(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2011 年 2 月 17 日(17.02.2011)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2011/019010 A1

(51) 国際特許分類:
C03C 3/087 (2006.01) *C03C 3/097* (2006.01)
C03C 3/078 (2006.01) *G11B 5/02* (2006.01)
C03C 3/085 (2006.01) *G11B 5/64* (2006.01)
C03C 3/093 (2006.01) *G11B 5/73* (2006.01)
C03C 3/095 (2006.01) *G11B 5/84* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/063451

(22) 国際出願日: 2010 年 8 月 9 日(09.08.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2009-185976 2009 年 8 月 10 日(10.08.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＨＯＹＡ株式会社 (HOYA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合２丁目７番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松本　奈緒美 (MATSUMOTO, Naomi) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ＨＯＹＡ株式会社内 Tokyo (JP). 蜂谷　洋一 (HACHITANI, Yoichi) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ＨＯＹＡ株式会社内 Tokyo (JP). 越阪部　基延 (OSAKABE, Kinobu) [JP/JP]; 〒1618525 東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ＨＯＹＡ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人特許事務所サイクス (SIKs & Co.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目８番７号　京橋日殖ビル８階 Tokyo (JP).

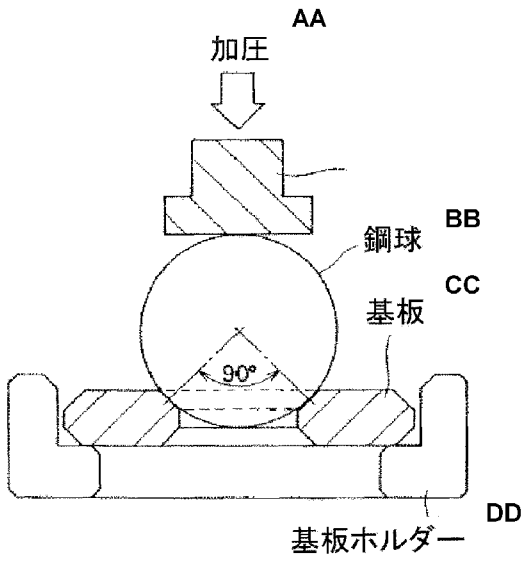
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,

[続葉有]

(54) **Title**: GLASS FOR MAGNETIC RECORDING MEDIUM SUBSTRATE, MAGNETIC RECORDING MEDIUM SUBSTRATE AND METHOD FOR PRODUCING SAME, AND MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称 : 磁気記録媒体基板用ガラス、磁気記録媒体基板およびその製造方法、ならびに磁気記録媒体

[図1]



AA PRESSURE APPLICATION
BB STEEL BALL
CC SUBSTRATE
DD SUBSTRATE HOLDER

(57) **Abstract**: Disclosed as one embodiment of the present invention is glass for a magnetic recording medium substrate, which contains, in mol%, 50-75% of SiO_2, 0-5% of Al_2O_3, 0-3% of Li_2O, 0-5% of ZnO, 3-15% of Na_2O and K_2O in total, 14-35% of MgO, CaO, SrO and BaO in total, and 2-9% of ZrO_2, TiO_2, La_2O_3, Y_2O_3, Yb_2O_3, Ta_2O_5, Nb_2O_5 and HfO_2 in total. The molar ratio [(MgO + CaO)/(MgO + CaO + SrO + BaO)] is within the range of 0.85-1, and the molar ratio [Al_2O_3/(MgO + CaO)] is within the range of 0-0.30.

(57) 要約: 本発明の一態様は、モル%表示にて、ＳｉＯ$_2$を５０～７５%、Ａｌ$_2$Ｏ$_3$を０～５%、Ｌｉ$_2$Ｏを０～３%、ＺｎＯを０～５%、Ｎａ$_2$ＯおよびＫ$_2$Ｏを合計で３～１５%、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯを合計で１４～３５%、ＺｒＯ$_2$、ＴｉＯ$_2$、Ｌａ$_2$Ｏ$_3$、Ｙ$_2$Ｏ$_3$、Ｙｂ$_2$Ｏ$_3$、Ｔａ$_2$Ｏ$_5$、Ｎｂ$_2$Ｏ$_5$およびＨｆＯ$_2$を合計で２～９%含み、モル比[（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）]が０．８５～１の範囲であり、かつモル比[Ａｌ$_2$Ｏ$_3$／（ＭｇＯ＋ＣａＯ）]が０～０．３０の範囲である磁気記録媒体基板用ガラスに関する。

WO 2011/019010 A1

MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ：

磁気記録媒体基板用ガラス、磁気記録媒体基板およびその製造方法、ならびに磁気記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、ハードディスク等の磁気記録媒体の基板として使用されるガラス、および前記ガラスからなる磁気記録媒体基板およびその製造方法、ならびにこの基板を備える磁気記録媒体に関する。

背景技術

[0002] インターネットなど、情報関連インフラ技術の進展に伴い、磁気ディスク、光ディスクなどの情報記録媒体の需要は急速に伸びている。コンピュータなどの磁気記憶装置の主要構成要素は、磁気記録媒体と磁気記録再生用の磁気ヘッドである。磁気記録媒体としてはフレキシブルディスクとハードディスクとが知られている。このうちハードディスク（磁気ディスク）用の基板材料としては、例えば、アルミニウム基板、ガラス基板、セラミック基板、カーボン基板等があり、実用的には、サイズや用途に応じて、主に、アルミニウム基板とガラス基板とが使用されている。ノートパソコン用ハードディスクドライブにおいては、耐衝撃性に加えて、磁気記録媒体の高密度記録化と薄型化に伴いディスク基板の表面平滑性の向上と基板の薄型化への要求はますます厳しくなっているため、表面硬度、剛性に劣るアルミニウム基板で対応するには限界がある。そこでガラス基板の開発が、現在主流となっている（例えば文献１（特表平９－５０７２０６号公報）、文献２（特開２００７－５１０６４号公報）、文献３（特開２００１－２９４４４１号公報）、文献４（特開２００１－１３４９２５号公報）。文献５（特開２００１－３４８２４６号公報）、文献６（特開２００１－５８８４３号公報）、文献７（特開２００６－３２７９３５号公報）、文献８（特開２００５－２７２２１２号公報）、文献９（特開２００４－４３２９５号公報）、文献１０（特

開２００５－３１４１５９号公報）参照）。

[0003] また近年、磁気記録媒体のより一層の高密度記録化を図ることを目的として、Ｆｅ－Ｐｔ系、Ｃｏ－Ｐｔ系等の磁気異方性エネルギーが高い磁性材料（高Ｋｕ磁性材料）を使用することが検討されている（例えば文献１１（特開２００４－３６２７４６号公報）参照）。高記録密度化のためには磁性粒子の粒径を小さくする必要があるが、一方で、粒径が小さくなると、熱揺らぎによる磁気特性の劣化が問題となる。高Ｋｕ磁性材料は熱揺らぎの影響を受けにくいため、高密度記録化に寄与すると期待されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし上記高Ｋｕ磁性材料は、高Ｋｕを実現するために特定の結晶配向状態を得る必要があり、そのため、高温での成膜、あるいは成膜後に高温で熱処理を行う必要がある。したがって、これらの高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を形成するためには、ガラス基板には上記高温処理に耐え得る高い耐熱性、即ち高いガラス転移温度を有することが求められる。

[0005] ところでディスク状の磁気記録媒体では、媒体を中心軸の周りに高速回転させつつ、磁気ヘッドを半径方向に移動させながら、回転方向に沿ってデータの書き込み、読み出しを行う。近年、この書き込み速度および読み出し速度を上げるため回転数は５４００ｒｐｍから７２００ｒｐｍ、更には１００００ｒｐｍと高速化する方向で進んでいるが、ディスク状の磁気記録媒体では、予め、中心軸からの距離に応じてデータを記録するポジションが割り当てられるため、ディスクが回転中に変形を起こすと磁気ヘッドの位置ズレが起こり、正確な読み取りが困難となる。したがって上記高速回転化に対応するために、ガラス基板には高速回転時に大きな変形を起こさない高い剛性（ヤング率、および比弾性率）を有することも求められる。

[0006] 更に本願発明者らの検討により、高い熱膨張係数を有するガラス基板を使用することにより、磁気記録媒体の記録再生の信頼性を高めることができることが明らかとなった。これは以下の理由による。

磁気記録媒体を組み込んだHDD（ハードディスクドライブ）は、中央部分をスピンドルモーターのスピンドル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起きる。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い、記録再生の信頼性を損なう原因となる。したがって磁気記録媒体の信頼性を高めるには、ガラス基板には、スピンドル材料（例えばステンレスなど）と同程度の高い熱膨張係数を有することが求められる。

[0007] 以上説明したように、更なる高密度記録化に対応可能な磁気記録媒体を提供するためには、高耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という３つの特性を兼ね備えたガラス基板が求められる。しかし本願発明者らの検討によれば、上記文献１～１０に記載のガラス基板をはじめとする従来のガラス基板には、これら３つの特性を同時に満たすものはなかった。これは、これら３つの特性がトレードオフの関係にあり、すべてを満たすガラス基板を実現することが困難であったからである。

[0008] そこで本発明の目的は、高い耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という３つの特性を兼ね備えたガラス基板、より詳しくは、高いガラス転移温度、高ヤング率および高熱膨張係数を有す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

[0009] 本願発明者らは、上記目的を達成するために相当数のガラス組成の試作と評価を繰り返し試行錯誤を重ねた結果、下記組成を有するガラスが、高い耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という、従来は同時に実現することが困難であった３つの特性を兼ね備えていることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0010] 本発明の一態様は、

モル%表示にて、

SiO_2を５０～７５%、

Al_2O_3を０～５%、

Li_2Oを０～３%、

ＺｎＯを０～５%、

Na_2OおよびK_2Oを合計で３～１５%、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯを合計で１４～３５%、

ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2を合計で２～９%、

含み、

モル比[（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）]が０．８５～１の範囲であり、かつモル比[Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ）]が０～０．３０の範囲である磁気記録媒体基板用ガラス

に関する。

[0011] 上記ガラスは、７０×10^{-7}／℃以上の１００～３００℃における平均線膨張係数、６３０℃以上のガラス転移温度、かつ８０ＧＰａ以上のヤング率を有することができる。

[0012] 上記ガラスは、３０ＭＮｍ／ｋｇ以上の比弾性率を有することができる。

[0013] 上記ガラスは、３．０未満の比重を有することができる。

[0014] 上記ガラスは、４５℃に保たれた１．７質量%の珪弗酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが０．０９μｍ／分以下となる耐酸性を備えることができる。

[0015] 上記ガラスは、１３００℃以下の液相温度を有することができる。

[0016] 上記ガラスは、

モル%表示にて、

SiO_2を５０～７５%、

B_2O_3を０～３%、

Al_2O_3を０～５%、

Li_2Oを０～３％、

Na_2Oを０～５％、

K_2Oを１～１０％、

ＭｇＯを１～２３％、

ＣａＯを６～２１％、

ＢａＯを０～５％、

ＺｎＯを０～５％、

TiO_2を０～５％、

ZrO_2を２～９％、

含むことができる。

[0017] 上記ガラスは、SiO_2の含有量が５７～６８モル%の範囲であることができる。

[0018] 上記ガラスは、Al_2O_3の含有量が０．１～４モル%の範囲であることができる。

[0019] 上記ガラスは、Li_2Oを実質的に含まないガラスであることができる。

[0020] 上記ガラスは、ＺｎＯの含有量が０～２モル%の範囲であることができる。

[0021] 本発明の更なる態様は、上記ガラスからなる磁気記録媒体基板に関する。

[0022] 上記磁気記録媒体基板は、表面の一部または全部にイオン交換層を有することができる。

[0023] 上記イオン交換層は、Ｋ、ＲｂおよびＣｓからなる群から選ばれる少なくとも１種のアルカリ金属イオンとのイオン交換により形成されたものであることができる。

