

- 光通信波長帯アンチモン系半導体量子ドット面発光レーザーの室温発振に世界で初めて成功
- 平成16年5月21日

独立行政法人情報通信研究機構(以下、NICT。理事長:長尾 真)は、光通信波長帯で動作するアンチモン系半導体量子ドットによる面発光レーザーダイオード(以下、面発光レーザーという。)の室温発振に世界で初めて成功しました。この面発光レーザーはNICTの光デバイス技術センターで開発した高品質の半導体結晶により実現したものです。

<背景>

半導体表面から垂直に光を発する面発光レーザーは、低消費電力動作でかつシンプルな製作工程が特長であり、多数の研究機関において実用化に向けた研究開発が進められています。既に可視光領域から900ナノメートル周辺の波長域では実用化になっています。しかし、光通信波長帯である1.3~1.55ミクロンにおいてはまだ研究段階でした。

NICTの光エレクトロニクスグループでは、低価格で高性能なレーザーを実現するために、より安価なGaAs(ガリウム砒素)基板の上に光通信波長帯で動作する量子ドットレーザーの研究開発を進めていました。そして昨年、アンチモンという従来あまり使われていない材料を利用することで、ストライプ型レーザーにおいて1.3ミクロン帯の室温連続発振に成功しました。GaAs基板上で長波長発光する材料を作成することは困難でしたが、アンチモン化合物の量子ドットを用いることでこの問題を解決しました。その後、このアンチモンを用いる1.3ミクロン帯量子ドットレーザーの成果を面発光レーザーに適應する試みを続けていました。

<今回の成果>

NICT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面発光レーザーは、アンチモンの化合物であるInGaSb(インジウム・ガリウム・アンチモン)を使って量子ドットを作製しており、この量子ドットの部分が1.3ミクロン帯の発光に寄与します。

GaAs基板上に作製しているので、面発光レーザーに不可欠な多層膜反射ミラーをGaAsとAlAs(アルミ砒素)の多層膜を用いて容易に作製することができます。電流注入により、作製した面発光レーザーが室温連続発振したことを確認し、その波長は1.34ミクロンを得ました。この発振波長は通信波長帯の面発光レーザーとしては最も長波長なものです。

今回の成果によって、従来あまり利用されなかったアンチモンという材料が、面発光レーザーの長波長化に有効であることを示しました。また容易な結晶成長方法であるため製造コストの低減にも有効であると考えています。光通信波長帯で動作する面発光レーザーが安価に作製される可能性を示したと考えています。

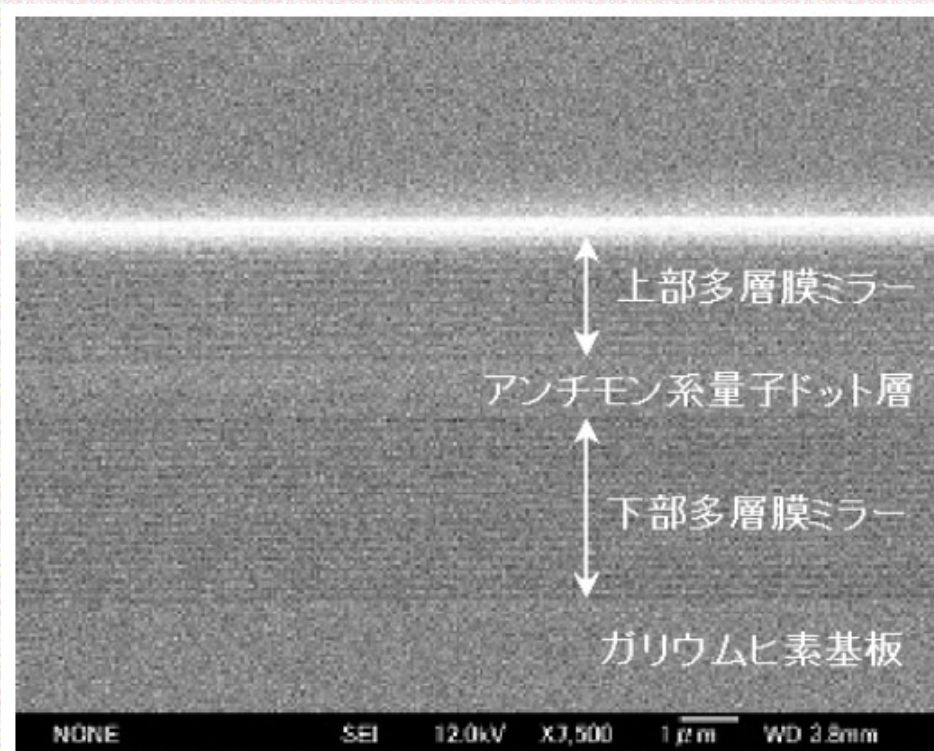
<今後>

今回、開発に成功したアンチモン系半導体量子ドット面発光レーザーは、従来にない特長を有しているため、半導体レーザーの従来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、およびレーザー構造の最適化によって、レーザー特性の向上を目指します。また更なる長波長化によって世界初の波長1.5ミクロンのレーザー発振を目指します。

