

振動磁場中における酸化鉄ナノ粒子分散液の磁気誘起直線二色性

諏訪雅頼、魚谷明良、塚原聡
(大阪大学)

Magnetic linear dichroism of iron oxide nanoparticle suspension under alternating magnetic field
Masayori Suwa, Akira Uotani, Satoshi Tsukahara
(Osaka Univ.)

はじめに

振動磁場中における磁気ナノ粒子 (Magnetic nanoparticle, MNP) の配向・回転運動は、磁気粒子イメージングの精度やハイパーサーミアの発熱効率に影響を及ぼす。また、MNP の流体力学径の変化を利用したバイオアッセイや、MNP をプローブとしたナノレオロジー測定など、MNP の回転を利用した新手法も考案されている。我々は以前の研究で、振動磁場中で MNP 分散液の吸光度を Faraday 配置で測定したところ、その時間変化から MNP の配向・回転運動が観測できることを実証した。これは測定した MNP の磁化容易軸と光軸が平行で、光の進行方向 (即ち磁場の方向) に光軸が配向するためである。しかし、流体力学的に取り扱いが容易な球状の MNP を測定した場合、吸光度変化が非常に小さく解析が困難であった。そこで本研究では、磁場と光を垂直とする Voigt 配置により磁気誘起直線二色性の直接測定を試みた。

実験方法

Fig.1 に磁気誘起直線二色性測定装置を示す。以前と同様に、LCR 回路の放電で得られる減衰振動磁場を利用した。回路内のキャパシタを交換することで、27 kHz~180 kHz の間で離散的に周波数を変えた。Voigt 配置に設定するためスプリット型の空芯コイル (ボア径 10 mm ϕ) を作製した。MNP 分散試料は光路長 3 mm の石英光学セルに入れ、コイル内に設置した。光源には波長 405 nm のレーザー光を用い、入射偏光角を磁場に対して 45°に調節した。ウォラストンプリズムで透過光を 0°と 90°の直線偏光に分離し、その差分をバランス検出器により測定した。得られたシグナルから、試料内の磁気誘起二色性による偏光角変化を見積もった。試料として、粒径 10 nm~25 nm のマグネタイト MNP 分散液 (Sigma-Aldrich) を測定した。

結果と考察

Fig.2 に減衰振動磁場印加に伴った直径 10 nm の MNP 分散液中の偏光角変化を示す。MNP はほぼ球形で個々の MNP の二色性が小さいため、以前の吸光度変化測定系では質の良い信号が得られなかったが、本研究では直線二色性の直接観測により高感度化に成功し、明瞭な信号が観測できた。さらに、偏光角変化から MNP 容易軸の平均角を見積もり、MNP の配向・回転運動の粒径依存性を調査した。

参考文献

- 1) M. Suwa, A. Uotani, S. Tsukahara, J. Appl. Phys. **125**, 123901 (2019).

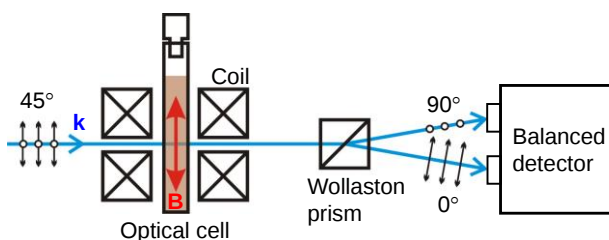


Fig.1 The illustration of the experimental setup for magnetic linear dichroism measurement under oscillating magnetic field.

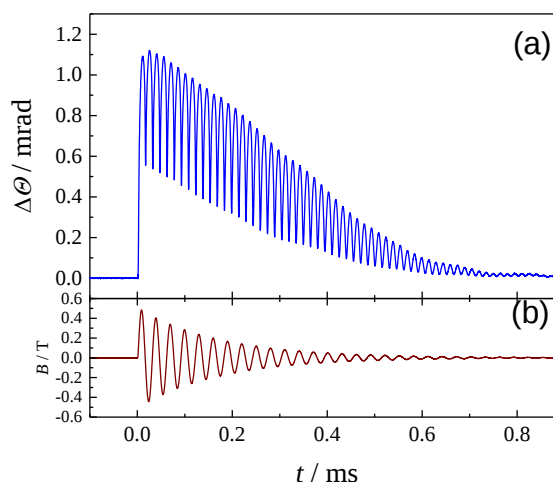


Fig.2 Typical waveform of polarizing angle change $\Delta\theta$ in MNP suspension (a) under the damped oscillating magnetic field (b).