

(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
2014 年 7 月 3 日(03.07.2014)



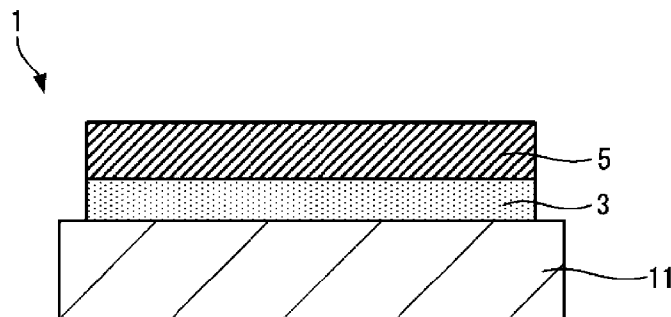
(10) 国際公開番号
WO 2014/103573 A1

- (51) 国際特許分類:
G06F 3/041 (2006.01) *H01B 5/14* (2006.01)
B32B 7/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081366
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 21 日(21.11.2013)
- (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 2012-283419 2012 年 12 月 26 日(26.12.2012) JP
- (71) 出願人: コニカミノルタ株式会社(KONICA MINOLTA, INC.) [JP/JP]; 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 木下 敏幸(KINOSHITA Toshiyuki); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 波木井健(HAKII Takeshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 石代 宏(ISHIDAI Hiroshi); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 和央(YOSHIDA Kazuhiro); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP). 多田 一成(TADA Kazunari); 〒1007015 東京都千代田区丸の内二丁目 7 番 2 号 コニカミノルタ株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所(SHIN-YU INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚 2-1-6 笹塚センタービル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: TOUCH PANEL TRANSPARENT ELECTRODE, TOUCH PANEL, DISPLAY DEVICE, AND PRODUCTION METHOD FOR TOUCH PANEL TRANSPARENT ELECTRODE

(54) 発明の名称: タッチパネル用透明電極、タッチパネル、表示装置、およびタッチパネル用透明電極の製造方法

FIG. 1



(57) Abstract: This touch panel transparent electrode is provided with a nitrogen-containing layer, and an electrode layer disposed adjacently to the nitrogen-containing layer. The electrode layer is formed adjacently to the nitrogen-containing layer after deposition of the nitrogen-containing layer has started to up to two minutes after deposition has finished. The electrode layer has a thickness of 12 nm or less, which can be measured by sheet resistance, and is constituted by using silver or an alloy composed mainly of silver.

(57) 要約: タッチパネル用透明電極は、窒素含有層と、これに隣接して設けられた電極層とを備えている。電極層は、窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に隣接して成膜された層である共に、シート抵抗の測定が可能で 12 nm 以下の膜厚を有し、銀または銀を主成分とした合金を用いて構成されている。



WO 2014/103573 A1

明 細 書

発明の名称：

タッチパネル用透明電極、タッチパネル、表示装置、およびタッチパネル用透明電極の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、タッチパネル用透明電極、タッチパネル、表示装置、およびタッチパネル用透明電極の製造方法に関し、特に薄型化に適するタッチパネル用透明電極と、これを備えたタッチパネルおよび表示装置、さらにはこのタッチパネル用透明電極の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 表示パネルの表示面側に配置されるタッチパネルには、抵抗膜式、表面型静電容量式、投影型静電容量式、光学式、超音波式などの様々な方式があるが、投影型静電容量式は多点入力できるという特徴を有しており、スマートフォンなどでの実用化が進んでいる。

[0003] ところで、投影型静電容量方式のように、パネル面の全面にわたって電極が配置される構成のタッチパネルにおいては、透明導電性材料を用いて電極を構成することにより、タッチパネルを介して配置される表示画像の視認性を確保している。このようなタッチパネル用の電極（すなわち透明電極）としては、主としてインジウムスズ酸化物（ITO）のような金属酸化物が用いられてきた。しかしながら、ITO等の金属酸化物は、光透過性には優れるものの導電性が十分ではなく、パネルの中央付近で電圧降下が起こりやすく、タッチパネルの大型化が阻害される。また、抵抗値を低く抑えようとした場合、ある程度の膜厚が必要とされるため、投影型静電容量方式のように電極がパターンを有する場合、このパターンが視認され易くなり、結果として下地となる表示画像の視認性が低下する。

[0004] そこで近年においては、タッチパネル用の透明電極として、ITOよりも導電性が高い金属ナノワイヤーを用いた構成が提案されている（例えば下記

特許文献 1 参照)。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 2 - 3 3 4 6 6 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ところが、金属ナノワイヤーを用いた透明電極は、抵抗を下げるために金属ナノワイヤーの添加量を増加させると、金属ナノワイヤーにおいての光散乱により下地となる表示画像の視認性が低下する課題を有していた。

[0007] そこで本発明は、薄膜でありながらも光透過性と共に十分な導電性を備えたタッチパネル用透明電極を提供することと、さらにはこれを用いることにより下地となる表示画像の視認性の向上が図られたタッチパネルおよび表示装置を提供すること、ならびにこのタッチパネル用透明電極の製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] このような目的を達成するための本発明のタッチパネル用透明電極は、窒素原子を含んだ化合物を用いて構成された窒素含有層と、この窒素含有層に隣接して設けられた電極層とを備えている。特に、電極層は、シート抵抗の測定が可能な 1 2 n m 以下の膜厚を有し、銀または銀を主成分とした合金を用いて構成され、窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に成膜が開始された層であることを特徴としている。

[0009] また本発明はこのような構成のタッチパネル用透明電極を用いたタッチパネル、およびこのタッチパネルとタッチパネルに重ねて配置された表示パネルとを備えた表示装置でもある。

[0010] さらに本発明は、このような構成のタッチパネルの製造方法でもあり、窒素原子を含んだ化合物を用いて窒素含有層を成膜する工程と、窒素含有層に隣接させて電極層を成膜する工程とを含む。特に電極層を成膜する工程では

、窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後2分までの間に当該電極層の成膜を開始すると共に、銀または銀を主成分とした合金を用いてシート抵抗の測定が可能な12nm以下の膜厚で電極層を成膜する。

[0011] 以上のような構成の本発明のタッチパネル用透明電極は、窒素原子を含んだ化合物を用いて構成された窒素含有層に隣接して、銀または銀を主成分とする合金からなる電極層を設けた構成である。これにより、窒素含有層に隣接して電極層を成膜する際には、電極層を構成する銀原子が窒素含有層を構成する窒素原子を含んだ化合物と相互作用し、銀が凝集することなく、連続膜として構成され易いことによって導電性が確保されたものとなっている。また電極層は、12nm以下であることにより、電極用の膜としての実用性を確保しつつも光の吸収成分または反射成分が低く抑えられたものとなっている。そして特に、電極層が、窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後2分までの間に成膜が開始された層であることにより、以降の実施例で説明するように、窒素含有層に隣接する電極層を、より連続性が高い膜とすることが可能となり、これによっても電極層の導電性および光透過性の向上が図られている。

発明の効果

[0012] 以上説明したように本発明によれば、実質的に電極としての機能を果たす電極層が、十分な光透過性を有しつつも導電性に優れたタッチパネル用透明電極を提供することが可能であり、またこのタッチパネル用透明電極を用いたことにより下地となる表示画像の視認性の向上が図られたタッチパネルおよび表示装置を提供することが可能である。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1実施形態に係るタッチパネル用透明電極（2層構造）の構成を示す断面模式図である。

[図2]窒素原子の結合様式を説明するためのTBACとIr(ppp)₃の構造式を示す図である。

[図3]ピリジン環の構造式と分子軌道を示す図である。

[図4]ピロール環の構造式と分子軌道を示す図である。

[図5]イミダゾール環の構造式と分子軌道を示す図である。

[図6]δ-カルボリン環の構造式と分子軌道を示す図である。

[図7]本発明の第1実施形態に係るタッチパネル用透明電極の製造方法を示す断面工程図である。

[図8]本発明の第2実施形態に係るタッチパネル用透明電極（3層構造）の構成を示す断面模式図である。

[図9]本発明の第3実施形態に係るタッチパネル用透明電極（4層構造）の構成を示す断面模式図である。

[図10]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの構成を示す斜視図である。

[図11]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの電極構成を示す2枚の透明電極の平面図である。

[図12]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの電極部分の平面配置を示す模式図である。

[図13]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図であり、図12に示すA-A断面に相当する図である。

[図14]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの変形例1の構成を示す断面模式図である。

[図15]本発明の第4実施形態に係るタッチパネルの変形例2の構成を示す断面模式図である。

[図16]本発明の第5実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図である。

[図17]本発明の第6実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図である。

[図18]本発明の第7実施形態に係るタッチパネルの電極部分の平面配置を示す模式図である。

[図19]本発明の第7実施形態に係るタッチパネルの電極部分の拡大図である。

。

[図20]本発明の第7実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図であり、図18に示すB-B断面に相当する図である。

[図21]本発明の第8実施形態に係る表示装置の構成を示す斜視図である。

[図22]本発明の第9実施形態に係るタッチパネル用透明電極を作製するための製造装置の構成図である。

[図23]本発明の第9実施形態に係る製造装置の変形例1の構成を示す模式図である。

[図24]本発明の第9実施形態に係る製造装置の変形例2の構成を示す模式図である。

[図25]本発明の第9実施形態に係る製造装置の変形例3の構成を示す模式図である。

[図26]実施例1で作製した試料5の透明電極のSEM画像である。

[図27]実施例1で作製した試料6の透明電極のSEM画像である。

[図28]実施例1で作製した試料7の透明電極のSEM画像である。

[図29]実施例1で作製した試料8の透明電極のSEM画像である。

[図30]実施例1で作製した試料9の透明電極のSEM画像である。

[図31]実施例1で作製した試料10の透明電極のSEM画像である。

[図32]実施例1で作製した試料11の透明電極のSEM画像である。

[図33]実施例1で作製した試料12の透明電極のSEM画像である。

[図34]実施例1で作製した試料13の透明電極のSEM画像である。

[図35]透明電極を構成する窒素含有層の有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ とシート抵抗との関係を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施の形態を、図面に基づいて次に示す順に説明する。

1. 第1実施形態：2層構造のタッチパネル用透明電極
2. 第2実施形態：3層構造のタッチパネル用透明電極
3. 第3実施形態：4層構造のタッチパネル用透明電極

4. 第4実施形態：タッチパネル（1枚の透明基板上に二層の透明電極を設けた構成）

4-1. タッチパネルの変形例1

4-2. タッチパネルの変形例2

4-3. タッチパネルの変形例3

5. 第5実施形態：タッチパネル（2枚の透明基板のそれぞれに透明電極を設けた構成）

6. 第6実施形態：タッチパネル（1枚の透明基板の両面に透明電極を設けた構成）

7. 第7実施形態：タッチパネル（透明基板上に2パターンの透明電極と共に接続電極を設けた構成）

8. 第8実施形態：表示装置（タッチパネルを用いた構成）

9. 第9実施形態：製造装置（タッチパネル用透明電極を作製するための装置）

9-1. 製造装置の変形例1

9-2. 製造装置の変形例2

9-3. 製造装置の変形例3

[0015] ≪ 1. 第1実施形態：2層構造のタッチパネル用透明電極 ≫

図1は、本発明の第1実施形態に係るタッチパネル用透明電極（以下、透明電極と称する）の構成を示す断面模式図である。この図に示す透明電極1は、窒素含有層3と電極層5とを積層した2層構造であり、例えば透明基板11の上部に、窒素含有層3、電極層5の順に設けられている。このうち、窒素含有層3は、電極層5を構成する主材料である銀と安定的に結合する窒素原子（N）を含有する化合物を用いて構成されていることを特徴としている。また、透明電極1における実質的な電極部分を構成する電極層5は、銀または銀（Ag）を主成分として構成された層であり、ここでは窒素含有層3に隣接した状態で積層されている。そして、この電極層5は、窒素含有層3の成膜開始後から成膜終了後2分までの間に、成膜が開始された層である

ことを特徴としている。

[0016] 以下に、このような積層構造の透明電極 1 が設けられる透明基板 1 1、透明電極 1 を構成する窒素含有層 3、および電極層 5 の順に、詳細な構成を説明する。尚、本発明の透明電極 1 の透明とは波長 550 nm での光透過率が 50%以上であることをいう。

[0017] <透明基板 1 1>

本発明の透明電極 1 が形成される透明基板 1 1 は、例えば表示パネルの前面板を兼ねるものであっても良い。このような透明基板 1 1 としては、例えばガラス、石英、透明樹脂フィルムである。

[0018] ガラスとしては、例えば、シリカガラス、ソーダ石灰シリカガラス、鉛ガラス、ホウケイ酸塩ガラス、無アルカリガラス等が挙げられる。これらのガラス材料の表面には、窒素含有層 3 との密着性、耐久性、平滑性の観点から、必要に応じて、研磨等の物理的処理を施したり、無機物または有機物からなる被膜や、これらの被膜を組み合わせたハイブリッド被膜が形成される。特に好ましい透明基板 1 1 は、透明電極 1 およびこれを用いて構成されるタッチパネルや表示装置などの電子デバイスにフレキシブル性を与えることが可能な樹脂フィルムである。

[0019] 樹脂フィルムとしては、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリエチレンナフタレート（PEN）等のポリエステル、ポリエチレン、ポリプロピレン、セロファン、セルロースジアセテート、セルローストリアセテート（TAC）、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート（CAP）、セルロースアセテートフタレート、セルロースナイトレート等のセルロースエステル類またはそれらの誘導体、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンビニルアルコール、シンジオタクティックポリスチレン、ポリカーボネート、ノルボルネン樹脂、ポリメチルペンテン、ポリエーテルケトン、ポリイミド、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン類、ポリエーテルイミド、ポリエーテルケトンイミド、ポリアミド、フッ素樹脂、ナイロン

、ポリメチルメタクリレート、アクリルあるいはポリアリレート類、アトソン（商品名ＪＳＲ社製）あるいはアペル（商品名三井化学社製）といったシクロオレフィン系樹脂等が挙げられる。

[0020] 樹脂フィルムの表面には、無機物または有機物からなる被膜や、これらの被膜を組み合わせたハイブリッド被膜が形成されていてもよい。このような被膜およびハイブリッド被膜は、ＪＩＳ－Ｋ－７１２９－１９９２に準拠した方法で測定された、水蒸気透過度（ $25 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $90 \pm 2\%$ RH）が $0.01 \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ 時間})$ 以下のバリア性フィルム（バリア膜等ともいう）であることが好ましい。またさらには、ＪＩＳ－Ｋ－７１２６－１９８７に準拠した方法で測定された酸素透過度が $10^{-3} \text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ 時間} \cdot \text{atm})$ 以下、水蒸気透過度が $10^{-5} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ 時間})$ 以下の高バリア性フィルムであることが好ましい。

[0021] 以上のようなバリア性フィルムを形成する材料としては、水分や酸素等素子の劣化をもたらすものの浸入を抑制する機能を有する材料であればよく、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等を用いることができる。さらに当該バリア性フィルムの脆弱性を改良するために、これら無機層と有機材料からなる層（有機層）の積層構造を持たせることがより好ましい。無機層と有機層の積層順については特に制限はないが、両者を交互に複数回積層させることが好ましい。

[0022] バリア性フィルムの形成方法については特に限定はなく、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマＣＶＤ法、レーザーＣＶＤ法、熱ＣＶＤ法、コーティング法等を用いることができるが、特開２００４－６８１４３号公報に記載の大気圧プラズマ重合法によるものが特に好ましい。

[0023] ＜窒素含有層３＞

窒素含有層３は、窒素原子（N）を含んだ化合物を用いて構成された層であり、透明基板１１上において電極層５に隣接して設けられている。

[0024] 窒素含有層 3 を構成する窒素原子 (N) を含んだ化合物は、特に次のような化合物であることが好ましい。すなわち、窒素含有層 3 を構成する窒素原子 (N) を含んだ化合物は、化合物に含有される窒素原子のうち、特に電極層 5 を構成する主材料である銀と安定的に結合する窒素原子の非共有電子対を「有効非共有電子対」とし、この「有効非共有電子対」の含有率が所定範囲であることを特徴としている。

[0025] ここで「有効非共有電子対」とは、化合物に含有される窒素原子が有する非共有電子対のうち、芳香族性に関与せずかつ金属に配位していない非共有電子対である。ここでの芳香族性とは、 π 電子を持つ原子が環状に並んだ不飽和環状構造を言い、いわゆる「ヒュッケル則」に従う芳香族性であって、環上の π 電子系に含まれる電子の数が「 $4n + 2$ 」($n = 0$ 、または自然数) 個であることを条件としている。

[0026] 以上のような「有効非共有電子対」は、その非共有電子対を備えた窒素原子自体が、芳香環を構成するヘテロ原子であるか否かにかかわらず、窒素原子が有する非共有電子対が芳香族性に関与しているか否かによって選択される。例えば、ある窒素原子が芳香環を構成するヘテロ原子であっても、その窒素原子の非共有電子対が、芳香族性に必須要素として直接的に関与しない非共有電子対、すなわち共役不飽和環構造（芳香環）上の非局在化した π 電子系に芳香族性発現のために必須のものとして関与していない非共有電子対であれば、その非共有電子対は「有効非共有電子対」の一つとしてカウントされる。これに対して、ある窒素原子が芳香環を構成するヘテロ原子でない場合であっても、その窒素原子の非共有電子対が芳香族性に関与していれば、その窒素原子の非共有電子対は「有効非共有電子対」としてカウントされることはない。尚、各化合物において、上述した「有効非共有電子対」の数 n は、「有効非共有電子対」を有する窒素原子の数と一致する。

[0027] 次に、上述した「有効非共有電子対」について、具体例を挙げて詳細に説明する。

[0028] 窒素原子は、第 15 族元素であり、最外殻に 5 個の電子を有する。このう

ち3個の不對電子は他の原子との共有結合に用いられ、残りの2個は一對の非共有電子対となる。このため、通常、窒素原子の結合本数は3本である。

[0029] 例えば、窒素原子を有する基として、アミノ基 ($-NR^1R^2$)、アミド基 ($-C(=O)NR^1R^2$)、ニトロ基 ($-NO_2$)、シアノ基 ($-CN$)、ジアゾ基 ($-N_2$)、アジド基 ($-N_3$)、ウレア結合 ($-NR^1C=ONR^2-$)、イソチオシアネート基 ($-N=C=S$)、チオアミド基 ($-C(=S)NR^1R^2$)などが挙げられる。尚、 R^1 , R^2 は、それぞれ水素原子(H)または置換基である。これらの基を構成する窒素原子の非共有電子対は、芳香族性に関与せずかつ金属に配位していないため、[有効非共有電子対]に該当する。このうち、ニトロ基 ($-NO_2$)の窒素原子が有する非共有電子対は、酸素原子との共鳴構造に利用されているものの、以降の実施例で示すように良好な効果が得られていることから、芳香族性に関与せずかつ金属に配位していない[有効非共有電子対]として窒素上に存在すると考えられる。

[0030] また、窒素原子は、非共有電子対を利用することで4本目の結合を作り出すこともできる。この場合の一例を図2を用いて説明する。図2は、テトラブチルアンモニウムクロライド(TBAC)の構造式と、トリス(2-フェニルピリジン)イリジウム(III) $[Ir(ppy)_3]$ の構造式である。

[0031] このうち、TBACは、四つのブチル基のうちの1つが窒素原子とイオン結合しており、対イオンとして塩化物イオンを有する第四級アンモニウム塩である。この場合、窒素原子の非共有電子対を構成する電子のうちの1つは、ブチル基とのイオン結合に供与される。このため、TBACの窒素原子は、そもそも非共有電子対が存在していないと同等になる。したがって、TBACを構成する窒素原子の非共有電子対は、芳香族性に関与せずかつ金属に配位していない[有効非共有電子対]には該当しない。

[0032] また、 $[Ir(ppy)_3]$ は、イリジウム原子と窒素原子とが配位結合している中性の金属錯体である。この $[Ir(ppy)_3]$ を構成する窒素原子の非共有電子対は、イリジウム原子に配位していて、配位結合に利用されている。したがって、 $[Ir(ppy)_3]$ を構成する窒素原子の非共有電子対も、芳香族性

に關与せずかつ金属に配位していない〔有効非共有電子対〕には該当しない。

[0033] また、窒素原子は、芳香環を構成することのできるヘテロ原子として一般的であり、芳香族性の発現に寄与することができる。この「含窒素芳香環」としては、たとえば、ピリジン環、ピラジン環、ピリミジン環、トリアジン環、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、テトラゾール環等が挙げられる。

[0034] 図3は、以上に例示した基のうちの一つであるピリジン環の構造式と分子軌道を示す図である。図3に示すとおり、ピリジン環は、6員環状に並んだ共役（共鳴）不飽和環構造において、非局在化した π 電子の数が6個であるため、 $4n+2$ （ $n=0$ または自然数）のヒュッケル則を満たす。6員環内の窒素原子は、 $-CH=$ を置換したものであるため、1個の不対電子を6 π 電子系に動員するのみで、非共有電子対は芳香族性発現のために必須のものとして關与していない。

[0035] したがって、ピリジン環を構成する窒素原子の非共有電子対は、芳香族性に關与せずかつ金属に配位していない〔有効非共有電子対〕に該当する。

[0036] 図4は、ピロール環の構造式と分子軌道を示す図である。図4に示すとおり、ピロール環は、5員環を構成する炭素原子のうちの 하나가窒素原子に置換された構造であるが、やはり π 電子の数は6個であり、ヒュッケル則を満たした含窒素芳香環である。ピロール環の窒素原子は、水素原子とも結合しているため、非共有電子対が6 π 電子系に動員される。

[0037] したがって、ピロール環の窒素原子は、非共有電子対を有するものの、この非共有電子対は、芳香族性発現のために必須のものとして利用されているため、芳香族性に關与せずかつ金属に配位していない〔有効非共有電子対〕には該当しない。

[0038] 図5は、イミダゾール環の構造式と分子軌道を示す図である。図5に示すとおり、イミダゾール環は、二つの窒素原子 N^1 、 N^2 が、5員環内の1、3位に置換した構造を有しており、やはり π 電子数が6個の含窒素芳香環であ

る。このうち一つの窒素原子 N^1 は、1個の不対電子のみを 6π 電子系に動員し、非共有電子対を芳香族性発現のために利用していないピリジン環型の窒素原子であり、この窒素原子 N^1 の非共有電子対は、[有効非共有電子対]に該当する。これに対して、他方の窒素原子 N^2 は、非共有電子対を 6π 電子系に動員しているピロール環型の窒素原子であるため、この窒素原子 N^2 の非共有電子対は、[有効非共有電子対]に該当しない。

[0039] したがって、イミダゾール環においては、これを構成する二つの窒素原子 N^1 、 N^2 のうちの一つの窒素原子 N^1 の非共有電子対のみが、[有効非共有電子対]に該当する。

[0040] 以上のような「含窒素芳香環」の窒素原子における非共有電子対の選別は、含窒素芳香環骨格を有する縮合環化合物の場合も同様に適用される。

[0041] 図6は、 δ -カルボリン環の構造式と分子軌道を示す図である。図6に示すとおり、 δ -カルボリン環は、含窒素芳香環骨格を有する縮合環化合物であり、ベンゼン環骨格、ピロール環骨格、およびピリジン環骨格がこの順に縮合したアザカルバゾール化合物である。このうち、ピリジン環の窒素原子 N^3 は1個の不対電子のみを π 電子系に動員し、ピロール環の窒素原子 N^4 は非共有電子対を π 電子系に動員しており、環を形成している炭素原子からの11個の π 電子とともに、全体の π 電子数が14個の芳香環となっている。

[0042] したがって、 δ -カルボリン環の二つの窒素原子 N^3 、 N^4 のうち、ピリジン環を構成する窒素原子 N^3 の非共有電子対は[有効非共有電子対]に該当するが、ピロール環を構成する窒素原子 N^4 の非共有電子対は、[有効非共有電子対]に該当しない。

[0043] このように、縮合環化合物を構成する窒素原子の非共有電子対は、縮合環化合物を構成するピリジン環やピロール環等の単環化合物中の結合と同様に、縮合環化合物中の結合に関与する。

[0044] そして以上説明した[有効非共有電子対]は、電極層5の主成分である銀と強い相互作用を発現するために重要である。そのような[有効非共有電子対]を有する窒素原子は、安定性、耐久性の観点から、含窒素芳香環中の窒

素原子であることが好ましい。したがって、窒素含有層3に含有される化合物は、[有効非共有電子対]を持つ窒素原子をヘテロ原子とした芳香族複素環を有することが好ましい。

[0045] 特に本実施形態においては、このような化合物の分子量Mに対する[有効非共有電子対]の数nを、例えば有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ と定義する。そして窒素含有層3は、この $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ となるように選択された化合物を用いて構成されているところが特徴的である。また窒素含有層3は、以上のように定義される有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $3.9 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ の範囲であれば好ましく、 $6.5 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ の範囲であればさらに好ましい。

[0046] また窒素含有層3は、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した所定範囲である化合物を用いて構成されていれば良く、このような化合物のみで構成されていても良く、またこのような化合物と他の化合物とを混合して用いて構成されていても良い。他の化合物は、窒素原子が含有されていてもいなくても良く、さらに有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した所定範囲でなくても良い。

[0047] 窒素含有層3が、複数の化合物を用いて構成されている場合、例えば化合物の混合比に基づき、これらの化合物を混合した混合化合物の分子量Mを求め、この分子量Mに対しての[有効非共有電子対]の合計の数nを、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の平均値として求め、この値が上述した所定範囲であることが好ましい。つまり窒素含有層3自体の有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が所定範囲であることが好ましい。

[0048] 尚、窒素含有層3が、複数の化合物を用いて構成されている場合であって、膜厚方向に化合物の混合比(含有比)が異なる構成であれば、電極層5と接する側の窒素含有層3の表面層における有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が所定範囲であれば良い。

[0049] [化合物I]

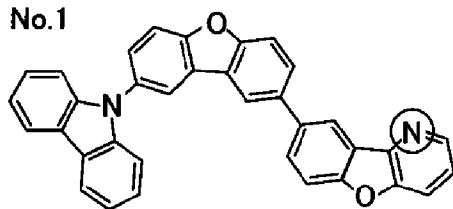
以下に、窒素含有層3を構成する化合物として、上述した有効非共有電子

対含有率 $[n/M]$ が $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ を満たす化合物の具体例（No. 1～No. 48）を示す。各化合物No. 1～No. 48には、〔有効非共有電子対〕を有する窒素原子に対して○を付した。また、下記表1には、これらの化合物No. 1～No. 48の分子量M、〔有効非共有電子対〕の数n、および有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ を示す。下記化合物33の銅フタロシアニンにおいては、窒素原子が有する非共有電子対のうち銅に配位していない非共有電子対が〔有効非共有電子対〕としてカウントされる。

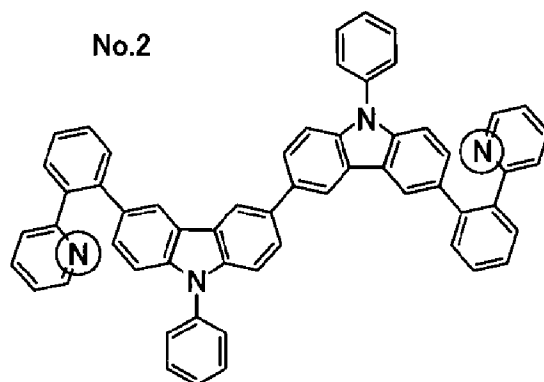
[0050]

[化1]

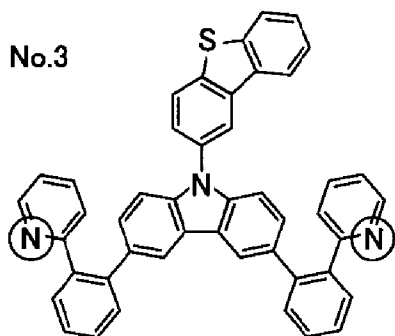
No.1



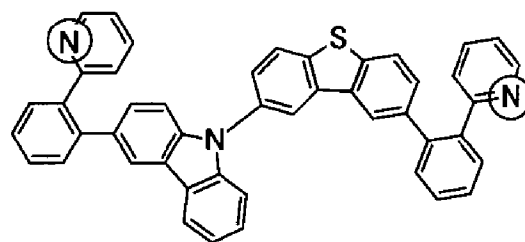
No.2



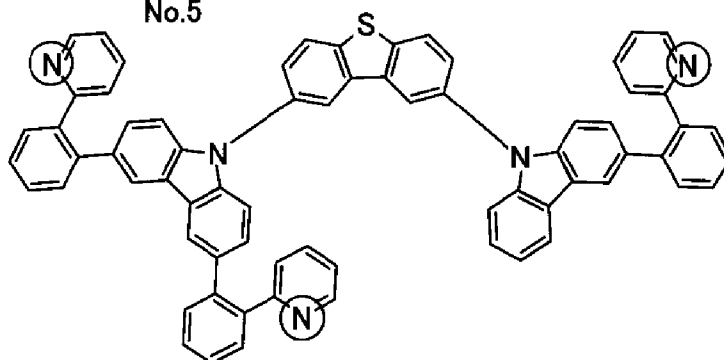
No.3



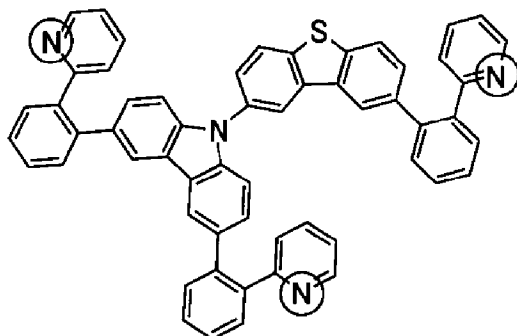
No.4



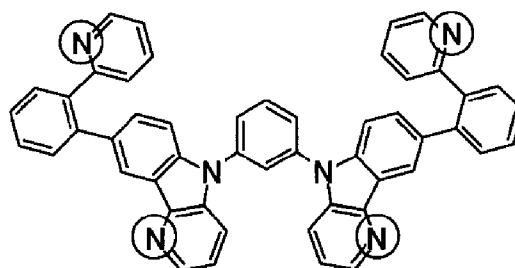
No.5



No.6



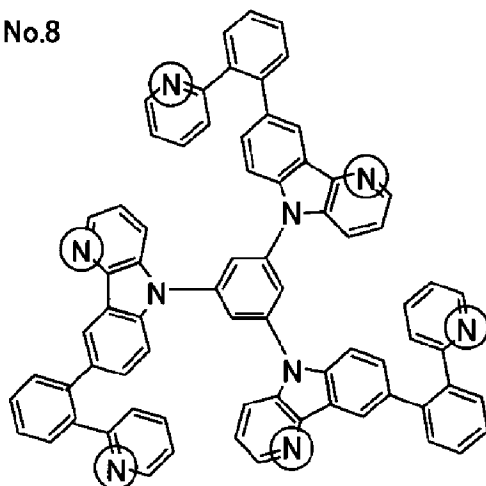
No.7



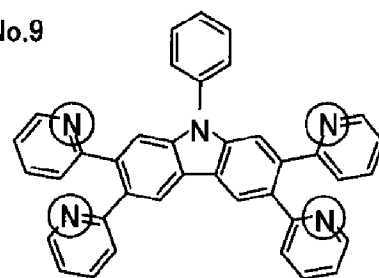
[0051]

[化2]

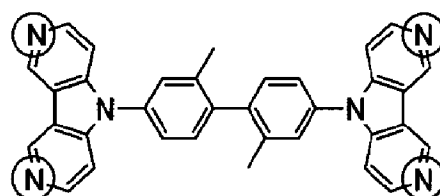
No.8



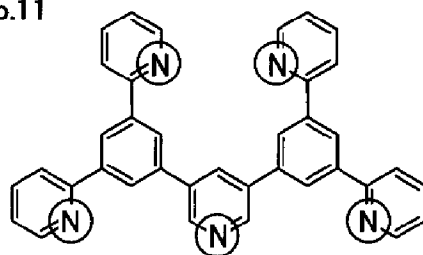
No.9



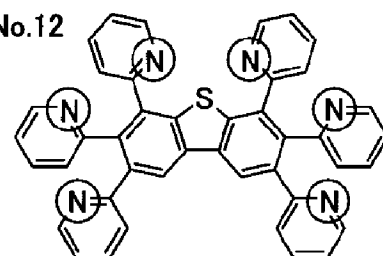
No.10



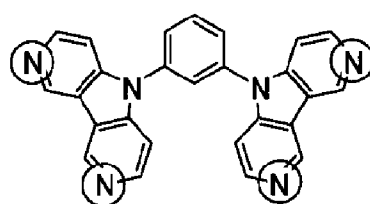
No.11



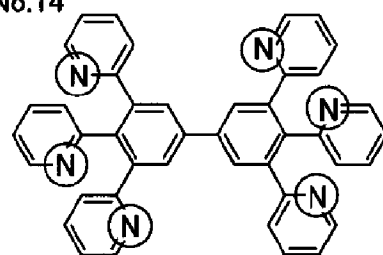
No.12



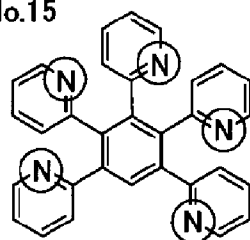
No.13



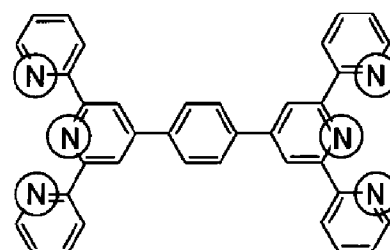
No.14



No.15



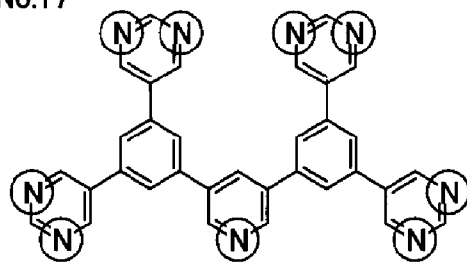
No.16



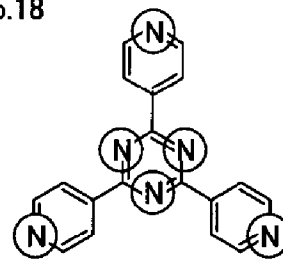
[0052]

[化3]

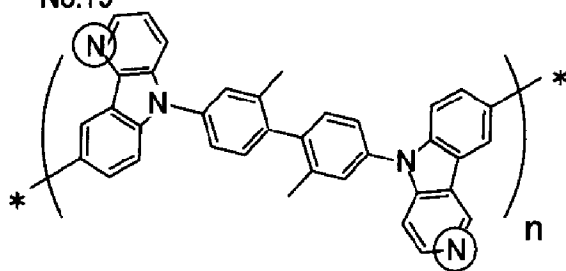
No.17



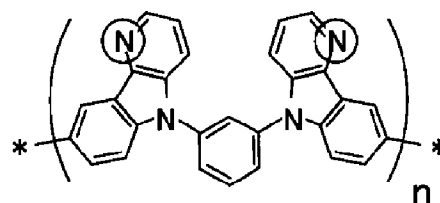
No.18



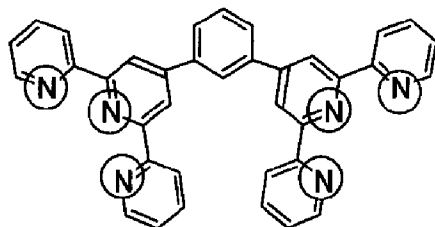
No.19



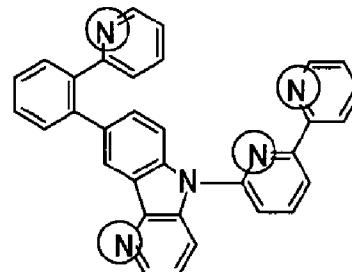
No.20



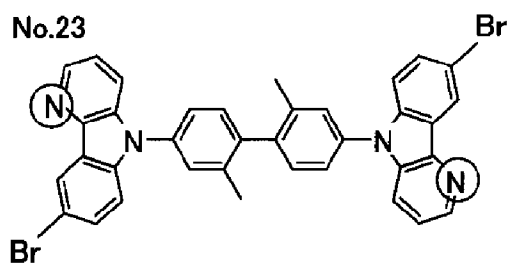
No.21



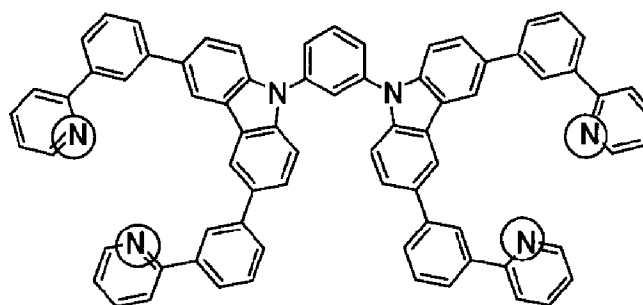
No.22



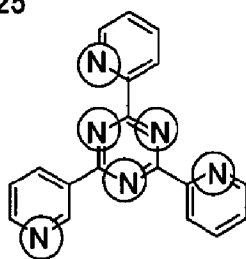
No.23



No.24



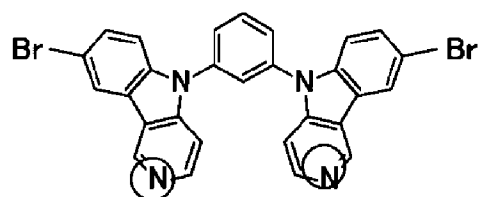
No.25



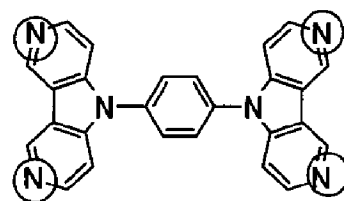
[0053]

[化4]

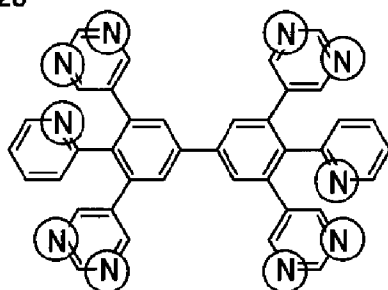
No.26



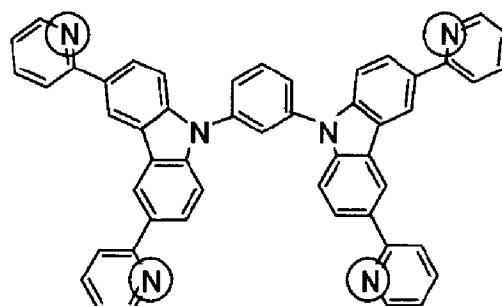
No.27



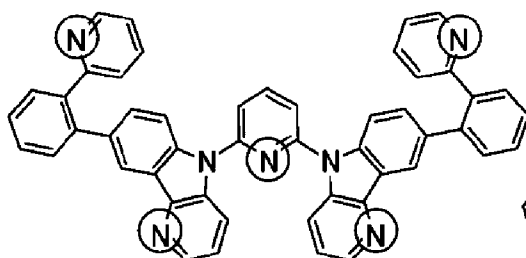
No.28



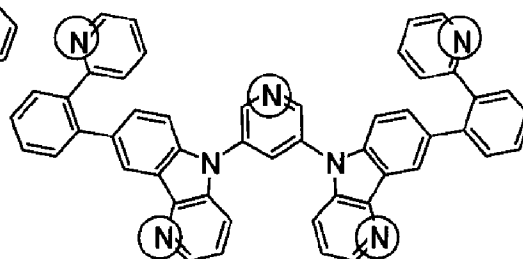
No.29



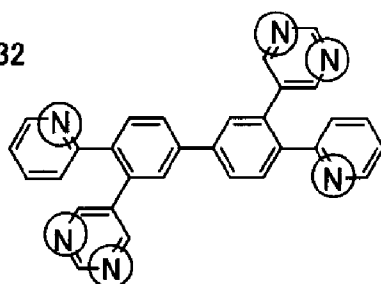
No.30



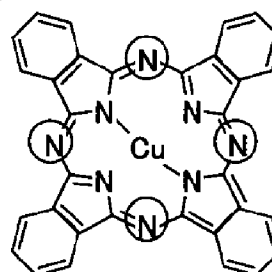
No.31



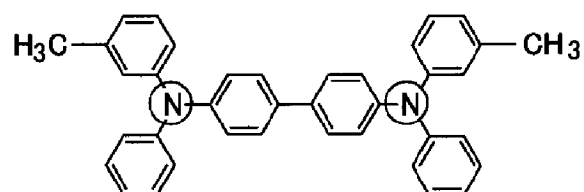
No.32



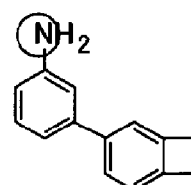
No.33



No.34



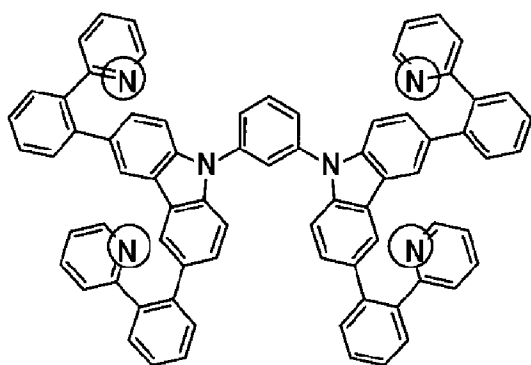
No.35



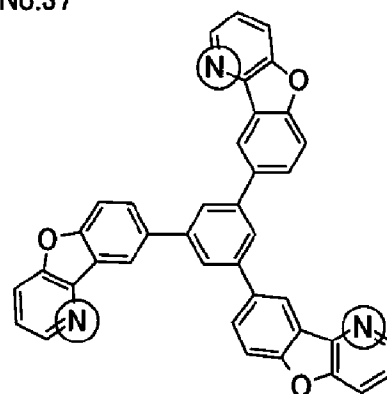
[0054]

[化5]

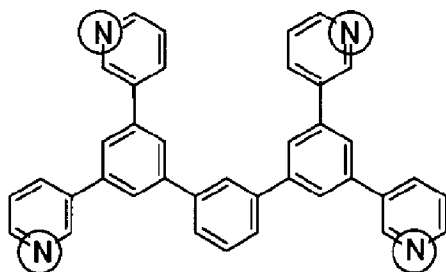
No.36



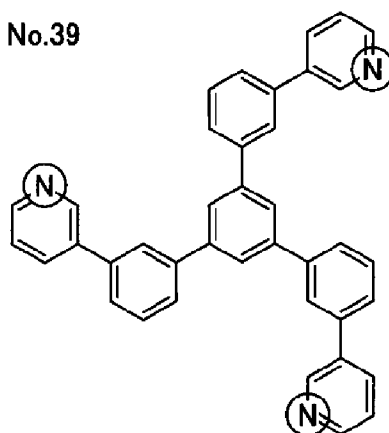
No.37



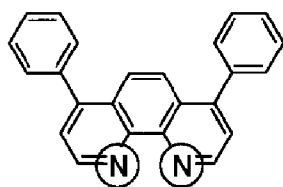
No.38



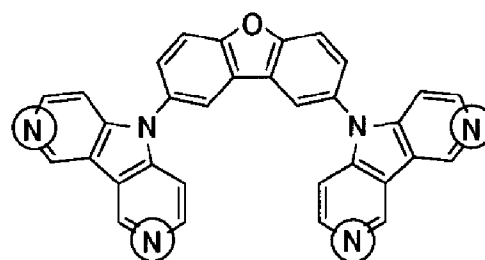
No.39



No.40



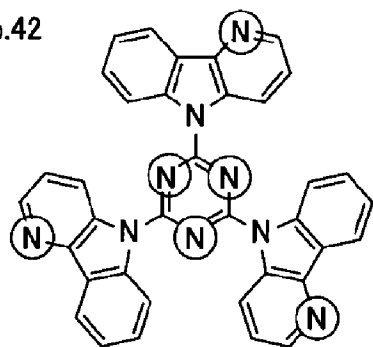
No.41



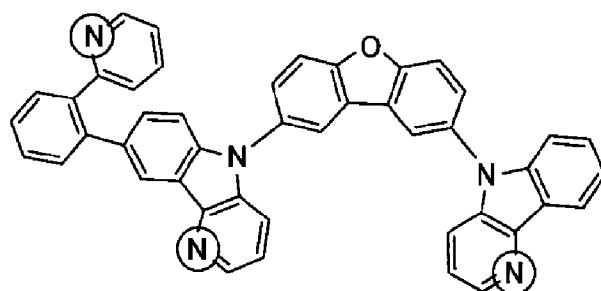
[0055]

[化6]

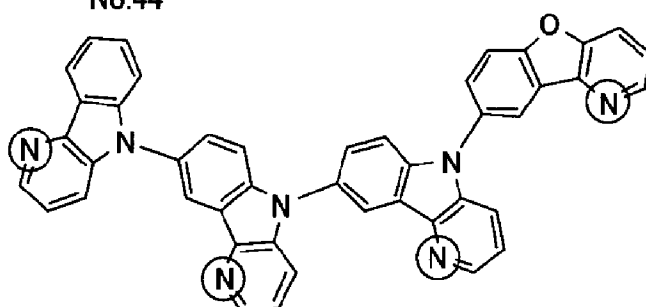
No.42



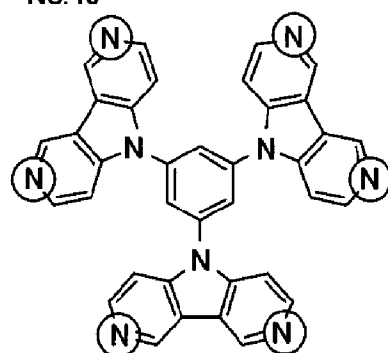
No.43



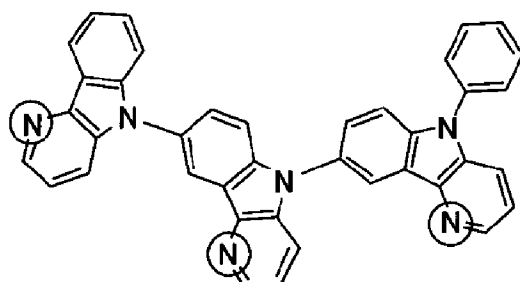
No.44



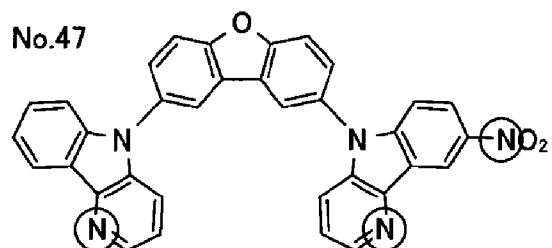
No.45



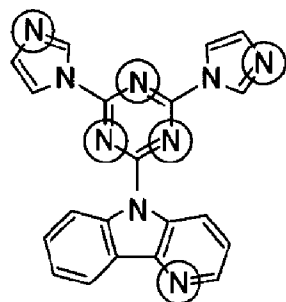
No.46



No.47



No.48



[0056]

