

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4475942号  
(P4475942)

(45) 発行日 平成22年6月9日(2010.6.9)

(24) 登録日 平成22年3月19日(2010.3.19)

|                               |              |   |
|-------------------------------|--------------|---|
| (51) Int.Cl.                  | F 1          |   |
| <b>HO 5 B 33/24 (2006.01)</b> | HO 5 B 33/24 |   |
| <b>HO 1 L 51/50 (2006.01)</b> | HO 5 B 33/14 | A |
| <b>HO 5 B 33/10 (2006.01)</b> | HO 5 B 33/10 |   |
| <b>HO 5 B 33/22 (2006.01)</b> | HO 5 B 33/22 | Z |
| <b>HO 5 B 33/28 (2006.01)</b> | HO 5 B 33/28 |   |

請求項の数 15 (全 20 頁) 最終頁に続く

|           |                               |           |                             |
|-----------|-------------------------------|-----------|-----------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2003-435823 (P2003-435823)  | (73) 特許権者 | 000001889                   |
| (22) 出願日  | 平成15年12月26日(2003.12.26)       |           | 三洋電機株式会社                    |
| (65) 公開番号 | 特開2005-197011 (P2005-197011A) |           | 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号           |
| (43) 公開日  | 平成17年7月21日(2005.7.21)         | (74) 代理人  | 100075258                   |
| 審査請求日     | 平成18年12月1日(2006.12.1)         |           | 弁理士 吉田 研二                   |
|           |                               | (74) 代理人  | 100096976                   |
|           |                               |           | 弁理士 石田 純                    |
|           |                               | (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 |
|           |                               | (72) 発明者  | 西川 龍司                       |
|           |                               |           | 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 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の画素を備え、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であって、

前記複数の画素のそれぞれは、基板側に形成された下部反射膜と、前記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構造を有し、

前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間には、画素毎に個別パターンを有する導電性共振スペーサ層を備え、

前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、複数の透明導電性金属酸化物層と、該透明導電性金属酸化物層の層間に、該酸化物層の屈折率との差が±2.5%以内の屈折率を有する絶縁性の光透過層と、を備え、

前記有機発光素子層で得られ、前記下部反射膜と前記上部反射膜との間に構成された前記微小共振器構造によって増強された光が外部に射出されることを特徴とする表示装置。

【請求項2】

複数の画素を備え、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であって、

前記複数の画素のそれぞれは、基板側に形成された下部反射膜と、前記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構造を有し、

前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間には、画素毎に個別パターンを有する導電性共振スペーサ層を備え、

前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、透明導電性金属酸化物の単層又は多層を備え、

前記一部の画素と射出波長の異なる他の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、複数の透明導電性金属酸化物層と、該透明導電性金属酸化物層の層間に、該酸化物層の屈折率との差が $\pm 2.5\%$ 以内の屈折率を有する絶縁性の光透過層と、を備え、

前記有機発光素子層で得られ、前記下部反射膜と前記上部反射膜との間に構成された前記微小共振器構造によって増強された光が外部に射出されることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の表示装置において、

前記導電性共振スペーサ層に用いられる前記透明導電性金属酸化物は、

非晶質の前記透明導電性金属酸化物用エッチング剤に対する多結晶の前記透明導電性金属酸化物のエッチングレートが、前記非晶質の透明導電性金属酸化物のエッチングレートの 10 分の 1 未満であり、

かつ、前記光透過層の材料用エッチング剤に対する前記多結晶の前記透明導電性金属酸化物のエッチングレートが、該光透過層のエッチングレートの 10 分の 1 未満を満たす材料であり、

一部の画素をマスクした前記エッチング剤を用いたエッチングにより、一部の画素において非晶質の前記透明導電性金属酸化物層が残されており、他の画素において非晶質の前記透明導電性金属酸化物層は、前記エッチング剤によるエッチングにより多結晶の前記透明導電性金属酸化物層をストッパとして除去されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか一項に記載の表示装置において、

