

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4795268号
(P4795268)

(45) 発行日 平成23年10月19日(2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 51/50	(2006.01)	H05B 33/22	D
C09K 11/06	(2006.01)	H05B 33/14	A
G09F 9/30	(2006.01)	C09K 11/06	690
H01L 27/32	(2006.01)	G09F 9/30	365Z

請求項の数 5 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2007-40899 (P2007-40899)
 (22) 出願日 平成19年2月21日 (2007.2.21)
 (65) 公開番号 特開2007-311759 (P2007-311759A)
 (43) 公開日 平成19年11月29日 (2007.11.29)
 審査請求日 平成20年8月20日 (2008.8.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2006-116903 (P2006-116903)
 (32) 優先日 平成18年4月20日 (2006.4.20)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 中須 三奈子
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内
 (72) 発明者 齊藤 章人
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤ
 ノン株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】有機発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

陽極と陰極と、発光層と第1ホール輸送層と第2ホール輸送層とを有する有機発光素子において、

前記陽極と前記第1ホール輸送層と前記第2ホール輸送層と前記発光層は、

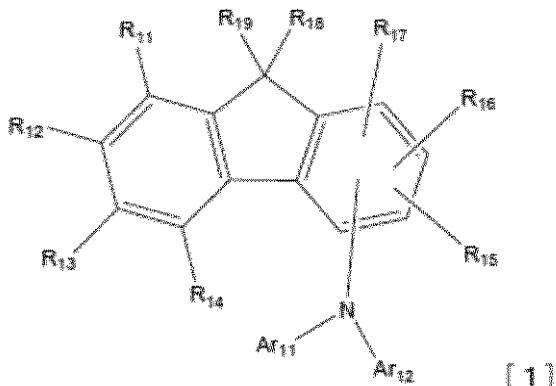
前記陽極、前記第1ホール輸送層、前記第2ホール輸送層、前記発光層の順で配置されており、

前記第1ホール輸送層は、窒素原子数が2以上の3級アミン化合物を少なくとも有しており、

前記第2ホール輸送層は、窒素原子数が1の3級アミン化合物を少なくとも有してあり

前記窒素原子数が1の3級アミン化合物は下記一般式[1]の化合物であることを特徴とする有機発光素子。

【化1】



(式中、 Ar_{11} は、上記一般式 [1] に記載の N と 2 位乃至 4 位のいずれかにおいて結合する置換あるいは無置換のフルオレニル基を表わす。)

Ar_{12} は、アリール基、複素環基のいずれかを表わす。前記アリール基、前記複素環基は置換基を有していてもよい。)

R_{11} 乃至 R_{19} は水素原子、アルキル基、アラルキル基、アリール基、複素環基、シアノ基またハロゲン基の置換基群からそれぞれ独立に選ばれる。)

前記置換基群のうちの置換基は置換基を有していてもよい。)

R_{11} 乃至 R_{19} のうちいずれかが互いに結合し環を形成していても良い。)

【請求項2】

前記窒素原子数が 2 以上の 3 級アミン化合物は、窒素原子数が 2 以上の非環状 3 級アミンである化合物であることを特徴とする請求項 1 に記載の有機発光素子。)

【請求項3】

前記第 1 ホール輸送層のホール移動度が前記第 2 ホール輸送層のホール移動度より大きいことを特徴とする請求項 1 乃至 2 の何れか一項に記載の有機発光素子。)

【請求項4】

前記窒素原子数が 2 以上の 3 級アミン化合物のイオン化ポテンシャル I_p と、

前記窒素原子数が 1 の 3 級アミン化合物のイオン化ポテンシャル I_p と、)

前記発光層の主成分である有機化合物のイオン化ポテンシャル I_p とは、)

前記窒素原子数が 2 以上の 3 級アミン化合物のイオン化ポテンシャル I_p < 前記窒素原子数が 1 の 3 級アミン化合物のイオン化ポテンシャル I_p < 前記発光層の主成分である有機化合物のイオン化ポテンシャル I_p 、

の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の有機発光素子。)

【請求項5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の有機発光素子と、前記有機発光素子の発光及び非発光を制御するための薄膜トランジスタとを基板上に有し、前記有機発光素子を画素として表示領域に有することを特徴とするディスプレイ。)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機発光素子に関するものである。)

【0002】

より具体的には発光層を有する有機発光素子において発光層と陽極の間に 2 つのホール輸送層を有する有機発光素子に関する。)

【背景技術】

【0003】

有機発光素子における最近の進歩は著しく、その特徴は低印加電圧で高輝度、発光波長の多様性、高速応答性、薄型、軽量の発光デバイス化が可能であることから、広汎な用途

10

20

30

40

50

への可能性を示唆している。しかしながら、長時間の使用による経時変化や酸素を含む雰囲気気体や湿気などによる劣化等の耐久性の面で未だ多くの改善が必要である。フルカラーディスプレイ等への応用を考えた場合、現状では更なる長寿命の、高変換効率、高色純度の青、緑、赤色発光が必要であり、種々の提案がされている。

【0004】

また、芳香族3級アミン誘導体を用いた、材料および有機発光素子の例として、特許文献1乃至4がある。前記特許文献1には、窒素原子数が2である芳香族3級アミン化合物を含有する有機層を積層する有機電界発光素子が記載されている。特許文献2は、2環以上の縮合環基を有するアミン誘導体を含有する層から成る有機発光素子が記載されている。また特許文献3は、窒素原子数が2である3級アミンを含有する有機層から成る有機電界発光素子が記載されている。特許文献4はフルオニルジフェニルアミン誘導体を含有する層から成る有機電界発光素子が記載されている。10

【特許文献1】特開平4-220995号公報

【特許文献2】特開2002-324678号公報

【特許文献3】特開平5-234681号公報

【特許文献4】特開平5-9471号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

これらに記載された有機発光素子では高効率で高輝度な光出力を有する有機発光素子を提供するためには更なる改善が必要であると本発明者は考えた。特にこれらに記載された有機発光素子は電子や励起子の漏れを抑制する工夫が施されていないことに本発明者は気付いた。20

【0006】

本発明は電子や励起子の漏れを抑制する工夫を施すことで高効率で高輝度な有機発光素子を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明により、

陽極と陰極と、発光層と第1ホール輸送層と第2ホール輸送層とを有する有機発光素子において、30

前記陽極と前記第1ホール輸送層と前記第2ホール輸送層と前記発光層は、

前記陽極、前記第1ホール輸送層、前記第2ホール輸送層、前記発光層の順で配置されており、

前記第1ホール輸送層は、窒素原子数が2以上の3級アミン化合物を少なくとも有しており、

前記第2ホール輸送層は、窒素原子数が1の3級アミン化合物を少なくとも有していることを特徴とする有機発光素子が提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明により、電子や励起子の漏れを抑制する工夫が施された高効率で高輝度な有機発光素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の有機発光素子は、陽極と陰極と発光層と2つのホール輸送層をと有する素子である。

