(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
2019年7月4日(04.07.2019)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2019/130839 A1

(51) 国際特許分類:
H01Q 3/34 (2006.01) *H01P 11/00* (2006.01)
C08G 73/10 (2006.01) *H01Q 3/44* (2006.01)
C08L 79/08 (2006.01) *H01Q 13/22* (2006.01)
C08L 101/12 (2006.01) *H01Q 21/06* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2018/041331

(22) 国際出願日： 2018年11月7日(07.11.2018)

(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 2017-252366 2017年12月27日(27.12.2017) JP

(71) 出願人：ＪＳＲ株式会社(**JSR CORPORATION**) [JP/JP]；〒1058640 東京都港区東新橋一丁目９番２号 Tokyo (JP).

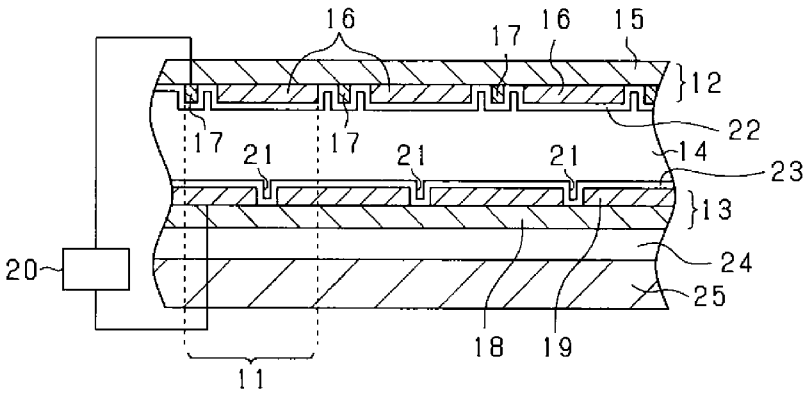
(72) 発明者：樫下 幸志 (**KASHISHITA, Kouji**)；〒1058640 東京都港区東新橋一丁目９番２号 ＪＳＲ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：山田 強 (**YAMADA, Tsuyoshi**)；〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目１３番２４号 第一はせ川ビル６階 Aichi (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) **Title:** ARRAY ANTENNA, METHOD FOR PRODUCING SAME, AND LIQUID CRYSTAL ALIGNING AGENT FOR ARRAY ANTENNAS

(54) 発明の名称： アレイアンテナ及びその製造方法、並びにアレイアンテナ用液晶配向剤



$$*—R^2—\underset{\displaystyle R^1}{\overset{|}{N}}—R^3—* \qquad (1)$$

(57) **Abstract:** This array antenna 10 comprises a plurality of antenna units 11. This array antenna 10 is provided with a patch substrate 12, a slotted substrate 13 and a liquid crystal layer 14. At least one of the patch substrate 12 and the slotted substrate 13 is provided with a liquid crystal alignment film 22, 23 on the liquid crystal layer 14 side. The liquid crystal alignment film 22, 23 is formed using a polymer composition that contains a compound (M) which has at least one structure selected from the group consisting of partial structures represented by formula (1) and nitrogen-containing heterocyclic rings. (In formula (1), R^1 represents a hydrogen atom or a monovalent organic group having 1-10 carbon atoms; and each of R^2 and R^3 independently represents a

WO 2019/130839 A1

［続葉有］

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

divalent organic group, provided that the R^2 and R^3 moieties are not aromatic ring groups at the same time.)

(57) 要約：アレイアンテナ１０は、複数のアンテナ単位１１を有する。アレイアンテナ１０は、パッチ基板１２とスロット基板１３と液晶層１４とを備えている。パッチ基板１２及びスロット基板１３のうち少なくとも一方における液晶層１４側には液晶配向膜２２、２３が形成されている。液晶配向膜２２、２３は、式（1）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物［M］を含有する重合体組成物を用いて形成されている。（R^1は水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、R^2及びR^3はそれぞれ独立して２価の有機基である。ただし、R^2及びR^3は同時に芳香環基にはならない。）

明　細　書

発明の名称 ：

アレイアンテナ及びその製造方法、並びにアレイアンテナ用液晶配向剤

関連出願の相互参照

[0001] 本出願は、２０１７年１２月２７日に出願された日本出願番号２０１７－２５２３６６号に基づくもので、ここにその記載内容を援用する。

技術分野

[0002] 本開示は、アレイアンテナ及びその製造方法、並びにアレイアンテナ用液晶配向剤に関する。

背景技術

[0003] 誘電体アンテナは、小型及び軽量であることから、テレビや携帯電話、パーソナルコンピュータ、車両等に搭載される各種用途（例えば、情報通信用、電話用、ＧＰＳ用等）のアンテナとして広く利用されている。また近年、誘電体アンテナとしては、液晶材料の誘電異方性に着目し、液晶材料により誘電体層が形成された平面アンテナが種々提案されている（例えば、特許文献１や特許文献２参照）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第２０１６／１４１３４２号

特許文献2：国際公開第２０１７／０６５２５５号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 液晶材料を用いた誘電体アンテナでは、高誘電率の液晶材料によって誘電体層が形成されており、これによりアンテナの小型化を図っている。その一方で、高誘電率の液晶材料を用いると誘電損失が大きくなり、アンテナ性能を十分に確保できない傾向がある。また、誘電体アンテナに使用されている

高誘電率の液晶材料は、光などの環境ストレスに脆い傾向があり、アンテナの信頼性が十分でないことが懸念される。

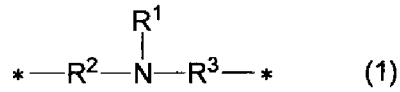
[0006] 本開示は上記課題に鑑みなされたものであり、誘電損失が小さく、かつ信頼性に優れたアレイアンテナを提供することを一つの目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、上記課題を解決するために、以下の手段を採用した。

[0008] ［１］ 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、を備え、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、前記液晶配向膜は、下記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物［Ｍ］を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[化1]



(1)

（式（１）中、Ｒ^{1}は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、Ｒ^{2}及びＲ^{3}は、それぞれ独立して２価の有機基である。ただし、Ｒ^{2}及びＲ^{3}は同時に芳香環基にはならない。「＊」は結合手であることを示す。）

[0009] ［２］ 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成され

たスロット電極とを備える第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、を備え、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、前記液晶配向膜は、下記（Ｖ１）～（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の部分構造を側鎖に有する重合体を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

（Ｖ１）炭素数８～２２のアルキル基。

（Ｖ２）炭素数６～１８のフッ素含有アルキル基。

（Ｖ３）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環のいずれかの環と、炭素数１～２０のアルキル基又はフッ素含有アルキル基とが結合した１価の基。

（Ｖ４）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環よりなる群から選ばれる少なくとも１種の環を合計２個以上有し、これら複数個の環が直接又は２価の連結基を介して結合した１価の基。

（Ｖ５）ステロイド骨格を有する炭素数１７～５１の１価の基。

[0010] ［３］　複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、を備え、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、前記液晶配向膜は、架橋性基を有する化合物を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[0011] ［４］　複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基

板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、を備え、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、前記液晶配向膜は、ポリイミドを含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[0012] ［５］　複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナ用の液晶配向剤であって、前記アレイアンテナは、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に形成された液晶配向膜と、を備え、下記の（Ｇ１）～（Ｇ４）よりなる群から選ばれる少なくとも一種を含有する、アレイアンテナ用液晶配向剤。

（Ｇ１）　上記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物

（Ｇ２）　上記（Ｖ１）～（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の部分構造を側鎖に有する重合体

（Ｇ３）　架橋性基を有する化合物

（Ｇ４）　ポリイミド

[0013] ［６］　複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナの製造方法であって、前記アレイアンテナは、第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と

、を備え、上記［５］のアレイアンテナ用液晶配向剤を用いて、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方の電極形成面に液晶配向膜を形成する工程と、前記液晶配向膜を形成した後に、液晶層を介して前記第１の基板と前記第２の基板とを対向配置する工程と、を含む、アレイアンテナの製造方法。

発明の効果

[0014] 上記構成によれば、誘電損失が小さく、信頼性に優れたアレイアンテナを得ることができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]図１は、アレイアンテナの概略構成を示す平面図である。

[図2]図２は、アレイアンテナの一部の概略構成を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0016] 以下に、アレイアンテナの実施形態について、図面を参照しつつ説明する。なお、以下の各実施形態相互において、互いに同一もしくは均等である部分には、図中、同一符号を付しており、同一符号の部分についてはその説明を援用する。

[0017] （アレイアンテナの構成）

図１及び図２に本実施形態のアレイアンテナ１０の一例を示す。アレイアンテナ１０は、電界の強さに応じて液晶材料の誘電率が変化することを利用した平面液晶アンテナであり、複数のアンテナ単位１１を有するフェーズドアレイアンテナである。アレイアンテナ１０は、液晶材料に加える電界を制御して各アンテナ単位１１の液晶材料の誘電率を変化させることにより、高周波エネルギーを電磁波として空間の任意の方向に送信したり空間の任意の方向の電磁波を受信したりする。

[0018] アレイアンテナ１０は、複数のアンテナ単位１１が、送受波部として機能する送受波領域Ａ１に同心円状に配置されたラジアルラインスロットアンテナであり、円偏波を送信又は受信可能である。アレイアンテナ１０は、図２に示すように、パッチ基板１２と、スロット基板１３と、液晶層１４とを備

えている。アレイアンテナ１０において、送受波領域Ａ１は環状であり、送受波領域Ａ１の外周側に非送受波領域Ａ２が配置され、送受波領域Ａ１の内周側に非送受波領域Ａ３が配置されている。

[0019] パッチ基板１２は、ガラス基板やプラスチック基板等の誘電体基板１５と、誘電体基板１５の一方の面に形成された複数のパッチ電極１６と、複数のパッチ電極１６のそれぞれに接続された複数のＴＦＴ１７と、を有している。パッチ電極１６は、銅やアルミニウム等からなる金属層であり、例えば１～２μｍ程度の厚みを有している。ＴＦＴ１７は、ゲートバスライン及びソースバスライン（図示略）にそれぞれ電気的に接続されており、制御ユニット２０により通電が制御される。各アンテナ単位１１は、パッチ電極１６及びＴＦＴ１７をそれぞれ１個ずつ含んで構成されている。アンテナ単位１１の各領域は、ゲートバスライン及びソースバスラインによって規定されている。

[0020] スロット基板１３は、ガラス基板やプラスチック基板等の誘電体基板１８と、複数のスロット２１が配置されたスロット電極１９とを有している。スロット電極１９は、銅やアルミニウム等からなる金属層であり、例えば２～２０μｍ程度の厚みを有している。スロット電極１９への通電は制御ユニット２０により制御される。スロット電極１９上において、複数のスロット２１は、互いに交差する方向に延びる一対のスロットが送受波領域Ａ１に同心円状に配置されることにより形成されている。

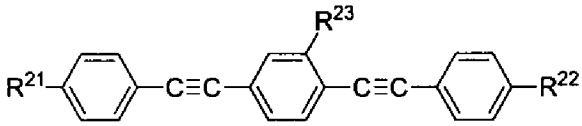
[0021] パッチ基板１２の電極形成面には第１配向膜２２が形成されており、スロット基板１３の電極形成面には第２配向膜２３が形成されている。第１配向膜２２及び第２配向膜２３は、液晶分子の配向を規制する液晶配向膜であり、重合体成分を含有する重合体組成物を用いて形成されている。

[0022] パッチ基板１２及びスロット基板１３は、互いの電極形成面（すなわち、液晶配向膜の形成面）が対向するように、非送受波領域Ａ２、Ａ３に配置されたシール剤を介して所定間隔をあけて配置されている。各アンテナ単位１１において、パッチ電極１６はスロット２１に対向するように配置されてい

る（図２参照）。パッチ基板１２、スロット基板１３及びシール剤によって囲まれた空間には、第１配向膜２２及び第２配向膜２３に隣接して液晶層１４が設けられている。液晶層１４には液晶材料が充填されている。

[0023] 液晶層１４を形成する液晶材料としては、マイクロ波やミリ波等の高周波に対する誘電率の異方性が大きく、かつ誘電損失（すなわちｔａｎδ）が小さい材料が好ましい。具体的には、例えばビストラン系化合物（例えば、下記式（Ｒ－１）で表される化合物）や、オリゴフェニレン系化合物（例えば、下記式（Ｒ－２）で表される化合物）、ビストラン系化合物とオリゴフェニレン系化合物との混合物等を用いることができる。液晶層１４の厚みは、例えば５～４００μｍである。

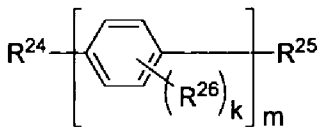
[化2]



(R-1)

（式（Ｒ－１）中、Ｒ^{21}～Ｒ^{23}は、それぞれ独立に、炭素数１～１５個のアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基、アルケニルオキシ基、アルコキシアルキル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、シクロアルケニル基、アルキルシクロアルケニル基、アルキルシクロアルキルアルキル基、又はアルキルシクロアルケニルアルキル基である。）

[化3]



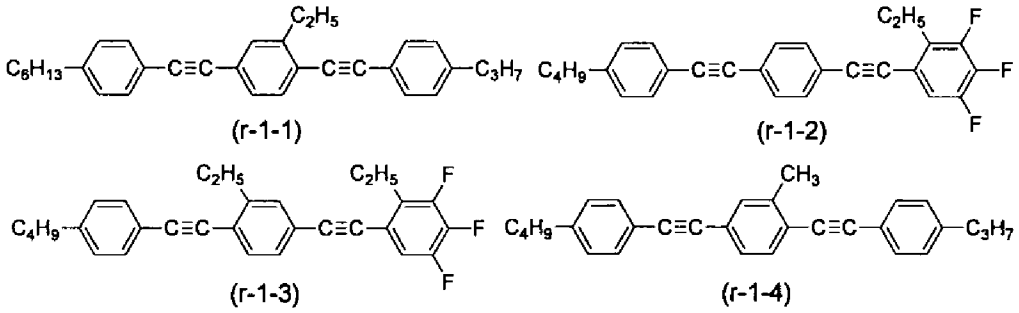
(R-2)

（式（Ｒ－２）中、Ｒ^{24}及びＲ^{25}は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、炭素数１～１５のアルキル基、フッ素化アルキル基、アルコキシ基、フッ素化アルコキシ基、アルケニル基、フッ素化アルケニル基、アルケニルオキシ基、アルコキシアルキル基、フッ素化アルコキシアルキル基、シクロアルキル基、アルキルシクロアルキル基、シクロアルケニル基、アルキルシクロアルケニル基、アルキルシクロアルキルアルキル基、又はアルキルシク