[0024] 上記磁気記録媒体基板は、ディスク形状であって、かつ主表面が下記（１）～（３）の表面性を有するものであることができる。

（１）原子間力顕微鏡を用いて１μｍ×１μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．２５ｎｍ以下；

（２）５μｍ×５μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．１

５ｎｍ以下；

（３）波長１００μｍ～９５０μｍにおける表面うねりの算術平均Ｗａが０．５ｎｍ以下。

[0025] 本発明の更に別の態様は、ガラス原料を加熱することにより熔融ガラスを調製し、該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上記磁気記録媒体基板を作製する磁気記録媒体基板の製造方法に関する。

[0026] 本発明の更に別の態様は、上記基板上に磁気記録層を有する磁気記録媒体に関する。

[0027] 上記磁気記録層は、ＦｅおよびＰｔを含むか、またはＣｏおよびＰｔを含むことができる。

[0028] 上記磁気記録媒体は、エネルギーアシスト記録方式に使用されることができる。

発明の効果

[0029] 本発明によれば、高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を形成する際の高温熱処理に耐え得る高い耐熱性を有するとともに、支持部材（スピンドル）に匹敵する高い熱膨張係数を有し、かつ高速回転に耐え得る高い剛性を有する磁気記録媒体用ガラス基板を実現可能にする磁気記録媒体基板用ガラス、このガラスからなる磁気記録媒体基板およびその製造方法、ならびにこの基板を有する磁気記録媒体を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]図１は、抗折強度の測定方法の説明図である。

発明を実施するための形態

[0031] [磁気記録媒体基板用ガラス]

本発明の磁気記録媒体基板用ガラス（以下、「本発明のガラス」ともいう）は、モル%表示にて、

SiO_2を５０～７５%、

Al_2O_3を０～５％、

Li_2Oを０～３％、

ＺｎＯを０～５％、

Na_2OおよびK_2Oを合計で３～１５％、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯを合計で１４～３５％、

ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2を合計で２～９％、

含み、

モル比[（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）]が０．８５～１の範囲であり、かつモル比[Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ）]が０～０．３０の範囲である磁気記録媒体基板用ガラスである。

本発明の磁気記録媒体基板用ガラスは酸化物ガラスに分類されるものであり、そのガラス組成は酸化物基準で表示するものとする。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である。上記組成を有する本発明のガラスによれば、高い耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という３つの特性を兼ね備えた磁気記録媒体基板を提供することができる。なお、本発明のガラスは、非晶質性（アモルファス）のガラスである。したがって、結晶化ガラスとは異なり均質相からなるため、優れた基板表面の平滑性を実現することができる。

以下、本発明のガラスについて、更に詳細に説明する。以下において、特記しない限り、各成分の含有量、合計含有量、比率はモル基準で表示するものとする。

[0032] SiO_2は、ガラスのネットワーク形成成分であり、ガラス安定性、化学的耐久性、特に耐酸性を向上させる効果がある。磁気記録媒体基板上に磁気記録層等を成膜する工程や前記工程により形成した膜を熱処理するため、輻射によって基板を加熱する際、基板の熱拡散を低下させ、加熱効率を高める働きをする成分でもある。SiO_2の含有量が５０％未満では上記働きを十分得

ることができず、７５％を超えるとSiO_2が完全に熔けずにガラス中に未熔解物が生じたり、清澄時のガラスの粘性が高くなりすぎて泡切れが不十分になる。未熔解物を含むガラスから基板を作製すると、研磨によって基板表面に未熔解物による突起が生じ、極めて高い表面平滑性が求められる磁気記録媒体基板としては使用できなくなる。また、泡を含むガラスから基板を作製すると、研磨によって基板表面に泡の一部が現れ、その部分が窪みとなって基板の主表面の平滑性が損なわれるため、やはり磁気記録媒体基板として使用できなくなる。以上より、SiO_2の含有量は５０～７５％とする。SiO_2の含有量の好ましい範囲は５７～７０％、より好ましい範囲は５７～６８％、さらに好ましい範囲は６０～６８％、一層好ましい範囲は６３～６８％である。

[0033] Al_2O_3もガラスのネットワーク形成に寄与し、化学的耐久性、耐熱性を向上させる働きをする成分である。ただしAl_2O_3の含有量が５％を超えるとガラスの熱膨張係数が小さくなりすぎ、ＨＤＤのスピンドル部分を構成するスピンドル材料、例えばステンレスとの熱膨張係数の差が大きくなり、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、結果として磁気記録媒体が変形してしまう現象が起きやすくなる。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い、記録再生の信頼性を損なう原因となる。したがって、Al_2O_3の含有量は０～５％とする。Al_2O_3は、少量であればガラス安定性を改善させ、液相温度を低下させる働きをするが、その含有量を更に増加させていくとガラス安定性が低下し、液相温度が上昇する傾向を示す。そのため、更なる高熱膨張化に加え、ガラス安定性を一層改善する上から、Al_2O_3の含有量の好ましい上限は４％、より好ましい上限は３％であり、さらに好ましい上限は２．５％であり、一層好ましい上限は１％であり、より一層好ましい範囲は１％未満である。一方、化学的耐久性、耐熱性、ガラス安定性を改善する上から、Al_2O_3の含有量の好ましい下限は０．１％である。

[0034] Li_2Oは、ガラスの熔融性および成形性を向上させる働きをするとともに

熱膨張係数を増加させる働きをするが、少量の導入でガラス転移温度が大幅に低下し、耐熱性が著しく低下するため、Li_2Oの含有量は０～３％とする。耐熱性を一層向上させる上から、Li_2Oの含有量の好ましい範囲は０～２％、より好ましい範囲は０～１％、さらに好ましい範囲は０～０．８％、一層好ましい範囲は０～０．５％、より一層好ましい範囲は０～０．１％、さらに一層好ましい範囲は０～０．０８％であり、Li_2Oを実質的に含まないことが特に好ましい。ここで、「実質的に含まない」とは、ガラス原料中に意図して特定の成分を加えないことを意味し、不純物として混入することまで排除するものではない。

[0035] ＺｎＯは、ガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、剛性を高め、熱膨張係数を大きくする働きをする。しかし、過剰に導入するとガラス転移温度が大幅に低下し、耐熱性が著しく低下したり、化学的耐久性が低下する。したがって、ＺｎＯの含有量は０～５％とする。耐熱性、化学的耐久性を良好な状態に維持する上から、ＺｎＯの含有量の好ましい範囲は０～４％、より好ましい範囲は０～３％、さらに好ましい範囲は０～２％、一層好ましい範囲は０～１％、より一層好ましい範囲は０～０．５％であり、ＺｎＯを実質的に含有させなくてもよい。

[0036] 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る働き、清澄時にガラスの粘性を低下させて、泡切れを促進させる働きをするとともに熱膨張係数を増加させる働きの大きい成分であり、アルカリ成分中、Li_2Oと比べてガラス転移温度を低下させる働きが小さい。本発明のガラスにおいては、磁気記録媒体基板に要求される均質性（未熔解物や残留泡のない状態）、熱膨張特性を付与させる上から、Na_2OおよびK_2Oの合計含有量を３％以上とする。ただし前記合計含有量が１５％を越えると、ガラス転移温度が低下し、耐熱性が損なわれる、化学的耐久性、特に耐酸性が低下する、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基板上に形成した膜などに損傷を与えるなどの問題が発生するため、Na_2OおよびK_2Oの合計含有量を３～１５％とする。Na_2OおよびK_2Oの合計含有量の好ましい範囲は

５～１３％、より好ましい範囲は８～１３％、さらに好ましい範囲は８～１１％である。

[0037] 本発明のガラスは、イオン交換することなく磁気記録媒体基板として使用してもよく、イオン交換を行った後に磁気記録媒体基板として使用してもよい。イオン交換を行う場合、Na_2Oはイオン交換を担う成分として好適な成分である。また、Na_2OとK_2Oとをガラス成分として共存させ、混合アルカリ効果によってアルカリ溶出抑制効果を得ることもできる。しかし、両成分を過剰に導入すると、両成分の合計含有量を過剰にしたときと同様の問題が生じやすくなる。この点から、Na_2OおよびK_2Oの合計含有量を上記範囲にした上で、Na_2Oの含有量の範囲を０～５％とすることが好ましく、０．１～５％とすることがより好ましく、１～５％とすることがより好ましく、２～５％とすることがより好ましく、K_2Oの含有量の範囲は１～１０％とすることが好ましく、１～９％とすることがより好ましく、１～８％とすることがさらに好ましく、３～８％とすることが一層好ましく、５～８％とすることがより一層好ましい。

[0038] アルカリ土類金属成分であるＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯ、ＢａＯは、いずれもガラスの熔融性、成形性およびガラス安定性を良化し、熱膨張係数を大きくする働きをするが、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量が１４％未満では、前記所要の効果を得ることができない。一方、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量が３５％を超えると化学的耐久性が低下する。したがって本発明のガラスにおいては、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量を１４～３５％とする。ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量の好ましい範囲は１４～３２％、より好ましい範囲は１４～２６％、さらに好ましい範囲は１５～２６％、一層好ましい範囲は１７～２５％である。

[0039] ところで、モバイル用途に使用される磁気記録媒体の基板には、持ち運び時の衝撃に耐える高い剛性および硬度を有すること、ならびに軽量であることが求められる。したがって、かかる基板を製造するためのガラスは、高ヤ

ング率、高比弾性率、低比重であることが望ましい。また、先に説明したように高速回転に耐えるためにも、磁気記録媒体基板用ガラスには高剛性であることが求められる。前記アルカリ土類金属成分のうち、ＭｇＯ、ＣａＯは、剛性および硬度を高めるとともに、比重の増加を抑える働きがある。したがって、高ヤング率、高比弾性率、低比重のガラスを得る上で非常に有用な成分である。特にＭｇＯは高ヤング率化、低比重化に有効であり、ＣａＯは高熱膨張化に有効な成分である。したがって本発明のガラスにおいて、ガラスを高ヤング率化、高比弾性率化、低比重化する上から、ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）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））を０．８５～１の範囲とする。前記モル比が０．８５未満では、ヤング率、比弾性率が低下したり、比重が増大するなどの問題が生じる。なお、前記モル比の上限は、ＳｒＯ、ＢａＯが含まれない場合に最大値１となる。モル比（（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ））の好ましい範囲は０．８８～１、さらに好ましい範囲は０．８９～１、一層好ましい範囲は０．９～１、より一層好ましい範囲は０．９２～１、さらに一層好ましい範囲は０．９４～１、なお一層好ましい範囲は０．９６～１、さらになお一層好ましい範囲は０．９８～１、特に好ましい範囲は０．９９～１、最も好ましくは１である。

[0040] 高ヤング率化、高比弾性率化、低比重化と化学的耐久性の維持の観点から、ＭｇＯの含有量の好ましい範囲は１～２３％であり、ＭｇＯの含有量の好ましい下限は２％、より好ましい下限は５％であり、ＭｇＯの含有量の好ましい上限は１５％、より好ましい上限は８％である。

高ヤング率化、高比弾性率化、低比重化、高熱膨張化と化学的耐久性の維持の観点から、ＣａＯの含有量の好ましい範囲は６～２１％であり、より好ましい範囲は１０～２０％、さらに好ましい範囲は１０～１８％、一層好ましい範囲は１０～１５％である。

