

(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
2018年2月22日(22.02.2018)



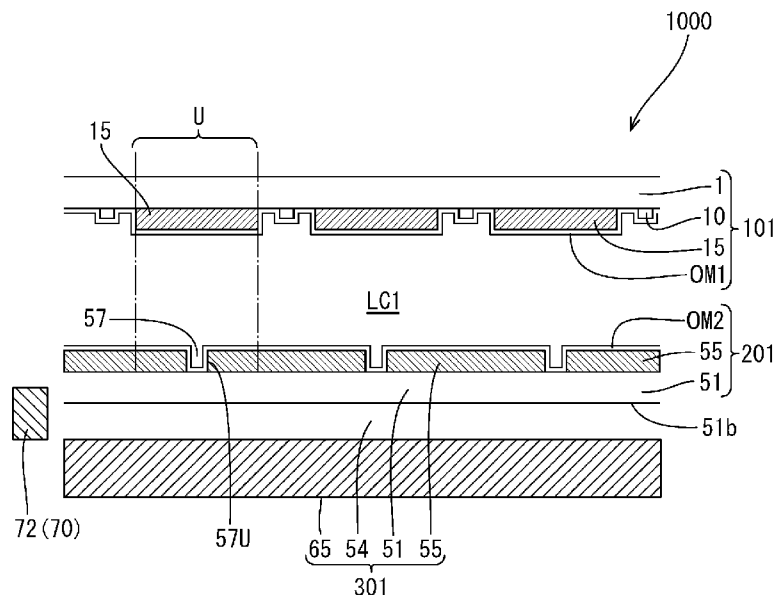
(10) 国際公開番号
WO 2018/034223 A1

- (51) 国際特許分類:
H01Q 13/22 (2006.01) *G02F 1/1339* (2006.01)
C09K 19/12 (2006.01) *G02F 1/1368* (2006.01)
C09K 19/18 (2006.01) *H01Q 3/34* (2006.01)
G02F 1/13 (2006.01) *H01Q 3/44* (2006.01)
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 水崎 真伸(MIZUSAKI Masanobu). 箕浦 潔(MINOURA Kiyoshi).
- (74) 代理人: 特許業務法人暁合同特許事務所(AKATSUKI UNION PATENT FIRM); 〒4600008 愛知県名古屋市中区栄二丁目1番1号日土地名古屋ビル5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,
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/029044
- (22) 国際出願日: 2017年8月10日(10.08.2017)
- (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 2016-160007 2016年8月17日(17.08.2016) JP

(54) Title: LIQUID CRYSTAL CELL FOR SCANNING ANTENNA, AND METHOD FOR MANUFACTURING LIQUID CRYSTAL CELL FOR SCANNING ANTENNA

(54) 発明の名称: 走査アンテナ用液晶セル、及び走査アンテナ用液晶セルの製造方法

[図2]



(57) Abstract: The liquid crystal cell of the present invention is provided with: a TFT substrate 101 having a first dielectric substrate 1 and a plurality of TFTs and patch electrodes supported by the first dielectric substrate 1; a slot substrate 201 having a second dielectric substrate 51 and slot electrodes including a plurality of slots supported on the second dielectric substrate 51; a liquid crystal layer LC interposed between the TFT substrate 101 and the slot substrate 201 which are



WO 2018/034223 A1

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))

disposed such that the patch electrode side and the slot electrode side face each other; and a sealing material S that is interposed between the TFT substrate 101 and the slot substrate 201 so as to surround the liquid crystal layer LC. The liquid crystal layer LC includes a liquid crystal compound containing an isothiocyanate group, and the sealing material S includes an ene-thiol compound obtained by binding an enic compound and a thiol compound using radicals.

(57) 要約 : 本発明の液晶セルは、第1誘電体基板1、第1誘電体基板1に支持された複数のTFT及びパッチ電極を有するTFT基板101と、第2誘電体基板51、第2誘電体基板51に支持された複数のスロットを含むスロット電極を有するスロット基板201と、パッチ電極側とスロット電極側とが対向する形で配されたTFT基板101とスロット基板201との間に介在される液晶層LCと、TFT基板101とスロット基板201との間において液晶層LCを取り囲む形で介在されるシール材Sとを備える。液晶層LCは、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含み、シール材Sは、エン化合物とチオール化合物とが、ラジカルを利用して結合したエン・チオール系化合物を含む。

明 細 書

発明の名称：

走査アンテナ用液晶セル、及び走査アンテナ用液晶セルの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、走査アンテナ用液晶セル、及び走査アンテナ用液晶セルの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 移動体通信、衛星放送等に利用されるアンテナは、ビーム方向を変更可能なビーム走査機能を必要とする。このような機能を有するアンテナとして、液晶材料（ネマチック液晶、高分子分散液晶を含む）の大きな誘電異方性（複屈折率）を利用した走査アンテナが提案されている（例えば、特許文献1～3）。この種の走査アンテナは、一对の電極付き基板間で液晶層を挟んだ構成（つまり、走査アンテナ用の液晶セル）を備えている。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：特表2013-539949号公報
特許文献2：特表2016-512408号公報
特許文献3：特表2009-538565号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 走査アンテナでは、ギガヘルツ帯で十分なレベルの誘電率異方性（ $\Delta \epsilon$ ）を有する液晶化合物が必要とされる。そのため、走査アンテナ用の液晶化合物としては、高い誘電率異方性を備えたイソチオシアネート基含有液晶化合物の使用が、実質的に必要不可欠の状態となっている。

[0005] しかしながら、イソチオシアネート基含有液晶化合物は、光（紫外線、可視光等）に弱く、かつ酸化され易い性質を備えており、その結果として、液晶セルの基板間における電圧保持率（VHR：Voltage Holding Ratio）を大幅

に低下させる原因となってしまうことがあった。電圧保持率が低下すると、走査アンテナで動作不良が発生するため、問題となっている。

[0006] ここで、液晶セル内でイソチオシアネート基含有液晶化合物から、電圧保持率の低下の原因となる不純物が形成されるメカニズムを、図1を参照しつつ説明する。図1は、イソチオシアネート基含有液晶化合物から、安定ラジカルを含む不純物が形成されるメカニズムを示す説明図である。図1に示されるように、化学式(a-1)に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物は、フェニレン基にイソチオシアネート基が結合した構造($-C_6H_4-N=C=S$)を備えており、そのイソチオシアネート基が液晶セルの外部から浸入した水分(H_2O)や、周囲に存在する活性水素を備えた官能基(例えば、カルボキシル基、ヒドロキシル基等)と反応し易い。そのような反応の結果、イソチオシアネート基含有液晶化合物からは、チオウレタン結合を有する化合物や、化学式(a-2)に示されるような、他の結合($-C_6H_4-NH-CS-O-$)を有する化合物が形成される。これらの結合は、光が照射されると容易に開裂(光開裂)し、化学式(a-3)及び化学式(a-4)に示されるような、それぞれラジカルを含む1組の化合物を形成する。

[0007] それらのうち、化学式(a-3)に示される化合物は、特に酸素と反応し易い。化学式(a-3)が酸化されると、活性の高い安定なラジカルを含む化合物(化学式(a-5)に示される化合物)が形成される。このようなラジカルは液晶層中で消失し難いため、ラジカルに起因して液晶層中でイオン成分が発生する確率が高くなり、液晶セルの電圧保持率の低下が引き起こされる。

[0008] ところで、イソチオシアネート基含有液晶化合物は、通常、フェニレン基が複数個連なった構造を備えている。フェニレン基の数が多くなるほど、光吸収は長波長領域(350nm以上、又は400nm以上の光)で起こり易くなる。また、複数個のフェニレン基の間にトラン基が含まれていると、更に長波長(400nm以上、又は420nm以上の光)を吸収し易くなり、上述したチオウレタン結合等の光開裂によるラジカル形成、及び形成された

ラジカルに対する酸化反応が起こり易くなる。

[0009] 本発明の目的は、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶層を使用し、電圧保持率の低下が抑制された走査アンテナ用の液晶セル等を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明に係る走査アンテナ用液晶セルは、第1誘電体基板と、前記第1誘電体基板に支持された複数のTF T及び前記TF Tに電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有するTF T基板と、第2誘電体基板と、前記第2誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板と、前記パッチ電極に対して前記スロットが対応して配置されるように、前記パッチ電極側と前記スロット電極側とが対向する形で配された前記TF T基板と前記スロット基板との間に介在される液晶層と、前記TF T基板と前記スロット基板との間において前記液晶層を取り囲む形で介在されるシール材とを備え、前記液晶層は、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含み、前記シール材は、エン化合物とチオール化合物とが、ラジカルを利用して結合したエン・チオール系化合物を含むことを特徴とする。なお、本明細書において、エン化合物とチオール化合物とが、ラジカルを利用して結合した化合物を、エン・チオール系化合物と称する。

[0011] 前記走査アンテナ用液晶セルにおいて、前記イソチオシアネート基含有液晶化合物は、後述する下記化学式(5-1)及び化学式(5-2)の何れかに示される構造を含むことが好ましい。

[0012] 前記走査アンテナ用液晶セルにおいて、前記チオール化合物は、一分子中に2個以上のチオール基を含むことが好ましい。

[0013] 前記走査アンテナ用液晶セルにおいて、前記エン化合物は、一分子中に2個以上の炭素-炭素二重結合を含むことが好ましい。

[0014] 前記走査アンテナ用液晶セルにおいて、前記シール材は、前記TF T基板と前記スロット基板との間において前記液晶層を取り囲む形で介在され、外側と前記液晶層側とを連通する孔部を含む注入口部を有するシール本体部と

、前記注入口部の前記孔部を封止する封止部とを有し、前記シール本体部、及び／又は前記封止部が、前記エン・チオール系化合物を含むことが好ましい。

[0015] 前記走査アンテナ用液晶セルにおいて、前記 T F T 基板、及び／又は前記スロット基板は、液晶層側に配され、ポリイミド系樹脂で構成された配向膜を有することが好ましい。

[0016] また、本発明に係る走査アンテナ用液晶セルの製造方法は、第 1 誘電体基板と、前記第 1 誘電体基板に支持された複数の T F T 及び前記 T F T に電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有する T F T 基板、又は第 2 誘電体基板と、前記第 2 誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板の何れか一方の基板に、エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤を含みつつ、光及び／又は熱により硬化する O D F 用シール材組成物を枠状に付与する工程と、前記一方の基板上に、O D F 法により、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶材料を枠状の前記 O D F 用シール材組成物の内側に付与する工程と、前記一方の基板上の前記 O D F 用シール材組成物を仮硬化する工程と、前記 O D F 用シール材組成物を挟む形で前記一方の基板と他方の基板とを貼り合わせる工程と、前記 O D F 用シール材組成物を本硬化する工程とを有する。

[0017] また、本発明に係る他の走査アンテナ用液晶セルの製造方法は、第 1 誘電体基板と、前記第 1 誘電体基板に支持された複数の T F T 及び前記 T F T に電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有する T F T 基板、又は第 2 誘電体基板と、前記第 2 誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板の何れか一方の基板に、光及び／又は熱により硬化するシール材組成物を一部切り欠かれたような枠状に付与する工程と、前記一方の基板上の前記シール材組成物を仮硬化する工程と、前記シール材組成物を挟む形で前記一方の基板と他方の基板とを貼り合わせる工程と、前記 O D F 用シール材組成物を本硬化する工程と、本硬化後の前記シール材組成物のうち、前記一部切り欠かれた部分からなる注入口部から、真空注入法

により、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶材料を注入する工程と、前記注入口部を塞ぐように、エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤を含みつつ、光及び／又は熱により硬化する封止材組成物を付与する工程と、前記封止材組成物を硬化させて前記封止部を形成する工程とを有する。

[0018] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記ラジカル重合開始剤は、光によりラジカルを生成する光ラジカル重合開始剤又は熱によりラジカルを生成する熱ラジカル重合開始剤からなるものが好ましい。

[0019] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記ラジカル重合開始剤は、ベンジル基又はチオキサントン基を有する化合物からなるものであってもよい。

[0020] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記ラジカル重合開始剤は、アゾ化合物からなるものであってもよい。

[0021] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記ラジカル重合開始剤は、有機過酸化物からなるものであってもよい。

[0022] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記チオール化合物は、一分子中に2個以上のチオール基を含むものが好ましい。

[0023] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記エン化合物は、一分子中に2個以上の炭素-炭素二重結合を含むものが好ましい。

[0024] 前記走査アンテナ用液晶セルの製造方法において、前記TFTE基板、及び／又は前記スロット基板は、液晶層側に配され、ポリイミド系樹脂で構成された配向膜を有するものが好ましい。

発明の効果

[0025] 本発明によれば、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶層を使用し、電圧保持率の低下が抑制された走査アンテナ用の液晶セル等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]イソチオシアネート基含有液晶化合物から、安定ラジカルを有する不純

物が形成されるメカニズムを示す説明図

[図2]実施形態1に係る走査アンテナの一部を模式的に表した断面図

[図3]走査アンテナが備えるTF T基板を模式的に表した平面図

[図4]走査アンテナが備えるスロット基板を模式的に表した平面図

[図5]TF T基板のアンテナ単位領域を模式的に表した断面図

[図6]TF T基板のアンテナ単位領域を模式的に表した平面図

[図7]スロット基板のアンテナ単位領域を模式的に表した断面図

[図8]走査アンテナのアンテナ単位を構成するTF T基板、液晶層及びスロット基板を模式的に表した断面図

[図9]液晶セルの構成を模式的に表した断面図

[図10]真空注入法により液晶材料が注入された液晶セルの注入口部及び封止部付近を模式的に表した拡大図

[図11]エン化合物とチオール化合物との反応を利用した酸素捕捉機構を示す説明図

[図12]滴下注入法を利用して液晶セルを作製する工程を示すフロー図

[図13]真空注入法を利用して液晶セルを作製する工程を示すフロー図

発明を実施するための形態

[0027] [実施形態1]

(走査アンテナの基本構造)

走査アンテナは、ビーム方向を変更可能なビーム走査機能を備えており、液晶材料の大きな誘電率 $M(\epsilon M)$ の異方性(複屈折率)を利用した複数のアンテナ単位を備えた構造を有する。走査アンテナは、各アンテナ単位の液晶層に印加する電圧を制御し、各アンテナ単位の液晶層の実効的な誘電率 $M(\epsilon M)$ を変化させることで、静電容量の異なる複数のアンテナ単位で2次元的なパターンを形成する。なお、液晶材料の誘電率は周波数分散を有するため、本明細書では、マイクロ波の周波数帯における誘電率を、特に「誘電率 $M(\epsilon M)$ 」と表記する。

[0028] 走査アンテナから出射される、又は走査アンテナによって受信される電磁

波（例えば、マイクロ波）には、各アンテナ単位の静電容量に応じた位相差が与えられ、静電容量の異なる複数のアンテナ単位によって形成された２次元的なパターンに応じて、特定の方向に強い指向性を有することになる（ビーム走査）。例えば、走査アンテナから出射される電磁波は、入力電磁波が各アンテナ単位に入射し、各アンテナ単位で散乱された結果得られる球面波を、各アンテナ単位によって与えられる位相差を考慮して積分することによって得られる。

[0029] ここで、本発明の一実施形態に係る走査アンテナの基本構造を、図２等を参照しつつ説明する。図２は、実施形態１に係る走査アンテナ１０００の一部を模式的に表した断面図である。本実施形態の走査アンテナ１０００は、スロット５７が同心円状に配列されたラジアルインラインスロットアンテナである。図２には、同心円状に配列されたスロットの中心近傍に設けられた給電ピン７２から半径方向に沿った断面の一部が模式的に示されている。なお、他の実施形態では、スロットの配列が公知の種々の配列（例えば、螺旋状、マトリクス状）であってもよい。

[0030] 走査アンテナ１０００は、主として、ＴＦＴ基板１０１と、スロット基板２０１と、これらに配される液晶層ＬＣと、反射導電板６５とを備えている。走査アンテナ１０００は、ＴＦＴ基板１０１側からマイクロ波を送受信する構成となっている。ＴＦＴ基板１０１及びスロット基板２０１は、液晶層ＬＣを挟んで互いに対向する形で配置されている。

[0031] ＴＦＴ基板１０１は、ガラス基板等の誘電体基板（第１誘電体基板の一例）１と、誘電体基板１の液晶層ＬＣ側に形成された複数のパッチ電極１５及び複数のＴＦＴ（thin film transistor）１０と、液晶層ＬＣ側の最表面に形成された配向膜ＯＭ１とを備えている。各ＴＦＴ１０には、図２で図示されないゲートバスライン及びソースバスラインが接続されている。

[0032] スロット基板２０１は、ガラス基板等の誘電体基板（第２誘電体基板の一例）５１と、誘電体基板５１の液晶層ＬＣ側に形成されたスロット電極５５と、液晶層ＬＣ側の最表面に形成された配向膜ＯＭ２とを備えている。スロ

ット電極55は、複数のスロット57を備えている。

[0033] T F T基板101及びスロット基板201に使用される誘電体基板1, 51としては、マイクロ波に対する誘電損失が小さいことが好ましく、ガラス基板以外にプラスチック基板を利用することができる。誘電体基板1, 51の厚みは、特に制限はないが、例えば、400 μ m以下が好ましく、300 μ m以下がより好ましい。なお、誘電体基板1, 51の厚みの下限は、特に制限はなく、製造プロセス等において耐え得る強度を備えるものであればよい。

[0034] 反射導電板65は、スロット基板201に対して空気層54を介して対向する形で配されている。なお、他の実施形態においては、空気層54に代えて、マイクロ波に対する誘電率Mが小さい誘電体（例えば、P T F E等のフッ素樹脂）で形成される層を用いてもよい。本実施形態の走査アンテナ1000において、スロット電極55と、反射導電板65と、これらの間の誘電体基板51及び空気層54が導波路301として機能する。

[0035] パッチ電極15と、スロット57を含むスロット電極55の部分（以下、「スロット電極単位57U」と称する場合がある）と、これらの間の液晶層LCとがアンテナ単位Uを構成する。各々のアンテナ単位Uにおいて、1つの島状のパッチ電極15が、1つの孔状のスロット57（スロット電極単位57U）と対向するように液晶層LCを介して対向しており、それぞれ液晶容量が構成される。本実施形態の走査アンテナ1000では、複数のアンテナ単位Uが同心円状に配列されている。なお、アンテナ単位Uは、液晶容量と電氣的に並列に接続された補助容量を備えている。

[0036] スロット電極55は、各スロット電極単位57Uにおいてアンテナ単位Uを構成すると共に、導波路301の壁としても機能する。そのためスロット電極55には、マイクロ波の透過を抑制する機能が必要であり、比較的厚みのある金属層から構成される。このような金属層としては、例えば、Cu層、Al層等が挙げられる。例えば、10GHzのマイクロ波を1/150まで低減するためには、Cu層の厚みは3.3 μ m以上に設定され、Al層の

厚みは $4.0\ \mu\text{m}$ 以上に設定される。また、 $30\ \text{GHz}$ のマイクロ波を $1/150$ まで低減するためには、Cu層の厚みは $1.9\ \mu\text{m}$ 以上に設定され、Al層の厚みは $2.3\ \mu\text{m}$ 以上に設定される。スロット電極55を構成する金属層の厚みの上限については、特に制限はないものの、後述するように配向膜OM2の形成を考慮すると、薄ければ薄い方が好ましいと言える。なお、金属層として、Cu層を用いると、Al層よりも薄くできるという利点を有する。スロット電極55の形成方法としては、従来の液晶表示装置の技術で利用される薄膜堆積法や、金属箔（例えば、Cu箔、Al箔）を基板上に貼り付ける等の他の方法が用いられてもよい。金属層の厚みは、例えば、 $2\ \mu\text{m}$ 以上 $30\ \mu\text{m}$ 以下に設定される。また、薄膜堆積法を用いて金属層を形成する場合、金属層の厚みは例えば、 $5\ \mu\text{m}$ 以下に設定される。反射導電板65は、例えば厚みが数mmのアルミニウム板、銅板等を用いることができる。

