

利用課題番号 : F-13-NM-0085
利用形態 : 技術代行
利用課題名 (日本語) : 電子線描画装置とそれによる重ね合わせを利用した三次元光学異方試料の作製
Program Title (English) : Nano-fabrication of 3D optically anisotropic structures with EB lithography
利用者名 (日本語) : 成島 哲也
Username (English) : T. Narushima
所属名 (日本語) : 分子科学研究所
Affiliation (English) : Institute for Molecular Science

1. 概要 (Summary) :

本課題では、電子線描画により形成した2次元金属ナノ構造を層状に複数重ねあわせ、非対称性を有した3次元ナノ構造体の作製を行った。層間のナノ構造体の相対配置を精緻に制御することにより、立体構造の非対称性を反映した光学異方性・光学活性等の発現が期待される。

2. 実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・電子ビーム描画装置
- ・超高真空スパッタ装置
- ・プラズマ CVD 装置
- ・走査電子顕微鏡

【実験方法】

試料には、光学測定を行うため、透明基板を用いた。その基板表面にポジ型の電子線レジストを塗布し、まず、1層目の金属ナノ構造体を電子ビーム描画装置により作製した。さらに、SiO₂を堆積した後、1層目と同様の金属ナノ構造 (2層目) を各ナノ構造間の相対位置関係を制御して作製することにより、立体的な構造の作製を行った。

3. 結果と考察 (Results and Discussion) :

今回作成した非対称な立体構造試料では、左・右円偏光に対して異なる光学応答が発現することが期待される。この非対称試料が期待した光学応答を発現するかは、伝搬光と近接場光を用いた申請者らの光学活性測定手法により測定を行った。図1に、伝搬光による光学活性測定の結果の一例を示す。その結果、層間距離制御することにより、設計した波長での光学活性の発現を確認することができた。

現在は、今回の光学活性測定で得られた知見をさらに構造作製へフィードバックし、どのような構造がより効率よく光学活性を発現するのか、さらに、どのよ

うな機構により光学活性が発現するのかの解明を進めている。

4. その他・特記事項 (Others) :

今後の試料作製では、形状や異なる配置(3次元複合構造をC4対称性で配置)の調整に加え、基板とスペーサ部分に、導電性の透明材料(ITO)を利用すること、及び、複数層積層時に生じる盛り上がり部分を、CMPなどで平坦化することを含めて検討する。また、最上層の金属構造と内部の金属構造で周囲の屈折率が異なることから、最上層構造の透明材料で埋め込みなども課題として含めたい。

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

(1). (招待論文) 成島哲也, 橋谷田俊, 岡本裕巳, “2次元金属ナノ構造体が発現する強い局所光学活性: 近接場円二色性イメージング”, 表面科学, 掲載決定.

(2). T. Narushima, H. Okamoto, “Strong Nanoscale Optical Activity Localized in Two-Dimensional Chiral Metal Nanostructures”, J. Phys. Chem. C., 117, 23964-23969 (2013).

(3). T. Narushima, H. Okamoto, “Circular Dichroism Nano-Imaging of Two-Dimensional Metal Nanostructures”, Phys. Chem. Chem. Phys., 15, 13805-13809 (2013).

(4). 成島哲也, 橋谷田俊, 岡本裕巳, “キラルな金属ナノ構造が発現する巨視および微視的な光学活性”, 第7回分子科学討論会, 平成24年9月24日.

(5). 成島哲也, “キラルな2次元金属ナノ構造に発現するナノ空間の強い光学活性”, 第3回光科学異分野横断萌芽研究会, 平成24年8月9日.

6. 関連特許 (Patent) :

なし

図1. 層間距離を制御することにより、設計波長の633nm近傍に円二色性(CD)信号のピークが観察された

