

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4810687号  
(P4810687)

(45) 発行日 平成23年11月9日 (2011. 11. 9)

(24) 登録日 平成23年9月2日 (2011. 9. 2)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/14 B

C O 9 K 11/06 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 9 O

C O 7 F 15/00 (2006. 01)

C O 9 K 11/06 6 6 O

G O 9 F 9/30 (2006. 01)

C O 7 F 15/00 E

H O 1 L 27/32 (2006. 01)

C O 7 F 15/00 D

請求項の数 8 (全 39 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-71202 (P2008-71202)  
 (22) 出願日 平成20年3月19日 (2008. 3. 19)  
 (62) 分割の表示 特願2002-334907 (P2002-334907)  
                   の分割  
           原出願日 平成14年11月19日 (2002. 11. 19)  
 (65) 公開番号 特開2008-227512 (P2008-227512A)  
 (43) 公開日 平成20年9月25日 (2008. 9. 25)  
           審査請求日 平成20年3月21日 (2008. 3. 21)  
 (31) 優先権主張番号 特願2001-372601 (P2001-372601)  
 (32) 優先日 平成13年12月6日 (2001. 12. 6)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000001270  
                   コニカミノルタホールディングス株式会社  
                   東京都千代田区丸の内一丁目6番1号  
 (74) 代理人 110001254  
                   特許業務法人光陽国際特許事務所  
 (72) 発明者 山田 岳俊  
                   東京都日野市さくら町1番地コニカミノル  
                   タテクノロジーセンター株式会社内  
 (72) 発明者 木下 基  
                   東京都千代田区丸の内一丁目6番1号コニ  
                   カミノルタホールディングス株式会社内  
 (72) 発明者 北 弘志  
                   東京都日野市さくら町1番地コニカミノル  
                   タテクノロジーセンター株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子および表示装置

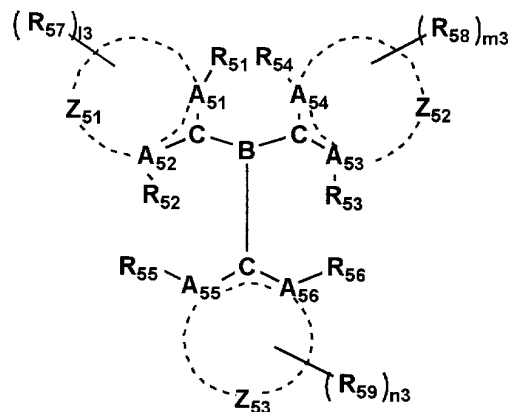
(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ホスト化合物およびリン光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物が下記一般式 ( 5 ) で表される化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【化 1】

一般式(5)



10

(式中、Bはホウ素原子を表し、Cは炭素原子を表し、A<sub>51</sub>、A<sub>52</sub>、A<sub>53</sub>、A<sub>54</sub>、A<sub>55</sub>およびA<sub>56</sub>は炭素原子を表し、Z<sub>51</sub>、Z<sub>52</sub>およびZ<sub>53</sub>はベンゼン環またはピリジン環を形成するのに必要な原子群を表し、R<sub>51</sub>、R<sub>52</sub>、R<sub>53</sub>、R<sub>54</sub>、R<sub>55</sub>およびR<sub>56</sub>は全て一価の置換基を表す。R<sub>57</sub>、R<sub>58</sub>およびR<sub>59</sub>はそれぞれ独立に水素原子または一価の置換基を表し、l<sub>3</sub>、n<sub>3</sub>およびm<sub>3</sub>はそれぞれ独立に0～7の整数を表す。)

20

## 【請求項 2】

一般式(5)において、R<sub>51</sub>～R<sub>56</sub>がそれぞれ独立にアルキル基、アルコキシ基、アリールオキシ基またはハロゲン原子であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 3】

ホスト化合物の分子量が420～2000であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

## 【請求項 4】

ホスト化合物の分子量が600～2000であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 5】

ホスト化合物の分子量が800～2000であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 6】

リン光性化合物がイリジウム、オスミウムまたは白金錯体系化合物であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【請求項 7】

リン光性化合物がイリジウム錯体系化合物であることを特徴とする請求項6に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

40

## 【請求項 8】

請求項1～7のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、有機エレクトロルミネッセンス(以下有機ELとも略記する)素子および表示装置に関するものである。詳しくいえば、本発明は発光輝度に優れた有機エレクトロル

50

ミネッセンス素子、および該有機エレクトロルミネッセンス素子を有する表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発光型の電子ディスプレイデバイスとして、エレクトロルミネッセンスディスプレイ（ELD）がある。ELDの構成要素としては、無機エレクトロルミネッセンス素子や有機エレクトロルミネッセンス素子が挙げられる。無機エレクトロルミネッセンス素子は平面型光源として使用されてきたが、発光素子を駆動させるためには交流の高電圧が必要である。有機エレクトロルミネッセンス素子は、発光する化合物を含有する発光層を、陰極と陽極で挟んだ構成を有し、発光層に電子及び正孔を注入して、再結合させることにより励起子（エキシトン）を生成させ、このエキシトンが失活する際の光の放出（蛍光・リン光）を利用して発光する素子であり、数V～数十V程度の電圧で発光が可能であり、更に、自己発光型であるために視野角に富み、視認性が高く、薄膜型の完全固体素子であるために省スペース、携帯性等の観点から注目されている。

10

【0003】

しかしながら、今後の実用化に向けた有機EL素子には、さらなる低消費電力で効率よく高輝度に発光する有機EL素子の開発が望まれている。

【0004】

特許第3093796号では、スチルベン誘導体、ジスチリルアリーレン誘導体またはトリススチリルアリーレン誘導体に、微量の蛍光体をドーブし、発光輝度の向上、素子の長寿命化を達成している。

20

【0005】

また、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これに微量の蛍光体をドーブした有機発光層を有する素子（特開昭63-264692号公報）、8-ヒドロキシキノリンアルミニウム錯体をホスト化合物として、これにキナクリドン系色素をドーブした有機発光層を有する素子（特開平3-255190号公報）が知られている。以上のように、蛍光量子収率の高い蛍光体をドーブすることによって、従来の素子に比べて発光輝度を向上させている。

【0006】

しかし、上記のドーブされる微量の蛍光体からの発光は、励起一重項からの発光であり、励起一重項からの発光を用いる場合、一重項励起子と三重項励起子の生成比が1：3であるため発光性励起種の生成確率が25%であることと、光の取り出し効率が約20%であるため、外部取り出し量子効率（ $\eta_{ext}$ ）の限界は5%とされている。ところが、プリンストン大学から励起三重項からのリン光発光を用いる有機EL素子が報告がされて以来（M. A. Baldo et al., nature, 395巻、151-154ページ（1998年））、室温でリン光を示す材料の研究が活発になってきている（例えば、M. A. Baldo et al., nature, 403巻、17号、750-753ページ（2000年）、米国特許第6,097,147号など）。

30

【0007】

励起三重項を使用すると、内部量子効率の上限が100%となるため、励起一重項の場合に比べて原理的に発光効率が最大4倍となり、冷陰極管とほぼ同等の性能が得られ照明用にも応用可能であり注目されている。

40

【0008】

リン光性化合物をドーパントとして用いるときのホストは、リン光性化合物の発光極大波長よりも短波な領域に発光極大波長を有することが必要であることはもちろんであるが、その他にも満たすべき条件があることが分かってきた。

【0009】

The 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence（EL'00、浜松）では、リン光性化合物についていくつかの報告がなされており、例えば

50

、I k a iらはホール輸送性の化合物をリン光性化合物のホストとして用いている。また、M . E . T o m p s o nらは、各種電子輸送性材料をリン光性化合物のホストとして、これらに新規なイリジウム錯体をドーピングして用いている。更に、T s u t s u iらは、ホールブロック層の導入により高い発光効率を得ている。

【 0 0 1 0 】

リン光性化合物のホスト化合物については、例えば、C . A d a c h i e t a l . , A p p l . P h y s . L e t t . , 7 7 巻、9 0 4 ページ ( 2 0 0 0 年 ) 等に詳しく記載されているが、高輝度の有機エレクトロルミネッセンス素子を得るためにホスト化合物に必要とされる性質について、より新しい観点からのアプローチが必要である。しかし、いずれの報告においても、素子の発光輝度の向上および耐久性の両者を満足しうる構成は得られていない。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

従って、本発明は素子の発光輝度の向上および耐久性の両立を目的になされたものであり、本発明の目的は、発光輝度の向上および耐久性の両立を達成した有機エレクトロルミネッセンス素子、および有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた発光輝度の高い、長寿命な表示装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

20

本発明の目的は以下 ( 1 ) ~ ( 8 ) に示す手段により達成される。

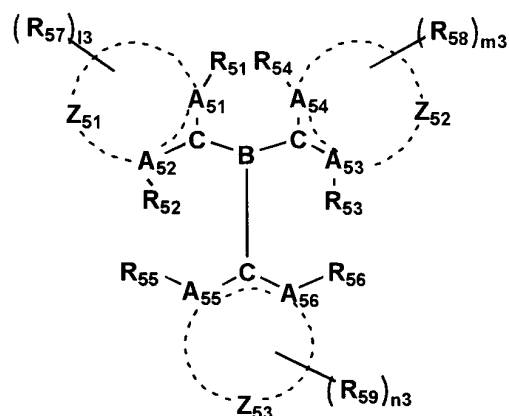
【 0 0 1 3 】

( 1 ) ホスト化合物およびリン光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物が下記一般式 ( 5 ) で表される化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 1 4 】

【化 1】

一般式(5)



30

40

【 0 0 1 5 】

( 式中、Bはホウ素原子を表し、Cは炭素原子を表し、A<sub>51</sub>、A<sub>52</sub>、A<sub>53</sub>、A<sub>54</sub>、A<sub>55</sub>およびA<sub>56</sub>は炭素原子を表し、Z<sub>51</sub>、Z<sub>52</sub>およびZ<sub>53</sub>はベンゼン環またはピリミジン環を形成するのに必要な原子群を表し、R<sub>51</sub>、R<sub>52</sub>、R<sub>53</sub>、R<sub>54</sub>、R<sub>55</sub>およびR<sub>56</sub>は全て一価の置換基を表す。R<sub>57</sub>、R<sub>58</sub>およびR<sub>59</sub>はそれぞれ独立に水素原子または一価の置換基を表し、13、n3およびm3はそれぞれ独立に0~7の整数を表す。)

( 2 ) 一般式 ( 5 ) において、R<sub>51</sub> ~ R<sub>56</sub> がそれぞれ独立にアルキル基、アルコキ

50

シ基、アリーールオキシ基またはハロゲン原子であることを特徴とする前記(1)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0016】

(3) ホスト化合物の分子量が420～2000であることを特徴とする前記(1)または(2)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0017】

(4) ホスト化合物の分子量が600～2000であることを特徴とする前記(1)または(2)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0018】

(5) ホスト化合物の分子量が800～2000であることを特徴とする前記(1)または(2)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

10

【0019】

(6) リン光性化合物がイリジウム、オスミウムまたは白金錯体系化合物であることを特徴とする前記(1)～(5)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0020】

(7) リン光性化合物がイリジウム錯体系化合物であることを特徴とする前記(6)に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0021】

(8) 前記(1)～(7)のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有することを特徴とする表示装置。

20

【0022】

以下、1～17は参考とされる手段である。

【0023】

1. ホスト化合物およびリン光性化合物を含有する発光層を有する有機エレクトロルミネッセンス素子において、ホスト化合物がホウ素原子を含有する化合物であることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0024】

2. ホスト化合物がホウ素原子および窒素原子を含有する化合物であることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

30

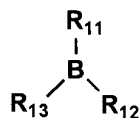
【0025】

3. ホスト化合物が下記一般式(1)で表される化合物であることを特徴とする請求項1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0026】

【化2】

一般式(1)



40

【0027】

(式中、Bはホウ素原子を表し、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ は一価の置換基を表す。但し、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ の少なくとも1つは芳香族基を表す。)

4. 前記一般式(1)において、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ が芳香族基であることを特徴とする前記3に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【0028】

5. ホスト化合物が下記一般式(2)で表される化合物であることを特徴とする前記1

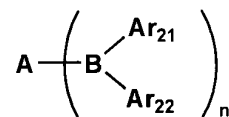
50

に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 2 9 】

【 化 3 】

一般式(2)



