

氏名(国籍)	張 起 連 (韓 国)
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	博 甲 第 2349 号
学位授与年月日	平成 12 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	分子線エピタキシー法による AlGaAs, GaAs 成長への原子状水素の効果
主 査	筑波大学教授 工学博士 川 辺 光 央
副 査	筑波大学教授 理学博士 秋 本 克 洋
副 査	筑波大学教授 工学博士 長谷川 文 夫
副 査	筑波大学教授 工学博士 村 上 浩 一

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、結晶成長における原子状水素の効果を調べ易い MBE と原子状水素の組み合わせによる atomic hydrogen-assisted molecular beam epitaxy (H-MBE) を用いて、AlGaAs 成長時における原子状水素のダイナミカルな影響について研究したものである。

まず、GaAs (001) 基板の上に基板温度 580°C で AlGaAs 層の成長を行った H-MBE 試料からの PL ピーク位置が、MBE 試料に比べて低エネルギー側にシフトしている原因については、SIMS, QMS, RHEED 結果から基板温度 580°C の成長中、照射した原子状水素が Al と反応して揮発性の Al ハイドライドが形成され、それが Al 組成の変化及び AlAs の成長速度などに大きく影響することが分かった。また、基板温度 580°C で原子状水素照射による Al 再蒸発量が最大になり、基板温度が増加することによってその差は減少して行くことが分かった。それは基板温度が高くなることによって、Al ハイドライドがすぐに分解され、水素の効果が少なくなったためであると考えられる。傾斜基板成長における原子状水素の効果としては、2次元核生成の成長が起こる低温では、原子状水素照射による Al の再蒸発量は A ステップ基板の方が B ステップより大きいものに対して、ステップフロー成長が起こる高温では、B ステップ基板での再蒸発量が大きくなる ことが分かった。600°C 以上のステップフロー成長の場合、ステップエッジと吸着原子との結合は B ステップの方が A ステップより弱いため、原子状水素との反応によって、B ステップ基板での Al 再蒸発率が増加したと考えられる。また、AFM 観察結果からステップフロー成長の時、原子状水素照射をすることによってステップエッジの成長が [110] 方向に進むことが分かった。これは、通常の MBE と 90 度ずれている。

AlAs 成長モードが 2次元核生成の成長からステップフロー成長に変わる遷移温度 T_c に及ぼす原子状水素の影響については、原子状水素照射によりステップフロー成長が促進し、H-MBE の方が MBE に比べて遷移温度 T_c が低くなる ことが分かった。これは原子状水素照射によって拡散長が長くなっている可能性を示唆する。また、H-MBE の A ステップでは、 T_c の変化に大きく変化することに対して、B ステップの場合、 T_c への影響が少ないことが分かった。

GaAs (311) A 基板上での原子状水素の影響については、原子状水素を照射しながら GaAs 成長を行うことによって [112] 方向にコラゲーションが形成することを確認した。これ原子状水素照射によって表面原子が基板表面全体を修飾し、結合力が弱い Ga-H ボンドの方向に成長が進むためと考えられる。

これらの結果は、半導体結晶成長の制御において原子状水素を有効に利用するための重要なデータを与えるものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

半導体デバイスの微細化に伴って、エピタキシャル成長の段階で微細構造の制御が重要課題となっており、さらにヘテロエピタキシャルにおいては界面の平坦性が重要視されている。この点から成長表面付着原子の拡散長や三次元成長を抑制する水素原子の役割が最近注目されており、Si、Geや化合物半導体において盛んに研究が進められている。本研究は、化合物半導体成長における原子状水素の効果について調べたものである、その内容は結晶成長において重要な新たな知見を得ている。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。