

単結晶サファイアの各種製法による結晶性と基板の評価

(株)信光社 天田美穂 福士大吾 望月圭介
神奈川県産業技術総合研究所 金子智 秋山賢輔

1. はじめに

単結晶サファイアは GaN などの半導体薄膜用基板や、耐熱・高強度用途など工業的に広く利用されている材料である。特に基板の結晶性は、成長させる薄膜の構造や薄膜デバイスの性能を左右する重要な要素のひとつである。高品質な単結晶サファイアの代表的な育成法には、Czochralski 法（以下 Cz 法）、熱交換法（以下 HEM）および Kyropoulos 法がある。これらの育成法の異なるサファイアについて、X 線ロックンクカーブ測定、エッチピット密度（EPD）測定、X 線トポグラフを用いて結晶性を評価した。

2. 育成法の異なる結晶の評価

2 インチ・面方位（0001）のサファイア基板について X 線ロックンクカーブ測定を行った。測定は神奈川県産業技術総合研究所で Ge（440）4 結晶法により測定した。図 1 にロックンクカーブのプロファイルを示す。図 1 より、半値幅はそれぞれ、Cz：4.4 - 5.8 sec、HEM：5.5 - 11.7 sec および Kyropoulos：3.6 - 3.8 sec であった。いずれの結晶も半値幅が 12sec 以下であることから、結晶性が良いといえる。

次に、同サイズのサファイアの EPD 測定を行った。この測定法もロックンクカーブと同じく、結晶性評価の手法として一般的に使用されている。試料を 300 の KOH で 20 分エッチングし、エッチングパターンの観察および EPD の測定を行った。測定結果は、Cz：0.9 - 1.2 × 10⁵ cm⁻²、HEM：1.9 - 2.7 × 10³ cm⁻² および Kyropoulos：10⁰ - 10² cm⁻² であった。Kyropoulos 法で育成したサファイアが最もピットが少なく、上記 3 種類のなかでは最も結晶性が良かった。

さらに、Spring 8 で撮影したラウエ X 線トポグラフ写真を図 2 に示す。ラウエ X 線トポグラフとは、ビーム径が、5 × 8 mm の白色 X 線を使用し、ラウエ回折したビームをトポグラフ像として撮影する方法で、これにより結晶の転位分布などの観察ができる。図 2 のそれぞれの像を比較すると、Kyropoulos 法で育成したサファイアが最も転位密度が低く、上記ロックンクカーブ、EPD 測定の結果と一致する。

3. むすび

上記の結果から、Kyropoulos 法で育成したサファイアの結晶性が良いことが示された。したがって、半導体薄膜用基板のような結晶性を重視する用途では、上記 3 種類のなかでは Kyropoulos 法で育成したサファイアが最適といえる。また、Cz 法および HEM で育成したサファイアであっても、一般的に使用される他の酸化単結晶材料と比較して優れた結晶性を示しており、基板としては十分な品質であることがわかった。

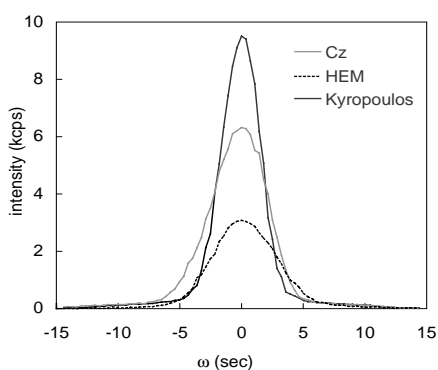


図 1. X 線ロックンクカーブ

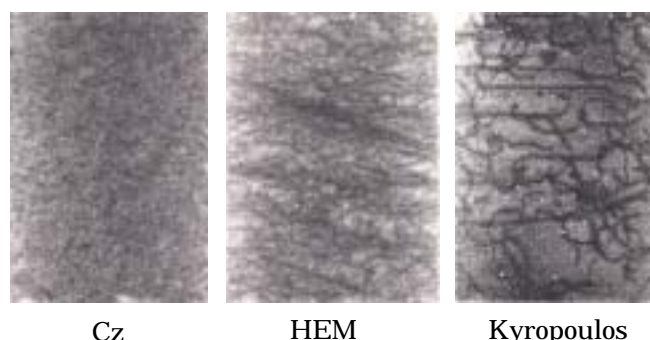


図 2. ラウエ X 線トポグラフ像