

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和5年12月13日(2023.12.13)

【国際公開番号】WO2021/177022

【出願番号】特願2022-505100(P2022-505100)

【国際特許分類】

H 1 0 K 5 0 / 1 5 ( 2 0 2 3 . 0 1 )

H 1 0 K 5 0 / 1 6 ( 2 0 2 3 . 0 1 )

H 1 0 K 5 0 / 1 0 ( 2 0 2 3 . 0 1 )

C 0 9 K 1 1 / 0 6 ( 2 0 0 6 . 0 1 )

10

【 F I 】

H 0 5 B 3 3 / 2 2 D

H 0 5 B 3 3 / 2 2 B

H 0 5 B 3 3 / 1 4 B

C 0 9 K 1 1 / 0 6 6 9 0

C 0 9 K 1 1 / 0 6 6 6 0

【手続補正書】

【提出日】令和5年12月5日(2023.12.5)

20

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

また、発光効率の更なる向上を目的として三重項励起子の利用が試みられ、燐光発光性化合物の利用が検討されている(例えば、非特許文献2参照)。

そして、熱活性化遅延蛍光(TADF)による発光を利用する素子も開発されている。

2011年に九州大学の安達らは、熱活性化遅延蛍光材料を用いた素子によって5.3%の外部量子効率を実現させた(例えば、非特許文献3参照)。

30

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

発光層は、一般的にホスト材料と称される電荷輸送性の化合物に、蛍光性化合物や燐光発光性化合物または遅延蛍光を放射する材料をドープして作製することもできる。前記非特許文献に記載されているように、有機EL素子における有機材料の選択は、その素子の効率や耐久性など諸特性に大きな影響を与える(例えば、非特許文献1~3参照)。

40

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

本発明が提供しようとする有機化合物が具備すべき物理的な特性としては、(1)正孔の注入特性が良いこと、(2)正孔の移動度が大きいこと、(3)電子阻止能力に優れていること、(4)薄膜状態が安定であること、(5)耐熱性に優れていること、をあげる

50

ことができる。

また、本発明が提供しようとする有機EL素子が具備すべき物理的な特性としては、(1)発光効率および電力効率が高いこと、(2)発光開始電圧が低いこと、(3)実用駆動電圧が低いこと、(4)長寿命であること、をあげることができる。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0052

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0052】

一般式(2-1)中のLで表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」、または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」における「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環」、または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族」の「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」、または「縮合多環芳香族」としては、具体的に、ベンゼン、ピフェニル、ターフェニル、テトラキスフェニル、スチレン、ナフタレン、アントラセン、アセナフタレン、フルオレン、フェナントレン、インダン、ピレン、トリフェニレン、ピリジン、ピリミジン、トリアジン、ピロール、フラン、チオフェン、キノリン、イソキノリン、ベンゾフラン、ベンゾチオフェン、インドリン、カルバゾール、カルボリン、ベンゾオキサゾール、ベンゾチアゾール、キノキサリン、ベンゾイミダゾール、ピラゾール、ジベンゾフラン、ジベンゾチオフェン、ナフチリジン、フェナントロリン、アクリジンなどをあげることができる。

そして、一般式(2-1)中のLで表される「置換もしくは無置換の芳香族炭化水素の2価基」、「置換もしくは無置換の芳香族複素環の2価基」、または「置換もしくは無置換の縮合多環芳香族の2価基」の「芳香族炭化水素の2価基」、「芳香族複素環の2価基」、または「縮合多環芳香族の2価基」は、上記「芳香族炭化水素」、「芳香族複素環」、または「縮合多環芳香族」から水素原子を2個取り除いてできる2価基を表す。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

また、これらの基は置換基を有してよく、置換基として、前記一般式(2-1)中のRで表される「置換芳香族炭化水素基」、「置換芳香族複素環基」、または「置換縮合多環芳香族基」における「置換基」として示したものと同様のものをあげることができる。また、これらの置換基同士が単結合、置換もしくは無置換のメチレン基、酸素原子または硫黄原子を介して互いに結合して環を形成していてもよい。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0060

