

(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2015-26940  
(P2015-26940A)

(43) 公開日 平成27年2月5日(2015.2.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 P 1/24 (2006.01)	HO 1 P 1/24	5 J 0 1 4
HO 1 P 3/00 (2006.01)	HO 1 P 3/00	
HO 1 L 23/12 (2006.01)	HO 1 L 23/12 3 O 1 Z	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2013-154525 (P2013-154525)	(71) 出願人	504133110 国立大学法人電気通信大学 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1
(22) 出願日	平成25年7月25日 (2013.7.25)	(74) 代理人	100067736 弁理士 小池 晃
		(74) 代理人	100096677 弁理士 伊賀 誠司
		(74) 代理人	100106781 弁理士 藤井 稔也
		(72) 発明者	和田 光司 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内
		(72) 発明者	佐川 守一 東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

最終頁に続く

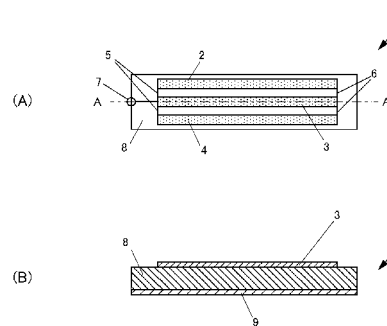
(54) 【発明の名称】 高周波短絡回路

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 伝送線路の幅を拡大することなく、広帯域化を図ることができ、回路配置の自由度が高い高周波短絡回路を提供する。

【解決手段】 伝送線路の幅を拡大するのではなく、複数の伝送線路 2, 3, 4 を並列に接続し、入力端、出力端をそれぞれ接続線路 5, 6 で接続することで、広帯域化を図ることができ、回路配置の自由度が高い高周波短絡回路を提供することを目的とする。短絡回路 1 は、接続線路 5, 6 によって両端が電氣的に接続された 3 つの伝送線路 2, 3, 4 を備える。伝送線路 2, 3, 4 の一端に端子 7 が接続される。

【選択図】 図 1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

一端及び他端を有する 2 つ以上の伝送線路を備え、

上記 2 つ以上の伝送線路は、上記一端及び他端同士がそれぞれ電氣的に接続され、該一端からインピーダンスを見ることを特徴とする高周波短絡回路。

**【請求項 2】**

上記 2 つ以上の伝送線路のそれぞれは、長さ方向にわたって線路インピーダンスが一様である一様伝送線路、第 1 の伝送線路と、該第 1 の伝送線路に接続され、該第 1 の伝送線路の線路インピーダンスよりも小さい線路インピーダンスを有する第 2 の伝送線路を有するステップインピーダンス伝送線路、又は長さ方向にわたって線路インピーダンスが連続的に変化するテーパ型伝送線路のうちのいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 1 記載の高周波短絡回路。

10

**【請求項 3】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、一様伝送線路であり、

少なくとも 1 つの上記一様伝送線路は、特性インピーダンス又は線路長のうち少なくとも 1 つが他の一様伝送線路と異なることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の高周波短絡回路。

**【請求項 4】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、ステップインピーダンス伝送線路であり、

少なくとも 1 つの上記ステップインピーダンス伝送線路は、インピーダンス比又は線路長のうち少なくとも 1 つが他のステップインピーダンス伝送線路と異なることを特徴とする請求項 2 記載の高周波短絡回路。

20

**【請求項 5】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、ステップインピーダンス伝送線路であり、

上記第 2 の伝送線路は、2 つ以上の一様伝送線路を平行に配置することによって構成されることを特徴とする請求項 2 記載の高周波短絡回路。

**【請求項 6】**

上記ステップインピーダンス伝送線路は、上記第 1 の伝送線路と上記第 2 の伝送線路との接続位置同士がそれぞれ電氣的に接続されることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の高周波短絡回路。

30

**【請求項 7】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、テーパ型伝送線路であり、

少なくとも 1 つの上記テーパ型伝送線路は、インピーダンス比、線路長又はテーパ形状のうち少なくとも 1 つが他のテーパ型伝送線路とは異なることを特徴とする請求項 2 記載の高周波短絡回路。

**【請求項 8】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、一様伝送線路、ステップインピーダンス伝送線路又はテーパ型伝送線路のうち少なくとも 2 つ以上を含むことを特徴とする請求項 1 記載の高周波短絡回路。

**【請求項 9】**

上記 2 つ以上の伝送線路は、一様伝送線路、ステップインピーダンス伝送線路又はテーパ型伝送線路のうち 2 つを含むことを特徴とする請求項 8 記載の高周波短絡回路。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、高周波回路で用いられる短絡回路に関する。

**【背景技術】****【0002】**

マイクロ波帯、ミリ波帯等高周波回路の分布定数回路では、短絡回路が多く用いられる。扱う周波数が低い場合には、基板にスルーホールを設け、接地導体と接続することによ

50

って短絡回路を実現することが可能だが、周波数が高くなると、スルーホールのもつ寄生インダクタンスを無視することができなくなり、短絡回路の短絡特性が劣化してしまう。また、製造上もスルーホール加工のための工程が増えて、製造コストの上昇を招くことになる。このため、従来から分布定数回路の共振現象を利用して、短絡回路を構成すること、すなわち、回路パターンの形成により高周波的な接地を実現することが行われてきた。

【0003】

図19に示すように、各種伝送線路を用いて短絡回路を構成することができる。図19(A)には、一端に端子122を接続し、他端を開放した一様線路からなる1/4波長伝送線路121を備えた短絡回路120の構成を示す。

【0004】

1/4波長伝送線路121の端子122から見た入力インピーダンス $Z_i$ は、以下の(1)式で表される。

【0005】

$$Z_i = -j Z_0 / \tan \theta_0 \quad (1)$$

【0006】

式(1)より、線路長 $\theta_0$ が1/4波長(電気長が $90^\circ$ )となる周波数においては、 $Z_i = 0$ となり、1/4波長伝送線路121は、短絡回路として機能することができる。

【0007】

図19(B)には、ステップインピーダンス伝送線路を用いた短絡回路120aの構成を示す。ステップインピーダンス伝送線路を用いた短絡回路120aは、端子123aが接続された第1の伝送線路121aと、第1の伝送線路121aの他端に接続され、第1の伝送線路121aの線路インピーダンスよりも小さい線路インピーダンスを有する一端が開放された第2の伝送線路122aとを備える。

【0008】

非特許文献1~3に記載されているように、伝送線路をステップインピーダンス構成とすることによって、図19(A)のような一様線路による短絡回路よりも小型化することが可能である。

【0009】

第1の伝送線路121a及び第2の伝送線路122aの線路インピーダンスをそれぞれ $Z_1$ 、 $Z_2$ とし、線路長をそれぞれ $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とすると、一端接地、他端開放の1/4波長型ステップインピーダンス共振器SIRの場合によく知られているように、共振周波数は以下の式(2)で表される。

【0010】

$$\tan \theta_1 \cdot \tan \theta_2 = Z_2 / Z_1 = R_z \quad (2)$$

【0011】

ここで、 $R_z$ はインピーダンス比である。

【0012】

$R_z < 1$ で、 $\theta_1 = \theta_2$ の場合には、1/4波長型SIRの長さが最も短くなり、図19(A)のような一様線路を用いた1/4波長伝送線路共振器の長さよりも短くできる。なお、端子123aから見た入力インピーダンスが0又は0付近となるのは、共振条件を満足する中心周波数又はその近傍であることに変わりない。

【0013】

図19(C)には、扇状の伝送線路を用いたラジアルライン型の短絡回路120bの構成を示す。ラジアルライン型の短絡回路120bは、扇形の伝送線路121bと、扇の要に相当する位置に接続された端子122bとを備え、扇形の伝送線路121bの円弧側は開放される。

【0014】

特許文献1に記載されているように、ラジアルライン構造の伝送線路を用いることによって、短絡回路120bの長さを1/4波長よりも短くすることができ、図19(A)のような1/4波長伝送線路を用いた短絡回路120よりも、広帯域の短絡特性を示すこと

10

20

30

40

50

が知られている。特に、扇形の伝送線路 1 2 1 b の中心角を大きくすることによって帯域をより広くすることができるが、伝送線路 1 2 1 b の形状が大きくなり、平面回路としての振る舞いが顕在化して、所望の TEM モードとは異なるモードを誘発する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0015】

