

# (La, Sr, Mn, Cu)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> の交流磁場中でのヒステリシス測定による 発熱量評価

加渡寛尚、中川貴、清野智史、山本孝夫  
(大阪大学)

Calorific value estimation of (La, Sr, Mn, Cu)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> by measurements of hysteresis loop  
in alternating magnetic field

H. Kado, T. Nakagawa, S. Seino, T. A. Yamamoto  
(Osaka University)

## 1. 研究背景

磁気ハイパーサーミアとは、体外から印加した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、発熱体周辺のみを選択的に加温し、がん組織のみを殺傷する治療法である。発熱体には、がん周囲の正常組織へのダメージを最小限に抑えるために、正確な温度コントロールが要求される。また、治療効果を高めるために、発熱量が大きいことも必要とされる。本研究では、発熱体として(La, Sr, Mn)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (以下 LSM) と(La, Sr, Mn, Cu)<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (以下 LSMC)の焼結体に着目した。LSMC は、交流磁場を印加し続けた際に、その温度がキュリー温度  $T_c$  付近で一定になることが報告されている<sup>1)</sup>。発熱量が大きい発熱体作製のためには、正確に発熱量を評価する必要がある。本研究では、LSM と LSMC のヒステリシス測定による発熱量評価を目的とし、その温度依存性も調べた。

## 2. 実験

LSM と LSMC 試料は、均一な組成の試料を得るために、錯体重合法を用いて作製した。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。ヒステリシスは、励磁コイル中に挿入したピックアップコイル中に試料をいれ、試料挿入前後の誘導起電力の差分から試料の交流磁場中の磁束密度を算出した。試料に水を流すことで、その温度を一定に保った。磁場は、40 Oe-rms、1 MHz の交流磁場を印加した。ヒステリシスの温度依存性に関しては、20 °C から 50 °C の範囲で測定した。発熱量は、ヒステリシスの面積に周波数をかけることで算出した。

## 3. 結果と考察

Fig. 1 に印加電流値と 20 °C で測定したピックアップコイルの誘導起電力の測定値を示す。印加電流に対して誘導起電力がおおよそ 1/4 周期遅れていることがわかる。電流値の傾きが最大になる時に誘導起電力は最大値を取ることから、正確に測定できていることがわかる。電流値から磁場を、誘導起電力から磁束密度を算出した結果を Fig. 2 に示す。ヒステリシスが描かれていることがわかる。このヒステリシスループの面積から発熱量の評価も行った。

## 参考文献

- 1) M. Horiki *et al.*, Journal of the Magnetism Society of Japan Vol.35, No.1, 2011 p22-26

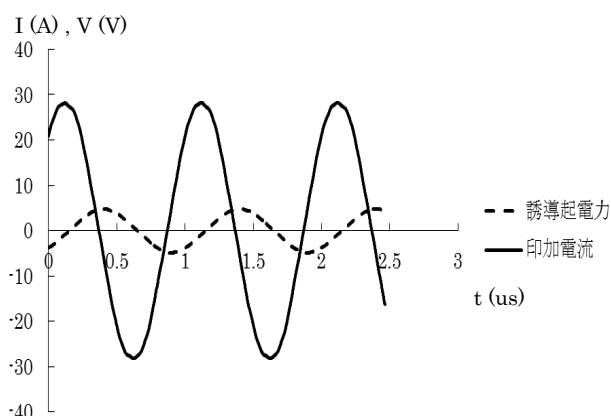


Fig. 1 Applied current of exciting coil and induced electromotive force of pickup coil

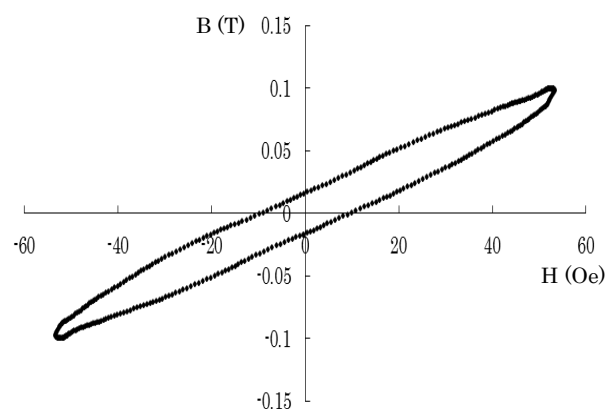


Fig. 2 Hysteresis loop of LSM at 293 K under 40 Oe-rms alternating magnetic field (1 MHz).