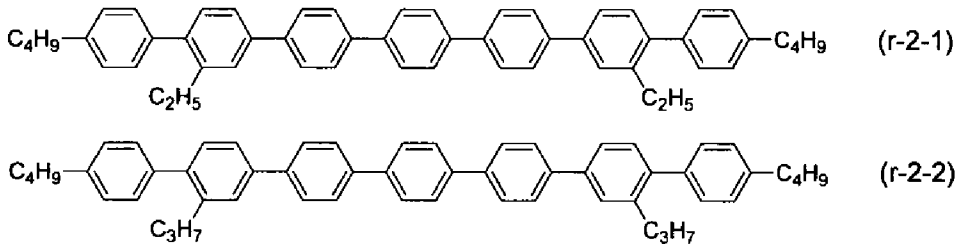
ロアルケニルアルキル基である。R^{26}は、フッ素原子、塩素原子、又は炭素数１～１５のアルキル基である。ｋは０～４の整数であり、ｍは６～２５の整数である。）

[0024] 液晶材料の具体例としては、ビストラン系化合物として、例えば下記式（ｒ－１－１）～式（ｒ－１－４）のそれぞれで表される化合物等を；オリゴフェニレン系化合物として、例えば下記式（ｒ－２－１）及び式（ｒ－２－２）のそれぞれで表される化合物等を、挙げることができる。なお、液晶材料としては１種を単独で又は２種以上を組み合わせて使用することができる。

[化4]



[化5]



[0025] スロット基板１３の電極形成面とは反対側には、低誘電体層２４を介して接地板２５が配置されている。接地板２５は、アルミニウム板や銅板により形成されており、数ｍｍ程度の厚みを有している。低誘電体層２４は、高周波に対する誘電率が小さい層からなり、本実施形態では空気層となっている。なお、空気層に代えて、例えばＰＴＦＥなどのフッ素系樹脂からなる樹脂層を低誘電体層２４として配置してもよい。

[0026] スロット基板１３のうち電極形成面とは反対側には、非送受波領域Ａ３に

給電ピン２６が取り付けられている。給電ピン２６は、接地板２５を貫通して、図示しない信号線に接続されている。この給電ピン２６を中心とする同心円状に、複数のアンテナ単位１１が送受波領域Ａ１に並べて配置されている。アレイアンテナ１０は、パッチ基板１２側から空間の電磁波を受信し又は電磁波を空間に放射するとともに、スロット電極１９、誘電体基板１８、低誘電体層２４及び接地板２５が導波路として機能して高周波エネルギーを伝送する。

[0027] アレイアンテナ１０において、パッチ基板１２、スロット基板１３及び液晶層１４を含む内部ユニット２８が、樹脂製のハウジング２７内に収容されている（図１参照）。アレイアンテナ１０の誘電損失をより小さくできる点で、ハウジング２７は、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー及びフッ素系樹脂よりなる群から選ばれる少なくとも一種を用いて形成された樹脂製容器であることが好ましく、本実施形態ではフッ素系樹脂（ＰＴＦＥ等）を用いて形成されている。アレイアンテナ１０の大きさは、通信量等に応じて適宜設定されるが、例えば２０ｃｍ～３ｍである。

[0028] アレイアンテナ１０は、マイクロ波やミリ波等の高周波の送信用、受信用又は送受信用として用いることができる。その用途は特に限定されないが、例えば、自動車や鉄道車両、航空機、船舶、ロボット等の移動体に搭載されるアンテナ、具体的には、情報通信用アンテナや放送用アンテナ、電話用アンテナ、ＧＰＳ用アンテナ等に好ましく適用することができる。

[0029]（アレイアンテナ用液晶配向剤）

次に、液晶配向膜（第１配向膜２２、第２配向膜２３）を形成するために用いられるアレイアンテナ用液晶配向剤（以下、単に「液晶配向剤」ともいう。）について説明する。本開示の液晶配向剤は、重合体成分が、好ましくは溶剤に溶解されてなる液状の組成物であり、以下に示す（Ｇ１）～（Ｇ４）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の成分を含有する。

（Ｇ１）窒素原子を含有する特定部分構造を有する化合物［Ｍ］

（Ｇ２）垂直配向性基を有する重合体

（Ｇ３）架橋性基を有する化合物

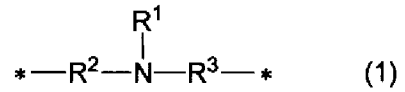
（Ｇ４）ポリイミド

各成分について以下に詳述する。なお、液晶配向剤が、重合体成分としてポリイミドを含有する場合、化合物［Ｍ］及び垂直配向性基を有する重合体の少なくともいずれかがポリイミドであってもよく、化合物［Ｍ］及び垂直配向性基を有する重合体とは異なる成分としてポリイミドを含有していてもよい。また、化合物［Ｍ］が垂直配向性基を有する重合体であってもよい。

[0030] ＜化合物［Ｍ］＞

化合物［Ｍ］は、下記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物である。

[化6]



(1)

（式（１）中、Ｒ[1]は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、Ｒ[2]及びＲ[3]は、それぞれ独立して２価の有機基である。ただし、Ｒ[2]及びＲ[3]は同時に芳香環基にはならない。「＊」は結合手であることを示す。）

[0031] 上記式（１）において、Ｒ[1]の炭素数１～１０の１価の有機基としては、例えば炭素数１～１０の１価の炭化水素基、保護基等が挙げられる。ここで、本明細書において「炭化水素基」とは、鎖状炭化水素基、脂環式炭化水素基及び芳香族炭化水素基を含む意味である。「鎖状炭化水素基」とは、主鎖に環状構造を含まず、鎖状構造のみで構成された直鎖状炭化水素基及び分岐状炭化水素基を意味する。ただし、飽和でも不飽和でもよい。「脂環式炭化水素基」とは、環構造としては脂環式炭化水素の構造のみを含み、芳香環構造を含まない炭化水素基を意味する。ただし、脂環式炭化水素の構造のみで構成されている必要はなく、その一部に鎖状構造を有するものも含む。「芳香族炭化水素基」とは、環構造として芳香環構造を含む炭化水素基を意味する。ただし、芳香環構造のみで構成されている必要はなく、その一部に鎖状構造や脂環式炭化水素の構造を含んでいてもよい。

[0032] R^1が１価の有機基である場合の具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、ブチル基、ペンチル基等のアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロオクチル基等のシクロアルキル基；フェニル基、メチルフェニル基等のアリール基；ベンジル基、フェネチル基等のアラルキル基；ｔ－ブトキシカルボニル基、ベンジルオキシカルボニル基、９－フルオレニルメチルオキシカルボニル基等の保護基、等が挙げられる。R^1は、水素原子、炭素数１～３のアルキル基又はｔｅｒｔ－ブトキシカルボニル基であることが好ましい。

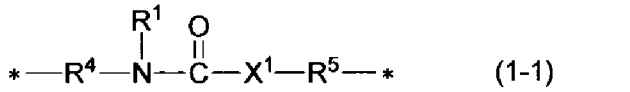
[0033] R^2及びR^3の２価の有機基としては、例えば、２価の炭化水素基、２価の炭化水素基のメチレン基が－Ｏ－、－ＣＯ－、－ＣＯＯ－、－ＮＲ^7－又は－ＣＯ－ＮＲ^7－（ただし、R^7は水素原子、炭素数１～１０の１価の炭化水素基又は保護基である。以下同じ。）で置き換えられてなる２価の基、２価の複素環基等が挙げられる。ただし、R^2とR^3とが同時に芳香環基にはならない。なお、本明細書において「芳香環基」とは、芳香環の環部分からｍ個の水素原子を取り除いてなるｍ価の基をいう。「芳香環」は、芳香族に属する環であり、ベンゼン環、縮合ベンゼン環、複素芳香環を含む。「複素環基」とは、複素環の環部分からｐ個の水素原子を取り除いてなるｐ価の基をいう。

[0034] R^2及びR^3は、電荷リークの低減によって誘電率の変化を小さくでき、アレイアンテナの誘電損失をより小さくできる点で、R^2及びR^3の少なくとも一方が炭素－炭素不飽和結合を有さないことが好ましく、R^2及びR^3の両方が炭素－炭素不飽和結合を有さないことがより好ましく、R^2及びR^3が、炭素－炭素不飽和結合を有さない鎖状構造であることがさらに好ましい。

R^2及びR^3の好ましい具体例としては、炭素数１～２０のアルカンジイル基、又はアルカンジイル基のメチレン基が－Ｏ－、－ＣＯ－、－ＣＯＯ－、－ＮＲ^7－若しくは－ＣＯ－ＮＲ^7－で置き換えられた基が挙げられる。R^2及びR^3の炭素数は２以上であることが好ましく、２～２０であることがより好ましい。

[0035] 上記式（１）で表される部分構造は、誘電損失の低減効果を十分に得ることができる点で、上記の中でも下記式（１－１）で表される部分構造であることが好ましい。

[化7]



(1-1)

（式（１－１）中、R^1は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、X^1は、単結合、酸素原子又は－NR^6－（ただし、R^6は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基である。）であり、R^4及びR^5は、それぞれ独立して、２価の飽和炭化水素基である。「＊」は結合手であることを示す。）

[0036] 上記式（１－１）において、R^1及びR^6については、上記式（１）のR^1の説明が適用される。R^6は、好ましくは水素原子、炭素数１～３のアルキル基又はｔｅｒｔ－ブトキシカルボニル基である。R^4及びR^5の２価の飽和炭化水素基は、好ましくは炭素数１～２０のアルカンジイル基又は炭素数５～２０のシクロアルカンジイル基であり、より好ましくは炭素数１～１０のアルカンジイル基である。

X^1は、電荷のリークをより低減させて誘電損失をより小さくできる点及びアレイアンテナ１０の信頼性をより高くできる点で、－NR^6－であることが好ましく、－ＮＨ－、－NCH_3－、－NC_2H_5－、－NC_3H_7－又は－NX^2－（ただし、X^2はｔｅｒｔ－ブトキシカルボニル基）であることがより好ましい。

[0037] 化合物［Ｍ］が含窒素複素環を有する場合、当該含窒素複素環は、環内に窒素原子を有していれば特に限定されないが、ピペリジン、ピペラジン、ヘキサメチレンイミン、アゾール、ピリジン、アゼピン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、オキサゾール、チアゾール、イミダゾリン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、モルホリン、チアジン、インドール、イソインドール、ベンゾイミダゾール、プリン、キノリン、イソキノリン、キノキサリ

ン、シンノリン、プテリジン、アクリジン、カルバゾール、及びベンゾ－Ｃ－シンノリンよりなる群から選ばれる少なくとも一種であることが好ましい。より好ましくは、ピペリジン、ピペラジン、ヘキサメチレンイミン、ピリジン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、ピラジン、ピリミジン及びピリダジンよりなる群から選ばれる少なくとも一種である。

[0038] 化合物［Ｍ］は、重合体成分であってもよく、重合体成分とは別に配合される添加剤成分であってもよい。

化合物［Ｍ］が添加剤成分である場合、化合物［Ｍ］は、上記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種の構造（以下、「特定部分構造」ともいう。）として含窒素複素環を有する化合物であることが好ましい。添加剤成分としての化合物［Ｍ］が有する含窒素複素環は、芳香族性を示す環、すなわち含窒素複素芳香環であることが好ましい。含窒素複素芳香環は、好ましくはピロール環、イミダゾール環、ピラゾール環、トリアゾール環、ピリジン環、ピリミジン環、ピリダジン環又はピラジン環である。なお、これらの含窒素複素芳香環は、環を構成する炭素原子に置換基が導入されたものであってもよい。当該置換基としては、例えばハロゲン原子、アルキル基、アルコキシ基等が挙げられる。

[0039] 添加剤成分としての化合物［Ｍ］の好ましい具体例としては、下記式（ｃ－１）で表されるアミン化合物［Ｃ］等が挙げられる。

[化8]

$$H_2N—A^{11}—A^{12} \quad (c\text{-}1)$$

（式（ｃ－１）中、Ａ^{11}は、鎖状炭化水素基又は脂環式炭化水素基を有する２価の有機基であり、Ａ^{12}は、窒素含有芳香族複素環である。ただし、式中の１級アミノ基は、Ａ^{11}が有する鎖状炭化水素基又は脂環式炭化水素基に結合している。）

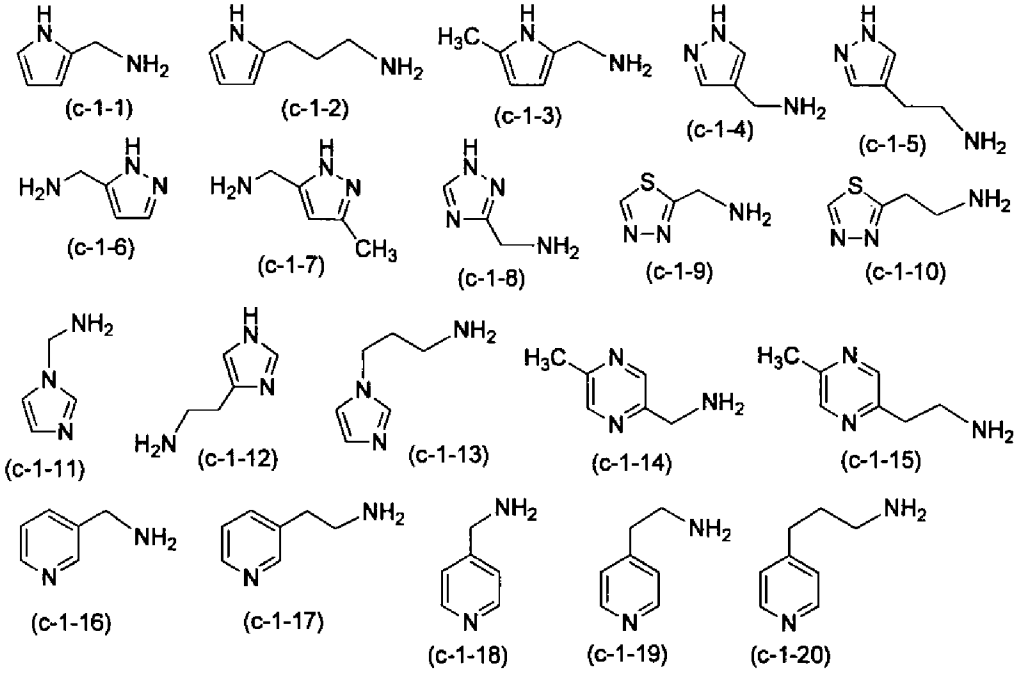
[0040] 上記式（ｃ－１）において、Ａ^{11}の２価の有機基としては、例えば、２価の鎖状炭化水素基、２価の脂環式炭化水素基、－Ｏ－Ｒ^{27}－、－ＣＯ－Ｒ^{27}－（但し、Ｒ^{27}は、２価の鎖状炭化水素基又は脂環式炭化水素基である。）

等が挙げられる。また、A^{11}の２価の有機基は、２価の鎖状炭化水素基又は２価の脂環式炭化水素基における炭素－炭素結合間に、－Ｏ－、－ＮＨ－、－ＣＯ－Ｏ－、－ＣＯ－ＮＨ－、－ＣＯ－、－Ｓ－、－Ｓ（Ｏ）$_2$－、－Ｓｉ（CH_3）$_2$－、－Ｏ－Ｓｉ（CH_3）$_2$－、－Ｏ－Ｓｉ（CH_3）$_2$－Ｏ－、フェニレン基等の芳香族炭化水素基、ピリジニレン基等の複素環基などを有する２価の基；２価の鎖状炭化水素基又は２価の脂環式炭化水素基における少なくとも１つの水素原子が、フッ素原子や塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等のハロゲン原子、フェニル基等の芳香族炭化水素基、水酸基、ハロゲン化アルキル基等で置換されてなる２価の基、などであってもよい。

