

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-4635

(P2012-4635A)

(43) 公開日 平成24年1月5日(2012.1.5)

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 1 P	1/22 (2006.01)	HO 1 P 1/22	5 J 0 1 3
HO 1 P	1/30 (2006.01)	HO 1 P 1/30	5 J 0 2 6
HO 3 H	7/24 (2006.01)	HO 3 H 7/24	

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2010-135005 (P2010-135005)  
 (22) 出願日 平成22年6月14日 (2010.6.14)

(71) 出願人 000191238  
 新日本無線株式会社  
 東京都中央区日本橋横山町3番10号  
 (74) 代理人 100098372  
 弁理士 緒方 保人  
 (72) 発明者 塚田 泰弘  
 埼玉県ふじみ野市福岡二丁目1番1号 新  
 日本無線株式会社川越製作所内  
 Fターム(参考) 5J013 AA06 DA07  
 5J026 AA03

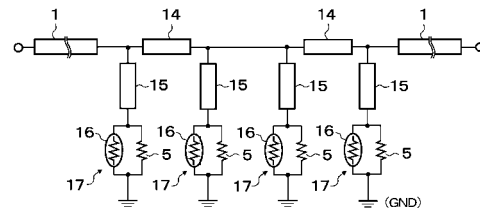
(54) 【発明の名称】 温度可変減衰器

(57) 【要約】

【課題】高周波においても、V.S.W.Rの劣化がなく、入手性の良い負温度係数温度可変抵抗器を用いて所望の特性が容易に得られるようにする。

【解決手段】伝送線路1に直列に、略 1/4の長さの線路からなる2つの第1遅延回路14が接続され、これら第1遅延回路14の両端に、略 1/4の長さの線路からなる第2遅延回路15が接続され、この第2遅延回路15と接地との間に、負温度係数のサーミスタ16及び固定抵抗器5からなる温度可変抵抗体17が接続される。即ち、第1遅延回路14と1対の第2遅延回路15と1対の温度可変抵抗体17にて構成したπ型回路が2組配置され、また4個の同一の負温度係数のサーミスタ16が使用される。これによれば、サーミスタ16により生じるリアクタンス成分がπ型回路によって相殺され、V.S.W.Rが良好な値に維持される。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

伝送線路に直列に接続され、使用周波数の略 1 / 4 波長の奇数倍の透過位相を有する第 1 遅延回路と、

この第 1 遅延回路の両端のそれぞれに接続され、使用周波数の略 1 / 4 波長の奇数倍の透過位相を有する 1 対の第 2 遅延回路と、

この 1 対の第 2 遅延回路のそれぞれと接地との間に配置され、負温度係数温度可変抵抗器及び固定抵抗器が並列に接続された 1 対の温度可変抵抗体と、を備え、

上記第 1 遅延回路、1 対の第 2 遅延回路及び 1 対の温度可変抵抗体にて 型回路を構成するようにした温度可変減衰器。

10

## 【請求項 2】

上記第 1 遅延回路、1 対の第 2 遅延回路及び 1 対の温度可変抵抗体からなる 型回路を少なくとも 2 組、伝送線路に直列に接続したことを特徴とする請求項 1 記載の温度可変減衰器。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は温度可変減衰器、特に周囲温度に応じて減衰量を変えることができる温度可変減衰器の構成に関する。

## 【背景技術】

20

## 【0002】

図 10 には、従来の温度可変減衰器（下記特許文献 1）の構成が示されており、この減衰器では、伝送線路 1 において使用周波数の略 / 4（：使用周波数の波長）の長さの 2 つの線路（遅延回路）2 が設けられ、この 2 つの線路 2 のそれぞれを挟む 3 つの点と接地（GND）との間に、サーミスタ 4 及び抵抗器 5 からなる抵抗体（温度可変抵抗体）6 が並列に 3 組配置されている。

## 【0003】

図 11 には、上記図 10 の温度可変減衰器の等価回路、図 12 には、当該減衰器における減衰量対抵抗値の特性が示されており、図 11 のように、上記抵抗体 6 は R a と R b の可変抵抗値を持つことになる。このような減衰器（低周波での動作）では、周囲温度が上昇すると、図 10 の抵抗体 6 は正温度係数抵抗体であるため、図 12 に示されるように、抵抗体 5 の抵抗値 R a 及び R b が上昇して減衰量は低下し、反対に周囲温度が下降するときは逆の動作となる。

