

(45) 式における半径 R は、円周の絶効果に伴う等価容量に対して補正を入れると等価半径は大きくなる。またこの共振器の無負荷 Q は導体損と円周からの輻射損及び誘電体損によるもので無負荷 Q は 300~350 であることが報告されている。この事は、ふち効果がないと仮定したときのマイクロストリップ線路の導体損に基づく Q 、 Q_c が 5.2 の図 13 でわかるように 400~450 (導板の厚みにより異なる) にあり、これに Q_c が 384 (テフロンガラス)~1250 (ふっ素系樹脂) が加わり、更に高い周波数では輻射損が加わることから推定することができる。

11.2.4 E 面回路 (または立体平面回路) 共振系

筆者により提案され [5][6]、図 11.31 のような構造をしている。

図 11.31 のように、 $TE_{10}^{\square}$ 導波管の H 面の中央に E 面と並行した金属板を挿入すると、その金属板の左右に 2 枚の遮断導波管ができる。いま金属板上に共振パターンをつくと共振系ができ、その共振器のリアクティブエネルギーは両方の平行した遮断導波路により逃げないので共振系が保たれる。最も簡単な構造は図 11.31(a) のように $TE_{10}^{\square}$ 導波管の中央に適当な間隔 L_1 をおいて E 面に平行な金属板を挿入したものである。

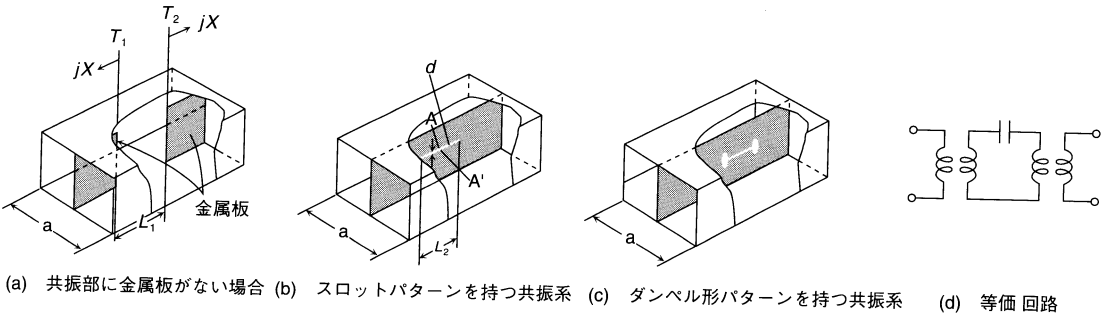


図 11.31 E 面回路を用いた共振器の例

従って共振器の両端には図 11.31(e) のようなインダクタンス L' を有している。これは TE 波の遮断導波路は磁気エネルギーが支配的であり、遮断域の特性インピーダンスはインダクティブになるからである。したがって共振系をつくる部分の図 11.31(a) の L_1 は $\frac{\lambda_g}{2}$ よりも短くなる。また同図 (b) のように $L_2 \simeq \frac{\lambda_g}{2}$ のスロット共振器を金属板上につくこともできる。この場合スロットの巾 d が小さくなるほどスロットの両端に等価的に入る L' は小さくなるので L_2 はほぼ半波長に近づく。然しながら L' は有限値となるのでその L' の分だけスロット長を短絡点で $\Delta \ell$ だけ長くして共振周波数を求めておく必要がある。それを理論的に求めた例を図 11.32(a) 及び (b) に示す [7]。

