

磁性ナノ粒子を用いたグアニン結晶板の磁場配向特性

Magnetic orientation of guanine crystal plate combined with magnetic nanoparticles

山口大¹, 広島大² [○]長井 涼輔¹, 倉橋 優¹, 岸本 堅剛¹, 小柳 剛¹, 浅田 裕法¹, 岩坂 正和²

Yamaguchi Univ.¹, Hiroshima Univ.², [○]R Nagai¹, M. Kurahashi¹, K. Kisimoto¹, T. Koyanagi,
H. Asada¹, M. Iwasaka²

E-mail: b045vg@yamaguchi-u.ac.jp

【はじめに】 魚類の鱗などに存在するグアニン結晶は高い光反射特性やその透過性により光干渉効果を持つことから、バイオリフレクターとして注目されている。また、生体由来のグアニン結晶は反磁性異方性を有しているため磁場による配向制御が可能であるが、それには数百 mT の磁場を必要とする[1]。我々は NiFe をグアニン結晶上に成膜(強磁性薄膜/グアニン結晶ハイブリッド板)することで低磁場での配向が可能であることを報告している[2,3]。本研究では、グアニン結晶の持つ光透過性といった光学特性を保ちながら配向に必要な磁場を低減する手法として磁性ナノ粒子を用いることを検討した。その結果、磁性ナノ粒子をグアニン結晶板に付着させることで光学特性を損なうことなく低磁場化を実現できることがわかったので報告する。

【実験方法】 磁性ナノ粒子には粒子径が 50 nm 以上の Fe_2O_3 を用いた。 Fe_2O_3 粒子が分散した水とグアニン結晶板(金魚より採取)が分散した水を混ぜ合わせた後、Si 基板に張り付けたフレームシール中に滴下し、カバーガラスで封入した。このとき磁性粒子の濃度を変えて実験を行った。磁場印加には 3 軸のヘルムホルツコイルを使用した。

【実験結果】 振動試料型磁力計を用いて Fe_2O_3 粒子の磁化曲線を測定したところ、低磁場領域においては印加磁場が 1 Oe のときにはほぼ飽和する強磁性的な磁化曲線を描いた。このときの磁化の値は 13 emu/cc 程度であった。Fig.1(a)と(b)に印加磁場が 0 mT のときのグアニン結晶板の顕微鏡観察像を示す。数個の微粒子がグアニン結晶の(102)面の側壁に付着していることがわかる。このように Fe_2O_3 粒子は結晶の側面に優先的に付着することがわかった。また、図(b)からわかるようにグアニン結晶には基板との明瞭な干渉縞がみられており、磁性粒子付着による光学特性への影響がないことがわかった。また、干渉パターンには乱れがみられず、付着による結晶の顕著な変形もないことがわかった。次に磁場配向実験を行った。Fig.1(c)と(d)は垂直磁場を(c) 0.3、(d)1.0 mT と増加させたときの顕微鏡像である。グアニン結晶単体の場合には垂直磁場の増加にしたがってグアニン結晶の(102)面の短軸方向が磁場と重力に平行になるように配向するのに対し[1]、今回は、以前報告した強磁性薄膜/グアニン結晶ハイブリッド板と同じように[2, 3]、(102)面の長軸方向が磁場と重力に平行となるように配向していることがわかる。また、このときの磁場の大きさはハイブリッド板のときと同程度であることから、磁性ナノ粒子は低配向磁場化に有効であることがわかった。また、今回の磁場範囲においては、 Fe_2O_3 粒子はグアニン結晶に安定に付着していることがわかった。

【参考文献】

- [1] M. Iwasaka et al., Appl. Phys. Express, **6**, 037002(2013).
- [2] T. Sogame et al., IEEE Trans. Magn., **54**, 2501604(2018).
- [3] T. Sogame et al., IEEE Trans. Magn., **55**, 5000604(2019).

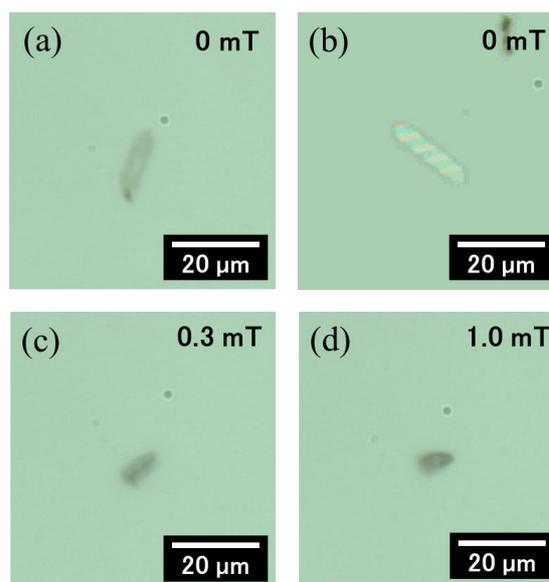


Fig.1 Optical microscope images of guanine crystal with magnetic nanoparticles (a), (b) without magnetic field and with magnetic field of (c) 0.3 mT and (d) 1.0 mT in vertical direction.