

明 細 書

発明の名称：

磁気記録媒体用ガラス基板、磁気記録媒体用ガラスディスク、磁気記録媒体及びガラスディスクの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体用ガラス基板、磁気記録媒体用ガラスディスク、磁気記録媒体及びガラスディスクの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 磁気記録装置は、磁気記録媒体用ディスク上に磁性層を成膜した磁気記録媒体を備えており、該磁性層を用いて情報を記録することができる。従来まで、磁気記録装置に用いられる磁気記録媒体用ディスクとしてアルミニウム合金ディスクが使用されてきたが、現在では、高記録密度化の要求に伴い、アルミニウム合金ディスクに比べて、硬度、平坦性や平滑性に優れるガラスディスクも使用されている。

[0003] 近年では、更なる高記録密度化のニーズに応えるため、エネルギーアシスト磁気記録方式（HAMR）を用いた磁気記録媒体、すなわちエネルギーアシスト磁気記録媒体が検討されている。エネルギーアシスト磁気記録媒体にも、ガラスディスクが使用されると共に、ガラスディスクの表面上に磁性層等が成膜される。

[0004] エネルギーアシスト磁気記録媒体では、磁性層の磁性材料として大きな磁気異方性係数 K_u （以下、「高 K_u 」と称する）を有する規則合金が用いられる。磁性層の規則化の程度（規則度）を高めて高 K_u 化を図るため、磁性層の成膜時、或いは成膜前後に、ガラスディスクを含む基材を $600^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ の高温で熱処理する。また磁性層の成膜後に、ガラスディスクを含む基材に対して、レーザー照射を施すこともある。このような熱処理やレーザー照射は、FePt系合金等を含む磁性層のアニール温度や保磁力を高めるという目的もある。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] ところで、磁気記録媒体用ガラスディスクには、高速回転の際に大きな変形を起こさないために、高い剛性（ヤング率）を有することが求められる。
- [0006] 詳述すると、ガラスディスクを備える磁気記録媒体では、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、回転方向に沿って情報の書き込み、読み出しを行う。近年、この書き込み速度や読み出し速度を上げるための回転数は5400rpmから7200rpm、更には10000rpmと高速化の方向に進んでいるが、ディスク形状の磁気記録媒体では、予め中心軸からの距離に応じて情報を記録するポジションが割り当てられるため、ガラス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になる。
- [0007] また、近年、磁気ヘッドにDFH（Dynamic Flying Height）機構を搭載させることで、磁気ヘッドの記録再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、磁気ヘッドの記録再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熱膨張させる機構である。このような機構を備えることにより、磁気ヘッドと媒体の磁性層との距離が近づくため、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、高記録密度化を達成することが可能となる、その一方で、磁気ヘッドの記録再生素子部と磁気記録媒体の表面との間隙が、例えば2nm以下と極めて小さくなるため、僅かな衝撃によっても磁気ヘッドが磁気記録媒体の表面に衝突する虞がある。この傾向は、高速回転になる程、顕著となる。よって、高速回転の際には、この衝突の原因になるガラスディスクの撓みやバタツキ（フラッターリング）の発生を防ぐことが重要になる。
- [0008] 更に、磁気記録媒体用ガラスディスクには、磁気記録媒体の記録再生の信頼性を高めるために、適正な熱膨張係数を有することも求められる。詳述す

ると、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圧して、磁気記録媒体自身を回転させる構造を備えている。このため、ガラスディスクとスピンドル材料の熱膨張係数差が大き過ぎると、周囲の温度変化に対して、両者の熱膨張、熱収縮が相違するため、磁気記録媒体が変形するという現象が生じる。このような現象が生じると、書き込んだ情報を磁気ヘッドで読み出せなくなってしまう、記録再生の信頼性を損なう虞がある。よって、磁気記録媒体用ガラスディスクには、スピンドル材料（例えばステンレス等）の熱膨張係数にできるだけ整合する熱膨張係数を有していることが望ましい。

[0009] また、近年では、磁気記録媒体の容量を高めるために、ドライブ中に搭載するディスクの数量を増やすことが求められる。特にニアラインと称されるデータセンターに使用される大容量のドライブでは、装置中の複数ドライブを個別に大容量のものに交換して全体を大容量化、高速化することが行われる。この時、同じ体積のスペースにドライブを入れ替えることになる。このため、ディスク数を増加させるためには、ガラスディスクの厚みを薄くすることが行われている。しかし、ガラスディスクの厚みを薄くすると、変形（撓み）の度合いが増加し、特にディスクが水平に配置されている場合、その変形量はディスクの質量の影響を受ける。よって、ガラスディスクには、高ヤング率だけでなく、ヤング率を密度で除した値である比ヤング率も高いことが求められる。

