

次世代の大記録容量を実現するDTR-HDD

ナノテクノロジーで更なる大容量化を実現

ハードディスク装置(HDD)は、パソコンの記録装置にとどまらず、テレビの録画装置やカムコーダ、車載ナビゲータ、サーバなど、あらゆる機器の大容量ストレージの大黒柱です。爆発的に増え続けているデジタル情報に対応するためにも、HDDの大容量化は不可欠です。東芝は、垂直磁気記録方式を採用したHDDの開発に続き、ナノテクノロジーを導入した“ディスクリットトラック記録(DTR)方式を採用したHDD”(以下、DTR-HDDと略記)の開発を手がけています。これは、従来の磁気ディスク作製プロセスに光ディスクや半導体の技術を導入するもので、世界の先駆けとして更なる大容量化に対応した次世代のHDDを実現します。



図1. 従来の垂直磁気記録方式HDDとDTR-HDD — 従来の垂直磁気記録方式HDDと比較し、DTR-HDDはディスク表面に微細パターンを持つため、パターンからの干渉光が見えます。

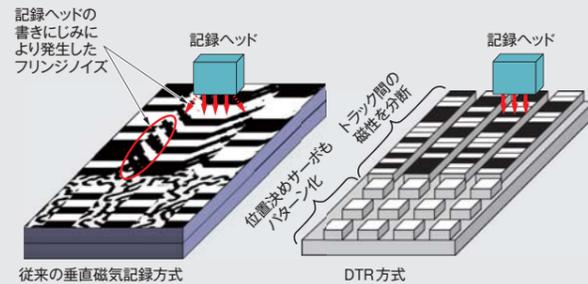


図2. 従来の垂直磁気記録方式とDTR方式の比較 — 従来方式では、一様な磁性膜上に記録するため、隣接トラック間にフリンジノイズが発生します。一方、DTR方式では、トラック間の磁性を分断し、フリンジノイズの発生を抑制します。

