

課題番号 : F-14-HK-0024  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : 金属埋め込み半導体微小光共振器の開発  
Program Title (English) : Development of metallic semiconductor microcavities  
利用者名(日本語) : 黒澤裕之, 熊野英和, 末宗幾夫  
Username (English) : H. Kurosawa, H. Kumano, I. Suemune  
所属名(日本語) : 北海道大学電子科学研究所  
Affiliation (English) : Research Institute for Electronic Science, Hokkaido Univ.

### 1. 概要(Summary)

金属埋め込みした微小光共振器構造は非常に小さく低しきい値のナノレーザを実現する目的で広く研究されている。しかしこれまでの研究では、金属による光吸収のために、共振  $Q$  値は 500 程度以下と低くとどまっていた。我々はより大きな共振  $Q$  値を持つ共振器の実現を目指して金属/絶縁体/半導体からなる微小共振器を製作するために、北海道大学微細加工プラットフォームの設備を利用して微細加工を行った。

### 2. 実験(Experimental)

#### ・利用した主な装置

ICP 高密度プラズマエッチング装置、反応性イオンエッチング装置、電界放射型走査電子顕微鏡、超高精度電子ビーム描画装置、真空蒸着装置、プラズマ CVD 装置、マスクアライナー

#### ・実験方法

GaAs 半導体表面に CVD 装置で  $\text{SiO}_2$  膜を形成し、レジストとの 2 層構造に電子ビーム描画装置で直径 0.2~2  $\mu\text{m}$  の円を描き、イオンエッチング装置で  $\text{SiO}_2$  マスクを形成する。露出した GaAs 表面を ICP 装置でエッチングして高さ 700 nm の柱状構造を作製する。その表面に均一に 200 nm の  $\text{SiO}_2$  膜を CVD 装置で形成し、蒸着装置を用いて 1.5  $\mu\text{m}$  厚さの銀に埋めこむ。この銀の表面を硝子支持基板に貼り付けた後、GaAs 基板を、機械研磨とプラズマエッチング装置で除去した。

### 3. 結果と考察(Results and Discussion)

基板除去後の表面を Fig. 1 に示す。円形の GaAs 柱状構造の表面以外は  $\text{SiO}_2$  膜表面となっている。この GaAs は Si を多量に添加しており、波長 900 nm 帯では通常広く広がった発光を示すが、この金属埋め込み構造では Fig. 2 に示すように鋭い発光を示し、これまでの報告より一桁以上大きい共振  $Q$  値~9000 が得られた。

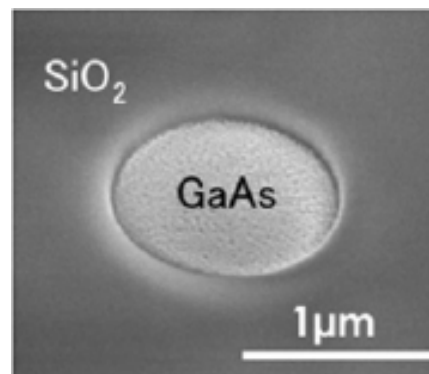


Fig. 1. SEM image of completed metallic microcavity surface.

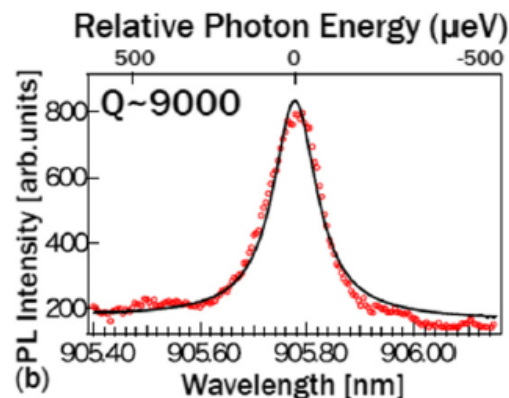


Fig. 2. Sharp luminescence peak due to optical resonance. The solid line is the Lorentz function fit to estimate the luminescence line width.

### 4. その他・特記事項(Others)

なし

### 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) N. Ishihara et al., *Nanotechnology* **26**, 085201 (2015)
- (2) H. Kurosawa et al., 41th Int. Symp. on Compound Semiconductors (ISCS 2014), Montpellier, France, We-A1-2, May 12, 2014.
- (3) I. Suemune et al., EMN Summer Meeting, Cancun, Mexico, June 9, 2014.

### 6. 関連特許(Patent)

なし。