

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6031999号
(P6031999)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年11月4日(2016.11.4)

(51) Int.Cl. F I
H O 1 P 1/17 (2006.01) H O 1 P 1/17

請求項の数 6 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-281990 (P2012-281990)	(73) 特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(22) 出願日	平成24年12月26日(2012.12.26)	(74) 代理人	100112210 弁理士 稲葉 忠彦
(65) 公開番号	特開2014-127784 (P2014-127784A)	(74) 代理人	100108431 弁理士 村上 加奈子
(43) 公開日	平成26年7月7日(2014.7.7)	(74) 代理人	100153176 弁理士 松井 重明
審査請求日	平成27年10月27日(2015.10.27)	(74) 代理人	100109612 弁理士 倉谷 泰孝
		(72) 発明者	湯川 秀憲 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三 菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏波分離回路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

正方形導波管と、

互いに並行配置され、前記正方形導波管に連結した2つの長方形導波管と、

前記正方形導波管の内部を前記2つの長方形導波管に仕切るように設けられ、前記長方形導波管から前記正方形導波管へ方向に従って階段状に幅が細くなるように形成されたセプタム位相板と、

前記正方形導波管と前記長方形導波管との連結部において、前記セプタム位相板の最も幅が細くなる部分が接合されている壁面に対向する側の内部2隅に設けられた突出部と、
を備えたことを特徴とする偏波分離回路。

【請求項2】

前記突出部は、前記正方形導波管と前記長方形導波管との連結部において、前記セプタム位相板の最も幅が細くなる部分が接合されている壁面に近い側の内部2隅にも設けられたことを特徴とする請求項1に記載の偏波分離回路。

【請求項3】

前記突出部は、前記正方形導波管および前記長方形導波管の管軸方向に対し、形状断面が階段状に変化することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の偏波分離回路。

【請求項4】

前記階段状の変化において、前記階段状のステップ部が前記管軸方向に対し滑らかに変化することを特徴とする請求項3に記載の偏波分離回路。

【請求項 5】

前記突出部は、前記正方形導波管および前記長方形導波管の管軸方向に対し、形状断面が三角状に変化することを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の偏波分離回路。

【請求項 6】

前記突出部は、突出長が外部から調整可能な単数または複数のネジであることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の偏波分離回路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、主として V H F 帯、U H F 帯、マイクロ波帯およびミリ波帯で用いられる偏波分離回路に関するものである。 10

【背景技術】

【0002】

直交する 2 つの円偏波信号（右旋、左旋）または直線偏波信号（垂直、水平）を分離する回路として、セプタムポライザと呼ばれる、正方形導波管内にセプタム位相板を挿入した構造のものが知られている。（例えば、非特許文献 1 の図 2 参照）。

【0003】

従来の偏波分離回路の構造例を図 3 4 に示す。図 3 4 において、1 は正方形導波管、2 はセプタム位相板、3 は正方形導波管端子、4 は長方形導波管端子、5 は長方形導波管端子である。正方形導波管 1 内に、2 つの長方形導波管端子 4、5 が形成されるように設けられたセプタム位相板 2 は、正方形導波管端子 3 に近づくに従って階段状に細くなるように形成されている。 20

【0004】

このような回路では、図 3 5 に示すように、正方形導波管端子 3 から直交する 2 つの円偏波信号（右旋、左旋）が入力された場合、それぞれの円偏波信号が直線偏波信号に変換され、異なる長方形導波管端子から出力される。なお、図 3 5 において、正方形導波管端子 3 における矢印（破線）は円偏波信号の回転の向き、長方形導波管端子 4、5 における矢印（実線）は電界の向きを表す。また、正方形導波管端子 3 から直交する 2 つの直線偏波信号が入力された場合については、図 3 6 に示すようにセプタム位相板 2 に垂直な直線偏波信号に対しては長方形導波管 4、5 から同じ電界の向き、セプタム位相板 2 に水平な直線偏波信号に対しては長方形導波管 4、5 から向かいあう電界の向きで直線偏波信号が出力される。このとき、図 3 4 の破線で示すセプタム位相板 2 が装荷された導波管断面では、図 3 7 に示されるようにそれぞれの偏波に対し、過渡的な電界分布となる。なお、図 3 7 においても、正方形導波管端子 3、長方形導波管端子 4、5、およびセプタム位相板 2 装荷断面における矢印は電界の向きを表す。 30

【0005】

円偏波信号または直線偏波信号のいずれが入力された場合についても、セプタム位相板 2 の階段部分の寸法や板厚により、偏波分離特性が決定される。

【0006】

このような構成で実現される反射特性は非特許文献 1 の図 9 や図 1 0 に示されるように、高域（非特許文献 1 では 1 1 . 5 G H z ）に共振が生じる。このため、使用帯域としてはこの共振周波数以下となる。 40

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】Petr LECIAN, Miroslav KASAL, " X Band Septum Polarizer as Feed for Parabolic Antenna ", 2010 15th Conference on Microwave Techniques (COMITE), p.35-38, IEEE, 2010.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】 50

【 0 0 0 8 】

従来の偏波分離回路は、正方形導波管とセプタム位相板のみで構成され、偏波分離特性は、セプタム位相板の階段部分の寸法や板厚により決定されていた。また、使用帯域は、高域の共振により制限されるという問題があった。

【 0 0 0 9 】

この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、偏波分離回路における広帯域化を目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

