

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4439260号
(P4439260)

(45) 発行日 平成22年3月24日 (2010.3.24)

(24) 登録日 平成22年1月15日 (2010.1.15)

(51) Int. Cl.	F I	
HO5B 33/10 (2006.01)	HO5B 33/10	
HO1L 51/50 (2006.01)	HO5B 33/14	A
HO5B 33/24 (2006.01)	HO5B 33/24	
GO9F 9/30 (2006.01)	GO9F 9/30	365B
HO1L 27/32 (2006.01)	GO9F 9/30	365Z

請求項の数 12 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2003-435821 (P2003-435821)	(73) 特許権者	000001889 三洋電機株式会社 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(22) 出願日	平成15年12月26日 (2003.12.26)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
(65) 公開番号	特開2005-197010 (P2005-197010A)	(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
(43) 公開日	平成17年7月21日 (2005.7.21)	(72) 発明者	鈴木 浩司 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三洋電機株式会社内
審査請求日	平成18年12月1日 (2006.12.1)	審査官	本田 博幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも1層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも2種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、

前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、少なくとも2種類の射出波長の画素において同一の材料からなる多結晶層と、非晶質層を含む透明導電性金属酸化物の多層積層体を形成すると共に、1種類の射出波長の画素について前記多層積層体を前記

10

多結晶層と、非晶質層のエッチングレートの相違を利用して前記非晶質層をエッチングで除去し、
少なくとも2種類の射出波長の異なる画素間で、透明導電性金属酸化物層の残存層数を変え、前記光学長を調整するための前記導電性共振スペーサ層としての合計厚を変えること特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項2】

請求項1に記載の表示装置の製造方法において、

前記透明導電性金属酸化物層は、積層後、フォトリソグラフィによって画素毎の形状にパターンニングすることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項3】

20

請求項 1 又は請求項 2 に記載の表示装置の製造方法において、

前記透明導電性金属酸化物層は、非晶質状態で形成し、この層をアニールして得た多結晶透明導電性金属酸化物層をエッチングストップパとして用い、該多結晶透明導電性金属酸化物層の上に形成される非晶質の透明導電性金属酸化物層を前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域から選択的にエッチング除去することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 4】

複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも 1 層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも 2 種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、

10

前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、前記画素毎に、透明導電性金属酸化物を含み、前記光学長を調整する導電性共振スペーサ層を形成し、

該導電性共振スペーサ層の形成に際し、

前記下部反射膜の形成後、各画素領域に、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの非晶質スペーサ層を形成し、

前記非晶質スペーサ層を多結晶化アニールして多結晶スペーサ層を形成し、

前記多結晶スペーサ層の上に、さらに前記多結晶スペーサ層を構成する導電性金属酸化物と同一材料の非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの非晶質スペーサ層を形成し、前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域において、前記多結晶スペーサ層をエッチングストップパとして、前記非晶質スペーサ層をエッチング除去し、

20

少なくとも、前記非晶質スペーサ層の除去された画素領域と、前記多結晶スペーサ層及び前記非晶質スペーサ層を残した画素領域とで、前記導電性共振スペーサ層の最終的な合計厚を変えることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 5】

複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも 1 層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも 2 種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、

30

前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、前記画素毎に、透明導電性金属酸化物を含み、前記光学長を調整する導電性共振スペーサ層を形成し、

該導電性共振スペーサ層の形成に際し、

前記下部反射膜の形成後、各画素領域に、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第 1 スペーサ層を形成し、

前記第 1 スペーサ層をアニールして前記導電性金属酸化物を多結晶化し多結晶の第 1 スペーサ層を形成した後、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第 2 スペーサ層を形成し、

前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域において、前記多結晶の第 1 スペーサ層をエッチングストップパとして、前記非晶質の第 2 スペーサ層をエッチング除去し、

40

前記非晶質の第 2 スペーサ層をアニールして多結晶の第 2 スペーサ層を形成した後、さらに非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第 3 スペーサ層を形成し、

前記複数の画素のうち一部の画素領域において、前記第 3 スペーサ層の下層に形成されている前記多結晶の第 2 スペーサ層又は前記多結晶の第 1 スペーサ層をエッチングストップパとして、前記第 3 スペーサ層をエッチング除去し、

前記第 3 スペーサ層及び第 2 スペーサ層及び第 1 スペーサ層の積層体を有する画素領域と、前記第 2 スペーサ層及び前記第 1 スペーサ層の積層体又は前記第 3 スペーサ層及び第 1 スペーサ層の積層体を有する画素領域と、前記第 1 スペーサ層のみを有する画素領域とで、最終的に少なくとも 3 種類の厚さの前記導電性共振スペーサ層を同一表示装置内に形

50

成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 6】

請求項 4 又は請求項 5 に記載の表示装置の製造方法において、
前記非晶質の各スペーサ層は、積層後、フォトリソグラフィによって画素毎の形状にパターンニングすることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、
前記透明導電性金属酸化物は、インジウムスズ酸化物であることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 8】

請求項 3 ~ 請求項 7 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、
前記導電性共振スペーサ層の形成時において、同一のエッチング剤に対する非晶質の透明導電性金属酸化物層又は非晶質スペーサ層のエッチングレートが、多結晶の透明導電性金属酸化物層又は多結晶スペーサ層のエッチングレートの 10 倍以上であり、
前記エッチング剤に対し、前記多結晶の透明導電性金属酸化物又は前記多結晶スペーサ層をエッチングストップパとして用いることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 9】

請求項 3 ~ 請求項 8 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、
前記多結晶の透明導電性金属酸化物層又は前記多結晶スペーサ層をエッチングストップパとしたエッチングは、塩酸及び硝酸を含む水溶液を用いたウエットエッチングであることを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 10】

請求項 3 ~ 請求項 6 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、
前記下部反射膜を形成した後、大気に曝すことなく、前記下部反射膜上に第 1 層目のスペーサ層として、非晶質状態の導電性金属酸化物層を形成することを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 11】

請求項 10 に記載の表示装置の製造方法において、
前記下部反射膜は、銀、金、白金、アルミニウム又はこれらのいずれかの合金を含むことを特徴とする表示装置の製造方法。

【請求項 12】

請求項 1 ~ 請求項 11 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、
前記導電性共振スペーサ層は、前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間に設けられ、前記有機発光素子層に電荷を供給する電極であることを特徴とする表示装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は表示装置、特に微小共振器構造を備えたカラー表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、薄型で小型化の可能なフラットパネルディスプレイ (FPD) が注目されており、この FPD の中でも代表的な液晶表示装置は、既に様々な機器に採用されている。また、現在、自発光型のエレクトロルミネッセンス (以下 EL という) 素子を用いた発光装置 (表示装置や光源)、特に採用する有機化合物材料によって多様な発光色で高輝度発光の可能な有機 EL 表示装置については、その研究開発が盛んに行われている。

【0003】

この有機 EL 表示装置では、液晶表示装置のようにバックライトからの光の透過率をその前面にライトバルブとして配置した液晶パネルが制御する方式と異なり、上述のように自発光型であるため、本質的に光の利用効率、すなわち外部への光の取り出し効率が低い

10

20

30

40

50

ため高輝度発光が可能である。

【0004】

しかし、現在提案されている有機EL素子の発光輝度はまだ十分でなく、また、発光輝度を向上させるために有機層への注入電流を増大させると有機層の劣化が早まってしまうという問題がある。

【0005】

このような問題を解消するための方法として、下記特許文献1や、非特許文献1などに提案されているように、EL表示装置に微小共振器を採用し、特定波長における光強度を増強する方法が考えられる。

【0006】

【特許文献1】特開平06-275381号公報

【非特許文献1】中山隆博、角田敦「光共振機構を導入した素子」応用物理学会 有機分子・バイオエレクトロニクス分科会 1993年第3回講習会 p135 - p143

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

有機EL素子に上記微小共振器構造を採用する場合、素子の背面側の電極に、反射鏡として機能する金属電極（例えば陰極）を設け、素子の前面（基板側）に半透過鏡を設け、この半透過鏡と金属電極との間の光学長Lが発光波長 に対し、下記式（1）

$$2nL = (m + 1/2) \cdot \dots \quad (1)$$

の関係を示すように設計することで、波長 を選択的に増強して外部に射出することが可能となる。なお、ここでnは、屈折率、mは、整数（0, 1, 2, 3, …）である。

