

明 細 書

磁気記録媒体基板用ガラス、磁気記録媒体基板、磁気記録媒体およびそれらの製造方法

関連出願の相互参照

- [0001] 本出願は、２００８年３月１９日出願の日本特願２００８－７２０９６号および２００８年６月３０日出願の日本特願２００８－１７０８４５号の優先権を主張し、それらの全記載は、ここに特に開示として援用される。

技術分野

- [0002] 本発明は、ハードディスクなどの磁気記録媒体の基板に使用されるガラスおよび前記ガラスからなる磁気記録媒体基板ならびに前記基板を備える磁気記録媒体に関する。さらに本発明は、上記磁気記録媒体基板の製造方法、および上記磁気記録媒体の製造方法に関する。

背景技術

- [0003] エレクトロニクス技術、特にコンピュータに代表される情報関連技術の進展に伴い、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスクなどの情報記録媒体の需要は急速に伸びている。コンピュータなどの磁気記憶装置の主要構成要素は、磁気記録媒体と磁気記録再生用の磁気ヘッドである。磁気記録媒体としてはフレキシブルディスクとハードディスクとが知られている。このうちハードディスク（磁気ディスク）用の基板材料としては、例えば、アルミニウム基板、ガラス基板、セラミック基板、カーボン基板等があり、実用的には、サイズや用途に応じて、主に、アルミニウム基板とガラス基板とが使用されている。しかし、ノートパソコン用ハードディスクドライブの小型化や磁気記録の高密度化に伴いディスク基板の表面平滑性や薄型化への要求は更に厳しくなっているため、加工性、強度、剛性に劣るアルミニウム基板で対応するには限界がある。そこで、近年、高強度、高剛性、高耐衝撃性、高表面平滑性を有する磁気ディスク用ガラス基板が登場してきた。

- [0004] 近年、情報記録媒体のより一層の高記録密度化を図るため（例えば１００

Gビット／インチ²以上の高記録密度化)、垂直磁気記録方式が採用されている。垂直磁気記録方式の採用により記録密度を格段に向上することができる。一方、高記録密度化のためにはデータの書き込み、読み取りのためのヘッド(例えば磁気ヘッド)と媒体表面との距離(磁気記録媒体の場合はフライングハイトという。)を8 nm以下と極めて近接させる必要がある。しかし、基板表面の平滑性が低いと、媒体表面に基板表面の凹凸が反映され、前記ヘッドと媒体表面の距離を近づけることができず、線記録密度向上の妨げとなる。そのため、垂直磁気記録方式の採用による高記録密度化に対応するために、従来よりも格段に高い平滑性を有する情報記録媒体用ガラス基板が求められている。

- [0005] 一方、情報記録媒体用ガラス基板には異物の付着が許されないため、十分な洗浄が施される。洗浄には酸、アルカリなどが洗剤として使用される。しかし、基板を構成するガラスの化学的耐久性(耐酸性、耐アルカリ性、耐水性)が十分優れていないと、製造工程において基板表面を平滑に仕上げたとしても表面粗れが生じてしまう。表面粗れが僅かなものであっても、垂直記録方式の媒体用基板として必要とされるレベルの平滑性を実現することは困難となる。そのため、情報記録媒体の線記録密度の向上するために、優れた化学的耐久性を有する基板材料が求められている。

[特許文献1]国際公開2007-142324号(WO2007/142324)(その全記載は、ここに特に開示として援用される。)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0006] ところで、磁気記録媒体の高記録密度化に伴い、基板用ガラスには化学的耐久性とともに、極度に泡の少ないものが求められている。これは、光学ガラスに求められる残留泡のレベルよりも一段と厳しいものである。
- [0007] 極微小な泡であってもガラス中に泡が残留していると、ガラスを研磨して基板表面を形成する際、泡に相当する微小な空洞が基板表面に現れ、局所的な窪みとなって基板表面の平滑性を低下させる。

[0008] 特許文献1に開示されているガラスでは、化学的耐久性を向上させると

もに磁気記録媒体基板用ガラスとして必要な性質を得るため、ガラス成分中、 SiO_2 、 Al_2O_3 の含有量を高め、化学的耐久性が低下しない範囲で、熔解性、熱膨張係数などの維持効果のある Li_2O 、 Na_2O を導入しているが、このようなガラスでは、無アルカリリガラスに比べてガラスの熔解温度は低いものの、アルカリ含有の磁気記録媒体基板用ガラスとしては熔解温度が高くなるため、従来、清澄剤として用いられてきた Sb_2O_3 では清澄工程におけるガラスの温度、粘性との関係で効果的な脱泡が難しくなるという問題が発生した。

[0009] 本発明はこうした問題を解決するためになされたものであり、化学的耐久

性に優れ、極めて平滑な表面を有する磁気記録媒体基板を実現可能にする磁気記録媒体基板用ガラス、前記ガラスからなる磁気記録媒体基板、前記基板を備える磁気記録媒体と、それらの製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決する本発明は以下のとおりである。

[1]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、

質量%表示にて、

Si 20～40%、

Al 0.1～10%、

Li 0.1～5%、

Na 0.1～10%、

K 0～5%、

(ただし、 Li 、 Na および K の合計含有量が15%以下)、

Sn 0.005～0.6%、

Ce 0～1.2%

を含み、 Sb 含有量が0～0.1%であって、 As および F を含有しないガラス

であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[2]

S_n含有量に対するC_e含有量の比C_e/S_nが0~2.1の範囲にあることを特徴とする[1]に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[3]

S_n含有量に対するC_e含有量の比C_e/S_nが0.02~1.3の範囲にあることを特徴とする[1]に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[4]

S_bを含有しないガラスであることを特徴とする[1]~[3]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[5]

質量%表示にて、

Mg 0~5%、

Ca 0~5%、

Sr 0~2%、

Ba 0~2%

を含む[1]~[4]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[6]

Zr、Ti、La、Nb、Ta、およびHfを合計で0.1~10質量%含むことを特徴とする[1]~[5]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[7]

Mg、Ca、SrおよびBaの合計含有量が0~10%であることを特徴とする[1]~[6]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[8]

SiとAlの合計含有量が30質量%以上であり、1400℃における粘度が10³dPa・s以下の粘性特性を有することを特徴とする[1]~[7]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[9]

質量%表示にて、

S i 28~34%、

A l 6~10%、

(ただし、S i と A l の合計含有量が37%以上)、

L i 0.1~3%、

N a 5~10%、

K 0.1~1%、

(ただし、L i 、N a およびKの合計含有量が7~13%)、

M g 0.1~2%、

C a 0.1~2%、

S r およびB a を合計で0~1%、

Z r 1~5%、

B 0~1%、

Z n 0~1%

を含む〔1〕~〔8〕のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

〔10〕

質量%表示にて、

S i 28~34%、

A l 6~10%、

(ただし、S i と A l の合計含有量が37%以上)、

L i 1~5%、

N a 1~10%、

K 0.1~3%、

(ただし、L i 、N a およびKの合計含有量が5~11%)、

M g 0~2%、

C a 0~2%、

S r 0~1%、

B a 0~1%、

Zr、Ti、La、Nb、TaおよびHfを合計で1～10%、

B 0～1%、

Zn 0～1%、

P 0～1%

を含む [1] ～ [8] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[11]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、

Snと、任意にCeを添加して、

質量%表示にて、

Si 20～40%、

Al 0.1～10%、

Li 0.1～5%、

Na 0.1～10%、

K 0～5%、

(ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が15%以下)、

Sn 0.005～0.6%、

Ce 0～1.2%

を含み、Sb含有量が0～0.1%であって、AsおよびFを含有しないガラス

が得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた

熔融ガラスを清澄した後、成形することと特徴とする磁気記録媒体基板用ガ

ラスの製造方法。

[12]

Sn含有量に対するCe含有量の比Ce/Snが0.02～1.3の範囲になるよ

うにガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持

した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する [11] に記載の磁

気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

[13]

熔融ガラスの1400℃における粘度が 10^3 dPa・s以下である [11] また

は [1 2] に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[1 4]

ガラス中の残留泡の密度が $60 \text{ 個}/\text{kg}$ 以下となるように Sn および Ce の添加量を定める [1 1] ～ [1 3] のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[1 5]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO_2 60～75%、

Al_2O_3 1～15%、

Li_2O 0.1～20%、

Na_2O 0.1～15%、

K_2O 0～5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、

外割りで、0.01～0.7質量%の Sn 酸化物、0～1.4質量%の Ce 酸化物が添加されているとともに、 Sb 酸化物の含有量が0～0.1質量%であって、 As および F を含有しないガラスであることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[1 6]

質量%表示における Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の比 (Ce 酸化物 / Sn 酸化物) が0～2.00の範囲にあることを特徴とする [1 5] に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[1 7]

質量%表示における Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の比 (Ce 酸化物 / Sn 酸化物) が0.02～1.20の範囲にあることを特徴とする [1 5] に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[1 8]

Sbを含有しないガラスであることを特徴とする[15]～[17]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[19]

モル%表示にて、

MgO 0～10%、

CaO 0～10%、

SrO 0～5%、

BaO 0～5%

を含む[15]～[18]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[20]

ZrO₂、TiO₂、La₂O₃、Nb₂O₅、Ta₂O₅およびHfO₂を合計で0.1～5モル%含むことを特徴とする[15]～[19]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[21]

MgO、CaO、SrOおよびBaOの合計含有量が0.1～10モル%であることを特徴とする[15]～[20]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[22]

SiO₂とAl₂O₃の合計含有量が65モル%以上であり、1400℃における粘度が10³dPa・s以下の粘性特性を有することを特徴とする[15]～[21]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[23]

質量%表示にて、

SiO₂ 66～70%、

Al₂O₃ 7～12%、

(ただし、SiO₂とAl₂O₃の合計含有量が75%以上)、

Li₂O 5～10%、

Na₂O 8～13%、

K_2O 0.1~2%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が15~22%)、

MgO 0.1~5%、

CaO 0.1~5%、

SrO および BaO を合計で0~1%、

ZrO_2 0.1~2%、

B_2O_3 0~1%、

ZnO 0~1%

を含む[15]~[22]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[24]

質量%表示にて、

SiO_2 66~70%、

Al_2O_3 5~12%、

Li_2O 5~20%、

Na_2O 1~13%、

K_2O 0.1~2%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が18~22%)、

MgO および CaO を合計で0~5%、

SrO および BaO を合計で0~5%、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 を合計で0.1~5%、

B_2O_3 0~3%、

ZnO 0~1%、

P_2O_5 0~0.5%

を含む[15]~[22]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[25]

50℃に保たれた0.5体積%のケイフッ酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが3.0nm/分以下となる耐酸性と、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.1n

m/分以下となる耐アルカリ性とを備えることと特徴とする [15] ~ [24] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[26]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、
S_nと、任意にCeを添加して、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60~75%、
Al₂O₃ 1~15%、
Li₂O 0.1~20%、
Na₂O 0.1~15%、
K₂O 0~5%、

(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)

を含み、S_b含有量が0~0.1%、AsおよびFを含有しないガラスであって

、
外割りで0.01~0.7質量%のS_n酸化物、0~1.4質量%のCe酸化物を含むガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄、成形することと特徴とする磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

[27]

質量%表示におけるS_n酸化物の含有量に対するCe酸化物の含有量の比(Ce酸化物/S_n酸化物)が0.02~1.2の範囲になるようにガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400~1600°Cに保持した後、降温して1200~1400°Cに保持した後、成形する [26] に記載の磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

[28]

熔融ガラスの1400°Cにおける粘度が10³dPa・s以下である [26] または [27] に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[29]

ガラス中の残留泡の密度が60個/kg以下となるようにSnおよびCeの添加量を定める[26]～[28]のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[30]

熔融ガラスを流出して熔融ガラス塊を得、前記ガラス塊をプレス成形する[11]～[14]、[26]～[29]のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[31]

熔融ガラスをフロート法によりシート状のガラスに成形する[11]～[14]、[26]～[29]のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[32]

熔融ガラスをオーバーフローダウンドロー成形してシート状のガラスを得る[11]～[14]、[26]～[29]のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[33]

化学強化処理された[1]～[10]、[15]～[25]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[34]

[1]～[10]、[15]～[25]、[33]のいずれかに記載のガラスにより構成される磁気記録媒体用基板。

[35]

主表面の粗さRaが0.25nm未満である[34]に記載の磁気記録媒体用基板。

[36]

抗折強度が10kg以上であることを特徴とする[34]または[35]に記載の磁気記録媒体用基板。

[37]

円盤形状を有し、厚みが1 mm以下である〔34〕～〔36〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板。

〔38〕

〔1〕～〔10〕、〔15〕～〔25〕、〔33〕のいずれかに記載のガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。

〔39〕

前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える〔38〕に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

〔40〕

〔11〕～〔14〕、〔26〕～〔32〕のいずれかに記載の方法でガラスを作製し、前記ガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。

〔41〕

前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える〔40〕に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

〔42〕

〔34〕～〔37〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板上に情報記録層を有する磁気記録媒体。

〔43〕

垂直磁気記録方式である〔42〕に記載の磁気記録媒体。

〔44〕

〔38〕～〔41〕のいずれかに記載の方法により磁気記録媒体用基板を作製し、前記基板上に情報記録層を形成する磁気記録媒体の製造方法。

[0011] 〔45〕

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO_2 60~75%、

Al_2O_3 1~15%、

Li_2O 0.1~20%、

Na_2O 0.1~15%、

K_2O 0~5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、 Sn 酸化物および Ce 酸化物を外割り合計含有量で0.1~3.5質量%含み、 Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.01~0.99であって、 Sb 酸化物の含有量が0~0.1%、 As および F を含有しないガラスであることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[46]

質量%表示における Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が1/3以上であることを特徴とする[45]に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[47]

質量%表示における Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.45~0.98の範囲にあることを特徴とする[45]に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[48]

Sb を含有しないガラスであることを特徴とする[45]~[47]のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[49]

モル%表示にて、

MgO 0~10%、

CaO 0~10%、

S r O 0～5%、
B a O 0～5%、
B₂O₃ 0～3%
P₂O₅ 0～1%
Z n O 0～3%

を含む [4 5] ～ [4 8] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[5 0]

Z r O₂、T i O₂、L a₂O₃、N b₂O₅、T a₂O₅およびH f O₂を合計で0.1～5モル%含むことを特徴とする [4 5] ～ [4 9] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[5 1]
MgO、CaO、SrOおよびBaOの合計含有量が0.1～10モル%であることを特徴とする [4 5] ～ [5 0] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[5 2]
S i O₂とA l₂O₃の合計含有量が65モル%以上であり、1400℃における粘度が1 0³d P a ・ s 以下の粘性特性を有することを特徴とする [4 5] ～ [5 1] のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

質量%表示にて、
S i O₂ 66～70%、
A l₂O₃ 7～12%、
(ただし、S i O₂とA l₂O₃の合計含有量が75%以上)、
L i₂O 5～10%、
N a₂O 8～13%、
K₂O 0.1～2%、
(ただし、L i₂O、N a₂OおよびK₂Oの合計含有量が15～22%)、
MgO 0.1～5%、

CaO 0.1~5%、

SrO および BaO を合計で0~1%、

ZrO_2 0.1~2%、

B_2O_3 0~1%、

ZnO 0~1%

を含む〔45〕~〔52〕のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

〔54〕

質量%表示にて、

SiO_2 66~70%、

Al_2O_3 5~12%、

Li_2O 5~20%、

Na_2O 1~13%、

K_2O 0.1~2%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が18~22%)、

MgO および CaO を合計で0~5%、

SrO および BaO を合計で0~5%、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 を合計で0.1~5%、

B_2O_3 0~3%、

ZnO 0~1%、

P_2O_5 0~0.5%

を含む〔45〕~〔52〕のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

〔55〕

50℃に保たれた0.5体積%のケイフッ酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが3.0nm/分以下となる耐酸性と、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.1nm/分以下となる耐アルカリ性を備えることを特徴とする〔45〕~〔54〕のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

〔56〕

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、

S n および C e を添加して、

酸化物基準に換算し、モル％表示にて、

S i O 2 60～75％、

A l 2 O 3 1～15％、

L i 2 O 0.1～20％、

N a 2 O 0.1～15％、

K 2 O 0～5％、

(ただし、L i 2 O、N a 2 O および K 2 O の合計含有量が25％以下)

を含み、さらに、S n 酸化物および C e 酸化物を外割り合計含有量で0.1～3.

5質量％含むとともに、S n 酸化物と C e 酸化物の合計含有量に対する S n 酸

化物の含有量の比 (S n 酸化物の含有量 / (S n 酸化物の含有量 + C e 酸化

物の含有量)) が0.01～0.99であって、S b 酸化物の含有量が0～0.1％、A

s および F を含有しないガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記

ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄、成形することを特徴とす

る磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

[5 7]

ガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持し

た後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する [5 6] に記載の磁気

記録媒体基板用ガラスの製造方法。

[5 8]

熔融ガラスの1400℃における粘度が10³ d P a ・ s 以下である [5 6] また

は [5 7] に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[5 9]

ガラス中の残留泡の密度が60個／k g 以下となるように S n および C e

の添加量を定める [5 6] ～ [5 9] のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガ

ラスの製造方法。

[6 0]

熔融ガラスを流出して熔融ガラス塊を得、前記ガラス塊をプレス成形する
〔56〕～〔59〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

〔61〕

熔融ガラスをフロート法によりシート状のガラスに成形する〔56〕～〔59〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

〔62〕

熔融ガラスをオーバーフローダウンドロー成形してシート状のガラスを得る〔56〕～〔59〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

〔63〕

化学強化処理された〔45〕～〔55〕のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

〔64〕

〔45〕～〔55〕、〔61〕のいずれかに記載のガラスにより構成される磁気記録媒体用基板。

〔65〕

主表面の粗さ R_a が0.25nm未満である〔64〕に記載の磁気記録媒体用基板。

〔66〕

抗折強度が10kg以上であることを特徴とする〔64〕または〔65〕に記載の磁気記録媒体用基板。

〔67〕

円盤形状を有し、厚みが1mm以下である〔64〕～〔66〕のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板。

〔68〕

〔45〕～〔55〕、〔61〕のいずれかに記載のガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。

[6 9]

前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える [6 8 に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

[7 0]

[5 6] ~ [6 2] のいずれかに記載の方法でガラスを作製し、前記ガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。

[7 1]

前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える [7 0] に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

[7 2]

[6 4] ~ [6 7] のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板上に情報記録層を有する磁気記録媒体。

[7 3]

垂直磁気記録方式である [7 2] に記載の磁気記録媒体。

[7 4]

[6 8] ~ [7 1] のいずれかに記載の方法により磁気記録媒体用基板を作製し、前記基板上に情報記録層を形成する磁気記録媒体の製造方法。

[7 5]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
質量%表示にて、

S i 20~40%、

A l 0.1~10%、

L i 0.1~5%、

N a 0.1~10%、

K 0~5%、

(ただし、L i 、N a およびKの合計含有量が15%以下)、

S n 0.005~0.6%、

Ce 0~1.2%

を含み、Sb含有量が0~0.1%であって、AsおよびFを含有せず、λ80が320nm以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[76]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60~75%、

Al₂O₃ 1~15%、

Li₂O 0.1~20%、

Na₂O 0.1~15%、

K₂O 0~5%、

(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)

を含み、

外割りで、0.01~0.7質量%のSn酸化物、0~1.4質量%のCe酸化物が添加されているとともに、Sb酸化物の含有量が0~0.1質量%であって、AsおよびFを含有せず、λ80が320nm以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[77]

酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60~75%、

Al₂O₃ 1~15%、

Li₂O 0.1~20%、

Na₂O 0.1~15%、

K₂O 0~5%、

(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、Sn酸化物およびCe酸化物を外割り合計含有量で0.1~3.5質量%含み、Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量に対するSn酸化物の含

有量の比（ S_n 酸化物の含有量／（ S_n 酸化物の含有量＋ C_e 酸化物の含有量））が0.01～0.99であって、 S_b 酸化物の含有量が0～0.1%、 A_s および F を含有せず、 λ_{80} が320nm以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

発明の効果

- [0012] 本発明によれば、化学的耐久性に優れ、極めて極めて平滑な表面を有する磁気記録媒体基板を実現可能にする磁気記録媒体基板用ガラス、前記ガラスからなる磁気記録媒体基板、前記基板を備える磁気記録媒体と、それらの製造方法を提供することができる。

発明を実施するための最良の形態

- [0013] 本発明の磁気記録媒体基板用ガラスは、非晶質性（アモルファス）のガラスであって、2つの態様からなる。第1の態様（ガラスIという。）はガラスを構成する原子の割合を質量比で特定したものであり、第2の態様（ガラスIIという。）は酸化物基準に換算したときの各酸化物の含有量を特定したものである。さらに、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスは、非晶質性（アモルファス）のガラスであって、酸化物基準に換算したときの各酸化物の含有量を特定した第3の態様（ガラスIIIという。）である。
- [0014] なお、非晶質性ガラスは結晶化ガラスに比べて優れた基板表面の平滑性を実現することができる。
- [0015] [ガラスI]

本発明のガラスIは、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、

質量％表示にて、

Si 20～40%、

Al 0.1～10%、

Li 0.1～5%、

Na 0.1～10%、

K 0～5%、

(ただし、L i、N aおよびKの合計含有量が15%以下)、

S n 0.005~0.6%、

C e 0~1.2%

を含み、S b含有量が0~0.1%であって、A sおよびFを含有しないガラスであることを特徴とするものである。

[0016] ガラスIにおいて、各成分の含有量、合計含有量は特記しない限り、質量%にて表示するものとする。

[0017] S iは、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性、化学的耐久性、特に耐酸性を向上させ、基板の熱拡散を低下させ、輻射により基板の加熱効率を高める働きをする必須成分である。S iの含有量が20%未満だと上記働きを十分得ることができず、40%を超えるとガラス中に未溶解物が生じたり、清澄時のガラスの粘性が高くなりすぎて泡切れが不十分になる。未溶解物を含むガラスから基板を作ると、研磨によって基板表面に未溶解物による突起が生じ、極めて高い表面平滑性が求められる磁気記録媒体用基板として使用できなくなる。泡を含むガラスについても、研磨によって基板表面に泡の一部が現れると、その部分が窪みとなって基板の主表面の平滑性が損なわれるため、磁気記録媒体用基板として使用できなくなる。以上より、S iの含有量は20~40%とする。S iの含有量の好ましい範囲は25~35%、より好ましい範囲は28~34%である。

[0018] A lもガラスのネットワーク形成に寄与し、ガラス安定性、化学的耐久性を向上させる働きをする。A lの含有量が0.1%未満だと上記働きを十分得ることができず、10%を超えるとガラスの熔融性が低下し、未溶解物が生じやすくなる。したがって、A lの含有量は0.1~10%とする。A lの含有量の好ましい範囲は1~10%、より好ましい範囲は5~10%、さらに好ましい範囲は6~10%、一層好ましい範囲は7~10%である。

[0019] S i、A lはともに化学的耐久性の向上に寄与する成分であり、化学的耐久性を一層向上させる上から、S iとA lの合計含有量を30%以上にすることが好ましく、32%以上とすることがより好ましく、35%以上とすることが

さらに好ましく、36%以上とすることが一層好ましく、37%以上とすることがより一層好ましい。S i と A l の合計含有量を高めることにより、ガラスの熱伝導度を減少させ、磁気記録媒体製造時の基板の加熱効率を高めることもできる。

[0020] L i は、アルカリの中でもガラスの熔融性および成形性を向上させる働きが強く、また、熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な必須成分である。また、化学強化用のガラスとする場合は、化学強化時のイオン交換を担う成分でもある。L i の含有量が0.1%未満だと、上記働きを十分得ることができない。特に、化学的耐久性を向上させるために比較的多くのS i、A lを導入しているガラスIにおいて、L i の含有量が0.1%未満だと清澄時のガラスの粘性が高すぎるため、十分な清澄効果が得られない。一方、L i の含有量が5%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板とした場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、L i の含有量0.1~5%とする。L i の含有量の好ましい範囲は1~5%、より好ましい範囲は1~4%、さらに好ましい範囲は1~3%である。

[0021] N a は、ガラスの熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な必須成分である。また、化学強化用のガラスとする場合は、化学強化時のイオン交換を担う成分でもある。N a の含有量が0.1%未満だと、上記働きを十分得ることができない。特に、化学的耐久性を向上させるために比較的多くのS i、A lを導入しているガラスIにおいて、N a の含有量が0.1%未満だと清澄時のガラスの粘性が高すぎるため、十分な清澄効果が得られない。一方、N a の含有量が10%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板として場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、N a の含有量0.1~10%とする。N a の含有量の好ましい範囲は1~10%、より好ましい範囲は5~10%である。

- [0022] ガラスIはLiおよびNaを必須成分とするので、混合アルカリ効果によるガラス表面からのアルカリ溶出低減、防止効果が得られる。
- [0023] Kも、ガラスの熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な任意成分である。ただし、Kの含有量が5%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板とした場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、Kの含有量0~5%とする。Kの含有量の好ましい範囲は0~3%、より好ましい範囲は0.1~1%である。
- [0024] ガラスIでは、化学的耐久性を良好にする上から、Li、NaおよびKの合計含有量を15%以下に制限する。Li、NaおよびKの合計含有量の好ましい範囲は5~15%、より好ましい範囲は5~13%、さらに好ましい範囲は5~12%、一層好ましい範囲は5~11%、より一層好ましい範囲は7~11%である。
- [0025] Si、Alを比較的多く含むガラスIは、LiおよびNaを含むものの清澄時のガラスの温度が高い。このようなガラスにおいて、Sbは後述するSn、Ceと比較すると清澄効果が劣り、Snが添加されたガラスにおいては、むしろ清澄効果を低下させてしまう。Sb含有量が0.1%を超えるとSnとの共存においてガラス中の残留泡が急速に増加してしまう。したがって、ガラスIではSb含有量を0.1%以下に制限する。Sb含有量の好ましい範囲は0~0.08%、より好ましい範囲は0~0.05%であり、さらに好ましい範囲は0~0.02%であり、一層好ましい範囲は0~0.01%であり、Sbを添加しないこと（Sbを含有しないガラス）が特に好ましい。Sbを含有しない（フリー化する）ことによりガラス中の残留泡の密度は数分の一から百分の一程度にまで激減する。
- [0026] なお、SbはSnやCeと比べて環境への影響も大きいから、Sbの使用量を低減、ゼロにすることにより環境影響を低減することもできる。
- [0027] Asは強力な清澄剤ではあるが、毒性のため含有しない（フリー化する）ことが望まれる。また、Fも清澄効果を示すが、ガラス製造中に揮発してガラ

スの性質、特性が変動してしまい、安定した熔融、成形を行う上で問題がある。また、揮発によってガラス中に脈理と呼ばれる不均質部が生じてしまう。ガラス中に脈理があると研磨した場合、脈理部分と均質な部分とのガラスの削られるスピードが僅かに異なることによって研磨加工された面に凹凸が生じ、高い平坦性が要求される磁気記録媒体用基板としては望ましくない。したがって、ガラスIでは、AsおよびFを導入しない。

[0028] ガラスIは、ガラス原料を熔解する工程、熔解して得られた熔融ガラスを清澄する工程、清澄した熔融ガラスを均質化する工程、均質化した熔融ガラスを流出して成形する工程を経て作られる。このうち、清澄工程は比較的高温で行われ、均質化工程は比較的低温で行われる。清澄工程では、ガラス中に積極的に泡を発生させて、ガラス中に含まれる微小な泡を取り込んで大きな泡にすることで浮上しやすくすることにより清澄を促す。一方、流出に向けてガラスの温度を低下させた状態では、ガラス中にガスとして存在する酸素をガラス成分として取り込むことにより泡を消す手法が有効である。

[0029] Sn、Ceともガスを放出したり、取り込む作用があるが、Snは主として高温状態（1400～1600℃程度の温度域）で酸素を積極的に放出して清澄を促進させる働きが強く、Ceは低温状態（1200～1400℃程度の温度域）で酸素を取り込んでガラス成分として定着させる働きが強い。このように異なる温度領域において優れた清澄作用を示すSnとCeを共存させることにより、Sb、As、Fが制限されたガラスでも十分な泡切れが可能になる。

[0030] Snは、上記清澄効果を得る上から0.005%以上導入する必要があるが、0.6%を超えるとガラス中に金属スズとして析出し、ガラスを研磨して基板を作る際、基板表面に金属スズの突起が生じたり、表面から金属スズが欠落した部分が窪みとなって、基板表面の平滑性が損なわれるおそれが生じる。したがって、Snの含有量は0.005～0.6%とする。上記観点からSnの含有量の好ましい範囲は0.01～0.6%、より好ましい範囲は0.06～0.6%、さらに好ましい範囲は0.1～0.6%である。

[0031] Ceは、上記清澄効果を得る上から導入すると好ましいが、1.2%を超える

と熔融容器を構成する耐火物や白金との反応や、ガラスを成形するための金型との反応が大きくなって、不純物が増加して表面状態に悪影響を与える。したがって、C eの含有量は0~1.2%とする。上記観点からC eの含有量の好ましい範囲は0~0.7%である。

[0032] S n、C eは結晶化ガラスを作る場合には結晶核を生成する働きをする。本発明は非晶質性ガラスからなる基板に用いられるガラスであるので、加熱によって結晶を析出しないことが望ましい。そのため、S n、C eとも過剰の添加は避けるべきである。

[0033] 上記のようにS nは高温でガラス融液中に酸素ガスを放出するため、S nの量を多くする場合は、低温でガラス融液中の酸素ガスを取り込むC eの量も多くすることが好ましい。こうした点に着目すると、S n、C eの含有量の一層好ましい範囲は以下のとおりである。

[0034] S nの含有量が0.005%以上0.1%未満の場合、C eの含有量を0~0.4%にすることが好ましく、0.0001~0.2%にすることがさらに好ましく、0.001~0.12%にすることが一層好ましい。

[0035] S nの含有量が0.1%以上0.14%未満の場合、C eの含有量を0~0.4%にすることが好ましく、0.0005~0.4%にすることがさらに好ましく、0.003~0.14%にすることが一層好ましい。

[0036] S nの含有量が0.14%以上0.28%未満の場合、C eの含有量を0~0.4%にすることが好ましく、0.0005~0.4%にすることがさらに好ましく、0.001~0.36%にすることが一層好ましく、0.001~0.3%であることがより一層好ましい。

[0037] S nの含有量が0.28%以上0.3%未満の場合、C eの含有量を0~0.4%にすることが好ましく、0.0005~0.4%にすることがさらに好ましく、0.001~0.4%にすることが一層好ましく、0.006~0.4%であることがより一層好ましい。

[0038] S nの含有量が0.3%以上0.35%未満の場合、C eの含有量を0~0.4%にすることが好ましく、0.0004~0.6%とすることがさらに好ましく、0.0005~0.

5%にすることがさらに好ましく、0.006~0.4%であることが一層好ましい。

[0039] S_n の含有量が0.35%以上0.43%未満の場合、 C_e の含有量を0.0004~0.6%とすることが好ましく、0.0005~0.5%にすることがより好ましく、0.06~0.5%であることがさらに好ましい。

[0040] S_n の含有量が0.43%以上0.45%未満の場合、 C_e の含有量を0.0004~0.6%とすることが好ましく、0.0005~0.5%にすることがより好ましい。

[0041] S_n の含有量が0.45%以上0.5%未満の場合、 C_e の含有量を0.0003~0.7%にすることが好ましく、0.005~0.6%とすることがより好ましく、0.006~0.5%にすることがさらに好ましい。

[0042] 泡の大きさ（固化したガラス中に残留する泡（空洞）の大きさ）が0.3mm以下の範囲で、 S_n は比較的大きな泡も極小の泡も除く働きが強い。 C_e は任意に添加可能であるが、 S_n 含有量に対する C_e 含有量の比（質量比） C_e/S_n を2.1以下にすることにより清澄効果を高めることができる。

S_n とともに C_e を添加すると、 $50\mu m \sim 0.3mm$ 程度の大きな泡の密度が数十分の一程度にまで激減する。こうした効果を得る上から、 S_n 含有量に対する C_e 含有量の比（質量比） C_e/S_n の下限を0.005とすることが好ましく、0.01とすることがより好ましく、0.02とすることがさらに好ましく、0.03とすることが一層好ましく、0.05とすることがより一層好ましく、0.1とすることがさらに一層好ましく、0.5とすることがなお一層好ましい。 S_n 含有量に対する C_e 含有量の比（質量比） C_e/S_n の上限については、2.0とすることが好ましく、1.8とすることがより好ましく、1.6とすることがさらに好ましく、1.5とすることが一層好ましく、1.4とすることがより一層好ましく、1.3とすることがさらに一層好ましく、1.2とすることがなお一層好ましく、1.1とすることが特に好ましい。

[0043] また、 S_n と C_e の合計含有量については、上記観点から0.15~1.2%の範囲にすることが好ましく、0.15~0.8%の範囲にすることがより好ましい。

[0044] ガラスIの好ましい態様は、

Mg 0~5%、

C a 0～5%、

S r 0～2%、

B a 0～2%

を含むものである。

[0045] M g は、ガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、剛性および硬度を高め、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下するため、M g の含有量を0～5%とすることが好ましい。M g の含有量のより好ましい範囲は0～2%、さらに好ましい範囲は0.1～2%である。

[0046] C a は、特にガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、剛性および硬度を高め、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下するため、C a の含有量を0～5%とすることが好ましい。C a の含有量のより好ましい範囲は0～2%、さらに好ましい範囲は0.1～2%である。

[0047] S r もガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下し、比重や原料コストも増大するため、S r の含有量を0～2%とすることが好ましい。S r の含有量のより好ましい範囲は0～1%、さらに好ましい範囲は0～0.5%、一層好ましくはゼロである。

[0048] B a もガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下し、比重や原料コストも増大するため、B a の含有量を0～2%とすることが好ましい。B a の含有量のより好ましい範囲は0～1%、さらに好ましい範囲は0～0.5%、一層好ましくはゼロである。

[0049] なお、熔融性、成形性、ガラス安定性、熱膨張特性、化学的耐久性をともに満足させる上から、M g 、C a 、S r およびB a の合計含有量を0～10%にすることが好ましく、0～5%にすることがより好ましく、0.1～2%にすることがさらに好ましい。

- [0050] また、上記のようにアルカリ土類金属成分の中では、Mg、CaがSr、Baよりも好ましい成分であるので、MgおよびCaの合計含有量を0～5%とすることがより好ましく、0.1～5%とすることがさらに好ましい。また、SrおよびBaの合計含有量を0～2%にすることが好ましく、0～1%にすることがより好ましく、ゼロにすることがさらに好ましい。
- [0051] Zr、Ti、La、Nb、Ta、Hfは、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させる働きをするが、過剰に導入すると熔融性が低下する。そのため、Zr、Ti、La、Nb、TaおよびHfの合計含有量を0～10%とすることが好ましく、0.1～10%とすることがより好ましく、1～5%とすることがさらに好ましい。
- [0052] このうち、Zrはガラス安定性を維持しつつ、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させる働きが特に優れ、剛性や靱性を高めるとともに、化学強化の効率を高める働きもする。したがって、Zrの含有量を0～5%とすることが好ましい。Zrの含有量のより好ましい範囲は0.1～5%、さらに好ましい範囲は1～2%である。
- [0053] 熔融性を低下させずに、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させ、化学強化の効率を高める上から、Zr、Ti、La、Nb、TaおよびHfの合計含有量に対するZrの含有量の割合を0.1～1にすることが好ましく、0.5～1にすることがより好ましく、1にすることがさらに好ましい。
- [0054] なお、ガラスIには清澄剤として硫酸塩を0～1%の範囲で添加することもできるが、ガラス熔融中に熔融物が吹きこぼれがおきるおそれがあり、ガラス中の異物が激増することから、硫酸塩を導入しないことが好ましい。
- [0055] これに対し、Sn、Ceは吹きこぼれや異物の増加といった問題を起こさず、泡切れをよくする効果がある。
- [0056] その他、導入可能な成分として、Bは、脆さを低下させるとともに、熔融性を向上させる働きをするが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量を0～2%とすることが好ましく、0～1%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。

[0057] Znは、熔融性を向上させるとともに剛性を高める働きをするが、過剰導入によって化学的耐久性が低下するとともに、ガラスが脆くなる。したがって、その含有量は0～3%とすることが好ましく、0～1%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。

[0058] Pも発明の目的を損なわない範囲で少量導入することができるが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量を0～1%とすることが好ましく、0～0.5%とすることがより好ましく、0～0.2%とすることがさらに好ましく、導入しないことが一層好ましい。

[0059] 熔融性、成形性ならびにガラス安定性の改善、化学的耐久性、特に耐アルカリ性の向上、磁気記録媒体製造時の加熱効率の向上、混合アルカリ効果によるガラス表面からのアルカリ溶出の抑制などの観点から特に好ましいガラスIは、質量%表示にて、

Si 28～34%、

Al 6～10%、

(ただし、SiとAlの合計含有量が37%以上)、

Li 0.1～3%、

Na 5～10%、

K 0.1～1%、

(ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が7～13%)、

Mg 0.1～2%、

Ca 0.1～2%、

SrおよびBaを合計で0～1%、

Zr 1～5%、

B 0～1%、

Zn 0～1%

を含むガラス（ガラスI-1という。）である。

[0060] ガラスI-1における特に好ましい態様は、

Si 28～34%、

A l 6~10%、
(ただし、S i と A l の合計含有量が37%以上)、
L i 1~3%、
N a 6~10%、
K 0.1~1%、
M g 0.1~2%、
C a 0.1~2%、
S r および B a を合計で 0~0.7%、
Z r 1~3%、

を含むガラスである。この特に好ましい態様によれば、ガラスの比重の低減、耐アルカリ性の一層の改善、熔融性の一層の改善といった効果を得ることができる。

熔融性、成形性ならびにガラス安定性の改善、化学的耐久性の向上、磁気記録媒体製造時の加熱効率の向上などの観点から好ましいガラス I の第 2 の態様は、質量%表示にて、

S i 28~34%、
A l 6~10%、
(ただし、S i と A l の合計含有量が37%以上)、
L i 1~5%、
N a 1~10%、
K 0.1~3%、
(ただし、L i 、N a および K の合計含有量が5~11%)、
M g 0~2%、
C a 0~2%、
S r 0~1%、
B a 1~1%、
Z r 、T i 、L a 、N b 、T a および H f を合計で1~10%、
B 0~1%、

Zn 0~1%、

P 0~1%

を含むガラス（ガラスⅠ-2という。）である。

[0061] ガラスⅠ-2における特に好ましい態様は、

Si 28~34%、

Al 6~10%、

（ただし、SiとAlの合計含有量が37%以上）、

Li 1~5%、

Na 1~10%、

K 0.1~3%、

（ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が5~11%）、

Mg、Ca、SrおよびBaを合計で0~1%、

Ti、LaおよびNbを合計で3~8%、

を含むガラスである。この特に好ましい態様によれば、アルカリ土類金属成分を抑え、Ti、La、Nbを導入することにより、より優れた化学的耐久性を得ることができる。より優れた化学的耐久性を得る上から、Tiを0.5~2%、Laを1~3%、Nbを0.5~2%を含むガラスがさらに好ましい。

[0062] [ガラスII]

次にガラスIIについて説明する。

ガラスIIは、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60~75%、

Al₂O₃ 1~15%、

Li₂O 0.1~20%、

Na₂O 0.1~15%、

K₂O 0~5%、

（ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下）

を含み、

外割りで、0.01～0.7質量%の Sn 酸化物、0～1.4質量%の Ce 酸化物が添加されているとともに、 Sb 酸化物の含有量が0～0.1質量%であって、 As および F を含有しないガラスであることを特徴とするものである。

[0063] 以下、ガラスIIにおいては特記しない限り、 Sn 酸化物、 Ce 酸化物、 Sb 酸化物の含有量は、外割り添加量とし質量%にて表示し、その他、成分の含有量、合計含有量はモル%にて表示する。

[0064] SiO_2 は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性、化学的耐久性、特に耐酸性を向上させ、基板の熱拡散を低下させ、輻射により基板の加熱効率を高める働きをする必須成分である。 SiO_2 の含有量が60%未満だと上記働きを十分得ることができず、75%を超えるとガラス中に未溶解物が生じたり、清澄時のガラスの粘性が高くなりすぎて泡切れが不十分になる。未溶解物を含むガラスから基板を作ると、研磨によって基板表面に未溶解物による突起が生じ、極めて高い表面平滑性が求められる磁気記録媒体用基板として使用できなくなる。泡を含むガラスについても、研磨によって基板表面に泡の一部が現れると、その部分が窪みとなって基板の主表面の平滑性が損なわれるため、磁気記録媒体用基板として使用できなくなる。以上より、 SiO_2 の含有量は60～75%とする。 SiO_2 の含有量の好ましい範囲は65～75%、より好ましい範囲は66～75%、さらに好ましい範囲は66～70%である。

[0065] Al_2O_3 もガラスのネットワーク形成に寄与し、ガラス安定性、化学的耐久性を向上させる働きをする。 Al_2O_3 の含有量が1%未満だと上記働きを十分得ることができず、15%を超えるとガラスの熔融性が低下し、未溶解物が生じやすくなる。したがって、 Al_2O_3 の含有量は1～15%とする。 Al_2O_3 の含有量の好ましい範囲は5～13%、より好ましい範囲は7～12%である。

[0066] なお、化学的耐久性を改善する上から、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量を65%以上とすることが好ましく、70%以上とすることがより好ましく、73%以上とすることがさらに好ましく、74%以上とすることが一層好ましく、75%

以上とすることがより一層好ましく、75.5%以上とすることがなお一層好ましい。 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量を高めることにより、ガラスの熱伝導度を減少させ、磁気記録媒体製造時の基板の加熱効率を高めることもできる。

[0067] Li_2O は、アルカリの中でもガラスの熔融性および成形性を向上させる働きが強く、また、熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な必須成分である。また、化学強化用のガラスとする場合は、化学強化時のイオン交換を担う成分でもある。 Li_2O の含有量が0.1%未満だと、上記働きを十分得ることができない。特に、化学的耐久性を向上させるために比較的多くの SiO_2 、 Al_2O_3 を導入しているガラスIIにおいて、 Li_2O の含有量が0.1%未満だと清澄時のガラスの粘性が高すぎるため、十分な清澄効果が得られない。一方、 Li_2O の含有量が20%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板として場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、 Li_2O の含有量は0.1~20%とする。 Li_2O の含有量の好ましい範囲は1~15%、より好ましい範囲は5~10%である。

[0068] Na_2O は、ガラスの熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な必須成分である。また、化学強化用のガラスとする場合は、化学強化時のイオン交換を担う成分でもある。 Na_2O の含有量が0.1%未満だと、上記働きを十分得ることができない。特に、化学的耐久性を向上させるために比較的多くの SiO_2 、 Al_2O_3 を導入しているガラスIIにおいて、 Na_2O の含有量が0.1%未満だと清澄時のガラスの粘性が高すぎるため、十分な清澄効果が得られない。一方、 Na_2O の含有量が15%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板として場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、 Na_2O の含有量は0.1~15%とする。 Na_2O の含有量の好ましい範囲は1~15%、より好ましい範囲は8~13%である。

[0069] ガラスIIは Li_2O および Na_2O を必須成分とするので、混合アルカリ効果

によるガラス表面からのアルカリ溶出低減、防止効果が得られる。

[0070] K_2O も、ガラスの熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与させるのに好適な任意成分である。ただし、 K_2O の含有量が5%を超えると化学的耐久性、特に耐酸性が低下するとともに、基板とした場合、基板表面からのアルカリ溶出が増大し、析出したアルカリが情報記録層などにダメージを与える。したがって、 K_2O の含有量は0~5%とする。 K_2O の含有量の好ましい範囲は0.1~2%、より好ましい範囲は0.1~1%である。

[0071] ガラスIIでは、化学的耐久性を良好にする上から、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量を25%以下に制限する。ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O は熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させて磁気記録媒体用基板に好適な熱膨張特性を付与する働きがある他、清澄時のガラスの粘性を低下させて、泡切れを促進させる働きもする。以上の点を考慮すると、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量の好ましい範囲は15~25%である。 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量のより好ましい上限は18%であり、より好ましい上限は23%、さらに好ましい上限は22%、一層好ましい上限は21%、より一層好ましい上限は20%である。

[0072] SiO_2 、 Al_2O_3 を比較的多く含むガラスIIは、 Li_2O および Na_2O を含むものの清澄時のガラスの温度が高い。このようなガラスにおいて、 Sb 酸化物は後述する Sn 酸化物、 Ce 酸化物と比較すると清澄効果が劣り、 Sn 酸化物が添加されたガラスにおいては、むしろ清澄効果を低下させてしまう。 Sb 酸化物の含有量が0.1%を超えると Sn 酸化物との共存においてガラス中の残留泡が急速に増加してしまう。したがって、ガラスIIでは Sb 酸化物の含有量を0.1%以下に制限する。 Sb 酸化物の含有量の好ましい範囲は0~0.1%、より好ましい範囲は0~0.05%であり、さらに好ましい範囲は0~0.01%であり、一層好ましい範囲は0~0.001%であり、 Sb 酸化物を添加しないこと（ Sb を含有しないガラス）が特に好ましい。 Sb を含有しない（フリー化する）ことによりガラス中の残留泡の密度は数分の一から百分の一程度にまで激

減する。ここでS b 酸化物とはS b の価数によらず、ガラス中に溶け込んでいるS b₂O₃、S b₂O₅などの酸化物を意味する。

[0073] なお、S b 酸化物はS n 酸化物やC e 酸化物と比べて環境への影響も大きいから、S b 酸化物の使用量を低減、ゼロにすることにより環境への影響を低減する上からも好ましい。

[0074] A s は強力な清澄剤ではあるが、毒性のためフリー化が望まれる。また、F も清澄効果を示すが、ガラス製造中に揮発してガラスの性質、特性が変動してしまい、安定した熔融、成形を行う上で問題がある。また、揮発によってガラス中に脈理と呼ばれる不均質部が生じてしまう。ガラス中に脈理があると研磨した場合、脈理部分と均質な部分とのガラスの削られるスピードが僅かに異なることによって研磨加工された面に凹凸が生じ、高い平坦性が要求される磁気記録媒体用基板としては望ましくない。したがって、ガラスII では、A s およびFを導入しない。

[0075] ガラスII も、ガラス原料を熔解する工程、熔解して得られた熔融ガラスを清澄する工程、清澄した熔融ガラスを均質化する工程、均質化した熔融ガラスを流出して成形する工程を経て作られる。このうち、清澄工程は比較的高温で行われ、均質化工程は比較的低温で行われる。清澄工程では、ガラス中に積極的に泡を発生させて、ガラス中に含まれる微小な泡を取り込んで大きな泡にすることで浮上しやすくすることにより清澄を促す。一方、流出に向けてガラスの温度を低下させた状態では、ガラス中にガスとして存在する酸素をガラス成分として取り込むことにより泡を消す手法が有効である。

[0076] S n、C e の清澄のメカニズムは前述のとおりであり、S n 酸化物とC e 酸化物を共存させることにより、S b 酸化物、A s、F の導入が制限されたガラスでも十分な泡切れが可能になる。

[0077] S n 酸化物は、上記清澄効果を得る上からその含有量を0.01%以上にする必要があるが、0.7%を超えるとガラス中に金属スズとして析出し、ガラスを研磨して基板を作る際、基板表面に金属スズの突起が生じたり、表面から金属スズが欠落した部分が窪みとなって、基板表面の平滑性が損なわれるおそ

れが生じる。したがって、S n 酸化物の含有量は0.01~0.7%とする。上記観点からS n の含有量の好ましい範囲は0.1~0.6%、より好ましい範囲は0.15~0.5%である。ここでS n 酸化物とはS n の価数によらず、ガラス中に溶け込んでいるS n O、S n O₂などの酸化物を意味する。S n 酸化物の含有量とは、S n O、S n O₂などの酸化物の合計含有量である。

[0078] C e 酸化物は、上記清澄効果を得る上から導入すると好ましいが、その含有量が1.4%を超えると熔融容器を構成する耐火物や白金との反応や、ガラスを成形するための金型との反応が大きくなって、不純物が増加して表面状態に悪影響を与える。したがって、C e 酸化物の含有量は0~1.4%とする。C e の含有量の好ましい範囲は0~0.7%、より好ましい範囲は0.003~0.7%である。ここでC e 酸化物とはC e の価数によらず、ガラス中に溶け込んでいるC e O₂、C e₂O₃などの酸化物を意味する。C e 酸化物の含有量とは、C e O₂、C e₂O₃などの酸化物の合計含有量である。

[0079] S n、C e は結晶化ガラスを作る場合には結晶核を生成する働きをする。本発明は非晶質性ガラスからなる基板に用いられるガラスであるので、加熱によって結晶を析出しないことが望ましい。そのため、S n 酸化物、C e 酸化物とも過剰の添加は避けるべきである。

[0080] 上記のようにS n 酸化物は高温でガラス融液中に酸素ガスを放出するため、S n 酸化物の量を多くする場合は、低温でガラス融液中の酸素ガスを取り込むC e 酸化物の量も多くすることが好ましい。こうした点に着目すると、S n 酸化物、C e 酸化物の含有量の一層好ましい範囲は以下のとおりである。

