

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年8月26日(26.08.2021)



(10) 国際公開番号

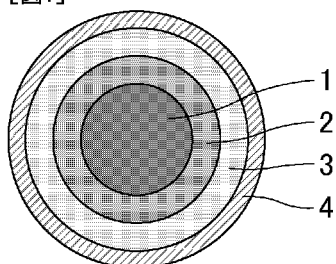
WO 2021/167073 A1

- (51) 国際特許分類:
H01P 3/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2021/006402
- (22) 国際出願日: 2021年2月19日(19.02.2021)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2020-027067 2020年2月20日(20.02.2020) JP
- (71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号梅田センタービル Osaka (JP).
- (72) 発明者: 吉本 洋之 (YOSHIMOTO, Hiroyuki); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 徳平 勝貞 (TOKUHIRA, Katsusada); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西二丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 山中 拓 (YAMANAKA, Taku); 〒5308323 大阪府大阪市
- 北区中崎西二丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 安富国際特許事務所 (YASUTOMI & ASSOCIATES); 〒5320003 大阪府大阪市淀川区宮原3丁目5番36号 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: DIELECTRIC WAVEGUIDE LINE

(54) 発明の名称: 誘電体導波線路

[図1]



(57) Abstract: Provided is a dielectric waveguide line capable of reducing the penetration of electromagnetic waves. This disclosure relates to a dielectric waveguide line comprising a central dielectric A1, a dielectric layer A2 provided around the central dielectric A1, and a dielectric layer A3 provided around the dielectric layer A2, wherein: the central dielectric A1 contains polytetrafluoroethylene; and when the relative permittivity values of the central dielectric A1, the dielectric layer A2 and the dielectric layer A3 at 25 °C and 6 GHz are expressed as ϵ_{A1} , ϵ_{A2} and ϵ_{A3} , respectively, ϵ_{A1} is 2.20 or less, ϵ_{A2} is 1.90 or less, ϵ_{A3} is 1.55 or less, and the relationship $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ arises.

(57) 要約: 電磁波の突き抜けを低減することが可能な誘電体導波線路を提供する。本開示は、中心誘電体 A1 と、中心誘電体 A1 の周囲に設けられた誘電体層 A2 と、誘電体層 A2 の周囲に設けられた誘電体層 A3 とを備える誘電体導波線路であって、中心誘電体 A1 は、ポリテトラフルオロエチレンを含み、中心誘電体 A1、誘電体層 A2 及び誘電体層 A3 の 25 °C、6 GHz における比誘電率をそれぞれ ϵ_{A1} 、 ϵ_{A2} 及び ϵ_{A3} と表すとき、 ϵ_{A1} が 2.20 以下であり、 ϵ_{A2} が 1.90 以下であり、 ϵ_{A3} が 1.55 以下であり、 $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ である誘電体導波線路に関する。



TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：誘電体導波線路

技術分野

[0001] 本開示は、誘電体導波線路に関する。

背景技術

[0002] 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。

[0003] 特許文献1には、誘電率、誘電正接及び硬度が特定の範囲内にある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が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2016/159314号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 本開示は、電磁波の突き抜けを低減することが可能な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

[0006] 本開示は、中心誘電体A1と、中心誘電体A1の周囲に設けられた誘電体層A2と、誘電体層A2の周囲に設けられた誘電体層A3とを備える誘電体導波線路であって、中心誘電体A1は、ポリテトラフルオロエチレンを含み、中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の25℃、6GHzにおける比誘電率をそれぞれ ϵ_{A1} 、 ϵ_{A2} 及び ϵ_{A3} と表すとき、 ϵ_{A1} が2.20以下であり、 ϵ_{A2} が1.90以下であり、 ϵ_{A3} が1.55以下であり、 $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ である誘電体導波線路に関する。

[0007] 中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の25℃、6GHzにおける誘電正接をそれぞれ $\tan \delta_{A1}$ 、 $\tan \delta_{A2}$ 及び $\tan \delta_{A3}$ と表すとき、 $\tan \delta_{A1}$ が 2.20×10^{-4} 以下であり、 $\tan \delta_{A2}$ が 1.20×10^{-4}

以下であり、 $\tan \delta_{A3}$ が 1.00×10^{-4} 以下であることが好ましい。

[0008] 誘電体層A2及びA3は、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン／ヘキサフルオロプロピレン共重合体、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）共重合体及びポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも1種の樹脂Aを含むことが好ましい。

[0009] 本開示は、ポリテトラフルオロエチレンを含む誘電体Bを備える誘電体導波線路であって、誘電体Bは、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、径方向に外側に向かって 25°C 、 6GHz における比誘電率が徐々に低くなる誘電体導波線路にも関する。

発明の効果

[0010] 本開示によれば、電磁波の突き抜けを低減することが可能な誘電体導波線路を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]第1の誘電体導波線路の一例の断面の模式図である。

[図2]第2の誘電体導波線路の一例の断面の模式図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示を具体的に説明する。

[0013] 本開示は、中心誘電体A1と、中心誘電体A1の周囲に設けられた誘電体層A2と、誘電体層A2の周囲に設けられた誘電体層A3とを備える誘電体導波線路であって、中心誘電体A1は、ポリテトラフルオロエチレンを含み、中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の 25°C 、 6GHz における比誘電率をそれぞれ ϵ_{A1} 、 ϵ_{A2} 及び ϵ_{A3} と表すとき、 ϵ_{A1} が 2.20 以下であり、 ϵ_{A2} が 1.90 以下であり、 ϵ_{A3} が 1.55 以下であり、 $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ である誘電体導波線路（以下、第1の誘電体導波線路ともいう）に関する。

[0014] 第1の誘電体導波線路は、上記の構成を有するので、電磁波が誘電体導波線路の外層を突き抜けて外部に漏洩する電磁波の突き抜けを低減することができる。その結果、伝送損失を低減することができ、電磁波、特にミリ波及び

サブミリ波の伝送効率を向上させることができる。

- [0015] 第1の誘電体導波線路は、また、誘電体導波線路内の群遅延を緩和することができ、エラーを低減することができる。
- [0016] 第1の誘電体導波線路において、中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の25℃、6GHzにおける比誘電率をそれぞれ ϵ_{A1} 、 ϵ_{A2} 及び ϵ_{A3} と表すとき、 ϵ_{A1} が2.20以下であり、 ϵ_{A2} が1.90以下であり、 ϵ_{A3} が1.55以下であり、 $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ である。このように、導波線路の外側に向かって段階的に比誘電率が低くなる誘電体を少なくとも3層設けると、当該誘電体が2層だけの導波線路と比較して、各層の比誘電率差を小さくすることができ、電磁波の突き抜けを低減することができる。
- [0017] ϵ_{A1} は2.20以下であり、2.15以下であることが好ましく、また、1.80以上であることが好ましく、1.90以上であることがより好ましく、2.00以上であることが更に好ましい。
- [0018] ϵ_{A2} は1.90以下であり、1.80以下であることが好ましく、1.75以下であることがより好ましく、また、1.50以上であることが好ましく、1.60以上であることがより好ましい。
- [0019] ϵ_{A3} は1.55以下であり、1.45以下であることが好ましく、また、1.01以上であることが好ましく、1.25以上であることがより好ましく、1.30以上であることが更に好ましい。
- [0020] 第1の誘電体導波線路において、 ϵ_{A2} と ϵ_{A1} との比 $\epsilon_{A2}/\epsilon_{A1}$ が0.65～0.95であることが好ましい。比 $\epsilon_{A2}/\epsilon_{A1}$ は0.92以下であることがより好ましく0.90以下であることが更に好ましく、また、0.70以上であることがより好ましく、0.80以上であることが更に好ましい。
比 $\epsilon_{A2}/\epsilon_{A1}$ が上記範囲内にあることにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。
- [0021] 第1の誘電体導波線路において、 ϵ_{A3} と ϵ_{A2} との比 $\epsilon_{A3}/\epsilon_{A2}$ が0.65～0.95であることが好ましい。比 $\epsilon_{A3}/\epsilon_{A2}$ は0.92以下であることがより好ましく0.90以下であることが更に好ましく、また、0.70以上

であることがより好ましく、0.80以上であることが更に好ましい。

比 $\varepsilon_{A3}/\varepsilon_{A2}$ が上記範囲内にあることにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。

