

(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
2023年6月22日(22.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/112921 A1

(51) 国際特許分類:
H01P 3/14 (2006.01) H01P 3/127 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/045885

(22) 国際出願日: 2022年12月13日(13.12.2022)

(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 2021-203092 2021年12月15日(15.12.2021) JP

(71) 出願人: 三井化学株式会社 (MITSUI CHEMICALS, INC.) [JP/JP]; 〒1057122 東京都港区東新橋一丁目5番2号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 伊藤 智章(ITO Tomoaki); 〒2990265 千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株式会社内 Chiba (JP). 浅見 琢夫(ASAMI Takuo); 〒2990265 千葉県袖ヶ浦市長浦58

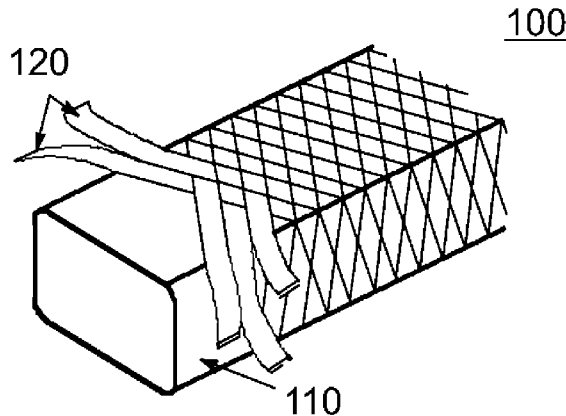
0-32 三井化学株式会社内 Chiba (JP). 杉山 和人(SUGIYAMA Kazuto); 〒2990265 千葉県袖ヶ浦市長浦580-32 三井化学株式会社内 Chiba (JP).

(74) 代理人: 速水 進治(HAYAMI Shinji); 〒1410031 東京都品川区西五反田7丁目9番2号 KDX五反田ビル9階 Tokyo (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

(54) Title: FLEXIBLE WAVEGUIDE

(54) 発明の名称: 可撓性導波管



(57) Abstract: Provided is a flexible waveguide comprising a rod-shaped dielectric and a conductor that covers the outer surface of the dielectric, wherein the dielectric satisfies the following (a) and (b). (a) The density of the dielectric is no more than 1.50 g/cm^3 . (b) The relative dielectric constant of the dielectric is no more than 2.3 as measured under the condition of a frequency of 10GHz, and the dielectric loss is no more than 0.0013 as measured under the condition of a frequency of 10GHz.

(57) 要約: 棒状の誘電体と、その誘電体の外表面を覆う導体と、を備える可撓性導波管であって、前記誘電体が以下(a)および(b)を満たす、可撓性導波管。(a)密度が 1.50 g/cm^3 以下(b)周波数10GHzの条件で測定した比誘電率が2.3以下、かつ、周波数10GHzの条件で測定した誘電損失が0.0013以下

[続葉有]

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, CV, 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, 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, ME, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：可撓性導波管

技術分野

[0001] 本発明は、可撓性導波管に関する。

背景技術

[0002] マイクロ波やミリ波の電気信号を伝送する手段として、同軸ケーブルや金属の方形導波管が広く知られている。

従来、同軸ケーブルにおいては、ミリ波帯のような極めて高い周波数帯で用いる場合は、中心導体が極めて細くなってしまい伝送損失が低下しないことや、可撓性を持たせることが要求されている。

これらの問題を解決するための手段として、特許文献1には、可撓性の誘電体棒の表面に金属などの薄い導体を隙間なく張り付けてなる導波管が記載され、屈曲部があっても容易に対応することができ、材料費および加工コストを低減することができると記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平8－195605号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は、マイクロ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率の低下を抑制しながら、可撓性が向上した可撓性導波管を提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明によれば、以下に示す可撓性導波管が提供される。

[0006] [1]

棒状の誘電体と、その誘電体の外表面を覆う導体と、を備える可撓性導波管であって、

上記誘電体が以下（a）および（b）を満たす、可撓性導波管。

(a) 密度が 1.50 g/cm^3 以下

(b) 周波数 10 GHz の条件で測定した比誘電率が 2.3 以下、かつ、周波数 10 GHz の条件で測定した誘電損失が 0.0013 以下

[2]

上記誘電体におけるフッ素原子の含有量が、上記誘電体全体を 100 質量%とした時に 1 質量%以下である、上記 [1] に記載の可撓性導波管。

[3]

上記誘電体が 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体を含む、上記 [1] または [2] に記載の可撓性導波管。

[4]

上記 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体が、以下 (i) および (ii) を満たす、上記 [3] に記載の可撓性導波管。

(i) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) が $15 \sim 100$ モル%、

(ii) 炭素原子数 $2 \sim 20$ の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) が $0 \sim 85$ モル%である。

[5]

上記 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体が、以下 (iii) $\sim$ (v) を満たす、上記 [3] または [4] に記載の可撓性導波管。

(iii) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) が $60 \sim 100$ モル%

(iv) 炭素原子数 $2 \sim 20$ の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) が $0 \sim 40$ モル%である

(v) DSC で測定した融点 (T_m) が $200 \sim 250^\circ\text{C}$ の範囲にある

[6]

上記 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体が 4-メチル-1-ペンテン

・ α -オレフィン共重合体であって、

上記4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体が、以下(v i) ~ (v i i i)を満たす、上記[3]または[4]に記載の可撓性導波管。

(v i) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位(P)が15~99モル%

(v i i) 炭素原子数2~20の α -オレフィン(4-メチル-1-ペンテンを除く)から選ばれる少なくとも1種から導かれる構成単位(Q)が1~85モル%である

(v i i i) DSCで測定した融点(T_m)が200℃未満または融点が観測されない

[7]

上記誘電体が、

上記4-メチル-1-ペンテン(共)重合体、および

熱可塑性樹脂(ただし、4-メチル-1-ペンテン(共)重合体を除く。

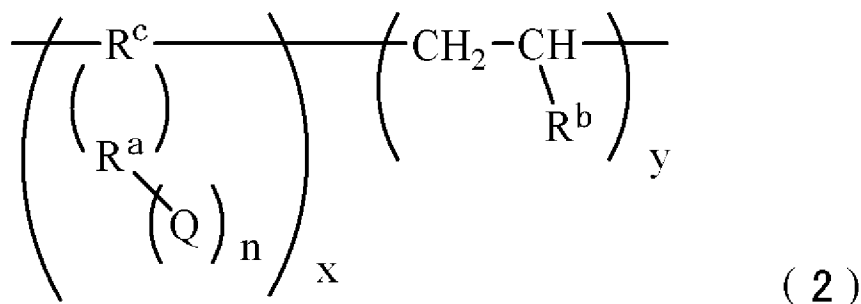
)またはエラストマーを含み、

当該誘電体中の上記熱可塑性樹脂またはエラストマーの含有量は1質量部以上50質量部以下(ただし、4-メチル-1-ペンテン(共)重合体と熱可塑性樹脂またはエラストマーとの合計量は100質量部である。)である、上記[3]~[6]のいずれか1項に記載の可撓性導波管。

[8]

上記誘電体が下記一般式(2)で表される構造を含む環状オレフィン共重合体を含む、上記[1]~[7]のいずれか1項に記載の可撓性導波管。

[化1]



〔一般式（２）中、 x 、 y は共重合比を示し、 $0/100 \leq y/x \leq 95/5$ を満たす実数である。 x 、 y はモル基準である。 n は置換基 Q の置換数を示し、 $0 \leq n \leq 2$ の実数である。 R^a は、炭素原子数 $2 \sim 20$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる $2+n$ 価の基である。 R^b は、水素原子、または炭素原子数 $1 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 1 価の基である。 R^c は、炭素原子数 $2 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 4 価の基である。 Q は、 $COOR^d$ （ R^d は、水素原子、または炭素原子数 $1 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 1 価の基である。）である。 R^a 、 R^b 、 R^c および Q は、それぞれ 1 種であってもよく、 2 種以上を任意の割合で有していてもよい。〕

[9]

上記誘電体が、

(A) 下記一般式（Ⅰ）で表される 1 種以上のオレフィン由来の繰り返し単位と、

(B) 下記一般式（ⅠⅠⅠ）で表される環状非共役ジエン由来の繰り返し単位と、

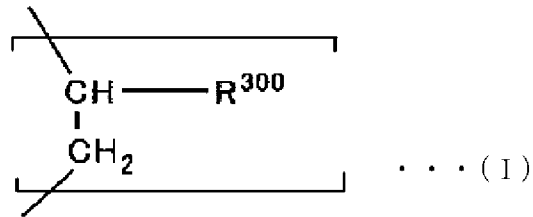
(C) 下記一般式（Ⅴ）で表される 1 種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位と、

を含む架橋性基を有する環状オレフィン共重合体を含み、

上記環状オレフィン共重合体が、上記環状オレフィン共重合体中の繰り返し単位の合計モル数を 100 モル%とした場合に、環状非共役ジエン由来の繰り返し単位（B）の含有量が 5 モル%以上 36 モル%以下である、上記〔

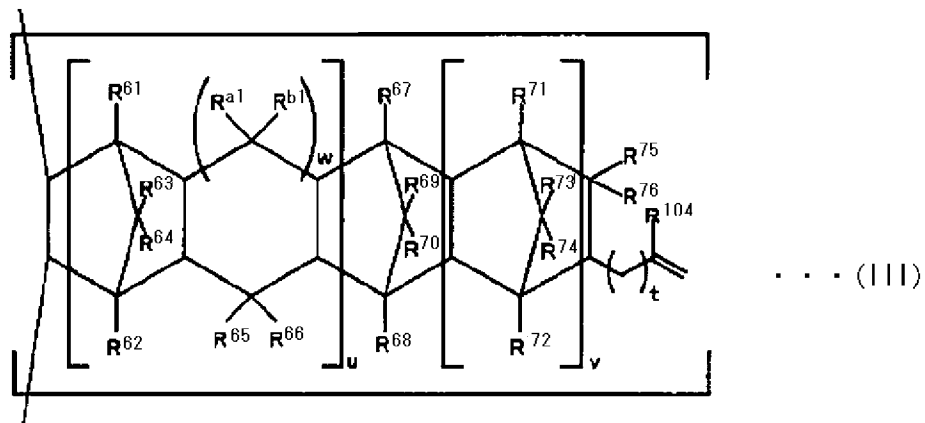
1] ～ [8] のいずれか 1 項に記載の可撓性導波管。

[化2]



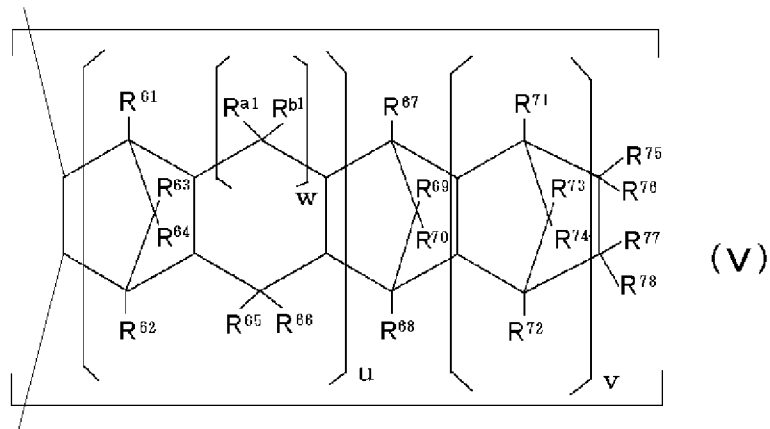
〔一般式 (I) 中、 R^{300} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 29 の直鎖状または分岐状の炭化水素基を示す。〕

[化3]



〔一般式 (III) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $\text{R}^{61} \sim \text{R}^{76}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ～ 20 のアルキル基、炭素原子数 1 ～ 20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3 ～ 15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6 ～ 20 の芳香族炭化水素基であり、 R^{104} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 10 のアルキル基であり、 t は 0 ～ 10 の正の整数であり、 R^{75} および R^{76} は、互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。〕

[化4]



〔一般式（V）中、 u は0または1であり、 v は0または1であり、 w は0または1であり、 $R^{61} \sim R^{78}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数1～20のアルキル基、炭素原子数1～20のハロゲン化アルキル基、炭素原子数3～15のシクロアルキル基または炭素原子数6～20の芳香族炭化水素基であり、 $R^{75} \sim R^{78}$ は互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。ただし、 u および v がともに0のときは、 $R^{67} \sim R^{70}$ 、 $R^{75} \sim R^{78}$ のうち少なくとも1つが水素原子以外の置換基である。〕

[10]

上記誘電体が発泡体である、上記〔1〕～〔9〕のいずれか一項に記載の可撓性導波管。

[11]

上記導体が、金属製の被膜、テープ、織物および金属メッキから選択されるいずれか1つである、上記〔1〕～〔10〕のいずれか一項に記載の可撓性導波管。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、マイクロ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率の低下を抑制し、可撓性が向上した可撓性導波管を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明に係る実施形態の可撓性導波管の構造の一例を模式的に示した図である。

[図2]本発明に係る実施形態の可撓性導波管の構造の一例を模式的に示した図である。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の実施形態について、図面を用いて説明する。なお、すべての図面において、同様な構成要素には共通の符号を付し、適宜説明を省略する。また、図は概略図であり、実際の寸法比率とは一致していない。また、数値範囲の「A～B」は特に断りがなければ、A以上B以下を表す。また、本実施形態において、「(メタ)アクリル」とはアクリル、メタクリルまたはアクリルおよびメタクリルの両方を意味する。さらに、「環状オレフィン重合体」は、特に断りがなければ、共重合体および／または開環重合体を意味する。

[0010] 従来の導波管は、例えば、金属の管で構成されているため、可撓性を有さず、屈曲を必要とする箇所に用いる用途には適用できない場合があった。

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねた。その結果、密度、比誘電率および誘電損失を高度に制御した誘電体を用いることによって、マイクロ波などの高い周波数帯においても電気信号の伝送効率の低下を抑制し、かつ可撓性が向上した可撓性導波管を得られることを見出し、本発明を完成させた。

[0011] すなわち、本実施形態に係る可撓性導波管は以下である。

[0012] 棒状の誘電体と、その誘電体の外表面を覆う導体と、を備える可撓性導波管であって、

上記誘電体が以下 (a) および (b) を満たす、可撓性導波管。

(a) 密度が 1.50 g/cm^3 以下

(b) 周波数 10 GHz の条件で測定した比誘電率が 2.3 以下、かつ、周波数 10 GHz の条件で測定した誘電損失が 0.0013 以下

[0013] また、特許文献 1 において、可撓性の誘電体の材質としてポリフッ化エチレン系繊維が例示されている。

本発明者らの知見によれば、従来の可撓性の誘電体の材質として例示されているポリフッ化エチレン系繊維は、高分子材料としては比重が高く、しかも、押出機など通常の高分子材料に適用する加工設備では成形が困難という問題があった。

本実施形態に係る可撓性導波管であれば、誘電体を押出機など通常の設備で容易に製造が可能であり、低比重なので軽量な可撓性導波管を得ることができる。また、導体を金属メッキにより形成する場合は、誘電体としてポリフッ化エチレン系繊維を用いる場合に比較してメッキ液が浸透しやすいので、製作しやすい可撓性導波管を得ることができる。

[0014] 以下、本実施形態に係る各構成について、さらに詳細に説明する。

[0015] <誘電体>

本実施形態に係る可撓性導波管に用いられる誘電体の形状は、棒状である。このとき、棒状とは、ロッド状、スティック状、バー状等長さを問わずに細長い形状をしているものを含み、さらに線状、ワイヤ状等の断面面積が小さいものも含む。

さらに、誘電体の断面形状としては、円形状、楕円形状、矩形状、異形状など様々な断面形状を適用することが可能である。

本実施形態に係る可撓性導波管に用いられる誘電体の形状および断面形状は、本実施形態の可撓性導波管の用途によって、適宜選択することができる。

[0016] 本実施形態に係る誘電体の密度は 1.50 g/cm^3 以下であるが、好ましくは、 1.30 g/cm^3 以下、より好ましくは、 1.20 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 1.10 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 1.00 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 0.90 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 0.85 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 0.80 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 0.70 g/cm^3 以下、さらに好ましくは 0.65 g/cm^3 以下で

ある。誘電体の密度が上記上限値以下であることにより、可撓性導波管が軽量となり、可撓性導波管の取り扱い性や施工性がより良好となる。

また、本実施形態に係る誘電体の密度の下限值は特に限定されないが、例えば 0.01 g/cm^3 以上である。

[0017] 本実施形態に係る誘電体の周波数 10 GHz の条件で測定した比誘電率は 2.3 以下であるが、好ましくは 2.2 以下、より好ましくは 2.1 以下、さらに好ましくは 2.0 以下、さらに好ましくは 1.9 以下、さらに好ましくは 1.8 以下、さらに好ましくは 1.7 以下である。誘電体の比誘電率が上記上限値以下であることによって、マイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯においても電気信号の伝送効率が良好となる。