【0008】

このような関係は、射出波長が単一波長、つまり、モノクロの有機EL表示装置や、平面光源として採用する場合には設計が比較的容易である。

【0009】

しかし、フルカラーの有機EL表示装置を製造する場合、1つの表示パネル内で増強すべき波長が、例えばR, G, Bの3種類存在する。従って、画素毎に異なる波長の光を増強する必要があり、そのためには射出する波長毎に画素の半透過鏡と金属電極との光学長Lを変えなければならない。

【0010】

一方で、表示装置においては、集積回路などに採用される半導体デバイスとは異なり、その表示自体が観察者に視認されるため、全ての画素において高い表示品質を安定して達成しなければ、表示装置として実際に採用することができない。

【0011】

そのため、例えば上記共振器構造は、理論上、フルカラーの表示装置であれば射出波長毎に画素の光学長を設定すれば良いが、それぞれ異なる厚さとなるように各画素を別々に製造したのでは、製造の工程数の増加、製造の複雑化が避けられず、深刻な品質の低下とばらつきを招いてしまう。特に有機EL表示装置では、現在、表示品質の安定性に課題を残していることから、単純に共振器構造を採用すると、表示装置の量産をする際に、歩留りの低下と、製造コストの増大が著しくなってしまう。したがって、EL表示装置への微小共振器は、研究レベルから進展していなかった。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明は、微小共振器を実現するためになされ、複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも1層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも2種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、少なくとも2種類の射出波長の画

10

20

30

40

50

素において同一の材料からなる多結晶層と、非晶質層を含む透明導電性金属酸化物の多層積層体を形成すると共に、1種類の射出波長の画素について前記多層積層体を前記多結晶層と、非晶質層のエッチングレートの相違を利用して前記非晶質層をエッチングで除去し、少なくとも2種類の射出波長の異なる画素間で、透明導電性金属酸化物層の残存層数を変え、前記光学長を調整するための前記導電性共振スペーサ層としての合計厚を変える。

【0013】

本発明の他の態様では、上記製造方法において、前記透明導電性金属酸化物層は、積層後、フォトリソグラフィによって画素毎の形状にパターンニングする。

【0014】

本発明の他の態様では、上記製造方法において、前記透明導電性金属酸化物層は、非晶質状態で形成し、この層をアニールして得た多結晶透明導電性金属酸化物層をエッチングストッパとして用い、該多結晶透明導電性金属酸化物層の上に形成される非晶質の透明導電性金属酸化物層を前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域から選択的にエッチング除去する。

【0015】

本発明の他の態様では、複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも1層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも2種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、前記画素毎に、透明導電性金属酸化物を含み、前記光学長を調整する導電性共振スペーサ層を形成し、該導電性共振スペーサ層の形成に際し、前記下部反射膜の形成後、各画素領域に、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの非晶質スペーサ層を形成し、前記非晶質スペーサ層を多結晶化アニールして多結晶スペーサ層を形成し、前記多結晶スペーサ層の上に、さらに前記多結晶スペーサ層を構成する導電性金属酸化物と同一材料の非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの非晶質スペーサ層を形成し、前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域において、前記多結晶スペーサ層をエッチングストッパとして、前記非晶質スペーサ層をエッチング除去し、少なくとも、前記非晶質スペーサ層の除去された画素領域と、前記多結晶スペーサ層及び前記非晶質スペーサ層を残した画素領域とで、前記導電性共振スペーサ層の最終的な合計厚を変える。

【0016】

本発明の他の態様では、複数の画素を備え、各画素は、下部反射膜と、該下部反射膜の上方に、間に少なくとも1層の有機発光素子層を挟んで形成された上部反射膜と、の間に構成された微小共振器を備え、該微小共振器の前記下部反射膜と前記上部反射膜との層間距離に応じた光学長が、射出波長に応じて画素間で異なり、少なくとも2種類の波長の射出光によりカラー表示を行う表示装置の製造方法であって、前記下部反射膜の形成後、前記有機発光素子層の形成前に、前記画素毎に、透明導電性金属酸化物を含み、前記光学長を調整する導電性共振スペーサ層を形成し、該導電性共振スペーサ層の形成に際し、前記下部反射膜の形成後、各画素領域に、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第1スペーサ層を形成し、前記第1スペーサ層をアニールして前記導電性金属酸化物を多結晶化し多結晶の第1スペーサ層を形成した後、非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第2スペーサ層を形成し、前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素領域において、前記多結晶の第1スペーサ層をエッチングストッパとして、前記非晶質の第2スペーサ層をエッチング除去し、前記非晶質の第2スペーサ層をアニールして多結晶の第2スペーサ層を形成した後、さらに非晶質の導電性金属酸化物からなる所定厚さの第3スペーサ層を形成し、前記複数の画素のうち一部の画素領域において、前記第3スペーサ層の下層に形成されている前記多結晶の第2スペーサ層又は前記多結晶の第1スペーサ層をエッチン

10

20

30

40

50

グストップパとして、前記第3スペーサ層をエッチング除去し、前記第3スペーサ層及び第2スペーサ層及び第1スペーサ層の積層体を有する画素領域と、前記第2スペーサ層及び前記第1スペーサ層の積層体又は前記第3スペーサ層及び第1スペーサ層の積層体を有する画素領域と、前記第1スペーサ層のみを有する画素領域とで、最終的に少なくとも3種類の厚さの前記導電性共振スペーサ層を同一表示装置内に形成する。

【0017】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記非晶質の各スペーサ層は、積層後、フォトリソグラフィによって画素毎の形状にパターンニングする。

【0018】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記透明導電性金属酸化物は、インジウムスズ酸化物である。

10

【0019】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記導電性共振スペーサ層の形成時において、同一のエッチング剤に対する非晶質の透明導電性金属酸化物層又は非晶質のスペーサ層のエッチングレートが、多結晶の透明導電性金属酸化物層又は多結晶のスペーサ層のエッチングレートの10倍以上であり、前記エッチング剤に対し、前記多結晶の透明導電性金属酸化物又は多結晶のスペーサ層をエッチングストップパとして用いる。

【0020】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、多結晶透明導電性金属酸化物層又は多結晶スペーサ層をエッチングストップパとしたエッチングは、塩酸及び硝酸を含む水溶液を用いたウエットエッチングである。

20

【0021】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記下部反射膜を形成した後、大気に曝すことなく、前記下部反射膜上に一層目のスペーサ層として、非晶質状態の導電性金属酸化物層を形成すること。

【0022】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記下部反射膜は、銀、金、白金、アルミニウム又はこれらのいずれかの合金を含む。

【0023】

本発明の他の態様では、上記表示装置の製造方法において、前記導電性共振スペーサ層は、前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間に設けられ、前記有機発光素子層に電荷を供給する電極である。

30

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、表示装置の各画素に、射出波長（増強波長）毎に微小光共振器を容易かつ正確に形成することができる。特にフォトリソグラフィによって導電性共振スペーサ層を位置精度良く形成できる。また、この導電性共振スペーサ層を複数の例えば導電性金属酸化物層の積層数又は残存数を変えることで、射出波長に応じて該スペーサ層の合計厚さを容易に変えることができる。

【0025】

40

導電性金属酸化物層の積層数又は残存数については、非晶質導電性金属酸化物と多結晶導電性金属酸化物とのエッチングレートの差を利用し、下層に形成した多結晶導電性金属酸化物層をエッチングストップパとして用いて上層に形成した非晶質導電性金属酸化物層を選択的に除去することで、高い厚さ精度でかつ容易に変えることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