【特許文献 1】特開平 5 - 1 6 7 3 1 3 号公報

【非特許文献】

【0016】

【非特許文献 1】Sagawa, Makimoto and Yamashita., 「Geometrical Structures and Fundamental Characteristics of Microwave Stepped Impedance Resonators」, IEEE Trans. MTT, vol.45, No.7, pp.1078-1085, July 1997 10

【非特許文献 2】牧本、「マイクロ波 SIR の構造とその特性」、電気情報通信学会、電子情報通信学会技術研究報告 MW2003 - 221、p83 - 90、2003年12月

【非特許文献 3】Makimoto and Yamashita, 「Microwave Resonators and Filters for Wireless Communication」, Springer, Heiderberg, Germany, Dec. 2000

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0017】

上述したように、短絡回路に用いる伝送線路の形状を一様線路からステップインピーダンス構造にすることによって、短絡回路の小型化を図ることが可能になり、伝送線路をラジアルライン型とすることによって短絡回路の長さの短縮と、広帯域化を実現することができる。 20

【0018】

一般的には、伝送線路の幅を拡大することによって線路インピーダンスを下げて、広帯域化を図ることが可能であるが、ラジアルライン型を採用する場合と同様に、TEM モード以外のモードを生ずるため好ましくないとの問題がある。また、伝送線路を一定の形状に固定すると、基板への回路配置上の制約を生ずるとの問題もある。

【0019】

そこで、本発明は、伝送線路の幅を拡大するのではなく、複数の線路を用いることで、広帯域化を図ることができ、回路配置の自由度が高い高周波短絡回路を提供することを目的とする。 30

【課題を解決するための手段】

【0020】

本発明に係る高周波短絡回路は、一端及び他端を有する 2 つ以上の伝送線路を備える。2 つ以上の伝送線路は、一端及び他端同士をそれぞれ電氣的に接続し、その一端から見たインピーダンスを低減するものである。

【発明の効果】

【0021】

本発明に係る高周波短絡回路によれば、両端が電氣的に接続された 2 つ以上の伝送線路を備え、回路配置の自由度を増しながら、線路インピーダンスを低下させることによって広帯域化が可能になる。 40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図 1】(A) は、本発明が適用された高周波短絡回路の基本的な構成を示す平面図である。(B) は、(A) 図の A - A' における断面図である。

【図 2】(A) は、本発明の高周波短絡回路の動作原理を説明するための最も基本的な構成を示す平面図である。(B) は、本発明の高周波短絡回路の動作原理を説明するための等価回路図である。(C) は、(B) 図に基づいて導出した高周波短絡回路の等価回路図である。 50

【図 3】本発明の伝送線路共振器の動作原理を説明するための図である。(A)は、複数の伝送線路の開放端を未接続とした場合の入力インピーダンスの周波数特性を示すグラフである。(B)は、複数の伝送線路の開放端を互いに接続した場合の入力インピーダンスの周波数特性を示すグラフである。

【図 4】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 5】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 6】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 7】ステップインピーダンス伝送線路の場合に、インピーダンス比によって帯域が変化することを示すグラフである。

【図 8】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 9】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 10】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 11】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 12】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 13】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 14】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 15】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 16】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図であり、(C)はさらなる他の変形例を示す平面図である。

【図 17】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 18】(A)は、本発明の高周波短絡回路の変形例を示す平面図であり、(B)は他の変形例を示す平面図である。

【図 19】従来の高周波短絡回路の構成を示す図である。(A)は、一様線路を用いた高周波短絡回路の平面図であり、(B)は、ステップインピーダンス伝送線路を用いた高周波短絡回路の平面図であり、(C)は、ラジアルライン型伝送線路を用いた高周波短絡回路の平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明が適用された高周波短絡回路について、図面を参照して説明する。本明細書においては、「高周波」とは、300MHz程度以上の周波数を言うものとする。特に回路配置上、スルーホール寸法が回路のインピーダンスとして影響することから、本発明の短絡回路が好適に用いられるのは、ミリ波帯以上(30GHz程度以上)の周波数である。

【0024】

なお、説明は以下の順序で行う。

1. 高周波短絡回路の構成
2. 高周波短絡回路の動作原理
3. 高周波短絡回路の変形例

10

20

30

40

50

- ( 1 ) 一様線路を用いた短絡回路
- ( 2 ) ステップインピーダンス伝送線路を用いた短絡回路
- ( 3 ) ステップインピーダンス伝送線路の低インピーダンス部に変更を加えた短絡回路
- ( 4 ) テーパ型伝送線路を用いた短絡回路
- ( 5 ) 複数の種類の伝送線路を組み合わせて用いた短絡回路
- ( 6 ) 各伝送線路を非平行に配置した短絡回路

## 【 0 0 2 5 】

## 1 . 高周波短絡回路の構成

図 1 ( A ) 及び図 1 ( B ) は、本発明を適用した高周波短絡回路 ( 以下、単に「短絡回路」とも言う。 ) の基本的な構成例を示す図である。短絡回路 1 は、裏面にグランドプレーンとなる裏面電極 9 が形成された誘電体基板 8 の表面に形成される。誘電体基板 8 上には、3 つの伝送線路 2 , 3 , 4 が平行に配置されるように形成され、各伝送線路 2 , 3 , 4 は、一端が接続線路 5 によってそれぞれ電氣的に接続され、他端が接続線路 6 によってそれぞれ電氣的に接続される。端子 7 は、伝送線路 2 , 3 , 4 が互いに接続された一端に接続される。このように、本発明の短絡回路は、マイクロストリップ線路によって形成されているが、マイクロストリップ線路に限らず、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において、ストリップ線路、スロット線路、コプレーナ線路又は同軸線路等、マイクロ波帯以上の周波数帯域で用いられる伝送線路を用いることができ、L T C C ( Low Temperature Co-fired Ceramics、低温同時焼成セラミクス ) により多層化して、さらなる小型化を図ることも可能である。なお、以下では、主としてマイクロストリップ線路によって形成された伝送線路について説明するが、基板及び裏面電極を省略して説明、図示することとする。

## 【 0 0 2 6 】

伝送線路 2 , 3 , 4 は、いずれも同じ線路長と、等しい線路幅、すなわち同一の特性インピーダンス ( 以下、線路の特性インピーダンスを単に線路インピーダンスとも言う。 ) とを有する。複数の伝送線路を長さ方向に沿って平行に、配置される場合が多い。

## 【 0 0 2 7 】

## 2 . 高周波短絡回路の動作原理

上述したように、一様線路を用いた 1 / 4 波長伝送線路では、式 ( 1 ) に示すように、線路長  $l_0$  が 1 / 4 波長となる周波数又はその近傍の周波数で、入力インピーダンスが 0 又は 0 近くに低下する。入力インピーダンスの値が所望の値以下に低下した状態を短絡状態と呼ぶことにすると、短絡状態をより広い周波数帯域で実現する、すなわち広帯域化を実現するには、式 ( 1 ) から伝送線路の特性インピーダンス  $Z_0$  を下げる必要がある。伝送線路の特性インピーダンス  $Z_0$  を下げるには、伝送線路の幅 ( 信号の伝送方向に垂直な方向の長さ ) を広くする必要がある。ここで、線路幅を広げると、回路配置上の自由度が妨げられ、TEM モード以外の不要モードを誘発するため好ましくない。そこで、2 つの伝送線路を用いて、これらを合成して、広帯域化を図ることを考える。

## 【 0 0 2 8 】

簡単のために、まったく同じ一様線路からなる 2 つの伝送線路を平行に配置し、一方を電氣的に接続して端子として、その入力インピーダンス  $Z_i$  とすると、 $Z_i$  は、以下の式 ( 3 ) のように表される。

## 【 0 0 2 9 】

$$Z_i = -j Z / ( 2 \tan \quad ) \quad ( 3 )$$

## 【 0 0 3 0 】

式 ( 3 ) より、特性インピーダンスが ( 1 / 2 )  $Z$  と低減され、実質的に広帯域化が実現される。平行に配置する伝送線路の数を  $n$  個に増やせば、原理的には、特性インピーダンスを ( 1 /  $n$  )  $Z$  にすることができることになる。

## 【 0 0 3 1 】

実際には、製造過程におけるばらつき等の影響でそれぞれの伝送線路の線路長をまったく等しくすることは困難である。一方の伝送線路の線路長を  $l_1$ 、他方の伝送線路の線路

