

明 細 書

発明の名称：HDD用ガラス基板の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、HDD用ガラス基板の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 磁気情報記録装置は、磁気、光及び光磁気等を利用することによって、情報を情報記録媒体に記録させるものである。その代表的なものとしては、例えば、ハードディスクドライブ（HDD）装置等が挙げられる。ハードディスクドライブ装置は、基板上に記録層を形成した情報記録媒体としての磁気ディスクに対し、磁気ヘッドによって磁氣的に情報を記録する装置である。このような情報記録媒体の基材、いわゆるサブストレートとしては、ガラス基板が好適に用いられている。

[0003] また、HDD装置は、磁気ヘッドを磁気ディスクに接触することなく、磁気ディスクに対し僅か数nm程度浮上させ、高速回転させながら磁気ディスクに情報を記録させている。さらに、近年においては、HDDの記憶容量が飛躍的に増大することに伴い、1ビットに費やす媒体の記録面積を小さくすることが必要不可欠となっている。これに比例するように磁性粒子のサイズも微細化されるため、微小領域のリード／ライト機能は向上され、ヘッドとメディアの距離がさらに近くなることから、リード／ライトエラーやヘッドクラッシュ等の問題がより厳しくなってきた。

[0004] さらに、近年のHDDは、ノートパソコンやポータブルHDD装置等の持ち運び等、用途が増加し、それに伴いガラス基板には今まで以上の耐衝撃性を確保することが必要不可欠となってきた。耐衝撃性を確保するための手段として、化学強化処理を施されたガラス基板が開発されている。化学強化処理とは、ガラス基板を、350～500℃程度の高温にすることで熔融されたカリウムやナトリウムの硝酸塩に浸漬し、ガラス基板の表面付近に含まれるアルカリイオンをイオン半径の大きいアルカリイオンで置換すること

で、ガラス基板の表面付近に圧縮応力層を形成することでガラス基板を強化する方法である。

[0005] 一方、前記HDDに用いられるガラス基板の元となるガラス素板を作製する方法としては、ガラス素材を溶融させた溶融液を、溶融したスズの上に流し、そのまま固化させることでガラス板を形成するフロート法や、下型及び上型の間に溶融したガラスゴブを供給した後、プレスしてガラス板を形成するダイレクトプレス法が知られている。どちらの方法においても、得られたガラス板をガラス基板の形状に近い円盤状に切り出して、ガラス素板を作成し、このガラス素板にさらに研削・研磨等を施してHDD用ガラス基板に仕上げられる。これらの方法のうち、フロート法は、製造されたガラス素板の表面粗さが比較的小さく、研削工程における負荷が小さい点で好ましく用いられる。

[0006] しかしながら、このフロート法では、溶融スズ上に溶融ガラスを流した際に、スズ層と接している側のガラス板の表面（下面）にスズ層が拡散し、スズ層が拡散しているガラス板下面と板ガラス上面とでガラス組成が異なるという現象が発生する。ガラス基板に用いられるガラスは、厳密な材料設計により所望の特性を持つように製造されているが、このようなスズ層が形成されることで異なる材料特性が発現することで、磁気記録媒体とされたときに予期せぬ不具合が発生する場合がある。

[0007] このような課題に対しては、例えば、特許文献1、2では、フロート法で作製されたガラス基板はその上下面においてガラス組成の差があることから、スズが拡散している板ガラス下面を磁気記録に使用しない面とし、他方の面を磁気記録として使用する面とするガラス基板が記載されている。しかし、近年のHDDの小型化に伴い、磁気記録媒体の記録容量の増加は強く望まれており、両面を磁気記録することが必須条件となるため、改善が必要とされていた。

[0008] このような問題は、フロート法で作製されたガラス素板を用いて磁気ディスク用ガラス基板を製造する場合において、少なくともスズ層が形成された

部分を研削工程で除去することで解決可能であると考えられる。このため、ガラス基板を十分に研削することでスズ層の除去を行っていた。

[0009] しかしながら、スズ層を研削工程によって除去した場合、その後、ガラス基板に対して、化学強化工程を行った場合であっても、衝撃強度が十分に得られないという問題があった。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2010-257563号公報

特許文献2：特開2010-238271号公報

発明の概要

[0011] 本発明は、前記従来技術に鑑みてなされたものであり、その解決すべき課題は、高記録密度を有するハードディスクドライブにガラス基板を搭載した場合において、優れた耐衝撃性を示すHDD用ガラス基板の製造方法を提供することを目的とする。

[0012] 本発明の一局面は、HDD用ガラス基板の製造方法であって、フロート法によりガラス板を得る工程と、前記ガラス板から円盤状に切り出してガラス素板を形成する工程と、前記ガラス素板に対して研削及び／又は研磨を行う表面加工工程と、表面加工されたガラス素板を化学強化処理液に浸漬することでガラス素板表面にイオン交換を施す化学強化工程とを有し、化学強化工程の直前におけるガラス素板において、前記ガラス素板を主面と垂直な方向に短冊状に切り出した際の断面からリタレーション量を測定したときに、一方の主面から10 μ mまでの範囲における単位光路長あたりのリタレーション量の第1最大値と、他方の主面から10 μ mまでの範囲における単位光路長あたりのリタレーション量の第2最大値との差が、10nm/mm以下であることを特徴とするHDD用ガラス基板の製造方法である。

[0013] 本発明の目的、特徴、局面、及び利点は、以下の詳細な記載と添付図面によって、より明白となる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]図1は、本実施形態に係る磁気情報記録媒体用ガラス基板の製造方法により製造される磁気情報記録媒体用ガラス基板を示す上面図である。

[図2]図2は、本実施形態に係る磁気情報記録媒体用ガラス基板の製造方法におけるガラス素板の切出し工程を示す概略断面図である。

[図3]図3は、本実施形態に係る磁気情報記録媒体用ガラス基板の製造方法における研削工程で用いる研削装置の一例を示す概略断面図である。

[図4]図4は、コアリング工程後のガラスブランクスの模式図である。

[図5]図5は、本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法により製造されたHDD用ガラス基板を用いた磁気記録媒体の一例である磁気ディスクを示す一部断面斜視図である。

