

明 細 書

発明の名称： ガラス基板

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス基板に関する。

背景技術

[0002] 近年、HDD（ハードディスクドライブ）の記憶容量が飛躍的に増大することに伴い、1ビットに費やす媒体の記録面積を小さくしていくことが必要不可欠となっている。また、記録面積を小さくして高密度化するためには、ヘッドとディスクとの距離を更に安定させて記録の読み書きをすることが必要になる。

[0003] しかし、そのためにはディスクの基板となるガラス基板の表面粗さ R_a を低下させることが必要であるが、現在提案されている表面粗さ R_a は $3\text{ \AA}$ 程度であり（特開2008-097821号公報（特許文献1））、さらに表面粗さ R_a （算術平均粗さ）を低下させることが求められている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2008-097821号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のようにガラス基板の表面粗さ R_a を低下させるためには、高精度の研磨技術が必要になるが、そのような研磨技術に用いられる酸化セリウム等の研磨材のコストが高騰しているため、その使用量を抑制することが必要不可欠とされている。

[0006] しかしながら、酸化セリウム等の研磨材の使用量を抑制した研磨条件で低い表面粗さ R_a を有するガラス基板を得るためには、化学的耐久性に優れ表面状態を高度に安定化させることおよび適度な強度特性を有することが要求されるが、このような特性を備えたガラス基板は未だ提供されていない。

[0007] 本発明は、このような状況に鑑みなされたものであって、その目的とするところは、化学的耐久性に優れ表面状態を高度に安定化させることができるとともに、ビッカース硬度、ヤング率、破壊靱性等において適度な強度特性を有し、以って好適な物性値を有しつつ高い研磨レート（単位時間当たりの研磨量）で低い表面粗さ R_a を達成することができるガラス基板を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のガラス基板は、mol%表示で、

SiO_2 : 58 ~ 74 %

Al_2O_3 : 0 ~ 5 %

B_2O_3 : 0 ~ 5 %

Li_2O : 0 ~ 3 %

Na_2O : 0.1 ~ 6 %

K_2O : 3 ~ 9 %

MgO : 2 ~ 10 %

CaO : 8 ~ 18 %

ZnO : 0 ~ 5 %

TiO_2 : 0 ~ 5 %

ZrO_2 : 1 ~ 8 %

となる含有範囲を有し、かつ

$0.01 < \text{ZrO}_2 / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3) < 0.15$

という条件を満たすガラス組成からなることを特徴とする。

[0009] ここで、上記ガラス基板は、HDD用ガラス基板であることが好ましく、また逆回転式研磨工程後の表面粗さ R_a が $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ の範囲で $1.8\text{\AA}$ 以下であることが好ましい。

[0010] また、本発明のガラス基板は、mol%表示で、

SiO_2 : 61 ~ 71 %

Al_2O_3 : 0 ~ 3 %

B_2O_3 : 0~3%

Li_2O : 0~2%

Na_2O : 1~5%

K_2O : 4~8%

MgO : 4~9%

CaO : 9~16%

ZnO : 0~3%

TiO_2 : 0~3%

ZrO_2 : 2~7%

となる含有範囲を有し、かつ

$0.02 < ZrO_2 / (SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3) < 0.12$

という条件を満たすガラス組成からなることが好ましい。

[0011] また、上記ガラス組成は、 BaO を含有しないことが好ましく、化学強化工程を経て製造されることが好ましい。

発明の効果

[0012] 本発明のガラス基板は、上記のような構成を有することにより、好適な物性値を有しつつ高い研磨レートで低い表面粗さ R_a を達成することができるという優れた効果を示す。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明についてさらに詳細に説明する。

<ガラス基板>

本発明のガラス基板は、mol%（モル%）表示で、

SiO_2 : 58~74%

Al_2O_3 : 0~5%

B_2O_3 : 0~5%

Li_2O : 0~3%

Na_2O : 0.1~6%

K_2O : 3~9%

MgO : 2 ~ 10 %

CaO : 8 ~ 18 %

ZnO : 0 ~ 5 %

TiO₂ : 0 ~ 5 %

ZrO₂ : 1 ~ 8 %

となる含有範囲を有し、かつ

$0.01 < \text{ZrO}_2 / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3) < 0.15$