10

20

30

40

50

長を  $l$  とすると、  $Z_i$  であり、入力インピーダンス  $Z_i$  は、以下の式 (4) のように表される。

【0032】

$$Z_i = -jZ / (\tan \beta l + \tan \beta l) \quad (4)$$

【0033】

式 (4) から、 $\tan \beta l$  及び  $\tan \beta l$  がそれぞれ無限大となる周波数  $f$  及び  $f$  において、 $Z_i$  はそれぞれ 0 になる。そして、 $\tan \beta l = -\tan \beta l$  となる  $f$  と  $f$  の間の周波数において、 $\tan \beta l + \tan \beta l = 0$  となり、 $Z_i$  が無限大となる。このように、所望の周波数付近でインピーダンスの不連続が発生する。

【0034】

そこで、複数の伝送線路を合成するために、図 2 (A) に示すように、長さ (線路長) がほぼ等しく、幅が同じ (したがって線路インピーダンスが等しい 2 つの伝送線路 2, 3 を平行に配置して、当該周波数で線路の長さを無視できる接続線路 5, 6 によって 2 つの伝送線路 2, 3 の両端を電氣的に接続する。

【0035】

図 2 (A) のような伝送線路 2, 3 を含む回路は、図 2 (B) に示すように、特性インピーダンス  $Z$  と線路長  $l$  とを有する伝送線路 2 を含む 2 端子対回路  $X$  と、特性インピーダンス  $Z$  と線路長  $l$  とを有する伝送線路 3 を含む 2 端子対回路  $X$  との並列接続と考えることができる。

【0036】

図 2 (B) の 2 端子対回路  $X$ ,  $X$  の並列回路の入力インピーダンス  $Z_i$  は、図 2 (C) に示すように、伝送線路の F 行列を用いて求めることができ、式 (5) のように表される。

【0037】

$$Z_i = -jZ / (2 \tan \beta l), \text{ ここで } \beta l = (\beta l + \beta l) / 2 \quad (5)$$

【0038】

式 (4) で表されるように、先端を開放した 2 つの伝送線路を単に合成しただけでは、インピーダンス不連続が発生するのに対し、先端を接続した 2 つの伝送線路を合成する場合には、式 (5) で表されるように、接続端から見たインピーダンスが  $1/2$  になるとともに、それぞれの伝送線路の線路長 (電気長) に相違がある場合でも、それぞれの伝送線路の電気長の和の  $1/2$  の長さが  $90^\circ$  となる周波数付近で、短絡状態となり、インピーダンス不連続は発生しない。また、伝送線路の数を 3 本あるいはそれ以上に増やしても同様の結果を得ることができる。ここでは計算を簡単にするため、複数の伝送線路を接続する線路の長さを当該周波数で無視できるものとしたが、有限の長さであっても、また、線路のインピーダンスが伝送線路と異なっても、接続点からの接続線路、伝送線路が一体になった系が等価的に  $1/4$  波長になる周波数付近で短絡状態となるので、接続長が有限の場合でも、インピーダンス不連続は生じない。

【0039】

図 3 は、先端を開放した場合と、先端を接続した場合の入力インピーダンスの周波数特性の相違をシミュレーションにより測定した結果を示すグラフである。図 3 (A) には、伝送線路の先端を開放した場合、図 3 (B) には伝送線路の先端を接続した場合の結果を示す。

【0040】

図 3 (A) 及び図 3 (B) のいずれも同じ一様線路を用いた伝送線路を平行に配置した短絡回路である。伝送線路の数は 9 個であり、特性インピーダンスはすべて  $100 \Omega$  であり、最も短い伝送線路の電気長は  $89^\circ$  であり、隣接する伝送線路との電気長の差が  $0.25^\circ$  とした場合を図示している。

【0041】

先端を開放した図 3 (A) では、伝送線路の電気長に対応した周波数 (それぞれの伝送線路の共振周波数) でインピーダンスの低下がみられるものの、隣接する共振周波数の間

10

20

30

40

50

の周波数にインピーダンスのピークが発生している。

【0042】

一方、先端を互いに接続した図3(B)では、中心に配置された伝送線路の共振周波数の近傍で短絡状態を示し、インピーダンスの不連続は生じていない。

【0043】

なお、両端を接続した伝送線路からなる短絡回路の場合、短絡状態となる周波数(以下、短絡回路の共振周波数、又は単に共振周波数と言うこととする。)は、複数の伝送線路と複数の伝送線路を接続する線路が一体な系となり、その一体となった系で決まる共振周波数において短絡状態が実現される。たとえば、図3(B)のような場合においては、隣接する伝送線路の共振周波数の積を相加平均で除した周波数として求めることができる。ただし、複数の伝送線路を近接して配置する場合には、占有面積は小さくなるが、伝送線路間に電磁界結合が生じ、その周波数特性が変化したり、合成インピーダンスが1/2より大きくなったりするので、インピーダンス低減と専有面積のトレードオフに配慮して設計しなければならない。

【0044】

### 3. 高周波短絡回路の変形例

本発明の高周波短絡回路では、短絡回路に用いる伝送線路は、「ほぼ同じ長さ」である必要はなく、また、同じ幅を有している必要もない。さらに、一様線路を配置するだけでなく、ステップインピーダンス伝送線路やテーパ型伝送線路を配置してもよく、これらを組み合わせて配置してもよい。本発明の高周波短絡回路では、それぞれの伝送線路を「平行に」配置する必要もない。したがって、回路配置上の自由度が非常に高い。LTC技術を適用することによって、多層化することができ、さらなる回路配置上の自由度を高めることができ、合わせて小型化を図ることもできる。以下では、これらの具体的な構成例を列挙して説明するが、主に複数の伝送線路を接続する接続線路長が無視でき、複数の伝送線路は互いに影響を及ぼさない場合の例を示す。なお、実施例は、これらに限られるものではなく、本発明の趣旨の下、さらなる変形が可能であることは言うまでもない。

【0045】

#### (1) 一様線路を用いた短絡回路

図4には、幅が相違する一様伝送線路を用いた短絡回路を示す。図4(A)に示すように、短絡回路1aは、両端を接続線路5a, 6aで接続された伝送線路2a, 3a, 4aを備える。伝送線路2a, 3a, 4aは、この順番で伝送線路の長さ方向に沿って平行に所定の距離だけ離間してそれぞれ配置される。接続線路5aで接続された一端に端子7aが接続される。伝送線路2a, 3a, 4aは、すべて同一の線路長を有しており、一方で、一部の伝送線路の幅が相違する。すなわち、伝送線路4aの幅は、伝送線路2a, 3aに比べて広く設定され、伝送線路2a, 3aの線路幅は同一である。

【0046】

図4(B)に示す短絡回路1bは、上述の短絡回路1aと同じ構成であるが、伝送線路2b, 4bの幅が、伝送線路3bの幅よりも広く設定され、伝送線路2b, 4bの線路幅が同一である。

【0047】

図4(A)及び図4(B)のように、本発明の短絡回路では、広い線路幅の伝送線路を含めることによって、端子7a, 7bから見た入力インピーダンス $Z_i$ を下げることができ、広帯域化を図ることができる。なお、本発明の短絡回路では、伝送線路の幅に変化をもたせる上述のような構成においては、伝送線路の幅をすべて異なるようにしてもよく、3つの伝送線路に限らず、2つでも、4つ以上であってもよいのは言うまでもない。

【0048】

図5(A)に示すように、短絡回路1cは、すべて同じ幅で、線路長が異なる伝送線路2c, 3c, 4cを備えるようにしてもよい。3つの伝送線路2c, 3c, 4cの長さは、この順番で長くなるように設定されている。短絡回路1cは、両端が接続されている伝送線路2c, 3c, 4cが一体となった系として動作する。短絡回路1cは、伝送線路2

10

20

30

40

50



c, 3c, 4cが一体となった系において、等価的に1/4波長となる周波数の近傍で端子7cから見た入力インピーダンスが急激に低くなり、短絡回路として動作する。

【0049】

短絡回路に用いる伝送線路については、伝送線路の長さを変えるだけでなく、図5(B)に示すように、各伝送線路の線路幅を変えてもよい。すなわち、短絡回路1dは、両端が接続線路5d, 6dによって接続された伝送線路2d, 3d, 4dを備え、それぞれの伝送線路2d, 3d, 4dは、異なる線路幅及び線路長を有している。

