

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-63363

(P2004-63363A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int.Cl.⁷

H05B 33/14
C08K 5/08
C08K 5/315
C08K 5/46
C08L 101/00

F I

H05B 33/14
C08K 5/08
C08K 5/315
C08K 5/46
C08L 101/00

テーマコード (参考)

3K007
4J002

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 31 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-222451 (P2002-222451)

(22) 出願日 平成14年7月31日 (2002.7.31)

(71) 出願人 000153878

株式会社半導体エネルギー研究所
神奈川県厚木市長谷398番地

(72) 発明者 瀬尾 哲史

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

(72) 発明者 山崎 寛子

神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社
半導体エネルギー研究所内

Fターム(参考) 3K007 AB06 AB18 DB03

4J002 AA001 EE056 ET006 EV306 EV316
GP00 GQ00

(54) 【発明の名称】 電界発光素子用材料、およびそれを用いた電界発光素子

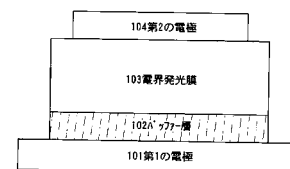
(57) 【要約】

【課題】従来のバッファ層に用いた高分子系材料とは異なり、水を溶媒とせずにバッファ層を形成することができる電界発光素子用材料、およびそれを用いた電界発光素子を提供する。

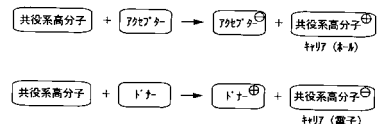
【解決手段】本発明では、図1 (A) に示すような第1の電極101、バッファ層102、電界発光膜103、および第2の電極を有する電界発光素子において、第1の電極101上に形成されるバッファ層102を形成する材料として有機溶媒に可溶な高分子系材料として主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物（いわゆる共役系高分子）と、有機溶媒に可溶で、なおかつ前記高分子化合物に対してアクセプター性またはドナー性を有する化合物とを含む導電性の材料を用いる。

【選択図】 図1

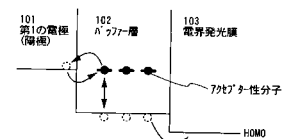
(A)



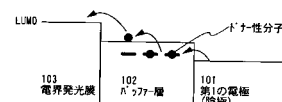
(B)



(C)



(D)



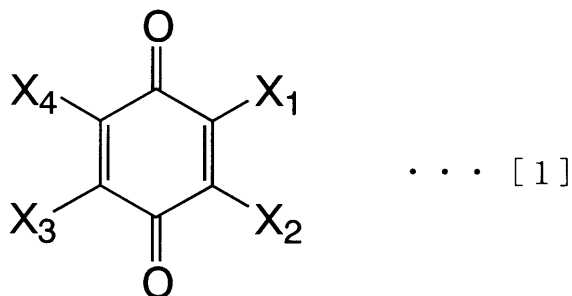
【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔1〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔1〕

【化 1】



10

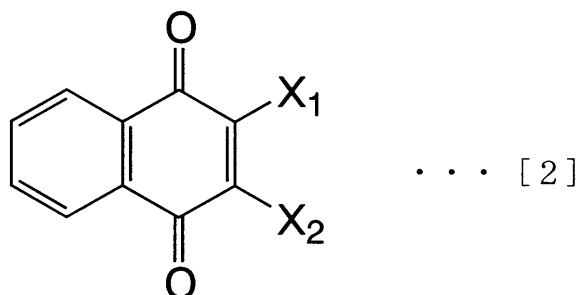
(X 1～X 4；水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

【請求項 2】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔2〕で示される化合物 20
とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔2〕

【化 2】



30

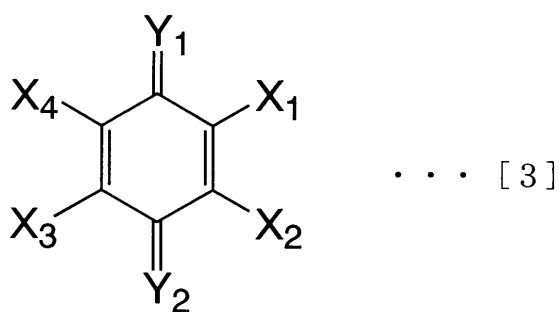
(X 1～X 2；水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

【請求項 3】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔3〕で示される化合物
とからなる電界発光素子用材料。

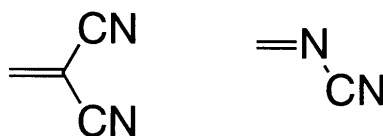
一般式〔3〕

【化 3】



10

(X 1 ~ X 4 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはアルキル基
 Y 1 ~ Y 2 ; ジシアノメチレン基、またはシアノイミノ基)

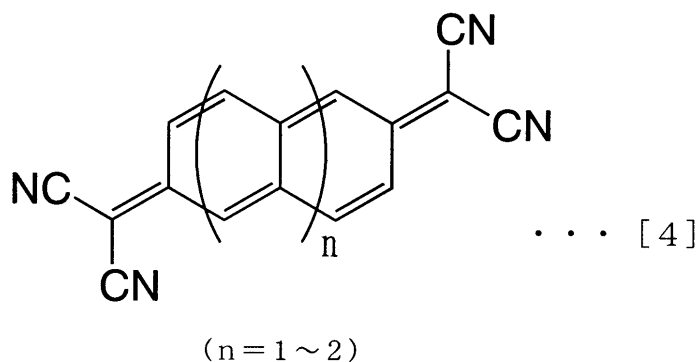


【請求項 4】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔4〕で示される化合物 20
 とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔4〕

【化 4】



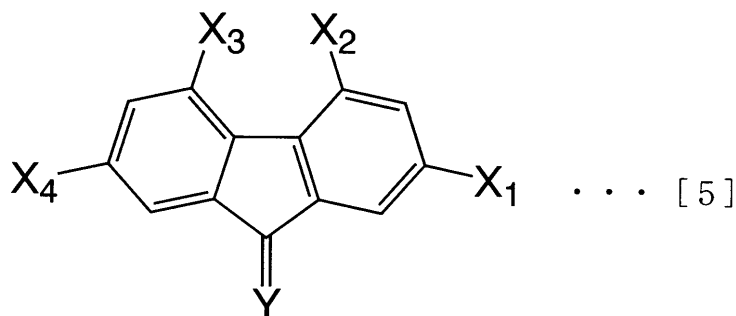
30

【請求項 5】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔5〕で示される化合物 40
 とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔5〕

【化 5】



10

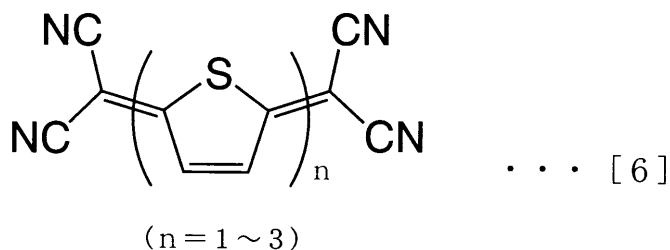
(X 1 ~ X 4 ; 水素原子、またはニトロ基
Y ; 酸素原子、またはジシアノメチレン基)

【請求項 6】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔6〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔6〕

【化 6】



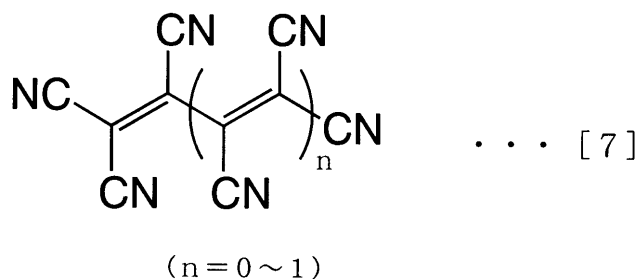
20

【請求項 7】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔7〕で示される化合物 30
とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔7〕

【化 7】



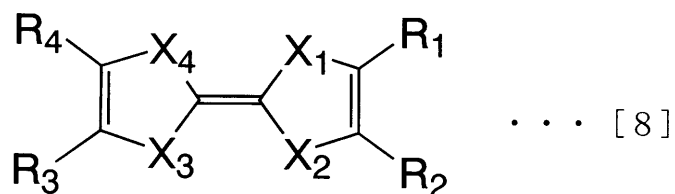
40

【請求項 8】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔8〕で示される化合物
とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔8〕

【化 8】



(X 1 ~ X 4 ; S、Se、またはTe
 R 1 ~ R 4 ; 水素原子、またはアルキル基
 また、R 1 と R 2、あるいは R 3 と R 4 は互いに結合し、
 アルキレン鎖からなる環または縮合環を形成してもよい)

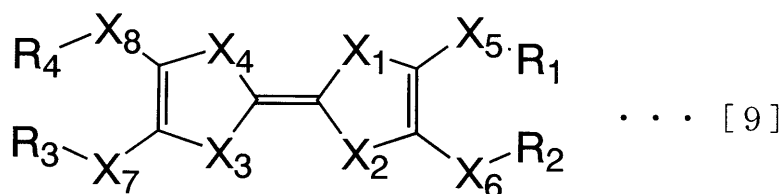
10

【請求項 9】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔9〕で示される化合物
 とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔9〕

【化 9】



20

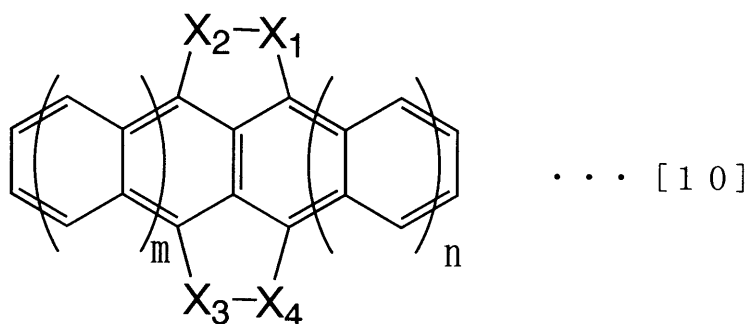
(X 1 ~ X 8 ; S、Se、またはTe
 R 1 ~ R 4 ; 水素原子、またはアルキル基
 また、R 1 と R 2、あるいは R 3 と R 4 は互いに結合し、
 アルキレン鎖からなる環またはオレフィン二重結合を含む環
 を形成してもよい)