[0010] そこで、本発明は、上記事情に鑑み成されたものであり、その目的は、高速回転の際に撓みやバタツキ（フラッターリング）が発生し難く、水平配置の際に変形量が小さく、しかもスピンドル材料（例えばステンレス等）の熱膨張係数に整合する磁気記録媒体用ガラスディスクを創案することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明者は、種々の実験を繰り返した結果、ガラスディスクに加工される前のガラス基板（ガラス原板）の諸特性を所定範囲に規制することにより、上記技術的課題を解決し得ることを見出し、本発明として、提案するもので

ある。すなわち、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数が $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であり、ヤング率が 80 GPa 以上であり、比ヤング率が $30\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上であり、且つ歪点が 700°C 以上であることを特徴とする。ここで、「 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数」は、ディラトメーターで測定可能である。「歪点」は、ASTM C 336の方法に基づいて測定した値を指す。「ヤング率」は、周知の共振法で測定可能である。「比ヤング率」は、ヤング率を密度で除した値であり、密度は例えば周知のアルキメデス法等で測定可能である。

[0012] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数を $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上に規制している。このようにすれば、ガラスディスクとスピンドル材料の熱膨張係数差が小さくなるため、周囲の温度変化に対して、両者の熱膨張、熱収縮が整合し易くなる。結果として、磁気記録媒体が変形し難くなり、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。更に熱処理やレーザー照射して、高Ku化を図る際に、ガラスディスクとスピンドル材料の熱膨張、熱収縮差を低減することができる。

[0013] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、ヤング率を 80 GPa 以上に規制している。このようにすれば、高速回転の際に、ガラスディスクの撓みやバタツキ（フラッターリング）が発生し難くなるため、情報記録媒体と磁気ヘッドの衝突を防止することができる。

[0014] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、比ヤング率を $30\text{ GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上に規制している。このようにすれば、ガラスディスクを薄くした場合にも、ガラスディスクの撓みやバタツキが発生し難くなり、情報記録媒体と磁気ヘッドや周辺部品との衝突による損傷を防止することができる。

[0015] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、歪点を 700°C 以上に規制している。このようにすれば、高温で熱処理を行っても、ガラスディスクが

変形せず、エネルギーアシスト磁気記録方式（HAMR）を用いた磁気記録媒体作製の際にガラスディスクの変形を防ぐことができる。

- [0016] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 55%~65%、 Al_2O_3 15%~25%、 B_2O_3 2%~5.5%、 MgO 0.1%~10%、 CaO 0.1%~10%、 SrO 0%~10%、 BaO 0%~10%、 ZrO_2 0%~1%を含有することが好ましい。
- [0017] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、ビッカース圧子により500gの荷重で圧痕を付けた際のクラック発生率が50%以下であることが好ましい。このようにすれば、磁気記録装置の製造時や搬送時の衝突等により、ガラスディスクの端面にクラックが入ることが防止されて、磁気記録媒体の破損が起こり難くなる。ここで、「クラック発生率」は、次のようにして測定した値である。まず湿度30%、温度25℃に保持された恒温恒湿槽内において、荷重500gに設定したビッカース圧子をガラス表面に15秒間打ち込み、その15秒後に圧痕の4隅から発生するクラックの数をカウント（1つの圧痕につき最大4とする）する。このようにして圧子を50回打ち込み、総クラック発生数を求めた後、 $(\text{総クラック発生数} / 200) \times 100$ の式により求める。ビッカース圧子の打ち込みは全自動ビッカース硬度計（例えばヒューチュアテック製 FLC-50VX）によって行うことができる。但し、クラック発生率は、ガラス表面の水分状態によって値が変わるため、測定前に（Ps-350℃）～（Ps-10℃）の温度範囲で1時間以上アニールを行い、室温、湿度によるガラス表面の水分状態の差をキャンセルすることが望ましい。なお、Psは歪点を指す。
- [0018] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、ビッカース硬度が640以上であることが好ましい。このようにすれば、主面に微細なキズが付き難くなる。結果として、磁気記録媒体の表面精度を維持することができる。ここで、「ビッカース硬度」は、ビッカース硬度計にて100gの荷重でビッカース圧子を押し込むことで測定した値を指す。

