

明 細 書

発明の名称：

磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス、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または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス、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。

[0003] 特許文献1には、無アルカリガラスが開示されている。同文献には、この文献に記載のガラスは磁気ディスク用ガラス基板としても使用できると記載されている（特許文献1の段落0014参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2015-224150号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 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。

[0006] 更に、磁気記録媒体基板用のガラスは、生産し易いこと、即ち生産性に優れることも求められる。

[0007] 以上の通り、磁気記録媒体基板用のガラスには、耐熱性および生産性に優れることが望まれる。しかし、本発明者の検討の結果、特許文献1には、ガラス転移温度が高いガラスが開示されているものの、生産性の点では改善が望まれることが明らかとなった。

[0008] 本発明の一態様は、耐熱性および生産性が共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

[0009] 本発明の一態様は、

Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 B_2O_3 および ZnO の合計含有量（ $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$ ）が0モル%以上3モル%以下、

SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ が0.30以上0.6以下、

SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ）が64モル%以上85モル%以下、かつ

SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$ ）が87モル%以上98モル%以下、

である磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス（以下、「ガラスA」とも記載する。）に関する。

[0010] また、本発明の他の一態様は、

SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ が0.30以上0.6以下、

SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量（ $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$ ）が64モル%以上85モル%以下、

SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) が87モル%以上98モル%以下、かつ

ガラス転移温度が740℃以上、

である磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス（以下、「ガラスB」とも記載する。）

に関する。

- [0011] ガラスAおよびガラスBは、上記のガラス組成を有し、優れた耐熱性と優れた生産性を有することができる。優れた生産性とは、例えば、一形態では、熔解性に優れることをいう。また、優れた生産性とは、例えば、一形態では、磁気記録媒体基板に加工するために通常行われる研磨工程において、より長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることができることをいう。優れた耐熱性と優れた生産性を有するガラスは、磁気記録媒体基板用ガラスとして好適であり、磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラスとしても好適である。

発明の効果

- [0012] 本発明の一態様によれば、耐熱性および生産性が共に優れる磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラスを提供することができる。また、一態様によれば、上記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、上記ガラスからなる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。また更に一態様によれば、磁気記録再生装置を提供することができる。

発明を実施するための形態

- [0013] [ガラス]

ガラスAおよびガラスBは、磁気記録媒体基板用ガラスまたは磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラスであり、非晶質ガラスであることができる。非晶質ガラスとは、結晶化ガラスとは異なり、実質的に結晶相を含まず、昇温によりガラス転移現象を示すガラスである。

また、上記ガラスは、非晶質の酸化物ガラスであることができる。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、上記ガラスについて、更に詳細に説明する。

[0014] 以下、ガラスAおよびガラスBについて、更に詳細に説明する。特記しない限り、ガラスAに関する記載はガラスBにも適用することができ、ガラスBに関する記載はガラスAにも適用することができる。

[0015] 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 Emission 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。

[0016] <ガラスA>

(ガラス組成)

Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 B_2O_3 および ZnO の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$) は、耐熱性向上の観点から、3%以下で

あり、2.8以下であることが好ましく、2.6以下であることがより好ましく、2.4以下であることが更に好ましく、2.0以下であることが一層好ましく、1.5以下であることがより一層好ましく、1.0以下であることが更に一層好ましく、0.8以下であることが更により一層好ましく、0.5以下であることがなお一層好ましい。 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 B_2O_3 および ZnO の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$) は、0%以上であり、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.1%以上、0.2%以上または0.3%以上であることもできる。

[0017] SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ は、生産性の向上の観点から、中でも、より長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることを可能にする観点から、0.30以上であり、0.32以上であることが好ましく、0.34以上であることがより好ましく、0.36以上であることが更に好ましく、0.38以上であることが一層好ましい。また、モル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ は、ガラス安定性向上の観点から、0.6以下であり、0.60以下であることが好ましく、0.58以下であることがより好ましく、0.56以下であることが更に好ましく、0.54以下であることが一層好ましく、0.52以下であることがより一層好ましく、0.50以下であることが更に一層好ましい。

[0018] SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) は、生産性の向上の観点から、中でも、ガラスの溶解性向上の観点から、85%以下であり、83%以下であることが好ましい。また、生産性よくガラスを成形するうえで好適な成形温度においてガラスが成形に適した粘性を示すことができるという観点から、 SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) が82%以下であることは好ましく、81%以下であることがより好ましい。また、化学的耐久性向上の観点から、 SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) は、64%以上であり、66%以上であることが好ましく、68%以上であることがより好ましく、70%以上であることが更に好

ましい。

- [0019] SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) は、耐熱性向上の観点から、87%以上である。合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) が87%以上であることは、ガラス安定性の向上、ガラスの低比重化の観点からも好ましい。以上の観点から、合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) は、89%以上であることが好ましく、91%以上であることがより好ましく、93%以上であることが更に好ましい。また、ガラス安定性向上の観点から、合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) は、98%以下であり、97%以下であることが好ましく、96%以下であることがより好ましい。
- [0020] SiO_2 は、ガラスのネットワーク形成成分である。 SiO_2 含有量は、ガラス安定性の更なる向上の観点からは、55%以上であることが好ましく、57%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い。また、 SiO_2 含有量は、生産性の更なる向上の観点、中でも、ガラスの熔融性の更なる向上の観点からは、66%以下であることが好ましく、64%以下であることがより好ましく、63%以下であることが更に好ましい。
- [0021] B_2O_3 も、ガラスのネットワーク形成成分である。 B_2O_3 含有量は、0%以上であることができ、0%であることもでき、0%超であることもできる。 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。上記観点から、 B_2O_3 含有量は、例えば3%以下であることができ、2%以下であることが好ましく、1%以下であることがより好ましく、0%であることが更に好ましい。
- [0022] Al_2O_3 含有量は、耐熱性の更なる向上の観点からは、10%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、12%以上であることが更に好ましい。また、 Al_2O_3 含有量は、ガラス安定性の更なる向上の観点からは、18%以下であることが好ましく、17%以下であることがより好ましく、16%以下であることが更に好ましい。

