

(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
2017年7月13日(13.07.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/119147 A1

- (51) 国際特許分類:
G11B 5/73 (2006.01) G11B 5/84 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/064644
- (22) 国際出願日: 2016年5月17日(17.05.2016)
- (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 2016-001831 2016年1月7日(07.01.2016) JP
特願 2016-088295 2016年4月26日(26.04.2016) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 末原 道教 (SUEHARA Michinori); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 沖 聡 (OKI Satoshi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 黒岩 裕 (KUROIWA Yutaka); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新

橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).

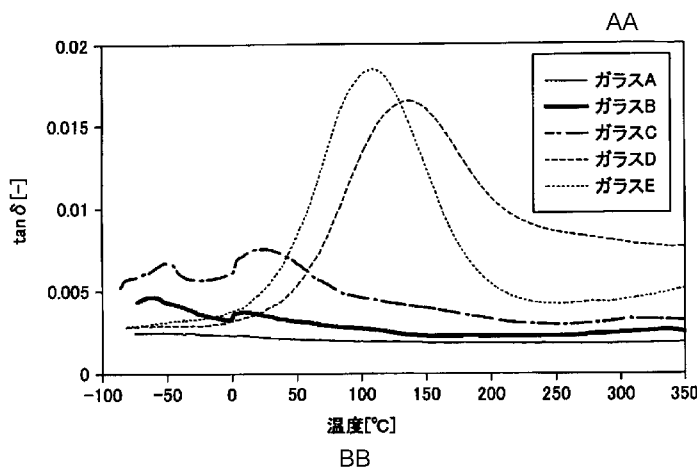
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: GLASS SUBSTRATE FOR MAGNETIC RECORDING MEDIUM, AND MAGNETIC RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 磁気記録媒体用ガラス基板、磁気記録媒体



AA Glass
BB Temperature

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a glass substrate for a magnetic recording medium such that the aggravation of flatness affected by thermal treatment can be minimized. The present invention provides a glass substrate for a magnetic recording medium comprising a glass material having an internal friction of 0.01 or less at 350°C or below. (Provided that the internal friction is calculated on the basis of a change in stress measured under the condition that a sample comprising the glass material worked into a plate shape having a length of 60 mm, a width of 5 mm, and a thickness of 0.5 mm is supported from the bottom surface by two support parts disposed along the length direction with an supporting interval of 50 mm, and a static load of 1N is applied downward to the center of the sample while repeatedly applying and releasing pressure with an amplitude of 120 μm at a frequency of 1 Hz.)

(57) 要約: 本発明は熱処理を行った際の平坦度の悪化を抑制できる磁気記録媒体用ガラス基板を提供することを目的とする。本発明は350°C以下における内部摩擦が0.01以下のガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板を提供する。(ただし前記内部摩擦とは、長さ60mm、幅5mm、

板厚0.5mmの板状に加工した前記ガラス材料からなる試験体を、前記長さ方向に沿って配置され、支持間隔が50mmである2つの支持部材により下面側から支持し、前記試験体の中央部を、下方向に1Nの静荷重を印加した状態で、さらに振幅120μm、かつ周波数1Hzとなるように押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施することで測定された応力の変化に基づいて算出される。)

WO 2017/119147 A1

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

技術分野

[0001] 本発明は、磁気記録媒体用ガラス基板、磁気記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 磁気記録装置では、磁気記録媒体用基板上に磁性層等を成膜し、該磁性層を用いて情報を記録することができる。

[0003] 磁気記録装置に用いられる磁気記録媒体用基板としては、従来、アルミニウム合金基板が使用されてきたが、高記録密度化の要求に伴い、アルミニウム合金基板に比べて硬く、平坦性や平滑性に優れるガラス基板が主流となってきた。

[0004] そして、近年では年々高ま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ついても、基板として磁気記録媒体用ガラス基板を用い、磁気記録媒体用ガラス基板の主表面上に磁性層等を配置した構成を有することができる。

[0005] ところが、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磁気異方性係数 K_u の大きい（以下、「高 K_u 」とも記載する）規則合金が用いられる。このため、規則化の程度（規則度）を高めて高 K_u を実現するため、磁性層の成膜時、成膜前、または成膜後に、磁気記録媒体用ガラス基板を含む基材を 600°C 以上の高温で熱処理を行うことが多い。特に規則度を上げるために、更に 650°C を超え 700°C に近い高温を必要される場合もある。

[0006] 磁性層の成膜時、成膜前、または成膜後に高温での熱処理を行うのは、例えばエネルギーアシスト磁気記録媒体の磁性層の磁性材料として好適なFePt系合金等において、熱処理温度を高くするほど保磁力を高められるためでもある。

[0007] このように磁気記録媒体を製造する過程で、磁気記録媒体用ガラス基板についても高温で熱処理される場合があるため、磁気記録媒体用ガラス基板にも耐熱性が求められている。

[0008] 例えば特許文献1によれば、高K_u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とされている。そして、特許文献1には、ガラス転移温度が600℃以上、100～300℃における平均線膨張係数が $70 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ 以上、ヤング率が81 GPa以上、比弾性率が30 MNm/kg以上、かつ破壊靱性値が $0.9 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{-1/2}$ 以上であるガラスからなる磁気記録媒体用ガラス基板が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：国際公開第2012/086664号

特許文献2：日本国特開2001-266329号公報

特許文献3：日本国特開2012-126625号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、ガラス転移温度が熱処理温度よりも高いガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板を用いた場合でも、熱処理の際に磁気記録媒体用ガラス基板に反り等を生じ、磁気記録媒体用ガラス基板の平坦度が大きくなり、平坦度が悪化する場合があった。磁気記録媒体の製造過程で、磁気記録媒体用ガラス基板の平坦度が大きくなると、得られる磁気記録媒体の平坦度も大きくなり、磁気記録媒体の平坦度によっては磁気記録装置に組み込んだ場合に、磁気ヘッドと磁気記録媒体とが接触等する恐れがある。このため、磁気記録媒体用ガラス基板には、磁性層を成膜する際等の熱処理による平坦度の悪化を抑制することが求められている。

[0011] そこで、本発明の一側面では上記従来技術が有する問題に鑑み、熱処理を

行った際の平坦度の悪化を抑制できる磁気記録媒体用ガラス基板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

[0012] 上記課題を解決するため本発明の一側面では、 350°C 以下における内部摩擦が 0.01 以下のガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板を提供する。

(ただし前記内部摩擦とは、

長さ 60 mm 、幅 5 mm 、板厚 0.5 mm の板状に加工した前記ガラス材料からなる試験体を、

前記長さ方向に沿って配置され、支持間隔が 50 mm である2つの支持部材により下面側から支持し、

前記試験体の中央部に、下方向に 1 N の静荷重を印加した状態で、さらに振幅 $120\text{ }\mu\text{ m}$ 、かつ周波数 1 Hz となるように押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施することで測定された応力の変化に基いて算出される。)

発明の効果

[0013] 本発明の磁気記録媒体用ガラス基板の一側面によれば、熱処理を行った際の平坦度の悪化を抑制できる磁気記録媒体用ガラス基板を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は三点曲げ測定治具の説明図である。

[図2]図2は本発明の実施形態に係る磁気記録媒体用ガラス基板の説明図である。

[図3]図3は本発明の実験例で用いたガラスA～ガラスEの温度に対する内部摩擦 $\tan\delta$ の変化の説明図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明するが、本発明は、下記の実施形態に制限されることはなく、本発明の範囲を逸脱す

ることなく、下記の実施形態に種々の変形および置換を加えることができる。

(磁気記録媒体用ガラス基板)

本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板の一構成例について説明を行う。

[0016] 本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板は、350℃以下における内部摩擦が0.01以下のガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板とすることができる。

[0017] なお、上記内部摩擦とは、以下のようにして算出できる。

[0018] 長さ60mm、幅5mm、板厚0.5mmの板状に加工した上記ガラス材料からなる試験体を、試験体の長さ方向に沿って配置され、支持間隔が50mmである2つの支持部材により下面側から支持する。そして、試験体の中央部に、下方向に1Nの静荷重を印加した状態で、さらに振幅120μm、かつ周波数1Hzとなるように押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施することで測定された応力の変化に基いて算出できる。