【0010】

発光層は有機化合物のみから構成されている。あるいは発光層は有機化合物を含んでいる。

【0011】

10

20

30

40

50

陽極と陰極との間にはこれら発光層と2つのホール輸送層以外に他の層が配置されてもよい。他の層とは電子注入層や電子輸送層やキャリアプロッキング層のことである。

【0012】

2つのホール輸送層は陽極に近い側のホール輸送層を第1ホール輸送層であり、発光層に近い側が第2ホール輸送層である。

【0013】

第1ホール輸送層は、主成分である窒素原子数が2以上の3級アミン化合物を少なくとも有しており、このことは前記第1ホール輸送層が主成分である窒素原子数が2以上の3級アミン化合物のみから構成されていてもよいことも意味する。

【0014】

第1ホール輸送層中の窒素原子数が2以上の3級アミン化合物の含有率(wt%)は、50wt%以上100wt%以下、より好ましくは90wt%以上100wt%以下、更に好ましくは100%である。

【0015】

この窒素原子数が2以上の3級アミン化合物の3級アミンは非環状3級アミンであることが好ましい。

【0016】

また、前記第1ホール輸送層のホール移動度が前記第2ホール輸送層のホール移動度より大きい材料を用いることが、低電圧化と耐久性の観点より好ましい。一般に窒素原子数が2以上の3級アミン化合物から成る層の移動度は、窒素原子数が1の3級アミン化合物から成る層の移動度より低い。このため、素子の駆動電圧を低く保つ為には、第1ホール輸送層の移動度が第2ホール輸送層の移動度より大きい方が好ましい。

【0017】

ここでホール移動度は、TOF (Time of Flight)法による過渡電流測定によって測定することが可能である。ここでホール移動度とは印加電圧の平方根が $500(V/cm)^{1/2}$ での値を採用する。

【0018】

第2ホール輸送層は、主成分である窒素原子数が1の3級アミン化合物を少なくとも有しており、このことは前記第2ホール輸送層が主成分である窒素原子数が1の3級アミン化合物のみから構成されていてもよいことも意味する。また第2ホール輸送層は窒素原子数が1の3級アミン化合物以外に窒素原子を含まないエネルギー・ギャップの広い他の化合物を含んでいてもよい。

【0019】

第2ホール輸送層中の窒素原子数が1の3級アミン化合物の含有率は、50wt%以上100wt%以下、より好ましくは90wt%以上100wt%以下、更に好ましくは100%である。

【0020】

この窒素原子数が1の3級アミン化合物の3級アミンは非環状3級アミンであることが好ましい。

【0021】

第1及び第2ホール輸送層のそれぞれが有する3級アミン化合物の、上記説明における非環状3級アミンとは、3級アミンの置換基が互いに結合せず環を形成しない3級アミンを表す。3級アミンの置換基が互いに結合しないことで、分子構造の回転の自由度が増え、共役長が短い分子を比較的容易に設計することができる。その結果第1ホール輸送層に用いられる3級アミン化合物の場合、3級アミン化合物のエネルギー・ギャップが広がり、再吸収を防ぐことができる。

【0022】

また、第2ホール輸送層に用いられる3級アミン化合物の場合、3級アミン化合物のエネルギー・ギャップが広がり、キャリア及びまたは励起子を発光層内に効果的に閉じ込めることができる。

【0023】

また、非環状アミン構造は、カルバゾールなどの環状アミン構造と比較してホール導電性が高い。そこで、非環状3級アミンの骨格を有する材料を用いることで、素子の低電圧化を行うことができる。このようなことが3級アミンが非環状3級アミンであることが好ましい理由である。

【0024】

本発明の有機発光素子において、第1ホール輸送層は3級アミン化合物を含んでいるため、ホール輸送性が高く、陽極から有機層へのホール注入性が向上させる役割を有する。

【0025】

また第2ホール輸送層は3級アミン化合物を含んでいるため、ホール輸送性が高く、さらにこの3級アミン化合物は窒素原子数が1なので、共役長は短く、エネルギーギャップは広いので、発光層内にキャリア及びまたは励起子を閉じ込める役割を有する。 10

【0026】

その結果、

第1ホール輸送層があることで、駆動電圧が低下し、

第2ホール輸送層があることで、外部量子効率が向上する、
と本発明者は考える。

【0027】

また、第2ホール輸送層に含まれる窒素原子数が1の3級アミン化合物のエネルギーギャップは、前記発光層に含まれる「最も含有率の高い化合物」のエネルギーギャップより広いことが好ましい。第2ホール輸送層に更に別の化合物（例えば非アミン化合物）が含まれる場合、この別の化合物のエネルギーギャップも「最も含有率の高い化合物」のエネルギーギャップより広いことが好ましい。ここで、「最も含有率の高い化合物」はホスト材料である。即ちこの場合発光層は主成分であるホスト材料と副成分であるゲスト材料とから構成される層である。 20

【0028】

エネルギーギャップに関する前記序列を満たす場合、前記発光層へホールが注入されることを促し、前記第2ホール輸送層へ電子が漏れることを防止することが可能となる。なおエネルギーギャップは紫外-可視光吸収スペクトルのスペクトル端を測定することによって求めることができる。 30

【0029】

また、前記発光層の主成分である化合物のイオン化ポテンシャルI_p(1)と前記第1ホール輸送層の主成分である化合物のイオン化ポテンシャルI_p(2)と前記第2ホール輸送層の主成分である化合物のイオン化ポテンシャルI_p(3)とが、I_p(2) < I_p(3) < I_p(1)の関係を満たすことが好ましい。

【0030】

イオン化ポテンシャルは、UPS（紫外光電子分光法）やその他の電子分光手法（例えば測定器名AC-1 理研機器製）、サイクリックボルタントリ法による酸化電位の測定などから求めることができる。

【0031】

第2ホール輸送層に用いられる窒素原子数が1の3級アミン化合物として、下記一般式[1]の3級アミン化合物を以下に示す。

【0032】

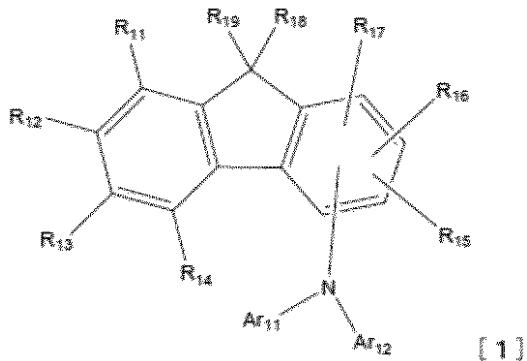
10

20

30

40

【化1】



10

【0033】

(式中、 Ar_{11} は、上記一般式 [1] に記載の N と 2 位乃至 4 位のいずれかにおいて結合する置換あるいは無置換のフルオレニル基を表わす。

Ar_{12} は、アリール基、複素環基のいずれかを表わす。前記アリール基、前記複素環基は置換基を有していてもよい。

R_{11} 乃至 R_{19} は水素原子、アルキル基、アラルキル基、アリール基、複素環基、シアノ基またはハロゲン基の置換基群からそれぞれ独立に選ばれる。

前記置換基群のうちの置換基は置換基を有していてもよい。

20

R_{11} 乃至 R_{19} のうちいずれかが互いに結合し環を形成していても良い。)