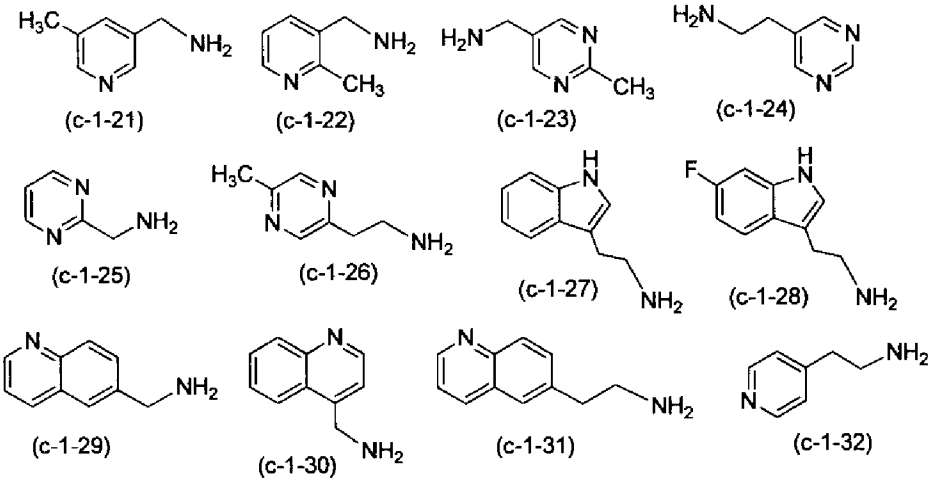
[0041] A^{11}は、上記の中でも、鎖状炭化水素基を有する２価の有機基であることが好ましく、２価の鎖状炭化水素基であることがより好ましい。A^{11}は、炭素数１～２０であることが好ましく、炭素数１～１５であることがより好ましく、炭素数１～１０であることが更に好ましい。A^{12}の含窒素複素芳香環については上記の説明が適用される。

[0042] アミン化合物［Ｃ］の具体例としては、例えば下記式（ｃ－１－１）～式（ｃ－１－３２）のそれぞれで表される化合物などが挙げられる。なお、アミン化合物［Ｃ］としては、これらのうちの一種を単独で又は二種以上を組み合わせて使用することができる。

[化9]



[化10]



[0043] 化合物［M］が重合体である場合、当該重合体は、特定部分構造が主鎖の一部分を構成していることが好ましい。ここで、本明細書において「主鎖」とは、重合体のうち最も長い原子の連鎖からなる「幹」の部分をいう。なお、この「幹」の部分が環構造を含むことは許容される。ただし、特定部分構造が主鎖以外の部分、例えば側鎖（重合体の「幹」から分岐した部分）にも存在することを排除するものではない。

化合物［M］が重合体である場合、当該重合体の主骨格は特に限定されず

、例えばポリアミック酸、ポリアミック酸エステル、ポリイミド、ポリオルガノシロキサン、ポリエステル、セルロース誘導体、ポリアセタール、ポリスチレン誘導体、ポリ（スチレン－フェニルマレイミド）誘導体、ポリ（メタ）アクリレート等の主骨格が挙げられる。

[0044] 化合物［M］が重合体である場合、化合物［M］は、上記のような誘電率の高い液晶材料を用いた場合にも高い配向性能を示す点で、ポリアミック酸、ポリアミック酸エステル及びポリイミドよりなる群から選ばれる少なくとも一種の重合体（以下、重合体［P］ともいう。）であることが好ましい。電荷リークの低減によって誘電率の変化をより小さくできる点で、重合体［P］はポリイミドであることがより好ましい。

[0045] 重合体［P］を合成する方法は特に限定されない。例えば、重合体［P］がポリアミック酸の場合、当該ポリアミック酸（以下、「ポリアミック酸［P］」ともいう。）は、テトラカルボン酸二無水物とジアミンとを反応させることによって得ることができる。

[0046] ポリアミック酸［P］の合成に使用するテトラカルボン酸二無水物としては、例えば脂肪族テトラカルボン酸二無水物、脂環式テトラカルボン酸二無水物、芳香族テトラカルボン酸二無水物等を挙げることができる。これらの具体例としては、脂肪族テトラカルボン酸二無水物として、例えば１，２，３，４－ブタンテトラカルボン酸二無水物、エチレンジアミン四酢酸二無水物等を；

脂環式テトラカルボン酸二無水物として、例えば１，２，３，４－シクロブタンテトラカルボン酸二無水物、１，３－ジメチル－１，２，３，４－シクロブタンテトラカルボン酸二無水物、２，３，５－トリカルボキシシクロペンチル酢酸二無水物、１，３，３ａ，４，５，９ｂ－ヘキサヒドロ－５－（テトラヒドロ－２，５－ジオキソ－３－フラニル）－ナフト［１，２－ｃ］フラン－１，３－ジオン、１，３，３ａ，４，５，９ｂ－ヘキサヒドロ－８－メチル－５－（テトラヒドロ－２，５－ジオキソ－３－フラニル）－ナフト［１，２－ｃ］フラン－１，３－ジオン、３－オキサビシクロ［３．２．

１］オクタン－２，４－ジオン－６－スピロ－３’－（テトラヒドロフラン－２’，５’－ジオン）、５－（２，５－ジオキソテトラヒドロ－３－フラニル）－３－メチル－３－シクロヘキセン－１，２－ジカルボン酸無水物、２，４，６，８－テトラカルボキシビシクロ［３．３．０］オクタン－２：４，６：８－二無水物、シクロヘキサンテトラカルボン酸二無水物、シクロペンタンテトラカルボン酸二無水物等を；

芳香族テトラカルボン酸二無水物として、例えばピロメリット酸二無水物、４，４’－（ヘキサフルオロイソプロピリデン）ジフタル酸無水物、p－フェニレンビス（トリメリット酸モノエステル無水物）、エチレングリコールビス（アンヒドロトリメリテート）、１，３－プロピレングリコールビス（アンヒドロトリメリテート）等を、それぞれ挙げることができるほか、特開２０１０－９７１８８号公報に記載のテトラカルボン酸二無水物を用いることができる。なお、テトラカルボン酸二無水物は、１種を単独で又は２種以上組み合わせて使用することができる。

[0047] 合成に使用するテトラカルボン酸二無水物は、得られる重合体の溶剤に対する溶解性をより高くできる点、及び電荷のリークが低減されることによって誘電損失の低減を図ることができる点で、脂環式テトラカルボン酸二無水物を含むことが好ましい。脂環式テトラカルボン酸二無水物の使用割合は、ポリアミック酸の合成に使用するテトラカルボン酸二無水物の全量に対して、１０モル％以上であることが好ましく、３０モル％以上であることがより好ましい。脂環式テトラカルボン酸二無水物の使用割合の上限値は、１００モル％以下の範囲で任意に設定することができる。

[0048] ポリアミック酸［Ｐ］の合成に使用するジアミンとして、特定部分構造を有するジアミン（以下、「特定ジアミン」ともいう。）を少なくとも一部に用いることにより、化合物［Ｍ］であるポリアミック酸を得ることができる。特定ジアミンは、好ましくは下記式（４）で表される化合物である。

$H_2N-B^1-A^2-B^2-NH_2$ …（４）

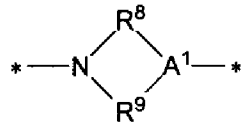
（式（４）中、A^2は、上記式（１）で表される部分構造又は含窒素複素環を

有する２価の基であり、Ｂ[1]及びＢ[2]は、それぞれ独立にフェニレン基、ピリジンジイル基又はピリミジンジイル基である。）

[0049] 上記式（４）において、Ａ[2]が上記式（１）で表される部分構造を有する２価の基である場合、Ａ[2]は、上記式（１－１）で表される部分構造を有していることが好ましい。

Ａ[2]が含窒素複素環を有する２価の基である場合、電荷のリークが低減されることでアレイアンテナ１０の誘電損失を小さくする効果が高い点で、下記式（２）で表される部分構造を含窒素複素環構造として有していることが好ましく、下記式（２）で表される部分構造がＢ[1]及びＢ[2]の少なくとも一方に結合していることがより好ましい。

[化11]



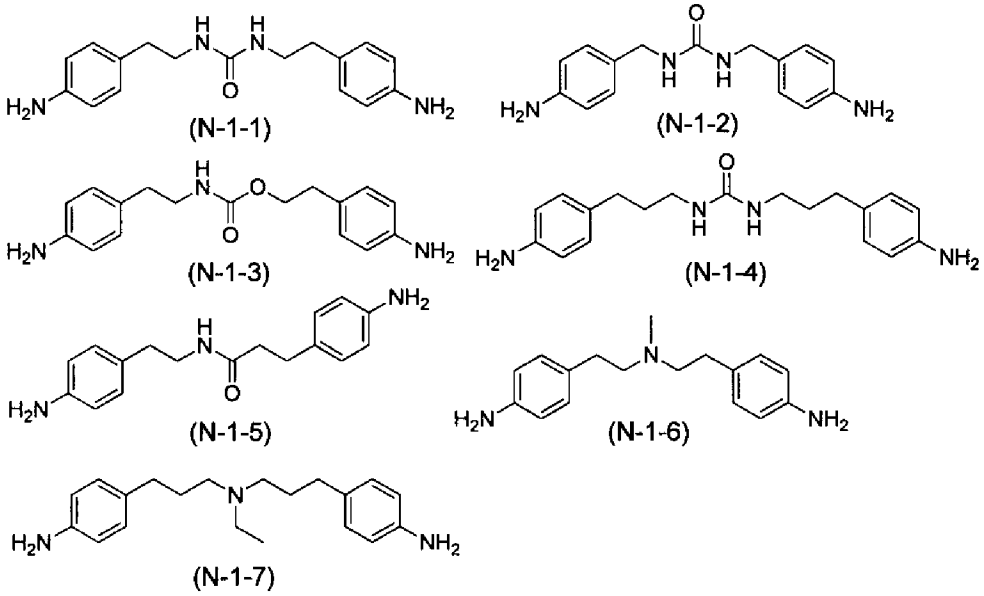
(2)

（式（２）中、Ａ[1]は窒素原子又は－ＣＨ－であり、Ｒ[8]及びＲ[9]は、それぞれ独立に炭素数１～４のアルカンジイル基である。）

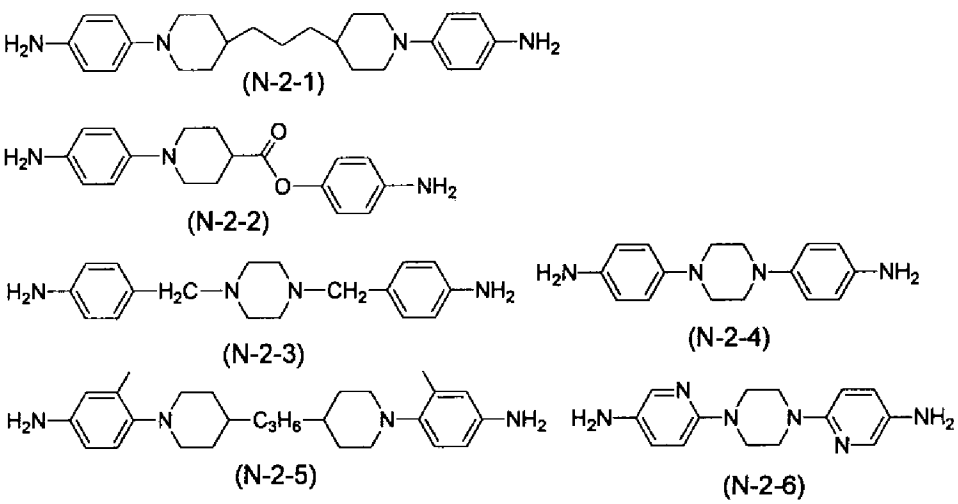
[0050] 特定ジアミンの具体例としては、Ａ[2]が上記式（１）で表される部分構造を有する２価の基である化合物として、例えば下記式（Ｎ－１－１）～式（Ｎ－１－７）のそれぞれで表される化合物等を；

Ａ[2]が含窒素複素環を有する２価の基である化合物として、例えば、１，４－ビス－（４－アミノフェニル）－ピペラジン、下記式（Ｎ－２－１）～式（Ｎ－２－６）のそれぞれで表される化合物等を、それぞれ挙げることができる。なお、特定ジアミンとしては、１種を単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[化12]



[化13]

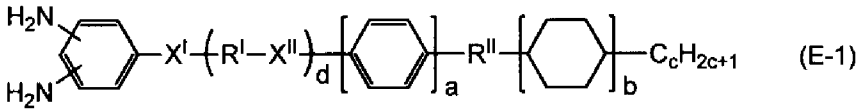


[0051] ポリアミック酸［Ｐ］の合成に際しては、特定ジアミンとともに、特定部分構造を有さないジアミン化合物（以下、「その他のジアミン」ともいう。）を用いてもよい。その他のジアミンの具体例としては、脂肪族ジアミンとして、例えばメタキシリレンジアミン、１，３－プロパンジアミン、テトラメチレンジアミン、ペンタメチレンジアミン、ヘキサメチレンジアミン等を；脂環式ジアミンとして、例えば１，４－ジアミノシクロヘキサン、４，４’－メチレンビス（シクロヘキシルアミン）等を；

芳香族ジアミンとして、例えばドデカノキシジアミノベンゼン、ヘキサデ

カノキシジアミノベンゼン、オクタデカノキシジアミノベンゼン、コレスタニルオキシジアミノベンゼン、コレステリルオキシジアミノベンゼン、ジアミノ安息香酸コレスタニル、ジアミノ安息香酸コレステリル、ジアミノ安息香酸ラノスタニル、３，６－ビス（４－アミノベンゾイルオキシ）コレスタン、３，６－ビス（４－アミノフェノキシ）コレスタン、１，１－ビス（４－（（アミノフェニル）メチル）フェニル）－４－ブチルシクロヘキサン、下記式（Ｅ－１）

[化14]



（式（Ｅ－１）中、X^{I}及びX^{II}は、それぞれ独立に、単結合、－Ｏ－、－ＣＯＯ－又は－ＯＣＯ－であり、R^{I}は炭素数１～３のアルカンジイル基であり、R^{II}は単結合又は炭素数１～３のアルカンジイル基であり、ａは０又は１であり、ｂは０～２の整数であり、ｃは１～２０の整数であり、ｄは０又は１である。但し、ａ及びｂが同時に０になることはない。）

で表される化合物等の側鎖型ジアミン：

ｐ－フェニレンジアミン、４，４’－ジアミノジフェニルメタン、４－アミノフェニル－４’－アミノベンゾエート、４，４’－ジアミノアゾベンゼン、３，５－ジアミノ安息香酸、１，５－ビス（４－アミノフェノキシ）ペンタン、ビス［２－（４－アミノフェニル）エチル］ヘキサン二酸、２，２’－ジメチル－４，４’－ジアミノビフェニル、２，２’－ビス（トリフルオロメチル）－４，４’－ジアミノビフェニル、４，４’－ジアミノジフェニルエーテル、２，２－ビス［４－（４－アミノフェノキシ）フェニル］プロパン、１，４－ビス（４－アミノフェノキシ）ベンゼン、４，４’－ビス（４－アミノフェノキシ）ビフェニル等の非側鎖型ジアミンを；