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0060】

一般式(3-1)および一般式(3-2)中のXはB、P、P=O、またはP=Sを表す。Bはホウ素原子、Pはリン原子、P=Oは酸素原子が二重結合で結合したリン原子、またP=Sは硫黄原子が二重結合で結合したリン原子と定義する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

10

20

30

40

50

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0063】

また、これらの基は置換基を有してよく、置換基として、前記一般式(2-1)中のRで表される「置換基を有する炭素原子数1~6の直鎖状もしくは分岐状のアルキル基」、「置換基を有する炭素原子数5~10のシクロアルキル基」、または「置換基を有する炭素原子数2~6の直鎖状もしくは分岐状のアルケニル基」における「置換基」として示したものと同様のものをあげることができる。

## 【手続補正8】

## 【補正対象書類名】明細書

10

## 【補正対象項目名】0079

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0079】

一般式(1)で表されるトリアリールアミン化合物の精製はカラムクロマトグラフによる精製、シリカゲル、活性炭、活性白土などによる吸着精製、溶媒による再結晶や晶析法、昇華精製法などによって行った。化合物の同定は、NMR分析によって行なった。物性値として、ガラス転移点(Tg)と仕事関数の測定を行った。ガラス転移点(Tg)は薄膜状態の安定性の指標となり、仕事関数は正孔輸送性や電子阻止性の指標となるものである。そのほか、本発明の有機EL素子に用いられる化合物は、カラムクロマトグラフによる精製、シリカゲル、活性炭、活性白土などによる吸着精製、溶媒による再結晶や晶析法などによって精製を行った後、最後に昇華精製法によって精製したものをを用いた。

20

## 【手続補正9】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0083

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0083】

本発明の有機EL素子の陽極としては、ITOや金のような仕事関数の大きな電極材料が用いられる。本発明の有機EL素子の正孔注入層として、分子中にトリフェニルアミン構造を2個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物が好ましい。また、スターバースト型のトリフェニルアミン誘導体、種々のトリフェニルアミン4量体などの材料；銅フタロシアニンに代表されるポルフィリン化合物；ヘキサシアノアザトリフェニレンのようなアクセプター性の複素環化合物や塗布型の高分子材料、などを用いることができる。これらの材料は蒸着法のほか、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

30

## 【手続補正10】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0084

## 【補正方法】変更

40

## 【補正の内容】

## 【0084】

本発明の有機EL素子の正孔輸送層として、前記一般式(1)で表されるトリアリールアミン化合物が用いられる。前記一般式(1)で表されるトリアリールアミン化合物と混合もしくは同時に使用できる、正孔輸送性の材料としては、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(m-トリル)ベンジジン(TPD)、N,N'-ジフェニル-N,N'-ジ(-ナフチル)ベンジジン(NPD)、N,N,N',N'-テトラピフェニルベンジジンなどのベンジジン誘導体、1,1-ビス[4-(ジ-4-トリルアミノ)フェニル]シクロヘキサン(TAPC)のほか、分子中にトリフェニルアミン構造を4個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリールアミン化合物、または分子中

50

にトリフェニルアミン構造を2個、単結合またはヘテロ原子を含まない2価基で連結した構造を有するアリアルアミン化合物などの種々のトリフェニルアミン誘導体などの有機アミン化合物を用いることができる。これらは、単独で成膜してもよいが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としてもよい。これらの材料は蒸着法のほか、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0087

10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0087】

これらは、単独で成膜してもよいが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としてもよい。これらの材料は蒸着法のほか、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

