

窒化ガリウム・ステップフリー面の成長機構 ～原子レベルで平坦な表面の形成のしくみを探る～



SCIENCE PLAZA 2010

Motivation どんな問題に取り組むのか？

結晶の成長様式には核成長や螺旋成長モードがあることが知られており、一般的な結晶成長ではこれら二つの成長モードが混在しています。本研究では、純粋な核成長や螺旋成長モードを実現することにより、結晶の成長機構を実験的に明らかにすることを目指します。

Originality 得られた結果はどう新しいのか？

窒化ガリウム(GaN)基板を用いてGaN薄膜の選択成長を行いました。その結果、ステップフリー面を実現したり、核成長と螺旋成長モードをコントロールしたりすることが出来ました。また、過飽和度を測定し、核成長および螺旋成長速度の過飽和度依存性が、結晶成長理論とよく一致することを明らかにしました。

Impact この研究が成功した場合のインパクトは？

結晶成長学に貢献できるだけでなく、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を作製したりすることが可能となります。

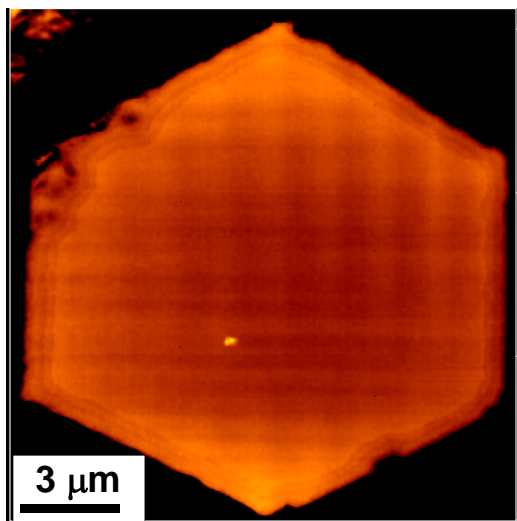


図1 核成長によるステップフリー面

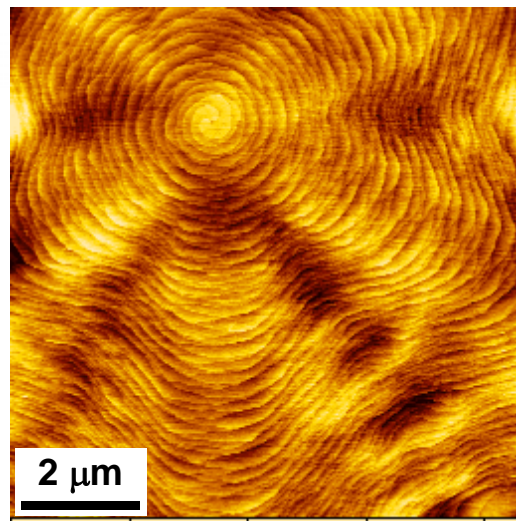


図2 螺旋成長による成長スパイラル

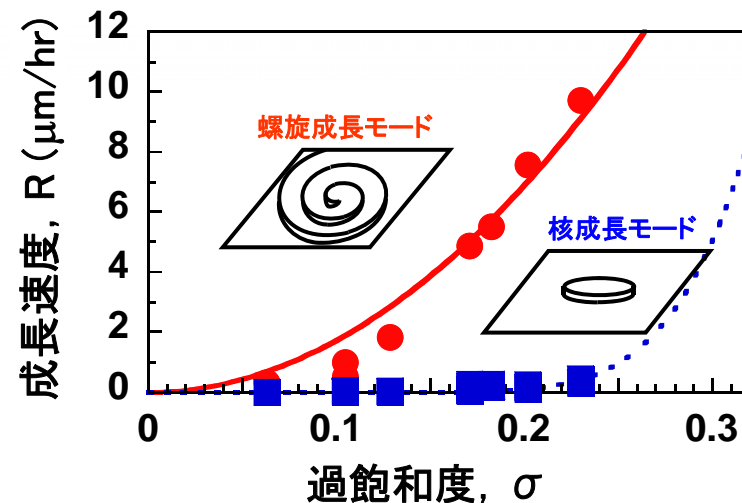


図3 螺旋成長および核成長速度の過飽和度依存性

結晶欠陥の一種である螺旋転位の密度が低いGaN基板を用いて、GaN薄膜の選択成長を行いました。その結果、螺旋転位がない領域には、核成長によりステップフリー面が形成されました(図1)。一方、螺旋転位がある領域には、螺旋成長により成長スパイラルが形成されました(図2)。本手法により、同一の基板上に、純粋な核成長と螺旋成長モードを実現できました。

成長スパイラルのステップ間隔から成長駆動力である過飽和度を求めることが可能です。図3は、螺旋成長および核成長速度の過飽和度依存性を測定した結果です。螺旋成長速度が2次関数的に上昇する一方で、核成長速度は非常に低い値を持つことが分かり、結晶成長理論を実験的に検証することができました。