

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6414632号  
(P6414632)

(45) 発行日 平成30年10月31日(2018.10.31)

(24) 登録日 平成30年10月12日(2018.10.12)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 P	11/00	(2006.01)	HO 1 P	11/00	1 O 4
HO 1 P	3/16	(2006.01)	HO 1 P	3/16	
CO 8 J	5/00	(2006.01)	HO 1 P	3/16	1 O O
			CO 8 J	5/00	CE W

請求項の数 10 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-510229 (P2017-510229)	(73) 特許権者	000002853
(86) (22) 出願日	平成28年3月31日 (2016.3.31)		ダイキン工業株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/060827		大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
(87) 国際公開番号	W02016/159314		梅田センタービル
(87) 国際公開日	平成28年10月6日 (2016.10.6)	(74) 代理人	110000914
審査請求日	平成29年5月30日 (2017.5.30)		特許業務法人 安富国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2015-73369 (P2015-73369)	(72) 発明者	吉本 洋之
(32) 優先日	平成27年3月31日 (2015.3.31)		日本国大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	村山 恭平
			日本国大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番
			12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内
			株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 誘電体導波線路

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

2.45GHz又は1.2GHzにおける比誘電率が2.05以上であり、2.45GHz又は1.2GHzにおける誘電正接が $1.20 \times 10^{-4}$ 以下であり、硬度が95以上であるポリテトラフルオロエチレン成形体を備えることを特徴とする誘電体導波線路。

【請求項2】

前記ポリテトラフルオロエチレン成形体は、未焼成ポリテトラフルオロエチレンを326～345で10秒～2時間加熱することにより得られる請求項1記載の誘電体導波線路。

【請求項3】

中心誘電体としてポリテトラフルオロエチレン成形体を備えており、更に前記中心誘電体の周囲に設けられた誘電体層を備えており、前記誘電体層は、2.45GHz又は1.2GHzにおける比誘電率が1.90以下であり、2.45GHz又は1.2GHzにおける誘電正接が $2.00 \times 10^{-4}$ 以下である材料からなる請求項1又は2記載の誘電体導波線路。

【請求項4】

更に、導体基板と、前記ポリテトラフルオロエチレン成形体よりも比誘電率が低い材料により構成された誘電体と、を備えており、前記ポリテトラフルオロエチレン成形体が前記誘電体を介して前記導体基板上に設けられている請求項1又は2記載の誘電体導波線路。

【請求項5】

更に、一対の導電板を備えており、前記ポリテトラフルオロエチレン成形体が前記一対の導電板に挟着されている請求項 1 又は 2 記載の誘電体導波線路。

【請求項 6】

未焼成ポリテトラフルオロエチレンを 3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱してポリテトラフルオロエチレンの成形体を得る工程、及び、  
前記ポリテトラフルオロエチレン成形体を用いて誘電体導波線路を製造する工程、  
を含むことを特徴とする誘電体導波線路の製造方法。

【請求項 7】

誘電体 A と、誘電体 A よりも比誘電率が低い誘電体 B とを備える誘電体導波線路であって、

誘電体 A はポリテトラフルオロエチレン成形体により構成されており、  
誘電体 A の 2 . 4 5 G H z 又は 1 2 G H z における比誘電率を  $\epsilon_A$ 、誘電体 B の 2 . 4 5 G H z 又は 1 2 G H z における比誘電率を  $\epsilon_B$ 、誘電体 A と誘電体 B との比誘電率の差を  $\epsilon_A - \epsilon_B$  と表すとき、 $\epsilon_A - \epsilon_B$  が 0 . 7 0 以上であることを特徴とする誘電体導波線路。

【請求項 8】

$\epsilon_A - \epsilon_B$  が 0 . 9 0 以上である請求項 7 記載の誘電体導波線路。

【請求項 9】

$\epsilon_A$  が 2 . 0 5 以上である請求項 7 又は 8 記載の誘電体導波線路。

【請求項 1 0】

誘電体 A の 2 . 4 5 G H z 又は 1 2 G H z における誘電正接が  $1 . 2 0 \times 1 0^{-4}$  以下であり、誘電体 A の硬度が 9 5 以上である請求項 7、8 又は 9 記載の誘電体導波線路。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、ポリテトラフルオロエチレン成形体を備える誘電体導波線路に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

同軸ケーブルや LAN ケーブルのような高周波信号を伝送するケーブルには常に誘電損失が生ずる。ポリテトラフルオロエチレンは、高周波信号を伝送するケーブルの誘電損失を低減することができる。従って、高周波信号を伝送するケーブルの絶縁被覆層材料としてポリテトラフルオロエチレンを使用することが提案されている。

【0 0 0 3】

例えば、特許文献 1 では、中心導体の外周に、表面の結晶化率を 7 5 ~ 9 2 %、また絶縁層全体の気孔率を 5 ~ 3 0 % に熱処理調整した多孔質四弗化エチレン樹脂絶縁層を設け、この多孔質四弗化エチレン樹脂絶縁層上に無電解めっきアンカー金属層と電気めっき金属層を順次施した外部金属導体層を設けたことを特徴とするセミリジッド型同軸ケーブルが提案されている。

【0 0 0 4】

また、特許文献 2 には、ポリテトラフルオロエチレンを絶縁被覆層材料として使用する場合、誘電率や誘電正接といった電気的特性と加工性などとのバランスを取るために、ポリテトラフルオロエチレンの熱処理の程度を制御する必要があることが記載されている。

【0 0 0 5】

特許文献 1 及び特許文献 2 は、いずれも、芯線に金属材料を使用する高周波信号伝送用ケーブルの絶縁被覆層材料として、ポリテトラフルオロエチレンを使用することを開示している。しかし、芯線に金属材料を使用する高周波信号伝送用ケーブルは、波長の長いマイクロ波を伝送することができるが、ミリ波やサブミリ波を伝送するには、減衰量が大きすぎる。そこで、ミリ波やサブミリ波を伝送するための導波線路にポリテトラフルオロエチレン成形体を使用することが知られている。

【0 0 0 6】

10

20

30

40

50

例えば、特許文献3には、焼成固定した延伸連続気孔性ポリテトラフルオロエチレンよりなる棒状の中心誘電体と、上記中心誘電体の外側に延伸連続気孔性ポリテトラフルオロエチレンテープを重ね巻きして設けた誘電体層とからなる伝送線路が記載されている。

【0007】

また、特許文献4には、ミリ波やサブミリ波を伝送するための誘電体導波路の波動エネルギー伝送部分を、未焼成または不完全焼成のポリテトラフルオロエチレン成形物により形成することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2000-21250号公報

【特許文献2】特開2002-157930号公報

【特許文献3】特公昭63-38884号公報

【特許文献4】特開平10-123072号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、上記現状に鑑み、伝送効率に優れる誘電体導波線路を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

ミリ波やサブミリ波を伝送するための誘電体導波線路では、中心部分を高誘電率の材料により形成し、その外層を低誘電率の材料により形成する必要がある。光ファイバーの分野において、光ファイバーは内層と外層とからなり、内層と外層との間の屈折率差が大きいと光信号の閉じ込め効果が高まり、伝送効率に優れることが知られている。本発明者らは、この知見に基づき、誘電体導波線路において、中心部分と外層との誘電率差を大きくすることにより、電磁波の閉じ込め効果が大きくなり、伝送効率が高くなると考えた。また、伝送効率を高めるためには、誘電率差を大きくすると同時に、減衰量を低減するために、誘電正接が低いことも求められる。