なお、上記観点からＭｇＯおよびＣａＯの合計含有量の範囲を１５～３５

%とすることが好ましく、１５～３２%とすることがより好ましく、１５～３０%とすることがさらに好ましく、１５～２５%とすることが一層好ましく、１５～２０%とすることがより一層好ましい。

[0041] ＳｒＯは上記効果を有するが、過剰に含有させると比重が増大する。また、ＭｇＯやＣａＯと比較し、原料コストも増大する。そのため、ＳｒＯの含有量は０～５%の範囲とすることが好ましく、０～２%の範囲とすることがより好ましく、０～１%の範囲とすることがさらに好ましく、０～０．５%の範囲とすることがよりいっそう好ましい。ＳｒＯは、本発明の目的を達成する上からガラス成分として導入しなくてもよい、すなわち、本発明のガラスはＳｒＯを実質的に含まないガラスであってもよい。

ＢａＯも上記効果を有するが、過剰に含有させると比重が大きくなる、ヤング率が低下する、化学的耐久性が低下する、比重が増加する、原料コストが増大するなどの問題が生じる。また、ＢａＯを多量に含むガラス基板は、長期使用中にガラス表面が変質しやすい傾向がある。これは、ガラス中のＢａが大気中の二酸化炭素と反応し、基板表面に$BaCO_3$が析出し付着物となるためと考えられる。このような付着物の発生を低減ないし防止するためにも、ＢａＯを過剰に含有させないことが望ましい。以上の観点から、本発明のガラスにおけるＢａＯの含有量は０～５%とすることが好ましい。ＢａＯの含有量のより好ましい範囲は０～３%、さらに好ましい範囲は０～２%、一層好ましい範囲は０～１%、より一層好ましい範囲は０～０．５%である。ＢａＯは、本発明の目的を達成する上からガラス成分として導入しなくてもよい、すなわち、本発明のガラスは、ＢａＯを実質的に含まないガラスであってもよい。

上記観点からＳｒＯおよびＢａＯの合計含有量を０～５%とすることが好ましく、０～３%とすることがより好ましく、０～２%とすることがさらに好ましく、０～１%とすることが一層好ましく、０～０．５%とすることがより一層好ましい。

[0042] 上記のように、ＭｇＯおよびＣａＯはヤング率、熱膨張係数を高める効果

がある。これに対しAl_2O_3はヤング率を高める働きが小さく、熱膨張係数を減少させる働きをする。そこで高ヤング率、高熱膨張のガラスを得る上から、本発明のガラスでは、ＭｇＯおよびＣａＯの合計含有量（ＭｇＯ＋ＣａＯ）に対するAl_2O_3の含有量のモル比（Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ））を０～０．３０の範囲とする。ガラスの高耐熱性化、高ヤング率化、高熱膨張化は互いにトレードオフの関係があり、これら３つの要求を同時に満たすためには、Al_2O_3、ＭｇＯ、ＣａＯそれぞれの含有量を単独で設定する組成調製では不十分であり、上記モル比を所要の範囲にすることが重要である。モル比（Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ））の好ましい範囲は０～０．１、より好ましい範囲は０～０．０５、さらに好ましい範囲は０～０．０３である。

[0043] ＭｇＯ、ＣａＯのうち高熱膨張化の働きが大きい成分はＣａＯであるから、必須成分としてＣａＯを含む場合、一層の高熱膨張化を図るためには、ＣａＯの含有量に対するAl_2O_3の含有量のモル比（Al_2O_3／ＣａＯ）を０～０．４の範囲にすることが好ましく、０～０．２の範囲にすることがより好ましく、０～０．１の範囲にすることがさらに好ましい。

[0044] ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2は、化学的耐久性、特に耐アルカリ性を向上させるとともに、ガラス転移温度を高めて耐熱性を改善し、剛性や破壊靭性を高める働きもする。ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量が２％未満では上記効果を得ることができず、９％を超えるとガラスの熔融性が低下し、ガラス中に未熔解物が残り、平滑性の優れた基板を得ることが困難になる、比重が増大するなどの問題が生じる。したがって、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量は２～９％とする。ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量の好ましい範囲は２～８％、より好ましい範囲は２～７％、さらに好ましい範囲は２～６％、一層好ましい範囲は２～５％、より一層好ましい範囲は３～５％である。

[0045] ZrO_2は、ガラス転移温度を高め耐熱性を改善する働きや、化学的耐久性

、特に耐アルカリ性を改善する働きが大きく、また、ヤング率を高め高剛性化する効果も有する。したがって、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量（ZrO_2＋TiO_2＋La_2O_3＋Y_2O_3＋Yb_2O_3＋Ta_2O_5＋Nb_2O_5＋HfO_2）に対するZrO_2の含有量のモル比（ZrO_2／（ZrO_2＋TiO_2＋La_2O_3＋Y_2O_3＋Yb_2O_3＋Ta_2O_5＋Nb_2O_5＋HfO_2））を０．３～１とすることが好ましく、０．４～１とすることがより好ましく、０．５～１とすることがさらに好ましく、０．７～１とすることが一層好ましく、０．８～１とすることがより一層好ましく、０．９～１とすることがさらに一層好ましく、０．９５～１とすることがなお一層好ましく、１とすることが特に好ましい。ZrO_2の含有量の好ましい範囲は２～９％、より好ましい範囲は２～８％、さらに好ましい範囲は２～７％、一層好ましい範囲は２～６％、より一層好ましい範囲は２～５％、さらに一層好ましい範囲は３～５％である。

[0046] TiO_2は、上記成分中、比重の増大を抑える働きに優れるとともに、ヤング率、比弾性率を高める働きを有する。ただし、過剰に導入するとガラスを水に浸漬したときにガラス表面に水との反応生成物が付着しやくなって耐水性が低下するため、TiO_2の含有量を０～５％の範囲にすることが好ましい。耐水性を良好に保つ上から、TiO_2の含有量の好ましい範囲は０～４％、より好ましい範囲は０～３％、さらに好ましい範囲は０～２％、一層好ましい範囲は０～１％、より一層好ましい範囲は０～０．５％である。なお、耐水性を一層改善する上から、TiO_2を実質的に含まないことが好ましい。

[0047] La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5、HfO_2は、比重を高める力が大きいため、比重増大を抑える上から、それぞれの成分の含有量を０～４％の範囲にすることが好ましく、０～３％の範囲にすることがより好ましく、０～２％の範囲にすることがさらに好ましく、０～１％の範囲にすることが一層好ましく、０～０．５％の範囲にすることがより一層好ましい。La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5、HfO_2は、ガラス成分として導入しなくてもよい。

[0048] その他、導入可能なガラス成分として、B_2O_3、P_2O_5などがある。

B_2O_3は、脆さを低下させるとともに、熔融性を向上させる働きをするが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量の好ましい範囲は０～３％、より好ましい範囲は０～１％、さらに好ましい範囲は０～０．５％であり、導入しないことが一層好ましい。

P_2O_5は、本発明の目的を損なわない範囲で少量導入することができるが、過剰導入により化学的耐久性が低下するため、その含有量を０～１％とすることが好ましく、０～０．５％とすることがより好ましく、０～０．３％とすることがさらに好ましく、導入しないことが一層好ましい。

[0049] 高耐熱性、高ヤング率、高熱膨張係数の３つの特性を同時に満たすガラスを得る上から、SiO_2、Al_2O_3、Na_2O、K_2O、MgO、CaO、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を９５％以上とすることが好ましく、９７％以上とすることがより好ましく、９８％以上とすることがさらに好ましく、９９％以上とすることが一層好ましく、１００％としてもよい。

さらに、比重増大を抑える上から、SiO_2、Al_2O_3、Na_2O、K_2O、MgO、CaO、ZrO_2およびTiO_2の合計含有量を９５％以上とすることが好ましく、９７％以上とすることがより好ましく、９８％以上とすることがさらに好ましく、９９％以上とすることが一層好ましく、１００％としてもよい。

さらに、耐水性を改善する上から、SiO_2、Al_2O_3、Na_2O、K_2O、MgO、CaOおよびZrO_2の合計含有量を９５％以上とすることが好ましく、９７％以上とすることがより好ましく、９８％以上とすることがさらに好ましく、９９％以上とすることが一層好ましく、１００％としてもよい。

[0050] 次に、任意成分であるＳｎ酸化物およびＣｅ酸化物について説明する。

Ｓｎ酸化物およびＣｅ酸化物は、清澄剤として機能し得る成分である。Ｓｎ酸化物は、ガラス熔融時、高温で酸素ガスを放出し、ガラス中に含まれる微小な泡を取り込んで大きな泡にすることで浮上しやすくすることにより清

澄を促す働きに優れている。一方、Ｃｅ酸化物は、低温でガラス中にガスとして存在する酸素をガラス成分として取り込むことにより泡を消す働きに優れている。泡の大きさ（固化したガラス中に残留する泡（空洞）の大きさ）が０．３ｍｍ以下の範囲で、Ｓｎ酸化物は比較的大きな泡も極小の泡も除く働きが強い。Ｓｎ酸化物とともにＣｅ酸化物を添加すると、５０μｍ～０．３ｍｍ程度の大きな泡の密度が数十分の一程度にまで激減する。このように、Ｓｎ酸化物とＣｅ酸化物を共存させることにより、高温域から低温域にわたり広い温度範囲でガラスの清澄効果を高めることができるため、Ｓｎ酸化物およびＣｅ酸化物を添加することが好ましい。

Ｓｎ酸化物およびＣｅ酸化物の外割り添加量の合計が０．０２質量%以上であれば、十分な清澄効果を期待することができる。微小かつ少量であっても未熔解物を含むガラスを用いて基板を作製すると、研磨によって基板表面に未熔解物が現れると、基板表面に突起が生じたり、未熔解物が欠落した部分が窪みとなって、基板表面の平滑性が損なわれ、磁気記録媒体基板としては使用できなくなる。これに対しＳｎ酸化物およびＣｅ酸化物の外割り添加量の合計が３．５質量%以下であれば、ガラス中に十分に熔解し得るため未熔解物の混入を防ぐことができる。

また、ＳｎやＣｅは結晶化ガラスを作る場合には結晶核を生成する働きをする。本発明のガラスは非晶質性ガラスであるので、加熱によって結晶を析出しないことが望ましい。Ｓｎ、Ｃｅの量が過剰になると、こうした結晶の析出がおこりやすくなる。そのため、Ｓｎ酸化物、Ｃｅ酸化物とも過剰の添加は避けるべきである。

以上の観点から、Ｓｎ酸化物およびＣｅ酸化物の外割り添加量の合計を０．０２～３．５質量%とすることが好ましい。Ｓｎ酸化物とＣｅ酸化物の外割り添加量の合計の好ましい範囲は０．１～２．５質量%、より好ましい範囲は０．１～１．５質量%、さらに好ましい範囲は０．５～１．５質量%である。

Ｓｎ酸化物としては、SnO_2を用いることがガラス熔融中、高温で酸素ガ

スを効果的に放出する上から好ましい。

[0051] なお、清澄剤として硫酸塩を外割りで０～１質量%の範囲で添加することもできるが、ガラス熔融中に熔融物が吹きこぼれるおそれがあり、ガラス中の異物が激増することから、硫酸塩を導入しないことが好ましい。

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

[0052] 以上の観点から本発明のガラスは、

SiO_2を５０～７５%、B_2O_3を０～３%、Al_2O_3を０～５%、Li_2Oを０～３%、Na_2Oを０～５%、K_2Oを１～１０%、ＭｇＯを１～２３%、ＣａＯを６～２１%、ＢａＯを０～５%、ＺｎＯを０～５%、TiO_2を０～５%、ZrO_2を２～９%含むことが好ましく、

