

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5620494号  
(P5620494)

(45) 発行日 平成26年11月5日(2014.11.5)

(24) 登録日 平成26年9月26日(2014.9.26)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 51/50 (2006.01)	HO 5 B 33/22	C
HO 5 B 33/12 (2006.01)	HO 5 B 33/12	B
HO 5 B 33/22 (2006.01)	HO 5 B 33/22	Z
HO 5 B 33/28 (2006.01)	HO 5 B 33/28	
HO 5 B 33/10 (2006.01)	HO 5 B 33/14	B

請求項の数 28 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-527465 (P2012-527465)	(73) 特許権者	000005821
(86) (22) 出願日	平成22年8月6日(2010.8.6)		パナソニック株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/004956		大阪府門真市大字門真1006番地
(87) 国際公開番号	W02012/017487	(74) 代理人	110001900
(87) 国際公開日	平成24年2月9日(2012.2.9)		特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
審査請求日	平成25年5月21日(2013.5.21)	(74) 代理人	100090446
			弁理士 中島 司朗
		(74) 代理人	100125597
			弁理士 小林 国人
		(74) 代理人	100146798
			弁理士 川畑 孝二
		(74) 代理人	100121027
			弁理士 木村 公一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1電極、電荷注入輸送層、発光層を含む機能層、第2電極がこの順に積層され、少なくとも前記発光層がバンクにより規定され、前記第1電極側と前記第2電極側の双方から光を取り出す両面発光型の発光素子であって、

前記第1電極と前記第2電極とは透明電極からなり、

前記バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、一方、前記電荷注入輸送層は前記バンクの表面と比較して親液性のある金属化合物である金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも1つからなり、

且つ、前記電荷注入輸送層は、バンクで規定された領域においてはバンク底面のレベルよりも沈下した凹入構造に形成され、

前記凹入構造は、前記機能層の底面に接触する内底面と、前記内底面に連続する内側面とを備え、

前記内底面部における前記電荷注入輸送層は、前記内側面部における前記電荷注入輸送層よりも薄い膜厚を有する

発光素子。

【請求項 2】

前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、

前記正孔輸送層は、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在する、

請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 3】

前記透明電極は、ITOまたはIZOである、  
請求項 1 または 2 に記載の発光素子。

## 【請求項 4】

前記第 1 電極または前記第 2 電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する、  
請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の発光素子。

## 【請求項 5】

前記半透明もしくは透明な金属薄膜は、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜であって、その膜厚は3nmから30nmである、  
請求項 4 に記載の発光素子。

10

## 【請求項 6】

前記凹入構造はカップ状である  
請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 7】

前記凹入構造はバンクの下端縁相当部位から沈下した構造である  
請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 8】

前記発光層は、高分子材料からなる層を含む  
請求項 1 に記載の発光素子。

20

## 【請求項 9】

前記電荷注入輸送層は、バンク底面に沿って隣のピクセル方向に広がっている  
請求項 1 に記載の発光素子。

## 【請求項 10】

第 1 電極、電荷注入輸送層、発光層を含む機能層、第 2 電極がこの順に積層され、少なくとも前記発光層がバンクにより規定され、前記第 1 電極側と前記第 2 電極側の双方から光を取り出す両面発光型の発光素子であって、

前記第 1 電極と前記第 2 電極とは透明電極からなり、

前記バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、

30

前記電荷注入輸送層は、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物である金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも 1 つを含み、

前記所定の溶剤により溶解されて形成されている凹入部を有し、

前記電荷注入輸送層の前記凹入部は、

前記機能層の底面に接触する内底面と、

前記内底面に連続し、前記機能層の側面の少なくとも一部に接触する内側面と、

を有し、

前記内底面部における前記電荷注入輸送層は、前記内側面部における前記電荷注入輸送層よりも薄い膜厚を有する

発光素子。

40

## 【請求項 11】

前記金属酸化物は、タングステンまたはモリブデンの酸化物である  
請求項 10 に記載の発光素子。

## 【請求項 12】

前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、

前記正孔輸送層は、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在する

請求項 10 または 11 に記載の発光素子。

## 【請求項 13】

前記透明電極は、ITOまたはIZOである、

請求項 10 ~ 12 のいずれかに記載の発光素子。

50

## 【請求項 14】

前記第1電極または前記第2電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する、

請求項 10 ~ 13 のいずれかに記載の発光素子。

## 【請求項 15】

前記半透明もしくは透明な金属薄膜は、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜であって、

その膜厚は3nmから30nmである、

請求項 14 に記載の発光素子。

## 【請求項 16】

前記電荷注入輸送層は親液性を有し、前記バンクは撥液性を有する  
請求項 10 に記載の発光素子。

## 【請求項 17】

前記所定の溶剤は、前記バンクを形成する際に使用する現像液、または/および、前記バンク形成後に残留する残渣を洗浄するための洗浄液である

請求項 10 に記載の発光素子。

## 【請求項 18】

請求項 1 ~ 17 のいずれかに記載の発光素子を含む表示装置。

## 【請求項 19】

基板上に透明電極からなる第1電極を形成する第1工程と、

前記第1電極の上方に、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含む薄膜を形成する第2工程と、

前記薄膜上に、レジスト材料を含むレジスト膜を形成し、現像液によりエッチング処理し、少なくともその表面に撥液性を有するバンクを形成する第3工程と、

前記バンクを形成後、前記薄膜表面に付着するレジスト残渣を、洗浄液を用いて洗浄すると共に、前記洗浄液により前記薄膜の一部を溶解させ、内底面と前記内底面に連続する内側面とを備える凹入部を有し、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも1つを含む電荷注入輸送層を形成する第4工程と、

前記バンクにより規定された領域内にインクを滴下し、前記電荷注入輸送層の前記内底面および前記内側面に沿って塗布させて乾燥させ、機能層を形成する第5工程と、

前記機能層の上方に、透明電極からなる第2電極を形成する第6工程と、を含み、  
前記凹入部の内底面における前記薄膜は、前記凹入部の内側面における前記薄膜よりも薄い

発光素子の製造方法。

## 【請求項 20】

前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層を、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在させる

請求項 19 に記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 21】

前記透明電極は、ITOまたはIZOである、

請求項 19 または 20 に記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 22】

前記第1電極または前記第2電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する工程を含む、

請求項 19 ~ 21 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 23】

前記半透明もしくは透明な金属薄膜を、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜で構成し、

その膜厚を3nmから30nmとする

請求項 22 に記載の発光素子の製造方法。

10

20

30

40

50

## 【請求項 2 4】

基板上に透明電極からなる第 1 電極を形成する第 1 工程と、  
前記第 1 電極の上方に、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含む薄膜を形成する第 2 工程と、

前記薄膜上に、レジスト材料を含むレジスト膜を形成し、現像液によりエッチング処理し、少なくともその表面に撥液性を有するバンクを形成すると共に、前記現像液により薄膜表面に付着するレジスト残渣を洗浄し、かつ、前記薄膜の一部を溶解させ、内底面と前記内底面に連続する内側面とを備える凹入部を有し、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも 1 つを含む電荷注入輸送層を形成する第 3 工程と、

前記バンクにより規定された領域内にインクを滴下し、前記電荷注入輸送層の前記内底面および前記内側面に沿って塗布させて乾燥させ、機能層を形成する第 4 工程と、

前記機能層の上方に、透明電極からなる第 2 電極を形成する第 5 工程と、を含み、  
前記凹入部の内底面における前記薄膜は、前記凹入部の内側面における前記薄膜よりも薄い

発光素子の製造方法。

## 【請求項 2 5】

前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層を、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在させる  
請求項 2 4 に記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 2 6】

前記透明電極は、ITO または IZO である、  
請求項 2 4 ~ 2 5 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 2 7】

前記第 1 電極または前記第 2 電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する工程を含む、

請求項 2 4 ~ 2 6 のいずれかに記載の発光素子の製造方法。

## 【請求項 2 8】

前記半透明もしくは透明な金属薄膜を、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及び Cr より選択されるいずれかを含む金属膜で構成し、

その膜厚を 3 nm から 30 nm とする

請求項 2 7 に記載の発光素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法に関し、特にフラットディスプレイ等に用いられる有機 EL 素子に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来から、有機 EL 素子の製造プロセスにおいて、インクジェット法によるパターンニングで発光層を形成することが行われている。インクジェット法は、微小領域に均一な薄膜パターンを形成するのに適した方法であって、バンクで規定された各ピクセル領域に有機 EL 材料を含む組成物インク（以下、単に「インク」と称する。）を滴下し乾燥させることで、それらピクセル領域に均一な薄膜パターンを形成する。

## 【0003】

上記方法を採用する場合、例えば、バンク表面にはフッ素プラズマによる撥液処理が施される。これにより、バンク表面はインクに対する濡れ性が悪くなり、滴下されたインクがバンクを超えて隣のピクセル領域に流れ出にくくなるため、高精細なパターンニングが可能になる。

## 【0004】

さらに、特許文献 1 には、バンクを、撥水性の材料からなる上層部と親液性の材料から

10

20

30

40

50

なる下層部との二層構造にすることで、バンク上層部ではインクに対する濡れ性を悪くしインクが流れ出にくいようにし、バンク下層部ではインクに対する濡れ性を良くしピクセル領域にインクが留まりやすくして、より高精細に発光層をパターンニングする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2003-249375号公報