前記層間に光透過層を備えた一対の透明導電性金属酸化物同士は、直接接触する領域を有し、両層の電気的導通が維持されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか一項に記載の表示装置において、

前記導電性共振スペーサ層の前記透明導電性金属酸化物層は、インジウムスズ酸化物で形成され、前記光透過層は、シリコン窒化物で形成されていることを特徴とする表示装置。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか一項に記載の表示装置において、

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。

【請求項 7】

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、非晶質の透明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形成後、少なくとも一部の画素領域において、シリコン窒化層を形成し、

前記シリコン窒化層形成後、非晶質の透明導電性金属酸化物からなる所定厚さの非晶質

10

20

30

40

50

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シリコン窒化層を有し、さらに該シリコン窒化層上に前記非晶質スペーサ層を残した画素領域と、で最終的な前記導電性共振スペーサ層の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 8】

請求項 7 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。

10

【請求項 9】

請求項 7 又は請求項 8 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 10】

請求項 7 ~ 請求項 9 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、前記非晶質スペーサ層用のエッチング剤に対する該非晶質スペーサ層のエッチングレート及び前記シリコン窒化層用のエッチング剤に対する該シリコン窒化層のエッチングレートが、前記多結晶スペーサ層の各エッチング剤に対するエッチングレートの 10 倍以上であることを特徴とする表示装置の製造方法。

20

【請求項 11】

請求項 7 ~ 請求項 10 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、

前記多結晶スペーサ層をエッチングストップとした前記非晶質スペーサ層のエッチングは、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 12】

請求項 7 ~ 請求項 10 のいずれか一項に記載の表示装置の製造方法において、

前記多結晶スペーサ層をエッチングストップとした前記シリコン窒化層のエッチングは、フッ酸及び硝酸及び酢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。

30

【請求項 13】

請求項 7 ~ 請求項 12 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 14】

請求項 13 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。

40

【請求項 15】

請求項 7 ~ 請求項 14 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。

50

## 【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高いため高輝度発光が可能である。

10

## 【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。

20

## 【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）

30

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

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。

40

## 【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

50

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備えた表示装置を実現するためになされ、複数の画素を備え、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であって、前記複数の画素のそれぞれは、基板側に形成された下部反射膜と、前記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構造を有し、前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間には、画素毎に個別パターンを有する導電性共振スペーサ層を備え、前記複数の画素のうち少なくとも一部の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、複数の透明導電性金属酸化物層と、該透明導電性金属酸化物層の層間に、該酸化物層の屈折率との差が $\pm 25\%$ 以内の屈折率を有する絶縁性の光透過層と、を備え、前記有機発光素子層で得られ、前記下部反射膜と前記上部反射膜との間に構成された前記微小共振器構造によって増強された光が外部に射出される。

10

【0013】

本発明の他の態様では、複数の画素を備え、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であって、前記複数の画素のそれぞれは、基板側に形成された下部反射膜と、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構造を有し、前記下部反射膜と前記有機発光素子層との間には、画素毎に個別パターンを有する導電性共振スペーサ層を備え、前記複数の画素のうち一部の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、透明導電性金属酸化物の単層又は多層を備え、前記一部の画素と射出波長の異なる他の画素に設けられる前記導電性共振スペーサ層は、複数の透明導電性金属酸化物層と、該透明導電性金属酸化物層の層間に、該酸化物層の屈折率との差が $\pm 25\%$ 以内の屈折率を有する絶縁性の光透過層と、を備え、前記有機発光素子層で得られ、前記下部反射膜と前記上部反射膜との間に構成された前記微小共振器構造によって増強された光が外部に射出される。

