

(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
2024年9月12日(12.09.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/185634 A1

(51) 国際特許分類:

C08G 75/0236 (2016.01) H05K 1/03 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2024/007495

(22) 国際出願日:

2024年2月29日(29.02.2024)

(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 2023-034440 2023年3月7日(07.03.2023) JP

(71) 出願人: 株式会社ダイセル (DAICEL

CORPORATION) [JP/JP]; 〒5300011 大阪府大

阪市北区大深町3番1号 Osaka (JP). 学

校法人早稲田大学 (WASEDA UNIVERSITY)

[JP/JP]; 〒1698050 東京都新宿区戸塚町1

丁目104番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 石川 慎介 (ISHIKAWA, Shinsuke);

〒1088230 東京都港区港南2-18-1 株式

会社ダイセル内 Tokyo (JP). 井上 慶三(INOUE,

Keizo); 〒1088230 東京都港区港南2-18-

1 株式会社ダイセル内 Tokyo (JP). 伊藤 大

祐(ITO, Daisuke); 〒1088230 東京都港区港南2

-18-1 株式会社ダイセル内 Tokyo (JP).

小柳津 研一(OYAIZU, Kenichi); 〒1698050 東

京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校

法人早稲田大学内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 園田・小林弁理士法人 (SONODA

& KOBAYASHI INTELLECTUAL PROPERTY

LAW); 〒1630434 東京都新宿区西新宿二丁目1

番1号 新宿三井ビル34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,

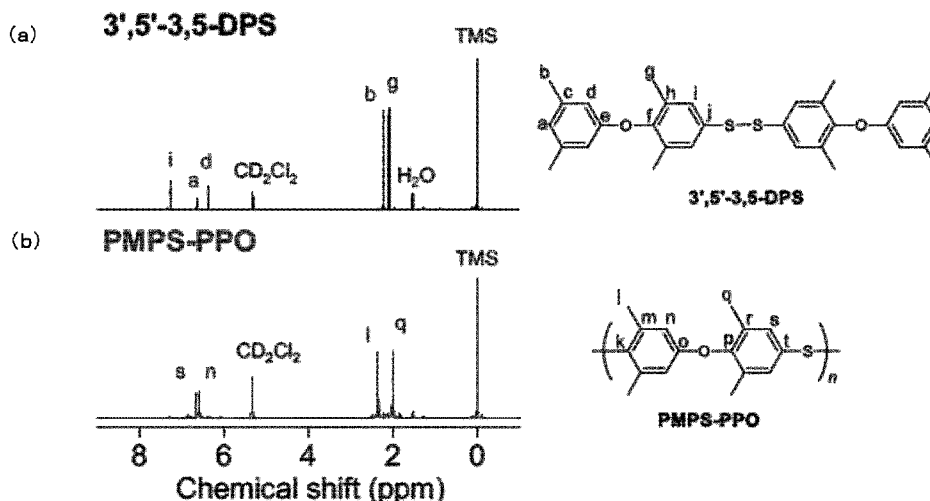
EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,

HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,

(54) Title: PHENYLENE SULFIDE-PHENYLENE OXIDE COPOLYMER

(54) 発明の名称: フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体

[図1]



(57) **Abstract:** The present invention provides a resin which has a low dielectric loss tangent. Provided is a phenylene sulfide-phenylene oxide copolymer for wiring boards, the copolymer containing a structural unit represented by formula (I): $-\text{Ph}^1-\text{O}-\text{Ph}^2-\text{S}-$ (I) [in formula (I), Ph^1 and Ph^2 each independently represent an optionally substituted phenylene group]. At least one of Ph^1 and Ph^2 preferably has one or more substituents.

[続葉有]

KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,
LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SC, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 低誘電正接を有する樹脂を提供する。式 (I) : $-Ph^1-O-Ph^2-S-$ (I) [式
(I) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]
で表される構成単位を含む、配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体とす
る。 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方が1つ以上の置換基を有することが好ましい。

明 細 書

発明の名称：

フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体

技術分野

[0001] 本開示は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体に関する。

背景技術

[0002] 近年、移動通信システムの高速・大容量化が進んでいる。このような移動通信システムの進歩に伴い、通信にはより高い周波数帯が使用されるようになった。例えば、既に実用化が開始された第5世代の移動通信システムでは、第4世代以前の移動通信システムよりも高い周波数帯が使用されている。

移動通信システムの端末ではプリント配線板の回路を介する電気信号の減衰、いわゆる伝送損失が生じる。伝送損失はプリント配線板の基板（誘電体）の誘電特性にも依存し、一般に、使用する周波数が高い程誘電正接の影響が大きくなり、伝送損失も大きくなる。

より高速の移動通信を可能にするために、高周波数帯での通信に使用するプリント配線板における伝送損失の抑制が求められる。従って、プリント配線板の材料となる樹脂や樹脂組成物にも低い伝送損失が求められる。低い伝送損失を可能にするため、低誘電正接の樹脂や樹脂組成物が求められる。

[0003] プリント配線板等の配線基板用の材料として、従来、ポリフェニレンエーテル（PPO）樹脂（例えば、特許文献1等）やポリフェニレンスルファイド（PPS）樹脂（例えば、特許文献2、3等）を主成分とする樹脂組成物が広く用いられてきた。

[0004] 特許文献1：特開2005-60635号公報

特許文献2：特開2002-225029号公報

特許文献3：特開平5-98157号公報

発明の概要

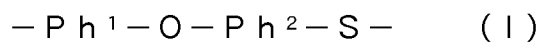
[0005] しかしながら、PPO樹脂はそれ自体が低難燃性であることから、配線基板用の材料として用いるためには難燃性の材料と混合して樹脂組成物に難燃性を付与する必要があるという問題がある。また、無置換型PPS樹脂は誘電正接が高く、従って高周波数帯での通信用途では伝送損失も高くなるという問題がある。

本開示は、低誘電正接を有する樹脂を提供することを課題とする。

[0006] 本開示は以下の態様を有する。

<第1の態様>

[1] 式(1)：

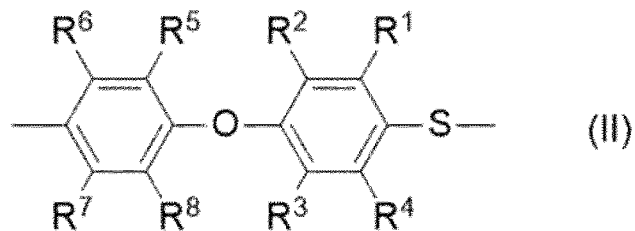


[式(1)中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]

で表される構成単位を含む、配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体。

[2] 式(1)中、 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方が1つ以上の置換基を有する、[1]に記載のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体。

[3] 式(1)で表される構成単位が、式(II)：



[式(II)中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 は、それぞれ独立して、H、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの1つ以上が、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基であり、並びに／又は、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニ

ル基若しくはアリール基である]

で表される構成単位を含む、[1]又は[2]に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[4] 式(11)において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である、[3]に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[5] 式(1)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上である、[1]から[3]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[6] 10GHzでの誘電正接が0.002未満である、[1]から[5]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[7] 80GHzでの誘電正接が0.002未満である、[1]から[6]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[8] 80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が1.5以下である、[1]から[7]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[9] [1]から[8]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体を含む、樹脂組成物。

[10] [1]から[8]のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、[9]に記載の樹脂組成物を含む、配線基板。

[11] [10]に記載の配線基板と電子部品とを含む、プリント配線板。

〔１２〕〔１〕から〔８〕のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフエニレンオキシド共重合体、又は、〔９〕に記載の樹脂組成物を含む、配線基板材料。

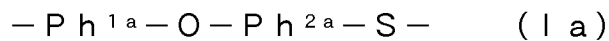
〔１３〕ワニス、層間絶縁材料、プリプレグ、金属張積層板、又はサブストレートである、〔１２〕に記載の配線基板材料。

〔１４〕〔１〕から〔８〕のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフエニレンオキシド共重合体、又は、〔９〕に記載の樹脂組成物を含む、相溶化剤。

〔１５〕ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂とを含む樹脂組成物用である、〔１４〕に記載の相溶化剤。

[0007] <第２の態様>

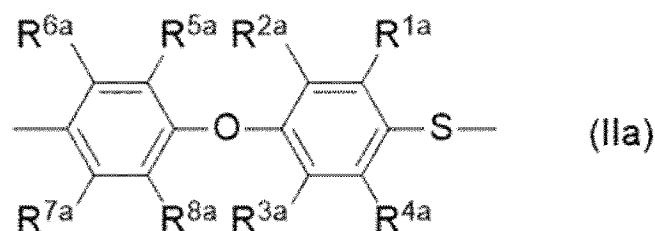
(１０) 式 (Ⅰa) :



[式 (Ⅰ) 中、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} がそれぞれ１つ以上の置換基を有する]

で表される構成単位を含む、フェニレンスルフィドーフエニレンオキシド共重合体。

(１１) 式 (Ⅰa) で表される構成単位が、式 (Ⅱa) :



[式 (Ⅱa) 中、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、 R^{4a} 、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} は、それぞれ独立して、H、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの１つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^{5a} 、

R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である]

で表される構成単位を含む、(10)に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

(12)式(11a)において、 R^{2a} 、 R^{3a} 、 R^{6a} 及び R^{7a} が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である、又は、 R^{1a} 、 R^{4a} 、 R^{5a} 及び R^{8a} が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である、(11)に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

(13)式(1a)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上である、(10)又は(11)に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

(14)80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が1.5以下である、(10)から(13)のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

(15)(10)から(14)のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体を含む、樹脂組成物。

(16)(10)から(14)のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、(15)に記載の樹脂組成物を含む、配線基板。

(17)(16)に記載の配線基板と電子部品とを含む、プリント配線板。

(18)(10)から(14)のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、(15)に記載の樹脂組成物を含む、配線基板材料。

(19)ワニス、層間絶縁材料、プリプレグ、金属張積層板、又はサブストレートである、(18)に記載の配線基板材料。

(20) (10) から (14) のいずれかに記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、(15) に記載の樹脂組成物を含む、相溶化剤。

(21) ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂とを含む樹脂組成物用である、(20) に記載の相溶化剤。

[0008] 本開示によれば、低誘電正接を有する樹脂を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1] (a) は合成例1で得られたモノマー (3', 5'-3,5-DPS) の¹H-NMR (CD₂Cl₂) チャートであり、(b) は実施例1で得られた PMP S-PPO-1 の¹H-NMR (CD₂Cl₂) チャートである。

[図2] (a) は合成例1で得られたモノマー (3', 5'-3,5-DPS) の¹³C-NMR (CDCl₃) チャートであり、(b) は実施例1で得られた PMP S-PPO-1 の¹³C-NMR (CDCl₃) チャートである。

[図3]各周波数における誘電正接についてのグラフである。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本開示の一実施形態について詳細に説明する。本開示は、以下の実施形態に限定されるものではなく、本開示の効果を阻害しない範囲で適宜変更を加えて実施することができる。各実施形態における各構成及びそれらの組み合わせ等は、一例であって、本開示の主旨から逸脱しない範囲内で、適宜、構成の付加、省略、置換、及びその他の変更が可能である。本開示は、実施形態によって限定されることはなく、特許請求の範囲によってのみ限定される。本明細書に開示された各々の態様は、本明細書に開示された他のいかなる特徴とも組み合わせることができる。一実施形態について記載した特定の説明が他の実施形態についても当てはまる場合には、他の実施形態においてはその説明を省略している場合がある。本開示において数値範囲についての「X～Y」との表現は、「X以上Y以下」であることを意味している。

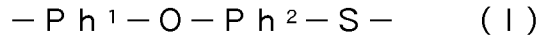
[0011] <第1実施形態>

[配線基板用のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体 (P 1

)]

第1実施形態に係るフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、配線基板用のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体であり、

式 (1) :



[式 (1) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]

で表される構成単位を含む。一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方が1つ以上の置換基を有することが好ましい。

[0012] 本明細書において、「フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体」とは、一つの構成単位中にフェニレンスルフィド構造 ($-Ph-S-$) とフェニレンオキシド構造 ($-Ph-O-$) とを有する重合体を意味している (Ph はフェニレン基を示す)。分子中にフェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを交互に有する重合体のことを「フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド交互共重合体」ということがある。「フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体」は、例えば、フェニレンオキシド骨格を有するジスルフィドモノマーを酸化重合することにより得ることができる。製造方法については後述する。

[0013] 式 (1) で表される構成単位を含むことにより、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、低誘電正接を実現することができる。また、式 (1) において、少なくとも一つのフェニレン基が1つ以上の置換基を有することにより、低誘電正接をより容易に実現しやすい。これらのメカニズムは、現段階では明らかではないが、非限定的なメカニズムとして、フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを有することによりフェニレン基の面角度が一定ではなくなり、密なパッキングが抑制され、誘電正接が低くなると考えられる。さらに、少なくとも一つのフェニレン基が1つ以上の置換基を有する場合は、フェニレン基のねじれ角が動きにく