ポリテトラフルオロエチレン成形体についての研究は、ポリテトラフルオロエチレンに通常期待される誘電率及び誘電正接よりも、誘電率及び誘電正接の両方を低下させることを目的としていたので、高い誘電率を有すると同時に、低い誘電正接を有するポリテトラフルオロエチレン成形体を得る試みはなされていなかった。しかしながら、本発明者らは、高い誘電率を有すると同時に、低い誘電正接を有するポリテトラフルオロエチレン成形体を製造することに成功した。本発明は、この成功に基づいて完成した発明である。

【0011】

すなわち、本発明は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電率が2.05以上であり、2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接が $1.20 \times 10^{-4}$ 以下であり、硬度が95以上であるポリテトラフルオロエチレン成形体を備えることを特徴とする誘電体導波線路である（本明細書において、第1の誘電体導波線路ということがある）。

【0012】

上記ポリテトラフルオロエチレン成形体は、未焼成ポリテトラフルオロエチレンを326～345で10秒～2時間加熱することにより得られるものであることが好ましい。

【0013】

上記誘電体導波線路は、中心誘電体として上記ポリテトラフルオロエチレン成形体を備えており、更に上記中心誘電体の周囲に設けられた誘電体層を備えており、上記誘電体層は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電率が1.90以下であり、2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接が $2.00 \times 10^{-4}$ 以下である材料からなることが好ましい。

【0014】

10

20

30

40

50

上記誘電体導波線路は、更に、導体基板と、上記ポリテトラフルオロエチレン成形体よりも誘電率が低い材料により構成された誘電体と、を備えており、上記ポリテトラフルオロエチレン成形体が上記誘電体を介して上記導体基板上に設けられていることも好ましい。

【0015】

上記誘電体導波線路は、更に、一对の導電板を備えており、上記ポリテトラフルオロエチレン成形体が上記一对の導電板に挟着されていることも好ましい。

【0016】

本発明は、未焼成ポリテトラフルオロエチレンを326～345で10秒～2時間加熱してポリテトラフルオロエチレンの成形体を得る工程、及び、上記ポリテトラフルオロエチレン成形体を用いて誘電体導波線路を製造する工程、を含むことを特徴とする誘電体導波線路の製造方法でもある。

10

【0017】

本発明は、また、誘電体Aと、誘電体Aよりも誘電率が低い誘電体Bとを備える誘電体導波線路であって、誘電体Aはポリテトラフルオロエチレン成形体により構成されており、誘電体Aの2.45GHz又は12GHzにおける誘電率を $\epsilon_A$ 、誘電体Bの2.45GHz又は12GHzにおける誘電率を $\epsilon_B$ 、誘電体Aと誘電体Bとの誘電率の差を $\epsilon_A - \epsilon_B$ と表すとき、 $\epsilon_A - \epsilon_B$ が0.70以上であることを特徴とする誘電体導波線路でもある（本明細書において、第2の誘電体導波線路ということがある）。

【0018】

第2の誘電体導波線路において、 $\epsilon_A - \epsilon_B$ が0.90以上であることが好ましい。

20

【0019】

第2の誘電体導波線路において、 $\epsilon_A$ が2.05以上であることが好ましい。

【0020】

第2の誘電体導波線路において、誘電体Aの2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接が $1.20 \times 10^{-4}$ 以下であり、誘電体Aの硬度が95以上であることが好ましい。

【発明の効果】

【0021】

従来のポリテトラフルオロエチレン成形体は、誘電率及び誘電正接のいずれも低かったが、本発明者らは、高い誘電率と低い誘電正接を有するポリテトラフルオロエチレン成形体を製造することに成功した。

30

本発明の第1の誘電体導波線路は、高い誘電率と低い誘電正接を有するポリテトラフルオロエチレン成形体を備えるものであることから、ミリ波及びサブミリ波の伝送効率が高い。

本発明の第2の誘電体導波線路は、上記の構成を備えることから、ミリ波及びサブミリ波の伝送効率が高い。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】円柱状誘電体線路の断面の模式図である。

【図2】インシュレーイメージ線路の模式図である。

40

【図3】非放射型誘電体線路の模式図である。

【図4】非放射型誘電体線路の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明を具体的に説明する。

【0024】

本発明の第1の誘電体導波線路は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電率が2.05以上であり、2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接（ $\tan \delta$ ）が $1.20 \times 10^{-4}$ 以下であり、硬度が95以上であるポリテトラフルオロエチレン（PTFE）成形体を備えることを特徴とする。

50

## 【0025】

上記誘電率は、2.10以上であることが好ましく、2.16以上であることがより好ましい。上限は、特に限定されないが、2.30であってよい。

## 【0026】

上記誘電正接 ( $\tan \delta$ ) は、 $1.00 \times 10^{-4}$  以下であることが好ましく、 $0.95 \times 10^{-4}$  以下であることがより好ましい。上記誘電正接 ( $\tan \delta$ ) の下限は、特に限定されないが、 $0.10 \times 10^{-4}$  であってよく、 $0.80 \times 10^{-4}$  であってよい。

## 【0027】

上記誘電体導波線路は、中心誘電体として上記 P T F E 成形体を備えることができる。上記誘電体導波線路は、更に上記中心誘電体の周囲に設けられた誘電体層を備えており、上記誘電体層は、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率が 1.90 以下であり、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電正接が  $2.00 \times 10^{-4}$  以下である材料からなることが好ましい。この好ましい態様の一例を図 1 に示す。

10

## 【0028】

上記中心誘電体の適正な直径は、周波数と中心誘電体の誘電率によって決まる。一般的に、上記周波数が 1 GHz ~ 1 THz までの場合、0.1 mm ~ 100 mm である。

## 【0029】

上記誘電体導波線路は、上記 P T F E 成形体と、更に、導体基板と、上記 P T F E 成形体よりも誘電率が低い材料により構成された誘電体と、を備えるものであってもよい。この場合、上記 P T F E 成形体が上記誘電体を介して上記導体基板上に設けられていることが好ましい。上記導体基板は、金属板であってよい。上記誘電体としては、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率が 1.90 以下であり、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電正接が  $2.00 \times 10^{-4}$  以下である材料からなる誘電体が好ましい。この好ましい態様の一例を図 2 に示す。

20

## 【0030】

上記誘電体導波線路は、上記 P T F E 成形体と、更に、一對の導電板とを備えるものであってもよい。この場合、上記 P T F E 成形体が上記一對の導電板に挟着されていることが好ましい。また、更に、上記一對の導電板に挟着されており、上記 P T F E 成形体よりも誘電率が低い材料により構成された誘電体を備えるものであってもよい。上記導電板は、金属板であってよい。上記誘電体としては、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率が 1.90 以下であり、2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電正接が  $2.00 \times 10^{-4}$  以下である材料からなる誘電体が好ましい。これらの好ましい態様の一例を図 3 又は図 4 に示す。

30

## 【0031】

本発明の第 2 の誘電体導波線路は、誘電体 A と、誘電体 A よりも誘電率が低い誘電体 B とを備え、誘電体 A の 2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率を  $\epsilon_A$ 、誘電体 B の 2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率を  $\epsilon_B$ 、誘電体 A と誘電体 B との誘電率の差を  $\Delta\epsilon = \epsilon_A - \epsilon_B$  と表すとき、 $\Delta\epsilon$  が 0.70 以上であることを特徴とする。本発明の第 2 の誘電体導波線路は、誘電体 A と誘電体 B との誘電率の差を利用して、ミリ波、サブミリ波等の高周波を伝送することができ、その差が 0.70 以上であることから、伝送効率が極めて高い。

