

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、ハードディスクドライブ用メディアの記録密度は600 Gbit/inch²程度が要求されている。このような高記録密度を達成する場合、ヘッドの位置決め精度の問題からハードディスクドライブ用メディアの基板として使用されるガラス基板は、そのフラッタリングをより抑制する必要がある、そのため高いヤング率（高弾性）が必要となる。

[0003] また、記録密度向上の観点からは熱アシスト方式への対応が必要となり、熱アシスト方式に適応する記録層（磁性層）の形成には高温の成膜処理が必要となるため、その記録層を形成するガラス基板に対しても高い耐熱性が要求される。このため、たとえば特開2005-314159号公報（特許文献1）は、耐熱性を有したガラス基板を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2005-314159号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記提案のガラス基板は、ある程度の耐熱性は有するものの、高いヤング率を示すものではなかった。このため、フラッタリングを十分に抑制することはできなかった。一方、ハードディスクドライブの発熱の観点からは、モーターに負荷のかからない低比重のガラス基板が好適であるが、低比重と、高弾性／耐熱性とを両立させたガラス基板を得ることは更に困難であった。

[0006] 本発明は、このような状況を鑑みなされたものであって、その目的とするところは、優れた耐熱性を有するとともに高いヤング率を示し、かつ低密度

であ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

[0007] 本発明のガラス基板は、

mol%表示で、

SiO_2 : 58～67%

Al_2O_3 : 6.5～13%

B_2O_3 : 0～3%

Li_2O : 2.3～6.5%

Na_2O : 0.2～2.5%

K_2O : 0～2%

MgO : 1.4～2.3%

CaO : 0.6～4.6%

SrO : 0～3%

BaO : 0～3%

ZnO : 0～3%

ZrO_2 : 0～3%

CeO_2 : 0～2%

SnO_2 : 0～2%

TiO_2 : 0～4%

Nb_2O_5 : 0～3%

となる含有範囲を満たし、かつ

mol%表示で、

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$: 67～76%

となる条件を満たし、かつ

$0.6 \leq \text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.96$ 、および

$0.78 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}) \leq 0.9$

8

という比（「モル比率」を示す）を満たす、ガラス組成からなることを特徴

とする。

[0008] ここで、該ガラス基板は、ヤング率が 90 GPa 以上 101 GPa 以下であり、かつ密度が 2.49 g/cm^3 以上 2.61 g/cm^3 以下であることが好ましく、またガラス転移温度が 635°C 以上 725°C 以下であることが好ましく、その厚み t （単位： mm ）と外径 d （単位： mm ）の間に $t/d \leq 0.011$ の関係があることが好ましい。

[0009] また、該ガラス基板は、磁気記録媒体用ガラス基板であることが好ましく、その表面が化学強化処理されていることが好ましい。

発明の効果

[0010] 本発明のガラス基板は、上記の構成を有することにより、優れた耐熱性を有するとともに高いヤング率を示し、かつ低密度であるという優れた効果を有する。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、本発明に係わる実施の形態について、さらに詳細に説明する。

<ガラス基板>

本実施の形態のガラス基板は、各種の情報記録装置における情報記録媒体用の基板、特にハードディスクドライブ装置等の磁気記録装置における磁気記録媒体用ガラス基板として有用に用いることができ、 $\text{mol}\%$ 表示で、

SiO_2 ： $58\sim67\%$

Al_2O_3 ： $6.5\sim13\%$

B_2O_3 ： $0\sim3\%$

Li_2O ： $2.3\sim6.5\%$

Na_2O ： $0.2\sim2.5\%$

K_2O ： $0\sim2\%$

MgO ： $1.4\sim2.3\%$

CaO ： $0.6\sim4.6\%$

SrO ： $0\sim3\%$

BaO ： $0\sim3\%$

ZnO : 0～3%

ZrO_2 : 0～3%

CeO_2 : 0～2%

SnO_2 : 0～2%

TiO_2 : 0～4%

Nb_2O_5 : 0～3%

となる含有範囲を満たし、かつ

mol%表示で、

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$: 67～76%

となる条件を満たし、かつ

$0.6 \leq \text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.96$ 、および

$0.78 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}) \leq 0.98$

という比を満たす、ガラス組成からなることを特徴とする。

[0012] ここで、本実施の形態においては、ガラス組成に関し特に断らない限り「%」表示は「mol%」（「モル%」）を示すものとする。また、「 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ 」のような化学式の加算表記は、そのような化学式で示される成分の合計量を示すものとする。したがって、「 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ 」とは、 SiO_2 と Al_2O_3 と B_2O_3 との合計量を示し、上記の場合その合計量がガラス組成全体に対して67～76mol%となることを示す。

