

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7680475号  
(P7680475)

(45)発行日 令和7年5月20日(2025.5.20)

(24)登録日 令和7年5月12日(2025.5.12)

(51)国際特許分類

F I

H 1 0 K	50/16 (2023.01)	H 1 0 K	50/16
H 1 0 K	50/844 (2023.01)	H 1 0 K	50/844
H 1 0 K	50/15 (2023.01)	H 1 0 K	50/15
H 1 0 K	50/17 (2023.01)	H 1 0 K	50/17
H 1 0 K	77/10 (2023.01)	H 1 0 K	77/10

請求項の数 12 (全57頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2022-574858(P2022-574858)  
 (86)(22)出願日 令和4年1月5日(2022.1.5)  
 (86)国際出願番号 PCT/IB2022/050052  
 (87)国際公開番号 WO2022/153139  
 (87)国際公開日 令和4年7月21日(2022.7.21)  
 審査請求日 令和6年12月5日(2024.12.5)  
 (31)優先権主張番号 特願2021-4496(P2021-4496)  
 (32)優先日 令和3年1月14日(2021.1.14)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 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398番地  
 (72)発明者 山崎 舜平  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会  
 社半導体エネルギー研究所内  
 (72)発明者 大澤 信晴  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会  
 社半導体エネルギー研究所内  
 (72)発明者 岡崎 健一  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会  
 社半導体エネルギー研究所内  
 審査官 渡邊 吉喜

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示装置の作製方法、表示装置、表示モジュール、及び、電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の発光デバイス及び第2の発光デバイスを有し、

前記第1の発光デバイスは、第1の画素電極と、前記第1の画素電極上の第1の正孔注入層と、前記第1の正孔注入層上の第1の正孔輸送層と、前記第1の正孔輸送層上の第1の発光層と、前記第1の発光層上の第1の電子輸送層と、前記第1の電子輸送層上の第2の電子輸送層と、前記第2の電子輸送層上の電子注入層と、前記電子注入層上の共通電極と、を有し、

前記第2の発光デバイスは、第2の画素電極と、前記第2の画素電極上の第2の正孔注入層と、前記第2の正孔注入層上の第2の正孔輸送層と、前記第2の正孔輸送層上の第2の発光層と、前記第2の発光層上の第3の電子輸送層と、前記第3の電子輸送層上の前記第2の電子輸送層と、前記第2の電子輸送層上の前記電子注入層と、前記電子注入層上の前記共通電極と、を有し、

前記第1の発光デバイスと前記第2の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有し、

前記第2の電子輸送層は、少なくとも、前記第1の画素電極の側面、前記第2の画素電極の側面、前記第1の発光層の側面、及び前記第2の発光層の側面と接する、表示装置。

【請求項2】

請求項1において、

前記共通電極上に、保護層を有する、表示装置。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、  
前記第 1 の発光デバイスと前記第 2 の発光デバイスとは、絶縁層上に設けられ、  
前記絶縁層は凹部を有し、  
前記凹部に前記第 2 の電子輸送層が接する、表示装置。

## 【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかーにおいて、  
前記第 2 の電子輸送層と、前記電子注入層との間に、空隙を有する、表示装置。

## 【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のいずれかーにおいて、  
前記第 2 の電子輸送層と、前記電子注入層との間に、絶縁物を有する、表示装置。

10

## 【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかーに記載の表示装置と、  
コネクタ及び集積回路のうち少なくとも一方と、を有する、表示モジュール。

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の表示モジュールと、  
筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する、  
電子機器。

## 【請求項 8】

絶縁層を形成し、  
前記絶縁層上に導電膜を形成し、  
前記導電膜上に、第 1 の正孔注入層を形成し、  
前記第 1 の正孔注入層上に、第 1 の正孔輸送層を形成し、  
前記第 1 の正孔輸送層上に、第 1 の発光層を形成し、  
前記第 1 の発光層上に、第 1 の電子輸送層を形成し、  
前記第 1 の電子輸送層上に、第 1 の犠牲層を形成し、  
前記第 1 の正孔注入層、前記第 1 の正孔輸送層、前記第 1 の発光層、前記第 1 の電子輸  
送層、及び前記第 1 の犠牲層を加工して、前記導電膜の一部を露出させ、  
前記第 1 の犠牲層上及び前記導電膜上に、第 2 の正孔注入層を形成し、  
前記第 2 の正孔注入層上に、第 2 の正孔輸送層を形成し、  
前記第 2 の正孔輸送層上に、第 2 の発光層を形成し、  
前記第 2 の発光層上に、第 2 の電子輸送層を形成し、  
前記第 2 の電子輸送層上に、第 2 の犠牲層を形成し、  
前記第 2 の正孔注入層、前記第 2 の正孔輸送層、前記第 2 の発光層、前記第 2 の電子輸  
送層、及び前記第 2 の犠牲層を加工して、前記導電膜の一部を露出させ、  
前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層をハードマスクに用いて前記導電膜を加工する  
ことで、前記第 1 の犠牲層と重なる第 1 の画素電極と、前記第 2 の犠牲層と重なる第 2 の  
画素電極を形成し、

20

30

前記第 1 の犠牲層及び前記第 2 の犠牲層を除去し、  
前記第 1 の電子輸送層上及び前記第 2 の電子輸送層上に、第 3 の電子輸送層を形成し、  
前記第 3 の電子輸送層上に、電子注入層を形成し、  
前記電子注入層上に、共通電極を形成する、表示装置の作製方法。

40

## 【請求項 9】

請求項 8 において、  
前記共通電極上に、保護層を形成する、表示装置の作製方法。

## 【請求項 10】

請求項 8 または 9 において、  
前記第 3 の電子輸送層は、少なくとも、前記第 1 の画素電極の側面、前記第 2 の画素電  
極の側面、前記第 1 の発光層の側面、及び前記第 2 の発光層の側面を覆うように設けられ  
る、表示装置の作製方法。

50

**【請求項 1 1】**

請求項 8 乃至 1 0 のいずれか一において、

前記電子注入層を形成する前に、前記第 3 の電子輸送層の凹部を絶縁材料で埋める、表示装置の作製方法。

**【請求項 1 2】**

請求項 8 乃至 1 1 のいずれか一において、

前記導電膜の加工工程において、前記絶縁層に凹部を形成する、表示装置の作製方法。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明の一態様は、表示装置の作製方法に関する。本発明の一態様は、表示装置、表示モジュール、及び、電子機器に関する。

**【0002】**

なお、本発明の一態様は、上記の技術分野に限定されない。本発明の一態様の技術分野としては、半導体装置、表示装置、発光装置、蓄電装置、記憶装置、電子機器、照明装置、入力装置（例えば、タッチセンサなど）、入出力装置（例えば、タッチパネルなど）、それらの駆動方法、又はそれらの製造方法を一例として挙げるることができる。

**【背景技術】****【0003】**

近年、表示装置は様々な用途への応用が期待されている。例えば、大型の表示装置の用途としては、家庭用のテレビジョン装置（テレビまたはテレビジョン受信機ともいう）、デジタルサイネージ（Digital Signage：電子看板）、及び、PID（Public Information Display）等が挙げられる。また、携帯情報端末として、タッチパネルを備えるスマートフォン及びタブレット端末などの開発が進められている。

**【0004】**

また、表示装置の高精細化が求められている。高精細な表示装置が要求される機器として、例えば、仮想現実（VR：Virtual Reality）、拡張現実（AR：Augmented Reality）、代替現実（SR：Substitutional Reality）、及び、複合現実（MR：Mixed Reality）向けの機器が、盛んに開発されている。

**【0005】**

表示装置としては、例えば、発光デバイス（発光素子ともいう）を有する発光装置が開発されている。エレクトロルミネッセンス（Electroluminescence、以下 EL と記す）現象を利用した発光デバイス（EL デバイス、EL 素子ともいう）は、薄型軽量化が容易である、入力信号に対し高速に応答可能である、直流定電圧電源を用いて駆動可能である等の特徴を有し、表示装置に応用されている。

**【0006】**

特許文献 1 には、有機 EL デバイス（有機 EL 素子ともいう）を用いた、VR 向けの表示装置が開示されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0007】**

【文献】国際公開第 2 0 1 8 / 0 8 7 6 2 5 号

**【発明の概要】****【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

発光層の発光色がそれぞれ異なる複数の有機 EL デバイスを有する表示装置を作製する場合、発光色が異なる発光層をそれぞれ島状に形成する必要がある。

**【0009】**

10

20

30

40

50

例えば、メタルマスク（シャドーマスクともいう）を用いた真空蒸着法により、島状の発光層を成膜することができる。しかし、蒸着の際に、層の輪郭がぼやけて、端部の厚さが薄くなることがある。つまり、島状の発光層は場所によって厚さにばらつきが生じることがある。また、大型、高解像度、または高精細な表示装置を作製する場合、メタルマスクの寸法精度の低さ、及び、熱等による変形により、製造歩留まりが低くなる懸念がある。

【0010】

また、メタルマスクを用いた真空蒸着法を用いて表示装置を作製する場合、製造装置が複数ライン必要となるといった課題がある。例えば、定期的にメタルマスクを洗浄する必要があるため、少なくとも2ライン以上の製造装置を準備し、一方の製造装置をメンテナンス中に他方の製造装置を用いて製造する必要があるため、量産を考慮すると、製造装置が複数

10

【0011】

本発明の一態様は、高精細な表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、高解像度の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、大型の表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供することを課題の一つとする。

【0012】

本発明の一態様は、高精細な表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、高解像度の表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、大型の表示装置を提供することを課題の一つとする。本発明の一態様は、信頼性の高い表示装置を提供することを課題の一つとする。

20

【0013】

なお、これらの課題の記載は、他の課題の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの課題の全てを解決する必要はないものとする。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の課題を抽出することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一態様は、第1の発光デバイス及び第2の発光デバイスを有する表示装置である。第1の発光デバイスは、第1の画素電極と、第1の画素電極上の第1の正孔注入層と、第1の正孔注入層上の第1の正孔輸送層と、第1の正孔輸送層上の第1の発光層と、第1の発光層上の第1の電子輸送層と、第1の電子輸送層上の第2の電子輸送層と、第2の電子輸送層上の電子注入層と、電子注入層上の共通電極と、を有する。第2の発光デバイスは、第2の画素電極と、第2の画素電極上の第2の正孔注入層と、第2の正孔注入層上の第2の正孔輸送層と、第2の正孔輸送層上の第2の発光層と、第2の発光層上の第3の電子輸送層と、第3の電子輸送層上の第2の電子輸送層と、第2の電子輸送層上の電子注入層と、電子注入層上の共通電極と、を有する。第1の発光デバイスと第2の発光デバイスとは、互いに異なる色の光を発する機能を有する。第2の電子輸送層は、少なくとも、第1の画素電極の側面、第2の画素電極の側面、第1の発光層の側面、及び第2の発光層の側面を覆う。

30

40

【0015】

上記の表示装置は、共通電極上に、保護層を有することが好ましい。

【0016】

第1の発光デバイスと第2の発光デバイスとは、絶縁層上に設けられることが好ましい。当該絶縁層は凹部を有していてもよい。凹部に第2の電子輸送層が接していてもよい。

【0017】

第2の電子輸送層と、電子注入層との間に、空隙を有していてもよい。または、第2の電子輸送層と、電子注入層との間に、絶縁物を有していてもよい。

【0018】

50

本発明の一態様は、上記いずれかの構成の表示装置を有し、フレキシブルプリント回路基板 (Flexible Printed Circuit、以下、FPCと記す) もしくは TCP (Tape Carrier Package) 等のコネクタが取り付けられた表示モジュール、または COG (Chip On Glass) 方式もしくは COF (Chip On Film) 方式等により集積回路 (IC) が実装された表示モジュール等の表示モジュールである。

