

2007. 1.31 小林武信

導波管には遮断周波数があり、一定周波数以下の信号は通さない性質がある。この性質を利用して、高域濾波器、減衰器を構成できる。ただし、減衰特性はなだらかに変化するため、急峻な特性を持つ濾波器を構成することは出来ない。しかし簡単な構成で非常に大きな減衰量を持つ減衰器を構成できる。

1. 導波管の遮断周波数と、伝送損失の関係は次式で示される。

導波管の遮断波長を λ_c , 任意の波長を λ , 伝送損失を α とすると、

$$\alpha = \frac{2\pi}{\lambda_c} \sqrt{1 - \left[\frac{\lambda_c}{\lambda} \right]^2} \quad [Nep / m] \quad (1)$$

$$= \frac{17.372\pi}{\lambda_c} \sqrt{1 - \left[\frac{\lambda_c}{\lambda} \right]^2} \quad [dB / m] \quad (2)$$

2. WRJ-4導波管(3.3~4.9GHz用)周波数毎の減衰量特性の確認

a) WRJ-4 の遮断周波数 f_c 、波長 λ_c は

$$f_c: 2581.8 \quad [MHz] \quad (3)$$

$$\lambda_c: 0.11619 \quad [m] \quad (4)$$

b) 2450MHz に対する減衰量 $\alpha_{2.45}$

$$\alpha_{2.45} = \frac{2\pi}{0.116198} \sqrt{1 - \left[\frac{0.11619}{0.12244} \right]^2} \quad (5)$$

ただし、 $\lambda: 0.12244 [m]$

$$= 17.0566 \quad [Nep / m] \quad (6)$$

$$= 148.1522 \quad [dB / m] \quad (7)$$

c) 2500MHz に対する減衰量 $\alpha_{2.5}$

$$\alpha_{2.5} = \frac{2\pi}{0.116198} \sqrt{1 - \left[\frac{0.11619}{0.12} \right]^2} \quad (8)$$

$$= 13.5174 \quad [Nep / m] \quad (9)$$

$$= 117.4106 \quad [dB / m] \quad (10)$$

d) 2581.8MHz に対する減衰量 $\alpha_{2.5818}$

$$\alpha_{2.5818} = \frac{2\pi}{0.116198} \sqrt{1 - \left[\frac{0.116198}{0.116198} \right]^2} \quad (11)$$

$$= 0 \quad (12)$$

遮断周波数では、減衰は生じない

e) 2400MHz に対する減衰量 $\alpha_{2.4}$

$$\alpha_{2.4} = \frac{2\pi}{0.116198} \sqrt{1 - \left[\frac{0.116198}{0.125} \right]^2}$$

$$= 19.9319 \quad [Nep / m] \quad (13)$$

$$= 173.12630 \quad [dB / m] \quad (14)$$

f) 2000MHz に対する減衰量 α_2

$$\alpha_2 = \frac{2\pi}{0.116198} \sqrt{1 - \left[\frac{0.116198}{0.15} \right]^2} \quad (15)$$

$$= 34.1950 \quad [Nep / m] \quad (16)$$

$$= 297.0146 \quad [dB / m] \quad (17)$$

g) 周波数毎の減衰量再掲 (WRJ-4導波管の例)

周波数	減衰量
2581.8MHz	0 dB / m
2500.0MHz	117.4166 dB / m
2450.0MHz	148.1522 dB / m
2400.0MHz	173.1263 dB / m
2000.0MHz	297.0146 dB / m

3. WRJ-12導波管(10GHz~15GHz用)の2450MHzに対する減衰量 $\alpha_{12-2.45}$

a) WRJ-12の遮断周波数 fc_{12} 、遮断波長 λ_{12}

$$fc_{12} : 7894.7MHz \quad \lambda_{12} : 0.038 \quad (18)$$

$$\alpha_{12-2.45} = \frac{2\pi}{0.038} \sqrt{1 - \left[\frac{0.038}{0.1224} \right]^2} \quad (19)$$

$$= 157.1767 \quad [Nep / m] \quad (20)$$

$$= 1365.2197 \quad [dB / m] \quad (21)$$

4. WRJ-12を用いた高域フィルターの製作

(21)式から、長さ10cmのWRJ-12は2450MHzにおいて、119.2dBの減衰量を持つ。
11GHz、12GHzでの減衰量は、ほとんど無く、同軸変換アダプターの2個の損失を併せて最大2dB程度と考える。

従って、下記部品で高域フィルターを構成する。

WRJ-12導波管 : 長さ10cm

WRJ-12導波管SMA変換アダプター2個

5. 高域フィルターの実験

WRJ-12導波管SMA変換アダプター2個購入済み

WRJ-12導波管直管10cmは(株)サンケンから借用して実験、2450MHzでの減衰量80dB以上取れることを確認した。