



Title	Fe-Al-Si合金磁性薄膜とその磁気ヘッドへの応用に関する研究
Author(s)	村松, 哲郎
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/40431
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名	むら 村	まつ 松	てつ 哲	ろう 郎
博士の専攻分野の名称	博	士	(工	学)
学位記番号	第	12800	号	
学位授与年月日	平成	9	年	1月27日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当			
学位論文名	Fe-Al-Si合金磁性薄膜とその磁気ヘッドへの応用に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 森 勇藏 (副査) 教授 片岡 俊彦 教授 青野 正和 教授 芳井 熊安 教授 梅野 正隆			

論文内容の要旨

本論文は、磁性薄膜材料として優れた磁気特性を有するFe-Al-Si合金磁性薄膜に関して、一軸磁気異方性を有する結晶粒の集合体モデルを用いて軟磁性特性を解明すること及び、本薄膜を応用し高性能磁気ヘッドを実現することを目的として行われた研究をまとめたものであり、以下の7章から構成されている。

第1章は序論であり、軟磁性薄膜材料の必要性と磁気ヘッド開発の課題を示すと共に、本研究の目的及び意義について述べている。

第2章では、電子ビーム蒸着法によるFe-Al-Si合金磁性薄膜の成膜方法について述べている。蒸着する各元素の蒸気圧の違いによる膜組成のばらつきを無くし、膜の平均組成を一定に制御する方法を確立している。また、磁気特性の解析結果を検証する際に用いる上記モデルに近い磁気的に等方的な膜を得ることに成功している。

第3章では、結晶磁気異方性、磁気弾性効果に起因する異方性、膜に作用する応力を上記モデルに導入し、5 wt % Al-10 wt % Si-残余Fe付近を組成とする合金蒸着膜に高い透磁率が発現するメカニズムの解析と実験による検証結果について述べている。本組成の膜では、結晶磁気異方性エネルギー、平均磁歪値の大きさが他の組成に比べ小さくなること、さらに、これら諸量の温度特性を調べた結果、結晶磁気異方性エネルギーと磁気弾性エネルギーの和が室温付近で極小値をとることが、膜の高透磁率に寄与していることを明らかにしている。また、温度をパラメータとし、膜に印加する応力と膜の透磁率変化から、結晶磁気異方性の大きさと膜の平均磁歪値の温度特性を各々独立して測定する新たな方法を考案している。

第4章では、Fe-Al-Si合金磁性薄膜を薄膜磁気ヘッドに応用するために、2次元有限要素法を用いた磁界解析を行い、磁界感度を高める磁気ヘッドコア形状の最適化について述べている。さらに、本構造を実現する新たな磁気ヘッドの形成方法を提案している。

第5章では、磁化の印加磁界の変化に対するLandau-Lifshitzの磁化運動方程式による解析および実証実験をもとに、透磁率の高周波特性の膜厚依存性を説明している。周波数の増加に伴い、膜厚が5 μm以上では渦電流損失が、5 μm以下では自然共鳴がそれぞれ透磁率減少の主原因であることを明らかにしている。また、磁性薄膜を電気絶縁膜で

挟んで積層構造とすることにより渦電流損失を減らし、透磁率の周波数特性の広帯域化を可能としている。

第6章では、上記第3章、第4章、第5章の結果をもとに成膜したFe-Al-Si合金磁性薄膜をコアとする磁気ヘッドの試作結果から、膜の透磁率・膜の磁気的等方性・コアの寸法形状・渦電流損失・自然共鳴が磁気ヘッドの電磁変換特性に与える影響を明確にしている。本指針にもとづく高性能磁気ヘッドの開発により、高画質民生用VTRおよび、従来の4倍以上の周波数帯域を必要とするハイビジョンVTR・デジタルVTRの実用化に成功している。

第7章では、前章までに得られた研究成果を要約して述べ、本研究の総括としている。

論文審査の結果の要旨

高度情報化社会が進展する中、磁気記録分野において記録信号周波数の広帯域化は記録密度の飛躍的増大に向けて不可欠である。このため高透磁率磁性薄膜材料および広帯域・高感度磁気ヘッドの創出は重要な課題である。本研究は、Fe-Al-Si合金磁性薄膜の磁気特性の起源を、結晶磁気異方性と磁気弾性効果を考慮した理論解析と電子ビーム蒸着膜を用いた解析結果の検証実験とにより明らかにするとともに、本薄膜を材料とした高性能磁気ヘッドの実現を目的としている。主な成果は以下の通りである。

- (1) 電子ビーム真空蒸着の高速成膜性を生かし、次に述べるFe-Al-Si合金磁性薄膜及び成膜技術の開発に成功している。
 - a) 保磁力40 A/m以下、透磁率6000以上を有する優れた軟磁性薄膜材料。
 - b) 従来、Fe、Al、Si元素の蒸気圧の違いから組成の制御が極めて困難とされていた真空蒸着法の課題を、蒸着合金ソースの組成の最適化、及び成膜中の電子ビーム電力の調整とにより解決し、膜の平均組成のばらつきを1 wt%以下に抑える成膜方法。
 - c) 従来のスパッタリング法に比べ8倍以上の速度で成膜する技術。
- (2) 5 wt% Al-10 wt% Si-残余Fe付近の組成において最大の透磁率が得られる事実について、膜の透磁率を、結晶磁気異方性の大きさ、膜の平均磁歪値および応力をパラメータとする多結晶モデルにより解析している。そして、高性能磁性薄膜を安定して得るために膜の平均組成を1 wt%以下に制御すること、ならびに膜に残留する応力の低減が重要であることを明らかにしている。
- (3) 膜厚をパラメータとした膜の磁化過程の動的解析にもとづき、膜透磁率の周波数特性を理論的考察と実験により説明している。この解析結果から、従来は、低比抵抗による渦電流損失が大きく広帯域磁気ヘッドへの応用が困難とされていた金属磁性材料を用いても、材料を薄膜積層構造とすることにより、高透磁率を生かした高感度な磁気ヘッドが実現できることを示している。
- (4) より高い電磁変換効率を得るために薄膜磁気ヘッドデバイス構造の解析を行い、高い電磁変換効率を維持し、コアの体積を従来の磁気ヘッドの30%付近まで削減できることを明らかにするとともに、試作実験で低インダクタンス化による信号帯域の広帯域化に成功している。
- (5) 新たに確立した電子ビーム蒸着成膜法における蒸着原子の飛来の直進性を生かし、基板に形成したV溝片斜面に、飛来原子の自己陰影効果を利用して一度に数多くのデバイスを同時に形成する独自の薄膜磁気ヘッド工法の開発に成功している。

以上のように、本論文はFe-Al-Si合金磁性薄膜の軟磁気特性発現に関する物理的、工学的な数多くの知見を得るとともに実用的なデバイス工法を開発し、これらの成果を統合することにより、保磁力が140 kA/mの記録媒体に70 MHz以上の帯域の信号を記録／再生できる薄膜積層磁気ヘッドの開発及び民生用VTRデッキへの搭載によるデバイスの実用化に成功している。これらの成果は磁性薄膜工学、磁気デバイス工学、磁気記録工学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のあるものと認める。