[0081] S n 酸化物の含有量が0.1%以上0.15%未満の場合、C e 酸化物の含有量を0~0.45%にすることが好ましく、0%以上3%未満にすることがより好ましく、0.001~0.18%にすることがさらに好ましく、0.001~0.15%にすることが一層好ましく、0.001~0.11%にすることがより一層好ましく、0.003~0.1%にすることがなお一層好ましい。

[0082] S n 酸化物の含有量が0.15%以上0.35%未満の場合、C e 酸化物の含有量

を0~0.45%にすることが好ましく、0.001~0.4%にすることがさらに好ましく、0.003~0.25%にすることが一層好ましい。

[0083] Sn 酸化物の含有量が0.35%以上0.45%未満の場合、 Ce 酸化物の含有量を0~0.45%にすることが好ましく、0.001~0.4%にすることがさらに好ましく、0.006~0.35%にすることが一層好ましい。

[0084] Sn 酸化物の含有量が0.45%以上0.5%未満の場合、 Ce 酸化物の含有量を0.001~0.5%にすることが好ましく、0.008~0.5%にすることがさらに好ましく、0.06~0.5%にすることが一層好ましい。

[0085] Sn 酸化物の含有量が0.5%以上0.55%未満の場合、 Ce 酸化物の含有量を0.001~0.5%にすることが好ましく、0.008~0.5%にすることがさらに好ましい。

[0086] Sn 酸化物の含有量が0.55~0.6%の場合、 Ce 酸化物の含有量を0.0005~0.6%にすることが好ましく、0.005~0.6%にすることがさらに好ましく、0.1~0.6%にすることが一層好ましい。

[0087] 泡の大きさ（固化したガラス中に残留する泡（空洞）の大きさ）が0.3 mm以下の範囲で、 Sn 酸化物は比較的大きな泡も極小の泡も除く働きが強い。 Ce 酸化物は任意に添加可能であるが、 Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の比（質量比） $\text{CeO}_2/\text{SnO}_2$ を2.0以下にすることにより清澄効果を高めることができる。

[0088] Sn 酸化物とともに Ce 酸化物を添加すると、50 μm ~0.3 mm程度の大きな泡の密度が数十分の一程度にまで激減する。こうした効果を得る上から、 Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の質量比 Ce/Sn の下限を0.01とすることがより好ましく、0.02とすることがさらに好ましく、0.05とすることが一層好ましく、0.1とすることがより一層好ましい。 Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の質量比 Ce/Sn の上限については、1.8とすることがより好ましく、1.6とすることがさらに好ましく、1.5とすることが一層好ましく、1.4とすることがより一層好ましく、1.3とすることがさらに一層好ましく、1.2とすることがなお一層好ましく、1.1とす

ることが特に好ましい。

[0089] ガラス11の好ましい態様は、

MgO 0～10%、

CaO 0～10%、

SiO 0～5%、

BaO 0～5%

を含むものである。

[0090] MgOは、ガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良好し、剛性および硬度を高め、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入

すると化学的耐久性が低下するため、MgOの含有量を0～10%とすることが

好ましい。MgOの含有量のより好ましい範囲は0～5%、さらに好ましい範

囲は0.1～5%である。

[0091] CaOは、特にガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良好し、剛

性および硬度を高め、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に

導入すると化学的耐久性が低下するため、CaOの含有量を0～10%とするこ

とが好ましい。Caの含有量のより好ましい範囲は0～5%、さらに好ましい

範囲は0.1～5%である。

[0092] SiOもガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良好し、熱膨張係

数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下

し、比重や原料コストも増大するため、SiOの含有量を0～5%とすること

が好ましい。Siの含有量のより好ましい範囲は0～2%、さらに好ましい範

囲は0～1%、一層好ましくはゼロである。

[0093] BaOもガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良好し、熱膨張係

数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入すると化学的耐久性が低下

し、比重や原料コストも増大するため、BaOの含有量を0～5%とすること

が好ましい。Baの含有量のより好ましい範囲は0～2%、さらに好ましい範

囲は0～1%、一層好ましくはゼロである。

[0094] なお、熔融性、成形性、ガラス安定性、熱膨張特性、化学的耐久性をとも

に満足させる上から、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量を0.1~10%にすることが好ましく、0.1~5%にすることがより好ましく、1~5%にすることがさらに好ましい。

[0095] また、上記のようにアルカリ土類金属成分の中では、 MgO 、 CaO が SrO 、 BaO よりも好ましい成分であるので、 MgO および CaO の合計含有量を0~5%とすることがより好ましく、0.1~5%とすることがさらに好ましく、1~5%にすることが一層好ましい。また、 SrO および BaO の合計含有量を0~5%にすることが好ましく、0~1%にすることがより好ましく、ゼロにすることがさらに好ましい。

[0096] ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 は、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させる働きをするが、過剰に導入すると熔融性が低下する。そのため、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 および HfO_2 の合計含有量を0~5%とすることが好ましく、0.1~5%とすることがより好ましく、0.1~3%とすることがさらに好ましい。

[0097] このうち、 ZrO_2 はガラス安定性を維持しつつ、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させる働きが特に優れ、剛性や靱性を高めるとともに、化学強化の効率を高める働きもする。したがって、 ZrO_2 の含有量を0.1~5%とすることが好ましい。 Zr の含有量のより好ましい範囲は0.1~3%、さらに好ましい範囲は0.1~2%である。

[0098] 熔融性を低下させずに、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させ、化学強化の効率を高める上から、 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 および HfO_2 の合計含有量に対する ZrO_2 の含有量の割合を0.1~1にすることが好ましく、0.3~1にすることがより好ましく、0.5~1にすることがさらに好ましく、0.8~1にすることが一層好ましく、0.9~1にすることがより一層好ましく、1にすることが特に好ましい。

[0099] なお、ガラスIIにも清澄剤として硫酸塩を0~1%の範囲で添加することもできるが、ガラス熔融中に熔融物が吹きこぼれがおきるおそれがあり、ガラス中の異物が激増することから、硫酸塩を導入しないことが好ましい。

- [0100] これに対し、 Sn 酸化物、 Ce 酸化物は吹きこぼれや異物の増加といった問題を起こさず、泡切れをよくする効果がある。
- [0101] その他、導入可能な成分として、 B_2O_3 は、脆さを低下させるとともに、熔融性を向上させる働きをするが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量を0～3%とすることが好ましく、0～1%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。
- [0102] ZnO は、熔融性を向上させるとともに剛性を高める働きをするが、過剰導入によって化学的耐久性が低下するとともに、ガラスが脆くなる。したがって、その含有量は0～3%とすることが好ましく、0～1%とすることがより好ましく、導入しないことがさらに好ましい。
- [0103] P_2O_5 も発明の目的を損なわない範囲で少量導入することができるが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量を0～1%とすることが好ましく、0～0.5%とすることがより好ましく、0～0.3%とすることがさらに好ましく、導入しないことが一層好ましい。
- [0104] 熔融性、成形性ならびにガラス安定性の改善、化学的耐久性、特に耐アルカリ性の向上、磁気記録媒体製造時の加熱効率の向上、混合アルカリ効果によるガラス表面からのアルカリ溶出の抑制などの観点から特に好ましいガラスIIは、質量%表示にて、
 SiO_2 66～70%、
 Al_2O_3 7～12%、
(ただし、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量が75%以上)、
 Li_2O 5～10%、
 Na_2O 8～13%、
 K_2O 0.1～2%、
(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が15～22%)、
 MgO 0.1～5%、
 CaO 0.1～5%、
 SrO および BaO を合計で0～1%、

ZrO_2 0.1~2%、

B_2O_3 0~1%、

ZnO 0~1%を含むガラス（ガラスII-1という。）である。

[0105] ガラスII-1における特に好ましい態様は、

SiO_2 66~70%、

Al_2O_3 7~11%、

Li_2O 6~10%、

Na_2O 9~13%、

K_2O 0.1~1%、

（ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が16~22%）、

MgO 0.1~2%、

CaO 0.5~4%、

SrO および BaO を合計で0~0.5%、

ZrO_2 0.5~2%、

を含むガラスである。この特に好ましい態様によれば、ガラスの比重の低減、耐アルカリ性の一層の改善、熔融性の一層の改善といった効果を得ることができる。

[0106] 熔融性、成形性ならびにガラス安定性の改善、化学的耐久性の向上、磁気記録媒体製造時の加熱効率の向上などの観点から好ましいガラスIIの第2の態様は、質量%表示にて、

SiO_2 66~70%、

Al_2O_3 5~12%、

Li_2O 5~20%、

Na_2O 1~13%、

K_2O 0.1~2%、

（ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が18~22%）、

MgO および CaO を合計で0~5%、

SrO および BaO を合計で0~5%、

ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 を合計で0.1～5%、
 B_2O_3 0～3%、
 ZnO 0～1%、
 P_2O_5 0～0.5%
を含むガラス（ガラスII-2という。）である。

[0107] ガラスII-2における特に好ましい態様は、

SiO_2 66～70%、
 Al_2O_3 5～11%、
 Li_2O 10～19%、
 Na_2O 1～6%、
 K_2O 0.1～2%、
 MgO および CaO を合計で0～2%、
 SrO および BaO を合計で0～2%、
 ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 HfO_2 を合計で0.5～4%、
を含むガラスである。この特に好ましい態様によれば、アルカリ土類金属成分量を抑え、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 を導入することにより、より優れた化学的耐久性を得ることができる。より優れた化学的耐久性を得る上から、 TiO_2 を0.5～3%、 La_2O_3 を0.1～2%、 Nb_2O_5 を0.1～2%を含むガラスがさらに好ましい。

[0108] [ガラスI、ガラスIIの共通点]

次にガラスIとガラスIIの共通点について説明する。

本発明のガラスにおいて、 Sn 、あるいは Sn および Ce は Sb よりも優れた清澄作用を示す。前述のように Sn は主として高温状態（1400～1600℃程度の温度域）で酸素ガスを積極的に放出して清澄を促進させる働きが強く、 Ce は低温状態（1200～1400℃程度の温度域）で酸素ガスを取り込んでガラス成分として定着させる働きが強い。 Sn の清澄作用温度域と Ce の清澄作用温度域が接する1400℃におけるガラスの粘性は清澄効率に大きな影響を与える。

- [0109] ガラスI、ガラスIIともに化学的耐久性を高めるため、S i 成分とA i 成分の量を高め、アルカリ成分を必須成分としながらも、その含有量を上記のように制限しているため、1400°Cにおけるガラスの粘度が上昇傾向を示す。清澄温度域でガラスの粘度が高すぎるとガラス中の泡の上昇速度が減少して泡切れが悪くなる。
- [0110] 本発明では、化学的耐久性の改善と清澄効果の向上を同時に達成するため、ガラスIではS i とA i の合計含有量を30質量%以上としつつ、1400°Cにおける粘度を $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下とし、ガラスIIではS i O₂とA i₂O₃の合計含有量を65モル%以上としつつ、1400°Cにおける粘度を $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下とすることが好ましい。
- [0111] 化学的耐久性改善の観点から、ガラスIにおけるS i とA i の合計含有量の好ましい範囲は32質量%以上、より好ましい範囲は35質量%以上、さらに好ましい範囲は36質量%以上、一層好ましい範囲は37質量%以上であり、ガラスIIにおけるS i O₂とA i₂O₃の合計含有量の好ましい範囲は65モル%以上、より好ましい範囲は70モル%以上、さらに好ましい範囲は73モル%以上、一層好ましくは74モル%以上、より一層好ましくは75モル%以上、なお一層好ましくは75.5モル%以上である。
- [0112] 清澄効果を高める上から、ガラスI、ガラスIIとも1400°Cにおける粘度を $10^{2.7} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下とすることが好ましい。
- [0113] このようにすることにより、単位質量のガラス中に含まれる残留泡の密度を60個/kg以下、好ましくは40個/kg以下、より好ましくは20個/kg以下、さらに好ましくは10個/kg以下、一層好ましくは2個/kg以下、より一層好ましくは0個/kgにすることができる。そのため、高記録密度の磁気記録媒体に好適な基板を高い生産性のもとに量産することができる。
- [0114] ガラスIもガラスIIもF以外のハロゲン、すなわち、Cl、Br、Iを添加しないことが好ましい。これらハロゲンも熔融ガラスから揮発して脈理の原因となり、前述のように平滑な基板表面を形成する上で好ましくない。
- [0115] また、Pb、Cdなどは環境に悪影響を与える物質なので、これらの導入

も避けることが好ましい。

[0116] なお、ガラス1、11のいずれにおいても、 S_n を S_nO_2 として導入すること
 が高温で酸素ガスを効果的に放出する上から好ましい。

[0117] 上記のように S_n および C_e を添加することにより、ガラスのヤング率を
 増加させることができる。ヤング率を増加させることにより、ガラス1また
 はガラス11を用いて作製される基板を備えた磁気記録媒体を高速回転する場
 合、優れたフラットリソグ耐性を得ることができる。

[0118] また、上記のように S_n および C_e を添加することにより、熔融状態のガ
 ラスを円盤状の基板ゾラソクにゾラソク成形する際に、より薄いゾラソクを安
 定して生産することができる。ガラスゾラソクの板厚公差も小さくすること
 ができる。

[0119] さらに、 C_e を添加することにより、ガラス1またはガラス11に紫外光な
 どの短波長光を照射すると青色の蛍光を発することを利用し、同一の外観を
 呈し、目視では判別困難なガラス1またはガラス11からなる基板と C_e 非添
 加ガラス製基板とを容易に判別することができる。すなわち、前記2種の基
 板に紫外光を照射し、蛍光発生の有無を確認することで、ガラスの組成を分
 析するまでもなく、2種の基板を区別することができる。その結果、複数種
 のガラスからなる基板を用いて磁気記録媒体を生産する際、上記検査を行う
 ことにより異種のガラスからなる基板が混入するといったトラブルを回避す
 ることができる。

[0120] また、 C_e を添加したガラス1またはガラス11からなる基板に紫外光など
 の短波長光を照射して蛍光を発生させることにより、基板表面の異物の有無
 を比較的容易に検査することもできる。

[0121] 次に、磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法について説明する。本発明の
 磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法の第1の状態（ガラスの製法1という
 。）は、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法におい
 て、

S_n と、任意に C_e を添加して、

質量%表示にて、

S i 20～40%、

A l 0.1～10%、

L i 0.1～5%、

N a 0.1～10%、

K 0～5%、

(ただし、L i、N aおよびKの合計含有量が15%以下)、

S n 0.005～0.6%、

C e 0～1.2%

を含み、S b含有量が0～0.1%であって、A sおよびFを含有しないガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄した後、成形することを特徴とする。すなわち、ガラスの製法Iは、ガラスIの製造方法であり、その好ましい組成範囲、特性範囲は前述のとおりである。

[0122] ガラスの製法Iにおける好ましい態様は、S n含有量に対するC e含有量の比 $C e / S n$ が0.02～1.3の範囲になるようにガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する方法である。

[0123] S n含有量に対するC e含有量の比 $C e / S n$ を0.02～1.3とし、熔融ガラスを1400～1600℃に保持することにより、ガラスの粘性を低くしてガラス中の泡が浮上しやすい状態にするとともに、S nの酸素放出による清澄促進効果を得、その後、熔融ガラスの温度を低下させて1200～1400℃に保持することにより、C eの酸素取り込みを利用して泡切れを飛躍的に改善することができる。

[0124] 本発明の磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法の第2の態様（ガラスの製法IIという。）は、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、

S nと、任意にC eを添加して、

酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO_2 60～75%、

Al_2O_3 1～15%、

Li_2O 0.1～20%、

Na_2O 0.1～15%、

K_2O 0～5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、 Sb 含有量が0～0.1%、 As および F を含有しないガラスであって、

外割りで0.01～0.7質量%の Sn 酸化物、0～1.4質量%の Ce 酸化物を含むガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄、成形することを特徴とする。すなわち、ガラスの製法IIは、ガラスIIの製造方法であり、その好ましい組成範囲、特性範囲は前述のとおりである。

[0125] ガラスの製法IIにおける好ましい態様は、質量%表示における Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の比(Ce 酸化物/ Sn 酸化物)が0.02～1.2の範囲になるようにガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する方法である。

[0126] Sn 酸化物の含有量に対する Ce 酸化物の含有量の比(Ce 酸化物/ Sn 酸化物)を0.02～1.2とし、熔融ガラスを1400～1600℃に保持することにより、ガラスの粘性を低くしてガラス中の泡が浮上しやすい状態にするとともに、 Sn の酸素放出による清澄促進効果を得、その後、熔融ガラスの温度を低下させて1200～1400℃に保持することにより、 Ce の酸素取り込みを利用して泡切れを飛躍的に改善することができる。

[0127] ガラスの製法Iおよびガラスの製法IIにおいて熔融ガラス中に Sn と Ce が共存する場合、1400℃における粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下というガラスの特性と、 Sn と Ce の共存による相乗効果によって、泡切れが格段に改善され

る。

[0128] 1400～1600℃に保持する時間を T_H 、1200～1400℃に保持する時間を T_L とすると、 T_L/T_H を0.5以下にすることが好ましく、0.2以下にすることがより好ましい。上記のように T_L に対し、 T_H を長くすることにより、ガラス中のガスをガラス外へと排除しやすくなる。ただし、 C_e によるガラス中のガス取り込み効果を促進する上から、 T_L/T_H を0.01より大きくすることが好ましく、0.02より大きくすることがさらに好ましく、0.03より大きくすることが一層好ましく、0.04より大きくすることがより一層好ましい。

[0129] 1400～1600℃の範囲から1200～1400℃の範囲へ降温する際の温度差は、 S_n と C_e それぞれの泡切れ効果を高める上から30℃以上にすることが好ましく、50℃以上にすることがより好ましく、80℃以上にすることがさらに好ましく、100℃以上にすることが一層好ましく、150℃以上にすることがより一層好ましい。なお、温度差の上限は400℃である。

[0130] ガラスの製法Ⅰ、ガラスの製法Ⅱにおいて、ガラス中の残留泡の密度が100個/kg以下となるように S_n および C_e の添加量を定めることが好ましく、残留泡の密度が60個/kg以下となるように S_n および C_e の添加量を定めることがより好ましく、残留泡の密度が40個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることがさらに好ましく、20個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることが一層好ましく、10個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることがより一層好ましく、2個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることがなお一層好ましく、0個/kgになるように S_n および C_e の添加量を定めることが特に好ましい。なお、残留泡が存在しても、泡の大きさをすべて0.3mm以下にすることができる。上記 S_n と C_e の添加量の特定は、 S_n と C_e の添加量の合計量、 S_n と C_e の添加量の比などにより特定してもよい。

[0131] ガラスの製法Ⅰ、Ⅱ、すなわち、ガラスⅠ、Ⅱの製法において、ガラス原料を熔融槽に導入し、加熱、熔融して熔融ガラスとしてから清澄槽へ送り、

熔融ガラスが清澄槽に滞在している間、熔融槽よりも高温状態、例えば、1400～1600℃の温度範囲にガラスは保持される。熔融ガラスは清澄槽から作業槽へと送られ、作業槽内で攪拌装置により攪拌され、均質化された後に作業槽に接続した流出パイプから流出し、成形される。清澄槽と作業槽とはパイプなどの連結器で連結され、熔融ガラスが連結器内を流れる間に連結器との熱交換により降温され、作業槽内で1200～1400℃に保持される。こうしたプロセスでは、清澄槽内で S_n が酸素ガスを放出して清澄を促進させ、作業槽ないで C_e がガラス中の酸素ガスを取り込んでガラス組成物の中に酸素を固定することにより泡切れ効果を促進させる。

[0132] ガラス原料を加熱、ガラス化する熔融槽、清澄槽は、電鍍煉瓦あるいは焼成煉瓦などの耐火物で構成し、作業槽や清澄槽と作業槽を連結する連結パイプ、あるいは流出パイプは白金あるいは白金合金（白金系材料という。）で構成することが好ましい。原料ガラス化が行われる熔融槽内の熔融物と、ガラス製造工程中、最も高い温度になる清澄槽内の熔融ガラスとは、ともに高い侵蝕性を示す。白金系材料は優れた耐侵蝕性を示すものの、侵蝕性の高いガラスに触れると、ガラスによって侵蝕され、白金固形物としてガラス中に混入する。白金固形物は耐侵蝕性を示すため、一旦、固形物としてガラス中に混入した白金はガラスに完全に溶けることなく、成形したガラス中に異物として残る。一方、耐火物は侵蝕されてガラス中に混入してもガラス中に溶け込んで、異物として残りにくい。したがって、熔融槽、清澄槽を耐火物製とすることが望まれる。一方、作業槽を耐火物製とすると、耐火物表面が熔融ガラスに溶け込むことにより均質化中のガラスに脈理が生じ、不均質になってしまいます。作業槽の温度は1400℃以下になっており、ガラスの侵蝕性も低減していることから、ガラスに溶け込みにくい白金系材料により作業槽や連結パイプ、流出パイプを構成することが望ましく、作業槽内の熔融ガラスを攪拌、均質化する攪拌器も白金系材料で構成することが望ましい。

[0133] [ガラスIII]

次にガラスIIIについて説明する。

ガラスIIIは、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO_2 60~75%、

Al_2O_3 1~15%、

Li_2O 0.1~20%、

Na_2O 0.1~15%、

K_2O 0~5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、 Sn 酸化物および Ce 酸化物を外割り合計含有量で0.1~3.5質量%含み、 Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.01~0.99であって、 Sb 酸化物の含有量が0~0.1%、 As および F を含有しないガラスであることを特徴とするものである。

[0134] 以下、特記しない限り、 Sn 酸化物、 Ce 酸化物、 Sb 酸化物の含有量は、外割り添加量とし質量%にて表示し、その他、成分の含有量、合計含有量はモル%にて表示する。

[0135] ガラスIIIにおいて、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、および Li_2O の各含有量、並びに Na_2O および K_2O の合計含有量は、ガラスIIにおけるものと共通する。

[0136] SiO_2 、 Al_2O_3 を比較的多く含むガラスIIIは、 Li_2O および Na_2O を含むものの清澄時のガラスの温度が高い。このようなガラスにおいて、 Sb 酸化物は後述する Sn 酸化物、 Ce 酸化物と比較すると清澄効果が劣り、 Sn 酸化物が添加されたガラスにおいては、むしろ清澄効果を低下させてしまう。 Sb 酸化物の含有量が0.1%を超えると Sn 酸化物との共存においてガラス中の残留泡が急速に増加してしまう。したがって、ガラスIIIでは Sb 酸化物の含有量を0.1%以下に制限する。 Sb 酸化物の含有量の好ましい範囲は0~0.05%であり、より好ましい範囲は0~0.01%であり、一層好ましい範囲は0~0.001%であり、 Sb 酸化物を添加しないこと(Sb を含有しないガラス)が特

に好ましい。S bを含有しない(S bフリー化する)ことによりガラス中の残留泡の密度は数分の一から百分の一程度にまで激減する。ここでS b酸化物とはS bの価数によらず、ガラス中に溶け込んでいる Sb_2O_3 、 Sb_2O_5 などの酸化物を意味する。

[0137] なお、S b酸化物はS n酸化物やC e酸化物と比べて環境への影響も大きいから、S b酸化物の使用量を低減、ゼロにすることにより環境への影響を低減する上からも好ましい。

[0138] A sは強力な清澄剤ではあるが、毒性のためフリー化が望まれる。また、Fも清澄効果を示すが、ガラス製造中に揮発してガラスの性質、特性が変動してしまい、安定した熔融、成形を行う上で問題がある。また、揮発によってガラス中に脈理と呼ばれる不均質部が生じてしまう。ガラス中に脈理があると研磨した場合、脈理部分と均質な部分とのガラスの削られるスピードが僅かに異なることによって研磨加工された面に凹凸が生じ、高い平坦性が要求される磁気記録媒体用基板としては望ましくない。したがって、ガラスIIIでは、A sおよびFを導入しない。

[0139] ガラスIIIは、ガラス原料を熔解する工程、熔解して得られた熔融ガラスを清澄する工程、清澄した熔融ガラスを均質化する工程、均質化した熔融ガラスを流出して成形する工程を経て作られる。このうち、清澄工程は比較的高温で行われ、均質化工程は比較的低温で行われる。清澄工程では、ガラス中に積極的に泡を発生させて、ガラス中に含まれる微小な泡を取り込んで大きな泡にすることで浮上しやすくすることにより清澄を促す。一方、流出に向けてガラスの温度を低下させた状態では、ガラス中にガスとして存在する酸素をガラス成分として取り込むことにより泡を消す手法が有効である。

[0140] ガラスIIIにおいて、S n酸化物は、高温で酸素ガスを放出し、ガラス中に含まれる微小な泡を取り込んで大きな泡にすることで浮上しやすくすることにより清澄を促す働きに優れている。一方、C e酸化物は、低温でガラス中にガスとして存在する酸素をガラス成分として取り込むことにより泡を消す働きに優れている。泡の大きさ（固化したガラス中に残留する泡（空洞）の

大きさ)が0.3mm以下の範囲で、Sn酸化物は比較的大きな泡も極小の泡も除く働きが強い。Sn酸化物とともにCe酸化物を添加すると、50 μ m~0.3mm程度の大きな泡の密度が数十分の一程度にまで激減する。このように、Sn酸化物とCe酸化物を共存させることにより、高温域から低温域にわたり広い温度範囲でガラスの清澄効果を高めることができ、Sb酸化物、As、Fの導入が制限されたガラスでも十分な泡切れが可能になる。

[0141] Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量が0.1%未満だと十分な清澄効果が期待できず、3.5%を超えるとSn酸化物やCe酸化物が溶け残り、異物となってガラス中に混入するおそれが生じる。微小かつ少量の異物でも基板を作製する際に表面に現れると、突起となったり、異物が欠落した部分が窪みとなって、基板表面の平滑性が損なわれ、磁気記録媒体用基板には使用できなくなる。SnやCeは結晶化ガラスを作る場合には結晶核を生成する働きをする。本発明は非晶質性ガラスからなる基板に用いられるガラスであるので、加熱によって結晶を析出しないことが望ましい。Sn、Ceの量が過剰になると、こうした結晶の析出がおこりやすくなる。そのため、Sn酸化物、Ce酸化物とも過剰の添加は避けるべきである。こうした理由から、ガラスIIIでは、Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量を0.1~3.5%とする。Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量の好ましい範囲は0.1~2.5%、より好ましい範囲は0.1~1.5%、さらに好ましい範囲は0.5~1.5%である。

[0142] ガラスIIIでは、Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量に対するSn酸化物の含有量の比(Sn酸化物の含有量/(Sn酸化物の含有量+Ce酸化物の含有量))を0.01~0.99の範囲とする。

[0143] 前記比が0.01未満になったり、0.99を超えると、Sn酸化物の高温における清澄作用とCe酸化物の低温における清澄作用の相乗効果が得られにくくなる。また、Sn酸化物、Ce酸化物のいずれかに偏った添加になるため、Sn酸化物、Ce酸化物のうち多量に導入したほうの酸化物が溶け残りやすくなり、ガラス中に未溶解物が生じやすくなる。

[0144] こうした理由からSn酸化物とCe酸化物の合計含有量に対するSn酸化

物の含有量の比（ S_n 酸化物の含有量／（ S_n 酸化物の含有量＋ C_e 酸化物の含有量））を0.01～0.99の範囲とするが、前記比の好ましい範囲は0.02以上であり、より好ましい範囲は1／3以上、さらに好ましい範囲は0.35～0.99、一層好ましい範囲は0.45～0.99、より一層好ましい範囲は0.45～0.98、さらに一層好ましい範囲は0.45～0.85である。

[0145] S_n 酸化物は、上記清澄効果を得る上からその含有量を0.1%以上にすることが好ましいが、3.5%を超えるとガラス中に異物として析出し、ガラスを研磨して基板を作る際、基板表面に異物の突起が生じたり、表面から異物が欠落した部分が窪みとなって、基板表面の平滑性が損なわれるおそれが生じる。したがって、 S_n 酸化物の含有量は0.1～3.5%とすることが好ましい。上記観点から S_n の含有量のより好ましい範囲は0.1～2.5%、さらに好ましい範囲は0.1～1.5%、一層好ましい範囲は0.5～1.0%である。ここで S_n 酸化物とは S_n の価数によらず、ガラス中に溶け込んでいる S_nO 、 S_nO_2 などの酸化物を意味する。 S_n 酸化物の含有量とは、 S_nO 、 S_nO_2 などの酸化物の合計含有量である。

[0146] C_e 酸化物は、上記清澄効果を得る上から、その含有量が3.5%を超えると熔融容器を構成する耐火物や白金との反応や、ガラスを成形するための金型との反応が大きくなって、不純物が増加して表面状態に悪影響を与える。したがって、 C_e 酸化物の含有量は0.1～3.5%とすることが好ましい。 C_e の含有量のより好ましい範囲は0.5～2.5%、より好ましい範囲は0.5～1.5%、さらに好ましい範囲は0.5～1.0%である。ここで C_e 酸化物とは C_e の価数によらず、ガラス中に溶け込んでいる C_eO_2 、 $C_e_2O_3$ などの酸化物を意味する。 C_e 酸化物の含有量とは、 C_eO_2 、 $C_e_2O_3$ などの酸化物の合計含有量である。

[0147] S_n 、 C_e は結晶化ガラスを作る場合には結晶核を生成する働きをする。本発明は非晶質性ガラスからなる基板に用いられるガラスであるので、加熱によって結晶を析出しないことが望ましい。そのため、 S_n 酸化物、 C_e 酸化物とも過剰の添加は避けるべきである。

- [0148] 上記のようにS_nおよびC_eを添加することにより、ガラスのヤング率を増加させることができる。ヤング率を増加させることにより、ガラスIIIを用いて作製される基板を備えた磁気記録媒体を高速回転する場合、優れたフラットリング耐性を得ることができる。
- [0149] また、上記のようにS_nおよびC_eを添加することにより、熔融状態のガラスを円盤状の基板ブランクにプレス成形する際に、より薄いブランクを安定して生産することができ、ガラスブランクの板厚公差も小さくすることができる。
- [0150] さらに、ガラスIIIに紫外光などの短波長光を照射すると青色の蛍光を発することを利用し、同一の外観を呈し、目視では判別困難なガラスIIIからなる基板とC_e非添加ガラス製基板とを容易に判別することができる。すなわち、前記2種の基板に紫外光を照射し、蛍光発生の有無を確認することで、ガラスの組成を分析するまでもなく、2種の基板を区別することができる。その結果、複数種のガラスからなる基板を用いて磁気記録媒体を生産する際、上記検査を行うことにより異種のガラスからなる基板が混入するといったトラブルを回避することができる。
- [0151] また、ガラスIIIからなる基板に紫外光などの短波長光を照射して蛍光を発生させることにより、基板表面の異物の有無を比較的容易に検査することもできる。
- [0152] 本発明のガラスIIIの好ましい態様は、
MgO 0～10%、
CaO 0～10%、
SrO 0～5%、
BaO 0～5%
B₂O₃ 0～3%
P₂O₅ 0～1%
0～3%
を含むものである。

- [0153] 上記ガラスIIIの好ましい態様において、 MgO 、 CaO 、 SrO 、 BaO 、 B_2O_3 、 P_2O_5 および、 ZnO の各含有量や合計含有量、さらには ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 および HfO_2 の合計含有量に対する ZrO_2 の含有量の割合等については、ガラスIIの好ましい態様におけるものと共通する。
- [0154] なお、ガラスIIIには、清澄剤として硫酸塩を0～1%の範囲で添加することもできるが、ガラス熔融中に熔融物の吹きこぼれがおきるおそれがあり、ガラス中の異物が激増することから、硫酸塩を導入しないことが好ましい。
- [0155] これに対し、 Sn 酸化物、 Ce 酸化物は吹きこぼれや異物の増加といった問題を起こさず、泡切れをよくする効果がある。
- [0156] 前述のように、 Sn は主として高温状態（1400～1600℃程度の温度域）で酸素ガスを積極的に放出して清澄を促進させる働きが強く、 Ce は低温状態（1200～1400℃程度の温度域）で酸素ガスを取り込んでガラス成分として定着させる働きが強い。 Sn の清澄作用温度域と Ce の清澄作用温度域が接する1400℃におけるガラスの粘性は清澄効率に大きな影響を与える。
- [0157] ガラスIIIは化学的耐久性を高めるため、 Si 成分と Al 成分の量を高め、アルカリ成分を必須成分としながらも、その含有量を上記のように制限しているため、1400℃におけるガラスの粘度が上昇傾向を示す。清澄温度域でガラスの粘度が高すぎるとガラス中の泡の上昇速度が減少して泡切れが悪くなる。
- [0158] ガラスIIIでは、化学的耐久性の改善と清澄効果の向上を同時に達成するため、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量を65モル%以上としつつ、1400℃における粘度を $10^3 dPa \cdot s$ 以下とすることが好ましい。
- [0159] 化学的耐久性改善の観点から、ガラスIIIでは、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量の好ましい範囲は65モル%以上、より好ましい範囲は70モル%以上、さらに好ましい範囲は73モル%以上、一層好ましくは74モル%以上、より一層好ましくは75モル%以上、なお一層好ましくは75.5モル%以上である。
- [0160] 清澄効果を高める上から、ガラスIIIでは、1400℃における粘度を $10^{2.7} dPa$

a・s以下とすることが好ましい。

[0161] このようにすることにより、単位質量のガラス中に含まれる残留泡の密度を60個／kg以下、好ましくは40個／kg以下、より好ましくは20個／kg以下、さらに好ましくは10個／kg以下、一層好ましくは2個／kg以下、より一層好ましくは0個／kgにすることができる。そのため、高記録密度の磁気記録媒体に好適な基板を高い生産性のもとに量産することができる。

[0162] 次に、ガラスIIIの製造方法、すなわち、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法の第3の態様（ガラスの製法IIIという。）について説明する。ガラスの製法IIIは、酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、

S_nおよびC_eを添加して、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60～75%、

Al₂O₃ 1～15%、

Li₂O 0.1～20%、

Na₂O 0.1～15%、

K₂O 0～5%、

（ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下）

を含み、さらに、S_n酸化物およびC_e酸化物を外割り合計含有量で0.1～3.5質量%含むとともに、S_n酸化物とC_e酸化物の合計含有量に対するS_n酸化物の含有量の比（S_n酸化物の含有量／（S_n酸化物の含有量＋C_e酸化物の含有量））が0.01～0.99であって、S_b酸化物の含有量が0～0.1%、AsおよびFを含有しないガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄、成形することの特徴とする。

[0163] ガラスの製法IIIにおける好ましい態様は、熔融ガラスを1400～1600℃に保持した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する方法である。

[0164] 熔融ガラスを1400～1600℃に保持することにより、ガラスの粘性を低くし

てガラス中の泡が浮上しやすい状態にするとともに、 S_n の酸素放出による清澄促進効果を得、その後、熔融ガラスの温度を低下させて1200～1400℃に保持することにより、 C_e の酸素取り込みを利用して泡切れを飛躍的に改善することができる。

[0165] 熔融ガラス中に S_n と C_e が共存するガラスの製法IIIでは、1400℃における粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下というガラスの特性と、 S_n と C_e の共存による相乗効果によって、泡切れが格段に改善される。

[0166] 1400～1600℃に保持する時間を T_H 、1200～1400℃に保持する時間を T_L とすると、 T_L/T_H を0.5以下にすることが好ましく、0.2以下にすることがより好ましい。上記のように T_L に対し、 T_H を長くすることにより、ガラス中のガスをガラス外へと排除しやすくなる。ただし、 C_e によるガラス中のガス取り込み効果を促進する上から、 T_L/T_H を0.01より大きくすることが好ましく、0.02より大きくすることがさらに好ましく、0.03より大きくすることが一層好ましく、0.04より大きくすることがより一層好ましい。

[0167] 1400～1600℃の範囲から1200～1400℃の範囲へ降温する際の温度差は、 S_n と C_e それぞれの泡切れ効果を高める上から30℃以上にすることが好ましく、50℃以上にすることがより好ましく、80℃以上にすることがさらに好ましく、100℃以上にすることが一層好ましく、150℃以上にすることがより一層好ましい。なお、温度差の上限は400℃である。

[0168] ガラスの製法IIIにおいては、ガラス中の残留泡の密度が60個/kg以下となるように S_n および C_e の添加量を定めることが好ましい。1400℃における粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下というガラスの特性を利用することにより、ガラス中の残留泡の密度をさらに減少させることができる。ガラスの製法IIIにおいて、ガラス中の残留泡の密度が40個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることが好ましく、20個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることがより好ましく、10個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることがさらに好ましく、2個/kg以下になるように S_n および C_e の添加量を定めることが一層好ましく、

0個/kgになるようにSnおよびCeの添加量を定めることが特に好ましい。なお、残留泡が存在しても、泡の大きさをすべて0.3mm以下にすることができる。

[0169] ガラスの製法III、すなわち、ガラスIIIの製造においても、ガラス原料を加熱、ガラス化する熔融槽、清澄槽は、電鍍煉瓦あるいは焼成煉瓦などの耐火物で構成し、作業槽や清澄槽と作業槽を連結する連結パイプ、あるいは流出パイプは白金あるいは白金合金（白金系材料という。）で構成することが好ましい。原料ガラス化が行われる熔融槽内の熔融物と、ガラス製造工程中、最も高い温度になる清澄槽内の熔融ガラスとは、ともに高い侵蝕性を示す。白金系材料は優れた耐侵蝕性を示すものの、侵蝕性の高いガラスに触れると、ガラスによって侵蝕され、白金固形物としてガラス中に混入する。白金固形物は耐侵蝕性を示すため、一旦、固形物としてガラス中に混入した白金はガラスに完全に溶けることなく、成形したガラス中に異物として残る。一方、耐火物は侵蝕されてガラス中に混入してもガラス中の溶け込んで、異物として残りにくい。したがって、熔融槽、清澄槽を耐火物製とすることが望まれる。一方、作業槽を耐火物製とすると、耐火物表面が熔融ガラスに溶け込むことにより均質化中のガラスに脈理が生じ、不均質になってしまいます。作業槽の温度は1400℃以下になっており、ガラスの侵蝕性も低減していることから、ガラスに溶け込みにくい白金系材料により作業槽や連結パイプ、流出パイプを構成することが望ましく、作業槽内の熔融ガラスを攪拌、均質化する攪拌器も白金系材料で構成することが望ましい。

[0170] ガラスIIIには、F以外のハロゲン、すなわち、Cl、Br、Iを添加しないことが好ましい。これらハロゲンも熔融ガラスから揮発して脈理の原因となり、前述のように平滑な基板表面を形成する上で好ましくない。

[0171] また、ガラスIIIでは、Pb、Cdなどは環境に悪影響を与える物質なので、これらの導入も避けることが好ましい。

[0172] なお、ガラスIIIでは、SnをSnO₂として導入することが高温で酸素ガスを効果的に放出する上から好ましい。

[0173] 本発明の磁気記録媒体基板用ガラスIIIは、泡切れの向上、異物混入の抑制の観点から、ガラス熔解量が10リットル以上、すなわち、耐熱性容器内に10リットル以上の熔融ガラスを滞在させて生産するのに適しており、熔解量が40リットル以上である生産により適している。

[0174] [耐酸性・耐アルカリ性]

ガラスI、ガラスII、ガラスIIIにおいて、50℃に保たれた0.5Vol%のケイフッ酸(H_2SiF_6)水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが3.0nm/分以下となる耐酸性を備えるガラス、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.1nm/分以下となる耐アルカリ性を備えるガラスが好ましく、前記耐酸性と耐アルカリ性とを兼備するガラスがより好ましい。

[0175] 磁気記録媒体基板の製造では、酸処理でガラス表面の汚れである有機物を除去した後、アルカリ処理で異物の付着を防止することにより、極めて清浄な状態の基板を実現する。上記の耐酸性、耐アルカリ性を備えるガラスからなる基板によれば、上記酸処理、アルカリ処理を行っても基板の表面平滑性を極めて高い状態に維持することができる。

[0176] なお、ガラスI、II、IIIにおける耐酸性としては、50℃に保たれた0.5%Vol%のケイフッ酸(H_2SiF_6)水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが2.5nm/分以下であることがより好ましく、2.0nm/分以下であることがさらに好ましく、1.8nm/分以下であることが一層好ましい。耐アルカリ性については、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.09nm/分以下であることがより好ましく、0.08nm/分以下であることがさらに好ましい。

[0177] 本発明において、エッチングレートは、単位時間あたりに削られるガラス表面の深さで定義される。例えば、ガラス基板の場合は、単位時間あたりに削られるガラス基板の深さとなる。上記エッチングレートの測定方法については、特に限定されるものではないが、例えば、以下の方法が挙げられる。まず、上記ガラスを基板形状（平板状）に加工した後、エッチングされない

部分を作るためにガラス基板の一部にマスク処理を施し、その状態のガラス基板を上記ケイフッ酸水溶液または水酸化カリウム水溶液に浸漬する。そして、単位時間浸漬した後、ガラス基板を上記各水溶液から引き上げ、マスク処理を施した部分と施していない部分との差分（エッチングの差）を求める。これにより、単位時間あたりのエッチング量（エッチングレート）が求められる。

[0178] 次にガラスⅠ、Ⅱ、Ⅲの製造方法について説明する。まず、所要の組成が得られるよう、酸化物、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、水酸化物などのガラス原料と SnO_2 、 CeO_2 などの清澄剤を秤量、混合し、調合原料とする。この原料を耐火物炉内で加熱し、例えば $1400 \sim 1600^\circ\text{C}$ の温度で熔融し、清澄、均質化する。このようにして泡や未溶解物を含まない均質な熔融ガラスを作り、流出し、所定形状に成形することにより、前記ガラスを得ることができる。

[0179] [化学強化ガラス]

本発明の磁気記録媒体基板用ガラスは化学強化用ガラスとしても好適である。ガラスⅠ、Ⅱ、Ⅲの化学強化は、例えばディスク形状に加工したガラスをアルカリ熔融塩に浸漬することにより行う。熔融塩としては硝酸ナトリウム熔融塩、硝酸カリウム熔融塩、または前記2種の熔融塩を混合したものを使用することができる。なお、化学強化処理とは、化学強化処理液（熔融塩）にガラス基板を接触させることにより、ガラス基板中に含まれる一部のイオンを、該化学強化処理液中に含まれている上記イオンよりも大きなイオンに置換して該ガラス基板を化学強化することである。ガラスを熔融塩に浸漬するとガラス表面近傍の Li イオンが熔融塩中の Na イオン、 K イオンと、ガラス表面近傍の Na イオンが熔融塩中の K イオンとそれぞれイオン交換し、基板表面に圧縮応力層が形成される。なお、化学強化時の熔融塩温度はガラスの歪点より高温かつガラス転移温度よりも低温で、熔融塩が熱分解しない温度範囲とすることが好ましい。熔融塩は繰り返し使用するため、次第に熔融塩中の各アルカリイオン濃度が変化するとともに、 Li 、 Na 以外のガラス成分も微量

ながら溶け出す。その結果、前述のように処理条件が最適範囲からずれる。このような熔融塩の経時変化による化学強化のばらつきは前述のように基板を構成するガラスの組成を調整することによって低減できるが、その上で熔融塩中のKイオンの濃度を高く設定することによっても、上記ばらつきを低減することができる。なお、化学強化処理が施されていることは、ガラスの断面（処理層を切る面）をバビネ法により観察して確認する方法、ガラス表面からアルカリイオン（例えば Li^+ 、 Na^+ 、 K^+ ）の深さ方向の分布を測定する方法等によって確認することができる。

[0180] [磁気記録媒体基板]

本発明の磁気記録媒体基板は前記ガラスⅠまたはガラスⅡまたはガラスⅢからなる。ガラスⅠまたはガラスⅡまたはガラスⅢによって構成されるガラス基板によれば、前述のように残留泡が従来のガラスに比べて数十分の一から数百分の一と極めて少ないので、表面平滑性の優れた基板とすることができる。

[0181] また、基板表面に出現しなくても基板中に残留泡があると基板の機械的強度が低下してしまう。本発明によれば、残留泡が存在しない、もしくは極めて少ないガラスを用いるため、優れた機械的強度、耐衝撃性を有する基板を提供することもできる。

[0182] さらに、化学的耐久性に優れたガラスⅠ、Ⅱ、Ⅲからなるものであるため、異物除去のため洗浄を行った後にも高い表面平滑性を維持することができる。

[0183] また、本発明によれば、化学的耐久性の優れたアルカリ金属成分の溶出が少ないガラスⅠまたはガラスⅡまたはガラスⅢを用いるので、化学強化によるアルカリ溶出が少なく、耐衝撃性に優れた基板を得ることができる。

[0184] 磁気記録媒体基板の耐衝撃性の指標としては、一般に抗折強度が用いられている。本発明によれば、例えば10kg以上、好ましくは15kg以上、さらに好ましくは20kg以上の抗折強度を有するガラス基板を提供することもできる。抗折強度は、図2に示すようにホルダー上に配置した基板の中心孔に鋼球を載

せ、ロードセルによって荷重を加えていき、基板が破壊したときの荷重値として求めることができる。測定は、例えば抗折強度測定試験機（島津オートグラフDDS-2000）を用いて行うことができる。

[0185] 磁気記録媒体は磁気ディスク、ハードディスクなどと呼ばれ、デスクトップパソコン、サーバ用コンピュータ、ノート型パソコン、モバイル型パソコンなどの内部記憶装置（固定ディスクなど）、画像および／または音声を記録再生する携帯記録再生装置の内部記憶装置、車載オーディオの記録再生装置などに好適である。

[0186] 本発明の基板は、例えば厚みが1.5mm以下、好ましくは1.2mm以下、より好ましくは1mm以下であり、下限は好ましくは0.3mmである。このように薄肉化された基板は化学強化によりうねりを生じやすいが、本発明のガラスは各成分のバランスによって化学強化によるうねりを生じにくい範囲に調整されているので、化学強化処理後であっても平坦性の優れた薄肉基板を得ることができる。また、本発明の基板は、円盤状（ディスク状）であって、中心部に開口（中心孔）を有するものであることができる。本発明のガラスによれば、化学強化処理後の基板による形状のばらつきを低減できるため、中心孔の内径寸法公差が小さいディスク状基板を量産することができる。

[0187] さらに本発明は、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスを鏡面研磨する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程を含む、情報記録媒体用ガラス基板の製造方法に関する。前記製造方法は、本発明の基板の製造方法として好適である。以下に、その具体的態様を説明する。

[0188] まず、耐熱性の金型に熔融ガラスを鑄込んで円柱状のガラスを成形し、アニールした後に側面をセンターレス加工などによって研削し、次いで所定の厚さでスライスして薄肉円盤状の基板ブランクを作製する。

[0189] または、流出する熔融ガラスを切断し、所要の熔融ガラス塊を得て、これをプレス成形型でプレス成形して薄肉円盤状の基板ブランクを作製する。ガラスⅠ、ガラスⅡにおいてCeが添加されているもの、および、ガラスⅢは、プレス成形の際、ガラスを均一な厚さに薄く延ばしやすいという特長を有

する。したがって、上記ガラスを使用してプレス成形することにより、板厚が薄く、板厚公差の小さい基板ブランクを安定して生産することができる。

[0190] 更には、熔融ガラスをフロートバスに流出してシート状に成形し、アニールした後に円盤状の基板ブランクをくり貫いて基板ブランクを作製する。なお、フロートバスの替わりに、平坦な支持体上に熔融ガラスを流出し、支持体とガラスの間にガスクッションが形成されるようにしてガラスをシート状に成形することもできる。これらの方法はフロート法と呼ばれるものである。

[0191] また、上記プレス成形法やフロート法の替わりに、熔融ガラスを樋状の成形体の両サイドからオーバーフローさせ、成形体の下方で両サイドに沿って移動してきたガラスを融合させ、下方に引っ張ってシート状のガラスに成形、アニールし、得られたシートガラスから円盤状の基板ブランクをくり貫いて基板ブランクを作製してもよい。こうしたシートガラスの成形法は、オーバーフローダウンドロー法またはフュージョン法と呼ばれるものである。

[0192] このようにして作製した基板ブランクに中心孔を設けたり、内外周加工、ラッピング、ポリッシングを施して、ディスク状基板に仕上げる。その後、基板を酸、アルカリなどの洗剤を使用して洗浄し、すすいだ後、乾燥させてから、必要に応じて前述の化学強化を施す。また、化学強化処理は、鏡面研磨加工工程後かつ洗浄工程前に行うことも可能である。

[0193] このように一連の工程で基板は酸、アルカリ、水に晒されるが、本発明の情報記録媒体基板用ガラスは優れた耐酸性、耐アルカリ性、耐水性を有するため、基板表面が荒れることなく、平坦かつ平滑な表面を有する基板を得ることができる。以下に、平滑性を向上させるとともに、付着物が少ない基板ができることについて詳細に説明する。

[0194] 磁気記録媒体用ガラス基板（磁気ディスク用ガラス基板）は、上記したように、ラッピングおよびポリッシングが施されることにより、情報を記録するための面である基板表面（主表面）の表面形状が形成される。しかしながら、例えば、ポリッシングのうち、仕上げ研磨（鏡面研磨加工）を施した直