[0013] また、「 $\text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 」という表記は、 Li_2O と Na_2O と K_2O との合計量に占める Li_2O の割合（比）を示し、上記の場合その比が0.6以上0.96以下であることを示す。同じく、「 $\text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO})$ 」という表記は、 MgO と CaO と SrO と BaO と ZnO との合計量に占める MgO の割合（比）を示し、上記の場合その比が0.78以上0.98以下であることを示す。

[0014] 本実施の形態のガラス基板は、上記のようなガラス組成を有することにより、十分な弾性（高いヤング率）を確保することが可能となり、これにより

フラッタリング特性が向上し、また、高いヤング率と耐熱性を確保したまま、低比重（低密度）を達成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、本実施の形態のガラス基板は、円盤状の形状（情報記録装置に取り付けるための孔が中心部分にけられていてもよい）を有することが好ましく、これにより例えばハードディスクドライブ装置等の情報記録装置に組み付けられる情報記録媒体用（磁気記録媒体用）のガラス基板として適したものとなる。円盤状の形状とする場合、その大きさは特に限定されず、例えば、外径が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1mm、0.8mm、0.7mm、0.635mm、0.5mmあるいはそれ以下といった薄型とすることもできる。

[0016] 特に本実施の形態のガラス基板は、その厚み t （単位：mm）と外径 d （単位：mm）の間に $t/d \leq 0.011$ の関係があることが好ましい。これにより、ハードディスクドライブにおける単位記憶容量当たりの基板重量が低減でき、消費電力の観点から好適である。なお、フラッタリング特性という観点から、 t/d の下限は0.006以上とすることが好ましい。

[0017] なお、本実施の形態において、ガラス基板の厚みとは、記録面（最も大きな面積を有する表面）に垂直な方向の長さとし、その長さの記録面の面内方向の平均値とする。

[0018] <ガラス組成>

本実施の形態のガラス基板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] まず、本実施の形態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。 SiO_2 の含有量が58%より少ないと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67%を超えると熔融性が悪化してしまう。そのため SiO_2 の含有量は58～67%の含

有範囲とすることが必要である。 SiO_2 のより好ましい含有範囲は59～65%である。なお、本実施の形態において、mol%表示を、たとえば「58～67%」というように範囲で示す場合、この範囲は上限および下限の数値を含むものとし、上記の場合「58%以上67%以下」であることを示すものとする。

[0020] Al_2O_3 は、 SiO_2 と共に網目構造を形成する重要な成分であり、耐熱性を向上させるだけではなく、イオン交換性能を向上させる働きを有している。 Al_2O_3 の含有量が6.5%より少ないと、化学的耐久性やイオン交換性能が低下する恐れがある。逆に13%を超えると、イオン交換性能が低下し、更に溶融性が悪化してしてしまう。このため Al_2O_3 の含有量は6.5～13%の含有範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは6.6～9.6%の範囲である。

[0021] 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。3%を超えると、耐熱性の指標となるガラス転移温度(T_g)が低下してしまう。このため B_2O_3 の含有量は0～3%の含有範囲とすることが必要である。より好ましい含有範囲は、0～2%である。なお、上記において、 B_2O_3 の含有量0～3%における0%とは、 B_2O_3 を含まない態様を含み得ることを意味する。なお、本実施の形態のガラス組成における「0%」の表記は、これと同意であり、その成分を含まない態様を含み得ることを意味する。

[0022] Li_2O は、化学的耐久性を向上させ、更に溶融性を向上させるのに必要な成分である。 Li_2O の含有量が2.3%より少ないと、 Li 溶出の抑制効果と溶融性を向上させる効果が十分に得られない。逆に6.5%を超えると、ガラス転移温度(T_g)が低下し、 Li 溶出が悪化してしまう。そのため、 Li_2O の含有量は2.3～6.5%の含有範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは4.5～6%の含有範囲である。