この発明に係る偏波分離回路は、
 正方形導波管と、
 互いに並行配置され、前記正方形導波管に連結した2つの長方形導波管と、
 前記正方形導波管の内部を前記2つの長方形導波管に仕切るように設けられ、前記長方形導波管から前記正方形導波管へ方向に従って階段状に幅が細くなるように形成されたセプタム位相板と、
 前記正方形導波管と前記長方形導波管との連結部において、前記セプタム位相板の最も幅が細くなる部分が接合されている壁面に対向する側の内部2隅に設けられた突出部と、
 を備えたことを特徴とするものである。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

この発明によれば、広帯域な偏波分離回路を得られるという効果がある。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図1】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図2】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図3】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図4】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図5】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図6】この発明の実施の形態1による偏波分離回路の動作を示す説明図

【図7】この発明の実施の形態1による偏波分離回路の動作を示す説明図

30

【図8】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図9】この発明の実施の形態1による偏波分離回路を示す構成図

【図10】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図11】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図12】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図13】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図14】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図15】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図16】この発明の実施の形態2による偏波分離回路を示す構成図

【図17】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

40

【図18】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図19】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図20】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図21】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図22】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図23】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図24】この発明の実施の形態3による偏波分離回路を示す構成図

【図25】この発明の実施の形態3による偏波分離回路の特性計算に用いた構成を示す図

【図26】この発明の実施の形態3による偏波分離回路の特性計算に用いた構成を示す図

【図27】従来の偏波分離回路の特性を示す計算例

50

【図 28】従来の偏波分離回路の特性を示す計算例

【図 29】この発明の実施の形態 3 による偏波分離回路の特性を示す計算例

【図 30】この発明の実施の形態 3 による偏波分離回路の特性を示す計算例

【図 31】この発明の実施の形態 4 による偏波分離回路を示す構成図

【図 32】この発明の実施の形態 5 による偏波分離回路を示す構成図

【図 33】この発明の実施の形態 5 による偏波分離回路を示す構成図

【図 34】従来の偏波分離回路を示す構成図

【図 35】従来の偏波分離回路の動作を示す説明図

【図 36】従来の偏波分離回路の動作を示す説明図

【図 37】従来の偏波分離回路の動作を示す説明図

10

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態 1 .

図 1 は本発明の実施の形態 1 に係わる偏波分離回路の構成を説明するための斜視図である。図 1 において、1 は正方形導波管、2 は位相板であるセプタム位相板、3 は正方形導波管端子、4 は長方形導波管端子、5 は長方形導波管端子、6 (6 a、6 b) は突出部である溝である。また、図 2 に上面図、図 3 に側面図、図 4 に溝 6 を設けた部分の導波管の断面図、図 5 に溝 6 を設けた導波管のみの斜視図を示す。溝 6 は正方形導波管 1 の一部の 2 隅を切り欠くように設けられている。溝を設けた部分の導波管の断面構造は図 4 に示すように凸形を横向きにした形となっている。

20

【0014】

セプタム位相板 2 は、長方形導波管 4、5 から正方形導波管 1 へ方向に従って階段状に幅が細くなるように形成されている。

溝 6 は正方形導波管 1 の外部から見た場合は凹部であるが、正方形導波管 1 の内部から見た場合は凸部であり、導波管の内部に突出している。溝 6 は、正方形導波管 1 の内部において、セプタム位相板 2 の最も幅が細くなる部分が接合されている壁面に対向する側の内部 2 隅に設けられている。

【0015】

次に動作について説明する。説明の簡単化のため、ここでは、正方形導波管端子 3 から直交する 2 つの直線偏波信号 (垂直、水平) が入力された場合について示す。

30

【0016】

導波管に溝 6 を設けない従来の構造では、セプタム位相板 2 に水平な直線偏波信号が入力された場合、使用帯域内における導波管断面の電界分布は図 37 の下側に示したようになるものの、高域の共振周波数では図 6 のようになることが電磁界計算により確認される。図 6 に示される電界分布は、図 7 に示す、基本モードの次の高次モードである TE 1 1 モードが重畳されたものであり、導波管断面における 2 隅には電界が生じない分布となっていることがわかる。このため、共振周波数では、図 37 に示したような過渡的な電界分布とは大きく異なることになり、正方形導波管端子 3 から長方形導波管端子 4、5 への直線偏波信号の変換がされないことになる。

【0017】

40

ここで、導波管の一部の 2 隅に溝 6 を設けた場合、隅とセプタム位相板 2 との間隔が近くなることになる。このため、隅からセプタム位相板 2 にかけての電界が生じやすくなる。この場合は、図 37 の下側に示された過渡的な電界分布と同様の電界分布が実現され、正方形導波管端子 3 から長方形導波管端子 4、5 への直線偏波信号の変換がされることになる。

【0018】

別の見方をすると、導波管の寸法が一部狭くなるため TE 1 1 モードの遮断周波数が高くなることになるということもできる。このとき、基本モードの TE 1 0 モードについては、電界は導波管中心部に集中するため、2 隅に溝 6 を設けた影響は小さい。このため、TE 1 0 モードの遮断周波数が高くなる影響は TE 1 1 モードの遮断周波数が高くなる効

50

果に比べ小さい。

【0019】

したがって、共振周波数が高域にシフトすることになり、これにより、使用帯域が広帯域化するという効果がある。

【0020】

なお、溝6の位置も偏波分離特性を決定することになり、図8、図9に示すように、セプトラム位相板部2で発生したTE11モードが十分に減衰しない範囲で、溝6の位置を適宜選定することができる。

【0021】

以上のように、実施の形態1に示した偏波分離回路では、使用帯域の広帯域化が実現できるといえる効果を得られる。

10

【0022】

実施の形態2 .

