

# 磁気ディスク用ガラス基板について

HOYA 株式会社 MD 事業部

宮本 武美

## Glass substrate for HDD Memory disk

Takemi Miyamoto

MD Division

### 1. はじめに

近年、HDD (Hard Disk Drive) の高記録密度化、大容量化の伸びが鈍ってきている。1998年から2001年ころまでは年率100%増というすさまじい勢いで伸びてきたが、2002年ころから陰りが見え始めている。2003年度以降については年率30~50%増に鈍化する予想である。HDDの面記録密度を高めるためには今後、新技術を次々に投入する必要がある。例えば磁気Headであれば再生HeadとしてTMR (Tunneling Magneto Resistive) HeadやCPP (Current Perpendicular to Plane) 構造のGMR (Giant Magneto Resistive) Head記録媒体としては垂直記録媒体が期待されている。しかしいずれの技術も製品導入のハードルが高く面記録密度向上のスピードがさらに鈍化する可能性がある。こうなると現在主流となっている異方性媒体“GX” (Glass Direct Texture) の技術革新による延命化が期待される。現に次機種の60 GB/P (2.5インチ) モデル用媒体においてもGX基板の適用が本命であり現在各メディアメーカーにおいてGX基板を用いた60 GB/P用

〒408-8550 山梨県巨摩郡長坂町中丸 3280  
TEL 0551-32-5402  
FAX 0551-32-5395  
E-mail: Takemi-Miyamoto@sngw.els.hoya.co.jp

の媒体開発が急ピッチで進んでいる。

### 2. 高記録密度用磁気ディスク

30 GB/P (2.5インチ) モデルまでは、ほぼ等方性媒体であり、記録密度を高めるために磁気ディスクの保磁力Hcを大きく、残留磁束密度、磁性層厚さ、Head浮上量を小さくする方向で開発を進めてきた。特に、Head浮上量は低ければ低いほどHeadと磁性層間のスペーシング損失を低減できることにより記録密度を上げられ、その効果も大きいので重要である。しかし40 GB/Pモデルにおいては既存の基板及

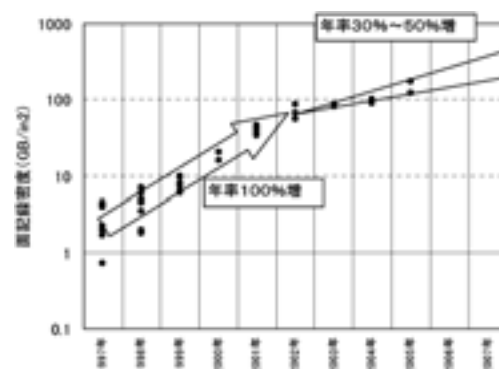


図1 面記録密度の上昇率

び膜構成技術では達成できなかった。そこで AlMg/NiP 媒体において磁気異方性を付与することで磁気特性の向上を達成していることを参考に、ガラス基板表面への同心円状の Texture 加工を施すことによりガラス基板でも磁気異方性を付加することができないかと考え“GX (Glass Direct Texture)”と呼ばれる基板加工技術を開発した。またこの GX 基板に弊社メディア部門において開発した AFC (Anti-ferro Coupling) 膜構成を組み合わせることにより、ガラス媒体でも異方性を付与することが可能であり、磁気特性が向上することが発見された。これが現在主流となっている“GX 基板”である。

### 3. ガラス基板に要求される特性

高記録密度用磁気ディスクへの要求を受けて、ガラスディスク基板に要求される特性へ置き換えると、特性として以下の点が必要となる。

- ① 表面が清浄であること。
- ② 平坦で、ヘッドが磁気ディスク表面にヒットするような急激なうねりの無いこと。

- ③ ピットやスクラッチ、付着物などの凹凸欠陥が無いこと。
- ④ 耐衝撃性も含め、強度・剛性が高いこと。
- ⑤ 成膜後の磁気異方性 (Oriented Ratio) が高いこと。