- [0019] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、ガラス組成中の Na_2O の含有量が0.1質量%未満であることが好ましい。これにより、ガラスディスクの表面に成膜する磁性層の性能を維持することができる。
- [0020] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、 $\beta\text{-OH}$ が0.30/mm以下であることが好ましい。
- [0021] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、主面の平均粗さ R_a が2.0nm以下であることが好ましい。このようにすれば、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になる。ここで、「主面の表面粗さ R_a 」は、端面を除く両表面の表面粗さ R_a を指し、例えば、原子間力顕微鏡（AFM）で測定することができる。本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、最終的には切断工程、研磨工程等の加工工程によってディスク形状に加工されるが、ガラスディスクの表面粗さも R_a も、同様に2.0nm以下であることが望ましい。それにより容易に高精度なガラス表面を得易くなる。
- [0022] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、光路長0.7mm、波長範囲350nm～1500nmにおける平均直線透過率が70%以上であることが好ましい。このようにすれば、レーザー照射して高Ku化を図る際に、レーザー光が十分に磁性層に照射されるため、磁気記録媒体を効率良く高記録密度化することができる。ここで、「光路長0.7mm、波長範囲350nm～1500nmにおける平均直線透過率」は、市販の分光光度計で測定可能であり、例えば、島津製作所製分光光度計UV-3100、あるいは日立製U-4000などが使用可能である。
- [0023] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、寸法が500mm角以上の略矩形であり、板厚が0.7mm以下であることが好ましい。このようにすれば、1枚のガラス基板から複数枚のガラスディスクを採取し得るため、ガラスディスクの生産性が向上する。
- [0024] また、本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、主面が本質的に火造り面であることが好ましい。

[0025] 本発明の磁気記録媒体用ガラスディスクは、上記の磁気記録媒体用ガラス基板により作製されてなることが好ましい。

[0026] また、本発明の磁気記録媒体用ガラスディスクは、 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数が $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であり、ヤング率が 80GPa 以上であり、比ヤング率が $30\text{GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上であり、且つ歪点が 700°C 以上であることを特徴とする。

[0027] また、本発明の磁気記録媒体用ガラスディスクは、ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 55%～65%、 Al_2O_3 15%～25%、 B_2O_3 2%～5.5%、 MgO 0.1%～10%、 CaO 0.1%～10%、 SrO 0%～10%、 BaO 0%～10%、 ZrO_2 0%～1%を含有することが好ましい。

[0028] また、本発明の磁気記録媒体は、上記の磁気記録媒体用ガラスディスクを備えることが好ましい。

[0029] 本発明のガラスディスクの製造方法は、磁気記録媒体用ガラス基板を加工して、ガラスディスクを得るガラスディスクの製造方法において、磁気記録媒体用ガラス基板が、上記の磁気記録媒体用ガラス基板であることが好ましい。

図面の簡単な説明

[0030] [図1]ガラスディスクの形状を示すための上方斜視図である。

発明を実施するための形態

[0031] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板において、 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数は $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 以上であり、好ましくは $31\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、 $32\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 65\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、 $33\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 60\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、 $34\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 55\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、 $35\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 45\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、特に $35\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 40\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ である。 $30\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数が上記範囲外になると、ガラスディスクとスピンドル材料の熱膨張係数差が大きくなるため、周囲の温度変化に対して、両者の熱膨

張、熱収縮が整合し難くなる。結果として、磁気記録媒体が変形し易くなり、磁気記録媒体の記録再生の信頼性が低下し易くなる。

[0032] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板において、ヤング率は80 GPa以上であり、好ましくは81 GPa以上、より好ましくは82 GPa以上、特に好ましくは83 GPa～120 GPaである。ヤング率が低過ぎると、高速回転の際に、ガラスディスクの撓みやバタツキが発生し易くなるため、情報記録媒体と磁気ヘッドが衝突し易くなる。

[0033] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板において、比ヤング率は30 GPa/g・cm⁻³以上であり、好ましくは31 GPa/g・cm⁻³以上、32 GPa/g・cm⁻³以上、特に33 GPa/g・cm⁻³以上である。比ヤング率が低過ぎると、ガラスディスクを薄くした場合に、ガラスディスクの撓みやバタツキが発生し易くなるため、情報記録媒体と磁気ヘッドが衝突し易くなる。