という条件を満たすガラス組成からなることを特徴とする。なお、本発明においては、ガラス組成を示す「%」表示は特に断らない限り「mol %」を示すものとする。また、「SiO₂ + Al₂O₃ + B₂O₃」とは、SiO₂とAl₂O₃とB₂O₃との合計量を示す。

[0014] 本発明のガラス基板は、上記の構成を有することにより、化学的耐久性に優れ表面状態を高度に安定化させることができるとともに、ビッカース硬度、ヤング率、破壊靱性等において適度な強度特性を有し、以って好適な物性値を有しつつ高い研磨レートで低い表面粗さRaを達成することができるという優れた効果を示す。このような優れた効果は、当該ガラス組成を構成する各成分の以下に説明する作用が相乗的に奏されることにより達成されるものである。

[0015] なお、当該ガラス組成は、不可避不純物を除き上記に示された成分のみで構成されることが好ましい。この点、本発明のガラス組成は、BaOを含有していないことを特徴の一つとしている。BaOを含有すると化学的耐久性を大きく低下させ、さらに耐熱性も低下するからである。

[0016] 上記のような特徴を有する本発明のガラス基板は、たとえば有機EL (Electro Luminescence) やTFT (Thin Film Transistor) 液晶ディスプレイ等のガラス基板として特に限定することなく使用することができるが、特にHDD (ハードディスクドライブ) 用ガラス基板として好適に使用することができる。また、本発明のガラス基板は、上記の特性に加えて、ガラス転移点T_gが650℃以上という高い耐熱性を有するものとすることもできるた

め、次世代の高密度記録技術として注目されている熱アシスト記録向けHDD用ガラス基板としても適したものとなる。

[0017] なお、本発明のガラス基板は、円盤状の形状を有することが好ましく、これによりHDDに組み付けられるのに適したものとなる。なお、円盤状の形状とする場合、その大きさは特に限定されず、たとえば、3.5インチ、2.5インチ、1.8インチ、あるいはそれ以下の小径ディスクとすることもでき、またその厚みは2mm、1mm、0.8mm、0.635mm、あるいはそれ以下といった薄型とすることもできる。

[0018] <ガラス組成>

本発明のガラス組成を構成する各構成成分について以下説明する。

[0019] 本発明のガラス組成を構成する SiO_2 は、ガラスの網目構造を形成する重要な成分である。本発明のガラス組成では、このような SiO_2 を58～74%（本発明におけるこのような数値範囲の表記は下限値および上限値がその範囲に含まれることを意味する。よって「58～74%」とは「58%以上74%以下」を示す）の範囲で含有する。

[0020] SiO_2 の含有量が58%未満ではガラス形成が困難となり、化学的耐久性が悪化する恐れがある。逆に74%を超えると溶融温度が高くなりすぎてしまう。 SiO_2 のより好ましい含有範囲は、61～71%である。

[0021] Al_2O_3 は、 SiO_2 と共に網目構造を形成する成分であり、イオン交換性能を向上させる働きを有しているが、研磨レートを低下させる傾向を示すため必要に応じて含有させる。 Al_2O_3 の含有量が5%を超えると、研磨レートが大きく低下し、さらに液相温度の上昇により耐失透性が悪化するとともに溶融温度の上昇により成形性が低下してしまう。このため Al_2O_3 の含有量は0～5%の範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは0～3%の範囲である。

[0022] B_2O_3 は、 SiO_2 と共に網目構造を形成する成分であり、溶融温度を低下させる働きを有しているので必要に応じて含有させる。その含有量が5%を超えると、耐熱性の指標となる T_g （ガラス転移点）が低下してしまう。この

ため、 B_2O_3 の含有範囲は0～5%の範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは0～3%の範囲である。

[0023] Li_2O は、ヤング率を向上させ、更にイオン交換による化学強化処理を施すために必要な成分であるので必要に応じて含有させる。化学強化処理においては、ガラス組成中の Li^+ イオンが、化学強化処理液中の Na^+ イオンや K^+ イオンとイオン交換されることによってガラス基板が強化される。 Li_2O の含有量が3%を超えると、化学的耐久性の悪化と T_g の低下を招いてしまう。そのため、 Li_2O の含有範囲は0～3%の範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは0～2%の範囲である。

