



Title	イオンビーム支援蒸着法による酸化物薄膜合成に関する研究
Author(s)	志水, 一平
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42382">https://hdl.handle.net/11094/42382</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名 志 水 一 平

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 5 6 6 5 号

学 位 授 与 年 月 日 平 成 12 年 7 月 31 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応用工学専攻

学 位 論 文 名 イオンビーム支援蒸着法による酸化物薄膜合成に関する研究

論 文 審 査 委 員 (主査)  
教 授 三宅 正司

(副査)  
教 授 柴田 俊夫 教 授 山本 雅彦 教 授 野城 清

## 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、イオンビーム支援蒸着法による酸化物薄膜の合成に関する研究をまとめたもので、緒論、本論3章および総括の5章より成っている。

第1章は緒論であり、本研究の目的、方針および論文の構成について述べている。

第2章では、本研究で使用したイオンビーム支援蒸着法 (IBAD 法) の原理と特徴および得られた試料の分析方法および評価方法について述べている。

第3章では、複数の構造を有する酸化アルミニウム ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 薄膜の合成を行い、その生成相および結晶性に及ぼすイオン照射効果について述べている。IBAD 法により合成された  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜は輸送比を制御することにより膜組成を幅広い範囲で制御が可能であり、さらに化学量論組成に近い試料ではイオンエネルギーによって、 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  から  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  へ化学結合状態が変化することを明らかにしている。イオンエネルギーが20keV 以上で通常、低い基板温度条件下では結晶化が困難である  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  が結晶化することを確認している。また、結晶化した  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  試料の光学特性は、非晶質  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  試料よりも優れていることを明らかにしている。

第4章では、大気中で準安定相を持たない酸化セリウム ( $\text{CeO}_2$ ) 薄膜合成において主として結晶粒の成長形態 (モルフォロジー) に及ぼすイオン照射効果について述べている。輸送比、イオン種、イオンエネルギーによってモルフォロジーが柱状晶から粒状晶に変わることや、柱状晶の晶径が変化することを示している。また、モルフォロジーの変化により、膜密度も大きく変化し、それにより光学特性ならびに機械的特性が向上することを明らかにしている。 $\text{CeO}_2$  薄膜におけるはじめての試みとして、室温および加熱条件下における摺動特性を調べており、モルフォロジーの違いにより固体潤滑機能が異なることを明らかにすると共に、薄膜化することにより、バルク材より優れた摺動特性を発現できることを明らかにしている。そしてイオン照射によって引き起こされる欠陥密度の増大が結晶粒の成長形態を変化させることをモンテカルロシミュレーションを用いて確認している。

第5章は、結論であり、本研究で得られた結果をまとめ、本論文の総括としている。

## 論文審査の結果の要旨

過酷な使用環境から母材を保護し、耐食性、耐磨耗性、耐熱性などの性質を飛躍的に向上させるための薄膜形成法が重要になっている。その中でも、母材を選ばず低温で膜合成できるイオンビーム支援蒸着法が益々注目されている。本論文ではイオンビーム支援蒸着法による酸化物薄膜の生成相、結晶性ならびに結晶粒の成長形態に及ぼすイオン照射効果とその膜特性への影響について系統的に調べ、応用のための指針を得ている。

本論文の成果を要約すると次の通りである。

まず、軽元素酸化物の  $\text{Al}_2\text{O}_3$  薄膜の合成においては

- (1) 膜の組成比は輸送比の変化により広い範囲にわたって制御できることを示している。
- (2) イオン照射により化学結合状態が変化し、イオンエネルギーの増加に従って  $\alpha$  相から  $\gamma$  相へ変態することを示している。また、イオンエネルギーが 20 keV 以上では、低い基板温度条件下でも  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  が結晶化することを初めて確認している。
- (3)  $\gamma$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  の結晶化により、非晶質  $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$  より高い屈折率が得られることを示している。

次に重元素酸化物の  $\text{CeO}_2$  薄膜合成においては

- (1) 輸送比とイオン種の変化によって膜のモルフォロジーが柱状組織から粒状へと変化し、また、イオンエネルギーを変えると柱状晶の晶径が変化することをはじめて明らかにしている。
- (2) 最も重いキセノンイオン照射の場合に膜密度も大幅に増大し、それにより光学特性ならびに機械的特性が向上することを明らかにしている。
- (3) モルフォロジーの違いにより固体潤滑機能が大いに異なることを明らかにすると共に、粒状晶の薄膜はバルク材より大変優れた摺動特性を発現する事をはじめて見出している。
- (4) イオン照射によって引き起こされる欠陥密度の増大が結晶粒の成長形態の変化に顕著に寄与していることをモンテカルロシミュレーションを用いて確認している。

本研究で得られた結果はイオンビームによる酸化物薄膜合成法における膜質ならびに膜特性に及ぼすイオン照射の効果を系統的に明らかにすると共に、実用に供される上で必要な優れた膜特性がイオン照射効果を積極的に利用することにより実現できることを見出している。以上のように、本論文はイオンビーム支援蒸着法を用いたコーティング薄膜の膜特性の向上による実用化に対して、工学的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のあるものと認める。