10

【 0 0 3 0 】

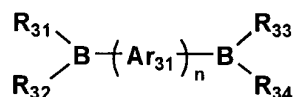
(式中、Bはホウ素原子を表し、 $\text{Ar}_{21}$ および $\text{Ar}_{22}$ は芳香族基を表し、Aは2～15個の基を表し、nは2～15の整数を表す。)

6. ホスト化合物が下記一般式(3)で表される化合物であることを特徴とする前記1に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 3 1 】

【 化 4 】

一般式(3)



20

【 0 0 3 2 】

(式中、Bはホウ素原子を表し、 $\text{Ar}_{31}$ は単環の芳香族基を表し、 $\text{R}_{31}$ 、 $\text{R}_{32}$ 、 $\text{R}_{33}$ および $\text{R}_{34}$ は一価の置換基を表す。nは1～5の整数を表す。)

7. ホスト化合物が下記一般式(4)で表される化合物であることを特徴とする前記6

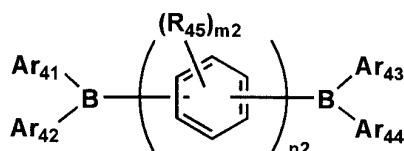
30

に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 3 3 】

【 化 5 】

一般式(4)



40

【 0 0 3 4 】

(式中、Bはホウ素原子を表し、 $\text{Ar}_{41}$ 、 $\text{Ar}_{42}$ 、 $\text{Ar}_{43}$ および $\text{Ar}_{44}$ は芳香族基を表し、 $\text{R}_{45}$ は水素原子または一価の置換基を表す。n2は2～5の整数を表し、m2は0～4の整数を表す。)

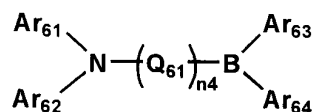
【 0 0 3 8 】

11. ホスト化合物が下記一般式(6)で表される化合物であることを特徴とする前記2に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【 0 0 3 9 】

## 【化 7】

## 一般式(6)



## 【0040】

(式中、 $\text{Ar}_{61}$ 、 $\text{Ar}_{62}$ 、 $\text{Ar}_{63}$ および $\text{Ar}_{64}$ は各々独立に置換又は無置換の芳香族基を表し、 $\text{Q}_{61}$ は芳香族基を表し、 $n4$ は1～5の整数を表す。)

10

12．ホスト化合物の分子量が420～2000であることを特徴とする前記1～11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0041】

13．ホスト化合物の分子量が600～2000であることを特徴とする前記1～11のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0042】

14．ホスト化合物の分子量が800～2000であることを特徴とする前記1～13のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0043】

20

15．リン光性化合物がイリジウム、オスミウムまたは白金錯体系化合物であることを特徴とする前記1～14のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0044】

16．リン光性化合物がイリジウム錯体系化合物であることを特徴とする前記15に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

## 【0045】

17．前記1～16のいずれか1項に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子を有する表示装置。

## 【発明の効果】

## 【0046】

30

発光輝度の向上した、耐久性の高い有機エレクトロルミネッセンス素子、および有機エレクトロルミネッセンス素子を用いた表示装置が得られた。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0047】

以下に本発明を詳細に説明する。

## 【0048】

本発明者等は、リン光性化合物をドーパントとして用い、励起三重項からのリン光発光を用いた有機EL素子のホスト化合物について鋭意検討を重ねた結果、分子内にホウ素原子を有する化合物をホスト化合物として用い有機エレクトロルミネッセンス素子を作成した場合に、素子の発光輝度および寿命が改善されることを見出した。

40

## 【0049】

本発明のホスト化合物とは、2種以上の化合物で構成される発光層中において、混合比(質量)の最も多い化合物であり、それ以外の化合物はドーパント化合物という。例えば、発光層を化合物A、化合物Bという2種で構成しその混合比がA:B=10:90であれば化合物Aがドーパント化合物であり、化合物Bがホスト化合物である。更に、発光層を化合物A、化合物B、化合物Cの3種から構成し、その混合比がA:B:C=5:10:85であれば、化合物A、化合物Bがドーパント化合物であり、化合物Cがホスト化合物である。本発明におけるリン光性化合物は、ドーパント化合物の一種である。

## 【0050】

本発明のリン光性化合物とは励起三重項からの発光が観測される化合物であり、リン光

50

量子収率が、25 において0.001以上の化合物である。好ましくは0.01以上である。更に好ましくは0.1以上である。

【0051】

上記リン光量子収率は、第4版実験化学講座7の分光IIの398ページ(1992年版、丸善)に記載の方法により測定できる。溶液中でのリン光量子収率は種々の溶媒を用いて測定できるが、本発明に用いられるリン光性化合物とは、任意の溶媒のいずれかにおいて上記リン光量子収率が達成されれば良い。

【0052】

好ましくは、元素の周期律表でVIII属の金属を含有する錯体系化合物であり、さらに好ましくは、イリジウム、オウミウム、または白金錯体系化合物である。

10

【0053】

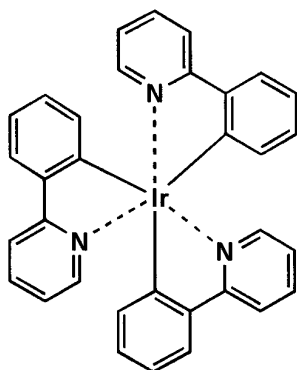
以下に、本発明で用いられるリン光性化合物であるイリジウム、オスミウム、または白金錯体系化合物の具体例を示すが、これらに限定されるものではない。これらの化合物は、例えば、Inorg. Chem. 40巻、1704 - 1711に記載の方法等により合成できる。

【0054】

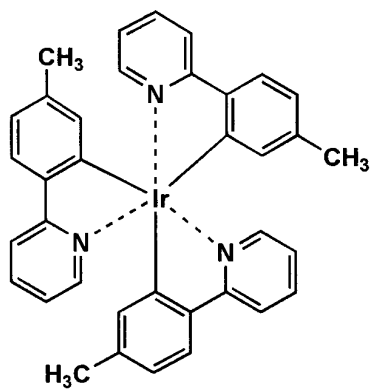


【化 8】

Ir-1

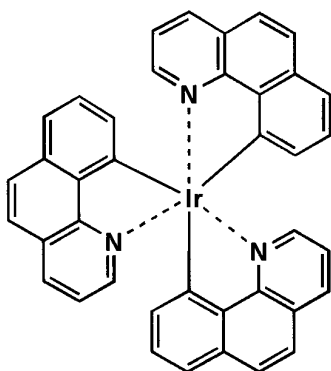


Ir-2

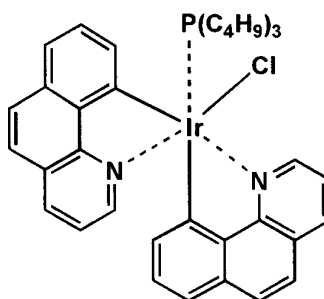


10

Ir-3

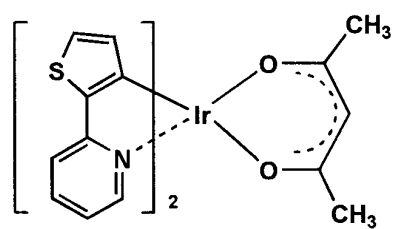


Ir-4

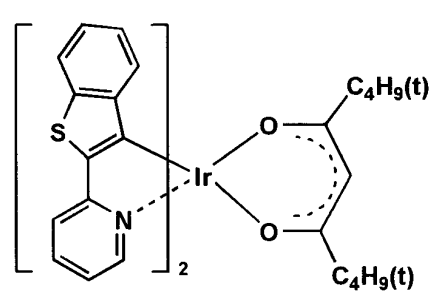


20

Ir-5



Ir-6

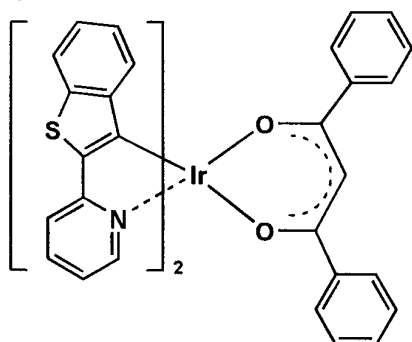


30

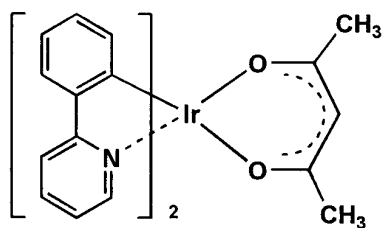
【 0 0 5 5 】

【化 9】

Ir-7

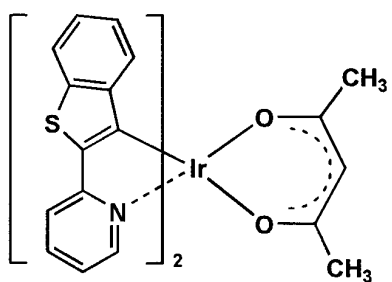


Ir-8

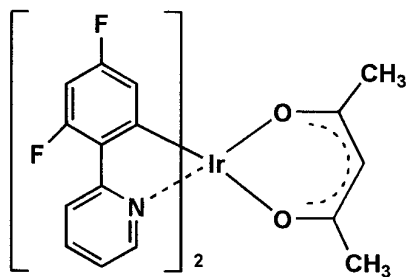


10

Ir-9

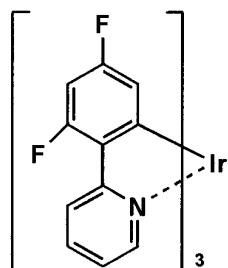


Ir-10

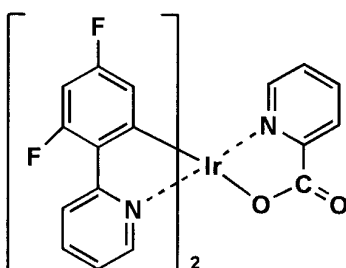


20

Ir-11



Ir-12

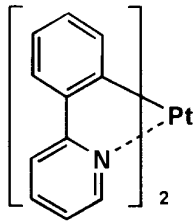


30

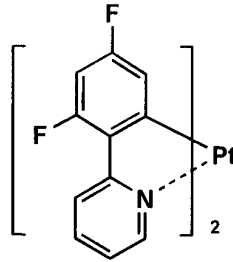
【 0 0 5 6 】

## 【化 1 0】

Pt-1

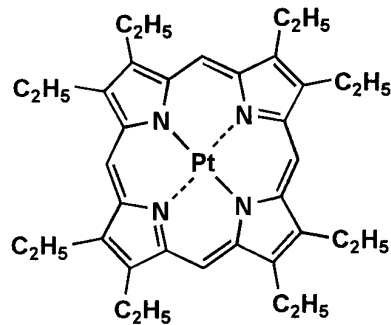


Pt-2



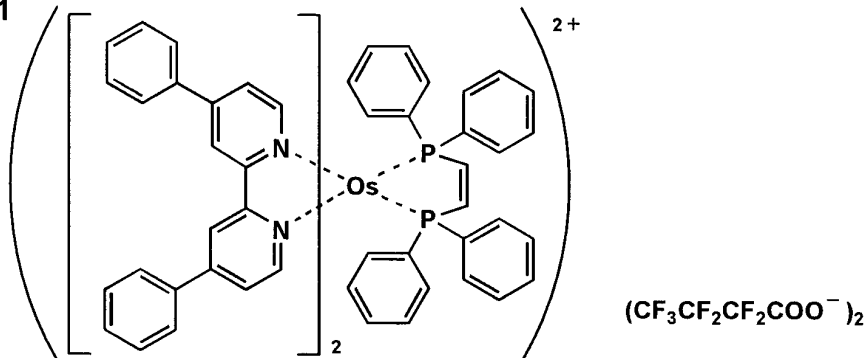
10

Pt-3



20

A-1



30

## 【 0 0 5 7】

また、別の形態では、ホスト化合物とリン光性化合物の他に、リン光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有する場合もある。この場合、ホスト化合物とリン光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物から得られる。蛍光性化合物として好ましいのは、溶液状態で蛍光量子収率が高いものである。ここで、蛍光量子収率は10%以上、特に30%以上が好ましい。具体的には、クマリン系色素、ピラン系色素、シアニン系色素、クロコニウム系色素、スクアリリウム系色素、オキソベンツアントラセン系色素、フルオレセイン系色素、ローダミン系色素、ビリリウム系色素、ペリレン系色素、スチルベン系色素、ポリチオフェン系色素、または、希土類錯体系蛍光体などが挙げられる。