【0019】

本発明の一態様は、上記の表示モジュールと、筐体、バッテリー、カメラ、スピーカ、及びマイクのうち少なくとも一つと、を有する電子機器である。

【0020】

本発明の一態様は、絶縁層を形成し、絶縁層上に導電膜を形成し、導電膜上に、第1の正孔注入層を形成し、第1の正孔注入層上に、第1の正孔輸送層を形成し、第1の正孔輸送層上に、第1の発光層を形成し、第1の発光層上に、第1の電子輸送層を形成し、第1の電子輸送層上に、第1の犠牲層を形成し、第1の正孔注入層、第1の正孔輸送層、第1の発光層、第1の電子輸送層、及び第1の犠牲層を加工して、導電膜の一部を露出させ、第1の犠牲層上及び導電膜上に、第2の正孔注入層を形成し、第2の正孔注入層上に、第2の正孔輸送層を形成し、第2の正孔輸送層上に、第2の発光層を形成し、第2の発光層上に、第2の電子輸送層を形成し、第2の電子輸送層上に、第2の犠牲層を形成し、第2の正孔注入層、第2の正孔輸送層、第2の発光層、第2の電子輸送層、及び第2の犠牲層を加工して、導電膜の一部を露出させ、第1の犠牲層及び第2の犠牲層をハードマスクに用いて導電膜を加工することで、第1の犠牲層と重なる第1の画素電極と、第2の犠牲層と重なる第2の画素電極を形成し、第1の犠牲層及び第2の犠牲層を除去し、第1の電子輸送層上及び第2の電子輸送層上に、第3の電子輸送層を形成し、第3の電子輸送層上に、電子注入層を形成し、電子注入層上に、共通電極を形成する、表示装置の作製方法である。

【0021】

さらに、共通電極上に、保護層を形成することが好ましい。

【0022】

上記表示装置の作製方法において、第3の電子輸送層は、少なくとも、第1の画素電極の側面、第2の画素電極の側面、第1の発光層の側面、及び第2の発光層の側面を覆うように設けられることが好ましい。

【0023】

上記表示装置の作製方法において、電子注入層を形成する前に、第3の電子輸送層の凹部を絶縁材料で埋めてもよい。

【0024】

導電膜の加工工程において、絶縁層に凹部を形成してもよい。

【発明の効果】

【0025】

本発明の一態様により、高精細な表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、高解像度の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、大型の表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、信頼性の高い表示装置の作製方法を提供できる。本発明の一態様により、歩留まりの高い表示装置の作製方法を提供できる。

【0026】

本発明の一態様により、高精細な表示装置を提供できる。本発明の一態様により、高解像度の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、大型の表示装置を提供できる。本発明の一態様により、信頼性の高い表示装置を提供できる。

【0027】

なお、これらの効果の記載は、他の効果の存在を妨げるものではない。本発明の一態様は、必ずしも、これらの効果の全てを有する必要はない。明細書、図面、請求項の記載から、これら以外の効果を抽出することが可能である。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 8 】

図 1 A は、表示装置の一例を示す上面図である。図 1 B は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 2 A 乃至図 2 C は、表示装置の一例を示す上面図である。

図 3 A 乃至図 3 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 4 A 乃至図 4 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 5 A 乃至図 5 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 6 A 乃至図 6 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 7 A 乃至図 7 C は、表示装置の作製方法の一例を示す断面図である。

図 8 A 及び図 8 B は、表示モジュールの一例を示す斜視図である。

10

図 9 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 0 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 1 は、表示装置の一例を示す断面図である。

図 1 2 A 乃至図 1 2 D は、発光デバイスの構成例を示す図である。

図 1 3 A 及び図 1 3 B は、電子機器の一例を示す図である。

図 1 4 A 及び図 1 4 B は、電子機器の一例を示す図である。

図 1 5 A 及び図 1 5 B は、電子機器の一例を示す図である。

図 1 6 A 乃至図 1 6 D は、電子機器の一例を示す図である。

図 1 7 A 乃至図 1 7 F は、電子機器の一例を示す図である。

## 【 発明を実施するための形態 】

20

## 【 0 0 2 9 】

実施の形態について、図面を用いて詳細に説明する。但し、本発明は以下の説明に限定されず、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、本発明は以下に示す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。

## 【 0 0 3 0 】

なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を異なる図面間で共通して用い、その繰り返しの説明は省略する。また、同様の機能を指す場合には、ハッチパターンを同じくし、特に符号を付さない場合がある。

## 【 0 0 3 1 】

30

また、図面において示す各構成の、位置、大きさ、範囲などは、理解の簡単のため、実際の位置、大きさ、範囲などを表していない場合がある。このため、開示する発明は、必ずしも、図面に開示された位置、大きさ、範囲などに限定されない。

## 【 0 0 3 2 】

なお、本明細書等において、「第 1」、「第 2」という序数詞は、便宜上用いるものであり、構成要素の数、または、構成要素の順序（例えば、工程順、または積層順）を限定するものではない。また、本明細書のある箇所において構成要素に付す序数詞と、本明細書の他の箇所、または特許請求の範囲において、当該構成要素に付す序数詞と、が一致しない場合がある。また、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、又は、状況に応じて、互いに入れ替えることが可能である。例えば、「導電層」という用語を、「導電膜」という用語に変更することが可能である。または、例えば、「絶縁膜」という用語を、「絶縁層」という用語に変更することが可能である。

40

## 【 0 0 3 3 】

本明細書等において、メタルマスク、または F M M（ファインメタルマスク、高精細なメタルマスク）を用いて作製されるデバイスを M M（メタルマスク）構造のデバイスと呼称する場合がある。また、本明細書等において、メタルマスク、または F M M を用いることなく作製されるデバイスを M M L（メタルマスクレス）構造のデバイスと呼称する場合がある。

## 【 0 0 3 4 】

（実施の形態 1）

50

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置とその作製方法について図 1 乃至図 7 を用いて説明する。

【 0 0 3 5 】

本発明の一態様の表示装置の作製方法では、導電膜を形成し、第 1 の色の光を発する発光層を含む第 1 の層（E L 層、または E L 層の一部、ということが出来る）を一面に形成した後、第 1 の層上に第 1 の犠牲層を形成する。そして、第 1 の犠牲層上に第 1 のレジストマスクを形成し、第 1 のレジストマスクを用いて、第 1 の層と第 1 の犠牲層を加工することで、島状の第 1 の層を形成する。続いて、第 1 の層と同様に、第 2 の色の光を発する発光層を含む第 2 の層（E L 層、または E L 層の一部、ということが出来る）を、第 2 の犠牲層及び第 2 のレジストマスクを用いて、島状に形成する。

10

【 0 0 3 6 】

このように、本発明の一態様の表示装置の作製方法では、島状の E L 層は、ファインメタルマスクを用いて形成されるのではなく、E L 層を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状の E L 層を均一の厚さで形成することができる。また、E L 層上に犠牲層を設けることで、表示装置の作製工程中に E L 層が受けるダメージを低減し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

【 0 0 3 7 】

各色の光を発する E L 層を形成した後、各 E L 層上に残存する犠牲層をハードマスクを用いて、上記の導電膜を加工することで、画素電極を形成することができる。画素電極を島状に形成するためのマスクを別途設ける必要が無いため、表示装置の製造コストを削減することができる。また、画素電極と E L 層との間に、画素電極の端部を覆う絶縁層を設ける必要が無いため、隣り合う発光デバイスの間隔を極めて狭くすることができる。したがって、表示装置の高精細化、または、高解像度化を図ることができる。

20

【 0 0 3 8 】

ここで、第 1 の層及び第 2 の層は、それぞれ、少なくとも発光層を含み、好ましくは複数の層からなる。具体的には、発光層上に 1 層以上の層を有することが好ましい。発光層と犠牲層との間に他の層を有することで、表示装置の作製工程中に発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。したがって、第 1 の層及び第 2 の層は、それぞれ、発光層と、発光層上のキャリア輸送層と、を有することが好ましい。

30

【 0 0 3 9 】

なお、それぞれ異なる色の光を発する発光デバイスにおいて、E L 層を構成する全ての層を作り分ける必要はなく、一部の層は同一工程で成膜することができる。本発明の一態様の表示装置の作製方法では、E L 層を構成する一部の層を色ごとに島状に形成した後、犠牲層を除去し、E L 層を構成する残りの層と、共通電極（上部電極ともいえる）と、を各色の発光デバイスに共通して形成する。例えば、キャリア注入層と、共通電極と、を各色の発光デバイスに共通して形成することができる。一方で、キャリア注入層は、E L 層の中では、比較的導電性が高い層であることが多い。そのため、キャリア注入層が、島状に形成された E L 層の一部の層の側面、または、画素電極の側面に接することで、発光デバイスがショートする恐れがある。なお、キャリア注入層を島状に設け、共通電極を各色の発光デバイスに共通して形成する場合についても、共通電極と、E L 層の側面、または、画素電極の側面とが接することで、発光デバイスがショートする恐れがある。

40

【 0 0 4 0 】

そこで、本発明の一態様の表示装置は、島状の発光層と各色の発光デバイスに共通して設けられたキャリア注入層との間に、島状の第 1 のキャリア輸送層と、各色の発光デバイスに共通して設けられた第 2 のキャリア輸送層との 2 層を有する。

【 0 0 4 1 】

これにより、島状に形成された E L 層の一部の層、及び、画素電極が、キャリア注入層と接することを抑制することができる。したがって、発光デバイスのショートを抑制し、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

50

## 【 0 0 4 2 】

本発明の一態様の表示装置は、陽極として機能する画素電極と、画素電極上にこの順で設けられた、それぞれ島状の、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、及び、第1の電子輸送層と、画素電極、正孔注入層、正孔輸送層、発光層、及び、第1の電子輸送層を覆うように設けられた第2の電子輸送層と、第2の電子輸送層上に設けられた電子注入層と、電子注入層上に設けられ、陰極として機能する共通電極と、を有する。

## 【 0 0 4 3 】

または、本発明の一態様の表示装置は、陰極として機能する画素電極と、画素電極上にこの順で設けられた、それぞれ島状の、電子注入層、電子輸送層、発光層、及び、第1の正孔輸送層と、画素電極、電子注入層、電子輸送層、発光層、及び、第1の正孔輸送層を覆うように設けられた第2の正孔輸送層と、第2の正孔輸送層上に設けられた正孔注入層と、正孔注入層上に設けられ、陽極として機能する共通電極と、を有する。

10

## 【 0 0 4 4 】

このような構成とすることで、精細度または解像度が高く、信頼性の高い、表示装置を製作することができる。

## 【 0 0 4 5 】

[ 表示装置の構成例 ]

図1A及び図1Bに、本発明の一態様の表示装置を示す。

## 【 0 0 4 6 】

図1Aに表示装置100の上面図を示す。表示装置100は、複数の画素110がマトリクス状に配置された表示部と、表示部の外側の接続部140と、を有する。1つの画素110は、副画素110a、110b、110cの、3つの副画素から構成される。接続部140は、カソードコンタクト部と呼ぶこともできる。

20

## 【 0 0 4 7 】

図1Aに示す副画素の上面形状は、発光領域の上面形状に相当する。

## 【 0 0 4 8 】

また、副画素を構成する回路レイアウトは、図1Aに示す副画素の範囲に限定されず、その外側に配置されていてもよい。例えば、副画素110aが有するトランジスタは、図1Aに示す副画素110bの範囲内に位置してもよく、一部または全てが副画素110aの範囲外に位置してもよい。

30

## 【 0 0 4 9 】

図1Aでは、副画素110a、110b、110cの開口率（サイズ、発光領域のサイズともいえる）を等しくまたは概略等しく示すが、本発明の一態様はこれに限定されない。副画素110a、110b、110cの開口率は、それぞれ適宜決定することができる。副画素110a、110b、110cの開口率は、それぞれ、異なってもよく、2つ以上が等しいまたは概略等しくてもよい。

## 【 0 0 5 0 】

図1Aでは、異なる色の副画素がX方向に並べて配置されており、同じ色の副画素が、Y方向に並べて配置されている例を示す。なお、異なる色の副画素がY方向に並べて配置され、同じ色の副画素が、X方向に並べて配置されていてもよい。

40

## 【 0 0 5 1 】

図1Aでは、上面視で、接続部140が表示部の下側に位置する例を示すが、特に限定されない。接続部140は、上面視で、表示部の上側、右側、左側、下側の少なくとも一箇所に設けられていればよく、表示部の四辺を囲むように設けられていてもよい。

## 【 0 0 5 2 】

図1Bに、図1Aにおける一点鎖線X1 - X2間の断面図を示す。

## 【 0 0 5 3 】

図1Bに示すように、表示装置100は、トランジスタを含む層101上に、発光デバイス130a、130b、130cが設けられ、これらの発光デバイスを覆うように保護層131、132が設けられている。保護層132上には、樹脂層119によって基板12