発明を実施するための形態

[0015] 本発明者等の検討によれば、スズ層を研削工程によって除去した場合、その後、ガラス基板に対して、化学強化工程を行った場合であっても、化学強化により導入された圧縮応力層の状態が異なり、ガラス基板の上下面での圧縮応力のバランスが悪化し、衝撃強度が十分に得られない場合があることが判明した。そこで、その原因を更に精査したところ、フロート法でガラス素板を製造した場合には、スズ層を有した状態でアニール工程が施されるため、スズ層を有する側と、スズ層を有しない側でアニール工程により異なる応力が発生し、上下面で残留応力が異なっていることが判明した。このような残留応力は、スズ層よりも深く発生しているため、研削によりスズ層を除去しても上下面で異なる応力が残留することとなる。その後、上下面で異なる残留応力を有するガラス基板を化学強化した場合には、その応力の違いが化学強化工程でより増幅され、化学強化による強化の効果が十分に得られないばかりか、耐衝撃性を低下させる原因となっていることが判明した。

[0016] 本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、その解決すべき課題は、高記録密度を有するハードディスクドライブにガラス基板を搭載した場合において、優れた耐衝撃性を示すHDD用ガラス基板の製造方法を提供す

ることを目的とする。

[0017] 前記課題を解決するために、本発明者らは鋭意検討を行った結果、下記構成によって耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板を得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0018] 以下、本発明に係る実施形態について説明するが、本発明は、これらに限定されるものではない。

[0019] <HDD用ガラス基板>

本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法においては、化学強化工程の直前におけるガラス素板において、前記ガラス素板を主面と垂直な方向に短冊状に切り出した際の断面からリタデーション量を測定したときに、一方の主面から $10\mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の最大値（第1最大値）と、他方の主面から $10\mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の最大値（第2最大値）との差が、 $10\text{nm}/\text{mm}$ 以下であることを特徴とする。

[0020] 前述のように、化学強化工程の直前におけるガラス素板において、第1最大値と第2最大値との差、すなわち、上下面におけるリタデーション量の最大値同士の差が、 $10\text{nm}/\text{mm}$ 以下であれば、ガラス素板の上下面における残留応力の差が小さく、応力分布が上下で均等であるといえるため、このガラス素板を化学強化工程に供してガラス基板を製造した場合においても、上下の圧縮応力のバランスが悪化することなく、HDD用ガラス基板として組み込まれた場合において耐衝撃性に優れるものとなる。また、前記上下面におけるリタデーション量の最大値同士の差は、 $3\text{nm}/\text{mm}$ 以下であることが好ましい。化学強化工程の直前におけるガラス素板において、上下面におけるリタデーション量の最大値同士の差が $10\text{nm}/\text{mm}$ 以下であれば、化学強化工程に供された場合においても、上下面の圧縮応力のバランスが悪化せず、HDDを誤って落下させたり、持ち運び時に衝撃が加えられたりした場合にも割れるおそれを低減することができる。また、前記上下面におけるリタデーション量の最大値同士の差が $0\text{nm}/\text{mm}$ に近いほど、ガラス素

板の残留応力の差が小さく、均等であるといえる。

[0021] (リタレーション量測定)

本実施形態において、リタレーション量とは、ガラス素板においては各表面付近の残留応力を表す指標であり、化学強化工程後のガラス基板においては、化学強化工程により付与された圧縮応力の大きさを表す指標となる。測定方法としては、ガラス素板またはガラス基板を短冊状に切り出し、ポーラリメーター（神港精機社）等を用いて、断面方向から直線偏光を通過させ、通過後の偏光状態の変化を観察する方法等が挙げられる。そして、短冊状に切り出したガラス基板の各記録面（一方の主面及び他方の主面）側から10 μm の深さにおけるリタレーション量を複数点にわたり測定し、その最大値を求め、各表面近傍における最大値同士を比較しその差の最大値を特定する。

[0022] また、上述のようにフロート法によって作製されたガラス基板は、下側面にスズ成分が拡散、残存した層（スズ層）が形成される。このスズ層の存在下でアニール処理が行われることでガラス基板の下側面に大きな残留応力が発生し、スズ層を除去した後においてもガラス基板の上下面における残留応力の差が残留することとなる。

[0023] その場合には、スズ層だけを除去しても各表面近傍の残留応力を均一にすることはできない。研削によりこの残留応力の不均一な部分を低減させようとすると、加工取り代が増加することで所望の厚みより薄肉化してしまったり、加工コストが膨大化したりする問題が生じる。そこで、ガラス基板の下面に過剰の研削を施すことなく、ガラス素板中の応力分布を均等にすることが望ましいのである。

[0024] よって、ガラス素板の上側の面と下側の面と（一方の面と他方の面と）におけるリタレーション量の最大値の差が、化学強化工程直前において、所定の範囲内であれば、化学強化工程後のガラス基板における圧縮応力層のバランスを均等にすることができ、耐衝撃性に優れるガラス基板を得ることができる。

[0025] (ガラス基板組成)

本実施形態に係るHDD用ガラス基板を構成する材料は、アルミノシリケートガラスが好適に用いられる。かかるアルミノシリケートガラスの組成は、 SiO_2 、 Al_2O_3 、及び B_2O_3 をガラス素板の主成分として含有する。また、ガラス素板のアルカリ成分として、 Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O を含有する。アルカリ土類成分として、 MgO 、 CaO 、 BaO 、 SrO 、及び ZnO を含有する。

[0026] そして、 SiO_2 と Al_2O_3 と B_2O_3 との合計量 w (FMO) が、70～85質量%であることが好ましい。これは、ガラスの構造を安定化させるためである。この合計量が少なすぎると、ガラス構造が不安定化する傾向がある。また、この合計量が多すぎると、溶融時の粘性特性が悪化し生産性が低下する傾向がある。

[0027] 本実施形態で使用するガラス素板のアルカリ成分としては、上記のように、 Li_2O が1～8質量%、 Na_2O が2～13質量%、 K_2O が0.2～2質量%であって、それらの合計、すなわち Li_2O と Na_2O と K_2O との合計が3.2～23質量%であることが好ましい。

[0028] また、ガラス素板としては、上記以外の成分を含有してもよい。具体的には、例えば、 ZrO_2 や酸化セリウムを含有してもよい。そして、 ZrO_2 の含有量としては、0～5質量%であることが好ましい。また、酸化セリウムの含有量としては、0～2質量%が好ましい。なお、酸化セリウムは、酸化セリウムを含有する研磨剤を用いて、ガラス素板を研磨する際、微細な凹凸の発生を抑制する効果を有する。

[0029] <HDD用ガラス基板の製造方法>

本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法は、フロート法によってガラス板を得る工程と、前記ガラス板から円盤状に切り出してガラス素板を形成する工程と、前記ガラス素板に対して研削及び／又は研磨を行う表面加工工程と、表面加工されたガラス素板を化学強化処理液に浸漬することでガラス素板表面にイオン交換を施す化学強化工程と、を備える。このような製