【0034】

中でも第 2 ホール輸送層に用いられる窒素原子数が 1 の 3 級アミン化合物として 4 - アミノフルオレン化合物であることが好ましい。4 - アミノフルオレン化合物は、3 級アミンに対しフルオレン基が 4 位に置換することで、他の化合物に比べ、立体障害性が高く共役長が短い。4 - アミノフルオレン化合物はエネルギーギャップが広く、なつかガラス転移温度も高いホール輸送材料である。第 2 ホール輸送層のエネルギーギャップを広げる効果は前述と同様である。さらに、第 2 ホール輸送層にガラス転移温度の高い材料を用いることで、膜性が安定化し、素子の耐久性向上に有用である。

【0035】

30

上記一般式 [1] における化合物の置換基の具体例を以下に示す。

【0036】

アルキル基としては、メチル基、エチル基、ノルマルプロピル基、イソプロピル基、ノルマルブチル基、ターシャリブチル基、セカンダリブチル基、オクチル基、1 - アダマンチル基、2 - アダマンチル基などが挙げられる。

【0037】

アラルキル基としては、ベンジル基、フェネチル基などが挙げられる。

【0038】

アリール基としては、フェニル基、ナフチル基、ペンタレニル基、インデニル基、アズレニル基、アントリル基、ピレニル基、インダセニル基、アセナフテニル基、フェナントリル基、フェナレニル基、フルオランテニル基、アセフェナントリル基、アセアントリル基、トリフェニレニル基、クリセニル基、ナフタセニル基、ペリレニル基、ペンタセニル基、ビフェニル基、ターフェニル基、フルオレニル基などが挙げられる。

40

【0039】

複素環基としては、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基、オキサゾリル基、オキサジアゾリル基、チアゾリル基、チアジアゾリル基、ターチエニル基、カルバゾリル基、アクリジニル基、フェナントロリル基などが挙げられる。

【0040】

また、上記有してもよい置換基としては、メチル基、エチル基、プロピル基などのアルキル基、ベンジル基、フェネチル基などのアラルキル基、フェニル基、ビフェニル基など

50

のアリール基、チエニル基、ピロリル基、ピリジル基などの複素環基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジベンジルアミノ基、ジフェニルアミノ基、ジトリルアミノ基、ジアニソリルアミノ基などのアミノ基、メトキシル基、エトキシル基、プロポキシル基、フェノキシル基などのアルコキシル基、シアノ基、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素などのハロゲン原子などが挙げられる。

【0041】

ハロゲン基としては、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素基などが挙げられる。

【0042】

上記一般式 [1] における化合物の具体例を以下に示す。しかし、本発明はこれらに限られるものではない。また、Ar₁₁ および Ar₁₂ に挙げられる組み合わせは例示化合物 1 から 68 の組み合わせのうち、どれを組み合わせても良い。

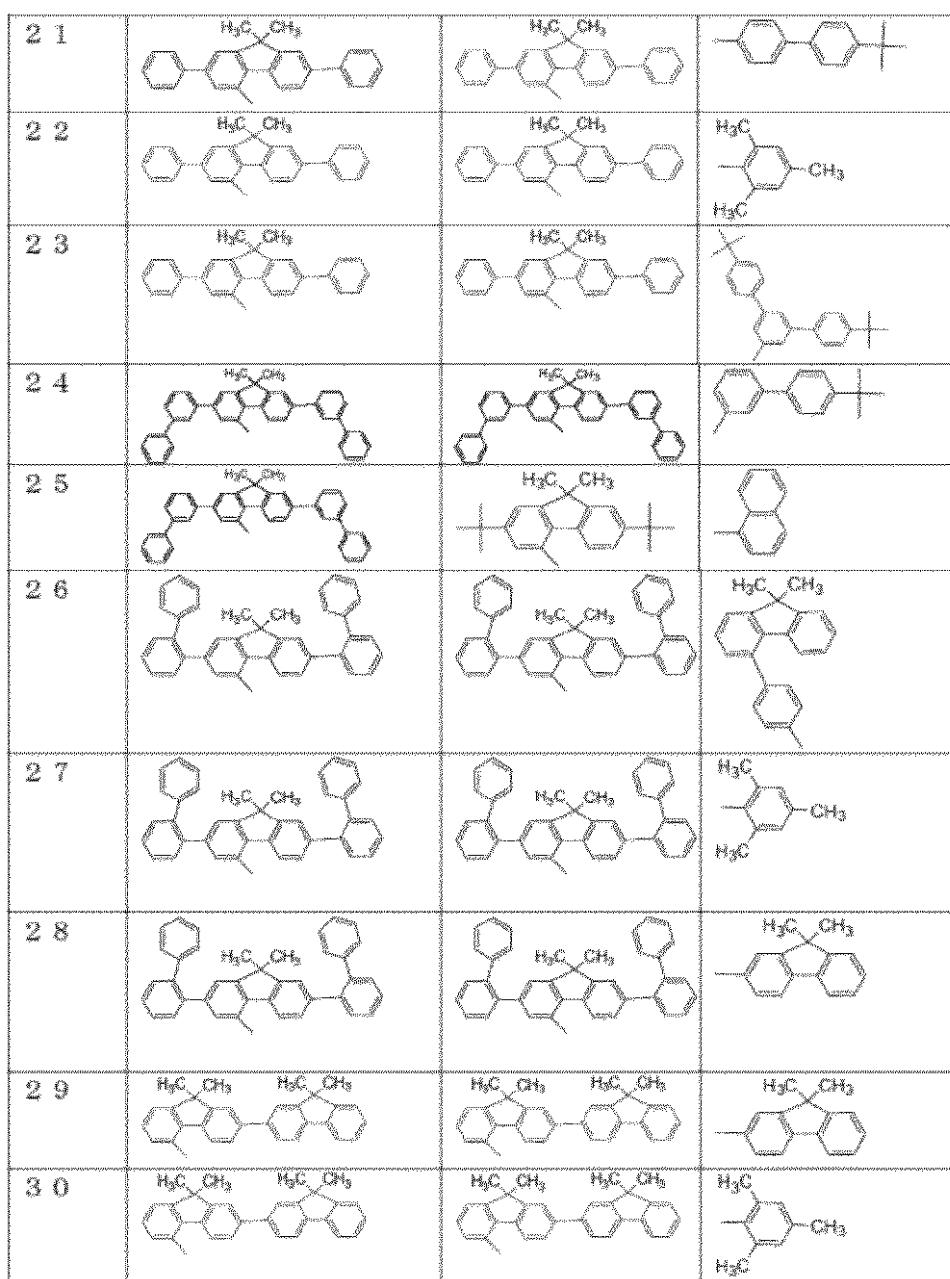
【0043】

【化2】

化合物 No	フルオレニル基	Ar 1 1	Ar 1 2
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

