

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5156019号
(P5156019)

(45) 発行日 平成25年3月6日(2013.3.6)

(24) 登録日 平成24年12月14日(2012.12.14)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 51/50	(2006.01)	HO 5 B 33/14	B
CO 8 F 212/14	(2006.01)	HO 5 B 33/22	B
CO 8 F 230/04	(2006.01)	HO 5 B 33/22	D
CO 9 K 11/06	(2006.01)	CO 8 F 212/14	
		CO 8 F 230/04	

請求項の数 6 (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2009-523619 (P2009-523619)
(86) (22) 出願日	平成20年7月10日 (2008.7.10)
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/062451
(87) 国際公開番号	W02009/011272
(87) 国際公開日	平成21年1月22日 (2009.1.22)
審査請求日	平成21年12月25日 (2009.12.25)
(31) 優先権主張番号	特願2007-184402 (P2007-184402)
(32) 優先日	平成19年7月13日 (2007.7.13)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(73) 特許権者	000002004 昭和電工株式会社 東京都港区芝大門1丁目13番9号
(74) 代理人	110001070 特許業務法人 S S I N P A T
(72) 発明者	鳥羽 正彦 千葉県千葉市緑区大野台1-1-1 昭和 電工株式会社 研究開発センター内
審査官	天野 宏樹

最終頁に続く

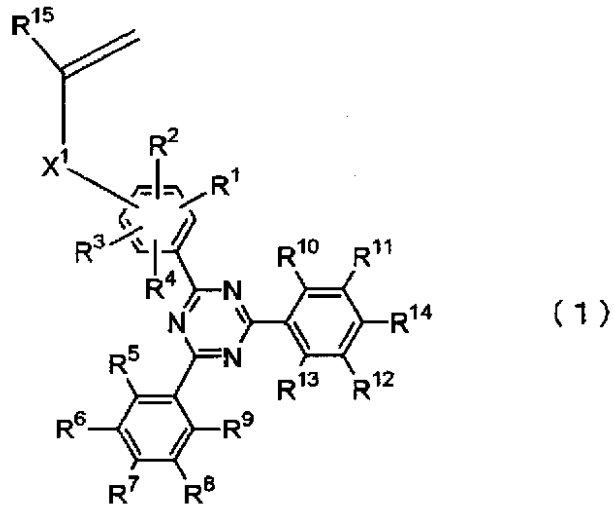
(54) 【発明の名称】 トリアジン環含有高分子化合物を用いた有機発光素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

陽極と陰極との間に発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、下記一般式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位と、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有し、該ホール輸送性の重合性化合物が下記式(8-3)で表される化合物である高分子化合物を含むことを特徴とする有機発光素子。

【化 1】

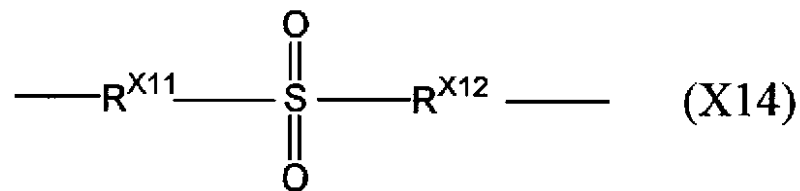
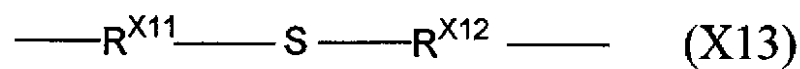
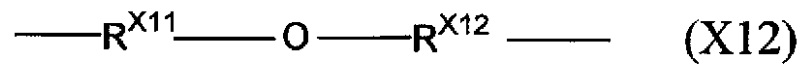
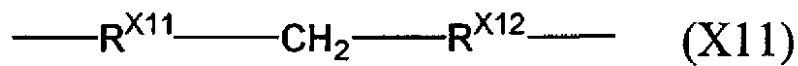


10

(式中、 $R^1 \sim R^6$ および $R^8 \sim R^{13}$ が水素原子であり、 R^7 および R^{14} が炭素数1～12のアルキル基または炭素数1～12のアルコキシ基を表し、 R^{15} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^1 は、単結合または下記式(X11)～(X14)で表される基を表す。

【化 2】

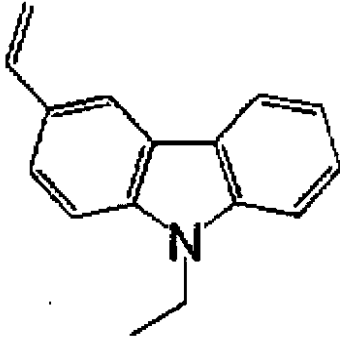
20



30

式中、 R^{X11} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。)

【化 3】



(8-3)

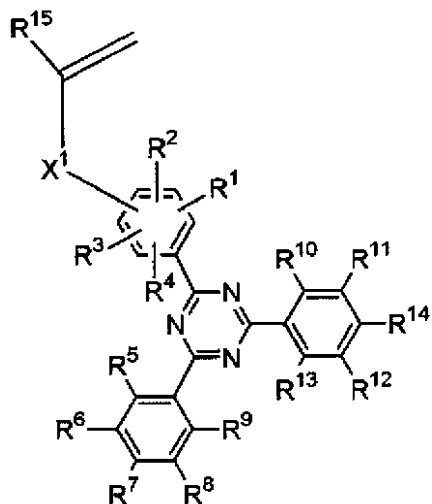
10

【請求項 2】

陽極と陰極との間に発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、下記一般式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有する高分子化合物と、ホール輸送性の重合性化合物とを含み、該ホール輸送性の重合性化合物が、下記式(8-3)で表される化合物であることを特徴とする有機発光素子。

20

【化 4】



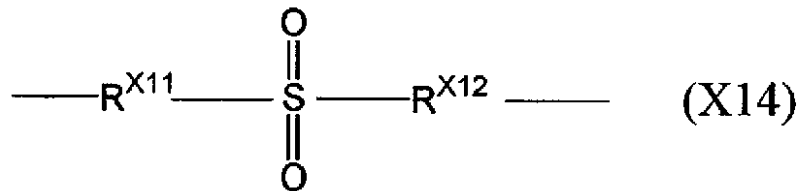
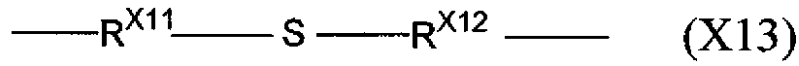
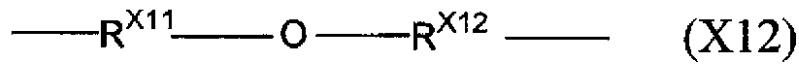
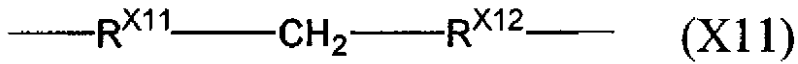
(1)

30

(式中、 $R^1 \sim R^6$ および $R^8 \sim R^{13}$ が水素原子であり、 R^7 および R^{14} が炭素数1~12のアルキル基または炭素数1~12のアルコキシ基を表し、 R^{15} は、水素原子または炭素数1~12のアルキル基を表し、 X^1 は、単結合または下記式(X^{11})~(X^{14})で表される基を表す。

40

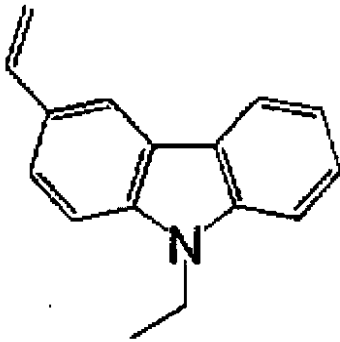
【化5】



10

式中、 R^{X11} は、単結合または炭素数1~12のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数1~12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。)

【化6】



(8-3)

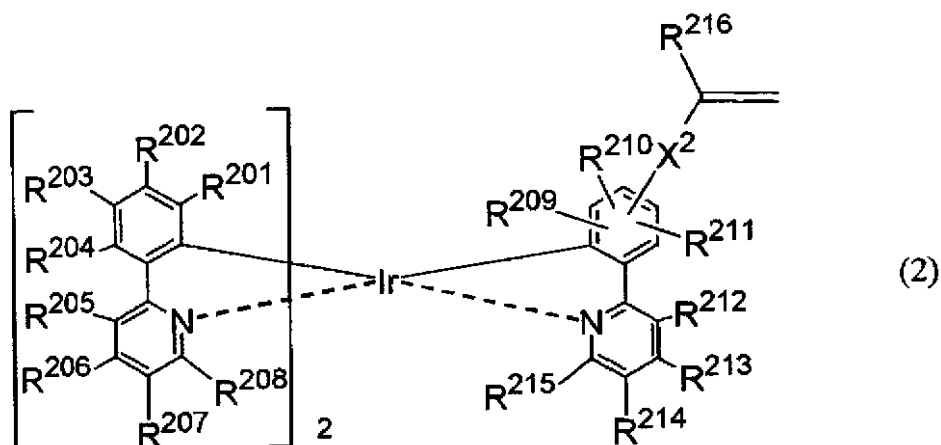
20

30

【請求項3】

前記燐光発光性の重合性化合物が、下記一般式(2)~(4)のいずれかで表される錯体であることを特徴とする請求項1または2に記載の有機発光素子。

【化7】



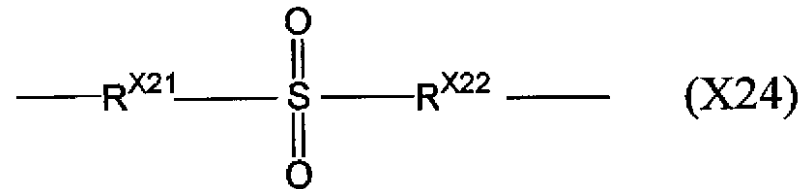
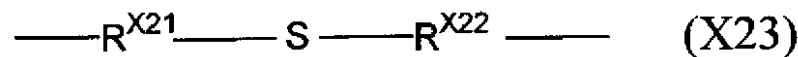
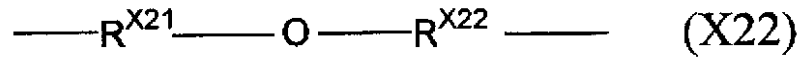
40

(式(2)中、 $R^{201} \sim R^{215}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1~10のアルキル基、炭素数6~10のアリール基、炭素数1~10のアルキル

50

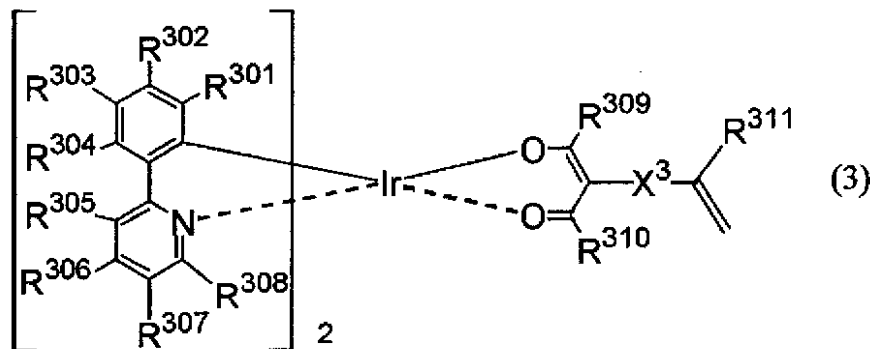
基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{201} \sim R^{204}$ 、 $R^{205} \sim R^{208}$ 、 $R^{209} \sim R^{211}$ 、 $R^{212} \sim R^{215}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している 2 つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{216} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表し、 X^2 は、単結合または下記式 (X21) ~ (X24) で表される基を表す。