20

【0014】

本発明の他の態様では、上記表示装置において、前記導電性共振スペーサ層に用いられる前記透明導電性金属酸化物は、非晶質の前記透明導電性金属酸化物用エッチング剤に対する多結晶の前記透明導電性金属酸化物のエッチングレートが、前記非晶質の透明導電性金属酸化物のエッチングレートの10分の1未満であり、かつ、前記光透過層の材料用エッチング剤に対する前記多結晶の前記透明導電性金属酸化物のエッチングレートが、該光透過層のエッチングレートの10分の1未満を満たす材料であり、一部の画素をマスクした前記エッチング剤を用いたエッチングにより、一部の画素において非晶質の前記透明導電性金属酸化物層が残されており、他の画素において非晶質の前記透明導電性金属酸化物層は、前記エッチング剤によるエッチングにより多結晶の前記透明導電性金属酸化物層をストッパとして除去されている。また、前記層間に光透過層を備えた一対の透明導電性金属酸化物同士は、直接接触する領域を有し、両層の電氣的導通が維持されていることが好適である。

30

40

【0015】

本発明の他の態様では、上記表示装置において、前記導電性共振スペーサ層の前記透明導電性金属酸化物層は、インジウムスズ酸化物で形成され、前記光透過層は、シリコン窒化物で形成されている。

【0016】

本発明の他の態様では、上記表示装置において、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。

【0017】

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

50

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、非晶質の透明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形成後、少なくとも一部の画素領域において、シリコン窒化層を形成し、前記シリコン窒化層形成後、非晶質の透明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の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、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シリコン窒化層を有し、さらに該シリコン窒化層上に前記非晶質スペーサ層を残した画素領域と、で最終的な前記導電性共振スペーサ層の合計厚を変える。

10

## 【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ニングする。

## 【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、前記透明導電性金属酸化物は、インジウムスズ酸化物である。

20

## 【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、前記導電性共振スペーサ層の形成時において、前記非晶質スペーサ層用のエッチング剤に対する該非晶質スペーサ層のエッチングレート及び前記シリコン窒化層用のエッチング剤に対する該シリコン窒化層のエッチングレートが、前記多結晶スペーサ層の各エッチング剤に対するエッチングレートの10倍以上である。

## 【0021】

本発明の他の態様では、表示装置の製造方法において、前記多結晶スペーサ層をエッチングストップパとした前記非晶質スペーサ層のエッチングは、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。

30

## 【0022】

本発明の他の態様では、表示装置の製造方法において、前記多結晶スペーサ層をエッチングストップパとした前記シリコン窒化層のエッチングは、フッ酸及び硝酸及び酢酸を含む水溶液を用いたウエットエッチングである。

## 【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。

## 【0024】

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。

40

## 【0025】

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。

## 【発明の効果】

## 【0026】

本発明によれば、表示装置の各画素に、射出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及

50

び光透過層の積層数又は残存数を変えることで、射出波長（増強波長）に応じて該スペーサ層の合計厚さを非常に容易に変えることができる。

【0027】

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又はシリコン窒化物のいずれか又は両方と、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又はシリコン窒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】

【0028】

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。

【0029】

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。

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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。

【0033】

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。

【0034】

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

10

20

30

40

50

積層構造を採用し、加色による白色発光を実現している。

【0035】

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を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。

10

【0036】

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。

【0037】

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

30

【0038】

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。

【0039】

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。

40

【0040】

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

50

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のウェ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<sub>3</sub>、H<sub>2</sub>Oの混合液：即ち、HCl、HNO<sub>3</sub>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、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。

#### 【0041】

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パ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る。なお、エッチングされずに残ったa-ITO層は、有機発光素子層120の成膜前までに行われるアニール処理によりp-ITO層とし、最終的に有機EL素子100の第1電極200を構成するITO層は、全て多結晶化する。