- [0023] P_2O_5 含有量は、0%以上であることができ、0%であることもでき、0%超であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 P_2O_5 含有量は、1%以下であることが好ましく、0.5%以下であることがより好ましく、0.3%以下であることが更に好ましい。
- [0024] MgO 含有量は、ガラスの剛性向上の観点から、例えばヤング率を高める観点から、8%以上であることが好ましく、9%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い。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 MgO 含有量は、20%以下であることが好ましく、19%以下であることがより好ましく、18%以下であることが更に好ましい。
- [0025] CaO 含有量は、0%以上であることができ、0%であることもでき、0%超であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 CaO 含有量は、0%超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、1%以上であることが更に好ましく、1.5%以上であることが一層好ましく、2%以上であることがより一層好ましい。また、生産性の更なる向上の観点から、中でも、より一層長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることを可能にする観点から、 CaO 含有量は、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い。
- [0026] Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量 ($Al_2O_3 + MgO + CaO$) は、ガラス安定性の更なる向上の観点からは、38%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、34%以下であることが更に好ましい。ガラスの剛性向上の観点から、例えばヤング率向上の観点から、合計含有量 ($Al_2O_3 + MgO + CaO$) は、26%以上であることが好ましく、28%以上であることがより好ましく、30%以上であることが更に好ましい。
- [0027] BaO 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.5%以上または1%以上であることもできる。

ガラスの低比重化の観点からは、BaO含有量は、3%以下であることが好ましく、2.5%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い。

[0028] SrO含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもでき、ガラス安定性の更なる向上の観点からは、0%超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、1%以上であることが更に好ましい。ガラスの低比重化の観点からは、SrO含有量は、5%以下であることが好ましく、4.5%以下であることがより好ましく、4%以下であることが更に好ましく、3.5%以下であることが一層好ましく、3%以下であることがより一層好ましい。

[0029] MgO、CaO、SrOおよびBaOの合計含有量に対するCaOの含有量のモル比 $[CaO / (MgO + CaO + SrO + BaO)]$ は、0であることができ、0超であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、モル比 $[CaO / (MgO + CaO + SrO + BaO)]$ は、0超であることが好ましい。

また、生産性の更なる向上の観点から、中でも、より一層長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることを可能にする観点から、モル比 $[CaO / (MgO + CaO + SrO + BaO)]$ は、0.36以下であることが好ましく、0.34以下であることがより好ましく、0.32以下であることが更に好ましく、0.30以下であることが一層好ましく、0.28以下であることがより一層好ましい。

[0030] ZnO含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.5%以上または1%以上であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、ZnO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%以下であることが更に好ましい。

[0031] ZnOとBaOとの合計含有量 $(ZnO + BaO)$ は、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.5%以上または1%以上であることも

できる。ガラスの低比重化の観点からは、合計含有量 ($ZnO + BaO$) は、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、2.0%以下であることが更に好ましい。

[0032] ZrO_2 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.5%以上または1%以上であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 ZrO_2 含有量は、4%以下であることが好ましく、3.5%以下であることがより好ましく、3%以下であることが更に好ましく、2.5%以下であることが一層好ましく、2%以下であることがより一層好ましい。

[0033] Li_2O 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。耐熱性の更なる向上の観点からは、 Li_2O 含有量は、3%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%以下であることが更に好ましく、0.5%以下であることが一層好ましく、0.3%以下であることがより一層好ましい。

[0034] Na_2O 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。また、 Na_2O 含有量は、例えば、3%以下であることができ、2.5%以下であることもでき、2%以下であることもできる。

[0035] K_2O 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。また、 K_2O 含有量は、例えば、3%以下であることができ、2.5%以下であることもでき、2%以下であることもできる。

[0036] Al_2O_3 含有量に対する MgO 、 CaO 、 Li_2O 、 Na_2O および K_2O の合計含有量のモル比 $[(MgO + CaO + Li_2O + Na_2O + K_2O) / Al_2O_3]$ は、耐熱性の更なる向上の観点から、2以下であることが好ましく、1.7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い。生産性の更なる向上から、中でもガラスの熔融性の更なる向上の観点から、モル比 $[(MgO + CaO + Li_2O + Na_2O + K_2O) / Al_2O_3]$ は、0.8以上であることが好ましく、1.0以上であることがより好ましく

、1.2以上であることが更に好ましい。

[0037] TiO_2 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもでき、0.5%以上または1%以上であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 TiO_2 含有量は、5%以下であることが好ましく、4.5%以下であることがより好ましく、4%以下であることが更に好ましく、3.5%以下であることが一層好ましく、3%以下であることがより一層好ましく、2.5%以下であることが更に一層好ましく、2%以下であることが更に一層好ましい。

[0038] TiO_2 と ZrO_2 との合計含有量($\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$)は、0%であることもでき、0%超であることもでき、ガラスの剛性向上の観点から、例えばヤング率を高める観点から、0%超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、1%以上であることが更に好ましく、2%以上であることが一層好ましい。ガラスの低比重化の観点からは、合計含有量($\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$)は、6%以下であることが好ましく、5%以下であることがより好ましく、4%以下であることが更に好ましく、3%以下であることが一層好ましい。

[0039] Al_2O_3 、 ZrO_2 および SrO の合計含有量に対する TiO_2 含有量のモル比 $[\text{TiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{SrO})]$ は、ガラス安定性向上の観点から、0.15以下であることが好ましく、0.1以下であることがより好ましく、0.5以下であることが更に好ましく、0.1以下であることが一層好ましく、0.08以下であることがより一層好ましい。モル比 $[\text{TiO}_2 / (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{ZrO}_2 + \text{SrO})]$ は、0以上であることもでき、0であることもでき、0超であることもでき、生産性の更なる向上の観点から、中でもガラスの熔融性の更なる向上の観点からは、0超であることが好ましく、0.01以上であることがより好ましく、0.03以上であることが更に好ましい。

[0040] B_2O_3 、 SrO 、 TiO_2 および ZrO_2 の合計含有量($\text{B}_2\text{O}_3 + \text{SrO} + \text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$)は、0%であることもでき、0%超であることもでき、

0.5%以上または1%以上であることもできる。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、合計含有量 ($B_2O_3 + SrO + TiO_2 + ZrO_2$) は、7%以下であることが好ましく、6.5%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、5.5%以下であることが一層好ましい。

[0041] PbO含有量は、ガラスの低比重化の観点から、0.5%以下であることが好ましく、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い。PbO含有量は、0%以上であることができ、0%であることもできる。PbOは、環境に悪影響を与える物質であるため、その含有量を低減するか、またはその導入を避けること（即ち含有量を0%とすること）は好ましい。CdおよびAsも、環境に悪影響を与える物質なので、これらの導入も避けることは好ましい。

[0042] 上記ガラスは、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。

SnO_2 は、ガラスの熔融温度が比較的高い状態（1400～1600℃程度の温度域）での清澄を促進させる働きを有する。 SnO_2 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。 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、一形態では、ガラスAに SnO_2 を導入することは好ましい。 SnO_2 の含有量は、清澄効果を得る観点からは、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、ガラスの低比重化の観点からは、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%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。

