

AlGaAs/AlAs タイプ II 量子井戸の AlAs 層の量子効果

MBE growth of AlGaAs/AlAs type II quantum wells and quantum effect of AlAs layer

愛媛大・院理工¹, 科技振(JST)² °野村 貴俊¹, 神野泰輔¹, 谷 勇気¹, 福澤 董²,
白方 祥¹, 近藤 久雄¹, 下村 哲¹Ehime Univ.¹, JST², °Takatoshi Nomura¹, Taisuke Jinno¹, Yuki Tani, Tadashi Fukuzawa², Sho
Shirakata¹,Hisao Kondoh¹, Satoshi Shimomura¹

E-mail: z845017z@mails.cc.ehime-u.ac.jp

AlGaAs/AlAs 量子井戸は、AlAs 層に X 点電子が閉じ込められ、AlGaAs 層に Γ 点正孔が閉じ込められる。そのため、X 点電子と Γ 点正孔が界面を挟んで結合した Γ -X 励起子によるボース・アインシュタイン凝縮の実現が期待されている。前回、(001)面から 23.8° off した基板上に成長温度 610°C で成長すると平坦な界面が得られ、 Γ -X 励起子の強い発光が 1821meV 付近で得られること、発光波長の AlGaAs 層の Al 組成依存性と発光スペクトル AlAs 量子井戸層の膜厚依存性から、この発光が Γ -X 励起子であることがほぼ確かであることを示した。しかしながら、AlAs 層の膜厚を変えて作製した $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}/\text{AlAs}$ 多重量子井戸の発光スペクトルに観測される各ピークの同定はまだきちんとできていない。今回は、その解析を行ったので報告する。

測定した試料は、AlAs(10 nm)/ $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ (20 nm) $\times 22$ 多重量子井戸である。多重量子井戸の上下を Si ドープ GaAs で挟んだ。基板は、GaAs(001)から(111)A 面へ 23.8° off した基板である。また成長温度は、 610°C である。

図 1 に 23.8° off した基板に AlAs/ $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ (10nm/20nm $\times 22$) 量子井戸試料の PL(13 K) の測定結果を示す。AlAs 10 nm の X 点電子が 243 meV の $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 障壁で閉じ込められているとして量子準位の計算を行った。AlAs 中の X 点電子の質量には $m_t = 0.19m_0$, $m_l = 1.1m_0$ を使い、 $\text{Al}_{0.4}\text{Ga}_{0.6}\text{As}$ 中の X 点電子の質量は、AlAs と同じとした。図 2 に AlAs の伝導帯の X 点付近のエネルギーを示す。(001)から 23.8° off した基板上的 AlAs 量子井戸では、z(x, y)方向の X 点電子が成長方向に重く(軽く)、その n 番目の量子準位を hen (len)と書く。計算値と PL ピークエネルギーの双方を比較すると、he2 はピーク C に、le2 もしくは he3 はピーク D と一致している。X 点電子また le1 はピーク B に起因していると考えられる。he1 は染み出しが弱く、発光が見られないのではないかと考える。

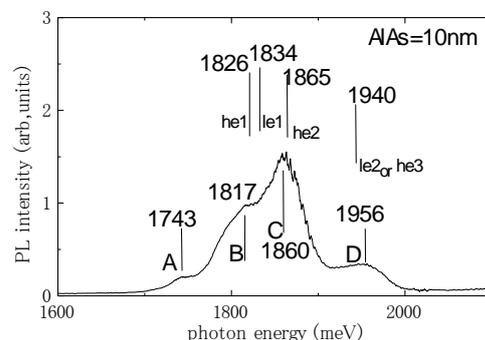


図 1. AlAs 膜厚変化時の PL 測定

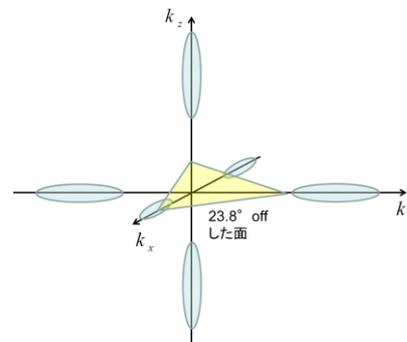


図 2. AlAs の伝導帯の X 点付近のエネルギー