

Title	高密度磁気記録への垂直磁化膜の応用に関する研究
Author(s)	根本, 広明
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/59234
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名	根本 広明
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)
学位記番号	第 24936 号
学位授与年月日	平成23年9月20日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	高密度磁気記録への垂直磁化膜の応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中谷 亮一 (副査) 教授 岡田 成文 教授 荒木 秀樹

論文内容の要旨

現代の高度情報社会においては、デジタル情報の効率的な保管を可能とする高記録密度情報ストレージに対する要求が極めて旺盛である。本研究では、垂直記録方式による磁気ディスク装置 (HDD) の高記録密度化を実現するため、垂直磁化膜を用いた磁気記録媒体である垂直媒体について検討した。

第1章では、高密度磁気記録を実現する垂直記録方式の特徴と原理について考察した。垂直記録方式の現代的な意義はトリレンマの解決、すなわち熱安定性と記録容易性と低ノイズ性を同時に満たすことである。この課題に関して、垂直記録方式によって得られる利得を解析計算によって推定した。記録容易性が一定である場合、最大で3倍強の熱安定性を実現できる。また熱安定性が一定である場合、最大約8 dBのノイズ低減を実現できる。これらのメリットを生かした高密度磁気記録の実現が本研究の目的である。

第2章では、垂直媒体の作製に必要となる垂直磁化膜の材料および作製プロセスについて検討した。筆者は、従来のCoCrPt合金の性能を凌駕する可能性のある[Co/Pd]_n多層膜および[Co/Pt]_n多層膜からなる垂直磁化膜について研究を行った。これらの磁性多層膜における界面磁気異方性の特性を解析した結果、[Co/Pt]_n多層膜のPt副層の厚みを0.2 nm程度まで薄く設定した場合に非常に高い磁気異方性エネルギー K_u を得る事が可能であり、垂直媒体用材料として有望である事が分かった。

第3章では、磁気記録層に不可欠なグラニューラー磁性層の形成手段について検討を行った。高 K_u 垂直磁化膜における磁性粒子の磁気的分離を実現するためには、酸化物添加による粒界形成が非常に有効である。筆者は、第2章で検討した[Co/Pt]_n多層膜にホウ素と酸素を同時添加し、これらの酸化物を粒界としてグラニューラー磁性層を形成する方法を検討した。磁気特性の検討により、孤立した磁性粒子を単位とする一斉磁化反転が起こる事を確認した。また微細構造解析により、高い結晶配向性を維持しながら10 nm以下の大きさの磁性粒子が形成された事を確認した。

第4章では、グラニューラー磁性層と均質な構造の磁性層の二層構造からなる磁気記録層を用いたキャップ媒体について検討した。筆者は、このキャップ媒体の磁気設計を適切に行う事によって磁化反転磁界分布を狭められる事を、マイナー磁化曲線を用いた解析により実験的に検証した。この効果は、静磁相互作用と交換相互作用を相殺した事によるもの

であり、記録磁界勾配が有限である状況下で急峻な磁化転移の形成を可能にする。垂直磁気ヘッドを用いてキャップ媒体の記録性能を評価した結果、磁化反転磁界分布の広がりを抑制した条件において性能改善が実現出来る事を確認した。

第5章では、異方性磁界の異なる複数のグラニューラー磁性層の積層構造からなり、各磁性層間に働く交換相互作用を適切な大きさに制御したGraded媒体について検討した。筆者は第3章で得た[CoB/Pt]_n+0グラニューラー磁性層をこのGraded媒体に適用し、従来構造と比べて優れた熱安定性が得られ、トラック密度の向上による面記録密度の向上が可能であることを指摘した。

以上に述べたように、「高 K_u 垂直磁化膜」「酸化物グラニューラー磁性層」「キャップ媒体構造」「Graded媒体構造」を適切に組み合わせた垂直媒体の適用により、垂直記録方式による高密度磁気記録が実現された。

論文審査の結果の要旨

本論文は、垂直磁気記録方式による磁気ディスク装置の高記録密度化を実現することを目的として、磁性膜面内方向および磁性膜垂直方向における微細な構造を制御した垂直磁化膜を形成し、垂直記録方式における熱安定性の評価、記録状態解析、ノイズ評価を行うことにより、上記微細構造と各特性との相関について検討を行ったものであり、以下の知見を得ている。

(1) 高密度磁気記録を実現する垂直記録方式の特徴と原理について考察し、垂直記録方式によって得られる利得の解析計算により、熱安定性と記録容易性と低ノイズ性を同時に満たすことが、実効的な記録密度の向上に不可欠であることを明らかにしている。

(2) CoとPtないしPdを複数周期積層したCo/Pd多層膜およびCo/Pt多層膜からなる垂直磁化膜を種々の作製プロセスにより作製し、これらの磁性多層膜における界面磁気異方性の特性を解析することにより、Co/Pt多層膜のPt副層の厚みを0.2 nm程度まで薄くすると、非常に高い磁気異方性エネルギーを得ることが可能であり、磁気記録媒体用材料として極めて有望であることを明らかにしている。

(3) 磁気記録層に不可欠なグラニューラー構造の形成手段について検討を行い、高い磁気異方性を有する垂直磁化膜における磁性粒子の磁気的分離を実現するためには、酸化物添加による粒界形成が非常に有効であることを示し、特に、ホウ素と酸素を同時添加し、これらの酸化物によって磁性粒子を分離したグラニューラー構造を形成することが磁気的分離を実現することに対して効果的であることを明らかにしている。

(4) 上記のグラニューラー磁性層と均質な構造の磁性層の二層構造からなる磁気記録媒体について検討し、この磁気記録媒体の磁気設計を適切に行う事によって磁化反転磁界分布を狭められることを、マイナー磁化曲線を用いた解析により実験的に明らかにし、さらに、この効果は静磁相互作用と交換相互作用を相殺したことによるものであり、高密度記録に必要な急峻な磁化転移を可能にする事を明らかにしている。

(5) 異方性磁界の異なる複数のグラニューラー磁性層を積層し、各磁性層間に働く交換相互作用を適切な強さに制御することにより、従来構造と比べて優れた熱安定性が得られ、トラック密度の向上による記録密度の大幅な向上が可能であることを明らかにしている。

以上のように、本論文は垂直磁気記録方式における熱安定性、記録容易性、ノイズ特性の評価・解析に基づき、垂直磁化膜の3次元構造設計を行ったものであり、極めて高い記録密度を実現する磁気記録媒体の設計を可能にする指針を明らかにしたものである。従って、本論文は、学術的知見のみならず、磁気記録の記録密度向上の実現に寄与する材料学的知見を多く含んでおり、材料工学の進展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。