

明 細 書

発明の名称：

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、磁気記録再生装置用ガラススペーサおよび磁気記録再生装置

技術分野

[0001] 本発明は、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、磁気記録再生装置用ガラススペーサおよび磁気記録再生装置に関する。

背景技術

[0002] ハードディスク等の磁気記録媒体用の基板（磁気記録媒体基板）としては、従来、アルミニウム合金製の基板が用いられていた。しかし、アルミニウム合金製基板については、変形しやすい、研磨後の基板表面の平滑性が十分ではない等の点が指摘されている。そのため現在では、ガラス製の磁気記録媒体基板が広く用いられている（例えば特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-64921号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 磁気記録媒体基板上に磁気記録層を形成する工程では、通常、高温での成膜が行われるか、または成膜後に高温で熱処理が行われる。したがって、磁気記録媒体基板用のガラスには、高温処理に耐え得る高い耐熱性を有すること、具体的には高いガラス転移温度を有することが求められる。

[0005] 更に、磁気記録媒体の薄板化や記録密度の高密度化に伴い、スピンドルモータの回転中における磁気記録媒体の反りやたわみの一層の低減や、磁気記録媒体の実用強度に対する要求も高まっている。これら要求に対応するためには、磁気記録媒体基板用のガラスの剛性が高いこと、具体的にはヤング率

が高いことが望ましい。

[0006] 以上の通り、磁気記録媒体基板用のガラスには、耐熱性および剛性に優れることが望まれる。

[0007] そこで本発明の一態様は、耐熱性および剛性に優れる磁気記録媒体基板用ガラス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

[0008] 本発明の一態様は、

SiO_2 含有量が56～80モル%、

Li_2O 含有量が1～10モル%、

B_2O_3 含有量が0～4モル%、

MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9～40モル%、

であり、

比重が 2.75 g/cm^3 以下、ガラス転移温度が 650°C 以上かつヤング率が90 GPa以上の非晶質の酸化物ガラスである磁気記録媒体基板用ガラス（以下、「ガラスA」とも記載する。）

に関する。

[0009] また、本発明の一態様は、

SiO_2 含有量が56～80モル%、

Li_2O 含有量が1～10モル%、

B_2O_3 含有量が0～4モル%、

MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9～40モル%、

Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比($(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Al}_2\text{O}_3$)が2～13、

であり、

ガラス転移温度が 650°C 以上かつヤング率が90 GPa以上の非晶質の酸化物ガラスである磁気記録媒体基板用ガラス（以下、「ガラスB」とも記載する。）

に関する。

- [0010] ガラスAおよびガラスBは、上記ガラス組成を有し、ガラス転移温度が650℃以上の高い耐熱性とヤング率が90GPa以上の高い剛性を有する。

発明の効果

- [0011] 本発明の一態様によれば、耐熱性および剛性に優れる磁気記録媒体基板用ガラスを提供することができる。更に、一態様によれば、上記磁気記録媒体基板用ガラスからなる磁気記録媒体基板、およびこの基板を含む磁気記録媒体を提供することもできる。更に一態様によれば、磁気記録装置用ガラススペーサを提供することができる。

発明を実施するための形態

- [0012] [磁気記録媒体基板用ガラス]

ガラスAおよびBは、上記ガラス組成を有し、ガラス転移温度が650℃以上かつヤング率が90GPa以上の非晶質の酸化物ガラスである磁気記録媒体基板用ガラスである。

- [0013] ガラスAおよびBは、非晶質のガラスであって、かつ酸化物ガラスである。非晶質のガラスとは、結晶化ガラスとは異なり、結晶相を含まず、昇温によりガラス転移現象を示すガラスである。また、酸化物ガラスとは、ガラスの主要ネットワーク形成成分が酸化物であるガラスである。

以下、ガラスAおよびBについて、更に詳細に説明する。特記しない限り、説明されている事項は、ガラスAおよびガラスBの両ガラスについて適用される。

- [0014] <ガラス組成>

本発明および本明細書では、ガラス組成を、酸化物基準のガラス組成で表示する。ここで「酸化物基準のガラス組成」とは、ガラス原料が熔融時にすべて分解されてガラス中で酸化物として存在するものとして換算することにより得られるガラス組成をいうものとする。また、特記しない限り、ガラス組成はモル基準（モル%、モル比）で表示するものとする。

本発明および本明細書におけるガラス組成は、例えばICP-AES（Inductively Coupled Plasma-Atomic E

mission Spectrometry)等の方法により求めることができる。定量分析は、ICP-AESを用い、各元素別に行われる。その後、分析値は酸化物表記に換算される。ICP-AESによる分析値は、例えば、分析値の±5%程度の測定誤差を含んでいることがある。したがって、分析値から換算された酸化物表記の値についても、同様に±5%程度の誤差を含んでいることがある。

また、本発明および本明細書において、構成成分の含有量が0%または含まないもしくは導入しないとは、この構成成分を実質的に含まないことを意味し、この構成成分の含有量が不純物レベル程度以下であることを指す。不純物レベル程度以下とは、例えば、0.01%未満であることを意味する。

[0015] 以下に、ガラスAおよびBのガラス組成について説明する。

[0016] SiO_2 は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性を向上させる働きを有する。また、 SiO_2 は、化学的耐久性の向上にも寄与する成分である。ガラスAおよびBにおける SiO_2 含有量は、剛性向上の観点から、80%以下であり、75%以下であることが好ましく、70%以下であることがより好ましく、66%以下であることが更に好ましく、64%以下であることが一層好ましく、63%以下であることがより一層好ましく、62%以下であることが更に一層好ましい。また、ガラスAおよびBにおける SiO_2 含有量は、化学的耐久性の維持の観点から、56%以上であり、57%以上であることが好ましく、58%以上であることがより好ましく、59%以上であることが更に好ましく、60%以上であることが一層好ましい。

[0017] Al_2O_3 は、ガラスのネットワーク形成成分であり、耐熱性を向上させる働きを有する。また、 Al_2O_3 は、化学的耐久性を向上させる働きも有する。ガラスBにおいて、 Al_2O_3 は必須成分である。耐熱性および化学的耐久性向上の観点から、ガラスAおよびBにおける Al_2O_3 の含有量は、5%以上であることが好ましく、8%以上であることがより好ましく、10%以上であることが更に好ましく、12%以上であることが一層好ましく、13%以上であることがより一層好ましい。また、ガラス安定性向上の観点から、

ガラスAおよびBにおける Al_2O_3 の含有量は、20%以下であることが好ましく、18%以下であることがより好ましく、17%以下であることが更に好ましく、16%以下であることが一層好ましく、15.5%以下であることがより一層好ましい。

[0018] ガラスAおよびBにおいて、 SiO_2 および Al_2O_3 の合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$)は、化学的耐久性を維持する観点から65%以上であることが好ましく、67%以上であることがより好ましく、69%以上であることが更に好ましく、70%以上であることが一層好ましく、72%以上であることがより一層好ましく、74%以上であることがより一層好ましい。また、剛性向上の観点から、ガラスAおよびBにおける SiO_2 および Al_2O_3 の合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$)は80%以下であることが好ましく、78%以下であることがより好ましく、77%以下であることが更に好ましく、76%以下であることが一層好ましく、75%以下であることがより一層好ましい。

[0019] B_2O_3 は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラスの比重を低下させる成分であり、熔融性を向上させる成分でもある。他方、 B_2O_3 は、熔融時に揮発しやすく、ガラス成分比率を不安定にしやすい。また、過剰導入により、化学的耐久性を低下させる傾向がある。以上の点から、ガラスAおよびBにおける B_2O_3 の含有量は、0~4%とする。 B_2O_3 の含有量は、3.00%以下であることが好ましく、2.00%以下であることがより好ましく、1.50%以下であることが更に好ましく、1.00%以下であることが一層好ましく、0.50%以下であることがより一層好ましく、0.30%以下であることが更に一層好ましい。また、 B_2O_3 の含有量は、0.00%以上であることが好ましく、0.05%以上であることがより好ましく、0.10%以上であることが更に好ましく、0.15%以上であることが一層好ましい。

[0020] アルカリ土類金属酸化物である MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の中で、 MgO は、ガラスのヤング率を高める働き、熱膨張係数を大きくする働

き、ならびにガラスの熔融性や成形性を良化する働きを有する。比弾性率について詳細は後述する。一態様では、MgOは必須成分である。上記の働きを良好に得る観点から、ガラスAおよびBにおけるMgOの含有量は、3%以上であることが好ましく、5%以上であることがより好ましく、7%以上であることが更に好ましく、8%以上であることが一層好ましく、9%以上であることがより一層好ましい。また、ガラス安定性を維持する観点から、ガラスAおよびBにおけるMgOの含有量は28%以下であることが好ましく、25%以下であることがより好ましく、22%以下であることが更に好ましく、20%以下であることが一層好ましく、18%以下であることがより一層好ましく、16%以下であることが更に一層好ましく、15%以下であることがなお一層好ましく、14%以下であることが更により一層好ましい。

[0021] ガラスAおよびBにおけるCaOの含有量は0%以上である。CaOも、ガラスのヤング率および比弾性率を高める働き、熱膨張係数を大きくする働き、ならびにガラスの熔融性や成形性を良化する働きを有する。これらの働きを良好に得る観点から、ガラスAおよびBにおけるCaOの含有量は、2%以上であることが好ましく、3%以上であることがより好ましく、4%以上であることが更に好ましく、5%以上であることが一層好ましい。また、化学的耐久性を維持する観点から、ガラスAおよびBにおけるCaOの含有量は18%以下であることが好ましく、15%以下であることがより好ましく、12%以下であることが一層好ましく、10%以下であることがより一層好ましく、8%以下であることがより一層好ましく、7%以下であることが更に一層好ましい。

[0022] ガラスAおよびBにおけるMgOとCaOの合計含有量(MgO+CaO)は、剛性向上の観点から9%以上であり、11%以上であることが好ましく、13%以上であることがより好ましく、15%以上であることが更に好ましく、16%以上であることが一層好ましく、17%以上であることがより一層好ましい。また、ガラス安定性の観点から、ガラスAおよびBにおけ

るMgOとCaOの合計含有量(MgO+CaO)は40%以下であり、35%以下であることが好ましく、30%以下であることがより好ましく、27%以下であることが更に好ましく、25%以下であることが一層好ましく、23%以下であることがより一層好ましく、21%以下であることが更に一層好ましく、20%以下であることがなお一層好ましい。

[0023] ガラスAおよびBにおけるMgO含有量に対するCaO含有量のモル比(CaO/MgO)は、ヤング率および比弾性率を高める観点ならびにガラス安定性の向上の観点から、2.5以下であることが好ましく、2.3以下であることがより好ましく、2.1以下であることが更に好ましく、1.9以下であることが一層好ましく、1.6以下であることがより一層好ましく、1.4以下であることが更に一層好ましく、1.1以下であることが更により一層好ましく、1.0以下であることがなお一層好ましい。また、モル比(CaO/MgO)は、0以上であり、ガラス安定性向上の観点からは0.05以上であることが好ましく、0.100以上であることがより好ましく、0.120以上であることが更に好ましく、0.150以上であることが一層好ましい。

[0024] SrOは、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有する。化学的耐久性の維持、低比重化および原料コストの低減の観点から、ガラスAおよびBにおけるSrOの含有量は0～2%であることが好ましい。SrOの含有量のより好ましい範囲は0～1.5%、更に好ましい範囲は0～1%であり、一層好ましい範囲は0～0.5%である。一態様では、SrOを含有しないこと、即ちSrOの含有量が0%であることが好ましい。

[0025] BaOおよびSrOは、いずれもガラスの比重を上昇させる成分である。ガラスの低比重化の観点から、ガラスAおよびBにおけるBaOおよびSrOの合計含有量(BaO+SrO)は0～2%であることが好ましく、0～1.5%であることがより好ましく、0～1%であることが更に好ましく、0～0.5%であることが一層好ましい。一態様では、BaOおよびSrO

を含有しないこと、即ちBaOおよびSrOの合計含有量（BaO+SrO）が0%であることが好ましい。

[0026] BaO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有する。化学的耐久性の維持、低比重化および原料コストの低減の観点からは、ガラスAおよびBにおけるBaO含有量は0~2%であることが好ましく、0~1.5%であることがより好ましく、0~1.0%であることが更に好ましく、0~0.5%であることが一層好ましい。一態様では、BaOを含有しないこと、即ちBaOの含有量が0%であることが好ましい。

[0027] MgO、CaO、SrOおよびBaOの合計含有量に対するBaO含有量のモル比（BaO／（MgO+CaO+SrO+BaO））は、剛性向上、低比重化、高比弾性率化およびガラス安定性向上の観点から、0.1以下であることが好ましく、0.08以下であることがより好ましく、0.06以下であることが更に好ましく、0.04以下であることが一層好ましく、0.03以下であることがより一層好ましく、0.02以下であることが更に一層好ましく、0.01以下であることが更により一層好ましい。一態様では、モル比（BaO／（MgO+CaO+SrO+BaO））は0であることが好ましい。

[0028] MgO、CaO、SrOおよびBaOの合計含有量に対するMgO含有量のモル比（MgO／（MgO+CaO+SrO+BaO））は、ガラス安定性の向上の観点から、1以下であることが好ましく、0.8以下であることがより好ましく、0.75以下であることが更に好ましい。また、モル比（MgO／（MgO+CaO+SrO+BaO））は、ヤング率および比弾性率を高める観点ならびにガラス安定性の向上の観点から、0.3以上であることが好ましく、0.5以上であることがより好ましく、0.6以上であることが更に好ましく、0.65以上であることが一層好ましい。