[0019] 磁気記録媒体用ガラス基板（以下、単に「ガラス基板」とも記載する）は一般的に、中央部に開口部を有する円板形状を有しており、その主表面に磁性層等を成膜することで磁気記録媒体とすることができる。

[0020] そして、現在、実用化に向けて検討が進められているエネルギーアシスト磁気記録媒体を製造する場合、既述のように磁性層の成膜時等に、ガラス基板を含む基材に対して600℃以上、例えば600℃以上、或いは650℃以上、700℃以下の高温で熱処理が施されている。このため、ガラス基板にも600℃以上の高温に対する耐熱性を有することが求められ、これまではガラス基板のガラス材料のガラス転移点に着目し、実施する熱処理温度よりも、ガラス転移温度の高いガラス材料からなるガラス基板が採用されている。これはガラス転移点よりも低い温度で加熱した場合、ガラス基板のガラスは流動性を示さず、ガラス基板に反り等の変形を生じないと考えられるからである。

[0021] しかしながら、実施する熱処理温度よりも高いガラス転移温度を有するガ

ラス材料を用いているにも関わらず、熱処理の際にガラス基板に反りが生じ、熱処理後のガラス基板の平坦度が悪化する場合があった。

[0022] そこで、本発明の発明者らは、エネルギーアシスト磁気記録媒体を製造する際に600℃以上の高温で熱処理を行った際の平坦度の悪化を抑制できるガラス基板について検討を行った。そして、350℃以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01以下のガラス材料をガラス基板に用いることで、600℃以上の高温で熱処理を行った際の平坦度の悪化を抑制できることを見出し、本発明を完成させた。

[0023] 内部摩擦 $\tan \delta$ は、測定試料であるガラス材料の試験体に対してひずみを与えた際の、応力の応答の位相ずれの正接を示し、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化は、例えば動的粘弾性測定装置（DMA : Dynamic Mechanical Analysis）により測定することができる。

[0024] ここで、図1を用いて、動的粘弾性測定装置により、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化の測定方法を説明する。温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化は、例えばガラス材料からなる板状の試験体11を、支持部材12A、12B、及び押圧部材13を備えた三点曲げ測定治具にセットして実施できる。

[0025] 板状の試験体11は、例えば長さ l を60mm、幅（図1の紙面と垂直方向）を5mm、板厚 d を0.5mmとすることができる。そして、板状の試験体11を三点曲げ測定治具にセットする際、支持部材12A、12Bは、試験体の長さ方向に沿って、互いの距離、すなわち支持間隔 L が50mmとなるように配置できる。

[0026] 図1に示すように、三点曲げ測定治具にセットした板状のガラス材料の試験体11は、両端を、支持部材12A、12Bにより下面側から支持することができる。そして、試験体11の上面の中央部を、押圧部材13により、下方向に1Nの静荷重で印加した状態とすることができる。この際、押圧部材13は、同時に、支持部材12Aと、支持部材12Bとの間の中央部を押圧するように構成されていることが好ましい。

[0027] そして、試験体 1 1 に静荷重を印加した状態で、試験体 1 1 を昇温しながら、さらに振幅 $120\mu\text{m}$ 、かつ周波数 1Hz となるように周期的に、試験体 1 1 の上面の中央部を、押圧部材 1 3 により、下方向に押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施できる。このように、押圧部材 1 3 により、試験体 1 1 を押圧することで、試験体 1 1 にひずみを与えることができ、ひずみを与えた際の応力を測定し、測定結果から内部摩擦 $\tan\delta$ を算出できる。

[0028] 一般的な内部摩擦測定法として、共振法や強制振動法が知られている。共振法では減衰法や半値幅法などが用いられ、簡便な機構で測定できるため広く普及している。例えば、特許文献 2 や特許文献 3 では共振法による内部摩擦測定が行われている。しかし、高温で共振法を用いた内部摩擦測定を行うと、偽振動が生じやすく正しい測定を行うことができない。また、共振法は周波数が共振点で固定されており、その共振周波数はサンプル形状に依存し、異なる試料間で同一条件で評価することが困難である。

[0029] これに対して、強制振動法は位相差法が用いられ、おおよそ 10Hz 以下の周波数で測定を行うことで僅かな変位を検出することが可能となる。ただし、剛性の高い材料に対して十分な精度で測定を行うことは難しく、測定条件には注意が必要である。また、内部摩擦は測定周波数依存性があるため、ここでは強制振動法において周波数を 1Hz に固定し、評価を行った。

[0030] なお、押圧部材 1 3 により試験体 1 1 を押圧する際の周波数は、加熱した際の試験体 1 1 のゆっくりした変形を評価するために適切な周波数として 1Hz を選択している。本実施形態における強制振動法においては、 1Hz の周波数が最も好ましいが、 $0.1\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ の範囲内から任意の周波数を選択することができる。

[0031] ガラス材料は、ネットワークフォーマー（網目形成成分）と、ネットワークフォーマーに取り込まれていないネットワークモディファイヤー（網目修飾成分）とを有している。ガラス材料を加熱した場合、ガラス転移点よりも低温のガラス材料が流動していない状態であっても、例えばガラス材料中のネットワークモディファイヤーの一部が材料中で移動できるようになる等、

所定の温度でガラス材料内にミクロな構造の変化が生じる場合がある。そして、ガラス材料の加熱時に、ガラス材料内にミクロな構造の変化が生じる場合、変化を生じた温度で内部摩擦 $\tan \delta$ がピークを示すため、ガラス材料の温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化を測定することで、ガラス材料内のミクロな構造の変化を検出できる。

[0032] 本発明の発明者らは、ガラス基板について熱処理を行った際に、ガラス基板に反り等を生じ、平坦度が悪化する原因について、昇温過程でのガラス材料内のミクロな構造の変化に着目した。そして、各種ガラス材料のガラス基板について、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化を測定し、 600°C 以上の高温、例えば 600°C 以上 700°C 以下で熱処理を行った際の反りの発生との関係を検討した。

[0033] その結果、 350°C 以下の温度領域に内部摩擦 $\tan \delta$ のピークを生じ、そのピークが大きいほど、 600°C 以上の高温、例えば 600°C 以上 700°C 以下で熱処理を行った際の反りが発生し易いことが確認できた。

[0034] 350°C 以下の温度領域に生じる内部摩擦 $\tan \delta$ のピークやその大きさと、 600°C 以上の高温で熱処理を行った際にガラス基板に反り等が生じることとの直接の因果関係は明らかではない。

[0035] しかし、 350°C 以下に内部摩擦 $\tan \delta$ のピークを有する場合、ガラス材料内にミクロな構造の変化、例えば特定のネットワークモディファイヤーがガラス材料内で動き易くなる等の変化を生じていると考えられる。そして、係るミクロな構造の変化の程度が大きいほど、 600°C 以上の温度領域においてガラス基板が変形し易くなっていると推認される。

[0036] これに対して、 350°C 以下における、内部摩擦 $\tan \delta$ が 0.01 以下のガラス材料からなるガラス基板の場合、 350°C 以下の温度領域における、ミクロな構造の変化がほとんど生じていないと考えられる。このため、 600°C 以上の熱処理の際にガラス基板の反り等の変形が生じることを抑制できると、考えられる。

[0037] 本発明の発明者らの検討によれば、ガラス材料の 350°C 以下における、

内部摩擦 $\tan \delta$ が小さい程、該ガラス材料を用いたガラス基板について 600℃、および 700℃ の熱処理を行った際の平坦度の変化量を抑制できる。このため、より規則度が高く、高保磁力の磁気記録媒体を得る目的で 650℃ を超え 700℃ に近い熱処理に供するには、本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板は、350℃ 以下における、内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.004 以下のガラス材料からなることがより好ましい。