【請求項 10】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔10〕で示される化合 30
 物とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔10〕

【化 10】



40

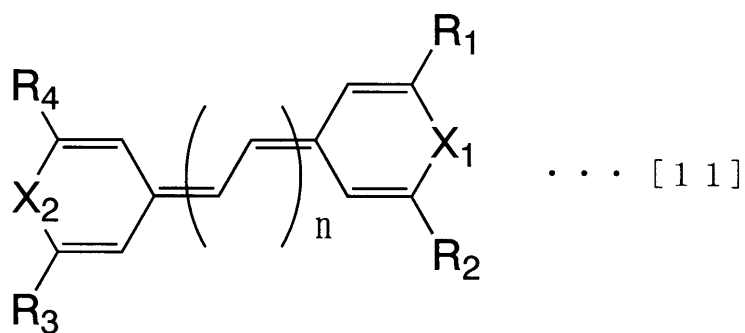
(X 1 ~ X 4 ; S、Se、またはTe
 n, m = 0 ~ 1)

【請求項 11】

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔11〕で示される化合 50
 物とからなる電界発光素子用材料。

一般式〔11〕

【化11】



10

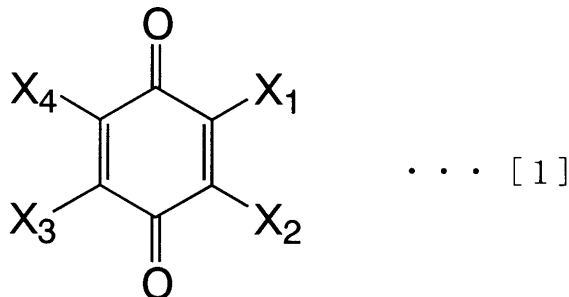
(X1～X2 ; S、Se、またはTe
R1～R4 ; 水素原子、アルキル基、またはアリール基
n = 0～1)

【請求項12】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、
前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化
合物、および下記一般式〔1〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いた
ことを特徴とする電界発光素子。 20

一般式〔1〕

【化12】



30

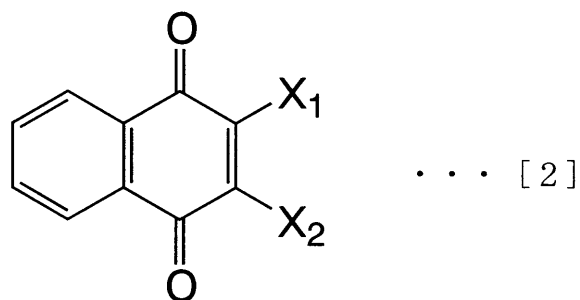
(X1～X4 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

【請求項13】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、
前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化
合物、および下記一般式〔2〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いた
ことを特徴とする電界発光素子。 40

一般式〔2〕

【化 1 3】



10

(X 1 ~ X 2 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

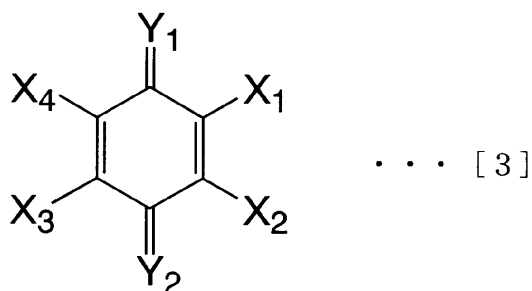
【請求項 1 4】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔3〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

20

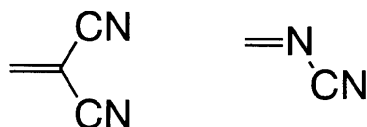
一般式〔3〕

【化 1 4】



30

(X 1 ~ X 4 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはアルキル基
Y 1 ~ Y 2 ; ジシアノメチレン基、またはシアノイミノ基)



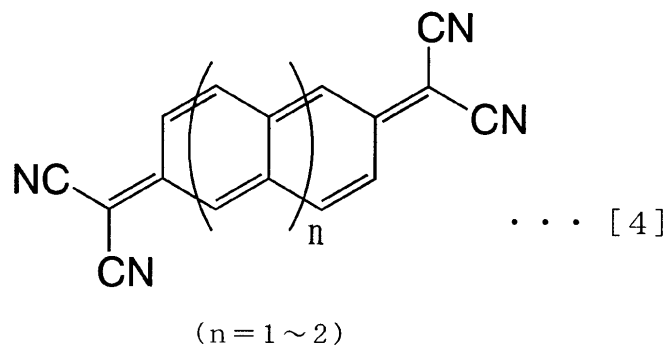
【請求項 1 5】

40

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔4〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

一般式〔4〕

【化 1 5】



10

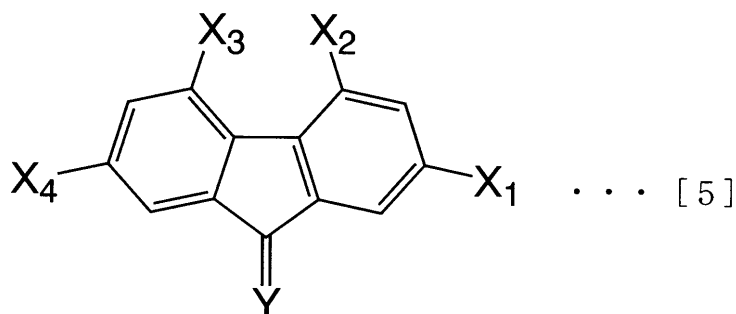
【請求項 1 6】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔5〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

一般式〔5〕

20

【化 1 6】



30

(X 1 ~ X 4 ; 水素原子、またはニトロ基
Y ; 酸素原子、またはジシアノメチレン基)

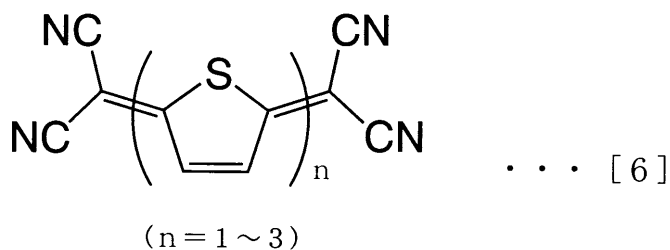
【請求項 1 7】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔6〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

40

一般式〔6〕

【化 1 7】



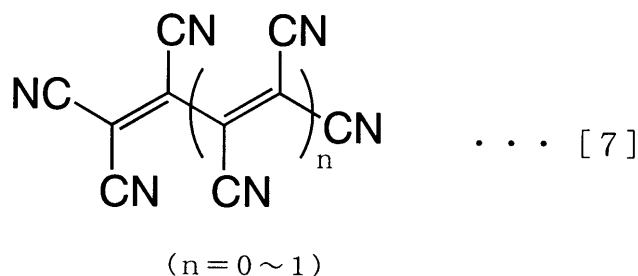
10

【請求項 1 8】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔7〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

一般式〔7〕

【化 1 8】



20

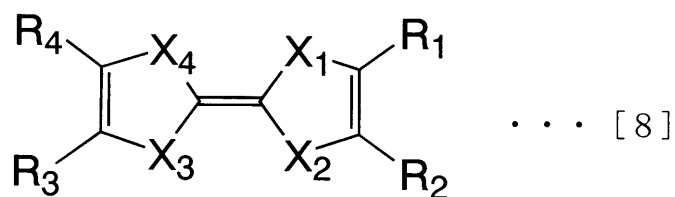
30

【請求項 1 9】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陰極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔8〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

一般式〔8〕

【化 1 9】



40

(X 1 ~ X 4 ; S、Se、またはTe
R 1 ~ R 4 ; 水素原子、またはアルキル基
また、R 1 と R 2、あるいは R 3 と R 4 は互いに結合し、
アルキレン鎖からなる環または縮合環を形成してもよい)

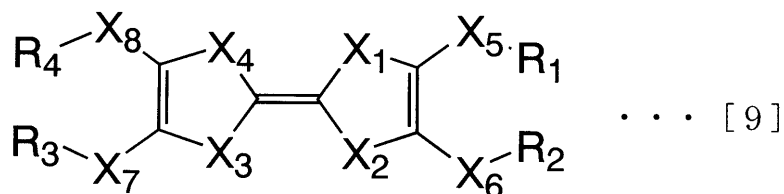
【請求項 2 0】

50

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陰極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔9〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

一般式〔9〕

【化20】



10

(X1～X8 ; S、Se、またはTe
R1～R4 ; 水素原子、またはアルキル基
また、R1とR2、あるいはR3とR4は互いに結合し、
アルキレン鎖からなる環またはオレフィン二重結合を含む環
を形成してもよい)

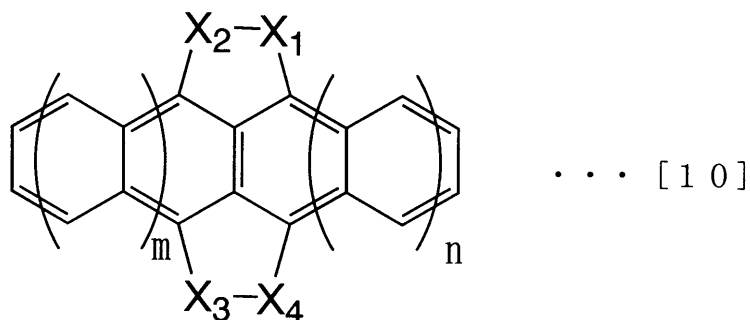
【請求項21】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陰極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔10〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