[0043] CeO_2 も、ガラスの清澄作用を示す成分である。 CeO_2 含有量は、0%

以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。 CeO_2 は、ガラスの熔融温度が比較的低い状態（1200～1400℃程度の温度域）で酸素を取り込んでガラス成分として定着させる働きがあるため、一形態では、清澄剤として上記ガラスに 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、ガラスの低比重化の観点からは、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%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、一形態では、上記ガラスは、 SnO_2 および CeO_2 の両方を含むことが好ましい。

[0044] 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。 Sb_2O_3 含有量は、0～0.5%の範囲であることが好ましい。 Sb_2O_3 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（含有量が0%であること）が特に好ましい。

[0045] Fe_2O_3 含有量は、0%以上であることもでき、0%であることもでき、0%超であることもできる。ガラスに Fe_2O_3 を含有させることは、加熱時の熱吸収効率を向上させる観点から好ましい。例えば、加熱時の熱吸収効率の高いガラスからなる磁気記録媒体基板は、磁気記録媒体の製造工程において磁性層を成膜する際および／または成膜後の加熱における加熱効率向上に寄与できるため、生産性向上の観点から好ましい。ガラス安定性の更なる向上の観点からは、 Fe_2O_3 含有量は、1%以下であることが好ましく、0.5%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い。なお、 Fe_2O_3 含有量は外割で表示している。即ち、ガラスに含まれる Fe_2O_3 以外の成分の合計含有量（ガラス成分に加えて添加物も含む場合にはガラス成分と添加物との合計含有量）を100%としたとき、100%に対する Fe_2O_3 含有量のモル百分率で Fe_2O_3 含有量を表示する。

[0046]（ガラス物性）

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。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は、上記のガラス組成を有することにより、高い耐熱性を示すことができる。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。）について、ガラスAの T_g は、740℃以上であることが好ましく、750℃以上であることがより好ましく、760℃以上であることが更に好ましく、770℃以上であることが一層好ましい。また、ガラスAの T_g は、例えば、850℃以下、830℃以下または810℃以下であることができるが、 T_g が高いほど耐熱性の観点から好ましいため、上記の例示した値に限定されるものではない。

[0047] ヤング率

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。この点に関して、ガラスAのヤング率は、86GPa以上であることが好ましい。86GPa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を抑制することができる。ガラスAのヤング率は、88 GPa以上であることがより好ましく、90 GPa以上であることがより好ましく、92 GPa以上であることが更に好ましく、94 GPa以上であることが一層好ましい。ガラスAのヤング率は、例えば、120 GPa以下、110 GPa以下または100 GPa以下であることができるが、ヤング率が高いほど剛性が高く好ましいため、上記の例示した値に限定されるものではない。

[0048] 比重

ガラスAの比重は、2.8以下であることが好ましい。ガラスAの比重は、2.80以下であることがより好ましく、2.78以下であることが更に好ましく、2.76以下であることが一層好ましく、2.74以下であることがより一層好ましく、2.72以下であることが更に一層好ましく、2.70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と呼ばれる。）の消費電力抑制が可能になる。ガラスAの比重は、例えば2.40以上であることができるが、比重が低いほど好ましいため、上記の例示した値に限定されるものではない。

[0049] 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の比弾性率は30 MNm/kg以上であることが好ましく、32 MNm/kg以上であることがより好ましく、33 MNm/kg以上であることが更に好ましく、34 MNm/kg以上であることが一層好ましく、35 MNm/kg以上であることがより一層好ましい。比弾性率は、例えば40 MNm/kg以下であることができるが、比弾性率が高いほど好ましいため、上記の例示した値に限定されるもの

ではない。

[0050] 熱膨張係数

磁気記録媒体を組み込んだHDDは、通常、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ガラスの熱膨張係数とスピンドル材料（例えばステンレス等）の熱膨張係数との差が大きくなりすぎないようにすることが望ましい。一般にHDDのスピンドル材料は、100～300℃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 $30 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 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の100～300℃における平均線膨張係数（以下、「 α 」とも記載する。）は $34 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上であることが好ましく、 $35 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上であることがより好ましく、 $36 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上であることが更に好ましく、 $37 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上であることが一層好ましく、 $38 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上であることがより一層好ましく、 $39 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 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い。

[0051] ガラス安定性

ガラスAは、好ましくは、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℃、1270℃または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、1270℃16時間保持テストおよび1250℃16時間保持テストの1つ以上の保持テストにおいて評価結果がAまたはBであることが好ましく、Aであることがより好ましい。より低い保持温度での保持テストにおいて、より良好な結果を示すほどガラス安定性がより高いといえることができる。

[0052] <ガラスB>

(ガラス組成)

ガラスBにおいて、 SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ は、0.30以上0.6以下である。ガラスBのモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ の詳細については、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

[0053] ガラスBにおいて、 SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$)は、64モル%以上85モル%以下である。ガラスBの合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$)の詳細については、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

[0054] ガラスBにおいて、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$)は、87モル%以上98モル%以下である。ガラスBの合計含有量($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$)の詳細については、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

[0055] ガラスBにおいて、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 B_2O_3 および ZnO の合計含有量($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$)は、0モル%以上3モル%以下であることが好ましい。ガラスBの合計含有量($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$)の詳細については、ガラスAに関する先の記載

を参照できる。

[0056] ガラスBのガラス組成のその他の詳細については、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

[0057] (ガラス物性)

ガラスBのガラス転移温度は、740℃以上である。ガラスBのガラス転移温度の詳細については、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

また、ガラスのガラス物性のその他の詳細についても、ガラスAに関する先の記載を参照できる。

[0058] ガラスAおよびガラス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。ガラスの熔解性については、ある熔解温度での熔解時に原料の熔け残りがより少ないほど、熔解性がより良好であるといえることができる。熔解性に優れるガラスは、より低い温度で、またはより短時間で、均質に熔解させることができるため、生産性の観点から好ましい。

[0059] [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（以下、「磁気記録媒体基板a」とも記載する。）は、ガラスAからなる。

また、本発明の他の一態様にかかる磁気記録媒体基板（以下、「磁気記録媒体基板b」とも記載する。）は、ガラスBからなる。

[0060] 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、ポリッシング等の研磨加工を施す。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。上記磁気記録媒体基板を得るために行われる各種工程については、磁気記録媒体基板の製造に関する公知技術を適用することができる。研磨工程では、通常、研磨対象のガラスと研磨パッドとの間に研磨剤（スラリー）を供給してガラスの研磨が行われる。しかし、ガラスの成分と研磨剤とが反応してできた異物（例えばスラッジ（s l u d g e）状の異物）が研磨パッドに付着して堆積すると、研磨工程における研磨効率（研磨レート）は低下してしまう。したがって、研磨パッドが所定の研磨効率を達成できなくなった場合には、研磨パッドを交換することが通常である。生産性の観点からは、より長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることができるほど、より生産性に優れるということができる。

