

縮退モード分離用溝付き円筒空洞共振器の実験的検討

Experimental Discussions for Separating Degenerate Modes in a Grooved Circular Cavity

折笠 篤
Atsushi Oriokasa

清水 隆志
Takashi Shimizu

加藤 正之
Masayuki Kato

小林 禧夫
Yoshio Kobayashi

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

1. はじめに

誘電体平板の複素誘電率測定に用いられる空洞共振器法^[1]では、あらかじめ TE_{01p} ($p=1, 2$) モードを用いて円筒空洞共振器の寸法および比導電率測定を行っておく必要がある。しかし、 TM_{11p} モードが TE_{01p} モードと縮退しており、比導電率測定に悪影響を与える。

この度、両端に縮退分離用の溝付き円筒空洞共振器を設計・製作し、実験的にその有効性を検討したので報告する。

2. 実験方法

実験に使用した円筒空洞共振器の断面図を図 1 に示す。この共振器(直径 $D=35$ mm, 高さ $H=25$ mm)では、幅 $g=0.5$ mm、深さ $d=0, 1.05, 2.10, 3.15, 4.20$ mm の溝をもつ 5 組の短絡板を同一の導体円筒の両端に取り付ける。励振および検波は先端に微小ループをもつ同軸励振線を用い、 z 軸方向から磁界結合により行う。溝の寸法の変化による共振周波数 f_0 、無負荷 Q, Q_u の変化を測定する。

3. 共振周波数の測定結果および計算結果

図 2 に溝の変化による TE_{011} , TM_{111} モードの f_0 の測定結果を示す。さらに同図に、モード整合法^[2]による f_0 の計算結果、Ansoft HFSS の Eigen Mode および、Driven Mode による f_0 の計算結果を示す。これより、溝の中に励振された TM_{11} モードは伝搬モードであるため、その共振周波数は低下する。一方、溝の中に励振された TE_{01} モードは遮断モードであるため、その共振周波数はほぼ変化しないことがわかる。また、Eigen Mode の計算結果が測定結果とよく一致していることがわかる。

4. D, H, σ_r の測定結果

TE_{011} , TE_{012} モードの共振周波数 f_{01}, f_{02} より D, H を求めた。 TE_{011} モードの f_0, Q_u および D, H より比導電率 σ_r を求めた^[1]。各短絡板を取り付けた空洞共振器による D, H, σ_r の測定結果を表 1 に示す。これより、短絡板を取り替えても D が変化していないことがわかる。また、溝なし共振器($d=0$)は、溝付き共振器より σ_r の値が低く、さらに、測定誤差が大きいことがわかった。

5. まとめ

溝付き円筒空洞共振器を設計・製作し、寸法および比導電率測定における溝の有効性を実証した。今後、溝の寸法の最適値を検討する予定である。

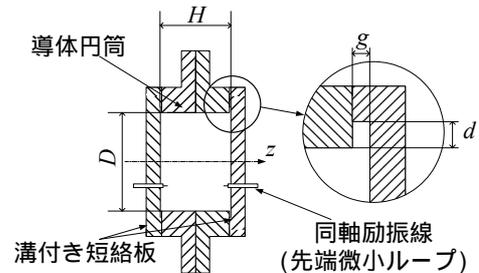


図 1 円筒空洞共振器の断面図

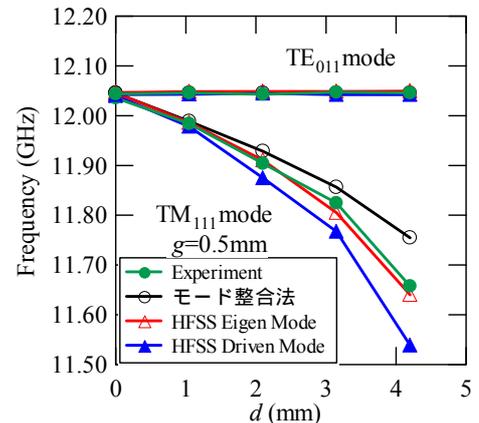


図 2 溝の深さ d の変化による共振周波数の変化

表 1 溝の変化による $f_{01}, f_{02}, D, H, \sigma_r$ の測定結果
 $g=0.5$ mm 一定 @23.2

d (mm)	f_{01} (GHz)	f_{02} (GHz)	Q_u	D (mm)	H (mm)	σ_r (%)
0	12.042 ± 0.001	15.886 ± 0.001	24150 ± 380	34.986 ± 0.001	25.058 ± 0.001	83.2 ± 2.6
1.05	12.043 ± 0.001	15.890 ± 0.001	24720 ± 240	34.986 ± 0.001	25.047 ± 0.001	87.2 ± 1.7
2.10	12.041 ± 0.001	15.883 ± 0.001	24440 ± 320	34.986 ± 0.001	25.065 ± 0.001	85.2 ± 2.3
3.15	12.044 ± 0.001	15.893 ± 0.001	24550 ± 200	34.986 ± 0.001	25.038 ± 0.001	86.0 ± 1.4
4.20	12.044 ± 0.001	15.893 ± 0.001	24600 ± 120	34.987 ± 0.001	25.038 ± 0.001	86.4 ± 0.8

<参考文献>

[1] 小林, 佐藤, “誘電体平板材料のマイクロ波複素誘電率測定,” 信学技法, MW87-7, pp. 7-12, May, 1987.

[2] Z. Ma, Y. Kobayashi, “Analysis of axially cascaded dielectric resonators using the mode-matching method combined with the generalized scattering matrix technique,” 1999 APMC. Proc., pp.848-851, Dec. 1999.