

同軸減衰器の温度上昇と定格電力

ニッコーム株式会社営業部

1. はじめに

ここでは、高周波同軸減衰器を構成する、減衰器チップ、RFA37DD などの、定格電力について、解説しています。この製品は、上面から見たときに、図1のような形状であり、アルミナ基板の上に、伝送線路コプレーナラインを形成し、中間に薄膜抵抗体を置いて、2ポートの抵抗減衰器を形成します。出力ポートを特性インピーダンスで終端し入力ポートから信号電圧を入力すれば、出力には、減衰器の減衰量(電圧減衰量)の信号が得られます。

2. 定格電力

減衰器は、分散定数 S_{11} 、 S_{21} などの高周波特性もチップの重要な性能ですが、ここでは、減衰器の発熱について取り上げます。減衰器は、電力をチップで減衰させますからチップは発熱します。減衰量 1dB あるいは、3dB などでは、ほとんどの電力は、減衰器を通過し、終端で消費されますから、減衰器は発熱しにくくなります。一方、減衰量、20dB、40dB のチップでは、ほとんどの入力電力は、減衰器の中で消費され、チップは、発熱が大きくなります。減衰器チップの内部で消費される電力の許容値を定格電力といい、定格電力は、減衰器の性能のひとつであり、最大減衰量、20dB、40dB などのチップで定格電力を規定します。

減衰器は、入力信号では発熱しますから、図2に示すような金属ケース(ヒートシンク)に実装し、電気的に左右の両側端子をはんだで接続し、ケースに熱を伝達させ、ヒートシンクから熱を空气中に発散させ冷却させます。

チップで許容できる電力は、ヒートシンクの冷却能力、すなわち表面積に依存しますから、チップの定格電力は、チップと冷却系との接合点(両側端子)の温度を固定し、規定されます。一般的に高周波チップ部品ではその温度として、 100°C を使用します。定格電力は、両側端子の温度を 100°C にして、減衰器を発熱させたときの抵抗膜の許容温度の値、 155°C とから決めます。

3. 減衰器の温度上昇と温度上昇曲線

チップの定格電力は、抵抗膜面の発熱が最大になる位置(ホットスポット)から、両側電極までの熱抵抗で決まります。この熱抵抗は、温度上昇曲線から求めます。

入力電力を与えたときの各部の温度は、伝熱シミュレーションによっても求めることもできますが、実験的に求める方法が、わかりやすく、簡単です。

電源装置、電圧計、非接触温度計、室温計と被試験減衰器とを使用し、実験します。図2のように、適当な大きさのヒートシンクに減衰器を取り付け、入力電力をゼロから次第に増加させながら、各部の温度を非接触温度計で測定すれば、図3のような、ほぼ直線のグラフとなります。これを、減衰器の温度上昇曲線といいます。図3は、抵抗膜のホットスポットの温度と接地電極の温度、2点の測定結果です。この測定結果から、チップの熱抵抗とヒートシンクの熱抵抗を求めることができます。

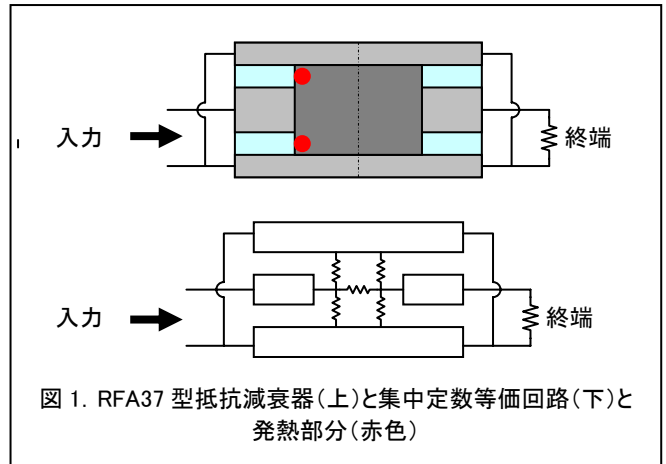


図1. RFA37 型抵抗減衰器(上)と集中定数等価回路(下)と発熱部分(赤色)