SiO_2を５０～７５%、B_2O_3を０～１%、Al_2O_3を０～５%、Li_2Oを０～３%、Na_2Oを０～５%、K_2Oを１～９%、ＭｇＯを２～２３%、ＣａＯを６～２１%、ＢａＯを０～３%、ＺｎＯを０～５%、TiO_2を０～３%、ZrO_2を３～７%含むことがより好ましい。

[0053] 本発明の磁気記録媒体基板用ガラスは、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、水酸化物など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、熔融し、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。なお、必要に応じてガラス原料に前記した清澄剤を添加してもよい。

[0054] 以上説明した組成を有する本発明のガラスは、高い耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という、同時に実現することが可能である。以下、本発明のガラスが有する好ましい物性について、順次説明する。

[0055] １．熱膨張係数

前述のとおり、磁気記録媒体基板を構成するガラスとＨＤＤのスピンドル材料（例えば、ステンレスなど）の熱膨張係数の差が大きいと、ＨＤＤの動作時における温度変化によって磁気記録媒体が変形し、記録再生トラブルが

起こるなど信頼性が低下することになってしまう。特に、高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を有する磁気記録媒体は、記録密度が極めて高いため、磁気記録媒体の僅かな変形によっても前記トラブルが起こりやすくなる。一般にＨＤＤのスピンドル材料は、１００～３００℃の温度範囲において７０×１０$^{-7}$／℃以上の平均線膨張係数（熱膨張係数）を有するものであるところ、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスによれば、１００～３００℃の温度範囲における平均線膨張係数を７０×１０$^{-7}$／℃以上にすることができ、上記信頼性を向上することができ、高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を有する磁気記録媒体に好適な基板を提供することができる。前記平均線膨張係数の好ましい範囲は７２×１０$^{-7}$／℃以上、より好ましい範囲は７４×１０$^{-7}$／℃以上、さらに好ましい範囲は７５×１０$^{-7}$／℃以上、一層好ましい範囲は７７×１０$^{-7}$／℃以上、より一層好ましい範囲は７８×１０$^{-7}$／℃以上、さらに一層好ましい範囲は７９×１０$^{-7}$／℃以上である。前記平均線膨張係数の上限は、スピンドル材料の熱膨張特性を考慮すると、例えば１２０×１０$^{-7}$／℃程度であることが好ましく、１００×１０$^{-7}$／℃であることがより好ましく、８８×１０$^{-7}$／℃であることがさらに好ましい。

[0056] ２．ガラス転移温度

前述のとおり、高Ｋｕ磁性材料の導入などによって磁気記録媒体の高記録密度化を図る場合、磁性材料の高温処理などにおいて、磁気記録媒体基板は高温下に晒されることになる。その際、基板の極めて高い平坦性が損なわれないようにするため、磁気記録媒体基板用ガラスには優れた耐熱性を有することが求められる。耐熱性の指標としてはガラス転移温度を用いることができ、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスによれば、ガラス転移温度を６３０℃以上にすることができ、高温処理後にも優れた平坦性を維持することができる。したがって、本発明のガラスによれば、高Ｋｕ磁性材料を備えた磁気記録媒体の作製に好適な基板を提供することができる。

ガラス転移温度の好ましい範囲は６４０℃以上、より好ましい範囲は６５０℃以上、さらに好ましい範囲は６５５℃以上、一層好ましい範囲は６６０

℃以上、より一層好ましい範囲は６７０℃以上、さらに一層好ましい範囲は６７５℃以上、なお一層好ましい範囲は６８０℃以上であり、さらに６８５℃以上、６９０℃以上、６９５℃以上、７００℃以上、７０５℃以上、７１０℃以上の順に下限が高温になるほど好ましい範囲となる。ガラス転移温度の上限は、例えば７５０℃程度であるが特に限定されるものではない。

[0057] ３．ヤング率

磁気記録媒体の変形としては、ＨＤＤの温度変化による変形の他、高速回転による変形がある。高速回転時の変形を抑制する上からは、磁気記録媒体基板用ガラスのヤング率を高めることが望まれる。本発明の磁気記録媒体基板用ガラスによれば、ヤング率を８０ＧＰａ以上にすることができ、高速回転時の基板変形を抑制し、高Ｋｕ磁性材料を備えた高記録密度化された磁気記録媒体においても、データの読み取り、書き込みを正確に行うことができる。

ヤング率の好ましい範囲は８１ＧＰａ以上、より好ましい範囲は８２ＧＰａ以上である。ヤング率の上限は、例えば９５ＧＰａ程度であるが特に限定されるものではない。

[0058] 磁気記録媒体基板用ガラスの上記熱膨張係数、ガラス転移温度、ヤング率はいずれも高Ｋｕ磁性材料を備えた高記録密度化された磁気記録媒体用のガラス基板に求められる重要な特性である。したがって、上記磁気記録媒体に好適な基板を提供する上で、１００～３００℃における平均線膨張係数が７０×１０$^{-7}$／℃以上、ガラス転移温度が６３０℃以上、ヤング率が８０ＧＰａ以上の特性をすべて一体的に備えた磁気記録媒体基板用ガラスが特に好ましい。本発明によれば、上記特性をすべて一体的に備えた磁気記録媒体基板用ガラスを提供することができる。

[0059] ４．比弾性率・比重

磁気記録媒体を高速回転させたとき、変形しにくい基板を提供する上で、磁気記録媒体基板用ガラスの比弾性率を３０ＭＮｍ／ｋｇ以上にすることが好ましい。その上限は、例えば３５ＭＮｍ／ｋｇ程度であるが特に限定され

るものではない。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量と考えればよい。ガラスの低比重化によって、比弾性率を大きくすることができることに加え、基板を軽量化することができる。基板の軽量化により、磁気記録媒体の軽量化がなされ、磁気記録媒体の回転に要する電力を減少させ、ＨＤＤの消費電力を抑えることができる。磁気記録媒体基板用ガラスの比重の好ましい範囲は３．０未満、より好ましい範囲は２．９以下、さらに好ましい範囲は２．８５以下である。

[0060] ５．耐酸性

磁気記録媒体基板を生産する際には、ガラスをディスク形状に加工し、主表面を極めて平坦かつ平滑に加工する。そして、前記加工工程の後、通常、基板を酸洗浄して表面に付着した汚れである有機物を除去する。ここで基板を構成するガラスが耐酸性に劣るものであると、上記酸洗浄時に面荒れを起こし、平坦性、平滑性が損なわれ磁気記録媒体基板として使用することが困難となる。特に基板表面の高い平坦性、平滑性が求められる高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を有する、高記録密度化された磁気記録媒体基板用のガラスは、優れた耐酸性を有することが望ましい。本発明のガラスは、耐酸性については、４５℃に保たれた１．７質量%の珪弗酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが０．０９μｍ／分以下となる耐酸を実現することができる。また、酸洗浄に続いて、アルカリ洗浄して表面に付着した研磨剤などの異物を除去して一層清浄な状態の基板を得ることができる。アルカリ洗浄時にも面荒れによる基板表面の平坦性、平滑性の低下を防ぐ上から基板を構成するガラスが耐アルカリ性に優れたものであることが好ましい。耐アルカリ性については、５０℃に保たれた１質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが０．０９ｎｍ／分以下となる耐アルカリ性を実現することができる。以下、上記エッチングレートにより評価される耐酸性、耐アルカリ性について説明する。

[0061] ガラスを４５℃に保たれた１．７質量%の珪弗酸水溶液に浸漬するテスト

は、上記酸洗浄時にガラスが晒される環境または類似する環境に相当する。この条件におけるエッチングレートが０．０９μｍ／分より大きいと、平坦、平滑化した基板表面が酸洗浄によって荒れてしまい、基板表面の平坦性、平滑性が損なわれるおそれが生じる。そのため、磁気記録媒体基板用ガラスに上記耐酸性を付与することにより、酸洗浄による平坦性、平滑性の低下が極めて少ない基板を提供することができる。なお、磁気記録媒体基板用ガラスの耐酸性としてより好ましい範囲は、前記エッチングレートが０．０７μｍ／分以下であり、さらに好ましい範囲は０．０６μｍ／分以下であり、より一層好ましい範囲は０．０５μｍ／分以下である。

前記エッチングレートは単位時間当たりに削られるガラス表面の深さで表され、これは、上記珪弗酸水溶液に浸漬したときの試料の重量減少速度を、比重を用いて体積減少速度に換算し、ガラスの表面積で除して単位時間当たりのエッチング量を求めたものである。

[0062] また、ガラスを５０℃に保たれた１質量%の水酸化カリウム水溶液に浸漬するテストは、上記アルカリ洗浄時にガラスが晒される環境または類似する環境に相当する。この条件におけるエッチングレートが０．０９ｎｍ／分以下のガラスであれば、アルカリ洗浄による平坦性、平滑性の低下が極めて少ない基板を提供することができる。なお、磁気記録媒体基板用ガラスの耐アルカリ性としてより好ましい範囲は、前記エッチングレートが０．０８ｎｍ／分以下となる範囲である。前記エッチングレートの測定法としては、前記した耐酸性のエッチングレートの測定法と同様の方法を用いることができる。

[0063] ６．液相温度

ガラスを熔融し、得られた熔融ガラスを成形する際、成形温度が液相温度を下回るとガラスが結晶化し、均質なガラスが生産できない。そのためガラス成形温度は液相温度以上にする必要があるが、成形温度が１３００℃を超えると、例えば熔融ガラスをプレス成形する際に用いるプレス成形型が高温のガラスと反応して、ダメージを受けやすくなる。熔融ガラスを鋳型に鋳込

んで成形する場合も同様に鋳型がダメージを受けやすくなる。また、Ｓｎ酸化物とＣｅ酸化物による清澄効果が、成形温度の上昇に伴う清澄温度の上昇によって低下するおそれが生じる。こうした点に配慮し、液相温度を１３００℃以下にすることが好ましい。液相温度のより好ましい範囲は１２５０℃以下、さらに好ましい範囲は１２００℃以下である。本発明のガラスによれば、上記好ましい範囲の液相温度を実現することができる。下限は特に限定されないが、８００℃以上を目安に考えればよい。

[0064] ７．分光透過率

磁気記録媒体は、ガラス基板上に磁気記録層を含む多層膜を成膜する工程を経て生産される。現在、主流になっている枚葉式の成膜方式で基板上に多層膜を形成する際、例えばまず基板を成膜装置の基板加熱領域に導入しスパッタリングリングなどによる成膜が可能な温度にまで基板を加熱昇温する。基板の温度が十分昇温した後、基板を第１の成膜領域に移送し、基板上に多層膜の最下層に相当する膜を成膜する。次に基板を第２の成膜領域に移送し、最下層の上に成膜を行う。このように基板を後段の成膜領域に順次移送して成膜することにより、多層膜を形成する。上記加熱と成膜は真空ポンプにより排気された低圧下で行うため、基板の加熱は非接触方式を取らざるを得ない。そのため、基板の加熱には輻射による加熱が適している。この成膜は基板が成膜に好適な温度を下回らないうちに行う必要がある。各層の成膜に要する時間が長すぎると加熱した基板の温度が低下し、後段の成膜領域では十分な基板温度を得ることができないという問題が生じる。基板を長時間にわたって成膜可能な温度を保つためには、基板をより高温に加熱することが考えられるが、基板の加熱速度が小さいと加熱時間をより長くしなければならず、加熱領域に基板が滞在する時間も長くしなければならない。そのため各成膜領域における基板の滞在時間も長くなり、後段の成膜領域では十分な基板温度を保てなくなってしまう。さらにスループットを向上することも困難となる。特に高Ｋｕ磁性材料からなる磁気記録層を備えた磁気記録媒体を生産する場合、所定時間内に基板を高温に加熱するために、基板の輻射によ

