

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4754876号
(P4754876)

(45) 発行日 平成23年8月24日 (2011. 8. 24)

(24) 登録日 平成23年6月3日 (2011. 6. 3)

(51) Int. Cl.

F I

H O 5 B 33/02 (2006. 01)
 G O 9 F 9/30 (2006. 01)
 H O 1 L 27/32 (2006. 01)
 H O 1 L 51/50 (2006. 01)

H O 5 B 33/02
 G O 9 F 9/30 3 3 8
 G O 9 F 9/30 3 6 5 Z
 H O 5 B 33/14 A

請求項の数 6 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2005-146313 (P2005-146313)
 (22) 出願日 平成17年5月19日 (2005. 5. 19)
 (65) 公開番号 特開2006-40881 (P2006-40881A)
 (43) 公開日 平成18年2月9日 (2006. 2. 9)
 審査請求日 平成20年4月2日 (2008. 4. 2)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-188827 (P2004-188827)
 (32) 優先日 平成16年6月25日 (2004. 6. 25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000153878
 株式会社半導体エネルギー研究所
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地
 (72) 発明者 郷戸 宏充
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 松原 友恵
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内
 (72) 発明者 坂倉 真之
 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社
 半導体エネルギー研究所内

審査官 濱野 隆

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置及びその作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

薄膜トランジスタと、

前記薄膜トランジスタに電氣的に接続され且つ透光性を有する下部電極と、前記下部電極上に設けられた発光物質を含む層と、前記発光物質を含む層上に設けられた上部電極と、を有する発光素子と、を有し、

前記下部電極の下には、少なくとも、光学的に1層とみなせる第1の絶縁膜と、前記第1の絶縁膜上に接し且つ光学的に1層とみなせる第2の絶縁膜と、前記第2の絶縁膜上に接し且つ光学的に1層とみなせる第3の絶縁膜と、を有する絶縁膜積層体が設けられており、

前記第2の絶縁膜の屈折率は、前記第1の絶縁膜の屈折率及び前記第3の絶縁膜の屈折率よりも大きく又は小さく、

mを自然数、を前記発光物質を含む層が発する光の中心波長、前記第2の絶縁膜の光学的厚さをL1、前記第1の絶縁膜及び前記第3の絶縁膜の光学的厚さをそれぞれL2とした場合、 $L1 + L2 = (2m - 1) / 4$ の式を概略満たす関係であることを特徴とする表示装置。

【請求項 2】

ガラス基板と、

前記ガラス基板上に設けられた第1の絶縁膜と、

前記第1の絶縁膜上に設けられた第2の絶縁膜と、

前記第 2 の絶縁膜上に設けられた半導体膜と、
前記半導体膜上に設けられた第 3 の絶縁膜と、
前記第 3 の絶縁膜上に設けられたゲート電極と、
前記ゲート電極上に設けられた第 4 の絶縁膜と、
前記第 4 の絶縁膜上に設けられた発光素子と、を有し、
前記第 1 の絶縁膜及び前記第 4 の絶縁膜は、窒化珪素を主成分とする材料で形成され、
前記第 2 の絶縁膜及び前記第 3 の絶縁膜は、酸化珪素を主成分とする材料で形成され、
前記発光素子の下部電極は透光性を有し、
前記発光素子の下には、前記第 1 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜と、前記第 3 の絶縁膜
と、前記第 4 の絶縁膜と、を有する絶縁膜積層体が設けられており、

10

m を自然数、 を前記発光素子が発する光の中心波長、前記第 2 の絶縁膜の光学的厚さ
と前記第 3 の絶縁膜の光学的厚さの和を L_1 、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 4 の絶縁膜の
光学的厚さをそれぞれ L_2 とした場合、 $L_1 + L_2 = (2m - 1) / 4$ の式を概略満たす
関係であることを特徴とする表示装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記第 4 の絶縁膜と前記発光素子の間には塗布膜が形成されていることを特徴とする表
示装置。

【請求項 4】

薄膜トランジスタと、
前記薄膜トランジスタに電氣的に接続され且つ透光性を有する下部電極と、前記下部電
極上に設けられた発光物質を含む層と、前記発光物質を含む層上に設けられた上部電極と
、を有する発光素子と、を有し、
前記下部電極の下には、少なくとも、光学的に 1 層とみなせる第 1 の絶縁膜と、前記第
1 の絶縁膜上に接し且つ光学的に 1 層とみなせる第 2 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜上に
接し且つ光学的に 1 層とみなせる第 3 の絶縁膜と、を有する絶縁膜積層体が設けられてお
り、

20

前記第 2 の絶縁膜の屈折率が、前記第 1 の絶縁膜の屈折率及び前記第 3 の絶縁膜の屈折
率よりも大きい又は小さい表示装置の作製方法であって、

m を自然数、 を前記発光物質を含む層が発する光の中心波長、前記第 2 の絶縁膜の光
学的厚さを L_1 、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 3 の絶縁膜の光学的厚さをそれぞれ L_2 と
した場合、 $L_1 + L_2 = (2m - 1) / 4$ の式を概略満たす関係となるように、前記第
1 乃至第 3 の絶縁膜の物理的厚さを調整して、前記第 1 乃至第 3 の絶縁膜を形成すること
を特徴とする表示装置の作製方法。

30

【請求項 5】

ガラス基板と、
前記ガラス基板上に設けられた第 1 の絶縁膜と、
前記第 1 の絶縁膜上に設けられた第 2 の絶縁膜と、
前記第 2 の絶縁膜上に設けられた半導体膜と、
前記半導体膜上に設けられた第 3 の絶縁膜と、
前記第 3 の絶縁膜上に設けられたゲート電極と、
前記ゲート電極上に設けられた第 4 の絶縁膜と、
前記第 4 の絶縁膜上に設けられた発光素子と、を有し、
前記第 1 の絶縁膜及び前記第 4 の絶縁膜は、窒化珪素を主成分とする材料で形成され、
前記第 2 の絶縁膜及び前記第 3 の絶縁膜は、酸化珪素を主成分とする材料で形成され、
前記発光素子の下部電極は透光性を有し、
前記発光素子の下には、前記第 1 の絶縁膜と、前記第 2 の絶縁膜と、前記第 3 の絶縁膜
と、前記第 4 の絶縁膜と、を有する絶縁膜積層体が設けられている表示装置の作製方法であ
って、

40

m を自然数、 を前記発光素子が発する光の中心波長、前記第 2 の絶縁膜の光学的厚さ

50

と前記第 3 の絶縁膜の光学的厚さの和を L_1 、前記第 1 の絶縁膜及び前記第 4 の絶縁膜の光学的厚さをそれぞれ L_2 とした場合、 $L_1 + L_2 = (2m - 1) \lambda / 4$ の式を概略満たす関係となるように、前記第 1 乃至第 4 の絶縁膜の物理的厚さを調整して、前記第 1 乃至第 4 の絶縁膜を形成することを特徴とする表示装置の作製方法。

【請求項 6】

請求項 5 において、

前記第 4 の絶縁膜と前記発光素子の間には塗布膜が形成されていることを特徴とする表示装置の作製方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は表示装置に関し、特に自発光型の表示装置に於いて視野角特性の改善された表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

エレクトロルミネッセンス素子（発光素子）からの発光を利用した発光装置は、高視野角、低消費電力の表示用装置として注目されている装置である。

【0003】

主に表示用として利用されている発光装置の駆動方法には、アクティブマトリクス型と、パッシブマトリクス型とがある。アクティブマトリクス型の駆動方式の発光装置は、発光素子ごとに発光・非発光等を制御できる。そのため、パッシブマトリクス型の発光装置よりも低消費電力で駆動でき、携帯電話等の小型電化製品の表示部としてのみならず、大型のテレビ受像機等の表示部として実装するのにも適している。

20

【0004】

また、アクティブマトリクス型の発光装置においては、発光素子ごとに、それぞれの発光素子の駆動を制御するための回路が設けられている。回路と発光素子とは、発光の外部への取り出しが当該回路によって妨げられないように、基板上に配置されている。また、発光素子と重畳する部分には透光性を有する絶縁膜が積層して設けられており、発光は当該絶縁膜中を通して外部に射出する。これらの絶縁膜は、回路の構成要素であるトランジスタや容量素子等の回路素子、若しくは配線を形成するために設けられたものである。

30

【0005】

ところで、積層された絶縁膜中を発光が通るとき、それぞれの絶縁膜の屈折率の違いに起因して、界面で反射した発光が多重干渉することがある。その結果、発光取り出し面を見る角度に依存して発光スペクトルが変わり、視野角特性が悪くなるという問題が生じる。

【0006】

例えば特許文献 1 では、発光素子から発する光が外部に射出する際通過する各層の屈折率の差に起因して、視認性や視野角特性が悪くなるといった問題を提起し、当該各層の屈折率の関係を規定することによってそのような問題が起きにくい発光装置を提案している。

40

【特許文献 1】特開 2003 - 133062 号公報

【0007】

また、特許文献 2 では、発光素子の電極や発光層間で構成される共振構造を有する発光素子において、視野角特性が悪くなるといった問題を提起し、それを解決できるように発光素子の共振構造を工夫した表示素子を提案している。

【特許文献 2】特開 2002 - 367770 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかし、屈折率は物質に固有の値であるため特許文献 1 の構成では、絶縁性やパッシベ

50

ーション性能などの各層に求められる性能と屈折率とをどちらも満足するような材料の選定は非常に困難である。

【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 のような構成であった場合、対向する電極とその間に挟まれた有機層とからなる発光素子のみに注目しているため、アクティブマトリクス型のように発光素子の他に多数の層を介して発光装置外に光が射出するような発光装置では視野角特性の悪化を十分に抑制できない可能性がある。

【 0 0 1 0 】

そこで本発明では、アクティブマトリクス型の表示装置において、簡便に視野角特性を改善することのできる表示装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に薄膜トランジスタと発光素子とが形成されている。そして、基板と発光素子との間には光学的に複数の層が形成されており、複数の層には順番に積層された n_1 の屈折率を有する層と、 n_2 の屈折率を有する層と、 n_3 の屈折率を有する層とが含まれており、 n_1 、 n_2 及び n_3 との間には $n_1 < n_2 > n_3$ もしくは $n_1 > n_2 < n_3$ なる関係があり、発光素子からの発光の中心波長をとすると、前記 n_2 の屈折率を有する層の光学的厚さはそれぞれ概略 $\lambda/2$ の整数倍である。

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、透光性を有する基板上に形成された第 1 の下地絶縁膜と、その上に形成された第 2 の下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第 1 の絶縁膜と、第 1 の絶縁膜を覆って形成された第 2 の絶縁膜と、第 2 の絶縁膜上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該配線と電気的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、第 1 の下地絶縁膜は接する他の膜及び基板の屈折率より大きいまたは小さい屈折率を有する材料で形成されており、第 1 の絶縁膜は上下に接する他の膜の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長をとすると、第 1 の下地絶縁膜の光学的厚さと第 1 の絶縁膜の光学的厚さとがそれぞれ概略 $\lambda/2$ の整数倍である。

【 0 0 1 3 】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、透光性を有する基板上に形成された第 1 の下地絶縁膜と、その上に形成された第 2 の下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第 1 の絶縁膜と、第 1 の絶縁膜を覆って形成された第 2 の絶縁膜と、第 2 の絶縁膜上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該配線と電気的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、第 1 の下地絶縁膜は接する他の膜及び基板の屈折率より大きいまたは小さい屈折率を有する材料で形成されており、第 1 の絶縁膜は上下に接する他の膜の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長をとし、第 2 の下地絶縁膜及びゲート絶縁膜の光学的厚さの合計値を L_1 とし、第 1 の下地絶縁膜と第 1 の絶縁膜各々の光学的厚さを L_2 とし、 m を 1 以上の整数とすると、 $L_1 = -L_2 + (2m - 1) \lambda/4$ を概略満たす。

【 0 0 1 4 】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、透光性を有する基板上に形成された第 1 の下地絶縁膜と、その上に形成された第 2 の下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第 1 の絶縁膜と、第 1 の絶縁膜を覆って形成された第 2 の絶縁膜と、第 2 の絶縁膜上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と

10

20

30

40

50

、当該配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、第1の下地絶縁膜、第1の絶縁膜は窒化ケイ素を主成分とする材料で形成され、第2の下地絶縁膜、ゲート絶縁膜は酸化ケイ素を主成分とする材料で形成されている。また、第1の下地絶縁膜の膜厚は120nm～162nm、第1の絶縁膜の膜厚は120nm～162nm及びゲート絶縁膜と第2の下地絶縁膜合計値は132nm～198nmの範囲にある。

【0015】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、透光性を有する基板上に形成された第1の下地絶縁膜と、その上に形成された第2の下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された絶縁膜と、絶縁膜上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該配線に電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の前記基板側の電極は透光性を有しており、第1の下地絶縁膜は接する他の膜及び基板の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長を とすると、第1の下地絶縁膜の光学的厚さは概略 / 2 の整数倍である。

10

【0016】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に形成された下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第1の絶縁膜と、第1の絶縁膜を覆って形成された第2の絶縁膜と、第2の絶縁膜上に形成され、半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、下地絶縁膜は接する他の膜及び基板の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成され、第1の絶縁膜は上下に接する他の膜より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長を とすると、下地絶縁膜の光学的厚さと前記第1の絶縁膜の光学的厚さとはそれぞれ概略 / 2 の整数倍である。

20

【0017】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に形成された下地絶縁膜の上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された絶縁膜と、絶縁膜上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、下地絶縁膜は接する他の膜及び基板の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長を とすると、下地絶縁膜の光学的厚さとはそれぞれ概略 / 2 の整数倍である。