造方法において、化学強化工程の直前におけるガラス素板において、前記ガラス素板を主面と垂直な方向に短冊状に切り出した際の断面からリタデーション量を測定したときに、一方の主面から $10\ \mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の最大値と、他方の主面から $10\ \mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の最大値との差が、 $10\ \text{nm/mm}$ 以下とすることを特徴とする。

[0030] なお、研削工程は1回又は複数回行ってよい。研磨工程は、研削工程で残留した傷や歪みを除去する粗研磨工程と、ガラス基板の主表面を平滑な鏡面に仕上げる精密研磨工程を含む。

[0031] また、本実施形態に係るガラス基板の製造方法においては、前記研削工程及び研磨工程以外の工程を備えてもよい。

[0032] また、研磨工程によって付着した研磨材を除去する洗浄工程や、ガラス基板前駆体の外周端面および内周端面の面取り加工を行う端面研磨工程等を備えてもよい。さらに、前記化学強化工程の直前におけるガラス素板の、一方の主面と他方の主面との応力分布（上側の面及び下側の面の応力分布）を均等にする均等化工程を備えることが好ましい。このような工程を備えることで、ガラス素板の上下面において残留応力の差が小さくなることにより、後の化学強化工程における圧縮応力のバランスの悪化を抑制し、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板を得ることができる。

[0033] 以上の製造方法によって得られたHDD用ガラス基板に対して磁性膜を形成することによって、磁気記録媒体が得られHDDに搭載される。

[0034] ここで、本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法について詳述する。

[0035] <円盤加工工程>

前記円盤加工工程は、所定の組成のガラス素材から板状に成形したガラス板から、図1に示すように、内周及び外周が同心円となるように、中心部に貫通孔 $10\ \text{d}$ が形成された円盤状のガラス素板10に加工する工程である。本実施形態に係るHDD用ガラス基板は、フロート法を用いて加工される。

[0036] 以下、フロート法について説明する。

[0037] (フロート法)

フロート法は、ガラス素材を溶融させた溶融液を、溶融したスズの上に流し、そのまま固化させる方法である。より具体的には、溶融スズを満たしたフロートバス中に溶融ガラスを流し溶融ガラス層を形成させ、該溶融ガラス層を冷却して板状ガラスを固化形成させてガラス板を得る。

[0038] 溶融ガラス層は、溶融スズで満たされたフロートバス中に、ガラス製品の組成として調合された溶融ガラスを流すことで形成される。該溶融ガラスは、溶融スズに対して比重が軽いため、フロートバス中では溶融ガラス層が上層、溶融スズ層が下層の2層構造となる。下層となる溶融スズ層の上面には、表面張力によって平坦、平滑な面が形成されている。一方、この溶融スズ層の上側の面と接触して界面を形成する溶融ガラス層の下側の面も同様に、溶融スズ層の上面に合わせて平坦、平滑な面が形成される。一方、溶融ガラス層の上面は、溶融ガラス自体の表面張力によって平坦、平滑な面が形成される。つまり、溶融ガラス層は、上面と下面共に平坦、平滑な面を有し、フロートバス中の上層に浮上する状態となっている。

[0039] 次に、前記溶融ガラス層を冷却する。ガラスの溶融温度はスズの融点より高いことから、フロートバス中の溶融ガラス層及び溶融スズ層を共に徐冷すると溶融ガラス層が先に固化し始める。そして、ガラスの溶融温度以下かつスズの融点以上の温度を保つことにより、溶融ガラス層が完全に固化して板状ガラスとなる。つまり、溶融ガラスが固化する際に溶融ガラス層の上面及び下面に対して外力が加わらないため、平面状態を持ったまま固化して板状ガラスとなる。このため、得られる板状ガラスの上下の一对の主面は、共に鏡面化されている。

[0040] 次に、溶融スズ上に浮上保持された板状ガラスと溶融スズ層とを分離する。次いで、板状ガラスを室温まで冷却し、板状ガラスに付着したスズ成分を洗浄工程などによって除去することにより、フロートガラスを得ることができる。

[0041] 以上のようなフロート法を用いることによって、板状ガラスの一对の主面を共に鏡面化されたガラス素板を得ることができる。また、製造するフロートガラスの厚さは、溶融スズ上へ流す溶融ガラスの量を調整することにより、任意の厚みに形成することができる。本実施形態にかかるHDD用ガラス基板は、上記のフロート法を用いたガラス板から製造されたものであればガラス組成、板厚には依存されない。

[0042] ここで、フロート法で製造されたガラス板は、上述したように、一方の主面が溶融スズと接触し、他方の主面は溶融スズと接触しない。このため、フロート法で製造されたガラス素板は、下面へのスズ成分が残存する。フロート法で製造された板状ガラスのスズ層は、研削工程によって削減することができる。また、ガラスの表面には、ナトリウムイオン及びカリウムイオンがガラスの組成中に分布していて、これらのイオンの一部がスズイオンとイオン交換することにより、スズイオンがガラス表面から内部に拡散する。特に、フロート法では、高温の溶融ガラスと溶融スズとが接触するため、スズ成分がガラス表面へより拡散する。

[0043] 前記スズ成分が残存したスズ層の厚みは、一般的には10～50 μ m程度となる。

[0044] (アニール工程)

アニール工程は、前記フロート法によって得られたガラス素板に対して施される熱処理工程である。このアニール工程を施すことにより、一般的にはガラス素板中の残留応力（残留歪み）の除去をすることができる。ところが、フロート法で得られたガラス素板は、前述したようにスズ層の存在により、上下面の組成が異なるため、ガラス表面付近に異なる残留応力を生じやすい。一般的なアニール工程を行った場合には、ガラス内部の応力歪みはある程度低減することができるが、表面近傍における残留応力の大きさは不均一になりやすい。

[0045] 内部の残留応力を除去するための、アニール工程の温度は、一般的にガラス転移温度（ T_g ）より -50°C ～ $+50^{\circ}\text{C}$ であることが好ましいとされる

。上記範囲より低い温度であると、内部の残留応力（残留歪み）の低下が不十分となる場合がある。また、上記範囲より高い温度であると、軟化点に近い温度になりガラスとアニール処理を行う治具などがくっついたり、平坦度が悪くなったりする。

[0046] また、前記アニール温度での最高温度での保持時間は、通常 1 ～ 10 時間である。また、徐冷速度は 3℃／分で行うが、徐冷速度を早く行う（急冷する）と、別の反りが発生するため、徐冷速度はより遅い方が好ましい。

[0047] （切り出し工程）

次に、前記アニール工程を施したガラス素板を円盤状に切り出す切り出し工程について説明する。

[0048] 切り出し工程は、溶融金属の上で板状に形成されたガラス素板の片面に切筋を入れ、この切筋に沿って切断するものである。前記切り出し工程は、前記ガラス素板の前記溶融金属に接触したガラス素板表面に対して切筋を形成した後、該切筋をガラス素板の厚み方向に進行させて円盤状のガラス素板を切り出すことをいう。