ジアミノオルガノシロキサンとして、例えば、１，３－ビス（３－アミノプロピル）－テトラメチルジシロキサン等を、それぞれ挙げることができるほか、特開２０１０－９７１８８号公報に記載のジアミンを用いることがで

きる。その他のジアミンとしては１種を単独で又は２種以上を組み合わせて使用できる。なお、その他のジアミンの少なくとも一部として側鎖型ジアミンを用いることにより、特定部分構造と垂直配向性基とを有する重合体を得ることができる。液晶配向剤中に特定部分構造と垂直配向性基とを有する重合体を含有する場合、化合物［Ｍ］は、垂直配向性基を有する重合体でもある。化合物［Ｍ］として垂直配向性基をさらに有する重合体が液晶配向剤中に含有されている場合、アンテナデバイスの長期作動に対する信頼性を十分に高くできる点で好ましい。

[0052] ポリアミック酸［Ｐ］の合成に際し、特定ジアミンの使用割合（２種以上使用する場合にはその合計量）は、合成に使用するジアミン化合物の合計量に対して、１０モル％以上とすることが好ましく、２０モル％以上とすることがより好ましく、３０モル％以上とすることがさらに好ましい。また、特定ジアミンの使用割合の上限値は、合成に使用するジアミン化合物の合計量に対して、９０モル％以下とすることが好ましく、８０モル％以下とすることがより好ましい。

なお、その他のジアミンとして、上記式（１）においてR^2及びR^3が同時に芳香環基である部分構造を有するジアミンを使用してもよい。ただし、その使用割合は、ポリアミック酸［Ｐ］の合成に使用するジアミンの合計量に対して、３モル％以下とすることが好ましく、１モル％以下とすることがより好ましく、０．５モル％以下とすることがさらに好ましい。その他のジアミンは、上記式（１）においてR^2及びR^3が同時に芳香環基である部分構造を有するジアミンを含まないことが特に好ましい。

[0053] ポリアミック酸［Ｐ］は、上記のようなテトラカルボン酸二無水物とジアミンとを、必要に応じて分子量調整剤とともに反応させることにより得ることができる。ポリアミック酸の合成反応に供されるテトラカルボン酸二無水物とジアミンとの使用割合は、ジアミンのアミノ基１当量に対して、テトラカルボン酸二無水物の酸無水物基が０．２～２当量となる割合が好ましい。分子量調整剤としては、例えば無水マレイン酸、無水フタル酸、無水イタコ

ン酸などの酸一無水物、アニリン、シクロヘキシルアミン、ｎ－ブチルアミンなどのモノアミン化合物、フェニルイソシアネート、ナフチルイソシアネートなどのモノイソシアネート化合物等を挙げることができる。分子量調整剤の使用割合は、使用するテトラカルボン酸二無水物及びジアミン化合物の合計１００質量部に対して、２０質量部以下とすることが好ましい。

[0054] ポリアミック酸［Ｐ］の合成反応は、好ましくは有機溶媒中において行われる。このときの反応温度は－２０℃～１５０℃が好ましく、反応時間は０．１～２４時間が好ましい。反応に使用する有機溶媒としては、例えば非プロトン性極性溶媒、フェノール系溶媒、アルコール、ケトン、エステル、エーテル、ハロゲン化炭化水素、炭化水素等を挙げることができる。特に好ましい有機溶媒は、Ｎ－メチル－２－ピロリドン、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、ジメチルスルホキシド、γ－ブチロラクトン、テトラメチル尿素、ヘキサメチルホスホルトリアミド、ｍ－クレゾール、キシレノール及びハロゲン化フェノールよりなる群から選択される１種以上を溶媒として使用するか、あるいはこれらの１種以上と、他の有機溶媒（例えば、ブチルセロソルブ、ジエチレングリコールジエチルエーテルなどのポリアミック酸の貧溶媒）との混合物を使用することが好ましい。有機溶媒の使用量（ａ）は、テトラカルボン酸二無水物及びジアミン化合物の合計量（ｂ）が、反応溶液の全量（ａ＋ｂ）に対して、０．１～５０質量％になる量とすることが好ましい。以上のようにして、ポリアミック酸［Ｐ］を溶解してなる反応溶液が得られる。この反応溶液はそのまま液晶配向剤の調製に供してもよく、反応溶液中に含まれるポリアミック酸［Ｐ］を単離したうえで液晶配向剤の調製に供してもよい。

[0055] 重合体［Ｐ］がポリアミック酸エステルである場合、当該ポリアミック酸エステルは、例えば、［I］上記合成反応により得られたポリアミック酸［Ｐ］とエステル化剤とを反応させる方法、［II］テトラカルボン酸ジエステルとジアミンとを反応させる方法、［III］テトラカルボン酸ジエステルジハロゲン化物とジアミンとを反応させる方法、等によって得ることができる。こ

こで、上記［I］のエステル化剤としては、例えばメタノール、エタノール、桂皮酸構造を有する水酸基含有化合物等が挙げられる。上記［II］で使用するテトラカルボン酸ジエステルは、テトラカルボン酸二無水物をアルコール類などで開環することにより得ることができる。上記［III］で使用するテトラカルボン酸ジエステルジハロゲン化物は、上記の如くして得たテトラカルボン酸ジエステルを、塩化チオニル等の適当な塩素化剤と反応させることにより得ることができる。

[0056] 得られるポリアミック酸エステルは、アミック酸エステル構造のみを有していてもよく、アミック酸構造とアミック酸エステル構造とが併存する部分エステル化物であってもよい。なお、ポリアミック酸エステルを溶解してなる反応溶液は、そのまま液晶配向剤の調製に供してもよく、反応溶液中に含まれるポリアミック酸エステルを単離したうえで液晶配向剤の調製に供してもよい。

[0057] 重合体［Ｐ］がポリイミドである場合、当該ポリイミドは、例えば上記の如くして合成されたポリアミック酸［Ｐ］を脱水閉環してイミド化することにより得ることができる。ポリイミドは、その前駆体であるポリアミック酸［Ｐ］が有していたアミック酸構造のすべてを脱水閉環した完全イミド化物であってもよく、アミック酸構造の一部のみを脱水閉環し、アミック酸構造とイミド環構造とが併存する部分イミド化物であってもよい。ポリイミドは、そのイミド化率が２０～９９％であることが好ましく、３０～９０％であることがより好ましい。このイミド化率は、ポリイミドのアミック酸構造の数とイミド環構造の数との合計に対するイミド環構造の数の占める割合を百分率で表したものである。ここで、イミド環の一部がイソイミド環であってもよい。

[0058] ポリアミック酸［Ｐ］の脱水閉環は、好ましくは、ポリアミック酸［Ｐ］を有機溶媒に溶解し、この溶液中に脱水剤及び脱水閉環触媒を添加し必要に応じて加熱する方法により行われる。この方法において、脱水剤としては、例えば無水酢酸、無水プロピオン酸、無水トリフルオロ酢酸などの酸無水物

を用いることができる。脱水剤の使用量は、ポリアミック酸のアミック酸構造の１モルに対して０．０１～２０モルとすることが好ましい。脱水閉環触媒としては、例えばピリジン、コリジン、ルチジン、トリエチルアミン等の３級アミンを用いることができる。脱水閉環触媒の使用量は、使用する脱水剤１モルに対して０．０１～１０モルとすることが好ましい。使用する有機溶媒としては、ポリアミック酸［Ｐ］の合成に用いられるものとして例示した有機溶媒を挙げることができる。脱水閉環反応の反応温度は、好ましくは０～１８０℃であり、反応時間は、好ましくは１．０～１２０時間である。このようにしてポリイミドを含有する反応溶液が得られる。この反応溶液は、そのまま液晶配向剤の調製に供してもよく、ポリイミドを単離したうえで液晶配向剤の調製に供してもよい。

[0059] 重合体［Ｐ］の溶液粘度は、これを濃度１０質量％の溶液としたときに１０～８００ｍＰａ・ｓの溶液粘度を持つものであることが好ましく、１５～５００ｍＰａ・ｓの溶液粘度を持つものであることがより好ましい。なお、溶液粘度（ｍＰａ・ｓ）は、重合体［Ｐ］の良溶媒（例えばγ－ブチロラクトン、Ｎ－メチル－２－ピロリドンなど）を用いて調製した濃度１０質量％の重合体溶液につき、Ｅ型回転粘度計を用いて２５℃において測定した値である。

[0060] 重合体［Ｐ］のゲルパーミエーションクロマトグラフィー（ＧＰＣ）により測定したポリスチレン換算の重量平均分子量（Ｍｗ）は、好ましくは１，０００～５００，０００であり、より好ましくは２，０００～３００，０００である。また、Ｍｗと、ＧＰＣにより測定したポリスチレン換算の数平均分子量（Ｍｎ）との比で表される分子量分布（Ｍｗ／Ｍｎ）は、好ましくは１５以下であり、より好ましくは１０以下である。

[0061] 液晶配向剤における化合物［Ｍ］の含有割合は、アレイアンテナ１０の誘電損失の低減効果を十分に得ることができる点で、化合物［Ｍ］が重合体である場合に、液晶配向剤中の固形成分（溶媒以外の成分）の合計１００質量部に対して、好ましくは５０質量部以上、より好ましくは６０質量部以上、

さらに好ましくは８０質量部以上である。また、化合物［Ｍ］が添加剤成分である場合、液晶配向剤中の重合体成分の合計１００質量部に対して、０．５質量部以上とすることが好ましく、１～２０質量部とすることがより好ましく、２～１５質量部とすることがさらに好ましい。

[0062] ＜垂直配向性基を有する重合体＞

垂直配向性基を有する重合体（以下、「重合体［Ｑ］」ともいう。）は、下記（Ｖ１）～（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の側鎖構造（以下、「垂直配向性基」ともいう。）を有する重合体である。

（Ｖ１）炭素数８～２２のアルキル基。

（Ｖ２）炭素数６～１８のフッ素含有アルキル基。

（Ｖ３）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環のいずれかの環と、炭素数１～２０のアルキル基又はフッ素含有アルキル基とが結合した１価の基。

（Ｖ４）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環よりなる群から選ばれる少なくとも１種の環を合計２個以上有し、これら複数個の環が直接又は２価の連結基を介して結合した１価の基。

（Ｖ５）ステロイド骨格を有する炭素数１７～５１の１価の基。

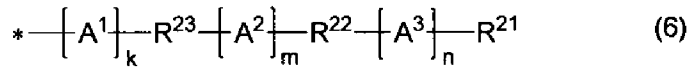
[0063] 重合体［Ｑ］の主鎖は特に限定されず、例えばポリアミック酸、ポリアミック酸エステル、ポリイミド、ポリオルガノシロキサン、ポリ（メタ）アクリレート等が挙げられる。これらのうち、重合体［Ｑ］は、ポリアミック酸、ポリアミック酸エステル及びポリイミドよりなる群から選ばれる少なくとも一種であることが好ましい。アンテナデバイスの長期作動に対する信頼性の改善効果が高い点で、重合体［Ｑ］はポリイミドであることが特に好ましい。なお、液晶配向剤は、垂直配向性基と特定部分構造とを有する重合体を含有していてもよい。

[0064] 液晶配向剤中の重合体成分が有する垂直配向性基としては、アンテナデバイスの信頼性をより高くできる点で、上記のうち（Ｖ４）及び（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種であることが好ましい。

垂直配向性基の具体例としては、（Ｖ１）のアルキル基として、例えばｎ

－オクチル基、ｎ－ノニル基、ｎ－デシル基、ｎ－ドデシル基、ｎ－トリデシル基、ｎ－テトラデシル基、ｎ－ヘプタデシル基、ｎ－オクタデシル基等を；（Ｖ２）のフッ素含有アルキル基として、例えば上記（Ｖ１）のアルキル基の少なくとも１個の水素原子をフッ素原子で置換した基等を；（Ｖ３）の基及び（Ｖ４）の基として、例えば下記式（６）で表される基等を；（Ｖ５）の基として、例えばコレスタニル基、コレステリル基、ラノスタニル基等を、それぞれ挙げることができる。

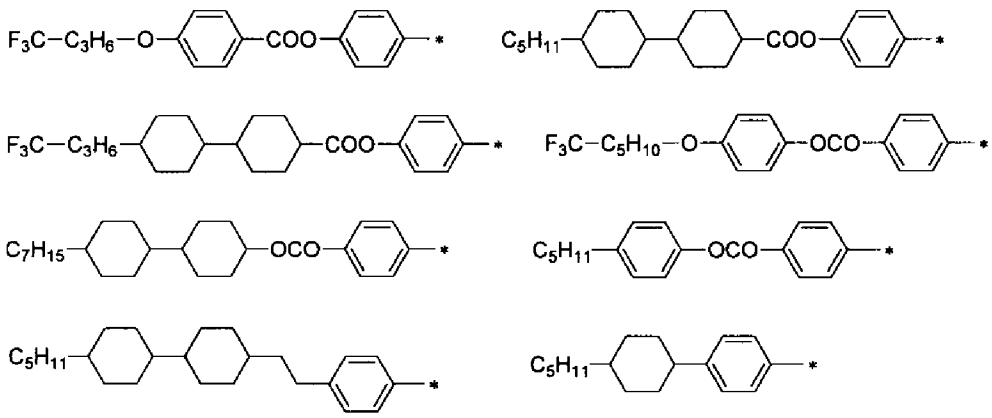
[化15]



（式（６）中、Ａ^{1}～Ａ^{3}は、それぞれ独立に、フェニレン基又はシクロヘキシレン基であり、環部分に置換基を有していてもよい。Ｒ^{21}は、水素原子、炭素数１～２０のアルキル基、炭素数１～２０のアルコキシ基、少なくとも１個の水素原子がフッ素原子で置換された炭素数１～２０のアルキル基、少なくとも１個の水素原子がフッ素原子で置換された炭素数１～２０のアルコキシ基、又はフッ素原子であり、Ｒ^{22}及びＲ^{23}は、それぞれ独立に、単結合、－Ｏ－、－ＣＯＯ－、－ＯＣＯ－又は炭素数１～３のアルカンジイル基である。ｋ、ｍ及びｎは、１≦ｋ＋ｍ＋ｎ≦４を満たす０以上の整数である。Ｒ^{21}が水素原子、炭素数１～３のアルキル基又はフッ素原子の場合、ｋ＋ｍ＋ｎ≧２を満たす。「＊」は結合手を示す。）

[0065] 上記式（６）で表される基の具体例としては、例えば下記式で表される基が挙げられる。Ａ^{1}～Ａ^{3}が環部分に有していてもよい置換基としては、例えばフッ素原子、炭素数１～３のアルキル基、炭素数１～３のアルコキシ基が挙げられる。

[化16]