また、本実施形態に係る誘電体の比誘電率の下限值は特に限定されないが、例えば 0 以上である。

[0018] 本実施形態に係る誘電体の周波数 10 GHz の条件で測定した誘電損失は 0.0013 以下であるが、好ましくは 0.0012 以下、より好ましくは 0.0011 以下、さらに好ましくは 0.0010 以下、さらに好ましくは 0.0009 以下、さらに好ましくは 0.0007 以下、さらに好ましくは 0.0005 以下、さらに好ましくは 0.0004 以下である。誘電体の誘電損失が上記上限値以下であることによって、マイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯においても電気信号の伝送効率が良好となる。

また、本実施形態に係る誘電体の誘電損失の下限值は特に限定されないが、例えば 0 以上である。

[0019] 本実施形態に係る誘電体は、フッ素原子の含有量が、誘電体全体を 100 質量%とした時に 1 質量%以下であることが好ましく、 0.5 質量%以下であることがより好ましく、 0.1 質量%以下であることがさらに好ましい。誘電体のフッ素原子の含有量が上記上限値以下であることによって、誘電体の密度を低下させることができ、取り扱い性や施工性が良好な可撓性導波管

とすることができるほか、誘電体の成形性が良好となる。

また、本実施形態に係る誘電体のフッ素原子の含有量の下限値は特に限定されないが、例えば0質量%以上である。このとき、「0質量%」とは、検出下限以下の値も含む。

[0020] このような誘電体に用いられる化合物としては、例えば4-メチル-1-ペンテン（共）重合体、環状オレフィン共重合体などが挙げられる。

以下、誘電体に用いられる化合物について、より詳細に説明する。

[0021] [4-メチル-1-ペンテン（共）重合体]

本実施形態に係る誘電体に用いられる化合物の好ましい様態の一例としては、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体が挙げられる。4-メチル-1-ペンテン（共）重合体としては、4-メチル-1-ペンテンに由来する構成単位（P）のみを含む4-メチル-1-ペンテン重合体でも良いし、4-メチル-1-ペンテンに由来する構成単位（P）および4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンに由来する構成単位（Q）を有し、4-メチル-1-ペンテンに由来する構成単位（P）と、上記4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンに由来する構成単位（Q）とが合計で100モル%である4-メチル-1-ペンテン共重合体を含んでもよい。

[0022] 上記4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンとしては、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン等を挙げることができる。上記 α -オレフィンとして、好ましくはエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンであり、より好ましくはエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-デセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンである。上記 α -オレフィンは、1種で用いてもよいし、これらの2つ以上の組み合わせで用いてもよい。

[0023] 上記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体においては、以下（i）およ

び (i i) を満たすことが好ましい。

(i) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) が 15~100 モル%

(i i) 炭素原子数 2~20 の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) が 0~85 モル%である

上記構成単位の量が上記の範囲内にあるとき、誘電体を押出成形等の通常の成形方法で得ることが容易となり、かつ、低比重、軽量、安価な可撓性導波管を得ることができる。また、導体を金属メッキにより形成する場合は、メッキ液が浸透しやすいので、製作しやすい安価な可撓性導波管が提供可能である。

[0024] 上記 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体のより好ましい第 1 の形態としては、以下 (i i i) ~ (v) を満たす 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体が挙げられる。

(i i i) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) が 60~100 モル%

(i v) 炭素原子数 2~20 の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) が 0~40 モル%である

(v) DSC で測定した融点 (T_m) が 200~250℃ の範囲にある

[0025] 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 1 の形態において、4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) は、好ましくは 60~100 モル%であるが、より好ましくは 70~99 モル%、さらに好ましくは 80~98 モル%、特に好ましくは 90~95 モル%である。

また、4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 1 の形態において、炭素原子数 2~20 の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) は、好ましくは 0~40 モル%であるが、より好ましくは 1~30 モル%、さらに好ましくは 2

～20モル%、特に好ましくは5～10モル%である。

さらに、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体の第1の形態において、DSCで測定した融点（ T_m ）は、好ましくは200～250℃であるが、より好ましくは205～245℃、さらに好ましくは210～240℃、特に好ましくは220～235℃である。

上記構成単位の量および融点（ T_m ）が上記の範囲内にあるとき、誘電体を押出成形等の通常の成形方法で得ることが容易となり、かつ、低比重、軽量、安価な可撓性導波管を得ることができる。また、導体を金属メッキにより形成する場合は、メッキ液が浸透しやすいので、製作しやすい安価な可撓性導波管が提供可能である。

[0026] 4-メチル-1-ペンテン（共）重合体の第1の形態において、上記4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンとしては、好ましくは、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンであり、さらに好ましくは1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンであり、特に好ましくは、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンである。上記 α -オレフィンは、1種で用いてもよいし、これらの2つ以上の組み合わせで用いてもよい。

このような4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体は、三井化学（株）から、TPX（登録商標）RT18、RT31、DX845、DX231、DX350、DX820、MX004、MX002、MX002O、DX310等として入手可能である。

[0027] 上記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体のより好ましい第2の形態としては、上記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体が4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体（A）であって、以下（vi）～（viii）を満たす4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体（A）が挙げられる。

（vi）4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）が15～9

9 モル%

(v i i) 炭素原子数 2～20 の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) が 1～85 モル%である

(v i i i) DSC で測定した融点 (T_m) が 200℃未満または融点が観測されない

[0028] 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 2 の形態において、4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) は、好ましくは 15～99 モル%であるが、より好ましくは 30～99 モル%、さらに好ましくは 50～98 モル%、特に好ましくは 70～95 モル%である。

また、4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 2 の形態において、炭素原子数 2～20 の α -オレフィン (4-メチル-1-ペンテンを除く) から選ばれる少なくとも 1 種から導かれる構成単位 (Q) は、1～85 モル%であるが、好ましくはより好ましくは 1～70 モル%、さらに好ましくは 2～50 モル%、特に好ましくは 5～30 モル%である。

さらに、4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 2 の形態において、DSC で測定した融点 (T_m) は、好ましくは 200℃未満または融点が観測されないが、より好ましくは 150℃未満または融点が観測されない、さらに好ましくは 135℃未満または融点が観測されない、特に好ましくは融点が観測されない。

上記構成単位の量および融点 (T_m) が上記の範囲内にあるとき、誘電体を押出成形等の通常の成形方法で得ることが容易となり、かつ、低比重、軽量、安価な可撓性導波管を得ることができる。また、導体を金属メッキにより形成する場合は、メッキ液が浸透しやすいので、製作しやすい安価な可撓性導波管が提供可能である。

[0029] 4-メチル-1-ペンテン (共) 重合体の第 2 の形態において、上記 4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数 2 以上 20 以下の α -オレフィンとしては、好ましくは、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-

オクテン、1-デセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセンであり、さらに好ましくはエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ヘキセン、1-オクテン、であり、特に好ましくは、エチレン、プロピレンである。上記 α -オレフィンは、1種で用いてもよいし、これらの2つ以上の組み合わせで用いてもよい。

[0030] このとき、上記第1の形態および第2の形態は、それぞれ単独で用いてもよいし、両者を混合して用いてもよいし、その他の化合物と混合して用いてもよい。

[0031] 本実施形態に係る誘電体としては、上記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体、および熱可塑性樹脂（ただし、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体を除く。）またはエラストマーを含み、当該誘電体中の上記熱可塑性樹脂またはエラストマーの含有量は1質量部以上50質量部以下（ただし、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体と熱可塑性樹脂またはエラストマーとの合計量は100質量部である。）であることが好ましい。

[0032] （4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体）

本実施形態における4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体は、4-メチル-1-ペンテンに由来する構成単位（P）および4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンに由来する構成単位（Q）を有し、4-メチル-1-ペンテンに由来する構成単位（P）と、上記4-メチル-1-ペンテン以外の炭素数2以上20以下の α -オレフィンに由来する構成単位（Q）とが合計で100モル%である4-メチル-1-ペンテン共重合体である。

上記4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体は、好ましくは4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）が15～99モル%であり、炭素原子数2～20の α -オレフィン（4-メチル-1-ペンテンを除く）から選ばれる少なくとも1種から導かれる構成単位（Q）が1～85モル%である。

[0033] 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）の割合は、好まし

くは15～99モル%であるが、より好ましくは30～99モル%、さらに好ましくは50～98モル%、特に好ましくは70～95モル%である。

また、 α -オレフィンから導かれる構成単位（Q）の割合は、好ましくは1～85モル%であるが、より好ましくは1～70モル%、さらに好ましくは2～50モル%、特に好ましくは5～30モル%である。

[0034] 上記構成単位（P）および（Q）の割合が上記下限値以上であることによって、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性がより良好となり、上記構成単位（P）および（Q）の割合が上記上限値以下であることによって、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性がより良好となる。

換言すると、上記構成単位（P）および（Q）の割合を高度に制御することによって、本願発明に係る可撓性導波管の可撓性、軽量性のバランスをより良好にすることができる。

[0035] 上記構成単位（Q）を導く α -オレフィンとしては、たとえばエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ウンデセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセン等の炭素原子数2～20、好ましくは炭素原子数2～15、より好ましくは炭素原子数2～10の直鎖状の α -オレフィン、3-メチル-1-ブテン、3-メチル-1-ペンテン、3-エチル-1-ペンテン、4,4-ジメチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ヘキセン、4-エチル-1-ヘキセン、3-エチル-1-ヘキセンなどの炭素原子数5～20、好ましくは炭素原子数5～15の分岐状の α -オレフィンが挙げられる。これらの中でもエチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、1-オクテンが好ましく、プロピレンが特に好ましい。

[0036] （熱可塑性樹脂またはエラストマー）

上記の熱可塑性樹脂またはエラストマー（以下「樹脂またはエラストマー」ともいう。）としては、特に制限はなく、例えば、以下の樹脂、ゴムが挙

げられる。

[0037] 熱可塑性ポリオレフィン系樹脂（上記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体を除く。）、具体的には、低密度、中密度、高密度ポリエチレン、高圧法低密度ポリエチレン、アイソタクティックポリプロピレン、シンジオタクティックポリプロピレン、ポリ1-ブテン、ポリ4-メチル-1-ペンテン、ポリ3-メチル-1-ブテン；

熱可塑性ポリアミド系樹脂、具体的には、脂肪族ポリアミド（ナイロン6、ナイロン11、ナイロン12、ナイロン66、ナイロン610、ナイロン612）；

熱可塑性ポリエステル樹脂、具体的には、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート、ポリエステル系エラストマー；

熱可塑性ビニル芳香族系樹脂、具体的には、ポリスチレン、ABS樹脂、AS樹脂、スチレン系エラストマー（スチレン・ブタジエン・スチレンブロックポリマー、スチレン・イソプレン・スチレンブロックポリマー、スチレン・イソブチレン・スチレンブロックポリマー、および前述の水素添加物）；

熱可塑性ポリウレタン；塩化ビニル樹脂；塩化ビニリデン樹脂；アクリル樹脂；エチレン・酢酸ビニル共重合体；エチレン・メタクリル酸アクリレート共重合体；アイオノマー；エチレン・ビニルアルコール共重合体；ポリビニルアルコール；フッ素系樹脂ポリカーボネート；ポリアセタール；ポリフェニレンオキシド；ポリフェニレンサルファイドポリイミド；ポリアリレート；ポリスルホン；ポリエーテルスルホン；ロジン系樹脂；テルペン系樹脂；石油樹脂；

オレフィン系熱可塑性エラストマー、具体的には、エチレン・ α -オレフィン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン共重合体、1-ブテン・ α -オレフィン共重合体、環状オレフィン共重合体、塩素化ポリオレフィン；

共重合体エラストマー、具体的には、エチレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、1-ブテン・ α

ーオレフィン・ジエン共重合体、ポリブタジエンゴム、ポリイソプレンゴム、ネオプレンゴム、ニトリルゴム、ブチルゴム、ハロゲン化ブチルゴム、ポリイソブチレンゴム、天然ゴム、シリコンゴム等が例示される。

[0038] これらの熱可塑性樹脂、エラストマーは、1種単独で使用してもよく、2種以上を組み合わせ使用してもよい。

[0039] これらの中でも、低密度、中密度、高密度ポリエチレン、高圧法低密度ポリエチレン、アイソタクティックポリプロピレン、シンジオタクティックポリプロピレン、ポリ1-ブテン、ポリ4-メチル-1-ペンテン、ポリ3-メチル-1-ブテン、エチレン・ α -オレフィン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン共重合体、1-ブテン・ α -オレフィン共重合体、ポリスチレン、スチレン系エラストマー、エチレン・酢酸ビニル共重合体、エチレン・メタクリル酸アクリレート共重合体、アイオノマー、フッ素系樹脂、ロジン系樹脂、テルペン系樹脂および石油樹脂、エチレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、1-ブテン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、ポリブタジエンゴム、ポリイソプレンゴム、ネオプレンゴム、ニトリルゴム、ブチルゴム、ポリイソブチレンゴム、シリコンゴムが好ましく、より好ましい形態としてはアイソタクティックポリプロピレン、ポリ1-ブテン、ポリ4-メチル-1-ペンテン、エチレン・ α -オレフィン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン共重合体、1-ブテン・ α -オレフィン共重合体、エチレン・酢酸ビニル共重合体、スチレン系エラストマー、ロジン系樹脂、テルペン系樹脂、石油樹脂、エチレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、プロピレン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、1-ブテン・ α -オレフィン・ジエン共重合体、ポリブタジエンゴム、ポリイソプレンゴム、ネオプレンゴム、ニトリルゴム、ブチルゴム、ポリイソブチレンゴム、シリコンゴムが挙げられる。

[0040] 上記ロジン系樹脂としては、天然ロジン、重合ロジン、マレイン酸、フマル酸、(メタ)アクリル酸などで変性した変性ロジン、ロジン誘導体が挙げられる。また、このロジン誘導体としては、上記の天然ロジン、重合ロジン

または変性ロジンのエステル化物、フェノール変性物およびそのエステル化物などが挙げられる。さらに、これらの水素添加物も挙げることができる。

[0041] 上記テルペン系樹脂としては、 α -ピネン、 β -ピネン、リモネン、ジペンテン、テルペンフェノール、テルペンアルコール、テルペンアルデヒドなどからなる樹脂が挙げられ、 α -ピネン、 β -ピネン、リモネン、ジペンテン、などにスチレン、 α -メチルスチレン、イソプロペニルトルエンなどの芳香族モノマーを重合させた芳香族変性のテルペン系樹脂なども挙げられる。また、これらの水素添加物も挙げることができる。

[0042] 上記石油樹脂としては、たとえばタールナフサのC 5 留分を主原料とする脂肪族系石油樹脂、C 9 留分を主原料とする芳香族系石油樹脂およびそれらの共重合石油樹脂が挙げられる。すなわち、C 5 系石油樹脂（ナフサ分解油のC 5 留分を重合した樹脂）、C 9 系石油樹脂（ナフサ分解油のC 9 留分を重合した樹脂）、C 5 C 9 共重合石油樹脂（ナフサ分解油のC 5 留分とC 9 留分とを共重合した樹脂）、スチレン・ α -メチルスチレン共重合体石油樹脂、 α -メチルスチレン重合体石油樹脂、イソプロペニルトルエン重合体石油樹脂などが挙げられ、タールナフサ留分のスチレン類、インデン類、クマロン、その他ジシクロペンタジエンなどを含有しているクマロンインデン系樹脂、p-ターシャリブチルフェノールとアセチレンの縮合物に代表されるアルキルフェノール類樹脂、o-キシレン、p-キシレンまたはm-キシレンをホルマリンと反応させてなるキシレン系樹脂なども挙げられる。

[0043] また、ロジン系樹脂、テルペン系樹脂および石油樹脂からなる群より選ばれる1つ以上の樹脂は、耐候性および耐変色性に優れるために水素添加誘導体が好ましい。上記樹脂の環球法による軟化点は、40～180℃の範囲にあることが好ましい。また、上記樹脂のGPCにより測定される数平均分子量(M_n)分子量は100～10,000程度の範囲にあることが好ましい。

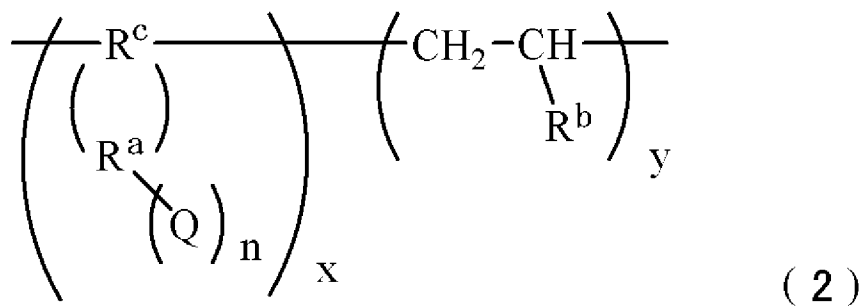
[0044] ロジン系樹脂、テルペン系樹脂および石油樹脂からなる群より選ばれる1つ以上の樹脂として、市販品を使用してもよい。

