



Title	Basic Study on Ion Beam Processes in Surface Modification
Author(s)	白, 永煥
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/38808
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	白 永 煥
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 3 6 5 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 6 年 3 月 25 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	Basic Study on Ion Beam Processes in Surface Modification (イオンビームによる表面改質に関する基礎的研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 志水 隆一 教 授 樹下 行三 教 授 増原 宏 教 授 河田 聡 教 授 一岡 芳樹 教 授 中島 信一 教 授 興地 斐男 教 授 後藤 誠一 教 授 豊田 順一 教 授 岩崎 裕 教 授 石井 博昭

論 文 内 容 の 要 旨

本研究は不活性ガスイオンおよび活性ガスイオン照射による表面改質における基礎的研究の成果をまとめたものである。活性ガスイオン照射による表面改質では、TiN 結晶成長の初期段階での成長過程を明らかにしている。また、不活性ガスイオン照射の場合、実験結果から得られた変質層の深さ濃度分布を考慮したモンテカルロシミュレーションを行い、合金からでるスパッタ粒子のエネルギー、および角度分布の従来より正確な記述を考えている。

本論文は次のように構成されている。

第 1 章では合金にイオン照射をした時 Gibbsian 偏析、選択スパッタリングにより合金内に変質層が形成される背景を説明しており、またダイナミックイオンビームミキシングプロセスに対しても述べている。

第 2 章ではモンテカルロシミュレーションのモデルとその応用について述べている。特に実験結果を正しく説明するためにはイオン照射により形成される合金内の変質層に対し深さ方向の濃度分布を考慮する必要があることを示している。

第 3 章では膜成長のとき雰囲気ガスの影響をなくするため反射高エネルギー電子回折 (Reflection High Energy Electron Diffraction; RHEED) 装置を装備した超高真空-ダイナミックイオンビームミキシング (Ultra High Vacuum-Dynamic Ion Beam Mixing; UHV-DIBM) 装置の開発について述べ、その装置を用いて Si 基板上に TiN 薄膜を成長させながら TiN 結晶成長の初期段階を調べている。その結果膜の結晶成長は Ti と N_2^+ の到達比により制御されることがわかり、またその結晶成長は初期段階にある程度基板の影響を受けることを明らかにしている。

第 4 章では Si 基板上の TiN 薄膜の界面層を TEM および AEM により断面観察した結果について述べている。AEM 観察によって界面層はアモルファス構造を持つ 3 層により構成されていることを始めて指摘している。

第 5 章では Ni-Si (10at.%) 合金に高エネルギーイオンビームを照射したとき表面が結晶化していく過程を RHEED で同時に観察した結果について述べている。イオン照射により Si が表面へ偏析され Ni_3Si に近い Si リッチな組成となることを明らかにしている。最後に総括では本研究についてまとめ、今後の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

イオン照射により固体表面の性質を制御しようという試みは半導体、金属材料の分野で活発に行われており、とくにこの表面改質における素過程の解明と新たな機能発現機構の解明が強く求められている。本論文は、イオンビームによる表面改質の基礎的過程を明らかにするため、不活性ガスイオン (Ar^+) 照射と活性ガスイオン (N_2^+) 照射との2つの場合に分けて研究をおこなっている。不活性ガスイオン照射においては、合金試料における表面組成の深さ分布がスパッタ粒子のエネルギー分布や角度分布にどう影響をおよぼすかをモンテカルロシミュレーションを用いて解析を試みている。活性ガスイオン照射の場合については、真空蒸着とイオン照射を同時におこなうダイナミックイオンビームミキシング (DIBM) 法を用いて調べ、TiN 結晶成長の初期段階を反射高速電子回折 (RHEED) で、界面を透過型電子顕微鏡 (TEM) と分析電子顕微鏡 (AEM) で観察することにより新しい知見を得ている。その成果を要約すると次の通りである。

- (1) Ar^+ イオンによる合金のスパッタリングについて、表面組成の深さ濃度分布を考慮にいたしたモンテカルロシミュレーションにより実験結果を正しく説明できることを示している。
- (2) DIBM 法に用いられるコンパクトで、高融点試料でも低電力で長時間安定に蒸着できる新しい蒸着源を開発している。この蒸着源は超高真空状態を劣化させることがないので、表面分析装置に取り付けることにより容易に合金薄膜も得られることを示している。
- (3) 雰囲気ガスの影響を除いた状態で TiN 結晶成長の初期段階を調べるためデュオプラズマトロンイオン源と RHEED システムを装備した超高真空 DIBM 装置を開発している。
- (4) この DIBM 装置を用いて TiN 結晶成長過程を観察した結果、膜の結晶配向性は Ti と N_2^+ の到達比より制御されること、更に結晶成長の初期段階ではある程度基板の影響を受けることを見出している。
- (5) 製作した TiN 結晶薄膜試料を集束イオンビーム (FIB) により加工して TEM および AEM で断面観察をおこなう、界面層はアモルファス構造を持つ3層により構成されていることを明らかにし、新しい観点から結晶成長のメカニズムを提案している。

以上のように、本論文はイオンビームによる表面改質の基礎的過程を明らかにするためのコンピュータシミュレーションコードの開発、DIBM 装置の開発と TiN 結晶薄膜形成機構についての成果をまとめたものであり、表面改質について有益な多くの知見を得ており、応用物理学、特に表面物性工学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。