【0050】

図6(A)は、3つの一様線路からなる伝送線路2e, 3e, 4eを備える短絡回路1eの構成例を示す図である。上述した図5(A)及び図5(B)では、隣接する伝送線路の順番に線路長が長くなるように設定されているのに対して、この変形例では、中央の伝送線路3eの長さが他の伝送線路2e, 4eよりも長くなるように設定される。短い2つの伝送線路2e, 4eは同じ長さである。

10

【0051】

図6(B)は、3つの一様線路からなる伝送線路2f, 3f, 4fを備える短絡回路1fの構成例を示す図であり、中央の伝送線路3fの長さが他の伝送線路2f, 4fよりも短く設定される。長い2つの伝送線路2f, 4fは同じ長さである。

【0052】

図6(A)及び図6(B)でも、伝送線路の両端が接続されているので、短絡回路1e, 1fは、すべての伝送線路が一体になった系として動作する。図5の場合と同様に、短絡回路1e, 1fは、一体となった系において、等価的に1/4波長となる周波数の近傍で端子から見た入力インピーダンス $Z_i$ が低下し、短絡回路として動作する。

20

【0053】

上述したように、本発明の短絡回路では、複数個配列された一様線路からなる伝送線路の両端を電氣的に接続することにより、これらが一体となった系として動作するようになるので、インピーダンス不連続が生じず、入力インピーダンス $Z_i$ を低下させることができ、短絡回路の広帯域化を図ることができる。本発明の短絡回路では、このような構成をとることによって、製造上等において生ずる線路長のばらつきを吸収することができるばかりでなく、積極的に線路長及び線路幅を変えた伝送線路を用いることによって、広帯域な短絡回路と高い自由度の回路配置が可能になる。

30

【0054】

(2) ステップインピーダンス伝送線路を用いた短絡回路

本発明の高周波短絡回路では、一様線路からなる伝送線路に限らず、ステップインピーダンス伝送線路を用いることもできる。

【0055】

上述したように、インピーダンス比 $R_z$ が1より小さいステップインピーダンス伝送線路を用いることによって、一様線路からなる伝送線路を用いる場合よりも、同一周波数で動作させる場合には、素子の長さを短くすることができる。

【0056】

また、ステップインピーダンス伝送線路のインピーダンス比 $R_z$ と線路長の関係については、上述した式(2)で示されるように周知であるが、インピーダンス比 $R_z$ と入力インピーダンス $Z_i$ との関係については、従来知られておらず、発明者らによって見出された。図7は、一端が開放されたステップインピーダンス伝送線路(図19(B)の伝送線路)の端子から見た入力インピーダンス $Z_i$ の周波数特性を任意値で示したグラフである。インピーダンス比 $R_z$ をパラメータとすると、図7に示すように、 $R_z$ を小さくするほど入力インピーダンス $Z_i$ の周波数に対する依存性が小さくなり、帯域が広がることが明らかとなった。したがって、ステップインピーダンス伝送線路を用いて、本発明の短絡回路を構成することによって、より小型(素子長が短い)で広帯域な短絡回路を実現することができる。

40

【0057】

50

図 8 ( A ) は、3つの同一のステップインピーダンス伝送線路 3 0 , 3 1 , 3 2 を備える短絡回路 2 0 の構成例を示す図である。それぞれのステップインピーダンス伝送線路 3 0 , 3 1 , 3 2 は、一端に端子 2 9 が接続された第 1 の伝送線路 2 1 , 2 2 , 2 3 の他端に第 2 の伝送線路 2 4 , 2 5 , 2 6 が接続されている。第 1 の伝送線路 2 1 , 2 2 , 2 3 の線路インピーダンス  $Z_1$  は、第 2 の伝送線路 2 4 , 2 5 , 2 6 の線路インピーダンス  $Z_2$  よりも大きい。したがって、インピーダンス比  $R_z = Z_2 / Z_1$  は、1 よりも小さい。短絡回路 2 0 の 3 つの伝送線路 3 0 , 3 1 , 3 2 の両端は、接続線路 2 7 , 2 8 によって電氣的に接続される。

【 0 0 5 8 】

同一形状のステップインピーダンス伝送線路 3 0 , 3 1 , 3 2 を用いているので、式 ( 2 ) で与えられる共振周波数及びその近傍の周波数において、端子 2 9 から見た入力インピーダンス  $Z_i$  が低くなり、短絡回路が構成される。また、入力インピーダンス  $Z_i$  は単一のステップインピーダンス伝送線路の場合に対して  $1/3$  にすることができ、広帯域化に貢献することができる。なお、同一形状のステップインピーダンス伝送線路を複数個並列接続する場合には、各部の電位分布は同じになるので、第 1 の伝送線路 2 1 , 2 2 , 2 3 と第 2 の伝送線路 2 4 , 2 5 , 2 6 との接続部分同士を電氣的に接続してもよい。

10

【 0 0 5 9 】

図 8 ( B ) では、短絡回路 2 0 a は、3つの異なる形状のステップインピーダンス伝送線路 3 0 a , 3 1 a , 3 2 a を備える。ステップインピーダンス伝送線路 3 0 a , 3 1 a , 3 2 a は、第 1 の伝送線路 2 1 a , 2 2 a , 2 3 a の線路長と、第 2 の伝送線路 2 4 a , 2 5 a , 2 6 a の線路長とをそれぞれ調整することによって、3つのステップインピーダンス伝送線路 3 0 a , 3 1 a , 3 2 a すべての共振周波数を同一にしている。したがって、短絡回路 2 0 a の共振周波数は、単一のそれぞれのステップインピーダンス伝送線路 3 0 a , 3 1 a , 3 2 a の共振周波数と等しい。また、第 2 の伝送線路 2 4 a , 2 5 a , 2 6 a の線路インピーダンス  $Z_2$  を一定にして、第 1 の伝送線路 2 1 a , 2 2 a , 2 3 a の線路インピーダンス  $Z_1$  を変化させることによって、ステップインピーダンス伝送線路 3 0 a , 3 1 a , 3 2 a のインピーダンス比  $R_z$  をそれぞれ変えている。このように、インピーダンス比を変化させた複数個のステップインピーダンス伝送線路を用いても、広帯域化を実現することが可能である。

20

【 0 0 6 0 】

なお、図 8 ( A ) 及び図 8 ( B ) の構成においては、それぞれのステップインピーダンス伝送線路の共振周波数を同一とする例を示したものであり、他のパラメータを変化させて、それぞれのステップインピーダンス伝送線路の共振周波数を同一にしてもよいのは言うまでもない。

30

【 0 0 6 1 】

図 9 ( A ) は、インピーダンス比  $R_z$  が同一で、共振周波数が異なる 3 つのステップインピーダンス伝送線路 3 0 b , 3 1 b , 3 2 b を用いた短絡回路 2 0 b の構成例を示す図である。短絡回路 2 0 b は、両端を接続線路 2 7 b , 2 8 b によって接続されたステップインピーダンス伝送線路 3 0 b , 3 1 b , 3 2 b を備えている。ステップインピーダンス伝送線路 3 0 b , 3 1 b , 3 2 b は、第 1 の伝送線路 2 1 b , 2 2 b , 2 3 b と、これに接続された第 2 の伝送線路 2 4 b , 2 5 b , 2 6 b を有する。第 1 の伝送線路 2 1 b , 2 2 b , 2 3 b の線路インピーダンス  $Z_1$  はすべて等しく ( すなわち線路幅がすべて等しい ) 、第 2 の伝送線路 2 4 b , 2 5 b , 2 6 b の線路インピーダンス  $Z_2$  もすべて等しい ( すなわち線路幅がすべて等しい ) 。したがって、ステップインピーダンス伝送線路 3 0 b , 3 1 b , 3 2 b のインピーダンス比  $R_z$  はすべて等しい。第 1 の伝送線路 2 1 b , 2 2 b , 2 3 b の線路長はそれぞれ異なり、第 2 の伝送線路 2 4 b , 2 5 b , 2 6 b の線路長もそれぞれ異なる。

40

【 0 0 6 2 】

図 9 ( B ) は、インピーダンス比  $R_z$  及び共振周波数の両方が異なる 3 つのステップインピーダンス伝送線路を用いた短絡回路 2 0 c の構成例を示す図である。短絡回路 2 0 c