[0045] 上記４－メチルー１－ペンテン（共）重合体と上記樹脂またはエラストマーとの合計量を１００質量部とすると、上記組成物中の４－メチルー１－ペンテン（共）重合体含量の下限値は、好ましくは５０質量部、さらに好ましくは５５質量部、特に好ましくは６０質量部であり、４－メチルー１－ペンテン（共）重合体含量の上限値は、好ましくは９９質量部、さらに好ましくは９５質量部、特に好ましくは９０質量部である。

[0046] [環状オレフィン共重合体]

本実施形態に係る誘電体に用いられる化合物の好ましい様態の一例としては、下記一般式（２）で表される構造を含む環状オレフィン共重合体が挙げられる。

[0047] [化５]

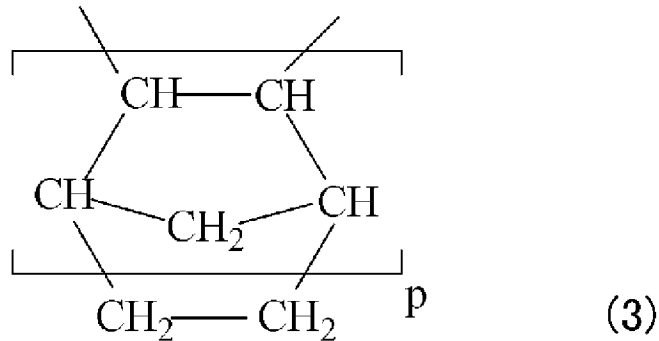


[0048] 一般式（２）中、 x 、 y は共重合比を示し、 $0/100 \leq y/x \leq 95/5$ を満たす実数である。 x 、 y はモル基準である。 n は置換基 Q の置換数を示し、 $0 \leq n \leq 2$ の実数である。 R^a は、炭素原子数２～２０の炭化水素基よりなる群から選ばれる２＋ n 価の基である。 R^b は、水素原子、または炭素原子数１～１０の炭化水素基よりなる群から選ばれる１価の基である。 R^c は、炭素原子数２～１０の炭化水素基よりなる群から選ばれる４価の基である。 Q は、 COOR^d （ R^d は、水素原子、または炭素原子数１～１０の炭化水素基よりなる群から選ばれる１価の基である。）である。 R^a 、 R^b 、 R^c および Q は、それぞれ１種であってもよく、２種以上を任意の割合で有していてもよい。

[0049] また上記一般式（２）において、 R^a は、好ましくは、炭素原子数２～１２の炭化水素基から選ばれる１種ないし２種以上の２価の基であり、さらに好

ましくは $n = 0$ の場合、一般式 (3) で表される 2 価の基であり、最も好ましくは、以下一般式 (3) において、 p が 0 または 1 である 2 価の基である。 R^a の構造は 1 種のみ用いても、2 種以上を併用しても構わない。

[0050] [化6]

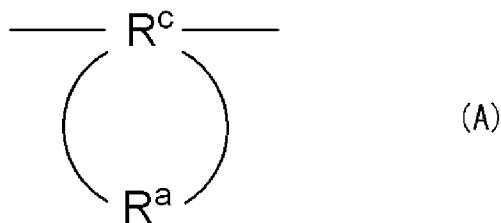


[0051] ここで、一般式 (3) 中、 p は、0 ～ 2 の整数である。

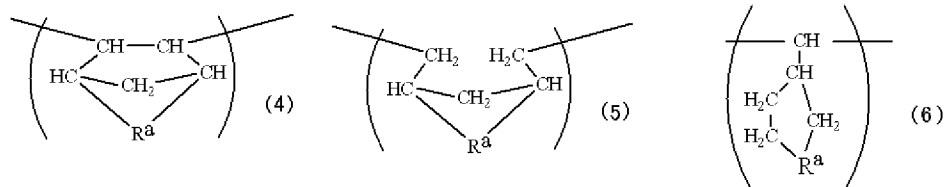
また、上記一般式 (2) において、 R^b の例としては水素原子、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、 i -プロピル基、 n -ブチル基、2-メチルプロピル基等が挙げられるが、好ましくは、水素原子および／またはメチル基であり、最も好ましくは水素原子である。

[0052] また、上記一般式 (2) において、 $n = 0$ の場合の以下の一般式 (A) で表される 2 価の基としては、以下の一般式 (4) ～ (6) など表される基が挙げられる。

[0053] [化7]



[0054] [化8]



[0055] 一般式（４）～一般式（６）中、 R^a は前述の通りである。

また、重合のタイプは本実施形態において全く制限されるものではなく、付加重合、開環重合等の公知の様々な重合タイプを適用することができる。付加重合としては、ランダムコポリマー、ブロックコポリマー、交互共重合等を挙げることができる。本実施形態においては、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性を向上させる観点からランダム共重合体を用いることが好ましい。

主たる成分として用いられる樹脂の構造が上記のものであると、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性が向上し、取り扱い性および施工性が良好な可撓性導波管を得ることができる。

[0056] （繰り返し構造単位の少なくとも一部に脂環族構造を含むポリマーの例示）

上記一般式（２）で表される重合体を大きく分けると、以下の（W）～（Z）の４種の重合体に大別される。

（W）エチレンまたは α -オレフィンと環状オレフィンとの共重合体

（X）開環重合体またはその水素添加物

（Y）ビニル脂環式炭化水素系重合体

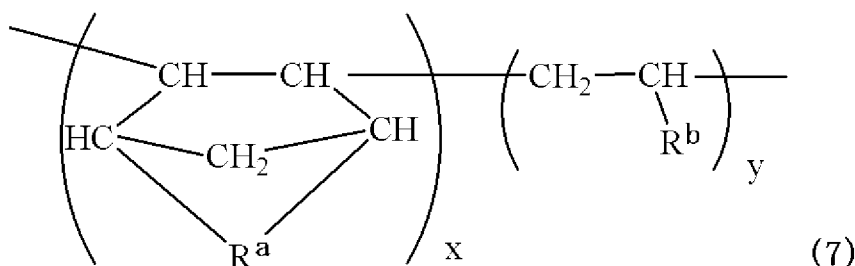
（Z）その他の重合体

以下、順に説明する。

[0057] （（W）エチレンまたは α -オレフィンと環状オレフィンとの共重合体）

（W）エチレンまたは α -オレフィンと環状オレフィンとの共重合体は、一般式（７）で表現される環状オレフィン系共重合体である。例えば、エチレンまたは炭素原子数が３～３０の直鎖状または分岐状の α -オレフィン由来の構成単位と、環状オレフィン由来の構成単位とからなる。

[0058] [化9]



[0059] 一般式(7)中、 R^a は、炭素原子数2～20、好ましくは2～12の炭化水素基よりなる群から選ばれる2価の基である。

R^b は、水素原子、又は炭素原子数1～28、好ましくは1～10、より好ましくは1～5の炭化水素基よりなる群から選ばれる1価の基である。

なお、 R^a および R^b は、それぞれ1種であってもよく、2種以上を任意の割合で有していてもよい。

[0060] x 、 y は共重合比を示し、 $5/95 \leq y/x \leq 95/5$ を満たす実数である。好ましくは $50/50 \leq y/x \leq 95/5$ 、さらに好ましくは、 $55/45 \leq y/x \leq 80/20$ である。 x 、 y はモル基準である。

[0061] (エチレンまたは α -オレフィン由来の構成単位)

エチレンまたは α -オレフィン由来の構成単位は、下記のようなエチレン、または炭素原子数が3～30の直鎖状または分岐状の α -オレフィン由来の構成単位である。

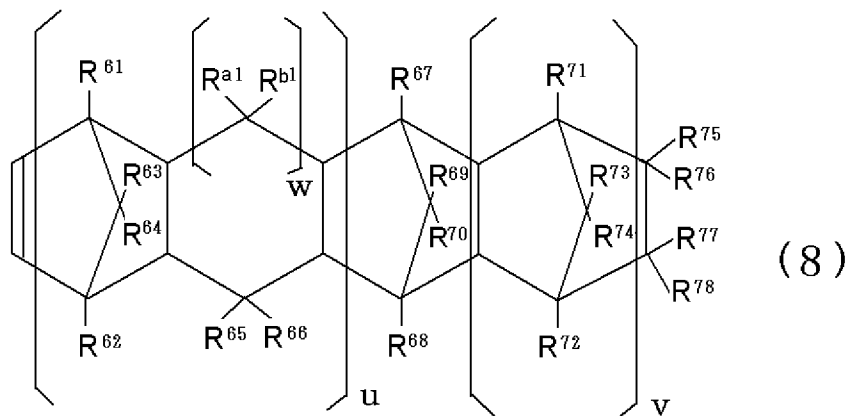
[0062] 具体的には、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、3-メチル-1-ブテン、3-メチル-1-ペンテン、3-エチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ペンテン、4-エチル-1-ヘキセン、3-エチル-1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセンなどが挙げられる。これらのなかでは、エチレンが好ましい。これらのエチレンまたは α -オレフィン由来の構成単位は、本発明の効果を損なわない範囲で2種以上含まれていてもよい。

[0063] (環状オレフィン由来の構成単位)

環状オレフィン由来の構成単位は、下記一般式(8)、一般式(9)および一般式(10)で表される環状オレフィン由来の構成単位よりなる群から選ばれる少なくとも1種からなる。

一般式(8)で表される環状オレフィンは、以下の構造を有するものである。

[0064] [化10]



[0065] 一般式(8)中、 u は0または1であり、 v は0または正の整数であり、 w は0または1である。なお、 w が1の場合には、 w を用いて表される環は6員環となり、 w が0の場合には、この環は5員環となる。 $R^{61} \sim R^{78}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子または炭化水素基である。

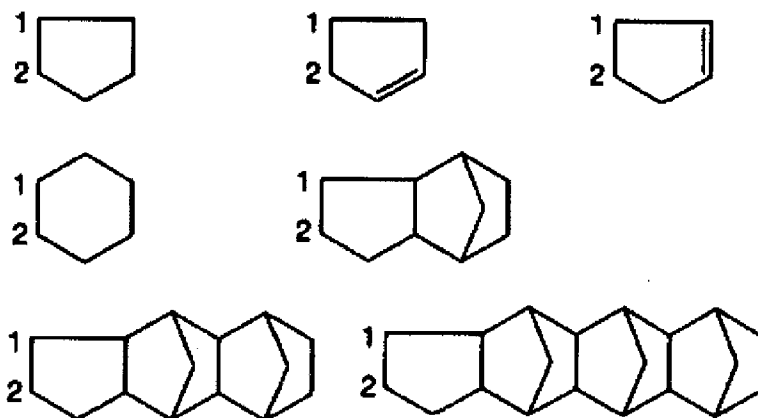
[0066] ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子である。また炭化水素基としては、通常、炭素原子数1～20のアルキル基、炭素原子数1～20のハロゲン化アルキル基、炭素原子数3～15のシクロアルキル基または芳香族炭化水素基が挙げられる。

[0067] より具体的には、アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、アミル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル、オクタデシルなどが挙げられる。ハロゲン化アルキル基としては、上記炭素原子数1～20のアルキル基に1個または複数のハロゲン原子が置換した基が挙げられる。またシクロアルキル基としては、シクロヘキシルなどが挙げられ、芳香族炭化水素基としてはフェニル、ナフチルなどが挙げられる。

[0068] さらに上記一般式(8)において、 R^{75} と R^{76} とが、 R^{77} と R^{78} とが、 R^{75} と R^{77} とが、 R^{76} と R^{78} とが、 R^{75} と R^{78} とが、または R^{76} と R^{77} とがそれぞれ結合して、すなわち互いに共同して、単環または多環の基を形成していてもよい。さらに、このようにして形成された単環または多環が二重結

合を有していてもよい。ここで形成される単環または多環の基としては、具体的に以下のようなものが挙げられる。

[0069] [化11]

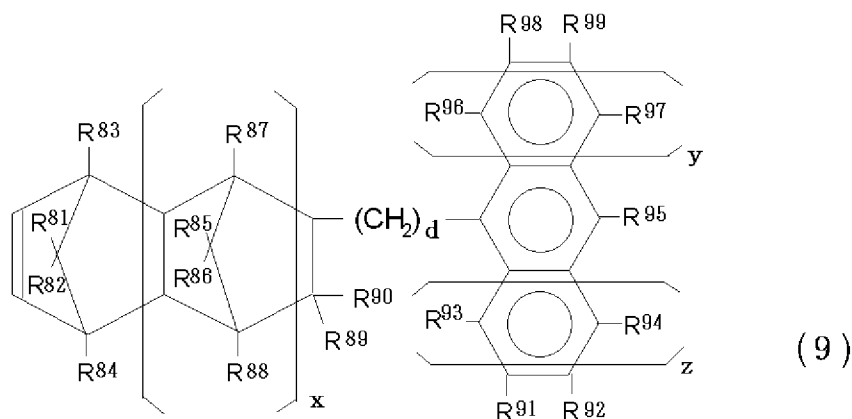


[0070] 上記例示において、1または2の番号を付した炭素原子は、上記一般式（8）においてそれぞれ R^{75} （ R^{76} ）または R^{77} （ R^{78} ）が結合している炭素原子を表す。

[0071] R^{75} と R^{76} とで、または R^{77} と R^{78} とでアルキリデン基を形成していてもよい。このアルキリデン基は、通常は炭素原子数2～20である。アルキリデン基の具体的な例としては、エチリデン、プロピリデン、イソプロピリデンなどが挙げられる。

[0072] 一般式（9）で表される環状オレフィンは、以下の構造を有するものである。

[0073] [化12]



[0074] 一般式（9）中、 x および d は0または1以上の正の整数であり、 y および z は0、1または2である。また、 $R^{81} \sim R^{99}$ は、お互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基またはアルコキシ基であり、 R^{89} および R^{90} が結合している炭素原子と、 R^{93} が結合している炭素原子または R^{91} が結合している炭素原子とは、直接あるいは炭素原子数1～3のアルキレン基を介して結合していてもよい。また $y = z = 0$ のとき、 R^{95} と R^{92} または R^{95} と R^{99} とは互いに結合して単環または多環の芳香族環を形成していてもよい。

ハロゲン原子としては、上記式（8）中のハロゲン原子と同じものを例示することができる。

[0075] 脂肪族炭化水素基としては、炭素原子数1～20のアルキル基または炭素原子数3～15のシクロアルキル基が挙げられる。より具体的には、アルキル基としては、メチル、エチル、プロピル、イソプロピル、アミル、ヘキシル、オクチル、デシル、ドデシル、オクタデシルなどが挙げられる。シクロアルキル基としては、シクロヘキシルなどが挙げられる。

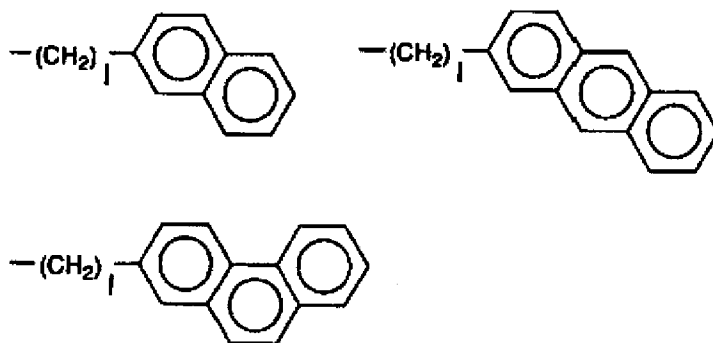
[0076] 芳香族炭化水素基としては、アリール基、アラルキル基などが挙げられ、具体的には、フェニル、トリル、ナフチル、ベンジル、フェニルエチルなどが挙げられる。

[0077] アルコキシ基としては、メトキシ、エトキシ、プロポキシなどが挙げられる。ここで、 R^{89} および R^{90} が結合している炭素原子と、 R^{93} が結合している炭素原子または R^{91} が結合している炭素原子とは、直接または炭素原子数1～3のアルキレン基を介して結合していてもよい。すなわち、上記二個の炭素原子がアルキレン基を介して結合している場合には、 R^{89} と R^{93} とが、または、 R^{90} と R^{91} とが互いに共同して、メチレン基（ $-\text{CH}_2-$ ）、エチレン基（ $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ）またはプロピレン基（ $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ ）の内のいずれかのアルキレン基を形成している。

[0078] さらに、 $y = z = 0$ のとき、 R^{95} と R^{92} または R^{95} と R^{99} とは互いに結合して単環または多環の芳香族環を形成していてもよい。具体的には、 $y = z$