[0023] Na_2O は、溶融性を向上させる役割を持っている。 Na_2O の含有量が0.2%より少ないと、 Na 溶出の抑制効果と溶融性を向上させる効果が十分に

得られない。逆に Na_2O の含有量が2.5%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 の含有量は0.2~2.5%の含有範囲とすることが必要である。その中でも好ましくは0.5~2.5%の含有範囲である。

[0024] K_2O は、溶融性を改善する効果を持っているので、必要に応じて含有させて良い。 K_2O の含有量が2%を超えるとガラス転移温度(T_g)が低下し、化学的耐久性も悪化してしまう。そのため K_2O の含有量は0~2%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0~1%である。

[0025] MgO は、耐熱性を向上すると共に溶融性を改善する効果を持っている。また、密度を低く抑えたまま、弾性(ヤング率)を高める効果を持っている。 MgO の含有量が14%未満では、耐熱性を向上する効果と溶融性を改善する効果が得られず、また、弾性が低く、フラッタリング特性が低下する。逆に含有量が23%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い成形困難となる。そのため MgO の含有量は14~23%の含有範囲とした。この MgO の含有範囲は、本実施の形態の特徴点の一つとなるものである。このような MgO のより好ましい含有範囲は、16~21%である。

[0026] CaO は、溶融性を改善する効果を持つと共に、ガラス転移温度(T_g)を維持する効果を持っている。 CaO の含有量が0.6%未満では溶融性を改善する効果とガラス転移温度(T_g)を維持する効果が十分に得られず、逆に含有量が4.6%を超えるとガラス構造が不安定となり、化学的耐久性が悪化してしまう。そのため CaO の含有量は0.6~4.6%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0.6~2.6%である。

[0027] SrO は、溶融性を改善する効果を持つと共に、ガラス転移温度(T_g)を維持する効果を持っているので必要に応じて含有させる。 SrO の含有量が3%を超えると耐失透性が悪化してしまい成形困難となる。そのため SrO の含有量は0~3%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0~2%である。

- [0028] BaOは、溶融性を改善する効果を持つと共に、ガラス転移温度（ T_g ）を維持する効果を持っているので必要に応じて含有させる。BaOの含有量が3%を超えると耐失透性が悪化してしまい成形困難となる。そのためBaOの含有量は0～3%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0～2%である。
- [0029] ZnOは、化学的耐久性を向上させ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3%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の含有量は0～3%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0～2%である。
- [0030] ZrO_2 は、ガラスの耐熱性を向上する効果があるので、必要に応じて含有させても良い。但し、その含有量が3%を超えると耐失透性が悪化してしまい、ガラス化が困難となる。そのため含有量は0～3%の含有範囲とした。その中でも好ましくは0～2%の含有範囲である。
- [0031] CeO_2 および SnO_2 は、清澄剤としての役割を果たすので、必要に応じて含有させて良い。其々の含有量が2%を超えると耐失透性が悪化してしまい、ガラス化が困難となる。そのため含有量はそれぞれ0～2%の範囲とした。より好ましい含有範囲は、それぞれ0～1%である。
- [0032] TiO_2 は、高温粘性を軟化させると共に化学的耐久性を向上する効果を持つので必要に応じて含有させる。 TiO_2 の含有量が4%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い成形困難となる。そのため TiO_2 の含有量は0～4%の含有範囲とした。より好ましい含有範囲は、0～3%である。
- [0033] Nb_2O_5 は、溶融性を向上させると共に、化学的耐久性を向上する効果を持っているので、必要に応じて含有させても良い。 Nb_2O_5 の含有量が3%を超えると、液相温度が上昇し耐失透性が悪化してしまう。また、比重が上昇する。そのため Nb_2O_5 の含有量は0～3%の範囲とした。より好ましい含有範囲は、0～1%である。
- [0034] 本実施の形態のガラス組成は、上述の各成分以外に、他の成分を含むこと

もできる。たとえば、 Sb_2O_3 等の清澄剤としての役割を果たす成分は特に限定することなく含有することができ、0～2%の含有範囲として含有させることができる。