50

は、両端を接続線路 27c, 28c によって接続されたステップインピーダンス伝送線路 30c, 31c, 32c を備えている。第 1 の伝送線路 21c, 22c, 23c の線路長、及び第 2 の伝送線路 24c, 25c, 26c の線路長は、それぞれ同一であり、したがって各ステップインピーダンス伝送線路 30c, 31c, 32c の素子長さは同一である。また、第 1 の伝送線路 21c, 22c, 23c の線路インピーダンス  $Z_1$  をそれぞれ異ならせることによって各ステップインピーダンス伝送線路 30c, 31c, 32c のインピーダンス比  $R_2$  を変えている。このような短絡回路 20c では、共振周波数がそれぞれのステップインピーダンス伝送線路 30c, 31c, 32c で異なるため、すべての伝送線路を含めた一体となった系において、等価的に  $1/4$  波長となる周波数の近傍で端子 29b から見た入力インピーダンス  $Z_i$  が急激に低くなり、短絡回路として動作する。

10

## 【0063】

それぞれのステップインピーダンス伝送線路において、インピーダンス比  $R_2$  や共振周波数を変化させ、あるいは一致させる手法については、上述に限らない。たとえばマイクロストリップ線路を用いる場合には、誘電体層の厚さや種類等を変化させる等の周知の手法によることができるのは言うまでもない。

## 【0064】

(3) ステップインピーダンス伝送線路の低インピーダンス部に変更を加えた短絡回路

上述したように、ステップインピーダンス伝送線路では、インピーダンス比を 1 より小さくすると、線路長を短縮でき、結果として素子長さを短くできるとともに、短絡回路の広帯域化に貢献できる。一方で、低インピーダンス部である第 2 の伝送線路の線路インピーダンス  $Z_2$  を下げると線路幅が広がるので、TEM モード以外の不要モードを発生しやすくなるという問題が顕在化する。そこで、幅の広い 1 つの伝送線路に代えて幅の狭い複数の伝送線路を平行配置して第 2 の伝送線路を構成するようにすることで、上述の問題を解決することができる。

20

## 【0065】

図 10 (A) に示すように、短絡回路 20d は、第 1 の伝送線路に比して低い線路インピーダンスである第 2 の伝送線路を有するが、第 2 の伝送線路は、2 つの伝送線路を平行に配置して構成している。すなわち、ステップインピーダンス伝送線路 30d の第 2 の伝送線路は、2 つの同一の伝送線路 24d, 24d を平行配置して構成し、ステップインピーダンス伝送線路 31d の第 2 の伝送線路は、2 つの同一の伝送線路 25d, 25d を平行配置して構成し、同様にステップインピーダンス伝送線路 32d についても第 2 の伝送線路は、2 つの同一の伝送線路 26d, 26d を平行配置して構成する。第 2 の伝送線路を構成する同一の伝送線路は、第 1 の伝送線路 21d, 22d, 23d に接続して配置される。なお、第 2 の伝送線路を構成する 2 つの伝送線路は、第 1 の伝送線路と電氣的に接続されていればよく、離間距離は、第 1 の伝送線路の幅よりも狭くても、広くてもよいが、狭いと両伝送線路の間で結合が生じるので、2 つの伝送線路の合成インピーダンスは  $1/2$  より大きくなる。スペースに余裕があれば、2 つの伝送線路間の距離が広い方が、より低い合成インピーダンスとなり、広帯域化を実現できるので、余裕スペースの状況に応じて選択するとよい。短絡回路 20d は、上述のような第 2 の伝送線路と、第 1 の伝送線路とからなる同一の 3 つのステップインピーダンス伝送線路 30d, 31d, 32d を備えている。それぞれのステップインピーダンス伝送線路 30d, 31d, 32d は同一に構成されているので、ステップインピーダンス伝送線路 30d, 31d, 32d インピーダンス比及び共振周波数はすべて等しい。短絡回路 20d は、同一形状の 3 つのステップインピーダンス伝送線路を備え、第 2 の伝送線路相互間の結合がないとすると、単一のステップインピーダンス伝送線路に対して入力インピーダンスが  $1/3$  になるため、広帯域化を図ることができる。短絡回路 20d の共振周波数は、接続線路が無視できれば、単一のステップインピーダンス伝送線路の共振周波数となる。第 2 の伝送線路が近接し、相互間の結合がある場合には、 $1/3$  より若干大きくなり、ステップインピーダンス伝送線路、伝送線路間の結合、接続線路を含んだ系で決まる共振周波数近傍で、短絡回路を形成す

30

40

50

る。

【0066】

図10(B)では、短絡回路20eを構成する第2の伝送線路を5個の伝送線路で構成した場合の構成例を示す。第2の伝送線路を5個の伝送線路で構成することにより、第2の伝送線路のインピーダンスの低減を図り、低インピーダンス比の実現、すなわち広帯域化を図るとともに、それぞれの伝送線路の線路幅を狭くすることで、不要モードの発生を十分に抑えることができる。

【0067】

なお、上述した図8～図9等と同様に、第1及び第2の伝送線路の線路長及び線路インピーダンスを設定することによって、ステップインピーダンス伝送線路のインピーダンス比及び共振周波数をそれぞれ変化させて、短絡回路を構成することももちろん可能である。

10

【0068】

(4)テーパ型伝送線路を用いた短絡回路

本発明の短絡回路には、伝送線路として、ステップインピーダンス伝送線路を多段化して、長さ方向に沿って、一端から他端へ線路幅が増加、すなわち線路インピーダンスが次第に低下する伝送線路(以下、テーパ型伝送線路と言う。)を用いることができる。一端から他端へ線路幅が直線的に増加するようにしてもよく、2次関数的や、指数関数的等の曲線状に滑らかに増加するようにしてもよい。伝送線路をこのような形状とすることによってインピーダンス比を1よりも小さくすることができ、ステップインピーダンス伝送線路と同様に低入力インピーダンス化が図られ広帯域化を実現することができる。

20

【0069】

図11(A)に示すように、短絡回路40は、3つの同一のテーパ型伝送線路41, 42, 43を備え、両端を接続線路44, 45によって接続される。テーパ型伝送線路41, 42, 43の線路幅が広い端部が開放端となり、線路幅が狭い端部に端子46が接続される。

【0070】

短絡回路40は、3つのテーパ型伝送線路41, 42, 43を備えているので、単一のテーパ型伝送線路に比べ、入力インピーダンス $Z_i$ が $1/3$ になり、広帯域化が図られる。

30

【0071】

図11(B)に示すように、短絡回路40aは、異なる形状のテーパ型伝送線路41a, 42a, 43aを備えるようにしてもよい。3つのテーパ型伝送線路41a, 42a, 43aは、それぞれ異なるインピーダンス比を有しているが、線路長を調整することによって、それぞれの共振周波数が等しくなるように設定されている。各テーパ型伝送線路41a, 42a, 43aの共振周波数は、等しいので、短絡回路40aの共振回路も単一のテーパ型伝送線路の共振周波数に等しくなる。

【0072】

図12(A)に示すように、短絡回路40bは、3つのテーパ型伝送線路41b, 42b, 43bを備え、各テーパ型伝送線路41b, 42b, 43bは、インピーダンス比を等しく設定し、線路長をそれぞれ変えて共振周波数を異ならせるようにしてもよい。

40

【0073】

また、図12(B)に示すように、短絡回路40cは、3つのテーパ型伝送線路41c, 42c, 43cを備え、それぞれインピーダンス比を変え、線路長を同一にすることによって、共振周波数も変えるようにしてもよい。

【0074】

このように、伝送線路をテーパ型にすることによって、広帯域化とともに、隣接する伝送線路間に広いスペースをあけることができ、スペースに他の回路を配置するようになれば、回路配置上の自由度を高くすることができる。

【0075】

50

## (5) 複数の種類の伝送線路を組み合わせて用いた短絡回路

本発明の短絡回路では、同一の種類の伝送線路を平行配置する場合に限らず、2種類以上の伝送線路を組み合わせて配置するようにしてもよい。さまざまな伝送線路を組み合わせて短絡回路を構成することができるので、他の回路素子を含めた回路配置上の自由度を高くすることができる。

## 【0076】

図13(A)に示すように、短絡回路60は、一様線路からなる伝送線路61、63と、伝送線路61、63の間にテーパ型伝送線路62を平行配置することによって構成してもよい。各伝送線路61、62、63の両端は、接続線路64、65によって電氣的に接続される。各伝送線路は、一様線路からなる伝送線路61、これに隣接するようにテーパ型伝送線路62、これに隣接するように一様線路からなる伝送線路63の順序で配置されるが、これに限定されるものではない。テーパ型伝送線路63の低線路インピーダンス側(線路幅の広い側)を開放端とし、高線路インピーダンス側(線路幅の狭い側)に端子66が接続される。一様線路からなる伝送線路61、63は、同一の線路長及び線路インピーダンスの伝送線路であり、テーパ型伝送線路63は、インピーダンス比と線路長を調整して、すべての伝送線路の共振周波数が等しくなるように設定されている。