30

## 【0004】

そして、この温度可変減衰器が特性インピーダンス Z<sub>0</sub> に整合している場合、上記 R a 及び R b の抵抗値と減衰量 L との関係は、図 12 に示す特性の下、その関係式は次の式に示すようになる。

## 【数 1】

$$R a = Z_0 \times \frac{2 \times 10^{(L/20)}}{1 - 10^{(L/10)}}$$

40

【数 2】

$$R_b = Z_0 \times \frac{1 + 10^{(L/20)}}{1 - 10^{(L/20)}}$$

ここで、L は減衰量 (dB)、 $Z_0$  は特性インピーダンスである。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2009 - 200671 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、従来の温度可変減衰器では、第 1 に、上記サーミスタ 4 等の温度可変抵抗器が使用されており、この温度可変抵抗器が持つリアクタンス成分により高周波において V.S.W.R (電圧定在波比) が劣化するという問題がある。

【0007】

20

図 13 (A) には、温度可変抵抗器である一般的なチップ型温度可変抵抗器 (サーミスタ) の側面断面図が示され、図 13 (B) にはその等価回路が示されている。図 13 (A) において、温度可変抵抗器 8 は、両端の電極 9 と、この電極 9 に接続される 2 つの固定導体板 10 を有し、この固定導体板 10 は、常温の抵抗値を調整するために、温度で変化する抵抗体内部に挿入される。従って、2 つの固定導体板 10 の間にコンデンサ成分が生じ、図 13 (B) に示されるように、温度可変抵抗器の等価回路では、純粋な抵抗 R に並列にリアクタンス成分であるコンデンサ C が付加される。

【0008】

図 14 には、温度可変抵抗器を用いた場合の高周波での等価回路が示されており、この図 14 に示されるように、温度可変減衰器でも、抵抗  $R_a$  に並列にリアクタンス成分  $X_a$ 、抵抗  $R_b$  に並列にリアクタンス成分  $X_b$  が付加され、従来の温度可変減衰器においては、このリアクタンス成分  $X_a$ 、 $X_b$  の影響により高周波において V.S.W.R が劣化するという問題がある。

30

【0009】

図 15 には、低周波 (L - Band 帯) における周囲温度と減衰量及び V.S.W.R との関係、図 16 には、高周波 (Ku - Band 帯) における周囲温度と減衰量及び V.S.W.R との関係が示されており、これらの図から分かるように、減衰量については低周波と高周波に大きな差異はないが、回路の整合性の指針である V.S.W.R は、低周波 (L - Band 帯) に比べて高周波 (Ku - Band 帯) の方が劣化することになる。この V.S.W.R は、完全に特性インピーダンスと整合されたときは数値 1.0 であるが、アンプ及びミキサ等の他の回路との接続において好ましいレベルは、一般的に 1.2 以下である。

40

【0010】

なお、上記 V.S.W.R を劣化させるコンデンサ C 成分は温度可変抵抗の定数毎に異なるため、温度可変減衰器の減衰特性を変える目的で温度可変抵抗器の抵抗を変更した際には、上記 V.S.W.R の劣化度も変化し安定した特性を維持することが困難となる。

【0011】

第 2 に、従来の温度可変減衰器に用いられる正温度係数温度可変抵抗器は、負温度係数温度可変抵抗器に比べて常温における抵抗値及び温度変化幅の種類が僅少であり、所望の特性が得られ難いという問題がある。

【0012】

50

一般に、温度可変減衰器は、アンプやミキサ等の回路と組み合わせた複合回路において、その複合回路の利得温度変動を緩和するために使用される。そのため、この複合回路が低温になった場合は、図15及び図16の減衰量特性線にも示されるように、温度可変減衰器の減衰量を増加させ、逆に高温に推移した場合には減衰量を低下させる動作が要求される。即ち、図12に示した抵抗値と減衰量との関係から分かるように、従来の温度可変減衰器に使用される温度可変抵抗器8（及び図11の6）は、正温度係数であることが理解できる。

【0013】

しかしながら、実際には正温度係数温度可変抵抗器は、負温度係数温度可変抵抗器に比べて常温における抵抗値及び温度変化幅の種類が僅少であるため、所望の特性が得られ難いという不都合がある。