【特許文献2】特開平10-162959号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、バンクを二層構造にすると、一層構造の場合と比べて工程数が増える分だけ有機EL素子の製造コストが高くなる。

【0007】

本発明は、上記の課題に鑑み、発光層が高精細にパターンニングされており、かつ安価に製造可能な発光素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一態様に係る発光素子は、第1電極、電荷注入輸送層、発光層を含む機能層、第2電極がこの順に積層され、少なくとも前記発光層がバンクにより規定され、前記第1電極側と前記第2電極側の双方から光を取り出す両面発光型の発光素子であって、前記第1電極と前記第2電極とは透明電極からなり、前記バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、一方、前記電荷注入輸送層は前記バンクの表面と比較して親液性のある金属化合物である金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも1つからなり、且つ、前記電荷注入輸送層は、バンクで規定された領域においてはバンク底面のレベルよりも沈下した凹入構造に形成され、前記凹入構造は、前記機能層の底面に接触する内底面と、前記内底面に連続する内側面とを備え、前記内底面部における前記電荷注入輸送層は、前記内側面部における前記電荷注入輸送層よりも薄い膜厚を有することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明の一態様に係る発光素子は、電荷注入輸送層が、機能層の底面に接触する内底面と、前記内底面に連続する内側面とを備えた凹入部を有するため、製造プロセスにおいてバンクで規定された領域に滴下されたインクの下部をその凹入部内に溜めることができる。しかも、凹入部の内面は、電荷注入輸送層がバンクの表面と比較して親液性のある金属化合物からなり、インクに対する濡れ性が良いため、凹入部内のインクを安定に留めておくことができる。したがって、インクがバンクを超えて隣のピクセル領域に流れ出にくく、機能層の高精細なパターンニングが可能である。しかも、凹入部は、例えば純水で電荷注入輸送層の一部を溶かす等して簡単に形成することができ、特許文献1の発光素子のようにバンクを二層構造にするための煩雑な工程が不要であるため、安価に実施可能である。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。

【図2】図1における一点鎖線で囲まれた部分の拡大図である。

【図3】凹入部の形状を説明するための模式図である。

【図4】変形例に係る発光素子の図1における一点鎖線で囲まれた部分の拡大図である。

【図5】凹入部の形状を説明するための模式図である。

【図6】発光層の最適膜厚を説明するための模式図である。

【図7】変形例に係る発光素子の図1における一点鎖線で囲まれた部分の拡大図である。

10

20

30

40

50

- 【図 8】第 1 の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。  
 【図 9】図 8 に続く第 1 の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。  
 【図 10】第 2 の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。  
 【図 11】第 2 の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。  
 【図 12】第 3 の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。  
 【図 13】第 3 の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。  
 【図 14】第 4 の実施形態に係る表示装置等を示す斜視図である。  
 【図 15】透明電極の発光波長と透過率の関係を示すグラフである。  
 【発明を実施するための形態】

【0011】

10

[ 本発明の一態様の概要 ]

本発明の一態様に係る発光素子は、第 1 電極、電荷注入輸送層、発光層を含む機能層、第 2 電極がこの順に積層され、少なくとも前記発光層がバンクにより規定され、前記第 1 電極側と前記第 2 電極側の双方から光を取り出す両面発光型の発光素子であって、前記第 1 電極と前記第 2 電極とは透明電極からなり、前記バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、一方、前記電荷注入輸送層は前記バンクの表面と比較して親液性のある金属化合物である金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも 1 つからなり、且つ、前記電荷注入輸送層は、バンクで規定された領域においてはバンク底面のレベルよりも沈下した凹入構造に形成され、前記凹入構造は、前記機能層の底面に接触する内底面と、前記内底面に連続する内側面とを備え、前記内底面部における前記電荷注入輸送層は、前記内側面部における前記電荷注入輸送層よりも薄い膜厚を有するものとする。

20

【0013】

また、「親液性」及び「撥液性」の語は、相対的な意味で用いている。上記のように、バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、一方、電荷注入輸送層は親液性のある金属化合物からなる場合、電荷注入輸送層の表面はバンクの表面よりも親液性であり、バンクの表面は電荷注入輸送層の表面よりも撥液性である。そして、親液性である電荷注入輸送層の表面はインクに対して相対的に濡れ性が良く、撥液性であるバンクの表面はインクに対して相対的に濡れ性が悪い。なお、親液性及び撥液性は、例えば、バンク又は電荷注入輸送層の表面に対するインクの接触角で定義することが可能であり、例えば、接触角が  $10^\circ$  以下の場合を親液性、接触角が  $35^\circ$  以上の場合を撥液性と定義することができる。

30

【0014】

また、本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層は、金属の酸化物、窒化物、または酸窒化物からなる正孔注入層であるものとすることもできる。

【0015】

また、本発明の別の態様として、前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層は、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在する構成とすることもできる。

【0016】

また、本発明の別の態様として、前記透明電極を、ITO または IZO とすることもできる。

40

【0017】

また、本発明の別の態様として、前記第 1 電極または前記第 2 電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層することもできる。

【0018】

また、本発明の別の態様として、前記半透明もしくは透明な金属薄膜は、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及び Cr より選択されるいずれかを含む金属膜であって、その膜厚を 3 nm から 30 nm とすることもできる。

【0019】

また、本発明の別の態様として、前記凹入構造をカップ状とすることもできる。

50

## 【0020】

また、本発明の別の態様として、前記凹入構造をバンクの下端縁相当部位から沈下した構造とすることもできる。

## 【0021】

また、本発明の別の態様として、前記発光層を、高分子材料からなる層を含む構成とすることもできる。

## 【0022】

また、本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層は、バンク底面に沿って隣のピクセル方向に広がっている構成とすることもできる。

## 【0023】

また、本発明の別の態様として、第1電極、電荷注入輸送層、発光層を含む機能層、第2電極がこの順に積層され、少なくとも前記発光層がバンクにより規定され、前記第1電極側と前記第2電極側の双方から光を取り出す両面発光型の発光素子であって、前記第1電極と前記第2電極とは透明電極からなり、前記バンクは少なくともその表面が撥液性となっており、前記電荷注入輸送層は、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物である金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうちの少なくとも1つを含み、前記所定の溶剤により溶解されて形成されている凹入部を有し、前記電荷注入輸送層の前記凹入部は、前記機能層の底面に接触する内底面と、前記内底面に連続し、前記機能層の側面の少なくとも一部に接触する内側面と、を有し、前記内底面部における前記電荷注入輸送層は、前記内側面部における前記電荷注入輸送層よりも薄い膜厚を有する発光素子とする。

## 【0025】

この場合、本発明の別の態様として、前記金属酸化物は、タングステンまたはモリブデンの酸化物とすることもできる。

## 【0026】

また、本発明の別の態様として、前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層は、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在する構成とすることもできる。

## 【0027】

また、前記透明電極を、ITOまたはIZOとすることもできる。

## 【0028】

また、本発明の別の態様として、前記第1電極または前記第2電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層することもできる。

## 【0029】

また、本発明の別の態様として、前記半透明もしくは透明な金属薄膜は、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜であって、その膜厚を3nmから30nmとすることもできる。

## 【0030】

また、本発明の別の態様として、前記電荷注入輸送層は親液性を有し、前記バンクは洗液性を有する構成とすることもできる。

## 【0031】

また、本発明の別の態様として、前記所定の溶剤は、前記バンクを形成する際に使用する現像液、または/および、前記バンク形成後に残留する残渣を洗浄するための洗浄液である

また、本発明の別の態様として、上記したいずれかの本発明の態様の発光素子を含む表示装置とすることもできる。

## 【0032】

また、本発明の別の態様として、基板上に透明電極からなる第1電極を形成する第1工程と、前記第1電極の上方に、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含む薄膜を形成する第2工程と、前記薄膜上に、レジスト材料を含むレジスト膜を形成し、現像液によりエッチング処理し、少なくともその表面に撥液性を有するバンクを形成する第3工

10

20

30

40

50

程と、前記バンクを形成後、前記薄膜表面に付着するレジスト残渣を、洗浄液を用いて洗浄すると共に、前記洗浄液により前記薄膜の一部を溶解させ、内底面と前記内底面に連続する内側面とを備える凹入部を有し、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも1つを含む電荷注入輸送層を形成する第4工程と、前記バンクにより規定された領域内にインクを滴下し、前記電荷注入輸送層の前記内底面および前記内側面に沿って塗布させて乾燥させ、機能層を形成する第5工程と、前記機能層の上方に、透明電極からなる第2電極を形成する第6工程と、を含み、前記凹入部の内底面における前記薄膜は、前記凹入部の内側面における前記薄膜よりも薄い発光素子の製造方法とする。

【0034】

また、本発明の別の態様として、前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層を、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在させることもできる。

10

【0035】

また、本発明の別の態様として、前記透明電極を、ITOまたはIZOで製造することもできる。

【0036】

また、本発明の別の態様として、前記第1電極または前記第2電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する工程を含むこともできる。

【0037】

また、本発明の別の態様として、前記半透明もしくは透明な金属薄膜を、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜で構成し、その膜厚を3nmから30nmとすることもできる。

