

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5394942号  
(P5394942)

(45) 発行日 平成26年1月22日(2014.1.22)

(24) 登録日 平成25年10月25日(2013.10.25)

(51) Int. Cl. F I  
 HO 1 P 1/08 (2006.01) HO 1 P 1/08  
 HO 1 P 5/02 (2006.01) HO 1 P 5/02 G O 1 D

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2010-1372 (P2010-1372)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成22年1月6日(2010.1.6)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2011-142457 (P2011-142457A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成23年7月21日(2011.7.21)	(74) 代理人	100089196
審査請求日	平成24年10月1日(2012.10.1)		弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(72) 発明者	丸山 政克
			兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導波管

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高周波信号を導波する導波経路が該導波経路の内径よりも大きい外径の第1の誘電体によって仕切られ、前記導波経路内に、導波経路内径とほぼ等しい外径の接触面を介して前記第1の誘電体に接続された第2の誘電体が設けられた導波管において、前記第1の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する第1の誘電体の外径の比と、前記第2の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する前記接触面の外径の比とを等しくしたことを特徴とする導波管。

【請求項 2】

前記第2の誘電体が、第1の誘電体の前後両方に或いは第1の誘電体の前または後のいずれかに設けられてなる請求項1に記載の導波管。

10

【請求項 3】

前記第2の誘電体における導波管内の媒体と接する面が円錐形に構成されてなる請求項1または2に記載の導波管。

【請求項 4】

前記第2の誘電体は、前記接触面と前記円錐形の面との間が導波管の内径に等しい外径の円筒状に構成されている請求項3に記載の導波管。

【請求項 5】

前記第2の誘電体は、前記導波管に対して着脱自在である請求項1～4のいずれかに記載の導波管。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、導波管の構造に係り、特に、途中で前後を仕切る隔壁を備えた導波管に関する

## 【背景技術】

## 【0002】

電磁波を導く導波管は、種々の用途に用いられているが、導波管の途中で媒体の種類が異なっていたり、圧力が異なるような場合には、両媒体を分離する隔壁を設ける必要がある。例えば、図2(a)に示すように導波管1の途中に、導波管1とは直径の異なる石英  
10 ガラスなどの誘電体で隔壁3を形成することが行われる。この場合、隔壁前後の媒体の流通を阻止するために、ガスケットなどによってシールが行われる。

しかしながら、このような隔壁3を設けることは、その部分で導波管内を伝導する電波の反射が生じ伝播効率を劣化させる問題を生じさせる。

例えば、高周波信号を円形導波管に通す場合、導波管の径が波長に対して半波長程度以下になると伝搬できなくなる性質がある。このような高周波信号を完全に通さなくなる周波数はカットオフ周波数と呼ばれ、高周波信号の実効波長と導波管の径の関係によって特徴づけられる。

カットオフとまでは行かなくても、導波管の伝播モードが途中で変化すると、界面において反射が生じるため、伝播効率が低下する。  
20

このような問題は、導波管1と隔壁3の形状の問題、即ち、導波管1内の媒体と誘電体との界面の形状に基づく不連続性の問題である。かかる問題を解決するための方策として、図3に示すように、隔壁3に円錐形の誘電体4を接続して界面の不連続性を改善し、電波の反射を低減させる方法が従来より知られている。下記特許文献1はその一例である。

このような構成によって、形状面での不連続性についてはかなり解消されたが、図3に示したように、導波管1に直角の隔壁3を導波管1内に単に置いただけでは、隔壁3が導波管1内で固定出来ず、隔壁3が導波管1内で勝手に移動してしまい、取り付け位置が定まらないという実際上の問題が生じる。

このことを改善するためには、図1に示すように隔壁3の外径を導波管1の内径より大きくすることが望ましい。しかし上記のように隔壁3の外径が導波管1の内径より大きいと、その段差の部分で、信号が反射してしまい伝播効率が低下するという問題がある。  
30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0003】

特開平7-50515号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

上記図1のような構造にすれば、導波管内部に隔壁を取り付ける場合の、導波管軸方向  
40 取付強度は向上するが、どうしても隔壁の段差が生じてしまうので、隔壁3や円錐形の誘電体4材質を同じにしたままでは、図1(c)に示すように誘電率の不連続性が生じるために導波管途中で電磁波の反射が生じることについては、解決することができない。

従って本発明は、上記のような事情に鑑みて創作されたものであり、導波管の伝播モードが途中で変化することによる伝播効率の低下の問題を解決することを第1の課題とする。  
。

また、前記のような導波管1内の媒体と誘電体との界面の形状に基づく不連続性の問題についても解決する。これを第2の課題とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0005】

