

減衰全反射法を用いた GaN 単結晶の表面状態評価

Characterization of surface properties of GaN single crystals by attenuated total reflectance

東北大多元研¹、日本分光²、小島一信¹、赤尾賢一²、菅野美幸²、水野広介²、永森浩司²、秩父重英¹

IMRAM-Tohoku Univ.¹, JASCO Corp.²

°K. Kojima¹, K. Akao², M. Kanno², K. Mizuno², K. Nagamori², and S. F. Chichibu¹

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

GaN 単結晶のフォトルミネセンスに基づいた発光寿命や絶対輻射量子効率の測定は、基礎物性の評価や試料間の比較において極めて有効であり、さらには、点欠陥のような通常の測定手法では検出できない結晶の不完全性を評価する手段としても強力である[1,2]。しかし、我々のこれまでの研究によって、GaN 単結晶の発光寿命や絶対輻射量子効率が測定雰囲気にも強く影響を受け、その原因が光励起による結晶の表面状態変化に起因することが明らかになりつつある[3]。そこで本報告では、試料表面付近の誘電率変化に高い感度を有する減衰全反射(ATR)法を用いて、光励起された GaN 単結晶の表面状態を評価する方法を考案し、実際にこれを実施した結果について議論する。

測定試料には、ハイドライド気相成長法にて作製した GaN 単結晶基板に、アンドープにて成長した GaN 薄膜を用いた。試料の表面状態変化を光励起にて誘起するために、照射光強度 4.5 W/cm^2 、中心光子エネルギー 3.40 eV を持つスポット光源を用い、試料を大気中にて 5 分間照射した。ATR 測定では、フーリエ変換赤外分光光度計(日本分光社製 FT/IR-6800)を用いた。P 偏光した赤外光をダイヤモンドプリズムを用いて平均入射角 45° にて試料表面に入射し、その反射率(R)を波数ごとに計測した。ATR 測定は大気中にて行った。

図 1 に試料の R スペクトル(典型例)を描画する。光励起がない場合、 696 cm^{-1} に極小を持つスペクトル構造が観測された。これは、表面フォノンポラリトン(SPhP)と呼ばれる、GaN 表面に局在したポラリトンモードである[4]。SPhP は、5 分間の光励起を行った直後に計測した R スペクトルから消失し、そのまま 10 分間大気中にて試料を光励起をせずに静置した後、再び計測すると復活した。このような、光励起による SPhP の消失は、大気中における光励起が、GaN 表面の誘電率変化、すなわち、物質の付着を誘起していることを強く示唆していると考えられる。しかもそのような付着物は、時間経過によって揮発し、最終的に消失することも本測定によって判明した。

【謝辞】本研究の一部は、ダイナミック・アライアンス、および科研費(若手研究(A) 17H04809、新学術領域・特異構造の結晶科学 16H06427)の援助を受けた。

【参考文献】[1] Chichibu, *et al.*, APL **86**, 021914 (2005), [2] Kojima, Chichibu, *et al.*, JAP **120**, 015704 (2016), [3] 小島、秩父ら、2016 年秋季応用物理学会、15p-A21-3 (2016), [4] Torii, Chichibu, *et al.*, J. Phys.: Condens. Matter **12**, 7041 (2000).

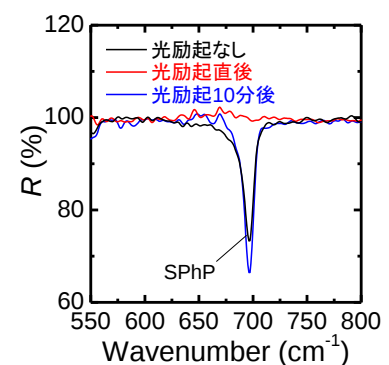


図 1 GaN 単結晶の R スペクトル(典型例)。光励起直後に SPhP に由来する信号が消失し、時間が経過すると回復する。