30

【0018】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に形成された下地絶縁膜上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第1の絶縁膜と、それを覆って形成された第2の絶縁膜と、さらにその上に形成され、前記半導体層にコンタクトホールを介して接続する配線と、当該記配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の前記基板側の電極は透光性を有しており、第1の絶縁膜は上下に接する他の膜の屈折率より大きい又は小さい屈折率を有する材料で形成されている。また、発光素子が発する光の中心波長を とすると、第1の絶縁膜の光学的厚さは概略 / 2 の整数倍である。

40

【0019】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に形成された第1の下地絶縁膜、第2の下地絶縁膜上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、前記薄膜トランジスタを覆って形成された第1の絶縁膜と、第1の絶縁膜を覆って形成された第2の絶縁膜と、第2の絶縁膜上に形成され、半導

50

体層にコンタクトホールを介して電氣的に接続する配線と、配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、発光素子の前記基板側の電極は透光性を有しており、第2の下地絶縁膜と、ゲート絶縁膜と、第1の絶縁膜とは光学的に1層であり、第2の下地絶縁膜と、ゲート絶縁膜と、第1の絶縁膜とよりなる光学的に1層である膜の屈折率は、第1の下地絶縁膜及び第2の絶縁膜の屈折率より大きく又は小さく、第2の下地絶縁膜と、ゲート絶縁膜と、第1の絶縁膜とよりなる光学的に1層である膜の光学的厚さは、発光素子からの発光の中心波長を とすると概略 $\lambda/2$ の整数倍である。

【0020】

上記課題を解決する為の本発明の表示装置には、基板上に形成された第1の下地絶縁膜、第2の下地絶縁膜上に、半導体層、ゲート絶縁膜及びゲート電極を有する薄膜トランジスタが形成されている。そして、薄膜トランジスタを覆って形成された第1の絶縁膜と、第1の絶縁膜を覆って形成された第2の絶縁膜と、第2の絶縁膜上に形成され、半導体層にコンタクトホールを介して電氣的に接続する配線と、配線と電氣的に接続する発光素子を有している。また、さらに、発光素子の基板側の電極は透光性を有しており、第1の下地絶縁膜及び第2の絶縁膜は窒化ケイ素を主成分とする材料で形成され、第2の下地絶縁膜、ゲート絶縁膜及び第1の絶縁膜は酸化珪素を主成分とする材料で形成され、第1の下地絶縁膜の物理的厚さは120nm～162nm、第2の絶縁膜の物理的厚さは120nm～162nm及び第2の下地絶縁膜とゲート絶縁膜と前記第1の絶縁膜の物理的厚さの合計値は132nm～198nmの範囲内にある。

【発明の効果】

【0021】

本発明の表示装置は、簡単な構成で視野角特性が改善された表示装置である。また、本発明の表示装置は視野角特性が改善されたため、良好な表示を提供することができる。さらに、新たな工程や、新規材料を用いずとも本発明の表示装置は作製することができ、簡単に視野角特性が改善された表示装置を得ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。

【0023】

本発明者らは、アクティブマトリクス型であり薄膜トランジスタの形成されている基板の方に光を射出する表示装置においては、薄膜トランジスタを形成する為に用いられる膜が原因で発光素子からの光が反射し、多重干渉が起きていることに着目し、当該反射を起こす膜の膜厚をある特定の膜厚にすることで、多重干渉に及ぼす影響を大幅に低減できることを見いだした。

【0024】

なお、本発明においては、接触する2膜以上の複数の膜がそれぞれ異なる工程によって作製されていたとしても、当該複数の膜を構成する材料が同じ材料又は同じ屈折率を有する材料もしくは同様の屈折率を有する材料であれば、光学的には1層としてみなすこととする。また、物理的厚さとは注目する膜が有する実際の厚みのことであり、光学的厚さとは、ある波長の光が当該膜を通過することを想定し、物理的厚さにその光の波長における当該膜の屈折率をかけたものを言う。また、中心波長とは注目する発光素子が発する光のうち、最も強度の高い波長とする。もしくは、当該発光素子から実施者が得ようとする波長としても良い。

【0025】

光が複数の層を通過してゆく際、反射が問題となるのは、屈折率の異なる層と層が積層された界面を通過する場合である。このような積層構造は薄膜トランジスタを作製する際にはしばしば見受けられる。例えば、酸化ケイ素膜と、窒化ケイ素膜の積層はその代表的

なものである。酸化ケイ素膜と、窒化ケイ素膜程度の屈折率の差があると、光の反射による多重干渉の問題が大きい。

【 0 0 2 6 】

また、半導体装置においては絶縁性、膜質、ブロッキング性能や半導体層との相性などから、使用される材料は限られており、必然的に２種類程度の材料の繰り返し積層構造となっていることが多い。また、それ以外で用いられる材料もそのどちらかの屈折率と同じような屈折率を有していることが多い。

【 0 0 2 7 】

本発明において、発光素子から射出した光が外部に射出するまでの間に屈折率 n の大きい、もしくは小さい層を１層通過する場合、すなわち、光の入射方向から $n_1 < n_2 > n_3$ 又は $n_1 > n_2 < n_3$ なる屈折率の関係を有する積層構造を通過する場合は、当該層（上記屈折率 n_2 を有する層）の光学的厚さ L を $m / 2$ （ m は１以上の整数）のとする。これは物理的厚さ d に換算すると当該層を構成する膜の屈折率を n 、発光素子が発する光の中心波長を λ として、 $m / 2 n \lambda$ となる。

【 0 0 2 8 】

この構成を採ることにより、当該層（上記屈折率 n_2 を有する層）に光が入射する際に起きた反射と、当該層より光が射出する際に起きた反射が互いに相殺し、結果、当該層が存在することによって起こる反射が小さくなる。この反射が小さくなることで、定在波の発生が抑制され、視野角依存性が改善された表示装置を得ることができるようになる。なお、視野角依存性が良好な表示装置を得る為には当該層の反射率は１％以下であれば良く、そのような反射率を与える当該層の光学的厚さ L は $\lambda / 2$ の $\pm 6\%$ 程度である。なお、このことから本発明及び本明細書に於いて概略と言った場合は $\pm 6\%$ のマージンを有することとする。

【 0 0 2 9 】

また、本発明において、発光素子から射出した光が外部に射出するまでの間に屈折率の大きい、もしくは小さい層を２層通過する場合、すなわち、光の入射方向から $n_1 < n_2 > n_3 < n_4 > n_5$ 又は $n_1 > n_2 < n_3 > n_4 < n_5$ なる屈折率の関係を有する積層構造を一つ通過する場合は、当該２層（上記 n_2 及び n_4 の屈折率を有する層）の光学的厚さ L をそれぞれ $m / 2$ （ m は１以上の整数）とする。これは物理的厚さ d に換算すると当該層の屈折率を n 、発光素子が発する光の中心波長を λ として、 $m / 2 n \lambda$ となる。

【 0 0 3 0 】

なお、当該２層（上記 n_2 及び n_4 の屈折率を有する層）は同じ材料又は同じ屈折率を有する材料もしくは同様の屈折率を有する材料で形成されていると好ましい。この構成を採ることにより、当該層に光が入射する際に起きた反射と、当該層より光が射出する際に起きた反射が互いに相殺し、結果当該層の反射率が小さくなる。反射率が小さくなることで、定在波の発生が抑制され、視野角依存性が改善された表示装置を得ることができるようになる。なお、視野角依存性が良好な表示装置を得る為には当該層の反射率は１％以下であれば良く、そのような当該膜の光学的厚さ L は $\lambda / 2$ の $\pm 6\%$ 程度である。

【 0 0 3 1 】

また、本発明において、発光素子から射出した光が外部に射出するまでの間に屈折率の大きい、もしくは小さい層を２層通過する場合、すなわち、光の入射方向から $n_1 < n_2 > n_3 < n_4 > n_5$ 又は $n_1 > n_2 < n_3 > n_4 < n_5$ なる屈折率の関係を有する積層構造を一つ通過する場合は、当該２層（上記 n_2 及び n_4 の屈折率を有する層）の光学的厚さを L_1 、当該２層に挟まれている層（上記屈折率 n_3 を有する層）の光学的厚さを L_2 とすると、発光素子が発する光の中心波長を λ として、 $L_2 = -L_1 + (2m - 1) \lambda / 4$ を満たすようにする。

【 0 0 3 2 】

なお、当該２層を構成する材料は（上記 n_2 及び n_4 の屈折率を有する層）は同じ材料、もしくは同じ屈折率を有する材料又は同様の屈折率を有する材料であると好ましく、当該２層に挟まれている層（上記屈折率 n_3 を有する層）は光学的に１層であることを条件

10

20

30

40

50

とする。この構成を採ることにより、屈折率 n_1 を有する層と屈折率 n_2 を有する層の界面で起きた反射が屈折率 n_3 を有する層と屈折率 n_4 を有する層との界面で起きた反射により相殺され、また、屈折率 n_2 を有する層と屈折率 n_3 を有する層との界面で起きた反射は屈折率 n_4 を有する層と屈折率 n_5 を有する層との界面で起きた反射により相殺され、結果当該積層膜の反射率が小さくなる。反射率が小さくなることで、定在波の発生が抑制され、視野角依存性が改善された表示装置を得ることができるようになる。なお、視野角依存性が良好な表示装置を得る為には当該膜の反射率は 1 % 以下であれば良く、そのような反射率を与える当該膜の物理的厚さ d は L_1 、 L_2 の各々 $\pm 6\%$ 程度である。

【0033】

また、本発明において、発光素子から射出した光が外部に射出するまでの間に、屈折率 1.8 前後の層 2 層と、その間に屈折率 1.5 前後の層 1 層を挟んだ積層構造を通過する場合、屈折率 1.8 前後の層の物理的厚さを 120 nm ~ 162 nm、屈折率 1.5 前後の膜の物理的厚さを 132 nm ~ 198 nm とする。この構成を採ることにより、当該膜の反射率が小さくなり、定在波の発生が抑制され、視野角依存性が改善された表示装置を得ることができるようになる。なお、視野角依存性が良好な表示装置を得る為には当該層の反射率は 1 % 以下であれば良く上記した物理的厚さはそのような反射率を与える膜厚である。

【0034】

(実施の形態 1)

本実施の形態では、本発明の表示装置の一例について図 1 を参照しながら説明する。

【0035】

本実施の形態の表示装置は、透光性を有する基板 100 上に、基板 100 側から順に第 1 の下地絶縁膜 101、第 2 の下地絶縁膜 102 が形成されている。第 2 の下地絶縁膜 102 上には半導体層 103 が形成され、半導体層 103 及び第 2 の下地絶縁膜 102 を覆ってゲート絶縁膜 104 が形成される。また、ゲート絶縁膜 104 上には半導体層 103 と一部重なってゲート電極 105 が形成されている。ゲート電極 105 及びゲート絶縁膜 104 は第 1 の絶縁膜 106 により覆われており、さらに第 1 の絶縁膜 106 は第 2 の絶縁膜 107 に覆われている。第 2 の絶縁膜 107 上には、第 2 の絶縁膜 107、第 1 の絶縁膜 106 及びゲート絶縁膜 104 を貫通して設けられたコンタクトホールを介して、半導体層 103 に電気的に接続する電極 108、109 が設けられる。また、半導体層 103、ゲート絶縁膜 104、ゲート電極 105、電極 108、109 より画素部の薄膜トランジスタ 110 が形成されている。

【0036】

また、薄膜トランジスタ 110 の一方の電極 109 に一部重なって発光素子の第 1 の電極 111 が形成されている。さらに、その上部には第 2 の絶縁膜 107 と少なくとも第 1 の電極 111 の端部を覆い、第 1 の電極 111 が露出する開口部を有する隔壁 112 などと呼ばれる第 3 の絶縁膜が形成されている。そして、少なくとも当該開口部を覆って発光積層体 113 が形成され、隔壁 112 及び発光積層体 113 を覆って発光素子の第 2 の電極 114 が形成され、第 1 の電極 111、発光積層体 113 及び第 2 の電極 114 からなる発光素子 115 が構成されている。

【0037】

基板 100 の材料としては透光性を有するガラス、石英やプラスチック（ポリイミド、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリエーテルスルホンなど）等を用いることができる。これら基板は必要に応じて CMP 等により研磨してから使用しても良い。本実施の形態においてはガラス基板を用いる。

【0038】

第 1 の下地絶縁膜 101、第 2 の下地絶縁膜 102 は基板 100 中のアルカリ金属やアルカリ土類金属など、半導体膜の特性に悪影響を及ぼすような元素が半導体層中に拡散するのを防ぐ為に設ける。材料としては酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒素を含む酸化ケイ素、酸素を含む窒化ケイ素などを用いることができる。ところで、不純物元素（イオン）のブ

10

20

30

40

50

ロック効果が大きいのは窒化ケイ素を主成分とする膜であることがわかっている。一方、酸化ケイ素を主成分とする膜は窒化ケイ素を主成分とする膜よりもバンドギャップが広く、絶縁性に優れ、トラップ順位も少ない長所がある。本実施の形態では第1の下地絶縁膜101を窒化ケイ素を主成分とする膜で、第2の下地絶縁膜102を酸化ケイ素を主成分とする膜で形成することで、良好な不純物バリア性と良好な薄膜トランジスタ性能との両方を同時に得ることができる。

【0039】

また、本実施の形態において、第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d は、発光素子115から発する光の中心波長を λ 、中心波長における第1の下地絶縁膜101の屈折率を n とすると $m/2n$ (m は0以上の整数)とする。

10

【0040】

本発明の表示装置はその画素部において、第2の下地絶縁膜上に複数の薄膜トランジスタを有している、アクティブマトリクス型の表示装置であり、図1における薄膜トランジスタ110はその中の一つを示している。なお、表示装置における画素部以外の部分に薄膜トランジスタを形成し、駆動回路、信号処理回路、音声回路及びCPU等を形成していても良い。

【0041】

薄膜トランジスタ110は公知の方法により形成すれば良く、その種類を問わないが、第1の絶縁膜106は窒化ケイ素を主成分とする膜により形成し、半導体層103に不純物が侵入するのを防ぐパッシベーション膜や、膜中に多く含有する水素によって半導体層103のダングリングボンドを終端する水素化膜として用いることができる。