20

一般式〔10〕

【化21】



30

(X1～X4 ; S、Se、またはTe
n, m=0～1)

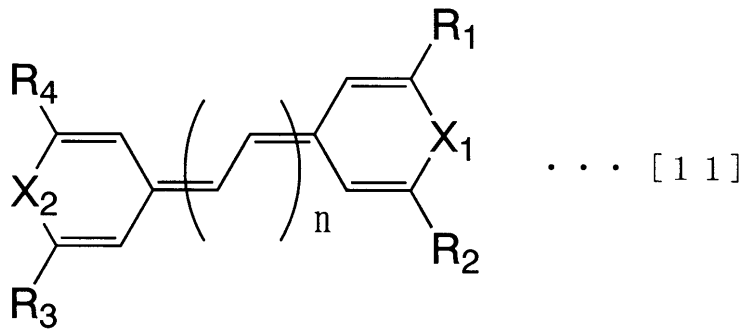
【請求項22】

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陰極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物、および下記一般式〔11〕で示される化合物とからなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子。

40

一般式〔11〕

【化 2 2】



10

(X 1 ~ X 2 ; S、Se、またはTe
R 1 ~ R 4 ; 水素原子、アルキル基、またはアリール基
n = 0 ~ 1)

【請求項 2 3】

請求項 1 乃至請求項 2 2 のいずれか一において、
前記主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物がレドックス性を有することを特徴とする電界発光素子用材料。

20

【請求項 2 4】

請求項 1 乃至請求項 2 3 のいずれか一において、
前記主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物は、エメラルディン状態のポリアニリンであることを特徴とする電界発光素子用材料。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一対の電極間に有機化合物を含む膜（以下、「電界発光膜」と記す）を設けた素子に電界を加えることで、蛍光又は燐光が得られる電界発光素子に関する。特に導電性の高分子材料（電界発光素子用材料）をその一部に用いた電界発光素子に関する。

30

【0 0 0 2】

【従来の技術】

自発光、薄型軽量、高速応答性、直流低電圧駆動などの特徴を有する材料を発光体として用いた電界発光素子は、次世代のフラットパネルディスプレイ、特に携帯機器への応用が期待されている。なお、電界発光素子をマトリクス状に配置した発光装置は、従来の液晶表示装置と比較して、視野角が広く視認性が優れる点に優位性があると考えられている。

【0 0 0 3】

電界発光素子の発光機構は、一対の電極間に電界発光膜を挟んで電圧を印加することにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が電界発光膜中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際にエネルギーを放出して発光するといわれている。励起状態には一重項励起と三重項励起が知られ、発光はどちらの励起状態を経ても可能であると考えられている。

40

【0 0 0 4】

このような発光装置を携帯機器に応用する場合において、低消費電力が要求されるため、電界発光素子の駆動電圧を低減することは重要な課題の 1 つである。

【0 0 0 5】

これまで駆動電圧を低減させるための手法として、バッファ層を電極と電界発光膜との界面に設けるという試みがなされている。バッファ層には、低分子系材料を用いた場合と高分子系（ポリマー系）材料を用いた場合とがあり、具体的には低分子系では、陽極との界面に銅フタロシアニン（Cu-Pc）、m-MTDATA に代表されるスターバース

50

トアミンと呼ばれる高分子量アリールアミン（文献1：Y. Shirota, Y. Kuwabara, H. Inada, T. Wakimoto, H. Nakada, Y. Yonemoto, S. Kawami and K. Imai: Appl. Phys. Lett., 65, 807 (1994)）を用いたバッファ層を設けるとい報告がなされている。なお、これらの材料はHOMO準位が高く、陽極を形成する電極材料の仕事関数に近い値を有するので正孔（ホール）の注入障壁を小さくすることができる。

【0006】

また、高分子系では、ポリエチレンジオキシチオフェン（PEDOT）（文献2：J. M. Bharathan and Y. Yang: Appl. Phys. Lett., 72, 2660 (1998)）を陽極との界面にバッファ層として用いた例が報告されている。なお、PEDOTには、通常、ポリスチレンスルホン酸（PSS）がドーピングされており、導電性高分子として機能する導電性を有している。

10

【0007】

なお、高分子系の場合においては、電極との接合面積の大きい導電性高分子からなるバッファ層を設けることで、バッファ層を介して電極上に形成される発光層との密着性が増し、正孔注入効率を向上させることができるので、結果的に駆動電圧を低下させることができる。

【0008】

また、最近では、高分子系材料であるトリフェニルアミン誘導体にルイス酸として機能する無機材料を作用させ、ラジカルカチオンを形成し、導電性を高くした層を電極との界面に用いるという方法も報告されている（文献3：A. Yamamori, C. Adachi, T. Koyama and Y. Taniguchi: Appl. Phys. Lett., 72, 2147 (1998)）。

20

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

高分子系材料は、低分子系材料よりも取り扱いが容易で耐熱性が高いことから、バッファ層の形成において好ましい材料であるが、高分子系材料としてPEDOTを用いる場合には、導電性を得るためのドーパントとして有機スルホン酸を用いるため、溶媒として水を用いることが必須条件となっている。

【0010】

しかし、通常、電界発光素子は水によって著しい劣化を受けることが知られていることから、素子の信頼性向上のためには水を溶媒とすることなく高分子系材料を用いたバッファ層の作製が要求される。

30

【0011】

なお、高分子系材料に導電性を与えるためには、上述したように無機材料をドーパントとする方法があるが、この場合には、アンチモン（Sb）等の環境に対して有害な物質を用いる必要があり、産業上好ましくない。

【0012】

そこで、本発明では、従来のバッファ層に用いた高分子系材料とは異なり、水を溶媒とせずにバッファ層を形成することができる環境に優しい電界発光素子用材料を提供し、さらにこのような電界発光素子用材料を用いることにより電極からのキャリアの注入性を向上させ、素子の駆動電圧を低減させると共に信頼性を高めることが可能な電界発光素子を提供することを目的とする。

40

【0013】

【課題を解決するための手段】

そこで、本発明者は、上記課題を解決するために図1（A）に示すような第1の電極101、バッファ層102、電界発光膜103、および第2の電極を有する電界発光素子において、第1の電極101上に形成されるバッファ層102を形成する材料として有機溶媒に可溶で、主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物（いわゆる共役系高分子）と、有機溶媒に可溶で、なおかつ前記高分子化合物に対してアクセプター性またはドナー性

50

を有する化合物とを含む導電性の材料を用いることを考えた。

【0014】

なお、本発明におけるバッファー層102の作製において、有機溶媒に可溶なアクセプター性またはドナー性を有する化合物としては、非プロトン性、または中性の化合物を用いることが特徴である。また、共役系高分子化合物としては、有機溶媒に溶解すれば何でも良いが、特にアクセプター性の化合物、もしくはドナー性の化合物のいずれかをドーピングすることにより陽極からの正孔（ホール）の注入性、もしくは陰極からの電子の注入性の高いバッファー層の両方が形成可能となるレドックスポリマー（酸化還元性高分子）を用いることが好ましい。

【0015】

なお、上記有機溶媒に可溶であり、主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物（共役系高分子）には、構造単位の繰返しの数（重合度）が2～20程度の低重合体（オリゴマー）を含むこととする。

【0016】

ここで、本発明のバッファー層102において生じる反応を図1（B）に示す。なお、バッファー層102が共役系高分子とアクセプター性の化合物（図中では、アクセプターと略す）からなる場合には、アクセプター性の化合物により共役系高分子中の電子が引き抜かれ、その結果、共役系高分子がキャリア（ホール）として存在することになる。つまり、この場合には、バッファー層102と接して形成される電極は陽極となる。一方、バッファー層102が共役系高分子とドナー性の化合物（図中では、ドナーと略す）からなる場合には、ドナー性の化合物により共役系高分子に対して電子が与えられ、その結果、共役系高分子がキャリア（電子）として存在することになる。つまり、この場合には、バッファー層102と接して形成される電極は陰極となる。

【0017】

図1（C）には、バッファー層102が共役系高分子とアクセプター性の化合物とから形成される場合の概念図を示す。この場合、第1の電極（陽極）101は、共役系高分子中に存在するアクセプター準位から電子の引き抜きを行い、同時にアクセプター準位にホールをバッファー層中に注入する。なお、注入されたホールは、バッファー層におけるHOMO準位に移動し、さらに、電界発光膜103のHOMO準位に移動する。なお、この場合において、第1の電極101からバッファー層への移動は、エネルギー差がほとんどないところで行われるために容易に行われる。また、注入されたホールがアクセプター準位から電界発光膜103のHOMO準位へ移動する場合も直接第1の電極101から注入される場合に比べてエネルギー差が緩和されているので、第1の電極からのホールの注入性を向上させることができる。

【0018】

また、図1（D）には、バッファー層102が共役系高分子とドナー性の化合物とから形成される場合の概念図を示す。この場合、第1の電極（陰極）101から共役系高分子中に存在するドナー準位に電子の注入が行われる。なお、注入された電子は、バッファー層102におけるLUMO準位に移動し、さらに、電界発光膜103のLUMO準位に移動する。なお、この場合において、第1の電極101からバッファー層への移動は、エネルギー差がほとんどないところで行われるために容易に行われる。また、注入された電子がバッファー層102におけるLUMO準位から電界発光膜103のLUMO準位へ移動する場合も直接第1の電極101から注入される場合に比べてエネルギー差が緩和されているので第1の電極からの電子の注入性を向上させることができる。

【0019】

本発明の構成は、

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物と、下記一般式〔1〕～〔7〕で示されるアクセプター性を有する化合物のうちのいずれか一とを組み合わせる電界発光素子用材料である。

