

アルミ垂直磁気記録媒体用基板

貝沼 研吾 (かいぬま けんご)

坂口 庄司 (さかぐち しょうじ)

鄭 用一 (てい よういち)

特集 1

① まえがき

大容量で高いアクセス速度を持ち、さらにコストパフォーマンスに優れたハードディスクドライブ (HDD) は、近年コンピュータだけでなくカーナビなどの車載機器や情報家電に適用されるようになり、市場が急速に伸張している。技術的には長手記録方式から垂直記録方式に推移し、2007年には3.5インチ1枚で334ギガバイト (GB) のHDDを量産化し、2008年度には3.5インチ1枚で500GBのHDDのリリースを予定するなど、高記録密度化を進めている。

HDDに使用される磁気記録媒体用基板は、かつては種々な基材が試されたが、現在使われているのはアルミ基板とガラス基板の2種類である。ノートパソコンやモバイル系の家電製品では耐衝撃性に優れるガラス基板が採用され、デスクトップパソコンやサーバ、HDDレコーダなどの設置型に対しては、ガラス基板に比べて加工性に優れ、安価なアルミ基板が使われている。

磁気記録媒体は、基板上に磁性膜と保護膜が成膜されており、この磁気記録媒体表面上を磁気ヘッドが10nm以下の高さで浮上走行して情報の読み書きを行う。

磁気記録媒体用基板の技術的課題は、安定して記録再生するため10nm以下でヘッドが安定浮上走行できるように、サブnmオーダーで表面粗さや微小うねりを制御することと、数nmから数10nmまでのサイズの表面欠陥や付着物をなくすことである。垂直磁気記録方式においては、基板表面の粗さが電磁変換特性、HDI (Head Disk Interface) 特性などの媒体の特性に影響を及ぼすことが知られている。また、最近は読み書き時にヘッドのR/W素子近傍を局所的に加熱してR/W素子を突き出し、実効的にヘッド-媒体間のスペーシングの低減を図るFOD (Flying On Demand) という技術も適用され、表面形状制御はますます重要性が増している。

富士電機では、従来から磁気記録媒体用アルミ基板の開発、製造、販売を行い、常に高記録密度化に対応した技術開発を行ってきた。本稿では、垂直磁気記録媒体用に開発

した基板における表面の超平滑化と欠陥低減の取組みについて紹介する。

② 磁気記録媒体用の基板

磁気記録媒体の基本的な層構成を図1に示す。アルミ基板の製造工程は、アルミ基材へのNiPめっき成膜とNiP膜表面の平滑化工程に大別される。以下にアルミ基板の製造工程の概略を示す。富士電機ではグラインド基板を購入し、図2に示すようにめっき工程以降のプロセスを実施し

図1 磁気記録媒体の基本構成

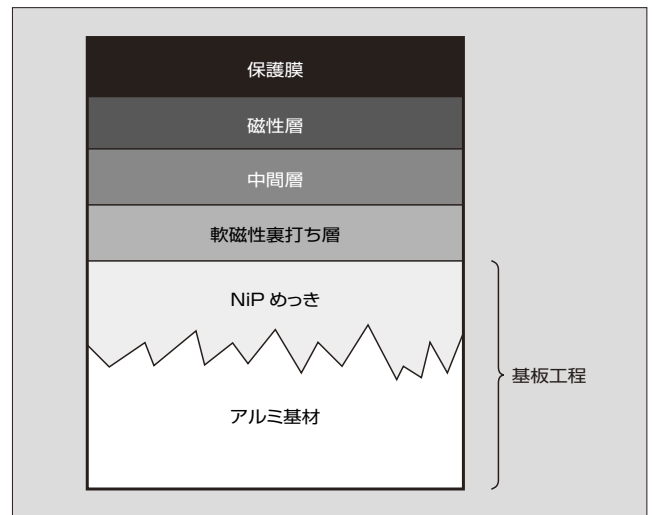
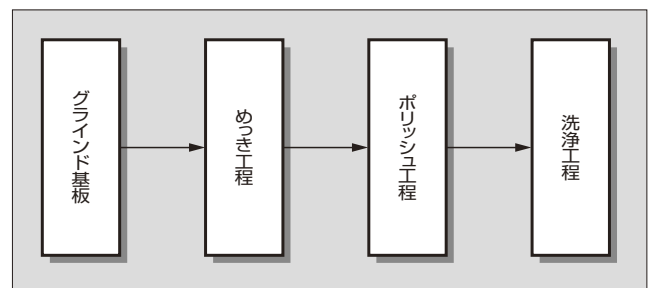