【化 8】



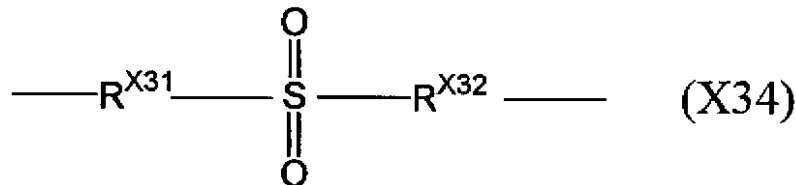
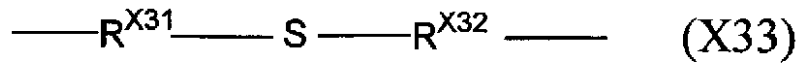
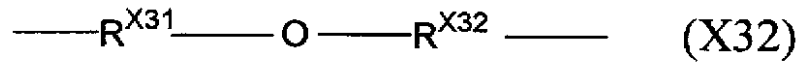
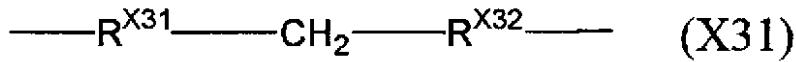
式中、 R^{X21} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X22} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。)

【化 9】



(式 (3) 中、 $R^{301} \sim R^{308}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 6 ~ 10 のアリアル基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{309} \sim R^{310}$ は、それぞれ独立に、水素原子、シアノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 6 ~ 10 のアリアル基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{301} \sim R^{304}$ 、 $R^{305} \sim R^{308}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している 2 つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{311} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表し、 X^3 は、単結合または下記式 (X31) ~ (X34) で表される基を表す。

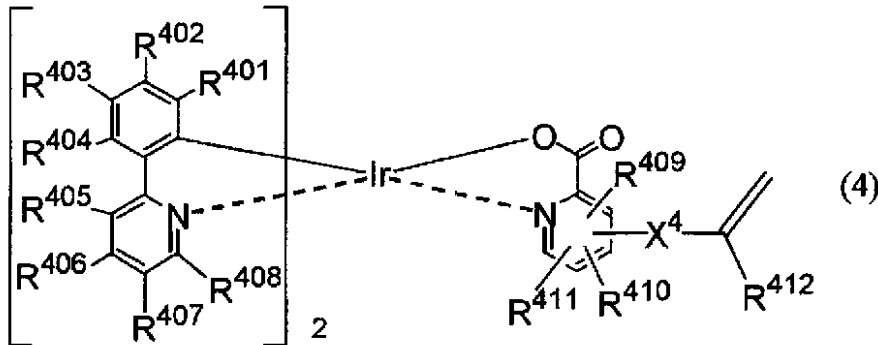
【化10】



10

式中、 R^{X31} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X32} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。）

【化11】

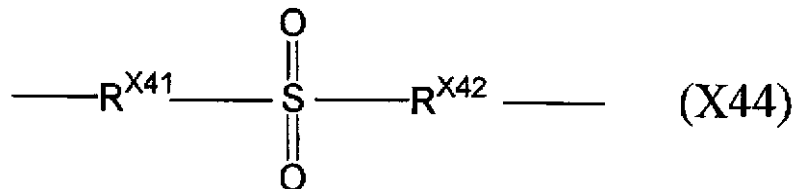
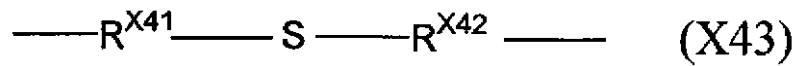
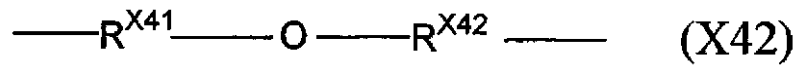


20

(式(4)中、 $R^{401} \sim R^{411}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数1～10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1～10のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{401} \sim R^{404}$ 、 $R^{405} \sim R^{408}$ 、 $R^{409} \sim R^{411}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{412} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^4 は、単結合または下記式(X41)～(X44)で表される基を表す。

30

【化 1 2】



式中、 R^{X41} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X42} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機発光素子を用いたことを特徴とする面発光光源。

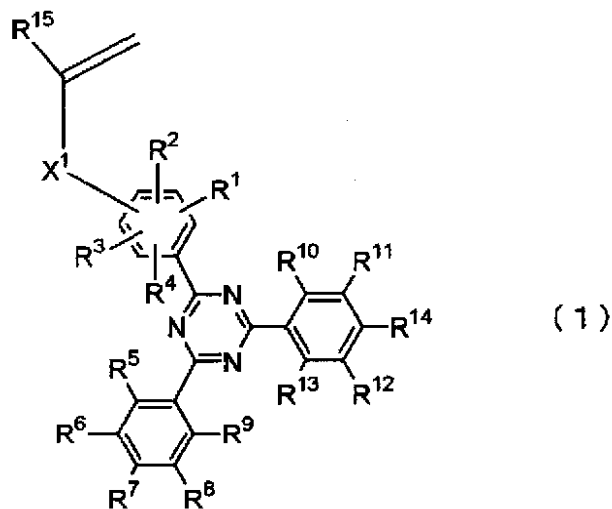
【請求項 5】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の有機発光素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

【請求項 6】

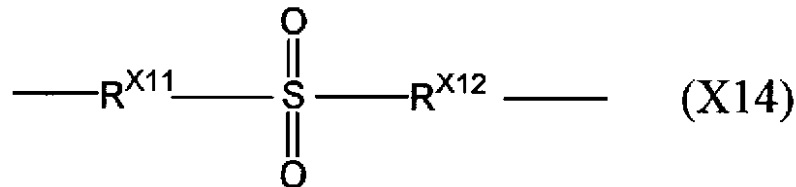
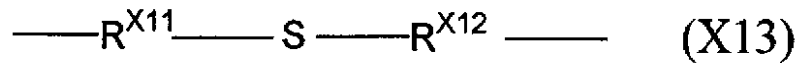
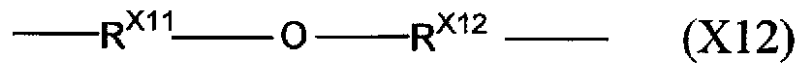
下記一般式 (1) で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位と、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有し、該ホール輸送性の重合性化合物が下記式 (8-3) で表される化合物である高分子化合物。

【化 1 3】



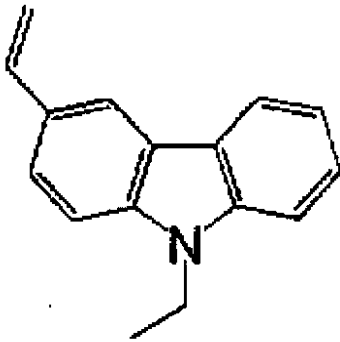
(式中、 $R^1 \sim R^6$ および $R^8 \sim R^{13}$ が水素原子であり、 R^7 および R^{14} が炭素数 1 ~ 12 のアルキル基または炭素数 1 ~ 12 のアルコキシ基を表し、 R^{15} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表し、 X^1 は、単結合または下記式 (X11) ~ (X14) で表される基を表す。

【化 1 4】



式中、 R^{X11} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。)

【化 1 5】



(8-3)

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トリアジン環含有高分子化合物を用いた有機発光素子に関する。より詳しくは、本発明は、陽極と陰極との間に発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層がトリアジン環含有高分子化合物を含む有機発光素子に関する。

【背景技術】

【0002】

有機発光素子としては、陽極と陰極との間に、一または二以上の有機層を設けた多層構造の素子が知られている。特許文献 1 には、有機層に低分子化合物であるトリアジン誘導体を含む有機発光素子が開示されている。

【0003】

しかしながら、低分子化合物を用いて層を形成する場合は一般的に真空蒸着法が用いられるが、この方法は、真空設備を必要とすることや層の膜厚が不均一になりやすいことなどの問題があった。

【0004】

これに対して、高分子化合物を用いれば、スピンコートなどの塗布法によって層が形成できる利点がある。たとえば、特許文献 2 には、トリアジン環を含む繰り返し単位を有す

10

20

30

40

50

る蛍光発光性の共役高分子化合物が開示されている。

【 0 0 0 5 】

また、非特許文献 1 には、有機発光素子や電界効果トランジスターに利用可能なトリアジン骨格を有する非共役高分子化合物が開示されている。この高分子化合物は、具体的には、電子輸送性のトリフェニルトリアジン誘導体モノマーとホール輸送性のトリフェニルアミン誘導体モノマーとを共重合して得られた高分子化合物である。

【 0 0 0 6 】

さらに、非特許文献 2 には、トリフェニルトリアジン誘導体から導かれる構成単位、ペリレン誘導体から導かれる構成単位およびイリジウム錯体から導かれる構成単位を有する非共役高分子化合物および該高分子化合物を用いた有機発光素子が開示されている。この高分子化合物では、電子輸送性、ホール輸送性および燐光発光性の部位がそれぞれアミド結合を介してポリマー主鎖に結合している。

10

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 1 7 3 5 6 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 2 - 1 2 9 1 5 5 号公報

【非特許文献 1】Marc Behl et al., "Block Copolymers Build-up of Electron and Hole Transport Materials", Macromolecular Chemistry and Physics, 2004, 205, p.1633-1643.

【非特許文献 2】Se Young Oh et al., "Characteristics of Polymer Light Emitting Diode Using a Phosphorescent Terpolymer Containing Perylene, Triazine and Ir(ppy)3 Moieties in the Polymer Side Chain", Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2006, 458, p.227-235.

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、非特許文献 2 に記載された高分子化合物を用いた有機発光素子は、駆動電圧、発光効率および最高到達輝度の点で改善の余地があった。

【 0 0 0 8 】

したがって、本発明の目的は、低い駆動電圧を有するとともに、高発光効率および高輝度が得られる高分子化合物を用いた有機発光素子を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【 0 0 0 9 】

本発明者らは、上記課題を解決すべく鋭意研究した結果、特定の重合性化合物から導かれる構成単位を含む高分子化合物により、低い駆動電圧を有するとともに、高発光効率および高輝度を有する有機発光素子が得られることを見出し、本発明を完成するに至った。

【 0 0 1 0 】

本発明は、たとえば以下の [1] ~ [9] に関する。

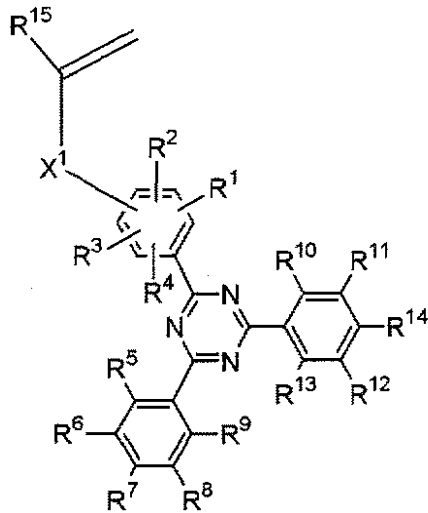
【 0 0 1 1 】

[1] 陽極と陰極との間に発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、下記一般式 (1) で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有する高分子化合物を含むことを特徴とする有機発光素子。

40

【 0 0 1 2 】

【化1】



(1)

10

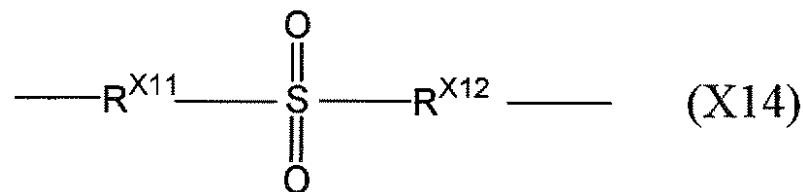
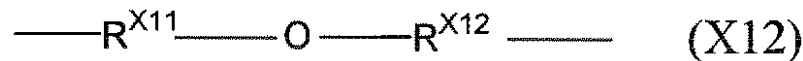
【0013】

(式中、 $R^1 \sim R^{14}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アミノ基、炭素数1～12のアルキル基または炭素数1～12のアルコキシ基を表し、 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^5 \sim R^9$ 、 $R^{10} \sim R^{14}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{15} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^1 は、単結合または下記式(X11)～(X14)で表される基を表す。

20

【0014】

【化2】



30

【0015】

式中、 R^{X11} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。

40

[2] 上記高分子化合物が、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位をさらに有することを特徴とする上記[1]に記載の有機発光素子。