一般式〔1〕

10

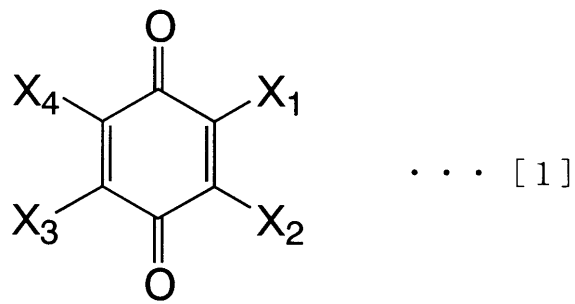
20

30

40

50

【化 2 3】

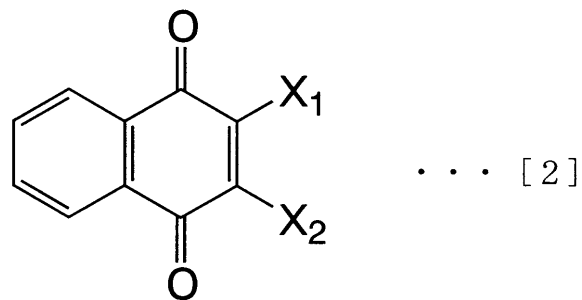


10

(X 1～X 4 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

一般式〔2〕

【化 2 4】



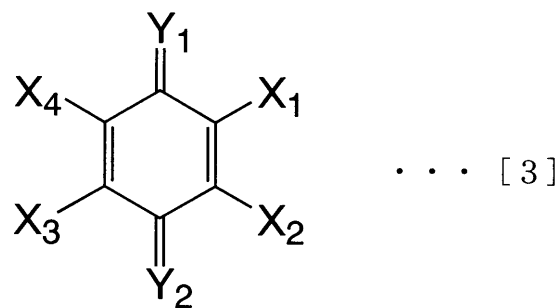
20

(X 1～X 2 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはシアノ基)

30

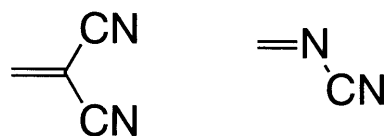
一般式〔3〕

【化 2 5】



40

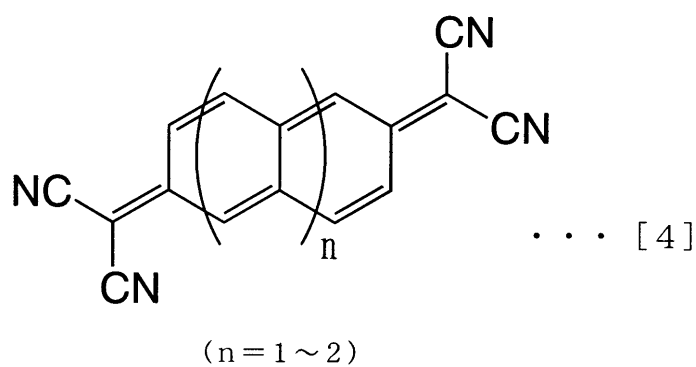
(X 1～X 4 ; 水素原子、ハロゲン原子、またはアルキル基
 Y 1～Y 2 ; ジシアノメチレン基、またはシアノイミノ基)



50

一般式〔4〕

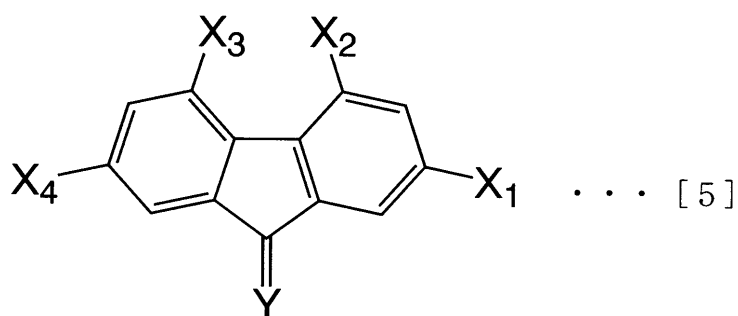
【化26】



10

一般式〔5〕

【化27】



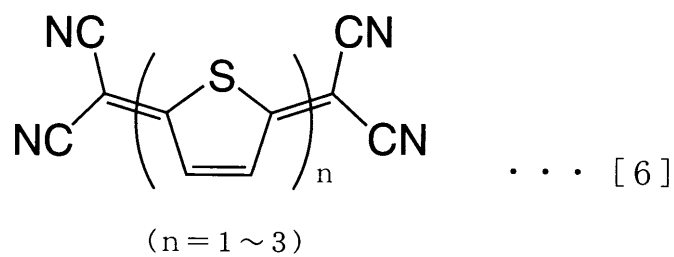
20

(X1 ~ X4 ; 水素原子、またはニトロ基
Y ; 酸素原子、またはジシアノメチレン基)

30

一般式〔6〕

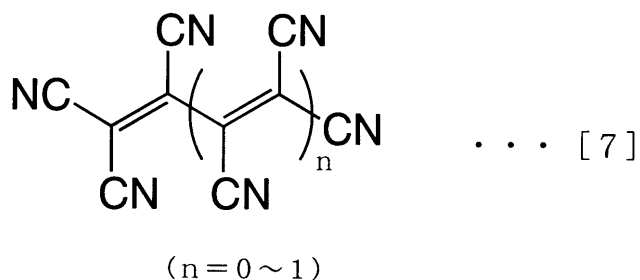
【化28】



40

一般式〔7〕

【化29】



10

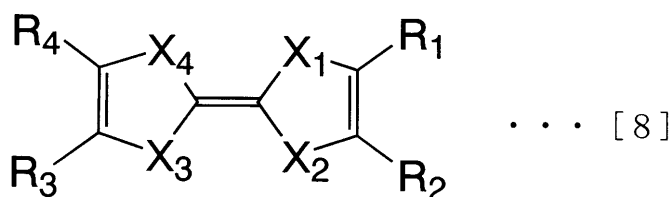
【0020】

また、本発明の別の構成は、

主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物と、下記一般式〔8〕～〔11〕で示されるドナー性を有する化合物のうちのいずれか一とを組み合わせてなる電界発光素子用材料である。

一般式〔8〕

【化30】



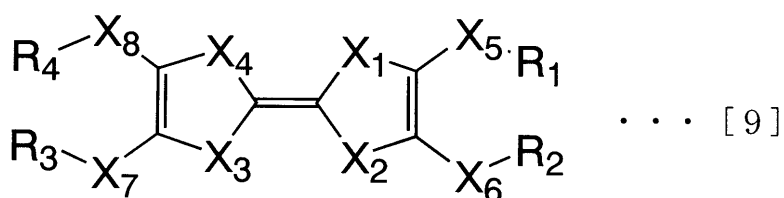
20

(X1～X4；S、Se、またはTe
R1～R4；水素原子、またはアルキル基
また、R1とR2、あるいはR3とR4は互いに結合し、
アルキレン鎖からなる環または縮合環を形成してもよい)

30

一般式〔9〕

【化31】

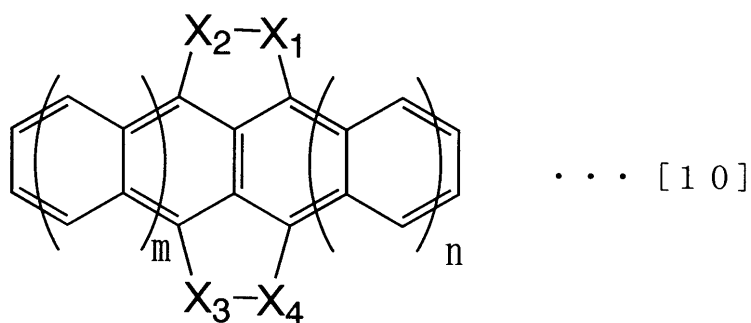


(X1～X8；S、Se、またはTe
R1～R4；水素原子、またはアルキル基
また、R1とR2、あるいはR3とR4は互いに結合し、
アルキレン鎖からなる環またはオレフィン二重結合を含む環
を形成してもよい)

40

一般式〔10〕

【化32】

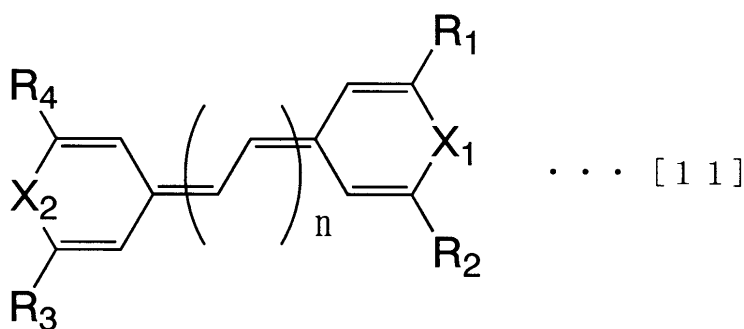


(X 1 ~ X 4 ; S、Se、またはTe
n, m=0 ~ 1)

10

一般式 [1 1]

【化 3 3】



(X 1 ~ X 2 ; S、Se、またはTe
R 1 ~ R 4 ; 水素原子、アルキル基、またはアリール基
n=0 ~ 1)

20

30

【 0 0 2 1 】

さらに本発明の別の構成は、

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陽極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物と、上記一般式 [1] ~ [7] で示されるアクセプター性を有する化合物のうちのいずれか一とを組み合わせてなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子である。

【 0 0 2 2 】

さらに本発明の別の構成は、

陽極、バッファ層、電界発光層、および陰極を有する電界発光素子であって、前記陰極と接して形成される前記バッファ層に主鎖、または側鎖に共役を含む高分子化合物と、上記一般式 [8] ~ [1 1] で示されるドナー性を有する化合物のうちのいずれか一とを組み合わせてなる電界発光素子用材料を用いたことを特徴とする電界発光素子である。

40

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

(実施の形態 1)