後の上記主表面には、研磨砥粒や付着物が存在している。これらを除去するためには、鏡面研磨加工を施した後で、上記主表面を洗浄する必要がある。また、例えば、鏡面研磨加工を施した後で、化学強化処理を施す場合には、当該化学強化処理によって、主表面の表面形状が変わってしまい、また、強化塩が上記主表面上に付着しているため、洗浄を行う。この洗浄としては、酸洗浄および／またはアルカリ洗浄が挙げられ、この両者を行うことが多い。このとき、情報記録媒体用ガラス基板が耐酸性および耐アルカリ性が悪いと、洗浄によって基板表面が荒れてしまう。一方、洗浄による基板表面の荒れを防ぐために洗剤を弱くした場合には、基板表面に付着している研磨砥粒や付着物、強化塩等が十分に除去できない。従って、研磨砥粒を含む付着物を少なくし、かつ、基板表面の平滑性を向上させるためには、上記情報記録媒体用ガラス基板に、十分な耐酸性および耐アルカリ性が求められる。

[0195] 近年、記録密度の高密度化が進行しており、例えば、記録密度130Gbit/inch²以上、より好ましくは200Gbit/inch²以上、といった高記録密度の情報記録媒体が求められている。高密度記録化のためには、情報記録媒体に対する記録再生ヘッドの浮上量を小さくすることが有効である。このためには、情報記録媒体用基板として、表面平滑性の高い基板を使用することが好ましい。例えば、記録密度が130Gbit/inch²以上の情報記録媒体を製造するためには、情報記録媒体用ガラス基板の主表面の表面粗さ(Ra)は、0.25nm以下であることが好ましく、0.2nm以下であることがより好ましく、0.15nm以下であることがさらに好ましい。上記表面粗さを実現することで、記録再生ヘッドの情報記録媒体に対する浮上量をより小さくできるので高記録密度を実現できる。なお、本発明において「主表面」とは、情報記録層が設けられる面または設けられている面である。こうした面は、情報記録媒体の表面のうち、最も面積の広い面であることから、主表面と呼ばれ、ディスク状の情報記録媒体の場合、ディスクの円形状の表面（中心穴がある場合は中心穴を除く。）に相当する。

[0196] 上記鏡面研磨加工において使用される研磨砥粒としては、情報記録媒体用

ガラス基板の主表面を例えば、粗さRaが0.25 nm以下を達成できるようなものであれば特に限定されるものではないが、二酸化ケイ素がより好ましい。そして、この二酸化ケイ素がコロイド状になっているコロイド状シリカを用いて、酸性研磨またはアルカリ性研磨を行うことにより、ガラス基板の表面形状を作りだすことがより好ましい。

[0197] なお、上記洗浄において、酸性洗浄は、主に基板表面に付着している有機物を除去する点で好適である。一方、アルカリ洗浄は、基板表面に付着している無機物（例えば鉄）を除去する点で好適である。つまり、酸性洗浄とアルカリ洗浄とで、除去する対象が異なるため、情報記録媒体用ガラス基板を製造する上で、両方を併用することが好ましく、また、酸性洗浄工程とアルカリ洗浄工程を連続して行うことがより好ましい。そして、洗浄後のガラス基板上の電荷を制御する観点から、酸洗浄を行った後アルカリ洗浄を行うことがさらに好ましい。

[0198] 上記ガラス基板が、高い耐酸性および耐アルカリ性を有することで、平滑な表面であり、かつ、基板表面に付着した付着物の量が低減されたガラス基板を製造することができる。

[0199] [磁気記録媒体]

本発明は、前記磁気記録媒体基板上に情報記録層を有する磁気記録媒体を包含する。

さらに本発明は、本発明の磁気記録媒体基板の製造方法により磁気記録媒体ガラス基板を製造し、前記ガラス基板上に情報記録層を形成する磁気記録媒体の製造方法に関する。

[0200] 先に説明した本発明のガラスによれば、表面平滑性が高く、しかも化学強化処理後の形状安定性に優れる基板を作製することができる。上記基板を有する磁気記録媒体は、高密度記録化に好適である。しかも、前述のように加熱効率が低い基板を得ることができるため、磁気記録媒体を高い生産性のもとで製造可能である。

[0201] 前述のように、本発明の磁気記録媒体は、高記録密度化に対応し得るもの

であり、特に、垂直磁気記録方式の磁気記録媒体として好適に用いることができる。垂直磁気記録方式の磁気記録媒体によれば、より高記録密度化に対応可能な磁気記録媒体を提供することができる。即ち、垂直磁気記録方式の磁気記録媒体は、従来の長手磁気記録方式の磁気記録媒体の面記録密度(100G Bit/(2.5cm)²あるいはそれ以上)よりも高記録密度(例えば1TBit/(2.5cm)²)であるため、更なる高密度記録化を図ることができる。

[0202] 本発明の磁気記録媒体は、前記ガラス基板上に情報記録層を有するものである。例えば、前述のガラス基板の上に順次、下地層、磁性層、保護層、潤滑層などを設けることにより、磁気ディスクなどの情報記録媒体を作製することができる。

[0203] 情報記録層は媒体の種類に応じて適宜選択することができ特に限定されないが、例えば、Co-Cr系(ここで系とは、表記された物質を含む材料であることを意味する)、Co-Cr-Pt系、Co-Ni-Cr系、Co-Ni-Pt系、Co-Ni-Cr-Pt系、およびCo-Cr-Ta系などの磁性層であることができる。下地層としては、Ni層、Ni-P層、Cr層などを採用することができる。高記録密度化に好適な磁性層(情報記録層)用の材料としては特に、CoCrPt系合金材料、取り分けCoCrPtB系合金材料を挙げることができる。また、FePt系合金材料も好適である。これら磁性層は、特に垂直磁気記録方式用の磁性材料として用いると有用性が高い。CoCrPt系合金材料は300℃～500℃、FePt系合金材料が500℃～600℃の高温で成膜または成膜後熱処理を行うことにより、結晶配向性または結晶構造を調整し、高記録密度化に適した構成とすることが可能である。

[0204] 下地層としては非磁性下地層および／または軟磁性下地層を用いることができる。非磁性下地層は主に、磁性層の結晶粒(結晶グレイン)を微細化するため、または磁性層の結晶配向性を制御する目的で設けられる。bcc系の結晶性の下地層、例えば、Cr系下地層は面内配向性を促進する作用があるので面内(長手)記録方式用磁気ディスクに好ましく、hcp系の結晶性の下地層、例えば、Ti系下地層、Ru系下地層は、垂直配向性を促進する作用があるので、垂直磁気記録方式用磁気ディスクとして用いることができる。また、アモル

ファス下地層は磁性層の結晶粒を微細化する作用を有する。

- [0205] 軟磁性下地層は、主に垂直磁気記録ディスクに用いられる下地層であって、磁気ヘッドの垂直磁気記録層（磁性層）への磁化パターン記録を促進する作用を有する。軟磁性下地層としての作用を十分に発揮するためには、飽和磁束密度が大きく、透磁率の高い層であることが好ましい。このため、高温の成膜または成膜後熱処理を行うことが好ましい。このような軟磁性層材料としては、例えばFeTa系軟磁性材料、FeTaC系軟磁性材料などのFe系軟磁性材料を挙げることができる。CoZr系軟磁性材料、CoTaZr系軟磁性材料も好ましい。
- [0206] 保護層としては、カーボン膜などを使用することができ、潤滑層を形成するためにはパーフルオロポリエーテル系などの潤滑剤を使用することができる。
- [0207] 垂直磁気記録ディスクとして好ましい態様は、本発明の基板上に、軟磁性下地層、アモルファスの非磁性下地層、結晶性の非磁性下地層、垂直磁気記録層（磁性層）、保護層、潤滑層がこの順で成膜された磁気ディスクを挙げることができる。
- [0208] 垂直磁気記録方式の磁気記録媒体の場合、基板状に形成される膜構成は、非磁性材料であるガラス基板上に垂直磁気記録層を形成した単層膜、軟磁性層と磁気記録層を順次に積層した二層膜、及び硬磁性層、軟磁性層及び磁気記録層を順次に積層した三層膜などを好適なものとして例示できる。その中で二層膜と三層膜は単層膜よりも高記録密度化及び磁気モーメントの安定維持に適しているので好ましい。
- [0209] 本発明による磁気記録媒体用ガラス基板によれば、1平方インチ当たり200ギガビット、或いはそれ以上の面情報記録密度での記録再生に供される磁気ディスクを好適に製造することが可能である。
- [0210] 1平方インチ当たり200ギガビット、或いはそれ以上の面情報記録密度に対応する磁気ディスクとしては、垂直磁気記録方式に対応する磁気ディスクが挙げられる。

- [0211] ハードディスクドライブにおいて、1平方インチ当たり200ギガビット、或いはそれ以上の面情報記録密度で情報の記録再生を行う場合、磁気ディスクの主表面に対向して浮上走行し、信号を記録再生する磁気ヘッドの、磁気ディスクに対する浮上量は8nm或いは、それ以下の浮上量とされる。これに対応するための磁気ディスクの主表面は、通常鏡面状態とされている。また、磁気ディスクの主表面は、通常、表面粗さRaを0.25nm以下にする必要がある。本発明の磁気記録媒体用ガラス基板によれば、浮上量が8nm、或いはそれ以下とされる磁気ヘッドに対応する磁気ディスクを好適に製造することができる。
- [0212] 1平方インチ当たり200ギガビット、或いはそれ以上の面情報記録密度で情報の記録再生を行う場合、磁気ヘッドに搭載される記録生素子は、Dynamic Flying Height型ヘッド（以下DFH型ヘッド）と呼ばれる浮上量能動制御型素子が採用される場合がある。
- [0213] DFH型ヘッドでは素子周囲を加熱することで、磁気ヘッドの素子部を熱膨張させ、磁気ヘッドと磁気ディスクとの間隙をよりいっそう狭隘にするので、磁気ディスクの主表面を、表面粗さRaが0.25nm以下の鏡面とする必要がある。本発明の情報記録媒体用ガラス基板によれば、DFH型ヘッドに対応する磁気ディスクを好適に製造することができる。
- [0214] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、アモルファスガラスであり、好適な表面粗さの鏡面を創生することが可能である。
- [0215] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板を利用した情報記録媒体である磁気ディスクの一実施形態について、以下、図面を参照しながら説明する。
- [0216] 図1は、本発明の一実施形態に係る磁気ディスク10の構成の一例を示す。本実施形態において、磁気ディスク10は、ガラス基板12、付着層14、軟磁性層16、下地層18、微細化促進層20、磁気記録層22、保護膜24、および潤滑層26をこの順に有する。磁気記録層22は、情報を記録再生するための情報記録層として機能する。
- [0217] なお、磁気ディスク10は、軟磁性層16と下地層18との間に、アモル

ファスのシード層を更に備えてもよい。シード層とは、下地層 18 の結晶配向性を向上させるための層である。例えば、下地層 18 が Ru の場合、シード層は、hcp 結晶構造の C 軸配向性を向上させるための層である。

[0218] ガラス基板 12 は、磁気ディスク 10 の各層を形成するためのガラス基板である。このガラス基板として前述した本発明の磁気記録媒体用ガラス基板を利用する。

[0219] ガラス基板の主表面の表面粗さは Ra で 0.25nm 以下である鏡面であることが好ましい。表面粗さ Rmax は 3nm 以下である鏡面であることが好ましい。

[0220] このような平滑鏡面とすることにより、垂直磁気記録層である磁気記録層 22 と、軟磁性層 16 との間の離間距離を一定にすることができる。そのため、ヘッドー磁気記録層 22－軟磁性層 16 間に好適な磁気回路を形成することができる。

[0221] 付着層 14 は、ガラス基板 12 と軟磁性層 16 との間の付着性を向上させるための層であり、ガラス基板 12 と軟磁性層 16 との間に形成される。付着層 14 を用いることにより、軟磁性層 16 の剥離を防止することができる。付着層 14 の材料としては、例えば Ti 含有材料を用いることができる。実用上の観点から、付着層 14 の膜厚は、1nm～50nm とすることが好ましい。付着層 14 の材料としてはアモルファス材料であることが好ましい。

[0222] 軟磁性層 16 は、磁気記録層 22 の磁気回路を調整するための層である。軟磁性層 16 は、軟磁気特性を示す磁性体により形成されていれば特に制限はないが、例えば、保磁力 (Hc) で 0.01～80 エルステッド、好ましくは 0.01～50 エルステッドの磁気特性であることが好ましい。また、飽和磁束密度 (Bs) は 500emu/cc～1920emu/cc の磁気特性であることが好ましい。軟磁性層 16 の材料としては、Fe 系、Co 系等が挙げられる。例えば、FeTaC 系合金、FeTaN 系合金、FeNi 系合金、FeCoB 系合金、FeCo 系合金等の Fe 系軟磁性材料、CoTaZr 系合金、CoNbZr 系合金等の Co 系軟磁性材料、或いは FeCo 系合金軟磁性材料等を用いることができる。軟磁性層 16 の材料としてはアモルファス材料が好適である。

[0223] 軟磁性層 16 の膜厚は例えば 30nm~1000nm、より好ましくは 50nm~200nm である。30nm 未満では、ヘッド-磁気記録層 22-軟磁性層 16 間に好適な磁気回路を形成を形成することが困難になる場合があり、1000nm を超えると表面粗さが増加する場合がある。また、1000nm を超えるとスパッタリング成膜が困難となる場合がある。

[0224] 下地層 18 は、微細化促進層 20 および磁気記録層 22 の結晶方向を制御するための層であり、例えばルテニウム (Ru) を含む。本実施形態において、下地層 18 は、複数の層により形成されている。そして、下地層 18 において、微細化促進層 20 と接する界面を含む層は、Ru 結晶粒子により形成されている。

[0225] 微細化促進層 20 は、グラニュー構造を有する非磁性層である。本実施形態において、微細化促進層 20 は、グラニュー構造を有する非磁性の CoCrSiO 材料からなる。

微細化促進層 20 は、SiO を含む酸化物粒界部と、この粒界部に区画されてなる CoCr を含む金属粒子部とから構成されるグラニュー構造を有している。

[0226] 磁気記録層 22 は、強磁性層 32、磁気的結合制御層 34、交換エネルギー一制御層 36 を、微細化促進層 20 上にこの順で有する。強磁性層 32 は、グラニュー構造を有する CoCrPtSiO 層であり、磁性結晶粒子として、CoCrPt の結晶粒子を有する。

強磁性層 32 は、SiO を含む酸化物粒界部と、この粒界部に区画されてなる CoCrPt を含む金属粒子部とから構成されるグラニュー構造を有している。

[0227] 磁気的結合制御層 34 は、強磁性層 32 と交換エネルギー制御層 36 との磁気的な結合を制御するためのカップリング制御層である。磁気的結合制御層 34 は、例えばパラジウム (Pd) 層または白金 (Pt) 層からなる。また、磁気的結合制御層 34 の膜厚は、例えば 2nm 以下であり、より好ましくは、0.5~1.5nm である。

- [0228] 交換エネルギー制御層 36 は、磁化容易軸が強磁性層 32 と略同一方向に揃った磁性層(Continuous層)である。強磁性層 32 との交換結合により、交換エネルギー制御層 36 は、磁気ディスク 10 の磁気記録特性を向上させる。交換エネルギー制御層 36 は、例えば、コバルト(Co)若しくはその合金とパラジウム(Pd)との交互積層膜([CoX/Pd]n)、または、コバルト(Co)若しくはその合金と白金(Pt)との交互積層膜([CoX/Pt]n)からなる多層膜で構成され、その膜厚は、1~8nmが好ましい。より好ましくは、3~6nmが好適である。
- [0229] 保護膜 24 は、磁気ヘッドの衝撃から磁気記録層 22 を防護するための保護層である。また、潤滑層 26 は、磁気ヘッドと磁気ディスク 10 との間の潤滑性を高めるための層である。
- [0230] 潤滑層 26、保護膜 24 を除く磁気ディスク 10 の各層の製造方法として、スパッタリング法で成膜することが好ましい。特にDCマグネトロンスパッタリング法で形成すると均一な成膜が可能となるので好ましい。
- [0231] 保護膜 24 は、炭化水素を材料ガスとするCVD法による成膜を好ましく例示できる。潤滑層 26 はディップ法により成膜することができる。
- [0232] 本態様では、鏡面状態のアモルファスガラス基板に接してアモルファス層(例えば付着層 14)を形成することが好適である。また軟磁性層 16 をアモルファス材料とすることが好適である。本発明によれば、例えばRaが0.25nm以下である鏡面状態にあるガラス基板の表面粗さを反映し、例えばRaが0.25nm以下である鏡面状態の磁気ディスク表面を得ることができる。
- [0233] 本発明の磁気記録媒体用基板(例えば磁気ディスク基板)や、磁気記録媒体(例えば磁気ディスク)の寸法に特に制限はないが、高記録密度化が可能であるため媒体および基板を小型化することができる。例えば、公称直径2.5インチは勿論、更に小径(例えば1インチ)の磁気ディスク基板または磁気ディスクとして好適である。

実施例

- [0234] 以下に、本発明を実施例により更に詳細に説明する。但し、本発明は実施例に示す態様に限定されるものではない。

[0235] 実施例 A

(1) ガラスの熔融

表 1 ～ 8 に示す No. 1-1 ～ No. 1-59、No. 2-1 ～ No. 2-59、No. 3-1 ～ No. 3-59

、No. 4-1 ～ No. 4-59、No. 5-1 ～ No. 5-59、No. 6-1 ～ No. 6-59、No. 7-1 ～ No. 7-

59、No. 8-1 ～ No. 8-59 の組成のガラスが得られるように酸化物、炭酸塩、硝

酸塩、水酸化物などの原料と SnO_2 、 CeO_2 などの清澄剤を秤量し、混合し

て調査原料とした。この原料を熔融容器に投入して 1400 ～ 1600℃ の範囲で 6

時間、加熱、熔融し、清澄、攪拌して泡、未溶解物を含まない均質な熔融ガ

ラスを作製した。未溶解物を含まない均質な熔融ガラスを作製した。上記 140

0 ～ 1600℃ の範囲に 6 時間保持した後、熔融ガラスの温度を低下（降温）させ

て 1200 ～ 1400℃ の範囲に 1 時間保持することにより、清澄効果を格段に高める

ことができる。特に Sn および Ce が共存する熔融ガラスにおいて、こうし

た清澄効果は極めて顕著であることを上記のように確認した。なお、表 1 ～

8 に示すガラス組成は、酸化物のモル％表示（ただし、 SnO_2 、 CeO_2 など

の清澄剤は外割り添加による質量％表示）した組成が基準である。ガラスを

構成する原子の割合を質量％表示で示した組成は、この基準となる組成（酸化

物のモル％表示）から換算して求めたものである。

[0236] 得られたガラスの表面を平坦かつ平滑に研磨し、研磨面からガラス内部を

光学顕微鏡で拡大観察（40 ～ 100 倍）し、残留泡の数をカウントした。拡大観

察した領域に相当するガラスの質量で、カウントした残留泡の数を割ったも

のを残留泡の密度とした。

[0237] 残留泡が 0 ～ 2 個 / kg のものをウシク A、残留泡が 3 ～ 10 個 / kg のものを

ウシク B、残留泡が 11 ～ 20 個 / kg のものをウシク C、残留泡が 21 ～ 40 個 /

kg のものをウシク D、残留泡が 41 ～ 60 個 / kg のものをウシク E、残留泡

が 61 ～ 100 個 / kg のものをウシク F、残留泡が 101 個 / kg 以上のものをウ

シク G とし、表 1 ～ 8 に各ガラスの該当するウシクを示す。

なお、表 1 ～ 8 に示す各ガラスの残留泡の大きさはすべて 0.3 mm 以下

の大きさであった。

こうして得たガラス内部には結晶、原料の熔け残りは認められなかった。

[0238] 表1～表8に示す結果に基づき、 S_n 、 C_e の添加量と残留泡の密度とを関係付けて、残留泡の密度は所要の値以下になるように S_n 、 C_e の添加量を調整し、ガラスを生産することにより、残留泡の密度を所望のレベルに抑えることができる。

[0239] 次に、1400～1600℃に15時間保持した熔融ガラスを降温して1200～1400℃に1～2時間保持した後、成形する点を除き、上記方法と同様の方法により、ガラスを作製し、残留泡の密度、大きさ、結晶の有無、原料の熔け残りの有無を調べたところ、上記結果と同じ結果を得た。なお、1400～1600℃に保持する時間を T_H 、1200～1400℃に保持する時間を T_L とすると、上記いずれの方法においても、 T_L/T_H を0.5以下にすることが好ましく、0.2以下にすることがより好ましい。上記のように T_L に対し、 T_H を長くすることにより、ガラス中のガスをガラス外へと排除しやすくなる。ただし、 C_e によるガラス中のガス取り込み効果を促進する上から、 T_L/T_H を0.01より大きくすることが好ましく、0.02より大きくすることがさらに好ましく、0.03より大きくすることが一層好ましく、0.04より大きくすることがより一層好ましい。

[0240] 1400～1600℃の範囲から1200～1400℃の範囲へ降温する際の温度差は、 S_n と C_e それぞれの泡切れ効果を高める上から30℃以上にすることが好ましく、50℃以上にすることがより好ましく、80℃以上にすることがさらに好ましく、100℃以上にすることが一層好ましく、150℃以上にすることがより一層好ましい。なお、温度差の上限は400℃である。

[0241] 表1～8の各ガラスの1400℃における粘度を、JIS規格Z8803、共軸二重円筒型回転粘度計による粘度測定方法により測定した。

[0242] No. 1-1～No. 1-59の各ガラスの1400℃における粘度は、300 dPa・s、No. 2-1～No. 2-59の各ガラスの1400℃における粘度は、250 dPa・s、No. 3-1～No. 3-59の各ガラスの1400℃における粘度は、400 dPa・s、No. 4-1～No. 4-59の各ガラスの1400℃における粘度は、350 dPa・s、No. 5-1～No. 5-59の各ガラスの1400℃における粘度は、300 dPa・s、No. 6-1～No. 6-59の各ガラスの1400

°Cにおける粘度は、320 dPa・s、No. 7-1~No. 7-59の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、200 dPa・s、No. 8-1~No. 8-59の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、320 dPa・sである。

[0243] また、Ceを添加した各ガラスを厚さ1mmの両面を光学研磨した平板に加工し、光学研磨した面に垂直に光を入射して、分光透過率を測定し、外部透過率（ガラス表面における反射損失を含む。）が80%になる波長 λ_{80} と5%になる波長 λ_5 を測定した。各ガラスの中から幾つか測定結果を示すと、No. 1-13のガラス（Sn 0.1565質量%、Ce 0.1622質量%；SnO₂ 0.2質量%、CeO₂ 0.2質量%）では λ_{80} が355nm、 λ_5 が327nm、No. 1-28のガラス（Sn 0.2344質量%、Ce 0.1620質量%；SnO₂ 0.3質量%、CeO₂ 0.2質量%）では λ_{80} が355nm、 λ_5 が327nm、No. 1-46のガラス（Sn 0.3895質量%、Ce 0.2422質量%；SnO₂ 0.5質量%、CeO₂ 0.2質量%）では λ_{80} が360nm、 λ_5 が335nmとなる。

[0244] Ceの添加量を増加させていくとガラスの短波長域における吸収が増加傾向を示すが、こうした傾向とともに、ガラスに紫外光を照射したときの蛍光強度も増加する。紫外光照射によって発生する蛍光を利用してガラスを判別したり、ガラス表面の異物の有無を検査上で、十分な強度の蛍光を発生させるCeを添加することが望ましい。そこで、 λ_{80} 、 λ_5 と前記用途に適した蛍光強度の関係を調べたところ、 λ_{80} が320nm以上の場合に十分な蛍光強度が得られることがわかった。こうしたことから、 λ_{80} が320nm以上となるようにCeの添加量を定めることが好ましく、 λ_{80} が330nm以上となるようにCeの添加量を定めることがより好ましく、 λ_{80} が350nm以上となるようにCeの添加量を定めることがさらに好ましい。同様に λ_5 については、 λ_5 が300nm以上となるようにCeの添加量を定めることが好ましく、 λ_5 が310nm以上となるようにCeの添加量を定めることがより好ましく、 λ_5 が320nm以上となるようにCeの添加量を定めることがさらに好ましく、 λ_5 が330nm以上となるようにCe

の添加量を定めることが一層好ましい。

[0245] 上記蛍光を利用した判別や検査を容易にするという観点から、CeO₂の添加量を0.1質量%以上とすることが好ましく、0.2質量%以上とすることがより好ましく、0.3質量%以上とすることがさらに好ましい。蛍光を利用した判別や検査を行う上で、λ80やCeO₂の添加量が上記範囲外であると、十分な蛍光強度が得られず、上記判別や検査が困難になる。

[0246] また、No. 1-1～59の各ガラスのヤング率は81 GPa以上、No. 5-1～No. 5-59の各ガラスの84 GPa以上、No. 7-1～No. 7-59の各ガラスの84 GPa以上である。前記各ガラスにおいて、SnおよびCeを添加しない場合、あるいは、SnおよびCeを添加せずにSbを添加した場合より、SnおよびCeを添加することによりヤング率の大きなガラスを得ることができる。No. 2-1～No. 2-59、No. 3-1～No. 3-59、No. 4-1～No. 4-59、No. 6-1～No. 6-59、No. 8-1～No. 8-59の各ガラスについても、SnおよびCeを添加することによりヤング率を増加させることができる。ヤング率を増加させることにより、これらガラスを用いて作製した基板を備える磁気記録媒体は、高速回転時に優れたフラッタリング耐性を実現することができる。

[0247] (2) ガラスの成形

次に、上記ガラスを下記方法A～Cのいずれかにより、円盤状の基板ブランクを作製した。No. 1-1～No. 1-59のガラスについては、A～Cの3つの方法で、それぞれ基板ブランクを作製した。それ以外のガラスについては、Aの方法で、それぞれ基板ブランクを作製した。No. 1-1～No. 1-59のガラスについて、表に示す残留泡およびエッチングレートの結果は、Aの方法で作製した基板ブランクについての結果である。BおよびCの方法で作製した基板ブランクについての結果も同様であった。

[0248] (方法A)

清澄、均質化した上記熔融ガラスをパイプから一定流量で流出するとともにプレス成形用の下型で受け、下型上に所定量の熔融ガラス塊が得られるよう流出した熔融ガラスを切断刃で切断した。そして熔融ガラス塊を載せた下

型をパイプ下方から直ちに搬出し、下型と対向する上型および胴型を用いて、直径66mm、厚さ1.2mmの薄肉円盤状にプレス成形した。プレス成形品を変形しない温度にまで冷却した後、型から取り出してアニールし、基板ブランクを得た。なお、上記成形では複数の下型を用いて流出する熔融ガラスを次々に円盤形状の基板ブランクに成形した。上記ガラスには所定量のS_nとC_e、特にC_eが含まれているため、これら添加剤を含まないガラスよりもプレス成形の際に均一な厚みにガラスが伸びやすく、厚さが1.2mm以下のガラスブランクを量産したとき、ガラスブランクの厚さの公差を小さくすることができ、後述するガラスブランクの加工工程における生産性を向上させることができる。

[0249] (方法B)

清澄、均質化した上記熔融ガラスを円筒状の貫通孔が設けられた耐熱性鋳型の貫通孔に上部から連続的に鋳込み、円柱状に成形して貫通孔の下側から取り出した。取り出したガラスをアニールした後、マルチワイヤーソーを用いて円柱軸に垂直な方向に一定間隔でガラスをスライス加工し、円盤状の基板ブランクを作製した。

[0250] (方法C)

上記熔融ガラスをフロートバス上に流し出し、シート状のガラスに成形（フロート法による成形）した。次いでアニールした後にシートガラスから円盤状のガラスをくり貫いて基板ブランクを得た。

[0251] (方法D)

上記熔融ガラスをオーバーフローダウンドロー法（フュージョン法）によりシート状のガラスに成形、アニールした。次いでシートガラスから円盤状のガラスをくり貫いて基板ブランクを得た。

[0252] (3) 基板の作製

上記各方法で得られた基板ブランクの中心に砥石を用いて貫通孔をあけて、外周研削加工を行い、円盤状ガラスを回転させながらブラシ研磨によりガラス基板の端面（内周、外周）の表面粗さを、最大高さ(R_{max})で1.0μm程度

、算術平均粗さ(Ra)で $0.3\mu\text{m}$ 程度になるように研磨した。続いて、#1000の粒度の砥粒を用いて、主表面の平坦度が $3\mu\text{m}$ 、Rmaxが $2\mu\text{m}$ 程度、Raが $0.2\mu\text{m}$ 程度となるようにガラス基板表面を研削した。ここで平坦度とは、基板表面の最も高い部分と、最も低い部分との上下方向（表面に垂直な方向）の距離（高低差）であり、平坦度測定装置で測定した。また、RmaxおよびRaは、原子間力顕微鏡(AFM)（デジタルインスツルメンツ社製ナノスコープ）にて $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ の矩形領域を測定した。続いて、一度に100枚～200枚のガラス基板の両主表面を研磨できる研磨装置を用いて予備研磨工程を実施した。研磨パッドには、硬質ポリッシャを用いた。研磨パッドには、予め酸化ジルコニウムと酸化セリウムとを含ませてあるものを使用した。

[0253] 予備研磨工程における研磨液は、水に、平均粒径が $1.1\mu\text{m}$ の酸化セリウム研磨砥粒を混合することにより作製した。なお、グレイン径が $4\mu\text{m}$ を越える研磨砥粒は予め除去した。研磨液を測定したところ、研磨液に含有される研磨砥粒の最大値は $3.5\mu\text{m}$ 、平均値は $1.1\mu\text{m}$ 、D50値は $1.1\mu\text{m}$ であった。

[0254] その他、ガラス基板に加える荷重は $80\sim 100\text{g}/\text{cm}^2$ とし、ガラス基板の表面部の除去厚は $20\sim 40\mu\text{m}$ とした。

[0255] 続いて、一度に100枚～200枚のガラス基板の両主表面を研磨できる遊星歯車方式の研磨装置を用いて、鏡面研磨工程を実施した。研磨パッドには、軟質ポリッシャを用いた。

[0256] 鏡面研磨工程における研磨液は、超純水に、硫酸と酒石酸とを加え、さらにグレイン径が 40nm のコロイド状シリカ粒子を加えて作製した。この際、研磨液中の硫酸濃度を $0.15\text{質量}\%$ とし、研磨液のpH値を 2.0 以下とした。また、酒石酸の濃度は $0.8\text{質量}\%$ とし、コロイド状シリカ粒子の含有量は $10\text{質量}\%$ とした。

[0257] なお、鏡面研磨処理に際して、研磨液のpH値には変動がなく、略一定に保持できた。本実施例においては、ガラス基板の表面に供給した研磨液を、ドレインを用いて回収し、メッシュ状フィルタで異物を除去して清浄化し、その後再びガラス基板に供給することにより再利用した。

- [0258] 鏡面研磨工程における研磨加工速度は $0.25\mu\text{m}/\text{分}$ であり、上述の条件において有利な研磨加工速度を実現できることが判った。なお、研磨加工速度とは、所定鏡面に仕上げるために必要なガラス基板の厚さの削減量（加工取代）を、所要研磨加工時間で割ることにより求めた。
- [0259] 続いて、ガラス基板を、濃度3～5質量%のNaOH水溶液に浸漬してアルカリ洗浄を行った。なお、洗浄は超音波を印加して行った。さらに、中性洗剤、純水、純水、イソプロピルアルコール、イソプロピルアルコール（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬して洗浄した。洗浄後のガラス基板の表面をAFM（デジタルインスツルメンツ社製ナノスコープ）（ $5\mu\text{m}\times 5\mu\text{m}$ の矩形領域を測定）により観察したところ、コロイダルシリカ研磨砥粒の付着は確認されなかった。また、ステンレスや鉄などの異物も発見されなかった。また、洗浄前後における基板表面の粗さの増大は見られなかった。
- [0260] 作製したガラス基板の一部に、エッチングされない部分を作るためにマスク処理を施し、その状態のガラス基板を 50°C に維持した0.5Vol%ケイフッ酸水溶液または 50°C に維持した1質量%水酸化カリウム水溶液に所定時間浸漬した。その後、ガラス基板を上記各水溶液から引き上げ、マスク処理を施した部分と施していない部分との差分（エッチングの差）を求め、浸漬時間で割ることにより、単位時間あたりのエッチング量（エッチングレート）を求めた。得られた酸エッチングレートおよびアルカリエッチングレートをそれぞれ表に示す。エッチングレートはNo. 1-1～No. 1-59、No. 2-1～No. 2-59、No. 7-1～59のガラスについて測定した。No. 1-1～No. 1-59、No. 2-1～No. 2-59の各ガラスとも、酸エッチングレートが $3.0\text{nm}/\text{分}$ 以下、アルカリエッチングレートが $0.1\text{nm}/\text{分}$ 以下であり、耐酸性、耐アルカリ性とも優れている。一方、No. 7-1～59の各ガラスについては、耐アルカリ性は優れているものの、耐酸性が劣っていた。
- [0261] No. 3-1～No. 3-59、No. 4-1～No. 4-59、No. 6-1～No. 6-59の各ガラスについても、No. 1-1～No. 1-59、No. 2-1～No. 2-59の各ガラスと同様、酸エッチングレートが $3.0\text{nm}/\text{分}$ 以下、アルカリエッチングレートが $0.1\text{nm}/\text{分}$

以下と耐酸性および耐アルカリ性ともに優れている。

- [0262] 続いて、硝酸カリウム（60質量%）と硝酸ナトリウム（40質量%）とを混合して375℃に加熱した化学強化塩の中に、300℃に予熱した洗浄済みガラス基板を約3時間浸漬することにより化学強化処理を行った。この処理により、ガラス基板の表面のリチウムイオン、ナトリウムイオンは、化学強化塩中のナトリウムイオン、カリウムイオンにそれぞれ置換され、ガラス基板は化学的に強化される。なお、ガラス基板の表面に形成された圧縮応力層の厚さは、約100～200 μm であった。化学強化の実施後は、ガラス基板を20℃の水槽に浸漬して急冷し、約10分維持した。
- [0263] 続いて、上記急冷を終えたガラス基板を、約40℃に加熱した硫酸に浸漬し、超音波を掛けながら洗浄した。その後、0.5%（Vol%）のケイフッ酸（ H_2SiF_6 ）水溶液を用いてガラス基板を洗浄した後、1質量%の水酸化カリウム水溶液を用いてガラス基板の洗浄を行った。以上の工程により、磁気ディスク用ガラス基板12を製造した。
- [0264] 続いて、磁気ディスク用ガラス基板について検査を行った。磁気ディスク用ガラス基板の表面の粗さをAFM（原子間力顕微鏡）（5 μm ×5 μm の矩形領域を測定）で測定したところ、最大山高さ（ R_{max} ）は1.5nm、算術平均粗さ（ R_a ）は0.15nmであった。また、表面は清浄な鏡面状態であり、磁気ヘッドの浮上を妨げる異物や、サーマルアスペリティ障害の原因となる異物は存在しなかった。また、洗浄前後における基板表面の粗さの増大は見られなかった。次に、抗折強度を測定した。抗折強度は、抗折強度測定試験機（島津オートグラフDDS-2000）を用いて、図2に示すようにガラス基板上に荷重を加えていったときに、ガラス基板が破壊したときの荷重値として求めた。求められた抗折強度は、24.15kgで満足すべき値であった。
- [0265] なお、上記説明では、化学強化後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を行っているが、鏡面研磨工程後の洗浄において酸洗浄およびアルカリ洗浄を行ってもよい。
- [0266] 表1～8の各ガラスのうち、Ceを添加したガラスを用いて作製した基板

に、紫外光を照射し、暗室状態で観察したところ、青色の蛍光が目視により認められた。この蛍光を利用して基板表面に付着する異物、例えば、残留する研磨剤や微小な埃の有無を確認することができる。また、異種のCe非添加ガラス製基板が上記Ce添加ガラス製基板に混入していないか、Ceによる青色の蛍光の有無により確認することもできる。

[0267] このようにして得たガラス基板12を用いて磁気ディスク10を製造し、ハードディスクドライブの試験を行った。図1に、基板12上の膜構成（断面）を模式的に示す。

[0268] まず、真空引きを行った成膜装置を用いて、DCマグネトロンスパッタリング法にて、Ar雰囲気中で、付着層14、および軟磁性層16を順次成膜した。

[0269] このとき、付着層14は、20nmのアモルファスCrTi層となるように、CrTiターゲットを用いて成膜した。また、軟磁性層16は、200nmのアモルファスCoTaZr(Co:88原子%、Ta:7原子%、Zr:5原子%)層となるように、CoTaZrターゲットを用いて成膜した。

[0270] 軟磁性層16までの成膜を終えた磁気ディスク10を、成膜装置から取り出し、表面粗さを同様に測定したところ、Rmaxが2.1nm、Raが0.20nmという平滑鏡面であった。VSM（振動試料型磁化測定装置）で磁気特性を測定したところ、保磁力(Hc)は2エルステッド、飽和磁束密度は810emu/ccであり、好適な軟磁性特性を示していた。

[0271] 続いて枚葉・静止対向型成膜装置を用いて、Ar雰囲気中で、下地層18、グラニューラ構造の微細化促進層20、グラニューラ構造の強磁性層32、磁氣的結合制御層34、交換エネルギー制御層36、および保護膜24を順次成膜した。本実施例において、下地層18は、第1層および第2層を有する2層構造である。

[0272] この工程においては、最初に、ディスク基板上に、下地層18の第1層として、アモルファスのNiTa(Ni:40原子%、Ta:10原子%)からなる10nm厚の層を形成し、第2層として、10～15nm厚のRu層を形成した。

- [0273] 次に、非磁性 CoCr-SiO_2 からなるターゲットを用いて、2~20nmのhcp結晶構造からなる微細化促進層20を形成した。更に、 CoCrPt-SiO_2 からなる硬磁性体のターゲットを用いて、15nmのhcp結晶構造からなる強磁性層32を形成した。強磁性層32作成のための、ターゲットの組成は、Co:62原子%、Cr:10原子%、Pt:16原子%、 SiO_2 :12原子%であった。更に、Pd層からなる磁気的結合制御層34を形成し、 $[\text{CoB/Pd}]n$ 層からなる交換エネルギー制御層36を形成した。
- [0274] 次に、エチレンを材料ガスとしたCVD法により、水素化カーボンからなる保護膜24を形成した。水素化カーボンをすること、膜硬度が向上するので、磁気ヘッドからの衝撃に対して磁気記録層22を防護することができる。
- [0275] この後、PFPE（パーフロロポリエーテル）からなる潤滑層26をターゲットコート法により形成した。潤滑層26の膜厚は1nmである。以上の製造工程により、垂直磁気記録媒体である垂直磁気記録方式の磁気ディスク10が得られた。得られた表面粗さを前述同様に測定したところ、 R_{max} が2.2nm、 R_a が0.21nmという平滑鏡面であった。
- [0276] 得られた磁気ディスク10を2.5インチ型ロープロード型ハードディスクドライブに搭載した。このハードドライブに搭載されている磁気ヘッドは、Dynamic Flying Height（略称：DFH）型磁気ヘッドである。この磁気ヘッドの磁気ディスクに対する浮上量は8nmである。
- [0277] このハードドライブドライブにより磁気ディスクの主表面上の記録再生用領域に、1平方インチ当たり200ギガビットの記録密度で記録再生試験を行ったところ、良好な記録再生特性を示した。また試験中、クワッシュ障害やサーマルアスぺリテイ障害が生じることもなかった。
- [0278] 次にハードドライブドライブによりロープロード（Load Unload、以下LUL）試験を実施した。
- [0279] LUL試験は、5400rpmで回転する2.5インチ型ハードドライブドライブと、浮上量が8nmの磁気ヘッドにより行う。磁気ヘッドは前述のものを利用した。シール部分はNiFe合金からなる。磁気ディスクをこの磁気ディスク装置に搭載

し、前述の磁気ヘッドによりLUL動作を連続して行い、LULの耐久回数を測定する。

[0280] LUL耐久性試験後に、磁気ディスク表面および磁気ヘッド表面の観察を肉眼および光学顕微鏡で行い、傷や汚れなどの異常の有無を確認する。このLUL耐久性試験は40万回以上のLUL回数に故障無く耐久することが求められ、特に、60万回以上耐久すれば好適である。なお、通常に使用されるHDD（ハードディスクドライブ）の使用環境では、LUL回数が60万回を超えるには、概ね10年程度の使用が必要であると云われている。

[0281] このLUL試験を実施したところ、磁気ディスク10は60万回以上耐久し合格した。また、LUL試験後に磁気ディスク10を取り出して検査したが、傷や汚れなどの異常は検出されなかった。アルカリ金属成分の析出も認められなかった。

[0282] （比較例A）

次に、表1～8に示す比較例1-1～1-5、比較例2-1～2-5、比較例3-1～3-5、比較例4-1～4-5、比較例5-1～5-5、比較例6-1～6-5、比較例7-1～7-5、比較例8-1～8-5の40個のガラスを作製した。

[0283] 比較例1-1～8-1のガラスは清澄剤としてSbのみ添加したガラス、比較例1-2～8-2のガラスは清澄剤としてSnと過剰量のSbを添加したガラス、比較例1-3～8-3のガラスは清澄剤として過剰量のSnを添加したガラス、比較例1-4～8-4のガラスは清澄剤として過剰量のCeを添加したガラス、比較例1-5～8-5のガラスは清澄剤として過剰量のSnとCeを添加したガラスである。

[0284] 比較例のいずれのガラスも残留泡が100個/kgを超え、これらのガラスを用いて実施例と同様の方法で作製したガラス基板の表面には、残留泡に起因すると見られる局所的な窪みが見られ、基板の耐衝撃性も実施例のものと比べて劣っていた。

[0285]