50

0 が貼り合わされている。

【 0 0 5 4 】

本発明の一態様の表示装置は、発光デバイスが形成されている基板とは反対方向に光を射出する上面射外型（トップエミッション型）、発光デバイスが形成されている基板側に光を射出する下面射外型（ボトムエミッション型）、両面に光を射出する両面射外型（デュアルエミッション型）のいずれであってもよい。

【 0 0 5 5 】

トランジスタを含む層 1 0 1 には、例えば、基板に複数のトランジスタが設けられ、これらのトランジスタを覆うように絶縁層が設けられた積層構造を適用することができる。トランジスタを含む層 1 0 1 は、隣り合う発光デバイスの間に凹部を有していてもよい。例えば、トランジスタを含む層 1 0 1 の最表面に位置する絶縁層に凹部が設けられていてもよい。トランジスタを含む層 1 0 1 の構成例は、実施の形態 2 で後述する。

10

【 0 0 5 6 】

発光デバイス 1 3 0 a、1 3 0 b、1 3 0 c は、それぞれ、異なる色の光を発する。発光デバイス 1 3 0 a、1 3 0 b、1 3 0 c は、例えば、赤色（R）、緑色（G）、青色（B）の3色の光を発する組み合わせであることが好ましい。

【 0 0 5 7 】

発光デバイスは、一对の電極間に E L 層を有する。本明細書等では、一对の電極の一方を画素電極と記し、他方を共通電極と記すことがある。

【 0 0 5 8 】

発光デバイスが有する一对の電極のうち、一方の電極は陽極として機能し、他方の電極は陰極として機能する。以下では、画素電極が陽極として機能し、共通電極が陰極として機能する場合を例に挙げて説明する。

20

【 0 0 5 9 】

発光デバイス 1 3 0 a は、トランジスタを含む層 1 0 1 上の画素電極 1 1 1 a と、画素電極 1 1 1 a 上の島状の第 1 の層 1 1 3 a と、島状の第 1 の層 1 1 3 a の上面及び側面を覆う第 4 の電子輸送層 1 1 6 と、第 4 の電子輸送層 1 1 6 上の電子注入層 1 1 4 と、電子注入層 1 1 4 上の共通電極 1 1 5 と、を有する。第 1 の層 1 1 3 a は、画素電極 1 1 1 a 上の第 1 の正孔注入層 1 8 1 a と、第 1 の正孔注入層 1 8 1 a 上の第 1 の正孔輸送層 1 8 2 a と、第 1 の正孔輸送層 1 8 2 a 上の第 1 の発光層 1 8 3 a と、第 1 の発光層 1 8 3 a 上の第 1 の電子輸送層 1 8 4 a と、を有する。発光デバイス 1 3 0 a において、第 1 の層 1 1 3 a、第 4 の電子輸送層 1 1 6、及び、電子注入層 1 1 4 をまとめて E L 層と呼ぶことができる。

30

【 0 0 6 0 】

発光デバイス 1 3 0 b は、トランジスタを含む層 1 0 1 上の画素電極 1 1 1 b と、画素電極 1 1 1 b 上の島状の第 2 の層 1 1 3 b と、島状の第 2 の層 1 1 3 b の上面及び側面を覆う第 4 の電子輸送層 1 1 6 と、第 4 の電子輸送層 1 1 6 上の電子注入層 1 1 4 と、電子注入層 1 1 4 上の共通電極 1 1 5 と、を有する。第 2 の層 1 1 3 b は、画素電極 1 1 1 b 上の第 2 の正孔注入層 1 8 1 b と、第 2 の正孔注入層 1 8 1 b 上の第 2 の正孔輸送層 1 8 2 b と、第 2 の正孔輸送層 1 8 2 b 上の第 2 の発光層 1 8 3 b と、第 2 の発光層 1 8 3 b 上の第 2 の電子輸送層 1 8 4 b と、を有する。発光デバイス 1 3 0 b において、第 2 の層 1 1 3 b、第 4 の電子輸送層 1 1 6、及び、電子注入層 1 1 4 をまとめて E L 層と呼ぶことができる。

40

【 0 0 6 1 】

発光デバイス 1 3 0 c は、トランジスタを含む層 1 0 1 上の画素電極 1 1 1 c と、画素電極 1 1 1 c 上の島状の第 3 の層 1 1 3 c と、島状の第 3 の層 1 1 3 c の上面及び側面を覆う第 4 の電子輸送層 1 1 6 と、第 4 の電子輸送層 1 1 6 上の電子注入層 1 1 4 と、電子注入層 1 1 4 上の共通電極 1 1 5 と、を有する。第 3 の層 1 1 3 c は、画素電極 1 1 1 c 上の第 3 の正孔注入層 1 8 1 c と、第 3 の正孔注入層 1 8 1 c 上の第 3 の正孔輸送層 1 8 2 c と、第 3 の正孔輸送層 1 8 2 c 上の第 3 の発光層 1 8 3 c と、第 3 の発光層 1 8 3 c 上

50

の第3の電子輸送層184cと、を有する。発光デバイス130cにおいて、第3の層113c、第4の電子輸送層116、及び、電子注入層114をまとめてEL層と呼ぶことができる。

【0062】

各色の発光デバイスが共通して有する共通電極は、接続部140に設けられた導電層と電気的に接続される。

【0063】

画素電極と共通電極のうち、光を取り出す側の電極には、可視光を透過する導電膜を用いる。また、光を取り出さない側の電極には、可視光を反射する導電膜を用いることが好ましい。

【0064】

発光デバイスの一对の電極（画素電極と共通電極）を形成する材料としては、金属、合金、電気伝導性化合物、及びこれらの混合物などを適宜用いることができる。具体的には、インジウムスズ酸化物（In-Sn酸化物、ITOともいう）、In-Si-Sn酸化物（ITSOともいう）、インジウム亜鉛酸化物（In-Zn酸化物）、In-W-Zn酸化物、アルミニウム、ニッケル、及びランタンの合金（Al-Ni-La）等のアルミニウムを含む合金（アルミニウム合金）、及び、銀とパラジウムと銅の合金（Ag-Pd-Cu、APCとも記す）が挙げられる。その他、アルミニウム（Al）、チタン（Ti）、クロム（Cr）、マンガン（Mn）、鉄（Fe）、コバルト（Co）、ニッケル（Ni）、銅（Cu）、ガリウム（Ga）、亜鉛（Zn）、インジウム（In）、スズ（Sn）、モリブデン（Mo）、タンタル（Ta）、タングステン（W）、パラジウム（Pd）、金（Au）、白金（Pt）、銀（Ag）、イットリウム（Y）、ネオジム（Nd）などの金属、及びこれらを適宜組み合わせることもできる。その他、上記例示のない元素周期表の第1族または第2族に属する元素（例えば、リチウム（Li）、セシウム（Cs）、カルシウム（Ca）、ストロンチウム（Sr）、ユウロピウム（Eu）、イットルビウム（Yb）などの希土類金属及びこれらを適宜組み合わせることもできる。グラフェン等を用いることができる。

【0065】

発光デバイスには、微小光共振器（マイクロキャビティ）構造が適用されていることが好ましい。したがって、発光デバイスが有する一对の電極の一方は、可視光に対する透過性及び反射性を有する電極（半透過・半反射電極）を有することが好ましく、他方は、可視光に対する反射性を有する電極（反射電極）を有することが好ましい。発光デバイスがマイクロキャビティ構造を有することで、発光層から得られる発光を両電極間で共振させ、発光デバイスから射出される光を強めることができる。

【0066】

なお、半透過・半反射電極は、反射電極と可視光に対する透過性を有する電極（透明電極ともいう）との積層構造とすることができる。

【0067】

透明電極の光の透過率は、40%以上とする。例えば、発光デバイスには、可視光（波長400nm以上750nm未満の光）の透過率が40%以上である電極を用いることが好ましい。半透過・半反射電極の可視光の反射率は、10%以上95%以下、好ましくは30%以上80%以下とする。反射電極の可視光の反射率は、40%以上100%以下、好ましくは70%以上100%以下とする。また、これらの電極の抵抗率は、 $1 \times 10^{-2}$  cm以下が好ましい。

【0068】

第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、島状に設けられる。第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、発光層を有する。第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、異なる色の光を発する発光層を有することが好ましい。

【0069】

10

20

30

40

50

発光層は、発光物質を含む層である。発光層は、1種または複数種の発光物質を有することができる。発光物質としては、青色、紫色、青紫色、緑色、黄緑色、黄色、橙色、赤色などの発光色を呈する物質を適宜用いる。また、発光物質として、近赤外光を発する物質を用いることもできる。

【0070】

発光物質としては、蛍光材料、燐光材料、熱活性化遅延蛍光(Thermally activated delayed fluorescence: TADF)材料、量子ドット材料などが挙げられる。

【0071】

蛍光材料としては、例えば、ピレン誘導体、アントラセン誘導体、トリフェニレン誘導体、フルオレン誘導体、カルバゾール誘導体、ジベンゾチオフェン誘導体、ジベンゾフラン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、キノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、フェナントレン誘導体、ナフタレン誘導体などが挙げられる。

10

【0072】

燐光材料としては、例えば、4H-トリアゾール骨格、1H-トリアゾール骨格、イミダゾール骨格、ピリミジン骨格、ピラジン骨格、またはピリジン骨格を有する有機金属錯体(特にイリジウム錯体)、電子吸引基を有するフェニルピリジン誘導体を配位子とする有機金属錯体(特にイリジウム錯体)、白金錯体、希土類金属錯体等が挙げられる。

【0073】

発光層は、発光物質(ゲスト材料)に加えて、1種または複数種の有機化合物(ホスト材料、アシスト材料等)を有していてもよい。1種または複数種の有機化合物としては、正孔輸送性材料及び電子輸送性材料の一方または双方を用いることができる。また、1種または複数種の有機化合物として、バイポーラ性材料、またはTADF材料を用いてもよい。

20

【0074】

発光層は、例えば、燐光材料と、励起錯体を形成しやすい組み合わせである正孔輸送性材料及び電子輸送性材料と、を有することが好ましい。このような構成とすることにより、励起錯体から発光物質(燐光材料)へのエネルギー移動であるExTET(Exciplex-Triplet Energy Transfer)を用いた発光を効率よく得ることができる。発光物質の最も低エネルギー側の吸収帯の波長と重なるような発光を呈する励起錯体を形成するような組み合わせを選択することで、エネルギー移動がスムーズとなり、効率よく発光を得ることができる。この構成により、発光デバイスの高効率、低電圧駆動、長寿命を同時に実現できる。

30

【0075】

第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、発光層以外の層として、正孔注入性の高い物質、正孔輸送性の高い物質、正孔ブロック材料、電子輸送性の高い物質、電子注入性の高い物質、電子ブロック材料、またはバイポーラ性の物質(電子輸送性及び正孔輸送性が高い物質)等を含む層をさらに有していてもよい。

【0076】

発光デバイスには低分子系化合物及び高分子系化合物のいずれを用いることもでき、無機化合物を含んでいてもよい。発光デバイスを構成する層は、それぞれ、蒸着法(真空蒸着法を含む)、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。

40

【0077】

例えば、第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、それぞれ、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を有していてもよい。

【0078】

EL層のうち、各色の発光デバイスに共通して形成される層としては、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子ブロック層、電子輸送層、及び電子注入層のうち一つ以上を適用することができる。

50

## 【0079】

図1Bに示す表示装置100において、第1の層113aは、第1の発光層183aと、第1の発光層183a上の第1の電子輸送層184aと、を有する。同様に、第2の層113bは、第2の発光層183bと、第2の発光層183b上の第2の電子輸送層184bと、を有し、第3の層113cは、第3の発光層183cと、第3の発光層183c上の第3の電子輸送層184cと、を有する。これにより、表示装置100の作製工程中に、発光層が最表面に露出することを抑制し、発光層が受けるダメージを低減することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

## 【0080】

第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cは、第4の電子輸送層116によって覆われており、第4の電子輸送層116上に電子注入層114及び共通電極115が設けられている。これにより、電子注入層114または共通電極115が、画素電極111a、111b、111c、及び、第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cのいずれかの側面と接することを抑制し、発光デバイスのショートを抑制することができる。

10

## 【0081】

正孔注入層は、陽極から正孔輸送層に正孔を注入する層であり、正孔注入性の高い材料を含む層である。正孔注入性の高い材料としては、芳香族アミン化合物、及び、正孔輸送性材料とアクセプター性材料（電子受容性材料）とを含む複合材料などが挙げられる。