[0061] 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。イオン交換層を有さない磁気記録媒体基板は、イオン交換処理を行わずに製造されるため、製造コストを大幅に低減できる。

[0062] 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。

[0063] 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、WO 2011/019010 A1の段落0068～0069を参照できる。

[0064] 上記磁気記録媒体基板は、例えば厚さが1.5 mm以下、好ましくは1.2 mm以下、より好ましくは1.0 mm以下であり、更に好ましくは0.8 mm以下であり、一層好ましくは0.8 mm未満であり、より一層好ましくは0.7 mm以下であり、更に一層好ましくは0.6 mm以下である。また、上記磁気記録媒体基板の厚さは、例えば0.3 mm以上である。磁気記録媒体基板の厚さを薄くできることは、HDDの記録容量向上の観点から好ましい。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。

[0065] 上記磁気記録媒体基板は、非晶質ガラスからなることができる。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。

[0066] 上記磁気記録媒体基板は、本発明の一態様にかかる磁気記録媒体基板用ガラスからなるため、上記ガラスについて先に記載したガラス物性を有することができる。

[0067] [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。

[0068] 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。

[0069] 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、DC (Direct Current) マグネトロンスパッタリング法にてAr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CrTi、下地層としては例えばRuやMgO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CVD (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PFPE（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。

[0070] 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、Fe-Pt系磁性材料またはCo-Pt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FeおよびPt、またはCoおよびPt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、WO2011/019010A1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。

[0071] 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。一形態では、上記磁気記録媒体基板は、DFH機構を搭載した磁気ヘッドを備えた磁気記録再生装置に適用される磁気記録媒体の基板として用いることができる。

[0072] 上記磁気記録媒体基板（例えば磁気ディスク用ガラス基板）、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。また、磁気記録媒体1枚当たりの記録容量を増やすために、媒体および基板を大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、更にそれより大きな寸法のものとすることができる。

[0073] [磁気記録再生装置用ガラススペーサ]

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（以下、「ガ

ラススペーサ a」とも記載する。)は、ガラス A からなる。

また、本発明の他の一態様にかかる(以下、「ガラススペーサ b」とも記載する。)は、ガラス B からなる。

[0074] 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、耐熱性および生産性に優れることが望まれる。これに対し、上記組成を有するガラスは、優れた耐熱性および生産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。

[0075] 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、ガラススペーサ a のガラス組成、ガラス物性等のその他の詳細については、ガラス A、ガラス A からなる磁気記録媒体基板およびかかる磁気記録媒体基板を有する磁気記録媒体に関する上記記載を参照できる。ガラススペーサ b のガラス組成、ガラス物性等のその他の詳細については、ガラス B、ガラス B からなる磁気記録媒体基板およびかかる磁気記録媒体基板を有する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のスペーサは、ガラススペーサ a またはガラススペーサ b からなることもでき、またはガラススペーサ a またはガラススペーサ b 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 N

i P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R_a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。

[0076] [磁気記録再生装置]

本発明の一態様は、
磁気記録媒体 a、
磁気記録媒体 b、
ガラススペーサ a、および
ガラススペーサ b、
からなる群から選ばれる 1 つ以上を含む磁気記録再生装置、
に関する。

[0077] 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（磁気記録媒体 a および／または磁気記録媒体 b）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（ガラススペーサ a および／またはガラススペーサ b）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。

[0078] 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

[0079] 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。

[0080] [実施例No. 1～No. 71]

下記表1～4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。

[0081] <ガラス物性の評価>

(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。

[0082] (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。

[0083] (3) 比重

各ガラスの比重をアルキメデス法にて測定した。

[0084] (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。

[0085] (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℃、1270℃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（倍率40～100倍）、以下の基準で評価した。

A : ガラス表面、内部および白金坩堝底部との界面に結晶なし

B : ガラス表面および白金坩堝底部との界面に直径数十 μm の結晶が 10
ヶ以内 / 100 g

C : ガラス表面および白金坩堝底部との界面に直径数十 μm の結晶が 10
ヶ以上 / 100 g

D : ガラス内部に結晶あり

E : ガラス表面、内部および白金坩堝底部との界面に結晶あり

[0086] <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)

下記表に示す組成のガラスについて、清澄、均質化した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 99 mm、厚さ 0.7 mm 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)

下記表に示す組成のガラスについて、清澄、均質化した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)

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)

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。

[0087] (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97mm、厚さ0.5mm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、表面粗れなどは認められず、平滑な表面であった。

各組成のガラスについて、ガラス基板を4枚以上作製し、それぞれ下記評価(1)、(2)もしくは(3)または後述の磁気記録媒体の作製のために使用した。

[0088] <生産性の評価>

(1) 溶解性の評価（1500℃溶解性）

下記表 1 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 1500℃で加熱しつつ数回攪拌した後、熔融槽内の熔融物を顕微鏡で拡大観察し、原料の熔け残りの有無を確認した。熔け残り無しの場合を「A」、熔け残り有りの場合を「B」と評価した。

[0089] (2) 研磨パッド交換までに研磨された総ガラス量

先に記載の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した後、市販の研磨剤と研磨パッドとを使用してポリッシング（鏡面研磨加工）を行った。未使用の研磨パッドを、実製造において通常許容される研磨効率（研磨レート）が維持されなくなるまで（即ち、交換を要するまで）使用し続けた。「研磨パッド交換までに研磨された総ガラス量」として、交換を要するまでに研磨されたガラス量（厚み）を、（研磨前の厚み－研磨後の厚み）×研磨枚数により算出した。算出された総ガラス量の値がより大きいほど、研磨工程においてより長期にわたって同一の研磨パッドを使用し続けることができるため、生産性の観点から好ましいといえることができる。研磨パッド交換までに研磨された総ガラス量は、300 μm 以上であることが好ましく、500 μm 以上であることがより好ましく、700 μm 以上であることが更に好ましい。

[0090] 以上の結果を、表 1～表 4（表 1－1～表 4－3）に示す。

[0091]

[表1-1]

実施例	B ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SrO	BaO	ZnO	ZrO ₂	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SnO ₂	CeO ₂	PbO	P ₂ O ₅	total	Fe ₂ O ₃
1	mol%	62.8	14.9	17.9	0.8	1.5	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
2	mol%	60.4	14.4	19.6	1.1	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
3	mol%	61.6	14.7	16.7	1.2	3.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
4	mol%	61.5	14.0	16.7	1.3	3.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
5	mol%	61.8	15.5	16.5	1.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
6	mol%	61.7	14.1	16.7	1.8	2.7	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
7	mol%	61.5	14.0	16.7	1.8	3.1	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
8	mol%	61.7	13.9	16.7	2.0	2.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
9	mol%	63.7	12.6	19.6	2.0	1.0	0.0	0.0	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
10	mol%	61.7	14.0	16.7	2.1	2.7	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
11	mol%	61.8	15.5	17.0	2.3	0.7	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
12	mol%	61.5	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
13	mol%	60.5	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
14	mol%	59.5	14.0	16.7	2.6	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
15	mol%	61.0	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.5	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
16	mol%	61.0	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.5	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
17	mol%	61.5	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.02
18	mol%	60.5	14.0	16.7	2.3	2.6	1.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
19	mol%	61.7	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
20	mol%	60.7	14.0	16.7	2.3	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	1.0	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00