= O のとき、 R^{95} と R^{92} とにより形成される以下のような芳香族環が挙げられる。

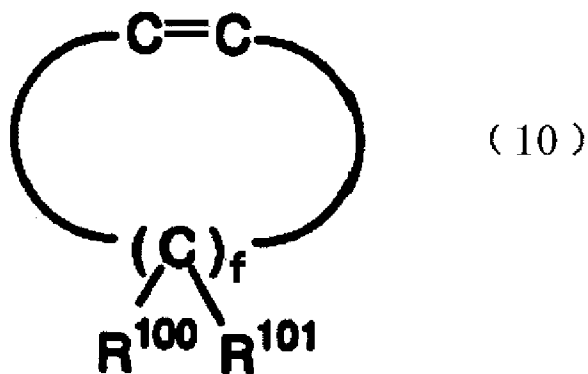
[0079] [化13]



[0080] l は上記一般式 (9) における d と同じである。

一般式 (10) で表される環状オレフィンは、以下の構造を有するものである。

[0081] [化14]



[0082] 一般式 (10) 中、 R^{100} と R^{101} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子または炭素原子数 1～5 の炭化水素基であり、また f は $1 \leq f \leq 18$ である。炭素原子数 1～5 の炭化水素基としては好ましくはアルキル基、ハロゲン化アルキル基またはシクロアルキル基を挙げることができる。これらの具体例は上記式 (8) の $R^{61} \sim R^{78}$ の具体例から明らかである。

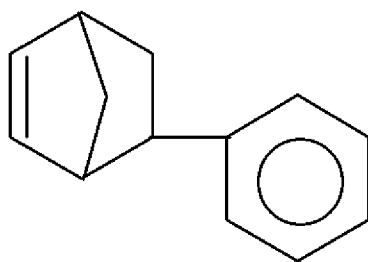
[0083] 上記のような一般式 (8)、(9) または (10) で表される環状オレフィン由来の構成単位 (B) として、具体的には、ビシクロ-2-ヘプテン誘

導体（ビスクロヘプトー２－エン誘導体）、トリシクロー３－デセン誘導体、トリシクロー３－ウンデセン誘導体、テトラシクロー３－ドデセン誘導体、ペンタシクロー４－ペンタデセン誘導体、ペンタシクロペンタデカジエン誘導体、ペンタシクロー３－ペンタデセン誘導体、ペンタシクロー４－ヘキサデセン誘導体、ペンタシクロー３－ヘキサデセン誘導体、ヘキサシクロー４－ヘプタデセン誘導体、ヘプタシクロー５－エイコセン誘導体、ヘプタシクロー４－エイコセン誘導体、ヘプタシクロー５－ヘンエイコセン誘導体、オクタシクロー５－ドコセン誘導体、ノナシクロー５－ペンタコセン誘導体、ノナシクロー６－ヘキサコセン誘導体、シクロペンタジエン－アセナフチレン付加物の誘導体、１，４－メタノー１，４，４a，9a－テトラヒドロフルオレン誘導体、１，４－メタノー１，４，４a，5，10，10a－ヘキサヒドロアントラセン誘導体、炭素原子数３～２０のシクロアルキレン誘導体などが挙げられる。

[0084] また上記の一般式（８）、（９）または（１０）で表わされる環状オレフィン由来の構成単位（Ｂ）の中で、テトラシクロ〔４．４．０．１^{2,5}．１^{7,10}〕－３－ドデセン誘導体、ヘキサシクロ〔６．６．１．１^{3,6}．１^{10,13}．０^{2,7}．０^{9,14}〕－４－ヘプタデセン誘導体、および次の構造で表される化合物の誘導体が好ましい態様として例示される。

[0085] ５－フェニルービスクロ〔２．２．１〕ヘプトー２－エン

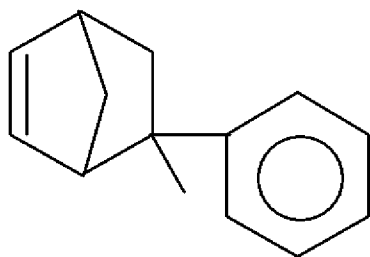
[0086] [化15]



[0087] ５－メチルー５－フェニルービスクロ〔２．２．１〕ヘプトー２－エン

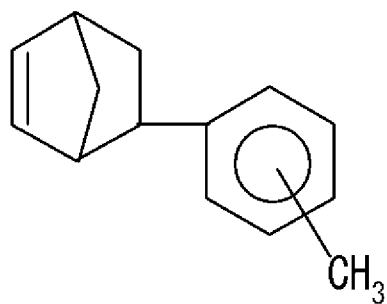
[0088]

[化16]



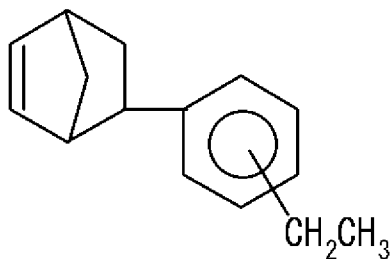
[0089] 5-トリル-ビスクロ [2. 2. 1] ヘプト-2-エン

[0090] [化17]



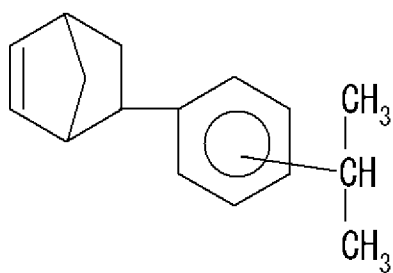
[0091] 5-(エチルフェニル)-ビスクロ [2. 2. 1] ヘプト-2-エン

[0092] [化18]

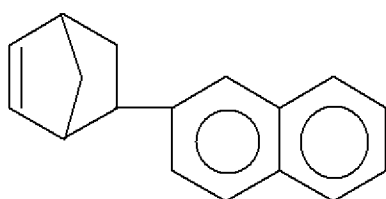
[0093] 5-(イソプロピルフェニル)-ビスクロ [2. 2. 1] ヘプト-2-エ
ン

[0094]

[化19]

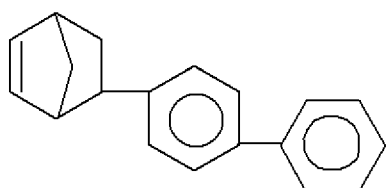
[0095] 5-(α -ナフチル)-ビシクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン

[0096] [化20]



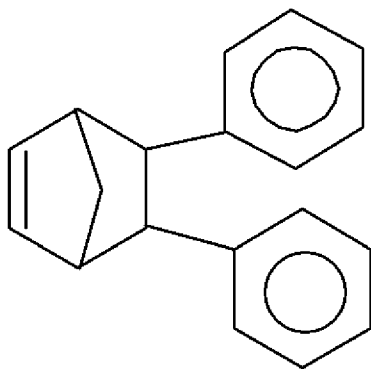
[0097] 5-(ビフェニル)-ビシクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン

[0098] [化21]



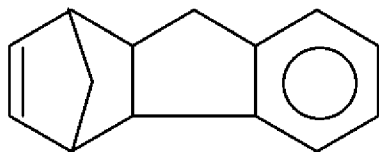
[0099] 5,6-(ジフェニル)-ビシクロ[2.2.1]ヘプト-2-エン

[0100] [化22]



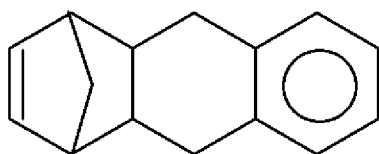
[0101] 1, 4-メタノー-1, 4, 4a, 9a-テトラヒドロフルオレン

[0102] [化23]



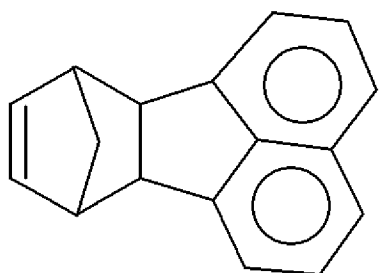
[0103] 1, 4-メタノー-1, 4, 4a, 5, 10, 10a-ヘキサヒドロアントラセン

[0104] [化24]



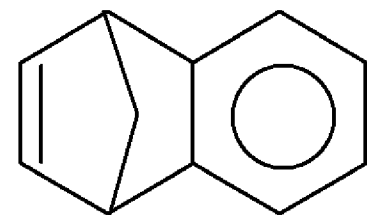
[0105] シクロペンタジエン-アセナフチレン付加物

[0106] [化25]



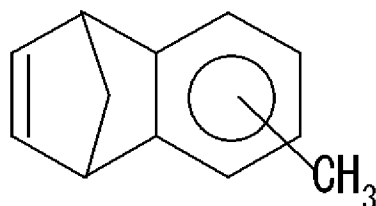
[0107] シクロペンタジエン-ベンザイン付加物

[0108] [化26]



[0109] ベンゾノルボルナジエン誘導体

[0110] [化27]



[0111] また、特に好ましくは、環状オレフィンが、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセン、1, 4-メタノ-1, 4, 4a, 9a-テトラヒドロフルオレン、シクロペンタジエン-ベンザイン付加物およびシクロペンタジエン-アセナフチレン付加物からなる群から選ばれるものであり、もっとも好ましくは、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセンである。

[0112] 上記のような一般式 (8) または (9) で表される環状オレフィンは、シクロペンタジエンと対応する構造を有するオレフィン類とをディールス・アルダー反応させることによって製造することができる。これらの一般式 (8)、(9) または (10) で表される環状オレフィン由来の構成単位は、2種以上含まれていてもよい。また、上記モノマーを用いて重合したものは必要に応じて変成することができ、その場合にモノマー由来の構成単位の構造を変化させることができる。たとえば水素添加処理によって、条件によりモノマー由来の構成単位中のベンゼン環等をシクロヘキシル環とすることができる。

[0113] 本実施形態において、「(W) エチレンまたは α -オレフィンと環状オレフィンとの共重合体」としては、エチレンと、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセンとからなる共重合体であることが好ましい。

[0114] また、共重合のタイプは本実施形態において全く制限されるものではなく、ランダムコポリマー、ブロックコポリマー、交互共重合等、公知の様々な共重合タイプを適用することができるが、好ましくはランダムコポリマーで

ある。

[0115] ((X) 開環重合体またはその水素添加物)

(X) 開環重合体またはその水素添加物とは、上記一般式 (2) における好ましい例として挙げた構造のうち、一般式 (5) で表わされる構成単位を含む環式オレフィン重合体である。

[0116] また、環式オレフィン重合体は、極性基を有するものであってもよい。極性基としては、ヒドロキシル基、カルボキシル基、アルコキシ基、エポキシ基、グリシジル基、オキシカルボニル基、カルボニル基、アミノ基、エステル基などが挙げられる。

[0117] 環式オレフィン重合体は、通常、環式オレフィンを重合することによって、具体的には、脂環式オレフィンを開環重合することによって得られる。また、極性基を有する環式オレフィン重合体は、例えば、上記環式オレフィン重合体に極性基を有する化合物を変性反応により導入することによって、あるいは極性基を含有する単量体を共重合成分として共重合することによって得られる。

[0118] 環式オレフィン重合体を得るために使用される脂環式オレフィンとして具体的には、ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン (慣用名: ノルボルネン)、5-メチル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5, 5-ジメチル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-エチル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-ブチル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-ヘキシル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-オクチル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-オクタデシル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-エチリデン-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-メチリデン-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-ビニル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-プロペニル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-メトキシ-カルビニル-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-シアノ-ビスクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エ

ン、5-メチル-5-メトキシカルボニル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-エトキシカルボニル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-5-エニル-2-メチルプロピオネイト、ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-5-エニル-2-メチルオクタネイト、ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン-5, 6-ジカルボン酸無水物、5-ヒドロキシメチルビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5, 6-ジ (ヒドロキシメチル) -ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-ヒドロキシー-*i*-プロピルビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5, 6-ジカルボキシー-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン-5, 6-ジカルボン酸イミド、5-シクロペンチル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-シクロヘキシル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-シクロヘキセニル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、5-フェニル-ビシクロ [2. 2. 1] -ヘプト-2-エン、トリシクロ [4. 3. 0. 1^{2, 5}] デカー-3, 7-ジエン (慣用名: ジシクロペンタジエン)、トリシクロ [4. 3. 0. 1^{2, 5}] デカー-3-エン、トリシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}] ウンデカー-3, 7-ジエン、トリシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}] ウンデカー-3, 8-ジエン、トリシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}] ウンデカー-3-エン、テトラシクロ [7. 4. 0. 1^{10, 13}. 0^{2, 7}] -トリデカー-2, 4, 6-11-テトラエン (別名: 1, 4-メタノー-1, 4, 4a, 9a-テトラヒドロフルオレン)、テトラシクロ [8. 4. 0. 1^{11, 14}. 0^{3, 8}] -テトラデカー-3, 5, 7, 12-11-テトラエン (別名: 1, 4-メタノー-1, 4, 4a, 5, 10, 10a-ヘキサヒドロアントラセン)、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}. 1^{7, 10}] -ドデカー-3-エン (慣用名: テトラシクロドデセン)、8-メチル-テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}. 1^{7, 10}] -ドデカー-3-エン、8-エチル-テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}. 1^{7, 10}] -ドデカー-3-エン、8-メチリデン-テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2, 5}. 1^{7, 10}] -ドデカー-3-エン、8-エチリデン-テトラシクロ

[4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ービニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ープロペニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーメトキシカルボニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーメチルー8ーメトキシカルボニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーヒドロキシメチルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーカルボキシーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーシクロペンチルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーシクロヘキシルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーシクロヘキセニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、8ーフェニルーテトラシクロ [4, 4, 0, 1^{2, 5}, 1^{7, 10}]ードデカー3ーエン、ペンタシクロ [6, 5, 1, 1^{3, 6}, 0^{2, 7}, 0^{9, 13}]ーペンタデカー3, 10ージエン、ペンタシクロ [7, 4, 0, 1^{3, 6}, 1^{10, 13}, 0^{2, 7}]ーペンタデカー4, 11ージエンなどのノルボルネン系単量体；シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセン、3, 4ージメチルシクロペンテン、3ーメチルシクロヘキセン、2ー(2ーメチルブチル)ー1ーシクロヘキセン、シクロオクテン、3a, 5, 6, 7aーテトラヒドロー4, 7ーメタノー1Hーインデン、シクロヘプテンなどの単環のシクロアルケン；ビニルシクロヘキセンやビニルシクロヘキサンなどのビニル脂環式炭化水素系単量体；シクロペンタジエン、シクロヘキサジエンなどの脂環式共役ジエン系単量体；などが挙げられる。脂環式オレフィンは、それぞれ単独で、あるいは2種以上を組み合わせる用いることができる。

[0119] なお、共重合可能な単量体を必要に応じて共重合させることができる。その具体例としては、エチレン、プロピレン、1ーブテン、1ーペンテン、1ーヘキセン、3ーメチルー1ーブテン、3ーメチルー1ーペンテン、3ーエチルー1ーペンテン、4ーメチルー1ーペンテン、4ーメチルー1ーヘキセ

ン、4, 4-ジメチル-1-ヘキセン、4, 4-ジメチル-1-ペンテン、4-エチル-1-ヘキセン、3-エチル-1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセンなどの炭素原子数2~20のエチレンまたは α -オレフィン；シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセン、3, 4-ジメチルシクロペンテン、3-メチルシクロヘキセン、2-(2-メチルブチル)-1-シクロヘキセン、シクロオクテン、3a, 5, 6, 7a-テトラヒドロ-4, 7-メタノ-1H-インデンなどのシクロオレフィン；1, 4-ヘキサジエン、4-メチル-1, 4-ヘキサジエン、5-メチル-1, 4-ヘキサジエン、1, 7-オクタジエンなどの非共役ジエン；等が挙げられる。これらの単量体は、それぞれ単独で、あるいは2種以上を組み合わせで使用することができる。

[0120] 脂環式オレフィンの重合方法は、格別な制限はなく、公知の方法に従って行うことができる。これらの開環重合物は、安定性、可撓性、軽量性の面から、水素添加して用いることが好ましい。水素添加方法は公知の方法を用いることができる。

[0121] ((Y) ビニル脂環式炭化水素系重合体)

(Y) ビニル脂環式炭化水素系重合体は、ビニル芳香族炭化水素化合物を単量体として得られる(共)重合体の水素添加物またはビニル脂環式炭化水素化合物を単量体として得られる(共)重合体である。ビニル化合物としては、ビニル芳香族化合物、ビニル脂環式炭化水素化合物などを挙げることができる。

[0122] ビニル芳香族化合物としては、スチレン、 α -メチルスチレン、 α -エチルスチレン、 α -プロピルスチレン、 α -イソプロピルスチレン、 α -t-ブチルスチレン、2-メチルスチレン、3-メチルスチレン、4-メチルスチレン、2, 4-ジイソプロピルスチレン、2, 4-ジメチルスチレン、4-t-ブチルスチレン、5-t-ブチル-2-メチルスチレン、モノクロロスチレン、ジクロロスチレン、モノフルオロスチレン、4-フェニルスチレ