（式中、「＊」は結合手を示す。）

[0066] 重合体［Ｑ］は、従来公知の方法に従って合成することができる。例えば重合体［Ｑ］がポリアミック酸の場合、重合体［Ｐ］の説明で例示したテトラカルボン酸二無水物とジアミン化合物とを反応させる。このとき、ジアミン化合物として垂直配向性基を有するジアミンを少なくとも一部に用いて重合することにより重合体［Ｑ］が得られる。垂直配向性基を有するジアミンの具体例としては、例えば重合体［Ｐ］の説明で例示した側鎖型ジアミン等が挙げられる。重合体［Ｑ］としてのポリイミドは、当該重合により得られたポリアミック酸を脱水縮合することにより得ることができる。

[0067] 重合体［Ｑ］が有する垂直配向性基は、誘電率の低下を十分に抑制する観点から、重合体成分の全構造単位の合計量に対して０．０５モル％以上であることが好ましく、０．０５～７０モル％であることがより好ましく、０．１～５０モル％であることがさらに好ましい。例えば、重合体［Ｑ］がポリアミック酸、ポリアミック酸エステル及びポリイミドよりなる群から選ばれる少なくとも一種である場合、垂直配向性基を有するジアミンの使用割合は、重合に使用するジアミン化合物の全体量に対して、０．１～７０モル％とすることが好ましく、０．２～６０モル％とすることがより好ましく、０．５～５０モル％とすることがさらに好ましい。なお、垂直配向性基を有するジアミンは、１種を単独で使用してもよく、２種以上を組み合わせて使用してもよい。

[0068] ＜ポリイミド＞

液晶配向剤がポリイミドを含有する場合、当該ポリイミドは、特定部分構造及び垂直配向性基の少なくともいずれかを有していてもよく、特定部分構造及び垂直配向性基の両方を有さない重合体であってもよい。液晶配向剤がポリイミドを含有する場合、ポリイミドの含有割合（２種以上含有する場合にはその合計量）は、アンテナデバイスの長期作動に対する信頼性を十分に高くすることができる点で、液晶配向剤中に含まれる重合体成分の全体量に対して、２０質量％以上であることが好ましく、５０質量％以上であることがより好ましく、７０質量％以上であることがさらに好ましい。なお、ポリイミドは、１種を単独で使用してもよく、２種以上を組み合わせて使用してもよい。

[0069] ＜架橋剤＞

液晶配向剤が、架橋性基を有する化合物（以下、「架橋剤」ともいう。）を含有する場合、液晶配向膜の信頼性を向上でき、ひいてはアンテナデバイスの長期作動に対する信頼性を向上できる点で好ましい。

[0070] 架橋性基は、光や熱によって同一又は異なる分子間に共有結合を形成可能な基であり、その具体例としては、例えば（メタ）アクリロイル基、ビニル基を有する基（アルケニル基、ビニルフェニル基など）、エチニル基、エポキシ基（オキシラニル基、オキセタニル基）、カルボキシル基、（保護）イソシアネート基、酸無水物基等が挙げられる。なお、「（メタ）アクリロ」は、アクリロ及びメタクリロを含む意味である。架橋剤が有する架橋性基の数は、１個でも複数個でもよい。液晶配向膜の信頼性を十分に高くする点で、好ましくは２個以上であり、２～６個がより好ましい。

[0071] 架橋剤の具体例としては、例えば、フタル酸ジアリルなどのアリル基含有化合物；

エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、プロピレングリコールジ（メタ）アクリレート、ジエチレングリコールジ（メタ）アクリレート、１，６－ヘキサンジオールジ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールトリ（

メタ）アクリレート、ジトリメチロールプロパンテトラ（メタ）アクリレート、ペンタエリスリトールテトラ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパン（メタ）アクリレート、エトキシ化トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレート、ジペンタエリスリトールヘキサ（メタ）アクリレート、エチレングリコールトリ（メタ）アクリレート、ポリエーテル（メタ）アクリレート、エトキシ化ビスフェノールＡジ（メタ）アクリレート、トリシクロデカンジメタノールジ（メタ）アクリレート、２－メチル－１，８－オクタンジオールジ（メタ）アクリレート等の（メタ）アクリル系化合物；

マレイン酸、イタコン酸、トリメリット酸、テトラカルボン酸、シス－１，２，３，４－テトラヒドロフタル酸、エチレングリコールビストリメート、プロピレングリコールビストリメート、４，４’－オキシジフタル酸、トリメリット酸無水物等のカルボン酸；

エチレングリコールジグリシジルエーテル、ポリエチレングリコールジグリシジルエーテル、プロピレングリコールジグリシジルエーテル、トリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、ポリプロピレングリコールジグリシジルエーテル、１，６－ヘキサンジオールジグリシジルエーテル、グリセリンジグリシジルエーテル、２，２－ビス（４－ヒドロキシフェニル）プロパンジグリシジルエーテル、トリメチロールプロパントリグリシジルエーテル、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラグリシジル－ｍ－キシリレンジアミン、１，３－ビス（Ｎ，Ｎ－ジグリシジルアミノメチル）シクロヘキサン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラグリシジル－４，４’－ジアミノジフェニルメタン、Ｎ，Ｎ－ジグリシジル－ベンジルアミン、Ｎ，Ｎ－ジグリシジル－アミノメチルシクロヘキサン、Ｎ，Ｎ－ジグリシジル－シクロヘキシルアミン等のエポキシ化合物；

トリレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、ジフェニルメチレンジイソシアネート等の多価イソシアネートを保護基で保護した（保護）イソシアネート化合物、などが挙げられる。

[0072] 架橋剤の配合割合は、液晶配向膜の信頼性改善の効果を十分に得る観点か

ら、液晶配向剤の調製に使用する重合体成分１００質量部に対して、好ましくは０．０５質量部以上、より好ましくは０．１質量部以上、さらに好ましくは１質量部以上である。架橋剤の配合割合の上限値については、好ましくは４０質量部以下、より好ましくは３０質量部以下である。架橋剤は、１種を単独で用いてもよく、２種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0073] ＜溶剤＞

液晶配向剤の溶剤成分としては、溶解性及びレベリング性が高い第１溶剤と、濡れ広がり性が良好な第２溶剤との混合溶剤を使用することが好ましい。

これらの具体例としては、第１溶剤として、例えばＮ－メチル－２－ピロリドン、Ｎ－エチル－２－ピロリドン、１，２－ジメチル－２－イミダゾリジノン、γ－ブチロラクトン、γ－ブチロラクタム、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、４－ヒドロキシ－４－メチル－２－ペンタノン、ジイソブチルケトン、エチレンカーボネート、プロピレンカーボネート等を；

第２溶剤として、例えばエチレングリコールモノメチルエーテル、乳酸ブチル、酢酸ブチル、メチルメトキシプロピオネート、エチルエトキシプロピオネート、エチレングリコールメチルエーテル、エチレングリコールエチルエーテル、エチレングリコール－ｎ－プロピルエーテル、エチレングリコール－ｉ－プロピルエーテル、エチレングリコール－ｎ－ブチルエーテル（ブチルセロソルブ）、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールエチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、イソアミルプロピオネート、イソアミルイソブチレート、ジイソペンチルエーテル等を、それぞれ挙げることができる。なお、溶剤は１種を単独で使用してもよく、２種以上を混合して使用してもよい。

[0074] また、液晶配向剤の溶剤成分として、１気圧での沸点が１８０℃以下であるエーテル／アルコール系溶剤、エステル系溶剤、及びケトン系溶剤よりなる群から選ばれる少なくとも一種の低沸点溶剤を用いてもよい。これらの具体例としては、エーテル／アルコール系溶剤として、例えばプロピレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールメチルエチルエーテル、３－メトキシ－１－ブタノール、エチレングリコールモノメチルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノプロピルエーテル、エチレングリコール－ｎ－ブチルエーテル（ブチルセロソルブ）、エチレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル等を；

エステル系溶剤として、例えばプロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、エチレングリコールエチルエーテルアセテート等を；

ケトン系溶剤として、例えばシクロブタノン、シクロペンタノン、シクロヘキサノン、ジイソブチルケトン等を、それぞれ挙げることができる。

上記低沸点溶剤を使用する場合、その含有割合は、液晶配向剤中の溶剤の合計量に対して、４０質量％以上であることが好ましく、５０質量％以上であることがより好ましい。

[0075] 液晶配向剤に含有されるその他の成分としては、上記のほか、例えば上述した重合体以外のその他の重合体、酸化防止剤、金属キレート化合物、硬化促進剤、界面活性剤、充填剤、分散剤、光増感剤などが挙げられる。その他の成分の配合割合は、本開示の効果を損なわない範囲で、各化合物に応じて適宜選択することができる。

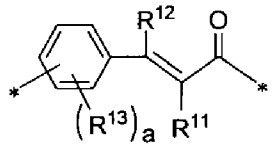
[0076] （光配向性基を有する重合体）

光配向法を用いて液晶配向膜を形成する場合、液晶配向剤は、光配向性基を有する重合体（以下、「光配向性基含有重合体」ともいう。）を含有していることが好ましい。ここで、光配向性基は、光照射による光異性化反応、光二量化反応、光フリース転位反応又は光分解反応によって膜に異方性を付与する官能基である。光配向性基の具体例としては、例えばアゾベンゼン又

はその誘導体を基本骨格として含むアゾベンゼン含有基、桂皮酸又はその誘導体（桂皮酸構造）を基本骨格として含む桂皮酸構造含有基、カルコン又はその誘導体を基本骨格として含むカルコン含有基、ベンゾフェノン又はその誘導体を基本骨格として含むベンゾフェノン含有基、フェニルベンゾエート又はその誘導体を基本骨格として含むフェニルベンゾエート含有基、クマリン又はその誘導体を基本骨格として含むクマリン含有基、シクロブタン又はその誘導体を基本骨格として含むシクロブタン含有構造等が挙げられる。これらのうち、光反応性を十分に高くできる点、及び重合体への導入しやすさの点から、光配向性基含有重合体は桂皮酸構造含有基を有していることが特に好ましい。

[0077] 光配向性基含有重合体が桂皮酸構造含有基を有する場合、光配向性基含有重合体は、下記式（５）で表される部分構造を有していることが好ましい。

[化17]



(5)

（式（５）中、Ｒ^{11}及びＲ^{12}は、それぞれ独立して、水素原子、ハロゲン原子、炭素数１～３のアルキル基、炭素数１～３のアルコキシ基又はシアノ基である。Ｒ^{13}は、ハロゲン原子、炭素数１～３のアルキル基、炭素数１～３のアルコキシ基又はシアノ基である。ａは０～４の整数である。但し、ａが２以上の場合、複数のＲ^{13}は同じでも異なっていてもよい。「＊」は結合手であることを示す。）

[0078] 光配向性基含有重合体は、化合物［Ｍ］であってもよいが、エネルギー損失の低減と光反応性とを十分に確保できる点で、化合物［Ｍ］とは異なる重合体、すなわち、特定部分構造を有さない重合体であることが好ましい。光配向性基含有重合体が特定部分構造を有さない重合体である場合、その主骨格は特に限定されないが、ポリアミック酸、ポリアミック酸エステル、ポリイミド及びポリオルガノシロキサンよりなる群から選ばれる少なくとも一種

であることが好ましい。光配向性基含有重合体を液晶配向剤に含有させる場合、その配合割合は、液晶配向剤中の重合体成分の合計量に対して、１質量％以上とすることが好ましく、２質量％以上とすることがより好ましい。また、光配向性基含有重合体の配合割合の上限値については、好ましくは５０質量％以下、より好ましくは３０質量％以下である。

[0079] 光配向性基含有重合体を合成する方法は特に制限されず、重合体の主骨格に応じて適宜選択すればよい。具体例としては、（１）光配向性基を有するモノマーを用いて重合する方法、（２）第１の官能基（例えばエポキシ基など）を側鎖に有する重合体を合成し、次いで第１の官能基と反応し得る第２の官能基（例えばカルボキシル基など）及び光配向性基を有する化合物と、第１の官能基を有する重合体とを反応させる方法、等が挙げられる。光配向性基含有重合体がポリオルガノシロキサンである場合、側鎖への導入効率が高い点で、（２）の方法によることが好ましい。

[0080] 液晶配向剤における固形分濃度（液晶配向剤の溶媒以外の成分の合計質量が液晶配向剤の全質量に占める割合）は、粘性、揮発性などを考慮して適宜に選択されるが、好ましくは１～１０質量％の範囲である。固形分濃度が１質量％未満である場合には、塗膜の膜厚が過小となって良好な液晶配向膜が得られにくくなる。一方、固形分濃度が１０質量％を超える場合には、塗膜の膜厚が過大となって良好な液晶配向膜が得られにくく、また、液晶配向剤の粘性が増大して塗布性が低下する傾向にある。

[0081]（液晶配向膜の形成方法）

次に、上記液晶配向剤を用いて基板上に液晶配向膜（第１配向膜２２、第２配向膜２３）を形成する方法について説明する。液晶配向膜は、基板上に液晶配向剤を塗布して塗膜を形成し、当該塗膜に対して必要に応じて配向処理が施されることにより形成される。

[0082]［工程１：塗膜の形成］

基板（パッチ基板１２、スロット基板１３）への液晶配向剤の塗布は、適宜の塗布方法によることができる。具体的には、例えばロールコーター法、

スピンナー法、インクジェット印刷法、フレキソ印刷法、バーコーター法、エクストリューションダイ法、ダイレクトグラビアコーター法、チャンバードクターコーター法、オフセットグラビアコーター法、含浸コーター法、ＭＢコーター法、スリットコート法等を採用することができる。パッチ基板１２及びスロット基板１３への液晶配向剤の塗布に際しスリットコート方式を用いた場合、良好な塗布性を確保できる点で好適である。

[0083] 液晶配向剤の塗布後は、塗布面を加熱（ベーク）することが好ましい。加熱工程では、塗布した液晶配向剤の液垂れ防止などの目的で、好ましくは予備加熱（プレベーク）が実施される。プレベーク温度は、好ましくは３０～２００℃であり、プレベーク時間は、好ましくは０．２５～１０分である。プレベーク後は、溶剤を完全に除去し、必要に応じて重合体に存在するアミック酸構造を熱イミド化することを目的として焼成（ポストベーク）が実施される。このときの焼成温度（ポストベーク温度）は、好ましくは８０～３００℃である。より好ましくは１６０℃以下であり、さらに好ましくは８０～１５０℃である。加熱時間は、好ましくは０．１～３０分、より好ましくは１～１５分である。形成される膜の膜厚は、好ましくは０．０１～３μｍである。基板上に液晶配向剤を塗布した後、有機溶媒を除去することによって、液晶配向膜又は液晶配向膜となる塗膜が形成される。

