

反磁性核酸塩基結晶による磁気マイクロミラーの制御

The control of magnetic micro-mirror fabricated by diamagnetic nucleic acid base crystal

水川 友里⁽¹⁾⁽²⁾, 岩坂 正和⁽¹⁾⁽³⁾

(1)広島大学 先端物質科学研究科 (2)日本学術振興会

(3)ナノデバイスバイオ融合科学研究所

Yuri Mizukawa⁽¹⁾⁽²⁾, Masakazu Iwasaka⁽¹⁾⁽³⁾

(1) Hiroshima University (2) Japan Society for the Promotion of Science

(3) Research Institute for Nanodevice and Bio Systems

Abstract

In this study, we reported that micro-mirror was fabricated by using guanine crystal derived from fish scales and DNA joints under vertical magnetic field at 0.48 T. We succeeded in being controlled the fabricated micro-mirror by horizontal magnetic field at 0.45 T. In addition, the micro-mirror was washed by TE buffer and distilled water because we investigated the adhering intensity of micro-mirror with DNA by using the optical absorption change of glass substrate with micro-mirror. Because the micro-mirror existed after washing, the optical absorption was changed at 250~280 nm.

1. 研究背景・目的

近年、遺伝的な生物機能からヒントを得て、医療・工学・化学等様々な分野において、生物機能の人工応用が試みられている[1]。また、核酸塩基の単一結晶である生体由来グアニン結晶[2]は、高い屈折率と磁場応答性を持ち、次世代の新規磁気材料として注目を集めつつある。

本研究では、反磁性磁化率異方性による磁場配向現象を利用して、生体由来の核酸塩基結晶を用いて微小溶液中で磁気操作可能なマイクロミラーの基礎構築および微小溶液中での磁気コントロールを行った。

2. 実験方法

生体由来の反磁性核酸塩基結晶は、魚類ウロコに付着している色素胞細胞から抽出可能であるグ

アニン結晶を用いた。魚類はキンギョを用い、採取したウロコを洗浄後、12 ml 遠心チューブ内で洗浄したウロコを蒸留水と共にプラスチック製スパチュラで叩いた。そして、色素胞細胞内のグアニン結晶を蒸留水に分散させて、サスペンションを作製した。

また磁気マイクロミラー作成の際に、結晶板をガラス基板に固定するためにDNA溶液を用いた。グアニン結晶とDNAの間で働く吸着作用を利用して[3]、結晶をガラス基板に固定した。DNA溶液は、サケ精液由来のデオキシリボース粉末を90~100度に煮沸した蒸留水に溶解させて用いた。実験に用いるサンプルは、準備したグアニン結晶のサスペンションと90~100度の状態のDNA溶液を素早く混合して9 mm X 9 mmのフレームシールチャンバーと2枚のカバーガラス(18 mm X 18 mm)で封入した。このサンプルを封入した直後に、鉛直磁場(0.48 T)を与えたサンプルと、与えないサンプルの2種類を作製した。また、鉛直磁場を与えないサンプルに関しては、スクロース溶液および蒸留水を用いて同様にサンプルを作製し、封入した。

3. 結果・考察

鉛直磁場を印加せずに封入したサンプルに対し、水平磁場(0.45 T)を印加して、結晶が配向現象を生じるか、結晶長軸と水平軸との成す角度を調べた。

Fig. 1に結晶長軸と水平軸との成す角度において1分間ごとの角度差の平均値を棒グラフ化した図を示す。この図より、DNA溶液を含むサンプル

では結晶配向がほとんど生じていないことが結晶角度の変化により示された. その一方で, スクロール溶液と蒸留水によるサンプルでは, 磁場配向が生じ, 結晶角度にも大きな変化が表れていることが明らかとなった.

次に, 準備したグアニン結晶溶液とDNA溶液を混合してチャンバーに封入し, 15分以上鉛直磁場を与えて自然冷却した. これにより, DNAジョイントを用いてグアニン結晶をガラス基板に固定する手法を確立し, ガラス基板上で柔軟な動きを可能とする条件を見出した.

また, 作製したチャンバーに水平磁場を与えて, DNAで固定した結晶が磁場配向によって動作可能か調査した. その結果をFig. 2に示す.