[0092]

[表1-2]

実施例	$B_2O_3+SrO+TiO_2+ZrO_2$	ZnO +BaO	TiO_2+ZrO_2	$Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+ZnO$	$(Al_2O_3+MgO)/(SiO_2+CaO)$	$SiO_2+Al_2O_3$	$SiO_2+Al_2O_3+MgO+CaO$	$Al_2O_3+MgO+CaO$	$(MgO+CaO+Li_2O+Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$	$TiO_2/(Al_2O_3+ZrO_2+SiO_2)$	$CaO/(MgO+CaO+SiO_2+BaO)$
1	mol% 2.9	0.0	1.4	0.5	0.516	77.7	96.4	33.6	1.29	0.02	0.04
2	mol% 4.5	0.0	2.5	0.0	0.553	74.8	95.5	35.1	1.44	0.07	0.05
3	mol% 5.8	0.0	2.5	0.0	0.500	76.3	94.2	32.6	1.22	0.06	0.06
4	mol% 6.1	0.0	2.5	0.0	0.489	75.5	93.5	32.0	1.29	0.06	0.06
5	mol% 4.7	0.0	2.7	0.0	0.506	77.3	95.3	33.5	1.16	0.09	0.08
6	mol% 5.5	0.0	2.8	0.0	0.485	75.8	94.3	32.6	1.31	0.07	0.08
7	mol% 5.6	0.0	2.5	0.0	0.485	75.5	94.0	32.5	1.32	0.07	0.08
8	mol% 5.3	0.0	2.6	0.0	0.480	75.6	94.3	32.6	1.35	0.07	0.09
9	mol% 1.6	0.0	0.6	0.5	0.490	76.3	97.9	34.2	1.75	0.00	0.09
10	mol% 5.3	0.0	2.6	0.0	0.481	75.7	94.5	32.8	1.34	0.07	0.10
11	mol% 3.4	0.0	2.7	0.0	0.507	77.3	96.6	34.8	1.25	0.10	0.12
12	mol% 5.1	0.0	2.5	0.0	0.481	75.5	94.5	33.0	1.36	0.07	0.11
13	mol% 6.1	0.0	2.5	1.0	0.489	74.5	93.5	33.0	1.36	0.07	0.11
14	mol% 6.8	0.0	2.5	1.7	0.494	73.5	92.8	33.3	1.38	0.07	0.12
15	mol% 5.1	0.0	2.5	0.5	0.485	75.0	94.0	33.0	1.39	0.07	0.11
16	mol% 5.1	0.0	2.5	0.5	0.485	75.0	94.0	33.0	1.39	0.07	0.11
17	mol% 5.1	0.0	2.5	0.0	0.481	75.5	94.5	33.0	1.36	0.07	0.11
18	mol% 5.1	1.0	2.5	0.0	0.489	74.5	93.5	33.0	1.36	0.07	0.10
19	mol% 5.1	0.0	2.5	0.0	0.480	75.7	94.7	33.0	1.36	0.07	0.11
20	mol% 5.1	0.0	2.5	1.0	0.487	74.7	93.7	33.0	1.43	0.07	0.11

[0093]

[表1-3]

実施例	T _g (°C)	α (10 ⁻⁷ /°C)	比重	ヤング率 (GPa)	比弾性率 (MNm/kg)	1500°C 熔解性	研磨パッド 交換までに 研磨された 総ガラス量 (μ m)	保持テスト 1300°C *16hr	保持テスト 1270°C *16hr	保持テスト 1250°C *16hr
1	800	36	2.53	95.8	37.9	A	1000	A	A	D
2	787	42	2.67	97.1	36.4	A	1000	A	A	E
3	790	40	2.70	97.1	36.0	A	1000	A	A	E
4	787	40.4	2.68	96.7	36.1	A	1000	A	A	E
5	797	40	2.60	94.0	36.2	A	1000	A	A	E
6	792	40	2.68	97.2	36.3	A	1000	A	A	E
7	787	40.4	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	E
8	790	39	2.68	97.1	36.2	A	900	A	A	E
9	795	42	2.56	95.3	37.2	A	900	A	A	D
10	791	40	2.68	97.0	36.2	A	900	A	A	D
11	798	45	2.58	94.2	36.5	A	900	A	A	E
12	787	40.4	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	D
13	777	42	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	D
14	770	43	2.69	96.7	35.9	A	900	A	A	D
15	770	44	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	D
16	773	42	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	D
17	787	40.4	2.68	96.7	36.1	A	900	A	A	D
18	784	42	2.71	96.7	35.7	A	900	A	A	D
19	788	39	2.67	96.5	36.1	A	900	A	A	A
20	765	46	2.67	96.0	35.9	A	900	A	A	C

[0094]

[表2-1]

実施例	B ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SrO	BaO	ZnO	ZrO ₂	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SnO ₂	CeO ₂	PbO	P ₂ O ₅	total	Fe ₂ O ₃
21	0.0	61.4	14.1	16.7	2.4	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.1	0.0	0.0	100.0	0.02
22	0.0	61.4	14.1	16.7	2.4	2.6	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.2	0.1	0.0	0.0	100.0	0.05
23	0.0	64.2	12.5	14.5	2.5	2.5	0.0	0.0	3.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
24	0.0	62.5	15.1	13.2	3.0	2.8	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
25	0.0	60.9	14.3	16.2	3.2	1.9	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
26	0.0	61.8	14.5	15.5	3.3	1.2	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
27	0.0	61.0	14.4	16.2	3.4	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
28	0.0	63.5	14.2	16.0	3.4	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
29	0.0	60.6	14.5	16.5	3.4	2.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
30	0.0	61.0	14.5	16.5	3.5	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
31	0.0	61.2	14.0	16.6	3.5	2.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	1.2	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
32	0.0	61.2	14.3	16.6	3.5	2.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	1.0	0.2	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
33	0.0	60.8	13.0	16.5	3.5	2.5	1.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
34	0.0	60.8	13.0	16.5	3.5	2.0	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
35	0.0	60.8	14.5	16.5	3.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
36	0.0	61.8	15.5	14.5	3.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
37	0.0	61.8	14.5	15.5	3.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
38	0.0	62.8	14.5	14.5	3.5	2.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
39	0.0	60.8	14.5	15.5	3.5	2.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
40	0.0	60.8	14.5	13.5	3.5	2.0	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00