20

【0038】

また、本発明の別の態様として、基板上に透明電極からなる第1電極を形成する第1工程と、前記第1電極の上方に、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含む薄膜を形成する第2工程と、前記薄膜上に、レジスト材料を含むレジスト膜を形成し、現像液によりエッチング処理し、少なくともその表面に撥液性を有するバンクを形成すると共に、前記現像液により薄膜表面に付着するレジスト残渣を洗浄し、かつ、前記薄膜の一部を溶解させ、内底面と前記内底面に連続する内側面とを備える凹入部を有し、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物のうち少なくとも1つを含む電荷注入輸送層を形成する第3工程と、前記バンクにより規定された領域内にインクを滴下し、前記電荷注入輸送層の前記内底面および前記内側面に沿って塗布させて乾燥させ、機能層を形成する第4工程と、前記機能層の上方に、透明電極からなる第2電極を形成する第5工程と、を含み、前記凹入部の内底面における前記薄膜は、前記凹入部の内側面における前記薄膜よりも薄い発光素子の製造方法とする。

30

【0040】

また、本発明の別の態様として、前記機能層は、前記正孔注入層から前記発光層に正孔を輸送する正孔輸送層を含み、前記正孔輸送層を、前記正孔注入層と前記発光層との間に介在させることもできる。

【0041】

また、本発明の別の態様として、前記透明電極を、ITOまたはIZOとすることもできる。

40

【0042】

また、本発明の別の態様として、前記第1電極または前記第2電極の少なくともいずれか一方に、半透明もしくは透明な金属薄膜を積層する工程を含むこともできる。

【0043】

この場合、本発明の別の態様として、前記半透明もしくは透明な金属薄膜を、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜で構成し、その膜厚を3nmから30nmとすることもできる。

【0044】

50



以下、本実施の形態に係る発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法について、図面を参照しながら説明する。なお、各図面における部材の縮尺は実際のものとは異なる。

#### 【0045】

[第1の実施形態]

<発光素子の概略構成>

図1は、第1の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図であり、図2は、図1における一点鎖線で囲まれた部分の拡大図である。

#### 【0046】

図1に示すように、第1の実施形態に係る発光素子は、RGBの各ピクセルがマトリクス状又はライン状に配置されてなる両面発光型の有機EL素子であり、各ピクセルは基板1上に各層を積層した積層構造となっている。

#### 【0047】

TFT基板1(以下、単に「基板1」)上には、陽極である第1電極2がマトリクス状又はライン状に形成されており、第1電極2上に、ITO(酸化インジウムスズ)層3及び、電荷注入輸送層としてのホール注入層4がその順で積層されている。なお、ITO層3が第1電極2上にのみ積層されているのに対し、ホール注入層4は第1電極2の上方だけでなく基板1の上面側全体に亘って形成されている。

#### 【0048】

ホール注入層4上には、ピクセルを規定するバンク5が形成されており、バンク5で規定された領域内に発光層6が積層されている。さらに、発光層6の上には、電子注入層7、陰極である第2電極8、及び封止層9が、それぞれバンク5で規定された領域を超えて隣のピクセルのものと連続するように形成されている。駆動時における発光は、第1電極2側及び第2電極8側の双方より取り出すことができる。

#### 【0049】

バンク5で規定された領域は、ITO層3、ホール注入層4、発光層6を含む機能層、及び電子注入層7がその順で積層された多層積層構造となっている。なお、機能層には発光層6が含まれるほか、ホール輸送層や電子輸送層等の他の層が含まれていても良い。

#### 【0050】

<発光素子の各部構成>

次に、発光素子の各構成要素について具体的に説明する。なお、いずれの構成要素も発光素子を両面発光型にするため、透明性を有するように構成すべき点に留意する。

#### 【0051】

基板1は、例えば、ソーダガラス、無蛍光ガラス、燐酸系ガラス、硼酸系ガラス、石英、アクリル系樹脂、スチレン系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、エポキシ系樹脂、ポリエチレン、ポリエステル、シリコン系樹脂、又はアルミナ等の絶縁性材料で形成されている。

#### 【0052】

第1電極2は、透明電極として構成され、ここでは陽極ベース層1021からなる。陽極ベース層1021は、ITOやIZO等の金属酸化物の他、APC(銀、パラジウム、銅の合金)、ARA(銀、ルビジウム、金の合金)、MoCr(モリブデンとクロムの合金)、NiCr(ニッケルとクロムの合金)等で形成される。或いは、Ag、Mg、Al、Pt、Pd、Au、Ni、Ir、及びCrより選択されるいずれかを含む金属膜であってもよい。いずれの場合も、十分な透明性を持たせるため、適度な厚み(例えば3nm~30nm、より好ましくは12~15nmの膜厚)で構成する。なお第1電極2と、後述する第2電極8は、いずれも透明電極ではあるが、一定の光透過率を有する構成であるため、これを言い換えると、「半透明もしくは透明」な薄膜とすることができる。一般的に不透明として知られる金属材料であっても、上記のように膜厚を十分に薄くすれば、光透過性を発揮できる半透明もしくは透明な膜となる。

#### 【0053】

10

20

30

40

50

ここで図15は、厚み12nm及び15nmの酸化タングステン(Wo<sub>x</sub>)について、透過率(T%)及び波長の関係を示すグラフである。当図に示すように、酸化タングステンをを用いる場合、少なくとも厚みを12nm~15nmの範囲に設定すれば、350nm~650nmにわたる広い波長範囲の光について、85%以上の透過率が得られることが分かる。一方、学術論文(V. Bulovic, G. Gu, P. E. Burrows, S. R. Forrest, Nature vol 380, 29 (1996))には、膜厚を5~40nmに設定したMg-Ag合金電極を利用した、両面発光型OLEDが記載されている。また特許文献2には、陰極を厚み10~800nmに設定することで、良好な透明性が得られることが示されている。これらの知見を参酌すると、上記した第1電極2と第2電極8の各金属材料についても、厚みを3nm~30nm程度に設定すれば、十分な透明性が得られるものと考えられる。

10

## 【0054】

ITO層3は、第1電極2及びホール注入層4の間に介在し、各層間の接合性を良好にする機能を有する。

## 【0055】

ホール注入層4は、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含み、具体的には、WO<sub>x</sub>(酸化タングステン)又はMoWO<sub>x</sub>(モリブデン-タングステン酸化物)で形成されている。なお、ホール注入層4は、バンク5の表面と比較して親液性を有する金属化合物で形成されていれば良く、親液性を有する金属化合物としては、例えば、金属酸化物、金属窒化物又は金属酸窒化物が挙げられる。

20

## 【0056】

ホール注入層4が金属酸化物で形成されている場合は、ホールを容易に注入することができ、発光層6内で電子が有効に発光に寄与するため、良好な発光特性を得ることができる。金属酸化物としては、例えば、Cr(クロム)、Mo(モリブデン)、W(タングステン)、V(バナジウム)、Nb(ニオブ)、Ta(タンタル)、Ti(チタン)、Zr(ジルコニウム)、Hf(ハフニウム)、Sc(スカンジウム)、Y(イットリウム)、Th(トリウム)、Mn(マンガン)、Fe(鉄)、Ru(ルテニウム)、Os(オスミウム)、Co(コバルト)、Ni(ニッケル)、Cu(銅)、Zn(亜鉛)、Cd(カドミウム)、Al(アルミニウム)、Ga(ガリウム)、In(インジウム)、Si(シリコン)、Ge(ゲルマニウム)、Sn(錫)、Pb(鉛)、Sb(アンチモン)、Bi(ビスマス)、及び、La(ランタン)からLu(ルテチウム)までのいわゆる希土類元素等の酸化物が挙げられる。なかでも、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>(酸化アルミニウム)、CuO(酸化銅)、及び、SiO(酸化シリコン)は、特に長寿命化に有効である。

30

## 【0057】

金属化合物を構成する金属は、遷移金属が好ましい。遷移金属は、複数の酸化数をとるためこれにより複数の電位レベルをとることができ、その結果ホール注入が容易になり駆動電圧を低減することができる。

## 【0058】

図2に示すように、ホール注入層4は、バンク5の底面に沿って隣のピクセル方向に拡がっていると共に、バンク5で規定された領域においてはバンク5底面のレベルよりも沈下した凹入構造に形成されており、所定の溶剤により溶解されて形成された凹入部4a(図2において網目のハッチングで示す部分)を備える。そして、ホール注入層4は、バンク5で規定された領域だけが他の領域と比べて膜厚が薄くなっており、前記他の領域の膜厚は全体に亘って略均一である。ホール注入層4が親液性を有する金属化合物からなるため、凹入部4aの内面4bはインクに対して濡れ性が良い。したがって、バンク5で規定された領域に滴下されたインクが凹入部4aの内面4bに密着しやすく、インクがバンク5で規定された領域に留まりやすい。

40

## 【0059】

なお、ホール注入層4は、少なくともバンク5の底面における端縁部5aのレベルよりも沈下した凹入構造であれば良く、底面全体のレベルよりも沈下した凹入構造である必要

50

はない。本実施の形態では、底面における端縁部 5 a のレベルより沈下しているが、底面における中央部 5 b のレベルより沈下していない凹入構造となっているが、例えば、図 2 に二点鎖線 5 c で示すように中央部 5 b のレベルを端縁部 5 a に揃えバンク 5 の底面を平坦にする等して、バンク 5 の底面全体のレベルより沈下した凹入構造としても良い。

【 0 0 6 0 】

ホール注入層 4 は、バンクの下端縁 5 d 相当部位から沈下した凹入構造であって、具体的には、ホール注入層 4 の上面におけるバンク 5 に規定された領域が下端縁 5 d 相当部位から基板 1 の上面に対して略垂直下方に沈下している。このように、バンク 5 の下端縁 5 d 相当部位から沈下した凹入構造である場合は、発光層 6 の膜厚を広範囲に亘って均一にすることができ、発光層 6 に輝度むらが生じにくい。