10

#### 【0042】

更に、a-ITO層だけでなく、例えばシリコン窒化物（SiNx）についても、そのエッチング剤（例えばHF、HNO<sub>3</sub>、CH<sub>3</sub>COOH、H<sub>2</sub>Oの混合液：フッ酸、硝酸及び酢酸の水溶液）に対しても、p-ITO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200をITO層の積層構造だけでなく、後述する図7に示すように、ITO層202p、206pとSiNx層210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200の厚さを変更することができる。

20

#### 【0043】

ここで、導電性共振スペーサ層200は、下部反射膜110と上部反射膜240との間に位置し、有機発光素子層120からの光を透過させる必要がある。したがって、ITOと共に導電性共振スペーサ層200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200をITO層とITO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120で得られた光の損失が生ずるからである。少なくともITO層の屈折率との差が±25%以内の屈折率であることが必要で、±20%以内の差であることがより望ましい。ITOの屈折率は、約1.9であるのに対し、SiNx層の屈折率も約1.9である。したがって、SiNx層をITO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200を構成することが可能である。

30

#### 【0044】

上記導電性共振スペーサ層200を構成するITO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SiNx層210は、例えばスパッタリング法、或いはプラズマCVD法を用いて形成することが出来る。

40

#### 【0045】

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）200の下層に形成されている下部反射膜110は、例えばAg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200の形成工程に移行する。これにより、下部反射膜110の表面が自然酸化膜に覆われたり、下部反射膜110と第1電極200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200の下部反射膜110への密着性低下を確実に防止できる。

#### 【0046】

50

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EL表示装置にも採用することができる。

【0047】

図2は、有機発光素子層120で得られた光を第2電極240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110としてほぼ100%の光反射膜(鏡)を用いる。この場合でも、下部反射膜110は、上記半透過性の下部反射膜110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。

【0048】

第2電極240は光透過性とする必要があり、この第2電極240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AgやAuなどの金属薄膜240mを有機発光素子層120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ITOなどからなる透明導電層240tを形成し、第2電極240とする。また、下部反射膜110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。

【0049】

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-ITOをエッチングストップとして利用し、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。

【0050】

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気的に接続され、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。

【0051】

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。

【0052】

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TFT1、EL駆動TFT2、保持容量Cscを有する。TFT1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に電気的に接続され、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TFT1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TFT1がオンした時に、TFT1の

10

20

30

40

50

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TFT2のゲート電極に印加され、TFT2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。

#### 【0053】

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TFTは、上記図3のEL駆動TFT2に相当し、図1及び図2において、スイッチングTFT1及び保持容量Cscは省略している。しかし、TFT1及びTFT2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TFT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TFT1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Vscが印加される容量電極ラインによって構成されている。

#### 【0054】

これら保持容量Csc、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。

#### 【0055】

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。

#### 【0056】

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。

#### 【0057】

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

10

20

30

40

50

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。

【0058】

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。

【0059】

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。

10

【0060】

次に、エッチャントとして、例えば上述のHCl、HNO<sub>3</sub>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、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。

【0061】

a-ITO層202aのパターンニング後、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。

20

30

【0062】

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。

【0063】

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、HNO<sub>3</sub>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

40

50

領域)では、一層目のp - I T O層202pの単層構造が得られる。

【0064】

次に、a - I T O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 - I T O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2つの画素領域(G, R画素領域)において、p - I T O層202pの上に形成されているa - I T O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 - I T O層202pと二層目のp - I T O層206pとの積層構造が得られる。なお、2層目のa - I T O層206aを多結晶化した後には、下層のp - I T O層202pと上層のp - I T O層206pとの境界は明確ではなく、2層分の厚さのp - I T O層となる。

10

【0065】

二層目のp - I T O層206pを形成した後、図5(b)に示すように、さらにこのp - I T O層206pを覆う基板全面に、所定厚さのa - I T O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 - I T O層208aを残す画素領域、ここでは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。

20

【0066】

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。

30

【0067】

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。

40

【0068】

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。

【0069】

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

50

$h_g$  に対し、「 $h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。そして、三層目のITO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。

