

開放同軸線路を用いた NSS の誘電率測定時の透磁率の影響

武田 茂, 山口泰平*, 発知富夫*, 本村貞美*, 鈴木洋介*

(有) Magnontech, *キーコム (株)

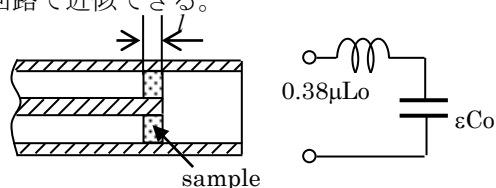
Permeability influence on permittivity measurement using open circuited coaxial line

S. Takeda, T. Yamaguchi*, T. Hotchi*, S. Motomura*, and H. Suzuki*

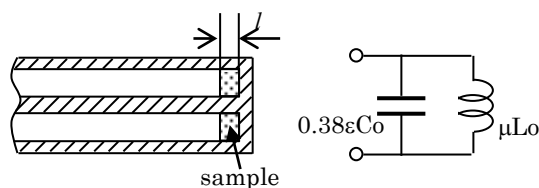
(Magnontech, Ltd., *KEYCOM Corp.)

はじめに 先に、我々は短絡・開放同軸線路を用いて透磁率・誘電率を測定し、それぞれを相互補正してより正しい値を求める方法を紹介した 1) 2)。この際、誘電率の虚数部が透磁率の影響を強く受けることが分かった。今回、外部から強い磁界を加えて実質的に $\mu=1$ にして誘電率を測定し、前回の相互補正の結果と比較したので報告する。

測定理論 Fig.1 に開放同軸線路を、Fig.2 に短絡同軸線路を示す。円筒形試料が内外導体に緊密に接触した状態で挿入されている。それぞれの線路は、試料表面を基準面とすると等価回路として直列 LC 回路と並列 LC 回路で近似できる。



(a) cross sectional view (b) equivalent circuit



(a) cross sectional view (b) equivalent circuit

Fig.1 Open circuited coaxial line

Fig.2 Short circuited coaxial line

図中、 $L_0=L/l$, $C_0=C/l$ であり、 $L=166.7$ nH/m, $C=66.7$ pF/m は $50\ \Omega$ 同軸線路の単位長当たりのインダクタンスと静電容量である。また l は試料の厚みである。試料の透磁率と誘電率を μ と ϵ で示した。等価回路の 0.38 の係数は、位相変化が 1.4 radian 以下であれば、集中定数近似が $\pm 5\%$ 以下で成立するためのものである。

実験結果 同軸線路としては APC-7 を用いた。円筒形試料の寸法は $7\text{ mm}\phi \times 3\text{ mm}\phi$ であり、金型で打ち抜いて作成した。試料の端部は凹凸を示すが、外導体と内導体との試料の接触状況は、軽く金型で押しても外れないほどの緊密さである。NSS の厚みは $300\ \mu\text{m}$ である。Fig.3 は誘電率の測定結果である。点線は As measured のもの、破線は透磁率測定結果と相互補正したものである。1 GHz ~ 2 GHz の間で大きな ϵ'' は相互補正により大幅に減少する。実線は、5 kOe の強磁界を印加しながら測定したものであり、 ϵ'' さらには減少する。ただし、2 本のピークが観測された。Fig.4 は対応する透磁率の測定結果である。As measured の状態では、4.5 GHz 近傍に μ'' のピークが観測され、相互補正すると 2 GHz ~ 4 GHz の μ'' は少し減少するものの、5 GHz のピークは大きい状態である。強磁界下で測定した ϵ を用いて補正すると、スパイクノイズは残るが、ほぼ 5 GHz のピークも消えてスムーズな曲線となった。この曲線は、同じ材料の $200\ \mu\text{m}$ で測定した結果とほぼ同じであった。これより、厚い NSS の μ - f 特性を測定すると高周波側のピークが増加する傾向は、NSS の誘電率が強く影響していることが分かった。

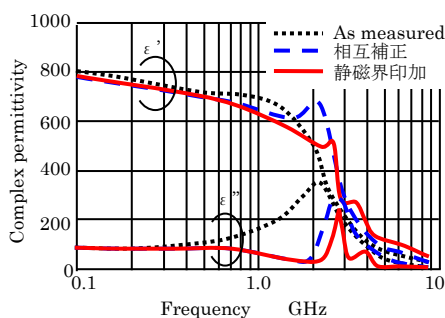


Fig.3 Complex permittivity vs. frequency

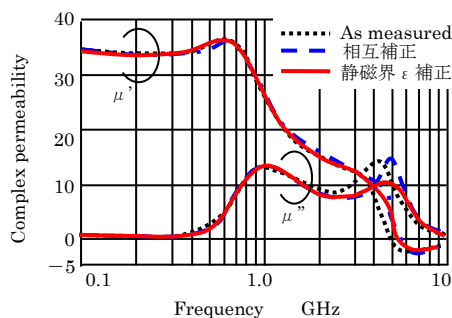


Fig.4 Complex permeability vs. frequency

参考文献

- 1) 武田他「短絡・開放同軸線路を用いた透磁率・誘電率の相互補正測定」第 38 回日本磁気学会(2aE-4) (2014)
- 2) S. Takeda, et al, "Theoretical Consideration on Short- & Open- circuited Transmission Lines for Permeability & Permittivity Measurement", *J. Magn. Soc. Jpn.*, **39**, 116-120 (2015)