40

## 【0032】

$\Delta\epsilon$  としては、伝送効率の観点から、0.90 以上が好ましく、1.00 以上がより好ましく、1.10 以上が更に好ましい。上限は 1.50 であってよい。

## 【0033】

$\epsilon_A$  としては、伝送効率の観点から、2.05 以上が好ましく、2.10 以上がより好ましく、2.16 以上が更に好ましい。上限は、特に限定されないが、2.30 であってよい。

## 【0034】

誘電体 A の 2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電正接としては、 $1.20 \times 10^{-4}$

50

$4$  以下が好ましく、 $1.00 \times 10^{-4}$  以下がより好ましく、 $0.95 \times 10^{-4}$  以下が更に好ましい。下限は、特に限定されないが、 $0.10 \times 10^{-4}$  であってよく、 $0.80 \times 10^{-4}$  であってよい。また、誘電体 A の硬度としては、95 以上が好ましい。

【0035】

誘電体 A は、PTFE 成形体により構成されている。上記 PTFE 成形体は、誘電率の差( )を設けることが容易であることから、第 1 の誘電体導波線路が備える上記 PTFE 成形体と同一であることが好ましい。この構成によれば、誘電率の差( )によって高い伝送効率を得られるだけでなく、誘電体 A の誘電率が高く、誘電正接が低いことから、より一層高効率で高周波を伝送可能な誘電体導波線路が実現できる。

【0036】

誘電体 B の 2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電率としては、1.50 以下が好ましく、1.43 以下がより好ましく、1.35 以下であることが更に好ましく、1.30 以下であることが特に好ましく、1.03 以上であることが好ましい。

【0037】

誘電体 B の 2.45 GHz 又は 12 GHz における誘電正接としては、 $1.00 \times 10^{-4}$  以下が好ましく、 $0.60 \times 10^{-4}$  以下がより好ましく、 $0.30 \times 10^{-4}$  以下が更に好ましい。

【0038】

誘電体 B を構成する材料としては、延伸 PTFE 多孔質体、発泡ポリエチレン等が挙げられる。

【0039】

次に、第 1 及び第 2 の誘電体導波線路が備える上記 PTFE 成形体に共通する好適な態様について詳述する。

【0040】

上記誘電率及び誘電正接は、上記 PTFE 成形体の形状が円柱又はチューブである場合、株式会社関東電子応用開発製空洞共振器を使用して、2.45 GHz で測定する。また、上記誘電率及び誘電正接は、上記 PTFE 成形体の形状が平板である場合、埼玉大学小林教授の MW 87-7「誘電体平板材料のマイクロ波複素誘電率測定」に従って、12 GHz で測定する。

【0041】

上記 PTFE 成形体は、比重が 2.160 以上であることが好ましい。上記比重は、2.165 以上であることがより好ましく、2.170 以上であることが更に好ましい。上限は、特に限定されないが、2.30 であってよい。上記 PTFE 成形体の上記比重が上記範囲内であると、高い誘電率を有すると同時に、低い誘電正接を有する成形体を容易に実現することができる。

【0042】

上記比重は、液中ひょう量法 (JIS Z 8807 準拠) により測定する。

【0043】

上記 PTFE 成形体は、結晶化度が 70% 以上であることが好ましい。上記結晶化度は、73% 以上であることがより好ましく、75% 以上であることが更に好ましい。上限は、特に限定されないが、99% であってよい。上記 PTFE 成形体の上記結晶化度が上記範囲内であると、高い誘電率を有すると同時に、低い誘電正接を有する成形体を実現することができる。

【0044】

上記結晶化度は、比重法により測定する。

【0045】

上記 PTFE 成形体は、硬度が 97 以上であることが好ましい。上記硬度は、98 以上であることがより好ましく、99 以上であることが更に好ましい。上限は、特に限定されないが、99.9 であってよい。上記成形体の上記硬度が上記範囲内であると、高い誘電率を有すると同時に、低い誘電正接を有する PTFE 成形体を容易に実現することができる

10

20

30

40

50

。また、上記 P T F E 成形体を誘電体導波線路に適用しても、上記誘電体導波線路が破損しにくく、閉塞や折れを生じにくい。

【 0 0 4 6 】

上記硬度は、J I S A による硬度である。上記硬度は、J I S K 6 3 0 1 - 1 9 7 5 に規定されていたスプリング式硬さ計 ( J I S - A 形 ) により測定する。

【 0 0 4 7 】

上記 P T F E 成形体は、P T F E を含む。上記 P T F E は、T F E の単独重合体であっても、他の単量体で変性された変性 P T F E であってもよい。

【 0 0 4 8 】

上記変性 P T F E は、テトラフルオロエチレン〔 T F E 〕と T F E 以外のモノマー ( 以下、「変性剤」ともいう。 ) とからなる P T F E である。変性 P T F E は、均一に変性されたものであってもよいし、後述するコアシェル構造を有する変性 P T F E であってもよい。

10

【 0 0 4 9 】

上記変性 P T F E は、T F E に基づく T F E 単位と変性剤に基づく変性剤単位とからなるものである。上記変性 P T F E は、変性剤単位が全単量体単位の 0 . 0 0 5 ~ 1 質量% であることが好ましい。より好ましくは、0 . 0 2 ~ 0 . 5 質量% である。

【 0 0 5 0 】

本明細書において、「変性剤単位」は、変性 P T F E の分子構造上の一部分であって、変性剤として用いた共単量体に由来する繰返し単位を意味する。上記変性剤単位は、例えば、変性剤としてパーフルオロプロピルビニルエーテルを用いた場合、 $- [ C F _ 2 - C F ( - O C _ 3 F _ 7 ) ] -$  で表され、ヘキサフルオロプロピレンを用いた場合、 $- [ C F _ 2 - C F ( - C F _ 3 ) ] -$  で表される。

20

【 0 0 5 1 】

上記変性剤としては、T F E との共重合が可能なものであれば特に限定されず、例えば、ヘキサフルオロプロピレン〔 H F P 〕等のパーフルオロオレフィン；クロロトリフルオロエチレン〔 C T F E 〕等のクロロフルオロオレフィン；トリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン〔 V D F 〕等の水素含有フルオロオレフィン；パーフルオロビニルエーテル；パーフルオロアルキルエチレン、エチレン等が挙げられる。また、用いる変性剤は 1 種であってもよいし、複数種であってもよい。

30

【 0 0 5 2 】

上記パーフルオロビニルエーテルとしては特に限定されず、例えば、下記一般式



( 式中、R f は、パーフルオロ有機基を表す。 ) で表されるパーフルオロ不飽和化合物等が挙げられる。本明細書において、上記「パーフルオロ有機基」とは、炭素原子に結合する水素原子が全てフッ素原子に置換されてなる有機基を意味する。上記パーフルオロ有機基は、エーテル酸素を有していてもよい。

【 0 0 5 3 】

上記パーフルオロビニルエーテルとしては、例えば、上記一般式において、R f が炭素数 1 ~ 1 0 のパーフルオロアルキル基であるパーフルオロ ( アルキルビニルエーテル ) 〔 P A V E 〕が挙げられる。上記パーフルオロアルキル基の炭素数は、好ましくは 1 ~ 5 である。

40

【 0 0 5 4 】

上記 P A V E におけるパーフルオロアルキル基としては、例えば、パーフルオロメチル基、パーフルオロエチル基、パーフルオロプロピル基、パーフルオロブチル基、パーフルオロペンチル基、パーフルオロヘキシル基等が挙げられるが、パーフルオロアルキル基がパーフルオロプロピル基であることが好ましい。すなわち、上記 P A V E は、パーフルオロプロピルビニルエーテル〔 P P V E 〕が好ましい。