【0070】

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。

10

【0071】

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-ITO層を形成しこれを多結晶化してp-ITO層202pを形成する。

【0072】

次に図6(a)に示すように、p-ITO層202pを覆う基板全面にa-ITO層206aを形成し、R画素領域においてのみ、a-ITO層206a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214m2を残してマスクする。次に、一層目のp-ITO層202p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-

20

【0073】

これにより、図6(b)に示すように、エッチングマスク214m2で覆われたR画素領域においてのみ、一層目のp-ITO層202pの上に二層目のa-ITO層206aが残り、他のG、B画素領域では、一層目のp-ITO層202pが露出する。次に、二層目のa-ITO層206a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-ITO層206aを多結晶し、図6(c)に示すように、R画素領域のみp-ITO層202pとp-ITO層206pとの2層構造とする。

【0074】

次に、図6(d)に示すように、三層目のa-ITO層208a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-ITO層208aの上にエッチングマスク214m3を残す。さらに、下層に存在するp-ITO層をエッチングストップとするエッチャントを用い、a-ITO層208a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-ITO層202pの上に三層目のa-ITO層208aが積層され、R画素領域では、二層目のp-ITO層206pの上に三層目のa-ITO層208aが積層され、また、B画素領域では、一層目のp-ITO層202pのみが形成されている。

30

【0075】

三層目のa-ITO層208aをパターニングした後、このa-ITO層208a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-ITO層202pの上にp-ITO層208pが形成され、R画素領域では、p-ITO層206pの上にp-ITO層208p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200を形成するためにエッチングマスクとして、3種類(204m1(図4), 214m2, 214m3)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200を形成することが可能である。

40

【0076】

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ITO層の厚さは以下のように設定する。まず、一層目のp-ITO層202p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200の厚さ $h_b$ に設定する。三層目のITO層208p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

50

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 - ITO 層 206 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 200 の厚さ  $h_r$  に対し、「 $h_r - h_g - h_b$ 」を満たす厚さとする。

【0077】

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 200 を、上述のように ITO 層の積層体だけではなく、ITO と類似した屈折率を有し、かつ、p - ITO 層に対して a - ITO 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 210 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 - ITO 層 202 p の上に SiNx からなる光透過層 210 を形成し、さらにその上に p - ITO 層 206 p を形成し、導電性共振スペーサ層 200 をこの ITO / SiNx / ITO の3層から構成している。

10

【0078】

また、図7の例においても、導電性共振スペーサ層 200 は、有機 EL 素子 100 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 SiNx からなる光透過層 210 をスペーサ層 200 に採用する場合には、一層目の p - ITO 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 - ITO 層 202 p と二層目の p - ITO 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 ITO 層とを接続する領域を第1電極 200 の端部付近や、TFT2 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 ITO 層を接続することが出来る。例えば、TFT2 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。

20

30

【0079】

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 - ITO 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 - ITO 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。

【0080】

図8の例では、画素毎に p - ITO 層 202 p を形成した後、図8(a)に示すように p - ITO 層 202 p を覆う基板全面に SiNx からなる光透過層(以下 SiNx 層) 210 を形成する。この SiNx 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 SiNx 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 m2 を形成する。図8(a)の場合には、R 画素領域における SiNx 層 210 の上のみはこのエッチングマスク 224 m2 を形成する。

40

【0081】

次に、この SiNx 層 210 のエッチングマスク 224 m2 で覆われていない領域をエッチングする。ここで SiNx 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 - ITO 層 202 p をエッチングストッパとして除去

50

することができ、さらに、このエッチャントによるSiNx層210のエッチング速度は、p-ITO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-ITO層をエッチングする場合と同様、下層のp-ITO層202pをエッチングストップとしてこのSiNx層210をp-ITO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224m2の形成されている領域のみにおいて、p-ITO層202pの上にSiNx層210が残り、マスクされていない画素領域では、SiNx層210が除去されてp-ITO層202pの上面が露出するとエッチングが自動的に停止する。