[0038] なお、本実施形態のガラス基板は、上述のように 350℃ 以下の全体に渡って、すなわち例えば絶対零度（−273℃）以上、350℃ 以下の範囲に渡って、内部摩擦 $\tan \delta$ が上述の範囲であることが好ましい。ただし、−50℃ よりも低い温度では内部摩擦 $\tan \delta$ は減少または変化しない傾向を示すことから、例えば −50℃ 以上 350℃ 以下の範囲に渡って、内部摩擦 $\tan \delta$ がここまで説明した範囲を満たせばよい。

[0039] また、本実施形態のガラス基板に用いるガラス材料の、350℃ 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ は、小さい方が好ましいことから、下限値は特に限定されるものではない。このため、本実施形態のガラス基板に用いるガラス材料の、350℃ 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ の下限値は、例えば 10^{-4} 以上とすることができる。

[0040] 本実施形態のガラス基板は、上述のように 350℃ 以下における、内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01 以下のガラス材料から構成することができ、係るガラス材料によれば、少なくとも 350℃ 以下において、ミクロな構造の変化を抑制できる。すなわち、例えばガラス基板を加熱した際に、ガラス材料に含まれるネットワークモディファイヤーの移動、拡散を抑制できる。このため、磁気記録媒体とするために、ガラス基板上に磁性層等を形成した場合に、磁性層等に対して、ガラス材料中のネットワークモディファイヤーのイオン種が拡散し、磁性膜等に悪影響を及ぼすことも抑制できる。

[0041] 次に、図 2 を用いて本実施形態のガラス基板の形状について説明する。

[0042] 図 2 は本実施形態のガラス基板の斜視断面図を模式的に示している。図 2 はガラス基板 20 の中心を通り、主表面 221、222 と垂直な面における

断面を含む斜視断面図となっている。すなわち、図 2 では本実施形態のガラス基板の半分と、断面図とをあわせて示している。

[0043] 図 2 から把握されるように、ガラス基板 20 は外周が円形であり、中央に開口部を備えた円板形状を有することができる。開口部 21 は、ガラス基板 20 の外周円と、同心円になるように形成されていることが好ましい。すなわちガラス基板 20 は、ドーナツ形状とすることができる。

[0044] そして、上下の面が主表面 221、222 となっている。また、ガラス基板 20 は外周に位置する外周端面 23 と、内周に位置する内周端面 24 と、を有している。

[0045] 外周端面 23、及び内周端面 24 は主表面 221、222 側にそれぞれ面取り部を有することができる。すなわち、外周端面 23、及び内周端面 24 は、それぞれ一对の面取り部を有することができる。具体的には外周端面 23 は外周面取り部 231、233 を、内周端面 24 は内周面取り部 241、243 をそれぞれ有することができる。

[0046] また、面取り部間には側面部を形成することができ、外周端面 23 は外周側面部 232 を、内周端面 24 は内周側面部 242 をそれぞれ有することができる。外周側面部 232、及び内周側面部 242 はそれぞれ主表面 221、222 と略垂直になるように形成できる。

[0047] ガラス基板のサイズは特に限定されるものではなく、ガラス基板に要求される仕様にあわせて任意に選択することができる。ガラス基板 20 の直径 D は例えば 48 mm、65 mm、または 95 mm 以上等のガラス基板に要求される仕様に応じたサイズとすることができる。

[0048] ただし、本実施形態のガラス基板によれば、600℃以上の高温で熱処理した場合でも平坦度の悪化を抑制できる。そして、ガラス基板の直径 D が長くなるほど、熱処理を行った際に平坦度が悪化し易くなることから、直径 D の長いガラス基板において、特に高い効果を発揮することができる。このため、本実施形態のガラス基板の直径 D は 95 mm 以上であることが好ましい。

- [0049] なお、ガラス基板20の直径Dの上限値は特に限定されるものではないが、例えば130mm以下とすることができる。
- [0050] また、ガラス基板20の厚さ、すなわち板厚Tについても特に限定されるものではないが、ガラス基板の板厚Tが薄くなるほど、熱処理を行った際に平坦度が悪化し易くなることから、板厚Tの薄いガラス基板において、特に高い効果を発揮することができる。このため、本実施形態のガラス基板の板厚Tは0.635mm以下であることが好ましい。
- [0051] なお、ガラス基板20の板厚Tの下限値は特に限定されないが、生産性等を考慮して例えば0.38mm以上とすることができる。
- [0052] また、本実施形態のガラス基板については、600℃以上の熱処理前において、平坦度が5μm以下であることが好ましく、3μm以下であることが好ましい。これは、熱処理前のガラス基板について、平坦度が小さいほど、熱処理により平坦度が悪化しても、得られる磁気記録媒体の平坦度を小さくすることができるからである。
- [0053] なお、平坦度は例えばNIDEK社製干渉式フラットネステスター等により評価を行うことができる。
- [0054] 既述のようにエネルギーアシスト磁気記録媒体を製造する際、磁性層の成膜時等にガラス基板を含む基材を600℃以上の高温で熱処理するが、本実施形態のガラス基板の場合、既述のガラス材料を用いることで熱処理前後での平坦度の変化量を小さくできる。
- [0055] 本実施形態のガラス基板によれば、具体的には例えば、600℃で10分間熱処理した際の平坦度の変化量を、2.0μm以下とすることができ、より好ましくは1.5μm以下とすることができる。
- [0056] また、本実施形態のガラス基板によれば、例えば700℃で10分間熱処理した際の平坦度の変化量を、26.0とμm以下とすることができ、より好ましくは6.0μm以下とすることができる。
- [0057] なお、上記いずれの場合でも熱処理は窒素雰囲気で行っており、平坦度は熱処理後、室温まで冷却してから測定した値を示している。

[0058] 本実施形態のガラス基板は、ここまで説明したように600℃以上の高温で熱処理した場合でも、平坦度の悪化を抑制することができる。このため、製造工程で、ガラス基板を含む基材を高温で熱処理するエネルギーアシスト磁気記録媒体用のガラス基板として用いることが好ましい。ただし、エネルギーアシスト磁気記録媒体用に用途が限定されるものではなく、各種磁気記録媒体用のガラス基板としても当然に用いることができる。

[0059] 以上に説明した本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板は、350℃以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01以下のガラス材料からなるため、高温で熱処理した場合でも平坦度の変化を小さくし、平坦度の悪化を抑制できる。このため、本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板を含む磁気記録媒体についても平坦度を小さくすることができる。そして、該磁気記録媒体を磁気記録装置に適用した場合に、記録再生ヘッドの浮上安定性を確保することができる。

[0060] 次に、ここまで説明した本実施形態の磁気記録媒体用ガラス基板の製造方法（以下、単に「ガラス基板の製造方法」とも記載する）の一構成例について簡単に説明する。

[0061] なお、本実施形態のガラス基板の製造方法によれば、既述の磁気記録媒体用ガラス基板を製造することができる。このため、磁気記録媒体用ガラス基板において説明した内容と重複する部分については一部記載を省略する。

[0062] 本実施形態のガラス基板の製造方法は、例えば以下の工程1～工程5を含むことができる。

（工程1）ガラス素板から、中央部に円孔を有する円板形状のガラス基板に加工する形状付与工程。

（工程2）ガラス基板の内周と外周の端面部分の面取りを行う面取り工程。

（工程3）ガラス基板の端面（内周端面及び外周端面）を研磨する端面研磨工程。

（工程4）ガラス基板の主表面を研磨する主表面研磨工程。

（工程5）ガラス基板を洗浄して乾燥する洗浄・乾燥工程。

[0063] 上記工程は記載した順番に行う必要はなく、例えば、形状付与工程の前に主表面研磨工程を行ってもよい。また、各工程は1回ずつに限定されるものではなく、要求されるガラス基板の仕様等に応じて任意の回数実施することができる。例えば、形状付与工程後に主表面研磨工程を行い、その後に面取り工程と端面研磨工程を行った後、再度主表面研磨工程を実施することもできる。

