

InGaN 二次元電子系の有効質量の評価

Effective Mass in InGaN two-dimensional electron systems

物材機構¹, 北大理² ○今中 康貴^{1,2}, (D3) Dickson Kindole^{1,2}, 竹端 寛治¹, 角谷 正友¹

NIMS¹, Hokkaido Univ², °Yasutaka Imanaka^{1,2}, Dickson Kindole^{1,2},

Kanji Takehana¹, Masatomo Sumiya¹

E-mail: IMANAKA.Yasutaka@nims.go.jp

【はじめに】我々はこれまで、量子井戸構造や単一ヘテロ構造を持つ様々な半導体二次元電子系において、サイクロトロン共鳴や強磁場輸送測定により有効質量の決定を行ってきた。サイクロトロン共鳴とは磁場下にある電子系のサイクロトロン運動の周波数と、照射する電磁波の周波数が一致した場合に共鳴吸収が起きる現象であり、この手法による有効質量の決定は他の手法に比べて精度が高く、最も直接的な方法と言われている。

近年の薄膜成長技術の発展に伴い、各種化合物半導体で高移動度試料が実現されており、特に ZnO や GaN などのワイドギャップ半導体においてもサイクロトロン共鳴による二次元電子系の有効質量の決定^{1),2)}を行うことができるようになってきたが、InGaN については高い移動度の実現が難しく、これまでサイクロトロン共鳴による電子の有効質量に関する報告はなかった。

今回、InGaN をチャネルとした試料を用いて、これまで明らかになっていなかった有効質量の In 濃度依存性をサイクロトロン共鳴の測定で検討した結果について報告を行う。

【実験】測定した試料は、サファイア基板上 AlN のテンプレートに MOCVD 法で成長した Al_{0.25}Ga_{0.75}N (8 nm) / In_xGa_{1-x}N (90 nm) / GaN (0.84 μm) である。In 組成は、x=0, 4, 5, 7% と変えた 4 種類の試料を作製し、キャリア濃度は全ての試料で $n=7\sim8\times10^{12}\text{cm}^{-2}$ とほぼ同程度である。

サイクロトロン共鳴の実験はフーリエ分光器と 15T 超伝導磁石を使い、1.7K の極低温にて行った。試料は真ちゅう製のライトパイプを使ったプローブにおき、超伝導磁石に挿入する。信号の検出はボロメーターを使って行った。

【結果】右図は In 組成が約 4% の試料におけるサイクロトロン共鳴の測定結果の一例である。60 cm⁻¹ 付近に高い電子濃度を反映した明瞭なサイクロトロン共鳴吸収が観測されており、共鳴幅から求められる移動度は 4,000 cm²/Vs 程度である。また共鳴位置から求められる電子の有効質量は $m^*=0.228m_0$ であった。

さらに他の試料で得られた有効質量との比較を行ったところ、二次元電子の有効質量は In の濃度と共に減少していくことが明らかとなった。

当日は過去に報告されている GaN²⁾ と InN³⁾ の二次元電子系の有効質量との比較を行い、今回の実験結果の妥当性についてより詳細な議論を行う。

【謝辞】本研究の一部は、新学術領域「特異構造の結晶科学」(JP16H06424)の支援を受けた。

1) Y. Imanaka, J. Low Temp. Phys. **170**, 389-396 (2013).

2) D. Kindole, Y. Imanaka, K. Takehana, L. Sang and M. Sumiya, J. Korean Phys. Soc., **74**, 159-163 (2019).

3) T. Wang *et al.*, Adv. Sci. **5**, 1800844 (2018).

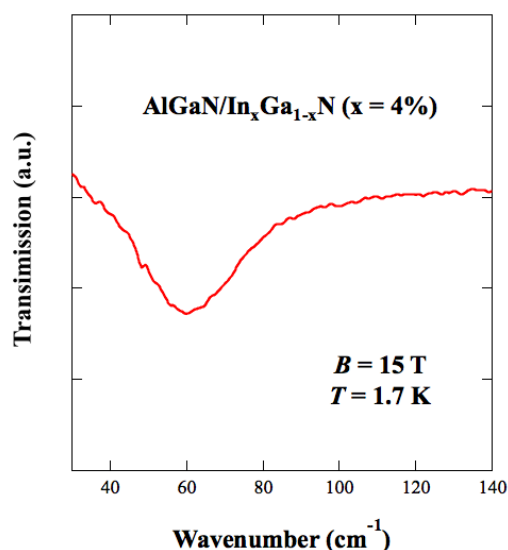


図: In_{1-x}Ga_xN 二次元電子系 (x=4%) のサイクロトロン共鳴スペクトル