

単結晶化合物半導体多層薄膜中の残留成分と深さ分解能

降屋幹男*, 高野弘道**

* 神奈川県産業技術総合研究所 〒243-04海老名市下今泉705-1

** (財)神奈川高度技術支援財団 〒213川崎市高津区坂戸3-2-1

Residual Impurity and Depth Resolution in AlAs/GaAs Alternating Layered Film

Mikio Furuya*, Hiromichi Takano**

*Kanagawa Industrial Technology Research Institute, 705-1 Shimoimaizumi, Ebina-shi, 243-04

**Kanagawa High-Technology Foundation, 3-2-1 Sakado Takatsu-ku, Kawasakishi, 213

面方位(100)±0.5度のGaAs基板にMOCVD法とMBE法によってAlAs/GaAs系単結晶多層薄膜を成膜した。多層膜の各層の厚さを一定とし、構造は6周期全12界面とした。各層の厚さを10nm、50nm及び200nmとして、全体の厚さを変えた試料を成膜した。成長温度と原料は、MOCVD法では650°C、Ga(CH₃)₃、Al(CH₃)₃、AsH₃、キャリアガスは水素、MBE法では530°C、Ga、Al、Asの単体を用いた。成膜速度はおよそ1秒間に単原子層以下の速度で行った。

各層の厚さが10nmの試料については、〈110〉方向の劈開面を高分解能TEMによって格子像を撮影し、界面に単原子層の急峻性があることを確認し、格子定数0.565nmより各層の厚さを求めた。XPS分析装置はPHI-SAM-670、SIMS分析装置はATOMICA-6500を用い、入射イオンビームの入射角、加速電圧、電流密度などの条件を変化させ測定した。イオン種はAESがAr⁺、SIMSではCs⁺とO₂⁺を用いた。

AESではイオン銃の加速電圧を1kVに下げ入射角を試料面から7度に下げたとき、深さ方向に深さ分解能がほぼ変化しなくなった。このときのエッチング速度はおよそ1分間に単原子層であった。各層厚さ10nmの試料のAl-LVVによる測定では、MBE試料のAl消失側で深さ分解能1.8nmが得られ、120nmまでエッチングして深さ分解能の低下は起こらなかった。

SIMSではイオン電流と検出感度との関係から、単にエッチング速度を下げても高い深さ分解能は得られない。試行錯誤によって求めた最適条件は、Cs⁺では加速電圧3kV、イオン電流9nA、ラスタースキャン300μm、ゲート率50%、試料法線との入射角60度、O₂⁺ではそれぞれ8kV、100nA、200μm、20%、75度であった。このときのエッチング速度はいずれもおよそ1秒間に単原子層であった。各層の厚さが50nmのMBE試料をAlCs⁺を検出イオンとした測定ではAl出現側で深さ分解能5.4nm、600nmまでエッチングしてほとんど分解能の低下はなかった。

各層の厚さを200nmに成膜させたMBE試料のO₂⁺によるSIMS測定では、Al、Gaいずれも出現側の分解能が高く、Al₂₇は7.9nm、Ga₆₉は7.7nmであった。また2400nmまでエッチングしてほとんど深さ分解能低下はなかった。

MBE試料の分析結果との比較において、同等の構造に成膜したMOCVD試料ではAlAs層からGaAs層に移行する界面に濃度勾配があり、GaAs層中のAl、AlAs層中のGaの濃度の高いことも認められた。TEM格子像の両者の比較でもMOCVD法試料は膜厚制御が充分でないことが示されており、今回の成膜条件ではMOCVD法よりMBE法の方が高純度で等間隔膜厚に近い単結晶多層薄膜が得られた。