

DLTS 法による n-GaAsBi 中の深い準位の評価

DLTS study of deep levels in n-type GaAsBi alloy

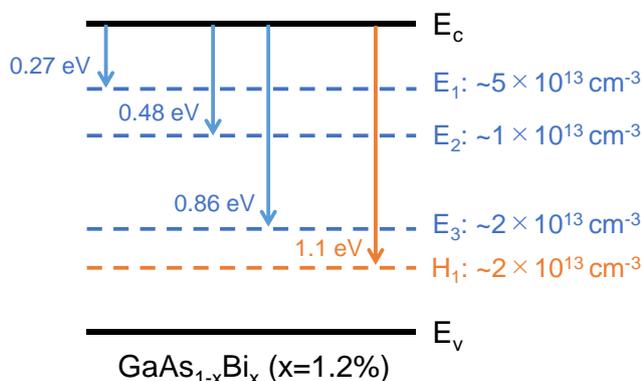
京都工繊大¹, University of Padova²○(D)長谷川 将¹, Manuel Fregolent², Matteo Buffolo², Carlo De Santi², Gaudenzio Meneghesso², Enrico Zanoni², 松村惇太¹, 西中浩之¹, Matteo Meneghini², 吉本昌広¹

E-mail: d0822004@edu.kit.ac.jp

半導体 GaAs にビスマス(Bi)を希釈量添加した GaAsBi 合金は、急激なナローギャップ化やバンドギャップの低温度依存性をはじめとする特異な物性を示すため、近赤外領域でのオプトエレクトロニックデバイスへの応用が期待されている[1,2]。

分子線エピタキシー(MBE)法による GaAsBi の結晶成長では、Bi を数%のオーダーで GaAs 中に取り込むためには、400°C以下での低温成長や As フラックスの精密制御が必要となる[3]。GaAs を 400°C以下の低温で MBE 成長した場合、過剰 As によってアンチサイトや空孔などの点欠陥が多量に生じる[4]。この現象の単純なアナロジーとして捉えると、GaAsBi においても低温成長に起因した多量の欠陥が発生すると考えられる。GaAsBi の MBE 成長において、Bi は Ga や As に比べて大きな原子であり、成長表面に吸着・偏析し、原子のマイグレーションを促進するサーファクタントとして働くと考えられている[5]。このサーファクタント効果が上手く働くように結晶成長できれば、低温成長下でも欠陥の少ない高品質な GaAsBi を得られる可能性がある。

バンドギャップ中のトラップは、非発光性再結合を誘発し、デバイス性能に大きな影響を及ぼす可能性があるため、それらの評価は重要である[6]。本研究では、GaAsBi 中の深い準位を評価するため、GaAs 基板上に Au/n-GaAs_{1-x}Bi_x (x=1.2%)ショットキーバリアダイオード(SBD)を製作し、DLTS 測定を行った。図 1 に GaAsBi 層から検出された電子(E)および正孔(H)トラップの活性化エネルギーおよび濃度の一例を示す[7]。バンドギャップ中の深い準位に存在するトラップの濃度は、 $\sim 1.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 程度であることが分かる。このことから、Bi サーファクタント効果によって低温成長に起因した深い準位の形成がある程度抑制されていると考えられる。当日は、各トラップの起源について触れ、Bi 添加による深い準位への影響について詳細に議論する。



[1] J. Yoshida et al, Jpn. J. Appl. Phys. 42, 371(2003).

[2] T. Fuyuki et al, Appl. Phys. Express 7, 082101(2014).

[3] M. Yoshimoto et al, Jpn. J. Appl. Phys. 42, L11235(2013).

[4] Liu et al, Appl. Phys. Lett. 67, 279(1995).

[5] M. P. J. Punkkinen et al, Phys. Rev. B 78, 195304(2008).

[6] Armstrong et al, Appl. Phys. Lett. 101, 162102(2012).

[7] M. Fregolent et al, J. Phys. D: Appl. Phys. 54, 345109(2021).

Fig. 1: An example of electron and hole traps detected by DLTS.