【0016】

[3] 上記発光層が、ホール輸送性の化合物をさらに含むことを特徴とする上記[1]に記載の有機発光素子。

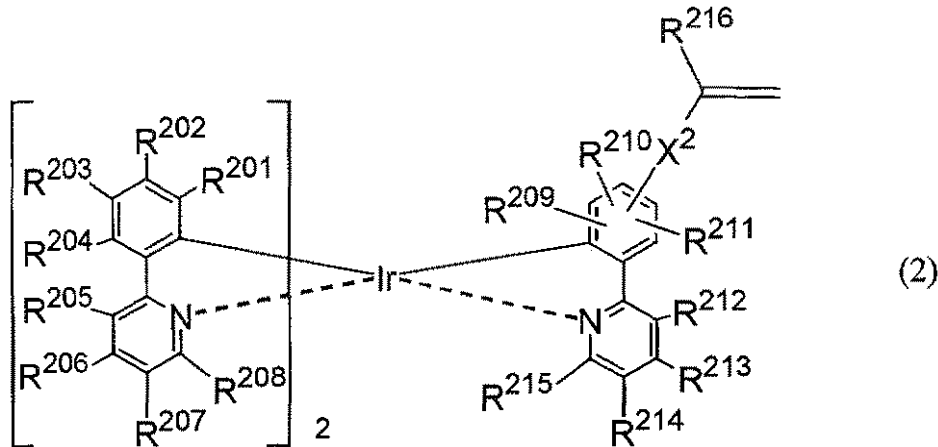
【0017】

[4] 上記燐光発光性の重合性化合物が、下記一般式(2)～(4)のいずれかで表される錯体であることを特徴とする上記[1]～[3]のいずれかに記載の有機発光素子。

【0018】

50

【化3】

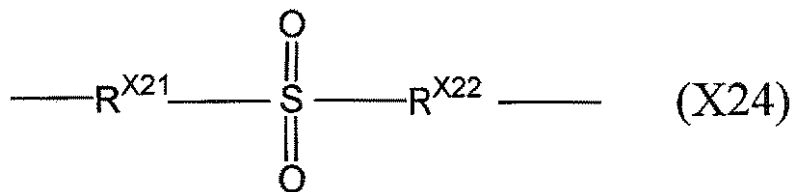
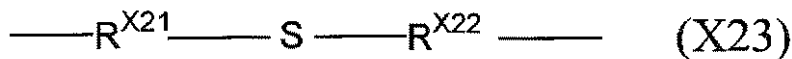
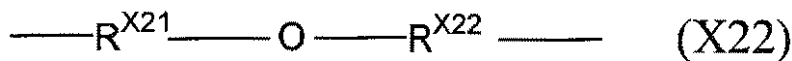
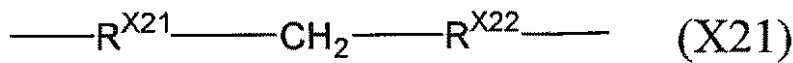


【0019】

(式(2)中、 $R^{201} \sim R^{215}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数1～10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1～10のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{201} \sim R^{204}$ 、 $R^{205} \sim R^{208}$ 、 $R^{209} \sim R^{211}$ 、 $R^{212} \sim R^{215}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{216} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^2 は、単結合または下記式(X21)～(X24)で表される基を表す。

【0020】

【化4】



【0021】

式中、 R^{X21} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X22} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。

【0022】

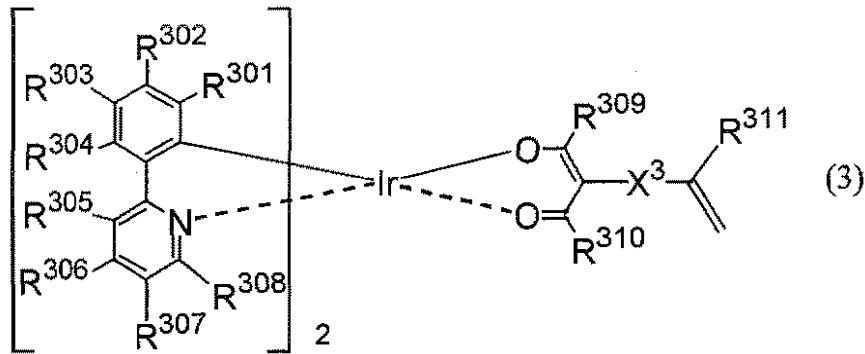
10

20

30

40

【化5】



10

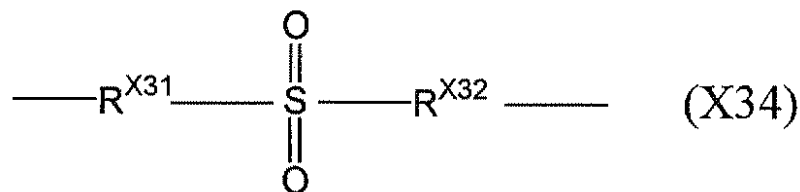
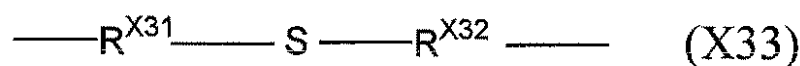
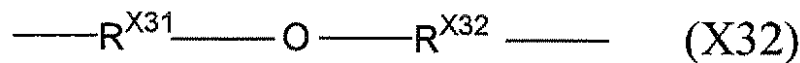
【0023】

(式(3)中、 $R^{301} \sim R^{308}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数1～10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1～10のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{309} \sim R^{310}$ は、それぞれ独立に、水素原子、シアノ基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数1～10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1～10のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{301} \sim R^{304}$ 、 $R^{305} \sim R^{308}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{311} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^3 は、単結合または下記式(X31)～(X34)で表される基を表す。

20

【0024】

【化6】



30

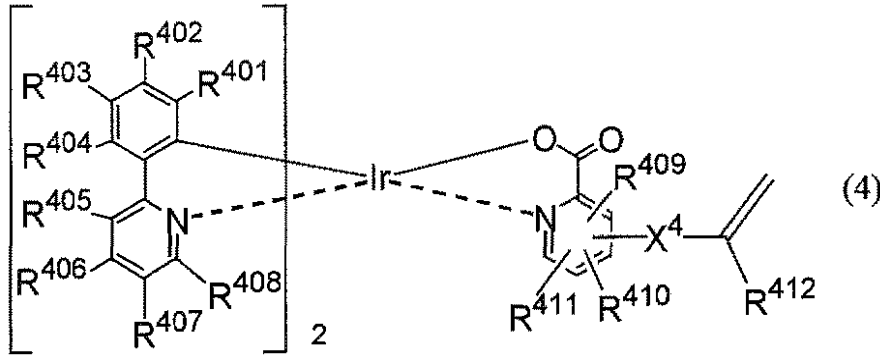
40

【0025】

式中、 R^{X31} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X32} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。

【0026】

【化7】



10

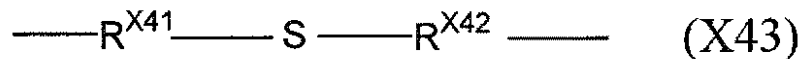
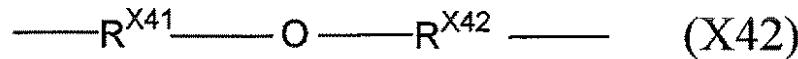
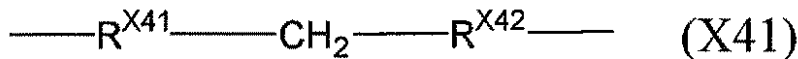
【0027】

(式(4)中、 $R^{401} \sim R^{411}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1～10のアルキル基、炭素数6～10のアリール基、炭素数1～10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1～10のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表し、 $R^{401} \sim R^{404}$ 、 $R^{405} \sim R^{408}$ 、 $R^{409} \sim R^{411}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{412} は、水素原子または炭素数1～12のアルキル基を表し、 X^4 は、単結合または下記式(X41)～(X44)で表される基を表す。

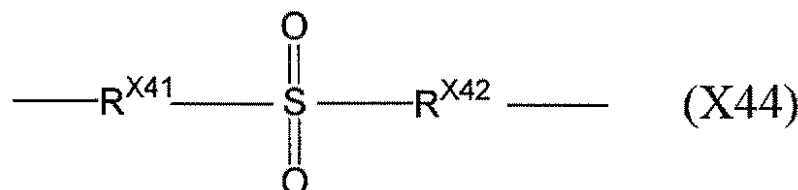
20

【0028】

【化8】



30



【0029】

式中、 R^{X41} は、単結合または炭素数1～12のアルキレン基を表し、 R^{X42} は、単結合、炭素数1～12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。))

[5] 上記ホール輸送性の重合性化合物が、カルバゾール誘導体またはトリアリールアミン誘導体であることを特徴とする上記[2]に記載の有機発光素子。

40

【0030】

[6] 上記[1]～[5]のいずれかに記載の有機発光素子を用いたことを特徴とする面発光光源。

【0031】

[7] 上記[1]～[5]のいずれかに記載の有機発光素子を用いたことを特徴とする画像表示装置。

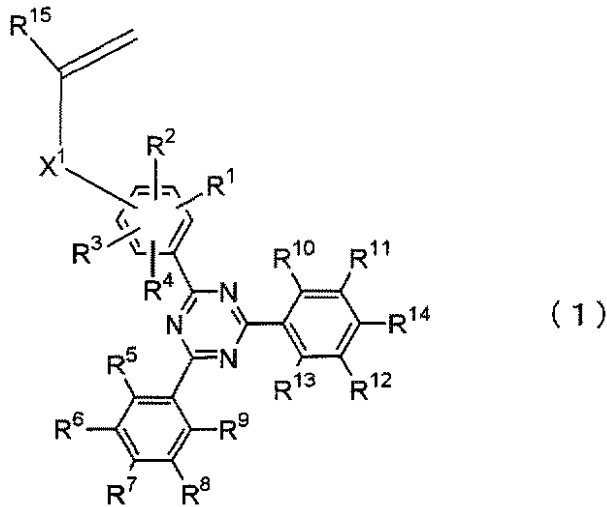
【0032】

[8] 下記一般式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、発光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有する高分子化合物。

50

【 0 0 3 3 】

【化 9】



10

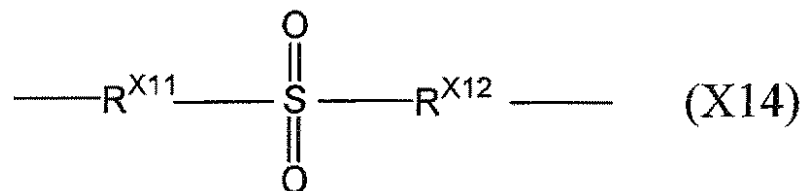
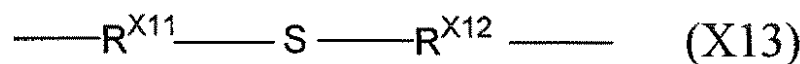
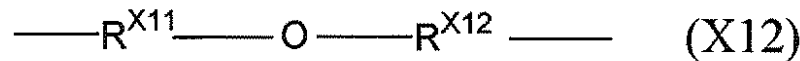
【 0 0 3 4 】

(式中、 $R^1 \sim R^{14}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、アミノ基、炭素数 1 ~ 12 のアルキル基または炭素数 1 ~ 12 のアルコキシ基を表し、 $R^1 \sim R^4$ 、 $R^5 \sim R^9$ 、 $R^{10} \sim R^{14}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している 2 つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよく、 R^{15} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表し、 X^1 は、単結合または下記式 (X11) ~ (X14) で表される基を表す。

20

【 0 0 3 5 】

【化 1 0】



30

【 0 0 3 6 】

式中、 R^{X11} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。)

40

[9] 上記高分子化合物が、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位をさらに有することを特徴とする上記 [8] に記載の高分子化合物。

【発明の効果】

【 0 0 3 7 】

本発明の有機発光素子によれば、低い駆動電圧とともに、高発光効率および高輝度が得られる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

