18p-D5-3

AC/DC 高温超伝導 SQUID 磁化率計による水溶液中の酸化鉄ナノ粒子の磁気特性計測

Magnetic Properties Measurement of Iron Oxide Nanoparticles Solution Using AC/DC High-T_c SQUID Magnetometer

岡山大自然　°モハマド　マワルディ　サーリ，塚本　有哉，石原　優一，日下　瞬，堺　健司，紀和　利彦，塚田　啓二

Okayama Univ., °Mohd Mawardi Saari, Yuya Tsukamoto, Yuichi Ishihara, Toki Kusaka, Kenji Sakai, Toshihiko Kiwa, Keiji Tsukada

Email: en19463@s.okayama-ac.jp

1. はじめに

磁気ナノ粒子(MNP)は非破壊，非接触で測定可能のほか，nm オーダーのサイズであるメリットを持つことから，近年 MNP が様々な分野への応用が期待されている．特に免疫検査などの多くの分野では溶液に分散させた MNP が用いられ，MNP 特性によって計測の性能が左右されるので MNP の磁気特性を溶液中で評価する必要がある．従来型の磁化率計は検出限界により，磁気応答の弱い反磁性体などの測定が困難であった．また，低温超伝導 SQUID（超伝導量子干渉素子）を用いる場合は，ランニングコストが高くなり，定期検査や多サンプル計測の応用に向いていない．そこで，本研究では高温超伝導 SQUID を用いた高感度磁化率計を報告した[1]．また，MNP の様々な情報を得るために，DC と AC 磁化測定モードの複合化を行った．今回は開発した計測システムを用いて希釈した酸化鉄ナノ粒子の静的（M-H 特性）・動的磁化特性（高調波成分）を評価した．

2.　水溶液中の酸化鉄ナノ粒子の磁気測定

開発した計測システムの構成を Fig. 1 に示す．M-H 特性測定では DC 磁場を印加しながらアクチュエータを用いてサンプルを検出コイルの感度軸に対して垂直に振動させる．振動しているサンプルの 2 次的な磁場を検出コイルで交流信号として検出する．SQUID で検出された磁気信号をロックイン検波する．

高調波測定ではサンプルに DC と振幅が数 10 mT オーダーの AC 磁場を印加し，サンプルの 2 次的な磁場を検出コイルを通してロックイン検波を行った．また，DC 磁場をオフセットとして変化させることにより MNP の飽和特性による磁化信号の高調波成分を検出した．高調波成分を検出することにより印加磁場の干渉ノイズを小さくことができ，高感度な計測が可能になる．本研究では蒸留水に希釈した超常磁性体の酸化鉄ナノ粒子を M-H 曲線と高調波測定を行い，異なる濃度における M-H 特性と高調波を評価した．M-H 特性の結果から，低濃度になると蒸留水の反磁性の影響が見られた．また，M-H 特性の飽和磁化と高調波成分は濃度に対して比例関係を示した．この結果から，開発した計測システムの有用性を示すことができた．

本研究は産学イノベーション加速事業により実施したものである．

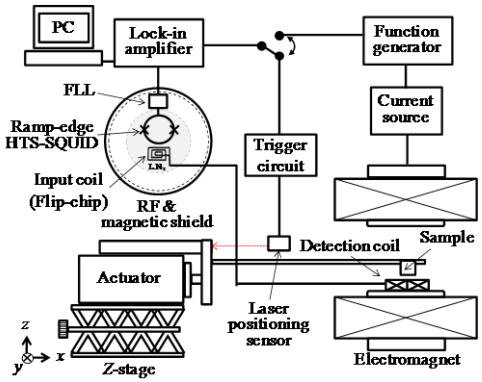

Fig. 1 Schematic figure of the developed system.

参考文献

[1] M. M. Saari *et al.*, *J. Appl. Phys.* 51, (2012) 046601.

© 2014 年　応用物理学会