

どんな問題に取り組むのか？

Motivation

窒化物半導体結晶は転位などの結晶欠陥が多いため、結晶の表面やヘテロ界面の平坦性が悪いという問題がありました。特に、ヘテロ界面の平坦性が悪いと、窒化物半導体を用いた発光デバイスや電子デバイスの性能が低下してしまいます。本研究では、原子スケールで平坦な窒化ガリウム(GaN)の結晶面を作製し、さらに、新機能デバイスを実現することを目指します。

得られた結果はどう新しいのか

Originality

低欠陥の高品質GaN基板を用い、さらに、転位が全くない領域に選択的にGaN薄膜の成長を行いました。その結果、大きさ16ミクロンのGaNステップフリー成長表面を得ることができました。これは、窒化物半導体のステップフリー面に関する初めての報告となります。

この研究が成功した場合のインパクトは？

Impact

1分子層の揺らぎもない完璧な界面を持つヘテロ構造や量子井戸を実現することができます。その結果として、サブバンドデバイスの性能を飛躍的に向上したり、単色性の優れた発光ダイオードを集積したフルカラーディスプレイの作製したりすることが可能となります。さらに、窒化物半導体の成長機構解明という基礎研究にも貢献できます。

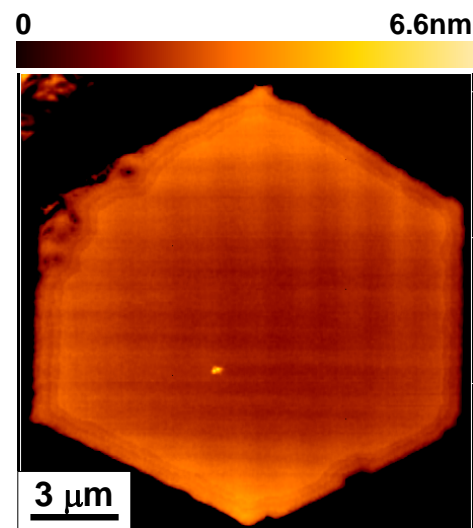


図1 大きさ16ミクロンの窒化ガリウム・ステップフリー成長表面

大きさが16ミクロンの正六角形の領域に窒化ガリウムのステップフリー面を形成しました。ステップフリー面は、1分子層の段差も存在しない究極的に滑らかな面のことであり、窒化物半導体では初めての成果です。ちなみに、この正六角形を東京ドームの大きさに拡大しても、1分子層は500円硬貨2枚分の厚みにしか相当しません。

ステップフリー面は、六角形の領域に結晶欠陥である螺旋転位が1本も存在しない場合に形成されます。

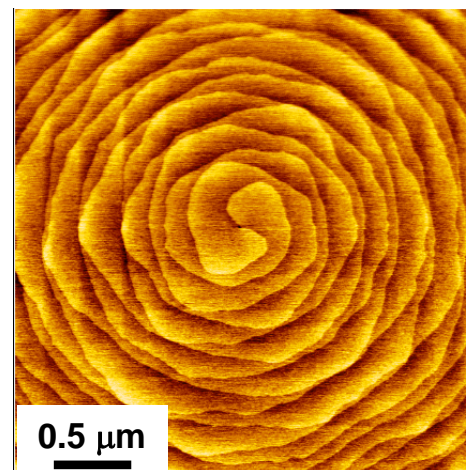


図2 螺旋転位がある領域に観察されたスパイラル(渦巻き)成長

一方、六角形の領域に螺旋転位が1本でも存在すると、ステップフリー面は実現されません。螺旋転位があると、それを中心としてスパイラル(渦巻き)成長が起こります。GaNでは1分子層の高さの2重スパイラルが観察されました。

スパイラル成長の分子層ステップを解析することにより、結晶成長における最も重要なパラメータである過飽和度を計算することができます。本研究では、窒化物半導体のステップフリー成長やスパイラル成長機構の解明も行いました。