くなり、それにより分子鎖が動きにくくなり誘電正接がより低くなりやすいと考えられる。

[0014] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、誘電正接が低いので配線基板の材料として好適に用いることができる。また、付加的な特性として、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、周波数帯が高くなっても、誘電正接が高くなりにくい。この場合は、周波数ごとに配線基板材料の設計を変更する必要がなく、汎用性が高いことから、より効率的かつ経済的に配線基板を製造することができる。

[0015] (配線基板用)

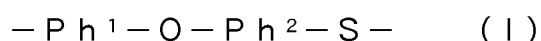
本明細書において、「配線基板用」の「配線基板」には、プリント配線板 (プリント回路板とも呼ばれる) における半導体チップ等の電子部品以外の部分が全て包含される。一般に、プリント配線板は、サブストレートと呼ばれる台座に半導体チップ等の電子部品が搭載された半導体パッケージがプリント基板 (PCB、Print Circuit Board) に実装された構造を有するが、「配線基板用」の「基板」には、サブストレートも包含される。

したがって、「配線基板用」とは、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体が、半導体チップ等の電子部品を取り付けて配線を施すために用いられる、配線基板の材料として用いられることを意味する。

本実施形態に係る配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、式 (1) で表される構成単位を含むことにより低誘電正接を有する特性から、配線基板の材料として好適に用いられる。各種用途については、後述する。

[0016] (フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P 1))

フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P 1) は、式 (1) :



[式 (1) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していて

もよいフェニレン基を示す]

で表される構成単位を含む。

[0017] 本明細書において、「置換基を有していてもよいフェニレン基」とは、置換又は無置換のフェニレン基を意味している。

一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方が1つ以上の置換基を有することが好ましい。「1つ以上の置換基を有する」とは、フェニレン基を構成する1以上の水素原子が水素以外の原子又は原子団により置換されていることを意味する。

[0018] 式(1)において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を有している場合、 Ph^1 及び Ph^2 がそれぞれ有する置換基の種類は、同じであってもよく、異なってもよい。また、 Ph^1 及び Ph^2 における置換基の数及び置換位置は、同じであってもよく、異なってもよい。一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方（好ましくは両方）が、1つ以上の置換基を有していることが好ましく、2つ以上の置換基を有していることがより好ましく、3つ又は4つの置換基を有していてもよい。

[0019] 一実施形態において、 Ph^1 は、1つ以上の置換基を有することができ、2つ以上の置換基を有することができ、3つ又は4つの置換基を有することができる。一実施形態において、 Ph^1 は、2つの置換基を有することができる。 Ph^1 が2つ以上の置換基を有している場合、置換基の種類は同じであってもよく、異なってもよい。

[0020] 一実施形態において、 Ph^2 は、1つ以上の置換基を有することができ、2つ以上の置換基を有することができ、3つ又は4つの置換基を有することができる。一実施形態において、 Ph^2 は、2つの置換基を有することができる。 Ph^2 が2つ以上の置換基を有している場合、置換基の種類は同じであってもよく、異なってもよい。

[0021] 一実施形態において、付加的な効果として、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な特性が得られやすい観点から、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が、1つ以上の置換基を有することが好ましく、2つ以上の置換

基を有することがより好ましく、3つ又は4つの置換基を有していてもよい。一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が1つ又は2つの置換基を有することができる。

[0022] 置換基としては、例えば、ヒドロキシ基 ($-OH$)、カルボキシ基、アミノ基、シアノ基 ($-CN$)、ニトロ基 ($-NO_2$)、チオール基、スルホ基 ($-SO_3H$)、アルキル基、アルケニル基、アシル基、アルキニル基、アルコキシ基、アリール基、及びヘテロ芳香族基等が挙げられる。中でも、置換基は、低誘電正接を容易に実現しやすい観点から、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される1以上であることが好ましい。カルボキシ基としては、例えば、 $C1 \sim 10$ カルボキシ基が挙げられる。アミノ基としては、例えば、 $-NH_2$ 、 $-NHR^{11}$ 、又は $-NR^{12}R^{13}$ で示される基 (R^{11} 、 R^{12} 、及び R^{13} は、それぞれ独立して、 $C1 \sim 10$ アルキル基を示す) が挙げられる。チオール基としては、例えば、 $-R^{14}-SH$ で示される基 (R^{14} は $C1 \sim 10$ アルキル基を示す) が挙げられる。アシル基としては、例えば、 $R^{20}C(=O)-$ で示される基 (R^{20} は $C1 \sim 10$ アルキル基を示す) が挙げられる。アルキニル基としては、例えば、 $C2 \sim 10$ アルキニル基 (例えば、エチニル基、プロパルギル基等) が挙げられる。ヘテロ芳香族基としては、例えば、フラン環、ベンゾフラン環、ジベンゾフラン環、チオフェン環、ベンゾチオフェン環等が挙げられる。

[0023] アルキル基としては、例えば、 $C1 \sim 10$ (好ましくは $C1 \sim 5$ 、より好ましくは $C1 \sim 3$ 、例えば $C1$ 又は $C2$) の直鎖状、分岐状又は環状のアルキル基が挙げられる。 $C1 \sim 10$ の直鎖状、分岐状、又は環状のアルキル基としては、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、 $tert$ -ブチル基、 s -イソブチル基、 n -ペンチル基、イソペンチル基、ネオペンチル基、 n -ヘキシル基、イソヘキシル基、 n -ヘプチル基、 n -オクチル基、イソオクチル基、 n -ノニル基、イソノニル基、 n -デシル基、イソデシル基、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基、シクロオクチル基等が例

示できる。

一実施形態において、アルキル基は、メチル基、エチル基、及び／又はイソプロピル基であることが好ましい。

[0024] アルコキシ基としては、例えば、C 1～10（好ましくはC 1～5、より好ましくはC 1～3、例えばC 1又はC 2）の直鎖状、分岐状又は環状のアルコキシ基が挙げられる。C 1～10の直鎖状、分岐状、又は環状のアルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、*n*-プロポキシ基、イソプロポキシ基、*n*-ブトキシ基、*tert*-ブトキシ基、*s*-ブトキシ基、イソブトキシ基、*n*-ペンチルオキシ基、イソペンチルオキシ基、ネオペンチルオキシ基、*n*-ヘキシルオキシ基、イソヘキシルオキシ基、*s*-ヘキシルオキシ基、*tert*-ヘキシルオキシ基、ネオヘキシルオキシ基、*n*-ヘプチルオキシ基、*n*-オクチルオキシ基、イソオクチルオキシ基、*n*-ノニルオキシ基、イソノニルオキシ基、*n*-デシルオキシ基、イソデシルオキシ基、シクロプロポキシ基、シクロブトキシ基、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基、シクロヘプチルオキシ基、シクロオクチルオキシ基、シクロノニルオキシ基、シクロデシルオキシ基等が挙げられる。

一実施形態において、アルコキシ基は、メトキシ基及び／又はエトキシ基であることが好ましい。

[0025] アルケニル基としては、例えば、C 2～10（好ましくはC 2～5、より好ましくはC 2～3）の直鎖状、分岐状又は環状のアルケニル基が挙げられる。C 2～10の直鎖状、分岐状、又は環状のアルケニル基としては、炭素原子数が2以上のアルキル基の鎖中に炭素-炭素二重結合が1つ以上含まれた置換基が例示でき、具体的には、ビニル基、アリル基、1-プロペニル基、イソプロペニル基、3-ブテニル基、2-ブテニル基、1-ブテニル基、1, 3-ブタジエニル基、4-ペンテニル基、3-ペンテニル基、2-ペンテニル基、1-ペンテニル基、1, 3-ペンタジエニル基、2, 4-ペンタジエニル基、1, 1-ジメチル-2-プロペニル基、1-エチル-2-プロペニル基、1, 2-ジメチル-1-プロペニル基、1-メチル-1-ブテニル基、

ル基、5-ヘキセニル基、4-ヘキセニル基、2-ヘキセニル基、1-ヘキセニル基、1-メチル-1-ヘキセニル基、2-メチル-2-ヘキセニル基、3-メチル-1,3-ヘキサジエニル基、1-ヘプテニル基、2-オクテニル基、3-ノネニル基、4-デセニル基、シクロプロペニル基、シクロブテニル基、シクロペンテニル基、シクロヘキセニル基、シクロヘプテニル基、シクロオクテニル基、シクロノネニル基、シクロデセニル基等が挙げられる。

一実施形態において、アルケニル基は、ビニル基、及び／又はアリル基であることが好ましい。

[0026] アリール基としては、C₆～C₁₂のアリール基が例示でき、具体的には、フェニル基、ナフチル基が挙げられる。一実施形態において、アリール基はフェニル基であることが好ましい。

[0027] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P₁)の合成の容易性を考慮すると、式(1)においてP^{h1}及びP^{h2}の少なくとも一方が有していてよい1以上の置換基は、アルキル基及びアルケニル基から選択されることが好ましく、C₁～C₁₀アルキル基及びC₂～C₁₀のアルケニル基から選択されることが好ましく、C₁～C₄の直鎖状アルキル基及びC₂～C₅の直鎖状アルケニル基から選択されることがより好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基及び／又はアリル基を含むことがさらに好ましく、メチル基を含むことがさらに好ましい。

[0028] P^{h1}における置換基の位置は、2位、3位、5位又は6位のいずれであってもよい。置換基を2つ有する場合は、P^{h1}における置換基の位置は、2,3位(又は5,6位)であってよく、2,5位(又は3,6位)であってよく、2,6位であってよく、3,5位であってよい。置換基を3つ有する場合は、P^{h1}における置換基の位置は、2,3,5位(又は3,5,6位)、2,3,6位(又は2,5,6位)のいずれであってもよい。

[0029] P^{h2}における置換基の位置は、2位、3位、5位又は6位のいずれであってもよい。置換基を2つ有する場合は、P^{h2}における置換基の位置は、2,

3 位（又は 5，6 位）であってよく、2，5 位（又は 3，6 位）であってよく、2，6 位であってよく、3，5 位であってよい。置換基を 3 つ有する場合は、 Ph^2 における置換基の位置は、2，3，5 位（又は 3，5，6 位）、2，3，6 位（又は 2，5，6 位）のいずれであってもよい。

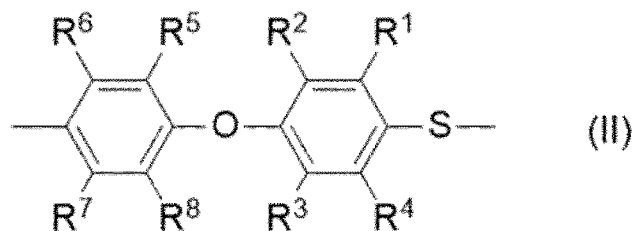
[0030] 一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 のいずれか一方に 2 つの置換基を有している場合、 Ph^1 の 3，5 位にアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有していてもよく、又は、 Ph^2 の 3，5 位にアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有していてもよい。

[0031] 上記したように、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を有している場合、置換位置は同じであってもよく、異なってもよい。 Ph^1 及び Ph^2 にそれぞれ置換基が計 2 つ以上含まれる場合、その置換位置の組み合わせは限定されない。

[0032] 一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を 2 つ有する場合は、いずれも、3，5 位であってよい。一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を 2 つ有する場合は、いずれも、3，5 位にアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有していてもよい。

[0033] 一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を 2 つ有する場合は、いずれか一方（例えば Ph^1 ）における置換位置が 3，5 位であり、他方（例えば Ph^2 ）における置換位置が 2，6 位であってもよい。一実施形態において、 Ph^1 及び Ph^2 の両方が置換基を 2 つ有する場合は、一方（例えば Ph^1 ）が 3，5 位に、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有し、他方（例えば Ph^2 ）が 2，6 位に、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有していてもよい。

[0034] 一実施形態において、式（I）で表される構成単位は、式（II）：



〔式（ⅠⅠ）中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 は、それぞれ独立して、 H 、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの１つ以上が、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基であり若しくはアリール基であり、並びに／又は、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの１つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である〕

で表される構成単位を含むことが好ましい。

[0035] 式（ⅠⅠ）における、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基の例、及びその好ましい例としては、式（Ⅰ）の説明で例示したアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基と同じものが挙げられる。

[0036] フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（ $P1$ ）の合成の容易性を考慮すると、式（ⅠⅠ）におけるアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基は、アルキル基及び／又はアルケニル基を含むことが好ましく、 $C1 \sim 10$ アルキル基及び $C2 \sim 10$ のアルケニル基から選択されることがより好ましく、 $C1 \sim 4$ の直鎖状アルキル基及び／又は $C2 \sim 5$ の直鎖状アルケニル基を含むことがさらに好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基又はアリル基を含むことがさらに好ましく、メチル基を含むことがさらに好ましい。

[0037] 式（ⅠⅠ）におけるアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基による置換位置は限定されず、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの１つ以上（好ましくは２つ以上、例えば２つ、３つ又は４つ）、及び／又は、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの１つ以上（好ましくは２つ以上、例えば２つ、３

つ又は4つ)であればよい。

[0038] 一実施形態において、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な特性が得られ易い観点から、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの1つ以上（好ましくは2つ以上、例えば2つ、3つ又は4つ）がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの1つ以上（好ましくは2つ以上、例えば2つ、3つ又は4つ）がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であることが好ましい。

一実施形態において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、かつ、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であってよい。