## 【0082】

正孔輸送層は、正孔注入層によって、陽極から注入された正孔を発光層に輸送する層である。正孔輸送層は、正孔輸送性材料を含む層である。正孔輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の正孔移動度を有する物質が好ましい。なお、電子よりも正孔の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。正孔輸送性材料としては、電子過剰型複素芳香族化合物（例えばカルバゾール誘導体、チオフェン誘導体、フラン誘導体など）、芳香族アミン（芳香族アミン骨格を有する化合物）等の正孔輸送性の高い材料が好ましい。

20

## 【0083】

電子輸送層は、電子注入層によって、陰極から注入された電子を発光層に輸送する層である。電子輸送層は、電子輸送性材料を含む層である。電子輸送性材料としては、 $1 \times 10^{-6} \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ 以上の電子移動度を有する物質が好ましい。なお、正孔よりも電子の輸送性の高い物質であれば、これら以外のものも用いることができる。電子輸送性材料としては、キノリン骨格を有する金属錯体、ベンゾキノリン骨格を有する金属錯体、オキサゾール骨格を有する金属錯体、チアゾール骨格を有する金属錯体等の他、オキサジアゾール誘導体、トリアゾール誘導体、イミダゾール誘導体、オキサゾール誘導体、チアゾール誘導体、フェナントロリン誘導体、キノリン配位子を有するキノリン誘導体、ベンゾキノリン誘導体、キノキサリン誘導体、ジベンゾキノキサリン誘導体、ピリジン誘導体、ピピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、その他、含窒素複素芳香族化合物を含む電子不足型複素芳香族化合物等の電子輸送性の高い材料を用いることができる。

30

## 【0084】

電子注入層は、陰極から電子輸送層に電子を注入する層であり、電子注入性の高い材料を含む層である。電子注入性の高い材料としては、アルカリ金属、アルカリ土類金属、またはそれらの化合物を用いることができる。電子注入性の高い材料としては、電子輸送性材料とドナー性材料（電子供与性材料）とを含む複合材料を用いることもできる。

40

## 【0085】

電子注入層としては、例えば、リチウム、セシウム、フッ化リチウム（LiF）、フッ化セシウム（CsF）、フッ化カルシウム（CaF<sub>2</sub>）、8-（キノリノラト）リチウム（略称：Li<sub>q</sub>）、2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称：LiPP）、2-（2-ピリジル）-3-ピリジノラトリチウム（略称：LiPPy）、4-フェニル-2-（2-ピリジル）フェノラトリチウム（略称：LiPPP）、リチウム酸化物（LiO<sub>x</sub>

50

）、炭酸セシウム等のようなアルカリ金属、アルカリ土類金属、またはこれらの化合物を用いることができる。

【0086】

または、電子注入層としては、電子輸送性材料を用いてもよい。例えば、非共有電子対を備え、電子不足型複素芳香環を有する化合物を、電子輸送性材料に用いることができる。具体的には、ピリジン環、ジアジン環（ピリミジン環、ピラジン環、ピリダジン環）、トリアジン環の少なくとも一つを有する化合物を用いることができる。

【0087】

なお、非共有電子対を備える有機化合物の最低空軌道（LUMO：Lowest Unoccupied Molecular Orbital）が、 $-3.6\text{ eV}$ 以上 $-2.3\text{ eV}$ 以下であると好ましい。また、一般にCV（サイクリックボルタンメトリ）、光電子分光法、光吸収分光法、逆光電子分光法等により、有機化合物の最高被占有軌道（HOMO：Highest Occupied Molecular Orbital）準位及びLUMO準位を見積もることができる。

10

【0088】

例えば、4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：BPhen）、2,9-ビス（ナフタレン-2-イル）-4,7-ジフェニル-1,10-フェナントロリン（略称：NBPhen）、ジキノキサリノ[2,3-a:2',3'-c]フェナジン（略称：HATNA）、2,4,6-トリス[3'-(ピリジン-3-イル)ピフェニル-3-イル]-1,3,5-トリアジン（略称：TmPPPyTz）等を、非共有電子対を備える有機化合物に用いることができる。なお、NBPhenはBPhenと比較して、高いガラス転移点温度（Tg）を備え、耐熱性に優れる。

20

【0089】

発光デバイス130a、130b、130c上に保護層131、132を有することが好ましい。保護層131、132を設けることで、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

【0090】

保護層131、132の導電性は問わない。保護層131、132としては、絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜の少なくとも一種を用いることができる。

【0091】

保護層131、132が無機膜を有することで、共通電極115の酸化を防止する、発光デバイス130a、130b、130cに不純物（水分、酸素など）が入り込むことを抑制する、など、発光デバイスの劣化を抑制し、表示装置の信頼性を高めることができる。

30

【0092】

保護層131、132には、例えば、酸化絶縁膜、窒化絶縁膜、酸化窒化絶縁膜、及び窒化酸化絶縁膜などの無機絶縁膜を用いることができる。酸化絶縁膜としては、酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化ゲルマニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ランタン膜、酸化ネオジム膜、酸化ハフニウム膜、及び酸化タンタル膜などが挙げられる。窒化絶縁膜としては、窒化シリコン膜及び窒化アルミニウム膜などが挙げられる。酸化窒化絶縁膜としては、酸化窒化シリコン膜、酸化窒化アルミニウム膜などが挙げられる。窒化酸化絶縁膜としては、窒化酸化シリコン膜、窒化酸化アルミニウム膜などが挙げられる。

40

【0093】

なお、本明細書などにおいて、酸化窒化物とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多い材料を指し、窒化酸化物とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多い材料を指す。

【0094】

保護層131、132は、それぞれ、窒化絶縁膜または窒化酸化絶縁膜を有することが好ましく、窒化絶縁膜を有することがより好ましい。

【0095】

50

また、保護層131、132には、In-Sn酸化物（ITOともいう）、In-Zn酸化物、Ga-Zn酸化物、Al-Zn酸化物、またはインジウムガリウム亜鉛酸化物（In-Ga-Zn酸化物、IGZOともいう）などを含む無機膜を用いることもできる。当該無機膜は、高抵抗であることが好ましく、具体的には、共通電極115よりも高抵抗であることが好ましい。当該無機膜は、さらに窒素を含んでいてもよい。

【0096】

発光デバイスの発光を、保護層131、132を介して取り出す場合、保護層131、132は、可視光に対する透過性が高いことが好ましい。例えば、ITO、IGZO、及び、酸化アルミニウムは、それぞれ、可視光に対する透過性が高い無機材料であるため、好ましい。

【0097】

保護層131、132としては、例えば、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上の窒化シリコン膜と、の積層構造、または、酸化アルミニウム膜と、酸化アルミニウム膜上のIGZO膜と、の積層構造などを用いることができる。当該積層構造を用いることで、不純物（水、酸素など）がEL層側に入り込むことを抑制できる。

【0098】

さらに、保護層131、132は、有機膜を有していてもよい。例えば、保護層132は、有機膜と無機膜の双方を有していてもよい。

【0099】

保護層131と保護層132とで異なる成膜方法を用いてもよい。具体的には、原子層堆積（ALD：Atomic Layer Deposition）法を用いて保護層131を形成し、スパッタリング法を用いて保護層132を形成してもよい。

【0100】

画素電極111a、111b、111cのそれぞれの端部は、絶縁層によって覆われていない。そのため、隣り合う発光デバイスの間隔を極めて狭くすることができる。したがって、高精細、または、高解像度の表示装置とすることができる。

【0101】

本実施の形態の表示装置は、各色の発光層が、発光デバイスごとに島状に設けられており、いわゆる塗り分け方式（SBS（Side By Side）方式）で作製される。したがって、白色発光の発光デバイスとカラーフィルタとを組み合わせた構成に比べて、光取り出し効率の高い表示装置を実現できる。また、シングル構造の発光デバイスを適用できるため、タンデム構造の発光デバイスを用いる構成に比べて、駆動電圧が低い表示装置を実現できる。また、SBS方式とすることで、白色発光の発光デバイスとカラーフィルタとを組み合わせた構成、及びタンデム構造の発光デバイスを用いる構成に比べて、消費電力が低い表示装置を実現できる。

【0102】

本実施の形態の表示装置は、発光デバイス間の距離を狭くすることができる。具体的には、発光デバイス間の距離を、1 $\mu$ m以下、好ましくは500nm以下、さらに好ましくは、200nm以下、100nm以下、90nm以下、70nm以下、50nm以下、30nm以下、20nm以下、15nm以下、または10nm以下とすることができる。別言すると、第1の層113aの側面と第2の層113bの側面との間隔、または第2の層113bの側面と第3の層113cの側面との間隔が1 $\mu$ m以下の領域を有し、好ましくは0.5 $\mu$ m（500nm）以下の領域を有し、さらに好ましくは100nm以下の領域を有する。

【0103】

基板120の樹脂層119側の面には、遮光層を設けてもよい。また、基板120の外側には各種光学部材を配置することができる。光学部材としては、偏光板、位相差板、光拡散層（拡散フィルムなど）、反射防止層、及び集光フィルム等が挙げられる。また、基板120の外側には、ゴミの付着を抑制する帯電防止膜、汚れを付着しにくくする撥水性の膜、使用に伴う傷の発生を抑制するハードコート膜、衝撃吸収層等を配置してもよい。

10

20

30

40

50

## 【0104】

基板120には、ガラス、石英、セラミック、サファイア、樹脂、金属、合金、半導体などを用いることができる。発光デバイスからの光を取り出す側の基板には、該光を透過する材料を用いる。基板120に可撓性を有する材料を用いると、表示装置の可撓性を高め、フレキシブルディスプレイを実現することができる。また、基板120として偏光板を用いてもよい。

## 【0105】

基板120としては、ポリエチレンテレフタレート(PET)、ポリエチレンナフタレート(PEN)等のポリエステル樹脂、ポリアクリロニトリル樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリメチルメタクリレート樹脂、ポリカーボネート(PC)樹脂、ポリエーテルスルホン(PES)樹脂、ポリアミド樹脂(ナイロン、アラミド等)、ポリシロキサン樹脂、シクロオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリアミドイミド樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、ポリ塩化ビニリデン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリテトラフルオロエチレン(PTFE)樹脂、ABS樹脂、セルロースナノファイバー等を用いることができる。基板120に、可撓性を有する程度の厚さのガラスを用いてもよい。

## 【0106】

なお、表示装置に円偏光板を重ねる場合、表示装置が有する基板には、光学等方性の高い基板を用いることが好ましい。光学等方性が高い基板は、複屈折が小さい(複屈折量が小さい、ともいえる)。

## 【0107】

光学等方性が高い基板のリタレーション(位相差)値の絶対値は、30nm以下が好ましく、20nm以下がより好ましく、10nm以下がさらに好ましい。

## 【0108】

光学等方性が高いフィルムとしては、トリアセチルセルロース(TAC、セルローストリアセテートともいう)フィルム、シクロオレフィンポリマー(COP)フィルム、シクロオレフィンコポリマー(COC)フィルム、及びアクリルフィルム等が挙げられる。

## 【0109】

また、基板としてフィルムを用いる場合、フィルムが吸水することで、表示パネルにしわが発生するなどの形状変化が生じる恐れがある。そのため、基板には、吸水率の低いフィルムを用いることが好ましい。例えば、吸水率が1%以下のフィルムを用いることが好ましく、0.1%以下のフィルムを用いることがより好ましく、0.01%以下のフィルムを用いることがさらに好ましい。

## 【0110】

樹脂層119としては、紫外線硬化型等の光硬化型接着剤、反応硬化型接着剤、熱硬化型接着剤、嫌気型接着剤などの各種硬化型接着剤を用いることができる。これら接着剤としてはエポキシ樹脂、アクリル樹脂、シリコン樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、イミド樹脂、PVC(ポリビニルクロライド)樹脂、PVB(ポリビニルブチラル)樹脂、EVA(エチレンビニルアセテート)樹脂等が挙げられる。特に、エポキシ樹脂等の透湿性が低い材料が好ましい。また、二液混合型の樹脂を用いてもよい。また、接着シート等を用いてもよい。