10

20

30

40

50

上記した課題を解決するために本発明は、高周波信号を導波する導波経路が該導波経路の内径よりも大きい外径の第1の誘電体によって仕切られ、前記導波経路内に、導波経路内径とほぼ等しい外径の接触面を介して前記第1の誘電体に接続された第2の誘電体が設けられた導波管において、前記第1の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する第1の誘電体の外径の比と、前記第2の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する前記接触面の外径の比とを等しくしたことを特徴とする導波管として構成されている。

即ち、

伝播される高周波信号の真空中における波長を  $\lambda_0$ 、

第1の誘電体の誘電率を  $\epsilon_1$ 、

第1の誘電体部の外径を  $L_1$ 、

第2の誘電体の誘電率を  $\epsilon_2$ 、

第2の誘電体部の接触面の外径を  $L_2$  とすると、

第1の誘電体内における高周波信号の実効波長は、 $\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_1}$  (式1)であり、第2の誘電体内における高周波信号の実効波長は、 $\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_2}$  (式2)である。

本発明では、第1の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する第1の誘電体の外径の比と、第2の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する接触面の外径の比とを等しくしたのであるから、

$\{\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_1}\} / L_1 = \{\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_2}\} / L_2$  である。

ここに  $\lambda_0$  は両辺に共通であるから、

$$L_1 \cdot \sqrt{\epsilon_1} = L_2 \cdot \sqrt{\epsilon_2} \quad \dots (1)$$

即ち、本発明と(1)式は同義である。

なお、ここでいう波長というのは、円形導波管内に誘電帯を充填した場合には、波長短縮効果(1/  $\sqrt{\epsilon}$  倍になる)によって変わり、これを考慮するためにこの発明では、実効波長をパラメータとして用いている。

即ち、本発明は、実効波長と導波管直径との比が、電波の感じる導波管の太さ、ひいては導波管内での電波伝搬の振る舞い(伝搬モード)を特徴づけるため、これが不連続にならないように調整したものである。

前記第2の誘電体は、第1の誘電体の前後両方に設けられていても良いが、或いは第1の誘電体の前または後のいずれかに設けられても良い。

また、本発明においても、「導波管1内の媒体と誘電体との界面の誘電率の不連続性に基づく不連続性の問題」を解決するために、前記第2の誘電体における導波管内の媒体と接する面(第1の誘電体と接する面とは反対側の面)を円錐形に構成することが望ましい。

前記第2の誘電体は、前記接触面と前記円錐形の面との間が導波管の内径に等しい外径の円筒状に構成されていることで、導波管への固定が確実となる。

さらに、前記第2の誘電体は、前記導波管に対して着脱自在であってもよい。

【発明の効果】

【0006】

本発明を高周波信号を導波する導波経路が該導波経路の内径よりも大きい外径の第1の誘電体によって仕切られ、前記導波経路内に、導波経路内径とほぼ等しい外径の接触面を介して前記第1の誘電体に接続された第2の誘電体が設けられた導波管において、前記第1の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する第1の誘電体の外径の比と、前記第2の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する前記接触面の外径の比とを等しくしたことを特徴とする導波管として構成した場合には、前記したような導波管の伝播モードが途中で変化することによる伝播効率の低下の問題が解決される。

また、本発明を、前記第2の誘電体における導波管内の媒体と接する面(第1の誘電体と接する面とは反対側の面)を円錐形に構成することで、導波管1内の媒体と誘電体との界面の形状に基づく不連続性の問題、即ち、このような不連続性によって導波する電波の伝播効率の低下を阻止することが出来る。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態にかかる導波管の構造を示す断面図。

【 図 2 】 従来の導波管の構造を示す断面図。

【 図 3 】 導波管に挿入する誘電体の一例を示す参考断面図。

【 図 4 】 本発明の一実施形態にかかる導波管の構造を示す断面図。

【 図 5 】 本発明の一実施形態にかかる導波管の構造を示す断面図。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 0 8 】

続いて、添付図面を参照しつつ、本発明を具体化した実施の形態について説明する。

【 0 0 0 9 】

以下、本発明の一実施形態にかかる導波管にかかる図 1 を参照して説明する。

全ての図において、下方に導波管の内径（直径）/導波管内の実効波長を縦軸に、導波管の長手方向を横軸に表示したグラフを記載する。

この導波管 1 では、高周波信号を導波する導波経路 2 が第 1 の誘電体 6 によって前後に仕切られている。また、前記導波経路内 2 には、前記第 1 の誘電体 6 の前後に接続される状態で、導波経路 2 の内径とほぼ等しい外径の第 2 の誘電体 4, 5 が設けられている。