図10は本発明の実施の形態2に係わる偏波分離回路の構成を説明するための斜視図である。図10において、1から6は図1と同一である。また、図11に上面図、図12に側面図、図13に溝6を設けた部分の導波管の断面図、図14に溝6を設けた導波管のみの斜視図を示す。溝6(6a、6b、6c、6d)は正方形導波管の一部の4隅を切り欠くように設けられている。溝6を設けた部分の導波管の断面構造は図13に示すように十字形となっている。

【0023】

20

本実施の形態によっても実施の形態1と同様、使用帯域が広帯域化するという効果を得られる。

【0024】

さらに溝6を4隅に設けたことにより、基本モードであるTE10モードに対する対称性が保たれ、TE10モードへの影響がさらに小さくなるという効果がある。

【0025】

なお、溝6の位置も偏波分離特性を決定することになり、図15、図16に示すように、セプトラム位相板部2で発生したTE11モードが十分に減衰しない範囲で、溝6の位置を適宜選定することができる。

【0026】

30

実施の形態3 .

図17は発明の実施の形態3に係わる偏波分離回路の構成を説明するための斜視図である。図17において、1から6は図1および図10と同一である。また、図18に上面図、図19に側面図、図20に溝6を設けた部分の導波管の断面図、図21に溝6を設けた導波管のみの斜視図を示す。溝6(6a、6b、6c、6d)は正方形導波管の一部の4隅を切り欠き、管軸方向(導波管内を伝搬する信号の伝搬方向)に対し高さ(深さ)が階段状に変わるように設けられている。溝6を設けた部分の導波管の断面構造は図20に示すように十字形となっている。

【0027】

本実施の形態によっても実施の形態1と同様、使用帯域が広帯域化するという効果を得られる。

40

【0028】

さらに、溝6は管軸方向に対し高さが階段状に変わっているため、正方形導波管端子3や長方形導波管端子4、5からの溝6がある部分の導波管断面への形状の不連続が小さくなる。このため、導波管内を伝搬する信号の反射が低減し、偏波分離回路の反射特性が向上するという効果もある。

【0029】

なお、階段状の形状は図17に示した3段ではなく、図22に示すような5段、あるいはそれ以上でもよい。

また、図23に示すように、階段状のステップ部を滑らかに変化するようにしてもよい

50

。その場合はさらに不連続の影響が小さくなり、反射特性がより向上するという効果もある。

さらに、図 24 に示すように、溝 6 は管軸方向に対し三角状に変化するようにしてもよい。その場合もさらに不連続の影響が小さくなるという効果がある。

【0030】

ここで、電磁界計算結果を示す。電磁界計算は、市販の電磁界シミュレータ ANSOFT T_HFSS を用いて、溝 6 を設けた場合と設けない場合との比較を行った。なお、溝 6 を設けた場合については、溝 6 を 4 隅に設け、管軸方向に 9 段の山形の階段状とした。

図 25 にセプタム位相板 2 の上面図、図 26 に溝 6 を設けた導波管 1 の側面図を示す。

【0031】

最初に、図 27 に溝 6 を設けない場合の偏波分離回路の反射特性を示す。図 27 において、線は正方形導波管端子 3 における垂直偏波、線は正方形導波管端子 3 における水平偏波、線と線は重なっており、2つの長方形導波管端子 4、5 における直線偏波の反射特性である。20.4 GHz から 25 GHz において全ての偏波に対して 20 dB 以上の反射が得られている。

図 28 は溝 6 を設けない場合の軸比である。20.4 GHz から 25 GHz において 0.7 dB 以下の軸比が得られている。なお、反射、軸比ともに 25.2 GHz には共振が見られる。したがって、高域についてはこの共振により使用帯域が制限されることが確認できる。

【0032】

次に、図 29 に溝 6 を設けた場合の反射特性を示す。図 29 においても、線は正方形導波管端子 3 における垂直偏波、線は正方形導波管端子 3 における水平偏波、線と線は 2つの長方形導波管端子 4、5 における直線偏波の反射特性を示している。共振周波数は溝 6 を設けない場合の 25.2 GHz から 25.7 GHz にシフトし、20.2 GHz から 25.6 GHz において全ての偏波に対して 20 dB 以上の反射が得られている。

図 30 は溝 6 を設けた場合の軸比である。反射特性と同様、共振周波数は 25.7 GHz にシフトし、20.2 GHz から 25.6 GHz において 0.7 dB 以下の軸比が得られている。

【0033】

以上のように、反射 20 dB 以上、軸比 0.7 dB 以下の特性が得られる比帯域としては、溝を設けない場合には 20.3% であったものが、溝を設けることにより 23.6% の使用帯域に広帯域化することが確認できる。

【0034】

なお、以上の計算では、溝 6 を設けた場合にセプタム位相板 2 の寸法を微修正しているが、寸法を微修正しない場合でも共振周波数の高域へのシフトにより広帯域化の効果は得られる。

【0035】

以上の実施の形態では、溝 6 を 4 隅に設けた場合について示したが、実施の形態 1 のように溝 6 を 2 隅に設けてもよい。

【0036】

実施の形態 4 .