【 0 0 5 5 】

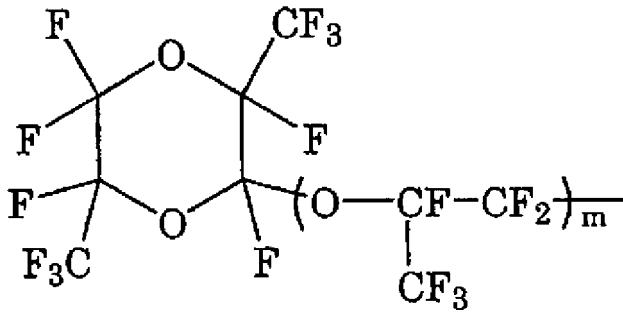
上記パーフルオロビニルエーテルとしては、更に、上記一般式において、R f が炭素数 4

50

～ 9 のパーフルオロ（アルコキシアルキル）基であるもの、R f が下記式：

【 0 0 5 6 】

【化 1】



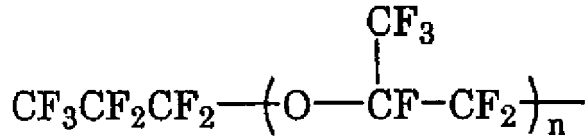
10

【 0 0 5 7 】

（式中、m は、0 又は 1 ～ 4 の整数を表す。）で表される基であるもの、R f が下記式：

【 0 0 5 8 】

【化 2】



20

【 0 0 5 9 】

（式中、n は、1 ～ 4 の整数を表す。）で表される基であるもの等が挙げられる。

【 0 0 6 0 】

パーフルオロアルキルエチレン（PFAE）としては特に限定されず、例えば、（パーフルオロブチル）エチレン（PFBE）、（パーフルオロヘキシル）エチレン等が挙げられる。

【 0 0 6 1 】

上記変性 PTFE における変性剤としては、HFPE、CTFE、VDF、PAVE、PFAE 及びエチレンからなる群より選択される少なくとも 1 種であることが好ましい。より好ましくは、PAVE であり、更に好ましくは、PPVE である。

30

【 0 0 6 2 】

上記変性 PTFE は、粒子芯部と粒子殻部とからなるコアシェル構造を有するものであってもよい。

【 0 0 6 3 】

上記 PTFE は、フィブリル化性を有することが好ましい。フィブリル化性の有無は、TFE の重合体から作られた粉末である「高分子量 PTFE 粉末」を成形する代表的な方法である「ペースト押し出し」で判断できる。通常、ペースト押し出しが可能であるのは、高分子量の PTFE がフィブリル化性を有するからである。ペースト押し出しで得られた未焼成の成形物に実質的な強度や伸びがない場合、例えば伸びが 0 % で引っ張ると切れるような場合はフィブリル化性がないとみなすことができる。

40

【 0 0 6 4 】

上記 PTFE は、非溶融加工性を有することが好ましい。上記非溶融加工性とは、ASTM D - 1238 及び D - 2116 に準拠して、結晶化融点より高い温度でメルトフローレートを測定できない性質を意味する。

【 0 0 6 5 】

上記 PTFE は、標準比重〔SSG〕が 2.13 ～ 2.23 であることが好ましく、2.15 ～ 2.19 であることがより好ましい。上記標準比重は、ASTM D - 4895 98 に準拠して、水中置換法により測定する値である。

【 0 0 6 6 】

50

上記 P T F E は、第一融点が 3 3 3 ~ 3 4 7 であることが好ましい。より好ましくは、3 3 5 ~ 3 4 5 である。上記第一融点は、3 0 0 以上の温度に加熱した履歴がない P T F E について示差走査熱量計〔D S C〕を用いて 1 0 / 分の速度で昇温したときの融解熱曲線における極大値に対応する温度である。

【 0 0 6 7 】

また、上記 P T F E として、高分子量 P T F E と低分子量 P T F E とを使用することも可能である。上記高分子量 P T F E は、第一融点が 3 3 3 ~ 3 4 7 であることが好ましく、3 3 5 ~ 3 4 5 であることがより好ましい。上記低分子量 P T F E は、第一融点が 3 2 2 ~ 3 3 3 であることが好ましく、3 2 4 ~ 3 3 2 であることがより好ましい。上記第一融点は、3 0 0 以上の温度に加熱した履歴がない P T F E について示差走査熱量計〔D S C〕を用いて 1 0 / 分の速度で昇温したときの融解熱曲線における極大値に対応する温度である。

10

【 0 0 6 8 】

上記高分子量 P T F E と上記低分子量 P T F E との質量比は、8 0 / 2 0 ~ 9 9 / 1 であることが好ましく、8 5 / 1 5 ~ 9 7 / 3 であることがより好ましく、9 0 / 1 0 ~ 9 5 / 5 であることが更に好ましい。

【 0 0 6 9 】

上記 P T F E 成形体は、上記 P T F E 及び上記 P T F E 以外の樹脂からなる成形体であってもよい。上記 P T F E 以外の樹脂としては、例えば、T F E / ヘキサフルオロプロピレン〔H F P〕共重合体〔F E P〕、T F E / パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)〔P A V E〕共重合体〔P F A〕、エチレン/T F E 共重合体〔E T F E〕、ポリビリニデンフルオライド〔P V d F〕、ポリクロロトリフルオロエチレン〔P C T F E〕、ポリプロピレン、ポリエチレン等が挙げられる。

20

【 0 0 7 0 】

上記 P T F E 成形体は、他の成分を含むものであってもよい。上記他の成分としては、界面活性剤、酸化防止剤、光安定剤、蛍光増白剤、着色剤、顔料、染料、フィラー等も挙げられる。また、カーボンブラック、グラファイト、アルミナ、マイカ、炭化珪素、窒化硼素、酸化チタン、酸化ビスマス、ブロンズ、金、銀、銅、ニッケル等の粉末又は繊維粉末等も挙げられる。

【 0 0 7 1 】

上記 P T F E 成形体は、上記他の成分として、高誘電率無機粒子を含むものであってもよい。上記高誘電率無機粒子としては、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸鉛、チタン酸亜鉛、ジルコン酸鉛、ジルコン酸カルシウム、ジルコン酸ストロンチウム、チタン酸ジルコン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛等が挙げられる。

30

【 0 0 7 2 】

上記 P T F E 成形体は、上記 P T F E 以外の樹脂や上記他の成分を含む場合であっても、上記成形体に対して 9 9 . 0 質量% 以上の上記 P T F E を含むものであることが好ましく、9 9 . 9 質量% 以上の上記 P T F E を含むものであることがより好ましい。

【 0 0 7 3 】

上記 P T F E 成形体は、未焼成 P T F E が含んでいた空気を外部に放出することができ、同時に、未焼成 P T F E を完全に焼成しない条件で、未焼成 P T F E を加熱することにより得られるものであることが好ましい。

40

【 0 0 7 4 】

具体的な加熱条件は、P T F E 成形体の形状及び大きさにより適宜変更する。上記 P T F E 成形体は、例えば、未焼成 P T F E を 3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱することにより得られるものであることが好ましい。加熱温度は、3 3 0 以上であることがより好ましい。

【 0 0 7 5 】

上記未焼成 P T F E は、3 2 6 以上に加熱した履歴のない P T F E であり、3 0 0 以

50

上に加熱した履歴のない P T F E であることが好ましい。上述した P T F E 成形体を得るための製造方法であって、未焼成 P T F E を 3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱する工程を含むことを特徴とする製造方法は、新規な製造方法である。