[0029] ガラスAおよびBにおけるアルカリ土類金属酸化物の合計含有量（MgO+CaO+SrO+BaO）は、ガラスの熔融性の向上、安定性の向上の観

点から9%以上であることが好ましく、11%以上であることがより好ましく、13%以上であることが更に好ましく、14%以上であることが一層好ましく、16%以上であることがより一層好ましい。また、ガラスの化学的耐久性の観点から、ガラスAおよびBにおけるアルカリ土類金属酸化物の合計含有量 ($MgO + CaO + SrO + BaO$) は40%以下であることが好ましく、35%以下であることがより好ましく、30%以下であることが更に好ましく、28%以下であることが一層好ましく、25%以下であることがより一層好ましく、22%以下であることが更に一層好ましく、21%以下であることがなお一層好ましく、20%以下であることが更により一層好ましい。

[0030] アルカリ土類金属酸化物の中で、 MgO はガラスのヤング率および比弾性率を高める働きを有し、かつ比重の増大を抑えることに寄与する成分でもある。したがって、 MgO は、ガラスの高ヤング率化、高比弾性率化および低比重化のために非常に有用な成分であり、特に高ヤング率化および低比重化に有効である。また、 CaO もガラスのヤング率および比弾性率を高める働きを有し、比重の増大を抑えることに寄与する成分でもあり、かつガラスの熱膨張係数を大きくするためにも有効な成分である。一方、 SrO と BaO は比重や原料コストを増大させる。以上の観点から、ガラスAおよびBにおいて、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量に対する MgO および CaO の合計含有量のモル比 $\{ (MgO + CaO) / (MgO + CaO + SrO + BaO) \}$ は、0.7~1であることが好ましい。上記モル比の下限については、0.750以上であることがより好ましく、0.800以上であることが更に好ましく、0.850以上であることが一層好ましく、0.900以上であることがより一層好ましく、0.925以上であることが更に一層好ましく、0.950以上であることが更により一層好ましく、0.975以上であることがなお一層好ましく、0.980以上であることがなおより一層好ましい。

[0031] Li_2O は、アルカリ金属酸化物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、ヤング率を増加させて磁気記録媒体基板に好適な剛性を付与させるために好適な成分である。更に、 Li_2O は、比抵抗を低くする役割を有する成分でもある。比抵抗について、詳細は後述する。 Li_2O は、熱膨張係数を大きくする成分でもある。また、ガラスAおよびBを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。他方、 Li_2O は、ガラス転移温度を低下させる成分でもある。以上の働きを考慮し、ガラスAおよびBにおける Li_2O の含有量は、1～10%とする。 Li_2O の含有量の下限については、2%以上であることが好ましく、3%以上であることがより一層好ましく、4%以上であることが更に好ましく、4.2%以上であることが一層好ましい。また、 Li_2O の含有量の上限については、8%以下であることが好ましく、7%以下であることがより好ましく、6%以下であることが更に好ましく、5%以下であることが一層好ましい。

[0032] MgO と CaO の合計含有量に対する Li_2O 含有量のモル比($\text{Li}_2\text{O}/(\text{MgO}+\text{CaO})$)は、ガラス転移温度の低下を抑制する観点から、0.4以下であることが好ましく、0.37以下であることがより好ましく、0.35以下であることが更に好ましく、0.32以下であることが一層好ましく、0.30以下であることがより一層好ましい。また、モル比($\text{Li}_2\text{O}/(\text{MgO}+\text{CaO})$)は、ガラスの熔融性の向上、泡の発生の抑制および比抵抗を低くする観点から0.03以上であることが好ましく、0.05以上であることがより好ましく、0.08以上であることが更に好ましく、0.10以上であることが一層好ましく、0.15以上であることがより一層好ましく、0.20以上であることが更に一層好ましく、0.21以上であることがなお一層好ましい。

[0033] Na_2O は、ガラスの熔融性および成形性を向上させ、熱膨張係数を大きくし、清澄時にはガラスの粘性を低下させて泡切れを促進させる働きを有する成分である。また、ガラスAおよびBを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。以上の働きを考慮し、ガラス

AおよびBにおける Na_2O の含有量は、0～10%であることが好ましく、0～8%であることがより好ましく、0～7%であることが更に好ましく、0～6%であることが一層好ましく、0～5%であることがより一層好ましく、0～3%であることが更に一層好ましく、0～1%であることが更により一層好ましい。

[0034] Li_2O 含有量に対する Na_2O 含有量のモル比($\text{Na}_2\text{O}/\text{Li}_2\text{O}$)は、剛性向上の観点から、5以下であることが好ましく、3以下であることがより好ましく、2以下であることが更に好ましく、1以下であることが一層好ましく、0.5以下であることがより一層好ましい。一態様では、モル比($\text{Na}_2\text{O}/\text{Li}_2\text{O}$)は、0であることができる。

[0035] 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有するとともに熱膨張係数を大きくする成分である。他方、過剰に導入すると化学的耐久性、特に耐酸性を低下させる傾向があり、ガラス基板としたときの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磁気記録層等の膜物性に影響を及ぼす可能性がある。以上の点を考慮し、ガラスAおよびBにおける K_2O の含有量は0～5%であることが好ましく、0～3%であることがより好ましく、0～2%であることが更に好ましく、0～1%であることが一層好ましい。一態様では、 K_2O を含有しないことが好ましい。

[0036] Li_2O 含有量、 Na_2O 含有量および K_2O 含有量については、ガラスの熔融性の向上の観点から、 $4 \times \text{Li}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量および K_2O 含有量の和($4 \text{Li}_2\text{O} + 2 \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)は8%以上であることが好ましい。また、上記の和($4 \text{Li}_2\text{O} + 2 \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)が8%以上であることは、比抵抗を低くするうえでも好ましい。以上の観点から、上記の和は、10%以上であることがより好ましく、12%以上であることが更に好ましく、14%以上であることが一層好ましく、16%以上であることがより一層好ましく、17%以上であることが更に一層好ましく、17.3%以上であることが更により一層好ましく、17.5%以上であることがなお一層好ましく、17.8%以上であることがなおより一層好ましい。また、ガラス転

移温度を高める観点から、 $4 \times \text{Li}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量および K_2O 含有量の和($4 \text{Li}_2\text{O} + 2 \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$)は、27%以下であることが好ましく、25%以下であることがより好ましく、23%以下であることが更に好ましく、21%以下であることが一層好ましく、20%以下であることがより一層好ましく、19%以下であることが更により一層好ましい。

[0037] Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量に対する SiO_2 含有量のモル比($\text{SiO}_2 / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$)は、ガラス転移温度を高める観点から4以上であることが好ましく、6以上であることがより好ましく、8以上であることが更に好ましく、10以上であることが一層好ましく、10.5以上であることがより一層好ましい。また、モル比($\text{SiO}_2 / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$)は、ガラスの熔融性向上および剛性向上の観点から、22以下であることが好ましく、20以下であることがより好ましく、17以下であることが更に好ましく、15以下であることが一層好ましく、14以下であることがより一層好ましい。

[0038] Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量に対する Li_2O 含有量のモル比($\text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$)は、ヤング率および比弾性率を高め、溶解性を向上し、比抵抗を低くする観点から、0.10以上であることが好ましく、0.30以上であることがより好ましく、0.50以上であることが更に好ましく、0.70以上であることが一層好ましく、0.80以上であることがより一層好ましく、0.90以上であることが更に一層好ましく、0.95以上であることがなお一層好ましい。一態様では、モル比($\text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$)は1であることができる。

[0039] Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量に対する Na_2O 含有量のモル比($\text{Na}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$)は0以上であることができ、ヤング率や比弾性率の低下を抑制する観点から5以下であることが好ましく、2以下であることがより好ましく、1以下であることがより好ましく、0.8以下であることが更に好ましく、0.5以下であることが一層好ましい。

- [0040] $5 \times \text{Li}_2\text{O}$ 含有量、 $3 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量、 $3 \times \text{K}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{B}_2\text{O}_3$ 含有量、 MgO 含有量、 $2 \times \text{CaO}$ 含有量、 $3 \times \text{SrO}$ 含有量および BaO 含有量の和 ($5 \text{Li}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{O} + 3 \text{K}_2\text{O} + 2 \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + 2 \text{CaO} + 3 \text{SrO} + \text{BaO}$) は、熱膨張係数を大きくする観点から、32%以上であることが好ましく、35%以上であることがより好ましく、38%以上であることが更に好ましく、40%以上であることが一層好ましく、42%以上であることがより一層好ましく、44%以上であることが更に一層好ましい。また、ガラス転移温度を高める観点から、上記の和 ($5 \text{Li}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{O} + 3 \text{K}_2\text{O} + 2 \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + 2 \text{CaO} + 3 \text{SrO} + \text{BaO}$) は58%以下であることが好ましく、56%以下であることがより好ましく、54%以下であることが更に好ましく、52%以下であることが一層好ましく、51%以下であることがより一層好ましく、50%以下であることが更に一層好ましい。
- [0041] MgO と Li_2O の合計含有量に対する CaO と Na_2O の合計含有量のモル比 ($(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}) / (\text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})$) は、ガラス安定性の向上の観点からは0以上であることが好ましく、0.03以上であることがより好ましく、0.05以上であることが更に好ましく、0.10以上であることが一層好ましく、0.15以上であることがより一層好ましく、0.20以上であることが更に一層好ましく、0.25以上であることが更に一層好ましい。また、モル比 ($(\text{CaO} + \text{Na}_2\text{O}) / (\text{MgO} + \text{Li}_2\text{O})$) は、ヤング率や比弾性率の低下を抑制する観点からは2.5以下であることが好ましく、2以下であることがより好ましく、1.5以下であることが更に好ましく、1.0以下であることが一層好ましく、0.8以下であることがより一層好ましく、0.6以下であることが更に一層好ましい。
- [0042] Li_2O 、 Na_2O および K_2O は、ガラスの熔融性および成形性を向上させ、熱膨張係数を大きくする成分である。これら成分の働きを良好に得る観点から、ガラスAおよびBにおけるアルカリ金属酸化物の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は2.5%以上であることが好ましく、3%以上である

ことがより好ましく、3.5%以上であることが更に好ましく、4%以上であることが一層好ましい。一方、ガラスの耐熱性および化学的耐久性を維持する観点から、ガラスAおよびBにおけるアルカリ金属酸化物の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は10%以下であることが好ましく、8%以下であることがより好ましく、7%以下であることが更に好ましく、6%以下であることが一層好ましく、5%以下であることがより一層好ましい。なおガラスがアルカリ金属酸化物を2種以上含有することにより、混合アルカリ効果によって、ガラス表面からのアルカリの溶出を低減ないし防止する効果を得ることができる。

[0043] TiO_2 は、ガラス安定性や化学的耐久性を向上させると共に、剛性を向上させる働きを有するが、過剰に導入するとガラスの液相温度が上昇し、耐失透性の悪化や比重の上昇を招く場合がある。したがって、ガラスAおよびBにおける TiO_2 の含有量は0~10%であることが好ましく、0~8%であることがより好ましく、0~6%であることが更に好ましく、0~4%であることが一層好ましく、0~3%であることがより一層好ましく、0~2%であることが更により一層好ましく、0~1%であることがなお一層好ましい。

[0044] MgO と CaO の合計含有量に対する TiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量のモル比 ($(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{MgO} + \text{CaO})$) は、泡の発生の抑制、化学的耐久性の向上およびガラスの高硬度化の観点から、0.35以上であることが好ましく、0.400以上であることがより好ましく、0.440以上であることが更に好ましく、0.500以上であることが一層好ましく、0.640以上であることがより一層好ましい。また、モル比 ($(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{MgO} + \text{CaO})$) は、ガラス安定性の向上、高比弾性率化および低比重化の観点から、2以下であることが好ましく、1.800以下であることがより好ましく、1.600以下であることが更に好ましく、1.400であることが一層好ましく、1.200以下であることがより一層好ましく、1.000以下であることが更に一層好ましい。

- [0045] ZrO_2 は、化学的耐久性を向上させる働きを有すると共に、剛性を向上させる働きも有する。ただし、過剰導入によりガラスの熔融性が低下し、原料の熔け残りが生じる場合がある。したがって、ガラスAおよびBにおける ZrO_2 の含有量は、0～5％であることが好ましく、0～3％であることがより好ましく、0～2％であることが更に好ましく、0～1％であることが一層好ましく、0～0.5％であることがより一層好ましい。一態では、 ZrO_2 の含有量は0.00％であることができる。
- [0046] MgO 含有量、 $0.7 \times CaO$ 含有量、 Li_2O 含有量、 TiO_2 含有量および ZrO_2 含有量の和($MgO + 0.7CaO + Li_2O + TiO_2 + ZrO_2$)は、高比弾性率化の観点から16％以上であることが好ましく、18％以上であることがより好ましく、19％以上であることが更に好ましく、20％以上であることが一層好ましく、21％以上であることがより一層好ましい。また、上記の和($MgO + 0.7CaO + Li_2O + TiO_2 + ZrO_2$)は、ガラス安定性の低下抑制およびガラス転移温度の低下抑制の観点からは、40％以下であることが好ましく、35％以下であることがより好ましく、30％以下であることが更に好ましく、28％以下であることが一層好ましく、25％以下であることがより一層好ましい。
- [0047] Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比($(SiO_2 + ZrO_2) / Al_2O_3$)は、化学的耐久性の向上の観点から、ガラスBにおいて、2以上であり、3以上であることが好ましく、3.5以上であることがより好ましく、4以上であることが一層好ましい。また、モル比($(SiO_2 + ZrO_2) / Al_2O_3$)は、剛性の向上および高比弾性率化の観点から、ガラスBにおいて、13以下であり、10以下であることが好ましく、9以下であることがより好ましく、8以下であることが更に好ましく、7以下であることが一層好ましく、6以下であることがより一層好ましい。ガラスAにおいて、 Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比($(SiO_2 + ZrO_2) / Al_2O_3$)は、化学的耐久性の向上の観点から、2以上であることが好ましく、剛性の向上および高比弾性率化の観点