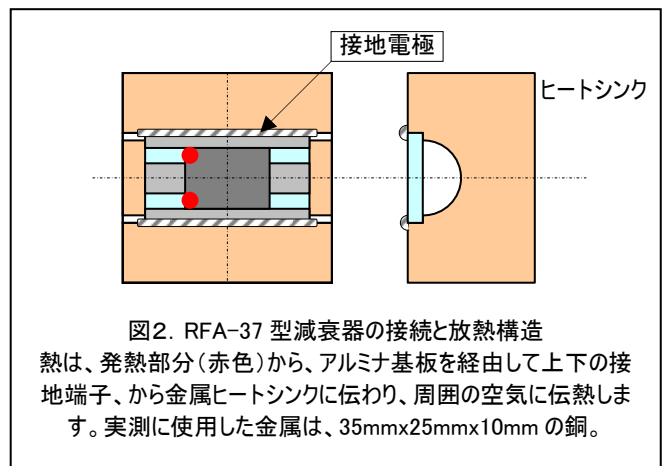


図2. RFA-37 型減衰器の接続と放熱構造
発熱は、発熱部分(赤色)から、アルミナ基板を経由して上下の接地端子、から金属ヒートシンクに伝わり、周囲の空气中に伝熱します。実測に使用した金属は、 $35\text{mm}\times 25\text{mm}\times 10\text{mm}$ の銅。

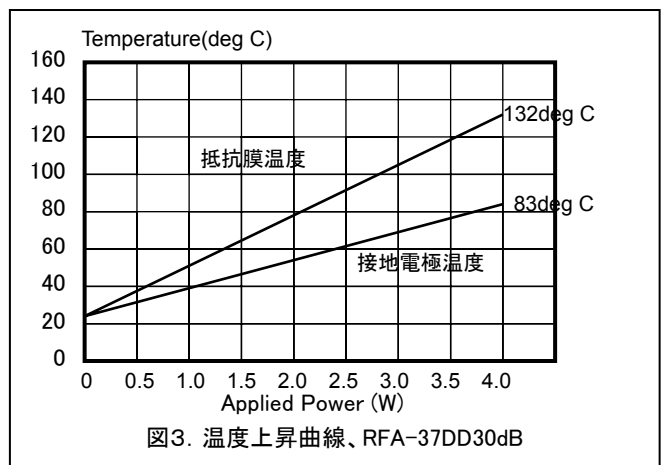


図3. 温度上昇曲線、RFA-37DD30dB

Technical Note

図3の温度上昇から、電力4Wを入力したときの温度は、室温は25°C、接地電極温度は83°C、抵抗膜ホットスポット温度は132°Cであることが求められますから、温度差を電力で除して、簡単に各点間の熱抵抗を求めることができます。(図4)

$$\theta_a = \frac{132 - 83}{4} = 12.3(^{\circ}\text{C}/\text{W})$$

$$\theta_h = \frac{83 - 25}{4} = 14.5(^{\circ}\text{C}/\text{W})$$

抵抗膜と接地電極間の熱抵抗は、12.3°C/W、接地電極から空気までの熱抵抗(ヒートシンクの熱抵抗)は、14.5°C/Wです。すべての測定結果を、表1に示します。