10

【0014】

本発明は上記問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、高周波においても、V.S.W.Rの劣化がなく、入手性の良い負温度係数温度可変抵抗器を用いて所望の特性が容易に得られる温度可変減衰器を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記目的を達成するために、請求項1の発明に係る温度可変減衰器は、伝送線路に直列に接続され、使用周波数の略1/4波長の奇数倍の透過位相を有する第1遅延回路と、この第1遅延回路の両端のそれぞれに接続され、使用周波数の略1/4波長の奇数倍の透過位相を有する1対の第2遅延回路と、この1対の第2遅延回路のそれぞれと接地との間に配置され、負温度係数温度可変抵抗器及び固定抵抗器が並列に接続された1対の温度可変抵抗体と、を備え、上記第1遅延回路、1対の第2遅延回路及び1対の温度可変抵抗体にてπ型回路を構成するようにしたことを特徴とする。

20

請求項2の発明は、上記第1遅延回路、1対の第2遅延回路及び1対の温度可変抵抗体からなるπ型回路を少なくとも2組、伝送線路に直列に接続したことを特徴とする。

【0016】

上記請求項1の構成によれば、温度可変抵抗体により生じるリアクタンス成分がπ型構成の第1遅延回路及び第2遅延回路によって相殺され、高周波においても、特性インピーダンスに対する整合の悪化が僅少となり、V.S.W.Rは良好な値に維持される。また、負温度係数温度可変抵抗器により、低温に推移する場合は減衰量が増加し、逆に高温に推移する場合は減衰量が低下するという動作が維持される。

30

上記請求項2の構成によれば、2組以上のπ型回路によって、温度可変減衰器において更に良好なV.S.W.R値を得ることができる。

【発明の効果】

【0017】

本発明の温度可変減衰器によれば、高周波においても、劣化のない良好なV.S.W.R値が得られ、高周波にも対応できるという効果を奏し、また入手性の良い負温度係数温度可変抵抗器を用いて所望の温度可変特性が容易に得られるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

40

【0018】

【図1】本発明の実施例に係る温度可変減衰器の構成を示す回路図である。

【図2】実施例の温度可変減衰器の等価回路を示す図である。

【図3】実施例におけるL-Band帯での周囲温度と減衰量及びV.S.W.Rとの関係を示すグラフ図である。

【図4】実施例におけるKu-Band帯での周囲温度と減衰量及びV.S.W.Rとの関係を示すグラフ図である。

【図5】実施例の温度可変減衰器のリアクタンス等価回路を示す図である。

【図6】実施例の温度可変減衰器における1組のπ型回路のリアクタンス等価回路を示す図である。

50

【図 7】実施例の温度可変減衰器のV.S.W.R補償を説明するための図である。

【図 8】実施例の温度可変減衰器の動作を説明するための回路図である。

【図 9】実施例減衰器のKu - Band帯での周囲温度と減衰量及び抵抗値との関係を示すグラフ図である。

【図 10】従来の温度可変減衰器の構成を示す回路図である。

【図 11】従来の温度可変減衰器の低周波での等価回路を示す図である。

【図 12】従来の温度可変減衰器の減衰量と抵抗値との関係を示すグラフ図である。

【図 13】従来のチップ温度可変抵抗器の側面断面図 [ 図 ( A ) ] 及びその等価回路図 [ 図 ( B ) ] である。

【図 14】従来の温度可変減衰器の高周波での等価回路を示す図である。

10

【図 15】従来におけるL - Band帯での周囲温度と減衰量及びV.S.W.Rとの関係を示すグラフ図である。

【図 16】従来におけるKu - Band帯での周囲温度と減衰量及びV.S.W.Rとの関係を示すグラフ図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図 1 には、本発明の実施例に係る温度可変減衰器の構成が示されており、図 1 に示される伝送線路 1 は、マイクロストリップライン、コプレーナウェーブガイド等であり、この伝送線路 1 には、使用周波数の波長を  $\lambda$  とすると、略  $\lambda/4$  の長さ (略  $\lambda/4$  の奇数倍の長さ) の線路からなる第 1 遅延回路 (  $\lambda/4$  分布定数線路 ) 14 が 2 つ設けられる。そして、この 2 つの第 1 遅延回路 14 のそれぞれにおいて、その第 1 遅延回路 14 の両端に、略  $\lambda/4$  の長さ (略  $\lambda/4$  の奇数倍の長さ) の線路からなる第 2 遅延回路 15 が接続され、この第 2 遅延回路 15 と接地 ( GND ) との間に、負温度係数のサーミスタ ( 負温度係数温度可変抵抗器 ) 16 及び固定抵抗器 5 からなる温度可変抵抗体 17 が接続される。即ち、第 1 遅延回路 14 と 1 対の第 2 遅延回路 15 と 1 対の温度可変抵抗体 17 にて  $\pi$  型回路が構成され、実施例では、この  $\pi$  型回路が 2 組配置され、また 4 個の同一特性の負温度係数サーミスタ 16 が使用されることになる。