から、13以下であることが好ましい。ガラスAにおける Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比 $((\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Al}_2\text{O}_3)$ のより好ましい範囲については、ガラスBに関する上記記載を参照できる。

[0048] ZnO は、熔融性を向上させると共に剛性を向上させる働きを有するが、過剰導入によって液相温度が上昇する。以上の観点から、ガラスAおよびBにおける ZnO の含有量は、0～5%であることが好ましく、0～3%であることがより好ましく、0～2%であることが更に好ましく、0～1%であることが一層好ましく、0～0.5%であることがより一層好ましい。一態様では、 ZnO 含有量は0.00%であることができる。

[0049] P_2O_5 は、ガラスAおよびBに導入可能であるが、過剰導入により化学的耐久性が低下する傾向があるため、ガラスAおよびBにおける P_2O_5 の含有量は0～2%であることが好ましい。 P_2O_5 の含有量は、0～1%であることがより好ましく、0～0.5%であることが更に好ましい。一態様では、 P_2O_5 含有量は0.00%であることができる。

[0050] SiO_2 含有量、 Al_2O_3 含有量、 B_2O_3 含有量、 P_2O_5 含有量、 $1.5 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量、 $1.5 \times \text{K}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{SrO}$ 含有量、 $3 \times \text{BaO}$ 含有量および ZnO 含有量の和 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + 1.5 \text{Na}_2\text{O} + 1.5 \text{K}_2\text{O} + 2 \text{SrO} + 3 \text{BaO} + \text{ZnO})$ は、剛性向上の観点から、86%以下であることが好ましく、84%以下であることがより好ましく、82%以下であることが更に好ましく、80%以下であることが一層好ましく、78%以下であることがより一層好ましく、77%以下であることが更に一層好ましい。

[0051] SiO_2 含有量、 Al_2O_3 含有量、 B_2O_3 含有量、 P_2O_5 含有量、 Na_2O 含有量、 K_2O 含有量、 CaO 含有量、 $2 \times \text{SrO}$ 含有量および $3 \times \text{BaO}$ 含有量の和 $(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + 2 \text{SrO} + 3 \text{BaO})$ は、高比弾性率化の観点から、92%以下であることが好ましく、90%以下であることがより好ましく、88%以下であるこ

とが更に好ましく、86%以下であることが一層好ましく、85%以下であることがより一層好ましい。

[0052] B_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 および P_2O_5 の合計含有量に対する P_2O_5 含有量のモル比 ($P_2O_5 / (B_2O_3 + SiO_2 + Al_2O_3 + P_2O_5)$) は、ガラス安定性の向上、剛性の向上、高比弾性率化および化学的耐久性の向上の観点から、0.005以下であることが好ましく、0.003以下であることがより好ましく、0.002以下であることが更に好ましく、0.001以下であることが一層好ましい。一態様では、モル比 ($P_2O_5 / (B_2O_3 + SiO_2 + Al_2O_3 + P_2O_5)$) は、0であることができる。

[0053] ガラスAおよびBは、清澄効果を得る観点から、 SnO_2 、 CeO_2 および Sb_2O_3 からなる群から選ばれる一種以上を含むことができる。一態様では、 SnO_2 と CeO_2 の合計含有量は0%であることができる。他の一態様では、ガラスAおよびBは、 SnO_2 および/または CeO_2 を含むことができ、 SnO_2 と CeO_2 の合計含有量 ($SnO_2 + CeO_2$) が0.05~2%であることが好ましい。 SnO_2 と CeO_2 の合計含有量が0.05%以上であることにより、十分な清澄効果を得ることができ、泡の残存を低減ないし抑制することができる。また、合計含有量 ($SnO_2 + CeO_2$) が2%以下であることにより、ガラス熔解時に熔融ガラスが吹き上がり生産性が低下することを防ぐことができる。合計含有量 ($SnO_2 + CeO_2$) の下限については、0.10%以上であることが好ましく、0.20%以上であることがより好ましく、0.25%以上であることが更に好ましく、0.30%以上であることが一層好ましく、0.35%以上であることがより一層好ましく、0.40%以上であることが更に一層好ましい。また、合計含有量 ($SnO_2 + CeO_2$) の上限については、1.5%以下であることが好ましく、1.2%以下であることがより好ましく、1.0%以下であることが更に好ましく、0.70%以下であることが一層好ましく、0.65%以下であることがより一層好ましく、0.60%以下であることが更に一層好ましく、0.55%以下であることがなお一層好ましく、0.50%以下であることが更に

なお一層好ましい。

[0054] SnO_2 は、ガラスの熔融温度が比較的高い状態（ $1400\sim 1600^\circ\text{C}$ 程度の温度域）での清澄を促進させる働きを有する。 Sb_2O_3 や亜硫酸等の環境に悪影響を及ぼす清澄剤の使用が制限される中、熔融温度の高いガラスの泡の除去をするために、一態様では、ガラスAおよびBに SnO_2 を導入することが好ましい。 SnO_2 の含有量は、清澄効果を得る観点から、 0.01% 以上であることが好ましく、 0.05% 以上であることがより好ましく、 0.10% 以上であることが更に好ましく、 0.15% 以上であることが一層好ましく、 0.20% 以上であることがより一層好ましい。また、 SnO_2 の含有量は、 2% 以下であることが好ましく、 1.5% 以下であることがより好ましく、 1.0% 以下であることが更に好ましく、 0.8% 以下であることが一層好ましく、 0.5% 以下であることがより一層好ましい。

[0055] CeO_2 は、 SnO_2 と同様にガラスの清澄作用を示す成分である。 CeO_2 は、ガラスの熔融温度が比較的低い状態（ $1200\sim 1400^\circ\text{C}$ 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あるため、一態様では、清澄剤としてガラスAおよびBに CeO_2 を導入することが好ましい。 CeO_2 の含有量は、清澄効果を得る観点から、 0.01% 以上であることが好ましく、 0.05% 以上であることがより好ましく、 0.08% 以上であることが更に好ましく、 0.10% 以上であることが一層好ましい。また、 CeO_2 の含有量は、 2% 以下であることが好ましく、 1.5% 以下であることがより好ましく、 1.0% 以下であることが更に好ましく、 0.8% 以下であることが一層好ましく、 0.5% 以下であることがより一層好ましく、 0.3% 以下であることが更に一層好ましい。 SnO_2 と CeO_2 を共存させることにより、広い温度域での清澄作用を得ることができるので、一態様では、ガラスAおよびBは、 SnO_2 および CeO_2 の両方を含むことが好ましい。

[0056] Sb_2O_3 は、環境負荷低減の観点から、使用を控えることが望ましい。ガラスAおよびBにおける Sb_2O_3 の含有量は、 $0\sim 0.5\%$ の範囲であるこ

とが好ましい。 Sb_2O_3 の含有量は、0.3%以下であることがより好ましく、0.1%以下であることが更に好ましく、0.05%以下であることが一層好ましく、0.02%以下であることがより一層好ましく、 Sb_2O_3 を含まないことが特に好ましい。

[0057] CeO_2 が含まれる場合、 CeO_2 含有量に対する SnO_2 含有量のモル比 ($\text{SnO}_2/\text{CeO}_2$) は、0以上であることができ、0.1以上であることが好ましく、0.3以上であることがより好ましく、0.5以上であることが更に好ましく、0.7以上であることが一層好ましく、0.9以上であることがより一層好ましく、1.0以上であることが更に一層好ましく、1.2以上であることがなお一層好ましく、1.4以上であることが更になお一層好ましい。また、モル比 ($\text{SnO}_2/\text{CeO}_2$) は、7以下であることが好ましく、6以下であることがより好ましく、5以下であることが更に好ましく、4以下であることが一層好ましく、3.5以下であることがより一層好ましく、3.0以下であることが更に一層好ましく、2.5以下であることがなお一層好ましく、2.3以下であることが更になお一層好ましく、2.1以下、1.9以下、1.8以下または1.7以下であることが更になおより一層好ましい。

比抵抗に関して後述するように、ガラス熔融時に通電加熱を行う態様において、比抵抗が低いガラスは好ましい。比抵抗が低いガラスは通電加熱時に炉内の温度を下げて熔融させることができる。炉内の温度を下げると、 SnO_2 と比べて低温で清澄効果をより良好に発揮することができる CeO_2 の含有量の SnO_2 の含有量に対する割合を高めること、即ちモル比 ($\text{SnO}_2/\text{CeO}_2$) を小さくすることが好ましい。

[0058] ガラスAおよびBのFeの含有量は、質量基準で表示される酸化物基準のガラス組成において、 Fe_2O_3 に換算して、1質量%以下、0.7質量%以下、0.5質量%以下、0.4質量%以下、0.3質量%以下、0.1質量%以下、0.07質量%以下、0.05質量%以下、0.04質量%以下、または0.03質量%以下であることができる。一態様では、ガラスAおよ

びBは、Feを含有しないこと（上記含有量が0質量%であること）ができる。また、ガラスAおよびBは、Cu、Co、Yb、Mn、Nd、Pr、Nb、V、Cr、Ni、Mo、HoおよびErからなる群から選ばれる一種以上を含むこともできる。

[0059] Pb、CdおよびAsは、環境に悪影響を与える物質なので、これらの導入は避けることが好ましい。

[0060] ガラスAおよびBは、所定のガラス組成が得られるように、酸化物、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、水酸化物等のガラス原料を秤量、調合し、十分混合して、熔融容器内で、例えば1400～1600℃の範囲で加熱、熔解し、清澄、攪拌して十分泡切れがなされた均質化した熔融ガラスを成形することにより作製することができる。例えば、ガラス原料を熔解槽において1400～1550℃で加熱して熔解し、得られた熔融ガラスを清澄槽において昇温して1450～1600℃に保持した後、降温して1200～1400℃でガラスを流出し成形することが好ましい。ガラスの加熱は、通電加熱により行ってもよく、通電加熱以外の加熱方式によって行ってもよい。

[0061] <ガラス物性>

ガラスAおよびBは、以上記載した組成調整を行うことにより、以下に記載する各種ガラス物性を有することができる。

[0062] （ガラス転移温度）

先に記載したように、磁気記録媒体基板は、通常、基板上に磁気記録層を形成する工程で高温処理に付される。例えば、磁気記録媒体の高密度記録化のために近年開発されている磁気異方性エネルギーが高い磁性材料を含む磁気記録層を形成するためには、通用、高温で成膜が行われるか、または成膜後に高温で熱処理が行われる。磁気記録媒体基板がこのような高温処理に耐え得る耐熱性を有しないと、高温処理において高温に晒されて基板の平坦性が損なわれてしまう。これに対し、ガラスAおよびBは、耐熱性の指標であるガラス転移温度（以下、「T_g」とも記載する。）が650℃以上である。ガラス転移温度が650℃以上である高い耐熱性を有するガラスからなる

基板であれば、高温処理後にも優れた平坦性を維持することができる。ただし、ガラスAおよびBは、高温処理を必要とする磁性材料を含む磁気記録層を有する磁気記録媒体の基板用ガラスに限定されるものではなく、各種磁性材料を備えた磁気記録媒体の作製に用いることができる。ガラス転移温度は、660℃以上であることが好ましく、670℃以上であることがより好ましく、675℃以上であることが更に好ましく、680℃以上であることが一層好ましく、685℃以上であることがより一層好ましく、687℃以上であることが更に一層好ましい。また、ガラス転移温度の上限は、例えば770℃程度または750℃程度であるが、ガラス転移温度が高いほど耐熱性の観点から好ましいため、特に限定されるものではない。

[0063] (ヤング率)

先に記載した磁気記録媒体の剛性向上に対する要求に対応するために、磁気記録媒体基板用ガラスは高い剛性を有することが望ましい。この点に関して、ガラスAおよびBは、剛性の指標であるヤング率が90GPa以上である。90GPa以上のヤング率を示す高い剛性を有する磁気記録媒体基板用ガラスによれば、スピンドルモータの回転中の基板変形を抑制することができるため、基板変形に伴う磁気記録媒体の反りやたわみも抑制することができる。ガラスAおよびBのヤング率は、91GPa以上であることが好ましく、92GPa以上であることがより好ましく、93GPa以上であることが更に好ましく、94GPa以上であることが一層好ましく、95GPa以上であることがより一層好ましい。ヤング率の上限は、例えば120GPa程度であるが、ヤング率が高いほど剛性が高く好ましいため特に限定されるものではない。

[0064] (比重)

ガラスAの比重は、2.75以下である。また、ガラスBの比重は、2.75以下であることが好ましい。ガラスAおよびBについて、比重は、2.73以下であることがより好ましく、2.70以下であることが更に好ましく、2.68以下であることが一層好ましく、2.64以下であることがより

り一層好ましく、2.62以下であることが更に一層好ましく、2.60以下であることがなお一層好ましい。磁気記録媒体基板用ガラスの低比重化により、磁気記録媒体基板を軽量化することができ、更には磁気記録媒体の軽量化、これにより磁気記録再生装置（一般にHDD（ハードディスクドライブ）と呼ばれる。）の消費電力抑制が可能になる。比重の下限は、例えば2.40程度であるが、比重が低いほど好ましいため特に限定されるものではない。