[0039] 一実施形態において、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基の置換位置は、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの、 R^1 であっても、 R^2 であっても、 R^3 であっても及び／又は R^4 であってもよく、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの、 R^5 であっても、 R^6 であっても、 R^7 であっても及び／又は R^8 であってもよい。

[0040] R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの2以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、その置換位置の組み合わせは限定されない。例えば、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^1 と R^2 、 R^1 と R^3 、 R^1 と R^4 、 R^2 と R^3 、 R^2 と R^4 、 R^3 と R^4 のいずれの組み合わせであってもよい。 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの3つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^1 と R^2 と R^3 、 R^1 と R^2 と R^4 、 R^1 と R^3 と R^4 、及び R^2 と R^3 と R^4 のいずれの組み合わせであってもよい。

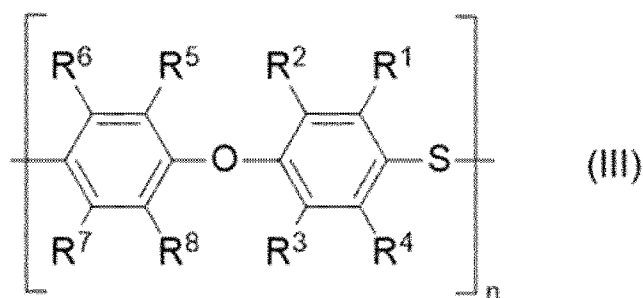
R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの2以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、その置換位置の組み合わせは限定さ

れない。例えば、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの2つが、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^5 と R^6 、 R^5 と R^7 、 R^5 と R^8 、 R^6 と R^7 、 R^6 と R^8 、 R^7 と R^8 のいずれの組み合わせであってもよい。 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの3つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^5 と R^6 と R^7 、 R^5 と R^6 と R^8 、 R^5 と R^7 と R^8 、及び R^6 と R^7 と R^8 のいずれの組み合わせであってもよい。

[0041] 一実施形態において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 がHであり、 R^6 及び R^7 が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であってよく、 $C_1 \sim 10$ アルキル基又は $C_2 \sim 10$ アルケニル基であってよく、 $C_1 \sim 4$ の直鎖状アルキル基又は $C_2 \sim 5$ の直鎖状アルケニル基であってよく、エチル基、メチル基、ビニル基、又はアリル基であってよく、メチル基であってよい。

[0042] 一実施形態において、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な特性が得られ易い観点から、 R^2 と R^3 及び R^6 と R^7 、又は、 R^1 と R^4 及び R^6 と R^7 が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であることが好ましく、 $C_1 \sim 10$ アルキル基又は $C_2 \sim 10$ アルケニル基であることがより好ましく、 $C_1 \sim 4$ の直鎖状アルキル基又は $C_2 \sim 5$ の直鎖状アルケニル基であることがさらに好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基、又はアリル基であることがよりさらに好ましく、メチル基であることが特に好ましい。

[0043] 一実施形態において、式(Ⅰ)で表される構成単位は、式(Ⅲ)：

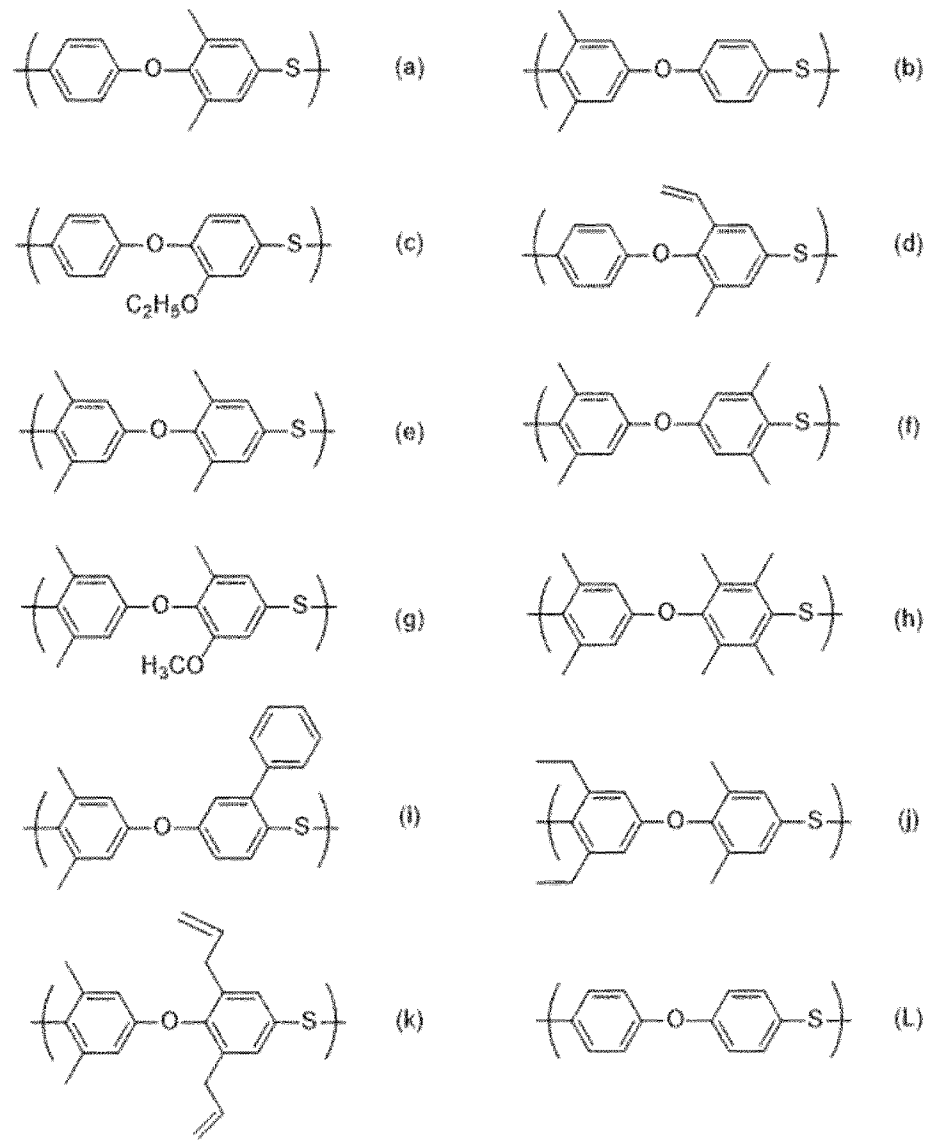


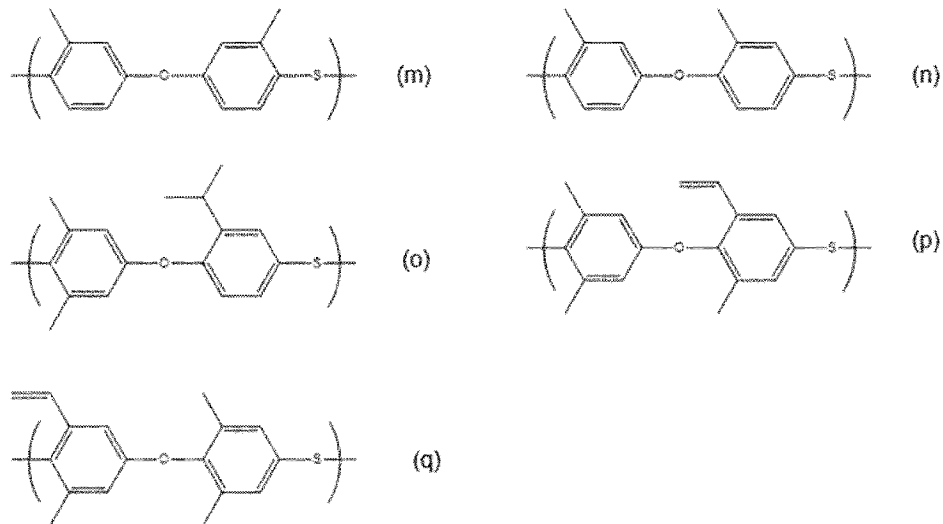
[式 (111) 中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 は、式 (11) で説明したものと同一であり、 n は4以上の数である]

で表される構成単位を含むことが好ましい。 n は、4～100であることが好ましく、4.5～50であることがより好ましい。式 (111) で表される構成単位を含むフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P1) は、分子中にフェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを交互に有するフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド交互共重合体である。

R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 に関する説明は、式 (11) に関する説明と同一である。

[0044] 一実施形態において、式 (1) で表される構成単位の一例として、以下の構成単位が挙げられるが、これらに限定されない：





[0045] 一実施形態において、式（１）で表される構成単位は、式（a）～（q）から選択される１以上の構成単位を含んでいてよく、式（a）～（d）から選択される１以上の構成単位を含んでいてよく、式（e）～（k）から選択される１以上の構成単位を含んでいてよく、式（m）～（q）から選択される１以上の構成単位を含んでいてよい。一実施形態において、式（１）で表される構成単位は、式（a）及び／又は式（b）で表される構成単位を含んでいてよく、式（e）及び／又は式（f）で表される構成単位を含んでいてよい。

[0046] 一実施形態において、配線基板用のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）は、式（１）で表される構成単位のみから構成されても、又は式（１）で表される構成単位以外の構成単位を含んでいてもよい。

[0047] 式（１）で表される構成単位とは、１種の構成単位であっても、式（１）で表される範囲で、２種以上の構成単位であってもよく、式（１）で表される構成単位には、式（１）の説明で例示した置換基の組み合わせが異なる２種以上の構成単位が包含される。

[0048] 式（１）で表される構成単位以外の構成単位としては、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）以外の、フェニレンスルフィド

構造とフェニレンオキシド構造とを有し、かつ置換基を1つ以上有する構成単位；フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを有し、かつ置換基を有しない構成単位；置換型又は無置換型のフェニレンスルフィド構造のみを有する構成単位；置換型又は無置換型のフェニレンオキシド構造のみを有する構成単位；及び／又はフェニレンスルフィド構造及びフェニレンオキシド構造を有しない構成単位；の1又は複数を含んでいてもよい。

[0049] 一実施形態において、式(1)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上であることが好ましく、80モル%以上であることがより好ましく、90モル%以上であることがさらに好ましい。式(1)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上であることにより、誘電正接がより低くなり易い。

[0050] (誘電正接)

本実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、誘電正接が低いので、配線基板の製造に好ましく用いることができる。誘電正接が低い程、伝送損失をより抑制し易くなる。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、成形品の10GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、成形品の40GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、成形品の60GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、成形品の80GHzでの誘電正接が0.002未満であるこ

とが好ましく、0.0019未満であることがより好ましい。

[0051] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)の誘電正接が低い程、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)又はフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)を含む樹脂組成物を配線基板の材料として用いた場合に伝送損失をより抑制し易くなる。

[0052] 一般的な配線基板用の樹脂は、周波数が高くなるほど、誘電正接が高くなる傾向にあるが、本実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、付加的な特性として、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)は、成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が1.5以下であることが好ましく、1.3以下であることがより好ましく、1.2以下であることがさらに好ましく、1.1以下であることが特に好ましい。

成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が、1.5以下である成形品は、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくく、周波数依存性が低い。そのため、周波数ごとに配線基板材料の設計を変更する必要がなく、汎用性が高い。その結果、より効率的かつ経済的に配線基板を製造することができる。

[0053] 誘電正接の調整方法は、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)中の式(1)で表される構成単位の含有量を調整したり、式(1)で表される構成単位における置換基の有無、置換基の数等を調整したりする方法が挙げられる。これらの方法のいずれか又は組み合わせによって、誘電正接をより低く調整することができ、10GHz、40GHz、60GHz、及び80GHzでの誘電正接をそれぞれ0.002未満に調整することができる。また、80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ を1.5以下にすることが

できる。例えば、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）中の式（1）で表される構成単位の含有量が多いほど、誘電正接が低くなりやすい。式（1）における $P h^1$ 及び $P h^2$ の少なくとも一方（好ましくは両方）が1つ以上の置換基を有することにより誘電正接がより低くなりやすく、また、 $P h^1$ 及び $P h^2$ の両方が1つ以上の置換基を有することにより $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ を1.5以下に容易に調整しやすい。

[0054] （誘電率）

一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）は、10GHzでの誘電率が3.00未満であることが好ましく、2.90未満であることがより好ましく、2.80未満であることがさらに好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）は、40GHzでの誘電率が3.00未満であることが好ましく、2.90未満であることがより好ましく、2.80未満であることがさらに好ましく、2.60未満であることが特に好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）は、60GHzでの誘電率が3.00未満であることが好ましく、2.90未満であることがより好ましく、2.80未満であることがさらに好ましく、2.65未満であることが特に好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）は、80GHzでの誘電率が3.00未満であることが好ましく、2.90未満であることがより好ましく、2.80未満であることがさらに好ましく、2.65未満であることが特に好ましい。

[0055] フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の誘電率が低い程、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）又はフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）を含む樹脂組成物を配線基板の材料として用いた場合に伝送損失をより抑制し易くなる。