50

【図 1】図 1 は、本発明に係る有機発光素子の例の断面図である。

【符号の説明】

【 0 0 3 9 】

- 1 : ガラス基板
- 2 : 陽極
- 3 : ホール輸送層
- 4 : 発光層
- 5 : 電子輸送層
- 6 : 陰極

【発明を実施するための最良の形態】

10

【 0 0 4 0 】

以下、本発明について詳細に説明する。なお、本明細書において、電子輸送性およびホール輸送性をあわせてキャリア輸送性ともいう。

【 0 0 4 1 】

< 有機発光素子 >

本発明の有機発光素子は、陽極と陰極との間に発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位と、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位とを有する特定の高分子化合物を含むことを特徴とする。すなわち、この高分子化合物では、電子輸送性のトリアジン環を含有する部位が特定の2価の基を介してポリマー主鎖に結合している。このため、上記高分子化合物によれば、低い駆動電圧とともに高発光効率および高輝度を有する有機発光素子が得られる。

20

【 0 0 4 2 】

以下、本発明の具体的な形態について説明する。

【 0 0 4 3 】

[本発明の実施の形態 1]

本発明の有機発光素子(実施の形態1)は、陽極と陰極との間に一層の発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位および燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位とともに、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位をさらに有する特定の高分子化合物(1)を含む。

30

【 0 0 4 4 】

実施の形態1に用いられる高分子化合物(1)は、上述した構成単位を有し、上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物、燐光発光性の重合性化合物およびホール輸送性の重合性化合物を共重合して得られる。

【 0 0 4 5 】

上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物は、重合性の官能基である炭素-炭素二重結合を有する。

【 0 0 4 6 】

また、上記式(1)中、 $R^1 \sim R^{14}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シロキシル基、アミノ基、炭素数1~12のアルキル基または炭素数1~12のアルコキシ基を表す。

40

【 0 0 4 7 】

上記ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子が挙げられる。

【 0 0 4 8 】

上記炭素数1~12のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、アミル基、ヘキシル基、オクチル基、デシル基、2-エチルヘキシル基、ドデシル基などが挙げられる。

【 0 0 4 9 】

50

上記炭素数 1 ~ 12 のアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、*t*-ブトキシ基、ヘキシルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、デシルオキシ基、ドデシルオキシ基などが挙げられる。

【0050】

これらのうちで、溶解性の向上および分子の対称性の観点から、 R^7 および R^{14} が炭素数 1 ~ 12 のアルキル基または炭素数 1 ~ 12 のアルコキシ基であり、 $R^1 \sim R^6$ 、 $R^8 \sim R^{13}$ が水素原子であることが好ましい。

【0051】

$R^1 \sim R^4$ 、 $R^5 \sim R^9$ 、 $R^{10} \sim R^{14}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

10

【0052】

R^{15} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表す。上記炭素数 1 ~ 12 のアルキル基としては、上述したアルキル基が挙げられる。

【0053】

これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 R^{15} は水素原子であることが好ましい。

【0054】

X^1 は、単結合または上記式(1) ~ (4)で表される基を表す。式中、 R^{X1} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X12} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。なお、式(1)において、 R^{X11} は $R^1 \sim R^4$ を有するベンゼン環に結合し、 R^{X12} はビニル基に結合することが好ましい。このような X^1 によれば、低い駆動電圧とともに高発光効率および高輝度を有する有機発光素子が得られる。

20

【0055】

これらのうちで、 X^1 は、単結合または炭素数 1 ~ 20 のアルキレン基であることが好ましく、単結合であることがより好ましい。このように X^1 にヘテロ原子が含まれていないと、より高い発光効率を有する有機発光素子が得られる。

【0056】

上記電子輸送性の重合性化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせて用いてもよい。

30

【0057】

このような電子輸送性の重合性化合物は、例えば、ルイス酸を用いて、ベンゾニトリル誘導体とプロモベンゾイルクロリドとを環化反応させた後、鈴木カップリング法により、ビニルホウ酸をカップリングすることにより製造できる。

【0058】

上記発光性の重合性化合物は、重合性官能基を有する置換基を有しており、室温で三重項励起状態からの発光が得られる低分子化合物であれば、特に制限されず、重合性官能基を有する置換基を含む、パラジウム錯体、オスmium錯体、イリジウム錯体、プラチナ錯体および金錯体が好ましく、イリジウム錯体およびプラチナ錯体がより好ましく、イリジウム錯体が最も好ましい。

40

【0059】

このようなイリジウム錯体としては、上記式(2) ~ (4)で表される錯体が好適に用いられる。これらの重合性化合物は、重合性の官能基である炭素-炭素二重結合を有する。

【0060】

上記式(2)中、 $R^{201} \sim R^{215}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基、炭素数 6 ~ 10 のアリール基、炭素数 1 ~ 10 のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表す。

【0061】

50

上記ハロゲン原子としては、フッ素原子、塩素原子、臭素原子またはヨウ素原子が挙げられる。

【0062】

上記炭素数 1 ~ 10 のアルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、アミル基、ヘキシル基、オクチル基、デシル基などが挙げられる。

【0063】

上記炭素数 6 ~ 10 のアリール基としては、例えば、フェニル基、トリル基、キシリル基、メシチル基、ナフチル基などが挙げられる。

【0064】

上記炭素数 1 ~ 10 のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基としては、例えば、アミノ基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基、ジブチルアミノ基などが挙げられる。

【0065】

上記炭素数 1 ~ 10 のアルコキシ基としては、例えば、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロポキシ基、ブトキシ基、イソブトキシ基、*t*-ブトキシ基、ヘキシルオキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基、デシルオキシ基などが挙げられる。

【0066】

上記シリル基としては、例えば、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、*t*-ブチルジメチルシリル基、トリメトキシシリル基などが挙げられる。

【0067】

これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 $R^{201} \sim R^{215}$ が、それぞれ独立に、水素原子、フッ素原子、シアノ基、メチル基、*t*-ブチル基、ジメチルアミノ基、ブトキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基であることが好ましく、 R^{202} および R^{204} がフッ素原子であり、 R^{206} および R^{213} が*t*-ブチル基であることがより好ましい。なお、この場合、重合性置換基、上記原子および上記置換基ではない $R^{201} \sim R^{215}$ は水素原子である。

【0068】

$R^{201} \sim R^{204}$ 、 $R^{205} \sim R^{208}$ 、 $R^{209} \sim R^{211}$ 、 $R^{212} \sim R^{215}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

【0069】

R^{216} は、水素原子または炭素数 1 ~ 12 のアルキル基を表す。上記炭素数 1 ~ 12 のアルキル基としては、上述したアルキル基が挙げられる。

【0070】

これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 R^{216} が水素原子であることが好ましい。

【0071】

X^2 は、単結合または上記式 (X21) ~ (X24) で表される基を表す。式中、 R^{X21} は、単結合または炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基を表し、 R^{X22} は、単結合、炭素数 1 ~ 12 のアルキレン基またはフェニレン基を表す。なお、式 (2) において、 R^{X21} は $R^{209} \sim R^{211}$ を有するベンゼン環に結合し、 R^{X22} はビニル基に結合することが好ましい。 X^2 にヘテロ原子が含まれていないと、より高い発光効率を有する有機発光素子が得られる。

【0072】

上記式 (3) 中、 $R^{301} \sim R^{308}$ は、それぞれ独立に、 R^{201} と同様の原子または置換基を表す。

【0073】

$R^{309} \sim R^{310}$ は、それぞれ独立に、 R^{201} と同様の原子または置換基を表し、好ましい範囲およびその理由も R^{201} と同じである(ただしハロゲン原子を除く)。

【0074】

10

20

30

40

50

これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 $R^{301} \sim R^{310}$ が、それぞれ独立に、水素原子、フッ素原子、シアノ基、メチル基、*t*-ブチル基、ジメチルアミノ基、プトキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基であることが好ましく、 R^{302} および R^{304} がフッ素原子であり、 R^{302} および R^{304} を除く $R^{301} \sim R^{310}$ が水素原子であることがより好ましい。

【0075】

$R^{301} \sim R^{304}$ 、 $R^{305} \sim R^{308}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

【0076】

R^{311} は、 R^{216} と同様の原子または置換基を表し、好ましい範囲およびその理由も R^{216} と同じである。

10

【0077】

X^3 は、 X^2 と同様の原子または置換基を表し、好ましい範囲およびその理由も X^2 と同じである。

【0078】

上記式(4)中、 $R^{401} \sim R^{411}$ は、それぞれ独立に、 R^{201} と同様の原子または置換基を表す。

【0079】

これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 $R^{401} \sim R^{411}$ が、それぞれ独立に、水素原子、フッ素原子、シアノ基、メチル基、*t*-ブチル基、ジメチルアミノ基、プトキシ基、2-エチルヘキシルオキシ基であることが好ましく、 R^{402} および R^{404} がフッ素原子であり、 R^{402} および R^{404} を除く $R^{401} \sim R^{411}$ が水素原子であることがより好ましい。

20

【0080】

$R^{401} \sim R^{404}$ 、 $R^{405} \sim R^{408}$ 、 $R^{409} \sim R^{411}$ のそれぞれにおいて、環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

【0081】

R^{412} は、 R^{216} と同様の原子または置換基を表し、好ましい範囲およびその理由も R^{216} と同じである。

【0082】

X^4 は、 X^2 と同様の原子または置換基を表し、好ましい範囲およびその理由も X^2 と同じである。

30

【0083】

上記燐光発光性の重合性化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0084】

このような燐光発光性の重合性化合物は、例えば、塩化イリジウムとフェニルピリジン誘導体とを反応させ、イリジウムの2核錯体とした後、重合性官能基を有する配位子(上記式(2)~(4)中Irの右側に配位している配位子)を反応させることにより製造できる。

【0085】

上記ホール輸送性の重合性化合物としては、重合性官能基を有する置換基を含む、カルバゾール誘導体またはトリアリールアミン誘導体が好適に用いられる。

40

【0086】

このようなカルバゾール誘導体およびトリアリールアミン誘導体としては、重合性官能基を有する置換基を含む、N, N'-ジフェニル-N, N'-(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン(TPD)、N, N, N', N'-テトラキス(3-メチルフェニル)-1, 1'-(3, 3'-ジメチル)ビフェニル-4, 4'-ジアミン(HMTPD)、4, 4', 4''-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)、4, 4'-ビスカルバゾリルビフェニル(CBP)、4, 4'-ビスカルバゾリル-2, 2'-ジメチルビフェニル(CDBP)などが挙げられる。

50

【0087】

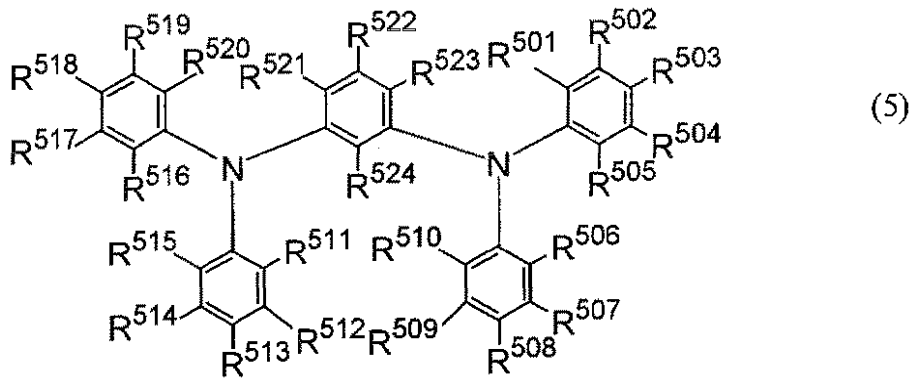
上記ホール輸送性の重合性化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0088】