40

## 【 0 0 5 8】

ここでの蛍光量子収率も、前記第4版実験化学講座7の分光IIの362ページ(1992年版、丸善)に記載の方法により測定することが出来、本発明においては、テトラヒドロフラン中で測定する。

## 【 0 0 5 9】

50

以下、本発明に用いられるホスト化合物について説明する。

#### 【0060】

本発明のホスト化合物は分子内にホウ素原子を含有している化合物であり、好ましくは一般式(1)で表される化合物である。一般式(1)において、Bはホウ素原子を表し、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ は一価の置換基を表す。但し、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ の少なくとも1つは芳香族基を表す。 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ で表される一価の置換基としては、アルキル基(メチル基、エチル基、*i*-プロピル基、ヒドロキシエチル基、メトキシメチル基、トリフルオロメチル基、*t*-ブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、ベンジル基等)、アリール基(フェニル基、ナフチル基、*p*-トリル基、*p*-クロロフェニル基等)、アルコキシ基(メトキシ基、エトキシ基、*i*-プロポキシ基、ブトキシ基等)、アリールオキシ基(フェノキシ基等)、アルキルチオ基(メチルチオ基、エチルチオ基、*i*-プロピルチオ基等)、アリールチオ基(フェニルチオ基等)、ハロゲン原子(フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子等)、シアノ基、ニトロ基、複素環基(ピロリル基、ピロリジル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル基等)等が挙げられる。芳香族基としては上記アリール基およびヘテロアリール基(ピロリル基、ピラゾリル基、イミダゾリル基、ピリジル基、ベンズイミダゾリル基、ベンゾチアゾリル基、ベンゾオキサゾリル等)が挙げられる。好ましくは、 $R_{11}$ 、 $R_{12}$ および $R_{13}$ がすべて芳香族基である時である。

#### 【0061】

次に一般式(2)について説明する。一般式(2)においてBはホウ素原子を表し、 $Ar_{21}$ および $Ar_{22}$ は芳香族基を表し、Aは2~15個の基を表し、*n*は2~15を表す。 $Ar_{21}$ および $Ar_{22}$ で表される芳香族基は一般式(1)と同様のものが挙げられる。また、Aで表される2~15個の基とは、好ましくは、単環基、縮合多環基、または、単環もしくは縮合多環を含む芳香族単位が連結した基である、また、これらの環は炭素、酸素、窒素、イオウ原子からなる原子で連結された2~15個の基でも良い。

#### 【0062】

Aの具体例としては、ベンゼン、トルエン、ナフタレン、アントラセン、フェナントレン、フルオレン、ピレン、ペリレン、トリフェニレン、アズレン、フルオレノン、フラン、チオフエン、ピロール、ピリジン、オキサゾール、ピラジン、ピリミジン、オキサジアゾール、トリアゾール、インドール、キノリン、イソキノリン、カルバゾール、アクリジン、ベンゾチアゾール、フェナントロリン、キナクリドン等の置換もしくは未置換の芳香族環もしくは縮合芳香族環の残基、更には、ビフェニル、ターフェニル、ビナフチル、トリフェニルベンゼン、ジフェニルアントラセン、ルブレン、ビピリジン、ビキノリン、ビチオフエン、などの芳香環構造単位同士が直接連結した残基、スチルベン、ジフェニルメタン、ジフェニルエーテル、ベンゾフェノン、ジフェニルスルフィド、トリフェニルアミン等の芳香環構造単位同士が、非芳香環構造単位を介して連結した骨格を有する化合物の残基である。

#### 【0063】

次に、一般式(3)について説明する。一般式(3)において、Bはホウ素原子を表し、 $Ar_{31}$ は単環の芳香族環を表し、 $R_{31}$ 、 $R_{32}$ 、 $R_{33}$ および $R_{34}$ は一価の置換基を表す。*n*は1~5を表す。 $Ar_{31}$ で表される単環の芳香族基の具体例としてはベンゼン、フラン、チオフエン、ピロール、オキサゾール、イミダゾール、チアゾール、トリアゾール、ピリジン、ピリダジン、ピリミジン、ピラジン、トリアジン等が挙げられる。また、これらの単環の芳香族基は更に置換されていてもよい。 $R_{41}$ 、 $R_{42}$ 、 $R_{43}$ および $R_{44}$ で表される一価の置換基としては一般式(1)と同様のものが挙げられる。

#### 【0064】

一般式(3)の化合物は、好ましくは一般式(4)で表され、 $Ar_{41}$ 、 $Ar_{42}$ 、 $Ar_{43}$ および $Ar_{44}$ で表される芳香族基は、一般式(2)の $Ar_{21}$ と同様のものが挙げられ、 $R_{45}$ が一価の置換基の場合の例としては、一般式(1)で例示した置換基と同様のものが挙げられる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 5 】

次に、一般式 ( 5 ) について説明する。B はホウ素原子を表し、C は炭素原子を表し、 $A_{51}$ 、 $A_{52}$ 、 $A_{53}$ 、 $A_{54}$ 、 $A_{55}$  および  $A_{56}$  は炭素原子を表し、 $Z_{51}$ 、 $Z_{52}$  および  $Z_{53}$  は ベンゼン環またはピリミジン環 を形成するのに必要な原子群を表し、 $R_{51}$ 、 $R_{52}$ 、 $R_{53}$ 、 $R_{54}$ 、 $R_{55}$  および  $R_{56}$  は 全で一価の置換基を表す。 $R_{57}$ 、 $R_{58}$  および  $R_{59}$  はそれぞれ独立に水素原子または一価の置換基を表し、 $l_3$ 、 $n_3$  および  $m_3$  はそれぞれ独立に 0 ~ 7 を表す。また、 $R_{51} \sim R_{59}$  で表される一価の置換基の例としては、一般式 ( 1 ) で例示した置換基と同様のものが挙げられる。

## 【 0 0 6 6 】

好ましくは、 $R_{51} \sim R_{56}$  が全で一価の置換基である時であり、より好ましくは、 $R_{51} \sim R_{56}$  がそれぞれ独立にアルキル基、アルコキシ基、アリアルオキシ基またはハロゲン原子であるときである。

10

## 【 0 0 6 7 】

次に一般式 ( 6 ) について説明する。 $A_{r61}$ 、 $A_{r62}$ 、 $A_{r63}$  および  $A_{r64}$  は各々独立に置換または無置換の芳香族基を表し、 $Q_{61}$  は芳香族基を表し、 $n_4$  は 1 ~ 5 を表す。 $A_{r61}$ 、 $A_{r62}$ 、 $A_{r63}$  および  $A_{r64}$  で表される芳香族基は、一般式 ( 2 ) の  $A_{r21}$  と同様のものが挙げられ、 $Q_{61}$  で表される芳香族基は、一般式 ( 3 ) の  $A_{r31}$  と同様のものが挙げられる。

## 【 0 0 6 8 】

また、ホスト化合物の分子量は 600 ~ 2000 であることが好ましい。分子量が 600 ~ 2000 であると、 $T_g$  ( ガラス転移温度 ) が上昇し、熱安定性が向上し、素子寿命が改善される。より好ましくは分子量が 800 ~ 2000 である。

