

- 光通信用新素材半導体量子ドットレーザの室温発振に世界で初めて成功  
～国際シンポジウム「量子ドットとフォトニック結晶2003」にて発表予定～
- 平成15年11月11日

独立行政法人通信総合研究所(理事長:飯田尚志。以下、CRL。)は、光通信波長帯(1.3ミクロン帯)で動作するアンチモン系半導体量子ドットによるレーザダイオードを作製し、その室温発振に世界で初めて成功しました。このレーザはCRLで開発した高品質のアンチモン系半導体結晶により、実現したものです。これにより、高性能な光通信用半導体レーザを安価に作製できる可能性を示す事ができました。

## <背景>

半導体量子ドットを用いるレーザは、低消費電力や温度特性などにおいて従来の半導体レーザの性能を凌駕することが理論予測されており、将来の大容量通信網を構成するキーデバイスとして期待されています。

従来技術では、光通信波長帯である1.3?1.55ミクロンで発振するレーザは高価なInP(インジウム燐)基板の上に作製されます。低価格で高性能なレーザを実現するために、より安価なGaAs(ガリウム砒素)基板を使用する必要があります。従来の研究においては、GaAs基盤上に量子ドットをつくる材料として、InAs(インジウムヒ素)を使用していますが、発振波長が約1ミクロンになってしまうため、光通信波長帯での動作が困難でした。この原因は、InAs量子ドットに加わる格子歪みによって、InAs材料の特徴が変質するためです。CRLではアンチモンという材料をレーザ構造の中に取り入れることによって、InAs量子ドットの特性を改善する試みを続けていました。

## <今回の成果>

CRLが今回、室温発振の動作実証に成功したアンチモン系半導体量子ドットレーザは、アンチモンの化合物であるGaAsSb(ガリウム砒素アンチモン)を使ってInAs量子ドットをカバーすることにより、格子歪みを軽減して発振波長を長波長化しています。従来はInGaAs(インジウム・ガリウム・砒素)を用いて量子ドットをカバーしていましたが、CRLの研究によってGaAsSbが量子ドットの中に電子をより効率良く閉じ込めることができる材料であることを明らかにしました。その結果、室温による光通信波長帯でのレーザ発振を可能としました。

そのアンチモン系半導体結晶成長技術を応用する別の試みとして、アンチモンそのもので量子ドットを作製することにも成功しました。InGaSb(インジウム・ガリウム・アンチモン)量子ドットを作製すると、格子歪みを軽減する必要がないため容易な結晶成長方法で光通信波長帯動作が可能であることがわかりました。またレーザ構造を作製し、1.3ミクロン以上の長波長で室温連続発振することを確認しました。

今回の成果によって、アンチモンという新しい材料が、InAs量子ドット半導体レーザの特性改善に有効であり、またアンチモンそのものを量子ドットに使うことによって容易な結晶成長方法で長波長動作する量子ドットレーザの作製が可能であることを示しました。光通信波長帯で動作する高性能レーザが安価に作製される可能性を示したと考えています。

## <今後>

今回室温発振に成功したアンチモン系半導体量子ドットレーザは従来にない特長を有しており、従来の半導体レーザの性能を凌駕できる可能性を持っています。今後は、結晶成長技術の改善による更に良質な結晶の作製、およびレーザ構造の最適化によって、レーザ特性の向上を目指します。また更なる長波長化によって波長1.5ミクロンのレーザ発振を世界で初めて実現させることを目指していきます。

なお本成果については、11月17,18日に東京(東京大学駒場キャンパス)で開催される国際シンポジウム「量子ドットとフォトニック結晶2003」にて発表する予定です。

## <連絡先>

通信総合研究所 基礎先端部門  
光エレクトロニクスグループ  
赤羽 浩一・山本 直克  
TEL:042-327-6804、7453  
FAX:042-327-6941