図2 アルミ基板の製造工程



貝沼 研吾

磁気記録媒体用基板の研究開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社ディスク媒体事業本部開発営業統括部媒体開発部課長補佐。精密工学会会員。



坂口 庄司

磁気記録媒体用基板の研究開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社ディスク媒体事業本部開発営業統括部媒体開発部課長補佐。



鄭 用一

磁気記録媒体用基板の研究開発に従事。現在、富士電機デバイステクノロジー株式会社ディスク媒体事業本部開発営業統括部媒体開発部課長。

生産を行っている。

(1) グラインド基板

アルミ合金を溶解、鑄造、圧延し、内外径端部の面取り加工、表面切削、表面仕上げを実施したものを、グラインド基板という。媒体の寸法精度はこの工程で決まるため、精度の高い切削加工を行い、最終的に加熱焼鈍などにより応力を開放してから出荷される。

(2) めっき工程

グラインド基板を脱脂、エッチング、活性化、触媒化工程により、基板表面を化学的に調整し、無電解めっき法によりアモルファスのNiP めっきを十数μm成膜する。成膜後、めっき成膜の際に発生する応力を開放するために、加熱焼鈍を行う。このNiP膜は、アルミ合金より硬度が高く、磁気ヘッドが磁気ディスクに衝突した際の損傷を防ぐためのものであり、またグラインド基板の凹凸を、平滑化する役割も果たす。

(3) ポリッシュ工程

発泡パッドと、遊離砥粒（とりゅう）を分散させた研磨液（スラリー）を用いて、NiP めっき表面を2段階で精密研磨加工する。表面粗さや微小うねりといった基板に対する要求品質は記録密度に対応し高いレベルが求められている。これらのパラメータはおおむねこのポリッシュ工程で決まる。

(4) 洗浄工程

ポリッシュ後、表面に残存するスラリー含有残渣（ざんざ）（砥粒、有機物、NiP加工パーティクル）を、洗浄で完全に除去する必要がある。洗浄後に残渣が残っていると、磁気ヘッドと衝突し破損の原因となる可能性があるため、ヘッド浮上高さ以上の大きさの残渣は許容されない。記録密度の増加とともにヘッド浮上高さを低下させる必要がある。それに伴って洗浄品質に対する要求も高まっている。

③ ポリッシュによる表面平滑化技術

垂直記録方式が採用され高記録密度化が一気に進み、基板表面に求められる特性も年々高度になっている。その要求を満足するアルミポリッシュ基板を開発するために、各容量世代に対応してポリッシュ技術の革新を図っている。表1に、160GBと250～334GB（以下、334GBという）用の基板に求められる表面特性を比較して示す。160GB用基板と334GB用基板との大きな違いは、新規の研磨スラリーの開発を行い適用した点である。研磨スラリーに含まれる砥粒の粒径を小さくすることで表面粗さを下げ（図3）、それに伴って加工速度が低下しないようスラリー中の

表1 アルミポリッシュ基板に要求される表面特性

	160GB用基板	250～334GB用基板
表面粗さ (R_a)	≤ 0.25 nm	≤ 0.15 nm
微小うねり (W_a)	≤ 0.06 nm	≤ 0.06 nm
スクラッチ数*	1	≤ 0.4

