

## 研究成果

<b>サブテーマ名：</b> 次世代記録メディア材料 <b>小テーマ名：</b> 1-2-1 磁気力顕微鏡の高分解能化および微細膜構造解析法の開発	<b>メディア</b>
<b>サブテマリーダー（所属、役職、氏名）</b> 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 有明 順
<b>研究従事者（所属、役職、氏名）</b> 秋田大学工学資源学部 秋田大学工学資源学部	教授 石尾俊二 助教授 斉藤 準
<b>研究の概要、新規性及び目標</b> <b>研究の概要</b> 垂直・面内磁場中磁気力顕微鏡を開発し、高密度磁気記録媒体の記録状態や記録のノイズを含む微細膜構造を解析する手法を提案した。また、超高密度を実現する薄膜の微細膜構造を明らかにするには10nm以下の高空間分解能が必要となるので、空間分解能7nmの達成を目標とした低ノイズ化のためのシステムの検討と高分解能探針の開発を行った。最後に、得られた成果の事業化とフェーズ Ⅱ に展開するための、磁気スイッチング・ダイナミクス評価装置の開発を開始した。  <b>研究の独自性・新規性</b> 磁気力顕微鏡(MFM)は磁気記録分野では、記録状態の観察に利用されるが、得られた画像の物理的意味付けは不明な点が多々あり、また空間分解能は不十分であった。本研究は、それらの問題点を解決した独自性・新規性の高い研究である。特に、ナノスケールでの保磁力特性や磁化容易軸のマッピング技術は、本研究で提案し実現されたもので、学術的価値のみならず、材料開発の点で不可欠の手法であり、優れた独自性、新規性を有している。 また磁気力顕微鏡の高分解能化は、次世代磁気応用デバイスの開発には必要不可欠のもので、現在地元企業と開発している新規探針は探針の構成法ならびに使用する積層型磁性膜に独自性・新規性があり、従来と比較して高い分解能が予想できる点で実用性に優れている。  <b>研究の目標（フェーズ毎に数値目標等をあげ、具体的に）</b> <b>フェーズⅠ</b> 超100 Gbit/in <sup>2</sup> 磁気記録メディア用高磁気異方性材料の決定と微細磁区構造観察手法の開発。 熱補助磁気記録用液晶光学デバイスの開発。 TEM内スパッタ製膜装置の開発。 <b>フェーズⅡ</b> 500 Gbit/in <sup>2</sup> 級記録メディアの開発と1Tbit/in <sup>2</sup> 記録メディアへの見通し、及び10 nm以下の微細磁区観察法の開発。 液晶光学デバイスを用いた熱補助高密度磁気記録方式の検討。 スパッタ膜成長機構の精密観察技術の確立と膜構造の精密制御技術の開発。 <b>フェーズⅢ</b> 1 Tbit/in <sup>2</sup> メディアの開発と新規記録方式の検討。 膜構造の精密制御技術の開発およびその場観察技術の他分野応用。	
<b>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</b> フェーズⅠ :100%達成した フェーズⅡ :100%達成した。	
<b>主な成果</b> <b>具体的な成果内容：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 面内・垂直磁場印加型 MFM を開発した。</li> <li>・ 磁気記録媒体の特性評価法として、保磁力特性マッピング、磁化容易軸マッピング法を開発した。</li> <li>・ 交換スプリングを利用した高保磁力・高分解能探針を提案し、特許出願を行った。</li> <li>・ 磁気力顕微鏡の高分解能化のための低ノイズ化の方策を明らかにした。</li> <li>・ 科学技術振興事業団「独創的シーズ展開事業独創モデル化事業」(事業課題名称「磁気力顕微鏡用高分解能探針の試作」)のもとで、日東光器(株)に対する技術移転を進めている。秋田高度技術研究所および秋田大学の三者で、高分解能探針の試作開発を実施している。</li> </ul>	

特許件数：5件

論文数：12

口頭発表件数：19

## 研究成果に関する評価

## 1 国内外における水準との対比

磁気力顕微鏡の高分解能化および微細膜構造解析法の開発研究に関しては、国内・国外のトップレベルにある。

## 2 実用化に向けた波及効果

高分解能磁気力顕微鏡探針の実用化を目指して、科学技術振興事業団「独創的シーズ展開事業独創モデル化事業」(事業課題名称「磁気力顕微鏡用高分解能探針の試作」)に応募し、採択された。現在、日東光器、秋田高度技術研究所および秋田大学の三者で、高分解能探針の試作開発研究を実施している。本事業によって、秋田大学ならびに秋田高度技術研究所が開発した 製膜技術、高分解能MFM観察技術、微細加工技術を日東光器に技術移転することができる。これらの各技術は次世代の工業基盤技術であり、波及効果は大きい。

## 残された課題と対応方針について

主たる課題は以下のとおりであり、第3フェーズで研究を進める予定である。

- (1) テラビット記録を目指して開発されつつある、各種ナノスケール磁性薄膜の磁気微細構造評価を継続して行う。
- (2) 5nm の分解能を有する磁気力顕微鏡の開発を目指して、新方式の磁気力顕微鏡の開発ならびに磁性探針の開発を行う。
- (3) ナノスケール磁気スイッチング・ダイナミクス特性評価システムの新規開発を行う。

	J S T負担分(千円)							地域負担分(千円)							合計	
	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計		
人件費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
設備費	10,950	15,960	0	2,659	1,491	0	31,060	0	0	0	0	0	0	0	0	31,060
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	2,175	1,760	4,960	2,604	3,687	1,800	16,989	0	0	0	0	0	0	0	0	16,989
旅費	0	0	0	0	0	35	35	0	0	0	0	0	0	0	0	35
その他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
小計	13,128	17,720	4,960	5,263	5,178	1,835	48,084	0	0	0	0	0	0	0	0	48,084

## 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：面内・垂直磁気中磁気力顕微鏡観察装置、原子間力顕微鏡拡張装置  
地域負担による設備：多層膜スパッタ装置、透過電子顕微鏡、高感度磁化測定装置

複数の研究課題に共通した経費については按分する。