る加熱効率を一層高めるべきである。

SiO_2、Al_2O_3を含むガラスには、波長２７５０～３７００ｎｍを含む領域に吸収ピークが存在する。また、後述する赤外線吸収剤を添加するか、ガラス成分として導入することにより、さらに短波長の輻射の吸収を高めることができ、波長７００ｎｍ～３７００ｎｍの波長領域に吸収を持たせることができる。ガラス基板を輻射、すなわち、赤外線照射により効率よく加熱するには、上記波長域にスペクトルの極大が存在する赤外線を用いることが望まれる。加熱速度を上げるには、赤外線のスペクトル極大波長と基板の吸収ピーク波長をマッチさせるとともに赤外線パワーを増やすことが考えられる。赤外線源として高温状態のカーボンヒータを例にとると、赤外線のパワーを増加するにはカーボンヒータの入力を増加すればよい。しかし、カーボンヒータからの輻射を黒体輻射と考えると、入力増加によってヒータ温度が上昇するため、赤外線のスペクトルの極大波長が短波長側にシフトし、ガラスの上記吸収波長域から外れてしまう。そのため、基板の加熱速度を上げるためにはヒータの消費電力を過大にしなければならず、ヒータの寿命が短くなってしまうなどの問題が発生する。

このような点に鑑み、上記波長領域（波長７００～３７００ｎｍ）におけるガラスの吸収をより大きくすることにより、赤外線のスペクトル極大波長と基板の吸収ピーク波長を近づけた状態で赤外線の照射を行い、ヒータ入力を過剰にしないことが望ましい。そこで赤外線照射過熱効率を高めるため、磁気記録媒体基板用ガラスとしては、７００～３７００ｎｍの波長域に、厚さ２ｍｍに換算した分光透過率が５０％以下となる領域が存在するか、または、前記波長域にわたり、厚さ２ｍｍに換算した分光透過率が７０％以下となる透過率特性を備えるガラスが好ましい。例えば、鉄、銅、コバルト、イッテルビウム、マンガン、ネオジム、プラセオジム、ニオブ、セリウム、バナジウム、クロム、ニッケル、モリブデン、ホルミウムおよびエルビウムの中から選ばれる少なくとも１種の金属の酸化物は、赤外線吸収剤として作用し得る。また、水分または水分に含まれるＯＨ基は、３μｍ帯に強い吸収を

有するため、水分も赤外線吸収剤として作用し得る。本発明のガラスに上記赤外線吸収剤として作用し得る成分を適量導入することにより、本発明のガラスに上記好ましい吸収特性を付与することができる。上記赤外線吸収剤として作用し得る酸化物の添加量は、酸化物として質量基準で５００ｐｐｍ～５％であることが好ましく、２０００ｐｐｍ～５％であることがより好ましく、２０００ｐｐｍ～２％であることがさらに好ましく、４０００ｐｐｍ～２％の範囲がより一層好ましい。また、水分については、H_2O換算の重量基準で２００ｐｐｍ超含まれることが好ましく、２２０ｐｐｍ以上含まれることがより好ましい。

なお、Yb_2O_3、Nb_2O_5をガラス成分として導入する場合や清澄剤としてＣｅ酸化物を添加する場合は、これら成分による赤外線吸収を基板加熱効率の向上に利用することができる。

[0065] ［磁気記録媒体基板およびその製造方法］

本発明の磁気記録媒体基板は、本発明の磁気記録媒体基板用ガラスからなる。本発明の磁気記録媒体基板用ガラスによれば、高い耐熱性、高剛性、高熱膨張係数という３つの特性を兼ね備えたガラス基板を実現することができる。

[0066] 更に本発明は、ガラス原料を加熱することにより熔融ガラスを調製し、該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本発明の磁気記録媒体基板を作製する磁気記録媒体基板の製造方法に関する。

[0067] プレス成形法では、流出する熔融ガラスを切断し、所要の熔融ガラス塊を得て、これをプレス成形型でプレス成形して薄肉円盤状の基板ブランクを作製する。

ダウンドロー法では、樋状の成形体を用いて熔融ガラスを導き、成形体の両側へと熔融ガラスをオーバーフローさせ、成形体の下方で成形体に沿って流下する２つの熔融ガラス流を合流させてから、下方に引っ張ってシート状に成形する。この方法はフュージョン法とも呼ばれ、成形体表面に接触した

ガラスの面を互いに張り合わせことにより、接触痕のないシートガラスを得ることができる。その後、得られたシート材から薄肉円盤状の基板ブランクがくり抜かれる。

フロート法では、溶融錫などを蓄えたフロートバス上に熔融ガラスを流し出し、引っ張りながらシート状ガラスに成形する。その後、得られたシート材から薄肉円盤状の基板ブランクがくり抜かれる。

このようにして得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。

なお、本発明において「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（中心穴がある場合は中心穴を除く。）に相当する。

[0068] 本発明の磁気記録媒体基板の一態様は、表面の一部または全部にイオン交換層を有する磁気記録媒体基板である。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、前記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。通常のイオン交換は、アルカリ硝酸塩を加熱して熔融塩とし、この熔融塩に基板を浸漬して行う。例えば、硝酸カリウムの熔融塩中に磁気記録媒体基板を浸漬することにより、基板中のＮａイオンと溶融塩中のＫイオンが交換し、基板表面にイオン交換層が形成される。イオン交換により基板表面からのアルカリ溶出量を低減することができる。また、基板中のイオン半径の小さいアルカリ金属イオンに換えてイオン半径の大きいアルカリ金属イオンを導入すると、基板表面に圧縮応力層が形成される。これにより基板を化学強化することができる。

[0069] 上記イオン交換層を有する磁気記録媒体基板を得るために、本発明のガラス中にガラス成分として含まれるアルカリ金属イオンとイオン交換によって

交換するアルカリ金属イオンは、Ｋ、Ｒｂ、Ｃｓの各イオン、または、Ｋイオンおよびイオンの組合わせ、ＫイオンとＣｓイオンの組合わせ、ＲｂイオンとＣｓイオンの組合わせ、ＫイオンとＲｂイオンとＣｓイオンの組合わせであることが好ましい。なお、化学強化する場合は、イオン交換を、基板を構成するガラスの歪点より高温かつガラス転移温度より低温で、アルカリ溶融塩が熱分解しない温度範囲で行うことが好ましい。ガラス成分としてLi_2Oを含むガラスからなる基板をイオン交換する場合は、硝酸ナトリウム溶融塩を用いてもよい。

なお、基板がイオン交換層を有することは、ガラスの断面（イオン交換層を切る面）をバビネ法により観察して確認する方法、ガラス表面からアルカリ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確認することができる。

[0070] 磁気記録媒体基板の耐衝撃性の指標としては、一般に抗折強度が用いられている。抗折強度は、図１に示すようにホルダー上に配置した基板の中心孔に鋼球を載せ、ロードセルによって荷重を加えていき、基板が破壊したときの荷重値として求めることができる。測定は、例えば抗折強度測定試験機（島津オートグラフDDS-2000）を用いて行うことができる。本発明のガラスによれば、例えば１０ｋｇ以上、好ましくは１５ｋｇ以上、さらに好ましくは２０ｋｇ以上の抗折強度を有するガラス基板を提供することができる。

[0071] 本発明の基板は、例えば厚みが１．５ｍｍ以下、好ましくは１．２ｍｍ以下、より好ましくは１ｍｍ以下であり、下限は好ましくは０．３ｍｍである。

[0072] 本発明の磁気記録媒体基板は、好ましくはディスク形状である。更に、主表面が下記（１）～（３）の表面性を有することが好ましい。

（１）原子間力顕微鏡を用いて１μｍ×１μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．２５ｎｍ以下；

（２）５μｍ×５μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．１５ｎｍ以下；

（３）波長１００μｍ～９５０μｍにおける表面うねりの算術平均Ｗａが０．５ｎｍ以下。

基板上に成膜する磁気記録層のグレインサイズは、例えば垂直記録方式では、１０ｎｍ未満となっている。高記録密度化のため、ビットサイズが微細化されても、基板表面の表面粗さが大きいと、磁気特性の向上は見込めない。これに対し上記（１）、（２）の２種の表面粗さの算術平均Ｒａを上記範囲の基板であれば、高記録密度化のためにビットサイズが微細化されても磁気特性の改善が可能である。また、上記（３）の表面うねりの算術平均Ｗａを上記範囲にすることにより、ＨＤＤにおける磁気ヘッドの浮上安定性を向上させることができる。上記（１）～（３）の表面性を兼ね備えた基板を実現する上で、前述の本発明のガラスの耐酸性、耐アルカリ性は有効である。

[0073] ［磁気記録媒体］

本発明の磁気記録媒体は、本発明の基板上に磁気記録層を有する磁気記録媒体である。

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

磁気記録媒体は、例えば基板の主表面上に、前記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。

例えば基板を真空引きを行った成膜装置内に導入し、ＤＣマグネトロンスパッタリング法にてＡｒ雰囲気中で、基板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ＣｒＲｕを用いることができる。上記成膜後、例えばＣＶＤ法によりC_2H_4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ＰＦ

ＰＥ（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。

[0074] 先に説明したように、磁気記録媒体のより一層の高密度記録化のためには、高Ｋｕ磁性材料から磁気記録層を形成することが好ましい。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、本発明の磁気記録媒体は、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。例えばＣｏ－Ｃｒ系等の従来汎用されていた磁性材料の成膜温度が２５０～３００℃程度であるのに対し、Ｆｅ－Ｐｔ系磁性材料、Ｃｏ－Ｐｔ系磁性材料の成膜温度は通常５００℃超の高温である。更にこれら磁性材料は、通常、成膜後に結晶配向性を揃えるため、成膜温度を超える温度で高温の熱処理（アニール）が施される。したがって、Ｆｅ－Ｐｔ系磁性材料またはＣｏ－Ｐｔ系磁性材料を用いて磁気記録層を形成する際には基板が上記高温に晒されることとなる。ここで基板を構成するガラスが耐熱性に乏しいものであると、高温下で変形し平坦性が損なわれる。これに対し本発明の磁気記録媒体に含まれる基板は、本発明のガラスからなり優れた耐熱性を示し得るものであるため、Ｆｅ－Ｐｔ系磁性材料またはＣｏ－Ｐｔ系磁性材料を用いて磁気記録層を形成した後も、高い平坦性を維持することができる。上記磁気記録層は、例えば、Ａｒ雰囲気中、Ｆｅ－Ｐｔ系磁性材料またはＣｏ－Ｐｔ系磁性材料をＤＣマグネトロンスパッタリング法にて成膜し、次いで加熱炉内でより高温での熱処理を施すことにより形成することができる。

[0075] ところで、Ｋｕ（結晶磁気異方性エネルギー定数）は保磁力Ｈｃに比例する。保磁力Ｈｃとは、磁化の反転する磁界の強さを表す。先に説明したように、高Ｋｕ磁性材料は熱揺らぎに対して耐性を有するため、磁性粒子を微粒子化しても熱揺らぎによる磁化領域の劣化が起こりにくく高密度記録化に好適な材料として知られている。しかし上記の通りＫｕとＨｃは比例関係にあるため、Ｋｕを高めるほどＨｃも高まり、即ち磁気ヘッドによる磁化の反転

