

理学研究科セミナー

放射光その場X線回折を用いた

窒化物半導体成長ダイナミクスに関する研究

本部棟201号室 6/5(木) 14:30-15:30

講師: 佐々木 拓生 先生

(量子科学技術研究開発機構 放射光科学研究センター)

我々は、窒化ガリウム (GaN) 成長表面の構造を原子レベルで直接観察することを通じて、窒化物半導体薄膜成長の基礎学理の構築と、薄膜結晶のさらなる高品質化を目指した成長技術の開発に取り組んでいる。特に、分子線エピタキシャル (MBE) 成長中のGaN表面は常に液体Gaによって覆われていることが、高品質な薄膜結晶が得られる条件として知られている。このため、液体GaがGaN表面に対してランダムに吸着しているのか、あるいは秩序を持って吸着しているのかは非常に興味深い問題である。これまでも液体GaがGaN表面に形成する構造について、実験的および第一原理計算に基づく多くの理論的研究[1]が行われてきたが、GaN成長中の表面構造を定量的に観察した報告はない。

我々は、SPRING-8のBL11XUに設置する表面X線回折装置[2]を使用し、表面に敏感な散乱として知られるCrystal Truncation Rod (CTR) 散乱を反射高速電子線回折 (RHEED) と同時にその場で測定するシステムを構築した。このシステムにより、液体GaがGaN表面上で秩序構造を形成していく様子をダイナミックに観察することに成功した[3]。

その結果、GaN(0001)表面上には、2原子層に相当するGa原子が特定の構造を形成していることが明らかになった。さらに、得られたCTR散乱強度に基づき、構造モデルを仮定してシミュレーションを行い、Gaの格子面間隔、被覆率、温度因子を定量的に求めた。これらにより、Ga吸着層が再表面においては内部よりも面内方向にランダムに分布していることが確認された。本講演では、GaN(0001)に加えて、GaN(000-1)におけるその場測定結果も報告し、液体GaがGaN表面上で形成する秩序構造を解析した結果を紹介する [4,5] 。

[1] 例えば、G. Koblmüller et al., Phys. Rev. B 69, 035325 (2004).

[2] 佐々木 拓生、高橋 正光、応用物理 87, 409-415 (2018).

[3] 佐々木 拓生、高橋 正光、特許出願2022-041838

[4] T. Sasaki et al., Appl. Phys. Express 17, 025502 (2024).

[5] T. Sasaki et al., Jpn. J. Appl. Phys. 63, 020901 (2024).

お問い合わせ先: 和達大樹 (大学院理学研究科) wadati@sci.u-hyogo.ac.jp