[0024] Na_2O は、イオン交換による化学強化処理を施すために必要な成分である。化学強化処理においては、ガラス組成中の Na^+ イオンが、化学強化処理液中の K^+ イオンとイオン交換されることによってガラス基板が強化される。 Na_2O の含有量が0.1%より少ないと、このイオン交換性能が低下すると共に、溶融性および耐失透性が悪化する。逆に6%を超えると、化学的耐久性が低下してしまう。そのため Na_2O の含有範囲は0.1～6%の範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは1～5%の範囲である。

[0025] K_2O は、ガラス転移点 T_g を低下させずに溶融性を改善する効果を持っている。 K_2O の含有量が3%未満では溶融性を改善する効果が得られず、逆に9%を超えると T_g の低下が避けられない。そのため、 K_2O の含有範囲は3～9%の範囲とした。その中でも好ましくは4～8%の範囲である。

[0026] MgO は、ヤング率を上げると共に溶融性を改善する効果を持っている。 MgO の含有量が2%未満では、ヤング率を上げる効果と溶融性を改善する効果が得られず、逆に含有量が10%を超えるとガラス構造が不安定となり、耐失透性が悪化してしまう。そのため MgO の含有範囲は2～10%の範囲とした。その中でも好ましくは4～9%の範囲である。

[0027] CaO は、線熱膨張係数およびヤング率を上げると共に溶融性を改善する効果を持つ。 CaO の含有量が8%未満では線熱膨張係数およびヤング率を上げる効果が十分に得られず、逆に含有量が18%を超えるとガラス構造が

不安定となり、耐失透性が悪化してしまう。そのためCaOの含有範囲は8～18%の範囲とした。その中でも好ましくは9～16%の範囲である。

[0028] ZnOは、ヤング率を上げると共に溶融性を改善する効果を持つので必要に応じて含有させる。ZnOの含有量が5%を超えるとガラス構造が不安定となり、耐失透性が悪化してしまう。そのためZnOの含有範囲は0～5%の範囲とした。その中でも好ましくは0～3%の範囲である。

[0029] TiO₂は、高温粘性を軟化させると共に剛性を上げる効果を持つので、必要に応じて含有させる。しかし、TiO₂の含有量が5%を超えると、耐失透性が悪化してしまう。そのためTiO₂の含有範囲は0～5%の範囲とした。その中でも好ましくは0～3%の範囲である。

[0030] ZrO₂は、化学的耐久性を大きく向上させることで研磨レートが安定し、表面平滑性を向上させる効果を持つ。ZrO₂の含有量が1%未満では、化学的耐久性を向上させる効果が十分に得られず、8%を超えると、耐失透性が悪化することで成形性が悪化してしまう。そのためZrO₂の含有量は1～8%の範囲とした。その中でも好ましくは2～7%の範囲である。

[0031] そして、本発明においては、SiO₂とAl₂O₃とB₂O₃との合計量に対するZrO₂の比 ($ZrO_2 / (SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3)$) を0.01を超え0.15未満となる範囲 ($0.01 < ZrO_2 / (SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3) < 0.15$) とすることが重要である。この比は、ガラスの骨格成分に対するガラスの化学的耐久性と耐熱性とを向上させる成分の比を示し、この比が0.01以下であると、十分な化学的耐久性と耐熱性が得られなくなる。また、この比が0.15以上であるとガラス構造が不安定化して化学的耐久性や破壊靱性の低下を招く。この比は、より好ましくは0.02を超え0.12未満となる範囲 ($0.02 < ZrO_2 / (SiO_2 + Al_2O_3 + B_2O_3) < 0.12$) である。

[0032] 上記の各構成成分の説明から明らかなように、本発明のガラス組成は、各構成成分の含有範囲を特定の範囲としかつそのうちの特定の構成成分の含有比率を特定範囲としたことにより、化学的耐久性に優れ表面状態を高度に安

定化させることができるとともに適度な強度を有し、以って好適な物性値を有しつつ高い研磨レートで低い表面粗さ R_a を達成することができるガラス基板を提供することを可能としたものである。