[0022] 中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の各層の間には、更に、1層以上の誘電体層を設けてもよい。この態様においては、上記1層以上の誘電体層を含め、各層の25℃、6GHzにおける比誘電率が、外側の層ほど低くなることが好ましい。これにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。

[0023] 誘電体層A3の周囲には、更に、1層以上の誘電体層を設けてもよい。この態様において、上記1層以上の誘電体層の25℃、6GHzにおける比誘電率が、外側の層ほど低くなることも好ましい。これにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。

なお、上記1層以上の誘電体層の25℃、6GHzにおける比誘電率を、 ε_{A3} 以上にすることもできる。

[0024] 中心誘電体A1及び各誘電体層の比誘電率は、測定対象の誘電体から2.0mm×2.0mm×110mmの角棒状のサンプルを切り出し、空洞共振器を使用して、25℃、6GHzにおいて測定する。

測定対象の誘電体が1種の樹脂のみからなる場合は、当該誘電体の比重を測定し、上記樹脂の比重と比誘電率との相関関係に基づいて、比誘電率を算出することもできる。通常、樹脂の比重と比誘電率とは線形関係にある。当業者であれば、予め比重を変えて比誘電率を測定して得られた数値データから、樹脂ごとの関係式を求めることができる。

上記比重は、液中ひょう量法（JIS Z 8807準拠）により測定する。

[0025] 中心誘電体A1の比重は1.500以上であることが好ましく、1.700以上であることがより好ましく、1.900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、2.250であってよい。

[0026] 誘電体層A2の比重は1.700以下であることが好ましく、1.500以

下であることがより好ましく、1.400以下であることが更に好ましい。
また、0.350以上であることが好ましく、0.900以上であることがより好ましく、1.100以上であることが更に好ましい。

[0027] 誘電体層A3の比重は1.000以下であることが好ましく、0.850以下であることがより好ましく、また、0.010以上であることが好ましく、0.450以上であることがより好ましく、0.550以上であることが更に好ましい。

[0028] 第1の誘電体導波線路において、誘電体層A2の比重が中心誘電体A1の比重より小さく、誘電体層A3の比重が誘電体層A2の比重より小さいことが好ましい。

[0029] 中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3の25℃、6GHzにおける誘電正接をそれぞれ $\tan \delta_{A1}$ 、 $\tan \delta_{A2}$ 及び $\tan \delta_{A3}$ と表すとき、 $\tan \delta_{A1}$ が 2.20×10^{-4} 以下であり、 $\tan \delta_{A2}$ が 1.20×10^{-4} 以下であり、 $\tan \delta_{A3}$ が 1.00×10^{-4} 以下であることが好ましい。
各層の誘電正接が上記範囲内にあることにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。

[0030] $\tan \delta_{A1}$ は 2.10×10^{-4} 以下であることがより好ましく、また、 0.10×10^{-4} 以上であってよく、 0.50×10^{-4} 以上であってよい。

[0031] $\tan \delta_{A2}$ は 1.00×10^{-4} 以下であることがより好ましく、また、 0.10×10^{-4} 以上であってよく、 0.30×10^{-4} 以上であってよい。

[0032] $\tan \delta_{A3}$ は 0.80×10^{-4} 以下であることがより好ましく、また、 0.10×10^{-4} 以上であってよく、 0.20×10^{-4} 以上であってよい。

[0033] 第1の誘電体導波線路において、 $\tan \delta_{A1} > \tan \delta_{A2} > \tan \delta_{A3}$ であることも好ましい態様の1つである。

[0034] 中心誘電体A1及び各誘電体層の誘電正接は、測定対象の誘電体から2.0mm×2.0mm×110mmの角棒状のサンプルを切り出し、空洞共振器を使用して、25℃、6GHzにおいて測定する。

[0035] 中心誘電体A1は、PTFEを含む。上記PTFEは、テトラフルオロエチ

レン（TFE）のみからなるTFE単独重合体であっても、変性PTFEであってもよい。変性PTFEは、TFE単位と、TFEと共重合可能な変性モノマーに基づく変性モノマー単位とを含む。本明細書において、上記変性モノマー単位とは、PTFEの分子構造の一部であって変性モノマーに由来する部分を意味する。変性PTFE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PTFEであってもよい。

[0036] 上記変性モノマーとしては、TFE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〔HFP〕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〔CTFE〕等のパーハロオレフィン；トリフルオロエチレン、フッ化ビニリデン〔VDF〕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；ニトリル基を有するフッ素含有ビニルエーテル等が挙げられる。また、用いる変性モノマーは1種であってもよいし、複数種であってもよい。

[0037] 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（1）



（式中、Rf¹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。

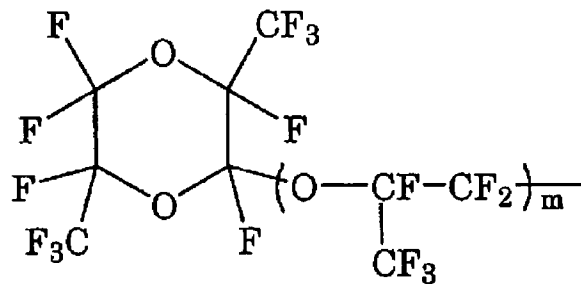
[0038] 上記パーフルオロビニルエーテルとしては、例えば、上記一般式（1）において、Rf¹が炭素数1～10のパーフルオロアルキル基であるパーフルオロ（アルキルビニルエーテル）〔PAVE〕が挙げられる。上記パーフルオロアルキル基の炭素数は、好ましくは1～5である。

[0039] 上記PAVE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、パーフルオロプロピル基が好ましい。上記PAVEとしては、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パーフルオロプロピルビニルエーテル〔PPVE〕が好ましい。

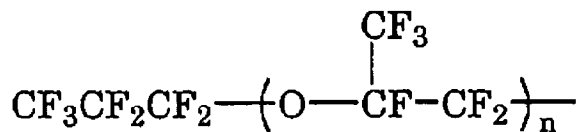
[0040] 上記パーフルオロビニルエーテルとしては、更に、上記一般式(1)において、R^{f1}が炭素数4～9のパーフルオロ(アルコキシアルキル)基であるもの、R^{f1}が下記式：

[化1]



(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^{f1}が下記式：

[化2]



(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。

[0041] (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(PFHE)等が挙げられる。

[0042] ニトリル基を有するフッ素含有ビニルエーテルとしては、 $CF_2=CFOR^f$ 2CN (式中、R^{f2}は2つの炭素原子間に酸素原子が挿入されていてもよい炭素数が2～7のアルキレン基を表す。)で表されるフッ素含有ビニルエーテルがより好ましい。

[0043] 上記変性PTFEにおける変性モノマーとしては、HFPE、CTFE、VD

F、PPVE、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。

[0044] 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。

[0045] 変性モノマーに基づく重合単位（変性モノマー単位）が0.00001～1.0質量%の範囲であることが好ましい。変性モノマー単位の下限としては、0.0001質量%がより好ましく、0.0005質量%がより好ましく、0.001質量%が更に好ましい。変性モノマー単位の上限としては、0.90質量%が好ましく、0.50質量%がより好ましく、0.40質量%が更に好ましく、0.30質量%が更により好ましく、0.10質量%が殊更に好ましく、0.08質量%が特に好ましく、0.05質量%が特に好ましく、0.01質量%が特に好ましい。

[0046] 本明細書において、PTFEを構成する各単量体の含有量は、NMR、FTIR、元素分析、蛍光X線分析を単量体の種類によって適宜組み合わせることで算出できる。

[0047] 上記PTFEは、フィブリル化特性を有することが好ましい。上記フィブリル化特性とは、容易に繊維化してフィブリルを形成する特性を指す。

[0048] フィブリル化特性の有無は、TFEの乳化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」で判断できる。通常、ペースト押しが可能であるのは、高分子量PTFE粉末がフィブリル化性を有するからである。ペースト押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。

[0049] 上記PTFEは、非溶融二次加工性を有することが好ましい。上記非溶融二次加工性とは、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。

[0050] 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に準拠して成形されたサンプルを用い、ASTM D-792に準拠した水置換法により測定する値である。

[0051] 上記PTFEは、第一融点が333～347℃であることが好ましい。より好ましくは、335～345℃である。上記第一融点は、300℃以上の温度に加熱した履歴がないPTFEについて示差走査熱量計〔DSC〕を用いて10℃/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。

