

MSL で測定した短冊試料の複素透磁率の反磁界補正

武田 茂, 山崎真之介*

(有) Magnotech, *キーコム (株)

Demagnetization correction of complex permeability of magnetic slab measured by MSL

S. Takeda, and S. Yamasaki*

(Magnotech, Ltd., *KEYCOM Corp.)

はじめに これまで、我々は短絡伝送線路を用いて複素透磁率を測定する方法を報告してきた 1)。これには大きく分けて、短絡同軸線路と短絡マイクロストリップ線路 (MSL) の二種類がある。前者の試料はトロイダル形状であり、後者の試料は短冊試料である。前者は円周方向の反磁界は無視できるが、後者は試料端の反磁界の影響を強く受ける。この反磁界補正の方法の概要はすでに ICF11 で報告した。今回、測定帯域を拡大し、精度を上げ、より微細構造が議論できるようになったので報告する。

測定治具 Fig.1 に短絡同軸線路を、Fig.2 に短絡マイクロストリップ線路の概略構造断面図を示す。前者はトロイダル試料 ($a=3\text{mm}\phi$, $b=7\text{mm}\phi$, $l_1=0.33\text{mm}$) が内外導体に緊密に接触した状態で挿入されている。後者は短冊状試料 ($l_2=\text{mm}$, $w=16\text{mm}$, $d=0.33\text{mm}$) が MSL の短絡部の角の部分に固定される。それぞれの試料は厚み 0.33mm の同じ NSS (Noise Suppression Sheet) から切り出されたものであり、同じ物性値を持っている。これらの治具の S11 から実効透磁率を導き出す方法は既に報告した。ただし、前者の場合は、円周方向の反磁界はゼロであり、かつ結合係数 $\eta=1$ であることから絶対測定が可能である。これより導出された透磁率を真の透磁率 μ_t と仮定する。ところが、後者の場合は、短冊試料の長辺方向に磁化されるが反磁界が作用し、測定される実効透磁率 μ_e はこれを含んだものとなる。

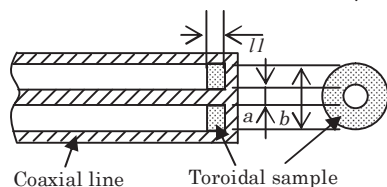


Fig.1 Short circuited coaxial line

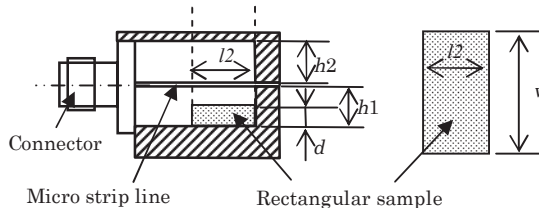


Fig.2 Short circuited micro strip line

反磁界補正理論 真の透磁率 μ_t と反磁界係数 N を含んだ透磁率 μ_e の関係は、次の式により与えられる 2)。
 $\mu_t = (1-N)\mu_e / (1-N\mu_e)$ ---- (1) この式は複素透磁率にも成立し、実数部、虚数部に相当する式を導くことができる。 N をパラメータに MSL の結果を計算し、同軸線路の結果に合わせるといのが主眼である。これにより MSL で測定した場合の反磁界係数 N を逆問題として決定することができる。この N は、第一近似として材料によらないとすれば、同じ形状の未知の材料の真の複素透磁率を短冊試料の測定結果から推定することができる。これは実用上極めて有効であると考えた。

実験結果 Fig.3(a) は MSL による測定結果を、(b) は同軸線路による測定結果を示す。(c) は MSL の結果を反磁界係数 $N=0.04$ として補正し、同軸線路の結果と比較したものである。1GHz 以下の両者は極めてよい一致を示した。1GHz 以上で両者に差が見られたが、これは MSL と同軸線路の構造上の違いによるものである。精度が向上し、このような微細構造の差異が見られるようになった。

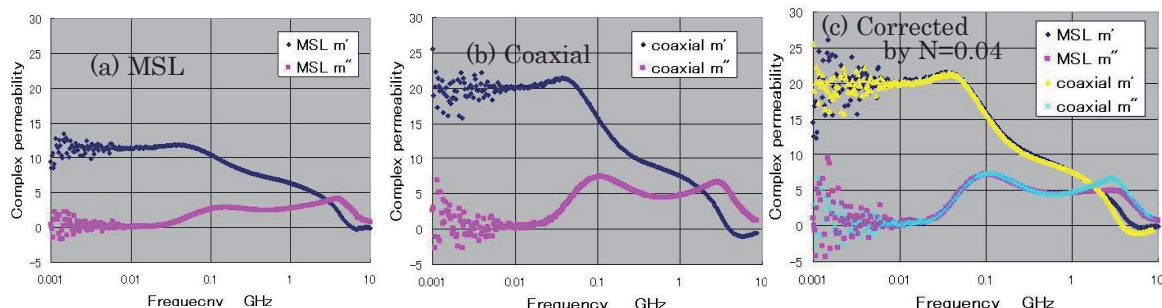


Fig.3 Measurement results ; (a) as measured by MSL, (b) as measured by Coaxial, (c) comparison between the corrected MSL result by $N=0.04$ and the coaxial result.

参考文献 1) S. Takeda, T. Hotch, S. Motomura, and H. Suzuki, *Journal of the Japan Society of Powder & Powder Metallurgy*, vol.61, (2014), No.S1, S303-307,
 2) 大田恵造著「磁気工学の基礎(I)」共立出版、p.41, (1973)