

高周波磁化過程測定の高精度化と材料特性評価

小野寺礼尚¹、黒岩拓也^{2*}、柳原英人³、金甫根⁴、藏裕彰⁴、喜多英治¹

(¹茨城高専、²筑波大学大学院(現シャープ)、³筑波大学、⁴(株)デンソー)

Improvement of accuracy in a high frequency magnetization process measurement and characterization of magnetic materials

R. Onodera¹, T. Kuroiwa², H. Yanagihara², M. Kin³, H. Kura³ and E. Kita¹

(¹NIT Ibaraki College, ²Univ. of Tsukuba, ³DENSO CORPORATION)

はじめに

近年、磁性材料の高周波応用に関する研究開発が盛んになされている。例えば、電源などパワーデバイスの小型化に伴い、駆動周波数の高周波化が求められており、搭載されるリアクトル用コア材として用いられる軟磁性材料は磁性材料由来の損失（鉄損）の抑制が強く求められている。一方、磁性材料を高周波磁界下で保持することで発生する熱をがん治療に用いるハイパーサーミア技術では効率の良い発熱のため鉄損の大きな磁性材料が必要となる。どちらの技術も磁性材料の高周波磁界下での磁気応答を正確に把握することがデバイス設計のために重要である。

本研究では、コア材料および発熱体としての磁性粒子の開発に資する、高周波における高精度な磁化曲線計測と周波数特性評価から材料特性の正確な見積もりが可能な装置を構築すること目的とする。

実験方法

本装置の磁場発生部は磁場発生用空芯コイルとコンデンサからなる直列 LC 共振回路と高周波電源(1 kW)で構成されており、20 k~1 MHz の範囲で高周波磁場を発生させることができる¹⁾。

磁化検出には、磁化・磁場検出コイルとデジタルオシロスコープを使用し、磁化測定精度と周波数依存性を評価するために、標準試料として常磁性 Dy₂O₃ 粉末、YIG 3 mm 球などを使用して周波数 60 k-200 kHz、磁場振幅 600 Oe の範囲で測定を行なった。

結果

Figure 1 は YIG 球を周波数 58 kHz、磁場振幅を約 600 Oe で測定した結果である。反磁場係数に依存する飽和磁場が観測され、その値により磁場と磁化の較正が可能である。挿図には原点付近の拡大図を示している。Fig. 2 は Dy₂O₃ 粉末を 82 kHz、約 100 Oe で測定した結果である。磁化は磁場変化に対して非常に良い線形性を示している。挿図には原点付近の拡大図を示した。Fig. 1, 2 における見かけの保磁力はそれぞれ、2、0.2 Oe ほどである。どちらの測定においても磁化曲線は原点付近を通過するべきであるが、このような誤差が生じてしまう。この誤差は、主に信号検出の分解能や、磁化検出コイルにおけるキャンセルのアンバランスから生じるバックグラウンド信号などが原因で生じると考えられる。誤差は測定条件に依存するが、磁場振幅の小さな領域では約 0.2 Oe であり、低損失材料の特性評価に応用可能なレベルまで抑制できつつある。誤差の低減は今後の課題でもあるが、信号測定装置の高分解能化や、検出コイルの空間配置の検討により、高精度化を達成できると考えている。

当日は、典型的なコア材料や磁性流体の高周波測定結果についても報告する。

参考文献

1) A. Seki, *et al.*, J. Phys.: Conf. Ser., **521** (2014) 012014.

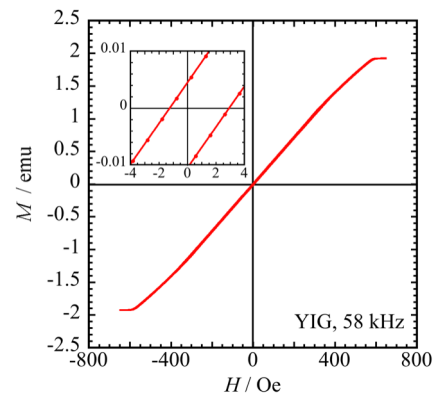


Fig. 1 Magnetization curve of YIG sphere (ϕ 3 mm) at 58 kHz. Inset shows enlarged view around the origin.

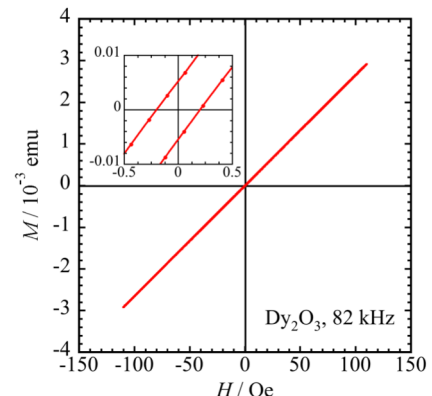


Fig. 2 Magnetization curve of Dy₂O₃ powder at 82 kHz. Inset shows enlarged view around the origin.