以下、本発明の実施のための最良の形態（以下、実施形態という）について図面を参照して説明する。

【0027】

図1は、本発明の実施形態に係る微小共振器構造を備えた表示装置の概略断面構造を示

50

す。表示装置としては、自発光表示素子を各画素に備えた発光表示装置であり、以下では表示素子として有機EL素子を採用した有機EL表示装置を例に説明する。

【0028】

有機EL素子100は、第1電極200と第2電極240との間に、有機化合物、特に有機発光材料を少なくとも含む有機発光素子層120を備えた積層構造であり、有機層に陽極から正孔を注入し陰極からは電子を注入し、有機層中で注入された正孔と電子とが再結合し、得られた再結合エネルギーによって有機発光材料が励起され、基底状態に戻る際に発光が起こる原理を利用している。

【0029】

第1電極200としては、導電性金属酸化物材料であるインジウムスズ酸化物（ITO：Indium Tin Oxide）を用い、第2電極240としては、上部反射膜として機能するAlやその合金などを用いる。さらに、第1電極200の下層には、上部反射膜との間に微小共振器構造を構成するための下部反射膜110を備える。

10

【0030】

有機発光素子層120で得られた光を透明な第1電極200側から基板10を透過させて外部に射出するいわゆるボトムエミッション型の表示装置とする場合には、下部反射膜110は、発光素子層120からの光を一部透過可能ないわゆる半透過性とする必要がある。この下部反射膜110には、Ag、Au、Pt、Alのいずれかやそれらの合金膜を用いることができるが、光を透過可能な程度の薄膜とするか、あるいは、網目状、格子状など、開口部を備えたパターンとする。

20

【0031】

有機発光素子層120は、少なくとも有機発光分子を含む発光層を備え、材料に応じて、単層、又は2層、3層、又は4層以上の多層積層構造から構成される場合もある。図1の例では、陽極として機能する第1電極200側から、正孔注入層122、正孔輸送層124、発光層126、電子輸送層128、電子注入層130が、順に真空蒸着法の連続成膜などによって積層され、電子注入層130の上に、ここでは陰極として機能する第2電極240が有機発光素子層120と同様の真空蒸着法によって該素子層120と連続して形成されている。

【0032】

有機EL素子の発光光は、有機発光分子に起因しており、R、G、Bを備えたカラー表示装置の場合、画素毎に発光層126を個別パターンとして、R、G、B用にそれぞれ異なる発光材料を用いることも可能である。この場合、発光層126は、R、G、Bの画素毎、少なくとも混色を防ぐために、R、G、Bで分離したパターンとし、それぞれ別工程で成膜する。本実施形態では、これには限定されるものではないが、発光層126として、全画素同一の発光材料を用い、かつ各画素とも同一の白色発光層を採用している。具体的には、発光層126として互いに補色関係にある、オレンジ色発光層と青色発光層との積層構造を採用し、加色による白色発光を実現している。

30

【0033】

全画素に白色発光EL素子を用いる場合、有機発光素子層120の全ての層は全画素共通で形成することができるが、画素毎の発光制御をより確実としてコントラストを高めるなどのため、各画素個別パターンとしても良い。マスクを用いて成膜（例えば真空蒸着法）すれば、白色の発光層126を画素毎に個別パターンに成膜と同時に形成することができる。図1の例では、同一の白色発光層126を各画素個別パターンに形成している。また、他の正孔注入層122、正孔輸送層124、電子輸送層128、電子注入層130は、ここでは、いずれも全画素共通で形成され（マスクを用いて所望の大きさに画素毎に個別パターンとしてもよい）、さらに第2電極240についても各画素共通で形成されている。

40

【0034】

なお、有機発光素子層120は、正孔又は電子を輸送する機能を有するが、高抵抗であり、有機発光素子層120を挟んで第1電極200と第2電極240とが直接対向してい

50

る領域のみ有機発光素子層 120 に電荷が注入され、有機 EL 素子 100 の発光領域は、この第 1 電極 200 と第 2 電極 240 の対向領域となる。より正確には、第 1 電極 200 の端部領域は平坦化絶縁層 140 で覆われており、この平坦化絶縁層 140 の第 1 電極 200 上の開口領域が有機 EL 素子 100 の発光領域となる。

【0035】

本実施形態に係る微小共振器構造は、このような透明な第 1 電極 200 と第 2 電極 240 とが有機発光素子層 120 を挟んで対向する領域に、第 1 電極 200 の下層の下部反射膜 110 と、上記第 2 電極 240 が兼用する上部反射膜との間の層間に構成されている。ここで、この微小共振器の光学長 L は、正確には、下部反射膜 110 と、上部反射膜 240 との層間距離（厚さ）と、下部反射膜 110 及び上部反射膜 240 の光の染み込み距離 10
に
応じた長さであり、 R 、 G 、 B の波長（ r 、 g 、 b ）に対し、上述の式（1）で示されるような光学長 L （ L_r 、 L_g 、 L_b ）を R 、 G 、 B の各画素に形成している。なお、ここでは、下部及び上部反射膜 110、240 に金属材料を用いており、これらの膜での光の染み込み距離はほぼ 0 である。これにより、例えば同一構成の白色発光層 126 から射出される白色光に対し、各画素の光学長 L に応じて、それぞれ対応する R 、 G 、 B の波長の光のみ共振して増強され外部に射出される。もちろん、発光層 126 の発光色が、 R 、 G 、 B の画素毎でそれぞれ対応する R 、 G 、 B の場合でも、その波長成分中、各画素に形成された微小共振器の光学長 L に応じた波長が増強され射出される。また、このような微小共振器構造により、射出光の指向性、特に表示装置の観察側正面方向への指向性が高くなるため、この正面位置における発光輝度を高くすることができる。 20

【0036】

本実施形態では、各画素で射出波長に応じて光学長 L を変更するために、下部反射膜 110 と上部反射膜 240 との層間に存在する第 1 電極 200 と、有機発光素子層 120 のうち、第 1 電極 200 を導電性共振スペーサ層としてその厚さを変更している。

【0037】

また、画素毎に個別パターンで、かつ、射出波長毎（例えば R 、 G 、 B ）でそれぞれ厚さの異なる導電性共振スペーサ層 200 を形成する際に、本実施形態では、パターン精度の高いフォトリソグラフィ法を用いてパターンニングする。一方で、互いに厚さの異なる導電性共振スペーサ層 200 をそれぞれ別工程で形成するのではなく、所定厚さの ITO スペーサ層を複数回積層し、積層数又は残存層数を変更することで、導電性共振スペーサ層 30
200 として要求される厚さを射出波長の異なる画素毎に変えている。複数積層した各 ITO スペーサ層の残存層数は、形成済みの ITO スペーサ層の上に重ねて積層した ITO スペーサ層を選択的に除去するかどうかで制御することができる。

【0038】

2 層の ITO スペーサ層の積層体から上層の ITO スペーサ層のみを選択的に除去するために、本実施形態では、非晶質 ITO（ a -ITO）と多結晶 ITO（ p -ITO）とのエッチング剤（エッチャント）に対するエッチングレート（エッチング速度）の差を利用する。例えば、ITO のウエットエッチングに用いられるエッチャント（一例として、 HCl 、 HNO_3 、 H_2O の混合液：即ち、 HCl 、 HNO_3 の水溶液）に対して、 a -ITO のエッチング速度は、 p -ITO の 10 倍以上、より正確には数 10 倍以上大きく、 40
上記のようなエッチング剤を用いた場合、下層の p -ITO 層に対する上層 a -ITO 層のエッチング速度の比である選択比は極めて大きくなる。

【0039】

したがって、全画素共通で下から順に p -ITO 層 / a -ITO 層の積層体を形成し、所定画素領域で a -ITO 層上をマスクし、上記のような選択比のとれるエッチング剤を用いてエッチングすることで、マスクされていない画素領域において a -ITO 層だけがエッチング除去され、 p -ITO 層の上面が露出するとエッチングが自動停止する。このように p -ITO 層をエッチングストップとして用いることができるので、 p -ITO 層の上に a -ITO 層が残る領域と、 a -ITO 層が除去される領域、つまり a -ITO 層の厚さ分だけ、合計厚の異なる導電性共振スペーサ層 200 を正確に形成することができ 50