[0035] 一方、本実施の形態のガラス組成は、 SiO_2 と Al_2O_3 と B_2O_3 との合計量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$)を67～76%とすることが重要である。すなわち、全ガラス組成に占める SiO_2 と Al_2O_3 と B_2O_3 との合計量を67～76mol%とすることが必要である。これらは、上述の通りいずれもガラスの網目構造を形成する重要な成分であり、67%より少ないとガラス形成が困難となる。逆に76%を超えると粘度が高すぎて溶融性が悪化してしまう。その中でも好ましくは68～75%の範囲である。

[0036] さらに、本実施の形態のガラス組成では、 Li_2O と Na_2O と K_2O との合計量に占める Li_2O の比が0.6～0.96であること、すなわち $0.6 \leq \text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.96$ であることを要する。その比が0.6未満である場合、密度(比重)が上昇し、0.96を超えると Li 溶出量が増大するためである。より好ましくは、 $0.8 \leq \text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.96$ である。

[0037] また、本実施の形態のガラス組成では、 MgO と CaO と SrO と BaO と ZnO との合計量に占める MgO の比が0.78～0.98であること、すなわち $0.78 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}) \leq 0.98$ であることを要する。その比が0.78未満である場合、密度(比重)が上昇し、0.98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い成形困難となる。より好ましくは、 $0.86 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}) \leq 0.98$ である。

[0038] <諸特性>

本実施の形態のガラス基板は、以下のような諸特性を有していることが好ましい。

[0039] <ヤング率および密度>

本実施の形態のガラス基板は、上記のようなガラス組成を有することによ

り、ヤング率が90 GPa以上101 GPa以下であり、かつ密度が2.49 g/cm³以上2.61 g/cm³以下とすることができる。ヤング率が90 GPa未満の場合、フラッタリング特性の低下が生じる場合がある。また、ヤング率が101 GPaを超える場合、加工性に課題が生じる場合がある。また、密度が2.49 g/cm³未満である場合、剛性の低下が生じやすくなる場合がある。また、密度が2.61 g/cm³を超える場合、モーターへの負荷が増大しハードディスクドライブの発熱が過大となる場合がある。

[0040] より好ましいヤング率は、95 GPa以上98 GPa以下であり、より好ましい密度は2.52 g/cm³以上2.57 g/cm³以下である。

[0041] <ガラス転移温度>

本実施の形態のガラス基板は、ガラス転移温度(T_g)が635℃以上725℃以下であることが好ましい。T_gが635℃未満の場合、熱アシスト方式用途向けのメディア(情報記録媒体)製造工程において、成膜工程の加熱で変形が生じる場合がある。また、T_gが725℃を超える場合、ガラスブランクスの成形工程において良好なブランク形状が得られず、最終的なガラス基板形状、ひいてはメディアの動的特性に悪影響を及ぼす。より好ましいガラス転移温度(T_g)は、650℃以上710℃以下である。

[0042] <化学強化処理>

本実施の形態のガラス基板は、その表面が化学強化処理されていることが好ましい。このような化学強化処理は、通常、ガラス基板の製造工程において、ガラス基板をアルカリを含む溶液に浸漬することにより実行することができる。より具体的には、化学強化処理とは、ガラス基板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処理である。

[0043] このようにガラス基板の表面が化学強化処理されると、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表面の硬度が増加するため好ましい。

[0044] <製造方法>

本実施の形態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。

[0045] 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鋳型に鋳込まれ、徐冷してガラスブロックとされる。次に、ガラス転移温度付近の温度で1～3時間保持された後に、徐冷して歪み取りが行われる。

[0046] 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。

[0047] なお、本実施の形態のガラス基板は、上記の製造工程において、両面を粗研磨および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%）の混合溶液に浸漬させることにより化学強化処理を行なってもよい。また、その後、必要に応じて一部の化学強化層を除去してもよい。

[0048] このようにして製造された本実施の形態のガラス基板は、その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、ハードディスクドライブ装置等の情報記録装置に組み込んで使用することができる。

実施例

[0049] 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。

[0050] <実施例1～30および比較例1～8>

表1～表4に示したガラス組成（構成成分および比）となるように、所定量の原料粉末を白金るつぽに秤量して入れ、混合した後、電気炉中で1500℃で溶解した。原料が十分に溶解した後、白金製の攪拌羽をガラス融液に挿入し、1時間攪拌した。その後、攪拌羽を取り出し、3時間静置した後、治具に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温度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。