[表1]

化合物	有効非共有電子対 の個数[n]	分子量 [M]	[n/M]	該当一般式
No. 1	1	500.55	2.0E-03	(1b)
No. 2	2	790.95	2.5E-03	
No. 3	2	655.81	3.0E-03	
No. 4	2	655.81	3.0E-03	
No. 5	3	974.18	3.1E-03	(2)
No. 6	3	808.99	3.7E-03	
No. 7	4	716.83	5.6E-03	(1a-1)、(2)
No. 8	6	1036.19	5.8E-03	(1a-1)、(4)
No. 9	4	551.64	7.3E-03	
No. 10	4	516.60	7.7E-03	(1a-2)、(3)
No. 11	5	539.63	9.3E-03	
No. 12	6	646.76	9.3E-03	(5)
No. 13	4	412.45	9.7E-03	(1a-2)、(3)
No. 14	6	616.71	9.7E-03	(5)
No. 15	5	463.53	1.1E-02	(2)
No. 16	6	540.62	1.1E-02	(6)
No. 17	9	543.58	1.7E-02	
No. 18	6	312.33	1.9E-02	
No. 19	2	512.60	3.9E-03	(1a-1)
No. 20	2	408.45	4.9E-03	(1a-1)
No. 21	6	540.62	1.1E-02	(6)
No. 22	4	475.54	8.4E-03	(1a-1)
No. 23	2	672.41	3.0E-03	(1a-1)
No. 24	4	1021.21	3.9E-03	
No. 25	6	312.33	1.9E-02	(6)
No. 26	2	568.26	3.5E-03	(1a)
No. 27	4	412.45	9.7E-03	(1a-2)、(3)
No. 28	10	620.66	1.6E-02	(5)
No. 29	4	716.83	5.6E-03	
No. 30	5	717.82	7.0E-03	(1a-1)、(2)
No. 31	5	717.82	7.0E-03	(1a-1)、(2)
No. 32	6	464.52	1.3E-02	
No. 33	4	576.10	6.9E-03	
No. 34	2	516.67	3.9E-03	
No. 35	1	195.26	5.1E-03	
No. 36	4	1021.21	3.9E-03	(2)
No. 37	3	579.60	5.2E-03	(1b)
No. 38	4	538.64	7.4E-03	
No. 39	3	537.65	5.6E-03	
No. 40	2	332.40	6.0E-03	
No. 41	4	502.15	8.0E-03	(1a-2)、(3)
No. 42	6	579.19	1.0E-02	(1a-1)
No. 43	3	653.22	4.6E-03	(1a-1)
No. 44	4	667.21	6.0E-03	(1a-1)、(1b)
No. 45	6	579.19	1.0E-02	(1a-2)、(3)
No. 46	3	576.65	5.2E-03	(1a-1)
No. 47	3	545.55	5.5E-03	(1a-1)
No. 48	6	379.38	1.6E-02	(1a-1)、(7)、(8a)

[0057] 尚、上記表 1 には、これらの例示化合物が、以降に説明する他の化合物を表す一般式 (1) ~ (8 a) にも属する場合の該当一般式を示した。

[0058] [化合物II]

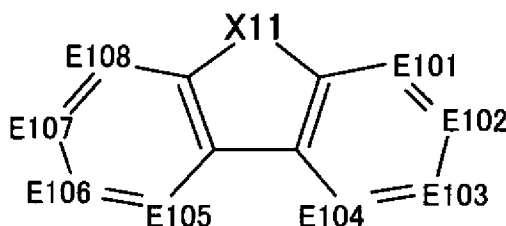
また窒素含有層 3 を構成する化合物としては、以上のような有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した所定範囲である化合物に加え、他の化合物を用いても良い。窒素含有層 3 に用いられる他の化合物は、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した所定範囲で有る無しにかかわらず、窒素原子を含有する化合物が好ましく用いられる。中でも「有効非共有電子対」を有する窒素原子を含有する化合物が特に好ましく用いられる。また、窒素含有層 3 に用いられる他の化合物は、この窒素含有層 3 を備えた透明電極 1 が適用される電子デバイスごとに必要とされる性質を有する化合物が用いられる。例えば、この透明電極 1 が、タッチパネル用透明電極として用いられる場合、その成膜性の観点から、窒素含有層 3 を構成する化合物として、以降に説明する一般式 (1) ~ (8 a) で表される構造を有する化合物が好ましく用いられる。

[0059] これらの一般式 (1) ~ (8 a) で示される構造を有する化合物の中には、上述した有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の範囲に当てはまる化合物も含まれ、このような化合物であれば単独で窒素含有層 3 を構成する化合物として用いることができる（上記表 1 参照）。一方、下記一般式 (1) ~ (8 a) で示される構造を有する化合物が、上述した有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の範囲に当てはまらない化合物であれば、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した範囲の化合物と混合することで窒素含有層 3 を構成する化合物として用いることができる。

[0060]

[化7]

一般式(1)



[0061] 上記一般式(1)中におけるX11は、 $-N(R11)-$ または $-O-$ を表す。また一般式(1)中におけるE101～E108は、各々 $-C(R12)=$ または $-N=$ を表す。E101～E108のうち少なくとも1つは $-N=$ である。上記R11およびR12は、それぞれが水素原子(H)または置換基を表す。

[0062] この置換基の例としては、アルキル基(例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、tert-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、ドデシル基、トリデシル基、テトラデシル基、ペンタデシル基等)、シクロアルキル基(例えば、シクロペンチル基、シクロヘキシル基等)、アルケニル基(例えば、ビニル基、アリル基等)、アルキニル基(例えば、エチニル基、プロパルギル基等)、芳香族炭化水素基(芳香族炭素環基、アリール基等ともいい、例えば、フェニル基、p-クロロフェニル基、メシチル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基、アントリル基、アズレニル基、アセナフテニル基、フルオレニル基、フェナントリル基、インデニル基、ピレニル基、ビフェニリル基)、芳香族複素環基(例えば、フリル基、チエニル基、ピリジル基、ピリダジニル基、ピリミジニル基、ピラジニル基、トリアジニル基、イミダゾリル基、ピラゾリル基、チアゾリル基、キナゾリニル基、カルバゾリル基、カルボリニル基、ジアザカルバゾリル基(上記カルボリニル基のカルボリン環を構成する任意の炭素原子の一つが窒素原子で置き換わったものを示す)、フタラジニル基等)、複素環基(例えば、ピロリジル基、イミダゾリジル基、モルホリル基、オキサゾリジル基等)、ア

ルコキシ基（例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロピルオキシ基、ペンチルオキシ基、ヘキシルオキシ基、オクチルオキシ基、ドデシルオキシ基等）、シクロアルコキシ基（例えば、シクロペンチルオキシ基、シクロヘキシルオキシ基等）、アリールオキシ基（例えば、フェノキシ基、ナフチルオキシ基等）、アルキルチオ基（例えば、メチルチオ基、エチルチオ基、プロピルチオ基、ペンチルチオ基、ヘキシルチオ基、オクチルチオ基、ドデシルチオ基等）、シクロアルキルチオ基（例えば、シクロペンチルチオ基、シクロヘキシルチオ基等）、アリールチオ基（例えば、フェニルチオ基、ナフチルチオ基等）、アルコキシカルボニル基（例えば、メチルオキシカルボニル基、エチルオキシカルボニル基、ブチルオキシカルボニル基、オクチルオキシカルボニル基、ドデシルオキシカルボニル基等）、アリールオキシカルボニル基（例えば、フェニルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基等）、スルファモイル基（例えば、アミノスルホニル基、メチルアミノスルホニル基、ジメチルアミノスルホニル基、ブチルアミノスルホニル基、ヘキシルアミノスルホニル基、シクロヘキシルアミノスルホニル基、オクチルアミノスルホニル基、ドデシルアミノスルホニル基、フェニルアミノスルホニル基、ナフチルアミノスルホニル基、2-ピリジルアミノスルホニル基等）、アシル基（例えば、アセチル基、エチルカルボニル基、プロピルカルボニル基、ペンチルカルボニル基、シクロヘキシルカルボニル基、オクチルカルボニル基、2-エチルヘキシルカルボニル基、ドデシルカルボニル基、フェニルカルボニル基、ナフチルカルボニル基、ピリジルカルボニル基等）、アシルオキシ基（例えば、アセチルオキシ基、エチルカルボニルオキシ基、ブチルカルボニルオキシ基、オクチルカルボニルオキシ基、ドデシルカルボニルオキシ基、フェニルカルボニルオキシ基等）、アミド基（例えば、メチルカルボニルアミノ基、エチルカルボニルアミノ基、ジメチルカルボニルアミノ基、プロピルカルボニルアミノ基、ペンチルカルボニルアミノ基、シクロヘキシルカルボニルアミノ基、2-エチルヘキシルカルボニルアミノ基、オクチルカルボニルアミノ基、ドデシルカルボニルアミノ基、フェニルカルボニル

ルアミノ基、ナフチルカルボニルアミノ基等)、カルバモイル基(例えば、アミノカルボニル基、メチルアミノカルボニル基、ジメチルアミノカルボニル基、プロピルアミノカルボニル基、ペンチルアミノカルボニル基、シクロヘキシルアミノカルボニル基、オクチルアミノカルボニル基、2-エチルヘキシルアミノカルボニル基、ドデシルアミノカルボニル基、フェニルアミノカルボニル基、ナフチルアミノカルボニル基、2-ピリジルアミノカルボニル基等)、ウレイド基(例えば、メチルウレイド基、エチルウレイド基、ペンチルウレイド基、シクロヘキシルウレイド基、オクチルウレイド基、ドデシルウレイド基、フェニルウレイド基ナフチルウレイド基、2-ピリジルアミノウレイド基等)、スルフィニル基(例えば、メチルスルフィニル基、エチルスルフィニル基、ブチルスルフィニル基、シクロヘキシルスルフィニル基、2-エチルヘキシルスルフィニル基、ドデシルスルフィニル基、フェニルスルフィニル基、ナフチルスルフィニル基、2-ピリジルスルフィニル基等)、アルキルスルホニル基(例えば、メチルスルホニル基、エチルスルホニル基、ブチルスルホニル基、シクロヘキシルスルホニル基、2-エチルヘキシルスルホニル基、ドデシルスルホニル基等)、アリールスルホニル基またはヘテロアリールスルホニル基(例えば、フェニルスルホニル基、ナフチルスルホニル基、2-ピリジルスルホニル基等)、アミノ基(例えば、アミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ブチルアミノ基、シクロペンチルアミノ基、2-エチルヘキシルアミノ基、ドデシルアミノ基、アニリノ基、ナフチルアミノ基、2-ピリジルアミノ基、ピペリジル基(ピペリジニル基ともいう)、2, 2, 6, 6-テトラメチルピペリジニル基等)、ハロゲン原子(例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子等)、フッ化炭化水素基(例えば、フルオロメチル基、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、ペンタフルオロフェニル基等)、シアノ基、ニトロ基、ヒドロキシ基、メルカプト基、シリル基(例えば、トリメチルシリル基、トリイソプロピルシリル基、トリフェニルシリル基、フェニルジエチルシリル基等)、リン酸エステル基(例えば、ジヘキシルホスホリル基等)、亜リン酸エステル基

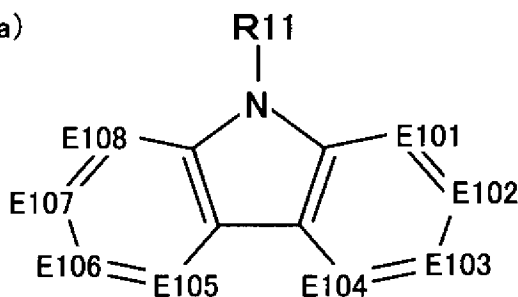
(例えばジフェニルホスフィニル基等)、ホスホノ基等が挙げられる。

[0063] これらの置換基の一部は、上記の置換基によってさらに置換されていてもよい。また、これらの置換基は複数が互いに結合して環を形成していてもよい。これらの置換基は、化合物と銀 (Ag) との相互作用を阻害することのないものが好ましく用いられ、さらには上述した有効非共有電子対を有する窒素原子を有するものが特に好ましく適用される。尚、以上の置換基に関する記述は、以降に説明する一般式 (2) ~ (8a) の説明において示される置換基において同様に適用される。

[0064] 以上のような一般式 (1) で表される構造を有する化合物は、化合物中の窒素原子と、電極層 5 を構成する銀との間で強力な相互作用を発現できるため、好ましい。

[0065] [化8]

一般式 (1a)

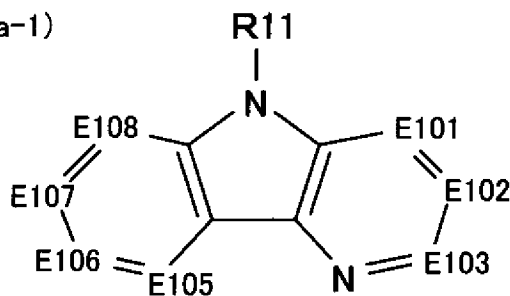


[0066] 上記一般式 (1a) で示される構造を有する化合物は、上記一般式 (1) で示される構造を有する化合物の一形態であり、一般式 (1) における X1 を -N(R11)- とした化合物である。このような化合物であれば、上記相互作用をより強力に発現できるため、好ましい。

[0067]

[化9]

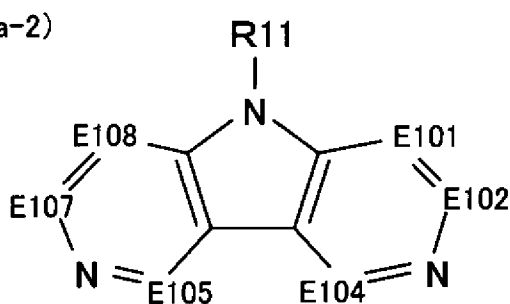
一般式(1a-1)



[0068] 上記一般式(1a-1)で示される構造を有する化合物は、上記一般式(1a)で示される構造を有する化合物の一形態であり、一般式(1a)におけるE104を-N=とした化合物である。このような化合物であれば、より効果的に上記相互作用を発現できるため、好ましい。

[0069] [化10]

一般式(1a-2)

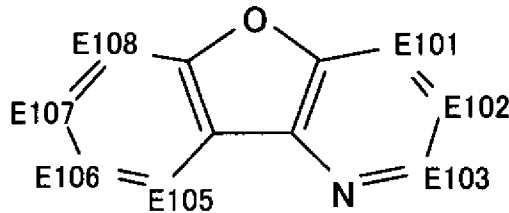


[0070] 上記一般式(1a-2)で示される構造を有する化合物は、上記一般式(1a)で示される構造を有する化合物の他の一形態であり、一般式(1a)におけるE103およびE106を-N=とした化合物である。このような化合物は、窒素原子の数が多いことから、より強力に上記相互作用を発現できるため、好ましい。

[0071]

[化11]

一般式(1b)

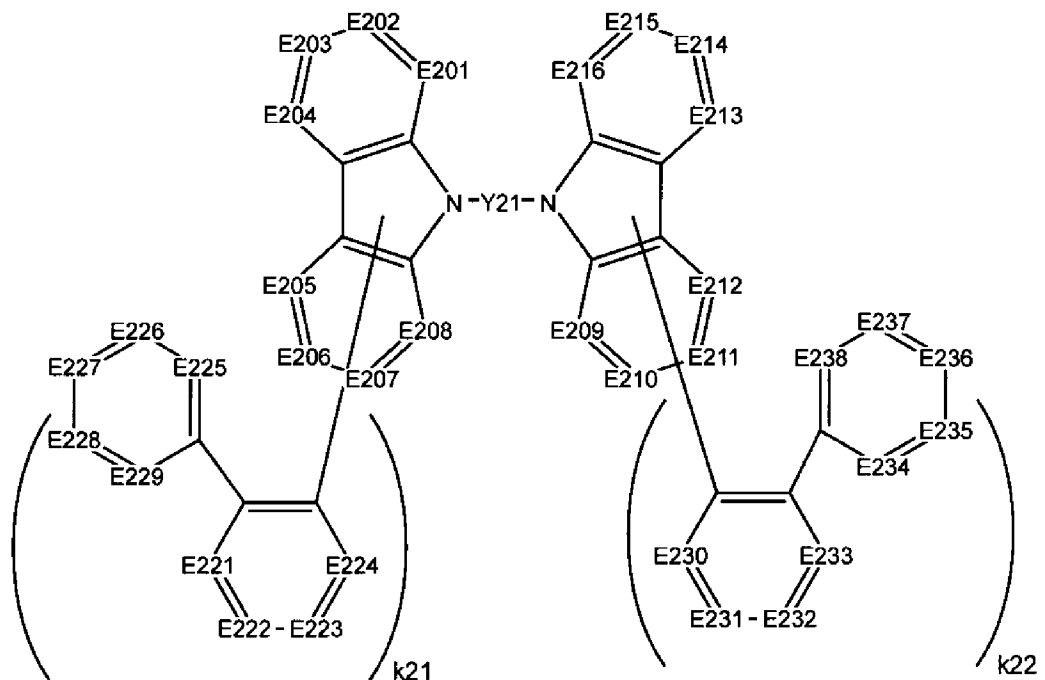


[0072] 上記一般式(1b)で示される構造を有する化合物は、上記一般式(1)で示される構造を有する化合物の他の一形態であり、一般式(1)におけるX11を-O-とし、E104を-N=とした化合物である。このような化合物であれば、より効果的に上記相互作用を発現できるため、好ましい。

[0073] さらに、以下の一般式(2)~(8a)で表される構造を有する化合物であれば、より効果的に上記相互作用を発現できるため、好ましい。

[0074] [化12]

一般式(2)



[0075] 上記一般式(2)は、一般式(1)の一形態でもある。上記一般式(2)

の式中、 Y_{21} は、アリーレン基、ヘテロアリーレン基またはそれらの組み合わせからなる2価の連結基を表す。 $E_{201} \sim E_{216}$ 、 $E_{221} \sim E_{238}$ は、各々 $-C(R_{21})=$ または $-N=$ を表す。 R_{21} は水素原子(H)または置換基を表す。ただし、 $E_{221} \sim E_{229}$ の少なくとも1つ、および $E_{230} \sim E_{238}$ の少なくとも1つは $-N=$ を表す。 k_{21} および k_{22} は0～4の整数を表すが、 $k_{21} + k_{22}$ は2以上の整数である。

[0076] 一般式(2)において、 Y_{21} で表されるアリーレン基としては、例えば、*o*-フェニレン基、*p*-フェニレン基、ナフタレンジイル基、アントラセンジイル基、ナフタセンジイル基、ピレンジイル基、ナフチルナフタレンジイル基、ビフェニルジイル基(例えば、[1, 1'-ビフェニル]-4, 4'-ジイル基、3, 3'-ビフェニルジイル基、3, 6-ビフェニルジイル基等)、テルフェニルジイル基、クアテルフェニルジイル基、キンクフェニルジイル基、セキシフェニルジイル基、セプチフェニルジイル基、オクチフェニルジイル基、ノビフェニルジイル基、デシフェニルジイル基等が例示される。

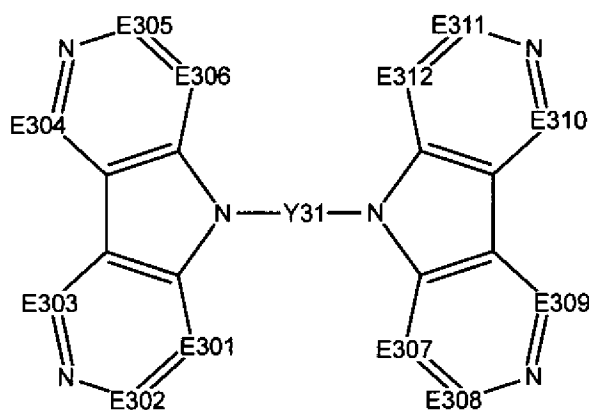
[0077] また一般式(2)において、 Y_{21} で表されるヘテロアリーレン基としては、例えば、カルバゾール環、カルボリン環、ジアザカルバゾール環(モノアザカルボリン環ともいい、カルボリン環を構成する炭素原子のひとつが窒素原子で置き換わった構成の環構成を示す)、トリアゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピラジン環、キノキサリン環、チオフェン環、オキサジアゾール環、ジベンゾフラン環、ジベンゾチオフェン環、インドール環からなる群から導出される2価の基等が例示される。

[0078] Y_{21} で表されるアリーレン基、ヘテロアリーレン基またはそれらの組み合わせからなる2価の連結基の好ましい態様としては、ヘテロアリーレン基の中でも、3環以上の環が縮合してなる縮合芳香族複素環から導出される基を含むことが好ましく、また、当該3環以上の環が縮合してなる縮合芳香族複素環から導出される基としては、ジベンゾフラン環から導出される基またはジベンゾチオフェン環から導出される基が好ましい。

- [0079] 一般式(2)において、E201～E208のうちの6つ以上、およびE209～E216のうちの6つ以上が、各々-C(R21)=で表されることが好ましい。
- [0080] 一般式(2)において、E225～E229の少なくとも1つ、およびE234～E238の少なくとも1つが-N=を表すことが好ましい。
- [0081] さらに、一般式(2)において、E225～E229のいずれか1つ、およびE234～E238のいずれか1つが-N=を表すことが好ましい。
- [0082] また、一般式(2)において、E221～E224およびE230～E233が、各々-C(R21)=で表されることが好ましい態様として挙げられる。
- [0083] さらに、一般式(2)で表される構造を有する化合物において、E203が-C(R21)=で表され、かつR21が連結部位を表すことが好ましく、さらに、E211も同時に-C(R21)=で表され、かつR21が連結部位を表すことが好ましい。
- [0084] さらに、E225及びE234が-N=で表されることが好ましく、E221～E224およびE230～E233が、各々-C(R21)=で表されることが好ましい。

[0085] [化13]

一般式(3)



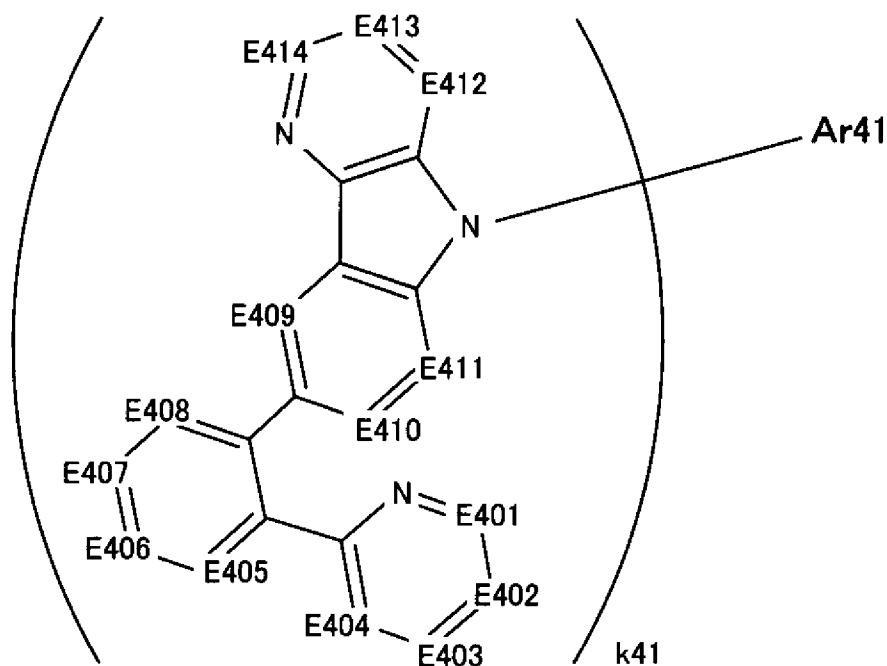
- [0086] 上記一般式(3)は、一般式(1a-2)の一形態でもある。上記一般式

(3) の式中、E 3 0 1 ~ E 3 1 2 は、各々 $-C(R\ 3\ 1)=$ を表し、R 3 1 は水素原子 (H) または置換基を表す。また、Y 3 1 は、アリーレン基、ヘテロアリーレン基またはそれらの組み合わせからなる 2 価の連結基を表す。

[0087] また一般式 (3) において、Y 3 1 で表されるアリーレン基、ヘテロアリーレン基またはそれらの組み合わせからなる 2 価の連結基の好ましい態様としては、一般式 (2) の Y 2 1 と同様のものが挙げられる。

[0088] [化14]

一般式(4)



[0089] 上記一般式 (4) は、一般式 (1 a - 1) の一形態でもある。上記一般式 (4) の式中、E 4 0 1 ~ E 4 1 4 は、各々 $-C(R\ 4\ 1)=$ を表し、R 4 1 は水素原子 (H) または置換基を表す。また A r 4 1 は、置換あるいは無置換の、芳香族炭化水素環あるいは芳香族複素環を表す。さらに k 4 1 は 3 以上の整数を表す。

[0090] また一般式 (4) において、A r 4 1 が芳香族炭化水素環を表す場合、この芳香族炭化水素環としては、ベンゼン環、ビフェニル環、ナフタレン環、

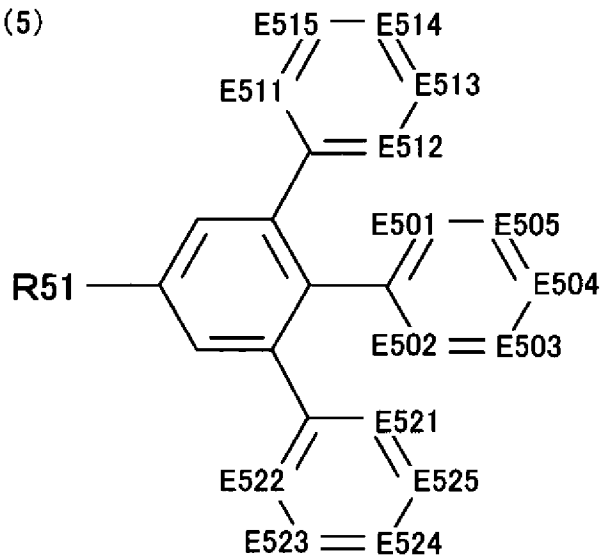
アズレン環、アントラセン環、フェナントレン環、ピレン環、クリセン環、ナフタセン環、トリフェニレン環、*o*-テルフェニル環、*m*-テルフェニル環、*p*-テルフェニル環、アセナフテン環、コロネン環、フルオレン環、フルオラントレン環、ナフタセン環、ペンタセン環、ペリレン環、ペンタフェン環、ピセン環、ピレン環、ピラントレン環、アンスラアントレン環等が挙げられる。これらの環は、さらに一般式(1)のR¹¹, R¹²として例示した置換基を有しても良い。

[0091] また一般式(4)において、Ar⁴¹が芳香族複素環を表す場合、この芳香族複素環としては、フラン環、チオフェン環、オキサゾール環、ピロール環、ピリジン環、ピリダジン環、ピリミジン環、ピラジン環、トリアジン環、ベンゾイミダゾール環、オキサジアゾール環、トリアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、チアゾール環、インドール環、ベンゾイミダゾール環、ベンゾチアゾール環、ベンゾオキサゾール環、キノキサリン環、キナゾリン環、フタラジン環、カルバゾール環、アザカルバゾール環等が挙げられる。尚、アザカルバゾール環とは、カルバゾール環を構成するベンゼン環の炭素原子が1つ以上窒素原子で置き換わったものを示す。これらの環は、さらに一般式(1)において、R¹¹, R¹²として例示した置換基を有しても良い。

[0092]

[化15]

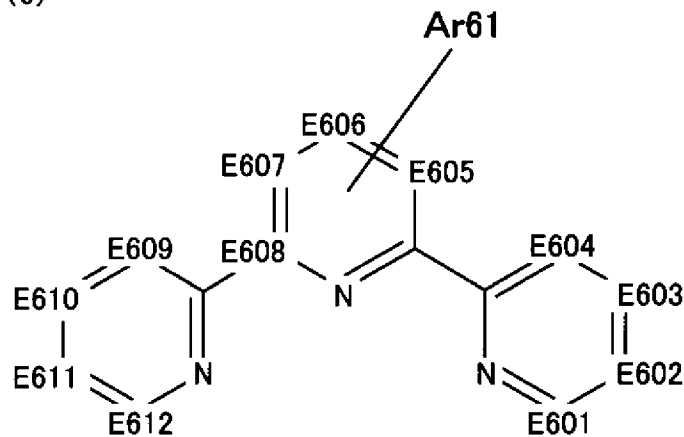
一般式(5)



[0093] 上記一般式(5)の式中、R51は置換基を表す。E501、E502、E511～E515、E521～E525は、各々-C(R52)=または-N=を表す。E503～E505は、各々-C(R52)=を表す。R52は、水素原子(H)または置換基を表す。E501およびE502のうちの少なくとも1つは-N=であり、E511～E515のうちの少なくとも1つは-N=であり、E521～E525のうちの少なくとも1つは-N=である。

[0094] [化16]

一般式(6)

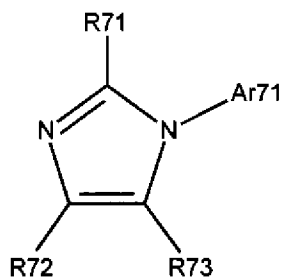


[0095] 上記一般式（６）の式中、E 6 0 1～E 6 1 2は、各々－C（R 6 1）＝または－N＝を表し、R 6 1は水素原子（H）または置換基を表す。またA r 6 1は、置換あるいは無置換の、芳香族炭化水素環あるいは芳香族複素環を表す。

[0096] また一般式（６）において、A r 6 1が表す、置換あるいは無置換の、芳香族炭化水素環あるいは芳香族複素環は、一般式（４）のA r 4 1と同様のものが挙げられる。

[0097] [化17]

一般式(7)



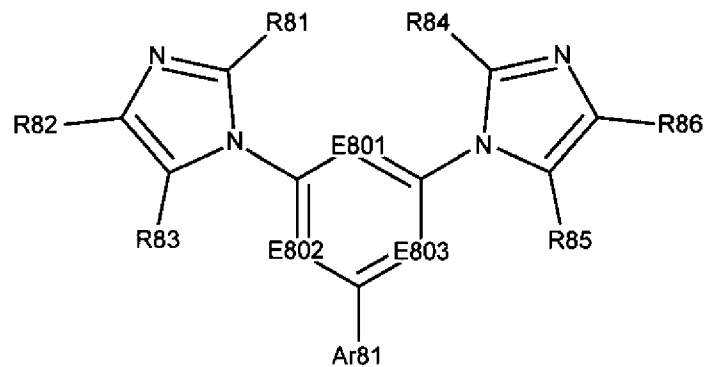
[0098] 上記一般式（７）の式中、R 7 1～R 7 3は、各々水素原子（H）又は置換基を表し、A r 7 1は、芳香族炭化水素環基あるいは芳香族複素環基を表す。

[0099] また一般式（７）において、A r 7 1が表す、芳香族炭化水素環あるいは芳香族複素環は、一般式（４）のA r 4 1と同様のものが挙げられる。

[0100]

[化18]

一般式(8)



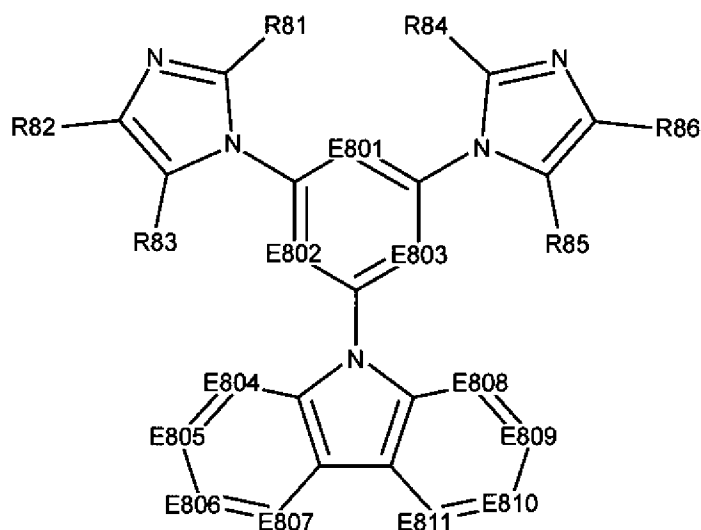
[0101] 上記一般式(8)は、一般式(7)の一形態でもある。上記一般式(8)の式中、R81～R86は、各々水素原子(H)又は置換基を表す。E801～E803は、各々—C(R87)=または—N=を表し、R87は水素原子(H)または置換基を表す。Ar81は、芳香族炭化水素環基又は芳香族複素環基を表す。

[0102] また一般式(8)において、Ar81が表す、芳香族炭化水素環あるいは芳香族複素環は、一般式(4)のAr41と同様のものが挙げられる。

[0103]

[化19]

一般式(8a)



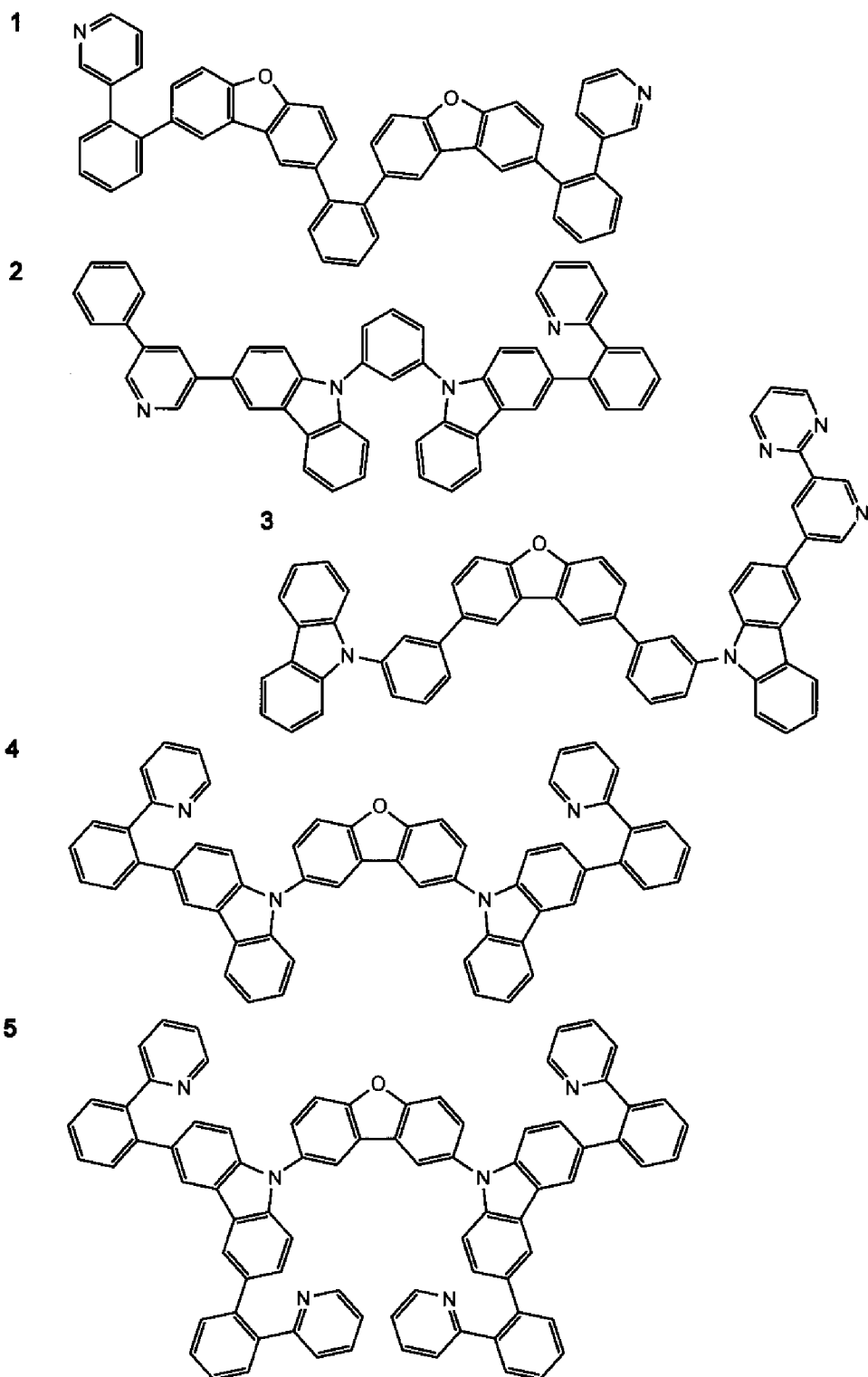
[0104] 上記一般式(8a)で示される構造を有する化合物は、上記一般式(8)で示される構造を有する化合物の一形態であり、一般式(8)におけるAr81がカルバゾール誘導体である。上記一般式(8)の式中、E804～E811は、各々C(R88)=または-N=を表し、R88は水素原子(H)または置換基を表す。E808～E811のうち少なくとも一つは-N=であり、E804～E807、E808～E811は、各々互いに結合して新たな環を形成してもよい。

[0105] [化合物III]

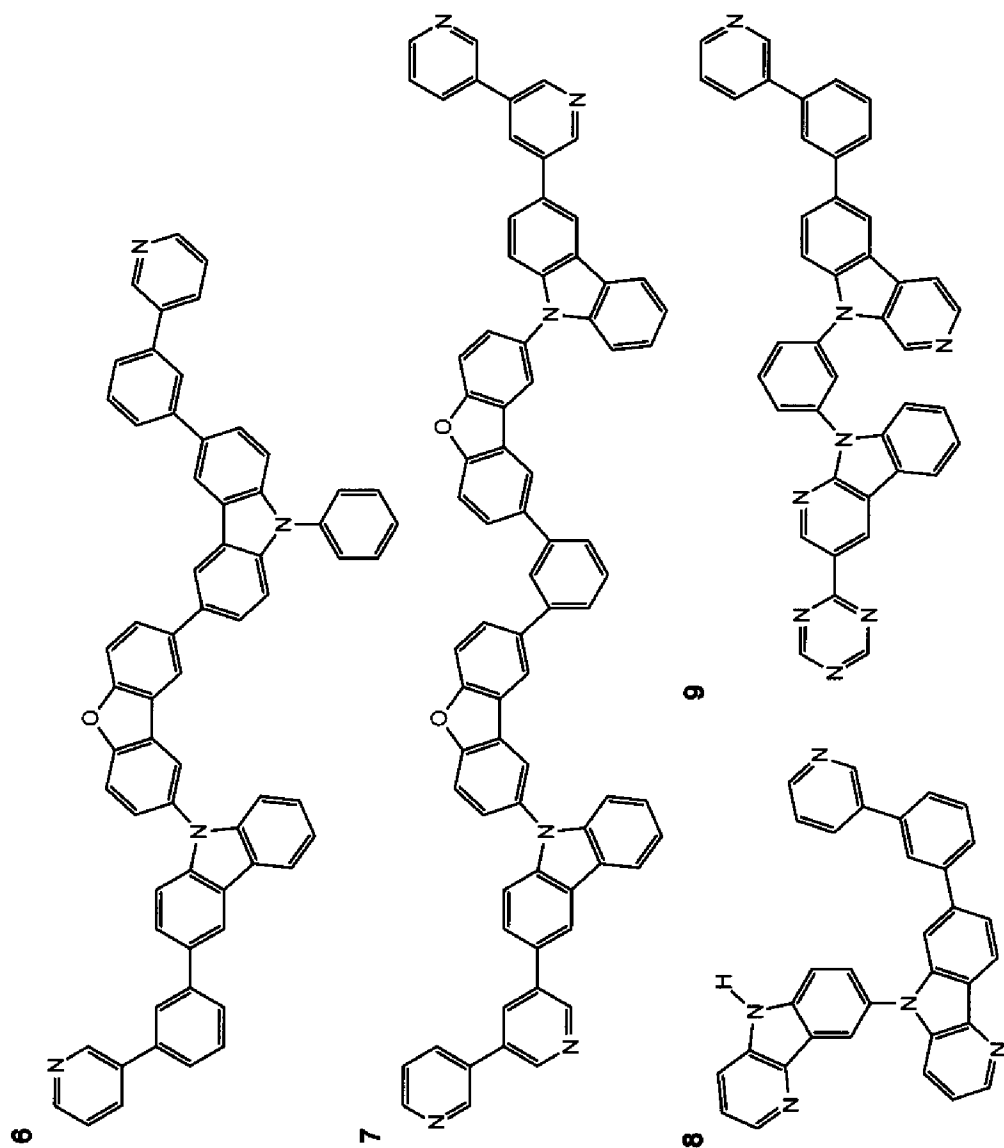
また窒素含有層3を構成するさらに他の化合物として、以上のような一般式(1)～(8a)で表される構造を有する化合物の他、下記に具体例を示す化合物1～166が例示される。これらの化合物は、電極層5を構成する銀と相互作用する窒素原子を含有する化合物であって、成膜性の観点から好ましい材料である。尚、これらの化合物1～166の中には、上述した有効非共有電子対含有率[n/M]の範囲に当てはまる化合物も含まれ、このような化合物であれば単独で窒素含有層3を構成する化合物として用いることができる。さらに、これらの化合物1～166の中には、上述した一般式(

1) ~ (8 a) に当てはまる化合物もある。

[0106] [化20]

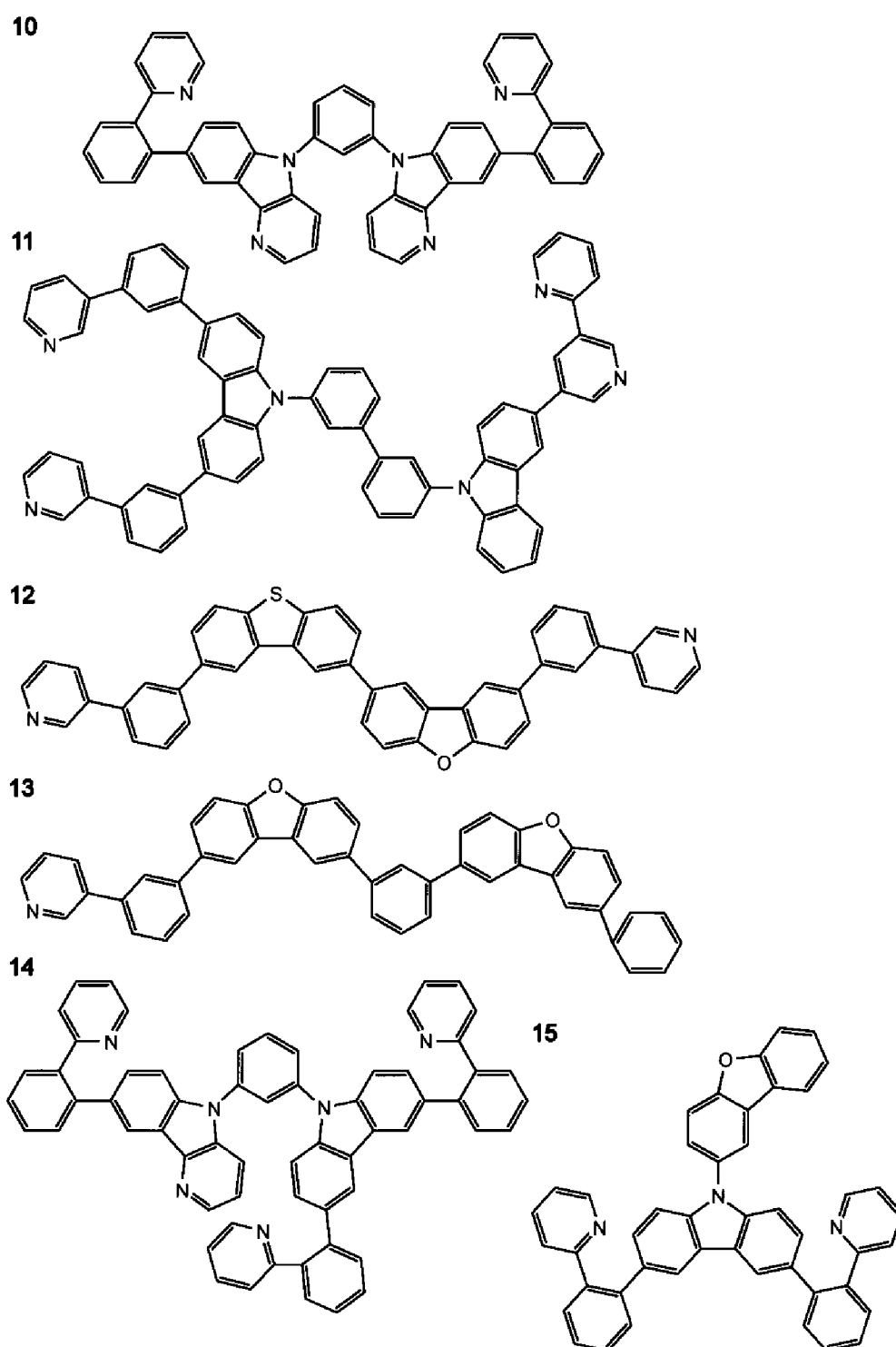


[0107] [化21]