[0037] パッチ電極15は、スロット電極55のように導波路301を構成するものではないため、スロット電極55よりも厚みの小さい金属層によって構成される。なお、スロット電極55のスロット57付近の自由電子の振動がパッチ電極15内の自由電子の振動を誘起する際に熱に変わるロスを避けるために、抵抗が低い方が好ましい。量産性等の観点からは、Cu層よりもAl層を用いることが好ましく、Al層の厚みは例えば、 $0.5\ \mu\text{m}$ 以上 $2\ \mu\text{m}$ 以下が好ましい。

[0038] アンテナ単位Uの配列ピッチは、特許文献1に記載されているように、マイクロ波の波長を λ とすると、例えば、 $\lambda/4$ 以下、及び/又は $\lambda/5$ 以下に設定される。波長 λ は、例えば $25\ \text{mm}$ であり、その場合の配列ピッチは、例えば、 $6.25\ \text{mm}$ 以下、及び/又は $5\ \text{mm}$ 以下に設定される。

[0039] 走査アンテナ1000は、アンテナ単位Uが有する液晶容量の静電容量値を変化させることによって、各パッチ電極15から励振（再輻射）されるマイクロ波の位相を変化させる。したがって、液晶層LCとしては、マイクロ波に対する誘電率 $M(\epsilon M)$ の異方性 $(\Delta \epsilon M)$ が大きいことが好ましく、

また $\tan \delta M$ （マイクロ波に対する誘電正接）は小さいことが好ましい。例えば、M. Wittek et al., SID 2015 DIGEST pp.824-826に記載の $\Delta \epsilon M$ が4以上で、 $\tan \delta M$ が0.02以下（いずれも19 GHzの値）を好適に用いることができる。この他、九鬼、高分子55巻8月号pp.599-602(2006)に記載の $\Delta \epsilon M$ が0.4以上、 $\tan \delta M$ が0.04以下の液晶材料を用いることができる。

[0040] 液晶材料の誘電率は一般的に周波数分散を有するものの、マイクロ波に対する誘電異方性 $\Delta \epsilon M$ は、可視光に対する屈折率異方性 Δn と正の相関がある。そのため、マイクロ波に対するアンテナ単位の液晶材料は、可視光に対する屈折率異方性 Δn が大きい材料が好ましいと言える。ここで550 nmの光に対する Δn （複屈折率）を指標に用いると、 Δn が0.3以上、好ましくは0.4以上のネマチック液晶が、マイクロ波に対するアンテナ単用に用いられる。 Δn の上限は特に制限はない。液晶層LCの厚みは、例えば、1 μm 以上500 μm 以下に設定される。

[0041] 図3は、走査アンテナ1000が備えるTF T基板101を模式的に表した平面図であり、図4は、走査アンテナ1000が備えるスロット基板201を模式的に表した平面図である。なお、アンテナ単位Uに対応するTF T基板101の領域、及びスロット基板201の領域を、説明の便宜上、共に「アンテナ単位領域」と称し、アンテナ単位と同じ参照符号を、それらの参照符号とする。また、図3及び図4に示されるように、TF T基板101及びスロット基板201において、2次元的に配列された複数のアンテナ単位領域Uによって画定される領域を「送受信領域R1」と称し、送受信領域R1以外の領域を「非送受信領域R2」と称する。非送受信領域R2には、端子部、駆動回路等が配設されている。

[0042] 送受信領域R1は、平面視した際、円環状をなしている。非送受信領域R2は、送受信領域R1の中心部に位置する第1非送受信領域R2aと、送受信領域R1の周縁に配される第2非送受信領域R2bとを含んでいる。送受信領域R1の外径は、例えば200 mm以上1,500 mm以下であり、通

信量等に応じて適宜、設定される。

[0043] T F T基板 1 0 1 の送受信領域 R 1 には、誘導体基板 1 に支持された複数のゲートバスライン G L 及び複数のソースバスライン S L が設けられており、これらの配線を利用して各アンテナ単位領域 U の駆動が制御される。各々のアンテナ単位領域 U は、T F T 1 0 と、T F T 1 0 に電氣的に接続されたパッチ電極 1 5 とを含んでいる。T F T 1 0 のソース電極はソースバスライン S L に電氣的に接続され、ゲート電極はゲートバスライン G L に電氣的に接続されている。また、T F T 1 0 のドレイン電極は、パッチ電極 1 5 と電氣的に接続されている。

[0044] 非送受信領域 R 2 (第 1 非送受信領域 R 2 a、第 2 非送受信領域 R 2 b) には、送受信領域 R 1 を取り囲むようにシール材 (不図示) が形成されたシール領域 R s が配設されている。シール材は、T F T基板 1 0 1 及びスロット基板 2 0 1 を互いに接着させると共に、これらの基板 1 0 1, 2 0 1 間で液晶材料 (液晶層 L C) を封止する機能等を有する。なお、シール材の詳細は、後述する。

[0045] 非送受信領域 R 2 のうち、シール領域 R 2 の外側には、ゲート端子部 G T、ゲートドライバ G D、ソース端子部 S T 及びソースドライバ S D が配設されている。各々のゲートバスライン G L は、ゲート端子部 G T を介してゲートドライバ G D に接続されており、また、各々のソースバスライン S L は、ソース端子部 S T を介してソースドライバ S D に接続されている。なお、本実施形態では、ソースドライバ S D 及びゲートドライバ G D の双方が、T F T基板 1 0 1 の誘電体基板 1 上に形成されているが、これらのドライバの一方又は双方は、スロット基板 2 0 1 の誘電体基板 5 1 上に形成されてもよい。

[0046] また、非送受信領域 R 2 には複数のトランスファー端子部 P T が設けられている。トランスファー端子部 P T は、スロット基板 2 0 1 のスロット電極 5 5 と電氣的に接続されている。本実施形態では、第 1 非送受信領域 R 2 a 及び第 2 非送受信領域 R 2 b の双方に、トランスファー端子部 P T が配設さ

れている。他の実施形態においては、何れか一方の領域のみにトランスファー端子部 P T が配設される構成であってもよい。また、本実施形態の場合、トランスファー端子部 P T は、シール領域 R s 内に配設されている。そのため、シール材として、導電性粒子（導電性ビーズ）を含有する導電性樹脂が用いられる。

[0047] 図4に示されるように、スロット基板 201 では、誘電体基板 51 上にスロット電極 55 が、送受信領域 R1 及び非送受信領域 R2 に亘って形成されている。なお、図4には、液晶層 LC 側から見たスロット基板 201 の表面が示されており、説明の便宜上、最表面に形成されている配向膜 OM2 が取り除かれている。

[0048] スロット基板 201 の送受信領域 R1 において、スロット電極 55 には複数のスロット 57 が配設されている。これらのスロット 57 は、TFT 基板 101 のアンテナ単位領域 U にそれぞれ 1 つずつ割り当てられている。本実施形態の場合、複数のスロット 57 は、ラジアルインラインスロットアンテナを構成するように、互いに概ね直交する方向に延びる一対のスロット 57 が同心円状に配置されている。このような一対のスロット 57 を有するため、走査アンテナ 1000 は、円偏波を送受信することができる。

[0049] スロット基板 201 における非送受信領域 R2 には、スロット電極 55 の端子部 I T が複数設けられている。端子部 I T は、TFT 基板 101 のトランスファー端子部 P T と電氣的に接続される。本実施形態の場合、端子部 I T は、シール領域 R s 内に配設されており、上述したように、導電性粒子（導電性ビーズ）を含む導電性樹脂からなるシール材によって対応するトランスファー端子部 P T と電氣的に接続される。

[0050] また、第1非送受信領域 R2a には、スロット 57 がなす同心円の中心に配置する形で、給電ピン 72 が設けられている。この給電ピン 72 によって、スロット電極 55、反射導電板 65 及び誘電体基板 51 で構成された導波路 301 にマイクロ波が供給される。なお、給電ピン 72 は、給電装置 70 に接続されている。なお、給電方式としては、直結給電方式及び電磁結合方

式の何れであってもよく、公知の給電構造を採用することができる。

[0051] 以下、TFT基板101、スロット基板201及び導波路301について、詳細に説明する。

[0052] <TFT基板101の構造>

図5は、TFT基板101のアンテナ単位領域Uを模式的に表した断面図であり、図6は、TFT基板101のアンテナ単位領域Uを模式的に表した平面図である。図5及び図6には、それぞれ送受信領域R1の一部の断面構成が示されている。

[0053] TFT基板101の各々のアンテナ単位領域Uは、誘電体基板（第1誘電体基板）1と、誘電体基板1に支持されたTFT10と、TFT10を覆う第1絶縁層11と、第1絶縁層11上に形成されTFT10に電氣的に接続されたパッチ電極15と、パッチ電極15を覆う第2絶縁層17と、第2絶縁層17を覆う配向膜OM1とをそれぞれ備えている。

[0054] TFT10は、ゲート電極3、島状の半導体層5、ゲート電極3と半導体層5との間に配されるゲート絶縁層4、ソース電極7S及びドレイン電極7Dを備える。本実施形態のTFT10は、ボトムゲート構造を有するチャンネルエッチ型である。なお、他の実施形態においては、他の構造のTFTであってもよい。

[0055] ゲート電極3は、ゲートバスラインGLに電氣的に接続されており、ゲートバスラインGLから走査信号が供給される。ソース電極7Sは、ソースバスラインSLに電氣的に接続されており、ソースバスラインSLからデータ信号が供給される。ゲート電極3及びゲートバスラインGLは、同じ導電膜（ゲート用導電膜）から形成されてもよい。また、ソース電極7S、ドレイン電極7D及びソースバスラインSLは同じ導電膜（ソース用導電膜）から形成されてもよい。ゲート用導電膜及びソース用導電膜は、例えば、金属膜からなる。なお、ゲート用導電膜を用いて形成された層を「ゲートメタル層」と称し、ソース用導電膜を用いて形成された層を「ソースメタル層」と称する場合がある。

- [0056] 半導体層5は、ゲート絶縁層4を介してゲート電極3と重なるように配置されている。図5に示されるように、半導体層5上に、ソースコンタクト層6S及びドレインコンタクト層6Dが形成されている。ソースコンタクト層6S及びドレインコンタクト層6Dは、それぞれ、半導体層5のうちチャンネルが形成される領域（チャンネル領域）の両側に対峙する形で配置されている。本実施形態の場合、半導体層5は真性アモルファスシリコン（ $i-a-Si$ ）層かなり、ソースコンタクト層6S及びドレインコンタクト層6Dは n^+ 型アモルファスシリコン（ n^+-a-Si ）層からなる。なお、他の実施形態においては、半導体層5を、ポリシリコン層、酸化物半導体層等から構成してもよい。
- [0057] ソース電極7Sは、ソースコンタクト層6Sに接するように設けられ、ソースコンタクト層6Sを介して半導体層5に接続されている。ドレイン電極7Dは、ドレインコンタクト層6Dに接するように設けられ、ドレインコンタクト層6Dを介して半導体層5に接続されている。
- [0058] 第1絶縁層11は、TFT10のドレイン電極7Dに達するコンタクトホールCH1を備えている。
- [0059] パッチ電極15は、第1絶縁層11上及びコンタクトホールCH1内に設けられており、コンタクトホールCH1内でドレイン電極7Dと接している。パッチ電極15は、主として、金属層から構成される。なお、パッチ電極15は、金属層のみから形成された金属電極であってもよい。パッチ電極15の材料は、ソース電極7S及びドレイン電極7Dと同じであってもよい。パッチ電極15における金属層の厚み（パッチ電極15が金属電極の場合は、パッチ電極15の厚み）は、ソース電極7S及びドレイン電極7Dの厚みと同じであってもよいが、それらよりも大きい方が好ましい。パッチ電極15の厚みが大きいと、電磁波の透過率が低く抑えられ、パッチ電極のシート抵抗が低減し、パッチ電極内の自由電子の振動が熱に変わるロスが低減する。
- [0060] また、ゲートバスラインGLと同じ導電膜を用いて、CSバスラインCL

が設けられてもよい。CSバスラインCLは、ゲート絶縁層4を介してドレイン電極7D（又はドレイン電極7Dの延長部分）と重なるように配置され、ゲート絶縁層4を誘電体層とする補助容量CSを構成してもよい。

[0061] 本実施形態では、ソースメタル層とは異なる層内にパッチ電極15が形成されている。そのため、ソースメタル層の厚みとパッチ電極15の厚みとを互いに独立して制御できる構成となっている。

[0062] パッチ電極15は、主層としてCu層又はAl層を含んでもよい。走査アンテナの性能はパッチ電極15の電気抵抗と相関があり、主層の厚みは、所望の抵抗が得られるように設定される。パッチ電極15は、電子の振動を阻害しない程度に低抵抗であることが好ましい。パッチ電極15における金属層の厚みは、Al層で形成する場合、例えば0.5 μ m以上に設定される。

[0063] 配向膜OM1は、ポリイミド系樹脂からなる。配向膜OM1の詳細は後述する。

[0064] TFT基板101は、例えば、以下に示される方法で製造される。先ず、誘電体基板1を用意する。誘導体基板1としては、例えば、ガラス基板、耐熱性を有するプラスチック基板等を用いることができる。そのような誘電体基板1上に、ゲート電極3及びゲートバスラインGLを含むゲートメタル層を形成する。

[0065] ゲート電極3は、ゲートバスラインGLと一体的に形成され得る。ここでは、誘電体基板1上に、スパッタ法等によって、ゲート用導電膜（厚み：例えば50nm以上500nm以下）を形成する。次いで、ゲート用導電膜をパターニングすることによって、ゲート電極3及びゲートバスラインGLが形成される。ゲート用導電膜の材料は特に限定されないが、例えば、アルミニウム（Al）、タングステン（W）、モリブデン（Mo）、タンタル（Ta）、クロム（Cr）、チタン（Ti）、銅（Cu）等の金属又はその合金、若しくはその金属窒化物を含む膜を適宜用いることができる。ここでは、ゲート用導電膜として、MoN（厚み：例えば50nm）、Al（厚み：例えば200nm）及びMoN（厚み：例えば50nm）をこの順で積層した

積層膜を形成する。

[0066] 次いで、ゲートメタル層を覆うようにゲート絶縁層4を形成する。ゲート絶縁層4は、CVD法等によって形成され得る。ゲート絶縁層4としては、酸化珪素 (SiO_2) 層、窒化珪素 (SiN_x) 層、酸化窒化珪素 (SiO_xN_y ; $x > y$) 層、窒化酸化珪素 (SiN_xO_y ; $x > y$) 層等を適宜用いることができる。ゲート絶縁層4は積層構造を有していてもよい。ここでは、ゲート絶縁層4として、 SiN_x 層 (厚み: 例えば410nm) を形成する。

[0067] 次いで、ゲート絶縁層4上に半導体層5及びコンタクト層を形成する。ここでは、真性アモルファスシリコン膜 (厚み: 例えば125nm) 及び n^+ 型アモルファスシリコン膜 (厚み: 例えば65nm) をこの順で形成し、パターンニングすることにより、島状の半導体層5及びコンタクト層を得る。なお、半導体層5に用いる半導体膜はアモルファスシリコン膜に限定されない。例えば、半導体層5として酸化物半導体層を形成してもよい。この場合には、半導体層5とソース・ドレイン電極との間にコンタクト層を設けなくてもよい。

[0068] 次いで、ゲート絶縁層4上及びコンタクト層上にソース用導電膜 (厚み: 例えば50nm以上500nm以下) を形成し、これをパターンニングすることによって、ソース電極7S、ドレイン電極7D及びソースバスラインSLを含むソースメタル層を形成する。このとき、コンタクト層もエッチングされ、互いに分離されたソースコンタクト層6Sとドレインコンタクト層6Dとが形成される。

[0069] ソース用導電膜の材料は特に限定されず、例えば、アルミニウム (Al)、タングステン (W)、モリブデン (Mo)、タンタル (Ta)、クロム (Cr)、チタン (Ti)、銅 (Cu) 等の金属またはその合金、若しくはその金属窒化物を含む膜を適宜用いることができる。ここでは、ソース用導電膜として、 MoN (厚み: 例えば30nm)、Al (厚み: 例えば200nm) 及び MoN (厚み: 例えば50nm) をこの順で積層した積層膜を形成

する。

- [0070] ここでは、例えば、スパッタ法でソース用導電膜を形成し、ウェットエッチングによりソース用導電膜のパターニング（ソース・ドレイン分離）を行う。この後、例えばドライエッチングにより、コンタクト層のうち、半導体層5のチャネル領域となる領域上に位置する部分を除去してギャップ部を形成し、ソースコンタクト層6S及びドレインコンタクト層6Dとに分離する。このとき、ギャップ部において、半導体層5の表面近傍もエッチングされる（オーバーエッチング）。
- [0071] 次に、TFT10を覆うように第1絶縁層11を形成する。この例では、第1絶縁層11は、半導体層5のチャネル領域と接するように配置される。また、公知のフォトリソグラフィ技術により、第1絶縁層11に、ドレイン電極7Dに達するコンタクトホールCH1を形成する。
- [0072] 第1絶縁層11は、例えば、酸化珪素（ SiO_2 ）膜、窒化珪素（ SiN_x ）膜、酸化窒化珪素（ SiO_xN_y ； $x > y$ ）膜、窒化酸化珪素（ SiN_xO_y ； $x > y$ ）膜等の無機絶縁層であってもよい。ここでは、第1絶縁層11として、例えばCVD法により、厚みが例えば330nmの SiN_x 層を形成する。
- [0073] 次いで、第1絶縁層11上及びコンタクトホールCH1内にパッチ用導電膜を形成し、これをパターニングする。これにより、送受信領域R1にパッチ電極15を形成する。なお、非送受信領域R2には、パッチ電極15と同じ導電膜（パッチ用導電膜）からなるパッチ接続部を形成する。パッチ電極15は、コンタクトホールCH1内でドレイン電極7Dと接する。
- [0074] パッチ用導電膜の材料としては、ゲート用導電膜又はソース用導電膜と同様の材料が用いられ得る。ただし、パッチ用導電膜は、ゲート用導電膜及びソース用導電膜よりも厚くなるように設定されることがこのましい。パッチ用導電膜の好適な厚さは、例えば、 $1\mu\text{m}$ 以上 $30\mu\text{m}$ 以下である。これよりも薄いと、電磁波の透過率が30%程度となり、シート抵抗が $0.03\Omega/\text{sq}$ 以上となり、ロスが大きくなるという問題が生じる可能性があり、厚

いとスロット57のパターニング性が悪化するという問題が生じる可能性がある。

[0075] ここでは、パッチ用導電膜として、MoN（厚み：例えば50nm）、Al（厚み：例えば1000nm）及びMoN（厚み：例えば50nm）をこの順で積層した積層膜（MoN/Al/MoN）を形成する。

[0076] 次に、パッチ電極15及び第1絶縁層11上に第2絶縁層（厚み：例えば100nm以上300nm以下）17を形成する。第2絶縁層17としては、特に限定されず、例えば酸化珪素（SiO₂）膜、窒化珪素（SiN_x）膜、酸化窒化珪素（SiO_xN_y；x>y）膜、窒化酸化珪素（SiN_xO_y；x>y）膜等を適宜用いることができる。ここでは、第2絶縁層17として、例えば厚さ200nmのSiN_x層を形成する。

[0077] この後、例えばフッ素系ガスを用いたドライエッチングにより、無機絶縁膜（第2絶縁層17、第1絶縁層11及びゲート絶縁層4）を一括してエッチングする。エッチングでは、パッチ電極15、ソースバスラインSL及びゲートバスラインGLはエッチストップとして機能する。これにより、第2絶縁層17、第1絶縁層11及びゲート絶縁層4にゲートバスラインGLに達する第2のコンタクトホールが形成され、第2絶縁層17及び第1絶縁層11に、ソースバスラインSLに達する第3のコンタクトホールが形成される。また、第2絶縁層17に、上述したパッチ接続部に達する第4のコンタクトホールが形成される。