[0049] 図 2 は、前記切り出し工程を示す断面図であり、図 2（a）は、板状のガラス素板 1 の断面図である。

[0050] 前記ガラス素板は、前述したフロート法で製造され、アニール処理が施された板状のガラス素板を用いる。そして、その厚みとしては、例えば、0.95 mm のものが挙げられる。なお、ガラス素板やガラス基板の表面粗さ、例えば、R_a は、一般的な表面粗さ測定機を用いて測定することができる。

[0051] 上述のように、ガラス素板は溶融スズに接した面と、他方の面とが生じる。図 2（a）に示すガラス素板 1 の場合では、上側の面が接触面 1 A で、下側の面が自由面 1 B である。

[0052] 上記ガラス素板（ガラス素材）1 の接触面 1 A に対して、磁気ディスク用ガラス基板となされる領域の略周縁をなす曲線を描く切筋を形成する。本実施形態では、図 2（b）に示すように、ガラス素材 1 の接触面 1 A にガラスカッター 4 で、円盤状の外周側及び内周側を描くそれぞれ円形の切筋 2, 3

を形成する。

[0053] この場合の外周側及び内周側の切筋 2, 3 は、ガラス板の厚み方向に対して斜めに形成している。また、本実施形態では、ガラス素材 1 の接触面 1 A から自由面 1 B 側に向かって外側へ斜めに切筋 2, 3 を形成し、図 2 (b) の断面図で見ると、左右の切筋 2, 2 及び切筋 3, 3 がそれぞれハの字状になるように形成させる。また、本実施形態では、ガラス素材 1 の接触面 1 A から自由面 1 B 側に向かって外側へ斜めに切筋 2, 3 を形成したが、これに限らず、例えばガラス素材 1 の接触面 1 A から自由面 1 B 側に向かって内側へ斜めに切筋 2, 3 を形成し、図 2 (b) で見ると、左右の切筋 2, 2 及び切筋 3, 3 がそれぞれ逆ハの字状になるように形成しておき、この切筋を進行させて切筋で囲まれる内側部分を上方へ抜き取るようにしてもよい。

[0054] 次に、図 2 (c) に示すように、ガラス素材 1 の接触面 1 A に形成した前記切筋 2, 3 を自由面 1 B 側に向かって進行させる。これにより、切筋 2 で囲まれる内側の領域 10 a はガラス素材 1 から分離された状態となる。また、切筋 3 で囲まれる内側部分 10 b は上記切筋 2 で囲まれる領域 10 a から分離された状態となる。

[0055] このようにガラス素材 1 の接触面 1 A に形成した前記切筋 2, 3 を自由面 1 B 側に向かって進行させる手段としては、ガラス素材 1 に熱膨張差を生じさせる手段、例えば、ガラス素材 1 の片側面を加熱する方法が好ましく挙げられる。ガラス素材 1 を加熱することにより、ガラス素材 1 の板厚方向に熱膨張差が生じ、ガラス素材を目的の円盤状に容易に切断できる。

[0056] 続いて、図 2 (d) に示すように、切筋 2 で囲まれた内側の領域 10 a、10 b を下方に押し出し、さらに切筋 3 で囲まれた領域 10 b を押し出すことにより、中心部に円孔を備えた円盤状のガラス素板 10 が得られる。

[0057] また、前記切り出し工程後のガラス素板の表面粗さ R_a が 5 nm 以上 50 nm 以下、最大高さ粗さ R_z が 20 nm 以上 100 nm 以下であることが好ましい。前記切り出し工程後のガラス素板の表面粗さ R_a や最大高さ粗さ R_z が高すぎると研削ダメージが大きく、低すぎると研削工程が行えなくなる

。

[0058] 以上による円盤加工工程において、例えば、外径 r_1 が 2.5 インチ（約 64 mm）、1.8 インチ（約 46 mm）、1 インチ（約 25 mm）、0.8 インチ（約 20 mm）等で、厚みは最終的に製造されるガラス基板の厚みに 0.3 mm 程度を加えた厚みの円盤状のガラス素板に加工される。前記厚みを超えると加工取り代が増えるため製造効率が悪くなってしまう。最終的に製造されるガラス基板の厚さは決まっているため、そこから逆算し、該円盤加工工程において加工する厚みは決定される。

[0059] 上述の円盤加工工程によって製造されたガラス素板に、後述する研削工程及び研磨工程を加えることにより HDD 用ガラス基板を製造することができる。

[0060] 図 3 は、本実施形態に係る HDD 用ガラス基板の製造方法によって製造した HDD 用ガラス基板の一例を示す図である。図 3（a）は斜視図、図 3（b）は断面図である。HDD 用ガラス基板 30 は中心穴 33 が形成された円板状のガラス基板であって、主表面 31、外周端面 34、内周端面 35 を有している。外周端面 34 と内周端面 35 には、それぞれ面取り部 36、37 が形成されている。

[0061] <研削工程>

前記研削工程は、前記ガラス素板を所定の板厚に加工する工程である。具体的には、ガラス素板の両面を研削（ラッピング）加工する工程等が挙げられる。このように加工することによって、ガラス素板の平行度、平坦度及び厚みを調整するとともに、フロート法においては表面に形成されたスズ層を除去することができる。

[0062] 研削工程で用いる研削装置は、ガラス基板の製造に用いる研削装置であれば、特に限定されない。具体的には、図 4 に示すような研削装置 5 が挙げられる。なお、図 4 は、本発明の実施形態に係る磁気情報記録媒体用ガラス基板の製造方法における研削工程で用いる研削装置の一例を示す概略断面図である。

[0063] 図4に示すような研削装置5は、両面同時研削可能な装置である。また、

この研削装置5は、装置本体部5aと、装置本体部5aに冷却液であるクーラントを供給するクーラント供給部5bとを備えている。

[0064] 装置本体部5aは、円盤状の上定盤6と円盤状の下定盤7とを備えており、それらが互いに平行になるように上下に間隔を隔てて配置されている。そして、円盤状の上定盤6と円盤状の下定盤7とが、互いに逆方向に回転する。

[0065] この円盤状の上定盤6と円盤状の下定盤7との対向するそれぞれの面にガラス素板10の表裏の両面を研削するために、ダイヤモンド粒子を含有する固定砥粒8が配備されている。この研削工程で使用するダイヤモンド粒子を含む固定砥粒8は、複数のダイヤモンド粒子を樹脂で結合させてペレット状のものでよいし、樹脂を用いた接着又は電着によって、上定盤6及び下定盤7にダイヤモンド粒子を平面的に接着させたシート状のものを用いてもよい。