る。なお、エッチングされずに残った a - I T O 層は、有機発光素子層 1 2 0 の成膜前までに行われるアニール処理により p - I T O 層とし、最終的に有機 E L 素子 1 0 0 の第 1 電極 2 0 0 を構成する I T O 層は、全て多結晶化する。

【 0 0 4 0 】

更に、a - I T O 層だけでなく、例えばシリコン窒化物 (S i N x) についても、そのエッチング剤 (例えば H F、H N O₃、C H C H O O H、H₂O の混合液 : フッ酸、硝酸及び酢酸の水溶液) に対しても、p - I T O 層をエッチングストップパとして用いることができる。そこで、導電性共振スペーサ層 2 0 0 を I T O 層の積層構造だけでなく、後述する図 7 に示すように、I T O 層 2 0 2 p、2 0 6 p と S i N x 層 2 1 0 との積層構造を利用し、射出波長の異なる画素間で、導電性共振スペーサ層 2 0 0 の厚さを変更することができる。

10

【 0 0 4 1 】

ここで、導電性共振スペーサ層 2 0 0 は、下部反射膜 1 1 0 と上部反射膜 2 4 0 との間に位置し、有機発光素子層 1 2 0 からの光を透過させる必要がある。したがって、I T O と共に導電性共振スペーサ層 2 0 0 を構成する層は少なくとも光透過層であることが必要である。さらに、導電性共振スペーサ層 2 0 0 を I T O 層と I T O 以外の材料を用いた層との積層構造とする場合、各層の屈折率を出来る限り等しくすることが望ましい。隣接する層で屈折率が大きく異なると、界面で光の反射・散乱が発生し、有機発光素子層 1 2 0 で得られた光の損失が生ずるからである。少なくとも I T O 層の屈折率との差が ± 2 5 % 以内の屈折率であることが必要で、± 2 0 % 以内の差であることがより望ましい。I T O の屈折率は、約 1 . 9 であるのに対し、S i N x 層の屈折率も約 1 . 9 である。したがって、S i N x 層を I T O 層との界面では光の反射等が発生せず、両層を積層して導電性共振スペーサ層 2 0 0 を構成することが可能である。

20

【 0 0 4 2 】

上記導電性共振スペーサ層 2 0 0 を構成する I T O 層は、それぞれ例えばスパッタリング法で形成することができ、そのほか、真空蒸着法を採用して形成することも出来る。図 7 に示す S i N x 層 2 1 0 は、例えばスパッタリング法、或いはプラズマ C V D 法を用いて形成することが出来る。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態において、上記導電性共振スペーサ層 (第 1 電極) 2 0 0 の下層に形成されている下部反射膜 1 1 0 は、例えば A g など高反射率の金属薄膜を採用することが好ましく、また、成膜後、大気にさらすことなく第 1 電極 2 0 0 の形成工程に移行する。これにより、下部反射膜 1 1 0 の表面が自然酸化膜に覆われたり、下部反射膜 1 1 0 と第 1 電極 2 0 0 との界面に不純物が付着するなどにより、反射率の低下を招いたり第 1 電極 2 0 0 の下部反射膜 1 1 0 への密着性低下を確実に防止できる。

30

【 0 0 4 4 】

本実施形態に係る微小共振器は、上記のようなボトムエミッション型に限られず、トップエミッション型の E L 表示装置にも採用することができる。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、有機発光素子層 1 2 0 で得られた光を第 2 電極 2 4 0 側から射出するトップエミッション型表示装置に微小共振器構造を採用した構成を示している。トップエミッション型の場合には、下部反射膜 1 1 0 としてほぼ 1 0 0 % の光反射膜 (鏡) を用いる。この場合でも、下部反射膜 1 1 0 は、上記半透過性の下部反射膜 1 1 0 と同一材料を用いて十分な厚さとするか開口部のない膜とすることで対応できる。

40

【 0 0 4 6 】

第 2 電極 2 4 0 は光透過性とする必要があり、この第 2 電極 2 4 0 が陰極として機能する場合には、電子注入性を維持するため仕事関数の小さい A g や A u などの金属薄膜 2 4 0 m を有機発光素子層 1 2 0 との界面側に設け、この薄膜を光透過可能な程度の薄膜とするか、又は網目状、格子状の開口部を有するパターンとし、その薄膜を覆って I T O などからなる透明導電層 2 4 0 t を形成し、第 2 電極 2 4 0 とする。また、下部反射膜 1 1 0

50

との間で微小共振器を構成するための上部反射膜は、この第2電極240の有機発光素子層120との界面側に形成された上記半透過性の金属薄膜240mを利用することができる。

【0047】

本実施形態では、以上のボトムエミッション型、トップエミッション型のいずれの表示装置であっても、上述のように下部反射膜110と上部反射膜240との間に微小共振器構造を形成する。さらに、いずれの場合も、p-IITOをエッチングストッパとして利用し、ITOスペーサ層の単層、又は多層(SiNとの多層を含む)構造によって第1電極200の厚さを射出波長毎に異なる厚さとし、光学長Lを調整するための導電共振スペーサ層として用いている。

10

【0048】

さらに、本実施形態では、各画素にスイッチ素子を設けて有機EL素子を個別に制御するいわゆるアクティブマトリクス型の有機EL表示装置を採用することができる。第1電極200は、対応するスイッチ素子に電氣的に接続され、そして、各画素毎に独立したパターンに形成されている。このように、画素毎に個別パターンとする第1電極200であれば、R、G、Bの画素毎に異なる厚さとしても、他の色の画素の構造に影響を与えることがなく、確実かつ容易に、画素の光学長Lを調整することができる。なお、各画素にスイッチ素子のないいわゆるパッシブマトリクス型の表示装置の場合には、ストライプ状に複数本並べて形成される第1電極200の厚さを各ラインごとに変更することが製造工程及びデバイスの構造を簡易且つ高信頼性とする観点などから好ましい。

20

【0049】

光学長Lを変更するには、他の要素、例えば有機発光素子層120の厚さを射出波長の異なる画素毎に変更してもよい。しかし、有機発光素子層120のうち、各画素共通で形成される層は、同時に形成することが望ましい。これは、単に、製造工程を簡素化する観点だけでなく、有機EL素子は、その有機層が、水分や酸素、パーティクルによって劣化することが知られており、積層構造の有機発光素子層120の形成に際しては、最小限の工程数で、かつ真空状態を破ることなく連続して成膜することが劣化を防止する上で非常に重要であるためである。

【0050】

図3は、本実施形態に係るアクティブマトリクス型の有機EL表示装置の概略回路構成図である。回路構成は図3には限られないが、一例として、各画素は、有機EL素子100、スイッチングTF T1、EL駆動TF T2、保持容量Cscを有する。TF T1のゲート電極は、表示装置の水平方向に延び、走査信号が供給されるゲートラインGLに電氣的に接続され、そのソース(又はドレイン)は、垂直方向に延びデータ信号が供給されるデータラインDLに接続されている。保持容量Cscは、スイッチングTF T1のドレイン(又はソース)に接続され、走査信号が出力されてTF T1がオンした時に、TF T1のソースドレインを介して供給されるデータラインDLのデータ信号電圧に応じた電圧を、次にこの画素が選択されるまで保持する。保持容量Cscに保持された電圧は、EL駆動TF T2のゲート電極に印加され、TF T2は、そのゲート電極に印加される電圧に応じて、電源(PVdd)ラインPLから、有機EL素子100の第1電極200(ここでは陽極)に電流を供給する。

30

40

【0051】

図1及び図2において、有機EL素子100の第1電極200に接続されているTF Tは、上記図3のEL駆動TF T2に相当し、図1及び図2において、スイッチングTF T1及び保持容量Cscは省略している。しかし、TF T1及びTF T2のいずれも、ガラス基板80上に形成された能動層82としてアモルファスシリコンをレーザアニールによって多結晶化して同時に形成した多結晶シリコン膜を用い、また、ゲート絶縁膜84、ゲート電極86などTF Tに必要な要素は、ほぼ同時に、同一工程を経て形成されている。なお、保持容量Cscの一方の電極は、上記TF T1の半導体膜82が兼用し、他方の電極はゲート絶縁膜84を挟んで対向しゲート電極86と同一金属材料からなり所定の容量電圧