[0052] また、上記PTFEとして、高分子量PTFEと低分子量PTFEとを使用することも可能である。上記高分子量PTFEは、第一融点が333～347℃であることが好ましく、335～345℃であることがより好ましい。上記低分子量PTFEは、第一融点が322～333℃であることが好ましく、324～332℃であることがより好ましい。上記第一融点は、300℃以上の温度に加熱した履歴がないPTFEについて示差走査熱量計〔DSC〕を用いて10℃/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。

[0053] 上記高分子量PTFEと上記低分子量PTFEとの質量比は、80/20～99/1であることが好ましく、85/15～97/3であることがより好ましく、90/10～95/5であることが更に好ましい。

[0054] 中心誘電体A1は、更に、上記PTFE以外の樹脂を含んでもよい。上記PTFE以外の樹脂としては、TFE/ヘキサフルオロプロピレン〔HFP〕共重合体〔FEP〕、TFE/パーフルオロ（アルキルビニルエーテル）〔PAVE〕共重合体〔PFA〕、ポリオレフィン等が好ましい。

[0055] 上記PTFE以外の樹脂としては、エチレン/TFE共重合体〔ETFE〕、ポリビリニデンフルオライド〔PVdF〕、ポリクロロトリフルオロエチレン〔PCTFE〕等も挙げられる。

[0056] 中心誘電体A1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、フィラー等が挙げられる。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。

[0057] 中心誘電体 A 1 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。

[0058] 中心誘電体 A 1 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、中心誘電体 A 1 に対して 99.0 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、99.9 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。

[0059] 誘電体層 A 2 及び A 3 は、P T F E、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] 及びポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも 1 種の樹脂 A を含むことが好ましい。

[0060] 樹脂 A としての P T F E としては、中心誘電体 A 1 に使用することができる P T F E として例示したものと同様の P T F E が挙げられる。

[0061] 上記 F E P としては、特に限定されないが、T F E 単位と H F P 単位とのモル比 (T F E 単位 / H F P 単位) が 70 / 30 以上 99 / 1 未満である共重合体が好ましい。より好ましいモル比は、70 / 30 以上 98.9 / 1.1 以下であり、更に好ましいモル比は、80 / 20 以上 97 / 3 以下である。T F E 単位が少なすぎると機械物性が低下する傾向があり、多すぎると融点が高くなりすぎ成形性が低下する傾向がある。F E P は、T F E 及び H F P と共重合可能な単量体に由来する単量体単位が 0.1 ~ 10 モル%であり、T F E 単位及び H F P 単位が合計で 90 ~ 99.9 モル%である共重合体であることも好ましい。T F E 及び H F P と共重合可能な単量体としては、P

AVE、アルキルパーフルオロビニルエーテル誘導体等が挙げられる。

[0062] 上記FEPは、融点が150～320℃であることが好ましく、200～300℃であることがより好ましく、240～280℃であることが更に好ましい。上記融点は、示差走査熱量計〔DSC〕を用いて10℃/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。

[0063] 上記FEPは、メルトフローレート（MFR）が0.01～100g/10分であることが好ましく、0.1～80g/10分であることがより好ましく、1～60g/10分であることが更に好ましく、1～50g/10分であることが特に好ましい。

本明細書において、MFRは、ASTM D 1238に準拠し、温度372℃、荷重5kgで測定して得られる値である。

[0064] 上記PFAにおけるPAVEとしては、例えば、式（10）：

$$CF_2 = CF - ORf^{10} \quad (10)$$

（式中、Rf¹⁰は、炭素数1～10、好ましくは炭素数1～5のパーフルオロアルキル基を表す。）で表されるものが挙げられ、なかでもパーフルオロ（メチルビニルエーテル）〔PMVE〕、パーフルオロ（エチルビニルエーテル）〔PEVE〕、パーフルオロ（プロピルビニルエーテル）〔PPVE〕が好ましい。

[0065] 上記PFAとしては、特に限定されないが、TFE単位とPAVE単位とのモル比（TFE単位/PAVE単位）が70/30以上99.5/0.5未満である共重合体が好ましい。より好ましいモル比は、70/30以上98.9/1.1以下であり、更に好ましいモル比は、80/20以上98.5/1.5以下である。TFE単位が少なすぎると機械物性が低下する傾向があり、多すぎると融点が高くなりすぎ成形性が低下する傾向がある。上記PFAは、TFE及びPAVEのみからなる共重合体であってもよいし、TFE及びPAVEと共重合可能な単量体に由来する単量体単位が0.1～10モル%であり、TFE単位及びPAVE単位が合計で90～99.9モル%である共重合体であることも好ましい。TFE及びPAVEと共重合可能な

単量体としては、 H F P 、 $\text{C Z}^1 \text{Z}^2 = \text{C Z}^3 (\text{C F}_2)_n \text{Z}^4$ (式中、 Z^1 、 Z^2 及び Z^3 は、同一若しくは異なって、水素原子又はフッ素原子を表し、 Z^4 は、水素原子、フッ素原子又は塩素原子を表し、 n は 2～10 の整数を表す。

) で表されるビニル単量体、及び、 $\text{C F}_2 = \text{C F} - \text{O C H}_2 - \text{R f}^{11}$ (式中、 R f^{11} は炭素数 1～5 のパーフルオロアルキル基を表す。) で表されるアルキルパーフルオロビニルエーテル誘導体等が挙げられる。

[0066] 上記 P F A は、融点が 180～340℃であることが好ましく、230～330℃であることがより好ましく、280～320℃であることが更に好ましい。上記融点は、示差走査熱量計〔D S C〕を用いて 10℃/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。

[0067] 上記 P F A は、M F R が 0.1～100 g / 10 分であることが好ましく、0.5～90 g / 10 分であることがより好ましく、1.0～85 g / 10 分であることが更に好ましい。

[0068] 本明細書において、フッ素樹脂を構成する各単量体単位の含有量は、N M R、F T - I R、元素分析、蛍光 X 線分析を単量体の種類によって適宜組み合わせることによって算出できる。

[0069] 上記 F E P 及び P F A は、フッ素化処理されたものであることが好ましい。上記フッ素化処理により、 $-\text{C O O H}$ 、 $-\text{C H}_2 \text{O H}$ 、 $-\text{C O F}$ 、 $-\text{C O N H}_2$ 等の熱的及び電気特性的に不安定な末端基 (不安定末端基) を低減することができ、伝送効率を向上させることができる。

[0070] 上記フッ素化処理は、公知の方法により行うことができ、例えば、フッ素化処理されていないフッ素樹脂とフッ素含有化合物とを接触させることにより行うことができる。

上記フッ素含有化合物としては、フッ素化処理条件下にてフッ素ラジカルを発生するフッ素ラジカル源、例えば、 F_2 ガス、 C o F_3 、 A g F_2 、 U F_6 、 O F_2 、 $\text{N}_2 \text{F}_2$ 、 $\text{C F}_3 \text{O F}$ 、及び、フッ化ハロゲン (例えば I F_5 、 C l F_3) 等が挙げられる。

[0071] 上記ポリオレフィンとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン等が挙げられ

、なかでもポリエチレンが好ましい。

[0072] 樹脂Aは、PTFE、FEP、PFA及びポリオレフィ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く、PTFE及びポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも1種であることがより好ましく、PTFE及びポリエチレンからなる群より選択される少なくとも1種であることが更に好ましく、PTFEであることが特に好ましい。

樹脂Aは、ポリオレフィンであることも好ましく、ポリエチレンであることも好ましい。

[0073] 誘電体層A2及びA3は、更に、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、中心誘電体A1に使用することが可能な他の成分と同様の成分を挙げることができる。

[0074] 誘電体層A2及びA3は、誘電体層A2及びA3に対して99.0質量%以上の樹脂Aを含むものであることが好ましく、99.9質量%以上の樹脂Aを含むものであることがより好ましい。

[0075] 第1の誘電体導波線路は、更に、誘電体層A3の周囲（誘電体層A3の外側に更なる誘電体層がある場合は当該誘電体層の周囲）に保護層を備えていてもよい。上記保護層は、内側に位置する誘電体層を保護するために設けられるが、設置は任意である。上記保護層は、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、フッ素樹脂等の材料により構成することができる。

