

Title	MBE低温成長GaAs膜中でのAs析出粒子の粗大化過程の研究
Author(s)	田崎, 康弘
Citation	
Issue Date	1997-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10119/2330">http://hdl.handle.net/10119/2330</a>
Rights	
Description	Supervisor:大塚 信雄, 材料科学研究科, 修士

# MBE 低温成長 GaAs 膜中での As 析出粒子の粗大化過程の研究

田崎 康弘 (大塚研究室)

半導体薄膜工学の分野で注目を集めている分子線エピタキシー (Molecular Beam Epitaxy : MBE) で成長した薄膜に、低温成長 GaAs 膜 (Low Substrate Temperature Grown GaAs : LT-GaAs) がある。LT-GaAs とは、MBE で通常用いられている成長温度よりもはるかに低い 200 付近という温度で成長した GaAs 膜のことである。LT-GaAs は、良質の結晶性を有しながら、平衡状態における固溶限度よりも数桁多い約 1 at. % の過剰 As を含んでいる。成長後にアニールを行なうことで、この過剰 As は GaAs 結晶から析出し金属相の As 析出粒子となる。このような LT-GaAs の As 析出粒子が起源となる興味ある物性を説明するモデルとして、内部 Schottky 障壁モデルが提唱されている。このモデルによれば、As 析出粒子は金属相であるため、n 型あるいは p 型という伝導性の GaAs 結晶中で、伝導電子あるいは正孔を受けとりその周囲に空乏層を形成する。したがって、このモデルでは As 粒子の析出過程が地相の電子状態により影響をうけるものと期待される。すなわち、析出過程における As 粒子の分布は、donor 不純物である Si や acceptor 不純物である Be の存在により影響されることが考えられる。特に、粗大化過程に入ると地相が過飽和固溶状態の GaAs ではなく化学量論的組成に近い GaAs となる。その結果、pn 接合における空乏層領域付近では析出粒子が存在しないなど、半導体中の電子欠陥である伝導電子や正孔を消失することができる領域で、優先的に析出粒子を形成することが期待される。

このことから、本研究では、LT-GaAs 中の As 析出粒子の粗大化過程において、半導体中の電子欠陥である伝導電子や正孔を減らすように析出粒子の再分布がおきることを実証する、つまり、粗大化の段階で地相の電子状態が As 析出粒子に直接影響することを明らかにすることを目的とした。

実験では 2 種類の LT-GaAs を用いた。1 つは non-doped 層と Si-doped 層とを重ねた 2 層構造を 240 °C で成長したものである。これは、地相の電子状態が異なることによる As 粒子の析出過程の変化が、粗大化の段階になって初めておきることを観るために用いられた。もう 1 つは、Si-doped 層と Be-doped 層とを交互に重ねた pn 接合構造を 250 °C で成長したものである。これは、地相の n 型、p 型およびその接合部の空乏層領域という分布が、粗大化の段階でおきる As 析出粒子の分布と相関を持つことを明らかにするために用いられた。四結晶 X 線回折測定では、アニールによる回折強度曲線のピークの変化から、つまり As 粒子が析出することにより LT-GaAs の結晶が緩和されることでおきる結晶性の変化から、析出過程の段階について調べた。ホール効果測定によって、地相の伝導性の析出過程による変化を調べた。そして、透過電子顕微鏡を用いて LT-GaAs の内部組織について、As 粒子の析出過程や粗大化の段階でおきる As 析出粒子の再分布を観察した。

pn 接合構造では 750 °C でアニール時間を 6 通りに変えて行なった。粗大化より前の段階では、As 粒子が一様に析出し成長した。しかし、粗大化過程に入り、分布の状況が確認できるアニール条件では、As 析出粒子は 500 nm 程度の一定の幅でその存在しない領域 (析出物欠乏層, Precipitation Depletion Zone : PDZ) を形成した。これは、不純物の注入濃度から予想される空乏層領域と As 析出粒子が地相との間で形成する空乏層領域とに相当するものであると考えられる。したがってこれらの実験から、半導体中の電子欠陥である伝導電子や正孔を減らすように析出粒子の再分布がおきること、つまり粗大化過程であらわれる析出物欠乏層とアニール温度での pn 接合におきる空乏層や析出粒子の周りの空乏層との間に直接的な相関を強く示唆する結果を得たといえる。

keywords

MBE, LT-GaAs, As 析出粒子, 粗大化, 空乏層