[0033] <好適な組成>

本発明のガラス基板は、上記で説明したとおり、 $\text{mol}\%$ 表示で、

SiO_2 : 61~71%

Al_2O_3 : 0~3%

B_2O_3 : 0~3%

Li_2O : 0~2%

Na_2O : 1~5%

K_2O : 4~8%

MgO : 4~9%

CaO : 9~16%

ZnO : 0~3%

TiO_2 : 0~3%

ZrO_2 : 2~7%

となる含有範囲を有し、かつ

$0.02 < \text{ZrO}_2 / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3) < 0.12$

という条件を満たすガラス組成からなることが好ましく、本発明の好適な実施態様とすることができる。

[0034] <物性値>

本発明のガラス基板は、上記のような構成を有することにより、化学的耐久性に優れ表面状態を高度に安定化させることができるとともに、ビッカース硬度、ヤング率、破壊靱性等において適度な強度特性を有し、以って好適な物性値を有しつつ高い研磨レートで低い表面粗さ R_a を達成することができるという優れた効果を示す。

[0035] ここで、本発明のガラス基板のビッカース硬度としては、 $550 \text{ kg/mm}^2 \sim 650 \text{ kg/mm}^2$ であることが好ましい。 550 kg/mm^2 未満では製

造工程中でのキズ欠陥が増加し、更にHDDに搭載した際にヘッドとの接触によるキズ発生が増加し、また 650 kg/mm^2 を超えると研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまうためである。

[0036] また、ヤング率としては、 $75\text{ GPa} \sim 90\text{ GPa}$ であることが好ましい。 75 GPa 未満ではディスクをスピンドルモーターで回転させた際のフラッタリング特性が悪化し、読み書きエラーが増加し、また 90 GPa を超えると研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまうためである。

[0037] また、破壊靱性としては、 $0.55\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2} \sim 0.95\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ であることが好ましい。 $0.55\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 未満ではガラス基板の割れ発生が増加し、 $0.95\text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ を超えるとクラックが進展しないことより研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまうためである。

[0038] また、これらの物性値以外にも、たとえばSi溶出量は 120 ppb 以下であることが好ましい。 120 ppb を超えると安定して表面平滑性の高い基板を得ることが困難となるためである。また、ガラス転移点は 650°C 以上であることが好ましい。 650°C 以下では、熱アシスト記録媒体に必要な磁気異方性エネルギーの高い磁性材料の成膜時にガラス基板が変形する恐れがあるためである。

[0039] そして本発明のガラス基板は、後述の逆回転式研磨工程後の表面粗さ R_a が $1\text{ }\mu\text{m} \times 1\text{ }\mu\text{m}$ の範囲で $1.8\text{ }\text{\AA}$ 以下となる表面粗さ R_a を有することが好ましく、これによりHDDに搭載させた場合に、ヘッドとディスクとの距離を安定させて記録の読み書きを問題なく行なうことができるという優れた効果を示す。また、このような優れた表面粗さ R_a は、研磨材の使用量が抑制された条件下でも高い研磨レートをもって達成することができ、本発明の最大の特徴を構成するものである。

[0040] <製造方法>

本発明のガラス基板の製造方法は、特に限定はなく従来公知の製造方法を用いることができる。たとえば、ガラス基板を構成するガラス組成の各成分の原料として各々相当する酸化物、炭酸塩、硝酸塩、水酸化物等が使用され

、所望の割合に秤量され、粉末で十分に混合して調合原料とされる。

[0041] そして、この調合原料が、たとえば1300～1550℃に加熱された電気炉中の白金坩堝等に投入され、熔融清澄後、攪拌均質化して予め加熱された鑄型に鑄込まれ、徐冷してガラスブロックとされる。次に、ガラス転移点付近の温度で1～3時間保持された後に、徐冷して歪み取りが行なわれる。

[0042] 続いて、この得られたガラスブロックは、円盤形状にスライスされて、内周および外周を同心円としてコアドリルを用いて切り出される。あるいは、熔融ガラスをプレス成形して円盤状に成形される。そして、このようにして得られた円盤状のガラス基板は、さらにその両面を粗研磨および精密研磨された後、水、酸、アルカリの少なくとも1つの液で洗浄されて最終的なガラス基板とされる。

[0043] なお、上記過程において、両面に対し粗研磨および精密研磨を行なった後に、硝酸カリウム（50wt%）と硝酸ナトリウム（50wt%）との混合溶液に浸漬させることによりガラス基板の表面に対し化学強化を行なうことができる。あるいは、粗研磨または精密研磨の前に化学強化を行ない、その後、いずれかの研磨過程においてイオン交換層を除去してもよい（しかし、この場合でも端面には引続きイオン交換層は残存する）。