20

【0042】

本実施の形態において、第1の絶縁膜106の物理的厚さ d は、発光素子115から発する光の中心波長を λ 、中心波長における第1の絶縁膜106の屈折率を n とすると $m/2n$ (m は0以上の整数)とする。

【0043】

本実施の形態においては、ゲート絶縁膜104は第2の下地絶縁膜102と同じ材料又は同じ屈折率を有する材料もしくは概略同じ屈折率を有する材料で形成する。本実施の形態においては、第2の下地絶縁膜102を酸化ケイ素を主成分とする膜により形成しているため、ゲート絶縁膜104も酸化ケイ素を主成分とする膜により形成し、光学的に1層とみなせるようにする。

30

【0044】

第2の絶縁膜107は、発光素子115の開口率を向上させるため、下層の凹凸を緩和することが可能な自己平坦性を有する塗布膜により形成する。このような絶縁膜としてはアクリルやポリイミド、珪素と酸素との結合で骨格構造が構成され、置換基として少なくとも水素を含む有機基(例えばアルキル基、アリアル基)、フルオロ基、又は少なくとも水素を含む有機基及びフロオロ基を有する材料、いわゆるシロキサンなどがある。本実施の形態ではシロキサンにより形成した膜を第2の絶縁膜107として用いる。

【0045】

発光素子115は第1の電極111と第2の電極114との間に発光積層体113を挟んでなっている。また、第1の電極111と第2の電極114はいずれか一方が陽極、他方が陰極として機能する。発光素子は他の発光素子と土手などと呼ばれる隔壁112により分離されており、隔壁112は少なくとも第1の電極111の端部を覆うように形成され、隔壁112自身の発光素子側の端部は曲率を有し、当該曲率が連続的に変化するテーパー形状をしていることが望ましい。

40

【0046】

また、隔壁112は有機材料と無機材料どちらで形成されていても良く、感光性や非感光性のアクリル、ポリイミド、シロキサンや酸化ケイ素を主成分とする膜、窒化ケイ素を主成分とする膜などの材料を用いることができる。

【0047】

50

第1の電極111はインジウム錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)等の透光性を有する導電物からなることが望ましい。なお、ITO以外に、酸化ケイ素を含有するITOや、酸化インジウムに2~20%の酸化亜鉛を含有したIZO(Indium Zinc Oxide)もしくは酸化亜鉛そのもの、酸化亜鉛にガリウムを含有したGZO(Gallium Zinc Oxide)等を用いても良い。

【0048】

また、発光積層体113は発光物質を含み、単層、または多層で構成される。なお、発光積層体113は有機物もしくは無機物のいずれかからなるものであっても良いし、または無機物と有機物の両方を含むものでも良い。

【0049】

このような構成を有する本実施の形態における表示装置では、発光素子115から射出した光が表示装置の外部に射出するまでに第2の絶縁膜107、第1の絶縁膜106、ゲート絶縁膜104、第2の下地絶縁膜102、第1の下地絶縁膜101及び基板100を通過する。このうち、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101が当該膜を挟んでいる膜との間に大きな屈折率差を有する。そこで本実施の形態では第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d を、 $m/2n$ (m は0以上の整数)すなわち、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の光学的厚さ L を $m/2$ (m は0以上の整数)とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0050】

図12、図13は本実施の形態の構成のように、基板100上に第1の下地絶縁膜101を酸素を含む窒化ケイ素膜で、第2の下地絶縁膜102とゲート絶縁膜104を窒素を含む酸化ケイ素膜で、第1の絶縁膜106を酸素を含む窒化ケイ素膜で形成し、その上に第2の絶縁膜107をシリコンで、さらにその上に発光素子115を順番に形成した場合、ゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた膜厚と、第1の絶縁膜106の膜厚及び第1の下地絶縁膜101の膜厚を変化させた際、第2の絶縁膜107と第1の絶縁膜106との間の反射率(これは第1の絶縁膜106とゲート絶縁膜104との間の反射光、第2の下地絶縁膜102と第1の下地絶縁膜101との間の反射光、及び第1の下地絶縁膜101と基板100との間の反射光も併せた反射率である)がどのように変化するかをフレネル係数の方法を用いてシミュレーションを行った結果である。なお、本実施の形態ではゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102は同じ材料で形成されている層であるので、光学的に1層であるとみなすことができることから、ゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102の膜厚に関しては、それらを足しあわせた膜厚によって議論を行っている。

【0051】

これらのグラフにおいては、横軸が酸素を含む窒化ケイ素を材料とする膜の物理的厚さ(第1の下地絶縁膜101、第1の絶縁膜106それぞれの膜厚)、縦軸が上記2膜の間に存在する窒素を含む酸化ケイ素を材料とする膜の物理的厚さ(第2の下地絶縁膜102とゲート絶縁膜104の膜厚の和)を表しており、第1の絶縁膜106における反射率の分布が示されている。図12においては単色での反射率の変化を、図13では波長400nmから700nmにおける平均の反射率が示されている。

【0052】

図12(A)は青色の発光に相当する中心波長 $\lambda = 450\text{nm}$ の波長の光に対するシミュレーション結果であるが、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d が光学的厚さ $L = d \cdot n$ に相当する125nm付近において反射率が低くなっているのがわかる。第1の絶縁膜106と第2の絶縁膜107との間における反射は1%以下であれば視野角特性に大きな悪影響を及ぼすことは少ないと考えられ、そのような反射率を示

10

20

30

40

50

す範囲は図より125 nmを中心とした物理的厚さ $d = 115 \text{ nm} \sim 133 \text{ nm}$ の範囲であった。この膜厚範囲ではゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた膜厚に関係なく反射率1%以下の構成とすることができ、視野角特性の良好な表示装置を提供することができる。

【0053】

図12(B)は緑色の発光に相当する中心波長 $\lambda = 540 \text{ nm}$ の波長の光に対するシミュレーション結果であるが、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d が光学的厚さ $L = d/2$ に相当する152 nm付近において反射率が低くなっているのがわかる。第1の絶縁膜106と第2の絶縁膜107の界面における反射は1%以下であれば視野角特性に大きな悪影響を及ぼすことは少ないと考えられ、そのような反射率を示す範囲は図より物理的厚さ $d = 138 \text{ nm} \sim 162 \text{ nm}$ の範囲であった。この膜厚範囲ではゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた膜厚に関係なく反射率1%以下の構成とすることができ、視野角特性の良好な表示装置を提供することができる。

【0054】

図12(C)は赤色の発光に相当する中心波長 $\lambda = 620 \text{ nm}$ の波長の光に対するシミュレーション結果であるが、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d が光学的厚さ $L = d/2$ に相当する175 nm付近において反射率が低くなっているのがわかる。第1の絶縁膜106と第2の絶縁膜107の界面における反射は1%以下であれば視野角特性に大きな悪影響を及ぼすことは少ないと考えられ、そのような反射率を示す範囲は図より物理的厚さ $d = 160 \text{ nm} \sim 186 \text{ nm}$ の範囲であった。この膜厚範囲ではゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた膜厚に関係なく反射率1%以下の構成とすることができ、視野角特性の良好な表示装置を提供することができる。

【0055】

このように、中心波長が明らかである場合、すなわち、作製する表示装置が単色表示もしくはカラーフィルターを用いた多色表示であり、且つ発光素子から発する光の極大波長が単一もしくは中心波長以外の極大波長の強度が十分に小さい場合は、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d を概略光学的厚さ $L = d/2$ に相当する膜厚とすることで、第1の絶縁膜106と第2の絶縁膜107の界面の反射を低く抑えることが可能であることがわかる。なお、この場合、ゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102の膜厚の和はどのような膜厚であってもかまわない。

【0056】

また、これらのシミュレーションデータより、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の光学的厚さは $L = d/2$ の $\pm 6\%$ の膜厚範囲であれば反射率が許容できるほど小さく、良好な視野角特性を有する表示装置を得ることができることがわかる。このことから本明細書中に於いて物理的厚さ d 、光学的厚さ L 共に概略と言った場合は $\pm 6\%$ のマージンを有することとする。

【0057】

また、図12(A)～(C)より、 L_2 (ゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102の光学的厚さの和)、 L_1 (第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101各々の光学的厚さ)が $L_2 = -L_1 + (2m - 1)\lambda/4$ (ただし、 m は1以上の整数)を満たす場合にも反射率は小さくなくなり、視野角依存性が改善することが期待される。この場合は、 L_2 、 L_1 両方の膜厚を設定する必要があり、第2の絶縁膜107と第1の絶縁膜106との間で起こった反射は、第2の下地絶縁膜102と第1の下地絶縁膜101の間で起こった反射により相殺され、また、第1の絶縁膜106とゲート絶縁膜104との間で起こった反射は第1の下地絶縁膜101と基板100との間の反射により相殺されることにより反射が低減されることが考えられる。

【0058】

なお、この場合においても算出された L_2 、 L_1 に対して、 $\pm 6\%$ 程度の範囲は視野角依存性が許容できる程に反射率が低下しているため、この範囲の条件を満たす膜厚とすることで、視野角依存性の低減された良好な表示を行うことができる表示装置を提供するこ

とができる。

【0059】

図13は400nm～700nmにおける反射率の平均を取ったものであり、反射率1%以下を満たす膜厚範囲は、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さdが120nm～162nmの範囲にあり且つゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた物理的厚さdが132nm～198nmの範囲である。これらの物理的厚さを上記範囲内とすることによって、塗り分けのフルカラー表示装置、白色発光の素子を用いた表示装置などのように、中心波長の異なる複数の種類の発光素子を有する表示装置や、発光素子は一種類であっても当該発光素子の発する光のスペクトルに強度の大きい複数の極大波長を有する表示装置においても良好な視野角特性を得ることが可能となる。

10

【0060】

また、中心波長が明らかである場合であっても、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さdを120nm～162nmであり且つゲート絶縁膜104と第2の下地絶縁膜102を足しあわせた物理的厚さdを132nm～198nmの範囲とすれば、どのような波長であっても視野角特性の良い表示装置を作製することが可能となる。

【0061】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層103、ゲート電極104、電極108、109、発光素子の第1の電極111などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

20

【0062】

(実施の形態2)

本実施の形態では本発明の他の構成について図2を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態1の構成と同様であるが、実施の形態1における第1の絶縁膜106が形成されていない。この場合、発光素子115から射出した光が外部に射出するまでの間に通過する屈折率の異なる膜は第1の下地絶縁膜101、1層のみである。

30

【0063】

そのため、第1の下地絶縁膜101の光学的厚さLを発光素子115から発する光の中心波長を λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

40

【0064】

なお、本実施の形態の場合、第2の下地絶縁膜102、ゲート絶縁膜104及び第2の絶縁膜107は概略同じ屈折率を有する材料で形成されていることが肝要である。

【0065】

その他の構成については実施の形態1と同様であるので、実施の形態1の記載を参照されたい。

【0066】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層103、ゲート電極104、電極108、109、発光素子の第1の電極111などを形成する為のエッチング

50

によってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

【0067】

(実施の形態 3)

本実施の形態では本発明の他の構成について図 3 を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態 1 の構成と同様であるが、実施の形態 1 における第 2 の下地絶縁膜 102 が形成されておらず、下地絶縁膜は下地絶縁膜 116 のみとなっている。本実施の形態では下地絶縁膜 116 を酸素を含む窒化ケイ素により形成した例を示す。この場合、発光素子 115 から射出した光が外部に射出するまでの間に通過する屈折率の異なる膜は、第 1 の絶縁膜 106 と下地絶縁膜 116 の 2 層である。

【0068】

ここで、第 1 の絶縁膜 106 及び下地絶縁膜 116 の光学的厚さ L を発光素子 115 から発する光の中心波長を λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0069】

もしくは、第 1 の絶縁膜 106 及び下地絶縁膜 116 の光学的厚さをそれぞれ L_1 、第 1 の絶縁膜 106 及び下地絶縁膜 116 の間のゲート絶縁膜 104 の光学的厚さを L_2 として、 $L_2 = -L_1 + (2m - 1)\lambda/4$ を満たすような、膜厚とする。これにより反射光を著しく低減させることができ、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0070】

または、第 1 の絶縁膜 106 及び下地絶縁膜 116 の物理的厚さ d を $120\text{ nm} \sim 162\text{ nm}$ の範囲とし、ゲート絶縁膜 104 の物理的厚さ d を $132\text{ nm} \sim 198\text{ nm}$ の範囲とする。これにより反射光を著しく低減させることができ、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0071】

その他の構成については実施の形態 1 と同様であるので、実施の形態 1 の記載を参照されたい。

【0072】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層 103、ゲート電極 104、電極 108、109、発光素子の第 1 の電極 111 などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

【0073】

(実施の形態 4)

本実施の形態では本発明の他の構成について図 4 を参照しながら説明する。本実施の形

10

20

30

40

50

態における表示装置はほぼ実施の形態 1 の構成と同様であるが、実施の形態 1 における第 2 の下地絶縁膜 102 及び第 1 の絶縁膜 106 が形成されておらず、下地絶縁膜は下地絶縁膜 116 のみとなっている。本実施の形態では下地絶縁膜 116 を酸素を含む窒化ケイ素により形成した例を示す。この場合、発光素子 115 から射出した光が外部に射出するまでの間に通過する屈折率の異なる膜は、下地絶縁膜 116 の 1 層である。

【0074】

ここで、下地絶縁膜 116 の光学的厚さ L を、発光素子 115 から発する光の中心波長を λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

10

【0075】

なお、本実施の形態の場合、ゲート絶縁膜 104 及び第 2 の絶縁膜 107 は概略同じ屈折率を有する材料で形成することが肝要である。

【0076】

その他の構成については実施の形態 1 と同様であるので、実施の形態 1 の記載を参照されたい。

【0077】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層 103、ゲート電極 104、電極 108、109、発光素子の第 1 の電極 111 などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