ンなどのスチレン類等を挙げることができる。

[0123] ビニル脂環式炭化水素化合物としては、ビニルシクロヘキサン、3-メチルイソプロペニルシクロヘキサンなどのビニルシクロヘキサン類；4-ビニルシクロヘキセン、4-イソプロペニルシクロヘキセン、1-メチル-4-ビニルシクロヘキセン、1-メチル-4-イソプロペニルシクロヘキセン、2-メチル-4-ビニルシクロヘキセン、2-メチル-4-イソプロペニルシクロヘキセンなどのビニルシクロヘキセン類等を挙げることができる。

[0124] 本実施形態においては、前述の単量体と共重合可能な他の単量体を共重合させてもよい。共重合可能な単量体としては、エチレン、プロピレン、イソブテン、2-メチル-1-ブテン、2-メチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ペンテンなどの α -オレフィン系単量体；シクロペンタジエン、1-メチルシクロペンタジエン、2-メチルシクロペンタジエン、2-エチルシクロペンタジエン、5-メチルシクロペンタジエン、5,5-ジメチルシクロペンタジエン、ジシクロペンタジエンなどのシクロペンタジエン系単量体；シクロブテン、シクロペンテン、シクロヘキセンなどのモノ環状オレフィン系単量体；ブタジエン、イソプレン、1,3-ペンタジエン、フラン、チオフェン、1,3-シクロヘキサジエンなどの共役ジエン系単量体；アクリロニトリル、メタクリロニトリル、 α -クロロアクリロニトリルなどのニトリル系単量体；メタクリル酸メチル、メタクリル酸エチル、メタクリル酸プロピル、メタクリル酸ブチル、アクリル酸メチル、アクリル酸エチル、アクリル酸プロピル、アクリル酸ブチル、などの（メタ）アクリル酸エステル系単量体；アクリル酸、メタクリル酸、無水マレイン酸などの不飽和脂肪酸系単量体；フェニルマレイミド；メチルビニルエーテル；N-ビニルカルバゾール、N-ビニル-2-ピロリドンなどの複素環含有ビニル化合物系単量体等が挙げられる。

[0125] 重合に用いる上記単量体の混合物は、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性、機械強度等の観点から、ビニル芳香族炭化水素化合物および／またはビニル脂環式炭化水素化合物を、通常、50質量%以上、好まし

くは70～100質量%、より好ましくは80～100質量%含有するものが好ましい。単量体混合物は、ビニル芳香族炭化水素化合物およびビニル脂環式炭化水素化合物の双方を含有していても構わない。

[0126] ビニル芳香族炭化水素化合物またはビニル脂環式炭化水素化合物の重合方法は、格別な制限はなく、公知の方法に従って行うことができる。ビニル芳香族炭化水素化合物から得られる(共)重合体は、安定性、可撓性、軽量性の面から、水素添加物として用いることが好ましい。水素添加方法は公知の方法を用いることができる。

[0127] ビニル芳香族炭化水素化合物から得られる(共)重合体の水素添加物は、フェニル基の水素添加率が好ましくは95%以上、より好ましくは99%以上とすることができる。水素添加処理により、樹脂構造中のフェニル基が水素添加されシクロヘキシル基となる。

[0128] ((Z) その他の重合体)

(Z) その他の重合体としては、例えば、単環シクロアルケンの重合体、脂環式共役ジエン系単量体の重合体、芳香族オレフィン重合体などが挙げられるが、上記(W)～(Y)に含まれない構造であっても、一般式(2)の範囲内において、任意に選択可能である。例えば、上記(W)～(Y)相互、あるいは、公知の共重合可能なモノマーを共重合せしめたものが挙げられる。

[0129] また、共重合のタイプは本実施形態において全く制限されるものではなく、ランダムコポリマー、ブロックコポリマー、交互共重合等、公知の様々な共重合タイプを適用することができるが、好ましくはランダムコポリマーである。

[0130] 上記(W)～(Z)で大別される4種のポリマーのうち、光学特性上好ましいものは(W)エチレンまたは α -オレフィンとシクロオレフィンとの共重合体であり、その中でも最も好ましいものはエチレン・テトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]-3-ドデセン共重合体である。

[0131] また、上記の要件を満たす誘電体のもう一つの形態としては、誘電体が、

(A) 下記一般式 (I) で表される 1 種以上のオレフィン由来の繰り返し単位と、

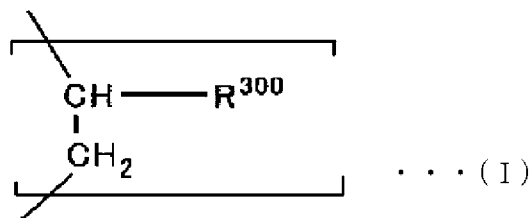
(B) 下記一般式 (III) で表される環状非共役ジエン由来の繰り返し単位と、

(C) 下記一般式 (V) で表される 1 種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位と、

を含む架橋性基を有する環状オレフィン共重合体を含み、

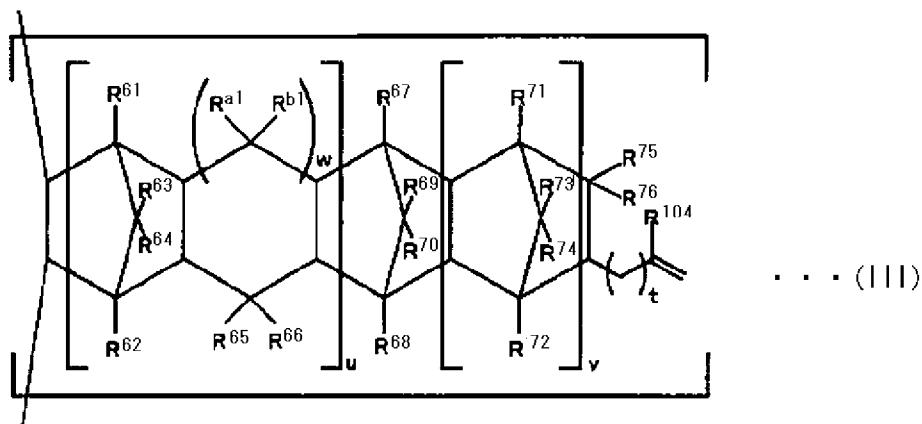
上記環状オレフィン共重合体が、上記環状オレフィン共重合体中の繰り返し単位の合計モル数を 100 モル%とした場合に、環状非共役ジエン由来の繰り返し単位 (B) の含有量が 5 モル%以上 36 モル%以下であることが好ましい。

[0132] [化28]



[0133] 一般式 (I) 中、 R^{300} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 29 の直鎖状または分岐状の炭化水素基を示す。

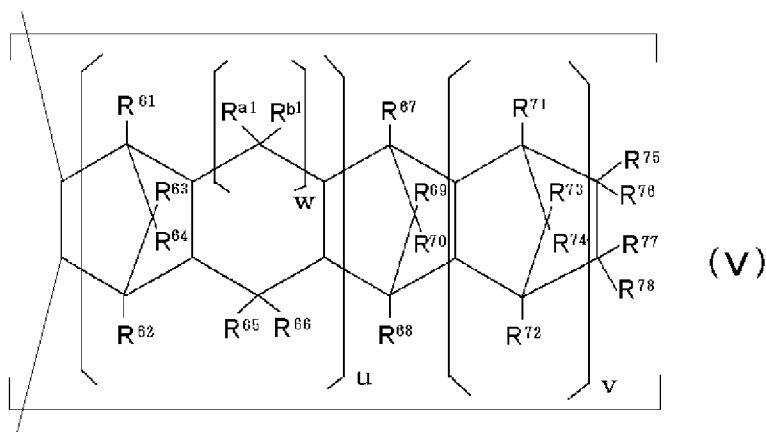
[0134] [化29]



[0135] 一般式 (III) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $\text{R}^{61} \sim \text{R}^{76}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一で

も異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1～20 のアルキル基、炭素原子数 1～20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3～15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6～20 の芳香族炭化水素基であり、 R^{104} は水素原子または炭素原子数 1～10 のアルキル基であり、 t は 0～10 の正の整数であり、 R^{75} および R^{76} は、互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。

[0136] [化30]



[0137] 一般式 (V) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $R^{61} \sim R^{78}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1～20 のアルキル基、炭素原子数 1～20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3～15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6～20 の芳香族炭化水素基であり、 $R^{75} \sim R^{78}$ は互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。ただし、 u および v がともに 0 のときは、 $R^{67} \sim R^{70}$ 、 $R^{75} \sim R^{78}$ のうち少なくとも 1 つが水素原子以外の置換基である。

[0138] 上記環状オレフィン共重合体において、環状オレフィン共重合体中の繰り返し単位の合計モル数を 100 モル%とした場合に、環状非共役ジエン由来の繰り返し単位 (B) の含有量が好ましくは 5 モル%以上 36 モル%以下、より好ましくは 10 モル%以上 33 モル%以下、さらに好ましくは 20 モル%以上 30 モル%以下である。

環状非共役ジエン由来の繰返し単位（B）の含有量が上記範囲内であると、環状オレフィン系共重合体から得られる誘電体は、マイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率に優れる。さらに、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性、機械特性がより良好となる。

また、環状非共役ジエン由来の繰返し単位（B）の含有量が上記上限値以下であると、環状オレフィン系共重合体の成形性や溶解性が向上し、誘電体のマイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率が向上する。環状非共役ジエン由来の繰返し単位（B）の含有量が上記下限値以上であると、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性、機械特性がより良好となる。

[0139] 環状オレフィン系共重合体において、環状オレフィン系共重合体中の繰返し単位の合計モル数を100モル%とした場合に、オレフィン由来の繰返し単位（A）の含有量が好ましくは20モル%以上80モル%以下、より好ましくは30モル%以上75モル%以下、さらに好ましくは40モル%以上70モル%以下、特に好ましくは50モル%以上70モル%以下であり、環状非共役ジエン由来の繰返し単位（B）の含有量が5モル%以上36モル%以下、好ましくは10モル%以上33モル%以下、より好ましくは20モル%以上30モル%以下であり、環状オレフィン由来の繰返し単位（C）の含有量が好ましくは1モル%以上30モル%以下、より好ましくは5モル%以上25モル%以下、さらに好ましくは7モル%以上20モル%以下である。

環状非共役ジエン由来の繰返し単位（B）の含有量が上記範囲内であると、環状オレフィン系共重合体から得られる誘電体は、マイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率に優れる。さらに、上記誘電体を用いた可撓性導波管の可撓性、軽量性、機械特性がより良好となる。

[0140] 環状オレフィン系共重合体の共重合原料の一つであるオレフィンモノマー

は、付加共重合して上記式（Ⅰ）で表される骨格を与えるモノマーであり、下記一般式（Ⅰa）で表されるオレフィンである。

[0141] [化31]

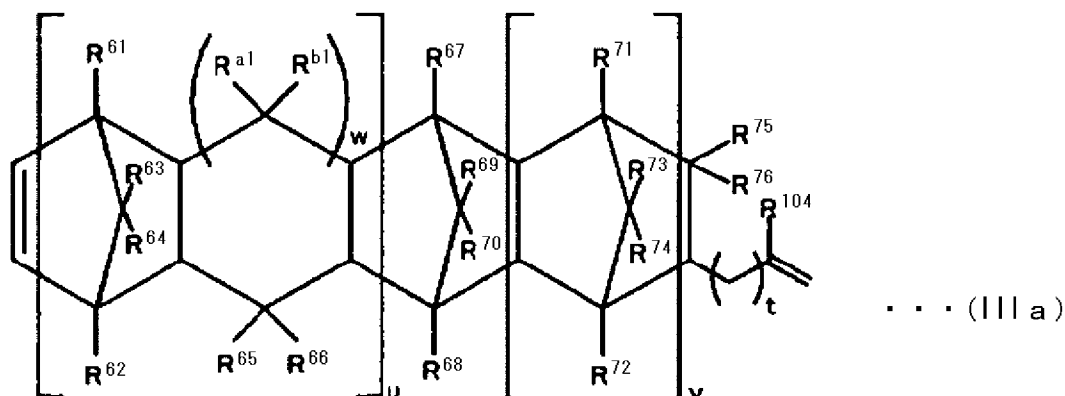


[0142] 上記一般式（Ⅰa）中、 R^{300} は水素原子または炭素原子数1～29の直鎖状または分岐状の炭化水素基を示す。一般式（Ⅰa）で表されるオレフィンとしては、例えば、エチレン、プロピレン、1-ブテン、1-ペンテン、1-ヘキセン、3-メチル-1-ブテン、3-メチル-1-ペンテン、3-エチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ペンテン、4-メチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ヘキセン、4,4-ジメチル-1-ペンテン、4-エチル-1-ヘキセン、3-エチル-1-ヘキセン、1-オクテン、1-デセン、1-ドデセン、1-テトラデセン、1-ヘキサデセン、1-オクタデセン、1-エイコセン等が挙げられる。より優れた耐熱性、機械的特性、誘電特性、透明性およびガスバリア性を有する架橋体（Q）を得る観点から、これらの中でも、エチレンとプロピレンが好ましく、エチレンが特に好ましい。上記一般式（Ⅰa）で表されるオレフィンモノマーは二種類以上を用いてもよい。

[0143] 環状オレフィン系共重合体の共重合原料の一つである環状非共役ジエン単量体は付加共重合して上記式（ⅠⅠⅠ）で表される構成単位を形成するものである。具体的には、上記一般式（ⅠⅠⅠ）に対応する下記一般式（ⅠⅠⅠa）で表される環状非共役ジエンが用いられる。

[0144]

[化32]

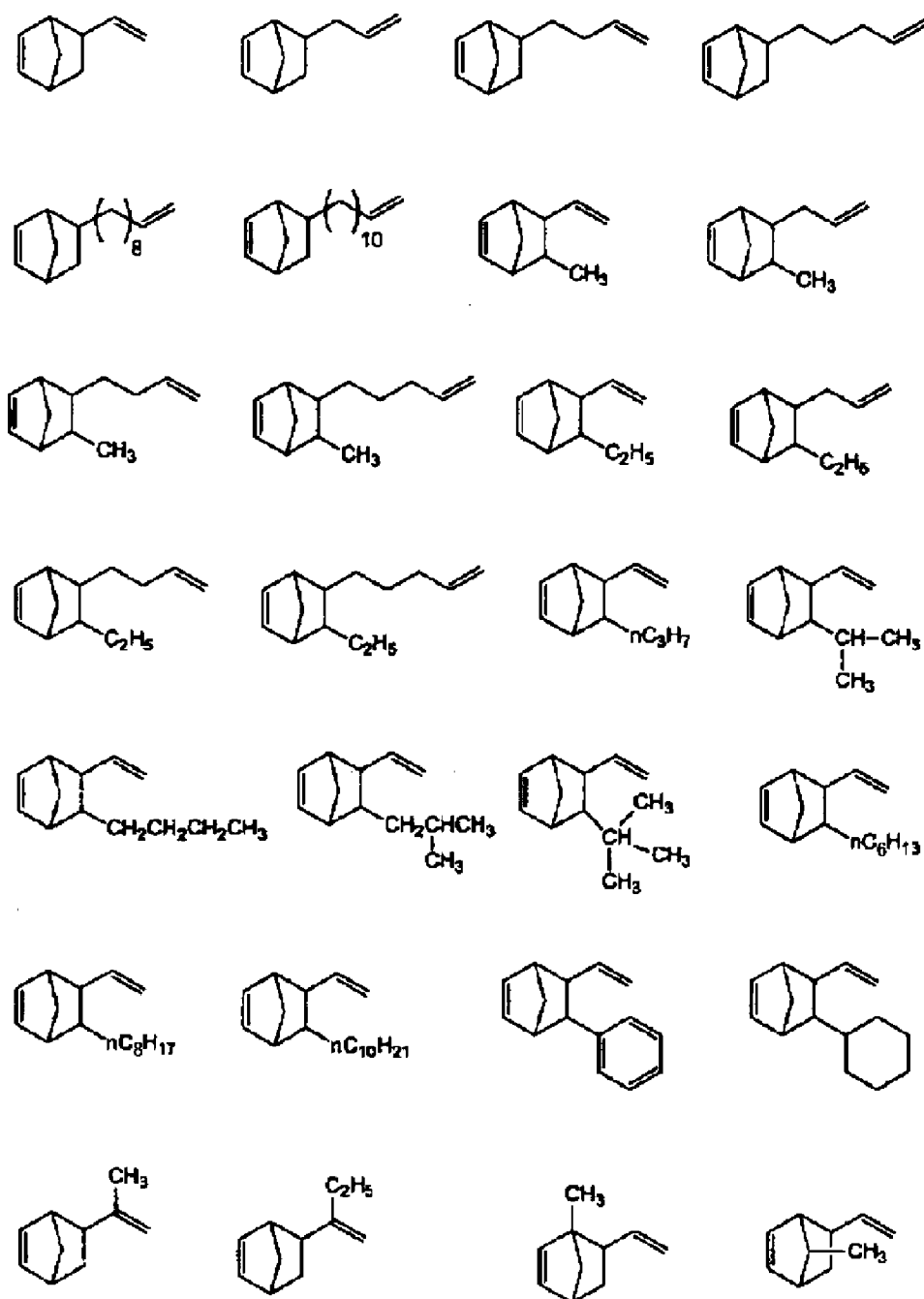


[0145] 上記一般式 (III a) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または正の整数、好ましくは 0 以上 2 以下の整数、より好ましくは 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $R^{61} \sim R^{76}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ～ 20 のアルキル基、炭素原子数 1 ～ 20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3 ～ 15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6 ～ 20 の芳香族炭化水素基であり、 R^{104} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 10 のアルキル基であり、 t は 0 ～ 10 の正の整数であり、 R^{75} および R^{76} は、互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。