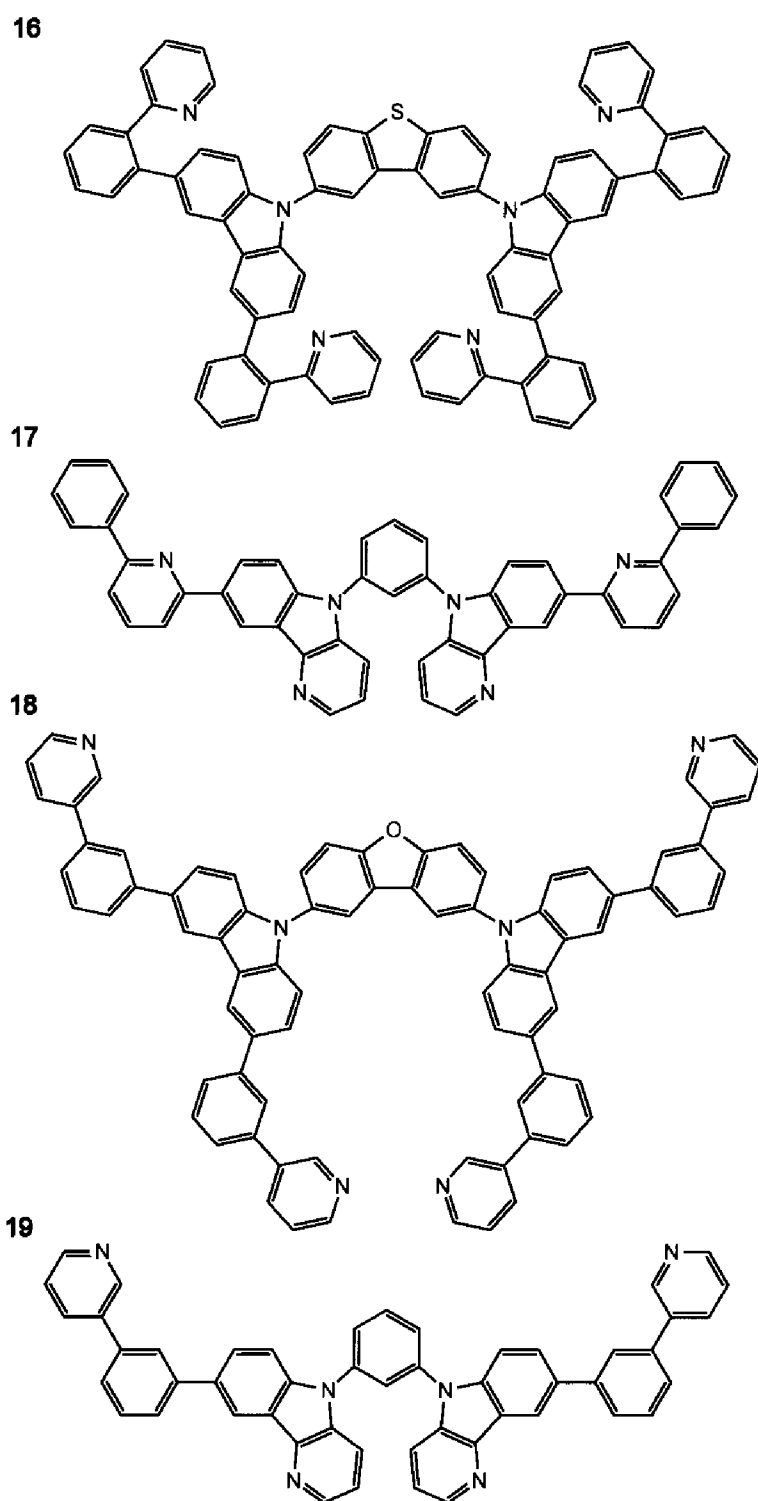
[0108]

[化22]



[0109]

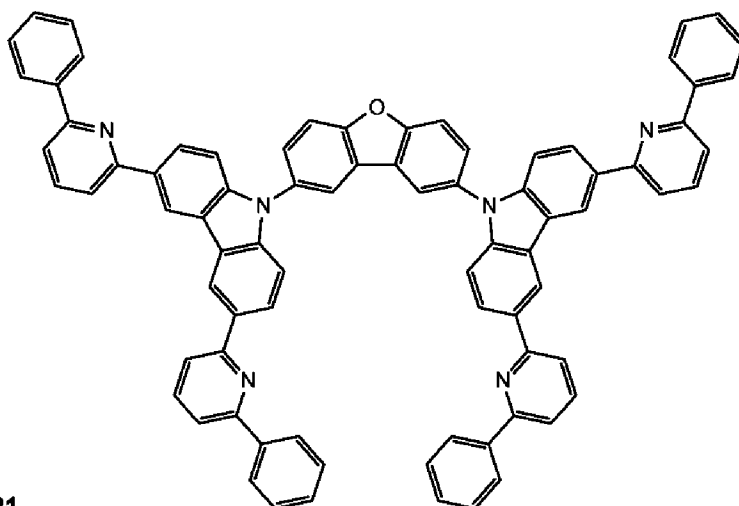
[化23]



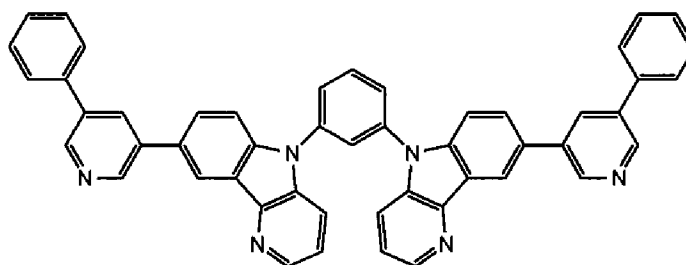
[0110]

[化24]

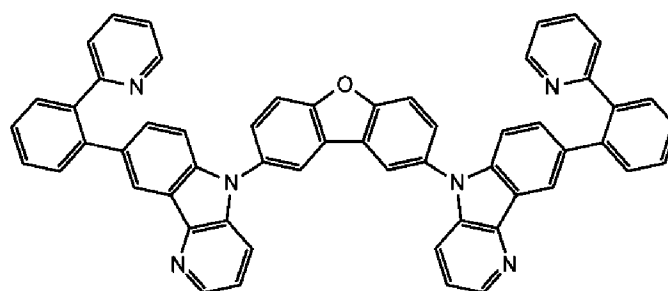
20



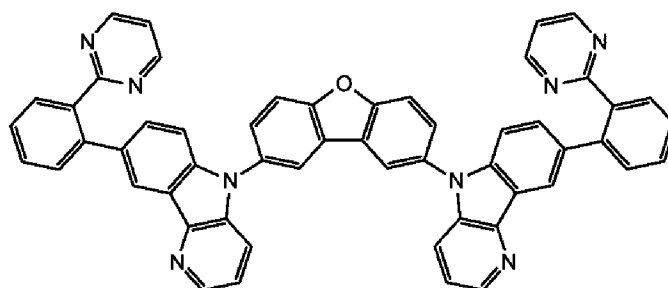
21



22

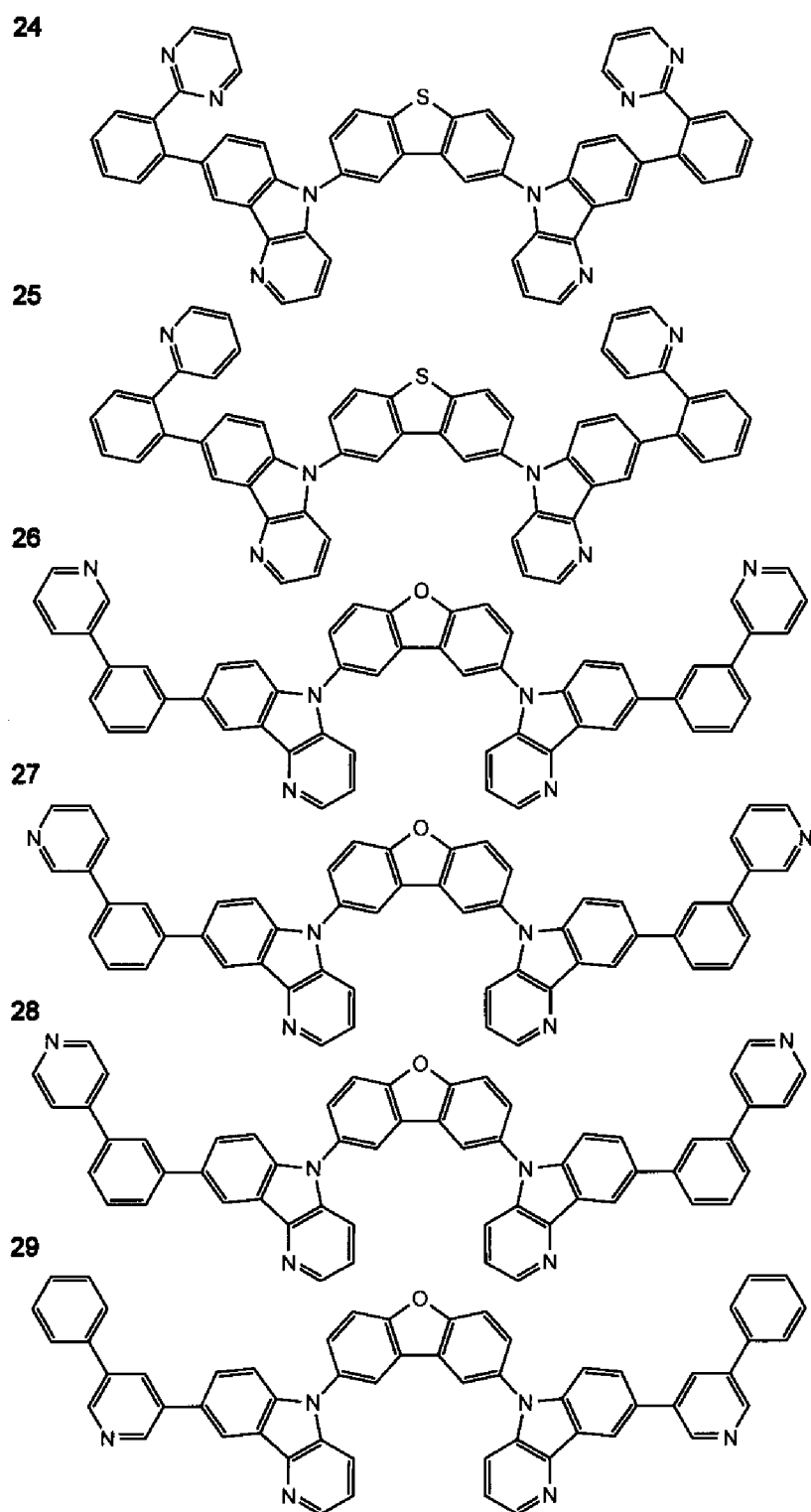


23



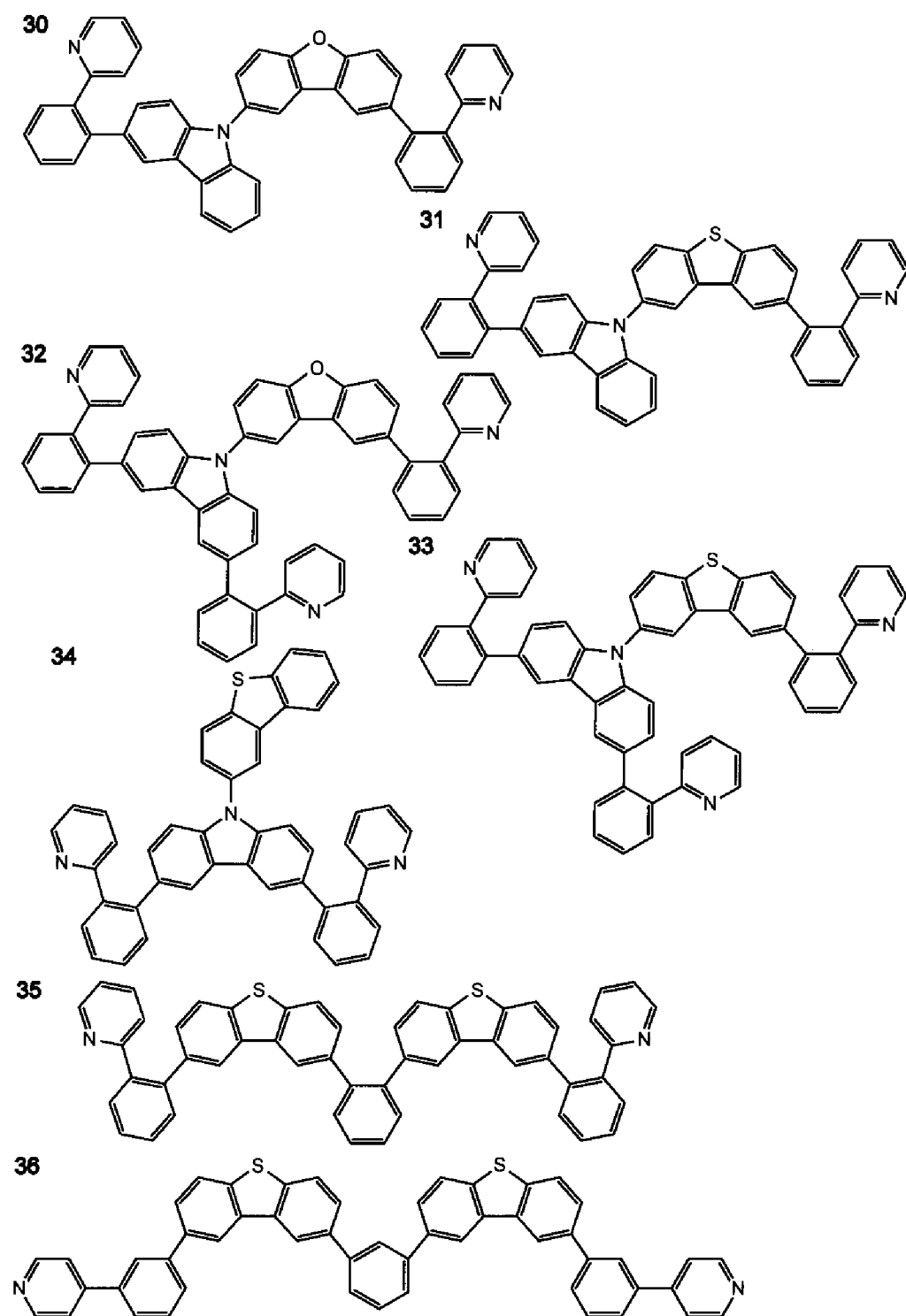
[0111]

[化25]



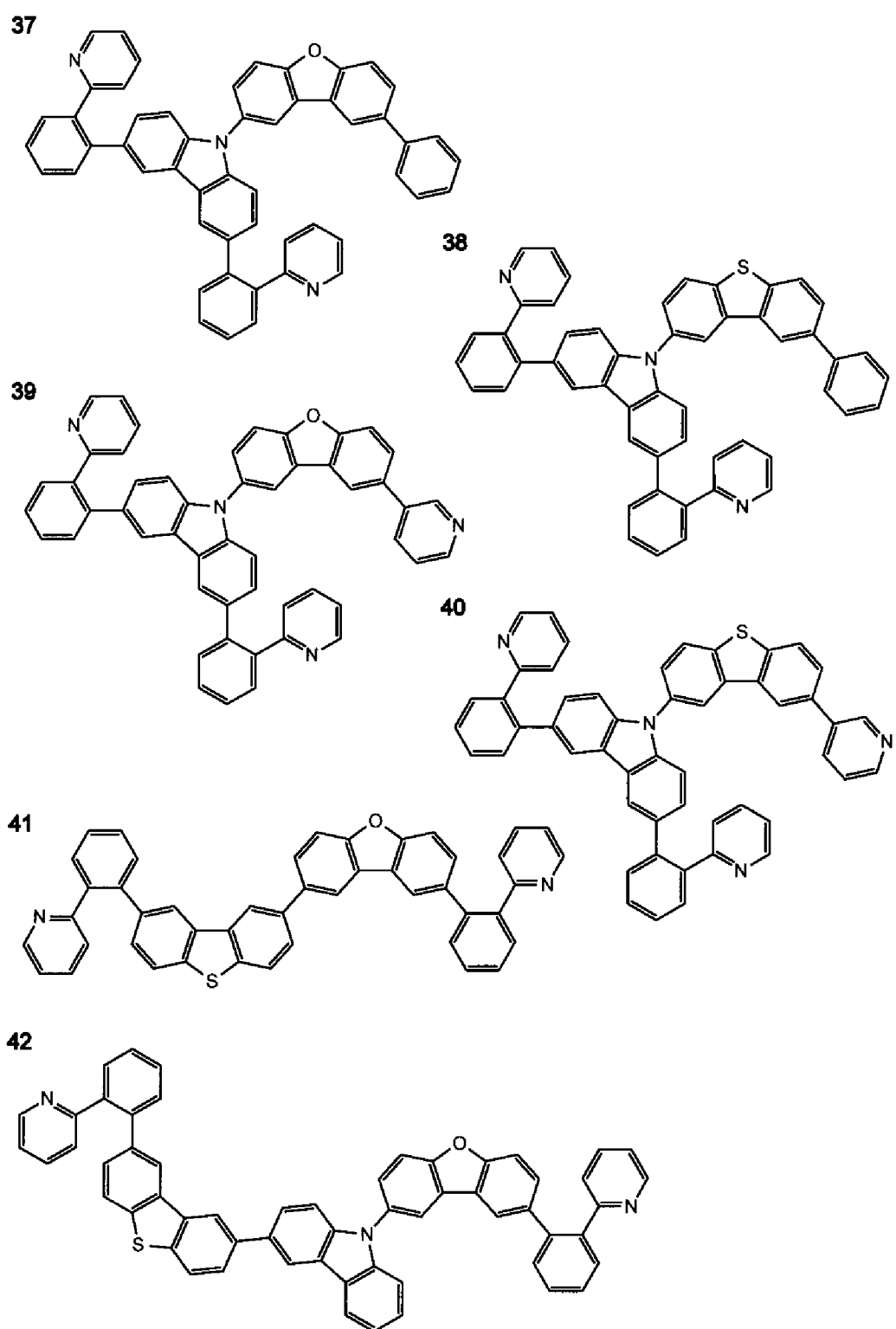
[0112]

[化26]



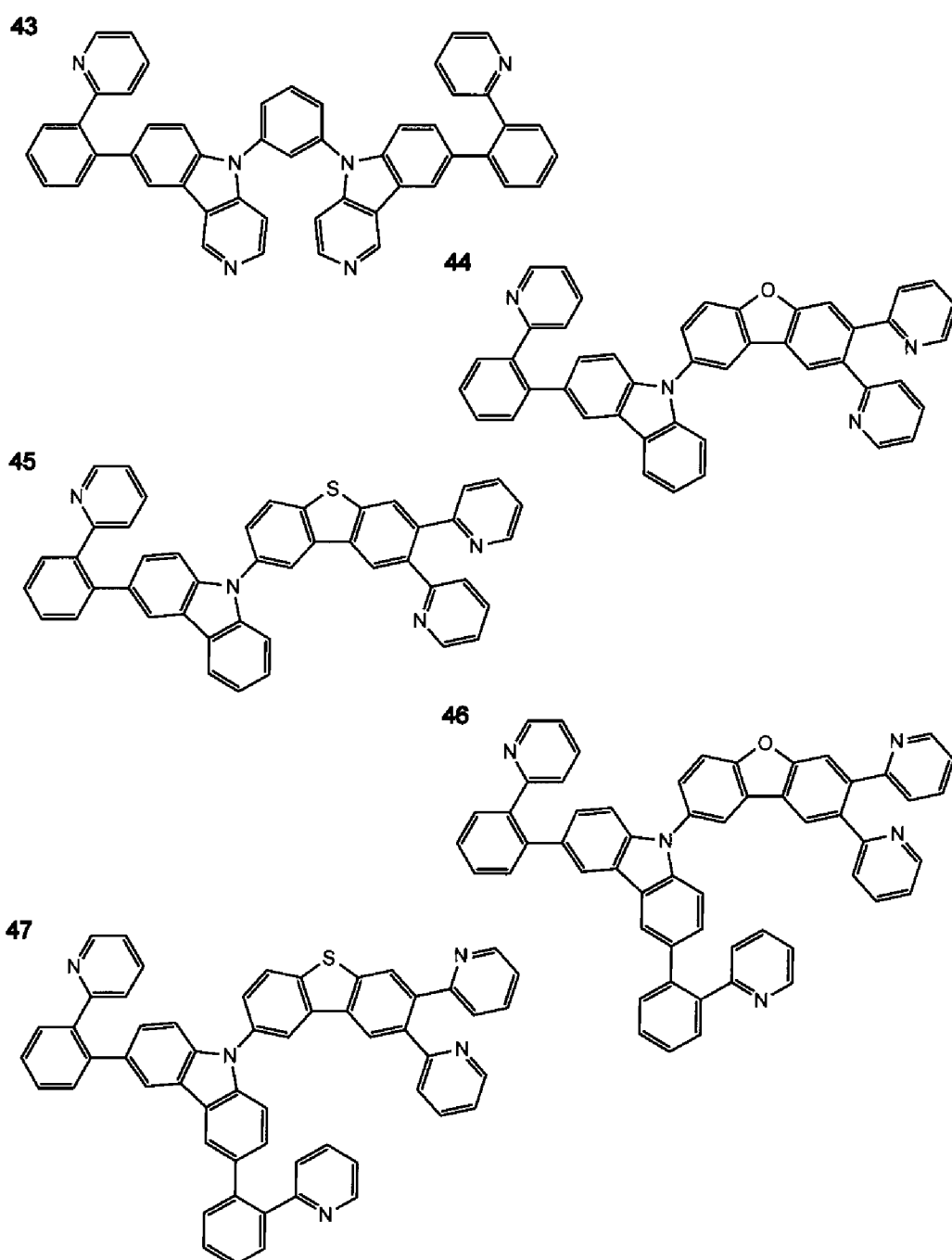
[0113]

[化27]



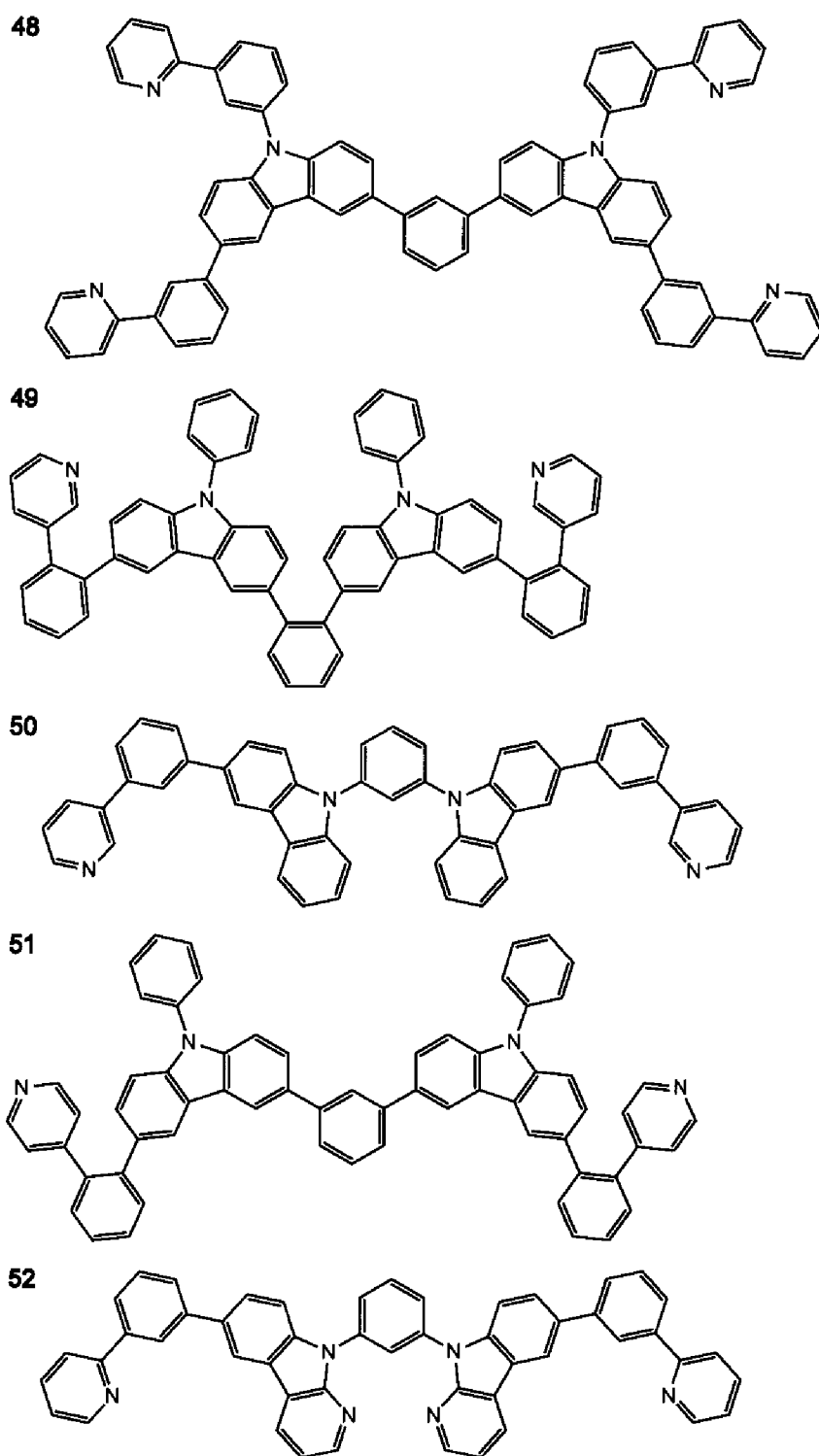
[0114]

[化28]



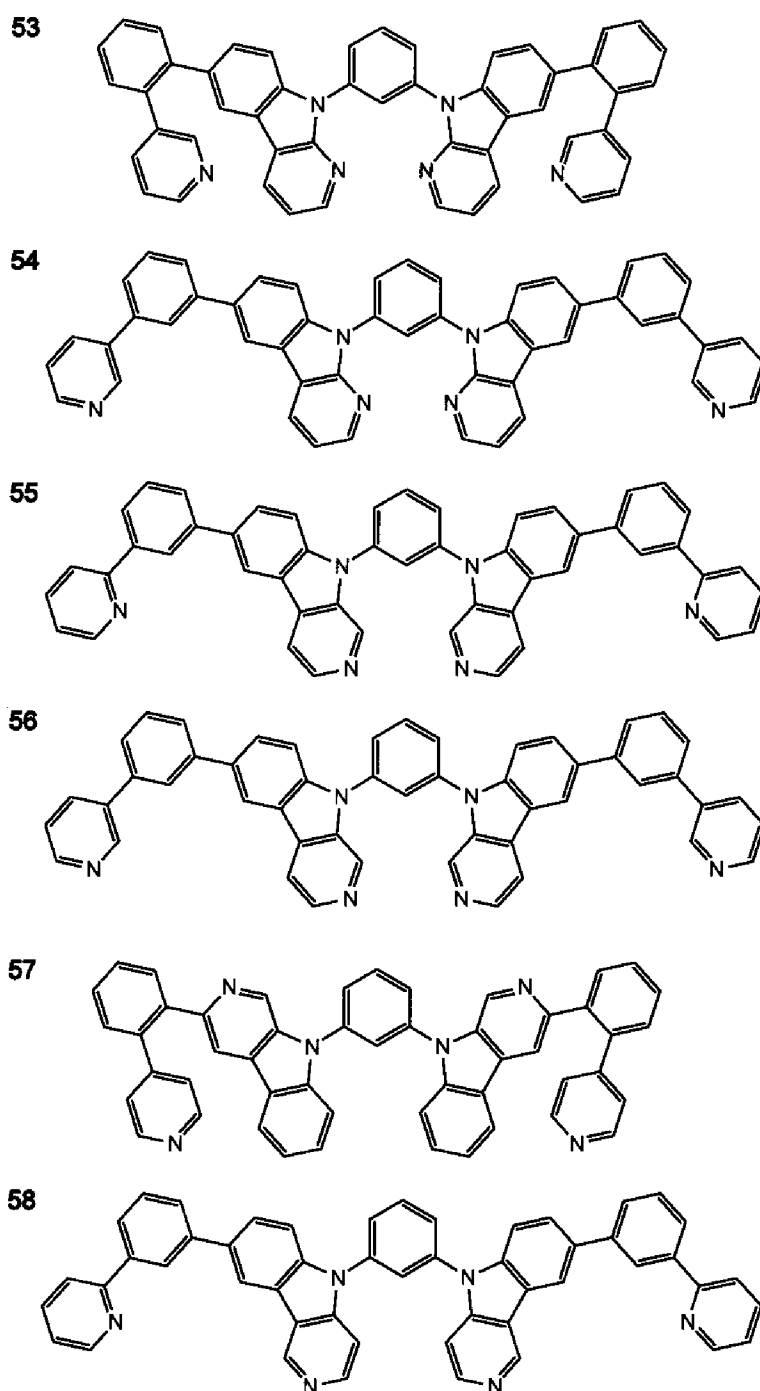
[0115]

[化29]



[0116]

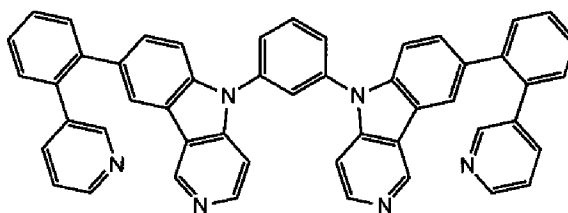
[化30]



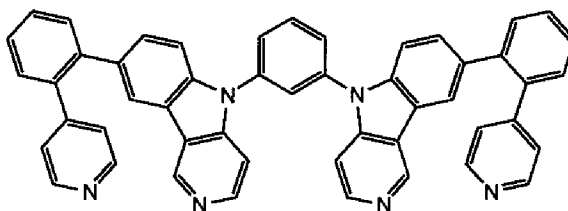
[0117]

[化31]

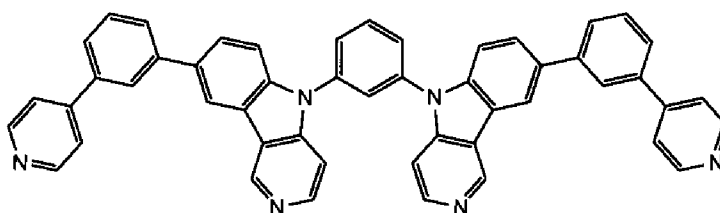
59



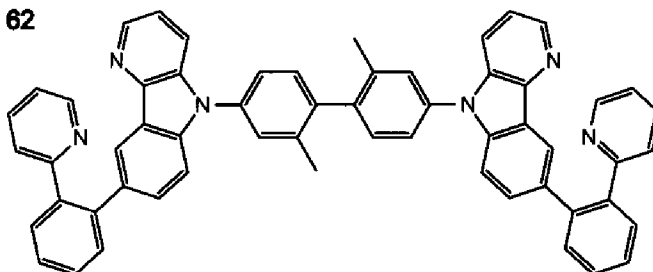
60



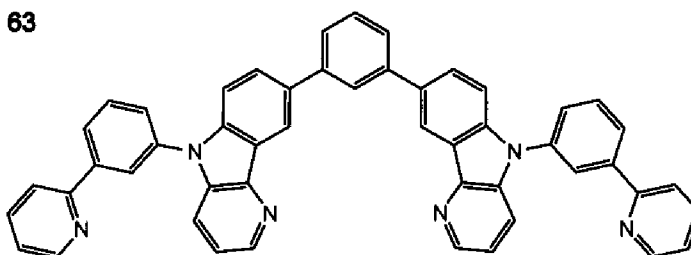
61



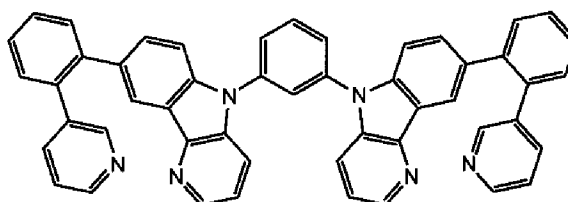
62



63

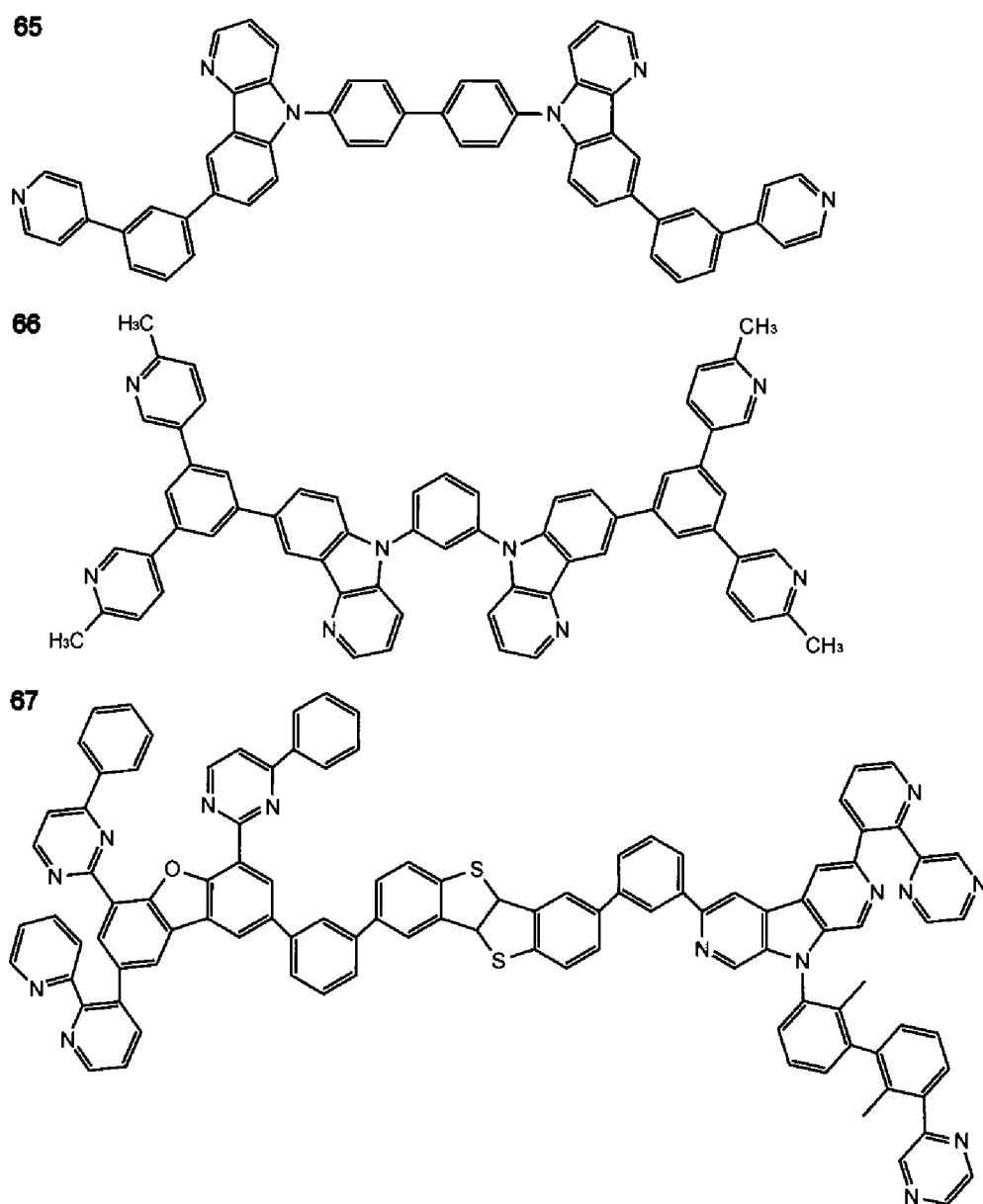


64



[0118]

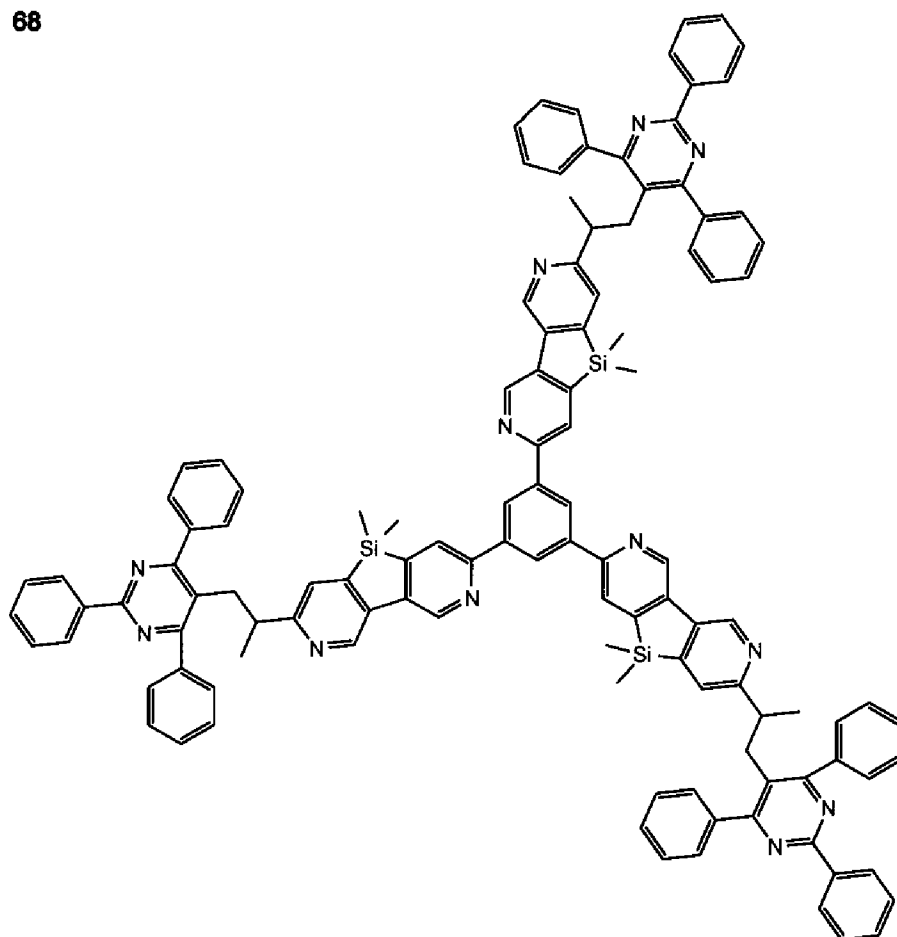
[化32]



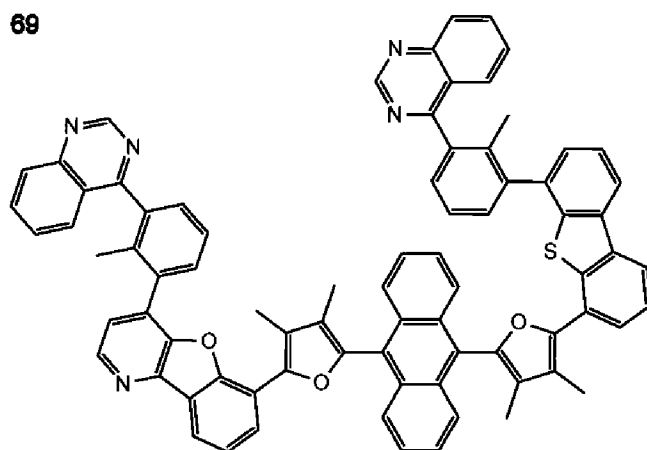
[0119]

[化33]

68

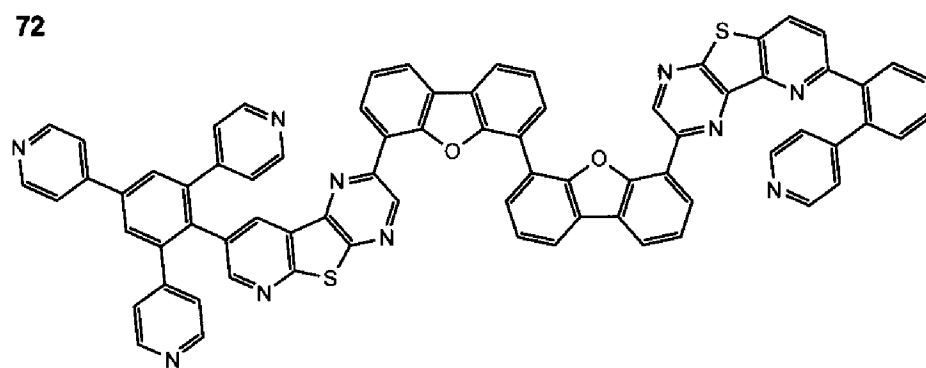
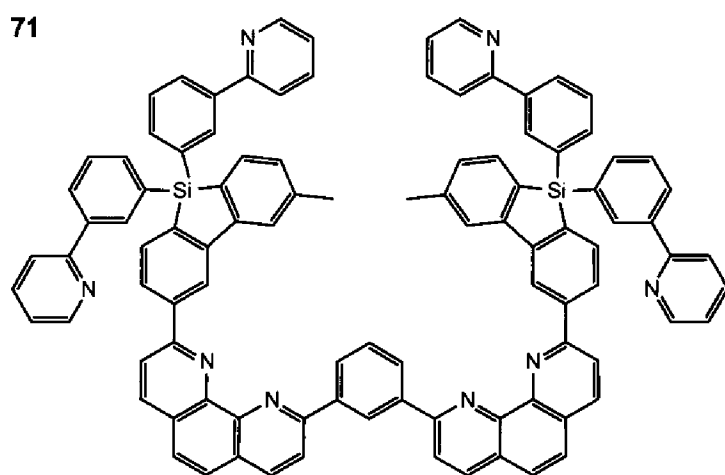
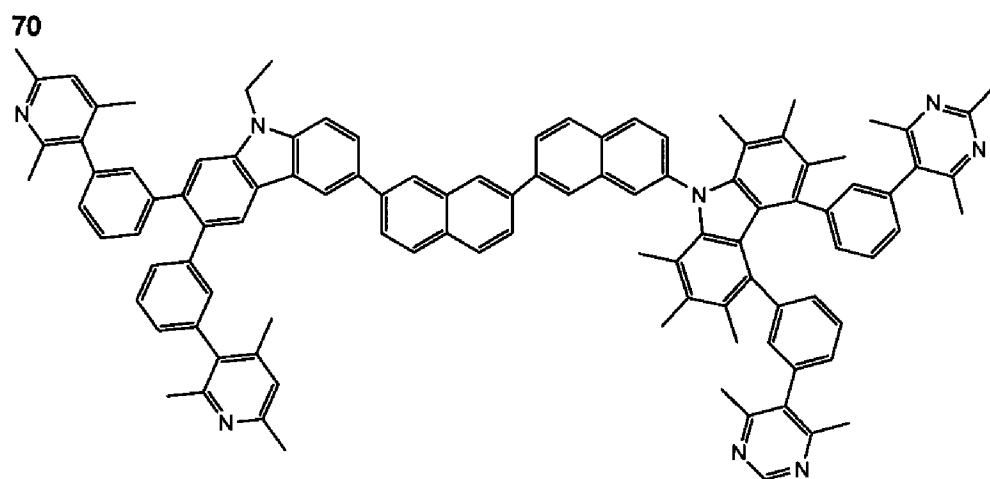


69



[0120]

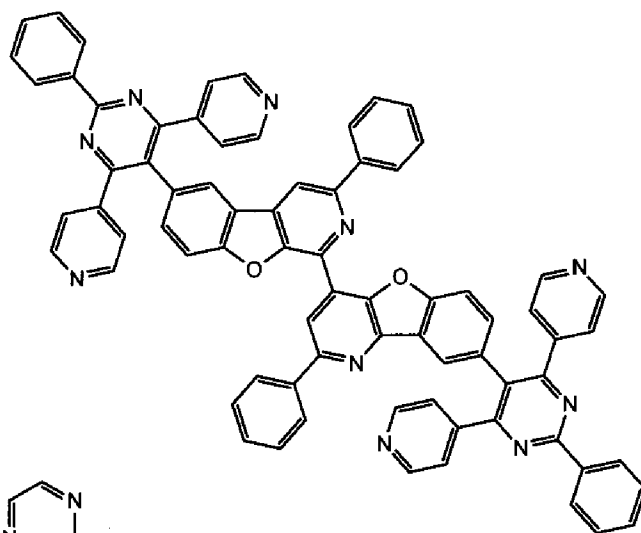
[化34]



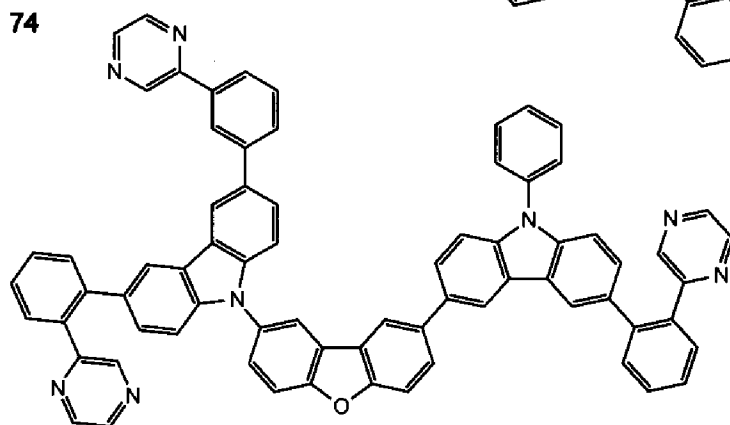
[0121]

[化35]