[0056] 誘電率の調整方法は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合

体（P 1）中の式（I）で表される構成単位の含有量を調整したり、式（I）で表される構成単位における置換基の有無、置換基の数等を調整したりする方法が挙げられる。これらの方法のいずれか又は組み合わせによって、誘電率をより低く調整することができ、10GHz、40GHz、60GHz及び80GHzでの誘電率を3.00未満に調整することができる。例えば、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P 1）中の式（I）で表される構成単位の含有量が多いほど、誘電率が低くなりやすい。式（I）における Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方（好ましくは両方）が1つ以上の置換基を有することにより誘電率がより低くなりやすい。

[0057]（誘電正接及び誘電率の測定）

誘電正接及び誘電率の測定のため、厚さを50～250 μ mに調製した樹脂又は樹脂組成物のフィルムを200℃～250℃で120分間加熱して測定用の樹脂又は樹脂組成物の試料片を作成し、使用することができる。

誘電正接及び誘電率は、例えば、キーサイト・テクノロジー社製ベクトルネットワークアナライザ（N5290A）及びスプリットシリンダ共振器により、標準環境（23 $\pm$ 2℃）、相対湿度45～55%の条件下で、10GHz、40GHz、60GHz又は80GHzで測定することができる。

[0058]（ガラス転移温度 T_g ）

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P 1）は、ガラス転移温度（ T_g ）が、120℃を超えることが好ましく、140℃を超えることがより好ましい。ガラス転移温度（ T_g ）が120℃を超えることにより、高い耐熱性を有するフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P 1）にすることができる。ガラス転移温度（ T_g ）の上限は、例えば、250℃以下であってよく、200℃以下であってよい。ガラス転移温度は、JIS規格（JIS K 7121：プラスチックの転移温度測定方法）に準拠して示差走査熱量測定（DSC）にて、室温から20℃/分の昇温条件で測定することができる。

[0059]（重量平均分子量 M_w ）

一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の重量平均分子量（M_w）は、本開示の効果が得られる範囲で限定されないが、30,000未満であることが好ましい。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の重量平均分子量が30,000未満である場合、28,000以下であっても、25,000以下であっても、24,000以下であってもよい。

重量平均分子量（M_w）は、クロロホルム溶媒を用いたGPC測定により求めた標準ポリスチレン換算値とする。

[0060] [フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の製造方法]

フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の製造方法は、限定されないが、例えば、フェニレンオキシド骨格を有するジスルフィドモノマーを酸化重合することにより製造することができる。

一具体例として、式（1）においてP h¹及びP h²がそれぞれ3, 5位にメチル基を有する場合のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の製造方法を例示する。

まず、フェニレンオキシド骨格を有するジスルフィドモノマーを準備する。4-ブロモ-2,6-ジメチルフェノールと、5-ヨード-m-キシレンとを、銅フェライト、炭酸セシウム、2,2,6,6-テトラメチル-3,5-ヘプタンジオン（THD）の存在下で、N-メチルピロリドン（NMP）溶媒中で、不活性ガス（例えば窒素）雰囲気下、120～150℃で18～30時間反応させ、5-ブロモ-2-（3,5-ジメチルフェノキシ）-1,3-ジメチルベンゼンと、5-ヨード-2-（3,5-ジメチルフェノキシ）-1,3-ジメチルベンゼンとの混合物を得る。この混合物を、硫酸銅五水和物、水酸化カリウム、1,2-エタンジチオール存在下で、DMSO/H₂O混合溶媒中で、不活性ガス（例えば窒素）雰囲気下、80～140℃で15～25時間反応させ、4-（3,5-ジメチルフェノキシ）-3,5-ジメチルベンゼンチオールを得る。これにクロロホルム、及びヨウ素のメタノール

溶液を滴下して攪拌し、室温（24～26℃）で30分～2時間反応させた後、10重量%チオ硫酸ナトリウム水溶液を滴下して、フェニレンオキシド骨格を有するジスルフィドモノマーとして、1,2-ビス（4-（3,5-ジメチルフェノキシ）-3,5-ジメチルフェニル）ジスルファン（以下、「3',5'-3,5-DPS」ともいう）を得る。

次いで、DDQ、ジクロロメタン、及びTFAの混合物に、3',5'-3,5-DPSを添加し室温（24～26℃）で15～25時間反応させることにより酸化重合させ、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）であるポリ（3,5-ジメチル-4-（3',5'-ジメチル-1',4'-フェノキシ）-1-フェニレンスルフィド）（以下、「PMP S-PPO」ともいう）を得ることができる。

[0061] [樹脂組成物（C1）]

第1実施形態に係る樹脂組成物（C1）は、上記した配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）を含む。上記したフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）を含むので、低誘電正接を実現することができ、配線基板用の樹脂組成物として好ましく用いることができる。フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）については、上記のとおりである。

[0062] 樹脂組成物（C1）は、上記した配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）のみから構成されていてもよく、その他の成分を含んでいてもよい。その他の成分としては、配線基板用のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体以外の他の樹脂、硬化触媒、難燃剤、難燃化相乗剤、繊維強化剤、無機又は有機充填剤、熱硬化性添加剤、及び／又は熱可塑性添加剤等が挙げられる。

[0063] 一実施形態において、樹脂組成物（C1）中の上記フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）の含有量は、樹脂組成物（C1）の全量に対して、30質量%以上であることが好ましい。30質量%以上である場合、40質量%以上であっても、50質量%以上であっても、60質量

%以上であっても、70質量%以上であっても、80質量%以上であっても、90質量%以上であっても、100質量%であってもよい。

樹脂組成物（C1）中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）の含有量が30質量%以上であることによって、樹脂組成物（C1）の誘電正接が低くなり易い。また、誘電率が低くなり易い。

[0064] 一実施形態において、樹脂組成物（C1）に含まれる樹脂成分中の上記フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）の含有量は、樹脂成分の全量に対して、50質量%以上であることが好ましい。50質量%以上である場合、60質量%以上であっても、70質量%以上であっても、80質量%以上であっても、90質量%以上であっても、95質量%以上であっても、98質量%以上であっても、100質量%であってもよい。樹脂成分中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）の含有量が50質量%以上であることによって、樹脂組成物（C1）の誘電正接が低くなり易い。また、誘電率が低くなり易い。

[0065] 樹脂組成物（C1）の製造方法は、限定されず、一般に樹脂組成物の調製に用いられる設備と方法により行うことができる。一般的には樹脂組成物（C1）は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体が有機溶媒に溶解したポリマー溶液（樹脂ワニス）として調製されたものであることが多い。このような樹脂ワニスの調製のため、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）、及びその他の有機溶媒に溶解可能な各成分を、有機溶媒に添加し攪拌機で攪拌する等して混合してもよい。このとき、必要に応じて加熱してもよい。その後、適宜、有機溶媒に溶解しない成分（例えば、無機充填剤等）を添加し、ボールミル、ビーズミル、プラネタリーミキサー、ロールミル等を用いて所定の分散状態になるまで分散させることにより樹脂ワニスを調製してもよい。有機溶媒の例としては、下記「ワニス」の項で説明するものと同じである。

[0066] [物品（A1）]

第1実施形態に係る物品（A1）は、フェニレンスルフィドーフェニレン

オキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含む。物品（A 1）は、各種の用途に用いることができ、低誘電正接を有し易いという特性に基づき、移動通信システムの端末における絶縁体部品として好ましく用いることができる。物品（A 1）は、高速通信を要求される様々な用途で用いることができるが、例えば、ネットワーク機器・端末、サーバー、AIプロセッサ、車載・航空機器、家庭用ゲーム機等に搭載されてもよい。

物品（A 1）は、10GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。一実施形態において、物品（A 1）は、40GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。

一実施形態において、物品（A 1）は、60GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましい。

一実施形態において、物品（A 1）は、80GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0019未満であることがより好ましい。物品（A 1）は、誘電正接が低い程、伝送損失をより抑制し易くなる。

物品（A 1）は、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な効果を有している。

一実施形態において、物品（A 1）は、成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が、1.5以下であることが好ましく、1.3以下であることがより好ましく、1.2以下であることがさらに好ましく、1.1以下であることが特に好ましい。それぞれ、10GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.001未満であることがより好ましい。

物品（A 1）としては、配線基板や配線基板材料等が挙げられる。

[0067]（配線基板）

配線基板は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含む。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含むので、低誘電正接の配線基板にすることができる。

[0068] 配線基板は、半導体等の電子部品を取り付けて配線を施すための基板であり、その構造及び／又は用途によって限定されない。配線基板は、本明細書において、プリント配線板における半導体以外の電子部品以外の部分を包含するが、配線基板として、プリント配線板のプリント基板（PCB）が例示できる。プリント基板は、例えば以下の「層間絶縁材料」で説明する多層プリント基板であってもよい。プリント基板は、リジット基板、フレキシブル基板、リジットフレキシ基板、メタルベース基板等のいずれも包含し、これらのプリント基板に電子部品を搭載してプリント配線板とすることができる。すなわち、プリント配線板は、上記配線基板及び電子部品を含む。

[0069] プリント配線板は、上記配線基板及び電子部品を含む範囲で、その構造及び／又は用途によって限定されない。例えば、プリント配線板は、リジット基板、フレキシブル基板、リジットフレキシ基板、メタルベース基板等のいずれのプリント基板に電子部品を搭載したものであってもよい。

電子部品は限定されないが、半導体チップ、抵抗器、コンデンサ等が例示できる。構造として、例えば配線基板（プリント基板）の片面又は両面に配線や電子部品が搭載されていてもよく、また、多層構造の配線基板の層間に配線や電子部品が搭載されていてもよい。

用途として、例えば、リジット基板に電子部品が搭載されたリジットプリント配線板は、移動通信システムの端末、基地局、サーバー、ルーター、ミリ波レーダー、プローブカード等に用いることができ、フレキシブル基板に電子部品が搭載されたフレキシブルプリント配線板は、接続ケーブル、アンテナ、アンテナケーブル等に用いることができる。

[0070] （配線基板材料）

配線基板材料は、配線基板を製造するための材料であり、フェニレンスル

フィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含む。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）又は樹脂組成物（C 1）を含むので、低誘電正接の配線基板を製造することができる。

[0071] 一実施形態において、配線基板材料は、ワニス、層間絶縁材料、プリプレグ、金属張積層板、又はサブストレートであってよい。一実施形態において、配線基板材料は、相溶化剤であってよい。

[0072] ワニスは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）と、有機溶媒とを含む。ワニスとしては、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）が有機溶媒に溶解したポリマー溶液（樹脂ワニス）を例示することができる。このポリマー溶液において、液温 25℃で、少なくとも一部のポリマーが溶解していればよいが、全てのポリマーが溶解していることが好ましい。

このポリマー溶液に用いられる有機溶媒は限定されず、本技術分野で周知の有機溶媒から当業者が選択することができ、アセトン、酢酸エチル、シクロヘキサン、ヘプタン、テトラヒドロフラン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、エチレングリコール、セルソルブ系、カビトール系、アニソール、N-メチルピロリドン、プロピレングリコールモノメチルエーテル、メチルエーテルアセテート、トルエン、シクロヘキサノン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン等を例示できる。有機溶媒はこれらから選択される 1 種もしくは 2 種以上を混合して用いてもよい。

ポリマー溶液中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の含有量の下限は、ハンドリング可能で、製品化に十分なポリマー溶液が得られる範囲で限定されないが、例えばポリマー溶液 100 質量％に対して、例えば、5 質量％以上、7 質量％以上、10 質量％以上、15 質量％以上であってもよい。一方、ポリマー溶液中のフェニレンスルフィドーフェ

ニレンオキシド共重合体（P 1）の含有量の上限は、ポリマー溶液 1 0 0 質量％に対して、例えば、5 0 質量％以下、4 5 質量％以下、4 0 質量％以下、3 5 質量％以下であってもよい。

[0073] 層間絶縁材料は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含む。層間絶縁材料としては、プリント配線板等に用いられる層間絶縁材料を例示することができる。該層間絶縁材料は、多層プリント配線板の材料として用いることもできる。

例えば、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含むワニスは、層間絶縁材料の一例であり、該ワニスをその他の材料に塗布し、溶媒を揮発させて絶縁フィルム層を作成し、多層プリント基板の積層構造を調製することもできる。

[0074] プリプレグは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）と、基材とを含む。プリプレグとしては、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）と有機溶媒とを含むワニスを基材に含浸させ、乾燥させて得られるプリプレグを例示することができる。プリプレグに用いられる基材は限定されず、本技術分野で周知の材料から当業者が選択することができる。天然繊維基材、有機合成繊維基材、無機繊維基材等を例示できる。

[0075] 金属張積層板は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）と、金属箔とを含む。金属張積層板としては、上記プリプレグを含む金属張積層板を例示することができる。このような金属張積層板は、例えば、プリプレグを複数枚重ね、その片面又は両面に金属箔を重ねた後、加熱加圧プレス成形することで得ることができる。金属箔は、銅箔、アルミニウム箔、スズ箔、金箔、銀箔、白金箔、ニッケル箔等が例示でき、金属張積層板に求める特性や用途に従い当業者が選択することができる。

[0076] サブストレートは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）及び／又は樹脂組成物（C 1）を含む。サブストレートは、C P U