[0095]

[表2-2]

実施例	$\text{B}_2\text{O}_3+\text{SrO}+$ $\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$	ZnO $+\text{BaO}$	TiO_2 $+\text{ZrO}_2$	$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+$ $\text{B}_2\text{O}_3+\text{ZnO}$	$(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/$ $(\text{SiO}_2+\text{CaO})$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ $+\text{MgO}+\text{CaO}$	Al_2O_3 $+\text{MgO}+\text{CaO}$	$(\text{MgO}+\text{CaO}+$ $\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+$ $\text{K}_2\text{O})/$ Al_2O_3	$\text{TiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3$ $+\text{ZrO}_2+\text{SrO})$	$\text{CaO}/(\text{MgO}+$ $\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$
21	mol% 5.1	0.0	2.5	0.0	0.483	75.5	94.6	33.2	1.35	0.07	0.11
22	mol% 5.1	0.0	2.5	0.0	0.483	75.5	94.6	33.2	1.35	0.07	0.11
23	mol% 5.8	0.0	3.3	0.5	0.405	76.7	93.7	29.5	1.40	0.00	0.13
24	mol% 4.2	2.0	1.4	0.0	0.432	77.6	93.8	31.3	1.07	0.08	0.14
25	mol% 5.4	0.0	3.5	0.0	0.476	75.2	94.6	33.7	1.36	0.15	0.15
26	mol% 4.9	0.0	3.7	0.0	0.461	76.3	95.1	33.3	1.30	0.15	0.17
27	mol% 5.0	0.0	3.0	0.0	0.475	75.4	95.0	34.0	1.36	0.10	0.16
28	mol% 2.8	0.0	0.8	0.0	0.451	77.7	97.1	33.6	1.37	0.00	0.16
29	mol% 5.0	0.0	3.0	0.0	0.484	75.1	95.0	34.4	1.37	0.15	0.16
30	mol% 4.5	0.0	2.5	0.0	0.481	75.5	95.5	34.5	1.38	0.07	0.16
31	mol% 4.5	0.0	2.5	0.0	0.473	75.2	95.3	34.1	1.44	0.07	0.16
32	mol% 4.1	0.0	2.1	0.0	0.478	75.5	95.6	34.4	1.41	0.06	0.16
33	mol% 5.2	1.0	2.7	0.0	0.459	73.8	93.8	33.0	1.54	0.10	0.15
34	mol% 4.7	1.5	2.7	0.0	0.459	73.8	93.8	33.0	1.54	0.11	0.15
35	mol% 4.7	0.0	2.7	0.0	0.482	75.3	95.3	34.5	1.38	0.10	0.16
36	mol% 4.7	0.0	2.7	0.0	0.459	77.3	95.3	33.5	1.16	0.09	0.18
37	mol% 4.7	0.0	2.7	0.0	0.459	76.3	95.3	33.5	1.31	0.10	0.17
38	mol% 4.7	0.0	2.7	0.0	0.437	77.3	95.3	32.5	1.24	0.10	0.18
39	mol% 5.7	0.0	3.7	0.0	0.467	75.3	94.3	33.5	1.31	0.09	0.17
40	mol% 5.7	2.0	3.7	0.0	0.435	75.3	92.3	31.5	1.17	0.09	0.17

[0096]

[表2-3]

実施例	Tg (°C)	α ($10^{-7}/^{\circ}\text{C}$)	比重	ヤング率 (GPa)	比弾性率 (MNm/kg)	1500°C 熔解性	研磨パッド 交換までに 研磨された 総ガラス量 (μm)	保持テスト 1300°C *16hr	保持テスト 1270°C *16hr	保持テスト 1250°C *16hr
21	786	41	2.69	96.6	35.9	A	900	A	A	C
22	786	41	2.69	96.6	35.9	A	900	A	A	D
23	770	44	2.58	94.9	36.8	A	900	A	A	D
24	809	42	2.59	91.6	35.4	A	800	A	A	D
25	781	39	2.66	96.9	36.4	A	800	A	A	D
26	786	41	2.65	96.2	36.3	A	800	A	A	E
27	788	40	2.65	96.8	36.5	A	800	A	A	B
28	794	40	2.56	95.6	37.3	A	800	A	A	D
29	781	40	2.67	96.8	36.3	A	800	A	A	D
30	792	41	2.68	97.1	36.2	A	800	A	A	B
31	790	40	2.67	97.0	36.3	A	800	A	A	D
32	791	41	2.67	97.1	36.4	A	800	A	A	D
33	789	46	2.71	93.8	34.6	A	800	A	A	A
34	786	46	2.70	95.7	35.4	A	800	A	A	A
35	787	40	2.65	96.8	38.6	A	800	A	A	A
36	802	42	2.62	93.8	35.8	A	800	A	A	D
37	792	43	2.63	95.8	36.4	A	800	A	A	D
38	795	41	2.67	94.8	35.5	A	800	A	A	D
39	794	42	2.74	96.5	35.2	A	800	A	A	E
40	790	46	2.74	96.8	35.3	A	800	A	A	E

[0097]

[表3-1]

実施例	B ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SiO	BaO	ZnO	ZrO ₂	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SnO ₂	CaO ₂	PbO	P ₂ O ₅	total	Fe ₂ O ₃
41	mol%	60.8	14.5	14.5	3.5	2.0	2.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
42	mol%	60.8	14.5	15.0	3.5	2.0	1.5	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
43	mol%	60.8	14.5	14.5	3.5	4.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
44	mol%	60.8	14.5	13.7	4.5	4.8	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
45	mol%	60.5	17.2	14.2	3.8	2.1	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
46	mol%	61.8	13.0	14.5	4.0	2.0	1.8	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
47	mol%	64.0	13.2	13.0	4.5	2.3	0.0	0.0	1.3	0.0	0.5	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
48	mol%	63.0	11.8	17.2	4.5	0.9	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
49	mol%	61.2	11.1	16.5	4.5	1.9	1.5	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
50	mol%	61.7	15.8	12.9	4.6	1.5	1.1	0.0	1.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
51	mol%	63.1	14.7	14.5	5.0	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.8	0.1	0.1	0.0	0.0	100.0	0.00
52	mol%	63.5	14.2	14.0	5.4	2.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
53	mol%	55.6	12.3	18.5	5.1	2.7	1.2	0.6	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
54	mol%	63.3	14.4	12.2	5.7	1.6	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
55	mol%	63.0	14.6	12.2	6.3	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
56	mol%	62.3	14.4	14.2	6.3	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00
57	mol%	58.3	12.6	16.1	6.5	3.0	0.0	1.5	1.2	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	0.00