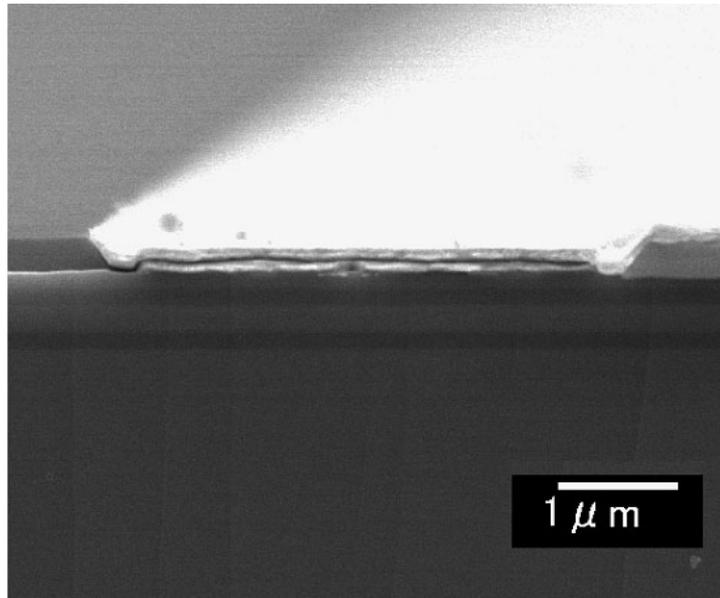


図1 作製したアンチモン系半導体量子ドットレーザの顕微鏡写真

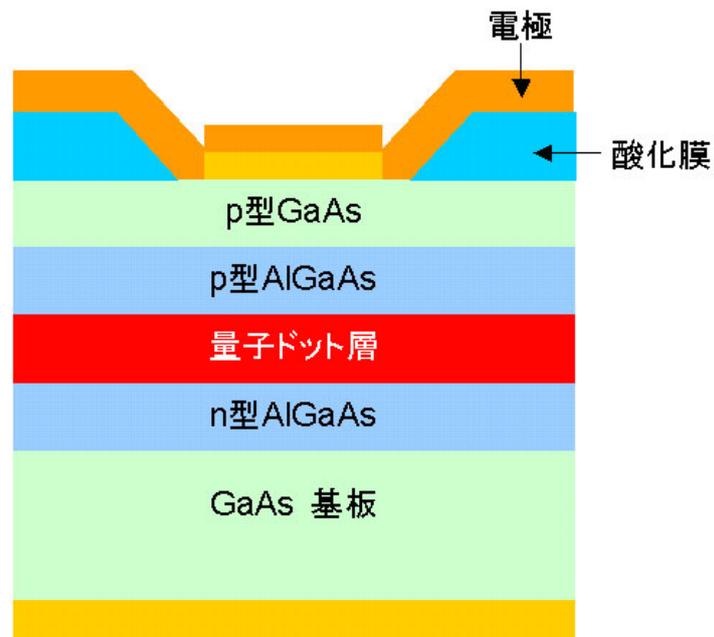


図2 レーザの断面図。量子ドットのある層をGaAs層で挟み、更に電極を着けている。

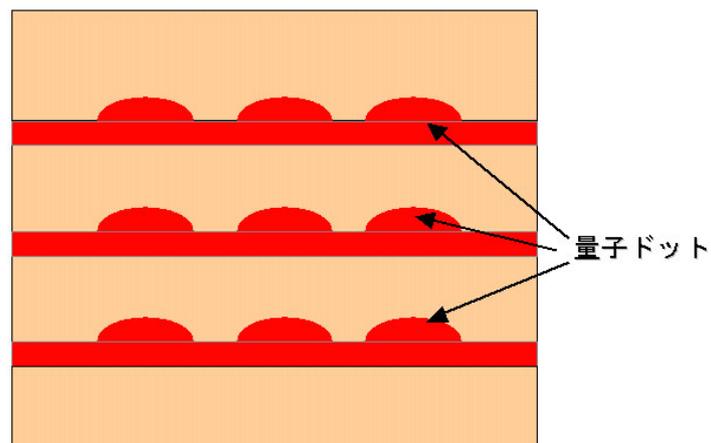


図3: 量子ドット層の概略図。積層された量子ドットが入っている。

## <用語解説>

### **量子ドット:**

直径が数ナノメートルから数十ナノメートル程度の人工的な微小半導体構造。ここに閉じ込められた電子は量子ドットの大きさによって性質が変わるので、人工的に電子の特徴を制御できる。

### **アンチモン(Sb):**

原子番号51の元素。

### **格子歪み:**

異なる材料が接合したとき、分子の大きさが異なるために生じる圧縮および引っばりの力。