が起こりにくくなり情報の書き込みが困難となる。そこで、記録ヘッドによる情報の書き込み時にヘッドからデータ書き込み領域に瞬間的にエネルギーを加え、保磁力を低下させることで高Ｋｕ磁性材料の磁化反転をアシストする記録方式が近年注目を集めている。このような記録方式は、エネルギーアシスト記録方式と呼ばれ、中でもレーザー光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。前述のように、本発明によれば高Ｋｕ磁性材料による磁気記録層の形成が可能となるため、高Ｋｕ磁性材料とエネルギーアシスト記録の組み合わせにより、例えば面記録密度が１テラバイト／ｉｎｃｈ^{2}を超える高密度記録を実現することができる。なお、熱アシスト記録方式については、例えばIEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 44, No. 1, JANUARY 2008 119に、マイクロ波アシスト記録方式については、例えばIEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 44, No. 1, JANUARY 2008 125に、それぞれ詳細に記載されており、本発明においてもこれら文献記載の方法により、エネルギーアシスト記録を行うことができる。

[0076] 本発明の磁気記録媒体基板（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、高記録密度化が可能であるため媒体および基板を小型化することができる。例えば、公称直径２．５インチは勿論、更に小径（例えば1インチ）の磁気ディスク基板または磁気ディスクとして好適である。

実施例

[0077] 以下に、本発明を実施例により更に詳細に説明する。但し、本発明は実施例に示す態様に限定されるものではない。

[0078] （１）熔融ガラスの作製

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、水酸化物などの原料を秤量し、混合して調合原料とした。この原料を熔融容器に投入して１４００～１６００℃の範囲で６時間、加熱、熔融し、清澄、攪拌して泡、未熔解物を含まない均質な熔融ガラスを作製した。得られたガラス

中には泡や未熔解物、結晶の析出、熔融容器を構成する耐火物や白金の混入物は認められなかった。

[0079] （２）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。

（方法Ａ）

清澄、均質化した上記熔融ガラスをパイプから一定流量で流出するとともにプレス成形用の下型で受け、下型上に所定量の熔融ガラス塊が得られるよう流出した熔融ガラスを切断刃で切断した。そして熔融ガラス塊を載せた下型をパイプ下方から直ちに搬出し、下型と対向する上型および胴型を用いて、直径６６ｍｍ、厚さ２ｍｍの薄肉円盤状にプレス成形した。プレス成形品を変形しない温度にまで冷却した後、型から取り出してアニールし、基板ブランクを得た。なお、上記成形では複数の下型を用いて流出する熔融ガラスを次々に円盤形状の基板ブランクに成形した。

（方法Ｂ）

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

なお、本実施例では上記方法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。

（方法Ｃ）

上記熔融ガラスをフロートバス上に流し出し、シート状のガラスに成形（フロート法による成形）し、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）

上記熔融ガラスをオーバーフローダウンドロー法（フュージョン法）によりシート状のガラスに成形、アニールし、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。

[0080] （３）基板の作製

上記各方法で得られた基板ブランクの中心に貫通孔をあけて、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０．７ｍｍの磁気ディスク用基板に仕上げた。得られた基板は、１．７質量%の珪弗酸（H_2SiF）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。

下記（４）では、上記の方法で作製したディスク状の基板をそのまま磁気ディスクの作製に使用した。これとは別に、上記と同様の方法で作製したディスク状の基板を硝酸カリウムの溶融塩に浸漬し、イオン交換によって表面にイオン交換層を有する基板を得た。このようにイオン交換処理を施すことは、抗折強度を高めるために有効である。イオン交換処理を施した複数枚の基板から、サンプリングした基板の断面（イオン交換層を切る面）をバビネ法により観察し、イオン交換層が形成されていることを確認した。イオン交換処理後の各基板の抗折強度を前述の方法で測定したところ、２０ｋｇ以上の値を示した。このようにイオン交換処理を施したディスク状基板を用いて磁気ディスクを作製することもできる。

以上の例では、カリウム化合物の溶融塩に基板を浸漬してイオン交換層を有する基板を作製したが、カリウム化合物の熔融塩に代えて、

(A) カリウム化合物とルビジウム化合物の混合溶融塩、

(B) カリウム化合物とセシウム化合物の混合溶融塩、

(C) ルビジウム化合物とセシウム化合物の混合溶融塩、

(D) カリウム化合物、ルビジウム化合物およびセシウム化合物の混合熔融塩、

(E) ルビジウム化合物の溶融塩、

(F) セシウム化合物の溶融塩、

のいずれかに基板を浸漬してイオン交換処理を行いイオン交換層を形成することもできる。上記熔融塩としては、例えば硝酸塩を用いることができる。また、イオン交換層は基板表面の全域に形成してもよいし、外周面のみに形成してもよいし、外周面と内周面のみに形成してもよい。

[0081] （４）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、磁性層、保護層、潤滑層をこの順に形成し、磁気ディスクを得た。

[0082] 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、下地層および磁性層を順次成膜した。

[0083] 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。続いて枚葉・静止対向型成膜装置を用いて、Ａｒ雰囲気中で、ＤＣマグネトロンスパッタリング法にて下地層としてアモルファスＣｒＲｕからなる１０ｎｍ厚の層を形成した。また、磁性層は、厚さ２００ｎｍのアモルファスＦｅＰｔまたはＣｏＰｔ層となるように、ＦｅＰｔまたはＣｏＰｔターゲットを用いて成膜温度４００℃にて成膜した。

[0084] 磁性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、６５０～７００℃の温度でアニールした。

[0085] 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。

[0086] １．ガラスの評価

（１）ガラス転移温度Ｔｇ、熱膨張係数

各ガラスのガラス転移温度Ｔｇ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）を用いて測定した。

（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。

（３）比重

各ガラスの比重をアルキメデス法にて測定した。

（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。

（５）耐酸性

実施例１～１１、１３～２０、比較例１、２の各ガラスから上記と同様の方法で基板を作製した。作製された基板の一部に、エッチングされない部分を作るためにマスク処理を施し、その状態のガラス基板を４５℃に維持した１．７質量%ケイフッ酸水溶液に所定時間浸漬した。その後、ガラス基板を上記各水溶液から引き上げ、マスク処理を施した部分と施していない部分との差分（エッチングの差）を求め、浸漬時間で割ることにより、単位時間あたりのエッチング量（エッチングレート）を求めた。

（６）液相温度

白金ルツボにガラス試料を入れ、所定温度にて２時間保持し、炉から取り出し冷却後、結晶析出の有無を顕微鏡により観察し、結晶の認められない最低温度を液相温度(L.T.)とした。

以上の結果を表１に示す。

[0087] ２．基板の評価（表面粗さ、表面うねり）

実施例の各基板の主表面（磁気記録層等を積層する面）の５μｍ×５μｍの矩形領域を原子間力顕微鏡（ＡＦＭ）により観察し、１μｍ×１μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａ、５μｍ×５μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａ、波長１００μｍ～９５０μｍにおける表面うねりの算術平均Ｗａを測定した。

いずれの実施例のガラス基板についても、１μｍ×１μｍの範囲で測定さ

れる表面粗さの算術平均Ｒａが０．１５～０．２５ｎｍの範囲、５μｍ×５μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．１２～０．１５ｎｍの範囲、波長１００μｍ～９５０μｍにおける表面うねりの算術平均Ｗａが０．４～０．５ｎｍであり、磁気記録媒体に用いられる基板として問題のない範囲であった。

[0088]

[表1]

		実施例1		実施例2		実施例3		実施例4		実施例5	
		モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%
組成	SiO_2	66.2	62.4	62.0	59.8	65.4	61.2	60.2	59.4	64.8	60.8
	Al_2O_3	0.5	0.8	0.4	0.7	0.4	0.6	0.4	0.7	0.4	0.7
	B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Na_2O	3.3	3.2	3.2	3.2	3.3	3.2	3.2	3.3	1.1	1.1
	K_2O	6.2	9.2	4.4	6.6	6.2	9.1	3.3	5.1	7.8	11.4
	Cs_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	6.5	4.1	9.6	6.2	6.5	4.1	11.7	7.8	7.5	4.8
	CaO	12.5	11.0	15.6	14.0	12.5	10.9	17.5	16.2	13.6	11.9
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO_2	4.8	9.3	4.8	9.5	5.7	10.9	3.7	7.5	4.8	9.3
	TiO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yb_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	$SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3$	66.7	63.2	62.4	60.5	65.8	61.8	60.6	60.1	65.2	61.5
	$Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O$	9.5	12.4	7.6	9.8	9.5	12.3	6.5	8.4	8.9	12.5
	Na_2O+K_2O	9.5	12.4	7.6	9.8	9.5	12.3	6.5	8.4	8.9	12.5
	$(Na_2O+K_2O)/(Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O)$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	19.0	15.1	25.2	20.2	19.0	15.0	29.2	24.0	21.1	16.7
	MgO+CaO	19.0	15.1	25.2	20.2	19.0	15.0	29.2	24.0	21.1	16.7
	SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	$Al_2O_3/(MgO+CaO)$	0.026	0.065	0.016	0.071	0.021	0.049	0.014	0.083	0.019	0.056
	Al_2O_3/CaO	0.040	0.073	0.026	0.050	0.032	0.055	0.023	0.043	0.029	0.059
	A_mO_n	4.8	9.3	4.8	9.5	5.7	10.9	3.7	7.5	4.8	9.3
	ZrO_2/A_mO_n	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
特性	比重	2.7		2.8		2.7		2.8		2.7	
	ガラス転移温度Tg[℃]	687		692		698		690		710	
	平均線膨張係数[$\times 10^{-7}$/℃]	79		80		79		80		75	
	ヤング率[GPa]	82		88		85		90		84	
	比弾性率[MNm/kg]	30.4		31		31		32		31	
	液相温度LT[℃]	1180		1220		1200		1300未満		1250	
	エッチングレート[μm/分]	0.03		0.03		0.03		0.03		0.03	

(注)A_mO_nは、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を意味する。

		実施例6		実施例7		実施例8		実施例9		実施例10	
		モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%
組成	SiO_2	63.6	59.5	57.6	55.9	65.5	61.8	65.9	62.0	64.1	60.0
	Al_2O_3	0.4	0.7	2.1	3.5	0.4	0.6	0.9	1.4	0.4	0.7
	B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Na_2O	4.3	4.1	3.2	3.2	4.4	4.3	3.3	3.2	3.3	3.2
	K_2O	1.1	1.6	2.8	4.3	6.1	9.0	6.1	9.0	6.2	9.0
	Cs_2O	1.1	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	5.2	3.3	11.8	7.7	6.4	4.1	6.5	4.1	6.5	4.1
	CaO	19.6	17.1	17.7	16.0	12.4	10.9	12.5	11.0	12.5	11.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO_2	4.7	9.0	4.8	9.5	4.8	9.3	4.8	9.3	4.8	9.3
	TiO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	2.7
	La_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yb_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.1	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	$SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3$	64.0	60.2	59.7	59.4	65.9	62.4	66.8	63.4	64.5	60.7
	$Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O$	6.5	10.4	6.0	7.5	10.5	13.3	9.4	12.2	9.5	12.2
	Na_2O+K_2O	5.4	5.7	6.0	7.5	10.5	13.3	9.4	12.2	9.5	12.2
	$(Na_2O+K_2O)/(Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O)$	0.8	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	24.8	20.4	29.5	23.7	18.8	15.0	19.0	15.1	19.0	15.1
	MgO+CaO	24.8	20.4	29.5	23.7	18.8	15.0	19.0	15.1	19.0	15.1
	SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	$(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	$Al_2O_3/(MgO+CaO)$	0.016	0.123	0.071	0.467	0.021	0.048	0.047	0.115	0.021	0.057
	Al_2O_3/CaO	0.020	0.041	0.119	0.219	0.032	0.059	0.072	0.127	0.032	0.064
	A_mO_n	4.7	9.0	4.8	9.5	4.8	9.3	4.8	9.3	7.0	12.0
	ZrO_2/A_mO_n	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.7	0.8
特性	比重	2.8		2.8		2.7		2.7		2.7	
	ガラス転移温度Tg[℃]	701		701		670		689		686	
	平均線膨張係数[$\times 10^{-7}$/℃]	75		79		83		78		74.6	
	ヤング率[GPa]	90		93		83		84		85	
	比弾性率[MNm/kg]	32		33		31		31		31	
	液相温度LT[℃]	1290未満		1300超		1220		1220		1180	
	エッチングレート[μm/分]	0.03		0.07		0.03		0.03		0.03	