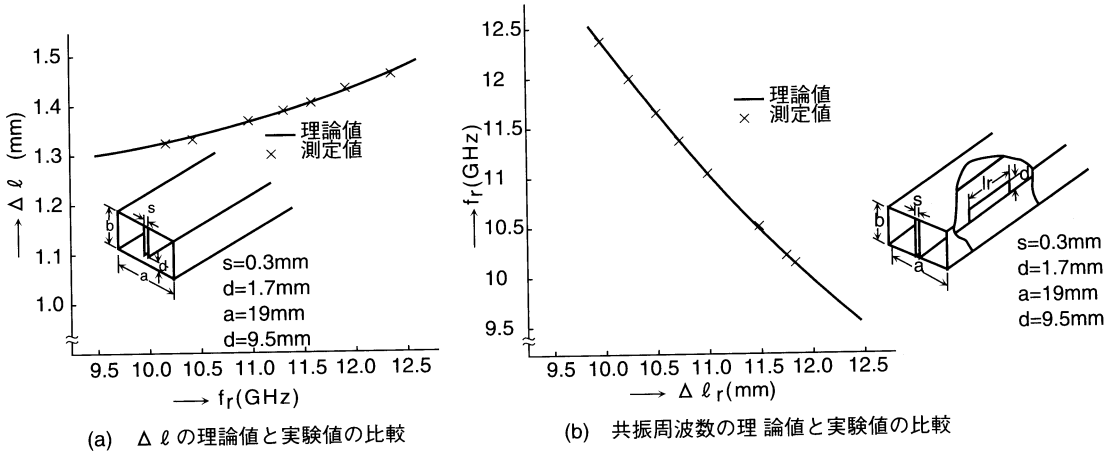


図 11.32 図 11.31(b) でスロットが H 面上につくられた時の短絡点の $\Delta \ell$ と共振周波数

図 11.31(b) のように両 H 面の中間にスロットがある場合には図 11.31(b) の d は図 11.32 の $2d$ に相当する。これは図 11.31(b) のスロットの上下幅の中央を対称面とした時上半分のイメージが図 11.32(b) となるからである。

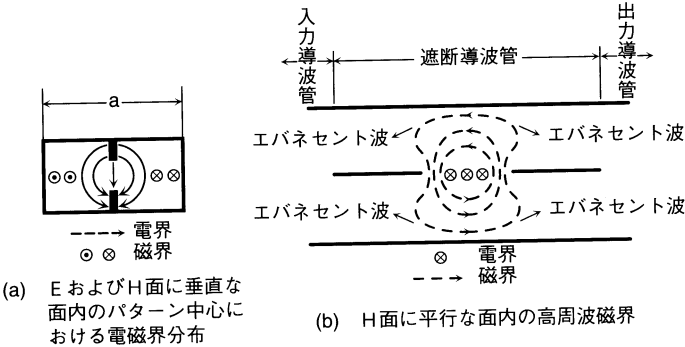


図 11.33 スロット共振器を用いた E 面回路の電磁界分布

次に図 11.31(b) の電磁界は図 11.33 のようになり、スロットの両端近くで磁気エネルギーが大となり中央では電気エネルギーが最大となる。従って図 11.31(c) のように両端を大きくしてインダクタンスを増したダンベル形のパターンも多く用いられる。この時、両端のまるを大きくすると周波数は低くなり真中のスロット巾を大きくすると周波数は高くなる。この両者の現象を繰り返すことにより周波数の調整ができる。また図 11.33 でわかるように磁界は E 面にまで及んでいるから導波管の中 a が狭くなると共振周波数は高くなる。これは攝動理論からもわかる。この影響は

パターンの大きさが大きい程大となる。これは高周波磁界のひろがりパターンが大きくなると大きくなるからである。

E 面回路の Q 値は、例えば K_a バンドでは 2500~3000 の値が得られる [5]。

11.2.5 ヘリカル共振器

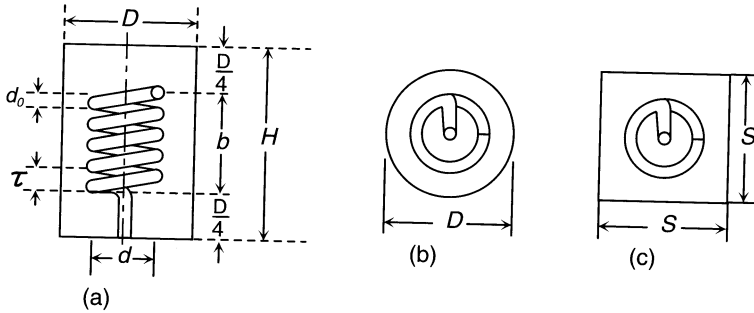


図 11.34 ヘリカル共振器の構造

ただし、 n は 1 インチ当たりのコイルの巻数
インチはコイルの中心軸方向の長さ

図 11.34 に示すように、らせん状に導線がまかれたコイルが、同図 (b) または (c) のように、円形または角形の遮へい箱に入り、上記のらせん状コイルの一端が遮へい箱に接地されている。