*160GB用基板の欠陥数を1としたときの相対欠陥数

ケミカル成分を最適化することによって、表面品質と生産性を両立できる技術を確認した。スラリー開発の重点ポイント3項目を以下に示す。

- (a) スラリー砥粒の平均粒径の低減および分布の最適化
- (b) スラリー中のケミカル成分の最適化
- (c) ポリッシュ加工条件の最適化

富士電機では、アルミ基板表面加工精度向上を目的としてスラリーに代表される各種材料を材料メーカーと密接な共同開発を行うことにより、新規材料を開発し基板の表面の平滑性と面内粗さの均一性の向上を図っている。

図4は、従来の160GB用基板と334GB用基板の表面を原子間力顕微鏡（AFM）と光学式表面解析装置（OSA）で観察した結果である。160GB用基板のAFMによる表面粗さ（ R_a ）が0.15nmであるのに対し、334GB用基板は0.10nm以下が得られており、大幅に平滑性が向上している。また図4の右側に示すOSA-Intensityは、表面粗

図3 研磨砥粒粒径と表面粗さの関係

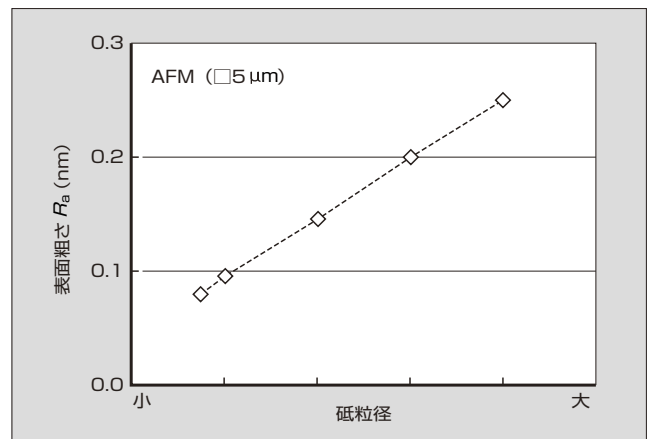


図4 アルミポリッシュ基板の表面粗さ

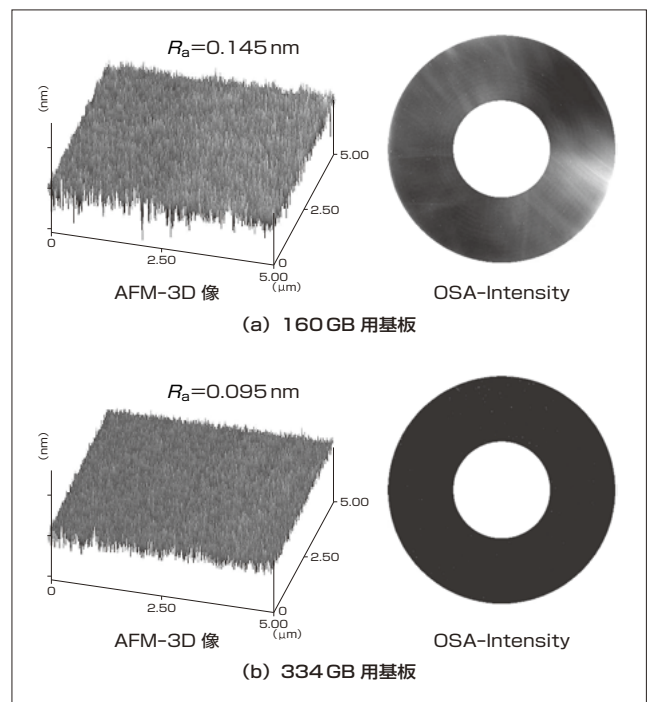
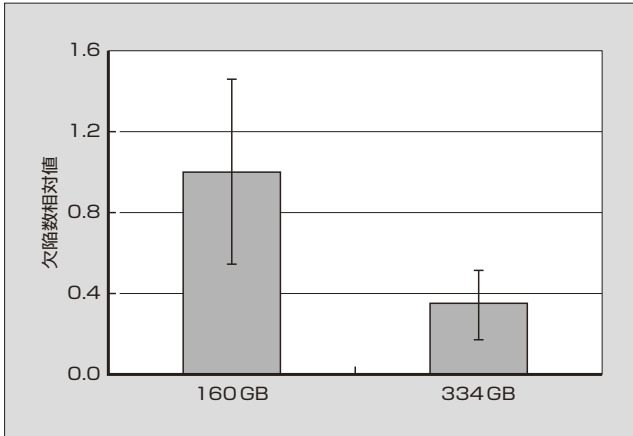


