

C-2-104

窓結合方形導波管空洞共振器の固有モードの等価回路による解析

- 多線条伝送線路・多開口理想変圧器を用いて -

Analysis of Eigenmode for Inductively Coupled Rectangular Waveguide Cavities based on Equivalent Network –Multi-Transmission Line and Multiport Ideal Transformer–

深堀 礼奈

平岡 隆晴

許 瑞邦

Reina Fukahori

Takaharu Hiraoka

Hsu, Jui-Pang

神奈川大学 工学部 電気電子情報工学科

Department of Electrical, Electronics and Information Engineering, Kanagawa University

1. はじめに 図1に示す誘導性窓を持った方形導波管2段空洞共振器の固有モード（固有値と固有関数）を対応した等価回路で求めた。ただし入出力誘導性窓の開口部では磁気壁を仮定した。特に結合誘導性窓の窓幅を変化した場合の結合モードの共振周波数の推移及び対応した結合固有モードの分布を本等価回路より計算できることを示した。

2. 等価回路に基づく計算法 図1において、外部開口を(2,1)(6,2)、内部開口を(2,2)(4,1)、(4,2)(6,1)とすると、伝送線路理論より外部開口モード電圧・電流： V_e, I_e と内部開口モード電圧・電流： V_i, I_i の間には表1が成り立つ。この固有値方程式を解くことにより固有モードが得られる。

3. 固有モードの電磁界分布の計算 式(6)より求めた固有ベクトル (開口(2,2)でのモード電圧) 及び図1の等価回路を用いて各領域(i)での進行(y)方向のモード電圧分布 $V_p^i(y')$ が計算できる。したがって共振器内の固有モードの高周波電界分布は次式より求まる (i:領域、p:モード次数)。

$$\dot{V}^i(x^i, y^i) = \sum_{p=1}^{\infty} V_p^i(y^i) S_p(x^i) \quad , \quad S_p(x^i) = \sqrt{2} \sin \frac{p\pi x^i}{W^i}$$

4. 計算結果 図1に示す寸法に対して窓幅 W_4 を変化させた時の固有モード（共振周波数と固有関数）を計算し解析を行なった。固有値の計算結果を電気壁と磁気壁にわけて図2に示す。また代表的な固有モードの計算結果を図3に示す。

5. むすび・今後 方形導波管2空洞共振器の固有モードをモード対応等価回路に基づいて計算した。図2において誘導性結合窓を開けるほど偶結合モードの共振周波数が大きく低下する。奇結合モードの共振周波数はほとんど一定ではあるが緩やかに低下している。これは誘導性窓を開けるほど偶モードの結合が強くなるためである。今後、2段空洞共振器の対称性を積極的に用いて計算精度の向上をはかると共に三段以上の多段共振器のモード結合の様子を解析する予定である。

参考文献[1]C-2-46 戸沢則広(2004年ソサイエティ大会)

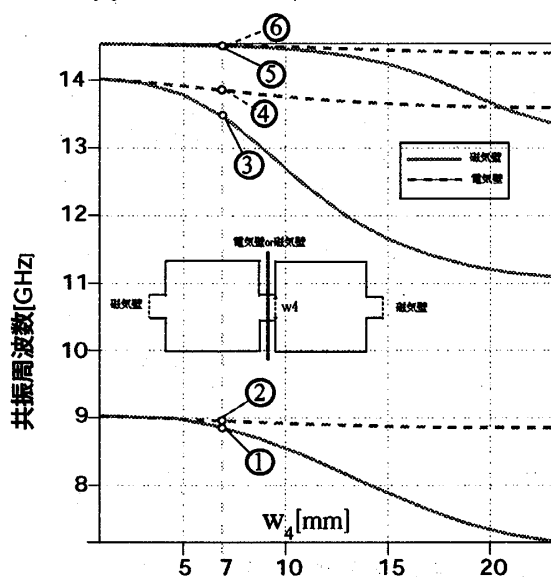


図2 固有値の推移(考慮モード数:100)

