

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

武田 茂, 発知富夫*, 本村貞美*, 鈴木洋介*

(有) Magnontech, *キーコム 株

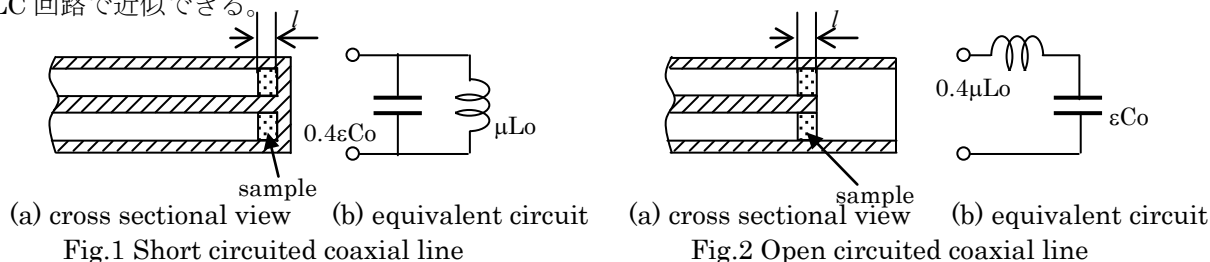
Inter correction measurement of permeability and permittivity by short and open circuited coaxial line

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

(Magnontech, Ltd., *KEYCOM Corp.)

はじめに 短絡・開放同軸線路を用いて透磁率・誘電率を測定する方法はよく知られている¹⁾。この方法では、お互いの効果を考慮する必要があるが、一般に解析手法は面倒である。今回、解析方法として、集中定数回路近似を用いることにより、両者の効果を簡単に補正できる方法を考案したので報告する。

測定理論 Fig.1 に短絡同軸線路を、Fig.2 に開放同軸線路を示す。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並列 LC 回路と直列 LC 回路で近似できる。



図中、 $L_0=L/l$, $C_0=C/l$ であり、 $L=166.7[\text{nH/m}]$, $C=66.7[\text{pF/m}]$ は 50Ω 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 0.4 の係数は、位相変化が $\pi/2$ 以下であれば、集中定数近似が 5% 以下で成立するためのものである。このような配置で、試料がある場合とない場合の S_{11} パラメータを測定する。Fig.1 の場合は ϵ が既知であれば μ を求めることができ、Fig.2 の場合は μ が既知であれば ϵ を求めることができる。そこで、最初、 $\epsilon=1$ として μ を求め、これを μ_1 とする。同じように、 $\mu=1$ として ϵ を求め、これを ϵ_1 とする。次に、 $\epsilon=\epsilon_1$ として μ を求め、これを μ_2 とする。同じように、 $\mu=\mu_1$ として ϵ を求め、これを ϵ_2 とする。この操作を続ければ、補正の精度は向上する。しかし、実際には 1 回の操作で十分であり、2 回目以降はほとんど変化しない。また、最終的に得られた μ , ϵ を用いて、 $\beta=(2\pi f/c)\sqrt{\epsilon\mu}l$ を計算して、各周波数 f で $\beta<\pi/2$ であることを確認する。ただし、 c は真空中の光速である。

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、軽く金型で押しでも外れないほどの緊密さである。被測定試料は NEC トーキョー製 K4E 材で、厚みは 0.3mm である。Fig.3 に測定結果を示す。複数回測定で、透磁率の測定値はほとんど変化しなかったが、誘電率測定は ϵ' の最大値で $20\% \sim 30\%$ のばらつきがあった。図は最大のものを示している。

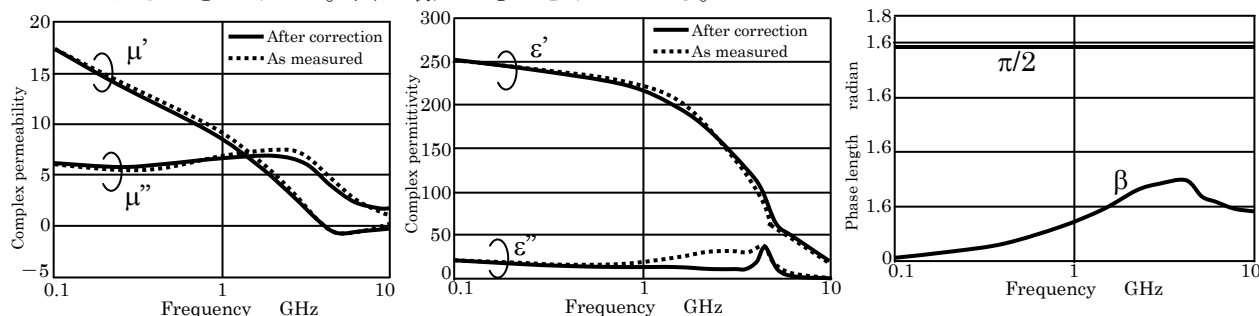


Fig.3 Measurement results of permeability (a) and permittivity (b) and judgment (c)

透磁率と誘電率の両者はお互いに影響を受けるが、実数部より虚数部の方が補正後変化は大きかった。特に誘電率の虚数部は透磁率の影響を受ける。位相変化 β は 3.7GHz で最大をとるが、 $\pi/2$ より十分に小さく、今回の測定が集中定数近似範囲内であることを示している。

参考文献

1) 橋本 「高周波領域における材料定数測定法」 p17, 森北出版 (2003)