[0076] 第1の誘電体導波線路は、例えば、PTFEを成形して中心誘電体A1を得る工程と、中心誘電体A1の周囲に誘電体層A2及びA3を形成する工程と、を含む製造方法により、好適に製造することができる。

[0077] 上記PTFEを成形することにより、中心誘電体A1が得られる。中心誘電体A1は、未焼成PTFE成形体により形成されていてもよく、半焼成PTFE成形体により形成されていてもよく、焼成PTFE成形体により形成されていてもよい。

[0078] 上記未焼成PTFE成形体は、例えば、未焼成PTFE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。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、1～24 時間熟成させ、圧力 0.5～2.0 MP 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 2～100 MP a にて行うことができる。

上記未焼成 P T F E 成形体を、必要に応じて延伸し、未焼成延伸 P T F E 成形体としてもよい。

[0079] 上記未焼成 P T F E は、326℃以上に加熱した履歴のない P T F E であり、300℃以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。

[0080] 上記半焼成 P T F E 成形体は、例えば、未焼成 P T F E 成形体を、320～340℃、好ましくは 330～340℃で、10秒～180分間加熱することにより得られる。上記半焼成 P T F E 成形体は、未焼成 P T F E を 345℃超に加熱することなく得られたものであることも好ましい。

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。

[0081] 上記焼成 P T F E 成形体は、例えば、未焼成 P T F E 成形体を、P T F E の第一融点以上、好ましくは 340℃超、より好ましくは 345℃超、更に好ましくは 350℃以上の温度で 10秒～180分間加熱することにより得られる。

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。

[0082] 上記の延伸、焼成の有無や、それらの条件を調整することにより、樹脂の比重や結晶化度を調整することができ、中心誘電体 A 1 の比誘電率を調整することができる。通常、延伸倍率が高いほど、また、結晶化度が低いほど、比誘電率は低くなる。

[0083] 誘電体層 A 2 及び A 3 は、例えば、中心誘電体 A 1 の周囲に、誘電体層 A 2 及び A 3 のそれぞれを構成することになる樹脂 A を公知の方法により押出することにより、形成することができる。誘電体層 A 2 用の樹脂 A と誘電体層

A 3用の樹脂Aとを別々に押出してもよいし、それらを共押出してもよい。上記（共）押出は、樹脂AがPTFEである場合はペースト（共）押出であることが好ましく、樹脂Aが溶融加工性樹脂である場合は溶融（共）押出であることが好ましい。ペースト共押出は、例えば、特開2001-357730号公報に記載される方法に倣って行うことができる。

[0084] 誘電体層A2及びA3は、また、中心誘電体A1の周囲に、誘電体層A2及びA3のそれぞれを構成することになる樹脂Aを含むシート（テープ）を巻きつけることによっても、形成することができる。あるいは、中心誘電体A1に、誘電体層A2及びA3のそれぞれを構成することになる樹脂Aを含むチューブを被せることによっても、形成することができる。上記シート（テープ）又はチューブを用いる方法は、例えば、国際公開第2012/07760号に記載される方法や、国際公開第2016/159314号に記載される方法に倣って実施することができる。

[0085] 誘電体層A2及びA3を形成する際に、樹脂Aに延伸、発泡、焼成等の処理を行ってもよい。これらの処理の有無や、処理条件の調整により、樹脂の比重や結晶化度を調整することができ、誘電体層A2及びA3の比誘電率を調整することができる。通常、延伸倍率又は発泡率が高いほど、また、結晶化度が低いほど、比誘電率は低くなる。

[0086] 樹脂AがPTFEである場合、比誘電率の調整は延伸又は焼成により行うことが好ましい。延伸及び焼成の方法は特に限定されず、公知の方法を採用することができる。また、国際公開第2005/019320号に記載されるような発泡方法により比誘電率を調整することもできる。

[0087] 樹脂AがFEP又はPFAである場合、比誘電率の調整は発泡により行うことが好ましい。発泡方法としては特に限定されず、例えば、発泡操作用に設計されたスクリー押出機にFEP又はPFAを投入し、連続的なガス射出法を用いる方法等の公知の方法が挙げられる。上記ガスとしては、例えば、クロロジフルオロメタン、窒素、二酸化炭素等のガス又は上記ガスの混合物を用いることができる。上記ガスは、加圧気体として押出機内の溶融樹脂中

に導入してもよいし、化学的発泡剤を溶融樹脂中に混和させることにより発生させてもよい。また、気泡の細小化や均一分布化を目的として、樹脂中に発泡核剤を存在させることもできる。

[0088] 樹脂Aがポリオレフィンである場合、比誘電率の調整は発泡により行うことが好ましい。発泡方法としては特に限定されず、溶融発泡等の公知の方法を挙げることができる。

[0089] 誘電体層A2及びA3は、未焼成PTFE、延伸PTFE、発泡FEP、発泡PFA及び発泡ポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも1種を含むことが好ましく、未焼成PTFE、延伸PTFE及び発泡ポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも1種を含むことがより好ましく、未焼成PTFE、延伸PTFE及び発泡ポリエチレンからなる群より選択される少なくとも1種を含むことが更に好ましく、未焼成PTFE及び延伸PTFEからなる群より選択される少なくとも1種を含むことが特に好ましい。

誘電体層A2及びA3は、発泡ポリオレフィンを含むことも好ましく、発泡ポリエチレンを含むことも好ましい。

[0090] 第1の誘電体導波線路は、導波媒体として中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3を備えることが好ましい。また、第1の誘電体導波線路は、誘電体間の比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。

[0091] 本開示は、PTFEを含む誘電体Bを備える誘電体導波線路であって、誘電体Bは、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、径方向に外側に向かって25℃、6GHzにおける比誘電率が徐々に低くなる誘電体導波線路（以下、第2の誘電体導波線路ともいう）にも関する。

[0092] 第2の誘電体導波線路は、上記構成を有するので、電磁波の突き抜けを低減することができる。その結果、伝送損失を低減することができ、電磁波、特にミリ波及びサブミリ波の伝送効率を向上させることができる。

[0093] 第2の誘電体導波線路は、また、誘電体導波線路内の群遅延を緩和すること

ができ、エラーを低減することができる。

- [0094] 第2の誘電体導波線路において、誘電体Bは、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、径方向に外側に向かって25℃、6GHzにおける比誘電率が徐々に低くなっている。このように、径方向に外側に向かって比誘電率が徐々に低くなる誘電体を設けると、比誘電率が異なる2層の誘電体を備える導波線路と比較して、各部分の比誘電率差を小さくすることができ、電磁波の突き抜けを低減することができる。また、誘電体が同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されることで、複数の誘電体層を形成するための工程が不要になる。
- [0095] 誘電体Bにおいては、径方向に外側に向かって比誘電率が連続的に（無段階に）低くなっていることが好ましい。
- [0096] 誘電体Bにおいて、比誘電率の低下率は、径方向に外側に向かって1mm当たり0.005%以上であることが好ましく、0.01%以上であることがより好ましく、0.1%以上であることが更に好ましく、また、20%以下であることが好ましく、10%以下であることがより好ましく、5%以下であることが更に好ましい。
- [0097] 誘電体Bの中心部の比誘電率は、2.30以下であることが好ましく、2.25以下であることがより好ましく、また、1.90以上であることが好ましく、2.00以上であることがより好ましく、2.10以上であることが更に好ましい。
- [0098] 誘電体Bの外周部の比誘電率は、2.10以下であることが好ましく、2.00以下であることがより好ましく、また、1.30以上であることが好ましく、1.50以上であることがより好ましく、1.70以上であることが更に好ましい。
- [0099] 第2の誘電体導波線路が曲線状である場合は、誘電体Bの中心部と外周部との比誘電率の差（中心部－外周部） $\Delta \epsilon$ が0.5以上であることが好ましい。上限は1.50であってよい。第2の誘電体導波線路が直線状である場合は、 $\Delta \epsilon$ が0超かつ0.5未満であることが好ましい。

[0100] 誘電体Bの周囲には、更に、1層以上の誘電体層を設けてもよい。この態様において、上記1層以上の誘電体層の25℃、6GHzにおける比誘電率が、誘電体Bの外周部の上記比誘電率より低いことも好ましく、外側の層ほど上記比誘電率が低くなることも好ましい。これにより、電磁波の突き抜けを一層低減することができる。