なお、本成果については、5月31日から鹿児島で開催される第16回インジウム燐および関連材料に関する国際会議、並びに6月3、4日に東京で開催されるNICT第1回研究発表会において発表する予定です。

<問い合わせ先>
総務部広報室
柳光(リュウコウ)広文
大野由樹子
Tel:042-327-5392
Fax:042-327-7587

<研究内容に関する問合せ先> 基礎先端部門
光エレクトロニクスグループ
山本 直克
Tel:042-327-7453
Fax:042-327-6941



断面図の電子顕微鏡写真

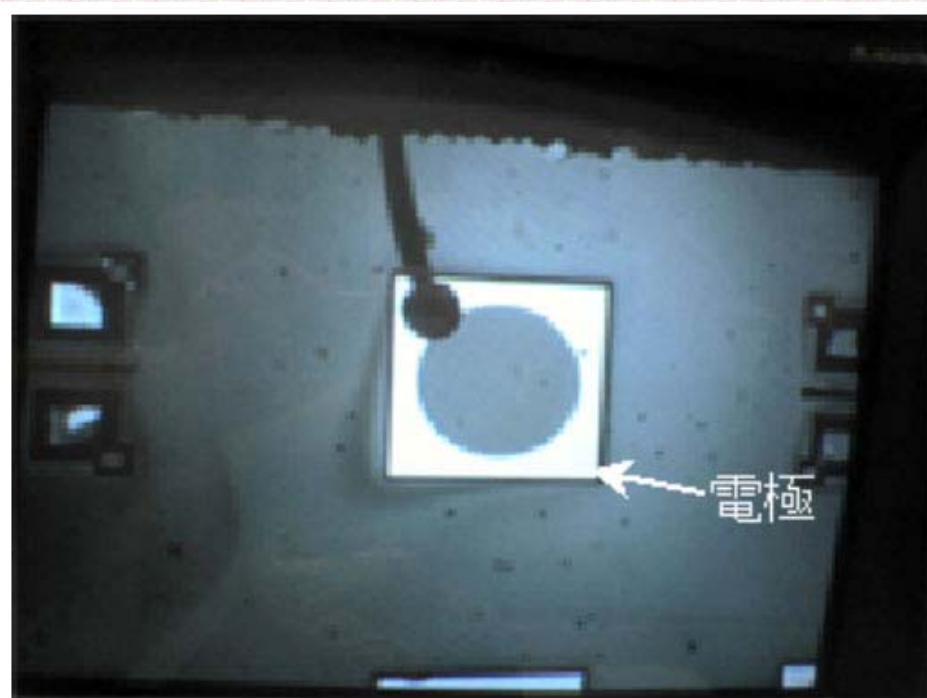


図1 作製したアンチモン系半導体量子ドット面発光レーザの顕微鏡写真

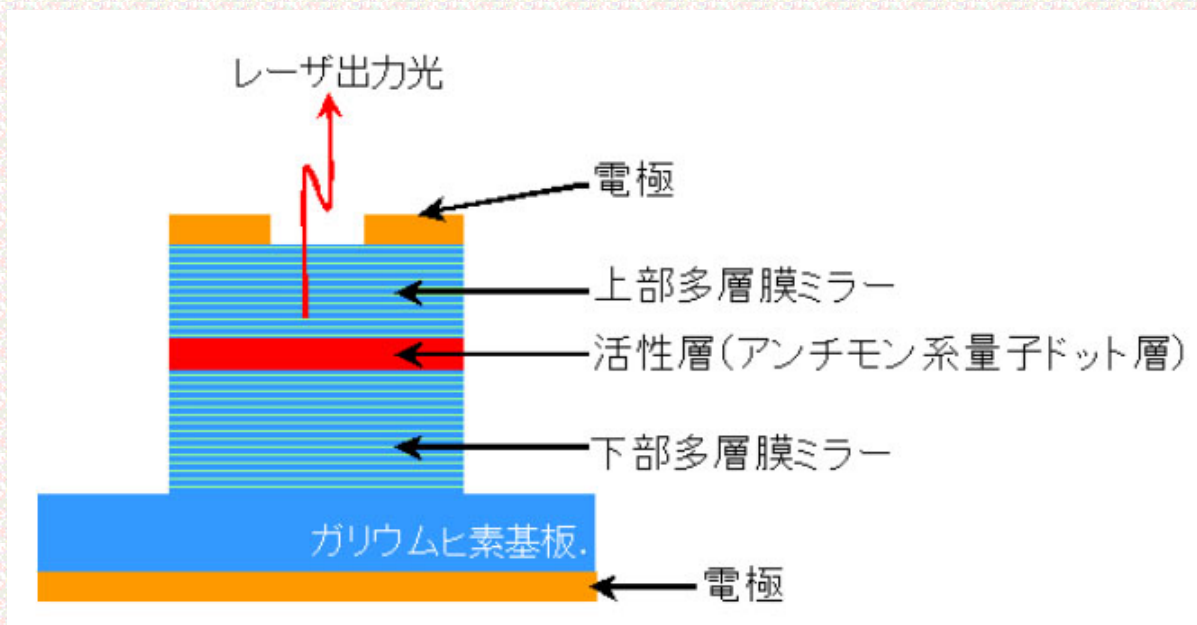


図2 本研究の面発光レーザーの基本構造。量子ドットのある層をGaAs/AlGaAs多層膜ミラーで挟み、更に電極を着けている。