20

【0020】

図 2 には、実施例の温度可変減衰器の等価回路が示されており、実施例によれば、  $\lambda/4$  の長さの第 1 遅延回路 14 の両端のそれぞれと接地との間に、抵抗値 R とリアクタンス成分 X が並列に存在することになり、このような  $\pi$  型回路によって、良好なV.S.W.R値を得ることができる。

30

【0021】

図 3 には、実施例における低周波であるL - Band帯の周囲温度に対する減衰量及びV.S.W.Rの値、図 4 には、高周波であるKu - Band帯の周囲温度に対する減衰量及びV.S.W.Rの値が示されており、これらを従来の図 15 及び図 16 と比較すると、低周波において、減衰量、V.S.W.Rは共に従来と同様に良好な値が得られ、また高周波においては、V.S.W.R値が 1 . 2 以下となり、従来のような悪化がなく、大幅に改善していることが分かる。

【0022】

40

次に、実施例においてV.S.W.Rが改善する理由を、図 5 乃至図 7 により説明する。即ち、図 2 の等価回路のリアクタンス成分 X に着目すると、V.S.W.Rの悪化をもたらすリアクタンス成分 X は従来回路の場合と同値であるが、図 5 に示されるように、リアクタンス成分 X は、伝送線路 1 に設けられた  $\lambda/4$  の第 1 遅延回路 14 を介して、接地に対し  $\pi$  型回路となるように接続され、この  $\pi$  型回路が 2 組、直列に配置される形になる。

【0023】

そして、この  $\pi$  型回路の 1 組に着目すると、図 6 の等価回路のようになるが、この回路において、図の a 点 ~ d 点から矢印方向を見たときのインピーダンスは、図 7 に示されるようになる。図 7 は、インピーダンスをスミスチャートで示したものであるが、a 点で整合状態にあっても、b 点では一方のリアクタシス成分 X の影響によって特性インピーダン

50

スに対する整合から逸脱し、更に / 4 の第 1 遅延回路 1 4 により 90° 位相が回転することにより c 点に移行するが、入力端である d 点では、他方のリアクタンス成分 X が上記リアクタンス成分 X の影響を打ち消すように働くことで、概ね特性インピーダンスに対する整合点 (V.S.W.R = 1 . 0) となる。

【 0 0 2 4 】

実施例では、このような 型回路を 2 組、直列接続することで、温度可変減衰器のリアクタンス成分 X の影響が相殺により解消されることとなり、高周波においても特性インピーダンスに対する整合の悪化が僅少となる。

【 0 0 2 5 】

図 8 には、実施例の温度可変減衰器においてリアクタンス成分 X が相殺された等価回路が示され、図 9 には、実施例の高周波 ( K u - B a n d 帯 ) での周囲温度に対する抵抗値 ( R ) 及び減衰量 ( L ) の値が示されている。図 8 に示されるように、リアクタンス成分 X の影響が解消された実施例においては、第 1 遅延回路 1 4 の両端のそれぞれと接地との間に、 / 4 の第 2 遅延回路 1 5 と温度可変抵抗体 1 7 が直列接続されたものとなり、この温度可変抵抗体 1 7 の抵抗値 R は、負温度係数サーミスタ 1 6 と固定抵抗器 5 との並列抵抗値となる。

【 0 0 2 6 】

そして、上記抵抗値 R と減衰量及び V.S.W.R との関係は、次の式 3、式 4 で表わされる。

【 数 3 】

$$L \text{ (dB)} = \frac{Z_0^3}{Z_0^3 + 2 \times R^2 \times Z_0 + 2 \times R \times Z_0^2 + R^3}$$