なお、上記1層以上の誘電体層の25℃、6GHzにおける比誘電率を、誘電体Bの外周部以上にすることもできる。

[0101] 誘電体Bの各部分及び各誘電体層の比誘電率は、測定対象の部分から2.0mm×2.0mm×110mmの角棒状のサンプルを切り出し、空洞共振器を使用して、25℃、6GHzにおいて測定する。

測定対象の誘電体が1種の樹脂のみからなる場合は、測定対象部分の比重を測定し、上記樹脂の比重と比誘電率との相関関係に基づいて、比誘電率を算出することもできる。通常、樹脂の比重と比誘電率とは線形関係にある。当業者であれば、比重を変えて比誘電率を測定して得られた数値データから、樹脂ごとの関係式を求めることができる。

上記比重は、液中ひょう量法（JIS Z 8807準拠）により測定する。

[0102] 誘電体Bにおいては、径方向に外側に向かって比重が徐々に低くなっていることが好ましい。径方向に外側に向かって比重が連続的に（無段階に）低くなっていることも好ましい。

[0103] 誘電体Bの中心部の誘電正接は 2.20×10^{-4} 以下であることが好ましく、 2.10×10^{-4} 以下であることがより好ましく、また、 0.10×10^{-4} 以上であってよく、 0.50×10^{-4} 以上であってよい。

[0104] 誘電体Bの中心部の誘電正接は 1.00×10^{-4} 以下であることが好ましく、 0.80×10^{-4} 以下であることがより好ましく、また、 0.10×10^{-4} 以上であってよく、 0.20×10^{-4} 以上であってよい。

[0105] 誘電体Bにおいては、径方向に外側に向かって誘電正接が徐々に低くなっていることが好ましい。径方向に外側に向かって誘電正接が連続的に（無段階

に) 低くなっていることも好ましい。

- [0106] 誘電体Bの誘電正接は、測定対象の誘電体から2.0mm×2.0mm×110mmの角棒状のサンプルを切り出し、空洞共振器を使用して、25℃、6GHzにおいて測定する。
- [0107] 誘電体Bは、PTFEを含む。誘電体Bに使用することが可能なPTFEとしては、上述の中心誘電体A1に使用することが可能なPTFEと同様のものを挙げるができる。
- [0108] 誘電体Bは、更に、上記PTFE以外の樹脂や、他の成分を含んでもよい。上記PTFE以外の樹脂及び他の成分としては、上述の中心誘電体A1に使用することが可能な樹脂及び他の成分と同様のものを挙げるができる。
- [0109] 誘電体Bは、上記PTFE以外の樹脂や上記他の成分を含む場合であっても、誘電体Bに対して99.0質量%以上の上記PTFEを含むものであることが好ましく、99.9質量%以上の上記PTFEを含むものであることがより好ましい。
- [0110] 誘電体Bは、第2の誘電体導波線路における最内層であってよい。
- [0111] 第2の誘電体導波線路は、更に、誘電体Bの周囲（誘電体Bの外側に更なる誘電体層がある場合は当該誘電体層の周囲）に保護層を備えていてもよい。上記保護層は、内側に位置する誘電体層を保護するために設けられるが、設置は任意である。上記保護層は、ポリ塩化ビニル、ポリオレフィン、フッ素樹脂等の材料により構成することができる。
- [0112] 第2の誘電体導波線路は、例えば、未焼成PTFEを成形して未焼成PTFE成形体を得る工程と、上記未焼成PTFE成形体を、上記PTFEの第一融点以上の温度に加熱する工程と、加熱されたPTFE成形体の外周を急冷することにより誘電体Bを得る工程と、を含む製造方法により、好適に製造することができる。
- 上記PTFEの第一融点以上の温度に加熱されたPTFE成形体の外周を急冷すると、外周付近のPTFEの結晶化度が低くなり、比誘電率が低くなる。これに対し、上記PTFE成形体の中心付近は外周付近よりも熱が逃げに

くいので、徐冷され、結晶化度が高くなり、比誘電率が高くなる。その結果、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、径方向に外側に向かって比誘電率が徐々に低くなっている誘電体Bが得られる。

[0113] 上記未焼成PTFEは、326℃以上に加熱した履歴のないPTFEであり、300℃以上に加熱した履歴のないPTFEであることが好ましい。

[0114] 上記未焼成PTFE成形体は、例えば、未焼成PTFE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。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てもよい。上記混合物は、未焼成PTFEの粉末と押出助剤とを公知の方法により混合し、1～24時間熟成させ、圧力0.5～2.0MPa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2～100MPaにて行うことができる。

[0115] 上記加熱は、上記PTFEの第一融点以上、好ましくは340℃超、より好ましくは345℃超、更に好ましくは350℃以上の温度で行う。加熱時間は、10秒～180分間であることが好ましい。

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。

[0116] 上記急冷における降温速度は100℃/時以上であることが好ましく、200℃/時以上であることがより好ましく、300℃/時以上であることが更に好ましい。

[0117] 上記急冷は、例えば、上記PTFEの第一融点以上の温度に加熱されたPTFE成形体を、100℃以下の雰囲気下、又は、100℃以下の水中に置くことにより、実施できる。

上記雰囲気又は水の温度は、50℃以下であることが好ましく、30℃以下であることがより好ましく、また、0℃超であることが好ましい。

[0118] 第2の誘電体導波線路は、また、金属線を未焼成PTFE成形体で被覆する工程と、上記金属線を加熱することにより、上記未焼成PTFE成形体の中心部を、上記PTFEの第一融点以上の温度に加熱する工程と、加熱により

得られたP T F E成形体から上記金属線を除去することにより誘電体Bを得る工程と、を含む製造方法によっても、好適に製造することができる。

金属線により、未焼成P T F E成形体を中心部から加熱することで、中心付近のP T F Eの結晶化度が高くなり、比誘電率が高くなる。これに対し、外周付近は中心付近ほど加熱されないので、結晶化度が低くなり、比誘電率が低くなる。その結果、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、径方向に外側に向かって比誘電率が徐々に低くなっている誘電体Bが得られる。

[0119] 上記被覆は、例えば、未焼成P T F Eの粉末と押出助剤とからなる混合物を金属線上にペースト押出成形することにより実施できる。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、1～24時間熟成させ、圧力0.5～2.0MPa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2～100MPaにて行うことができる。

[0120] 上記金属線の加熱は、例えば、上記金属線に電圧を印加し、通電することにより実施できる。上記金属線は、通電により熱を発生する金属線であることが好ましく、例えば、ニクロム線、鉄クロム線、銀メッキ銅線等が挙げられる。

[0121] 上記加熱は、上記未焼成P T F E成形体の中心部が、上記P T F Eの第一融点以上、好ましくは340℃超、より好ましくは345℃超、更に好ましくは350℃以上の温度となるように行う。
例えば、上記未焼成P T F E成形体の中心部の温度が上記範囲内となるように、上記金属線に印加する電圧を調整する。

[0122] 上記加熱は、上記未焼成P T F E成形体の外周部が、上記P T F Eの第一融点未満の温度となるように行うことが好ましい。

[0123] 第2の誘電体導波線路は、導波媒体として誘電体Bを備えることが好ましい。また、第2の誘電体導波線路は、誘電体B内の比誘電率差を利用して、ミ

り波、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。

[0124] 第1及び第2の誘電体導波線路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が、線状（棒状）であることが好ましい。

第1の誘電体導波線路の断面形状は、真円状、楕円状等の円形であってもよいし、正方形、長方形等の方形であってもよいし、円環状等であってもよい。

[0125] 第1及び第2の誘電体導波線路は、曲線状であることも好ましい。通常、曲線状の誘電体導波線路においては電磁波の突き抜けが特に発生しやすいが、第1及び第2の誘電体導波線路は曲線状であっても電磁波の突き抜けが発生しにくい。

[0126] 第1及び第2の誘電体導波線路の断面積は、使用される電磁波の周波数により適宜選択され、例えば、28GHzの高周波を伝送する場合には、2～10mm²であることが好ましく、5～9mm²であることがより好ましい。

[0127] 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、インシュレーイメージ線路、トラップドイメージ線路、リブガイド、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。