[0066] 前記固定砥粒8と定盤6、7との間にはキャリアを挟んでもよい。このキャリアは複数のガラス素板10を保持した状態で、自転しながら定盤6、7の回転中心に対して下定盤7と同じ方向に公転する。なお、円盤状の上定盤6と円盤状の下定盤7とは、別駆動で動作することができる。このように動作している研削装置5において、クーラント11を固定砥粒8とガラス素板10との間、及び固定砥粒8とガラス素板10との間、夫々に供給することができる。

[0067] クーラント供給部5bは、クーラント11を入れた容器とポンプ9とを備えている。すなわち、容器内のクーラント11をポンプ9によって定盤6、7内に供給し、循環させる。該循環中に生じる、上下の定盤6、7の研削面が削られた切子を、それぞれの研削面から除去する。具体的には、クーラント11を循環させる際に、下定盤7内に設けられたフィルタで濾過し、そのフィルタに切子を滞留させる。

[0068] また、前記研削工程におけるガラス素板の取り代は、10〜250μmで

あることが好ましい。前記取り代が $10\mu\text{m}$ より少ないと下面のスズ層を十分に取りきれない場合があり、 $250\mu\text{m}$ より大きいと加工時間が長くなり、結果製造方法の効率が悪くなる。

[0069] また、この研削工程は、1回であってもよいし、2回以上であってもよい。例えば、2回行い、後述する応力分布を均等にする均等化工程を行う場合には、1回目の研削工程（第1研削工程）でガラス素板の上下面を研削し、2回目の研削工程（第2研削工程）でガラス素板の下面のみを研削することも可能である。

[0070] <均等化工程>

本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法は、化学強化工程前にHDD用ガラス基板の上側の面及び下側の面（一方の主面と他方の主面と）の応力分布を均等にする均等化工程を備えることが好ましい。この均等化工程は、ガラス素板の上下面における残留応力の差異をより小さくするための工程である。

[0071] 前記フロート法によって得られたガラス素板の下面にはスズ成分が広範囲に拡散しており、このスズ成分の存在下で内部の残留歪みを開放するためにアニール処理が施されることで、表面近傍の残留応力が不均一になっている。このスズ成分については、前記研削工程によって除去することが可能であるが、ガラス素板の上下面には残留応力の差が大きく残存する。また、ガラス素板に残留応力の差が残存したまま化学強化工程を行うと、得られたガラス基板において、圧縮応力のバランスが悪化し、耐衝撃強度が十分に得られなくなる。

[0072] 以上の問題に鑑み、例えば、下記のような方法を用いて化学強化工程前のガラス素板における上下面の応力分布（リタデーション値）を均等にすることができる。（1）フロート法によって形成したガラス素板にアニール工程を施した後、スズ層（下面）を研削除去してガラス素板の上下面における組成をより均質にしてから再アニール工程を施す方法、（2）フロート法によって形成したガラス素板にアニール工程を施す際に、ガラス素板の上下面を

非対称に熱処理を施す方法、（３）フロート法によって形成したガラス素板に対して、内部の残留歪みを低減させる為に施すアニール工程の保持時間を通常よりも長期間設けることで、表面近傍の残留応力の差を低減させる方法、等が挙げられる。

[0073] 上記（１）については、前述したようにスズ組成が拡散しているガラス素板下面を研削除去しただけでは、ガラス素板上下面における残留応力（リタデーション量）をより均等にするには困難である。従って、研削工程によりスズ層を除去した後に再アニール工程を施すことにより、ガラスの上下面の残留応力を均等に開放することができる。

[0074] ここで、前記再アニール工程の温度は、ガラス転移温度（ T_g ） -50°C $\sim +50^{\circ}\text{C}$ であることが好ましい。上記範囲より低い温度だと、ガラスの粘度が高すぎて応力の緩和効果が十分に得られない。また、上記範囲より高い温度だと、ガラスの軟化により形状が悪化するおそれがある。

[0075] また、上述したようにフロート法によって得られたガラス素板の下側の表層は上側の表層と組成分布が異なることとなる。したがって、上記（２）については、前述のアニール工程において、スズの拡散層が形成されたガラス素板の下面に対してより高温での熱処理を行い、上面に対しては下面よりも低温で熱処理を行うことで、表面の残留応力の分布を均一にすることができる。

[0076] たとえば、ガラス素板の下面に熱処理を施す保持温度は上面の熱処理温度 $+5^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ で行うことが好ましい。ガラス素板の上下面の表層におけるガラス転移点 T_g の差によって保持温度を調節することで、ガラス素板の上下面に均等な応力分布を形成することが可能となる。

[0077] このように、ガラス素板の上下面に対してそれぞれ非対称に熱処理を施すことにより、上記（１）同様、化学強化工程前の残留応力分布を均一にすることができる。

[0078] また、ガラス素板の残留応力はガラス素板が冷却されるときに生じる場合が多い。よって、上記（３）については、この急冷による残留応力の発生を

抑えるためにガラス素板に対して長期間にわたってアニール処理を行い、ガラス素板表面の残留応力の発生を満遍なく小さくすることができるためである。具体的にはアニール工程の保持時間を1～2ヶ月間とする方法が挙げられる。

[0079] <粗研磨工程>

前記粗研磨工程（1次研磨工程）は、ガラス素板の主面を、酸化セリウムを含有する研磨スラリーにて研磨し、上述した研削工程で残留した傷や歪みの除去を目的とするもので、下記の研磨方法を用いて実施する。

[0080] 粗研磨工程で用いる研磨装置は、ガラス基板の製造に用いる研磨装置であれば、特に限定されない。

[0081] 前記粗研磨工程で研磨する表面は、主表面及び／又は端面である。主端面とは、ガラス素板の面方向に平行な面である。端面とは内周端面と外周端面とからなる面のことである。また、内周端面とは、内周側の、ガラス素板の面方向に垂直な面及びガラス素板の面方向に対して傾斜を有する面である。また、外周端面とは、外周側の、ガラス素板の面方向に垂直な面及びガラス素板の面方向に対して傾斜を有する面である。

[0082] 次に、本実施形態の研磨工程において用いられる研磨剤は、主成分として酸化セリウムを含有するものである。酸化セリウムの含有量は、研磨スラリー全量に対して3～15質量%であることが好ましい。このような範囲にすることで、より平滑性の高い磁気情報記録媒体用ガラス基板を製造することができる。