20

【0078】

(実施の形態 5)

本実施の形態では本発明の他の構成について図 5 を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態 1 の構成と同様であるが、実施の形態 1 における第 1 の下地絶縁膜 101 が形成されておらず、下地絶縁膜は下地絶縁膜 117 のみとなっている。本実施の形態では下地絶縁膜 117 を窒素を含む酸化ケイ素により形成した例を示す。この場合、発光素子 115 から射出した光が外部に射出するまでの間に通過する屈折率の異なる膜は第 1 の絶縁膜 106 の 1 層である。

30

【0079】

ここで、第 1 の絶縁膜 106 の光学的厚さ L を発光素子 115 から発する光の中心波長を λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

40

【0080】

その他の構成については実施の形態 1 と同様であるので、実施の形態 1 の記載を参照されたい。

【0081】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層 103、ゲート電極 1

50

04、電極108、109、発光素子の第1の電極111などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

【0082】

(実施の形態6)

本実施の形態では本発明の他の構成について図15を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態1の構成と同様であるが、実施の形態1におけるゲート絶縁膜104及びゲート電極105と第1の絶縁膜106との間に第4の絶縁膜120が形成されている構成である。第4の絶縁膜120は第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104と同じ材料または同じ屈折率を有する材料もしくは同様の屈折率を有する材料により形成し、第2の下地絶縁膜102、ゲート絶縁膜104及び第4の絶縁膜120よりなる積層膜が光学的に1層となるようにする。さらに、第2の下地絶縁膜102、ゲート絶縁膜104及び第4の絶縁膜120よりなる光学的に1層である積層膜の物理的厚さdを132nm～198nmの範囲とし、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さdを120nm～162nmの範囲とする。

【0083】

ところで、実施の形態1における図13のシミュレーション結果において、第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104の光学的に1層である積層膜の物理的厚さdは132nm～198nmの範囲であるのが良いという結果になっている。しかし、ここで、第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104の膜厚には、薄膜トランジスタ110の動作という観点からすると好ましい値が存在することが分かっており、このトランジスタ特性的に好ましい値と、視野角特性を改善することが可能な値とは必ずしも一致しない。そこで、本実施の形態では、第4の絶縁膜120を形成することによって、第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104の膜厚は薄膜トランジスタ110の動作に好ましい膜厚を保ったまま、視野角特性を向上させることができる構造を示した。すなわち、本実施の形態の構成は、第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104の膜厚は薄膜トランジスタの動作に好ましい膜厚とし、第4の絶縁膜120によって足りない分の膜厚を補うことで、薄膜トランジスタの特性と、視野角特性をどちらも良好に保つことができる構成である。

【0084】

第2の下地絶縁膜102、ゲート絶縁膜104及び第4の絶縁膜120よりなる光学的に1層である積層膜の物理的厚さdを132nm～198nmの範囲とし、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さdを120nm～162nmの範囲とすることで、反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0085】

本実施の形態の構成は、形成される絶縁膜が1層増えることになるが、当該絶縁膜(第4の絶縁膜120)が第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104と同じ材料または同じ屈折率を有する材料もしくは同様の屈折率を有する材料により形成されることによって光学的な層の数に変化はない。そのため、実施の形態1における第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104の積層と本実施の形態における第2の下地絶縁膜102、ゲート絶縁膜104及び第4の絶縁膜120の積層は同様に扱うことが可能である。また、当然光学的に1層であればさらに層が増えても同様に扱うことができる。

【0086】

その他の材料や構成については実施の形態1と同様であるので、実施の形態1の記載を

10

20

30

40

50

参照されたい。

【0087】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層103、ゲート電極104、電極108、109、発光素子の第1の電極111などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子115からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

10

【0088】

(実施の形態7)

本実施の形態では本発明の他の構成について図16(A)を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態1の構成と同様であるが、実施の形態1において自己平坦性を有する塗布膜で形成されている第2の絶縁膜107が、自己平坦性を有さない他の絶縁材料で形成されている第5の絶縁膜121で形成されている例である。第5の絶縁膜121の材料としては酸化ケイ素や窒素を含む酸化ケイ素などが挙げられる。

【0089】

このような構成を有する本実施の形態における表示装置では、発光素子115から射出した光が表示装置の外部に射出するまでに第5の絶縁膜121、第1の絶縁膜106、ゲート絶縁膜104、第2の下地絶縁膜102、第1の下地絶縁膜101及び基板100を通過する。このうち、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101が当該膜を挟んでいる膜との間に大きな屈折率差を有する。そこで本実施の形態では第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d を、 $m/2n$ (m は0以上の整数)すなわち、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の光学的厚さ L を $m/2$ (m は0以上の整数)とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

20

30

【0090】

もしくは、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の光学的厚さをそれぞれ L_1 、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の間のゲート絶縁膜104の光学的厚さを L_2 として、 $L_2 = -L_1 + (2m - 1) / 4$ を満たすような、膜厚とする。これにより反射光を著しく低減させることができ、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0091】

または、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の物理的厚さ d を120nm ~ 162nmの範囲とし、第2の下地絶縁膜102及びゲート絶縁膜104よりなる光学的に1層である積層膜の物理的厚さ d を132nm ~ 198nmの範囲とする。これにより反射光を著しく低減させることができ、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

40

【0092】

その他の構成については実施の形態1と同様であるので、実施の形態1の記載を参照されたい。

【0093】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚とな

50

るように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層 103、ゲート電極 104、電極 108、109、発光素子の第 1 の電極 111 などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

【0094】

(実施の形態 8)

本実施の形態では本発明の他の構成について図 16 (B) を参照しながら説明する。本実施の形態における表示装置はほぼ実施の形態 1 の構成と同様であるが、実施の形態 1 において自己平坦性を有する塗布膜で形成されている第 2 の絶縁膜 107 が、自己平坦性を有さない他の絶縁材料で形成されている第 6 の絶縁膜 122 で形成されており、さらに第 1 の絶縁膜 106 が形成されておらず、第 7 の絶縁膜 123 が発光素子の第 1 の電極 111 に接して設けられている例である。第 6 の絶縁膜 122 の材料としては酸化ケイ素や窒素を含む酸化ケイ素など、第 7 の絶縁膜 123 の材料としては窒化ケイ素や酸素を含む窒化ケイ素などが挙げられる。

【0095】

このような構成を有する本実施の形態における表示装置では、発光素子 115 から射出した光が表示装置の外部に射出するまでに第 7 の絶縁膜 123、第 6 の絶縁膜 122、ゲート絶縁膜 104、第 2 の下地絶縁膜 102、第 1 の下地絶縁膜 101 及び基板 100 を通過する。

【0096】

この場合、発光素子 115 から射出した光が外部に射出するまでの間に通過する屈折率の異なる膜は第 1 の下地絶縁膜 101 の 1 層と考えることができる。

【0097】

ここで、第 1 の下地絶縁膜 101 の光学的厚さ L を発光素子 115 から発する光の中心波長を λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【0098】

その他の構成については実施の形態 1 と同様であるので、実施の形態 1 の記載を参照されたい。

【0099】

なお、各々の膜の膜厚は半導体装置として完成した段階での膜厚がそのような膜厚となるように設定する。実際に半導体装置を作成する場合には半導体層 103、ゲート電極 104、電極 108、109、発光素子の第 1 の電極 111 などを形成する為のエッチングによってその下部に位置する膜に膜減りが生じる場合もある。この場合は当該膜減りを考慮して発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分において、規定の膜厚となるように調節する必要があるが、これは実施者が適宜なしえることである。すなわち本発明は、少なくとも発光素子 115 からの光が表示装置の外部に射出する際の光路に当たる部分における各層の膜厚が上記したような膜厚となっていればよい。

【0100】

(実施の形態 9)

本実施の形態では、実施の形態 1 に示した構成を有する本発明の発光装置を作製する方法について図 6、図 7 を参照しながら説明する。

【0101】

基板 100 上に第 1 の下地絶縁膜 101、第 2 の下地絶縁膜 102 を形成した後、さらに半導体膜を第 2 の下地絶縁膜 102 上に成膜する。(図 6 (A))

【0102】

基板 100 の材料としては透光性を有するガラス、石英やプラスチック(ポリイミド、アクリル、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリアクリレート、ポリエーテルスルホンなど)等を用いることができる。これら基板は必要に応じて CMP 等により研磨してから使用しても良い。本実施の形態においてはガラス基板を用いる。

【0103】

第 1 の下地絶縁膜 101、第 2 の下地絶縁膜 102 は基板 100 中のアルカリ金属やアルカリ土類金属など、半導体膜の特性に悪影響を及ぼすような元素が半導体層中に拡散するのを防ぐ為に設ける。材料としては酸化ケイ素、窒化ケイ素、窒素を含む酸化ケイ素、酸素を含む窒化ケイ素などを用いることができる。

【0104】

第 1 の下地絶縁膜 101、第 2 の下地絶縁膜 102 は先に述べたように基板 100 中のアルカリ金属やアルカリ土類金属など、半導体膜の特性に悪影響を及ぼすような不純物元素(イオン)が半導体層中に拡散するのを防ぐ為に設けるが、これら不純物元素(イオン)のブロック効果が大きいのは窒化ケイ素を主成分とする膜であることがわかっている。一方、酸化ケイ素を主成分とする膜は窒化ケイ素を主成分とする膜よりもバンドギャップが広く、絶縁性に優れ、トラップ順位が少ない。

【0105】

そこで、本実施の形態では、酸素を含む窒化ケイ素で形成した第 1 の下地絶縁膜 101 及びその上部に窒素を含む酸化ケイ素により形成された第 2 の下地絶縁膜 102 の 2 層をもって下地絶縁膜を形成する。これにより、高い不純物元素(イオン)のブロッキング効果と薄膜トランジスタの信頼性を同時に得ることができる構造とする。

【0106】

なお、第 1 の下地絶縁膜 101 の光学的厚さ L ($L = \text{屈折率 } n \times \text{物理的厚さ } d$) は、この後形成する発光素子の発する光の中心波長を とすると、概略 $\lambda / 2$ の整数倍に成膜する。また、塗り分けのフルカラー表示装置、白色発光の素子を用いた表示装置などのように、中心波長の異なる複数の種類の発光素子を有する表示装置や一種の発光素子であっても当該発光素子の発する光のスペクトルに強度の大きい複数の極大波長を有する表示装置である場合は、第 1 の下地絶縁膜 101 の物理的厚さ d は 120 nm から 160 nm で形成すると良い。

【0107】

続いて形成される半導体膜 118 は本実施の形態では非晶質ケイ素膜をレーザ結晶化して得る。第 2 の下地絶縁膜 102 上に非晶質ケイ素膜を 25 ~ 100 nm (好ましくは 30 ~ 60 nm) の膜厚で形成する。非晶質ケイ素膜は公知の方法、例えばスパッタ法、減圧 CVD 法またはプラズマ CVD 法などにより成膜できる。その後、500 で 1 時間の加熱処理を行い水素出しをする。

【0108】

続いてレーザ照射装置を用いて非晶質ケイ素膜を結晶化して結晶質ケイ素膜を形成する。本実施の形態のレーザ結晶化ではエキシマレーザを使用し、発振されたレーザビームを光学系を用いて線状のビームスポットに加工し非晶質ケイ素膜に照射することで結晶質ケイ素膜とし、半導体膜 118 として用いる。

【0109】

非晶質ケイ素膜の他の結晶化の方法としては、他に、熱処理のみにより結晶化を行う方法や結晶化を促進する触媒元素を用い加熱処理を行う事によって行う方法もある。結晶化を促進する元素としてはニッケル、鉄、パラジウム、錫、鉛、コバルト、白金、どう、金などが挙げられ、このような元素を用いることによって熱処理のみで結晶化を行った場合に比べ、低温、短時間で結晶化が行われるため、ガラス基板などへのダメージが少ない。熱処理のみにより結晶化をする場合は、基板 100 を熱に強い石英基板などにしなければ

10

20

30

40

50

いけない。

【0110】

続いて、必要に応じて半導体膜118にしきい値をコントロールする為に微量の不純物添加、いわゆるチャネルドーピングを行う。要求されるしきい値を得る為にN型もしくはP型を呈する不純物（リン、ボロンなど）をイオンドーピング法などにより添加する。

【0111】

その後、図6（B）に示すように半導体膜118を所定の形状にパターニングし、半導体層103を得る。パターニングは半導体膜118にフォトリソを塗布し、所定のマスク形状を露光し、焼成して、半導体層上にレジストマスクを形成し、このマスクを用いてエッチングをすることにより行われる。

10

【0112】

続いて半導体層103を覆うようにゲート絶縁膜104を形成する。ゲート絶縁膜104はプラズマCVD法またはスパッタ法を用いて膜厚を40～150nmとしてケイ素を含む絶縁膜で形成する。本実施の形態ではゲート絶縁膜104は第2の下地絶縁膜102と同じ材料、又は同じ屈折率を有する材料もしくは概略同じ屈折率を有する材料でもって形成するため、ゲート絶縁膜104は第2の下地絶縁膜102は光学的に単一の層とみなすことができる。本実施の形態では第2の下地絶縁膜102と同じ、窒素を含む酸化ケイ素を用いて形成する。

【0113】

なお、本実施の形態では第1の下地絶縁膜101及び第1の絶縁膜106の光学的厚さが概略1/2の整数倍であるため、ゲート絶縁膜104及び第2の下地絶縁膜102の膜厚については、作製する表示装置が単色表示もしくはカラーフィルターを用いた多色表示であり、且つ発光素子から発する光の極大波長が単一もしくは中心波長以外の極大波長の強度が小さい場合にはどのような膜厚であっても視野角依存性に悪影響は及ぼさない。