## 【0111】

なお、第4の電子輸送層116と電子注入層114との間に、空隙が存在することがある。図1Bでは、空隙となりうる部分に絶縁物134が充填されている例を示す。なお、隣り合う発光デバイス間の距離、第4の電子輸送層116の厚さ、及び、電子注入層114の厚さなどによっては、当該空隙が形成されず、絶縁物134の充填が不要な場合がある。この場合、隣り合う発光デバイスの間は、第4の電子輸送層116及び電子注入層114の少なくとも一方で充填された構造となる。

## 【0112】

空隙は、例えば、空気、窒素、酸素、二酸化炭素、及び第18族元素(代表的には、ヘリウム、ネオン、アルゴン、キセノン、クリプトン等)の中から選ばれるいずれか一または

10

20

30

40

50

複数を有する。また、空隙には、例えば電子注入層 1 1 4 の成膜時に用いる気体が含まれる場合がある。例えば、真空蒸着法により電子注入層 1 1 4 を成膜する場合、空隙は、減圧雰囲気である場合がある。なお、空隙に気体が含まれる場合、ガスクロマトグラフィー法等により気体の同定等を行うことができる。

【0 1 1 3】

また、空隙の屈折率が、第 4 の電子輸送層 1 1 6 の屈折率より低い場合、第 1 の層 1 1 3 a、第 2 の層 1 1 3 b、または第 3 の層 1 1 3 c から発せられる光が、第 4 の電子輸送層 1 1 6 と空隙との界面で反射する。これにより、第 1 の層 1 1 3 a、第 2 の層 1 1 3 b、または第 3 の層 1 1 3 c から発せられる光が、隣接する画素（または副画素）に入射することを抑制することができる。これにより、異なる色の光が混色することを抑制できるため、表示装置の表示品位を高めることができる。

10

【0 1 1 4】

また、空隙となりうる部分に充填できる絶縁物 1 3 4 の材料としては、有機絶縁材料及び無機絶縁材料の一方または双方を用いることができる。絶縁物 1 3 4 には、固体状物質、ゲル状物質、及び、液体状物質の少なくとも一つを用いることができる。

【0 1 1 5】

有機絶縁材料としては、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、ポリシロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、及びフェノール樹脂等が挙げられる。また、上記樹脂層 1 1 9 に用いることができる各種樹脂を用いてもよい。

20

【0 1 1 6】

無機絶縁材料としては、酸化絶縁材料、窒化絶縁材料、酸化窒化絶縁材料、及び窒化酸化絶縁材料などが挙げられる。また、上記保護層 1 3 1、1 3 2 に用いることができる絶縁材料を用いてもよい。

【0 1 1 7】

トランジスタのゲート、ソース及びドレインのほか、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導電層に用いることのできる材料としては、アルミニウム、チタン、クロム、ニッケル、銅、イットリウム、ジルコニウム、モリブデン、銀、タンタル、及びタングステンなどの金属、並びに、当該金属を主成分とする合金などが挙げられる。これらの材料を含む膜を単層で、または積層構造として用いることができる。

30

【0 1 1 8】

また、透光性を有する導電材料としては、酸化インジウム、インジウム錫酸化物、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛、ガリウムを含む酸化亜鉛などの導電性酸化物またはグラフェンを用いることができる。または、金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、及びチタンなどの金属材料、または、該金属材料を含む合金材料を用いることができる。または、該金属材料の窒化物（例えば、窒化チタン）などを用いてもよい。なお、金属材料、または、合金材料（またはそれらの窒化物）を用いる場合には、透光性を有する程度に薄くすることが好ましい。また、上記材料の積層膜を導電層として用いることができる。例えば、銀とマグネシウムの合金とインジウムスズ酸化物の積層膜などを用いると、導電性を高めることができるため好ましい。これらは、表示装置を構成する各種配線及び電極などの導電層、及び、発光デバイスが有する導電層（画素電極または共通電極として機能する導電層）にも用いることができる。

40

【0 1 1 9】

各絶縁層に用いることのできる絶縁材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂などの樹脂、酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化酸化シリコン、窒化シリコン、酸化アルミニウムなどの無機絶縁材料が挙げられる。

【0 1 2 0】

[表示装置の作製方法例]

次に、図 2 乃至図 7 を用いて表示装置の作製方法例を説明する。図 2 A 乃至図 2 C は、表

50

示装置の作製方法を示す上面図である。図3A乃至図3Cには、図1Aにおける一点鎖線X1-X2間の断面図と、Y1-Y2間の断面図と、を並べて示す。図4乃至図7についても、図3と同様である。

【0121】

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スパッタリング法、化学気相堆積（CVD：Chemical Vapor Deposition）法、真空蒸着法、パルスレーザー堆積（PLD：Pulsed Laser Deposition）法、ALD法等を用いて形成することができる。CVD法としては、プラズマ化学気相堆積（PECVD：Plasma Enhanced CVD）法、及び、熱CVD法などがある。また、熱CVD法のひとつに、有機金属化学気相堆積（MOCVD：Metal Organic CVD）法がある。

10

【0122】

また、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、及び、導電膜等）は、スピコート、ディップ、スプレー塗布、インクジェット、ディスペンス、スクリーン印刷、オフセット印刷、ドクターナイフ、スリットコート、ロールコート、カーテンコート、ナイフコート等の方法により形成することができる。

【0123】

特に、発光デバイスの作製には、蒸着法などの真空プロセス、及び、スピコート法、インクジェット法などの溶液プロセスを用いることができる。蒸着法としては、スパッタ法、イオンプレーティング法、イオンビーム蒸着法、分子線蒸着法、真空蒸着法などの物理蒸着法（PVD法）、及び、化学蒸着法（CVD法）等が挙げられる。特にEL層に含まれる機能層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層など）については、蒸着法（真空蒸着法等）、塗布法（ディップコート法、ダイコート法、バーコート法、スピコート法、スプレーコート法等）、印刷法（インクジェット法、スクリーン（孔版印刷）法、オフセット（平版印刷）法、フレキソ（凸版印刷）法、グラビア法、または、マイクロコンタクト法等）などの方法により形成することができる。

20

【0124】

また、表示装置を構成する薄膜を加工する際には、フォトリソグラフィ法等を用いることができる。または、ナノインプリント法、サンドブラスト法、リフトオフ法などにより薄膜を加工してもよい。また、メタルマスクなどの遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を直接形成してもよい。

30

【0125】

フォトリソグラフィ法としては、代表的には以下の2つの方法がある。一つは、加工したい薄膜上にレジストマスクを形成して、エッチング等により当該薄膜を加工し、レジストマスクを除去する方法である。もう一つは、感光性を有する薄膜を成膜した後に、露光、現像を行って、当該薄膜を所望の形状に加工する方法である。

【0126】

フォトリソグラフィ法において、露光に用いる光は、例えばi線（波長365nm）、g線（波長436nm）、h線（波長405nm）、またはこれらを混合させた光を用いることができる。そのほか、紫外線、KrFレーザー光、またはArFレーザー光等を用いることもできる。また、液浸露光技術により露光を行ってもよい。また、露光に用いる光として、極端紫外（EUV：Extreme Ultra-violet）光、またはX線を用いてもよい。また、露光に用いる光に換えて、電子ビームを用いることもできる。極端紫外光、X線または電子ビームを用いると、極めて微細な加工が可能となるため好ましい。なお、電子ビームなどのビームを走査することにより露光を行う場合には、フォトマスクは不要である。

40

【0127】

薄膜のエッチングには、ドライエッチング法、ウェットエッチング法、サンドブラスト法などを用いることができる。

【0128】

50

まず、図3Aに示すように、トランジスタを含む層101上に、導電膜111を形成する。

【0129】

そして、導電膜111上に、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aをこの順で形成し、第1の電子輸送層184A上に第1の犠牲層118Aを形成する。図3Aに示すように、Y1-Y2間の断面図において、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aの接続部140側の端部が、第1の犠牲層118Aの端部よりも内側に位置する。例えば、成膜エリアを規定するためのマスク（ファインメタルマスクと区別して、エリアマスク、またはラフメタルマスクなどともいう）を用いることで、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aと、第1の犠牲層118Aとで成膜される領域を変えることができる。本発明の一態様においては、レジストマスクを用いて発光デバイスを形成するが、上述のようにエリアマスクと組み合わせることで、比較的簡単なプロセスにて発光デバイスを作製することができる。

10

【0130】

導電膜111は、後に加工されることで、画素電極111a、111b、111c、及び、導電層123となる層である。そのため、上述した画素電極に適用可能な構成を導電膜111に適用することができる。導電膜111の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

【0131】

第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、後に、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aとなる層である。そのため、それぞれ、上述した、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aに適用可能な構成を適用できる。第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aは、それぞれ、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。

20

30

【0132】

第1の犠牲層118Aには、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184A、並びに、後の工程で形成する第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184B、第3の正孔注入層181C、第3の正孔輸送層182C、第3の発光層183C、及び第3の電子輸送層184Cなどの加工条件に対する耐性の高い膜、具体的には、エッチングの選択比が大きい膜を用いる。第1の犠牲層118Aは、単層構造であっても積層構造であってもよい。

【0133】

第1の犠牲層118Aの形成には、例えば、スパッタリング法、ALD法（熱ALD法、PEALD法を含む）、または真空蒸着法を用いることができる。なお、EL層へのダメージが少ない形成方法が好ましく、スパッタリング法よりも、ALD法または真空蒸着法を用いて、第1の犠牲層118Aを形成することが好ましい。

40

【0134】

第1の犠牲層118Aには、ウェットエッチング法により除去できる膜を用いることが好ましい。ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第1の犠牲層118Aの加工時に、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aに加わるダメージを低減することができる。

【0135】

50

本実施の形態の表示装置の作製方法における各種犠牲層の加工工程において、E L層を構成する各層（正孔注入層、正孔輸送層、発光層、及び、電子輸送層など）が加工されにくいこと、かつ、E L層を構成する各層の加工工程において、各種犠牲層が加工されにくいことが望ましい。犠牲層の材料、加工方法、及び、E L層の加工方法については、これらを考慮して選択することが望ましい。

【0136】

第1の犠牲層118Aとしては、例えば、金属膜、合金膜、金属酸化物膜、半導体膜、無機絶縁膜などの無機膜を用いることができる。

【0137】

第1の犠牲層118Aには、例えば金、銀、白金、マグネシウム、ニッケル、タングステン、クロム、モリブデン、鉄、コバルト、銅、パラジウム、チタン、アルミニウム、イットリウム、ジルコニウム、及びタンタルなどの金属材料、または該金属材料を含む合金材料を用いることができる。

10

【0138】

また、第1の犠牲層118Aには、In-Ga-Zn酸化物などの金属酸化物を用いることができる。第1の犠牲層118Aとして、例えば、スパッタリング法を用いて、In-Ga-Zn酸化物膜を形成することができる。さらに、酸化インジウム、In-Zn酸化物、In-Sn酸化物、インジウムチタン酸化物（In-Ti酸化物）、インジウムスズ亜鉛酸化物（In-Sn-Zn酸化物）、インジウムチタン亜鉛酸化物（In-Ti-Zn酸化物）、インジウムガリウムスズ亜鉛酸化物（In-Ga-Sn-Zn酸化物）などを用いることができる。またはシリコンを含むインジウムスズ酸化物などを用いることもできる。

20

【0139】

なお、上記ガリウムに代えて元素M（Mは、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムから選ばれた一種または複数種）を用いてもよい。

【0140】

また、第1の犠牲層118Aとしては、保護層131、132に用いることができる各種無機絶縁膜を用いることができる。特に、酸化絶縁膜は、窒化絶縁膜に比べてE L層との密着性が高く好ましい。例えば、第1の犠牲層118Aには、酸化アルミニウム、酸化ハフニウム、酸化シリコンなどの無機絶縁材料を用いることができる。第1の犠牲層118Aとして、例えば、ALD法を用いて、酸化アルミニウム膜を形成することができる。ALD法を用いることで、下地（特にE L層など）へのダメージを低減できるため好ましい。

30

【0141】

次に、図3Bに示すように、第1の犠牲層118A上にレジストマスク190aを形成する。レジストマスクは、感光性の樹脂（フォトリソグレイ）を塗布し、露光及び現像を行うことで形成することができる。