やメモリ等の半導体チップを保護し、プリント基板（PCB）に実装するために、半導体チップと共に使用される台座である。例えば、FC-BGA（Flip Chip-Ball Grid Array）、FC-CSP（Flip Chip Chip Scale Package）等における基板部分であってもよい。

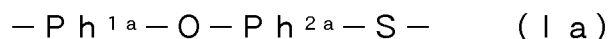
[0077] 相溶化剤は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）及び／又は樹脂組成物（C1）を含む。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P1）は、フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造（フェニレンエーテル構造）とを有するので、例えば、ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂との混合時に使用する相溶化剤として好ましく用いることができる。

一実施形態において、相溶化剤は、ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂とを含む樹脂組成物用であってよい。ポリアリーレンスルフィド樹脂は、溶媒に溶解しやすい観点から、置換基（例えばC1～10アルキル基、C1～10アルコキシ基、C1～10アルケニル基、アリール基）を1以上有する置換型ポリアリーレンスルフィド樹脂が好ましい。

[0078] <第2実施形態>

[フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P2）]

第2実施形態に係るフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P2）は、式（1a）：



[式（1a）中、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} がそれぞれ1つ以上の置換基を有する]

で表される構成単位を含む。

[0079] 式（1a）で表される構成単位を含むことにより、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P2）は、低誘電正接をより容易に実現することができる。また、付加的な効果として、周波数帯が高くなっても誘電正接がより高くなりにくい。この場合は、周波数ごとに配線基板材料の設計

を変更する必要がなく、汎用性がより高い。そのメカニズムは、現段階では明らかではないが、非限定的なメカニズムとして、フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを有することによりフェニレン基の面角度が一定ではなくなり、密なパッキングが抑制され、誘電正接が低くなると考えられる。さらに、2つのフェニレン基がそれぞれ1つ以上の置換基を有することによって、フェニレン基のねじれ角がより動きにくくなり、それにより分子鎖が動きにくくなり誘電正接がより低くなりやすいと考えられる。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）は、誘電正接が低いので、高速通信を要求される様々な用途で用いることができる。

[0080] P h^{1a}及びP h^{2a}がそれぞれ有する置換基の種類は、同じであってもよく、異なってもよい。また、P h^{1a}及びP h^{2a}における置換基の数及び置換位置は、同じであってもよく、異なってもよい。

P h^{1a}及びP h^{2a}は、それぞれ、1つ以上の置換基を有し、2つ以上の置換基を有することができ、2つ、3つ又は4つの置換基を有することができる。P h^{1a}が2つ以上の置換基を有している場合、置換基の種類は同じであってもよく、異なってもよい。P h^{2a}が2つ以上の置換基を有している場合、置換基の種類は同じであってもよく、異なってもよい。

P h^{1a}が有する置換基の置換位置は、2位、3位、5位又は6位のいずれであってもよい。置換基を2つ有する場合は、P h^{1a}における置換基の位置は、2, 3位（又は5, 6位）であってよく、2, 5位（又は3, 6位）であってよく、2, 6位であってよく、3, 5位であってよい。置換基を3つ有する場合は、P h^{1a}における置換基の位置は、2, 3, 5位（又は3, 5, 6位）、2, 3, 6位（又は2, 5, 6位）のいずれであってもよい。

P h^{2a}が有する置換基の置換位置は、2位、3位、5位又は6位のいずれであってもよい。置換基を2つ有する場合は、P h^{2a}における置換基の位置は、2, 3位（又は5, 6位）であってよく、2, 5位（又は3, 6位）であってよく、2, 6位であってよく、3, 5位であってよい。置換基を3つ有する場合は、P h^{2a}における置換基の位置は、2, 3, 5位（又は3, 5

、6位)、2, 3, 6位(又は2, 5, 6位)のいずれであってもよい。

[0081] Ph^{1a} 及び Ph^{2a} が有する置換基の種類及び好ましい種類については、第1実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P1)を構成する式(1)における Ph^1 及び Ph^2 が有している置換基と同じものが例示される。

[0082] 一実施形態において、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な特性を有しやすい観点から、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される1以上を有することが好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)の合成の容易性を考慮すると、式(1a)において Ph^{1a} 及び Ph^{2a} が有する1以上の置換基は、アルキル基及びアルケニル基から選択されることが好ましく、C1~10アルキル基及びC2~10のアルケニル基から選択されることが好ましく、C1~4の直鎖状アルキル基及びC2~5の直鎖状アルケニル基から選択されることがより好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基及び／又はアリル基を含むことがさらに好ましく、メチル基を含むことがさらに好ましい。

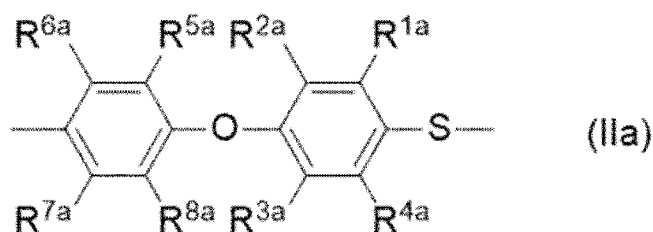
[0083] 上記したように、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が置換基を有している場合、置換位置は同じであってもよく、異なってもよい。 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} にそれぞれ置換基が計2つ以上含まれる場合、その置換位置の組み合わせは限定されない。

[0084] 一実施形態において、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が置換基を2つ有する場合は、いずれも、3, 5位であってもよい。一実施形態において、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が置換基を2つ有する場合は、いずれも、3, 5位にアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される2つを有しているよい。

[0085] 一実施形態において、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が置換基を2つ有する場合は、いずれか一方(例えば Ph^{1a})における置換位置が3, 5位であり、他

方（例えば Ph^{2a} ）における置換位置が 2, 6 位であってもよい。一実施形態において、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} の両方が置換基を 2 つ有する場合は、一方（例えば Ph^{1a} ）が 3, 5 位に、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有してよく、他方（例えば Ph^{2a} ）が 2, 6 位に、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基から選択される 2 つを有してよい。

[0086] 一実施形態において、式 (Ia) で表される構成単位は、式 (IIa) :



[式 (IIa) 中、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、 R^{4a} 、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} は、それぞれ独立して、H、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの 1 つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの 1 つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である]

で表される構成単位を含むことが好ましい。式 (IIa) の構成単位を有することにより、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な特性を有しやすい。

[0087] 式 (IIa) における、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基の例、及びその好ましい例としては、第 1 実施形態におけるフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P1) を構成する式 (I) の説明で例示したアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基及びアリール基と同じものが挙げられる。

[0088] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体 (P2) の合成の容易性を考慮すると、式 (IIa) におけるアルキル基、アルコキシ基、アル

ケニル基又はアリール基は、アルキル基及び／又はアルケニル基を含むことが好ましく、C 1～10アルキル基及びC 2～10のアルケニル基から選択されることがより好ましく、C 1～4の直鎖状アルキル基及び／又はC 2～5の直鎖状アルケニル基を含むことがさらに好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基及び／又はアリル基を含むことがさらに好ましく、メチル基を含むことがさらに好ましい。

[0089] 式(ⅠⅠa)におけるアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基による置換位置は限定されず、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの1つ以上（好ましくは2つ以上、例えば2つ、3つ又は4つ）、及び、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの1つ以上（好ましくは2つ以上、例えば2つ、3つ又は4つ）であればよい。

一実施形態において、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、かつ、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であってよい。

[0090] 一実施形態において、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基の置換位置は、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの、 R^{1a} であっても、 R^{2a} であっても、 R^{3a} であっても及び／又は R^{4a} であってもよく、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの、 R^{5a} であっても、 R^{6a} であっても、 R^{7a} であっても及び／又は R^{8a} であってもよい。

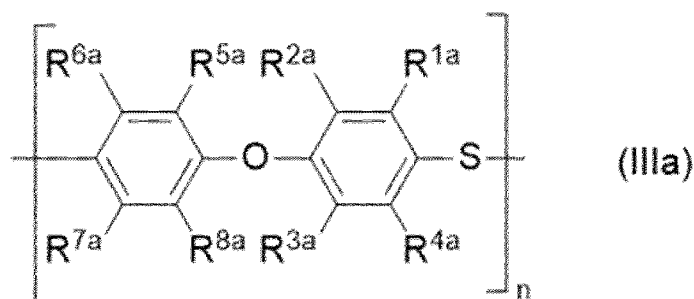
[0091] R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの2以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、その置換位置の組み合わせは限定されない。例えば、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの2つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^{1a} と R^{2a} 、 R^{1a} と R^{3a} 、 R^{1a} と R^{4a} 、 R^{2a} と R^{3a} 、 R^{2a} と R^{4a} 、 R^{3a} と R^{4a} のいずれの組み合わせであってもよい。 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの3つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置は R^{1a} と R^{2a} と R^{3a} 、 R^{1a} と R^{2a} と R^{4a} 、 R^{1a} と R^{3a} と R^{4a}

^a、及びR^{2a}とR^{3a}とR^{4a}のいずれの組み合わせであってもよい。

R^{5a}、R^{6a}、R^{7a}、及びR^{8a}のうちの2以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、その置換位置の組み合わせは限定されない。例えば、R^{5a}、R^{6a}、R^{7a}、及びR^{8a}のうちの2つが、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置はR^{5a}とR^{6a}、R^{5a}とR^{7a}、R^{5a}とR^{8a}、R^{6a}とR^{7a}、R^{6a}とR^{8a}、R^{7a}とR^{8a}のいずれの組み合わせであってもよい。R^{5a}、R^{6a}、R^{7a}、及びR^{8a}のうちの3つがアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である場合、置換位置はR^{5a}とR^{6a}とR^{7a}、R^{5a}とR^{6a}とR^{8a}、R^{5a}とR^{7a}とR^{8a}、及びR^{6a}とR^{7a}とR^{8a}のいずれの組み合わせであってもよい。

[0092] 一実施形態において、R^{2a}とR^{3a}及びR^{6a}とR^{7a}、又は、R^{1a}とR^{4a}及びR^{6a}とR^{7a}が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であることが好ましく、C₁～10アルキル基又はC₂～10アルケニル基であることがより好ましく、C₁～4の直鎖状アルキル基又はC₂～5の直鎖状アルケニル基であることがさらに好ましく、エチル基、メチル基、ビニル基、又はアリル基であることがよりさらに好ましく、メチル基であることが特に好ましい。

[0093] 一実施形態において、式(Ⅰa)で表される構成単位は、式(Ⅲa)：

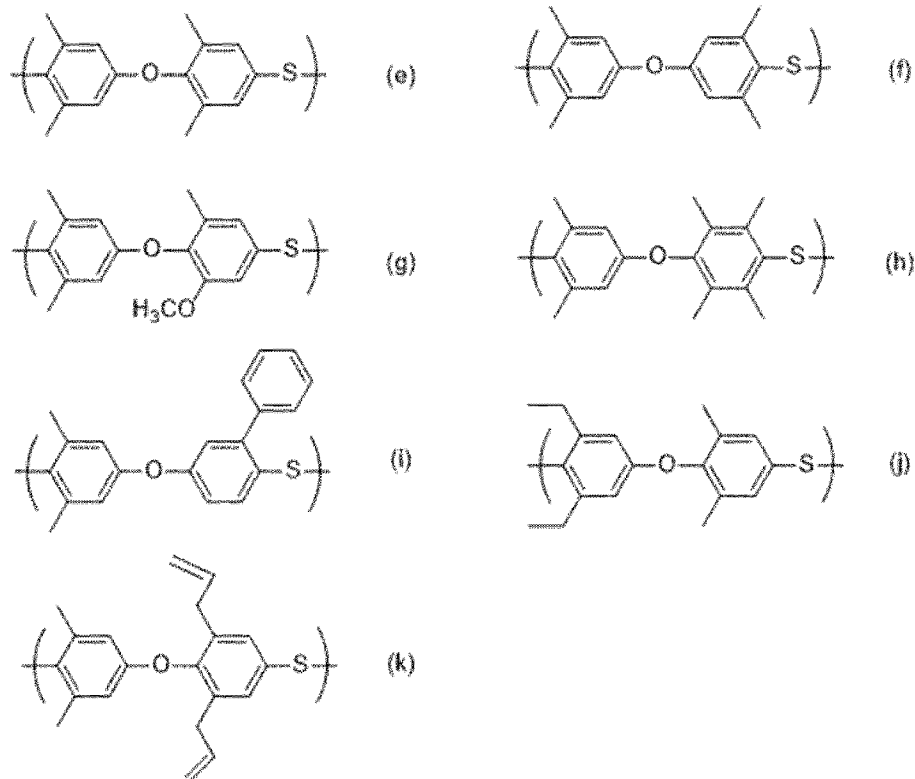


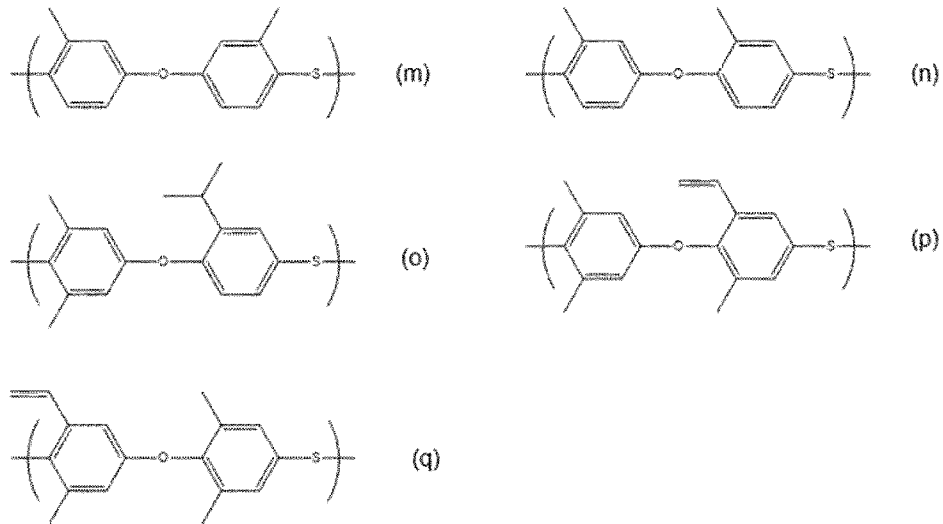
[式(Ⅲa)中、R^{1a}、R^{2a}、R^{3a}、R^{4a}、R^{5a}、R^{6a}、R^{7a}、及びR^{8a}は、式(Ⅰa)で説明したものと同一であり、nは4以上の数である]

