

Title	Study on Surface Modification by Ion Beam Processing
Author(s)	関, 敬烈
Citation	大阪大学, 1995, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39782
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	関 敬 烈
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 1 6 8 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 7 年 1 1 月 3 0 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 応用物理学専攻
学 位 論 文 名	Study on Surface Modification by Ion Beam Processing (イオンビーム照射による表面改質に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教授 志水 隆一 教授 増原 宏 教授 石井 博昭 教授 興地 斐男 教授 八木 厚志 教授 川上 則雄 教授 中島 信一 教授 岩崎 裕 教授 河田 聡 教授 後藤 誠一 教授 伊藤 一良 教授 岡 芳樹 教授 樹下 行三 教授 豊田 順一

論 文 内 容 の 要 旨

イオンビーム照射効果を用いた表面改質法は、特に高機能性を持つ窒化物材料の作製に広く応用されてきたが、その改質メカニズムはまだ十分に分かっていない状況である。本論文は、窒化チタン薄膜成長における動的な過程の解明を目指したものであり、6章より構成され、その内容は以下の通りである。

第1章では、不活性ガスイオン及び反応性ガスイオンビーム照射における表面改質に関して、その歴史的な背景及び現状について概説し、本研究の位置付けを行っている。

第2章では、表面改質の動的過程をモデル化するために、スパッタリングによる表面後退を考慮したモンテカルロシミュレーションのモデルの開発について述べている。まず、Cu-Pt合金における表面変質層形成に関する動的過程の計算を行い、その結果について考察している。さらに、定常状態でのスパッタ原子の角度分布における実験とシミュレーションとの比較について述べ、その考察を行なっている。

第3章では、今回新しく試作した超高真空 Ion Assisted Surface Modification (UHV-IASM) 装置について述べている。本装置には反射高速電子回折 (RHEED) とイオン散乱分光 (ISS) 等が備えられており、超高真空下で薄膜の成長過程を観察できるようになっている。

第4章では、UHV-IASM装置を用いて行われた実験結果について述べている。実験はイオン支援蒸着法 (IBAD) 及び Post Irradiation Processing により行われ、作製される窒化チタン薄膜の結晶配向性、表面構造及び色等が照射される窒素イオンのドーズ量に依存することを見いだしている。

第5章では、Post Irradiation Processing により形成される窒化チタン薄膜について水晶振動子によるスパッタリング収量の測定を行い、薄膜成長の初期段階での窒素とチタンとの強い化学結合の存在を確認している。さらに、混合イオンビームを用いたISS測定及びRHEED観察を行い、スパッタリング収量、表面結晶配向性ならびに表面組成などの相互関連性を見いだしている。また、これらの実験結果に基づいた窒化チタン薄膜の成長モデルを提案している。

第6章では本研究で得られた結果について総括するとともに今後の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、イオンビーム照射により生じる表面改質について、特に窒化チタン薄膜についてその薄膜成長のメカニズムを解明するために行った研究の結果をまとめたものであり、その主な成果を要約すると次の通りである。

- (1) イオン誘起表面偏析及びイオン促進拡散を取り入れたモンテカルロシミュレーションモデルを開発し、Cu-Pt合金における表面変質層の形成過程について新しい知見を得ている。さらに、この手法を用いて一連の計算を行い、窒化チタン薄膜成長過程の解析には入射イオンとチタン原子との化学反応過程を考慮することが必要であることを指摘している。
- (2) Cu-Pt合金における定常状態でのスパッタ粒子の角度分布に関する実験及びモンテカルロシミュレーション結果からスパッタPt粒子の角度分布における特異性を見だし、注入イオンを考慮に入れた新しいモデルを考案している。
- (3) 反射高速電子回折 (RHEED) とイオン散乱分光 (ISS) を装備した超高真空 Ion Assisted Surface Modification (UHV-IASM) 装置を試作し、この装置を用いて得られた一連の実験から窒化チタン薄膜の成長における優先配向の変化等の動的な過程に関する新しい知見を得ている。
- (4) 集束イオンビームによる Post Irradiation Processing法を考案し、形成される窒化チタン薄膜表面結晶配向性、表面構造及び色等が、照射される窒素イオンのドーズ量に依存することを見いだしている。さらに、この Post Irradiation Processing 法の半導体素子微細配線への応用の可能性について述べている。
- (5) 混合イオンビームを用いた ISS 測定に成功し、薄膜成長における表面組成の変化に関する新しい知見を得ている。さらに、水晶振動子を用いてスパッタリングの変化を測定し、窒素とチタンとの強い化学結合の存在を確認している。
- (6) 窒素チタン薄膜の成長にかかわる一連の実験結果に基づいて、新しい薄膜成長モデルを提案している。即ち、薄膜の表面結晶配向性が、形成される薄膜の表面エネルギーと歪みエネルギーに密接に関わり合っていることを示して、新たな試論を提起している。

以上のように、本論文はイオン照射における表面改質、特に、窒素イオン照射による窒化チタン薄膜の成長メカニズムについて、新しい手法を開発することによって実験及び理論的な解明を目指したもので、その成長メカニズムに対する新しい知見は応用物理学、特に表面物性工学の分野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。