[0065]（比弾性率）

比弾性率は、ガラスのヤング率を密度で除したものである。ここで密度とはガラスの比重に、 g/cm^3 という単位を付けた値と考えればよい。より変形しにくい基板を提供する観点から、ガラスAおよびBの比弾性率は $30\text{ MNm}/\text{kg}$ 以上であることが好ましく、 $32\text{ MNm}/\text{kg}$ 以上であることがより好ましく、 $33\text{ MNm}/\text{kg}$ 以上であることが更に好ましく、 $34\text{ MNm}/\text{kg}$ 以上であることが一層好ましく、 $35\text{ MNm}/\text{kg}$ 以上であることがより一層好ましい。比弾性率の上限は、例えば $40\text{ MNm}/\text{kg}$ 程度であるが、比弾性率が高いほど好ましいため特に限定されるものではない。

[0066]（熱膨張係数）

磁気記録媒体を組み込んだHDDは、中央部分をスピンドルモータのスピンドルおよびクランプで押さえて磁気記録媒体そのものを回転させる構造となっている。そのため、磁気記録媒体基板とスピンドル部分を構成するスピンドル材料の各々の熱膨張係数に大きな差があると、使用時に周囲の温度変化に対してスピンドルの熱膨張・熱収縮と磁気記録媒体基板の熱膨張・熱収縮にずれが生じてしまい、結果として磁気記録媒体が変形してしまう現象が生じる。このような現象が生じると書き込んだ情報をヘッドが読み出せなくなってしまう、記録再生の信頼性が低下する原因となる。したがって磁気記録媒体基板用のガラスには、スピンドル材料（例えばステンレス等）と同程度の適度な熱膨張係数を有することが望ましい。一般にHDDのスピンドル材料は、 $100\sim 300^\circ\text{C}$ の温度範囲において $70\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$ 以上の平均

線膨張係数（熱膨張係数）を有するものであり、磁気記録媒体基板用ガラスの100～300℃における平均線膨張係数が $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であれば、スピンドル材料との熱膨張係数の差が少なく磁気記録媒体の信頼性向上に寄与することができる。ガラスAおよびBの100～300℃における平均線膨張係数（以下、「 α 」とも記載する。）は $40 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが好ましく、 $41 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがより好ましく、 $42 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが更に好ましく、 $43 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが一層好ましく、 $44 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることがより一層好ましく、 $45 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であることが更に一層好ましい。また、ガラスAおよびBの100～300℃における平均線膨張係数（ α ）は、 $70 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが好ましく、 $68 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることがより好ましく、 $65 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが更に好ましく、 $63 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが一層好ましく、 $60 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることがより一層好ましく、 $57 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが更に一層好ましく、 $55 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることがなお一層好ましく、 $53 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが更になお一層好ましく、 $50 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることが更になおより一層好ましい。一態様では、ガラスAおよびBの100～300℃における平均線膨張係数（ α ）は、 $48 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 未満であることができ、 $47 \times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以下であることもできる。

[0067] （ガラス安定性）

ガラスAおよびBは、高いガラス安定性を示すことができる。ガラス安定性の評価方法としては、詳細を後述する1300℃16時間保持テストおよび1250℃16時間保持テストを挙げることができる。1300℃16時間保持テストにおいて評価結果Aであることが好ましく、1300℃16時間保持テストにおいて評価結果Aであって、かつ1250℃16時間保持テストにおいて評価結果AまたはBであることがより好ましく、両保持テストにおいて評価結果Aであることが更に好ましい。

[0068] （泡密度）

ガラスAおよびBは、先に記載した組成調整により、泡の低減も可能である。磁気記録媒体基板用のガラスでは、泡を低減できることは望ましい。これは、以下の理由による。近年の高密度記録化の進行に伴い、データの書き込みや読み取りのためのヘッド（磁気ヘッド）と磁気記録媒体の表面との距離（「フライングハイト」と呼ばれる。）を狭小化することが望まれている。しかし、磁気記録媒体用のガラス基板の表面に泡に起因する凹凸が存在すると、磁気記録媒体の表面にこの凹凸が反映され、磁気記録媒体の表面平滑性は低下してしまう。表面平滑性に劣る磁気記録媒体の表面に磁気ヘッドを近接させると、磁気ヘッドが磁気記録媒体の表面に接触して磁気ヘッドが破損するおそれがあるため、接触を防ぐためにフライングハイトをある程度確保せざるを得ない。以上の点から、磁気記録媒体基板用のガラスには、フライングハイトを狭小化するために、高い表面平滑性を有する磁気記録媒体を作製すべく泡を低減することが望まれる。ガラス中の泡に関しては、単位質量あたりの泡の密度が、光学顕微鏡（倍率40～100倍）により観察される直径0.03mm超の泡の密度として、好ましくは50個/kg未満であり、より好ましくは20個/kg未満であり、更に好ましくは10個/kg未満であり、一層好ましくは2個/kg以下であり、最も好ましくは0個/kgである。

[0069]（比抵抗）

ガラスAおよびBは、先に記載した組成調整により、比抵抗を低くすることも可能である。比抵抗が低いガラスは、ガラス熔融時に通電加熱を行う態様において、熔融炉（例えばレンガ製）を侵食し難いか侵食が少ない点で好ましい。通電加熱時に熔融炉へ電気が流れると熔融炉が浸食されてしまうが、熔融炉中のガラスの比抵抗が高いと、熔融炉に電気が流れ易くなる。熔融炉が浸食されると、熔融炉からガラスが漏れることや、熔融炉が浸食されて生じた成分がガラスに混入すること等が起こり得る。したがって、熔融炉の侵食を抑制できることは好ましい。比抵抗が低いことの指標としては、比抵抗 ρ の自然対数 $\ln \rho$ を採用することができる。ガラスAおよびBは、一態

様では、1450℃での比抵抗 ρ （単位： $\Omega \cdot \text{cm}$ ）の自然対数 $\ln \rho$ （無単位）が、3.20以下であることが好ましく、3.00以下であることがより好ましく、2.90以下であることが更に好ましく、2.80以下であることが一層好ましく、2.70以下であることがより一層好ましく、2.68以下であることが更に一層好ましく、2.65以下であることがなお一層好ましい。また、1450℃での比抵抗 ρ の自然対数 $\ln \rho$ は、例えば1以上であることができる。

[0070] 〔磁気記録媒体基板〕

本発明の一態様にかかる磁気記録媒体基板は、ガラスAまたはガラスBからなる。

[0071] 磁気記録媒体基板は、ガラス原料を加熱することにより熔融ガラスを調製し、この熔融ガラスをプレス成形法、ダウンドロー法またはフロート法のいずれかの方法により板状に成形し、得られた板状のガラスを加工する工程を経て製造することができる。例えば、プレス成形方法では、ガラス流出パイプから流出する熔融ガラスを所定体積に切断し、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。次いで、得られた基板ブランクに中心孔を設けたり、内外周加工、両主表面にラッピング、ポリッシングを施す。次いで、酸洗浄およびアルカリ洗浄を含む洗浄工程を経て、ディスク状の基板を得ることができる。

[0072] 上記磁気記録媒体基板は、一態様では、表面および内部の組成が均質である。ここで、表面および内部の組成が均質とは、イオン交換が行われていない（即ち、イオン交換層を有さない）ことを意味する。例えば、磁気記録媒体を組み込んだHDD（ハードディスクドライブ）が外部衝撃を受け難い環境下で用いられる場合等において、イオン交換層を有さない磁気記録媒体基板を用いることができる。なお、イオン交換層を有さない磁気記録媒体基板は、イオン交換処理を施していないため、製造コストを大幅に低減できる。

[0073] また、上記磁気記録媒体基板は、一態様では、表面の一部または全部に、イオン交換層を有する。イオン交換層は圧縮応力を示すため、イオン交換層

の有無は、主表面に対して垂直に基板を破断し、破断面においてバビネ法により応力プロファイルを得ることによって確認することができる。「主表面」とは、基板の磁気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、磁気記録媒体基板の表面のうち、最も面積の広い面であることから、主表面と呼ばれ、ディスク状の磁気記録媒体の場合、ディスクの円形状の表面（中心孔がある場合は中心孔を除く。）に相当する。また、イオン交換層の有無は、基板表面からアルカリ金属イオンの深さ方向の濃度分布を測定する方法等によっても確認することができる。

[0074] イオン交換層は、高温下、基板表面にアルカリ塩を接触させ、このアルカリ塩中のアルカリ金属イオンと基板中のアルカリ金属イオンを交換させることにより形成することができる。イオン交換（「強化処理」、「化学強化」とも呼ばれる。）については、公知技術を適用することができ、一例として、WO2011/019010A1の段落0068～0069を参照できる。

[0075] 上記磁気記録媒体基板は、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、厚みの下限は好ましくは0.3mmである。また、上記磁気記録媒体基板は、好ましくは中心孔を有するディスク形状である。

[0076] 上記磁気記録媒体基板は、非晶質ガラスからなる。非晶質ガラスによれば、結晶化ガラスと比べて基板に加工したとき優れた表面平滑性を実現できる。

[0077] [磁気記録媒体]

本発明の一態様は、上記磁気記録媒体基板上に磁気記録層を有する磁気記録媒体に関する。

[0078] 磁気記録媒体は、磁気ディスク、ハードディスク等と呼ばれ、各種磁気記録再生装置、例えば、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。本発明および本明細書において、「磁気記録再生装置」とは、磁氣的に情報の記録を行うこと、磁氣的に情報の再生を行うこと、の一方または両方が可能な装置をいうものとする。

[0079] 磁気記録媒体は、例えば、磁気記録媒体基板の主表面上に、主表面に近いほうから順に、少なくとも付着層、下地層、磁性層（磁気記録層）、保護層、潤滑層が積層された構成になっている。

例えば、磁気記録媒体基板を、真空引きを行った成膜装置内に導入し、D C (Direct Current) マグネトロンスパッタリング法にてA r 雰囲気中で、磁気記録媒体基板の主表面上に付着層から磁性層まで順次成膜する。付着層としては例えばC r T i、下地層としては例えばR uやM g Oを含む材料を用いることができる。なお、適宜、軟磁性層やヒートシンク層を追加してもよい。上記成膜後、例えばC V D (Chemical Vapor Deposition) 法によりC₂H₄を用いて保護層を成膜し、同一チャンバ内で、表面に窒素を導入する窒化処理を行うことにより、磁気記録媒体を形成することができる。その後、例えばP F P E（ポリフルオロポリエーテル）をディップコート法により保護層上に塗布することにより、潤滑層を形成することができる。

[0080] 磁気記録媒体のより一層の高密度記録化のためには、磁気記録層は、磁気異方性エネルギーの高い磁性材料を含むことが好ましい。この点から好ましい磁性材料としては、F e－P t系磁性材料またはC o－P t系磁性材料を挙げることができる。なおここで「系」とは、含有することを意味する。即ち、上記磁気記録媒体は、磁気記録層としてF eおよびP t、またはC oおよびP tを含む磁気記録層を有することが好ましい。かかる磁性材料を含む磁気記録層およびその成膜方法については、W O 2 0 1 1 / 0 1 9 0 1 0 A 1 の段落0074および同公報の実施例の記載を参照できる。また、そのような磁気記録層を有する磁気記録媒体は、エネルギーアシスト記録方式と呼ばれる記録方式による磁気記録装置に適用することが好ましい。エネルギー

アシスト記録方式の中で、近接場光等の照射により磁化反転をアシストする記録方式は熱アシスト記録方式、マイクロ波によりアシストする記録方式はマイクロ波アシスト記録方式と呼ばれる。それらの詳細については、WO 2011/019010 A1の段落0075を参照できる。なお、磁気記録層を形成するための磁性材料として、従来のCoPtCr系材料を用いてもよい。

[0081] ところで近年、磁気ヘッドへDFH (Dynamic Flying Height) 機構を搭載させることにより、磁気ヘッドの記録生素子部と磁気記録媒体表面との間隙の大幅な狭小化（低浮上量化）を達成し、更なる高記録密度化を図ることが行われている。DFH機構とは、磁気ヘッドの記録生素子部の近傍に極小のヒーター等の加熱部を設けて、素子部周辺のみを媒体表面方向に向けて突き出す機能である。こうすることで、磁気ヘッドと媒体の磁気記録層との距離（フライングハイト）が近づくため、より小さい磁性粒子の信号も拾うことができるようになり、更なる高記録密度化を達成することが可能となる。しかしその一方で、磁気ヘッドの素子部と媒体表面との間隙（フライングハイト）が極めて小さくなる。磁気記録媒体基板の表面に泡に起因する凹凸が存在すると、磁気記録媒体の表面にこの凹凸が反映され、磁気記録媒体の表面平滑性は低下してしまう。先に記載したように、表面平滑性に劣る磁気記録媒体表面に磁気ヘッドを近接させると、磁気ヘッドが磁気記録媒体表面に接触して磁気ヘッドが破損するおそれがあるため、接触を防ぐためにフライングハイトをある程度確保せざるを得ない。以上の点から、磁気記録媒体基板には、高い表面平滑性を有する磁気記録媒体を作製すべく基板の泡を低減することが望まれる。基板の泡を低減することは、フライングハイトの狭小化を可能にするからである。上記磁気記録媒体基板は、好ましくは泡が低減されているため、かかる基板を備えた上記磁気記録媒体は、フライングハイトが極狭小化されたDFH機構を搭載した磁気記録装置にも好適である。