10

【 0 0 6 1 】

ホール注入層 4 の凹入構造はカップ状であって、より具体的には、凹入部 4 a の内面 4 b が、基板 1 の上面と略平行且つ平坦であって発光層 6 の底面 6 a に接触する内底面 4 c と、当該内底面 4 c の端縁から基板 1 の上面と略垂直な方向に向けて延びており前記発光層 6 の側面 6 b に接触する内側面 4 d とで構成されている。このように、凹入構造がカップ状である場合は、内側面 4 d の存在によって凹入部 4 a 内のインクが基板 1 の上面と平行な方向へ移動しにくくなるため、バンク 5 で規定された領域にインクをより安定にとどめておくことができる。しかも、凹入構造をカップ状にすると、凹入部 4 a の内面 4 b の面積が大きくなり、インクとホール注入層 4 との密着する面積が大きくなるため、バンク 5 で規定された領域にインクをより安定にとどめておくことができる。したがって、発光層 6 の高精細なパターニングが可能である。

20

【 0 0 6 2 】

上記のように、本実施形態においては、バンク 5 とホール注入層 4 とは、略垂直方向に接続されていることにより、発光層 6 の底部側においてインクが濡れやすくなっており、良好な発光層 6 が形成できる。ここで、バンク 5 とホール注入層 4 が、水平方向に接続される場合には、バンク 5 とホール注入層 4 との接続部分付近において、インクが濡れづらくなると考えられる。このため、発光層 6 の底部側において、発光層 6 が十分には形成されない可能性があり、この結果、電気的リークが発生するおそれがある。すなわち、発光層 6 の良好な形成に関し、バンク 5 とホール注入層 4 とが、水平方向ではなく、略垂直方向に接続されている点に、技術的な意義が存在する。

30

【 0 0 6 3 】

なお、バンク 5 とホール注入層 4 とが略垂直に接続される形態としては、垂直方向に限らず、斜め方向であればよく、水平方向に対する縦方向であればよい。

【 0 0 6 4 】

ホール注入層 4 の凹入構造をさらに詳しく説明すると、図 3 ( a ) に示すように、凹入部 4 a の内側面 4 d は、内底面 4 c と連続する下部側の端縁と、当該下部側の端縁と連続する上部側の端縁 4 e ( 以下、「上端縁 4 e」と称する。 ) とを備え、前記凹入部 4 a の内側面 4 d は、前記上端縁 4 e において前記バンク 5 の発光層 6 側の下端縁 5 d と一致した形状であり、かつ、前記内側面 4 d と前記内底面 4 c とが連続する部分が R 形状になっている。なお、内側面 4 d の上端縁 4 e がバンク 5 の下端縁 5 d と一致している場合において、凹入部 4 a は、図 3 ( a ) に示すような前記内側面 4 d が内底面 4 c に対して略垂直な形状に限定されず、図 3 ( b ) に示すように前記内側面 4 d がバンク 5 の側面 5 e と略同じ傾きでそれらが面一の形状でも良く、図 3 ( c ) に示すように前記内側面 4 d と前記内底面 4 c とが連続する部分が R 形状でない形状でも良く、図 3 ( d ) に示すように前記内側面 4 d が前記バンク 5 の下側に入り込むように前記バンク 5 の側面 5 e とは反対側に傾いた形状でも良い。

40

【 0 0 6 5 】

また、ホール注入層 4 は、バンク 5 の下端縁 5 d 相当部位から沈下した凹入構造に限らず、例えば、図 4 に示すように、バンク 5 の下端縁 5 d 相当部位よりも隣のピクセル側に寄った部位から沈下した構造としても良い。その場合、図 5 ( a ) に示すように、凹入部

50

4 aの内側面4 dは、上端縁4 eがバンク5の底面5 aに接触した形状となる。なお、内側面4 dの上端縁4 eがバンク5の底面5 aに接触した形状の場合において、凹入部4 aは、図5 ( a )に示すような前記内側面4 dが内底面4 cに対して略垂直な形状に限定されず、図5 ( b )に示すように前記内側面4 dがバンク5の側面5 eと略同じ傾きの形状でも良く、図5 ( c )に示すように前記内側面4 dと前記内底面4 cとが連続する部分がR形状でない形状でも良く、図5 ( d )に示すように前記内側面4 dが前記バンク5の下側に入り込むように前記バンク5の側面5 eとは反対側に傾いた形状でも良い。

【0066】

内側面4 dは、上端縁4 eがバンク5の下端縁5 dと一致した形状、または、前記上端縁4 eが前記バンク5の底面5 aに接触した形状であるため、電極2、8間においてショートが発生しにくい。仮に、図4において二点鎖線10で示すように、バンク5の下端縁5 d相当部位よりもピクセル中央側に寄った部位から沈下した凹入構造とした場合は、ホール注入層4の上面におけるバンク5から露出した部分4 fを介して電極2、8間でショートが発生するおそれがある。特に、後述するように、発光層6の平均膜厚hが凹入部4 aの平均深さtよりも小さいか同じである場合は、ホール注入層4の上面におけるバンク5で覆われていない部分4 fが電子注入層7や第2の電極8と接触する可能性があるため、電極2、8間でショートが発生するおそれが高い。

10

【0067】

図2に戻って、凹入部4 aの平均深さtは本願発明では特に特定されるものではないが、例えば5 ~ 100 nmとすることができる。凹入部4 aの平均深さtが5 nm以上であれば、凹入部4 a内に十分な量のインクを溜めることができ、バンク5で規定された領域にインクを安定に留めることができる。さらに、バンク5端部まで発光層6がはじかれることなく形成されるため、電極2、8間のショートを防ぐことができる。

20

【0068】

なお、凹入部4 aの平均深さtは、触針式段差計もしくはAFM (原子間力顕微鏡)にてホール注入層4の表面輪郭を測定し、当該表面輪郭から山となる部分の平均高さtと谷となる部分の平均高さとの差を求めて、得ることができる。

【0069】

一方、発光層6の膜厚は特に特定されるものではないが、例えば発光層6の乾燥後の平均膜厚hが100 nm以上の場合において凹入部4 aの平均深さtが100 nm以下であれば、バンク5で規定された領域における発光層6の膜厚を均一にすることができる。

30

【0070】

さらに、発光層6の平均膜厚hと凹入部4 aの平均深さtとの差は20 nm以下であることが好ましい。発光層6の平均膜厚hが凹入部4 aの平均深さtよりも小さ過ぎる場合は(例えば、 $t - h > 20 \text{ nm}$ の場合は)、図6 ( a )に示すように、凹入部4 aの内側面4 dに発光層6と接触していない部分(発光層6が未塗布の部分)が生じ、その部分において電極2、8間のショートが発生するおそれがある。また、発光層6の平均膜厚hが凹入部4 aの平均深さtよりも大き過ぎる場合は(例えば、 $h - t > 20 \text{ nm}$ の場合は)、図6 ( b )に示すように、バンク5の撥液性により発光層6のバンク近傍部分6 cの膜厚が他の部分よりも薄くなり、当該発光層6の断面形状が略凸形となって、膜厚の違いに起因する発光むらが生じるおそれがある。

40

【0071】

なお、凹入部4 aの内側面4 dは発光層6の側面6 bの少なくとも一部に接触していれば良い。例えば、図2や図6 ( b )に示すように発光層6の平均膜厚hが凹入部4 aの平均深さtよりも大きい、若しくは、それらが同じ大きさである場合は、前記発光層6の側面6 bの少なくとも一部である下方側にだけ前記凹入部4 aの内側面4 dが接触する。一方、図6 ( a )に示すように発光層6の平均膜厚hが凹入部4 aの平均深さtよりも小さい場合は、前記発光層6の側面6 bの全体に前記凹入部4 aの内側面4 dが接触する。

【0072】

図7に示すように、ホール注入層4の凹入部4 a内には、例えば、機能層を構成するホ

50

ール輸送層であるI L層(中間層)などの親液性層12が、発光層6の下側に形成されていても良い。この場合は、凹入部4aの内底面4cではなく親液性層12の上面12aにインクが滴下されることになるが、それでも前記上面12aが親液性であるため、バンク5で規定された領域にインクを安定にとどめることができる。但し、親液性層12によって凹入部4aが完全に埋まってしまうと前記凹入部4aの内側面4dがインクと接触しなくなってしまうため、前記親液性層12の平均膜厚gは凹入部4aの平均深さtよりも薄いことが好ましい。ここで、ホール注入層4は第1電極2と同様に十分な薄さを持つ金属酸化物薄膜で構成されているため、図15を用いて上記したように、良好な透明性を有している。

#### 【0073】

バンク5は、樹脂等の有機材料又はガラス等の無機材料で形成されており絶縁性を有する。有機材料の例には、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂、ノボラック型フェノール樹脂等が挙げられ、無機材料の例には、 $SiO_2$ (シリコンオキサイド)、 $Si_3N_4$ (シリコンナイトライド)等が挙げられる。バンク5は、有機溶剤耐性を有することが好ましく、また可視光をある適度透過させることが好ましい。さらに、バンク5はエッチング処理、ベーク処理等がされることがあるので、それらの処理に対する耐性の高い材料で形成されることが好ましい。