【0044】

【化3】



10

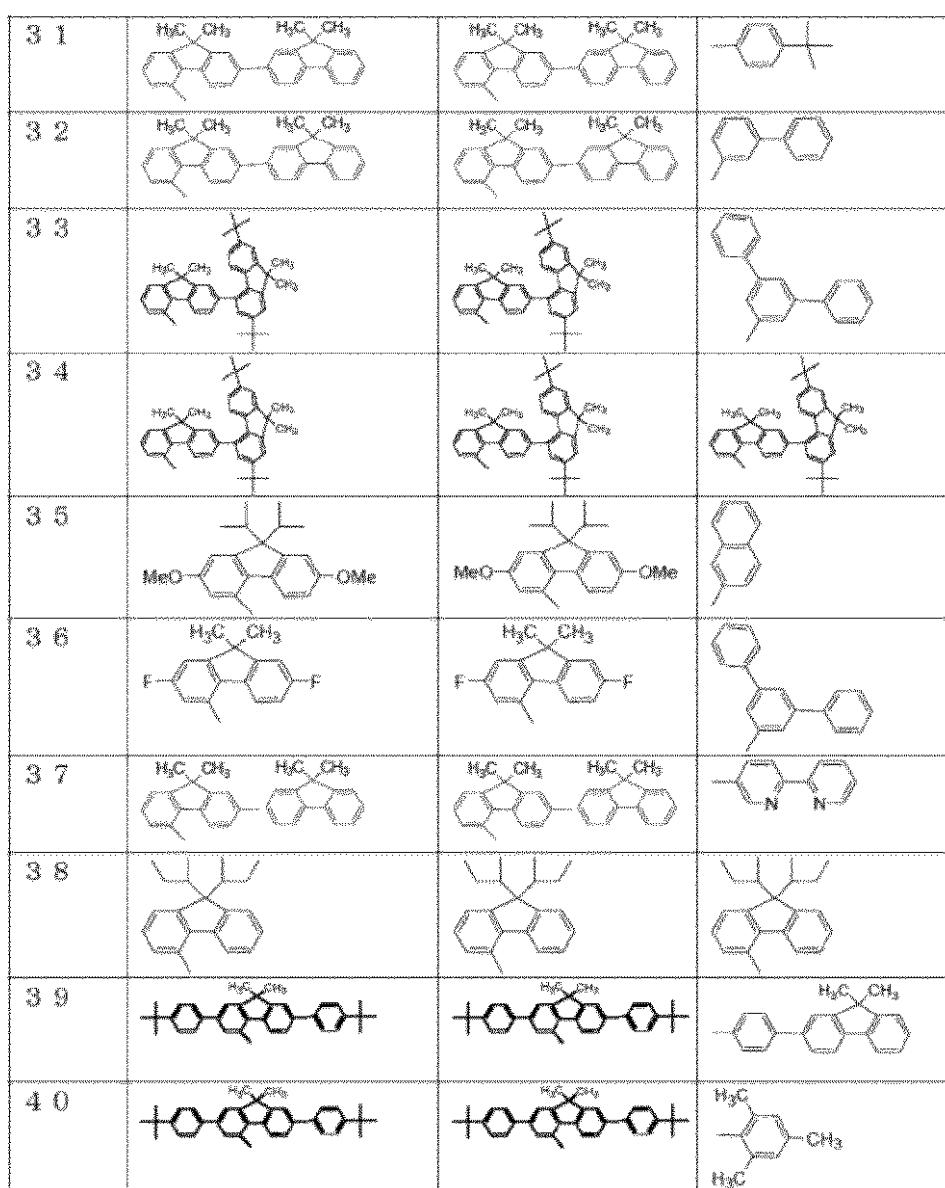
20

30

40

【0045】

【化4】



10

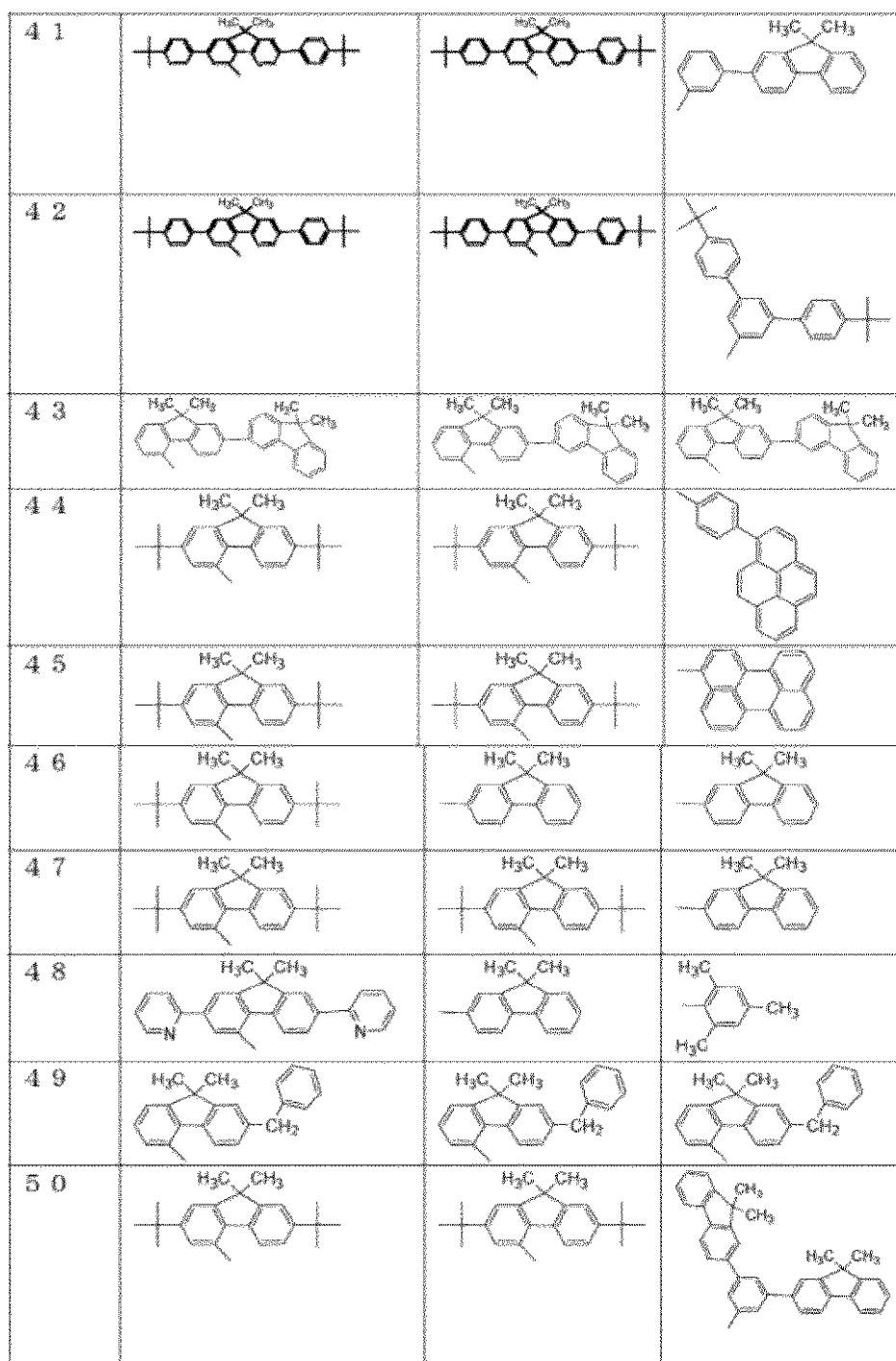
20

30

40

【0046】

【化5】



10

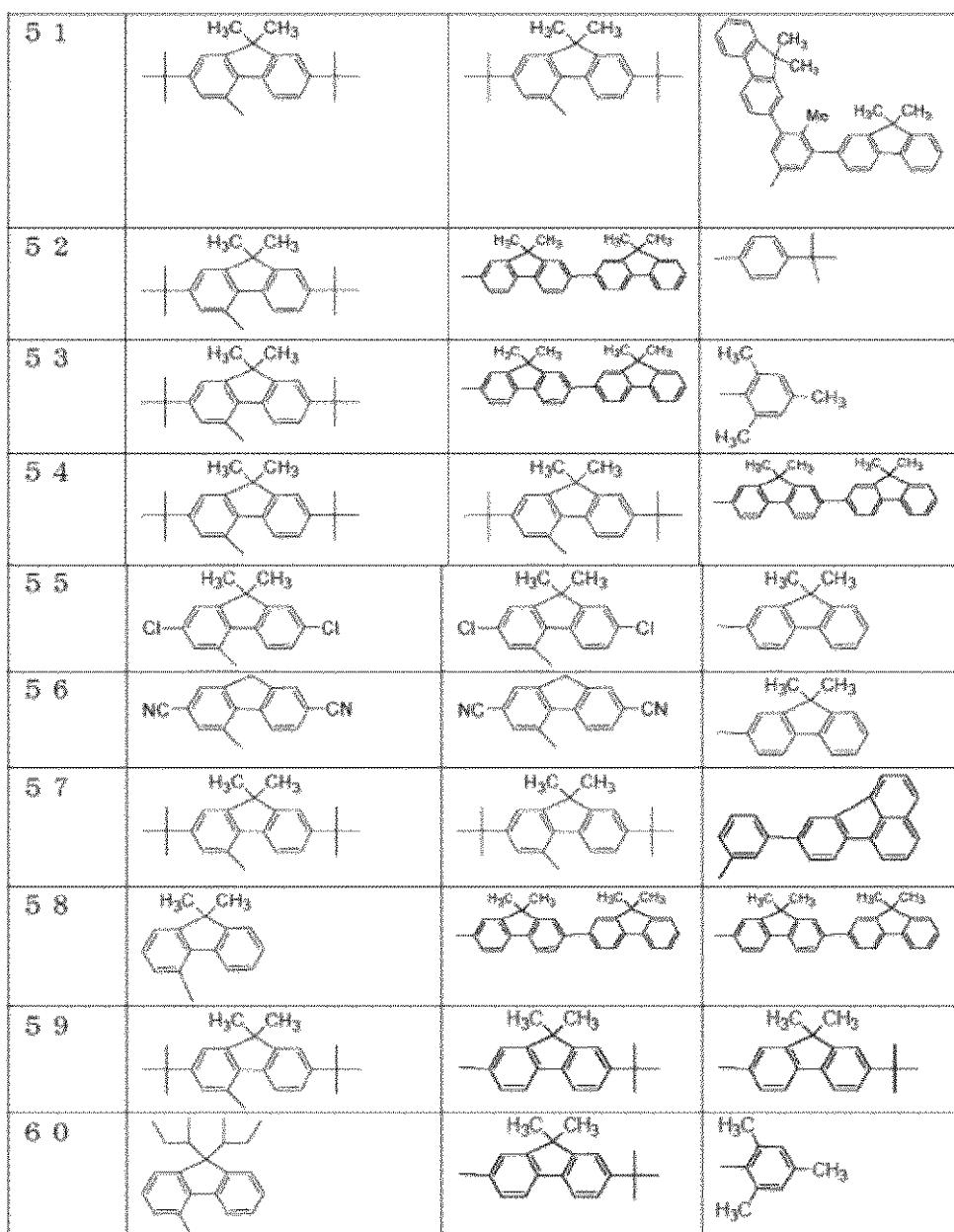
20

30

40

【0047】

【化6】



10

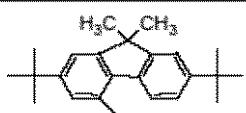
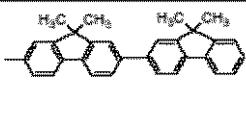
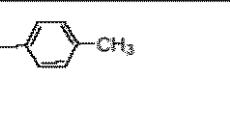
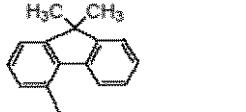
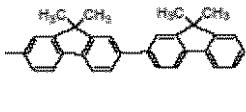
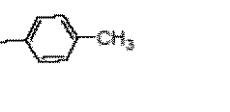
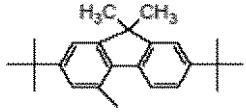
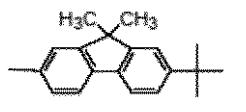
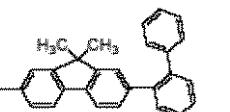
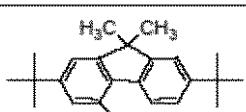
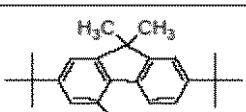
