

Title	Microstructure and Stress Control of Metal Films by Ion Beam Assisted Technology
Author(s)	鞍谷, 直人
Citation	大阪大学, 2001, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/42875">https://hdl.handle.net/11094/42875</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 href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/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	鞍谷直人
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第15836号
学位授与年月日	平成13年1月29日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	MICROSTRUCTURE AND STRESS CONTROL OF METAL FILMS BY ION BEAM ASSISTED TECHNOLOGY (イオンビーム支援技術による金属膜の微細構造及び内部応力制御に関する研究)
論文審査委員	(主査) 教授 三宅 正司  (副査) 教授 山本 雅彦    教授 森 博太郎    教授 野城 清

#### 論文内容の要旨

本論文は、イオンビーム支援によるCrやNiなどの金属膜の微細構造及び内部応力制御に関する研究をまとめたもので、序論、本論3章及び結論の5章より成っている。

第1章では、本研究の背景および目的について述べている。

第2章では、基板のSiとは低温では反応しにくいCr薄膜の結晶成長に及ぼすイオン照射効果について述べている。形成したCr薄膜は柱状構造を呈し、柱状晶は傾いて成長することが示されている。そして、イオンエネルギーや輸送比を制御することにより、柱状晶成長角度を制御できることが示されている。一方、結晶軸は、柱状晶成長角度に関わらず基板表面に垂直な方向に揃うことが示されている。また、イオンエネルギーや輸送比の違いによる柱状晶成長方向の変化は、Cr原子のイオンとの衝突によって引き起こされた基板表面移動の指向性に起因すると考察している。

第3章では、Si基板上に形成したNi薄膜の微細構造及び内部応力に及ぼすイオン照射効果について述べている。Ni薄膜は〈111〉配向になることを示し、結晶化度はイオンエネルギーとイオン種を変化させることで制御できることを示している。そして、結晶化度の違いは、照射イオンとNi原子との弾性衝突の効果によると考察している。また、高エネルギーイオン照射の場合は、基板と膜との界面にニッケルシリサイドが形成され、これは、照射イオンのNi原子との非弾性衝突の効果によるものであると考察している。一方、Ni薄膜の内部応力は、イオンエネルギーとイオン種を制御することによって、引張応力にも圧縮応力にも変化できることが示されている。そして、圧縮応力は膜構造に、引張応力は界面構造に依存することが示されている。

第4章では、微細構造及び内部応力を制御した薄膜を中間層として用いることによる、厚膜の密着力向上について述べている。Si-Ni中間層薄膜とNi-TiN傾斜組成厚膜の微細構造及び内部応力の整合性を向上させることにより、厚さが600 $\mu\text{m}$ にも及ぶ膜の密着力を実用上問題ないレベルまで向上できることが示されている。

第5章では、得られた結果を総括している。

## 論文審査の結果の要旨

近年の機能性薄膜の形成においては、基材を高温状態にすることによる変形等の弊害をさけて高品質の薄膜を得るために、なるべく低い温度での薄膜形成プロセスが求められている。このため、非平衡プロセスによる薄膜の特性制御がますます重要となっており、その1つであるイオンビームを用いたプロセスは、薄膜形成技術の重要な核の一つとして大いに注目を集めている。本論文ではイオンビーム支援蒸着法に着目し、イオン照射によるCrやNiなどの金属膜の微細構造及び内部応力の制御について検討を行い、種々の新しい知見を得ている。

本論文の成果を要約すると次の通りである。

- (1) 基板Siと化合物を形成しにくいCr膜合成においては、膜は柱状晶を示すが、その成長方位はArイオン照射条件に大きく依存する。そして、イオンエネルギーが比較的低い状態では、成長角度は輸送比とともに大きくなるが、エネルギーがあるしきい値より大きくなると逆に、成長角度が小さくなって基板に垂直に成長するようになる。
- (2) Cr膜の柱状晶成長方位に関わらず、結晶軸はイオン源の方向を向く。又、柱状晶成長方位の角度変化は、ArイオンからCr原子への膜表面に平行な方向の運動量伝達の効果と考えられる。
- (3) Ni膜の合成においては、膜は〈111〉配向を示し、低エネルギーの重イオン照射によってその結晶化が促進される。
- (4) Ni膜の結晶化促進は、照射イオンの核的エネルギー伝達の効果によるものであると推論される。
- (5) Ni膜への高エネルギーイオン照射は、Ni薄膜-Si基板界面にニッケルシリサイドを形成する。
- (6) このニッケルシリサイドの形成は、照射イオンの電子的エネルギー伝達の効果によるものであると推論される。
- (7) 照射イオン種とそのエネルギーを制御することにより、Ni膜の内部応力を引張応力にも圧縮応力にも変化させることができる。
- (8) 圧縮応力はNi膜自体の微細構造と相関があり、引張応力はその界面構造と相関がある。
- (9) 上に示した成果を基にして、微細構造及び内部応力を制御したSi-Ni中間層を用いることにより、600 $\mu\text{m}$ のNi-TiN厚膜を実用上問題のないレベルで密着性良く形成できる。

以上のように、本論文では、金属膜の微細構造及び内部応力制御の問題をイオンビーム支援蒸着法により検討し、ビーム照射条件を変化させることにより膜の微細構造及び内部応力を幅広く制御できることを示している。さらに、薄膜の核生成と結晶成長に及ぼすイオン照射効果についてもいくつかの新しい知見を得ている。それ故、本研究で得られた成果は、イオンビームによる薄膜合成法における膜の微細構造及び内部応力制御、並びにその機能性向上に対して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。