20

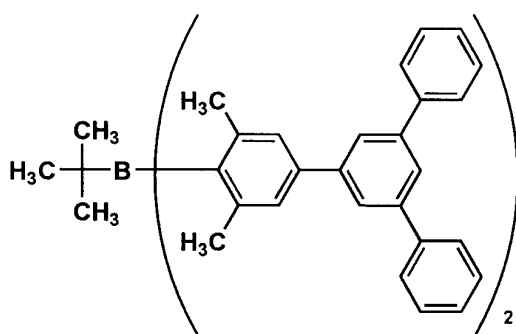
## 【 0 0 6 9 】

以下に、具体的化合物例を示すが、本発明のホスト化合物が、これらに限定されるものではない。

## 【 0 0 7 0 】

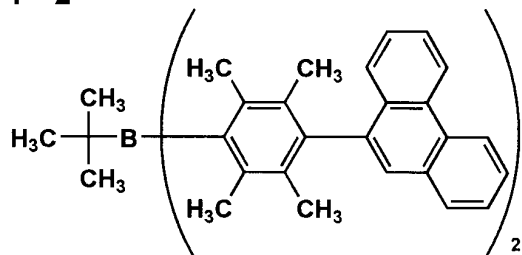
【化 1 1】

1-1

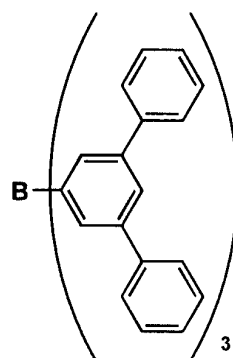


10

1-2

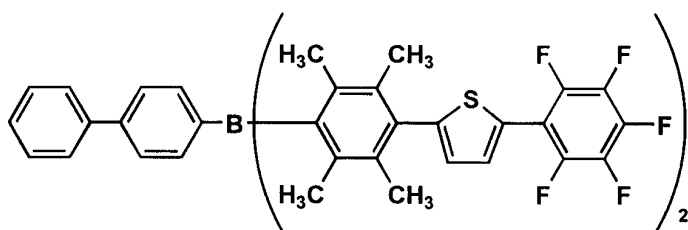


1-3

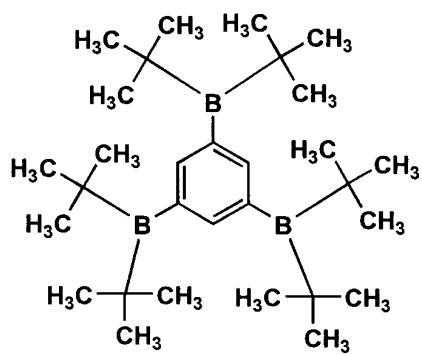


20

1-4



1-5



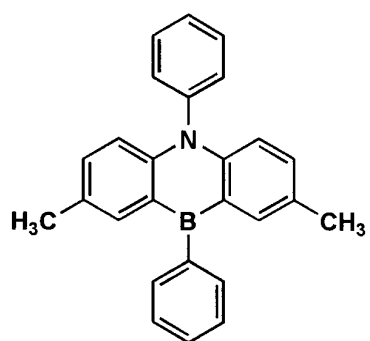
30

40

【 0 0 7 1】

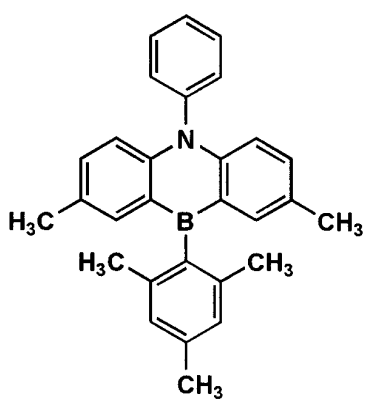
【化 1 2】

1-6



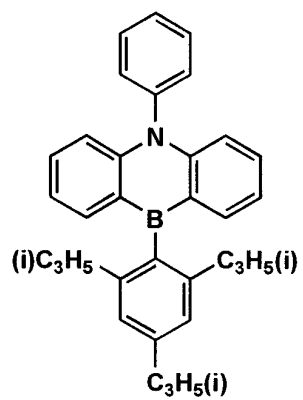
10

1-7



20

1-8

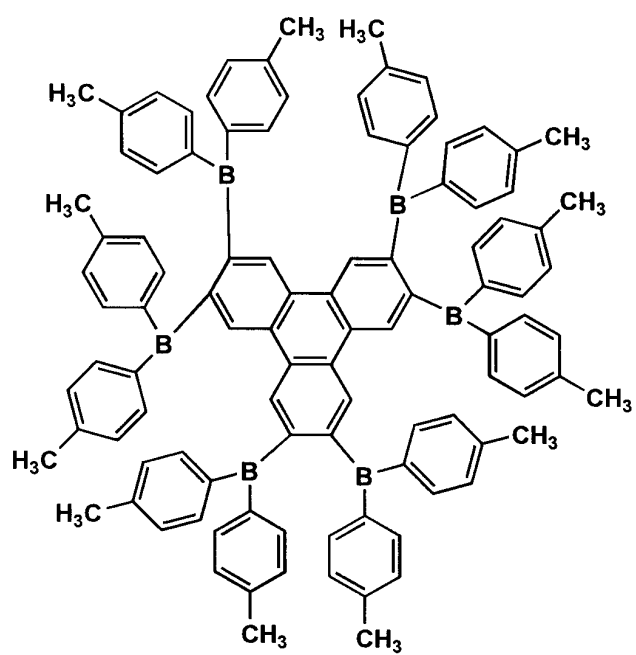


30

【 0 0 7 2 】

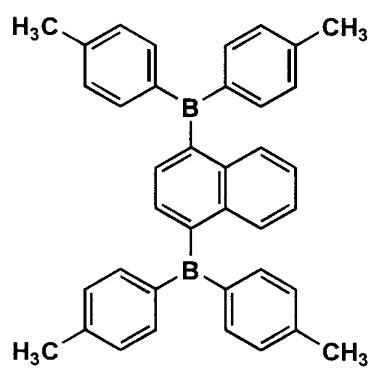
【化 1 3】

2-1



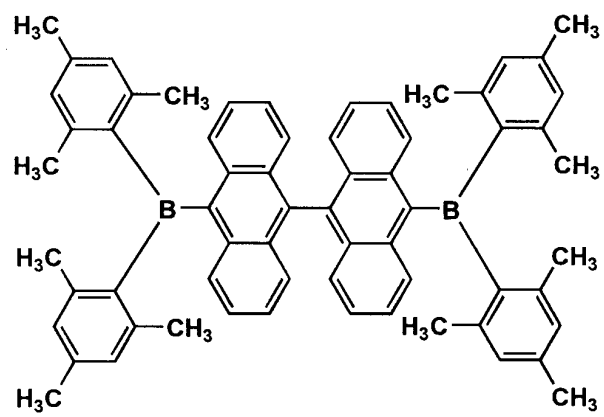
10

2-2



20

2-3



30

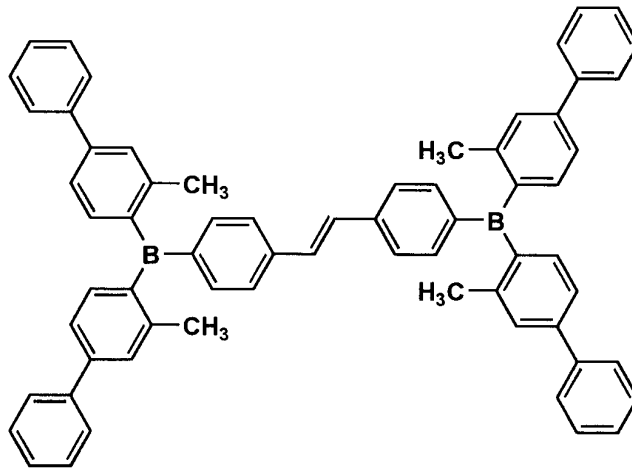
40

【 0 0 7 3 】



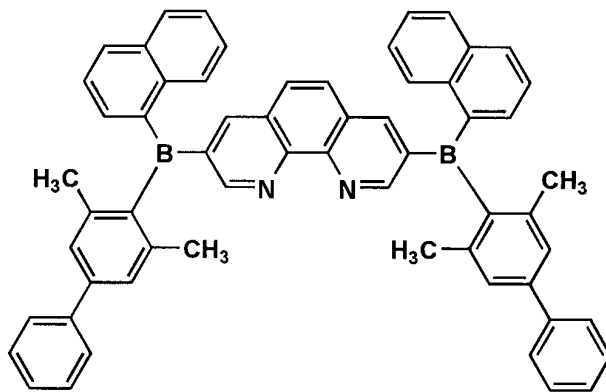
【化 1 4】

2-4



10

2-5



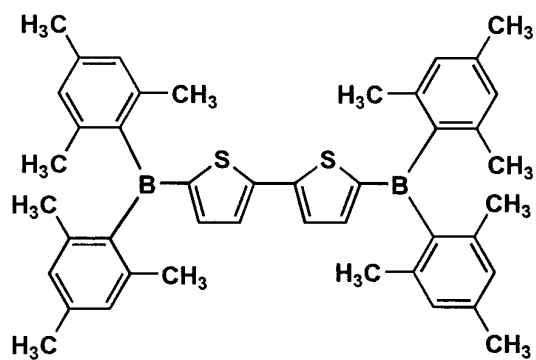
20

【 0 0 7 4 】

30

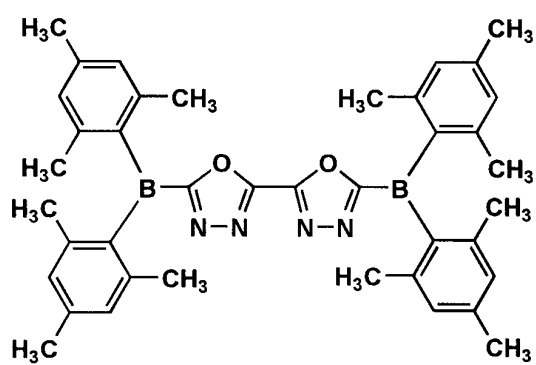
