

課題番号 : F-16-OS-0048
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名 (日本語) : 電子線リソグラフィー加工による周期的ナノ構造を利用した有機発光デバイスの高効率化
 Program Title (English) : Efficiency enhancement of organic light-emitting device using periodic nanostructure fabricated by electron beam lithography
 利用者名(日本語) : 河田 至弘, 青木 和輝, 稲田 雄飛
 Username (English) : Y. Kawata, K. Aoki, Y. Inada
 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)

多くの有機発光材料は、色純度が低く(色々な波長の光が混在)、デバイス化の際にフィルターを通して余分な波長の光をカットするため、効率が低下する。「周期的ナノ構造」は特定波長の光を強める(回折)性質をもち、本問題の解消に利用できる。利用者らは最近、集束イオンビームを用いて有機単結晶表面への本ナノ構造の作製に取り組んでいるが、加工領域で発光が阻害(消光)されるため、加工周期の縮小が困難であった。そこで、大阪大学ナノテクノロジー設備供用拠点の微細加工設備を試行的に利用して、電子線リソグラフィーで消光を抑制しつつ周期を縮小可能か否か検討し、双方の両立を達成した。

2. 実験 (Experimental)

【利用した主な装置】

- ①超高精細電子ビームリソグラフィー装置(ELS-100T)
- ②深掘りエッチング装置(RIE-400iPB-NP)

【実験方法】

表面に疎水化処理を施した酸化膜付きシリコン基板に平板状の有機単結晶を貼付け、電子線レジストをスピコートし、バークした。本レジスト膜に周期 155 nm のライン&スペースパターンを描画した(装置①)。現像して得られたレジストパターンの上からエッチングを行い(装置②)、有機単結晶表面に周期的ナノ構造を作製した。レジスト塗布前、描画・現像後、エッチング後の本結晶について、蛍光顕微鏡観察を行った。また、エッチング加工後の結晶表面を原子間力顕微鏡(AFM)で観察し、作製したナノ構造の周期および溝深さを見積もった。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

レジスト塗布前、描画・現像後、エッチング後における結晶の蛍光顕微鏡写真を Fig. 1 に示す。Fig. 1(b)および

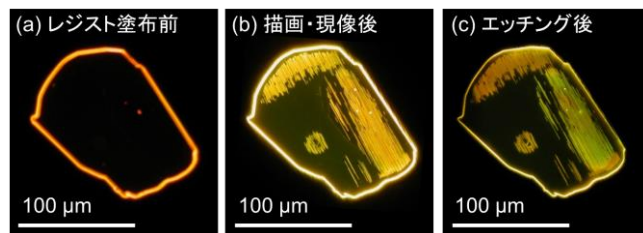


Fig. 1 Fluorescence micrographs of the organic single crystal (a) before resist coating, (b) after drawing and development, and (c) after etching.

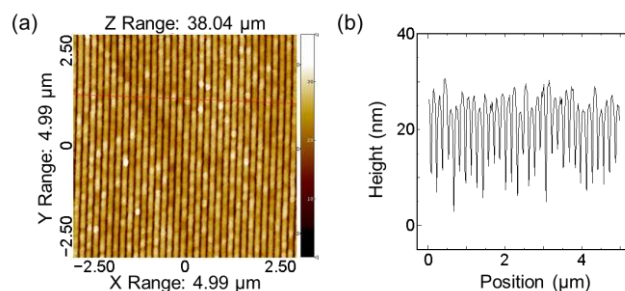


Fig. 2 (a) AFM image and (b) depth profile of the organic crystal surface equipped with periodic nanostructure fabricated by electron beam lithography.

び (c) の結晶面内に認められる縞状の発光は、レジストパターンの倒壊によるものであり、レジスト製膜条件に改善の余地がある。一連の加工によって顕著な消光が起こらないことが明らかとなった。AFM測定から得られた本周期的ナノ構造の表面像および断面プロファイルを Fig. 2 に示す。溝の周期は 146 nm、平均深さは 15 nm であり、従来 (>~200 nm) よりも小さな周期での加工を実現できた。

4. その他・特記事項 (Others)

末筆ながら、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、深掘りエッチングの原理について詳細にご教示頂きました。また、同拠点の近田和美様には、装置の使用に際して直接のご指導を頂きました。心より感謝の意を表します。

・試行的利用:type1 NPS16018

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許 (Patent)

なし。