で表される構成単位を含むことが好ましい。nは、4～100であることが好ましく、4.5～50であることがより好ましい。式(111a)で表される構成単位を含むフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体(P2)は、分子中にフェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを交互に有するフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド交互共重合体である。

R^{1a}、R^{2a}、R^{3a}、R^{4a}、R^{5a}、R^{6a}、R^{7a}、及びR^{8a}に関する説明は、式(11a)に関する説明と同じである。

[0094] 一実施形態において、式(1a)で表される構成単位の一例として、以下の構成単位が挙げられるが、これらに限定されない：





[0095] 一実施形態において、式（1a）で表される構成単位は、式（e）～（k）、及び式（m）～（q）から選択される1以上の構成単位を含んでいてよい。一実施形態において、式（1a）で表される構成単位は、式（e）及び／又は式（f）で表される構成単位を含んでいてよい。

[0096] 一実施形態において、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P2）は、式（1a）で表される構成単位のみから構成されても、又は式（1a）で表される構成単位以外の構成単位を含んでいてもよい。

[0097] 式（1a）で表される構成単位とは、1種の構成単位であっても、式（1a）で表される範囲で、2種以上の構成単位であってもよく、式（1a）で表される構成単位には、式（1a）の説明で例示した置換基の組み合わせが異なる2種以上の構成単位が包含される。

[0098] 式（1a）で表される構成単位以外の構成単位としては、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P2）以外の、フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを有し、かつ置換基を1つ以上有する構成単位；フェニレンスルフィド構造とフェニレンオキシド構造とを有し、かつ置換基を有しない構成単位；置換型又は無置換型のフェニレンスルフィド構造のみを有する構成単位；置換型又は無置換型のフェニレンオキシド構造のみを有する構成単位；及び／又はフェニレンスルフィド構造及びフェニレ

ンオキシド構造を有しない構成単位；の1又は複数を含んでいてもよい。

[0099] 一実施形態において、式(1a)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上であることが好ましく、80モル%以上であることがより好ましく、90モル%以上であることがさらに好ましい。式(1a)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上であることにより、誘電正接がより低くなり易い。

[0100] (誘電正接)

本実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)は、誘電正接が低いので、配線基板の製造に好ましく用いることができる。誘電正接が低い程、伝送損失をより抑制し易くなる。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)は、成形品の10GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)は、成形品の40GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましく、0.0017未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)は、成形品の60GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0018未満であることがより好ましい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)は、成形品の80GHzでの誘電正接が0.002未満であることが好ましく、0.0019未満であることがより好ましい。

[0101] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)の誘電正接が低い程、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)又はフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体(P2)を含む樹脂組成物を配線基板の材料として用いた場合に伝送損失をより抑制し易くなる

。

[0102] 一般的な配線基板用の樹脂は、周波数が高くなるほど、誘電正接が高くなる傾向にあるが、本実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）は、付加的な特性として、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくい。

一実施形態において、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）は、成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が、1.5以下であることが好ましく、1.3以下であることがより好ましく、1.2以下であることがさらに好ましく、1.1以下であることが特に好ましい。

成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が、1.5以下である成形品は、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくく、周波数依存性が低い。そのため、周波数ごとに配線基板材料の設計を変更する必要がなく、汎用性が高い。その結果、より効率的かつ経済的に配線基板を製造することができる。

[0103] 誘電正接の調整方法は、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）において記載した内容と同じ方法が例示される。

[0104] フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）の誘電率、ガラス転移温度、及び重量平均分子量（Mw）の範囲、調整方法及び測定方法については、第1実施形態におけるフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）について記載したものと同一である。

フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）の製造方法は、第1実施形態におけるフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P1）について記載した方法が例示される。

[0105] [樹脂組成物（C2）]

第2実施形態に係る樹脂組成物（C2）は、上記したフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）を含む。上記したフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体（P2）を含むので、低誘電正接を実

現することができる。また、付加的な特性として、周波数帯が高くなっても、誘電正接が高くなりにくい。フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）については、上記のとおりである。

樹脂組成物（C 2）は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）のみから構成されていてもよく、その他の成分を含んでいてもよい。その他の成分としては、第1実施形態における樹脂組成物（C 1）が含まんでよいその他の成分と同じ成分が例示される。

樹脂組成物（C 2）中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）の含有量、及び樹脂組成物（C 2）に含まれる樹脂成分中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）の含有量は、樹脂組成物（C 1）中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の含有量、及び樹脂組成物（C 1）に含まれる樹脂成分中のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 1）の含有量と同じ範囲が例示される。

樹脂組成物（C 2）の製造方法は、第1実施形態における樹脂組成物（C 1）の製造方法と同じ方法が例示される。

[0106] [物品（A 2）]

第2実施形態に係る物品（A 2）は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。物品（A 2）は、各種の用途に用いることができ、低誘電正接を有し易いという特性に基づき、移動通信システムの端末における絶縁体部品として好ましく用いることができる。特に、高速通信を要求される様々な用途で用いることができるが、例えば、ネットワーク機器・端末、サーバー、AIプロセッサ、車載・航空機器、家庭用ゲーム機等に搭載されてもよい。

[0107] 物品（A 2）の誘電正接及び誘電率の範囲、調整方法及び測定方法については、第1実施形態における物品（A 1）について記載した内容と同じである。

[0108] 物品（A 2）としては、配線基板、配線基板材料、相溶化剤等が挙げられ

る。

配線基板は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。

[0109] 配線基板材料は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。一実施形態において、配線基板材料は、ワニス、層間絶縁材料、プリプレグ、金属張積層板、又はサブストレートであってよい。

[0110] ワニスは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）と、有機溶媒とを含む。層間絶縁材料は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。プリプレグは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）と、基材とを含む。金属張積層板は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）と、金属箔とを含む。サブストレートは、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。

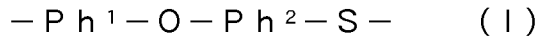
第1実施形態における配線基板、及び各種配線基板材料についてのその他の記載はここでも当てはまる。

[0111] 相溶化剤は、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体（P 2）及び／又は樹脂組成物（C 2）を含む。一実施形態において、相溶化剤は、ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂とを含む樹脂組成物用であってよい。ポリアリーレンスルフィド樹脂は、溶媒に溶解しやすい観点から、置換基（例えばC 1～10アルキル基、C 1～10アルコキシ基、C 1～10アルケニル基、アリール基）を1以上有する置換型ポリアリーレンスルフィド樹脂が好ましい。第1実施形態における相溶化剤についてのその他の記載はここでも当てはまる。

[0112] <その他の実施形態>

（使用）

一実施形態において、式 (1) :

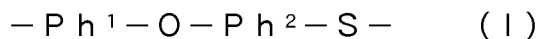


[式 (1) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]

で表される構成単位を含む、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体の、配線基板を製造するための使用が与えられる。式 (1) についての説明は、第 1 実施形態において記載したとおりである。

[0113] (配線基板の製造方法)

一実施形態において、式 (1) :



[式 (1) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]

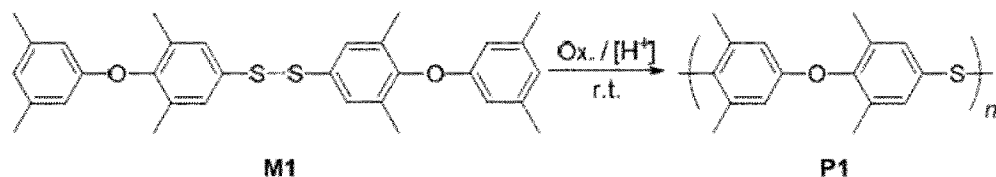
で表される構成単位を含む、フェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体を成形することを含む、配線基板の製造方法が与えられる。成形方法は限定されず、例えば公知の機器及び方法によるホットプレス又は熱圧着等が挙げられる。式 (1) についての説明は、第 1 実施形態において記載したとおりである。

実施例

[0114] 以下に実施例を示して本開示を更に具体的に説明するが、これらの実施例により本開示の解釈が限定されるものではない。

[0115] 種々の芳香族ジスルフィドの酸化重合によって対応するポリ(フェニレンスルフィド)誘導体を得られる。本発明者は、フェニレンオキシド骨格を有するジスルフィドモノマー M1 を酸化重合し、ジメチル置換 PPS とポリ(2,6-ジメチル-1,4-フェニレンオキシド)(PPO) との共重合体 P1 を新規に合成することに成功した (Scheme 参照)。

Scheme :

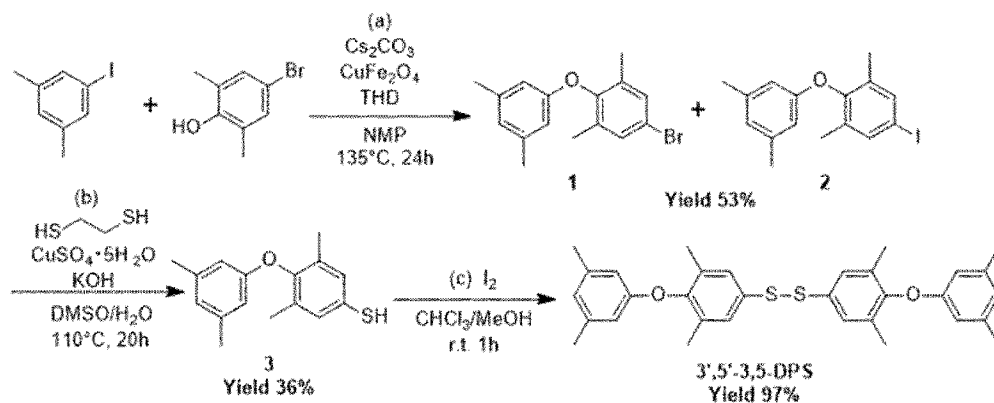


P 1 は高分子量体（例えば、Mwが 2.3×10^4 ）として得られ、非晶性かつ汎用有機溶媒に可溶であり、高い耐熱性（例えば、ガラス転移温度 $T_g > 120^\circ\text{C}$ ）を示した。また、PPOと同程度の低誘電率を示すことも明らかになった。以下に実施例を示す。

[0116] [合成例1]（モノマーの合成）

フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体を作製するためのモノマーを作製した。以下に、反応スキームを示す。

[Scheme 1] :



[0117] Scheme 1 (a) にしたがって、1000 mL ナスフラスコに 4-ブロモ-2,6-ジメチルフェノール (81 mmol、1 当量、16.2 g)、5-ヨード-2,4-ジメチルフェノール (323 mmol、4 当量、75 g)、銅フェライト (8.1 mmol、0.1 当量、1.94 g)、炭酸セシウム (162 mmol、2 当量、52.8 g)、2,2,6,6-テトラメチル-3,5-ヘプタジオン (THD) (16.2 mmol、0.2 当量、3.3 mL)、NMP (162 mL) を加え、窒素雰囲気下 135°C で 24 時間攪拌した。