【化 1 5】

3-1



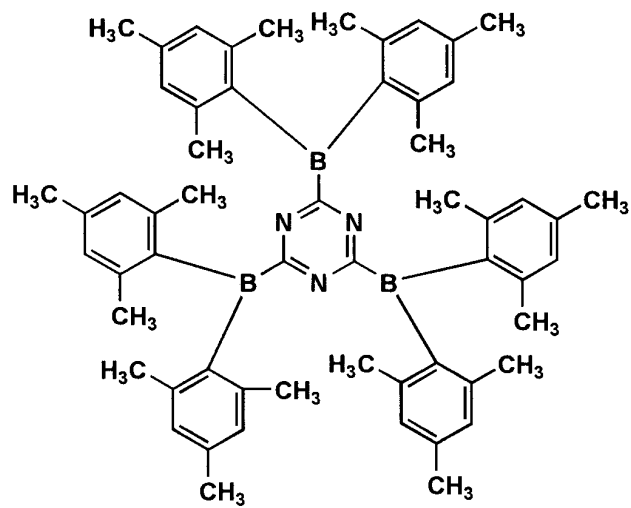
10

3-2



20

3-3



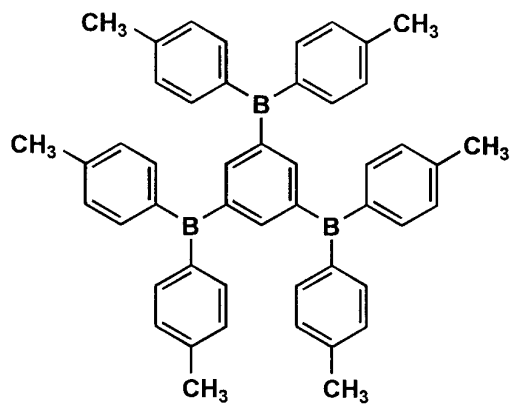
30

【 0 0 7 5】

40

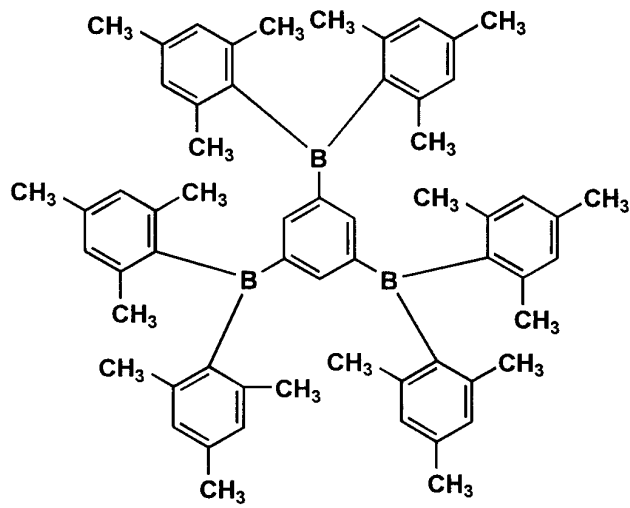
【化 1 6】

4-1



10

4-2



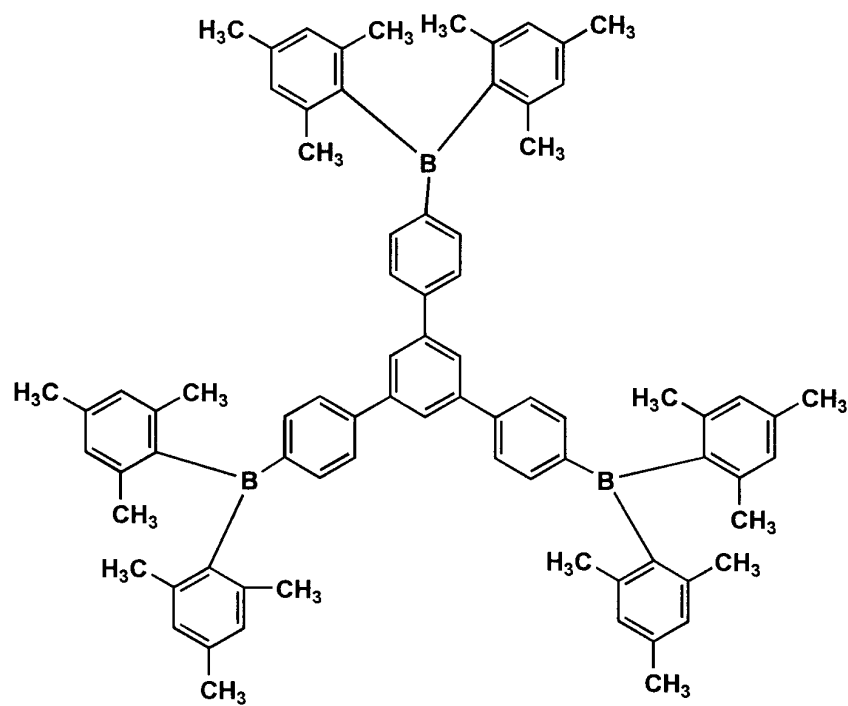
20

30

【 0 0 7 6 】

【化 1 7】

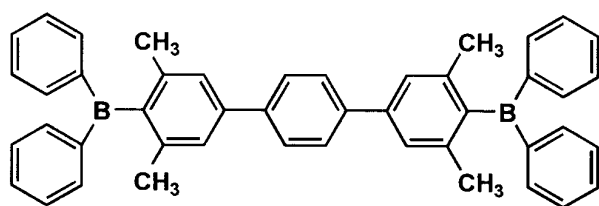
4-3



10

20

4-4

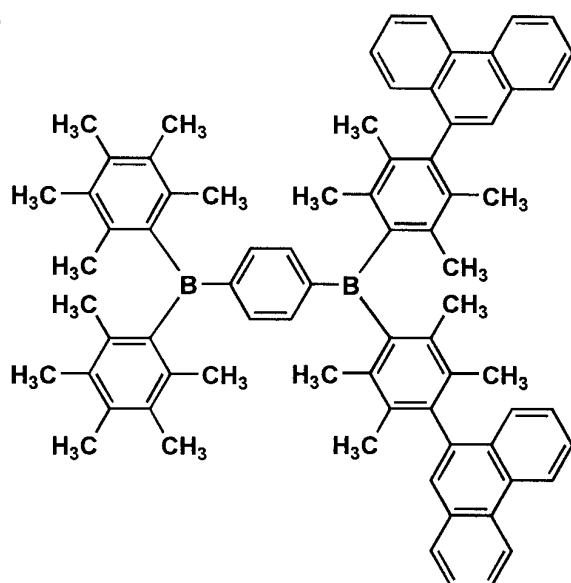


30

【 0 0 7 7 】

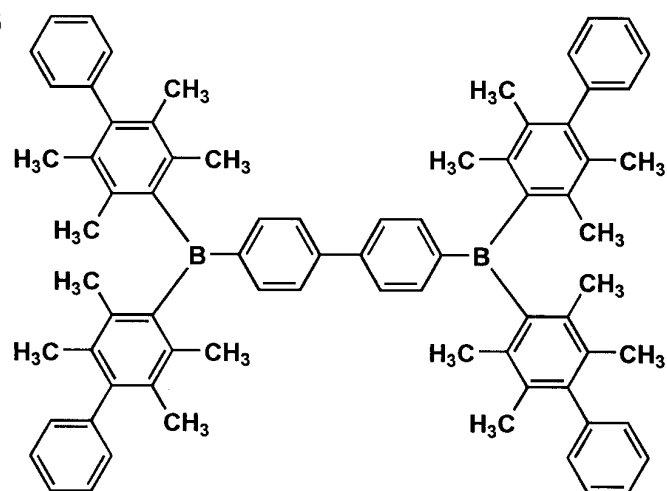
【化 1 8】

4-5



10

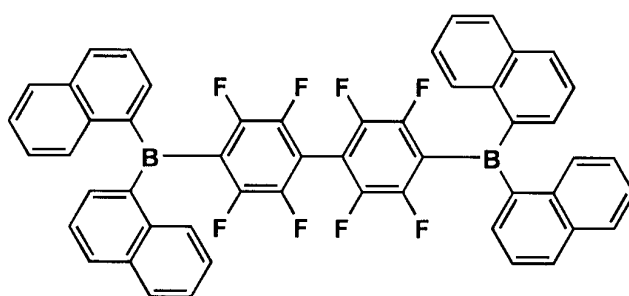
4-6



20

30

4-7

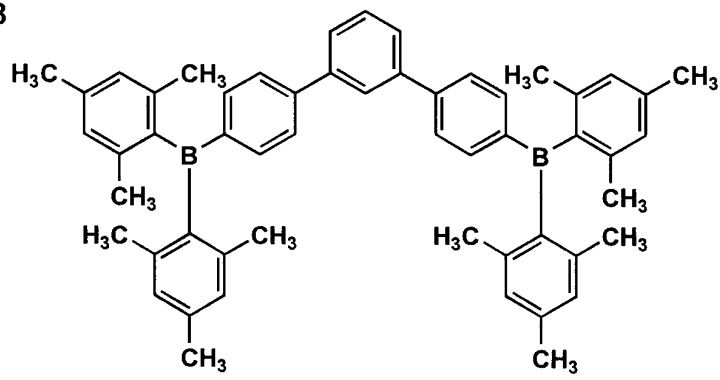


40

【 0 0 7 8 】

【化 1 9】

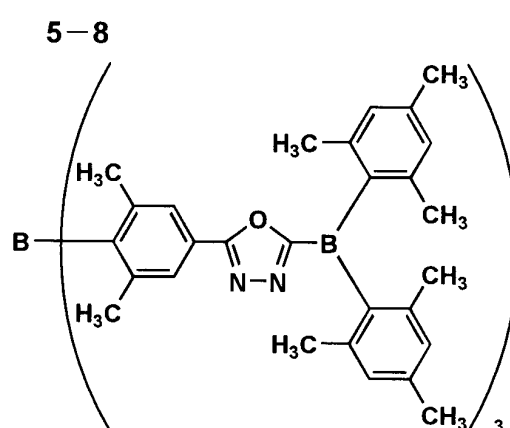
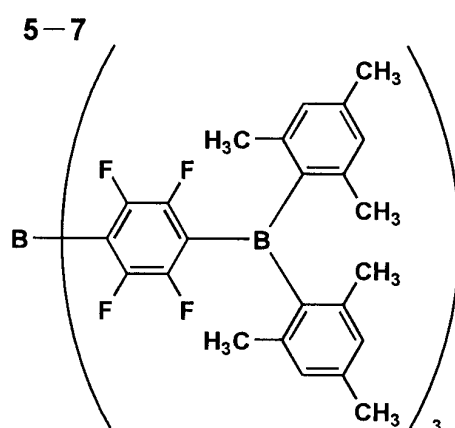
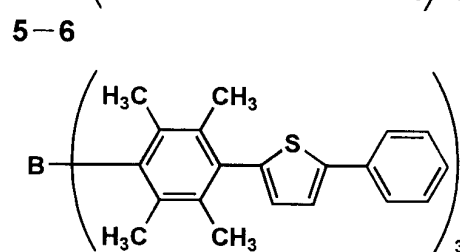
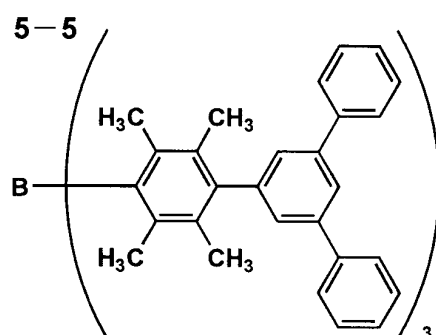
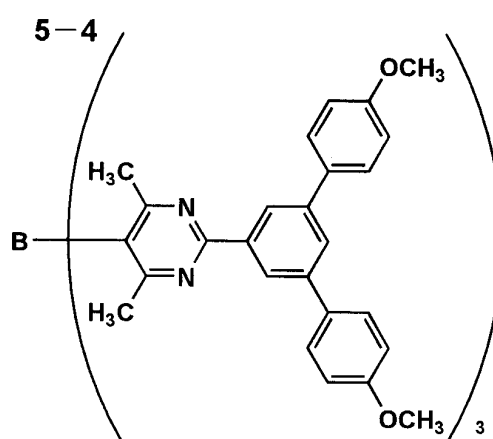
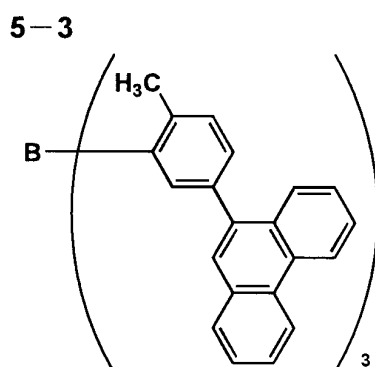
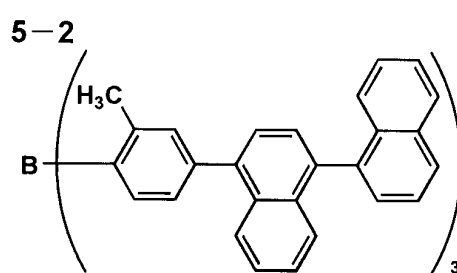
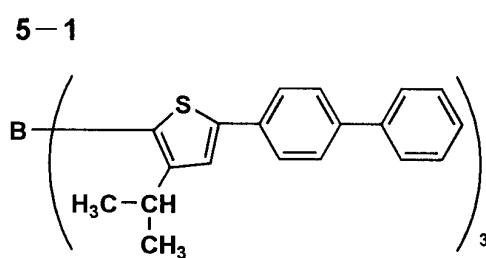
4-8