本実施の形態 1 においては、図 2 に示すように第 1 の電極上にバッファ層 2 0 2 が形成

50

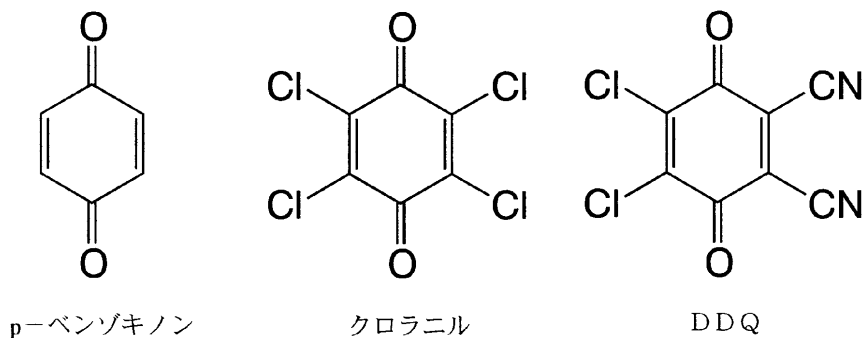
され、バッファ層 202 の上には、電界発光膜 203 および第 2 の電極 204 がそれぞれ形成される場合であって、バッファ層 202 は、本明細書中の課題を解決するための手段で示したように主鎖、または側鎖に共役を含む化合物（以下、共役系高分子という）と、アクセプター性を有する一般式〔1〕で示されるパラベンゾキノ誘導体、一般式〔2〕で示されるナフトキノ誘導体、一般式〔3〕で示されるテトラシアノキノジメタン誘導体またはジシアノキノジイミン誘導体、一般式〔4〕で示される化合物、一般式〔5〕で示される化合物、一般式〔6〕で示される化合物、または一般式〔7〕で示される化合物のうちのいずれか一とを組み合わせて形成することを特徴とする。

【0024】

なお、一般式〔1〕～〔7〕で示されるアクセプター性を有する化合物の具体例について、以下の化学式（A1）～（A8）にそれぞれ示す。 10

【化34】

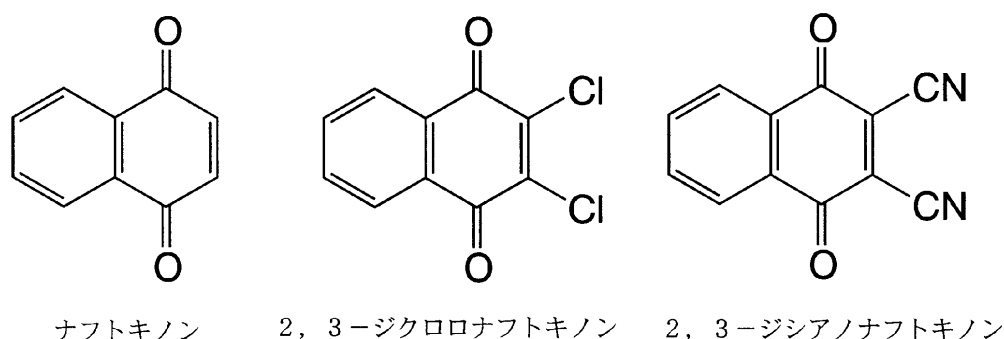
（A1 ベンゾキノ誘導体）



20

【化35】

（A2 ナフトキノ誘導体）

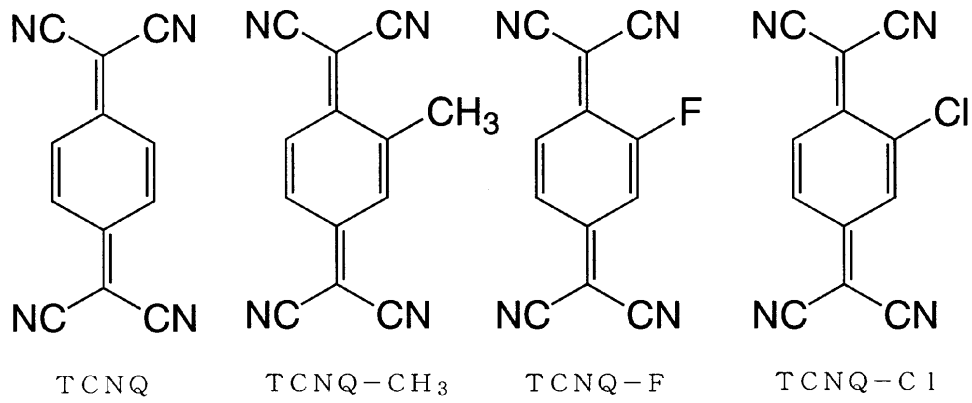


30

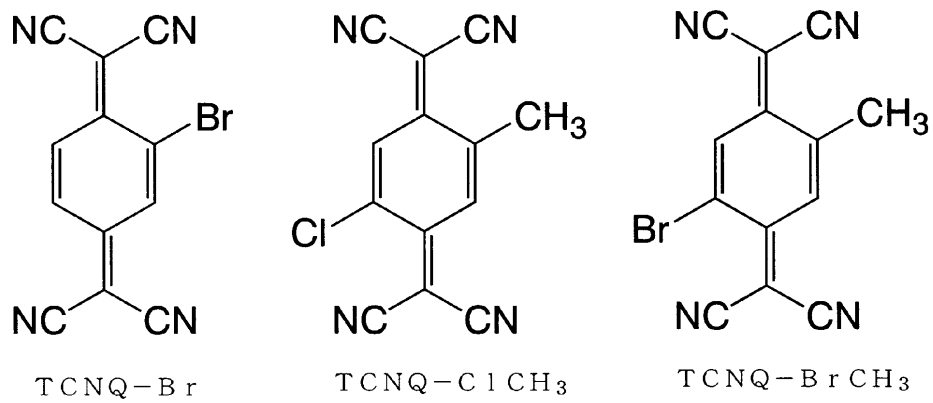
40

【化36】

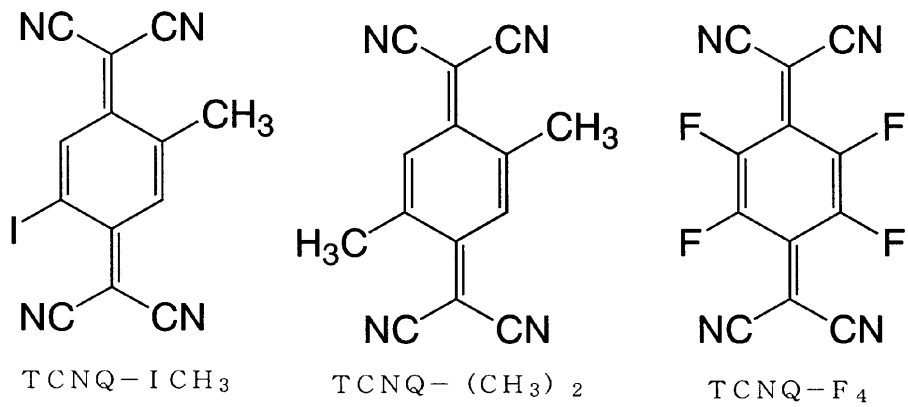
(A3 テトラシアノキノジメタン誘導体)



10



20

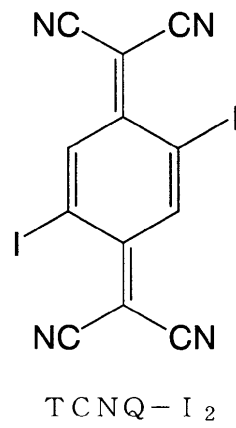
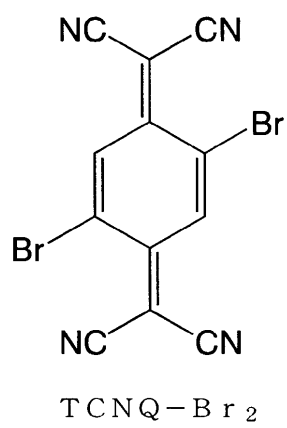
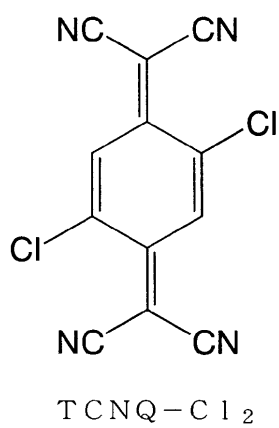


30

【化 3 7】

40

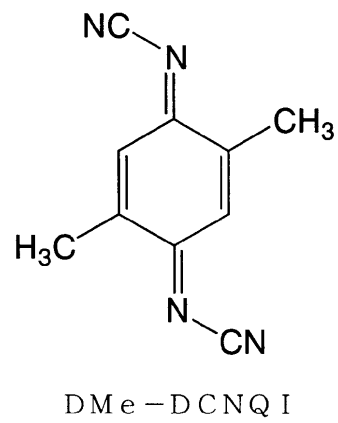
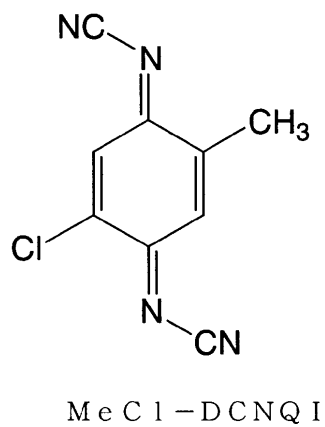
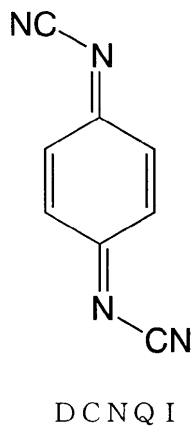
(A 3 続き)



10

【化 3 8】

(A 4 ジシアノキノジイミン誘導体)