いま、このらせん状にまかれたコイルが仮に真っ直ぐに引き伸ばされたとすると、片端短絡、片端開放の $\frac{1}{4}$ 波長共振器になる。周波数が VHF~UHF 帯になると、 $\frac{1}{4}$ 波長が数 10cm と長くなるため、これを小形にするためにらせん状にまいて縮めたと考えればよい。つまり巻くことにより寸法が小さくなるのみならず相互インダクタンスによりコイルのインダクタンスが増すので同じ長さの線でも同波数が低くなる。この構造は、現在、10MHz までの低い周波数でも用いられている。

いま、同図のように各部の寸法を表示すると、単位長当たりのインダクタンス L および等価分布容量は [8][9]、

$$L = 0.025n^2d^2 \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right] \quad [\mu\text{H}/\text{インチ}] \quad (46\text{-a})$$

$$C = \frac{0.75}{\log_{10} \left(\frac{D}{d} \right)} \quad [\text{pF}/\text{インチ}] \quad \left[\text{これは実験的に求められた値である。} \right] \quad (46\text{-b})$$

となる。ただし (46-a)、(46-b) 式は (46-c) 式の条件下で成り立つ。

$$\left. \begin{aligned} 1.0 &< \frac{b}{d} < 4.0 \\ 0.45 &< \frac{d}{D} < 0.6 \\ 0.4 &< \frac{d_0}{\tau} < 0.6 \quad \left[\frac{b}{d} = 1.5 \text{ において} \right] \tau = \frac{1}{n} \\ 0.5 &< \frac{d_0}{\tau} < 0.7 \quad \left[\frac{b}{d} = 4.0 \text{ において} \right] \end{aligned} \right\} \quad (46-c)$$

したがって、(46-a)、(46-b) 式の L 、 C をもつ等価分布定数線路の特性インピーダンス Z_0 および位相定数 β は、

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}} = 182.6 \, nd \left[\left\{ 1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2 \right\} \log_{10} \left(\frac{D}{d} \right) \right]^{\frac{1}{2}} \quad [\text{オーム}] \quad (46-d)$$

$$\beta = \frac{2\pi}{\lambda_g} = 2\pi f_0 \times 10^6 \times \sqrt{LC} \times 10^{-9} = 2\pi f \sqrt{LC} \times 10^{-3} \quad (46-e)$$

[ただし、 f_0 : MHz]

となる。したがって、 $\frac{\lambda_g}{4}$ 共振器であるためには、図 11.33 の (b) は (46-e) 式より、

$$b' = \frac{\lambda_g}{4} = \frac{250}{f_0 \sqrt{LC}} \quad (46-f)$$

となる。しかし、一般にコイル先端のフリンジ効果や、コイル自身の容量のために、 b' は 6% 程度小さな値になることが実験的に確かめられている。したがって、一般に、

$$b = 0.94b' = \frac{235}{f_0 \sqrt{LC}} \quad (46-g)$$

の値が用いられる。したがって、コイルの巻数を N とすると、

$$N = bn \quad (46-h)$$

となり、これに (46-a)、(46-b)、(46-g)、式を代入すると、

$$N = \frac{1720}{f_0 D \left(\frac{d}{D} \right)} \left[\frac{\log_{10} \frac{D}{d}}{1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (46-i)$$

となる。また、 n は (46-i) 式を用いて

$$n = \frac{N}{b} = \frac{1720}{f_0 D^2 \left(\frac{b}{d} \right) \left(\frac{d}{D} \right)^2} \left[\frac{\log_{10} \frac{D}{d}}{1 - \left(\frac{d}{D} \right)^2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (46-j)$$