10

【 0 0 7 9 】

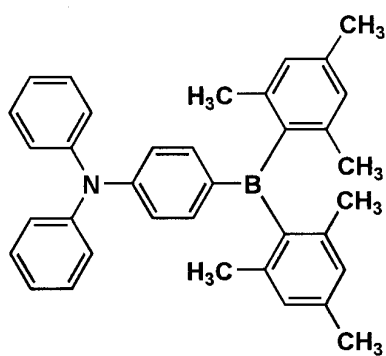
【化 2 0】



【 0 0 8 0】

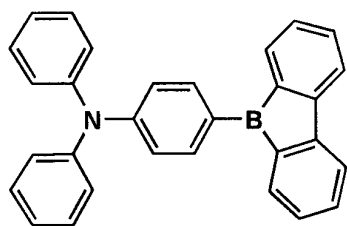
【化 2 1】

6-1



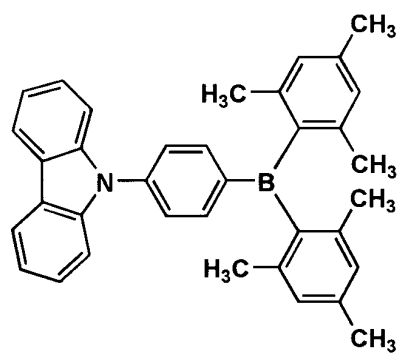
10

6-2



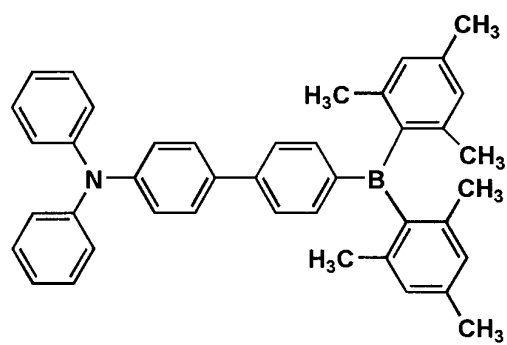
20

6-3



30

6-4



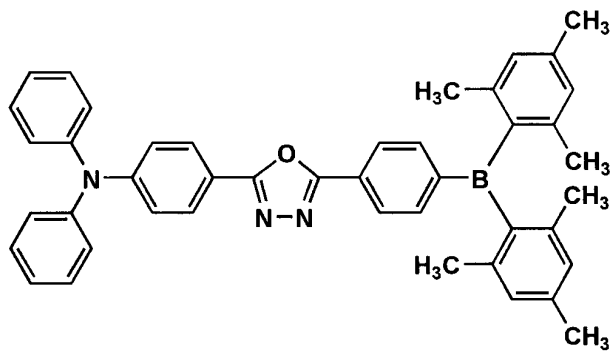
40

【 0 0 8 1】



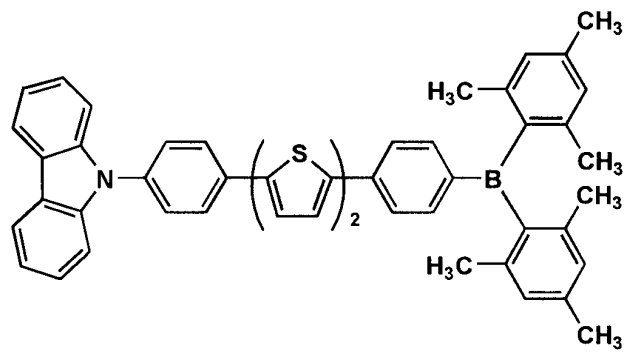
【化 2 2】

6-5



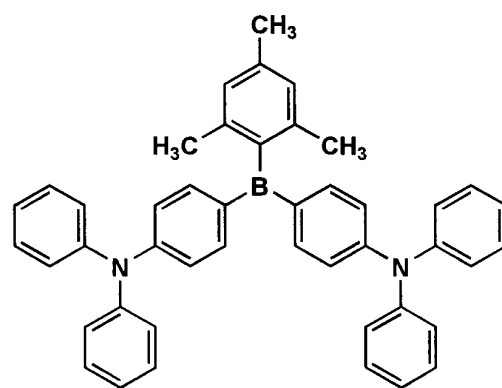
10

6-6



20

6-7

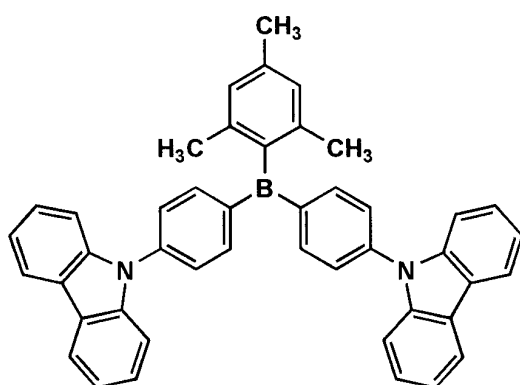


30

【 0 0 8 2 】

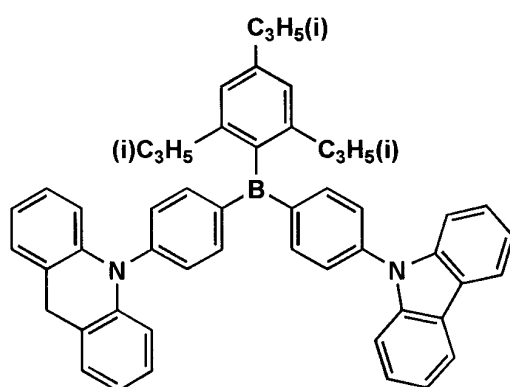
【化 2 3】

6-8



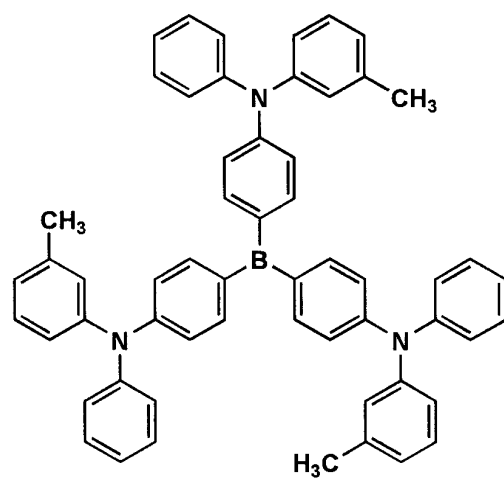
10

6-9



20

6-10

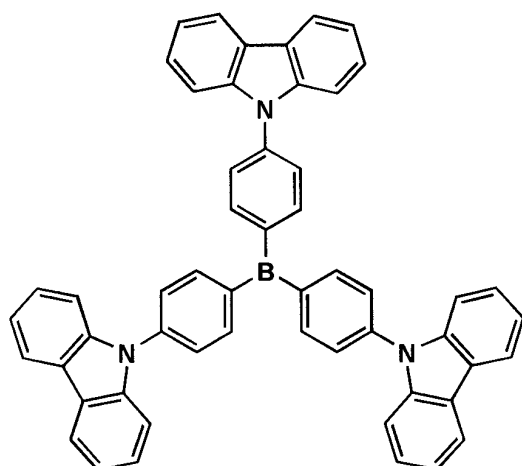


30

【 0 0 8 3 】

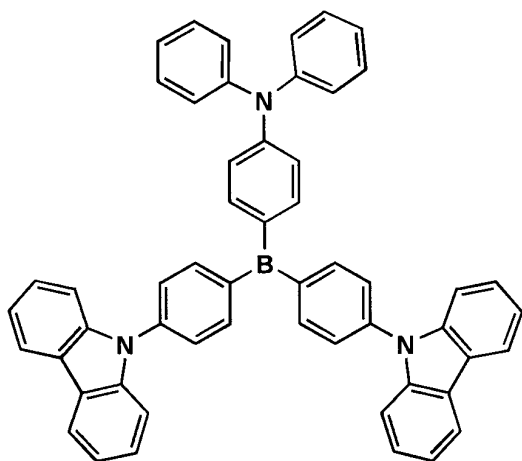
【化 2 4】

6-11



10

6-12



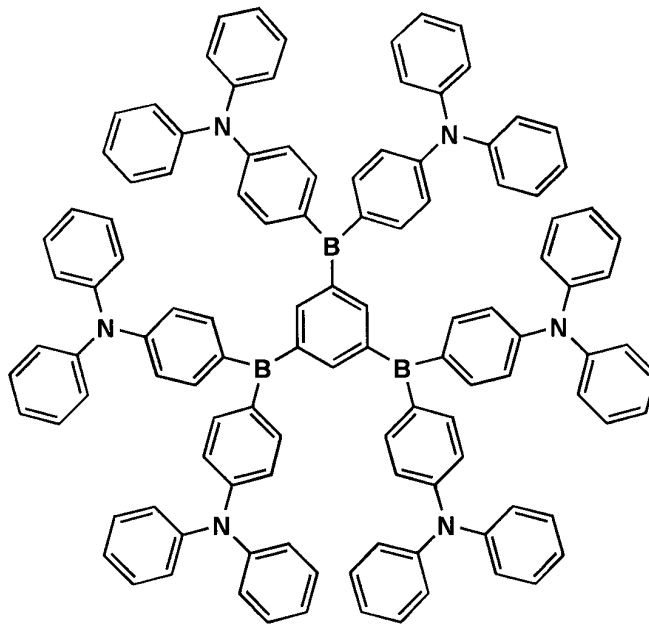
20

【 0 0 8 4】

30

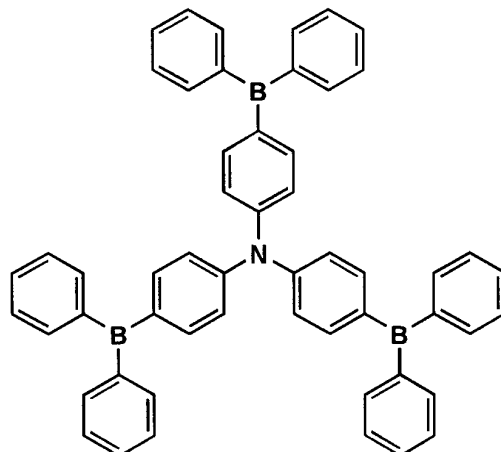
【化 2 5】

6-13



10

6-14



20

30

【0085】

これらの化合物は公知の方法によって製造が可能であるが、例えば特開2001-93670等に記載された方法を用いることができる。

【0086】

以下、エレクトロルミネッセンス素子（EL素子）について説明する。

【0087】

40

EL素子における発光層は、広義の意味では、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する層のことを指す。具体的には、陰極と陽極からなる電極に電流を流した際に発光する蛍光性化合物を含有する層のことを指す。通常、エレクトロルミネッセンス素子（EL素子）は一对の電極の間に発光層を挟持した構造をとる。本発明の有機EL素子は、必要に応じ発光層の他に、正孔輸送層、電子輸送層、陽極バッファ層および陰極バッファ層等を有し、陰極と陽極で挟持された構造をとる。

【0088】

具体的には、

(i) 陽極 / 発光層 / 陰極

(ii) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 陰極

50

(iii) 陽極 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

(iv) 陽極 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極

(v) 陽極 / 陽極バッファ層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 陰極バッファ層 / 陰極などで示される構造がある。

【0089】

上記化合物を用いて発光層を形成する方法としては、例えば蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により薄膜を形成する方法があるが、特に分子堆積膜であることが好ましい。ここで、分子堆積膜とは、上記化合物の気相状態から沈着され形成された薄膜や、該化合物の熔融状態または液相状態から固体化され形成された膜のことである。通常、この分子堆積膜はLB法により形成された薄膜（分子累積膜）と、凝集構造、高次構造の相違やそれに起因する機能的な相違により区別することができる。

10

【0090】

また、この発光層は、特開昭57-51781号に記載されているように、樹脂などの結着材と共に発光材料として上記化合物を溶剤に溶かして溶液としたのち、これをスピンコート法などにより塗布して薄膜形成することにより得ることができる。

【0091】

このようにして形成された発光層の膜厚については特に制限はなく、状況に応じて適宜選択することができるが、通常は5nm～5μmの範囲である。

【0092】

ここで、本発明に記載のリン光性化合物は、具体的には、前述のように、重金属錯体系化合物であり、好ましくは元素の周期律表でVIII属の金属を中心金属とする錯体系化合物であり、更に好ましくは、オスmium、イリジウムまたは白金錯体系化合物である。

20

【0093】

これらのリン光性化合物としては、前記のようなリン光量子収率が、25において0.001以上である他、前記ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長よりも長いリン光発光極大波長を有するものであり、これにより、例えば、ホストとなる蛍光性化合物の蛍光極大波長より長波のリン光性化合物をもちいてリン光性化合物の発光、即ち三重項状態を利用した、ホスト化合物の蛍光極大波長よりも長波において電界発光するEL素子を得ることができる。従って、用いられるリン光性化合物のリン光発光極大波長としては特に制限されるものではなく、原理的には、中心金属、配位子、配位子の置換基等を選択することで得られる発光波長を変化させることができる。

30

【0094】

例えば、350nm～440nmの領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物をホスト化合物として用い、例えば、緑の領域にリン光をもったイリジウム錯体を用いる事で緑領域に電界発光する有機EL素子を得ることが出来る。

【0095】

また、別の形態では、前記のように、ホスト化合物としての蛍光性化合物Aとリン光性化合物の他に、リン光性化合物からの発光の極大波長よりも長波な領域に、蛍光極大波長を有するもう一つの蛍光性化合物Bを少なくとも1種含有する場合もあり、蛍光性化合物Aとリン光性化合物からのエネルギー移動で、有機EL素子としての電界発光は蛍光性化合物Bからの発光を得ることも出来る。

40

【0096】

本明細書の蛍光性化合物が発光する色は、「新編色彩科学ハンドブック」（日本色彩学会編、東京大学出版会、1985）の108頁の図4.16において、分光放射輝度計CS-1000（ミノルタ製）で測定した結果をCIE色度座標に当てはめたときの色で決定される。

【0097】

一般式(1)～(6)で表されるホスト化合物の分子量は600～2000であることが好ましく、この分子量範囲にあると、Tg（ガラス転移温度）が上昇し、熱安定性が向上し、素子寿命が改善される。より好ましくは分子量が800～2000である。又、T

50

g は 100 度以上であることが好ましい。又、この範囲内の分子量であると発光層を真空蒸着法により容易に作製することができ、有機 EL 素子の製造が容易になる。さらに、有機 EL 素子中における蛍光性化合物の熱安定性もよくなる。

#### 【0098】

次に正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層、電子輸送層等発光層と組み合わせて EL 素子を構成するその他の層について説明する。

#### 【0099】

正孔注入層、正孔輸送層は、陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有し、この正孔注入層、正孔輸送層を陽極と発光層の間に介在させることにより、より低い電界で多くの正孔が発光層に注入され、そのうえ、発光層に陰極、電子注入層又は電子輸送層より注入された電子は、発光層と正孔注入層もしくは正孔輸送層の界面に存在する電子の障壁により、発光層内の界面に累積され発光効率が向上するなど発光性能の優れた素子となる。この正孔注入層、正孔輸送層の材料（以下、正孔注入材料、正孔輸送材料という）については、前記の陽極より注入された正孔を発光層に伝達する機能を有する性質をもつものであれば特に制限はなく、従来、光導伝材料において、正孔の電荷注入輸送材料として慣用されているものや EL 素子の正孔注入層、正孔輸送層に使用される公知のものの中から任意のものを選択して用いることができる。

#### 【0100】

上記正孔注入材料、正孔輸送材料は、正孔の注入もしくは輸送、電子の障壁性のいずれかを有するものであり、有機物、無機物のいずれであってもよい。この正孔注入材料、正孔輸送材料としては、例えばトリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、ポリアリールアルカン誘導体、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、フェニレンジアミン誘導体、アリールアミン誘導体、アミノ置換カルコン誘導体、オキサゾール誘導体、スチリルアントラセン誘導体、フルオレノン誘導体、ヒドラゾン誘導体、スチルベン誘導体、シラザン誘導体、アニリン系共重合体、また、導電性高分子オリゴマー、特にチオフェンオリゴマーなどが挙げられる。正孔注入材料、正孔輸送材料としては、上記のものを使用することができるが、ポルフィリン化合物、芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物、特に芳香族第三級アミン化合物を用いることが好ましい。

#### 【0101】

上記芳香族第三級アミン化合物及びスチリルアミン化合物の代表例としては、N, N, N, N - テトラフェニル - 4, 4 - ジアミノフェニル；N, N - ジフェニル - N, N - ビス(3 - メチルフェニル) - [1, 1 - ビフェニル] - 4, 4 - ジアミン(TPD)；2, 2 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)プロパン；1, 1 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)シクロヘキサン；N, N, N, N - テトラ - p - トリル - 4, 4 - ジアミノビフェニル；1, 1 - ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル) - 4 - フェニルシクロヘキサン；ビス(4 - ジメチルアミノ - 2 - メチルフェニル)フェニルメタン；ビス(4 - ジ - p - トリルアミノフェニル)フェニルメタン；N, N - ジフェニル - N, N - ジ(4 - メトキシフェニル) - 4, 4 - ジアミノビフェニル；N, N, N, N - テトラフェニル - 4, 4 - ジアミノジフェニルエーテル；4, 4 - ビス(ジフェニルアミノ)クオードリフェニル；N, N, N - トリ(p - トリル)アミン；4 - (ジ - p - トリルアミノ) - 4 - [4 - (ジ - p - トリルアミノ)スチリル]スチルベン；4 - N, N - ジフェニルアミノ - (2 - ジフェニルビニル)ベンゼン；3 - メトキシ - 4 - N, N - ジフェニルアミノスチルベンゼン；N - フェニルカルバゾール、更には、米国特許第 5, 061, 569 号明細書に記載されている 2 個の縮合芳香族環を分子内に有するもの、例えば 4, 4 - ビス[N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ]ビフェニル(NPD)、特開平 4 - 308688 号公報に記載されているトリフェニルアミンユニットが 3 つスターバースト型に連結された 4, 4, 4 - トリス[N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニルアミノ]トリフェニルアミン(MTDA)などが挙げられる。