【 0 0 7 6 】

上記温度で所定時間加熱することにより、未焼成 P T F E が含んでいた空気が外部に放出されるため、高い誘電率を有する P T F E 成形体を得ることができると推測される。また、未焼成 P T F E を完全に焼成しないので、低い誘電正接を有する P T F E 成形体を得ることができると推測される。

【 0 0 7 7 】

上記の加熱は、ソルトバス、サンドバス、熱風循環式電気炉等を使用して行うことができるが、加熱条件の制御が容易である点で、ソルトバスを使用して行うことが好ましい。また、加熱時間が上記範囲内で短くなる点でも有利である。上記ソルトバスを使用した加熱は、例えば特開 2 0 0 2 - 1 5 7 9 3 0 号公報に記載の被覆ケーブルの製造装置を使用して行うことができる。

10

【 0 0 7 8 】

上記成形体は、未焼成 P T F E を 3 4 5 超に加熱することなく得られたものであることが好ましい。一度でも 3 4 5 超に加熱すると、未焼成 P T F E がもともと有していた結晶性が崩壊し、高い結晶化度を有する P T F E 成形体を得ることができないおそれがある。一方、未焼成 P T F E を 3 4 5 超に加熱することなく、3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱することにより得られる P T F E 成形体は、未焼成 P T F E が有していた結晶性と同等の結晶性を有しており、高い誘電率と低い誘電正接を有する。

20

【 0 0 7 9 】

従来、P T F E の焼成の程度と誘電率及び誘電正接とは比例すると考えられてきた。例えば、特許文献 2 の段落〔 0 0 0 3 〕には、未焼成の P T F E よりも半焼成の P T F E の方が誘電率及び誘電正接が高いこと、完全に焼成した P T F E の方が誘電率及び誘電正接が更に高いことが記載されている。

しかしながら、本発明者らが鋭意検討した結果、従来は実施されていなかった条件で P T F E を加熱すると、従来常識に反して、未焼成の P T F E と比べて、誘電正接がそれほど高くならず、一方で、誘電率が完全に焼成した P T F E よりも高くなることを見出された。

30

上記の知見は、運用に熟練した技術が要求されるソルトバスを使用し、従来は実現できなかった加熱条件を細く設定できたことにより、初めて見出すことができた知見である。

【 0 0 8 0 】

上記未焼成 P T F E は、未焼成 P T F E の粉末と押出助剤とからなる混合物をペースト押出成形して得られるものであることが好ましい。また、ペースト押出成形した後、得られた押出物を乾燥することによって押出助剤を除去したものであってもよい。上記混合物は、未焼成 P T F E の粉末と押出助剤とを公知の方法により混合し、1 ~ 2 4 時間熟成させ、圧力 0 . 5 ~ 2 . 0 M P a で予備成形して得られたものであってもよい。上記ペースト押出は、押出圧力 2 ~ 1 0 0 M P a にて行うことができる。

【 0 0 8 1 】

40

上記 P T F E 成形体の形状は特に限定されず、上記誘電体導波線路に要求される特性に合った形状とすることができる。上記 P T F E 成形体としては、断面形状が矩形、円形、楕円形、円環等であってよい。

【 0 0 8 2 】

上記 P T F E 成形体は、後述する誘電体導波線路の製造方法により好適に製造することができる。

【 0 0 8 3 】

本発明は、未焼成 P T F E を 3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱して P T F E の成形体を得る工程、及び、上記 P T F E 成形体を用いて誘電体導波線路を製造する工程、を含むことを特徴とする誘電体導波線路の製造方法でもある。

50

上記未焼成 P T F E の加熱時間は、上記未焼成 P T F E の直径、加熱温度、加熱に使用する設備によって異なる。

例えば、上記未焼成 P T F E の直径が 0 . 1 mm ~ 6 mm で、ソルトバスで加熱する場合は 1 0 秒 ~ 1 0 分が好ましく、3 0 秒 ~ 6 分がより好ましい。

上記未焼成 P T F E の直径が 0 . 1 mm ~ 6 mm で、熱風循環式電気炉で加熱する場合は 3 分 ~ 2 時間が好ましく、1 0 分 ~ 3 0 分がより好ましい。

また、上記未焼成 P T F E の直径が 6 mm 超 ~ 2 0 mm で、ソルトバスで加熱する場合は 1 分 ~ 2 0 分が好ましく、3 分 ~ 1 0 分がより好ましい。

上記未焼成 P T F E の直径が 6 mm 超 ~ 2 0 mm で、熱風循環式電気炉で加熱する場合は 1 0 分 ~ 2 時間が好ましく、3 0 分 ~ 1 時間がより好ましい。

10

#### 【 0 0 8 4 】

上記製造方法は、

未焼成 P T F E の粉末と押出助剤とからなる混合物をペースト押出成形して未焼成 P T F E の成形体を得る工程、

上記未焼成 P T F E の成形体を乾燥して押出助剤を除去する工程、

乾燥させた上記成形体を 3 2 6 ~ 3 4 5 で 1 0 秒 ~ 2 時間加熱する工程、及び、

上記 P T F E 成形体を用いて誘電体導波線路を製造する工程

を含むことが好ましい。

#### 【 0 0 8 5 】

上記製造方法において、加熱温度と加熱時間は、P T F E 成形体の形状及び大きさ、加熱媒体（熱風、硝酸カリウムおよび硝酸ナトリウムの 1 : 1 混合物などの熔融塩、サンドバス用の砂などの粉体）などにより上記範囲で適宜変更する。

20

#### 【 0 0 8 6 】

上記製造方法は、高い誘電率と低い誘電正接を有する成形体を得るために、未焼成 P T F E を 3 4 5 超に加熱する工程を一切含まないことが好ましい。

上記 P T F E 成形体を用いて誘電体導波線路を製造する方法については、誘電体導波線路に要求される特性によって相違するので、後述する実験例等で説明する。

#### 【 0 0 8 7 】

第 1 及び第 2 の誘電体導波線路は、導波媒体として上記 P T F E 成形体を備えることが好ましい。また、第 1 の誘電体導波線路は、誘電体間の誘電率差を利用して、ミリ波、サブミリ波等の高周波を伝送する誘電体導波線路であることが好ましい。第 1 の誘電体導波線路における上記 P T F E 成形体は、高い誘電率及び低い誘電正接を有していることから、低い誘電率及び低い誘電正接を有する誘電体と組み合わせることにより、伝送効率に優れた誘電体導波線路が実現する。

30

#### 【 0 0 8 8 】

第 1 及び第 2 の誘電体導波線路としては、円柱状誘電体線路、チューブ状誘電体線路、イメージ線路、インシュラーイメージ線路、トラップドイメージ線路、リップガイド、ストリップ誘電体線路、逆ストリップ線路、H ガイド、非放射型誘電体線路（NRD ガイド）等が挙げられる。

#### 【 0 0 8 9 】

第 1 の誘電体導波線路の一実施形態を図 1 に示す。図 1 に示す誘電体導波線路は、断面が円形の円柱状誘電体線路である。図 1 に示す誘電体導波線路では、中心誘電体 1 1 が設けられており、更にその周囲に誘電体層 1 2 が設けられている。中心誘電体 1 1 は、上記 P T F E 成形体により構成することができる。第 1 の誘電体導波線路における誘電体層 1 2 は、上記 P T F E 成形体と比べて誘電率が低い材料により構成することができる。これらの構成によって、ミリ波、サブミリ波等の高周波を、高効率で伝送させることができる。誘電体層 1 2 は、例えば、延伸 P T F E 多孔質体、発泡ポリエチレンを中心誘電体 1 1 に巻きつけて形成することができる。