であり、また、このような特性を得る加工ができる材料であることが必要となる。

### 4. 各種磁気ディスク用ガラスディスク基板

まず、現在のガラスディスク基板の材料特性を表 1 に示す。ガラスではアルミノシリケート系とソーダライム系の化学強化ガラス 2 種類と、結晶化ガラスは Canasite と SiO<sub>2</sub>-Li<sub>2</sub>O 系の結晶化ガラスの製品データをまとめた。これに参考として Al 基板の特性を併記した<sup>2)</sup>。

### 5. ガラスディスク基板の加工工程

HDD に使用されるガラスディスク基板の一般的な仕様を表 2 にまとめた。

ヘッドの浮上保証領域や、回転時の基板の軸

表 1 基板材料の特性

	アルミノシリケート ガラス	ソーダライム ガラス	結晶化ガラス	Al基板
比重	2.52	2.50	2.40~2.62	2.68
ヤング率(kg・mm <sup>-2</sup> )	8510	~7500	8900~9600	7200
ポアソン比	0.23	0.22	0.23	0.33
引張強さ(kg・mm <sup>-2</sup> )	55	~50	20~45	26
塗み層深さ(μm)	100~150	~15	-	-
硬さ(kg・mm <sup>-2</sup> )	570~670	~550	600~710	70
熱膨張率(×10 <sup>-6</sup> ・°C <sup>-1</sup> )	91	85~90	90~118	242
比熱(J/kg・k)	840	753	860~930	963

表 2 ガラスディスク基板のサイズ別仕様

	1.0インチ	1.8インチ	2.5インチ	3.0インチ
外径	27.4±0.05	48.0±0.05	65.0±0.05	84.0±0.05
内径	7.0 <sup>+0.02</sup> <sub>-0</sub>	12.0 <sup>+0.02</sup> <sub>-0</sub>	20.0 <sup>+0.02</sup> <sub>-0</sub>	25.0 <sup>+0.02</sup> <sub>-0</sub>
板厚	0.381±0.015	0.508±0.015	0.635±0.015	1.27±0.010
真円度	0.010以内	0.010以内	0.010以内	0.010以内
同心度	0.020以内	0.020以内	0.020以内	0.020以内
平面度	0.005	0.005	0.007	0.007

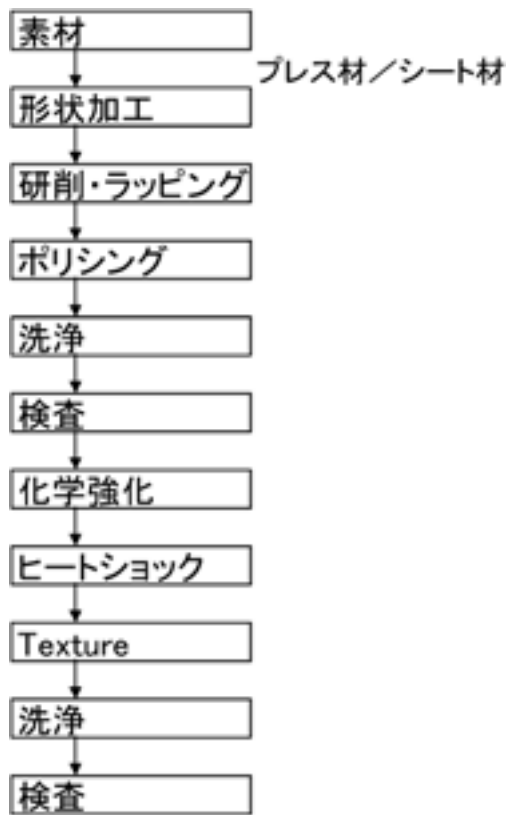


図2 ガラスディスク基板加工工程

方向での振れは、平面度とともに使用者仕様による場合が多く、また、ディスク表面の粗さ、Texture Pattern も同様である。これら仕様に基づいた化学強化用ガラスディスク基板の加工工程を図2に示す。

素材としては、化学強化用ガラスのプレス材またはシート材を使用する。素材工程としては、溶解・成形という工程で生産される。形状加工の工程では、表2に示す内径、外径を加工する。加工方法としては、円筒研削が一般的であり、この前にコアドリルで粗寸法で内外径を加工する。円筒研削では、ダイヤモンド砥石でトラバース研削し、内外径加工後、面取り加工を行う。研削・ラッピングの工程では、仕様の板厚に材料を加工するとともに、所定の平面度を得る。研削では固定砥粒のダイヤモンド砥