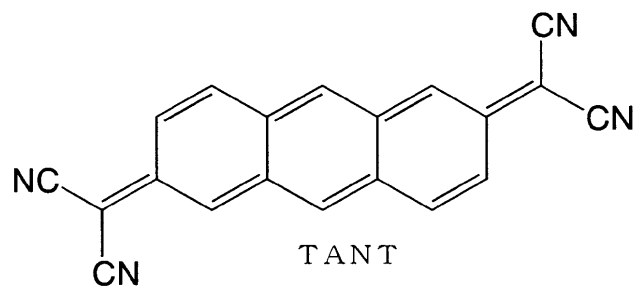
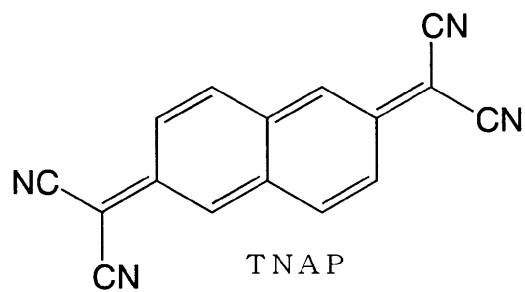


20

30

【化 3 9】

(A 5)

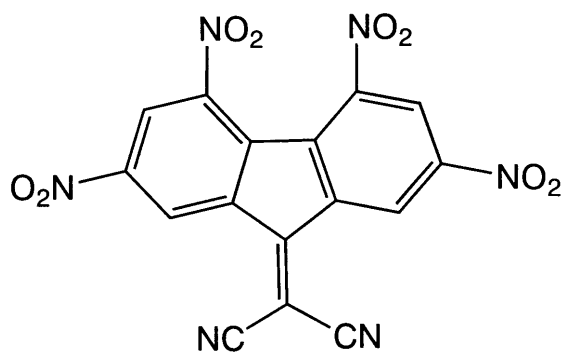


40

【化 4 0】

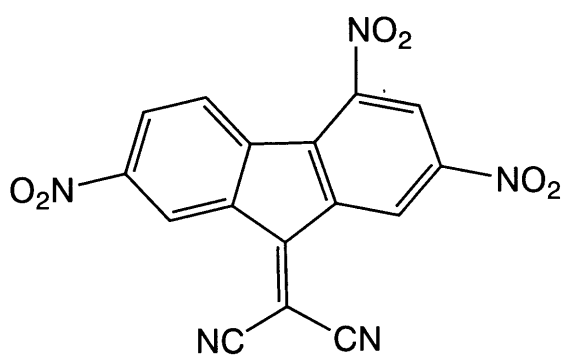
50

(A 6)



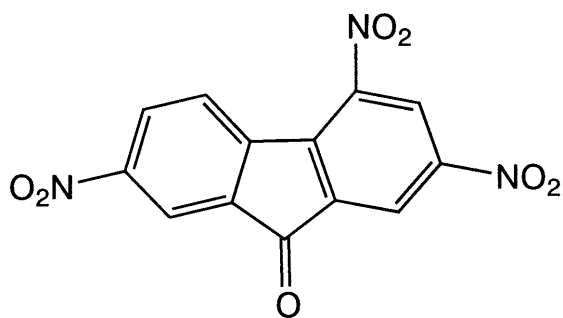
10

2-(2,4,5,7-Tetranitro-fluoren-9-ylidene)-malononitrile



20

D T F



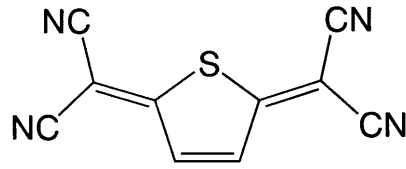
30

T N F

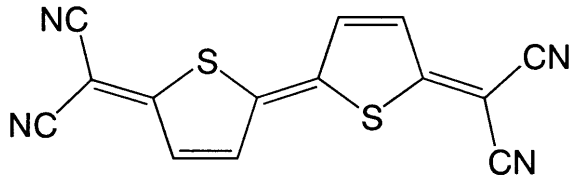
40

【化 4 1】

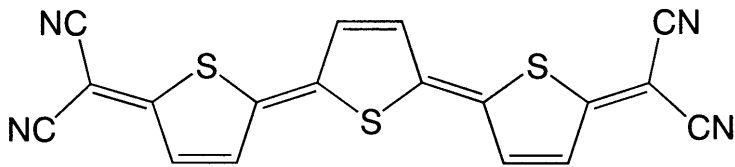
(A7)



TCN-T1



TCN-T2



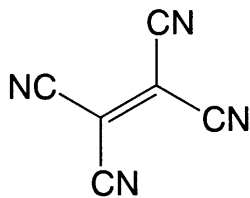
TCN-T3

10

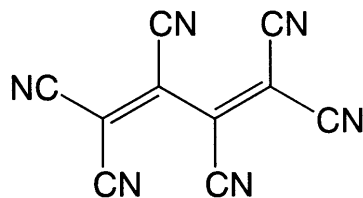
20

【化42】

(A8)



TCNE



TCNBD

30

40

【0025】

なお、本実施の形態1の場合には、バッファ層202は、アクセプター性を有する材料で形成されるので、第1の電極201は陽極として機能する。また、第1の電極201は陽極として機能する電極であるため、仕事関数の大きい陽極材料で形成されるのが好ましいが、バッファ層202の形成により正孔（ホール）の注入性が向上しているため、必ずしも仕事関数の大きい材料を用いる必要はない。

【0026】

しかし、ここでは素子特性をより向上させるために第1の電極201を形成する陽極材料として酸化インジウム・スズ（ITO：indium tin oxide）からなる透

50

明性導電膜を用いることとする（図2（B））。

【0027】

次に、第1の電極201上にバッファ層202が形成される。なお、バッファ層202を形成する材料としては、先に示した材料を組み合わせる用いることができるが、ここでは、図2（B）に示すように共役系高分子としてエメラルディン・ベース・ポリアニリン（以下、EB-PAniと示す）を用い、アクセプター性分子としてテトラシアノキノジメタン（以下、TCNQ）を用い、20～50nm（好ましくは30nm）の膜厚で形成される。

【0028】

次に、バッファ層202上に電界発光膜203が形成される。電界発光膜203は、単一の材料で形成されていても良いが、複数の材料によって形成された積層構造としても良い。

【0029】

なお、積層構造の場合には、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層（ブロッキング層）、電子輸送層、電子注入層などの各機能を有する層を組み合わせ、少なくとも発光性を有する層を含む構成にすればよい。

【0030】

本実施の形態1では、図2（B）に示すように電界発光膜203を正孔輸送層211および電子輸送層212との積層構造で形成することとする。具体的には、正孔輸送層211は正孔輸送性の材料である4,4'-ビス[N-(1-ナフチル)-N-フェニル-アミノ]ービフェニル（以下、 α -NPDと示す）を30nmの膜厚とし、電子輸送層212を電子輸送性の材料であるトリス（8-キノリノラト）アルミニウム（以下、Alq₃と示す）を50nmの膜厚とすることにより形成する。なお、この積層構造の場合には、電子輸送層212を形成するAlq₃が発光性を有する。

【0031】

次に、電界発光膜203上に第2の電極204が形成される。なお、第2の電極204は陰極として機能する電極であるため仕事関数の小さい陰極材料（具体的には、仕事関数が3.5eV以下の材料）で形成される。なお、第2の電極204は、単一の材料で形成された単層構造であっても良いが、複数の材料からなる積層構造で形成されていても良い。本実施の形態1では、図2（B）に示すようにフッ化リチウム（LiF）を2nm、アルミニウム（Al）を100nmの膜厚としたものを積層することにより陰極204が形成される場合について示す。なお、この場合には、LiFを用いることにより陰極204の仕事関数を小さくできると共に、Alを用いることにより陰極204の導電性を高めるという2つの機能を兼ね備えた電極形成が実現できる。なお、陰極材料としては、仕事関数の小さい公知の材料を自由に組み合わせる用いることができる。

【0032】

以上より、電界発光素子のバッファ層に、主鎖、または側鎖に共役を含む化合物（以下、共役系高分子という）と、アクセプター性を有する一般式〔1〕で示されるパラベンゾキノン誘導体、一般式〔2〕で示されるナフトキノン誘導体、一般式〔3〕で示されるテトラシアノキノジメタン誘導体またはジシアノキノジイミン誘導体、一般式〔4〕で示される化合物、一般式〔5〕で示される化合物、一般式〔6〕で示される化合物、または一般式〔7〕で示される化合物のうちのいずれか一とを組み合わせる材料（電界発光素子用材料）を用いることにより、水を溶媒としないバッファ層を形成することができる。なお、このバッファ層を形成することにより電極（本実施の形態1では、陽極）からのキャリア（正孔）の注入性が向上するため、素子の駆動電圧を低減させると共に信頼性の高い電界発光素子が形成される。