[0034] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板において、歪点は700℃以上であり、好ましくは710℃以上、特に720℃以上である。歪点が低過ぎると、高温の熱処理でガラスディスクが変形し易くなる。

[0035] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板（及び磁気記録媒体用ガラスディスク）は、ガラス組成として、質量%で、SiO₂ 55%～65%、Al₂O₃ 15%～25%、B₂O₃ 2%～5.5%、MgO 0.1%～10%、CaO 0.1%～10%、SrO 0%～10%、BaO 0%～10%、ZrO₂ 0%～1%を含有することが好ましい。上記のように各成分の含有量を限定した理由を以下に示す。なお、各成分の含有量の説明において、%表示は、特に断りがある場合を除き、質量%を表す。

[0036] SiO₂は、ガラスのネットワークを形成する成分である。SiO₂の含有量は、好ましくは55%～65%、56%～64%、57%～63%、58%～63%、59%～62.5%である。SiO₂の含有量が低過ぎると、ガラス化し難くなり、また耐熱性が低下し易くなる。また液相粘度が上昇して、ダウンドロー成形し難くなる。また密度が高くなり、比ヤング率が低下し

易くなる。一方、 SiO_2 の含有量が多過ぎると、ガラス融液の粘度が上昇し、溶融性や成形性が低下し易くなる。また液相温度が上昇し成形し難くなる。また熱膨張係数が低くなり過ぎる。

[0037] Al_2O_3 は、ヤング率を高めると共に、歪点、徐冷点を上昇させて、耐熱性を高める成分である。 Al_2O_3 の含有量は、好ましくは15%~25%、16%~24%、17%~23%、18%~22%、特に18%~21%である。 Al_2O_3 の含有量が少な過ぎると、ヤング率が低下し、また耐熱性、徐冷も低下し易くなる。一方、 Al_2O_3 の含有量が多過ぎると、液相温度が低下して、オーバーフローダウンドロー法で成形し難くなる。

[0038] B_2O_3 は、ガラスのネットワークを形成して、溶解性を高めると共に、液相温度を低下させて、耐失透性を高める成分である。また耐傷性を高める成分である。 B_2O_3 の含有量は、好ましくは2%~5.5%、2.2%~5%、特に2.5%~5%である。 B_2O_3 の含有量が少な過ぎると、耐傷性が低下すると共に、液相温度が低下して、オーバーフローダウンドロー法で成形し難くなる。またガラスが脆くなり、切断、研磨等の加工時にチップング等の欠陥が生じ易くなる。一方、 B_2O_3 の含有量が多過ぎると、ヤング率が低下して、剛性が低下すると共に、歪点、徐冷点が低下し、耐熱性が低下し易くなる。

[0039] MgO は、ヤング率を大幅に高める成分であり、また高温粘度を低下させて、溶融性や成形性を高める成分である。 MgO の含有量は、好ましくは0.1%~10%、0.5%~9%、0.5%~8%、0.5%~7%、1%~6.5%、特に1.5%~6%である。 MgO の含有量が少な過ぎると、ヤング率、溶解性が低下すると共に、耐傷性も低下し易くなる。一方、 MgO の含有量が多過ぎると、液相温度が上昇し、液相粘度が低下するため、耐失透性が低下し易くなる。

[0040] $\text{B}_2\text{O}_3 + \text{MgO}$ (B_2O_3 と MgO の含量)は、好ましくは5%~10%、5%~9%、5%~8.5%、特に5%~8%である。このようにすれば、高歪点と高耐傷性を両立し易くなる。