#### 【0082】

SiNx層210のエッチング終了後、エッチングマスク224m2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-ITO層202pとSiNx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-ITO層202pの単層構造が形成される。

10

#### 【0083】

次に、このSiNx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。

#### 【0084】

20

次に、a-ITO層206aをp-ITO層202pをエッチングストップとして除去できる上述のようなエッチャント(HCl、HNO<sub>3</sub>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。

#### 【0085】

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。

30

#### 【0086】

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、SiNx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。

40

#### 【0087】

なお、プラズマCVD法を用いてSiNx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SiO<sub>2</sub>膜をITO層の上に形成してからその上にSiNx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、SiO<sub>2</sub>の屈折率は、1.5程度であるため、SiO<sub>2</sub>とITO及びSiNx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。

50

また  $\text{SiO}_2$  の薄膜は、下層の  $\text{p-ITO}$  層をエッチングストップとした  $\text{SiNx}$  層のエッチング時に、この  $\text{SiNx}$  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  $\text{SiO}_2$  薄膜が残存することがない。

【0088】

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、 $\text{a-ITO}$  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  $\text{p-ITO}$  層をエッチングストップとして上層の  $\text{a-ITO}$  層又は  $\text{SiNx}$  層を選択的に除去する工程を繰り返せばよい。

【産業上の利用可能性】

【0089】

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】

【0090】

【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。

【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  $\text{ITO}$  と  $\text{SiNx}$  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  $\text{ITO}$  と  $\text{SiNx}$  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。