成分		1-14	1-15	1-16	1-17	1-18	1-19	1-20	1-21	1-22	1-23	1-24	1-25	1-26
(モル%)	SiO ₂	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
	Al ₂ O ₃	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	MgO	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	CaO	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.25	0.251	0.255	0.26	0.3	0.35	0.45	0.5	0.3	0.301	0.305	0.31	0.35
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5
泡のラング		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	1-27	1-28	1-29	1-30	1-31	1-32	1-33	1-34	1-35	1-36	1-37	1-38	1-39
	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)
SiO ₂	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
Al ₂ O ₃	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
K ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
MgO	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
CaO	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Sr ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
Sr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
SnO ₂ +CeO ₂	0.4	0.5	0.6	0.4	0.401	0.405	0.41	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
MgO+CaO+SrO+BaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5
泡のラング	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
融エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		1-40	1-41	1-42	1-43	1-44	1-45	1-46	1-47	1-48	1-49	1-50	1-51	1-52
(モル%)	SiO ₂	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
	Al ₂ O ₃	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	MgO	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	CaO	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(モル%)	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	SnO ₂ +CeO ₂	0.501	0.505	0.51	0.55	0.6	0.7	0.8	0.9	1	0.6	0.601	0.805	0.61
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃		76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5
池のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
酸エッチングレート (nm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート (nm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		1-53	1-54	1-55	1-56	1-57	1-58	1-59	比較例1-1	比較例1-2	比較例1-3	比較例1-4	比較例1-5
(モル%)	SiO ₂	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3	67.3
	Al ₂ O ₃	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2	9.2
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	MgO	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	CaO	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Sb ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
外割り (質量%)	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0	0	-	1
(モル%)	SnO ₂ +CeO ₂	0.65	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0	0.25	1	1	2
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9	2.9
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5	76.5
泡のランク		C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート(mm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(mm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分(質量%)	1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13
Si	30.3840	30.3837	30.3825	30.3810	30.3689	30.3537	30.3538	30.3535	30.3523	30.3508	30.3229	30.3078	30.2776
Al	7.9806	7.9805	7.9802	7.9798	7.9766	7.9726	7.9726	7.9725	7.9722	7.9718	7.9763	7.9724	7.9644
Li	1.8075	1.8075	1.8074	1.8073	1.8066	1.8057	1.8057	1.8057	1.8056	1.8056	1.8066	1.8057	1.8039
Na	8.2781	8.2780	8.2777	8.2773	8.2740	8.2698	8.2699	8.2698	8.2695	8.2690	8.2737	8.2696	8.2614
K	0.3771	0.3771	0.3771	0.3771	0.3769	0.3767	0.3767	0.3767	0.3767	0.3767	0.3769	0.3767	0.3763
Mg	0.4298	0.4298	0.4297	0.4297	0.4296	0.4293	0.4293	0.4293	0.4293	0.4293	0.4295	0.4293	0.4289
Ca	1.1597	1.1596	1.1596	1.1595	1.1591	1.1585	1.1585	1.1585	1.1584	1.1584	1.1590	1.1585	1.1573
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4664	1.4664	1.4663	1.4663	1.4657	1.4650	1.4650	1.4649	1.4649	1.4648	1.4656	1.4649	1.4635
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0785	0.0786	0.0785	0.0785	0.0785	0.0784	0.1568	0.1568	0.1568	0.1568	0.1568	0.1567	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.0383	48.0380	48.0369	48.0354	48.0235	48.0091	48.0117	48.0115	48.0102	48.0087	47.9921	47.9773	47.9480
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Li+Na+K	10.46	10.46	10.46	10.46	10.4575	10.4522	10.4523	10.4522	10.4518	10.4513	10.4572	10.4520	10.4416
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5895	1.5894	1.5893	1.5892	1.5887	1.5878	1.5878	1.5878	1.5877	1.5877	1.5885	1.5878	1.5862
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4664	1.4664	1.4663	1.4663	1.4657	1.4650	1.4650	1.4649	1.4649	1.4648	1.4656	1.4649	1.4635
Ca/Sn	0.000	0.010	0.052	0.103	0.517	1.036	0.000	0.005	0.026	0.052	0.259	0.518	1.036
Sn+Ce	0.079	0.079	0.083	0.087	0.119	0.160	0.157	0.158	0.161	0.165	0.197	0.238	0.319
Si+Al	38.3646	38.3642	38.3627	38.3608	38.3455	38.3263	38.3264	38.3260	38.3245	38.3226	38.2992	38.2802	38.2420
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分(質量%)	1-14	1-15	1-16	1-17	1-18	1-19	1-20	1-21	1-22	1-23	1-24	1-25	1-26
Si	30.3229	30.3226	30.3214	30.3199	30.3078	30.2927	30.2626	30.2476	30.3078	30.3075	30.3063	30.3048	30.2927
Al	7.9763	7.9763	7.9759	7.9755	7.9724	7.9684	7.9605	7.9565	7.9724	7.9723	7.9720	7.9716	7.9684
Li	1.8066	1.8066	1.8065	1.8064	1.8057	1.8048	1.8030	1.8021	1.8057	1.8057	1.8056	1.8055	1.8048
Na	8.2737	8.2737	8.2733	8.2729	8.2696	8.2655	8.2573	8.2532	8.2696	8.2695	8.2692	8.2688	8.2655
K	0.3769	0.3769	0.3769	0.3769	0.3767	0.3765	0.3762	0.3760	0.3767	0.3767	0.3767	0.3767	0.3765
Mg	0.4295	0.4295	0.4295	0.4295	0.4293	0.4291	0.4287	0.4285	0.4293	0.4293	0.4293	0.4293	0.4291
Ca	1.1590	1.1590	1.1590	1.1589	1.1585	1.1579	1.1567	1.1562	1.1585	1.1585	1.1584	1.1583	1.1579
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4656	1.4656	1.4656	1.4655	1.4649	1.4642	1.4627	1.4620	1.4649	1.4649	1.4648	1.4648	1.4642
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1960	0.1960	0.1960	0.1960	0.1959	0.1958	0.1955	0.1954	0.2351	0.2351	0.2351	0.2350	0.2349
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0811	0.1621	0.2024	0.0000	0.0008	0.0041	0.0082	0.0406
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9933	47.9930	47.9918	47.9904	47.9786	47.9640	47.9347	47.9201	47.9800	47.9797	47.9785	47.9770	47.9654
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Li+Na+K	10.4572	10.4572	10.4567	10.4562	10.4520	10.4468	10.4365	10.4313	10.4520	10.4519	10.4515	10.4510	10.4468
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5885	1.5885	1.5885	1.5884	1.5878	1.5870	1.5854	1.5847	1.5878	1.5878	1.5877	1.5876	1.5870
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4656	1.4656	1.4656	1.4655	1.4649	1.4642	1.4627	1.4620	1.4649	1.4649	1.4648	1.4648	1.4642
Ce/Sn	0.000	0.004	0.021	0.041	0.207	0.414	0.829	1.036	0.000	0.003	0.017	0.035	0.173
Sn+Ce	0.196	0.197	0.200	0.204	0.237	0.277	0.358	0.398	0.235	0.236	0.239	0.243	0.276
Si+Al	38.2992	38.2989	38.2973	38.2954	38.2802	38.2611	38.2231	38.2041	38.2802	38.2798	38.2783	38.2764	38.2611
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分(質量%)	1-27	1-28	1-29	1-30	1-31	1-32	1-33	1-34	1-35	1-36	1-37	1-38	1-39
Si	30.2777	30.2476	30.2176	30.2778	30.2775	30.2762	30.2747	30.2627	30.2477	30.2177	30.1719	30.1420	30.2478
Al	7.9644	7.9565	7.9486	7.9645	7.9644	7.9641	7.9637	7.9605	7.9566	7.9487	7.9484	7.9406	7.9566
Li	1.8039	1.8021	1.8003	1.8039	1.8039	1.8038	1.8037	1.8030	1.8021	1.8003	1.8003	1.7985	1.8020
Na	8.2614	8.2532	8.2450	8.2614	8.2613	8.2610	8.2606	8.2573	8.2532	8.2450	8.2448	8.2366	8.2532
K	0.3763	0.3760	0.3756	0.3763	0.3763	0.3763	0.3763	0.3762	0.3760	0.3756	0.3756	0.3752	0.3760
Mg	0.4289	0.4285	0.4281	0.4289	0.4289	0.4289	0.4289	0.4287	0.4285	0.4281	0.4280	0.4276	0.4285
Ca	1.1573	1.1562	1.1550	1.1573	1.1573	1.1573	1.1572	1.1567	1.1562	1.1550	1.1550	1.1538	1.1562
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4635	1.4620	1.4606	1.4635	1.4634	1.4634	1.4633	1.4627	1.4620	1.4606	1.4605	1.4592	1.4620
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2348	0.2344	0.2341	0.3130	0.3130	0.3130	0.3130	0.3128	0.3126	0.3121	0.3120	0.3116	0.3907
Ce	0.0811	0.1620	0.2426	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081	0.0405	0.0810	0.1617	0.2425	0.3229	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9507	47.9215	47.8925	47.9534	47.9532	47.9520	47.9505	47.9389	47.9241	47.8952	47.8610	47.8320	47.9270
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Li+Na+K	10.4416	10.4313	10.4209	10.4416	10.4415	10.4411	10.4406	10.4365	10.4313	10.4209	10.4207	10.4103	10.4312
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5862	1.5847	1.5831	1.5862	1.5862	1.5862	1.5861	1.5854	1.5847	1.5831	1.5830	1.5814	1.5847
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4635	1.4620	1.4606	1.4635	1.4634	1.4634	1.4633	1.4627	1.4620	1.4606	1.4605	1.4592	1.4620
Ce/Sn	0.345	0.691	1.036	0.000	0.003	0.013	0.026	0.129	0.259	0.518	0.777	1.036	0.000
Sn+Ce	0.316	0.396	0.477	0.313	0.314	0.317	0.321	0.353	0.394	0.474	0.555	0.635	0.391
Si+Al	38.2421	38.2041	38.1662	38.2423	38.2419	38.2403	38.2384	38.2232	38.2043	38.1664	38.1203	38.0826	38.2044
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分(質量%)	1-40	1-41	1-42	1-43	1-44	1-45	1-46	1-47	1-48	1-49	1-50	1-51	1-52
Si	30.2475	30.2463	30.2448	30.2328	30.2178	30.1720	30.1421	30.1124	30.0827	30.2179	30.2017	30.2005	30.1990
Al	7.9565	7.9562	7.9558	7.9526	7.9487	7.9485	7.9406	7.9328	7.9249	7.9487	7.9563	7.9560	7.9556
Li	1.8021	1.8020	1.8019	1.8012	1.8003	1.8003	1.7985	1.7967	1.7949	1.8003	1.8020	1.8020	1.8019
Na	8.2532	8.2528	8.2524	8.2491	8.2451	8.2448	8.2367	8.2265	8.2204	8.2451	8.2529	8.2526	8.2522
K	0.3760	0.3759	0.3759	0.3758	0.3756	0.3756	0.3752	0.3748	0.3745	0.3756	0.3760	0.3759	0.3759
Mg	0.4285	0.4285	0.4284	0.4283	0.4281	0.4280	0.4276	0.4272	0.4268	0.4281	0.4285	0.4284	0.4284
Ca	1.1560	1.1561	1.1561	1.1556	1.1550	1.1550	1.1538	1.1527	1.1516	1.1550	1.1561	1.1561	1.1560
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4620	1.4619	1.4619	1.4613	1.4606	1.4605	1.4591	1.4576	1.4562	1.4606	1.4620	1.4619	1.4618
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3907	0.3907	0.3906	0.3904	0.3902	0.3900	0.3895	0.3890	0.3884	0.4682	0.4686	0.4686	0.4686
Ce	0.0008	0.0040	0.0081	0.0405	0.0809	0.1617	0.2422	0.3224	0.4025	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9267	47.9256	47.9241	47.9124	47.8977	47.8636	47.8347	47.8059	47.7771	47.9005	47.8951	47.8940	47.8925
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Li+Na+K	10.4313	10.4307	10.4302	10.4261	10.4210	10.4207	10.4104	10.4000	10.3898	10.4210	10.4309	10.4305	10.4300
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5845	1.5846	1.5845	1.5839	1.5831	1.5830	1.5814	1.5799	1.5784	1.5831	1.5846	1.5845	1.5844
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4620	1.4619	1.4619	1.4613	1.4606	1.4605	1.4591	1.4576	1.4562	1.4606	1.4620	1.4619	1.4618
Ca/Sn	0.002	0.010	0.021	0.104	0.207	0.415	0.622	0.829	1.036	0.000	0.002	0.009	0.017
Sr+Ce	0.392	0.395	0.399	0.431	0.471	0.552	0.632	0.711	0.791	0.468	0.469	0.473	0.477
Si+Al	38.2040	38.2025	38.2006	38.1854	38.1665	38.1205	38.0827	38.0452	38.0076	38.1666	38.1580	38.1565	38.1546
泡のラング	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
融エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分(質量%)	1-53	1-54	1-55	1-56	1-57	1-58	1-59	比較例1-1	比較例1-2	比較例1-3	比較例1-4	比較例1-5
Si	30.1870	30.1720	30.1422	30.1124	30.0828	30.0372	30.0076	30.2480	30.2776	30.4098	30.4083	30.0671
Al	7.9524	7.9485	7.9406	7.9328	7.9250	7.9248	7.9170	7.9566	7.9644	7.9873	7.9869	7.9327
Li	1.8012	1.8003	1.7985	1.7967	1.7949	1.7949	1.7931	1.8021	1.8039	1.8091	1.8090	1.7967
Na	8.2489	8.2448	8.2367	8.2286	8.2205	8.2202	8.2122	8.2533	8.2614	8.2851	8.2847	8.2284
K	0.3758	0.3756	0.3752	0.3748	0.3745	0.3745	0.3741	0.3760	0.3763	0.3774	0.3774	0.3748
Mg	0.4283	0.4280	0.4276	0.4272	0.4268	0.4268	0.4263	0.4285	0.4289	0.4301	0.4301	0.4272
Ca	1.1556	1.1550	1.1538	1.1527	1.1516	1.1515	1.1504	1.1562	1.1573	1.1606	1.1606	1.1527
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4612	1.4605	1.4591	1.4576	1.4562	1.4562	1.4547	1.4620	1.4635	1.4677	1.4676	1.4576
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4683	0.4680	0.4674	0.4667	0.4661	0.4659	0.4653	0.0000	0.1957	0.0079	0.0079	0.7775
Ce	0.0404	0.0808	0.1614	0.2418	0.3220	0.4023	0.4822	0.0000	0.0000	0.0041	0.0081	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4137	0.1250	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8809	47.8665	47.8375	47.8087	47.7796	47.7457	47.7171	47.9036	47.9460	48.0609	48.0594	47.7853
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Li+Na+K	10.4259	10.4207	10.4104	10.4001	10.3899	10.3896	10.3794	10.4314	10.4416	10.4716	10.4711	10.3999
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5839	1.5830	1.5814	1.5799	1.5784	1.5783	1.5767	1.5847	1.5862	1.5907	1.5907	1.5799
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4612	1.4605	1.4591	1.4576	1.4562	1.4562	1.4547	1.4620	1.4635	1.4677	1.4676	1.4576
Ce/Sn	0.086	0.173	0.345	0.518	0.691	0.863	1.036	-	0.000	0.519	-	0.000
Sn+Ce	0.509	0.549	0.629	0.709	0.788	0.868	0.948	0.000	0.196	0.012	0.016	0.778
Si+Al	38.1394	38.1205	38.0828	38.0452	38.0078	37.9620	37.9246	38.2046	38.2420	38.3971	38.3952	37.9998
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

[0286]

[表 2]

成分 (モル%)	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13
	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2
SiO ₂	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
Al ₂ O ₃	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
Li ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
Na ₂ O	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
K ₂ O	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
MgO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SpO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
SnO ₂ -CaO ₂	0.1	0.101	0.105	0.11	0.15	0.2	0.2	0.201	0.205	0.21	0.25	0.3	0.4
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
MgO+CaO+SrO+BaO	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A
酸エッチングレート(mm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(mm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		2-14	2-15	2-16	2-17	2-18	2-19	2-20	2-21	2-22	2-23	2-24	2-25	2-26
(モル%)	SiO ₂	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2
	Al ₂ O ₃	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	MgO	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	CaO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
外割り (質量%)	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
(モル%)	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.25	0.251	0.255	0.26	0.3	0.35	0.45	0.5	0.3	0.301	0.305	0.31	0.35
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
	泡のラング	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
	酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
	アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		2-27	2-28	2-29	2-30	2-31	2-32	2-33	2-34	2-35	2-36	2-37	2-38	2-39
(モル%)	SiO ₂	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2
	Al ₂ O ₃	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	MgO	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	CaO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	SnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
	Sr ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.4	0.5	0.6	0.4	0.401	0.405	0.41	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
	泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
酸エッチングレート (nm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート (nm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		2-40	2-41	2-42	2-43	2-44	2-45	2-46	2-47	2-48	2-49	2-50	2-51	2-52
(モル%)	SiO ₂	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2
	Al ₂ O ₃	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	MgO	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	CaO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
外割り (質量%)	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CaO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
(モル%)	SnO ₂ +CaO ₂	0.501	0.505	0.51	0.55	0.6	0.7	0.8	0.9	1	0.6	0.601	0.605	0.61
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
泡のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
酸エッチングレート(nm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分		2-53	2-54	2-55	2-56	2-57	2-58	2-59	比較例2-1	比較例2-2	比較例2-3	比較例2-4	比較例2-5
(モル%)	SiO ₂	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2	66.2
	Al ₂ O ₃	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3	9.3
	Li ₂ O	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
	Na ₂ O	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2	11.2
	K ₂ O	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	MgO	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	CaO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(質量%)	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
(モル%)	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.65	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0	0.25	1	1	2
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7	19.7
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃		75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5	75.5
泡のラック		C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート(mm/分)		1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(mm/分)		0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13
Si	30.0102	30.0099	30.0086	30.0069	29.9774	29.9607	29.9649	29.9645	29.9632	29.9615	29.9482	29.9317	29.8985
Al	8.0013	8.0012	8.0008	8.0004	8.0046	8.0001	8.0012	8.0011	8.0008	8.0003	7.9968	7.9924	7.9835
Li	1.8122	1.8122	1.8121	1.8120	1.8130	1.8120	1.8122	1.8122	1.8121	1.8120	1.8112	1.8102	1.8082
Na	8.2996	8.2995	8.2991	8.2987	8.3030	8.2984	8.2996	8.2995	8.2991	8.2986	8.2950	8.2904	8.2812
K	0.3781	0.3781	0.3781	0.3780	0.3782	0.3780	0.3781	0.3781	0.3781	0.3780	0.3779	0.3777	0.3772
Mg	0.5876	0.5876	0.5875	0.5875	0.5878	0.5875	0.5876	0.5876	0.5875	0.5875	0.5872	0.5869	0.5863
Ca	1.4856	1.4856	1.4855	1.4855	1.4862	1.4854	1.4856	1.4856	1.4855	1.4854	1.4848	1.4840	1.4823
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4702	1.4702	1.4701	1.4701	1.4708	1.4700	1.4702	1.4702	1.4701	1.4701	1.4694	1.4686	1.4670
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0765	0.0765	0.0765	0.0765	0.0766	0.0766	0.1531	0.1531	0.1530	0.1530	0.1530	0.1529	0.1527
Ce	0.0000	0.0009	0.0045	0.0090	0.0452	0.0903	0.0000	0.0009	0.0046	0.0090	0.0451	0.0902	0.1803
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8787	47.8783	47.8772	47.8754	47.8572	47.8410	47.8475	47.8472	47.8460	47.8446	47.8314	47.8152	47.7828
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000
Li+Na+K	10.4899	10.4898	10.4893	10.4887	10.4942	10.4884	10.4899	10.4898	10.4893	10.4886	10.4841	10.4783	10.4666
Mg+Ca+Sr+Ba	2.0732	2.0732	2.0730	2.0730	2.0740	2.0729	2.0732	2.0732	2.0730	2.0729	2.0720	2.0709	2.0686
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4702	1.4702	1.4701	1.4701	1.4708	1.4700	1.4702	1.4702	1.4701	1.4701	1.4694	1.4686	1.4670
Ce/Sn	0.0000	0.0118	0.0588	0.1176	0.5901	1.1789	0.0000	0.0059	0.0301	0.0588	0.2948	0.5899	1.1807
Sn+Ce	0.0765	0.0774	0.0810	0.0855	0.1218	0.1669	0.1531	0.1540	0.1576	0.1620	0.1981	0.2431	0.3330
Si+Al	38.0115	38.0111	38.0094	38.0073	37.9820	37.9608	37.9661	37.9656	37.9640	37.9618	37.9450	37.9241	37.8820
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A
酸エッチングレート (nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート (nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	2-14	2-15	2-16	2-17	2-18	2-19	2-20	2-21	2-22	2-23	2-24	2-25	2-26
Si	29.9503	29.9500	29.9487	29.9470	29.9337	29.9171	29.8923	29.8758	29.9358	29.9354	29.9341	29.9325	29.9192
Al	7.9973	7.9973	7.9969	7.9965	7.9929	7.9885	7.9819	7.9774	7.9935	7.9934	7.9930	7.9926	7.9890
Li	1.8113	1.8113	1.8112	1.8111	1.8103	1.8093	1.8078	1.8068	1.8105	1.8104	1.8104	1.8103	1.8095
Na	8.2955	8.2954	8.2951	8.2946	8.2909	8.2863	8.2795	8.2749	8.2915	8.2914	8.2910	8.2906	8.2869
K	0.3779	0.3779	0.3779	0.3779	0.3777	0.3775	0.3772	0.3770	0.3777	0.3777	0.3777	0.3777	0.3775
Mg	0.5873	0.5873	0.5873	0.5872	0.5870	0.5866	0.5861	0.5858	0.5870	0.5870	0.5870	0.5869	0.5867
Ca	1.4849	1.4849	1.4848	1.4847	1.4841	1.4832	1.4820	1.4812	1.4842	1.4842	1.4841	1.4840	1.4834
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4695	1.4695	1.4694	1.4693	1.4687	1.4679	1.4667	1.4658	1.4688	1.4688	1.4687	1.4686	1.4680
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1913	0.1912	0.1912	0.1912	0.1911	0.1910	0.1909	0.1908	0.2294	0.2294	0.2293	0.2293	0.2292
Ce	0.0000	0.0009	0.0045	0.0090	0.0451	0.0903	0.1576	0.2026	0.0000	0.0009	0.0045	0.0090	0.0451
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8347	47.8343	47.8330	47.8315	47.8185	47.8023	47.7780	47.7619	47.8218	47.8214	47.8202	47.8185	47.8055
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4847	10.4846	10.4842	10.4836	10.4789	10.4731	10.4645	10.4587	10.4797	10.4795	10.4791	10.4786	10.4739
Mg+Ca+Sr+Ba	2.0722	2.0722	2.0721	2.0719	2.0711	2.0698	2.0681	2.0670	2.0712	2.0712	2.0711	2.0709	2.0701
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4695	1.4695	1.4694	1.4693	1.4687	1.4679	1.4667	1.4658	1.4688	1.4688	1.4687	1.4686	1.4680
Ce/Sn	0.0000	0.0047	0.0235	0.0471	0.2360	0.4728	0.8256	1.0618	0.0000	0.0039	0.0196	0.0392	0.1968
Sn+Ce	0.1913	0.1921	0.1957	0.2002	0.2362	0.2813	0.3485	0.3934	0.2294	0.2303	0.2338	0.2383	0.2743
Si+Al	37.9476	37.9473	37.9456	37.9435	37.9266	37.9056	37.8742	37.8532	37.9293	37.9288	37.9271	37.9251	37.9082
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	2-27	2-28	2-29	2-30	2-31	2-32	2-33	2-34	2-35	2-36	2-37	2-38	2-39
Si	29.9026	29.8778	29.8285	29.9068	29.9064	29.9051	29.9034	29.8902	29.8737	29.8326	29.7996	29.7749	29.8778
Al	7.9846	7.9780	7.9769	7.9857	7.9856	7.9853	7.9848	7.9813	7.9769	7.9780	7.9691	7.9625	7.9780
Li	1.8084	1.8069	1.8067	1.8087	1.8087	1.8086	1.8085	1.8077	1.8067	1.8069	1.8049	1.8035	1.8069
Na	8.2823	8.2754	8.2743	8.2835	8.2834	8.2830	8.2825	8.2789	8.2743	8.2754	8.2663	8.2594	8.2754
K	0.3773	0.3770	0.3769	0.3773	0.3773	0.3773	0.3773	0.3771	0.3769	0.3770	0.3766	0.3762	0.3770
Mg	0.5863	0.5859	0.5858	0.5864	0.5864	0.5864	0.5864	0.5861	0.5858	0.5859	0.5852	0.5847	0.5859
Ca	1.4825	1.4813	1.4811	1.4827	1.4827	1.4827	1.4826	1.4819	1.4811	1.4813	1.4797	1.4784	1.4813
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4672	1.4659	1.4657	1.4674	1.4673	1.4673	1.4672	1.4666	1.4657	1.4659	1.4643	1.4631	1.4659
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2291	0.2289	0.2289	0.3055	0.3056	0.3055	0.3055	0.3053	0.3052	0.3052	0.3049	0.3047	0.3815
Ce	0.0901	0.1576	0.2476	0.0000	0.0009	0.0045	0.0090	0.0451	0.0901	0.1576	0.2474	0.3147	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7896	47.7653	47.7276	47.7960	47.7957	47.7943	47.7928	47.7798	47.7636	47.7342	47.7020	47.6779	47.7703
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4680	10.4593	10.4579	10.4695	10.4694	10.4689	10.4683	10.4637	10.4579	10.4593	10.4478	10.4391	10.4593
Mg+Ca+Sr+Ba	2.0688	2.0672	2.0669	2.0691	2.0691	2.0691	2.0690	2.0680	2.0669	2.0672	2.0649	2.0631	2.0672
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4672	1.4659	1.4657	1.4674	1.4673	1.4673	1.4672	1.4666	1.4657	1.4659	1.4643	1.4631	1.4659
Ce/Sn	0.3933	0.6885	1.0817	0.0000	0.0029	0.0147	0.0295	0.1477	0.2952	0.5164	0.8114	1.0328	0.0000
Sn+Ce	0.3192	0.3865	0.4765	0.3055	0.3065	0.3100	0.3145	0.3504	0.3953	0.4628	0.5523	0.6194	0.3815
Si+Al	37.8872	37.8558	37.8054	37.8925	37.8920	37.8904	37.8882	37.8715	37.8506	37.8106	37.7687	37.7374	37.8558
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	2-40	2-41	2-42	2-43	2-44	2-45	2-46	2-47	2-48	2-49	2-50	2-51	2-52
Si	29.8774	29.8761	29.8582	29.8450	29.8284	29.8037	29.7708	29.7462	29.6970	29.8253	29.8250	29.8237	29.8220
Al	7.9779	7.9775	7.9848	7.9813	7.9769	7.9702	7.9614	7.9549	7.9537	7.9760	7.9759	7.9756	7.9751
Li	1.8069	1.8068	1.8085	1.8077	1.8067	1.8052	1.8032	1.8017	1.8015	1.8065	1.8065	1.8064	1.8063
Na	8.2753	8.2750	8.2825	8.2788	8.2743	8.2674	8.2583	8.2515	8.2503	8.2734	8.2733	8.2729	8.2725
K	0.3770	0.3770	0.3773	0.3771	0.3769	0.3766	0.3762	0.3759	0.3758	0.3769	0.3769	0.3769	0.3768
Mg	0.5859	0.5858	0.5864	0.5861	0.5858	0.5853	0.5846	0.5842	0.5841	0.5857	0.5857	0.5857	0.5857
Ca	1.4813	1.4812	1.4826	1.4819	1.4811	1.4799	1.4782	1.4770	1.4768	1.4809	1.4809	1.4809	1.4808
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4659	1.4659	1.4672	1.4665	1.4657	1.4645	1.4629	1.4617	1.4615	1.4656	1.4656	1.4655	1.4654
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3815	0.3815	0.3819	0.3817	0.3815	0.3812	0.3807	0.3804	0.3804	0.4768	0.4768	0.4768	0.4767
Ce	0.0009	0.0045	0.0090	0.0451	0.0901	0.1575	0.2472	0.3143	0.4041	0.0000	0.0009	0.0045	0.0090
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7700	47.7687	47.7616	47.7488	47.7326	47.7085	47.6765	47.6524	47.6148	47.7329	47.7325	47.7311	47.7297
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4592	10.4588	10.4683	10.4636	10.4579	10.4492	10.4377	10.4291	10.4276	10.4568	10.4567	10.4562	10.4556
Mg+Ca+Sr+Ba	2.0672	2.0670	2.0690	2.0680	2.0669	2.0652	2.0628	2.0612	2.0609	2.0666	2.0666	2.0666	2.0665
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4659	1.4659	1.4672	1.4665	1.4657	1.4645	1.4629	1.4617	1.4615	1.4656	1.4656	1.4655	1.4654
Ce/Sn	0.0024	0.0118	0.0236	0.1182	0.2362	0.4132	0.6493	0.8262	1.0623	0.0000	0.0019	0.0094	0.0189
Sn+Ce	0.3824	0.3860	0.3909	0.4268	0.4716	0.5387	0.6279	0.6947	0.7845	0.4768	0.4777	0.4813	0.4857
Si+Al	37.8553	37.8536	37.8430	37.8263	37.8053	37.7739	37.7322	37.7011	37.6507	37.8013	37.8009	37.7993	37.7971
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

成分	2-53	2-54	2-55	2-56	2-57	2-58	2-59	比較例2-1	比較例2-2	比較例2-3	比較例2-4	比較例2-5
Si	29.8088	29.7924	29.7677	29.7349	29.6908	29.6612	29.6286	29.825	29.9082	30.0348	30.0332	29.7010
Al	7.9716	7.9672	7.9606	7.9518	7.9521	7.9441	7.9354	7.9792	7.9861	8.0078	8.0074	7.9548
Li	1.8055	1.8045	1.8030	1.8010	1.8011	1.7993	1.7973	1.8072	1.8088	1.8137	1.8136	1.8017
Na	8.2688	8.2643	8.2574	8.2483	8.2486	8.2403	8.2313	8.2768	8.2839	8.3064	8.3059	8.2514
K	0.3767	0.3765	0.3762	0.3757	0.3758	0.3754	0.3750	0.3770	0.3774	0.3784	0.3784	0.3759
Mg	0.5854	0.5851	0.5846	0.5839	0.5840	0.5834	0.5827	0.5860	0.5865	0.5881	0.5880	0.5842
Ce	1.4801	1.4793	1.4781	1.4764	1.4765	1.4750	1.4734	1.4815	1.4828	1.4868	1.4868	1.4770
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4648	1.4640	1.4628	1.4611	1.4612	1.4597	1.4581	1.4662	1.4674	1.4714	1.4713	1.4617
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4765	0.4763	0.4759	0.4753	0.4753	0.4749	0.4744	0.0000	0.1910	0.0077	0.0077	0.7608
Ce	0.0450	0.0899	0.1573	0.2489	0.3226	0.4036	0.4926	0.0000	0.0000	0.0045	0.0090	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3914	0.1175	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7168	47.7005	47.6764	47.6447	47.6120	47.5831	47.5512	47.7522	47.7904	47.9004	47.8987	47.6315
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4510	10.4453	10.4366	10.4250	10.4255	10.4150	10.4036	10.4610	10.4701	10.4985	10.4979	10.4290
Mg+Ca+Sr+Ba	2.0655	2.0644	2.0627	2.0603	2.0605	2.0584	2.0561	2.0675	2.0693	2.0749	2.0748	2.0612
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.4648	1.4640	1.4628	1.4611	1.4612	1.4597	1.4581	1.4662	1.4674	1.4714	1.4713	1.4617
Ce/Sn	0.0944	0.1887	0.3305	0.5195	0.6787	0.8499	1.0384	-	0.0000	0.5844	-	0.0000
Sr+Ce	0.5215	0.5662	0.6332	0.7222	0.7979	0.8785	0.9670	0.0000	0.1910	0.0122	0.0167	0.7608
Si+Al	37.7804	37.7596	37.7283	37.6867	37.6429	37.6053	37.5640	37.8617	37.8943	38.0426	38.0406	37.6558
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート(nm/分)	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07

[0287]

[表 3]

成分		3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13
(モル%)	SiO ₂	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	Al ₂ O ₃	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Li ₂ O	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
	Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(質量%)	外割り	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
	Sn ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
(モル%)	SnO ₂ +CaO ₂	0.100	0.101	0.105	0.110	0.150	0.200	0.200	0.201	0.205	0.210	0.250	0.300	0.400
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
池のランク		D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分		3-14	3-15	3-16	3-17	3-18	3-19	3-20	3-21	3-22	3-23	3-24	3-25	3-26
(モル%)	SiO ₂	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	Al ₂ O ₃	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Li ₂ O	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
	Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
(モル%)	SnO ₂ +CeO ₂	0.250	0.251	0.255	0.260	0.300	0.350	0.450	0.500	0.300	0.301	0.305	0.310	0.350
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
SiO ₂ +Al ₂ O ₃		78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
池のランク		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

(モル%)	成分	3-27	3-28	3-29	3-30	3-31	3-32	3-33	3-34	3-35	3-36	3-37	3-38	3-39
		72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	SiO ₂	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Al ₂ O ₃	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
	Li ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.400	0.500	0.600	0.400	0.401	0.405	0.410	0.450	0.500	0.600	0.700	0.800	0.500
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
	泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分		3-40	3-41	3-42	3-43	3-44	3-45	3-46	3-47	3-48	3-49	3-50	3-51	3-52
(モル%)	SiO ₂	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	Al ₂ O ₃	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Li ₂ O	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
	Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	SnO ₂ +CeO ₂	0.501	0.505	0.510	0.550	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	0.600	0.601	0.605	0.610
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
泡のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

(モル%)	成分	3-53	3-54	3-55	3-56	3-57	3-58	3-59	比較例3-1	比較例3-2	比較例3-3	比較例3-4	比較例3-5
		72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
	SiO ₂	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	Al ₂ O ₃	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
	Li ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.650	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	0.000	0.250	1.000	1.000	2.000
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0	78.0
	泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

成分(質量%)	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	3-6	3-7	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-13
Si	33.2503	33.2500	33.2486	33.2470	33.2337	33.2171	33.2172	33.2169	33.2155	33.2139	33.2006	33.1707	33.1511
Al	5.3239	5.3238	5.3236	5.3234	5.3212	5.3186	5.3186	5.3185	5.3183	5.3181	5.3159	5.3185	5.3080
Li	1.8489	1.8489	1.8488	1.8487	1.8480	1.8471	1.8471	1.8471	1.8470	1.8469	1.8462	1.8471	1.8434
Na	7.8628	7.8627	7.8624	7.8620	7.8589	7.8550	7.8550	7.8549	7.8546	7.8542	7.8511	7.8549	7.8394
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	1.6475	1.6475	1.6474	1.6473	1.6467	1.6459	1.6459	1.6458	1.6458	1.6457	1.6450	1.6458	1.6426
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3500	1.3500	1.3499	1.3499	1.3493	1.3486	1.3487	1.3486	1.3486	1.3485	1.3480	1.3486	1.3460
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0786	0.0786	0.0786	0.0786	0.0785	0.0785	0.1569	0.1569	0.1569	0.1569	0.1568	0.1569	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0407	0.0813	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0813	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.6380	48.6377	48.6366	48.6350	48.6230	48.6079	48.6106	48.6105	48.6092	48.6077	48.5957	48.5762	48.5508
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	99.9999	100.0000	100.0000
Li+Na+K	9.7117	9.7116	9.7112	9.7107	9.7069	9.7021	9.7021	9.7020	9.7016	9.7011	9.6973	9.7020	9.6828
Mg+Ca+Sr+Ba	1.6475	1.6475	1.6474	1.6473	1.6467	1.6459	1.6459	1.6458	1.6458	1.6457	1.6450	1.6458	1.6426
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.3500	1.3500	1.3499	1.3499	1.3493	1.3486	1.3487	1.3486	1.3486	1.3485	1.3480	1.3486	1.3460
Ce/Sn	0.0000	0.0102	0.0522	0.1031	0.5185	1.0357	0.0000	0.0051	0.0261	0.0516	0.2589	0.5182	1.0364
Sn+Ce	0.0786	0.0794	0.0827	0.0867	0.1192	0.1598	0.1569	0.1577	0.1610	0.1650	0.1974	0.2382	0.3187
Si+Al	38.5742	38.5738	38.5722	38.5704	38.5549	38.5357	38.5358	38.5354	38.5338	38.5320	38.5165	38.4892	38.4591
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分(質量%)	3-14	3-15	3-16	3-17	3-18	3-19	3-20	3-21	3-22	3-23	3-24	3-25	3-26
Si	33.2007	33.2003	33.1990	33.1974	33.1707	33.1542	30.3850	30.3700	30.4303	30.4300	30.4288	30.4273	30.4152
Al	5.3159	5.3159	5.3157	5.3154	5.3185	5.3159	8.1134	8.1094	8.1255	8.1254	8.1251	8.1247	8.1215
Li	1.8462	1.8461	1.8461	1.8460	1.8471	1.8461	1.8376	1.8367	1.8404	1.8403	1.8403	1.8402	1.8394
Na	7.8511	7.8510	7.8507	7.8503	7.8549	7.8510	8.4159	8.4118	8.4285	8.4284	8.4281	8.4276	8.4243
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	1.6450	1.6450	1.6450	1.6449	1.6458	1.6450	1.5064	1.5057	1.5087	1.5087	1.5086	1.5085	1.5079
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3480	1.3480	1.3479	1.3478	1.3486	1.3480	1.3417	1.3411	1.3437	1.3437	1.3437	1.3436	1.3431
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1960	0.1960	0.1960	0.1960	0.1961	0.1960	0.1950	0.1948	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2343
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1616	0.2019	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081	0.0405
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.5971	48.5969	48.5955	48.5941	48.5777	48.5626	48.0434	48.0286	48.0885	48.0883	48.0870	48.0856	48.0738
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	9.6973	9.6971	9.6968	9.6963	9.7020	9.6971	10.2535	10.2485	10.2689	10.2687	10.2684	10.2678	10.2637
Mg+Ca+Sr+Ba	1.6450	1.6450	1.6450	1.6449	1.6458	1.6450	1.5064	1.5057	1.5087	1.5087	1.5086	1.5085	1.5079
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.3480	1.3480	1.3479	1.3478	1.3486	1.3480	1.3417	1.3411	1.3437	1.3437	1.3437	1.3436	1.3431
Ce/Sn	0.0000	0.0041	0.0209	0.0413	0.2070	0.4143	0.8287	1.0364	0.0000	0.0034	0.0171	0.0346	0.1729
Sn+Ce	0.1960	0.1968	0.2001	0.2041	0.2367	0.2772	0.3566	0.3967	0.2344	0.2352	0.2384	0.2425	0.2748
Si+Al	38.5166	38.5162	38.5147	38.5128	38.4892	38.4701	38.4984	38.4794	38.5558	38.5554	38.5539	38.5520	38.5367
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分(質量%)	3-27	3-28	3-29	3-30	3-31	3-32	3-33	3-34	3-35	3-36	3-37	3-38	3-39
Si	30.4001	30.3700	30.3239	30.4002	30.3999	30.3987	30.3972	30.3851	30.3701	30.3240	30.2940	30.2641	30.3702
Al	8.1175	8.1094	8.1093	8.1175	8.1174	8.1171	8.1167	8.1135	8.1094	8.1094	8.1014	8.0934	8.1095
Li	1.8385	1.8367	1.8367	1.8385	1.8385	1.8385	1.8384	1.8376	1.8367	1.8367	1.8349	1.8331	1.8367
Na	8.4201	8.4118	8.4117	8.4201	8.4201	8.4197	8.4193	8.4160	8.4118	8.4117	8.4034	8.3951	8.4118
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	1.5072	1.5057	1.5057	1.5072	1.5072	1.5071	1.5070	1.5065	1.5057	1.5057	1.5042	1.5027	1.5057
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3424	1.3411	1.3411	1.3424	1.3424	1.3424	1.3423	1.3418	1.3411	1.3411	1.3398	1.3384	1.3411
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2341	0.2338	0.2337	0.3122	0.3122	0.3121	0.3121	0.3119	0.3117	0.3116	0.3112	0.3108	0.3897
Ce	0.0809	0.1615	0.2422	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081	0.0404	0.0808	0.1615	0.2419	0.3220	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.0592	48.0300	47.9957	48.0619	48.0615	48.0604	48.0589	48.0472	48.0327	47.9983	47.9692	47.9404	48.0353
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.2586	10.2485	10.2484	10.2586	10.2586	10.2582	10.2577	10.2536	10.2485	10.2484	10.2383	10.2282	10.2485
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5072	1.5057	1.5057	1.5072	1.5072	1.5071	1.5070	1.5065	1.5057	1.5057	1.5042	1.5027	1.5057
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.3424	1.3411	1.3411	1.3424	1.3424	1.3424	1.3423	1.3418	1.3411	1.3411	1.3398	1.3384	1.3411
Ce/Sn	0.3456	0.6908	1.0364	0.0000	0.0026	0.0128	0.0260	0.1295	0.2592	0.5183	0.7773	1.0360	0.0000
Sn+Ce	0.3150	0.3953	0.4759	0.3122	0.3130	0.3161	0.3202	0.3523	0.3925	0.4731	0.5531	0.6328	0.3897
Si+Al	38.5176	38.4794	38.4332	38.5177	38.5173	38.5158	38.5139	38.4986	38.4795	38.4334	38.3954	38.3575	38.4797
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分(質量%)	3-40	3-41	3-42	3-43	3-44	3-45	3-46	3-47	3-48	3-49	3-50	3-51	3-52
Si	30.3699	30.3687	30.3511	30.3391	30.3241	30.2941	30.2642	30.2344	30.1885	30.3241	30.3238	30.3226	30.3211
Al	8.1094	8.1091	8.1166	8.1134	8.1094	8.1014	8.0934	8.0854	8.0854	8.1094	8.1093	8.1090	8.1086
Li	1.8367	1.8366	1.8383	1.8376	1.8367	1.8349	1.8331	1.8313	1.8313	1.8367	1.8367	1.8366	1.8365
Na	8.4117	8.4114	8.4192	8.4159	8.4117	8.4034	8.3951	8.3869	8.3868	8.4118	8.4117	8.4114	8.4109
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	1.5057	1.5056	1.5070	1.5064	1.5057	1.5042	1.5027	1.5012	1.5012	1.5057	1.5057	1.5056	1.5056
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3411	1.3410	1.3423	1.3417	1.3411	1.3398	1.3384	1.3371	1.3371	1.3411	1.3411	1.3410	1.3410
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3896	0.3896	0.3900	0.3898	0.3895	0.3890	0.3885	0.3879	0.3878	0.4674	0.4674	0.4674	0.4673
Ce	0.0008	0.0040	0.0081	0.0404	0.0807	0.1612	0.2415	0.3216	0.4019	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.0351	48.0340	48.0274	48.0157	48.0011	47.9720	47.9431	47.9142	47.8800	48.0038	48.0035	48.0024	48.0009
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.2484	10.2480	10.2575	10.2535	10.2484	10.2383	10.2282	10.2182	10.2181	10.2485	10.2484	10.2480	10.2474
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5057	1.5056	1.5070	1.5064	1.5057	1.5042	1.5027	1.5012	1.5012	1.5057	1.5057	1.5056	1.5056
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.3411	1.3410	1.3423	1.3417	1.3411	1.3398	1.3384	1.3371	1.3371	1.3411	1.3411	1.3410	1.3410
Ce/Sn	0.0021	0.0103	0.0208	0.1036	0.2072	0.4144	0.6216	0.8291	1.0364	0.0000	0.0017	0.0086	0.0173
Sn+Ce	0.3904	0.3936	0.3981	0.4302	0.4702	0.5502	0.6300	0.7095	0.7897	0.4674	0.4682	0.4714	0.4754
Si+Al	38.4793	38.4778	38.4677	38.4525	38.4335	38.3955	38.3576	38.3198	38.2739	38.4335	38.4331	38.4316	38.4297
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分(質量%)	3-53	3-54	3-55	3-56	3-57	3-58	3-59	比較例3-1	比較例3-2	比較例3-3	比較例3-4	比較例3-5
Si	30.3092	30.2942	30.2643	30.2345	30.1886	30.1589	30.1293	30.3700	30.4005	30.5326	30.5311	30.1890
Al	8.1054	8.1014	8.0934	8.0854	8.0854	8.0775	8.0695	8.1094	8.1175	8.1405	8.1401	8.0855
Li	1.8358	1.8349	1.8331	1.8313	1.8313	1.8295	1.8277	1.8367	1.8386	1.8438	1.8437	1.8313
Na	8.4076	8.4035	8.3952	8.3869	8.3869	8.3786	8.3704	8.4118	8.4202	8.4440	8.4436	8.3870
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	1.5050	1.5042	1.5027	1.5012	1.5012	1.4998	1.4983	1.5057	1.5072	1.5115	1.5114	1.5013
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3404	1.3398	1.3384	1.3371	1.3371	1.3358	1.3345	1.3411	1.3424	1.3462	1.3462	1.3371
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4671	0.4668	0.4661	0.4655	0.4654	0.4647	0.4641	0.0000	0.1952	0.0078	0.0078	0.7754
Ce	0.0403	0.0806	0.1610	0.2412	0.3215	0.4013	0.4809	0.0000	0.0000	0.0041	0.0081	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4137	0.1234	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9892	47.9746	47.9458	47.9169	47.8826	47.8539	47.8253	48.0116	48.0550	48.1695	48.1680	47.8934
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.2434	10.2384	10.2283	10.2182	10.2182	10.2081	10.1981	10.2485	10.2588	10.2878	10.2873	10.2183
Mg+Ca+Sr+Ba	1.5050	1.5042	1.5027	1.5012	1.5012	1.4998	1.4983	1.5057	1.5072	1.5115	1.5114	1.5013
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.3404	1.3398	1.3384	1.3371	1.3371	1.3358	1.3345	1.3411	1.3424	1.3462	1.3462	1.3371
Ce/Sn	0.0863	0.1727	0.3454	0.5182	0.6908	0.8636	1.0362	—	0.0000	0.5256	—	0.0000
Sn+Ce	0.5074	0.5474	0.6271	0.7067	0.7869	0.8660	0.9450	0.0000	0.1952	0.0119	0.0159	0.7754
Si+Al	38.4146	38.3956	38.3577	38.3199	38.2740	38.2364	38.1988	38.4794	38.5180	38.6731	38.6712	38.2745
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

[0288] [表 4]

成分		4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13
(モル%)	SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
	Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Li ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Na ₂ O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	MgO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	SrO	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(質量%)	外割り SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
泡のランク		D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分		4-14	4-15	4-16	4-17	4-18	4-19	4-20	4-21	4-22	4-23	4-24	4-25	4-26
(モル%)	SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
	Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Li ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Na ₂ O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	MgO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	SrO	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
泡のランク		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分		4-27	4-28	4-29	4-30	4-31	4-32	4-33	4-34	4-35	4-36	4-37	4-38	4-39
(モル%)	SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
	Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Li ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Na ₂ O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	MgO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	SrO	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SrO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
(モル%)	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃		76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
泡のランク		A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分		4-40	4-41	4-42	4-43	4-44	4-45	4-46	4-47	4-48	4-49	4-50	4-51	4-52
(モル%)	SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
	Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Li ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Na ₂ O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	MgO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	SrO	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
泡のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分		4-53	4-54	4-55	4-56	4-57	4-58	4-59	比較例4-1	比較例4-2	比較例4-3	比較例4-4	比較例4-5
(モル%)	SiO ₂	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0	69.0
	Al ₂ O ₃	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
	Li ₂ O	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
	Na ₂ O	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5	11.5
	K ₂ O	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	MgO	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	CaO	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	SrO	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
(モル%)	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0
泡のランク		C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

成分(質量%)	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-10	4-11	4-12	4-13
Si	31.4964	31.4961	31.4948	31.4933	31.4807	31.4501	31.4501	31.4498	31.4486	31.4470	31.4345	31.4188	31.3875
Al	6.1394	6.1393	6.1391	6.1388	6.1363	6.1392	6.1393	6.1392	6.1390	6.1386	6.1362	6.1331	6.1270
Li	1.8050	1.8050	1.8049	1.8048	1.8041	1.8049	1.8049	1.8049	1.8049	1.8048	1.8040	1.8031	1.8013
Na	8.5939	8.5939	8.5935	8.5931	8.5896	8.5937	8.5938	8.5937	8.5933	8.5929	8.5895	8.5852	8.5767
K	0.1271	0.1271	0.1271	0.1271	0.1270	0.1271	0.1271	0.1271	0.1271	0.1271	0.1270	0.1270	0.1268
Mg	0.3950	0.3950	0.3950	0.3950	0.3948	0.3950	0.3950	0.3950	0.3950	0.3950	0.3948	0.3946	0.3942
Ca	1.3028	1.3028	1.3027	1.3026	1.3021	1.3027	1.3027	1.3027	1.3027	1.3026	1.3021	1.3014	1.3001
Sr	0.5696	0.5696	0.5696	0.5696	0.5693	0.5696	0.5696	0.5696	0.5696	0.5696	0.5693	0.5691	0.5685
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3344	1.3344	1.3343	1.3343	1.3337	1.3344	1.3344	1.3343	1.3343	1.3342	1.3337	1.3330	1.3317
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.2901	0.2901	0.2901	0.2901	0.2900	0.2901	0.2901	0.2901	0.2901	0.2901	0.2899	0.2898	0.2895
Sn	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.1570	0.1570	0.1570	0.1569	0.1569	0.1568	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0407	0.0813	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8678	47.8674	47.8663	47.8647	47.8532	47.8334	47.8360	47.8358	47.8343	47.8331	47.8215	47.8069	47.7780
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.5260	10.5260	10.5255	10.5250	10.5207	10.5257	10.5258	10.5257	10.5253	10.5248	10.5205	10.5153	10.5048
Mg+Ca+Sr+Ba	2.2674	2.2674	2.2673	2.2672	2.2662	2.2673	2.2673	2.2673	2.2673	2.2672	2.2662	2.2651	2.2628
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.6245	1.6245	1.6244	1.6244	1.6237	1.6245	1.6245	1.6244	1.6244	1.6243	1.6236	1.6228	1.6212
Ce/Sn	0.0000	0.0102	0.0522	0.1032	0.5185	1.0357	0.0000	0.0051	0.0261	0.0516	0.2588	0.5179	1.0364
Si+Al	37.6358	37.6354	37.6339	37.6321	37.6170	37.5893	37.5894	37.5890	37.5876	37.5856	37.5707	37.5519	37.5145
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分(質量%)	4-14	4-15	4-16	4-17	4-18	4-19	4-20	4-21	4-22	4-23	4-24	4-25	4-26
Si	31.4345	31.4342	31.4329	31.4314	31.4188	31.4032	31.3720	31.3564	31.4189	31.4186	31.4173	31.4157	31.4032
Al	6.1362	6.1361	6.1359	6.1356	6.1331	6.1301	6.1240	6.1210	6.1332	6.1331	6.1329	6.1325	6.1301
Li	1.8040	1.8040	1.8040	1.8039	1.8031	1.8022	1.8005	1.7996	1.8031	1.8031	1.8031	1.8030	1.8023
Na	8.5895	8.5894	8.5891	8.5886	8.5852	8.5809	8.5724	8.5681	8.5852	8.5851	8.5848	8.5844	8.5810
K	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1269	0.1268	0.1267	0.1270	0.1270	0.1270	0.1270	0.1269
Mg	0.3948	0.3948	0.3948	0.3948	0.3946	0.3944	0.3940	0.3938	0.3946	0.3946	0.3946	0.3946	0.3944
Ca	1.3021	1.3021	1.3020	1.3020	1.3014	1.3008	1.2995	1.2989	1.3014	1.3014	1.3014	1.3013	1.3008
Sr	0.5693	0.5693	0.5693	0.5693	0.5691	0.5688	0.5682	0.5679	0.5691	0.5690	0.5690	0.5690	0.5688
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3337	1.3337	1.3336	1.3336	1.3330	1.3324	1.3310	1.3304	1.3330	1.3330	1.3330	1.3329	1.3324
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.2899	0.2899	0.2899	0.2899	0.2898	0.2897	0.2894	0.2892	0.2898	0.2898	0.2898	0.2898	0.2897
Sn	0.1961	0.1961	0.1961	0.1960	0.1959	0.1958	0.1955	0.1954	0.2351	0.2351	0.2351	0.2351	0.2350
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1621	0.2025	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081	0.0406
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8229	47.8226	47.8213	47.8198	47.8084	47.7936	47.7646	47.7501	47.8096	47.8094	47.8080	47.8066	47.7948
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.5205	10.5204	10.5201	10.5195	10.5153	10.5100	10.4997	10.4944	10.5153	10.5152	10.5149	10.5144	10.5102
Mg+Ca+Sr+Ba	2.2662	2.2662	2.2661	2.2661	2.2651	2.2640	2.2617	2.2606	2.2651	2.2650	2.2650	2.2649	2.2640
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.6236	1.6236	1.6235	1.6235	1.6228	1.6221	1.6204	1.6196	1.6228	1.6228	1.6228	1.6227	1.6221
Ce/Sn	0.0000	0.0041	0.0209	0.0413	0.2072	0.4147	0.8292	1.0363	0.0000	0.0034	0.0170	0.0345	0.1728
Si+Al	37.5707	37.5703	37.5688	37.5670	37.5519	37.5333	37.4960	37.4774	37.5521	37.5517	37.5502	37.5482	37.5333
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分(質量%)	4-27	4-28	4-29	4-30	4-31	4-32	4-33	4-34	4-35	4-36	4-37	4-38	4-39
Si	31.3876	31.3564	31.3103	31.3877	31.3874	31.3861	31.3846	31.3721	31.3565	31.3104	31.2794	31.2484	31.3566
Al	6.1271	6.1210	6.1208	6.1271	6.1270	6.1268	6.1265	6.1240	6.1210	6.1209	6.1148	6.1088	6.1210
Li	1.8014	1.7996	1.7995	1.8014	1.8013	1.8013	1.8012	1.8005	1.7996	1.7995	1.7978	1.7960	1.7996
Na	8.5767	8.5682	8.5680	8.5767	8.5766	8.5763	8.5759	8.5724	8.5682	8.5680	8.5595	8.5511	8.5682
K	0.1268	0.1267	0.1267	0.1268	0.1268	0.1268	0.1268	0.1268	0.1267	0.1267	0.1266	0.1265	0.1267
Mg	0.3942	0.3938	0.3938	0.3942	0.3942	0.3942	0.3942	0.3940	0.3938	0.3938	0.3934	0.3931	0.3938
Ca	1.3001	1.2989	1.2988	1.3002	1.3001	1.3001	1.3000	1.2995	1.2989	1.2988	1.2975	1.2963	1.2989
Sr	0.5685	0.5679	0.5679	0.5685	0.5685	0.5685	0.5684	0.5682	0.5679	0.5679	0.5673	0.5668	0.5679
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3317	1.3304	1.3304	1.3317	1.3317	1.3316	1.3316	1.3310	1.3304	1.3304	1.3290	1.3277	1.3304
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.2895	0.2892	0.2892	0.2895	0.2895	0.2895	0.2895	0.2894	0.2892	0.2892	0.2889	0.2886	0.2892
Sn	0.2348	0.2345	0.2344	0.3131	0.3131	0.3130	0.3130	0.3128	0.3126	0.3125	0.3121	0.3117	0.3908
Ce	0.0811	0.1620	0.2429	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0405	0.0810	0.1619	0.2425	0.3230	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7805	47.7514	47.7173	47.7831	47.7830	47.7817	47.7802	47.7688	47.7542	47.7200	47.6912	47.6620	47.7569
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.5049	10.4945	10.4942	10.5049	10.5047	10.5044	10.5039	10.4997	10.4945	10.4942	10.4839	10.4736	10.4945
Mg+Ca+Sr+Ba	2.2628	2.2606	2.2605	2.2629	2.2628	2.2628	2.2626	2.2617	2.2606	2.2605	2.2582	2.2562	2.2606
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.6212	1.6196	1.6196	1.6212	1.6212	1.6211	1.6211	1.6204	1.6196	1.6196	1.6179	1.6163	1.6196
Ce/Sn	0.3454	0.6908	1.0363	0.0000	0.0026	0.0131	0.0259	0.1295	0.2591	0.5181	0.7770	1.0363	0.0000
Si+Al	37.5147	37.4774	37.4311	37.5148	37.5144	37.5129	37.5111	37.4961	37.4775	37.4313	37.3942	37.3572	37.4776
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分(質量%)	4-40	4-41	4-42	4-43	4-44	4-45	4-46	4-47	4-48	4-49	4-50	4-51	4-52
Si	31.3563	31.3551	31.3535	31.3260	31.3105	31.2795	31.2485	31.2177	31.1718	31.3106	31.3103	31.3090	31.3075
Al	6.1209	6.1207	6.1204	6.1239	6.1209	6.1148	6.1088	6.1027	6.1026	6.1209	6.1208	6.1206	6.1203
Li	1.7996	1.7995	1.7994	1.8004	1.7995	1.7978	1.7960	1.7942	1.7942	1.7995	1.7995	1.7995	1.7994
Na	8.5681	8.5678	8.5674	8.5723	8.5680	8.5596	8.5511	8.5426	8.5425	8.5681	8.5680	8.5676	8.5672
K	0.1267	0.1267	0.1267	0.1268	0.1267	0.1266	0.1265	0.1263	0.1263	0.1267	0.1267	0.1267	0.1267
Mg	0.3938	0.3938	0.3938	0.3940	0.3938	0.3934	0.3931	0.3927	0.3927	0.3938	0.3938	0.3938	0.3938
Ca	1.2989	1.2988	1.2987	1.2995	1.2988	1.2976	1.2963	1.2950	1.2950	1.2988	1.2988	1.2988	1.2987
Sr	0.5679	0.5679	0.5679	0.5682	0.5679	0.5674	0.5668	0.5662	0.5662	0.5679	0.5679	0.5679	0.5679
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3304	1.3303	1.3303	1.3310	1.3304	1.3290	1.3277	1.3264	1.3264	1.3304	1.3304	1.3303	1.3302
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.2892	0.2892	0.2892	0.2894	0.2892	0.2889	0.2887	0.2884	0.2884	0.2892	0.2892	0.2892	0.2892
Sn	0.3908	0.3908	0.3907	0.3910	0.3906	0.3900	0.3896	0.3891	0.3889	0.4687	0.4687	0.4687	0.4687
Ce	0.0008	0.0040	0.0080	0.0405	0.0810	0.1617	0.2422	0.3225	0.4030	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7566	47.7554	47.7540	47.7370	47.7227	47.6937	47.6647	47.6362	47.6020	47.7254	47.7251	47.7239	47.7223
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4944	10.4940	10.4935	10.4995	10.4942	10.4840	10.4736	10.4631	10.4630	10.4943	10.4942	10.4938	10.4933
Mg+Ca+Sr+Ba	2.2606	2.2605	2.2604	2.2617	2.2605	2.2584	2.2562	2.2539	2.2539	2.2605	2.2605	2.2605	2.2604
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.6196	1.6195	1.6195	1.6204	1.6196	1.6179	1.6164	1.6148	1.6148	1.6196	1.6196	1.6195	1.6194
Ce/Sn	0.0020	0.0102	0.0205	0.1036	0.2074	0.4146	0.6217	0.8288	1.0363	0.0000	0.0017	0.0085	0.0173
Si+Al	37.4772	37.4758	37.4739	37.4499	37.4314	37.3943	37.3573	37.3204	37.2744	37.4315	37.4311	37.4296	37.4278
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分(質量%)	4-53	4-54	4-55	4-56	4-57	4-58	4-59	比較例4-1	比較例4-2	比較例4-3	比較例4-4	比較例4-5
Si	31.2951	31.2796	31.2486	31.2178	31.1719	31.1412	31.1417	31.3567	31.3870	31.5231	31.5215	31.1723
Al	6.1179	6.1148	6.1088	6.1028	6.1027	6.0966	6.0967	6.1210	6.1269	6.1446	6.1443	6.1027
Li	1.7987	1.7978	1.7960	1.7942	1.7942	1.7924	1.7924	1.7996	1.8013	1.8065	1.8064	1.7942
Na	8.5638	8.5596	8.5511	8.5427	8.5425	8.5341	8.4600	8.5682	8.5765	8.6012	8.6008	8.5426
K	0.1266	0.1266	0.1265	0.1263	0.1263	0.1262	0.1262	0.1267	0.1268	0.1272	0.1272	0.1263
Mg	0.3936	0.3934	0.3931	0.3927	0.3927	0.3923	0.3923	0.3938	0.3942	0.3954	0.3953	0.3927
Ca	1.2982	1.2976	1.2963	1.2950	1.2950	1.2937	1.2937	1.2989	1.3001	1.3039	1.3038	1.2950
Sr	0.5676	0.5674	0.5668	0.5662	0.5662	0.5657	0.5657	0.5679	0.5685	0.5701	0.5701	0.5662
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.3297	1.3291	1.3277	1.3264	1.3264	1.3251	1.3251	1.3304	1.3317	1.3355	1.3355	1.3264
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.2891	0.2889	0.2887	0.2884	0.2884	0.2881	0.2881	0.2892	0.2895	0.2903	0.2903	0.2884
Sn	0.4684	0.4680	0.4675	0.4668	0.4667	0.4660	0.4659	0.0000	0.1957	0.0079	0.0079	0.7776
Ce	0.0404	0.0808	0.1615	0.2419	0.3224	0.4024	0.4828	0.0000	0.0000	0.0041	0.0081	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4143	0.1264	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.7109	47.6964	47.6674	47.6388	47.6046	47.5762	47.5694	47.7333	47.7754	47.8902	47.8888	47.6156
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	10.4891	10.4840	10.4736	10.4632	10.4630	10.4527	10.3786	10.4945	10.5046	10.5349	10.5344	10.4631
Mg+Ca+Sr+Ba	2.2594	2.2584	2.2562	2.2539	2.2539	2.2517	2.2517	2.2606	2.2628	2.2694	2.2692	2.2539
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	1.6188	1.6180	1.6164	1.6148	1.6148	1.6132	1.6132	1.6196	1.6212	1.6258	1.6258	1.6148
Ce/Sn	0.0863	0.1726	0.3455	0.5182	0.6908	0.8635	1.0363	-	0.0000	0.5190	-	0.0000
Si+Al	37.4130	37.3944	37.3574	37.3206	37.2746	37.2378	37.2384	37.4777	37.5139	37.6677	37.6658	37.2750
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