20

【0114】

しかし、塗り分けのフルカラー表示装置、白色発光の素子を用いた表示装置などのように、中心波長の異なる複数の種類の発光素子を有する表示装置や一種類の発光素子であっても当該発光素子の発する光のスペクトルに強度の大きい複数の極大波長を有する表示装置である場合には、第2の下地絶縁膜102とゲート絶縁膜104を足しあわせた膜厚が、130nmから200nmの範囲内にあることが望ましい。

30

【0115】

次いで、ゲート絶縁膜104上にゲート電極105を形成する。ゲート電極105はTa、W、Ti、Mo、Al、Cu、Cr、Ndから選ばれた元素、または元素を主成分とする合金材料若しくは化合物材料で形成してもよい。また、リン等の不純物元素をドーピングした多結晶ケイ素膜に代表される半導体膜を用いてもよい。また、AgPdCu合金を用いてもよい。

【0116】

また、本実施の形態ではゲート電極105は単層で形成されているが、下層にタングステン、上層にモリブデンなどの2層以上の積層構造でもかまわない。積層構造としてゲート電極を形成する場合であっても前段で述べた材料を使用するとよい。また、その組み合わせも適宜選択すればよい。

40

【0117】

ゲート電極105の加工はフォトリソを用いたマスクを利用し、エッチングをして行う。

【0118】

続いて、ゲート電極105をマスクとして半導体層103に高濃度の不純物を添加する。

【0119】

本実施の形態では、レーザ結晶化を使用して結晶化した結晶性シリコン膜を用いたトップゲートの薄膜トランジスタを用いたが、非晶質半導体膜を用いたボトムゲート型の薄膜

50

トランジスタを画素部に用いることも可能である。非晶質半導体はケイ素だけではなくシリコンゲルマニウムも用いることができ、シリコンゲルマニウムを用いる場合、ゲルマニウムの濃度は0.01~4.5 atomic %程度であることが好ましい。

【0120】

また非晶質半導体中に0.5 nm~20 nmの結晶を粒観察することができる微結晶半導体膜（セミアモルファス半導体）を用いてもよい。また0.5 nm~20 nmの結晶を粒観察することができる微結晶はいわゆるマイクロクリスタル（ μc ）とも呼ばれている。

【0121】

セミアモルファス半導体であるセミアモルファスシリコン（SASとも表記する）は、珪化物気体をグロー放電分解することにより得ることができる。代表的な珪化物気体としては、 SiH_4 であり、その他にも Si_2H_6 、 SiH_2Cl_2 、 $SiHCl_3$ 、 $SiCl_4$ 、 SiF_4 などを用いることができる。この珪化物気体を水素、水素とヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈して用いることでSASの形成を容易なものとするができる。希釈率は10倍~1000倍の範囲で珪化物気体を希釈することが好ましい。グロー放電分解による被膜の反応生成は0.1 Pa~133 Paの範囲の圧力で行えば良い。グロー放電を形成するための電力は1 MHz~120 MHz、好ましくは13 MHz~60 MHzの高周波電力を供給すれば良い。基板加熱温度は300度以下が好ましく、100~250度の基板加熱温度が好適である。

【0122】

このようにして形成されたSASはラマンスペクトルが 520 cm^{-1} よりも低波数側にシフトしており、X線回折ではSi結晶格子に由来するとされる（111）、（220）の回折ピークが観測される。未結合手（ダングリングボンド）の中和剤として水素またはハロゲンを少なくとも1原子%含ませている。膜中の不純物元素として、酸素、窒素、炭素などの大気成分の不純物は $1 \times 10^{20}\text{ cm}^{-3}$ 以下とすることが望ましく、特に、酸素濃度は $5 \times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{19}\text{ cm}^{-3}$ 以下とする。TFETにしたときの $\mu = 1 \sim 10\text{ cm}^2/\text{Vs}$ となる。

【0123】

また、このSASをレーザでさらに結晶化して用いても良い。

【0124】

続いて、ゲート電極105、ゲート絶縁膜104を覆って第1の絶縁膜106を酸素を含む窒化ケイ素により形成する。（図6（C））第1の絶縁膜106を形成したら480で1時間程度加熱を行って、半導体層103にドーピングした不純物元素の活性化を行い、同時に第1の絶縁膜106に含まれている水素によって半導体層103の水素化を行う。

【0125】

ここで第1の絶縁膜の光学的厚さL（ $L = \text{屈折率 } n \times \text{物理的厚さ } d$ ）は、この後形成する発光素子の発する光の中心波長を とすると、概略 / 2の整数倍に成膜する。また、塗り分けのフルカラー表示装置、白色発光の素子を用いた表示装置などのように、中心波長の異なる複数の種類の発光素子を有する表示装置や一種類の発光素子であっても当該発光素子の発する光のスペクトルに強度の大きい複数の極大波長を有する表示装置である場合には、120 nmから160 nmで形成すると良い。

【0126】

続いて、第1の絶縁膜106を覆う第2の絶縁膜107を形成する。第2の絶縁膜107を形成する材料としては自己平坦性を有するアクリル、ポリイミド、シロキサンなどの塗布膜が好適に利用できる。本実施の形態ではシロキサンを第1の層間絶縁膜として形成した。（図6（D））

【0127】

次に、半導体層103に至るコンタクトホールを開口する。図6（E）コンタクトホールはレジストマスクを用いて、半導体層103が露出するまでエッチングを行うことで形

成することができ、ウエットエッチング、ドライエッチングどちらでも形成することができる。なお、条件によって一回でエッチングを行ってしまっても良いし、複数回に分けてエッチングを行っても良い。また、複数回でエッチングする際は、ウエットエッチングとドライエッチングの両方を用いても良い。

【0128】

そして、当該コンタクトホールや第2の絶縁膜107を覆う導電層を形成し、当該導電層を所望の形状に加工し、電極108、109、及びその他配線などを形成する。この電極及び配線はアルミニウム、銅等の単層でも良いが、本実施の形態では基板側からモリブデン、アルミニウム、モリブデンの積層構造とする。積層配線としては基板側からチタン、アルミニウム、チタンやチタン、窒化チタン、アルミニウム、チタンといった積層構造でも良い(図7(A))。この段階で薄膜トランジスタ110が形成される。

10

【0129】

なお、薄膜トランジスタ110の作製工程については特に限定されず、所望の構造のトランジスタを作製できるように適宜変更すればよい。

【0130】

そして電極108、109、配線及び第2の絶縁膜107を覆って、透光性を有する導電層を形成したのち、当該透光性を有する導電層を加工して、電極109に一部重なる発光素子の第1の電極111を形成する。ここで第1の電極111は電極109と電気的に接触している。第1の電極111の材料としてはインジウム錫酸化物(ITO: Indium Tin Oxide)や酸化ケイ素を含有するITO(ITSO)、酸化インジウムに2~20%の酸化亜鉛を含有したIZO(Indium Zinc Oxide)もしくは酸化亜鉛そのもの、そして酸化亜鉛にガリウムを含有したGZO(Gallium Zinc Oxide)等を用いるとよい。本実施の形態ではITSOを第1の電極111として用いる。(図7(B))

20

【0131】

次に第2の絶縁膜107及び第1の電極111を覆って有機材料もしくは無機材料からなる絶縁膜を形成する。続いて当該絶縁膜を第1の電極111の一部が露出するように加工し、隔壁112を形成する。隔壁112の材料としては、感光性を有する有機材料(アクリル、ポリイミドなど)が好適に用いられるが、感光性を有さない有機材料や無機材料で形成してもかまわない。隔壁112の第1の電極111に向かう端面は曲率を有し、当該曲率が連続的に変化するテーパ形状をしていることが望ましい。(図7(C))

30

【0132】

次に、隔壁112から露出した第1の電極111を覆う発光積層体113を形成する。発光積層体113は蒸着法やインクジェット法、スピンコート法などいずれの方法を用いて形成してもかまわない。続いて発光積層体113を覆う第2の電極114を形成する。これによって第1の電極111と発光積層体113と第2の電極114とからなる発光素子115を作製することができる(図7(C))。

【0133】

このような構成を有する本実施の形態における表示装置では、発光素子115から射出した光が表示装置の外部に射出するまでに第2の絶縁膜107、第1の絶縁膜106、ゲート絶縁膜104、第2の下地絶縁膜102、第1の下地絶縁膜101及び基板100を通過する。このうち、第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101が当該膜を挟んでいる膜との間において大きな屈折率差を有する。そこで本実施の形態では第1の絶縁膜106及び第1の下地絶縁膜101の光学的厚さ L を発光素子115から発する光の中心波長 λ として、概略 $\lambda/2$ の整数倍とすることで、当該膜の入射側界面での反射光を当該膜の出射側界面での反射光により減衰させることが可能となり、当該膜が存在することにより発生する反射光を著しく低減させることができる。反射光が低減されることで、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生も抑えられ、定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

40

50

【 0 1 3 4 】

その後、プラズマCVD法により酸素を含む酸化ケイ素膜を第2のパッシベーション膜として形成しても良い。窒素を含む酸化ケイ素膜を用いる場合には、プラズマCVD法で SiH_4 、 N_2O 、 NH_3 から作製される膜、または SiH_4 、 N_2O から作製される膜、あるいは SiH_4 、 N_2O をArで希釈したガスから形成される膜を形成すれば良い。

【 0 1 3 5 】

また、第2のパッシベーション膜として SiH_4 、 N_2O 、 H_2 から作製される水素化された窒素を含む酸化ケイ素膜を適用しても良い。もちろん、第2のパッシベーション膜は単層構造に限定されるものではなく、他のケイ素を含む絶縁膜を単層構造、もしくは積層構造として用いても良い。また、窒化炭素膜と窒化ケイ素膜の多層膜やスチレンポリマーの多層膜、窒化ケイ素膜やダイヤモンドライクカーボン膜を窒素を含む酸化ケイ素膜の代わりに形成してもよい。

10

【 0 1 3 6 】

続いて電界発光素子を水などの劣化を促進する物質から保護するために、表示部の封止を行う。対向基板を封止に用いる場合は、絶縁性のシール材により、外部接続部が露出するように貼り合わせる。対向基板と素子基板との間の空間には乾燥した窒素などの不活性気体を充填しても良いし、シール材を画素部全面に塗布しそれにより対向基板を形成しても良い。シール材には紫外線硬化樹脂などを用いると好適である。シール材には乾燥剤やギャップを一定に保つための粒子を混入しておいても良い。続いて外部接続部にフレキシブル配線基板を貼り付けることによって、電界発光装置が完成する。

20

【 0 1 3 7 】

なお、表示機能を有する本発明の発光表示装置には、アナログのビデオ信号、デジタルのビデオ信号のどちらを用いてもよい。デジタルのビデオ信号を用いる場合はそのビデオ信号が電圧を用いているものと、電流を用いているものとに分けられる。発光素子の発光時において、画素に入力されるビデオ信号は、定電圧のものと、定電流のものとがあり、ビデオ信号が定電圧のものには、発光素子に印加される電圧が一定のものと、発光素子に流れる電流が一定のものがある。またビデオ信号が定電流のものには、発光素子に印加される電圧が一定のものと、発光素子に流れる電流が一定のものがある。この発光素子に印加される電圧が一定のものは定電圧駆動であり、発光素子に流れる電流が一定のものは定電流駆動である。定電流駆動は、発光素子の抵抗変化によらず、一定の電流が流れる。本発明の発光表示装置及びその駆動方法は上記した駆動方法のいずれを用いてもよい。

30

【 0 1 3 8 】

なお、実施の形態1乃至実施の形態5に示した本発明の他の構成は本実施の形態で示した作製プロセスを適宜変更することで当業者であれば容易に得ることができる。

【 0 1 3 9 】

(実施の形態 1 0)

本実施の形態では、本発明の一形態に相当する発光装置のパネルの外観について図8を用いて説明する。図8は基板上に形成されたトランジスタおよび発光素子に対向基板4006との間に形成したシール材によって封止したパネルの上面図であり、図8(B)は図8(A)の断面図に相応する。このパネルの画素部の構成は、実施の形態1～5に示したいずれかの構成を有している。

40

【 0 1 4 0 】

基板4001上に設けられた画素部4002と信号線駆動回路4003と走査線駆動回路4004とを囲むようにして、シール材4005が設けられている。また、画素部4002と信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004の上に対向基板4006が設けられている。よって画素部4002と信号線駆動回路4003と、走査線駆動回路4004とは基板4001とシール材4005と対向基板4006とによって充填材4007と共に密封されている。

【 0 1 4 1 】

また、基板4001上に設けられた画素部4002と信号線駆動回路4003と走査線

50

駆動回路４００４とは薄膜トランジスタを複数有しており、図８（Ｂ）では信号線駆動回路４００３に含まれる薄膜トランジスタ４００８と、画素部４００２に含まれる薄膜トランジスタ４０１０とを示す。

【０１４２】

また、４０１１は発光素子に相当し、薄膜トランジスタ４０１０と電氣的に接続されている。さらに発光素子の基板４００１側には開口部４００９が設けられ、その光路上に屈折率の大きく異なる材料が形成されていない状態となっている。開口部４００９については実施の形態１乃至６を参照されたい。

【０１４３】

また、引き回し配線４０１４は画素部４００２と信号線駆動回路４００３と、走査線駆動回路４００４とに、信号、または電源電圧を層供給するための配線に相当する。引き回し配線４０１４は、引き回し配線４０１５を介して接続端子４０１６と接続されている。接続端子４０１６はフレキシブルプリントサーキット（ＦＰＣ）４０１８が有する端子と異方性導電膜４０１９を介して電氣的に接続されている。

【０１４４】

なお、充填材４００７としては窒素やアルゴンなどの不活性な気体の他に、紫外線硬化樹脂または熱硬化樹脂を用いることができ、ポリビニルクロライド、アクリル、ポリイミド、エポキシ樹脂、シリコン樹脂、ポリビニルブチラル、またはエチレンビニレンアセテートを用いる事ができる。