図 31 は発明の実施の形態 4 に係わる偏波分離回路の構成を説明するための断面図である。図 31 において、7a、7b は偏波分離回路を形成する金属ブロックである。図 31 では、溝 6 は 4 隅に設けられており、長方形導波管端子 4、5 を E 面分割（幅広面の中心で分割）した 2つの金属ブロック 7a、7b を組み合わせて偏波分離回路を形成する構成としている。溝 6 は 4 隅に設けなくとも、2隅に設けても良い。

本実施の形態によっても、溝 6 を設けたことにより、実施の形態 1 と同様の効果が得られる。

【0037】

さらに、溝 6 を 2 隅、あるいは、4 隅に設ける場合に、金属ブロックにおいて片側から

10

20

30

40

50

掘削ができ、導波管のE面分割が可能となる。このため、金属ブロックを組み合わせて偏波分離回路を構成する場合に、他の分割で組み合わせる方法に比べ、損失の増加が低減されるという効果がある。

【0038】

実施の形態5 .

図32は発明の実施の形態5に係わる偏波分離回路の構成を説明するための断面図である。図32において、7a、7bは偏波分離回路を形成する金属ブロック、8は突出部であるネジである。図32では、金属ブロック7a、7bに溝6は設けられず、4隅にネジ8(8a、8b、8c、8d)が設けられている。

本実施の形態によっても、ネジ部とセプタム位相板2との間隔が小さくなり、電界が生じやすくなるため、実施の形態1と同様の効果が得られる。

10

【0039】

さらに、ネジ8の挿入量(内部への突出長)を変えることができるため、偏波分離特性を調整できるという効果も有する。

【0040】

なお、図33に示すように、ネジ8は管軸方向に複数個配置してもよい。

また、ネジ8は側面から挿入してもよい。

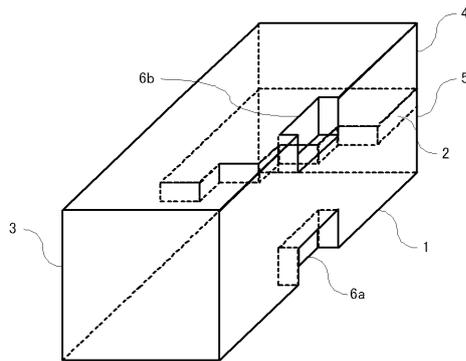
【符号の説明】

【0041】

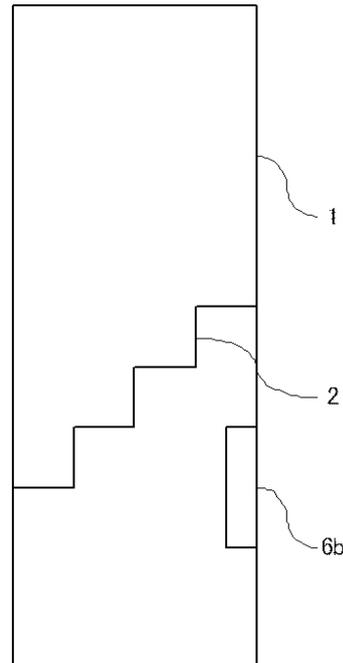
1 正方形導波管、2 セプタム位相板、3 正方形導波管端子、4、5 長方形導波管端子、6(6a、6b、6c、6d) 溝、7(7a、7b) 金属ブロック、8(8a、8b、8c、8d) ネジ

