

Title	イオンビーム照射による結晶性薄膜生成過程に関する基礎研究
Author(s)	三橋, 理一郎
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42096">https://hdl.handle.net/11094/42096</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	三橋理一郎
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15425 号
学位授与年月日	平成12年3月24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	イオンビーム照射による結晶性薄膜生成過程に関する基礎研究
論文審査委員	(主査) 教授 志水 隆一  (副査) 教授 後藤 誠一    教授 萩行 正憲    教授 樹下 行三 講師 斉藤 誠慈

### 論文内容の要旨

本論文の目的は、Post Irradiation 法による AlN 結晶性薄膜の形成と生成過程の解明である。Post Irradiation 法とは我々が提案した新しいイオンビーム照射を用いた結晶性薄膜作製手法であり、微小領域での選択的結晶成長が可能である。これまでのイオンビームを用いた薄膜形成手法では Ion Vapor Deposition (IVD) 法などでみられるように大面積のコーティングを得意としており、Post Irradiation 法のように微小領域の薄膜形成を行うことができる手法は存在しなかった。特に AlN のような電子デバイス材料では微小領域の薄膜形成の必要性は非常に高い。本論文は Post Irradiation 法による AlN 結晶性薄膜の作製とその形成過程の解明を通じて Post Irradiation 法の実用化のために必要である基礎的な研究をまとめたものである。

以下に本論文の内容をまとめる。

序論では本研究が行われた背景を述べ、Post Irradiation 法の意義を述べている。

第1章では IVD 法との比較を通じて Post Irradiation 法の特徴について述べている。また、本研究において開発を目的とした AlN の特徴についても述べている。

第2章では本研究を行うのに必要な装置の開発と本研究で採用した測定手法の原理について述べている。

第3章では Al に N<sup>-</sup> イオンビームを照射した場合のスパッタリング収量測定を系統的に行い、Post Irradiation 法の実用化にあたって必須とされる基礎データベースを構築している。また、Al に窒素イオンビームを照射した場合のスパッタリング異常効果の存在を明らかにし、その入射エネルギー依存性について考察している。

第4章では、実際に入射エネルギーを変化させて AlN 薄膜を Post Irradiation 法で作製し、最適条件について検討を行った結果について述べている。すなわち、従来行われていた手法である IVD 法では結晶性がもっとも良好になる入射エネルギーが 200eV であったのに対して、Post Irradiation 法では 12keV という高エネルギーで結晶性がもっとも良好になることを見出している。

第5章では、第4章で見出した Post Irradiation 法と IVD 法における結晶性の入射エネルギー依存性の差異が蓄積効果により生じていることを指摘し、その検証を行っている。その結果、結晶性が最良となる入射エネルギー 12 keV の場合には、スパッタリング収量から予想される表面窒素濃度が、蓄積効果によって AlN の化学量論値に非常に近くなることを明らかにしている。

第6章では、蓄積効果の実証のために行った AES 及び ISS による表面組成の測定について述べている。ここでは、

定常状態での表面窒素濃度とスパッタリング収量の入射エネルギー依存性の相関を見出し、蓄積効果が支配的であることを明らかにしている。

総括では本研究のまとめと今後の展望について述べている。

### 論文審査の結果の要旨

イオンビーム照射による薄膜作成は、IVD法などにみられるように200eV程度の低エネルギーイオンを用いて大面積領域を対象として行われている。それに対して本研究で開発したPost Irradiation法は12keVという高エネルギーイオンを用いてAl表面上に良質のAlN結晶薄膜を形成させることができ、微小領域の選択薄膜結晶成長を実現している。さらにPost Irradiation法における結晶成長過程についての系統的研究を行うことによりその機構解明を試み、実用化に向けての有用な知見を得ている。その主な研究成果を要約すると以下の通りである。

- (1) イオンビーム照射を伴う薄膜作製と表面状態その場観察が同時に行える装置の開発を行い、この装置を用いることにより、イオンビーム照射下における薄膜生成過程の解明を試み有用な知見を得ている。
- (2) Alに対するN<sup>+</sup>イオンビームのスパッタリング収量測定を基にして、Alに窒素イオンビームを照射した場合のスパッタリング異常効果を見出している。さらにその入射エネルギー依存性から窒素イオンビーム照射時における蓄積効果が結晶成長に密接に関わり合っていることを明らかにしている。
- (3) 蓄積効果により試料表面にイオンビームを照射したときの注入イオン濃度はスパッタリング収量の逆数になることを指摘し、その検証実験を行っている。その結果、結晶成長の最適条件である入射エネルギーが12keVの場合、そのスパッタリング収量が2.25であることから、表面窒素濃度は44%となり、AlNの化学量論値に非常に近づいていることを示している。
- (4) Post Irradiation法によって作製したAlN薄膜の最表面は、表面偏析によりAl層になっており、その直下にはN過剰層が生成していることを見出し、さらにAlN結晶層はそれら偏析層の下に存在していることを電子顕微鏡観察により明らかにしている。

以上のように、本論文ではイオンプローブを用いたPost Irradiation法によるAlN結晶性薄膜生成機構の解明を行い、その実用化への道を切り開いており、その成果は応用物理学、特にイオンビーム薄膜工学の発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。