50

V_{sc} が印加される容量電極ラインによって構成されている。

【 0 0 5 2 】

これら保持容量 C_{sc} 、 $TFT1$ 、及び $TFT2$ は、層間絶縁膜 88 に覆われている。層間絶縁膜 88 を貫通して形成されたコンタクトホール 90 で、 $TFT1$ のソース（又はドレイン）には、データライン DL が接続され、 $TFT2$ のソース（又はドレイン）には電源ライン PL が接続されている。層間絶縁膜 88 及びデータライン DL 、電源ライン PL を覆ってさらに樹脂などからなる平坦化絶縁層 92 が形成され、平坦化絶縁層 90 と層間絶縁膜 88 を貫通して形成されたコンタクトホール 94 において $TFT2$ のドレイン（又はソース）に第 1 電極 200 が接続されている。

【 0 0 5 3 】

ここで、図 1 及び図 2 に示すように、第 1 電極 200 は共振スペーサ層を兼用し透明であるため、その下層、すなわち第 1 電極 200 よりも先に下部反射膜 110 が上記平坦化絶縁層 92 の上に形成されている。コンタクトホール 94 において TFT と第 1 電極 200 との接続の信頼性を一層高めるためには、図 1 及び図 2 に示すように、コンタクトホール 94 内には、下部反射膜 110 が形成されていないことが好ましく、その場合、下部反射膜 110 の成膜時に、コンタクトホール 94 の領域が遮蔽されたパターンのマスクを用いればよい。ただし、コンタクトが確実にえられる場合には、下部反射膜 110 をコンタクトホール 94 内にも形成し、その上に第 1 電極 200 を形成してもよい。

【 0 0 5 4 】

図 1 及び 2 に示すように、コンタクトホール 94 の形成領域では、第 1 電極 200 の表面がこのホール 94 の存在により他の位置の表面よりも低くなることもある。上述のように本実施形態では、射出波長（共振波長）を決定する上で共振器内の光学長 L を正確に設定することが重要であるため、表面が平坦にならない、すなわち、1 画素内で光学長 L にばらつきを発生させやすいこのコンタクトホール 94 の上方領域は第 1 電極 200 の端部付近をカバーする平坦化絶縁層 140 で覆うことが好適である。

【 0 0 5 5 】

次に、射出波長毎に厚さの異なる導電性共振スペーサ層 200 の製造方法の一例についてまず図 4 及び図 5 を参照して説明する。なお、基板には、図 1 及び図 2 に示したように TFT 及びこれを覆う層間絶縁膜（88）、平坦化絶縁膜（92）が既に形成されている。平坦化絶縁膜の上に、下部反射膜 110 として、ここでは、 Ag 膜を真空蒸着法によって形成する。なお、スパッタリング法により形成してもよい。成膜時に画素領域毎に開口したマスクを用いれば成膜と同時にパターンニングすることが出来る。なお、基板全面に Ag 膜を形成した後、フォトリソグラフィ法を用いて画素毎の形状にパターンニングしてもよい。下部反射膜 110 としては、上述のように Ag の他、 Au 、 Pt 、 Al のいずれかやそれらの合金膜を用いることができる。図 4 の下側（基板側）から外部に光を射出する場合には、この下部反射膜 110 は、成膜時間の制御により、光透過可能な程度の薄膜とするか、または、成膜時にマスクを用いたり、或いは画素毎の形状へのパターンニングと同時に、網目状、格子状など、1 画素領域内に複数の開口部を備えたパターンにする。

【 0 0 5 6 】

図 4 (a) に示すように画素毎のパターンに下部反射膜 110 を形成した後、この下部反射膜 110 の表面が大気に曝されないよう、連続して下部反射膜 110 を覆う基板全面に、スパッタリングにより非晶質状態の ITO ($a-ITO$) 層 202a を形成する。

【 0 0 5 7 】

次に、この $a-ITO$ 層 202a の上にレジスト層を形成して露光し、例えば図 4 (b) のように、各画素領域で $a-ITO$ 層 202a を覆うパターンとなるよう上記レジストマスク層を残し、いわゆるフォトリソグラフィ法によりエッチングマスク 204m1 を得る。

【 0 0 5 8 】

次に、エッチャントとして、例えば上述の HCl 、 HNO_3 の水溶液を用い、 $a-ITO$ 層 202a のエッチングマスク 204m1 に覆われていない領域をエッチング除去し、

10

20

30

40

50

その後、エッチングマスク204m1を除去し、図4(c)に示すように、下部反射膜110の上に画素毎のパターンのa-ITO層202aを残す。エッチングマスク204m1は、a-ITO層202aのエッチング後、マスク除去用のエッチャントで除去する。

【0059】

a-ITO層202aのパターニング後、ITO層を多結晶化するための多結晶化アニールを行う。非晶質ITOを多結晶ITOに変えるには、非晶質層を150以上の温度でアニールすることが必要である。そこで、このアニール温度(雰囲気温度:但し、比較的長時間のアニールを実行するので、膜温度もほぼ同一温度)は、200以上に設定することが好ましく、より好適には220程度に設定する。また、アニール時間(昇温及び降温期間を除く正味アニール時間)は、非晶質ITOが多結晶化するのに必要な時間で

10

あればよく、特に限定される物ではないが、例えば10分程度~6時間程度、一例として2時間に設定する。この多結晶化アニール処理は、ITO層の表面変質を防止するなどの観点から、乾燥室素雰囲気中で実行し、また、処理基板を上記220程度の雰囲気温度に設定したチャンパー内に配置するか又はランプアニールなどを施すことで実行する。このような多結晶化アニール処理により、a-ITO層202aは、多結晶化されて図4(d)に示すようにp-ITO層202pが得られる。

【0060】

p-ITO層202pを得た後、図4(e)に示すように、このp-ITO層202pを覆って、所定の厚さのa-ITO層206aをスパッタリングなどによって、基板全面に形成する。次に、一層目のp-ITO層202pよりも厚い導電性共振スペーサ層を形成する画素領域(ここでは、G画素領域、R画素領域)の上のみを覆うようにエッチングマスク204m2をフォトリソグラフィ法により形成する。

20

【0061】

上記エッチングマスク204m2をマスクとして、a-ITO層206aをp-ITO層202pより数10倍速く除去できるエッチャント、例えば上述のHCl、HNO₃の水溶液を用いてエッチングを行う。このようなエッチャントによってエッチング処理を行うことで、上述のように、エッチングマスク204m2で覆われていないa-ITO層206aが高選択比で除去され、a-ITO層206aの下層に形成されているp-ITO層202pはこのエッチャントによっては、ほとんど除去されない。したがって、a-ITO層206aのエッチングは、下層にp-ITO層202pが存在する画素領域(こ

30

こではB画素領域)において、p-ITO層202pの上面が露出すると自動的に停止する。これにより、a-ITO層206aが選択的にp-ITO層202pの上からエッチング除去される。a-ITO層206aのエッチング後、エッチングマスク204m2を除去し、これによりエッチングマスク204m2の存在していた画素領域(ここではG、R画素領域)のみ、図4(f)に示すように、p-ITO層202pの上層にa-ITO層206aが残った積層構造となり、マスク204m2に覆われていなかった画素領域(B領域)では、一層目のp-ITO層202pの単層構造が得られる。

【0062】

次に、a-ITO層206aを多結晶化するためのアニール処理を上述の一層目のa-ITO層202aのアニール処理と同じ条件で実行することで、図4(f)の例では右側

40

2つの画素領域(G、R画素領域)において、p-ITO層202pの上に形成されているa-ITO層206aが多結晶化される。このようにして、図5(a)に示すように、図の右側2つの画素領域で、一層目のp-ITO層202pと二層目のp-ITO層206pとの積層構造が得られる。なお、2層目のa-ITO層206aを多結晶化した後には、下層のp-ITO層202pと上層のp-ITO層206pとの境界は明確ではなく、2層分の厚さのp-ITO層となる。