[0146] 上記一般式 (III a) で表される環状非共役ジエンとしては、特に限定されるものではないが、例えば、下記化学式で表される環状非共役ジエンを挙げることができる。これらのうち 5-ビニル-2-ノルボルネン、8-ビニル-9-メチルテトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセンが好ましく、5-ビニル-2-ノルボルネンが特に好ましい。

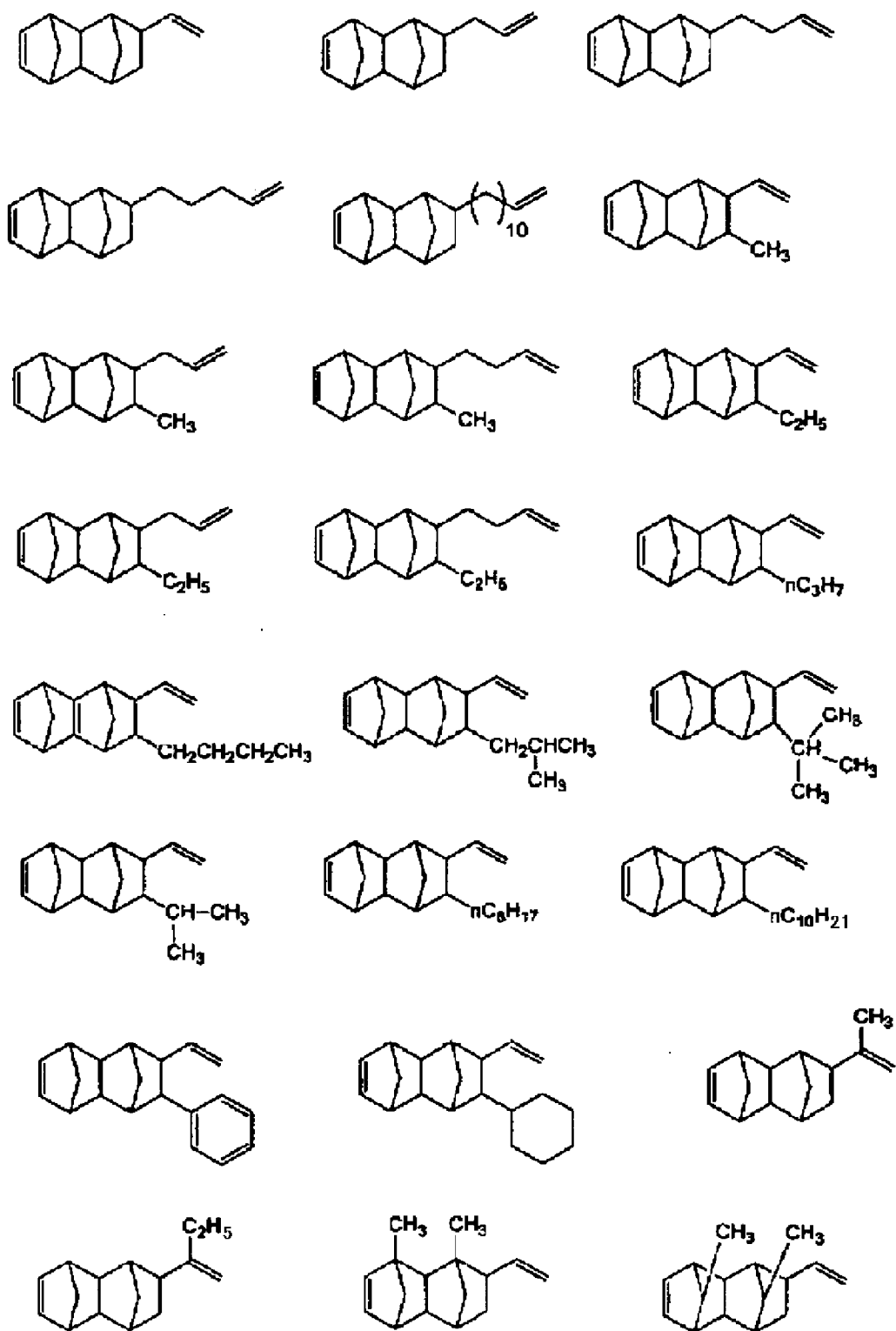
[0147]

[化33]



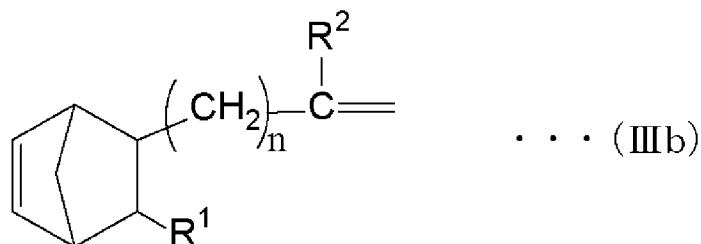
[0148]

[化34]



[0149] 上記一般式 (I I I a) で表される環状非共役ジエンは、具体的には以下の一般式 (I I I b) で表すこともできる。

[0150] [化35]

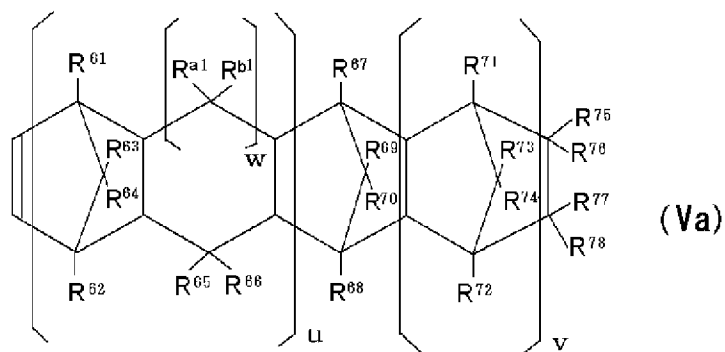


[0151] 一般式 (IIIb) 中の n は 0 ～ 10 の整数であり、 R^1 は水素原子または炭素原子数 1 ～ 10 のアルキル基であり、 R^2 は水素原子または炭素原子数 1 ～ 5 のアルキル基である。

[0152] 本実施形態の環状オレフィン系共重合体には、一般式 (III) で表される環状非共役ジエン由来の構成単位が含まれることにより、側鎖部分、すなわち共重合の主鎖以外の部分に二重結合を有することが特徴である。

[0153] 環状オレフィン系共重合体の共重合原料の一つである環状オレフィンモノマーは付加共重合して上記一般式 (V) で表される構成単位を形成するものである。具体的には、上記一般式 (V) に対応する下記一般式 (Va) で表される環状オレフィンモノマーが用いられる。

[0154] [化36]



[0155] 上記一般式 (Va) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または正の整数、好ましくは 0 以上 2 以下の整数、より好ましくは 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $R^{61} \sim R^{78}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ～ 20 のアルキ

ル基、炭素原子数 1 ～ 20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3 ～ 15 のシクロアルキル基、または炭素原子数 6 ～ 20 の芳香族炭化水素基であり、 $R^{75} \sim R^{78}$ は、互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。

[0156] 上記一般式 (V a) で表される環状オレフィンの具体例については国際公開第 2006/118261 号に記載の化合物を用いることができる。

上記一般式 (V a) で表される環状オレフィンとしては、ビスクロ [2. 2. 1] -2-ヘプテン (ノルボルネンとも呼ぶ。)、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセン (テトラシクロドデセンとも呼ぶ。) が好ましく、テトラシクロ [4. 4. 0. 1^{2,5}. 1^{7,10}] -3-ドデセンがより好ましい。これらの環状オレフィンは剛直な環構造を有するため共重合体および架橋体の弾性率が保持され易く、また異種二重結合構造を含まないため架橋の制御をし易くなる利点がある。

[0157] 共重合成分として、前述した一般式 (I a) で表されるオレフィンモノマー、一般式 (V a) で表される環状オレフィンを用いることにより、環状オレフィン系共重合体の溶媒への溶解性がより向上するため成形性が良好となる。

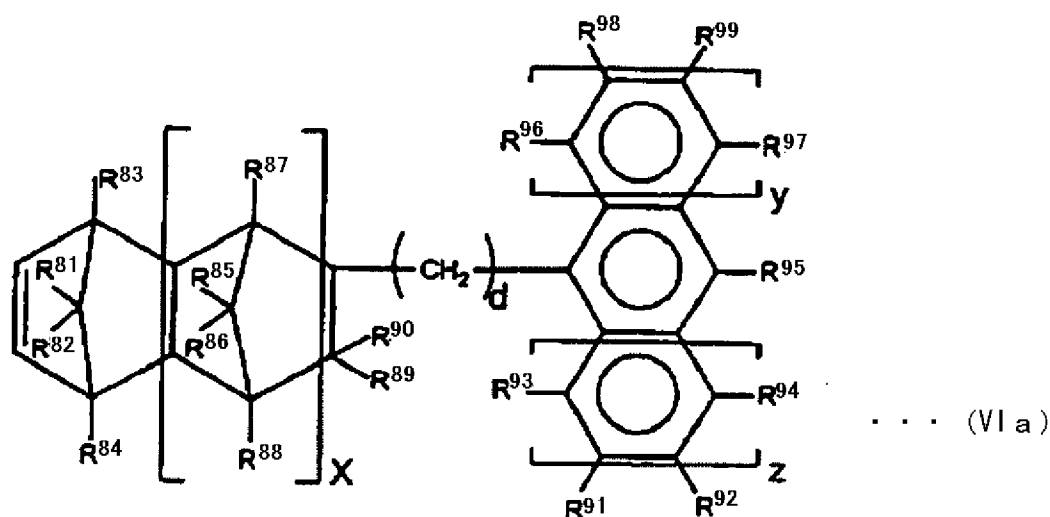
[0158] 環状オレフィン系共重合体は、(A) 一般式 (I) で表される 1 種以上のオレフィン由来の繰り返し単位、(B) 一般式 (III) で表される環状非共役ジエン由来の繰り返し単位および (C) 一般式 (V) で表される 1 種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位に加えて、一般式 (III) で表される環状非共役ジエンおよび一般式 (V) で表される環状オレフィン以外の環状オレフィン、および／または鎖状ポリエン由来の繰り返し単位とから構成されていてもよい。

この場合、環状オレフィン系共重合体の共重合原料として、一般式 (I a) で表されるオレフィンモノマー、一般式 (III a) で表される環状非共役ジエンモノマー、一般式 (V a) で表される環状オレフィンモノマーに加えて、一般式 (III a) で表される環状非共役ジエンモノマーおよび一般式 (V a) で表される環状オレフィンモノマー以外の環状オレフィンモノマー

一、 および／または鎖状ポリエンモノマーを用いることができる。

このような環状オレフィンモノマーおよび鎖状ポリエンモノマーとしては下記一般式 (V I a) または (V I I a) で表される環状オレフィン、または下記一般式 (V I I I a) で表される鎖状ポリエンである。これらの環状オレフィンや鎖状ポリエンは異なる二種以上を用いてもよい。

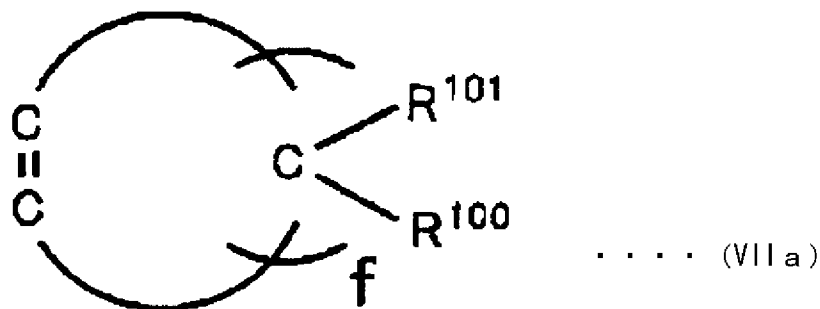
[0159] [化37]



[0160] 一般式 (V I a) 中、 x および d は 0 または 1 以上の整数、好ましくは 0 以上 2 以下の整数、より好ましくは 0 または 1 であり、 y および z は 0、1 または 2 であり、 $R^{81} \sim R^{99}$ は互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ~ 20 のアルキル基もしくは炭素原子数 3 ~ 15 のシクロアルキル基である脂肪族炭化水素基、炭素原子数 6 ~ 20 の芳香族炭化水素基またはアルコキシ基であり、 R^{89} および R^{90} が結合している炭素原子と、 R^{93} が結合している炭素原子または R^{91} が結合している炭素原子とは、直接あるいは炭素原子数 1 ~ 3 のアルキレン基を介して結合していてもよく、また $y = z = 0$ のとき、 R^{95} と R^{92} または R^{95} と R^{99} とは互いに結合して単環または多環の芳香族環を形成していてもよい。

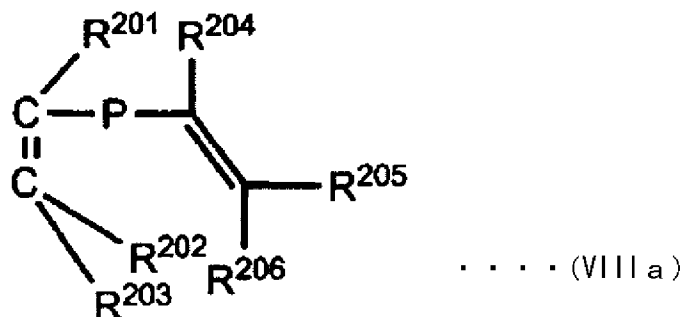
[0161]

[化38]



[0162] 一般式 (VII a) 中、 R^{100} および R^{101} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子または炭素原子数 1 ～ 5 の炭化水素基を示し、 f は $1 \leq f \leq 18$ である。

[0163] [化39]



[0164] 一般式 (VIII a) 中、 R^{201} から R^{206} は互いに同一でも異なってもよく、水素原子、または炭素原子数 1 ～ 20 の炭化水素基であり、P は炭素原子数 1 ～ 20 の直鎖または分岐状の炭化水素基で、二重結合および／または三重結合を含んでもよい。

[0165] 一般式 (VII a) および一般式 (VIII a) で表される環状オレフィンの具体例については国際公開第 2006/118261 号の段落 0037 ～ 0063 に記載の化合物を用いることができる。

[0166] 一般式 (VIII a) で表される鎖状ポリエンとして、具体的には、1, 4-ヘキサジエン、3-メチル-1, 4-ヘキサジエン、4-メチル-1, 4-ヘキサジエン、5-メチル-1, 4-ヘキサジエン、4, 5-ジメチル-1, 4-ヘキサジエン、7-メチル-1, 6-オクタジエン、DMDT、

1, 3-ブタジエン, 1, 5-ヘキサジエン等が挙げられる。また1, 3-ブタジエン、1, 5-ヘキサジエン等のポリエンから環化した環化性のポリエンを用いてもよい。

[0167] 環状オレフィン系共重合体が、上記一般式 (V | | | a) で表される鎖状ポリエン由来の構成単位、あるいは一般式 (I | | |) で表される環状非共役ジエンおよび一般式 (V) で表される環状オレフィン以外の環状オレフィン〔例えば、一般式 (V | a)、一般式 (V | | a)〕に由来する構成単位を含む場合は、該構成単位の含有量は、上記一般式 (I) で表される1種以上のオレフィン由来の繰り返し単位、上記一般式 (I | | |) で表される1種以上の環状非共役ジエン由来の繰り返し単位、上記一般式 (V) で表される1種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位の合計モル数に対して、通常0.1~100mol%、好ましくは0.1~50mol%である。

[0168] 共重合成分として、前述した一般式 (I) で表されるオレフィンモノマー、一般式 (V | a) または (V | | a) で表される環状オレフィンおよび一般式 (V | | | a) で表される鎖状ポリエンを用いることにより、本実施形態に係る効果が得られるとともに、環状オレフィン系共重合体の溶媒への溶解性がより向上するため成形性が良好となる。これらのうちでも一般式 (V | a) または (V | | a) で表される環状オレフィンが好ましい。これらの環状オレフィンは剛直な環構造を有するため共重合体および架橋体の弾性率が保持され易く、また異種二重結合構造を含まないため架橋の制御をし易くなる利点がある。