【0142】

図2Aに示すように、レジストマスク190aは、後に副画素110aとなる領域と重なる位置に設ける。さらに、レジストマスク190aは、後に接続部140となる領域と重なる位置にも設けることが好ましい。これにより、導電膜111のうち、後に導電層123となる領域が、表示装置の作製工程中にダメージを受けることを抑制できる。レジストマスク190aとして、1つの副画素110aに対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク190aとして、一列に並ぶ（図2AではY方向に並ぶ）複数の副画素110aに対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。

40

【0143】

そして、図3Cに示すように、レジストマスク190aを用いて、第1の正孔注入層181Aの一部、第1の正孔輸送層182Aの一部、第1の発光層183Aの一部、第1の電

50

子輸送層 184A の一部、及び第 1 の犠牲層 118A の一部を除去する。これにより、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、第 1 の電子輸送層 184A、及び第 1 の犠牲層 118A の、レジストマスク 190a と重なっていない領域を除去することができる。したがって、導電膜 111 の一部が露出する。そして、副画素 110a に相当する領域では、導電膜 111 上に、第 1 の正孔注入層 181a、第 1 の正孔輸送層 182a、第 1 の発光層 183a、第 1 の電子輸送層 184a、第 1 の犠牲層 118a、及び、レジストマスク 190a の積層構造が残存する。また、接続部 140 に相当する領域では、導電膜 111 上に、第 1 の犠牲層 118a とレジストマスク 190a との積層構造が残存する。なお、第 1 の正孔注入層 181a、第 1 の正孔輸送層 182a、第 1 の発光層 183a、及び、第 1 の電子輸送層 184a の積層構造を第 1 の層 113a とも記す。その後、レジストマスク 190a を除去する。

10

**【0144】**

第 1 の犠牲層 118A は、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。第 1 の犠牲層 118A の加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

**【0145】**

ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第 1 の犠牲層 118A の加工時に、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A に加わるダメージを低減することができる。ウェットエッチング法を用いる場合、例えば、現像液、水酸化テトラメチルアンモニウム (TMAH) 水溶液、希フッ酸、シュウ酸、リン酸、酢酸、硝酸、またはこれらの混合液体を用いた薬液などを用いることが好ましい。

20

**【0146】**

また、ドライエッチング法を用いる場合は、エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A の劣化を抑制することができる。ドライエッチング法を用いる場合、例えば、 $CF_4$ 、 $C_4F_8$ 、 $SF_6$ 、 $CHF_3$ 、 $Cl_2$ 、 $H_2O$ 、 $BCl_3$ 、または He などの貴ガス (希ガスともいう) を含むガスをエッチングガスに用いることが好ましい。

**【0147】**

なお、図 3C では、レジストマスク 190a を残した状態で、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A、及び、第 1 の犠牲層 118A を加工する例を示すが、これに限られない。例えば、第 1 の犠牲層 118A が積層構造である場合、レジストマスク 190a を用いて一部の層を加工し、レジストマスク 190a を除去した後、当該一部の層をハードマスクに用いて、残りの層を加工してもよい。

30

**【0148】**

例えば、レジストマスク 190a を用いて第 1 の犠牲層 118A の一部の層を加工した後、酸素プラズマを用いたアッシングなどによりレジストマスク 190a を除去する。このとき、第 1 の犠牲層 118A の残りの層が最表面に位置し、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A は露出していないため、レジストマスク 190a の除去工程において、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A にダメージが入ることを抑制することができる。そして、加工済みの第 1 の犠牲層 118A の一部の層をハードマスクに用いて、第 1 の犠牲層 118A の残りの層と、第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A と、をそれぞれ加工することができる。

40

**【0149】**

第 1 の正孔注入層 181A、第 1 の正孔輸送層 182A、第 1 の発光層 183A、及び、第 1 の電子輸送層 184A の加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。特に

50

、異方性のドライエッチングが好ましい。エッチングガスとしては、窒素を含むガス、水素を含むガス、貴ガスを含むガス、窒素及びアルゴンを含むガス、または、窒素及び水素を含むガスなどを用いることが好ましい。エッチングガスに酸素を含むガスを用いないことで、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの劣化を抑制することができる。

【0150】

また、エッチングガスに酸素を含むガスを用いてもよい。エッチングガスが酸素を含むことで、エッチングの速度を速めることができる。したがって、エッチング速度を十分な速さに維持しつつ、低パワーの条件でエッチングを行うことができる。そのため、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aに与えるダメージを抑制することができる。さらに、エッチング時に生じる反応生成物の付着等の不具合を抑制することができる。

10

【0151】

次に、図4Aに示すように、第1の犠牲層118a、及び、導電膜111上に、第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bをこの順で形成し、第2の電子輸送層184B上に第2の犠牲層118Bを形成する。図4Aに示すように、Y1-Y2間の断面図において、第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bの接続部140側の端部が、第2の犠牲層118Bの端部よりも内側に位置する。

【0152】

第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bは、それぞれ、後に、第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、及び第2の電子輸送層184bとなる層である。第2の発光層183bは、第1の発光層183aと異なる色の光を発する。第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、及び第2の電子輸送層184bに適用できる構成及び材料等は、それぞれ、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aと同様である。第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bは、それぞれ、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aと同様の方法を用いて成膜することができる。

20

【0153】

第2の犠牲層118Bは、第1の犠牲層118Aに適用可能な材料を用いて形成することができる。

【0154】

次に、図4Bに示すように、第2の犠牲層118B上にレジストマスク190bを形成する。

【0155】

図2Bに示すように、レジストマスク190bは、後に副画素110bとなる領域と重なる位置に設ける。さらに、レジストマスク190bは、後に接続部140となる領域と重なる位置にも設けることが好ましい。これにより、導電膜111のうち、後に導電層123となる領域が、表示装置の作製工程中にダメージを受けることを抑制できる。なお、後に接続部140となる領域に、第1の犠牲層118aを設けた場合は、レジストマスク190bを当該領域に設けなくてもよい。レジストマスク190bとして、1つの副画素110bに対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク190bとして、一列に並ぶ複数の副画素110bに対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。

40

【0156】

そして、図4Cに示すように、レジストマスク190bを用いて、第2の正孔注入層181Bの一部、第2の正孔輸送層182Bの一部、第2の発光層183Bの一部、及び第2の電子輸送層184Bの一部、及び第2の犠牲層118Bの一部を除去する。これにより

50

、第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、第2の電子輸送層184B、及び第2の犠牲層118Bの、レジストマスク190bと重なっていない領域を除去することができる。したがって、導電膜111の一部が露出する。そして、副画素110bに相当する領域では、導電膜111上に、第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、第2の電子輸送層184b、第2の犠牲層118b、及び、レジストマスク190bの積層構造が残存する。また、接続部140に相当する領域では、導電膜111上に、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び、レジストマスク190bの積層構造が残存する。なお、第2の正孔注入層181b、第2の正孔輸送層182b、第2の発光層183b、及び、第2の電子輸送層184bの積層構造を第2の層113bとも記す。その後、レジストマスク190bを除去する。

10

## 【0157】

第2の犠牲層118Bは、第1の犠牲層118Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。第2の正孔注入層181B、第2の正孔輸送層182B、第2の発光層183B、及び第2の電子輸送層184Bは、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び、第1の電子輸送層184Aの加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。レジストマスク190bは、レジストマスク190aの除去に適用可能な方法及びタイミングで除去することができる。

## 【0158】

次に、図5Aに示すように、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び、導電膜111上に、第3の正孔注入層181C、第3の正孔輸送層182C、第3の発光層183C、及び第3の電子輸送層184Cをこの順で形成し、第3の電子輸送層184C上に第3の犠牲層118Cを形成する。図5Aに示すように、Y1-Y2間の断面図において、第3の正孔注入層181C、第3の正孔輸送層182C、第3の発光層183C、及び第3の電子輸送層184Cの接続部140側の端部が、第3の犠牲層118Cの端部よりも内側に位置する。

20

## 【0159】

第3の正孔注入層181C、第3の正孔輸送層182C、第3の発光層183C、及び第3の電子輸送層184Cは、それぞれ、後に、第3の正孔注入層181c、第3の正孔輸送層182c、第3の発光層183c、及び第3の電子輸送層184cとなる層である。第3の発光層183cは、第1の発光層183a及び第2の発光層183bと異なる色の光を発する。第3の正孔注入層181c、第3の正孔輸送層182c、第3の発光層183c、及び第3の電子輸送層184cに適用できる構成及び材料等は、それぞれ、第1の正孔注入層181a、第1の正孔輸送層182a、第1の発光層183a、及び第1の電子輸送層184aと同様である。第3の正孔注入層181C、第3の正孔輸送層182C、第3の発光層183C、及び第3の電子輸送層184Cは、それぞれ、第1の正孔注入層181A、第1の正孔輸送層182A、第1の発光層183A、及び第1の電子輸送層184Aと同様の方法を用いて成膜することができる。

30

## 【0160】

第3の犠牲層118Cは、第1の犠牲層118Aに適用可能な材料を用いて形成することができる。

40

## 【0161】

次に、図5Bに示すように、第3の犠牲層118C上にレジストマスク190cを形成する。

## 【0162】

図2Cに示すように、レジストマスク190cは、後に副画素110cとなる領域と重なる位置に設ける。レジストマスク190cとして、1つの副画素110cに対して、1つの島状のパターンが設けられていることが好ましい。または、レジストマスク190cとして、一列に並ぶ複数の副画素110cに対して1つの帯状のパターンを形成してもよい。さらに、レジストマスク190cは、後に接続部140となる領域と重なる位置にも設

50

けることが好ましい。なお、後に接続部 140 となる領域に、第 1 の犠牲層 118 a 及び第 2 の犠牲層 118 b の少なくとも一方を設けた場合は、レジストマスク 190 c を当該領域に設けなくてもよい。

【0163】

そして、図 5 C に示すように、レジストマスク 190 c を用いて、第 3 の正孔注入層 181 C の一部、第 3 の正孔輸送層 182 C の一部、第 3 の発光層 183 C の一部、第 3 の電子輸送層 184 C の一部、及び第 3 の犠牲層 118 C の一部を除去する。これにより、第 3 の正孔注入層 181 C、第 3 の正孔輸送層 182 C、第 3 の発光層 183 C、第 3 の電子輸送層 184 C、及び第 3 の犠牲層 118 C の、レジストマスク 190 c と重なっていない領域を除去することができる。そして、副画素 110 c に相当する領域では、導電膜 111 上に、第 3 の正孔注入層 181 c、第 3 の正孔輸送層 182 c、第 3 の発光層 183 c、第 3 の電子輸送層 184 c、第 3 の犠牲層 118 c、及び、レジストマスク 190 c の積層構造が残存する。また、接続部 140 に相当する領域では、導電膜 111 上に、第 1 の犠牲層 118 a、第 2 の犠牲層 118 b、第 3 の犠牲層 118 c、及び、レジストマスク 190 c の積層構造が残存する。なお、第 3 の正孔注入層 181 c、第 3 の正孔輸送層 182 c、第 3 の発光層 183 c、及び、第 3 の電子輸送層 184 c の積層構造を第 3 の層 113 c とも記す。その後、図 6 A に示すように、レジストマスク 190 c を除去する。

10

【0164】

第 3 の犠牲層 118 C は、第 1 の犠牲層 118 A の加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。第 3 の正孔注入層 181 C、第 3 の正孔輸送層 182 C、第 3 の発光層 183 C、及び第 3 の電子輸送層 184 C は、第 1 の正孔注入層 181 A、第 1 の正孔輸送層 182 A、第 1 の発光層 183 A、及び、第 1 の電子輸送層 184 A の加工に適用可能な方法を用いて加工することができる。レジストマスク 190 c は、レジストマスク 190 a の除去に適用可能な方法及びタイミングで除去することができる。

20

【0165】

次に、図 6 B に示すように、第 1 の犠牲層 118 a、第 2 の犠牲層 118 b、及び、第 3 の犠牲層 118 c をハードマスクに用いて、導電膜 111 を加工し、画素電極 111 a、111 b、111 c、及び、導電層 123 を形成する。

【0166】

導電膜 111 の加工の際に、トランジスタを含む層 101 の一部（具体的には、最表面に位置する絶縁層）が加工され、凹部が形成されることがある。以降の説明では、トランジスタを含む層 101 に凹部が設けられている場合を例に挙げて説明するが、凹部が設けられていなくてもよい。