また、下記一般式(5)~(6)で表されるホール輸送性の重合性化合物も、キャリア輸送能および光物性の観点から、本発明に好適に用いられる。

【0089】

【化11】



10

【0090】

上記式(5)中、 $R^{501} \sim R^{524}$ のうち少なくとも1つは重合性官能基を有する置換基を表し、該重合性官能基を有する置換基ではない $R^{501} \sim R^{524}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1~10のアルキル基、炭素数6~10のアリール基、炭素数1~10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1~10のアルコキシ基、カルバゾール基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表す。

20

【0091】

上記原子または置換基の具体例としては、上述した原子または置換基が挙げられる。上記カルバゾール基は、メチル基、エチル基、*t*-ブチル基、メトキシ基などの置換基を有していてもよい。

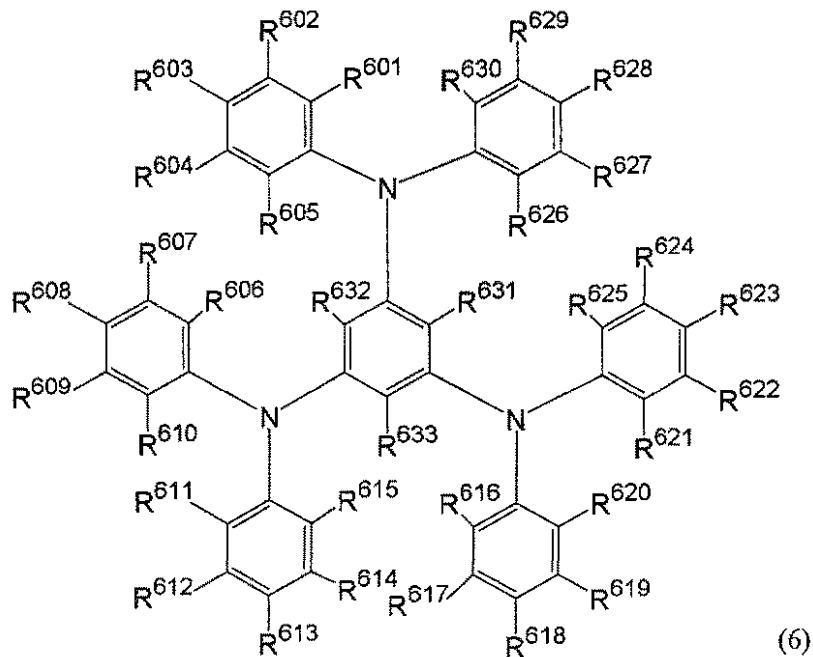
30

【0092】

$R^{501} \sim R^{505}$ 、 $R^{506} \sim R^{510}$ 、 $R^{511} \sim R^{515}$ 、 $R^{516} \sim R^{520}$ および $R^{521} \sim R^{523}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成してもよい。

【0093】

【化12】



10

【0094】

20

上記式(6)中、 $R^{601} \sim R^{633}$ のうち少なくとも1つは重合性官能基を有する置換基を表し、該重合性官能基を有する置換基ではない $R^{601} \sim R^{633}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1~10のアルキル基、炭素数6~10のアリール基、炭素数1~10のアルキル基によって置換されていてよいアミノ基、炭素数1~10のアルコキシ基、およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表す。

【0095】

上記原子または置換基の具体例としては、上述した原子または置換基が挙げられる。

【0096】

$R^{601} \sim R^{605}$ 、 $R^{606} \sim R^{610}$ 、 $R^{611} \sim R^{615}$ 、 $R^{616} \sim R^{620}$ 、 $R^{621} \sim R^{625}$ 、 $R^{626} \sim R^{630}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

30

【0097】

これらのうちで、上記式(5)で表される重合性化合物では、 $R^{501} \sim R^{505}$ 、 $R^{506} \sim R^{510}$ 、 $R^{511} \sim R^{515}$ 、 $R^{516} \sim R^{520}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つは水素原子以外の上記原子または置換基であることが好ましい。なお、この場合、重合性官能基あるいは上記原子または置換基ではない $R^{501} \sim R^{524}$ は、水素原子である。また、上記式(6)で表される重合性化合物では、 $R^{601} \sim R^{605}$ 、 $R^{606} \sim R^{610}$ 、 $R^{611} \sim R^{615}$ 、 $R^{616} \sim R^{620}$ 、 $R^{621} \sim R^{625}$ 、 $R^{626} \sim R^{630}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つは水素原子以外の上記原子または置換基であることが好ましい。なお、この場合、重合性官能基あるいは上記原子または置換基ではない $R^{601} \sim R^{633}$ は、水素原子である。

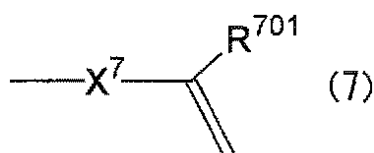
40

【0098】

上記重合性官能基を有する置換基としては、下記一般式(7)で表される置換基が好ましい。

【0099】

【化13】



50

【0100】

上記式(7)中、 R^{701} は、水素原子または炭素数1~12のアルキル基を表す。上記炭素数1~12のアルキル基としては、上述したアルキル基が挙げられる。

【0101】

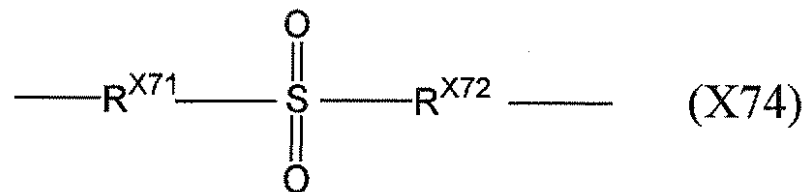
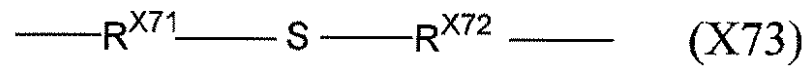
これらのうちで、キャリア輸送能の観点から、 R^{701} が水素原子であることが好ましい。

【0102】

X^7 は、単結合または下記式(X71)~(X74)で表される基を表す。

【0103】

【化14】



10

20

【0104】

式中、 R^{X71} は、単結合または炭素数1~12のアルキレン基を表し、 R^{X72} は、単結合、炭素数1~12のアルキレン基またはフェニレン基を表す。なお、式(5)、(6)において、 R^{X71} はベンゼン環に結合し、 R^{X72} はビニル基に結合することが好ましい。 X^7 にヘテロ原子が含まれていないと、より高い発光効率を有する有機発光素子が得られる。

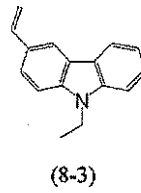
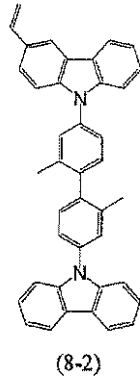
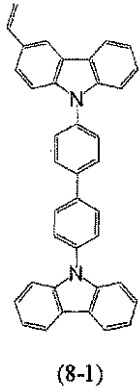
30

【0105】

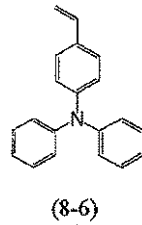
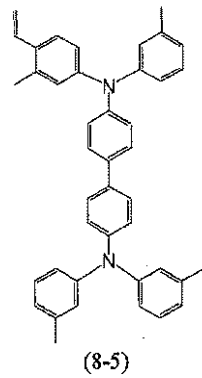
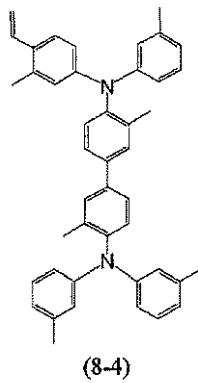
上記ホール輸送性の重合性化合物としては、より具体的には、下記式(8-1)~(8-10)に示す化合物が挙げられる。

【0106】

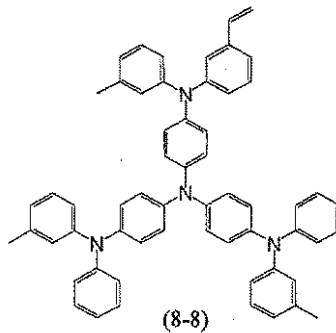
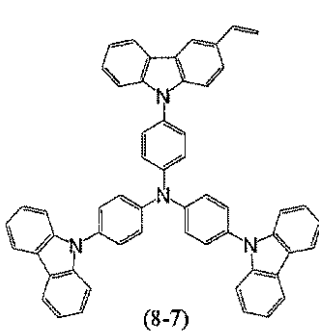
【化15】



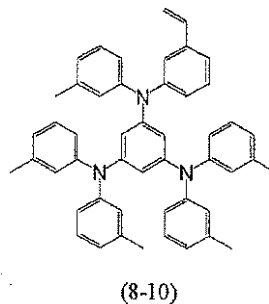
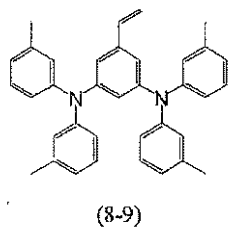
10



20



30



40

【0107】

上記ホール輸送性の重合性化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0108】

上記式(5)で表される化合物は、例えば、*m*-フェニレンジアミン誘導体およびハロゲン化アリール、またはジアリールアミンおよび*m*-ジプロモベンゼン誘導体のパラジウム触媒置換反応によって製造できる。置換反応の具体的な方法については、例えば *Tetrahedron Letters*、1998年、39巻、2367頁などに記載されて

50

いる。また、上記式(6)で表される化合物は、例えば、1,3,5-トリアミノベンゼンおよびハロゲン化アリアル、またはジアリアルアミンおよび1,3,5-トリハロゲン化ベンゼンのパラジウム触媒置換反応によって製造できる。置換反応の具体的な方法については、例えばTetrahedron Letters、1998年、39巻、2367頁などに記載されている。

【0109】

なお、高分子化合物(1)を製造する際には、さらに、他の重合性化合物を用いてもよい。上記他の重合性化合物としては、例えば、アクリル酸メチル、メタクリル酸メチル等の(メタ)アクリル酸アルキルエステル、スチレンおよびその誘導体などのキャリア輸送性を有さない化合物が挙げられるが、何らこれらに制限されるものではない。高分子化合物(1)中、他の重合性化合物から導かれる構造単位の含有量は、0~50mol%であることが好ましい。

10

【0110】

高分子化合物(1)の製造は、上述した重合性化合物を用いて、ラジカル重合、カチオン重合、アニオン重合および付加重合のいずれで行ってもよいが、ラジカル重合で行うことが好ましい。

【0111】

高分子化合物(1)の重量平均分子量は、通常1,000~2,000,000であり、好ましくは5,000~500,000であることが望ましい。重量平均分子量がこの範囲にあると、高分子化合物(1)が有機溶媒に可溶であり、均一な薄膜を得られるため好ましい。ここで、重量平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィー(GPC)法によって、テトラヒドロフランを溶媒として、40℃で測定される値である。

20

【0112】

高分子化合物(1)のトルエン、クロロホルムなどの有機溶媒に対する溶解性については、高分子化合物(1)1重量部が、有機溶媒1~200重量部の量に溶解されることが好ましく、10~50重量部の量に溶解されることがより好ましい。

【0113】

また、高分子化合物(1)において、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位数をmとし、キャリア輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数をnとしたとき(m、nは1以上の整数を示す)、全構成単位数に対する燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位数の割合、すなわち $m/(m+n)$ の値は、0.001~0.5の範囲にあることが好ましく、0.001~0.2の範囲にあることがより好ましい。 $m/(m+n)$ の値がこの範囲にあると、キャリア移動度が高く、濃度消光の影響が小さい、高い発光効率の有機発光素子が得られる。

30

【0114】

また、高分子化合物(1)において、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数をx、電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数をyとすると(x、yは1以上の整数を示す)、上記nとの間に、 $n=x+y$ の関係が成り立つ。キャリア輸送性化合物から導かれる構成単位数に対する、ホール輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数の割合 x/n 、および電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数の割合 y/n の最適値は、各構成単位の電荷輸送能、濃度などによって決まる。この高分子化合物(1)のみで有機発光素子の発光層を形成する場合、 x/n および y/n の値は、それぞれ、0.05~0.95の範囲にあることが好ましく、0.20~0.80の範囲にあることがより好ましい。ここで、 $x/n+y/n=1$ が成り立つ。また、上記のような高分子化合物における各構成単位の割合は、ICP元素分析および ^{13}C -NMR測定によって見積もられる。