[0083] また、研磨スラリーとは、前記研磨剤、分散剤等を水に分散させた状態の液体、すなわち、スラリー液のことである。前記研磨剤を水に分散させた状態では、水にアルカリ土類金属が含有されていても、アルカリ土類金属が溶解しているため、ガラス素板の表面に付着しにくく、研磨剤に含まれるアルカリ土類金属が、ガラス素板の表面に付着しやすい。このような理由で、前記研磨剤として、アルカリ土類金属の少ないものを用いることによって、研磨後のガラス素板に対するアルカリ土類金属の付着を十分に抑制できる。

[0084] <精密研磨工程（２次研磨工程）>

精密研磨工程は、前記粗研磨工程で得られた平坦平滑な主表面を維持しつつ、例えば、主表面の表面粗さ（ R_{max} ）が6 nm程度以下である平滑な鏡面に仕上げる鏡面研磨処理である、この精密研磨工程は、例えば、上記粗研磨工程で使用したものと同様の研磨装置を用い、研磨パッドを硬質研磨パッドから軟質研磨パッドに取り替えて行われる。なお、前記精密研磨工程で研磨する表面は、前記粗研磨工程で研磨する表面と同様、主表面である。

[0085] また、精密研磨工程で用いる研磨剤としては、粗研磨工程で用いた研磨剤より、研磨性が低くても、傷の発生がより少なくなる研磨剤が用いられる。具体的には、例えば、粗研磨工程で用いた研磨剤より、粒子径が低いシリカ系の砥粒（コロイダルシリカ）を含む研磨剤等が挙げられる。このシリカ系の砥粒の平均粒子径としては、20 nm程度であることが好ましい。そして、前記研磨剤を含む研磨スラリー液をガラス素板に供給し、研磨パッドとガラス素板とを相対的に摺動させて、ガラス素板の表面を鏡面研磨する。

[0086] <化学強化工程>

本実施形態に係るHDD用ガラス基板の製造方法は化学強化工程を備えることが好ましい。該化学強化工程は公知の方法であれば、特に限定されない。具体的には、例えば、ガラス素板を化学強化処理液に浸漬させる工程等が挙げられる。そうすることによって、ガラス素板の表面、例えば、ガラス素板表面から5 μ mの領域に化学強化層を形成することができる。そして、化学強化層を形成することで耐衝撃性に加え、耐振動性及び耐熱性等を向上させることができる。

[0087] より詳しくは、化学強化工程は、加熱された化学強化処理液にガラス素板を浸漬させることによって、ガラス素板に含まれるリチウムイオンやナトリウムイオン等のアルカリ金属イオンをそれよりイオン半径の大きなカリウムイオン等のアルカリ金属イオンに置換するイオン交換法によって行われる。イオン半径の違いによって生じる歪みにより、イオン交換された領域に圧縮応力が発生し、ガラス素板の表面が強化される。

[0088] 本実施形態では、ガラス基板の原料であるガラス素板として、上記のようなガラス組成のものをを用いることによって、この化学強化工程により、強化層が好適に形成され则认为られる。具体的には、ガラス素板のアルカリ成分である Li_2O 、 Na_2O 、及び K_2O のうち、 Na_2O の含有量が多く、この Na_2O のナトリウムイオンが、化学強化処理液に含まれるカリウムイオンに交換されやすいためと认为られる。さらに、化学強化工程を施す前の研磨工程、ここでは粗研磨工程で用いる研磨剤が、上記のような組成の研磨剤であるので、ガラス素板の表面に付着しているアルカリ土類金属の量が少なく、化学強化が均一になされ则认为られる。よって、本実施形態のように、好適な化学強化がなされたガラス素板に、精密研磨工程を行うことによって、耐衝撃性に優れたガラス基板を製造することができる。

[0089] 化学強化処理液としては、磁気情報記録媒体用ガラス基板の製造方法における化学強化工程で用いられる化学強化処理液であれば、特に限定されない。具体的には、例えば、カリウムイオンを含む熔融液、及びカリウムイオンやナトリウムイオンを含む熔融液等が挙げられる。

[0090] これらの熔融液としては、例えば、硝酸カリウム、硝酸ナトリウム、炭酸カリウム、及び炭酸ナトリウム等を熔融させて得られた熔融液等が挙げられる。この中でも、硝酸カリウムを熔融させて得られた熔融液と硝酸ナトリウムを熔融させて得られた熔融液とを組み合わせる用いることが、融点が高く、ガラス素板の変形を防止する観点から好ましい。その際、硝酸カリウムを熔融させて得られた熔融液と硝酸ナトリウムを熔融させて得られた熔融液とを、ほぼ同量ずつの混合させた混合液であることが好ましい。

[0091] <洗浄工程>

本実施形態に係るガラス基板の製造方法において、上記工程の他に、洗浄工程を施してもよい。該洗浄工程は、前記粗研磨工程が施されたガラス基板を洗浄する工程である。

[0092] 前記粗研磨工程による粗研磨後のガラス基板は、洗浄工程によって洗浄することが好ましい。例えば、 pH 13以上のアルカリ洗剤を用いて、ガラス

基板の洗浄を行い、ガラス基板にリンスを行う。次に、 pH 1 以下の酸系洗剤を用いて、ガラス基板の洗浄を行い、ガラス基板にリンスを行う。最後に、フッ化水素酸（ HF ）溶液を用いて、ガラス基板の洗浄を行う。酸化セリウムを用いた研磨に関しては、アルカリ洗浄、酸洗浄、 HF 洗浄の順で洗浄を行うことが最も効率的である。これは、まずアルカリ洗剤で研磨材を分散除去し、次に酸洗剤で研磨材を溶解除去し、最後に、 HF によってガラス基板をエッチングし、ガラス基板に深く刺さっている研磨材を除去するのである。

[0093] 前記洗浄工程は、アルカリ洗浄、酸洗浄、 HF 洗浄において、それぞれ別の槽で行うことが好ましい。これらの洗浄を単一の槽で行った場合には、効率的な洗浄ができない場合があるからである。特に、酸洗剤と HF を同一槽に入れた場合、 HF のエッチング速度は、研磨材の多い場所で低下するため、基板内を均一にエッチングできなくなる傾向があるからである。また、各洗浄の後にリンス槽を用いることが好ましい。これらの洗剤には、場合によって界面活性剤、分散材、キレート剤、還元材などを添加しても良い。また、各洗浄槽には、超音波を印加し、それぞれの洗剤には脱気水を使用することが好ましい。

[0094] (磁気記録媒体)