30

【0167】

ここで、導電層 123 を形成するためには、少なくとも第 3 の犠牲層 118 c が接続部 140 に設けられていればよい。一方で、上述の通り、第 2 の犠牲層 118 b と第 3 の犠牲層 118 c の積層構造、または、第 1 の犠牲層 118 a、第 2 の犠牲層 118 b、及び第 3 の犠牲層 118 c の積層構造を接続部 140 に設けることで、導電膜 111 のうち、導電層 123 となる領域が、表示装置の作製工程中にダメージを受けることを抑制できるため、好ましい。

40

【0168】

導電膜 111 は、ウェットエッチング法またはドライエッチング法により加工することができる。導電膜 111 の加工は、異方性エッチングにより行うことが好ましい。

【0169】

次に、図 6 C に示すように、第 1 の犠牲層 118 a、第 2 の犠牲層 118 b、及び、第 3 の犠牲層 118 c を除去する。これにより、画素電極 111 a 上では第 1 の電子輸送層 184 a が露出し、画素電極 111 b 上では第 2 の電子輸送層 184 b が露出し、画素電極 111 c 上では第 3 の電子輸送層 184 c が露出し、及び、接続部 140 では、導電層 123 が露出する。

50

## 【0170】

犠牲層の除去工程には、犠牲層の加工工程と同様の方法を用いることができる。特に、ウェットエッチング法を用いることで、ドライエッチング法を用いる場合に比べて、第1の犠牲層118a、第2の犠牲層118b、及び、第3の犠牲層118cを除去する際に、第1の層113a、第2の層113b、及び第3の層113cに加わるダメージを低減することができる。

## 【0171】

次に、図7Aに示すように、第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cを覆うように、第4の電子輸送層116を形成する。図7Aに示すように、Y1-Y2間の断面図において、第4の電子輸送層116の接続部140側の端部は、接続部140よりも内側に位置し、導電層123は露出したままである。

10

## 【0172】

第4の電子輸送層116として用いることができる材料は上述の通りである。第4の電子輸送層116は、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、第4の電子輸送層116は、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。

## 【0173】

第4の電子輸送層116は、次に形成する電子注入層114よりも絶縁性が高い材料を用いて形成する。第4の電子輸送層116は、第1の層113a、第2の層113b、及び、第3の層113cの上面及び側面、並びに、画素電極111a、111b、111cの側面を覆うように設けられるため、導電性の高い電子注入層114がこれらの層と接することを抑制し、発光デバイスがショートすることを抑制することができる。これにより、発光デバイスの信頼性を高めることができる。

20

## 【0174】

特に、トランジスタを含む層101の一部（具体的には、最表面に位置する絶縁層）に凹部が設けられていると、画素電極111a、111b、111cの側面全体を、第4の電子輸送層116で覆うことが可能となり好ましい。

## 【0175】

次に、図7Bに示すように、第4の電子輸送層116上に電子注入層114を形成する。図7Bに示すように、Y1-Y2間の断面図において、電子注入層114の接続部140側の端部は、接続部140よりも内側に位置し、導電層123は露出したままである。

30

## 【0176】

電子注入層114として用いることができる材料は上述の通りである。電子注入層114は、蒸着法（真空蒸着法を含む）、転写法、印刷法、インクジェット法、塗布法等の方法で形成することができる。また、電子注入層114は、プレミックス材料を用いて形成されてもよい。

## 【0177】

ここでは、電子注入層114の成膜により空隙133が形成される例を示すが、空隙133は形成されなくてもよい。この場合、2つの発光デバイスの間は、電子注入層114で充填された構造となる。または、電子注入層114の成膜前の時点で、2つの発光デバイスの間が第4の電子輸送層116で充填された構造となってもよい。

40

## 【0178】

また、図7Cに示すように、空隙133となりうる部分に、あらかじめ絶縁物134を充填させてもよい。空隙133及び絶縁物134の詳細については、上述の通りである。

## 【0179】

そして、電子注入層114上に共通電極115を形成する。

## 【0180】

共通電極115として用いることができる材料は上述の通りである。共通電極115の形成には、例えば、スパッタリング法または真空蒸着法を用いることができる。

## 【0181】

50

その後、共通電極 115 上に保護層 131 を形成し、保護層 131 上に保護層 132 を形成する。さらに、樹脂層 119 を用いて、保護層 132 上に、基板 120 を貼り合わせることで、図 1B に示す表示装置 100 を作製することができる。

【0182】

保護層 131、132 に用いることができる材料及び成膜方法は上述の通りである。保護層 131、132 の成膜方法としては、真空蒸着法、スパッタリング法、CVD 法、及び、ALD 法などが挙げられる。保護層 131 と保護層 132 は、互いに異なる成膜方法を用いて形成された膜であってもよい。また、保護層 131、132 は、それぞれ、単層構造であってもよく、積層構造であってもよい。

【0183】

以上のように、本実施の形態の表示装置の作製方法では、島状の EL 層は、ファインメタルマスクを用いて形成されるのではなく、EL 層を一面に成膜した後に加工することで形成されるため、島状の EL 層を均一の厚さで形成することができる。

【0184】

各色の発光デバイスを構成する第 1 の層、第 2 の層、第 3 の層はそれぞれ別の工程で形成する。したがって、各 EL 層を、各色の発光デバイスに適した構成（材料及び膜厚など）で作製することができる。これにより、特性の良好な発光デバイスを作製することができる。

【0185】

本発明の一態様の表示装置は、発光層上に島状の第 1 の電子輸送層を有し、さらに、画素電極、発光層、及び、第 1 の電子輸送層のそれぞれの側面を覆う第 2 の電子輸送層を有する。当該表示装置の作製工程においては、発光層と第 1 の電子輸送層とが積層された状態で EL 層が加工されるため、当該表示装置は、発光層に加わるダメージが低減された構成である。また、第 2 の電子輸送層により、画素電極と電子注入層または共通電極とが接することが抑制され、発光デバイスがショートすることが抑制された構成である。

【0186】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。また、本明細書において、1 つの実施の形態の中に、複数の構成例が示される場合は、構成例を適宜組み合わせることが可能である。

【0187】

（実施の形態 2）

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置について図 8 乃至図 11 を用いて説明する。

【0188】

本実施の形態の表示装置は、高精細な表示装置とすることができる。したがって、本実施の形態の表示装置は、例えば、腕時計型、プレスレット型などの情報端末機（ウェアラブル機器）、並びに、ヘッドマウントディスプレイなどの VR 向け機器、メガネ型の AR 向け機器など、頭部に装着可能なウェアラブル機器の表示部に用いることができる。

【0189】

[表示モジュール]

図 8A に、表示モジュール 280 の斜視図を示す。表示モジュール 280 は、表示装置 100A と、FPC 290 と、を有する。なお、表示モジュール 280 が有する表示装置は表示装置 100A に限られず、後述する表示装置 100B または表示装置 100C であってもよい。

【0190】

表示モジュール 280 は、基板 291 及び基板 292 を有する。表示モジュール 280 は、表示部 281 を有する。表示部 281 は、表示モジュール 280 における画像を表示する領域であり、後述する画素部 284 に設けられる各画素からの光を視認できる領域である。

【0191】

図 8B に、基板 291 側の構成を模式的に示した斜視図を示している。基板 291 上には

10

20

30

40

50

、回路部 282 と、回路部 282 上の画素回路部 283 と、画素回路部 283 上の画素部 284 と、が積層されている。また、基板 291 上の画素部 284 と重ならない部分に、FPC 290 と接続するための端子部 285 が設けられている。端子部 285 と回路部 282 とは、複数の配線により構成される配線部 286 により電氣的に接続されている。

#### 【0192】

画素部 284 は、周期的に配列した複数の画素 284 a を有する。図 8 B の右側に、1 つの画素 284 a の拡大図を示している。画素 284 a は、発光色が互いに異なる発光デバイス 130 a、130 b、130 c を有する。本実施の形態では、赤色の光を発する発光デバイス 130 a、緑色の光を発する発光デバイス 130 b、及び、青色の光を発する発光デバイス 130 c で画素 284 a が構成される場合を例に挙げて説明する。複数の発光デバイスは、図 8 B に示すようにストライプ配列で配置することができる。また、デルタ配列、または、ペンタイル配列など様々な発光デバイスの配列方法を適用することができる。

10

#### 【0193】

ここで、表示装置の画素が、互いに異なる色の光を発する発光デバイスを有する副画素を 3 種類有する場合、当該 3 つの副画素としては、R、G、B の 3 色の副画素、黄色 (Y)、シアン (C)、及びマゼンタ (M) の 3 色の副画素などが挙げられる。当該副画素を 4 つ有する場合、当該 4 つの副画素としては、R、G、B、白色 (W) の 4 色の副画素、R、G、B、Y の 4 色の副画素などが挙げられる。

#### 【0194】

画素回路部 283 は、周期的に配列した複数の画素回路 283 a を有する。

20

#### 【0195】

1 つの画素回路 283 a は、1 つの画素 284 a が有する 3 つの発光デバイスの発光を制御する回路である。1 つの画素回路 283 a は、1 つの発光デバイスの発光を制御する回路が 3 つ設けられる構成としてもよい。例えば、画素回路 283 a は、1 つの発光デバイスにつき、1 つの選択トランジスタと、1 つの電流制御用トランジスタ (駆動トランジスタ) と、容量素子と、を少なくとも有する構成とすることができる。このとき、選択トランジスタのゲートにはゲート信号が、ソースまたはドレインの一方にはソース信号が、それぞれ入力される。これにより、アクティブマトリクス型の表示装置が実現されている。

#### 【0196】

本実施の形態の表示装置が有するトランジスタの構造は特に限定されない。例えば、プレーナ型のトランジスタ、スタガ型のトランジスタ、逆スタガ型のトランジスタ等を用いることができる。また、トップゲート型またはボトムゲート型のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャネルが形成される半導体層の上下にゲートが設けられていてもよい。

30

#### 【0197】

トランジスタに用いる半導体材料の結晶性についても特に限定されず、非晶質半導体、単結晶半導体、または、単結晶以外の結晶性を有する半導体 (微結晶半導体、多結晶半導体、または一部に結晶領域を有する半導体) のいずれを用いてもよい。単結晶半導体または結晶性を有する半導体を用いると、トランジスタ特性の劣化を抑制できるため好ましい。

40

#### 【0198】

トランジスタの半導体層は、金属酸化物 (酸化物半導体ともいう) を有することが好ましい。つまり、本実施の形態の表示装置は、金属酸化物をチャネル形成領域に用いたトランジスタ (以下、OS トランジスタ) を用いることが好ましい。または、トランジスタの半導体層は、シリコンを有することが好ましい。シリコンとしては、アモルファスシリコン、結晶性のシリコン (低温ポリシリコン、単結晶シリコンなど) などが挙げられる。

#### 【0199】

半導体層は、例えば、インジウムと、M (M は、ガリウム、アルミニウム、シリコン、ホウ素、イットリウム、スズ、銅、バナジウム、ベリリウム、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タ

50

ンタル、タングステン、及びマグネシウムから選ばれた一種または複数種)と、亜鉛と、を有することが好ましい。特に、Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、及びスズから選ばれた一種または複数種であることが好ましい。

【0200】

特に、半導体層として、インジウム(In)、ガリウム(Ga)、及び亜鉛(Zn)を含む酸化物(IGZOとも記す)を用いることが好ましい。

【0201】

半導体層がIn-M-Zn酸化物の場合、当該In-M-Zn酸化物におけるInの原子数比はMの原子数比以上であることが好ましい。このようなIn-M-Zn酸化物の金属元素の原子数比として、In:M:Zn=1:1:1またはその近傍の組成、In:M:Zn=1:1:1.2またはその近傍の組成、In:M:Zn=2:1:3またはその近傍の組成、In:M:Zn=3:1:2またはその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:3またはその近傍の組成、In:M:Zn=4:2:4.1またはその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:3またはその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:6またはその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:7またはその近傍の組成、In:M:Zn=5:1:8またはその近傍の組成、In:M:Zn=6:1:6またはその近傍の組成、In:M:Zn=5:2:5またはその近傍の組成、等が挙げられる。なお、近傍の組成とは、所望の原子数比の±30%の範囲を含む。

