

磁場下赤外反射分光による InN 電子有効質量の解析

Analysis of effective electron mass of InN by infrared reflectance spectroscopy in high magnetic field

千葉大院工¹, 福井大院工², 阪大生命³, 阪大理⁴, 豊田工大⁵ ○(M2) 松本 大¹, 馬 蓓¹, 森田 健¹, 福井一俊², 木村真一^{3,4}, 飯塚拓也⁵, 石谷善博¹

Chiba Univ.¹, Univ. Fukui², Osaka Univ.³, Toyota Technological Institute⁵, °Masaru Matsumoto¹, Bei Ma¹, Ken Morita¹, Kazutoshi Fukui², Shin-ichi Kimura^{3,4}, Takuya Iizuka⁵, and Yoshihiro Ishitani¹

E-mail: isihitani@faculty.chiba-u.jp

III 族窒化物半導体の一つである窒化インジウムはバンドギャップエネルギーと有効質量が小さいため、赤外光デバイスや高速電子デバイスの材料として研究されている。しかし、結晶成長の困難性が高く、表面・界面の電子蓄積の存在のために電気的測定による物性評価が難しい。近年物性解析が進んだが、電子有効質量は、 $0.035\sim0.09m_0$ [1-5] の範囲で不確定である。磁場下での解析はこれまでも行われているが [3], 電子密度の不均一性は考慮されていない。本研究では磁場下(6T)での赤外分光スペクトル解析を電子密度の深さ方向不均一性を考慮して行った結果を述べる。

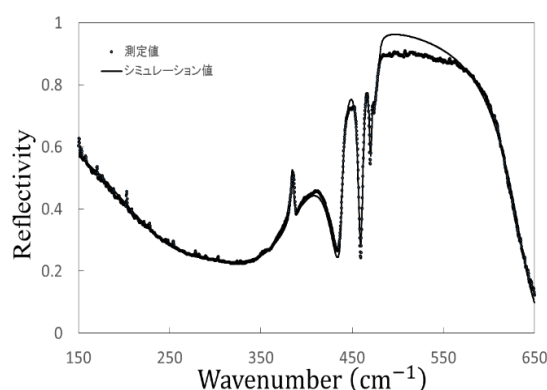


図 1 n 型 InN の 6 T でのスペクトルフィッティング例。

n-InN 試料 [6] はサファイア基板上に分子線エピタキシー法により製作された。測定は 0-6 T の磁場下で入射角 7° で s 偏光に制御して行われた。解析は n-InN/ n⁺-InN/GaN/Al₂O₃ の 4 層構造に対して転送行列法により反射率を計算して行い、誘電関数におけるフォノンおよびプラズモンに関するパラメータおよび膜厚を最適化した。これにより、電子有効質量と電子密度が独立に求められた。フィッティング結果の例を図 1 に示す。表 1 に得られた電子密度 n および有効質量 m を示す。

フィッティングの結果、電子有効質量の値が $0.049\sim0.056m_0$ の範囲に存在することが分かった。この値は吸収端エネルギーの n/m の n 依存性 [1] の観点から電子有効質量を考慮した際にも適切な値であると考えられる。文献 [3] では 0.085 程度の値が報告されており、2 種の有効質量の値が述べられているが、電子密度の空間分布とそれによる有効質量の空間的变化が影響している可能性が考えられる。

本研究は、科研費 15K13345 および JP16H06425 により行われた。

参考文献

- [1] Y. Ishitani, Jpn. J. Appl. Phys. **53**, 100204 (2014). [2] M. Millot *et al.*, Phys. Rev. B **83**, 125204 (2011).
[3] Y. Inushima *et al.*, J. Phys. Soc. Jpn. **81**, 044704 (2012).
[4] G. Pettinari *et al.* Phys. Rev. B **79**, 165207 (2009). [5] Y.-M. Chang *et al.* Appl. Phys. Lett. **90**, 072111 (2007)
[6] X.Q. Wang *et al.* Jpn. J. Appl. Phys. **28**, L730 (2006)

表 1: 各サンプルの電子密度および電子有効質量

サンプル名	E625	E791	E830	E856
n (cm ⁻³)	7.0×10^{17}	5.3×10^{17}	3.9×10^{17}	2.8×10^{17}
m (m_0)	0.049	0.049	0.052	0.056