(注)A_mO_nは、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を意味する。

		実施例11		実施例12		実施例13		実施例14		実施例15	
		モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%
組成	SiO_2	67.7	59.4	67.7	58.8	59.7	58.7	64.8	60.6	57.9	52.8
	Al_2O_3	0.5	0.7	0.5	0.7	0.0	0.0	0.4	0.7	0.4	0.7
	B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Na_2O	3.4	3.1	3.4	3.0	3.2	3.2	0.0	0.0	3.1	3.0
	K_2O	6.3	8.7	6.3	8.5	3.3	5.1	8.9	13.0	3.3	4.7
	Cs_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	2.1	1.3	2.1	1.2	11.6	7.6	7.5	4.7	8.3	5.1
	CaO	12.8	10.5	12.8	10.4	17.5	16.0	13.6	11.8	16.1	13.7
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO_2	4.9	8.9	4.9	8.8	4.7	9.4	4.8	9.2	6.7	12.6
	TiO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	2.5
	La_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Y_2O_3	2.3	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yb_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb_2O_5	0.0	0.0	2.3	8.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	$SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3$	68.2	60.1	68.2	59.5	59.7	58.7	65.2	61.3	58.3	53.5
	$Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O$	9.7	11.8	9.7	11.5	6.5	8.3	8.9	13.0	6.4	7.7
	Na_2O+K_2O	9.7	11.8	9.7	11.5	6.5	8.3	8.9	13.0	6.4	7.7
	$(Na_2O+K_2O)/(Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O)$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	14.9	11.8	14.9	11.6	29.1	23.6	21.1	16.5	26.5	23.7
	MgO+CaO	14.9	11.8	14.9	11.6	29.1	23.6	21.1	16.5	24.4	18.8
	SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	4.9
	(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.92	0.79
	$Al_2O_3/(MgO+CaO)$	0.034	0.059	0.034	0.061	0.000	0.000	0.019	0.054	0.016	0.091
	Al_2O_3/CaO	0.039	0.067	0.039	0.067	0.000	0.000	0.029	0.059	0.025	0.051
	A_mO_n	7.2	16.3	7.2	17.4	4.7	9.4	4.8	9.2	8.8	15.1
	ZrO_2/A_mO_n	0.7	0.5	0.7	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.8	0.8
特性	比重	2.8		2.8		2.8		2.7		2.95	
	ガラス転移温度Tg[℃]	716		710		696		727		708	
	平均線膨張係数[$\times 10^{-7}$/℃]	77.1		75.7		76.6		77.2		75.5	
	ヤング率[GPa]	86		85		88		80		94	
	比弾性率[MNm/kg]	31		30		31.6		30		32	
	液相温度LT[℃]	1200未満		1200未満		1300未満		1300未満		1300超	
	エッチングレート[μm/分]	0.03		–		0.04		0.03		0.06	

(注)A_mO_nは、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を意味する。

		実施例16		実施例17		実施例18		実施例19		実施例20	
		モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%	モル%	質量%
組成	SiO_2	71.3	67.0	65.3	61.4	59.2	56.6	66.3	63.2	67.8	62.4
	Al_2O_3	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4	0.7	0.4	0.7	2.7	4.2
	B_2O_3	0.0	0.0	0.8	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.3	0.0	0.0
	Na_2O	3.3	3.2	3.3	3.2	3.2	3.2	4.4	4.3	4.5	4.3
	K_2O	6.2	9.1	6.2	9.2	3.3	5.0	4.5	6.7	5.2	7.5
	Cs_2O	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	6.5	4.1	6.5	4.1	9.5	6.1	6.5	4.2	2.1	1.3
	CaO	7.5	6.6	12.6	11.1	15.4	13.7	12.5	11.1	12.8	11.0
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO_2	4.8	9.3	4.9	9.4	4.7	9.2	4.8	9.5	4.9	9.3
	TiO_2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	La_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yb_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
	$SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3$	71.7	67.7	66.5	63.0	59.6	57.3	66.7	63.9	70.5	66.6
	$Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O$	9.5	12.3	9.5	12.4	6.5	8.2	9.5	11.3	9.7	11.8
	Na_2O+K_2O	9.5	12.3	9.5	12.4	6.5	8.2	8.9	11.0	9.7	11.8
	$(Na_2O+K_2O)/(Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O)$	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	1.0	1.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	14.0	10.7	19.1	15.2	24.9	19.8	19.0	15.3	14.9	12.3
	MgO+CaO	14.0	10.7	19.1	15.2	24.9	19.8	19.0	15.3	14.9	12.3
	SrO+BaO	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
	$Al_2O_3/(MgO+CaO)$	0.029	0.057	0.021	0.056	0.016	0.085	0.021	0.064	0.181	0.356
	Al_2O_3/CaO	0.053	0.106	0.032	0.063	0.026	0.051	0.032	0.063	0.211	0.382
	A_mO_n	4.8	9.3	4.9	9.4	4.7	9.2	4.8	9.5	4.9	9.3
	ZrO_2/A_mO_n	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
特性	比重	2.6		2.7		2.9		2.7		2.7	
	ガラス転移温度Tg[℃]	692		675		678		662		700	
	平均線膨張係数[$\times 10^{-7}$/℃]	73.3		77.8		74.7		80		78.3	
	ヤング率[GPa]	80		83		91		86		83	
	比弾性率[MNm/kg]	30		31		32		32		31	
	液相温度LT[℃]	1300未満		1180		1300未満		1130		1200未満	
	エッチングレート[μm/分]	0.03		0.03		0.03		0.03		0.03	

(注)A_mO_nは、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を意味する。

		比較例1		比較例2	
		モル%	質量%	モル%	質量%
組成	SiO_2	60.3	49.3	64.6	56.7
	Al_2O_3	5	6.9	8.4	12.5
	B_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Li_2O	0.0	0.0	0.0	0.0
	Na_2O	0.0	0.0	14.8	13.4
	K_2O	8.0	10.3	2.7	3.7
	Cs_2O	0.0	0.0	0.0	0.0
	MgO	1.0	0.6	2.0	1.2
	CaO	15.0	11.5	2.0	1.6
	SrO	0.0	0.0	0.0	0.0
	BaO	8.0	16.8	2.5	5.6
	ZnO	0.0	0.0	0.0	0.0
	ZrO_2	2.7	4.6	3.0	5.3
	TiO_2	0.0	0.0	0.0	0.0
	La_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Y_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Yb_2O_3	0.0	0.0	0.0	0.0
	Ta_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0
	Nb_2O_5	0.0	0.0	0.0	0.0
	HfO2	0.0	0.0	0.0	0.0
	合計	100.0	100.0	100.0	100.0
	$SiO_2+Al_2O_3+B_2O_3$	65.3	56.2	73.0	69.2
	$Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O$	8.0	10.3	17.5	17.1
	Na_2O+K_2O	8.0	10.3	17.5	17.1
	$(Na_2O+K_2O)/(Li_2O+Na_2O+K_2O+Cs_2O)$	1.0	1.0	1.0	1.0
	MgO+CaO+SrO+BaO	24.0	28.9	6.5	8.4
	MgO+CaO	16.0	12.1	4.0	2.8
	SrO+BaO	8.0	16.8	2.5	5.6
	(MgO+CaO)/(MgO+CaO+SrO+BaO)	0.67	0.42	0.62	0.33
	$Al_2O_3/(MgO+CaO)$	0.313	0.670	2.100	0.731
	Al_2O_3/CaO	0.333	0.600	4.200	7.813
	A_mO_n	2.7	4.6	3.0	5.3
	ZrO_2/A_mO_n	1.0	1.0	1.0	1.0
特性	比重	3.0		2.7	
	ガラス転移温度Tg[℃]	729		607	
	平均線膨張係数[$\times 10^{-7}$/℃]	83.2		97.4	
	ヤング率[GPa]	79		77	
	比弾性率[MNm/kg]	27		29	
	液相温度LT[℃]	1250		1000	
	エッチングレート[μm/分]	1.17		0.25	

(注)A_mO_nは、ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2の合計含有量を意味する。

[0089] 表１に示すように、実施例のガラスは、高い耐熱性（高いガラス転移温度）、高剛性（高いヤング率）、高熱膨張係数という、磁気記録媒体基板に求められる３つの特性を兼ね備えたものであった。更に表１の結果から、実施例のガラスは、高速回転に耐え得る高い比弾性率を有し、かつ低比重であり基板の軽量化も可能であること、磁気記録媒体に求められる高い耐酸性を有

することも確認できる。

これに対し、比較例１、２のガラスは、ヤング率、比弾性率とも低く、磁気記録媒体基板に求められる特性を備えていないものであった。これは主に、モル比[（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）]が０．８５に満たないことと、モル比[Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ）]が０．３０を超えることによるものである。

以上の結果から、本発明によれば、磁気記録媒体基板に求められる特性を兼ね備えたガラスが得られることが確認された。

[0090] ３．磁気ディスクの評価

（１）平坦性

一般に、平坦度が５μｍ以下であれば信頼性の高い記録再生を行うことができる。上記方法で実施例の基板を用いて形成した各磁気ディスク表面の平坦度（ディスク表面の最も高い部分と、最も低い部分との上下方向（表面に垂直な方向）の距離（高低差））を、平坦度測定装置で測定したところ、いずれの磁気ディスクも平坦度は５μｍ以下であった。この結果から、実施例のガラス基板は、ＦｅＰｔ層またはＣｏＰｔ層形成時の高温処理においても大きな変形を起こさなかったことが確認できる。

（２）ロードアンロード試験

上記方法で実施例の基板を用いて形成した各磁気ディスクを、回転数５４００ｒｐｍの高速で回転する２．５インチ型ハードディスクドライブに搭載し、ロードアンロード（Load Unload、以下、ＬＵＬ）試験を行った。上記ハードディスクドライブにおいて、スピンドルモーターのスピンドルはステンレス製であった。いずれの磁気ディスクもＬＵＬの耐久回数は６０万回を超えた。また、ＬＵＬ試験中にスピンドル材料との熱膨張係数の違いによる変形や高速回転によるたわみが生じると試験中にクラッシュ障害やサーマルアスペリティ障害が生じるが、いずれの磁気ディスクも試験中にこれら障害は発生しなかった。

以上の結果から、本発明によれば信頼性の高い記録再生が可能であること

が確認できる。

[0091] 上記方法で実施例の基板を用いて作製した磁気ディスクをレーザー光の照射により磁化反転をアシストする記録方式（熱アシスト記録方式）のハードディスクドライブに搭載し、熱アシスト記録方式の情報記録装置を作製した。これとは別に、作製した磁気ディスクをマイクロ波によりアシストする記録方式（マイクロ波アシスト記録方式）のハードディスクドライブに搭載し、マイクロ波アシスト記録方式の情報記録装置を作製した。このように高Ｋｕ磁性材料とエネルギーアシスト記録の組み合わせた情報記録装置によれば、先に説明したように高密度記録を実現することができる。