[0289] [表 5]

成分		5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11	5-12	5-13
(モル%)	SiO ₂	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7
	B ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Al ₂ O ₃	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	Li ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	Na ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	La ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.1000	0.1010	0.1050	0.1100	0.1500	0.2000	0.2000	0.2010	0.2050	0.2100	0.2500	0.3000	0.4000
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
泡のランク		D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分		5-14	5-15	5-16	5-17	5-18	5-19	5-20	5-21	5-22	5-23	5-24	5-25	5-26
(モル%)	SiO ₂	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7
	B ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Al ₂ O ₃	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	Li ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	Na ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	La ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.2500	0.2510	0.2550	0.2600	0.3000	0.3500	0.4500	0.5000	0.3000	0.3010	0.3050	0.3100	0.3500
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
泡のランク		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分		5-27	5-28	5-29	5-30	5-31	5-32	5-33	5-34	5-35	5-36	5-37	5-38	5-39
(モル%)	SiO ₂	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7
	B ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Al ₂ O ₃	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	Li ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	Na ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	La ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(質量%)	外割り SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.4000	0.5000	0.6000	0.4000	0.4010	0.4050	0.4100	0.4500	0.5000	0.6000	0.7000	0.8000	0.5000
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
泡のランク		A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分		5-40	5-41	5-42	5-43	5-44	5-45	5-46	5-47	5-48	5-49	5-50	5-51	5-52
(モル%)	SiO ₂	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7
	B ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Al ₂ O ₃	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	Li ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	Na ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	La ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	SnO ₂ +CeO ₂	0.5010	0.5050	0.5100	0.5500	0.6000	0.7000	0.8000	0.9000	1.0000	0.6000	0.6010	0.6050	0.6100
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
泡のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分		5-53	5-54	5-55	5-56	5-57	5-58	5-59	比較例5-1	比較例5-2	比較例5-3	比較例5-4	比較例5-5
(モル%)	SiO ₂	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7	68.7
	B ₂ O ₃	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	Al ₂ O ₃	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7	7.7
	Li ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	Na ₂ O	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	TiO ₂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	La ₂ O ₃	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.6500	0.7000	0.8000	0.9000	1.0000	1.1000	1.2000	0.0000	0.2500	1.0000	1.0000	2.0000
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4	76.4
泡のランク		C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

成分(質量%)	5-1	5-2	5-3	5-4	5-5	5-6	5-7	5-8	5-9	5-10	5-11	5-12	5-13
Si	30.1647	30.1644	30.1632	30.1617	30.1501	30.1199	30.1200	30.1197	30.1185	30.1170	30.1054	30.0908	30.0618
B	0.6761	0.6761	0.6760	0.6760	0.6757	0.6760	0.6760	0.6760	0.6760	0.6760	0.6757	0.6754	0.6747
Al	6.4960	6.4960	6.4957	6.4954	6.4929	6.4958	6.4958	6.4958	6.4955	6.4952	6.4927	6.4896	6.4833
Li	3.0384	3.0383	3.0382	3.0381	3.0369	3.0383	3.0383	3.0383	3.0381	3.0380	3.0368	3.0353	3.0324
Na	2.5159	2.5159	2.5158	2.5156	2.5147	2.5158	2.5158	2.5158	2.5157	2.5156	2.5146	2.5134	2.5110
K	1.3447	1.3447	1.3447	1.3446	1.3441	1.3447	1.3447	1.3447	1.3446	1.3446	1.3441	1.3434	1.3421
Mg	0.3800	0.3800	0.3800	0.3799	0.3798	0.3800	0.3800	0.3800	0.3799	0.3799	0.3798	0.3796	0.3792
Ca	1.2531	1.2531	1.2531	1.2530	1.2525	1.2531	1.2531	1.2531	1.2530	1.2530	1.2525	1.2519	1.2507
Sr	0.5479	0.5479	0.5479	0.5479	0.5477	0.5479	0.5479	0.5479	0.5479	0.5479	0.5476	0.5474	0.5469
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4262	1.4261	1.4261	1.4260	1.4255	1.4261	1.4261	1.4261	1.4261	1.4260	1.4254	1.4247	1.4234
Ti	1.1228	1.1228	1.1228	1.1227	1.1223	1.1228	1.1228	1.1228	1.1227	1.1227	1.1222	1.1217	1.1206
La	2.1626	2.1625	2.1624	2.1623	2.1615	2.1625	2.1625	2.1625	2.1624	2.1623	2.1614	2.1604	2.1583
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0761	0.0761	0.0761	0.0761	0.0761	0.0761	0.1522	0.1522	0.1522	0.1522	0.1521	0.1520	0.1518
Ce	0.0000	0.0008	0.0039	0.0079	0.0394	0.0789	0.0000	0.0008	0.0039	0.0079	0.0394	0.0788	0.1573
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7956	48.7953	48.7941	48.7927	48.7810	48.7621	48.7648	48.7645	48.7633	48.7619	48.7502	48.7356	48.7065
合計	100.0001	100.0000	100.0000	99.9999	100.0002	100.0000	100.0000	100.0002	99.9998	100.0002	99.9999	100.0000	100.0000
Li+Na+K	6.8990	6.8989	6.8987	6.8983	6.8957	6.8988	6.8988	6.8988	6.8984	6.8982	6.8955	6.8921	6.8855
Mg+Ca+Sr+Ba	2.1810	2.1810	2.1810	2.1808	2.1800	2.1810	2.1810	2.1810	2.1808	2.1808	2.1799	2.1789	2.1768
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	4.7116	4.7114	4.7113	4.7110	4.7093	4.7114	4.7114	4.7114	4.7112	4.7110	4.7090	4.7088	4.7023
Ce/Sn	0.0000	0.0105	0.0512	0.1038	0.5177	1.0368	0.0000	0.0053	0.0256	0.0519	0.2590	0.5184	1.0362
Sn+Ce	0.0761	0.0769	0.0800	0.0840	0.1155	0.1550	0.1522	0.1530	0.1561	0.1601	0.1915	0.2308	0.3091
Si+Al	36.6607	36.6604	36.6589	36.6571	36.6430	36.6157	36.6158	36.6155	36.6140	36.6122	36.5981	36.5804	36.5451
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分(質量%)	5-14	5-15	5-16	5-17	5-18	5-19	5-20	5-21	5-22	5-23	5-24	5-25	5-26
Si	30.1054	30.1051	30.1040	30.1025	30.0909	30.0763	30.0473	30.0329	30.0909	30.0906	30.0895	30.0880	30.0764
B	0.6757	0.6757	0.6757	0.6757	0.6754	0.6751	0.6744	0.6741	0.6754	0.6754	0.6754	0.6753	0.6751
Al	6.4927	6.4926	6.4924	6.4921	6.4896	6.4864	6.4802	6.4771	6.4896	6.4895	6.4893	6.4890	6.4864
Li	3.0368	3.0368	3.0367	3.0365	3.0353	3.0339	3.0310	3.0295	3.0354	3.0353	3.0352	3.0351	3.0339
Na	2.5146	2.5146	2.5145	2.5144	2.5134	2.5122	2.5098	2.5086	2.5134	2.5134	2.5133	2.5132	2.5122
K	1.3441	1.3440	1.3440	1.3439	1.3434	1.3428	1.3415	1.3408	1.3434	1.3434	1.3433	1.3433	1.3428
Mg	0.3798	0.3798	0.3798	0.3797	0.3796	0.3794	0.3790	0.3789	0.3796	0.3796	0.3796	0.3796	0.3794
Ca	1.2525	1.2525	1.2524	1.2524	1.2519	1.2513	1.2501	1.2495	1.2519	1.2519	1.2518	1.2518	1.2513
Sr	0.5476	0.5476	0.5476	0.5476	0.5474	0.5471	0.5466	0.5463	0.5474	0.5474	0.5474	0.5473	0.5471
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4254	1.4254	1.4254	1.4253	1.4247	1.4241	1.4227	1.4220	1.4247	1.4247	1.4247	1.4246	1.4241
Ti	1.1222	1.1222	1.1222	1.1221	1.1217	1.1212	1.1201	1.1195	1.1217	1.1217	1.1216	1.1216	1.1212
La	2.1615	2.1614	2.1613	2.1612	2.1604	2.1594	2.1573	2.1562	2.1604	2.1604	2.1603	2.1602	2.1594
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1901	0.1901	0.1901	0.1901	0.1900	0.1899	0.1896	0.1895	0.2280	0.2280	0.2280	0.2280	0.2278
Ce	0.0000	0.0008	0.0039	0.0079	0.0394	0.0787	0.1572	0.1964	0.0000	0.0008	0.0039	0.0079	0.0393
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7515	48.7512	48.7500	48.7486	48.7369	48.7224	48.6933	48.6788	48.7382	48.7379	48.7368	48.7353	48.7237
合計	99.9999	99.9998	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0001	100.0001	100.0000	100.0000	100.0001	100.0002	100.0001
Li+Na+K	6.8955	6.8954	6.8952	6.8948	6.8921	6.8889	6.8823	6.8789	6.8922	6.8921	6.8918	6.8916	6.8889
Mg+Ca+Sr+Ba	2.1799	2.1799	2.1798	2.1797	2.1789	2.1778	2.1757	2.1747	2.1789	2.1789	2.1788	2.1787	2.1778
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	4.7091	4.7090	4.7089	4.7086	4.7068	4.7047	4.7001	4.6977	4.7068	4.7068	4.7066	4.7064	4.7047
Ce/Sn	0.0000	0.0042	0.0205	0.0416	0.2074	0.4144	0.8291	1.0364	0.0000	0.0035	0.0171	0.0346	0.1725
Sn+Ce	0.1901	0.1909	0.1940	0.1980	0.2294	0.2686	0.3468	0.3859	0.2280	0.2288	0.2319	0.2359	0.2671
Si+Al	36.5981	36.5977	36.5964	36.5946	36.5805	36.5627	36.5275	36.5100	36.5805	36.5801	36.5788	36.5770	36.5628
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分(質量%)	5-27	5-28	5-29	5-30	5-31	5-32	5-33	5-34	5-35	5-36	5-37	5-38	5-39
Si	30.0619	30.0329	29.9883	30.0620	30.0617	30.0605	30.0591	30.0475	30.0330	29.9884	29.9596	29.9309	30.0331
B	0.6747	0.6741	0.6741	0.6747	0.6747	0.6747	0.6747	0.6744	0.6741	0.6741	0.6734	0.6728	0.6741
Al	6.4833	6.4771	6.4769	6.4833	6.4833	6.4830	6.4827	6.4802	6.4771	6.4769	6.4707	6.4645	6.4771
Li	3.0324	3.0295	3.0294	3.0324	3.0324	3.0323	3.0321	3.0310	3.0295	3.0294	3.0265	3.0236	3.0295
Na	2.5110	2.5086	2.5085	2.5110	2.5110	2.5109	2.5107	2.5098	2.5086	2.5085	2.5061	2.5037	2.5086
K	1.3421	1.3408	1.3408	1.3421	1.3421	1.3421	1.3420	1.3415	1.3408	1.3408	1.3395	1.3382	1.3408
Mg	0.3792	0.3789	0.3789	0.3792	0.3792	0.3792	0.3792	0.3791	0.3789	0.3789	0.3785	0.3781	0.3789
Ca	1.2507	1.2495	1.2494	1.2507	1.2507	1.2506	1.2506	1.2501	1.2495	1.2494	1.2482	1.2470	1.2495
Sr	0.5469	0.5463	0.5463	0.5469	0.5469	0.5468	0.5468	0.5466	0.5463	0.5463	0.5458	0.5453	0.5463
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4234	1.4220	1.4220	1.4234	1.4234	1.4233	1.4232	1.4227	1.4220	1.4220	1.4206	1.4192	1.4220
Ti	1.1206	1.1195	1.1195	1.1206	1.1206	1.1206	1.1205	1.1201	1.1195	1.1195	1.1184	1.1174	1.1195
La	2.1583	2.1562	2.1562	2.1583	2.1583	2.1582	2.1581	2.1573	2.1563	2.1562	2.1541	2.1521	2.1563
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2277	0.2274	0.2273	0.3036	0.3036	0.3036	0.3035	0.3034	0.3032	0.3031	0.3027	0.3023	0.3790
Ce	0.0786	0.1571	0.2355	0.0000	0.0008	0.0039	0.0079	0.0393	0.0785	0.1570	0.2352	0.3132	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7091	48.6801	48.6469	48.7118	48.7115	48.7103	48.7089	48.6972	48.6827	48.6495	48.6206	48.5918	48.6854
合計	99.9999	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000	100.0000	99.9999	100.0001	100.0001
Li+Na+K	6.8855	6.8789	6.8787	6.8855	6.8855	6.8853	6.8848	6.8823	6.8789	6.8787	6.8721	6.8655	6.8789
Mg+Ca+Sr+Ba	2.1768	2.1747	2.1746	2.1768	2.1768	2.1766	2.1766	2.1758	2.1747	2.1746	2.1725	2.1704	2.1747
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	4.7023	4.6977	4.6977	4.7023	4.7023	4.7021	4.7018	4.7001	4.6978	4.6977	4.6931	4.6887	4.6978
Ce/Sn	0.3452	0.6909	1.0361	0.0000	0.0026	0.0128	0.0260	0.1295	0.2589	0.5180	0.7770	1.0361	0.0000
Sn+Ce	0.3063	0.3845	0.4628	0.3036	0.3044	0.3075	0.3114	0.3427	0.3817	0.4601	0.5379	0.6155	0.3790
Si+Al	36.5452	36.5100	36.4652	36.5453	36.5450	36.5435	36.5418	36.5277	36.5101	36.4653	36.4303	36.3954	36.5102
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分(質量%)	5-40	5-41	5-42	5-43	5-44	5-45	5-46	5-47	5-48	5-49	5-50	5-51	5-52
Si	30.0328	30.0316	30.0302	30.0030	29.9885	29.9597	29.9310	29.9023	29.8718	29.9886	29.9883	29.9872	29.9857
B	0.6741	0.6741	0.6740	0.6744	0.6741	0.6734	0.6728	0.6721	0.6724	0.6741	0.6741	0.6740	0.6740
Al	6.4770	6.4768	6.4765	6.4801	6.4769	6.4707	6.4645	6.4583	6.4612	6.4770	6.4769	6.4766	6.4763
Li	3.0295	3.0294	3.0292	3.0309	3.0294	3.0265	3.0236	3.0207	3.0005	3.0294	3.0294	3.0293	3.0292
Na	2.5085	2.5084	2.5083	2.5097	2.5085	2.5081	2.5037	2.5013	2.5024	2.5085	2.5085	2.5084	2.5083
K	1.3408	1.3408	1.3407	1.3414	1.3408	1.3395	1.3382	1.3369	1.3375	1.3408	1.3408	1.3407	1.3407
Mg	0.3789	0.3789	0.3788	0.3790	0.3789	0.3785	0.3781	0.3778	0.3779	0.3789	0.3789	0.3788	0.3788
Ca	1.2495	1.2494	1.2494	1.2500	1.2494	1.2482	1.2471	1.2459	1.2464	1.2495	1.2494	1.2494	1.2493
Sr	0.5463	0.5463	0.5463	0.5466	0.5463	0.5458	0.5453	0.5447	0.5450	0.5463	0.5463	0.5463	0.5463
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4220	1.4219	1.4219	1.4227	1.4220	1.4206	1.4192	1.4179	1.4185	1.4220	1.4220	1.4219	1.4218
Ti	1.1195	1.1195	1.1194	1.1200	1.1195	1.1184	1.1174	1.1163	1.1168	1.1195	1.1195	1.1195	1.1194
La	2.1562	2.1562	2.1560	2.1572	2.1562	2.1541	2.1521	2.1500	2.1510	2.1562	2.1562	2.1561	2.1560
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3790	0.3789	0.3789	0.3791	0.3788	0.3783	0.3778	0.3773	0.3773	0.4546	0.4545	0.4545	0.4545
Ce	0.0008	0.0039	0.0079	0.0393	0.0785	0.1568	0.2349	0.3128	0.3910	0.0000	0.0008	0.0039	0.0078
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.6851	48.6839	48.6825	48.6666	48.6521	48.6232	48.5944	48.5657	48.5303	48.6547	48.6544	48.6533	48.6518
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	99.9999	99.9998	100.0001	100.0000	100.0000	100.0001	100.0000	99.9999	99.9999
Li+Na+K	6.8788	6.8786	6.8782	6.8820	6.8787	6.8721	6.8655	6.8589	6.8404	6.8787	6.8787	6.8784	6.8782
Mg+Ca+Sr+Ba	2.1747	2.1746	2.1745	2.1756	2.1746	2.1725	2.1705	2.1684	2.1693	2.1747	2.1746	2.1745	2.1744
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	4.6977	4.6976	4.6973	4.6999	4.6977	4.6931	4.6887	4.6842	4.6863	4.6977	4.6977	4.6975	4.6972
Ce/Sn	0.0021	0.0103	0.0208	0.1037	0.2072	0.4145	0.6218	0.8290	1.0363	0.0000	0.0018	0.0086	0.0172
Sn+Ce	0.3798	0.3828	0.3868	0.4184	0.4573	0.5351	0.6127	0.6901	0.7683	0.4546	0.4553	0.4584	0.4623
Si+Al	36.5098	36.5084	36.5067	36.4831	36.4654	36.4304	36.3955	36.3606	36.3330	36.4656	36.4652	36.4638	36.4620
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分(質量%)	5-53	5-54	5-55	5-56	5-57	5-58	5-59	比較例5-1	比較例5-2	比較例5-3	比較例5-4	比較例5-5
Si	29.9742	29.9598	29.9310	29.9024	29.8719	29.8434	29.8149	30.0329	30.0616	30.1895	30.1880	29.8723
B	0.6738	0.6734	0.6728	0.6721	0.6724	0.6718	0.6712	0.6741	0.6747	0.6766	0.6766	0.6724
Al	6.4738	6.4707	6.4645	6.4583	6.4612	6.4550	6.4488	6.4771	6.4833	6.5014	6.5010	6.4613
Li	3.0280	3.0265	3.0236	3.0207	3.0005	2.9976	2.9948	3.0295	3.0324	3.0409	3.0407	3.0005
Na	2.5073	2.5061	2.5037	2.5013	2.5024	2.5000	2.4976	2.5086	2.5110	2.5180	2.5178	2.5024
K	1.3402	1.3395	1.3382	1.3369	1.3375	1.3363	1.3350	1.3408	1.3421	1.3459	1.3458	1.3376
Mg	0.3787	0.3785	0.3781	0.3778	0.3779	0.3776	0.3772	0.3789	0.3792	0.3803	0.3803	0.3779
Ca	1.2489	1.2483	1.2471	1.2459	1.2464	1.2452	1.2440	1.2495	1.2507	1.2542	1.2541	1.2464
Sr	0.5481	0.5458	0.5453	0.5447	0.5450	0.5445	0.5439	0.5463	0.5469	0.5484	0.5484	0.5450
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	1.4213	1.4206	1.4192	1.4179	1.4185	1.4172	1.4158	1.4220	1.4234	1.4273	1.4273	1.4185
Ti	1.1190	1.1184	1.1174	1.1163	1.1168	1.1157	1.1147	1.1195	1.1206	1.1237	1.1237	1.1168
La	2.1552	2.1541	2.1521	2.1500	2.1510	2.1489	2.1468	2.1562	2.1583	2.1643	2.1642	2.1510
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4543	0.4540	0.4534	0.4528	0.4528	0.4522	0.4516	0.0000	0.1898	0.0076	0.0076	0.7545
Ce	0.0392	0.0784	0.1566	0.2346	0.3128	0.3905	0.4680	0.0000	0.0000	0.0039	0.0079	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4023	0.1216	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.6403	48.6258	48.5970	48.5683	48.5329	48.5043	48.4757	48.6623	48.7045	48.8181	48.8166	48.5433
合計	100.0003	99.9999	100.0000	100.0000	100.0000	100.0002	100.0000	100.0000	100.0001	100.0001	100.0000	99.9999
Li+Na+K	6.8755	6.8721	6.8655	6.8589	6.8404	6.8339	6.8274	6.8789	6.8855	6.9048	6.9043	6.8405
Mg+Ca+Sr+Ba	2.1737	2.1726	2.1705	2.1684	2.1693	2.1673	2.1651	2.1747	2.1768	2.1829	2.1828	2.1693
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	4.6955	4.6931	4.6887	4.6842	4.6863	4.6818	4.6773	4.6977	4.7023	4.7153	4.7152	4.6863
Ce/Sn	0.0863	0.1727	0.3454	0.5181	0.6908	0.8636	1.0363	-	0.0000	0.5132	-	0.0000
Sn+Ce	0.4935	0.5324	0.6100	0.6874	0.7656	0.8427	0.9196	0.0000	0.1898	0.0115	0.0155	0.7545
Si+Al	36.4480	36.4305	36.3955	36.3607	36.3331	36.2984	36.2637	36.5100	36.5449	36.6909	36.6890	36.3336
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

[0290]

[表 6]

成分 (モル%)	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	6-12	6-13
	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
B2O3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Al2O3	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
P2O5	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Li2O	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
Na2O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
K2O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO2	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
La2O3	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Nb2O5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ta2O5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SnO2	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200	0.200
CeO2	0.000	0.001	0.005	0.010	0.050	0.100	0.000	0.001	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200
Sb2O3	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
CeO2/SnO2	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
SnO2+CaO2	0.100	0.101	0.105	0.110	0.150	0.200	0.200	0.201	0.205	0.210	0.250	0.300	0.400
Li2O+Na2O+K2O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
MgO+CaO+SiO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO2+TiO2+La2O3+Nb2O5+Ta2O5+HfO2	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
SiO2+Al2O3	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
池のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

(モル%)	成分	6-14	6-15	6-16	6-17	6-18	6-19	6-20	6-21	6-22	6-23	6-24	6-25	6-26
		68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
	SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	B ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Al ₂ O ₃	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	P ₂ O ₅	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
	Li ₂ O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	Na ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	La ₂ O ₃	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Nb ₂ O ₅	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.300	0.300	0.300	0.300	0.300
	CeO ₂	0.000	0.001	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200	0.250	0.000	0.001	0.005	0.010	0.050
	Sb ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.250	0.251	0.255	0.260	0.300	0.350	0.450	0.500	0.300	0.301	0.305	0.310	0.350
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
	酒のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分		6-27	6-28	6-29	6-30	6-31	6-32	6-33	6-34	6-35	6-36	6-37	6-38	6-39
(モル%)	SiO ₂	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Al ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	P ₂ O ₅	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Li ₂ O	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
	Na ₂ O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	La ₂ O ₃	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Nb ₂ O ₅	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
外割り (質量%)	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO ₂	0.300	0.300	0.300	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.500
	CeO ₂	0.100	0.200	0.300	0.000	0.001	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400	0.000
	Sb ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
(モル%)	SnO ₂ +CeO ₂	0.400	0.500	0.600	0.400	0.401	0.405	0.410	0.450	0.500	0.600	0.700	0.800	0.500
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
池のランク		A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分		6-40	6-41	6-42	6-43	6-44	6-45	6-46	6-47	6-48	6-49	6-50	6-51	6-52
(モル%)	SiO ₂	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
	B ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Al ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	P ₂ O ₅	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	Li ₂ O	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
	Na ₂ O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	TiO ₂	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
	La ₂ O ₃	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Nb ₂ O ₅	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.600	0.600	0.600
	CeO ₂	0.001	0.005	0.010	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.000	0.001	0.005	0.010
	Sb ₂ O ₃	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	SnO ₂ +CeO ₂	0.501	0.505	0.510	0.550	0.600	0.700	0.800	0.900	1.000	0.600	0.601	0.605	0.610
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
池のランク		C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分 (モル%)	6-53	6-54	6-55	6-56	6-57	6-58	6-59	比較例6-1	比較例6-2	比較例6-3	比較例6-4	比較例6-5
	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6	68.6
SiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
B ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
Al ₂ O ₃	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
P ₂ O ₅	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3	15.3
Li ₂ O	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Na ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TiO ₂	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
La ₂ O ₃	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Nb ₂ O ₅	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.600	0.000	0.250	1.000	0.000	1.000
SnO ₂	0.050	0.100	0.200	0.300	0.400	0.500	0.600	0.000	0.000	0.000	1.000	1.000
CeO ₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.150	0.000	0.000	0.000
SrO ₂	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
CeO ₂ /SnO ₂	0.000	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	0.000	0.250	1.000	1.000	2.000
SnO ₂ +CeO ₂	0.650	0.700	0.800	0.900	1.000	1.100	1.200	0.000	0.250	1.000	1.000	2.000
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6	19.6
MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4	77.4
池のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

成分(質量%)	6-1	6-2	6-3	6-4	6-5	6-6	6-7	6-8	6-9	6-10	6-11	6-12	6-13
Si	30.8067	30.6063	30.6051	30.6036	30.5914	30.5607	30.5608	30.5605	30.5592	30.5577	30.5455	30.5303	30.4999
B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	7.5438	7.5437	7.5434	7.5430	7.5400	7.5434	7.5435	7.5434	7.5431	7.5427	7.5397	7.5359	7.5284
P	0.1968	0.1968	0.1968	0.1968	0.1967	0.1968	0.1968	0.1968	0.1968	0.1968	0.1967	0.1966	0.1964
Li	3.3741	3.3740	3.3739	3.3737	3.3724	3.3739	3.3739	3.3739	3.3738	3.3736	3.3722	3.3706	3.3672
Na	2.3374	2.3373	2.3372	2.3371	2.3362	2.3372	2.3373	2.3372	2.3371	2.3370	2.3361	2.3349	2.3326
K	1.3664	1.3664	1.3664	1.3663	1.3658	1.3664	1.3664	1.3664	1.3663	1.3662	1.3657	1.3650	1.3637
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ti	1.2170	1.2170	1.2169	1.2169	1.2164	1.2169	1.2169	1.2169	1.2169	1.2168	1.2163	1.2157	1.2145
La	2.6369	2.6369	2.6368	2.6367	2.6356	2.6368	2.6368	2.6368	2.6367	2.6366	2.6355	2.6342	2.6316
Nb	1.7711	1.7711	1.7710	1.7709	1.7702	1.7710	1.7710	1.7710	1.7709	1.7708	1.7701	1.7692	1.7675
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.1570	0.1570	0.1570	0.1569	0.1569	0.1568	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0407	0.0813	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.8713	48.8712	48.8699	48.8684	48.8561	48.8371	48.8396	48.8393	48.8381	48.8368	48.8247	48.8096	48.7795
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	7.0779	7.0777	7.0775	7.0771	7.0744	7.0775	7.0776	7.0775	7.0772	7.0768	7.0740	7.0705	7.0635
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.6250	5.6250	5.6247	5.6245	5.6222	5.6247	5.6247	5.6247	5.6245	5.6242	5.6219	5.6191	5.6136
Ce/Sn	0.0000	0.0102	0.0522	0.1032	0.5185	1.0357	0.0000	0.0051	0.0261	0.0516	0.2588	0.5179	1.0364
Sn+Ce	0.0785	0.0793	0.0826	0.0866	0.1192	0.1598	0.1570	0.1578	0.1611	0.1650	0.1975	0.2380	0.3187
Si+Al	38.1505	38.1500	38.1485	38.1466	38.1314	38.1041	38.1043	38.1039	38.1023	38.1004	38.0852	38.0662	38.0283
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分(質量%)	6-14	6-15	6-16	6-17	6-18	6-19	6-20	6-21	6-22	6-23	6-24	6-25	6-26
Si	30.5456	30.5453	30.5440	30.5425	30.5303	30.5151	30.4848	30.4697	30.5304	30.5301	30.5289	30.5273	30.5152
B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	7.5397	7.5396	7.5393	7.5390	7.5360	7.5322	7.5247	7.5210	7.5360	7.5359	7.5356	7.5352	7.5322
P	0.1967	0.1967	0.1967	0.1967	0.1966	0.1965	0.1963	0.1962	0.1966	0.1966	0.1966	0.1966	0.1965
Li	3.3722	3.3722	3.3721	3.3719	3.3706	3.3689	3.3655	3.3639	3.3706	3.3705	3.3704	3.3702	3.3689
Na	2.3361	2.3361	2.3360	2.3359	2.3349	2.3338	2.3314	2.3303	2.3349	2.3349	2.3348	2.3347	2.3338
K	1.3657	1.3657	1.3656	1.3656	1.3650	1.3643	1.3630	1.3623	1.3650	1.3650	1.3650	1.3649	1.3643
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ti	1.2163	1.2163	1.2163	1.2162	1.2157	1.2151	1.2139	1.2133	1.2157	1.2157	1.2157	1.2156	1.2151
La	2.6355	2.6355	2.6354	2.6352	2.6342	2.6329	2.6303	2.6290	2.6342	2.6342	2.6341	2.6339	2.6329
Nb	1.7701	1.7701	1.7700	1.7699	1.7692	1.7684	1.7666	1.7657	1.7692	1.7692	1.7692	1.7691	1.7684
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1961	0.1961	0.1961	0.1960	0.1959	0.1958	0.1955	0.1954	0.2351	0.2351	0.2351	0.2351	0.2350
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1621	0.2025	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.8260	48.8256	48.8244	48.8230	48.8110	48.7958	48.7659	48.7507	48.8123	48.8120	48.8105	48.8093	48.7971
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	7.0740	7.0740	7.0737	7.0734	7.0705	7.0670	7.0599	7.0565	7.0705	7.0704	7.0702	7.0698	7.0670
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.6219	5.6219	5.6217	5.6213	5.6191	5.6164	5.6108	5.6080	5.6191	5.6191	5.6190	5.6186	5.6164
Ce/Sn	0.0000	0.0041	0.0209	0.0413	0.2072	0.4147	0.8292	1.0363	0.0000	0.0034	0.0174	0.0345	0.1728
Sn+Ce	0.1961	0.1969	0.2002	0.2041	0.2365	0.2770	0.3576	0.3979	0.2351	0.2359	0.2392	0.2432	0.2756
Si+Al	38.0853	38.0849	38.0833	38.0815	38.0663	38.0473	38.0095	37.9907	38.0664	38.0660	38.0645	38.0625	38.0474
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分(質量%)	6-27	6-28	6-29	6-30	6-31	6-32	6-33	6-34	6-35	6-36	6-37	6-38	6-39
Si	30.5000	30.4697	30.4240	30.5001	30.4998	30.4986	30.4971	30.4849	30.4698	30.4241	30.3939	30.3639	30.4699
B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	7.5285	7.5210	7.5207	7.5285	7.5284	7.5281	7.5277	7.5247	7.5210	7.5207	7.5132	7.5058	7.5210
P	0.1964	0.1962	0.1962	0.1964	0.1964	0.1964	0.1964	0.1963	0.1962	0.1962	0.1960	0.1958	0.1962
Li	3.3672	3.3639	3.3637	3.3672	3.3672	3.3671	3.3669	3.3655	3.3639	3.3637	3.3604	3.3570	3.3639
Na	2.3326	2.3303	2.3302	2.3326	2.3326	2.3325	2.3324	2.3315	2.3303	2.3302	2.3279	2.3256	2.3303
K	1.3637	1.3623	1.3623	1.3637	1.3637	1.3636	1.3635	1.3630	1.3623	1.3623	1.3609	1.3596	1.3623
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ti	1.2145	1.2133	1.2133	1.2145	1.2145	1.2145	1.2144	1.2139	1.2133	1.2133	1.2121	1.2109	1.2133
La	2.6316	2.6290	2.6289	2.6316	2.6316	2.6314	2.6313	2.6303	2.6290	2.6289	2.6263	2.6237	2.6290
Nb	1.7675	1.7657	1.7656	1.7675	1.7675	1.7674	1.7673	1.7666	1.7657	1.7657	1.7639	1.7622	1.7657
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2348	0.2345	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344	0.2344
Ce	0.0811	0.1620	0.2429	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0405	0.0810	0.1619	0.2425	0.3229	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7821	48.7521	48.7178	48.7849	48.7845	48.7833	48.7819	48.7700	48.7549	48.7205	48.6908	48.6610	48.7576
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	7.0635	7.0565	7.0562	7.0635	7.0635	7.0632	7.0628	7.0600	7.0565	7.0562	7.0492	7.0422	7.0565
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.6136	5.6080	5.6078	5.6136	5.6136	5.6133	5.6130	5.6108	5.6080	5.6079	5.6023	5.5968	5.6080
Ce/Sn	0.3454	0.6908	1.0363	0.0000	0.0026	0.0131	0.0259	0.1295	0.2591	0.5181	0.7770	1.0363	0.0000
Sr+Ce	0.3159	0.3965	0.4773	0.3130	0.3138	0.3171	0.3211	0.3533	0.3936	0.4744	0.5546	0.6345	0.3908
Si+Al	38.0285	37.9907	37.9447	38.0286	38.0282	38.0267	38.0248	38.0096	37.9908	37.9448	37.9071	37.8697	37.9909
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分(質量%)	6-40	6-41	6-42	6-43	6-44	6-45	6-46	6-47	6-48	6-49	6-50	6-51	6-52
Si	30.4696	30.4684	30.4669	30.4393	30.4242	30.3940	30.3639	30.3483	30.3028	30.4242	30.4239	30.4227	30.4212
B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	7.5210	7.5207	7.5203	7.5245	7.5207	7.5133	7.5058	7.5020	7.5017	7.5207	7.5207	7.5204	7.5200
P	0.1962	0.1962	0.1962	0.1963	0.1962	0.1960	0.1958	0.1957	0.1957	0.1962	0.1962	0.1962	0.1962
Li	3.3639	3.3637	3.3636	3.3654	3.3637	3.3604	3.3571	3.3334	3.3333	3.3638	3.3637	3.3636	3.3634
Na	2.3303	2.3302	2.3301	2.3314	2.3302	2.3279	2.3256	2.3244	2.3243	2.3302	2.3302	2.3301	2.3300
K	1.3623	1.3623	1.3622	1.3629	1.3623	1.3609	1.3596	1.3589	1.3588	1.3623	1.3623	1.3622	1.3621
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ti	1.2133	1.2133	1.2132	1.2139	1.2133	1.2121	1.2109	1.2102	1.2102	1.2133	1.2133	1.2132	1.2131
La	2.6289	2.6288	2.6287	2.6302	2.6289	2.6263	2.6237	2.6223	2.6222	2.6289	2.6288	2.6287	2.6286
Nb	1.7657	1.7656	1.7656	1.7665	1.7657	1.7639	1.7622	1.7613	1.7612	1.7657	1.7656	1.7656	1.7655
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3908	0.3907	0.3907	0.3909	0.3906	0.3901	0.3895	0.3892	0.3890	0.4687	0.4687	0.4687	0.4686
Ce	0.0008	0.0040	0.0080	0.0405	0.0809	0.1617	0.2422	0.3226	0.4031	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7572	48.7561	48.7545	48.7382	48.7233	48.6934	48.6637	48.6317	48.5977	48.7260	48.7258	48.7246	48.7232
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	7.0565	7.0562	7.0559	7.0597	7.0562	7.0492	7.0423	7.0167	7.0164	7.0563	7.0562	7.0559	7.0555
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.6079	5.6077	5.6075	5.6106	5.6079	5.6023	5.5968	5.5938	5.5936	5.6079	5.6077	5.6075	5.6072
Ce/Sn	0.0020	0.0102	0.0205	0.1036	0.2071	0.4145	0.6218	0.8289	1.0362	0.0000	0.0017	0.0085	0.0173
Sn+Ce	0.3916	0.3947	0.3987	0.4314	0.4715	0.5518	0.6317	0.7118	0.7921	0.4687	0.4695	0.4727	0.4767
Si+Al	37.9906	37.9891	37.9872	37.9638	37.9449	37.9073	37.8697	37.8503	37.8045	37.9449	37.9446	37.9431	37.9412
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分(質量%)	6-53	6-54	6-55	6-56	6-57	6-58	6-59	比較例6-1	比較例6-2	比較例6-3	比較例6-4	比較例6-5
Si	30.4092	30.3941	30.3640	30.3484	30.3029	30.2730	30.2432	30.4691	30.5004	30.6326	30.6311	30.3032
B	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Al	7.5170	7.5133	7.5059	7.5020	7.5017	7.4943	7.4869	7.5208	7.5286	7.5502	7.5498	7.5018
P	0.1961	0.1960	0.1958	0.1957	0.1957	0.1955	0.1953	0.1962	0.1964	0.1970	0.1970	0.1957
Li	3.3621	3.3604	3.3571	3.3334	3.3333	3.3300	3.3268	3.3638	3.3673	3.3769	3.3768	3.3334
Na	2.3291	2.3279	2.3256	2.3244	2.3243	2.3220	2.3197	2.3302	2.3326	2.3393	2.3392	2.3243
K	1.3616	1.3609	1.3596	1.3589	1.3588	1.3575	1.3561	1.3623	1.3637	1.3676	1.3675	1.3588
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ti	1.2127	1.2121	1.2109	1.2102	1.2102	1.2090	1.2078	1.2133	1.2145	1.2180	1.2180	1.2102
La	2.6276	2.6263	2.6237	2.6223	2.6222	2.6196	2.6171	2.6289	2.6316	2.6392	2.6390	2.6223
Nb	1.7648	1.7639	1.7622	1.7613	1.7612	1.7595	1.7577	1.7657	1.7675	1.7726	1.7725	1.7612
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4684	0.4681	0.4674	0.4670	0.4668	0.4662	0.4656	0.0000	0.1957	0.0079	0.0079	0.7779
Ce	0.0404	0.0808	0.1615	0.2420	0.3225	0.4026	0.4824	0.0000	0.0000	0.0041	0.0081	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4165	0.1235	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.7110	48.6962	48.6663	48.6344	48.6004	48.5708	48.5414	48.7332	48.7782	48.8946	48.8931	48.6112
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	7.0528	7.0492	7.0423	7.0167	7.0164	7.0095	7.0026	7.0563	7.0636	7.0838	7.0835	7.0165
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.6051	5.6023	5.5968	5.5938	5.5936	5.5881	5.5826	5.6079	5.6136	5.6298	5.6295	5.5937
Ce/Sn	0.0863	0.1726	0.3455	0.5182	0.6909	0.8636	1.0361	-	0.0000	0.5190	-	0.0000
Sn+Ce	0.5088	0.5489	0.6289	0.7090	0.7893	0.8688	0.9480	0.0000	0.1957	0.0120	0.0160	0.7779
Si+Al	37.9262	37.9074	37.8699	37.8504	37.8046	37.7673	37.7301	37.9899	38.0290	38.1828	38.1809	37.8050
他のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

[0291]

[表 7]

成分	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-13
	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)
SiO ₂	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
Al ₂ O ₃	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
Li ₂ O	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SnO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
SnO ₂ +CaO ₂	0.1	0.101	0.105	0.11	0.15	0.2	0.2	0.201	0.205	0.21	0.25	0.3	0.4
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
MgO+CaO+SnO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分		7-14	7-15	7-16	7-17	7-18	7-19	7-20	7-21	7-22	7-23	7-24	7-25	7-26
(モル%)	SiO ₂	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
	Al ₂ O ₃	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Li ₂ O	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.25	0.251	0.255	0.26	0.3	0.35	0.45	0.5	0.3	0.301	0.305	0.31	0.35
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
泡のランク		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)		3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)		0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

