

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6065909号
(P6065909)

(45) 発行日 平成29年1月25日 (2017. 1. 25)

(24) 登録日 平成29年1月6日 (2017. 1. 6)

(51) Int. Cl.	F I
G06F 3/041 (2006.01)	G06F 3/041 400
G06F 3/044 (2006.01)	G06F 3/041 495
	G06F 3/044 126

請求項の数 15 (全 80 頁)

(21) 出願番号	特願2014-524732 (P2014-524732)	(73) 特許権者	000001270
(86) (22) 出願日	平成25年6月27日 (2013. 6. 27)		コニカミノルタ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/067690		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(87) 国際公開番号	W02014/010433	(74) 代理人	110000925
(87) 国際公開日	平成26年1月16日 (2014. 1. 16)		特許業務法人信友国際特許事務所
審査請求日	平成27年9月25日 (2015. 9. 25)	(72) 発明者	波木井 健
(31) 優先権主張番号	特願2012-155611 (P2012-155611)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
(32) 優先日	平成24年7月11日 (2012. 7. 11)		ニカミノルタ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	石代 宏
(31) 優先権主張番号	特願2012-187055 (P2012-187055)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
(32) 優先日	平成24年8月27日 (2012. 8. 27)		ニカミノルタ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	木下 敏幸
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タッチパネル用透明電極、タッチパネル、および表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

窒素原子を含有する化合物を用いて構成された窒素含有層と、
 前記窒素含有層に積層して設けられた銀を主成分とする電極層とを備え、
 前記窒素原子を含有する化合物は、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の数を n 、分子量を M とした場合の有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ となる化合物である

タッチパネル用透明電極。

【請求項 2】

前記化合物における前記有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $3.9 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ である

請求項 1 記載のタッチパネル用透明電極。

【請求項 3】

前記窒素含有層は、前記化合物と共に他の化合物を用いて構成され、これらの化合物の混合比を考慮した前記有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の平均値が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ である

請求項 1 または 2 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【請求項 4】

前記電極層との間に前記窒素含有層を挟持して設けられ、前記窒素含有層よりも高い屈折率を有する高屈折率層を備えた

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】

前記高屈折率層は、酸化チタンまたは酸化ニオブで構成された
請求項 4 記載のタッチパネル用透明電極。

【請求項 6】

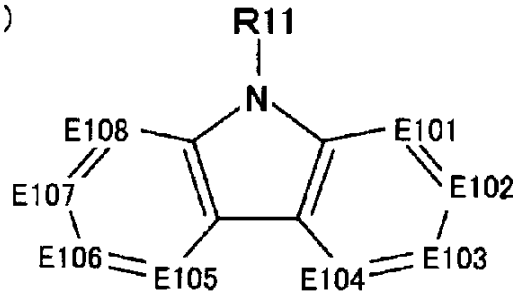
前記窒素含有層は、5 nm 以下の厚さを有する
請求項 4 または 5 に記載のタッチパネル用透明電極。

【請求項 7】

前記窒素含有層は、下記一般式 (1) で表される化合物を含有する
請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 1】

一般式 (1)



〔ただし一般式 (1) 中、E101 ～ E108 は、各々 $-C(R12)-$ または $-N=$ を表し、E101 ～ E108 のうち少なくとも 1 つは $-N=$ である。 20

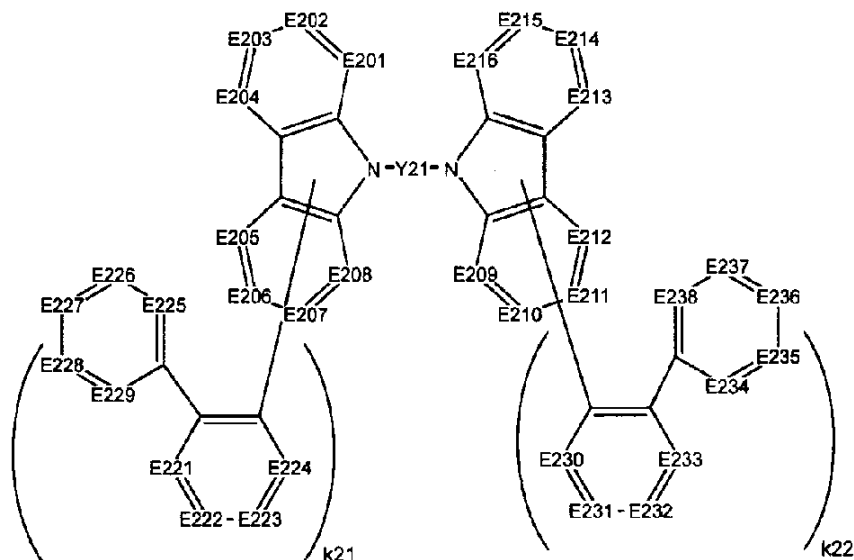
また R11 および上記 R12 は水素原子または置換基を表す。〕

【請求項 8】

前記窒素含有層は、下記一般式 (2) で表される化合物を含有する
請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 2】

一般式 (2)



〔ただし一般式 (2) 中、Y21 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。 30

E201 ～ E216、E221 ～ E238 は、各々 $-C(R21)-$ または $-N=$ を表し、上記 R21 は水素原子または置換基を表す。

また E221 ～ E229 の少なくとも 1 つおよび E230 ～ E238 の少なくとも 1 つは $-N=$ を表す。

k21 および k22 は 0 ～ 4 の整数を表すが、k21 + k22 は 2 以上の整数である。 40

10

30

40

50

]

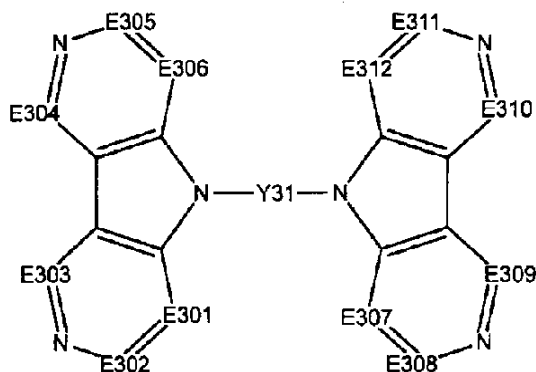
【請求項 9】

前記窒素含有層は、下記一般式（3）で表される化合物を含有する

請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 3】

一般式 (3)



10

〔ただし一般式（3）中、E 3 0 1 ～ E 3 1 2 は、各々 $\text{C}(\text{R} 3 1) =$ を表し、R 3 1 は水素原子または置換基を表す。〕

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。〕

20

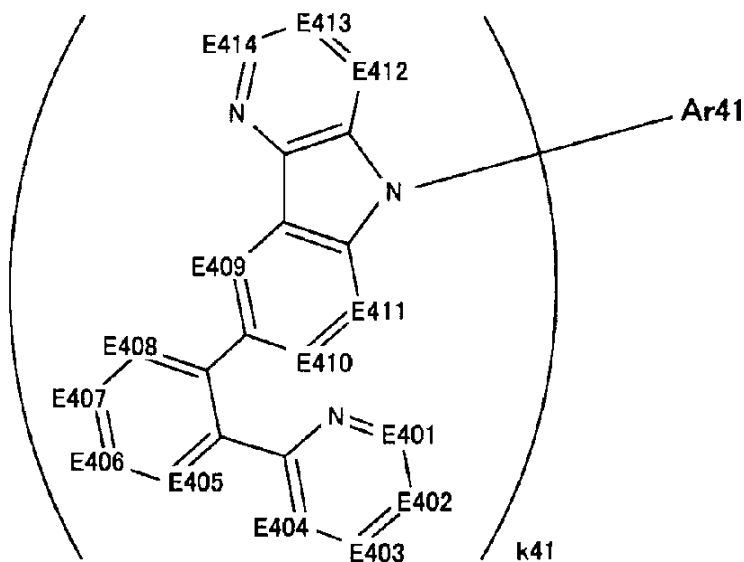
【請求項 10】

前記窒素含有層は、下記一般式（4）で表される化合物を含有する

請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 4】

一般式 (4)



30

40

〔ただし一般式（4）中、E 4 0 1 ～ E 4 1 4 は、各々 $\text{C}(\text{R} 4 1) =$ を表し、R 4 1 は水素原子または置換基を表す。〕

Ar 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。

また k 4 1 は 3 以上の整数を表す。〕

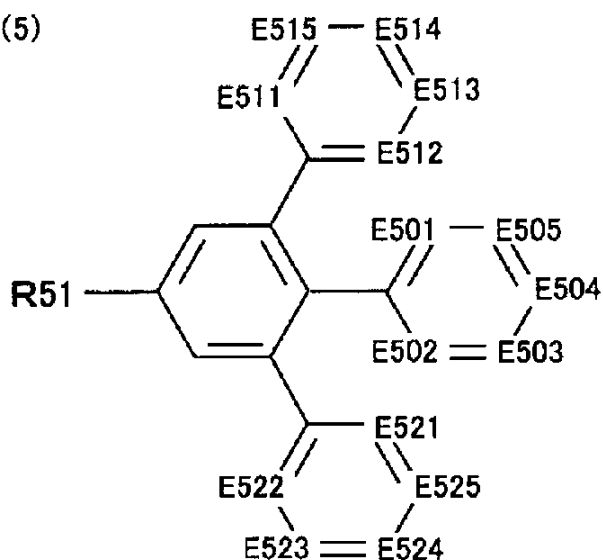
【請求項 11】

前記窒素含有層は、下記一般式（5）で表される化合物を含有する

請求項 1 ～ 6 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 5】

一般式(5)



10

〔ただし一般式(5)中、
 R51は置換基を表し、
 E501、E502、E511～E515、E521～E525は、各々—C(R52)
)=または—N=を表し、
 E503～E505は、各々—C(R52)=を表し、
 前記R52は、水素原子(H)または置換基を表し、
 E501およびE502のうち少なくとも1つは—N=であり、
 E511～E515のうち少なくとも1つは—N=であり、
 E521～E525のうち少なくとも1つは—N=である。〕

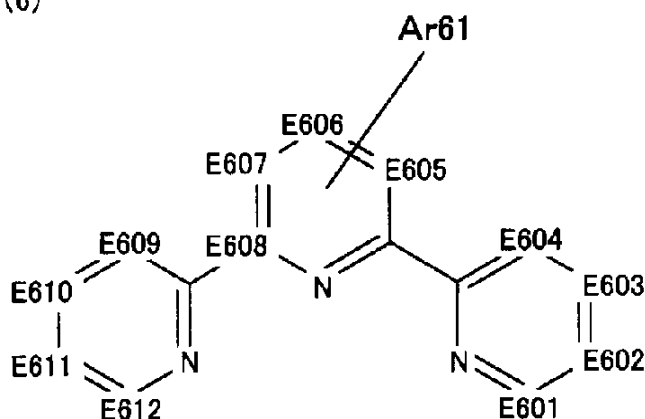
20

【請求項12】

前記窒素含有層は、下記一般式(6)で表される化合物を含有する
 請求項1～6の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【化 6】

一般式(6)



30

〔ただし一般式(6)中、E601～E612は、各々—C(R61)=または—N=を表し、R61は水素原子または置換基を表す。

Ar61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。〕

40

【請求項13】

前記窒素含有層と前記電極層とが隣接して配置された
 請求項1～12の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【請求項14】

請求項1～13の何れかに記載のタッチパネル用透明電極を備えた

50

タッチパネル。

【請求項 15】

請求項 14 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。

【発明の詳細な説明】

【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、および表示装置に関し、特には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、および表示装置に
10 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薄膜状の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
20 ャ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（I
TO）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、このような透明電極の抵抗値を低く
抑えようとした場合、ある程度の厚さが必要とされる。このため、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）。
30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-33466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ける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。
40

【0007】

そこで本発明は、さらなる大型化の進展が可能なタッチパネル用透明電極を提供するこ
とと、これによりさらなる大型化を図ることが可能なタッチパネル、およびこれを用いた
表示装置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】

本発明の上記目的は、以下の構成により達成される。

【0009】

1. 窒素原子を含有する化合物を用いて構成された窒素含有層と、前記窒素含有層に積
層して設けられた銀を主成分とする電極層とを備えたタッチパネル用透明電極。
50

【0010】

2. 前記窒素原子を含有する化合物は、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の数を n 、分子量を M とした場合の有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ となる化合物である前記構成1記載のタッチパネル用透明電極。

【0011】

3. 前記化合物における前記有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $3.9 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ である前記構成2記載のタッチパネル用透明電極。

【0012】

4. 前記窒素含有層は、前記化合物と共に他の化合物を用いて構成され、これらの化合物の混合比を考慮した前記有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の平均値が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ である前記構成2または3の何れか記載のタッチパネル用透明電極。

10

【0013】

5. 前記電極層との間に前記窒素含有層を挟持して設けられ、前記窒素含有層よりも高い屈折率を有する高屈折率層を備えた前記構成1～4の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0014】

6. 前記高屈折率層は、酸化チタンまたは酸化ニオブで構成された前記構成5記載のタッチパネル用透明電極。

【0015】

7. 前記窒素含有層は、5 nm以下の厚さを有する前記構成5または6に記載のタッチパネル用透明電極。

20

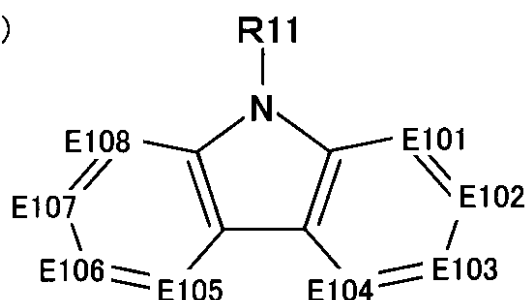
【0016】

8. 前記窒素含有層は、下記一般式(1)で表される化合物を含有する前記構成1～7の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0017】

【化1】

一般式(1)



30

【0018】

ただし一般式(1)中、E101～E108は、各々 $-C(R12)=$ または $-N=$ を表し、E101～E108のうち少なくとも1つは $-N=$ である。またR11および上記R12は水素原子または置換基を表す。

【0019】

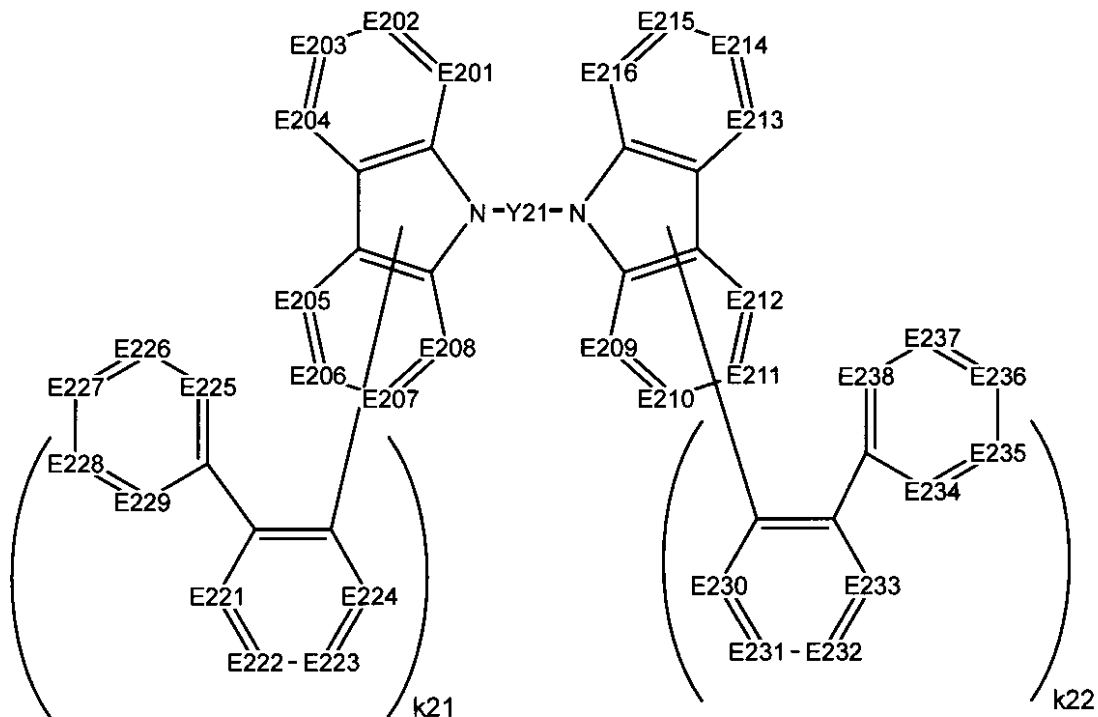
9. 前記窒素含有層は、下記一般式(2)で表される化合物を含有する前記構成1～7の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

40

【0020】

【化 2】

一般式 (2)



【0021】

ただし一般式 (2) 中、Y₂₁ 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。E₂₀₁~E₂₁₆、E₂₂₁~E₂₃₈ は、各々 -C(R₂₁)= または -N= を表し、上記 R₂₁ は水素原子または置換基を表す。また E₂₂₁~E₂₂₉ の少なくとも 1 つおよび E₂₃₀~E₂₃₈ の少なくとも 1 つは -N= を表す。k₂₁ および k₂₂ は 0~4 の整数を表すが、k₂₁ + k₂₂ は 2 以上の整数である。

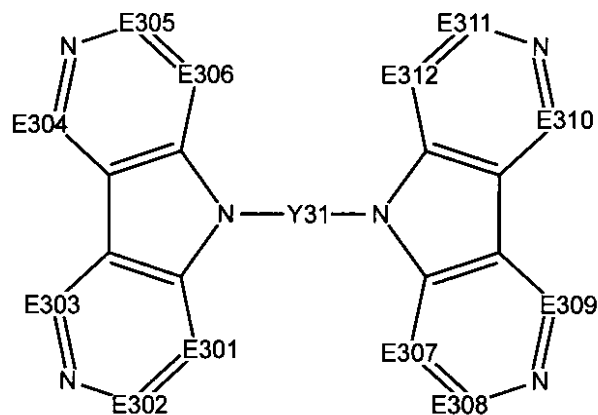
【0022】

10. 前記窒素含有層は、下記一般式 (3) で表される化合物を含有する前記構成 1~7 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0023】

【化 3】

一般式 (3)



【0024】

ただし一般式 (3) 中、E₃₀₁~E₃₁₂ は、各々 -C(R₃₁)= を表し、R₃₁

10

20

30

40

50

は水素原子または置換基を表す。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 個の連結基を表す。

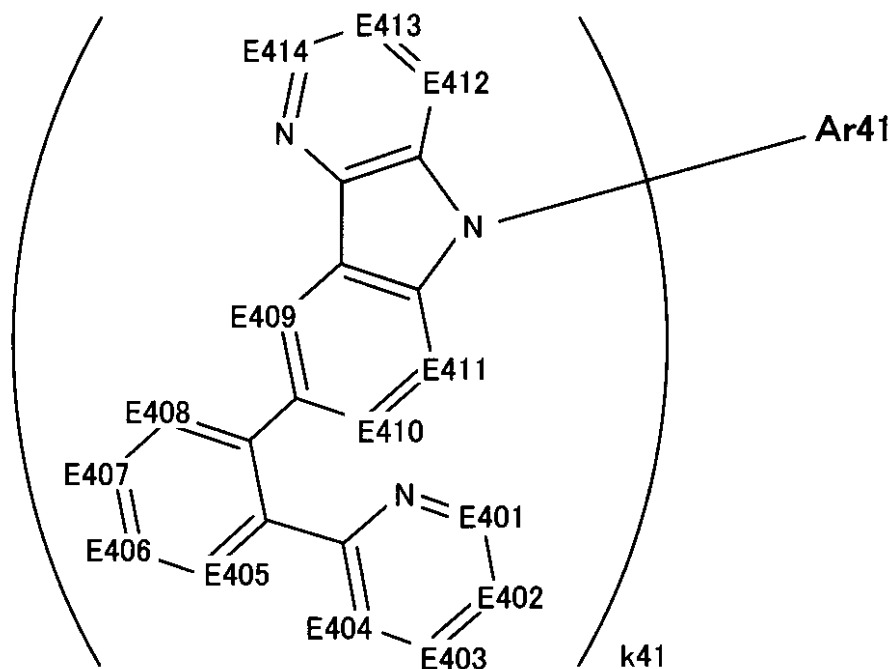
【0025】

1 1. 前記窒素含有層は、下記一般式 (4) で表される化合物を含有する前記構成 1 ～ 7 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0026】

【化 4】

一般式(4)



10

20

【0027】

ただし一般式 (4) 中、E 4 0 1 ～ E 4 1 4 は、各々 $\text{C}(\text{R} 4 1) =$ を表し、R 4 1 は水素原子または置換基を表す。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。また k 4 1 は 3 以上の整数を表す。

30

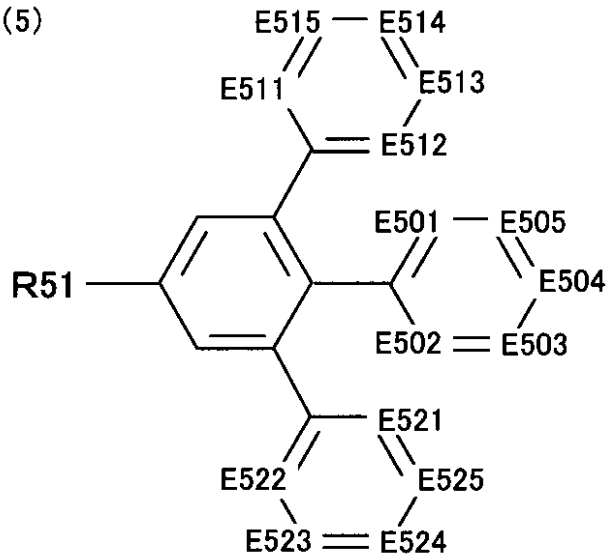
【0028】

1 2. 前記窒素含有層は、下記一般式 (5) で表される化合物を含有する前記構成 1 ～ 7 の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0029】

【化 5】

一般式(5)



10

【0030】

ただし一般式(5)中、R51は置換基を表し、E501、E502、E511～E515、E521～E525は、各々—C(R52)=または—N=を表し、E503～E505は、各々—C(R52)=を表し、前記R52は、水素原子(H)または置換基を表し、E501およびE502のうち少なくとも1つは—N=であり、E511～E515のうち少なくとも1つは—N=であり、E521～E525のうち少なくとも1つは—N=である。

20

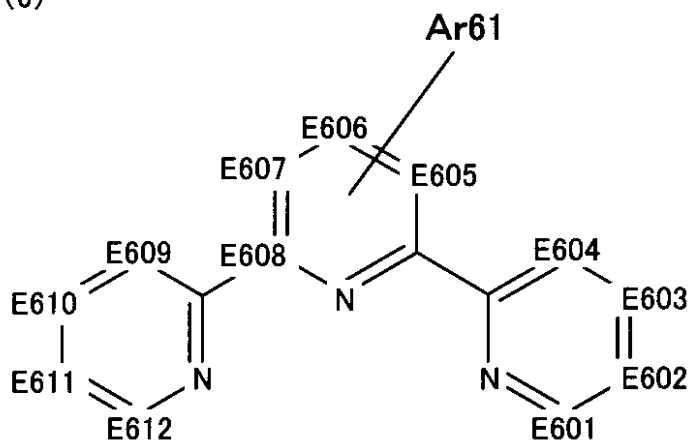
【0031】

13. 前記窒素含有層は、下記一般式(6)で表される化合物を含有する前記構成1～7の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0032】

【化 6】

一般式(6)



30

40

【0033】

ただし一般式(6)中、E601～E612は、各々—C(R61)=または—N=を表し、R61は水素原子または置換基を表す。Ar61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。

【0034】

14. 前記窒素含有層と前記電極層とが隣接して配置された前記構成1～13の何れかに記載のタッチパネル用透明電極。

【0035】

50

15. 前記構成1～14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。

【0036】

16. 前記構成15に記載のタッチパネルと、前記タッチパネル用透明電極を重ねて配置された表示パネルとを備えた表示装置。

【0037】

以上のように構成されたタッチパネル用透明電極は、窒素原子を含有する化合物を用いて構成された窒素含有層に積層させて、銀を主成分とした電極層を設けた構成である。これにより、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、銀原子の窒素含有層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、電極層は、一般的には核成長型（Volume-Weber：VW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（Frank-van der Merwe：FM型）の膜成長によって成膜されたものとなる。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が得られるようになる。

【0038】

この結果、薄い膜厚であることで光透過性を確保しつつも、均一な膜厚であることで導電性が確保された電極層を有するタッチパネル用透明電極が実現可能となる。

【発明の効果】

【0039】

以上説明したように本発明によれば、銀を主成分とした電極層における導電性の向上と光透過性の向上との両立が図られたことにより、この電極層を有するタッチパネル用透明電極の大型化が可能になる。また、こ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表示装置の大型化が可能になる。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図1】本発明の一実施形態のタッチパネル用透明電極の構成を示す断面模式図である。

【図2】タッチパネル用透明電極の変形例1を示す断面模式図である。

【図3】タッチパネル用透明電極の変形例2を示す断面模式図である。

【図4】前記実施形態のタッチパネルの構成を示す斜視図である。

【図5】前記実施形態のタッチパネルの各透明電極の平面図である。

【図6】前記実施形態のタッチパネルにおける電極部分の平面模式図である。

【図7】前記実施形態のタッチパネルの構成を示す断面模式図である。

【図8】タッチパネルの変形例1を示す断面模式図である。

【図9】タッチパネルの変形例2を示す断面模式図である。

【図10】タッチパネルの変形例3を示す断面模式図である。

【図11】タッチパネルの変形例4を示す断面模式図である。

【図12】表示装置の構成を示す斜視図である。

【図13】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】

【0041】

以下、本発明の一実施の形態を、図面に基づいて次に示す順に説明する。

1. タッチパネル用透明電極
2. タッチパネル用透明電極の変形例1（中間層を設けた例）
3. タッチパネル用透明電極の変形例2（高屈折率層を設けた例）
4. タッチパネル（透明基板上に二層の透明電極を設けた構成1）
5. タッチパネルの変形例1（透明基板上に二層の透明電極を設けた構成2）
6. タッチパネルの変形例2（2枚の透明基板を用いた構成）
7. タッチパネルの変形例3（透明基板の両面に一層ずつ透明電極を設けた構成）
8. タッチパネルの変形例4（透明基板の同一平面上に2パターンの透明電極を設けた構成）

9. 表示装置（タッチパネルを用いた構成）

【0042】

＜1. タッチパネル用透明電極＞

図1は、本発明の一実施形態の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。この図に示すように、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、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（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。一方、電極層5に隣接して配置された窒素含有層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。

10

【0043】

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11、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550nmでの光透過率が50%以上であることをいう。

【0044】

＜透明基板11＞

本発明の透明電極1が形成される透明基板11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11としては、例えばガラス、石英、透明樹脂フィルムである。

20

【0045】

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。

【0046】

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、アートン（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。

30

【0047】

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 $90 \pm 2\% \text{RH}$ ）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。

40

【0048】

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

50

たらず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。

【0049】

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。

10

【0050】

<窒素含有層3>

窒素含有層3は、電極層5に積層して設けられた層であり、ここでは電極層5に対して隣接して設けられている。このような窒素含有層3は、窒素原子（N）を含有する化合物を用いて構成されている。窒素原子を含有する化合物としては、次のような〔化合物1～3〕が例示される。

【0051】

〔化合物-1〕

窒素含有層3を構成する化合物の一例として、当該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化合物が好ましく用いられる。

20

【0052】

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ととする。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。

【0053】

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、その窒素原子が芳香族性に関与しない非共有電子対を有していれば、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の全て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。

30

【0054】

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ことが好ましい。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、 $3.9 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ の範囲であればさらに好ましい。

40

【0055】

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

50

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。

【0056】

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。

【0057】

10

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 $[n/M]$ が所定範囲であることが好ましい。

【0058】

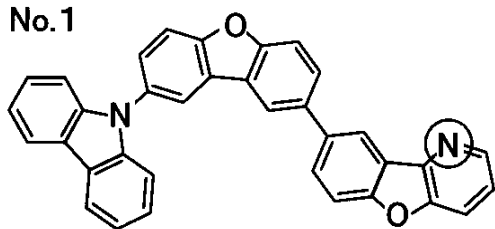
以下に、窒素含有層3を構成する化合物として、上述した有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M]$ を満たす化合物の具体例(No.1~No.37)を示す。各化合物No.1~No.37には、[有効非共有電子対]を有する窒素原子に対して○を付した。また、下記表1には、これらの化合物No.1~No.37の分子量M、[有効非共有電子対]の数n、および有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ を示す。下記化合物33の銅フタロシアニンにおいては、窒素原子が有する非共有電子対のうち銅に配位していない非共有電子対が[有効非共有電子対]としてカウントされる。