[0128] 第1の誘電体導波線路の一例として、図1に、中心誘電体1と、中心誘電体より比誘電率の低い誘電体層2と、誘電体層2より比誘電率の低い誘電体層3と、保護層4（ジャケット）とを備える誘電体導波線路の断面の模式図を示す。中心誘電体1、誘電体層2及び誘電体層3は、それぞれ、第1の誘電体導波線路における中心誘電体A1、誘電体層A2及び誘電体層A3に相当する。

[0129] 第2の誘電体導波線路の一例として、図2に、中心から径方向に外側に向かって比誘電率が徐々に低くなる誘電体11と、保護層12（ジャケット）とを備える誘電体導波線路の断面の模式図を示す。誘電体11は、第2の誘電

体導波線路における誘電体 B に相当する。

[0130] なお、第 1 及び第 2 の誘電体導波線路の構成は、図示したものに限定されない。

実施例

[0131] 次に実施例を挙げて本開示を更に詳しく説明するが、本開示はこれらの実施例のみに限定されるものではない。

[0132] 実施例の各数値は以下の方法により測定した。

[0133] 誘電率及び誘電正接 ($\tan \delta$)

誘電体導波線路を構成する誘電体 (層) の比誘電率は、比重と比誘電率 (25°C、6 GHz) との相関関係 (線形関係) を示す関係式を用いて、上記誘電体 (層) の比重から計算により求めた。

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

計算に用いる関係式は樹脂の種類によって異なるが、いずれも、予め取得した複数の比重及び比誘電率の数値データから求めることができる。数値データの一例として、PTFE の比重及び比誘電率の数値データを表 1 に示す。

[0134] [表1]

比重	比誘電率
0.00	1.00
0.71	1.40
1.38	1.75
1.60	1.85
1.80	1.96
2.23	2.20

[0135] 誘電体導波線路を構成する誘電体 (層) の誘電正接は、測定対象の誘電体から 2.0 mm × 2.0 mm × 110 mm の角棒状のサンプルを切り出し、株式会社関東電子応用開発製空洞共振器を使用して、25°C、6 GHz において測定した。

[0136] 実施例 1

内層線路の作成

PTFE ファインパウダー (標準比重 (SSG) : 2.175) を 2 kg に

、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し、直径3.5mmの丸棒状押出物を得た。この押出物を、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷して、内層線路を得た。内層線路の比重は2.060、比誘電率は2.10、誘電正接は0.00020であった。

[0137] 中間層1の作成

内層線路の周りに、8mm幅にスリットした厚さ250 μ mの圧延未焼成未延伸PTFEテープを1mm間隔でS撚りで厚みが1mmになるように巻き付け、中間層1とした。中間層1の比重は1.595、比誘電率は1.85、誘電正接は0.00007であった。

[0138] 中間層2の作成

中間層1の周りに、3倍延伸し、8mm幅にスリットした厚さ150 μ mの圧延未焼成未延伸PTFEテープを1mm間隔でZ撚りで厚みが1mmになるように巻き付け、中間層2とした。中間層2の比重は0.957、比誘電率は1.51、誘電正接は0.00004であった。

[0139] 外層の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成形品を作成した。この予備成形品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し、外径15mm、内径7.5mmのチューブ状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を300℃に設定した電気炉に30分間入

れた後、2.5倍の長さに延伸することで比重0.657、比誘電率1.35、誘電正接0.00003の延伸PTFEチューブを作成した。このチューブを中間層2の外側に被せることで外層とし、誘電体導波線路を得た。

[0140] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、円錐状ホーンアンテナに差しこみ、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.18dB/cmであった。

なお、挿入損失の絶対値が小さいほど、電磁波の突き抜けが少ない。

[0141] 実施例2

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し出し、直径3.5mmの丸棒状押し出し物を得た。この押し出し物を、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間、更に300℃の電気炉で30分間加熱することで、押し出し助剤を蒸散させて、内層線路を得た。内層線路の比重は1.595、比誘電率は1.85、誘電正接は0.00007であった。

[0142] 中間層1の作成

内層線路の周りに、3倍延伸し、8mm幅にスリットした厚さ150μmの圧延未焼成未延伸PTFEテープを1mm間隔でZ撚りで厚みが1mmになるように巻き付け、中間層1とした。中間層1の比重は0.957、比誘電率は1.51、誘電正接は0.00004であった。

[0143] 外層の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し出し、外径15mm、内径7.5mmのチューブ状押し出し物を得た。この押し出し物を、50℃の電気炉で1時間、80

℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させたチューブを300℃に設定した電気炉に30分間入れた後、2.5倍の長さに延伸することで比重0.657、比誘電率1.35、誘電正接0.00003の延伸PTFEチューブを作成した。このチューブを中間層1の外側に被せることで外層とし、誘電体導波線路を得た。

[0144] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、両端をそれぞれ円形導波管に挿入し、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.17dB/cmであった。

[0145] 実施例3

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成形することで、直径49mmの予備成形品を作成した。この予備成形品をペースト押出成形機を使ってペースト押し、3.5mm×7mm角の角棒状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で30分、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷して、内層線路を得た。内層線路の比重は2.158、比誘電率は2.15、誘電正接は0.00010であった。

[0146] 中間層1の作成

内層線路の周りに、8mm幅にスリットした厚さ250μmの圧延未焼成未延伸PTFEテープを1mm間隔でS撚りで厚みが2mmになるように巻き付け、中間層1とした。中間層1の比重は1.595、比誘電率は1.85、誘電正接は0.00007であった。

[0147] 中間層2の作成

中間層 1 の周りに、3 倍延伸し、8 mm 幅にスリットした厚さ 150 μm の圧延未焼成未延伸 PTFE テープを 1 mm 間隔で Z 撚りで厚みが 2 mm になるように巻き付け、中間層 2 とした。中間層 2 の比重は 0.957、比誘電率は 1.51、誘電正接は 0.00004 であった。

[0148] 外層の作成

中間層 2 の周りに、5 倍延伸し、8 mm 幅にスリットした厚さ 100 μm の圧延未焼成未延伸 PTFE テープを 1 mm 間隔で S 撚りで厚みが 1 mm になるように巻き付け、外層とした。外層の比重は 0.657、比誘電率は 1.35、誘電正接は 0.00003 であった。

[0149] 外層の外側に FEP 製熱収縮チューブを被せ、ホットガンで加熱して収縮させ、保護層とし、誘電体導波線路を得た。

[0150] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ 600 mm に切断し、両端を 1 : 2 の四角錐状に加工し、両端をそれぞれ角錐ホーンアンテナに挿入し、28 GHz での挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ -0.25 dB / cm であった。

[0151] 実施例 4

内層線路の作成

PTFE ファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を 2 kg に、炭化水素系溶剤を押出助剤として 410 g 混合し、3 MPa で成形することで、直径 49 mm の予備成形品を作成した。この予備成形品を PTFE ペースト押出成形機を使ってペースト押し出し、直径 3.5 mm の丸棒状押し出し物を得た。この押し出し物を、50°C の電気炉で 1 時間、80°C の電気炉で 1 時間、その後 200°C の電気炉で 10 分間加熱することで、押し出し助剤を蒸散させて、内層線路を得た。内層線路の比重は 2.158、比誘電率は 2.15、誘電正接は 0.00010 であった。

[0152] 中間層 1 の作成

PTFE ファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を 2 kg に、炭化水素系溶剤を押出助剤として 410 g 混合し、3 MPa で成型するこ

とで、直径49mmの予備成形品を作成した。この予備成形品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し、外径6.5mm、内径3.5mmのチューブ状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。このチューブを内層線路の外側に被せることで中間層1とした。中間層1の比重は1.80、比誘電率は1.96、誘電正接は0.00009であった。

[0153] 中間層2の作成

中間層1と同様の方法で外径10mm、内径6.5mmのチューブ状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。このチューブを300℃に設定した電気炉に30分間入れた後、2.5倍の長さに延伸することで比重1.6、比誘電率1.85、誘電正接0.00007の延伸PTFEチューブを作成した。このチューブを中間層1の外側にかぶせることで中間層2とした。

[0154] 外層の作成

中間層1と同様の方法で外径18mm、内径10mmのチューブ状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。このチューブを300℃に設定した電気炉に30分間入れた後、3倍の長さに延伸することで比重0.71、比誘電率1.4、誘電正接0.00003の延伸PTFEチューブを作成した。このチューブを中間層2の外側にかぶせることで外層とした。

[0155] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、両端をそれぞれ円形導波管に挿入し、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.17dB/cmであった。