[0082] 上記磁気記録媒体基板（例えば磁気ディスク基板）、磁気記録媒体（例え

ば磁気ディスク)とも、その寸法に特に制限はないが、例えば、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も可能である。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、1.8インチ)、または3インチ、3.5インチ等の寸法のものですることができる。また、板厚については、例えば0.3~2mmとすることができるが、ガラスAおよびBは、耐熱性および剛性に優れるため、薄板化に適する。

薄板化することによりHDDの磁気記録媒体の搭載枚数を増やすことができ、これによりHDDの記録容量を高めることができる。この観点から、板厚は、公称値で0.635mm以下とすると好ましく、0.550mm以下とするとより好ましく、0.500mm以下とすると更に好ましく、0.400mm以下とすると一層好ましい。

[0083] [磁気記録再生装置用ガラススペーサ]

本発明の一態様は、

SiO_2 含有量が56~80モル%、

Li_2O 含有量が1~10モル%、

B_2O_3 含有量が0~4モル%、

MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9~40モル%、

であり、

比重が 2.75 g/cm^3 以下、ガラス転移温度が 650°C 以上かつヤング率が90GPa以上の非晶質の酸化物ガラスを含む磁気記録再生装置用ガラススペーサ、

に関する。

[0084] また、本発明の一態様は、

SiO_2 含有量が56~80モル%、

Li_2O 含有量が1~10モル%、

B_2O_3 含有量が0~4モル%、

MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9~40モル%、

Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比((Si

$(O_2 + ZrO_2) / (Al_2O_3)$ が 2 ~ 13、

であり、

ガラス転移温度が 650℃ 以上かつヤング率が 90 GPa 以上の非晶質の酸化物ガラスを含む磁気記録再生装置用ガラススペーサ、
に関する。

[0085] 磁気記録媒体は、磁気記録再生装置において、情報を磁氣的に記録および／または再生するために用いることができる。磁気記録再生装置は、通常、磁気記録媒体をスピンドルモータのスピンドルに固定するため、および／または、複数の磁気記録媒体の間の距離を保つために、スペーサを備えている。近年、かかるスペーサとして、ガラススペーサを用いることが提案されている。このガラススペーサにも、磁気記録媒体基板用のガラスについて先に詳述した理由と類似の理由から、耐熱性および剛性に優れることが望まれる。これに対し、上記ガラスは、先にガラス A および B について詳述した通り、優れた耐熱性および剛性を有することができるため、磁気記録再生装置用ガラススペーサとして好適である。

[0086] 磁気記録再生装置用のスペーサはリング状の部材であって、ガラススペーサの構成、製造方法等の詳細は公知である。また、ガラススペーサの製造方法については、磁気記録媒体基板用ガラスの製造方法および磁気記録媒体基板の製造方法に関する上記記載も参照できる。また、本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置用ガラススペーサのガラス組成、ガラス特性等のその他の詳細については、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体基板用ガラス、磁気記録媒体基板および磁気記録媒体に関する上記記載を参照できる。

なお、磁気記録再生装置用ガラススペーサは、上記ガラスからなることもでき、または上記ガラスの表面に導電性膜等の膜を一層以上設けた構成であることもできる。例えば、磁気記録媒体の回転時に生じる静電気を除去するために、ガラススペーサの表面に、メッキ法、浸漬法、蒸着法、スパッタリング法等により NiP 合金等の導電性膜を形成することができる。また、ガラススペーサは、研磨加工により表面平滑性を高くすることができ（例えば

、平均表面粗さが1 μm 以下)、これにより磁気記録媒体とスペーサとの密着度を強めて位置ずれの発生を抑制することができる。

[0087] [磁気記録再生装置]

本発明の一態様は、
本発明の一態様にかかる磁気記録媒体；および
本発明の一態様にかかるガラススペーサ、
の少なくとも一方を含む磁気記録再生装置、
に関する。

[0088] 磁気記録再生装置は、少なくとも1つの磁気記録媒体と、少なくとも1つのスペーサを含み、更に、通常、磁気記録媒体を回転駆動させるためのスピンドルモータと、磁気記録媒体に対して情報の記録および／または再生を行うための少なくとも1つの磁気ヘッドを含む。

上記の本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、少なくとも1つの磁気記録媒体として本発明の一態様にかかる磁気記録媒体を含むことができ、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体を複数含むこともできる。上記の本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、少なくとも1つのスペーサとして本発明の一態様にかかるガラススペーサを含むことができ、本発明の一態様にかかるガラススペーサを複数含むこともできる。磁気記録媒体の熱膨張係数とスペーサの熱膨張係数との差が小さいことは、両者の熱膨張係数の差に起因して生じ得る現象、例えば、磁気記録媒体の歪み、磁気記録媒体の位置ずれによる回転時の安定性の低下等、の発生を抑制する観点から好ましい。この観点から、本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、少なくとも1つの磁気記録媒体として、また複数の磁気記録媒体が含まれる場合にはより多くの磁気記録媒体として、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体を含み、かつ、少なくとも1つのスペーサとして、また複数のスペーサが含まれる場合にはより多くのスペーサとして、本発明の一態様にかかるガラススペーサを含むことが好ましい。また、例えば、本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、磁気記録媒体に含まれる磁気記録媒体基板を構成するガラスと、

ガラススペーサを構成するガラスとが、同一のガラス組成を有するものであることができる。

[0089] 本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体および本発明の一態様にかかるガラススペーサの少なくとも一方を含むものであればよく、その他の点については磁気記録再生装置に関する公知技術を適用することができる。一態様では、磁気ヘッドとして、磁化反転をアシスト（磁気信号の書き込みを補助）するためのエネルギー源（例えばレーザー光源等の熱源、マイクロ波等）と、記録素子部と、再生素子部とを有するエネルギーアシスト磁気記録ヘッドを用いることができる。このような、エネルギーアシスト磁気記録ヘッドを含むエネルギーアシスト記録方式の磁気記録再生装置は、高記録密度かつ高い信頼性を有する磁気記録再生装置として有用である。また、レーザー光源等を有する熱アシスト磁気記録ヘッドを備えた熱アシスト記録方式等のエネルギーアシスト記録方式の磁気記録再生装置に用いられる磁気記録媒体の製造時には、磁気異方性エネルギーが高い磁性材料を含む磁気記録層を磁気記録媒体基板上に形成することが行われる場合がある。このような磁気記録層を形成するためには、通常、高温で成膜が行われるか、または成膜後に高温で熱処理が行われる。このような高温での処理に耐え得る高い耐熱性を有し得る磁気記録媒体基板として、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体基板は好ましい。ただし、本発明の一態様にかかる磁気記録再生装置は、エネルギーアシスト方式の磁気記録再生装置に限定されるものではない。

実施例

[0090] 以下に、本発明を実施例により更に詳細に説明する。ただし、本発明は実施例に示す態様に限定されるものではない。

[0091] [実施例No. 1～No. 76]

下記表に示す組成のガラスが得られるように、酸化物、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、水酸化物等の原料を秤量し、混合して調合原料とした。この調合原料を熔融槽に投入して1400～1600℃の範囲で加熱、熔解して得られ

た熔融ガラスを、清澄槽において1400～1550℃で6時間保持した後、温度を低下（降温）させて1200～1400℃の範囲に1時間保持してから熔融ガラスを成形して、下記評価のためのガラス（非晶質の酸化物ガラス）を得た。上記加熱は、通電加熱等の各種加熱方式により行うことができる。

[0092] [評価方法]

(1) ガラス転移温度 (T_g)、平均線膨張係数 (α)

各ガラスのガラス転移温度 T_g および100～300℃における平均線膨張係数 α を、熱機械分析装置 (TMA; Thermomechanical Analysis) を用いて測定した。

[0093] (2) ヤング率

各ガラスのヤング率を超音波法にて測定した。

[0094] (3) 比重

各ガラスの比重をアルキメデス法にて測定した。

[0095] (4) 比弾性率

上記(2)で得られたヤング率および(3)で得られた比重から、比弾性率を算出した。

[0096] (5) ガラス安定性

各ガラス100gを白金製の坩堝に入れて、炉内温度を1250℃または1300℃に設定した加熱炉内に各坩堝を投入し、炉内温度を維持したまま16時間放置（保持テスト）した。16時間経過後、加熱炉内から坩堝を取り出し、坩堝内のガラスを耐火物上に移して室温まで冷却し、各ガラスの結晶の有無を光学顕微鏡で観察し、以下の基準で評価した。

A：光学顕微鏡で拡大観察（倍率40～100倍）して結晶が確認されない。

B：光学顕微鏡で拡大観察（倍率40～100倍）して結晶が確認されるが、目視観察で結晶が確認されない。

C：目視観察で結晶が確認される。

[0097] (6) 泡密度ランクの評価

上記で得られた熔融ガラスから厚さ約 1.2 mm のガラス板（基板ブランク）を作製した。このガラス板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（倍率 40～100 倍）し、直径が 0.03 mm 超の泡（以下、単に「泡」と記載する。）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、カウントした泡の数を割ったものを泡の密度とした。

泡密度ランクを、上記方法で求めた泡の密度に応じて S ランク～F ランクで評価した。具体的には、泡密度が 0 個/kg のものを S ランク、泡が存在し、泡密度が 2 個/kg 以下のものを A ランク、泡密度が 2 個/kg 超 10 個/kg 未満のものを B ランク、泡密度が 10 個/kg 以上 20 個/kg 未満のものを C ランク、泡密度が 20 個/kg 以上 50 個/kg 未満のものを D ランク、泡密度が 50 個/kg 以上 80 個未満のものを E ランク、泡密度が 80 個/kg 以上のものを F ランクとした。

[0098] (7) 比抵抗 ρ (1450℃) の自然対数 $\ln \rho$

比抵抗測定対象のガラスを熔融して温度 t °C の熔融ガラスを調製し、この熔融ガラスの電気伝導度 σ （単位：S/cm）を、Pt-Rh 製の環状電極（電極間距離 15 mm）を使用し、電圧 50 mV、周波数 20 kHz の条件において測定した。セル定数は、基準溶液として濃度 1 mol/dm³ の KCl 溶液（温度 25 °C）を使用して決定した。1200 °C 程度～1600 °C 程度の温度範囲において、25～45 °C 程度の温度間隔で、各温度 t について電気伝導度 σ を求め、求められた σ をアレニウスプロットして得られた直線から、1450 °C における σ を求めた。こうして求められた 1450 °C での σ から、比抵抗 $\rho = 1/\sigma$ の式により、1450 °C における比抵抗 ρ を求め、求められた ρ の自然対数 $\ln \rho$ を算出した。

[0099] 以上の結果を下記表に示す。

[0100]

[0101] [表2]

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$	66.50	66.55	70.00	71.00	71.00	71.50	72.50	73.00	73.50	70.50	74.00	74.80	75.00	69.00	73.00
MgO-CaO	28.80	22.40	19.00	16.00	16.00	20.70	19.80	19.70	17.70	21.80	19.70	13.00	17.60	21.70	19.80
MgO-CaO-SrO-BaO	28.80	22.40	19.00	16.00	16.00	21.70	19.80	19.70	19.70	21.80	19.70	13.00	17.60	22.70	19.80
CaO/MgO	0.116	0.287	0.727	0.231	0.333	0.882	0.980	0.970	0.770	0.817	0.970	0.300	0.760	0.973	0.980
$\text{Li}_2\text{O-Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$	3.00	7.00	7.00	9.00	7.00	6.50	7.40	7.00	6.50	4.50	6.00	8.00	5.00	4.00	6.90
$\text{Na}_2\text{O/Li}_2\text{O}$	0.00	3.67	2.50	2.00	2.50	2.33	3.67	5.00	1.75	1.25	2.00	1.00	0.25	1.67	2.45
$(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})/(\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})$	0.10	0.56	1.00	0.56	0.64	1.06	1.33	1.34	0.93	0.88	1.14	0.50	0.61	1.06	1.23
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.10	0.07	0.11	0.19	0.13	0.07	0.08	0.05	0.11	0.09	0.10	0.31	0.23	0.07	0.10
$4\text{Li}_2\text{O}-2\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$	12.00	17.00	18.00	24.00	18.00	14.50	17.40	15.00	16.00	13.00	16.00	24.00	18.00	11.00	17.80
$\text{SiO}_2/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	18.83	8.08	8.07	6.28	8.07	8.69	7.64	8.07	8.69	12.89	9.50	7.13	11.40	14.50	8.41
$(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3$	5.65	5.66	4.26	3.90	3.90	3.77	3.53	3.42	3.32	4.64	3.35	3.20	3.17	5.45	3.87
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	1.00	0.21	0.29	0.33	0.29	0.23	0.20	0.14	0.31	0.44	0.33	0.50	0.80	0.38	0.29
$\text{Na}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0.00	0.79	0.71	0.67	0.71	0.54	0.74	0.71	0.54	0.56	0.67	0.50	0.20	0.63	0.71
$\text{SnO}_2+\text{CeO}_2$	0.20	0.15	0.40	0.30	0.20	0.30	0.20	0.30	0.30	0.20	0.30	0.20	0.40	0.30	0.30
$\text{SnO}_2/\text{CeO}_2$	1.00	0.50	1.00	2.00	1.00	0.50	1.00	2.00	0.50	1.00	0.50	1.00	3.00	2.00	2.00
$(\text{TiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.399	0.621	0.847	1.138	1.269	0.725	0.808	0.838	0.960	0.573	0.863	1.677	1.136	0.507	0.758
$(\text{MgO}+\text{CaO})/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.954	1.000	1.000	0.898	1.000	1.000	1.000	1.000	0.956	1.000
$\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.90	0.78	0.58	0.81	0.75	0.51	0.51	0.51	0.51	0.55	0.51	0.77	0.57	0.48	0.51
$\text{BaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{MgO}+0.7\text{CaO}+\text{Li}_2\text{O}+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$	32.40	26.30	22.20	21.80	22.60	19.29	18.36	17.79	17.39	20.86	18.79	20.10	21.32	21.99	18.86
$\text{P}_2\text{O}_5/(\text{B}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5)$	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	0.000	0.000
$5\text{Li}_2\text{O}-3\text{Na}_2\text{O}-3\text{K}_2\text{O}-2\text{B}_2\text{O}_3+\text{MgO}+2\text{CaO}+3\text{SrO}+\text{BaO}$	46.80	51.40	52.00	52.00	45.00	53.90	54.80	52.40	54.90	54.90	51.40	48.00	48.20	54.40	54.30
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+1.5\text{Na}_2\text{O}+1.5\text{K}_2\text{O}+2\text{SrO}+3\text{BaO}+\text{ZnO}$	66.50	74.80	77.50	80.00	78.50	82.00	81.35	82.00	84.25	77.15	80.00	80.80	76.50	76.75	80.35
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}+2\text{SrO}+3\text{BaO}$	69.50	77.05	83.00	80.00	80.00	89.20	88.20	88.70	89.70	85.70	87.70	81.80	83.60	86.20	87.70
T_g (°C)	700	675	681	675	695	682	682	696	685	714	688	670	692	700	685
α ($\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)	53.0	65.5	66.1	61.5	65.2	65.2	68.7	58.8	64.3	41.2	62.5	67.4	55.1	53.4	60.9
比重	2.65	2.59	2.65	2.57	2.61	2.65	2.61	2.61	2.66	2.51	2.61	2.59	2.63	2.59	2.59
ヤング率 (GPa)	99.1	92.8	91	90.3	91.3	91.8	90.9	92.4	91.3	90.5	92.3	91.2	97.5	90.5	90.3
比強度 (MPa/kg)	37.4	35.8	34.3	35.2	35.0	34.6	34.9	35.4	34.3	36.0	35.4	35.3	37.1	34.9	34.8
保持テスト1300°C 16hr	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
保持テスト1250°C 16hr	A	A	A	C	C	A	A	A	A	A	A	A	A	A	C
泡密度ランク	B	A	S	S	A	B	A	S	A	B	A	A	S	A	S
比抵抗 ρ (1450°C) の自然対数 $\ln \rho$															

