

氏名	森川 裕次		
授与した学位	博士		
専攻分野の名称	学術		
学位授与番号	博甲第3378号		
学位授与の日付	平成19年 3月23日		
学位授与の要件	自然科学研究科基盤生産システム科学専攻 (学位規則第4条第1項該当)		
学位論文の題目	プラズマを利用した、窒化アルミニウム、炭化珪素、及び、窒化硼素膜作製手法の研究		
論文審査委員	教授 大嶋 孝吉	教授 横谷 尚睦	助教授 村岡 祐治

学位論文内容の要旨

近年、物質のプラズマ状態は多くの研究者によって研究されており、さまざまな分野で実用化されている。その中で、プラズマ状態を利用した各種堆積法も興味深い研究対象である。本研究ではこのような現状を踏まえて、以下のような研究を行った。第1章ではプラズマ状態について調べ、プラズマ状態を利用する堆積法の特徴を他の堆積法と比較検討した。第2章ではその一例として、反応性イオンプレーティング法による窒化アルミニウム薄膜の形成時のアルゴン流量と内部応力の変化を議論した。窒化アルミニウムをシリコン基板上におけるアルゴン流量を変化させながら堆積し、作製された膜内応力を Stoney の式より計算した。その結果、その Ar 流量の増加は作製された膜の内部応力を増加させていることがわかった。第3章ではプラズマ CVD 法を用いて、Si(100)基板上に 3C-SiC(立方晶炭化珪素)成膜をエピタキシャルに成長させることを試み、基板温度を変化させる新しいプロセスを導入して、その条件の成膜に対する影響を議論した。このプロセスは以下のとおりである。始めに成膜時の基板温度は 1100℃で成膜を行った。その中で、成膜初期に基板温度を一時的に 1100℃より低くし、5 分間成膜を行った。このプロセスを Interval Process とした。その結果、1100℃に固定して成膜したときには、SiC は多結晶化した。しかし、Interval Process を導入することによって結晶性を改善させることができた。Interval Process 温度が 800℃のとき成膜速度が速く、単結晶の 3C-SiC の作製に成功した。第4章ではプラズマ・イオン注入複合装置を用いた窒化硼素膜の作製を検討した。この複合装置による窒化硼素膜の検討や無機金属化合物ガスを使った研究は、調査の限りではこれまで報告例がなく、従来法に比べて膜の密着性や起伏部などへの均一な膜の形成などにおいて利点があることから、この新しい手法を他の手法と区別するために Metal Inorganic Plasma Based Ion Implantation and Deposition (MI-PBIID) と名づけた。この複合装置の特徴である負バイアス電圧を増加させることにより N₂ ラジカルの発光強度の増加や BCl の解離に成功した。つづいて、窒素と三塩化硼素の流量比を変えながら、成膜した結果、窒素と三塩化硼素比が 1:9 のときは硼素のみの成膜、1:3 のときは窒化硼素膜の成膜に成功した。

論文審査結果の要旨

本論文では、産業応用上の可能性の高い薄膜作製方法のうち、プラズマを主体にした成膜方法を研究したものである。反応性イオンプレーティング法による窒化アルミニウム薄膜の形成時に、通常プラズマの安定化に必要なアルゴンの流量と薄膜内部の応力変化の相関に着目し議論した。アルゴン流量の増加は膜の内部応力を増加させ、最適な流量があることを示した。また、プラズマ CVD 法を用いて、Si 基板上に 3C-SiC(立方晶炭化珪素)をバッファ層なしにエピタキシャルに成長させることを試みた。基板温度を変化させる新しいプロセスを導入し、成膜過程の中間に温度の低い期間をもうけることで、SiC の成膜を促進し、結果として三次元的エピタキシャル膜を成長させることができることを示した。また、プラズマ・イオン注入複合装置を用いた窒化硼素膜の作製手法を新たに検討した。この論文で用いた無機金属化合物ガスを使った研究は、ほとんど報告例がなく、従来法に比べ膜の密着性や起伏部などへの均一な膜の形成に利点がある。この複合装置の特徴である、RF プラズマ条件や、ターゲットへの負バイアス電圧を変化させ、混合ガス流量等プラズマ化に必要な条件を検討した。

成膜に必要な N_2 ラジカル発生や BCl_3 の解離に成功し、窒素と三塩化硼素の流量比を変えながら、成膜した結果、窒素と三塩化硼素比が 1:3 のときは窒化硼素膜の成膜が可能であることを示した。それぞれの膜生成と利用に有用な手法と結果をこの論文は明らかにしており、博士の学位に値する。