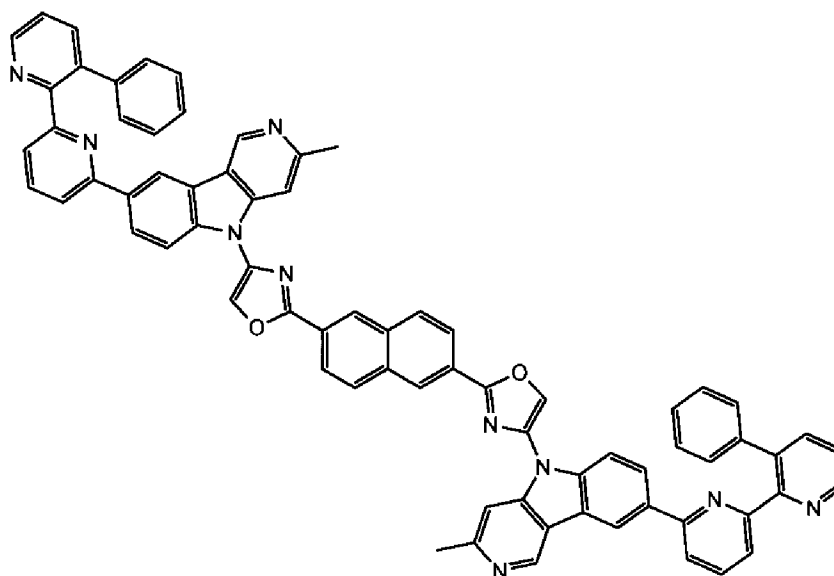
73



74



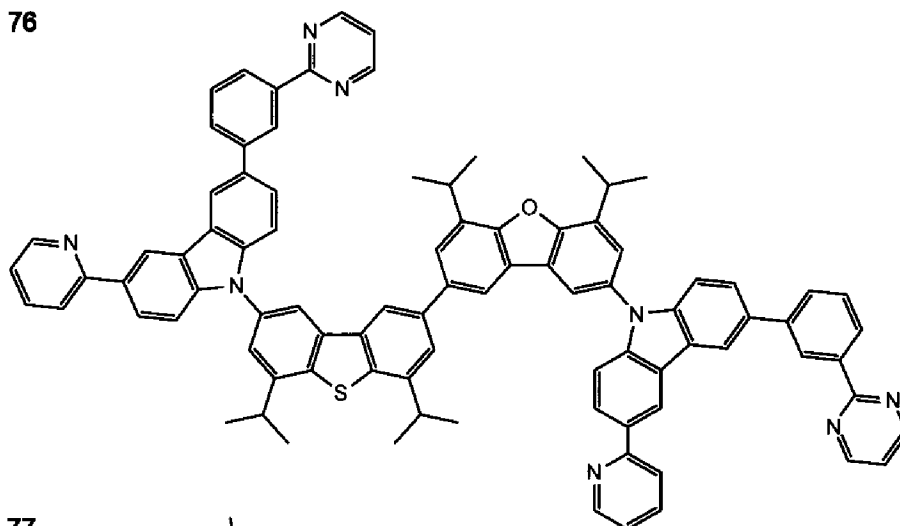
75



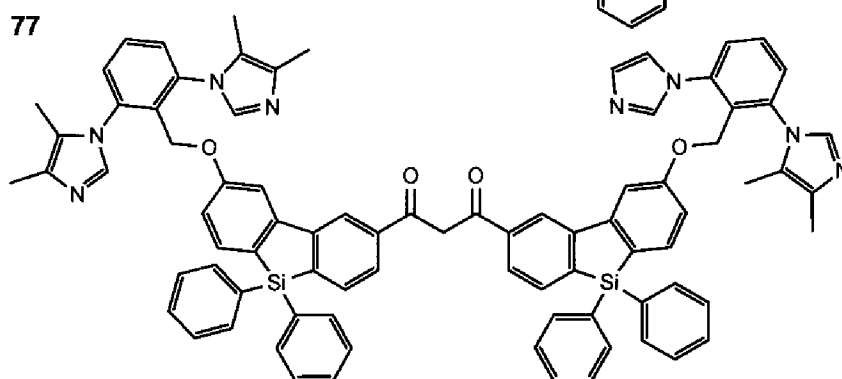
[0122]

[化36]

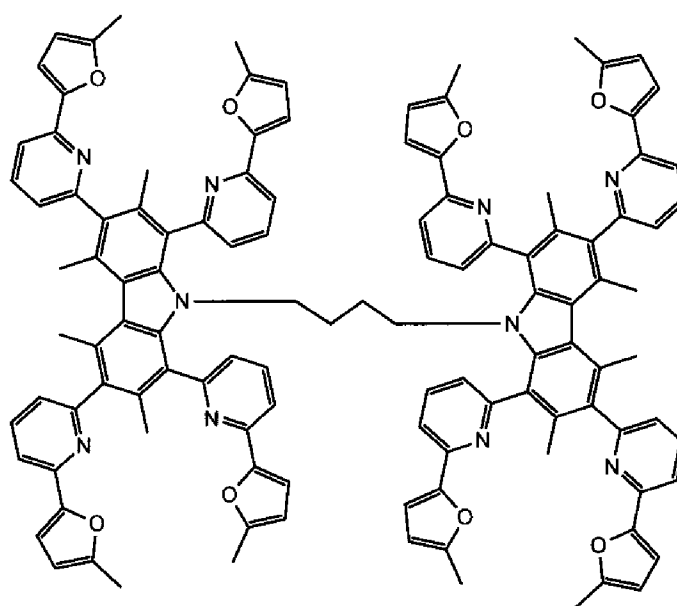
76



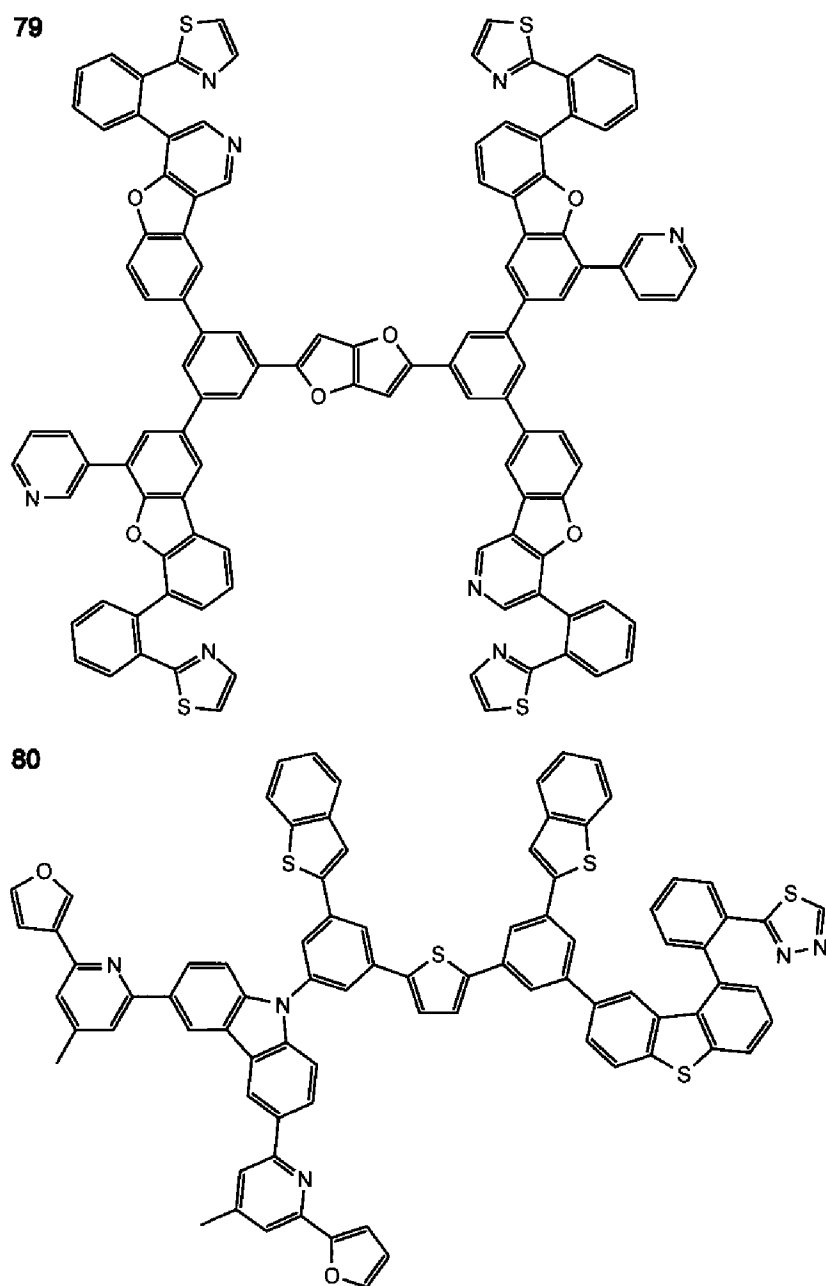
77



78

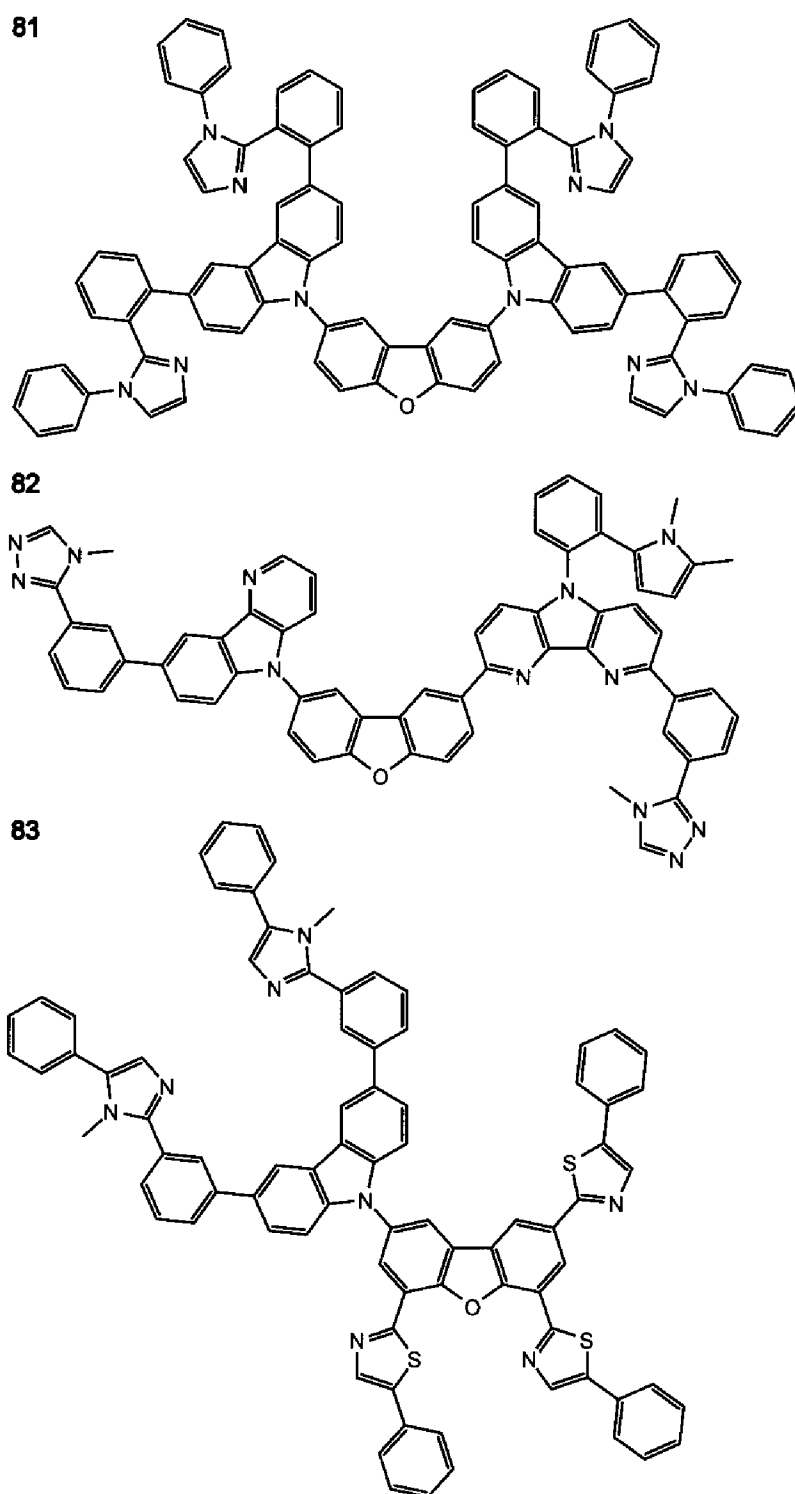


[化37]



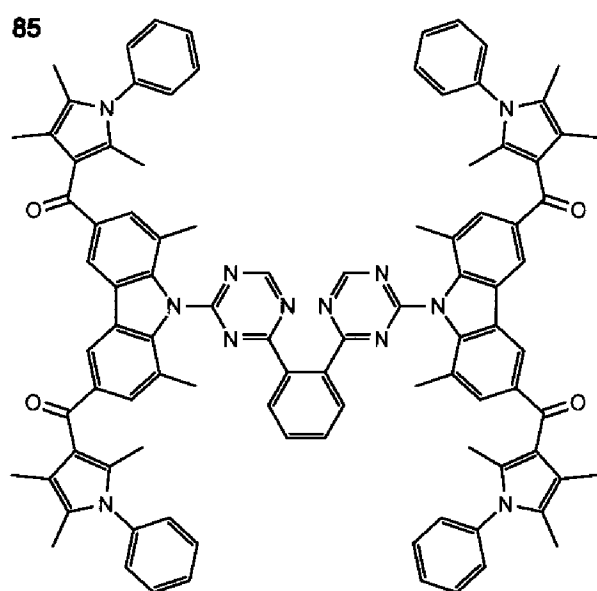
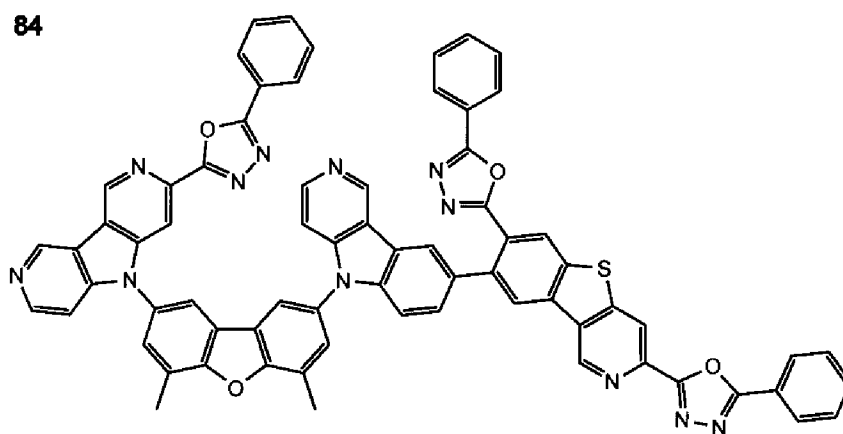
[0124]

[化38]



[0125]

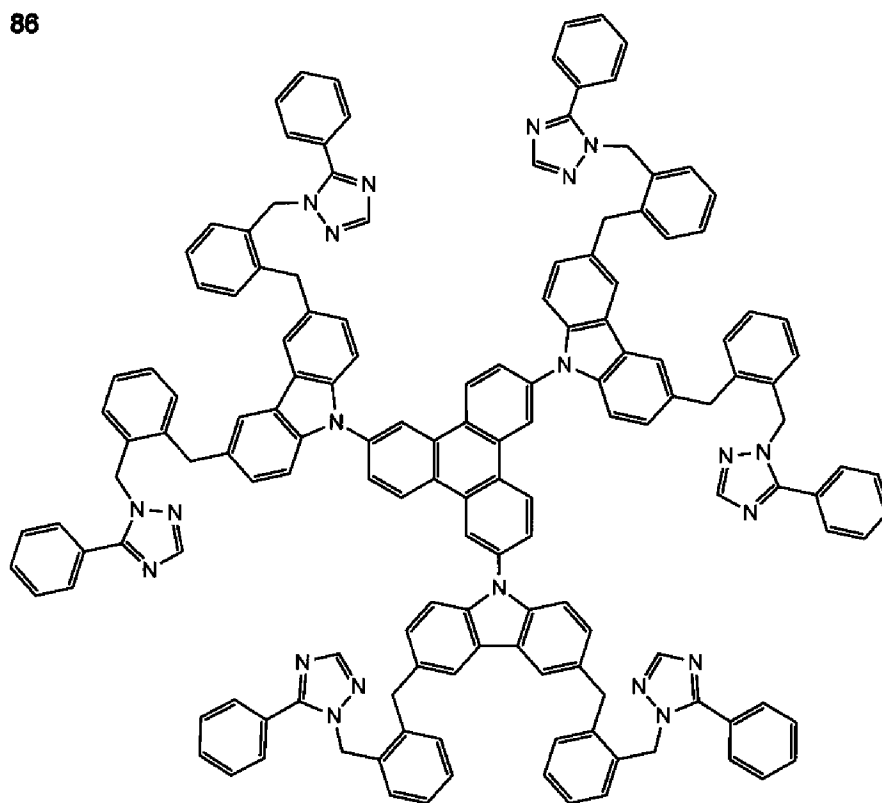
[化39]



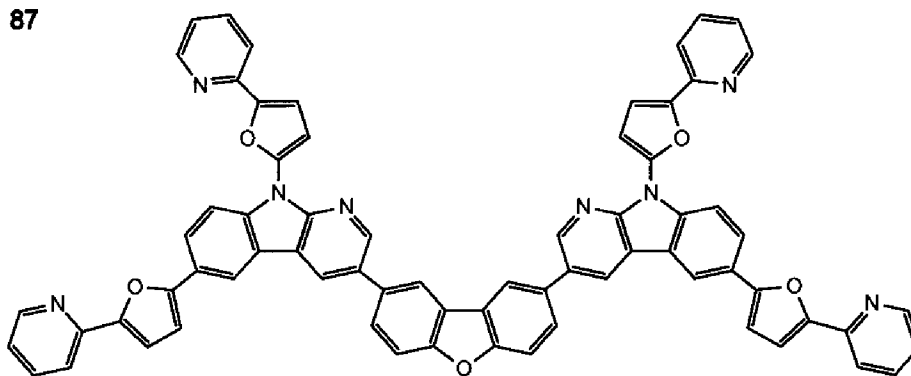
[0126]

[化40]

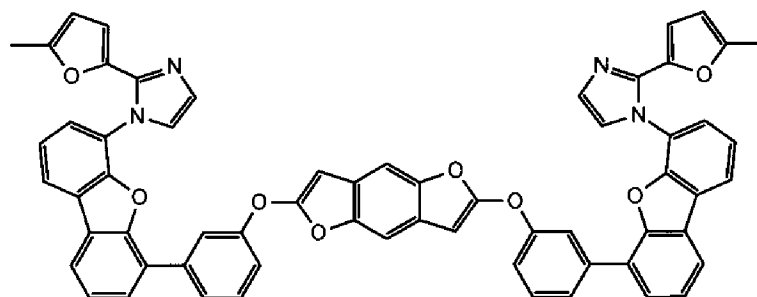
86



87



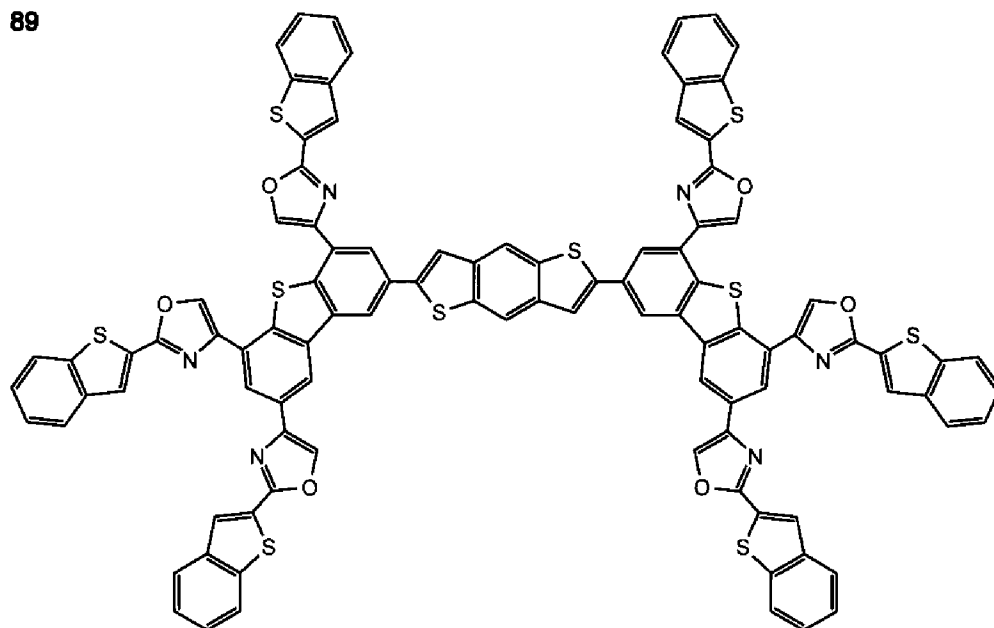
88



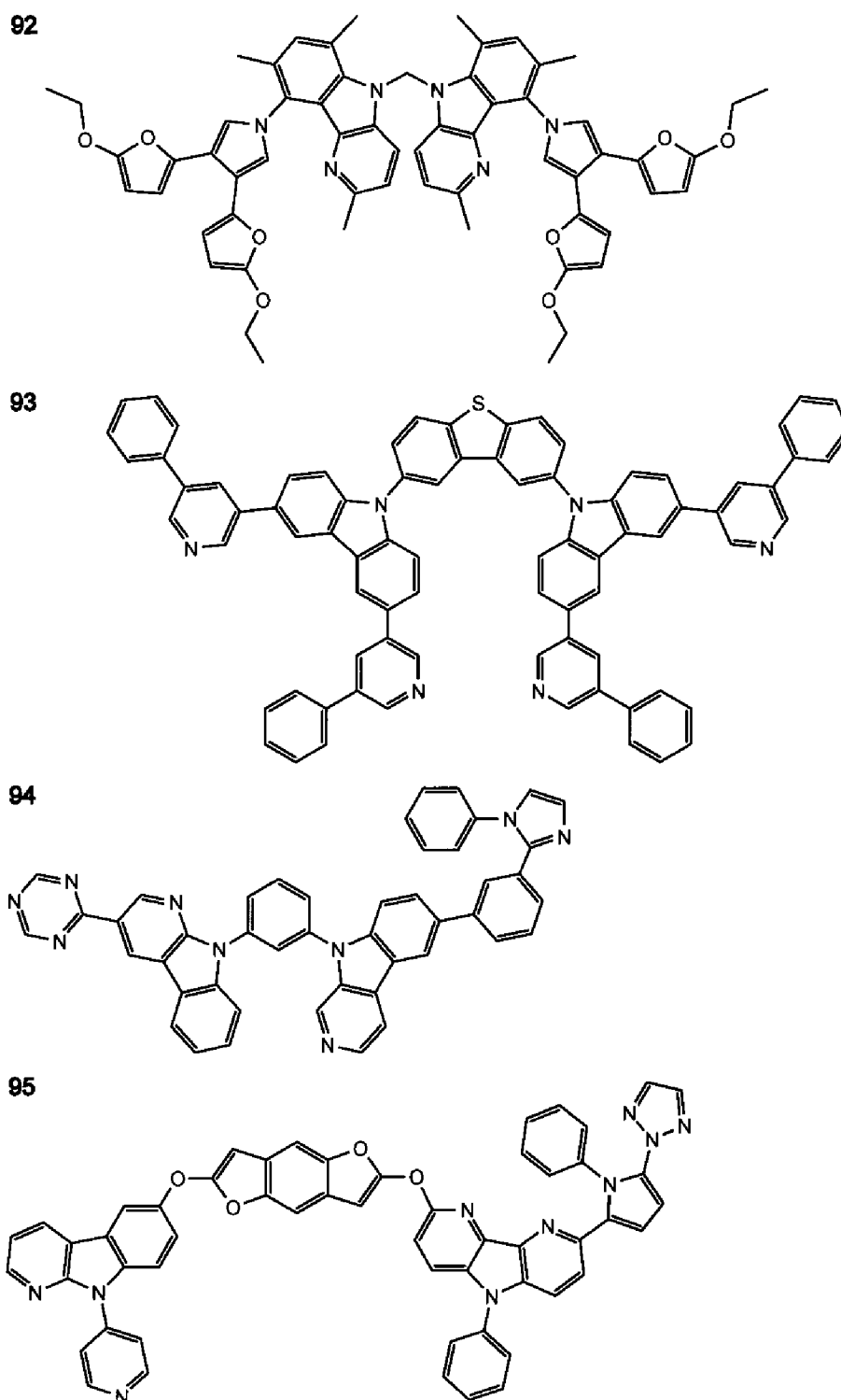
[0127]

[化41]

89

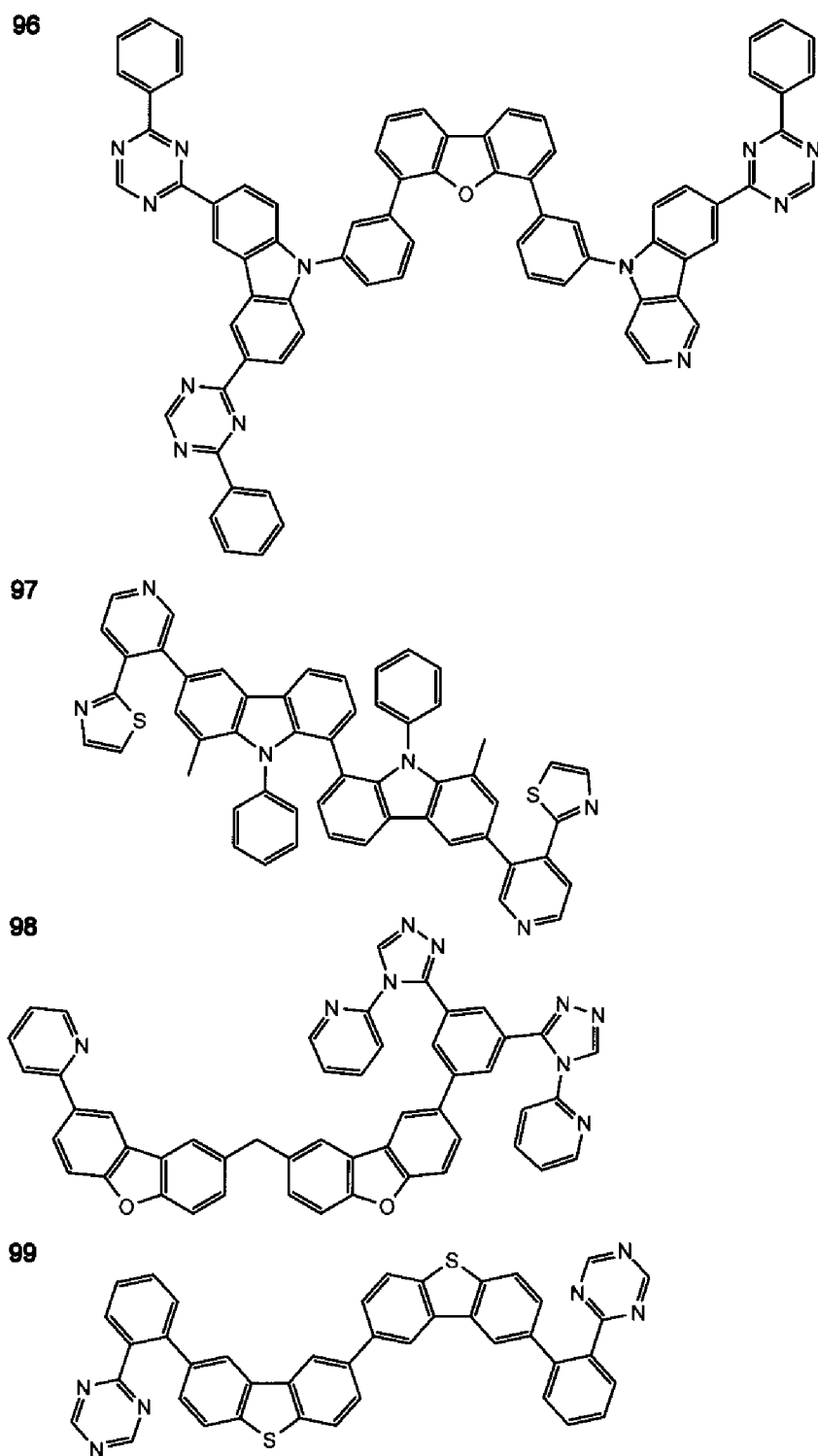


[化42]



[0129]

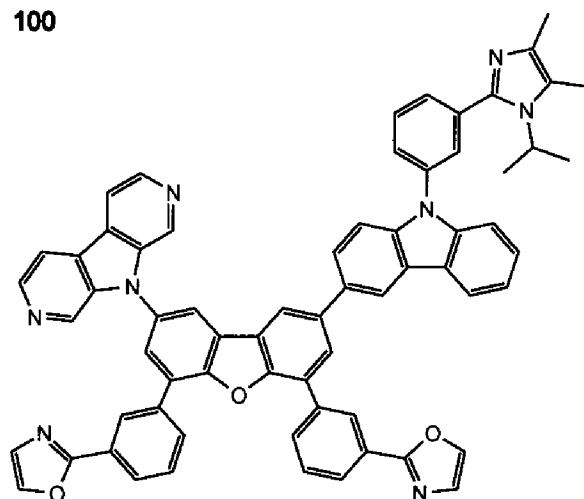
[化43]



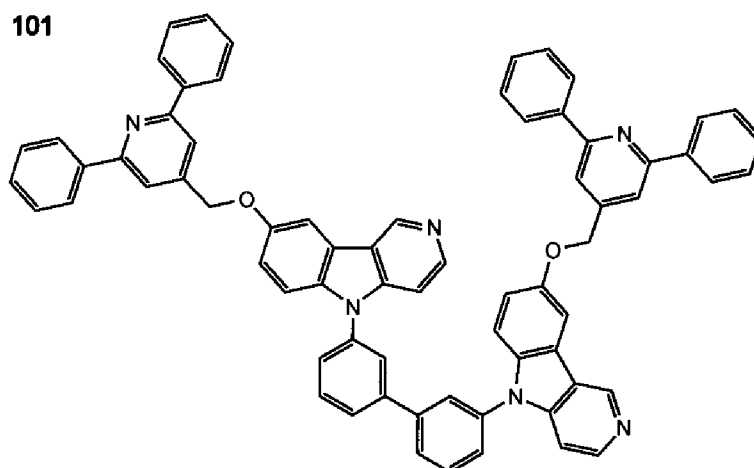
[0130]

[化44]

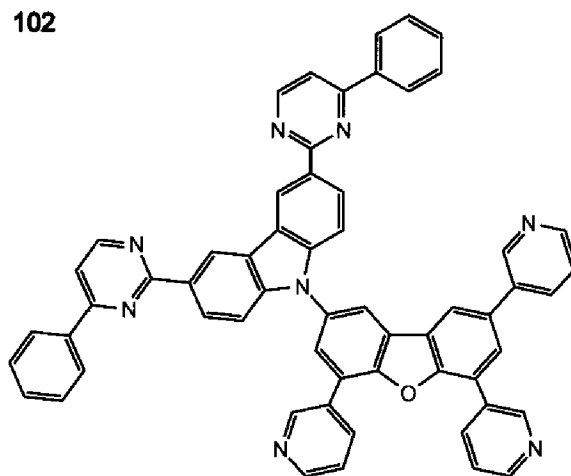
100



101

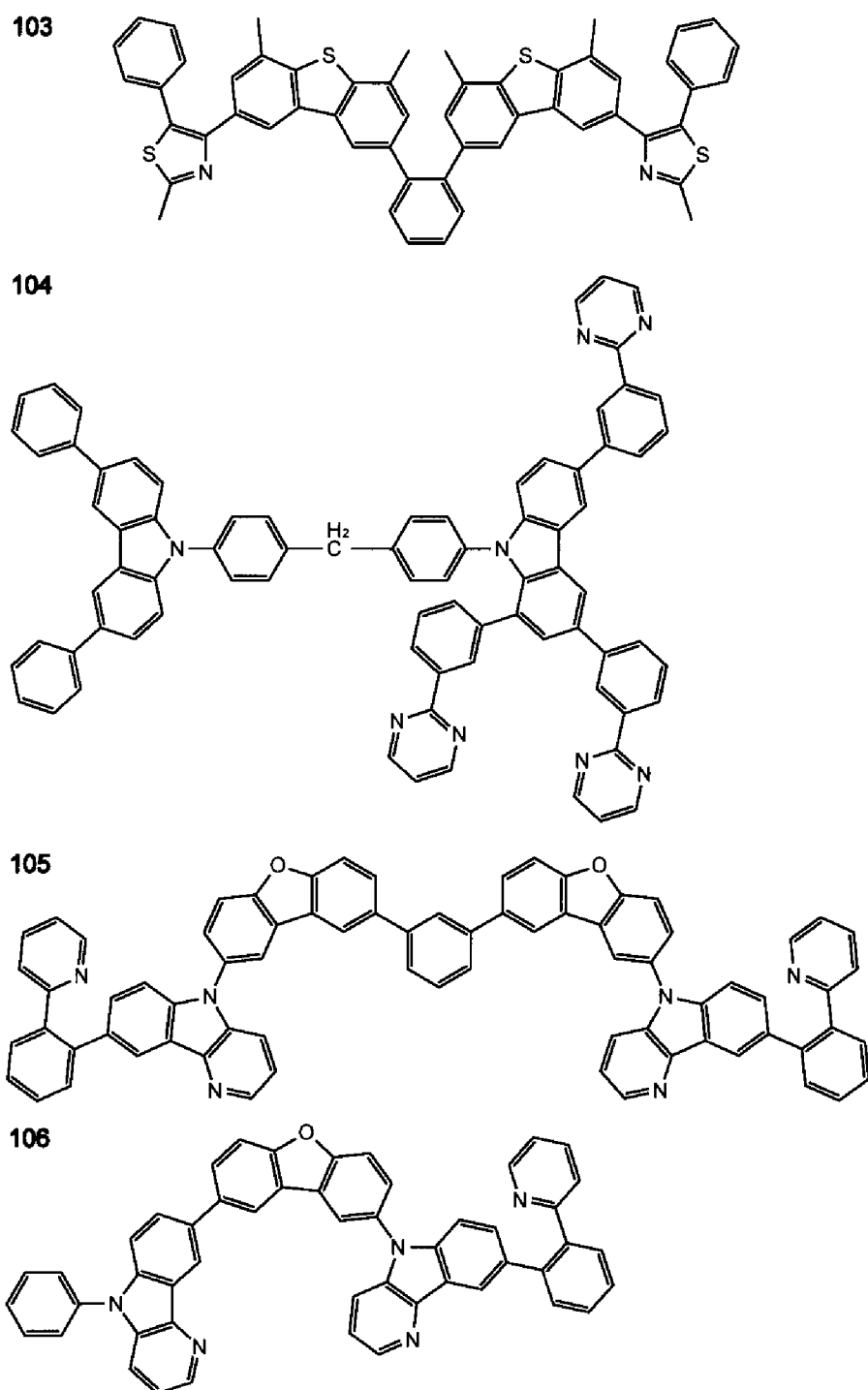


102



[0131]

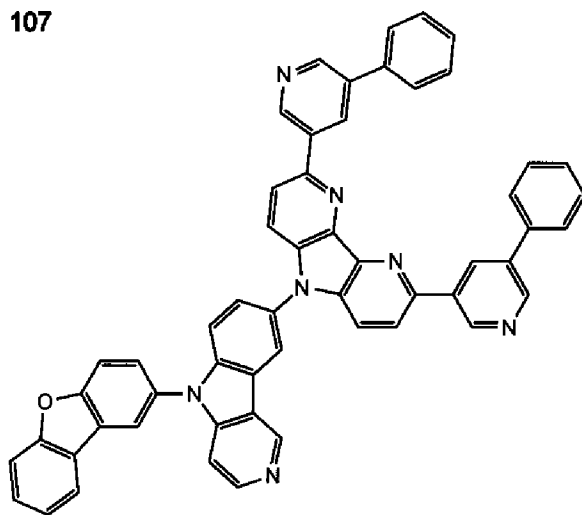
[化45]



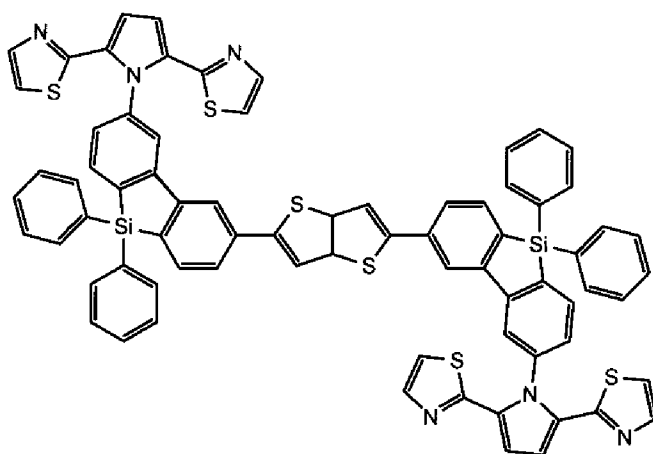
[0132]

[化46]

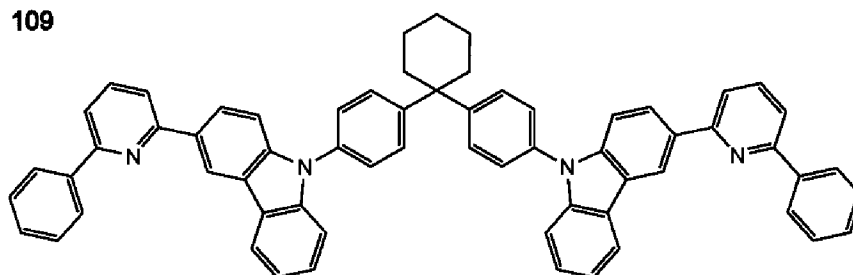
107



108



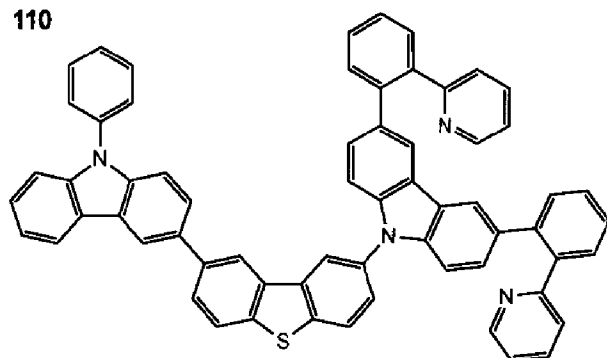
109



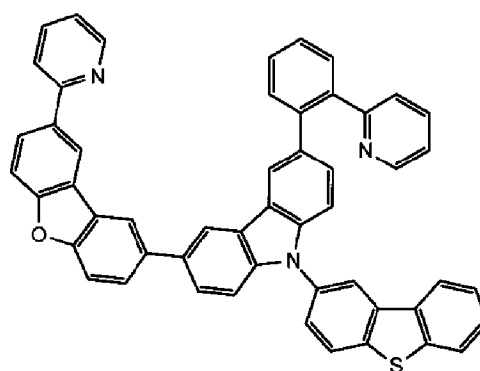
[0133]

[化47]

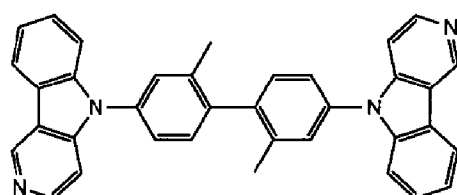
110



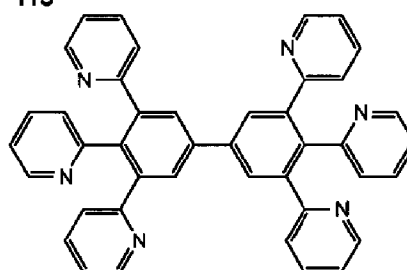
111



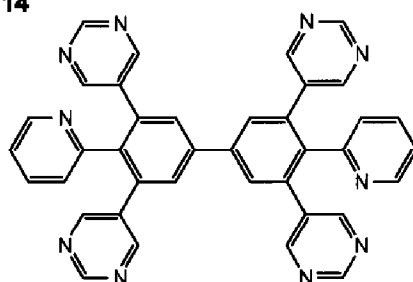
112



113



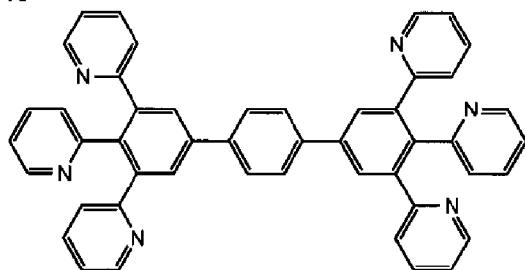
114



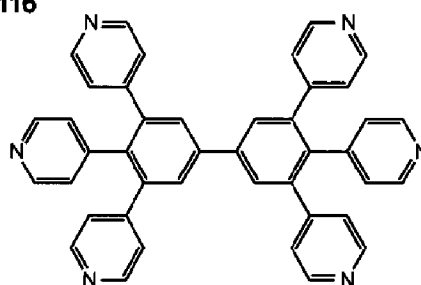
[0134]

[化48]

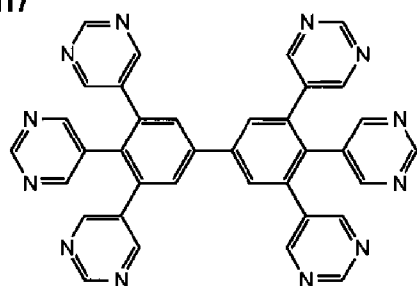
115



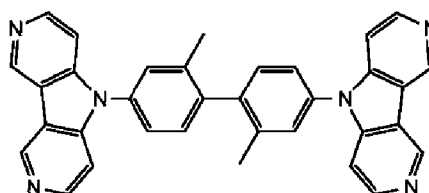
116



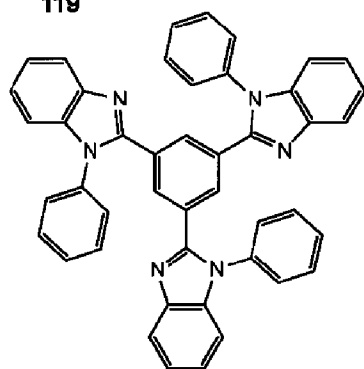
117



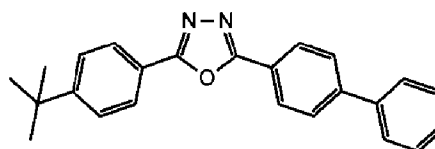
118



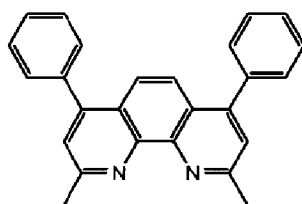
119



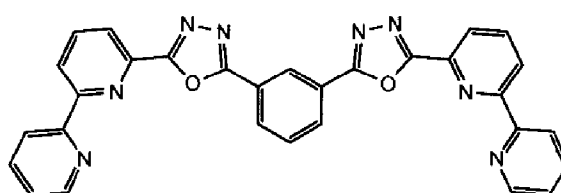
120



121

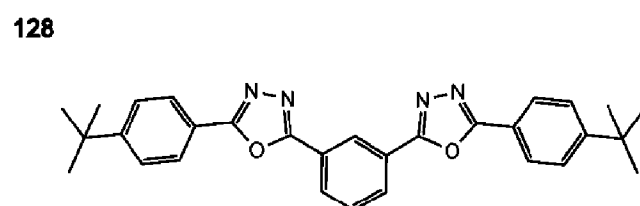
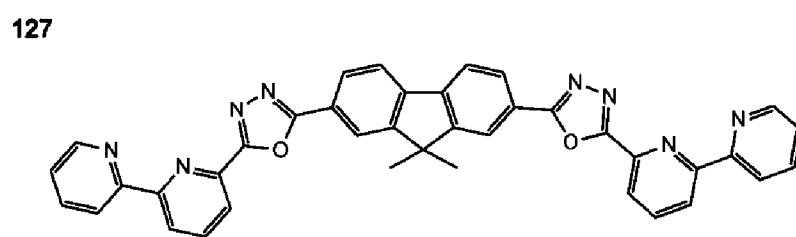
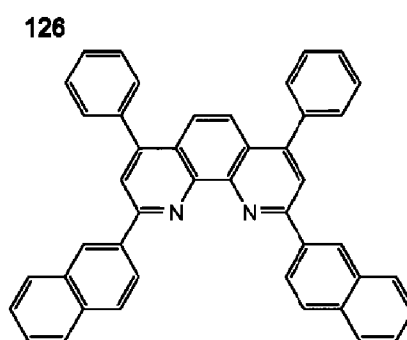
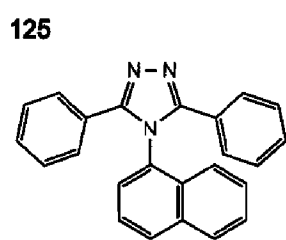
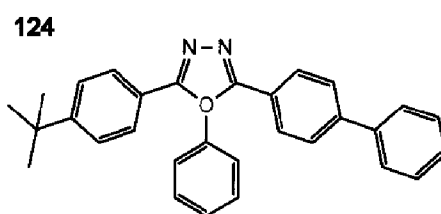
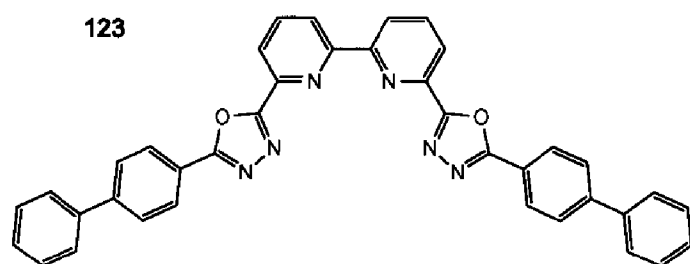


