OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	金属イオン照射による薄膜基板の表面制御
Author(s)	王, 暉
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37003
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、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

【12】

氏名・（本籍）	王（おう）　暉（き）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第9158号
学位授与の日付	平成2年3月24日
学位授与の要件	工学研究科精密工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	金属イオン照射による薄膜用基板の表面制御
論文審査委員	（主査） 教授 森　勇藏 教授 川邊 秀昭　教授 梅野 正隆　教授 井川 直哉 教授 山田 朝治　教授 片岡 俊彦

論文内容の要旨

本論文は，薄膜の成長様式を制御するための基板の表面処理法の一つとして，金属イオン照射法を取り上げ，本手法の有効性について研究を行ったもので，7章からなっている。

第1章では，本研究の目的と概要を述べている。

第2章では，イオン照射の基礎過程におけるイオン注入とイオンスパッタの二つの重要な現象について述べた上，それらを理論的に考察している。

第3章では，基板表面改質用イオン照射装置の試作について述べている。イオン源は基板表面改質に必要な10^{-9} Torrの超高真空中で使用可能であることやイオン電流が数μA以上得られることなどの理由により，液体金属イオン源（LMIS）を採用し，LMISに関する基礎実験を行ったことについて述べている。その中で，イオン電流の安定性に関係する要因を明らかにし，さらにイオンの発生に伴う中性クラスタ，イオンクラスタの発生機構について考察している。また，数値解析法を用いて，LMISから引き出された大放射角（60°）イオンビームを絞ることができる静電レンズ系を設計，試作し，質量分離器と減速系を加えて基板表面改質用イオン照射装置を完成させている。その性能としてはAuイオンの場合，Au^{+}，Au^{++}，およびAu_2^{+} を分離することができ，Au^{+} の最大イオン電流が20μAであることを示している。

第4章では，改質したKCl基板上へ蒸着したAu原子の室温でのエピタキシー成長について述べている。試作したイオン照射装置を用いて，単結晶KCl基板の表面をAu^{+}イオンで改質し，改質した表面に形成された高密度な核のエピタキシー特性と照射イオンエネルギー及び照射量との関係を考察し，さらにその中でも核のエピタキシー特性が最も良く改質された基板上に，Auを真空蒸着すると，完全なエピ

タキシー成長が室温で起こり，しかも膜厚７０Å以下で連続膜になることを明らかにしている。この結果は，一般の真空蒸着でＡｕをＫＣｌ基板上にエピタキシー成長させる場合に比べて，基板温度を３００℃低くすることができると共に連続膜になるときの平均膜厚も３００Å程度薄くすることができたことを示している。

第５章では，改質したガラス基板（SiO_2）上におけるＳｎ 超薄膜の成長について述べている。試作したイオン照射装置を用いて，ガラス基板（SiO_2）の表面をSn^+イオンで改質し，改質したガラス基板の表面を透過電子顕微鏡（ＴＥＭ）で観察し，その上に形成されたアモルファス構造を持つ高密度のＳｎ 核と基板との関係を考察している。さらに，改質した基板と改質していない基板へ，同時にＳｎの真空蒸着を室温で行い，それらの成長様式をＴＥＭで観察し，比較した結果，改質していない基板の場合は島と島の合体が遅く，連続膜になるときの膜厚が１００Å以上であったのに対して，改質した基板の場合は成長した島の密度が高く，島と島との合体がより早く起こり，２５Å程度の連続超薄膜が得られたことを示している。

第６章では，イオン照射によるｎ型Ｓｉ基板とＳｎ薄膜間の接触抵抗の低下について述べている。試作したイオン照射装置から発生した５０００ｅＶのSn^+イオンを用いて，1×10^{16} ions／cm^2の照射量でｎ型Ｓｉ単結晶基板を照射した後，Ｓｎを１０００Å以上真空蒸着し，Ｓｎ膜－Ｓｉ基板間の接触抵抗とその温度依存性を測定した結果，良好なォーミック接触が形成されることを明らかにし，一般の半導体基板上への金属電極形成の際にも，本手法を用いることによって，良好な電気伝導性を得る可能性があることを示している。

第７章では，本論文の各章で得られた研究成果を総括している。

論文の審査結果の要旨

近年，高温超伝導材料，半導体材料を初めとして，多くの機能性材料の薄膜化の研究が盛んに行われている。しかし，Ⅲ－Ⅴ族半導体のＭＢＥ成長など一部の場合を除いて，得られた薄膜において目的とする機能を十分発揮できるまでには至っていないのが現状である。したがって，薄膜の特性が成長様式に支配されていることを考えれば，それを制御する技術は薄膜の研究において極めて重要な課題となっている。本論文は，薄膜の成長様式を制御し，良好な特性を実現することを目的として，従来の観点とは違って基板の表面に注目し，イオン照射法による表面改質を行うことを提案している。そして，イオン照射法により表面改質を行った基板上での薄膜の成長様式を観察し，本手法の有効性について検討を行ったもので，その成果を要約すると次のとおりである。

(1) 基板の表面改質を行うために，質量分離ができ，超高真空中での使用が可能な液体金属イオン源を用いた大電流容量の金属イオン照射装置を設計し，完成している。特に，大放射角のイオンビームを絞る静電レンズを設計することによって，基板上で１０μＡォーダの金属イオンを得ることを可能にしている。

(2) Au^+ イオンを用いて，単結晶ＫＣｌ基板表面の改質を行い，エピタキシー性に優れた高密度Ａｕ核を形成することによって，その基板上Ａｕ膜のエピタキシー条件の低温化と超薄膜化を実現している。

(3) ガラス（SiO_2）基板表面にSn^+ イオンを照射することによって，室温で膜厚２５Åの連続なアモルファスＳｎ超薄膜の作製を可能にしている。

(4) 金属と半導体間のオーミック接触を実現するための新しいモデルを提案している。それに基づいて５０００ｅＶのSn^+イオンをｎ型Ｓｉ単結晶基板に照射し，電極を形成することによって良好なオーミック電極が形成されることを明らかにしている。

このように本論文は，大電流金属イオン照射装置を開発し，その装置を用いて基板表面を改質することによって，薄膜の成長様式を制御する方法を提案し，その有効性を実証するとともに，金属－半導体界面の研究においても多くの有用な新知見を与えており，薄膜工学や界面工学などの発展に貢献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。