図5 アルミポリッシュ基板のスクラッチ数



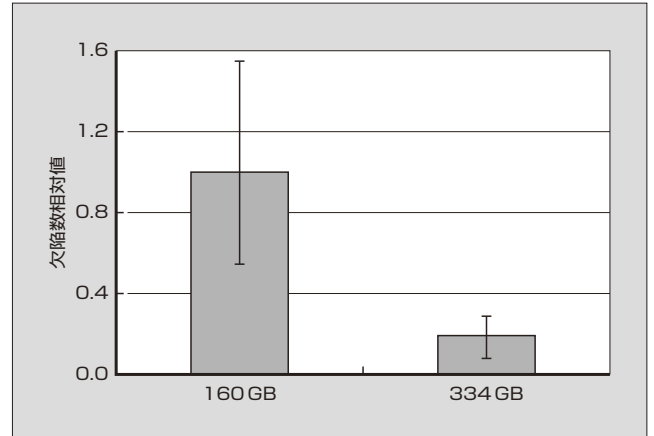
さの面内分布を示している。白く明るい部位程表面が粗いが、334 GB 用基板はイメージ画像に濃淡がなく表面が均一な粗さに仕上がっていることがわかる。同時に研磨スラリーの添加剤を最適化し、図5に示すようにスクラッチ数の低減も実現している。

4 精密洗浄による表面清浄化技術

アルミポリッシュ基板の最大のパーティクル源は、研磨スラリー中の砥粒である。基板の表面平滑性を上げるために、研磨砥粒の粒径を小さくすると洗浄除去することが困難になるため、より高度な洗浄技術が要求される。富士電機では表面清浄性を向上するために、メーカーや大学との共同研究開発により洗浄の理論的な解析を行いながら高性能な洗浄剤の開発を進めている。洗浄剤開発のポイントとして、以下の3点に着目しなければならない。

- (a) 低分子界面活性剤：付着したパーティクルに対して高い浸透力を持ち、かつリンス性の向上を図ることができる。
- (b) アルカリ剤：表面に付着したパーティクルに対してエッチング作用によるリフトオフ効果をねらい、NiP表面と対象パーティクルに適正なゼータ電位を付与することで反発力を高め、再付着を防止する。

図6 アルミポリッシュ基板のパーティクル数



(c) キレート剤：金属イオンに対して高いキレート作用を持ち、かつ砥粒の分散性に優れている。

洗浄品質の評価は光学式の外観検査装置で行われるが、個数や大きさ情報しか得られないため、開発段階の評価機としてはこれだけでは十分でない。富士電機では洗浄品質の評価手法のひとつとして、表面の残留元素を定量評価する手法を開発し、洗浄プロセスや洗浄剤の開発ツールの一つに取り入れ活用している。このように洗浄後の残留物を把握しながら、洗浄プロセスおよび洗浄剤の開発を行うことにより明確な方向性が得られ、図6のパーティクル数が示すように、洗浄品質を大幅に向上させる成果を得た。

5 あとがき

垂直磁気記録媒体用のアルミ基板の開発状況について示した。HDDの記録密度は今後もいくつかのアイデアによるブレークスルーにより伸張し続ける見込みであり、記録密度の向上には基板にもよりいっそうの表面精度の高度化が求められることになる。基板における課題を新規技術開発によって解決し、世代進化に対応した基板としての要求特性を達成していく必要があり、めっき技術、ポリッシュ技術、洗浄技術の総合的な探求により品質の向上にいっそう努めていく所存である。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。