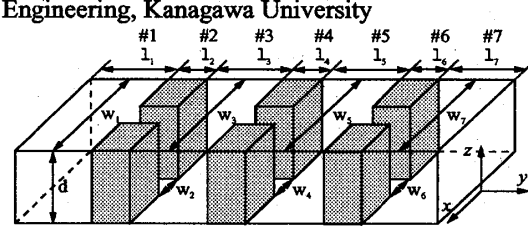
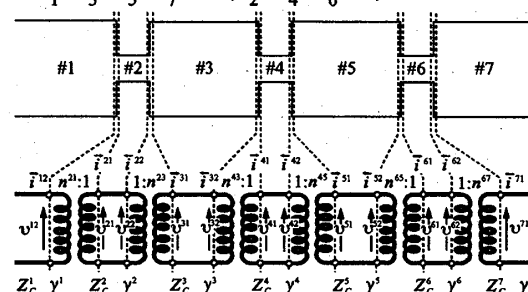

$$w_1=w_3=w_5=w_7=23.1, w_2=w_6=7, w_4=\text{任意}$$
$$l_1=l_2=l_3=l_4=23, l_5=l_6=l_7=2, d=10 \text{ (mm)}$$


図1 方形導波管2空洞共振器の構造・寸法(mm)と等価回路

$$\begin{pmatrix} i^e \\ i^f \\ i^j \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Y^{ee} & Y^{ei} \\ Y^{fe} & Y^{fi} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v^e \\ v^f \end{pmatrix} \quad (1) \quad \begin{pmatrix} i^{22} \\ s_{41} \end{pmatrix} = {}^3Y_i \begin{pmatrix} v^{22} \\ v^{41} \end{pmatrix}, \quad \begin{pmatrix} i^{42} \\ s_{61} \end{pmatrix} = {}^5Y_i \begin{pmatrix} v^{42} \\ v^{61} \end{pmatrix} \quad (2)$$

$$i^i = -Y^i v^i \quad (3) \quad \begin{cases} i^e = Y^{ee} v^e + Y^{ei} v^i \\ i^i = Y^{ie} v^e + Y^{ii} v^i = -Y^i v^i \end{cases} \quad (4)$$

$$Y_{eff}^{ee} = Y^{ee} - Y^{el}(Y^{ll} + Y^{ll})^{-1}Y^{le} \quad (5)$$

$$i^e = Y_{eff}^{ee} v^e = 0 \Rightarrow \det(Y_{eff}^{ee}(\omega_n)) = 0 \quad (6)$$

表1 モード整合方程式の導出

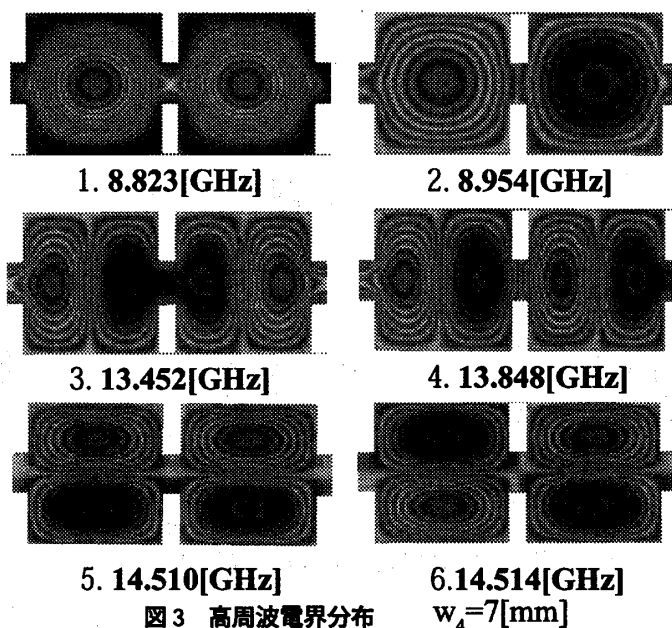


図3 高周波電界分布