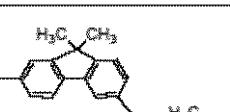
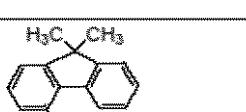
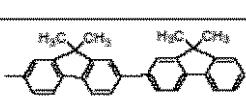
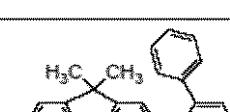
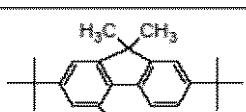
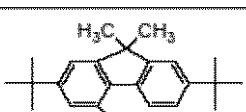
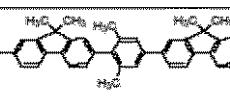
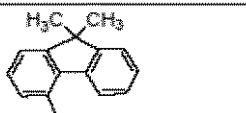
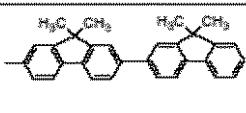
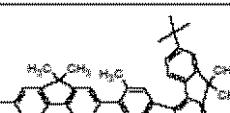
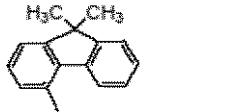
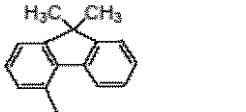
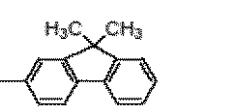
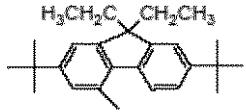
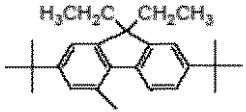
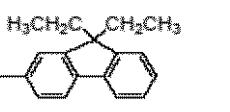
20