40

#### 【 0 0 9 0 】

第 1 の誘電体導波線路における上記 P T F E 成形体は、誘電率が高いので、中心誘電体 1

50

1を上記PTFE成形体により構成すれば、中心誘電体11と誘電体層12との誘電率の差を大きくすることができる。しかも、第1の誘電体導波線路における中心誘電体11は、誘電正接も低いので、高効率で高周波を伝送可能な誘電体導波線路が実現できる。

#### 【0091】

図1に示す誘電体導波線路では、誘電体層12の外周に、中心誘電体11及び誘電体層12を保護するための保護層13が更に設けられているが、保護層13の設置は任意である。保護層13は、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン等の電線の保護層(シース層)に従来から使用されてきた材料から構成できる。

#### 【0092】

第1の誘電体導波線路は、中心誘電体として上記PTFE成形体を備えていることが好ましい。第1の誘電体導波線路は、更に上記中心誘電体の周囲に設けられた誘電体層を備えていることが好ましい。第1の誘電体導波線路において、上記誘電体層は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電率が1.90以下であることが好ましい。第1の誘電体導波線路において、上記誘電体層は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接が $2.00 \times 10^{-4}$ 以下である材料からなることが好ましい。すなわち、中心誘電体としてのPTFE成形体と、上記中心誘電体の周囲に設けられた誘電体層とを備えており、上記誘電体層は、2.45GHz又は12GHzにおける誘電率が1.90以下であり、2.45GHz又は12GHzにおける誘電正接が $2.00 \times 10^{-4}$ 以下である材料からなる誘電体導波線路も、本発明の第1の誘電体導波線路の好適な態様の一つである。

#### 【0093】

第1の誘電体導波線路において、上記誘電体層を構成する材料の誘電率は、1.70以下であることがより好ましく、1.50以下であることが更に好ましく、1.30以下であることが特に好ましく、1.03以上であることが好ましい。また、第1の誘電体導波線路において、上記誘電体層を構成する材料の誘電正接は、 $1.00 \times 10^{-4}$ 以下であることがより好ましく、 $0.60 \times 10^{-4}$ 以下であることが更に好ましく、 $0.30 \times 10^{-4}$ 以下であることが特に好ましい。上記誘電体層を構成する材料としては、延伸PTFE多孔質体、発泡ポリエチレン等が挙げられる。

#### 【0094】

上記延伸PTFE多孔質体は、シート状のPTFE成形体を延伸することによって得られる延伸PTFE多孔質膜であってもよいし、チューブ状のPTFE成形体を延伸することによって得られる延伸PTFE多孔質チューブであってもよい。上記延伸PTFE多孔質体は、従来公知の方法で作製することができる。上記延伸PTFE多孔質体の誘電率及び誘電正接は、延伸倍率、延伸速度、延伸温度等の延伸条件によって適宜コントロールすることができる。例えば、延伸倍率が高いほど、誘電率及び誘電正接はともに低下する。

#### 【0095】

上記誘電体導波線路の別の実施形態を図2に示す。図2の誘電体導波線路は、インシュレーイメージ線路である。図2に示す誘電体導波線路では、誘電体21が誘電体22を介して导体基板23上に設けられている。誘電体21は、第1の誘電体導波線路が備える上記PTFE成形体により構成することができる。誘電体22は、第1の誘電体導波線路が備える上記PTFE成形体より誘電率が低い材料により構成することができ、これらの構成によって、ミリ波、サブミリ波等の高周波を、高効率で伝送させることができる。第1の誘電体導波線路における上記PTFE成形体は、従来のPTFE成形体よりも誘電率が高いので、誘電体22を従来のPTFE成形体により構成しても、誘電体21と誘電体22との間に誘電率の差を設けることができる。しかも、誘電体21の誘電正接も低いので、高効率でミリ波を伝送可能な誘電体導波線路が実現できる。また、図示しないが、誘電体21の上に导体基板23を更に設けてもよい。誘電体21、誘電体22及び导体基板23の各層間に接着層を設けてもよい。接着層は、例えば、接着機能をもつフッ素樹脂シートにより形成できる。上記フッ素樹脂シートとしては、水酸基、カルボキシル基、アミノ基等の接着性官能基を有するテトラフルオロエチレン/パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)共重合体(PFA)からなるシートが挙げられる。

## 【0096】

また、上記誘電体導波線路は、イメージ線路（図示せず）であってもよい。上記イメージ線路の誘電体として、上記PTFE成形体を使用すると、上記PTFE成形体は、誘電正接が低いと同時に、誘電率が高いので、誘電体の線径を小さくすることができ、イメージ線路を小型化することが可能となる。

## 【0097】

上記誘電体導波線路の別の実施形態を図3に示す。図3の誘電体導波線路は、非放射性誘電体線路（NRDガイド）である。図3に示す誘電体導波線路は、一对の導電板31a及び31bと、導電板31a及び31bに挟着された誘電体32とを備えている。誘電体32は、第1の誘電体導波線路が備える上記PTFE成形体により構成することができる。第1の誘電体導波線路が備える上記PTFE成形体は、誘電正接が低いと同時に、誘電率が高いので、誘電体32の線径を小さくすることができ、NRDガイドを小型化することが可能となる。導電板31a、31b及び誘電体32の各層間に接着層を設けてもよい。接着層は、例えば、接着機能をもつフッ素樹脂シートにより形成できる。上記フッ素樹脂シートとしては、水酸基、カルボキシル基、アミノ基等の接着性官能基を有するテトラフルオロエチレン/パーフルオロ（アルキルビニルエーテル）共重合体（PFA）からなるシートが挙げられる。

10

## 【0098】

また、図4に示すように、誘電体41と、誘電体41よりも誘電率の低い誘電体42とから誘電体を構成してもよい。この構成において、誘電率の低い誘電体42を介して高周波を入出力させると、誘電率の高い誘電体41に高周波を直接入出力する場合に比べて、高周波の反射を抑制することができ、高周波の入出力が容易である。上記PTFE成形体は、従来のPTFE成形体よりも誘電率が高いので、誘電体41を第1の誘電体導波線路が備える上記PTFE成形体から構成すれば、誘電体42を従来のPTFE成形体により構成しても、誘電体41と誘電体42との間に誘電率の差を設けることができる。

20

## 【0099】

次に、図1、2及び4を使用して、第2の誘電体導波線路の実施形態を説明する。

## 【0100】

図1に示す誘電体導波線路は、断面が円形の円柱状誘電体線路である。図1に示す誘電体導波線路では、誘電体Aとして、中心誘電体11が設けられており、更にその周囲に、誘電体Bとして誘電体層12が設けられている。中心誘電体11は、上記PTFE成形体により構成されている。第2の誘電体導波線路では、中心誘電体11の誘電率 $\epsilon_A$ と誘電体層12の誘電率 $\epsilon_B$ とに誘電率の差（ $\epsilon_A - \epsilon_B$ ）が設けられているので、ミリ波、サブミリ波等の高周波を、高効率で伝送させることができる。

30

## 【0101】

中心誘電体11の適正な直径は、周波数と中心誘電体の誘電率によって決まる。一般的に、上記周波数が1GHz～1THzまでの場合、0.1mm～100mmである。誘電体層12は、例えば、延伸PTFE多孔質体、発泡ポリエチレン等を中心誘電体11に巻きつけて形成することができる。

## 【0102】

図1に示す誘電体導波線路では、誘電体層12の外周に、中心誘電体11及び誘電体層12を保護するための保護層13が更に設けられているが、保護層13の設置は任意である。保護層13は、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン等の電線の保護層（シース層）に従来から使用されてきた材料から構成できる。