[0078] 次に、第2絶縁層17上、第2のコンタクトホール、第3のコンタクトホール、第4のコンタクトホール内に、例えばスパッタ法により導電膜（厚み：50nm以上200nm以下）を形成する。導電膜として、例えばITO（インジウム・錫酸化物）膜、IZO膜、ZnO膜（酸化亜鉛膜）等の透明導電膜を用いることができる。ここでは、導電膜として、厚みが例えば100nmのITO膜を用いる。

[0079] 次に、上記透明導電膜をパターニングすることにより、ゲート端子用上部接続部、ソース端子用上部接続部及びトランスファー端子用上部接続部を

形成する。ゲート端子用上部接続部、ソース端子用上部接続部及びトランスファア端子用上部接続部は、各端子部で露出した電極又は配線を保護するために用いられる。このようにして、ゲート端子部G T、ソース端子部S T及びトランスファア端子部P Tが得られる。

[0080] 次いで、第2絶縁膜17等を覆う形で、配向膜OM1が形成される。配向膜OM1の詳細は後述する。このようにして、TFT基板101を製造することができる。

[0081] <スロット基板201の構造>

次いで、スロット基板201の構造をより具体的に説明する。図7は、スロット基板201のアンテナ単位領域Uを模式的に表した断面図である。

[0082] スロット基板201は、主として、誘電体基板（第2誘電体基板）51と、誘電体基板51の一方の板面（液晶層側を向く板面、TFT基板101側を向く板面）51a上に形成されたスロット電極55と、スロット電極55を覆う第3絶縁層58と、第3絶縁層58を覆う配向膜OM2とを備える。

[0083] スロット基板201の送受信領域R1において、スロット電極55には複数のスロット57が形成されている（図3参照）。スロット57はスロット電極55を貫通する開口（溝部）である。この例では、各アンテナ単位領域Uに1個のスロット57が割り当てられている。

[0084] スロット電極55は、Cu層、Al層等の主層55Mを含んでいる。スロット電極55は、主層55Mと、それを挟むように配置された上層55U及び下層55Lとを含む積層構造を有していてもよい。主層55Mの厚みは、材料に応じて表皮効果を考慮して設定され、例えば2 μ m以上30 μ m以下であってもよい。主層55Mの厚みは、典型的には上層55U及び下層55Lの厚さよりも大きく設定される。

[0085] この例では、主層55MはCu層からなり、上層55U及び下層55LはTi層からなる。主層55Mと誘電体基板51との間に下層55Lを配置することにより、スロット電極55と誘電体基板51との密着性を向上させることができる。また、上層55Uを設けることにより、主層55M（例えば

Cu層)の腐食を抑制できる。

[0086] 第3絶縁層58は、スロット電極55上及びスロット57内に形成されている。第3絶縁層52の材料としては、特に限定されないが、例えば酸化珪素(SiO_2)膜、窒化珪素(SiN_x)膜、酸化窒化珪素(SiO_xN_y ; $x > y$)膜、窒化酸化珪素(SiN_xO_y ; $x > y$)膜等が適宜用いられる。

[0087] 配向膜OM2は、TF T基板101の配向膜OM1と同様、ポリイミド系樹脂からなる。配向膜OM2の詳細は後述する。

[0088] なお、スロット基板201の非送受信領域R2には、端子部ITが設けられている(図4参照)。端子部ITは、スロット電極55の一部と、スロット電極55の一部を覆う第3絶縁層58と、上部接続部とを備える。第3絶縁層58は、スロット電極55の一部に達する開口(コンタクトホール)を有している。上部接続部は、前記開口内でスロット電極55の一部に接している。本実施形態において、端子部ITは、ITO膜、IZO膜等の導電層からなり、シール領域Rs内に配置され、導電性粒子(例えばAuビーズ等の導電性ビーズ)を含有するシール樹脂によって、TF T基板101におけるトランスファー端子部PTと接続される。

[0089] スロット基板201は、例えば、以下に示される方法で製造される。先ず、誘電体基板51を用意する。誘電体基板51としては、ガラス基板、樹脂基板等の電磁波に対する透過率の高い(誘電率 ϵ_M 及び誘電損失 $\tan \delta_M$ が小さい)基板を用いることができる。誘電体基板51は電磁波の減衰を抑制するために厚みが薄い方が好ましい。例えば、ガラス基板の表面に後述するプロセスでスロット電極55等の構成要素を形成した後、ガラス基板を裏面側から薄板化してもよい。これにより、ガラス基板の厚みを例えば500 μm 以下に設定できる。なお、一般的にはガラスよりも樹脂の方が誘電率 ϵ_M 及び誘電損失 $\tan \delta_M$ が小さい。誘電体基板51が樹脂基板からなる場合、その厚みは、例えば3 μm 以上300 μm 以下である。樹脂基材の材料としては、ポリイミド等が用いられる。

- [0090] 誘電体基板51上に金属膜を形成し、これをパターニングすることによって、複数のスロット57を有するスロット電極55が得られる。金属膜としては、厚みが $2\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下のCu膜（又はAl膜）が用いられてもよい。ここでは、Ti膜、Cu膜及びTi膜をこの順で積層した積層膜を用いる。
- [0091] 次いで、スロット電極55上及びスロット57内に第3絶縁層（厚み：例えば 100nm 以上 200nm 以下）58を形成する。ここでの第3絶縁層52は、酸化珪素（ SiO_2 ）膜からなる。
- [0092] その後、非送受信領域R2において、第3絶縁層58に、スロット電極55の一部に達する開口（コンタクトホール）を形成する。
- [0093] 次いで、第3絶縁層58上、及び第3絶縁層58の上記開口内に透明導電膜を形成し、これをパターニングすることにより、開口内でスロット電極55の一部と接する上部接続部が形成され、TFT基板101のトランスファ一端子部PTと接続させるための端子部ITが得られる。
- [0094] その後、第3絶縁層58を覆うように配向膜OM2が形成される。配向膜OM2の詳細は後述する。このようにして、スロット基板201を製造することができる。
- [0095] （導波路301の構成）
- 導波路301は、反射導電板65が誘電体基板51を介してスロット電極55と対向する形で構成されている。反射導電板65は、誘電体基板51の裏面と、空気層54を介する形で対向するように配設される。反射導電板65は、導波路301の壁を構成するので、表皮深さの3倍以上、好ましくは5倍以上の厚みを有することが好ましい。反射導電板65は、例えば、削り出しによって作製され厚みが数mmのアルミニウム板、銅板等を用いることができる。
- [0096] 例えば、走査アンテナ1000が発信する際、導波路301は、同心円状に並ぶ複数のアンテナ単位Uの中心に配置された給電ピン72より供給されるマイクロ波を、外側に向けて放射状に広げるように導く。マイクロ波が導

波路301を移動する際に各アンテナ単位Uの各スロット57で断ち切られることで、所謂スロットアンテナの原理により電界が発生し、その電界の作用により、スロット電極55に電荷が誘起される（つまり、マイクロ波がスロット電極55内の自由電子の振動に変換される）。各アンテナ単位Uにおいて、液晶の配向制御を通して液晶容量の静電容量値を変化させることで、パッチ電極15に誘起される自由電子の振動の位相が制御される。パッチ電極15に電荷が誘起されると電界が発生し（つまり、スロット電極55内の自由電子の振動が、パッチ電極15内の自由電子の振動へ移動し）、各アンテナ単位Uのパッチ電極15からTF T基板101の外側に向かってマイクロ波（電波）が発振される。各アンテナ単位Uから発振される位相の異なったマイクロ波（電波）が足し合わせられることで、ビームの方位角が制御される。

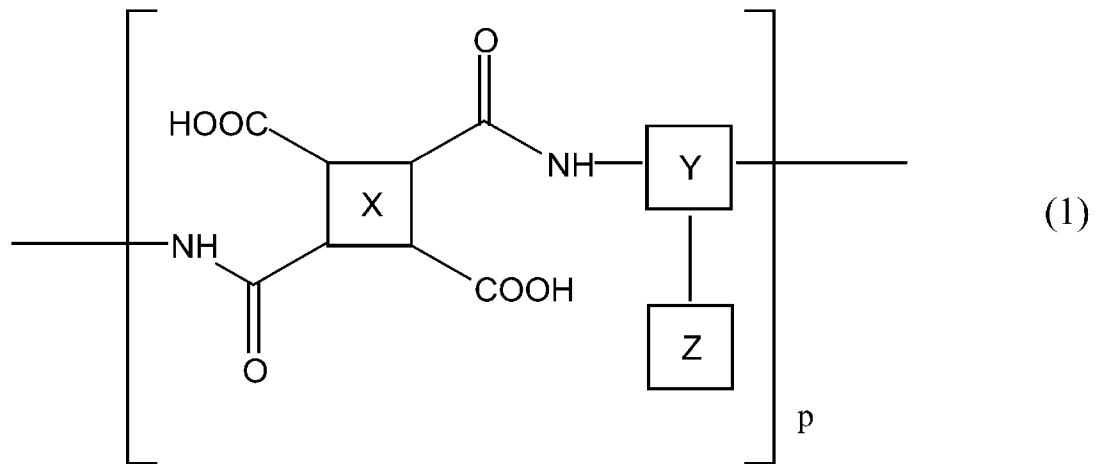
[0097] なお、他の実施形態においては、導波路を上層と下層とに分かれた2層構造としてもよい。この場合、給電ピンより供給されるマイクロ波は、先ず下層内を中心から外側に向けて放射状に広がるように移動し、その後、下層の外壁部分で上層に立ち上がって上層を外側から中心に集まるように移動する。このような2層構造とすることで、各アンテナ単位Uにマイクロ波を均一に行き渡らせ易くなる。

[0098] （配向膜OM（OM1，OM2））

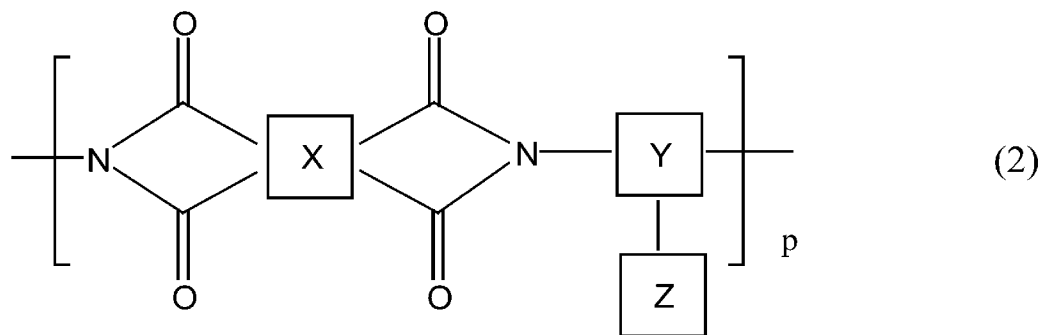
本実施形態のTF T基板101及びスロット基板201に利用される配向膜OM1，OM2（以下、それらをまとめて「配向膜OM」と表記する場合がある）としては、例えば、下記化学式（1）に示されるポリアミック酸を、下記化学式（2）に示されるようにイミド化したものに、ラビング処理等の配向処理を施したものである。配向膜OMは、配向処理が施されることにより、液晶化合物を所定方向に配向させる機能を発現する。

[0099]

[化1]



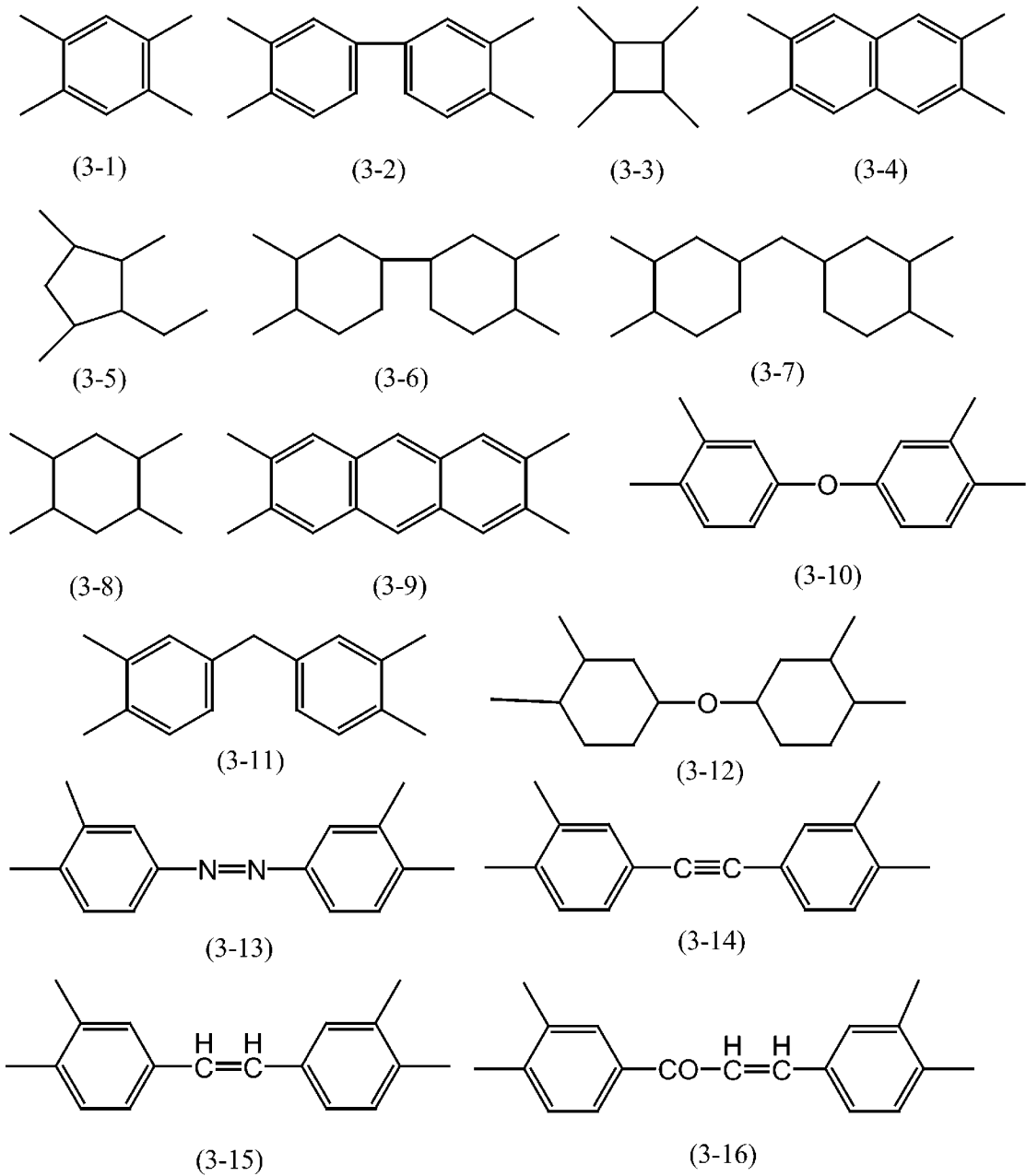
[0100] [化2]



[0101] 上記化学式（１）及び化学式（２）において、 p は、任意の自然数である。また、化学式（１）及び化学式（２）において、 X は下記化学式（３－１）～化学式（３－１６）で表される構造を有する。

[0102]

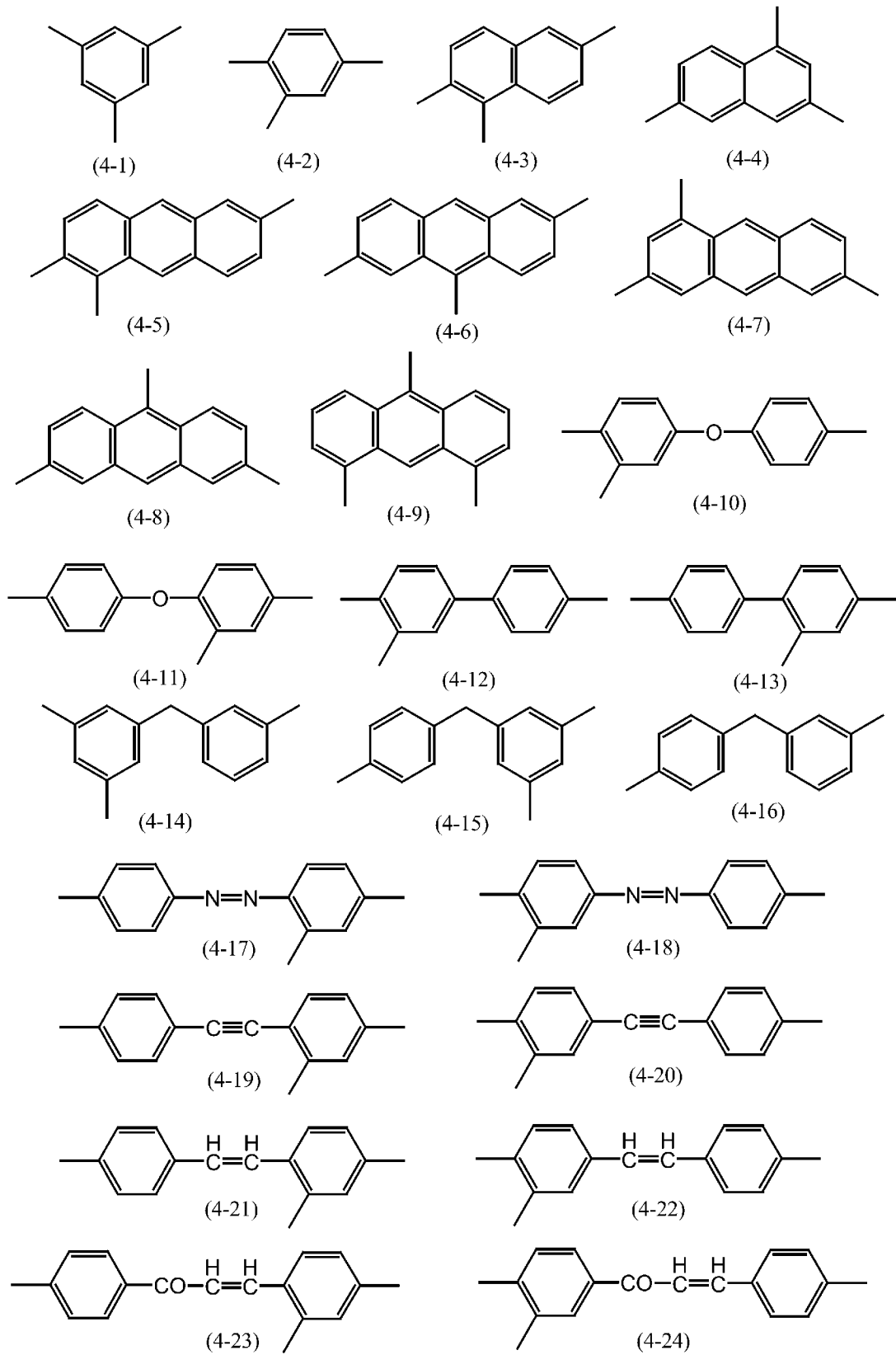
[化3]



[0103] また、化学式 (1) 及び化学式 (2) において、Y は下記化学式 (4-1) ~ 化学式 (4-24) で表される構造を有する。

[0104]

[化4]



[0105] また、化学式（１）及び化学式（２）において、Zは側鎖を表す。Zの構

造は、本発明の目的を損なわない限り、特に制限はない。なお、Zは、なくてもよい。化学式(1)及び化学式(2)において、Zがない場合、上記化学式(4-1)～化学式(4-24)の結合基は、任意の2か所でよい。

[0106] 上記化学式(1)に示されるポリアミック酸のイミド化は、例えば、ポリアミック酸を高温(例えば、200～250℃)で加熱処理することによって行われる。また、例えば、無水酢酸等を脱水剤として使用し、ピリジン等を触媒として用いる化学イミド化法を用いてもよい。上記化学式(2)に示されるポリイミドのイミド化率は、本発明の目的を損なわない限り、特に制限はないが、例えば、50%以上が好ましい。イミド化率が50%より低いと、液晶材料中のイソチオシアネート基とカルボキシル基との反応により、液晶材料に対して不溶性のチオウレタン結合や、他の結合(—C₆H₄—NH—CS—O—)が形成され易くなる。