30

40

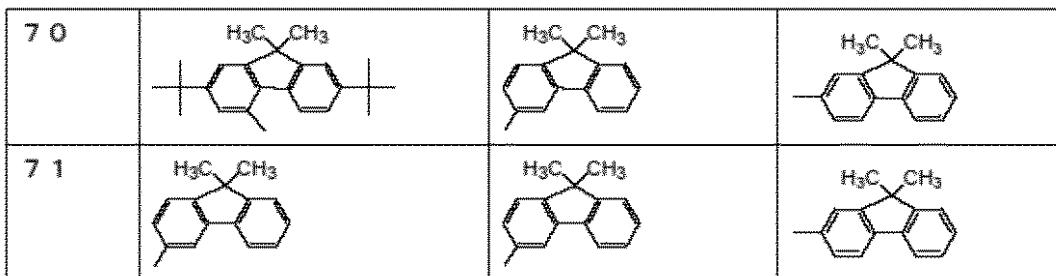
【0048】

【化7】

6 1				
6 2				10
6 3				
6 4				
6 5				20
6 6				
6 7				30
6 8				
6 9				40

【0049】

【化 8】



10

【0050】

図1～図2に本発明の有機発光素子の好ましい例を示す。

【0051】

図1は、本発明の有機発光素子の一例を示す断面図である。符号1は基板、2は陽極、5-1は第1ホール輸送層、5-2は第2ホール輸送層、3は発光層、6は電子輸送層、そして4は陰極である。

【0052】

図2は本発明の有機発光素子における他の例を示す断面図である。ホール輸送層が2層積層した図1の有機発光素子に対して、注入性をより上げるために、陽極2と第1ホール輸送層5-1との間に別層でホール注入層7を有した構造である。陽極から発光層へのホール注入性に優れ、さらに低電圧駆動を図ることが可能になる。また、ホールあるいは励起子(エキシトン)が陰極4側に抜けることを阻害する層(ホール/エキシトンプロッキング層8)を、発光層3、電子輸送層6間に挿入した構成もある。イオン化ポテンシャルの非常に高い化合物をホール/エキシトンプロッキング層8として用いる事により、発光効率の向上に効果的な構成である。

20

【0053】

ただし、図1～図2はあくまでごく基本的な素子構成であり、これらに限定されるものではない。例えば、電極と有機層界面に絶縁性層を設ける、接着層あるいは干渉層を設けるなど多様な層構成をとることができる。

30

【0054】

本発明の有機発光素子において、本発明の化合物を含有する層およびその他の有機化合物からなる層は、以下に示す方法により形成される。一般には真空蒸着法、イオン化蒸着法、スパッタリング、プラズマあるいは、適当な溶媒に溶解させて公知の塗布法(例えば、スピンドルティング、ディッピング、キャスト法、LB法、インクジェット法等)により薄膜を形成する。特に塗布法で成膜する場合は、適当な接着樹脂と組み合わせて膜を形成することもできる。

【0055】

陽極材料としては、仕事関数がなるべく大きなものがよい。例えば、金、白金、銀、銅、ニッケル、パラジウム、コバルト、セレン、バナジウム、タンクステン等の金属単体あるいはこれらの合金、酸化錫、酸化亜鉛、酸化インジウム、酸化錫インジウム(ITO)、酸化亜鉛インジウム等の金属酸化物が使用できる。また、ポリアニリン、ポリピロール、ポリチオフェン、ポリフェニレンスルフィド等の導電性ポリマーも使用できる。これらの電極物質は単独で用いるか、あるいは複数併用することもできる。また、陽極は一層構成でもよく、多層構成をとることもできる。

40

【0056】

一方、陰極材料としては、仕事関数の小さなものがよい。例えば、リチウム、ナトリウム、カリウム、カルシウム、マグネシウム、アルミニウム、インジウム、ルテニウム、チタニウム、マンガン、イットリウム、銀、鉛、錫、クロム等の金属単体が挙げられる。あるいはリチウム-インジウム、ナトリウム-カリウム、マグネシウム-銀、アルミニウム

50

- リチウム、アルミニウム - マグネシウム、マグネシウム - インジウム等、複数の合金として用いることができる。酸化錫インジウム (ITO) 等の金属酸化物の利用も可能である。これらの電極物質は単独で用いるか、あるいは複数併用することもできる。また、陰極は一層構成でもよく、多層構成をとることもできる。

【0057】

本発明で用いる基板としては、特に限定するものではないが、金属製基板、セラミックス製基板等の不透明性基板、ガラス、石英、プラスチックシート等の透明性基板が用いられる。また、基板にカラーフィルター膜、蛍光色変換フィルター膜、誘電体反射膜などを用いて発色光をコントロールする事も可能である。

【0058】

なお、作成した素子に対して、酸素や水分等との接触を防止する目的で保護層あるいは封止層を設けることもできる。保護層としては、ダイヤモンド薄膜、金属酸化物、金属窒化物等の無機材料膜、フッ素樹脂、ポリパラキシレン、ポリエチレン、シリコーン樹脂、ポリスチレン樹脂等の高分子膜、さらには、光硬化性樹脂等が挙げられる。また、ガラス、気体不透過性フィルム、金属などをカバーし、適当な封止樹脂により素子自体をパッケージングすることもできる。

【0059】

本発明の素子は、基板上有機発光素子の発光及び非発光を制御するための薄膜トランジスタ (TFT) を作成し、それに接続して作成することも可能である。

【0060】

このような素子をディスプレに搭載し表示領域の画素として利用することができる。

【実施例】

【0061】

以下、実施例により本発明をさらに具体的に説明していくが、本発明はこれらに限定されるものではない。

【0062】

<実施例1>

図1に示す構造の有機発光素子を以下に示す方法で作成した。

【0063】

基板1としてのガラス基板上に、陽極2としての酸化錫インジウム (ITO) をスパッタ法にて120nmの膜厚で成膜したものを透明導電性支持基板として用いた。これをアセトン、イソプロピルアルコール (IPA) で順次超音波洗浄し、次いでIPAで煮沸洗浄後乾燥した。さらに、UV / オゾン洗浄したものを透明導電性支持基板として使用した。