20

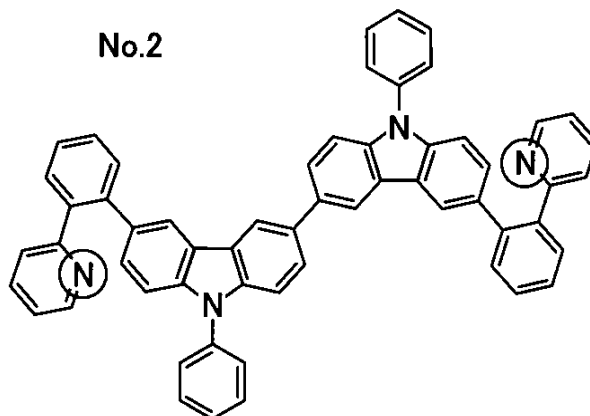
【0059】

【化 7】

No.1

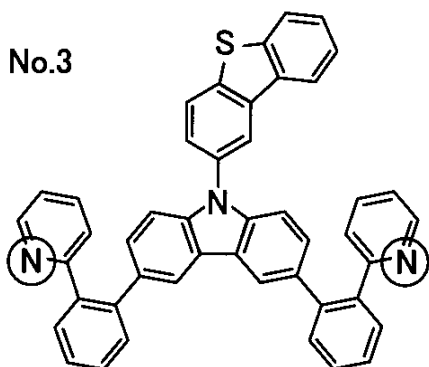


No.2

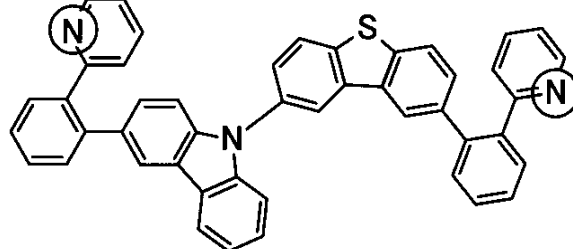


10

No.3

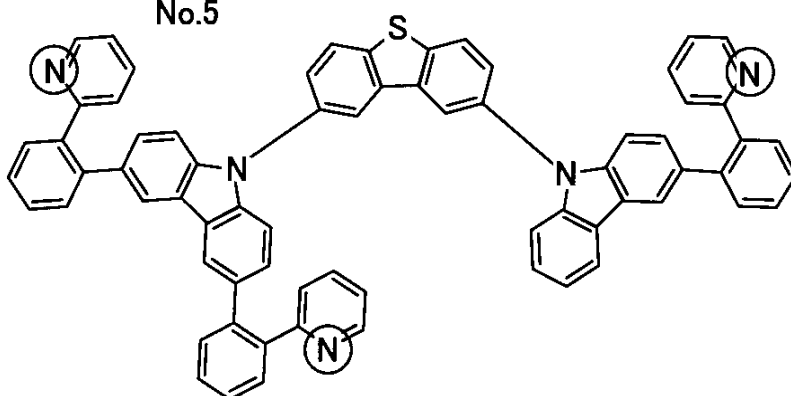


No.4



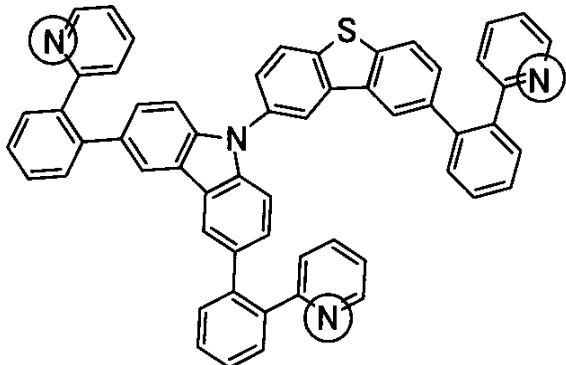
20

No.5

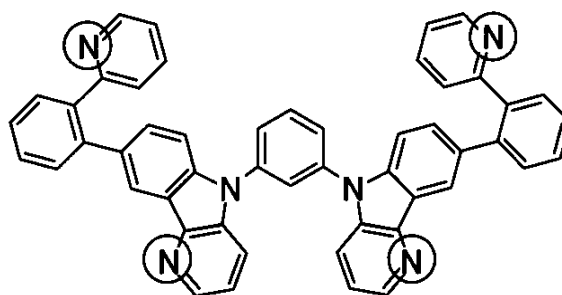


30

No.6



No.7

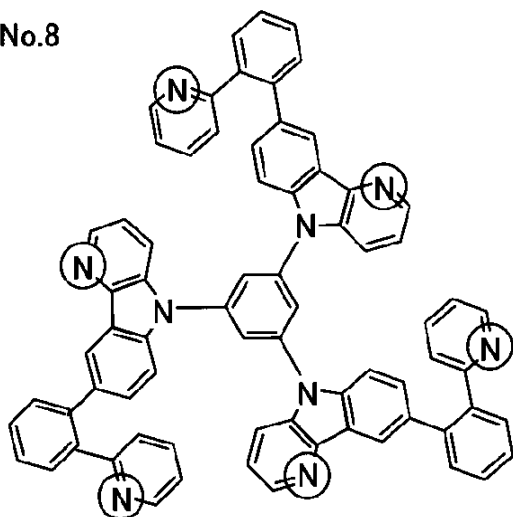


40

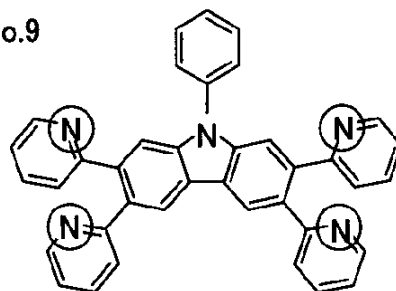
【 0 0 6 0 】

【化 8】

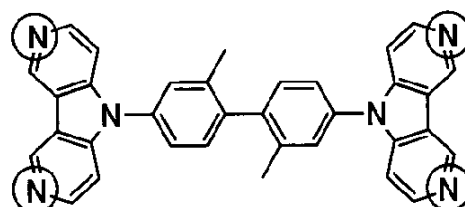
No.8



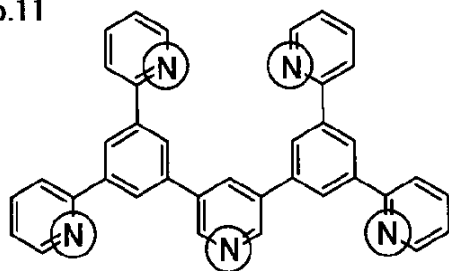
No.9



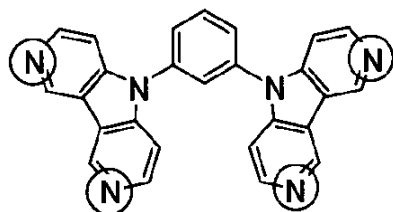
No.10



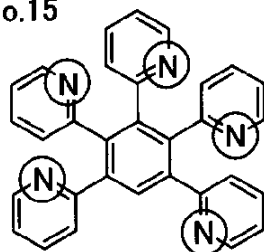
No.11



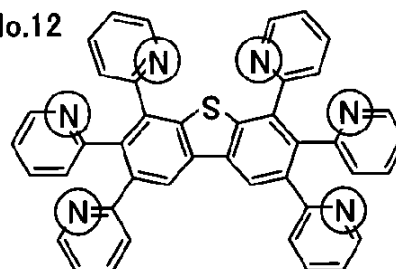
No.13



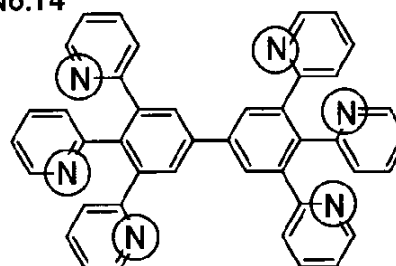
No.15



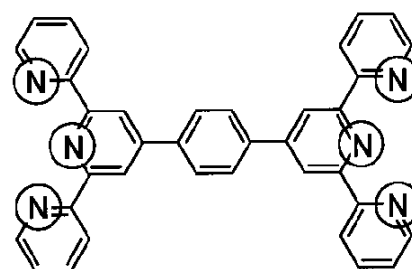
No.12



No.14



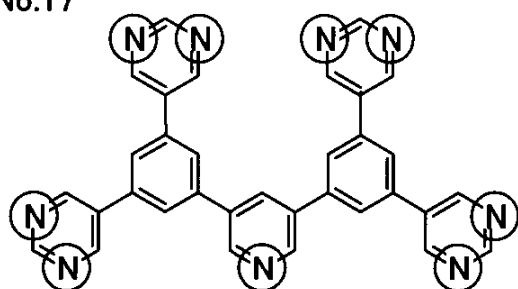
No.16



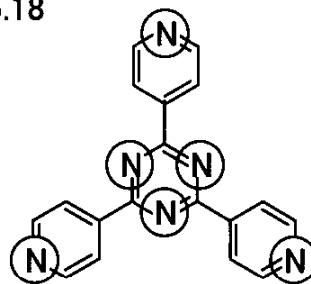
【0061】

【化 9】

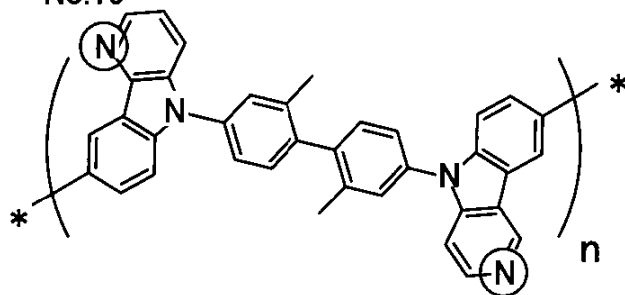
No.17



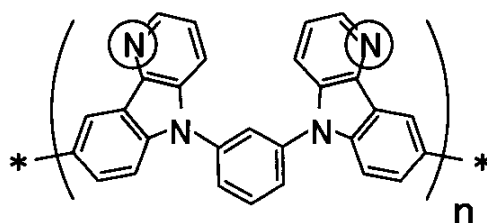
No.18



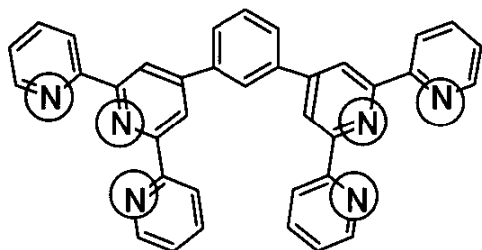
No.19



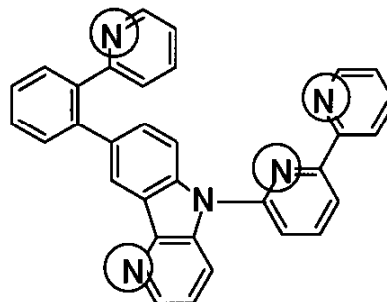
No.20



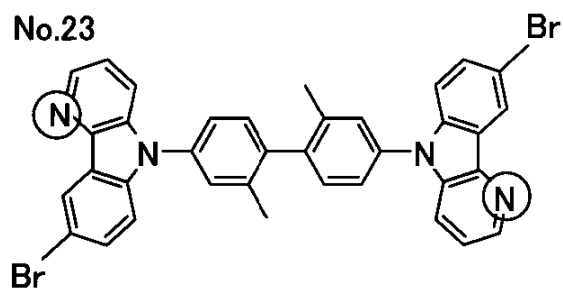
No.21



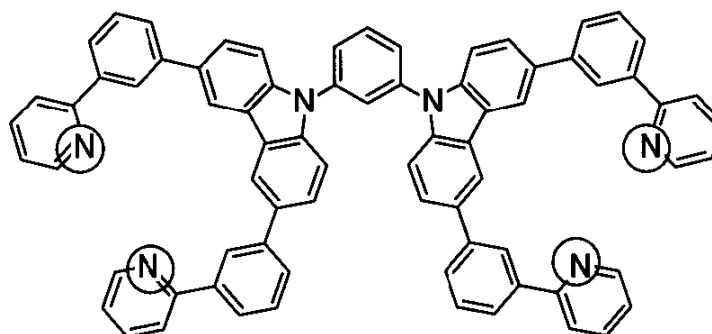
No.22



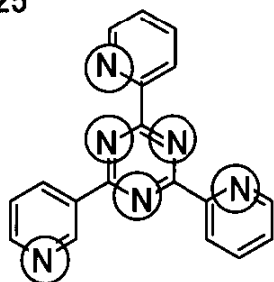
No.23



No.24



No.25



【 0 0 6 2 】

10

20

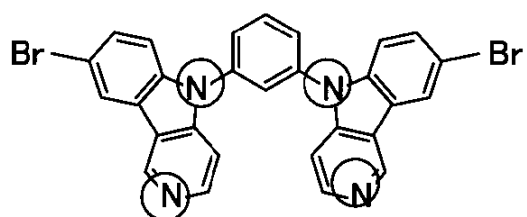
30

40

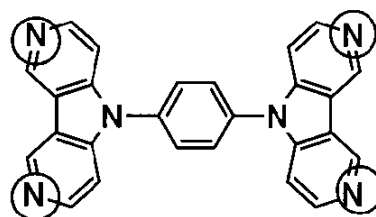
50

【化 10】

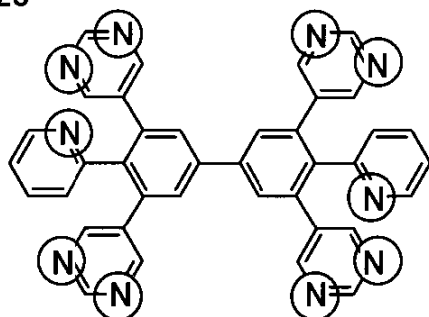
No.26



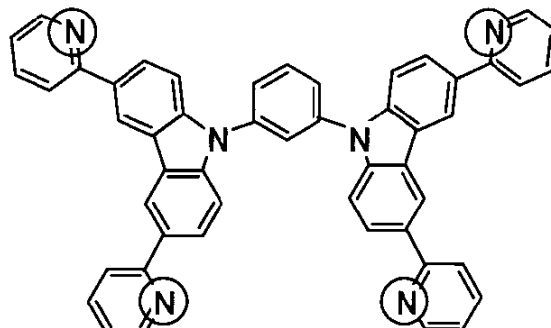
No.27



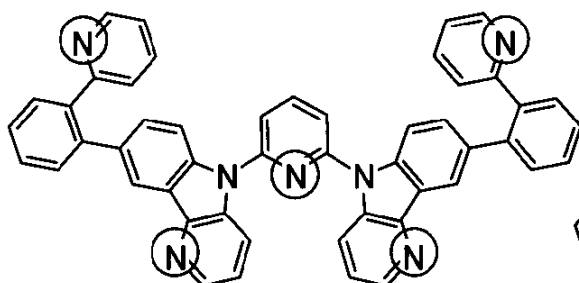
No.28



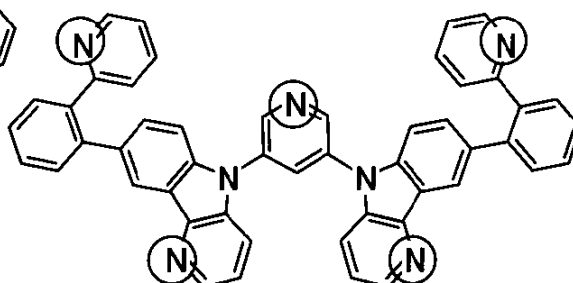
No.29



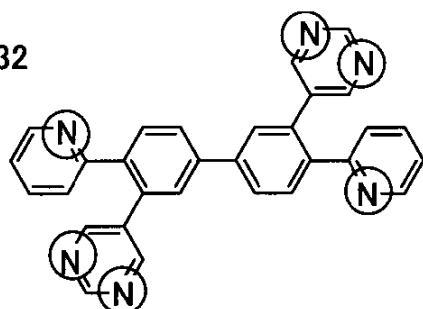
No.30



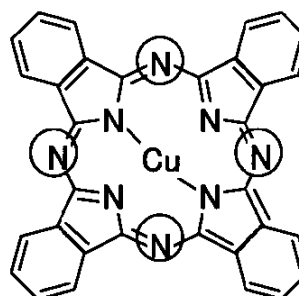
No.31



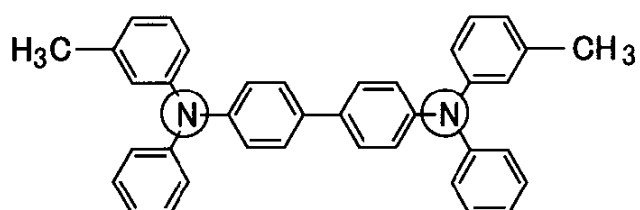
No.32



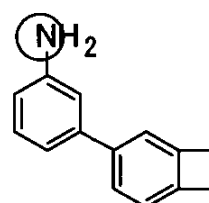
No.33



No.34



No.35



【0063】

10

20

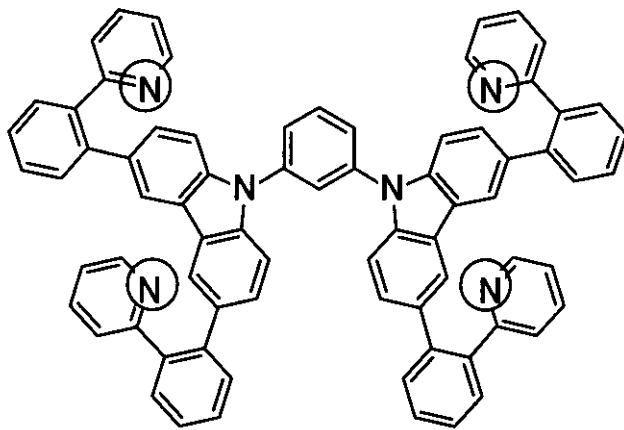
30

40

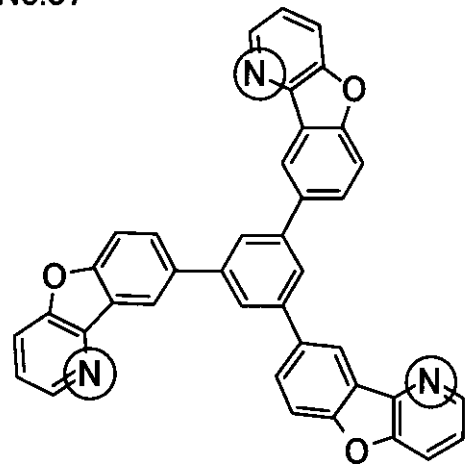
50

【化 1 1】

No.36



No.37



【 0 0 6 4 】

【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	
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	(1)、(2)
No. 8	6	1036.19	5.8E-03	(1)、(4)
No. 9	4	551.64	7.3E-03	
No. 10	4	516.60	7.7E-03	(1)、(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	(1)、(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	(1)
No. 20	2	408.45	4.9E-03	(1)
No. 21	6	540.62	1.1E-02	(6)
No. 22	4	475.54	8.4E-03	(1)
No. 23	2	672.41	3.0E-03	(1)
No. 24	4	1021.21	3.9E-03	
No. 25	6	312.33	1.9E-02	(6)
No. 26	4	568.26	7.0E-03	(1)
No. 27	4	412.45	9.7E-03	(1)、(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	(1)、(2)
No. 31	5	717.82	7.0E-03	(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	

【0065】

尚、上記表 1 には、これらの例示化合物が、次に説明する〔化合物-2〕を表す一般式 (1) ~ (6) の何れかに属する場合の該当一般式を示した。

【0066】

〔化合物-2〕

10

20

30

40

50

窒素含有層 3 を構成する化合物の他の例として、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の他、その成膜性の観点から、以降に説明する一般式 (1) ~ (6) で表される化合物が用いられる。

【0067】

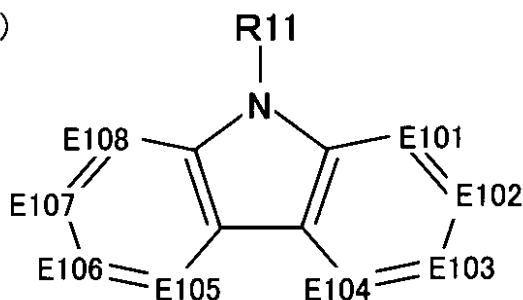
これらの一般式 (1) ~ (6) で示される化合物の中には、上述した有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の範囲に当てはまる化合物も含まれ、このような化合物であれば単独で窒素含有層 3 を構成する化合物として好ましく用いられる (上記表 1 参照)。一方、下記一般式 (1) ~ (6) で示される化合物が、上述した有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の範囲に当てはまらない化合物であれば、有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が上述した範囲の化合物と混合することで窒素含有層 3 を構成する化合物として好ましく用いられる。

10

【0068】

【化 1 2】

一般式(1)



20

【0069】

上記一般式 (1) の式中、E101 ~ E108 は、各々 $-C(R12)=$ または $-N=$ を表し、E101 ~ E108 のうち少なくとも 1 つは $-N=$ である。また、一般式 (1) 中の R11、および上記 R12 は水素原子または置換基を表す。

【0070】

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 (前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、モルホルル基、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

30

40

50

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。

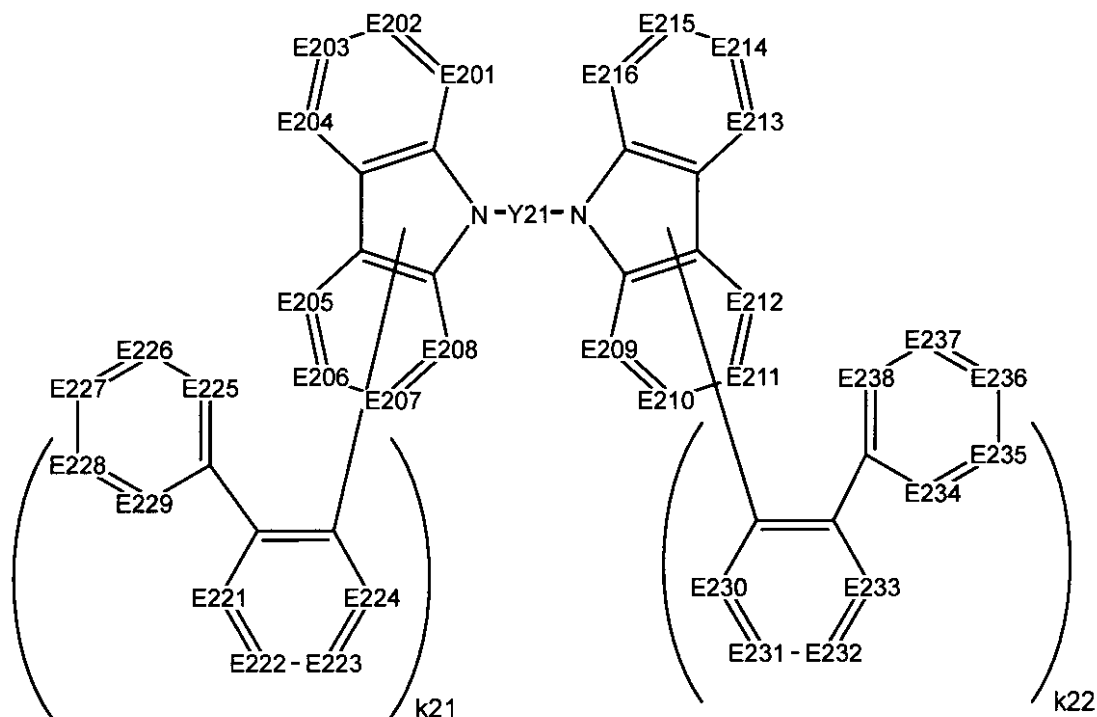
【0071】

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。

【0072】

【化 1 3】

一般式 (2)



【0073】

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、Y21 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。E201～E216、E221～E238 は、各々-C(R21)=または-N=を表し、R21 は水素原子または置換基を表す。ただし、E221～E229 の少なくとも 1 つおよび E230～E238 の少なくとも 1 つは-N=を表す。k21 および k22 は 0～4 の整数を表すが、k21+k22 は 2 以上の整数である。

【0074】

一般式 (2) において、Y21 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。

【0075】

また一般式 (2) において、Y21 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。

【0076】

Y21 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。

【0077】

一般式(2)において、E201～E216、E221～E238で各々表される-C(R21)=のR21が置換基である場合、その置換基の例としては、一般式(1)のR11, R12として例示した置換基が同様に適用される。

【0078】

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。

【0079】

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。

10

【0080】

さらには、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。

【0081】

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。

【0082】

さらに、一般式(2)で表される化合物において、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。

20

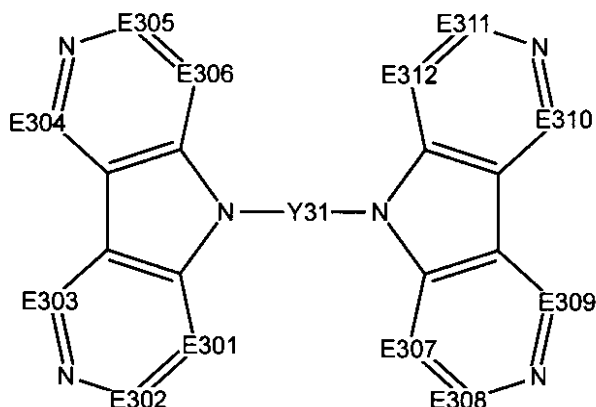
【0083】

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。

【0084】

【化14】

一般式(3)



30

【0085】

上記一般式(3)は、一般式(1)の一形態でもある。上記一般式(3)の式中、E301～E312は、各々-C(R31)=を表し、R31は水素原子または置換基を表す。また、Y31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。

40

【0086】

上記一般式(3)において、E301～E312で各々表される-C(R31)=のR31が置換基である場合、その置換基の例としては、一般式(1)のR11, R12として例示した置換基が同様に適用される。

【0087】

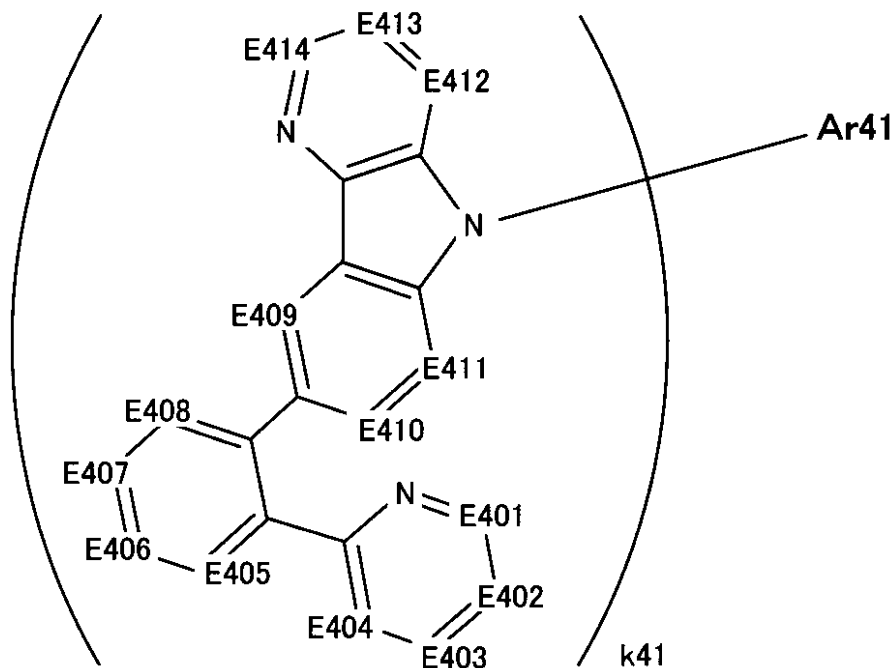
50

また一般式(3)において、Y31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Y21と同様のものが挙げられる。

【0088】

【化15】

一般式(4)



10

20

【0089】

上記一般式(4)は、一般式(1)の一形態でもある。上記一般式(4)の式中、E401～E414は、各々-C(R41)=を表し、R41は水素原子または置換基を表す。またAr41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k41は3以上の整数を表す。

30

【0090】

上記一般式(4)において、E401～E414で各々表される-C(R41)=のR41が置換基である場合、その置換基の例としては、一般式(1)のR11、R12として例示した置換基が同様に適用される。

【0091】

また一般式(4)において、Ar41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、オーテルフェニル環、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。

40

【0092】

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。

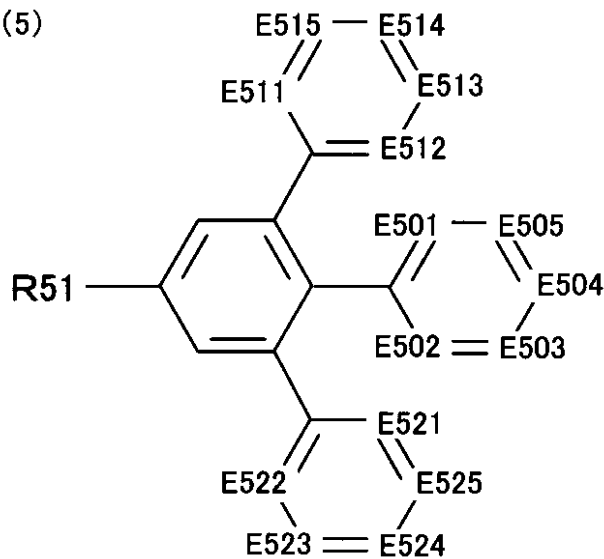
50

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。

【0093】

【化16】

一般式(5)



