

下村 哲 (しもむら さとし)



所属：理工学研究科 電子情報工学専攻 電気電子工学コース

専門分野：化合物半導体材料、半導体レーザ、発光ダイオード、

超高真空を用いた多層膜成長、半導体材料評価、半導体素子作製プロセス

学位：博士（理学）

所属学会：応用物理学会，日本物理学会

e-mail：simomura.satoshi.mu@ehime-u.ac.jp

研究室 Web：https://www.eng.ehime-u.ac.jp/kougaku/research/lab_introduce/no35
_shimomura/index.html (QR コード左)



研究者詳細情報 (Research map)：https://researchmap.jp/read0013758 (QR コード右)



【研究・技術紹介】

発光デバイスの研究を行っています。近年、面発光レーザの用途が拡大し、3次元のていませす。GaAs 基板上の面発光レーザの長波長化と簡便な偏光安定化法の開発は喫緊の課題です。その課題を解決する有力な長波長発光材料として III-V 族半導体混晶 $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ が注目されています。それは格子定数の増分に対するエネルギーギャップの縮小率が InGaAs の 2.5 倍あるからです。研究者を悩ませてきた Bi の表面偏析は我々が開発した2 基板温度法により解決され、発光波長 1230 nm の室温 LED 発光の実現により光通信帯 O-band(1260-1360 nm)が視野に入ってきています。(100)GaAs 基板に作製した $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{GaAs}$ 量子井戸が偏光の安定化も同時に実現できる材料であることを見出しています。次の三つを目的に研究を行っています。一つ目は $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x/\text{GaAs}$ 量子井戸の光学的品質と偏光特性を維持しつつ Bi 組成を増加する成長方法開発し発光波長の長波長化を図ることです。二つめは、非常に少ない Bi 組成にも関わらず強い偏光が生じる機構を解明することです。そして三つ目は光通信帯 O-band の $\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ 量子井戸面発光レーザを試作しその特性に関する知見を得ることです。

テーマ 1：表面偏析を抑える半導体多層膜結晶成長



$\text{GaAs}_{1-x}\text{Bi}_x$ の組成の制御は簡単ではありません。Bi が表面に偏析し、急峻な Bi 組成プロファイルを実現することができないからです。我々が開発した2 基板温度法(GaAsBi は低温で成長し GaAs は高温で成長する成長方法)は、この問題を解決し良好な薄膜を供給します。(図 1)。従来法と 2 基盤温度法では、断面 TEM (透過電子顕微鏡) 像が全く異なります。2 基板温度法により急峻な組成プロファイルが得られることがわかりました。

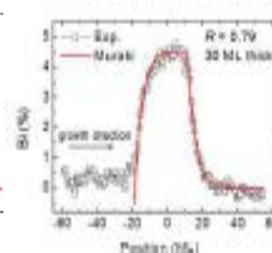
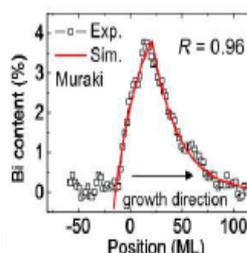
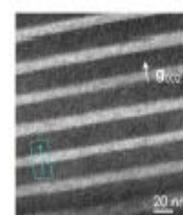


図 1 GaAsBi/GaAs の断面 TEM 像と組成プロファイル (a) 従来法 (b) 我々による 2 基板温度法

テーマ 2 : 半導体の発光デバイスの作製と特性評価

発光デバイスの作製と特性評価を行っています。のデバイス 2 基温度法で作製した GaAsBi/GaAs LED は波長 1230 nm で良好な発光を示しています。(図 2) 発光ピーク波長も 30 nm 伸ばせば光通信帯 O-band(1260-1360 nm)の端に届くところまでできました。

キーワード : 半導体発光素子、半導体結晶成長、半導体デバイス作製プロセス、半導体特性評価

特許・論文 :

(QR コード) :

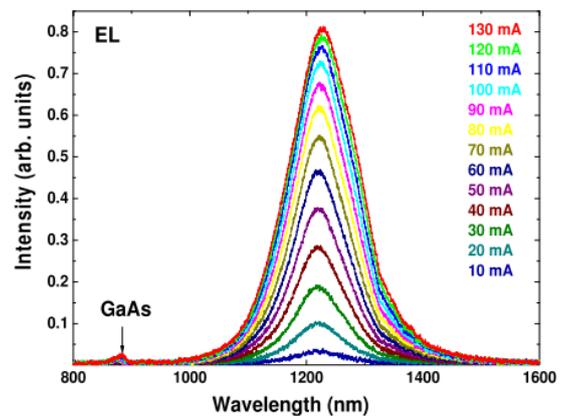


図 5 2 基板温度法で作製した GaAsBi/GaAs の量子井戸 LED の発光スペクトルと電流依存性 (我々による)

社会実装について (どのような実用化につながる研究・技術であるか) :

面発光レーザはスマートホンの 3D 顔認証 (図 1) に用いられるなどその用途と需要が急拡大しています。面発光レーザが単一モードで動作し、出射される光が円形であることが 3D センシングに適しているからからです。発光波長領域の長波長域への拡張が強く望まれています。現在 GaAs 基板上の面発光レーザでは、750 nm から 1200 nm の波長が InAlGaAs を用いて利用できますが、さらに長波長の光通信帯の O-band (1260 ~ 1360 nm) が利用できるようになれば、光通信、データ通信用途に大きなインパクトを与えるだけでなく、プラスチックを透過できるこの波長帯の光でプラスチック内に埋め込まれた金属などの形状を調べることができ、3次元センシングの対象が増加することが期待されています。

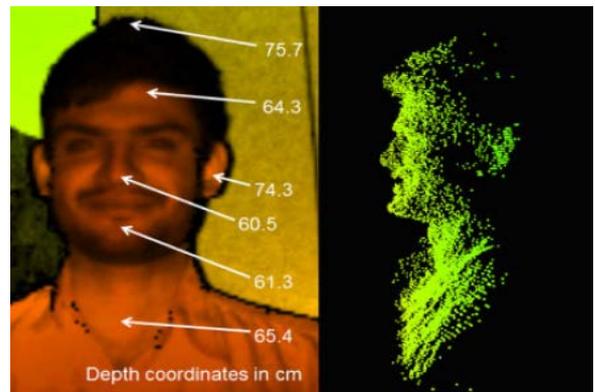


図 1 色分けされた 3D 正面図 (左) 測定された奥行き座標から頭部の側面図が得られる (右)

K. J. Ebeling et al 2018 Jpn. J. Appl. Phys. 57 08PA02

【研究者から一言】 半導体の結晶成長からデバイス作製まで取り組んできました。もし何かお手伝いできることがあれば、お知らせください。