

GaN 自立基板における自発分極の直接観察

Spontaneous Polarization in GaN Substrate Directly Observed by Ga-NMR

新潟大自¹, 新潟大工², 阪大工³, 名大工⁴, 名大 IMaSS⁵

(M1) 草薨亮¹, (M1) 鈴木康平¹, ○佐々木進²,

森勇介^{3,5}, 久志本真希⁴, 天野浩⁵, 白石賢二⁵

Niigata Univ. Grad.¹, Niigata Univ. Eng.²,

Osaka Univ. Eng.³, Nagoya Univ. Eng.⁴, Nagoya Univ. IMaSS⁵

Ryo Kusanagi¹, Kohei Suzuki¹, °Susumu Sasaki², Yusuke Mori^{3,5},

Maki Kushimoto⁴, Hiroshi Amano⁵, Kenji Shiraishi⁵

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

GaN 結晶では、強いイオン結合に起因して自発分極が発生していると考えられており、その傍証も数多く報告されている。しかしながら、我々の知る限りでは、実験による直接観察は報告されていない。他方、核磁気共鳴法 Nuclear Magnetic Resonance (NMR) は、物質を構成する原子核をプローブとした分光法であるため、物質内部の電子状態を原子レベルで観察できる極めて強力な実験的手法である。実際、これまで物性の分野では Bardeen・Cooper・Schrieffer による超伝導の標準理論 (BCS 理論) の実験的検証[1]にはじまり、様々な磁性体や新規の超伝導体の物性解明[2]に寄与してきた。しかしながら、半導体に対しては、従来の超伝導体や磁性体に対する測定条件では信号を観測することが困難であると認識されており、世界的に見ても NMR の手法はほとんど試みられていない。他方、我々は、ゼロから独自に構築し、改良を重ねてきた NMR 測定システムを用い、超伝導体はもとより、半導体中の電子状態について、原子レベルで観測した様々な知見を報告してきた[3]。

今回、これまでの NMR 測定の経験を生かし、GaN 結晶中の自発分極を直接観察することに世界で初めて成功した。さらに自発分極の方向も、一連の実験により明らかにした。すなわち、

「自発分極は、c-GaN では c 面に垂直に、m-GaN では m 面に平行に生じている」

ことを実験で明らかにした。

講演では、まず「なぜ NMR で自発分極が直接観察できるのか」という基本原理を簡潔に述べたのち、今回の結果を詳細に報告する。

[1] J. Bardeen, L. N. Cooper, J. R. Schrieffer, *Phys.Rev.* **106**, 162 (1957); L. C. Hebel, C. P. Slichter, *Phys.Rev.* **113**, 1504 (1959).

[2] 川畑有郷, 安岡弘志, 「遍歴電子系の磁性と超伝導」裳華房 (1992)。

[3] 佐々木進「トピックス 超伝導フラーレン K₃C₆₀ の電子物性 --- 核磁気共鳴から見た常伝導・超伝導状態 --- 」固体物理 **33** (1998) 47 - 58.; 佐々木進, 伊藤公平「シリコン結晶中の核スピン量子コヒーレンス」固体物理<固体中の量子コヒーレンス制御>特集号 **38**, 801-808 (2003) ; S. Watanabe, S. Sasaki, S. Sato, N. Isogai, Y. Matsumoto; “Direct observation of local magnetic field generated by micromagnet,” *Appl. Phys. Lett.* **92** 253116. 1 - 253116. 3, (2008).