10

20

【0094】

上記一般式(5)の式中、R51は置換基を表す。また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。前記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つは窒素原子(-N=)であり、E511～E515のうちの少なくとも1つは窒素原子(-N=)であり、E521～E525のうちの少なくとも1つは窒素原子(-N=)である。

【0095】

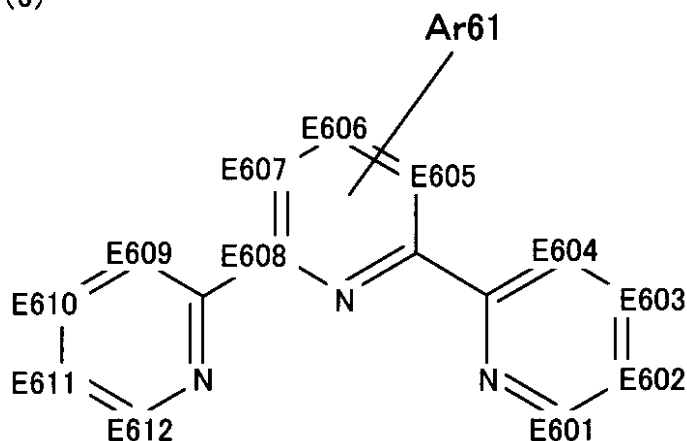
上記一般式(5)において、R51, R52のそれぞれが置換基を表す場合、その置換基の例としては、一般式(1)のR11, R12として例示した置換基が同様に適用される。

30

【0096】

【化17】

一般式(6)



40

【0097】

上記一般式(6)の式中、E601～E612は、各々-C(R61)=または-N=

50

を表し、R 6 1 は水素原子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。

【0098】

上記一般式(6)において、E 6 0 1 ~ E 6 1 2 で各々表される $-C(R\ 6\ 1)=$ の R 6 1 が置換基である場合、その置換基の例としては、一般式(1)の R 1 1, R 1 2 として例示した置換基が同様に適用される。

【0099】

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。

【0100】

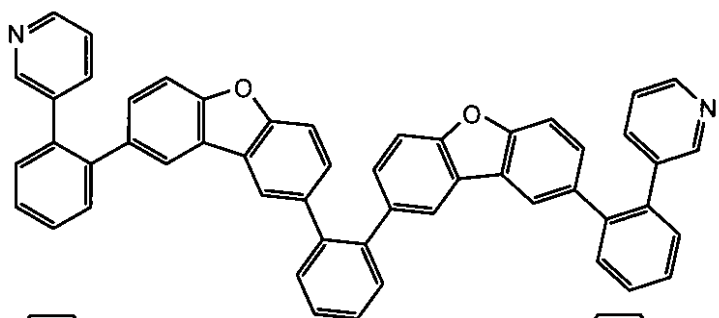
[化合物-3]

窒素含有層3を構成する化合物のさらに他の例として、以上のような一般式(1)~(6)で表される化合物の他、下記に具体例を示す化合物1~118が例示される。これらの化合物は、化合物の安定性が高いため、好ましい。尚、これらの化合物1~118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好ましく用いられる。さらに、これらの化合物1~118の中には、上述した一般式(1)~(6)に当てはまる化合物もある。

