

パルス減衰磁場を用いた磁性体の動的磁化測定

Dynamic magnetization measurement of magnetic materials by a pulsed magnetic field under damped oscillation

茨城高専¹, 信州大², 大阪大³, 筑波大⁴

○小野寺 礼尚¹, 浜崎 亜富², 諏訪 雅頼³, 喜多 英治⁴

NIT Ibaraki College¹, Shinshu Univ.², Osaka Univ.³, Univ. of Tsukuba⁴

°Reisho Onodera¹, Atom Hamasaki², Masayori Suwa³, Eiji Kita⁴

E-mail: onodera@mech.ibaraki-ct.ac.jp

はじめに

磁性ナノ粒子(MNPs)の分散体は, MRI の造影剤として実用されているだけでなく, 磁気ハイパーサーミアや磁性粒子イメージング(MPI)など幅広い医療応用のため研究が精力的に行われている. 磁気ハイパーサーミア, MPI においては交流磁場環境で利用されることが前提であり, これらの医療手段に MNPs を応用するためには交流磁場応答を評価する必要がある. 測定装置は測定周波数がある程度の範囲で調整可能であること, 線形応答領域のみならず非線領域まで評価できるよう, 大振幅で測定できることが望ましい.

これまで交流電源を用いた磁場発生を行ってきたが¹⁾, 本研究では強磁場発生的手段としてコンデンサバンクを用いたパルス磁場を用いた. コンデンサバンクの放電によって発生した減衰振動磁場を用い, 磁性体の交流磁化過程の測定を可能とした.

装置構成

本研究では, 充電用昇圧トランス, コンデンサバンク, IGBT スイッチング素子, ソレノイドコイルを用いて減衰振動磁場を発生させた. 磁化, 磁場の測定にはそれぞれピックアップコイルを用いた. 磁場発生用ソレノイドコイルおよび磁化, 磁場測定用ピックアップコイルは, 従来の交流磁化測定で用いたものを流用したため, それぞれのコイル定数は較正済みである¹⁾. 装置構成の詳細は当日の講演で報告する.

測定結果

図 1(a)にコンデンサバンクへ 200 V 充電を実施した場合の発生磁場, (b)にはその磁場を印加した MnZn フェライトの磁化のピックアップコイルの出力(V_H , V_M)を示す. これらは微分信号であり, 積分し磁場・磁化の時間変化が得られる. 磁場は $H = A_0 \exp(-A_1 t) \cos(2\pi f t)$ の減衰振動することを確認し, その周波数は $f = 49 \text{ kHz}$ であった. 磁化は半周期毎に $V_M (\propto dM/dt)$ がゼロになり試料が飽和していることがわかる.

これらの信号をもとに M - H ループをプロットした結果, 200 V の充電で最大磁場振幅が 40 mT であることを確認できた. 1 kV の充電では 200 mT の振幅を作り出せる. 講演ではこの実験によって得られた強磁性材料および磁性ナノ粒子懸濁液の M - H ループについて報告する.

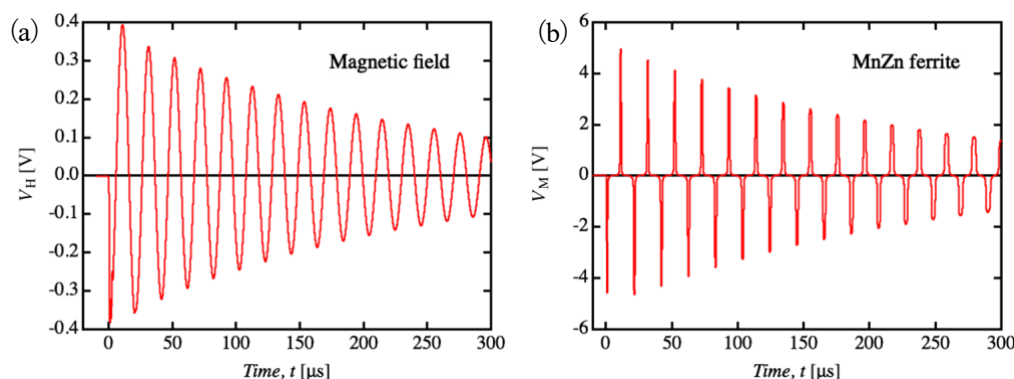


図 1 ピックアップコイルで検出した(a) 発生磁場, および(b) 磁化の微分信号

参考文献

(1) R. Onodera, E. Kita, M. Kishimoto, T. Kuroiwa, and H. Yanagihara, IEEE Trans. Mag., **57** 6100605 (2021).