

研究成果

サブテーマ名 ：超狭トラック幅垂直磁気記録ヘッドの開発 小テーマ名 ：1-3-1d 狭トラック幅垂直磁気記録ヘッドの開発	デバイス
サブテームリーダー（所属、役職、氏名） 秋田大学工学資源学部 教授 井上 浩 研究従事者（所属、役職、氏名） 秋田県産業技術総合研究センター 高度技術研究所 上席研究員 高橋慎吾	
研究の概要、新規性及び目標 ①研究の概要 超 500 Gbit/in ² 記録用ヘッドの具体的磁路設計を行い、さらにトラック幅 40 nm 以下で線記録密度 2000 Kbps に対応した磁界勾配を有するヘッドとメディア裏打ち層の厚み設計を行うとともにパターンメディアへの記録システム設計を行う。 ②研究の独自性・新規性 現状のヘッド構造では300 Gbit/in ² が上限とみているので、ヘッド自体のみならず記録媒体の軟磁性裏打ち層、さらには媒体の磁化反転機構まで考慮に入れた総合的な研究を行っている。 ③研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に） フェーズⅠ ①0.1・mのトラック幅高密度記録の実証と100Gbit/in ² 級記録ヘッドの開発 ②ヘッド記録再生系の超高周波化設計法の基礎的検討 フェーズⅡ ①トラック幅0.05 μm以下での超高密度記録の実証と500 Gbit/in ² 級記録ヘッドの開発、及びマルチトラックヘッドの開発 ②ヘッド記録再生系の新設計・試作とその評価 フェーズⅢ ①1 Tbit/in ² 級記録ヘッドの開発 ②ヘッド回路系の性能向上と企業での実用化 ③他分野への応用展開	
研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して） 磁路解析により、分散のない媒体に対しては、1 Tbit/in ² に記録可能なヘッド構造をフェーズⅠで既に提案した。この時点では、漏れ磁界は、媒体の反転磁区生成磁界 H_N まで許容できるとしていた。しかしながら、現実的な分散のある媒体に対しては、甘い見通しである。 現在、パターン媒体に対し、1 Tbit/in ² 記録の可能性を検討している。粗い見積もりであるが、本多の提案している12.5 nm角で厚さ5 nmのパターン媒体に対し、サイドシールド付複合磁極面型単磁極ヘッドを用いることにより、熱磁気緩和を考慮しても10 ⁻⁵ のエラーレートが確保できることが分かった。 1 Tbit/in ² 記録の可能性は見出すことができたが、殆どマージンがない状況である。さらに記録密度を向上させるための手段として、グループ付き軟磁性裏打ち層の提案も行っている。	
主な成果 具体的な成果内容： (1)狭トラックでも強い記録磁界が発生できる新構造(複合磁極面型単磁極ヘッド)を提案し、その原理および設計指針を明らかにした。 (2)記録媒体の熱磁気緩和は、媒体の反転磁区生成磁界の最小値(分散を考慮して)まで磁界を印加しても起こらないことを、実験的に示した。 (3)軟磁性裏打ち層に溝を設けた新構造(グループ付SUL)を提案し、その5つの特長を明らかにした。 (4)サイドシールド付単磁極ヘッドには、記録磁界強度、記録磁界と漏れ磁界の差、記録磁界勾配の各々に関する最適トラック幅が存在することを明らかにし、そのヘッドとグループ付SULを組み合わせるとトラックピッチの約50%の尾ラック幅でその3項目を最適化できるというシステムを提案した。 (5)以下のように1 Tbit/in ² 記録の可能性を示すことができた。本多の提案している1 Tbit/in ² 用パターン媒体の1つ(12.5 nm角、厚さ5 nm)に対し、パンプコア幅8 nmの複合磁極面型単磁極ヘッドにサイドシールドを設けることにより、ヘッドが最近接トラックを10 ⁶ 回通過しても10 ⁻⁵ のエラーレートを確保できることが分かった。 特許件数：3件 論文数：5件 口頭発表件数：11件	

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

計算手法として、静磁場解析のみという点が少し劣る。ただ、新構造の提案という点では、ヘッドの飽和磁束密度以上の記録磁界を出せないと言う既成概念を払拭するヘッド構造と、媒体も記録ヘッドの一部ととらえ、媒体の軟磁性裏打ち層に構造をもたせるという、新しい概念を提案した。

粗い見積もりではあるが、1 Tbit/in²記録を可能とするヘッドを提案した。

2 実用化に向けた波及効果

現在、300 Gbit/in²以上の記録密度を実現するためには、構造および製造面で様々な物理的限界に直面しているのが現状である。したがって、500 Gbit/in²や1 Tbit/in²の実用化を検討していくうえで、1つでもブレークスルーとなるような技術を提案できたら、大きな波及効果となることは間違いない。

残された課題と対応方針について

いくつかブレークスルーにつながるような新たな構造を提案したが、それらを組み合わせ最適設計を行うと、どこまで記録密度が伸ばせるかまだ分かっていない。時間の許す限り、その追求をする。

	J S T負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合 計
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	0	0	0	0	0	0	0	1,809	4,995	5,067	4,973	5,936	3,981	26,761	26,761
設備費	0	0	0	0	0	0	0	58,000	43,920	13,000	51,450	62,620	56,130	285,120	285,120
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小 計	0	0	0	0	0	0	0	59,809	48,915	18,067	56,423	68,556	60,111	311,881	311,881

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T負担による設備 :

地域負担による設備 : MEMS対応マスクアライナ、光学式表面解析装置、イオンビームガン

※ 複数の研究課題に共通した経費については按分する。