[0107] 配向膜OMは、配向方向が基板面に対して水平な水平配向膜であってもよいし、配向方向が基板面に対して垂直な垂直配向膜であってもよい。

[0108] ポリアミック酸の重合方法は、特に制限はなく、公知の方法を用いることができる。また、ポリアミック酸は、適宜、有機溶剤に溶解されて、流動性を備えた液状又はゾル状の組成物(配向剤)として調製される。

[0109] 本実施形態では、TF T基板101及びスロット基板201の双方の表面上に配向膜OM(配向膜OM1, OM2)が形成されているが、他の実施形態においては、TF T基板101及びスロット基板201のうち、何れか一方の表面のみに配向膜OMが形成される構成であってもよい。

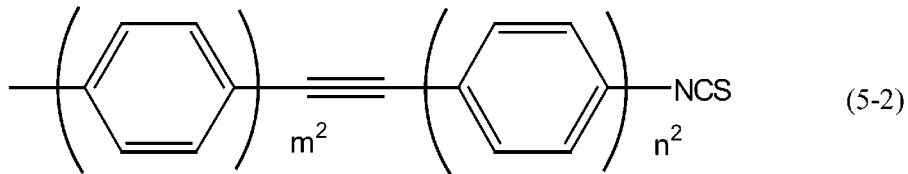
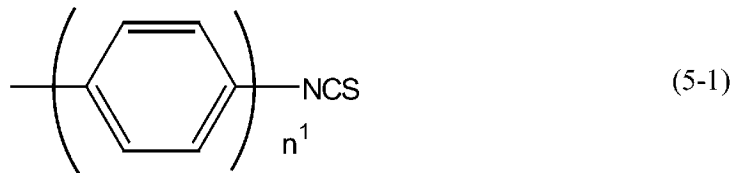
[0110] 配向膜OMを形成する際、まず、上記化学式(1)で表されるポリアミック酸を含有する未硬化状態の流動性を備えた配向剤が、各基板101, 201の面上に、塗工機を用いて塗布される。その塗布物は、まず、仮焼成(例えば、80℃で2分間の加熱処理)され、続いて、本焼成(例えば、210℃で10分間の加熱処理)される。その後、本焼成後の塗布物をラビング処理することで、所定の方向に液晶化合物を配向させる配向性を備えた配向膜OMが得られる。なお、ポリアミック酸は、仮焼成時、又は本焼成時にイミ

ド化される。

[0111] (液晶層 LC (液晶化合物))

液晶層を構成する液晶材料 (液晶化合物) としては、大きな誘電率異方性 ($\Delta \epsilon$) (例えば、10以上) を有するイソチオシアネート基含有液晶化合物が使用される。イソチオシアネート基含有液晶化合物としては、例えば、下記化学式 (5-1) 及び化学式 (5-2) に示されるものが利用される。

[0112] [化5]



[0113] 上記化学式 (5-1) 及び化学式 (5-2) において、 n^1 、 m^2 及び n^2 はそれぞれ 1~5 の整数であり、フェニレン基中の H は、F 又は Cl に置換されていてもよい。

[0114] なお、液晶材料としては、本発明の目的を損なわない限り、上記イソチオシアネート基含有液晶化合物以外の液晶化合物が含まれてもよい。

[0115] (アンテナ単位 U)

図 8 は、走査アンテナ 1000 のアンテナ単位 U を構成する TFT 基板 101、液晶層 LC 及びスロット基板 201 を模式的に表した断面図である。図 8 に示されるように、アンテナ単位 U では、TFT 基板 101 の島状のパッチ電極 15 と、スロット基板 201 のスロット電極 55 が備える孔状 (溝状) のスロット 57 (スロット電極単位 57U) とが液晶層 LC を挟む形で対向している。このような走査アンテナ 1000 は、液晶層 LC と、この液晶層 LC を挟みつつ、各々の液晶層 LC 側の表面に、配向膜 OM1、OM2

を含む一对のTF T基板101及びスロット基板201とを有する液晶セルCを備えている。なお、本明細書において、アンテナ単位Uは、1つのパッチ電極15と、そのパッチ電極15に対応する少なくとも1つのスロット57が配置されたスロット電極55（スロット電極単位57U）とを含む構成からなる。

[0116] （シール材）

図9は、液晶セルCの構成を模式的に表した断面図である。液晶セルCを構成するTF T基板101と、スロット基板201との間には、液晶層LCの周りを取り囲む形でシール材Sが配されている。

[0117] シール材Sは、硬化性樹脂を含有する硬化性樹脂組成物の硬化物からなる。硬化性樹脂としては、光（例えば、紫外線、可視光等）により硬化する光硬化性、及び／又は熱により硬化する熱硬化性を備える組成物が利用される。シール材Sの種類は、液晶材料の注入方法に応じて適宜、選択される。例えば、滴下注入法（ODF法）により、液晶材料を液晶セルC内に注入する場合、硬化性樹脂としては、硬化を仮硬化と本硬化の2段階に分けて制御し易い等の理由により、光硬化性（例えば、可視光硬化性）及び熱硬化性を備えた硬化性樹脂が利用される。このような硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ系樹脂とアクリル系樹脂との混合物からなるもの（商品名「UVAC1561」（ダイセルUCB社製））等が挙げられる。また、真空注入法により、液晶材料を液晶セルC内に注入する場合、硬化性樹脂としては、光硬化性樹脂、又は熱硬化性樹脂が利用される。

[0118] なお、真空注入法により、液晶材料を液晶セルC内に注入する場合、シール材Sには、図10に示されるように、予め液晶材料の注入時に利用される孔部を含む注入口部Sbが設けられる。注入口部Sbは、シール材Sの一部であり、外側と液晶層LC側と連通するように形成されている。真空注入法に利用されるシール材Sは、液晶層LCの周りを取り囲みつつ、注入口部Sbを含むシール本体部Saを備えている。注入口部Sbを利用して液晶材料がシール本体部Saの内側のスペースに注入された後、注入口部Sbの孔部

は、封止材によって封止される。注入口部 S b を封止する封止材からなる部分を、封止部 S c と称する。本明細書において、封止部 S c は、液晶層 L C の周りを取り囲むシール材 S の一部を構成する。

[0119] シール材 S は、T F T 基板 1 0 1 及びスロット基板 2 0 1 に対してそれぞれ接着し、T F T 基板 1 0 1 とスロット基板 2 0 1 とを互いに貼り合わせる機能を備える。

[0120] なお、本実施形態のシール材 S を形成するための組成物（硬化性樹脂組成物）は、液晶セル C の製造工程において、液晶材料（液晶層 L C）中に外部から浸入する酸素（O₂）を捕捉できるように、更にエン化合物と、チオール化合物と、光又は熱によりラジカルを発生するラジカル重合開始剤とを含んでいる。

[0121] 例えば、滴下注入法（O D F 法）により、液晶材料を液晶セル C 内に注入する場合、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤）は、硬化性樹脂と共に硬化性樹脂組成物に配合される。また、真空注入法により、液晶材料を液晶セル C 内に注入する場合、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤）は、封止部 S c を形成するための封止材（封止材組成物）に配合される。なお、また、真空注入法により、液晶材料を液晶セル C 内に注入する場合に、必要であれば、シール本体部 S a を形成するための硬化性樹脂組成物に、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤）を配合してもよい。

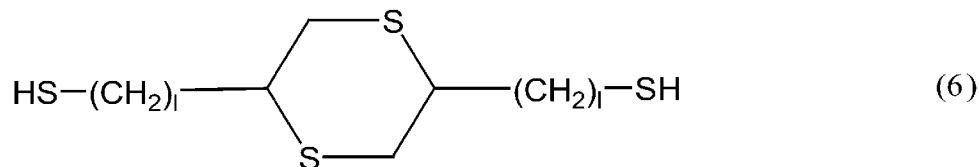
[0122] 図 1 1 は、エン化合物とチオール化合物との反応を利用した酸素捕捉機構を示す説明図である。図 1 1 に示されるように、開始反応として、チオール化合物（b-1）は、ラジカル重合開始剤の一例である光ラジカル重合開始剤（b-2）から発生したラジカルによってラジカル化される。ラジカル化された化合物（b-3）は、成長反応において、エン化合物（b-4）に付加し、それらがラジカルを含む化合物（b-5）となる。化合物（b-5）は、連鎖移動反応において、チオール化合物（b-6）と反応し、上記化合

物 (b-3) と同種の化合物 (b-7) と、化合物 (b-8) とが得られる。連鎖移動反応で利用されるラジカルを含む化合物 (b-5) は、酸素 (O_2) が存在すると、酸化されて化合物 (b-9) となり、化合物 (b-9) は更に、チオール化合物 (RSH) と反応して、化合物 (b-10) と、上記化合物 (b-3) 及び (b-7) と同種のラジカルを含む化合物 (b-11) とが得られる。このように、エン・チオール系化合物自体が酸化することで、液晶層中への酸素浸入を抑制することができる。なお、エン化合物とチオール化合物との反応に利用されるラジカル重合開始剤は、上記硬化性樹脂組成物の硬化にも利用される。

[0123] 上記チオール化合物としては、一分子中に少なくとも1つのチオール基を含む化合物が利用され、例えば、エタンジチオール、プロパンジチオール、ヘキサメチレンジチオール、デカメチレンジチオール等の脂肪族ポリチオール、トリレン-2, 4-ジチオール、キシレンジチオール等の芳香族ポリチオール、下記化学式(6)で表される1, 4-ジチアン環含有ポリチオール化合物等の環状スルフィド化合物、エステル結合含有ポリチオール化合物、ジグリコールジメルカプタン、トリグリコールジメルカプタン、テトラグリコールジメルカプタン、チオジグリコールジメルカプタン、チオトリグリコールジメルカプタン、チオテトラグリコールジメルカプタン、トリス(3-メルカプトプロピオニルオキシ)エチルイソシアヌレート、テトラエチレングリコールビス(3-メルカプトプロピオネート)、トリメチロールプロパントリス(3-メルカプトプロピオネート)、ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプロピオネート)、ジペンタエリスリトールヘキサキス(3-メルカプトプロピオネート)、4-(メルカプトメチル)-3, 6-ジチアオクタン-1, 8-ジチオール、4, 8-ビス(メルカプトメチル)-3, 6, 9-トリチアウンデカン-1, 11-ジチオール、1, 3, 4, 6-テトラメルカプトプロピオニルグリコールウリル、1, 4-ビス(3-メルカプトブチリルオキシ)ブタン、1, 3, 5-トリス(3-メルカプトブチリルオキシエチル)-1, 3, 5-トリアジン-2, 4, 6(1H,

3 H, 5 H) トリオン、トリメチロールエタントリス (3-メルカプトブチレート)、トリメチロールプロパントリス (3-メルカプトブチレート)、ペンタエリスリトールテトラキス (3-メルカプトブチレート)、ジペンタエリスリトールヘキサキス (3-メルカプトブチレート) 等のその他のチオール化合物等が挙げられる。これらのチオール化合物は、単独で又は2種以上を組み合わせて用いてもよい。なお、チオール化合物としては、一分子中に2個以上のチオール基を含む化合物が好ましい。このようにチオール化合物が一分子中に2個以上のチオール基を含むことで、開始反応効率が向上し、未反応のチオール化合物を無くすことができる。また、形成されるポリマーの分子量が大きくなり、ポリマー等が液晶層へ溶出することが抑制される。また、未反応のチオール化合物が無くなると、液晶層へのチオール化合物の溶出が無くなり、更なる信頼性の向上に繋がる。

[0124] [化6]



[0125] 上記化学式 (6) 中、 l は、1~5の整数を表す。

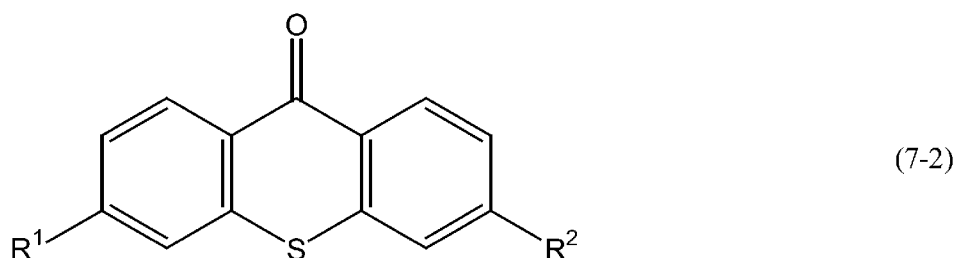
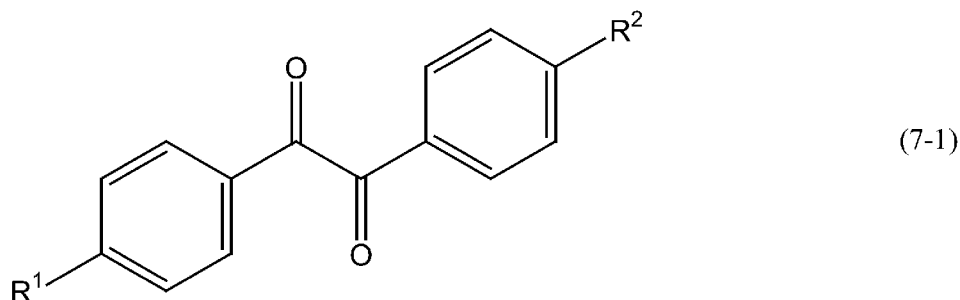
[0126] 上記エン化合物としては、一分子中に少なくとも1つの炭素-炭素二重結合 (例えば、ビニル基) を含む化合物が利用され、例えば、アリル化合物、メタアリル化合物、アクリル化合物、メタクリル化合物、ジビニルベンゼン等のポリエン化合物が挙げられる。これらのエン化合物は、単独で、又は2種以上を組み合わせて用いてもよい。エン化合物としては、一分子中に2個以上の炭素-炭素二重結合 (例えば、ビニル基) を含む化合物が好ましい。

このようにエン化合物が一分子中に2個以上の炭素-炭素二重結合（例えば、ビニル基）を含むことで、成長反応効率が向上し、未反応のエン化合物を無くすることができる。また、形成されるポリマーの分子量が大きくなり、ポリマー等が液晶層へ溶出することが抑制される。また、未反応のエン化合物が無くなると、液晶層へのエン化合物の溶出が無くなり、更なる信頼性の向上に繋がる。なお、エン化合物の具体例は、後述する。

[0127] 上記ラジカル重合開始剤としては、例えば、可視光を吸収してラジカルを生成する可視光ラジカル重合開始剤、熱を吸収してラジカルを生成する熱ラジカル重合開始剤等が挙げられる。ラジカル重合開始剤は、単独で又は2種以上を組み合わせて用いてもよい。

[0128] 上記可視光ラジカル重合開始剤としては、例えば、下記化学式（7-1）及び化学式（7-2）に示される化合物が利用される。

[0129] [化7]



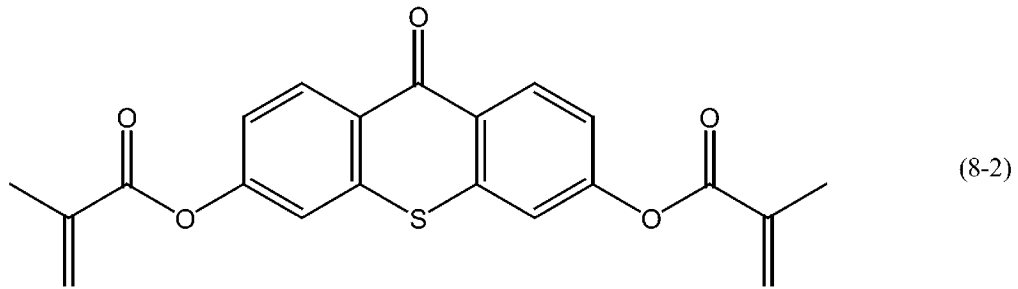
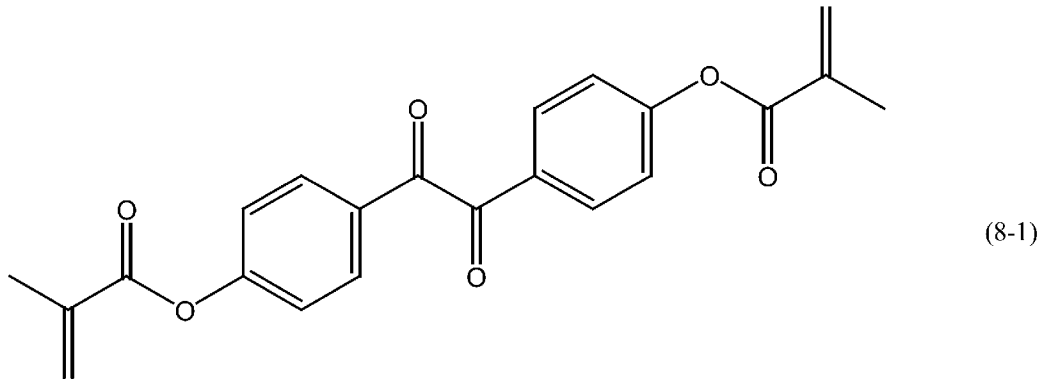
[0130] 上記化学式（7-1）及び（7-2）において、 R^1 及び R^2 は、同一又は異なって、 $-Sp^1-P^1$ 基、水素原子、ハロゲン原子、 $-CN$ 基、 $-NO_2$ 基、 $-NCO$ 基、 $-NCS$ 基、 $-OCN$ 基、 $-SCN$ 基、 $-SF_5$ 基、又は炭素数1~12の、アルキル基、アラルキル基、フェニル基、若しくは、ビフェ

ニル基を表し、該アルキル基は、直鎖状であっても分枝状であってもよい。
 R^1 及び R^2 の少なくとも一方は、 $-S p^1-P^1$ 基を含む。 P^1 は、アクリロイルオキシ基、メタクリロイルオキシ基、ビニル基、ビニルオキシ基、アクリロイルアミノ基、又は、メタクリロイルアミノ基を表す。 $S p^1$ は、炭素数1～6の直鎖状、分枝状若しくは環状のアルキレン基若しくはアルキレンオキシ基、又は、直鎖結合を表す。 R^1 及び R^2 の少なくとも一方が、炭素数1～12の、アルキル基、アラルキル基、フェニル基、又は、ビフェニル基であるとき、前記 R^1 及び R^2 の少なくとも一方が有する水素原子は、フッ素原子、塩素原子又は $-S p^1-P^1$ 基に置換されていてもよい。 R^1 及び R^2 が有する $-CH_2-$ 基は、酸素原子、硫黄原子及び窒素原子が互いに隣接しない限り $-O-$ 基、 $-S-$ 基、 $-NH-$ 基、 $-CO-$ 基、 $-COO-$ 基、 $-OCO-$ 基、 $-O-COO-$ 基、 $-OCH_2-$ 基、 $-CH_2O-$ 基、 $-SCH_2-$ 基、 $-CH_2S-$ 基、 $-N(CH_3)-$ 基、 $-N(C_2H_5)-$ 基、 $-N(C_3H_7)-$ 基、 $-N(C_4H_9)-$ 基、 $-CF_2O-$ 基、 $-OCF_2-$ 基、 $-CF_2S-$ 基、 $-SCF_2-$ 基、 $-N(CF_3)-$ 基、 $-CH_2CH_2-$ 基、 $-CF_2CH_2-$ 基、 $-CH_2CF_2-$ 基、 $-CF_2CF_2-$ 基、 $-CH=CH-$ 基、 $-CF=CF-$ 基、 $-C\equiv C-$ 基、 $-CH=CH-COO-$ 基、又は、 $-OCO-CH=CH-$ 基で置換されていてもよい。

[0131] 可視光ラジカル重合開始剤の具体例としては、例えば、下記化学式(8-1)及び化学式(8-2)に示される化合物が挙げられる。

[0132]

[化8]



[0133] 可視光ラジカル重合開始剤としては、図1に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物の光開裂が進行しないように、イソチオシアネート基含有液晶化合物が吸収する波長よりも、長波長側の可視光（例えば、400nm以上、好ましくは415nm以上の可視光）を吸収してラジカルを生成するものが好ましい。

