

X線トポグラフによる GaN 基板の欠陥評価

Evaluation of Crystal Defects in GaN by X-ray topography

日鉄住金テクノロジー ○中居 克彦, 永井 哲也, 野網 健悟, 佐々木 雅之, 二木 登史郎
 NIPPON STEEL & SUMIKIN Technology, ○Katsuhiko Nakai, Tetsuya Nagai, Kengo Noami,
 Masayuki Sasaki, Toshiro Futagi
 E-mail: nakai-katsuhiko@nsst.jp

はじめに

GaN は次世代のパワーデバイス用基板として用途の拡大が期待されており、デバイス特性を劣化させる結晶欠陥の低減が望まれている。結晶欠陥密度の低減が進むにつれて、試料全面に渡る結晶欠陥のマッピング評価が重要となる。我々は、マッピング手法である X 線トポグラフ、更に選択エッチングや TEM 等の手法を用いて、パワーデバイス用基板である Si[1]や SiC[2]、Ga₂O₃[3]の結晶欠陥評価を行ってきた。今回、本手法を用いて GaN 基板の結晶欠陥評価を行った。

試料

- (a) GaN: (0001)面 10mm 角 厚み 386um
- (b) GaN: (0001)面 10mm 角 厚み 342um
- (c) GaAs(リファレンス): (100)面 2 インチ 厚み 350um

評価方法

- (1) 透過/反射 X 線トポグラフ: 装置 Rigaku XRT-300 / Bede Scientific Instruments Bedescan
- (2) 選択エッチング(GaN のみ): 溶解 KOH エッチング、SEM 観察
- (3) TEM 観察: 装置 日本電子 JEM-2100F

評価結果

各試料の透過 X 線トポグラフ像を図に示す。エッチピットから算出された転位密度と、 μt の値も併記する(μ は X 線の線吸収係数、 t は結晶厚み)。

転位密度が $1E6/cm^2$ 台の GaN(a)は透過 X 線強度が弱いのにに対して、 μt は同等であるが転位密度が $1E5/cm^2$ 台の GaN(b)は透過 X 線強度が比較的強く、試料内部の結晶欠陥分布を反映したトポグラフ像を得ることができた。

リファレンスの GaAs(c)も透過 X 線強度が強く、転位像が黒いコントラストとして確認された。

考察

$\mu t \sim 10$ 程度と X 線の吸収が非常に大きな結晶においても、動力学的回折効果が現れる完全結晶であれば、透過 X 線強度が異常に増加する事が知られている(ボルマン効果による異常透過)[4]。すなわち、完全結晶の領域が多ければ、異常透過が起こって透過 X 線トポグラフ観察が可能となる。

GaAs の場合、転位密度が少ないため完全結晶に相当する領域が多く、異常透過が起こって明確な透過 X 線トポグラフが得られたと解釈できる。転位の部分は異常透過が起こらないため、転位像は黒いコントラストとして現れることになる。

GaN の場合、(b)の様に転位密度が $1E5/cm^2$ 台まで下がる事によって、異常透過が起こって透過 X 線トポグラフ観察が可能になったと解釈できる。

なお、当日は GaN 中の転位の TEM 観察結果も報告する。

- [1] 第 61 回応用物理学会春季学術講演会 19a-PG5-4 (2014)
- [2] 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 18a-A17-7 (2014)
- [3] 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会 19p-A12-10 (2014)
- [4] X 線回折技術、東京大学出版会