20

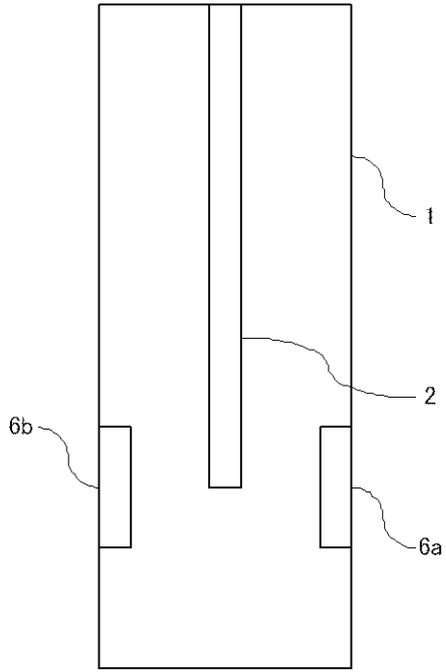
【図1】



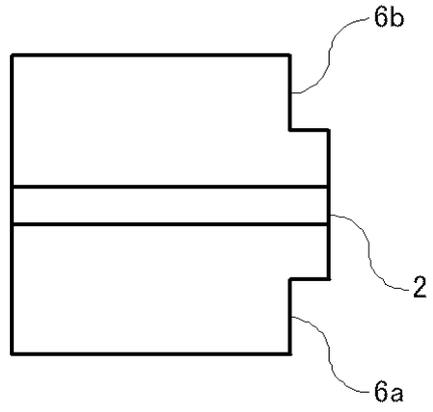
【図2】



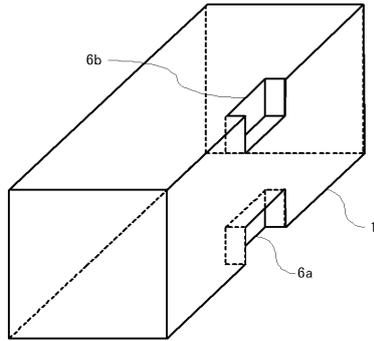
【図3】



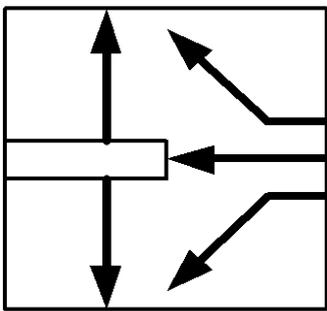
【図4】



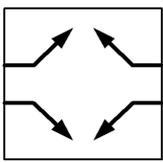
【図5】



【図6】

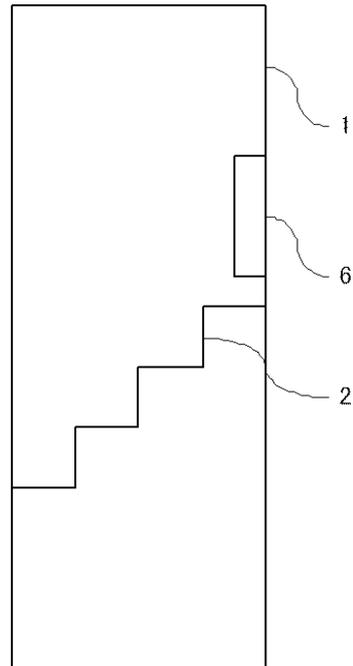


【図7】

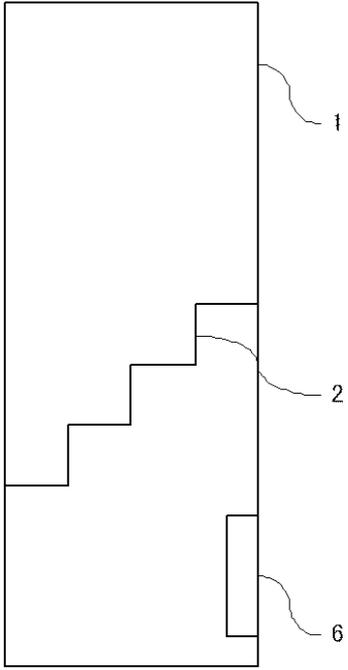


TE11モード

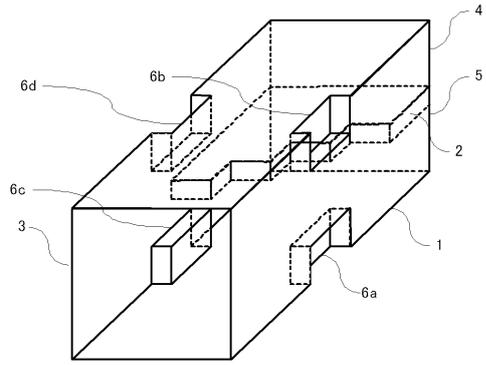
【図8】



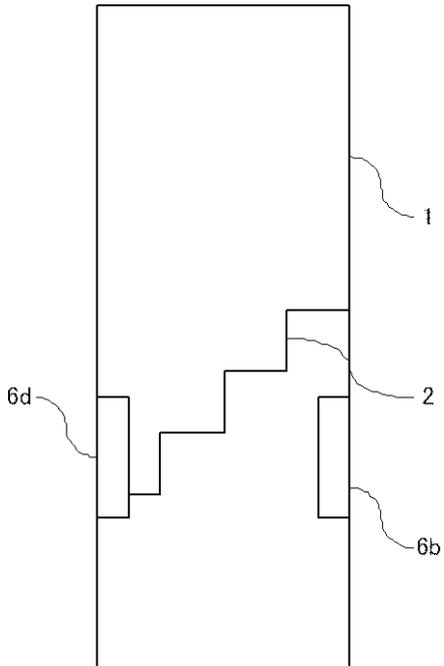
【図 9】



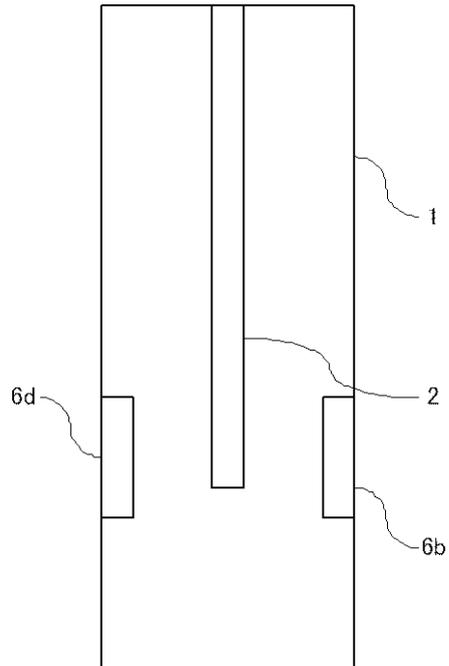
【図 10】



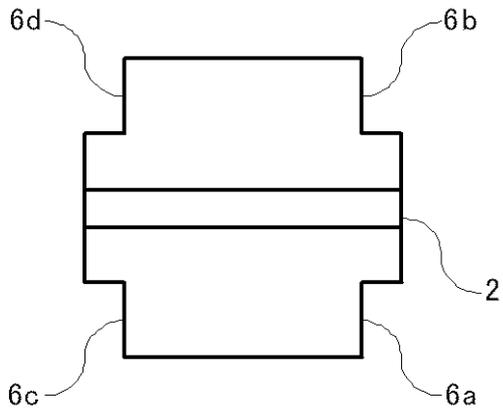