- [0041] CaOは、ヤング率を増加させると共に、高温粘度を低下させて、熔融性及び成形性を高める成分である。CaOの含有量は、好ましくは0.1%~10%、1%~12%、2%~10%、特に3%~7%である。CaOの含有量が少な過ぎると、上記効果を享受し難くなる。一方、CaOの含有量が多過ぎると、耐失透性が低下し易くなる。
- [0042] 質量%比 ($B_2O_3 + MgO$) / CaO (B_2O_3 とMgOの含量をCaOで除した値)は、好ましくは1.0~2.0、特に1.0~1.8である。このようにすれば、高歪点と高耐失透性を両立し易くなる。
- [0043] SrOは、高温粘度を低下させて、熔融性及び成形性を高める成分である。またSrOは、好ましくは0%~10%、0.1%~8%、0.5%~6%、特に1.5%~6%である。SrOの含有量が多過ぎると、耐失透性が低下し易くなると共に、密度が増大して、比ヤング率が低下し易くなる。
- [0044] BaOは、高温粘度をやや低下させて、熔融性を高める成分である。またガラスを安定化させることから、液相温度を下げ、液相粘度を高める効果がある。BaOは、好ましくは0%~10%、0.1%~10%、0.5%~8%、特に0.5~7%である。BaOの含有量が多過ぎると、密度が増大して、比ヤング率が低下し易くなる。
- [0045] ZrO_2 は、ヤング率を高める成分であるが、その含有量が多過ぎると、耐失透性が低下し易くなる。また原料が高価であるため、製造コストが高騰する虞がある。 ZrO_2 の含有量は、好ましくは0~1%、特に0.01%~1%である。
- [0046] 上記成分以外にも、例えば以下の成分を添加してもよい。
- [0047] ZnOは、高温粘性を下げて、熔融性を顕著に高める成分である。ZnOの含有量は、好ましくは0%~7%、0.1%~5%、特に0.5%~3%である。ZnOの含有量が少な過ぎると、上記効果を享受し難くなる。なお、ZnOの含有量が多過ぎると、ガラスが失透し易くなる上に、歪点が低下して、耐熱性が低下し易くなる。
- [0048] TiO_2 は、耐水性や耐候性を高める成分であるが、ガラスを着色させる成

分である。よって、 TiO_2 の含有量は、好ましくは0%～0.5%、特に0.005%～0.1%未満である。

[0049] Y_2O_3 及び La_2O_3 は、ヤング率を高める成分であるが、これら成分の含量が多過ぎると、耐失透性が低下し易くなる。また原料が高価であるため、製造コストが高騰する虞がある。更に密度が増加して、比ヤング率が低下する虞がある。これら成分の含量及び個別含有量は、好ましくは5%以下、3%以下、1%以下、特に0.1%未満が好ましい。

[0050] Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O は、高温粘度を低下させて、熔融性及び成形性を高める成分であるが、耐水性や耐候性を低下させる成分である。 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O の含量及び個別含有量は、好ましくは0.005%～0.2%、0.01%～0.1%、特に0.01%～0.1%未満である。 Li_2O 、 Na_2O 及び K_2O の含有量が多過ぎると、ガラスディスクの表面に成膜する磁性層の性能が低下し易くなる。

[0051] 清澄剤として、 SnO_2 、 Cl 、 SO_3 、 CeO_2 の群（好ましくは SnO_2 、 SO_3 の群）から選択された一種又は二種以上を0.05%～0.5%添加してもよい。

[0052] Fe_2O_3 は、ガラス原料に不純物として不可避免的に混入する成分であり、着色成分である。よって、 Fe_2O_3 の含有量は、好ましくは0.5%以下、0.001%～0.1%、0.005%～0.07%、0.008%～0.03%、特に0.008%～0.025%である。 Fe_2O_3 の含有量が多過ぎると、波長範囲350～1500nmにおける平均直線透過率が低下し易くなる。

[0053] 環境的配慮から、ガラス組成として、実質的に As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 PbO 、 Bi_2O_3 及びFを含有しないことが好ましい。ここで、「実質的に～を含有しない」とは、ガラス成分として積極的に明示の成分を添加しないものの、不純物として混入する場合を許容する趣旨であり、具体的には、明示の成分の含有量が0.05%未満であることを指す。