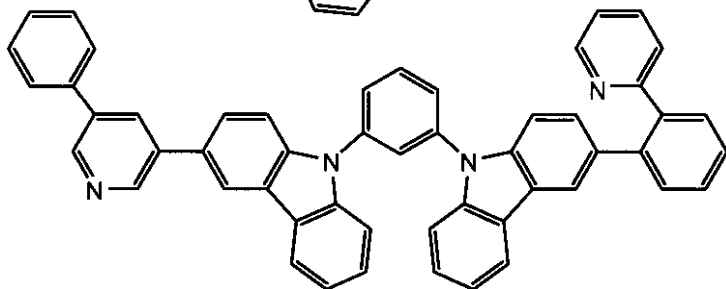
【0101】

【化 1 8】

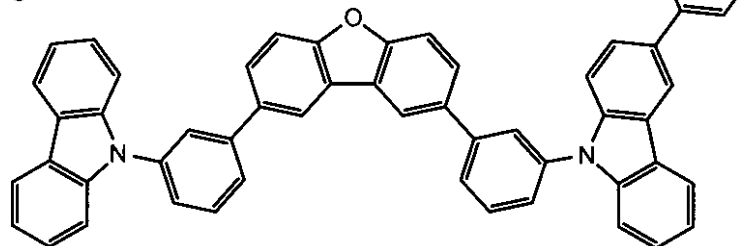
1



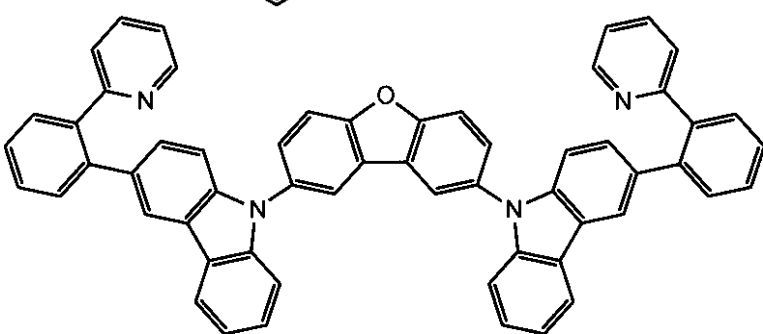
2



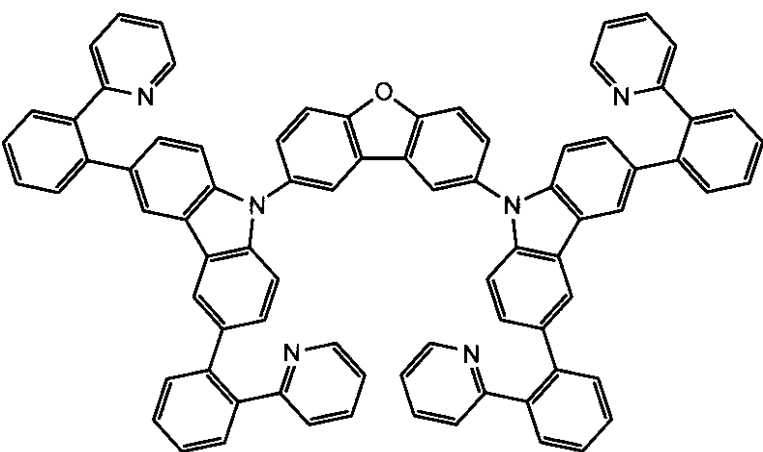
3



4



5



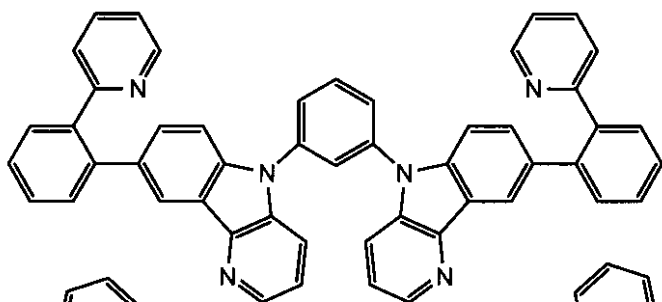
【 0 1 0 2】

【 0 1 0 3 】

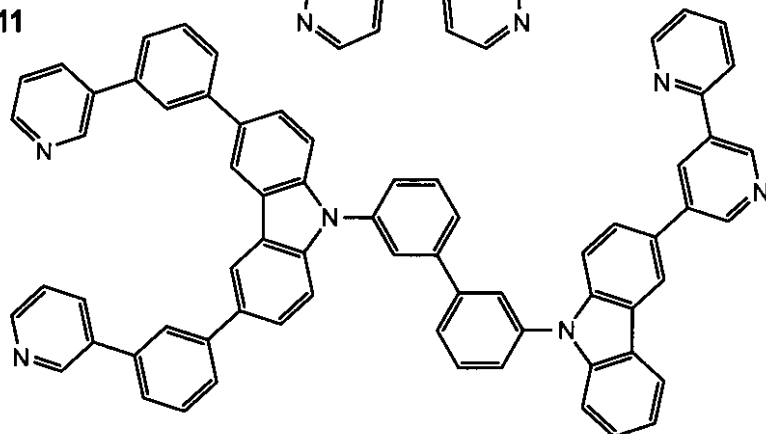


【化 2 0】

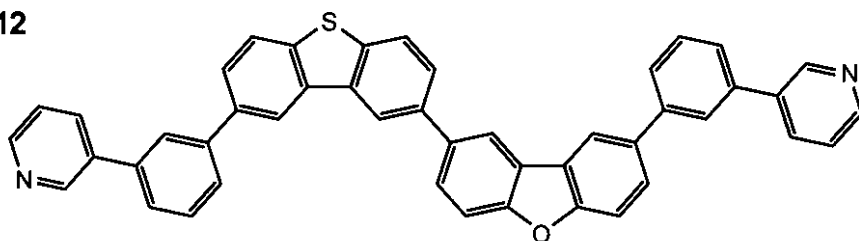
10



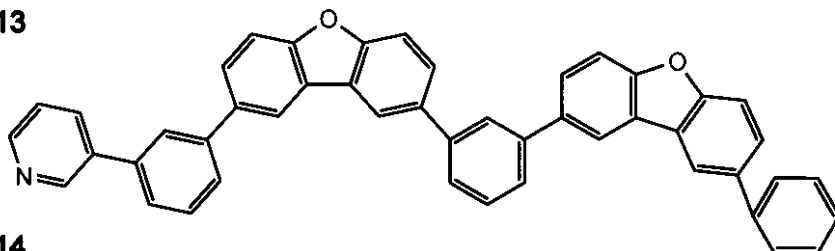
11



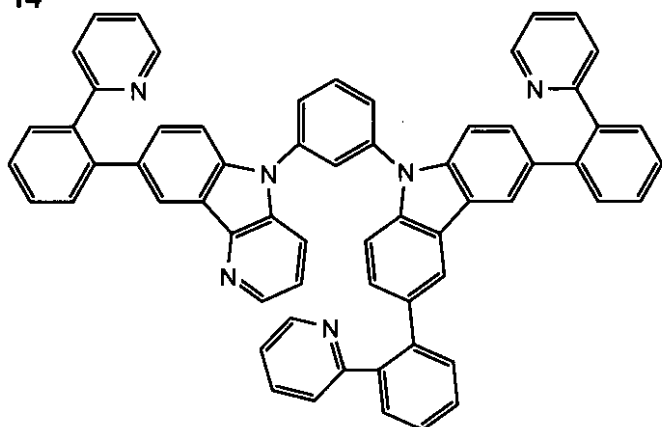
12



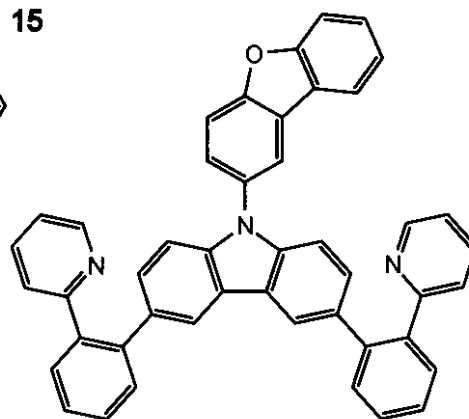
13



14



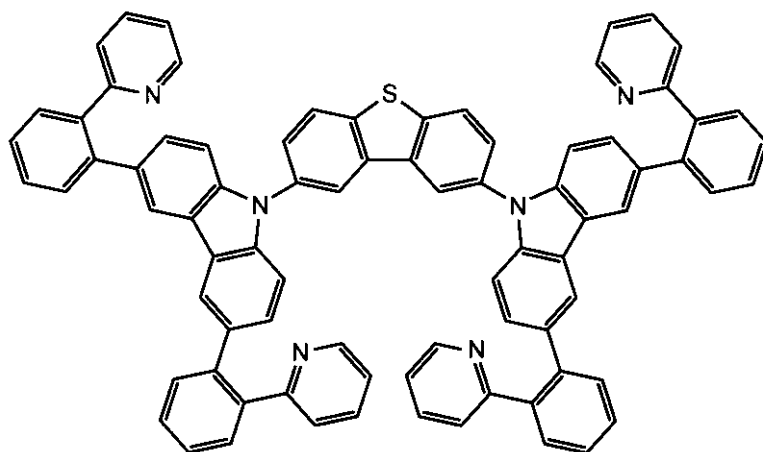
15



【 0 1 0 4】

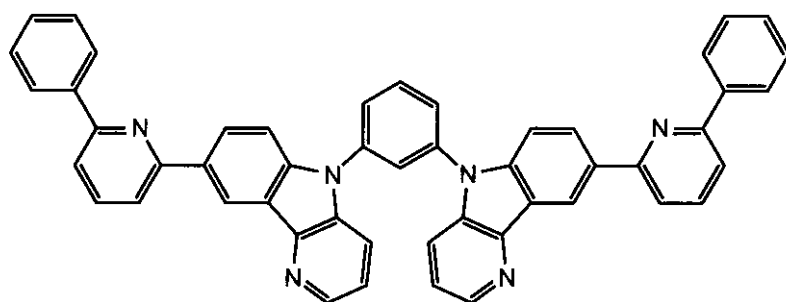
【化 2 1】

16



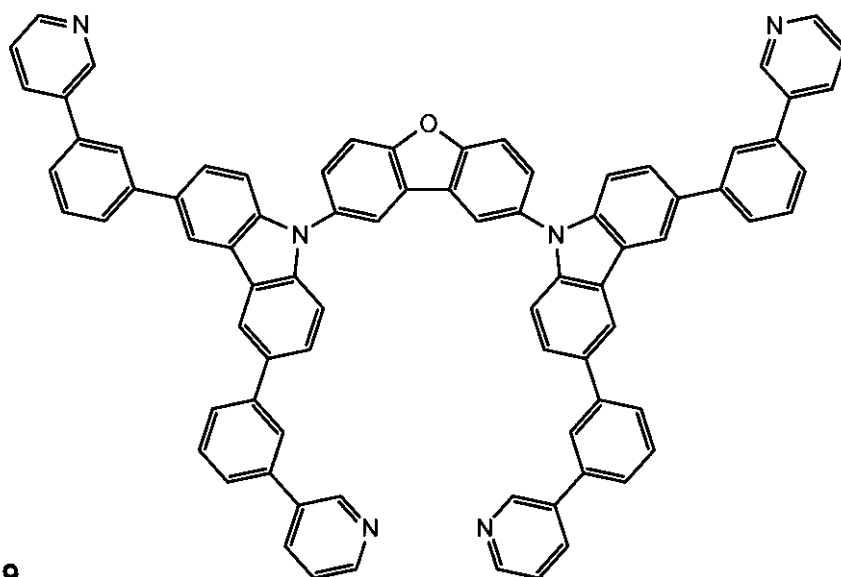
10

17



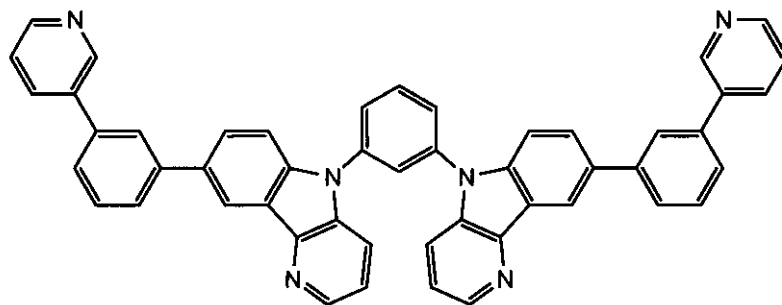
20

18



30

19

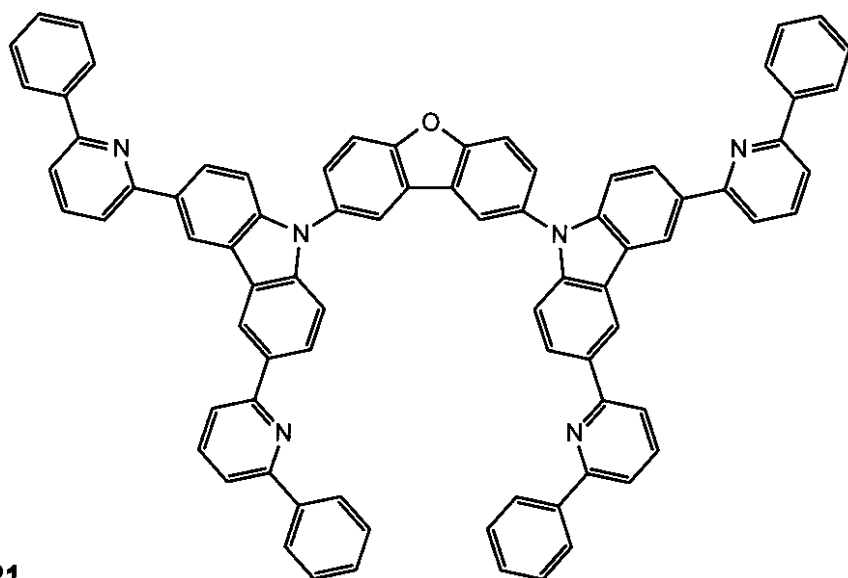


40

【0 1 0 5】

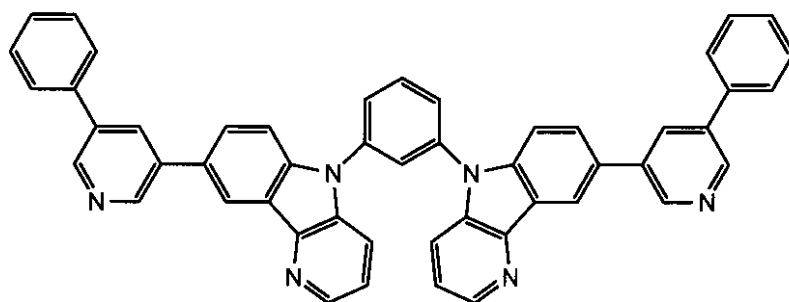
【化 2 2】

20



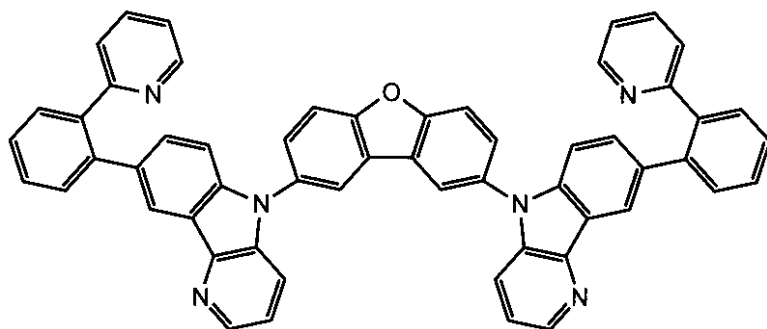
10

21



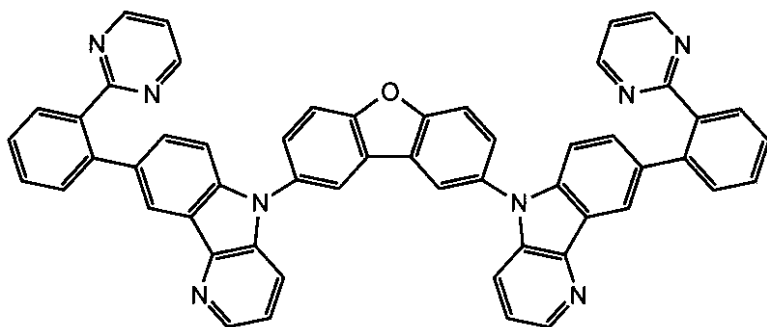
20

22



30

23

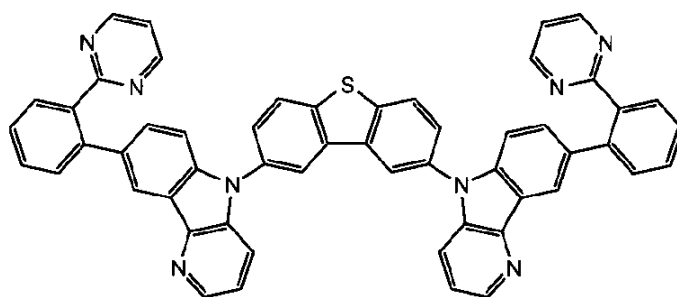


40

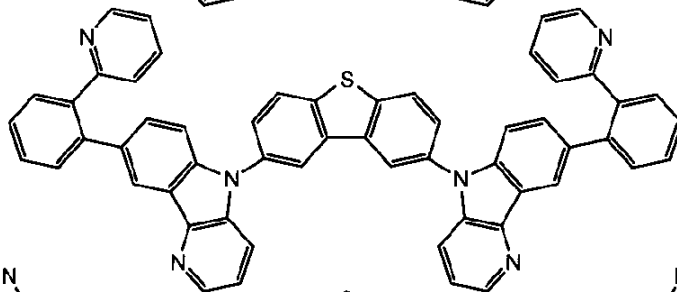
【0 1 0 6】

【化 2 3】

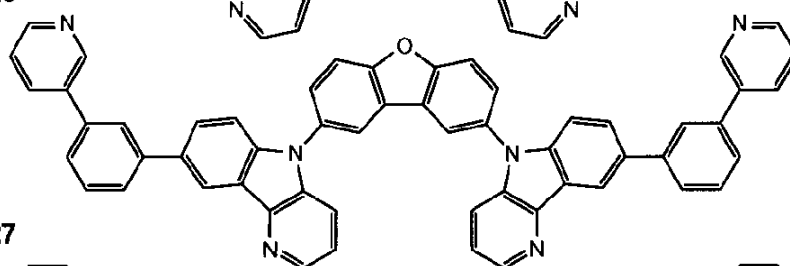
24



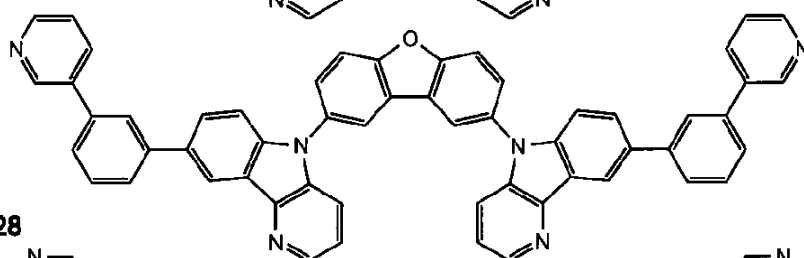
25



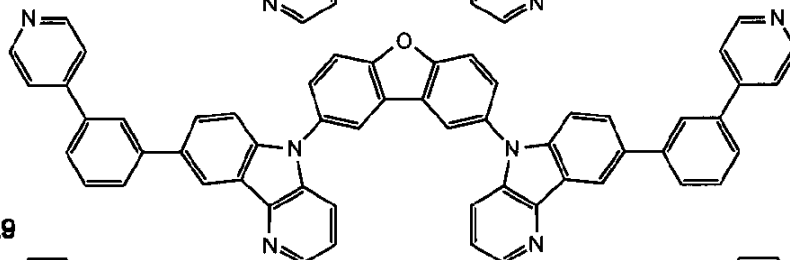
26



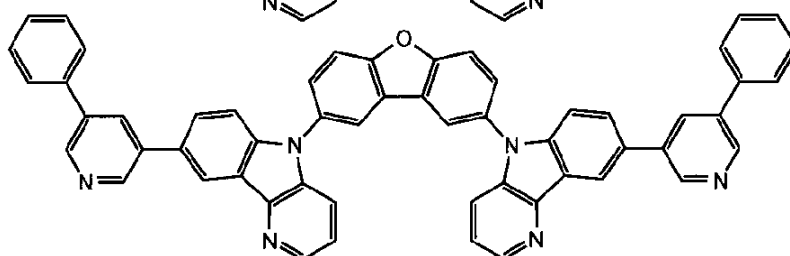
27



28

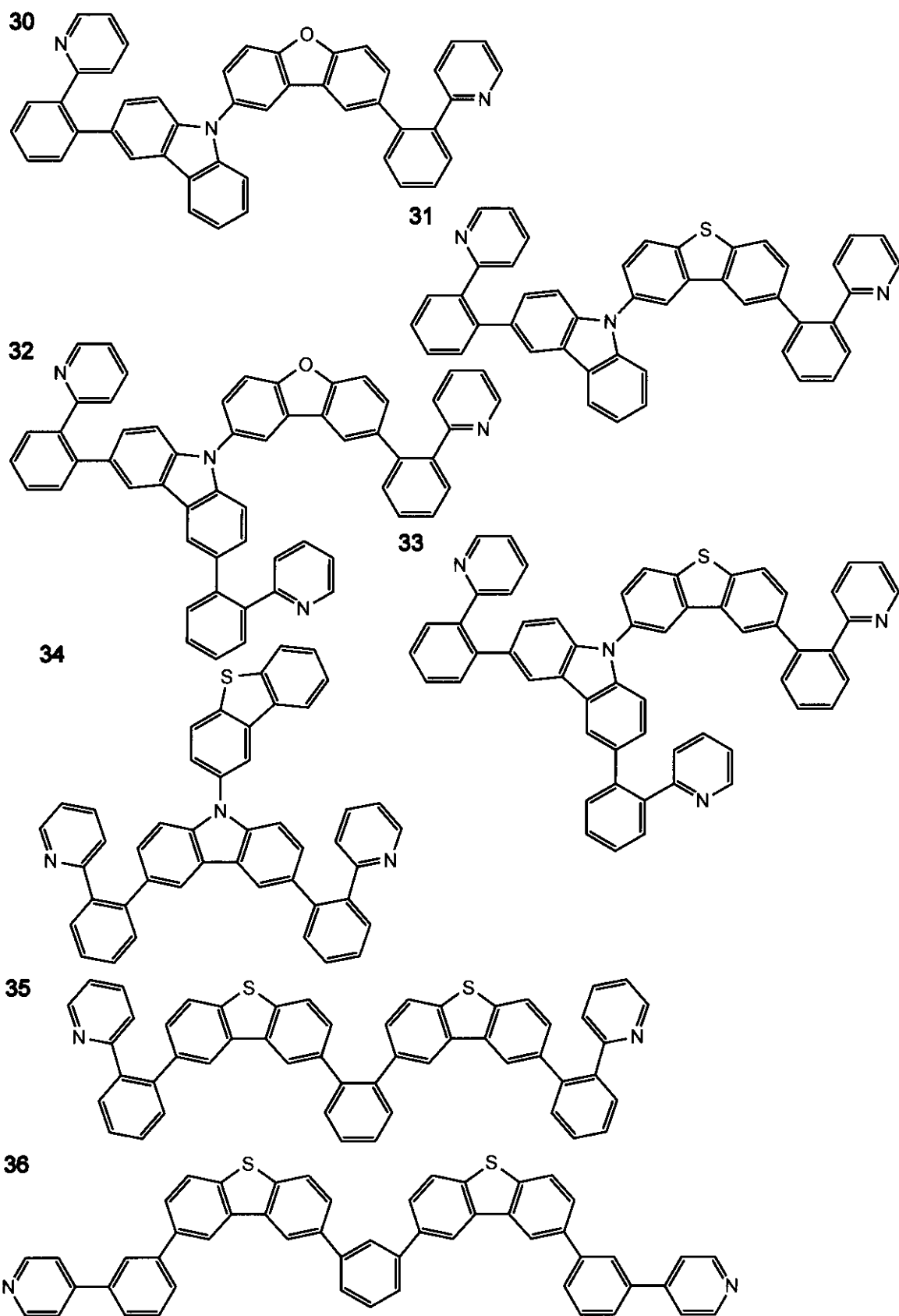


29



【0107】

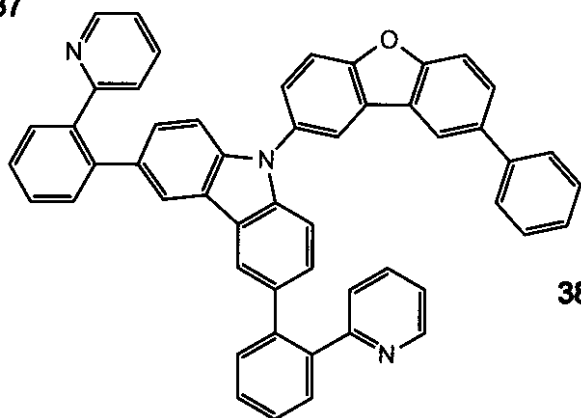
【化 2 4】



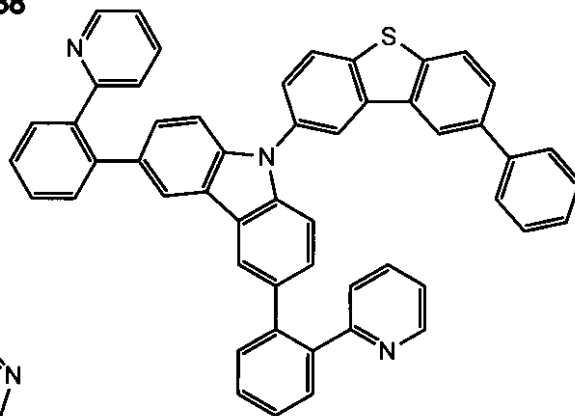
【 0 1 0 8】

【化 2 5】

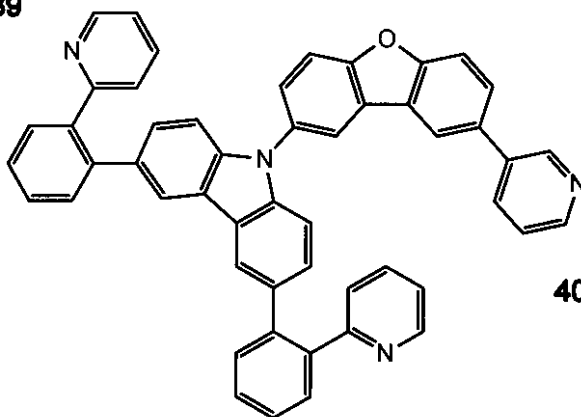
37



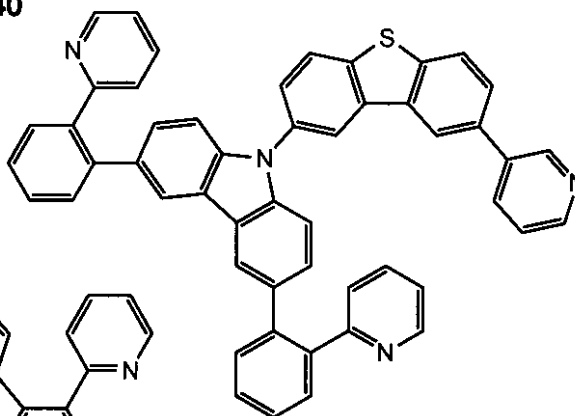
38



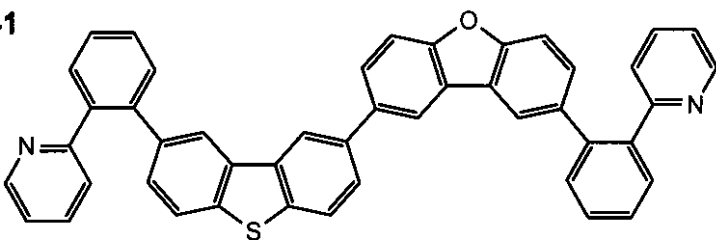
39



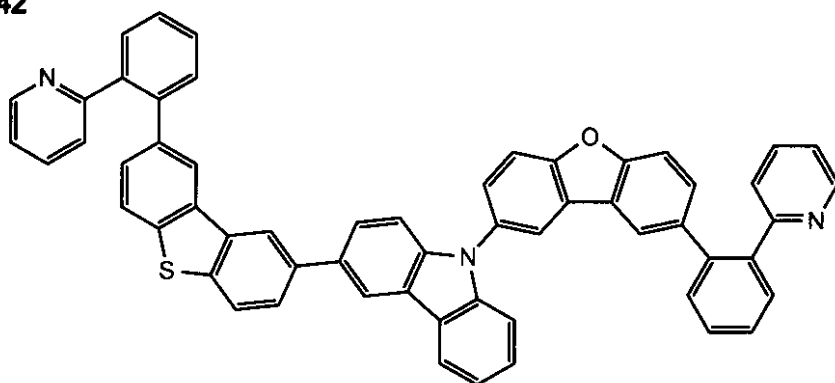
40



41



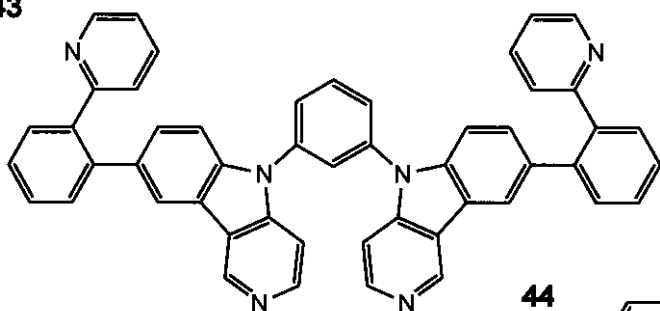
42



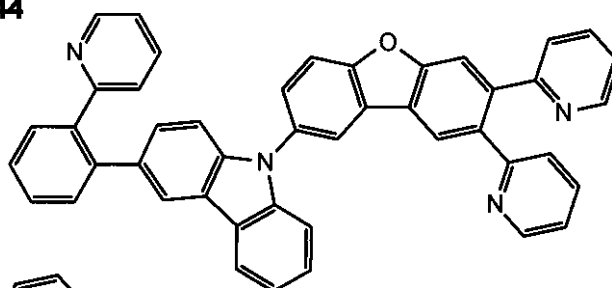
【0109】

【化 2 6】

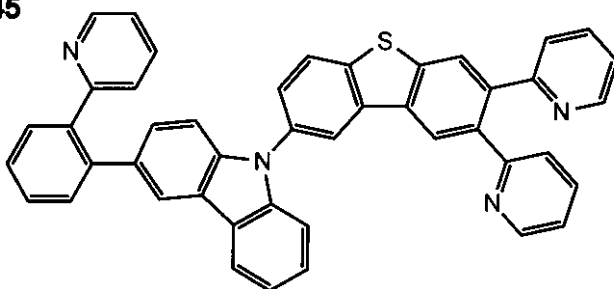
43



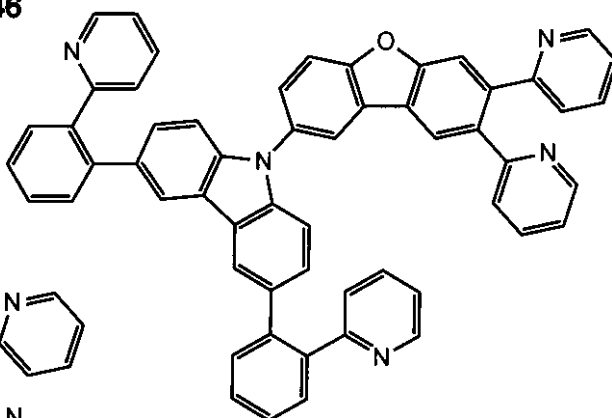
44



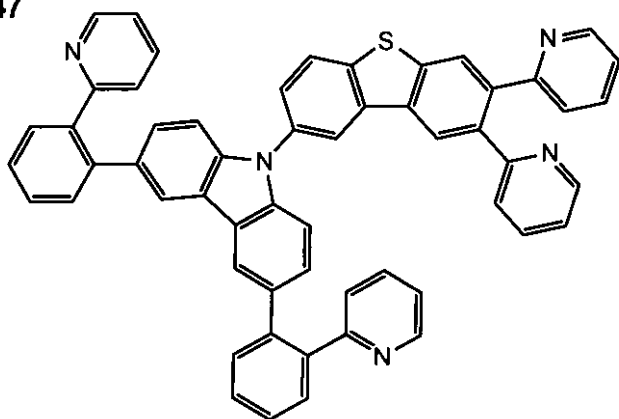
45



46



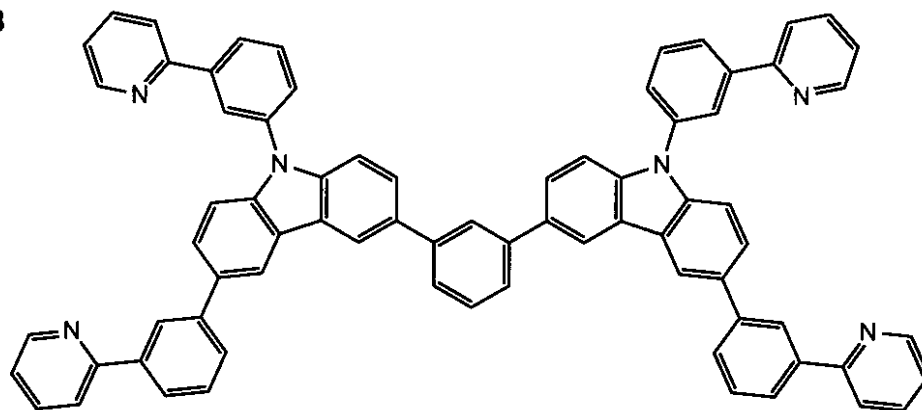
47



【 0 1 1 0 】

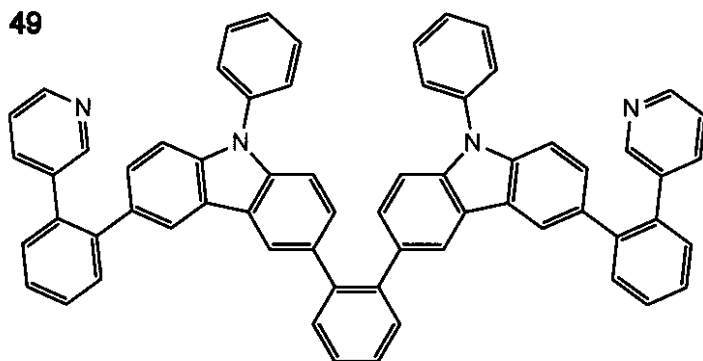
【化 2 7】

48



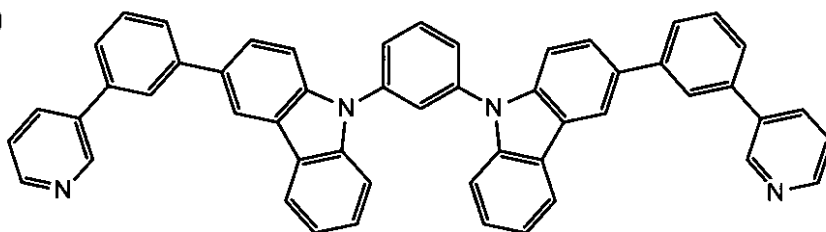
10

49