[0084] ［工程２：光配向処理］

液晶がツイスト配向又はホモジニアス配向をとる場合には、上記工程１で形成した塗膜に対して液晶配向能を付与する処理（配向処理）を実施する。これにより、液晶分子の配向能が塗膜に付与されて液晶配向膜となる。配向処理としては、塗膜を例えばナイロン、レーヨン、コットンなどの繊維からなる布を巻き付けたロールで一定方向に擦ることによって塗膜に液晶配向能を付与するラビング処理、基板上に形成した塗膜に光照射を行って塗膜に液晶配向能を付与する光配向処理などが挙げられる。一方、液晶がホメオトロピック配向をとる場合には、上記工程１で形成した塗膜をそのまま液晶配向膜として使用することができるが、塗膜に対し配向処理を施してもよい。

[0085] 光配向処理において、塗膜に照射する光としては、例えば１５０～８００ｎｍの波長の光を含む紫外線、可視光線などを挙げることができる。これらのうち、３００～４００ｎｍの波長の光を含む紫外線が好ましい。照射光は偏光であっても非偏光であってもよい。偏光としては、直線偏光を含む光を使用することが好ましい。光の照射は、用いる光が偏光である場合には、基板面に垂直の方向から行っても斜め方向から行ってもよく、あるいはこれらを組み合わせて行ってもよい。非偏光を照射する場合には、基板面に対して斜めの方向から行う。

[0086] 使用する光源としては、例えば低圧水銀ランプ、高圧水銀ランプ、重水素ランプ、メタルハライドランプ、アルゴン共鳴ランプ、キセノンランプ、水銀－キセノンランプ（Ｈｇ－Ｘｅランプ）などを挙げることができる。偏光は、これらの光源を例えばフィルター、回折格子などと併用する手段などにより得ることができる。光の照射量は、０．１ｍＪ／ｃｍ^2～１，０００ｍＪ／ｃｍ^{2}とすることが好ましく、１～５００ｍＪ／ｃｍ^{2}とすることがより好ましい。

[0087] （他の実施形態）

本開示の内容は上記実施形態に限定されず、例えば以下のように実施されてもよい。

・上記実施形態では、パッチ基板１２及びスロット基板１３の両方に液晶配向膜を形成したが、パッチ基板１２及びスロット基板１３のうち一方にのみ液晶配向膜を形成してもよい。ただし、アレイアンテナ１０の誘電損失の低減効果をより高くすることができる点で、図２に示すようにパッチ基板１２及びスロット基板１３の両方に液晶配向膜を設けることが好ましい。

[0088] ・上記実施形態ではラジアルラインスロットアンテナを一例に挙げたが、アレイアンテナ１０はこれに限定されず、アンテナ単位１１及びスロット２１の配列も上記に限定されない。例えば、互いに交差する方向に延びる一対のスロットが螺旋状に配置され、アンテナ単位１１が螺旋状に配置されていてもよい。あるいは、アンテナ単位１１がマトリクス状に配置されていても

よい。

実施例

[0089] 以下、実施例により具体的に説明するが、本開示はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0090] 以下の例において、重合体の重量平均分子量Ｍｗ、数平均分子量Ｍｎ及びエポキシ当量、並びに重合体溶液の溶液粘度は以下の方法により測定した。以下の実施例で用いた原料化合物及び重合体の必要量は、下記の合成例に示す合成スケールでの合成を必要に応じて繰り返すことにより確保した。

[0091] ［重合体の重量平均分子量Ｍｗ及び数平均分子量Ｍｎ］

Ｍｗ及びＭｎは、以下の条件におけるＧＰＣにより測定したポリスチレン換算値である。

カラム：東ソー（株）製、ＴＳＫｇｅｌＧＲＣＸＬＩＩ

溶剤：テトラヒドロフラン　　温度：４０℃

圧力：６８ｋｇｆ／ｃｍ^2

［エポキシ当量］

エポキシ当量は、JIS C 2105に記載の塩酸－メチルエチルケトン法により測定した。

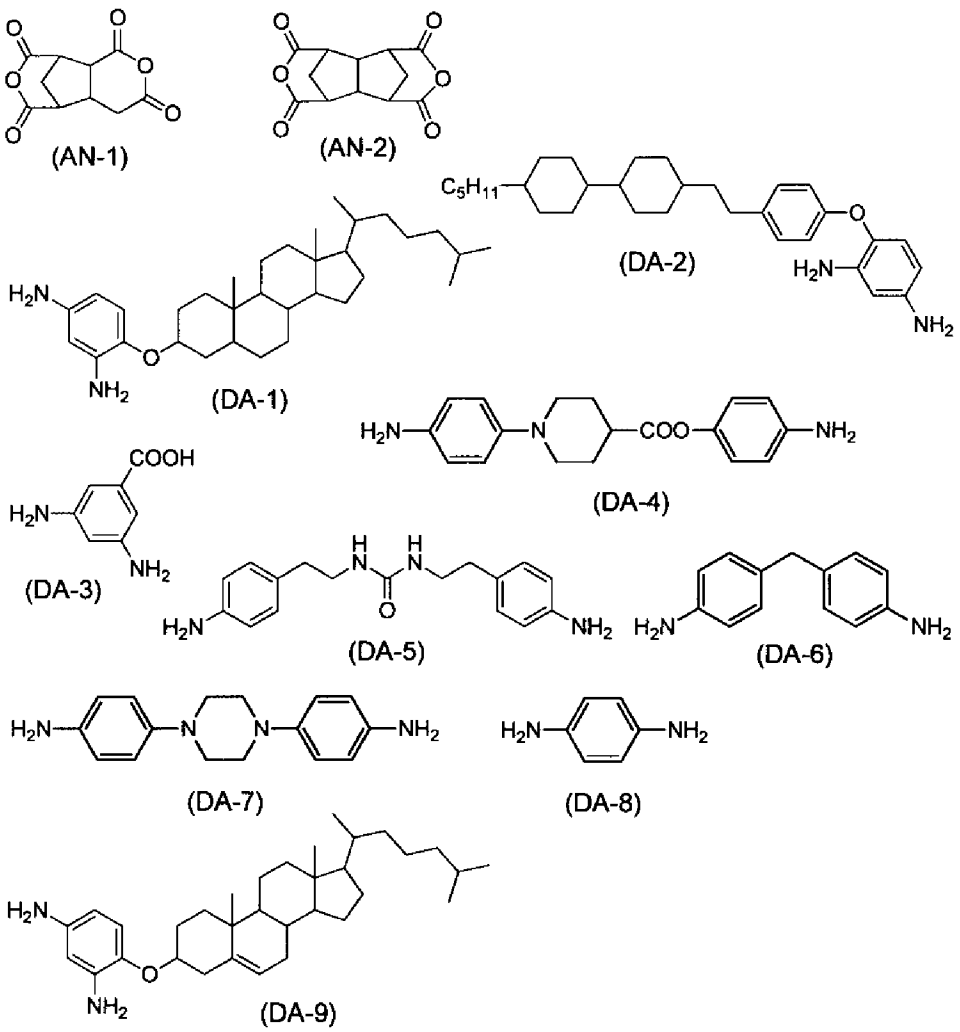
［重合体溶液の溶液粘度］

重合体溶液の溶液粘度（ｍＰａ・ｓ）は、Ｅ型回転粘度計を用いて２５℃で測定した。

[0092] 以下の例で使用した化合物の略称は以下のとおりである。

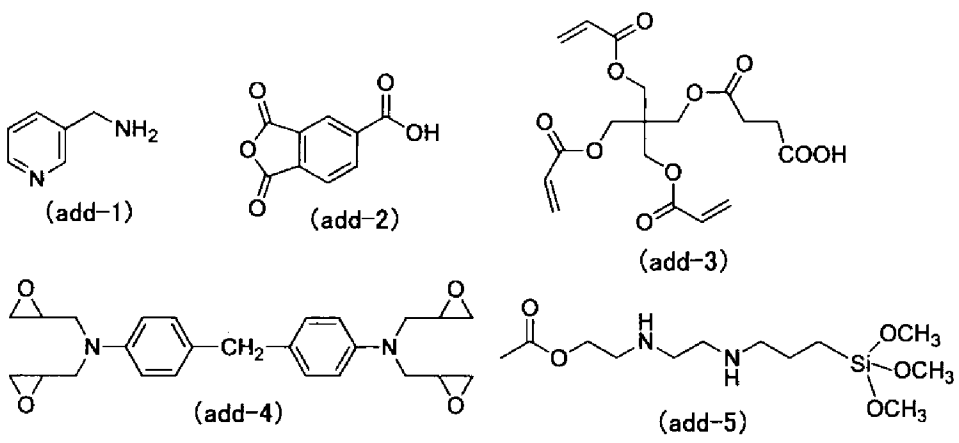
（テトラカルボン酸二無水物及びジアミン）

[化18]



[0093] (添加剤)

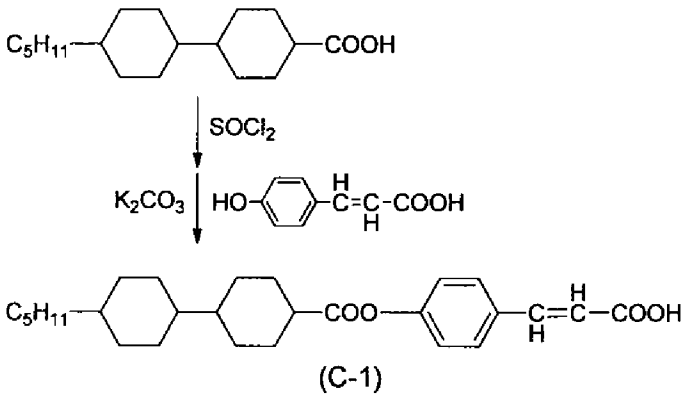
[化19]



[0094] [合成例1]

下記スキーム１に従って桂皮酸誘導体（Ｃ－１）を合成した。

[化20]



(C-1)

スキーム1

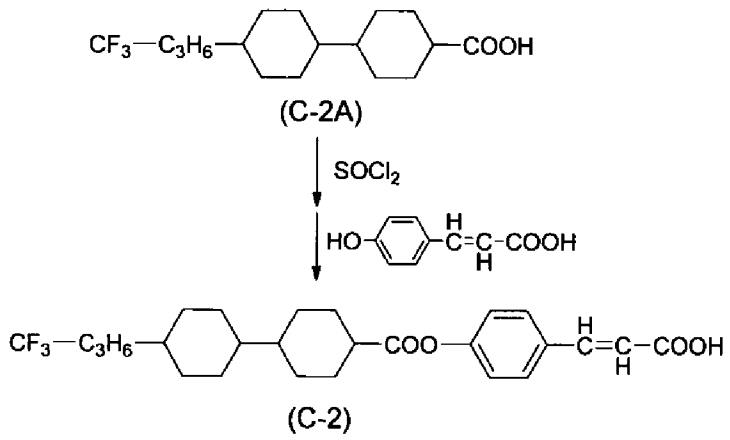
[0095] トランス－４－ペンチル－ビシクロヘキサンカルボン酸１４ｇを反応容器にとり、これに塩化チオニル１Ｌ及びＮ，Ｎ－ジメチルホルムアミド０．７７ｍＬを加えて８０℃で１時間撹拌した。次に、減圧下で塩化チオニルを留去し、塩化メチレンを加えて炭酸水素ナトリウム水溶液で洗浄し、硫酸マグネシウムで乾燥し、濃縮を行った後、テトラヒドロフランを加えて溶液とした。

次に、上記とは別の５Ｌ三口フラスコに４－ヒドロキシ桂皮酸７４ｇ、炭酸カリウム１３８ｇ、テトラブチルアンモニウム４．８ｇ、テトラヒドロフラン５００ｍＬ及び水１Ｌを仕込んだ。この水溶液を氷冷し、トランス－４－ペンチル－ビシクロヘキサンカルボン酸と塩化チオニルとの反応物を含有するテトラヒドロフラン溶液をゆっくり滴下し、さらに２時間撹拌下に反応を行った。反応終了後、反応混合物に塩酸を加えて中和し、酢酸エチルで抽出した後、抽出液を硫酸マグネシウムで乾燥し、濃縮を行った後、エタノールで再結晶することにより、桂皮酸誘導体（Ｃ－１）の白色結晶を１５ｇ得た。

[0096] ［合成例２］

下記スキーム２に従って桂皮酸誘導体（Ｃ－２）を合成した。

[化21]



スキーム2

[0097] 還流管及び窒素導入管を備えた１００ｍＬのナスフラスコに、上記式（Ｃ－２Ａ）で表される化合物４．６３ｇ、塩化チオニル５０ｍＬ、及びＮ，Ｎ－ジメチルホルムアミド０．０５ｍＬを加えて、１時間還流させた。反応終了後、減圧濃縮により乾固させた後、テトラヒドロフラン７５ｍＬを加えた（これを「Ｄ－１液」とする）。一方、温度計及び窒素導入管を備えた１００ｍＬ三口フラスコに、ヒドロキシ桂皮酸２．６２ｇ、炭酸カリウム４．４１ｇ、水３８ｍＬ、テトラヒドロフラン１９ｍＬ、及びテトラブチルアンモニウムブロミド０．１５ｇを加えて５℃以下に氷冷した。続いて、先に調製した「Ｄ－１液」を３０分かけて滴下した後、室温に戻して４時間撹拌した。反応終了後、酢酸エチル１００ｍＬ及び１Ｎ塩酸水２００ｍＬを加えて洗浄した後、水１００ｍＬで３回分液洗浄した。次に、有機層を硫酸マグネシウムで乾燥した後、ろ過し、減圧濃縮して析出した白色結晶をろ過、乾燥することで化合物（Ｃ－２）を１．８ｇ得た。

[0098] ＜エポキシ基を有するポリシロキサンの合成＞

［合成例３］

撹拌機、温度計、滴下漏斗及び還流冷却管を備えた反応容器に、２－（３，４－エポキシシクロヘキシル）エチルトリメトキシシラン（ＥＣＥＴＳ）１００．０ｇ、メチルイソブチルケトン５００ｇ及びトリエチルアミン１０．０ｇを仕込み、室温で混合した。次いで、脱イオン水１００ｇを滴下漏斗

より３０分かけて滴下した後、還流下で混合しつつ、８０℃で６時間反応させた。反応終了後、有機層を取り出し、０．２質量％硝酸アンモニウム水溶液により洗浄後の水が中性になるまで洗浄したのち、減圧下で溶媒及び水を留去することにより、エポキシ基を有するポリシロキサン（これを「ポリシロキサン（ＳＥｐ－１）」とする。）を粘調な透明液体として得た。ポリシロキサン（ＳＥｐ－１）について^{1}Ｈ－ＮＭＲ分析を行ったところ、化学シフト（δ）＝３．２ｐｐｍ付近にエポキシ基に基づくピークが得られ、反応中にエポキシ基の副反応が起こっていないことが確認された。ポリシロキサン（ＳＥｐ－１）の重量平均分子量（Ｍｗ）はＭｗ＝２，２００であり、エポキシ当量は１８６ｇ／モルであった。

