

図1. 波長変換素子のための半導体多層膜三結合共振器構造

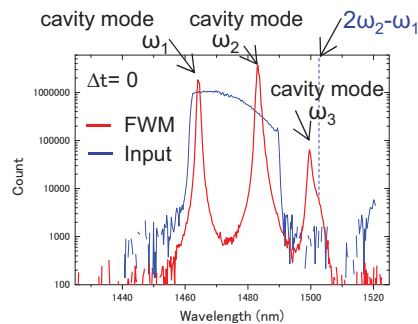


図2. 四光波子混合信号と入力光のスペクトル

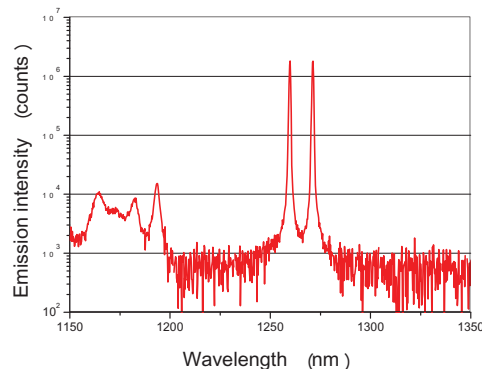


図3. 結合共振器構造における光励起による二波長発光スペクトル

通信波長帯で動作する新しい面型超高速波長変換素子を提案し、その基礎特性評価を進めています。GaAs/AlAs多層膜微小光共振器を組み合わせた三結合共振器構造(図1)を用いて内部の光電場強度を高め、四光波混合過程を利用して効率の高い波長変換を行う素子です。これまでに1.5μm帯における所望の波長変換信号を確認しました。(図2) 一方、InAs量子ドットは通信波長帯で大きな非線形光学効果を持ち、半導体多層膜共振器構造と組み合わせて1psという超高速応答が得られることをこれまでに検証してきました。この量子ドットを利用することにより、さらに大きな波長変換信号を得るための素子構造の開発を進めています。

また、未開拓周波数帯の電磁波であるテラヘルツ波を簡易に発生するため、室温で電流注入で動作する半導体素子の開発にも取り組んでいます。結合共振器構造による二波長発光とその差周波発生を利用する素子ですが、高効率な差周波発生のための適正な構造探索と高強度な二波長発光の実現のための二波長面発光レーザの作製を進めています。これまでにInAs量子ドットを活性媒質とした結合共振器構造において光励起による二波長発光を観測しています。(図3)