【0033】

（実施の形態2）

本実施の形態2においては、図3に示すように第1の電極301上にバッファ層302が形成され、バッファ層302の上には、電界発光膜303および第2の電極304が

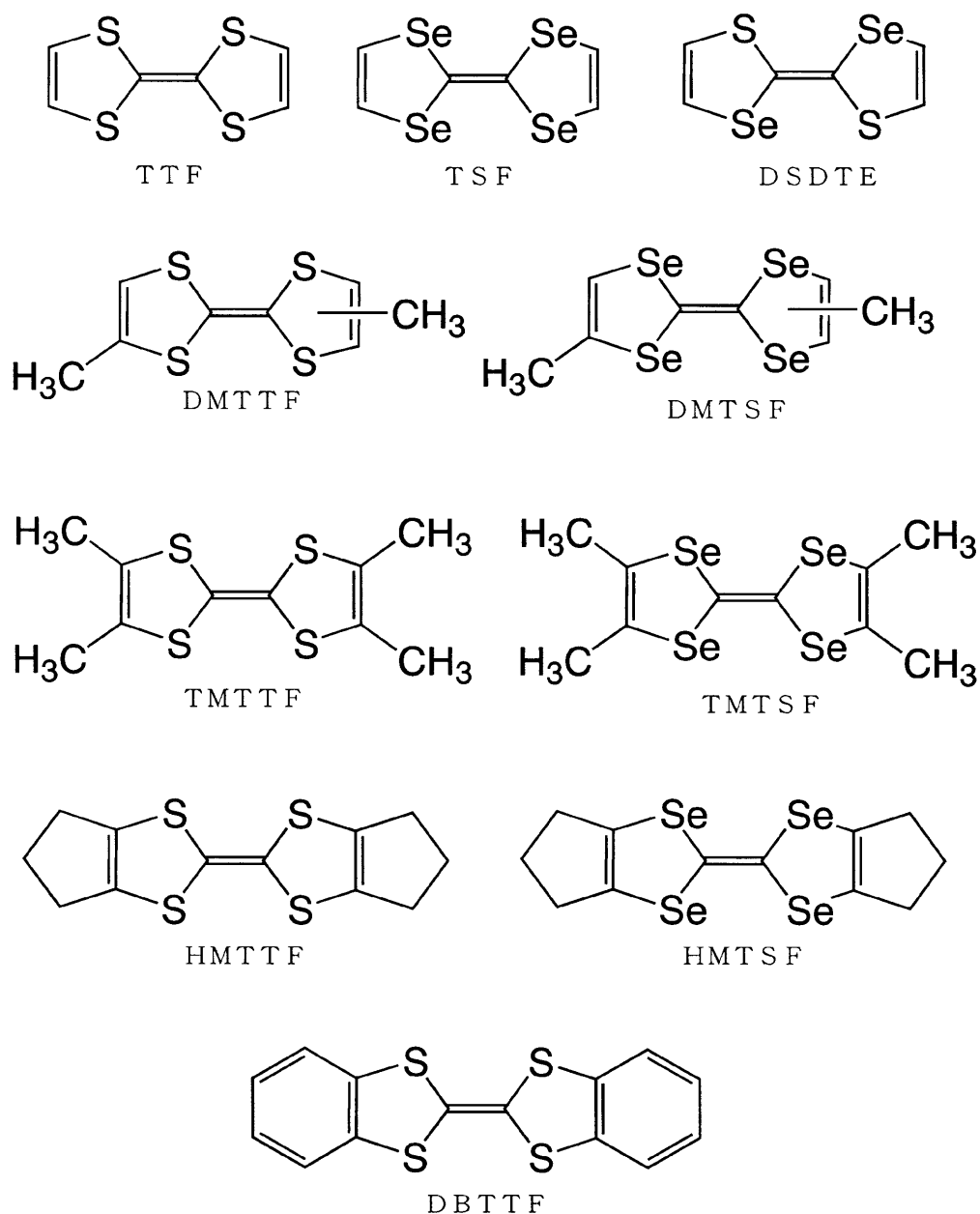
それぞれ形成される場合であって、バッファー層 302 は、主鎖、または側鎖に共役を含む化合物（以下、共役系高分子という）と、ドナー性を有する一般式〔8〕で示される化合物、一般式〔9〕で示される化合物、一般式〔10〕で示される化合物、および一般式〔11〕で示される化合物のうちのいずれか一とを組み合わせることを特徴とする。

【0034】

なお、上記一般式〔8〕～〔11〕で示されるドナー性を有する化合物の具体例について、以下の化学式（D1）～（D4）にそれぞれ示す。

【化43】

（D1）



【化44】

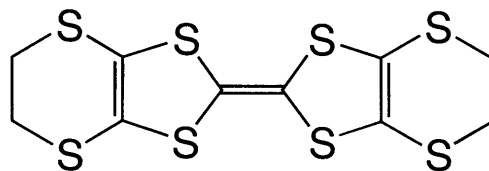
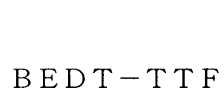
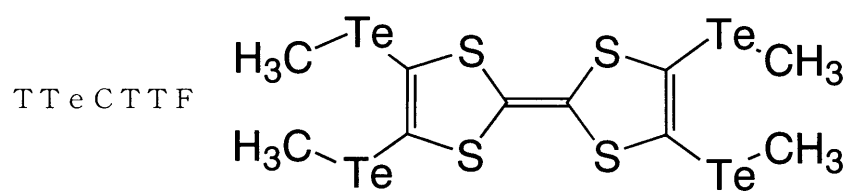
10

20

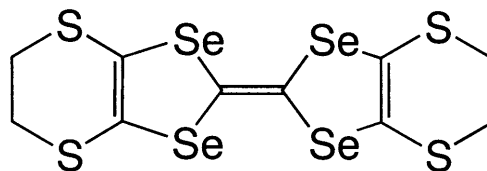
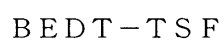
30

40

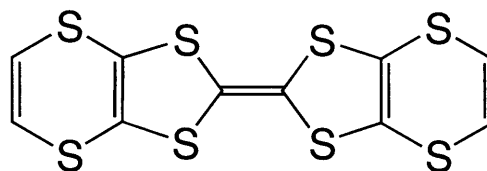
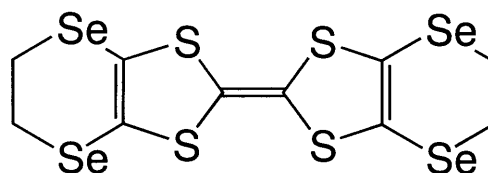
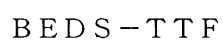
(D 2)



10



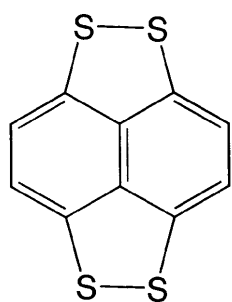
20



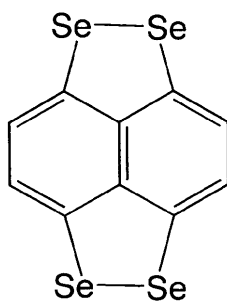
30

【化 4 5】

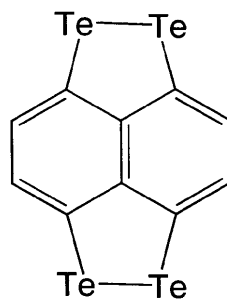
(D 3)



TTN

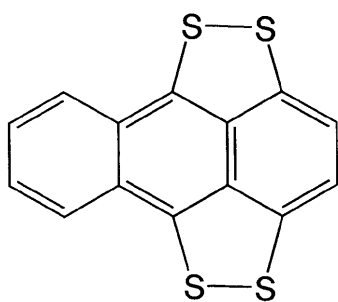


TSN

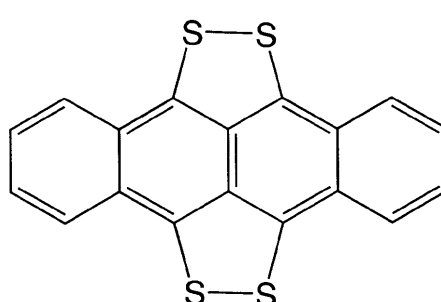


TTeN

10

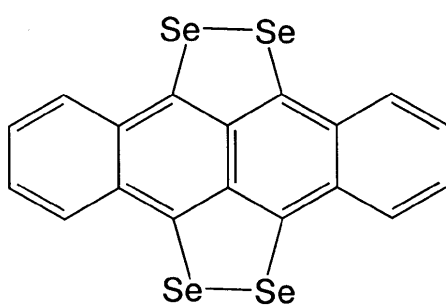


TTA

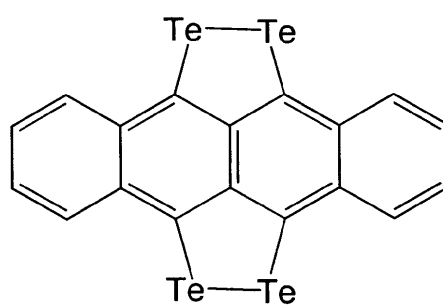


TTT

20



TST

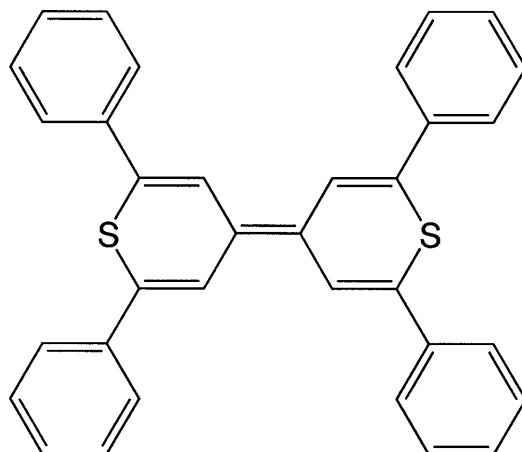


TTeT

30

【化 4 6】

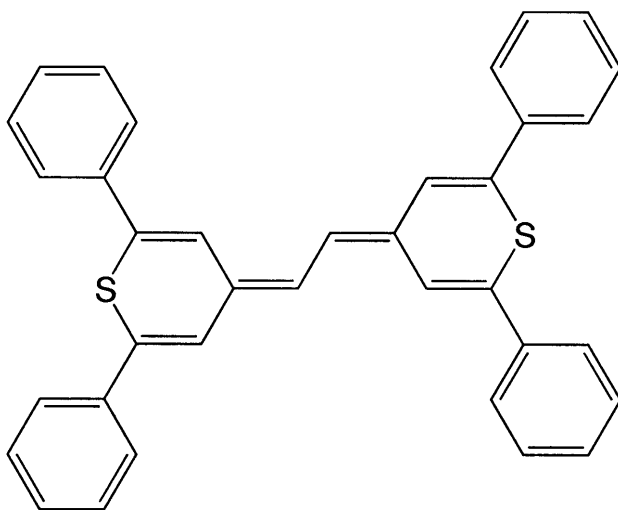
(D4)



