

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12309 号
------	---------------

氏 名 前谷 卓哉

論 文 題 目

磁歪材料のコンビナトリアル探索の研究

(Study of Combinatorial Search for Magnetostrictive Materials)

論文審査担当者

主査 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学
委員 名古屋大学

教授 秦 誠一
教授 福澤 健二
教授 大岡 昌博
准教授 櫻井 淳平

論文審査の結果の要旨

前谷卓哉君提出の論文、「磁歪材料のコンビナトリアル探索の研究」は、以下の8章から構成されている。

第1章「緒論」では、本研究の背景と目的を述べている。大出力、高速応答、非接触駆動が可能である磁歪材料は、多くのアクチュエータやセンサに応用されている。センサへの応用の際には、その特性を向上させるためには、磁歪、比透磁率のバランスに優れた磁歪材料が必要とされている。また、交流磁場を用いた測定では、渦電流損を低減するために高抵抗率であることも求められている。そこで本論文では、多数のサンプルを一括製作、評価することで高効率に新規材料の探索が可能なコンビナトリアル手法を磁歪材料探索に適用し、センサ用新規磁歪材料の探索をFe-Ni-Cr三元系にて行うと共に、MEMSデバイスを用いた磁気特性のハイスループット評価法の提案とその原理確認を行うことを目的としている。

第2章「新対向ターゲット式スパッタを用いたコンビナトリアル成膜」では、多数のサンプル群を一括して製作するためのコンビナトリアル成膜技術について、新対向ターゲット式スパッタを用いた組成傾斜膜の新規成膜方法の提案、および組成調整方法について述べている。ターゲットへの出力電力が成膜される薄膜の組成傾斜を決定し、ターゲットと基板の位置関係によって成膜される薄膜の組成傾斜の大きさを決定づけることを明らかにし、新規コンビナトリアル成膜手法を実現している。

第3章「コンビナトリアル手法を用いたセンサ用磁歪材料の抵抗率・比透磁率評価」では、第2章で述べた新規コンビナトリアル成膜手法により製作された組成傾斜薄膜ライブラリに対して、四探針法、試料振動型磁力計を用いて抵抗率、比透磁率の評価を行っている。抵抗率、比透磁率を評価した結果、Fe-Ni-Cr三元系では、Crの組成が7～14 at.%の組成範囲において、センサ用磁歪材料として求められる抵抗率と比透磁率を満たしていることが明らかとなっている。

第4章「従来手法を用いたセンサ用磁歪材料の磁歪特性評価」では、バルクの磁歪材料の磁歪特性評価で用いられている静電容量変化、および光てこ法を利用した磁歪評価を用いて、Fe-Ni-Cr系の磁歪特性の評価を行っている。評価の結果、Crの組成が3 at.%～9 at.%, Feの組成が26 at.%～36 at.%の範囲において、センサ用磁歪材料として求められる磁歪量を満たしていることが明らかとなり、第3章の結果と合わせて、センサ用磁歪材料として求められる、抵抗率、比透磁率、磁歪を示す組成領域の特定に成功している。

第5章「MEMSデバイスを用いた磁気特性評価」では、MEMSデバイスを用いて、磁歪量と比透磁率の測定が可能なハイスループット評価法の提案を行っている。提案するMEMSデバイスは、バイレイヤカンチレバー構造体である。磁歪量の測定は、デバイスに磁場を印加した際のカンチレバーのたわみを静電容量変化として測定し、比透磁率は、静磁場中でカンチレバーを振動させた際にカンチレバー近傍に設置したピックアップコイルに発生する誘導起電力を測定することで評価する。

第6章「MEMSデバイスの設計と製作」では、バイレイヤカンチレバーの下層材料として金属ガラスとSiを用いた方法でデバイスの形状設計とプロセス設計を行っている。検討の結果、Siを用いてデバイス製作を行い、下層材料として使用するSiはSOIウエハのデバイス層を利用している。SOIウエハを用いて製作したデバイスでは、焼なました際に磁歪材料に発生するたわみを、磁歪、比透磁率の測定が可能な程度に抑制することを成功している。

第7章「磁気特性のハイスループット評価」では、SOIウエハを用いて製作したMEMSデバイスを用いて、磁歪材料の比透磁率、磁歪の測定を行っている。MEMSデバイスを用いた比透磁率の測定結果と従来から比透磁率の評価に用いられている試料振動型磁力計の測定結果を比較することで、本デバイスを用いた比透磁率測定の有用性を確認している。同じく磁歪測定についても、従来から磁歪測定に用いられている光てこ法を用いた磁歪測定結果と比較し、本デバイスを用いた磁歪測定の有用性を確認している。

第8章「結論」では、各章で得られた結果をまとめるとともに、今後の課題を述べている。

以上のように本論文では、コンビナトリアル手法を用いて、センサ応用を目指した新規磁歪材料の探索、およびハイスループット評価法の提案を行い、センサ用磁歪材料として求められる磁歪、比透磁率、抵抗率を示すFe-Ni-Cr系磁歪材料の組成範囲を特定した。また、MEMS技術を用いた磁歪、比透磁率のハイスループット評価方法を提案、実現している。以上の結果は、新規の磁歪材料や磁性材料の高効率な探索を可能とし、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって本論文の提出者である前谷卓哉君は、博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。