[0169] 本実施形態に係る可撓性導波管に用いられる誘電体の形態としては、発泡体であることが好ましい。誘電体を発泡体とすることによって、マイクロ波あるいはミリ波あるいはテラヘルツ波などの高い周波数帯においても電気信号の伝送効率を維持したまま、可撓性導波管を軽量にすることができる。

[0170] <誘電体の製造方法>

本実施形態に係る誘電体は、例えば、(共)重合体組成物を特定の形状に成形することにより得ることができる。(共)重合体組成物は、例えば、4

ーメチルー 1ーペンテン（共）重合体を含む組成物等が挙げられ、構成材料が 1 種類の樹脂のみである組成物も含む。

成形装置および成形条件としては特に限定されず、従来公知の成形装置および成形条件を採用することができるが、押出成形装置により成形することが好ましい。

本実施形態に係る誘電体の成形方法としては、例えば、射出成形、押出成形（フィルム・シート押出、異型押出、繊維押出、ストランド押出、ネット押出等）、真空成形、ブロー成形、プレス成形、圧空成形、カレンダー成形、ビーズ成形、バッチ発泡、射出発泡、押出发泡、プレス発泡、発泡ブロー成形等の公知の熱成形方法を用いることができる。すなわち、本実施形態に係る誘電体は、例えば、射出成形体、押出成形体、真空成形体、ブロー成形体、プレス成形体、圧空成形体、カレンダー成形体、ビーズ成形体、射出発泡体、押出发泡体、プレス発泡体、発泡ブロー成形体、バッチ発泡体等が挙げられる。

本実施形態に係る誘電体として、好ましくは押出成形体および射出成形体である。

[0171] （（共）重合体組成物の調製方法）

本実施形態に係る組成物は、各成分をドライブレンド、タンブラーミキサー、バンバリーミキサー、単軸押出機、二軸押出機、高速二軸押出機、熱ロール等により混合または熔融・混練することにより調製することができる。

[0172] （誘電体の成形方法）

本実施形態に係る誘電体は、例えば、成形装置を用いて、組成物を特定の形状に成形することにより得ることができる。

本実施形態に係る誘電体の成形の際には、発泡剤を用いてもよく、発泡剤としては、化学発泡剤、物理発泡剤が挙げられる。

化学発泡剤としては、重炭酸ナトリウム、重炭酸アンモニウム、各種カルボン酸塩、水素化ホウ素ナトリウム、アゾジカルボアミド、N，Nージニトロソペンタメチレンテトラミン、P，Pーオキシビス（ベンゼンスルホニル

ヒドラジッド)、アゾビスイソブチロニトリル、パラトルエンスルホニルヒドラジッド、重曹クエン酸ナトリウム等が挙げられる。

物理発泡剤としては、二酸化炭素、窒素、または二酸化炭素と窒素の混合物等が挙げられ、いずれもガス状、液状または超臨界状態のいずれでも供給することが可能である。

[0173] 化学発泡剤は押出成形機に投入する前に組成物と配合して均一に混合することが好ましい。

また、物理発泡剤として二酸化炭素を使用する場合は、組成物が押出成形機内で混練、可塑化された状態になった後、直接押出成形機内へ注入することが好ましい。

[0174] 組成物の発泡倍率は特に限定されず、得られる誘電体の諸物性を考慮して適宜決定することができる。

[0175] <導体>

導体の材料は、特に限定されないが、金属等の導体又は導体を含む組成物が挙げられる。

導体に用いられる金属としては、銅、銀、金、合金等の金属、カーボン等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

[0176] 導体としては、金属製の被膜、テープ、織物および金属メッキから選択されるいずれか1つであることが好ましいが、これらに限定されるものではない。

導体に用いられる金属の形状は、特に限定されないが、ピン状、線状、層状、粒子状、鱗片状、繊維状、ナノチューブ等が挙げられる。

導体は、内部誘電体の外周部を覆うように配設された金属層部を含み、導電率の良い金属層を用いることが好ましい。

導体としては、テープを用いてもよく、その中でも金属層と導電性の粘着層とを有する金属テープを用いることが好ましい。金属テープを使用することにより、曲げに対して断面形状を大きく変化させることなく対応することができ、かつ電気信号の伝送効率の低下を抑止することができ、かつ密着性

を向上させることができる。さらに精度の高い金属加工が不要となり、低い製造コストで供給することができる。

[0177] <可撓性導波管 100>

ここで、本実施形態に係る可撓性導波管 100 について、図面を用いて説明する。

[0178] 図 1 は本実施形態に係る可撓性導波管 100 の構造の一例を示す。棒状の誘電体 110 について、導体 120 として導電性を有する複数の線状の平箔系を上記棒状の誘電体 110 の周囲に組紐状に長手方向に組んで形成するように構成されている（組紐構造）。本構造の導体は、例えば、円形断面をもつ複数の金属細線を束にして一本の金属細線ストランドにした後、所要数のストランドを使って組紐組織に仕上げて形成される。このようにすることにより、曲げに対して断面形状を大きく変化させることなく対応することができる、かつ電気信号の伝送効率の低下を抑止することができる。さらに、精度の高い金属加工が不要となり、低い製造コストで供給することができる。

[0179] 図 2 は本実施形態に係る可撓性導波管 100 の構造の一例を示す。棒状の誘電体 110 について、導体 120 として金属メッキ層 130 が形成されるように構成されている（メッキ構造）。メッキ構造とする場合の効果は組紐構造とする場合と同様であるが、金属細線ストランドを組紐組織に仕上げる工程を電気メッキ工程で行うことができるので、さらに製造工数を減らすことができる利点がある。

[0180] 以上、本発明の実施形態について述べたが、これらは本発明の例示であり、上記以外の様々な構成を採用することもできる。

[0181] なお、本発明は前述の実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を達成できる範囲での変形、改良等は本発明に含まれるものである。

実施例

[0182] 次に、実施例により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

[0183] （材料）

可撓性導波管の作製に用いた材料の詳細は以下の通りである。

[0184] 誘電体用化合物 1 : 4-メチルー1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体
(三井化学株式会社製、製品名 : MX004、4-メチルー1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) の含有量 : 94 モル%、 α -オレフィンから導かれる構成単位 (Q) の含有量 : 6 モル%)、融点 228℃、フッ素原子含有量 : 0 質量%

[0185] 誘電体用化合物 2 : 4-メチルー1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体
(4-メチルー1-ペンテンから導かれる構成単位 (P) の含有量 : 72.5 モル%、 α -オレフィンから導かれる構成単位 (Q) の含有量 : 27.5 モル%)、融点 : なし (観測されず)、フッ素原子含有量 : 0 質量%

十分に窒素置換した容量 1.5 L の攪拌翼付の SUS 製オートクレーブに、300 ml の n-ヘキサン (乾燥窒素雰囲気下、活性アルミナ上で乾燥したもの)、及び 450 ml の 4-メチルー1-ペンテンを 23℃ で装入した。このオートクレーブに、トリイソブチルアルミニウム (TIBAL) の 1.0 mmol / ml トルエン溶液を 0.75 ml 装入し、攪拌機を回した。

次に、オートクレーブを内温が 60℃ になるまで加熱し、全圧 (ゲージ圧) が 0.40 MPa となるようにプロピレンで加圧した。

[0186] 続いて、予め調製しておいた、Al 換算で 1 mmol のメチルアルミノキサン、及び 0.01 mmol のジフェニルメチレン (1-エチルー3-tert-ブチルーシクロペンタジエニル) (2,7-ジ-tert-ブチルーフルオレニル) ジルコニウムジクロリドを含むトルエン溶液 0.34 ml を、オートクレーブに窒素で圧入し、重合反応を開始させた。重合反応中は、オートクレーブの内温が 60℃ になるように温度調整した。

[0187] 重合開始から 60 分後、オートクレーブにメタノール 5 ml を窒素で圧入し、重合反応を停止させた後、オートクレーブ内を大気圧まで脱圧した。脱圧後、反応溶液に、該反応溶液を攪拌しながらアセトンを添加し、溶媒を含む重合反応生成物を得た。

[0188] 次に、得られた溶媒を含む重合反応生成物を減圧下、100℃ で 12 時

間乾燥させて、36.9 gの粉末状の4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体（誘電体用化合物2）を得た。

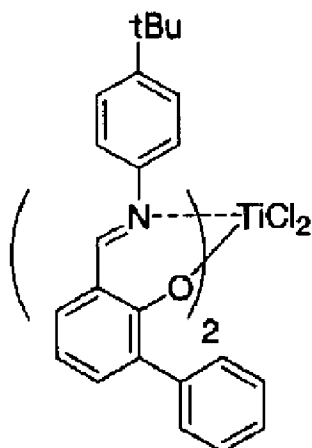
[0189] 誘電体用化合物3：エチレンと環状オレフィン（テトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]-3-ドデセン）との共重合体（三井化学社製、一般式（2）で表される化合物、 $y/x = 65/35$ ）、フッ素原子含有量：0質量%

[0190] 誘電体用化合物4：架橋性基を有する環状オレフィン共重合体（一般式（I）で表される1種以上のオレフィン由来の繰り返し単位（A）の含有量：55.7モル%、一般式（III）で表される環状非共役ジエン由来の繰り返し単位（B）の含有量：8.6モル%、一般式（V）で表される1種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位（C）の含有量：35.7モル%）、フッ素原子含有量：0質量%

攪拌羽根を備えた実質内容積3リットルのガラス製重合器（攪拌回転数＝1500rpm）を用いて、25℃常圧で連続的にエチレンとテトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]-3-ドデセンと5-ビニル-2-ノルボルネンとの三元共重合を行った。重合器側部より液相へエチレン／水素混合ガスを吹き込み、後述の方法によって合成した、以下化学式で表される遷移金属化合物（1）のトルエン溶液を0.032mmol・Ti/h、メチルアルミノキサンのトルエン溶液を20mmol・Al/h、テトラシクロ[4.4.0.1^{2,5}.1^{7,10}]-3-ドデセンを139mL/h、5-ビニル-2-ノルボルネンのシクロヘキサン溶液及びシクロヘキサンをそれぞれ1L/hの速度で、連続的に供給した（平均滞留時間：30分）。原料フィード開始2時間経過後、規定時間サンプリングを行い、得られた重合溶液は20mLの濃塩酸を加えた水1Lに懸濁させて30分間、400回転で攪拌した。水層は除去し、溶媒留去後130℃で10時間減圧乾燥し、架橋性基を有する環状オレフィン共重合体（誘電体用化合物4）を得た。

[0191]

[化40]



遷移金属化合物 (1)

[0192] 上述の化学式で表される遷移金属化合物 (1) は、以下の方法で合成した。

十分に窒素置換した 100 ml の反応器にトルエン 30 ml、4-tert-ブチルアニリン 1.98 g (10.0 mmol)、3-フェニルサリチルアルデヒド 1.64 g (11.0 mmol) および触媒として少量の p-トルエンスルホン酸を加え、12 時間還流攪拌した。室温まで放冷後、濾過により触媒を除き、減圧濃縮した。残渣をメタノールを用いた再結晶により精製し、再結晶物を得た。

十分に窒素置換した 100 ml の反応器に、上記再結晶物 1.65 g (5.00 mmol) および無水ジエチルエーテル 40 ml を装入し、 -78°C に冷却した。これに n-ブチルリチウム 3.14 ml (n-ヘキサン溶液、1.59 M、5.00 mmol) を 5 分かけて滴下し、その後ゆっくりと室温まで昇温した。室温で 2 時間半攪拌した後、 -78°C に冷却した四塩化チタニウムトルエン溶液 2.50 ml (1.00 M、2.50 mmol) の無水ジエチルエーテルスラリー中へ徐々に添加した。添加後、ゆっくりと室温まで昇温しながら 17 時間攪拌した。スラリーを減圧濃縮し、塩化メチレン 25 ml を加えてスラリーをろ過し、ろ液を濃縮した。残渣をエーテル 15 ml に溶解した後に析出した固体を集めて n-ヘキサン 15 ml で洗浄した。得られた固体を減圧乾燥させることにより、遷移金属化合物 (1) を 0.54

0 g（収率 28 %）得た。

[0193] 誘電体用化合物 5：4 フッ化エチレン重合体（三井・ケマーズ フロロプロダクツ株式会社製、製品名：テフロン（登録商標）PTFE）、フッ素原子含有量：76 質量%

[0194] エラストマー：オレフィン系熱可塑性エラストマー（三井化学株式会社製、商品名ミラストマー（登録商標）5030NS）、フッ素原子含有量：0 質量%

[0195] （材料の物性の測定方法）

各材料の物性は、以下の方法で測定した。

[0196] [融点（ T_m ）]

各材料における融点は、以下の方法で測定した。

セイコーインスツルメンツ社製 DSC 測定装置（DSC 220C）を用い、測定用アルミパンに約 5 mg の測定用試料をつめて、 $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で 290°C まで昇温し、 290°C で 5 分間保持した後、 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ で -100°C まで降温させた時の結晶溶融ピークのピーク頂点から融点（ T_m ）を算出した。

[0197] [フッ素原子含有量、フッ素有無]

各材料におけるフッ素原子含有量は、以下の方法で測定した。

各材料を秤量し、分析装置の燃焼管内で燃焼させた。燃焼により発生したガスを、溶液に吸収させて、吸収液を得た。その後、吸収液の一部をイオンクロマトグラフィーにより分析して、誘電体におけるフッ素原子の割合を測定した。このとき、検出された分子中のフッ素原子の割合が誘電体全体を 100 質量%とした時に 1 質量%以下であるものを「フッ素有無：無」、1 質量%超過であるものを「フッ素有無：有」とした。各工程における条件は、下記の通りである。

[0198] （燃焼・吸収条件）

システム：AQF-2100、GA-210（三菱化学製）

電気炉温度：Inlet 900°C 、Outlet 1000°C

ガス：Ar/O₂ 200 mL/min

O₂ 400 mL/min

吸収液：溶媒 H₂O₂ 90 μg/mL、

内標準物質 P 4 μg/mL 又は Br 8 μg/mL

吸収液量：20 mL

[0199] (イオンクロマトグラフィー分析条件)

システム：ICS1600 (DIONEX製)

移動相：2.7 mmol/L Na₂CO₃ / 0.3 mmol/L NaHCO₃

流速：1.50 mL/min

検出器：電気伝導度検出器

注入量：20 μL

[0200] (作製方法)

各実施例および比較例の可撓性導波管の作製方法について、詳細に説明する。

[0201] [実施例1]

誘電体用化合物1を45 mmの押出機（設定温度：280℃）で押出断面が長径24 mm、短径15 mmの楕円形のダイを通して押出し、誘電体を作製した。

この誘電体の表面に電気メッキを施し、導体としてメッキ層の厚みが200 μmとなるように銅を付着させることにより、可撓性導波管を作製した。

[0202] [実施例2]～[実施例4]

実施例2では、実施例1における誘電体用化合物1に代えて、誘電体用化合物2とエラストマーを表1に記載の配合量で配合した混合物を用いた以外は、実施例1と同様の手法で可撓性導波管をそれぞれ作成した。

実施例3および実施例4では、実施例1における誘電体用化合物1に代えて、誘電体用化合物3または誘電体用化合物4とした以外は、実施例1と同様の手法で可撓性導波管をそれぞれ作成した。

[0203] [実施例 5]

4-メチルー1-ペンテン系重合体 MX004（三井化学（株）製、MFR：23、誘電体用化合物1）100質量部当たり、発泡剤として化学発泡剤Hydrocerol（商標）CF（Clariant社製）2質量部を添加し、実施例1と同様の方法で、誘電体を作製し、この誘電体の表面に電気メッキを施し、可撓性導波管を作製した。

[0204] [実施例 6]

誘電体用化合物1を下記条件にて射出成形し、誘電体を作製した以外は、実施例1と同様の手法で可撓性導波管を作製した。

（射出成形条件）

誘電体用化合物1に対して、100質量部当たり、発泡剤として化学発泡剤Hydrocerol（商標）CF（Clariant社製）2質量部を添加し、射出成形機のシリンダ温度を280℃、金型温度を60℃とし、長径25mm、短径15mmの楕円形の金型を使用して射出成形を実施し、誘電体を作製した。

[0205] [実施例 7]

誘電体用化合物2を使用した以外は、実施例6と同様の手法で可撓性導波管を作製した。

[0206] [比較例 1]

誘電体用化合物5の丸棒から、切削加工法により、長径24mm、短径15mmの楕円形の誘電体を作製し、実施例1と同様の方法でこの誘電体の表面に電気メッキを施し、導体として銅の金属メッキを付着させることにより、可撓性導波管を作製した。

このとき可撓性導波管は、誘電体に対して十分にメッキが付着していなかった。

[0207] （測定方法）

作製した各実施例および比較例の可撓性導波管に対して行った測定方法について、詳細に説明する。

[0208] [比誘電率、誘電損失]

