

m 面 GaN 基板上に成長した $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ エピタキシャル薄膜の偏光特性**Optical polarization properties of $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ films grown on m -plane freestanding GaN substrates**東北大多元研¹, 三菱化学(株)² ○小島一信¹, 池田宏隆², 藤戸健史², 秩父重英¹IMRAM-Tohoku Univ.¹, Mitsubishi Chemical Corporation²,°K. Kojima¹, H. Ikeda², K. Fujito², and S. F. Chichibu¹

E-mail: kkojima@tagen.tohoku.ac.jp

【はじめに】 AlInN 混晶は、 AlN と InN の間で非常に大きくバンドギャップを変化させられることや、 GaN と格子整合させ、かつ GaN との屈折率差を得ることができるなど、特徴的な物性を持つ半導体混晶である。しかしながら、高品質な試料を得るための結晶成長が難しいことなどから、 InGaN や AlGaIn などといった他の混晶系と比べて報告例は少なく、特に、 m 面 AlInN の光学特性に関する報告はほとんどない。本報告では、 m 面 GaN 基板上にエピタキシャル成長した AlInN 薄膜¹⁾の光学特性を実験的・理論的に評価した結果について議論する。

【試料構造と評価方法】本研究で用いた試料は、ハイドライド気相法成長 m 面 GaN 基板（貫通転位と積層欠陥の密度は、共に検出限界以下）の上に、有機金属気相成長法により約 $1\ \mu\text{m}$ 厚の GaN 下地層を介してエピタキシャル成長した、膜厚 $500\sim 600\ \text{nm}$ の AlInN 薄膜である。試料が内包する歪は X 線逆格子空間マッピング等により評価した。また、バンド端発光の偏光特性を理論的に予測するため、 $k\cdot p$ 法に基づく数値解析を行った。

【結果】図 1(a)に a 軸、 m 軸および c 軸の各々に対する、測定で得られた歪（点）と理論的に得られる歪の InN モル分率依存性（実線）を描画する¹⁾。 InN モル分率が 15%よりも低い試料においては、部分的ないしは大部分の格子緩和がみられるが、それより高いモル分率の領域ではほぼコヒーレント成長している¹⁾。試料がコヒーレント成長していると仮定して価電子帯構造を計算した結果を図 1(b)に示す。図から明らかなように、 a 軸整合する InN モル分率(17.7%)および a 軸と m 軸が等しい歪となる InN モル分率(19.5%)付近で価電子帯の混成が生じており、この領域で各々のバンド間(励起子)遷移の偏光特性が著しく変化すると予想される。これを確かめるため、低温におけるバンド端発光を支配する、A 励起子の振動子強度を計算した結果が図 1(c)である。予想通り、 InN モル分率 17%前後で偏光方向が変化しており、高い InN モル分率領域では $E//c$ が支配的となることが分かった。最後に、振動子強度 f を用いて、 $P = (f_{E//a} - f_{E//c}) / (f_{E//a} + f_{E//c})$ と定義して面内偏光度 P を計算した結果を図 1(d)に示す。振動子強度と同様に、 InN モル分率 17%前後で面内偏光度についても変調が生じる。特に、発光を支配すると考えられる A 励起子遷移に関しては、おおむね負の偏光度が観測されると予想できる結果となった。また以上の結果は、文献 2 とも整合する。当日は、偏光度の実測結果などと比較して、より詳細な検討結果について議論する。

【謝辞】本研究の一部は旭硝子財団、附置研アライアンスの援助を受けた。本研究遂行にあたり羽豆耕治・尾沼猛儀両氏のご助力を得た。深く感謝する。

【参考文献】1) 秩父他 2014 年春季応用物理学会 19a-E13-8、2) Bhattacharyya 他 *APL* **93**, 051913 (2008)。

【参考文献】1) 秩父他 2014 年春季応用物理学会 19a-E13-8、2) Bhattacharyya 他 *APL* **93**, 051913 (2008)。

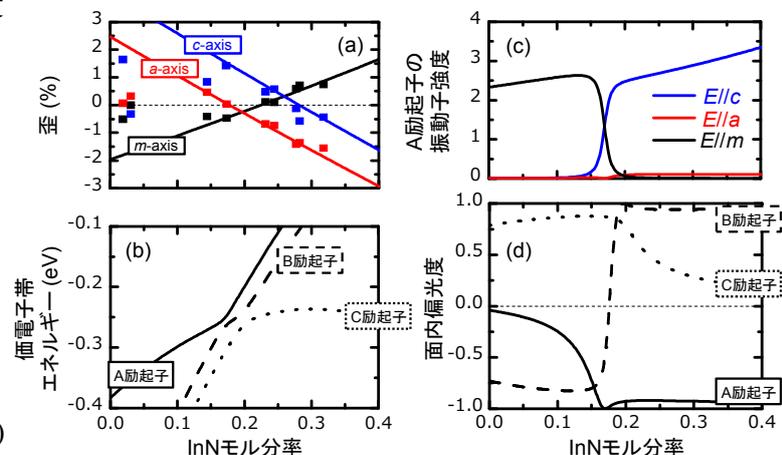


図 1 $\text{Al}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ 薄膜の (a) 歪、(b) 価電子帯エネルギー、(c) A 励起子の振動子強度、(d) 面内偏光度。図中の点は実験値、線は理論曲線。