石をセットした平面研削盤が使用され、ラッピングでは両面同時加工のラッピングマシンが用いられ、微小破壊現象により加工が進行する<sup>3)4)</sup>。

次に、ポリシング（＝研磨）について説明する。ポリシングの研磨機構については種々の説が提唱されており、本報告ではガラスに最も適当と思われる化学作用説について説明する<sup>3)4)</sup>。

これは、ガラス、研磨液、研磨剤（砥粒）、ポリシャ（研磨布）の化学反応が、ガラスの平滑化に大きな役割を持っているという考え方である。原田、泉谷<sup>5)</sup>らの報告があるが、原田、泉谷らの報告によると各種光学ガラスについて実験し、研磨速度に影響を与える要因はガラスの化学的耐久性（耐酸、耐水性）であり、微小除去説に対応したマイクロビッカース硬度、流動説に対応したガラスの軟化点との相関は無いと報告している。従ってガラスの研磨は、研磨液の化学的浸食によって、ガラス表面に生成する軟質の水和層を、ポリシャによって保持された砥粒が主として機械的に削り取るという機構で進行すると考えられる。ガラスの研磨において副資材（研磨剤、ポリシャ）の果たす役割は大きく、各々の役割としては、研磨における研磨剤（＝砥粒）はガラス表面を削り取る切刃として働く。従って砥粒の機能としては

- ① 破壊しやすく（常に小さく破砕し切刃が増加）、ガラスの水和層より硬度がある。
- ② 水などに対し分散性があり、化学的に安定。

が考えられ、研磨剤として酸化セリウムが一般的である。

また、ポリシャの機能としては、

- ① 押しつけの機能：ポリシャ自身の中に砥粒を埋め込ませ、研磨機からの加工圧力を砥粒に伝えることより、砥粒をガラス面に押しつけ、引っかかせる機能。
- ② なじみの機能：研磨中にガラス表面にならって変形し、研磨（平滑、形状精度の確保、効率など）を有効に行わせる機能。

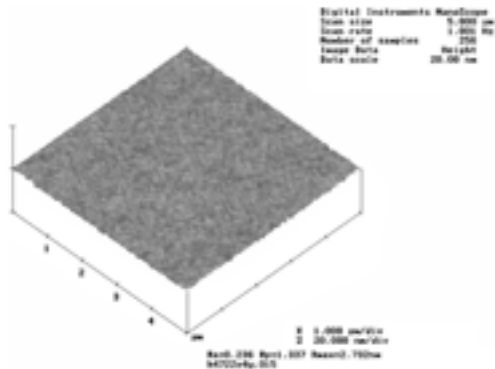


図3 ガラスディスク基板の表面状態 (AFM 像)

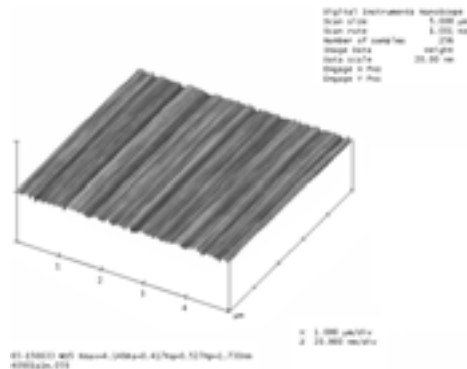


図4 Texture Pattern 代表例

が考えられ、ポリシャとしては、この2つの機能を併せて発揮させる性質のあるポリシャが好ましい。ポリシャは粘弾性体が使われ、発泡性のポリウレタンが一般的である。このような考えを基本に加工されたガラスディスク基板の表面 AFM 観察の結果を図3に示す。

Ra で 0.3 nm 以下と非常に平滑な面が得られる。これらは前述したようにガラスの特性、研磨剤、ポリシャ、機械、加工条件などの組み合わせにより得られるわけで、ガラス材料が将来も含め平滑に対して非常に加工しやすい材料であることがわかる。洗浄工程では、ガラスディスク基板面に付着した研磨剤を除去し、清浄な表面を得るためにスクラブ洗浄機や超音波洗浄機などの自動精密洗浄機が適用される。

