

究極に薄い量子井戸からの紫色発光 ～原子レベルで平坦なGaN/InN/GaNで実現した極狭線発光～



SCIENCE PLAZA 2012

Motivation どんな問題に取り組むのか?

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。結晶欠陥を低減し、急峻な界面を有するヘテロ構造が作製できれば、これまでにはなかった、全可視光域をカバーする発光ダイオード(LED)が窒化物半導体を用いて実現すると期待されます。本研究では、そのようなLEDの実現を目指します。

Originality 得られた結果はどう新しいのか?

従来、可視光LEDの発光層としては窒化物半導体の一種であるInGaNが用いられていましたが、発光波長が長くなるほど結晶品質等が悪くなり、発光効率が低下するという問題がありました。本研究では、結晶欠陥が少なく急峻な界面(*step-free*界面)を有するInN量子井戸という新しい発光層を作製しました。その結果、光励起によって、現在のところ、最も狭い線幅の紫色の発光を得ることができました。

Impact この研究が成功した場合のインパクトは?

step-free InN量子井戸の膜厚制御による、緑色や赤色の狭線発光が期待できます。さらに、*step-free* InN量子井戸による三原色(赤緑青)LEDをモノリシックに集積することで、フルカラー発光素子を毒性のない窒化物半導体のみで実現できると期待されます。また、結晶欠陥が少なく急峻な界面を有する理想的な発光層を用いて、未だ完全解明されていない発光機構に関する基礎研究的な知見も得られると期待されます。

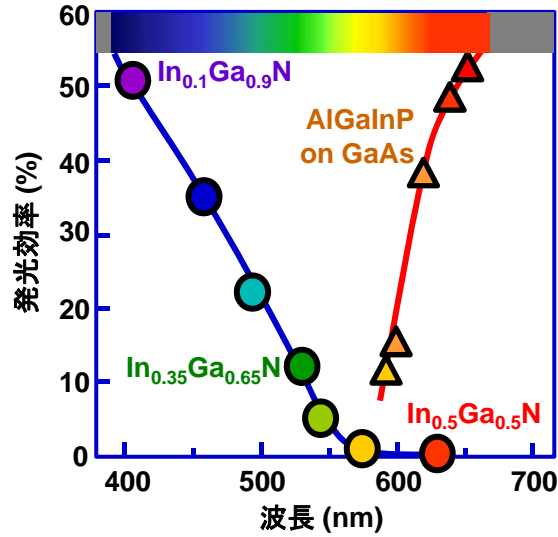


図1 従来のLEDの発光効率

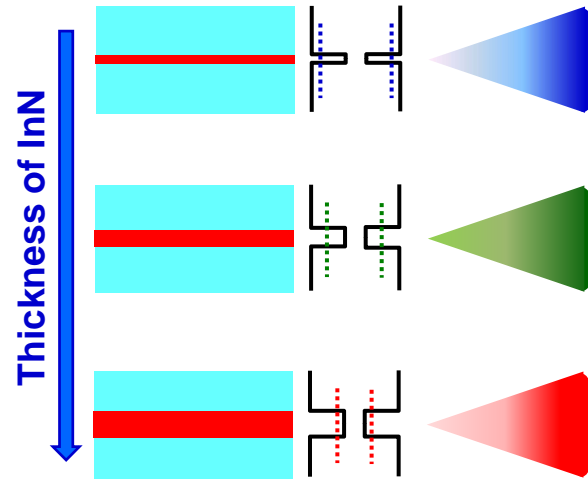


図2 InN量子井戸の膜厚による発光波長制御

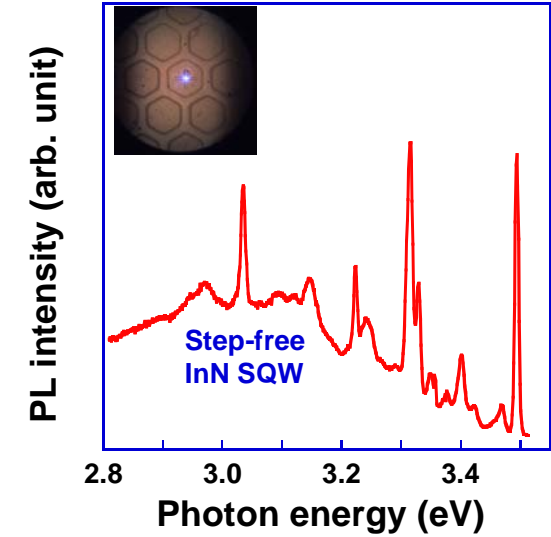


図3 Step-free InN量子井戸の狭線発光

LEDの発光層として、青や緑色にはInGaNが、赤色にはGaAs系の半導体を用いられてきました。InGaNのIn組成を増やして赤色発光を得られれば、毒性のない材料のみで三原色発光が実現できて理想的ですが、良質なInGaN発光層を作製しにくいという問題がありました。

本研究では、InGaNよりも原理的に高品質の結晶が得られると考えられるInNに着目しました。厚いInN自体の発光波長は近赤外にあります、原子層レベルで平坦な界面(*step-free*面)を有する超薄膜とすることにより、量子サイズ効果による赤色や緑色などの可視域の狭線発光が期待できます。

厚さがわずか1分子層(0.3nm)で、*step-free*界面を有するInN発光層を実現しました。この発光層は量子サイズ効果により紫色の狭線発光(フォトルミネッセンス)を示しました。今後、InN発光層の厚さを2および3分子層とすることで、緑色や赤色の狭線発光を目指します。