

論文内容要旨 (和文)

氏名 小池 邦博



学位論文題目

Co-Cr 基スパッタ薄膜の微細組織と磁気特性に及ぼす複合下地層および熱処理の効果

本論文は、磁気記録薄膜媒体材料として最も基本的な合金系である Co-Cr 合金について、スパッタ法による複合下地層を用いた積層薄膜試料作製法と成膜後の熱処理による、微細組織制御と磁気特性の改善に関する研究結果をまとめたものである。

Co - Cr 合金薄膜の磁気特性を改善するために、組織の微細化と結晶粒配向の制御を目的とし、同時に垂直保磁力および角型比を増加させることを目指した。そして“複合下地層の導入による柱状組織の微細化”と“成膜後の熱処理による強磁性領域の磁氣的孤立化”の組み合わせが、磁気特性の改善に有効であることを示した。

さらに複合下地層の導入と成膜後の熱処理の組み合わせは、成膜時に非晶質であり熱処理によってグラニュー合金となる (Co-Cr)₄₅-C₅₅ 系合金薄膜に対しても、磁気特性の改善に有効であることを示した。

本論文は、全 5 章から構成されている。第 1 章は本研究の序論であり、磁気記録媒体研究の現状と問題点について概説し、Co-Cr 系合金薄膜について詳細に説明した後に本研究の目的を述べている。

第 2 章では、薄膜試料作成法および特性評価方法について述べている。

第 3 章では、強磁性 Co₈₆Cr₁₄ 合金膜を Ag/Glass, Cu/Glass の単層下地および Ag/Cr/Glass, Cu/Cr/Glass, Ag/Ti/Glass の複合下地層上に作製し、Co₈₆Cr₁₄ 合金膜の磁気特性および組織と下地層との関係を調べて次のことを明らかにした。複合下地層は成膜時に磁性層の柱状晶を微細化し、且つ c 軸垂直配向性を向上させる。さらに成膜後の熱処理によって複合下地層の Ti および Cr が粒界を通過して磁性層内に拡散し、強磁性領域間の磁氣的相互作用を低減することで垂直保磁力と角型比を増加させる。

したがって、複合下地層と成膜後の熱処理を用いることは磁気記録媒体の特性改善に有効な手段であると結論された。

第 4 章では、成膜時に非晶質となる (Co-Cr)₄₅-C₅₅ 系合金薄膜を、Ag/Glass, Ti/Glass の単層下地および Ag/Ti/Glass 複合下地層上に作製し、微細組織と磁気特性に及ぼす下地層の効果を調べた。この場合も強磁性合金薄膜の場合と同様な効果が得られ、Ag/Ti 複合下地層が磁性層の柱状晶を微細化し、Ti の磁性層中への拡散によって垂直保磁力と角型比を増加させることを見出した。さらに、Co-Cr 合金に C を少し添加した場合は飽和磁化が大きくなることを見出し、Co₈₅Nb₁₂Zr₃ 合金や Fe₉₀Zr₁₀ 合金に N₂ を添加した場合と同様な説明が可能であることを示した。

第 5 章では以上の議論を総括し、複合下地層の導入と成膜後の熱処理は、Co-Cr 基スパッタ薄膜の柱状晶組織を微細化し配向性を高めると共に、強磁性粒子の結晶性の向上やアモルファス相からの微細結晶粒子析出を促進し、Cr や Ti 原子の粒界を通じた磁性層内への拡散によって磁性領域間の磁氣的相互作用を低減することから、磁気特性の改善に有効な手段であることを結論した。

論文内容要旨 (英文)

氏名 小池邦博



学位論文題目

The effect of the composite-underlayer and the post-annealing on the microstructure and the magnetic properties of the Co-Cr based sputtered films

This thesis dealt with the study on the improvement of magnetic properties controlling microstructure by the composite-underlayer and the post-annealing for the sputtered Co-Cr based sputtered films which is the most failure magnetic recording medium material. Effort was concentrated to minimize the column size and to increase degree of orientation in order to increase the perpendicular coercive force and the squareness ratio of the Co-Cr based sputtered films. And it was shown that the fabrication process consisting of the deposition on the composite-underlayer and the post-annealing improves magnetic properties minimizing the columnar structure and reducing magnetic interaction between magnetic crystallites.