122



[0135]

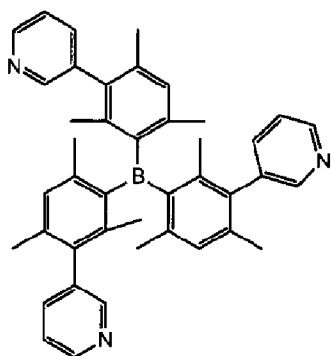
[化49]



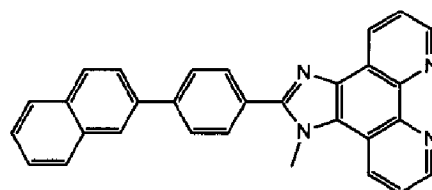
[0136]

[化50]

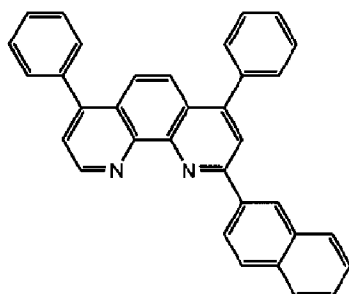
129



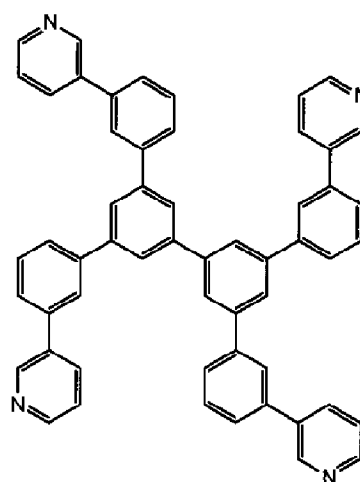
130



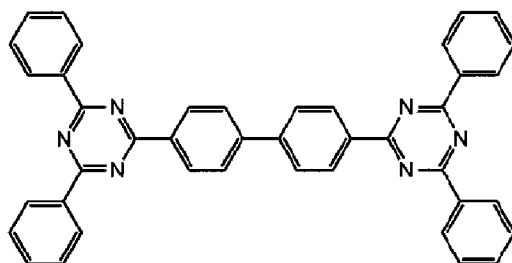
131



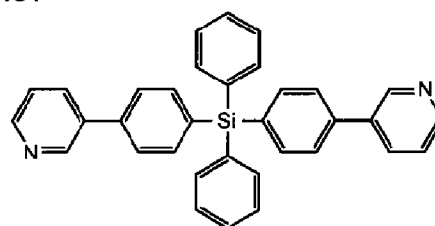
132



133



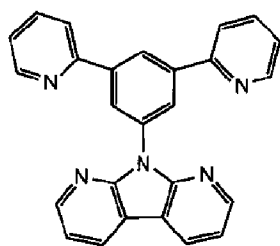
134



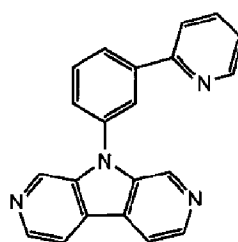
[0137]

[化51]

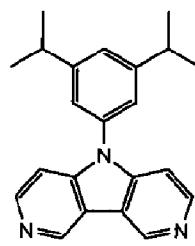
135



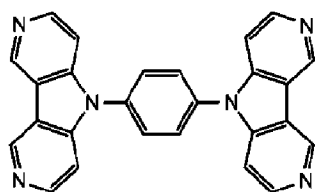
136



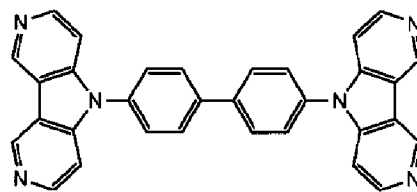
137



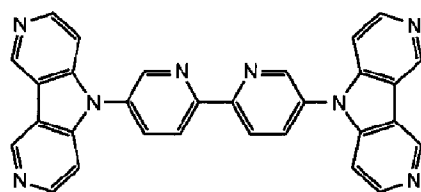
138



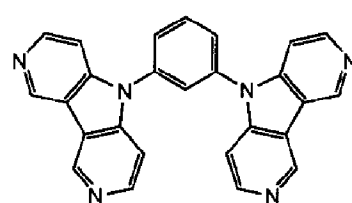
139



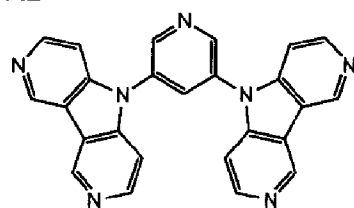
140



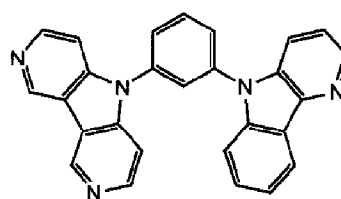
141



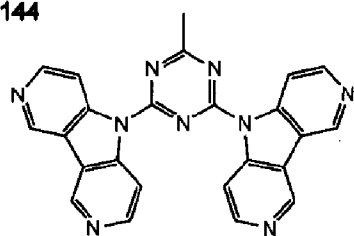
142



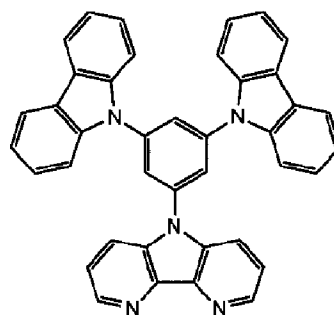
143



144



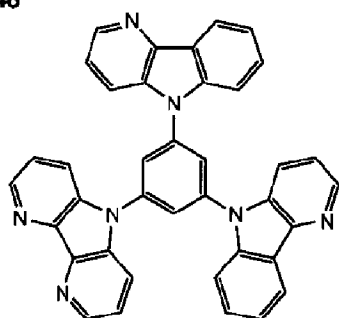
145



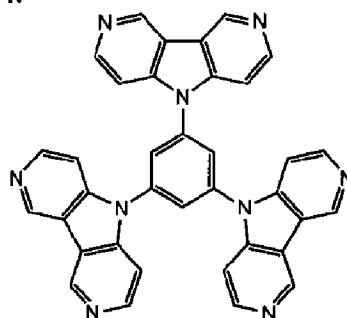
[0138]

[化52]

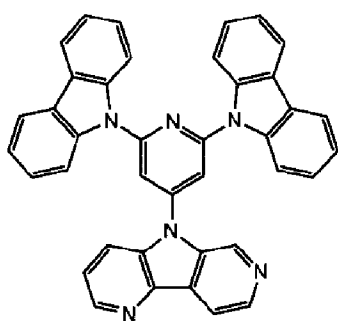
146



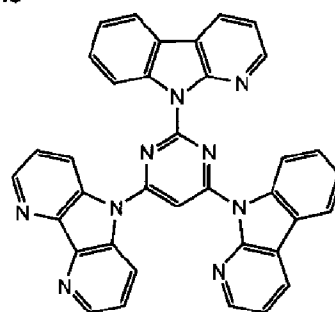
147



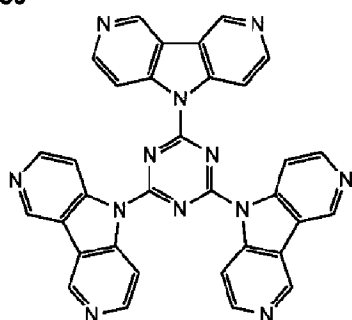
148



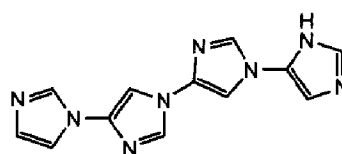
149



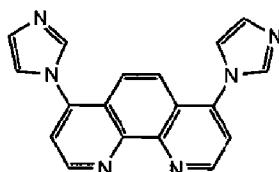
150



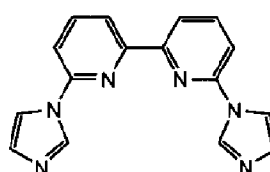
151



152



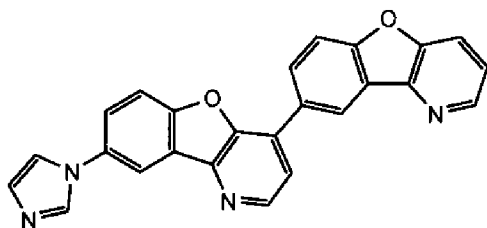
153



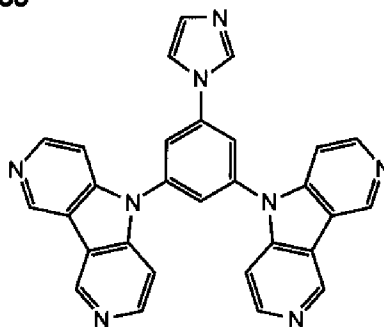
[0139]

[化53]

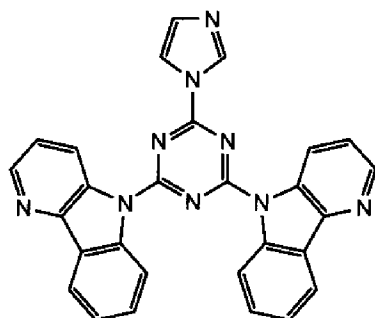
154



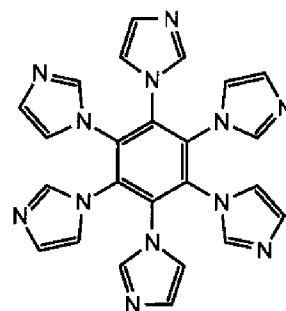
155



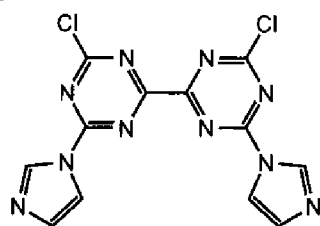
156



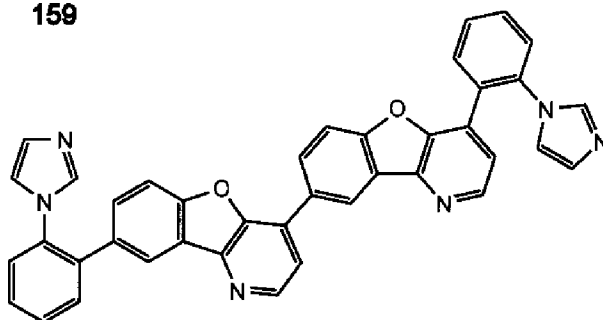
157



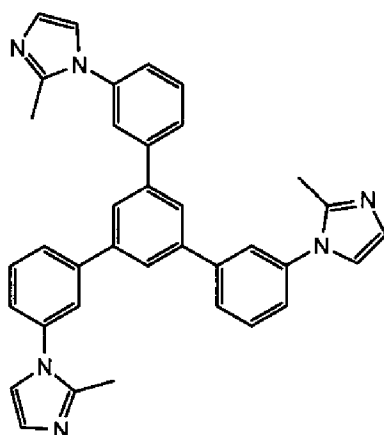
158



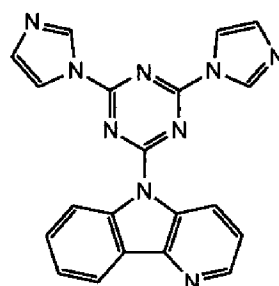
159



160

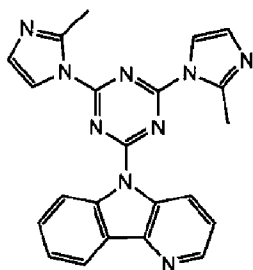


161

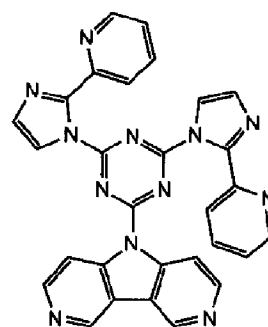


[0140] [化54]

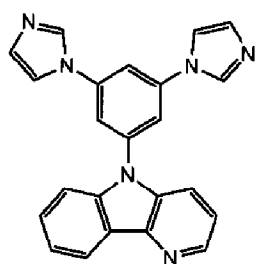
162



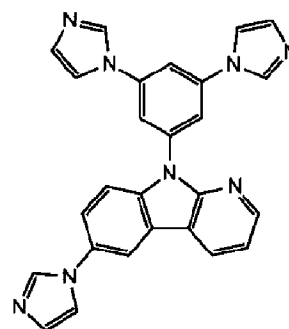
163



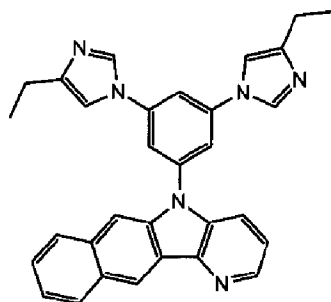
164



165



166

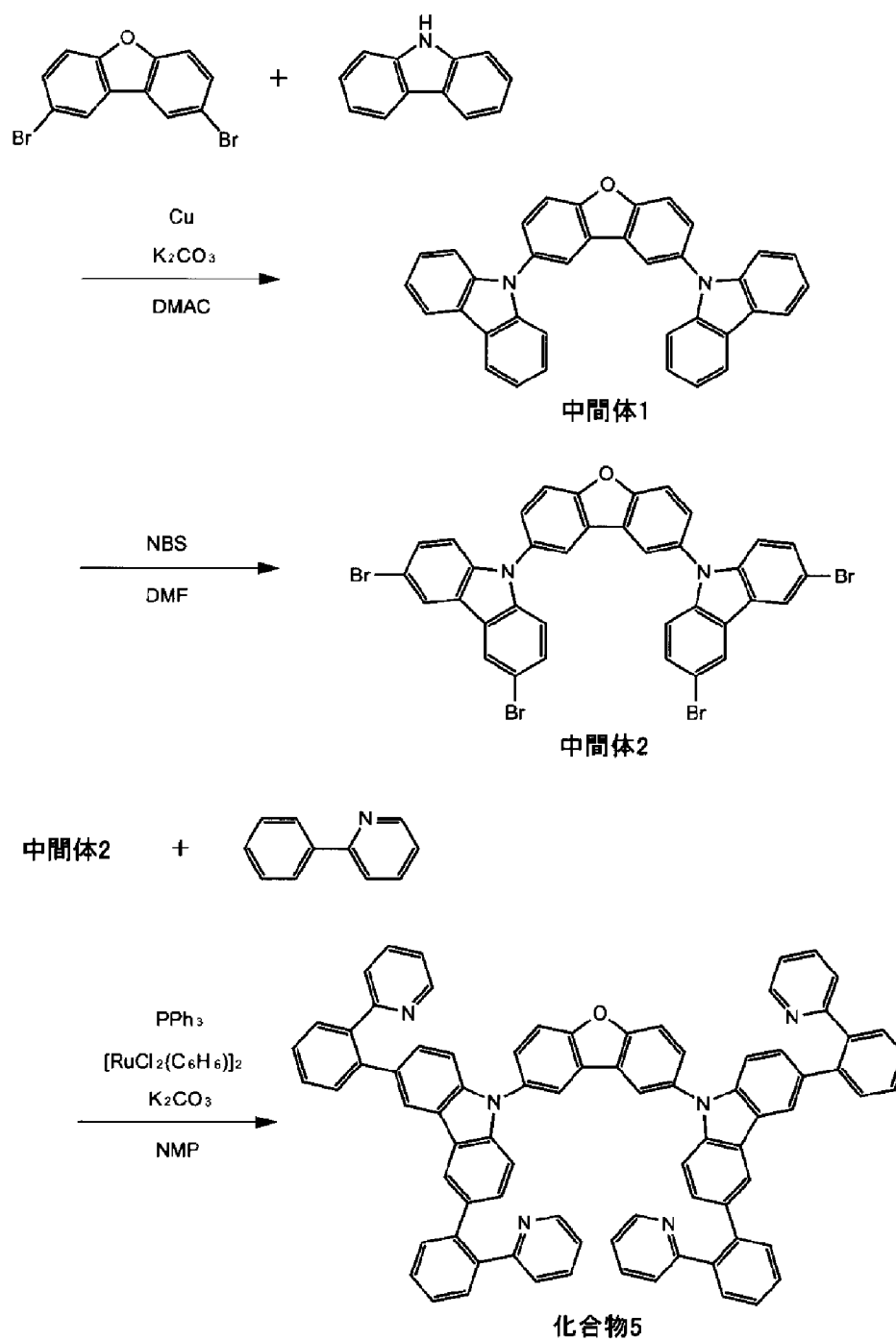


[0141] [化合物の合成例]

以下に代表的な化合物の合成例として、化合物5の具体的な合成例を示すが、これに限定されない。

[0142] [化55]

化合物5の合成



[0143] 工程 1 : (中間体 1 の合成)

窒素雰囲気下、2, 8-ジブロモジベンゾフラン (1. 0 モル)、カルバゾール (2. 0 モル)、銅粉末 (3. 0 モル)、炭酸カリウム (1. 5 モル) を、DMAc (ジメチルアセトアミド) 300 ml 中で混合し、130℃で24時間攪拌した。これによって得た反応液を室温まで冷却後、トルエン 1 L を加え、蒸留水で3回洗浄し、減圧雰囲気下において洗浄物から溶媒を留去し、その残渣をシリカゲルフラッシュクロマトグラフィー (n-ヘプタン: トルエン = 4 : 1 ~ 3 : 1) にて精製し、中間体 1 を収率 85% で得た。

[0144] 工程 2 : (中間体 2 の合成)

室温、大気下で中間体 1 (0. 5 モル) を DMF (ジメチルホルムアミド) 100 ml に溶解し、NBS (N-ブロモコハク酸イミド) (2. 0 モル) を加え、一晩室温で攪拌した。得られた沈殿を濾過し、メタノールで洗浄し、中間体 2 を収率 92% で得た。

[0145] 工程 3 : (化合物 5 の合成)

窒素雰囲気下、中間体 2 (0. 25 モル)、2-フェニルピリジン (1. 0 モル)、ルテニウム錯体 [$(\eta^6\text{-C}_6\text{H}_6)\text{RuCl}_2$] (0. 05 モル)、トリフェニルホスフィン (0. 2 モル)、炭酸カリウム (12 モル) を、NMP (N-メチル-2-ピロリドン) 3 L 中で混合し、140℃で一晩攪拌した。

[0146] 反応液を室温まで冷却後、ジクロロメタン 5 L を加え、反応液を濾過した。次いで減圧雰囲気下 (800 Pa、80℃) において濾液から溶媒を留去し、その残渣をシリカゲルフラッシュクロマトグラフィー (CH_2Cl_2 : Et_3N = 20 : 1 ~ 10 : 1) にて精製した。

[0147] 減圧雰囲気下において、精製物から溶媒を留去した後、その残渣をジクロロメタンに再び溶解し、水で3回洗浄した。洗浄によって得られた物質を無水硫酸マグネシウムで乾燥させ、減圧雰囲気下において乾燥後の物質から溶媒を留去することにより、化合物 5 を収率 68% で得た。

[0148] <電極層 5>

電極層 5 は、銀または銀を主成分とした合金を用いて構成された層であって、図 1 の断面模式図に示すように、窒素含有層 3 に隣接して設けられた層である。特にこの電極層 5 は、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に、成膜が開始された層であることが特徴的である。ここで、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間とは、窒素含有層 3 の成膜が完全に終了した後から 2 分までの間である必要はない。つまり、電極層 5 は、窒素含有層 3 の成膜が開始された後であれば、窒素含有層 3 の成膜が終了する前に、成膜が開始されたものであっても良い。この場合、窒素含有層 3 と電極層 5 とは、その界面付近が混合層として構成されることになる。そして、この場合の電極層 5 は、混合層と電極材料のみで構成された層とで構成されていることとする。

[0149] 以上のような電極層 5 は、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 1 分までの間のできるだけ早いタイミングで、成膜が開始された層であることがより好ましい。尚、後の製造方法で説明するように、窒素含有層 3 および電極層 5 の成膜方法が限定されることはない。

[0150] また電極層 5 は、シート抵抗の測定が可能な 12 nm 以下の膜厚を有する。電極層 5 は、シート抵抗の測定が可能な膜厚とすることにより、電極層 5 を構成する金属が面内方向においての 2 次元的な連続性を備えたものとなり、電極用の膜としての実用性が確保されている。また電極層 5 は、12 nm 以下の膜厚であることにより、電極層 5 における吸収成分または反射成分が低く抑えられ、透明電極 1 の光透過率が確保されている。また、電極層 5 は、少なくとも厚さが 4 nm 以上あれば、透明電極 1 の導電性が確保される。

[0151] このような電極層 5 を構成する金属は、例えば銀 (Ag)、または銀を主成分とした合金である。銀 (Ag) とは、銀の安定性を確保するために添加されるパラジウム (Pd)、銅 (Cu)、金 (Au) などを含んでいてもよく、銀の純度が 99% 以上のものとする。また銀を主成分とした合金とは、銀の含有率が 50% 以上のものとする。このような合金の一例として、銀マ

グネシウム (AgMg)、銀銅 (AgCu)、銀パラジウム (AgPd)、銀パラジウム銅 (AgPdCu)、銀インジウム (AgIn)、銀金 (AgAu)、銀アルミ (AgAl)、銀亜鉛 (AgZn)、銀錫 (AgSn)、銀白金 (AgPt)、銀チタン (AgTi)、銀ビスマス (AgBi) などが挙げられる。

[0152] また以上のような電極層 5 は、銀または銀を主成分とした合金の層が、必要に応じて複数の層に分けて積層された構成であっても良い。

[0153] また、上述の電極層 5 は、電極パターンとして形成されていることが好ましい。電極層 5 の電極パターンとしては、例えば、マトリクス状に複数の電極パターンが形成されていることが好ましい。マトリクス状の電極パターンとしては、複数の x 電極パターンまたは y 電極パターンを有し、各 x 電極パターンまたは y 電極パターンが、それぞれが x 方向又は y 方向に延設された状態で、互いに間隔を保って並列に配置される。これらの各 x 電極パターン又は y 電極パターンは、例えば x 方向に配列されたひし形やその他の形状のパターン部分を、x 方向または y 方向に直線状に連結した形状とすることができる。また、各 x 電極パターンと y 電極パターンとは、絶縁膜を介することで絶縁されていることとする。さらにまた、各 x 電極パターン、y 電極パターンの端部に、電極層 5 からなる配線パターンが接続され、透明基板 11 上における周縁領域から端縁にこの配線パターンが引き出されていてもよい。

[0154] また、透明電極 1 は、x 電極パターン又は y 電極パターンのいずれか一方の電極パターンを有する構成としてもよく、x 電極パターンと y 電極パターンとの両方の電極パターンを有する構成としてもよい。さらに、電極パターンとしては、上記マトリクス状に限らず、他のパターンとしてもよい。

[0155] <保護層>

尚、以上のような電極層 5 を有する透明電極 1 は、電極層 5 を覆う状態で保護層を備えていてもよい。この場合、透明電極 1 の光透過性を損なうことのないように、保護層が光透過性を有することが好ましい。

- [0156] 保護層は、透明電極 1 の電極層 5 を覆う板状又はフィルム状の部材や、電極層 5 を覆う無機材料、有機材料又は樹脂材料を用いて構成された保護層等から構成される。この保護層は、透明電極 1 において少なくとも電極層 5 を覆う状態で設けられている。
- [0157] 保護層を構成する板状又はフィルム状の部材としては、上述の透明基板 11 と同様の部材を用いることができる。なかでも、透明電極 1 を薄型化できることから、薄型の樹脂フィルムを好ましく使用することができる。
- [0158] さらに樹脂フィルムは、透明基板 11 と同様に、無機物又は有機物からなる被膜や、これらの被膜を組み合わせたハイブリッド被膜が形成されていてもよい。被膜は、J I S - K - 7 1 2 6 - 1 9 8 7 に準拠した方法で測定された酸素透過度が $1 \times 10^{-3} \text{ ml} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h} \cdot \text{atm})$ 以下、J I S - K - 7 1 2 9 - 1 9 9 2 に準拠した方法で測定された水蒸気透過度 ($25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ 、相対湿度 (90 ± 2) %RH) が、 $1 \times 10^{-3} \text{ g} / (\text{m}^2 \cdot 24 \text{ h})$ 以下であることが好ましい。
- [0159] また、無機材料、有機材料又は樹脂材料を用いて構成された保護層としては、特に、水分や酸素等の電極層 5 に劣化をもたらす物質の浸入を抑制する機能を有する材料で構成されることが好ましい。このような材料として、例えば、酸化珪素、二酸化珪素、窒化珪素等の無機材料が用いられる。さらに封止膜の脆弱性を改良するために、これら無機材料からなる膜と共に、有機材料からなる膜を用いて積層構造としてもよい。
- [0160] これらの膜の形成方法については、特に限定はなく、例えば真空蒸着法、スパッタリング法、反応性スパッタリング法、分子線エピタキシー法、クラスターイオンビーム法、イオンプレーティング法、プラズマ重合法、大気圧プラズマ重合法、プラズマ CVD 法、レーザー CVD 法、熱 CVD 法、コーティング法等を用いることができる。
- [0161] <透明電極 1 の製造方法>
- 次に、透明電極 1 の製造方法を、図 7 を用いて説明する。
- [0162] 先ず図 7 A に示すように、透明基板 11 上に、窒素含有層 3 を形成する。

この窒素含有層 3 の形成は、塗布法、インクジェット法、コーティング法、ディップ法などのウェットプロセスを用いる方法、蒸着法（抵抗加熱、EB 法など）、CVD 法などのドライプロセスを用いる方法などが挙げられる。なかでも、均質な膜が得られやすく、且つピンホールが生成しにくい等の点から、蒸着法が好ましく適用されるが、スパッタ法であっても良い。

[0163] 尚、複数の化合物を用いて窒素含有層 3 を蒸着法によって成膜する場合であれば、複数の蒸着源から複数の化合物を同時に供給する共蒸着が適用される。また化合物として高分子材料を用いる場合であれば、塗布法が好ましく適用される。この場合、化合物を溶媒に溶解させた塗布液を用いる。化合物を溶解させる溶媒が限定されることはない。さらに、複数の化合物を用いて窒素含有層 3 を成膜する場合であれば、複数の化合物を溶解させることが可能な溶媒を用いて塗布液を作製すれば良い。

[0164] 次に図 7 B に示すように、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に、この窒素含有層 3 に隣接させて、銀または銀を主成分とした合金を用いて構成された電極層 5 の成膜を開始する。電極層 5 の成膜は、塗布法、インクジェット法、コーティング法、ディップ法などのウェットプロセスを用いる方法や、蒸着法（抵抗加熱、EB 法など）、スパッタ法、CVD 法などのドライプロセスを用いる方法などが挙げられる。なかでも、均質な膜が得られやすく、且つピンホールが生成しにくい等の点から、蒸着法が好ましく適用されるが、スパッタ法であっても良く、電極層 5 として用いられる材料によって適する成膜方法が選択される。

[0165] 尚、窒素含有層 3 を、ウェットプロセスを用いて成膜する場合においては、窒素含有層 3 の成膜終了後 2 分までの間に電極層 5 の成膜を開始することが好ましい。ここで、窒素含有層 3 の成膜終了後 2 分までの間とは、窒素含有層 3 の硬化および乾燥が終了した後の 2 分までの間であることとする。

[0166] 以上により、透明基板 11 上に所望の透明電極 1 が得られる。

[0167] <透明電極 1 の効果>

以上のような構成の透明電極 1 は、窒素原子を含んだ化合物を用いて構成

された窒素含有層 3 に隣接して、銀または銀を主成分とする合金からなる電極層 5 を設けた構成である。これにより、窒素含有層 3 の上部に電極層 5 を成膜する際には、電極層 5 を構成する銀原子が窒素含有層 3 を構成する窒素原子を含んだ化合物と相互作用し、銀原子の窒素含有層 3 表面においての拡散距離が減少し、銀の凝集が抑えられる。このため、一般的には核成長型（V o l u m e r - W e b e r : V W 型）での膜成長により島状に孤立し易い銀薄膜が、単層成長型（F r a n k - v a n d e r M e r w e : F M 型）の膜成長によって連続膜が成膜されるようになる。したがって、薄い膜厚でありながらも、均一な膜厚の電極層 5 が得られるようになる。

[0168] また、透明電極 1 を構成する電極層 5 は、シート抵抗の測定が可能な 1 2 n m 以下の膜厚を有する。これにより、電極層 5 は、電極用の膜としての実用性を確保しつつも光の吸収成分または反射成分が低く抑えられたものとなる。さらに、このように薄い膜厚である電極層 5 は、上述したように窒素含有層 3 に隣接して設けられることにより、均一な膜厚と連続性を有する。したがって、電極層 5 は、上述したように 1 2 n m 以下と言った極薄膜でありながらも、確実にシート抵抗の測定が可能な導電性を有するものとなる。

[0169] そして特に、電極層 5 が、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に、好ましくは 1 分までの間に成膜を開始して得られた層であることにより、この電極層 5 を、より連続性の高い膜とすることができ、これによっても電極層 5 を備えた透明電極 1 の光透過性および導電性の向上が図られている。これは、後の実施例で詳細に説明するように、窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に成膜を開始して得られた電極層 5 は、この電極層 5 を有する透明電極 1 を介して下地の視認性が良好であり、かつ薄膜でありながらもシート抵抗が低いことから確認されている。

[0170] 以上のように、透明電極 1 は、薄膜でありながらも光透過性の向上と共に導電性の向上が図られたものとなり、さらに電極層 5 の連続性が高く均質であることによって光散乱も抑えられたものとなる。この結果、透明電極 1 は下地となる表示画像の視認性が良好であり、タッチパネル用の透明電極とし

て良好に適用できる。

[0171] しかも、このような透明電極 1 は、後の実施例で詳細に説明するように、ITO を用いた透明電極と比較して、薄膜でありながらもシート抵抗が低いことが確認された。これにより、パターニングされた電極層 5 の自体の視認性を抑えつつ、電極層 5 の電圧降下を抑制できるため、大型化されたタッチパネル用の透明電極としても好適に用いられる。

[0172] またこのような透明電極 1 は、レアメタルであるインジウム (In) を用いていないため低コストであり、また ZnO のような化学的に不安定な材料を用いていないため長期信頼性にも優れている。

[0173] ≪ 2. 第 2 実施形態：3 層構造のタッチパネル用透明電極 ≫

図 8 は、本発明の第 2 実施形態に係るタッチパネル用透明電極（以下、透明電極と称する）の構成を示す断面模式図である。この図に示す透明電極 1 a が、先の図 1 を用いて説明した透明電極と異なるところは、高屈折率層 H を設けて 3 層構造としたところにあり、他の構成は同一である。このため、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0174] すなわち、3 層構造の透明電極 1 a は、電極層 5 との間に窒素含有層 3 を挟持する位置に、窒素含有層 3 よりも屈折率の高い高屈折率層 H を備えた 3 層構造であり、透明基板 11 の上部に、高屈折率層 H、窒素含有層 3、電極層 5 の順に設けられている。このうち、高屈折率層 H は、以下のような構成である。

[0175] < 高屈折率層 H >

高屈折率層 H は、窒素含有層 3 よりも高い屈折率を有する層である。高屈折率層 H の屈折率は、波長 550 nm における屈折率 (n) が、窒素含有層 3 の屈折率 ($n = 1.7 \sim 1.8$) より 0.1 以上高いと好ましく、0.3 以上高いとさらに好ましい。典型的には、波長 550 nm における屈折率 (n) が 2.0 以上の層であることが好ましい。このような高屈折率層 H は、先に説明した高い屈折率と、光透過性とを有する材料で構成され、例えば、酸化チタン (TiO_2 : $n = 2.3 \sim 2.4$)、酸化ジルコニウム (ZrO_2 :

$n = 2.4$ ）、酸化カドミウム (CdO : $n = 2.49$)、酸化インジウムスズ (ITO : $n = 2.1 \sim 2.2$)、酸化インジウム亜鉛 ($\text{In}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$: $n = 2.0 \sim 2.4$)、酸化亜鉛 (ZnO : $n = 2.0 \sim 2.3$)、酸化ハフニウム (HfO_2 : $n = 1.9 \sim 2.1$)、五酸化タンタル (Ta_2O_5 : $n = 2.16$)、酸化ニオブ (Nb_2O_5 : $n = 2.2 \sim 2.4$)、酸化セリウム (CeO_2 : $n = 2.2$) 等の高屈折率材料や、光学フィルムに一般的に用いられる材料が挙げられる。

[0176] 尚、高屈折率層Hは、導電性を有する材料で構成されている場合であっても、電極の主材料として用いられることはないが、導電性を有する材料で構成されている場合であれば電極層5と同様に導電できるようにパターンニングされていることとする。また、電極として必要な膜厚を備えている必要はない。

[0177] 以上のような高屈折率層Hが透明基板11上に成膜されたものである場合、その成膜方法としては、蒸着法（抵抗加熱、EB法など）またはスパッタ法が挙げられる。特に、EB蒸着であれば、イオンアシストを用いた方法が好適である。このような高屈折率層Hの成膜方法は、これを構成する材料によって適切な方法が選択されることとする。

[0178] 尚、ここでの図示は省略したが、透明電極1aは、高屈折率層Hに接して低屈折率層が設けられていてもよい。図8に示す構成においては、高屈折率層Hと窒素含有層3が接する面とは反対の面、すなわち、高屈折率層Hと透明基板11の間に低屈折率層を有していてもよい。高屈折率層Hに接して低屈折率層を有することで、光学アドミッタンスを調整することができ、透明電極の光透過性がさらに向上する。

[0179] このような低屈折率層は、高屈折率層Hよりも低い屈折率を有する層である。特に波長550nmにおける屈折率が、高屈折率層Hよりも0.1以上低いことが好ましく、高屈折率層Hよりも0.3以上低いことがさらに好ましい。このような低屈折率層は、低い屈折率と、光透過性とを有する材料で構成される。例えば、フッ化マグネシウム (MgF_2)、フッ化リチウム (L

i F)、フッ化カルシウム (CaF_2)、フッ化アルミニウム (AlF_3) 等の低屈折率材料や、光学フィルムに一般的に用いられる材料が挙げられる。

[0180] <透明電極 1 a の効果>

以上のように構成された透明電極 1 a では、先の第 1 実施形態の透明電極の効果に加え、さらに窒素含有層 3 に接して高屈折率層 H を設けた 3 層構造であることにより、銀を主成分とする電極層 5 で生じる反射が抑制され、これと共にタッチパネル用透明電極 1 a における光散乱がさらに抑制される。この結果、透明電極 1 a は、下地となる表示画像の視認性がさらに良好なものとなり、タッチパネル用の透明電極としてさらに良好に適用可能なものとなる。

[0181] ≪ 3. 第 3 実施形態：4 層構造のタッチパネル用透明電極 ≫

図 9 は、本発明の第 3 実施形態に係るタッチパネル用透明電極（以下、透明電極と称する）の構成を示す断面模式図である。この図に示す透明電極 1 b が、先の図 1 を用いて説明した透明電極と異なるところは、2 つの高屈折率層 H を設けて 4 層構造としたところにあり、他の構成は同一である。このため、同一の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0182] すなわち、4 層構造の透明電極 1 b は、2 つの高屈折率層 H の間に、窒素含有層 3 と電極層 5 とを挟んだ 4 層構造であり、例えば透明基板 11 の上部に、高屈折率層 H、窒素含有層 3、電極層 5、高屈折率層 H の順に設けられている。このうち、2 つの高屈折率層 H は、先の図 8 に示した 3 層構造の透明電極に用いた高屈折率層と同様のものであって良い。

[0183] これらの 2 つの高屈折率層 H は、同じ材料で構成されたものであっても良いし、異なる材料で構成されたものであっても良い。また同じ膜厚であっても良いし異なる膜厚であっても良い。ただし、電極層 5 がパターンニングされている場合であって、2 つの高屈折率層 H のうち電極層 5 に隣接して配置される高屈折率層 H が、先の高屈折率材料として示した材料のうち、導電性を有する材料で構成されている場合には、電極層 5 と同様にパターンニングされている必要があり、導電性を有していない材料で構成されている場合には、

パターンニングされていてもされていなくても良い。

[0184] また透明電極 1 b は、ここでの図示を省略した低屈折率層を備えていてもよい。例えば、図 9 に示す透明電極 1 b では、2 つの高屈折率層 H をさらに外側から挟む状態で、2 つの低屈折率層が設けられていても良い。高屈折率層 H の外側に低屈折率層を有することにより、透明電極の光透過性がさらに向上する。これらの低屈折率層は、第 2 実施形態で説明した低屈折率層と同様ものが用いられる。

[0185] <透明電極 1 b の効果>

このような透明電極 1 b は、窒素含有層 3 と電極層 5 とを 2 つの高屈折率層 H により挟持した構成であり、高屈折率層 H、窒素含有層 3、電極層 5、および高屈折率層 H がこの順に積層されている。これにより、透明電極 1 b は、図 8 に示した 3 層構造の透明電極と比較して、さらに電極層 5 で生じる反射が抑制されて光透過率の向上を図ることが可能になり、さらに下地の表示画像の視認性の向上を図ることが可能になる。

[0186] ≪ 4. 第 4 実施形態：タッチパネル ≫

(1 枚の透明基板上に二層の透明電極を設けた構成)

図 10 は、本発明の第 4 実施形態に係るタッチパネルの概略構成を示す斜視図である。また図 11 は、このタッチパネルの電極構成を示す 2 枚の透明電極 1-1, 1-2 の平面図である。

[0187] これらの図に示すタッチパネル 21 は、投影型静電容量式のタッチパネルである。このタッチパネル 21 は、1 枚の透明基板 11 の一主面上に、第 1 の透明電極 1-1 および第 2 の透明電極 1-2 がこの順に配置され、この上部が前面板 13 で覆われている。第 1 の透明電極 1-1 および第 2 の透明電極 1-2 は、それぞれが、図 1 を用いて説明した 2 層構造のタッチパネル用透明電極である。したがって、第 1 の透明電極 1-1 は、第 1 の窒素含有層 3-1 と第 1 の電極層 5-1 とがこの順に積層された構成である。同様に第 2 の透明電極 1-2 は、第 2 の窒素含有層 3-2 と第 2 の電極層 5-2 とがこの順に積層された構成である。

[0188] 以下、タッチパネル 21 を構成する主要各層の詳細を、透明基板 11 側から順に説明する。尚、ここでは、図 10 および図 11 と共に、図 12 の本実施形態に係るタッチパネルの電極部分の平面模式図および、その A-A 断面に相当する図 13 の断面模式図を用いて説明を行う。また、先の実施形態で説明したと同様の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0189] <透明基板 11>

透明基板 11 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した透明基板 11 である。

[0190] <第 1 の窒素含有層 3-1 (第 1 の透明電極 1-1)>

第 1 の窒素含有層 3-1 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した窒素含有層であり、透明基板 11 の一主面に成膜されている。ここでは一例として、第 1 の窒素含有層 3-1 は、透明基板 11 の一主面の全面を覆う状態で設けられていることとするが、次に説明する第 1 の電極層 5-1 と同一形状にパターンニングされていても良い。

[0191] <第 1 の電極層 5-1 (第 1 の透明電極 1-1)>

第 1 の電極層 5-1 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した電極層であり、第 1 の窒素含有層 3-1 上においてパターンニングされた複数の x 電極パターン 5x1, 5x2, ... として構成されている。各 x 電極パターン 5x1, 5x2, ... は、それぞれが x 方向に延設された状態で、互いに間隔を保って並列に配置されている。これらの各 x 電極パターン 5x1, 5x2, ... は、例えば x 方向に配列されたひし形のパターン部分を、ひし形の頂点付近において x 方向に直線状に連結した形状であることとする。

[0192] また、各 x 電極パターン 5x1, 5x2, ... には、それぞれの端部に x 配線 17x が接続されている。これらの x 配線 17x は、透明基板 11 上の周縁領域において配線され、透明基板 11 の端縁に引き出されている。このような各 x 配線 17x は、x 電極パターン 5x1, 5x2, ... と同様に、銀を主成分とする第 1 の電極層 5-1 として構成されたものであっても良いし、別

途形成した電極層で構成されたものであっても良い。

[0193] <第2の窒素含有層3-2（第2の透明電極1-2）>

第2の窒素含有層3-2は、先のタッチパネル用透明電極で説明した窒素含有層であり、第1の電極層5-1を覆う状態で、透明基板11の一主面に成膜されている。このような第2の窒素含有層3-2は、第1の電極層5-1を覆いつつ、少なくともx配線17xの端子部分を露出する状態で設けられていることとする。ここでは一例として、第2の窒素含有層3-2は、x配線17xの端子部分を露出させ、他の部分は透明基板11の一主面の全面を覆う状態で設けられていることとするが、次に説明する第2の電極層5-2と同一形状にパターニングされていても良い。

[0194] <第2の電極層5-2（第2の透明電極1-2）>

第2の電極層5-2は、先のタッチパネル用透明電極で説明した電極層であり、第2の窒素含有層3-2上においてパターニングされた複数のy電極パターン5y1, 5y2, ...として構成されている。各y電極パターン5y1, 5y2, ...は、それぞれがx電極パターン5x1, 5x2, ...と直交するy方向に延設された状態で、互いに間隔を保って並列に配置されている。これらの各y電極パターン5y1, 5y2, ...は、例えばy方向に配列されたひし形のパターン部分を、ひし形の頂点付近においてy方向に直線状に連結した形状であることとする。

[0195] ここで、図12に示すように、各y電極パターン5y1, 5y2, ...を構成するひし形のパターン部分は、x電極パターン5x1, 5x2, ...を形成するひし形のパターン部分に対して平面視的に重なることのない位置に配置され、重なることのない範囲でできるだけ大きな範囲を占める形状となっている。これにより、透明基板11の中央部の領域においては、第1の電極層5-1で構成されたx電極パターン5x1, 5x2, ...、および第2の電極層5-2で構成されたy電極パターン5y1, 5y2, ...が視認され難い構成となっている。

[0196] 各y電極パターン5y1, 5y2, ...は、ひし形の電極パターンの連結部

分においてのみ、各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と積層される。これらの積層部分には、第 2 の窒素含有層 3-2 が挟持され、これによって x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... との絶縁性が確保された状態となっている。

[0197] また、各 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... には、それぞれの端部に y 配線 17 y が接続されている。これらの y 配線 17 y は、透明基板 11 上の周縁領域において配線され、 x 配線 17 x と並ぶように透明基板 11 の端縁に引き出されている。このような各 y 配線 17 y は、 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... と同様に、銀を主成分とする第 2 の電極層 5-2 として構成されたものであっても良いし、別途形成した電極層で構成されたものであっても良い。

[0198] 尚、透明基板 11 の端縁に引き出された x 配線 17 x および y 配線 17 y には、フレキシブルプリント基板などが接続される構成となっている。

[0199] <前面板 13>

図 10 および図 13 に図示した前面板 13 は、タッチパネル 21 において入力位置に対応する部分が押し圧される板材である。このような前面板 13 は、光透過性を有する板材であって、透明基板 11 と同様のものが用いられる。またこの前面板 13 は、必要に応じて光学特性を備えた材料を選択して用いたものであっても良い。このような前面板 13 は、例えば接着剤 15 に（図 13 参照）よって第 2 の透明電極 1-2 側に張り合わせられていることとする。この接着剤 15 は、光透過性および絶縁性を有するものであれば特に材料が限定されることはない。

[0200] またこの前面板 13 には、透明基板 11 の周縁領域を覆う遮光膜が設けられ（図 10 参照）、 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... から引き出された x 配線 17 x 、および y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... から引き出された y 配線 17 y が、前面板 13 側から視認されることを防止している。

[0201] <タッチパネルの動作>

以上のようなタッチパネル 21 を動作させる場合、 x 配線 17 x および y

配線 17 y に接続させたフレキシブルプリント基板などから、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … に対して電圧を印加しておく。この状態で、前面板 13 の表面に指またはタッチペンが触れると、タッチパネル 21 内に存在する各部の容量が変化し、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … の電圧の変化となって現れる。この変化は、指またはタッチペンが触れた位置からの距離によって異なり、指またはタッチペンが触れた位置で最も大きくなる。このため、電圧の変化が最大となる、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … でアドレスされた位置が、指またはタッチペンが触れた位置として検出される。

[0202] <タッチパネルの効果>

以上のようなタッチパネル 21 は、2 層の透明電極 1-1, 1-2 として、先に説明した光透過性と共に十分な導電性を備え、また光散乱も抑えられたタッチパネル用透明電極を用いている。これにより、下地となる表示画像の視認性の向上を図ることが可能である。また、導電性が十分なことにより、タッチパネル用透明電極を大型化した際の電圧降下を抑えることができ、タッチパネル 21 の大型化を図ることも可能となる。

[0203] 特に、このタッチパネル 21 は、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … およびこれに直交して配置された y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … を有する投影型静電容量式である。このため、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … には、高い導電性が要求される。しかしながら、これらの x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … は、先に説明したタッチパネル用透明電極の電極層 5 であるため、導電性を維持しつつ薄膜化が可能である。したがって、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, … および y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … 自体が視認され難くなり、パターンニングされた透明電極を有するタッチパネル 21 であっても、これを介しての下地となる表示画像の視認性を向上させることが可能である。

[0204] ≪ 4-1. タッチパネルの変形例 1 ≫

図 1 4 は、上述した本発明のタッチパネルの変形例 1 を示す断面模式図であり、図 1 2 の A-A 断面に相当する図である。図 1 4 に示すように、変形例 1 のタッチパネル 2 1 a は、2 枚の透明電極 1 a-1, 1 a-2 として 3 層構造の透明電極（図 8 参照）を用いたことのみが、図 1 3 に示すタッチパネルとは異なる。このため、図 1 3 に示すタッチパネルと同様の構成には同様の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0205] すなわち、図 1 4 に示す変形例 1 のタッチパネル 2 1 a は、透明基板 1 1 の一主面上に、第 1 の透明電極 1 a-1 および第 2 の透明電極 1 a-2 がこの順に配置され、この上部が接着剤 1 5 を介して前面板 1 3 で覆われている。第 1 の透明電極 1 a-1 および第 2 の透明電極 1 a-2 は、それぞれが、図 8 を用いて説明した 3 層構造のタッチパネル用透明電極である。したがって、第 1 の透明電極 1 a-1 は、透明基板 1 1 側から順に、第 1 の高屈折率層 H-1 と、第 1 の窒素含有層 3-1 と、第 1 の電極層 5-1 とが積層された構成である。同様に第 2 の透明電極 1 a-2 は、第 1 の透明電極 1 a-1 側から順に、第 2 の高屈折率層 H-2 と、第 2 の窒素含有層 3-2 と、第 2 の電極層 5-2 とが積層された構成である。