#### 【0102】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0103】

また、p型-Si、p型-SiCなどの無機化合物も正孔注入材料、正孔輸送材料として使用することができる。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記正孔注入材料、正孔輸送材料を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の方法により、薄膜化することにより形成することができる。正孔注入層、正孔輸送層の膜厚については特に制限はないが、通常は5nm～5μm程度である。この正孔注入層、正孔輸送層は、上記材料の一種または二種以上からなる一層構造であってもよく、同一組成又は異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

10

【0104】

更に、必要に応じて用いられる電子輸送層は、陰極より注入された電子を発光層に伝達する機能を有していればよく、その材料としては従来公知の化合物の中から任意のものを選択して用いることができる。

【0105】

この電子輸送層に用いられる材料（以下、電子輸送材料という）の例としては、ニトロ置換フルオレン誘導体、ジフェニルキノン誘導体、チオピランジオキシド誘導体、ナフタレンペリレンなどのテトラカルボン酸無水物、カルボジイミド、フレオレニリデンメタン誘導体、アントラキノジメタン及びアントロン誘導体、オキサジアゾール誘導体などが挙げられる。更に、上記オキサジアゾール誘導体において、オキサジアゾール環の酸素原子を硫黄原子に置換したチアジアゾール誘導体、電子吸引基として知られているキノキサリン環を有するキノキサリン誘導体も、電子輸送材料として用いることができる。

20

【0106】

更にこれらの材料を高分子鎖に導入した、またはこれらの材料を高分子の主鎖とした高分子材料を用いることもできる。

【0107】

また、8-キノリノール誘導体の金属錯体、例えばトリス（8-キノリノラート）アルミニウム（Alq）、トリス（5,7-ジクロロ-8-キノリノラート）アルミニウム、トリス（5,7-ジブromo-8-キノリノラート）アルミニウム、トリス（2-メチル-8-キノリノラート）アルミニウム、トリス（5-メチル-8-キノリノラート）アルミニウム、ビス（8-キノリノラート）亜鉛（Znq）など、及びこれらの金属錯体の中心金属がIn、Mg、Cu、Ca、Sn、Ga又はPbに置き替わった金属錯体も、電子輸送材料として用いることができる。その他、メタルフリー若しくはメタルフタロシアニン、又はそれらの末端がアルキル基やスルホン酸基などで置換されているものも、電子輸送材料として好ましく用いることができる。また、発光層の材料として例示したジスチリルピラジン誘導体も、電子輸送材料として用いることができるし、正孔注入層、正孔輸送層と同様に、n型-Si、n型-SiCなどの無機半導体も電子輸送材料として用いることができる。

30

【0108】

この電子輸送層は、上記化合物を、例えば真空蒸着法、スピンコート法、キャスト法、LB法などの公知の薄膜形成法により製膜して形成することができる。電子輸送層としての膜厚は、特に制限はないが、通常は5nm～5μmの範囲で選ばれる。この電子輸送層は、これらの電子輸送材料一種または二種以上からなる一層構造であってもよいし、あるいは、同一組成または異種組成の複数層からなる積層構造であってもよい。

40

【0109】

又、本発明においては、蛍光性化合物は発光層のみに限定することではなく、発光層に隣接した正孔輸送層、または電子輸送層に前記リン光性化合物のホスト化合物となる蛍光性化合物と同じ領域に蛍光極大波長を有する蛍光性化合物を少なくとも1種含有させてもよく、それにより更にEL素子の発光効率を高めることができる。これらの正孔輸送層や電子輸送層に含有される蛍光性化合物としては、発光層に含有されるものと同様に蛍光極大

50

波長が 350 nm から 440 nm、更に好ましくは 390 nm ~ 410 nm の範囲にある蛍光性化合物が用いられる。

【0110】

本発明の有機 EL 素子に好ましく用いられる基盤は、ガラス、プラスチックなどの種類には特に限定はなく、また、透明のものであれば特に制限はない。本発明のエレクトロルミネッセンス素子に好ましく用いられる基盤としては例えばガラス、石英、光透過性プラスチックフィルムを挙げることができる。

【0111】

光透過性プラスチックフィルムとしては、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)、ポリエーテルスルホン (PES)、ポリエーテルイミド、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンスルフィド、ポリアリレート、ポリイミド、ポリカーボネート (PC)、セルローストリアセテート (TAC)、セルロースアセテートプロピオネート (CAP) 等からなるフィルム等が挙げられる。

10

【0112】

次に、該有機 EL 素子を作製する好適な例を説明する。例として、前記の陽極 / 正孔注入層 / 正孔輸送層 / 発光層 / 電子輸送層 / 電子注入層 / 陰極からなる EL 素子の作製法について説明する。

【0113】

まず適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm 以下、好ましくは 10 ~ 200 nm の範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製する。次に、この上に素子材料である正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層 / 電子注入層からなる薄膜を形成させる。

20

【0114】

更に、陽極と発光層または正孔注入層の間、および、陰極と発光層または電子注入層の間にはバッファ層 (電極界面層) を存在させてもよい。

【0115】

バッファ層とは、駆動電圧低下や発光効率向上のために電極と有機層間に設けられる層のことで、「有機 EL 素子とその工業化最前線 (1998 年 11 月 30 日エヌ・ティー・エス社発行)」の第 2 編第 2 章「電極材料」(第 123 頁 ~ 第 166 頁) に詳細に記載されており、陽極バッファ層と陰極バッファ層とがある。

30

【0116】

陽極バッファ層は、特開平 9 - 45479 号、同 9 - 260062 号、同 8 - 288069 号等にもその詳細が記載されており、具体例として、銅フタロシアニンに代表されるフタロシアニンバッファ層、酸化バナジウムに代表される酸化物バッファ層、アモルファスカーボンバッファ層、ポリアニリン (エメラルディン) やポリチオフェン等の導電性高分子を用いた高分子バッファ層等が挙げられる。

【0117】

陰極バッファ層は、特開平 6 - 325871 号、同 9 - 17574 号、同 10 - 74586 号等にもその詳細が記載されており、具体的にはストロンチウムやアルミニウム等に代表される金属バッファ層、フッ化リチウムに代表されるアルカリ金属化合物バッファ層、フッ化マグネシウムに代表されるアルカリ土類金属化合物バッファ層、酸化アルミニウム、酸化リチウムに代表される酸化物バッファ層等が挙げられる。

40

【0118】

上記バッファ層はごく薄い膜であることが望ましく、素材にもよるが、その膜厚は 0.1 ~ 100 nm の範囲が好ましい。

【0119】

更に上記基本構成層の他に必要に応じてその他の機能を有する層を積層してもよく、例えば特開平 11 - 204258 号、同 11 - 204359 号、および「有機 EL 素子とその工業化最前線 (1998 年 11 月 30 日エヌ・ティー・エス社発行)」の第 237 頁等に記載されている正孔阻止 (ホールブロック) 層などのような機能層を有していても良い

50



。

【0120】

バッファ層は、陰極バッファ層または陽極バッファ層の少なくとも何れか1つの層内に本発明の化合物の少なくとも1種が存在して、発光層として機能してもよい。

【0121】

次に有機EL素子の電極について説明する。有機EL素子の電極は、陰極と陽極からなる。

【0122】

この有機EL素子における陽極としては、仕事関数の大きい(4 eV以上)金属、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが好ましく用いられる。このような電極物質の具体例としてはAuなどの金属、CuI、インジウムチンオキシド(ITO)、SnO<sub>2</sub>、ZnOなどの導電性透明材料が挙げられる。

10

【0123】

上記陽極は、蒸着やスパッタリングなどの方法により、これらの電極物質の薄膜を形成させ、フォトリソグラフィ法で所望の形状のパターンを形成してもよく、あるいはパターン精度をあまり必要としない場合は(100 μm以上程度)、上記電極物質の蒸着やスパッタリング時に所望の形状のマスクを介してパターンを形成してもよい。この陽極より発光を取り出す場合には、透過率を10%より大きくすることが望ましく、また、陽極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましい。更に膜厚は材料にもよるが、通常10 nm ~ 1 μm、好ましくは10 nm ~ 200 nmの範囲で選ばれる。

20

【0124】

一方、陰極としては、仕事関数の小さい(4 eV以下)金属(電子注入性金属と称する)、合金、電気伝導性化合物及びこれらの混合物を電極物質とするものが用いられる。このような電極物質の具体例としては、ナトリウム、ナトリウム-カリウム合金、マグネシウム、リチウム、マグネシウム/銅混合物、マグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)混合物、インジウム、リチウム/アルミニウム混合物、希土類金属などが挙げられる。これらの中で、電子注入性及び酸化などに対する耐久性の点から、電子注入性金属とこれより仕事関数の値が大きく安定な金属である第二金属との混合物、例えばマグネシウム/銀混合物、マグネシウム/アルミニウム混合物、マグネシウム/インジウム混合物、アルミニウム/酸化アルミニウム(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)混合物、リチウム/アルミニウム混合物などが好適である。上記陰極は、これらの電極物質を蒸着やスパッタリングなどの方法により、薄膜を形成させることにより、作製することができる。また、陰極としてのシート抵抗は数百 / 以下が好ましく、膜厚は通常10 nm ~ 1 μm、好ましくは50 ~ 200 nmの範囲で選ばれる。なお、発光を透過させるため、有機EL素子の陽極又は陰極のいずれか一方が、透明または半透明であれば発光効率が向上するので好都合である。

30

【0125】

次に有機EL素子の作製方法について説明する。

【0126】

薄膜化の方法としては、前記の如くスピンコート法、キャスト法、蒸着法などがあるが、均質な膜が得られやすく、かつピンホールが生成しにくいなどの点から、真空蒸着法が好ましい。薄膜化に、真空蒸着法を採用する場合、その蒸着条件は、使用する化合物の種類、分子堆積膜の目的とする結晶構造、会合構造などにより異なるが、一般にボート加熱温度50 ~ 450、真空度10<sup>-6</sup> ~ 10<sup>-3</sup> Pa、蒸着速度0.01 ~ 50 nm/秒、基板温度-50 ~ 300、膜厚5 nm ~ 5 μmの範囲で適宜選ぶことが望ましい。

40

【0127】

前記の様に、適当な基板上に、所望の電極用物質、例えば陽極用物質からなる薄膜を、1 μm以下、好ましくは10 ~ 200 nmの範囲の膜厚になるように、蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させて陽極を作製した後、該陽極上に前記の通り正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層/電子注入層からなる各層薄膜を形成させた後、その上

50

に陰極用物質からなる薄膜を $1\mu\text{m}$ 以下、好ましくは $50\sim 200\text{nm}$ の範囲の膜厚になるように、例えば蒸着やスパッタリングなどの方法により形成させ、陰極を設けることにより、所望の有機EL素子が得られる。この有機EL素子の作製は、一回の真空引きで一貫してこの様に正孔注入層から陰極まで作製するのが好ましいが、作製順序を逆にして、陰極、電子注入層、発光層、正孔注入層、陽極の順に作製することも可能である。このようにして得られた有機EL素子に、直流電圧を印加する場合には、陽極を+、陰極を-の極性として電圧 $5\sim 40\text{V}$ 程度を印加すると、発光が観測できる。また、逆の極性で電圧を印加しても電流は流れずに発光は全く生じない。更に、交流電圧を印加する場合には、陽極が+、陰極が-の状態になったときのみ発光する。なお、印加する交流の波形は任意でよい。

10

**【実施例】****【0128】**

以下、実施例を挙げて本発明を詳細に説明するが、本発明の態様はこれに限定されない。

**【0129】****実施例1**

エレクトロルミネッセンス素子No. 1~28を以下のように作製した。

**【0130】****有機EL素子の作製**

陽極として $100\text{mm}\times 100\text{mm}\times 1.1\text{mm}$ のガラス基板上にITO（インジウムチンオキド）を $150\text{nm}$ 成膜した基板（NHテクノグラス社製NA-45）にパターニングを行った後、このITO透明電極を設けた透明支持基板をイソプロピルアルコールで超音波洗浄し、乾燥窒素ガスで乾燥し、UVオゾン洗浄を5分間行なった。