[0064] ただし、本実施形態のガラス基板は、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、 0.01 以下のガラス材料から構成できる。このため、候補となるガラス材料について、動的粘弾性測定装置により温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化の測定を行い、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が 0.01 以下のガラス材料を選択しておくことが好ましい。そして、該ガラス材料からなるガラス素板を形状付与工程に供することが好ましい。このため、本実施形態のガラス基板の製造方法は、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、 0.01 以下のガラス材料を選択するガラス材料選択工程、及びガラス材料選択工程で選択したガラス材料を用いてガラス素板を製造するガラス素板製造工程等をさらに有することが好ましい。本実施形態のガラス基板の製造方法が、ガラス材料選択工程、及びガラス素板製造工程を有する場合には、これらの工程は、工程1～工程5を行う前に実施することとなる。

[0065] ここで、(工程1)の形状付与工程は、フロート法、フュージョン法、プレス成形法、ダウンドロー法またはリドロウ法で成形されたガラス素板を、中央部に円孔を有する円板形状のガラス基板に加工するものである。なお、用いるガラス素板は、アモルファスガラスでもよく、結晶化ガラスでもよく、ガラス基板の表層に強化層を有する強化ガラスでもよい。

[0066] ただし、上述のように、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、 0.01 以下のガラス材料からなるガラス素板を用いることができる。

[0067] (工程2)の面取り工程は、内周端面、及び外周端面の面取りを行うことができる。面取り工程を行うことで、図2を用いて説明したように、内周端面24に内周面取り部241、243を、外周端面23に外周面取り部23

1、2 3 3をそれぞれ形成できる。

[0068] (工程3)の端面研磨工程は、ガラス基板の内周端面、及び外周端面(側面部と面取り部)の端面研磨を行うことができる。

[0069] (工程4)の主表面研磨工程では、例えば両面研磨装置により、ドーナツ形状を有するガラス基板の主表面に研磨液が供給され、ドーナツ形状を有するガラス基板の上下主表面を同時に研磨できる。主表面研磨工程は、一次研磨のみでもよく、一次研磨及び二次研磨を行うものでもよく、二次研磨の後に三次研磨を行うものでもよい。

[0070] なお、(工程4)の主表面研磨工程の前に、主表面のラップ(例えば遊離砥粒ラップ、固定砥粒ラップ等)、すなわち主表面研削工程が実施されてもよい。主表面研削工程を実施する場合も、一次研削のみでもよく、複数の研削工程、例えば一次研削及び二次研削を行うものでもよい。また、各工程間にガラス基板の洗浄(工程間洗浄)やガラス基板表面のエッチング(工程間エッチング)を実施してもよい。ここで、主表面のラップとは、広義の主表面研磨である。

[0071] (工程5)の洗浄・乾燥工程は、研磨後のガラス基板を洗浄し、乾燥する工程である。具体的な洗浄方法は特に限定されるものではない。例えば、洗剤を用いたスクラブ洗浄、洗剤溶液に浸漬した状態での超音波洗浄、純水に浸漬した状態での超音波洗浄等により洗浄を行うことができる。また、乾燥方法についても特に限定されるものではなく、例えば、イソプロピルアルコール蒸気にて乾燥することができる。

[0072] さらに、上記各工程間にガラス基板の洗浄(工程間洗浄)やガラス基板表面のエッチング(工程間エッチング)を実施してもよい。また、ガラス基板に高い機械的強度が求められる場合、ガラス基板の表層に強化層を形成する強化工程(例えば、化学強化工程)を工程3、4で挙げた研磨工程前、または研磨工程後、あるいは研磨工程間で実施してもよい。

[0073] 以上に説明した各工程を含むガラス基板の製造方法により、既述のガラス基板を製造することができる。

[0074] そして、上記各工程を含む製造方法により得られたガラス基板は主表面上に磁性層などの薄膜を形成する工程をさらに行うことによって、磁気記録媒体とすることができる。

[磁気記録媒体]

次に、本実施形態の磁気記録媒体の一構成例について説明する。

[0075] 本実施形態の磁気記録媒体は、既述の磁気記録媒体用ガラス基板を含むことができる。

[0076] 本実施形態の磁気記録媒体は、既述の磁気記録媒体用ガラス基板を含むものであれば、その記録方式等は特に限定されるものではなく、例えば既述のエネルギーアシスト磁気記録媒体等、各種磁気記録媒体とすることができる。ここでは、エネルギーアシスト磁気記録媒体を例に説明する。

[0077] 本実施形態の磁気記録媒体は、その構成については限定されないが、例えば、磁気記録媒体用ガラス基板の表面に密着層、下地層、シード層、磁気記録層、保護層等を有することができ、これらの層は、例えばガラス基板上に上述の順に積層することができる。また、上述の層に替えて、または上述の層に加えて任意の層を設けることもできる。

[0078] 各層の構成例について以下に説明する。

[0079] 密着層は、密着層上に形成される層と、密着層下に形成される層との密着層を高めるために設けることができる。密着層を形成する材料としては、例えばNi、W、Ta、Cr、Ruから選択される1種類以上の金属を含むことができ、係る金属群から選択された金属を含む合金を含むこともできる。

[0080] 密着層は一層から構成することもできるが、二層以上の積層構造とすることもできる。

[0081] また、軟磁性裏打ち層を、例えばガラス基板と磁気記録層との間に任意に設けることもできる。

[0082] 軟磁性裏打ち層は、磁気ヘッドからの磁束を制御して、磁気記録媒体の記録・再生特性を向上させることができる。軟磁性裏打ち層を形成する材料は特に限定されないが、例えばNiFe合金、センダスト（FeSiAl）合

金、C o F e 合金等の結晶質材料や、F e T a C、C o F e N i、C o N i P 等の微結晶質材料、C o Z r N b、C o T a Z r 等のC o 合金を含む非晶質材料を好ましく用いることができる。

[0083] 軟磁性裏打ち層の膜厚は、特に限定されないが、例えば磁気記録に用いる磁気ヘッドの構造および特性等に応じて選択することができる。他の層と連続成膜で軟磁性裏打ち層を成膜する場合、軟磁性裏打ち層は10nm以上500nm以下の膜厚を有することが好ましい。

[0084] また、ヒートシンク層を、任意に設けることもできる。ヒートシンク層は、エネルギーアシスト磁気記録時に発生する磁気記録層の余分な熱を効果的に吸収することができる。ヒートシンク層は、熱伝導率および比熱容量が高い材料を用いて形成することが好ましい。具体的には例えばC u 単体、A g 単体、A u 単体等や、または係る金属群から選択された1種類以上の金属を主成分として含む合金材料を用いることができる。

[0085] ここで、主成分として含むとは、材料中の上記金属の含有割合が50wt %以上であることを示している。

[0086] ヒートシンク層は、強度などの観点から、A l -S i 合金や、C u -B 合金などを用いて形成することもできる。

[0087] また、センダスト (F e S i A l) 合金、軟磁性のC o F e 合金等を用いてヒートシンク層を形成し、ヒートシンク層に軟磁性裏打ち層の機能であるヘッドの発生する垂直方向磁界を磁気記録層に集中させる機能を付与することもできる。

[0088] ヒートシンク層の膜厚は特に限定されるものではなく、例えばエネルギーアシスト磁気記録時の熱量および熱分布や、磁気記録媒体の層構成、各構成層の厚さ等に応じて選択することができる。ヒートシンク層の膜厚は例えば10nm以上100nm以下であることが好ましい。

[0089] ヒートシンク層の成膜方法は特に限定されるものではないが、例えばスパッタ法等を用いて形成できる。ヒートシンク層は、例えばガラス基板と磁気記録層との間に設けることができ、磁気記録媒体に求められる特性を考慮し

て、ガラス基板と密着層との間や、密着層と下地層との間等に設けることができる。

[0090] 次に、下地層について説明する。

[0091] 下地層は、その下に形成される層の結晶構造が磁気記録層の結晶配向性、および磁性結晶粒のサイズなどに及ぼす影響を遮断するために設けられる層である。

[0092] なお、上述のように軟磁性裏打ち層を設ける場合、軟磁性裏打ち層に対する磁気的影響を抑制するために、下地層は非磁性であることが要求される。

[0093] 下地層を形成するための材料としては、例えばMgO、SrTiO₃などの酸化物、TiNなどの窒化物、CrおよびTaなどの金属、NiW合金、およびCrTi、CrZr、CrTa、CrWなどのCr系合金等を挙げることができる。

