

課題番号 : F-16-OS-0047  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名 (日本語) : 集束イオンビームによる有機オリゴマー結晶のレーザー素子に向けた微細加工  
Program Title (English) : Microfabrication of oligomer crystals with a focused ion beam for laser device application  
利用者名 (日本語) : 山雄健史, 井ノ口達也, 佐野弘季, 佐野浩之  
Username (English) : Takeshi Yamao, Tatsuya Inokuchi, Hiroki Sano, Hiroyuki Sano  
所属名 (日本語) : 京都工芸繊維大学, 材料化学系  
Affiliation (English) : Fac. Mater. Sci. Eng., Kyoto Inst. Technol.

## 1. 概要 (Summary)

我々は、有機半導体結晶と光共振器を組み合わせる有機レーザーを実現すべく研究を進めてきた。これまで、高い光ゲインをもつ有機オリゴマーの結晶に、Ga イオンを用いた集束イオンビーム (FIB) で回折格子を掘削して、分布帰還型 (DFB) レーザー構造を構築してきた。しかし結晶の発光が著しく低下した。

我々は、消光の原因は金属 (Ga) イオンが有機結晶内へ取り込まれるためであると考えた。金属イオンではないイオンを用いた FIB では、このような消光が起きないと考えた。そこで本研究では、He や Ne のイオンを用いた FIB 装置を用いて DFB レーザー構造を構築する。これにより、Ga イオンを用いた場合のような発光の消光が起きないこと、光励起による結晶からのレーザー発振の閾値を低減することを目的とした。

## 2. 実験 (Experimental)

### 【利用した主な装置】

高精細集束イオンビーム装置 (ZEISS “ORION NanoFab”)

### 【実験方法】

150 nm の厚さの酸化物半導体 (酸化亜鉛) 膜と 300 nm の酸化シリコンとが乗ったシリコン基板上に、大きさ ~200  $\mu\text{m}$  から ~500  $\mu\text{m}$ 、厚さ ~200 nm から ~1  $\mu\text{m}$  の有機オリゴマー結晶を貼り付けた。これらの結晶に FIB 装置で He イオンや Ne イオンを照射し、長さから 20  $\mu\text{m}$  から 80  $\mu\text{m}$  の溝を 20 本から 100 本刻んだ。

## 3. 結果と考察 (Results and Discussion)

溝一本を刻むのに必要な時間を見極めるため、掘削する溝の長さ、イオンのドーズ量を変えた実験を数回行い、実際の加工時間および領域を決定した。これにより有機

結晶に直接回折格子をもつ DFB 型のレーザー素子構造を構築した。Fig. 1 は、He イオンで掘削して結晶上に直接構築した回折格子の原子間力顕微鏡 (AFM) 像である。溝の周期は 525 nm、溝の長さは 50  $\mu\text{m}$ 、本数は 100 本、溝の深さは約 20 nm である。Ga イオンよりも軽い He イオンを用いたため、長い加工時間が予想されたものの、充分短い加工時間 (数分から 30 分) で回折格子を掘削することができた。

回折格子を掘削したオリゴマー結晶の蛍光顕微鏡写真を Fig. 2 に示す。He イオンで掘削した個所からの発光が観測されず、消光していることが分かる。イオン照射により、発光性の分子が壊されている可能性が示唆された。他の類似の実験から、このような結晶の発光消光は結晶表面だけで起こっており、内部にまで至っていないことが予想された。

そこで現在、FIB での加工表面を削り取る処理を予定しており、これにより、DFB を直接もつ有機結晶レーザー素子を実現できるものと期待される。

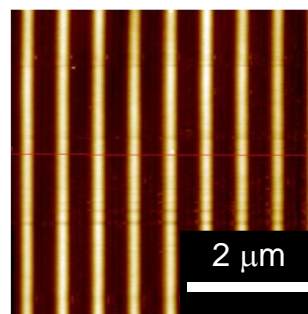


Fig. 1. AFM image of the grating engraved on a

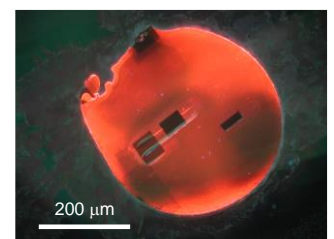


Fig. 2. Fluorescent micrograph of the crystal with engraved gratings.

## 4. その他・特記事項 (Others)

・試行的利用:Type1 NPS16039

・謝辞 大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の法澤公寛先生には、装置の使用方法を教えて頂いたばかりでなく、結晶の加工に対する様々なご提案を頂きました。大変感謝しております。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。