

歪み分布観察の新提案：核スピンによる GaN 歪み観察

New Method on Distributed Strains: Nuclear-Spin Observation of Strains in GaN

三浦 敬典¹, 松本 啓佑¹, 池田 宏輔¹, 坂井 祐大¹, 〇佐々木 進²

(1. 新潟大自, 2. 新潟大工)

Takanori Miura¹, Keisuke Matsumoto¹, Kohsuke Ikeda¹, Masahiro Sakai, ^〇Susumu Sasaki¹

(1.Niigata Univ.)

E-mail: susumu@eng.niigata-u.ac.jp

半導体中の格子不整合に起因する歪みの様子を把握することは、改めて強調するまでもなく極めて重要である。近年の斬新な手法により、基板の上に積層した最上部の表面近傍の歪みについては、多角的に情報が捉えられるようになってきた[1,2,3]。しかしながら、もっとも重要である基板との格子不整合に起因する界面に垂直方向の歪みの空間分布については、定量的に観察することは困難であった。

一方、核磁気共鳴法 (NMR) [4]は、言わば物質に built-in された核スピンをプローブとするため、物質内部の微視的な情報を得る強力な手法である[5]。しかしながら、主に検出感度が不十分なことから、マイクロな歪みの分布を観察する手法として認識されていない。我々は、独自に組み上げた装置において超高感度化を実現することにより、これまで格子歪みが殆ど存在しないと信じられてきた GaAs 基板の上に積層された GaAs/AlGaAs 超格子において、歪みが存在すること、基板から十分離れた場所では歪みが完全に開放されていること、を明らかにした [6]。これを足がかりとして、Ga 核スピンをプローブとして GaN における歪みを検出することに着手した。

今回は、まず歪みが無いと考えられる粉末 GaN による結果を報告する。唯一と考えられる先行研究[7]では、「Ga 核スピンからの信号のスペクトル[下左図]により歪みを観測した」としている。

しかしながら、よりの確な条件によって慎重な実験を行った結果、この報告は不適切な測定方法による誤謬に過ぎないことが明らかとなった。実際、意図的に不適切な条件を用いると、先行研究と本質的に同様の結果を得た[下右図]。当日は、先行研究の問題点を明らかにした後に、適切な条件に基づく正しい実験結果を示し、詳細に議論する。

ごく最近、X線マイクロ回折を用いた3次元逆格子マップ解析により窒化物半導体の結晶構造が明らかとなりつつある[8]が、本手法は通常の実験室で簡便に測定できるという利点があり、歪みの分布を観察する有望な手法となりうる。

[1] T. Ota *et al.*, *Phys. Sta. Sol. (c)* **4**, 1759 (2007). [2] M. Kawamura *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **96**, 032102 (2010). [3] M. Ono *et al.*, *Appl. Phys. Lett.* **96**, 071907 (2010). [4] M. H. Levitt, *Spin Dynamics: Basics of Nuclear Magnetic Resonance*, John Wiley & Sons, Ltd (2008). [5] 川畑有郷, 安岡弘志, 「遍歴電子系の磁性と超伝導」裳華房(1992). [6] 西森ら, 第76回応物学会秋季学術講演会(名古屋国際会議場)14a-4D-6. [7] M. Corti *et al.*, *Phys. Rev. B* **67**, 064416 (2003). [8] 鎌田ら, 第63回応物学会春季学術講演会(東工大)招19a-H121-7.

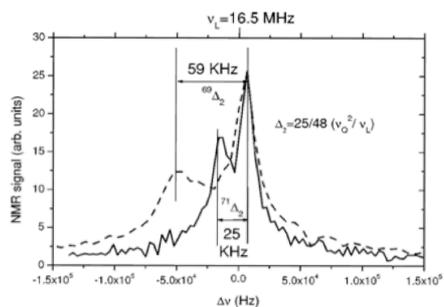


FIG. 1. Central line NMR spectra at 16.5 MHz for ⁷¹Ga (solid line) and for ⁶⁹Ga (dashed line), as obtained from Fourier transform of the half echo signal in powdered GaN.