[0134] 上記熱ラジカル重合開始剤としては、例えば、アゾ化合物、有機過酸化物等からなるものが挙げられる。上記アゾ化合物としては、例えば、2, 2'-アゾビス(2, 4-ジメチルバレロニトリル)、アゾビスイソブチロニトリル等が挙げられる。上記有機過酸化物としては、例えば、過酸化ベンゾイル、ケトンパーオキシド、パーオキシケタール、ヒドロパーオキシド、ジアルキルパーオキシド、パーオキシエステル、ジアシルパーオキシド、パーオキシジカーボネート等が挙げられる。

[0135] 上記ラジカル重合開始剤としては、必要に応じて、紫外線を吸収してラジカルを生成する紫外線ラジカル重合開始剤等を利用してもよい。

[0136] シール材S（シール本体部Sa）を形成するための組成物、及び封止材S

cを形成するための組成物には、上記エン化合物等以外に、接着性を発現するための各種モノマー（例えば、アクリル系モノマー、エポキシ系モノマー）、フィラー等が適宜、配合されている。シール材S（シール本体部S a）を形成するための組成物、及び封止材S cを形成するための組成物は、基本的に、無溶剤系のものが利用される。

[0137] （走査アンテナの製造方法）

走査アンテナの製造方法（液晶セルCの製造方法）には、T F T基板1 0 1と、スロット基板2 0 1とをシール材Sを介して互いに貼り合わせると共に、T F T基板1 0 1と、スロット基板2 0 1との間に液晶層L Cを注入する工程が含まれる。液晶材料を注入する方法としては、滴下注入法（O D F法）、真空注入法が挙げられる。ここで、滴下注入法、及び真空注入法を利用した液晶セルCの製造方法について説明する。

[0138] 図1 2は、滴下注入法を利用して液晶セルCを作製する工程を示すフロー図である。図1 2に示されるように、先ず、予め用意されたT F T基板1 0 1及びスロット基板2 0 1の何れか一方の基板（ここでは、T F T基板1 0 1とする）上に、O D F用シール材組成物がシールディスペンサを利用して棒状に付与される（S T E P 1）。O D F用シール材組成物（硬化性樹脂組成物）には、光硬化性及び熱硬化性を備えた硬化性樹脂と、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物等）等が配合されている。次いで、前記基板（T F T基板1 0 1）上に、O D F法を利用して、液晶材料（チオイソシアネート基含有液晶化合物を含む）が付与（滴下）される（S T E P 2）。その後、O D F用シール材組成物に、例えば、光（例えば、可視光）が照射されて、O D F用シール材組成物が仮硬化される（S T E P 4）。続いて、仮硬化後のO D F用シール材組成物を挟む形で、前記基板（T F T基板1 0 1）と他方の基板（スロット基板2 0 1）とが貼り合わされる（S T E P 5）。その後、O D F用シール材組成物が加熱されて本硬化し、T F T基板1 0 1及びスロット基板2 0 1が互いに接着される。このように滴下注入法を利用して、液晶セルCを作製することができる。

[0139] なお、滴下注入法では、液晶材料の滴下後から、ODF用シール材組成物の本硬化中において、ODF用シール材組成物（未硬化状態のシール材）から酸素が液晶材料（液晶層LC）側に浸入し易い状態となっている。しかしながら、本実施形態では、ODF用シール材組成物中に、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物、ラジカル重合開始剤）が配合されているため、外部から浸入する酸素を、ODF用シール材組成物を利用して効果的に捕捉することができる。

[0140] 図13は、真空注入法を利用して液晶セルCを作製する工程を示すフロー図である。図13に示されるように、先ず、予め用意されたTFT基板101及びスロット基板201の何れか一方の基板（ここでは、TFT基板101とする）上に、真空注入法用のシール材組成物がシール版等を利用して付与される（STEP11）。その際、シール材組成物は、シール本体部Sa及び注入口部Sbを形成するために、所定のパターン状に前記基板上に付与される。注入口部Sbを形成するための部分は、枠状のシール材組成物を一部切り欠かれたような形をなしている。なお、シール材組成物には、例えば、熱硬化型のエポキシ樹脂等が含まれている。

[0141] 次に、前記基板上のシール材組成物が加熱されて仮硬化される（STEP12）。その後、仮硬化後のシール材組成物を挟む形で、前記基板（TFT基板101）と他方の基板（スロット基板201）とが貼り合わされる（STEP13）。その後、シール材組成物が加熱されて本硬化される（STEP14）。その際、シール材組成物が本硬化して、シール本体部Sa及び注入口部Sbが形成される。

[0142] 続いて、真空中注入法により、減圧下において、注入口部Sbから液晶材料（チオイソシアネート基含有液晶化合物を含む）が液晶セルC内に注入される（STEP15）。その後、常圧下において、注入口部Sbを塞ぐように封止材組成物が付与される（STEP16）。封止材組成物には、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物、ラジカル重合開始剤）、注入口部Sbを封止する硬化性樹脂からなる接着成分等が含まれている。

。そして、封止材組成物が熱又は光（可視光等）により硬化されて、封止材組成物が封止部S cとなる。このようにして、シール本体部S a、注入口部S b及び封止部S cからなるシール材Sが形成される。このように真空中注入法を利用して、液晶セルCを作製することができる。

[0143] なお、真空中注入法では、注入口部S bから液晶材料を注入した後から、注入口部S bを封止部S cで封止するまでの間において、注入口部S b及び未硬化状態の封止部S cから、酸素が液晶材料（液晶層L C）側に浸入し易い状態となっている。しかしながら、本実施形態では、封止材組成物中に、酸素を捕捉するための組成物（エン化合物、チオール化合物、ラジカル重合開始剤）が配合されているため、外部から浸入する酸素を、封止材組成物を利用して効果的に捕捉することができる。

[0144] 上記のように液晶滴下法、真空注入法を利用して液晶セルCを製造した後、適宜、スロット基板2 0 1（第2誘電体基板5 1）の反対面に、誘電体（空気層）5 4を介して対向するように反射導電板6 5が前記セル側に組み付けられる。このような工程を経て、本実施形態の走査アンテナが製造される。

実施例

[0145] 以下、実施例に基づいて本発明を更に詳細に説明する。なお、本発明はこれらの実施例により何ら限定されるものではない。

[0146] 〔実施例1〕

（走査アンテナ用の液晶セルの作製）

上述した走査アンテナ1 0 0 0の液晶セルが備えるT F T基板1 0 1と基本的な構成が同じであるT F T基板と、同じく液晶セルが備えるスロット基板2 0 1と基本的な構成が同じであるスロット基板とをそれぞれ用意した。T F T基板の配向膜、及びスロット基板の配向膜は、共に後述する水平配向用の配向剤を利用して形成した。

[0147] 配向剤は、上記化学式（1）に示されるポリアミック酸を有機溶剤に溶解させてなる配向剤を利用した。なお、上記化学式（1）中のXは、上記化学

式(3-5)であり、Yは、上記化学式(4-10)であり、Zは、備えていない。有機溶剤としては、NMP(N-メチル-2-ピロリドン)を使用した。

[0148] TFT基板及びスロット基板にそれぞれ配向膜を形成する際、先ず、上記配向剤を、印刷法を用いて付与し、各基板上にそれぞれ上記配向剤からなる塗膜を形成した。その後、各基板上の各塗膜を、それぞれ80℃の温度条件で2分間加熱(仮焼成)し、続いて、各塗膜を210℃での温度条件で10分間加熱(本焼成)した。

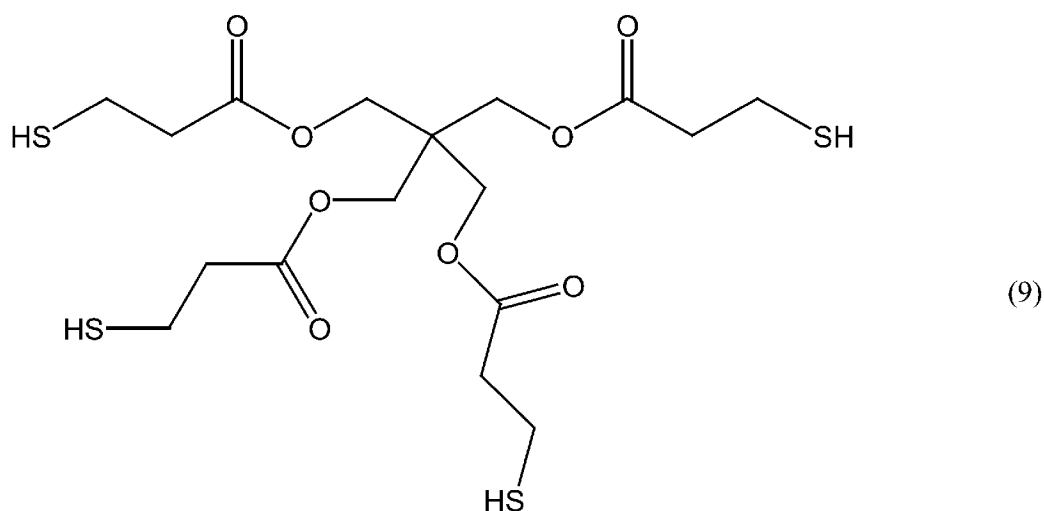
[0149] その後、各基板上の各塗膜に対してラビング処理(配向処理)を施すことで、TFT基板及びスロット基板の各表面に、それぞれ上記配向剤からなる配向膜が形成された。

[0150] TFT基板の表面(配向膜側)上に、熱硬化型シール材(商品名「HC-1413FP」、三井化学株式会社製)を、シール版を利用して枠状に付与し、その熱硬化型シール材を100℃の温度条件で加熱して熱硬化型シール材の仮硬化を行った。その後、熱硬化型シール材を挟む形でTFT基板とスロット基板とを貼り合わせ、その状態で150℃の温度条件で40分間加熱して熱硬化型シールの本硬化を行った。このようにして、液晶材料が封入されていない空セルを得た。なお、空セルの熱硬化型シール材には、外部と、液晶材料が充填される予定の内部とを連通する孔部を含む注入口部が設けられている。

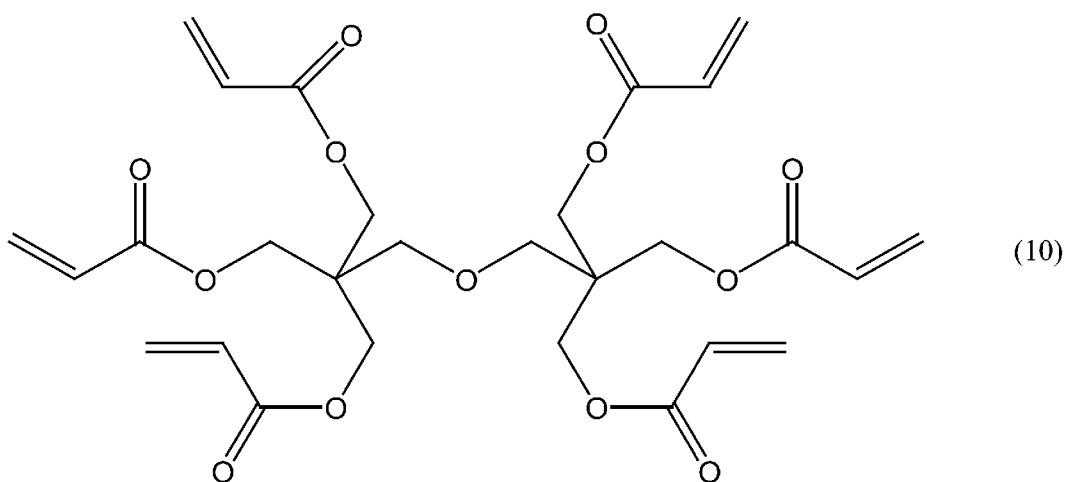
[0151] 続いて、真空注入法により、上記化学式(1-1)及び化学式(1-2)で示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶材料、上記空セル内に上記注入口部(孔部)を利用して注入した。その後、注入口部の孔部を塞ぐ形で、後述する紫外線硬化型の封止材組成物を塗布し、その封止材組成物に所定の光(365nm以上の波長を有する紫外線)を照射することで、封止材組成物の硬化物からなる封止部を得た。このようにして、熱硬化型シール材に設けられた注入口部が封止部で塞がれた実施例1の液晶セルを得た。

[0152] なお、上記封止材組成物としては、下記化学式（9）で示されるチオール化合物（ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプロチレート））を20質量%、下記化学式（10）で示されるエン化合物（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート）を30質量%、及び光重合開始剤（商品名「Irgacure 651」、2,2-ジメトキシ-1,2-ジフェニルエタン-1-オン、BASFジャパン株式会社製）を2質量%の割合でそれぞれ含む組成物を使用した。

[0153] [化9]



[0154] [化10]



[0155] [実施例2]

上記化学式（9）で示されるチオール化合物の含有率を40質量%に変更したこと以外は、実施例1と同様に調製された封止材組成物を利用し、実施例1と同様にして、実施例2の液晶セルを作製した。

[0156] [比較例1]

封止材組成物として、チオール化合物を含まないタイプのもの（商品名「TB3026E」（株式会社スリーボンド製））を使用したこと以外は、実施例1と同様にして、比較例1の液晶セルを作製した。

[0157] （高温光照射試験）

実施例1，2及び比較例1の各液晶セルについて、以下に示される高温光照射試験を行った。外部に設置した蛍光灯からの光によって窓ガラス越しに内部が曝露されている温度条件が90℃の恒温槽内において、液晶セルを、500時間放置し、放置前後（試験開始時、及び試験開始後500時間）における液晶セルの電圧保持率（VHR：Voltage Holding Ratio）の測定、及び配向状態の確認を行った。なお、電圧保持率は、6254型VHR測定システム（株式会社東洋テクニカ製）を使用し、1V、70℃の条件で測定した。測定結果は、表1に示した。また、液晶セルの配向状態は、一對のクロスニコル偏光板の間で、液晶セルを挟み込み、その状態で液晶セルの配向状態を目視で確認した。液晶化合物の配向状態に乱れがない場合、「良好」と評価し、また、液晶化合物の配向状態に乱れが有る場合、「不良」と評価した。結果は、表1に示した。

[0158] [表1]

	封止材組成物			評価			
				0時間		500時間後	
	チオール化合物 (wt%)	エン化合物 (wt%)	光重合開始剤 (wt%)	VHR (%)	配向状態	VHR (%)	配向状態
実施例1	20	30	2	83	良好	42	良好
実施例2	40	30	2	86	良好	47	良好
比較例1	0	30	2	68	良好	19	不良

[0159] 表1に示されるように、実施例1, 2の液晶セルは、封止材組成物中に、上記化学式(9)に示されるチオール化合物を導入することで、図11に示されるチオール化合物とエン化合物との反応(チオール-エン反応)のメカニズム中における連鎖移動反応が進行し、適宜、酸素を捕捉する反応も進行していると考えられる。つまり、実施例1, 2では、上記のように真空注入法によってシール材で囲まれた空セル内に注入口部から上記化学式(1)に示される液晶化合物を注入した直後から、前記注入口部を封止材で封止するまでの間に、外部から液晶セル内の液晶層(液晶化合物)に酸素が浸入することが効果的に抑制される。その結果、実施例1, 2では、図1に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物の不純物形成反応が抑えられて、500時間後のVHR低下が小さく抑えられる。また、実施例1, 2では、液晶化合物の配向の乱れも見られなかった。

[0160] これに対し、比較例1の液晶セルでは、500時間後のVHR低下が大きく、また500時間後には、液晶化合物に配向乱れが生じる結果となった。比較例1では、封止材組成物中にチオール化合物は導入されていないため、チオール-エン反応は進行せず、外部から浸入した酸素が、液晶層まで到達する確率が高くなっていると言える。その結果、比較例1の液晶層中では、図1に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物の不純物形成反応が進行し、ラジカルが比較的、安定な状態で生成しているものと推測される。

[0161] [実施例3]

実施例1と同様にして空セルを作製した。その空セル内に、真空注入法により、実施例1と同様の液晶化合物を、シール材に設けられた注入口部(孔部)を利用して注入した。その後、注入口部の孔部を塞ぐ形で、後述する可視光硬化型の封止材組成物を塗布し、その封止材組成物に、400nm以下の波長をカットするフィルタを介して、400nm以上の光(可視光)を200mJ/cm²照射することで、封止材組成物の硬化物からなる封止部を得た。このようにして、熱硬化型シール材に設けられた注入口部が封止部で塞がれた実施例3の液晶セルを得た。

[0162] なお、実施例3の封止材組成物としては、上記化学式(9)で示されるチオール化合物(ペンタエリスリトールテトラキス(3-メルカプトプチレート))を20質量%、上記化学式(10)で示されるエン化合物(ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート)を30質量%、及び可視光を吸収してラジカルを生成する上記化学式(8)に示されるベンジル系光重合開始剤を2質量%の割合でそれぞれ含む組成物を使用した。

[0163] [実施例4]

上記化学式(9)で示されるチオール化合物の含有率を40質量%に変更したこと以外は、実施例3と同様に調製された封止材組成物を利用し、実施例3と同様にして、実施例4の液晶セルを作製した。

[0164] (高温光照射試験)

実施例3, 4の各液晶セルについて、上述した高温光照射試験を行い、実施例1等と同様に、試験開始時(0時)、及び試験開始後500時間における液晶セルのVHRの測定、及び配向状態の確認を行った。結果は、表2に示した。

[0165] [表2]

	封止材組成物			評価			
				0時間		500時間後	
	チオール化合物 (wt%)	エン化合物 (wt%)	光重合開始剤 (可視光) (wt%)	VHR (%)	配向状態	VHR (%)	配向状態
実施例3	20	30	2	83	良好	42	良好
実施例4	40	30	2	86	良好	47	良好

[0166] 実施例3, 4において、封止部を形成するための封止部組成物では、可視光でラジカルを生成する可視光吸収型のラジカル重合開始剤が利用され、かつフィルタにより400nm以下の光がカットされている。このような実施例3, 4は、実施例1, 2と比べて、試験開始時(0時)のVHR、及び試験開始から500時間後のVHRが、共に高い値となった。このように、可

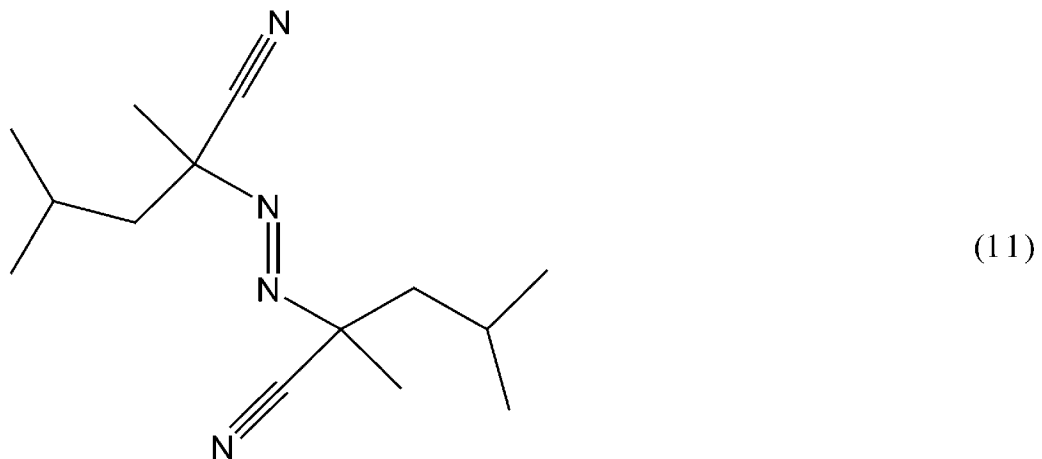
視光吸収型のラジカル重合開始剤を使用することで、実施例 3, 4 では、図 1 に示される光開裂反応が極力抑えられ、VHR が向上する結果となっている。なお、実施例 3, 4 は、試験開始時（0 時）、及び試験開始から 500 時間後の何れの場合も、配向状態は良好であった。

[0167] [実施例 5]