(モル%)	成分	7-27	7-28	7-29	7-30	7-31	7-32	7-33	7-34	7-35	7-36	7-37	7-38	7-39
		65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
	SiO ₂	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Al ₂ O ₃	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Li ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	Na ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り	SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
(質量%)	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.4	0.5	0.6	0.4	0.401	0.405	0.41	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
(モル%)	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
	泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
	酸エッチングレート(mm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	アルカリエッチングレート(mm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分		7-40	7-41	7-42	7-43	7-44	7-45	7-46	7-47	7-48	7-49	7-50	7-51	7-52
(モル%)	SiO ₂	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
	Al ₂ O ₃	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
	Li ₂ O	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
	Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
	K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	CeO ₂	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	SnO ₂ +CeO ₂	0.501	0.505	0.51	0.55	0.6	0.7	0.8	0.9	1	0.6	0.601	0.605	0.61
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
	MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
	泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
	酸エッチングレート(mm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
	アルカリエッチングレート(mm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分	7-53	7-54	7-55	7-56	7-57	7-58	7-59	比較例7-1	比較例7-2	比較例7-3	比較例7-4	比較例7-5
	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)	(モル%)
SiO ₂	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5	65.5
Al ₂ O ₃	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
Li ₂ O	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5	12.5
Na ₂ O	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4	10.4
K ₂ O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
CeO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
SnO ₂ +CeO ₂	0.65	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0	0.25	1	1	2
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9	22.9
MgO+CaO+SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1	74.1
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート (nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート (nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分(質量%)	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	7-6	7-7	7-8	7-9	7-10	7-11	7-12	7-13
Si	30.5534	30.5531	30.5519	30.5504	30.5382	30.5230	30.5231	30.5228	30.5215	30.5200	30.5078	30.4927	30.4449
Al	4.5232	4.5231	4.5229	4.5227	4.5209	4.5187	4.5187	4.5186	4.5184	4.5182	4.5164	4.5142	4.5145
Li	5.8179	5.8179	5.8176	5.8173	5.8150	5.8120	5.8120	5.8120	5.8118	5.8116	5.8092	5.8064	5.8068
Na	7.7080	7.7079	7.7076	7.7072	7.7041	7.7003	7.7003	7.7002	7.6999	7.6995	7.6965	7.6926	7.6932
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	2.2776	2.2776	2.2775	2.2774	2.2765	2.2754	2.2754	2.2754	2.2753	2.2751	2.2742	2.2731	2.2733
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0784	0.0784	0.1568	0.1568	0.1567	0.1567	0.1567	0.1565	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0811	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	49.0414	49.0411	49.0399	49.0384	49.0263	49.0110	49.0137	49.0134	49.0123	49.0108	48.9986	48.9834	48.9486
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	13.5259	13.5258	13.5252	13.5245	13.5191	13.5123	13.5123	13.5122	13.5117	13.5111	13.5057	13.4990	13.5000
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	2.2776	2.2776	2.2775	2.2774	2.2765	2.2754	2.2754	2.2754	2.2753	2.2751	2.2742	2.2731	2.2733
Ce/Sn	0.0000	0.0102	0.0522	0.1032	0.5179	1.0357	0.0000	0.0051	0.0262	0.0517	0.2591	0.5182	1.0364
Sn+Ce	0.0785	0.0793	0.0826	0.0866	0.1190	0.1596	0.1568	0.1576	0.1608	0.1648	0.1973	0.2376	0.3187
Si+Al	35.0766	35.0762	35.0748	35.0731	35.0591	35.0417	35.0418	35.0414	35.0399	35.0382	35.0242	35.0069	34.9594
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分(質量%)	7-14	7-15	7-16	7-17	7-18	7-19	7-20	7-21	7-22	7-23	7-24	7-25	7-26
Si	30.5079	30.5076	30.5064	30.5049	30.4927	30.4775	30.4299	30.4309	30.4927	30.4924	30.4912	30.4897	30.4776
Al	4.5164	4.5164	4.5162	4.5160	4.5142	4.5119	4.5123	4.5124	4.5142	4.5141	4.5140	4.5137	4.5119
Li	5.8093	5.8092	5.8090	5.8087	5.8064	5.8035	5.8039	5.7794	5.8064	5.8063	5.8061	5.8058	5.8035
Na	7.6965	7.6964	7.6961	7.6957	7.6927	7.6888	7.6894	7.6897	7.6927	7.6926	7.6923	7.6919	7.6888
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	2.2742	2.2742	2.2741	2.2740	2.2731	2.2720	2.2722	2.2722	2.2731	2.2731	2.2730	2.2729	2.2720
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1958	0.1958	0.1958	0.1958	0.1957	0.1956	0.1955	0.1955	0.2348	0.2348	0.2348	0.2348	0.2347
Ce	0.0000	0.0008	0.0040	0.0080	0.0406	0.0811	0.1620	0.2026	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081	0.0405
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.9999	48.9996	48.9984	48.9969	48.9846	48.9696	48.9348	48.9173	48.9861	48.9859	48.9846	48.9831	48.9710
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	13.5058	13.5056	13.5051	13.5044	13.4991	13.4923	13.4933	13.4691	13.4991	13.4989	13.4984	13.4977	13.4923
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	2.2742	2.2742	2.2741	2.2740	2.2731	2.2720	2.2722	2.2722	2.2731	2.2731	2.2730	2.2729	2.2720
Ce/Sn	0.0000	0.0041	0.0204	0.0409	0.2075	0.4146	0.8286	1.0363	0.0000	0.0034	0.0170	0.0345	0.1726
Sn+Ce	0.1958	0.1966	0.1998	0.2038	0.2363	0.2767	0.3575	0.3981	0.2348	0.2356	0.2388	0.2429	0.2752
Si+Al	35.0243	35.0240	35.0226	35.0209	35.0069	34.9894	34.9422	34.9433	35.0069	35.0065	35.0052	35.0034	34.9895
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分(質量%)	7-27	7-28	7-29	7-30	7-31	7-32	7-33	7-34	7-35	7-36	7-37	7-38	7-39
Si	30.4450	30.4310	30.4008	30.4451	30.4448	30.4436	30.4421	30.4300	30.4310	30.4008	30.3707	30.3407	30.4311
Al	4.5145	4.5124	4.5080	4.5145	4.5145	4.5143	4.5141	4.5123	4.5124	4.5080	4.5035	4.4990	4.5125
Li	5.8068	5.7794	5.7737	5.8068	5.8068	5.8065	5.8062	5.8039	5.7794	5.7737	5.7680	5.7623	5.7794
Na	7.6932	7.6897	7.6821	7.6933	7.6932	7.6929	7.6925	7.6894	7.6897	7.6821	7.6745	7.6669	7.6897
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	2.2733	2.2722	2.2700	2.2733	2.2733	2.2732	2.2731	2.2722	2.2722	2.2700	2.2677	2.2655	2.2722
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2348	0.2346	0.2343	0.3130	0.3130	0.3130	0.3129	0.3128	0.3127	0.3123	0.3119	0.3115	0.3909
Ce	0.0811	0.1620	0.2427	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0405	0.0810	0.1618	0.2424	0.3228	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.9513	48.9187	48.8884	48.9540	48.9536	48.9524	48.9510	48.9389	48.9216	48.8913	48.8613	48.8313	48.9242
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	13.5000	13.4691	13.4558	13.5001	13.5000	13.4994	13.4987	13.4933	13.4691	13.4558	13.4425	13.4292	13.4691
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	2.2733	2.2722	2.2700	2.2733	2.2733	2.2732	2.2731	2.2722	2.2722	2.2700	2.2677	2.2655	2.2722
Ce/Sn	0.3454	0.6905	1.0359	0.0000	0.0026	0.0131	0.0259	0.1295	0.2590	0.5181	0.7772	1.0363	0.0000
Sn+Ce	0.3159	0.3966	0.4770	0.3130	0.3138	0.3171	0.3210	0.3533	0.3937	0.4741	0.5543	0.6343	0.3909
Si+Al	34.9595	34.9434	34.9088	34.9596	34.9593	34.9579	34.9562	34.9423	34.9434	34.9088	34.8742	34.8397	34.9436
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分(質量%)	7-40	7-41	7-42	7-43	7-44	7-45	7-46	7-47	7-48	7-49	7-50	7-51	7-52
Si	30.4308	30.4296	30.4281	30.4160	30.4009	30.3708	30.3408	30.2933	30.2634	30.4010	30.4007	30.3995	30.3980
Al	4.5124	4.5122	4.5120	4.5102	4.5080	4.5035	4.4991	4.4994	4.4950	4.5080	4.5079	4.5078	4.5075
Li	5.7794	5.7792	5.7789	5.7766	5.7737	5.7680	5.7623	5.7627	5.7571	5.7737	5.7737	5.7734	5.7732
Na	7.6897	7.6893	7.6890	7.6859	7.6821	7.6745	7.6669	7.6675	7.6599	7.6821	7.6820	7.6817	7.6814
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	2.2722	2.2721	2.2720	2.2711	2.2700	2.2677	2.2655	2.2657	2.2634	2.2700	2.2700	2.2699	2.2698
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3909	0.3909	0.3909	0.3907	0.3904	0.3899	0.3894	0.3893	0.3888	0.4685	0.4685	0.4684	0.4684
Ce	0.0008	0.0041	0.0081	0.0405	0.0809	0.1616	0.2420	0.3227	0.4028	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.9238	48.9226	48.9210	48.9090	48.8940	48.8640	48.8340	48.7994	48.7696	48.8967	48.8964	48.8953	48.8936
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	13.4691	13.4685	13.4679	13.4625	13.4558	13.4425	13.4292	13.4302	13.4170	13.4558	13.4557	13.4551	13.4546
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	2.2722	2.2721	2.2720	2.2711	2.2700	2.2677	2.2655	2.2657	2.2634	2.2700	2.2700	2.2699	2.2698
Ce/Sn	0.0020	0.0105	0.0207	0.1037	0.2072	0.4145	0.6215	0.8289	1.0360	0.0000	0.0017	0.0085	0.0173
Sn+Ce	0.3917	0.3950	0.3990	0.4312	0.4713	0.5515	0.6314	0.7120	0.7916	0.4685	0.4693	0.4724	0.4765
Si+Al	34.9432	34.9418	34.9401	34.9262	34.9089	34.8743	34.8399	34.7927	34.7584	34.9090	34.9086	34.9073	34.9055
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

成分(質量%)	7-53	7-54	7-55	7-56	7-57	7-58	7-59	比較例7-1	比較例7-2	比較例7-3	比較例7-4	比較例7-5
Si	30.3859	30.3709	30.3409	30.2934	30.2635	30.2337	30.2040	30.4319	30.4621	30.2829	30.2820	29.9692
Al	4.5058	4.5035	4.4991	4.4994	4.4950	4.4906	4.4861	4.5052	4.5096	4.4831	4.4830	4.4513
Li	5.7709	5.7680	5.7623	5.7628	5.7571	5.7514	5.7457	5.7948	5.8005	5.7664	5.7662	5.7011
Na	7.6783	7.6745	7.6669	7.6675	7.6599	7.6524	7.6449	7.6773	7.6849	7.6397	7.6395	7.5855
K	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Mg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr	2.2689	2.2678	2.2655	2.2657	2.2634	2.2612	2.2590	2.2686	2.2708	2.2575	2.2574	2.2414
Ti	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
La	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Nb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4682	0.4678	0.4672	0.4671	0.4665	0.4659	0.4653	0.0000	0.1955	0.7753	0.0000	0.7673
Ce	0.0404	0.0808	0.1614	0.2420	0.3223	0.4023	0.4821	0.0000	0.0000	0.0000	0.8037	0.7951
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4152	0.1256	0.0000	0.0000	0.0000
O	48.8816	48.8667	48.8367	48.8021	48.7723	48.7425	48.7129	48.9070	48.9510	48.7951	48.7682	48.4891
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	13.4492	13.4425	13.4292	13.4303	13.4170	13.4038	13.3906	13.4721	13.4854	13.4061	13.4057	13.2866
Mg+Ca+Sr+Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	2.2689	2.2678	2.2655	2.2657	2.2634	2.2612	2.2590	2.2686	2.2708	2.2575	2.2574	2.2414
Ce/Sn	0.0863	0.1727	0.3455	0.5181	0.6909	0.8635	1.0361	-	0.0000	0.0000	-	1.0362
Sr+Ce	0.5086	0.5486	0.6286	0.7091	0.7888	0.8682	0.9474	0.0000	0.1955	0.7753	0.8037	1.5824
Si+Al	34.8917	34.8744	34.8400	34.7928	34.7585	34.7243	34.6901	34.9371	34.9717	34.7680	34.7650	34.4205
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G
酸エッチングレート(nm/分)	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9
アルカリエッチングレート(nm/分)	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01

[0292]

[表 8]

成分		8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8	8-9	8-10	8-11	8-12	8-13
(モル%)	SiO2	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
	B2O3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	Al2O3	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Li2O	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	Na2O	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	K2O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	ZrO2	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	TiO2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
外割り (質量%)	La2O3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Nb2O5	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Ta2O5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	SnO2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
	CeO2	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2
	Si2O3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO2/SnO2	0.0000	0.0100	0.0500	0.1000	0.5000	1.0000	0.0000	0.0050	0.0250	0.0500	0.2500	0.5000	1.0000
	SnO2+CeO2	0.1	0.101	0.105	0.11	0.15	0.2	0.2	0.201	0.205	0.21	0.25	0.3	0.4
	Li2O+Na2O+K2O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	MgO+CaO+SiO+BaO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	ZrO2+TiO2+La2O3+Nb2O5+Ta2O5+HfO2	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
SiO2+Al2O3	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	
泡のランク		D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分		8-14	8-15	8-16	8-17	8-18	8-19	8-20	8-21	8-22	8-23	8-24	8-25	8-26
(モル%)	SiO ₂	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
	B ₂ O ₃	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	Al ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Li ₂ O	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	Na ₂ O	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	ZrO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	TiO ₂	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	La ₂ O ₃	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Nb ₂ O ₅	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	CeO ₂	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.25	0	0.001	0.005	0.01	0.05
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0000	0.0040	0.0200	0.0400	0.2000	0.4000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0033	0.0167	0.0333	0.1667
	SnO ₂ +CeO ₂	0.25	0.251	0.255	0.26	0.3	0.35	0.45	0.5	0.3	0.301	0.305	0.31	0.35
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6
泡のランク		D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分		8-27	8-28	8-29	8-30	8-31	8-32	8-33	8-34	8-35	8-36	8-37	8-38	8-39
(モル%)	SiO ₂	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
	B ₂ O ₃	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	Al ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Li ₂ O	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	Na ₂ O	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	ZrO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	TiO ₂	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	La ₂ O ₃	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Nb ₂ O ₅	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5
	CeO ₂	0.1	0.2	0.3	0	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.3333	0.6667	1.0000	0.0000	0.0025	0.0125	0.0250	0.1250	0.2500	0.5000	0.7500	1.0000	0.0000
	SnO ₂ +CeO ₂	0.4	0.5	0.6	0.4	0.401	0.405	0.41	0.45	0.5	0.6	0.7	0.8	0.5
(モル%)	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6
泡のランク		A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

(モル%)	成分	8-40	8-41	8-42	8-43	8-44	8-45	8-46	8-47	8-48	8-49	8-50	8-51	8-52
		64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
	SiO ₂	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	B ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Al ₂ O ₃	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	Li ₂ O	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	Na ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	K ₂ O	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	MgO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	ZrO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	TiO ₂	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	La ₂ O ₃	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Nb ₂ O ₅	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
(モル%)	外割り	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	質量%	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0	0.001	0.005	0.01
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0.0020	0.0100	0.0200	0.1000	0.2000	0.4000	0.6000	0.8000	1.0000	0.0000	0.0017	0.0083	0.0167
	CeO ₂ /SnO ₂	0.501	0.505	0.51	0.55	0.6	0.7	0.8	0.9	1	0.6	0.601	0.605	0.61
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6
	泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

(モル%)	成分	8-53	8-54	8-55	8-56	8-57	8-58	8-59	比較例8-1	比較例8-2	比較例8-3	比較例8-4	比較例8-5
		64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8
	SiO ₂												
	B ₂ O ₃	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3
	Al ₂ O ₃	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8
	Li ₂ O	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8
	Na ₂ O	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1
	K ₂ O	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
	MgO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	CaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	SiO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
	ZrO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
	TiO ₂	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
	La ₂ O ₃	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Nb ₂ O ₅	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
	Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
外割り (質量%)	SnO ₂	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0	0.25	1	0	1
	CaO ₂	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0	0	0	1	1
	Sb ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0.5	0.15	0	0	0
	CeO ₂ /SnO ₂	0.0833	0.1667	0.3333	0.5000	0.6667	0.8333	1.0000	-	0.0000	0.0000	-	1.0000
(モル%)	SnO ₂ +CeO ₂	0.65	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	0	0.25	1	1	2
	Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0	14.0
	MgO+CaO+SiO+BaO	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3	6.3
	ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ +Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	SiO ₂ +Al ₂ O ₃	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6	73.6
	泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

成分(質量%)	8-1	8-2	8-3	8-4	8-5	8-6	8-7	8-8	8-9	8-10	8-11	8-12	8-13
Si	28.7106	28.7103	28.7092	28.7077	28.6963	28.6648	28.6649	28.6646	28.6635	28.6621	28.6506	28.6363	28.6078
B	0.4434	0.4434	0.4434	0.4434	0.4432	0.4434	0.4434	0.4434	0.4434	0.4434	0.4432	0.4430	0.4425
Al	7.4914	7.4914	7.4911	7.4907	7.4877	7.4910	7.4911	7.4910	7.4907	7.4903	7.4873	7.4836	7.4762
Li	2.3652	2.3651	2.3650	2.3649	2.3640	2.3650	2.3650	2.3650	2.3649	2.3648	2.3639	2.3627	2.3603
Na	1.5232	1.5232	1.5232	1.5231	1.5225	1.5232	1.5232	1.5232	1.5231	1.5230	1.5224	1.5217	1.5201
K	1.3570	1.3569	1.3569	1.3568	1.3563	1.3569	1.3569	1.3569	1.3568	1.3568	1.3562	1.3555	1.3542
Mg	2.4156	2.4156	2.4155	2.4153	2.4144	2.4155	2.4155	2.4154	2.4153	2.4152	2.4143	2.4131	2.4107
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	2.3726	2.3726	2.3725	2.3724	2.3714	2.3725	2.3725	2.3725	2.3724	2.3722	2.3713	2.3701	2.3678
Zr	0.8635	0.8635	0.8634	0.8634	0.8630	0.8634	0.8634	0.8634	0.8634	0.8633	0.8630	0.8626	0.8617
Ti	0.6043	0.6043	0.6042	0.6042	0.6040	0.6042	0.6042	0.6042	0.6042	0.6042	0.6039	0.6036	0.6030
La	1.7457	1.7457	1.7457	1.7456	1.7449	1.7457	1.7457	1.7456	1.7456	1.7455	1.7448	1.7439	1.7422
Nb	2.0519	2.0519	2.0518	2.0517	2.0509	2.0518	2.0518	2.0518	2.0517	2.0516	2.0508	2.0498	2.0477
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.0785	0.1570	0.1570	0.1570	0.1569	0.1569	0.1567	0.1565
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0407	0.0813	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1622
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9771	47.9768	47.9755	47.9742	47.9622	47.9428	47.9454	47.9452	47.9439	47.9426	47.9308	47.9162	47.8871
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	5.2454	5.2452	5.2451	5.2448	5.2428	5.2451	5.2451	5.2451	5.2448	5.2446	5.2425	5.2399	5.2346
Mg+Ca+Sr+Ba	2.4156	2.4156	2.4155	2.4153	2.4144	2.4155	2.4155	2.4154	2.4153	2.4152	2.4143	2.4131	2.4107
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.2654	5.2654	5.2651	5.2649	5.2628	5.2651	5.2651	5.2650	5.2649	5.2646	5.2625	5.2599	5.2546
Ce/Sn	0.0000	0.0102	0.0522	0.1032	0.5185	1.0357	0.0000	0.0051	0.0261	0.0516	0.2588	0.5182	1.0364
Sn+Ce	0.0785	0.0793	0.0826	0.0866	0.1192	0.1598	0.1570	0.1578	0.1611	0.1650	0.1975	0.2379	0.3187
Si+Al	36.2020	36.2017	36.2003	36.1984	36.1840	36.1558	36.1560	36.1556	36.1542	36.1524	36.1379	36.1199	36.0840
泡のランク	D	C	B	B	B	B	D	B	A	A	A	A	A

成分(質量%)	8-14	8-15	8-16	8-17	8-18	8-19	8-20	8-21	8-22	8-23	8-24	8-25	8-26
Si	28.6507	28.6504	28.6492	28.6478	28.6364	28.6221	28.5937	28.5795	28.6364	28.6361	28.6350	28.6336	28.6222
B	0.4432	0.4432	0.4432	0.4431	0.4430	0.4427	0.4423	0.4421	0.4430	0.4430	0.4429	0.4429	0.4427
Al	7.4873	7.4873	7.4870	7.4866	7.4836	7.4799	7.4724	7.4687	7.4836	7.4835	7.4832	7.4829	7.4799
Li	2.3639	2.3638	2.3638	2.3636	2.3627	2.3615	2.3592	2.3580	2.3627	2.3627	2.3626	2.3625	2.3615
Na	1.5224	1.5224	1.5223	1.5223	1.5217	1.5209	1.5194	1.5186	1.5217	1.5216	1.5216	1.5215	1.5209
K	1.3562	1.3562	1.3561	1.3561	1.3555	1.3549	1.3535	1.3528	1.3555	1.3555	1.3555	1.3554	1.3549
Mg	2.4143	2.4142	2.4141	2.4140	2.4131	2.4119	2.4095	2.4083	2.4131	2.4130	2.4129	2.4128	2.4119
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	2.3713	2.3713	2.3712	2.3711	2.3701	2.3689	2.3666	2.3654	2.3701	2.3701	2.3700	2.3699	2.3689
Zr	0.8630	0.8630	0.8630	0.8629	0.8626	0.8621	0.8613	0.8609	0.8626	0.8626	0.8625	0.8625	0.8621
Ti	0.6039	0.6039	0.6039	0.6039	0.6036	0.6033	0.6027	0.6024	0.6036	0.6036	0.6036	0.6036	0.6033
La	1.7448	1.7448	1.7447	1.7446	1.7439	1.7431	1.7413	1.7405	1.7439	1.7439	1.7438	1.7438	1.7431
Nb	2.0508	2.0508	2.0507	2.0506	2.0498	2.0487	2.0467	2.0457	2.0498	2.0498	2.0497	2.0496	2.0488
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.1961	0.1961	0.1961	0.1960	0.1959	0.1958	0.1955	0.1954	0.2351	0.2351	0.2351	0.2351	0.2349
Ce	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406	0.0812	0.1621	0.2025	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0406
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.9321	47.9318	47.9306	47.9293	47.9175	47.9030	47.8738	47.8592	47.9189	47.9187	47.9175	47.9158	47.9043
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	5.2425	5.2424	5.2422	5.2420	5.2399	5.2373	5.2321	5.2294	5.2399	5.2398	5.2397	5.2394	5.2373
Mg+Ca+Sr+Ba	2.4143	2.4142	2.4141	2.4140	2.4131	2.4119	2.4095	2.4083	2.4131	2.4130	2.4129	2.4128	2.4119
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.2625	5.2625	5.2623	5.2620	5.2599	5.2572	5.2520	5.2495	5.2599	5.2599	5.2596	5.2595	5.2573
Ce/Sn	0.0000	0.0041	0.0209	0.0413	0.2072	0.4147	0.8292	1.0363	0.0000	0.0034	0.0174	0.0345	0.1728
Sn+Ce	0.1961	0.1969	0.2002	0.2041	0.2365	0.2770	0.3576	0.3979	0.2351	0.2359	0.2392	0.2432	0.2755
Si+Al	36.1380	36.1377	36.1362	36.1344	36.1200	36.1020	36.0661	36.0482	36.1200	36.1196	36.1182	36.1165	36.1021
泡のランク	D	B	A	A	A	A	A	A	D	B	A	A	A

成分(質量%)	8-27	8-28	8-29	8-30	8-31	8-32	8-33	8-34	8-35	8-36	8-37	8-38	8-39
Si	28.6079	28.5795	28.5340	28.6080	28.6077	28.6066	28.6052	28.5938	28.5796	28.5341	28.5058	28.4776	28.5797
B	0.4425	0.4421	0.4421	0.4425	0.4425	0.4425	0.4425	0.4423	0.4421	0.4421	0.4416	0.4412	0.4421
Al	7.4762	7.4687	7.4684	7.4762	7.4761	7.4758	7.4754	7.4725	7.4688	7.4684	7.4610	7.4536	7.4688
Li	2.3603	2.3580	2.3579	2.3604	2.3603	2.3602	2.3601	2.3592	2.3580	2.3579	2.3556	2.3532	2.3580
Na	1.5201	1.5186	1.5186	1.5201	1.5201	1.5201	1.5200	1.5194	1.5186	1.5186	1.5171	1.5156	1.5186
K	1.3542	1.3528	1.3528	1.3542	1.3542	1.3541	1.3541	1.3535	1.3529	1.3528	1.3514	1.3501	1.3529
Mg	2.4107	2.4083	2.4082	2.4107	2.4106	2.4105	2.4104	2.4095	2.4083	2.4082	2.4058	2.4034	2.4083
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	2.3678	2.3654	2.3653	2.3678	2.3678	2.3677	2.3675	2.3666	2.3654	2.3653	2.3630	2.3606	2.3654
Zr	0.8617	0.8609	0.8608	0.8617	0.8617	0.8617	0.8616	0.8613	0.8609	0.8608	0.8600	0.8591	0.8609
Ti	0.6030	0.6024	0.6024	0.6030	0.6030	0.6030	0.6030	0.6027	0.6024	0.6024	0.6018	0.6012	0.6024
La	1.7422	1.7405	1.7404	1.7422	1.7422	1.7421	1.7420	1.7413	1.7405	1.7404	1.7387	1.7369	1.7405
Nb	2.0477	2.0457	2.0456	2.0477	2.0477	2.0476	2.0475	2.0467	2.0457	2.0456	2.0436	2.0416	2.0457
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.2348	0.2345	0.2344	0.3130	0.3130	0.3130	0.3130	0.3128	0.3126	0.3125	0.3121	0.3116	0.3907
Ce	0.0811	0.1620	0.2429	0.0000	0.0008	0.0041	0.0081	0.0405	0.0810	0.1619	0.2425	0.3229	0.0000
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8898	47.8606	47.8262	47.8925	47.8923	47.8910	47.8896	47.8779	47.8632	47.8290	47.8000	47.7714	47.8660
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	5.2346	5.2294	5.2293	5.2347	5.2346	5.2344	5.2342	5.2321	5.2295	5.2293	5.2241	5.2189	5.2295
Mg+Ca+Sr+Ba	2.4107	2.4083	2.4082	2.4107	2.4106	2.4105	2.4104	2.4095	2.4083	2.4082	2.4058	2.4034	2.4083
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.2546	5.2495	5.2492	5.2546	5.2546	5.2544	5.2541	5.2520	5.2495	5.2492	5.2441	5.2388	5.2495
Ce/Sn	0.3454	0.6908	1.0363	0.0000	0.0026	0.0131	0.0259	0.1295	0.2591	0.5181	0.7770	1.0363	0.0000
Sn+Ce	0.3159	0.3965	0.4773	0.3130	0.3138	0.3171	0.3211	0.3533	0.3936	0.4744	0.5546	0.6345	0.3907
Si+Al	36.0841	36.0482	36.0024	36.0842	36.0838	36.0824	36.0806	36.0663	36.0484	36.0025	35.9668	35.9312	36.0485
泡のランク	A	A	A	D	B	B	A	A	A	A	A	A	E

成分(質量%)	8-40	8-41	8-42	8-43	8-44	8-45	8-46	8-47	8-48	8-49	8-50	8-51	8-52
Si	28.5794	28.5782	28.5768	28.5655	28.5341	28.5057	28.4777	28.4496	28.4042	28.5342	28.5339	28.5328	28.5314
B	0.4421	0.4421	0.4420	0.4419	0.4421	0.4416	0.4412	0.4408	0.4407	0.4421	0.4421	0.4420	0.4420
Al	7.4687	7.4684	7.4680	7.4651	7.4684	7.4610	7.4537	7.4463	7.4460	7.4685	7.4684	7.4681	7.4677
Li	2.3580	2.3579	2.3578	2.3568	2.3579	2.3556	2.3532	2.3509	2.3508	2.3579	2.3579	2.3578	2.3577
Na	1.5186	1.5186	1.5185	1.5179	1.5186	1.5171	1.5156	1.5141	1.5140	1.5186	1.5186	1.5185	1.5184
K	1.3528	1.3528	1.3527	1.3522	1.3528	1.3515	1.3501	1.3488	1.3487	1.3528	1.3528	1.3527	1.3527
Mg	2.4083	2.4082	2.4080	2.4071	2.4082	2.4058	2.4034	2.4010	2.4009	2.4082	2.4081	2.4081	2.4079
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	2.3654	2.3653	2.3652	2.3643	2.3653	2.3630	2.3606	2.3583	2.3582	2.3653	2.3653	2.3652	2.3651
Zr	0.8608	0.8608	0.8608	0.8604	0.8608	0.8600	0.8591	0.8583	0.8582	0.8608	0.8608	0.8608	0.8607
Ti	0.6024	0.6024	0.6024	0.6021	0.6024	0.6018	0.6012	0.6006	0.6006	0.6024	0.6024	0.6024	0.6024
La	1.7405	1.7404	1.7403	1.7396	1.7404	1.7387	1.7369	1.7352	1.7352	1.7404	1.7404	1.7403	1.7402
Nb	2.0457	2.0456	2.0455	2.0447	2.0456	2.0436	2.0416	2.0395	2.0395	2.0456	2.0456	2.0455	2.0454
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.3907	0.3907	0.3907	0.3905	0.3906	0.3901	0.3895	0.3890	0.3888	0.4687	0.4687	0.4686	0.4686
Ce	0.0008	0.0040	0.0081	0.0405	0.0809	0.1617	0.2422	0.3225	0.4029	0.0000	0.0008	0.0040	0.0081
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8658	47.8646	47.8632	47.8514	47.8319	47.8028	47.7740	47.7451	47.7113	47.8345	47.8342	47.8332	47.8317
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	5.2294	5.2293	5.2290	5.2269	5.2293	5.2242	5.2189	5.2138	5.2135	5.2293	5.2293	5.2290	5.2288
Mg+Ca+Sr+Ba	2.4083	2.4082	2.4080	2.4071	2.4082	2.4058	2.4034	2.4010	2.4009	2.4082	2.4081	2.4081	2.4079
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.2494	5.2492	5.2490	5.2468	5.2492	5.2441	5.2388	5.2336	5.2335	5.2492	5.2492	5.2490	5.2487
Ce/Sn	0.0020	0.0102	0.0207	0.1037	0.2071	0.4145	0.6218	0.8290	1.0363	0.0000	0.0017	0.0085	0.0173
Sn+Ce	0.3915	0.3947	0.3988	0.4310	0.4715	0.5518	0.6317	0.7115	0.7917	0.4687	0.4695	0.4726	0.4767
Si+Al	36.0481	36.0466	36.0448	36.0306	36.0025	35.9667	35.9314	35.8959	35.8502	36.0027	36.0023	36.0009	35.9991
泡のランク	C	C	B	B	A	A	A	A	A	E	C	C	C

成分(質量%)	8-53	8-54	8-55	8-56	8-57	8-58	8-59	比較例8-1	比較例8-2	比較例8-3	比較例8-4	比較例8-5
Si	28.5201	28.5059	28.4778	28.4496	28.4043	28.3763	28.3617	28.5799	28.6086	28.4047	28.4211	28.1513
B	0.4419	0.4416	0.4412	0.4408	0.4407	0.4403	0.4401	0.4421	0.4425	0.4407	0.4403	0.4382
Al	7.4648	7.4611	7.4537	7.4463	7.4460	7.4387	7.4348	7.4689	7.4763	7.4461	7.4388	7.3185
Li	2.3567	2.3556	2.3532	2.3509	2.3508	2.3485	2.3256	2.3580	2.3604	2.3508	2.3486	2.3155
Na	1.5178	1.5171	1.5156	1.5141	1.5140	1.5125	1.5117	1.5187	1.5202	1.5140	1.5125	1.5052
K	1.3521	1.3515	1.3501	1.3488	1.3487	1.3474	1.3467	1.3529	1.3542	1.3487	1.3474	1.3409
Mg	2.4070	2.4058	2.4034	2.4010	2.4009	2.3986	2.3973	2.4083	2.4107	2.4010	2.3986	2.3889
Ca	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sr	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Ba	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Zn	2.3642	2.3630	2.3606	2.3583	2.3582	2.3559	2.3547	2.3655	2.3678	2.3582	2.3559	2.3445
Zr	0.8604	0.8600	0.8591	0.8583	0.8582	0.8574	0.8569	0.8609	0.8617	0.8582	0.8574	0.8532
Ti	0.6021	0.6018	0.6012	0.6006	0.6006	0.6000	0.5997	0.6024	0.6031	0.6006	0.6000	0.5971
La	1.7395	1.7387	1.7370	1.7352	1.7352	1.7335	1.7326	1.7405	1.7422	1.7352	1.7335	1.7251
Nb	2.0446	2.0436	2.0416	2.0396	2.0395	2.0375	2.0364	2.0457	2.0478	2.0395	2.0375	2.0276
Ta	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Hf	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Sn	0.4684	0.4680	0.4674	0.4668	0.4666	0.4660	0.4655	0.0000	0.1957	0.7775	0.0000	0.7700
Ce	0.0404	0.0808	0.1614	0.2418	0.3223	0.4024	0.4824	0.0000	0.0000	0.0000	0.8053	0.7980
Sb	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.4136	0.1227	0.0000	0.0000	0.0000
O	47.8200	47.8055	47.7767	47.7479	47.7140	47.6850	47.6539	47.8426	47.8861	47.7248	47.7031	47.4280
合計	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000	100.0000
Li+Na+K	5.2266	5.2242	5.2189	5.2138	5.2135	5.2084	5.1840	5.2296	5.2348	5.2135	5.2085	5.1616
Mg+Ca+Sr+Ba	2.4070	2.4058	2.4034	2.4010	2.4009	2.3986	2.3973	2.4083	2.4107	2.4010	2.3986	2.3869
Zr+Ti+La+Nb+Ta+Hf	5.2466	5.2441	5.2389	5.2337	5.2335	5.2284	5.2256	5.2495	5.2548	5.2335	5.2284	5.2030
Ce/Sn	0.0863	0.1726	0.3453	0.5180	0.6907	0.8635	1.0363	-	0.0000	0.0000	-	1.0364
Sn+Ce	0.5088	0.5488	0.6288	0.7086	0.7889	0.8684	0.9479	0.0000	0.1957	0.7775	0.8053	1.5680
Si+Al	35.9849	35.9670	35.9315	35.8959	35.8503	35.8150	35.7965	36.0488	36.0849	35.8508	35.8599	35.4698
泡のランク	C	B	B	B	B	B	B	G	G	G	G	G

[0293] 実施例B

(1) ガラスの溶融

No. 1-1～No. 1-339のガラスは表9のNo. 1で示される基本組成を有し、No. 2-1～No. 2-339のガラスは表9のNo. 2で示される基本組成を有し、No. 3-1～No. 3-339のガラスは表9のNo. 3で示される基本組成を有し、No. 4-1～No. 4-339のガラスは表9のNo. 4で示される基本組成を有し、No. 5-1～No. 5-339のガラスは表9のNo. 5で示される基本組成を有し、No. 6-1～No. 6-339のガラスは表9のNo. 6で示される基本組成を有し、No. 7-1～No. 7-339のガラスは表9のNo. 7で示される基本組成を有する。さらに、これらNo. 1～7のガラスのそれぞれについて、表9のガラスの基本組成に、 SnO_2 、 CeO_2 を以下の表10に示すNo. 1～339のいずれかの外割添加量を含有するガラスが得られるように酸化物、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物などの原料と SnO_2 、 CeO_2 などの清澄剤を秤量し、混合して調合原料とした。この原料を熔融容器に投入して1400～1600℃の範囲で6時間、加熱、熔融し、清澄、攪拌して泡、未溶解物を含まない均質な熔融ガラスを作製した。なお、ガラスの熔融量は40リットル以上とした。なお、上記1400～1600℃の範囲に6時間保持した後、熔融ガラスの温度を低下（降温）させて1200～1400℃の範囲に1時間保持することにより、清澄効果を格段に高めることができる。このようにして、 Sn および Ce が共存する熔融ガラスにおいて、顕著に優れた清澄効果が得られることを確認した。

[0294] 本実施例で調製したガラスの数は $339 \times 7 = 2373$ である。例えば、No. 1-1のガラスは、表9のNo. 1で示される基本組成を有し、かつ外割で添加する成分を表10のNo. 1に示される量で含有する。No. 3-150のガラスは、表9のNo. 3で示される基本組成を有し、かつ外割で添加する成分を表10のNo. 150に示される量で含有する。No. 7-339のガラスは、表9のNo. 7で示される基本組成を有し、かつ外割で添加する成分を表10のNo. 339に示される量で含有する。

[0295]

[表9]

No.	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	67.3	66.2	72.0	69.0	68.7	68.6	64.8
B ₂ O ₃					2.0		1.3
Al ₂ O ₃	9.2	9.3	6.0	7.0	7.7	8.8	8.8
P ₂ O ₅	—	—	—	—	—	0.2	—
Li ₂ O	8.1	8.1	8.2	8.0	14.0	15.3	10.8
Na ₂ O	11.2	11.2	10.4	11.5	3.5	3.2	2.1
K ₂ O	0.3	0.4	0.0	0.1	1.1	1.1	1.1
MgO	1.1	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	6.3
CaO	1.8	2.3	2.5	2.0	0.0	0.0	0.0
SrO	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ZnO	—	—	—	—	—	—	2.3
ZrO ₂	1.0	1.0	0.9	0.9	1.0	0.0	0.6
TiO ₂	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	1.6	0.8
La ₂ O ₃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.6	0.4
Nb ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.7
Ta ₂ O ₅	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
HfO ₂	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	19.6	19.7	18.6	19.6	18.6	19.6	14.0
MgO+CaO+SrO+BaO	2.9	3.8	2.5	3.4	0.0	0.0	6.3
ZrO ₂ +TiO ₂ +La ₂ O ₃ + Nb ₂ O ₅ +Ta ₂ O ₅ +HfO ₂	1.0	1.0	0.9	1.0	3.0	2.8	2.5
SiO ₂ +Al ₂ O ₃	76.5	75.5	78.0	76.0	76.4	77.4	73.6

[0296]

[表10]

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
1	0.01	0.09	0.00	0.10	0.10
2	0.03	0.07	0.00	0.10	0.30
3	0.05	0.05	0.00	0.10	0.50
4	0.07	0.03	0.00	0.10	0.70
5	0.09	0.01	0.00	0.10	0.90
6	0.01	0.29	0.00	0.30	0.03
7	0.03	0.27	0.00	0.30	0.10
8	0.05	0.25	0.00	0.30	0.17
9	0.07	0.23	0.00	0.30	0.23
10	0.1	0.2	0.00	0.30	0.33
11	0.15	0.15	0.00	0.30	0.50
12	0.2	0.1	0.00	0.30	0.67
13	0.23	0.07	0.00	0.30	0.77
14	0.25	0.05	0.00	0.30	0.83
15	0.27	0.03	0.00	0.30	0.90
16	0.29	0.01	0.00	0.30	0.97
17	0.01	0.49	0.00	0.50	0.02
18	0.05	0.45	0.00	0.50	0.10
19	0.1	0.4	0.00	0.50	0.20
20	0.15	0.35	0.00	0.50	0.30
21	0.2	0.3	0.00	0.50	0.40
22	0.25	0.25	0.00	0.50	0.50
23	0.3	0.2	0.00	0.50	0.60
24	0.35	0.15	0.00	0.50	0.70
25	0.4	0.1	0.00	0.50	0.80
26	0.45	0.05	0.00	0.50	0.90
27	0.49	0.01	0.00	0.50	0.98
28	0.02	0.78	0.00	0.80	0.03
29	0.05	0.75	0.00	0.80	0.06
30	0.1	0.7	0.00	0.80	0.13
31	0.15	0.65	0.00	0.80	0.19
32	0.2	0.6	0.00	0.80	0.25
33	0.25	0.55	0.00	0.80	0.31
34	0.3	0.5	0.00	0.80	0.38
35	0.35	0.45	0.00	0.80	0.44
36	0.4	0.4	0.00	0.80	0.50
37	0.45	0.35	0.00	0.80	0.56
38	0.5	0.3	0.00	0.80	0.63
39	0.55	0.25	0.00	0.80	0.69
40	0.6	0.2	0.00	0.80	0.75
41	0.65	0.15	0.00	0.80	0.81
42	0.7	0.1	0.00	0.80	0.88
43	0.75	0.05	0.00	0.80	0.94
44	0.79	0.01	0.00	0.80	0.99
45	0.02	0.98	0.00	1.00	0.02
46	0.05	0.95	0.00	1.00	0.05
47	0.1	0.9	0.00	1.00	0.10
48	0.15	0.85	0.00	1.00	0.15
49	0.2	0.8	0.00	1.00	0.20
50	0.3	0.7	0.00	1.00	0.30
51	0.4	0.6	0.00	1.00	0.40
52	0.5	0.5	0.00	1.00	0.50
53	0.6	0.4	0.00	1.00	0.60
54	0.7	0.3	0.00	1.00	0.70
55	0.8	0.2	0.00	1.00	0.80

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
56	0.85	0.15	0.00	1.00	0.85
57	0.9	0.1	0.00	1.00	0.90
58	0.95	0.05	0.00	1.00	0.95
59	0.98	0.02	0.00	1.00	0.98
60	0.03	1.17	0.00	1.20	0.03
61	0.05	1.15	0.00	1.20	0.04
62	0.08	1.12	0.00	1.20	0.07
63	0.1	1.1	0.00	1.20	0.08
64	0.12	1.08	0.00	1.20	0.10
65	0.15	1.05	0.00	1.20	0.13
66	0.2	1	0.00	1.20	0.17
67	0.3	0.9	0.00	1.20	0.25
68	0.4	0.8	0.00	1.20	0.33
69	0.5	0.7	0.00	1.20	0.42
70	0.6	0.6	0.00	1.20	0.50
71	0.7	0.5	0.00	1.20	0.58
72	0.8	0.4	0.00	1.20	0.67
73	0.9	0.3	0.00	1.20	0.75
74	1	0.2	0.00	1.20	0.83
75	1.1	0.1	0.00	1.20	0.92
76	1.15	0.05	0.00	1.20	0.96
77	1.18	0.02	0.00	1.20	0.98
78	0.03	1.47	0.00	1.50	0.02
79	0.05	1.45	0.00	1.50	0.03
80	0.07	1.43	0.00	1.50	0.05
81	0.1	1.4	0.00	1.50	0.07
82	0.2	1.3	0.00	1.50	0.13
83	0.3	1.2	0.00	1.50	0.20
84	0.4	1.1	0.00	1.50	0.27
85	0.5	1	0.00	1.50	0.33
86	0.6	0.9	0.00	1.50	0.40
87	0.7	0.8	0.00	1.50	0.47
88	0.75	0.75	0.00	1.50	0.50
89	0.8	0.7	0.00	1.50	0.53
90	0.9	0.6	0.00	1.50	0.60
91	1	0.5	0.00	1.50	0.67
92	1.1	0.4	0.00	1.50	0.73
93	1.2	0.3	0.00	1.50	0.80
94	1.3	0.2	0.00	1.50	0.87
95	1.4	0.1	0.00	1.50	0.93
96	1.43	0.07	0.00	1.50	0.95
97	1.45	0.05	0.00	1.50	0.97
98	1.47	0.03	0.00	1.50	0.98
99	1.48	0.02	0.00	1.50	0.99
100	0.02	1.68	0.00	1.70	0.01
101	0.05	1.65	0.00	1.70	0.03
102	0.07	1.63	0.00	1.70	0.04
103	0.1	1.6	0.00	1.70	0.06
104	0.2	1.5	0.00	1.70	0.12
105	0.3	1.4	0.00	1.70	0.18
106	0.4	1.3	0.00	1.70	0.24
107	0.5	1.2	0.00	1.70	0.29
108	0.6	1.1	0.00	1.70	0.35
109	0.7	1	0.00	1.70	0.41
110	0.8	0.9	0.00	1.70	0.47

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
111	0.9	0.8	0.00	1.70	0.53
112	0.85	0.85	0.00	1.70	0.50
113	0.9	0.8	0.00	1.70	0.53
114	1	0.7	0.00	1.70	0.59
115	1.1	0.6	0.00	1.70	0.65
116	1.2	0.5	0.00	1.70	0.71
117	1.3	0.4	0.00	1.70	0.76
118	1.4	0.3	0.00	1.70	0.82
119	1.5	0.2	0.00	1.70	0.88
120	1.6	0.1	0.00	1.70	0.94
121	1.65	0.05	0.00	1.70	0.97
122	1.68	0.02	0.00	1.70	0.99
123	0.02	1.98	0.00	2.00	0.01
124	0.05	1.95	0.00	2.00	0.03
125	0.07	1.93	0.00	2.00	0.04
126	0.1	1.9	0.00	2.00	0.05
127	0.2	1.8	0.00	2.00	0.10
128	0.3	1.7	0.00	2.00	0.15
129	0.4	1.6	0.00	2.00	0.20
130	0.5	1.5	0.00	2.00	0.25
131	0.6	1.4	0.00	2.00	0.30
132	0.7	1.3	0.00	2.00	0.35
133	0.8	1.2	0.00	2.00	0.40
134	0.9	1.1	0.00	2.00	0.45
135	1	1	0.00	2.00	0.50
136	1.1	0.9	0.00	2.00	0.55
137	1.2	0.8	0.00	2.00	0.60
138	1.3	0.7	0.00	2.00	0.65
139	1.4	0.6	0.00	2.00	0.70
140	1.5	0.5	0.00	2.00	0.75
141	1.6	0.4	0.00	2.00	0.80
142	1.7	0.3	0.00	2.00	0.85
143	1.8	0.2	0.00	2.00	0.90
144	1.9	0.1	0.00	2.00	0.95
145	1.95	0.05	0.00	2.00	0.98
146	1.97	0.03	0.00	2.00	0.99
147	1.98	0.02	0.00	2.00	0.99
148	0.05	2.25	0.00	2.30	0.02
149	0.1	2.2	0.00	2.30	0.04
150	0.2	2.1	0.00	2.30	0.09
151	0.3	2	0.00	2.30	0.13
152	0.4	1.9	0.00	2.30	0.17
153	0.5	1.8	0.00	2.30	0.22
154	0.6	1.7	0.00	2.30	0.26
155	0.7	1.6	0.00	2.30	0.30
156	0.8	1.5	0.00	2.30	0.35
157	0.9	1.4	0.00	2.30	0.39
158	1	1.3	0.00	2.30	0.43
159	1.1	1.2	0.00	2.30	0.48
160	1.2	1.1	0.00	2.30	0.52
161	1.3	1	0.00	2.30	0.57
162	1.4	0.9	0.00	2.30	0.61
163	1.5	0.8	0.00	2.30	0.65
164	1.6	0.7	0.00	2.30	0.70
165	1.7	0.6	0.00	2.30	0.74

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
166	1.8	0.5	0.00	2.30	0.78
167	1.9	0.4	0.00	2.30	0.83
168	2	0.3	0.00	2.30	0.87
169	2.1	0.2	0.00	2.30	0.91
170	2.2	0.1	0.00	2.30	0.96
171	2.25	0.05	0.00	2.30	0.98
172	2.27	0.03	0.00	2.30	0.99
173	0.05	2.45	0.00	2.50	0.02
174	0.07	2.43	0.00	2.50	0.03
175	0.1	2.4	0.00	2.50	0.04
176	0.2	2.3	0.00	2.50	0.08
177	0.3	2.2	0.00	2.50	0.12
178	0.4	2.1	0.00	2.50	0.16
179	0.5	2	0.00	2.50	0.20
180	0.6	1.9	0.00	2.50	0.24
181	0.7	1.8	0.00	2.50	0.28
182	0.8	1.7	0.00	2.50	0.32
183	0.9	1.6	0.00	2.50	0.36
184	1	1.5	0.00	2.50	0.40
185	1.1	1.4	0.00	2.50	0.44
186	1.2	1.3	0.00	2.50	0.48
187	1.3	1.2	0.00	2.50	0.52
188	1.4	1.1	0.00	2.50	0.56
189	1.5	1	0.00	2.50	0.60
190	1.6	0.9	0.00	2.50	0.64
191	1.7	0.8	0.00	2.50	0.68
192	1.8	0.7	0.00	2.50	0.72
193	1.9	0.6	0.00	2.50	0.76
194	2	0.5	0.00	2.50	0.80
195	2.1	0.4	0.00	2.50	0.84
196	2.2	0.3	0.00	2.50	0.88
197	2.3	0.2	0.00	2.50	0.92
198	2.4	0.1	0.00	2.50	0.96
199	2.45	0.05	0.00	2.50	0.98
200	2.47	0.03	0.00	2.50	0.99
201	2.48	0.02	0.00	2.50	0.99
202	0.06	2.64	0.00	2.70	0.02
203	0.08	2.62	0.00	2.70	0.03
204	0.1	2.6	0.00	2.70	0.04
205	0.2	2.5	0.00	2.70	0.07
206	0.3	2.4	0.00	2.70	0.11
207	0.4	2.3	0.00	2.70	0.15
208	0.5	2.2	0.00	2.70	0.19
209	0.6	2.1	0.00	2.70	0.22
210	0.7	2	0.00	2.70	0.26
211	0.8	1.9	0.00	2.70	0.30
212	0.9	1.8	0.00	2.70	0.33
213	1	1.7	0.00	2.70	0.37
214	1.1	1.6	0.00	2.70	0.41
215	1.2	1.5	0.00	2.70	0.44
216	1.3	1.4	0.00	2.70	0.48
217	1.35	1.35	0.00	2.70	0.50
218	1.4	1.3	0.00	2.70	0.52
219	1.5	1.2	0.00	2.70	0.56
220	1.6	1.1	0.00	2.70	0.59

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
221	1.7	1	0.00	2.70	0.63
222	1.8	0.9	0.00	2.70	0.67
223	1.9	0.8	0.00	2.70	0.70
224	2	0.7	0.00	2.70	0.74
225	2.1	0.6	0.00	2.70	0.78
226	2.2	0.5	0.00	2.70	0.81
227	2.3	0.4	0.00	2.70	0.85
228	2.4	0.3	0.00	2.70	0.89
229	2.5	0.2	0.00	2.70	0.93
230	2.6	0.1	0.00	2.70	0.96
231	2.65	0.05	0.00	2.70	0.98
232	2.67	0.03	0.00	2.70	0.99
233	0.06	2.94	0.00	3.00	0.02
234	0.08	2.92	0.00	3.00	0.03
235	0.1	2.9	0.00	3.00	0.03
236	0.2	2.8	0.00	3.00	0.07
237	0.3	2.7	0.00	3.00	0.10
238	0.4	2.6	0.00	3.00	0.13
239	0.5	2.5	0.00	3.00	0.17
240	0.6	2.4	0.00	3.00	0.20
241	0.7	2.3	0.00	3.00	0.23
242	0.8	2.2	0.00	3.00	0.27
243	0.9	2.1	0.00	3.00	0.30
244	1	2	0.00	3.00	0.33
245	1.1	1.9	0.00	3.00	0.37
246	1.2	1.8	0.00	3.00	0.40
247	1.3	1.7	0.00	3.00	0.43
248	1.4	1.6	0.00	3.00	0.47
249	1.5	1.5	0.00	3.00	0.50
250	1.6	1.4	0.00	3.00	0.53
251	1.7	1.3	0.00	3.00	0.57
252	1.8	1.2	0.00	3.00	0.60
253	1.9	1.1	0.00	3.00	0.63
254	2	1	0.00	3.00	0.67
255	2.1	0.9	0.00	3.00	0.70
256	2.2	0.8	0.00	3.00	0.73
257	2.3	0.7	0.00	3.00	0.77
258	2.4	0.6	0.00	3.00	0.80
259	2.5	0.5	0.00	3.00	0.83
260	2.6	0.4	0.00	3.00	0.87
261	2.7	0.3	0.00	3.00	0.90
262	2.8	0.2	0.00	3.00	0.93
263	2.9	0.1	0.00	3.00	0.97
264	2.95	0.05	0.00	3.00	0.98
265	2.97	0.03	0.00	3.00	0.99
266	0.07	3.13	0.00	3.20	0.02
267	0.1	3.1	0.00	3.20	0.03
268	0.2	3	0.00	3.20	0.06
269	0.3	2.9	0.00	3.20	0.09
270	0.4	2.8	0.00	3.20	0.13
271	0.5	2.7	0.00	3.20	0.16
272	0.6	2.6	0.00	3.20	0.19
273	0.7	2.5	0.00	3.20	0.22
274	0.8	2.4	0.00	3.20	0.25
275	0.9	2.3	0.00	3.20	0.28