#### 【0074】

バンク5は、少なくとも表面が撥液性である。したがって、バンク5を親液性の材料で形成する場合は、撥水処理を施す等して表面を撥液性にする必要がある。

#### 【0075】

また、バンク5は、ピクセルバンクであっても、ラインバンクであっても良い。ピクセルバンクの場合、ピクセルごと発光層6の全周を囲繞するようにバンク5が形成される。一方、ラインバンクの場合、複数のピクセルを列ごと又は行ごとに区切るようにバンク5が形成され、バンク5は発光層6の行方向両側又は列方向両側だけに存在し、発光層6は同列又は同行のものが連続した構成となる。

#### 【0076】

発光層6は、例えば、特開平5-163488号公報に記載のオキシノイド化合物、ペリレン化合物、クマリン化合物、アザクマリン化合物、オキサゾール化合物、オキサジアゾール化合物、ペリノン化合物、ピロロピロール化合物、ナフタレン化合物、アントラセン化合物、フルオレン化合物、フルオランテン化合物、テトラセン化合物、ピレン化合物、コロネン化合物、キノロン化合物及びアザキノロン化合物、ピラゾリン誘導体及びピラゾロン誘導体、ローダミン化合物、クリセン化合物、フェナントレン化合物、シクロペンタジエン化合物、スチルベン化合物、ジフェニルキノン化合物、スチリル化合物、ブタジエン化合物、ジシアノメチレンピラン化合物、ジシアノメチレンチオピラン化合物、フルオレセイン化合物、ピリリウム化合物、チアピリリウム化合物、セレナピリリウム化合物、テルロピリリウム化合物、芳香族アルダジエン化合物、オリゴフェニレン化合物、チオキサンテン化合物、アンスラセン化合物、シアニン化合物、アクリジン化合物、8-ヒドロキシキノリン化合物の金属錯体、2,2'-ビピリジン化合物の金属錯体、シッフ塩とIII族金属との錯体、オキシニ金属錯体、希土類錯体等の蛍光物質で形成されることが好ましい。発光層6が高分子材料からなる層を含む場合は、その層を、例えばインクジェット法、ノズルコート法などの印刷技術によって発光層6を形成することができるため、低分子材料を用いた蒸着法に比べ大判化に対して容易に低コスト化に対応できる効果がある。

#### 【0077】

電子注入層7は、第2電極8から注入された電子を発光層6へ輸送する機能を有し、例えば、バリウム、フタロシアニン、フッ化リチウム、これらの組み合わせ等で形成されることが好ましい。

#### 【0078】

第2電極8は、陽極102と同様の透明電極材料で構成され、陽極102と同様の方法

10

20

30

40

50

で、良好な光透過性を発揮できるように適切な膜厚（3 nm ~ 30 nm）で構成される。

【0079】

封止層9は、発光層6等が水分に晒されたり、空気に晒されたりすることを抑制する機能を有し、例えば、SiN（窒化シリコン）、SiON（酸化窒化シリコン）等の材料で形成される。トップエミッション型の発光素子の場合、光透過性の材料で形成されることが好ましい。

【0080】

（両面発光型素子の課題について）

両面発光型の発光素子を構成する場合、基板の上面方向及び下面方向のいずれに対しても、発光を有効に取り出すことが、素子の発光特性の面において重要である。一方、本願発明者らは、有機EL素子の電荷注入輸送層として金属化合物を適用し、発光特性の向上を図るべく検討を進めている。

10

【0081】

しかしながら、金属化合物は一般に、ある一定の割合で可視光を吸収する性質があるため、発光層からの発光を電荷注入輸送層を通じて外部に取り出す際に光が吸収され、発光効率の損失を招く課題がある。

【0082】

また別の課題として、電荷注入輸送層の表面に形成された凹部の縁が絶縁性の被覆部で覆われていなければ、凹部の縁に電界集中が生じて発光層に局部的に電流が流れうる。その結果、発光面内での輝度ムラや発光層の局部的劣化を招き、製品の短寿命化に至るとい

20

【0083】

特に、発光面内において局所的な発光を生じる場合、発光面内には発光領域と非発光領域が併存する。ここで、素子が両面発光型の発光素子であれば、非発光領域は発光に寄与しない領域となり、単なる透明基板となってしまう。このため発光素子の背景が透過して見えてしまい、発光素子あるいは発光素子を用いた表示パネルの表示性能を低下させるという課題がある。

【0084】

また、インクジェット法によりインク塗布した後に、インクを乾燥する工程において、隣接画素にインクが存在するか否かによって静電的等の影響を受け、有機発光層の厚みが隣接バンクの片方に偏った状態になりうる（この問題について、例えば特開2010-73700号公報の段落0018、図1B、図1C等を参照）。このような偏りの状態では有機発光層が乾燥すると、その膜厚が不均一になり、発光素子に発光ムラが生じ、短寿命化を招く。例えば、複数の発光素子を並設して表示装置を作製した場合、一の発光素子の寿命が短期間で尽きると、装置全体での発光特性が著しく損なわれ、非発光画素や微弱発光画素が発生し、装置全体の寿命までもが短くなる課題がある。

30

【0085】

このような課題に対し、本実施の形態では、バンク5で規定された領域において、上面が沈下してなる電荷注入輸送層（ホール注入層4）の凹部4aに有機発光層6を形成する。このようにホール注入層4のうち、膜厚の比較的薄い凹部4aを利用することで、駆動時において発生した発光層6からの発光の吸収割合を低減できる。

40

【0086】

この効果を具体的に説明する。例えば、電荷注入輸送層として酸化タングステン層を用いた場合、波長400 nmの光透過率は、酸化タングステン膜厚が12 nmでは95%、15 nmでは93%である。また、波長450 nmの光透過率は、酸化タングステン膜厚が12 nmでは97%、15 nmでは95%である。また、波長530 nmの光透過率は、酸化タングステン膜厚が12 nmでは98%、15 nmでは97%である。このようにいずれの波長の光に対し、酸化タングステンの膜厚差がわずか3 nm程度であっても光透過率に相当の差異が生じる。膜厚差が大きくなれば、光透過率の差も比例して大きくなる。

50

## 【 0 0 8 7 】

複数の膜が積層された構成を持つ発光素子等のデバイスの光透過率は、各層の光透過率の積で表される。従って、光透過率を100%に近づけるように、各層の光透過率を改善することが重要である。特に、材料開発が困難な青色発光を行う場合には、発光効率の向上を図る上で、本実施の形態を適用すると、光透過率の効果的な改善を期待でき、デバイスとしてのトータルの特性改善対策として有効である。このように、バンクで規定された電荷注入輸送層の領域内を凹入構造にすれば、発光領域の光透過率を向上させ、両面発光型の発光素子を良好に実現できる。なお、凹部4a(凹入構造)の深さとしては、概ね5nm~30nm程度が好ましい。

## 【 0 0 8 8 】

また、本実施の形態では、バンク5は少なくとも表面が撥液性になっている。一方、電荷注入輸送層(ホール注入層4)の表面は、バンク5の表面と比較して、親液性のある金属化合物からなり、且つ、ホール注入層4は、バンク5で規定された領域においては、バンク5の底面のレベルよりも沈下した凹部4a(凹入構造)をなすように構成されている。これにより、バンク5に規定される領域内では、製造時に安定してインクの液滴を収めることができる。また、インクの乾燥工程においても、いずれかのバンク5側に偏ってインクが乾燥することが防止され、均一な膜厚の有機発光層6を形成でき、発光ムラに起因する発光素子及び発光装置の短寿命化を防止できる。

## 【 0 0 8 9 】

さらに、本実施の形態では、ホール注入層4の凹部4aの縁がバンク5の一部で被覆されていることによっても、発光面内における局所的な発光を防止し、所望する発光領域全体にわたる均一な発光を期待できる。このように発光面内に発光に寄与しない領域が形成されることがないため、発光層で生じた光は上面及び下面の双方にわたって優れた発光効率で外部に取り出される(図1の矢印参照)。その結果、両面発光素子の背景を透過させることなく、所望する発光あるいは表示を実現できるようになっている。

## 【 0 0 9 0 】

## &lt; 発光素子の製造方法 &gt;

図8は、第1の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図であり、図9は、図8に続く第1の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。

## 【 0 0 9 1 】

第1の実施形態に係る発光素子の製造工程では、まず、図8(a)に示すように、ガラス製の基板1上に真空プロセスを用いて第1電極2を形成する。真空プロセスとしては、真空蒸着法、スパッタリング、電子ビーム法、CVD法、イオンプレーティング等、公知のプロセスを利用できる。このうちスパッタリングによりAg薄膜を形成する場合は、例えば公知のDCマグネトロンスパッタリング方式を利用したスパッタリング装置を用いる。チャンパーにアルゴンガス等の不活性ガスを所定圧力(例えば $3 \times 10^{-1}$  Pa)で満たし、基板1の表面に一樣に成膜する。その後、Ag薄膜をフォトリソグラフィでパターンニングすることによりマトリックス状に第1電極2を形成する。

## 【 0 0 9 2 】

或いは、真空蒸着法による場合は、抵抗加熱式が好適である。具体的には所定の透明電極材料を入れた蒸着ペレット、または粒子を真空蒸着装置の抵抗加熱ボートまたは抵抗加熱フィラメントに入れる。そして、所定の基板ホルダーに基板1を取り付け、チャンパー内を $5 \times 10^{-4}$  Paまで減圧し、基板温度を10~100程度に加熱し、蒸着速度を20nm/sec以下に設定して成膜実施する。その後は上記のように、成膜された蒸着膜についてパターンニングを行う。

