

次世代ストレージを切り開く 垂直磁気記録 HDD 技術

ユビキタス世界を豊かにする 小型大容量ストレージ

小型・軽量で大容量データの記憶を可能とする次世代 HDD (ハードディスク装置) を開発しています。いつでも、どこでも必要な情報を持ち運びアクセスすることができるユビキタス世界が現実のものとなりました。この環境のなかで、将来の小型大容量ストレージの重要な役割を担う技術として、高密度記録性能とデータ安定性を両立させることができる垂直記録技術がおおいに期待を集めています。この記録方式により、200 G ビット/in² 以上の高密度記録が可能になり、大容量ムービーを気軽に持ち運ぶポータブル機器が実現できます。

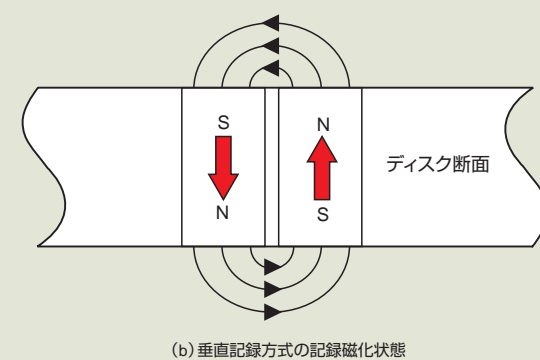
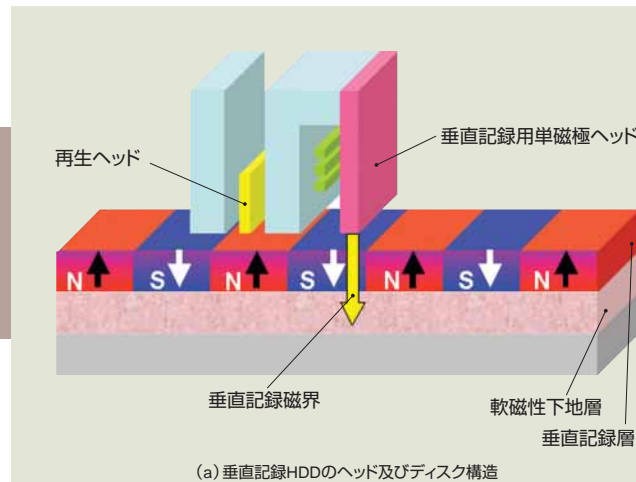


図1. 垂直記録 HDD のヘッド及びディスク構造 (a) と記録磁化状態 (b) — 垂直記録方式では、垂直ディスク記録層を磁気ヘッドと軟磁性下地層で挟み込んで効率よく記録します。



図2. 垂直磁気記録方式を採用した 1.8 型 HDD — 世界で初めて垂直磁気記録方式を採用し、133 G ビット/in² という世界最高記録密度の 1.8 型 HDD の製品化に成功しました。

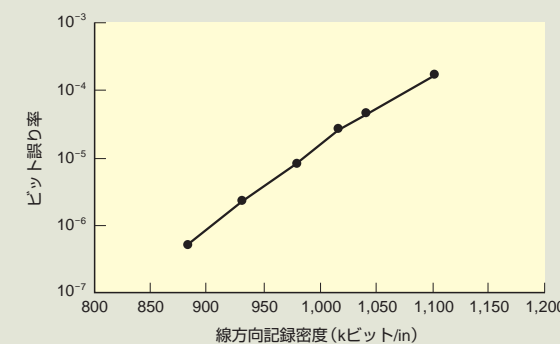


図3. 線方向記録密度とビット誤り率の関係 — データトラック長さ方向 (線方向) に 1,000 k ビット/in 以上 (ビット間隔 25.4 nm 以下) の非常に高い記録密度で信号を記録することができます。

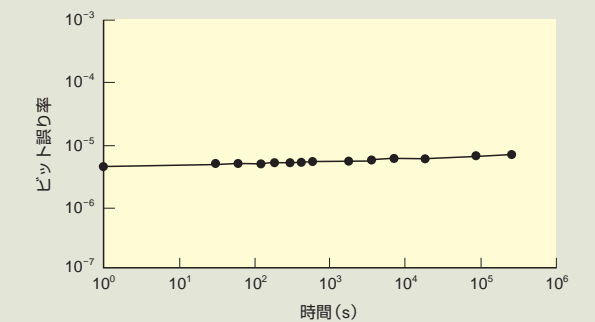


図4. 高温環境 (65 °C) における信号品質ビット誤り率の時間変化 — 高温においてもほとんど品質が劣化せず、長期にわたり安定な記録状態を保っていることがわかります。

