

C-2-68

# 方形導波管誘導性窓空洞共振器の等価回路に基づく共振周波数と外部Qの計算と測定値との比較

Calculation of resonant frequency and external Q for inductive-window rectangular-waveguide cavity based on equivalent network of multi-transmission-line and multiport ideal transform and comparison with measurement

山形 聡  
Satoshi Yamagata

平岡 隆晴  
Takaharu Hiraoka  
神奈川大学  
Kanagawa Univ.

許 瑞邦  
Hsu, Jui-pang

飯田 幸雄  
Yukio Iida  
関西大学  
Kansai Univ.

1. はじめに 図1(a)に示す誘導性窓による方形導波管空洞共振器の外部Q、共振周波数を図1(b)に示すモード対応等価回路(1)に基づいて(1)電力透過係数法、(2)リアクタンス勾配法の2種類の方法により求めた。また、実際の測定結果との比較も行った。

2. 等価回路に基づく計算法と計算結果 図1(a)に示す方形導波管空洞共振器の等価回路図1(b)で内部・外部開口を定義すると外部実効モードインピーダンス行列は、式(1)で与えられる。また、外部開口モード電圧散乱行列は回路理論より式(2)となる。但し  $\bar{Z}_{eff}^{ee} = Z^{ee}(Z_c^e)^{-1}$

$$Z_{eff}^{ee} = Z^{ee} - Z^{ei}(Z^{ii} + Z^{ii})^{-1}Z^{ie} \quad (1), \quad S_V = (\bar{Z}_{eff}^{ee} + I)^{-1}(\bar{Z}_{eff}^{ee} - I) \quad (2)$$

この式で導波管内での考慮モード数をパラメータとして、基本モード励振に対する入出力特性を計算することができる。図1(a)に示す寸法を用いて計算した結果を図2に示す。確かに考慮モード数と共に特性が収束していることがわかる。また、式(1)及び図1(b)の等価回路より基本モードに対するリアクタンス行列  $x_{11}=x_{22}, x_{12}=x_{21}$  を求めることができ、その結果を図3に示す(逆数表示、考慮モード数は200)。本結果より、共振点近傍では  $x_{11}$  と  $x_{12}$  に関する勾配がほぼ一致していることがわかり、図4の近似単一並列共振回路が成立する。

3. 共振周波数と外部Qの評価 (1)電力透過係数法: 図4に示す近似回路を用いると共振周波数( $f_0$ )と外部Q( $Q_e$ )は図2の電力透過係数から求まる。特に外部Qは半値幅  $\Delta f$  より式(3)で与えられる。

(2)リアクタンス勾配法: リアクタンス  $x_{11}, x_{12}$  の逆数の勾配(図3)と図4の近似単一並列共振回路より、外部Qは式(4)で与えられる。

$$Q_e = 2 \frac{f_0}{\Delta f} \quad (3), \quad Q_e = -\frac{1}{2} \times f_0 \times \text{勾配} (= (db_i / df)_{f=f_0}) \quad (4)$$

式(3)、(4)に基づいて評価した共振周波数及び外部Qと考慮モード数との関係を表1にまとめた。考慮モード数が増加するにつれて共振周波数、外部Qがほぼ収束している。

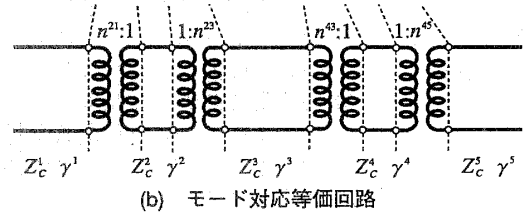
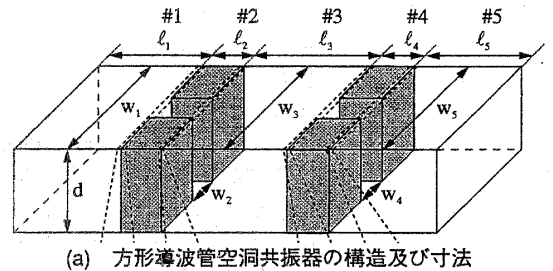
4. 測定値との比較 計算した構造に対する測定結果が共著者より発表されており、その結果は共振周波数  $f_0=8.9085$ (GHz)、 $Q_e=1330$  である。本計算結果とほぼ近い値が出ているが少し差異があり、これは測定に用いた構造寸法に少し誤差のあることも一因と考えられる。

