

## 研究成果

<b>サブテーマ名：超高密度記録メディア</b> <b>小テーマ名：1-1-1a 膜構造制御による低ノイズCo-Cr系垂直磁気記録メディアの開発</b>	<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>	
秋田県産業技術総合研究センター 高度技術研究所	主任研究員 山根治起
秋田県産業技術総合研究センター 高度技術研究所	研究員 経徳敏明
<b>研究の概要、新規性及び目標</b>	
<b>研究の概要</b>	
<b>フェーズ</b> Co-Cr 系垂直二層膜媒体において、記録層と軟磁性裏打ち層との間に中間層を導入することで、記録層の磁気特性、結晶性を制御し、記録特性、熱安定性の高い媒体を作製した。また、軟磁性裏打ち層として高飽和磁化を有する Fe-Si を検討した。媒体として重要な表面性にも考慮した媒体設計を行なった。	
<b>フェーズ</b> より低ノイズメディアを目指し、CoPrCr-SiO <sub>2</sub> 二層膜メディアを検討した。記録層、中間層などのプロセス条件を詳細に検討することで、面記録密度 300 Gbit/in <sup>2</sup> の Co-Pt-Cr 合金系グラニューラー構造垂直磁気記録メディアを開発し、実用化企業への試作品提供を図る。また、磁気異方性の大きな Co-Pt グラニューラー構造薄膜材料による高密度記録メディアの可能性を明らかにする。さらに、1 Tbit/in <sup>2</sup> 級記録を目指したパターンドメディアの作製を FIB 加工で行ない、確立した設計指針を検証する。	
<b>研究の独自性・新規性</b>	
<b>フェーズ</b> 中間層として、Pt/TiおよびPt/Cを新規に考案し、Co-Cr系記録層の膜構造を制御することができた。また、軟磁性裏打ち層として飽和磁束密度の大きなFe-Si膜を採用することで、記録分解能が向上し、熱安定性を確保することができた。この裏打ち層を用いた垂直二層膜媒体において、線記録密度1235 kFRPIを達成することができた。これは、当時発表された世界最高の値である。高飽和磁化を有するFe-Si層と他の材料を積層することで、表面粗さを従来型の裏打ち層と同等にすることができた。この件に関して特許を出願した。	
<b>フェーズ</b> CoCrPt-SiO <sub>2</sub> で面記録密度~110 Gbit/in <sup>2</sup> を達成した。また、AITオリジナルの室温作製高磁気異方性CoPt-oxide薄膜を開発し、特許出願(3件)した。 集束イオンビーム装置(FIB)によるパターンドメディアにおいて、加工条件、メディア構造を検討することでこれまで報告のない微細ドットにおける高密度媒体作製の設計・加工指針を明らかにした。	
<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</b> 100 Gbit/in <sup>2</sup> 級実用垂直磁気記録メディアの開発	
<b>フェーズ</b> 超200 Gbit/in <sup>2</sup> 垂直磁気記録メディアの開発	
<b>フェーズ</b> 超200 Gbit/in <sup>2</sup> ~1 Tbit/in <sup>2</sup> 垂直磁気記録メディアの実用化と記録メディア技術の他分野応用	
<b>研究の進め方及び進捗状況（目標と対比して）</b>	
<b>フェーズ</b> CoCrPtNbを記録層材料として検討した。この中で記録層のプロセス条件、中間層の組合せ、保護膜の検討、軟磁性裏打ち層の平坦化などの技術を積み上げ、線記録密度 1230 kFRPIを確認した。これは200 Gbit/in <sup>2</sup> に必要な線記録密度にほぼ達する値である。	
<b>フェーズ</b> より媒体ノイズを低減する目的でCoPtCr-SiO <sub>2</sub> グラニューラー薄膜を記録材料として検討した。この中で、成膜時のプロセス制御要因を明らかにし、膜構造と記録密度の関係からグラニューラー型磁気記録メディア作製指針を得た。これにより面記録密度約110 Gbit/in <sup>2</sup> を達成する媒体を得た。 さらに高密度記録媒体作製を目標に、より磁気異方性の高いCo-Ptグラニューラー型媒体に着手した。作製プロセスパラメータと膜構造、磁気特性の関係を明らかにしつつある。 さらに1 Tbit/in <sup>2</sup> を狙うメディアとしてパターンドメディアのFIB加工による検討を始めた。	