20

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

本発明の有機EL素子の発光層として、前記一般式(3-1)または一般式(3-2)で表される化合物が好ましく用いられる。そのほか、Alq<sub>3</sub>をはじめとするキノリノール誘導体の金属錯体のほか、各種の金属錯体、アントラセン誘導体、ビススチリルベンゼン誘導体、ピレン誘導体、オキサゾール誘導体、ポリパラフェニレンピニレン誘導体などを用いることができる。また、発光層をホスト材料とドーパント材料とで構成してもよく、その場合、ホスト材料として、分子中にアントラセン骨格を有するアントラセン誘導体が好ましく用いられるが、そのほか、各種の金属錯体、ビススチリルベンゼン誘導体、ピレン誘導体、オキサゾール誘導体、ポリパラフェニレンピニレン誘導体、インドール環を縮合環の部分構造として有する複素環化合物、カルバゾール環を縮合環の部分構造として有する複素環化合物、カルバゾール誘導体、チアゾール誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ポリジアルキルフルオレン誘導体などを用いることができる。また、ドーパント材料としては、前記一般式(3-1)または一般式(3-2)で表される化合物が好ましく用いられるが、そのほか、分子中にピレン骨格を有するピレン誘導体、インドール環を縮合環の部分構造として有する複素環化合物、カルバゾール環を縮合環の部分構造として有する複素環化合物、カルバゾール誘導体、チアゾール誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、ポリジアルキルフルオレン誘導体、キナクリドン、クマリン、ルブレン、ペリレン、およびそれらの誘導体、ベンゾピラン誘導体、インデノフェナントレン誘導体、ローダミン誘導体、アミノスチリル誘導体などを用いることができる。これらは、単独で成膜してもよいが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としてもよい。

30

40

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0091】

50

また、発光材料としてPIC-TRZ、CC2TA、PXZ-TRZ、4CzIPNなどのCDCB誘導体などの遅延蛍光を放射する材料を使用することも可能である(例えば、非特許文献3参照)。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0093

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0093】

本発明の有機EL素子の正孔阻止層として、バソクプロイン(BCP)などのフェナントロリン誘導体や、アルミニウム(III)ビス(2-メチル-8-キノリナート)-4-フェニルフェノレート(BAlq)などのキノリノール誘導体の金属錯体のほか、各種の希土類錯体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、オキサジアゾール誘導体など、正孔阻止作用を有する化合物を用いることができる。これらの材料は電子輸送層の材料を兼ねてもよい。これらは、単独で成膜してもよいが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としてもよい。これらの材料は蒸着法のほか、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

10

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0094

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0094】

本発明の有機EL素子の電子輸送層として、Alq<sub>3</sub>、BAlqをはじめとするキノリノール誘導体の金属錯体、各種金属錯体、トリアゾール誘導体、トリアジン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、ベンズイミダゾール誘導体、チアジアゾール誘導体、アントラセン誘導体、カルボジイミド誘導体、キノキサリン誘導体、ピリドインドール誘導体、フェナントロリン誘導体、シロール誘導体などを用いることができる。これらは、単独で成膜してもよいが、他の材料とともに混合して成膜した単層として使用してもよく、単独で成膜した層同士、混合して成膜した層同士、または単独で成膜した層と混合して成膜した層の積層構造としてもよい。これらの材料は蒸着法のほか、スピンコート法やインクジェット法などの公知の方法によって薄膜形成を行うことができる。

20

30

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0102

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0102】

得られた白色粉体について、<sup>1</sup>H-NMR(CDCl<sub>3</sub>)で以下の39個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.06(2H)、7.92(6H)、7.78(4H)、7.73(1H)、7.68(5H)、7.53(7H)、7.42(1H)、7.39-7.23(9H)、7.14(4H)。

40

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0105

【補正方法】変更

50

## 【補正の内容】

## 【0105】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の37個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.79 (1H)、8.75 (1H)、8.14 (1H)、8.03 (1H)、7.92 (1H)、7.85 (2H)、7.72 (6H)、7.65 (2H)、7.60 (1H)、7.50 (7H)、7.42 (1H)、7.36 (3H)、7.27 - 7.18 (6H)、7.09 (4H)。

## 【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

10

【補正対象項目名】0108

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0108】

得られた淡黄色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の37個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.79 (1H)、8.74 (1H)、8.09 (1H)、8.01 (1H)、7.86 (4H)、7.75 (1H)、7.71 (5H)、7.66 (2H)、7.60 (3H)、7.50 (5H)、7.39 (1H)、7.34 - 7.23 (6H)、7.20 (2H)、7.07 (4H)。