40

【0115】

なお、上記電子輸送性の重合性化合物、上記燐光発光性の重合性化合物および上記ホール輸送性の重合性化合物の比率を上記範囲内で適宜調整して重合すれば、所望の構造を有する高分子化合物(1)が得られる。

50

【0116】

また、高分子化合物(1)は、ランダム共重合体、ブロック共重合体、および交互共重合体のいずれであってもよい。

【0117】

実施の形態1の有機発光素子では、陽極と陰極との間に、特定の高分子化合物(1)を含む発光層が一層備えられている。高分子化合物(1)は、電子輸送性、燐光発光性およびホール輸送性を併せ持つため、これを用いて発光層を形成する場合は、他の有機材料の層を設けない場合でも、高い発光効率を有する有機発光素子を作製できる。さらに、実施の形態1では、高分子化合物(1)のみから発光層を構成できるため、製造工程がより簡略化できる利点もある。

10

【0118】

上記発光層は、基板の上に設けられた陽極上に、通常以下のようにして形成される。まず、高分子化合物(1)を溶解した溶液を調製する。上記溶液の調製に用いる溶媒としては、特に限定されないが、例えば、クロロホルム、塩化メチレン、ジクロロエタン等の塩素系溶媒、テトラヒドロフラン、アニソール等のエーテル系溶媒、トルエン、キシレン等の芳香族炭化水素系溶媒、アセトン、メチルエチルケトン等のケトン系溶媒、酢酸エチル、酢酸ブチル、エチルセルソルブアセテート等のエステル系溶媒などが用いられる。次いで、このように調製した溶液を、スピンコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の湿式成膜法などにより基板の上に成膜する。用いる化合物および成膜条件などに依存するが、例えば、スピンコート法やディップコート法の場合には、上記溶液は、高分子化合物(1)100重量部に対して、溶媒を1000~2000重量部の量で含むことが好ましい。

20

【0119】

このようにして形成された発光層の上に陰極を設ければ、実施の形態1の有機発光素子が得られる。

【0120】

なお、実施の形態1に用いられる基板としては、上記発光材料の発光波長に対して透明な絶縁性基板が好適に用いられ、具体的には、ガラスのほか、PET(ポリエチレンテレフタレート)、ポリカーボネート等の透明プラスチックなどが用いられる。

30

【0121】

また、実施の形態1に用いられる陽極材料としては、例えば、ITO(酸化インジウムスズ)、酸化錫、酸化亜鉛、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン等の導電性高分子など、公知の透明導電材料が好適に用いられる。この透明導電材料によって形成された電極の表面抵抗は、1~50 / (オーム/スクエア)であることが好ましい。陽極の厚さは50~300nmであることが好ましい。

【0122】

また、実施の形態1に用いられる陰極材料としては、例えば、Li、Na、K、Cs等のアルカリ金属; Mg、Ca、Ba等のアルカリ土類金属; Al; MgAg合金; AlLi、AlCa等のAlとアルカリ金属またはアルカリ土類金属との合金など、公知の陰極材料が好適に用いられる。陰極の厚さは、好ましくは10nm~1μm、より好ましくは50~500nmであることが望ましい。アルカリ金属、アルカリ土類金属などの活性の高い金属を使用する場合には、陰極の厚さは、好ましくは0.1~100nm、より好ましくは0.5~50nmであることが望ましい。また、この場合には、上記陰極金属を保護する目的で、この陰極上に、大気に対して安定な金属層が積層される。上記金属層を形成する金属として、例えば、Al、Ag、Au、Pt、Cu、Ni、Crなどが挙げられる。上記金属層の厚さは、好ましくは10nm~1μm、より好ましくは50~500nmであることが望ましい。

40

【0123】

50

また、上記陽極材料の成膜方法としては、例えば、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、化学反応法、コーティング法などが用いられ、上記陰極材料の成膜方法としては、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法、イオンプレーティング法などが用いられる。

【0124】

[本発明の実施の形態2]

本発明の有機発光素子(実施の形態2)は、陽極と陰極との間に一層の発光層を備えて構成される有機発光素子であって、該発光層が、上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位および発光性の重合性化合物から導かれる構成単位を有する特定の高分子化合物(2)とともに、ホール輸送性の化合物をさらに含む。

10

【0125】

実施の形態2に用いられる高分子化合物(2)は、上述した構成単位を有し、上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物および発光性の重合性化合物を共重合して得られる。

【0126】

上記式(1)で示される電子輸送性の重合性化合物および発光性の重合性化合物については、実施の形態1に用いられる電子輸送性の重合性化合物および発光性の重合性化合物と同義であり、好ましい範囲およびその理由も同じである。

【0127】

なお、高分子化合物(2)を製造する際に、さらに用いてもよい他の重合性化合物についても、実施の形態1と同じである。

20

【0128】

高分子化合物(2)の製造は、上述した重合性化合物を用いて、ラジカル重合、カチオン重合、アニオン重合および付加重合のいずれで行ってもよいが、ラジカル重合で行うことが好ましい。

【0129】

高分子化合物(2)の重量平均分子量については、実施の形態1と同じである。また、高分子化合物(2)の有機溶媒に対する溶解性は、実施の形態1と同じである。

【0130】

また、高分子化合物(2)において、燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位数を m とし、電子輸送性の重合性化合物から導かれる構成単位数を n としたとき(m 、 n は1以上の整数を示す)、全構成単位数に対する燐光発光性の重合性化合物から導かれる構成単位数の割合、すなわち $m/(m+n)$ の値は、 $0.001 \sim 0.5$ の範囲にあることが好ましく、 $0.001 \sim 0.2$ の範囲にあることがより好ましい。 $m/(m+n)$ の値がこの範囲にあると、キャリア移動度が高く、濃度消光の影響が小さい、高い発光効率の有機発光素子が得られる。上記のような高分子化合物における各構成単位の割合は、ICP元素分析および ^{13}C -NMR測定によって見積もられる。

30

【0131】

なお、上記電子輸送性の重合性化合物および上記燐光発光性の重合性化合物の比率を上記範囲内で適宜調整して重合すれば、所望の構造を有する高分子化合物(2)が得られる。

40

【0132】

また、高分子化合物(2)は、ランダム共重合体、ブロック共重合体、および交互共重合体のいずれであってもよい。

【0133】

実施の形態2に用いられるホール輸送性の化合物としては、カルバゾール誘導体またはトリアリールアミン誘導体が好適に用いられる。

【0134】

上記カルバゾール誘導体およびトリアリールアミン誘導体としては、N, N'-ジフェニル-N, N'-(3-メチルフェニル)-1, 1'-ビフェニル-4, 4'-ジアミン(

50

TPD)、N,N,N',N'-テトラキス(3-メチルフェニル)-1,1'-(3,3'-ジメチル)ピフェニル-4,4'-ジアミン(HMTPD)、4,4',4''-トリス(3-メチルフェニルフェニルアミノ)トリフェニルアミン(m-MTDATA)、4,4'-ビスカルバゾリルピフェニル(CBP)、4,4'-ビスカルバゾリル-2,2'-ジメチルピフェニル(CDBP)などが挙げられる。

【0135】

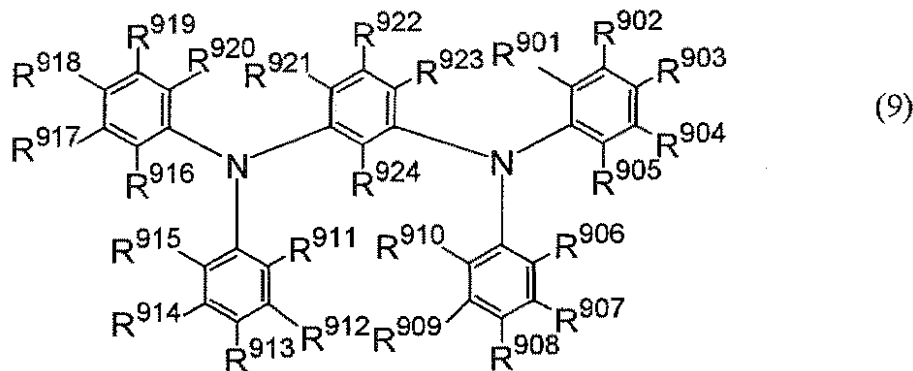
上記ホール輸送性の重合性化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0136】

また、下記一般式(9)~(10)で表されるホール輸送性の化合物も、キャリア輸送能および光物性の観点から、本発明に好適に用いられる。

【0137】

【化16】



【0138】

上記式(9)中、 $R^{901} \sim R^{924}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1~10のアルキル基、炭素数6~10のアリール基、炭素数1~10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1~10のアルコキシ基、カルバゾール基およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表す。

【0139】

上記原子または置換基の具体例などについては、 R^{501} と同じである。

【0140】

$R^{901} \sim R^{905}$ 、 $R^{906} \sim R^{910}$ 、 $R^{911} \sim R^{915}$ 、 $R^{916} \sim R^{920}$ および $R^{921} \sim R^{923}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成してもよい。

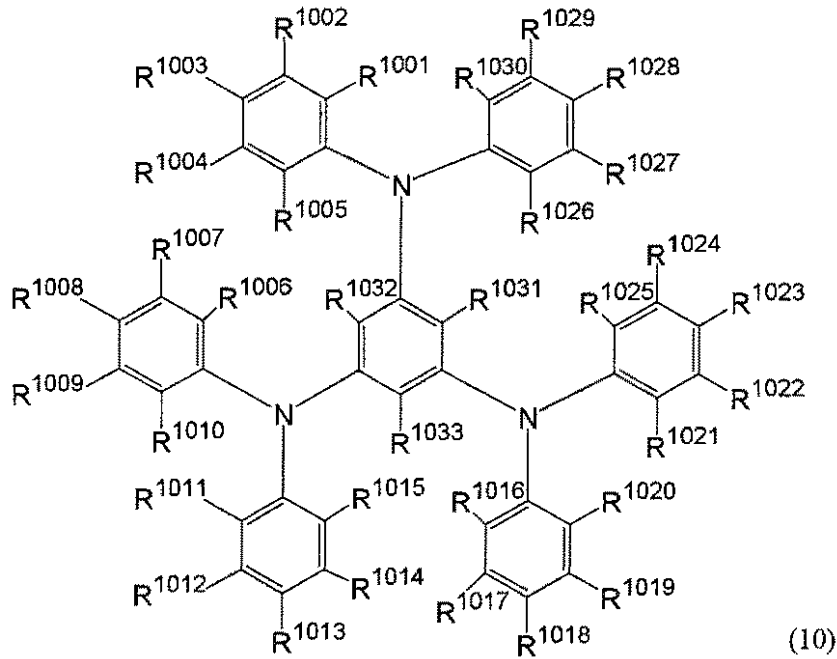
【0141】

10

20

30

【化 17】



10

【0142】

上記式(10)中、 $R^{1001} \sim R^{1033}$ は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素数1~10のアルキル基、炭素数6~10のアリール基、炭素数1~10のアルキル基によって置換されていてもよいアミノ基、炭素数1~10のアルコキシ基、およびシリル基からなる群より選ばれる原子または置換基を表す。

20

【0143】

上記原子または置換基の具体例としては、 R^{601} と同じである。

【0144】

$R^{1001} \sim R^{1005}$ 、 $R^{1006} \sim R^{1010}$ 、 $R^{1011} \sim R^{1015}$ 、 $R^{1016} \sim R^{1020}$ 、 $R^{1021} \sim R^{1025}$ 、 $R^{1026} \sim R^{1030}$ のそれぞれにおいて、ベンゼン環上に隣接する炭素原子に結合している2つの基は、互いに結合して縮合環を形成していてもよい。

