フェリチン分子を用いた磁性体ナノ粒子周期結晶の強磁性共鳴測定

Ferromagnetic resonance observation of periodic magnetic-nanoparticle crystal using ferritin molecules

○奥田 充宏 [1,2], Walther Schwarzacher [3]
°CIC nanoGUNE [1], °IKERBASQUE [2], University of Bristol[3]
E-mail: m.okuda@nanogune.eu

磁性体を用いたデバイス作製技術は、新奇の物理特性を得られることからスピントロニクスやマグノニクスの分野で特に注目されている。その中でもナノサイズの磁性体で構成される周期的な構造は、マグノンを制御することが可能と期待されている。しかし集束イオンビームに代表される物理学的方法用いたナノ構造作製方法では、50 nm 周期以下の磁性体周期構造の作製は未だ困難である。すなわち 50 nm 以下の周期構造からなる磁性体の磁気特性は未だ完全には知られていない。そこで物理学的ナノ構造作製方法の代替方法として、生体分子により作製した磁性体ナノ粒子を用いた、ナノ周期構造作製法の開発が現在進められている。生体を用いたナノ粒子作製方法において特に注目されている球郭状タンパク質フェリチンは、直径 12 nm、また内径 7 nm の空洞があり、空洞内に任意の無機材料ナノ粒子を作製することが可能である。また特定の溶液条件においてタンパク質フェリチン分子の結晶を作製することも可能である。これらの特性を用いて、無機ナノ粒子を形成させたフェリチンを結晶化することにより、二次元、もしくは三次元の無機ナノ粒子の周期構造を作製することが可能である。

本研究では、市販馬脾臓フェリチン分子の空洞内にマグネタイトナノ粒子を作製し、フェリチンの結晶化能を用いて三次元磁性体ナノ粒子の結晶を作製後、加工し、強磁性共鳴吸収の観測を試みた。具体的には、フェリチン空洞内にマグネタイトナノ粒子を液中合成させ、磁気分離方法とサイズ排除クロマトグラフィー法により、マグネタイトを含有したフェリチンのみを取り出すことを目的とした精製を行った。その後、マグネタイト含有フェリチンにカドミウム溶液を加えることで、磁性体含有フェリチンの三次元結晶の作製をした。24 時間後の結晶サイズは 200 um 程度の結晶の大きさまでに成長したことを確認した。続いてグルタルアルデヒド溶液で結晶を固定化し、乾燥させた後、集束イオンビームにより磁性体フェリチンナノ粒子の結晶を 50 um x 40 um x 40 um の直方体に加工した。直方体のマグネタイト含有フェリチン結晶をコープレナーウェーブガイドに固定化し、垂直方向に磁場をかけ、水平方向にマイクロ波を照射することにより磁性体周期ナノ粒子構造における強磁性共鳴の測定を行った。測定の結果、15 GHz 付近でマイクロ波の吸収を確認した。このことにより、タンパク質フェリチンを用いた磁性体ナノ周期構造によりマグノンの制御の可能性が示唆された。

© 2019年 応用物理学会