[表3-2]

実施例	$B_2O_3+SrO+TiO_2+ZrO_2$	$ZnO+BaO$	TiO_2+ZrO_2	$Li_2O+Na_2O+K_2O+B_2O_3+ZnO$	$(Al_2O_3+MgO)/(SiO_2+CaO)$	$SiO_2+Al_2O_3$	$SiO_2+Al_2O_3+MgO+CaO$	$Al_2O_3+MgO+CaO$	$(MgO+CaO+Li_2O+Na_2O+K_2O)/Al_2O_3$	$TiO_2/(Al_2O_3+ZrO_2+SrO)$	$CaO/(MgO+CaO+SrO+BaO)$
41	mol% 4.7	2.0	2.7	0.0	0.451	75.3	93.3	32.5	1.24	0.10	0.16
42	mol% 4.7	1.5	2.7	0.0	0.459	75.3	93.8	33.0	1.28	0.10	0.16
43	mol% 6.7	0.0	2.7	0.0	0.451	75.3	93.3	32.5	1.24	0.09	0.16
44	mol% 6.5	0.0	1.7	0.0	0.432	75.3	93.5	32.7	1.26	0.03	0.20
45	mol% 4.2	0.0	2.1	0.0	0.488	77.7	95.7	35.2	1.05	0.06	0.19
46	mol% 4.9	1.8	2.9	0.0	0.418	74.8	93.3	31.5	1.42	0.10	0.18
47	mol% 4.8	0.0	2.5	0.5	0.382	77.2	94.7	30.7	1.36	0.07	0.23
48	mol% 3.5	0.0	2.6	0.0	0.430	74.8	96.5	33.5	1.84	0.06	0.20
49	mol% 4.7	1.5	2.8	0.5	0.420	72.3	93.3	32.1	1.94	0.12	0.18
50	mol% 2.5	1.1	1.0	1.4	0.433	77.5	95.0	33.3	1.20	0.00	0.23
51	mol% 2.1	0.1	0.8	0.3	0.429	77.8	97.3	34.2	1.35	0.05	0.24
52	mol% 2.8	0.0	0.8	0.0	0.409	77.7	97.1	33.6	1.37	0.00	0.25
53	mol% 6.7	1.8	4.0	0.6	0.507	67.9	91.5	35.9	1.92	0.12	0.19
54	mol% 2.4	2.0	0.8	0.0	0.386	77.7	95.6	32.3	1.24	0.05	0.27
55	mol% 3.9	0.0	0.9	0.0	0.387	77.6	96.1	33.1	1.27	0.05	0.29
56	mol% 2.8	0.0	0.8	0.0	0.417	76.7	97.2	34.9	1.42	0.05	0.28
57	mol% 5.0	1.5	2.0	1.5	0.443	70.9	93.5	35.2	1.79	0.05	0.25

[0099]

[表3-3]

実施例	T _g (°C)	α (10 ⁻⁷ /°C)	比重	ヤング率 (GPa)	比弾性率 (MNm/kg)	1500°C 熔解性	研磨パッド 交換までに 研磨された 総ガラス量 (μ m)	保持テスト 1300°C *16hr	保持テスト 1270°C *16hr	保持テスト 1250°C *16hr
41	785	44	2.74	94.8	34.6	A	800	A	A	C
42	784	44	2.78	93.7	33.7	A	800	A	A	B
43	781	46	2.69	96.2	35.8	A	800	A	A	C
44	777	47	2.73	95.4	34.9	A	800	A	A	C
45	795	39	2.56	94.6	37.0	A	800	A	A	D
46	783	47	2.77	93.1	33.6	A	700	A	A	A
47	780	46	2.59	95.8	37.0	A	700	A	A	D
48	792	54	2.61	93.6	35.9	A	700	A	A	D
49	763	48	2.78	91.6	33.0	A	700	A	A	D
50	780	46	2.61	92.7	35.5	A	700	A	A	D
51	795	39	2.56	94.3	36.8	A	700	A	A	D
52	791	42	2.57	93.7	36.5	A	600	A	A	D
53	762	51	2.74	94.2	34.4	A	600	A	A	D
54	798	52	2.60	91.5	35.2	A	600	A	A	D
55	790	42	2.58	93.4	36.2	A	500	A	A	D
56	791	46	2.59	92.6	35.8	A	500	A	A	D
57	764	51	2.69	97.5	36.2	A	500	A	A	D

[0100]

[表4-1]

実施例	B ₂ O ₃	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	SrO	BaO	ZnO	ZrO ₂	Li ₂ O	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	SnO ₂	CeO ₂	PbO	P ₂ O ₅	total	Fe ₂ O ₃
58	mol%	65.2	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.1	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
59	mol%	65.2	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
60	mol%	64.9	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.4	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
61	mol%	63.7	16.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.4	0.5	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
62	mol%	62.9	16.8	11.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.4	0.3	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
63	mol%	64.7	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	1.9	0.0	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
64	mol%	64.2	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	1.0	1.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
65	mol%	64.2	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
66	mol%	62.2	15.8	11.9	5.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
67	mol%	62.2	15.8	11.9	3.7	2.0	1.1	0.0	0.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
68	mol%	62.8	15.8	11.9	3.7	0.0	2.5	0.0	0.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
69	mol%	63.2	16.3	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	2.9	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
70	mol%	65.2	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	0.0	1.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00
71	mol%	63.7	15.8	10.9	4.7	0.0	1.1	0.0	0.5	0.0	0.5	2.4	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0	100.0	0.00

[0101]

[表4-2]

実施例	$\text{B}_2\text{O}_3+\text{SrO}+\text{TiO}_2+\text{ZrO}_2$	ZnO +BaO	TiO_2 + ZrO_2	$\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}+\text{B}_2\text{O}_3+\text{ZnO}$	$(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{MgO})/(\text{SiO}_2+\text{CaO})$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3$ + $\text{MgO}+\text{CaO}$	Al_2O_3 + $\text{MgO}+\text{CaO}$	$(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{Li}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})/\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3+\text{ZrO}_2+\text{SrO})$	$\text{CaO}/(\text{MgO}+\text{CaO}+\text{SrO}+\text{BaO})$
58	mol%	0.5	1.1	0.5	1.4	0.382	81.0	96.6	31.4	1.08	0.28
59	mol%	0.5	1.1	0.5	1.4	0.382	81.0	96.6	31.4	1.08	0.28
60	mol%	0.5	1.1	0.5	1.7	0.384	80.7	96.3	31.4	1.09	0.28
61	mol%	0.5	1.1	0.5	1.9	0.405	80.5	96.1	32.4	1.09	0.28
62	mol%	0.5	1.1	0.5	1.7	0.425	79.7	96.3	33.4	1.09	0.27
63	mol%	0.5	1.1	0.5	1.9	0.385	80.5	96.1	31.4	1.11	0.28
64	mol%	0.5	1.1	0.5	2.4	0.388	80.0	95.6	31.4	1.14	0.28
65	mol%	0.5	1.1	0.5	2.4	0.388	80.0	95.6	31.4	1.14	0.28
66	mol%	0.5	1.1	0.5	2.4	0.408	78.0	95.6	33.4	1.27	0.30
67	mol%	2.5	1.1	0.5	2.4	0.420	78.0	93.6	31.4	1.14	0.20
68	mol%	0.5	2.5	0.5	2.4	0.417	78.6	94.2	31.4	1.14	0.20
69	mol%	0.5	1.1	0.5	2.9	0.401	79.5	95.1	31.9	1.13	0.28
70	mol%	0.5	1.1	0.5	1.4	0.382	81.0	96.6	31.4	1.08	0.28
71	mol%	0.5	1.1	0.5	2.9	0.390	79.5	95.1	31.4	1.17	0.28

