

マイクロストリップ線路型プローブによる 透磁率・誘電率の同時測定

能澤昂平, 高橋翔平, 沖田和彦, トンタットロイ, 藪上信, 佐藤光晴, 杉本諭
(東北大学)

Simultaneous Measurement of Permeability and Permittivity Using a Microstrip Line-Type Probe

K. Nozawa, S. Takahashi, K. Okita, L. Tonthat, S. Yabukami, M. Sato, S. Sugimoto

(Tohoku University)

はじめに

昨今の高周波材料の応用に際し、高周波における誘電率及び透磁率を測定することは重要である。著者らはフレキシブルマイクロストリップ線路型(MSL)プローブを開発し、透磁率計測方法を報告した¹⁾。本稿では同プローブを用いた透磁率と誘電率の同時測定方法を提案する。

計測方法

Fig. 1に測定系の概要図を示す。サンプルをMSLに近接してヘルムホルツコイル内に配置する。誘電率が磁界強度に依存しないことを仮定し、強磁界(2 T)中でキャリブレーションして磁界を減じて測定することで、透磁率の寄与分のみ反映された透過係数 S_{21} を得る。次にサンプルを取り除いて測定することで誘電率の寄与分を含む S_{21} を得る。透磁率が強磁界中で低下することから、強磁界中の測定との差分を取ることで誘電率の寄与分のみ含む S_{21} を得る。

伝送線路の等価回路を用いて S_{21} をそれぞれインピーダンス $Z=2Z_0(1-S_{21})/S_{21}$ 及びアドミタンス $Y=2/Z_0(1-S_{21})/S_{21}$ に換算する。有限要素法を用いてインダクタンス $L=-jZ/\omega$ と比透磁率 μ_r' 及びキャパシタンス $C=-jY/\omega$ と比誘電率 ϵ_r' の関係を計算し、これを用いて μ_r と ϵ_r を求める。なお透磁率の算出部分は既報¹⁾と同様である。

計測結果

測定対象はFe+Fe₃O₄(50 vol%)-epoxyからなる混合粉末樹脂複合シート²⁾とした。Fig. 2, 3に透磁率及び誘電率の測定結果を示した。透磁率は二つの共鳴が確認でき、異なる層の損失が反映されていると考えられる。また高周波部分で μ_r' が負の値を取るのは、キャリブレーション時の信号が反転している為である。誘電率は透磁率との分離が出来ており、同時測定が可能であることを示唆する結果となった。

謝辞

本研究の一部はビジネス・インキュベーション・プログラムの研究成果である。本研究の一部は総務省電波資源拡大のための研究開発及び異システム間

の周波数共用技術の高度化に関する研究開発「不要電波の高分解能計測・解析技術を活用したノイズ抑制技術の研究開発」の成果である。

参考文献

- 1) S. Yabukami et al., *IEEE Trans. Mag.*, vol. 56 (2020).
- 2) M. Sato et al., *Autumn Meeting of the Japan Society of Powder and Powder Metallurgy*, 1-49A(V) (2020).

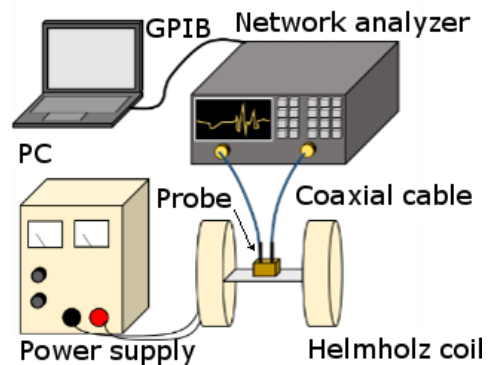


Fig. 1 Schematic of measurement system.

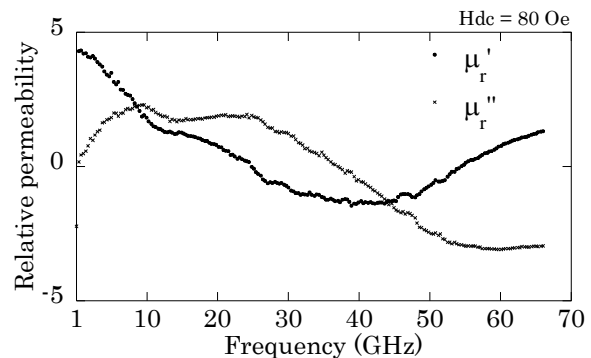


Fig. 2 Relative permeability of Fe+Fe₃O₄-epoxy.

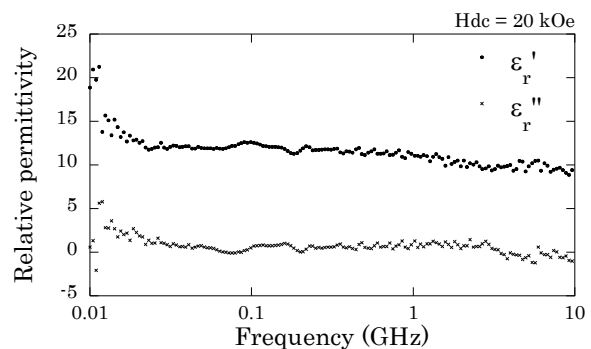


Fig. 3 Relative permittivity of Fe+Fe₃O₄-epoxy.