

ラマン分光法による GaN 単結晶における貫通転位の歪み場解析

Strain Field Analysis of Threading Dislocations in GaN Single Crystal Using Raman Spectroscopy

名大¹, 産総研 GaN-OIL², [○]小久保 信彦^{1,2*}, 角岡 洋介^{1,2}, 藤榮 文博¹, 大原 淳士¹,
 恩田 正一¹, 山田 永², 清水 三聡², 原田 俊太¹, 田川 美穂¹, 宇治原 徹^{1,2}
 Nagoya Univ.¹, AIST GaN-OIL², [○]Nobuhiko Kokubo^{1,2}, Yosuke Tsunooka^{1,2}, Fumihiko Fujie¹, Junji
 Ohara¹, Shoichi Onda¹, Hisashi Yamada², Mitsuaki Shimizu², Shunta Harada¹, Miho Tagawa¹,
 Toru Ujihara^{1,2}
 E-mail: kokubo@unno.material.nagoya-u.ac.jp

【緒言】GaN 単結晶中の転位はリーク電流や高抵抗の要因となるため、転位の評価が重要である。転位の評価には X 線トポグラフィ^[1]、エッチング^[2]等が用いられる。本研究では、ラマン分光法を活用した歪み場解析による転位評価の可能性に注目した。ラマンスペクトルにおけるピークは歪みによりシフトする^[3]ため、ピークシフトをマッピングし、転位の歪み場を観察できれば、転位のバーガスベクトルを同定できると考えられる。本研究では、ピークシフトのマッピングとエッチング、シミュレーションを比較することにより、貫通転位の刃状成分の分類を行った^[4]。

【実験方法】ハイドライド気相成長法により作製された GaN 自立基板を、エッチングおよび顕微ラマン分光法により評価した。顕微ラマン分光法では、集光点を 0.3 μm ステップで移動させてマッピング測定を行い、各点のラマンスペクトルを得た。E₂^Hモードのピークをフォークト関数によりフィッティングし、ピークシフトの値を求め、マッピングを行った。

【結果・考察】Fig. 1 に、同一箇所におけるエッチングの結果およびラマン分光法により得られた E₂^Hピークシフトのマッピング像を示す。マッピング像では、高波数側および低波数側へシフトした領域が対となったコントラストが観察された。これらはエッチングにより観察された転位の位置と対応していることから、ピークシフトのマッピングにより、貫通転位の歪み場が観察されたと考えられる。また、E₂^Hピークのシフトにせん断歪みの与える影響は小さい^[3]ことから、貫通転位の刃状成分がピークシフトに寄与する^[4]。さらに、Fig. 1 の矢印で示した場所のピークシフトが大きいことから、異なる大きさの歪みをもつ転位が存在すると考えられる。そこで、 $a/3[11\bar{2}0]$ および $a[1\bar{1}00]$ の異なる大きさのバーガスベクトルをもつ貫通刃状転位をモデルとし、ピークシフトの分布をシミュレーションした。Fig. 2(a) にシミュレーション結果を示す。転位を中心とし、バーガスベクトルと垂直な方向に、高波数と低波数領域が対となって表れている。また、 $a[1\bar{1}00]$ のバーガスベクトルをもつ貫通刃状転位が、ピークシフトが大きいことがわかった。したがって、Fig. 2(b)のマッピング像で観察されたコントラストの高波数と低波数領域の位置関係およびピークシフトの大きさから、貫通転位の刃状成分の方向を同定できることが示された。また、GaN 単結晶中に $a[1\bar{1}00]$ のバーガスベクトルをもつ転位の存在が示唆された。

【謝辞】本研究の一部は NEDO 「低炭素社会を実現する次世代パワーエレクトロニクスプロジェクト」の委託を受けて行われた。

【参考文献】 [1] S. Sintonen *et al.*, J. Appl. Phys., 116, 083504 (2014). [2] Y. Yao *et al.*, J. Cryst. Growth, 468, 484 (2017). [3] J. M. Wagner *et al.*, Phys. Rev. B, 66, 115202 (2002). [4] N. Kokubo *et al.*, Appl. Phys. Express, 11, 061002 (2018).

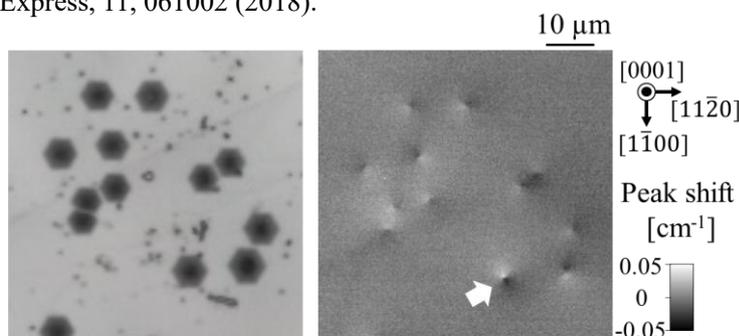


Fig. 1. Etch pits image and Raman mapping image of E₂^H peak shift.

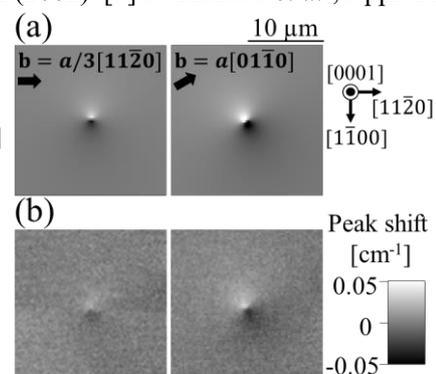


Fig. 2 (a) Simulated and (b) Experimental Raman mapping images of E₂^H peak shift.

* 現：日立製作所