【０１４５】

なお、本発明の表示装置は発光素子を有する画素部が形成されたパネルと、該パネルにＩＣが実装されたモジュールとをその範疇に含む。

【０１４６】

本実施の形態で示したパネルやモジュールは、発光素子４０１１から発した光が表示装置外に射出するまでに、入射光と反射光が干渉して発生する定在波の発生が抑えられるため、この定在波が原因で引き起こされる視野角特性の悪化を抑制することが可能となる。また、視野角特性が改善された表示装置を作製することができる。

【０１４７】

（実施の形態１１）

実施の形態１０にその一例を示したようなモジュールを搭載した本発明の電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的にはDigital Versatile Disc（ＤＶＤ）等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図９に示す。

【０１４８】

図９（Ａ）は発光表示装置でありテレビ受像器やパーソナルコンピュータのモニターなどがこれに当たる。筐体２００１、表示部２００３、スピーカー部２００４等を含む。本発明の発光表示装置は表示部２００３の発光取り出し面を見る角度に依存した発光スペクトルの変化が低減され、また、表示の品質が向上する。画素部にはコントラストを高めるため、偏光板、又は円偏光板を備えるとよい。例えば、封止基板へ１／４板、１／２板、偏光板の順にフィルムを設けるとよい。さらに偏光板上に反射防止膜を設けてもよい。

【０１４９】

図９（Ｂ）は携帯電話であり、本体２１０１、筐体２１０２、表示部２１０３、音声入力部２１０４、音声出力部２１０５、操作キー２１０６、アンテナ２１０８等を含む。本発明の携帯電話は表示部２１０３の発光取り出し面を見る角度に依存した発光スペクトルの変化が低減され、また、表示の品質が向上する。

【０１５０】

図 9 (C) はコンピュータであり、本体 2 2 0 1、筐体 2 2 0 2、表示部 2 2 0 3、キーボード 2 2 0 4、外部接続ポート 2 2 0 5、ポインティングマウス 2 2 0 6 等を含む。本発明のコンピュータは表示部 2 2 0 3 の発光取り出し面を見る角度に依存した発光スペクトルの変化が低減され、また、表示の品質が向上する。図 9 (C) ではノート型のコンピュータを例示したが、ハードディスクと表示部が一体化したデスクトップ型のコンピュータなどにも適用することが可能である。

【 0 1 5 1 】

図 9 (D) はモバイルコンピュータであり、本体 2 3 0 1、表示部 2 3 0 2、スイッチ 2 3 0 3、操作キー 2 3 0 4、赤外線ポート 2 3 0 5 等を含む。本発明のモバイルコンピュータは表示部 2 3 0 2 の発光取り出し面を見る角度に依存した発光スペクトルの変化が低減され、また、表示の品質が向上する。

10

【 0 1 5 2 】

図 9 (E) は携帯型のゲーム機であり、筐体 2 4 0 1、表示部 2 4 0 2、スピーカ一部 2 4 0 3、操作キー 2 4 0 4、記録媒体挿入部 2 4 0 5 等を含む。本発明の携帯型ゲーム機は表示部 2 4 0 2 の発光取り出し面を見る角度に依存した発光スペクトルの変化が低減され、表示の品質が向上する。

【 0 1 5 3 】

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。

(実施の形態 1 2)

20

【 0 1 5 4 】

本実施の形態では発光積層体 1 1 3 の構成について詳しく説明する。

【 0 1 5 5 】

発光層は、有機化合物又は無機化合物を含む電荷注入輸送物質及び発光材料で形成し、その分子数から低分子系有機化合物、中分子系有機化合物（昇華性を有さず、且つ分子数が 2 0 以下、又は連鎖する分子の長さが 1 0 μ m 以下の有機化合物を指している）、高分子系有機化合物から選ばれた一種又は複数種の層を含み、電子注入輸送性又は正孔注入輸送性の無機化合物と組み合わせても良い。

【 0 1 5 6 】

電荷注入輸送物質のうち、特に電子輸送性の高い物質としては、例えばトリス（ 8 - キノリノラト）アルミニウム（略称：A l q₃）、トリス（ 5 - メチル - 8 - キノリノラト）アルミニウム（略称：A l m q₃）、ビス（ 1 0 - ヒドロキシベンゾ [h] - キノリナト）ベリリウム（略称：B e B q₂）、ビス（ 2 - メチル - 8 - キノリノラト） - 4 - フェニルフェノラト - アルミニウム（略称：B A l q）など、キノリン骨格またはベンゾキノリン骨格を有する金属錯体等が挙げられる。また正孔輸送性の高い物質としては、例えば 4 , 4 ' - ビス [N - (1 - ナフチル) - N - フェニル - アミノ] - ビフェニル（略称： - N P D ）や 4 , 4 ' - ビス [N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニル - アミノ] - ビフェニル（略称：T P D ）や 4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス（ N , N - ジフェニル - アミノ） - トリフェニルアミン（略称：T D A T A ）、4 , 4 ' , 4 ' ' - トリス [N - (3 - メチルフェニル) - N - フェニル - アミノ] - トリフェニルアミン（略称：M T D A T A ）などの芳香族アミン系（即ち、ベンゼン環 - 窒素の結合を有する）の化合物が挙げられる。

30

40

【 0 1 5 7 】

また、電荷注入輸送物質のうち、特に電子注入性の高い物質としては、フッ化リチウム（L i F）、フッ化セシウム（C s F）、フッ化カルシウム（C a F₂）等のようなアルカリ金属又はアルカリ土類金属の化合物が挙げられる。また、この他、A l q₃ のような電子輸送性の高い物質とマグネシウム（M g）のようなアルカリ土類金属との混合物であってもよい。

【 0 1 5 8 】

電荷注入輸送物質のうち、正孔注入性の高い物質としては、例えば、モリブデン酸化物

50

(MoO_x) やバナジウム酸化物(VO_x)、ルテニウム酸化物(RuO_x)、タングステン酸化物(WO_x)、マンガン酸化物(MnO_x)等の金属酸化物が挙げられる。また、この他、フタロシアニン(略称: H_2Pc)や銅フタロシアニン(CuPC)等のフタロシアニン系の化合物が挙げられる。

【0159】

発光層は、発光波長帯の異なる発光層を画素毎に形成して、カラー表示を行う構成としても良い。典型的には、R(赤)、G(緑)、B(青)の各色に対応した発光層を形成する。この場合にも、画素の光放射側にその発光波長帯の光を透過するフィルター(着色層)を設けた構成とすることで、色純度の向上や、画素部の鏡面化(映り込み)の防止を図ることができる。フィルター(着色層)を設けることで、従来必要であるとされていた円偏光板などを省略することが可能となり、発光層から放射される光の損失を無くすることができる。さらに、斜方から画素部(表示画面)を見た場合に起こる色調の変化を低減することができる。

【0160】

発光材料には様々な材料がある。低分子系有機発光材料では、4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチル-9-ジュロリジル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCJT)、4-ジシアノメチレン-2-t-ブチル-6-[2-(1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]-4H-ピラン(略称:DCJTB)、ペリフランテン、2,5-ジシアノ-1,4-ビス[2-(10-メトキシ-1,1,7,7-テトラメチルジュロリジン-9-イル)エテニル]ベンゼン、N,N'-ジメチルキナクリドン(略称:DMQd)、クマリン6、クマリン545T、トリス(8-キノリノラト)アルミニウム(略称:Alq₃)、9,9'-ビアントリル、9,10-ジフェニルアントラセン(略称:DPA)や9,10-ビス(2-ナフチル)アントラセン(略称:DNA)等を用いることができる。また、この他の物質でもよい。

【0161】

一方、高分子系有機発光材料は低分子系に比べて物理的強度が高く、素子の耐久性が高い。また塗布により成膜することが可能であるので、素子の作製が比較的容易である。高分子系有機発光材料を用いた発光素子の構造は、低分子系有機発光材料を用いたときと基本的には同じであり、半導体層側から陰極、有機発光層、陽極という構造である。しかし、高分子系有機発光材料を用いた発光層を形成する際には、低分子系有機発光材料を用いたときのような積層構造を形成させることは難しく、多くの場合2層構造となる。具体的には、半導体層側から陰極、発光層、正孔輸送層、陽極という構造である。

【0162】

発光色は、発光層を形成する材料で決まるため、これらを選択することで所望の発光を示す発光素子を形成することができる。発光層の形成に用いることができる高分子系の電界発光材料は、ポリパラフェニレンビニレン系、ポリパラフェニレン系、ポリチオフェン系、ポリフルオレン系が挙げられる。

【0163】

ポリパラフェニレンビニレン系には、ポリ(パラフェニレンビニレン) [PPV]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレンビニレン) [RO-PPV]、ポリ(2-(2'-エチル-ヘキソキシ)-5-メトキシ-1,4-フェニレンビニレン) [MEH-PPV]、ポリ(2-(ジアルコキシフェニル)-1,4-フェニレンビニレン) [ROP h-PPV]等が挙げられる。ポリパラフェニレン系には、ポリパラフェニレン [PPP]の誘導体、ポリ(2,5-ジアルコキシ-1,4-フェニレン) [RO-PPP]、ポリ(2,5-ジヘキソキシ-1,4-フェニレン)等が挙げられる。ポリチオフェン系には、ポリチオフェン [PT]の誘導体、ポリ(3-アルキルチオフェン) [PAT]、ポリ(3-ヘキシルチオフェン) [PHT]、ポリ(3-シクロヘキシルチオフェン) [PCHT]、ポリ(3-シクロヘキシル-4-メチルチオフェン) [PCHMT]、ポリ(3,4-ジシクロヘキシルチオフェン) [PDCHT]、ポリ[3-(4-オクチルフェニル)-チオフェン] [POPT]、ポリ[3-(4-オクチルフ

エニル) - 2, 2 ビチオフェン] [P T O P T] 等が挙げられる。ポリフルオレン系には、ポリフルオレン [P F] の誘導体、ポリ (9, 9 - ジアルキルフルオレン) [P D A F]、ポリ (9, 9 - ジオクチルフルオレン) [P D O F] 等が挙げられる。

【 0 1 6 4 】

なお、正孔輸送性の高分子系有機発光材料を、陽極と発光性の高分子系有機発光材料の間に挟んで形成すると、陽極からの正孔注入性を向上させることができる。一般にアクセプター材料と共に水に溶解させたものをスピンコート法などで塗布する。また、有機溶媒には不溶であるため、上述した発光性の有機発光材料との積層が可能である。正孔輸送性の高分子系有機発光材料としては、P E D O T とアクセプター材料としてのショウノウスルホン酸 (C S A) の混合物、ポリアニリン [P A N I] とアクセプター材料としてのポリスチレンスルホン酸 [P S S] の混合物等が挙げられる。

10

【 0 1 6 5 】

また、発光層は単色又は白色の発光を呈する構成とすることができる。白色発光材料を用いる場合には、画素の光放射側に特定の波長の光を透過するフィルター (着色層) を設けた構成としてカラー表示を可能にすることができる。

【 0 1 6 6 】

白色に発光する発光層を形成するには、例えば、A l q₃、部分的に赤色発光色素であるナイルレッドをドーブした A l q₃、A l q₃、p - E t T A Z、T P D (芳香族ジアニオン) を蒸着法により順次積層することで白色を得ることができる。また、スピンコートを用いた塗布法により E L を形成する場合には、塗布した後、真空加熱で焼成することが好ましい。例えば、正孔注入層として作用するポリ (エチレンジオキシチオフェン) / ポリ (スチレンスルホン酸) 水溶液 (P E D O T / P S S) を全面に塗布、焼成し、その後、発光層として作用する発光中心色素 (1, 1, 4, 4 - テトラフェニル - 1, 3 - ブタジエン (T P B)、4 - ジシアノメチレン - 2 - メチル - 6 - (p - ジメチルアミノ - スチリル) - 4 H - ピラン (D C M 1)、ナイルレッド、クマリン 6 など) ドーブしたポリビニルカルバゾール (P V K) 溶液を全面に塗布、焼成すればよい。

20

【 0 1 6 7 】

発光層は単層で形成することもでき、ホール輸送性のポリビニルカルバゾール (P V K) に電子輸送性の 1, 3, 4 - オキサジアゾール誘導体 (P B D) を分散させてもよい。また、30 w t % の P B D を電子輸送剤として分散し、4 種類の色素 (T P B、クマリン 6、D C M 1、ナイルレッド) を適当量分散することで白色発光が得られる。ここで示した白色発光が得られる発光素子の他にも、発光層の材料を適宜選択することによって、赤色発光、緑色発光、または青色発光が得られる発光素子を作製することができる。

30

【 0 1 6 8 】

なお、正孔輸送性の高分子系有機発光材料を、陽極と発光性の高分子系有機発光材料の間に挟んで形成すると、陽極からの正孔注入性を向上させることができる。一般にアクセプター材料と共に水に溶解させたものをスピンコート法などで塗布する。また、有機溶媒には不溶であるため、上述した発光性の有機発光材料との積層が可能である。正孔輸送性の高分子系有機発光材料としては、P E D O T とアクセプター材料としてのショウノウスルホン酸 (C S A) の混合物、ポリアニリン [P A N I] とアクセプター材料としてのポリスチレンスルホン酸 [P S S] の混合物等が挙げられる。

40

【 0 1 6 9 】

さらに、発光層は、一重項励起発光材料の他、金属錯体などを含む三重項励起材料を用いても良い。例えば、赤色の発光性の画素、緑色の発光性の画素及び青色の発光性の画素のうち、輝度半減時間が比較的短い赤色の発光性の画素を三重項励起発光材料で形成し、他を一重項励起発光材料で形成する。三重項励起発光材料は発光効率が良いので、同じ輝度を得るのに消費電力が少なく済むという特徴がある。すなわち、赤色画素に適用した場合、発光素子に流す電流量が少なく済むので、信頼性を向上させることができる。低消費電力化として、赤色の発光性の画素と緑色の発光性の画素とを三重項励起発光材料で形成し、青色の発光性の画素を一重項励起発光材料で形成しても良い。人間の視感度が高