[0099] ＜光配向性基を有するポリシロキサンの合成＞

［合成例４］

２００ｍＬの三口フラスコに、合成例３で得たポリシロキサン（ＳＥｐ－１）１１．６ｇ、メチルイソブチルケトン８０ｇ、桂皮酸誘導体（Ｃ－１）４．０ｇ（ポリシロキサン（ＳＥｐ－１）が有するエポキシ基に対して１５モル％に相当する。）、桂皮酸誘導体（Ｃ－２）４．８ｇ（ポリシロキサン（ＥＰＳ－１）が有するエポキシ基に対して１５モル％に相当する。）、及びＵＣＡＴ　１８Ｘ（商品名、サンアプロ（株）製のエポキシ化合物の硬化剤）０．１０ｇを仕込み、１００℃で４８時間撹拌下に反応を行った。反応終了後、反応混合物にメタノールを加えて沈殿を生成させた。得られた沈殿物を酢酸エチルに溶解して得た溶液を３回水洗し、有機層を硫酸マグネシウムにて、乾燥した後、溶剤を留去することにより、ポリシロキサン（ＰＯＳ－１）の白色粉末１８．３ｇを得た。ポリシロキサン（ＰＯＳ－１）の重量平均分子量Ｍｗは５，０００であった。

[0100] ＜ポリアミック酸、ポリイミドの合成＞

［合成例５］

テトラカルボン酸二無水物として２，３，５－トリカルボキシシクロペンチル酢酸二無水物２１．２８８ｇ（合成に使用したジアミンの全体量１００

モル部に対して９８モル部）、並びにジアミン化合物としてコレスタニルオキシ－２，４－ジアミノベンゼンを４．７９４ｇ（同１０モル部）、４－｛４－［２－（４’－ペンチル－１，１’－ビシクロヘキシル）エチル］フェノキシ｝ベンゼン－１，３－ジアミンを８．９６７ｇ（同２０モル部）、３，５－ジアミノ安息香酸を５．８９７ｇ（同４０モル部）、及び４－（４アミノフェノキシカルボニル）－１－（４－アミノフェニル）ピペリジンを９．０５２ｇ（同３０モル部）をＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）２００ｇに溶解し、３０℃で６時間反応を行った。次いで、反応混合物を大過剰のメタノール中に注ぎ、反応生成物を沈澱させた。回収した沈殿物をメタノールで洗浄した後、減圧下４０℃において１５時間乾燥することにより、ポリアミック酸（以下、重合体（ＰＡ－１）とする。）を４０ｇ得た。得られた重合体（ＰＡ－１）をＮＭＰにて２０質量％となるように調製し、この溶液の粘度を測定したところ１４１０ｍＰａ・ｓであった。また、この重合体溶液を２０℃において３日間静置したところ、ゲル化することはなく、保存安定性は良好であった。

[0101] ［合成例６］

合成例５と同様にして重合を行うことにより、重合体濃度が２５質量％のポリアミック酸溶液を得た。得られたポリアミック酸溶液にＮＭＰを２５０ｇ加えた後、無水酢酸１４．２５ｇ及びピリジン１１．０４ｇを加え、６０℃で４時間反応させた。次いで、反応混合物を大過剰のメタノール中に注ぎ、反応生成物を沈澱させた。回収した沈殿物をメタノールで洗浄した後、減圧下１００℃で乾燥することにより、ポリイミド（以下、重合体（ＰＩ－１）とする。）を得た。得られたポリイミドのイミド化率は５５％であった。また、重合体（ＰＩ－１）をＮＭＰにて２０質量％となるように調製し、この溶液の粘度を測定したところ４６１ｍＰａ・ｓであった。

[0102] ［合成例７、８］

重合に使用するテトラカルボン酸二無水物及びジアミンの種類及び量を下記表１に記載のとおりに変更した以外は合成例６と同様にしてポリイミド（

重合体（ＰＩ－２）、重合体（ＰＩ－３））を得た。得られたポリイミドをＮＭＰにて２０質量％となるように調製して測定した溶液粘度をイミド化率とともに下記表１に示した。

［合成例９、１１］

重合に使用するテトラカルボン酸二無水物及びジアミンの種類及び量を下記表１に記載のとおりに変更した以外は合成例５と同様にしてポリアミック酸（重合体（ＰＡ－２）、重合体（ＰＡ－３））を得た。得られたポリアミック酸をＮＭＰにて２０質量％となるように調製して測定した溶液粘度を下記表１に示した。

[0103] ［合成例１０］

テトラカルボン酸二無水物として２，３，５－トリカルボキシシクロペンチル酢酸二無水物１６．５ｇ（合成に使用したジアミンの全体量１００モル部に対して９８モル部）、並びにジアミン化合物としてパラフェニレンジアミンを８．０ｇ（同９９．５モル部）及びコレステリルオキシ－２，４－ジアミノベンゼン０．２ｇ（同０．５モル部）をＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）２２５ｇに溶解し、６０℃で１時間反応を行った。その後、Ｎ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）２５０ｇ、ピリジン２９．１１ｇ及び無水酢酸２２．５４ｇを添加して１１０℃で５時間脱水閉環反応を行った。

次いで、反応混合物を大過剰のメタノール中に注ぎ、反応生成物を沈澱させた。回収した沈殿物をメタノールで洗浄した後、減圧下４０℃において１５時間乾燥することにより、イミド化率約９０％のポリイミド（ＰＩ－４）を４３ｇ得た。得られた重合体（ＰＩ－４）をＮＭＰにて１０質量％となるように調製し、この溶液の粘度を測定したところ４１０ｍＰａ・ｓであった。また、この重合体溶液を２０℃において３日間静置したところ、ゲル化することはなく、保存安定性は良好であった。

[0104]

[表1]

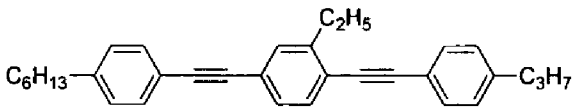
モノマー		合成例5	合成例6	合成例7	合成例8	合成例9	合成例10	合成例11
酸二無水物	AN−1	100	100	0	100	50	100	50
	AN−2	0	0	100	0	50	0	50
ジアミン	DA−1	10	10	0	0	0	0	0
	DA−2	20	20	0	0	0	0	0
	DA−3	40	40	40	50	20	0	30
	DA−4	30	30	0	0	30	0	0
	DA−5	0	0	0	30	20	0	0
	DA−6	0	0	60	20	20	0	20
	DA−7	0	0	0	0	10	0	0
	DA−8	0	0	0	0	0	99.5	50
	DA−9	0	0	0	0	0	0.5	0
重合体粘度[mPa·s]		1410	461	340	932	801	410	420
イミド化率[%]		-	55	20	30	-	90	-
重合体名称		PA−1	PI−1	PI−2	PI−3	PA−2	PI−4	PA−3

[0105] 表１中、酸二無水物の欄の数値は、重合に使用したテトラカルボン酸二無水物の合計量１００モル部に対する各化合物の使用割合（モル部）を示し、ジアミンの欄の数値は、重合に使用したジアミンの合計１００モル部に対する各化合物の使用割合（モル部）を示す。

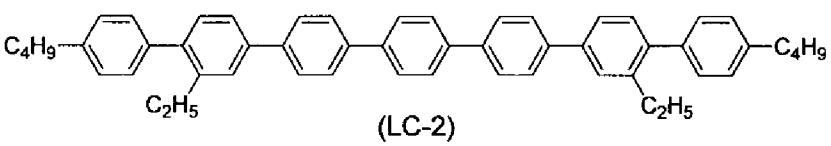
[0106] ＜液晶組成物の調製＞

下記式（ＬＣ－１）で表される化合物をLiq. Cryst., 27 (2), (2000), p. 283-287に記載の方法に従って製造し、下記式（ＬＣ－２）で表される化合物を国際公開第２０１１／０６６９０５号に記載の方法に従って製造した。次いで、下記式（ＬＣ－１）で表される化合物０．９５ｇ、及び下記式（ＬＣ－２）で表される化合物０．０５ｇを混合し、液晶組成物Ｑを得た。

[化22]



(LC-1)



(LC-2)

[0107] ［実施例１］

＜液晶配向剤の調製＞

重合体成分として、合成例６で得た重合体（ＰＩ－１）に、溶剤としてＮ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）、及びブチルセロソルブ（ＢＣ）を加え、固形分濃度が６質量％、各溶剤の質量比がＮＭＰ：ＢＣ＝４５：５５となるように調製した。次いで、得られた重合体溶液を孔径０．２μｍのフィルターでろ過し、液晶配向剤（Ａ－１）を調製した。

[0108] ＜アンテナ評価；マイクロ波領域への適用について＞

１．アレイアンテナの製造

図１及び図２に示すアレイアンテナ１０を製造した。液晶配向膜（第１配向膜２２、第２配向膜２３）については液晶配向剤（Ａ－１）を用いて形成し、液晶層１４については上記で調製した液晶組成物Ｑを用いて形成した。液晶配向膜の形成は以下のようにして行った。

・液晶配向膜の形成

パッチ基板１２及びスロット基板１３のそれぞれの電極形成面に液晶配向剤（Ａ－１）を、スピンナーを用いて塗布した。次いで、液晶配向剤（Ａ－１）を塗布した基板を８０℃のホットプレートで２分間プレベークを行い、塗膜を形成した。次いで、これらの基板を、庫内を窒素置換したオーブン中で１６０℃にて５分間加熱（ポストベーク）した。これにより、平均膜厚０．５μｍの液晶配向膜を各基板上に形成した。

[0109] ２．誘電正接の評価

キーコム社製摂動式空間共振装置を用いて、温度２５℃、周波数３０ＧＨｚの条件下での誘電正接（ｔａｎδ）を測定した。測定は、上記１．で製造したアレイアンテナを共振装置及びベクトルネットワークアナライザを介してパーソナルコンピュータに接続し、測定周波数３０ＧＨｚ、測定環境温度２５℃で行った。共振装置に試料を挿入した場合と、挿入していない場合とにおける共振周波数とＱ値との差により誘電正接の値を求めた。評価は、０．００１５未満である場合を「良好」、０．００３０未満かつ０．０１５以上である場合を「可」、０．００３０以上である場合を「不可」とした。そ

の結果、この実施例のアレイアンテナの誘電正接は０．０００９であり、「良好」の評価であった。

３．アンテナの耐久性評価（信頼性評価）

上記１で製造したアレイアンテナに１０Ｖの電圧を１００時間印加し続けた。その後、上記２．の誘電正接の評価と同様に、温度２５℃、周波数３０ＧＨｚの条件下での誘電正接（ｔａｎδ）を測定した。評価は、０．００１５未満である場合を「良好」、０．００３０未満かつ０．０１５以上である場合を「可」、０．００３０以上である場合を「不可」とした。その結果、アレイアンテナの誘電正接は０．００１１であり、「良好」の評価であった。

[0110] ［実施例２～８、及び比較例１］

下記表２に示す種類及び配合量の各成分を用いた以外は、液晶配向剤（Ａ－１）の調製と同様に操作し、液晶配向剤（Ａ－２）～（Ａ－９）をそれぞれ調製した。また、液晶配向剤（Ａ－４）を用いて、実施例１と同様にアレイアンテナの評価を行った（実施例４）。また、実施例３については、液晶配向剤（Ａ－３）を用いて形成した塗膜に対し光配向法により配向処理を行い、実施例４～８及び比較例１については、液晶配向剤（Ａ－４）～（Ａ－９）をそれぞれ用いて形成した塗膜にラビング配向処理を施した以外は実施例１と同様に評価を行った。その結果を下記表２に示した。なお、液晶配向剤（Ａ－３）は光配向処理に好適な材料であり、液晶配向剤（Ａ－４）～（Ａ－６）、（Ａ－８）はホモジニアス配向に好適な材料であり、液晶配向剤（Ａ－７）はツイスト配向に好適な材料である。

[0111]

[表2]

	液晶配向剤							アンテナ特性			
	配向剤種類	重合体1		重合体2		添加剤		誘電正接		耐久性評価	
		種類	量（質量部）	種類	量（質量部）	種類	量（質量部）	tanδ	判定	tanδ	判定
実施例1	A−1	PI−1	100	-	-	-	-	0.0009	良好	0.0011	良好
実施例2	A−2	PI−2	100	-	-	add−1	5	0.0010	良好	0.0011	良好
実施例3	A−3	PI−1	100	POS−1	5	add−2	0.1	0.0011	良好	0.0014	良好
実施例4	A−4	PA−1	100	-	-	-	-	0.0013	良好	0.0016	可
実施例5	A−5	PI−3	100	-	-	add−3	20	0.0009	良好	0.0011	良好
実施例6	A−6	PA−2	100	-	-	add−4	2	0.0011	良好	0.0011	良好
実施例7	A−7	PI−4	100	-	-	add−5	0.5	0.0009	良好	0.0010	良好
実施例8	A−8	PI−2	100	-	-	-	-	0.0017	可	0.0011	良好
比較例1	A−9	PA−3	100	-	-	-	-	0.0049	不可	0.0083	不可

[0112] 表２に示すように、実施例１～７ではｔａｎδが０．００１３以下であり、「良好」の評価であり、実施例８では「可」の評価であった。また、実施例１～３及び５～８では耐久性が「良好」であり、実施例４では「可」の評価であった。これに対し、比較例１はｔａｎδが０．００４９であり、実施

例１～８よりも値が大きかった。また、耐久性の評価は「不可」であった。

これらの結果から、特定部分構造含有化合物（化合物［Ｍ］）、垂直配向性基含有重合体（重合体［Ｑ］）、架橋剤、及びポリイミドの少なくともいずれかを含有する液晶配向剤を用いて液晶配向膜を形成することにより、誘電損失が小さく、かつ信頼性に優れたアレイアンテナを得ることができることが分かった。これは、特定部分構造含有化合物、垂直配向性基含有重合体、架橋剤又はポリイミドによって誘電率の変化が小さくなるよう液晶配向膜側からアシストでき、これにより低い誘電損失及び高い信頼性を実現できたことによるものと推測される。

[0113] ［実施例９］

１．液晶配向膜の形成（高温ベーク）

実施例１と同様にパッチ基板１２及びスロット基板１３のそれぞれの電極形成面に液晶配向剤（Ａ－１）を、スピンナーを用いて塗布した。次いで、液晶配向剤（Ａ－１）を塗布した基板を８０℃のホットプレートで２分間プレベークを行い、塗膜を形成した。次いで、これらの基板を、庫内を窒素置換したオーブン中で２３０℃にて１５分間加熱（ポストベーク）した。これにより、平均膜厚２μｍの液晶配向膜を各基板上に形成した。

２．誘電正接の評価

実施例１と同様に、キーコム社製摂動式空間共振装置を用いて、温度２５℃、周波数３０ＧＨｚの条件下での誘電正接（ｔａｎδ）を測定した。その結果、この実施例のアレイアンテナの誘電正接は０．０００９であり、「良好」の評価であった。