図5は、本実施形態に係る製造方法により製造されたHDD用ガラス基板を用いた磁気記録媒体の一例である磁気ディスクを示す一部断面斜視図である。この磁気ディスクDは、円形のHDD用ガラス基板101の主表面に形成された磁性膜102を備えている。磁性膜102の形成には、公知の常套手段による形成方法が用いられる。例えば、磁性粒子を分散させた熱硬化性樹脂をHDD用ガラス基板101上にスピコートすることによって磁性膜102を形成する形成方法（スピコート法）や、HDD用ガラス基板101上にスパッタリングによって磁性膜102を形成する形成方法（スパッタリング法）や、HDD用ガラス基板101上に無電解めっきによって磁性膜102を形成する形成方法（無電解めっき法）等が挙げられる。

[0095] このような本実施形態におけるHDD用ガラス基板101を基体とした磁気記録媒体は、HDD用ガラス基板101が上述したような耐衝撃性を有するので、情報の記録再生を長期に亘り高い信頼性で行うことができる。

[0096] なお、上述では、本実施形態におけるHDD用ガラス基板101を磁気記録媒体に用いた場合について説明したが、これに限定されるものではなく、本実施形態におけるHDD用ガラス基板101は、光磁気ディスクや光ディスク等にも用いることが可能である。

[0097] 本明細書は、上述したように様々な態様の技術を開示しているが、そのうち主な技術を以下に纏める。

[0098] 本発明の一面は、フロート法によりガラス板を得る工程と、前記ガラス板から円盤状に切り出してガラス基板を形成する工程と、前記ガラス基板に対して研削及び／又は研磨を行う表面加工工程と、表面加工されたガラス基板を化学強化処理液に浸漬することでガラス基板表面にイオン交換を施す化学強化工程を有し、前記化学強化工程の直前におけるガラス基板において、前記ガラス基板を主面と垂直な方向に短冊状に切り出した際の断面からリタデーション量を測定したときに、一方の主面から10μmまでの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の第1最大値と、他方の主面から10μmまでの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の第2最大値との差が、10nm/m以下であることを特徴とするHDD用ガラス基板の製造方法である。

[0099] このような構成によれば、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板の製造方法を提供することができる。具体的には、得られるガラス基板の、一方の面と他方の面と（上下面）における残留応力の差が小さく、応力分布が上下の均等であるといえるため、化学強化工程に供された場合においても、上下の圧縮応力のバランスが悪化することなく、HDD用ガラス基板として組み込まれた場合においても耐衝撃性に優れるものとなる。また、化学強化工程に供された場合においても、上下の圧縮応力のバランスが悪化せず、HDDを誤って落下させたり、持ち運び時に衝撃が加えられたりした場合にも割れる

おそれを低減することができる。

[0100] また、前記HDD用ガラス基板の製造方法において、前記第1最大値と、前記第2最大値との差が、 3 nm/mm 以下であることが好適である。

[0101] このような構成によれば、耐衝撃性により優れたHDD用ガラス基板が得られる。

[0102] また、前記HDD用ガラス基板の製造方法において、前記化学強化工程の直前におけるガラス素板の、一方の主面と他方の主面との応力分布を均等にする均等化工程を備えることが好適である。

[0103] このような構成によれば、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板を容易に製造することができる。

[0104] また、前記HDD用ガラス基板の製造方法において、前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施し、フロート法において溶融スズと接触していた側のガラス素板の主面を研削した後に再度アニール処理を施す工程であることが好適である。

[0105] このような構成によれば、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板をより容易に製造することができる。

[0106] また、前記HDD用ガラス基板の製造方法において、前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施すアニール工程であり、前記アニール工程が上下面に対して異なる温度で行われることが好適である。

[0107] このような構成によれば、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板をより容易に製造することができる。

[0108] また、前記HDD用ガラス基板の製造方法において、前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施す工程であり、前記アニール工程が1カ月以上の期間をかけて行われることが好適である。

[0109] このような構成によれば、耐衝撃性に優れたHDD用ガラス基板をより容易に製造することができる。

実施例

[0110] 以下に実施例を挙げて本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0111] 〔実施例１〕

以下の円盤加工工程、研削工程、再アニール工程、粗研磨工程（１次研磨工程）、精密研磨工程（２次研磨工程）、洗浄工程を施してＨＤＤ用ガラス基板を製造した。

[0112] （円盤加工工程）

フロート法で製造した厚さ１．０ｍｍのガラス素板を所定の大きさの四角形に切断した。このガラス素板に最高温度５００℃で３時間アニール処理を行い、冷却後にガラスカッターでガラス素板表面に対して切筋を形成した。磁気ディスク用ガラス基板とされる領域の外周側及び内周側の略周縁を描くそれぞれ円形の切り筋を形成した。続いて、上記切筋を形成したガラス素板をヒーターで加熱し、中心部に円孔を備えたガラス基板を得た。なお、このフロート法で用いられた熔融ガラスには、 SiO_2 ：６９質量％、 Al_2O_3 ：１５質量％、 Li_2O ：４質量％、 Na_2O ：１２質量％を含有する組成を有するものを使用した。

[0113] また、円盤加工工程後のガラス素板におけるスズ層の厚みは３０μｍであった。

[0114] （研削工程）

次に、両面研削装置により、ダイヤモンド砥粒を用いて、ガラス素板表面の両面をそれぞれ８０μｍずつ研削した。

[0115] （再アニール工程）

上記研削工程を施したガラス素板を、温度勾配３℃/分で昇温、降温を行い、最高温度で５００℃において３時間熱処理を行うことによって再アニール工程を施してガラス素板の残留応力を除去した。

[0116] （粗研磨工程）

次に、上記研削工程において残留した表面の傷や歪みの除去するために、両面研磨装置を用いて研磨を行なった。研磨パッドは硬質発泡ウレタンを用

い、研磨液は平均粒径 $1\ \mu\text{m}$ の酸化セリウムを分散させた水を用い、研磨時間は 40 分とした。

[0117] (精密研磨工程)

続いて、上記粗研磨工程で使用したものと同一両面研磨装置を用い、ガラス素板の表面粗さを R_{max} で $6\ \text{nm}$ 程度以下とする鏡面研磨加工を行った。研磨パッドは軟質ポリシャに交換し、研磨液は平均粒径 $20\ \text{nm}$ のコロイダルシリカを分散させた水を用い、研磨時間は 20 分とした。

[0118] (洗浄工程)

上記精密研磨工程を終えたガラスディスクを、中性洗剤、純水、純水、IPA、IPA（蒸気乾燥）の各洗浄槽に順次浸漬して、超音波洗浄し、乾燥した。

[0119] 上記のように製造した HDD 用ガラス基板を、短冊状に切り出し、両方の記録面からそれぞれ $10\ \mu\text{m}$ の深さにおけるリタレーション量を、ポーラリメータ（神港精機社）を用いて数点において測定し、その最大値を求め、各表面近傍における最大値同士の差を特定した。

