

Title	自己組織化ナノドットパターンを用いたアモルファス磁性体パターンドメディアに関する研究
Author(s)	岩田, 昇
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/59244">https://hdl.handle.net/11094/59244</a>
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、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a>〉</a> をご参照ください。

***Osaka University Knowledge Archive : OUKA***

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

Osaka University

氏名	岩田 昇 <small>のぼる</small>
博士の専攻分野の名称	博士 (工学)
学位記番号	第 24935 号
学位授与年月日	平成 23 年 9 月 20 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科マテリアル生産科学専攻
学位論文名	自己組織化ナノドットパターンを用いたアモルファス磁性体パターンメディアに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 中谷 亮一 (副査) 教授 岡田 成文 教授 荒木 秀樹

### 論文内容の要旨

本論文では、ハードディスクにおける磁気記録媒体の主要な課題として知られる熱揺らぎ問題を緩和し、面記録密度が 1 Tbits/inch<sup>2</sup>に達する高密度磁気記録媒体を実現することを目的として、マグネトロンスパッタリング装置を用いて作製可能な、自己組織化ナノドットパターンの形成手法を見出し、その発現メカニズムを明らかにするとともに、このようなナノドットパターンをアモルファス希土類-遷移金属 (RE-TM) 合金磁性薄膜の下地として適用したパターンメディアの作製、及び、その磁気特性について議論した。

第1章には序論、第2章には実験方法を記した。

第3章では、マグネトロンスパッタリング装置を用いたArガス雰囲気中でのスパッタエッチング処理により、25 nm以下の周期と高さ3-5 nmの凹凸形状とを有する自己組織化ナノドットパターンが形成可能であることを示し、その発現メカニズムが、シリサイド材料の相分離現象と、Arイオンエッチングに伴う周期的な凹凸形状の発生にあることを明らかにした。更に、反応性イオンエッチング法を用いることで、ナノドットパターンの高さが15 nm程度までエンハンスが可能であることを示した。

第4章では、高密度記録媒体材料として有望ながら、酸化され易い特徴を持つ、アモルファスRE-TM合金磁性体を用いたパターンメディアを実現するため、磁性体へのエッチングを必要としない磁気的パターンニング手法を適用した連続磁性膜パターンメディアの概念を提案し、基板の表面エネルギー制御によってこのような磁気的パターンニングが可能であること、並びに、パターンニングの有無で生じる垂直磁気異方性の差によって、パターン形状に対応した微小磁区が保持可能となることを実験と計算の両面から確認し、アモルファスRE-TM合金のパターンメディア化への指針を示した。

第5章では、アモルファスRE-TM合金の垂直磁気異方性が、基板表面の凹凸形状によって変化することに着目し、基板面の傾斜角と垂直磁気異方性との相関を明らかにするとともに、スパッタエッチング法で作製した自己組織化ナノドットパターンを下地とする連続磁性膜パターンメディアを試作して、直径50 nm以下の微小記録磁区の保持と、磁化反転モードの変化を確認した。

第6章では、更に微小な磁区を保持可能であり、面内磁界に対する耐性が高い記録媒体として、アモルファスRE-TM合金をスパッタリング成膜する際に起こるシャドウイング効果を利用して、円柱構造を備えたパターンメディアを試作した。試作したパターンメディアにおいては、25 nmの周期 (1 Tdots/inch<sup>2</sup>相当) で形成された個々の凸部に対して記録磁区を保持可能であることを確認し、このような微小記録磁区が、周囲磁区から磁気的に孤立した状態に有るとともに、その保磁力 $H_c$ は16 kOe以上と、パターン化しない状態の5倍以上の値を示すこと

を明らかにした。

第7章には、以上の章を総括した結論を記した。

### 論文審査の結果の要旨

本論文は、ハードディスクにおける磁気記録媒体の主要な課題として知られる熱揺らぎの問題を緩和し、面記録密度が 1 Tbits/inch<sup>2</sup>に達する高密度磁気記録媒体を実現することを目的として、マグネトロンスパッタリング装置を用いて作製可能な自己組織化ナノドットパターンの形成手法、およびそれを利用したアモルファス希土類-遷移金属 (RE-TM) 合金磁性薄膜からなるパターンメディアの作製、その磁気特性などについて検討を行ったものであり、以下の知見を得ている。

(1) マグネトロンスパッタリング装置を用いた Ar ガス雰囲気中でのスパッタエッチング処理により、25 nm 以下の周期と高さ 3-5 nm の凹凸形状とを有する自己組織化ナノドットパターンが形成可能であることを示し、その発現メカニズムが、シリサイド材料の相分離現象と、Ar イオンエッチングに伴う周期的な凹凸形状の発生にあることを明らかにしている。また、反応性イオンエッチング法を用いることで、ナノドットパターンの高さが 15 nm 程度までエンハンスが可能であることを示している。

(2) 高密度記録媒体材料として有望なアモルファス RE-TM 合金磁性体を用いたパターンメディアを実現するため、磁性体へのエッチングを必要としない磁気的パターンニング手法を適用した連続磁性膜パターンメディアの概念を提案し、基板の表面エネルギー制御によってこのような磁気的パターンニングが可能であること、並びに、パターンニングの有無で生じる垂直磁気異方性の差によって、パターン形状に対応した微小磁区が保持可能となることを実験と計算の両面から確認し、アモルファス RE-TM 合金のパターンメディア化への指針を示している。

(3) アモルファス RE-TM 合金の垂直磁気異方性が、基板表面の凹凸形状によって変化することに着目し、基板面の傾斜角と垂直磁気異方性との相関を明らかにするとともに、スパッタエッチング法で作製した自己組織化ナノドットパターンを下地とする連続磁性膜パターンメディアを試作して、直径 50 nm 以下の微小記録磁区の保持と、磁化反転モードの変化を確認している。

(4) 更に微小な磁区を保持可能であり、面内磁界に対する耐性が高い記録媒体として、アモルファス RE-TM 合金をスパッタリング成膜する際に起こるシャドウイング効果を利用して、円柱構造を備えたパターンメディアを試作し、パターンメディアにおいては、25 nm の周期 (1 Tdots/inch<sup>2</sup> 相当) で形成された個々の凸部に対して記録磁区を保持可能であることを確認している。また、このような微小記録磁区が、周囲磁区から磁気的に孤立した状態に有るとともに、その保磁力は 16 kOe 以上と、パターン化しない状態の 5 倍以上の値を示すことを明らかにしている。

以上のように、本論文は自己組織化ナノドットパターンの形成手法、およびその上に形成したアモルファス RE-TM 合金磁性薄膜からなるパターンメディアの磁気特性を明らかにし、熱揺らぎの問題を低減した高密度磁気記録媒体を実現する方法を明らかにしたものである。従って、本論文は、学術的知見のみならず、磁気記録の記録密度向上の実現に寄与する材料学的知見を多く含んでおり、材料工学の進展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あるものと認める。