[0094] 下地層の成膜方法は特に限定されないが、例えばスパッタリング法等の成膜方法を用いることができる。

[0095] 次にシード層について説明する。

[0096] シード層は、下地層と磁気記録層との間の密着性を確保すると同時に、シード層と接触する磁気記録層中の磁性層の磁性結晶粒の粒径、および結晶配向を制御するための層である。具体的には、シード層は、その上に形成される磁性層中で、L1₀型規則合金を含む磁性結晶粒と、Tiを含む非磁性結晶粒界との分離を促進して、当該磁性層を含む磁気記録層の保磁力H_cを増大させることができる。

[0097] シード層は、例えばPtを含むことができ、特にPtから構成されることが好ましい。

[0098] シード層の成膜方法は特に限定されないが、スパッタ法や、真空蒸着法等の成膜方法を用いることができる。なお、スパッタリング法としては、例えばRFマグネトロンスパッタリング法等を含む。

[0099] シード層を成膜する際の条件は特に限定されないが、例えばガラス基板を含む、シード層を成膜する基材を250℃以上700℃以下の温度に加熱し

た状態で、成膜を行うことが好ましい。

[0100] シード層の膜厚は特に限定されるものではないが、例えば0.1 nm以上であることが好ましく、0.5 nm以上50 nm以下であることがより好ましく、1 nm以上20 nm以下であることがさらに好ましい。

[0101] 磁気記録層は、一層の磁性層または複数の磁性層を含むことができる。以下、シード層と接触する磁性層を第1磁性層と呼ぶ。

[0102] 磁性層は、例えばFe、PtおよびTiを含むことができる。第1磁性層は、具体的には例えば、FeおよびPtを含むL₁型規則合金を有する磁性結晶粒と、Tiを含む非磁性結晶粒界とからなるグラニユラー構造を有することができる。

[0103] 磁性結晶粒を構成するL₁型規則合金は、磁性結晶粒の特性変調を目的として、Ni、Mn、Ag、AuおよびCrからなる群から選択される少なくとも1種の元素をさらに含むこともできる。望ましい特性変調は、L₁型規則合金の規則化に必要な温度の低減を含む。

[0104] 磁性結晶粒は全ての原子が規則構造を有していなくてもよい。規則構造の程度を表わす規則度Sが所定の値以上であれば良い。規則度Sは、磁気記録媒体をXRDにより測定し、測定値と完全に規則化した際の理論値との比により算出することができる。L₁型規則合金の場合は、規則合金由来の(001)および(002)ピークの積分強度を用いて算出する。測定された(001)ピーク積分強度に対する(002)ピーク積分強度の比の値を、完全に規則化した際に理論的に算出される(001)ピーク積分強度に対する(002)ピーク積分強度の比で除算することで規則度Sを得ることができる。このようにして得られた規則度Sが0.5以上であれば、磁気記録媒体として実用的な磁気異方性係数K_uを有する。

[0105] 非磁性結晶粒界は、Tiを含むことができ、Tiで構成されることがより好ましい。第1磁性層は、該第1磁性層の全原子数を基準として、4 at %以上12 at %以下のTiを含むことが好ましく、5 at %以上10 at %以下のTiを含むことがより好ましい。

- [0106] 非磁性結晶粒界が上記範囲の T_i を含むことによって、磁性結晶粒と非磁性結晶粒界との分離を促進して、当該磁性層の保磁力 H_c を急激に増大させることができる。
- [0107] 磁気記録層は、第1磁性層に加えて、第2磁性層をさらに有することもできる。第2磁性層を有することで磁気記録媒体の性能をさらに向上させることができる。
- [0108] 第2磁性層の構成は特に限定されないが、第2磁性層は例えば第1磁性層とは異なるキュリー温度 T_c を有し、 T_c 制御を目的として設けることができる。第1磁性層と第2磁性層との両者をあわせた記録温度を設定することで、記録時に必要とされる磁気記録媒体全体としての反転磁界を低減することができる。
- [0109] 例えば、第2磁性層として、第1磁性層のキュリー温度 T_c よりもキュリー温度 T_c の低い磁性層を形成する。そして、記録温度を両磁性層のキュリー温度の中間に設定すれば、記録時に第2磁性層の磁化は消失し、記録を反転させるために必要な磁界を低減させることができる。このようにして磁気記録ヘッドに要請される記録時の発生磁界を低減して良好な磁気記録性能を発揮することができる。
- [0110] 第2磁性層についてもグラニューラ構造を有することが好ましく、第1磁性層と、第2磁性層とは磁性結晶粒が水平方向、すなわちガラス基板表面と平行な方向について、同じ位置となるように配置することが好ましい。これは係る配置とすることで、信号対雑音比 (SNR) 等の性能を向上することができるからである。
- [0111] 第2磁性層を構成する材料は特に限定されないが、例えば磁性結晶粒は少なくとも Co および Fe のうちのいずれかを含有する材料であることが好ましい。特に磁性結晶粒は、さらに Pt 、 Pd 、 Ni 、 Mn 、 Cr 、 Cu 、 Ag 、 Au から選択される1種類以上を含有することが好ましい。
- [0112] 第2の磁性層の磁性結晶粒の材料としては例えば、 $CoCr$ 系合金、 $CoCrPt$ 系合金、 $FePt$ 系合金、 $FePd$ 系合金等を用いることができる。

。磁性結晶粒は、 $L1_0$ 型、 $L1_1$ 型、 $L1_2$ 型などの規則構造や、hcp構造(六方最密充填構造)、fcc構造(面心立方構造)などであってもよい。

[0113] 第2磁性層を構成する非磁性結晶粒の材料としては、例えばZnO、SiO₂、TiO₂などの酸化物、SiN、TiNなどの窒化物、C、B等を用いることができる。

[0114] なお、第2磁性層として、第1磁性層と同様の材料を用いて、異なる組成とした層を用いてもよい。第2磁性層は、例えば、第1磁性層中のTiの比率を変更した層、規則合金に添加するNiなどの元素を変更した層などであってもよい。

[0115] 磁気記録層は、その他に例えば、第1磁性層と第2磁性層との間の磁気的な交換結合を調整するために、第1磁性層と第2磁性層との間に交換結合制御層を配置することもできる。

[0116] 磁気記録層の上面には保護層を設けることができ、保護層は、磁気記録媒体の分野で慣用的に使用されている材料を用いて形成することができる。具体的には、Ptなどの非磁性金属、ダイヤモンドライクカーボンなどのカーボン系材料、あるいは窒化シリコンなどのシリコン系材料を用いて、保護層を形成することができる。保護層は、単層であってもよく、積層構造を有してもよい。積層構造の保護層は、例えば、特性の異なる2種のカーボン系材料の積層構造、金属とカーボン系材料との積層構造、または金属酸化物膜とカーボン系材料との積層構造であってもよい。

[0117] 保護層は、スパッタ法(DCマグネトロンスパッタリング法を含む)、真空蒸着法などの任意の方法を用いて形成することができる。

[0118] また、保護層上にはさらに液体潤滑剤層等を設けることもできる。液体潤滑剤層は、例えばパーフルオロポリエーテル系の潤滑剤等を用いて形成することができる。液体潤滑剤層は、たとえば、ディップコート法、スピンコート法などの塗布法を用いて形成できる。

[0119] なお、本実施形態では、磁気記録媒体の一構成例として、エネルギーアシスト磁気記録媒体について説明したが、エネルギーアシスト磁気記録媒体と

する場合でも上記の形態に限定されるものではない。例えば必要に応じて各種層をさらに設ける等することもできる。

[0120] 以上に説明した本実施形態の磁気記録媒体は、既述の磁気記録媒体用ガラス基板を含んでいる。すなわち、磁性層を成膜する際に高温で熱処理を行った場合でも平坦度の変化を小さくし、平坦度の悪化を抑制できる磁気記録媒体用ガラス基板を含んでいる。