前記第 2 の誘電体 4, 5 の導波管 1 内の媒体と接する面（第 1 の誘電体と接する面とは反対側の面）4 a, 5 a は、導波管 1 の軸心に直角でもよいが、導波管 1 内の媒体と誘電体との界面の形状に基づく不連続性の問題を解決するために、図示のように円錐形に構成することが望ましい。

この実施形態においては、導波管 1 の伝播モードが途中へ変化することによる伝播効率の低下の問題を解決するために、前記第 1 の誘電体 6 内における高周波信号の実効波長に対する第 1 の誘電体 6 における直径 L 1 の比と、前記第 2 の誘電体（4 および 5 或いは 4 と 5 のいずれか）内における高周波信号の実効波長に対する導波路部直径 L 2 の比が等しくなるように第 1 及び第 2 の誘電体の材質が設定されている。

【 0 0 1 0 】

このことを詳しく説明する。

伝播される高周波信号の真空中における波長を  $\lambda_0$ 、

第 1 の誘電体の誘電率を  $\epsilon_1$ 、

第 1 の誘電体部の直径を L 1、

第 2 の誘電体の誘電率を  $\epsilon_2$ 、

第 2 の誘電体部の直径 L 2 とすると、

第 1 の誘電体内における高周波信号の実効波長は、 $\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_1}$ （1）であり、第 2 の誘電体内における高周波信号の実効波長は、 $\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_2}$ （2）である。

この実施形態では、第 1 の誘電体 6 内における高周波信号の実効波長に対する第 1 の誘電体における直径 L 1 の比と、第 2 の誘電体 4 及び 5 或いは 4 と 5 のいずれか内における高周波信号の実効波長に対する第 2 の誘電体の直径 L 2 の比とを等しくする。

即ち、

$\frac{L_1}{\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_1}} = \frac{L_2}{\lambda_0 / \sqrt{\epsilon_2}}$  である。

ここに  $\lambda_0$  は両辺に共通であるから、

$$L_1 \cdot \sqrt{\epsilon_1} = L_2 \cdot \sqrt{\epsilon_2} \quad \dots (1)$$

即ち、本発明の構成である「第 1 の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する直径の比と、第 2 の誘電体内における高周波信号の実効波長に対する第 2 の誘電体の直径の比とを等しくしたこと」と（1）式は同義である。

これによって、第 1 の誘電体 6 内での電波の伝播モードと第 2 の誘電体 4, 5 内での電波の伝播モードを等しくし、電波の伝播に支障が生じないようにし、伝播効率の低下を抑制している。

【 0 0 1 1 】

なお、ここでいう波長というのは、円形導波管内に誘電帯を充填した場合には、誘電体による波長短縮効果（1/  $\sqrt{\epsilon}$  倍になる）によって変わり、これを考慮するためにこの発明

10

20

30

40

50

では、実効波長をパラメータとして用いている。

即ち、この実施形態は、実効波長と導波管直径との比が、電波の感じる導波管の太さ、ひいては導波管内での電波伝搬の振る舞い(伝搬モード)を特徴づけるため、これが不連続にならないように調整したものである。

【0012】

前記第2の誘電体4, 5は、この実施形態のように第1の誘電体6の前後両方に設けられていることが望ましいが、第1の誘電体の前または後のいずれかに設けられても良い。

【0013】

上記第2の誘電体4, 5は、図1, 図4のように第1の誘電体6に接続されているが、第1の誘電体6に接着などの方法で取り付けることは、その部分で伝播モードが変化するので避けるか、伝播モードが変化しないような材質の接着剤を用いるべきである。接着剤を用いない場合、第2の誘電体4, 5が導波管1の内部でずれることがない様、第2の誘電体4, 5と導波管1の内径部との接触面積を大きくすることが望ましい。その1つの方法として、図4に示すように、前記第1の誘電体と第2の誘電体4, 5とが接する面と前記円錐形の面との間が導波管の内径に等しい外径の円筒状部7に構成することが考えられる。このような構造が採用されていることで、導波管への固定が確実となる。

なお、上記実施形態では、図1や図4に示すように、隔壁3の両側に円錐状に誘電体4や、円筒状部7を設けたが、電磁波の若干の反射を許容できるのであれば、図5に示すように、誘電体4や、円筒状部7を隔壁3の片側にのみ設けることも可能であり、このような使い方も本発明の一例である。