実施例 1 と同様にして空セルを作製した。その空セル内に、真空注入法により、実施例 1 と同様の液晶化合物を、シール材に設けられた注入口部（孔部）を利用して注入した。その後、注入口部の孔部を塞ぐ形で、後述する熱硬化型の封止材組成物を塗布し、その封止材組成物を、70℃の温度条件で 30 分間加熱することで、封止材組成物の硬化物からなる封止部を得た。このようにして、熱硬化型シール材に設けられた注入口部が封止部で塞がれた実施例 5 の液晶セルを得た。

[0168] なお、実施例 5 の封止材組成物としては、上記化学式（9）で示されるチオール化合物（ペンタエリスリトールテトラキス（3-メルカプトプチレート））を 20 質量%、上記化学式（10）で示されるエン化合物（ジペンタエリスリトールヘキサアクリレート）を 30 質量%、及び下記化学式（11）で示されるアゾ系熱重合開始剤（2, 2'-アゾビス（2, 4-ジメチルバレロニトリル））を 2 質量%の割合でそれぞれ含む組成物を使用した。

[0169] [化11]



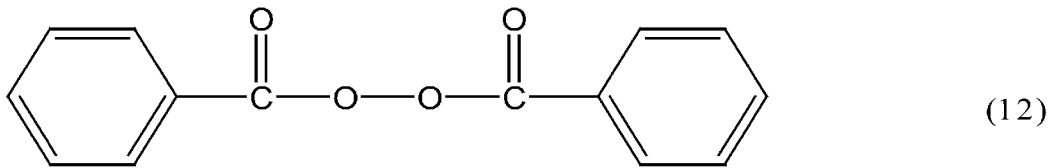
[0170] [実施例 6]

上記化学式（9）で示されるチオール化合物の含有率を40質量%に変更したこと以外は、実施例5と同様に調製された熱硬化型の封止材組成物を利用し、実施例5と同様にして、実施例6の液晶セルを作製した。

[0171] [実施例7]

上記アゾ系熱重合開始剤に代えて、下記化学式（12）で示される過酸化ベンゾイルを2質量%の割合で使用したこと以外は、実施例5と同様に調製された熱硬化型の封止材組成物を利用し、実施例5と同様にして、実施例7の液晶セルを作製した。

[0172] [化12]



[0173] [実施例8]

上記化学式（9）で示されるチオール化合物の含有率を40質量%に変更したこと以外は、実施例7と同様に調製された熱硬化型の封止材組成物を利用し、実施例7と同様にして、実施例8の液晶セルを作製した。

[0174] (高温光照射試験)

実施例5～8の各液晶セルについて、上述した高温光照射試験を行い、実施例1等と同様に、試験開始時（0時）、及び試験開始後500時間における液晶セルのVHRの測定、及び配向状態の確認を行った。結果は、表3に示した。

[0175]

[表3]

	封止材組成物				評価			
	チオール化合物 (wt%)	エン化合物 (wt%)	熱重合開始剤 (wt%)		0時間		500時間後	
			式(11)	式(12)	VHR (%)	配向状態	VHR (%)	配向状態
実施例5	20	30	2	0	53	良好	44	良好
実施例6	40	30	2	0	58	良好	47	良好
実施例7	20	30	0	2	49	良好	43	良好
実施例8	40	30	0	2	54	良好	45	良好

[0176] [実施例9]

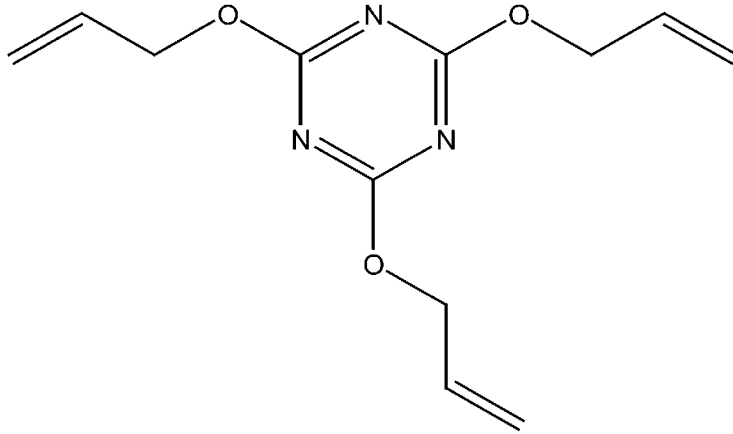
実施例1と同様に、配向膜が形成されたTFT基板及びスロット基板を製作した。

[0177] TFT基板の表面（配向膜側）上に、光硬化性及び熱硬化性を備えた後述のODF用シール材を、シールディスペンサを使用して枠状に描画した。続いて、上記化学式（1）に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物を枠内にODF法によって滴下した。その後、液晶層が形成される領域を覆いつつ、シール材を露出させる形で、TFT基板上にマスクが被せられ、その状態で、シール材に紫外線（中心波長：365nm）を照射し、シール材を仮硬化した。その後、シール材を挟むようにTFT基板とスロット基板とを貼り合わせ、その状態で、160℃の温度条件で40分間加熱してシール材の本硬化を行った。このようにして、実施例9の液晶セルを得た。

[0178] ODF用シール材としては、上記化学式（6）に示されるチオール化合物（I=3）を15質量%、下記化学式（13）に示されるエン化合物（トリアリルイソシアヌレート）を40質量%、光重合開始剤（商品名「Irgacure OXE01」）を3質量%と、（メタ）アクリルモノマーを10質量%と、エポキシモノマーを6質量%と、エポキシモノマー硬化剤を4質量%と、シランカップリング剤を2質量%と、無機フィラーを20質量%の割合でそれぞれ含

む組成物を使用した。

[0179] [化13]



(13)

[0180] [実施例 10]

上記化学式(6)で示されるチオール化合物の含有率を30質量%に変更したこと以外は、実施例9と同様に調製されたODF用シール材を利用し、実施例9と同様にして、実施例10の液晶セルを作製した。

[0181] [比較例 2]

上記化学式(6)に示されるチオール化合物を含まないこと以外は、実施例9と同様に調製されたODF用シール材(組成物)を利用し、実施例9と同様にして、比較例1の液晶セルを作製した。

[0182] (高温光照射試験)

実施例9, 10及び比較例2の各液晶セルについて、上述した高温光照射試験を行い、実施例1等と同様に、試験開始時(0時)、及び試験開始後500時間における液晶セルのVHRの測定、及び配向状態の確認を行った。結果は、表4に示した。

[0183]

[表4]

	ODF用シール材組成物			評価			
				0時間		500時間後	
	チオール化合物 (wt%)	エン化合物 (wt%)	光重合開始剤 (wt%)	VHR (%)	配向状態	VHR (%)	配向状態
実施例9	15	30	3	63	良好	37	良好
実施例10	30	30	3	69	良好	40	良好
比較例2	0	30	3	42	良好	16	不良

[0184] 表4に示されるように、実施例9、10の各液晶セルは、ODF用シール材組成物中に、上記化学式(6)に示されるチオール化合物を導入することで、図11に示されるチオール-エン反応のメカニズム中における連鎖移動反応が進行し、適宜、酸素を捕捉する反応も進行していると考えられる。つまり、実施例9、10では、上記のようにODF法によって枠状のODF用シール材の内側に上記化学式(1)に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物を滴下した直後から、前記ODF用シール材の完全硬化(本硬化)前の間に、外部から液晶セル内の液晶層(液晶化合物)に酸素が浸入することが効果的に抑制される。その結果、実施例9、10では、図1に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物の不純物形成反応が抑えられて、500時間後のVHR低下が小さく抑えられる。また、実施例9、10では、液晶化合物の配向の乱れも見られなかった。

[0185] これに対し、比較例2の液晶セルでは、500時間後のVHR低下が大きく、また500時間後には、液晶化合物に配向乱れが生じる結果となった。比較例2では、ODF用シール材組成物中にチオール化合物は導入されていないため、チオール-エン反応は進行せず、外部から浸入した酸素が、液晶層まで到達する確率が高くなっていると言える。その結果、比較例2の液晶層中では、図1に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物の不純物形成反応が進行し、ラジカルが比較的、安定な状態で生成しているものと推測

される。

[0186] [実施例 1 1]

実施例 1 と同様に、配向膜が形成された T F T 基板及びスロット基板を作製した。

[0187] T F T 基板の表面（配向膜側）上に、光硬化性及び熱硬化性を備えた後述の O D F 用シール材を、シールディスペンサを使用して枠状に描画した。続いて、上記化学式（1）に示されるイソチオシアネート基含有液晶化合物を枠内に O D F 法によって滴下した。その後、液晶層が形成される領域を覆いつつ、シール材を露出させる形で、T F T 基板上にマスクが被せられ、その状態でシール材に、400 nm 以下の波長をカットするフィルタを介して、400 nm 以上の光（可視光）を $200 \text{ mJ} / \text{cm}^2$ 照射することで、シール材を仮硬化した。その後、シール材を挟むように T F T 基板とスロット基板とを貼り合わせ、その状態で、 160°C の温度条件で 40 分間加熱してシール材の本硬化を行った。このようにして、実施例 1 1 の液晶セルを得た。

[0188] O D F 用シール材としては、上記化学式（6）に示されるチオール化合物（ $l = 1$ ）を 30 質量%、上記化学式（13）に示されるエン化合物（トリアリルイソシアヌレート）を 40 質量%、光重合開始剤として、上記化学式（8-2）に示される可視光を吸収してラジカルを生成するチオキサントン系光重合開始剤を 3 質量%と、（メタ）アクリルモノマーを 10 質量%と、エポキシモノマーを 6 質量%と、エポキシモノマー硬化剤を 4 質量%と、シランカップリング剤を 2 質量%と、無機フィラーを 5 質量%の割合でそれぞれ含む可視光硬化型の組成物を使用した。

[0189] [実施例 1 2]

チオール化合物として、上記化学式（6）で示されるチオール化合物（ $l = 3$ ）を 30 質量%使用したこと以外は、実施例 1 1 と同様に調製された O D F 用シール材を利用し、実施例 1 1 と同様に、実施例 1 2 の液晶セルを作製した。

[0190] [実施例 1 3]

チオール化合物として、上記化学式（6）で示されるチオール化合物（ $l = 5$ ）を30質量%使用したこと以外は、実施例11と同様に調製されたODF用シール材を利用し、実施例11と同様にして、実施例13の液晶セルを作製した。

[0191]（高温光照射試験）

実施例11～13の各液晶セルについて、上述した高温光照射試験を行い、実施例1等と同様に、試験開始時（0時）、及び試験開始後500時間における液晶セルのVHRの測定、及び配向状態の確認を行った。結果は、表5に示した。

[0192] [表5]

	ODF用シール材組成物					評価			
				エン化合物 (wt%)	光重合開始剤 (wt%)	0時間		500時間後	
	チオール化合物(wt%)					VHR (%)	配向状態	VHR (%)	配向状態
l=1	l=3	l=5							
実施例11	30			30	3	76	良好	42	良好
実施例12		30		30	3	72	良好	49	良好
実施例13			30	30	3	72	良好	49	良好

[0193] 実施例11～13において、ODF用シール材では、可視光でラジカルを生成する可視光吸収型のラジカル重合開始剤が利用され、かつフィルタにより400nm以下の光がカットされている。このような実施例11～13は、試験開始時（0時）のVHR、及び試験開始から500時間後のVHRが、共に高い値となった。このように、可視光吸収型のラジカル重合開始剤を使用することで、実施例11～13では、図1に示される光開裂反応が極力抑えられ、VHRが向上する結果となっている。なお、実施例11～13は、試験開始時（0時）、及び試験開始から500時間後の何れの場合も、配向状態は良好であった。

符号の説明

[0194] 1...誘電体基板（第1誘電体基板）、3...ゲート電極、4...ゲート絶縁層、5...半導体層、6D...ドレインコンタクト層、6S...ソースコンタクト層、7D...ドレイン電極、7S...ソース電極、10...TFT、11...第1絶縁層、15...パッチ電極、17...第2絶縁層、51...誘電体基板（第2誘電体基板）、55...スロット電極、55L...下層、55M...主層、55U...上層、57...スロット、57U...スロット電極単位、58...第3電極、70...給電装置、72...給電ピン、80...シール材、81...液晶注入口、82...封止部、101...TFT基板、201...スロット基板、1000...走査アンテナ、U...アンテナ単位（アンテナ単位領域）、CH1...コンタクトホール、LC...液晶層、C...液晶セル、GD...ゲートドライバ、GL...ゲートバスライン、GT...ゲート端子部、SD...ソースドライバ、SL...ソースバスライン、ST...ソース端子部、PT...トランスファァー端子部、R1...送受信領域、R2...非送受信領域、Rs...シール領域、S...シール材、Sa...シール本体部、Sb...注入口部、Sc...封止部、OM, OM1, OM2...配向膜、C...液晶セル

請求の範囲

[請求項1] 第1誘電体基板と、前記第1誘電体基板に支持された複数のTF T及び前記TF Tに電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有するTF T基板と、

第2誘電体基板と、前記第2誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板と、

前記パッチ電極に対して前記スロットが対応して配置されるように、前記パッチ電極側と前記スロット電極側とが対向する形で配された前記TF T基板と前記スロット基板との間に介在される液晶層と、

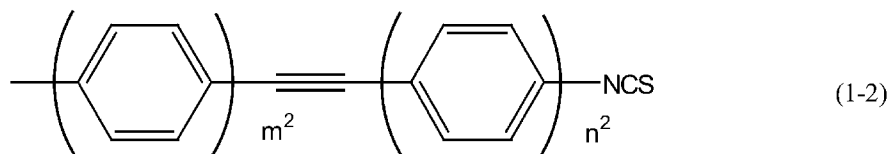
前記TF T基板と前記スロット基板との間において前記液晶層を取り囲む形で介在されるシール材とを備え、

前記液晶層は、イソチシアネート基含有液晶化合物を含み、

前記シール材は、エン化合物とチオール化合物とが、ラジカルを利用して結合したエン・チオール系化合物を含むことを特徴とする走査アンテナ用液晶セル。

[請求項2] 前記イソチシアネート基含有液晶化合物は、下記化学式(1-1)及び化学式(1-2)の何れかに示される構造を含む請求項1に記載の走査アンテナ用液晶セル。

[化1]



(上記化学式(1-1)及び(1-2)において、 n^1 、 m^2 及び n^2

はそれぞれ 1～5 の整数であり、フェニレン基中の H は、F 又は C I に置換されていてもよい。)

[請求項3] 前記チオール化合物は、一分子中に 2 個以上のチオール基を含む請求項 1 又は請求項 2 に記載の走査アンテナ用液晶セル。

[請求項4] 前記エン化合物は、一分子中に 2 個以上の炭素-炭素二重結合を含む請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セル。

[請求項5] 前記シール材は、前記 T F T 基板と前記スロット基板との間において前記液晶層を取り囲む形で介在され、外側と前記液晶層側とを連通する孔部を含む注入口部を有するシール本体部と、前記注入口部の前記孔部を封止する封止部とを有し、

前記シール本体部、及び／又は前記封止部が、前記エン・チオール系化合物を含む請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セル。

[請求項6] 前記 T F T 基板、及び／又は前記スロット基板は、液晶層側に配され、ポリイミド系樹脂で構成された配向膜を有する請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セル。

[請求項7] 第 1 誘電体基板と、前記第 1 誘電体基板に支持された複数の T F T 及び前記 T F T に電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有する T F T 基板、又は第 2 誘電体基板と、前記第 2 誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板の何れか一方の基板に、エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤を含みつつ、光及び／又は熱により硬化する O D F 用シール材組成物を枠状に付与する工程と、

前記一方の基板の上に、O D F 法により、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶材料を枠状の前記 O D F 用シール材組成物の内側に付与する工程と、

前記一方の基板の上の前記 O D F 用シール材組成物を仮硬化する工程

と、

前記ODF用シール材組成物を挟む形で前記一方の基板と他方の基板とを貼り合わせる工程と、

前記ODF用シール材組成物を本硬化する工程とを有する走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項8]

第1誘電体基板と、前記第1誘電体基板に支持された複数のTF T及び前記TF Tに電氣的に接続された複数のパッチ電極とを有するTF T基板、又は第2誘電体基板と、前記第2誘電体基板に支持された複数のスロットを含むスロット電極とを有するスロット基板の何れか一方の基板に、光及び／又は熱により硬化するシール材組成物を一部切り欠かれたような枠状に付与する工程と、

前記一方の基板上の前記シール材組成物を仮硬化する工程と、

前記シール材組成物を挟む形で前記一方の基板と他方の基板とを貼り合わせる工程と、

前記シール材組成物を本硬化する工程と、

本硬化後の前記シール材組成物のうち、前記一部切り欠かれた部分からなる注入口部から、真空注入法により、イソチオシアネート基含有液晶化合物を含む液晶材料を注入する工程と、

前記注入口部を塞ぐように、エン化合物、チオール化合物及びラジカル重合開始剤を含みつつ、光及び／又は熱により硬化する封止材組成物を付与する工程と、

前記封止材組成物を硬化させて封止部を形成する工程とを有する走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項9]

前記ラジカル重合開始剤は、光によりラジカルを生成する光ラジカル重合開始剤又は熱によりラジカルを生成する熱ラジカル重合開始剤からなる請求項7又は請求項8に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項10]

前記ラジカル重合開始剤は、ベンジル基又はチオキサントン基を有

する化合物からなる請求項 7 から請求項 9 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項11] 前記ラジカル重合開始剤は、アゾ化合物からなる請求項 7 から請求項 9 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

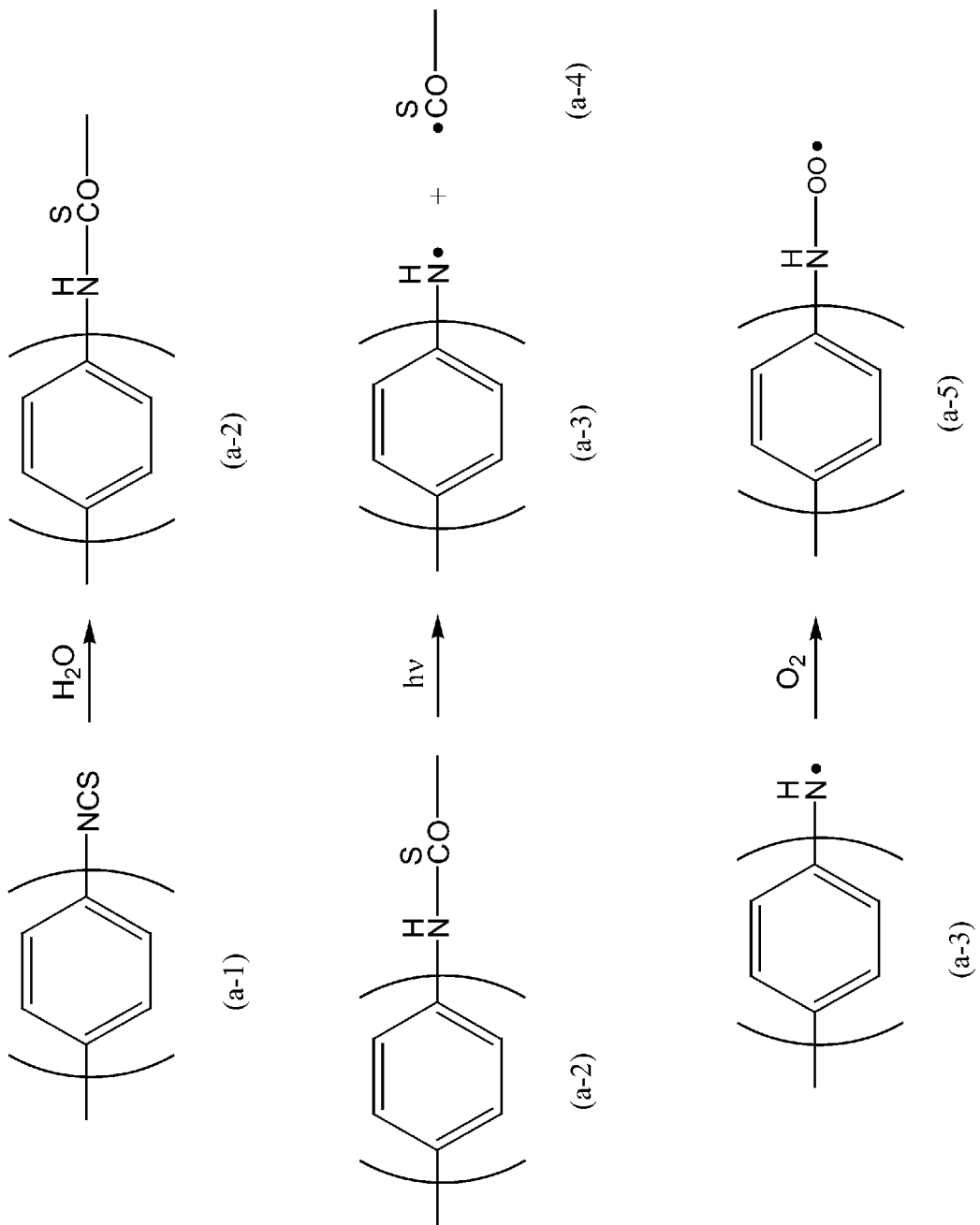
[請求項12] 前記ラジカル重合開始剤は、有機過酸化物からなる請求項 7 から請求項 9 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項13] 前記チオール化合物は、一分子中に 2 個以上のチオール基を含む請求項 7 から請求項 1 2 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