30

【0145】

これらのうちで、上記式(9)で表される化合物では、 $R^{901} \sim R^{905}$ 、 $R^{906} \sim R^{910}$ 、 $R^{911} \sim R^{915}$ 、 $R^{916} \sim R^{920}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つは水素原子以外の上記原子または置換基であることが好ましい。なお、この場合、上記原子または置換基ではない $R^{901} \sim R^{924}$ は、水素原子である。また、上記式(10)で表される化合物では、 $R^{1001} \sim R^{1005}$ 、 $R^{1006} \sim R^{1010}$ 、 $R^{1011} \sim R^{1015}$ 、 $R^{1016} \sim R^{1020}$ 、 $R^{1021} \sim R^{1025}$ 、 $R^{1026} \sim R^{1030}$ のそれぞれにおいて、少なくとも一つは水素原子以外の上記原子または置換基であることが好ましい。なお、この場合、上記原子または置換基ではない $R^{1001} \sim R^{1033}$ は、水素原子である。

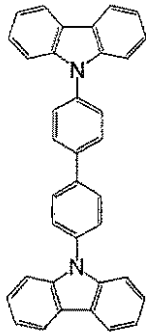
【0146】

上記ホール輸送性の化合物としては、より具体的には、下記式(11-1)~(11-10)に示す化合物が挙げられる。

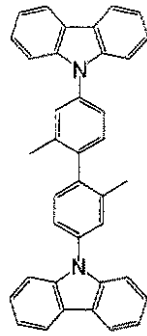
40

【0147】

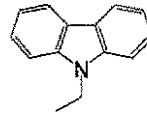
【化18】



(11-1)

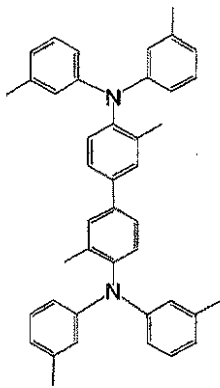


(11-2)

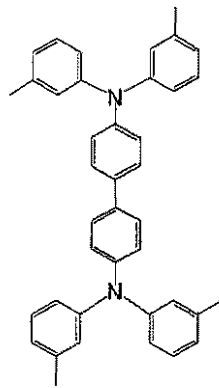


(11-3)

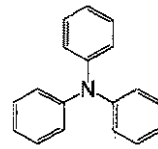
10



(11-4)

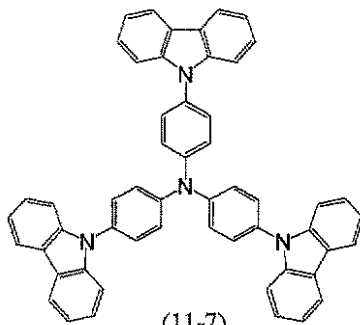


(11-5)

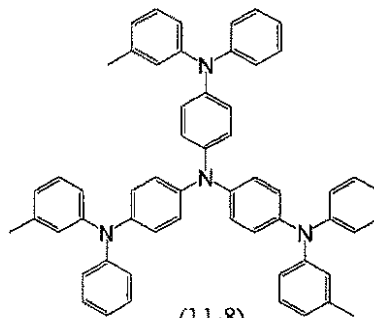


(11-6)

20

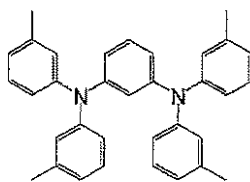


(11-7)

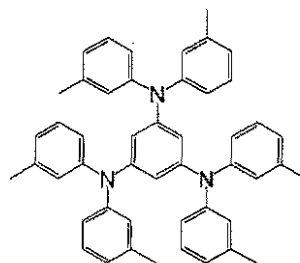


(11-8)

30



(11-9)



(11-10)

40

【0148】

上記ホール輸送性の化合物は、単独で用いても、2種以上を組み合わせ用いてもよい。

【0149】

50

上記式(9)で表される化合物は、例えば、m-フェニレンジアミン誘導体およびハロゲン化アリール、またはジアリールアミンおよびm-ジプロモベンゼン誘導体のパラジウム触媒置換反応によって製造できる。置換反応の具体的な方法については、例えばTetrahedron Letters、1998年、39巻、2367頁などに記載されている。また、上記式(10)で表される化合物は、例えば、1,3,5-トリアミノベンゼンおよびハロゲン化アリール、またはジアリールアミンおよび1,3,5-トリハロゲン化ベンゼンのパラジウム触媒置換反応によって製造できる。置換反応の具体的な方法については、例えばTetrahedron Letters、1998年、39巻、2367頁などに記載されている。

【0150】

また、ホール輸送性の化合物としては、低分子化合物で塗布不可能な化合物については、実施の形態1で述べたホール輸送性の重合性化合物を重合した高分子化合物を用いてもよい。

【0151】

ホール輸送性の高分子化合物を用いる場合において、好ましい重量平均分子量や有機溶媒に対する溶解性は、実施の形態1と同じである。

【0152】

実施の形態2の有機発光素子では、陽極と陰極との間に、特定の高分子化合物(2)とともにホール輸送性の化合物を含む発光層が一層備えられている。この場合、発光層は、高分子化合物(2)100重量部に対して、ホール輸送性の化合物を好ましくは10~200重量部、より好ましくは50~150重量部の量で含むことが望ましい。電子輸送性および燐光発光性を併せ持つ高分子化合物(2)とともにホール輸送性の化合物を用いて発光層を形成すれば、他の有機材料の層を設けない場合でも、高い発光効率を有する有機発光素子を作製できる。

【0153】

上記発光層は、基板の上に設けられた陽極上に、通常以下のようにして形成される。まず、高分子化合物(2)および上記ホール輸送性の化合物を溶解した溶液を調製する。上記溶液の調製に用いる溶媒については、実施の形態1と同様である。調製した溶液の成膜方法については、実施の形態1と同様である。用いる化合物および成膜条件などに依存するが、例えば、スピコート法やディップコート法の場合には、上記溶液は、高分子化合物(2)100重量部に対して、ホール輸送性の化合物を10~200重量部、溶媒を1000~2000重量部の量で含むことが好ましい。

【0154】

このようにして形成された発光層の上に陰極を設ければ、実施の形態2の有機発光素子が得られる。

【0155】

また、実施の形態2に用いられる基板、陽極材料、陰極材料、ならびに陽極材料および陰極材料の成膜方法については、実施の形態1と同じである。

【0156】

[本発明の実施の形態3]

本発明に係る有機発光素子は、陽極と陰極との間に、実施の形態1または2で説明した発光層とともに、他の有機層を備えて構成される有機発光素子であってもよい(実施の形態3)。

【0157】

他の有機層としては、ホール輸送層、電子輸送層、ホールブロック層、バッファ層などが挙げられる。これらの有機層を設けることにより、発光効率をさらに高めることもできる。

【0158】

本発明に係る有機発光素子(実施の形態3)の構成の一例を図1に示す。図1では、透明基板(1)上に設けた陽極(2)および陰極(6)の間に、ホール輸送層(3)、実施

10

20

30

40

50

の形態 1 または 2 で説明した発光層 (4) および電子輸送層 (5) を、この順で設けている。

【 0 1 5 9 】

また、実施の形態 3 では、例えば、陽極 (2) と陰極 (6) の間に、1) ホール輸送層 / 上記発光層、2) 上記発光層 / 電子輸送層のいずれかを設けてもよい。

【 0 1 6 0 】

上記の各有機層は、バインダとして高分子材料などを混合して、形成してもよい。上記高分子材料としては、例えば、ポリメチルメタクリレート、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリスルホン、ポリフェニレンオキサイドなどが挙げられる。

【 0 1 6 1 】

また、上記ホール輸送層および電子輸送層に用いられるホール輸送性の化合物および電子輸送性の化合物は、それぞれ単独で各層を形成しても、機能の異なる材料を混合して、各層を形成していてもよい。

【 0 1 6 2 】

上記ホール輸送層を形成するホール輸送性の化合物としては、例えば、TPD (N , N ' - ジメチル - N , N ' - (3 - メチルフェニル) - 1 , 1 ' - ビフェニル - 4 , 4 ' ジアミン) ; - NPD (4 , 4 ' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニルアミノ] ビフェニル) ; m - MTDATA (4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス (3 - メチルフェニルフェニルアミノ) トリフェニルアミン) 等の低分子トリフェニルアミン誘導体 ; ポリビニルカルバゾール ; 上記トリフェニルアミン誘導体に重合性官能基を導入して重合した高分子化合物 ; ポリパラフェニレンビニレン、ポリジアルキルフルオレン等の蛍光発光性高分子化合物などが挙げられる。上記高分子化合物としては、例えば、特開平 8 - 1 5 7 5 7 5 号公報に開示されているトリフェニルアミン骨格の高分子化合物などが挙げられる。上記ホール輸送性の化合物は、1 種単独でも、2 種以上を混合して用いてもよく、異なるホール輸送性の化合物を積層して用いてもよい。ホール輸送層の厚さは、ホール輸送層の導電率などに依存するが、通常、好ましくは 1 nm ~ 5 μ m、より好ましくは 5 nm ~ 1 μ m、特に好ましくは 1 0 nm ~ 5 0 0 nm であることが望ましい。

【 0 1 6 3 】

上記電子輸送層を形成する電子輸送性の化合物としては、例えば、Alq3 (アルミニウムトリスキノリノレート) 等のキノリノール誘導体金属錯体、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、トリアジン誘導体、トリアリールボラン誘導体等の低分子化合物 ; 上記の低分子化合物に重合性置換基を導入して重合した高分子化合物を挙げることができる。上記高分子化合物としては、例えば、特開平 1 0 - 1 6 6 5 号公報に開示されているポリ PBD などが挙げられる。上記電子輸送性の化合物は、1 種単独でも、2 種以上を混合して用いてもよく、異なる電子輸送性の化合物を積層して用いてもよい。電子輸送層の厚さは、電子輸送層の導電率などに依存するが、通常、好ましくは 1 nm ~ 5 μ m、より好ましくは 5 nm ~ 1 μ m、特に好ましくは 1 0 nm ~ 5 0 0 nm であることが望ましい。

【 0 1 6 4 】

また、上記発光層の陰極側に隣接して、ホールが発光層を通過することを抑え、発光層内でホールと電子とを効率よく再結合させる目的で、ホールブロック層が設けられていてもよい。上記ホールブロック層の形成には、トリアゾール誘導体、オキサジアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体などの公知の材料が用いられる。

【 0 1 6 5 】

また、陽極とホール輸送層との間、または陽極と陽極に隣接して積層される有機層との間に、ホール注入において注入障壁を緩和するために、バッファ層が設けられていてもよい。上記バッファ層を形成するためには、銅フタロシアニン、ポリエチレンジオキシチオフェンとポリスチレンスルホン酸との混合物 (PEDOT : PSS) などの公知の材料が用いられる。

【 0 1 6 6 】

10

20

30

40

50

さらに、陰極と電子輸送層との間、または陰極と陰極に隣接して積層される有機層との間に、電子注入効率を向上するために、厚さ0.1~10nmの絶縁層が設けられていてもよい。上記絶縁層を形成するためには、フッ化リチウム、フッ化ナトリウム、フッ化マグネシウム、酸化マグネシウム、アルミナなどの公知の材料が用いられる。

【0167】

上記のホール輸送層および電子輸送層の成膜方法としては、例えば、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム蒸着法、スパッタリング法等の乾式成膜法のほか、スピコート法、キャスト法、マイクログラビアコート法、グラビアコート法、バーコート法、ロールコート法、ワイアーバーコート法、ディップコート法、スプレーコート法、スクリーン印刷法、フレキソ印刷法、オフセット印刷法、インクジェットプリント法等の湿式成膜法などを用いることができる。低分子化合物の場合は、乾式成膜法が好適に用いられ、高分子化合物の場合は、湿式成膜法が好適に用いられる。

10

【0168】

<用途>

本発明に係る有機発光素子は、公知の方法で、マトリックス方式またはセグメント方式による画素として画像表示装置に好適に用いられる。また、上記有機発光素子は、画素を形成せずに、面発光光源としても好適に用いられる。