【図 11】



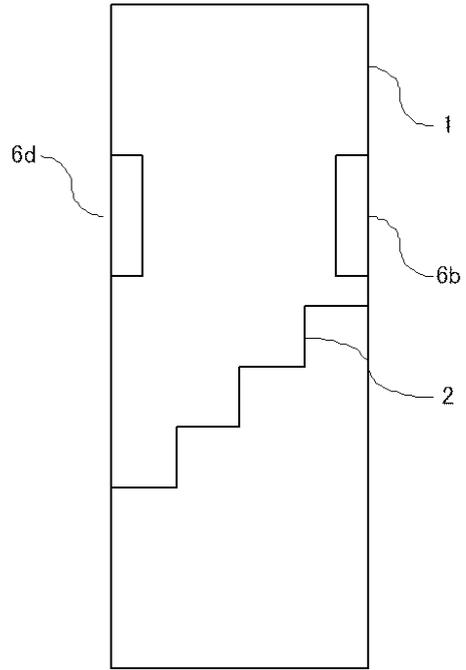
【図 12】



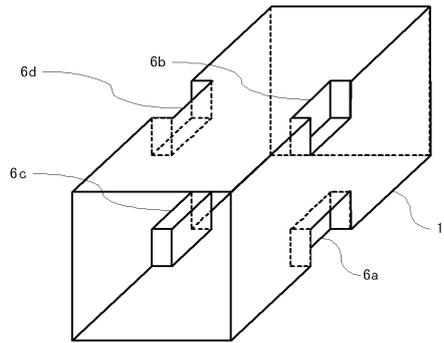
【図 13】



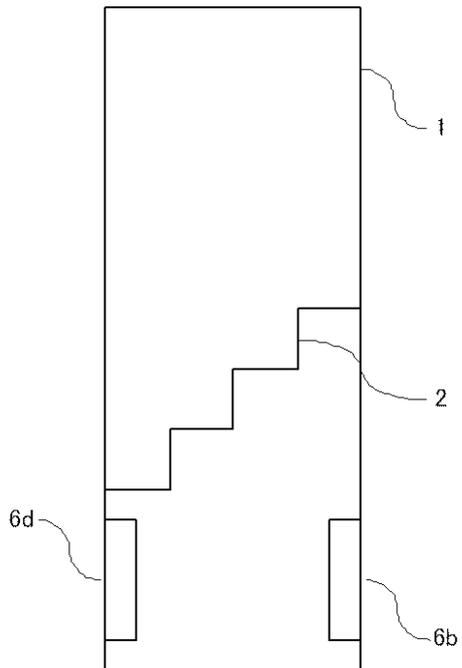
【図 15】



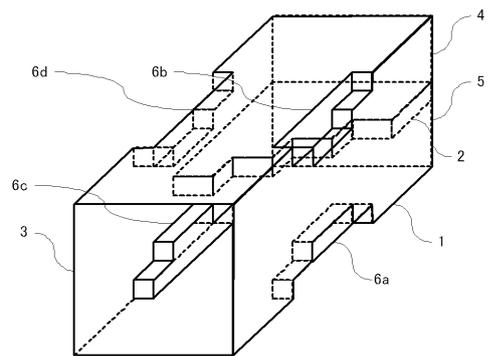
【図 14】



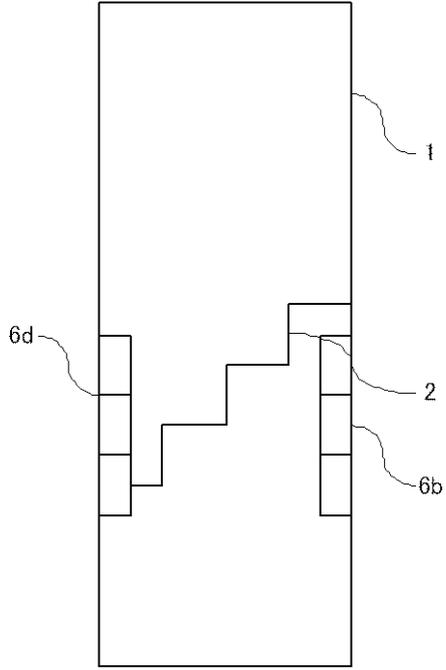
【図 16】



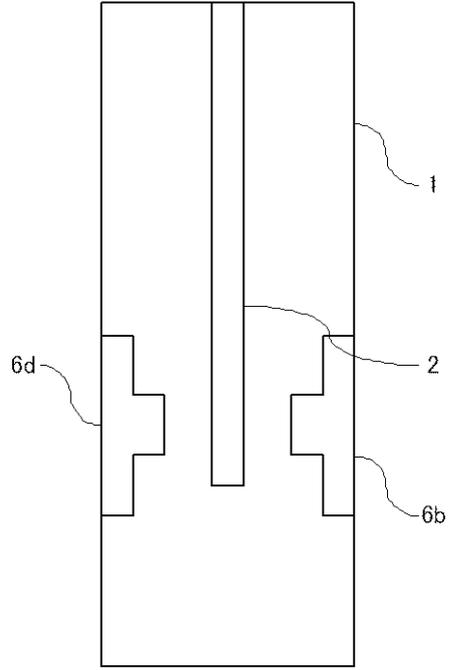
【図 17】



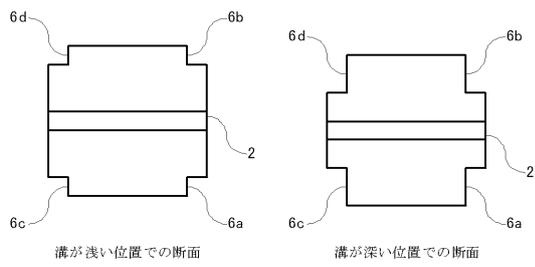
【図18】



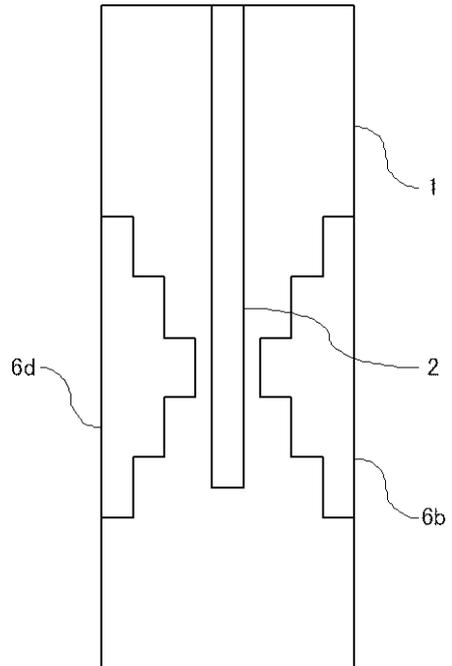
【図19】



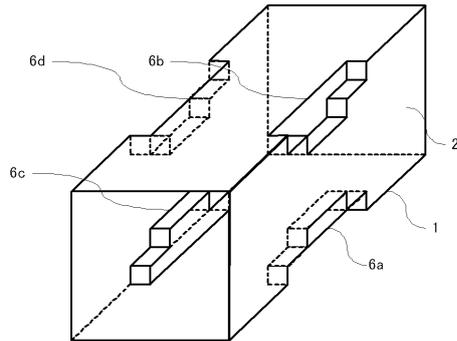
【図20】



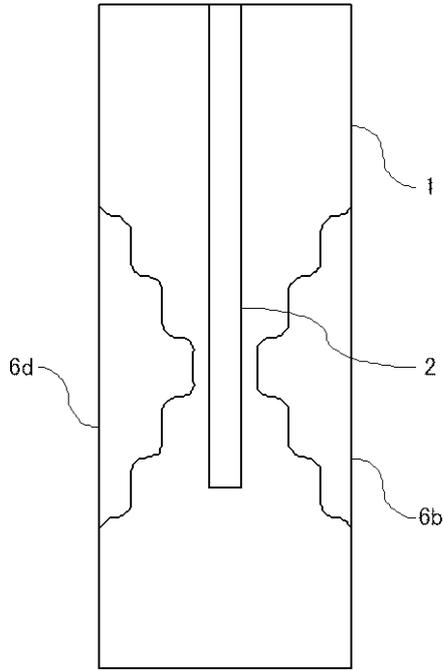
【図22】



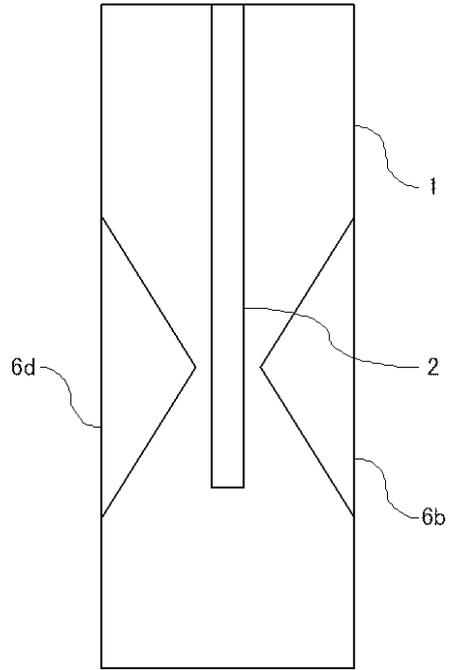