## 主な成果

### 具体的な成果内容：

#### フェーズ

CoCrPtNbを記録層材料として検討し、線記録密度 1230 kFRPIを確認した。これは200 Gbit/in<sup>2</sup>に必要な線記録密度にほぼ達する値である。保護膜、平坦な軟磁性裏打ち層に関しては、それぞれ特許を申請した。

#### フェーズ

より媒体ノイズを低減する目的でCoPtCr-SiO<sub>2</sub>グラニューラー薄膜を記録材料として検討し、面記録密度約110 Gbit/in<sup>2</sup>を達成した。

より高い記録密度を達成するために新たにオリジナルなアイデアによるCo-Pt-酸化膜メディアに着手した。これに関して、3件の特許を申請した。

パターンメディアにおいては30 nmピッチの微細磁性ドットの加工に成功した。また、56 nmピッチのドットの磁化反転を磁気力顕微鏡で確認した。この値は世界的な値(50 nmピッチ)と同等レベルである。さらにドット間スペーシングを広くするという1 Tbit/in<sup>2</sup>パターンメディアのシミュレーションによる設計指針を実験的に検証した。

特許件数：6件 論文数：9編(うち海外投稿6編) 口頭発表件数：32件(うち国際学会14件)

## 研究成果に関する評価

### 1 国内外における水準との対比

CoCrPt-SiO<sub>2</sub>グラニューラー型メディアで面記録密度約110 Gbit/in<sup>2</sup>を達成した。AITオリジナルの室温作製高磁気異方性 CoPt-oxide薄膜を開発し、これに関して特許を3件出願した。

パターンメディアにおいて56 nmピッチの磁化反転を確認した。この値は世界的な値(50 nmピッチ)と同等レベルである。

### 2 実用化に向けた波及効果

ものづくり研究会(真空製膜研究会)を主宰し、県内企業20社に真空ならびに薄膜関連の技術を展開している。この活動の中で東北産学官連携協議会(東北経済産業局)の「地域産学官連携プロジェクト形成事業」(H14)、「公設試プロジェクト形成促進事業」(H15, 16)に3年連続採択され、研究会の運営資金を獲得した。研究会参加企業の中に真空製膜に関する事業に着手しようとするところが出て、真空チャンバの製作に関し、技術習得を始めた。さらに、ものづくり推進のための分科会を設立し、具体的なものづくりの提案、産学官連携を次の段階にレベルアップしようとしている。具体的なテーマについては検討中であるが、一部競争的資金への応募を検討する動きも出てきた。

実用化とは異なるが、本研究テーマの関連テーマにつきH17-18年度の日本学術振興会・科学研究費補助金が採択された(科学研究費補助金)

## 残された課題と対応方針について

さらなる高密度化への対応

500 Gbit/in<sup>2</sup>さらには1 Tbit/in<sup>2</sup>を目指した記録媒体材料の開発を行なう。このためにナノドット作製技術やナノインプリント技術、基板界面制御技術などの導入検討を開始。

パターンメディアによる実用媒体作製法の確立。

パターンメディア等の微細ドット媒体の性能を確認するためにリニアスタンドによる記録再生実験(他グループとの連携)。

	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	5,426	14,986	15,200	14,918	17,808	11,943	80,281	80,281
設備費	9,493	15,816	8,423	452	0	0	34,184	0	0	0	0	0	0	0	34,184
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	6,135	7,481	4,197	6,024	5,118	4,925	33,880	0	0	0	0	0	0	0	33,880
旅費	0	0	185	93	457	115	850	0	0	0	0	0	0	0	850
その他	0	0	0	0	48	0	48	0	0	0	0	0	0	0	48
小計	15,628	23,297	12,805	6,569	5,623	5,040	68,962	5,426	14,986	15,200	14,918	17,808	11,943	80,281	149,243

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：光干渉計、残留ガスモニター、光電子分光装置

地域負担による設備：ディスクパッタリング装置

複数の研究課題に共通した経費については按分する。