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
276	1	2.2	0.00	3.20	0.31
277	1.1	2.1	0.00	3.20	0.34
278	1.2	2	0.00	3.20	0.38
279	1.3	1.9	0.00	3.20	0.41
280	1.4	1.8	0.00	3.20	0.44
281	1.5	1.7	0.00	3.20	0.47
282	1.6	1.6	0.00	3.20	0.50
283	1.7	1.5	0.00	3.20	0.53
284	1.8	1.4	0.00	3.20	0.56
285	1.9	1.3	0.00	3.20	0.59
286	2	1.2	0.00	3.20	0.63
287	2.1	1.1	0.00	3.20	0.66
288	2.2	1	0.00	3.20	0.69
289	2.3	0.9	0.00	3.20	0.72
290	2.4	0.8	0.00	3.20	0.75
291	2.5	0.7	0.00	3.20	0.78
292	2.6	0.6	0.00	3.20	0.81
293	2.7	0.5	0.00	3.20	0.84
294	2.8	0.4	0.00	3.20	0.88
295	2.9	0.3	0.00	3.20	0.91
296	3	0.2	0.00	3.20	0.94
297	3.1	0.1	0.00	3.20	0.97
298	3.15	0.05	0.00	3.20	0.98
299	3.16	0.04	0.00	3.20	0.99
300	0.07	3.43	0.00	3.50	0.02
301	0.09	3.41	0.00	3.50	0.03
302	0.1	3.4	0.00	3.50	0.03
303	0.2	3.3	0.00	3.50	0.06
304	0.3	3.2	0.00	3.50	0.09
305	0.4	3.1	0.00	3.50	0.11
306	0.5	3	0.00	3.50	0.14
307	0.6	2.9	0.00	3.50	0.17
308	0.7	2.8	0.00	3.50	0.20
309	0.8	2.7	0.00	3.50	0.23
310	0.9	2.6	0.00	3.50	0.26
311	1	2.5	0.00	3.50	0.29
312	1.1	2.4	0.00	3.50	0.31
313	1.2	2.3	0.00	3.50	0.34
314	1.3	2.2	0.00	3.50	0.37
315	1.4	2.1	0.00	3.50	0.40
316	1.5	2	0.00	3.50	0.43
317	1.6	1.9	0.00	3.50	0.46
318	1.7	1.8	0.00	3.50	0.49
319	1.75	1.75	0.00	3.50	0.50
320	1.8	1.7	0.00	3.50	0.51
321	1.9	1.6	0.00	3.50	0.54
322	2	1.5	0.00	3.50	0.57
323	2.1	1.4	0.00	3.50	0.60
324	2.2	1.3	0.00	3.50	0.63
325	2.3	1.2	0.00	3.50	0.66
326	2.4	1.1	0.00	3.50	0.69
327	2.5	1	0.00	3.50	0.71
328	2.6	0.9	0.00	3.50	0.74
329	2.7	0.8	0.00	3.50	0.77
330	2.8	0.7	0.00	3.50	0.80

No.	外割り添加量(質量%)				SnO ₂ /(SnO ₂ +CeO ₂)
	SnO ₂	CeO ₂	Sb ₂ O ₃	SnO ₂ +CeO ₂	
331	2.9	0.6	0.00	3.50	0.83
332	3	0.5	0.00	3.50	0.86
333	3.1	0.4	0.00	3.50	0.89
334	3.2	0.3	0.00	3.50	0.91
335	3.3	0.2	0.00	3.50	0.94
336	3.4	0.1	0.00	3.50	0.97
337	3.43	0.07	0.00	3.50	0.98
338	3.45	0.05	0.00	3.50	0.99
339	3.46	0.04	0.00	3.50	0.99
比較例1	2.16	2.75	0	4.91	0.44
比較例2	2.21	2.8	0	5.01	0.44
比較例3	2.4	2.9	0	5.3	0.45
比較例4	2.39	3.05	0	5.44	0.44
比較例5	3.52	8.56	0	12.08	0.29
比較例6	0	0	0.50	0.00	—
比較例7	0.25	0	0.15	0.25	1.00
比較例8	1	0	0	1	1.00
比較例9	0	1	0	1	0.00

[0297]

[表11]

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-1	E	S	1.7	0.07
1-2	E	S	1.7	0.07
1-3	B	S	1.7	0.07
1-4	B	S	1.7	0.07
1-5	C	S	1.7	0.07
1-6	E	S	1.7	0.07
1-7	E	S	1.7	0.07
1-8	E	S	1.7	0.07
1-9	E	S	1.7	0.07
1-10	D	S	1.7	0.07
1-11	B	S	1.7	0.07
1-12	B	S	1.7	0.07
1-13	B	S	1.7	0.07
1-14	B	S	1.7	0.07
1-15	C	S	1.7	0.07
1-16	C	S	1.7	0.07
1-17	D	S	1.7	0.07
1-18	D	S	1.7	0.07
1-19	D	S	1.7	0.07
1-20	D	S	1.7	0.07
1-21	C	S	1.7	0.07
1-22	A	S	1.7	0.07
1-23	A	S	1.7	0.07
1-24	A	S	1.7	0.07
1-25	A	S	1.7	0.07
1-26	B	S	1.7	0.07
1-27	B	S	1.7	0.07
1-28	D	S	1.7	0.07
1-29	D	S	1.7	0.07
1-30	D	S	1.7	0.07
1-31	D	S	1.7	0.07
1-32	D	S	1.7	0.07
1-33	D	S	1.7	0.07
1-34	C	S	1.7	0.07
1-35	C	S	1.7	0.07
1-36	A	S	1.7	0.07
1-37	A	S	1.7	0.07
1-38	S	S	1.7	0.07
1-39	S	S	1.7	0.07
1-40	S	S	1.7	0.07
1-41	A	S	1.7	0.07
1-42	A	S	1.7	0.07
1-43	B	S	1.7	0.07
1-44	B	S	1.7	0.07
1-45	D	S	1.7	0.07
1-46	D	S	1.7	0.07
1-47	D	S	1.7	0.07
1-48	D	S	1.7	0.07
1-49	D	S	1.7	0.07
1-50	D	S	1.7	0.07
1-51	A	S	1.7	0.07
1-52	S	S	1.7	0.07
1-53	S	S	1.7	0.07
1-54	S	S	1.7	0.07
1-55	S	S	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-56	A	S	1.7	0.07
1-57	A	S	1.7	0.07
1-58	B	S	1.7	0.07
1-59	B	S	1.7	0.07
1-60	D	S	1.7	0.07
1-61	D	S	1.7	0.07
1-62	D	S	1.7	0.07
1-63	D	S	1.7	0.07
1-64	D	S	1.7	0.07
1-65	D	S	1.7	0.07
1-66	D	S	1.7	0.07
1-67	D	S	1.7	0.07
1-68	C	S	1.7	0.07
1-69	B	S	1.7	0.07
1-70	S	S	1.7	0.07
1-71	S	S	1.7	0.07
1-72	S	S	1.7	0.07
1-73	S	S	1.7	0.07
1-74	S	S	1.7	0.07
1-75	A	A	1.7	0.07
1-76	B	A	1.7	0.07
1-77	B	A	1.7	0.07
1-78	D	S	1.7	0.07
1-79	D	S	1.7	0.07
1-80	D	S	1.7	0.07
1-81	D	S	1.7	0.07
1-82	D	S	1.7	0.07
1-83	D	S	1.7	0.07
1-84	D	S	1.7	0.07
1-85	C	S	1.7	0.07
1-86	B	S	1.7	0.07
1-87	S	S	1.7	0.07
1-88	S	S	1.7	0.07
1-89	S	S	1.7	0.07
1-90	S	S	1.7	0.07
1-91	S	S	1.7	0.07
1-92	S	A	1.7	0.07
1-93	S	A	1.7	0.07
1-94	A	A	1.7	0.07
1-95	A	A	1.7	0.07
1-96	B	A	1.7	0.07
1-97	B	A	1.7	0.07
1-98	B	A	1.7	0.07
1-99	B	A	1.7	0.07
1-100	D	B	1.7	0.07
1-101	D	B	1.7	0.07
1-102	D	B	1.7	0.07
1-103	D	B	1.7	0.07
1-104	D	B	1.7	0.07
1-105	D	B	1.7	0.07
1-106	D	B	1.7	0.07
1-107	C	B	1.7	0.07
1-108	B	B	1.7	0.07
1-109	B	B	1.7	0.07
1-110	S	B	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-111	S	B	1.7	0.07
1-112	S	B	1.7	0.07
1-113	S	B	1.7	0.07
1-114	S	B	1.7	0.07
1-115	S	B	1.7	0.07
1-116	S	B	1.7	0.07
1-117	S	B	1.7	0.07
1-118	S	B	1.7	0.07
1-119	A	B	1.7	0.07
1-120	A	B	1.7	0.07
1-121	B	B	1.7	0.07
1-122	B	B	1.7	0.07
1-123	D	B	1.7	0.07
1-124	D	B	1.7	0.07
1-125	D	B	1.7	0.07
1-126	D	B	1.7	0.07
1-127	D	B	1.7	0.07
1-128	D	B	1.7	0.07
1-129	D	B	1.7	0.07
1-130	C	B	1.7	0.07
1-131	C	B	1.7	0.07
1-132	B	B	1.7	0.07
1-133	B	B	1.7	0.07
1-134	S	B	1.7	0.07
1-135	S	B	1.7	0.07
1-136	S	B	1.7	0.07
1-137	S	B	1.7	0.07
1-138	S	B	1.7	0.07
1-139	S	B	1.7	0.07
1-140	S	B	1.7	0.07
1-141	S	B	1.7	0.07
1-142	S	B	1.7	0.07
1-143	A	B	1.7	0.07
1-144	A	B	1.7	0.07
1-145	B	B	1.7	0.07
1-146	B	B	1.7	0.07
1-147	B	B	1.7	0.07
1-148	D	B	1.7	0.07
1-149	D	B	1.7	0.07
1-150	D	B	1.7	0.07
1-151	D	B	1.7	0.07
1-152	D	B	1.7	0.07
1-153	C	B	1.7	0.07
1-154	C	B	1.7	0.07
1-155	C	B	1.7	0.07
1-156	C	B	1.7	0.07
1-157	B	B	1.7	0.07
1-158	B	B	1.7	0.07
1-159	S	B	1.7	0.07
1-160	S	B	1.7	0.07
1-161	S	B	1.7	0.07
1-162	S	B	1.7	0.07
1-163	S	B	1.7	0.07
1-164	S	B	1.7	0.07
1-165	S	B	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-166	S	B	1.7	0.07
1-167	S	B	1.7	0.07
1-168	A	B	1.7	0.07
1-169	A	B	1.7	0.07
1-170	A	B	1.7	0.07
1-171	B	B	1.7	0.07
1-172	B	B	1.7	0.07
1-173	D	B	1.7	0.07
1-174	D	B	1.7	0.07
1-175	D	B	1.7	0.07
1-176	D	B	1.7	0.07
1-177	D	B	1.7	0.07
1-178	D	B	1.7	0.07
1-179	C	B	1.7	0.07
1-180	C	B	1.7	0.07
1-181	C	B	1.7	0.07
1-182	C	B	1.7	0.07
1-183	B	B	1.7	0.07
1-184	B	B	1.7	0.07
1-185	B	B	1.7	0.07
1-186	S	B	1.7	0.07
1-187	S	B	1.7	0.07
1-188	S	B	1.7	0.07
1-189	S	B	1.7	0.07
1-190	S	B	1.7	0.07
1-191	S	B	1.7	0.07
1-192	S	B	1.7	0.07
1-193	S	B	1.7	0.07
1-194	S	B	1.7	0.07
1-195	S	B	1.7	0.07
1-196	A	B	1.7	0.07
1-197	A	B	1.7	0.07
1-198	A	B	1.7	0.07
1-199	B	B	1.7	0.07
1-200	B	B	1.7	0.07
1-201	E	B	1.7	0.07
1-202	D	C	1.7	0.07
1-203	D	C	1.7	0.07
1-204	D	C	1.7	0.07
1-205	D	C	1.7	0.07
1-206	D	C	1.7	0.07
1-207	D	C	1.7	0.07
1-208	C	C	1.7	0.07
1-209	C	C	1.7	0.07
1-210	C	C	1.7	0.07
1-211	C	C	1.7	0.07
1-212	C	C	1.7	0.07
1-213	B	C	1.7	0.07
1-214	B	C	1.7	0.07
1-215	B	C	1.7	0.07
1-216	S	C	1.7	0.07
1-217	S	C	1.7	0.07
1-218	S	C	1.7	0.07
1-219	S	C	1.7	0.07
1-220	S	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-221	S	C	1.7	0.07
1-222	S	C	1.7	0.07
1-223	S	C	1.7	0.07
1-224	S	C	1.7	0.07
1-225	S	C	1.7	0.07
1-226	S	C	1.7	0.07
1-227	S	C	1.7	0.07
1-228	A	C	1.7	0.07
1-229	A	C	1.7	0.07
1-230	A	C	1.7	0.07
1-231	B	C	1.7	0.07
1-232	B	C	1.7	0.07
1-233	D	C	1.7	0.07
1-234	D	C	1.7	0.07
1-235	D	C	1.7	0.07
1-236	D	C	1.7	0.07
1-237	D	C	1.7	0.07
1-238	D	C	1.7	0.07
1-239	C	C	1.7	0.07
1-240	C	C	1.7	0.07
1-241	C	C	1.7	0.07
1-242	C	C	1.7	0.07
1-243	C	C	1.7	0.07
1-244	C	C	1.7	0.07
1-245	B	C	1.7	0.07
1-246	B	C	1.7	0.07
1-247	B	C	1.7	0.07
1-248	S	C	1.7	0.07
1-249	S	C	1.7	0.07
1-250	S	C	1.7	0.07
1-251	S	C	1.7	0.07
1-252	S	C	1.7	0.07
1-253	S	C	1.7	0.07
1-254	S	C	1.7	0.07
1-255	S	C	1.7	0.07
1-256	S	C	1.7	0.07
1-257	S	C	1.7	0.07
1-258	S	C	1.7	0.07
1-259	S	C	1.7	0.07
1-260	A	C	1.7	0.07
1-261	A	C	1.7	0.07
1-262	A	C	1.7	0.07
1-263	A	C	1.7	0.07
1-264	B	C	1.7	0.07
1-265	B	C	1.7	0.07
1-266	D	C	1.7	0.07
1-267	D	C	1.7	0.07
1-268	D	C	1.7	0.07
1-269	D	C	1.7	0.07
1-270	D	C	1.7	0.07
1-271	C	C	1.7	0.07
1-272	C	C	1.7	0.07
1-273	C	C	1.7	0.07
1-274	C	C	1.7	0.07
1-275	C	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-276	C	C	1.7	0.07
1-277	C	C	1.7	0.07
1-278	B	C	1.7	0.07
1-279	B	C	1.7	0.07
1-280	B	C	1.7	0.07
1-281	S	C	1.7	0.07
1-282	S	C	1.7	0.07
1-283	S	C	1.7	0.07
1-284	S	C	1.7	0.07
1-285	S	C	1.7	0.07
1-286	S	C	1.7	0.07
1-287	S	C	1.7	0.07
1-288	S	C	1.7	0.07
1-289	S	C	1.7	0.07
1-290	S	C	1.7	0.07
1-291	S	C	1.7	0.07
1-292	S	C	1.7	0.07
1-293	S	C	1.7	0.07
1-294	A	C	1.7	0.07
1-295	A	C	1.7	0.07
1-296	A	C	1.7	0.07
1-297	A	C	1.7	0.07
1-298	B	C	1.7	0.07
1-299	B	C	1.7	0.07
1-300	D	C	1.7	0.07
1-301	D	C	1.7	0.07
1-302	D	C	1.7	0.07
1-303	D	C	1.7	0.07
1-304	D	C	1.7	0.07
1-305	D	C	1.7	0.07
1-306	C	C	1.7	0.07
1-307	C	C	1.7	0.07
1-308	C	C	1.7	0.07
1-309	C	C	1.7	0.07
1-310	C	C	1.7	0.07
1-311	C	C	1.7	0.07
1-312	C	C	1.7	0.07
1-313	C	C	1.7	0.07
1-314	B	C	1.7	0.07
1-315	B	C	1.7	0.07
1-316	B	C	1.7	0.07
1-317	S	C	1.7	0.07
1-318	S	C	1.7	0.07
1-319	S	C	1.7	0.07
1-320	S	C	1.7	0.07
1-321	S	C	1.7	0.07
1-322	S	C	1.7	0.07
1-323	S	C	1.7	0.07
1-324	S	C	1.7	0.07
1-325	S	C	1.7	0.07
1-326	S	C	1.7	0.07
1-327	S	C	1.7	0.07
1-328	S	C	1.7	0.07
1-329	S	C	1.7	0.07
1-330	S	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
1-331	S	C	1.7	0.07
1-332	A	C	1.7	0.07
1-333	A	C	1.7	0.07
1-334	A	C	1.7	0.07
1-335	A	C	1.7	0.07
1-336	A	C	1.7	0.07
1-337	B	C	1.7	0.07
1-338	B	C	1.7	0.07
1-339	B	C	1.7	0.07
比較例1-1	C	D	1.7	0.07
比較例1-2	C	D	1.7	0.07
比較例1-3	B	D	1.7	0.07
比較例1-4	C	D	1.7	0.07
比較例1-5	E	D	1.7	0.07
比較例1-6	G	S	1.7	0.07
比較例1-7	G	S	1.7	0.07
比較例1-8	G	S	1.7	0.07
比較例1-9	G	S	1.7	0.07

[0298]

[表12]

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-1	E	S	1.7	0.07
2-2	E	S	1.7	0.07
2-3	B	S	1.7	0.07
2-4	B	S	1.7	0.07
2-5	C	S	1.7	0.07
2-6	E	S	1.7	0.07
2-7	E	S	1.7	0.07
2-8	E	S	1.7	0.07
2-9	E	S	1.7	0.07
2-10	D	S	1.7	0.07
2-11	B	S	1.7	0.07
2-12	B	S	1.7	0.07
2-13	B	S	1.7	0.07
2-14	B	S	1.7	0.07
2-15	C	S	1.7	0.07
2-16	C	S	1.7	0.07
2-17	D	S	1.7	0.07
2-18	D	S	1.7	0.07
2-19	D	S	1.7	0.07
2-20	D	S	1.7	0.07
2-21	C	S	1.7	0.07
2-22	A	S	1.7	0.07
2-23	A	S	1.7	0.07
2-24	A	S	1.7	0.07
2-25	A	S	1.7	0.07
2-26	B	S	1.7	0.07
2-27	B	S	1.7	0.07
2-28	D	S	1.7	0.07
2-29	D	S	1.7	0.07
2-30	D	S	1.7	0.07
2-31	D	S	1.7	0.07
2-32	D	S	1.7	0.07
2-33	D	S	1.7	0.07
2-34	C	S	1.7	0.07
2-35	C	S	1.7	0.07
2-36	A	S	1.7	0.07
2-37	A	S	1.7	0.07
2-38	S	S	1.7	0.07
2-39	S	S	1.7	0.07
2-40	S	S	1.7	0.07
2-41	A	S	1.7	0.07
2-42	A	S	1.7	0.07
2-43	B	S	1.7	0.07
2-44	B	S	1.7	0.07
2-45	D	S	1.7	0.07
2-46	D	S	1.7	0.07
2-47	D	S	1.7	0.07
2-48	D	S	1.7	0.07
2-49	D	S	1.7	0.07
2-50	D	S	1.7	0.07
2-51	A	S	1.7	0.07
2-52	S	S	1.7	0.07
2-53	S	S	1.7	0.07
2-54	S	S	1.7	0.07
2-55	S	S	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-56	A	S	1.7	0.07
2-57	A	S	1.7	0.07
2-58	B	S	1.7	0.07
2-59	B	S	1.7	0.07
2-60	D	S	1.7	0.07
2-61	D	S	1.7	0.07
2-62	D	S	1.7	0.07
2-63	D	S	1.7	0.07
2-64	D	S	1.7	0.07
2-65	D	S	1.7	0.07
2-66	D	S	1.7	0.07
2-67	D	S	1.7	0.07
2-68	C	S	1.7	0.07
2-69	B	S	1.7	0.07
2-70	S	S	1.7	0.07
2-71	S	S	1.7	0.07
2-72	S	S	1.7	0.07
2-73	S	S	1.7	0.07
2-74	S	S	1.7	0.07
2-75	A	A	1.7	0.07
2-76	B	A	1.7	0.07
2-77	B	A	1.7	0.07
2-78	D	S	1.7	0.07
2-79	D	S	1.7	0.07
2-80	D	S	1.7	0.07
2-81	D	S	1.7	0.07
2-82	D	S	1.7	0.07
2-83	D	S	1.7	0.07
2-84	D	S	1.7	0.07
2-85	C	S	1.7	0.07
2-86	B	S	1.7	0.07
2-87	S	S	1.7	0.07
2-88	S	S	1.7	0.07
2-89	S	S	1.7	0.07
2-90	S	S	1.7	0.07
2-91	S	S	1.7	0.07
2-92	S	A	1.7	0.07
2-93	S	A	1.7	0.07
2-94	A	A	1.7	0.07
2-95	A	A	1.7	0.07
2-96	B	A	1.7	0.07
2-97	B	A	1.7	0.07
2-98	B	A	1.7	0.07
2-99	B	A	1.7	0.07
2-100	D	B	1.7	0.07
2-101	D	B	1.7	0.07
2-102	D	B	1.7	0.07
2-103	D	B	1.7	0.07
2-104	D	B	1.7	0.07
2-105	D	B	1.7	0.07
2-106	D	B	1.7	0.07
2-107	C	B	1.7	0.07
2-108	B	B	1.7	0.07
2-109	B	B	1.7	0.07
2-110	S	B	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-111	S	B	1.7	0.07
2-112	S	B	1.7	0.07
2-113	S	B	1.7	0.07
2-114	S	B	1.7	0.07
2-115	S	B	1.7	0.07
2-116	S	B	1.7	0.07
2-117	S	B	1.7	0.07
2-118	S	B	1.7	0.07
2-119	A	B	1.7	0.07
2-120	A	B	1.7	0.07
2-121	B	B	1.7	0.07
2-122	B	B	1.7	0.07
2-123	D	B	1.7	0.07
2-124	D	B	1.7	0.07
2-125	D	B	1.7	0.07
2-126	D	B	1.7	0.07
2-127	D	B	1.7	0.07
2-128	D	B	1.7	0.07
2-129	D	B	1.7	0.07
2-130	C	B	1.7	0.07
2-131	C	B	1.7	0.07
2-132	B	B	1.7	0.07
2-133	B	B	1.7	0.07
2-134	S	B	1.7	0.07
2-135	S	B	1.7	0.07
2-136	S	B	1.7	0.07
2-137	S	B	1.7	0.07
2-138	S	B	1.7	0.07
2-139	S	B	1.7	0.07
2-140	S	B	1.7	0.07
2-141	S	B	1.7	0.07
2-142	S	B	1.7	0.07
2-143	A	B	1.7	0.07
2-144	A	B	1.7	0.07
2-145	B	B	1.7	0.07
2-146	B	B	1.7	0.07
2-147	B	B	1.7	0.07
2-148	D	B	1.7	0.07
2-149	D	B	1.7	0.07
2-150	D	B	1.7	0.07
2-151	D	B	1.7	0.07
2-152	D	B	1.7	0.07
2-153	C	B	1.7	0.07
2-154	C	B	1.7	0.07
2-155	C	B	1.7	0.07
2-156	C	B	1.7	0.07
2-157	B	B	1.7	0.07
2-158	B	B	1.7	0.07
2-159	S	B	1.7	0.07
2-160	S	B	1.7	0.07
2-161	S	B	1.7	0.07
2-162	S	B	1.7	0.07
2-163	S	B	1.7	0.07
2-164	S	B	1.7	0.07
2-165	S	B	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-166	S	B	1.7	0.07
2-167	S	B	1.7	0.07
2-168	A	B	1.7	0.07
2-169	A	B	1.7	0.07
2-170	A	B	1.7	0.07
2-171	B	B	1.7	0.07
2-172	B	B	1.7	0.07
2-173	D	B	1.7	0.07
2-174	D	B	1.7	0.07
2-175	D	B	1.7	0.07
2-176	D	B	1.7	0.07
2-177	D	B	1.7	0.07
2-178	D	B	1.7	0.07
2-179	C	B	1.7	0.07
2-180	C	B	1.7	0.07
2-181	C	B	1.7	0.07
2-182	C	B	1.7	0.07
2-183	B	B	1.7	0.07
2-184	B	B	1.7	0.07
2-185	B	B	1.7	0.07
2-186	S	B	1.7	0.07
2-187	S	B	1.7	0.07
2-188	S	B	1.7	0.07
2-189	S	B	1.7	0.07
2-190	S	B	1.7	0.07
2-191	S	B	1.7	0.07
2-192	S	B	1.7	0.07
2-193	S	B	1.7	0.07
2-194	S	B	1.7	0.07
2-195	S	B	1.7	0.07
2-196	A	B	1.7	0.07
2-197	A	B	1.7	0.07
2-198	A	B	1.7	0.07
2-199	B	B	1.7	0.07
2-200	B	B	1.7	0.07
2-201	E	B	1.7	0.07
2-202	D	C	1.7	0.07
2-203	D	C	1.7	0.07
2-204	D	C	1.7	0.07
2-205	D	C	1.7	0.07
2-206	D	C	1.7	0.07
2-207	D	C	1.7	0.07
2-208	C	C	1.7	0.07
2-209	C	C	1.7	0.07
2-210	C	C	1.7	0.07
2-211	C	C	1.7	0.07
2-212	C	C	1.7	0.07
2-213	B	C	1.7	0.07
2-214	B	C	1.7	0.07
2-215	B	C	1.7	0.07
2-216	S	C	1.7	0.07
2-217	S	C	1.7	0.07
2-218	S	C	1.7	0.07
2-219	S	C	1.7	0.07
2-220	S	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-221	S	C	1.7	0.07
2-222	S	C	1.7	0.07
2-223	S	C	1.7	0.07
2-224	S	C	1.7	0.07
2-225	S	C	1.7	0.07
2-226	S	C	1.7	0.07
2-227	S	C	1.7	0.07
2-228	A	C	1.7	0.07
2-229	A	C	1.7	0.07
2-230	A	C	1.7	0.07
2-231	B	C	1.7	0.07
2-232	B	C	1.7	0.07
2-233	D	C	1.7	0.07
2-234	D	C	1.7	0.07
2-235	D	C	1.7	0.07
2-236	D	C	1.7	0.07
2-237	D	C	1.7	0.07
2-238	D	C	1.7	0.07
2-239	C	C	1.7	0.07
2-240	C	C	1.7	0.07
2-241	C	C	1.7	0.07
2-242	C	C	1.7	0.07
2-243	C	C	1.7	0.07
2-244	C	C	1.7	0.07
2-245	B	C	1.7	0.07
2-246	B	C	1.7	0.07
2-247	B	C	1.7	0.07
2-248	S	C	1.7	0.07
2-249	S	C	1.7	0.07
2-250	S	C	1.7	0.07
2-251	S	C	1.7	0.07
2-252	S	C	1.7	0.07
2-253	S	C	1.7	0.07
2-254	S	C	1.7	0.07
2-255	S	C	1.7	0.07
2-256	S	C	1.7	0.07
2-257	S	C	1.7	0.07
2-258	S	C	1.7	0.07
2-259	S	C	1.7	0.07
2-260	A	C	1.7	0.07
2-261	A	C	1.7	0.07
2-262	A	C	1.7	0.07
2-263	A	C	1.7	0.07
2-264	B	C	1.7	0.07
2-265	B	C	1.7	0.07
2-266	D	C	1.7	0.07
2-267	D	C	1.7	0.07
2-268	D	C	1.7	0.07
2-269	D	C	1.7	0.07
2-270	D	C	1.7	0.07
2-271	C	C	1.7	0.07
2-272	C	C	1.7	0.07
2-273	C	C	1.7	0.07
2-274	C	C	1.7	0.07
2-275	C	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm/分)	アルカリエッチングレート(nm/分)
2-276	C	C	1.7	0.07
2-277	C	C	1.7	0.07
2-278	B	C	1.7	0.07
2-279	B	C	1.7	0.07
2-280	B	C	1.7	0.07
2-281	S	C	1.7	0.07
2-282	S	C	1.7	0.07
2-283	S	C	1.7	0.07
2-284	S	C	1.7	0.07
2-285	S	C	1.7	0.07
2-286	S	C	1.7	0.07
2-287	S	C	1.7	0.07
2-288	S	C	1.7	0.07
2-289	S	C	1.7	0.07
2-290	S	C	1.7	0.07
2-291	S	C	1.7	0.07
2-292	S	C	1.7	0.07
2-293	S	C	1.7	0.07
2-294	A	C	1.7	0.07
2-295	A	C	1.7	0.07
2-296	A	C	1.7	0.07
2-297	A	C	1.7	0.07
2-298	B	C	1.7	0.07
2-299	B	C	1.7	0.07
2-300	D	C	1.7	0.07
2-301	D	C	1.7	0.07
2-302	D	C	1.7	0.07
2-303	D	C	1.7	0.07
2-304	D	C	1.7	0.07
2-305	D	C	1.7	0.07
2-306	C	C	1.7	0.07
2-307	C	C	1.7	0.07
2-308	C	C	1.7	0.07
2-309	C	C	1.7	0.07
2-310	C	C	1.7	0.07
2-311	C	C	1.7	0.07
2-312	C	C	1.7	0.07
2-313	C	C	1.7	0.07
2-314	B	C	1.7	0.07
2-315	B	C	1.7	0.07
2-316	B	C	1.7	0.07
2-317	S	C	1.7	0.07
2-318	S	C	1.7	0.07
2-319	S	C	1.7	0.07
2-320	S	C	1.7	0.07
2-321	S	C	1.7	0.07
2-322	S	C	1.7	0.07
2-323	S	C	1.7	0.07
2-324	S	C	1.7	0.07
2-325	S	C	1.7	0.07
2-326	S	C	1.7	0.07
2-327	S	C	1.7	0.07
2-328	S	C	1.7	0.07
2-329	S	C	1.7	0.07
2-330	S	C	1.7	0.07

No.	泡ランク	溶け残りランク	酸エッチングレート(nm／分)	アルカリエッチングレート(nm／分)
2-331	S	C	1.7	0.07
2-332	A	C	1.7	0.07
2-333	A	C	1.7	0.07
2-334	A	C	1.7	0.07
2-335	A	C	1.7	0.07
2-336	A	C	1.7	0.07
2-337	B	C	1.7	0.07
2-338	B	C	1.7	0.07
2-339	B	C	1.7	0.07
比較例2-1	C	D	1.7	0.07
比較例2-2	C	D	1.7	0.07
比較例2-3	B	D	1.7	0.07
比較例2-4	C	D	1.7	0.07
比較例2-5	E	D	1.7	0.07
比較例2-6	G	S	1.7	0.07
比較例2-7	G	S	1.7	0.07
比較例2-8	G	S	1.7	0.07
比較例2-9	G	S	1.7	0.07

[0299]

[表13]

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-1	E	S
3-2	E	S
3-3	B	S
3-4	B	S
3-5	C	S
3-6	E	S
3-7	E	S
3-8	E	S
3-9	E	S
3-10	D	S
3-11	B	S
3-12	B	S
3-13	B	S
3-14	B	S
3-15	C	S
3-16	C	S
3-17	D	S
3-18	D	S
3-19	D	S
3-20	D	S
3-21	C	S
3-22	A	S
3-23	A	S
3-24	A	S
3-25	A	S
3-26	B	S
3-27	B	S
3-28	D	S
3-29	D	S
3-30	D	S
3-31	D	S
3-32	D	S
3-33	D	S
3-34	C	S
3-35	C	S
3-36	A	S
3-37	A	S
3-38	S	S
3-39	S	S
3-40	S	S
3-41	A	S
3-42	A	S
3-43	B	S
3-44	B	S
3-45	D	S
3-46	D	S
3-47	D	S
3-48	D	S
3-49	D	S
3-50	D	S
3-51	A	S
3-52	S	S
3-53	S	S
3-54	S	S
3-55	S	S
3-56	A	S
3-57	A	S
3-58	B	S
3-59	B	S
3-60	D	S

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-61	D	S
3-62	D	S
3-63	D	S
3-64	D	S
3-65	D	S
3-66	D	S
3-67	D	S
3-68	C	S
3-69	B	S
3-70	S	S
3-71	S	S
3-72	S	S
3-73	S	S
3-74	S	S
3-75	A	A
3-76	B	A
3-77	B	A
3-78	D	S
3-79	D	S
3-80	D	S
3-81	D	S
3-82	D	S
3-83	D	S
3-84	D	S
3-85	C	S
3-86	B	S
3-87	S	S
3-88	S	S
3-89	S	S
3-90	S	S
3-91	S	S
3-92	S	A
3-93	S	A
3-94	A	A
3-95	A	A
3-96	B	A
3-97	B	A
3-98	B	A
3-99	B	A
3-100	D	B
3-101	D	B
3-102	D	B
3-103	D	B
3-104	D	B
3-105	D	B
3-106	D	B
3-107	C	B
3-108	B	B
3-109	B	B
3-110	S	B
3-111	S	B
3-112	S	B
3-113	S	B
3-114	S	B
3-115	S	B
3-116	S	B
3-117	S	B
3-118	S	B
3-119	A	B
3-120	A	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-121	B	B
3-122	B	B
3-123	D	B
3-124	D	B
3-125	D	B
3-126	D	B
3-127	D	B
3-128	D	B
3-129	D	B
3-130	C	B
3-131	C	B
3-132	B	B
3-133	B	B
3-134	S	B
3-135	S	B
3-136	S	B
3-137	S	B
3-138	S	B
3-139	S	B
3-140	S	B
3-141	S	B
3-142	S	B
3-143	A	B
3-144	A	B
3-145	B	B
3-146	B	B
3-147	B	B
3-148	D	B
3-149	D	B
3-150	D	B
3-151	D	B
3-152	D	B
3-153	C	B
3-154	C	B
3-155	C	B
3-156	C	B
3-157	B	B
3-158	B	B
3-159	S	B
3-160	S	B
3-161	S	B
3-162	S	B
3-163	S	B
3-164	S	B
3-165	S	B
3-166	S	B
3-167	S	B
3-168	A	B
3-169	A	B
3-170	A	B
3-171	B	B
3-172	B	B
3-173	D	B
3-174	D	B
3-175	D	B
3-176	D	B
3-177	D	B
3-178	D	B
3-179	C	B
3-180	C	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-181	C	B
3-182	C	B
3-183	B	B
3-184	B	B
3-185	B	B
3-186	S	B
3-187	S	B
3-188	S	B
3-189	S	B
3-190	S	B
3-191	S	B
3-192	S	B
3-193	S	B
3-194	S	B
3-195	S	B
3-196	A	B
3-197	A	B
3-198	A	B
3-199	B	B
3-200	B	B
3-201	E	B
3-202	D	C
3-203	D	C
3-204	D	C
3-205	D	C
3-206	D	C
3-207	D	C
3-208	C	C
3-209	C	C
3-210	C	C
3-211	C	C
3-212	C	C
3-213	B	C
3-214	B	C
3-215	B	C
3-216	S	C
3-217	S	C
3-218	S	C
3-219	S	C
3-220	S	C
3-221	S	C
3-222	S	C
3-223	S	C
3-224	S	C
3-225	S	C
3-226	S	C
3-227	S	C
3-228	A	C
3-229	A	C
3-230	A	C
3-231	B	C
3-232	B	C
3-233	D	C
3-234	D	C
3-235	D	C
3-236	D	C
3-237	D	C
3-238	D	C
3-239	C	C
3-240	C	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-241	C	C
3-242	C	C
3-243	C	C
3-244	C	C
3-245	B	C
3-246	B	C
3-247	B	C
3-248	S	C
3-249	S	C
3-250	S	C
3-251	S	C
3-252	S	C
3-253	S	C
3-254	S	C
3-255	S	C
3-256	S	C
3-257	S	C
3-258	S	C
3-259	S	C
3-260	A	C
3-261	A	C
3-262	A	C
3-263	A	C
3-264	B	C
3-265	B	C
3-266	D	C
3-267	D	C
3-268	D	C
3-269	D	C
3-270	D	C
3-271	C	C
3-272	C	C
3-273	C	C
3-274	C	C
3-275	C	C
3-276	C	C
3-277	C	C
3-278	B	C
3-279	B	C
3-280	B	C
3-281	S	C
3-282	S	C
3-283	S	C
3-284	S	C
3-285	S	C
3-286	S	C
3-287	S	C
3-288	S	C
3-289	S	C
3-290	S	C
3-291	S	C
3-292	S	C
3-293	S	C
3-294	A	C
3-295	A	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
3-296	A	C
3-297	A	C
3-298	B	C
3-299	B	C
3-300	D	C
3-301	D	C
3-302	D	C
3-303	D	C
3-304	D	C
3-305	D	C
3-306	C	C
3-307	C	C
3-308	C	C
3-309	C	C
3-310	C	C
3-311	C	C
3-312	C	C
3-313	C	C
3-314	B	C
3-315	B	C
3-316	B	C
3-317	S	C
3-318	S	C
3-319	S	C
3-320	S	C
3-321	S	C
3-322	S	C
3-323	S	C
3-324	S	C
3-325	S	C
3-326	S	C
3-327	S	C
3-328	S	C
3-329	S	C
3-330	S	C
3-331	S	C
3-332	A	C
3-333	A	C
3-334	A	C
3-335	A	C
3-336	A	C
3-337	B	C
3-338	B	C
3-339	B	C
比較例3-1	C	D
比較例3-2	C	D
比較例3-3	B	D
比較例3-4	C	D
比較例3-5	E	D
比較例3-6	G	S
比較例3-7	G	S
比較例3-8	G	S
比較例3-9	G	S

[表14]

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-1	E	S
4-2	E	S
4-3	B	S
4-4	B	S
4-5	C	S
4-6	E	S
4-7	E	S
4-8	E	S
4-9	E	S
4-10	D	S
4-11	B	S
4-12	B	S
4-13	B	S
4-14	B	S
4-15	C	S
4-16	C	S
4-17	D	S
4-18	D	S
4-19	D	S
4-20	D	S
4-21	C	S
4-22	A	S
4-23	A	S
4-24	A	S
4-25	A	S
4-26	B	S
4-27	B	S
4-28	D	S
4-29	D	S
4-30	D	S
4-31	D	S
4-32	D	S
4-33	D	S
4-34	C	S
4-35	C	S
4-36	A	S
4-37	A	S
4-38	S	S
4-39	S	S
4-40	S	S
4-41	A	S
4-42	A	S
4-43	B	S
4-44	B	S
4-45	D	S
4-46	D	S
4-47	D	S
4-48	D	S
4-49	D	S
4-50	D	S
4-51	A	S
4-52	S	S
4-53	S	S
4-54	S	S
4-55	S	S
4-56	A	S
4-57	A	S
4-58	B	S
4-59	B	S
4-60	D	S

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-61	D	S
4-62	D	S
4-63	D	S
4-64	D	S
4-65	D	S
4-66	D	S
4-67	D	S
4-68	C	S
4-69	B	S
4-70	S	S
4-71	S	S
4-72	S	S
4-73	S	S
4-74	S	S
4-75	A	A
4-76	B	A
4-77	B	A
4-78	D	S
4-79	D	S
4-80	D	S
4-81	D	S
4-82	D	S
4-83	D	S
4-84	D	S
4-85	C	S
4-86	B	S
4-87	S	S
4-88	S	S
4-89	S	S
4-90	S	S
4-91	S	S
4-92	S	A
4-93	S	A
4-94	A	A
4-95	A	A
4-96	B	A
4-97	B	A
4-98	B	A
4-99	B	A
4-100	D	B
4-101	D	B
4-102	D	B
4-103	D	B
4-104	D	B
4-105	D	B
4-106	D	B
4-107	C	B
4-108	B	B
4-109	B	B
4-110	S	B
4-111	S	B
4-112	S	B
4-113	S	B
4-114	S	B
4-115	S	B
4-116	S	B
4-117	S	B
4-118	S	B
4-119	A	B
4-120	A	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-121	B	B
4-122	B	B
4-123	D	B
4-124	D	B
4-125	D	B
4-126	D	B
4-127	D	B
4-128	D	B
4-129	D	B
4-130	C	B
4-131	C	B
4-132	B	B
4-133	B	B
4-134	S	B
4-135	S	B
4-136	S	B
4-137	S	B
4-138	S	B
4-139	S	B
4-140	S	B
4-141	S	B
4-142	S	B
4-143	A	B
4-144	A	B
4-145	B	B
4-146	B	B
4-147	B	B
4-148	D	B
4-149	D	B
4-150	D	B
4-151	D	B
4-152	D	B
4-153	C	B
4-154	C	B
4-155	C	B
4-156	C	B
4-157	B	B
4-158	B	B
4-159	S	B
4-160	S	B
4-161	S	B
4-162	S	B
4-163	S	B
4-164	S	B
4-165	S	B
4-166	S	B
4-167	S	B
4-168	A	B
4-169	A	B
4-170	A	B
4-171	B	B
4-172	B	B
4-173	D	B
4-174	D	B
4-175	D	B
4-176	D	B
4-177	D	B
4-178	D	B
4-179	C	B
4-180	C	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-181	C	B
4-182	C	B
4-183	B	B
4-184	B	B
4-185	B	B
4-186	S	B
4-187	S	B
4-188	S	B
4-189	S	B
4-190	S	B
4-191	S	B
4-192	S	B
4-193	S	B
4-194	S	B
4-195	S	B
4-196	A	B
4-197	A	B
4-198	A	B
4-199	B	B
4-200	B	B
4-201	E	B
4-202	D	C
4-203	D	C
4-204	D	C
4-205	D	C
4-206	D	C
4-207	D	C
4-208	C	C
4-209	C	C
4-210	C	C
4-211	C	C
4-212	C	C
4-213	B	C
4-214	B	C
4-215	B	C
4-216	S	C
4-217	S	C
4-218	S	C
4-219	S	C
4-220	S	C
4-221	S	C
4-222	S	C
4-223	S	C
4-224	S	C
4-225	S	C
4-226	S	C
4-227	S	C
4-228	A	C
4-229	A	C
4-230	A	C
4-231	B	C
4-232	B	C
4-233	D	C
4-234	D	C
4-235	D	C
4-236	D	C
4-237	D	C
4-238	D	C
4-239	C	C
4-240	C	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-241	C	C
4-242	C	C
4-243	C	C
4-244	C	C
4-245	B	C
4-246	B	C
4-247	B	C
4-248	S	C
4-249	S	C
4-250	S	C
4-251	S	C
4-252	S	C
4-253	S	C
4-254	S	C
4-255	S	C
4-256	S	C
4-257	S	C
4-258	S	C
4-259	S	C
4-260	A	C
4-261	A	C
4-262	A	C
4-263	A	C
4-264	B	C
4-265	B	C
4-266	D	C
4-267	D	C
4-268	D	C
4-269	D	C
4-270	D	C
4-271	C	C
4-272	C	C
4-273	C	C
4-274	C	C
4-275	C	C
4-276	C	C
4-277	C	C
4-278	B	C
4-279	B	C
4-280	B	C
4-281	S	C
4-282	S	C
4-283	S	C
4-284	S	C
4-285	S	C
4-286	S	C
4-287	S	C
4-288	S	C
4-289	S	C
4-290	S	C
4-291	S	C
4-292	S	C
4-293	S	C
4-294	A	C
4-295	A	C
4-296	A	C
4-297	A	C
4-298	B	C
4-299	B	C
4-300	D	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
4-301	D	C
4-302	D	C
4-303	D	C
4-304	D	C
4-305	D	C
4-306	C	C
4-307	C	C
4-308	C	C
4-309	C	C
4-310	C	C
4-311	C	C
4-312	C	C
4-313	C	C
4-314	B	C
4-315	B	C
4-316	B	C
4-317	S	C
4-318	S	C
4-319	S	C
4-320	S	C
4-321	S	C
4-322	S	C
4-323	S	C
4-324	S	C
4-325	S	C
4-326	S	C
4-327	S	C
4-328	S	C
4-329	S	C
4-330	S	C
4-331	S	C
4-332	A	C
4-333	A	C
4-334	A	C
4-335	A	C
4-336	A	C
4-337	B	C
4-338	B	C
4-339	B	C
比較例4-1	C	D
比較例4-2	C	D
比較例4-3	B	D
比較例4-4	C	D
比較例4-5	E	D
比較例4-6	G	S
比較例4-7	G	S
比較例4-8	G	S
比較例4-9	G	S

[0301] [表15]

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-1	E	S
5-2	E	S
5-3	B	S
5-4	B	S
5-5	C	S
5-6	E	S
5-7	E	S
5-8	E	S
5-9	E	S
5-10	D	S
5-11	B	S
5-12	B	S
5-13	B	S
5-14	B	S
5-15	C	S
5-16	C	S
5-17	D	S
5-18	D	S
5-19	D	S
5-20	D	S
5-21	C	S
5-22	A	S
5-23	A	S
5-24	A	S
5-25	A	S
5-26	B	S
5-27	B	S
5-28	D	S
5-29	D	S
5-30	D	S
5-31	D	S
5-32	D	S
5-33	D	S
5-34	C	S
5-35	C	S
5-36	A	S
5-37	A	S
5-38	S	S
5-39	S	S
5-40	S	S
5-41	A	S
5-42	A	S
5-43	B	S
5-44	B	S
5-45	D	S
5-46	D	S
5-47	D	S
5-48	D	S
5-49	D	S
5-50	D	S
5-51	A	S
5-52	S	S
5-53	S	S
5-54	S	S
5-55	S	S
5-56	A	S
5-57	A	S
5-58	B	S
5-59	B	S
5-60	D	S

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-61	D	S
5-62	D	S
5-63	D	S
5-64	D	S
5-65	D	S
5-66	D	S
5-67	D	S
5-68	C	S
5-69	B	S
5-70	S	S
5-71	S	S
5-72	S	S
5-73	S	S
5-74	S	S
5-75	A	A
5-76	B	A
5-77	B	A
5-78	D	S
5-79	D	S
5-80	D	S
5-81	D	S
5-82	D	S
5-83	D	S
5-84	D	S
5-85	C	S
5-86	B	S
5-87	S	S
5-88	S	S
5-89	S	S
5-90	S	S
5-91	S	S
5-92	S	A
5-93	S	A
5-94	A	A
5-95	A	A
5-96	B	A
5-97	B	A
5-98	B	A
5-99	B	A
5-100	D	B
5-101	D	B
5-102	D	B
5-103	D	B
5-104	D	B
5-105	D	B
5-106	D	B
5-107	C	B
5-108	B	B
5-109	B	B
5-110	S	B
5-111	S	B
5-112	S	B
5-113	S	B
5-114	S	B
5-115	S	B
5-116	S	B
5-117	S	B
5-118	S	B
5-119	A	B
5-120	A	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-121	B	B
5-122	B	B
5-123	D	B
5-124	D	B
5-125	D	B
5-126	D	B
5-127	D	B
5-128	D	B
5-129	D	B
5-130	C	B
5-131	C	B
5-132	B	B
5-133	B	B
5-134	S	B
5-135	S	B
5-136	S	B
5-137	S	B
5-138	S	B
5-139	S	B
5-140	S	B
5-141	S	B
5-142	S	B
5-143	A	B
5-144	A	B
5-145	B	B
5-146	B	B
5-147	B	B
5-148	D	B
5-149	D	B
5-150	D	B
5-151	D	B
5-152	D	B
5-153	C	B
5-154	C	B
5-155	C	B
5-156	C	B
5-157	B	B
5-158	B	B
5-159	S	B
5-160	S	B
5-161	S	B
5-162	S	B
5-163	S	B
5-164	S	B
5-165	S	B
5-166	S	B
5-167	S	B
5-168	A	B
5-169	A	B
5-170	A	B
5-171	B	B
5-172	B	B
5-173	D	B
5-174	D	B
5-175	D	B
5-176	D	B
5-177	D	B
5-178	D	B
5-179	C	B
5-180	C	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-181	C	B
5-182	C	B
5-183	B	B
5-184	B	B
5-185	B	B
5-186	S	B
5-187	S	B
5-188	S	B
5-189	S	B
5-190	S	B
5-191	S	B
5-192	S	B
5-193	S	B
5-194	S	B
5-195	S	B
5-196	A	B
5-197	A	B
5-198	A	B
5-199	B	B
5-200	B	B
5-201	E	B
5-202	D	C
5-203	D	C
5-204	D	C
5-205	D	C
5-206	D	C
5-207	D	C
5-208	C	C
5-209	C	C
5-210	C	C
5-211	C	C
5-212	C	C
5-213	B	C
5-214	B	C
5-215	B	C
5-216	S	C
5-217	S	C
5-218	S	C
5-219	S	C
5-220	S	C
5-221	S	C
5-222	S	C
5-223	S	C
5-224	S	C
5-225	S	C
5-226	S	C
5-227	S	C
5-228	A	C
5-229	A	C
5-230	A	C
5-231	B	C
5-232	B	C
5-233	D	C
5-234	D	C
5-235	D	C
5-236	D	C
5-237	D	C
5-238	D	C
5-239	C	C
5-240	C	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-241	C	C
5-242	C	C
5-243	C	C
5-244	C	C
5-245	B	C
5-246	B	C
5-247	B	C
5-248	S	C
5-249	S	C
5-250	S	C
5-251	S	C
5-252	S	C
5-253	S	C
5-254	S	C
5-255	S	C
5-256	S	C
5-257	S	C
5-258	S	C
5-259	S	C
5-260	A	C
5-261	A	C
5-262	A	C
5-263	A	C
5-264	B	C
5-265	B	C
5-266	D	C
5-267	D	C
5-268	D	C
5-269	D	C
5-270	D	C
5-271	C	C
5-272	C	C
5-273	C	C
5-274	C	C
5-275	C	C
5-276	C	C
5-277	C	C
5-278	B	C
5-279	B	C
5-280	B	C
5-281	S	C
5-282	S	C
5-283	S	C
5-284	S	C
5-285	S	C
5-286	S	C
5-287	S	C
5-288	S	C
5-289	S	C
5-290	S	C
5-291	S	C
5-292	S	C
5-293	S	C
5-294	A	C
5-295	A	C
5-296	A	C
5-297	A	C
5-298	B	C
5-299	B	C
5-300	D	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
5-301	D	C
5-302	D	C
5-303	D	C
5-304	D	C
5-305	D	C
5-306	C	C
5-307	C	C
5-308	C	C
5-309	C	C
5-310	C	C
5-311	C	C
5-312	C	C
5-313	C	C
5-314	B	C
5-315	B	C
5-316	B	C
5-317	S	C
5-318	S	C
5-319	S	C
5-320	S	C
5-321	S	C
5-322	S	C
5-323	S	C
5-324	S	C
5-325	S	C
5-326	S	C
5-327	S	C
5-328	S	C
5-329	S	C
5-330	S	C
5-331	S	C
5-332	A	C
5-333	A	C
5-334	A	C
5-335	A	C
5-336	A	C
5-337	B	C
5-338	B	C
5-339	B	C
比較例5-1	C	D
比較例5-2	C	D
比較例5-3	B	D
比較例5-4	C	D
比較例5-5	E	D
比較例5-6	G	S
比較例5-7	G	S
比較例5-8	G	S
比較例5-9	G	S