- [0118] シリカゲルろ過、分液（ジエチルエーテル／飽和食塩水／5 w t %水酸化カリウム水溶液）、脱水（硫酸ナトリウム）、溶媒除去、カラムクロマトグラフィー（ヘキサン）を経て白色固体として化合物（1）と化合物（2）の混合物（化合物（1）：化合物（2）＝1.6：1（m o l / m o l））を得た。なお、化合物（2）は、U l l m a nカップリングの副生成物であり、原料あるいは生成物間でブロモ基とヨード基のハロゲン交換を伴ったため生じたと推測され、上記カラムクロマトグラフィーによる分離は困難であった。
- [0119] 続いて、S c h e m e 1（b）にしたがい、1000 m Lナスフラスコに化合物（1）及び化合物（2）の混合物（化合物（1）：化合物（2）＝26.6：16.6（m m o l / m m o l）、1当量、14.0 g）、硫酸銅五水和物（2.16 m m o l、0.05当量、39 m g）、水酸化カリウム（21.6 m m o l、5当量、12 g）、1,2-エタンジチオール（43.2 m m o l、2当量、3.6 m L）、DMSO／H2O（100 m L / 10 m L）混合溶媒を加え、窒素雰囲気下110℃で20時間攪拌した。分液（酢酸エチル／5 v o l %塩酸、純水、3.5 w t %食塩水）、脱水（硫酸ナトリウム）、溶媒除去、カラムクロマトグラフィー（ヘキサン／クロロホルム＝5 / 1（v / v））を経て白色固体として化合物（3）を得た。
- [0120] 続いて、S c h e m e 1（c）にしたがい、100 m Lナスフラスコに化合物（3）（16 m m o l、1当量、4.1 g）及びクロロホルム（50 m L）を加え、ヨウ素（8.0 m m o l、0.5当量、2.0 g）のメタノール溶液（25 m L）を滴下して室温で1時間攪拌した。反応後、10 w t %チオ硫酸ナトリウム水溶液を溶液の色が変化しなくなるまで滴下した。分液（クロロホルム／5 v o l %塩酸、5 w t %水酸化ナトリウム水溶液、3.5 w t %食塩水）、脱水（硫酸ナトリウム）、溶媒除去、カラムクロマトグラフィー（ヘキサン／クロロホルム＝3 / 1（v / v））を経て白色固体として1,2-ビス（4-（3,5-ジメチルフェノキシ）-3,5-ジメチルフェニル）ジスルファン（3',5'-3,5-DPS）を得た（7.8 m m o l、4.0 g）。

[0121] 得られた3', 5' - 3, 5 - DPSの ^1H -NMR (CD_2Cl_2) チャートを図1 (a) に示し、 ^{13}C -NMR (CDCl_3) チャートを図2 (a) に示す。同定結果を以下に示す。なお、以下においてa~jは、図1, 2に示す構造式内のa~jに対応している。

^1H -NMR (δ : ppm, CD_2Cl_2) : 7.26 (s, 2H, i)、6.62 (s, 1H, a)、6.36 (s, 2H, d)、2.22 (s, 6H, b)、2.08 (s, 6H, g)

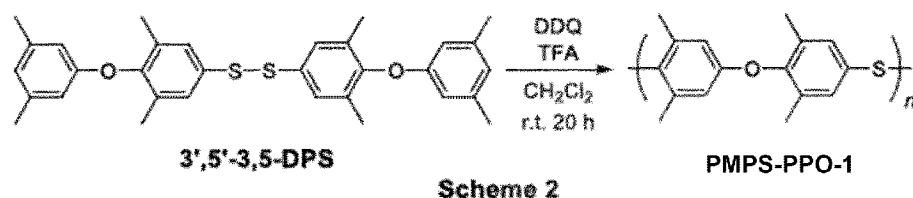
^{13}C NMR (δ : ppm, DCI_3) : 157.6 (e)、151.0 (f)、139.5 (c)、132.8 (j)、132.6 (h)、129.2 (i)、123.4 (a)、112.2 (d)、21.4 (b)、16.5 (g)

FAB-MS (m/z) : 514.2 (calc.)、514.5 (found)

[0122] [実施例1] PMPS-PPO-1

モノマーとして3', 5' - 3, 5 - DPSを用い、実施例1のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体を作製した。以下に反応スキームを示す。

[Scheme 2] :



[0123] Scheme 2にしたがい、50 mLナスフラスコに、3-ジクロロ-5, 6-ジシアノーパラベンゾキノン (DDQ、2.63 mmol、1当量、597 mg)、ジクロロメタン、トリフルオロ酢酸 (TFA) を加え均一に混合後、3', 5' - 3, 5 - DPS (2.63 mmol、1当量、1.35 g) を添加し室温で20時間攪拌した。反応終了後ジクロロメタン (25 mL) を加え、ガラスフィルターろ過によるDDHの除去、2.5 vol

%塩酸酸性メタノール（250 mL）への沈殿精製及びガラスフィルターによる回収、2.5 vol %塩酸酸性2-プロパノールへの沈殿精製及びガラスフィルターによる回収を経て、白色粉末としてポリ（3,5-ジメチル-4-（3',5'-ジメチル-1',4'-フェノキシ）-1-フェニレンスルフィド）（PMPS-PPO-1）を得た。

[0124] Scheme 2において、 CH_2Cl_2 は溶媒であり、DDQは酸化剤（3',5'-3,5-DPSに対して1当量）であり、反応時間は20時間であり、反応温度は室温であり、PMPS-PPO-1のnは28である。

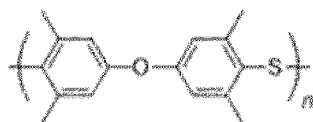
[0125] 得られたPMPS-PPO-1の $^1\text{H-NMR}$ (CD_2Cl_2) チャートを図1 (b) に示し、 $^{13}\text{C-NMR}$ (CDCl_3) チャートを図2 (b) に示す。

$^1\text{H-NMR}$ では芳香環とメチル基のピーク積分値を1:3で観測し、 $^{13}\text{C-NMR}$ では10本のピークを観測したことから酸素原子に対しp位に選択的に置換した構造を支持した。

[0126] [実施例2] PMPS-PPO-2

50 mLナスフラスコにDDQ（2.63 mmol、1当量、597 mg）、ジクロロメタン、TFAを加え均一に混合後、3',5'-2,6-DPS（2.63 mmol、1当量、1.35 g）を添加し室温で20時間攪拌した。反応終了後ジクロロメタン（25 mL）を加え、ガラスフィルターろ過によるDDHの除去、2.5 vol %塩酸酸性メタノール（250 mL）への沈殿精製及びガラスフィルターによる回収、ヘキサンへの沈殿精製、及びガラスフィルターによる回収を経て、黄色粉末としてポリ（2,6-ジメチル-4-（3',5'-ジメチル-1',4'-フェノキシ）-1-フェニレンスルフィド）（PMPS-PPO-2）を得た。

PMPS-PPO-2は、以下の構造式：



PMPS-PPO-2

を有している。nは4、7である。

[0127] [比較例1、2]

以下の樹脂を比較例1、2の樹脂として用いた。

P P S : 無置換型ポリフェニレンスルフィド樹脂

P P O : 3, 5-ジメチルポリフェニレンエーテル樹脂

[0128] [比較例3]

3, 5-ジメチルポリフェニレンエーテル樹脂 (P P O) と、3, 5-ジメチルP P S (D M P P S) とを質量比1 : 1で溶融混合し、比較例3の樹脂組成物 (P P O / D M P P S 1 / 1) を得た。

[0129] [参考例]

参考例として、3, 5-ジメチルP P S (D M P P S) を準備した。

窒素雰囲気下で、100 mLの三口フラスコに56 mLのジクロロメタンを導入した。ここに3, 3'-ジメチルジフェニルジスルフィド (11.5 g、42 mmol)、2, 3-ジクロロ-5, 6-ジシアノーパラベンゾキノン (D D Q、42 mmol) 及びトリフルオロメタンスルホン酸 (8.4 mmol) を加え、6時間室温にて攪拌することで酸化重合を行った。反応液を塩酸酸性メタノールに滴下し、粉末をろ過回収した。その後、粉末を水酸化カリウム水溶液 (0.1 M) 及び純水で洗浄し、真空乾燥させてポリマーを得た。

[0130] [測定]

(重量平均分子量M_w)

実施例1、2、比較例1、2、及び参考例の各樹脂について、ゲルパーミエーションクロマトグラフィ (G P C) によりポリスチレン換算の重量平均分子量 (M_w) を測定した。結果を表1に示す。

[0131] (ガラス転移温度T_g)

実施例1、2、比較例1、2、及び参考例の各樹脂について、ガラス転移温度 (T_g) を、J I S規格 (J I S K 7121 : プラスチックの転移温度測定方法) に準拠して示差走査熱量測定 (D S C) にて、室温から20

℃／分の昇温条件で測定した。結果を表 1 に示す。

[0132] (誘電正接及び誘電率の測定)

誘電正接及び誘電率の測定のため、実施例 1、2、比較例 1、2、及び参考例の各樹脂について、厚さを $100\mu\text{m}$ に調製した樹脂のフィルムを、真空下、常温から $5^\circ\text{C}/\text{min}$ で昇温し、 5 kN の圧力を加えて 240°C で 120 分保持して測定用の樹脂試料片を調製した。

誘電正接及び誘電率は、キーサイト・テクノロジー社製ベクトルネットワークアナライザ (N5290A) 及びスプリットシリンダ共振器により、空洞共振器摂動法により、標準環境 ($23 \pm 2^\circ\text{C}$)、相対湿度 $45 \sim 55\%$ の条件下で、 10 GHz で測定した。結果を表 1 に示す。

[0133] [表1]

	実施例1	実施例2	比較例 1	比較例 2	参考例
樹脂 (共重合体)	PMPS-PPO-1	PMPS-PPO-2	PPS	PPO	3,5-ジメチル PPS樹脂
重量平均分子量 M_w	23000	2900	約40000	約40000	7000
ガラス転移温度 T_g ($^\circ\text{C}$)	190	143	90	210	153
誘電率 ($D_k:10\text{ GHz}$)	2.76	2.64	3.31	2.4	2.45
誘電正接 ($D_f:10\text{ GHz}$)	0.00169	0.00130	0.00253	0.00160	0.00087

[0134] (誘電正接の周波数依存性)

実施例 1、比較例 1～3、参考例の樹脂について、上記と同じ樹脂試料片について、上記と同じ条件で 40 GHz 、 60 GHz 、及び 80 GHz における誘電正接を測定した。 80 GHz での誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と、表 1 に示した 10 GHz での誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ を算出した。結果を表 2 に示す。図 3 に、周波数 (GHz) を横軸とし、誘電正接を縦軸としたグラフを示す。

[0135]

[表2]

		10GHz	40GHz	60GHz	80GHz	δ_{80}/δ_{10}
実施例1	PMPS-PPO-1	0.00169	0.00169	0.00179	0.00184	1.09
比較例1	PPS	0.00253	0.00333	未測定	0.00402	1.58
比較例2	PPO	0.00160	0.00239	未測定	0.00296	1.85
比較例3	PPO/3,5-ジメチルPPS樹脂=1/1	0.00119	0.00171	0.00198	0.00227	1.91
参考例	3,5-ジメチルPPS樹脂	0.00087	0.00152	未測定	0.00213	2.45

[0136] 表1に示すように、実施例1、2のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体は、10GHzにおける誘電正接がいずれも0.002未満であり、低誘電正接を実現することができる。また、ガラス転移温度 T_g が140℃を超えており、耐熱性を有している。

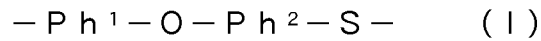
表2及び図3に示すように、実施例1のフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体は、成形品の80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80}/\tan \delta_{10}$ が1.5以下であり、周波数が高くなっても誘電正接が高くなりにくいという付加的な効果が得られる。

産業上の利用可能性

[0137] 本実施形態に係るフェニレンスルフィド-フェニレンオキシド共重合体は、低誘電正接を実現できるので、高速通信を要求される様々な用途で用いることができ、産業上の利用可能性を有している。

請求の範囲

[請求項1] 式 (I) :

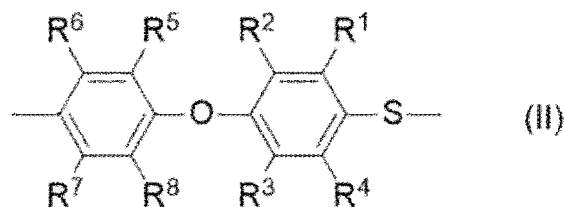


[式 (I) 中、 Ph^1 及び Ph^2 は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示す]

で表される構成単位を含む、配線基板用のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項2] 式 (I) 中、 Ph^1 及び Ph^2 の少なくとも一方が 1 つ以上の置換基を有する、請求項 1 に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項3] 式 (I) で表される構成単位が、式 (II) :



[式 (II) 中、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^4 、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 は、それぞれ独立して、H、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基であり、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの 1 つ以上が、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基であり、並びに／又は、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの 1 つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である]

で表される構成単位を含む、請求項 1 又は 2 に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項4] 式 (II) において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、及び R^4 のうちの 1 つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^5 、 R^6 、 R^7 、及び R^8 のうちの 1 つ以上がアルキル基、

アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である、請求項3に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項5] 式(1)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上である、請求項1又は2に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

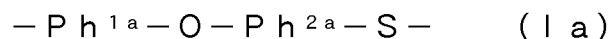
[請求項6] 10GHzでの誘電正接が0.002未満である、請求項1又は2に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項7] 80GHzでの誘電正接が0.002未満である、請求項1又は2に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項8] 80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が1.5以下である、請求項1又は2に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項9] 請求項1に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体を含む、樹脂組成物。

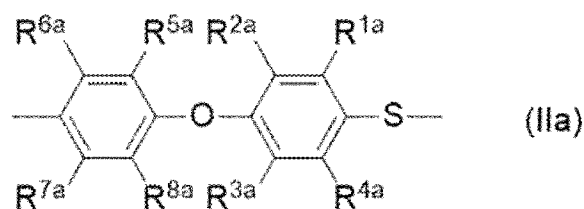
[請求項10] 式(1a)：



[式(1)中、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} は、それぞれ独立して、置換基を有していてもよいフェニレン基を示し、 Ph^{1a} 及び Ph^{2a} がそれぞれ1つ以上の置換基を有する]