[0156] 実施例5

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに

、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押出成形機を使ってペースト押し、直径9mmの丸棒状押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、100℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を340℃に加熱した電気炉に15分間入れることで、PTFEを焼成した。焼成したPTFE丸棒を、直ちに常温雰囲気中に置くことで表面を急冷し、径方向に外側に向かって比誘電率が徐々に低下する誘電体導波線路を得た。

上記で得られた誘電体導波線路の中心部の比重は2.23、比誘電率は2.20であり、中心から径方向に約2.3mmの部分の比重は2.17、比誘電率は2.08であり、外周部の比重は2.10、比誘電率は1.95であった。

[0157] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、両端をそれぞれ円形導波管に挿入し、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.19dB/cmであった。

[0158] 実施例6

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mm内径16mmの予備成形品を作成した。この予備成形品をPTFEペースト押出成形機を使って0.511mm銀メッキ銅線上に被覆押し、直径9.0mmの被覆押出物を得た。この押出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を長さ2mに切断し、銀メッキ銅線の両端に直流電源を接続し、7.5Vを印加したところ15Aの電流が流れた。上記押出物の表面が250℃に達したところで、電圧印加をやめ、常温まで、

冷却した。その後銀メッキ線を引き抜いて、誘電体導波線路を得た。

上記で得られた誘電体導波線路の中心（銅線が位置していた部分）付近の比重は2.23、比誘電率は2.20であり、中心から径方向に約2.3mmの部分の比重は2.17、比誘電率は2.08であり、外周部の比重は2.10、比誘電率は1.95であった。

[0159] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、両端をそれぞれ円形導波管に挿入し、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.20dB/cmであった。

[0160] 実施例7

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押し出し剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押し出し成形機を使ってペースト押し出し、直径3.5mmの丸棒状押し出し物を得た。この押し出し物を、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押し出し剤を蒸散させた。

押し出し剤を蒸散させた上記押し出し物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷して、内層線路を得た。内層線路の比重は2.060、比誘電率は2.10、誘電正接は0.00020であった。

[0161] 中間層1の作成

内層線路の周りに、ポリエチレン（PE）から得られた発泡PEチューブをかぶせた。中間層1の内径は3.6mm、外径は10.5mm、比重は0.396、比誘電率は1.56、誘電正接は0.00003であった。

[0162] 外層の作成

中間層1の周りに、PEから得られた発泡PEシート（厚み9mm、幅10mm）を1重となるように巻き付けて外層とし、誘電体導波線路を得た。上記外層の比重は0.01569、比誘電率は1.03、誘電正接は0.00

002であった。

[0163] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を円錐状に加工し、ホーンアンテナに差し込み、60GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.17dB/cmであった。

[0164] 実施例8

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押し出し剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押し出し成形機を使ってペースト押し出し、直径3.5mmの丸棒状押し出し物を得た。この押し出し物を、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押し出し剤を蒸散させた。

押し出し剤を蒸散させた上記押し出し物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷して、内層線路を得た。内層線路の比重は2.060、比誘電率は2.10、誘電正接は0.00020であった。

[0165] 中間層1の作成

内層線路の周りに、PFAから得られた発泡PFAチューブをかぶせた。中間層1の内径は3.6mm、外径は10.5mm、比重は1.2、比誘電率は1.5、誘電正接は0.0002であった。

[0166] 外層の作成

中間層1の周りに、PFAから得られた発泡PFAシート（厚み9mm、幅10mm）を1重となるように巻き付けて外層とし、誘電体導波線路を得た。上記外層の比重は1.0、比誘電率は1.2、誘電正接は0.00008であった。

[0167] 実施例9

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに

、炭化水素系溶剤を押し出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押し出成形機を使ってペースト押し出し、直径3.5mmの丸棒状押し出物を得た。この押し出物を、80℃の電気炉で30分、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押し出助剤を蒸散させた。

押し出助剤を蒸散させた上記押し出物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷して、内層線路を得た。内層線路の比重は2.060、比誘電率は2.10、誘電正接は0.00020であった。

[0168] 中間層1の作成

内層線路の周りに、FEPから得られた発泡FEPチューブをかぶせた。中間層1の内径は3.6mm、外径は10.5mm、比重は1.1、比誘電率は1.5、誘電正接は0.0002であった。

[0169] 外層の作成

中間層1の周りに、FEPから得られた発泡FEPシート（厚み9mm、幅10mm）を1重となるように巻き付けて外層とし、誘電体導波線路を得た。上記外層の比重は1.0、比誘電率は1.1、誘電正接は0.00007であった。

[0170] 比較例1

内層線路の作成

PTFEファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を2kgに、炭化水素系溶剤を押し出助剤として410g混合し、3MPaで成型することで、直径49mmの予備成型品を作成した。この予備成型品をPTFEペースト押し出成形機を使ってペースト押し出し、直径3.5mmの丸棒状押し出物を得た。この押し出物を、50℃の電気炉で1時間、80℃の電気炉で1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押し出助剤を蒸散させた。

押し出助剤を蒸散させた上記押し出物を360℃に加熱した電気炉に30分間入

れて P T F E を焼成し、 $60^{\circ}\text{C}/\text{hr}$ の降温速度で 200°C まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷し、内層線路を得た。内層線路の比重は 2.060、比誘電率は 2.10、誘電正接は 0.0002 であった。

[0171] 外層の作成

P T F E ファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を 2 kg に、炭化水素系溶剤を押し出助剤として 410 g 混合し、3 MPa で成型することで、直径 49 mm の予備成形品を作成した。この予備成形品を P T F E ペースト押し出成形機を使ってペースト押し出し、外径 15 mm、内径 3.5 mm のチューブ状押し出物を得た。この押し出物を、 50°C の電気炉で 1 時間、 80°C の電気炉で 1 時間、その後 200°C の電気炉で 10 分間加熱することで、押し出助剤を蒸散させた。

この未焼成 P T F E チューブを、 300°C の電気炉に 1 時間入れ、更に 2.5 倍の長さに延伸し、全長を維持したまま常温度まで冷却することで、比重 0.582、比誘電率 1.31、誘電正接は 0.00003 の外層チューブを得た。

この外層チューブを上記内層線路に被せ、外層とした。

[0172] 外層の外側に F E P 製熱収縮チューブを被せ、ホットガンで加熱して収縮させ、保護層とし、誘電体導波線路を得た。

[0173] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ 600 mm に切断し、両端を円錐状に加工し、両端をそれぞれ円形導波管に挿入し、60 GHz での挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ $-0.21\text{ dB}/\text{cm}$ であった。

[0174] 比較例 2

内層線路の作成

P T F E ファインパウダー（標準比重（SSG）：2.175）を 2 kg に、炭化水素系溶剤を押し出助剤として 410 g 混合し、3 MPa で成型することで、直径 49 mm の予備成型品を作成した。この予備成型品を P T F E ペースト押し出成形機を使ってペースト押し出し、 $3.5\text{ mm} \times 7\text{ mm}$ 角の角棒状押し出物を得た。この押し出物を、 50°C の電気炉で 1 時間、 80°C の電気炉で

1時間、その後200℃の電気炉で10分間加熱することで、押出助剤を蒸散させた。

押出助剤を蒸散させた上記押出物を360℃に加熱した電気炉に30分間入れてPTFEを焼成し、60℃/hrの降温速度で200℃まで冷却後、常温下に取り出すことで、徐冷し、内層線路を得た。上記内層線路の比重は2.158、比誘電率は2.15、誘電正接は0.00010であった。

[0175] 外層の作成

内層線路の周りに、8mm幅にスリットした厚さ100 μ mの圧延未焼成未延伸PTFEテープを1mm間隔でS撚りで数回巻き付け、5mm厚みの外層とした。外層の比重は0.657、比誘電率は1.35、誘電正接は0.00003であった。

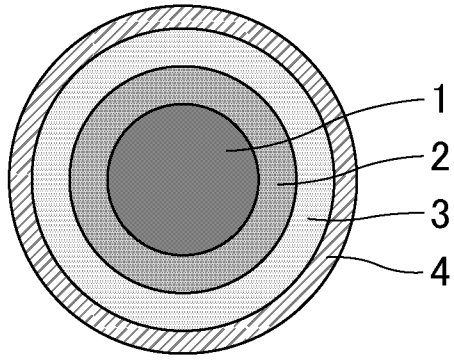
[0176] 上記外層の外側にFEP製熱収縮チューブを被せ、ホットガンで加熱して収縮させ、保護層とし、誘電体導波線路を得た。

