The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	極低エネルギーイオンビームデポジションによる薄膜形成に関する研究
Author(s)	松本, 貴士
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43380
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

【56】

氏　　名	松（まつ）　本（もと）　貴（たか）　士（し）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学　位　記　番　号	第　17029　号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科生産科学専攻
学　位　論　文　名	**極低エネルギーイオンビームデポジションによる薄膜形成に関する研究**
論文審査委員	（主査） 教　授　後藤　誠一 （副査） 教　授　小林紘二郎　　教　授　西本　和俊　　教　授　池内　建二

論文内容の要旨

本論文では、極低エネルギーイオンビームデポジションによる薄膜形成について、薄膜の結晶配向性に及ぼすイオンの運動量効果についての実験による実証と、新しく提唱した炭化ケイ素薄膜の結晶成長法である有機金属イオンビーム法の実験研究の結果について述べた。

第1章では、材料表面改質手法としてのプラズマプロセスの概要と、その中での極低エネルギーイオンビームデポジション法の位置付けを説明し、本論文の目的と構成について述べた。

第2章では、極低エネルギーイオンビームデポジション装置の原理と、新しく開発したフリーマン型スパッターイオン源についての説明を行った。

第3章では、円筒鏡型エネルギー分析器によって極低エネルギーイオンビームの特性評価を行い、生成される極低エネルギーイオンビームは単色的なエネルギー特性であることを確認した。

第4章では、極低エネルギーイオンビームデポジションによりチタン薄膜の形成を行った。単色的なエネルギーのイオンビームを用いることによって、形成される薄膜の結晶配向性にイオンの運動量の効果があることを実験的に実証した。

第5章では、新しく提唱した有機金属イオンビームの生成に関して、前駆体物質である有機ケイ素化合物のメチルシラン、ジメチルシランのプラズマ中で生成されるイオンの分析を行った。また、メチルシランから生成される $SiCH_4^+$ イオンについて非経験的分子軌道法によってエネルギー準位を計算し、安定な分子構造を確認した。

第6章では、有機金属イオンビーム法によりシリコン基板上に炭化ケイ素薄膜の形成を行った。本手法によって、従来の結晶成長手法の成長温度と比較して極めて低温である500℃で炭化ケイ素薄膜を結晶成長させることに成功した。

第7章では、有機金属イオンビーム法によりシリコン基板上に形成した炭化ケイ素薄膜の結晶性と表面構造について調べる実験を行った。本手法で形成した炭化ケイ素薄膜の結晶性は、他の成長手法によって高温成長させた結晶と同等以上の質であることを確認した。また、炭化ケイ素薄膜の表面に本手法による結晶成長特有のナノ構造の形成を確認した。

第8章では、有機金属イオンビーム法による炭化ケイ素薄膜形成過程におけるイオンの運動量の効果について調べる実験を行った。これにより、形成される炭化ケイ素薄膜の結晶構造はイオンの運動量と電荷の影響を受けているこ

とが分かった。

第9章では、本論文の総括をした。

論文審査の結果の要旨

新材料の開発に向けた非平衡反応場による材料形成プロセスの研究が大きく進展しつつあり、極低エネルギーイオンビームデポジション法はその一環である。本論文は、10～100eV 領域の極低エネルギーイオンビームの生成システムを構築し、これを用いて薄膜形成を行いその結晶配向性とイオンの運動量効果を検証し、また新しく提案した有機金属イオンビーム法に発展させることによりシリコン基板上に SiC 薄膜をヘテロエピタキシャル成長させ、その結晶性や表面構造の特性について行った研究をまとめたものであり、主な成果を要約すると次のとおりである。

(1)従来のフリーマン型イオン源にスパッタリング作用を組み込み、ガス系分子からのイオンだけでなく、金属イオンをも取り出しうるよう改良し、その極低エネルギーイオンビームが十分単色エネルギーであることを明らかにしている。

(2)エネルギーが10～100eV のチタンイオンビームによる薄膜形成では B1構造の TiO 結晶となり、その配向性は（110）面であることを見出し、真空蒸着法あるいは高エネルギーイオンビームアシスト法の従来の結果と異なることを見出している。

(3)有機金属イオンビーム法と名付けた新しい SiC 結晶成長法を提案し、イオン源内の動作ガスに有機ケイ素化合物を動作ガスとする弱電離プラズマを介し、極低エネルギーのメチルシリセニウムイオンビームの生成に成功している。

(4)有機金属イオンビーム法により、SiC 結晶成長温度としては極めて低温の500℃でシリコン基板（111）面上に立方晶系3C-SiC のヘテロエピタキシャル成長させることに成功し、その結晶性も1000℃以上で成長させたものと同等であることを見出している。

(5)シリコン基板（001）面上の SiC 薄膜の成長実験において、ある特定の条件下では上面が平坦な100nm 角程度のナノ結晶構造が自己組織化的に成長することを発見している。

(6)メチルシリセニウムイオンのエネルギーを変化させた堆積実験では、60eV 以上では3C-SiC のみの結晶成長であるが、40eV では3C-SiC と2H-SiC が共存成長することを見出し、これはイオンの運動量と電荷の効果によるものであることを推論している。

以上のように、本論文は、極低エネルギーイオンビーム法をより大きく発展させるとともに、ワイドギャップ半導体として期待されている炭化ケイ素薄膜結晶の形成過程に関し新しい多くの知見を得ており、生産科学、とくに材料表面科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。