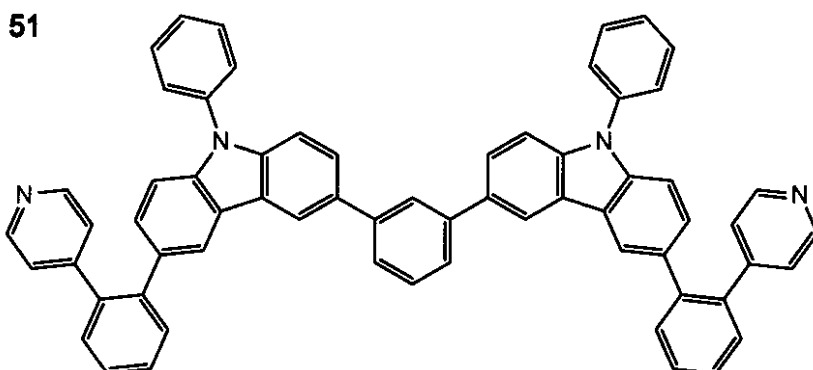


20

50

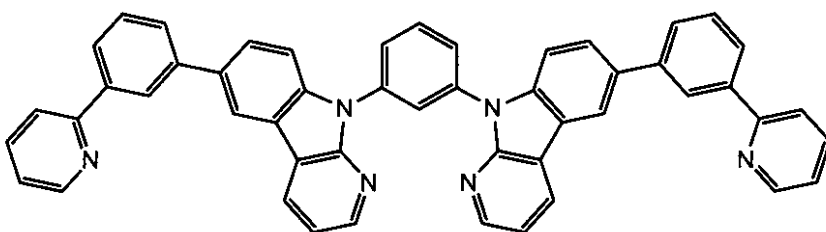


51



30

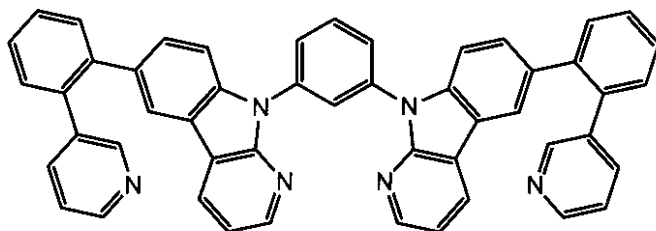
52



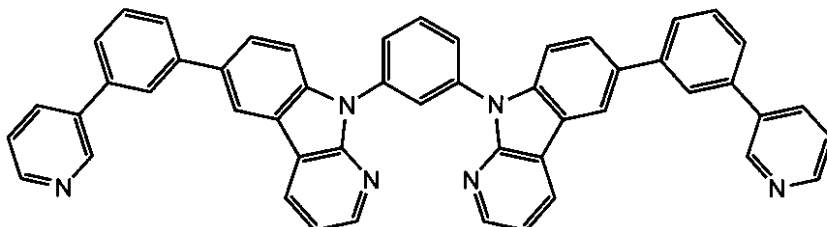
40

【 0 1 1 1】

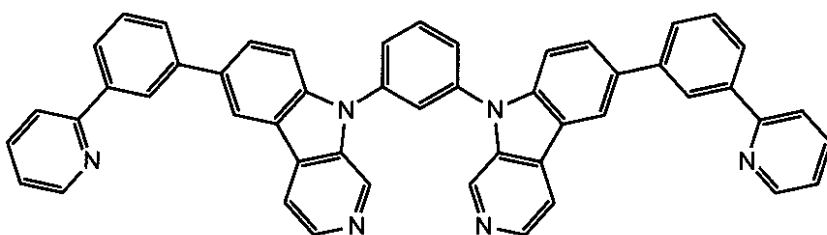
53



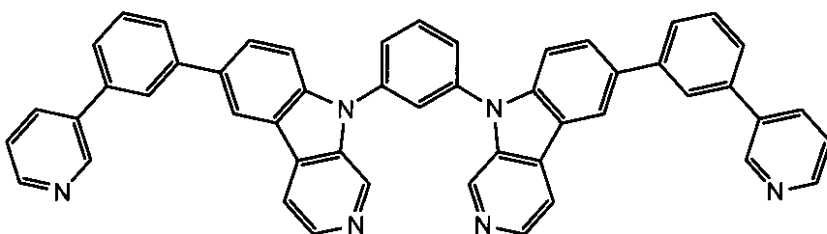
10



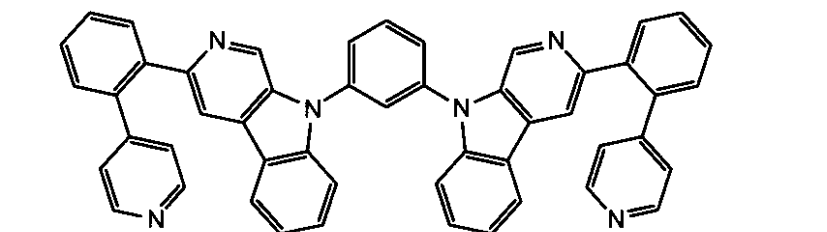
20



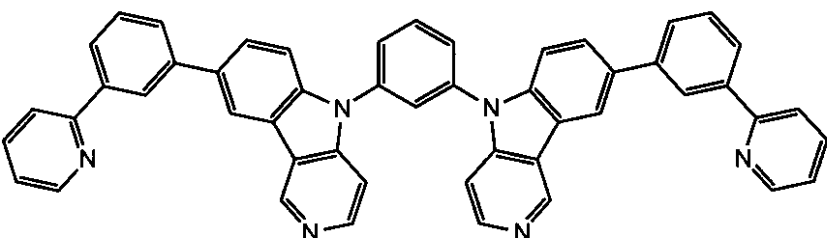
30



40



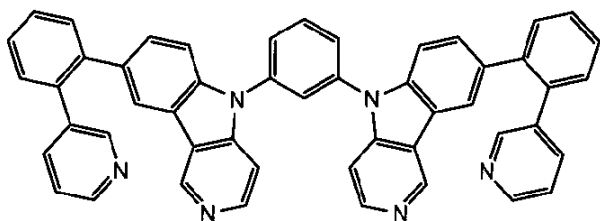
58



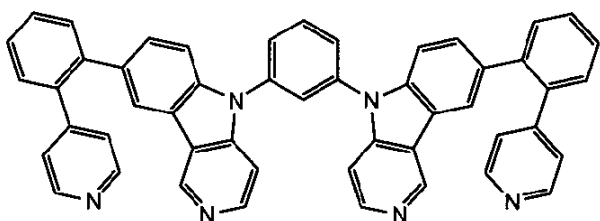
【 0 1 1 2 】

【化 2 9】

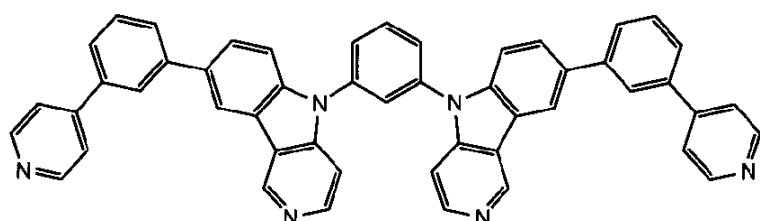
59



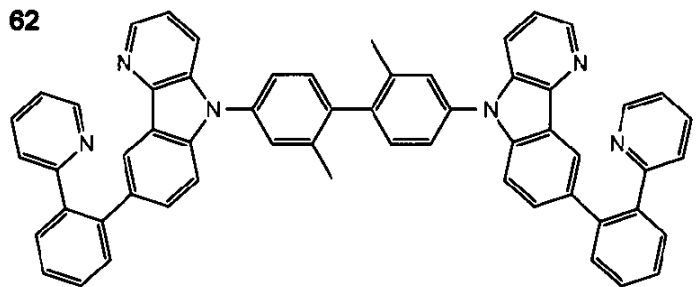
60



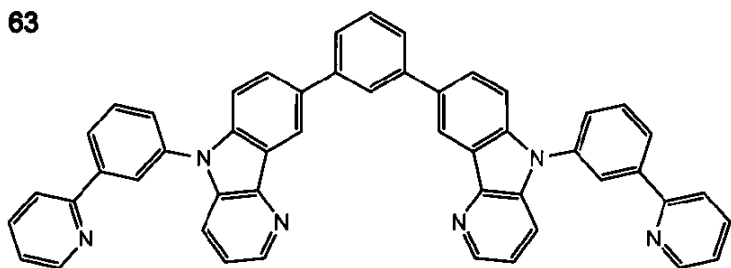
61



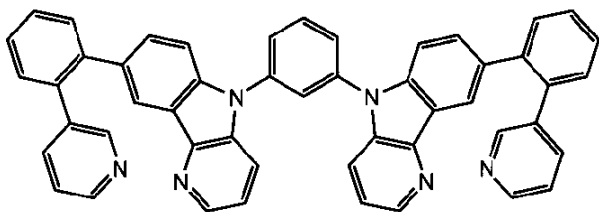
62



63



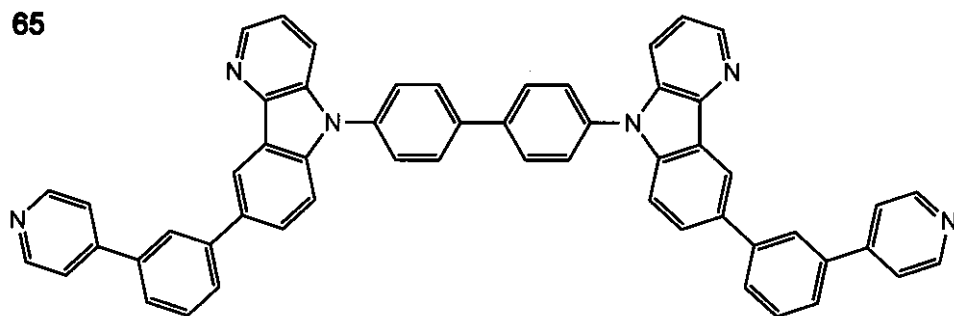
64



【 0 1 1 3 】

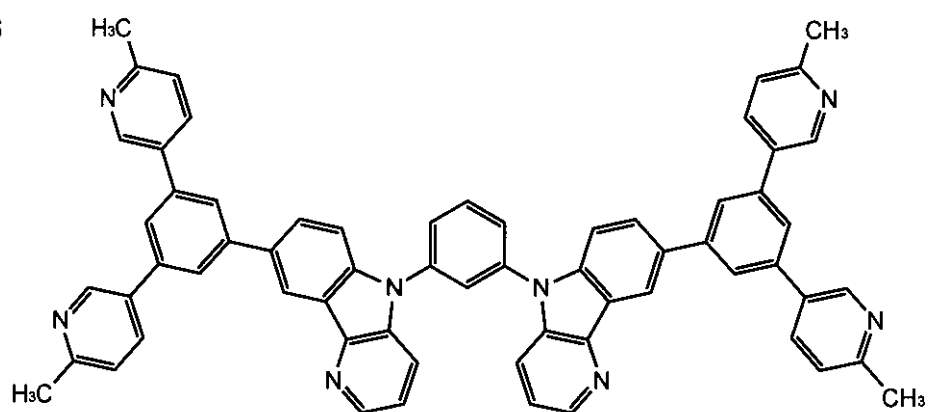
【化 3 0】

65



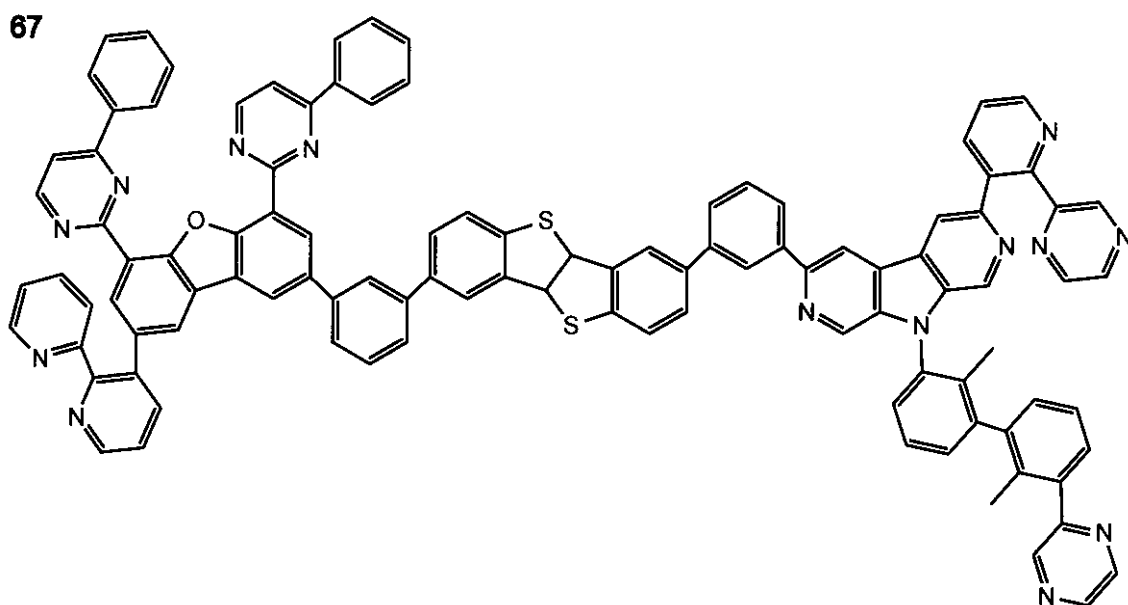
10

66



20

67

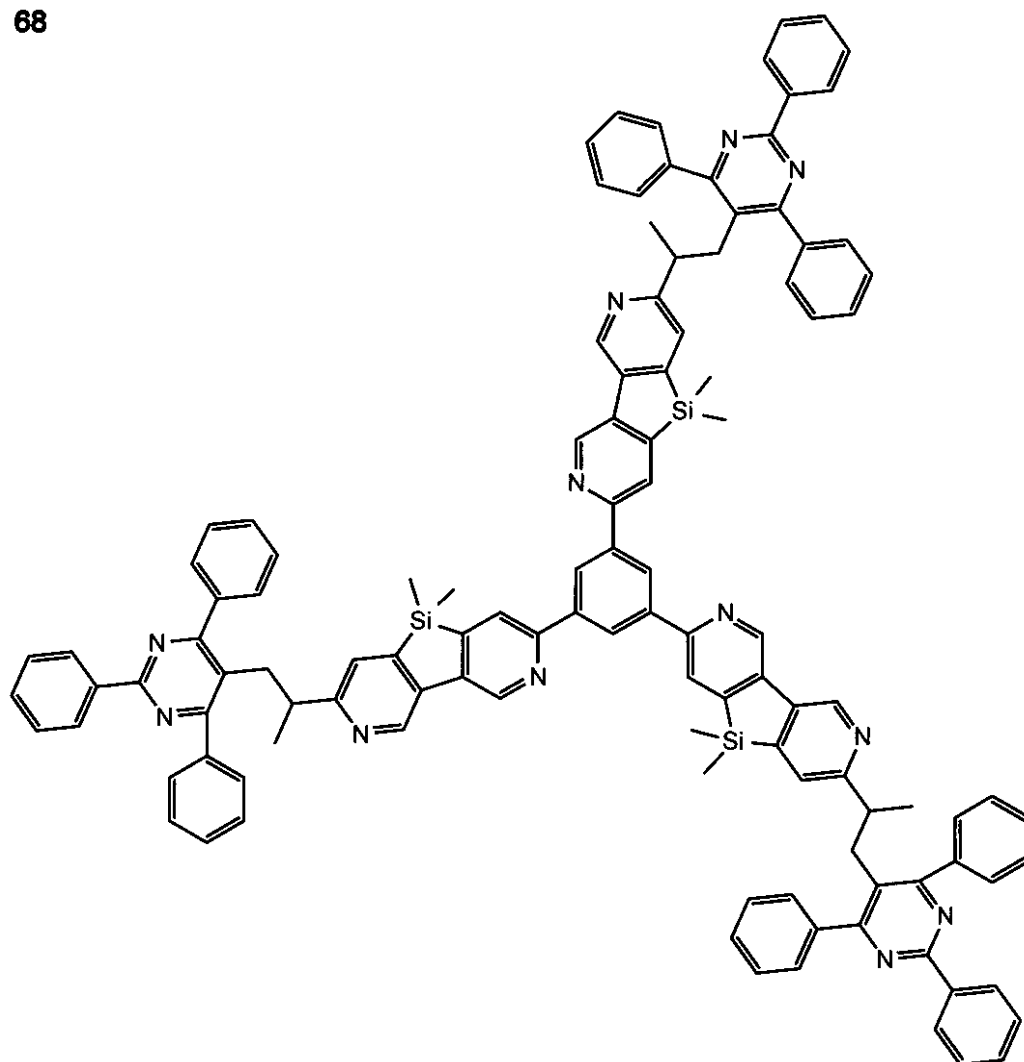


30

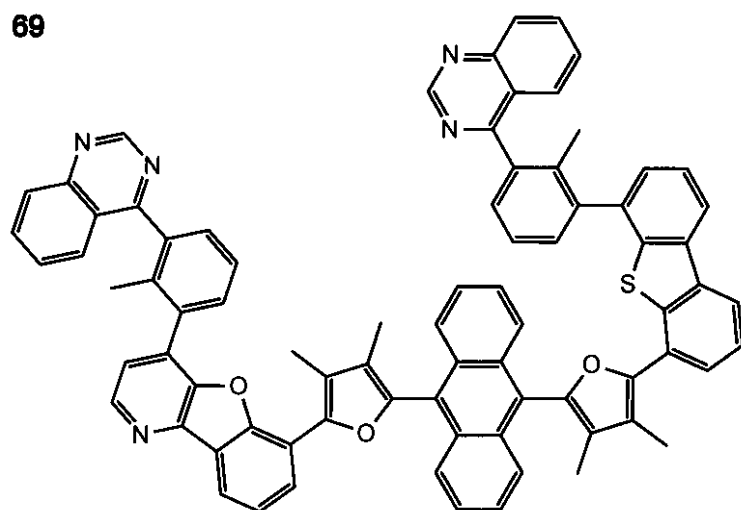
【 0 1 1 4】

【化 3 1】

68



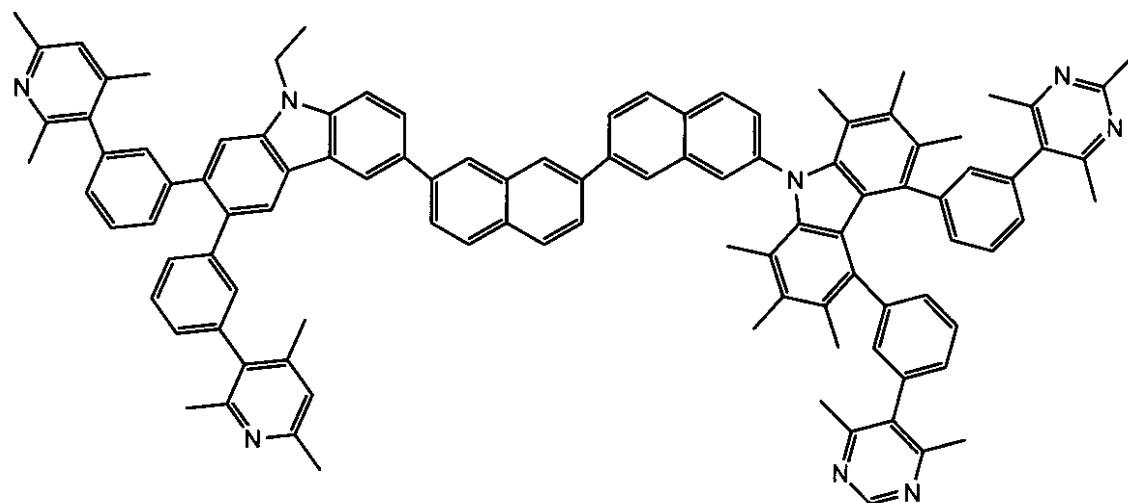
69



【0115】

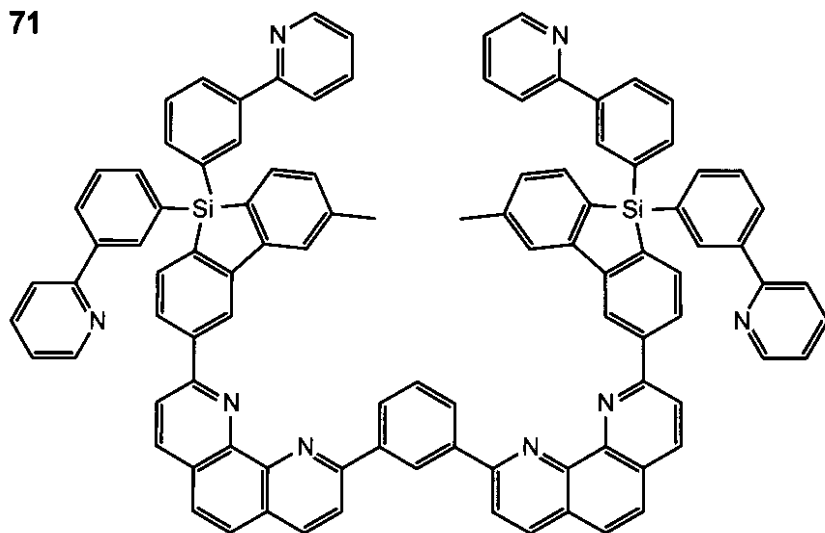
【化 3 2】

70



10

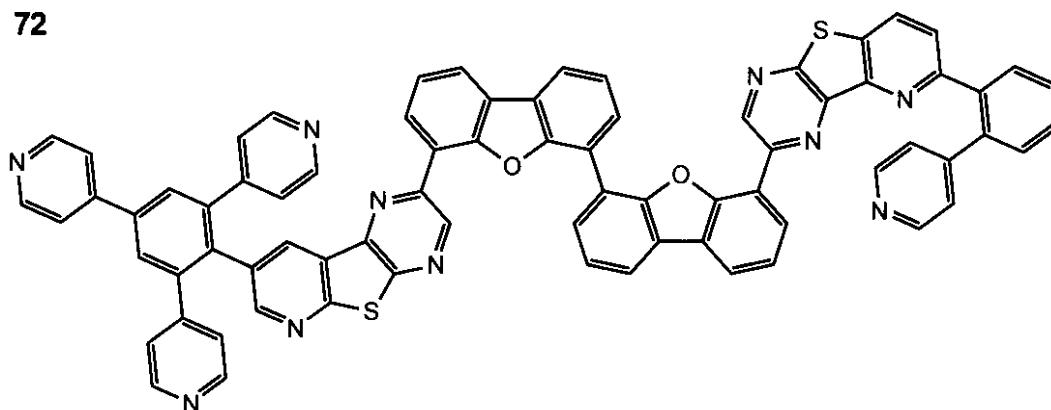
71



20

30

72

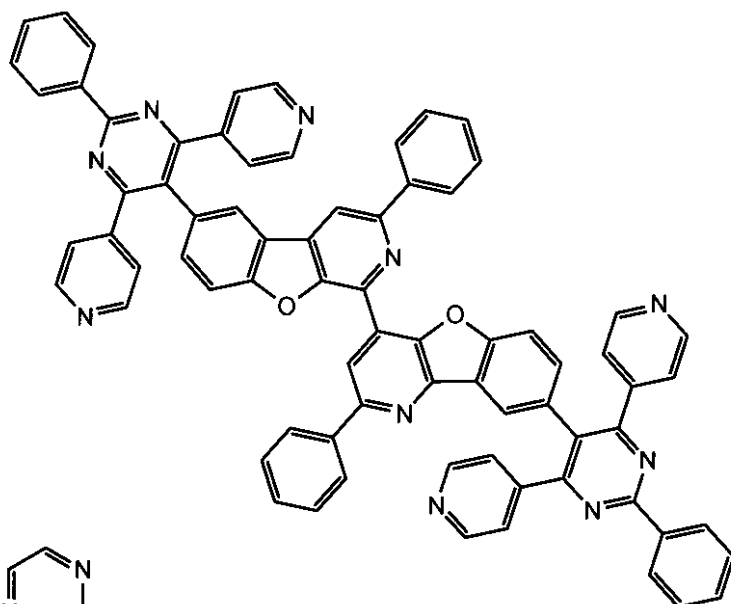


40

【 0 1 1 6】

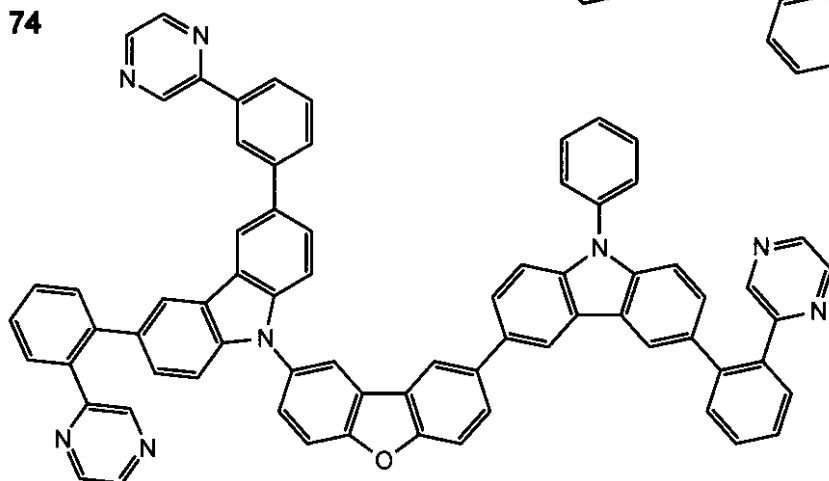
【化 3 3】

73



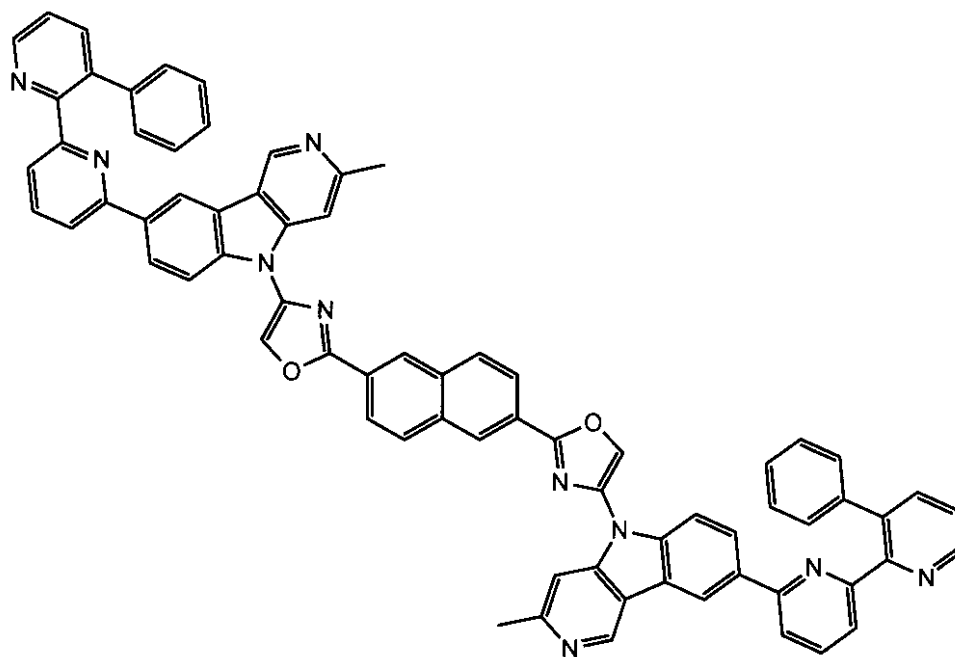
10

74



20

75



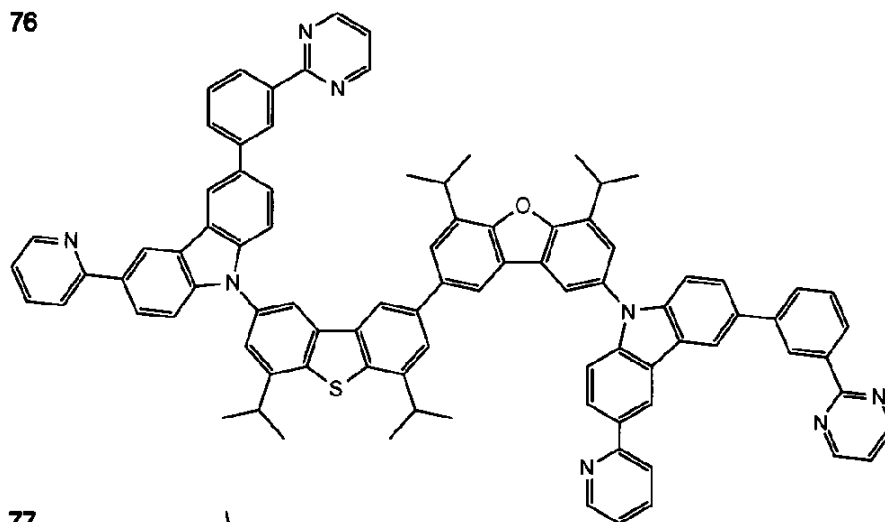
30

40

【0 1 1 7】

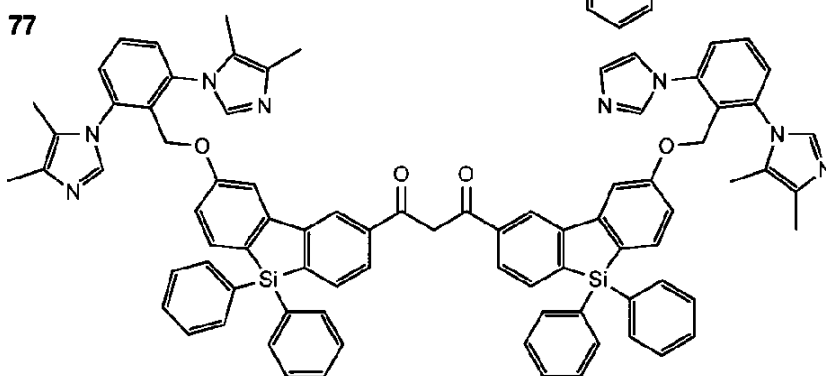
【化 3 4】

76



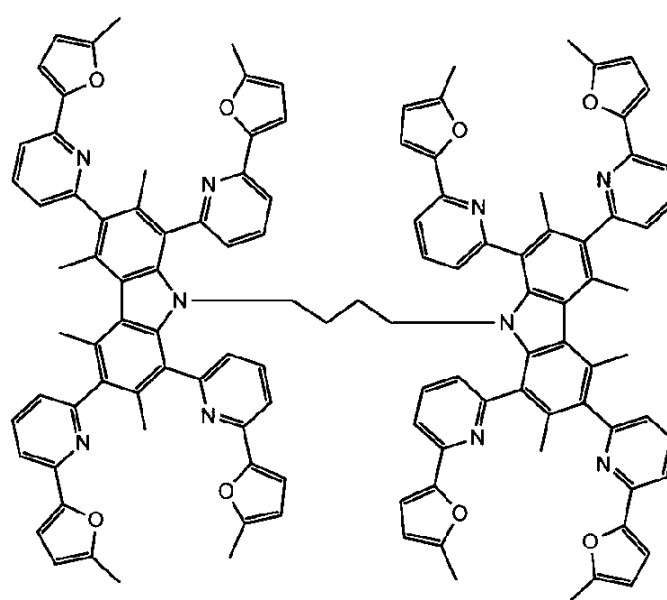
10

77



20

78



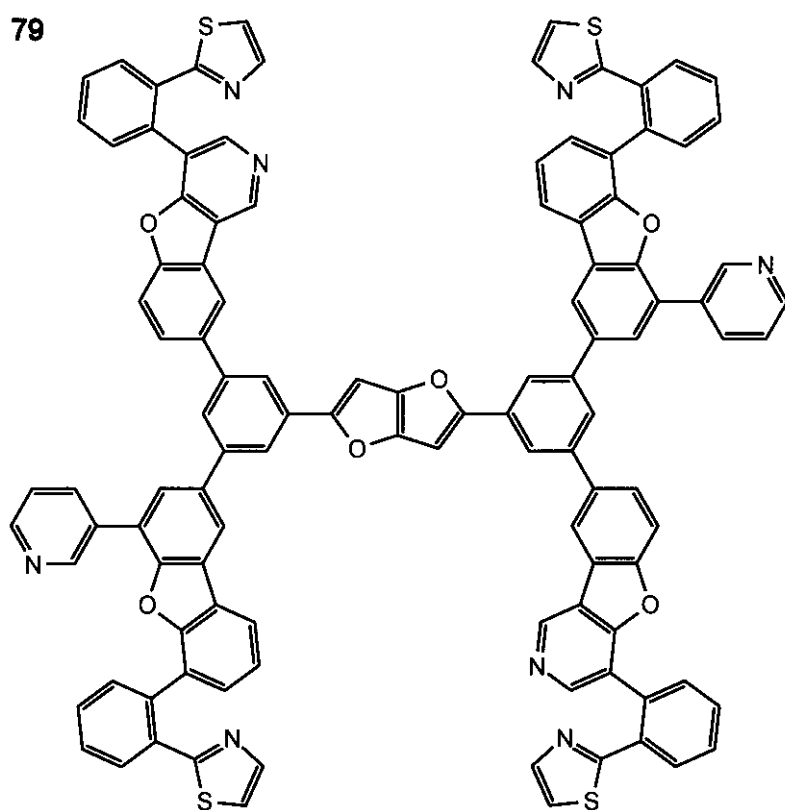
30

40

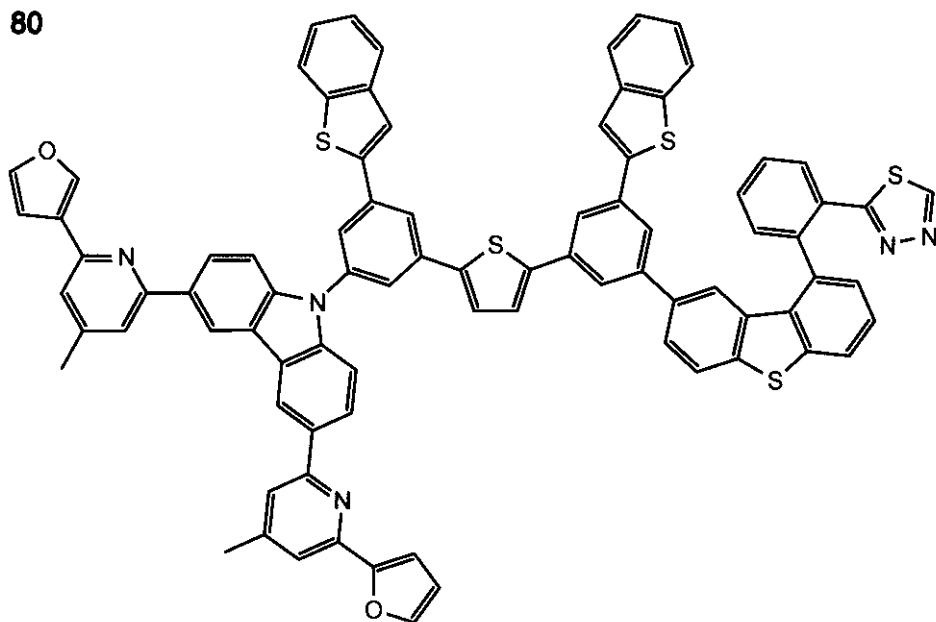
【0 1 1 8】

【化 3 5】

79



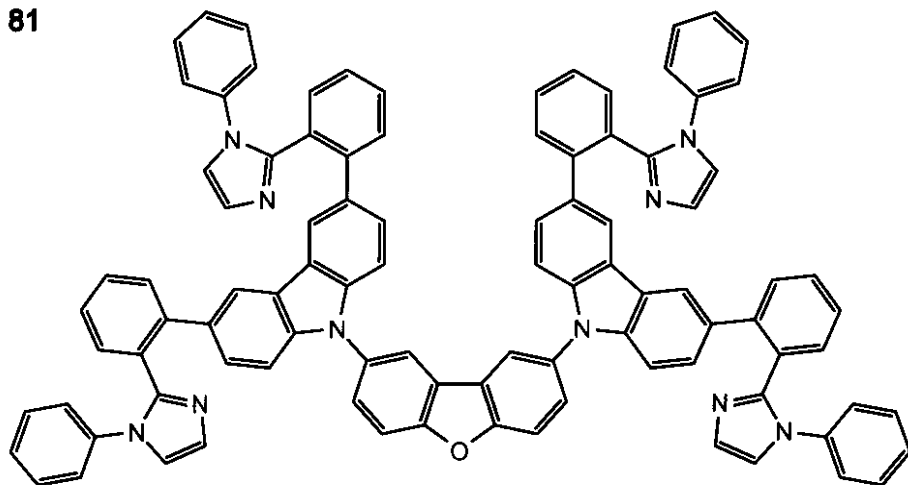
80



【 0 1 1 9】

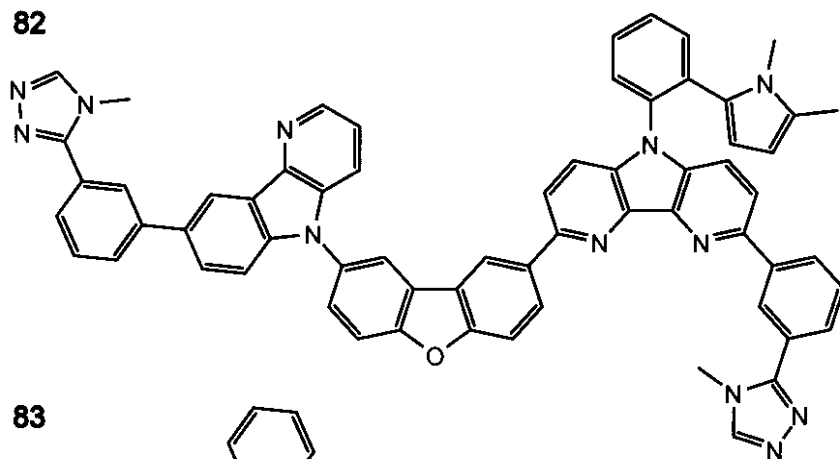
【化 3 6】

81



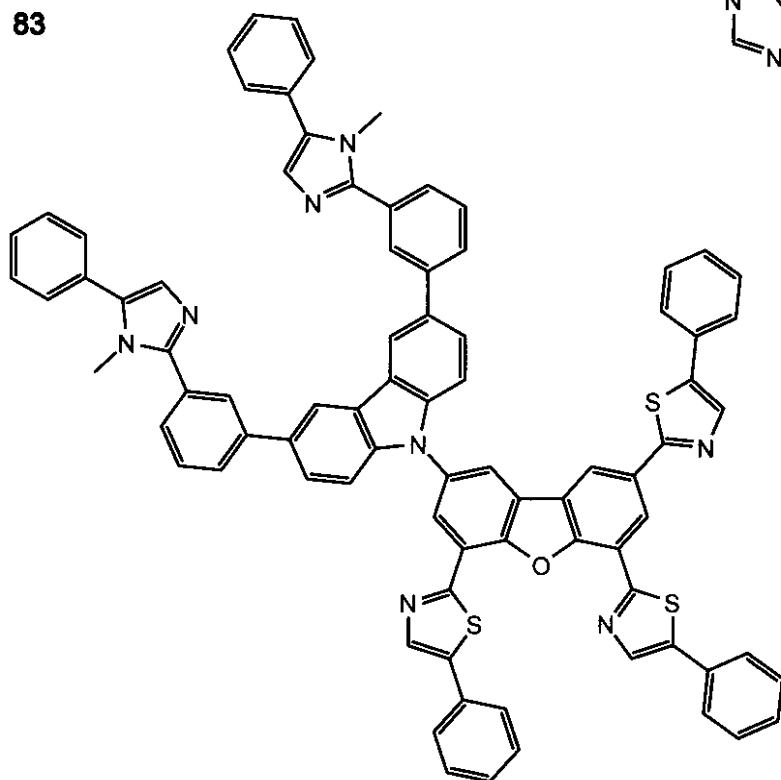
10

82



20

83



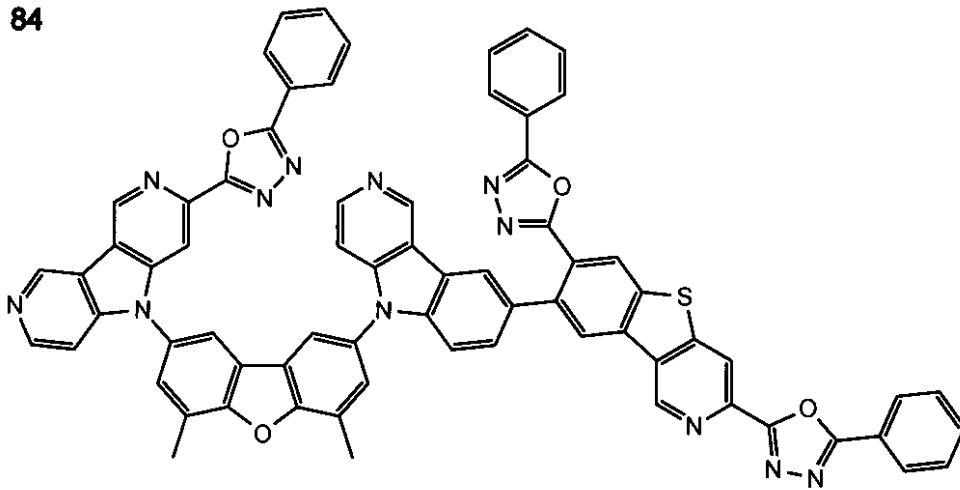
30

40

【 0 1 2 0 】

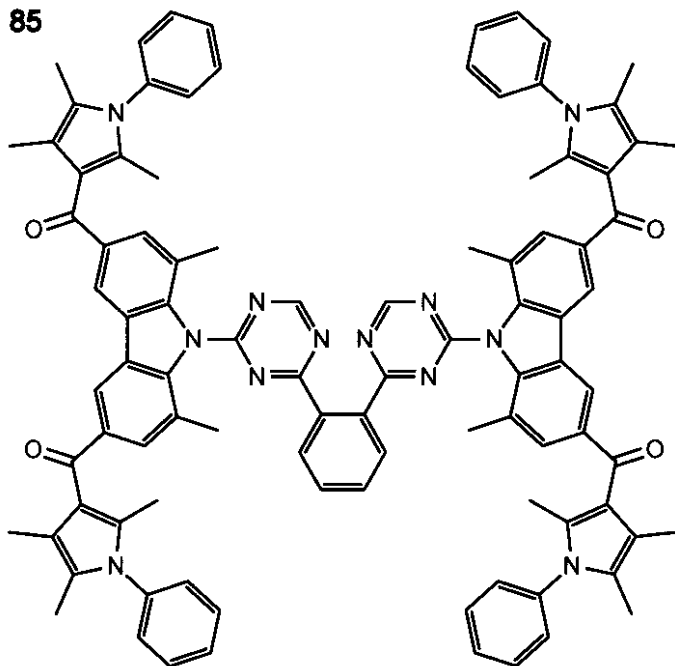
【化 3 7】

84



10

85

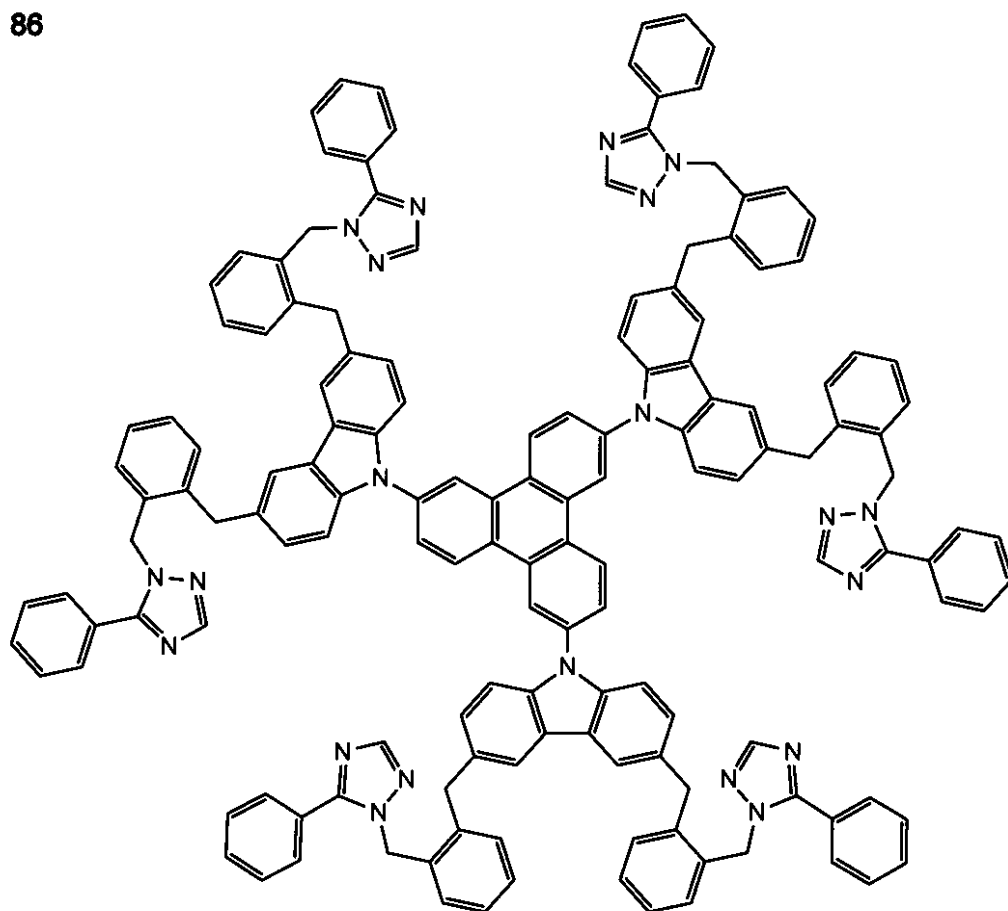


20

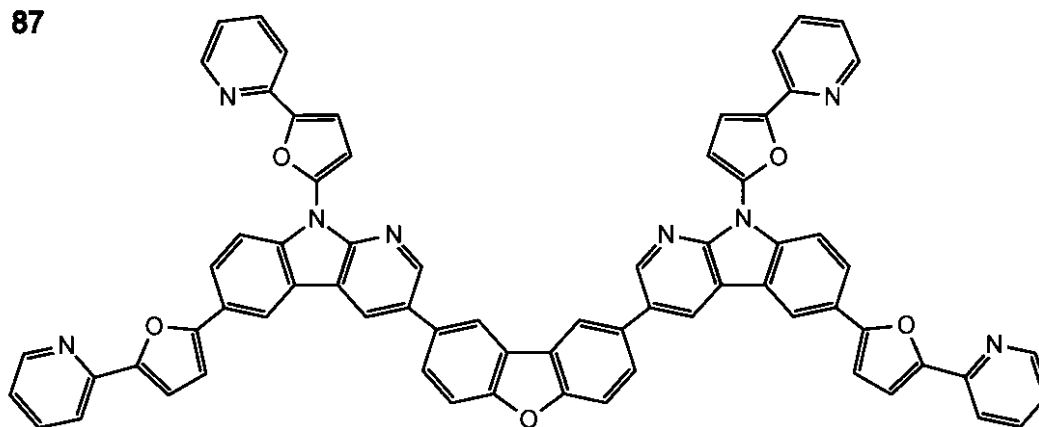
30

【 0 1 2 1】

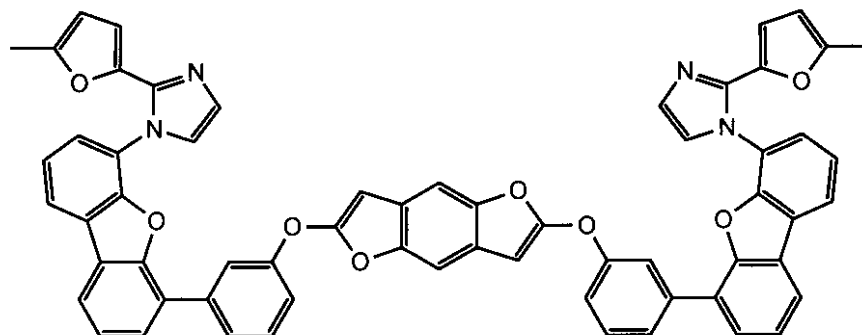