産業上の利用可能性

[0092] 本発明によれば、高密度記録化に最適な磁気記録媒体を提供することができる。

請求の範囲

[請求項1] モル%表示にて、

SiO_2を５０～７５%、

Al_2O_3を０～５%、

Li_2Oを０～３%、

ＺｎＯを０～５%、

Na_2OおよびK_2Oを合計で３～１５%、

ＭｇＯ、ＣａＯ、ＳｒＯおよびＢａＯを合計で１４～３５%、

ZrO_2、TiO_2、La_2O_3、Y_2O_3、Yb_2O_3、Ta_2O_5、Nb_2O_5およびHfO_2を合計で２～９%、

含み、

モル比[（ＭｇＯ＋ＣａＯ）／（ＭｇＯ＋ＣａＯ＋ＳｒＯ＋ＢａＯ）]が０．８５～１の範囲であり、かつモル比[Al_2O_3／（ＭｇＯ＋ＣａＯ）]が０～０．３０の範囲である磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項2] １００～３００℃における平均線膨張係数が７０×10^{-7}／℃以上、ガラス転移温度が６３０℃以上、かつヤング率が８０ＧＰａ以上である請求項１に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項3] 比弾性率が３０ＭＮｍ／ｋｇ以上である請求項１または２に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項4] 比重が３．０未満である請求項１～３のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項5] ４５℃に保たれた１．７質量%の珪弗酸水溶液に浸漬した場合のエッチングレートが０．０９μｍ／分以下となる耐酸性を備える請求項１～４のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項6] 液相温度が１３００℃以下である請求項１～５のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項7] モル%表示にて、

SiO_2を５０～７５%、

B_2O_3を０～３％、

Al_2O_3を０～５％、

Li_2Oを０～３％、

Na_2Oを０～５％、

K_2Oを１～１０％、

ＭｇＯを１～２３％、

ＣａＯを６～２１％、

ＢａＯを０～５％、

ＺｎＯを０～５％、

TiO_2を０～５％、

ZrO_2を２～９％、

含む請求項１～６のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項8] SiO_2の含有量が５７～６８モル%の範囲である請求項１～７のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項9] Al_2O_3の含有量が０．１～４モル%の範囲である請求項１～８のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項10] Li_2Oを実質的に含まない請求項１～９のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板用ガラス。

[請求項11] ＺｎＯの含有量が０～２モル%の範囲である請求項１～１０のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板ガラス。

[請求項12] 請求項１～１１のいずれか１項に記載のガラスからなる磁気記録媒体基板。

[請求項13] 表面の一部または全部にイオン交換層を有する請求項１２に記載の磁気記録媒体基板。

[請求項14] 前記イオン交換層が、Ｋ、ＲｂおよびＣｓからなる群から選ばれる少なくとも１種のアルカリ金属イオンとのイオン交換により形成されたものである請求項１３に記載の磁気記録媒体基板。

[請求項15] ディスク形状であって、かつ主表面が下記（１）～（３）の表面性を有する請求項１２～１４のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板。

（１）原子間力顕微鏡を用いて１μｍ×１μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．２５ｎｍ以下；

（２）５μｍ×５μｍの範囲で測定される表面粗さの算術平均Ｒａが０．１５ｎｍ以下；

（３）波長１００μｍ～９５０μｍにおける表面うねりの算術平均Ｗａが０．５ｎｍ以下。

[請求項16] ガラス原料を加熱することにより熔融ガラスを調製し、該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請求項１２～１５のいずれか１項に記載の磁気記録媒体基板を作製する磁気記録媒体基板の製造方法。

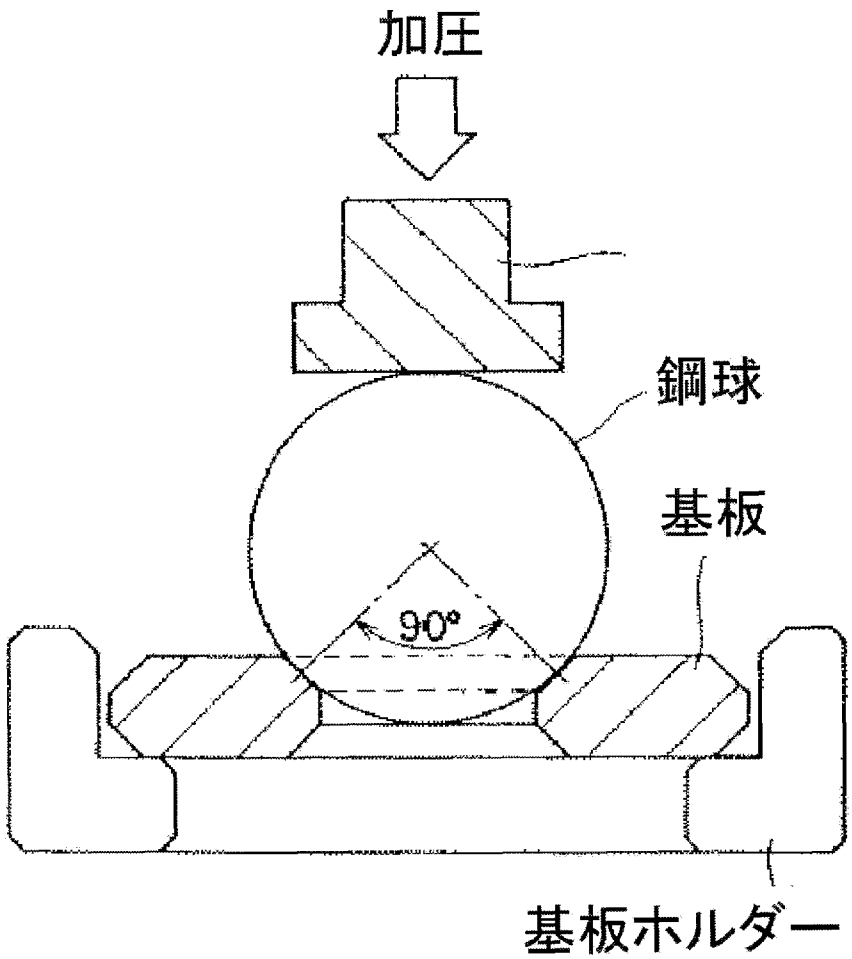
[請求項17] 請求項１２～１５のいずれか１項に記載の基板上に磁気記録層を有する磁気記録媒体。

[請求項18] 前記磁気記録層は、ＦｅおよびＰｔを含むか、またはＣｏおよびＰｔを含む請求項１７に記載の磁気記録媒体。

[請求項19] エネルギーアシスト記録方式に使用される請求項１７または１８に記載の磁気記録媒体。

WO 2011/019010 PCT/JP2010/063451

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/063451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C03C3/087(2006.01)i, *C03C3/078*(2006.01)i, *C03C3/085*(2006.01)i, *C03C3/093*(2006.01)i, *C03C3/095*(2006.01)i, *C03C3/097*(2006.01)i, *G11B5/02*(2006.01)i, *G11B5/64*(2006.01)i, *G11B5/73*(2006.01)i, *G11B5/84*(2006.01)i
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
C03C1/00-14/00, G11B5/02, G11B5/64, G11B5/73, G11B5/84

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
INTERGLAD

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-294441 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 23 October 2001 (23.10.2001),	1-12,15-17, 19
Y	claims 1, 3, 5; paragraphs [0001], [0003],	18
A	[0032]; tables 1 to 3 (Family: none)	13,14
X	JP 2005-314159 A (Hoya Corp.),	1-9,11-19
Y	10 November 2005 (10.11.2005),	18
A	claims; paragraphs [0002], [0033] to [0036], [0039]; tables 1 to 3 & US 2005/0244656 A1 & CN 1767006 A	10
X	WO 2008/062847 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 May 2008 (29.05.2008),	1-6,8-12,16, 17,19
A	paragraphs [0006], [0010]; table 2, example 15 & CN 101541696 A	7,13-15,18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
01 November, 2010 (01.11.10)	16 November, 2010 (16.11.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/063451

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 10-152338 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 09 June 1998 (09.06.1998), claims 1 to 6; tables 1 to 4 & US 5858897 A & EP 795522 A1 & DE 69700417 C & DE 69700417 T	1-11 12-19
X A	JP 2005-343729 A (Central Glass Co., Ltd.), 15 December 2005 (15.12.2005), claims; table 1 & WO 2005/118499 A1 & KR 2007-0009991 A & CN 1964926 A & TW 279396 B	1-11 12-19
X A	JP 2006-206336 A (Central Glass Co., Ltd.), 10 August 2006 (10.08.2006), claims 1, 5; table 1 & WO 2006/080292 A1	1-11 12-19
A	JP 2000-357318 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 26 December 2000 (26.12.2000), claims; tables 1 to 4 & US 6387510 B1	1-19
A	JP 2001-172043 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 26 June 2001 (26.06.2001), claims 1, 3; table 1 (Family: none)	1-19
A	JP 2002-29774 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 January 2002 (29.01.2002), claims; tables 1 to 3 (Family: none)	1-19
A	WO 2003/102928 A1 (Hoya Corp.), 11 December 2003 (11.12.2003), claims; tables 1 to 3, 7 to 9 & WO 2003/102928 A1 & CN 1653523 A	1-19

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０６３４５１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03C3/087(2006.01)i, C03C3/078(2006.01)i, C03C3/085(2006.01)i, C03C3/093(2006.01)i, C03C3/095(2006.01)i, C03C3/097(2006.01)i, G11B5/02(2006.01)i, G11B5/64(2006.01)i, G11B5/73(2006.01)i, G11B5/84(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03C1/00-14/00, G11B5/02, G11B5/64, G11B5/73, G11B5/84

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

INTERGLAD

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2001-294441 A (旭硝子株式会社) 2001.10.23, 請求項 1, 3, 5, 段落【0001】, 【0003】, 【0032】, 表 1-3 (ファミリーなし)	1-12, 15-17, 19
Y		18
A		13, 14

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０１．１１．２０１０	国際調査報告の発送日 １６．１１．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｔ　３９４８ 相田　悟 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2005-314159 A（ＨＯＹＡ株式会社）2005.11.10，特許請求の範囲，段落【0002】，【0033】-【0036】，【0039】，表 1-3	1-9，11-19
Y	& US 2005/0244656 A1 & CN 1767006 A	18
A		10
X	WO 2008/062847 A1（旭硝子株式会社）2008.05.29，段落［0006］，［0010］，表２の例 15 & CN 101541696 A	1-6，8-12，16，17，19
A		7，13-15，18
X	JP 10-152338 A（旭硝子株式会社）1998.06.09，請求項 1-6，表 1-4 & US 5858897 A & EP 795522 A1 & DE 69700417 C & DE 69700417 T	1-11
A		12-19
X	JP 2005-343729 A（セントラル硝子株式会社）2005.12.15，特許請求の範囲，表 1	1-11
A	& WO 2005/118499 A1 & KR 2007-0009991 A & CN 1964926 A & TW 279396 B	12-19
X	JP 2006-206336 A（セントラル硝子株式会社）2006.08.10，請求項 1，5，表 1	1-11
A	& WO 2006/080292 A1	12-19
A	JP 2000-357318 A（旭硝子株式会社）2000.12.26，特許請求の範囲，表 1-4 & US 6387510 B1	1-19
A	JP 2001-172043 A（旭硝子株式会社）2001.06.26，請求項 1，3，表 1（ファミリーなし）	1-19
A	JP 2002-29774 A（旭硝子株式会社）2002.01.29，特許請求の範囲，表 1-3（ファミリーなし）	1-19

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	WO 2003/102928 A1（ＨＯＹＡ株式会社）2003.12.11，請求の範囲，表 1-3，7-9 & WO 2003/102928 A1 & CN 1653523 A	1-19