

研究テーマ

半導体量子構造の結晶成長制御



小林 直樹  
Naoki KOBAYASHI

研究概要

ワイドギャップ半導体の量子半導体結晶の成長制御を中心に研究

当研究室は、2003年に発足し、量子半導体結晶を主な研究テーマにしている。

半導体とは、電気をよく通す金属と絶縁体の中間の性質をもつ物体であり、半導体のなかには、電流を通すとそれを光に変える働きをもっているものもある。

量子半導体結晶とは、量子井

戸、量子ドット、ナノ結晶粒子などの微小結晶のことであり、量子力学で支配される優れた特性をもつ半導体結晶のことである。現在すでに2次元電子トランジスタや半導体レーザーなどのデバイスに利用され、高度情報化社会を支える基盤技術となっている。

効率よく電子を光に変換するためには、半導体中で、電子を長寿命によく通すことが必要であり、それができるのが「良質の半導体結晶」である。そのためには結晶面を平坦かつ滑らかに育成する必要があり。特に量子半導体結晶の場合は、そうした結晶面が滑らかな「良質の半導体結晶」を完璧に作製することが要求される。

その理由は、ナノメートル領域

の量子構造では、その特性が量子力学によって支配されており、この微細領域で起こる量子現象が構造の形や大きさに、非常に敏感になるからである。

当研究室では、右記のような優れた量子半導体結晶を作製するために、有機金属を用いる化学的な結晶成長の手法をとっている。現在、光・電子デバイス材料として注目されている窒化物半導体や、二酸化チタン、酸化亜鉛などのワイドギャップ半導体(電流を可視光や紫外線に変換することのできる半導体)を中心に研究を行っている。すなわち、これらの半導体の量子構造を化学的な結晶成長の手法で作製し、この結晶成長過程を制御することで、ひいては量子

構造の高精度制御を目指している。

最終的には、結晶面が原子オーダーで平滑で、量子構造の形や大きさが設計通りに厳密に決まった半導体結晶を作製することを目標としている。

量子構造の高精度制御は、ガリウム砒素やインジウム砒素系半導体では一部解決されているが、ワイドギャップ半導体材料では未解決の問題が数多く存在している。特に、正孔の多いP型の半導体を作るのが難しく、そのためには基板上の結晶作製過程を完全に制御する技術が不可欠となる。ところが、ガリウム砒素半導体では、ガリウム砒素基板上にガリウム砒素の結晶を成長させればよいが、

アドバンテージ

半導体研究は電子工学の分野でも広く行われているが、結晶を研

究する当研究室は、化学研究の要素もあり、また量子力学現象領域を扱うために物理学研究の要素もある。このように電子工学、化学、物理学の3分野にまたがるような研究を手がけているのが、当研究室の特徴といえる。

期待できると考えている。

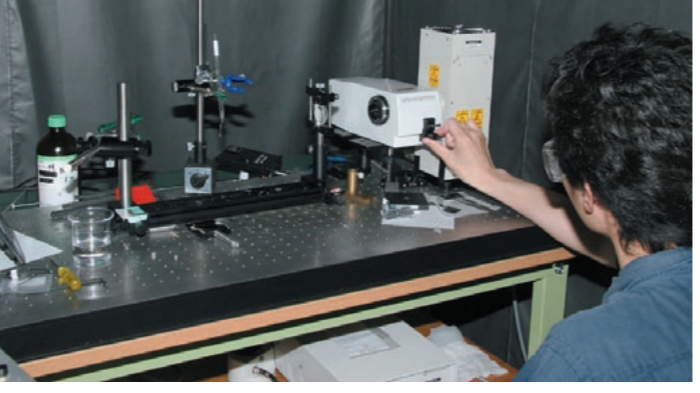
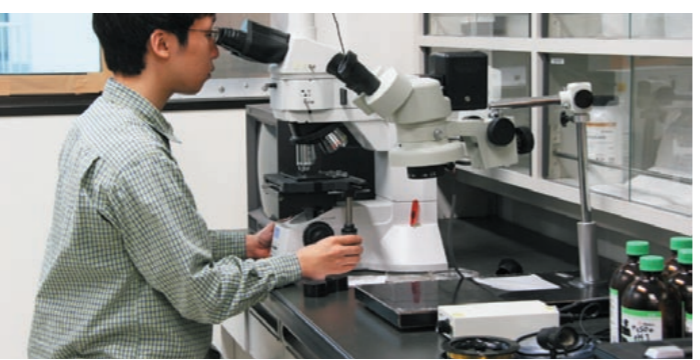
今後の展開

効率のよい紫外線LEDの開発、より精密な量子ドット作製

当研究室が対象としているガリウム砒素などのワイドギャップ半導体は、電流を可視光や紫外線に変換するので、現在青色ダイオード以降世界的に注目されている研究テーマ「効率のよい紫外線LEDの開発」にも欠かせない研究である。紫外線LEDの開発がさらに発展すれば、将来、家庭用の蛍光灯を半導体で置き換えることも可能と言われており、消費電力が

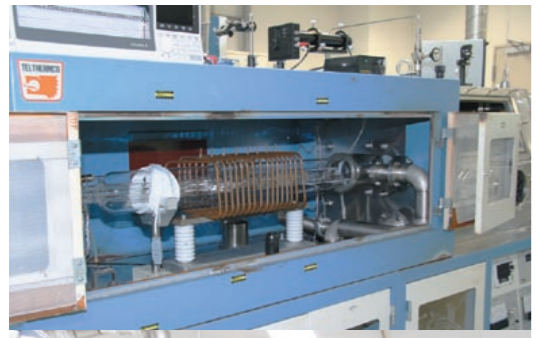
少なく寿命の長い新しい照明器具の開発など、広範な分野への利用が期待されている。

また、ナノ領域での結晶成長機構が今まで以上に解明され、その過程を完全に制御する技術が確立されれば、量子ドット、量子井戸など、より精密な結晶の大きさ・位置・間隔の制御が必要とされる分野に活用が可能となる。



また最近の研究成果では、可視光で水を効率よく分解し水素を製造するための基礎研究を開始し、表面ナノ構造をもつインジウム・ガリウム砒素半導体光電極を用いて、実際に水素が発生することが確認できた。将来、さらに低コスト、高効率で水素を得ることができるとなれば、クリーンなエネルギー供給源としての可能性が

ははじめ、これから新たに生まれてくるであろう新しい量子力学の応用技術やその製品化を支える基幹技術となる大きな可能性を秘めているのである。



キーワード

エピタキシャル成長、化合物半導体、ワイドギャップ半導体、量子構造、量子半導体結晶、量子井戸、量子ドット、ガリウム砒素半導体

所属	電気通信学部 量子・物質工学科
メンバー	小林 直樹 教授、佐野 達司 助教
所属学会	応用物理学会、表面科学会
E-mail	naoki@pc.uec.ac.jp
研究設備	結晶成長装置