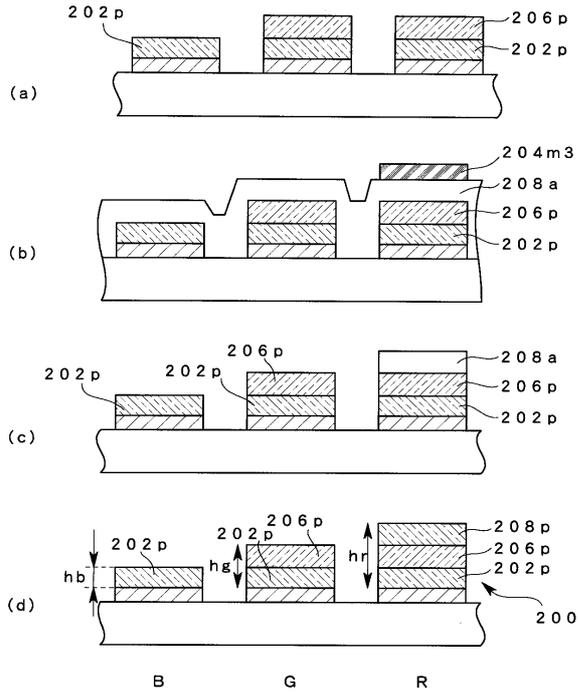
【符号の説明】

【0091】

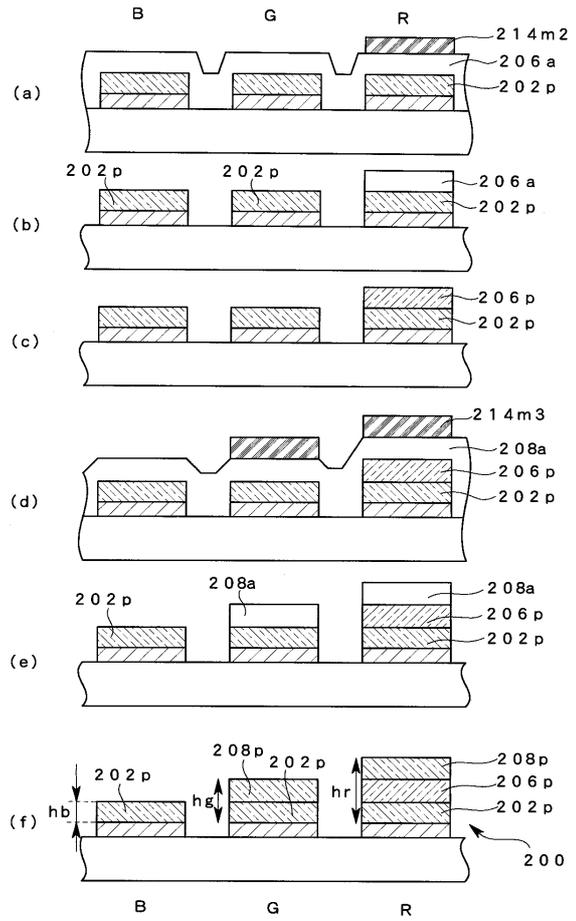
80 基板、82 能動層（多結晶シリコン膜）、84 ゲート絶縁膜、86 ゲート電極、88 層間絶縁膜、90、94 コンタクトホール、92 平坦化絶縁層、110 下部反射膜、120 有機発光素子層、122 正孔注入層、124 正孔輸送層、126 発光層、128 電子輸送層、140 平坦化絶縁層、200 第 1 電極（導電性共振スペーサ層）、202a, 206a, 208a 非晶質  $\text{ITO}$  ( $\text{a-ITO}$ ) 層、202p, 206p, 208p 多結晶  $\text{ITO}$  ( $\text{p-ITO}$ ) 層、210 光透過層 ( $\text{SiNx}$  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。



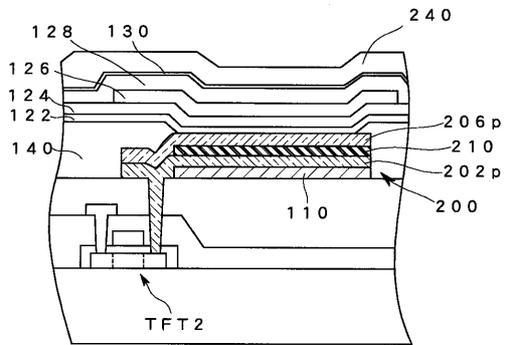
【図5】



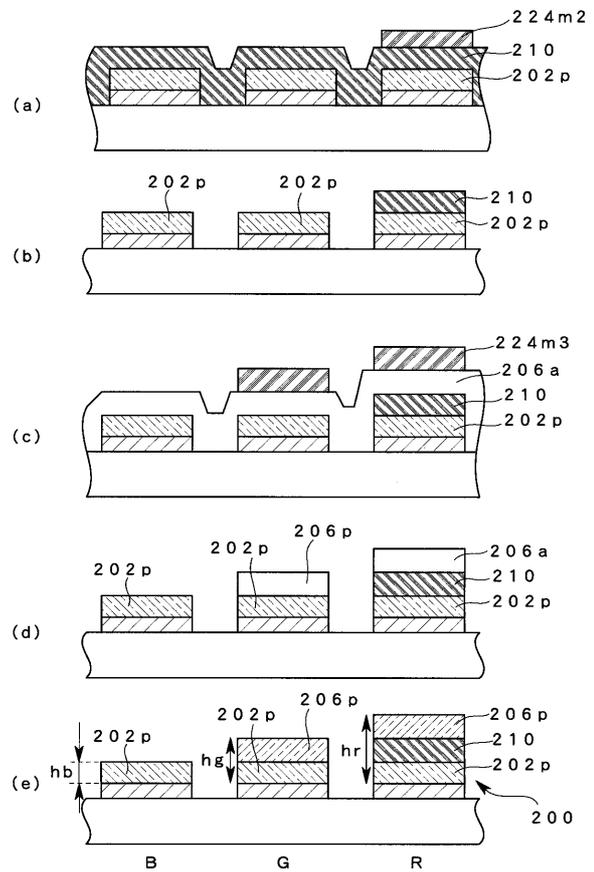
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