[0121] このため、係る磁気記録媒体用ガラス基板を含む、本実施形態の磁気記録媒体についても平坦度を小さくすることができる。このため、本実施形態の磁気記録媒体を磁気記録装置に適用した場合に、記録ヘッドの浮上安定性を確保することができる。

実施例

[0122] 以下に具体的な実施例を挙げて説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

[実験例 1 ～実験例 5]

以下の手順により実験例 1 ～実験例 5 のガラス基板を作製し、評価を行った。

(ガラス材料選択工程)

実験例 1 ～実験例 5 のガラス基板を作製するにあたって、表 1 に示したように組成の異なるガラス A ～ガラス E を用意し、以下の手順により温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化を測定した。そして、測定した結果から、350℃以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01 以下のガラス材料を選択するガラス材料選択工程を実施し、各実験例のガラス基板を作製することにした。

[0123] まず、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の測定方法について説明する。

[0124] 温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化は、動的粘弾性測定装置 (TA Instruments 社製 型番: Q800 DMA) を用いて、以下の手順により行った。

[0125] 内部摩擦 $\tan \delta$ は、図 1 に示したように三点曲げ測定治具に、各ガラス

材料について、板状に加工した試験体 11 を用いて測定を行った。試験体 11 としては、長さ l が 60 mm × 幅（図 1 中の紙面と垂直方向）が 5 mm × 板厚 d が 0.5 mm となるように各ガラス材料を成形したものをを用いた。

[0126] そして、まず試験体 11 を支持部材 12 A、12 B 上に配置した。なお、支持部材 12 A と支持部材 12 B との間の支持間隔（スパン） L は 50 mm としている。

[0127] 次に、試験体 11 の上面の中央部であり、かつ支持部材 12 A と支持部材 12 B との中央部に、押圧部材 13 により、1 N の静荷重を図中下方向に印加した状態で、さらに振幅 120 μ m、周期 1 Hz となるように、押圧部材 13 で周期的に下方向への押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施した。このように試験体 11 を押圧することで試験体 11 に振動ひずみを印加した。そして、この際に測定した応力の変化から内部摩擦 $\tan \delta$ を算出した。

[0128] なお、 $\tan \delta$ の測定の際には、 -80°C から、 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ の昇温速度で、昇温を行っており、 -80°C 以上 350°C 以下の範囲で温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化の曲線を得た。

[0129] 上記測定を行った際の、各ガラス材料の試験体の、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化を図 3 に示す。なお、表 1 には、各実験例で用いたガラス材料の名前と、 0°C 、 100°C 、 200°C 、 350°C における内部摩擦 $\tan \delta$ を併せて示している。

[0130] 図 3 に示した結果によると、ガラス A ~ ガラス C については、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01 以下になっていることが確認される。これに対して、ガラス D、ガラス E については、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan \delta$ が、0.01 を超えていることを確認できた。特にガラス D、ガラス E を用いた試験体は、温度に対する内部摩擦 $\tan \delta$ の変化の曲線が、 350°C 以下の温度領域に明確なピークを有することを確認できた。

[0131] 以上の結果から、実験例 1 ~ 実験例 3 を実施例として、表 1 に示したように、それぞれガラス A ~ ガラス C を用いることにした。また、実験例 4、実験例 5 を比較例として、表 1 に示したように、それぞれガラス D、ガラス E

を用いることにした。

- [0132] そして、以下の工程を実施することにより各実験例のガラス基板を作製した。ガラス素板製造工程で製造する、ガラス素板のガラス材料と、板厚とが異なる点以外は実験例 1 ～実験例 5 で同様にしてガラス基板を作製したため、以下にまとめて記載する。

(ガラス素板製造工程)

ガラス材料選択工程の結果から、上述のように実験例 1 ～実験例 5 では、それぞれガラス A ～ガラス E を用いてガラス基板を作製することにした。

- [0133] このため、ガラス A、B、D、およびガラス E を用いてガラス素板をフロート法により、またガラス C を用いてガラス素板をプレス法により作製し、各実験例での形状付与工程に供した。

- [0134] なお、実験例 1、実験例 3 ～実験例 5 については、得られるガラス基板の板厚が 0.635 mm となるように、ガラス素板の板厚を調整し、作製した。また、実験例 2 に供するガラス素板は、得られるガラス基板の板厚が 0.5 mm となるように、ガラス素板の板厚を調整し、作製した。

(形状付与工程)

外径 95 mm、内径 25 mm のガラス基板が得られるように、各実験例について、上述のガラス素板製造工程で作製したガラス素板から、図 2 を用いて説明したように、中央部に円孔を有するドーナツ形状を有するガラス基板に加工した。

- [0135] なお、ここでいう内径とは、中央部の円孔の直径を意味する。

(面取り工程)

形状付与工程で得られたドーナツ形状を有するガラス基板の内周端面と外周端面とを、面取り幅 0.15 mm、面取り角度 45° の磁気記録媒体用ガラス基板が得られるように面取り加工を行った。

(一次主表面研削工程)

アルミナ砥粒を用いて、得られたガラス基板の上下主表面のラッピング加工を行った。

[0136] 一次主表面研削工程は、研磨具として鋳型定盤と、アルミナ砥粒を含有する研削液とを用いて、16B型両面研磨装置により実施した。

[0137] また、一次主表面研削工程後のガラス基板について、砥粒の洗浄、除去を行った。

(外周端面研磨工程)

次に、ガラス基板の外周側面部、および外周面取り部を、研磨ブラシ、および酸化セリウム砥粒を含有する研磨液を用いて研磨し、外周側面部と外周面取り部の加工変質層（傷など）を除去し、鏡面となるように外周端面の研磨加工を行った。

[0138] 外周端面研磨工程終了後もガラス基板について、砥粒の洗浄、除去を実施した。

(内周端面研磨工程)

外周端面研磨後、磁気記録媒体用ガラス基板の内周側面部、および内周面取り部を、研磨ブラシ、および酸化セリウム砥粒を含有する研磨液を用いて研磨し、内周側面部と内周面取り部の加工変質層（傷など）を除去し、鏡面となるように内周端面を研磨加工を行った。

[0139] 内周端面研磨後もガラス基板について、砥粒の洗浄、除去を実施した。

(二次主表面研削工程)

次いで、ガラス基板の上下主表面のラッピング加工を実施した。

[0140] 二次主表面研削工程は、研磨具として平均粒径4 μm のダイヤモンド砥粒を含有する固定粒工具と、界面活性剤を含有する研削液とを用いて、16B型両面研磨装置により実施した。

[0141] また、二次研削工程終了後もガラス基板について、砥粒の洗浄、除去を実施した。

[0142] なお、平均粒径は、レーザー回折・散乱法によって求めた粒度分布における積算値50%での粒径を意味する。なお、本明細書の他の部分でも、平均粒径は同様の意味を有する。

(一次主表面研磨工程)

次に、研磨具として軟質ウレタン製の研磨パッド（スエード系研磨パッド）と、酸化セリウム砥粒を含有する研磨液とを用いて、16B型両面研磨装置により上下主表面の研磨を実施した

なお、酸化セリウム砥粒を含有する研磨液としては、平均粒径が約 $1.0\ \mu\text{m}$ の酸化セリウムを含有した研磨液組成物を用いた。

[0143] また、一次主表面研磨工程では、上下両主表面を板厚方向で合計 $30\ \mu\text{m}$ の研磨を行っている。

[0144] 一次主表面研磨工程終了後も、ガラス基板について酸化セリウムの洗浄、除去を実施した。

（二次主表面研磨工程）

一次主表面研磨工程終了後、洗浄したガラス基板の両主表面について、二次主表面研磨工程を実施した。

[0145] 二次主表面研磨工程は、研磨具として軟質ウレタン製の研磨パッドと、平均粒径が $20\ \text{nm}$ のコロイダルシリカ砥粒を含有する研磨液とを用いて、16B型両面研磨装置により実施した。

[0146] 二次主表面研磨工程終了後もガラス基板について、コロイダルシリカの洗浄、除去を実施した。

（洗浄・乾燥工程）

二次主表面研磨工程を行ったガラス基板は、スクラブ洗浄と、洗剤溶液に浸漬した状態での超音波洗浄と、純水に浸漬した状態での超音波洗浄と、を順次行い（精密洗浄）、イソプロピルアルコール蒸気にて乾燥した。