Also the effects of the composite-underlayer and the post-annealing were examined for the Co-Cr-C film which has amorphous structure at the as deposited state and it becomes ferromagnetic crystalline state by the post-annealing. The same effects as that observed for the crystalline Co-Cr films were observed. From these results, it was concluded that the fabrication process consisting of the deposition on the composite-underlayer and the post-annealing is a useful technique for the Co-Cr-based magnetic recording media.

This thesis consists of five chapters. The first chapter is the preface where the present state and the problem of the research for the magnetic recording media are introduced. The metallurgical characters of the Co-Cr and the Co-Cr-C alloy systems were also introduced. Then, the purpose of this study was described.

In the second chapter, the experimental procedures were presented. The methods for the thin film sample preparation by sputtering, for the magnetic property measurements and for X-ray diffraction experiments were explained.

In the third chapter, experimental results for the $\text{Co}_{86}\text{Cr}_{14}$ alloy films were presented. The magnetic layers were deposited by the sputtering method on the underlayers such as Ag/Glass, Cu/Glass, Ag/Cr/Glass, Cu/Cr/Glass, Ag/Ti/Glass. Then the effect of the underlayer on the magnetic properties and on the microstructure was examined. From the results, it became clear that the composite-underlayer minimizes the column size of the ferromagnetic layer and enhances the c-axis orientation of the ferromagnetic crystallites during the deposition process. Furthermore, Ti and Cr atoms diffuse into the ferromagnetic layer along the column boundary during the post-annealing, and reduce the magnetic interaction between ferromagnetic regions. Consequently, the perpendicular coercive force and the squareness ratio were increased. As a result, it is concluded that the use of the composite-underlayer followed by the post-annealing is an effective technique for the improvement of magnetic properties of magnetic recording media.

In the fourth chapter, experimental results for the $(\text{Co-Cr})_{45}\text{C}_{55}$ sputtered films were presented. The same results as these of the crystalline Co-Cr alloy films were obtained. The Ag/Ti/Glass composite-underlayer minimized the

amorphous columnar structure of the magnetic layer, and the diffusion of Ti along the column boundary increased perpendicular coercive force and squareness ratio. In these experiments, it was found that the addition of a small amount of C to the Co-Cr alloy increases magnetic saturation moment. This phenomenon was explained by the same effect as that of the N₂ addition to Co₈₅Nb₁₂Zr₃ and Fe₉₀Zr₁₀.

The last chapter is the summary. In this chapter, it was concluded from the present experimental results that the combination of the deposition on the composite-underlayer and the post-annealing is a useful technique for the improvement of magnetic properties of the Co-Cr-based magnetic recording media.

学位論文の審査及び学力確認の結果の要旨

平成 17 年 8 月 26 日

理工学研究科長 殿

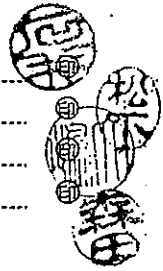
論文博士論文審査委員会

主査 石井 修

副査 松下 浩一

副査 大嶋 重利

副査 森田 博昭



学位論文の審査及び学力確認の結果を下記のとおり報告します。

記

1. 論文申請者

氏名 小池 邦博

2. 論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

Co-Cr 基スパッタ薄膜の微細組織と磁気特性に及ぼす複合下地層および熱処理の効果

3. 学位論文公聴会

開催日 平成 17 年 8 月 23 日
場 所 山形大学工学部 9 号館 300-2 教室

4. 審査年月日

論文審査 平成 17 年 7 月 26 日 ~ 平成 17 年 8 月 23 日
学力確認 平成 17 年 8 月 23 日 ~ 平成 17 年 8 月 26 日