40

## 【0103】

上記誘電体導波線路の別の実施形態を図2に示す。図2の誘電体導波線路は、インシュレーイメージ線路である。図2に示す誘電体導波線路では、誘電体Aとしての誘電体21が誘電体Bとしての誘電体22を介して導体基板23上に設けられている。誘電体21は、上記PTFE成形体により構成されている。導体基板23は金属板であってもよい。第2の誘電体導波線路では、誘電体21の誘電率 $\epsilon_A$ と誘電体22の誘電率 $\epsilon_B$ とに誘電率の差

50

( )が設けられているので、ミリ波、サブミリ波等の高周波を、高効率で伝送させることができる。誘電体22は、延伸PTFE多孔質体、発泡ポリエチレン等により形成することができる。

【0104】

また、図示しないが、誘電体21の上に導体基板23を更に設けてもよい。誘電体21、誘電体22及び導体基板23の各層間に接着層を設けてもよい。接着層は、例えば、接着機能をもつフッ素樹脂シートにより形成できる。上記フッ素樹脂シートとしては、水酸基、カルボキシル基、アミノ基等の接着性官能基を有するテトラフルオロエチレン/パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)共重合体(PFA)からなるシートが挙げられる。

【0105】

上記誘電体導波線路の別の実施形態を図4に示す。図4の誘電体導波線路は、非放射性誘電体線路(NRDガイド)である。図4に示す誘電体導波線路は、一对の導電板43a及び43bと、誘電体Aとしての誘電体41と、誘電体Bとしての誘電体42とを備えており、誘電体41及び誘電体42は導電板43a及び43bに挟着されている。第2の誘電体導波線路では、誘電体41の誘電率 $\epsilon_A$ と誘電体42の誘電率 $\epsilon_B$ とに誘電率の差( )が設けられているので、誘電率の低い誘電体42を介して高周波を入出力させると、誘電率の高い誘電体41に高周波を直接入出力する場合に比べて、高周波の反射を抑制することができる。高周波の入出力が容易である。誘電体41は、上記PTFE成形体により構成されている。導電板43a及び43bは、金属板であってよい。

【0106】

誘電体42は、延伸PTFE多孔質体、発泡ポリエチレン等により形成することができる。導電板43aと誘電体41及び42との層間、及び/又は、導電板43bと誘電体41及び42との層間に接着層を設けてもよい。接着層は、例えば、接着機能をもつフッ素樹脂シートにより形成できる。上記フッ素樹脂シートとしては、水酸基、カルボキシル基、アミノ基等の接着性官能基を有するテトラフルオロエチレン/パーフルオロ(アルキルビニルエーテル)共重合体(PFA)からなるシートが挙げられる。

【0107】

上記延伸PTFE多孔質体は、シート状のPTFE成形体を延伸することによって得られる延伸PTFE多孔質膜であってもよいし、チューブ状のPTFE成形体を延伸することによって得られる延伸PTFE多孔質チューブであってもよい。上記延伸PTFE多孔質体は、従来公知の方法で作製することができる。上記延伸PTFE多孔質体の誘電率及び誘電正接は、延伸倍率、延伸速度、延伸温度等の延伸条件によって適宜コントロールすることができる。例えば、延伸倍率が高いほど、誘電率及び誘電正接はともに低下する。

【実施例】

【0108】

つぎに本発明を実験例をあげて説明するが、本発明はかかる実験例のみに限定されるものではない。

【0109】

実験例の各数値は以下の方法により測定した。

【0110】

誘電率及び誘電正接( $\tan \delta$ )

円柱状PTFE成形体、チューブ状PTFE成形体、および延伸PTFE多孔質チューブの誘電率測定及び誘電正接( $\tan \delta$ )の測定は、株式会社関東電子応用開発製空洞共振器(2.45GHz)による。

平板状PTFE成形体と延伸PTFE多孔質膜の誘電率測定及び誘電正接( $\tan \delta$ )の測定は、埼玉大学小林教授のMW87-7「誘電体平板材料のマイクロ波複素誘電率測定」(12GHz)による。

【0111】

硬度

JIS K6301-1975に規定されていたスプリング式硬さ計(JIS-A形)に

10

20

30

40

50

より硬さを測定した。

【0112】

比重

液中ひょう量法（JIS Z 8807準拠）により測定した。

【0113】

実験例1

標準比重（SSG）が2.175であるPTFEファインパウダー2kgに炭化水素系溶剤を400g混合して、PTFEペーストを作製した。

【0114】

次に、2.0mmの押出ダイを用いて、ペースト押出成形により上記PTFEペーストを成形して、円柱状で未焼成のPTFE成形体（A）を得た。得られたPTFE成形体（A）を熱風循環式電気炉内に設置して、100 から250 へ段階的に温度上昇させ、炭化水素系溶剤を蒸散除去させることで、円柱状PTFE成形体（B）を得た。

10

【0115】

得られた円柱状PTFE成形体（B）をソルトバス（熔融塩 硝酸カリウムおよび硝酸ナトリウムの1：1混合物）へ入れて加熱を行い、円柱状PTFE成形体（C）を得た。加熱後の直径は1.95mmであった。加熱の温度、時間及び結果を表1に示す。

【0116】

実験例2及び比較例1～2

加熱温度及び加熱時間を表1記載の通り変更した以外は実験例1と同様に円柱状PTFE成形体を得た。結果を表1に示す。

20

【0117】

実験例3

実験例1と同様にして、乾燥させた円柱状PTFE成形体（B）を得た。乾燥後の円柱状PTFE成形体（B）を熱風循環式電気炉内へ入れて加熱を行った。加熱の温度、時間及び結果を表1に示す。

【0118】

実験例4

標準比重（SSG）が2.175であるPTFEファインパウダー2kgに炭化水素系溶剤を400g混合して、PTFEペーストを作製した。

30

【0119】

次に、2.2mmの押出ダイを用いて、ペースト押出成形により、0.511mmの銀メッキ銅被覆鋼線に上記PTFEペーストを押し出し、PTFE被覆金属線を得た。PTFE被覆金属線を熱風循環式電気炉内に設置して、100 から250 へ段階的に温度上昇させて、炭化水素系溶剤を蒸散除去させた。

【0120】

乾燥後のPTFE被覆金属線をソルトバスへ入れて加熱を行った。加熱の温度及び時間を表1に示す。

【0121】

加熱後のPTFE被覆金属線を2m程度に切断して、銀メッキ銅被覆鋼線のみを引き抜き、銀メッキ銅被覆鋼線とPTFE被覆とを分離して、チューブ状（円筒状）のPTFE成形体を得た。上記PTFE成形体の各物性を表1に示す。

40

【0122】

実験例5

標準比重（SSG）が2.160であるPTFEファインパウダー2kgに炭化水素系溶剤を600g混合して、PTFEペーストを作製した。

【0123】

次に、16mmの押出ダイを用いて、ペースト押出成形により上記PTFEペーストを成形して、円柱状PTFE成形体を得た。

【0124】

50

更に、カレンダーロールを使用して、圧延成形により上記円柱状 P T F E 成形体を成形し、厚み 1 . 0 mm の平板状 P T F E 成形体 ( D ) を得た。

【 0 1 2 5 】

得られた平板状 P T F E 成形体 ( D ) を熱風循環式電気炉内に設置して、1 0 0 から 2 5 0 へ段階的に温度上昇させ、炭化水素系溶剤を蒸散除去させ、平板状 P T F E 成形体 ( E ) を得た。