[0147] 以上の手順により各実験例のガラス基板を作製し、得られたガラス基板について、熱処理前後での平坦度の変化を評価した。

[0148] 各実験例では上述の手順によりそれぞれ100枚のガラス基板を作製している。このため、作製したガラス基板のうち、各実験例において、平坦度の略同じガラス基板を2枚選択し、熱処理前のガラス基板の平坦度（X1）とした。

[0149] なお、平坦度は上記熱処理前、及び以下に説明する熱処理後、いずれにお

いてもN I D E K社製干渉式フラットネステスターF T - 1 7により測定を行っている。

[0150] そして、1枚のガラス基板について、窒素雰囲気下、600℃で10分間熱処理を行い、室温まで冷却した後に平坦度の測定を行った。熱処理後の平坦度（Y 1）の評価結果と、熱処理前後の平坦度の変化量（Y 1 - X 1）の計算結果を表1に示す。

[0151] また、もう1枚のガラス基板について、窒素雰囲気下、700℃で10分間熱処理を行い、室温まで冷却した後に平坦度の測定を行った。熱処理後の平坦度（Y 2）の評価結果と、熱処理前後の平坦度の変化量（Y 2 - X 1）の計算結果を表1に示す。

[0152]

[表1]

表 1

ガラス材料の特性	ガラス材料名		実験例1	実験例2	実験例3	実験例4	実験例5
			ガラスA	ガラスB	ガラスC	ガラスD	ガラスE
内部摩擦 (tan δ)	350°C		0.0019	0.0028	0.0032	0.077	0.0050
	200°C		0.0018	0.0027	0.0033	0.0108	0.0054
	100°C		0.0020	0.0033	0.0046	0.0130	0.0180
	0°C		0.0023	0.0047	0.0060	0.0032	0.0038
ガラス組成(mol%)	SiO ₂		70	68	68	64	63
	Al ₂ O ₃		13	11	6	11	12
	B ₂ O ₃		2	9	-	-	-
	Li ₂ O		-	-	-	8	9
	Na ₂ O		-	0.5	6.5	7	7
	K ₂ O		-	-	2	5	3
	MgO		4	2	15.5	2	1.5
	CaO		6	9	-	-	-
	SrO		1	-	-	-	3
	BaO		3.5	-	-	-	-
ガラス基板のサイズ(mm)	ZrO ₂		0.5	0.5	2	3	1.5
	TiO ₂		-	-	-	-	-
	直径(D)		95	95	95	95	95
	板厚(T)		0.635	0.5	0.635	0.635	0.635
平坦度の評価結果 (μ m)	熱処理前のガラス基板の平坦度(X1)		3.4	2.8	4.4	3.8	9.4
	熱処理後の平坦度(Y1)		4.5	3.2	4.9	50.8	56.4
	600°Cで熱処理時 平坦度変化量(Y1-X1)		1.1	0.4	0.5	47.0	47.0
	700°Cで熱処理時 平坦度変化量(Y2-X1)		8.8	27.9	20.5	-	-
			5.4	25.1	16.1	-	-

[0153] 350°C以下における内部摩擦tan δ が、0.01以下であるガラスA～ガラスCを用いて作製した実験例1～実験例3のガラス基板は、600°Cで熱処理を行った場合、熱処理前後での平坦度の変化量が1.5 μ m以下になることを確認できた。また、実験例1～実験例3のガラス基板は、700

℃で熱処理を行った場合でも、熱処理前後での平坦度の変化量が $26.0\mu\text{m}$ 以下に、更に 350°C 以下における周波数 1Hz での内部摩擦 $\tan\delta$ が、 0.004 以下であるガラスAを用いて作成した実験例1のガラス基板は $6.0\mu\text{m}$ 以下になっていることを確認できた。

[0154] これに対して、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan\delta$ が、 0.01 を超えるガラスD、ガラスEを用いて作製した実験例4、実験例5のガラス基板は、 600°C で熱処理を行った場合、熱処理前後での平坦度の変化量が $30\mu\text{m}$ を超えることが確認できた。なお、実験例4、実験例5のガラス基板は、 700°C で熱処理を行った場合には破損の恐れがあり加熱を実施しなかったため、平坦度を評価することができていない。

[0155] 以上の結果から、 350°C 以下における内部摩擦 $\tan\delta$ が、 0.01 以下のガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板によれば、高温で熱処理した場合でも平坦度の悪化を抑制できることを確認できた。

[0156] 本発明を特定の態様を参照して詳細に説明したが、本発明の精神と範囲を離れることなく様々な変更および修正が可能であることは、当業者にとって明らかである。なお、本出願は、 2016 年 1 月 7 日付けで出願された日本特許出願（特願 $2016-001831$ ）および 2016 年 4 月 26 日付けで出願された日本特許出願（特願 $2016-088295$ ）に基づいており、その全体が引用により援用される。また、ここに引用されるすべての参照は全体として取り込まれる。