[0054] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板（及び磁気記録媒体用ガラスディスク

)は、以下の特性を有することが好ましい。

- [0055] ビッカース圧子により500gの荷重で圧痕を付けた際のクラック発生率は、好ましくは50%以下、40%以下、30%以下、特に20%以下が好ましい。クラック発生率が高過ぎると、磁気記録媒体（ガラスディスク）の端面にクラックが入り易くなり、磁気記録媒体（ガラスディスク）の破損が起こり易くなる。
- [0056] ビッカース硬度は、好ましくは640以上、更には650以上、特に660以上である。ビッカース硬度が低過ぎると、主面に微細なキズが付き易くなり、平均表面粗さRaが大きくなる虞がある。
- [0057] 液相温度は、好ましくは1300℃以下、1280℃以下、1260℃以下、1250℃以下、1240℃以下、特に1230℃以下である。液相粘度は、好ましくは $10^{3.8}$ dPa・s以上、 $10^{4.4}$ dPa・s以上、 $10^{4.6}$ dPa・s以上、 $10^{4.8}$ dPa・s以上、特に $10^{5.0}$ dPa・s以上である。このようにすれば、成形時に失透結晶が析出し難くなり、オーバーフローダウンドロー法等で板状に成形し易くなるため、表面を研磨しなくても、或いは少量の研磨によって、表面の平均表面粗さRaを2.0nm以下、1.0nm以下、0.5nm以下、特に0.2nm以下に規制し易くなる。結果として、ビットサイズの微細化によって磁気特性を高めることが可能になる。また失透結晶や研磨量の低減により、ガラスディスクを低コスト化することができる。ここで、「液相温度」は、標準篩30メッシュ（500μm）を通過し、50メッシュ（300μm）に残るガラス粉末を白金ボートに入れた後、温度勾配炉中に24時間保持して、結晶が析出する温度を測定することにより算出可能である「液相粘度」は、液相温度におけるガラスの粘度を指し、白金球引き上げ法で測定可能である。
- [0058] 光路長0.7mm、波長範囲350nm～1500nmにおける平均直線透過率は、好ましくは70%以上、80%以上、特に90%以上である。光路長0.7mm、波長範囲350～1500nmにおける平均直線透過率が低過ぎると、レーザー照射する際に、レーザー光が磁性層に十分に照射され

ず、磁性層の高K_u化を図り難くなる。

[0059] β -OHは、好ましくは0.30/mm以下、0.25/mm以下、0.20/mm以下、特に0.15/mm以下である。 β -OHが大き過ぎると、歪点、徐冷点が低下して、耐熱性が低下する虞がある。なお、 β -OHを極端に低下させると、熔融雰囲気中に窒素を導入する、或いは塩素等の乾燥成分を導入するなどが必要になり、熔融設備や操業のコストが増大する。よって、 β -OHは0.05/mm以上が好ましい。

[0060] β -OHを低下させる方法として、以下の方法が挙げられる。(1) 低含水量の原料を選択する。(2) ガラス中に β -OHを低下させる成分(CI、SO₃等)を添加する。(3) 炉内雰囲気中の水分量を低下させる。例えば、熔融雰囲気中に窒素を導入する。(4) 熔融ガラス中でN₂バブリングを行う。(5) 小型熔融炉を採用する。(6) 熔融ガラスの流量を多くする。(7) 電気熔融法を採用する。

[0061] ここで、「 β -OH」は、FT-IRを用いて透過率を測定し、下記の式で求めた値を指す。

[0062] [数1]

$$\beta\text{-OH} = (1/X) \log(T_1/T_2)$$

X: 板厚 (mm)

T₁: 参照波長3846cm⁻¹における透過率 (%)

T₂: 水酸基吸収波長3600cm⁻¹付近における最小透過率 (%)

[0063] 主面の平均粗さR_aは、好ましくは2.0nm以下、1.0nm以下、0.7nm以下、0.5nm以下、特に0.2nm以下である。主面の平均粗さR_aが大き過ぎると、高記録密度化のためにビットサイズを微細化しても、磁気特性の改善が見込めなくなる。

[0064] 板厚は、好ましくは1.5mm以下、1.0mm以下、0.2~0.7mm、特に0.3~0.6mmである。板厚が厚過ぎると、所望の板厚まで機械研磨又は化学研磨しなければならず、所望の板厚まで研磨しなければならず、加工コストが高騰する虞がある。

[0065] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、オーバーフローダウンドロー法又はスリットダウンドロー法により成形されてなることが望ましい。また主面が実質的に火造り面（磁性層が形成される有効面が火造り面）であることが好ましい。このようにすれば、ガラス基板の主面が平滑になり、主面の微細なクラックが低減されて、機械的特性、強度が向上する。更に加工工程でガラスディスクに加工される際に、チッピング等が発生し難くなる。

[0066] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板は、最終的には矩形形状から研磨工程、切断工程等の加工工程を経て、ディスク形状、つまり円盤形状で、且つ中心部に円形の開口部が形成されている形状（図1参照）になり、ガラスディスクとされる。そして、このガラスディスクは、磁気記録装置に搭載される。ガラスディスクの形状を図1に示す。

