

遮断円筒導波管法による複素誘電率測定のラウンドロビンテスト

Round robin test on complex permittivity measurement by the cut-off circular waveguide method

西野 智弘 清水 隆志 小林 禧夫
Tomohiro Nishino Takashi Shimizu Yoshio Kobayashi

埼玉大学工学部電気電子システム工学科
Dept. of Electrical and Electronic Systems, Saitama University

1. はじめに

遮断円筒導波管法は、ミリ波帯において誘電体平板試料の比誘電率 ϵ_r と誘電正接 $\tan\delta$ を、高精度に測定する方法として報告されている^{[1][2]}。本報告では、7 個の共振器による複素誘電率測定の結果を示す。

2. 測定原理

厚さ t の誘電体平板を導体円筒の中央に装荷し、遮断 $TE_{0m1}(m=1,2,\dots)$ モード誘電体円板共振器を構成する。 ϵ_r は TE_{0m1} モードの共振周波数 f_0 の測定値より、 $\tan\delta$ は f_0 と無負荷 Q_u の測定値より求まる。また、この際、空洞共振器を用いて、 $TE_{01p}(p=1,2,\dots)$ モードの f_0 および Q_u の測定値より、直径 D 、長さ H 、および比導電率 σ_r をあらかじめ測定しておく。表 1 に各共振器の D 、 H 、 σ_r と、測定に用いた TE_{011} モードの f_0 、 Q_u を示す。

3. 測定結果

BMT セラミクス平板(以下 BMT)、sapphire 平板、改質ポリオレフィン平板(以下 MPO)の複素誘電率を、 TE_{011} モード、室温にて測定した。10 回測定のうち、 Q_u 値の高い 5 つの値を選び、その平均値を測定値とした。図 1 にその測定結果を示す。

個々の共振器における ϵ_r の測定精度は、いずれの測定試料でも $\pm 0.3\%$ 程度である。また、 $\tan\delta$ の測定精度は、BMT と MPO-A1 が $\pm 4\%$ 、sapphire が $\pm 6\%$ 、MPO-A2 が $\pm 9\%$ である。 $\tan\delta$ がばらついている原因は、測定器の雑音による影響で Q_u の測定値がばらついたためと考える。

新しい共振器を用いるにつれ、 ϵ_r が低く評価される傾向にある。これは、導体円筒と試料間の隙間が改善されているためと考える。

4. まとめ

共振器間のばらつきを考慮した本測定の測定精度は、 ϵ_r に関してはいずれの測定試料も $\pm 0.7\%$ 程度であり、 $\tan\delta$ に関しては BMT が $\pm 5\%$ 、sapphire が $\pm 12\%$ 、MPO-A1 が $\pm 7\%$ である。また、MPO-A2 は $\pm 23\%$ である。MPO-A2 の $\tan\delta$ がばらついているのは、試料が厚すぎて、誘電体を装荷した共振器が安定しなかったことが原因である。

<参考文献>

- [1] 清水, 小林, “ミリ波同軸励振空洞共振器法による誘電体平板の複素誘電率の温度依存性の測定,” 信学技法, ED2000-188, MW2000-145, pp.1-6, Nov. 2000
- [2] T.Shimizu, Y.Kobayashi, “Millimeter wave measurements of temperature dependence of complex permittivity of GaAs plates by a circular waveguide method,” 2001 IMS. Digest, THIF-51, pp.2195-2198, Jun. 2001.

表 1 共振器の寸法と比導電率

共振器 (製作年/月)	f_0 (GHz)	Q_u	D (mm)	H (mm)	σ_r (%)
1 (1999/10)	52.521 ± 0.001	11130 ± 50	6.991 ± 0.002	30.917 ± 0.080	84.8 ± 0.7
2 (2000/02)	52.646 ± 0.001	11050 ± 40	6.993 ± 0.006	23.770 ± 0.283	82.3 ± 0.5
3 (2000/03)	56.735 ± 0.001	10210 ± 20	6.480 ± 0.003	24.289 ± 0.008	75.0 ± 0.2
4 (2000/03)	52.640 ± 0.001	10680 ± 40	6.985 ± 0.002	26.118 ± 0.105	76.2 ± 0.5
5 (2002/09)	52.366 ± 0.001	10560 ± 50	7.011 ± 0.002	31.066 ± 0.044	76.1 ± 0.7
6 (2002/09)	52.286 ± 0.001	10650 ± 60	7.022 ± 0.002	31.045 ± 0.045	77.3 ± 0.8
7 (2002/09)	52.292 ± 0.001	10360 ± 60	7.020 ± 0.002	31.033 ± 0.031	73.2 ± 0.8

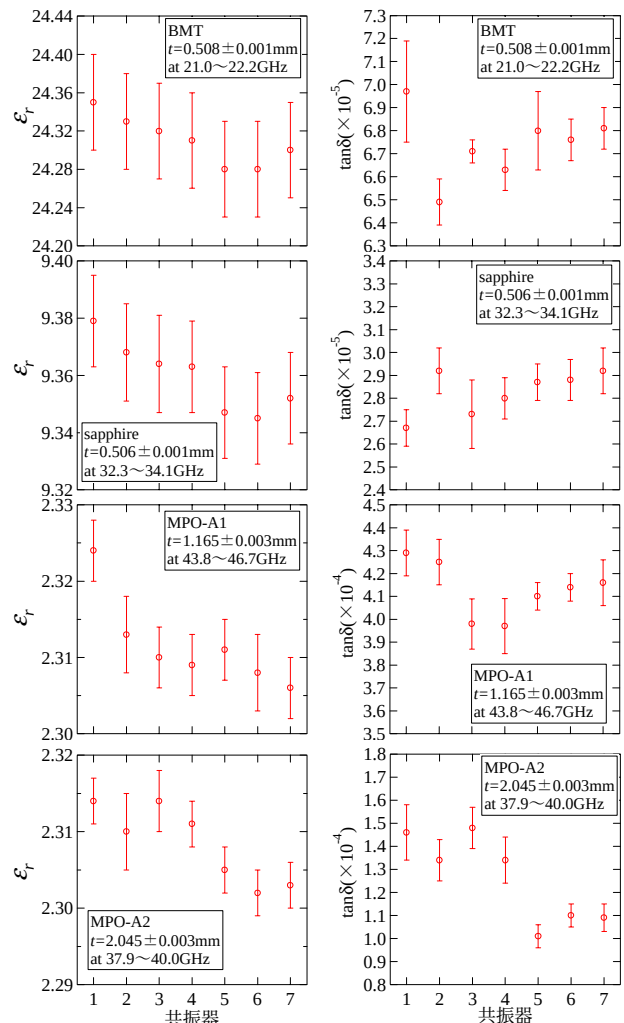


図 1 複数の共振器を用いた誘電体平板の測定結果