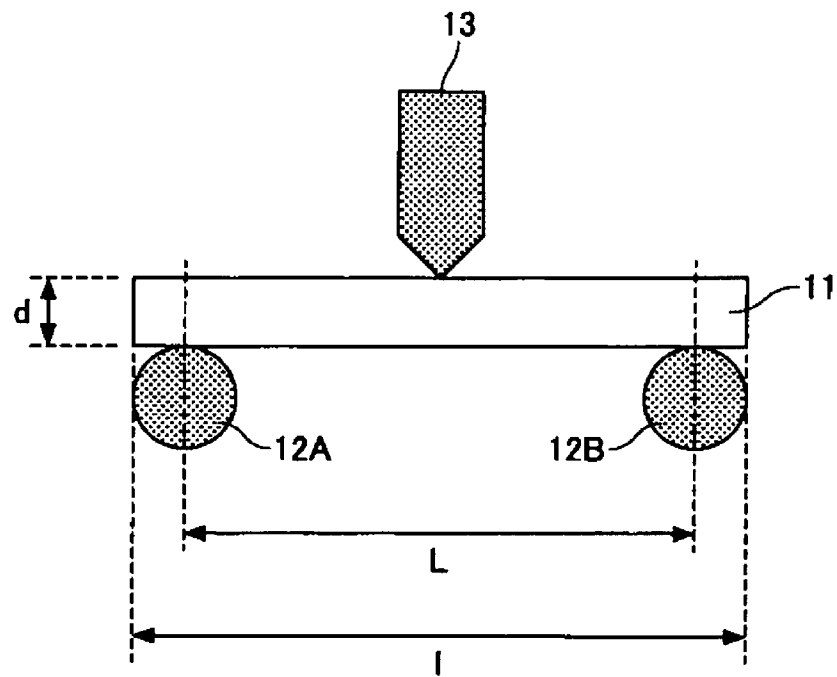
符号の説明

[0157] 20 ガラス基板

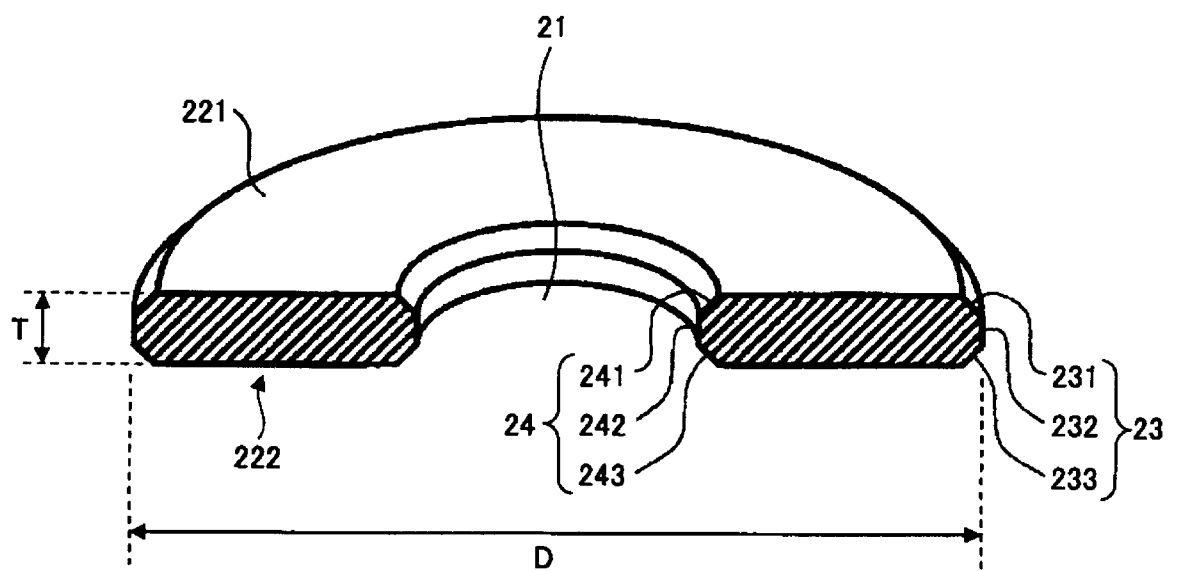
請求の範囲

- [請求項1] 350℃以下における内部摩擦が0.01以下のガラス材料からなる磁気記録媒体用ガラス基板。
- (ただし前記内部摩擦とは、
- 長さ60mm、幅5mm、板厚0.5mmの板状に加工した前記ガラス材料からなる試験体を、
- 前記長さ方向に沿って配置され、支持間隔が50mmである2つの支持部材により下面側から支持し、
- 前記試験体の中央部を、下方向に1Nの静荷重を印加した状態で、さらに振幅120 μ m、かつ周波数1Hzとなるように押圧と、押圧の解放とを繰り返し実施することで測定された応力の変化に基づいて算出される。)
- [請求項2] 350℃以下における、前記内部摩擦が0.004以下のガラス材料からなる請求項1に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項3] 中央に開口部を有する円板形状を有しており、
- 直径が95mm以上であり、かつ板厚が0.635mm以下である請求項1または2に記載の磁気記録媒体用ガラス基板。
- [請求項4] 請求項1乃至3のいずれか一項に記載の磁気記録媒体用ガラス基板を含む磁気記録媒体。

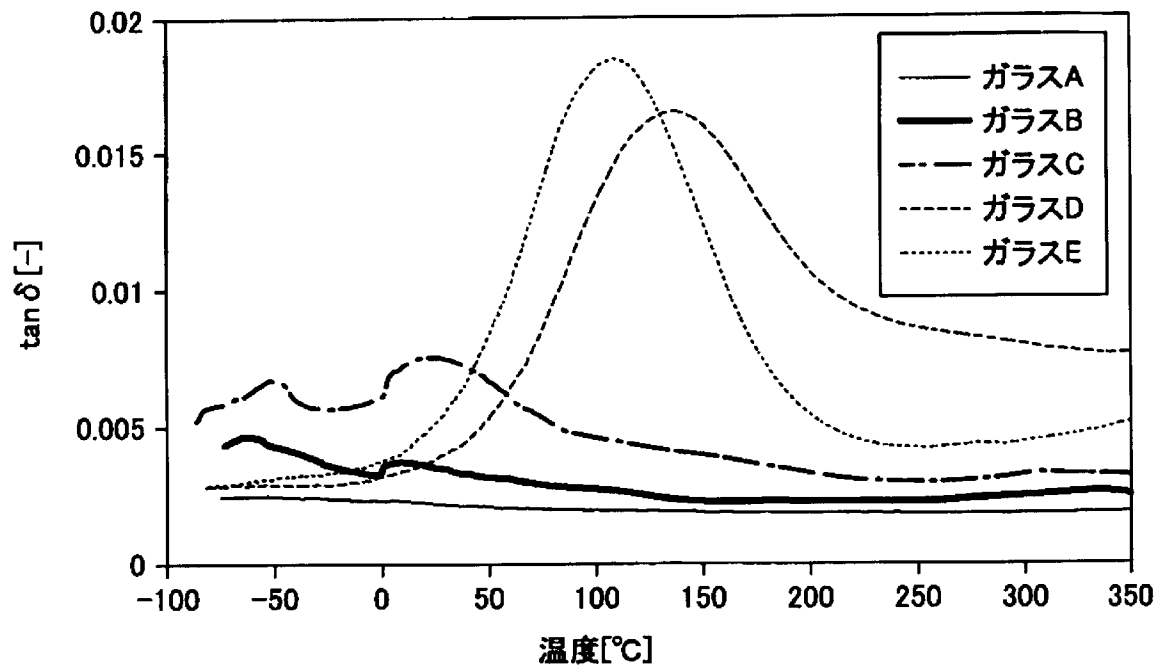
[図1]



[図2]

20

[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/064644

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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 1996-2016

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	WO 2011/136027 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 03 November 2011 (03.11.2011), paragraphs [0037] to [0042] & US 2012/0141668 A1 paragraphs [0070] to [0084] & JP 2012-111692 A & JP 5056983 B & JP 2014-88320 A & SG 178243 A & CN 102473426 A	1, 2 3, 4
Y A	JP 2001-266329 A (Minolta Co., Ltd.), 28 September 2001 (28.09.2001), paragraphs [0026], [0039], [0040]; fig. 3, 4, 9 to 11, 13 & US 2001/0022705 A1 paragraphs [0041], [0064], [0065]; fig. 3, 4, 9 to 11, 13	3, 4 1, 2



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

14 June 2016 (14.06.16)

Date of mailing of the international search report

28 June 2016 (28.06.16)

Name and mailing address of the ISA/

Japan Patent Office

3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,

Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/064644

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2013-168193 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 29 August 2013 (29.08.2013), paragraphs [0043], [0046] to [0049]; fig. 6, 7 & WO 2011/148845 A1	4 1-3
A	JP 2012-126625 A (Konica Minolta Advanced Layers, Inc.), 05 July 2012 (05.07.2012), paragraphs [0068] to [0074]; fig. 1, 2 (Family: none)	1,2
A	JP 06-41703 A (Tsuyoshi MASUMOTO), 15 February 1994 (15.02.1994), paragraph [0022]; fig. 5 & EP 561269 A2 column 7, line 48 to column 8, line 6; fig. 5 & DE 69306145 C	1,2
A	JP 60-259931 A (Nippon Steel Corp.), 23 December 1985 (23.12.1985), page 2, lower left column, line 16 to page 3, lower left column, line 14 (Family: none)	1,2

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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（I P C））

Int.Cl. 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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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）

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 Y	WO 2011/136027 A1（旭硝子株式会社） 2011.11.03, 段落[0037]-[0042] & US 2012/0141668 A1, 段落[0070]-[0084] & JP 2012-111692 A & JP 5056983 B & JP 2014-88320 A & SG 178243 A & CN 102473426 A	1, 2 3, 4
Y A	JP 2001-266329 A（ミノルタ株式会社） 2001.09.28, 段落[0026], [0039], [0040], 図3, 4, 9-11, 13 & US 2001/0022705 A1, 段落[0041], [0064], [0065], 図3, 4, 9-11,	3, 4 1, 2

☒ 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

14.06.2016

国際調査報告の発送日

28.06.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

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）

中野 和彦

電話番号 03-3581-1101 内線 3541

5C

5892

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
	13	
Y A	JP 2013-168193 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2013.08.29, 段落[0043], [0046]-[0049], 図 6, 7 & WO 2011/148845 A1	4 1-3
A	JP 2012-126625 A (コニカミノルタアドバンストレイヤー株式会社) 2012.07.05, 段落[0068]-[0074], 図 1, 2 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 06-41703 A (増本 健) 1994.02.15, 段落[0022], 図 5 & EP 561269 A2, 第 7 欄第 48 行-第 8 欄第 6 行, 図 5 & DE 69306145 C	1, 2
A	JP 60-259931 A (新日本製鐵株式会社) 1985.12.23, 第 2 ページ左下欄第 16 行-第 3 ページ左下欄第 14 行 (ファミリーなし)	1, 2