【0169】

本発明に係る有機発光素子は、具体的には、ディスプレイ、バックライト、電子写真、照明光源、記録光源、露光光源、読み取り光源、標識、看板、インテリア、光通信などに好適に用いられる。

20

【0170】

以下、実施例に基づいて本発明をさらに具体的に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

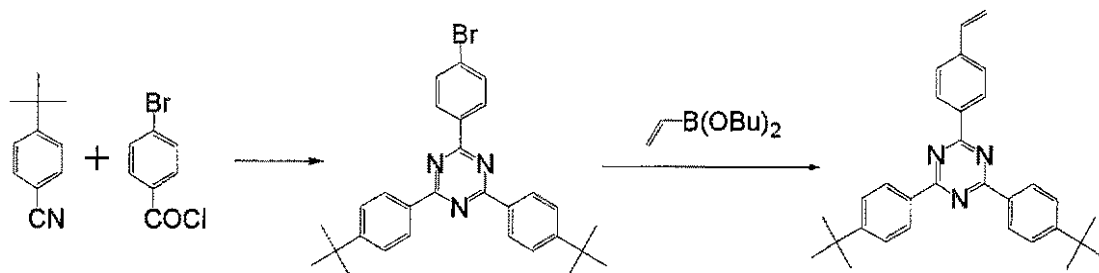
【実施例】

【0171】

[合成例1]

【0172】

【化19】



30

【0173】

4-ブロモベンゾイルクロリド10mmolおよび4-ターシャルブチルベンゾニトリル30mmolをジクロロエタン50mlに溶解し、塩化アルミニウム10mmolおよびアンモニウムクロリド40mmolを加え、加熱還流を24時間行った。室温まで冷却した後、10%塩酸に注ぎ入れ、1時間攪拌した。クロロホルムを用いて抽出し、カラムクロマトグラフィーにより精製を行い、ハロゲン化トリアジン誘導体を得た。

40

【0174】

得られたハロゲン化トリアジン誘導体3mmol、ビニルホウ酸ジブチルエステル3.3mmolおよびテトラブチルアンモニウムブロミド1.5mmolを100mlナス型フラスコに入れ、さらにトルエン45mlおよび2M炭酸カリウム水溶液30mlを加えた。重合禁止剤を少量加え、テトラキストリフェニルホスフィンパラジウム0.15mmol加え、加熱還流を3時間行った。室温まで冷却した後、酢酸エチルを用いて抽出し、カラムクロマトグラフィー、再結晶化操作を行い、白色のトリアジン誘導体のビニルモノ

50

マーを得た。

(1 . 2 0 g、収率 2 7 %)

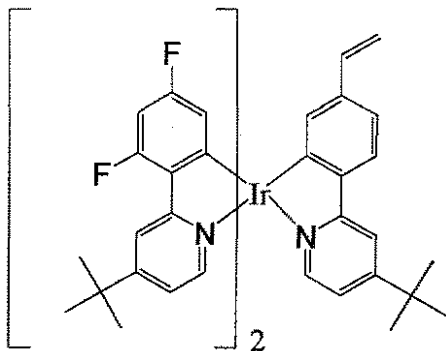
[実施例 1 - 1] 高分子化合物 (1) の合成

密閉容器に、合成例 1 で合成した化合物 9 5 m g、化合物 (F) 1 0 m g、およびホール輸送性の重合性化合物 (8 - 3) 9 5 m g をいれ、さらに脱水トルエン 2 . 4 m L を加えた。次いで、V - 6 0 1 (和光純薬工業 (株) 製) のトルエン溶液 (0 . 1 M、3 9 μ L) を加え、凍結脱気操作を 5 回繰り返した。真空のまま密閉し、6 0 で 6 0 時間攪拌した。反応後、反応液をアセトン 1 0 0 m L 中に滴下し、沈殿を得た。さらにトルエン - アセトンによる再沈殿操作を 2 回繰り返したのち、5 0 で一晩真空乾燥し、高分子化合物 (1) を得た。高分子化合物 (1) の重量平均分子量 (M w) は、8 2 , 0 0 0、分子量分布指数 (M w / M n) は 1 . 8 0 であった。I C P 元素分析および ¹³C - N M R 測定の結果から見積った高分子化合物における m / (m + n) の値は、0 . 0 9 であり、x / n の値は 0 . 5 1、y / n の値は 0 . 4 9 であった。

10

【 0 1 7 5 】

【 化 2 0 】



20

化合物 (F)

【 0 1 7 6 】

[実施例 1 - 2] 高分子化合物 (1) を用いた素子

I T O 付き基板 (ニッポ電機 (株) 製) を用いた。これは、2 5 m m 角のガラス基板の一方の面に、幅 4 m m の I T O (酸化インジウム錫) 電極 (陽極) が、ストライプ状に 2 本形成された基板であった。

30

【 0 1 7 7 】

まず、上記 I T O 付き基板の上に、ポリ (3 , 4 - エチレンジオキシチオフェン) ・ポリスチレンスルホン酸 (バイエル (株) 製、商品名「バイトロン P」) を、回転数 3 5 0 0 r p m、塗布時間 4 0 秒の条件で、スピコート法により塗布した。その後、真空乾燥器で減圧下、6 0 で 2 時間乾燥し、陽極バッファ層を形成した。得られた陽極バッファ層の膜厚は、約 5 0 n m であった。次に、高分子化合物 (1) 9 0 m g をトルエン (和光純薬工業 (株) 製、特級) 2 9 1 0 m g に溶解し、この溶液を孔径 0 . 2 μ m のフィルターでろ過し、塗布溶液を調製した。次いで、上記陽極バッファ層上に、上記塗布溶液を、回転数 3 0 0 0 r p m、塗布時間 3 0 秒の条件で、スピコート法により塗布した。塗布後、室温 (2 5) で 3 0 分間乾燥し、発光層を形成した。得られた発光層の膜厚は、約 1 0 0 n m であった。

40

【 0 1 7 8 】

次に、発光層を形成した基板を蒸着装置内に載置した。次いで、バリウムおよびアルミニウムを重量比 1 : 1 0 で共蒸着し、陽極の延在方向に対して直交するように、幅 3 m m の陰極をストライプ状に 2 本形成した。得られた陰極の膜厚は、約 5 0 n m であった。

【 0 1 7 9 】

最後に、アルゴン雰囲気中で、陽極と陰極とにリード線 (配線) を取り付けて、縦 4 m m × 横 3 m m の有機 E L 素子を 4 個作製した。上記有機 E L 素子に、プログラマブル直流電圧 / 電流源 (T R 6 1 4 3、(株) アドバンテスト社製) を用いて電圧を印加して発光

50

させた。

【0180】

その発光輝度を、輝度計（BM-8、（株）トプコン社製）を用いて測定した。作製した有機発光素子の最大外部量子効率、最高到達輝度、駆動電圧、初期輝度 100cd/m^2 で点灯させて定電流駆動した時の輝度半減寿命を表1に示した。

【0181】

〔実施例2-1〕高分子化合物(2)の合成

密閉容器に、合成例1で合成した化合物 160mg 、および化合物(F) 40mg をいれ、さらに脱水トルエン 2.4mL を加えた。次いで、V-601（和光純薬工業（株）製のトルエン溶液（ 0.1M 、 $39\mu\text{l}$ ）を加え、凍結脱気操作を5回繰り返した。真空のまま密閉し、 60°C で60時間攪拌した。反応後、反応液をアセトン 100mL 中に滴下し、沈殿を得た。さらにトルエン-アセトンでの再沈殿操作を2回繰り返したのち、 50°C で一晩真空乾燥し、高分子化合物(2)を得た。高分子化合物(2)の重量平均分子量(Mw)は、 $85,000$ 、分子量分布指数(Mw/Mn)は 1.62 であった。ICP元素分析および ^{13}C -NMR測定の結果から見積った高分子化合物における $m/(m+n)$ の値は、 0.16 であった。

【0182】

〔実施例2-2〕高分子化合物(2)を用いた素子

まず、高分子化合物(4)を以下のようにして合成した。密閉容器に、ホール輸送性の重合性化合物(8-3) 95mg をいれ、さらに脱水トルエン 2.2mL を加えた。次いで、V-601（和光純薬工業（株）製のトルエン溶液（ 0.1M 、 $43\mu\text{L}$ ）を加え、凍結脱気操作を5回繰り返した。真空のまま密閉し、 60°C で60時間攪拌した。反応後、反応液をアセトン 100mL 中に滴下し、沈殿を得た。さらにトルエン-アセトンによる再沈殿操作を2回繰り返したのち、 50°C で一晩真空乾燥し、高分子化合物(4)を得た。

【0183】


次に、高分子化合物(1) 90mg およびトルエン 2910mg の代わりに、高分子化合物(2) 45mg 、高分子化合物(4) 45mg およびトルエン 2910mg を用いて発光層の形成に用いる塗布溶液を調製した他は、実施例1-2と同様にして有機発光素子を作製した。作製した有機発光素子の最大外部量子効率、最高到達輝度、駆動電圧、初期輝度 100cd/m^2 で点灯させて定電流駆動した時の輝度半減寿命を表1に示した。

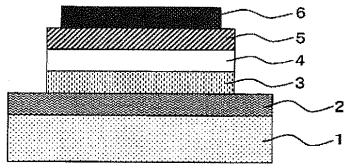
【0184】

【表1】

表1

実施例	高分子化合物	最大外部量子効率 (%)	最高到達輝度 (cd/m^2)	駆動電圧 (V)	輝度半減寿命 (h)
1-2	(1)	7.1	37,000	3.2	1000
2-2	(2)、(4)	5.9	31,000	4.4	760

【 1】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

C 0 9 K 11/06 6 6 0
C 0 9 K 11/06 6 9 0
C 0 9 K 11/06 6 8 0

(56)参考文献 特開2004-185967(JP,A)

特開2007-173545(JP,A)

特開2007-173057(JP,A)

特開2007-161932(JP,A)

特開2007-023269(JP,A)

特開2006-008996(JP,A)

国際公開第2003/018653(WO,A1)

Marc Behl, Rudolf Zentel, Block Copolymers Build-up of Electron and Hole Transport Materials, Macromolecular Chemistry and Physics, ドイツ, WILEY-VCH, 2004年 8月12日, vol.205, No.12, p.1633-1643

Se Young Oh, Kyoungmi Jang, Chang Ho Lee, Characteristics of Polymer Light Emitting Diode Using a Phosphorescent Terpolymer Containing Perylen, MOLECULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS, 英国, Taylor & Francis, 2006年, vol.458, p.227-235

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C09K 11/06

H01L 51/50

C08F 212/02

C08F 226/06

CA/REGISTRY(STN)

专利名称(译)	使用含三嗪环的高分子化合物的有机发光元件		
公开(公告)号	JP5156019B2	公开(公告)日	2013-03-06
申请号	JP2009523619	申请日	2008-07-10
[标]申请(专利权)人(译)	昭和电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	昭和电工株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	昭和电工株式会社		
[标]发明人	鳥羽正彦		
发明人	鳥羽 正彦		
IPC分类号	H01L51/50 C08F212/14 C08F230/04 C09K11/06		
CPC分类号	H01L51/0043 C08F226/06 C09K11/06 C09K2211/1007 C09K2211/1059 H01L51/0059 H01L51/0067 H01L51/0085 H01L51/5012		
FI分类号	H05B33/14.B H05B33/22.B H05B33/22.D C08F212/14 C08F230/04 C09K11/06.660 C09K11/06.690 C09K11/06.680		
优先权	2007184402 2007-07-13 JP		
其他公开文献	JPWO2009011272A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明的有机发光元件是通过在阳极和阴极之间设置发光层而构成的有机发光元件，其特征在于，发光层含有包含结构单元的高分子化合物。衍生自由下式(1)表示的电子传输可聚合化合物和衍生自磷光可聚合化合物的结构单元；其中R₁至R₁₄各自独立地为氢原子，卤原子，氰基，氨基，1至12个碳原子的烷基等，R₁₅为氢原子或1的烷基R₁至12个碳原子，X₁为单键等。

【化 1】