## 【 0 0 9 3 】

次に、図8(b)に示すように、基板1上に、真空プロセスを用いて第1電極2を形成する。真空プロセスとしては、真空蒸着法、スパッタリング、電子ビーム法、CVD法、イオンプレーティング等、公知のプロセスを利用できる。このうちスパッタリングによりAg薄膜を形成する場合は、例えば公知のDCマグネトロンスパッタリング方式を利用し

10

20

30

40

50

たスパッタリング装置を用いる。チャンバーにアルゴンガス等の不活性ガスを所定圧力（例えば  $3 \times 10^{-1} \text{Pa}$ ）で満たし、基板 1 の表面に一様に成膜する。例えばと同様の真空プロセス（例えばスパッタリング）により ITO 薄膜を形成し、当該 ITO 薄膜を例えばフォトリソグラフィによりパターンニングすることにより ITO 層 3 を形成する。

【0094】

続いて、所定の溶剤に対して溶解可能である金属化合物を含む薄膜 11 を形成する。例えば、 $\text{WO}_x$  又は  $\text{MoWO}_x$  を含む組成物を用いて、真空蒸着法、スパッタ法などによって、基板 1 の上面側全体に亘って均一な膜厚となるように、 $\text{WO}_x$  又は  $\text{MoWO}_x$  の薄膜 11 を形成する。

【0095】

次に、図 8 (c) に示すように、例えばフォトリソグラフィ法によって各ピクセル領域（第 1 電極 2 が配置された領域）を取り囲むようにバンク 5 を形成する。

その場合、例えば、薄膜 11 上に塗布等によりバンク材料としてのレジスト材料を含むバンク膜としてのレジスト膜（例えば感光性有機樹脂膜）を形成し、さらに当該レジスト膜を露光して露光パターンとしてのレジストパターンを形成し、その後、所定の現像液（テトラメチルアンモニウムヒドロキシオキサイド（TMAH）溶液等）を用いた現像法により現像処理としてエッチング処理し、レジスト膜の所望の部位を除去しバンク 5 のパターンを形成する。この後、必要に応じ、中性洗剤（或いは水系もしくは非水系の剥離剤）と純水を用いて洗浄処理し、レジスト残渣を除去しても良い。なお、バンク 5 を無機物材料で形成する場合は、例えば CVD 法等を用いる。エッチング後に残った薄膜 11 の表面に付着するレジスト残渣は、例えばフッ酸等で除去する。さらに、必要に応じてバンク 5 の表面に撥液処理を施す。

【0096】

次に、図 8 (d) に示すように、薄膜 11 の一部を溶かして凹入部 4 a を形成しホール注入層 4 とする。これにより、ホール注入層 4 は、バンク 5 で規定された領域だけが他の領域よりも膜厚が薄い構成となる。ここで薄膜 11 は、純水や TMAH 溶液に溶けやすい性質を持つ。従って凹入部 4 a の形成は、例えば、レジスト残渣除去後のバンク 5 表面に残留するフッ酸等の不純物を純水で洗浄する純水洗浄の際に、その純水で薄膜 11 上面におけるバンク 5 で規定された領域を溶かすことによって行う。その場合、所定の溶剤とは純水であり、凹入部 4 a の深さ及び形状は純水洗浄の条件を変えることにより適宜調整可能である。

【0097】

具体的な方法としては、例えば、スピコーターで基板 1 を回転させておき、回転中の基板 1 上に純水（例えば室温）を垂らして洗浄する。その後、基板 1 を回転させ続けながら純水を垂らすのを止めて水を切る。この場合、純水を垂らす時間により凹入部 4 a の深さ及び形状を調節可能である。また、薄膜 11 の溶解速度は純水の温度によっても変わるため、純水の温度によって凹入部 4 a の深さ及び形状を調節することも可能である。

【0098】

凹入部 4 a の形成方法は上記に限定されない。例えば、バンク 5 を形成後、薄膜 11 の表面に付着するレジスト残渣を純水等の洗浄液を用いて洗浄すると共に、前記洗浄液により前記薄膜 11 の一部を溶解させて凹入部 4 a を形成しても良い。その場合、所定の溶剤とは洗浄液である。また、現像液により、レジスト膜をエッチング処理してバンク 5 を形成すると共に、前記現像液により薄膜 11 の表面に付着するレジスト残渣を洗浄し、かつ、前記薄膜 11 の一部を溶解させて凹入部 4 a を形成しても良い。その場合、現像液が所定の溶剤である。

【0099】

バンク形成処理の際に用いられる洗浄液や現像液などの溶剤を用いて薄膜 11 を溶解させホール注入層 4 を形成する場合は、凹入部 4 a を形成するために別途に所定の溶剤を用いる必要がなく、また、前記凹入部 4 a を形成するための追加の工程を実施する必要もないため、生産効率が良い。

10

20

30

40

50



## 【0100】

なお、凹入部4aの形成は上記所定の溶剤を用いる場合に限定されず、例えば、まず、スパッタとフォトリソを用いて第1電極2が配置された領域を除いた全ての領域にWOx又はMoWOxの薄膜を形成し、その上から全ての領域にWOx又はMoWOxの薄膜を形成することによって、第1電極2が配置された領域に凹型のホール注入層4を形成する等他の方法で行っても良い。

## 【0101】

次に、図9(e)に示すように、バンク5で規定された領域内に例えばインクジェット法によりインクを滴下し、そのインクをホール注入層4の内底面4cおよび内側面4dに沿って塗布して乾燥させて発光層6を形成する。なお、ディスペンサー法、ノズルコート法、スピコート法、凹版印刷、凸版印刷等によりインクを滴下しても良い。

10

## 【0102】

次に、図9(f)に示すように、例えば真空蒸着により電子注入層7となるバリウム薄膜を形成する。その後図9(g)に示すように、例えば第1電極2と同様の真空プロセス(例えばスパッタリング)により第2電極8となるITO薄膜を形成する。なお、この時点では発光層6が形成されているため、熱的影響や簡便性を考慮すると、基板1の加熱温度が比較的低いスパッタリングや真空蒸着法で第2電極8を成膜することが好適である。但し、スパッタリングに伴って発生するプラズマによって、発光層6が損傷しないように成膜強度に留意する。

20

## 【0103】

次に、図9(h)に示すように、さらに封止層9を形成する。

## 【0104】

上記製造方法によれば、一旦、一様な厚みの薄膜11を形成した後、現像液または純水を用いたレジスト残渣の洗浄時において、その表面部分を一部溶解させ、凹入構造を持つように形成することで、発光領域における厚み部分を薄くし、ホール注入4を形成する。このように、実際の成膜プロセスにおいては、最初から薄い膜を形成するよりも、一旦厚い膜を形成し、その後、厚みを調節する方が、安定した生産性を発揮できる。

## 【0105】

すなわち一般に、成膜プロセスにおいて非常に薄い膜を成膜する場合には、成膜開始から終了までを比較的短い時間で実施する必要があるが、このような薄い膜は、膜厚、膜質等が安定せず、バラツキが生じやすい。これは、成膜条件が安定するまでの時間(例えばスパッタ法では、放電によってチャンバー内にプラズマを生成し、プラズマ状態が安定するまでの時間)においても成膜がなされるため、この時間内に成膜された不安定な特性を持つ膜の厚みの全膜厚に占める割合が大きくなるからである。これに対し上記製造方法によれば、最初に一定の厚みの薄膜11を形成した後、部分的に表面を溶解させて凹入構造を形成することにより、電荷注入輸送性能に優れ、かつ発光領域では膜厚の薄いホール注入層4を効率よく作製できるので有利である。

30

## 【0106】

## [第2の実施形態]

第2の実施形態に係る発光素子は、ホール注入層の下にITO層が形成されていない点、及び、ホール注入層の上に保護膜が形成される点が、第1の実施形態に係る発光素子とは大きく異なる。以下では、第1の実施形態と異なる点について重点的に説明し、第1の実施形態と同様の点については重複を避けるため説明を簡略若しくは省略する。

40

## 【0107】

## &lt;発光素子の構成&gt;

図10は、第2の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。図10に示すように、第2の実施形態に係る発光素子は、基板101上に陽極である第1電極102が形成されており、その上に電荷注入輸送層としてのホール注入層104及び保護層110がその順で積層されている。なお、ホール注入層104が基板101の上面側全体に亘って形成されているのに対し、保護層110は第1電極102の上方には形成され

50

ていない。また、第1電極102とホール注入層104との間にITO層は介在していない。

#### 【0108】

ホール注入層104上にはピクセルを区画するバンク105が形成されており、バンク105で区画された領域内に発光層106が積層され、発光層106の上には、電子注入層107、陰極である第2電極108及び封止層109が、それぞれバンク105で区画された領域を超えて隣のピクセルのものと連続するように形成されている。

#### 【0109】

##### <発光素子の製造方法>

図11は、第2の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。第2の実施形態に係る発光素子の製造工程では、まず、図11(a)に示すように、ガラス製の基板101上にAl(アルミニウム)系の材料で第1電極102を形成し、その上に、後にホール注入層104となるWOx又はMoWOxの薄膜111を形成し、さらにその上に、後に保護層110となるWOx又はMoWOxの薄膜112を形成する。当該薄膜112はバンク105形成時のエッチングの際にホール注入層104を保護する機能を有する。

