

磁気ハイパーサーミア用発熱体としての 金めっき球体 LSMC ペロブスカイト試料の作製

赤井勇樹, 中川貴, 前田貢太郎, 清野智史, 山本孝夫
(大阪大学)

Preparation of gold plated LSMC perovskite sphere samples for magnetic hyperthermia
Y. Akai, T. Nakagawa, K. Maeda, S. Seino, T. A. Yamamoto
(Osaka University)

1. 研究背景

磁気ハイパーサーミアとは、交流磁場によって発熱する発熱体を体内に集積あるいは挿入して、体外からの磁場印可により発熱体周辺のみを選択的に加熱し、がん組織を効果的に殺傷する治療法である。磁気ハイパーサーミア用発熱体に求められる性質として以下の7点等が挙げられる、①発熱温度を正確に制御可能、②患部に集積する発熱体の量を正確に制御可能、③磁場強度に対して発熱特性が不変、④印可磁場の向きに対して発熱特性が不変、⑤体内へ容易に挿入可能、⑥弱磁場でも発熱すること、⑦生体適合性を持つこと。先行研究^[1]で既に、①～④を満たす $(\text{La,Sr})(\text{Mn,Cu})\text{O}_3$ を報告した。本研究ではさらに⑤～⑦の条件を満たすため、注射で挿入できる1mm以下の球形 $(\text{La,Sr})(\text{Mn,Cu})\text{O}_3$ に金をめっきした試料を合成した。金めっきにより、ヒステリシス損失に加え、渦電流損失による発熱も期待でき、金属イオンの溶出も防ぐことができると考えられる。

2. 実験

錯体重合法を用いて $(\text{La,Sr})(\text{Mn,Cu})\text{O}_3$ 粉末試料を作製し、アルギン酸ナトリウムを用いた球状ゲル作製方法により直径1mm以下の球状 $(\text{La,Sr})(\text{Mn,Cu})\text{O}_3$ 試料を作製した^[1]。得られた試料の組成と構造をプラズマ発光分光分析、X線回折により評価した。また、球状試料に無電解ニッケルボロンめっきを行った後、金の電解めっきを行った。この球状試料の温度-磁化曲線(DC 500Oe)と交流磁場中での発熱特性を測定した。発熱特性の評価実験では、がん腫瘍に模したPAGゲル(1ml)中に球状試料(300mg)を挿入し、1MHzの交流磁場を印可してゲル内の温度を測定した。また、溶出試験として金めっき球状試料を生理食塩水(37°C)に1週間浸し、溶出した金属イオン量をプラズマ発光分光分析により測定した。

3. 結果と考察

プラズマ発光分光分析から、試料の組成は

$\text{La}_{0.685}\text{Sr}_{0.337}\text{Mn}_{0.940}\text{Cu}_{0.038}$ であった。また、温度-磁化曲線からキュリー温度は68°Cであった。球状試料の交流磁場中での発熱特性をFig. 1に示す。金めっき前を破線で、金めっき後を実線で示している。金めっき前の試料は15Oe-rmsではほとんど発熱しなかったのに対し、金めっき後の試料は低磁場でも十分な発熱量が得られた。これは金めっきすることで、磁性体のヒステリシス損失に加えて、金の渦電流損失による発熱が発生したためと考えられる。また、溶出試験では、金属イオンはほとんど溶出しなかった。以上のことから、金めっきにより生体適合性と発熱特性が向上したことが示された。

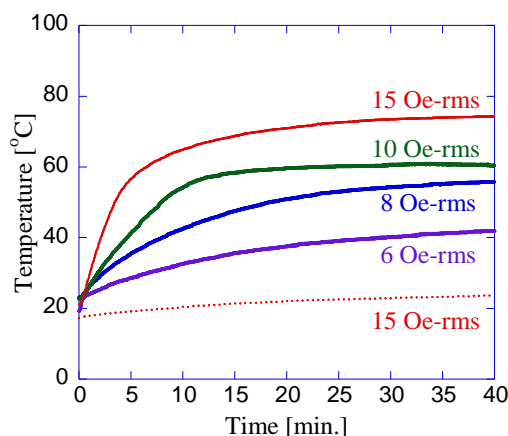


Fig.1 Temperature changes in PAG gel under 1MHz magnetic fields of different strength

参考文献

[1] M. Horiki *et al.*, J. Magn. Magn. Mater. 329 (2013) 49-52.