[0067] ガラス基板の寸法は、500mm角以上、特に1000mm角以上であることが望ましい。寸法が大きくなると、1枚のガラス基板から多くのガラスディスクを採取し得るため、ガラスディスクの生産性が向上する。

実施例 1

[0068] 以下、本発明を実施例に基づいて説明する。なお、以下の実施例は単なる例示である。本発明は、以下の実施例に何ら限定されない。

[0069] 表1は、本発明の実施例を示している。

[0070]

[表1]

	単位	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
SiO ₂	質量%	60.0	62.0	60.0	62.0	61.0
Al ₂ O ₃	質量%	20.0	20.0	19.0	19.0	19.0
B ₂ O ₃	質量%	4.0	3.0	3.0	4.0	2.5
MgO	質量%	3.5	2.0	3.0	3.0	6.0
CaO	質量%	5.5	4.5	5.0	5.0	6.0
SrO	質量%	2.5	1.5	1.0	5.0	3.0
BaO	質量%	4.0	6.9	8.8	2.0	2.5
ZnO	質量%	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0
ZrO ₂	質量%	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01
SnO ₂	質量%	0.2	0.15	0.25	0.3	0.2
TiO ₂	質量%	0.01	0.01	0.02	0.02	0.005
B ₂ O ₃ +MgO	質量%	7.5	5.0	6.0	7.0	8.5
(MgO+B ₂ O ₃)/CaO		1.36	1.10	1.20	1.40	1.42
β -OH	/mm	0.16	0.1	0.25	0.15	0.15
熱膨張係数 _{30℃-380℃}	10 ⁻⁷ /℃	37	37	37	35	38
密度	g/cm ³	2.546	2.551	2.57	2.52	2.54
歪点 (10 ^{14.5} dPa·s)	℃	720	730	710	720	710
徐冷点 (10 ¹³ dPa·s)	℃	780	795	770	780	760
軟化点 (10 ^{7.6} dPa·s)	℃	1005	1035	995	1010	980
10 ^{4.0} dPa·s	℃	1310	1370	1315	1320	1300
10 ^{3.0} dPa·s	℃	1465	1540	1471	1500	1450
10 ^{2.5} dPa·s	℃	1565	1640	1570	1600	1530
液相温度	℃	1180	1200	1180	1200	1220
液相粘度Log η	dPa·s	5.3	5.4	5.2	5.1	4.8
ヤング率	GPa	82	80	83	81	81
比ヤング率	GPa/(g/cm ³)	32.2	31.4	32.3	32.1	32.1
クラック発生率(500g荷重)	%	20	30	30	25	45
熱収縮率(500℃60min)	ppm	14	13	15	13	16

[0071] まず表中のガラス組成になるように、ガラス原料を調合したガラスバッチを白金坩堝に入れた後、1500℃～1700℃で24時間溶融、清澄、均質化を行った。ガラスバッチの溶解に際しては、白金スターラーを用いて攪拌し、均質化を行った。次いで、溶融ガラスをカーボン板上に流し出して、板状に成形した後、徐冷点付近の温度で30分間徐冷した。得られた各ガラス基板について、 β -OH、30℃～380℃の温度範囲における平均線熱膨張係数CTE_{30℃～380℃}、密度 ρ 、歪点Ps、徐冷点Ta、軟化点Ts、高温粘度10^{4.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{3.0}dPa·sにおける温度、高温粘度10^{2.5}dPa·sにおける温度、液相温度TL、液相粘度

$\log \eta$ 、ヤング率 E 、比ヤング率 E/ρ 、クラック発生率及びビッカース硬度を評価した。

[0072] $\beta-OH$ は、上記の方法により測定したものである。

[0073] $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数 $CTE_{30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}}$ は、ディラトメーターで測定した値である。

[0074] 密度 ρ は、アルキメデス法によって測定した値である。

[0075] 歪点 P_s 、徐冷点 T_a 、軟化点 T_s は、ASTM C336及びC338の方法に基づいて測定した値である。

[0076] 高温粘度 $10^{4.0}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 、 $10^{3.0}\text{dPa}\cdot\text{s}$ 、 $10^{2.5}\text{dPa}\cdot\text{s}$ における温度は、白金球引き上げ法で測定した値である。