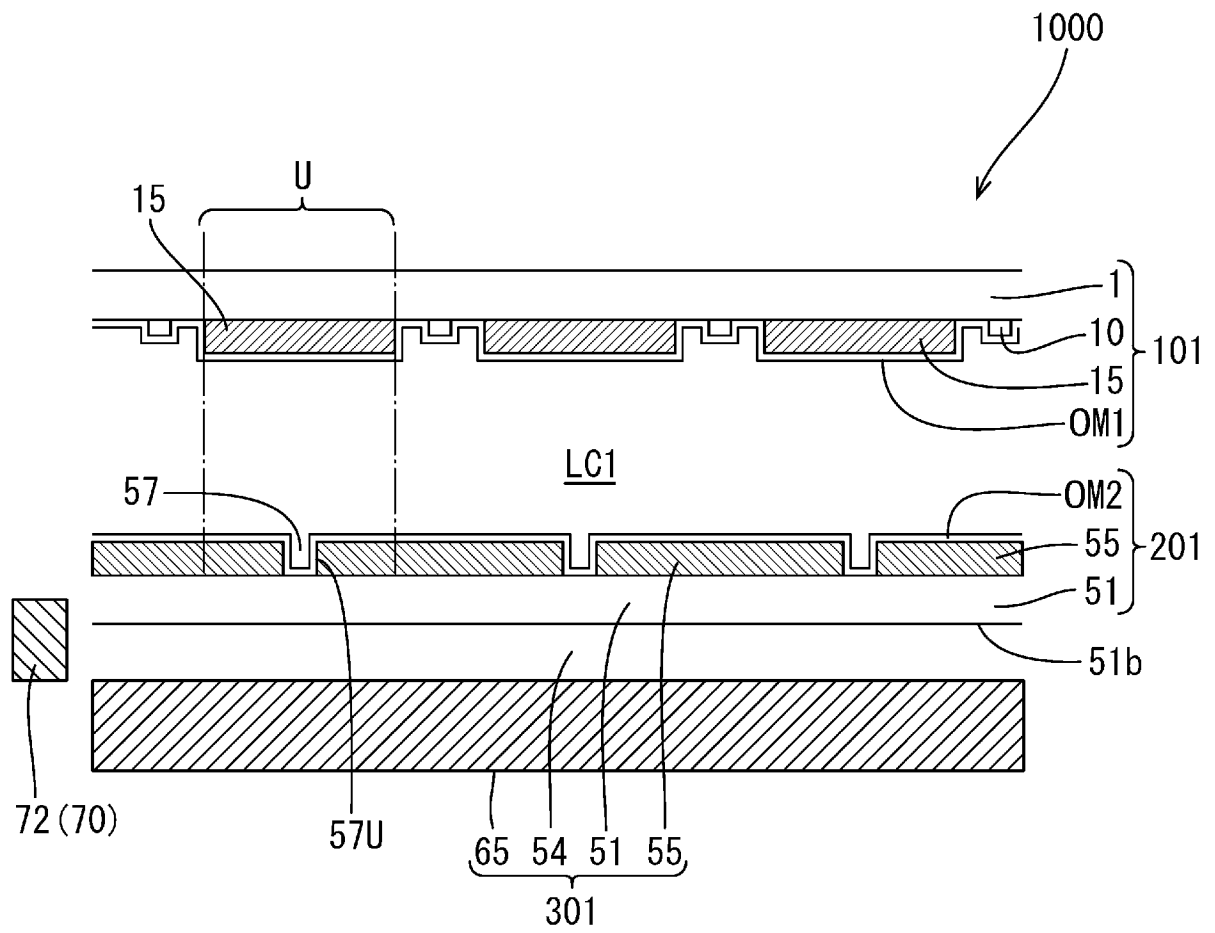
[請求項14] 前記エン化合物は、一分子中に 2 個以上の炭素-炭素二重結合を含む請求項 7 から請求項 1 3 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

[請求項15] 前記 T F T 基板、及び／又は前記スロット基板は、液晶層側に配され、ポリイミド系樹脂で構成された配向膜を有する請求項 7 から請求項 1 4 の何れか一項に記載の走査アンテナ用液晶セルの製造方法。

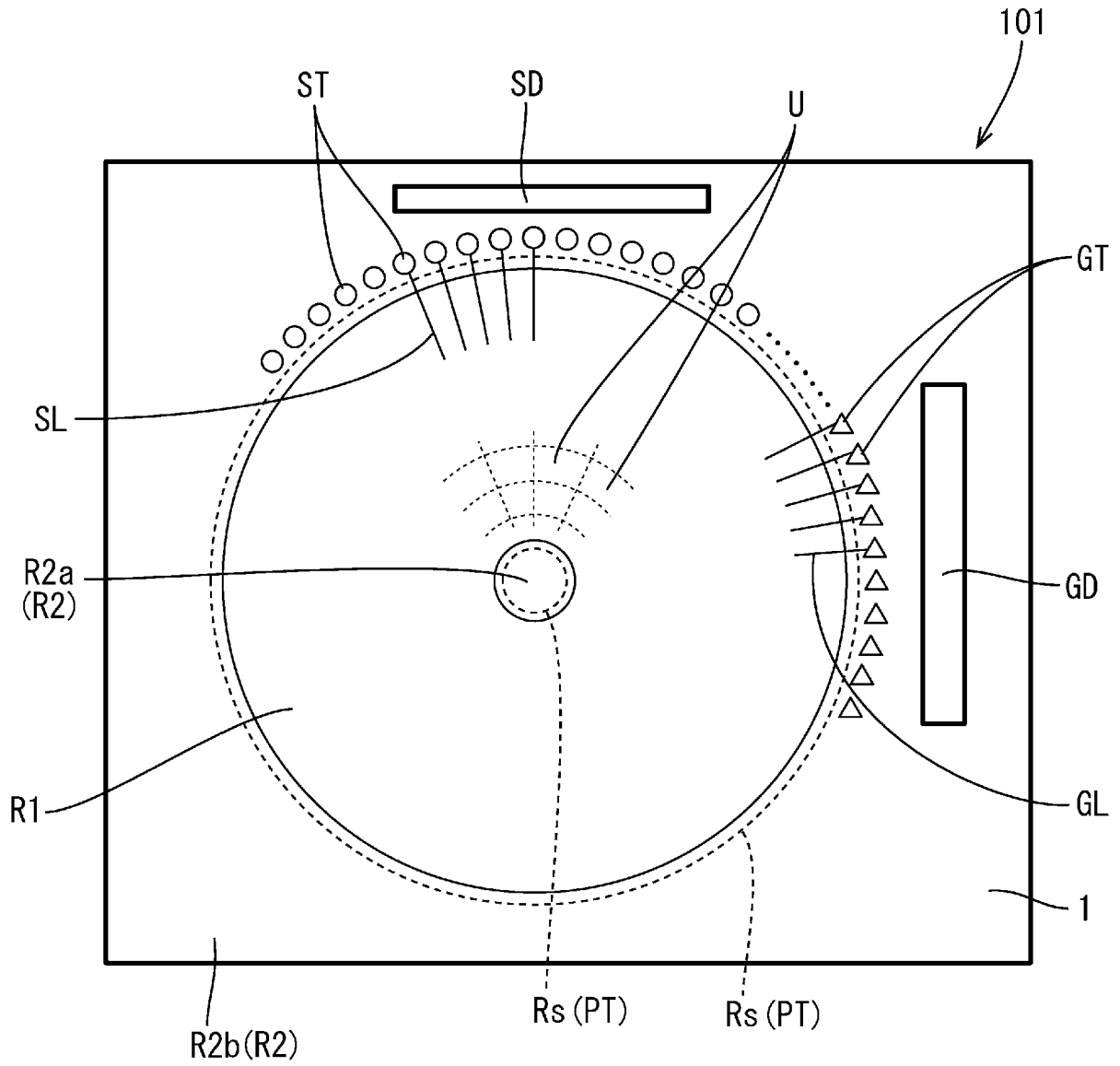
[図1]



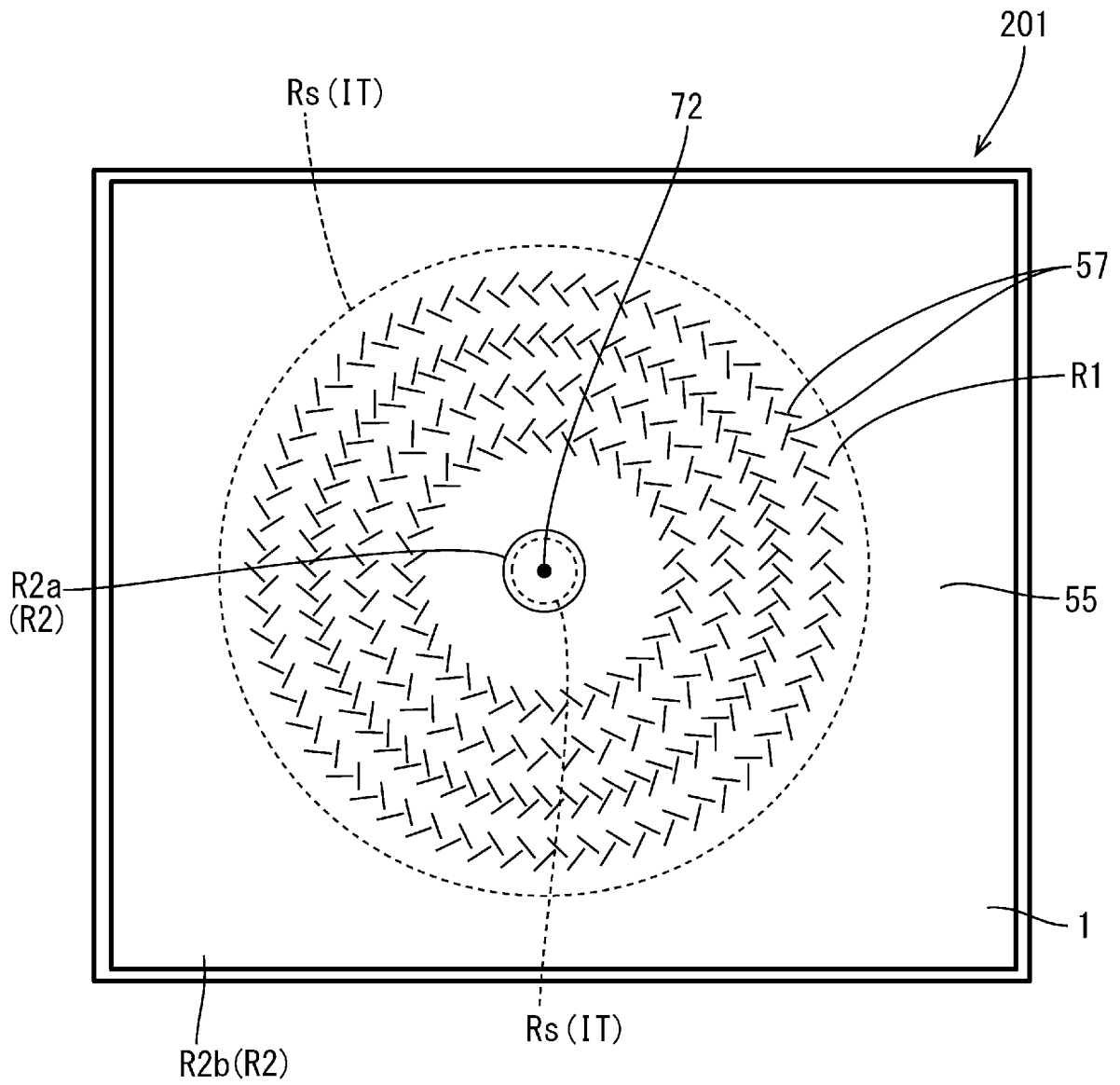
[図2]



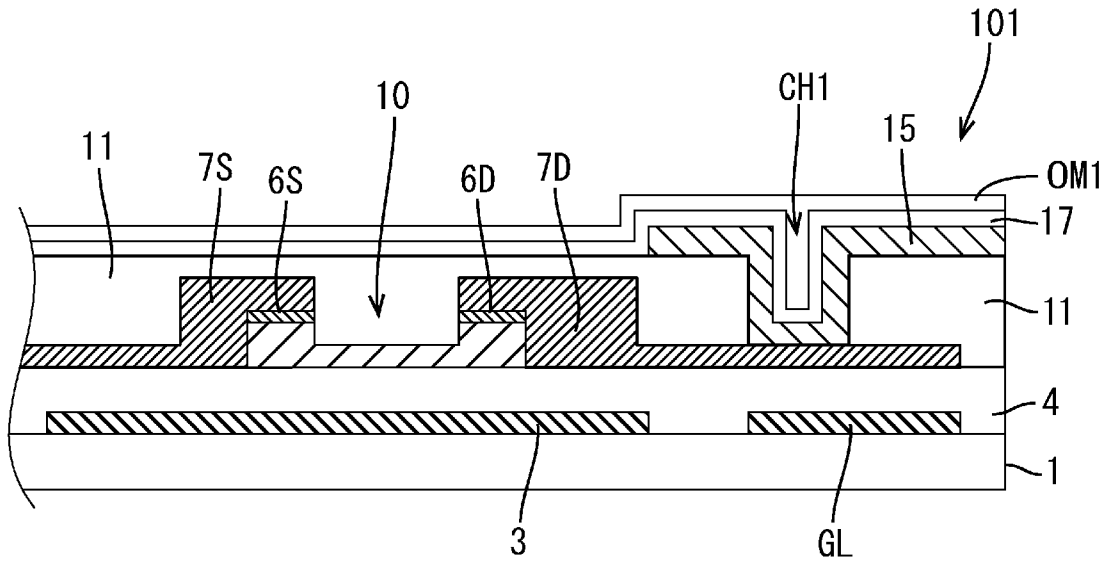
[図3]



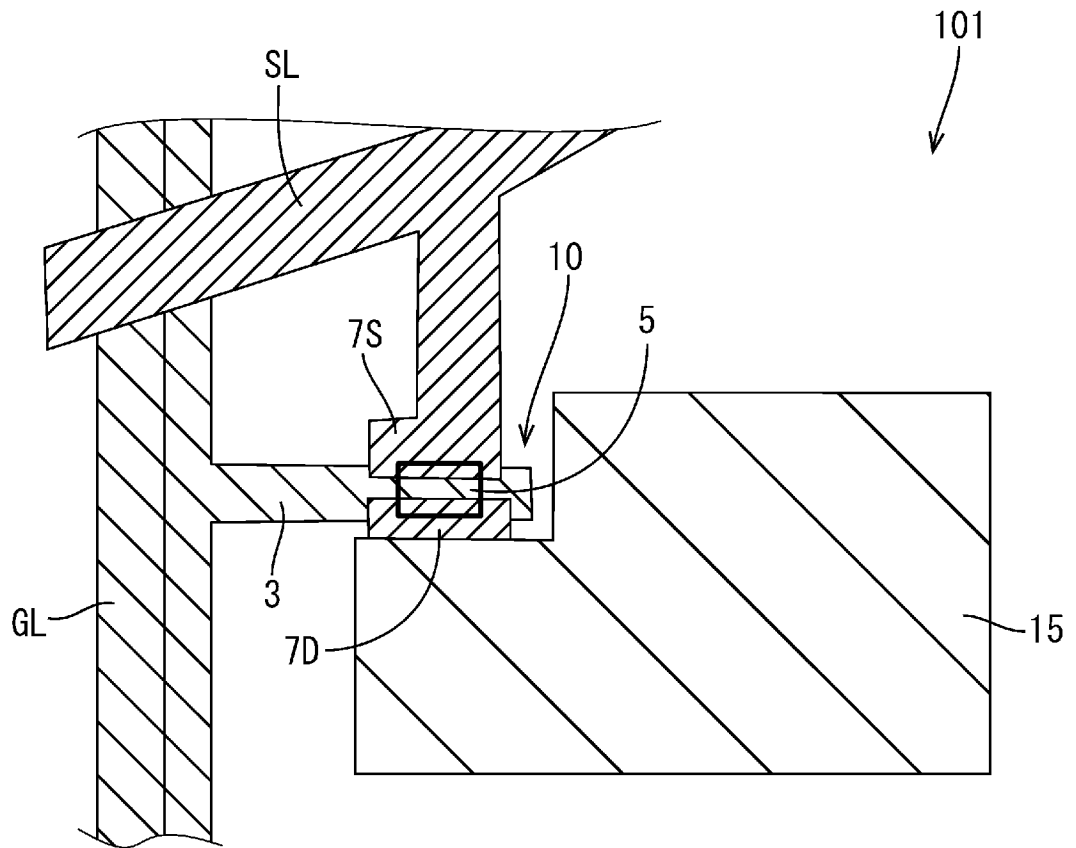
[図4]



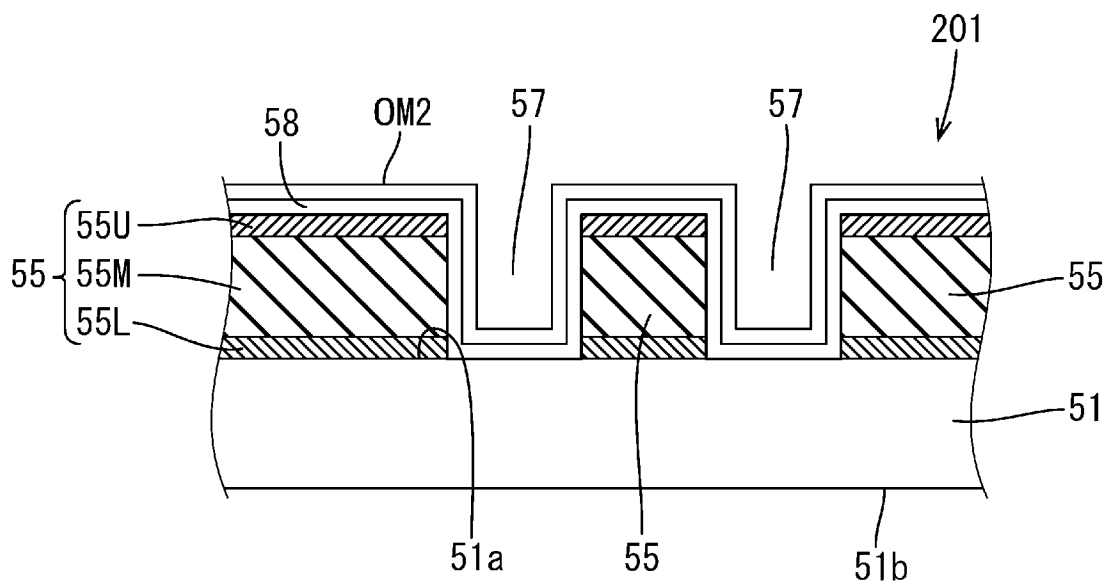
[図5]