50

い緑色の発光素子も三重項励起発光材料で形成することで、より低消費電力化を図ることができる。

【0170】

三重項励起発光材料の一例としては、金属錯体をドーパントとして用いたものがあり、第三遷移系元素である白金を中心金属とする金属錯体、イリジウムを中心金属とする金属錯体などが知られている。三重項励起発光材料としては、これらの化合物に限られることはなく、上記構造を有し、且つ中心金属に周期表の8～10属に属する元素を有する化合物を用いることも可能である。

【0171】

以上に掲げる発光層を形成する物質は一例であり、正孔注入輸送層、正孔輸送層、電子注入輸送層、電子輸送層、発光層、電子ブロック層、正孔ブロック層などの機能性の各層を適宜積層することで発光素子を形成することができる。また、これらの各層を合わせた混合層又は混合接合を形成しても良い。発光層の層構造は変化するものであり、特定の電子注入領域や発光領域を備えていない代わりに、もっぱらこの目的用の電極を備えたり、発光性の材料を分散させて備えたりする変形は、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において許容されるものである。

【0172】

上記のような材料で形成した発光素子は、順方向にバイアスすることで発光する。発光素子を用いて形成する表示装置の画素は、単純マトリクス方式、若しくはアクティブマトリクス方式で駆動することができる。いずれにしても、個々の画素は、ある特定のタイミングで順方向バイアスを印加して発光させることとなるが、ある一定期間は非発光状態となっている。この非発光時間に逆方向のバイアスを印加することで発光素子の信頼性を向上させることができる。発光素子では、一定駆動条件下で発光強度が低下する劣化や、画素内で非発光領域が拡大して見かけ上輝度が低下する劣化モードがあるが、順方向及び逆方向にバイアスを印加する交流的な駆動を行うことで、劣化の進行を遅くすることができる。発光装置の信頼性を向上させることができる。

(実施の形態13)

【0173】

本実施の形態では、実施の形態10で示したパネル、モジュールが有する画素回路、保護回路及びそれらの動作について説明する。なお、図1～図7に示してきた断面図は駆動用TF T 1403と発光素子1405の断面図となっている。

【0174】

図10(A)に示す画素は、列方向に信号線1410及び電源線1411、1412、行方向に走査線1414が配置される。また、スイッチング用TF T 1401、駆動用TF T 1403、電流制御用TF T 1404、容量素子1402及び発光素子1405を有する。

【0175】

図10(C)に示す画素は、駆動用TF T 1403のゲート電極が、行方向に配置された電源線1412に接続される点が異なり、それ以外は図10(A)に示す画素と同じ構成である。つまり、図10(A)(C)に示す両画素は、同じ等価回路図を示す。しかしながら、行方向に電源線1412が配置される場合(図10(A))と、列方向に電源線1412が配置される場合(図10(C))とでは、各電源線は異なるレイヤーの導電膜で形成される。ここでは、駆動用TF T 1403のゲート電極が接続される配線に注目し、これらを作製するレイヤーが異なることを表すために、図10(A)(C)として分けて記載する。

【0176】

図10(A)(C)に示す画素の特徴として、画素内に駆動用TF T 1403、電流制御用TF T 1404が直列に接続されており、駆動用TF T 1403のチャンネル長L(1403)、チャンネル幅W(1403)、電流制御用TF T 1404のチャンネル長L(1404)、チャンネル幅W(1404)は、 $L(1403)/W(1403):L(1404)$

) / W (1 4 0 4) = 5 ~ 6 0 0 0 : 1 を満たすように設定するとよい。

【 0 1 7 7 】

なお、駆動用 T F T 1 4 0 3 は、飽和領域で動作し発光素子 1 4 0 5 に流れる電流値を制御する役目を有し、電流制御用 T F T 1 4 0 4 は線形領域で動作し発光素子 1 4 0 5 に対する電流の供給を制御する役目を有する。両 T F T は同じ導電型を有していると作製工程上好ましく、本実施の形態では n チャネル型 T F T として形成する。また駆動用 T F T 1 4 0 3 には、エンハンスメント型だけでなく、ディプリーション型の T F T を用いてもよい。上記構成を有する本発明は、電流制御用 T F T 1 4 0 4 が線形領域で動作するために、電流制御用 T F T 1 4 0 4 の V_{gs} の僅かな変動は、発光素子 1 4 0 5 の電流値に影響を及ぼさない。つまり、発光素子 1 4 0 5 の電流値は、飽和領域で動作する駆動用 T F T 1 4 0 3 により決定することができる。上記構成により、T F T の特性バラツキに起因した発光素子の輝度ムラを改善して、画質を向上させた表示装置を提供することができる。

10

【 0 1 7 8 】

図 1 0 (A) ~ (D) に示す画素において、スイッチング用 T F T 1 4 0 1 は、画素に対するビデオ信号の入力を制御するものであり、スイッチング用 T F T 1 4 0 1 がオンとなると、画素内にビデオ信号が入力される。すると、容量素子 1 4 0 2 にそのビデオ信号の電圧が保持される。なお図 1 0 (A) (C) には、容量素子 1 4 0 2 を設けた構成を示したが、本発明はこれに限定されず、ビデオ信号を保持する容量がゲート容量などでまかなうことが可能な場合には、容量素子 1 4 0 2 を設けなくてもよい。

20

【 0 1 7 9 】

図 1 0 (B) に示す画素は、T F T 1 4 0 6 と走査線 1 4 1 4 を追加している以外は、図 1 0 (A) に示す画素構成と同じである。同様に、図 1 0 (D) に示す画素は、T F T 1 4 0 6 と走査線 1 4 1 4 を追加している以外は、図 1 0 (C) に示す画素構成と同じである。

【 0 1 8 0 】

T F T 1 4 0 6 は、新たに配置された走査線 1 4 1 4 によりオン又はオフが制御される。T F T 1 4 0 6 がオンとなると、容量素子 1 4 0 2 に保持された電荷は放電し、電流制御用 T F T 1 4 0 4 がオフとなる。つまり、T F T 1 4 0 6 の配置により、強制的に発光素子 1 4 0 5 に電流が流れない状態を作ることができる。そのため T F T 1 4 0 6 を消去用 T F T と呼ぶことができる。従って、図 1 0 (B) (D) の構成は、全ての画素に対する信号の書き込みを待つことなく、書き込み期間の開始と同時に又は直後に点灯期間を開始することができるため、デューティ比を向上することが可能となる。

30

【 0 1 8 1 】

図 1 0 (E) に示す画素は、列方向に信号線 1 4 1 0、電源線 1 4 1 1、行方向に走査線 1 4 1 4 が配置される。また、スイッチング用 T F T 1 4 0 1、駆動用 T F T 1 4 0 3、容量素子 1 4 0 2 及び発光素子 1 4 0 5 を有する。図 1 0 (F) に示す画素は、T F T 1 4 0 6 と走査線 1 4 1 5 を追加している以外は、図 7 (E) に示す画素構成と同じである。なお、図 1 0 (F) の構成も、T F T 1 4 0 6 の配置により、デューティ比を向上することが可能となる。

40

【 0 1 8 2 】

以上のように、多様な画素回路を採用することができる。特に、非晶質半導体膜から薄膜トランジスタを形成する場合、駆動用 T F T の半導体膜を大きくすると好ましい。そのため、上記画素回路において、電界発光層からの光が封止基板側から射出する上面発光型とすると好ましい。

【 0 1 8 3 】

このようなアクティブマトリクス型の発光装置は、画素密度が増えた場合、各画素に T F T が設けられているため低電圧駆動でき、有利であると考えられている。

【 0 1 8 4 】

本実施の形態では、一画素に各 T F T が設けられるアクティブマトリクス型の発光装置

50

について説明したが、一列毎にＴＦＴが設けられるパッシブマトリクス型の発光装置を形成することもできる。パッシブマトリクス型の発光装置は、各画素にＴＦＴが設けられていないため、高開口率となる。発光が電界発光層の両側へ射出する発光装置の場合、パッシブマトリクス型の表示装置を用いる透過率が高まる。

【０１８５】

これらのような画素回路をさらに有する本発明の表示装置は、視野角依存性が良好であり、薄膜トランジスタの特性を保つことができる上、各々の特徴を有する表示装置とすることができる。

【０１８６】

続いて、図１０（Ｅ）に示す等価回路を用い、走査線及び信号線に保護回路としてダイオードを設ける場合について説明する。

【０１８７】

図１１には、画素部１５００にスイッチング用ＴＦＴ１４０１、１４０３、容量素子１４０２、発光素子１４０５が設けられている。信号線１４１０には、ダイオード１５６１と１５６２が設けられている。ダイオード１５６１と１５６２は、スイッチング用ＴＦＴ１４０１又は１４０３と同様に、上記実施の形態に基づき作製され、ゲート電極、半導体層、ソース電極及びドレイン電極等を有する。ダイオード１５６１と１５６２は、ゲート電極と、ドレイン電極又はソース電極とを接続することによりダイオードとして動作させている。

【０１８８】

ダイオードと接続する共通電位線１５５４、１５５５はゲート電極と同じレイヤーで形成している。従って、ダイオードのソース電極又はドレイン電極と接続するには、ゲート絶縁膜にコンタクトホールを形成する必要がある。

【０１８９】

走査線１４１４に設けられるダイオードも同様な構成である。

【０１９０】

このように、本発明によれば、入力段に設けられる保護ダイオードを同時に形成することができる。なお、保護ダイオードを形成する位置は、これに限定されず、駆動回路と画素との間に設けることもできる。

【０１９１】

このような保護回路を有する本発明の表示装置は、視野角依存性が良好であり、薄膜トランジスタの特性を保つことができる上、表示装置としての信頼性も高めることが可能となる。

【実施例１】

【０１９２】

本実施例では図１４に発光中心としてＤＭＱｄ（緑）、ＤＮＡ（青）の２種類をそれぞれ用いた発光素子を有する本発明の表示装置を作製し、視野角特性を測定した結果を示す。本実施例では、実施の形態１の構成を有する素子を作製して測定を行った。どちらの素子も実施の形態１における第１の下地絶縁膜１０１及び第１の絶縁膜１０６に相当する膜の物理的厚さは１３０ｎｍ、第２の下地絶縁膜１０２、ゲート絶縁膜１０４に相当する膜の膜厚を足しあわせた物理的厚さは１５０ｎｍと設定した。

【０１９３】

比較例としては、ＤＭＱｄ（緑）もしくはＤＮＡ（青）を用いたどちらの発光素子も、第１の下地絶縁膜１０１の物理的厚さは５０ｎｍ、第１の絶縁膜１０６の物理的厚さは１００ｎｍ、第２の下地絶縁膜１０２、ゲート絶縁膜１０４に相当する膜の膜厚を足しあわせた物理的厚さは１５０ｎｍと設定した表示装置を使用した。

【０１９４】

図１４（Ａ）がＤＭＱｄ（緑）を発光中心とした表示装置、図１４（Ｂ）がＤＮＡ（青）を発光中心とした表示装置を測定した例である。どちらも理想的な状態においては、見る角度が変わってもその強度が低下するだけで、スペクトルの形状は変わっていない。し

10

20

30

40

50

かし、比較例では、見る角度によってスペクトルの形状が大きく変化し、視野角特性があまり良くないことがわかる。しかし、実施例の構成では、見る角度によって大きなスペクトルの形状の差は見受けられず、比較例と比べると視野角特性が大きく向上していることがわかる。

【 0 1 9 5 】

このように本発明の構成を有する表示装置は、発光素子から射出した光が、外部に射出する迄の間に通過する層のうち、当該膜を挟んでいる膜との間で大きな屈折率差を有する膜の膜厚を特定の膜厚とすることで、当該大きな屈折率差を有する膜を通過する際に発生する光の反射を抑制する。これにより、この反射光と入射光が干渉して現れる定在波の発生を抑制し、視野角依存性を改善することができるようになる。これにより、視野角特性の改善された良好な表示を行うことができる表示装置を提供することが可能となる。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 1 9 6 】

【図 1】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 2】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 3】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 4】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 5】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 6】本発明の表示装置の作製プロセスを表す断面図。

【図 7】本発明の表示装置の作製プロセスを表す断面図。

20

【図 8】本発明の表示装置を表す上面図及び断面図。

【図 9】本発明の電子機器を例示した図。

【図 10】本発明の表示装置に用いられる画素回路の回路図。

【図 11】本発明の表示装置に用いられる保護回路の回路図。

【図 12】単色光における反射率のシミュレーション結果を示す図。

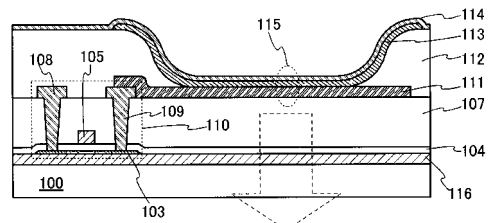
【図 13】フルカラーにおける反射率のシミュレーション結果を示す図。

【図 14】視野角特性を表すスペクトル測定データ。

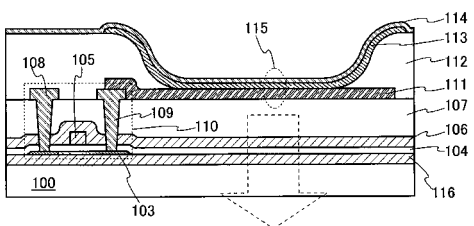
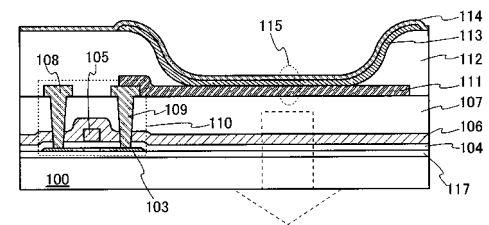
【図 15】本発明の表示装置を表す断面図。