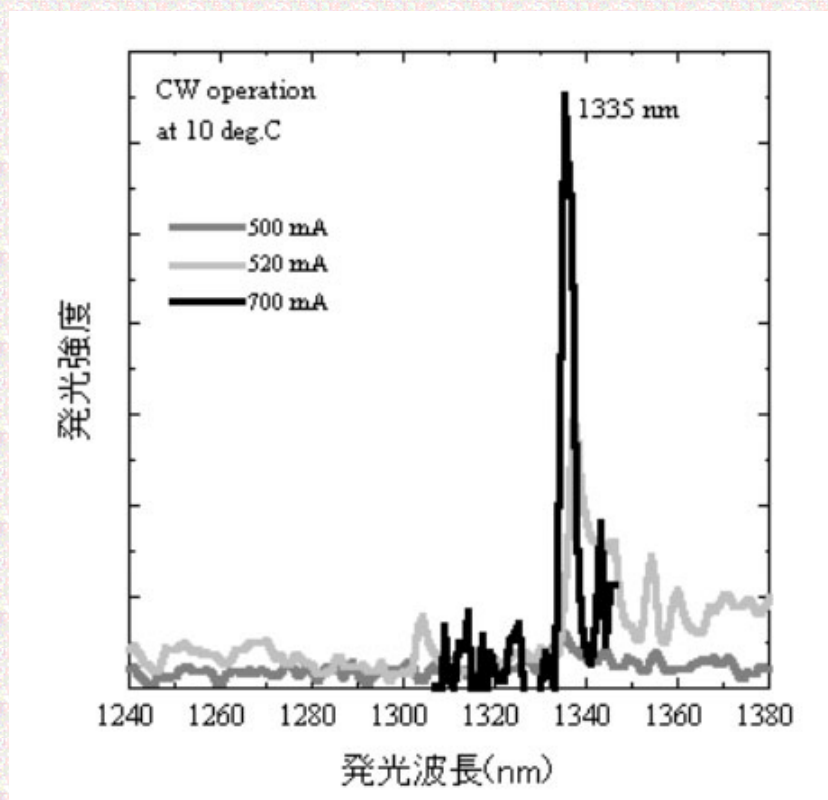


図3 発振スペクトル図。波長1335nm(約1.34ミクロン)にピークが見える。

面発光レーザー

半導体表面から垂直に光を放射する構造のレーザー。従来のレーザーは基板の側面から光を放射するので、レーザー作製の工程において基板を数百マイクロンの幅でへき開する(割る)必要がある。面発光レーザーはこの小さく割る工程が不要なのでよりシンプルな製作工程となる。

多層膜反射ミラー

光を基板から垂直に取り出すために、発光部分の上下を挟んで共振器を構成するミラー。異なるふたつの薄膜材料の周期構造にすることにより反射率が向上できる。

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。レーザーの発光部分に量子ドットを入れると低消費電力化や発光波長の揺らぎが低減できることなどが理論予測されている。

アンチモン(Sb): 原子番号51の元素。