各実施例および比較例で得られた可撓性導波管について、各誘電体の比誘電率および誘電損失の測定を行った。

各実施例および比較例で得られた可撓性導波管を円筒空洞共振器に取り付け、J I S C 2 5 6 5 - 1 9 9 2 に従って円筒空洞共振器法（T M 0 1 0 法）によって温度：23℃、測定周波数：10GHzの条件で比誘電率および誘電損失を測定した。結果を表1に示す。

[0209] [密度]

各実施例および比較例で得られた各誘電体の密度は、A S T M D 1 5 0 5 に準拠して測定した。

[0210]

[表1]

表 1	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6	実施例 7	比較例 1
誘電体用化合物 1 [質量部]	100				100	100		
誘電体用化合物 2 [質量部]		70					100	
誘電体用化合物 3 [質量部]			100					
誘電体用化合物 4 [質量部]				100				
誘電体用化合物 5 [質量部]								100
エラストマー [質量部]		30						
発泡剤 [質量部]					2	2	2	
合計 [質量部]	100	100	100	100	102	102	102	100
密度 [g/cm ³]	0.83	0.84	1.04	1.04	0.10	0.55	0.61	2.13
フッ素有無	無	無	無	無	無	無	無	有
成型方法	押出	押出	押出	押出	押出	射出	射出	切削加工法
比誘電率 (10GHz)	2.1	2.1	2.3	2.3	1.2	1.8	1.6	2.1
誘電損失 (10GHz)	0.0008	0.0004	0.0007	0.0013	0.0002	0.0003	0.0005	0.0002

[0211] 実施例 1 ～ 7 の可撓性導波管の比誘電率、誘電損失は、表 1 に示す通りであり、マイクロ波などの高い周波数帯においても電気信号の伝送効率の低下が抑制され、可撓性導波管として満足に機能するものが得られることがわかった。

一方、比較例 1 の可撓性導波管では、誘電体にメッキが十分に付着せず、可撓性導波管としては満足に機能するものが得られなかった。また、比較例

1の可撓性導波管は、実施例の可撓性導波管と比較して十分な可撓性が得られなかった。

[0212] 以上説明したように本発明によれば、マイクロ波などの高い周波数帯における電気信号の伝送効率の低下を抑制し、可撓性が向上した可撓性導波管を得ることができる。

さらに、導波管に屈曲部があっても容易に対応することができ、材料費、加工コスト、重量および工程負荷を低減することができる。

[0213] この出願は、2021年12月15日に提出された日本出願特願2021-203092号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

[0214] 100 可撓性導波管
110 誘電体
120 ガス出口
130 金属メッキ

請求の範囲

- [請求項1] 棒状の誘電体と、その誘電体の外表面を覆う導体と、を備える可撓性導波管であって、
- 前記誘電体が以下（a）および（b）を満たす、可撓性導波管。
- （a）密度が 1.50 g/cm^3 以下
- （b）周波数 10 GHz の条件で測定した比誘電率が 2.3 以下、かつ、周波数 10 GHz の条件で測定した誘電損失が 0.0013 以下
- [請求項2] 前記誘電体におけるフッ素原子の含有量が、前記誘電体全体を 100 質量%とした時に 1 質量%以下である、請求項1に記載の可撓性導波管。
- [請求項3] 前記誘電体が4-メチル-1-ペンテン（共）重合体を含む、請求項1または2に記載の可撓性導波管。
- [請求項4] 前記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体が、以下（i）および（ii）を満たす、請求項3に記載の可撓性導波管。
- （i）4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）が $15\sim 100$ モル%
- （ii）炭素原子数 $2\sim 20$ の α -オレフィン（4-メチル-1-ペンテンを除く）から選ばれる少なくとも1種から導かれる構成単位（Q）が $0\sim 85$ モル%である
- [請求項5] 前記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体が、以下（iii）～（v）を満たす、請求項3または4に記載の可撓性導波管。
- （iii）4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）が $60\sim 100$ モル%
- （iv）炭素原子数 $2\sim 20$ の α -オレフィン（4-メチル-1-ペンテンを除く）から選ばれる少なくとも1種から導かれる構成単位（Q）が $0\sim 40$ モル%である
- （v）DSCで測定した融点（ T_m ）が $200\sim 250^\circ\text{C}$ の範囲にある

[請求項6] 前記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体が4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体であって、

前記4-メチル-1-ペンテン・ α -オレフィン共重合体が、以下
(v i) ~ (v i i i) を満たす、請求項3または4に記載の可撓性導波管。

(v i) 4-メチル-1-ペンテンから導かれる構成単位（P）が15～99モル%

(v i i) 炭素原子数2～20の α -オレフィン（4-メチル-1-ペンテンを除く）から選ばれる少なくとも1種から導かれる構成単位（Q）が1～85モル%である

(v i i i) DSCで測定した融点（T_m）が200℃未満または融点が観測されない

[請求項7] 前記誘電体が、

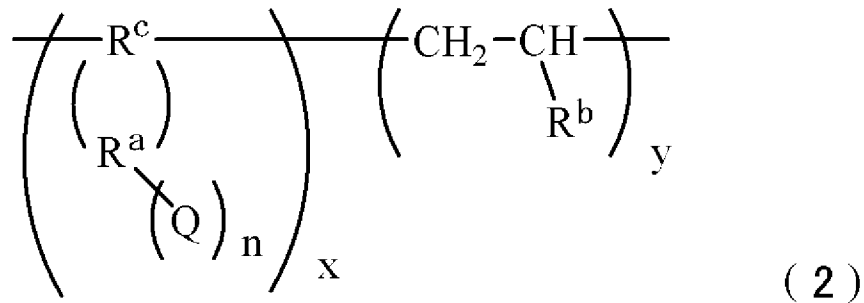
前記4-メチル-1-ペンテン（共）重合体、および

熱可塑性樹脂（ただし、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体を除く。）またはエラストマーを含み、

当該誘電体中の前記熱可塑性樹脂またはエラストマーの含有量は1質量部以上50質量部以下（ただし、4-メチル-1-ペンテン（共）重合体と熱可塑性樹脂またはエラストマーとの合計量は100質量部である。）である、請求項3～6のいずれか1項に記載の可撓性導波管。

[請求項8] 前記誘電体が下記一般式（2）で表される構造を含む環状オレフィン共重合体を含む、請求項1～7のいずれか1項に記載の可撓性導波管。

[化1]



〔一般式（２）中、 x 、 y は共重合比を示し、 $0/100 \leq y/x \leq 95/5$ を満たす実数である。 x 、 y はモル基準である。 n は置換基 Q の置換数を示し、 $0 \leq n \leq 2$ の実数である。 R^a は、炭素原子数 $2 \sim 20$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる $2+n$ 価の基である。 R^b は、水素原子、または炭素原子数 $1 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 1 価の基である。 R^c は、炭素原子数 $2 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 4 価の基である。 Q は、 $COOR^d$ （ R^d は、水素原子、または炭素原子数 $1 \sim 10$ の炭化水素基よりなる群から選ばれる 1 価の基である。）である。 R^a 、 R^b 、 R^c および Q は、それぞれ 1 種であってもよく、 2 種以上を任意の割合で有していてもよい。〕

[請求項9]

前記誘電体が、

（Ａ）下記一般式（Ⅰ）で表される 1 種以上のオレフィン由来の繰り返し単位と、

（Ｂ）下記一般式（ⅠⅠⅠ）で表される環状非共役ジエン由来の繰り返し単位と、

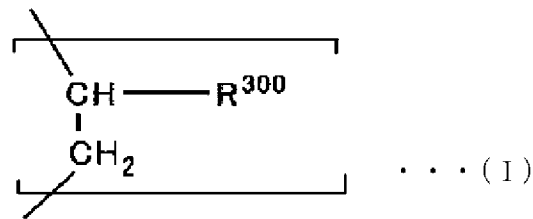
（Ｃ）下記一般式（Ⅴ）で表される 1 種以上の環状オレフィン由来の繰り返し単位と、

を含む架橋性基を有する環状オレフィン共重合体を含み、

前記環状オレフィン共重合体が、前記環状オレフィン共重合体中の繰り返し単位の合計モル数を 100 モル%とした場合に、環状非共役ジエン由来の繰り返し単位（Ｂ）の含有量が 5 モル%以上 36 モル%

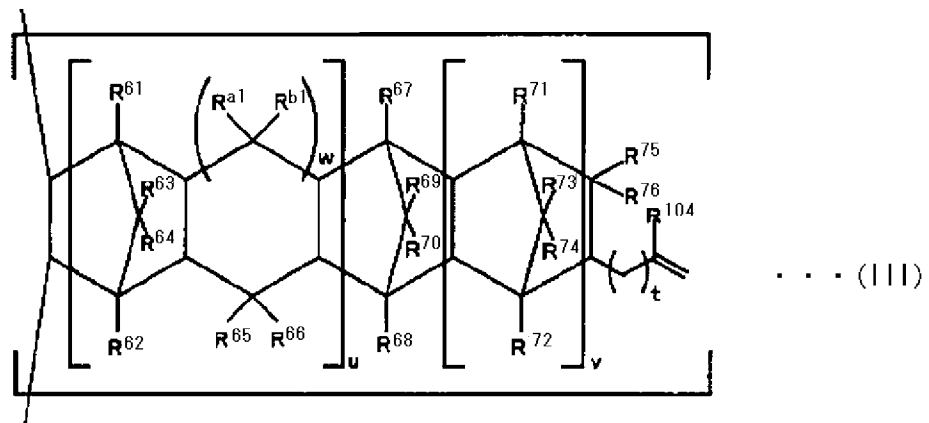
以下である、請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の可撓性導波管。

[化2]



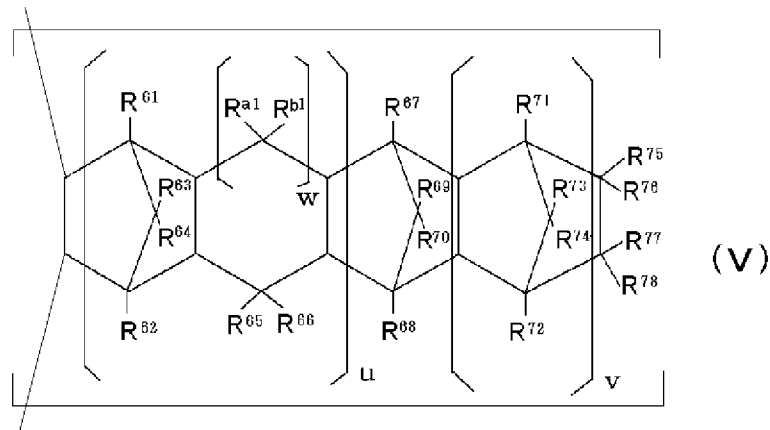
〔一般式 (I) 中、 R^{300} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 29 の直鎖状または分岐状の炭化水素基を示す。〕

[化3]



〔一般式 (III) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $\text{R}^{61} \sim \text{R}^{76}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ～ 20 のアルキル基、炭素原子数 1 ～ 20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3 ～ 15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6 ～ 20 の芳香族炭化水素基であり、 R^{104} は水素原子または炭素原子数 1 ～ 10 のアルキル基であり、 t は 0 ～ 10 の正の整数であり、 R^{75} および R^{76} は、互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。〕

[化4]

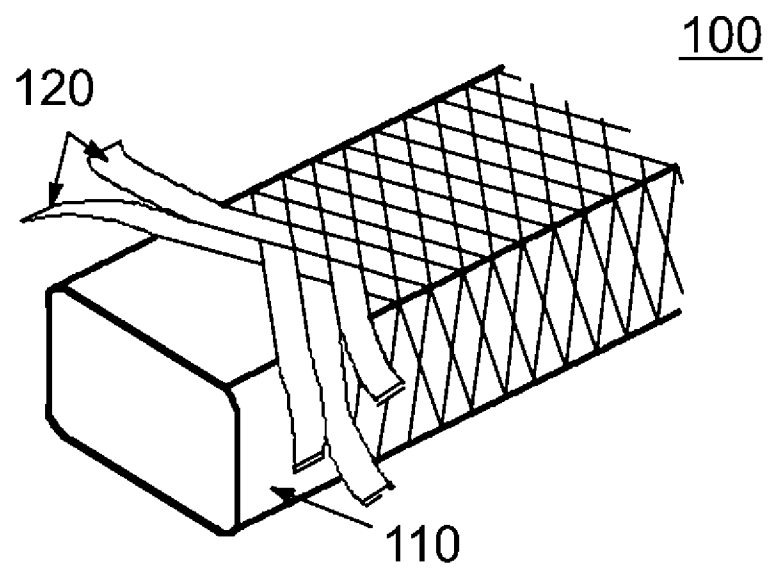


〔一般式 (V) 中、 u は 0 または 1 であり、 v は 0 または 1 であり、 w は 0 または 1 であり、 $R^{61} \sim R^{78}$ ならびに R^{a1} および R^{b1} は、互いに同一でも異なってもよく、水素原子、ハロゲン原子、炭素原子数 1 ～ 20 のアルキル基、炭素原子数 1 ～ 20 のハロゲン化アルキル基、炭素原子数 3 ～ 15 のシクロアルキル基または炭素原子数 6 ～ 20 の芳香族炭化水素基であり、 $R^{75} \sim R^{78}$ は互いに結合して単環または多環を形成していてもよい。ただし、 u および v がともに 0 のときは、 $R^{67} \sim R^{70}$ 、 $R^{75} \sim R^{78}$ のうち少なくとも 1 つが水素原子以外の置換基である。〕

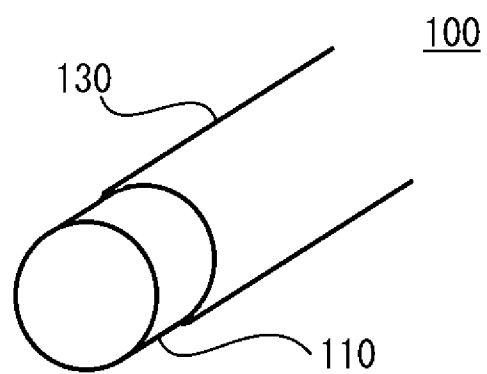
[請求項10] 前記誘電体が発泡体である、請求項 1 ～ 9 のいずれか一項に記載の可撓性導波管。

[請求項11] 前記導体が、金属製の被膜、テープ、織物および金属メッキから選択されるいずれか 1 つである、請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の可撓性導波管。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/045885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01P 3/14 (2006.01)i; H01P 3/127 (2006.01)i FI: H01P3/14; H01P3/127 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01P3/14; H01P3/127 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-185858 A (FUKUI PREFECTURE) 22 October 2015 (2015-10-22) paragraphs [0026]-[0029], [0038], [0041], [0044], [0047]-[0048], fig. 1	1-2, 10-11
Y		3-7
A		8-9
Y	CN 207743385 U (GUANGZHOU COMPASS ANTENNA DESIGN AND RESEARCH INSTITUTE LTD.) 17 August 2018 (2018-08-17) paragraphs [0083], [0087]	3-7
A	JP 2020-10234 A (OLYMPUS CORP) 16 January 2020 (2020-01-16) paragraph [0101], fig. 1	1-11
A	WO 2017/033668 A1 (SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORP) 02 March 2017 (2017-03-02) paragraphs [0039]-[0040], fig. 3A	1-11
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* 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 “T” 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 25 January 2023		Date of mailing of the international search report 07 February 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/045885

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2015-185858	A	22 October 2015	(Family: none)	
CN	207743385	U	17 August 2018	(Family: none)	
JP	2020-10234	A	16 January 2020	(Family: none)	
WO	2017/033668	A1	02 March 2017	US 2018/0248245 A1	
				paragraphs [0078]-[0080], fig. 3A	
				JP 2017-46344 A	
				CN 107925145 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01P 3/14(2006.01)i; H01P 3/127(2006.01)i FI: H01P3/14; H01P3/127		
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）） H01P3/14; H01P3/127		
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 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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 2015-185858 A (福井県) 22.10.2015 (2015 - 10 - 22) 段落[0026]-[0029], [0038], [0041], [0044], [0047]-[0048], 図1	1-2, 10-11
Y		3-7
A		8-9
Y	CN 207743385 U (GUANGZHOU COMPASS ANTENNA DESIGN AND RESEARCH INSTITUTE LTD.) 17.08.2018 (2018 - 08 - 17) 段落[0083], [0087]	3-7
A	JP 2020-10234 A (オリンパス株式会社) 16.01.2020 (2020 - 01 - 16) 段落[0101], 図1	1-11
A	WO 2017/033668 A1 (ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社) 02.03.2017 (2017 - 03 - 02) 段落[0039]-[0040], 図3A	1-11
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ 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、一般的な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 25.01.2023		国際調査報告の発送日 07.02.2023
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/JP2022/045885

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-185858	A	22.10.2015	(ファミリーなし)	
CN	207743385	U	17.08.2018	(ファミリーなし)	
JP	2020-10234	A	16.01.2020	(ファミリーなし)	
WO	2017/033668	A1	02.03.2017	US 2018/0248245 A1	
				段落[0078]-[0080], 図3A	
				JP 2017-46344 A	
				CN 107925145 A	