10

## 【0077】

図13(B)に示すように、短絡回路60aは、2つのステップインピーダンス伝送線路69a、70aと、ステップインピーダンス伝送線路69a、70aの間に配置されたテーパ型伝送線路63aを備えるようにしてもよい。それぞれの伝送線路についてインピーダンス比及び線路長を調整して、同一の共振周波数となるように設定されている。

20

## 【0078】

図13(A)及び図13(B)の短絡回路60、60aでは、これを構成する伝送線路の共振周波数がすべて等しいので、短絡回路60、60aの共振周波数は、単一の伝送線路の共振周波数に等しい。一方、短絡回路60、60aの入力インピーダンス $Z_i$ は、一様線路による場合に比較して、 $1/3$ 以下にすることができる。

## 【0079】

図14(A)では、図13(A)と同じ種類の伝送線路を同じ順序で配置した短絡回路60bの構成例を示しているが、短絡回路60bは、すべての伝送線路が同じ線路長を有しているので、一様線路からなる伝送線路61b、63bと、テーパ型伝送線路63bとは、共振周波数が異なる。したがって、短絡回路60bは、これらの伝送線路が一体となった系の共振周波数付近で短絡状態となる。

30

## 【0080】

図14(B)は、図13(B)と同じ種類の伝送線路を同じ順序で配置した短絡回路60cの構成例を示す図である。この場合には、すべての伝送線路の線路長が等しく設定されているので、それぞれの共振周波数は異なり、伝送線路すべてが一体となった系の共振周波数付近で、短絡回路60cが短絡状態となる。

## 【0081】

このように、さまざまな種類、形状の伝送線路を組み合わせて配置することによって短絡回路を構成することができるので、他の回路の配置条件に合わせて、有効なスペースを確保することができ、効率的な回路配置が可能となる。

40

## 【0082】

## (6) 各伝送線路を非平行に配置した短絡回路

上述では、それぞれの伝送線路の長さ方向に沿って平行に配置する構成例について説明したが、各伝送線路を平行に配置することに限定されず、さまざまな配置によって短絡回路を構成する伝送線路の両端を電氣的に接続し、一端から信号を入力することができる。以下説明するように、ある点に対して点対称となるように伝送線路を配置することも可能であるため、さらなる回路配置上の自由度がさらに向上する。

## 【0083】

図16(A)に示すように、短絡回路80は、24個の同一形状の一様線路を用いた伝

50

送線路のそれぞれ一端を中心として、他端を等間隔に円周状に配置して構成するようにしたものである。短絡回路80は、円形状に配置された伝送線路81~104の一端を中心として端子106を接続する。伝送線路81~104の他端は、接続線路105によってそれぞれ隣接する伝送線路同士が電氣的に接続される。24個の伝送線路81~104の両端が接続されて配置されることによって、端子106から見た入力インピーダンス $Z_i$ は、単一の伝送線路の場合よりも $1/24$ だけ低くなる。一方で、伝送線路自体の線路幅を広げたわけではないので、不要なモードの輻射を抑制することができる。また、LTC等の多層回路技術を用いて、伝送線路81~104の端子106側と、伝送線路81~104の途中を折り曲げるようにして他端側とを別の層に形成することによって、他端側も一点で電氣的に接続することができるようになり、さらなる小型化が可能になる。

10

#### 【0084】

図16(B)に示すように、本発明の短絡回路は、伝送線路が、伝送線路の一端を中心として接続し、伝送線路の他端が円弧上に配置されるように構成してもよい。短絡回路80aでは、3つのステップインピーダンス伝送線路89a, 90a, 91aを備えており、3つのステップインピーダンス伝送線路89a, 90a, 91aは、端子88aが接続された第1の伝送線路81a, 83a, 85aと、第1の伝送線路81a, 83a, 85aの他方の側に接続され、第1の伝送線路81a, 83a, 85aの線路インピーダンス $Z_1$ よりも低い線路インピーダンス $Z_2$ を有する第2の伝送線路82a, 84a, 86aを有する。第2の伝送線路82a, 84a, 86aの他方の側は、接続線路87aによって隣接する伝送線路同士が電氣的に接続される。第1及び第2の伝送線路の接続部分同士をさらに接続線路で電氣的に接続してもよい。伝送線路として、ステップインピーダンス伝送線路を用いることによって、一様線路を用いた場合よりも、より短い素子長さ(線路長)で低入力インピーダンスの短絡回路を構成することができる。

20

#### 【0085】

図16(C)に示すように、短絡回路80bは、円弧状に配置されたテーパ型伝送線路81b, 82b, 83bを備えるようにしてもよい。

#### 【0086】

図16(B)や図16(C)のような形状の伝送線路を用いる場合であっても、LTCを用いた多層化技術を用いて、一端を中心として端子を接続し、伝送線路の途中を折り返すようにして他端を別の層に形成して互いに接続することによって、さらなる小型化を図ることができるのは言うまでもない。また、周状(円状)、円弧状に配置する場合においても、配置する伝送線路の個数に制限はない。

30

#### 【0087】

また、周状、円弧状に配置する場合において、同一の伝送線路を配置しなければならないような制約もなく、以下に説明するように、複数種類の伝送線路を配置するようによい。

#### 【0088】

図17(A)に示すように、短絡回路80cは、異なる形状の伝送線路の一端を中心にして端子90cを形成し、他端を接続線路89cで電氣的に接続するようにしたものである。すなわち、短絡回路80cは、先端が2つに割れた一様線路81c, 82c, 83c, 84cと、これらの間に配置されるステップインピーダンス伝送線路85c, 86c, 87c, 88cを備え、端子90cを形成する一端を中心にして、他端が等間隔に周状に配置される。このような形状の組合せによって、図16等のような円周状の回路配置ばかりでなく、方形周状の回路配置とすることができる。

40

#### 【0089】

図17(B)に示すように、短絡回路80dは、閉じた周状ではなく、円弧状に伝送線路を配置してもよい。すなわち、短絡回路80dは、ステップインピーダンス伝送線路89d, 90d, 91dを備え、ステップインピーダンス伝送線路89d, 90d, 91dは、一端を端子88dに接続された第1の伝送線路81d, 83d, 85dと、第1の伝送線路81d, 83d, 85dの他端に接続された第2の伝送線路82d, 84d, 86

50

dを有している。ここで、第2の伝送線路82d, 84d, 86dを複数のテーパ状線路にすることによって、線路インピーダンスを下げつつ、平面回路から生ずる不要モードの発生を抑えることができる。また、第2の伝送線路82d, 84d, 86dをテーパ状に形成して、円弧状に配置することによって、回路配置スペースを削減することができる。

【0090】

図18(A)では、短絡回路80eは、第2の伝送線路87e~92eをテーパ状とするとともに、接続線路93eによって接続される側の形状を円弧上に形成するとともに、第1の伝送線路81e~86eを端子94eに接続した6個のステップインピーダンス伝送線路を配置し、全体が円状に配置されるように構成したものである。

【0091】

図18(B)に示すように、短絡回路80fは、ステップインピーダンス伝送線路の第2の伝送線路の線路インピーダンスを下げつつ、不要モードの発生をさらに抑えるために、複数の一様線路を配置して形成したものである。このようにして形成されたステップインピーダンス伝送線路を周状に配置することによって、インピーダンス比の低い伝送線路が複数形成可能なことから、広帯域の短絡回路が形成できるとともに、回路配置上の効率を向上させることが可能になる。

【符号の説明】

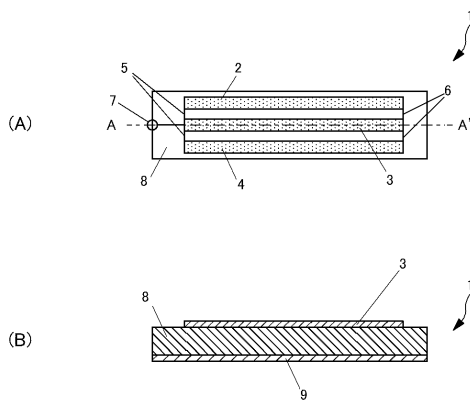
【0092】

1~1f, 20~20e, 40~40c, 60~60e, 80~80f 高周波短絡回路、2, 3, 4 一様線路からなる伝送線路、5, 6 接続線路、7 端子、8 誘電体基板、9 裏面電極、30~32 ステップインピーダンス伝送線路、41~43 テーパ型伝送線路