洗浄工程の役割は、

- ① 研磨剤などの汚れを除去し、除去する際に被洗浄物にダメージを与えない。
- ② 除去した汚れを再付着させず、きれいに乾燥すること。

が上げられ、工程は洗浄・リンス・乾燥からなり、乾燥は有機溶媒のペーパーや温純水を使用する。

これまでの工程は、シリコンウェハー及びフォトマスク用ガラス基板の工程とはほぼ同じで、特にラッピング、ポリシング、洗浄は技術の応用ができる<sup>6)</sup>。検査後に化学強化処理を行

う。これは対衝撃性も含めガラスの割れに対する不安を解消し、かつ強度を上げるために行われる。化学強化は、ガラス中のアルカリイオンをより大きなイオン半径のアルカリイオンと表面でイオン交換させることにより、ガラス表面に圧縮応力層を形成する方法である。ガラスディスク基板をより大きなイオン半径を持った熔融塩中に浸漬し、所定の時間後熔融塩中から取り出す。処理後の強度と歪み層深さは、熔融塩の温度と浸漬時間で最適化できる。ヒートショック (= 熱衝撃試験) は、化学強化後の強度に対するスクリーニングとして実施する。続いて GX (Texture) 工程である。本工程は 2. 項で述べたように成膜後のガラスディスクにおいて磁気異方性を付与すべく基板表面に同心円状の Texture 加工を行う工程である。

現在はダイヤモンド Slurry と Texture Tape の組合せに使用者仕様に合うような Texture Pattern を形成するような加工条件で対応している。図4に代表的な Texture Pattern を示す。GX 加工後、ふたたび、洗浄した後、検査してガラスディスク基板が完成する。外観、表面品質 (欠陥、清浄度) は目視検査が主となるが最近では、レーザー散乱型の欠陥検査機が導入され始めている。以上がガラスディスク基板の加工工程の概略である。現在では、ガラス成形技術の進歩により研削レスなどの精度の良いガラ

ス材料の成形も行われ始めている。

## 6. 結 言

これまで HDD はパソコンが技術の牽引役となり、大容量化、高速化の道をひた走ってきた。しかし大容量を必要とする動画の蓄積や編集などは別として、企業向けのパソコン、カーナビ、音楽プレーヤーなどの使用用途であれば数 10 GB の容量があれば十分である。今後は音楽プレーヤーや携帯電話など CE (Consumer Electronics) 製品の需要も拡大すると予測される。この分野ではダウンサイジングが競争力となりガラス基板の適用がより加速されその適用拡大が予測される。それ故、HDD に搭載されるガラスディスク基板も高精度化、高品位化、低コスト化などの要求が厳しくなる。これら課題を達成するために、ガラスディスク基板の要素技術の革新、生産技術の向上を図っていく必要があるが、この材料として、ガラス素材のポテンシャルは高いと考える。

## 参考文献

- 1) 菅谷, 高木; 情報記録システム P188 精密工学会誌 Vol. 62 No. 2 (1996).
- 2) 鈴木 勲; ニューガラスハンドブック磁気ディスク用基板 P385 (1991) 丸善.
- 3) 河西敏夫; 鏡面加工技術の進歩超精密 研磨技術 P127 (1992) 総合技術センター.
- 4) 今中 治; 機械の研究 19-9, 1253 (昭44).
- 5) 原田, 泉谷; 精密機械 33-11, 721 (昭42), 窯業協会誌 78-7, 229 (昭45).
- 6) 流川 治; マスク基板の加工, 評価加工技術データファイル 10 巻 機械振興会館 (1986).
- 7) SRC 第 5 回技術報告会資料, 情報ストレージ研究推進機構 (1998).
- 8) 高橋浩二; 電子機器に欠かせない高付加価値光学部品の加工・評価の最新技術 (第 235 回講習会資料) ガラスディスク基板の現状 (1997).
- 9) 高橋浩二; ハードディスクの研磨の現状と今後の課題 (社団法人日本ファインセラミックス協会 第 1 回講演会資料 1998 7 月).
- 10) 宮本武美; 磁気ディスク用ガラス基板について (日本機械学会 磁気メディアの製造技術に関する調査研究分科会 第 4 回分科会資料 2000 2 月).