10

#### 【0110】

次に、図11(b)に示すように、薄膜112上にバンク105を形成する。具体的には、薄膜112上にレジスト材料を含むレジスト膜を形成し、さらに当該樹脂膜上にレジストパターンを形成し、その後現像液によりエッチング処理してレジスト膜の所望の部位を除去し、バンク105のパターンを形成する。なお、形成後のバンク105表面に残ったフッ酸等の不純物は純水等の洗浄液で洗浄し除去するが、その洗浄液によって薄膜112の上面におけるバンク105で規定された領域が溶けて沈下する。

20

#### 【0111】

さらに、図11(c)に示すように、洗浄液による処理を続けると、薄膜112のバンク105で規定された領域の全てが溶けて保護層110の状態になる。そして、薄膜112が溶けたことによって薄膜111が露出するため、当該薄膜111の上面におけるバンク105で規定された領域が溶けて沈下し、凹入部104aが形成される。このようにしてホール注入層104が形成される。

#### 【0112】

次に、図11(d)に示すように、バンク105で規定された領域内に発光層106を形成する。その後の工程は第1の実施形態に係る工程と同じであるため省略する。

30

#### 【0113】

##### [第3の実施形態]

第3の実施形態に係る発光素子は、ホール注入層が形成されている領域が、第2の実施形態に係る発光素子とは大きく異なる。以下では、第2の実施形態と異なる点について重点的に説明し、第2の実施形態と同様の点については重複を避けるため説明を簡略若しくは省略する。

#### 【0114】

##### <発光素子の構成>

図12は、第3の実施形態に係る発光素子の各層の積層状態を示す模式図である。図12に示すように、第3の実施形態に係る発光素子は、基板201上に陽極である第1電極202が形成されており、その上に電荷注入輸送層としてのホール注入層204及び保護層210がその順で積層されている。ホール注入層204は、基板1の上面全体に亘って形成されておらず、第1電極202上及び当該第1電極202の周辺部のみに形成されている。一方、保護層210は第1電極202の上方には形成されていない。

40

#### 【0115】

ホール注入層204上にはピクセルを区画するバンク205が形成されており、バンク205で区画された領域内に発光層206が積層され、発光層206の上には、電子注入層207、陰極である第2電極208及び封止層209が、それぞれバンク205で区画

50

された領域を超えて隣のピクセルのものと連続するように形成されている。

【 0 1 1 6 】

< 発光素子の製造方法 >

図 1 3 は、第 3 の実施形態に係る発光素子の製造方法を説明する工程図である。第 3 の実施形態に係る発光素子の製造工程では、まず、図 1 3 ( a ) に示すように、ガラス製の基板 1 0 1 上に A 1 系の材料で第 1 電極 1 0 2 を形成し、次に、第 1 電極 1 0 2 の露出面 ( 上面及び側面 ) を酸化させることによってホール注入層 2 0 4 となる酸化膜 2 1 1 を形成し、さらにその上に、後に保護層 2 1 0 となる W O x 又は M o W O x の薄膜 2 1 2 を形成する。

【 0 1 1 7 】

次に、図 1 3 ( b ) に示すように、薄膜 2 1 2 上にバンク 2 0 5 を形成する。バンク 2 0 5 表面に残ったフッ酸等の不純物は純水等の洗浄液で洗浄し除去するが、その洗浄液によって薄膜 2 1 2 上面のバンク 2 0 5 で規定された領域が溶けて沈下する。

【 0 1 1 8 】

さらに、図 1 3 ( c ) に示すように、洗浄液による処理を続けると、薄膜 2 1 2 はバンク 2 0 5 で規定された領域が全て溶けて最終形態である保護層 2 1 0 の状態になる。また、薄膜 2 1 2 が溶けたことによって酸化膜 2 1 1 のバンク 2 0 5 で規定された領域が露出するため、その領域の上面も溶けて沈下し、凹入部 2 0 4 a が形成される。このようにしてホール注入層 2 0 4 が形成される。

【 0 1 1 9 】

次に、図 1 3 ( d ) に示すように、バンク 2 0 5 で規定された領域内に発光層 2 0 6 を形成する。その後の工程は第 1 の実施形態に係る工程と同じであるため省略する。

【 0 1 2 0 】

[ 第 4 の実施形態 ]

図 1 4 は、第 4 の実施形態に係る表示装置等を示す斜視図である。図 1 4 に示すように、本発明の一態様に係る表示装置 3 0 0 は、R、G、又は B の光を出射する各ピクセルが行方向及び列方向にマトリクス状に規則的に配置されてなる有機 E L ディスプレイであって、各ピクセルが本発明の一態様に係る発光素子で構成されている。ここで、当該表示装置 3 0 0 は両面からの画像表示を見ることが可能である。

【 0 1 2 1 】

[ 変形例 ]

以上、本実施の形態に係る発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法を実施の形態に基づいて具体的に説明してきたが、本発明の一態様に係る発光素子、表示装置、および発光素子の製造方法は、上記の実施の形態に限定されない。

【 0 1 2 2 】

例えば、電荷注入輸送層は、ホール注入層に限定されず、ホール輸送層、ホール注入兼輸送層であっても良い。また、第 1 電極が陰極、第 2 電極が陽極であっても良く、その場合は、電荷注入輸送層が電子注入層、電子輸送層、又は電子注入兼輸送層であっても良い。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 2 3 】

本発明は、平面光源及びフラットディスプレイ等に用いられる有機 E L 表示装置に利用可能である。

【 符号の説明 】

【 0 1 2 4 】

- 2、1 0 2、1 0 2 第 1 電極
- 4、1 0 4、2 0 4 電荷注入輸送層
- 4 a 凹入部
- 4 c 凹入部の内底面
- 4 d 凹入部の内側面

10

20

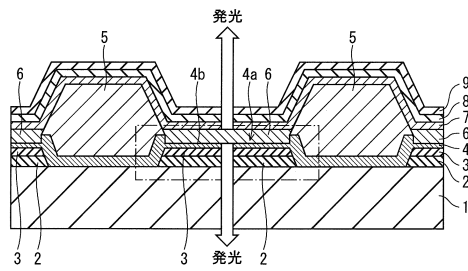
30

40

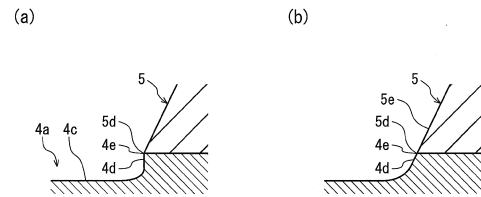
50

- 4 e 上部側の端縁
- 5、105、205 バンク
- 5 a バンクの底面
- 5 d バンクの下端縁
- 6、106、206 発光層
- 6 a 発光層の底面
- 6 b 発光層の側面
- 8、108、208 第2電極
- 300 表示装置

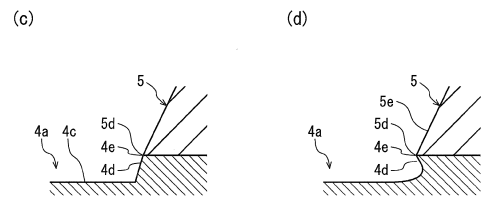
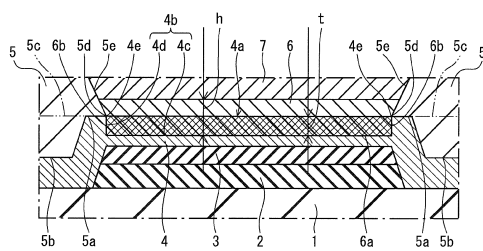
【図1】