20

**【0131】**

この透明支持基板を、市販の真空蒸着装置の基板ホルダーに固定し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートに、-NPDを $200\text{mg}$ 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにCBPを $200\text{mg}$ 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにバソキュプロイン（BCP）を $200\text{mg}$ 入れ、別のモリブデン製抵抗加熱ポートにIr-1（リン光性化合物）を $100\text{mg}$ 入れ、さらに別のモリブデン製抵抗加熱ポートにAlq<sub>3</sub>を $200\text{mg}$ 入れ、真空蒸着装置に取付けた。次いで、真空槽を $4\times 10^{-4}\text{Pa}$ まで減圧した後、-NPDの入った前記加熱ポートに通電して、 $220^\circ\text{C}$ まで加熱し、蒸着速度 $0.1\text{nm}/\text{sec}$ で透明支持基板に蒸着し、膜厚 $45\text{nm}$ の正孔輸送層を設けた。更に、CBPとIr-1の入った前記加熱ポートに通電して $220^\circ\text{C}$ まで加熱し、それぞれ蒸着速度 $0.1\text{nm}/\text{sec}$ 、 $0.01\text{nm}/\text{sec}$ で前記正孔輸送層上に共蒸着して膜厚 $20\text{nm}$ の発光層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。更に、BCPの入った前記加熱ポートに通電して $250^\circ\text{C}$ まで加熱し、蒸着速度 $0.1\text{nm}/\text{sec}$ で前記発光層の上に蒸着して膜厚 $10\text{nm}$ の正孔阻止の役割も兼ねた電子輸送層を設けた。その上に、更に、Alq<sub>3</sub>の入った前記加熱ポートに通電して $250^\circ\text{C}$ まで加熱し、蒸着速度 $0.1\text{nm}/\text{sec}$ で前記電子輸送層の上に蒸着して更に膜厚 $40\text{nm}$ の電子輸送層を設けた。なお、蒸着時の基板温度は室温であった。

30

40

**【0132】**

次に、真空槽をあけ、電子輸送層の上にステンレス鋼製の長方形穴あきマスクを設置し、一方、モリブデン製抵抗加熱ポートにマグネシウム $3\text{g}$ を入れ、タングステン製の蒸着用バスケットに銀を $0.5\text{g}$ 入れ、再び真空槽を $2\times 10^{-4}\text{Pa}$ まで減圧した後、マグネシウム入りのポートに通電して蒸着速度 $1.5\sim 2.0\text{nm}/\text{sec}$ でマグネシウムを蒸着し、この際、同時に銀のバスケットを加熱し、蒸着速度 $0.1\text{nm}/\text{sec}$ で銀を蒸着し、前記マグネシウムと銀との混合物からなる対向電極とすることにより、有機EL素子No. 1（比較用）を作製した。

**【0133】**

上記において、発光層のCBPを表1に示す化合物に置き換えた以外は全く同じ方法で

50

、有機EL素子No. 2～28を作製した。

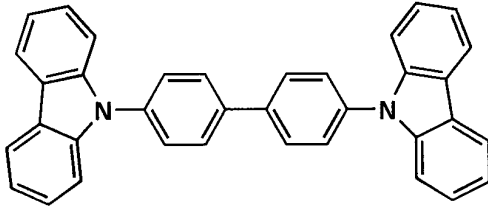
【0134】

上記で使用した化合物の構造を以下に示す。

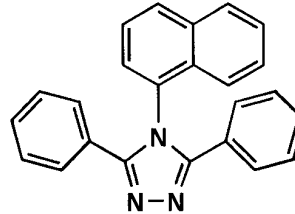
【0135】

【化26】

CBP

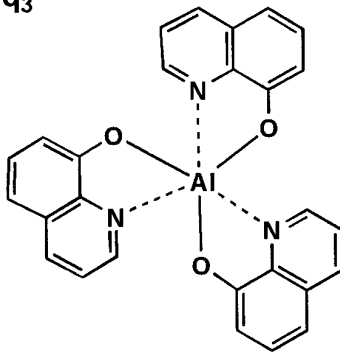


TAZ

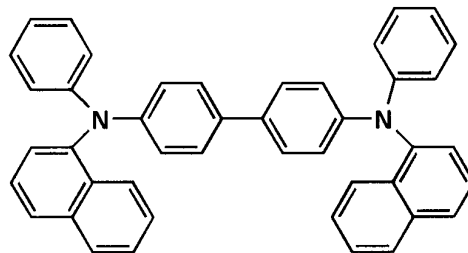


10

Alq<sub>3</sub>

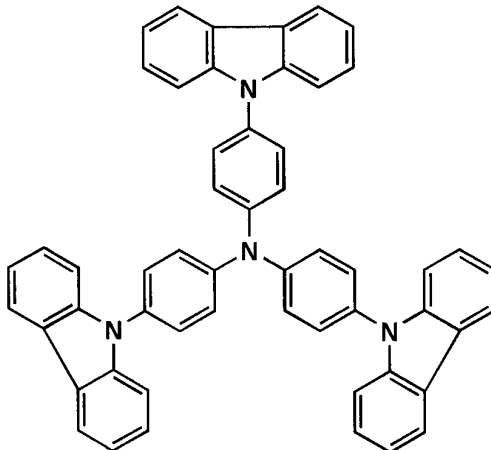


$\alpha$ -NPD



20

TCTA



30

【0136】

有機EL素子No. 1～28の発光輝度および発光寿命の評価

有機EL素子No. 1では、初期駆動電圧3Vで電流が流れ始め、発光層のドーパントであるリン光性化合物からの緑色の発光を示した。有機EL素子No. 1の温度23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で9V直流電圧を印加したときの発光輝度および発光寿命として輝度の半減する時間を測定した。次いで各有機EL素子の温度23℃、乾燥窒素ガス雰囲気下で9V直流電圧を印加したときの発光輝度および輝度の半減する時間（発光寿命）を測定し発光輝度は有機EL素子No. 1を100としたときの相対値で表し、輝度の半減する時間（発光寿命）も有機EL素子No. 1を100としたときの相対値で表した。発光輝度[cd/m<sup>2</sup>]については、ミノルタ製CS-1000を用いて測定した。

40

50

【 0 1 3 7 】

【表 1】

有機EL素子	ホスト化合物	分子量	発光輝度	発光寿命	備 考
1	CBP		100	100	比較例
2	TAZ		104	80	比較例
3	TCTA		112	121	比較例
4	1-1	735	121	131	本発明
5	1-4	927	124	256	本発明
6	1-7	401	131	106	本発明
7	2-3	851	137	483	本発明
8	2-5	817	136	467	本発明
9	3-1	663	134	337	本発明
10	4-1	654	152	327	本発明
11	4-3	1051	163	493	本発明
12	4-4	614	154	336	本発明
13	4-5	1011	157	521	本発明
14	4-7	826	162	511	本発明
15	4-8	727	160	397	本発明
16	5-1	843	144	468	本発明
17	5-2	1041	144	511	本発明
18	5-4	1191	160	657	本発明
19	5-5	1095	162	734	本発明
20	5-7	1203	152	682	本発明
21	5-8	1275	149	689	本発明
22	6-1	493	132	321	本発明
23	6-3	491	130	337	本発明
24	6-4	570	139	316	本発明
25	6-5	638	142	426	本発明
26	6-8	615	156	433	本発明
27	6-12	740	143	456	本発明
28	6-13	1573	145	586	本発明

【 0 1 3 8 】

表 1 から明らかなように、本発明の化合物をホストに用いたエレクトロルミネッセンス素子は、発光輝度が高く、発光寿命が長いことから、有機EL素子として非常に有用であることがわかった。

【 0 1 3 9 】

また、表 1 の結果から、7 ~ 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光輝度および寿命が向上しているのがわかる。

【 0 1 4 0 】

特に、8 ~ 10 に記載の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、一般式(5)において $R_{51} \sim R_{56}$ が全て一価の置換基であり、分子量が420以上であるものが、発光輝度および寿命が向上しているのがわかる。

【 0 1 4 1 】

リン光性化合物をIr-12またはIr-9に変更した以外は有機EL素子No. 1 ~

28と同様にして作成した有機EL素子においても同様の効果が得られた。なお、Ir-12を用いた素子からは青色の発光が、Ir-9を用いた素子からは赤色の発光が得られた。

【0142】

実施例2

実施例1で作製したそれぞれ赤色、緑色、青色発光有機エレクトロルミネッセンス素子を同一基板上に並置し、図1に示すアクティブマトリクス方式フルカラー表示装置を作製した。

【0143】

図1には作製したフルカラー表示装置の表示部Aの模式図を示した。即ち同一基板上に、複数の走査線5及びデータ線6を含む配線部と、並置した複数の画素3（発光の色が赤領域の画素、緑領域の画素、青領域の画素等）とを有し、配線部の走査線5及び複数のデータ線6は、それぞれ導電材料からなり、走査線5とデータ線6は格子状に直交して、直交する位置で画素3に接続している（詳細は図示せず）。前記複数画素3は、それぞれの発光色に対応した有機EL素子、アクティブ素子であるスイッチングトランジスタと駆動トランジスタそれぞれが設けられたアクティブマトリクス方式で駆動されており、走査線5から走査信号が印加されると、データ線6から画像データ信号を受け取り、受け取った画像データに応じて発光する。この様に各赤、緑、青の画素を適宜、並置することによって、フルカラー表示が可能となる。

【0144】

該フルカラー表示装置を駆動することにより、輝度の高い鮮明なフルカラー動画表示が得られた。

【図面の簡単な説明】

【0145】

【図1】作製したフルカラー表示装置の表示部の模式図。

【符号の説明】

【0146】

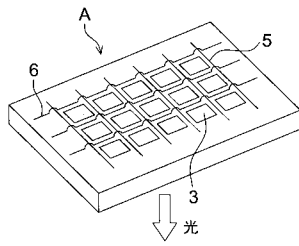
- A 表示部
- 3 画素
- 5 走査線
- 6 データ線

10

20

30

【図 1】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
C 0 7 F 15/00 F  
G 0 9 F 9/30 3 6 5 Z

(72)発明者 松浦 光宜  
東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 1 号コニカミノルタホールディングス株式会社内

審査官 西岡 貴央

(56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 0 3 1 3 6 5 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 0 / 0 4 0 5 8 6 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 5 1 / 5 0  
H 0 5 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8  
C A p l u s ( S T N )  
R E G I S T R Y ( S T N )

专利名称(译)	有机电致发光器件和显示器件		
公开(公告)号	<a href="#">JP4810687B2</a>	公开(公告)日	2011-11-09
申请号	JP2008071202	申请日	2008-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达控股公司		
[标]发明人	山田 岳俊 木下 基 北 弘志 松浦 光宜		
发明人	山田 岳俊 木下 基 北 弘志 松浦 光宜		
IPC分类号	H01L51/50 C09K11/06 C07F15/00 G09F9/30 H01L27/32 C09K11/77 H01L51/00 H01L51/30		
CPC分类号	H01L51/5016 C09K11/06 C09K2211/1007 C09K2211/1014 C09K2211/1022 C09K2211/185 H01L51/0052 H01L51/0054 H01L51/0058 H01L51/006 H01L51/0061 H01L51/0067 H01L51/0068 H01L51/007 H01L51/0071 H01L51/008 H01L51/0081 H01L51/0084 H01L51/0085 H01L51/0087 H01L51/0088 Y10S428/917		
FI分类号	H05B33/14.B C09K11/06.690 C09K11/06.660 C07F15/00.E C07F15/00.D C07F15/00.F G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC21 3K107/DD53 3K107/DD59 3K107/DD64 3K107/DD67 3K107/DD68 3K107/DD69 3K107/FF18 4H050/AA03 4H050/AB92 4H050/WB11 4H050/WB21 5C094/AA10 5C094/AA31 5C094/BA27 5C094/FB20 5C094/JA20		
优先权	2001372601 2001-12-06 JP		
其他公开文献	JP2008227512A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

(经修改) 提供一种有机电致发光元件, 其实现了发光亮度和耐久性的改善, 以及使用有机电致发光元件的具有高发光亮度和长寿命的显示装置。 解决方案: 在具有包含主体化合物和磷光化合物的发光层的有机电致发光器件中, 有机电致发光器件的特征在于主体化合物是具有特定结构和特定分子量范围的有机硼化合物发光元件。 【选择图】无

#### 一般式(5)