【図21】



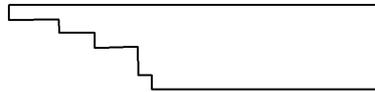
【 2 3 】



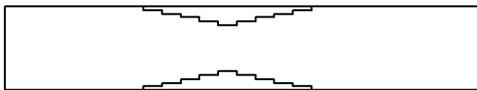
【 2 4 】



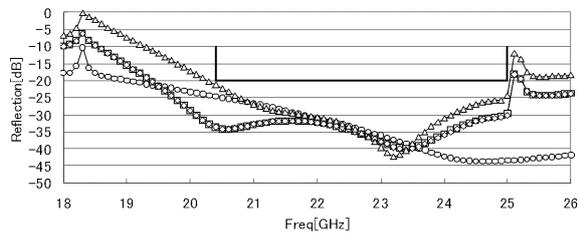
【 2 5 】



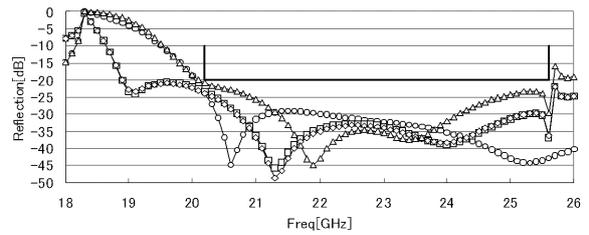
【 2 6 】



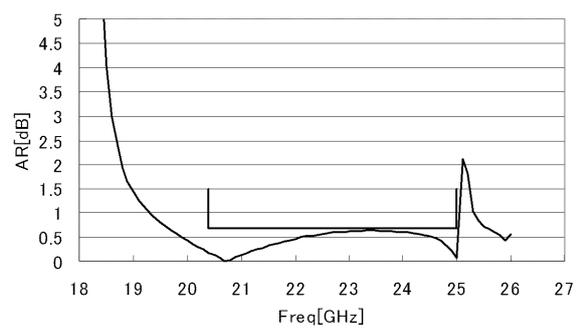
【 2 7 】



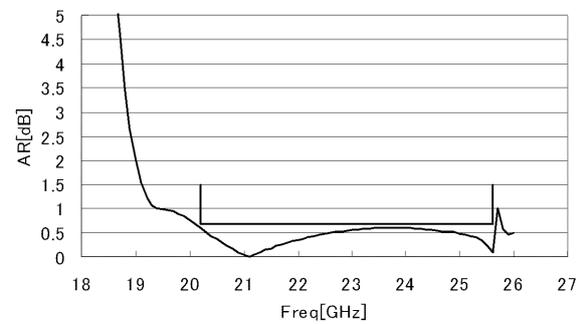
【 2 9 】



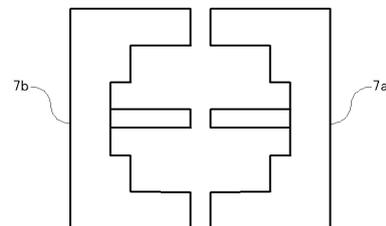
【 2 8 】



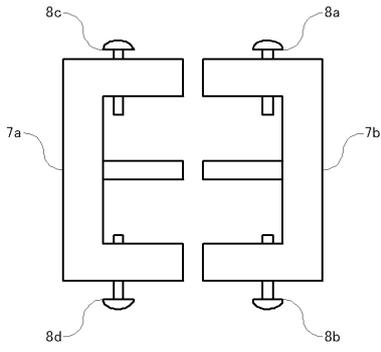
【 3 0 】



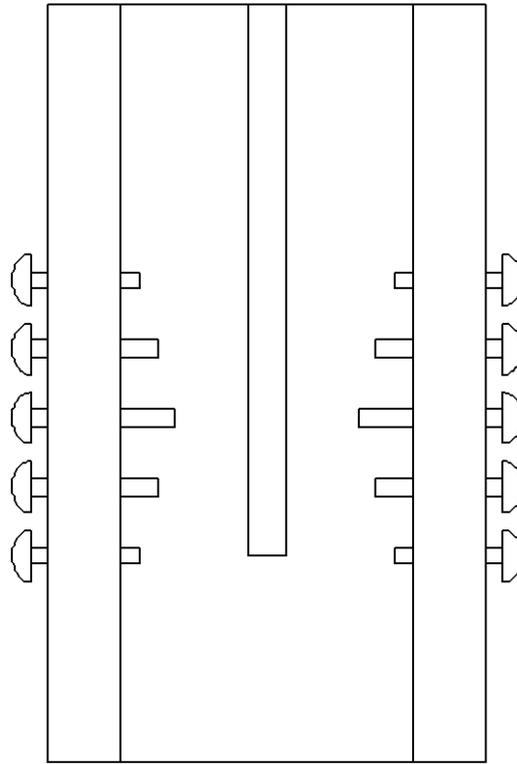
【 3 1 】



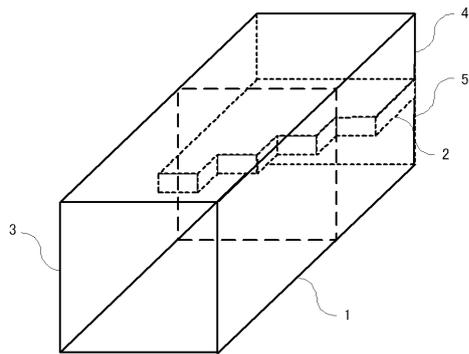
【図 3 2】