【0014】

さらに、前記第2の誘電体は、前記導波管に対して着脱自在であってもよい。

例えば、導波管(以下、メイン導波管という)の一部に別の導波管(以下、接続導波管という)を接続し、メイン導波管を伝播する電磁波の一部を接続導波管で取り出すような使い方において、接続導波管をのぞき窓として使うような場合が考えられる。この場合、もちろんのぞき窓として使う時には、電磁波の伝播を停止させる。

このような使い方の場合、接続導波管から電磁波を取り出す時には、電磁波が伝播しやすいように接続導波管の一部にこの実施形態で説明したような第2の誘電体を取り付けておくことが望ましいが、のぞき窓として使う時には、伝播する電磁波がないので、第2の誘電体は不要であるばかりか、第2の誘電体があると、のぞき窓としての視認性を損なう可能性がある。そこで、前記第2の誘電体は接続導波管に対して自由に着脱できるようにしておくことが望ましい。また、図5に示した構成の場合、上記のようなのぞき窓に用いる効果がある。たとえば、通常は観察窓として使用し、必要な場合のみ高周波を伝達する用途では、隔壁部3のみを透過性のある観察窓として使い、高周波を伝達する場合のみ着脱可能な円錐型の誘電体4を装着すると言った使い方をするすることで、分解することなく、低損失導波管としての特性を得ることができる。このような使い方もこの発明の一部である。

【産業上の利用可能性】

【0015】

この発明は、種々の導波管の構造に適用可能である。

【符号の説明】

【0016】

- 1 導波管
- 3 隔壁
- 2 導波経路
- 4, 5 第2の誘電体
- 6 第1の誘電体
- 7 円筒状部

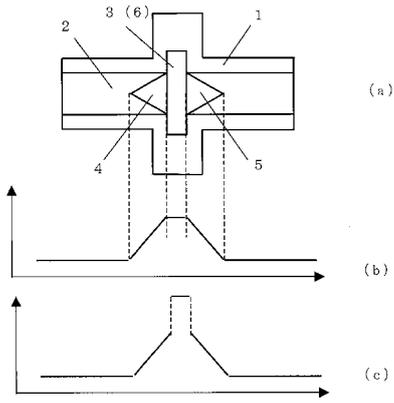
10

20

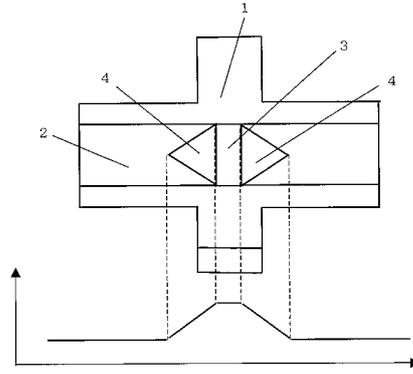
30

40

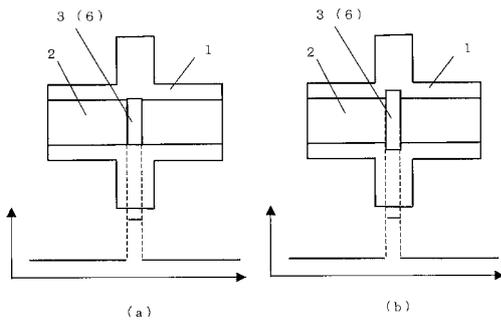
【図1】



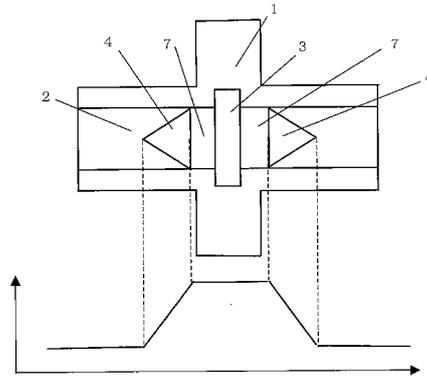
【図3】



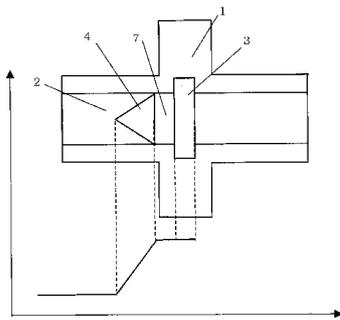
【図2】



【図4】



【図5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 真鍋 知多佳

兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

審査官 高野 洋

(56)参考文献 実公昭44-001019(JP, Y1)

特開平09-191201(JP, A)

特開昭47-013849(JP, A)

特開昭61-261901(JP, A)

特開2009-218794(JP, A)

特表2007-531237(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01P 1/08

H01P 5/02