[0044] このようにアルカリを含む溶液にガラス基板（前駆体）を浸漬する操作は、一般に化学強化工程と呼ばれ、ガラス基板前駆体に含まれるリチウムイオンやナトリウムイオン等のアルカリ金属イオンをそれよりイオン半径の大きなカリウムイオン等のアルカリ金属イオンに置換するイオン交換工程である。イオン半径の違いによって生じる歪みにより、イオン交換された領域を中心に圧縮応力が発生し、その領域においてガラス基板前駆体の表面が強化される。このような化学強化処理液としては、たとえば、上記のような硝酸塩を含む溶液が挙げられる。

[0045] 本発明のガラス基板は、このような化学強化工程を経て製造されるものであることが好ましい。なお、上記の説明では、化学強化工程は粗研磨および精密研磨工程と前後して行なわれているが、製造工程のいずれの段階におい

て化学強化工程を行なうかは特に限定されない。また、上記のように化学強化工程により形成されるイオン交換層は、最終のガラス基板に残存するものであっても良いし、除去されていても良い。イオン交換層が残存する場合、該層の組成は本発明のガラス組成とは異なる場合が生じ得るが、本発明のガラス組成はイオン交換層以外の部分を基準とするものとする。

[0046] 一方、本発明のガラス基板の製造方法において、研磨工程（上記例のように研磨工程が粗研磨と精密研磨に分かれる場合は粗研磨工程において）は、逆回転式研磨方法を採用することが好ましい。ここで、逆回転式研磨方法とは、両面研磨装置を用いて、研磨パッドとして硬質ウレタンを使用し、研磨材として酸化セリウムを使用して、ガラス基板の両表面を研磨する際に、所定時間毎（たとえば1分間毎）に研磨パッドの回転方向を逆方向に変えながらガラス基板の研磨を行なう方法をいう。また、このように逆回転式研磨方法を用いる研磨工程を本発明においては逆回転式研磨工程というものとする。

[0047] 本発明のガラス基板は、このような逆回転式研磨工程を経て製造されることが好ましく、これにより表面粗さ R_a が低下しかつ研磨レートが向上する。この現象の詳細なメカニズムは解明されていないが、研磨パッドが逆回転することでこの逆回転前に倒れて閉塞状態にある研磨パッドのナップ（研磨パッド表面に存在する襞状微小凹部）が起こされ、ナップ内に溜め込まれた研磨材が流出することにより研磨作用が発揮され、以って研磨レートが向上するのではないかと考えられる。なお、このような逆回転式研磨工程においては、研磨材とガラス基板との接触が増加するために、研磨レート自体は向上するがその研磨レートは不安定となることが予想されるが、本発明のガラス基板は化学的耐久性が高いため、このような研磨レートの不安定化は生じない。

[0048] したがって、本発明のガラス基板は、研磨レートが不安定化することなく、逆回転式研磨工程後の表面粗さ R_a が $1\ \mu\text{m} \times 1\ \mu\text{m}$ の範囲で $1.8\ \text{\AA}$ 以下であるという極めて低い表面粗さ R_a を達成することができる。

[0049] なお、本発明のガラス基板をHDD用ガラス基板とする場合は、上記のような製造方法により製造された後、記録層としての磁性層（磁性膜）が形成され、情報記録媒体（磁気記録媒体）とされる。この情報記録媒体は、HDDに組み込んで使用することができる。

実施例

[0050] 以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0051] <実施例1～10および比較例1～5>

以下の表1および表2に記載のガラス組成となるように、所定量の原料粉末を白金るつぼに秤量して入れ、混合した後、電気炉中で1550℃で溶解した。原料が十分に溶解したのち、白金製の攪拌羽をガラス融液に挿入し、1時間攪拌した。

[0052] その後、攪拌羽を取り出し、30分間静置した後、治具にそのガラス融液を流しこむことによってガラスブロックを得た。その後、各ガラスのガラス転移点（T_g）付近でガラスブロックを2時間保持した後、徐冷して歪取りを行なった。