[0102]

[表4-3]

実施例	T _g (°C)	α (10 ⁻⁷ /°C)	比重	ヤング率 (GPa)	比弾性率 (MNm/kg)	1500°C 熔解性	研磨パッド 交換までに 研磨された 総ガラス量 (μ m)	保持テスト 1300°C *16hr	保持テスト 1270°C *16hr	保持テスト 1250°C *16hr
58	775	44	2.60	92.1	35.4	A	700	A	A	A
59	780	48	2.60	92.5	35.6	A	700	A	A	A
60	774	43	2.60	92.6	35.6	A	700	A	A	A
61	775	45	2.61	92.7	35.5	A	700	A	A	A
62	775	44	2.61	93.5	35.8	A	700	A	A	A
63	770	47	2.59	92.9	35.9	A	700	A	A	B
64	784	49	2.57	90.5	35.2	A	700	A	A	A
65	784	49	2.59	91.5	35.3	A	700	A	A	A
66	775	58	2.60	89.8	34.5	A	600	A	A	A
67	770	51	2.62	89.4	34.1	A	800	A	A	A
68	772	53	2.64	88.8	33.6	A	800	A	A	A
69	774	52	2.60	89.2	34.3	A	700	A	A	A
70	806	46	2.54	90.4	35.6	A	700	A	A	B
71	788	55	2.56	89.5	35.0	A	700	A	A	A

[0103] [磁気記録媒体（磁気ディスク）の作製]

以下の方法により、上記で作製した磁気ディスク用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。

[0104] 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。

[0105] このとき、付着層は、厚さ20nmの-A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。

[0106] 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。

[0107] 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。

[0108] 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、DFH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。

[0109] 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は生じない。

[0110] 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。

[0111] [比較例]

特許文献1（特開2015-224150号公報）に記載されている下記表5に示す例のガラス組成について、上記の実施例と同様の方法で生産性の評価を行った。結果を表5に示す。

[0112] [表5]

比較例	1500℃溶解性	研磨パッド交換までに研磨された総ガラス量 (μm)
特開 2015-224150 号公報の例 1	B	150
特開 2015-224150 号公報の例 2	A	150
特開 2015-224150 号公報の例 3	B	150
特開 2015-224150 号公報の例 4	B	150
特開 2015-224150 号公報の例 5	B	150
特開 2015-224150 号公報の例 6	A	100
特開 2015-224150 号公報の例 8	B	600
特開 2015-224150 号公報の例 10	B	500
特開 2015-224150 号公報の例 11	B	500
特開 2015-224150 号公報の例 12	B	150
特開 2015-224150 号公報の例 13	B	150

- [0113] 最後に、前述の各態様を総括する。
- [0114] 一態様によれば、 Li_2O 、 Na_2O 、 K_2O 、 B_2O_3 および ZnO の合計含有量 ($\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} + \text{B}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$) が0モル%以上3モル%以下、 SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ が0.30以上0.6以下、 SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) が64モル%以上85モル%以下、かつ SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) が87モル%以上98モル%以下である磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス（ガラスA）が提供される。
- [0115] また、一態様によれば、 SiO_2 と CaO との合計含有量に対する Al_2O_3 と MgO との合計含有量のモル比 $[(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO}) / (\text{SiO}_2 + \text{CaO})]$ が0.30以上0.6以下、 SiO_2 と Al_2O_3 との合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$) が64モル%以上85モル%以下、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO および CaO の合計含有量 ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{CaO}$) が87モル%以上98モル%以下、かつガラス転移温度が740℃以上である磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラス（ガラスB）が提供される。
- [0116] ガラスAおよびガラスBは、耐熱性および生産性が共に優れる磁気記録媒体基板用または磁気記録再生装置用ガラススペーサ用のガラスであることができる。
- [0117] 一形態では、ガラスAおよびガラスBにおいて、 SiO_2 含有量は、55モル%以上66モル%以下であることができる。
- [0118] 一形態では、ガラスAおよびガラスBにおいて、 Al_2O_3 含有量は、10モル%以上18モル%以下であることができる。
- [0119] 一形態では、ガラスAおよびガラスBにおいて、 MgO 含有量は、8モル%以上20モル%以下であることができる。
- [0120] 一形態では、ガラスAおよびガラスBにおいて、 CaO 含有量は、0モル

%以上7モル%以下であることができる。

[0121] 一形態では、ガラスAおよびガラスBにおいて、 MgO 、 CaO 、 SrO および BaO の合計含有量に対する CaO の含有量のモル比 $[\text{CaO} / (\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO})]$ は、0.4以下であることができる。

[0122] 一形態では、ガラスAおよびガラスBのヤング率は、86GPa以上であることができる。

[0123] 一形態では、ガラスAおよびガラスBの比重は、2.8以下であることができる。

[0124] 一形態では、ガラスAおよびガラスBの比弾性率は、30MNm/kg以上であることができる。

[0125] 一態様によれば、ガラスAからなる磁気記録媒体基板（磁気記録媒体基板a）が提供される。

[0126] また、一態様によれば、ガラスBからなる磁気記録媒体基板（磁気記録媒体基板b）が提供される。

[0127] 一態様によれば、上記磁気記録媒体基板と磁気記録層とを有する磁気記録媒体が提供される。

[0128] 一態様によれば、ガラスAからなる磁気記録再生装置用ガラススペーサ（ガラススペーサa）が提供される。

[0129] また、一態様によれば、ガラスBからなる磁気記録再生装置用ガラススペーサ（ガラススペーサb）が提供される。

[0130] 一態様によれば、磁気記録媒体a、磁気記録媒体b、ガラススペーサaおよびガラススペーサbからなる群から選ばれる1つ以上を含む磁気記録再生装置が提供される。

[0131] 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。

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。