【0063】

二層目のp-ITO層206pを形成した後、図5(b)に示すように、さらにこのp-ITO層206pを覆う基板全面に、所定厚さのa-ITO層208aをスパッタリングなどによって形成する。さらに、このa-ITO層208aを残す画素領域、ここでは

50

R画素領域のみ覆うように、フォトリソグラフィ法によってエッチングマスク204m3を形成する。そして、このエッチングマスク204m3をマスクとし、a-I T O層208aをp-I T Oをエッチングストップパとして除去できる上記と同様のエッチャントを用いてエッチングを行う。これにより、エッチングマスク204m3で覆われていない領域のa-I T O層208aのみが選択的に除去される。この例ではG画素領域では下層のp-I T O層206p、B画素領域では下層のp-I T O層202pがそれぞれ露出した時点でa-I T O層208aのエッチングが自動的に停止する。その後、エッチングマスク204m3を除去し、これにより、図5(c)に示すように、エッチングマスク204m3に覆われていたR画素領域のみに三層目のa-I T O層208aが残る。

【0064】

次に、このa-I T O層208aを多結晶化するためのアニールを、上述の二層目及び一層目のa-I T O層に対する多結晶化処理と同じ条件で実行し、これにより、図5(d)に示すように、R画素領域においてのみ、二層目のp-I T O層206pの上にp-I T O層208pが形成される。なお、二層目のp-I T O層206pと三層目のp-I T O層208pの境界についても、一層目と二層目のp-I T O層の境界と同様、多結晶化後には残らず、この例においてR画素領域では、全体として、他の色領域よりも厚く、かつ全体が一様に多結晶化したI T O層となる。

【0065】

以上のようにして、本実施形態では、射出波長の異なるR、G、Bの各画素領域において、フォトリソグラフィ法を用いてパターンニングする際に、下層に存在するp-I T O層をエッチングストップパとして上層のa-I T O層を選択的に除去して、最終的なp-I T O層の積層数(合計厚さ)を変えている。これにより、容易にかつ正確に、図5(d)に示すように、導電性共振スペーサ層200の厚さ h_r 、 h_g 、 h_b をR、G、Bでそれぞれを変える。このようにして、3種類の厚さの導電性共振スペーサ層200を形成するためにエッチングマスクとして、3種類(204m1、204m2、204m3)を用い、R、G、Bでそれぞれ異なる厚さの導電性共振スペーサ層200を形成することが可能である。

【0066】

なお、一層目から三層目の各I T O層の厚さは、互いに等しくする必要はなく、各層の厚さは、最終的に導電性共振スペーサ層200として要求される厚さ h_b 、 h_g 、 h_r を1層のみ、2層構造、3層構造でそれぞれ達成するために最適な厚さとなるよう、例えば各層の成膜時間を調整すればよい。

【0067】

具体的には、一層目のp-I T O層202pの厚さは、ここでは最も薄いB画素について要求される導電性共振スペーサ層200の厚さ h_b と同じ厚さとする。二層目のp-I T O層206pの厚さは、G画素について要求される導電性共振スペーサ層200の厚さ h_g に対し、「 $h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。そして、三層目のI T O層208pの厚さは、R画素について要求される導電性共振スペーサ層200の厚さ h_r に対し、「 $h_r - h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。

【0068】

射出波長毎に異なる厚さの導電性共振スペーサ層200を形成した後は、上記図1及び図2に示したように、まず、各スペーサ層200の端部を覆うように例えばアクリル樹脂などを用いた平坦化絶縁層140を形成し、その後、発光層を含む有機発光素子層120、上部反射膜を兼用する第2電極240を各画素共通で形成する。これにより、射出波長毎に光学長Lの異なる微小共振器構造を備えた有機EL素子を画素毎に得ることが出来る。

【0069】

図6は、上記図4及び5に示した製造方法の他の例を示している。なお、図6は、図4(d)より後の工程の例を示しており、この例では図4(a)から(d)までの工程は、図4と同じである。即ち、まず、下部反射膜110の上に画素毎にa-I T O層を形成し

10

20

30

40

50

これを多結晶化して p - I T O 層 2 0 2 p を形成する。

【 0 0 7 0 】

次に図 6 (a) に示すように、 p - I T O 層 2 0 2 p を覆う基板全面に a - I T O 層 2 0 6 a を形成し、 R 画素領域においてのみ、 a - I T O 層 2 0 6 a の上にフォトリソグラフィ法によって、エッチングマスク 2 1 4 m 2 を残してマスクする。次に、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p がエッチングストップとなる上述のようなエッチャントを用いて、 a - I T O 層 2 0 6 a をエッチングする。

【 0 0 7 1 】

これにより、図 6 (b) に示すように、エッチングマスク 2 1 4 m 2 で覆われた R 画素領域においてのみ、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p の上に二層目の a - I T O 層 2 0 6 a が残り、他の G , B 画素領域では、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p が露出する。次に、二層目の a - I T O 層 2 0 6 a を上述の多結晶化アニールと同じ条件で、アニールし、この a - I T O 層 2 0 6 a を多結晶し、図 6 (c) に示すように、 R 画素領域のみ p - I T O 層 2 0 2 p と p - I T O 層 2 0 6 p との 2 層構造とする。

【 0 0 7 2 】

次に、図 6 (d) に示すように、三層目の a - I T O 層 2 0 8 a を基板全面に形成し、この例では、 G 画素領域と R 画素領域のみ、フォトリソグラフィ法により、 a - I T O 層 2 0 8 a の上にエッチングマスク 2 1 4 m 3 を残す。さらに、下層に存在する p - I T O 層をエッチングストップとするエッチャントを用い、 a - I T O 層 2 0 8 a をエッチング除去する。これにより、図 6 (e) に示すように、 G 画素領域では、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p の上に三層目の a - I T O 層 2 0 8 a が積層され、 R 画素領域では、二層目の p - I T O 層 2 0 6 p の上に三層目の a - I T O 層 2 0 8 a が積層され、また、 B 画素領域では、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p のみが形成されている。

【 0 0 7 3 】

三層目の a - I T O 層 2 0 8 a をパターンニングした後、この a - I T O 層 2 0 8 a を多結晶化するためのアニールを行う。これにより、図 6 (f) に示すように、 G 画素領域では、 p - I T O 層 2 0 2 p の上に p - I T O 層 2 0 8 p が形成され、 R 画素領域では、 p - I T O 層 2 0 6 p の上に p - I T O 層 2 0 8 p が形成される。図 6 に示す方法によっても最終的に、3種類の厚さの導電性共振スペーサ層 2 0 0 を形成するためにエッチングマスクとして、3種類 (2 0 4 m 1 (図 4) , 2 1 4 m 2 , 2 1 4 m 3) を用いて、 R , G , B でそれぞれ異なる厚さの導電性共振スペーサ層 2 0 0 を形成することが可能である。

【 0 0 7 4 】

また、図 6 のような製造方法の場合、一層目から三層目の各 I T O 層の厚さは以下のように設定する。まず、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p の厚さは、上述と同様に、最も薄い B 画素について要求される導電性共振スペーサ層 2 0 0 の厚さ h_b に設定する。三層目の I T O 層 2 0 8 p の厚さは、 G 画素について要求される導電性共振スペーサ層 2 0 0 の厚さ h_g に対し、「 $h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。そして、二層目の p - I T O 層 2 0 6 p の厚さは、 R 画素について要求される導電性共振スペーサ層 2 0 0 の厚さ h_r に対し、「 $h_r - h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。

【 0 0 7 5 】

図 7 は、例えば R , G , B のうち、最も厚くすることが要求される R 画素領域における導電性共振スペーサ層 2 0 0 を、上述のように I T O 層の積層体だけではなく、 I T O と類似した屈折率を有し、かつ、 p - I T O 層に対して a - I T O 層と同様なエッチャントに対する選択比を有する光透過層 2 1 0 との積層体とした場合の例を示している。より具体的には、一層目の p - I T O 層 2 0 2 p の上に S i N x からなる光透過層 2 1 0 を形成し、さらにその上に p - I T O 層 2 0 6 p を形成し、導電性共振スペーサ層 2 0 0 をこの I T O / S i N x / I T O の 3 層から構成している。