[0206] ここで、第 1 の高屈折率層 H-1 および第 2 の高屈折率層 H-2 は、次のような構成である。

[0207] < 第 1 の高屈折率層 H-1（第 1 の透明電極 1 a-1） >

第 1 の高屈折率層 H-1 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した高屈折率層であり、透明基板 1 1 の一主面に成膜されている。ここでは一例として、第 1 の高屈折率層 H-1 は、透明基板 1 1 の一主面の全面を覆う状態で設けられていることとするが、先に説明した第 1 の窒素含有層 3-1 と共に、第 1 の電極層 5-1 と同一形状にパターンニングされていても良い。尚、第 1 の高屈折率層 H-1 は、先の高屈折率材料として示した材料から適宜選択した材料を用いて構成される。

[0208] < 第 2 の高屈折率層 H-2（第 2 の透明電極 1 a-2） >

第2の高屈折率層H-2は、先のタッチパネル用透明電極で説明した高屈折率層であり、第1の電極層5-1を覆う状態で、透明基板11の一主面に成膜されている。このような第2の高屈折率層H-2は、先の高屈折率材料として示した材料のうち、絶縁性が良好な材料を用いて構成されていることとする。このような第2の高屈折率層H-2は、第1の電極層5-1を覆いつつ、少なくともx配線17xの端子部分を露出する状態で設けられていることとする。ここでは一例として、第2の高屈折率層H-2は、x配線17xの端子部分を露出させ、他の部分は透明基板11の一主面の全面を覆う状態で設けられていることとするが、第2の窒素含有層3-2と共に第2の電極層5-2と同一形状にパターンニングされていても良い。

[0209] 尚、第2の高屈折率層H-2は、絶縁性を有していれば第1の高屈折率層H-1と同じ材料で構成されたものであっても良いし、異なる材料で構成されたものであっても良い。また第1の高屈折率層H-1と同じ膜厚であっても良いし異なる膜厚であっても良い。

[0210] <変形例1のタッチパネル21aの効果>

このような変形例1のタッチパネル21aは、先に説明した3層構造の透明電極（図8参照）を、第1の透明電極1a-1および第2の透明電極1a-2として用いている。これにより、図13に示した2層構造の透明電極を用いた構成のタッチパネルよりも、さらに銀を主成分とする第1の電極層5-1および第2の電極層5-2で生じる反射が抑制されたものとなり、さらなる下地となる表示画像の視認性の向上を図ることが可能となる。

[0211] <<4-2. タッチパネルの変形例2>>

図15は、上述した本発明のタッチパネルの変形例2を示す断面模式図であり、図12のA-A断面に相当する図である。図15に示すように、変形例2のタッチパネル21bは、2枚の透明電極1b-1、1b-2として4層構造の透明電極（図9参照）を用いたことのみが、図13に示すタッチパネルとは異なる。このため、図13に示すタッチパネルと同様の構成には同様の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0212] すなわち、図 1 5 に示す変形例 2 のタッチパネル 2 1 b は、透明基板 1 1 の一主面上に、第 1 の透明電極 1 b-1 および第 2 の透明電極 1 b-2 がこの順に配置され、この上部が接着剤 1 5 を介して前面板 1 3 で覆われている。第 1 の透明電極 1 b-1 および第 2 の透明電極 1 b-2 は、それぞれが、図 9 を用いて説明した 4 層構造のタッチパネル用透明電極である。ここでは、第 1 の透明電極 1 b-1 と第 2 の透明電極 1 b-2 とが、1 つの高屈折率層を共有した構成であることとする。したがって、第 1 の透明電極 1 b-1 は、透明基板 1 1 側から順に、第 1 の高屈折率層 H-1 と、第 1 の窒素含有層 3-1 と、第 1 の電極層 5-1 と、第 2 の高屈折率材料 H-2 が積層された構成である。同様に第 2 の透明電極 1 b-2 は、透明基板 1 1 側から順に、第 2 の高屈折率層 H-2 と、第 2 の窒素含有層 3-2 と、第 2 の電極層 5-2 と、第 3 の高屈折率層 H-3 が積層された構成である。

[0213] ここで、透明基板 1 1 から第 2 の電極層 5-2 までは、第 1 の高屈折率層 H-1 および第 2 の高屈折率層 H-2 を含んで、図 1 4 を用いて説明したタッチパネルの変形例 1 と同様のものが適用される。また第 3 の高屈折率層 H-3 は、次のような構成である。

[0214] <第 3 の高屈折率層 H-3>

第 3 の高屈折率層 H-3 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した高屈折率層であり、第 2 の電極層 5-2 を覆う状態で、透明基板 1 1 の一主面に成膜されている。このような第 3 の高屈折率層 H-3 は、例えば先の高屈折率材料として示した材料のうち、絶縁性が良好な材料を用いて構成されていることとする。この場合、第 3 の高屈折率層 H-3 は、図示したように、第 2 の電極層 5-2 を覆いつつ、少なくとも y 配線 1 7 y の端子部分を露出する状態で設けられていることとする。これに対して第 3 の高屈折率層 H-3 が、先の高屈折率材料として示した材料のうち、酸化インジウムスズ (ITO) や酸化インジウム亜鉛 ($\text{In}_2\text{O}_3 + \text{ZnO}$) のような導電性を有する材料を用いて構成されている場合、第 3 の高屈折率層 H-3 は、第 2 の電極層 5-2 と同様に導電できるようにパターンニングされていることとする。

[0215] 尚、第3の高屈折率層H-3は、上述した構成に保たれていれば、第1の高屈折率層H-1および第2の高屈折率層H-2と同じ材料で構成されたものであっても良いし、異なる材料で構成されたものであっても良く、同じ膜厚であっても良いし異なる膜厚であっても良い。さらに、第3の高屈折率層H-3が接着性を有する材料で構成される場合には、接着剤15を兼ねても良い。

[0216] <変形例2のタッチパネル21bの効果>

このような変形例2のタッチパネル21bは、先に説明した4層構造の透明電極(図9参照)を、第1の透明電極1b-1および第2の透明電極1b-2として用いている。これにより、図14に示した3層構造の透明電極を用いた構成の変形例1のタッチパネルよりも、さらに銀を主成分とする第1の電極層5-1および第2の電極層5-2で生じる反射が抑制されたものとなり、さらなる下地となる表示画像の視認性の向上を図ることが可能となる。

[0217] <<4-3. タッチパネルの変形例3>>

尚ここでの図示は省略したが、タッチパネルの変形例3として、上記図15に示した変形例2のタッチパネル21bで用いた第2の高屈折率層H-2を省略した構成が例示される。この場合、第1の窒素含有層3-1から第2の電極層5-2までの構成を2つの高屈折率層で挟持した構成となる。

[0218] このような変形例3の構成であっても、変形例1の構成と比較して銀を主成分とする第1の電極層5-1および第2の電極層5-2で生じる反射がさらに抑制されたものとなり、さらなる下地となる表示画像の視認性の向上を図ることが可能となる。

[0219] <<5. 第5実施形態：タッチパネル>>

(2枚の透明基板のそれぞれに透明電極を設けた構成)

図16は、本発明の第5実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図である。尚、本実施形態のタッチパネルにおいても、タッチパネルの概略構成、タッチパネル用透明電極の電極構成、及びタッチパネルの電極部分の平面配置については、図10～12に示す構成と同様であり、図16は図12のA-A断面に相当する。

[0220] 図 1 6 に示すタッチパネル 2 2 は、2 枚の透明基板 1 1-1、1 1-2 の一主面上に、第 1 の透明電極 1-1 および第 2 の透明電極 1-2 を設けた構成であり、それ以外の構成は先の図 1 3 に示したタッチパネルの構成と同様である。このため、図 1 3 に示したタッチパネルと同様の構成には同様の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0221] すなわち図 1 6 に示すタッチパネル 2 2 は、第 1 の透明電極 1-1 が設けられた第 1 の透明基板 1 1-1 と、第 2 の透明電極 1-2 が設けられた第 2 の透明基板 1 1-2 とを有する。これらの透明基板 1 1-1, 1 1-2 は、透明電極 1-1, 1-2 の形成面を同一方向に向け、第 1 の透明基板 1 1-1 における第 1 の透明電極 1-1 の形成面上に、第 2 の透明基板 1 1-2 が位置するように重ねて配置されている。また第 2 の透明基板 1 1-2 に設けた第 2 の透明電極 1-2 の上部が、接着剤 1 5 を介して前面板 1 3 で覆われた状態となっている。

[0222] 第 1 の透明基板 1 1-1 および第 2 の透明基板 1 1-2 は、先のタッチパネル用透明電極で説明した構成と同様の透明基板 1 1 である。また、第 1 の透明電極 1-1 および第 2 の透明電極 1-2 は、それぞれが図 1 を用いて説明した 2 層構造のタッチパネル用透明電極であり、それぞれが透明基板 1 1-1, 1 1-2 上に、窒素含有層 3-1, 3-2、および電極層 5-1, 5-2 をこの順に積層した構成となっている。

[0223] また、積層された第 1 の透明基板 1 1-1 と第 2 の透明基板 1 1-2 との間は、ここでの図示を省略した接着剤によって貼り合せられていることとし、この接着剤によっても、第 1 の電極層 5-1 と第 2 の電極層 5-2 とが絶縁される。

[0224] 以上のようなタッチパネル 2 2 であっても、先の図 1 3 に示したタッチパネルと同様に動作させることができる。

[0225] <タッチパネルの効果>

このような構成のタッチパネル 2 2 であっても、先に説明した薄膜でありながらも光透過性と共に十分な導電性を備え、また光散乱も抑えられたタッチパネル用透明電極を用いたことにより、先に図 1 3 を用いて説明したタッ

チパネルと同様に、下地となる表示画像の視認性の向上を図ること、およびパネルの大型化を図ることが可能である。

[0226] 尚、以上のような構成のタッチパネル 22 は、先に説明したタッチパネルの変形例 1～3 のそれぞれと組み合わせることが可能であり、組み合わせることによってそれぞれの効果を得ることが可能である。

[0227] 例えば、本実施形態のタッチパネルを、図 14 に示したタッチパネルの変形例 1 と組み合わせた場合、図 16 に示すタッチパネル 22 における 2 層構造の透明電極 1-1, 1-2 を、それぞれ図 8 に示した 3 層構造の透明電極と置き換える。この場合、第 1 の透明基板 11-1 と第 1 の窒素含有層 3-1 との間に高屈折率層を設け、さらに第 2 の透明基板 11-2 と第 2 の窒素含有層 3-2 との間に高屈折率層を設けた構成とする。

[0228] また本実施形態のタッチパネルを、図 15 に示したタッチパネルの変形例 2 と組み合わせた場合、図 16 に示すタッチパネル 22 における 2 層構造の透明電極 1-1, 1-2 を、それぞれ図 9 に示した 4 層構造の透明電極と置き換える。この場合、各透明電極を構成する 2 層の高屈折率層のうち、電極層 5-1, 5-2 に隣接して設けられる各高屈折率層は、先の高屈折率材料として示した材料のうち、絶縁性が良好な材料を用いて構成されているか、または導電性材料で構成されている場合であれば隣接する電極層 5-1, 5-2 と同一にパターンニングされていることとする。

[0229] さらに本実施形態のタッチパネルは、上述したタッチパネルの変形例 3 を応用し、第 1 の窒素含有層 3-1 から第 2 の電極層 5-2 までの構成を挟持する位置のみに、2 つの高屈折率層を設けた構成とすることもできる。

[0230] ≪ 6. 第 6 実施形態：タッチパネル ≫

(1 枚の透明基板の両面に透明電極を設けた構成)

図 17 は、本発明の第 6 実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図である。尚、本実施形態のタッチパネルにおいても、タッチパネルの概略構成、タッチパネル用透明電極の電極構成、及びタッチパネルの電極部分の平面配置については、図 10～12 に示す構成と同様であり、図 17 は図

12のA-A断面に相当する。

[0231] 図17に示すタッチパネル23は、一枚の透明基板11の一主面側に第1の透明電極1-1を設け、この透明基板11の他主面側に第2の透明電極1-2を設けた構成であり、各構成要素は先の図13に示したタッチパネルの構成と同様である。このため、図13に示したタッチパネルと同様の構成には同様の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0232] すなわち図17に示すタッチパネル23は、透明基板11の両面に設けられた第1の透明電極1-1と第2の透明電極1-2とを有する。また第2の透明電極1-2の上部が、接着剤15を介して前面板13で覆われた状態となっている。

[0233] 透明基板11は、先のタッチパネル用透明電極で説明したと同様の透明基板11である。また第1の透明電極1-1および第2の透明電極1-2は、それぞれが図1を用いて説明した2層構造のタッチパネル用透明電極である。このうち、第1の透明電極1-1は、透明基板11の一主面側から窒素含有層3-1および電極層5-1がこの順に積層された構成である。一方、第2の透明電極1-2は、透明基板11の他主面側から窒素含有層3-2および電極層5-2がこの順に積層された構成である。

[0234] 尚、このような構成のタッチパネル23において、第1の透明電極1-1の一主面側には、ここでの図示を省略した保護層で覆われていて良い。

[0235] 以上のようなタッチパネル23であっても、図13に示したタッチパネルと同様に動作させることができる。

[0236] <タッチパネルの効果>

このような構成のタッチパネル23であっても、先に説明した薄膜でありながらも光透過性と共に十分な導電性を備え、また光散乱も抑えられたタッチパネル用透明電極を用いたことにより、先に図13を用いて説明したタッチパネルと同様に、下地となる表示画像の視認性の向上を図ること、およびパネルの大型化を図ることが可能である。

[0237] 尚、以上のような構成のタッチパネル23は、先に示したタッチパネルの

変形例 1 ～ 3 のそれぞれと組み合わせることが可能であり、組み合わせることによってそれぞれの効果を得ることが可能である。

[0238] 例えば、本実施形態のタッチパネルを、図 1 4 に示したタッチパネルの変形例 1 と組み合わせた場合、図 1 7 に示すタッチパネル 2 3 における 2 層構造の透明電極 1-1, 1-2 を、それぞれ図 8 に示した 3 層構造の透明電極と置き換える。この場合、透明基板 1 1 と第 1 の窒素含有層 3-1 との間に高屈折率層を設け、さらに透明基板 1 1 と第 2 の窒素含有層 3-2 との間に高屈折率層を設けた構成とする。

[0239] また本実施形態のタッチパネルを、図 1 5 に示したタッチパネルの変形例 2 と組み合わせた場合、図 1 7 に示すタッチパネル 2 3 における 2 層構造の透明電極 1-1, 1-2 を、それぞれ図 9 に示した 4 層構造の透明電極と置き換える。この場合、各透明電極を構成する 2 層の高屈折率層のうち、電極層 5-1, 5-2 に隣接して設けられる各高屈折率層は、先の高屈折率材料として示した材料のうち、絶縁性が良好な材料を用いて構成されているか、または導電性材料で構成されている場合であれば隣接する電極層 5-1, 5-2 と同一にパターンニングされていることとする。

[0240] さらに本実施形態のタッチパネルは、上述したタッチパネルの変形例 3 を応用し、第 1 の電極層 5-1 から第 2 の電極層 5-2 までの構成を挟持する位置に、2 つの高屈折率層を設けた構成とすることもできる。

[0241] ≪ 7. 第 7 実施形態：タッチパネル ≫

(透明基板上に 2 パターンの透明電極と共に接続電極を設けた構成)

図 1 8 は、本発明の第 7 実施形態に係るタッチパネルの電極部分の平面配置を示す模式図である。図 1 9 は、タッチパネルの電極部分の拡大図である。図 2 0 は、第 7 実施形態に係るタッチパネルの構成を示す断面模式図であり、図 1 8 および図 1 9 の B-B 断面に相当する図である。尚、以下の説明において、図 1 3 に示したタッチパネルと同様の構成要素には同一の符号を付し、重複する説明は省略する。

[0242] これらの図に示すタッチパネル 2 4 は、透明基板 1 1 の同一平面上に x 電

極パターン 5×1 , 5×2 , ...と、 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ...とを有する電極層 5 を有する 2 層構造の透明電極 1 を設けた構成であり、さらにこの上部に層間絶縁膜 7 3 および接続電極 7 5 を設けた構成である。透明電極 1、層間絶縁膜 7 3、および接続電極 7 5 が設けられた上部が、接着剤 1 5 を介して前面板 1 3 で覆われた状態となっている。

[0243] すなわちタッチパネル 2 4 は、透明基板 1 1 と、透明基板 1 1 の一主面上に設けられた透明電極 1 と、さらにこの上部に設けられた層間絶縁膜 7 3 および接続電極 7 5 を備えている。透明電極 1 は、図 1 を用いて説明した 2 層構造のタッチパネル用透明電極であり、透明基板 1 1 上に、窒素含有層 3 および電極層 5 をこの順に積層した構成となっている。このうち電極層 5 が、窒素含有層 3 上に互いに絶縁状態を保って設けられた x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ...と y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ...とを有するところが特徴的である。

[0244] <透明基板 1 1 および窒素含有層 3>

透明基板 1 1 および窒素含有層 3 は、それぞれ先のタッチパネル用透明電極で説明したものと同様のものである。また窒素含有層 3 は、一例として、透明基板 1 1 の一主面の全面を覆う状態で設けられていることとするが、先の実施形態と同様に、電極層 5 と同一形状にパターニングされていても良い。

[0245] <電極層 5>

電極層 5 は、先のタッチパネル用透明電極で説明したものと同様のものであり、窒素含有層 3 上においてパターニングされた複数の x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ...と、複数の y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ...とを有して構成されている。

[0246] 各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ...は、それぞれが x 方向に延設された状態で、互いに間隔を保って並列に配置されている。これらの各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ...は、例えば x 方向に配列されたひし形のパターン部分を、ひし形の頂点付近において x 方向に直線状に連結した形状であること

とする。これらの各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... は、全てが窒素含有層 3 に隣接して設けられている。

[0247] 各 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... は、それぞれが x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と直交する y 方向に延設された状態で、互いに間隔を保って並列に配置されている。ここで、窒素含有層 3 に隣接して設けられる各 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... は、 y 方向に配列された複数のパターン A で構成される。これらのパターン A は、全てが窒素含有層 3 に隣接して設けられている。

[0248] パターン A は、例えばひし形であり、 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と重なることなく絶縁状態を保てる程度の間隔を有して配置される。これにより、 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と、 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... を構成するパターン A とは、絶縁性が確保された状態となっている。またパターン A は、 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... と絶縁状態を保てる程度の間隔を有する範囲内で、できるだけ大きな範囲を占める形状となっている。これにより、透明基板 11 の中央部の領域においては、 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... および y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... を構成するパターン A が視認され難い構成となっている。

[0249] また各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... および各 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... には、先の実施形態と同様に、それぞれの端部に x 配線 77x または y 配線 77y が接続されている。

[0250] <層間絶縁膜 73>

層間絶縁膜 73 は、ひし形の頂点付近を連結した形状の各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... において、少なくともその連結した部分の上方を覆う形状にパターン形成されている。この層間絶縁膜 73 は、 y 電極パターン $5 y 1$, $5 y 2$, ... のパターン A を露出させていれば、各 x 電極パターン 5×1 , 5×2 , ... のひし形の部分を覆う状態で設けられていても良い。

[0251] <接続電極 75>

接続電極 75 は、層間絶縁膜 73 の上部にパターン形成されたものであり

、 y 方向に配列された複数のパターンAを、そのひし形の頂点付近において接続させる状態で設けられて、複数のパターンAとこれらを y 方向に連結する各接続電極75とで y 電極パターン $5y1$ 、 $5y2$ 、…が構成されている。

[0252] この接続電極75は、 x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…のひし形のパターンを連結する部分と平面視的に交差する各位置に配置される。これらの交差部分において、層間絶縁膜73が x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…のひし形のパターンを連結する部分を覆っており、接続電極75は x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…上に層間絶縁膜73を介して積層される。したがって、 x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…と y 電極パターン $5y1$ 、 $5y2$ 、…との絶縁性が確保された状態となっている。

[0253] 尚、接続電極75には、銀等の一般的な電極材料、またはITO等の光透過性を有する電極材料を用いればよく、タッチパネル24を介しての下地の表示画像の視認性の観点から、好ましくは光透過性を有する電極材料を用いる。

[0254] またここでは接続電極75が透明電極1の上層に設けられた例を先に説明したが、接続電極75は透明電極1の下層に設けられてもよい。この場合、接続電極75は、先の例と同様に、 x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…のひし形のパターンを連結する部分と平面視的に交差する各位置に配置される。そして、窒素含有層3に設けた接続孔を介して、接続電極75と、各 y 電極パターン $5y1$ 、 $5y2$ 、…を構成するパターンAとが接続される。また、接続電極75と x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…のひし形のパターンを連結する部分との間には、少なくとも窒素含有層3が挟持されている。したがって、接続電極75が透明電極1の下層に設けられた例においても、先の例と同様に、 x 電極パターン $5x1$ 、 $5x2$ 、…と y 電極パターン $5y1$ 、 $5y2$ 、…との絶縁性が確保された状態となっている。

[0255] <タッチパネルの効果>

このような構成のタッチパネル24であっても、先に説明した薄膜であり

ながらも光透過性と共に十分な導電性を備え、また光散乱も抑えられたタッチパネル用透明電極を用いたことにより、先に図 13 を用いて説明したタッチパネルと同様に、下地となる表示画像の視認性の向上を図ること、およびパネルの大型化を図ることが可能である。

[0256] 尚、以上のような構成のタッチパネル 24 は、先に説明したタッチパネルの変形例 1 ～ 3 のそれぞれと組み合わせることが可能であり、組み合わせることによってそれぞれの効果を得ることが可能である。

[0257] 例えば、本実施形態のタッチパネルを、図 14 に示したタッチパネルの変形例 1 と組み合わせた場合、図 20 に示すタッチパネル 24 における 2 層構造の透明電極 1 を、図 8 に示した 3 層構造の透明電極と置き換える。この場合、透明基板 11 と窒素含有層 3 との間に高屈折率層を設けた構成とする。

[0258] また本実施形態のタッチパネルを、図 15 に示したタッチパネルの変形例 2 と組み合わせた場合、図 20 に示すタッチパネル 24 における 2 層構造の透明電極 1 を、図 9 に示した 4 層構造の透明電極と置き換える。この場合、透明電極を構成する 2 層の高屈折率層のうち、電極層 5 に隣接して設けられる高屈折率層は、先の高屈折率材料として示した材料のうち、絶縁性が良好な材料を用いて構成されていることが好ましい。またこの場合、この高屈折率層は、電極層 5 とともに層間絶縁膜 73 および接続電極 75 を覆うものであってよく、接着剤 15 を兼ねても良い。さらにこの高屈折率層が導電性材料で構成されている場合であれば、隣接する電極層 5 と同一にパターニングされていることとする。

[0259] ≪ 8. 第 8 実施形態：表示装置 ≫

(タッチパネルを用いた構成)

図 21 は、本発明の第 8 実施形態に係る表示装置の構成を示す斜視図である。この図に示す表示装置 31 は、表示パネル 33 における表示面上に、タッチパネルを設けた情報入力機能付きの表示装置であり、タッチパネルとして先に説明した本発明のタッチパネルの何れかを用いたものである。ここでは、例えば図 13 に示したタッチパネル、すなわちタッチパネル 21 を用い

たこととする。

[0260] 表示パネル 33 は、特に限定されるものではないが、例えば液晶表示パネルや有機電界発光素子を用いた表示パネルなどの平面型の表示パネルであったり、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイであっても良い。また表示パネル 33 は、動画を表示する表示パネルに限定されることはなく、静止画用の表示パネルであっても良い。

[0261] このような表示パネル 33 における画像の表示面上に、表示面を覆う状態でタッチパネル 21 が重ねて配置されている。またタッチパネル 21 と表示パネル 33 とは、必要に応じてさらに枠状のケース部材 35 に収容されていても良く、このケース部材 35 にさらに透明板材からなる前面板が設けられていても良い。

[0262] これにより、ユーザは、表示パネル 33 で表示された表示画像の一部に対して、タッチパネル 21 を介して指やタッチペンを接触させることにより、接触部分の位置情報をタッチパネル 21 に入力することができる。

[0263] <表示装置の効果>

このような構成の表示装置 31 は、上述したタッチパネル 21 を用いたことにより、表示特性に優れると共に薄型化および大型化が可能である。

[0264] ≪ 9. 第 9 実施形態：製造装置 ≫

(タッチパネル用透明電極を作製するための装置)

図 22 は、本発明の第 9 実施形態に係る製造装置の構成を示す模式図である。この図に示す製造装置 40 は、先に説明したタッチパネル用透明電極 (透明電極) の作製に好適に用いられる製造装置の一構成例である。ここでは一例として、図 1 を用いて説明した 2 層構造の透明電極の作製に用いられるものとして製造装置 40 の構成を説明する。

[0265] 図 22 に示す製造装置 40 は、透明基板 11 の一主面上に透明電極を作製する際に用いる成膜装置であり、成膜室 41、透明基板 11 の保持部材 43、第 1 供給源 45 a、および第 2 供給源 45 b を備えている。このうち特に、第 1 供給源 45 a と第 2 供給源 45 b との配置状態が特徴的である。以下

、これらの構成要素の詳細、およびこの製造装置で用いられる材料の詳細を説明する。

[0266] <成膜室 4 1>

成膜室 4 1 は、内部を減圧状態とすることが可能なもので、いわゆる真空槽（真空チャンバー）として構成されている。

[0267] <保持部材 4 3>

保持部材 4 3 は、透明電極が作製される透明基板 1 1 を成膜室 4 1 内において一定状態に保持するためのものである。この保持部材 4 3 は、保持した透明基板 1 1 を、一方向に移動させるための移送手段としても構成されている。透明基板 1 1 を移動させる方向（移動方向 x ）は、透明基板 1 1 において透明電極が形成される一主面 a の延設方向のうちの何れかの一方向であることとする。

[0268] 例えば図示したように、透明基板 1 1 がフレキシブルに屈曲する長尺状のものであり、2つのロール間で巻き取りおよび巻き出しされるものである場合、保持部材 4 3 としては、透明基板 1 1 を巻き取りまたは巻き出しする2つのロールが用いられる。また透明基板 1 1 が剛性を有して屈曲しないものである場合、保持部材 4 3 としては、この透明基板 1 1 を成膜室 4 1 内で所定状態に支持しつつ、移動方向 x に移送可能なものであることとする。

[0269] このような保持部材 4 3 による透明基板 1 1 の移動方向 x への移送は、速度 v で行われることとする。この速度 v は、後述する第2供給源 4 5 bからの電極材料 4 7 bの供給によって、透明基板 1 1 の一主面 a 側に電極層 5 が膜厚 1 2 nm以下で成膜される速度であることとする。このような速度 v は、例えば第2供給源 4 5 bからの電極材料 4 7 bの供給量、および一主面 a に対する電極材料 4 7 bの供給領域 S_b の大きさによって設定される。またこの速度 v は、透明基板 1 1 と、後述する第1供給源 4 5 aおよび第2供給源 4 5 bとの相対的な移動速度でもある。

[0270] 尚、この製造装置 4 0 を用いて、透明基板 1 1 上にパターンニングされた透明電極 1 を作製する場合、この保持部材 4 3 によって移送される透明基板 1

1の一主面a側にはマスクを対向配置させ、このマスクも透明基板11と同一方向に移送させる構成とする。

[0271] <第1供給源45a>

第1供給源45aは、保持部材43によって移送される透明基板11の一主面a側に配置され、透明基板11の一主面aに向かって化合物47aをガス状で供給するものである。この第1供給源45aは、成膜室41内に固定され、移動方向xとは垂直をなす透明基板11の幅方向にわたって設けられている。尚、この第1供給源45aから供給される化合物47aは、先の第1実施形態で説明した窒素含有層を構成する化合物である。

[0272] このような第1供給源45aは、例えば蒸着成膜用のいわゆる加熱ボートであって良く、ボート内部に収納した化合物47aを、加熱することによってガス状化して透明基板11の一主面aに向かって噴出させる構成である。このような第1供給源45aは、保持部材43によって移送される透明基板11の一主面a上に窒素含有層を成膜するためのものとして構成されている。

ここでは、第1供給源45aでガス状化した化合物47aが、透明基板11に供給される領域、すなわち透明基板11の一主面a上に付着する領域を供給領域Saとする。そして、移動する透明基板11の所定位置が供給領域Saに到達するときを窒素含有層3の成膜開始時とし、供給領域Saから取り出されるときを窒素含有層3の成膜終了時とする。

[0273] 尚、窒素含有層を構成する化合物が複数である場合は、それぞれの化合物を供給する複数の第1供給源45aを用意し、これらの第1供給源45aを移動方向xに対して垂直な方向に配列し、各第1供給源45aからガス状化して噴出させた複数種類の化合物47aが、透明基板11の一主面a上における同一の供給領域Saに供給されるように、当該各第1供給源45aを配置する。

[0274] <第2供給源45b>

第2供給源45bは、保持部材43によって移送される透明基板11の一

主面 a 側に配置され、透明基板 1 1 の一主面 a に向かって銀を主成分とする電極材料 4 7 b をガス状で供給するものである。この第 2 供給源 4 5 b は、成膜室 4 1 内に固定され、移動方向 x とは垂直をなす透明基板 1 1 の幅方向にわたって設けられている。尚、この第 2 供給源 4 5 b から供給される電極材料 4 7 b は、先の第 1 実施形態で説明した電極層を構成する材料であって、主には銀 (Ag) である。

[0275] このような第 2 供給源 4 5 b は、例えば蒸着成膜用のいわゆる加熱ボートであって良く、ボート内部に収納した電極材料 4 7 b を、加熱することによってガス状化し、透明基板 1 1 の一主面 a に向かって噴出させる構成である。このような第 2 供給源 4 5 b は、保持部材 4 3 によって移送される透明基板 1 1 の一主面 a 上に、銀を主成分とする電極層を成膜するためのものとして構成されている。ここでは、第 2 供給源 4 5 b でガス状化した電極材料 4 7 b が、透明基板 1 1 に供給される領域、すなわち透明基板 1 1 の一主面 a 上に付着する領域を供給領域 S b とする。そして、移動する透明基板 1 1 の所定位置が供給領域 S b に到達するときを窒素含有層 3 の成膜開始時とする。

[0276] 以上の第 2 供給源 4 5 b は、第 1 供給源 4 5 a よりも透明基板 1 1 の移動方向 x の下流側に配置されている。そしてこの第 2 供給源 4 5 b が、第 1 供給源 4 5 a との間に所定の間隔 d で配置されているところが特徴的である。この間隔 d は、移動する透明基板 1 1 の所定位置に対して、第 1 供給源 4 5 a による窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間、好ましくは 1 分までの間に、第 2 供給源 4 5 b による電極層の成膜が開始される大きさに設定されている。ここでは、窒素含有層の成膜終了後 2 分までの間（好ましくは 1 分までの間）に、電極層の成膜が開始されるように、間隔 d が設定されていることとする。

[0277] このような間隔 d は、次のように表される。すなわち、透明基板 1 1 の移動方向 x への移動の速度 v、第 1 供給源 4 5 a から透明基板 1 1 の一主面 a への化合物 4 7 a の供給領域 S a、第 2 供給源 4 5 b から透明基板 1 1 の一

主面 a への電極材料 4 7 b の供給領域 S b、これらの移動方向 x の間隔 d 1 とする。この場合、 $d 1 \leq v \times 2$ 分（好ましくは $d 1 \leq v \times 1$ 分）となる範囲で、第 1 供給源 4 5 a と第 2 供給源 4 5 b との移動方向 x における間隔 d が設定される。

[0278] 尚、電極層を構成する電極材料が、銀（A g）以外の材料を含む複数である場合は、それぞれの電極材料を供給する複数の第 2 供給源 4 5 b を用意し、これらの第 2 供給源 4 5 b を移動方向 x に対して垂直な方向に配列し、各第 2 供給源 4 5 b からガス状化して噴出させた複数種類の電極材料 4 7 b が、透明基板 1 1 の一主面 a における同一の供給領域 S b に供給されるように、各第 2 供給源 4 5 b を配置する。

[0279] 以上のような製造装置 4 0 を用いることにより、透明基板 1 1 の一主面 a 側に、窒素含有層を成膜し、この窒素含有層に隣接させて、この窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に、銀を主成分とした電極層を 1 2 n m 以下の膜厚で成膜することができる。

[0280] ≪ 9-1. 製造装置の変形例 1 ≫

図 2 3 は、上述した本発明の製造装置の変形例 1 を説明するための模式図である。図 2 3 に示すように、この製造装置 4 0 a は、成膜室 4 1 内に隔壁 4 9 を設けた構成であり、他の構成については図 2 2 に示した製造装置の構成と同様である。

[0281] 隔壁 4 9 は、第 1 供給源 4 5 a と第 2 供給源 4 5 b との間において、第 1 供給源 4 5 a からの化合物 4 7 a の供給領域 S a と、第 2 供給源 4 5 b からの電極材料 4 7 b の供給領域 S b とを分離する位置に設けられている。またこの隔壁 4 9 は、保持部材 4 3 による透明基板 1 1 の移送を妨げることをない状態で設けられている。

[0282] このような変形例 1 の製造装置 4 0 a では、隔壁 4 9 を設けたことにより、第 1 供給源 4 5 a からの化合物 4 7 a および第 2 供給源 4 5 b からの電極材料 4 7 b が、成膜室 4 1 の内壁各部に相互に付着することが防止され、成膜室 4 1 内のクロス・コンタミネーションを防止することができる。この結

果、膜質の良好な窒素含有層および電極層を成膜することで、性能が確保された透明電極を作製することが可能になる。

[0283] ≪ 9-2. 製造装置の変形例 2 ≫

図 2 4 は、上述した本発明の製造装置の変形例 2 を説明するための模式図である。図 2 4 に示すように、この製造装置 4 0 b は、化合物 4 7 a の供給領域 S a と電極材料 4 7 b の供給領域 S b とが一部で重なるように、第 1 供給源 4 5 a および第 2 供給源 4 5 b を配置した構成である。他の構成については図 2 2 に示した製造装置の構成と同様である。

[0284] この場合、図 2 2 に示した製造装置と同様に、第 1 供給源 4 5 a と第 2 供給源 4 5 b の間隔 d は、移動する透明基板 1 1 の所定位置に対して、第 1 供給源 4 5 a による窒素含有層 3 の成膜開始後から成膜終了までの間に、第 2 供給源 4 5 b による電極層 5 の成膜が開始されるように設定されている。尚、変形例 2 における電極層 5 の成膜開始時は、移動する透明基板 1 1 の所定位置において、供給領域 S a と供給領域 S b とが重なる領域のうち、電極材料 4 7 b が透明基板 1 1 の一主面 a 上に付着するときとする。

[0285] しかしながら、透明基板 1 1 の移動方向 x における供給領域 S a と供給領域 S b との間隔 d 1 は、 $|d 1| \leq v \times 2 \text{ 分}$ （好ましくは $d 1 \leq v \times 1 \text{ 分}$ ）となる範囲で、かつ $d 1 < 0$ となるようにする。ただし、間隔 d 1 の絶対値は、電極材料 4 7 b の供給領域 S b を超えることなく、移動方向 x において $|d 1| < S b$ であることとする。尚、この場合（ $d 1 < 0$ ）、移動方向 x において $|d 1| < S a$ でもある。これにより化合物 4 7 a の供給による窒素含有層の成膜が開始された後に、電極材料 4 7 b の供給による電極層の成膜が開始される構成となっている。

[0286] ここで、化合物 4 7 a の供給領域 S a と電極材料 4 7 b の供給領域 S b とが一部で重なるようにすることで、化合物 4 7 a の供給によって成膜される窒素含有層と、電極材料 4 7 b の供給によって成膜される電極層との間に、化合物 4 7 a と電極材料 4 7 b との混合領域が成膜されることになる。電極層は、混合領域と電極材料 4 7 b のみの領域とで構成された層であることと

し、シート抵抗の測定が可能な層である。このため、電極材料 47b の供給領域 S b に対する間隔 d 1 の大きさは、電極材料 47b のみによって成膜される電極層の膜厚が、12nm よりも小さい範囲で、シート抵抗の測定が可能な膜厚（例えば 2nm）以上となるように設定されることとする。

[0287] このような変形例 2 の製造装置 40b では、上述したように化合物 47a で構成された窒素含有層と、電極材料 47b で構成された電極層との間に、化合物 47a と電極材料 47b とを混合した共蒸着層を成膜することが可能になる。これにより、第 9 実施形態と同様の効果の他に、窒素含有層と電極層との密着性の良好な透明電極を作製することが可能になる。

[0288] ≪ 9-3. 製造装置の変形例 3 ≫

図 25 は、上述した本発明の製造装置の変形例 3 を説明するための模式図である。図 25 に示すように、この製造装置 40c は、透明基板 11 の保持部材 51 が円筒形の回転ドラムとして構成され、この外周に沿って第 1 供給源 45a および第 2 供給源 45b を配置したところにある。他の構成は図 22 に示した製造装置の構成と同様である。

[0289] すなわち保持部材 51 は、円筒形の回転ドラムであって、その側周の一部に透明基板 11 を巻き付ける状態で保持するものである。この保持部材 51 に巻き付けられた透明基板 11 は、保持部材 51 の回転に伴って円筒形の側周に沿って移動するため、円周方向が移動方向 x となる。このような保持部材 51 は、例えば、フレキシブルに屈曲する長尺状の透明基板 11 を巻き出しおよび巻き取りする 2 つのロール間に配置される。そして、ロールによる透明基板 11 の巻き取りが駆動源となり、一方のロールから巻き出された透明基板 11 が、保持部材 51 の側周に沿って移動し、他方のロールに巻き取られる構成となっている。

[0290] このような透明基板 11 の移動方向 x への移送が速度 v で行われることは、他の実施形態と同様である。またこの速度 v は、透明基板 11 と、第 1 供給源 45a および第 2 供給源 45b との相対的な移動速度でもある。

[0291] 第 1 供給源 45a と第 2 供給源 45b とは、保持部材 51 の側周に沿った

外周部分に、保持部材 5 1 と同心円の円周に沿って配置されている。これらの第 1 供給源 4 5 a および第 2 供給源 4 5 b は、保持部材 5 1 に保持された透明基板 1 1 の移動方向 x に沿って配置されている。

[0292] 透明基板 1 1 の移動方向 x に対する第 1 供給源 4 5 a および第 2 供給源 4 5 b の配置状態は、他の実施形態と同様である。すなわち、第 1 供給源 4 5 a と第 2 供給源 4 5 b の間隔 d は、移動する透明基板 1 1 の所定位置に対して、第 1 供給源 4 5 a からの化合物 4 7 a の供給による窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間、好ましくは 1 分までの間に、第 2 供給源 4 5 b からの電極材料 4 7 b の供給による電極層の成膜が開始されるように設定されている。そして、化合物 4 7 a の供給領域 S a と電極材料 4 7 b の供給領域 S b との間隔 d 1 が、 $d 1 \leq v \times 2 \text{ 分}$ （好ましくは $d 1 \leq v \times 1 \text{ 分}$ ）となっている。

[0293] またここでの図示は省略したが、以上の保持部材 5 1 および第 1 供給源 4 5 a および第 2 供給源 4 5 b は、真空槽として構成された成膜室内に配置されていることとする。

[0294] このような変形例 3 の製造装置 4 0 c であっても、化合物 4 7 a で構成された窒素含有層に隣接させて、この窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後 2 分までの間に、銀を主成分とした電極材料 4 7 b で構成された電極層を 1 2 nm 以下の膜厚で成膜することができる。

[0295] 尚、この変形例 3 の製造装置 4 0 c は、図 2 3 又は 2 4 に示した変形例 1 または変形例 2 と組み合わせた構成とすることができる。これにより各変形例で得られる効果を合わせて得ることが可能なる。

[0296] 尚、以上で説明した第 9 実施形態および変形例 1 ～ 3 の製造装置では、保持部材によって透明基板 1 1 を所定の移動方向 x に移送することにより、透明基板 1 1 と各供給源とを相対的に移動させる構成を説明した。しかしながら、透明基板 1 1 と各供給源との相対的な移動は、固定された透明基板 1 1 に対して、各供給源を移動させる構成であっても良い。このような構成であっても、各供給源に対して相対的に移動する透明基板 1 1 に対しての各供給

源の配置状態を、上述した各実施形態および変形例と同様にすることで、第9実施形態および変形例1～3の製造装置と同様に透明電極を形成することができる。

[0297] また以上で説明した各構成の製造装置は、図1を用いて説明した第1実施形態の透明電極（2層構造）を製造するために用いる製造装置の一例であるが、他の実施形態で説明した透明電極の製造にも適用できる。例えば図8を用いて説明した第2実施形態の透明電極（3層構造）の製造に、各構成の製造装置を適用する場合であれば、第1供給源45aに対して透明基板11を移動させる方向（移動方向x）とは逆側に、高屈折率層を形成するための材料の供給源を追加すれば良い。また図9を用いて説明した第3実施形態の透明電極（4層構造）の製造に、各構成の製造装置を適用する場合であれば、第1供給源45aと第2供給源45bとを挟む2つの位置に、高屈折率層を形成するための材料の供給源を追加すれば良い。

[0298] このような図1、8、及び10に示した透明電極を製造する場合であっても、各供給源の間の配置関係には、第9実施形態および変形例1～3の製造装置を適用することができる。

実施例 1

[0299] ≪タッチパネル用透明電極の作製≫

ここでは、試料1～20の各タッチパネル用透明電極（以下、透明電極と称する）を、導電性領域の面積が5cm×5cmとなるように透明基板上に作製した。透明基板としては、ポリエチレンテレフタレート（PET）基板を用意した。以降の表2には、試料1～20の各透明電極における各層の構成を示した。以下に、試料1～20の各透明電極の作製手順を説明する。

[0300] ＜試料1の透明電極の作製＞

透明基板の一主面上に、ITO膜（膜厚100nm）をスパッタ法によって形成した。これにより、ITO膜を電極層とした単層構造の透明電極を作製した。

[0301] ＜試料2～4の透明電極の作製＞

試料 2 ～ 4 のそれぞれにおいて、透明基板の一主面上に、銀ナノワイヤーを用いた電極層を塗布法によって形成した。これにより銀ナノワイヤーを用いた電極層のみの単層構造の透明電極を作製した。この際、透明基板上に銀ナノワイヤーの分散液を塗布し、その後乾燥処理した後の膜厚が、試料 2 では 50 nm、試料 3 では 100 nm、試料 4 では 150 nm となるように銀ナノワイヤー分散液の塗布膜厚を調整した。

[0302] <試料 5 ～ 19 の透明電極の作製>

試料 5 ～ 19 のそれぞれにおいて、透明基板の一主面上に、下記表 2 に示すように、各化合物で構成された窒素含有層と、この上部の銀を用いた電極層との積層構造の透明電極を作製した。

[0303] 試料 5 ～ 7 の透明電極の作製においては、窒素含有層を構成する化合物として上記化合物 III で示した、窒素を含有する下記化合物 10 を用いた。この化合物 10 は一般式 (2) に含まれる化合物である。

[0304] 試料 8 ～ 10 の透明電極の作製においては、窒素含有層を構成する化合物として上記化合物 III で示した、窒素を含有する下記化合物 94 を用いた。この化合物 94 は一般式 (1a) に含まれる化合物である。

[0305] 試料 11 ～ 13 の透明電極の作製においては、窒素含有層を構成する化合物として上記化合物 III で示した、窒素を含有する下記化合物 99 を用いた。

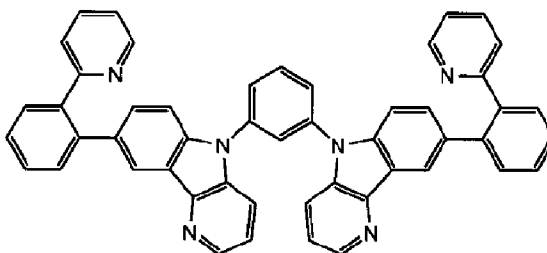
[0306] 試料 14 ～ 16 の透明電極の作製においては、窒素含有層を構成する化合物として上記化合物 I で示した、窒素を含有する下記化合物 No. 48 を用いた。この化合物 No. 48 は一般式 (1a-1)、(7)、(8a) に含まれる化合物である。

[0307] 試料 17 ～ 19 の透明電極の作製においては、窒素含有層を構成する化合物として上記化合物 I で示した、窒素を含有する下記化合物 No. 46 を用いた。この化合物 No. 46 は一般式 (1a-1) に含まれる化合物である。

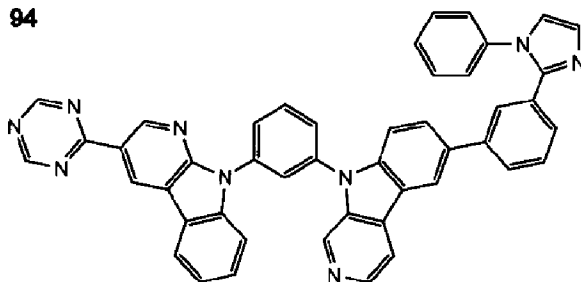
[0308]

[化56]