[0053] 次に、このようにして得られたガラスブロックを厚み約1.5mmの2.5インチの円盤形状にスライスし、内周、外周を同心円としてカッターを用いて切り出した。そして、両面に対して両面研磨装置を使用し研磨材として酸化セリウムを用いかつ研磨パッドとして硬質ウレタンを用いた逆回転式研磨方法（回転の方向を変える時間間隔は1分間毎とした）により研磨を行ない、その後洗浄を行なうことにより実施例および比較例のガラス基板を作製した。なお、比較例のガラス基板は、本発明のガラス組成を有さないものである。

[0054] このようにして作製したガラス基板について下記物性評価を行なった。これらの結果を以下の表1および表2に示す。

[0055] <溶出試験>

各実施例および各比較例のガラス基板の表面を洗浄し80℃の逆浸透膜水

50 ml 中に24時間浸漬した後、ICP発光分光分析装置（商品名：「SPS 7800」、セイコーインスツルメンツ社製）により溶出液を分析することにより、Si溶出量を算出した。

[0056] Si溶出量は120 ppb以下であることが好ましい。120 ppbを超えると安定して表面平滑性の高いガラス基板を得ることが困難となる。

[0057] <ビッカース硬度>

ビッカース硬度試験機（商品名：「HM-112」、ミットヨ社製）を用い荷重100 g、負荷時間15 secの条件下にて、ビッカース硬度Hvを測定した。

[0058] ビッカース硬度Hvは550 kg/mm²～650 kg/mm²であることが好ましい。550 kg/mm²未満では製造工程中でのキズ欠陥が増加し、更にHDDに搭載した際にヘッドとの接触によるキズ発生が増加する。650 kg/mm²を超えると研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまう。

[0059] <ヤング率>

JIS R 1602ファインセラミックスの弾性試験方法の動的弾性率試験方法に準じて、ヤング率Eを測定した。

[0060] ヤング率Eは75 GPa～90 GPaであることが好ましい。75 GPa未満ではディスクをスピンドルモーターで回転させた際のフラッタリング特性が悪化し、読み書きエラーが増加する。90 GPaを超えると研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまう。

[0061] <破壊靱性>

JIS R 1607ファインセラミックスの破壊靱性試験法を用いて、ビッカース硬度、圧痕のクラック長を測定することにより、破壊靱性値K_{IC}を測定した。

[0062] 破壊靱性は0.55 MPa・m^{1/2}～0.95 MPa・m^{1/2}であることが好ましい。0.55 MPa・m^{1/2}未満ではガラス基板の割れ発生が増加する。0.95 MPa・m^{1/2}を超えるとクラックが進展しないことより研磨レートが低下し、加工コストが上昇してしまう。

[0063] <ガラス転移点>

示差熱測定装置（商品名：「EXSTAR6000」、セイコーインスツルメンツ社製）を用いて、室温～900℃の温度範囲を10℃/minの昇温速度で、粉末状に調整したガラス試料を加熱し測定することにより、ガラス転移点（ T_g ）を測定した。

[0064] ガラス転移点は650℃以上であることが好ましい。650℃以下では、熱アシスト記録媒体に必要な磁気異方性エネルギーの高い磁性材料の成膜時にガラス基板が変形する恐れがある。

[0065] <表面粗さ R_a >

上記のように逆回転式研磨方法により研磨（研磨量は表面から100 μm の厚みとした）を行なった後、各ガラス基板をウェット状態のまま純水で超音波洗浄した。そして各ガラス基板表面をAFM（原子間力顕微鏡、商品名：「D3100システム」、デジタルインスツルメント社製）を用いて観察し研磨後の表面粗さ R_a を測定した。測定領域は1 $\mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ の視野で、測定点数は1サンプル当たり5点とし、その平均値を算出した。

[0066] そして、表面粗さ R_a が1.8 Å以下のものを「A」、1.8 Åを超え2.5 Å未満のものを「B」、2.5 Å以上のものを「C」として評価した。表面粗さ R_a の数値が低いものほど、平滑であることを示す。

[0067] <研磨レート>

上記の逆回転式研磨方法による研磨量（上記両面研磨装置での設定研磨量100 μm ）を研磨に要した時間（研磨時間）で除することにより、研磨レートを求めた。なお、研磨レートは、ガラス基板の板厚を5点測定し、その平均値を研磨時間で除することで算出した。なお、研磨前後のガラス基板の板厚はマイクロメーター（商品名：「MDC-25MJ」、ミットヨ社製）で測定することにより確認した。