【 0 0 7 6 】

また、図 7 の例においても、導電性共振スペーサ層 2 0 0 は、有機 E L 素子 1 0 0 の第 1 電極としても機能させている。そこで、図 7 に示すように、絶縁性の S i N x からなる

10

20

30

40

50

光透過層 210 をスペーサ層 200 に採用する場合には、一層目の p - I T O 層 202 p を完全に覆わないようにすることが必要であり、一層目の p - I T O 層 202 p と二層目の p - I T O 層 206 p とが直接接する領域を設け、両層の電氣的導通を図っている。この光透過層 210 を設けない領域では、下部反射膜 120 と上部反射膜 240 との間の光学長 L が、目的とする長さより小さくなる。よって、微小共振器の増強波長が目的波長からずれることとなる。例えば図 7 に示すように、光透過層 210 を不在として上層と下層の I T O 層とを接続する領域を第 1 電極 200 の端部付近や、T F T 2 とのコンタクト領域付近とすれば、発光領域面積に悪影響を及ぼすことなく、上層と下層の I T O 層を接続することが出来る。例えば、T F T 2 と第 1 電極 200 とのコンタクト領域では、コンタクトホールに起因して、第 1 電極 200 の上面に窪みができやすく、このような窪みの形成された領域では微小共振器の光学長 L が他の位置と異なることになり、1 画素領域で増強されて射出される光に異なる波長の光が混ざる可能性がある。よって、光学長 L が目的とする長さにならない可能性がある領域は非発光領域とすることが好ましい。さらに、第 1 電極 200 の端部の段差によって上層の有機発光素子層 120 がとぎれたり、第 2 電極 240 と第 1 電極 200 とが短絡するなどを防止するため、第 1 電極 200 の端部を平坦化絶縁層 140 で覆うことが好ましい。つまり、これらコンタクト領域や第 1 電極 200 の端部は、平坦化膜 140 によって第 1 電極 200 の表面を覆うので非発光領域となる。したがって、これらの領域であれば、光学長 L を調整するための光透過層 210 が存在しなくても、発光しないので、射出波長に悪影響を与えずにすむ。

【 0077 】

図 8 は、図 7 に示すように間に絶縁性の光透過層 210 を利用して、射出波長毎に導電性共振スペーサ層 200 の厚さを変える場合の製造方法を示している。下部反射膜 110 の上に一層目の a - I T O 層を形成しこれを画素毎のパターンとし、さらに、多結晶化して p - I T O 層 202 p を形成するまでの工程は、上述の図 4 (d) までと同一であり、説明を省略する。

【 0078 】

図 8 の例では、画素毎に p - I T O 層 202 p を形成した後、図 8 (a) に示すように p - I T O 層 202 p を覆う基板全面に S i N x からなる光透過層 (以下 S i N x 層) 210 を形成する。この S i N x 層 210 は、例えばスパッタリング法によって形成する。次に、この S i N x 層 210 の上にレジスト材料を形成しフォトリソグラフィ法によって所望パターンのエッチングマスク 224 m 2 を形成する。図 8 (a) の場合には、R 画素領域における S i N x 層 210 の上のみはこのエッチングマスク 224 m 2 を形成する。

【 0079 】

次に、この S i N x 層 210 のエッチングマスク 224 m 2 で覆われていない領域をエッチングする。ここで S i N x 層 210 は、例えばフッ酸、硝酸及び酢酸の水溶液からなるエッチャントを用いることで、p - I T O 層 202 p をエッチングストップパとして除去することができ、さらに、このエッチャントによる S i N x 層 210 のエッチング速度は、p - I T O 層の速度の 10 倍以上、より正確には数 10 倍以上となる。したがって、a - I T O 層をエッチングする場合と同様、下層の p - I T O 層 202 p をエッチングストップパとしてこの S i N x 層 210 を p - I T O 層の上から選択的に除去することが出来る。このようなエッチングを実行することで、エッチングマスク 224 m 2 の形成されている領域のみにおいて、p - I T O 層 202 p の上に S i N 層 210 が残り、マスクされていない画素領域では、S i N 層 210 が除去されて p - I T O 層 202 p の上面が露出するとエッチングが自動的に停止する。

【 0080 】

S i N 層 210 のエッチング終了後、エッチングマスク 224 m 2 を除去すると図 8 (b) に示すように、マスクされていた R 画素領域にのみ p - I T O 層 202 p と S i N 層 210 との積層構造が形成され、マスクされていなかった B 画素領域と G 画素領域では p - I T O 層 202 p の単層構造が形成される。

【 0081 】

10

20

30

40

50

次に、このSiN層210及び露出したp-ITO層202pを覆うように、図8(c)に示すように、基板全面にa-ITO層206aを形成し、さらに、エッチングマスク224m3を所定画素領域のみ残すようにフォトリソグラフィ法によってパターニングする。図8(c)の例では、このエッチングマスク224m3は、G画素領域とR画素領域においてa-ITO層206aを覆うように形成パターニングされている。

【0082】

次に、a-ITO層206aをp-ITO層202pをエッチングストップパとして除去できる上述のようなエッチャント(HCl、HNO₃の水溶液)を用いてエッチングすることで、図8(d)に示すように、エッチングマスク224m3に覆われていなかった領域、即ち図ではB画素領域においては、a-ITO層206aが除去される。そして、このエッチングは、p-ITO層202pが露出した時点で停止させることが出来る。

10

【0083】

次に、上記エッチング処理によって、図8(d)においてG画素領域とR画素領域にそれぞれ残ったa-ITO層206aを多結晶化のために上述の多結晶化アニールと同一の条件でアニールすることで、図8(e)に示すように、a-ITO層206pが形成され、R、G、Bの画素領域毎に厚さの異なる導電性共振スペーサ層200が得られる。ここで、B画素領域ではp-ITO層202pの単独層、G画素領域では、一層目のp-ITO層202pの上に二層目のp-ITO層206pが形成された二層構造、そして、R画素領域では、一層目のp-ITO層202pの上にSiNx層210が形成され、その上に二層目のp-ITO層206pが形成された三層構造が形成され、それぞれ導電性共振スペーサ層200として異なる厚さが得られている。なお、G画素領域のように、下層p-ITOと上層p-ITOとが直接積層されている構造では、両ITO層が多結晶化された後には層の界面は明瞭ではなく、全体として一つの多結晶ITO層が得られている。

20

【0084】

以上のような方法によってもR、G、B毎にそれぞれ厚さの異なる導電性共振スペーサ層200を位置精度の高いフォトリソグラフィ法を用いながら最低限の工程数で形成することができる。また、上述のように、SiN層210の光屈折率は、p-ITO層の光屈折率と等しいので、層間での光の反射・散乱は防止することが出来る。

【0085】

なお、プラズマCVD法を用いてSiN層210をITO層の上に直接形成すると、金属酸化物であるこのITOの表面が多少還元されて色が付く場合があるが、これを防止するためには、上記のようなスパッタリング法を用いて成膜するか、或いは非常に薄い例えばSiO₂膜をITO層の上に形成してからその上にSiN層210をプラズマCVD法で形成することが好ましい。但し、ここで、SiO₂の屈折率は、1.5程度であるため、SiO₂とITO及びSiN層210との界面で多少の光の反射・散乱が起きるが、ITOの屈折率との差が±25%以内であり射出光量を大きく損なうことは防がれている。またSiO₂の薄膜は、下層のp-ITO層をエッチングストップとしたSiNx層のエッチング時に、このSiNx層と同時に除去することができ、例えばB画素領域の導電性共振スペーサ層200の表面や、G画素領域の導電性共振スペーサ層200の層内に絶縁性のこのSiO₂薄膜が残存することがない。