【 数 4 】

$$V.S.W.R = \frac{1 + X}{1 - X}$$

ここで、 $X = \frac{Z_0^3 + 2 \times R^2 \times Z_0 + 2 \times R \times Z_0^2 + R^3}{Z_0^3 + 2 \times R^2 \times Z_0 + 2 \times R \times Z_0^2 + R^3}$   
 $Z_0$  : 特性インピーダンスである。

【 0 0 2 7 】

そして、図 9 の抵抗値特性線に示されるように、本発明が 型回路の構成にすることから、上記温度可変抵抗体 1 7 の抵抗値 R は、負温度係数 ( 温度上昇に伴って抵抗値が低くなる特性 ) を持つものとなり、これによって、図 9 の減衰量特性線のように、温度上昇に伴って減衰量が低下する特性を得ることができる。即ち、上述のように、温度可変減衰器はアンプやミキサ等の回路と組み合わせた複合回路等において利得温度変動を緩和するために使用され、低温になると減衰量を増加させ、逆に高温になると減衰量を低下させる動作が要求されるが、実施例では、 型回路の構成に対応して、負温度係数の温度可変抵抗体 1 7 を用いることにより、上記動作を確保することができる。従って、本発明では、このための温度可変抵抗体 1 7 として、多くの種類について入手性の高い負温度係数のものを用いることにより、温度可変減衰器において所望の特性を得ることができるという利点がある。

【 0 0 2 8 】

実施例では、 型回路を 2 組配置したが、この 型回路は、1 組でも、3 組以上でもよい。

10

20

30

40

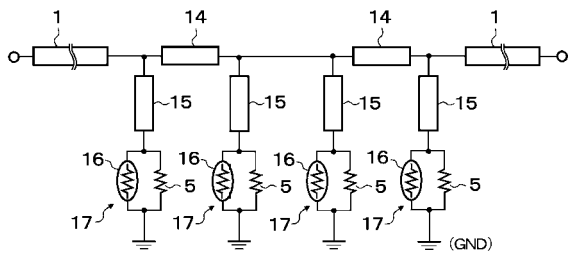
50

【符号の説明】

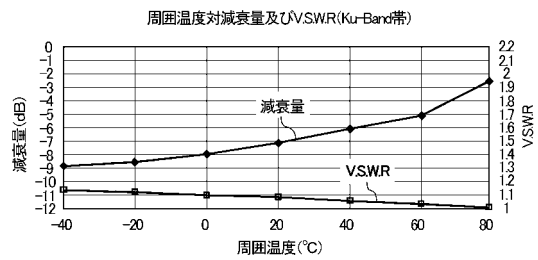
【0029】

- 1 ... 伝送線路、
- 2 ... / 4 線路、
- 4 ... 正温度係数サーミスタ、
- 5 ... 固定抵抗器、
- 6, 17 ... 温度可変抵抗器、
- 8 ... 温度可変抵抗器、
- 9 ... 電極、
- 10 ... 固定導体板、
- 14 ... / 4 の第1遅延回路、
- 15 ... / 4 の第2遅延回路、
- 16 ... 負温度係数サーミスタ。