[0051] 得られたガラスブロックを厚み約1mm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、両面を粗研磨および研磨を行ない、その後洗浄を行なうことにより、表1～表4に示したガラス組成を有する実施例および比較例の厚みが0.635mmであるガラス基板を作製した。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。その結果を表1～4に示す。

[0052] なお、表1～表4中、「FM」とは「 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$ 」を示し、「 $\text{Li}_2\text{O} / \text{R}_2\text{O}$ 」とは「 $\text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 」を示し、「 MgO / RO 」とは「 $\text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO})$ 」を示す。

[0053] <ガラス転移温度（ T_g ）>

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（上記で作製した各ガラス基板を粉砕して作製）を加熱し測定することにより、ガラス転移温度を測定した。その結果を表5～8の「 T_g 」の項に示す。

[0054] <ヤング率および密度>

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、自由共振式弾性率測定装置（商品名：「JE-RT」、日本テクノプラス社製）を用いて、上記で作製した各ガラス基板についてヤング率を測定するとともに、アルキメデス法により密度を測定した。その結果を表

5～8に示す。

[0055] <表面粗さ>

各ガラス基板の表面粗さを、原子間力顕微鏡（AFM）（商品名：「Nanoscope V」、Veeco社製）を用いて計測した。計測範囲を10 nmとし、四方の表面粗さが1.2 nm以下の場合を「A」、1.2 nmを超える場合を「B」と評価した。その結果を表5～8に示す。

[0056] <フラッタリング>

レーザードップラー変位計（商品名：「0FV-151」、ポリテックジャパン社製）を用いて、各ガラス基板のフラッタリング量を計測した。該計測は大気圧下の開放空間中で行ない、単独のガラス基板を内径端部から2 mmの位置で同心円状に上下面からクランプし、回転数5400 rpmで回転させ、記録面に垂直な方向の振幅を計測した。計測周波数帯域は10 kHzとし、得られた振幅の周波数スペクトルをとることにより、500 Hz以上での最大値が1.1 nm未満の場合を「S」、1.1 nm以上1.2 nm未満の場合を「A」、1.2 nm以上1.6 nm未満の場合を「B」、1.6 nm以上1.8 nm未満の場合を「C」、1.8 nm以上の場合を「D」とした。その結果を表5～8の「フラッタリング」の項に示す。表5～8より明らかなように、ヤング率が高いものは、フラッタリング量が少なくなること（すなわちフラッタリング特性が良好であること）が確認できる。

[0057] <HDDテスト>

各実施例および各比較例のガラス基板に対して、Fe-Pt合金をスパッタリング法により成膜し、その後、熱処理（600℃、1時間）を行なうことにより、ガラス基板の表面に磁性膜を形成した磁気記録媒体を作製した。そして、この磁気記録媒体を、磁気記録ドライブであるハードディスクドライブ（HDD）に組み込み、リードライトアナライザ（商品名：「RWA1632」、GUZIK社製）およびスピンスタード（商品名：「S1701MP」、GUZIK社製）を用いてSNR（シグナルノイズ比）を確認し、SNRが20 dB以上のものを「A」、16 dB以上20 dB未満のものを

「B」、16dB未満のものを「C」とした。その結果を表5～8の「SNR」の項に示す。「A」、「B」、「C」の順に従ってガラス基板の耐熱性が悪化することを示している。磁気記録媒体の製造時の熱処理とSNRとは相関関係にあるためである。

[0058] [表1]

		実施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
構成成分	SiO ₂	62.2	62.2	65.2	62.2	62.2	62.2	62.2	64.2	62.2	63.2
	Al ₂ O ₃	9.6	12.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	11.6	9.6	10.6
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	6.5	4.5	4.5	6	5
	Na ₂ O	0.5	0.5	0.5	2.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.5	1
	K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MgO	18.6	15.6	15.6	16.6	16.6	16.6	16.6	14.6	14.6	14.6
	CaO	2.6	2.6	2.6	2.6	4.6	2.6	2.6	2.6	4.1	3.6
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TiO ₂	2	2	2	2	2	2	4	2	2	2
	Nb ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FM	71.8	74.8	74.8	71.8	71.8	71.8	71.8	75.8	71.8	73.8
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
比	Li ₂ O/R ₂ O	0.90	0.90	0.90	0.64	0.90	0.93	0.90	0.90	0.80	0.83
	MgO/R ₀	0.88	0.86	0.86	0.86	0.78	0.86	0.86	0.85	0.78	0.80