30

40

【0086】

なお、以上の説明では、R、G、Bの三色を射出するカラー表示装置を例に挙げて説明したが、本実施形態は、R、G、Bの他に更に他の色の画素を設ける等、射出波長が例えば4種類またはそれ以上の表示装置の場合にも採用することができる。この場合に、導電性共振スペーサ層200は、その射出波長の種類及びその波長を増強するかどうかの要求に応じ、1表示装置内で4種類又はそれ以上の厚さとする。また、導電性共振スペーサ層200の厚さを4種類又はそれ以上とするには、a-ITO層をエッチングするための上記エッチングマスクとして4種類又はそれ以上を順次使い、後は下層のp-ITO層をエッチングストップとして上層のa-ITO層又はSiNx層を選択的に除去する工程を繰り返せばよい。

50

【産業上の利用可能性】

【0087】

微小共振器機構を備えた表示装置の製造に利用できる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】本発明の実施形態に係る微小共振器構造を備えた表示装置の概略断面構造を示す図である。

【図2】本発明の実施形態に係る微小共振器構造を備えた表示装置の他の概略断面構造を示す図である。

【図3】本発明の実施形態に係るアクティブマトリクス型の有機EL表示装置の概略回路を示す図である。

10

【図4】本発明の実施形態に係る導電性共振スペーサ層の製造工程を示す図である。

【図5】本発明の実施形態に係る導電性共振スペーサ層の図4に続く製造工程を示す図である。

【図6】本発明の実施形態に係る導電性共振スペーサ層の他の製造工程を示す図である。

【図7】本発明の実施形態に係るITOとSiNxの積層構造を有する導電性共振スペーサ層の構造を示す図である。

【図8】本発明の実施形態に係るITOとSiNxを利用した導電性共振スペーサ層の製造工程を示す図である。

【符号の説明】

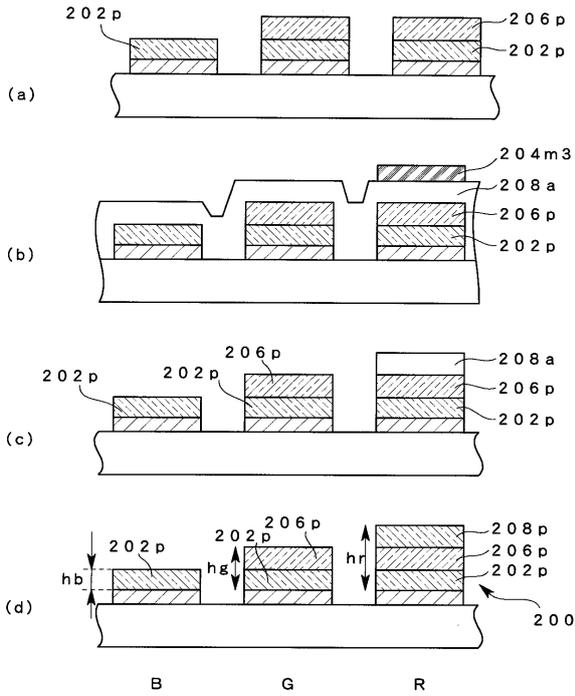
20

【0089】

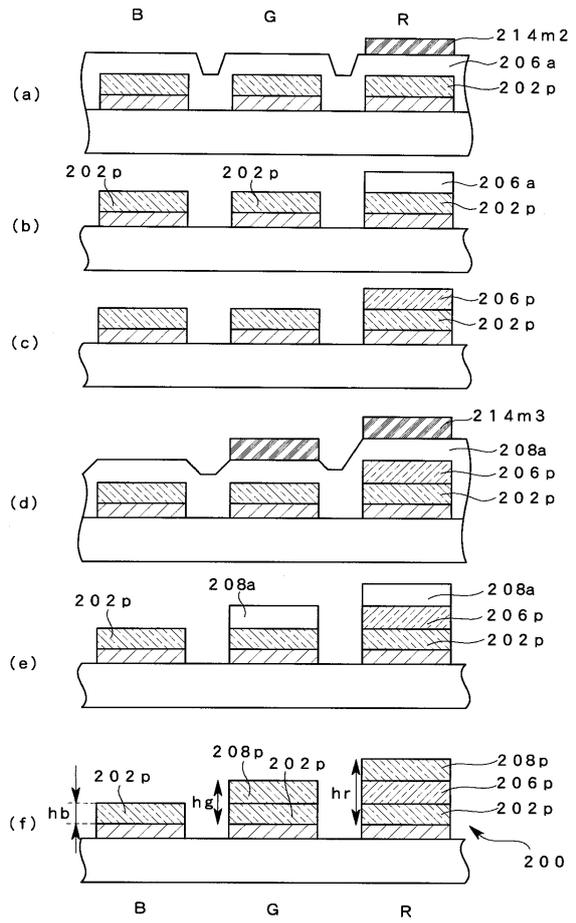
80 基板、82 能動層(多結晶シリコン膜)、84 ゲート絶縁膜、86 ゲート電極、88 層間絶縁膜、90、94 コンタクトホール、92 平坦化絶縁層、110 下部反射膜、120 有機発光素子層、122 正孔注入層、124 正孔輸送層、126 発光層、128 電子輸送層、140 平坦化絶縁層、200 第1電極(導電性共振スペーサ層)、202a, 206a, 208a 非晶質ITO(a-ITO)層、202p, 206p, 208p 多結晶ITO(p-ITO)層、210 光透過層(SiNx層)、204m1, 204m2, 204m3, 214m2, 214m3, 224m2, 224m3 エッチングマスク、240 第2電極(上部反射膜)、240m 金属薄膜、240t 透明導電層。

30

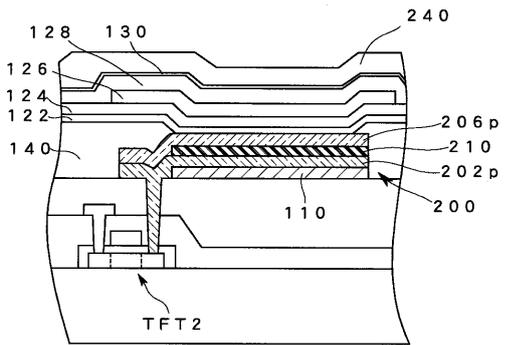
【図5】



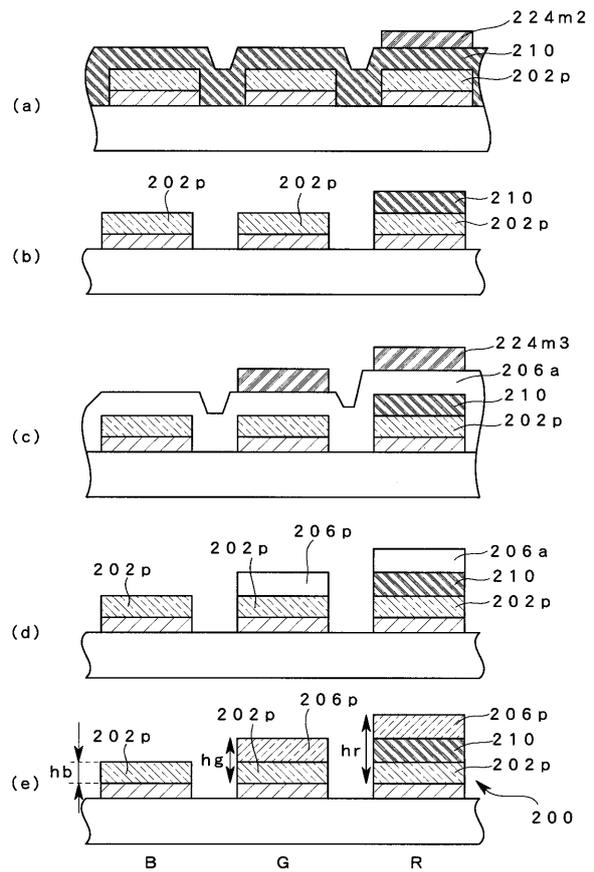
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭62-043098(JP,A)
特開平06-275381(JP,A)
特開2001-237068(JP,A)
特開2005-093401(JP,A)
特開2004-253389(JP,A)
特開2005-116516(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B 33/10
H05B 33/24
H01L 27/32
H01L 51/50
G09F 9/30