[0177] 上記で得られた誘電体導波線路を長さ600mmに切断し、両端を1:2の四角錐状に加工し、両端をそれぞれ角錐ホーンアンテナに挿入し、28GHzでの挿入損失をネットワークアナライザで測定したところ-0.35dB/cmであった。

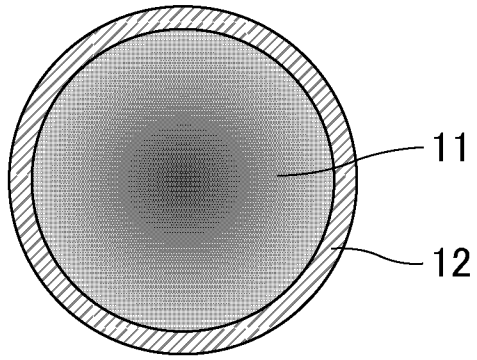
請求の範囲

- [請求項1] 中心誘電体 A 1 と、中心誘電体 A 1 の周囲に設けられた誘電体層 A 2 と、誘電体層 A 2 の周囲に設けられた誘電体層 A 3 とを備える誘電体導波線路であって、
中心誘電体 A 1 は、ポリテトラフルオロエチレンを含み、
中心誘電体 A 1、誘電体層 A 2 及び誘電体層 A 3 の 25℃、6 GHz における比誘電率をそれぞれ ϵ_{A1} 、 ϵ_{A2} 及び ϵ_{A3} と表すとき、
 ϵ_{A1} が 2.20 以下であり、 ϵ_{A2} が 1.90 以下であり、 ϵ_{A3} が 1.55 以下であり、 $\epsilon_{A1} > \epsilon_{A2} > \epsilon_{A3}$ である
誘電体導波線路。
- [請求項2] 中心誘電体 A 1、誘電体層 A 2 及び誘電体層 A 3 の 25℃、6 GHz における誘電正接をそれぞれ $\tan \delta_{A1}$ 、 $\tan \delta_{A2}$ 及び $\tan \delta_{A3}$ と表すとき、 $\tan \delta_{A1}$ が 2.20×10^{-4} 以下であり、 $\tan \delta_{A2}$ が 1.20×10^{-4} 以下であり、 $\tan \delta_{A3}$ が 1.00×10^{-4} 以下である請求項 1 記載の誘電体導波線路。
- [請求項3] 誘電体層 A 2 及び A 3 は、ポリテトラフルオロエチレン、テトラフルオロエチレン／ヘキサフルオロプロピレン共重合体、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）共重合体及びポリオレフィンからなる群より選択される少なくとも 1 種の樹脂 A を含む請求項 1 又は 2 記載の誘電体導波線路。
- [請求項4] ポリテトラフルオロエチレンを含む誘電体 B を備える誘電体導波線路であって、
誘電体 B は、同一の材料で継ぎ目なく一体に形成されており、かつ、
径方向に外側に向かって 25℃、6 GHz における比誘電率が徐々に
低くなる
誘電体導波線路。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/006402

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01P 3/16 (2006.01) i FI: H01P3/16</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>														
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01P3/16</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p> <table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:80%;">Published examined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1922-1996</td> </tr> <tr> <td>Published unexamined utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1971-2021</td> </tr> <tr> <td>Registered utility model specifications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1996-2021</td> </tr> <tr> <td>Published registered utility model applications of Japan</td> <td style="text-align:right;">1994-2021</td> </tr> </table> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>			Published examined utility model applications of Japan	1922-1996	Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021	Registered utility model specifications of Japan	1996-2021	Published registered utility model applications of Japan	1994-2021				
Published examined utility model applications of Japan	1922-1996													
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021													
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021													
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021													
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">X</td> <td>JP 58-75301 A (JUNKOSHA INC.) 07 May 1983 (1983-05-07) page 1, lower right column, page 2, upper left column, lines 11-16, page 2, lower left column, line 9 to lower right column, line 6, page 3, lower right column, line 15 to page 5, upper left column, line 7, fig. 3</td> <td align="center">1-4</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP 1-69106 A (W.L. GORE & ASSOCIATES, INC.) 15 March 1989 (1989-03-15) page 3, upper left column, lines 13-19, fig. 1-2</td> <td align="center">1-4</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 106904/1981 (Laid-open No. 13702/1983) (JUNKOSHA INC.) page 9, line 8 to page 10, line 15, fig. 5</td> <td align="center">1-4</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP 58-75301 A (JUNKOSHA INC.) 07 May 1983 (1983-05-07) page 1, lower right column, page 2, upper left column, lines 11-16, page 2, lower left column, line 9 to lower right column, line 6, page 3, lower right column, line 15 to page 5, upper left column, line 7, fig. 3	1-4	A	JP 1-69106 A (W.L. GORE & ASSOCIATES, INC.) 15 March 1989 (1989-03-15) page 3, upper left column, lines 13-19, fig. 1-2	1-4	A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 106904/1981 (Laid-open No. 13702/1983) (JUNKOSHA INC.) page 9, line 8 to page 10, line 15, fig. 5	1-4
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	JP 58-75301 A (JUNKOSHA INC.) 07 May 1983 (1983-05-07) page 1, lower right column, page 2, upper left column, lines 11-16, page 2, lower left column, line 9 to lower right column, line 6, page 3, lower right column, line 15 to page 5, upper left column, line 7, fig. 3	1-4												
A	JP 1-69106 A (W.L. GORE & ASSOCIATES, INC.) 15 March 1989 (1989-03-15) page 3, upper left column, lines 13-19, fig. 1-2	1-4												
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 106904/1981 (Laid-open No. 13702/1983) (JUNKOSHA INC.) page 9, line 8 to page 10, line 15, fig. 5	1-4												
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"><input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.</td> <td style="width:50%; border:none;"><input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.</td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.										
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.	<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.													
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="width:50%; border:none;"> * Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width:50%; border:none;"> "I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family										
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family													
Date of the actual completion of the international search 22 April 2021 (22.04.2021)		Date of mailing of the international search report 11 May 2021 (11.05.2021)												
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.												

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/006402

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2018/068914 A1 (ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO KG) 19 April 2018 (2018-04-19) page 5, lines 25-28, fig. 8	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/006402

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 58-75301 A	07 May 1983	(Family: none)	
JP 1-69106 A	15 Mar. 1989	US 4875026 A column 2, lines 50-57, fig. 1-2	
JP 58-13702 U1		(Family: none)	
WO 2018/068914 A1	19 Apr. 2018	EP 3306740 A1 CN 109565100 A KR 10-2019-0065239 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 3/16(2006.01)i FI: H01P3/16		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） H01P3/16 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 58-75301 A (株式会社潤工社) 07.05.1983 (1983-05-07) 第1ページ右下欄第1-5行, 第2ページ左上欄第11-16行, 第2ページ左下欄第9行- 右下欄第6行, 第3ページ右下欄第15行-第5ページ左上欄第7行, 図3	1-4
A	JP 1-69106 A (ダブリュ.エル.ゴア アンド アソシエイツ, インコーポレイティ ド) 15.03.1989 (1989-03-15) 第3ページ左上欄13-19行, 図1-2	1-4
A	日本国実用新案登録出願56-106904号(日本国実用新案登録出願公開58-13702号)の願 書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社潤工社) 第9ページ第8行-第10ページ第15行, 図5	1-4
A	WO 2018/068914 A1 (ROSENBERGER HOCHFREQUENZTECHNIK GMBH & CO KG) 19.04.2018 (2018-04-19) 第5ページ第25-28行, 図8	1-4
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に 公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若し くは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を 付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の 後に公表された文献	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵 触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引 用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性 又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献 との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がな いと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 22.04.2021	国際調査報告の発送日 11.05.2021	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 肇 5K 9847 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/006402

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 58-75301 A	07.05.1983	(ファミリーなし)	
JP 1-69106 A	15.03.1989	US 4875026 A 第2欄第50-57行, 図1-2	
JP 58-13702 U1		(ファミリーなし)	
WO 2018/068914 A1	19.04.2018	EP 3306740 A1 CN 109565100 A KR 10-2019-0065239 A	