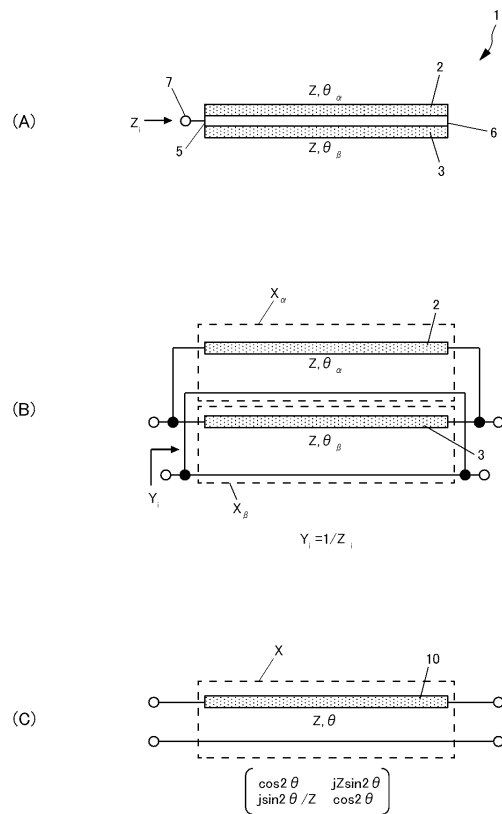
10

20

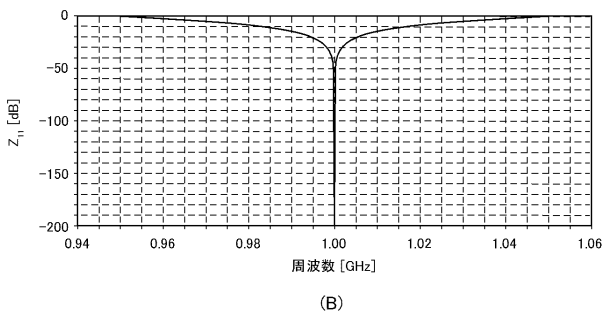
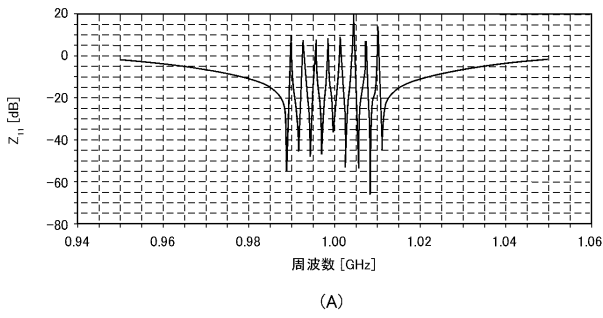
【図1】