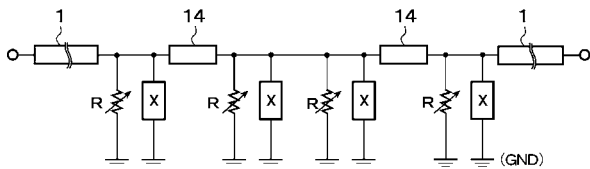
【図1】



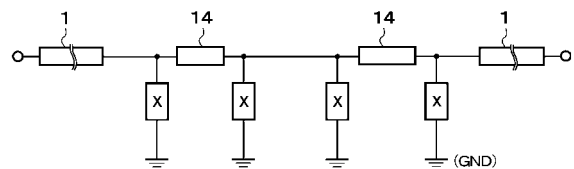
【図4】



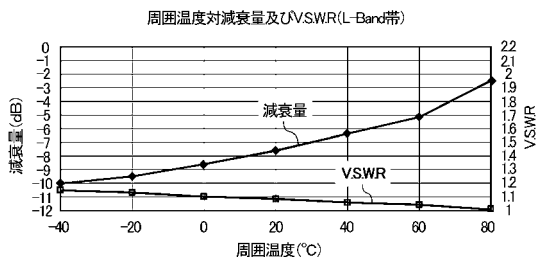
【図2】



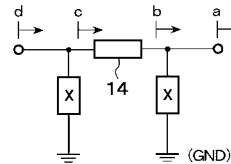
【図5】



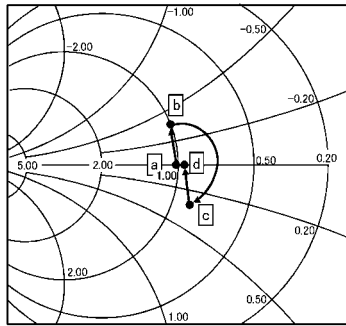
【図3】



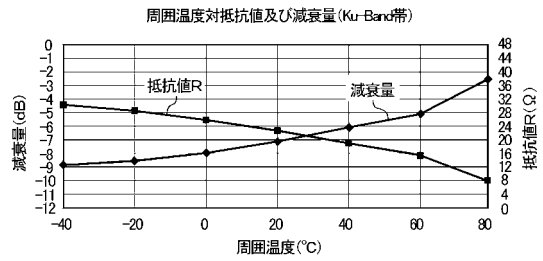
【図6】



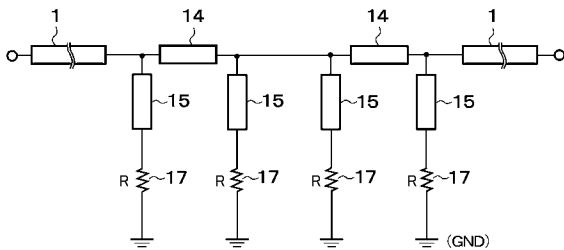
【 図 7 】



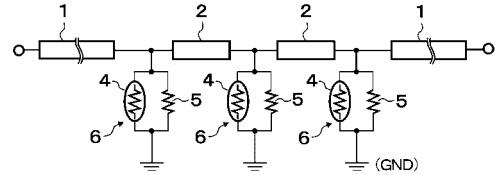
【 図 9 】



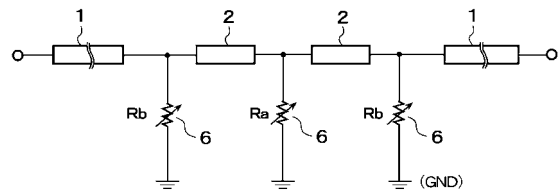
【 図 8 】



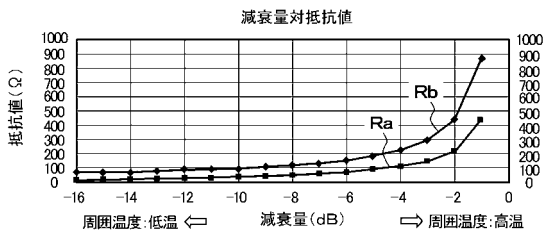
【 図 10 】



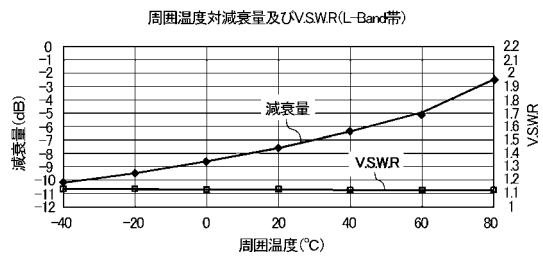
【 図 11 】



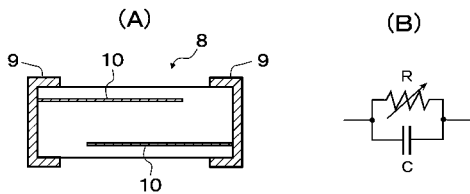
【 図 12 】



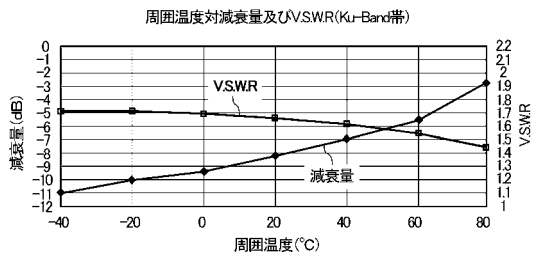
【 図 15 】



【 図 13 】



【 図 16 】



【 図 14 】