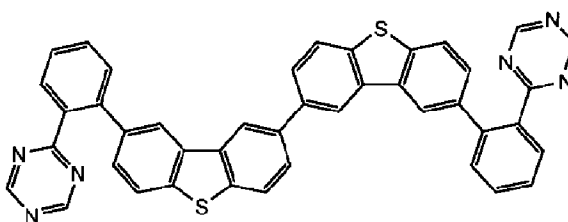
10



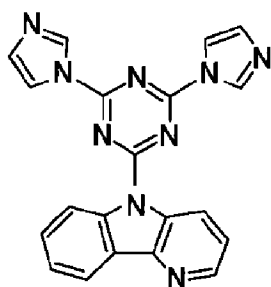
94



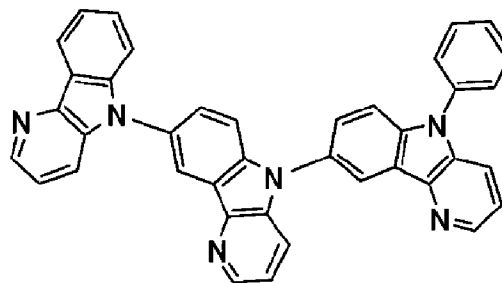
99



No.48



No.46



[0309] これらの試料5～19の透明電極の作製手順は、次のようである。まず、

透明基板を市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定した。また、各透明電極の作製において、上記各化合物をそれぞれタンタル製抵抗加熱ボートに入れた。これらの基板ホルダーと加熱ボートとを真空蒸着装置の第1真空槽内に取り付けた。さらにタングステン製の抵抗加熱ボートに銀（Ag）を入れ、真空蒸着装置の第2真空槽内に取り付けた。

[0310] この状態で、まず、第1真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、各化合物の入った加熱ボートに通電して加熱し、成膜速度 0.3 nm/秒 で、透明基板上に膜厚 25 nm の各化合物で構成された窒素含有層を設けた。

[0311] その後、窒素含有層上に電極層を形成した。この際、先の窒素含有層の成膜を終了した時点から電極層の成膜を開始する時点までの間隔を成膜間隔とする。

そして、この成膜間隔が下記表2に示した各成膜間隔（1分、2分、または10分）となるように、窒素含有層まで成膜した透明基板を第1真空槽から第2真空槽に移し、電極層の成膜を行った。この第2真空槽は、透明基板を移し入れる前に、あらかじめ槽内を 4×10^{-4} Paまで減圧し、さらに銀の入った加熱ボートの加熱を済ませた状態に準備しておいた。第2真空槽内においては、成膜速度 0.02 nm/秒 で、下記表2に示すように各膜厚（ 8 nm または 12 nm ）の銀で構成された電極層を成膜した。

[0312] 以上により、窒素含有層とこの上部の電極層との積層構造からなる試料5～19の各透明電極を得た。

[0313] <試料20の透明電極の作製>

試料20の透明電極の作製において、透明基板の一主面上に、下記表2に示すように、2つの高屈折率層を有する4層構造の透明電極を作製した。

[0314] 透明基板の一主面上に、酸化ニオブ（ Nb_2O_5 ）からなる高屈折率層を膜厚 0.1 nm で形成し、化合物94を用いた窒素含有層を 25 nm の膜厚で蒸着法によって形成した。これに続けて銀（Ag）からなる電極層を 12 nm の膜厚で蒸着法によって形成し、さらに酸化ニオブ（ Nb_2O_5 ）からなる高屈折率層を膜厚 30 nm で形成した。これにより、高屈折率層、窒素含有

層、電極層、および高屈折率層の4層構造の透明電極を作製した。

- [0315] この際、透明基板を市販の電子ビーム蒸着装置の基板ホルダーに固定し、酸化ニオブ (Nb_2O_5) を銅製の加熱ボートに入れ、これらの基板ホルダーと加熱ボートとを電子ビーム蒸着装置の真空蒸着装置の真空槽に取り付けた。また、化合物94をタンタル製の抵抗加熱ボートに入れ、真空蒸着装置の第1真空槽内に取り付けた。さらにタングステン製の抵抗加熱ボートに銀 (Ag) を入れ、真空蒸着装置の第2真空槽内に取り付けた。
- [0316] 次に、電子ビーム蒸着装置の真空槽を $4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ まで減圧した後、酸化ニオブ (Nb_2O_5) の入った加熱ボートに電子ビームを照射して加熱し、蒸着速度 0.1 nm/秒 で透明基板上に膜厚 30 nm の酸化ニオブ (Nb_2O_5) からなる高屈折率層を設けた。
- [0317] 次に、高屈折率層まで成膜した透明基板を真空のまま真空蒸着装置の第1真空槽に移し、第1真空槽を $4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ まで減圧した後、化合物の入った加熱ボートに通電して加熱した。これにより、高屈折率層上に、蒸着速度 0.3 nm/秒 で膜厚 25 nm の化合物94で構成された窒素含有層を設けた。
- [0318] 次に、窒素含有層まで成膜した透明基板11を真空のまま第2真空槽に移し、成膜間隔1分で銀からなる電極層を形成した。この際、この第2真空槽は、透明基板を移し入れる前に、あらかじめ槽内を $4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ まで減圧し、さらに銀の入った加熱ボートの加熱を済ませた状態に準備しておいた。そして、成膜速度 0.02 nm/秒 で、膜厚 12 nm の銀で構成された電極層を成膜した。
- [0319] その後再び、電極層まで成膜した透明基板を真空のまま電子ビーム蒸着装置の真空槽に移し、真空槽内を $4 \times 10^{-4} \text{Pa}$ まで減圧した後、酸化ニオブ (Nb_2O_5) の入った加熱ボートに電子ビームを照射して加熱し、蒸着速度 0.1 nm/秒 で透明基板上に膜厚 30 nm の酸化ニオブ (Nb_2O_5) からなる高屈折率層を設けた。これにより、高屈折率層と、窒素含有層と、銀を用いた電極層と、高屈折率層とを、この順に積層した試料20の透明電極を作

製した。

[0320] <実施例 1 の各試料の評価>

上記で作製した試料 1 ～ 20 の各透明電極について、シート抵抗（面抵抗）、および文字の視認性を評価した。シート抵抗の測定は、抵抗率計（三菱化学社製 MCP-T610）を用い、4 端子 4 探針法定電流印加方式で行った。文字の視認性は、文字を表した画像の上部に透明電極が形成された透明基板を重ね合わせ、これらを介しての文字の見えやすさを 5 段階評価した。5 段階評価は、透明電極の電極面に対する法線方向を 0° とし 0° と 45° の 2 つの角度から行い、これを平均した。これらの評価結果を下記表 2 に合わせて示す。

[0321]

[表2]

記号No.	タッチパネル用透明電極の構成										評価結果		備考
	高屈折率層 材料／膜厚(nm)	窒素含有層 [膜厚25nm]			成膜時間 (分)	電極層			高屈折率層 材料／膜厚(nm)	シート抵抗 (Ω /sq.)	文字の視認性		
		材料	成膜方法	成膜速度 (nm/秒)		材料	膜厚 (nm)	成膜方法				成膜速度 (nm/秒)	
1	-	-	-	-	-	ITO	100	スパッタ	-	154	4.2	比較	
2	-	-	-	-	-	Agナノワイヤー	50	塗布	-	150	3.2	比較	
3	-	-	-	-	100		43.3			2.1	比較		
4	-	-	-	-	150		15.2			1.5	比較		
5	-	化合物10	蒸着	0.3	1	Ag	8	蒸着	0.02	8	4.3	本発明 (図26)	
6	-				2					8.5	4.1	本発明 (図27)	
7	-				10					15	3.6	比較 (図28)	
8	-	化合物94	蒸着	0.3	1	Ag	12	蒸着	0.02	7.3	4.5	本発明 (図29)	
9	-				2					7.7	4.0	本発明 (図30)	
10	-				10					14	3.7	比較 (図31)	
11	-	化合物99	蒸着	0.3	1	Ag	12	蒸着	0.02	8.2	4.3	本発明 (図32)	
12	-				2					8.9	4.1	本発明 (図33)	
13	-				10					14	3.8	比較 (図34)	
14	-	化合物No.48	蒸着	0.3	1	Ag	12	蒸着	0.02	6.9	4.7	本発明	
15	-				2					7.3	4.5	本発明	
16	-				10					11	3.9	比較	
17	-	化合物No.46	蒸着	0.3	1	Ag	12	蒸着	0.02	7.1	4.6	本発明	
18	-				2					7.5	4.3	本発明	
19	-				10					13	3.9	比較	
20	Nb ₂ O ₅ /30nm	化合物94	蒸着	0.3	1	Ag	12	蒸着	0.02	7.3	4.7	本発明	

[0322] <実施例1の評価結果>

表2において、窒素含有層を構成する材料が異なる試料5～7、試料8～10、試料11～13、試料14～16、及び試料17～19をそれぞれ比較した。この結果、窒素含有層を構成する材料が同じであれば、窒素含有層と電極層との成膜間隔が短い透明電極ほど、シート抵抗が低く、文字の視認性も高かった。特に、成膜間隔が2分以内である試料5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18の各透明電極、すなわち窒素含有層の成膜終了後2分までの間に成膜を開始した電極層を有する透明電極では、電極層の膜厚が12nm以下でありながらも、シート抵抗が $10\Omega/\text{sq}$ 未満と低く抑えられており、文字の視認性も4.0以上が確保されており、タッチパネル用の透明電極として好適に用いられることが確認された。

[0323] また、図26～28は試料5～7の各透明電極のSEM画像（倍率：10万倍）を示している。これらを比較すると、次に説明するとおり、成膜間隔によって電極層を構成する銀の成膜状態が異なることが明らかであった。すなわち図26に示す試料5（成膜間隔1分）の透明電極では、電極層を構成する銀の連続性が高く、銀で被覆されていない部分はほとんど見られなかった。また、図27に示す試料6（成膜間隔2分）の透明電極は、試料5（成膜間隔1分）よりも劣るものの、電極層の連続性は確保されていた。一方、図28に示す試料7（成膜間隔10）の透明電極は、電極層の連続性が低く、電極層で被覆されていない部分（図中の黒表示部）が目立って確認された。

[0324] さらに、図29～31は試料8～10の各透明電極のSEM画像（倍率：10万倍）を示している。これらを比較すると、上述した図26～28と同様の傾向で、成膜間隔によって電極層を構成する銀の成膜状態が異なっていた。

[0325] これと同様に、図32～34は試料11～13の各透明電極のSEM画像（倍率：10万倍）を示している。これらを比較しても、上述した図26～28と同様の傾向で、成膜間隔によって電極層を構成する銀の成膜状態が異なっていた。

[0326] これにより、窒素含有層と電極層との成膜間隔が2分以内、すなわち窒素含有層の成膜終了後2分までの間に成膜を開始した電極層を有する本発明構成の透明電極では、核成長型（V o l u m e r - W e b e r : V W型）ではなく、単層成長型（F r a n k - v a n d e r M e r w e : F M型）により近い膜成長によって、窒素含有層に隣接する電極層が形成されたことが確認された。

[0327] また、電極層に隣接して設けられた窒素含有層を構成する材料が同じであれば、窒素含有層の成膜間隔が短いほど、電極層を構成する銀（図中の白表示部）がより繋がっており、その連続性が高いことが確認された。

[0328] また上記表2に示したように、試料20の透明電極、すなわち高屈折率層を用いた透明電極は、文字の視認性が良好であり、高屈折率層を設けた透明電極においての光透過性の向上および光散乱性の低下の効果が確認された。

[0329] これに対して、試料1のITOを用いた単層構造の透明電極は、100nmの厚膜でありながらも、試料5～20の透明電極よりも高いシート抵抗しか得られなかった。また、試料2～4の銀ナノワイヤーを用いた単層構造の透明電極では、膜厚に対するシート抵抗の値が試料5～20の透明電極よりも高く、さらに最もシート抵抗が低い試料4では、光散乱のために文字の視認性が1.5ときわめて低かった。

[0330] 尚、図35には、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M] \leq 1.9 \times 10^{-2}$ である化合物No. 1～No. 20を用いた窒素含有層の上部に、膜厚6nmの電極層を設けた透明電極について、窒素含有層を構成する化合物の有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ と、各透明電極について測定されたシート抵抗の値をプロットしたグラフを示す。

[0331] 図35のグラフから、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M] \leq 1.9 \times 10^{-2}$ の範囲では、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の値が大きいほど、透明電極のシート抵抗が低くなる傾向が見られた。そして有効非共有電子対含有率 $[n/M] = 3.9 \times 10^{-3}$ を境にして、 $3.9 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ の範囲であれば、飛躍的にシート抵抗を低下させる効果

が得られることが確認された。

[0332] また以上の結果は、塗布成膜によって窒素含有層を形成した場合でも同様であった。

[0333] 以上より、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ を指標として、電極層に隣接して設けた窒素含有層を構成する化合物を選択して用いることにより、光透過性を得るために薄膜でありながらも低抵抗な電極層（すなわち透明電極）が得られることが確認された。

実施例 2

[0334] 《タッチパネルの作製》

実施例 1 で作製した本発明構成の各透明電極（試料 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20）を、それぞれ 2 枚重ねて簡易式の各タッチパネルを作製した。

[0335] <実施例 2 の各試料の評価および評価結果>

作製した各タッチパネルについて、実施例 1 と同様の方法で文字の視認性を評価した。この結果、試料 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18, 20 の各透明電極と同程度に、良好な文字の視認性が得られることが確認された。

符号の説明

[0336] 1, 1a, 1b…タッチパネル用透明電極（透明電極）

1-1, 1a-1, 1b-1…第 1 の透明電極

1-2, 1a-2, 1b-2…第 2 の透明電極

3…窒素含有層

3-1…第 1 の窒素含有層

3-2…第 2 の窒素含有層

5…電極層

5-1…第 1 の電極層

5-2…第 2 の電極層

5x1, 5x2, 5x3, …x 電極パターン（第 1 の電極層）

5 y 1, 5 y 2, 5 y 3, ... y 電極パターン (第 2 の電極層)

2 1, 2 2, 2 3, 2 4 ... タッチパネル

3 1 ... 表示装置

3 3 ... 表示パネル

H ... 高屈折率層

H-1 ... 第 1 の高屈折率層

H-2 ... 第 2 の高屈折率層

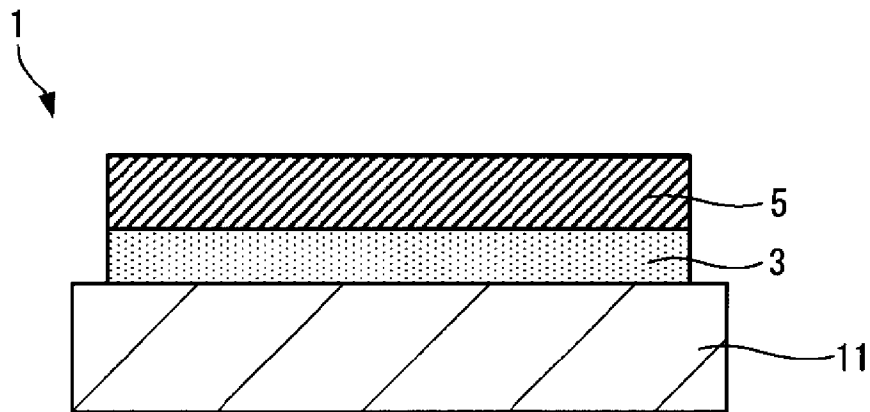
H-3 ... 第 3 の高屈折率層

請求の範囲

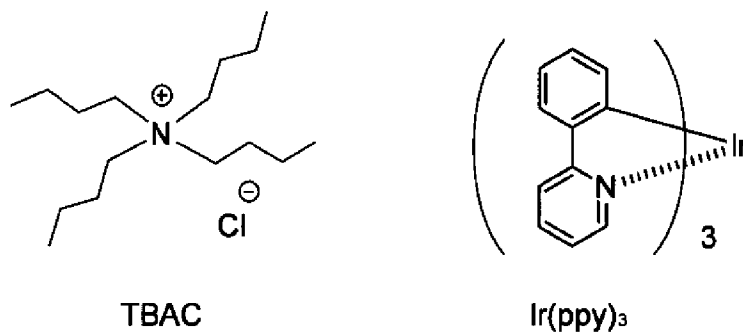
- [請求項1] 窒素原子を含んだ化合物を用いて構成された窒素含有層と、
前記窒素含有層に隣接して設けられた電極層とを備え、
前記電極層は、シート抵抗の測定が可能な12nm以下の膜厚を有し、銀または銀を主成分とした合金を用いて構成され、前記窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後2分までの間に成膜が開始された層である
タッチパネル用透明電極。
- [請求項2] 前記電極層は、前記窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後1分までの間に成膜が開始された層である
請求項1に記載のタッチパネル用透明電極。
- [請求項3] 前記電極層との間に前記窒素含有層を挟持する位置に、前記窒素含有層よりも屈折率の高い高屈折率層を備えた
請求項1または2に記載のタッチパネル用透明電極。
- [請求項4] 前記電極層と前記窒素含有層とが、前記窒素含有層よりも屈折率の高い高屈折率層により挟持されている
請求項1～3の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。
- [請求項5] 請求項1～4の何れかに記載のタッチパネル用透明電極を備えたタッチパネル。
- [請求項6] 請求項5に記載のタッチパネルと、
前記タッチパネルに重ねて配置された表示パネルとを備えた表示装置。
- [請求項7] 窒素原子を含んだ化合物を用いて窒素含有層を成膜する工程と、
前記窒素含有層に隣接させて電極層を成膜する工程とを含み、
前記電極層を成膜する工程では、前記窒素含有層の成膜開始後から成膜終了後2分までの間に当該電極層の成膜を開始すると共に、銀または銀を主成分とした合金を用いてシート抵抗の測定が可能な12nm以下の膜厚で電極層を成膜する

タッチパネル用透明電極の製造方法。

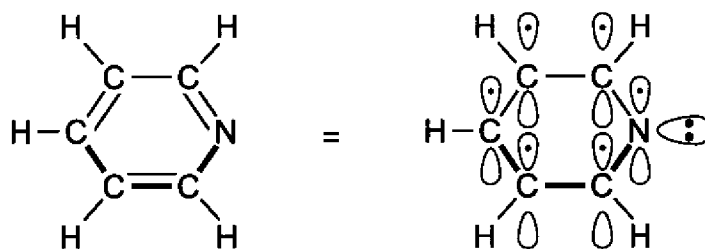
[図1]

FIG. 1

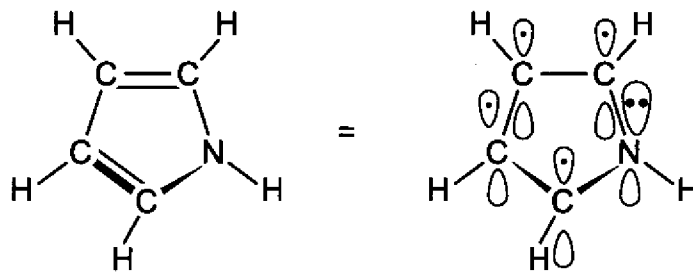
[図2]

FIG. 2

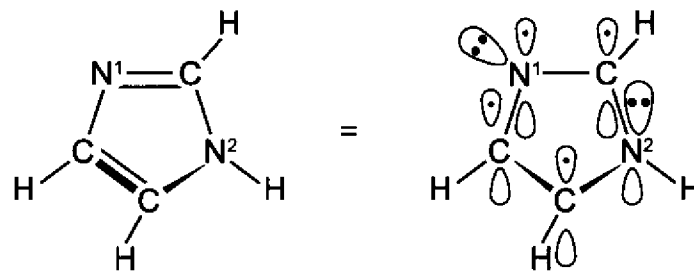
[図3]

FIG. 3

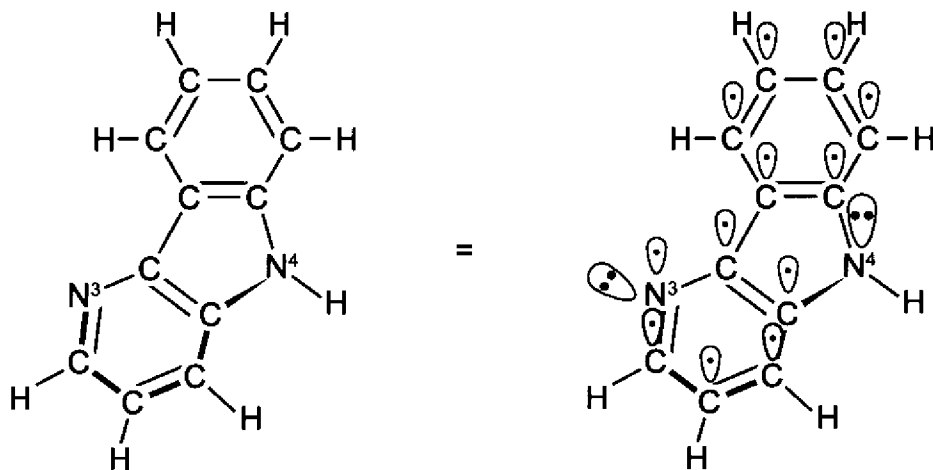
[図4]

FIG. 4

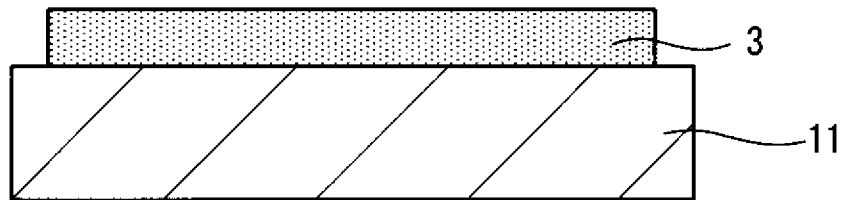
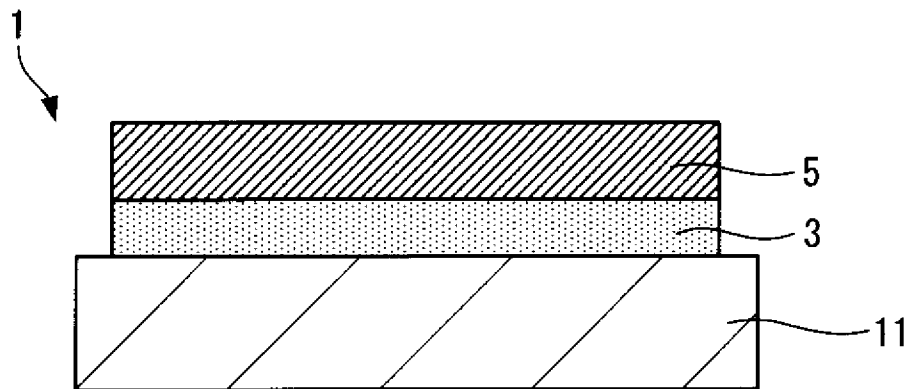
[図5]

FIG. 5

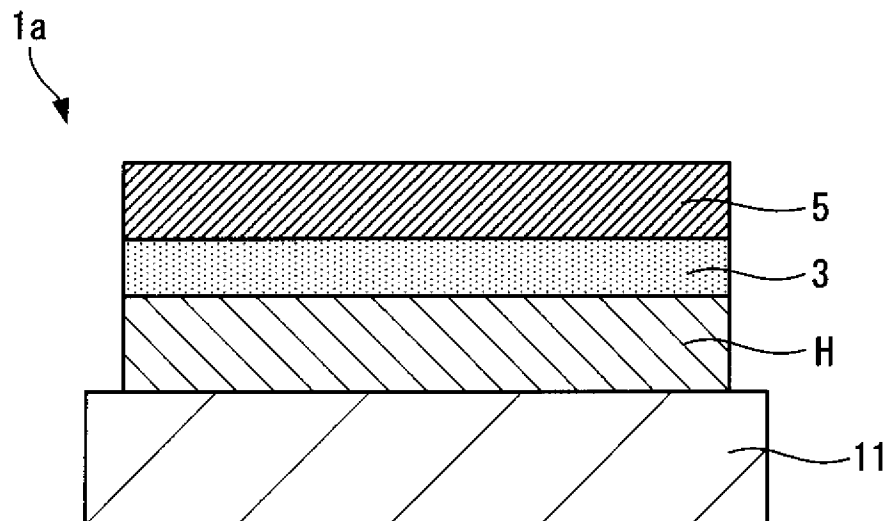
[図6]

FIG. 6

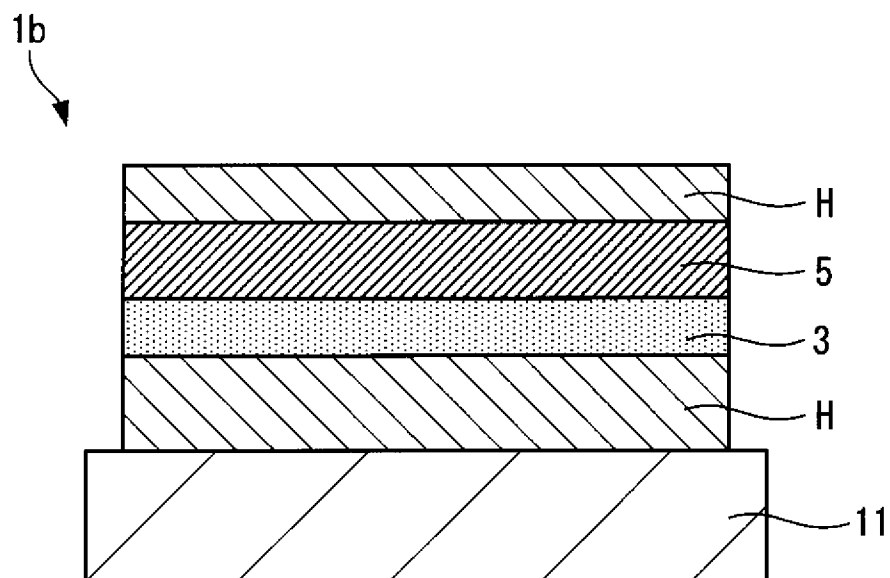
[図7]

FIG. 7A**FIG. 7B**

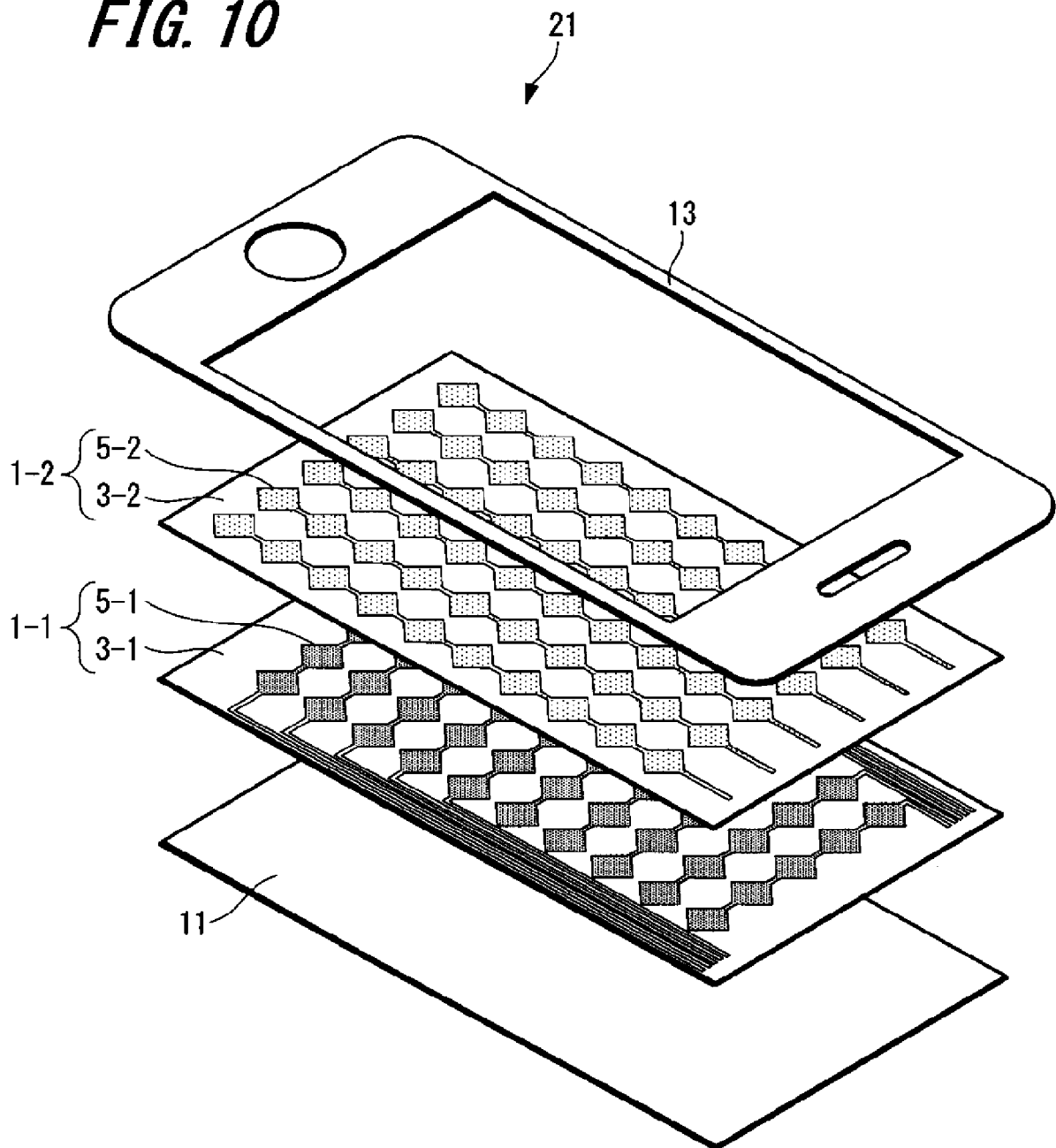
[図8]

FIG. 8

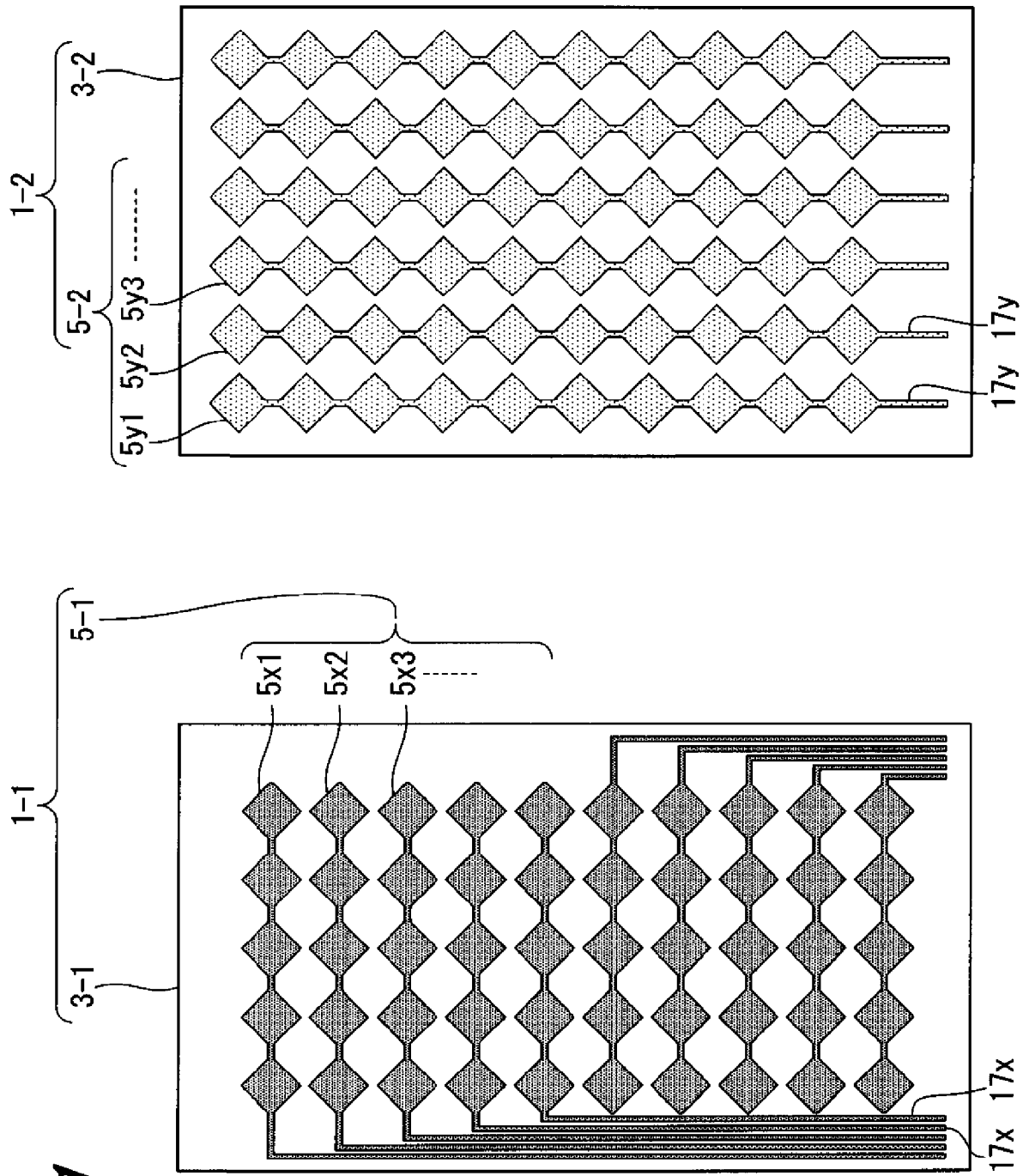
[図9]

FIG. 9

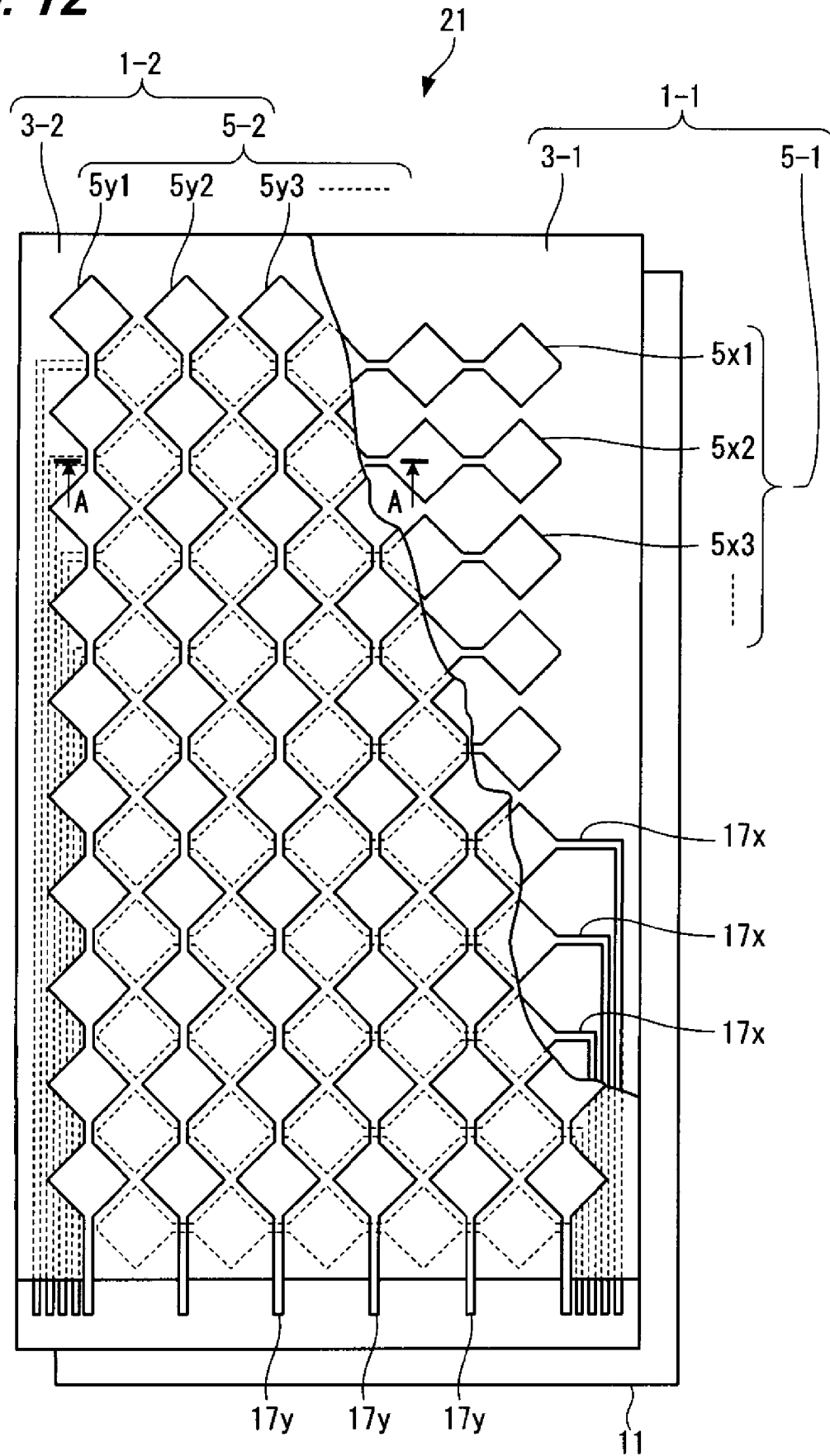
[図10]

FIG. 10

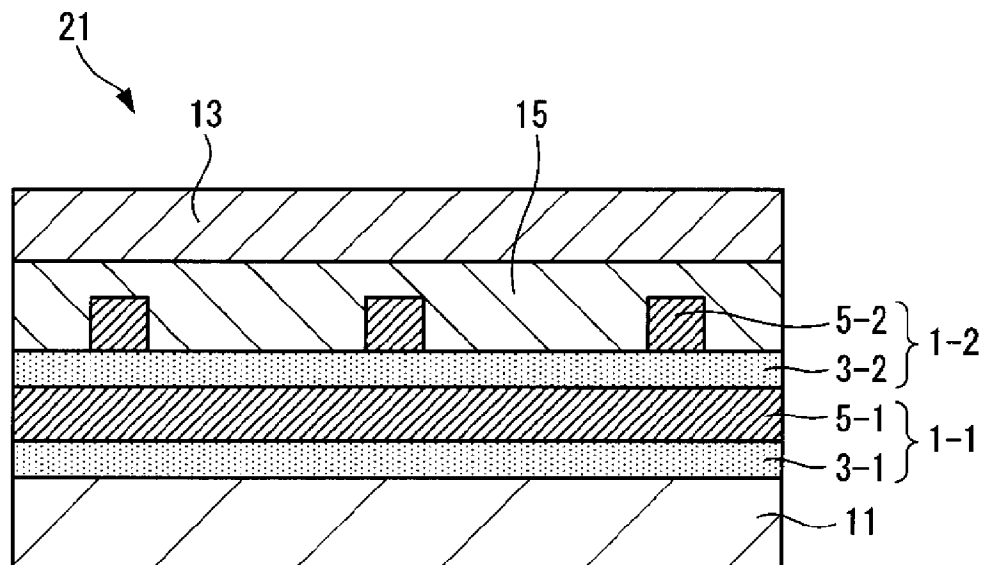
[図11]

**FIG. 11**

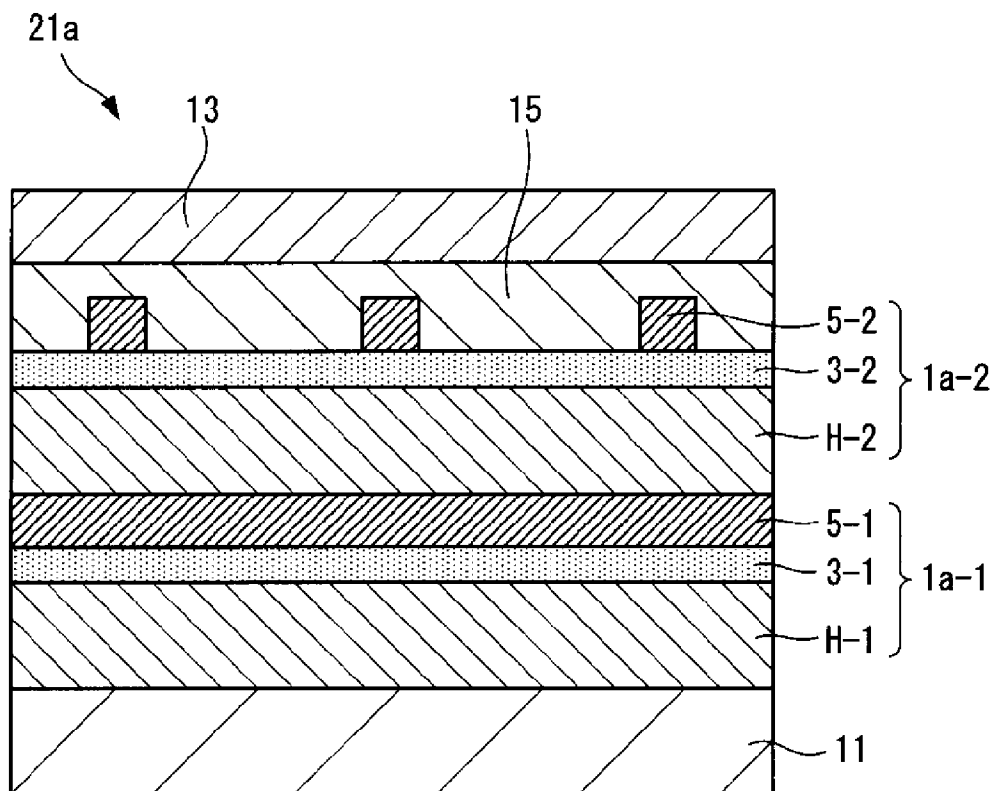
[図12]

FIG. 12

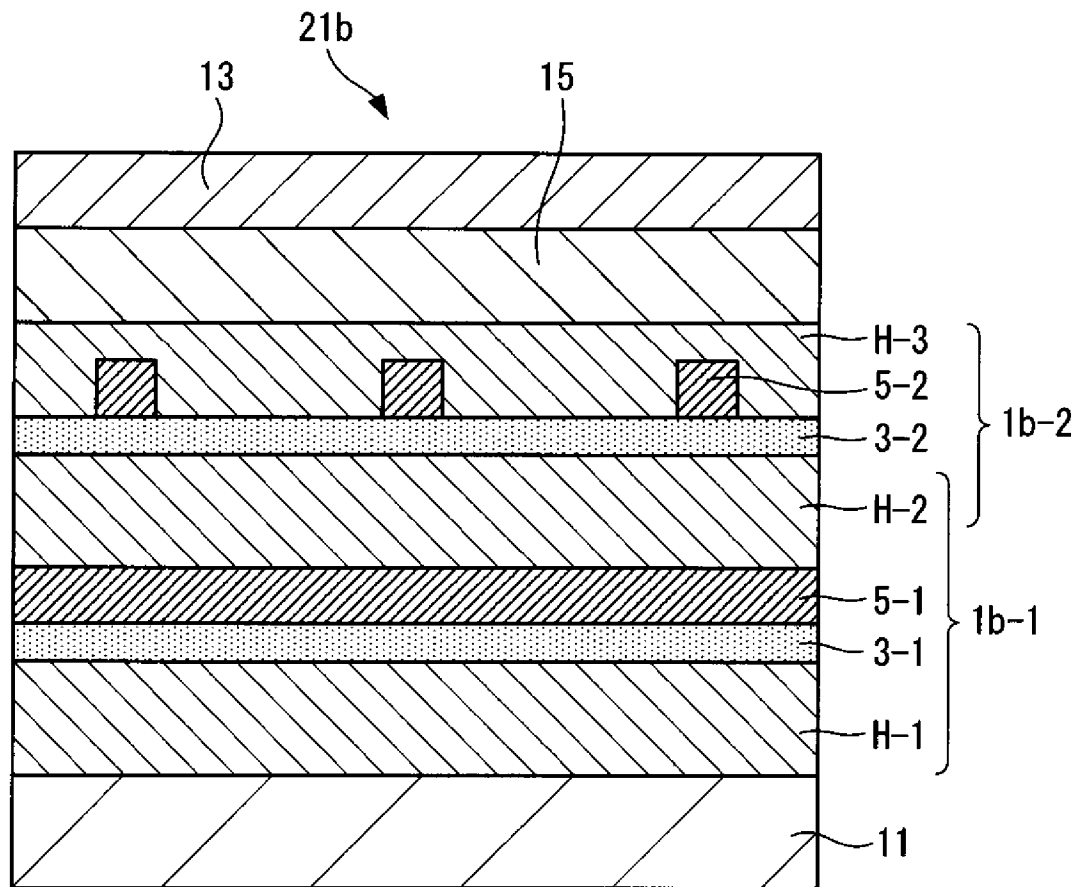
[図13]

FIG. 13

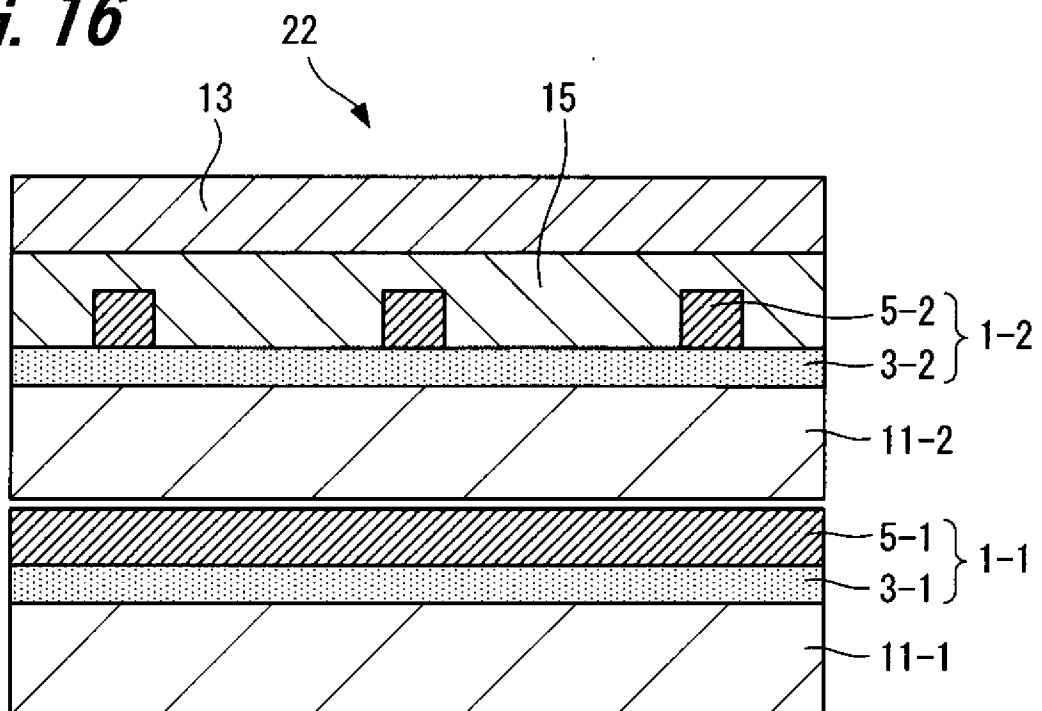
[図14]

