

## 高Q値ナノ光ファイバ共振器の作製

利用者：<sup>a</sup>京都大学工学研究科 高島秀聡<sup>a</sup>, 大江康子<sup>a</sup>, 福田純<sup>a</sup>, 丸谷浩永<sup>a</sup>, 竹内繁樹<sup>a</sup>  
 研究支援者：大阪大学 法澤公寛, 近田和美

## 【研究目的】

高効率単一光子源や光量子メモリといった光量子情報デバイスの実現には、モード体積が小さく、広帯域共鳴波長制御が可能であり、かつ、シングルモードファイバとのロスレス結合が可能な微小共振器の開発が不可欠である。そこで、これまで我々は、集束イオンビーム装置を用いたナノファイバブラッグ共振器(NFBC)の作製を行ってきた。本年度は、NFBCの加工、量子ドットとのカップリング、ならびに、高Q値化に向けた高精細集束イオンビーム装置を用いた微細加工を行った。

## 【成果】

## 【NFBCの加工ならびに評価方法】

NFBCの加工には集束イオンビーム (FIB) 装置(日立ハイテクサイエンス、SMI2050)を用いた。高さ100 nm、幅5  $\mu\text{m}$ の長方形を、300 nm間隔で80個作図した。そして、450 nmの間隔をあけて同様の構造を作図し加工領域として設定した。加工のためのプローブ電流値を9.3 pAとし加工を行った。作製したNFBCのQ値を評価するため、光源に白色光源を用い、分光器を用いて透過スペクトルを測定した。

## 【NFBCと発光体とのカップリング実験】

NFBCに結合させる発光体として量子ドット(CdSe/ZnS Ocean Nano Tech社)を用いた。この量子ドットをトルエン溶液中に分散させた後、タングステンプローブ(先端径200 nm マイクロサポート社)をこの溶液に浸し、量子ドットをタングステンプローブ上に複数個付着させた。そして、電子増倍CCD付顕微鏡で観察しながら、そのタングステンプローブを3軸のピエゾ素子を用いてNFBC上に接触させることで、単一の量子ドットをNFBCの欠陥領域に付着させた。発光スペクトルを測定するため、光源には波長532nmのパルスレーザを用いた。対物レンズを用いファイバの外側から量子ドットを励起し、NFBCを経由して量子ドットからの発光を、分光器を用いて測定した。

## 【NFBCの評価結果】

Fig.1に共振器内蔵ナノ光ファイバの走査イオン顕微鏡 (Scanning Ion Microscope; SIM) 像を示す。直径270 nmの部分と、FIB加工により直径が180 nmまで細くなった部分が300 nmの周期で繰り返しているグレーティング構造が450 nmの間隔を開けて二つ作製されていることがわかった。Fig.2に透過スペクトルを示す。波長625 nmから645 nmにかけてブラックグレーティング由来のストップバンドが観測され、その中央にQ値230に対応する半値全幅2.8 nmを持つ共振器由来の共鳴ピークが観測された。Q値を増大させるため、グレーティングの溝の数を197まで増やしたところ、Q値を480まで増大させることに成功した。

## 【NFBCと発光体とのカップリング実験結果】

Fig.3にNFBCに付着させた量子ドットの発光スペクトルを示す。共振器の共鳴波長に一致する波長で増強された発光ピークが観測された。

## 【支援実施機関からのコメント】

光ファイバのような立体物に直接加工できるのはFIB加工の強みである。

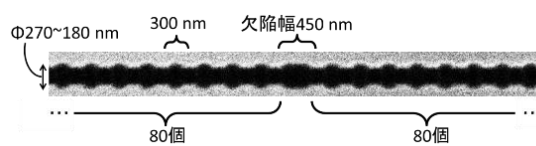


Fig.1 Scanning ion microscope image of NFBC

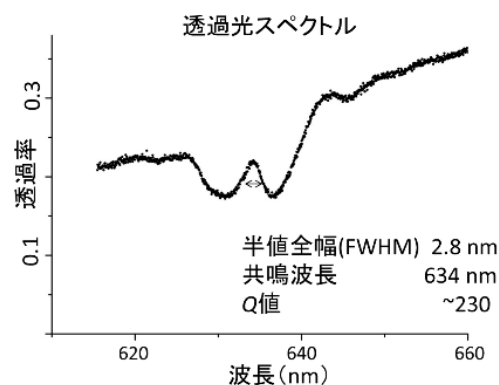


Fig.2 Transmission spectrum of NFBC

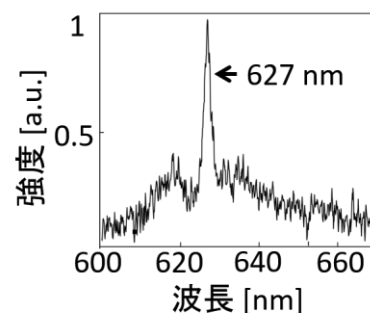


Fig.3 Photoluminescence spectrum