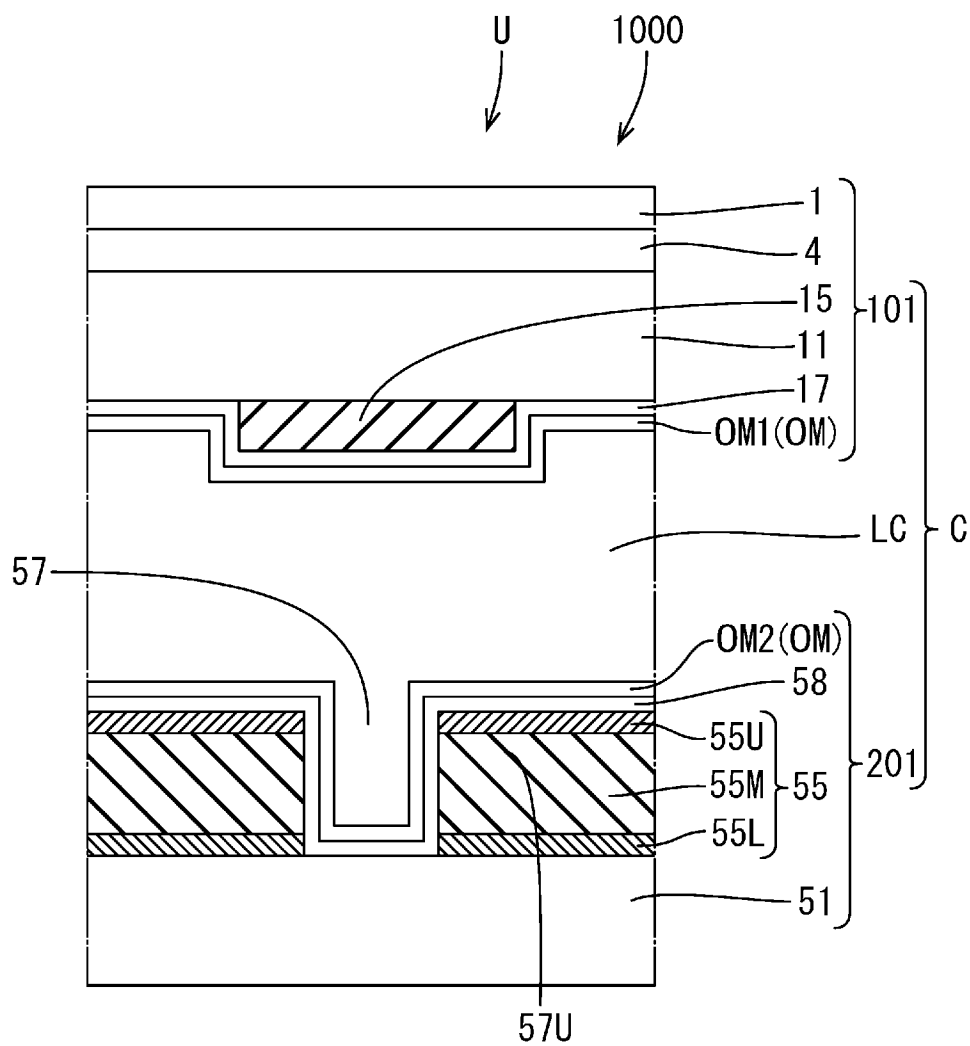
[図6]



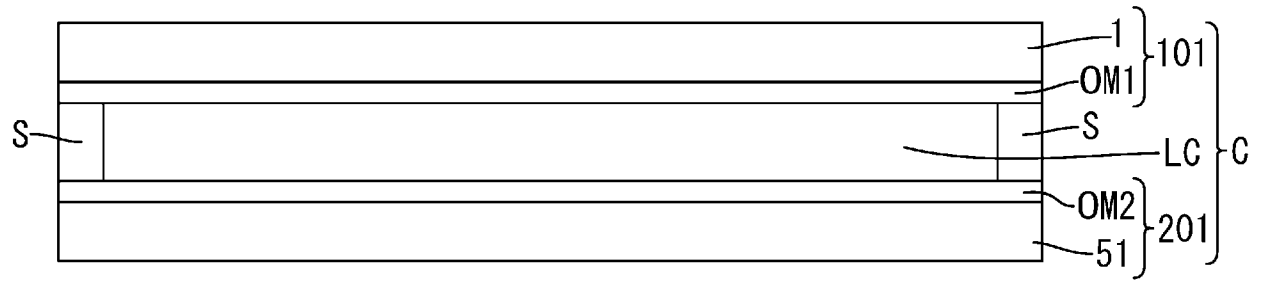
[図7]



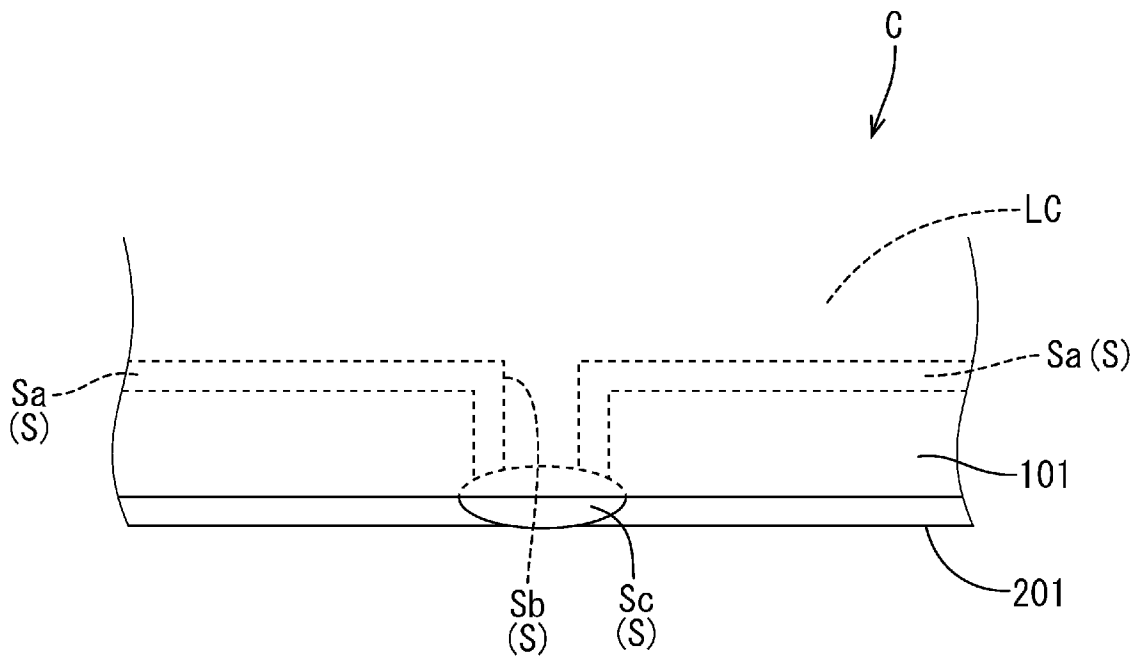
[図8]



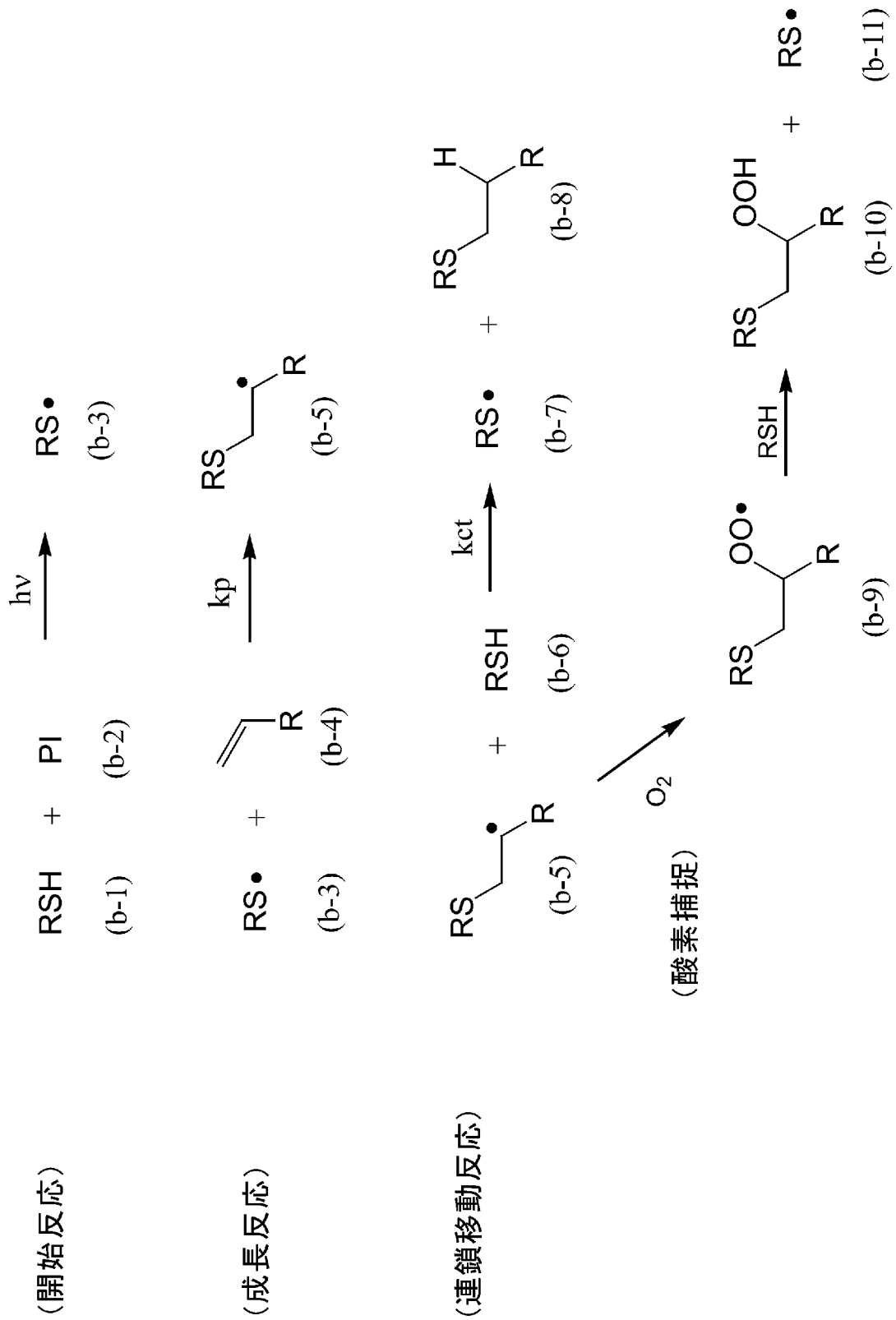
[図9]



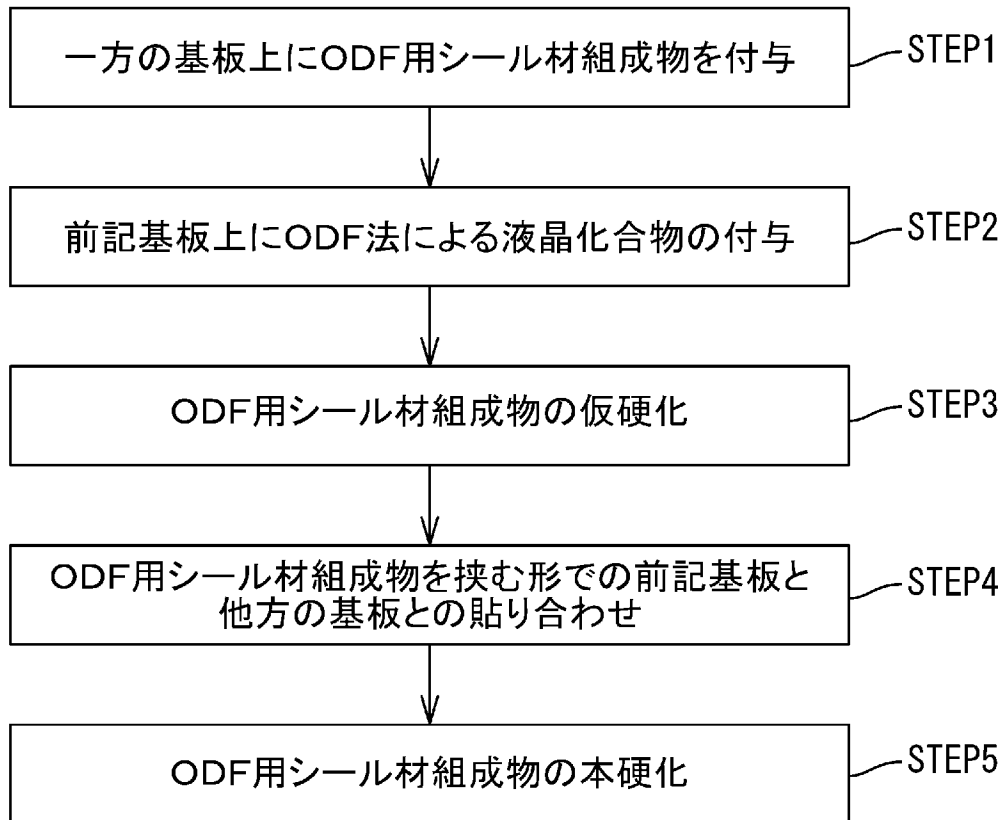
[図10]



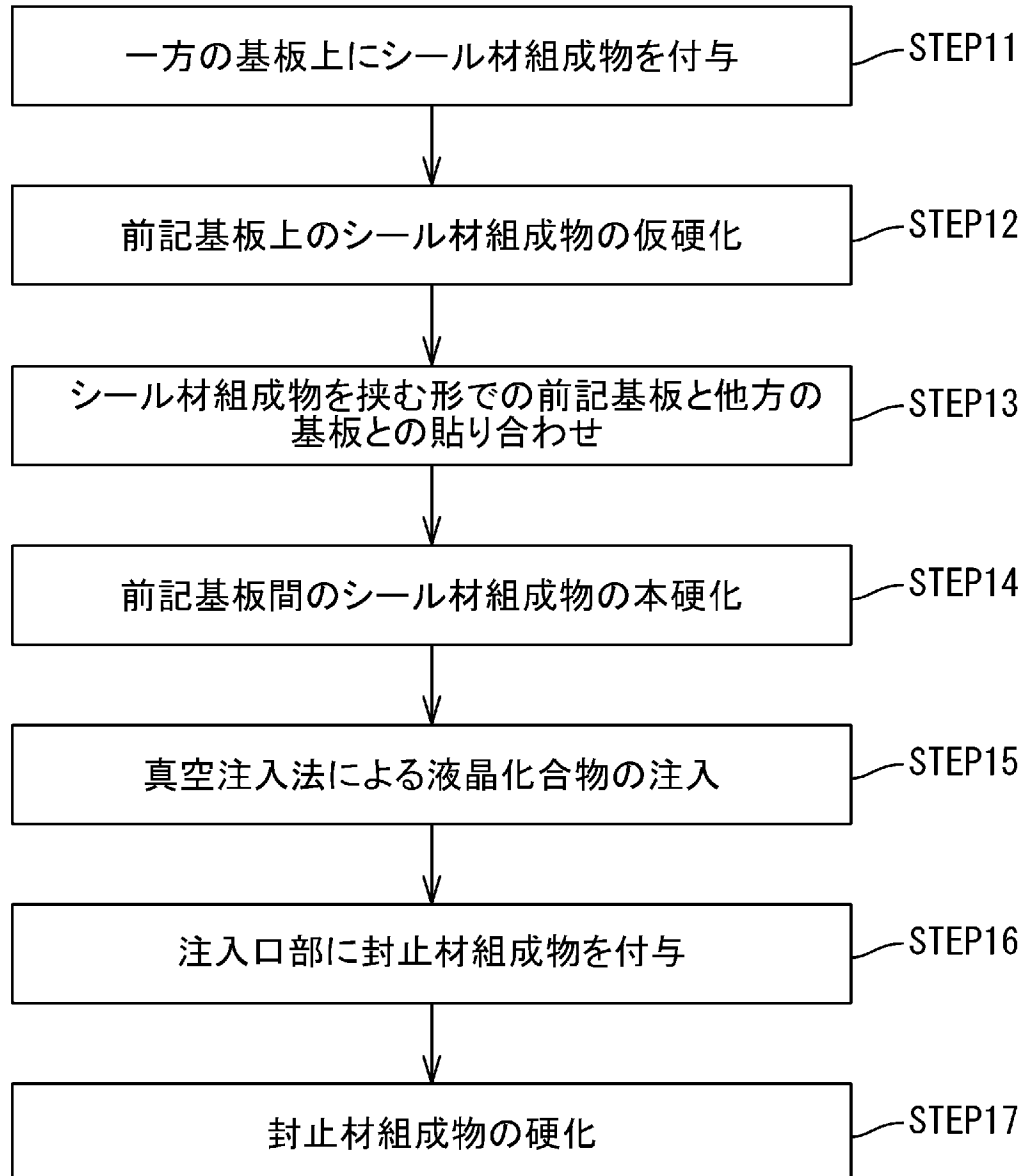
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029044

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>H01Q13/22(2006.01)i, C09K19/12(2006.01)i, C09K19/18(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1339(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i, H01Q3/34(2006.01)i, H01Q3/44(2006.01)i</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) <i>H01Q13/22, C09K19/12, C09K19/18, G02F1/13, G02F1/1339, G02F1/1368, H01Q3/34, H01Q3/44</i> Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2017 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) 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.
A	JP 2016-37607 A (Merck Patent GmbH), 22 March 2016 (22.03.2016), paragraphs [0001] to [0248] & US 2016/0040066 A1 paragraphs [0001] to [0353] & US 2017/0130129 A1 & EP 2982730 A1 & CN 105368465 A & KR 10-2016-0018409 A & TW 201619355 A	1-15
A	JP 2016-110788 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 20 June 2016 (20.06.2016), claim 1; paragraphs [0007] to [0037], [0066] to [0083] (Family: none)	1-15
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 05 October 2017 (05.10.17)		Date of mailing of the international search report 17 October 2017 (17.10.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/029044

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2017-506471 A (Kymeta Corp.), 02 March 2017 (02.03.2017), paragraphs [0042] to [0051], [0055]; fig. 3, 4, 6, 9, 17 & US 2015/0236412 A1 paragraphs [0012], [0013], [0015], [0018], [0026], [0062] to [0071], [0075] & WO 2015/126550 A1 & EP 3108537 A1 & TW 201539860 A & TW 201539860 A & KR 10-2016-0113100 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01Q13/22(2006.01)i, C09K19/12(2006.01)i, C09K19/18(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1339(2006.01)i, G02F1/1368(2006.01)i, H01Q3/34(2006.01)i, H01Q3/44(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. H01Q13/22, C09K19/12, C09K19/18, G02F1/13, G02F1/1339, G02F1/1368, H01Q3/34, H01Q3/44

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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)

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
A	JP 2016-37607 A (メルク パテント ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング) 2016.03.22, 【0001】～【0248】 & US 2016/0040066A1 【0001】～【0353】 & US 2017/0130129 A1 & EP 2982730 A1 & CN 105368465 A & KR 10-2016-0018409 A & TW 201619355 A	1-15
A	JP 2016-110788 A (積水化学工業株式会社) 2016.06.20, 【請求項1】【0007】～【0037】【0066】～【0083】 (ファミリーなし)	1-15

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

05.10.2017

国際調査報告の発送日

17.10.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 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)

廣田 かおり

2L

3812

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

C (続き) . 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
P, A	JP 2017-506471 A (カイメタ コーポレーション) 2017.03.02, 【0042】～【0051】【0055】【図3】【図4】【図6】【図9】【図17】 & US 2015/0236412 A1 【0012】【0013】【0015】【0018】【0026】【0062】～【0071】【0075】 & WO 2015/126550 A1 & EP 3108537 A1 & TW 201539860 A & TW 201539860 A & KR 10-2016-0113100 A	1-15