【 0 1 2 6 】

平板状 P T F E 成形体 ( E ) を 1 0 0 mm × 1 5 0 mm に切断して、ソルトバスに浸漬し、加熱を行い、平板状 P T F E 成形体 ( F ) を得た。加熱の温度、時間及び結果を表 1 に示す。

【 0 1 2 7 】

## 【 表 1 】

	加熱温度 (°C)	加熱時間 (分)	比重	硬さ	誘電率	誘電正接 ( $\times 10^{-4}$ )	測定周波数 (GHz)
実験例1	340	5	2.211	98	2.14	1.01	2.45
実験例2	345	1.5	2.228	98	2.15	0.95	2.45
実験例3	334	60	2.230	99	2.19	0.93	2.45
実験例4	340	5	2.207	99	2.13	0.97	2.45
実験例5	340	5	2.210	99	2.14	0.94	12
比較例1	320	5	1.650	70	1.71	0.50	2.45
比較例2	360	1	2.165	98	2.10	2.20	2.45

10

20

30

40

## 【 0 1 2 8 】

## 実験例 6

実験例 5 で得られた平板状 P T F E 成形体 ( E ) を一軸延伸機で 2 5 0 雰囲気中で長さ方向に 5 倍に延伸し、延伸 P T F E 多孔質膜 G ( 厚み 2 0 0  $\mu$  m ) を得た。

得られた延伸 P T F E 多孔質膜 G について、上記空洞共振器平板法で測定した誘電率は 1 . 4 1、誘電正接は 0 . 4  $\times 10^{-4}$  であった。

## 【 0 1 2 9 】

## 実験例 7

50

延伸倍率を1.5倍に変更する以外は実験例6と同様にして、延伸PTFE多孔質膜Hを得た。上記空洞共振器平板法で測定した誘電率は1.07、誘電正接は $0.1 \times 10^{-4}$ であった。

【0130】

#### 実験例8

標準比重(SSG)が2.175であるPTFEファインパウダー2kgに炭化水素系溶剤を410g混合して、PTFEペーストを作製した。

【0131】

次に、6.2mmの押出ダイと2.2mmのコアピンを用いて、ペースト押出成形により、チューブ状で未焼成のPTFE成形体を得た。得られたチューブ状で未焼成のPTFE成形体を熱風循環式電気炉内に設置して、100 から250 へ段階的に温度上昇させて、炭化水素系溶剤を蒸散除去させた。

【0132】

乾燥後のチューブ状で未焼成のPTFE成形体を一軸延伸機で250 雰囲気中で長さ方向に5倍に延伸し、延伸PTFE多孔質チューブI(外径:6.0mm、内径:2.0mm)を得た。

得られた延伸PTFE多孔質チューブIについて、上記空洞共振器平板法で測定した誘電率は1.20、誘電正接は $0.3 \times 10^{-4}$ であった。

【0133】

#### 実験例9

中心誘電体として実験例1で得られた円柱状PTFE成形体C(誘電率2.14、直径1.95mm)に、誘電体層として実施例6で得られた延伸PTFE多孔質膜G(誘電率1.41、誘電正接 $0.4 \times 10^{-4}$ )を更に5mm幅にスリットしたテープを巻きつけ、厚みを2.0mmとし、中心誘電体と誘電体層の誘電率の差 が0.73、直径6.0mmのHE11混成モードの円柱状誘電体線路を得た。

【0134】

#### 実験例10

中心誘電体として実験例1で得られた円柱状PTFE成形体C(誘電率2.14、直径1.95mm)を、誘電体層として実施例8で得られた延伸PTFE多孔質チューブI(誘電率1.20、誘電正接 $0.3 \times 10^{-4}$ )に挿入し、中心誘電体と誘電体層の誘電率の差 が0.94、直径6.0mmのHE11混成モードの円柱状誘電体線路を得た。

【0135】

#### 実験例11

中心誘電体として実験例3で得られた円柱状PTFE成形体(誘電率2.19、直径1.95mm)に、誘電体層として実施例7で得られた延伸PTFE多孔質膜H(誘電率1.07、誘電正接 $0.1 \times 10^{-4}$ )を更に5mm幅にスリットしたテープを巻きつけ、厚みを2.0mmとし、中心誘電体と誘電体層の誘電率の差 が1.12、直径6.0mmのHE11混成モードの円柱状誘電体線路を得た。

【0136】

#### 実験例12

以下に記載する層構造にてインシュレーイメージ線路を作製した。

第1の層:銅箔(導体基板)

第2の層:接着機能をもつPFAシート(厚み12.5 $\mu$ m)

第3の層:実験例5で得られた平板状PTFE成形体(F)(誘電率:2.14)

第4の層:接着機能をもつPFAシート(厚み12.5 $\mu$ m)

第5の層:実験例6で得られた延伸PTFE多孔質膜G(誘電率:1.41、誘電正接 $0.4 \times 10^{-4}$ )

第6の層:接着機能をもつPFAシート(厚み12.5 $\mu$ m)

第7の層:銅箔(導体基板)

【0137】

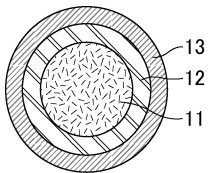
7層の材料を重ねてから310 プレスにて10分間、1.0MPaの圧力にてプレス接着を行った。第1、第7の層、および各層の一部をエッチングにより除去することでHE11モードであるインシュレーイメージ線路を作製した。

【符号の説明】

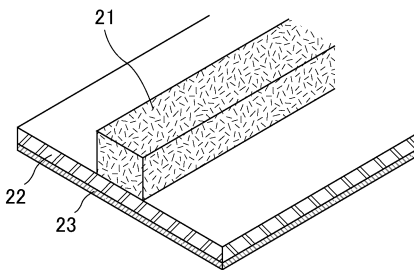
【0138】

- 11 中心誘電体
- 12 誘電体層
- 13 保護層
- 21、22 誘電体
- 23 導体基板
- 31a、31b、43a、43b 導電板
- 32、41、42 誘電体

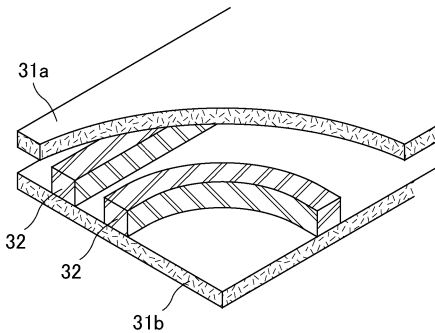
【図1】



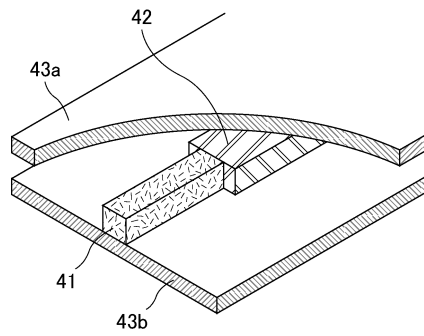
【図2】



【図3】



【図4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山中 拓

日本国大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

(72)発明者 深見 大

日本国大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号 梅田センタービル ダイキン工業株式会社内

審査官 佐藤 当秀

(56)参考文献 米国特許出願公開第2014/0240062 (US, A1)

Bill RIDDLE, James BAKER-JARVIS and Jerzy KRUPKA, Complex Permittivity Measurements of Common Plastics Over Variable Temperatures, IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, 米国, IEEE, 2003年, Vol. 51, No. 3, pp. 727-733

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C08J 5/00

H01P 3/16

H01P 11/00