BTP

10

20



30

【0035】

なお、本実施の形態2の場合には、バッファ層302は、ドナー性を有する材料で形成されるので、第1の電極301は陰極として機能する。また、第1の電極301は陰極として機能する電極であるため、仕事関数の小さい陰極材料で形成されるのが好ましいが、バッファ層302の形成により電子の注入性が向上しているため、必ずしも仕事関数の 40

【0036】

なお、ここでは第1の電極301を形成する陰極材料として120nm程度の膜厚で形成したA1を用いることとする(図3(B))。

【0037】

次に、第1の電極301上にバッファ層302が形成される。なお、バッファ層302を形成する材料としては、先に示した材料を組み合わせる用いることができるが、ここでは、図3(B)に示すように共役系高分子としてEB-PAniを用い、ドナー性高分子としてテトラチオフルバレン(以下、TTFと示す)を用い、20~50nm(好ましくは30nm)の膜厚で形成される。

50

【0038】

次に、バッファ層302上に電界発光膜303が形成される。電界発光膜303は、単一の材料で形成されていても良いが、複数の材料によって形成された積層構造としても良い。

【0039】

なお、積層構造の場合には、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、正孔阻止層（ブロッキング層）、電子輸送層、電子注入層などの各機能を有する層を組み合わせ、少なくとも発光性を有する層を含む構成にすればよい。

【0040】

本実施の形態2では、図3（B）に示すように電界発光膜303を電子輸送層311、正孔輸送層312、および正孔注入層313との積層構造で形成することとする。具体的には、電子輸送層311は電子輸送性の材料であるAlq₃を50nmの膜厚とし、正孔輸送層312は正孔輸送性の材料であるα-NPDを30nmの膜厚とし、正孔注入層313は正孔輸送性の材料である銅フタロシアニン（以下、Cu-Pcと示す）を20nmの膜厚とすることにより形成する。なお、この積層構造の場合には、電子輸送層311を形成するAlq₃が発光性を有する。 10

【0041】

次に、電界発光膜303上に第2の電極304が形成される。なお、第2の電極304は陽極として機能する電極であるため仕事関数の大きい陽極材料（具体的には、仕事関数が4.0eV以上の材料）で形成される。なお、第2の電極304は、単一の材料で形成された単層構造であっても良いが、複数の材料からなる積層構造で形成されていても良い。 20
本実施の形態2では、図3（B）に示すように金（Au）を20nmの膜厚としたものを積層することにより第2の電極304が形成される場合について示す。なお、第2の電極304に用いる陽極材料としては、仕事関数の大きい公知の材料を自由に組み合わせることができる。

【0042】

以上より、電界発光素子のバッファ層に、主鎖、または側鎖に共役を含む化合物（以下、共役系高分子という）と、ドナー性を有する一般式〔8〕で示される化合物、一般式〔9〕で示される化合物、一般式〔10〕で示される化合物、および一般式〔11〕で示される化合物のうちのいずれか一とを組み合わせた材料（電界発光素子用材料）を用いることにより、水を溶媒としないバッファ層を形成することができる。なお、このバッファ層を形成することにより電極（本実施の形態2では、陰極）からのキャリア（電子）の注入性が向上するため、素子の駆動電圧を低減させると共に信頼性の高い電界発光素子が形成される。 30

【0043】

（実施の形態3）

本実施の形態3では、本発明の電界発光素子についてその電気特性を測定した結果を示す。なお、測定に用いる電界発光素子の構造は、実施の形態1で説明したように陽極上にバッファ層が接して形成された構造とする。

【0044】

また、本発明の材料を用いて形成されたバッファ層を設けることによる効果を比較するために（1）バッファ層なしの場合、（2）バッファ層にCu-Pcを用いた場合、（3）本発明のバッファ層（EB-PAni+TCNQ）を有する場合の3通りの電界発光素子を作製し、その特性を測定した。 40

【0045】

上記3通りの素子としては、（1）バッファ層なしの場合には、ITO（120nm）（陽極）／α-NPD（50nm）／Alq₃（50nm）／CaF（2nm）／Al（100nm）（陰極）の順に積層形成された素子を用い、（2）バッファ層にCu-Pcを用いた場合には、ITO（120nm）（陽極）／Cu-Pc（20nm）（バッファ層）／α-NPD（30nm）／Alq₃（50nm）／CaF（2nm）／Al（ 50

100nm) (陰極)の順に積層形成された素子を用い、(3)本発明のバッファ層 (EB-PANI+TCNQ)を有する場合には、ITO(120nm) (陽極) / (EB-PANI+TCNQ) (30nm程度) (バッファ層) / α -NPD(30nm) / Alq₃ (50nm) / CaF (2nm) / Al (100nm) (陰極)の順に積層形成された素子をそれぞれ用いる。

【0046】

測定結果は、図4に示す通りであり、(3)の本発明のバッファ層を有する電界発光素子が最も駆動電圧が低いという結果が得られた。(2)に示すCu-Pcを用いた場合よりも駆動電圧が低いことは、(3)のバッファ層に導電性があること(アクセプターのドーピングによる)、さらに高分子膜で形成されることによる膜の平坦性等が起因しているものと思われる。

10

【0047】

【発明の効果】

本発明の電界発光素子用材料を用いることにより、従来の高分子系材料を用いてバッファ層を形成する場合と異なり、水を溶媒とすることなくバッファ層を形成することができる。なお、本発明の電界発光素子用材料を用いて形成された電界発光素子において、電極からのキャリアの注入性を向上させ、素子の駆動電圧を低減させると共に信頼性を高めることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の電界発光素子について説明する図。

20

【図2】陽極側にバッファ層を有する電界発光素子について説明する図。

【図3】陰極側にバッファ層を有する電界発光素子について説明する図。

【図4】電界発光素子の電気特性について測定した結果を示す図。

【符号の説明】

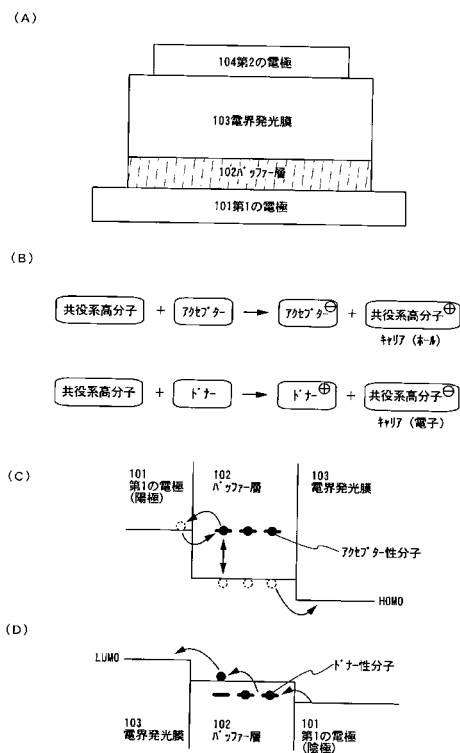
101 第1の電極

102 バッファ層

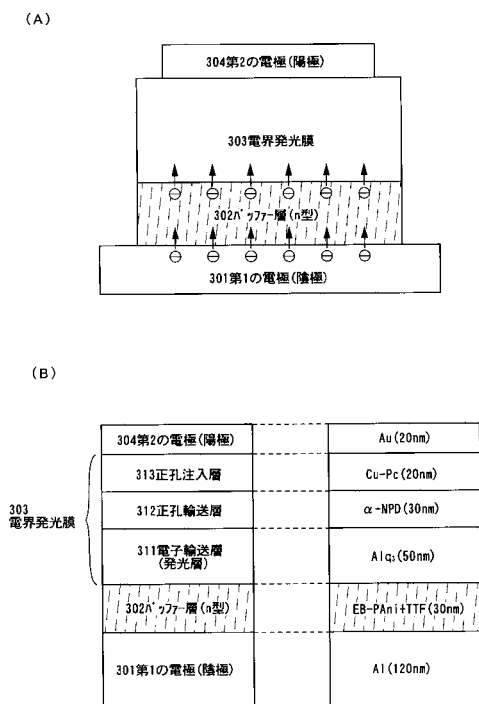
103 電界発光膜

104 第2の電極

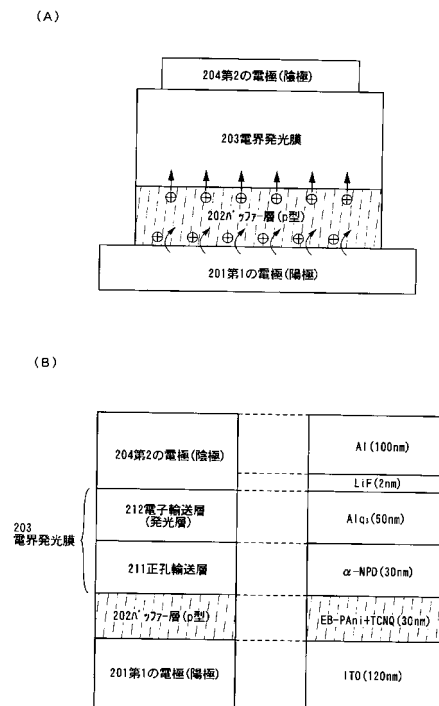
【图 1】



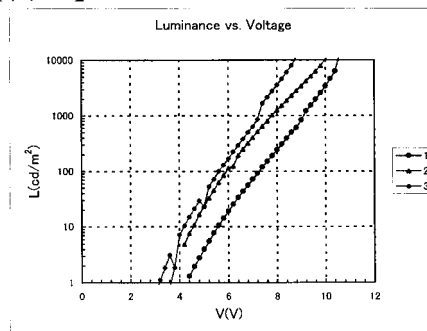
【图 3】



【图 2】



【图 4】



- 1 ITO / NPB / Alq / CaF / Al
- 2 ITO / CuPc / NPB / Alq / CaF / Al
- 3 ITO / PANI(EB)+TCNQ / NPB / Alq / CaF / Al

フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

H 0 5 B 33/22

F I

H 0 5 B 33/22

H 0 5 B 33/22

B

D

テーマコード (参考)