86



87



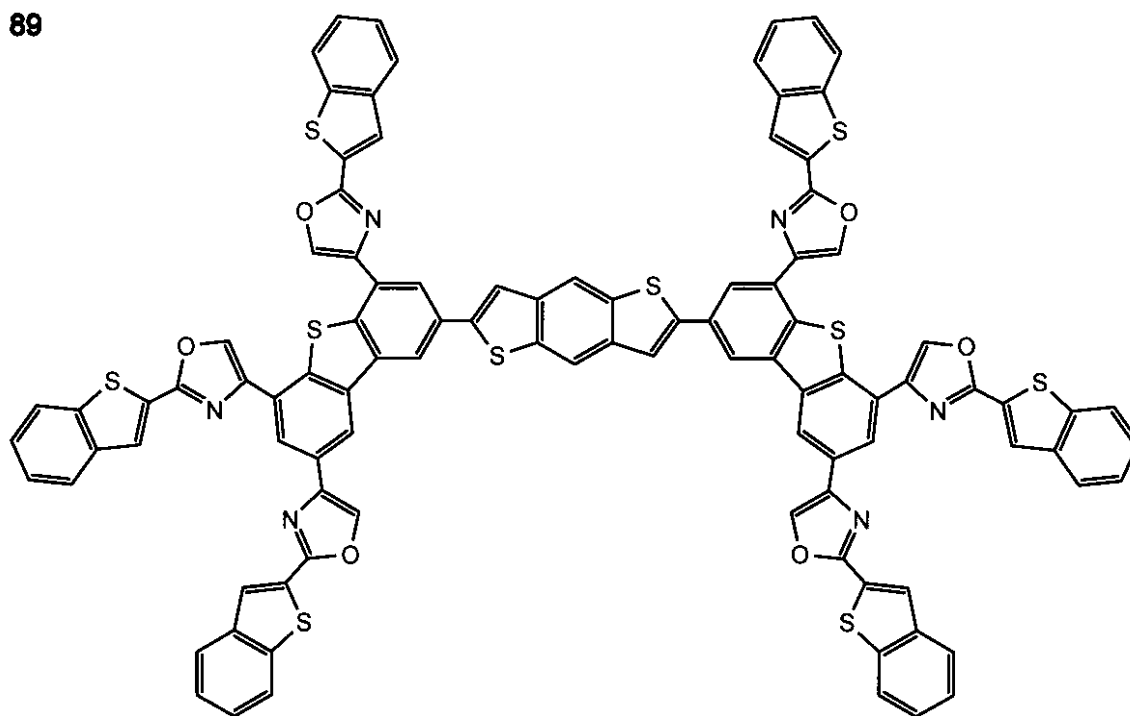
88



【 0 1 2 2 】

【化 3 9】

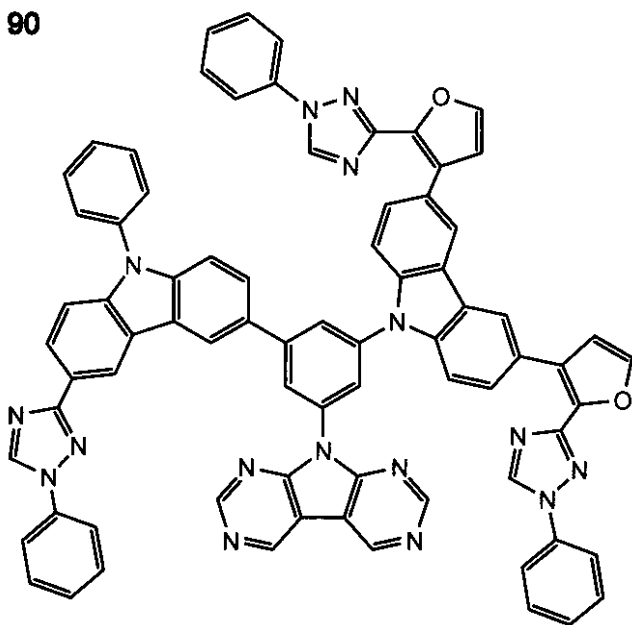
89



10

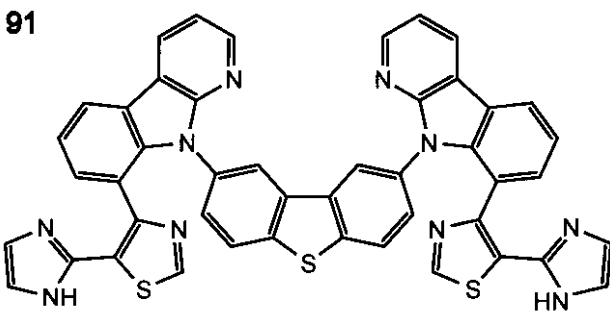
20

90



30

91

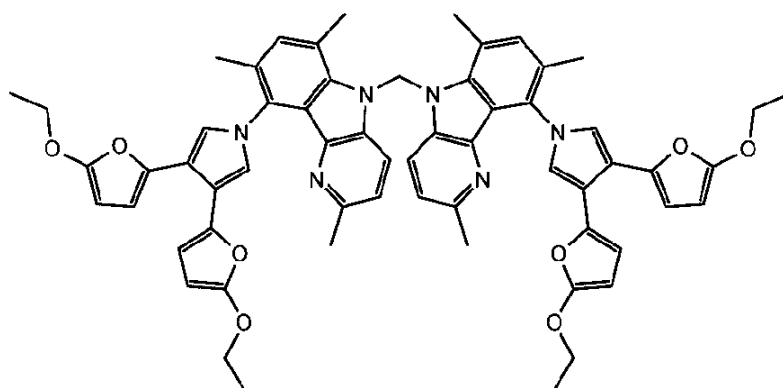


40

【 0 1 2 3 】

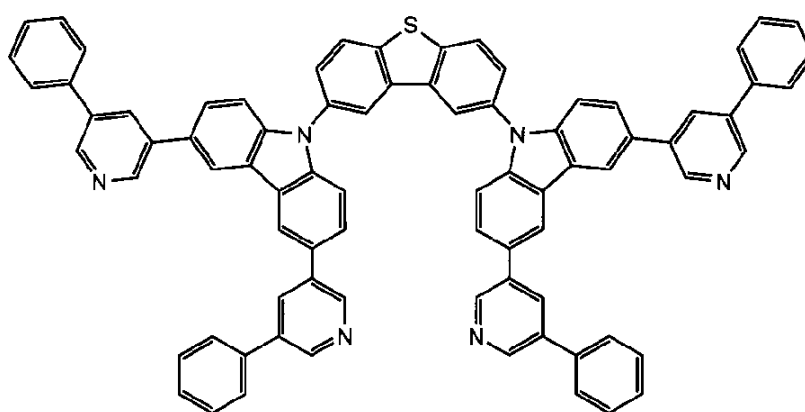
【化 4 0】

92



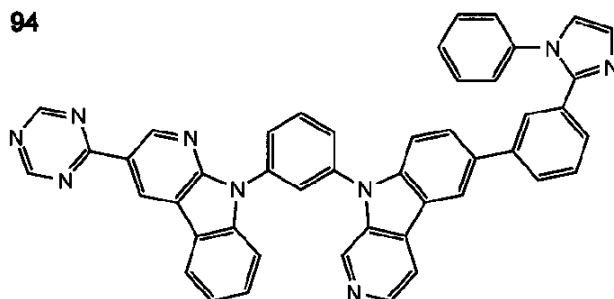
10

93



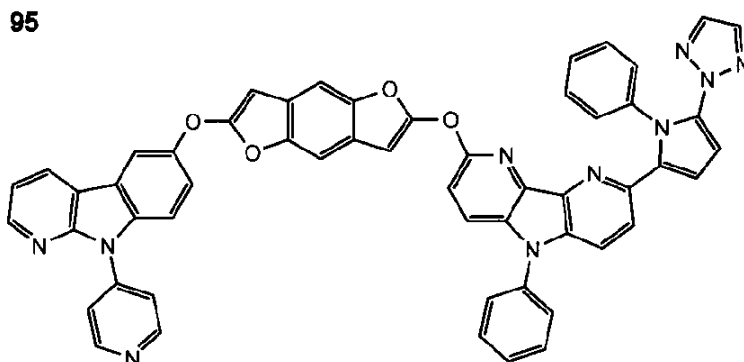
20

94



30

95

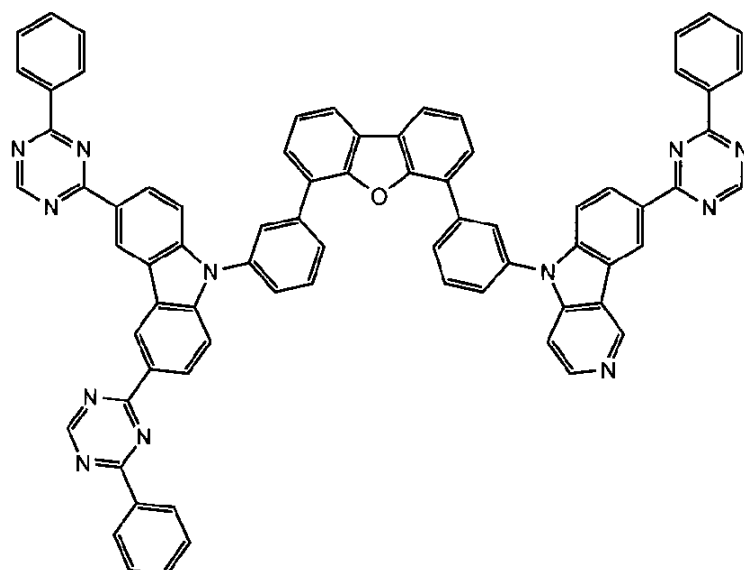


40

【 0 1 2 4】

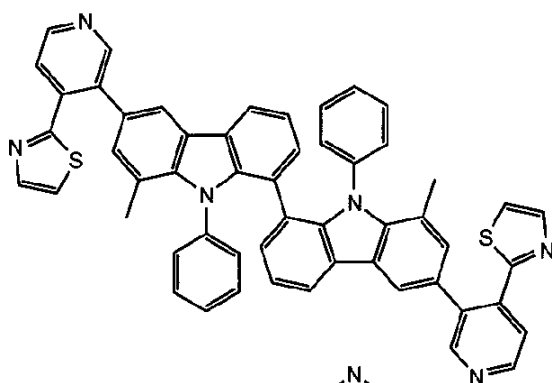
【化 4 1】

96



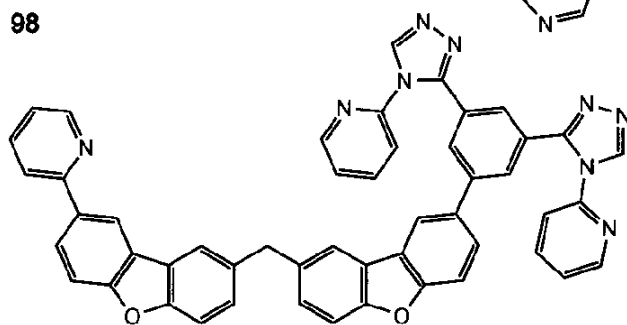
10

97



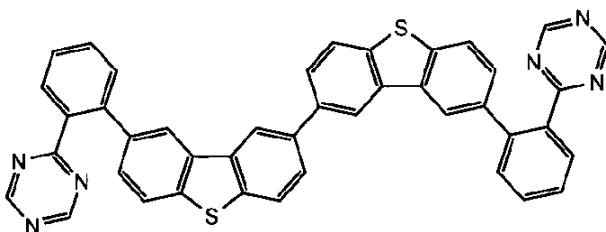
20

98



30

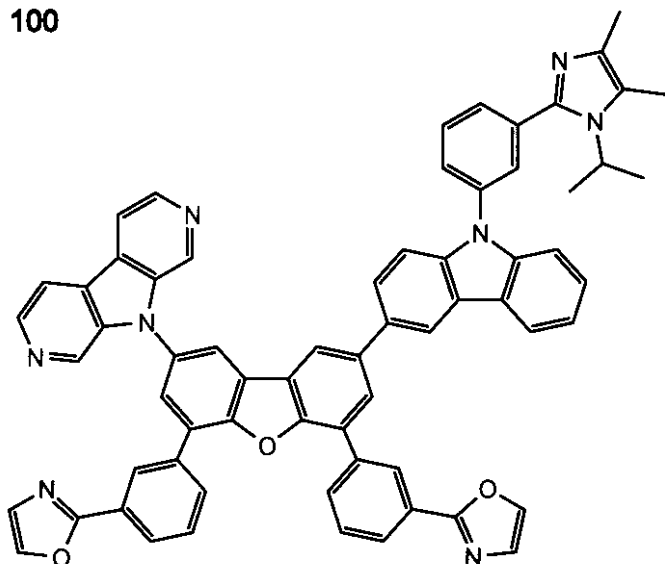
99



40

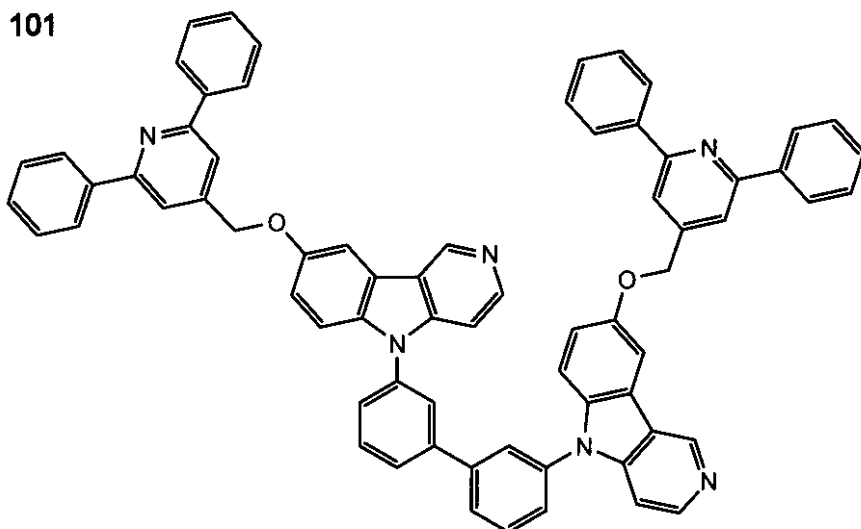
【 0 1 2 5】

100



10

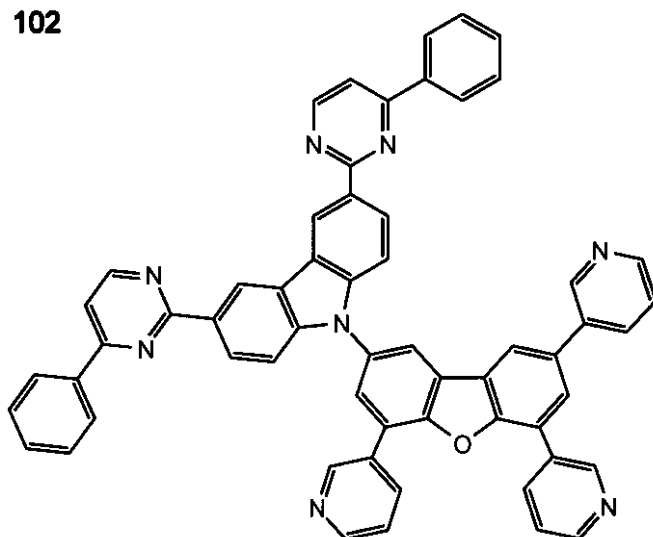
101



20

30

102

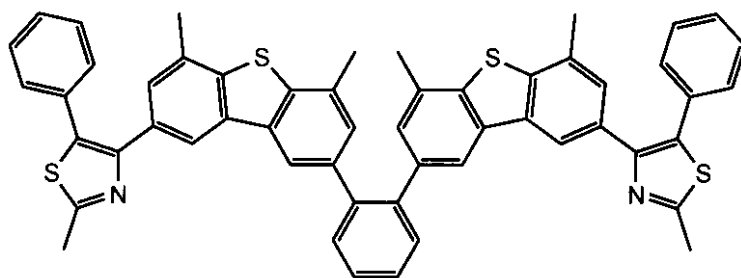


40

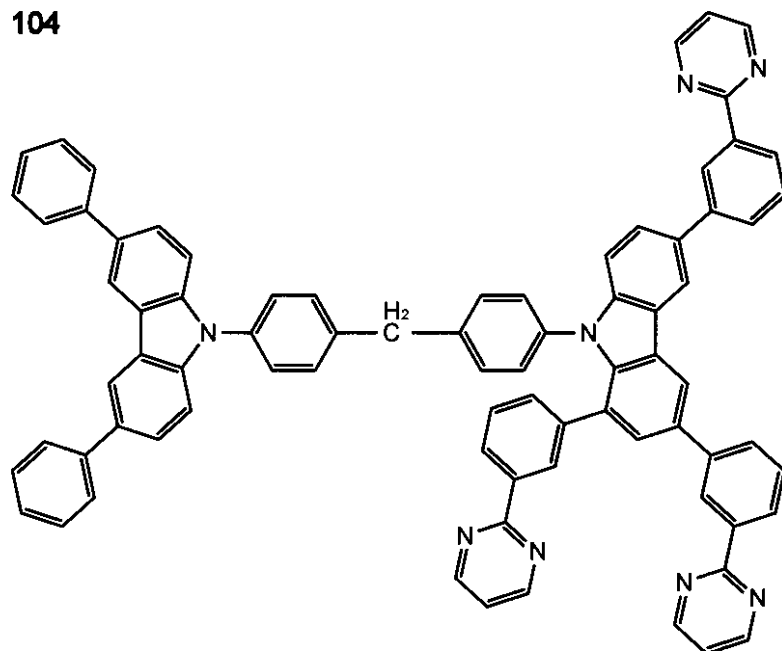
【 0 1 2 6 】

【化 4 3】

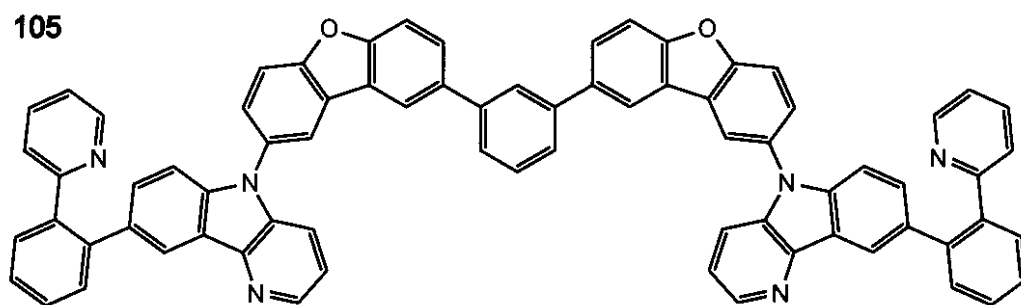
103



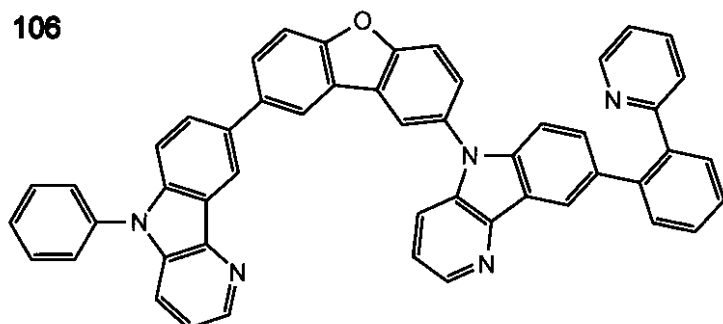
104



105

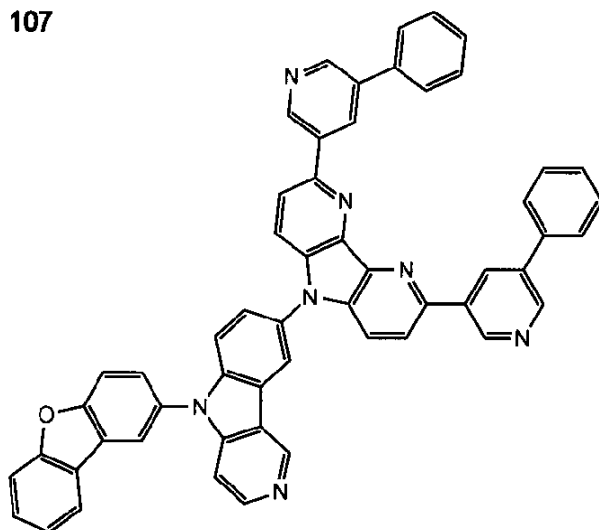


106

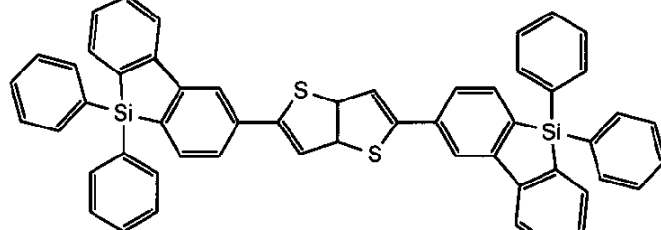


【 0 1 2 7 】

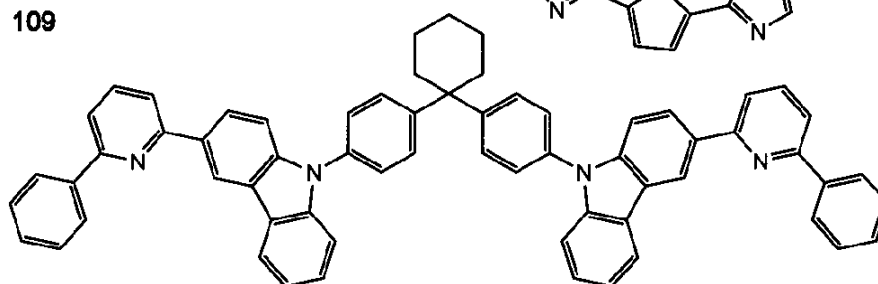
107



10

c1cc[nH]c1-c1cc[nH]c1-c1cc[nH]c1

20

CC1=C(C2=CN=CN=C2S1)C3=CC=CC=C3

30

110

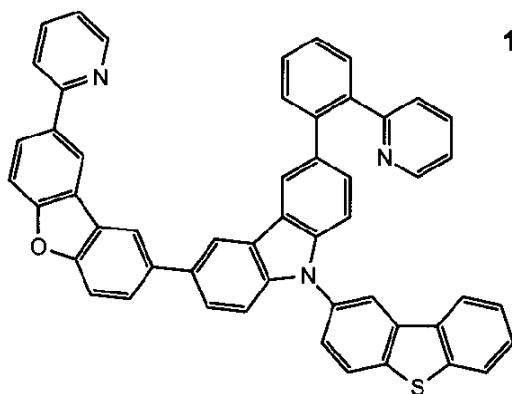
Chemical structure 110 is a complex organic molecule. It features a central benzothienylene core. The left side of the core is substituted with a carbazole group, which is further substituted with a phenyl ring. The right side of the core is substituted with a carbazole group, which is further substituted with a phenyl ring and a pyridine ring.

40

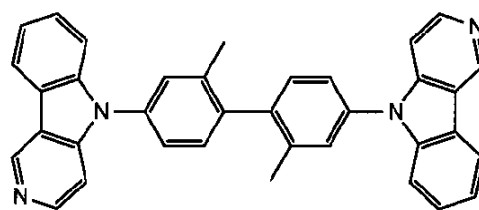
【 0 1 2 8 】

【化 4 5】

111

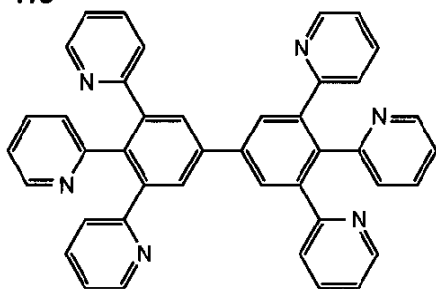


112

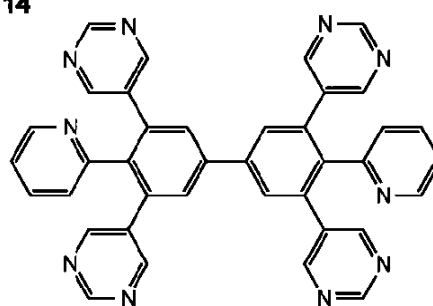


10

113

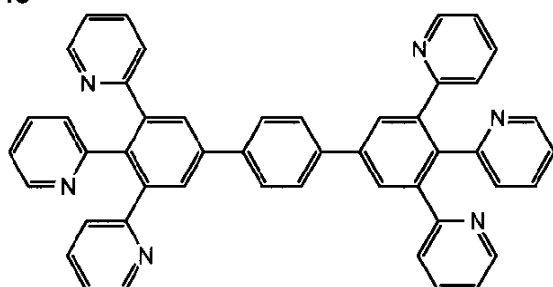


114



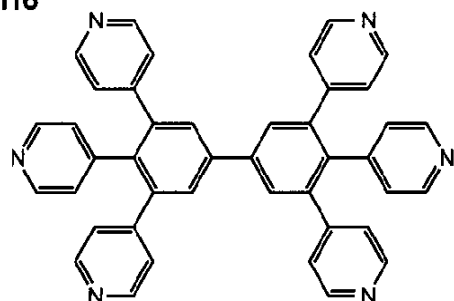
20

115

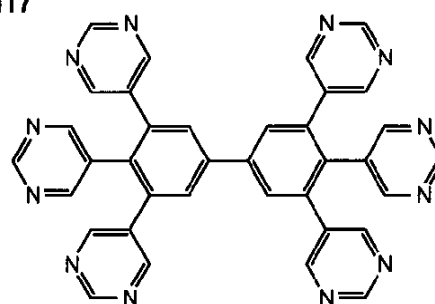


30

116

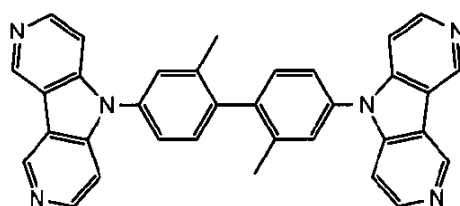


117



40

118



【 0 1 2 9】

[化合物の合成例]