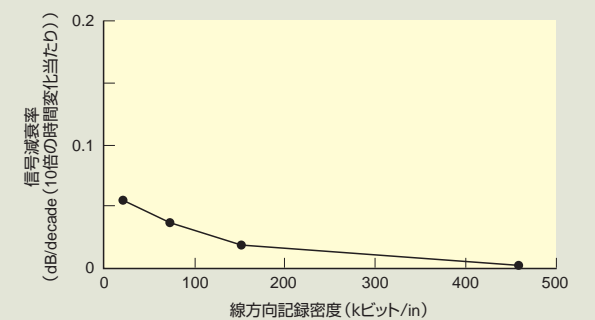


図5. 垂直記録方式における熱揺らぎ信号減衰の抑圧 — 線記録密度が高くなるほど記録された磁化は安定になります。

垂直記録方式とは

現在の HDD に採用されている磁気記録方式は、記録信号をディスク面内に並んだ磁石として記録する面内記録方式です。この方式では、高密度で信号を記録しようとする、隣接する信号磁石の S 極どうし、N 極どうしが互いに弱めあう作用が働きます。この弱めあう磁界のことを減磁界といい、減磁界が大きくなり、記録分解能を低下させる方向に働きます。また、高密度記録を達成するために、ディスクの微小磁石のサイズを小さくすると、磁化のエネルギーが HDD 使用環境における熱エネルギーに対して十分な余裕を保つことができなくなります

(熱揺らぎ現象)。高い記録密度で信号を記録しようとして、減磁界が大きくなる条件では、一部の微細磁石が本意に磁化を反転させてしまうことになりかねません。

これに対し、記録信号を担う磁石をディスクに垂直な方向に立てて記録する方式が、垂直記録方式です。この方式は、1975 年に東北大学名誉教授の岩崎俊一博士により発明されました。垂直記録方式では、記録密度を高くするほど、隣接する信号磁石が互いに強め合うという、面内記録と対称をなす性質を持ちます。磁化転移付近における減磁界が小さいために、高い記録密度で信号を記録するのに優位になります。また、同じ理由で、高い記録密度で記録された場合にも、減磁界

が熱揺らぎによる不本意な磁化反転を助長することがなくなります。したがって、より安定な高密度記録状態を保つことができます。

垂直記録方式では、ディスクを垂直な方向に正しく記録するために、透磁率の高い軟磁性下地層を記録層の下に配置し、磁気ヘッドと軟磁性下地層で記録層を挟むことで、強く鋭い記録磁界を発生させて記録します。垂直記録方式のヘッド及びディスク構成、垂直記録方式の磁化状態を図 1 に示します。この挟み込み記録により、ディスクの記録層にはより磁化エネルギーの大きい安定な材料を使うことができ、高い環境温度でも信号磁化をより安定に保つことが可能になります。

このように、垂直記録方式では、高

い記録密度特性と、記録信号磁化の安定性を両立することが可能と期待されています。

●垂直記録 HDD の記録性能

東芝は、垂直記録方式のメリットを小型大容量ストレージ機器に活用し、ユビキタス世界に貢献することを目指し、垂直記録 HDD 技術の開発を積極的に行っています。2004 年 12 月 14 日には、世界で初めて垂直磁気記録方式を採用し、世界最高記録密度 133 G ビット/in² を達成した 1.8 型 HDD の製品化を発表しました (図 2)。この高い記録密度特性により、ディスク 1 枚当たり 40 G バイトの大容量データを記録することが可能です。図 3 は、データトラック長さ方向 (線方向) に 1,000 k ビット/in (ピッ

ト間隔 25.4 nm) という非常に高い記録密度で信号を記録したデータの例を示したものです。

垂直記録方式は、記録密度だけでなく、記録信号の安定性にも優れた性能を示します。図 4 は、高温環境 (65 °C) における信号品質 (ビット誤り率) の変化を長期にわたり観察したデータです。高温においてもほとんど品質が劣化せず安定な状態を保っていることがわかります。また、図 5 は信号減衰率と線方向記録密度の関係を示しています。記録密度が高くなるほど信号減衰率が小さく、より安定な記録状態ができていることを示しています。

このように、新たに開発した垂直記録 HDD は、優れた高密度記録特性と信号安定性、幅広い温度環境に対応

するポテンシャルを併せ持っています。今後、より幅広い環境で、より小型大容量のストレージとして HDD の使途がますます増加することが予想され、そのなかで垂直記録 HDD が大きな役割を担うと期待されています。

田中 陽一郎

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長