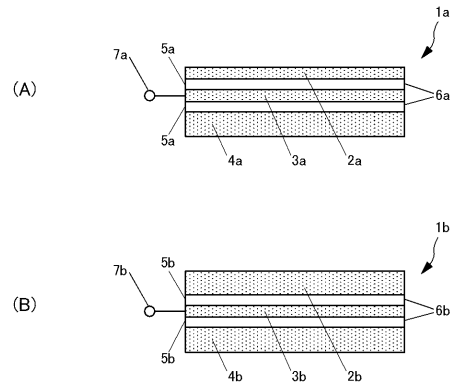
【図2】



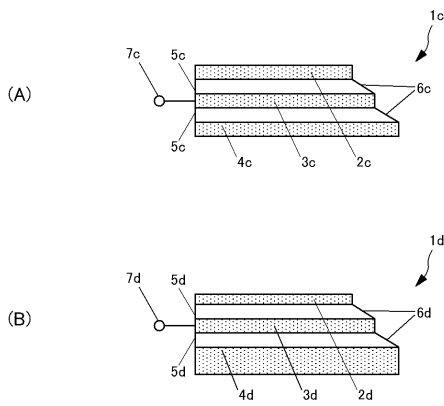
【 図 3 】



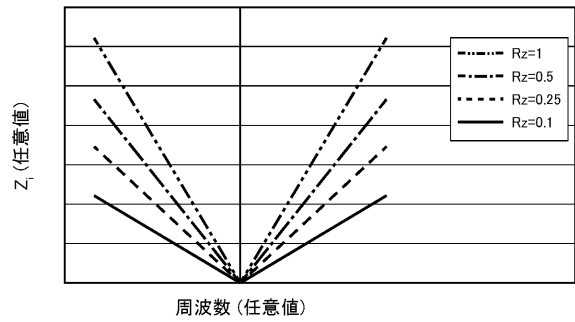
【 図 4 】



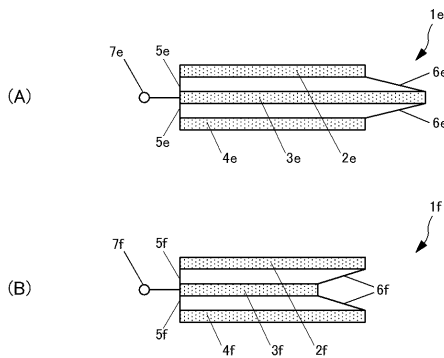
【 図 5 】



【 図 7 】

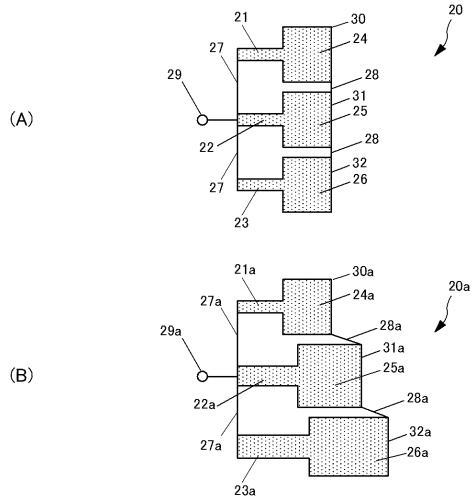


【 図 6 】

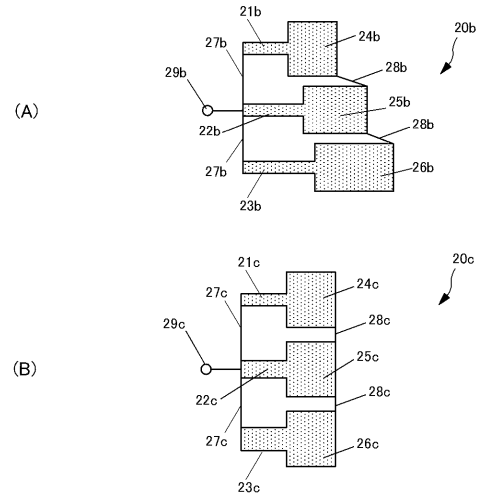




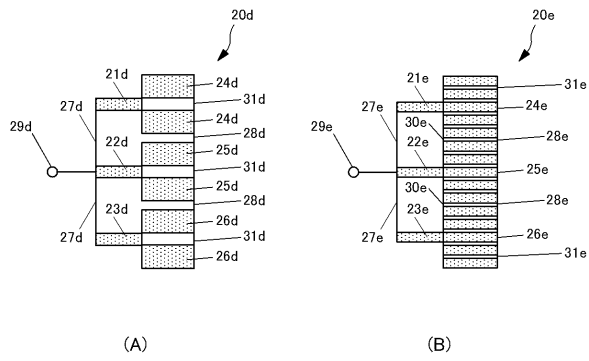
【 図 8 】



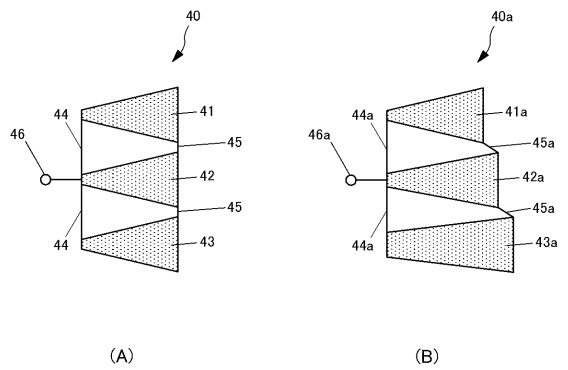
【 図 9 】



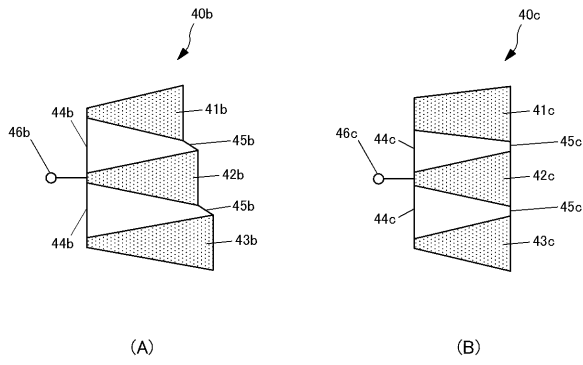
【 図 10 】



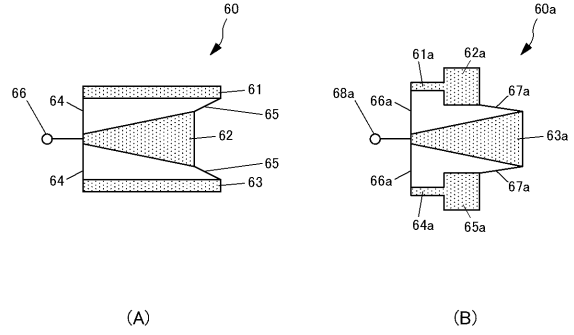
【 図 11 】



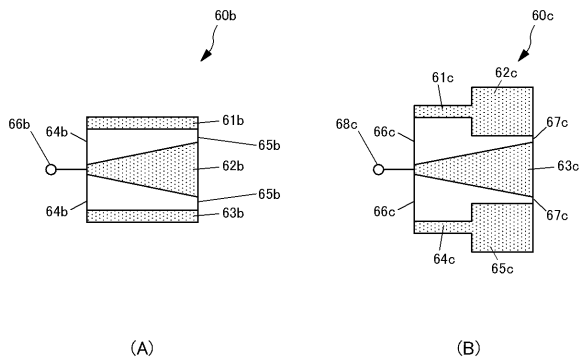
【 図 1 2 】



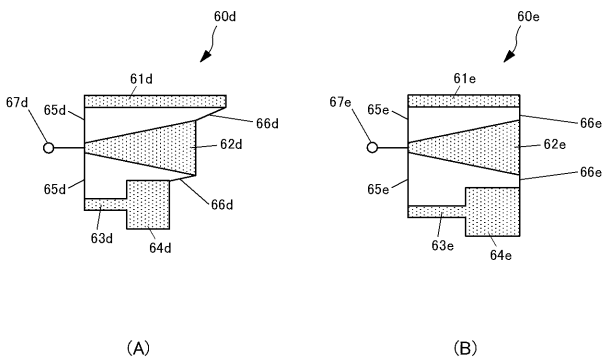
【 図 1 3 】



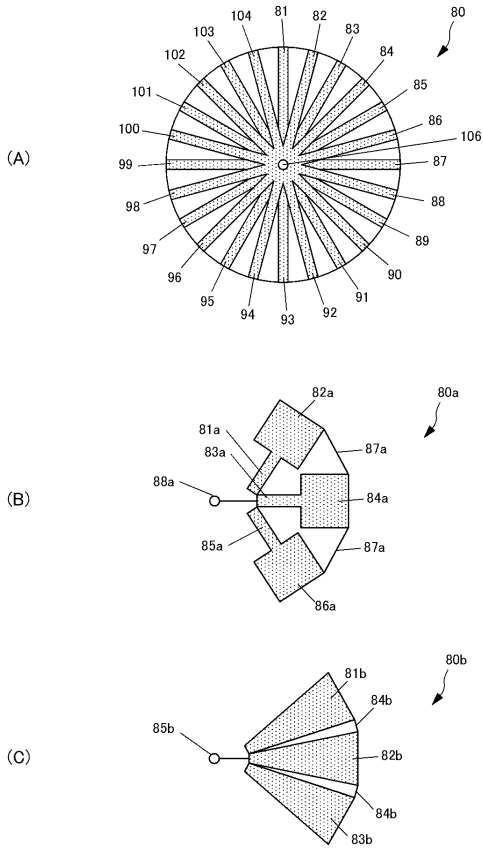
【 図 1 4 】



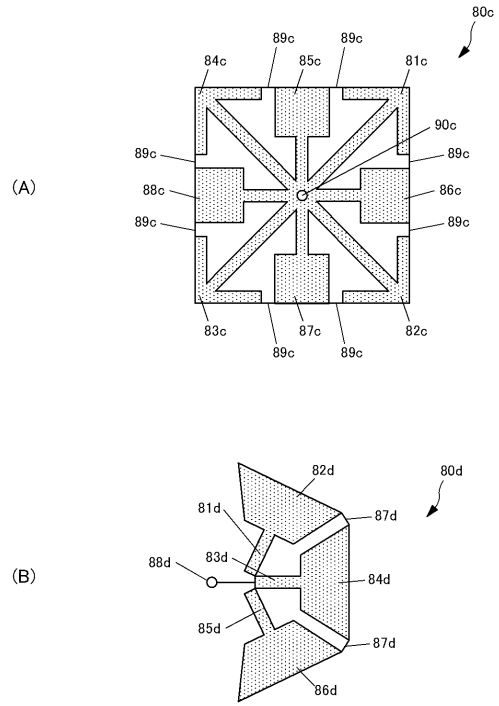
【 図 1 5 】



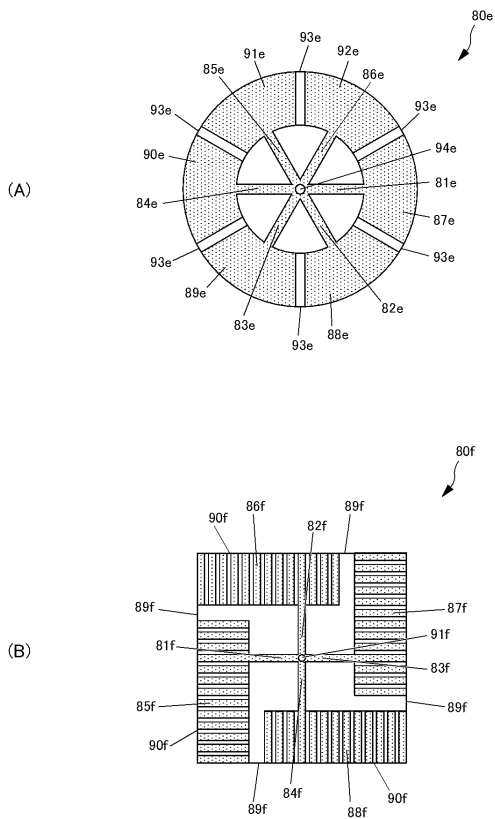
【 図 1 6 】



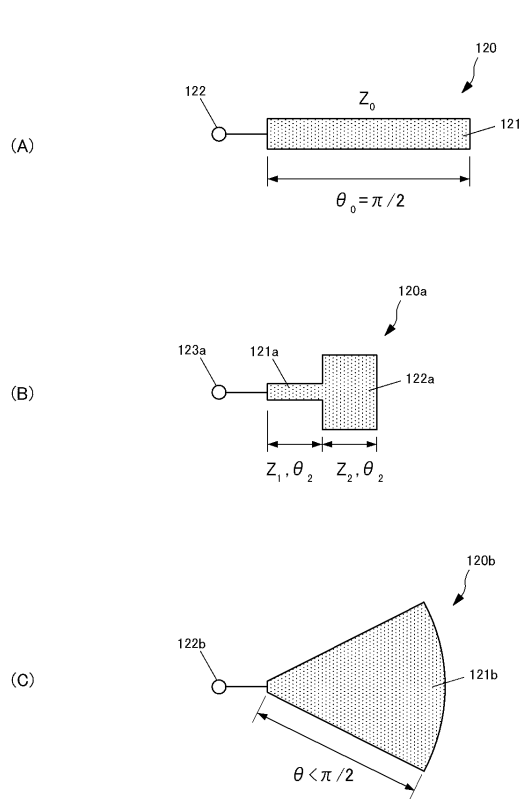
【 図 1 7 】



【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 牧本 三夫

東京都調布市調布ヶ丘一丁目5番地1 国立大学法人電気通信大学内

Fターム(参考) 5J014 AA02