で表される構成単位を含む、フェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項11] 式(1a)で表される構成単位が、式(11a)：



[式(11a)中、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、 R^{4a} 、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a}

、及び R^{8a} は、それぞれ独立して、H、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、 R^{1a} 、 R^{2a} 、 R^{3a} 、及び R^{4a} のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基であり、並びに、 R^{5a} 、 R^{6a} 、 R^{7a} 、及び R^{8a} のうちの1つ以上がアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアリール基である]

で表される構成単位を含む、請求項10に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項12] 式(11a)において、 R^{2a} 、 R^{3a} 、 R^{6a} 及び R^{7a} が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である、又は、 R^{1a} 、 R^{4a} 、 R^{5a} 及び R^{8a} が、それぞれ独立して、アルキル基、アルコキシ基、アルケニル基若しくはアリール基である、請求項11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項13] 式(1a)で表される構成単位の含有量が、全構成単位に対して、60モル%以上である、請求項10又は11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

[請求項14] 80GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{80}$ と10GHzでの誘電正接 $\tan \delta_{10}$ との比 $\tan \delta_{80} / \tan \delta_{10}$ が1.5以下である、請求項10又は11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体。

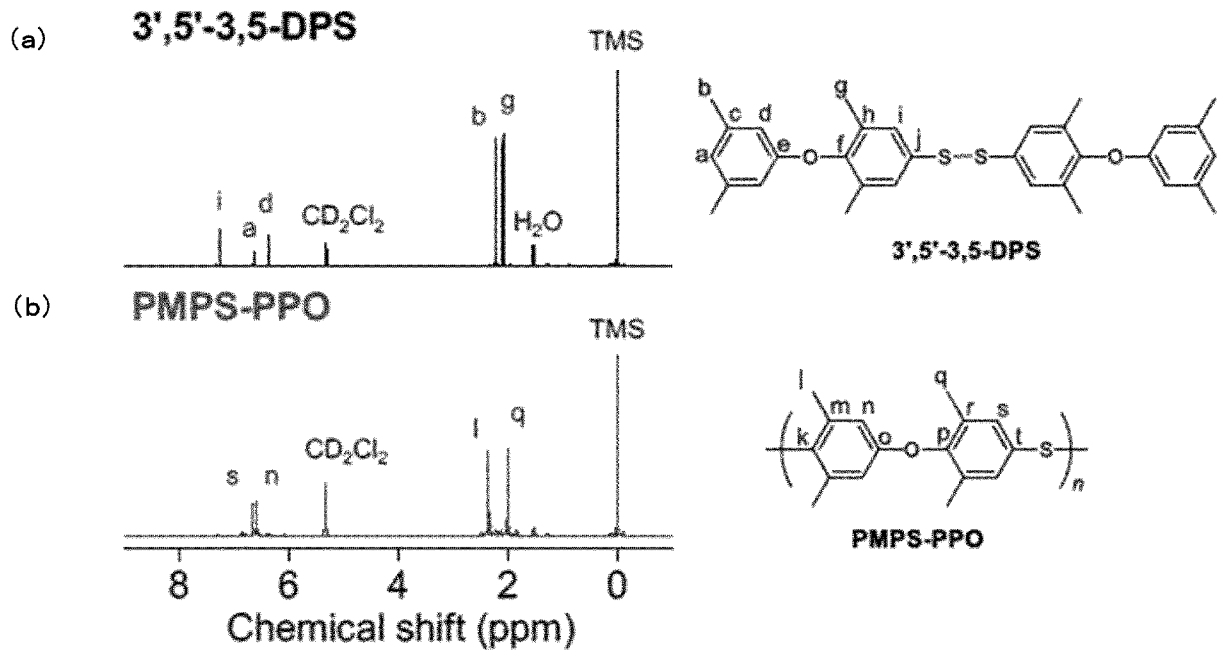
[請求項15] 請求項10に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体を含む、樹脂組成物。

[請求項16] 請求項1、2、10、若しくは11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、請求項9若しくは15に記載の樹脂組成物を含む、配線基板。

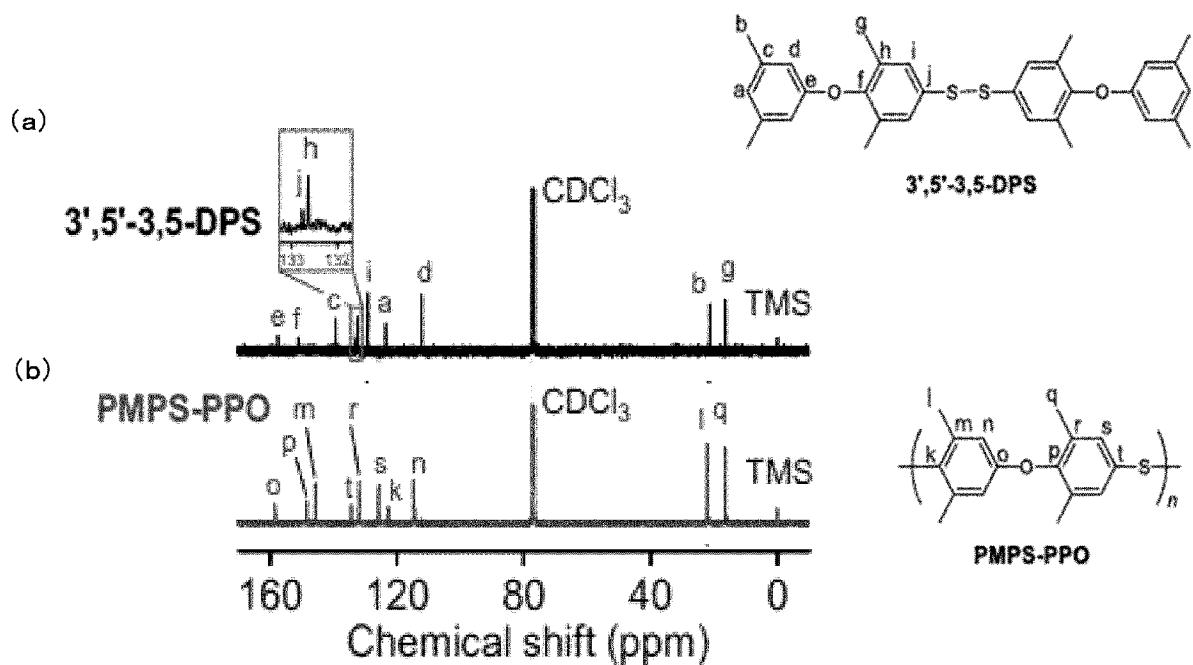
[請求項17] 請求項16に記載の配線基板と電子部品とを含む、プリント配線板。

- [請求項18] 請求項1、2、10、若しくは11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、請求項9若しくは15に記載の樹脂組成物を含む、配線基板材料。
- [請求項19] ワニス、層間絶縁材料、プリプレグ、金属張積層板、又はサブストレートである、請求項18に記載の配線基板材料。
- [請求項20] 請求項1、2、10、若しくは11に記載のフェニレンスルフィドーフェニレンオキシド共重合体、又は、請求項15に記載の樹脂組成物を含む、相溶化剤。
- [請求項21] ポリアリーレンスルフィド樹脂とポリアリーレンエーテル樹脂とを含む樹脂組成物用である、請求項20に記載の相溶化剤。

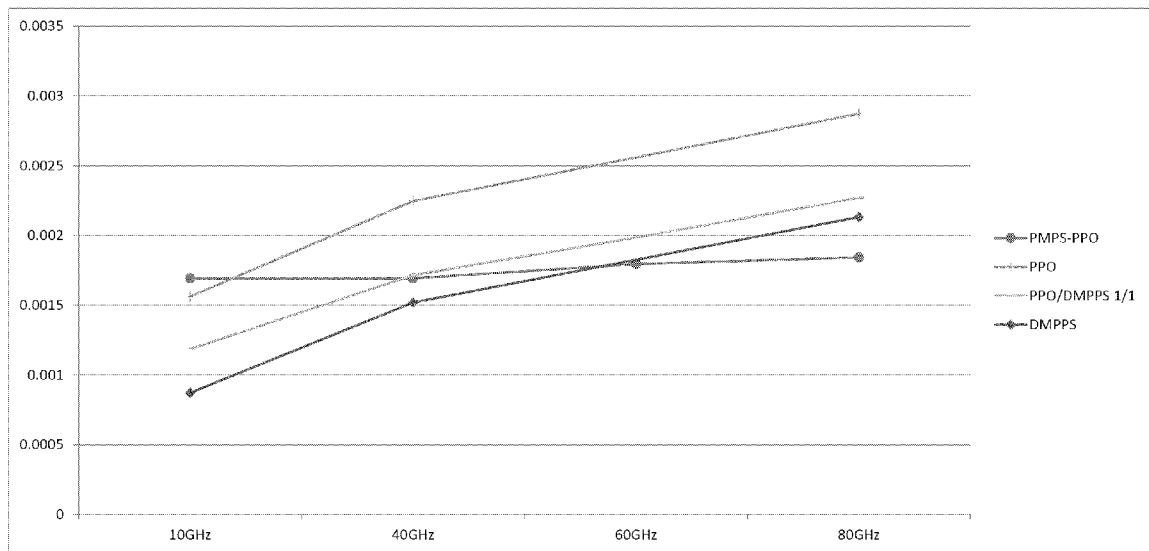
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/007495

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C08G 75/0236 (2016.01)i; H05K 1/03 (2006.01)i FI: C08G75/0236; H05K1/03 610H 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) C08G75/0236; H05K1/03 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JST7580 (JDreamIII); CAplus/REGISTRY (STN)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 64-33128 A (SEITETSU KAGAKU CO., LTD.) 03 February 1989 (1989-02-03) claims, examples, effects of the invention	1-3, 5, 9-11, 13, 15 4, 6-8, 12, 14, 16-21
X A	JP 47-42157 B1 (SAGAMI CHEMICAL RESEARCH CENTER) 24 October 1972 (1972-10-24) examples	1, 5, 10-11 2-4, 6-9, 12-21
X A	JP 46-27255 B1 (SAGAMI CHEMICAL RESEARCH CENTER) 07 August 1971 (1971-08-07) examples	1, 5, 10-11 2-4, 6-9, 12-21
X	SEO, K. H. et al., Synthesis and thermal properties of copoly(phenylene sulfide/sulfide ether)s, Polymer, 1997, vol. 38, no. 17, pages 4547-4550 Polymerization, scheme 1, table 1	1, 5, 10, 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 “D” document cited by the applicant in the international application “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 22 April 2024		Date of mailing of the international search report 14 May 2024
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

International application No.

PCT/JP2024/007495

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-310911 A (SUMITOMO SEIKA CHEMICALS CO., LTD.) 06 November 2001 (2001-11-06)	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2024/007495

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	64-33128	A	03 February 1989	(Family: none)	
JP	47-42157	B1	24 October 1972	(Family: none)	
JP	46-27255	B1	07 August 1971	GB 1213678 A examples FR 1589417 A	
JP	2001-310911	A	06 November 2001	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

C08G 75/0236(2016.01)i; H05K 1/03(2006.01)i

FI: C08G75/0236; H05K1/03 610H

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））

C08G75/0236; H05K1/03

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 - 2024年

日本国実用新案登録公報

1996 - 2024年

日本国登録実用新案公報

1994 - 2024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）

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII); CAplus/REGISTRY (STN)

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 64-33128 A（製鉄化学工業株式会社）03.02.1989（1989 - 02 - 03）	1-3, 5, 9-11, 13, 15
A	特許請求の範囲、実施例、発明の効果	4, 6-8, 12, 14, 16-21
X	JP 47-42157 B1（財団法人相模中央化学研究所）24.10.1972（1972 - 10 - 24）	1, 5, 10-11
A	実施例	2-4, 6-9, 12-21
X	JP 46-27255 B1（財団法人相模中央化学研究所）07.08.1971（1971 - 08 - 07）	1, 5, 10-11
A	実施例	2-4, 6-9, 12-21
X	K.H. SEO et al., Synthesis and thermal properties of copoly(phenylene sulfide/sulfide ether)s, Polymer, 1997, Vol. 38, No. 17, p.4547-4550	1, 5, 10, 11
	Polymerization, Scheme 1, Table 1	
A	JP 2001-310911 A（住友精化株式会社）06.11.2001（2001 - 11 - 06）	1-21

☐ 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、一般的技术水準を示すもの

“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献

“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. 2024

国際調査報告の発送日

14. 05. 2024

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）

松元 洋 4J 4166

電話番号 03-3581-1101 内線 3457

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/JP2024/007495

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	64-33128	A	03.02.1989	(ファミリーなし)			
JP	47-42157	B1	24.10.1972	(ファミリーなし)			
JP	46-27255	B1	07.08.1971	GB	1213678	A	
				実施例			
				FR	1589417	A	
JP	2001-310911	A	06.11.2001	(ファミリーなし)			