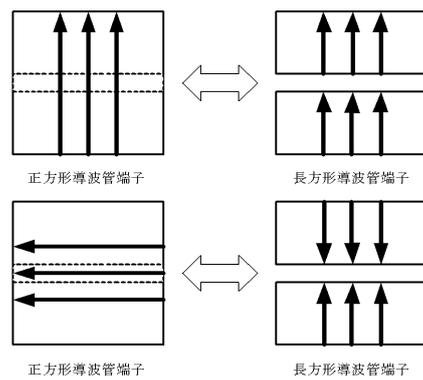
【図 3 3】



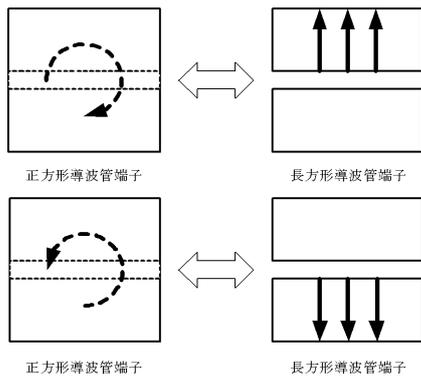
【図 3 4】



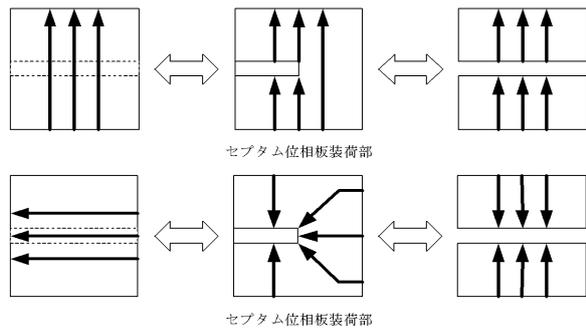
【図 3 6】



【図 3 5】



【図 3 7】



フロントページの続き

- (72)発明者 廣田 明道
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 大和田 哲
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 水野 友宏
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

審査官 岸田 伸太郎

- (56)参考文献 実開昭59-119605(JP,U)
特開2006-311050(JP,A)
米国特許第03758882(US,A)
米国特許第06097264(US,A)
特開2004-266501(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01P 1/00-11/00