

# 同軸形厚膜抵抗減衰器の FDTD 法による透過特性の導出

株式会社 科学技術研究所 科学技術部 (<http://www.kagiken.co.jp>)

**1. 解析概要** アッテネータの一種である同軸形厚膜抵抗減衰器は、一般に同軸形薄膜抵抗減衰器よりマイクロ波領域での性能は劣るが、安価で耐電力が高い利点がある。

本報告書では、同軸形厚膜抵抗減衰器の特性解析における、FDTD 法の有効性を検討する。電磁波解析ソフト KeyFDTD を使用して、以下の形状を持つ同軸形厚膜抵抗減衰器について透過損失の周波数特性を導出し、検討を行った。

**2. 解析条件** (Fig.1)に示すモデルで特性解析を行った。解析モデルの設定を(Table.1)に示す。メッシュの分割数は 50×100×100 であり、x、y 方向の境界条件には PEC 条件、z 方向には Mur の 1 次吸収境界条件を適用した。

各物質の物性値は、内部空洞に導電率 0.0 [S/ m]、比誘電率 1.0、同軸線・電極膜に導電率  $1.0 \times 10^9$  [S/ m]、比誘電率 0.0、抵抗膜に導電率  $6.0 \times 10^{-4}$  [S/ m]、比誘電率 1.0 [S/ m]、基板に導

電率 0.0 [S/ m]、比誘電率 9.4 を適用した。FDTD 法における解析の都合上、減衰器の厚みを実際より厚くしているため、導電率を小さくすることで抵抗率を同じにしている。

このモデルで、TEM モードの正弦波を、周波数 6~12[GHz]の範囲で 0.5[GHz]刻みで(Fig.1)の(h)の位置から z 方向に入射し、透過特性を算出した。

**3. 解析結果** 透過損失 T[dB]の導出には、まず、各周波数で(Fig.1)の減衰器のあるモデルと、(Fig.1)から電極膜(c)、(e) 抵抗膜(d)、基板(g)をなくし、同軸線(b)を(f)まで延長させた減衰器のないモデルの 2 種類で解析を行う。そしてそれぞれが定常状態になった後に時間平均を計算する。最後に、減衰器があるモデルと、減衰器がないモデルにおいて、z 方向端部(z=100)で、x-y 平面におけるポインティングベクトルの総和  $P_a$ 、 $P_c$ を求め、(eq.1)に代入して導出する。

$$T = 20 \log_{10} \left( \frac{P_a}{P_c} \right) \quad (\text{eq.1})$$

(eq.1)を用いて周波数ごとの透過損失を計算した結果を (Fig.2)に示す。z 方向端部(z=100)の透過損失の周波数特性である。6[GHz]程度の周波数が低いと透過損失が大きく、周波数が高くなるに連れて透過損失が小さくなる傾向は物理現象と一致していた。

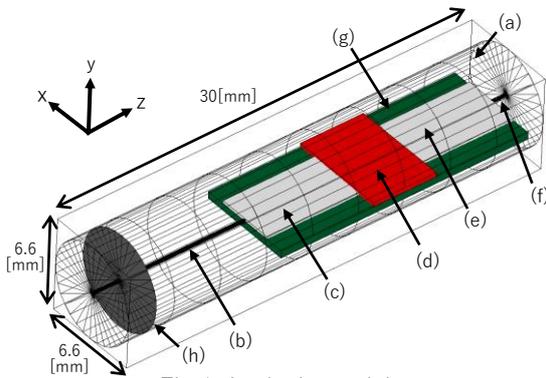


Fig.1 Analysis model

Table.1 Model property

図中記号	部品名		x	y	z	r
(a)	アッテネータ 内部空洞	Vmin	0	0	-20	3.3
		Vmax	0	0	10	3.3
(b)	入力同軸線	Vmin	0	0	-20	0.1
		Vmax	0	0	-8.925	0.1
(c)	入力側電極膜	Vmin	-2	-0.1	-8.925	
		Vmax	2	0.1	-2.275	
(d)	抵抗膜	Vmin	-3.3	-0.1	-2.275	
		Vmax	3.3	0.2	2.275	
(e)	出力側電極膜	Vmin	-2	-0.1	2.275	
		Vmax	2	0.1	8.925	
(f)	出力同軸線	Vmin	0	0	8.925	
		Vmax	0	0	10	
(g)	基板	Vmin	-3.3	-0.6	-8.925	
		Vmax	3.3	-0.1	8.925	
(h)	同軸導波管 ポート	center	0	0	-18 (inner)	0.1
		normal	0	0		1 (outer)

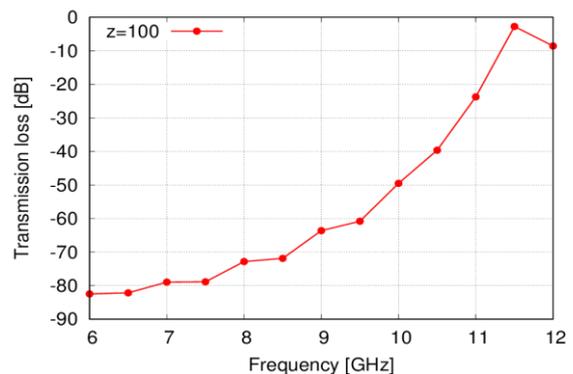


Fig.2 Frequency characteristics of transmission loss

**4. まとめ** 電磁波解析ソフト KeyFDTD を用いて同軸形厚膜抵抗減衰器の透過特性を調べた。今回は、物理現象に近い結果が得られたため、今後は実験値などとの比較によって定量的な検討を進めたい。