20

## 【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0111

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0111】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の37個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.04 (1H)、7.91 (3H)、7.73 (5H)、7.66 (2H)、7.56 (2H)、7.51 (7H)、7.42 (1H)、7.39 - 7.18 (15H)、7.10 (1H)。

30

## 【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0112

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0112】

< (2', 5' - ジフェニル - [1, 1' : 4', 1''] ターフェニル - 4 - イル) - (4 - フェナンスレン - 9 - イル - フェニル) - フェニルアミン (化合物 1 - 83) の合成 >

40

反応容器に、(4 - フェナンスレン - 9 - イル - フェニル) - フェニルアミン：11.0 g、4 - プロモ - 2', 5' - ジフェニル - [1, 1' : 4', 1''] ターフェニル：16.2 g、酢酸パラジウム (II)：0.1 g、トリ (tert - ブチル) ホスフィン：0.3 g、tert - ブトキシナトリウム：3.7 g を仕込み、トルエン溶媒中に一晩還流撹拌した。放冷した後、濾過して得られた濾液を濃縮して粗生成物を得た。得られた粗生成物をカラムクロマトグラフ (担体：シリカゲル、溶離液：ジクロロメタン / n - ヘプタン) によって精製を行うことで、(2', 5' - ジフェニル - [1, 1' : 4', 1''] ターフェニル - 4 - イル) - (4 - フェナンスレン - 9 - イル - フェニル) - フェニルアミン (化合物 1 - 83) の白色粉体：11.2 g (収率：48.5%) を得た。

## 【手続補正21】

50

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0114

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0114】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の39個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.81 (1H)、8.75 (1H)、8.09 (1H)、7.93 (1H)、7.71 (7H)、7.65 - 7.44 (10H)、7.44 - 7.22 (17H)、7.11 (1H)。

10

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0117

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0117】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の43個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.04 (1H)、7.99 (1H)、7.92 (1H)、7.90 (1H)、7.87 (3H)、7.76 (1H)、7.74 - 7.69 (5H)、7.65 (3H)、7.61 (2H)、7.57 (2H)、7.54 (1H)、7.53 - 7.42 (8H)、7.38 (1H)、7.34 - 7.21 (9H)、7.11 (4H)。

20

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0120

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0120】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の43個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.11 (1H)、8.03 (1H)、7.97 - 7.93 (7H)、7.81 (1H)、7.78 - 7.57 (10H)、7.57 - 7.43 (8H)、7.37 (1H)、7.33 - 7.03 (14H)。

30

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0123

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0123】

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の43個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 7.71 (2H)、7.67 (3H)、7.60 (1H)、7.52 (1H)、7.50 - 7.40 (6H)、7.40 - 7.30 (3H)、7.27 - 7.13 (21H)、7.08 (4H)、7.04 (1H)、7.00 (1H)。

40

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0126

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0126】

50

得られた白色粉体について、 $^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ) で以下の 41 個の水素シグナルを検出し、構造を同定した。

(ppm) = 8.15 (1H)、7.95 (1H)、7.92 (1H)、7.88 (1H)、7.85 (2H)、7.78 (1H)、7.67 (4H)、7.64 (2H)、7.60 (1H)、7.57 (3H)、7.55 - 7.48 (5H)、7.45 (2H)、7.43 (2H)、7.36 (1H)、7.34 - 7.26 (6H)、7.20 (4H)、7.15 (2H)、7.07 (2H)。

【手続補正 26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0127

10

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0127】

<化合物(3-1-11)の合成>

反応容器に 1-プロモベンゼン(D-置換): 45.0 g、4-tert-ブチルアニリン: 58.0 g、酢酸パラジウム(II): 1.0 g、tert-ブトキシナトリウム: 30.0 g、ビス(ジフェニルホスフィノ)-1,1'-ピナフチル: 2.0 g、トルエン: 450 mL を加えて 24 時間還流撹拌した。放冷した後、濃縮してカラムクロマトグラフにより精製を行うことで、下記化合物(3-1-11a)の粉体: 49.9 g (収率 78%) を得た。