【0064】

ホール輸送材料として下記構造式で示される化合物1を用いて、濃度が0.2wt%となるようにクロロホルム溶液を調整した。

【0065】

この溶液を上記のITO電極上に滴下し、最初に500RPMの回転で10秒、次に1000RPMの回転で1分間スピンドルを行い膜形成した。この後10分間、80°の真空オーブンで乾燥し、薄膜中の溶剤を完全に除去した。形成された第1ホール輸送層5-1の厚みは15nmであった。

【0066】

さらに下記構造式で示される化合物2を蒸着し厚さ20nmからなる第2ホール輸送層5-2を形成した。

【0067】

次に、ホール輸送層5-2の上に下記構造式で示される化合物3と下記構造式で示される化合物4を共蒸着して25nmの発光層3を設けた。蒸着時の真空度は 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度は0.2~0.3nm/secの条件で成膜した。

【0068】

10

20

30

40

50

更に電子輸送層 6 として 2、9 - [2 - (9 , 9 ' - ジメチルフルオレニル)] - 1、10 - フェナントロリンを真空蒸着法にて 25 nm の膜厚に形成した。蒸着時の真空度は 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度は 0.2 ~ 0.3 nm / sec の条件であった。

【 0 0 6 9 】

次に、フッ化リチウム (LiF) を先ほどの有機層の上に、真空蒸着法により厚さ 0.5 nm 形成し、更に真空蒸着法により厚さ 100 nm のアルミニウム膜を設け電子注入電極 (陰極 4) とする有機発光素子を作成した。蒸着時の真空度は 1.0×10^{-4} Pa、成膜速度は、フッ化リチウムは 0.05 nm / sec、アルミニウムは 1.0 ~ 1.2 nm / sec の条件で成膜した。

【 0 0 7 0 】

得られた有機EL素子は、水分の吸着によって素子劣化が起こらないように、乾燥空気雰囲気中で保護用ガラス板をかぶせ、アクリル樹脂系接着材で封止した。ここで化合物 2 のエネルギーギャップは、化合物 4 のエネルギーギャップより大きい。また、イオン化ボテンシャルに関しては、化合物 1、化合物 2、化合物 4 の順序で大きい。

【 0 0 7 1 】

本実施例の素子は 4 V の印加電圧で、発光効率 5.31 m / W の発光が観測された。また、CIE 色度は $x = 0.15$, $y = 0.17$ と色純度の良好な青色の発光が観測された。

【 0 0 7 2 】

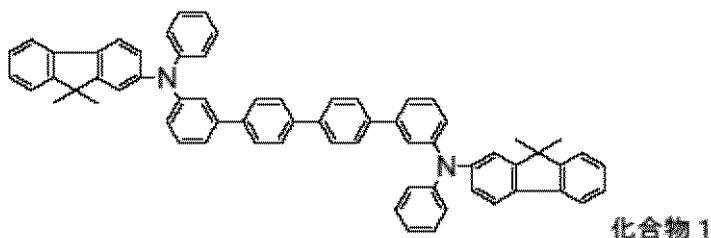
さらに、この素子に窒素雰囲気下、100 時間電圧を印加したところ、良好な発光の継続が確認された。

【 0 0 7 3 】

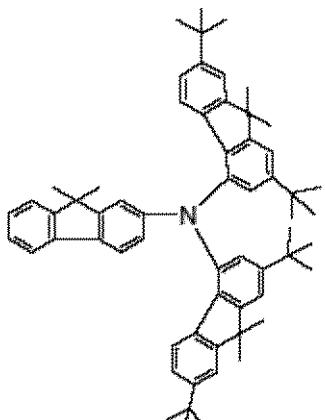
10

20

【化9】

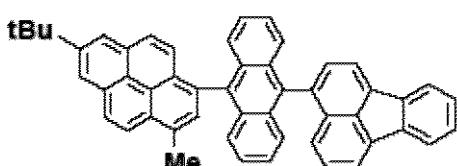


10



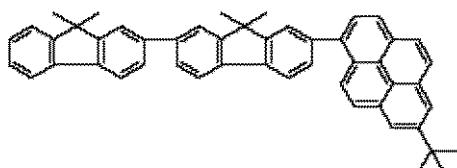
20

化合物2



30

化合物3



化合物4

【0074】

40

<実施例2>

実施例1の化合物1の代わりに化合物5、化合物3の代わりに化合物6を用いる以外は、実施例1と同様の方法により素子を作成した。

【0075】

40

ここで化合物2のエネルギーギャップは、化合物4のエネルギーギャップより大きい。また、イオン化ポテンシャルに関しては、化合物5、化合物2、化合物4の順序で大きい。

【0076】

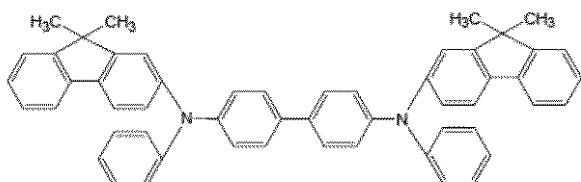
第1ホール輸送層は13nmであった。本実施例の素子は4Vの印加電圧で、電流密度3.9mA/cm² 発光輝度331cd/m² 発光効率6.71m/Wの発光が観測

50

された。また、良好な青色の発光が観測された。

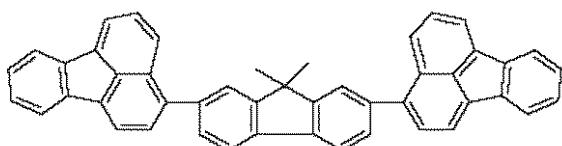
【0077】

【化10】



10

化合物5



化合物6

20

【0078】

<比較例1>

ホール輸送層が1層のみの有機発光素子を作成した。

【0079】

ホール輸送層5として化合物5を用いて、濃度が0.24wt%となるようにクロロホルム溶液を調整した。

【0080】

この溶液を上記のITO電極上に滴下し、最初に500RPMの回転で10秒、次に1000RPMの回転で1分間スピンドルコートを行い膜形成した。この後10分間、80の真空オーブンで乾燥し、薄膜中の溶剤を完全に除去した。形成されたホール輸送層5の厚みは33nmであった。このホール輸送層のホール移動度は、印加電圧の平方根が500(V/cm)^{1/2}の時、 $1.4 \times 10^{-3} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ である。

30

【0081】

更に、発光層、電子輸送層及びAl電極は実施例2と同様に作成した。

【0082】

この様にして得られた素子に、ITO電極(陽極2)を正極、Al電極(陰極4)を負極にして、4.0Vの印加電圧で、電流密度3.0mA/cm²、発光輝度83.3cd/m²、発光効率2.21m/Wの発光が観測された。また、発光が観測された。