[0302] [表16]

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-1	E	S
6-2	E	S
6-3	B	S
6-4	B	S
6-5	C	S
6-6	E	S
6-7	E	S
6-8	E	S
6-9	E	S
6-10	D	S
6-11	B	S
6-12	B	S
6-13	B	S
6-14	B	S
6-15	C	S
6-16	C	S
6-17	D	S
6-18	D	S
6-19	D	S
6-20	D	S
6-21	C	S
6-22	A	S
6-23	A	S
6-24	A	S
6-25	A	S
6-26	B	S
6-27	B	S
6-28	D	S
6-29	D	S
6-30	D	S
6-31	D	S
6-32	D	S
6-33	D	S
6-34	C	S
6-35	C	S
6-36	A	S
6-37	A	S
6-38	S	S
6-39	S	S
6-40	S	S
6-41	A	S
6-42	A	S
6-43	B	S
6-44	B	S
6-45	D	S
6-46	D	S
6-47	D	S
6-48	D	S
6-49	D	S
6-50	D	S
6-51	A	S
6-52	S	S
6-53	S	S
6-54	S	S
6-55	S	S
6-56	A	S
6-57	A	S
6-58	B	S
6-59	B	S
6-60	D	S

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-61	D	S
6-62	D	S
6-63	D	S
6-64	D	S
6-65	D	S
6-66	D	S
6-67	D	S
6-68	C	S
6-69	B	S
6-70	S	S
6-71	S	S
6-72	S	S
6-73	S	S
6-74	S	S
6-75	A	A
6-76	B	A
6-77	B	A
6-78	D	S
6-79	D	S
6-80	D	S
6-81	D	S
6-82	D	S
6-83	D	S
6-84	D	S
6-85	C	S
6-86	B	S
6-87	S	S
6-88	S	S
6-89	S	S
6-90	S	S
6-91	S	S
6-92	S	A
6-93	S	A
6-94	A	A
6-95	A	A
6-96	B	A
6-97	B	A
6-98	B	A
6-99	B	A
6-100	D	B
6-101	D	B
6-102	D	B
6-103	D	B
6-104	D	B
6-105	D	B
6-106	D	B
6-107	C	B
6-108	B	B
6-109	B	B
6-110	S	B
6-111	S	B
6-112	S	B
6-113	S	B
6-114	S	B
6-115	S	B
6-116	S	B
6-117	S	B
6-118	S	B
6-119	A	B
6-120	A	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-121	B	B
6-122	B	B
6-123	D	B
6-124	D	B
6-125	D	B
6-126	D	B
6-127	D	B
6-128	D	B
6-129	D	B
6-130	C	B
6-131	C	B
6-132	B	B
6-133	B	B
6-134	S	B
6-135	S	B
6-136	S	B
6-137	S	B
6-138	S	B
6-139	S	B
6-140	S	B
6-141	S	B
6-142	S	B
6-143	A	B
6-144	A	B
6-145	B	B
6-146	B	B
6-147	B	B
6-148	D	B
6-149	D	B
6-150	D	B
6-151	D	B
6-152	D	B
6-153	C	B
6-154	C	B
6-155	C	B
6-156	C	B
6-157	B	B
6-158	B	B
6-159	S	B
6-160	S	B
6-161	S	B
6-162	S	B
6-163	S	B
6-164	S	B
6-165	S	B
6-166	S	B
6-167	S	B
6-168	A	B
6-169	A	B
6-170	A	B
6-171	B	B
6-172	B	B
6-173	D	B
6-174	D	B
6-175	D	B
6-176	D	B
6-177	D	B
6-178	D	B
6-179	C	B
6-180	C	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-181	C	B
6-182	C	B
6-183	B	B
6-184	B	B
6-185	B	B
6-186	S	B
6-187	S	B
6-188	S	B
6-189	S	B
6-190	S	B
6-191	S	B
6-192	S	B
6-193	S	B
6-194	S	B
6-195	S	B
6-196	A	B
6-197	A	B
6-198	A	B
6-199	B	B
6-200	B	B
6-201	E	B
6-202	D	C
6-203	D	C
6-204	D	C
6-205	D	C
6-206	D	C
6-207	D	C
6-208	C	C
6-209	C	C
6-210	C	C
6-211	C	C
6-212	C	C
6-213	B	C
6-214	B	C
6-215	B	C
6-216	S	C
6-217	S	C
6-218	S	C
6-219	S	C
6-220	S	C
6-221	S	C
6-222	S	C
6-223	S	C
6-224	S	C
6-225	S	C
6-226	S	C
6-227	S	C
6-228	A	C
6-229	A	C
6-230	A	C
6-231	B	C
6-232	B	C
6-233	D	C
6-234	D	C
6-235	D	C
6-236	D	C
6-237	D	C
6-238	D	C
6-239	C	C
6-240	C	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-241	C	C
6-242	C	C
6-243	C	C
6-244	C	C
6-245	B	C
6-246	B	C
6-247	B	C
6-248	S	C
6-249	S	C
6-250	S	C
6-251	S	C
6-252	S	C
6-253	S	C
6-254	S	C
6-255	S	C
6-256	S	C
6-257	S	C
6-258	S	C
6-259	S	C
6-260	A	C
6-261	A	C
6-262	A	C
6-263	A	C
6-264	B	C
6-265	B	C
6-266	D	C
6-267	D	C
6-268	D	C
6-269	D	C
6-270	D	C
6-271	C	C
6-272	C	C
6-273	C	C
6-274	C	C
6-275	C	C
6-276	C	C
6-277	C	C
6-278	B	C
6-279	B	C
6-280	B	C
6-281	S	C
6-282	S	C
6-283	S	C
6-284	S	C
6-285	S	C
6-286	S	C
6-287	S	C
6-288	S	C
6-289	S	C
6-290	S	C
6-291	S	C
6-292	S	C
6-293	S	C
6-294	A	C
6-295	A	C
6-296	A	C
6-297	A	C
6-298	B	C
6-299	B	C
6-300	D	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
6-301	D	C
6-302	D	C
6-303	D	C
6-304	D	C
6-305	D	C
6-306	C	C
6-307	C	C
6-308	C	C
6-309	C	C
6-310	C	C
6-311	C	C
6-312	C	C
6-313	C	C
6-314	B	C
6-315	B	C
6-316	B	C
6-317	S	C
6-318	S	C
6-319	S	C
6-320	S	C
6-321	S	C
6-322	S	C
6-323	S	C
6-324	S	C
6-325	S	C
6-326	S	C
6-327	S	C
6-328	S	C
6-329	S	C
6-330	S	C
6-331	S	C
6-332	A	C
6-333	A	C
6-334	A	C
6-335	A	C
6-336	A	C
6-337	B	C
6-338	B	C
6-339	B	C
比較例6-1	C	D
比較例6-2	C	D
比較例6-3	B	D
比較例6-4	C	D
比較例6-5	E	D
比較例6-6	G	S
比較例6-7	G	S
比較例6-8	G	S
比較例6-9	G	S

[0303] [表17]

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-1	E	S
7-2	E	S
7-3	B	S
7-4	B	S
7-5	C	S
7-6	E	S
7-7	E	S
7-8	E	S
7-9	E	S
7-10	D	S
7-11	B	S
7-12	B	S
7-13	B	S
7-14	B	S
7-15	C	S
7-16	C	S
7-17	D	S
7-18	D	S
7-19	D	S
7-20	D	S
7-21	C	S
7-22	A	S
7-23	A	S
7-24	A	S
7-25	A	S
7-26	B	S
7-27	B	S
7-28	D	S
7-29	D	S
7-30	D	S
7-31	D	S
7-32	D	S
7-33	D	S
7-34	C	S
7-35	C	S
7-36	A	S
7-37	A	S
7-38	S	S
7-39	S	S
7-40	S	S
7-41	A	S
7-42	A	S
7-43	B	S
7-44	B	S
7-45	D	S
7-46	D	S
7-47	D	S
7-48	D	S
7-49	D	S
7-50	D	S
7-51	A	S
7-52	S	S
7-53	S	S
7-54	S	S
7-55	S	S
7-56	A	S
7-57	A	S
7-58	B	S
7-59	B	S
7-60	D	S

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-61	D	S
7-62	D	S
7-63	D	S
7-64	D	S
7-65	D	S
7-66	D	S
7-67	D	S
7-68	C	S
7-69	B	S
7-70	S	S
7-71	S	S
7-72	S	S
7-73	S	S
7-74	S	S
7-75	A	A
7-76	B	A
7-77	B	A
7-78	D	S
7-79	D	S
7-80	D	S
7-81	D	S
7-82	D	S
7-83	D	S
7-84	D	S
7-85	C	S
7-86	B	S
7-87	S	S
7-88	S	S
7-89	S	S
7-90	S	S
7-91	S	S
7-92	S	A
7-93	S	A
7-94	A	A
7-95	A	A
7-96	B	A
7-97	B	A
7-98	B	A
7-99	B	A
7-100	D	B
7-101	D	B
7-102	D	B
7-103	D	B
7-104	D	B
7-105	D	B
7-106	D	B
7-107	C	B
7-108	B	B
7-109	B	B
7-110	S	B
7-111	S	B
7-112	S	B
7-113	S	B
7-114	S	B
7-115	S	B
7-116	S	B
7-117	S	B
7-118	S	B
7-119	A	B
7-120	A	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-121	B	B
7-122	B	B
7-123	D	B
7-124	D	B
7-125	D	B
7-126	D	B
7-127	D	B
7-128	D	B
7-129	D	B
7-130	C	B
7-131	C	B
7-132	B	B
7-133	B	B
7-134	S	B
7-135	S	B
7-136	S	B
7-137	S	B
7-138	S	B
7-139	S	B
7-140	S	B
7-141	S	B
7-142	S	B
7-143	A	B
7-144	A	B
7-145	B	B
7-146	B	B
7-147	B	B
7-148	D	B
7-149	D	B
7-150	D	B
7-151	D	B
7-152	D	B
7-153	C	B
7-154	C	B
7-155	C	B
7-156	C	B
7-157	B	B
7-158	B	B
7-159	S	B
7-160	S	B
7-161	S	B
7-162	S	B
7-163	S	B
7-164	S	B
7-165	S	B
7-166	S	B
7-167	S	B
7-168	A	B
7-169	A	B
7-170	A	B
7-171	B	B
7-172	B	B
7-173	D	B
7-174	D	B
7-175	D	B
7-176	D	B
7-177	D	B
7-178	D	B
7-179	C	B
7-180	C	B

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-181	C	B
7-182	C	B
7-183	B	B
7-184	B	B
7-185	B	B
7-186	S	B
7-187	S	B
7-188	S	B
7-189	S	B
7-190	S	B
7-191	S	B
7-192	S	B
7-193	S	B
7-194	S	B
7-195	S	B
7-196	A	B
7-197	A	B
7-198	A	B
7-199	B	B
7-200	B	B
7-201	E	B
7-202	D	C
7-203	D	C
7-204	D	C
7-205	D	C
7-206	D	C
7-207	D	C
7-208	C	C
7-209	C	C
7-210	C	C
7-211	C	C
7-212	C	C
7-213	B	C
7-214	B	C
7-215	B	C
7-216	S	C
7-217	S	C
7-218	S	C
7-219	S	C
7-220	S	C
7-221	S	C
7-222	S	C
7-223	S	C
7-224	S	C
7-225	S	C
7-226	S	C
7-227	S	C
7-228	A	C
7-229	A	C
7-230	A	C
7-231	B	C
7-232	B	C
7-233	D	C
7-234	D	C
7-235	D	C
7-236	D	C
7-237	D	C
7-238	D	C
7-239	C	C
7-240	C	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-241	C	C
7-242	C	C
7-243	C	C
7-244	C	C
7-245	B	C
7-246	B	C
7-247	B	C
7-248	S	C
7-249	S	C
7-250	S	C
7-251	S	C
7-252	S	C
7-253	S	C
7-254	S	C
7-255	S	C
7-256	S	C
7-257	S	C
7-258	S	C
7-259	S	C
7-260	A	C
7-261	A	C
7-262	A	C
7-263	A	C
7-264	B	C
7-265	B	C
7-266	D	C
7-267	D	C
7-268	D	C
7-269	D	C
7-270	D	C
7-271	C	C
7-272	C	C
7-273	C	C
7-274	C	C
7-275	C	C
7-276	C	C
7-277	C	C
7-278	B	C
7-279	B	C
7-280	B	C
7-281	S	C
7-282	S	C
7-283	S	C
7-284	S	C
7-285	S	C
7-286	S	C
7-287	S	C
7-288	S	C
7-289	S	C
7-290	S	C
7-291	S	C
7-292	S	C
7-293	S	C
7-294	A	C
7-295	A	C
7-296	A	C
7-297	A	C
7-298	B	C
7-299	B	C
7-300	D	C

No.	泡ランク	溶け残りランク
7-301	D	C
7-302	D	C
7-303	D	C
7-304	D	C
7-305	D	C
7-306	C	C
7-307	C	C
7-308	C	C
7-309	C	C
7-310	C	C
7-311	C	C
7-312	C	C
7-313	C	C
7-314	B	C
7-315	B	C
7-316	B	C
7-317	S	C
7-318	S	C
7-319	S	C
7-320	S	C
7-321	S	C
7-322	S	C
7-323	S	C
7-324	S	C
7-325	S	C
7-326	S	C
7-327	S	C
7-328	S	C
7-329	S	C
7-330	S	C
7-331	S	C
7-332	A	C
7-333	A	C
7-334	A	C
7-335	A	C
7-336	A	C
7-337	B	C
7-338	B	C
7-339	B	C
比較例7-1	C	D
比較例7-2	C	D
比較例7-3	B	D
比較例7-4	C	D
比較例7-4	E	D
比較例7-5	G	S
比較例7-6	G	S
比較例7-7	G	S
比較例7-8	G	S

- [0304] 得られたガラスの表面を平坦かつ平滑に研磨し、研磨面からガラス内部を光学顕微鏡で拡大観察（40～100倍）し、残留泡の数をカウントした。拡大観察した領域に相当するガラスの質量で、カウントした残留泡の数を割ったものを残留泡の密度とした。
- [0305] 残留泡が0個／k gのものをランクS、残留泡が存在し、2個／k g以下のものをランクA、残留泡が3～10個／k gのものをランクB、残留泡が11～20個／k gのものをランクC、残留泡が21～40個／k gのものをランクD、残留泡が41～60個／k gのものをランクE、残留泡が61個／k g以上のものをランクGとし、表11～17に各ガラスの該当するランクを示す。
- [0306] さらに、溶け残りおよび異物を含まないものをランクS、溶け残りを含む異物があって、2個／k g以下のものをランクA、前記異物が3～10個／k gのものをランクB、前記異物が11～20個／k gのものをランクC、前記異物が21個／k g以上のものをランクDとし、表11～17に各ガラスの該当するランクを示す。ランクDは情報記録媒体用基板のガラス材料としては不適当なものである。
- [0307] なお、表11～17に示す例1-1から7-339で調製した各ガラスの残留泡の大きさはすべて0.3 mm以下の大きさであった。
- [0308] こうして得たガラス内部には結晶、原料の溶け残りは認められなかった。
- [0309] 表9と表10～表17に示す結果に基づき、S_n、C_eの添加量と残留泡の密度とを関係付けて、残留泡の密度は所要の値以下になるようにS_n、C_eの添加量を調整し、ガラスを生産することにより、残留泡の密度を所望のレベルに抑えることができる。
- [0310] 次に、1400～1600℃に15時間保持した熔融ガラスを降温して1200～1400℃に1～2時間保持した後、成形する点を除き、上記方法と同様の方法により、ガラスを作製し、残留泡の密度、大きさ、結晶の有無、原料の溶け残りの有無を調べたところ、上記結果と同じ結果を得た。なお、1400～1600℃に保持する時間をT_H、1200～1400℃に保持する時間をT_Lとすると、上記いずれの方法においても、T_L／T_Hを0.5以下にすることが好ましく、0.2以下にする

ことがより好ましい。上記のようにTLに対し、THを長くすることにより、ガラス中のガスをガラス外へと排除しやすくなる。ただし、Ceによるガラス中のガス取り込み効果を促進する上から、 TL/TH を0.01より大きくすることが好ましく、0.02より大きくすることがさらに好ましく、0.03より大きくすることが一層好ましく、0.04より大きくすることがより一層好ましい。

[0311] 1400~1600°Cの範囲から1200~1400°Cの範囲へ降温する際の温度差は、SnとCeそれぞれの泡切れ効果を高める上から30°C以上にすることが好ましく、50°C以上にすることがより好ましく、80°C以上にすることがさらに好ましく、100°C以上にすることが一層好ましく、150°C以上にすることがより一層好ましい。なお、温度差の上限は400°Cである。

[0312] 表11~17に示す例1-1から7-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度を、JIS規格Z8803、共軸二重円筒型回転粘度計による粘度測定方法により測定した。

表11~17に示すNo. 1-1~No. 1-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、300 dPa・s、No. 2-1~No. 2-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、250 dPa・s、No. 3-1~No. 3-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、400 dPa・s、No. 4-1~No. 4-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、350 dPa・s、No. 5-1~No. 5-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、300 dPa・s、No. 6-1~No. 6-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、320 dPa・s、No. 7-1~No. 7-339の各ガラスの1400°Cにおける粘度は、320 dPa・sである。

[0313] 表11~17に示す例1-1から7-339の各ガラスのうち、No. 1-1~1-339の各ガラスのヤング率は81 GPa以上、No. 5-1~No. 5-339の各ガラスの84 GPa以上である。前記各ガラスにおいて、SnおよびCeを添加しない場合、あるいは、SnおよびCeを添加せずにSbを添加した場合より、SnおよびCeを添加することによりヤング率の大きなガラスを得ることができる。No. 2-1~No. 2-339、No. 3-1~No. 3-339、No. 4-1~No. 4-339、No. 6-1~No. 6-339、No. 7-1~No. 7-339の各ガラスについても、SnおよびCeを添加することによりヤング率を増加させることができる。ヤング率を増加させることにより、こ

れらガラスを用いて作製した基板を備える磁気記録媒体は、高速回転時に優れたフラッタリング耐性を実現することができる。

[0314] 表11~17に示す各ガラスを用いて作製した基板に、紫外光を照射し、暗室状態で観察したところ、青色の蛍光が目視により認められた。この蛍光を利用して基板表面に付着する異物、例えば、残留する研磨剤や微小な埃の有無を確認することができる。また、異種のCe非添加ガラス製基板が上記基板に混入していないか、Ceによる青色の蛍光の有無により確認することもできる。

[0315] 上記各ガラスを厚さ1mmの両面を光学研磨した平板に加工し、光学研磨した面に垂直に光を入射して、分光透過率を測定し、外部透過率（ガラス表面における反射損失を含む。）が80%になる波長 λ_{80} と5%になる波長 λ_5 を測定した。各ガラスの中から幾つか測定結果を示すと、No.1-23のガラス（SnO₂の添加量 0.3質量%、CeO₂の添加量 0.2質量%）では λ_{80} が354nm、 λ_5 が327nm、No.1-38のガラス（SnO₂の添加量 0.5質量%、CeO₂の添加量 0.3質量%）では λ_{80} が360nm、 λ_5 が335nm、No.1-71のガラス（SnO₂の添加量 0.7質量%、CeO₂の添加量 0.5質量%）では λ_{80} が366nm、 λ_5 が342nmとなる。Ceの添加量を増加させていくとガラスの短波長域における吸収が増加傾向を示すが、こうした傾向とともに、ガラスに紫外光を照射したときの蛍光強度も増加する。紫外光照射によって発生する蛍光を利用してガラスを判別したり、ガラス表面の異物の有無を検査上で、十分な強度の蛍光を発生させるCeを添加することが望ましいが、 λ_{80} 、 λ_5 と前記用途に適した蛍光強度の関係を調べたところ、 λ_{80} が320nm以上の場合に十分な蛍光強度が得られることがわかった。こうしたことから、 λ_{80} が320nm以上となるようにCeの添加量を定めることが好ましく、 λ_{80} が330nm以上となるようにCeの添加量を定めることがより好ましく、 λ_{80} が350nm以上となるようにCeの添加量を定めることがさらに好ましく、 λ_{80} が355nm以上となるようにCeの添加量を定めることが好ましい。同様に λ_5 につい

ては、 $\lambda 5$ が300nm以上となるようにCeの添加量を定めることが好ましく、 $\lambda 5$ が310nm以上となるようにCeの添加量を定めることがより好ましく、 $\lambda 5$ が320nm以上となるようにCeの添加量を定めることがさらに好ましく、 $\lambda 5$ が330nm以上となるようにCeの添加量を定めることが一層好ましい。

[0316] 上記蛍光を利用した判別や検査を容易にするという観点から、CeO₂の添加量を0.1質量%以上とすることが好ましく、0.2質量%以上とすることがより好ましく、0.3質量%以上とすることがさらに好ましい。蛍光を利用した判別や検査を行う上で、 $\lambda 80$ やCeO₂の添加量が上記範囲外であると、十分な蛍光強度が得られず、上記判別や検査が困難になる。

[0317] (2) ガラスの成形

次に、上記ガラスを下記方法A～Cのいずれかにより、円盤状の基板ブランクを作製した。No. 1-1～No. 1-339の各ガラスとNo. 2-1～No. 2-339の各ガラスについては、実施例Aに示したと同様のA～Dの3つの方法で、それぞれ基板ブランクを作製した。それ以外のガラスについては、Aの方法で、それぞれ基板ブランクを作製した。No. 1-1～No. 1-339のガラスおよびNo. 2-1～No. 2-339のガラスについて、表に示す残留泡およびエッチングレートの結果は、Aの方法で作製した基板ブランクについての結果である。B～Dの各方法で作製した基板ブランクについての結果も同様であった。

[0318] (3) 基板の作製

上記各方法で得られた基板ブランクから、実施例Aに示したと同様の方法でガラス基板を作製した。

[0319] 作製したガラス基板の一部に、エッチングされない部分を作るためにマスク処理を施し、その状態のガラス基板を50℃に維持した0.5Vol%ケイフッ酸水溶液または50℃に維持した1質量%水酸化カリウム水溶液に所定時間浸漬した。その後、ガラス基板を上記各水溶液から引き上げ、マスク処理を施した部分と施していない部分との差分（エッチングの差）を求め、浸漬時間で割ることにより、単位時間あたりのエッチング量（エッチングレート）を求めた

。得られた酸エッチングレートおよびアルカリエッチングレートをそれぞれ表に示す。エッチングレートはNo. 1-1～No. 1-339、No. 2-1～No. 2-339のガラスについて測定した。No. 1-1～No. 1-339、No. 2-1～No. 2-339の各ガラスとも、酸エッチングレートが3.0 nm/分以下、アルカリエッチングレートが0.1 nm/分以下であり、耐酸性、耐アルカリ性とも優れている。

[0320] No. 3-1～No. 3-339、No. 4-1～No. 4-339、No. 6-1～No. 6-339の各ガラスについても、No. 1-1～No. 1-339、No. 2-1～No. 2-339の各ガラスと同様、酸エッチングレートが3.0 nm/分以下、アルカリエッチングレートが0.1 nm/分以下と耐酸性および耐アルカリ性ともに優れている。

[0321] 続いて、硝酸カリウム（60質量%）と硝酸ナトリウム（40質量%）とを混合して375℃に加熱した化学強化塩の中に、300℃に予熱した洗浄済みガラス基板を約3時間浸漬することにより化学強化処理を行った。この処理により、ガラス基板の表面のリチウムイオン、ナトリウムイオンは、化学強化塩中のナトリウムイオン、カリウムイオンにそれぞれ置換され、ガラス基板は化学的に強化される。なお、ガラス基板の表面に形成された圧縮応力層の厚さは、約100～200 μmであった。化学強化の実施後は、ガラス基板を20℃の水槽に浸漬して急冷し、約10分維持した。

[0322] 続いて、上記急冷を終えたガラス基板を、約40℃に加熱した硫酸に浸漬し、超音波を掛けながら洗浄した。その後、0.5%（Vol%）のケイフッ酸（H₂SiF₆）水溶液を用いてガラス基板を洗浄した後、1質量%の水酸化カリウム水溶液を用いてガラス基板の洗浄を行った。以上の工程により、磁気ディスク用ガラス基板12を製造した。

[0323] 続いて、磁気ディスク用ガラス基板について検査を行った。磁気ディスク用ガラス基板の表面の粗さをAFM（原子間力顕微鏡）（5 μm×5 μmの矩形領域を測定）で測定したところ、最大山高さ（Rmax）は1.5 nm、算術平均粗さ（Ra）は0.15 nmであった。また、表面は清浄な鏡面状態であり、磁気ヘッドの浮上を妨げる異物や、サーマルアスペリティ障害の原因となる異物は存在しなかった。また、洗浄前後における基板表面の粗さの増大は見られなかった。

次に、抗折強度を測定した。抗折強度は、抗折強度測定試験機（島津オートグラフDDS-2000）を用いて、図2に示すようにガラス基板上に荷重を加えていったときに、ガラス基板が破壊したときの荷重値として求めた。求められた抗折強度は、24.15kgで満足すべき値であった。

[0324] なお、上記説明では、化学強化後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を行っているが、鏡面研磨工程後の洗浄において酸洗浄およびアルカリ洗浄を行ってもよい。

[0325] このようにして得たガラス基板12を用いて磁気ディスク10を製造し、ハードディスクドライブの試験を行った。図1に、基板12上の膜構成（断面）を模式的に示す。

[0326] まず、真空引きを行った成膜装置を用いて、DCマグネトロンスパッタリング法にて、Ar雰囲気中で、付着層14、および軟磁性層16を順次成膜した。

[0327] このとき、付着層14は、20nmのアモルファスCrTi層となるように、CrTiターゲットを用いて成膜した。また、軟磁性層16は、200nmのアモルファスCoTaZr(Co:88原子%、Ta:7原子%、Zr:5原子%)層となるように、CoTaZrターゲットを用いて成膜した。

[0328] 軟磁性層16までの成膜を終えた磁気ディスク10を、成膜装置から取り出し、表面粗さを同様に測定したところ、 R_{max} が2.1nm、 R_a が0.20nmという平滑鏡面であった。VSM（振動試料型磁化測定装置）で磁気特性を測定したところ、保磁力(H_c)は2エルステッド、飽和磁束密度は810emu/ccであり、好適な軟磁性特性を示していた。

[0329] 続いて枚葉・静止対向型成膜装置を用いて、Ar雰囲気中で、下地層18、グラニューラ構造の微細化促進層20、グラニューラ構造の強磁性層32、磁氣的結合制御層34、交換エネルギー制御層36、および保護膜24を順次成膜した。本実施例において、下地層18は、第1層および第2層を有する2層構造である。

[0330] この工程においては、最初に、ディスク基板上に、下地層18の第1層と

して、アモルファスのNiTa(Ni:40原子%、Ta:10原子%)からなる10nm厚の層を形成し、第2層として、10~15nm厚のRu層を形成した。

[0331] 次に、非磁性CoCr-SiO₂からなるターゲットを用いて、2~20nmのhcp結晶構造からなる微細化促進層20を形成した。更に、CoCrPt-SiO₂からなる硬磁性体のターゲットを用いて、15nmのhcp結晶構造からなる強磁性層32を形成した。強磁性層32作成のための、ターゲットの組成は、Co:62原子%、Cr:10原子%、Pt:16原子%、SiO₂:12原子%であった。更に、Pd層からなる磁氣的結合制御層34を形成し、[CoB/Pd]n層からなる交換エネルギー制御層36を形成した。

[0332] 次に、エチレンを材料ガスとしたCVD法により、水素化カーボンからなる保護膜24を形成した。水素化カーボンとすることで、膜硬度が向上するので、磁気ヘッドからの衝撃に対して磁気記録層22を防護することができる。

[0333] この後、PFPE（パーフロロポリエーテル）からなる潤滑層26をディップコート法により形成した。潤滑層26の膜厚は1nmである。以上の製造工程により、垂直磁気記録媒体である垂直磁気記録方式の磁気ディスク10が得られた。得られた表面粗さを前述同様に測定したところ、Rmaxが2.2nm、Raが0.21nmという平滑鏡面であった。

[0334] 得られた磁気ディスク10を2.5インチ型ロードアンロード型ハードディスクドライブに搭載した。このハードディスクドライブに搭載されている磁気ヘッドは、Dynamic Flying Height（略称：DFH）型磁気ヘッドである。この磁気ヘッドの磁気ディスクに対する浮上量は8nmである。

[0335] このハードディスクドライブにより磁気ディスクの主表面上の記録再生領域に、1平方インチ当たり200ギガビットの記録密度で記録再生試験を行ったところ、良好な記録再生特性を示した。また試験中、クラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害が生じることもなかった。

[0336] 次にハードディスクドライブによりロードアンロード（Load Unload、以下LUL）試験を実施した。

[0337] LUL試験は、5400rpmで回転する2.5インチ型ハードディスクドライブと、浮

上量が8nmの磁気ヘッドにより行う。磁気ヘッドは前述のものを利用した。シールド部はNiFe合金からなる。磁気ディスクをこの磁気ディスク装置に搭載し、前述の磁気ヘッドによりLUL動作を連続して行い、LULの耐久回数を測定する。

[0338] LUL耐久性試験後に、磁気ディスク表面および磁気ヘッド表面の観察を肉眼および光学顕微鏡で行い、傷や汚れなどの異常の有無を確認する。このLUL耐久性試験は40万回以上のLUL回数に故障無く耐久することが求められ、特に、60万回以上耐久すれば好適である。なお、通常に使用されるHDD（ハードディスクドライブ）の使用環境では、LUL回数が60万回を超えるには、概ね10年程度の使用が必要であると云われている。

[0339] このLUL試験を実施したところ、磁気ディスク10は60万回以上耐久し合格した。また、LUL試験後に磁気ディスク10を取り出して検査したが、傷や汚れなどの異常は検出されなかった。アルカリ金属成分の析出も認められなかった。

（比較例B）

[0340] 次に、表11～17に示す比較例1-1～1-9、比較例2-1～2-9、比較例3-1～3-9、比較例4-1～4-9、比較例5-1～5-9、比較例6-1～6-9、比較例7-1～7-9の63個のガラスを作製した。比較例のガラスも実施例と同様の要領で作製した。

[0341] 表11～17に示す比較例1-1～7-1のガラス、比較例1-2～7-2のガラス、比較例1-3～7-3のガラスは清澄剤として過剰量のS_n酸化物とCe酸化物を添加したガラスである。

[0342] これらのガラスはいずれもS_n酸化物の溶け残りが認められ、情報記録媒体用ガラス基板材料としては不適当なものであった。

[0343] 表11～17に示す比較例1-6～7-6のガラスは清澄剤としてS_bのみ添加したガラス、比較例1-7～8-7のガラスは清澄剤としてS_nと過剰量のS_bを添加したガラス、比較例1-8～8-8のガラスは清澄剤として過剰量のS_nを添加したガラス、表11～17に示す比較例1-9～8-9のガラスは清澄剤として過剰量のCeを添加したガラスである。

[0344] これらのガラスはいずれも残留泡が100個／k gを超え、これらのガラスを用いて実施例と同様の方法で作製したガラス基板の表面には、残留泡に起因すると見られる局所的な窪みが見られ、基板の耐衝撃性も実施例のものに比べて劣っていた。

図面の簡単な説明

[0345] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係る磁気ディスクの構成の一例を示す図である。

[図2]図2は、抗折強度の測定方法の説明図である。

請求の範囲

- [1] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
質量%表示にて、
S i 20～40%、
A l 0.1～10%、
L i 0.1～5%、
N a 0.1～10%、
K 0～5%、
(ただし、L i、N a および K の合計含有量が15%以下)、
S n 0.005～0.6%、
C e 0～1.2%
を含み、S b 含有量が0～0.1%であって、A s および F を含有しないガラスであることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。
- [2] S n 含有量に対する C e 含有量の比 $C e / S n$ が0～2.1の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [3] S n 含有量に対する C e 含有量の比 $C e / S n$ が0.02～1.3の範囲にあることを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [4] S b を含有しないガラスであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [5] 質量%表示にて、
M g 0～5%、
C a 0～5%、
S r 0～2%、
B a 0～2%
を含む請求項1～4のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [6] Z r、T i、L a、N b、T a、および H f を合計で0.1～10質量%含むことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- 。

- [7] Mg、Ca、SrおよびBaの合計含有量が0～10%であることを特徴とする請求項1～6のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [8] SiとAlの合計含有量が30質量%以上であり、1400℃における粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下の粘性特性を有することを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [9] 質量%表示にて、
Si 28～34%、
Al 6～10%、
(ただし、SiとAlの合計含有量が37%以上)、
Li 0.1～3%、
Na 5～10%、
K 0.1～1%、
(ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が7～13%)、
Mg 0.1～2%、
Ca 0.1～2%、
SrおよびBaを合計で0～1%、
Zr 1～5%、
B 0～1%、
Zn 0～1%
を含む請求項1～8のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [10] 質量%表示にて、
Si 28～34%、
Al 6～10%、
(ただし、SiとAlの合計含有量が37%以上)、
Li 1～5%、
Na 1～10%、
K 0.1～3%、
(ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が5～11%)、

- Mg 0～2%、
Ca 0～2%、
Sr 0～1%、
Ba 0～1%、
Zr、Ti、La、Nb、TaおよびHfを合計で1～10%、
B 0～1%、
Zn 0～1%、
P 0～1%
- を含む請求項1～8のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [11] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、
Snと、任意にCeを添加して、
質量%表示にて、
Si 20～40%、
Al 0.1～10%、
Li 0.1～5%、
Na 0.1～10%、
K 0～5%、
(ただし、Li、NaおよびKの合計含有量が15%以下)、
Sn 0.005～0.6%、
Ce 0～1.2%
- を含み、Sb含有量が0～0.1%であって、AsおよびFを含有しないガラス
が得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた
熔融ガラスを清澄した後、成形することとを特徴とする磁気記録媒体基板用ガ
ラスの製造方法。
- [12] Sn含有量に対するCe含有量の比Ce/Snが0.02～1.3の範囲になるよ
うにガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持
した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する請求項11に記載の
磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

- [13] 熔融ガラスの1400°Cにおける粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下である請求項11または12に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [14] ガラス中の残留泡の密度が100個/kg以下となるようにSnおよびCeの添加量を定める請求項11～13のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [15] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、
SiO₂ 60～75%、
Al₂O₃ 1～15%、
Li₂O 0.1～20%、
Na₂O 0.1～15%、
K₂O 0～5%、
(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)
を含み、
外割りで、0.01～0.7質量%のSn酸化物、0～1.4質量%のCe酸化物が添加されているとともに、Sb酸化物の含有量が0～0.1質量%であって、AsおよびFを含有しないガラスであることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。
- [16] 質量%表示におけるSn酸化物の含有量に対するCe酸化物の含有量の比(Ce酸化物/Sn酸化物)が0～2.0の範囲にあることを特徴とする請求項15に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [17] 質量%表示におけるSn酸化物の含有量に対するCe酸化物の含有量の比(Ce酸化物/Sn酸化物)が0.02～1.2の範囲にあることを特徴とする請求項15に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [18] Sbを含有しないガラスであることを特徴とする請求項15～17のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [19] モル%表示にて、
MgO 0～10%、

C a O 0~10%、

S r O 0~5%、

B a O 0~5%

を含む請求項 15~18 のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [20] Z r O₂、T i O₂、L a₂O₃、N b₂O₅、T a₂O₅およびH f O₂を合計で0.1~5モル%含むことを特徴とする請求項 15~19 のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [21] M g O、C a O、S r OおよびB a Oの合計含有量が0.1~10モル%であることを特徴とする請求項 15~20 のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [22] S i O₂とA l₂O₃の合計含有量が65モル%以上であり、1400℃における粘度が10³d P a・s以下の粘性特性を有することを特徴とする請求項 15~21 のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [23] 質量%表示にて、

S i O₂ 66~70%、

A l₂O₃ 7~12%、

(ただし、S i O₂とA l₂O₃の合計含有量が75%以上)、

L i₂O 5~10%、

N a₂O 8~13%、

K₂O 0.1~2%、

(ただし、L i₂O、N a₂OおよびK₂Oの合計含有量が15~22%)、

M g O 0.1~5%、

C a O 0.1~5%、

S r OおよびB a Oを合計で0~1%、

Z r O₂ 0.1~2%、

B₂O₃ 0~1%、

Z n O 0~1%

を含む請求項 15~22 のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [24] 質量%表示にて、
SiO₂ 66~70%、
Al₂O₃ 5~12%、
Li₂O 5~20%、
Na₂O 1~13%、
K₂O 0.1~2%、
(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が18~22%)、
MgOおよびCaOを合計で0~5%、
SrOおよびBaOを合計で0~5%、
ZrO₂、TiO₂、La₂O₃、Nb₂O₅、Ta₂O₅、HfO₂を合計で0.1~5%、
B₂O₃ 0~3%、
ZnO 0~1%、
P₂O₅ 0~0.5%
を含む請求項15~22のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [25] 50℃に保たれた0.5体積%のケイフッ酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが3.0nm/分以下となる耐酸性と、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.1nm/分以下となる耐アルカリ性を備えることを特徴とする請求項15~24のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [26] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、
Snと、任意にCeを添加して、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、
SiO₂ 60~75%、
Al₂O₃ 1~15%、
Li₂O 0.1~20%、
Na₂O 0.1~15%、
K₂O 0~5%、
(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)

を含み、S b含有量が0.1%、A sおよびFを含有しないガラスであって

、
外割りで0.01~0.7質量%のS n酸化物、0~1.4質量%のC e酸化物を含むガ
ラスが得られるようにガラス原料を熔融し、得ら
れた熔融ガラスを清澄、成形することを特徴とする磁気記録媒体基板用ガ
スの製造方法。

[27] 質量%表示におけるS n酸化物の含有量に対するC e酸化物の含有量の比
(C e酸化物/S n酸化物)が0.02~1.2の範囲になるようにガラス原料を調
合、熔融して得られた熔融ガラスを1400~1600°Cに保持した後、降温して120
0~1400°Cに保持した後、成形する請求項26に記載の磁気記録媒体基板用ガ
スの製造方法。

[28] 熔融ガラスの1400°Cにおける粘度が 10^3 dPa・s以下である請求項26ま
たは27に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[29] ガラス中の残留泡の密度が100個/kg以下となるようにS nおよびC
eの添加量を定める請求項26~28のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガ
スの製造方法。

[30] 熔融ガラスを流出して熔融ガラス塊を得、前記ガラス塊をプレス成形する
請求項11~14、26~29のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの
製造方法。

[31] 熔融ガラスをフロート法によりシート状のガラスに成形する請求項11~
14、26~29のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。

[32] 熔融ガラスをオーバーフローシドロー成形してシート状のガラスを得
る請求項11~14、26~29のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラス
の製造方法。

[33] 化学強化処理された請求項1~10、15~25のいずれかに記載の磁気
記録媒体基板用ガラス。

[34] 請求項1~10、15~25、33のいずれかに記載のガラスにより構成
される磁気記録媒体用基板。

- [35] 主表面の粗さ R_a が 0.25 nm 未満である請求項 34 に記載の磁気記録媒体用基板。
- [36] 抗折強度が 10 kg 以上であることを特徴とする請求項 34 または 35 に記載の磁気記録媒体用基板。
- [37] 円盤形状を有し、厚みが 1 mm 以下である請求項 34 ～ 36 のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板。
- [38] 請求項 1 ～ 10、15 ～ 25、33 のいずれかに記載のガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。
- [39] 前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える請求項 38 に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。
- [40] 請求項 11 ～ 14、26 ～ 32 のいずれかに記載の方法でガラスを作製し、前記ガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。
- [41] 前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える請求項 40 に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。
- [42] 請求項 34 ～ 37 のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板上に情報記録層を有する磁気記録媒体。
- [43] 垂直磁気記録方式である請求項 42 に記載の磁気記録媒体。
- [44] 請求項 38 ～ 41 のいずれかに記載の方法により磁気記録媒体用基板を作製し、前記基板上に情報記録層を形成する磁気記録媒体の製造方法。
- [45] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、
 SiO_2 60～75%、
 Al_2O_3 1～15%、
 Li_2O 0.1～20%、
 Na_2O 0.1～15%、
 K_2O 0～5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、 Sn 酸化物および Ce 酸化物を外割り合計含有量で0.1~3.5質量%含み、 Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.01~0.99であって、 Sb 酸化物の含有量が0~0.1%、 As および F を含有しないガラスであることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[46] 質量%表示における Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が1/3以上であることを特徴とする請求項45に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[47] 質量%表示における Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.45~0.98の範囲にあることを特徴とする請求項45に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[48] Sb を含有しないガラスであることを特徴とする請求項45~47のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[49] モル%表示にて、

MgO 0~10%、

CaO 0~10%、

SrO 0~5%、

BaO 0~5%、

B_2O_3 0~3%

P_2O_5 0~1%

ZnO 0~3%

を含む請求項45~48のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[50] ZrO_2 、 TiO_2 、 La_2O_3 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 および HfO_2 を合計で0.1~5モル%含むことを特徴とする請求項45~49のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [51] MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量が0.1~10モル%であることを特徴とする請求項45~50のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [52] SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量が65モル%以上であり、1400°Cにおける粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下の粘性特性を有することを特徴とする請求項45~51のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [53] 質量%表示にて、
 SiO_2 66~70%、
 Al_2O_3 7~12%、
(ただし、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量が75%以上)、
 Li_2O 5~10%、
 Na_2O 8~13%、
 K_2O 0.1~2%、
(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が15~22%)、
 MgO 0.1~5%、
 CaO 0.1~5%、
 SrO および BaO を合計で0~1%、
 ZrO_2 0.1~2%、
 B_2O_3 0~1%、
 ZnO 0~1%
を含む請求項45~52のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [54] 質量%表示にて、
 SiO_2 66~70%、
 Al_2O_3 5~12%、
 Li_2O 5~20%、
 Na_2O 1~13%、
 K_2O 0.1~2%、
(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が18~22%)、

MgOおよびCaOを合計で0～5%、

SrOおよびBaOを合計で0～5%、

ZrO₂、TiO₂、La₂O₃、Nb₂O₅、Ta₂O₅、HfO₂を合計で0.1～5%、

B₂O₃ 0～3%、

ZnO 0～1%、

P₂O₅ 0～0.5%

を含む請求項45～52のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [55] 50℃に保たれた0.5体積%のケイフッ酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが3.0nm/分以下となる耐酸性と、50℃に保たれた1質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが0.1nm/分以下となる耐アルカリ性を備えることを特徴とする請求項45～54のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

- [56] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法において、

SnおよびCeを添加して、

酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60～75%、

Al₂O₃ 1～15%、

Li₂O 0.1～20%、

Na₂O 0.1～15%、

K₂O 0～5%、

(ただし、Li₂O、Na₂OおよびK₂Oの合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、Sn酸化物およびCe酸化物を外割り合計含有量で0.1～3.5質量%含むとともに、Sn酸化物とCe酸化物の合計含有量に対するSn酸化物の含有量の比(Sn酸化物の含有量/(Sn酸化物の含有量+Ce酸化物の含有量))が0.01～0.99であって、Sb酸化物の含有量が0～0.1%、AsおよびFを含有しないガラスが得られるようにガラス原料を調合し、前記ガラス原料を熔融し、得られた熔融ガラスを清澄、成形することを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。

- [57] ガラス原料を調合、熔融して得られた熔融ガラスを1400～1600℃に保持した後、降温して1200～1400℃に保持した後、成形する請求項56に記載の磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法。
- [58] 熔融ガラスの1400℃における粘度が $10^3 \text{ dPa} \cdot \text{s}$ 以下である請求項56または57に記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [59] ガラス中の残留泡の密度が60個/kg以下となるようにSnおよびCeの添加量を定める請求項56～59のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [60] 熔融ガラスを流出して熔融ガラス塊を得、前記ガラス塊をプレス成形する請求項56～59のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [61] 熔融ガラスをフロート法によりシート状のガラスに成形する請求項56～59のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [62] 熔融ガラスをオーバーフローダウンドロー成形してシート状のガラスを得る請求項56～59のいずれかに記載の磁気記録媒体用ガラスの製造方法。
- [63] 化学強化処理された請求項45～55のいずれかに記載の磁気記録媒体基板用ガラス。
- [64] 請求項45～55、61のいずれかに記載のガラスにより構成される磁気記録媒体用基板。
- [65] 主表面の粗さ R_a が0.25nm未満である請求項64に記載の磁気記録媒体用基板。
- [66] 抗折強度が10kg以上であることを特徴とする請求項64または65に記載の磁気記録媒体用基板。
- [67] 円盤形状を有し、厚みが1mm以下である請求項64～66のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板。
- [68] 請求項45～55、61のいずれかに記載のガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。
- [69] 前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工

程を備える請求項 68 に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

[70] 請求項 56 ～ 62 のいずれかに記載の方法でガラスを作製し、前記ガラスを鏡面研磨加工する工程と、鏡面研磨した後に酸洗浄およびアルカリ洗浄を施す洗浄工程とを含む磁気記録媒体用基板の製造方法。

[71] 前記鏡面研磨加工工程と洗浄工程の間に前記ガラスを化学強化処理する工程を備える請求項 70 に記載の磁気記録媒体用基板の製造方法。

[72] 請求項 64 ～ 67 のいずれかに記載の磁気記録媒体用基板上に情報記録層を有する磁気記録媒体。

[73] 垂直磁気記録方式である請求項 72 に記載の磁気記録媒体。

[74] 請求項 68 ～ 71 のいずれかに記載の方法により磁気記録媒体用基板を作製し、前記基板上に情報記録層を形成する磁気記録媒体の製造方法。

[75] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
質量%表示にて、

Si 20～40%、

Al 0.1～10%、

Li 0.1～5%、

Na 0.1～10%、

K 0～5%、

(ただし、Li、Na および K の合計含有量が 15% 以下)、

Sn 0.005～0.6%、

Ce 0～1.2%

を含み、Sb 含有量が 0～0.1% であって、As および F を含有せず、 λ_{80} が 320 nm 以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[76] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、
酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO₂ 60～75%、

Al₂O₃ 1～15%、

Li₂O 0.1～20%、

Na_2O 0.1~15%、

K_2O 0~5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、

外割りで、0.01~0.7質量%の Sn 酸化物、0~1.4質量%の Ce 酸化物が添加されているとともに、 Sb 酸化物の含有量が0~0.1質量%であって、 As および F を含有せず、 λ_{80} が320nm以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。

[77] 酸化物ガラスからなる磁気記録媒体基板用ガラスにおいて、

酸化物基準に換算し、モル%表示にて、

SiO_2 60~75%、

Al_2O_3 1~15%、

Li_2O 0.1~20%、

Na_2O 0.1~15%、

K_2O 0~5%、

(ただし、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量が25%以下)

を含み、さらに、 Sn 酸化物および Ce 酸化物を外割り合計含有量で0.1~3.5質量%含み、 Sn 酸化物と Ce 酸化物の合計含有量に対する Sn 酸化物の含有量の比(Sn 酸化物の含有量/ $(\text{Sn}$ 酸化物の含有量+ Ce 酸化物の含有量))が0.01~0.99であって、 Sb 酸化物の含有量が0~0.1%、 As および F を含有せず、 λ_{80} が320nm以上であることを特徴とする磁気記録媒体基板用ガラス。