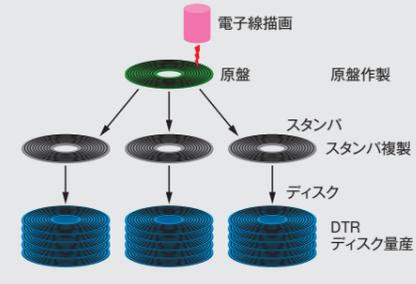


図3. DTRディスクの量産イメージ — タクトの長い電子線描画による原盤作製工程から、スタンプ複製、転写技術により、ディスクの量産を可能とします。

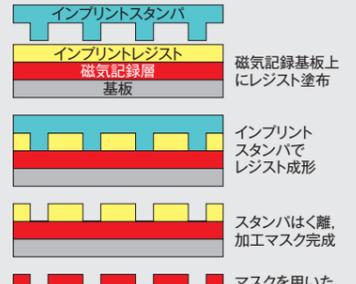


図4. DTRディスクのナノ加工プロセス — スタンプの微細パターンをマスクに転写し、磁性体を加工します。

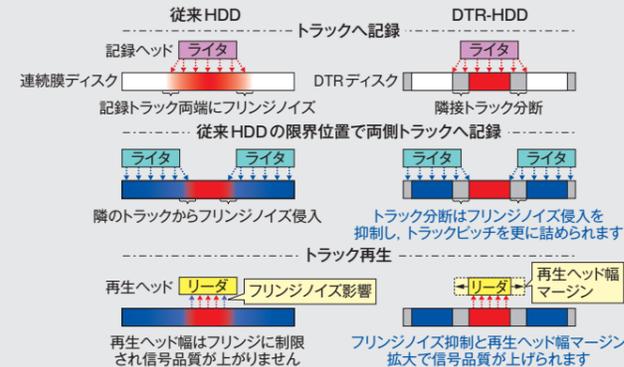


図5. 記録密度限界におけるDTR方式の高密度特性 — DTR-HDDは、フリンジ抑制の効果と再生ヘッドの余裕から、信号品質を確保できます。

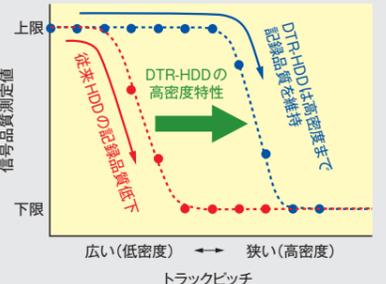


図6. DTR方式の高密度特性 — DTR-HDDは従来方式のHDDに比べ、高密度でも信号品質を維持します。

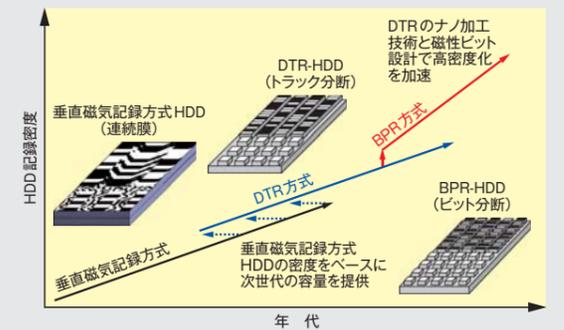


図7. HDDの記録密度のトレンド — DTR方式は次世代の容量を提供し、BPR方式は高密度化を加速します。

HDDの仕組みと大容量化の課題

HDDへの記録と再生は、磁気ディスク表面の微細な磁石を磁化する記録素子と、磁化の方向を検知する再生素子から成る浮上ヘッドが、装置内で回転するディスクのトラック上を走引することで行われます。HDDの記録容量を大容量化するためには、ディスク表面に同心円状に並んだトラック間の距離(トラックピッチ)を、できるだけ狭くして記録することが望まれます。しかし、実際の記録素子は、トラック上の磁石を磁化するだけでなく、トラック周囲の磁石の磁化方向を荒らすフリンジノイズを発生させます。フリンジノイズはトラックピッチが狭いと、記録時に隣のトラック情報を消してしまうことと、再生時にノイズ

源となり信号品質を落としてしまうことから、大容量化の障壁となっています。

DTR方式の課題解決の鍵

そこで東芝は、フリンジノイズ源となるトラック間の磁石を取り除くことで、トラックピッチを詰め、信号品質を落とすことなく記録密度を上げて大容量化できるDTR-HDDを開発しています(図1、図2)。ただし、目指すトラックピッチは80 nm以下で、トラック間を分断する溝幅は最大でも30 nm以下に抑える必要があります。この幅は最先端の半導体加工技術と同じレベルで、しかも2.5型のディスク全面に均一な溝加工が必要となります。すなわち、“半導体レベルの微細加工”

と“2.5型ディスク全面の均一加工”の両立がDTR方式にとって不可欠となります。

光ディスク技術と半導体技術で実現するナノテクノロジー HDD

30 nm以下の細い溝を切るために、DTR方式では半導体プロセス技術を使います。すなわち、ディスク表面に微細パターンに沿ったマスクを形成し、このマスクを用いて記録トラック間の磁石を取り除きます。この工程の課題はディスク全面の微細パターンマスクの形成で、半導体プロセスで用いられているフォトリソグラフィのマスクでは、ディスクの面積や加工パターンに対応できません。また、ディスク全面の微細パターン形成は電子線描画で行いますが、非常に

時間がかかる工程で、HDDの量産スピードには対応できません。そこで、DTR方式では、微細パターンの量産に、光ディスクの作製プロセスで用いられている金型(スタンプ)複製の技術を使います。最初に、作成された電子線描画パターンを原盤として大量のスタンプを複製し、次に、このスタンプでディスク表面のマスクを物理的に成形します(図3)。微細マスクの成形とマスクを用いた加工工程は“ナノインプリント”と呼ばれています(図4)。光ディスクのマスク量産技術と、半導体の微細加工技術をナノインプリント技術で組み合わせることで、磁気ディスクの大面积一括微細加工が可能となります。

DTR方式で次世代のHDD記録容量を実現

従来のHDDでは、記録密度を上げるためトラックピッチを狭めると、隣のトラックを記録した後にフリンジノイズの影響を受け、記録品質が低下します。一方、DTR-HDDでは、従来のHDDの限界密度でも、フリンジ抑制の効果と再生ヘッドの余裕から、信号品質を確保でき(図5)、更に記録密度を上げることで、次世代のHDDに要求される大容量化を実現します(図6)。

今後の展望

HDDの記録密度のトレンドを図7に示します。DTR方式は、次世代の記録密度を前倒して提供します。

DTR-HDDを実現する磁気ディスクのナノ加工プロセスは、究極のHDDと期待されるビットパターン記録(BPR)方式の実現につながります。この方式は、トラック間の分断に加えトラック方向に沿って記録ビット間の磁石を取り除き、信号品質を更に上げてHDDを大容量化します。BPR方式の導入により、従来の記録密度のトレンドを更に加速させます。将来もHDDの大容量化をけん引し続けるためには、世界の先駆けとしてDTR方式を開発するなかで、大容量磁気ディスクのナノ加工技術を確立することが必須と考えています。

櫻井 正敏

デジタルメディアネットワーク社
コアテクノロジーセンター
磁気ディスク開発部参事