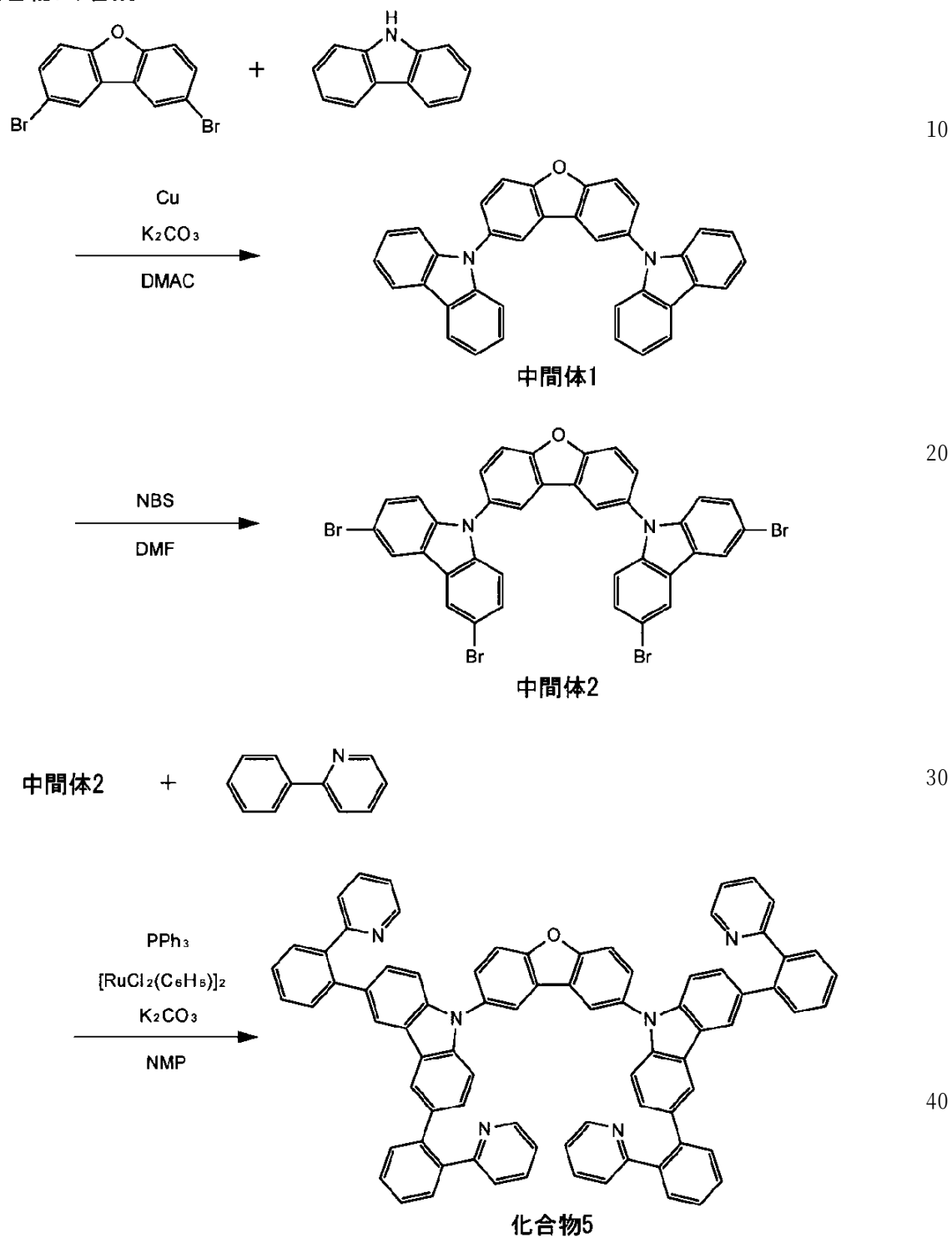
50

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。

【0130】

【化46】

化合物5の合成



【0131】

工程1：（中間体1の合成）

50

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）300ml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1L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。

【0132】

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）100ml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。

【0133】

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 $[(\eta^6-C_6H_6)RuCl_2]_2$ （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）3L中で混合し、140℃で一晩攪拌した。

【0134】

反応液を室温まで冷却後、ジクロロメタン5Lを加え、反応液を濾過した。次いで減圧雰囲気下（800Pa、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（CH₂Cl₂：Et₃N＝20：1～10：1）にて精製した。

【0135】

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。

【0136】

〔窒素含有層3の成膜方法〕

以上のような窒素含有層3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、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。なかでも蒸着法が好ましく適用される。

【0137】

特に、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。

【0138】

<電極層5>

電極層5は、銀を主成分として構成された層であって、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3に隣接して成膜された層である。このような電極層5の成膜方法としては、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。なかでも蒸着法が好ましく適用される。また電極層5は、窒素含有層3上に成膜されることにより、成膜後の高温アニール処理等がなくても十分に導電性を有することの特徴とするが、必要に応じて、成膜後に高温アニール処理等を行ったものであっても良い。

【0139】

電極層5を構成する銀(Ag)を主成分とする合金は、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)などが挙げられる。

【0140】

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。

【0141】

さらにこの電極層5は、膜厚が4～12nmの範囲にあることが好ましい。膜厚が12nm以下であることにより、層の吸収成分または反射成分が低く抑えられ、透明バリア膜の光透過率が維持されるため好ましい。また、膜厚が4nm以上であることにより、層の導電性も確保される。

【0142】

尚、以上のような、窒素含有層3とこれに隣接して設けられた電極層5とからなる積層構造の透明電極1は、電極層5の上部が保護膜で覆われていたり、別の導電性層が積層されていても良い。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、保護膜及び導電性層が光透過性を有することが好ましい。また、窒素含有層3の下部、すなわち、窒素含有層3と透明基板11との間にも、必要に応じた層を設けた構成としても良い。

【0143】

<透明電極1の効果>

以上のように構成された透明電極1は、窒素原子を含有する化合物を用いて構成された窒素含有層3に隣接させて、銀を主成分とした電極層5を設けた構成である。これにより、窒素含有層3に隣接させて電極層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(Volumer-Weber: VW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(Frank-van der Merwe: FM型)の膜成長によって成膜されるようになる。したがって、窒素含有層3上には、薄い膜厚でありながらも均一な膜厚の銀を主成分とする電極層5が得られるようになり、薄い膜厚であることで光透過性を確保しつつも、均一な膜厚であることで導電性が確保された銀を主成分とする電極層5を得ることができる。

【0144】

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。またこの透明電極1は、均質な窒素含有層3と電極層5との積層構造であるため、光散乱も抑えられたものとなる。以上の結果、透明電極1は、タッチパネル用の透明電極として下地の表示画像の視認性を阻害することのないものとなり、また大型化されたタッチパネル用の透明電極として適用可能なものとなる。

【0145】

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。

【0146】

<2. タッチパネル用透明電極の変形例1>

(中間層を設けた例)

図2は、本実施形態のタッチパネル用透明電極の変形例1を説明するための断面模式図である。この図に示すように、変形例1の透明電極1aは、窒素含有層3と電極層5とが中間層Aを介して積層された構成であり、中間層A以外の構成は図1を用いて説明した本実施形態のタッチパネル用透明電極と同様である。このため、ここでは中間層Aの構成のみを説明する。

【0147】

<中間層A>

中間層Aは、窒素含有層3および電極層5に接した状態で、これらの層間に設けられている。この中間層Aは、透明電極1aの光透過性を阻害することなく、かつ窒素含有層3に含有されている窒素原子の電極層5への影響を阻害することのない程度に十分に薄い膜厚であることが重要である。このため、このような中間層Aは、1nm以下の膜厚であって良く、連続した膜として構成されている必要はなく、島状であったり、複数の孔を有する形状であっても良い。この場合、中間層Aを介して積層された窒素含有層3と電極層5とは、一部分が隣接して配置されることになる。

【0148】

以上のような中間層Aは、有機材料または導電性材料を用いて構成された層である。有機材料であれば窒素を含有していなくても良い。また導電性材料であれば、マグネシウム、アルミニウム、銅、インジウムリチウム、さらにはこれらの合金が用いられる。

【0149】

<透明電極1aの効果>

以上のような透明電極1aであっても、上述した本実施形態の透明電極と同様に、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く、さらに金属ナノワイヤーとは異なり均質な窒素含有層3と中間層Aと電極層5との積層構造であるため、光散乱も抑えられたものとなる。この結果、透明電極1aは、タッチパネル用の透明電極として下地の表示画像の視認性を阻害することのないものとなり、また大型化されたタッチ

【0150】

<3. タッチパネル用透明電極の変形例2>

(高屈折率層を設けた例)

図3は、本実施形態のタッチパネル用透明電極の変形例2を説明するための断面模式図である。この図に示すように、変形例2の透明電極1bは、電極層5との間に窒素含有層3を挟持する高屈折率層Hを設けた構成であり、透明基板11側から、高屈折率層H、窒素含有層3、電極層5がこの順に積層された構成である。このような透明電極1bにおいて、高屈折率層H以外の構成は図1を用いて説明した本実施形態のタッチパネル用透明電極と同様である。このため、ここでは高屈折率層Hの構成を中心に、透明電極1bの構成

【0151】

<高屈折率層H>

高屈折率層Hは、上層の窒素含有層3よりも高い屈折率を有する層である。高屈折率層Hの波長550nmにおける屈折率が、窒素含有層3の屈折率($n=1.7\sim1.8$)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。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 : $n=2.3\sim2.4$)、酸化ジルコニウム(ZrO : $n=2.4$)、酸化カドミウム(CdO : $n=2.49$)、酸化インジウムスズ(ITO : $n=2.1\sim2.2$)、酸化ハフニウム(HfO_2 : $n=1.9\sim2.1$)、五酸化タンタル(Ta_2O_5 : $n=2.16$)、酸化ニオブ(Nb_2O_5 : $n=2.2\sim2.4$)等の光学フィルムに一般的に用いられる高屈折率材料が用いられる。

【0152】

尚、このような高屈折率層Hを備えた透明電極1bにおいて、窒素含有層3は5nm以下の膜厚を有することが好ましい。これは、後の実施例で説明するように、窒素含有層3の膜厚が5nm以下の場合、すなわち高屈折率層Hと電極層5との距離が5nm以下の場合には、透明電極1bを介して下地に形成された文字を視認性し易く、透明電極1bの光透過率が高いことが確認されたためである。ただし、窒素含有層3の膜厚の下限値は、窒素含有層3上に成膜される電極層5のFM型での膜成長を妨げない程度の膜厚、すなわち窒素含有層3が島状にならず高屈折率層Hを覆う連続膜として成膜される程度の膜厚であ

ることとする。

【0153】

＜透明電極1bの効果＞

以上のような透明電極1bであっても、上述した本実施形態の透明電極と同様に、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く、さらに均質な高屈折率層Hと窒素含有層3と電極層5との積層構造であるため、光散乱も抑えられたものとなる。さらに、透明電極1bは、高屈折率層Hを有する構成であり、高屈折率層H、窒素含有層3、および電極層5がこの順に積層されている。これにより、銀を主成分とする電極層5における反射が抑制され、透明電極1bの光透過性がさらに向上する。この結果、透明電極1bは、下地となる表示画像の視認性をさらに良好とするものであり、タッチ

10

【0154】

尚、変形例2の透明電極1bは、図2を用いて説明した変形例1の透明電極1aの構成を組み合わせても良い。この場合、図3に示した透明電極1bにおける窒素含有層3と電極層5との間に、図2を用いて説明した中間層Aが設けられる。

【0155】

＜4. タッチパネル＞

（透明基板上に二層の透明電極を設けた構成1）

図4は、上述したタッチパネル用透明電極を用いたタッチパネル21の概略構成を示す斜視図である。また図5は、タッチパネル21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。

20

【0156】

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、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または図2を用いて説明した何れか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とこれに積層された第1の電極層5-1とで構成されている。同様に第2の透明電極1-2は、第2の窒素含有層3-2とこれに積層された第2の電極層5-2とで構成されている。

30

【0157】

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4および図5と共に、図6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7の断面模式図を用いて説明を行う。また、図1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。

【0158】

＜透明基板11＞

図4、図6、および図7に示す透明基板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。

【0159】

40

＜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ニングされていても良い。

【0160】

＜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

50

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 x 1, 5 x 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。

【0161】

また、各 x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …には、それぞれの端部に x 配線 17 x が接続されている。これらの x 配線 17 x は、透明基板 11 上における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 17 x は、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …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。

【0162】

<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 17 x 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 17 x 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ンニングされていても良い。

【0163】

<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上においてパターンニングされた複数の y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …として構成されている。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 x 1, 5 x 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。これらの各 y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …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。

【0164】

ここで、図 6 に示すように、各 y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …を構成するひし形のパターン部分は、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …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 5 x 1, 5 x 2, …、および第 2 の電極層 5 -2で構成された y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …が視認され難い構成となっている。

【0165】

各 y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …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 x 1, 5 x 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 x 1, 5 x 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。

【0166】

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 上における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。

【0167】

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。

10

20

30

40

50

【0168】

<前面板13>

図4および図7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、必要に応じた光学特性を備えた材料を選択して用いても良い。このような前面板13は、例えば接着剤15に（図7参照）によって第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。

【0169】

またこの前面板13には、透明基板11の周縁を覆う遮光膜が設けられ、x電極パターン5x1, 5x2, …から引き出されたx配線17x、およびy電極パターン5y1, 5y2, …から引き出されたy配線17yが、前面板13側から視認されることを防止している。

【0170】

尚、第1の透明電極1-1および第2の透明電極1-2は、図2を用いて説明したタッチパネル用透明電極1aとして構成されていても良い。この場合、第1の透明電極1-1であれば、第1の電極層5-1と同一形状にパターンニングされた中間層を、第1の窒素含有層3-1と第1の電極層5-1との間に挟持させれば良い。同様に、第2の透明電極1-2であれば、第2の電極層5-2と同一形状にパターンニングされた中間層を、第2の窒素含有層3-2と第2の電極層5-2との間に挟持させれば良い。

【0171】

<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17xおよびy配線17y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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …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。

【0172】

<タッチパネル21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、先に説明した薄膜でありながらもシート抵抗が低いタッチパネル用透明電極を用いている。これにより、タッチパネル用透明電極の電圧降下を抑えることができ、タッチパネル21の大型化が可能である。

【0173】

特に、このタッチパネル21は、x電極パターン5x1, 5x2, …およびこれに直交して配置された電極パターン5y1, 5y2, …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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …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5x1, 5x2, …およびy電極パターン5y1, 5y2, …自体が視認し難くなり、タッチパネル21を介しての下地の表示画像の視認性を劣化させることをも防止できる。

【0174】

<<5. タッチパネルの変形例1>>

(透明基板上に二層の透明電極を設けた構成2)

図8は、本実施形態のタッチパネルの変形例1を説明するための断面模式図であり、図

10

20

30

40

50

6のA-A断面に相当する図である。この図に示すタッチパネル23は、透明基板11上に、図3を用いて説明した高屈折率層Hを有する二層の透明電極1bを設けた構成であり、それ以外の構成は先の図4～図7を用いて説明した本実施形態のタッチパネル21と同様である。このため本変形例1のタッチパネル23の構成の詳細な説明は、本実施形態のタッチパネル21の説明に用いたと同様の図4～図6、および図8の断面図を用い、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。

【0175】

すなわち変形例1のタッチパネル23は、透明基板11の一主面上に、第1の透明電極1b-1および第2の透明電極1b-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1b-1および第2の透明電極1b-2は、それぞれが図3を用いて説明した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1b-1は、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とがこの順に積層された構成である。

10

【0176】

このようなタッチパネル23は、以上の積層構造のうち、第1の高屈折率層H-1および第2の高屈折率層H-2が設けられているところのみが、本実施形態のタッチパネル21と異なる。

【0177】

<第1の高屈折率層H-1（第1の透明電極1b-1）>

20

第1の高屈折率層H-1（図8参照）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の高屈折率層H-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、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ニングされていても良い。

【0178】

<第2の高屈折率層H-2（第2の透明電極1-2）>

第2の高屈折率層H-2（図8参照）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、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、第2の窒素含有層3-2と同様に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ニングされていても良い。

30

【0179】

以上のような高屈折率層H-1、H-2を有するタッチパネル23であっても、本実施形態のタッチパネルと同様に動作させることができる。

【0180】

<タッチパネル23の効果>

40

以上のようなタッチパネル23は、2層の透明電極1b-1、1b-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、下地の表示画像の視認性を良好に保ちつつ、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23の大型化をすることが可能となる。

【0181】

特に、このタッチパネル23は、x電極パターン5x1、5x2、…およびこれに直交して配置された電極パターン5y1、5y2、…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5x1、5x2、…およびy電極パターン5y1、5y2、…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5x1、5x2、…およびy電極パターン5y1、5y2、…は、先に説明したタッチパネル用透明電極の電

50

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、タッチパネル 2 3 を介しての下地の表示画像の視認性を劣化させることをも防止できる。

【0182】

≪ 6. タッチパネルの変形例 2 ≫

(2 枚の透明基板を用いた構成)

図 9 は、本実施形態のタッチパネルの変形例 2 を説明するための断面模式図であり、図 6 の A-A 断面に相当する図である。この図に示すタッチパネル 2 5 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 b -1 および第 2 の透明電極 1 b -2 を設けた構成であり、それ以外の構成は先に説明した本実施形態と同様である。このため、本実施形態の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。

10

【0183】

すなわち変形例 2 のタッチパネル 2 5 は、第 1 の透明電極 1 b -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 b -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 b -1, 1 b -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 b -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。

【0184】

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と同様の透明基板 1 1 である。また、第 1 の透明電極 1 b -1 および第 2 の透明電極 1 b -2 は、それぞれが先の図 8 を用いて説明した変形例 1 と同様の構成であり、それぞれが透明基板 1 1 -1, 1 1 -2 上に、高屈折率層 H -1, H -2、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。

20

【0185】

さらに各電極層 5 -1, 5 -2 の構成は、先に説明した本実施形態と同様であり、第 1 の電極層 5 -1 で構成された x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …、および第 2 の電極層 5 -2 で構成された y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, … が視認され難いパターン構成および配置構成となっている。ただし、第 1 の電極層 5 -1 と第 2 の電極層 5 -2 との間は、第 2 の透明基板 1 1 -2 と第 2 の高屈折率層 H -2 と第 2 の窒素含有層 3 -2 とによって絶縁性が確保された状態となっている。

30

【0186】

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。

【0187】

以上のようなタッチパネル 2 5 であっても、先に説明した本実施形態のタッチパネルと同様に動作させることができる。

【0188】

< タッチパネル 2 5 の効果 >

40

このような変形例 2 のタッチパネル 2 5 であっても、先に説明した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用いたことにより、先に説明した本実施形態のタッチパネルと同様に大型化が可能であり、タッチパネル 2 5 を介しての下地の表示画像の視認性を劣化させることをも防止できる。

【0189】

≪ 7. タッチパネルの変形例 3 ≫

(透明基板の両面に一層ずつ透明電極を設けた構成)

図 10 は、先に説明した本実施形態のタッチパネルの変形例を説明するための断面模式図であり、図 6 の A-A 断面に相当する図である。この図に示すタッチパネル 2 7 は、透明基板 1 1 の両面に第 1 の透明電極 1 b -1 および第 2 の透明電極 1 b -2 を設けた構成であ

50

り、それ以外の構成は先に説明した本実施形態と同様である。このため、本実施形態の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。

【0190】

すなわち変形例3のタッチパネル27は、一枚の透明基板11と、透明基板11の一主面側に設けられた第1の透明電極1b-1と、透明基板11の他主面側に設けられた第2の透明電極1b-2とを有する。このうち第1の透明電極1b-1は、高屈折率層H-1、窒素含有層3-1、および電極層5-1がこの順に透明基板11の一主面上に積層された構成である。一方、第2の透明電極1b-2は、高屈折率層H-2、窒素含有層3-2、および電極層5-2がこの順に透明基板11の他主面上に積層された構成である。

【0191】

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ものである。また第1の透明電極1b-1および第2の透明電極1b-2を構成する上記の各層は、先の変形例1と同様のものであり、それぞれが透明基板11側から順に高屈折率層H-1、H-2、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。

【0192】

さらに各電極層5-1、5-2の構成も、先に説明した本実施形態と同様であり、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、…が視認され難いパターン構成および配置構成となっている。ただし、第1の電極層5-1と第2の電極層5-2との間は、第1の窒素含有層3-1、第1の高屈折率層H-1、透明基板11、第2の高屈折率層H-2、および第2の窒素含有層3-2によって絶縁性が確保された状態となっている。

【0193】

以上のようなタッチパネル27であっても、先に説明した本実施形態のタッチパネルと同様に動作させることができる。

【0194】

＜タッチパネル27の効果＞

このような変形例3のタッチパネル27であっても、先に説明した光透過性と共に充分な導電性を備えたタッチパネル用透明電極を用いたことにより、先に説明した本実施形態のタッチパネルと同様に大型化が可能であり、タッチパネル27を介しての下地の表示画像の視認性を劣化させることをも防止できる。

【0195】

＜8. タッチパネルの変形例4＞

（透明基板の同一平面上に2パターンの透明電極を設けた構成）

図11は、先に説明した本実施形態のタッチパネルの変形例4を説明するための断面模式図であり、図6のB-B断面に相当する図である。ただし、変形例4のタッチパネル29の積層構造と、図6に示したタッチパネル21の積層構造とは、次に説明するとおりに異なる。すなわち図11に示すタッチパネル29は、透明基板11の同一平面上にx電極パターン5x1、5x2、…とy電極パターン5y1、5y2、…との両方を有する電極層5を設けた構成である。ここでは、先に説明した本実施形態の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。

【0196】

すなわち変形例4のタッチパネル29は、透明基板11と、透明基板11上に順に積層された高屈折率層H、窒素含有層3、および電極層5を有する透明電極1bとを備え、さらに電極層5上に層間絶縁膜Bと接続電極Cとが順に積層されている。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5x1、5x2、…とy電極パターン5y1、5y2、…との両方を有するところが特徴的である。

【0197】

（透明基板11、高屈折率層H、窒素含有層3）

透明基板11、高屈折率層H、および窒素含有層3は、それぞれ先の図3を用いて説明したタッチパネル用透明電極と同様のものである。また高屈折率層Hおよび窒素含有層3

10

20

30

40

50

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、先の変形例 1 と同様に、電極層 5 と同一形状にパターンニングされていても良い。

【0198】

(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電極層であり、窒素含有層 3 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 5 x 1, 5 x 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。

【0199】

各 x 電極パターン 5 x 1, 5 x 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 x 1, 5 x 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。これは、本実施形態および他の変形例 1 ~ 3 と同様である。

【0200】

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 x 1, 5 x 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。これらの各 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。

【0201】

パターン A は、例えばひし形であり、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 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 x 1, 5 x 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。またひし形のパターン A は、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 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 1 1 の中央部の領域においては、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, …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。

【0202】

また各 x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …、および各 y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …を構成するパターン A には、本実施形態と同様に、それぞれの端部に x 配線または y 配線が接続されている。

【0203】

(層間絶縁膜 B、接続電極 C)

接続電極 C は、電極層 5 とは別の導電層で構成された電極であり、各 y 電極パターン 5 y 1, 5 y 2, …を構成するパターン A を、例えばひし形のパターン A の頂点付近において y 方向に直線状に連結する。またこの接続電極 C は、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …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 B が x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …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 C は x 電極パターン 5 x 1, 5 x 2, …上に層間絶縁膜 B を介して積層される。これにより、x 電極パターン 5 x 1, 5 x 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。なお接続電極 C 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 2 9 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。

【0204】

尚、本変形例 4 においては、接続電極 C が電極層 5 の上層に設けられた構成を説明したが、接続電極 C は電極層 5 の下層に設けられてもよい。この場合、透明基板 1 1 上に、高屈折率層 H、窒素含有層 3、および電極層 5 がこの順で積層された透明電極 1 b において、透明基板 1 1 と高屈折率層 H との間、または高屈折率層 H と窒素含有層 3 との間に、接続電極 C が設けられる。このような接続電極 C と、各 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、高屈折率層Hと窒素含有層3、または窒素含有層3に設けられた接続孔を介して接続された状態となっている。この場合の接続電極C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。これらの交差部分において、接続電極C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、高屈折率層Hと窒素含有層3、または窒素含有層3が挟持されることになる。したがって、接続電極Cが電極層5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。

【0205】

以上のようなタッチパネル29であっても、本実施形態のタッチパネルと同様に動作させることができる。

【0206】

＜タッチパネル29の効果＞

このような変形例2のタッチパネル29であっても、先に説明した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用いたことにより、先に説明した本実施形態のタッチパネルと同様に大型化が可能であり、タッチパネル29を介しての下地の表示画像の視認性を劣化させることをも防止できる。

【0207】

尚、変形例1～4では、図3を用いて説明した透明電極1bを用いた各タッチパネルの構成を説明した。しかしながら、これらの変形例1～4のタッチパネルは、透明電極1bを、図1を用いて説明した透明電極1または図2を用いて説明した透明電極1aと置き換えた構成としても良い。

【0208】

また本発明のタッチパネルは上述した本実施形態および変形例の構成に限定されることはなく、透明電極を用いた構成であれば広く適用可能であり、その透明電極として本発明のタッチパネル用透明電極を用いれば良い。例えば、投影型静電容量式のタッチパネルであれば、x電極パターン5x1, 5x2, …、およびこれらに直交して配置されたy電極パターン5y1, 5y2, …が、絶縁性を保って配置されれば良く、パターン形状が限定されることはない。また、タッチパネルは、べた膜状の電極層5を備えた2枚の透明電極1-1, 1-2を、スペーサを挟んで配置した抵抗膜式のものであっても良く、表面型静電容量式であっても良く、同様に大型化の効果を得ることができる。

【0209】

＜9. 表示装置＞

（タッチパネルを用いた構成）

図12は、本発明の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、本発明の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る。本発明のタッチパネルとしては、例えば本実施形態および変形例1～4の何れかのタッチパネルが適用されるが、ここでは代表して図4～図7を用いて説明したタッチパネル21として図示している。

【0210】

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。

【0211】

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。

【0212】

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。

【0213】

＜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、薄型化が可能である。

【実施例 1】

【0214】

＜タッチパネル用透明電極の作製＞

ここでは、試料 1～27 の各タッチパネル用透明電極（以下、透明電極と称する）を、面積が $5\text{ cm} \times 5\text{ cm}$ 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。下記表 2 には、試料 1～27 の各透明電極における各層の構成を示した。以下に、試料 1～27 の各透明電極の作製手順を説明する。

【0215】

＜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 100 nm ）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。

【0216】

＜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、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 150 nm 、試料 4 では 200 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。

【0217】

＜試料 5 の透明電極の作製＞

透明基板の一主面上に、銀（Ag）からなる電極層（膜厚 8 nm ）を蒸着法によって形成した。これにより、銀を電極層 5 に用いた単層構造の透明電極を作製した。この際、市販の真空蒸着装置の基材ホルダーに固定し、真空蒸着装置の真空槽に取り付けた。またタングステン製の抵抗加熱ポートに銀（Ag）を入れ、当該真空槽内に取り付けた。次に、真空槽を $4 \times 10^{-4}\text{ Pa}$ まで減圧した後、抵抗加熱ポートを通電して加熱し、蒸着速度 $0.1\text{ nm/秒} \sim 0.2\text{ nm/秒}$ で、銀からなる電極層を 8 nm の膜厚で形成した。

【0218】

＜試料 6～25 の透明電極の作製＞

図 1 を参照し、試料 6～25 のそれぞれにおいて、透明基板 11 の一主面上に、下記表 2 に示した各化合物を用いた窒素含有層 3（膜厚 25 nm ）を蒸着法によって形成し、これに続けて銀（Ag）からなる電極層 5（膜厚 8 nm ）を蒸着法によって形成した。これにより、窒素含有層 3 と電極層 5 との 2 層構造の透明電極 1 を作製した。

【0219】

この際、先ず透明基板 11 を市販の真空蒸着装置の基材ホルダーに固定した。また、試料 6～25 の各透明電極の作製において、下記表 2 に示す各化合物をタングステン製の抵抗加熱ポートに入れた。これらの基板ホルダーと加熱ポートとを真空蒸着装置の第 1 真空槽に取り付けた。また、タングステン製の抵抗加熱ポートに銀（Ag）を入れ、第 2 真空槽内に取り付けた。

【0220】

尚、ここで用いた化合物のうち、化合物 No. -1～No. -3 は以下に示すものである。このうち化合物 No. -1 は窒素原子を含有していないアントラセンである。化合物 No. -2～No. -3 は、窒素を含有するが有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ の値が $[n/M] < 2.0 \times 10$

10

20

30

40

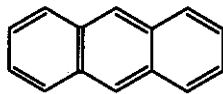
50

⁻³である。これらの化合物No.-2～No.-3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。

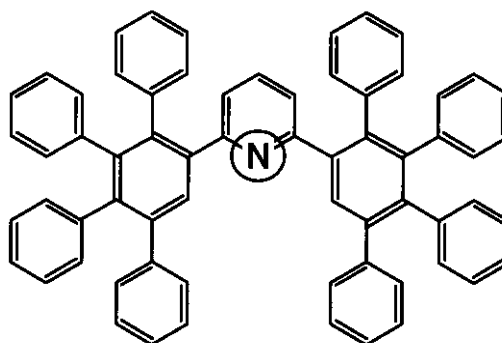
【0221】

【化47】

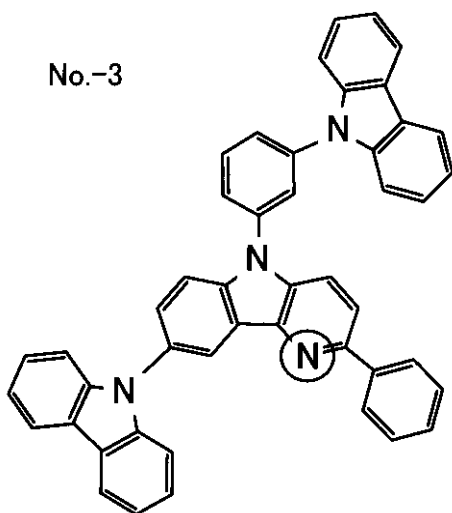
No.-1(アントラセン)