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

(72)発明者 米田 清  
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

審査官 本田 博幸

(56)参考文献 特開平06-275381(JP,A)  
特開平11-048387(JP,A)  
特開2001-071558(JP,A)  
特開2001-183685(JP,A)  
特開2002-299057(JP,A)  
特開2003-031374(JP,A)  
特開2004-253389(JP,A)  
特開2005-093401(JP,A)  
特開2005-116516(JP,A)  
国際公開第97/046054(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H 0 5 B 3 3 / 2 4  
H 0 5 B 3 3 / 1 0  
H 0 5 B 3 3 / 2 2  
H 0 5 B 3 3 / 2 8  
H 0 1 L 2 7 / 3 2  
H 0 1 L 5 1 / 5 0  
G 0 9 F 9 / 3 0

|                |   |         |            |
|----------------|---|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 显示装置及其制造方法  |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP4475942B2</a>   | 公开(公告)日 | 2010-06-09 |
| 申请号            | JP2003435823  | 申请日     | 2003-12-26 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三洋电机株式会社  |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 三洋电机株式会社  |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 三洋电机株式会社  |         |            |
| [标]发明人         | 鈴木浩司<br>西川龍司<br>米田清   |         |            |
| 发明人            | 鈴木 浩司<br>西川 龍司<br>米田 清  |         |            |
| IPC分类号         | H05B33/24 H01L51/50 H05B33/10 H05B33/22 H05B33/28 G09F9/30 H01L27/32 H01L51/52 H05B33/00 H05B33/02 H05B33/12 H05B33/14  |         |            |
| CPC分类号         | H01L51/5265 H01L27/3213 H01L27/3244 H01L51/5215   |         |            |
| FI分类号          | H05B33/24 H05B33/14.A H05B33/10 H05B33/22.Z H05B33/28 G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32   |         |            |
| F-TERM分类号      | 3K007/AB02 3K007/AB03 3K007/AB17 3K007/AB18 3K007/BA06 3K007/BB00 3K007/CB01 3K007/DB03 3K007/FA00 3K007/FA01 3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC05 3K107/CC45 3K107/DD10 3K107/DD22 3K107/DD24 3K107/DD27 3K107/DD28 3K107/DD46 3K107/DD46X 3K107/DD91 3K107/DD95 3K107/EE33 3K107/FF00 3K107/FF06 3K107/GG00 3K107/GG11 3K107/GG28 5C094/CA24 5C094/DA13 5C094/GB10 5C094/JA01 |         |            |
| 代理人(译)         | 吉田健治<br>石田 纯  |         |            |
| 审查员(译)         | 本田博之  |         |            |
| 其他公开文献         | JP2005197011A   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>   |         |            |

摘要(译)

要解决的问题：提供一种配备有小谐振器结构的彩色显示装置，其能够容易且精确地形成谐振器结构。 $\Sigma$ SOLUTION：显示装置具有多个像素，并通过具有两种或更多种波长的发射光执行彩色显示。每个像素具有形成在基板侧形成的下反射膜110和形成在下反射膜110的上侧的上反射膜240之间的小谐振器结构，在上反射膜110之间插入有机发光层120。由金属薄膜构成的下反射膜具有导电共振间隔层，其作用有机发光层120与其自身之间的第一电极200。通过改变由ITO制成的透明导电金属氧化物层和像SiNx的透光层210（对应于发射光的波长）的层叠或剩余层的数量，使导电共振间隔层的厚度彼此不同。。通过选择性地从上侧用非晶ITO的下层去除非晶ITO层或SiNx层，使导电共振间隔层的厚度与对应于ITO层的厚度和膜形成后剩余的SiNx层的每个醚不同。作为蚀刻阻挡层。发射光由小谐振器结构放大。Z