[0068] そして、研磨レートが2.0 $\mu\text{m}/\text{min}$ 以上のものを「A」、1.5 $\mu\text{m}/\text{min}$ を超え2.0 $\mu\text{m}/\text{min}$ 未満となるものを「B」、1.5 $\mu\text{m}/\text{min}$ 以下となるものを「C」として評価した。研磨レートの数値が大き

[0070] [表2]

	単位	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	比較例 5
SiO ₂	mol%	63.5	67.0	62.0	67.0	67.0
Al ₂ O ₃	mol%	0.0	4.6	6.0	3.0	0.0
B ₂ O ₃	mol%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Li ₂ O	mol%	3.5	0.0	0.0	0.0	2.4
Na ₂ O	mol%	2.4	2.4	2.4	2.4	0.0
K ₂ O	mol%	5.1	5.1	5.1	2.1	5.1
MgO	mol%	7.0	7.0	7.0	12.0	7.0
CaO	mol%	13.9	13.9	13.9	8.9	12.9
ZnO	mol%	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
TiO ₂	mol%	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6
ZrO ₂	mol%	4.6	0.0	4.6	4.6	0.0
ZrO ₂ /(SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +B ₂ O ₃)	-	0.07	0.00	0.07	0.07	0.00
Total	mol%	100.0	100.0	101.0	100.0	100.0
溶出試験(Si)	ppb	123	291	92	72	384
ビッカース硬度	kg/mm ²	622	563	627	673	630
ヤング率	GPa	87.2	76.9	86.4	95.7	85.4
破壊靱性	MPa・m ^{1/2}	0.66	0.90	0.96	1.21	1.15
ガラス転移点	°C	643	662	685	711	649
表面粗さ Ra	Å	B	C	A	A	C
研磨レート	μm/min	A	A	B	C	C

[0071] 表 1 および表 2 より明らかなように、各実施例のガラス基板は、各比較例のガラス基板に比し、ビッカース硬度、ヤング率、破壊靱性等において適度な強度特性を有し、以って好適な物性値を有しつつ高い研磨レートで低い表面粗さ R a を達成したものであることが確認できた。

[0072] 以上のように本発明の実施の形態および実施例について説明を行なったが、上述の各実施の形態および実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0073] 今回開示された実施の形態および実施例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請求の範囲によって示され、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。

請求の範囲

[請求項1]

m o l %表示で、

 SiO_2 : 58~74% Al_2O_3 : 0~5% B_2O_3 : 0~5% Li_2O : 0~3% Na_2O : 0.1~6% K_2O : 3~9% MgO : 2~10% CaO : 8~18% ZnO : 0~5% TiO_2 : 0~5% ZrO_2 : 1~8%

となる含有範囲を有し、かつ

 $0.01 < \text{ZrO}_2 / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3) < 0.15$

という条件を満たすガラス組成からなるガラス基板。

[請求項2]

前記ガラス基板は、HDD用ガラス基板である、請求項1記載のガラス基板。

[請求項3]

前記ガラス基板は、逆回転式研磨工程後の表面粗さRaが $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ の範囲で $1.8\text{\AA}$ 以下である、請求項1または2に記載のガラス基板。

[請求項4]

m o l %表示で、

 SiO_2 : 61~71% Al_2O_3 : 0~3% B_2O_3 : 0~3% Li_2O : 0~2% Na_2O : 1~5% K_2O : 4~8%

MgO : 4 ~ 9 %

CaO : 9 ~ 16 %

ZnO : 0 ~ 3 %

TiO₂ : 0 ~ 3 %

ZrO₂ : 2 ~ 7 %

となる含有範囲を有し、かつ

$0.02 < \text{ZrO}_2 / (\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3) < 0.12$

という条件を満たすガラス組成からなる、請求項1～3のいずれかに記載のガラス基板。

[請求項5] 前記ガラス組成は、BaOを含有しない、請求項1～4のいずれかに記載のガラス基板。

[請求項6] 前記ガラス基板は、化学強化工程を経て製造される、請求項1～5のいずれかに記載のガラス基板。