

平成//年 2月 22日

電子・情報工学専攻	学籍番号	967371
申請者氏名	鄭 永哲	

指導教官氏名	石 田 誠 吉 田 明 米 津 宏 雄
--------	---------------------------

論 文 要 旨 (博士)

論文題目	Al予備堆積法の導入による薄膜ヘテロエピタキシャルSOI構造に関する研究
------	--------------------------------------

情報化社会の高度化と共に高速・低消費電力化などの素子の高性能・高機能化が社会的な要請となっている。このような高性能・高機能素子を実現するための一つのアプローチとしてSOI(Silicon On Insulator)技術が挙げられている。これまで、SOI構造の形成について研究を行っており、その層間絶縁膜として γ -Al₂O₃を提案し、CVD法やMO-MBE法を用いてSi上に成長を行ってきた。半導体表面の状態が素子の特性に強く影響を与えるMOSデバイスや量子効果を利用したデバイスなどにおいて要求される条件を満たすSOI構造を作製するためには、成長膜表面の平滑化、結晶欠陥の除去などが必要となる。

本研究では、これまでの研究成果をもとに、高性能なSOIデバイスへの応用の可能性を広げるため、エピタキシャル γ -Al₂O₃/Si構造の更なる高品質化、および成長メカニズムの解明を目的として研究を行った。

はじめに、混成ソースMBE法を用いたAl₂O₃成長においてAl₂O₃膜の表面平坦性や成長初期段階における成長様式などについて研究を行った。その結果、分子線エピタキシー法ではAl₂O₃成長温度が750℃の場合、最良の平坦性や結晶性が得られることが分かった。成長温度が800℃以上になるとN₂OガスとSi基板との反応でSi表面がエッチングされることが分かった。また、Al₂O₃の膜厚が厚くなると表面の平坦性が悪くなることを解決するために、最適条件で薄く成長した(750℃、30分)Al₂O₃膜上により低温でAl₂O₃膜をホモエピタキシャル成長させ、厚膜で平坦な膜が得られた。

一方、成長したAl₂O₃の表面モフォロジーを原子間力顕微鏡で調べると、表面には常に高さが約10 nmの突起物が多数存在していることが分かった。そこで、前処理で形成した保護酸化膜を用い、アルミナ予備層を形成するという方法を提案した。この方法は形成した保護酸化膜上にAlを真空中にあるK-セルを用いて蒸着させた後、熱処理をさせるものである。形成したアルミナ予備層には、酸化膜が凝集した突起は存在せず、表面Rrms(表面の2乗平均荒さ)が0.11 nmである平坦な表面が得られることが分かった。アルミナ予備層の上に成長したAl₂O₃膜は、超薄膜でかつ平坦な膜が得られた。

最後に、薄膜でかつ良好な結晶性を有したSOI層を得るため、 γ -Al₂O₃上にAl予備堆積層を用いたSi成長法を初めて提案し、Al₂O₃(111)/Si(111)基板上に薄膜で結晶性及び平坦性の良いエピタキシャルSi(111)成長が実現できたので、その特徴とメカニズムについて詳細に検討した。XPS分析結果から、Si成長する直前にはAl予備堆積層のAlがAl₂O₃表面から脱離し、Al₂O₃基板表面では金属結合したAlは存在しないことが確認された。エピタキシャルSiの膜質はAlの膜厚に依存し、今回の実験条件では0.5~1 nmが最適条件であった。今回得られた結果から、Siと γ -Al₂O₃との薄膜多層構造を用いた量子構造デバイス応用への可能性が出てきたと言える。