【0083】

<比較例2>

ホール輸送層5として化合物2を用いて、濃度が0.24wt%となるようにクロロホルム溶液を調整した。

40

【0084】

この溶液を上記のITO電極上に滴下し、最初に500RPMの回転で10秒、次に1000RPMの回転で1分間スピンドルコートを行い膜形成した。この後10分間、80の真空オーブンで乾燥し、薄膜中の溶剤を完全に除去した。形成されたホール輸送層5の厚みは33nmであった。このホール輸送層のホール移動度は、印加電圧の平方根が500(V/cm)^{1/2}の時、 $3.3 \times 10^{-4} \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ である。

【0085】

更に、発光層、電子輸送層及びAl電極は実施例2と同様に作成した。

50

【0086】

この様にして得られた素子に、ITO電極（陽極2）を正極、Al電極（陰極4）を負極にして、4.0Vの印加電圧で、電流密度2.5mA/cm²、発光輝度174cd/m² 発光効率5.5lm/Wの発光が観測された。また、青色発光が観測された。

【0087】

このように、〔1〕定電圧駆動時の電流増加（低電圧駆動可能）〔2〕発光効率向上、という点で比較例1、2の素子に対して、本実施例2は改善されている。また、実施例2と比較例1、2から分かるように、第1ホール輸送層のホール移動度が第2ホール輸送層のホール移動度より大きいとすることにより、低電圧駆動が可能となる。この場合、実施するにあたっては 5×10^{-4} cm²/V·s以上の移動度が望ましい。 10

【0088】

<実施例3>

実施例2の化合物2の代わりに化合物7を用いる以外は、実施例2と同様の方法により素子を作成した。

【0089】

本実施例の素子は4Vの印加電圧で、電流密度3.4mA/cm²、発光輝度202cd/m² 発光効率4.71lm/Wの発光が観測された。また、良好な青色の発光が観測された。

【0090】

ここで化合物7のエネルギーギャップは、化合物4のエネルギーギャップより大きい。また、イオン化ポテンシャルに関しては、化合物5、化合物7、化合物4の順序で大きい。 20

【0091】

<実施例4>

実施例2の化合物2の代わりに化合物8を用いる以外は、実施例2と同様の方法により素子を作成した。

【0092】

化合物8から成るホール輸送層のホール移動度は、印加電圧の平方根が500(V/cm)^{1/2}の時、 4.5×10^{-4} cm²/V·sである。 30

【0093】

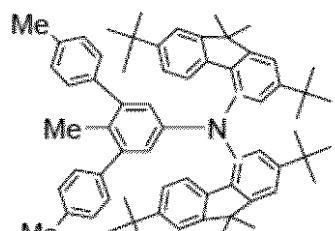
本実施例の素子は4Vの印加電圧で、電流密度5.2mA/cm²、発光輝度332cd/m² 発光効率5.01lm/Wの発光が観測された。また、良好な青色の発光が観測された。

【0094】

ここで化合物8のエネルギーギャップは、化合物4のエネルギーギャップより大きい。また、イオン化ポテンシャルに関しては、化合物5、化合物8、化合物4の順序で大きい。 30

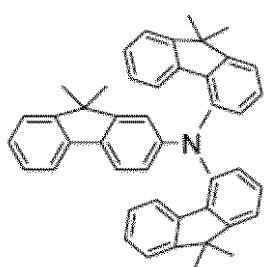
【0095】

【化 1 1】



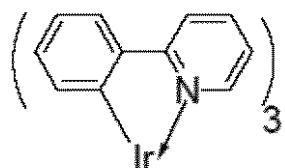
化合物 7

10



化合物 8

20

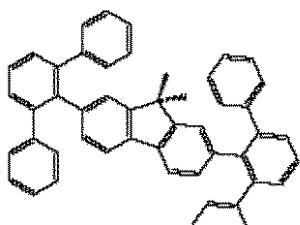


化合物 9

30

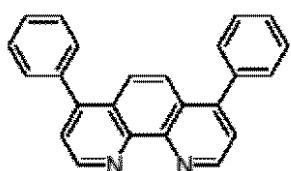
【 0 0 9 6 】

【化12】



化合物10

10



化合物11

20

【0097】

<実施例5>

実施例2の化合物4の代わりに化合物10を、化合物3の代わりに化合物9を用いた。また電子輸送層6として2、9-[2-(9,9'-ジメチルフルオレニル)]-1、10-フェナントロリン化合物の代わりに化合物11を用いて50nmとした。それ以外は、実施例2と同様の方法である。そして素子を作成した。

【0098】

本実施例の素子は4Vの印加電圧で、電流密度0.04mA/cm²、発光輝度17.4cd/m²、発光効率34.21m/Wの発光が観測された。また、色純度の良好な緑色の発光が観測された。

30

【0099】

ここで化合物2のエネルギーギャップは、化合物10のエネルギーギャップより大きい。また、イオン化ポテンシャルに関しては、化合物5、化合物2、化合物10の順序で大きい。

【図面の簡単な説明】

【0100】

【図1】本発明における有機発光素子の一例を示す断面図である。

【図2】本発明における有機発光素子の他の例を示す断面図である。

【符号の説明】

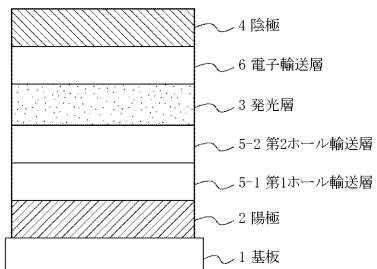
【0101】

40

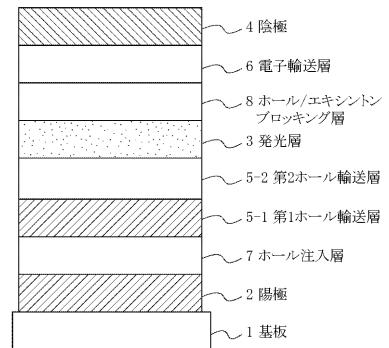
- 1 基板
- 2 陽極
- 3 発光層
- 4 陰極
- 5 ホール輸送層
- 5-1 第1ホール輸送層
- 5-2 第2ホール輸送層
- 6 電子輸送層
- 7 ホール注入層
- 8 ホール/エキシトンブロッキング層

50

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 沖中 啓二
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 井川 悟史
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 鎌谷 淳
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 山田 直樹
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 橋本 雅司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 村椿 方規
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 滝口 隆雄
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 妹尾 章弘
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 岡田 伸二郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開平04-308688 (JP, A)
特開2001-354668 (JP, A)
特開2003-201472 (JP, A)
特開2004-311424 (JP, A)
特開2004-339134 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 L 51 / 50
H 01 L 27 / 32
C 09 K 11 / 06
G 09 F 9 / 30