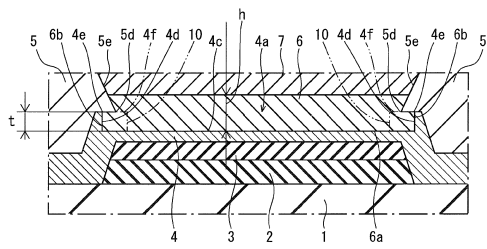
【図3】



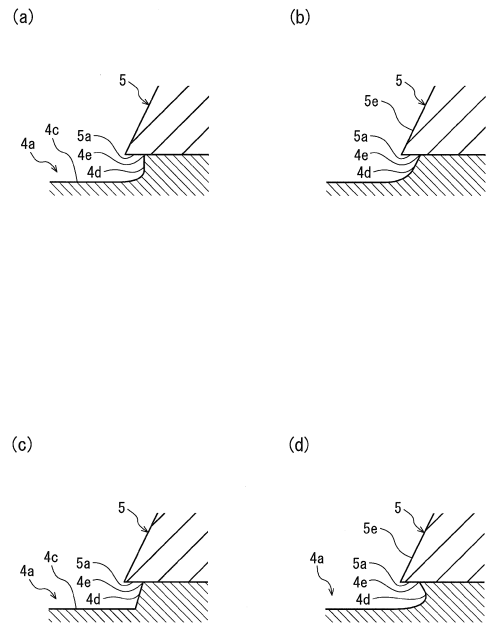
【図2】



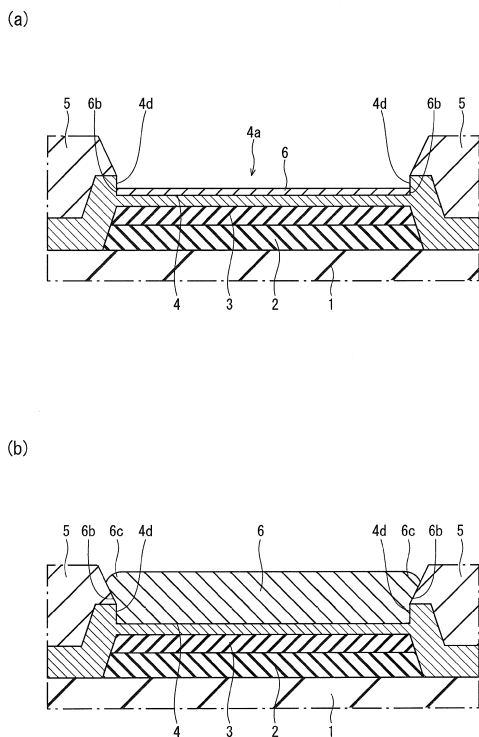
【 図 4 】



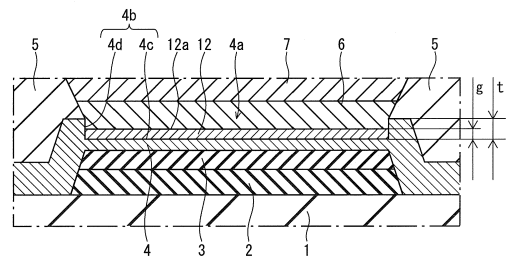
【 図 5 】



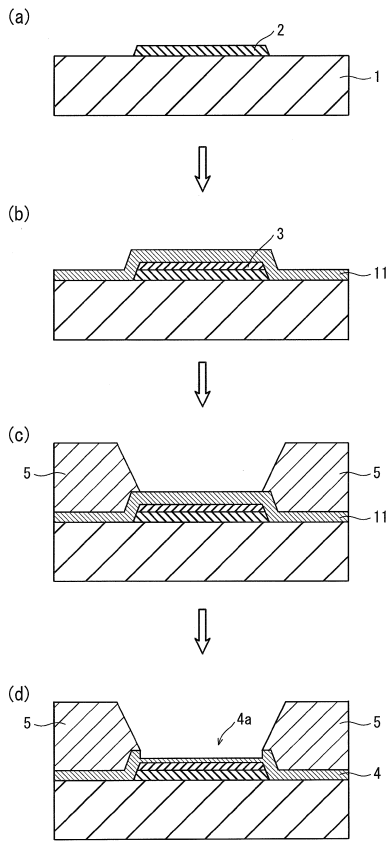
【 図 6 】



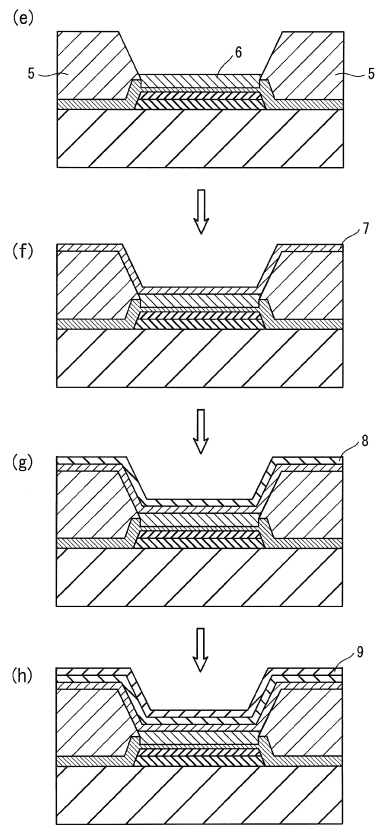
【 図 7 】



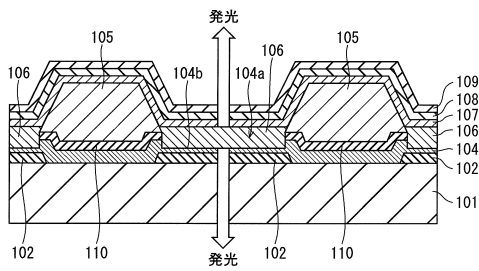
【図8】



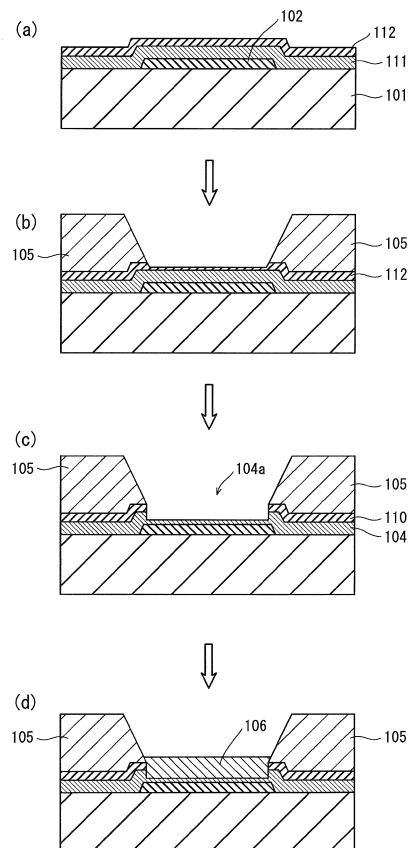
【図9】



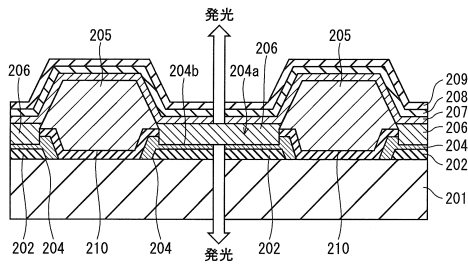
【図10】



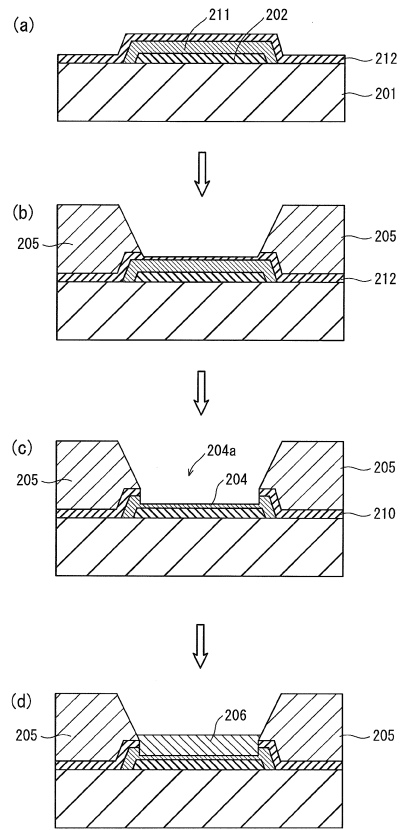
【図11】



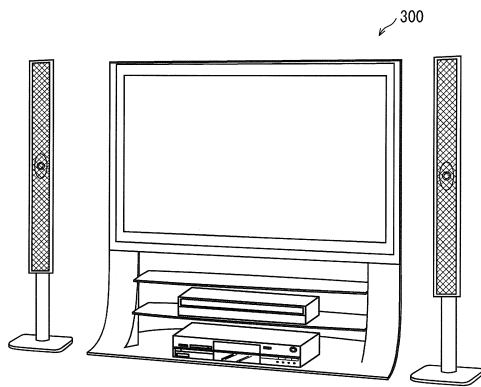
【図 12】



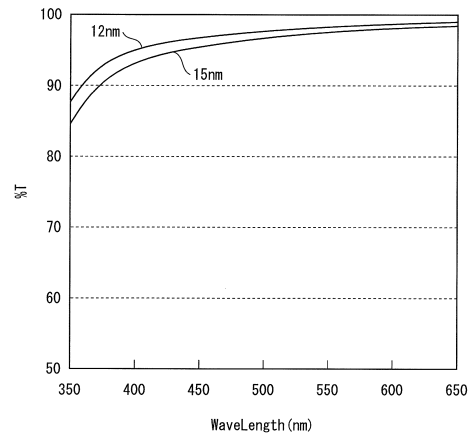
【図 13】



【図 14】



【図 15】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
 H 0 1 L 27/32 (2006.01) H 0 5 B 33/10  
 G 0 9 F 9/30 (2006.01) G 0 9 F 9/30 3 6 5

(74)代理人 100175411  
 弁理士 土田 幸雄  
 (74)代理人 100174861  
 弁理士 中島 安洋  
 (74)代理人 100148194  
 弁理士 小林 義周  
 (72)発明者 原田 健史  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内  
 (72)発明者 西山 誠司  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内  
 (72)発明者 小松 隆宏  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内  
 (72)発明者 竹内 孝之  
 大阪府門真市大字門真1006番地 パナソニック株式会社内

審査官 池田 博一

(56)参考文献 国際公開第2008/149498(WO,A1)  
 特開2010-103374(JP,A)  
 特開2010-010670(JP,A)  
 特開2005-267926(JP,A)  
 国際公開第2010/092797(WO,A1)  
 国際公開第2010/092795(WO,A1)  
 特開2009-54582(JP,A)  
 特開2010-33972(JP,A)  
 特開2007-95606(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)  
 H 0 1 L 5 1 / 5 0  
 H 0 1 L 2 7 / 3 2  
 H 0 5 B 3 3 / 1 0  
 H 0 5 B 3 3 / 1 2  
 H 0 5 B 3 3 / 2 2