[0120] また、上記精密研磨工程を施した状態でのガラス基板に対して、後述する化学強化工程をさらに施したものについても、当該位置における両記録面近傍におけるリタレーション量を、同ポーラリメータを用いて数点測定し、その最大値同士の差を特定した。

[0121] そして、上記化学強化工程を施したガラス基板について、後述する耐衝撃性評価を行った。

[0122] (化学強化工程)

上記精密研磨工程後のガラス基板に化学強化工程を施した。化学強化液は硝酸カリウムと硝酸ナトリウムの混合したものを用い、この化学強化溶液を 400°C に加熱し、ガラスディスクを約 1 時間浸漬することによって、化学強化を行なった。

[0123] [実施例 2]

実施例 2 では、再アニール工程を施さず、円盤加工工程においてガラス基

板の上側面を50.0℃、下側面を51.0℃に保ちつつ温度勾配を3℃/分で昇温、降温を行い、最高温度で3時間熱処理を行うことによって上下面に対する熱処理が非対称となるようにフニール処理を施したこと以外は、実施例1と同様の工程を施すことによりガラス基板を製造した。

[0124] [実施例3]

実施例3については、再フニール工程を施さず、フロート工程におけるフニール処理を2ヶ月間実施した以外は、実施例1と同様の工程を施すことによりガラス基板を製造した。

[0125] [実施例4]

実施例4では、再フニール工程を施さず、円盤加工工程においてガラス基板の上側面を50.0℃、下側面を50.5℃に保ちつつ温度勾配を3℃/分で昇温、降温を行い、最高温度で3時間熱処理を行うことによって上下面に対する熱処理が非対称となるようにフニール処理を施したこと以外は、実施例1と同様の工程を施すことによりガラス基板を製造した。

[0126] [実施例5]

実施例5については、再フニール工程を施さず、フロート工程におけるフニール処理を1ヶ月間実施した以外は、実施例1と同様の工程を施すことによりガラス基板を製造した。

[0127] [比較例1]

比較例1では、再フニール工程を施さず、研削工程前のフニール処理を12時間実施した以外は、実施例1と同様の方法にてガラス基板を製造した。

[0128] [比較例2]

比較例2では、再フニール工程を施さず、さらに円盤加工工程におけるフニール処理を行わなかった以外は実施例1と同様の方法にてガラス基板を製造した。

[0129] (評価方法)

以上の実施例1～5と比較例1～2のガラス基板に磁性膜を形成してHD Dに搭載し、落下試験における耐衝撃性について評価を行った。評価方法は

、該HDD100台を1500Gの高さより各3回落下させた時に、磁気ディスクに割れが生じていなかったものを合格として評価した。以上のテスト評価を表1に示す。

[0130] [表1]

	リタレーション量の 差の最大値 (nm/mm)	化学強化工程を施した場合の リタレーション量の差の最大値 (nm/mm)	落下試験合格率 (%)
実施例1	1	2	100
実施例2	3	3	98
実施例3	1	3	99
実施例4	6	8	95
実施例5	8	10	92
比較例1	13	38	74
比較例2	38	106	3

[0131] 表1の結果から、化学強化工程前のガラス基板の上下面の応力分布（リタレーション値の最大値の差）が均等となるように研削工程後に再アニール工程を施した実施例1、非対称にアニール処理を行った実施例2及び4、及び長時間アニール処理を行った実施例3及び5のHDD用ガラス基板については、化学強化工程前における両方の記録面からそれぞれ10 μ mの深さにおけるリタレーション量の最大値の差が、単位光路長あたり10nm/mm以下であった。また、以上の実施例1～3について製造されたガラス基板は、化学強化工程を施した後において、圧縮応力の最大値（リタレーション量の最大値）の差は小さく、耐衝撃性に優れる結果となった。

[0132] 一方で、再アニール工程を施さなかった比較例1は、ガラス基板の上下面の応力分布が均等にならず、同位置におけるリタレーション量の最大値の差も10nm/mm以上となり、化学強化工程を施した場合において、耐衝撃性に関しても各実施例に劣る結果となった。さらに、円盤加工工程において

アニール処理を行わなかった比較例 2 については、さらに該リタレーション量の最大値の差が大きくなり、応力分布にばらつきが生じ、結果として化学強化工程後における圧縮応力のバランスも悪化し、耐衝撃性に劣る結果となった。

産業上の利用可能性

[0133] 本発明によれば、耐衝撃性に優れた H D D 用ガラス基板の製造方法が提供される。

請求の範囲

- [請求項1] HDD用ガラス基板の製造方法であって、
 フロート法によりガラス板を得る工程と、
 前記ガラス板から円盤状に切り出してガラス素板を形成する工程と、
 、
 前記ガラス素板に対して研削及び／又は研磨を行う表面加工工程と、
 、
 表面加工されたガラス素板を化学強化処理液に浸漬することでガラス素板表面にイオン交換を施す化学強化工程とを有し、
 前記化学強化工程の直前におけるガラス素板において、前記ガラス素板を主面と垂直な方向に短冊状に切り出した際の断面からリタデーション量を測定したときに、一方の主面から $10\mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の第1最大値と、他方の主面から $10\mu\text{m}$ までの範囲における単位光路長あたりのリタデーション量の第2最大値との差が、 $10\text{nm}/\text{mm}$ 以下であることを特徴とするHDD用ガラス基板の製造方法。
- [請求項2] 前記第1最大値と、前記第2最大値との差が、 $3\text{nm}/\text{mm}$ 以下であることを特徴とする請求項1に記載のHDD用ガラス基板の製造方法。
- [請求項3] 前記化学強化工程の直前におけるガラス素板の、一方の主面と他方の主面との応力分布を均等にする均等化工程を備えることを特徴とする請求項1または2に記載のHDD用ガラス基板の製造方法。
- [請求項4] 前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施し、フロート法において溶融スズと接触していた側のガラス素板の主面を研削した後に、再度アニール処理を施す工程であることを特徴とする請求項3に記載のHDD用ガラス基板の製造方法。
- [請求項5] 前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施すアニール工程であり、前記アニール工程が上下面に対

して異なる温度で行われることを特徴とする請求項 3 に記載の HDD 用ガラス基板の製造方法。

[請求項 6] 前記均等化工程が、フロート法によって形成したガラス素板にアニール処理を施すアニール工程であり、前記アニール工程が 1 カ月以上の期間をかけて行われることを特徴とする請求項 3 に記載の HDD 用ガラス基板の製造方法。