構成成分の数値の単位はmol%

[0059]

[表2]

		実施例									
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
構成成分	SiO ₂	62.2	59.2	62.2	62.2	62.2	62.2	60.2	62.2	61.2	62.2
	Al ₂ O ₃	6.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	7.6	9.6	8.6	6.6
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	Li ₂ O	4.5	4.5	4.4	4.5	2.5	4.5	4.5	2.3	3.3	4.5
	Na ₂ O	0.5	0.5	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.5
	K ₂ O	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MgO	21.6	21.6	19	20.6	20.6	20.6	22.6	22.6	22.6	18.6
	CaO	2.6	2.6	2.6	0.6	2.6	2.6	2.6	1.1	2.1	2.6
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	BaO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZnO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	TiO ₂	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2
	Nb ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	FM	68.8	68.8	71.8	71.8	71.8	71.8	67.8	71.8	69.8	68.8
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
比	Li ₂ O/R ₂ O	0.90	0.90	0.96	0.90	0.83	0.90	0.90	0.92	0.94	0.90
	MgO/RO	0.89	0.89	0.88	0.97	0.89	0.89	0.90	0.95	0.91	0.88

構成成分の数値の単位はmol%

[0060]

[表3]

		実施例									
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
構成成分	SiO ₂	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	62.2	66.8	58
	Al ₂ O ₃	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	9.6	7.9	13
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	3	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4	5.5
	Na ₂ O	0.2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	K ₂ O	1.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	MgO	18.6	17.1	17.1	17.1	17.6	17.6	17.6	17.6	17.8	19.4
	CaO	2.6	1.1	1.1	1.1	1.1	1.6	1.6	1.1	2	1.6
	SrO	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
	BaO	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
	ZnO	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
	TiO ₂	2	2	2	2	1.5	2	2	1.5	1	2
	Nb ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	FM	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	71.8	74.7	71
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
比	Li ₂ O/R ₂ O	0.60	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.89	0.92
	MgO/RO	0.88	0.81	0.81	0.81	0.94	0.92	0.92	0.94	0.90	0.92

構成成分の数値の単位はmol%

[0061]

[表4]

		比較例							
		1	2	3	4	5	6	7	8
構成成分	SiO ₂	64.8	58.2	58.2	59.2	65.2	60.5	64.7	66.5
	Al ₂ O ₃	8.6	7.6	11.6	10.6	12.6	9.6	9.6	9.4
	B ₂ O ₃	0	0	0	0	0	0	0	0
	Li ₂ O	5.8	6.5	3.5	4.5	2.5	6.5	4.5	6
	Na ₂ O	8.7	0.5	2.5	0.5	0.5	0.2	0.5	2.5
	K ₂ O	0.7	0	0	0	0	0	0	1.4
	MgO	7.2	20.6	17.3	15.1	16.6	18.6	18.6	8.7
	CaO	2.2	4.6	4.9	6.1	1.6	2.6	0.1	2.8
	SrO	0	0	0	0	0	0	0	0
	BaO	0	0	0	0	0	0	0	0
	ZnO	0	0	0	2	0	0	0	0
	ZrO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
	CeO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
	SnO ₂	0	0	0	0	0	0	0	0
	TiO ₂	2	2	2	2	1	2	2	2.7
	Nb ₂ O ₅	0	0	0	0	0	0	0	0
	FM	73.4	65.8	69.8	69.8	77.8	70.1	74.3	75.9
	Total	100	100	100	100	100	100	100	100
比	Li ₂ O/R ₂ O	0.38	0.93	0.58	0.90	0.83	0.97	0.90	0.61
	MgO/R ₀	0.77	0.82	0.78	0.65	0.91	0.88	0.99	0.76

構成成分の数値の単位はmol%

[0062] [表5]