[0102]

[表3]

No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SiO ₂	58.00	59.50	59.35	60.00	60.00	60.00	60.40	60.11	59.59	59.47	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00
Al ₂ O ₃	15.00	15.90	15.05	13.00	13.00	13.00	14.12	15.19	15.29	15.20	15.00	15.00	15.00	14.90	15.10
B ₂ O ₃	0.00	0.50	0.18	0.00	0.00	0.00	0.20	0.18	0.18	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	10.00	10.00	9.80	10.00	10.00	12.00	11.81	9.85	9.84	9.82	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
CaO	9.60	9.80	9.83	9.60	9.70	9.70	7.78	9.82	9.81	9.74	9.80	9.80	7.50	9.90	10.00
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZrO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Li ₂ O	2.50	2.00	4.69	2.00	2.00	1.50	4.59	3.77	4.19	4.49	1.00	5.00	1.00	4.80	4.60
Na ₂ O	4.00	2.00	0.00	2.00	5.00	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	5.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.00	0.00	0.78	3.00	0.00	0.00	0.76	0.78	0.78	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO ₂	0.30	0.10	0.18	0.30	0.10	0.10	0.21	0.10	0.18	0.18	0.10	0.10	0.30	0.20	0.10
GeO ₂	0.10	0.10	0.14	0.10	0.20	0.20	0.13	0.20	0.14	0.14	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20
Sb ₂ O ₃	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
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	100.00	100.00

[0103]

[表4]

No.	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	73.00	75.40	74.40	73.00	73.00	73.00	74.52	75.30	74.88	74.67	75.00	75.00	75.00	74.90	75.10
$\text{MgO}+\text{CaO}$	19.60	19.80	19.63	19.60	19.70	21.70	19.59	19.67	19.65	19.56	19.80	19.80	19.80	19.90	20.00
$\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO}$	19.60	19.80	19.63	19.60	19.70	21.70	19.59	19.67	19.65	19.56	19.80	19.80	19.80	19.90	20.00
CaO/MgO	0.960	0.980	1.003	0.960	0.970	0.808	0.659	0.997	0.997	0.992	0.980	0.980	0.980	0.990	1.000
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	7.00	4.00	4.69	4.00	7.00	5.00	4.59	3.77	4.19	4.49	5.00	5.00	6.00	4.80	4.80
$\text{Na}_2\text{O}/\text{Li}_2\text{O}$	1.60	1.00	0.00	1.00	2.50	2.33	0.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	5.00	0.00	0.00
$(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})/(\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})$	1.09	0.98	0.63	0.97	1.23	0.98	0.47	0.72	0.70	0.68	1.25	0.65	1.14	0.67	0.68
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.13	0.10	0.24	0.10	0.10	0.07	0.23	0.19	0.21	0.23	0.05	0.25	0.06	0.24	0.23
$4\text{Li}_2\text{O}+2\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	18.50	12.00	18.76	12.00	18.00	13.00	18.36	15.08	16.76	17.96	12.00	20.00	14.00	19.20	18.40
$\text{SiO}_2/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	8.29	14.88	12.65	15.00	8.57	12.00	13.16	15.94	14.22	13.24	12.00	12.00	10.00	12.50	13.04
$(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3$	3.87	3.74	3.94	4.62	4.62	4.62	4.28	3.96	3.90	3.91	4.00	4.00	4.07	4.03	3.97
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0.36	0.50	1.00	0.50	0.29	0.30	1.00	1.00	1.00	1.00	0.20	1.00	0.17	1.00	1.00
$\text{Na}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0.57	0.50	0.00	0.50	0.71	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.83	0.00	0.00
$\text{SnO}_2+\text{CaO}_2$	0.40	0.20	0.32	0.40	0.30	0.30	0.34	0.30	0.32	0.32	0.20	0.20	0.50	0.30	0.30
$\text{SnO}_2, \text{CaO}_2$	3.00	1.00	1.29	3.00	0.50	0.50	1.62	0.50	1.29	1.29	1.00	1.00	1.50	2.00	0.50
$(\text{TiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.765	0.803	0.806	0.816	0.660	0.599	0.760	0.812	0.818	0.817	0.758	0.758	0.857	0.749	0.755
$(\text{MgO}+\text{CaO})/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.51	0.51	0.50	0.51	0.51	0.55	0.60	0.50	0.50	0.50	0.51	0.51	0.57	0.50	0.50
$\text{BaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{MgO}+\text{O}_2, 7\text{CaO}+\text{Li}_2\text{O}+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$	19.22	18.86	22.15	21.72	18.79	20.29	22.61	21.27	21.68	21.91	17.86	21.86	17.25	21.73	21.60
$\text{P}_2\text{O}_5/(\text{B}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5)$	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	0.000	0.000
$5\text{Li}_2\text{O}+3\text{Na}_2\text{O}+3\text{K}_2\text{O}+2\text{B}_2\text{O}_3+\text{MgO}+2\text{CaO}+3\text{SrO}+\text{BaO}$	55.20	46.60	53.27	45.20	54.40	49.40	50.72	48.70	50.77	52.11	46.60	54.60	45.00	53.80	53.00
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+1.5\text{Na}_2\text{O}+1.5\text{K}_2\text{O}+2\text{SrO}+3\text{BaO}+\text{ZnO}$	79.75	78.90	74.58	76.00	80.50	78.25	74.72	75.48	75.06	74.85	81.00	75.00	82.50	74.90	75.10
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}+2\text{SrO}+3\text{BaO}$	87.10	87.70	84.41	84.60	87.70	86.20	82.50	85.30	84.87	84.59	88.80	84.80	87.50	84.80	85.10
T_g (°C)	690	705	698	715	680	718	694	704	696	695	725	685	709	691	694
α ($\times 10^{-7}/^\circ\text{C}$)	59.8	49.5	51.0	50.2	61.5	53.1	49.5	51.7	51.9	51.0	56.7	55.6	56.6	50.6	49.0
比重	2.60	2.57	2.59	2.61	2.58	2.60	2.58	2.59	2.59	2.59	2.58	2.58	2.58	2.58	2.58
ヤング率 (GPa)	91.8	91.1	95.1	91.8	90.5	90.7	96.2	95.5	95.3	95.9	90.5	94.6	90.1	94.6	94.9
比弾性率 (Nmm/kg)	35.3	35.5	36.7	35.2	35.1	34.9	37.3	36.9	36.8	37.0	35.1	36.7	34.9	36.6	36.8
保持テスト1300°C 16hr	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
保持テスト1250°C 16hr	A	A	A	A	B	B	B	B	A	A	A	A	B	A	A
泡密度ランク	S	B	S	A	A	B	S	A	S	S	B	A	A	S	A
比抵抗 ρ (1450°C) の自然対数 $\ln \rho$			1.946								2.833	1.705			

[0104] [表5]

No.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
SiO ₂	60.00	60.00	59.79	60.00	60.00	60.00	60.00	60.60	60.62	60.57	60.61	60.60	60.61	60.60	60.63
Al ₂ O ₃	15.00	15.00	15.46	16.00	17.00	16.70	17.00	13.09	13.12	14.12	14.12	14.12	13.90	14.12	14.00
B ₂ O ₃	0.00	0.00	0.18	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	12.00	14.00	9.87	10.00	10.00	10.00	10.00	9.81	10.81	9.81	10.81	9.81	9.81	11.40	12.81
CaO	7.70	5.70	9.60	9.30	8.70	9.80	7.80	10.20	9.60	9.40	9.10	8.78	9.00	7.78	7.20
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZrO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
Li ₂ O	1.50	2.50	3.78	2.50	1.00	3.00	2.00	4.20	4.59	5.00	4.20	4.59	4.59	5.00	4.20
Na ₂ O	3.50	2.50	0.00	0.50	3.00	0.00	3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	1.76	0.76	0.76	0.76	1.76	0.76	0.76	0.76
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO ₂	0.20	0.20	0.40	0.10	0.20	0.40	0.10	0.21	0.30	0.21	0.20	0.21	0.20	0.21	0.30
CeO ₂	0.10	0.10	0.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13	0.20	0.13	0.10	0.13	0.13	0.13	0.10
Sb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00
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	100.00	100.00

[0105]

[表6]

No.	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ MgO+CaO	75.00	75.00	75.25	76.00	77.00	76.70	77.00	73.69	73.74	74.69	74.73	74.72	74.51	74.72	74.63
	19.70	19.70	19.47	19.30	18.70	19.80	17.80	20.01	20.41	19.21	19.91	18.59	18.81	19.18	20.01
MgO+CaO+SrO+BaO	19.70	19.70	19.47	19.30	18.70	19.80	17.80	20.01	20.41	19.21	19.91	18.59	18.81	19.18	20.01
CaO/MgO	0.642	0.407	0.973	0.930	0.870	0.980	0.780	1.040	0.888	0.958	0.842	0.895	0.917	0.682	0.562
Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O	5.00	5.00	3.78	3.00	4.00	3.00	5.00	4.20	4.59	5.00	4.20	4.59	4.59	5.00	4.20
Na ₂ O/Li ₂ O	2.33	1.00	0.00	0.20	3.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(CaO+Na ₂ O)/(MgO+Li ₂ O)	0.83	0.50	0.70	0.78	1.06	0.75	0.90	0.73	0.62	0.63	0.61	0.61	0.63	0.47	0.42
Li ₂ O/(MgO+CaO)	0.08	0.13	0.19	0.13	0.05	0.15	0.11	0.21	0.22	0.26	0.21	0.25	0.24	0.26	0.21
4Li ₂ O+2Na ₂ O+K ₂ O	13.00	15.00	15.12	11.00	10.00	12.00	14.00	16.80	18.36	20.00	16.80	18.36	18.36	20.00	16.80
SiO ₂ /(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	12.00	12.00	15.82	20.00	15.00	20.00	12.00	14.43	13.21	12.11	14.43	13.20	13.20	12.12	14.44
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Al ₂ O ₃	4.00	4.00	3.87	3.75	3.53	3.59	3.53	4.63	4.62	4.29	4.29	4.29	4.43	4.29	4.33
Li ₂ O/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.30	0.50	1.00	0.83	0.25	1.00	0.40	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Na ₂ O/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.70	0.50	0.00	0.17	0.75	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO ₂ +CoO ₂	0.30	0.30	0.54	0.20	0.30	0.50	0.20	0.34	0.50	0.34	0.30	0.34	0.33	0.34	0.40
SnO ₂ /CoO ₂	2.00	2.00	2.86	1.00	2.00	4.00	1.00	1.62	1.50	1.62	2.00	1.62	1.54	1.62	3.00
(TiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(MgO+CaO)	0.761	0.761	0.834	0.829	0.909	0.843	0.955	0.742	0.680	0.775	0.747	0.854	0.779	0.776	0.738
(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
MgO/(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.61	0.71	0.51	0.52	0.53	0.51	0.56	0.49	0.53	0.51	0.54	0.53	0.52	0.59	0.64
BaO/(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO+0.7CaO+Li ₂ O+TiO ₂ +ZrO ₂	18.89	20.49	21.15	19.01	17.09	19.86	17.46	22.91	22.88	22.15	22.14	22.31	22.46	22.61	22.81
P ₂ O ₅ /(B ₂ O ₃ -SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅)	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	0.000	0.000
5Li ₂ O+3Na ₂ O+3K ₂ O+2B ₂ O ₃ +MgO+2CaO+3SrO+BaO	45.40	45.40	48.33	45.60	41.40	44.60	44.60	51.21	52.96	53.61	50.01	50.32	50.76	51.96	48.21
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +1.5Na ₂ O+1.5K ₂ O+2SrO+3BaO+ZnO	80.25	78.75	75.43	78.25	81.50	76.70	81.50	73.69	73.74	74.69	74.73	74.72	74.51	74.72	74.63
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +Na ₂ O+K ₂ O+CaO+2SrO+3BaO	86.20	83.20	85.03	87.30	88.70	86.50	87.80	83.89	83.34	84.09	83.83	83.50	83.51	82.50	81.83
Ig (°C)	728	717	704	728	741	731	717	690	682	680	695	690	700	690	700
α (×10 ⁻⁷ /°C)	59.2	51.7	51.0	44.8	51.5	43.8	55.5	51.5	53.2	53.2	49.2	49.9	49.4	50.2	47.5
ヤング率 (GPa)	2.57	2.57	2.60	2.57	2.59	2.59	2.57	2.59	2.59	2.59	2.58	2.59	2.61	2.58	2.58
ヤング率 (GPa)	90.3	91.2	94.3	93.2	91	95.9	91.5	94.8	95	94.5	95.3	95.4	96	96.2	96.4
比弾性率 (MN/m ² g)	35.1	35.5	36.3	36.2	35.2	37.1	35.6	36.6	36.7	36.5	36.9	36.8	36.8	37.3	37.4
保持テスト1300℃ 16hr	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
保持テスト1250℃ 16hr	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
泡密度ランク	A	S	S	B	A	A	B	S	S	S	S	S	S	S	S
比抵抗 ρ (1450℃) の自然対数 ln ρ															1.792

