

課題番号 : F-17-NU-0067
 利用形態 : 機器利用
 利用課題名(日本語) : 強く捻れた光場中でのカイラル核形成による結晶カイラリティ制御
 Program Title (English) : Control of Crystal Chirality by Inducing Chiral Nucleation under Superchiral Near Field
 利用者名(日本語) : 新家寛正
 Username (English) : H. Niinomi
 所属名(日本語) : 千葉大学工学研究院
 Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Chiba University
 キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置, キラル結晶化, 表面プラズモン共鳴, Superchiral Field

1. 概要(Summary)

光と金属ナノ構造体との相互作用により誘起される金属表面の自由電子の集団運動である表面プラズモンにより増強された電場は、遠方場では得られない光-物質相互作用をもたらすことが期待されている。金属ナノ構造体にカイラリティを付与した場合、表面プラズモン共鳴により発生する近接場においてカイラリティが付与され、このカイラルな近接場が、円偏光よりも強く物質のカイラリティと左右非対称に相互作用することが報告されている。¹本研究では、カイラルな表面プラズモン近接場中でカイラル結晶化を誘起することにより、結晶カイラリティ制御の実現を目的としている。本機器利用により、円型のカイラル金ナノ構造体の作成し、光励起された構造体上での塩素酸ナトリウム(NaClO_3)カイラル結晶化を誘起し鏡像異性過剰率を評価した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 電子線露光装置

【実験方法】

電子線露光装置を用いて、一辺 528 nm の円型構造を構成単位とした 105.6 nm 間隔のカイラル金ナノ周期構造をガラス基板の上に 625 μm 四方の広さで作成した(Fig. 1)。カイラル金ナノ周期構造上に、カイラル結晶化する。

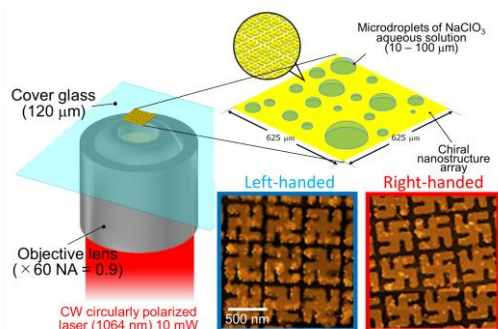


Fig. 1 Experimental setup for crystallization experiment. The experiment using chiral gammadion-type Au nanostructure.

NaClO_3 水溶液の微小液滴(直径 10 μm – 100 μm)をスプレー噴射により形成し、倒立型顕微鏡に搭載された波長 1064 nm 出力 10 mW の円偏光を $\text{NA} = 0.9$ の対物レンズを用いてナノ構造に集光した。集光点近傍の様子を偏光顕微鏡によりその場観察した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

微小液滴への光照射により、集光点からアカイラルな準安定相を介したキラル結晶化を誘起できることが明らかとなった(Fig. 2)。ナノ構造と円偏光のそれぞれの利き手により決まる四通りの組み合わせにおいてそれぞれ 50 回の結晶化を行い、鏡像体過剰を調べたところ、円偏光の利き手ではなくナノ構造体の利き手に依存したカイラリティの偏りが僅かに見られた。ただし、結晶化実験の試行回数は十分ではなく両鏡像体の偏りの統計的有意性は不明瞭であるため、今後実験回数を重ねることで再現性の確認及び統計的有意性を検証する予定である。

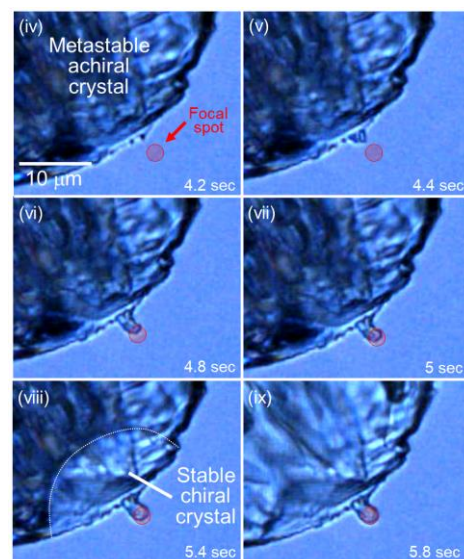


Fig. 2 Chiral crystallization intermediated by achiral metastable phase induced from the focal

4. その他・特記事項 (Others)

・参考文献

[1]Hendry et al., *Nat. Nanotech.* 5, (2010), 783.

・技術協力を頂いた大島大輝助教に感謝申し上げます。

・本機器利用は、名古屋大学未来材料・システム研究所
における共同利用・共同研究の助成の元、実施された。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) Hiromasa Niinomi, Teruki. Sugiyama, Miho
Tagawa, Toru Ujihara, Yusuke Mori, Shunta
Harada, Kenta Murayama, Katsuhiko Miyamoto
and Takashige Omatsu "Crystallization of
NaClO₃ Metastable Phase from Unsaturated
Mother Solution Achieved by Excitation of
Plasmonic Nanoarray", International
Conference on Materials and Systems for
Sustainability 2017 P-1-23, Nagoya University,
Nagoya, Japan, 2017.09.29 - 2017.10.1

6. 関連特許 (Patent)

なし。