5. むすび 方形導波管空洞共振器の特性をモード対応等価回路に基づいて2手法で計算し、この結果より空洞共振器の共振周波数と外部Qの評価をした。手法による差異、測定結果との多少の差異が存在する。特に今後2手法で生じる差異の理由を検討する予定である。

参考文献 (1)許他: MW99-161、(2)飯田他: 1996 電通学総合 C-158

| 導波路1の考慮<br>伝送モード数 | 電力透過係数法     |         | リアクタンス勾配法   |                       |                       |
|-------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------|-----------------------|
|                   | $f_0$ [GHz] | $Q_e$   | $f_0$ [GHz] | $Q_e(x_{11}, x_{22})$ | $Q_e(x_{12}, x_{21})$ |
| 10                | 8.8985      | 1133.57 | 8.8976      | 1121.49               | 1123.64               |
| 20                | 8.9125      | 1310.66 | 8.9117      | 1295.16               | 1297.39               |
| 30                | 8.9099      | 1300.72 | 8.9091      | 1282.94               | 1283.41               |
| 50                | 8.9108      | 1310.41 | 8.9100      | 1293.72               | 1297.21               |
| 100               | 8.9113      | 1320.19 | 8.9106      | 1304.65               | 1304.64               |
| 200               | 8.9113      | 1320.19 | 8.9105      | 1302.34               | 1304.53               |

表1 共振周波数( $f_0$ )と外部Q( $Q_e$ )の2種類の方法による評価結果のモード収束性



$w_1=w_3=w_5=23.1, w_2=w_4=7, l_1=l_5=w_1, l_2=l_4=2, l_3=23, d=10$

図1 方形導波管空洞共振器の構造・寸法(mm)とモード対応等価回路

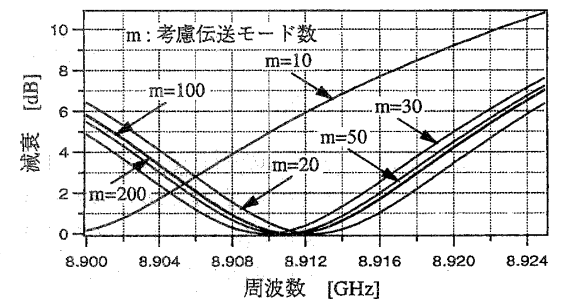


図2 方形導波管空洞共振器の周波数特性の考慮モード数に対する収束性

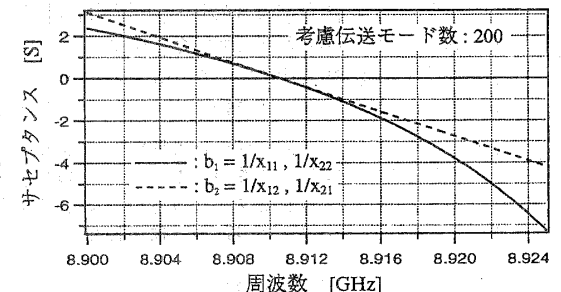


図3 基本モード実効リアクタンス行列の要素の逆数(サセプタンス)の周波数特性

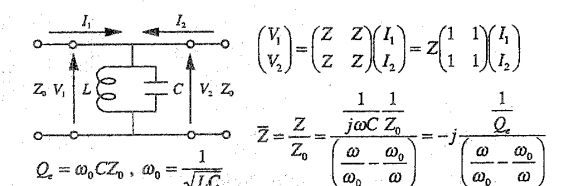


図4 単一並列共振器による近似回路