[0077] ヤング率と比ヤング率は、共振法により測定した値を指す。

[0078] 液相温度 T_L は、各試料を粉碎して、標準篩30メッシュ($500\mu\text{m}$)を通過し、50メッシュ($300\mu\text{m}$)に残るガラス粉末を白金ボートに入れて、 1100°C から 1350°C に設定された温度勾配炉中に24時間保持した後、白金ボートを取り出し、ガラス中に失透結晶(結晶異物)が認められた温度である。液相粘度 $\log \eta$ は、液相温度 T_L におけるガラスの粘度を白金球引き上げ法で測定した値である。

[0079] クラック発生率とビッカース硬度は、上記の方法により測定した値である。

[0080] 表から明らかなように、試料No. 1～5は、 $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数 $CTE_{30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}}$ が $35\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 38\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が 80GPa 以上、比ヤング率が $31.4\text{GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上、歪点が 710°C 以上であるため、磁気記録媒体用ガラス基板として好適である。

実施例 2

[0081] 表中の試料No. 1～5のガラス組成になるように、ガラス原料を調合したガラスバッチを熔融窯に投入した後、 $1500^{\circ}\text{C}\sim 1700^{\circ}\text{C}$ で24時間溶融、清澄、均質化を行い、板厚 0.7mm になるように、オーバーフロー

ダウンドロー法で板状に成形した。得られたガラス基板の主面の表面粗さ R_a を原子間力顕微鏡 (AFM) で測定したところ、 $0.10\text{ nm} \sim 0.20\text{ nm}$ であった。更に、得られたガラス基板について、光路長 0.7 mm 、波長範囲 $350\text{ nm} \sim 1500\text{ nm}$ における平均直線透過率を島津製作所製分光光度計 UV-3100 で測定したところ、何れも 90% 以上であった。その後、これらのガラス基板について、研磨工程、切断工程等の加工工程を行い、ガラスディスクに加工した。

請求の範囲

- [請求項1] $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数が $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であり、ヤング率が 80GPa 以上であり、比ヤング率が $30\text{GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上であり、且つ歪点が 700°C 以上であることを特徴とする磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項2] ガラス組成として、質量%で、 SiO_2 55%～65%、 Al_2O_3 15%～25%、 B_2O_3 2%～5.5%、 MgO 0.1%～10%、 CaO 0.1%～10%、 SrO 0%～10%、 BaO 0%～10%、 ZrO_2 0%～1%を含有することを特徴とする請求項1に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項3] ビッカース圧子により500gの荷重で圧痕を付けた際のクラック発生率が50%以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項4] ビッカース硬度が640以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項5] ガラス組成中の Na_2O の含有量が0.1質量%未満であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項6] $\beta\text{-OH}$ が $0.30/\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項7] 主面の平均粗さ R_a が 2.0nm 以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項8] 光路長 0.7mm 、波長範囲 $350\text{nm}\sim 1500\text{nm}$ における平均直線透過率が70%以上であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項9] 寸法が 500mm 角以上の略矩形であり、板厚が 0.7mm 以下であることを特徴とする請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項10] 主面が本質的に火造り面であることを特徴とする請求項1又は2に

記載の磁気記録媒体用ガラス基板。

- [請求項11] $30^{\circ}\text{C}\sim 380^{\circ}\text{C}$ の温度範囲における平均線熱膨張係数が $30\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}\sim 70\times 10^{-7}/^{\circ}\text{C}$ であり、ヤング率が 80GPa 以上であり、比ヤング率が $30\text{GPa}/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ 以上であり、且つ歪点が 700°C 以上であることを特徴とする磁気記録媒体用ガラスディスク。
- [請求項12] ガラス組成として、質量％で、 SiO_2 55％～65％、 Al_2O_3 15％～25％、 B_2O_3 2％～5.5％、 MgO 0.1％～10％、 CaO 0.1％～10％、 SrO 0％～10％、 BaO 0％～10％、 ZrO_2 0％～1％を含有することを特徴とする請求項11に記載の磁気記録媒体用ガラスディスク。
- [請求項13] 請求項11又は12に記載の磁気記録媒体用ガラスディスクを備えることを特徴とする磁気記録媒体。
- [請求項14] 磁気記録媒体用ガラス基板を加工して、ガラスディスクを得るガラスディスクの製造方法において、磁気記録媒体用ガラス基板が、請求項1又は2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板であることを特徴とするガラスディスクの製造方法。