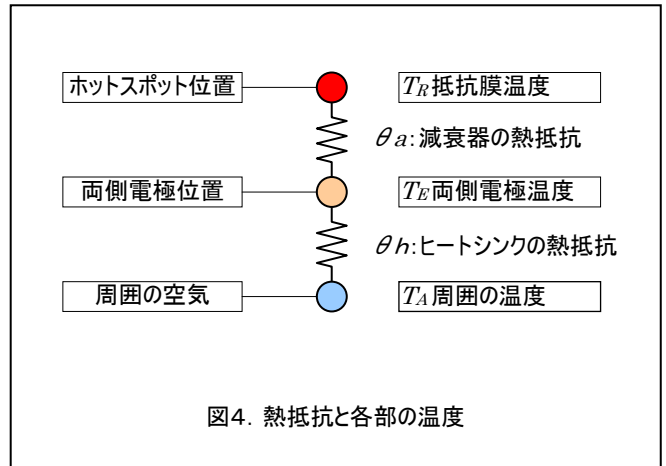


図4. 熱抵抗と各部の温度

	入力電力(W)	TR(°C)	TH(°C)	TA(°C)	TR-TH(°C)	θ_a (°C/W)	θ_a (W/°C)
RFA-37DD30dB	0.0	25	25	25	0		
ヒートシンク付	1.0	51	35	25	16	16.0	
	2.0	76	50	25	26	13.0	
	3.0	105	67	25	38	12.7	
	4.0	132	83	25	49	12.3	0.081
RFA-37DD40dB	0	25	25	25	0		
ヒートシンク付	1.0	51	36	25	15	15.0	
	2.0	81	53	25	28	14.0	
	3.0	111	70	25	41	13.7	
	4.0	143	87	25	56	14.0	0.071

表1. 熱抵抗の測定結果(図2の構造)

4. 減衰器の負荷軽減曲線

減衰器の負荷軽減曲線は、減衰器が許容する電力の限界値を示します。

図5の負荷軽減曲線は、横軸を設置電極温度、縦軸を印加電力として表現します。抵抗膜の最大許容温度 155°Cを起点にして、温度上昇曲線から求めた、抵抗膜と接地電極間の熱抵抗、14.0°C/W の逆数の勾配をもった直線を記入すると、この直線の上は、抵抗膜が最大許容温度 155°Cになる電極温度と印加電力の関係を示すことになります。接地電極温度 100°Cとの交点を、定格電力として定義します。

定格電力とは、接地電極温度を、-55°Cから+100°Cの範囲に維持固定したときの印加可能な電力をいいます。

電子部品の寿命は、内部の温度に比例して短くなりますから、負荷軽減曲線からさらに軽減した電力、すなわち入力信号レベルで使用するように推奨します。

定格電力と負荷軽減曲線は、最大減衰量(40dB)のチップで定義してありますから、それ以下の減衰量のチップにおける発熱は小さくなりますから、この値をそのまま適用しています。1dB、3dB のチップでは、当然、より大きい電力を扱うことができますが、そのような入力信号レベルの限界については、保証いたしておりません。

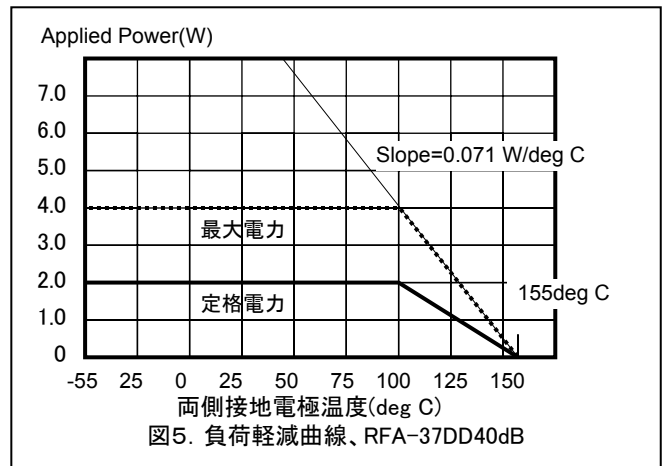


図5. 負荷軽減曲線、RFA-37DD40dB

5. お問い合わせ先

このテクニカルノートに関するお問い合わせ先は、次の通りです。ニッコーム株式会社、033-0036 青森県三沢市南町3丁目31番地2640、電話:0176-53-2105 FAX:0176-53-2106、e-mail: info@nikkohm.co.jp

20090615