

80GHz 空洞共振器を用いた遮断円筒導波管法による複素誘電率測定

Complex permittivity measurements by the cut-off waveguide method using 80GHz cavities

清水隆志

Takashi Shimizu

小林禧夫

Yoshio Kobayashi

笠島 崇

Takashi Kasashima

大林和重

Kazushige Ohbayashi

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

日本特殊陶業(株) 総合研究所

NGK SPARK PLUG Co., Ltd.

1. はじめに

ミリ波帯における低損失誘電体材料の測定法として、遮断円筒導波管法を提案し、50GHz 空洞共振器を用いて、その有効性を実証してきた^[1]。本研究では、4 個の 80GHz 空洞共振器を用いて、遮断円筒導波管法による複素誘電率測定を行い、その有効性を実証したので報告する。

2. 測定原理

図 1(a)に厚さ t の誘電体平板を導体円筒の中央に装荷した遮断 TE_{0m1} モード誘電体円板共振器の構成図を示す。この共振器の励振および検波には、先端に $\phi 0.5\text{mm}$ 程度の微小ループをもつ W コネクタ付き UT-34 セミリジッド同軸励振線を用いて、半径方向より行う。

比誘電率 ϵ_r および誘電正接 $\tan\delta$ は、 TE_{0m1} ($m=1,2,\dots$) モードの共振周波数 f_0 および無負荷 Q 、 Q_u の測定値より、縁端効果を考慮した解析手法による計算から求まる^[1]。まず、図 1(b)に示す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。この際、 TE_{01p} モードと縮退する TM_{11p} モードの共振周波数を下げて、2 つのモード間の縮退を解くために、導体円筒と短絡板との間に溝を設けた。

3. 測定結果

4 個の 80GHz 空洞共振器を製作し、2 枚の Crythnex 平板 (No.1: $t=0.825 \pm 0.001\text{mm}$, No.2: $t=0.825 \pm 0.001\text{mm}$) の複素誘電率を測定した。表 1 に測定に使用した共振器の測定結果をそれぞれ示す。また、図 2 に常温における Crythnex 平板の複素誘電率の測定結果を示す。

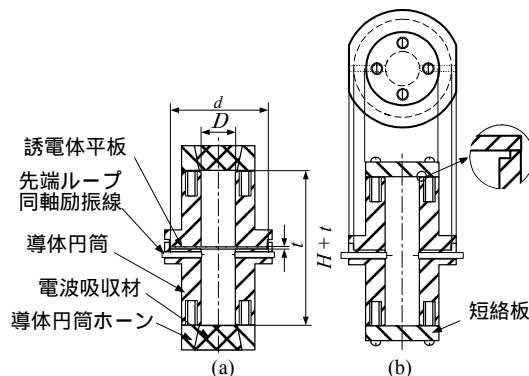
個々の共振器における測定誤差は、 ϵ_r に関しては 0.2% 程度、 $\tan\delta$ に関しては 10% 程度である。また、共振器間のばらつきを考慮した測定精度は、 ϵ_r に関しては 0.3% 程度、 $\tan\delta$ に関しては 35% 程度である。

4. まとめ

80GHz 空洞共振器を用いた遮断円筒導波管法の有効性を実証した。なお、測定結果の誤差に関する検討は、今後の課題である。

<参考文献>

- [1] T.Shimizu, and Y.Kobayashi, "50GHz measurements of temperature dependence of complex permittivity of dielectric plates by a cut-off circular waveguide method," 2001 Topical Symposium on Millimeter Waves, Digest, P-10, Mar. 2001.



(a) 誘電体を装荷した共振器 (b) 空洞共振器

図 1 測定に使用する共振器の断面図

表 1 D, H, σ_r の測定結果 @20 °C, TE_{011} mode

Cavity No. 製作年月	f_0 (GHz)	Q_u	D (mm)	H (mm)	σ_r (%)
1 (2003/6)	81.275 ± 0.001	7740 ± 150	4.524 ± 0.002	16.902 ± 0.122	60.7 ± 0.9
2 (2003/6)	81.374 ± 0.001	8690 ± 60	4.518 ± 0.003	16.878 ± 0.138	78.8 ± 1.0
3 (2003/12)	81.582 ± 0.001	8860 ± 70	4.507 ± 0.003	16.745 ± 0.134	81.0 ± 1.3
4 (2003/12)	81.602 ± 0.001	8490 ± 50	4.506 ± 0.003	16.771 ± 0.130	74.3 ± 0.7

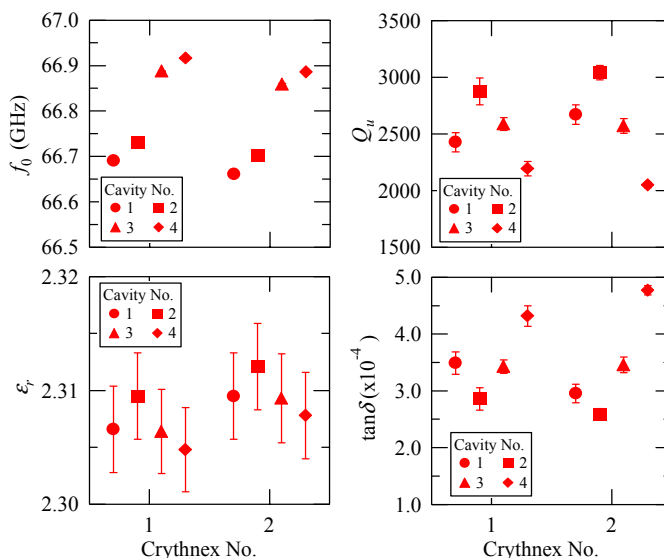


図 2 Crythnex 平板の複素誘電率の測定結果