

**研究成果展開事業 研究成果最適展開支援プログラム**  
**本格研究開発ステージ ハイリスク挑戦タイプ 平成 23 年度終了課題**  
**事後評価報告書**

研究開発課題名	: 高性能永久磁石薄膜を用いた磁気マイクロデバイスの研究開発
プロジェクトリーダー	: 日立金属株式会社
所属機関	: 日立金属株式会社
研究責任者	: 進士 忠彦(東京工業大学)

## 1. 研究開発の目的

未来の技術として、MEMS 技術を駆使して製造される、高性能永久磁石薄膜を用いた磁気マイクロデバイスの実現・実用化が期待されている。本研究開発はその未来技術の実現を目指し、製品を指向して仕様設定されたマイクロポンプ、MEMS スイッチ、リニアスライダなど、高性能永久磁石の応用が期待される代表的磁気マイクロデバイスを試作・開発することを一つの目的とする。また、本研究開発の他の一つの目的は、高性能永久磁石薄膜の形成技術において、これまでのラボ・スケールの技術段階を脱し、安定的な厚膜形成や高精度形成技術といった実用化・量産化に必要な製造技術を検討し、確立することである。

## 2. 研究開発の概要

### ①成果

本課題では、Nd-Fe-B/Ta 多層永久磁石薄膜を用いた磁気マイクロデバイスの開発と、高性能永久磁石薄膜のスケールアップ対応可能な形成技術の確立を目標とした。デバイス開発では、具体的仕様を設定したマイクロポンプ、RF スイッチ、リニアスライダの試作・開発を行い、薄膜形成技術においては大型化可能な高品質 Nd-Fe-B 焼結ターゲットの開発、そのターゲットを用いた安定的形成技術の検討を中心に実施した。開発した3種のデバイスで駆動を確認し、既存技術に対する優位性が顕在化した。薄膜形成技術においては、開発したターゲットを用いることで 10 $\mu$ m 以上の厚膜域を含めて磁気特性が安定化し、スパッタ設備の大型化や試作・小規模量産対応の目途を得た。

研究開発目標	達成度
①高性能永久磁石薄膜を用いた磁気マイクロデバイスの開発	①マイクロポンプ、RF スイッチ、リニアスライダを試作開発し計画段階で設定した目標性能を達成した。(マイクロポンプ:機能確認、RF スイッチ:ギャップ 100 $\mu$ m での機能確認、リニアスライダ:基板サイズ 10 x 10mm、ストローク 2~3mm)
②高性能永久磁石薄膜の安定的な厚膜形成技術の確立	②Nd-Fe-B 基焼結スパッタターゲットを開発。これを使って、10 $\mu$ m 以上の厚膜を含め、残留磁化 1.2T 以上、保磁力 1MA/m 以上の高性能永久磁石薄膜を安定的に形成するための技術を確認した。
③高性能永久磁石薄膜の高精度形成技術の確立	③アルゴンイオンミリングによる Nd-Fe-B/Ta 多層永久磁石薄膜の、精度 10 $\mu$ m 以下の加工技

<p>④永久磁石薄膜の磁化容易方向の制御技術の検討</p>	<p>術を確立し、リニアスライダの試作への適用を得た。</p> <p>④Nd-Fe-B 膜の面内異方性化には至らなかったが、基板および下地膜が Nd<sub>2</sub>Fe<sub>14</sub>B 結晶の配向に影響すること等、薄膜の高性能化の指針を得た。</p>
-------------------------------	---

## ②今後の展開

本課題で明らかになった、永久磁石薄膜を用いる特徴が特に顕在化するデバイスアイテムを取り上げて、より高性能化を目指した研究開発を継続する。そこでは、永久磁石薄膜を使う利点が最大限に発揮されるよう、従来の磁気デバイスでは用いられなかった新しい技術の研究開発と権利化に積極的に取り組んでいく。

## 3. 総合所見

一定の成果は得られており、イノベーション創出の可能性はある。

磁気薄膜形成技術については目標を超える成果が得られており、事業化も期待できる。マイクロデバイスの開発に関しては、今後、適用製品や市場ターゲットなどについてより具体的に検討した上で、再度方向性を定めて実用化に向けた研究開発が行われることを期待する。