[0106] [表7]

No.	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
SiO ₂	60.60	60.60	60.79	60.60	61.65	61.60	61.60	61.60	61.64	61.62	61.60	61.64	61.60	61.43	61.20
Al ₂ O ₃	15.12	15.20	15.25	15.62	10.80	11.12	13.16	13.12	13.12	13.12	13.15	13.12	14.70	15.00	15.24
B ₂ O ₃	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	10.81	10.30	9.89	10.31	10.00	11.81	9.81	11.81	9.81	9.81	12.50	13.81	11.80	11.80	12.80
CaO	7.78	7.80	9.86	7.78	9.90	9.78	9.78	7.78	7.78	7.80	7.10	5.78	5.80	4.80	3.80
SrO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZnO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZrO ₂	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Li ₂ O	4.59	5.00	2.95	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	5.00	5.70	5.70
Na ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO ₂	0.76	0.76	0.78	0.76	2.76	0.76	0.76	0.76	2.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Y ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
P ₂ O ₅	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SnO ₂	0.21	0.21	0.10	0.21	0.20	0.21	0.10	0.21	0.10	0.30	0.20	0.20	0.21	0.21	0.20
CeO ₂	0.13	0.13	0.20	0.13	0.10	0.13	0.20	0.13	0.10	0.20	0.10	0.10	0.13	0.30	0.20
Sb ₂ O ₃	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
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	100.00	100.00

[0107]

[表8]

No.	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	75.72	75.80	76.04	76.22	72.45	72.72	74.76	74.72	74.76	74.74	74.75	74.76	76.30	76.43	76.44
$\text{MgO}+\text{CaO}$	18.59	18.10	19.75	18.09	19.90	21.59	19.59	19.59	17.59	17.41	19.60	19.59	17.60	16.60	16.60
$\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO}$	18.59	18.10	19.75	18.09	19.90	21.59	19.59	19.59	17.59	17.41	19.60	19.59	17.60	16.60	16.60
CaO/MgO	0.720	0.757	0.997	0.755	0.990	0.828	0.997	0.659	0.793	0.775	0.568	0.419	0.492	0.407	0.297
$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	4.59	5.00	2.95	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	4.59	5.00	5.70	5.70
$\text{Na}_2\text{O}/\text{Li}_2\text{O}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(\text{CaO}+\text{Na}_2\text{O})/(\text{MgO}+\text{Li}_2\text{O})$	0.51	0.51	0.77	0.52	0.68	0.60	0.68	0.47	0.54	0.53	0.42	0.31	0.35	0.27	0.21
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.25	0.28	0.15	0.25	0.23	0.21	0.23	0.23	0.26	0.26	0.23	0.23	0.28	0.34	0.34
$4\text{Li}_2\text{O}+2\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	18.36	20.00	11.80	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	18.36	20.00	22.80	22.80
$\text{SiO}_2/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	13.20	12.12	20.61	13.20	13.43	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	13.42	12.32	10.78	10.74
$(\text{SiO}_2+\text{ZrO}_2)/\text{Al}_2\text{O}_3$	4.01	3.99	3.99	3.88	5.71	5.54	4.68	4.70	4.70	4.85	4.68	4.70	4.19	4.10	4.02
$\text{Li}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$\text{Na}_2\text{O}/(\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{SrO}+\text{CaO}_2$	0.34	0.34	0.30	0.34	0.30	0.34	0.30	0.34	0.20	0.50	0.30	0.30	0.34	0.51	0.40
$\text{SnO}_2/\text{CaO}_2$	1.62	1.62	0.50	1.62	2.00	1.62	0.50	1.62	1.00	1.50	2.00	2.00	1.62	0.70	1.00
$(\text{TiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)/(\text{MgO}+\text{CaO})$	0.854	0.882	0.812	0.905	0.681	0.550	0.711	0.709	0.903	0.797	0.710	0.709	0.878	0.949	0.964
$(\text{MgO}+\text{CaO})/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
$\text{MgO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.58	0.57	0.50	0.57	0.50	0.55	0.50	0.60	0.56	0.56	0.64	0.70	0.67	0.71	0.77
$\text{BaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$\text{MgO}+\text{O}_2/\text{Li}_2\text{O}+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$	21.61	21.52	20.52	21.11	24.28	24.01	22.01	22.61	22.61	22.48	22.82	23.21	21.62	21.62	21.92
$\text{P}_2\text{O}_5/(\text{B}_2\text{O}_3+\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5)$	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	0.000	0.000
$5\text{Li}_2\text{O}+3\text{Na}_2\text{O}+3\text{K}_2\text{O}+2\text{B}_2\text{O}_3+\text{WgO}+2\text{CaO}+3\text{SrO}+\text{BaO}$	49.32	50.90	44.72	48.82	52.75	54.32	52.32	50.32	48.32	47.96	49.65	48.32	48.40	49.90	48.90
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+1.5\text{Na}_2\text{O}+1.5\text{K}_2\text{O}+2\text{SrO}+3\text{BaO}+\text{ZnO}$	75.72	75.80	76.22	76.22	72.45	72.72	74.76	74.72	74.76	74.74	74.75	74.76	76.30	76.43	76.44
$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{B}_2\text{O}_3+\text{P}_2\text{O}_5+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{CaO}+2\text{SrO}+3\text{BaO}$	83.50	83.60	86.08	84.00	82.35	82.50	84.54	82.50	82.54	82.34	81.85	80.54	82.10	81.23	80.24
$\text{Tg} (^{\circ}\text{C})$	699	692	718	704	690	683	690	689	692	695	692	691	694	697	696
$\alpha \quad (\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C})$	47.6	49.0	49.1	47.9	51.6	52.6	51.3	49.8	50.2	49.6	48.0	47.0	47.8	47.6	45.7
比重	2.58	2.57	2.59	2.58	2.60	2.59	2.58	2.57	2.58	2.62	2.57	2.59	2.55	2.56	2.55
ヤング率 (GPa)	95.3	95.5	93.7	95.7	94.3	94.3	93.7	94.7	94.3	95.2	95.6	95.1	95.1	95.2	95.6
比弾性率 (MN/m ² /kg)	37.0	37.2	36.2	37.1	36.3	36.4	36.4	36.8	36.5	36.3	37.1	36.7	37.3	37.3	37.5
保持テスト1300°C 16hr	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
保持テスト1250°C 16hr			B		A	A	A	A	A	C					
泡密度ランク	S	S	B	S	S	S	A	S	A	S	S	S	S	S	S
比抵抗 ρ (1450°C) の自然対数ln ρ												2.639			2.001

[0109] [表10]

No.	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
SiO ₂ -Al ₂ O ₃	76.61	76.76	77.14	77.72	76.60	77.60	72.00	74.00	75.71	75.71	75.42	73.42	78.60	74.70	74.50	74.60
MgO-CaO	16.60	17.59	16.40	16.59	17.60	15.60	18.80	22.70	17.88	17.88	18.72	20.72	13.30	20.00	19.14	19.45
MgO+CaO+SrO+BaO	16.60	17.59	16.40	16.59	17.60	15.60	18.80	22.70	18.28	18.28	18.72	20.72	13.30	20.00	19.14	19.45
CaO/MgO	0.537	0.489	0.519	0.535	0.323	0.173	2.133	0.892	1.980	1.235	0.279	0.175	0.000	1.000	0.679	0.420
Li ₂ O-Na ₂ O-K ₂ O	5.60	4.99	5.20	4.59	4.70	5.70	4.50	3.00	4.60	4.60	4.80	4.80	6.50	4.80	5.00	4.59
Na ₂ O/Li ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.25	0.30	0.00	0.00	0.26	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00
(CaO+Na ₂ O)/(MgO+Li ₂ O)	0.35	0.35	0.35	0.38	0.24	0.12	1.91	0.80	1.12	0.73	0.28	0.14	0.11	0.68	0.47	0.31
Li ₂ O/(MgO+CaO)	0.34	0.26	0.32	0.28	0.27	0.37	0.11	0.10	0.26	0.26	0.20	0.23	0.34	0.24	0.26	0.24
Al ₂ O ₃ -2Na ₂ O-K ₂ O	22.40	18.36	20.80	18.36	18.80	22.80	13.00	10.60	18.40	18.40	17.20	19.20	22.00	19.20	20.00	18.36
SiO ₂ /(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	10.98	13.43	11.85	13.42	13.32	10.98	14.22	21.33	13.17	13.17	12.83	12.63	9.63	12.50	12.12	13.42
(SiO ₂ +ZrO ₂)/Al ₂ O ₃	4.07	4.08	3.96	3.82	4.47	4.17	8.38	6.40	4.01	4.01	4.46	4.73	3.94	4.08	4.36	4.74
Li ₂ O/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.44	0.77	1.00	1.00	0.79	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Na ₂ O/(Li ₂ O+Na ₂ O+K ₂ O)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.56	0.23	0.00	0.00	0.21	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00
SrO ₂ +CeO ₂	0.43	0.30	0.50	0.34	0.34	0.34	0.20	0.30	0.33	0.33	0.30	0.30	0.34	0.50	0.60	0.60
SnO ₂ +CaO ₂	2.31	0.50	1.50	1.62	1.62	1.62	1.00	2.00	1.75	1.75	0.50	0.50	1.62	1.50	2.00	1.00
(TiO ₂ +Al ₂ O ₃)/(MgO+CaO)	0.955	0.903	0.994	1.017	0.839	1.010	0.505	0.441	0.889	0.889	0.779	0.655	1.260	0.735	0.766	0.707
(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.978	0.978	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
MgO/(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.65	0.67	0.66	0.65	0.76	0.85	0.32	0.53	0.33	0.44	0.78	0.85	1.00	0.50	0.60	0.70
BaO/(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO+0.7CaO+Li ₂ O+TiO ₂ +ZrO ₂	21.22	21.21	20.68	20.21	21.77	21.37	21.46	21.79	19.70	20.30	22.06	25.36	19.06	21.80	22.58	23.08
P ₂ O ₅ /(BaO+SrO+Al ₂ O ₃ +P ₂ O ₅)+MgO+	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	0.000	0.000	0.000
5Li ₂ O+3Na ₂ O+3K ₂ O+2B ₂ O ₃ +MgO+	50.40	46.32	48.00	45.32	45.40	46.40	49.10	47.00	54.16	52.16	44.80	47.80	41.80	54.00	51.88	48.15
2CaO+3SrO+BaO																
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +1.5Na ₂ O+1.5K ₂ O+2SrO+3BaO+ZnO	76.61	76.76	77.14	77.72	76.60	77.60	75.75	75.05	77.01	77.01	76.92	73.42	81.60	74.70	74.50	74.60
SiO ₂ -Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃ +P ₂ O ₅ +Na ₂ O+K ₂ O+CaO+2SrO+3BaO	82.41	82.54	82.74	83.50	80.90	79.90	87.30	85.40	88.89	86.89	80.50	76.50	80.60	84.70	82.24	80.35
Tg (°C)	696	704	704	717	705	685	691	736	689	691	705	690	685	691	690	681
α (×10 ⁻⁷ /°C)	47.7	45.6	46.5	45.4	44.8	44.9	61.5	47.5	47.5	48.0	47.8	50.5	46.3	50.6	50.2	47.0
比重	2.55	2.56	2.55	2.56	2.55	2.53	2.65	2.58	2.57	2.59	2.54	2.58	2.53	2.58	2.58	2.57
ヤング率 (GPa)	94.6	95.5	94.9	95.5	95	94.9	91	91	92.8	92.8	95.9	96.8	93.5	94.6	96.2	95.9
比弾性率 (MN/kg)	37.1	37.3	37.3	37.4	37.3	37.5	34.3	35.3	36.1	35.8	37.8	37.5	37.0	36.6	37.3	37.3
保持テスト1300°C 10hr	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
保持テスト1250°C 16hr																
泡密度ランク	S	A	S	S	S	S	B	A	A	A	A	A	A	A	S	S
比抵抗ρ (1450°C) の自然対数lnρ						1.988										