20

【手続補正 27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0129

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0129】

反応容器に上記化合物(3-1-11a): 20.0 g、下記化合物(3-1-11b): 18.4 g、酢酸パラジウム(II): 0.5 g、tert-ブトキシナトリウム: 18.9 g、トリ(tert-ブチル)ホスフィン: 0.8 g、トルエン: 200 mL を加えて 24 時間還流撹拌した。放冷した後、濃縮してカラムクロマトグラフにより精製を行うことで、下記化合物(3-1-11c)の粉体: 21.5 g (収率 84%) を得た。

30

【手続補正 28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0132

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0132】

反応容器に上記化合物(3-1-11c): 12.0 g、tert-ブチルベンゼン 20 mL を加えて -78 で n-ブチルリチウム 42.5 mL を滴下した後、60 で 3 時間撹拌しながら窒素ガスを通気した。次に、-78 でボロントリプロミド 11.3 g を滴下した後、常温で 1 時間撹拌し、さらに 0 で N,N-ジイソプロピルエチルアミン 5.9 g を滴下した後、120 で 2 時間撹拌した。放冷した後、酢酸ナトリウム水溶液を入れて撹拌して、酢酸エチルで抽出して、有機層を濃縮した後、カラムクロマトグラフにより精製を行うことで、下記化合物(3-1-11)の粉体: 1.7 g (収率 11%) を得た。

40

【手続補正 29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0139

【補正方法】変更

【補正の内容】

50

## 【 0 1 3 9 】

具体的には、ガラス基板 1 上に透明陽極 2 として、膜厚 5 0 n m の I T O、膜厚 1 0 0 n m の銀合金の反射膜、膜厚 5 n m の I T O を順に成膜し、イソプロピルアルコール中にて超音波洗浄を 2 0 分間行った後、2 5 0 ℃ に加熱したホットプレート上にて 1 0 分間乾燥を行った。その後、UV オゾン処理を 1 5 分間行った後、この I T O 付きガラス基板を真空蒸着機内に取り付け、0 . 0 0 1 P a 以下まで減圧した。続いて、透明陽極 2 を覆うように正孔注入層 3 として、下記構造式の電子アクセプター ( A c c e p t o r - 1 ) と下記構造式の化合物 ( H T M - 1 ) を、蒸着速度比が A c c e p t o r - 1 : 化合物 ( H T M - 1 ) = 3 : 9 7 となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚 1 0 n m となるように形成した。この正孔注入層 3 の上に、第一正孔輸送層 4 として下記構造式の化合物 ( H T M - 1 ) を膜厚 1 4 0 n m となるように形成した。この第一正孔輸送層 4 の上に、第二正孔輸送層 5 として実施例 1 の化合物 ( 1 - 4 ) を膜厚 5 n m になるように形成した。この第二正孔輸送層 5 の上に、発光層 6 として実施例 1 0 の化合物 ( 3 - 1 - 1 1 ) と下記構造式の化合物 ( E M H - 1 ) を、蒸着速度比が化合物 ( 3 - 1 - 1 1 ) : 化合物 ( E M H - 1 ) = 5 : 9 5 となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚 2 0 n m となるように形成した。この発光層 6 の上に、電子輸送層 7 として下記構造式の化合物 ( E T M - 1 ) と下記構造式の化合物 ( E T M - 2 ) を、蒸着速度比が化合物 ( E T M - 1 ) : 化合物 ( E T M - 2 ) = 5 0 : 5 0 となる蒸着速度で二元蒸着を行い、膜厚 3 0 n m となるように形成した。この電子輸送層 7 の上に、電子注入層 8 としてフッ化リチウムを膜厚 1 n m となるように形成した。この電子注入層 8 の上に、陰極 9 としてマグネシウム銀合金を膜厚 1 2 n m となるように形成した。最後に、キャッピング層 1 0 として下記構造式の化合物 ( C P L - 1 ) を膜厚 6 0 n m となるように形成した。作製した有機 E L 素子について、大気中、常温で直流電圧を印加したときの発光特性の測定を行った。その結果を表 1 にまとめて示した。

10

20

30

40

50