【図 16】本発明の表示装置を表す断面図。

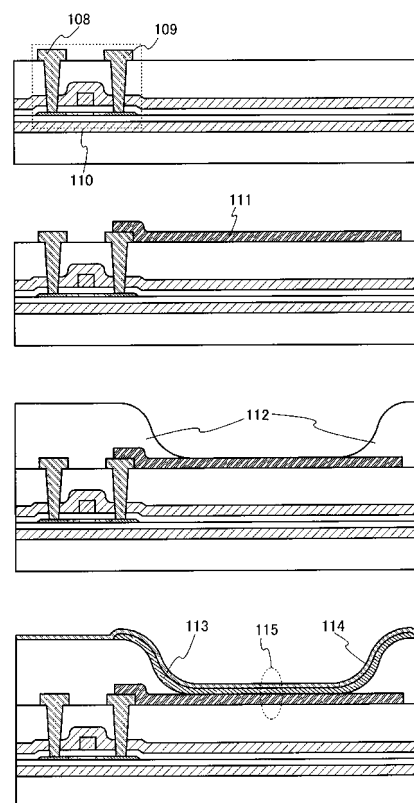
【圖 4】



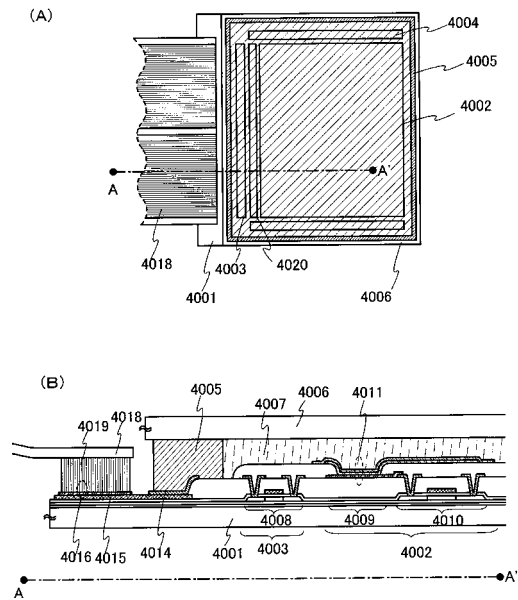
【 図 5 】



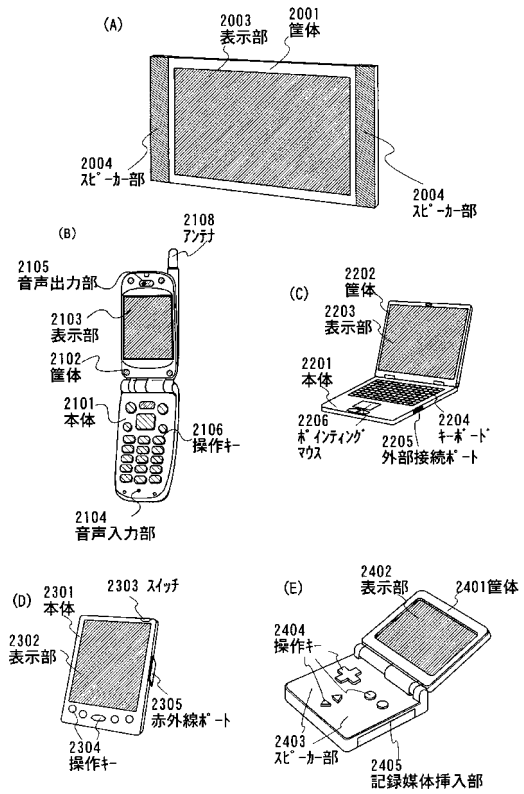
【圖 7】



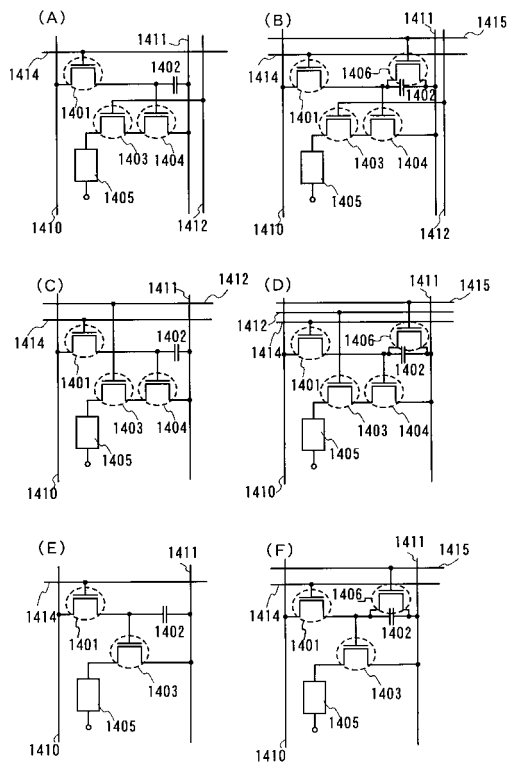
【図 8】



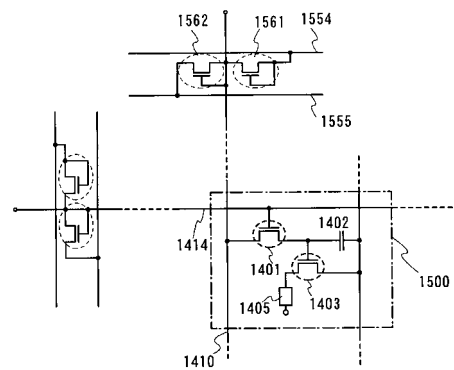
【図 9】



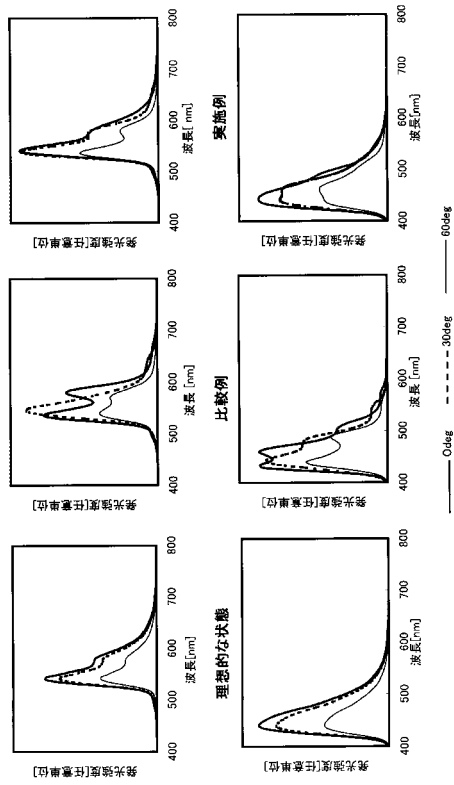
【図 10】



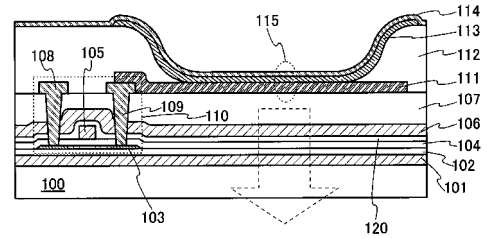
【図 11】



【図 14】

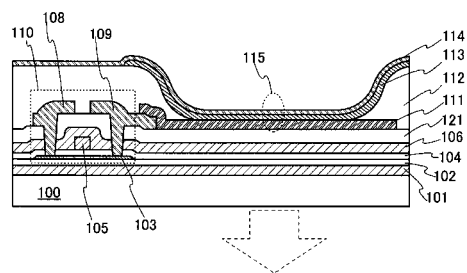


【図 15】

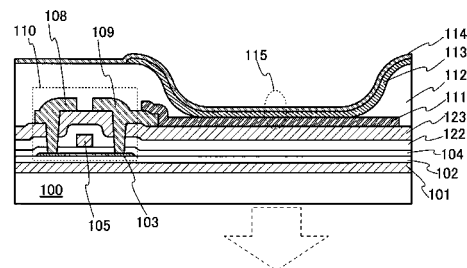


【図 16】

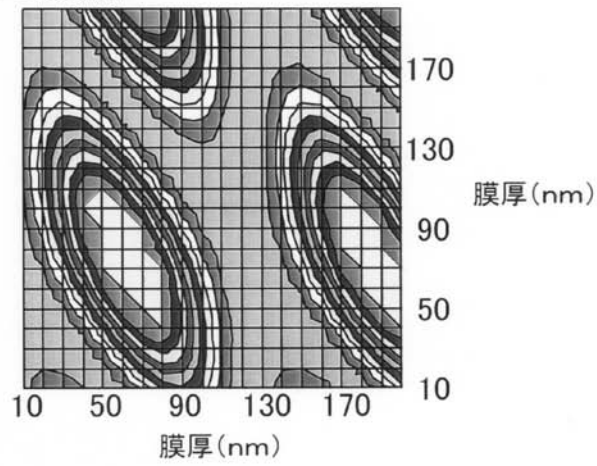
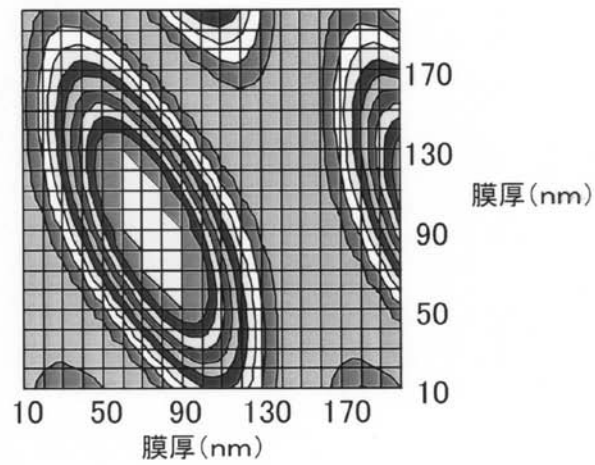
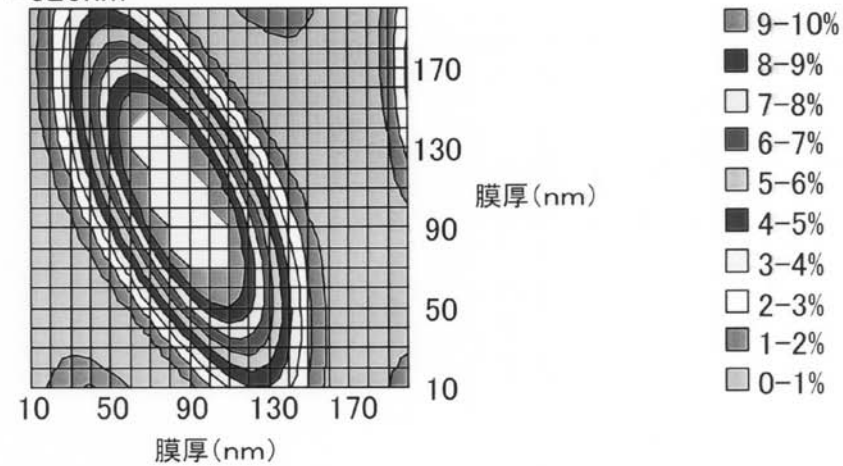
(A)



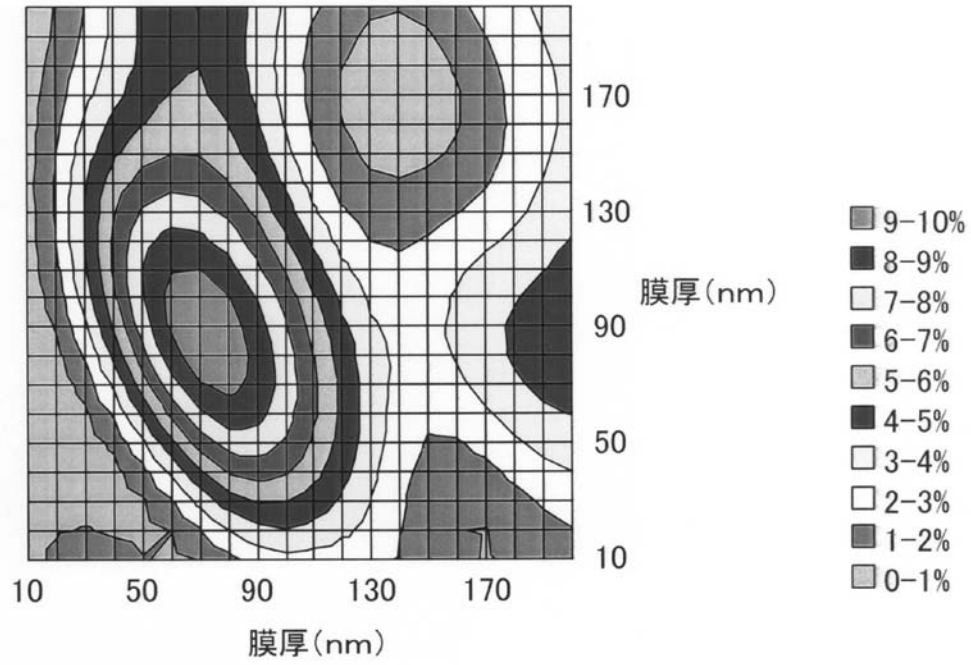
(B)



【図 12】

(A) $\lambda = 450\text{nm}$ (B) $\lambda = 540\text{nm}$ (C) $\lambda = 620\text{nm}$ 

【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭63-079322(JP,A)
特開2003-151770(JP,A)
特開2001-067018(JP,A)
特開平11-283745(JP,A)
特開平11-145478(JP,A)
特開2003-315732(JP,A)
特表2003-508876(JP,A)
特開2001-255554(JP,A)
特開平02-046695(JP,A)
特開平07-130471(JP,A)
特開平05-211094(JP,A)
特開平05-129609(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H05B	33/02
G09F	9/30
H01L	27/32
H01L	51/50