	実施例									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T _g (°C)	682	712	667	662	682	652	692	692	649.5	674.5
ヤング率 (GPa)	96.4	94.9	91.9	93.4	96.4	96.5	94.3	92.3	94.9	93.6
密度 (g/cm ³)	2.55	2.52	2.49	2.53	2.55	2.53	2.55	2.49	2.525	2.51
表面粗さ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
フラットリソグ	S	A	A	A	S	S	A	A	A	A
SNR	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0063]

[表6]

	実施例									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
T _g (°C)	652	697	687	682	712	672	672	718	698	637
ヤング率 (GPa)	97.8	100.7	96.8	96.4	96.3	98.3	100.2	96.9	98.7	93.4
密度 (g/cm ³)	2.58	2.61	2.55	2.55	2.57	2.55	2.61	2.58	2.60	2.55
表面粗さ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
フラッタリング*	S	S	S	S	S	S	S	S	S	A
SNR	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A

[0064] [表7]

	実施例									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
T _g (°C)	690	682	682	667	695	682	682	710	645	722
ヤング率 (GPa)	94.1	93.4	93.4	94.9	98.3	94.4	94.4	95.4	89.8	100.6
密度 (g/cm ³)	2.55	2.52	2.52	2.58	2.61	2.53	2.53	2.67	2.48	2.59
表面粗さ	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A
フラッタリング*	A	A	A	A	S	A	A	S	B	S
SNR	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A

[0065] [表8]

	比較例							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T _g (°C)	571	—	718	697	—	664	—	636
ヤング率 (GPa)	78.6	—	98.4	99.4	—	99.3	—	84.2
密度 (g/cm ³)	2.41	—	2.62	2.62	—	2.57	—	2.44
表面粗さ	A	—	A	A	—	A	—	A
フラッタリング*	D	—	C	C	—	C	—	C
SNR	C	—	C	C	—	C	—	C

[0066] 表5～表8より明らかなように、実施例のガラス基板は比較例のガラス基板に比し、優れた耐熱性を有するとともに高いヤング率を示し、かつ低密度であるという優れた効果を有することが確認できた。

[0067] 比較例1のガラス基板は、ヤング率が低く、フラッタリングの影響で記録

特性が良好ではなかった。比較例 2 および比較例 7 のガラス基板は、材料のガラス化に困難が生じたため、基板の評価ができなかった。比較例 5 のガラス基板も、プレス成形できなかったため、基板の評価ができなかった。比較例 3 および比較例 4 のガラス基板は、密度が大きいことから、ディスクの回転に伴う消費電力の上昇が見られた。比較例 6 のガラス基板は、基板の化学的な耐久性が劣っていた。比較例 8 のガラス基板は、ヤング率が低く、フラッタリングの影響で記録特性が良好ではなかった。

[0068] 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。

[0069] 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]

mol %表示で、

 SiO_2 : 58～67% Al_2O_3 : 6.5～13% B_2O_3 : 0～3% Li_2O : 2.3～6.5% Na_2O : 0.2～2.5% K_2O : 0～2% MgO : 14～23% CaO : 0.6～4.6% SrO : 0～3% BaO : 0～3% ZnO : 0～3% ZrO_2 : 0～3% CeO_2 : 0～2% SnO_2 : 0～2% TiO_2 : 0～4% Nb_2O_5 : 0～3%

となる含有範囲を満たし、かつ

mol %表示で、

 $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{B}_2\text{O}_3$: 67～76%

となる条件を満たし、かつ

 $0.6 \leq \text{Li}_2\text{O} / (\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) \leq 0.96$ 、および $0.78 \leq \text{MgO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}) \leq$

0.98

という比を満たす、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、ヤング率が90 GPa以上101 GPa以下であり、かつ密度が2.49 g/cm³以上2.61 g/cm³以下であ

る、請求項 1 に記載のガラス基板。

[請求項3] 前記ガラス基板は、ガラス転移温度が 635°C 以上 725°C 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] 前記ガラス基板は、その厚み t (単位: mm) と外径 d (単位: mm) の間に $t/d \leq 0.011$ の関係がある、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のガラス基板。

[請求項5] 前記ガラス基板は、磁気記録媒体用ガラス基板である、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、その表面が化学強化処理されている、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載のガラス基板。