これらの研究を本講座スタッフと共同で実施しています。

分野: 光工学・光量子科学

専門: 光エレクトロニクス・半導体工学・光物性

E-mail: t.isu@frc.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7670>

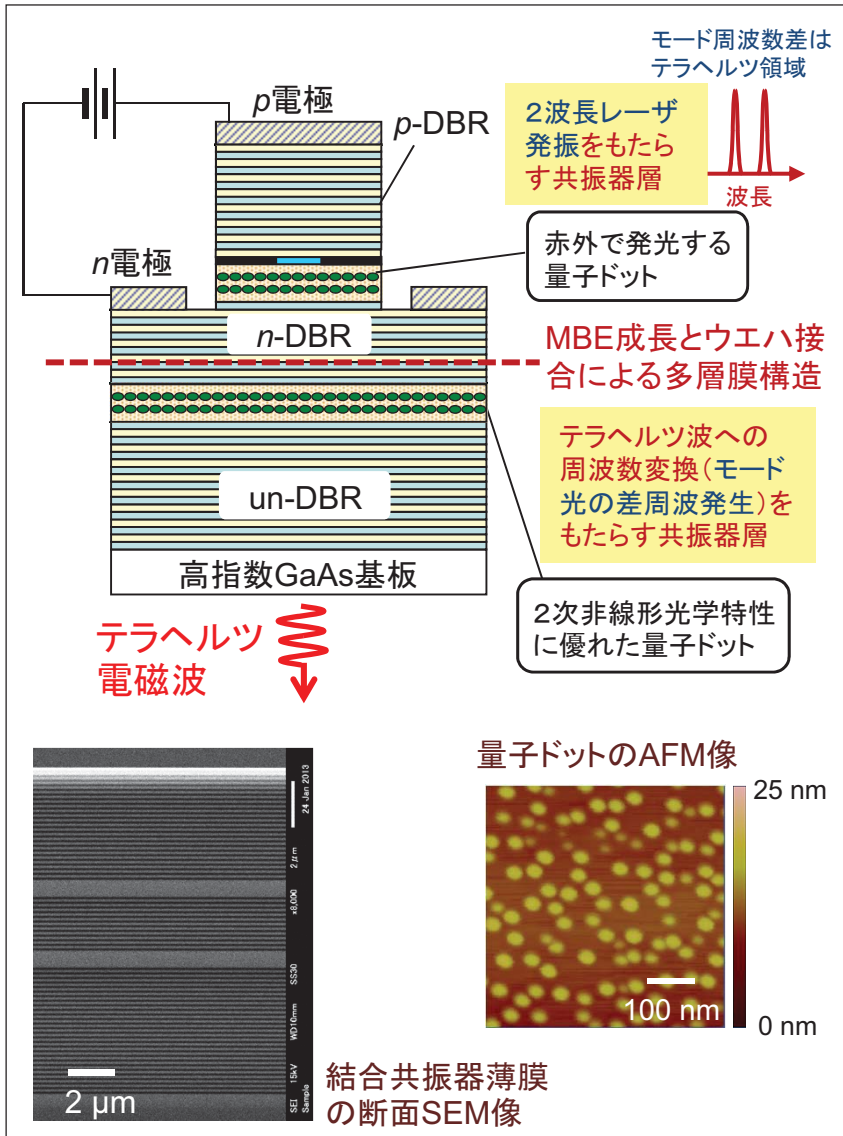
Fax: 088-656-7674

HP : <http://www.frc.tokushima-u.ac.jp/frc-nano/>



結合共振器による面型テラヘルツ波発生素子の研究

[キーワード: 半導体素子, 光非線形, 量子構造] 特任准教授 北田 貴弘



内容:

テラヘルツ電磁波による分光分析、イメージング、超高速無線通信等は次世代ICT技術の中核の一つで、実社会への普及を目指した光源開発が活発に行われている。取扱いに優れた光源素子を目指して、特徴的な結合共振器による新しいタイプの面型テラヘルツ波発生素子の研究を進めている。

結合共振器構造は、III-V族化合物半導体による3つのブラッグ反射多層膜(DBR膜)と量子ドットを有する2つの共振器層で構成される。まず、赤外でよく発光する量子ドットを埋め込んだp-i-n構造の単一共振器と、2次非線形性に優れた量子ドットをもつ高指数面上の単一共振器を、分子線エピタキシー(MBE)法により個別のウエハに成長する。この2つのエピウエハを直接接合することで、2つの共振器モードをもった結合共振器構造を得る。この構造は、2波長面発光レーザーとして機能し、かつ内部での2次非線形光学応答によるテラヘルツ帯差周波の高効率発生が可能である。電極形成等の素子プロセスを施すことで、電流注入により室温動作する面型のテラヘルツ波発生素子となる。取扱いが容易な本素子は、テラヘルツ波利用を促進する新しい光源として期待できる。

分野: 光工学・光量子科学

専門: 半導体工学

E-mail: kitada@frc.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7671

Fax: 088-656-7674

HP: <http://www.frc.tokushima-u.ac.jp/frc-nano/index.html>



分子線エピタキシーによるInAs量子ドットの作製

[キーワード: 分子線エピタキシー(MBE)、量子ドット(QD)] 特任講師 熊谷直人

①デルタドーピング型InAs量子ドットレーザの作製

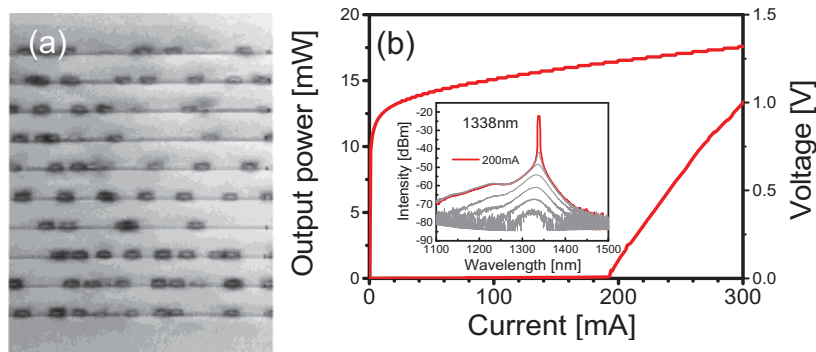


図.1 (a) 10層積層の δ ドーピング p型InAs量子ドットレーザ活性層の断面TEM像 (b) 同量子ドットレーザの1.3 μm 室温発振スペクトル

②単一量子ドット分光に向けた低密度InAs量子ドットの作製

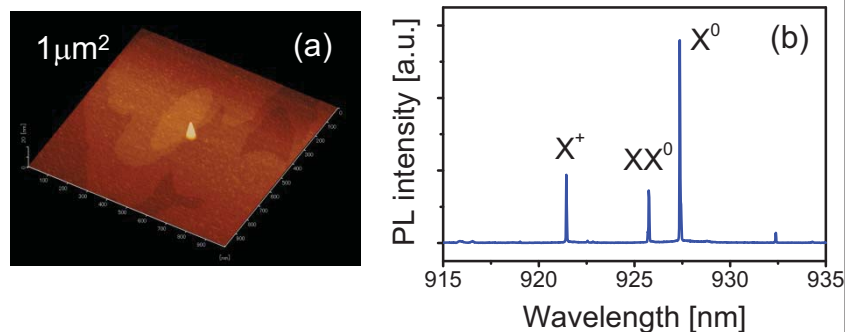


図.2 (a) 低密度InAs量子ドット($1 \times 10^8 \text{cm}^{-2}$)のAFM像 (b) 単一InAs量子ドットの励起子及び励起子分子から低温顕微フオルミネッセンススペクトル