FIG. 14

[図15]

FIG. 15

[図16]

FIG. 16

[図17]

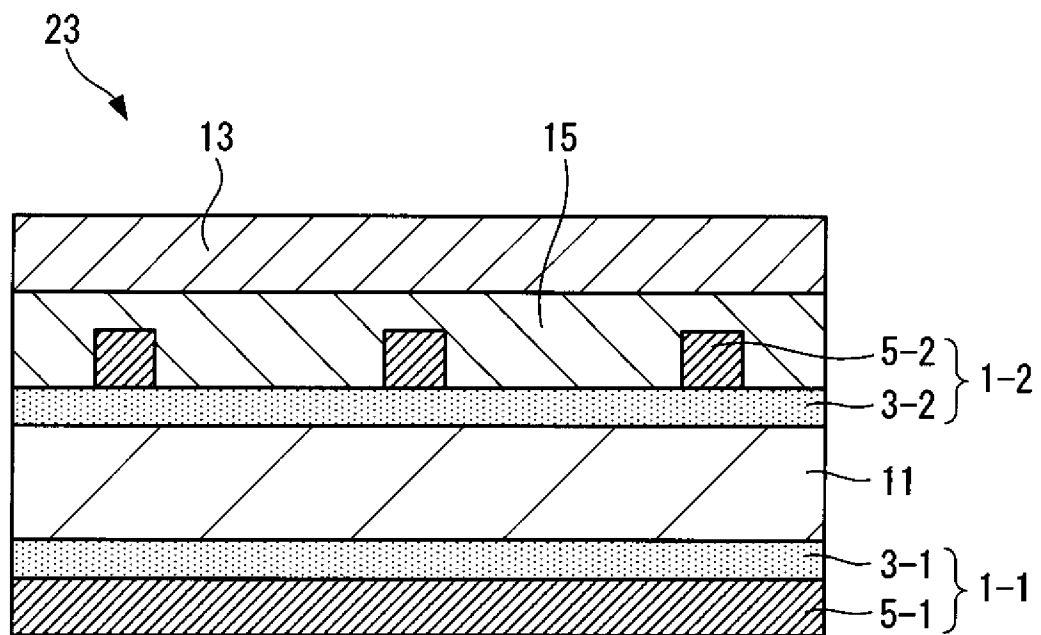
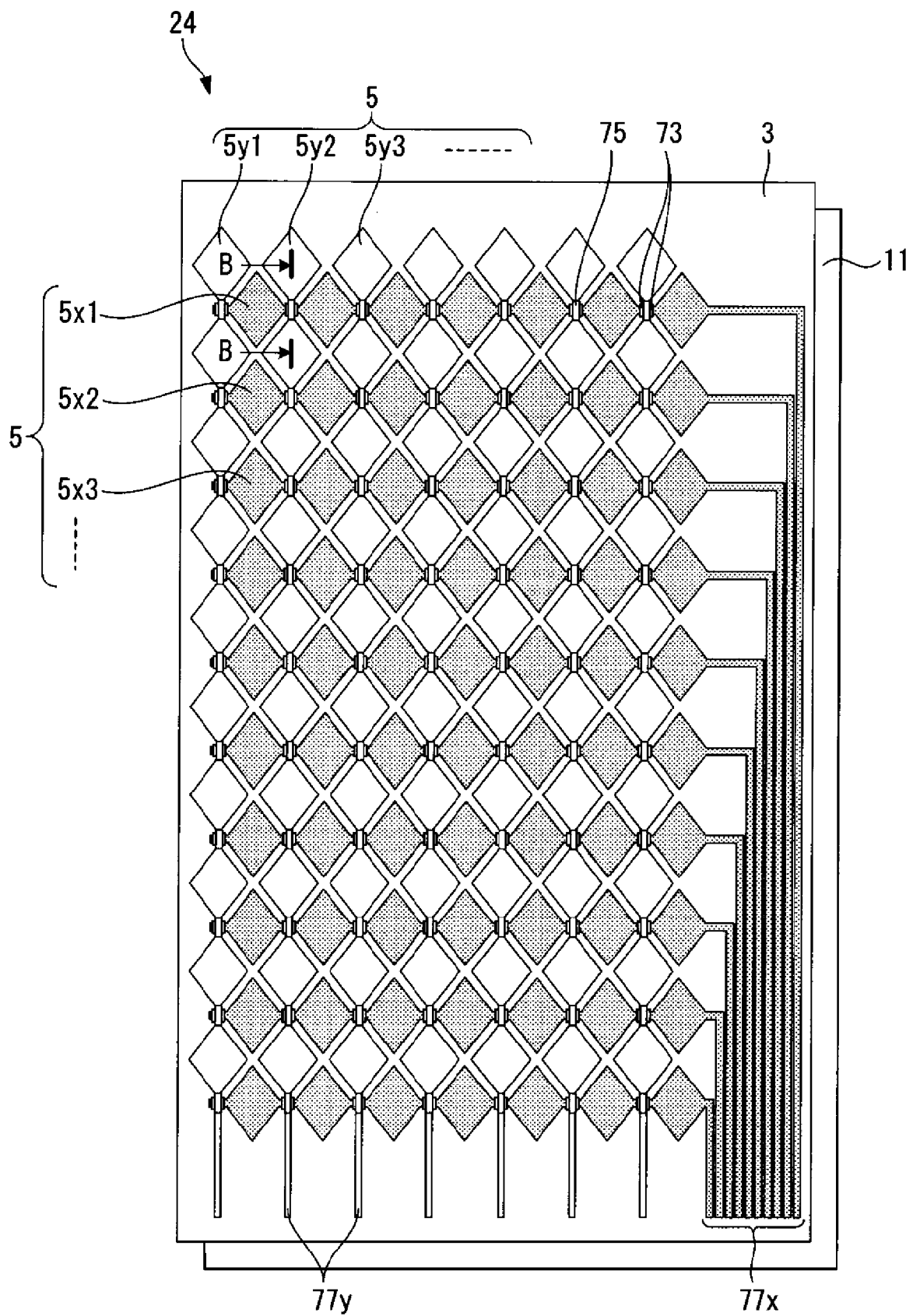
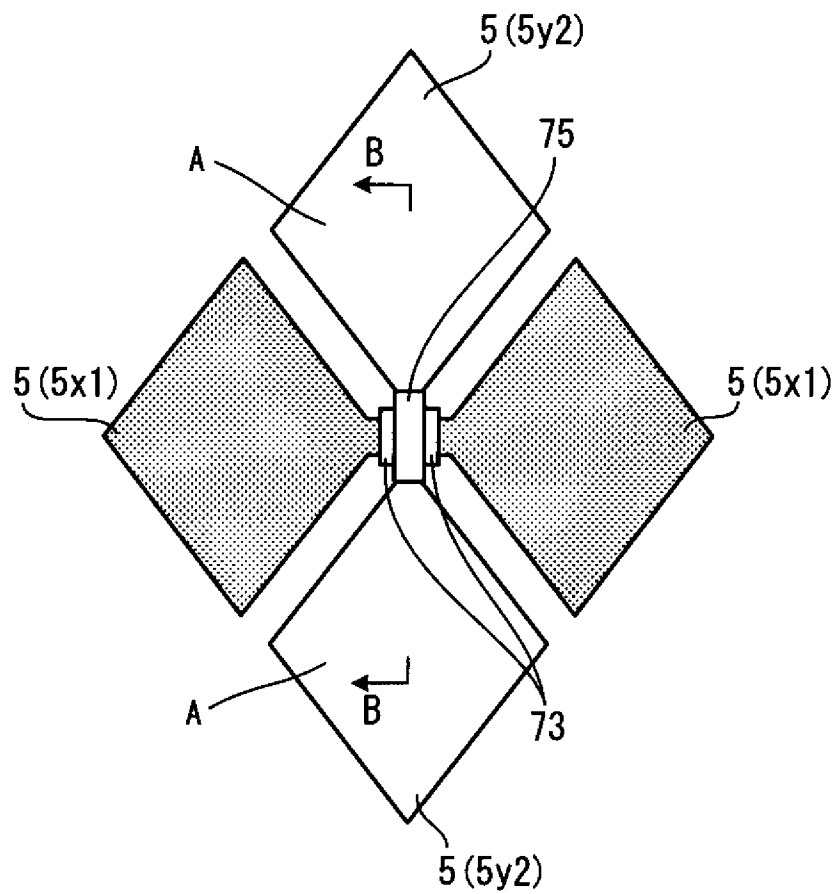
FIG. 17

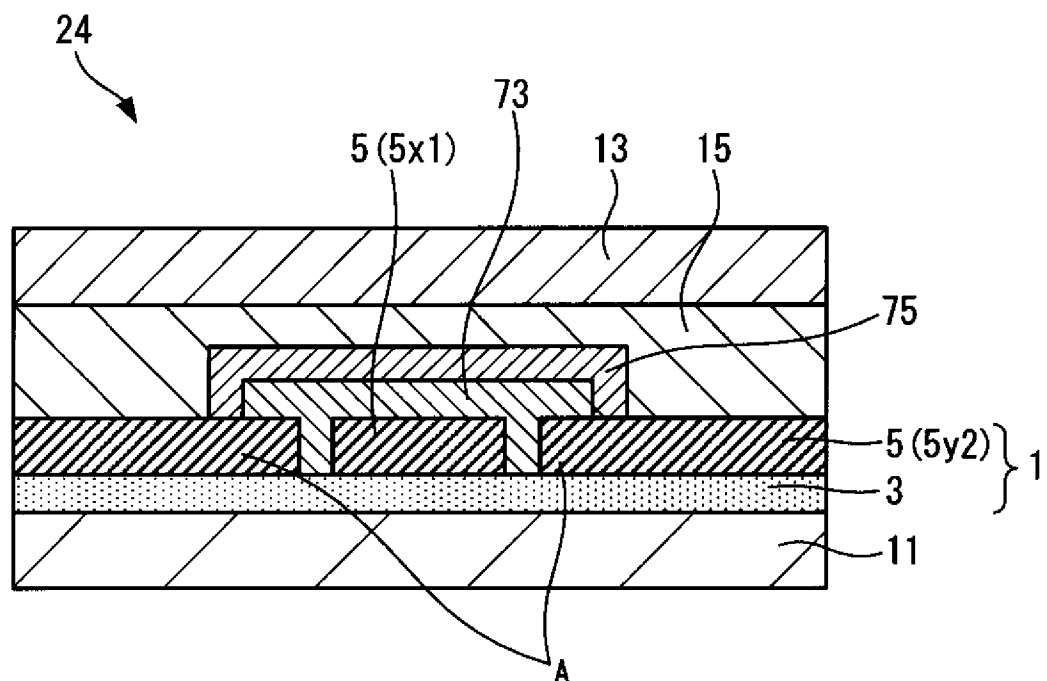
FIG. 18



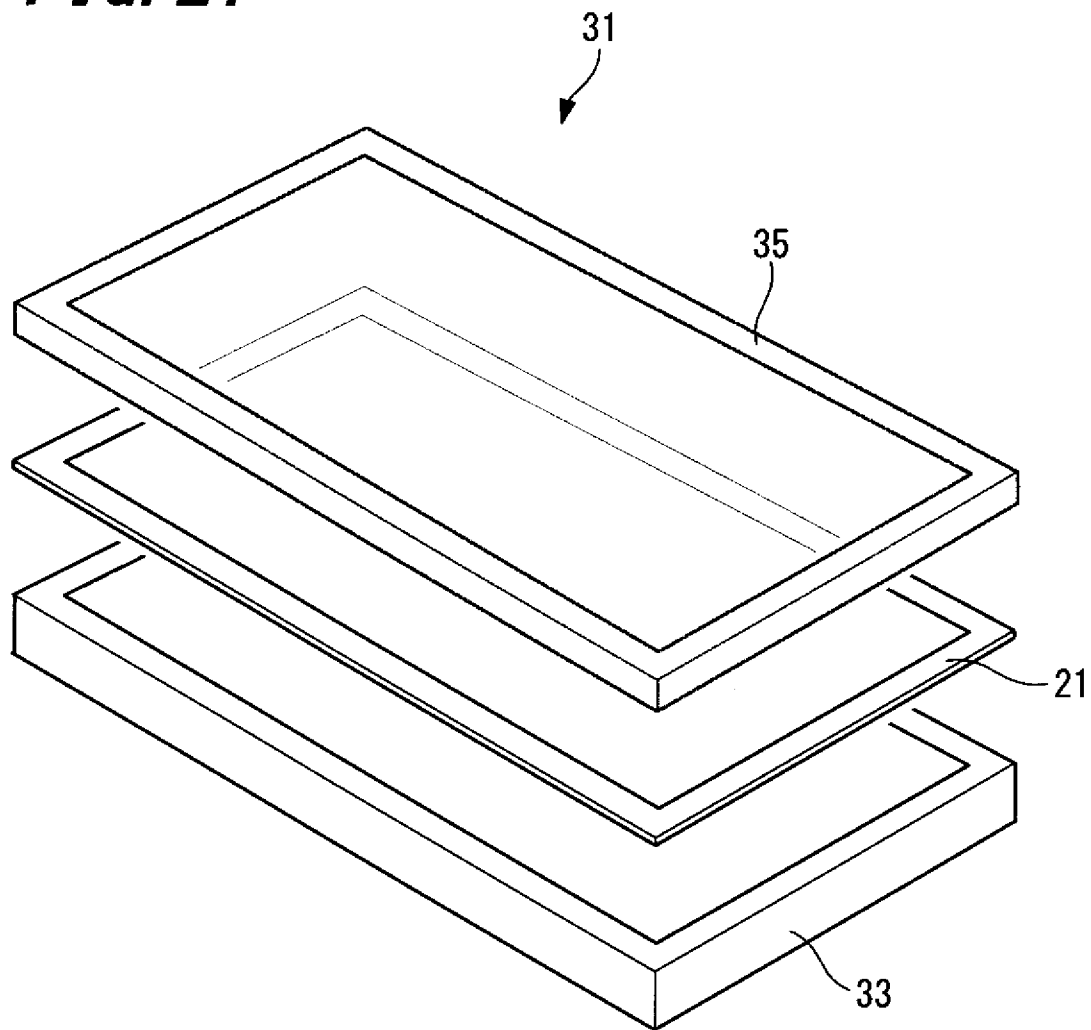
[図19]

FIG. 19

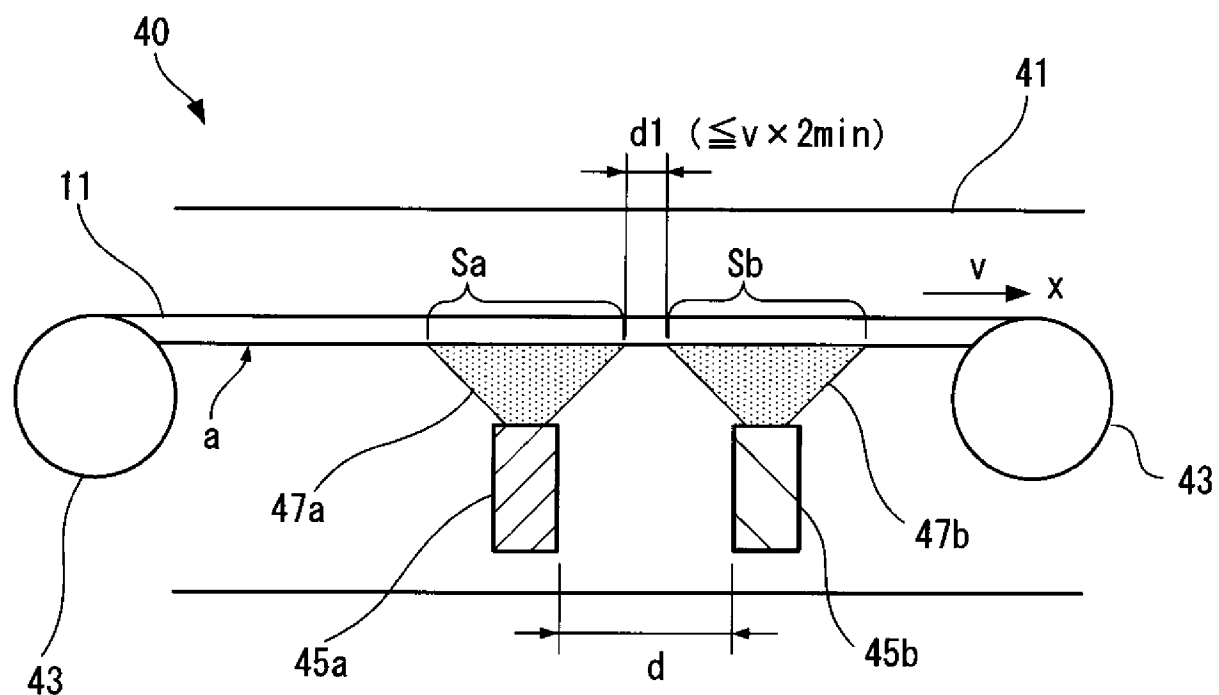
[図20]

FIG. 20

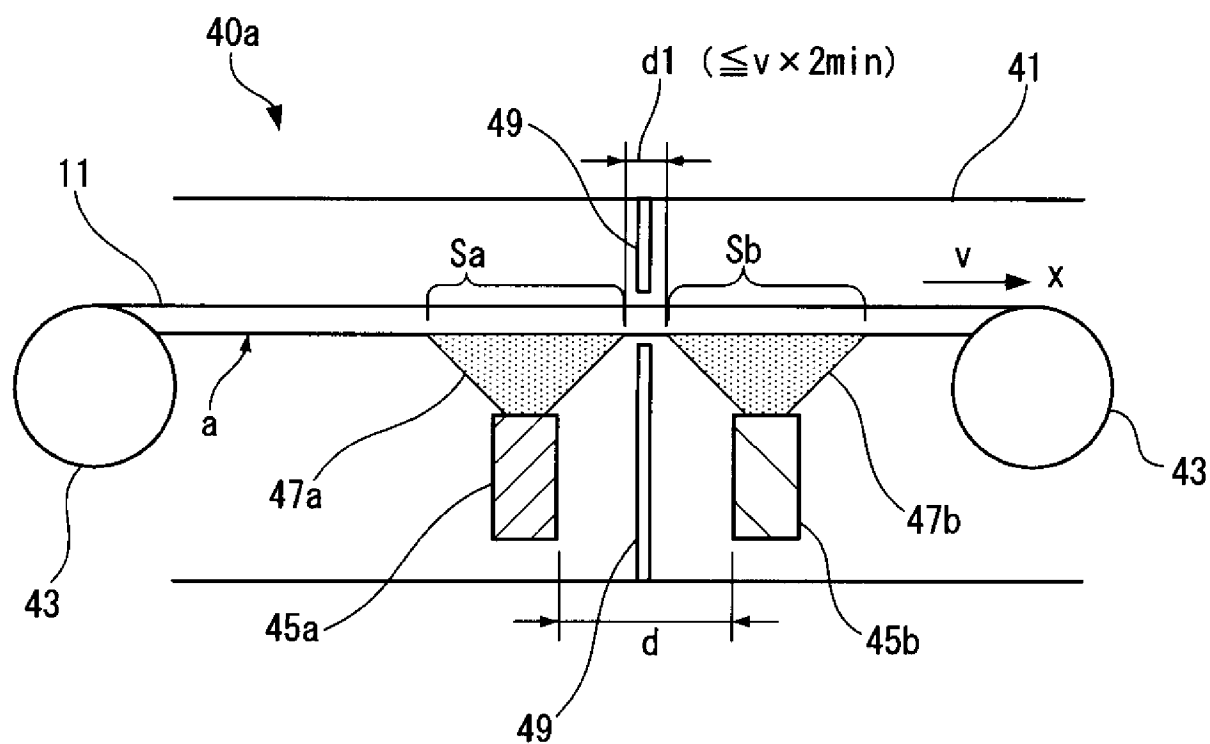
[図21]

FIG. 21

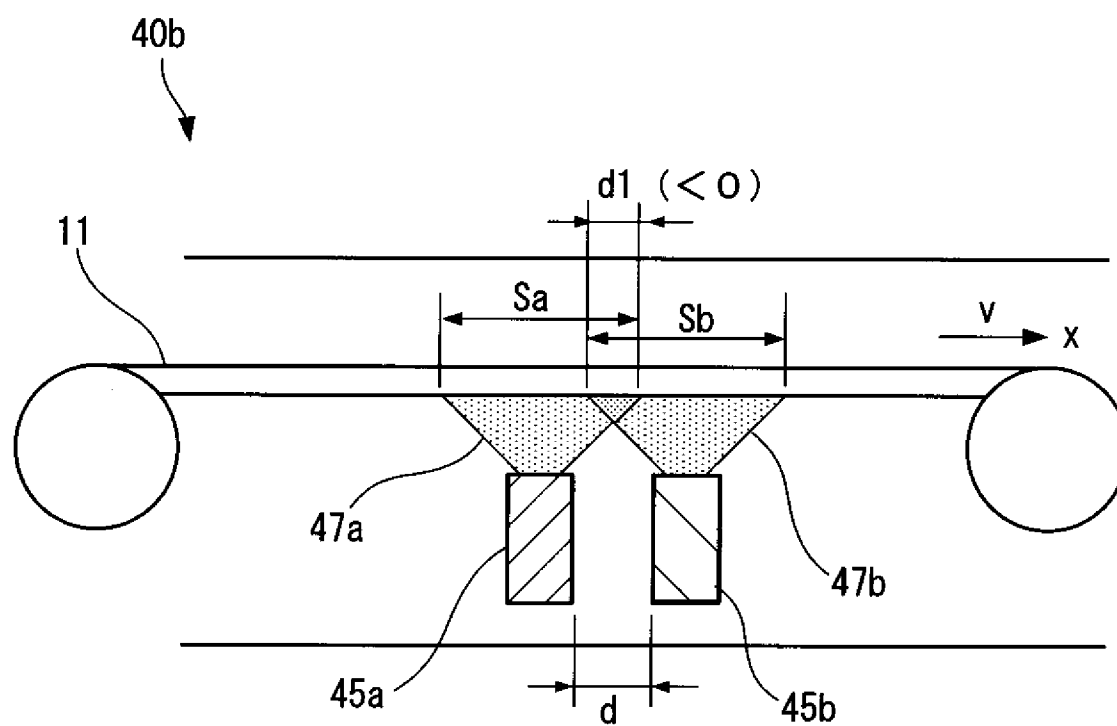
[図22]

FIG. 22

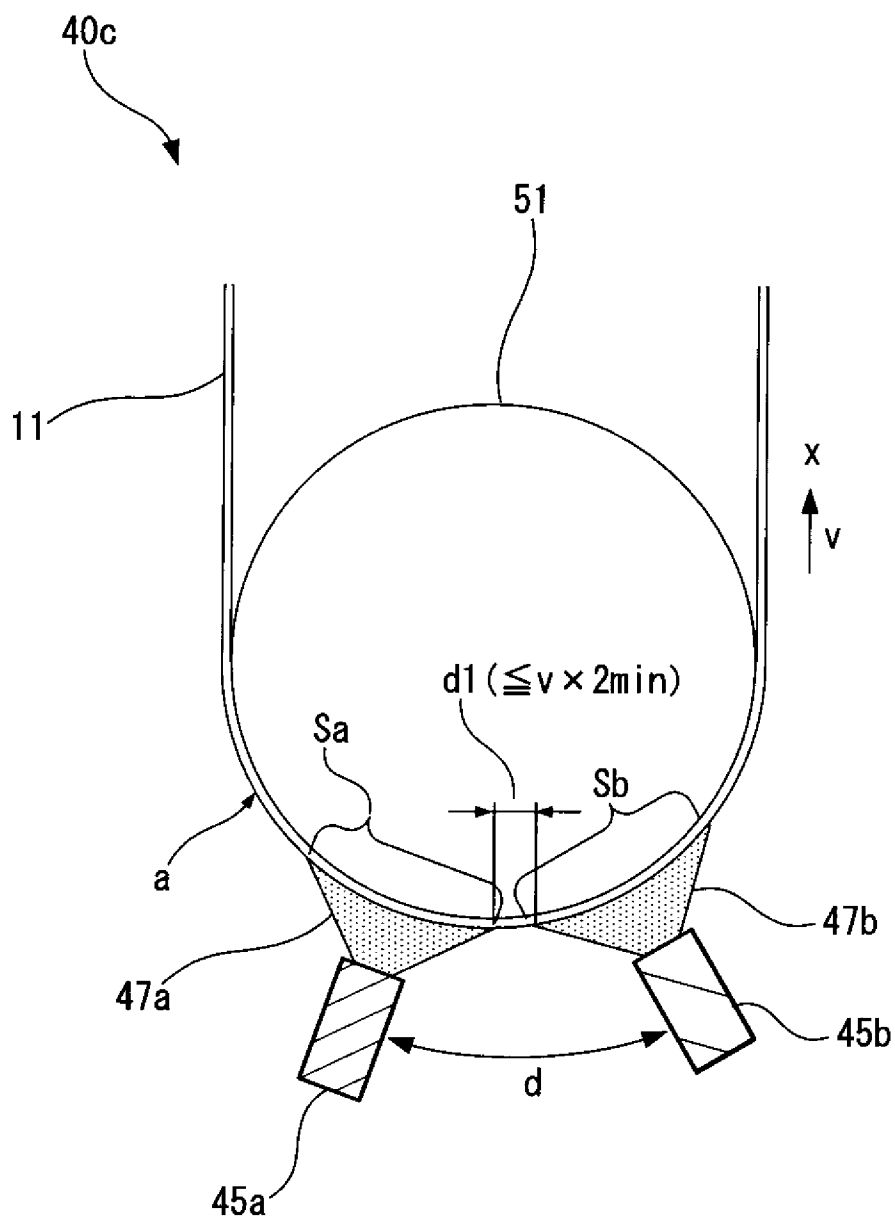
[図23]

FIG. 23

[図24]

FIG. 24

[図25]

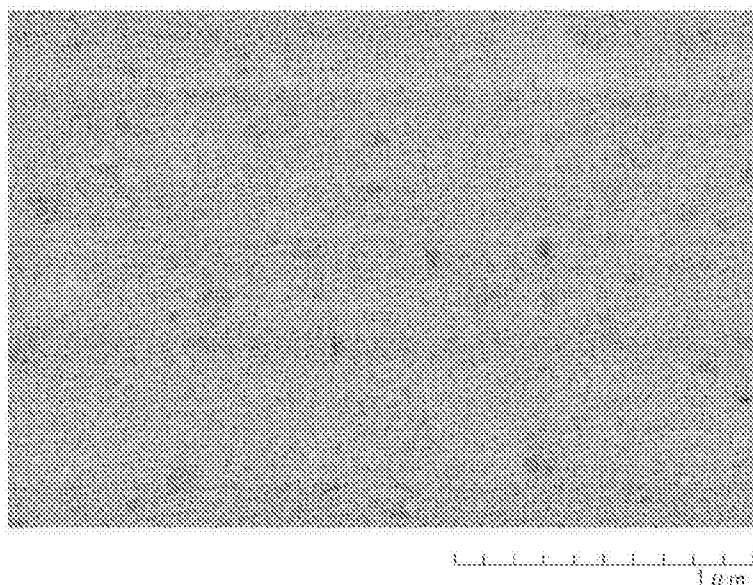
FIG. 25

[図26]

FIG. 26

試料5

- ・ 成膜間隔 : 1分
(電極層 8nm)

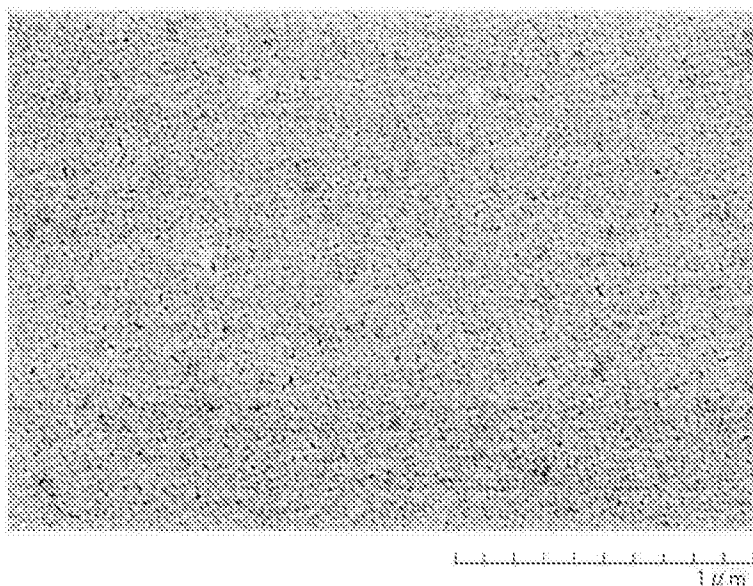


[図27]

FIG. 27

試料6

- ・ 成膜間隔 : 2分
(電極層 8nm)

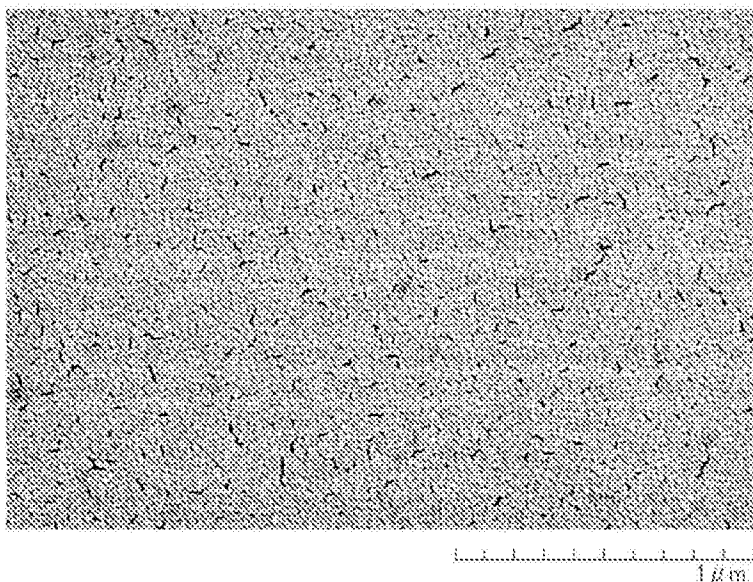


[図28]

FIG. 28

試料7

- ・ 成膜間隔 : 10分
(電極層 8nm)

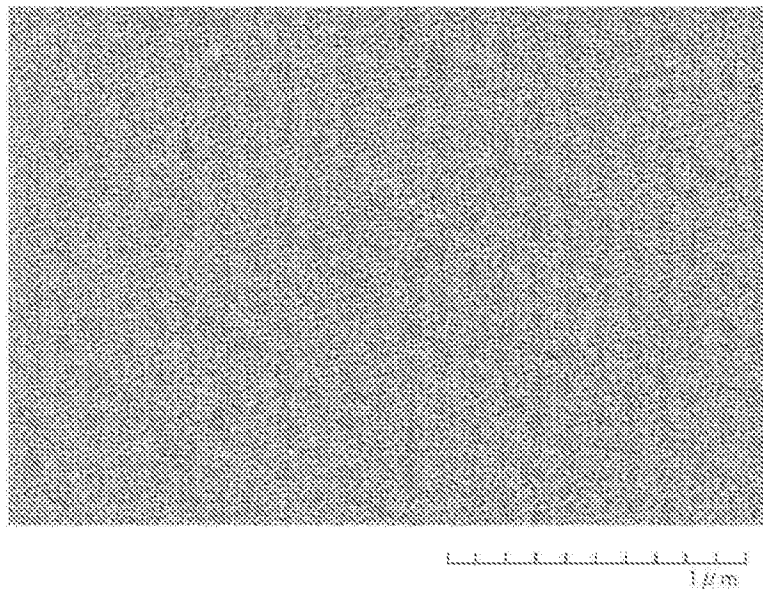


[図29]

FIG. 29

試料8

- ・ 成膜間隔 : 1分
(電極層 12nm)

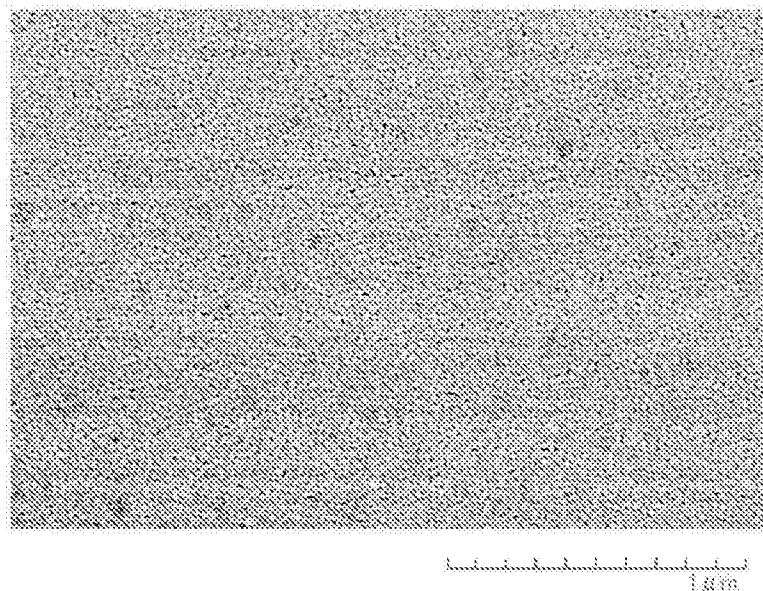


[図30]

FIG. 30

試料9

- ・ 成膜間隔 : 2分
(電極層 12nm)

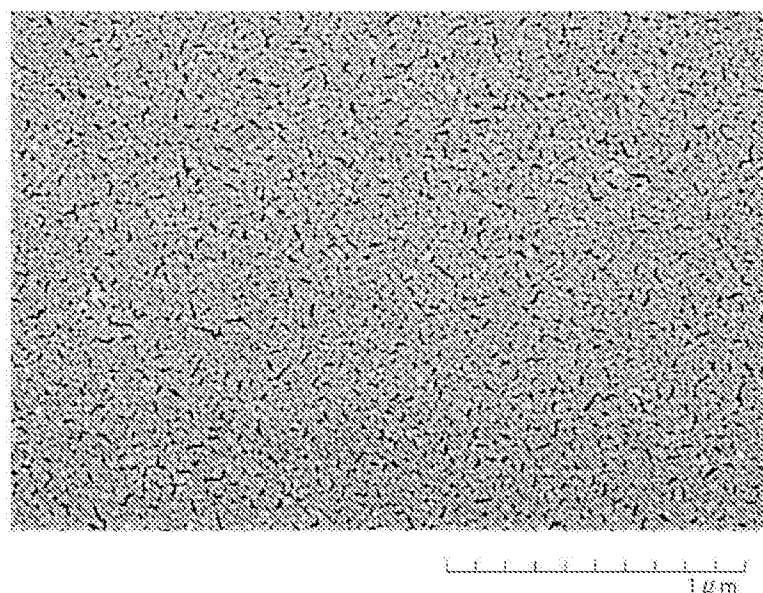


[図31]

FIG. 31

試料10

- ・ 成膜間隔 : 10分
(電極層 12nm)

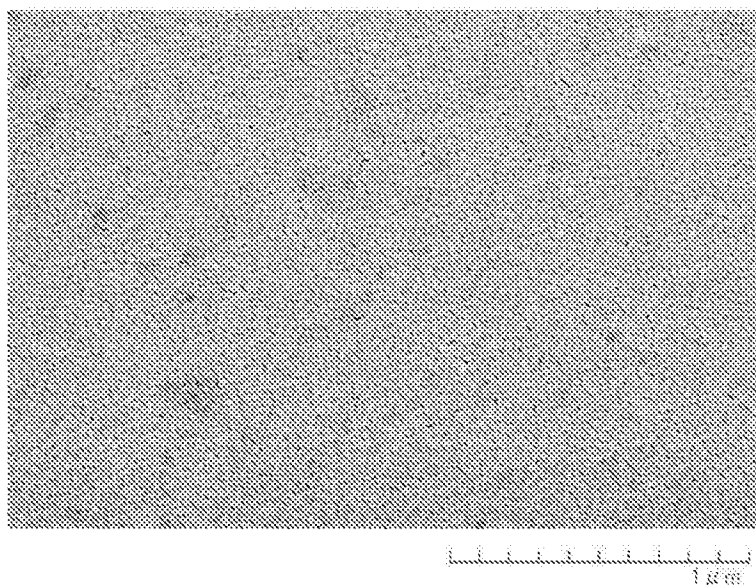


[図32]

FIG. 32

試料11

- ・ 成膜間隔 : 1分
(電極層 12nm)

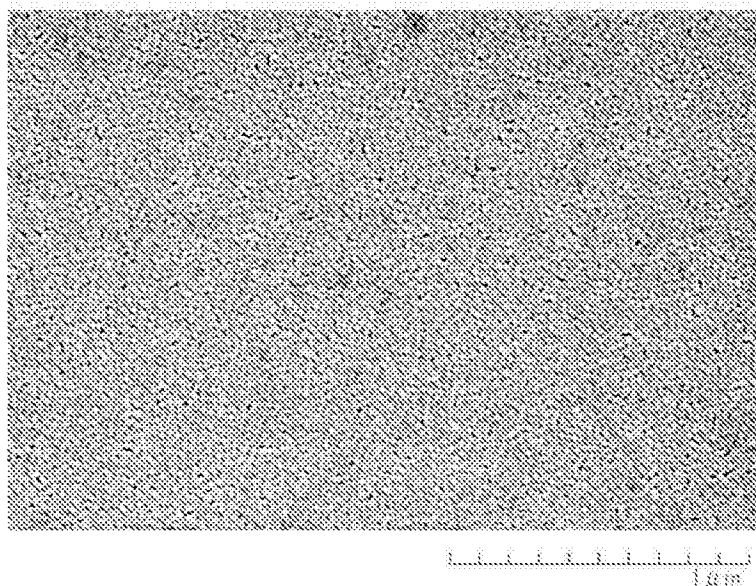


[図33]

FIG. 33

試料12

- ・ 成膜間隔 : 2分
(電極層 12nm)

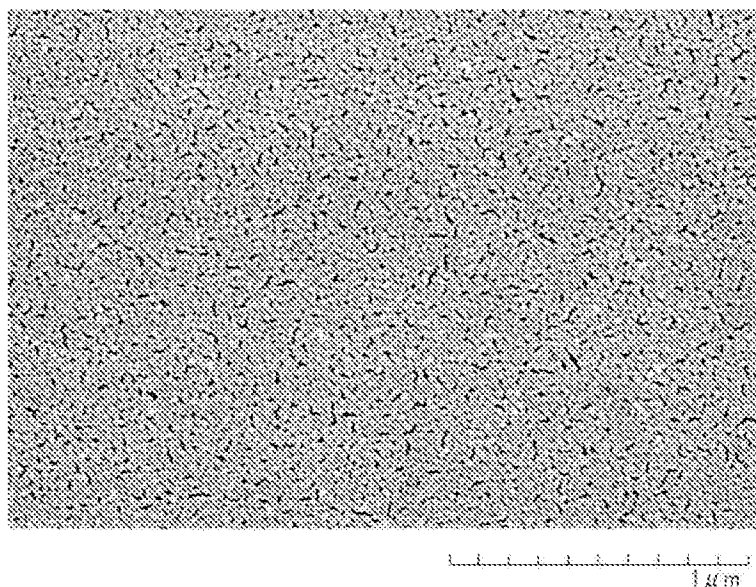


[図34]

FIG. 34

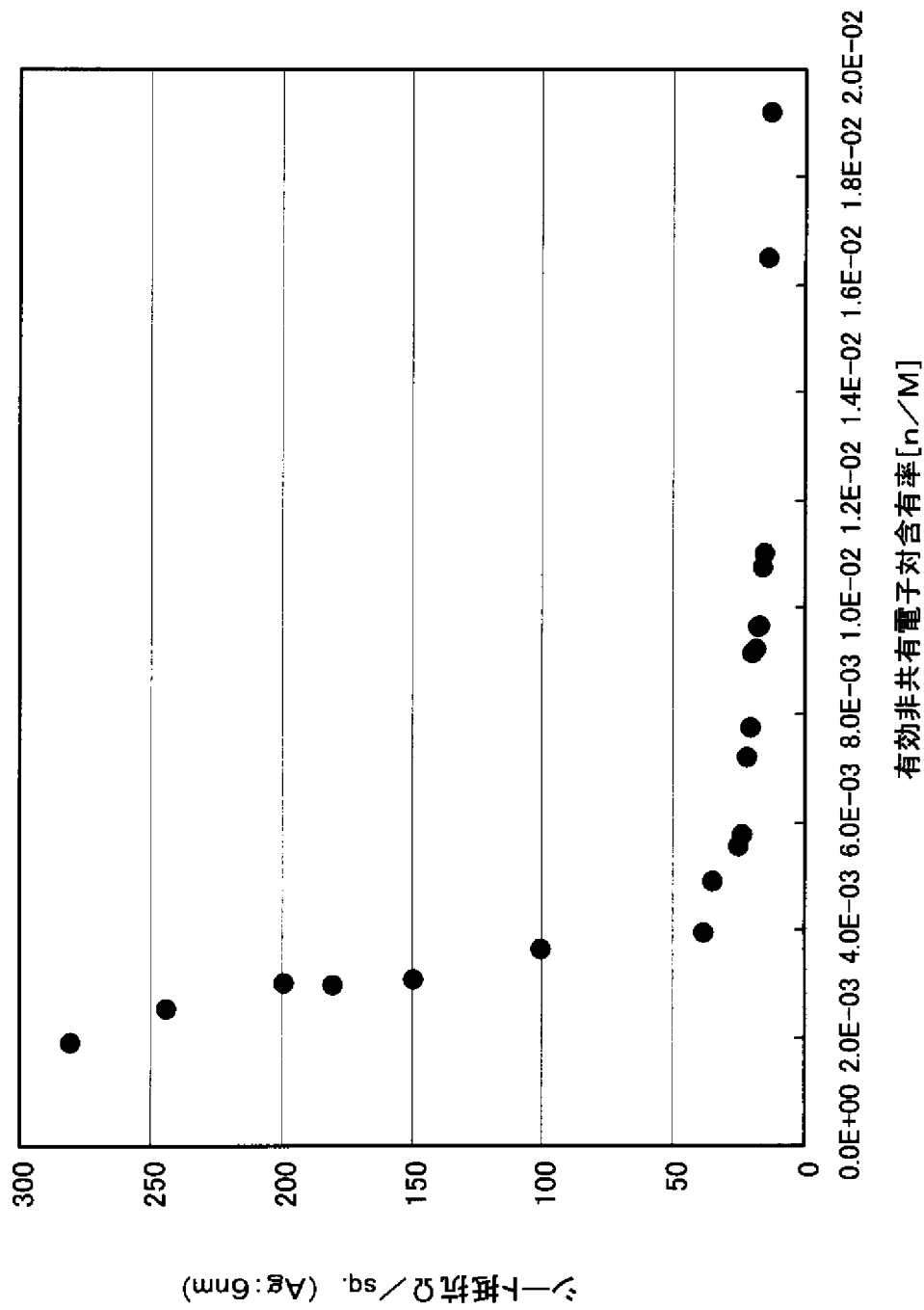
試料13

- ・ 成膜間隔 : 10分
(電極層 12nm)



[図35]

FIG. 35



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081366

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F3/041(2006.01)i, B32B7/02(2006.01)i, H01B5/14(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)

G06F3/041, B32B7/02, H01B5/14

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
P, A	WO 2013/161603 A1 (Konica Minolta, Inc.), 31 October 2013 (31.10.2013), claims 3 to 5 (Family: none)	1-7
A	JP 2001-164382 A (Osaka-Fu), 19 June 2001 (19.06.2001), paragraphs [0011] to [0023]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 6-278244 A (Mitsui Toatsu Chemicals, Inc.), 04 October 1994 (04.10.1994), paragraphs [0018] to [0019]; fig. 1 & US 5493102 A & US 5750267 A & EP 609088 A2 & DE 69429027 D1 & TW 250618 A	1-7

☒ 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
31 January, 2014 (31.01.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081366

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-48973 A (Hitachi Displays, Ltd.), 10 March 2011 (10.03.2011), paragraph [0059] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G06F3/041(2006.01)i, B32B7/02(2006.01)i, H01B5/14(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（I P C））

Int.Cl. G06F3/041, B32B7/02, H01B5/14

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
P, A	WO 2013/161603 A1（コニカミノルタ株式会社）2013.10.31, [請求項3]-[請求項5]（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2001-164382 A（大阪府）2001.06.19, 段落【0011】 - 【0023】, 図1（ファミリーなし）	1-7
A	JP 6-278244 A（三井東圧化学株式会社）1994.10.04, 段落【0018】 - 【0019】, 図1 & US 5493102 A & US 5750267 A & EP 609088 A2 & DE 69429027 D1 & TW 250618 A	1-7

☒ 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

3 1 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

松田 岳士

5 E

3 1 3 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3521

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
A	JP 2011-48973 A (株式会社 日立ディスプレイズ) 2011.03.10, 段落【0059】 (ファミリーなし)	1-7