[0110] 上記表に示す結果から、実施例の磁気記録媒体基板用ガラスは、いずれも

耐熱性および剛性に優れることが確認された。更に、実施例の磁気記録媒体基板用ガラスは、低比重であり、適度な熱膨張係数を有することも確認された。

ガラス安定性に関して、上記方法により行われる保持テストにおいて、より低い温度で評価結果が良好なほど、熔融状態で結晶が析出しにくいガラスであり、成形温度を下げて成形することができる。成形温度を下げるほど、発熱体、炉体、パイプ等の成形装置の構成部材の寿命を延ばすことができる。特に、プレス成形により基板ブランクを作製する場合には、成形温度は低いほど好ましい。また、成形温度を下げることであれば、ガラス粘度を上げて成形することができるため、揮発、脈理および成形泡の発生を抑制することができる。

また、上記表に示す実施例のガラスは、いずれも泡密度ランクがS、AまたはBであり、泡の発生が抑制されていることも確認された。

[0111] 〔磁気記録媒体基板の作製〕

(1) 基板ブランクの作製

次に、下記方法AまたはBにより、円盤状の基板ブランクを作製した。また、同様の方法により、磁気記録再生装置用ガラススペーサ作製のためのガラスブランクを得ることができる。

(方法A)

清澄、均質化した上述の実施例の熔融ガラスを流出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、上述の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状の基板ブランクに成形した。

(方法B)

清澄、均質化した上述の実施例の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。

なお、本実施例では上述の方法A、Bを採用したが、円盤状の基板ブランクの製造方法としては、下記方法C、Dも好適である。また、下記方法C、Dは、磁気記録再生装置用ガラススペーサ作製のためのガラスブランクの製造方法としても好適である。

(方法C)

上述の実施例の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、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ることもできる。

(方法D)

上述の実施例の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、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ることもできる。

[0112] (2) ガラス基板の作製

上述の各方法で得られた基板ブランクの中心に貫通孔をあけて、外周、内周の研削加工を行い、円盤の主表面をラッピング、ポリッシング（鏡面研磨加工）して直径65mm、厚さ0.8mmの磁気ディスク用ガラス基板に仕上げた。また、同様の方法により、磁気記録再生装置用ガラススペーサ作製のためのガラスブランクを、磁気記録再生装置用ガラススペーサに仕上げることもできる。

上記で得られたガラス基板は、1.7質量%の珪弗酸（ H_2SiF_6 ）水溶液、次いで、1質量%の水酸化カリウム水溶液を用いて洗浄し、次いで純水ですすいだ後に乾燥させた。実施例のガラスから作製した基板の表面を拡大観察したところ、表面荒れなどは認められず、平滑な表面であった。

[0113] [磁気記録媒体（磁気ディスク）の作製]

以下の方法により、実施例のガラスから得られたガラス基板の主表面上に、付着層、下地層、磁気記録層、保護層、潤滑層をこの順に形成し、磁気ディスクを得た。

[0114] 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、下地層および磁気記録層を順次成膜した。

[0115] このとき、付着層は、厚さ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。続いて、下地層としてMgOからなる10nm厚の層を形成した。また、磁気記録層は、厚さ10nmのFePtまたはCoPtのグラニュー層となるように、FePtCまたはCoPtCターゲットを用いて成膜温度200～400℃にて成膜した。

[0116] 磁気記録層までの成膜を終えた磁気ディスクを成膜装置から加熱炉内に移しアニールした。アニール時の加熱炉内の温度は、500～700℃の範囲とした。このアニール処理によって、L₁₀規則構造のCoPt系合金やFePt系合金の磁性粒子が形成される。なお、上記に限らず、L₁₀規則構造が生じるように加熱すればよい。

[0117] 続いて、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層を3nm形成した。この後、PFPE（パーフロロポリエーテル）を用いてなる潤滑層をディップコート法により形成した。潤滑層の膜厚は1nmであった。

以上の製造工程により、磁気ディスクを得た。得られた磁気ディスクを、DFH機構を備えたハードディスクドライブに搭載し、磁気ディスクの主表面上の記録用領域に、1平方インチあたり1000ギガビットの記録密度で磁気信号を記録および再生したところ、磁気ヘッドと磁気ディスク表面が衝突する現象（クラッシュ障害）は確認されなかった。

[0118] また、実施例のガラスを用いて以上の製造工程により得られたガラスペーサの表面にNiP合金の導電性膜を形成したもの（NiP合金膜付きガラ

ススペーサ)を、D F H機構を備えたハードディスクドライブに搭載し、本発明の一態様にかかるガラス(ガラスAまたはガラスB)とは異なる材料の基板を用いて別途準備した磁気ディスクの主表面上の記録用領域に、1平方インチあたり1000ギガビットの記録密度で磁気信号を記録および再生したところ、磁気ヘッドと磁気ディスク表面が衝突する現象(クラッシュ障害)は確認されなかった。

[0119] また、本発明の一態様にかかる同一のガラス材料を用いて、上記にて製造された磁気ディスクおよび上記にて製造されたN i P合金膜付きガラススペーサを、D F H機構を備えたハードディスクドライブに搭載し、磁気ディスクの主表面上の記録用領域に、1平方インチあたり1000ギガビットの記録密度で磁気信号を記録および再生したところ、磁気ヘッドと磁気ディスク表面が衝突する現象(クラッシュ障害)は確認されなかった。ここで、上記磁気ディスクに含まれるガラス基板および上記ガラススペーサは同一のガラス材料からなるので、上述の熱膨張係数の差に起因して生じ得る現象が起きないことは明白である。

[0120] 本発明の一態様によれば、高密度記録化に適する磁気記録媒体を提供することができる。

[0121] 最後に、前述の各態様を総括する。

[0122] 一態様によれば、

SiO_2 含有量が56～80モル%、 Li_2O 含有量が1～10モル%、 B_2O_3 含有量が0～7モル%、 MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9～40モル%

であり、比重が 2.75 g/cm^3 以下、ガラス転移温度が 650°C 以上かつヤング率が90GPa以上の非晶質の酸化物ガラスである磁気記録媒体基板用ガラス;および、

SiO_2 含有量が56～80モル%、 Li_2O 含有量が1～10モル%、 B_2O_3 含有量が0～4モル%、 MgO と CaO の合計含有量($\text{MgO} + \text{CaO}$)が9～40モル%、 Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量

のモル比 ($(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Al}_2\text{O}_3$) が 2 ~ 13 であり、ガラス転移温度が 650℃ 以上かつヤング率が 90 GPa 以上の非晶質の酸化物ガラスである磁気記録媒体基板用ガラス、
が提供される。

[0123] また、一態様によれば、

SiO_2 含有量が 56 ~ 80 モル%、 Li_2O 含有量が 1 ~ 10 モル%、 B_2O_3 含有量が 0 ~ 4 モル%、 MgO と CaO の合計含有量 ($\text{MgO} + \text{CaO}$) が 9 ~ 40 モル% であり、比重が 2.75 g/cm³ 以下、ガラス転移温度が 650℃ 以上かつヤング率が 90 GPa 以上の非晶質の酸化物ガラスを含む磁気記録再生装置用ガラススペーサ；および、

SiO_2 含有量が 56 ~ 80 モル%、 Li_2O 含有量が 1 ~ 10 モル%、 B_2O_3 含有量が 0 ~ 7 モル%、 MgO と CaO の合計含有量 ($\text{MgO} + \text{CaO}$) が 9 ~ 40 モル%、 Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比 ($(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Al}_2\text{O}_3$) が 2 ~ 13 であり、ガラス転移温度が 650℃ 以上かつヤング率が 90 GPa 以上の非晶質の酸化物ガラスを含む磁気記録再生装置用ガラススペーサ、
が提供される。

[0124] 上記磁気記録媒体基板用ガラスは、耐熱性および剛性に優れる。上記磁気記録再生装置用ガラススペーサも同様である。

[0125] 一態様では、上記酸化物ガラスの 100 ~ 300℃ における平均線膨張係数は、 $40 \times 10^{-7} \sim 70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ の範囲であることができる。

[0126] 一態様では、上記酸化物ガラスの CaO 含有量は、0 ~ 18 モル% の範囲であることができる。

[0127] 一態様では、上記酸化物ガラスの BaO と SrO の合計含有量は、0 ~ 2 モル% の範囲であることができる。

[0128] 一態様では、上記酸化物ガラスの Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$) は、2.5 ~ 10 モル% の範囲であることができる。

[0129] 一態様では、上記酸化物ガラスの SnO_2 と CeO_2 の合計含有量 ($\text{SnO}_2 + \text{CeO}_2$) は、0.05～2モル%の範囲であることができる。

[0130] 一態様では、上記酸化物ガラスの CeO_2 含有量に対する SnO_2 含有量のモル比 ($\text{SnO}_2 / \text{CeO}_2$) は、1以上であることができる。

[0131] 一態様では、上記酸化物ガラスは、モル%表示にて、 SiO_2 含有量が56～65%、

Al_2O_3 含有量が5～20%、 B_2O_3 含有量が0～4%、 MgO 含有量が3～28%、 Li_2O 含有量が1～10%、 SiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) が65～80%、 MgO と CaO の合計含有量 ($\text{MgO} + \text{CaO}$) が11～30%、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量 ($\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$) が12～30%、 MgO 含有量、 $0.7 \times \text{CaO}$ 含有量、 Li_2O 含有量、 TiO_2 含有量および ZrO_2 含有量の和 ($\text{MgO} + 0.7 \text{CaO} + \text{Li}_2\text{O} + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$) が16%以上、 $5 \times \text{Li}_2\text{O}$ 含有量、 $3 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量、 $3 \times \text{K}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{B}_2\text{O}_3$ 含有量、 MgO 含有量、 $2 \times \text{CaO}$ 含有量、 $3 \times \text{SrO}$ 含有量および BaO 含有量の和 ($5 \text{Li}_2\text{O} + 3 \text{Na}_2\text{O} + 3 \text{K}_2\text{O} + 2 \text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + 2 \text{CaO} + 3 \text{SrO} + \text{BaO}$) が32～58%、 SiO_2 含有量、 Al_2O_3 含有量、 B_2O_3 含有量、 P_2O_5 含有量、 $1.5 \times \text{Na}_2\text{O}$ 含有量、 $1.5 \times \text{K}_2\text{O}$ 含有量、 $2 \times \text{SrO}$ 含有量、 $3 \times \text{BaO}$ 含有量および ZnO 含有量の和 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + 1.5 \text{Na}_2\text{O} + 1.5 \text{K}_2\text{O} + 2 \text{SrO} + 3 \text{BaO} + \text{ZnO}$) が86%以下、 SiO_2 含有量、 Al_2O_3 含有量、 B_2O_3 含有量、 P_2O_5 含有量、 Na_2O 含有量、 K_2O 含有量、 CaO 含有量、 $2 \times \text{SrO}$ 含有量および $3 \times \text{BaO}$ 含有量の和 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{CaO} + 2 \text{SrO} + 3 \text{BaO}$) が92%以下、 MgO 含有量に対する CaO 含有量のモル比 (CaO / MgO) が2.5以下、 Li_2O 含有量に対する Na_2O 含有量のモル比 ($\text{Na}_2\text{O} / \text{Li}_2\text{O}$) が5以下、 MgO と CaO の合計含有量に対する Li_2O 含有量のモル比 ($\text{Li}_2\text{O} / (\text{MgO} + \text{CaO})$) が0.03～0.4、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含

有量に対する SiO_2 含有量のモル比 ($\text{SiO}_2 / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$) が 4 ~ 22、 Al_2O_3 含有量に対する SiO_2 と ZrO_2 の合計含有量のモル比 ($(\text{SiO}_2 + \text{ZrO}_2) / \text{Al}_2\text{O}_3$) が 2 ~ 10、 MgO と CaO の合計含有量に対する TiO_2 と Al_2O_3 の合計含有量のモル比 ($(\text{TiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3) / (\text{MgO} + \text{CaO})$) が 0.35 ~ 2、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量に対する MgO と CaO の合計含有量のモル比 ($(\text{MgO} + \text{CaO}) / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})$) が 0.7 ~ 1、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量に対する BaO 含有量のモル比 ($\text{BaO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})$) が 0.1 以下、 B_2O_3 、 SiO_2 、 Al_2O_3 および P_2O_5 の合計含有量に対する P_2O_5 含有量のモル比 ($\text{P}_2\text{O}_5 / (\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5)$) が 0.005 以下であることができる。

[0132] 一態様によれば、上記磁気記録媒体基板用ガラスからなる磁気記録媒体基板が提供される。

[0133] 一態様では、上記磁気記録媒体基板は、表面および内部の組成が均質である。

[0134] 一態様によれば、上記磁気記録媒体基板上に磁気記録層を有する磁気記録媒体が提供される。

[0135] 一態様によれば、上記磁気記録媒体と、上記磁気記録再生装置用ガラススペーサと、の少なくとも一方を含む磁気記録再生装置が提供される。

[0136] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

例えば、上記に例示されたガラス組成に対し、明細書に記載の組成調整を行うことにより、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体基板用ガラスおよび磁気記録再生装置用ガラススペーサを作製することができる。

また、明細書に例示または好ましい範囲として記載した事項の2つ以上を

任意に組み合わせることは、もちろん可能である。