5. 学位論文の審査及び学力確認の結果 (「合格」・「不合格」で記入すること。)

(1) 学位論文審査 合格
(2) 学力確認 合格

6. 学位論文の審査結果の要旨 (1,200 字程度)

別紙のとおり

7. 学力確認の結果の要旨

別紙のとおり

別紙

氏名	小池 邦博
学位論文の審査結果の要旨	
<p>磁気記録媒体の記録密度を上げる方法として、現在は Pt 添加による垂直磁気特性改善が主流となっている。Pt は高価な元素であり将来的には不足することが明らかである。そのため、貴金属元素の添加に依存しない新たな技術による改善方法が求められている。</p> <p>本論文は、磁気記録薄膜媒体材料として最も基本的な合金系である Co-Cr 系合金について、複合下地層を用いた積層スパッタ薄膜試料作製と、それに続く成膜後の熱処理による磁気特性の改善に関する研究結果をまとめたものである。そして“磁性層の柱状組織を微細化する薄い中間層”と“磁性粒子の c 軸を配向させ磁氣的相互作用を弱くする下地層”を組み合わせた複合下地層が、垂直磁気特性の改善に有効であることを示した。</p> <p>本論文は、全 5 章から構成されている。第 1 章は本研究の序論であり、磁気記録媒体研究の現状と問題点について概説した後に、本研究の目的を述べている。</p> <p>第 2 章では、薄膜試料作製法および特性評価方法について述べている。</p> <p>第 3 章では、強磁性 $\text{Co}_{86}\text{Cr}_{14}$ 合金膜を種々の下地層上に作製の後熱処理し、磁気特性および組織と下地層の構造との関係を調べて次のことを明らかにした。複合下地層は製膜時に磁性層の柱状晶を微細化し、且つ c 軸垂直配向性を向上させ、さらに強磁性領域間の磁氣的相互作用を低減する。この効果によって、Ag/Ti 複合下地を用いた場合の垂直保磁力 H_{c1} は、Ti 単層下地を用いた場合よりも約 2 倍大きくなっている。</p> <p>第 4 章では、$(\text{Co-Cr})_{46}\text{-C}_{56}$ 系グラニューラー合金薄膜について、複合下地層が微細組織と磁気特性に及ぼす効果を調べた。この場合も結晶質合金薄膜の場合と同様な効果が得られ、Ag/Ti 複合下地層上に磁性層を成膜した場合は、Ti 単層下地層上に成膜した場合に比べて H_{c1} が約 1.7 倍大きくなることを明らかにした。さらに、Co-Cr 合金に C を少し添加した場合は飽和磁化が大きくなることを見出し、$\text{Co}_{85}\text{Nb}_{12}\text{Zr}_3$ 合金や $\text{Fe}_{90}\text{Zr}_{10}$ 合金に N_2 を添加した場合と同様の機構で説明が可能であることを示した。</p> <p>第 5 章では、本論文で得られた成果を総括し、工学的意義を述べている。</p> <p>以上のように、本論文では、複合下地層の導入と成膜後の熱処理は、Co-Cr 基スパッタ薄膜の微細組織の制御と磁気特性の改善に有効な手段であることを明らかにしたものである。この方法は、中間層と下地層の元素の組み合わせを調整することによって、一般の強磁性スパッタ薄膜にも適用できる基礎的知見であり、学術的にも工学的にも価値が高い。また、論文の内容は 6 編の学術論文（内 2 編は英語論文）として発表済みである。</p> <p>以上のことから、本論文は博士（工学）学位論文として、合格と判定した。</p>	
学力確認の結果の要旨	
<p>本学の規定に従い、学位論文およびその関連分野に関する学力確認を口頭により実施した。その結果、研究の進め方および質疑応答の様子を通して、本論文申請者は関連する分野も含めて広い専門知識と基礎学力を持っていることが認められた。よって博士（工学）の学位授与に関する学力確認の結果は合格であると判定した。</p>	