No.-2



No.-3



【0222】

一方、各化合物No. 1～No.16, No.18は、それぞれが本実施形態で例示した窒素原子を含有する化合物である。下記表2にはここで用いた化合物の有効非共有電子対の数[n]、分子量[M]、および有効非共有電子対含有率[n/M]も示した。

【0223】

次いで、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ポートに通電して加熱し、蒸着速度0.1 nm/秒～0.2 nm/秒で透明基板11上に膜厚25 nmの各化合物で構成された窒素含有層3（試料6では窒素を含有しない下地層）を設けた。

【0224】

次に、周囲を真空状態に保ったまま、窒素含有層3（下地層）まで成膜した透明基板11を第2真空槽に移し、第2真空槽内が 4×10^{-4} Paにまで減圧されたことを確認した後、銀の入った加熱ポートに通電して加熱した。これにより、蒸着速度0.1 nm/秒～0.2 nm/秒で膜厚8 nmの銀からなる電極層5を形成し、窒素含有層3（下地層）とこの上部の電極層5との積層構造からなる試料6～25の各透明電極1を得た。

【0225】

。<試料26～27の透明電極の作製>

図2を参照し、試料26, 27のそれぞれにおいて、透明基板11の一主面上に、化合物No.7を用いた窒素含有層3(膜厚25 nm)を蒸着法によって形成し、これに続けて各材料からなる中間層Aを蒸着法によって形成し、さらに続けて銀(Ag)からなる電極層5

10

20

30

40

50

(膜厚 8 nm) を蒸着法によって形成した。これにより、窒素含有層 3 と中間層 A と電極層 5 との 3 層構造の透明電極 1 a を作製した。

【0226】

この際、試料 15 の透明電極の作製で説明した窒素含有層 3 の蒸着と電極層 5 の蒸着との間に、中間層 A を蒸着する工程を追加した。追加した中間層 A を蒸着する工程においては、試料 26 ではマグネシウム (Mg) を 0.5 nm の膜厚で蒸着し、試料 27 ではアントラセンを 0.5 nm の膜厚で蒸着した。これにより、窒素含有層 3、中間層 A、電極層 5 を連続して形成した 3 層構造の試料 26 ~ 27 の各透明電極 1 a を得た。

【0227】

<実施例 1 の各試料の評価>

10

上記で作製した試料 1 ~ 27 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方線方向を 0° とし、0° と 45° の 2 つの角度から行い、これらの平均値を評価結果として算出した。これらの評価結果を下記表 2 に合わせて示す。

【0228】

【表 2】

試料	透明基板11	タッチパネル用透明電極							評価結果		備考
		窒素含有層 3 (膜厚25nm)				中間層A	電極層 5		シート抵抗 Ω/sq	文字の 視認性	
		化合物	有効非共有電子対 の個数[n]	分子量 [M]	[n/M]	化合物	化合物	膜厚 nm			
1	PET	—	—	—	—	—	ITO	100	154	4.2	比較
2		—	—	—	—	—	Ag ナノファイヤー	50	150	3.2	
3		—	—	—	—	—		150	43.3	2.1	
4		—	—	—	—	—		200	15.2	1.5	
5		—	—	—	—	—	Ag	8	測定不可	3.3	
6	PET	No.-1(アントラセン)	0	178.23	0.0E+00	—	Ag	8	測定不可	3.1	本発明
7	PET	No.-2	1	839.00	1.2E-03	—	Ag	8	98.4	4.5	
8		No.-3	1	650.77	1.5E-03	—			95.4	4.6	
9	PET	No.1	1	500.55	2.0E-03	—	Ag	8	45.8	4.5	
10		No.2	2	790.95	2.5E-03	—			40.1	4.6	
11		No.3	2	655.81	3.0E-03	—			32.7	4.5	
12		No.4	2	655.81	3.0E-03	—			29.4	4.7	
13		No.5	3	974.18	3.1E-03	—			24.5	4.5	
14		No.6	3	808.99	3.7E-03	—			16.3	4.6	
15		No.7	4	716.83	5.6E-03	—			6.8	4.8	
16		No.8	6	1036.19	5.8E-03	—			11.9	4.5	
17		No.9	4	551.64	7.3E-03	—			11.3	4.6	
18		No.10	4	516.60	7.7E-03	—			7.1	4.7	
19		No.11	5	539.63	9.3E-03	—			9.5	4.7	
20		No.12	6	646.76	9.3E-03	—			9.8	4.5	
21		No.13	4	412.45	9.7E-03	—			9.4	4.7	
22		No.14	6	616.71	9.7E-03	—			7.2	4.7	
23		No.15	5	463.53	1.1E-02	—			8.3	4.5	
24		No.16	6	540.62	1.1E-02	—			8.9	4.6	
25		No.18	6	312.33	1.9E-02	—			9.9	4.6	
26	PET	No.7	4	716.83	5.6E-03	Mg (0.5 nm)	Ag	8	9.5	4.6	
27						アントラセン (0.5 nm)			11.5	4.7	

【0229】

<実施例 1 の評価結果>

表 2 から明らかなように、試料 7 ～ 27 の透明電極、すなわち窒素含有層 3 に銀を主成分とする電極層 5 を積層させた透明電極は、実質的な導電性を担う銀を用いた電極層 5 が 8 nm と極薄膜でありながらも、シート抵抗値の測定が可能であり、単層成長型 (Fra

10

20

30

40

50

nk-van der Merwe: FM型)の膜成長によってほぼ均一な膜厚で形成されていることが確認された。この結果は、窒素含有層3と電極層5との間に、極薄膜の中間層Aを設けた試料26, 27の透明電極であってもほぼ同様であった。

【0230】

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7~27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7~27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。

【0231】

さらに試料5, 6の透明電極、すなわち窒素含有層を設けていない銀からなる電極層のみの単層構造の透明電極、および窒素原子を含まない化合物No.1(アントラセン)の下地層に銀からなる電極層を積層させた透明電極は、シート抵抗の測定が不可能であり、電極として用いることができなかった。

【0232】

そして特に、試料9~27の透明電極、すなわち有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M] \leq 1.9 \times 10^{-2}$ の所定範囲内である化合物No.1~No.16, No.18を用いて窒素含有層を構成した透明電極は、実質的な導電性を担う銀を用いた電極層が8nmと極薄膜でありながらも、シート抵抗が $45 \Omega/sq$ 以下と低い値であった。これにより、単層成長型(Frank-van der Merwe: FM型)の膜成長によってほぼ均一な膜厚で形成されていることが確認された。

【0233】

しかも、これら有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が所定範囲内である試料9~27の透明電極は、文字の視認性も4.5以上であった。

【0234】

尚、図13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。

【0235】

図13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。

【0236】

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。

【0237】

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膜(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】

【0238】

《タッチパネル用透明電極の作製》

試料206~334の、高屈折率層を有する各タッチパネル用透明電極(以下、透明電極と称する)を、面積が $5cm \times 5cm$ 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。下記表3には、試料206~234の各透明電極における各層の構成、および先の実施例1で比較として作製した試料1~5の各透明電極における各層の構成を示した。以下に、試料206~234の

10

20

30

40

50

各透明電極の作製手順を説明する。

【0239】

＜試料206の透明電極の作製＞

透明基板の一主面上に、酸化チタン (TiO_2) からなる高屈折率層を30nmの膜厚で形成し、この上部に銀からなる電極層を8nmの膜厚で形成した。これにより、高屈折率層とこの上部の電極層との積層構造からなる透明電極を作製した。

【0240】

この際、透明基板を市販の電子ビーム蒸着装置の基材ホルダーに固定し、酸化チタン (TiO_2) を加熱ポートに入れ、これらの基板ホルダーと加熱ポートとを電子ビーム蒸着装置の真空槽に取り付けた。また、タングステン製の抵抗加熱ポートに銀 (Ag) を入れ、真空蒸着装置の真空槽に取り付けた。

10

【0241】

次いで、電子ビーム蒸着装置の真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、酸化チタンの入った加熱ポートに電子ビームを照射して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 0.2 \text{ nm/秒}$ で透明基板上に膜厚30nmの酸化チタンからなる高屈折率層を設けた。

【0242】

次に、周囲を真空状態に保ったまま、高屈折率層まで成膜した透明基板を真空蒸着装置の真空槽に移し、当該真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、銀の入った加熱ポートに通電して加熱した。これにより、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 0.2 \text{ nm/秒}$ で膜厚8nmの銀からなる電極層を形成した。

20

【0243】

＜試料207～231の透明電極の作製＞

図3を参照し、試料207～231のそれぞれにおいて、透明基板11の一主面上に、酸化チタン (TiO_2) からなる高屈折率層Hを30nmの膜厚で形成し、下記表3に示した各化合物を用いた窒素含有層3を下記表3に示した各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5を下記表3に示した各膜厚で蒸着法によって形成した。これにより、高屈折率層H、窒素含有層3、および電極層5の3層構造の透明電極1bを作製した。尚、試料207では、窒素含有層に換えて窒素を含有しない下地層を形成した。

【0244】

30

この際、先ず透明基板11を市販の電子ビーム蒸着装置の基材ホルダーに固定し、酸化チタン (TiO_2) を加熱ポートに入れ、これらの基板ホルダーと加熱ポートとを電子ビーム蒸着装置の真空槽に取り付けた。また、下記表3に示す各化合物をタングステン製の抵抗加熱ポートに入れ、真空蒸着装置の第1真空槽に取り付けた。また、タングステン製の抵抗加熱ポートに銀 (Ag) を入れ、真空蒸着装置の第2真空槽内に取り付けた。

【0245】

ここで用いた化合物のうち、化合物No.-1、No.-2、およびNo.-3は、前述の構造式に示した各化合物である。一方、各化合物No.1～No.18は、それぞれが本実施形態で例示した窒素原子を含有する化合物である。下記表3にはここで用いた化合物の有効非共有電子対の数 [n]、分子量 [M]、および有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ も示した。

40

【0246】

続いて、電子ビーム蒸着装置の真空槽を 4×10^{-4} Pa まで減圧した後、酸化チタンの入った加熱ポートに電子ビームを照射して加熱し、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 0.2 \text{ nm/秒}$ で透明基板上に膜厚30nmの酸化チタンからなる高屈折率層Hを設けた。

【0247】

次いで、周囲を真空状態に保ったまま、高屈折率層まで成膜した透明基板を真空蒸着装置の第1真空槽に移し、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ポートに通電して加熱した。これにより、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 0.2 \text{ nm/秒}$ で高屈折率層H上に各膜厚の各化合物で構成された窒素含有層3（試料207では窒素を含有しない下地層）を設けた。

50

【0248】

次に、周囲を真空状態に保ったまま、窒素含有層3（下地層）まで成膜した透明基板11を第2真空槽に移し、第2真空槽を 4×10^{-4} Paまで減圧した後、銀の入った加熱ボートに通電して加熱した。これにより、蒸着速度 $0.1 \text{ nm/秒} \sim 0.2 \text{ nm/秒}$ で膜厚 8 nm の銀からなる電極層5を形成し、高屈折率層Hと窒素含有層3（下地層）と電極層5との積層構造からなる試料207～231の各透明電極1bを得た。

【0249】

<試料232～234の透明電極の作製>

高屈折率層Hとして下記表3に示した各化合物を用いたこと以外は、上記試料230と同様の手順で試料232～234の各透明電極1bを得た。

10

【0250】

<実施例2の各試料の評価>

実施例2で作製した試料206～234の各透明電極について、実施例1と同様にシート抵抗（面抵抗）、および文字の視認性を評価した。これらの評価結果を、実施例1で作製した比較例としての試料1～5の評価結果と共に、下記表3に合わせて示す。

【0251】

【表 3】

試料	透明基板(1)	タッチパネル用透明電極										評価結果	備考
		高屈折率層 H (膜厚 30nm)		窒素含有層 3					電極層 5				
		化合物	化合物	有効非共有電子 対の個数[n]	分子量 [M]	[n/M]	膜厚 nm	化合物	膜厚 nm	シート抵抗 Ω/sq.	文字の 視認性		
1	PET	—	—	—	—	—	—	ITO	100	154.0	4.2	比較	
2		—	—	—	—	—	—	Ag ナノワイヤー	50	150.0	3.2		
3		—	—	—	—	—	100		43.3	2.1			
4		—	—	—	—	—	150		15.2	1.5			
5		—	—	—	—	—	—	8	測定不可	3.3			
206	PET	TiO ₂	—	—	—	—	—	Ag	8	測定不可	3.1		
207			No.-1	0	17823	0.0E+00	10			測定不可	3.2		
208	PET	TiO ₂	No.-2	1	839.00	1.2E-03	1.2E-03	Ag	8	102.0	3.9	本発明	
209										101.0	3.6		
210										103.0	4.2		
211										102.0	4.2		
212										76.6	4.5		
213	PET	TiO ₃	No.1	1	500.55	2.0E-03	2.0E-03	Ag	8	70.3	4.5		
214										57.1	4.5		
215										51.4	4.5		
216										42.9	4.5		
217										30.3	4.5		
218										16.7	4.8		
219										15.9	4.7		
220										15.0	4.7		
221										13.5	4.7		
222										12.7	4.7		
223	PET	TiO ₃	No.2	2	790.95	2.5E-03	2.5E-03	Ag	8	13.0	4.7		
224										12.5	4.7		
225										12.3	4.8		
226										10.7	4.8		
227										10.0	4.8		
228										9.3	4.7		
229										8.0	4.7		
230										8.3	4.8		
231										6.2	4.8		
232										8.4	4.5		
233	PET	Nb ₂ O ₅	No.7	4	716.83	5.6E-03	5.6E-03	Ag	10	8.5	4.5		
234										ITO	8.2	4.5	

【0252】

＜実施例 2 の評価結果＞

表 3 から明らかなように、試料 208～234 の透明電極、すなわち高屈折率層 H と窒素含有層 3 と電極層 5 とをこの順に積層させた透明電極 1b は、実質的な導電性を担う銀を用いた電極層 5 が 8 nm または 10 nm と極薄膜でありながらも、シート抵抗値の測定が可能であり、単層成長型 (Frank-van der Merwe: FM 型) の膜成長によってほぼ均一な膜厚で形成されていることが確認された。

【0253】

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、100 nm の厚膜でありながらも、試料 208～234 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 208～234 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 と極めて低かった。

【0254】

さらに試料5, 206, 207の透明電極、すなわち窒素含有層を設けていない銀からなる電極層のみの単層構造の透明電極、高屈折率層上に窒素含有層を介することなく銀からなる電極層を積層させた透明電極、および高屈折率層と窒素原子を含まない化合物No.1 (アントラセン) の下地層と銀からなる電極層とを順に積層させた透明電極は、シート抵抗の測定が不可能であり、電極として用いることができなかった。

【0255】

そして特に、試料212～234の透明電極、すなわち有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が、 $2.0 \times 10^{-3} \leq [n/M] \leq 1.9 \times 10^{-2}$ の所定範囲内である化合物No.1～No.18を用いて窒素含有層を構成した透明電極は、実質的な導電性を担う銀を用いた電極層が8nmまたは10nmと極薄膜でありながらも、シート抵抗が $76 \Omega/\text{sq.}$ 以下と低い値であった。これにより、単層成長型 (Frank-van der Merwe: FM型) の膜成長によってほぼ均一な膜厚で形成されていることが確認された。

10

【0256】

しかも、これら有効非共有電子対含有率 $[n/M]$ が所定範囲内である試料212～234の透明電極は、文字の視認性も4.5以上であった。

【0257】

また、試料208～210の透明電極は、窒素含有層の膜厚のみが異なっており、これらを比較すると窒素含有層の膜厚が5nm以下である試料209, 210の透明電極は、文字の視認性が3.6以上と良かった。なおシート抵抗値は、いずれの透明電極も同程度であった。

20

【0258】

また、試料230, 232～234の透明電極は、高屈折率層に用いる化合物のみが異なっており、それぞれの化合物の屈折率が、 TiO_2 : $n=2.3 \sim 2.4$ 、 Nb_2O_5 : $n=2.3$ 、 CdO : $n=2.49$ 、 ITO : $n=2.1 \sim 2.2$ である。このようにいずれの化合物も窒素含有層 ($n=1.7 \sim 1.8$) より0.3以上高い屈折率を有しており、文字の視認性も4.5以上であり、シート抵抗値も1ケタと低く保持されていることが確認された。

【実施例3】

【0259】

30

《タッチパネルの作製》

実施例1で作製した試料7～27の各透明電極、および実施例2で作製した試料208～234の各透明電極を2枚重ねて簡易式の各タッチパネルを作製した。

【0260】

＜実施例3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7～27の各透明電極および試料208～234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】

【0261】

40

- 1, 1a, 1b…タッチパネル用透明電極 (透明電極)
- 1-1, 1b-1…第1の透明電極
- 1-2, 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)

50

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 3, 2 5, 2 7, 2 9 ... タッチパネル

3 1 ... 表示装置

3 3 ... 表示パネル

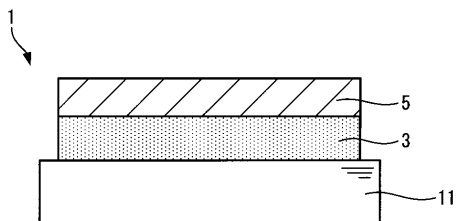
A ... 中間層

H ... 高屈折率層

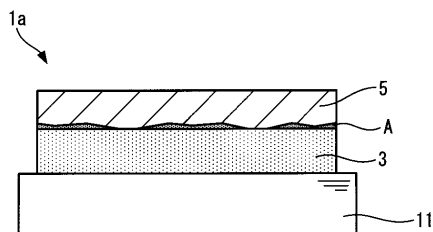
H-1 ... 第 1 の高屈折率層

H-2 ... 第 2 の高屈折率層

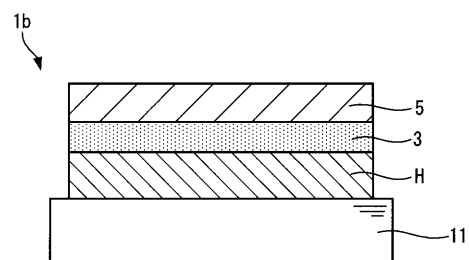
【図 1】
FIG. 1



【図 2】
FIG. 2

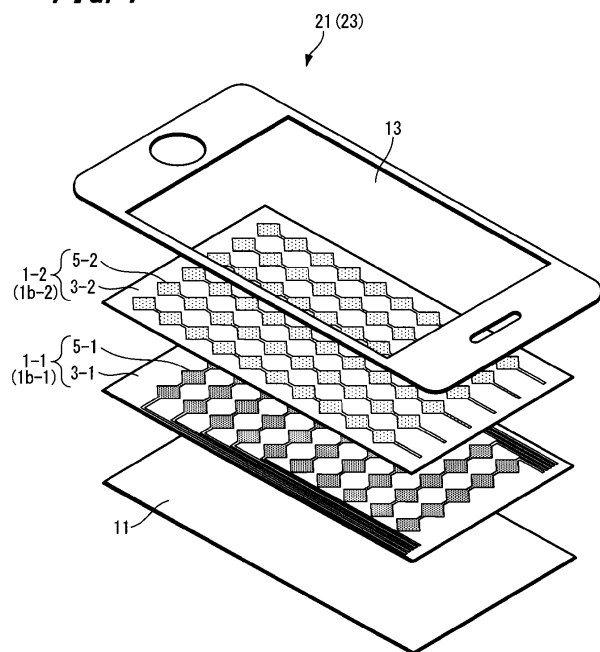


【図 3】
FIG. 3



【図 4】

FIG. 4



【図 5】

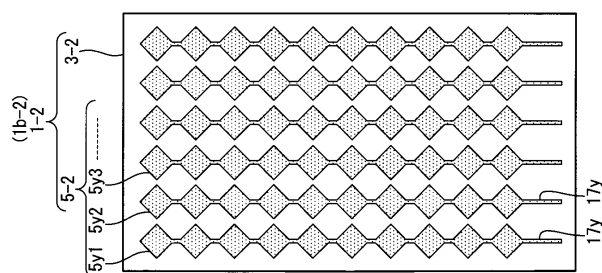
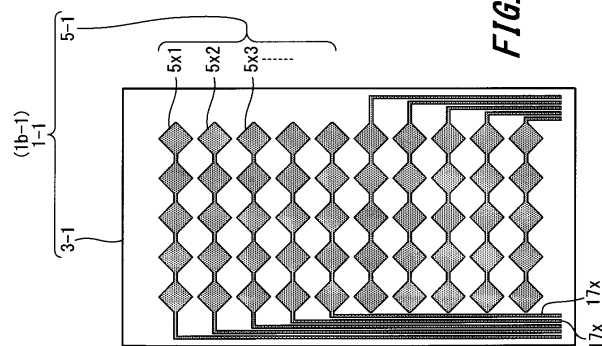
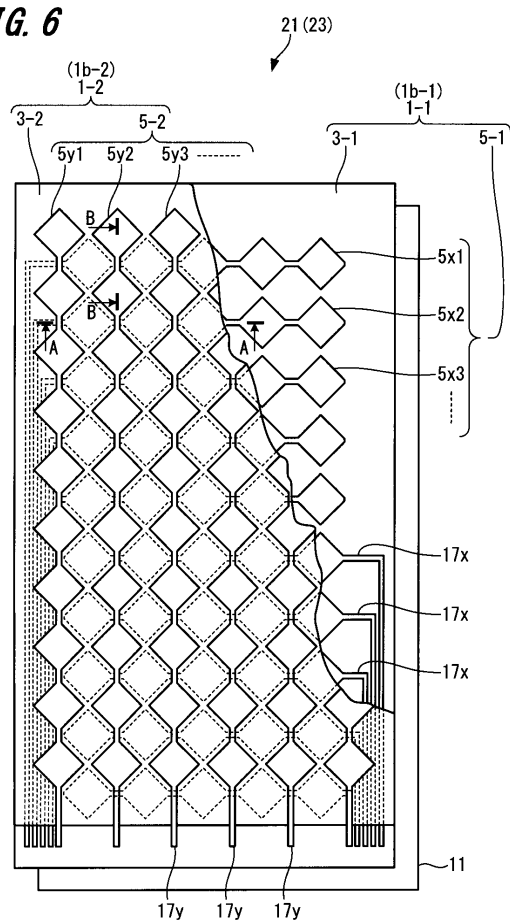


FIG. 5



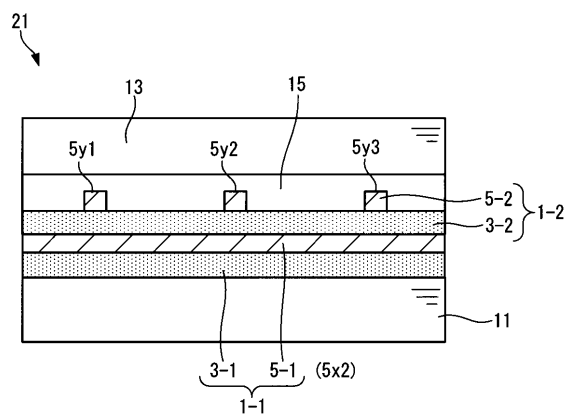
【図 6】

FIG. 6

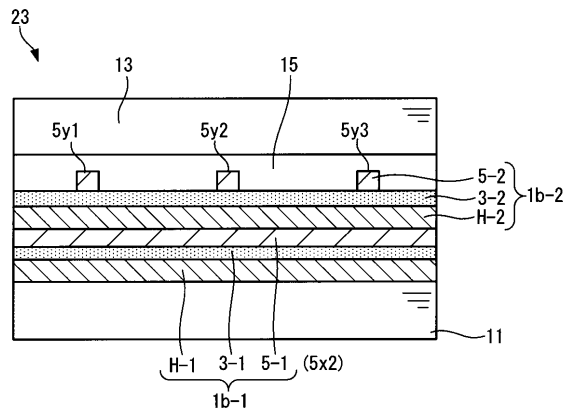


【图 7】

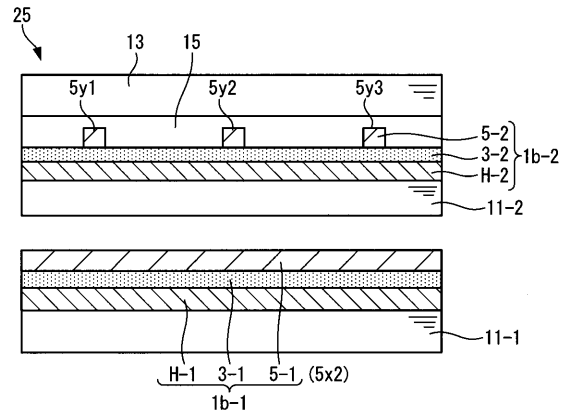
FIG. 7



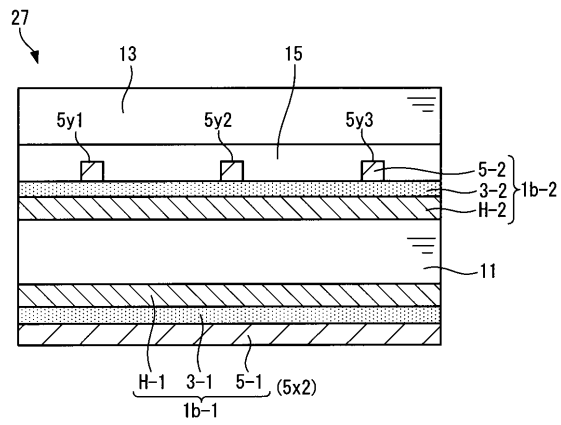
【図 8】
FIG. 8



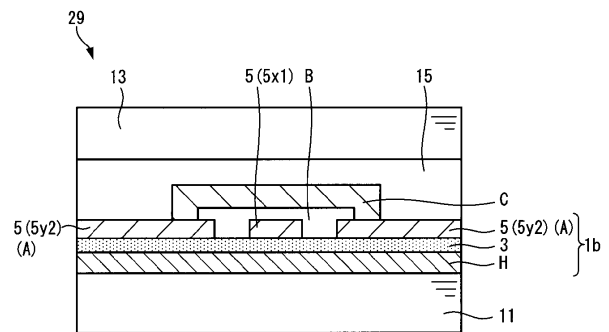
【図 9】
FIG. 9



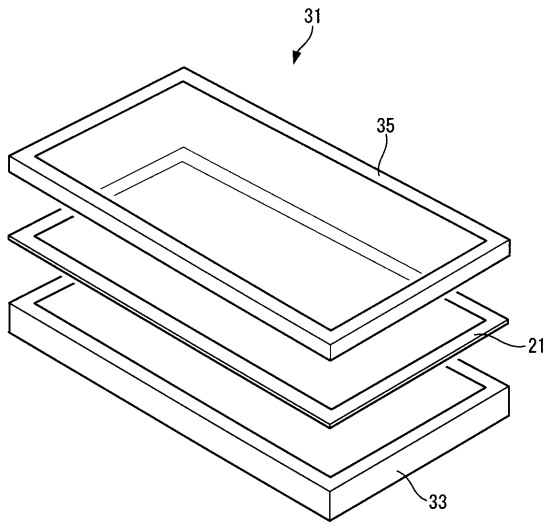
【図 10】
FIG. 10



【図 11】
FIG. 11



【図 1 2】
FIG. 12



【図 1 3】

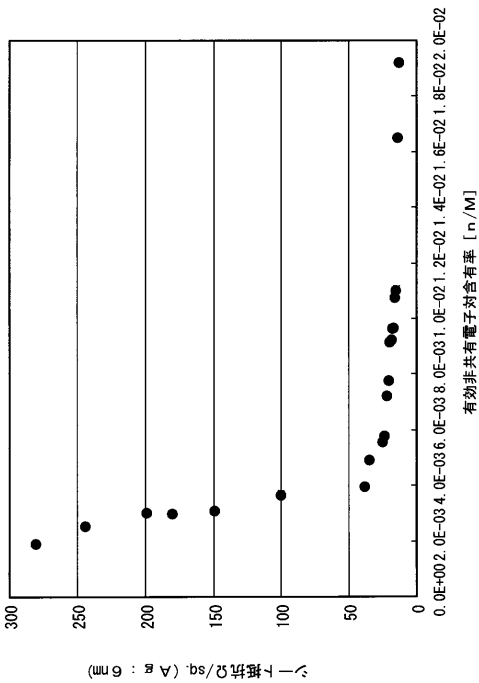


FIG. 13

フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 和央
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
- (72)発明者 多田 一成
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

審査官 山崎 慎一

- (56)参考文献 特開2001-164382 (JP, A)
米国特許出願公開第2004/0041795 (US, A1)
特開2012-022460 (JP, A)
特開平06-278244 (JP, A)
特許第4893867 (JP, B1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| G06F | 3/041 |
| G06F | 3/044 |