Fig. 2より, 水平磁場を印加する直前は結晶側面はガラス基板に固定され, 結晶も配向を生じていない. しかし, 水平磁場を印加した直後, 結晶の磁場配向により結晶ミラーが傾斜した. これより, ガラス基板上に構築したマイクロミラーに対する磁気遠隔操作に成功した.

結果として, 固定した結晶角度が磁場印加前後で変化した. また, TEバッファー・蒸留水で結晶を固定したガラス基板を洗い流した後, 結晶を固定したガラス表面の分光を行うことにより, 洗い流されずにまだ固定されている結晶の有無を調べ, 結晶の固定強度を調査した. その結果, 洗浄を行ったガラス基板はDNAの存在を示す250~280 nm付近の吸光度が示された.

4. 結論

DNA溶液を混合して鉛直磁場を与えながら結晶をガラス板に固定することで, 水平磁場で遠隔操作可能なマイクロミラーを構築することに成功した. このマイクロミラーは, 微小溶液中で使用可能かつ磁場遠隔操作可能なミラーとして期待される.

参考文献

- [1] M. A. Bernardis Jr, I. Oke, A. Heyland and D. S. Fudge, *J. Exp. Biol.*, **217**, 1263-1268 (2014).
- [2] A. Levy-Lior, *et al.*, *Cryst. Growth Des.*, **8**, 507-511 (2008).
- [3] Y. Mizukawa, *et al.*, *IEEE Transactions on Magnetism*, **50**, 5001904(1-4) (2014).

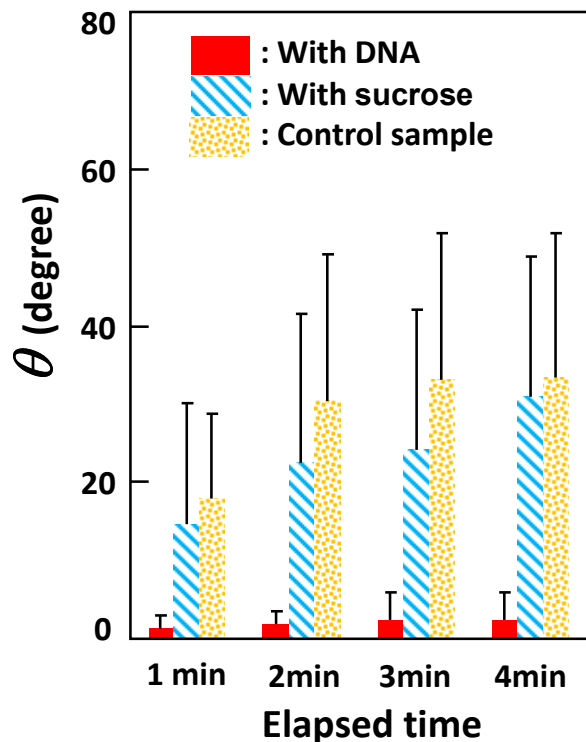


Fig 1. Time-course change of crystal axis angle θ with DNA solution (n=10), with sucrose solution (n=18), with distilled water (control sample) (n=14).

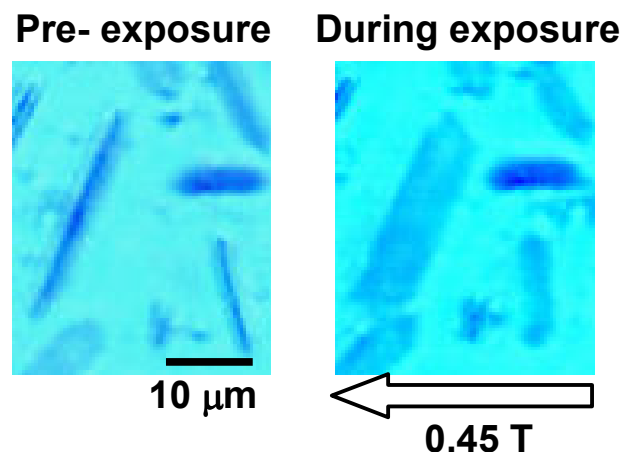


Fig 2. Observation of guanine micro-mirror under ambient field and magnetic field at 0.45 T.