

## Fe ナノ粒子集合体のコアロス特性

金甫根、藏裕彰、渡辺弘紀、林靖、小川智之\*  
( (株) デンソー、\*東北大院工 )

Core loss properties of Fe nanoparticle assembly  
M. Kin, H. Kura, H. Watanabe, Y. Hayashi, T. Ogawa\*  
(DENSO CORPORATION, \*Eng. Tohoku Univ.)

### はじめに

Fe ナノ粒子集合体(FNA)は軟磁性材料等への応用が期待される材料である<sup>1)</sup>。これまでFNAのコアロス特性に関する報告はなく、FNAの超常磁性や超強磁性といった磁気挙動がコアロス特性に与える影響についての議論は全くなされていない。本研究では粒径を変化させたFeナノ粒子を加圧成形することによってリング形状のFNA試料を作製し、その交流磁化測定をととしてFNAの磁気挙動がコアロス特性に及ぼす影響について評価を行った。

### 実験方法

Fe ナノ粒子は $\text{Fe}(\text{CO})_5$ と界面活性剤を反応させた前駆体を溶媒中で熱分解することによって合成した<sup>2)</sup>。合成条件を調整することで、粒径4.0 nmと6.5 nmのFe粒子をそれぞれ作製した。作製したナノ粒子に対し減圧熱処理( $\sim 10^{-2}$  Torr, 200 °C)を行い余分な界面活性剤や有機物を除去したものを成型用粉末とした。この粉末を加圧成形することでリング形状試料を作製した(図1)。以上の作業はFeナノ粒子の酸化を防ぐため、酸素濃度と水分濃度が共に1.0 ppm以下のArガス雰囲気グローブボックス中で行った。超伝導量子干渉磁力計を用いて、粉末のFNAの磁化率の温度依存性を評価した。B-Hアナライザ(岩通計測製)を用いて成形体のFNAの交流磁化曲線とコアロス进行评估した。

### 実験結果

磁化率の温度依存性から、粒径4.0 nmのFNAでは150 Kにおいて超常磁性転移温度( $T_f$ )が観測され、室温では超常磁性的な振舞いを示した。一方、粒径6.5 nmのFNAでは400 K以下の温度範囲において $T_f$ が確認されず、室温では超強磁性的な振舞いを示した。図2に成形体のFNAの交流磁化曲線( $B_{\text{max}}=50$  mT, 周波数1, 100 kHz)を示す。共に交流磁化曲線の周波数依存性が小さいことから、渦電流損失はほぼ生じていないことが示唆された。これはナノ粒子表面に残存する界面活性剤がナノ粒子間を電気的に絶縁しているためであると考えられる。粒径6.5 nmのFNAでは強磁性由来のヒステリシスが観測され、コアロスは100 kHzで1488  $\text{kW/m}^3$ であった。一方、粒径4.0 nmのFNAの交流磁化曲線は100 kHzにおいてもヒステリシスが観測されずコアロスは測定限界以下であった。これらの結果より、超常磁性状態のFNAでは損失の非常に小さいコアを作製できることが明らかになった。

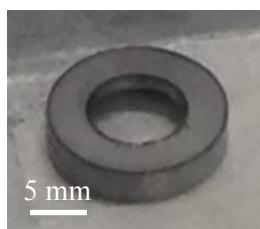


Fig.1 A ring-shaped specimen by molding FNA.

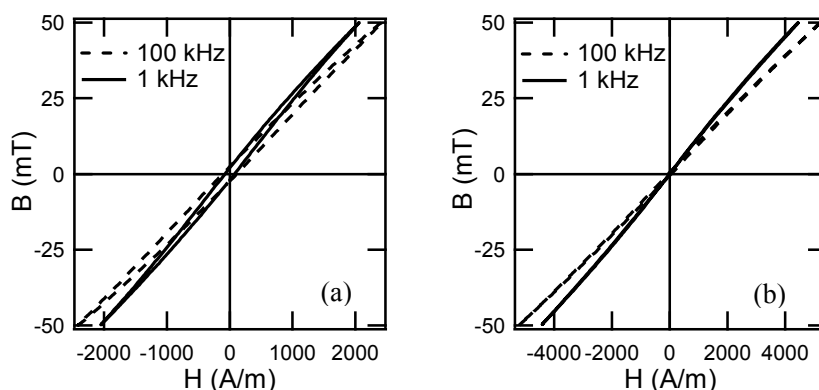


Fig.2 AC hysteresis curves of FNA with (a) 6.5 nm and (b) 4 nm in diameter.

### 参考文献

- 1) H. Kura *et. al.*, J. Magn. Soc. Jpn., 35, 203 (2011).
- 2) H. Kura *et. al.*, J. Phys. Chem. C 114, 5835 (2010).