電子を3次元的に閉じ込める量子ドットは低閾値かつその閾値の温度無依存性の高いレーザや、量子情報技術における単一光子や量子もつれ光子対光源として期待されている。その実現や高性能化のために、用途に応じた高品質なInAs量子ドットが求められている。分子線エピタキシー法によるInAs量子ドット作製に関する研究を行った。

①Beをデルタドーピングすることで、同じドーピング量でも通常のBe変調ドーピングに比べ、約20%の低閾値化や、より高い温度無依存性を実現した。図1は(a) 10層積層された量子ドットレーザ活性層の断面TEM像と(b)1.3 μm における発振スペクトルを示す。

②InAsの低成長レートを適用し、量子ドットを低密度化させ、ドットの初期埋め込み時におけるGaAsを低温成長させる事により、ノイズとなるバックグラウンド発光を抑制し、ドットの励起子状態からの明瞭な発光を得た。また δ ドーピングにより、励起子の荷電状態制御を可能にした。これらのドットにより、単一光子発生、単一ドットを利得媒質とした単一ドットレーザの実現、エンタングル対光子対生成に寄与した。図2は(a)低密度InAs量子ドットのAFM像、(b)単一量子ドットの励起子状態からの顕微フオルミネッセンススペクトルを示す。

分野: 結晶工学

専門: 化合物半導体のヘテロエピタキシー

E-mail: kumagai@frc.tokushima-u.ac.jp

Tel. 088-656-7641

Fax: 088-656-7674

HP: <http://www.frc.tokushima-u.ac.jp/frc-nano/>



Field Electron Emission studies of Nanostructures

Assistant Professor Pankaj Koinkar

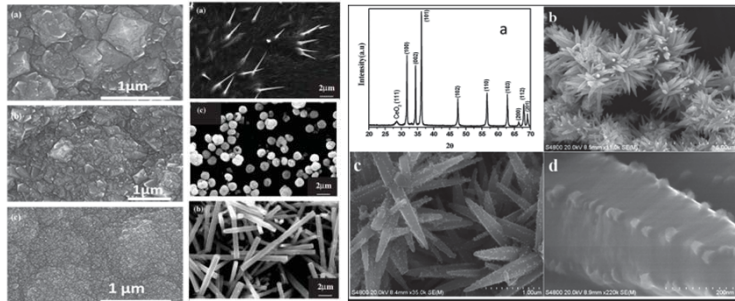


Figure (a) : Surface morphology of various nanostructures

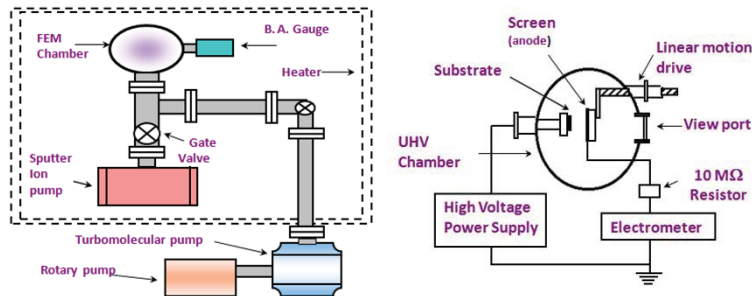


Figure (b) : Field Electron Microscope set up

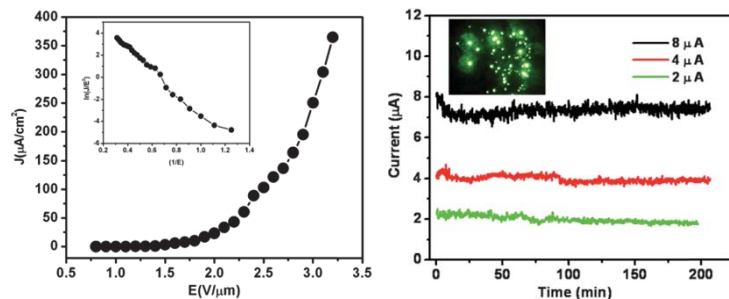


Figure (c) : Typical I-V and I-T plots with emission image

Content:

The deposition of nanomaterials (such as diamond, carbon nanotube, oxides) and employ different surface treatments to study electrical properties as shown in figure (a). The surface treatment leads to favored surface properties useful for electrical properties.

The field emission studies from various nanomaterials like Carbon nanotubes, ZnO, SnO, GaN, InN and to investigate the effect of the structural modification on the field emission characteristics. We have carried out field emission investigations on PANI (nanofibers, nanotubes). The field emission (FE) current versus applied voltage (I-V) and emission current versus time (I-t) characteristics were measured in planar 'diode' configuration in an all-metal vacuum chamber evacuated to a base pressure of 1×10^{-8} mbar as shown in figure (b) and (c).

The promising field emission properties exhibited by nanostructures lead them to play excellent role in field emission displays (FEDs).

Keywords: Nanostructures, Field emission,
Field emission displays

E-mail: koinkar@tokushima-u.ac.jp
Tel. +81-88-656-7643
Fax +81-88-656-7643



HP: <http://pub2.db.tokushima-u.ac.jp/ERD/person/164626/profile-en.html>