３．アンテナの耐久性評価（信頼性評価）

実施例１と同様に、アンテナの耐久性について評価した。その結果、アレイアンテナの誘電正接は０．００１３であり、「良好」の評価であった。

[0114] ［実施例１０］

１．液晶配向膜の形成（スリットコート塗布）

実施例１で用いたパッチ基板１２及びスロット基板１３のそれぞれの電極

形成面に液晶配向剤（Ａ－２）をスリットコート塗布し、その塗布した基板を８０℃のホットプレートで２分間プレベークを行い、塗膜を形成した。

２．塗布性の評価（光学顕微鏡によるピンホール観察）

上記で得られた塗膜を倍率１００倍及び１０倍の顕微鏡で観察して膜厚ムラ及びピンホールの有無を調べた。特に、基板の段差付近にピンホールがないか観察を行った。評価は、１００倍の顕微鏡で観察しても膜厚ムラ及びピンホールの双方とも観察されなかった場合を塗布性「良好」、１００倍の顕微鏡では膜厚ムラ及びピンホールの少なくとも一方が観察されたが、１０倍の顕微鏡では膜厚ムラ及びピンホールの双方とも観察されなかった場合を塗布性「可」、１０倍の顕微鏡で膜厚ムラ及びピンホールの少なくとも一方が明確に観察された場合を塗布性「不良」とした。本実施例では、１００倍の顕微鏡でも膜厚ムラ及びピンホールの双方とも観察されず、塗布性は「良好」であった。

また、実施例２及び実施例４で作製した液晶配向膜付き基板についても同様の塗布性評価を行った。その評価結果は、実施例２では「可」、実施例４では「可」と評価された。このことから、配向剤の塗布にはスリットコート塗布が好適であるといえる。

[0115] ３．誘電正接の評価

スリットコート塗布により形成した液晶配向膜を有する基板を用いて、実施例１と同様にアレイアンテナを製造した。次いで、実施例１と同様に、キーコム社製摂動式空間共振装置を用いて、温度２５℃、周波数３０ＧＨｚの条件下での誘電正接（ｔａｎδ）を測定した。その結果、この実施例のアレイアンテナの誘電正接は０．０００９であり、「良好」の評価であった。

４．アンテナの耐久性評価（信頼性評価）

実施例１と同様に、アンテナの耐久性について評価した。その結果、アレイアンテナの誘電正接は０．００１１であり、「良好」の評価であった。

符号の説明

[0116] １０…アレイアンテナ、１１…アンテナ単位、１２…パッチ基板、１３…

スロット基板、１４…液晶層、１５…誘電体基板（第１誘電体基板）、１６…パッチ電極、１７…ＴＦＴ、１８…誘電体基板（第２誘電体基板）、１９…スロット電極、２０…制御ユニット、２１…スロット、２２…第１配向膜、２３…第２配向膜、２４…低誘電体層、２５…接地板、２６…給電ピン、２７…ハウジング、２８…内部ユニット

請求の範囲

[請求項1] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

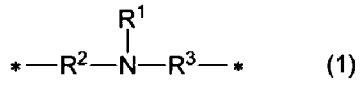
前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、

を備え、

前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、

前記液晶配向膜は、下記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物［Ｍ］を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[化1]

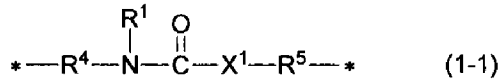


(1)

（式（１）中、Ｒ[1]は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、Ｒ[2]及びＲ[3]は、それぞれ独立して２価の有機基である。ただし、Ｒ[2]及びＲ[3]は同時に芳香環基にはならない。「＊」は結合手であることを示す。）

[請求項2] 前記化合物［Ｍ］は、上記式（１）で表される部分構造として、下記式（１－１）で表される部分構造を有する、請求項１に記載のアレイアンテナ。

[化2]



(1-1)

（式（１－１）中、R^1は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、X^1は、単結合、酸素原子又は－NR^6－（ただし、R^6は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基である。）であり、R^4及びR^5は、それぞれ独立して２価の飽和炭化水素基である。「＊」は結合手であることを示す。）

[請求項3] 前記含窒素複素環が、ピペリジン、ピペラジン、ヘキサメチレンイミン、アゾール、ピリジン、アゼピン、ピロール、イミダゾール、ピラゾール、オキサゾール、チアゾール、イミダゾリン、ピラジン、ピリミジン、ピリダジン、モルホリン、チアジン、インドール、イソインドール、ベンゾイミダゾール、プリン、キノリン、イソキノリン、キノキサリン、シンノリン、プテリジン、アクリジン、カルバゾール、及びベンゾ－Ｃ－シンノリンよりなる群から選ばれる少なくとも一種である、請求項１又は２に記載のアレイアンテナ。

[請求項4] 前記化合物［Ｍ］は、ポリアミック酸、ポリイミド及びポリアミック酸エステルよりなる群から選ばれる少なくとも一種の重合体である、請求項１～３のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

[請求項5] 前記重合体組成物は、前記化合物［Ｍ］として又は前記化合物［Ｍ］とは異なる成分として、光配向性基を有する重合体を含有する、請求項１～４のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

[請求項6] 前記重合体組成物は、架橋性基を有する化合物をさらに含有する、請求項１～５のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

[請求項7] 前記アレイアンテナの筐体が、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、液晶ポリマー及びフッ素系樹脂よりなる群から選ばれる少なくとも一種の重合体を用いて形成されてなる、請求項１～６のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

[請求項8] 前記重合体組成物は、前記化合物［Ｍ］として又は前記化合物［Ｍ］とは異なる成分として、下記（Ｖ１）～（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の部分構造を側鎖に有する重合体を含有する、

請求項１～７のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

（Ｖ１）炭素数８～２２のアルキル基。

（Ｖ２）炭素数６～１８のフッ素含有アルキル基。

（Ｖ３）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環のいずれかの環と、炭素数１～２０のアルキル基又はフッ素含有アルキル基とが結合した１価の基。

（Ｖ４）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環よりなる群から選ばれる少なくとも１種の環を合計２個以上有し、これら複数個の環が直接又は２価の連結基を介して結合した１価の基。

（Ｖ５）ステロイド骨格を有する炭素数１７～５１の１価の基。

[請求項9] 前記重合体組成物は、前記化合物［Ｍ］として又は前記化合物［Ｍ］とは異なる成分として、ポリイミドを含有する、請求項１～８のいずれか一項に記載のアレイアンテナ。

[請求項10] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、

を備え、

前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、

前記液晶配向膜は、下記（Ｖ１）～（Ｖ５）よりなる群から選ばれる少なくとも一種の部分構造を側鎖に有する重合体を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

（Ｖ１）炭素数８～２２のアルキル基。

（Ｖ２）炭素数６～１８のフッ素含有アルキル基。

（Ｖ３）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環のいずれかの環と、炭素数１～２０のアルキル基又はフッ素含有アルキル基とが結合した１価の基。

（Ｖ４）ベンゼン環、シクロヘキサン環及び複素環よりなる群から選ばれる少なくとも１種の環を合計２個以上有し、これら複数個の環が直接又は２価の連結基を介して結合した１価の基。

（Ｖ５）ステロイド骨格を有する炭素数１７～５１の１価の基。

[請求項11] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、

を備え、

前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、

前記液晶配向膜は、架橋性基を有する化合物を含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[請求項12] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナであって、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、

を備え、

前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に液晶配向膜が形成されており、

前記液晶配向膜は、ポリイミドを含有する重合体組成物を用いて形成されてなる、アレイアンテナ。

[請求項13] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナ用の液晶配向剤であって、

前記アレイアンテナは、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

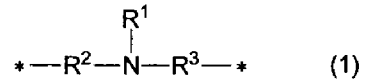
前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置された液晶層と、

前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方における前記液晶層側に形成された液晶配向膜と、を備え、

下記式（１）で表される部分構造及び含窒素複素環よりなる群から選ばれる少なくとも一種を有する化合物［Ｍ］を含有する、アレイアンテナ用液晶配向剤。

[化3]



(1)

（式（１）中、Ｒ[1]は、水素原子又は炭素数１～１０の１価の有機基であり、Ｒ[2]及びＲ[3]は、それぞれ独立して２価の有機基である。ただし、Ｒ[2]及びＲ[3]は同時に芳香環基にはならない。「＊」は結合手であることを示す。）

[請求項14] 複数のアンテナ単位を有するアレイアンテナの製造方法であって、

前記アレイアンテナは、

第１誘電体基板と、前記第１誘電体基板に形成された複数のパッチ電極と、前記第１誘電体基板に形成された複数の薄膜トランジスタとを備える第１の基板と、

前記第１の基板の前記パッチ電極の形成面に対向して配置された第２誘電体基板と、前記第２誘電体基板において前記パッチ電極に対向する面に形成されたスロット電極とを備える第２の基板と、

を備え、

請求項１３に記載のアレイアンテナ用液晶配向剤を、前記第１の基板及び前記第２の基板のうち少なくとも一方の電極形成面に塗布して液晶配向膜を形成する工程と、

前記液晶配向膜を形成した後に、液晶層を介して前記第１の基板と前記第２の基板とを対向配置する工程と、

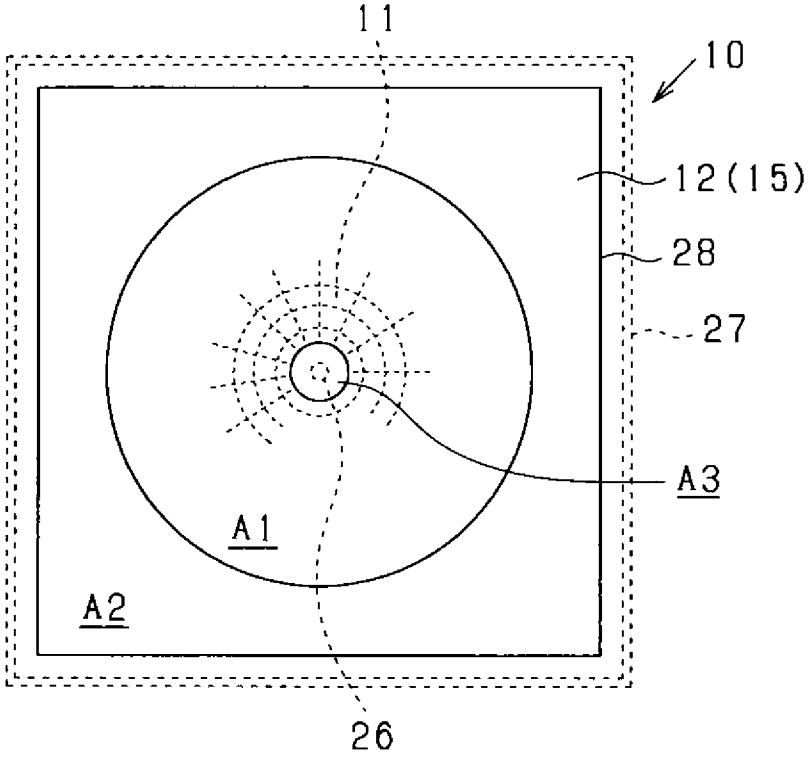
を含む、アレイアンテナの製造方法。

[請求項15] 前記塗布したアレイアンテナ用液晶配向剤を１６０℃以下で加熱することにより前記液晶配向膜を形成する、請求項１４に記載のアレイアンテナの製造方法。

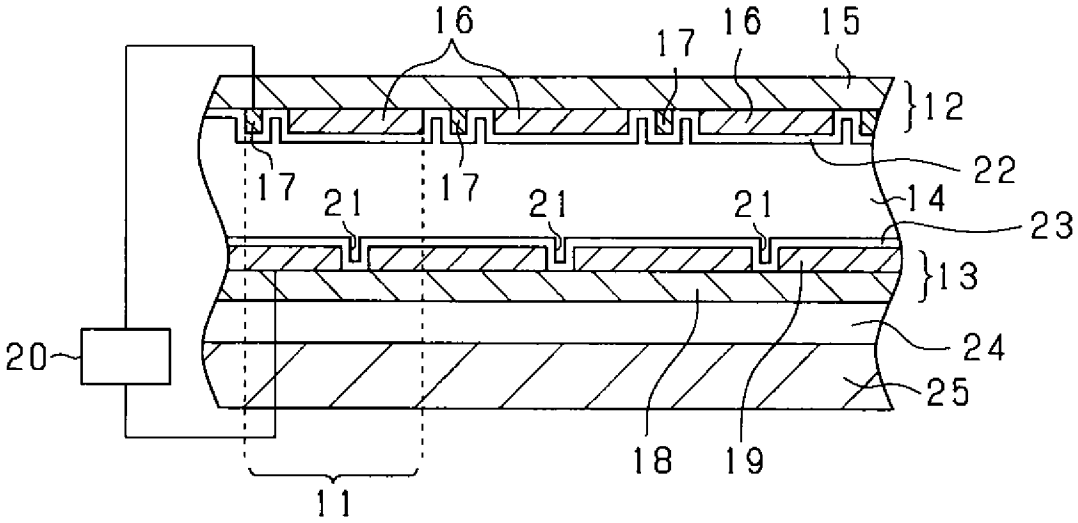
[請求項16] 光配向法により前記液晶配向膜を形成する、請求項１４又は１５に記載のアレイアンテナの製造方法。

[請求項17] スリットコート方式により前記電極形成面に前記アレイアンテナ用液晶配向剤を塗布する、請求項１４～１６のいずれか一項に記載のアレイアンテナの製造方法。

[図1]


11
10
12(15)
28
27
A3
A1
A2
26

[図2]


16
17
16
15
12
22
17
17
21
21
21
14
23
13
20
24
25
18
19
11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/041331

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. H01Q3/34(2006.01)i, C08G73/10(2006.01)i, C08L79/08(2006.01)i, C08L101/12(2006.01)i, H01P11/00(2006.01)i, H01Q3/44(2006.01)i, H01Q13/22(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i
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)
Int.Cl. H01Q3/34, C08G73/10, C08L79/08, C08L101/12, H01P11/00, H01Q3/44, H01Q13/22, H01Q21/06

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 1971-2019
Registered utility model specifications of Japan 1996-2019
Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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.
Y	WO 2017/115672 A1 (SHARP CORPORATION) 06 July 2017, paragraphs [0065], [0254], [0263], fig. 1 & CN 108432047 A	1-17
Y	JP 2012-012493 A (NISSAN CHEMICAL INDUSTRIES, LTD.) 19 January 2012, paragraphs [0002]-[0013] (Family: none)	1-17
Y	JP 2014-065303 A (HITACHI, LTD.) 17 April 2014, paragraph [0121] & JP 2010-34027 A	5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
11.01.2019	22.01.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０４１３３１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01Q3/34(2006.01)i, C08G73/10(2006.01)i, C08L79/08(2006.01)i, C08L101/12(2006.01)i, H01P11/00(2006.01)i, H01Q3/44(2006.01)i, H01Q13/22(2006.01)i, H01Q21/06(2006.01)i

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））

Int.Cl.　H01Q3/34, C08G73/10, C08L79/08, C08L101/12, H01P11/00, H01Q3/44, H01Q13/22, H01Q21/06

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
Y	WO 2017/115672 A1（シャープ株式会社）2017.07.06, [0065], [0254], [0263], 図１ & CN 108432047 A	1-17
Y	JP 2012-012493 A（日産化学工業株式会社）2012.01.19, [0002]-[0013]（ファミリーなし）	1-17
Y	JP 2014-065303 A（株式会社日立製作所）2014.04.17, [0121] & JP 2010-34027 A	5

☐　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矛盾するものではなく、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	国際調査報告の発送日
１１．０１．２０１９	２２．０１．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｋ　４６８４
米倉　秀明
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６