【0202】

例えば、原子数比がIn:Ga:Zn=4:2:3またはその近傍の組成と記載する場合、Inを4としたとき、Gaが1以上3以下であり、Znが2以上4以下である場合を含む。また、原子数比がIn:Ga:Zn=5:1:6またはその近傍の組成と記載する場合、Inを5としたときに、Gaが0.1より大きく2以下であり、Znが5以上7以下である場合を含む。また、原子数比がIn:Ga:Zn=1:1:1またはその近傍の組成と記載する場合、Inを1としたときに、Gaが0.1より大きく2以下であり、Znが0.1より大きく2以下である場合を含む。

【0203】

回路部282が有するトランジスタと、画素回路部283が有するトランジスタとは、同じ構造であってもよく、異なる構造であってもよい。回路部282が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。同様に、画素回路部283が有する複数のトランジスタの構造は、全て同じであってもよく、2種類以上であってもよい。

【0204】

回路部282は、画素回路部283の各画素回路283aを駆動する回路を有する。例えば、ゲート線駆動回路、及び、ソース線駆動回路の一方または双方を有することが好ましい。このほか、演算回路、メモリ回路、及び電源回路等の少なくとも一つを有していてもよい。

【0205】

FPC290は、外部から回路部282にビデオ信号または電源電位等を供給するための配線として機能する。また、FPC290上にIC(集積回路)が実装されていてもよい。

【0206】

表示モジュール280は、画素部284の下側に画素回路部283及び回路部282の一方または双方が重ねて設けられた構成とすることができるため、表示部281の開口率(有効表示面積比)を極めて高くすることができる。例えば表示部281の開口率は、40%以上100%未満、好ましくは50%以上95%以下、より好ましくは60%以上95%以下とすることができる。また、画素284aを極めて高密度に配置することが可能で、表示部281の精細度を極めて高くすることができる。例えば、表示部281には、2000ppi以上、好ましくは3000ppi以上、より好ましくは5000ppi以上、さらに好ましくは6000ppi以上であって、2000ppi以下、または3000ppi以下の精細度で、画素284aが配置されることが好ましい。

10

20

30

40

50

## 【0207】

このような表示モジュール280は、極めて高精細であることから、ヘッドマウントディスプレイなどのVR向け機器、またはメガネ型のAR向け機器に好適に用いることができる。例えば、レンズを通して表示モジュール280の表示部を視認する構成の場合であっても、表示モジュール280は極めて高精細な表示部281を有するためにレンズで表示部を拡大しても画素が視認されず、没入感の高い表示を行うことができる。また、表示モジュール280はこれに限られず、比較的小型の表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。例えば腕時計などの装着型の電子機器の表示部に好適に用いることができる。

## 【0208】

[表示装置100A]

図9に示す表示装置100Aは、基板301、発光デバイス130a、130b、130c、容量240、及び、トランジスタ310を有する。

## 【0209】

基板301は、図8A及び図8Bにおける基板291に相当する。基板301から絶縁層255までの積層構造が、実施の形態1におけるトランジスタを含む層101に相当する。

## 【0210】

トランジスタ310は、基板301にチャンネル形成領域を有するトランジスタである。基板301としては、例えば単結晶シリコン基板などの半導体基板を用いることができる。トランジスタ310は、基板301の一部、導電層311、低抵抗領域312、絶縁層313、及び、絶縁層314を有する。導電層311は、ゲート電極として機能する。絶縁層313は、基板301と導電層311の間に位置し、ゲート絶縁層として機能する。低抵抗領域312は、基板301に不純物がドーブされた領域であり、ソースまたはドレインの一方として機能する。絶縁層314は、導電層311の側面を覆って設けられる。

## 【0211】

また、基板301に埋め込まれるように、隣接する2つのトランジスタ310の間に素子分離層315が設けられている。

## 【0212】

また、トランジスタ310を覆って絶縁層261が設けられ、絶縁層261上に容量240が設けられている。

## 【0213】

容量240は、導電層241と、導電層245と、これらの間に位置する絶縁層243を有する。導電層241は容量240の一方の電極として機能し、導電層245は容量240の他方の電極として機能し、絶縁層243は容量240の誘電体として機能する。

## 【0214】

導電層241は絶縁層261上に設けられ、絶縁層254に埋め込まれている。導電層241は、絶縁層261に埋め込まれたプラグ271によってトランジスタ310のソースまたはドレインの一方と電気的に接続されている。絶縁層243は導電層241を覆って設けられる。導電層245は、絶縁層243を介して導電層241と重なる領域に設けられている。

## 【0215】

容量240を覆って、絶縁層255が設けられ、絶縁層255上に発光デバイス130a、130b、130c等が設けられている。本実施の形態では、発光デバイス130a、130b、130cが、図1Bに示す積層構造と同じ構造を有する例を示す。また、発光デバイス130a、130b、130c上にはそれぞれ、保護層131が設けられている。保護層131上には保護層132が設けられており、保護層132上には、樹脂層119によって基板120が貼り合わされている。第4の電子輸送層116と電子注入層114の間には、絶縁物134が充填されている。発光デバイスから基板120までの構成要素についての詳細は、実施の形態1を参照することができる。基板120は、図8Aにおける基板292に相当する。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 1 6 】

発光デバイスの画素電極は、絶縁層 2 5 5 に埋め込まれたプラグ 2 5 6、絶縁層 2 5 4 に埋め込まれた導電層 2 4 1、及び、絶縁層 2 6 1 に埋め込まれたプラグ 2 7 1 によってトランジスタ 3 1 0 のソースまたはドレインの一方と電氣的に接続されている。

## 【 0 2 1 7 】

[ 表示装置 1 0 0 B ]

図 1 0 に示す表示装置 1 0 0 B は、トランジスタの構成が異なる点で、表示装置 1 0 0 A と主に相違する。なお、表示装置 1 0 0 A と同様の部分については説明を省略することができる。

## 【 0 2 1 8 】

トランジスタ 3 2 0 は、チャンネルが形成される半導体層に、金属酸化物（酸化物半導体ともいう）が適用されたトランジスタ（OS トランジスタ）である。

## 【 0 2 1 9 】

トランジスタ 3 2 0 は、半導体層 3 2 1、絶縁層 3 2 3、導電層 3 2 4、一对の導電層 3 2 5、絶縁層 3 2 6、及び、導電層 3 2 7 を有する。

## 【 0 2 2 0 】

基板 3 3 1 は、図 8 A 及び図 8 B における基板 2 9 1 に相当する。基板 3 3 1 から絶縁層 2 5 5 までの積層構造が、実施の形態 1 におけるトランジスタを含む層 1 0 1 に相当する。基板 3 3 1 としては、絶縁性基板または半導体基板を用いることができる。

## 【 0 2 2 1 】

基板 3 3 1 上に、絶縁層 3 3 2 が設けられている。絶縁層 3 3 2 は、基板 3 3 1 から水または水素などの不純物がトランジスタ 3 2 0 に拡散すること、及び半導体層 3 2 1 から絶縁層 3 3 2 側に酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 3 2 としては、例えば酸化アルミニウム膜、酸化ハフニウム膜、窒化シリコン膜などの、酸化シリコン膜よりも水素または酸素が拡散しにくい膜を用いることができる。

## 【 0 2 2 2 】

絶縁層 3 3 2 上に導電層 3 2 7 が設けられ、導電層 3 2 7 を覆って絶縁層 3 2 6 が設けられている。導電層 3 2 7 は、トランジスタ 3 2 0 の第 1 のゲート電極として機能し、絶縁層 3 2 6 の一部は、第 1 のゲート絶縁層として機能する。絶縁層 3 2 6 の少なくとも半導体層 3 2 1 と接する部分には、酸化シリコン膜等の酸化物絶縁膜を用いることが好ましい。絶縁層 3 2 6 の上面は、平坦化されていることが好ましい。

## 【 0 2 2 3 】

半導体層 3 2 1 は、絶縁層 3 2 6 上に設けられる。半導体層 3 2 1 は、半導体特性を有する金属酸化物（酸化物半導体ともいう）膜を有することが好ましい。半導体層 3 2 1 に好適に用いることのできる材料の詳細については後述する。

## 【 0 2 2 4 】

一对の導電層 3 2 5 は、半導体層 3 2 1 上に接して設けられ、ソース電極及びドレイン電極として機能する。

## 【 0 2 2 5 】

また、一对の導電層 3 2 5 の上面及び側面、並びに半導体層 3 2 1 の側面等を覆って絶縁層 3 2 8 が設けられ、絶縁層 3 2 8 上に絶縁層 2 6 4 が設けられている。絶縁層 3 2 8 は、半導体層 3 2 1 に絶縁層 2 6 4 等から水または水素などの不純物が拡散すること、及び半導体層 3 2 1 から酸素が脱離することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層 3 2 8 としては、上記絶縁層 3 3 2 と同様の絶縁膜を用いることができる。

## 【 0 2 2 6 】

絶縁層 3 2 8 及び絶縁層 2 6 4 に、半導体層 3 2 1 に達する開口が設けられている。当該開口の内部において、絶縁層 2 6 4、絶縁層 3 2 8、及び導電層 3 2 5 の側面、並びに半導体層 3 2 1 の上面に接する絶縁層 3 2 3 と、導電層 3 2 4 とが埋め込まれている。導電層 3 2 4 は、第 2 のゲート電極として機能し、絶縁層 3 2 3 は第 2 のゲート絶縁層として機能する。

10

20

30

40

50

## 【0227】

導電層324の上面、絶縁層323の上面、及び絶縁層264の上面は、それぞれ高さが概略一致するように平坦化处理され、これらを覆って絶縁層329及び絶縁層265が設けられている。

## 【0228】

絶縁層264及び絶縁層265は、層間絶縁層として機能する。絶縁層329は、トランジスタ320に絶縁層265等から水または水素などの不純物が拡散することを防ぐバリア層として機能する。絶縁層329としては、上記絶縁層328及び絶縁層332と同様の絶縁膜を用いることができる。

## 【0229】

一对の導電層325の一方と電氣的に接続するプラグ274は、絶縁層265、絶縁層329、及び絶縁層264に埋め込まれるように設けられている。ここで、プラグ274は、絶縁層265、絶縁層329、絶縁層264、及び絶縁層328のそれぞれの開口の側面、及び導電層325の上面の一部を覆う導電層274aと、導電層274aの上面に接する導電層274bとを有することが好ましい。このとき、導電層274aとして、水素及び酸素が拡散しにくい導電材料を用いることが好ましい。

## 【0230】

その他、トランジスタを含む層101は、各種無機絶縁膜を有していてもよい。無機絶縁膜としては、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、酸化アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜などを用いることができる。また、酸化ハフニウム膜、酸化イットリウム膜、酸化ジルコニウム膜、酸化ガリウム膜、酸化タンタル膜、酸化マグネシウム膜、酸化ランタン膜、酸化セリウム膜、及び酸化ネオジム膜等を用いてもよい。また、上述の絶縁膜を2以上積層して用いてもよい。

## 【0231】

表示装置100Bにおける、絶縁層254から基板120までの構成は、表示装置100Aと同様である。

## 【0232】

## [表示装置100C]

図11に示す表示装置100Cは、基板301にチャンネルが形成されるトランジスタ310と、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を含むトランジスタ320とが積層された構成を有する。なお、表示装置100A、100Bと同様の部分については説明を省略することがある。

## 【0233】

トランジスタ310を覆って絶縁層261が設けられ、絶縁層261上に導電層251が設けられている。また導電層251を覆って絶縁層262が設けられ、絶縁層262上に導電層252が設けられている。導電層251及び導電層252は、それぞれ配線として機能する。また、導電層252を覆って絶縁層263及び絶縁層332が設けられ、絶縁層332上にトランジスタ320が設けられている。また、トランジスタ320を覆って絶縁層265が設けられ、絶縁層265上に容量240が設けられている。容量240とトランジスタ320とは、プラグ274により電氣的に接続されている。

## 【0234】

トランジスタ320は、画素回路を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ310は、画素回路を構成するトランジスタ、または当該画素回路を駆動するための駆動回路(ゲート線駆動回路、ソース線駆動回路)を構成するトランジスタとして用いることができる。また、トランジスタ310及びトランジスタ320は、演算回路または記憶回路などの各種回路を構成するトランジスタとして用いることができる。

## 【0235】

このような構成とすることで、発光デバイスの直下に画素回路だけでなく駆動回路等を形成することができるため、表示領域の周辺に駆動回路を設ける場合に比べて、表示装置を小型化することが可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0236】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

## 【0237】

(実施の形態3)

本実施の形態では、本発明の一態様の表示装置に用いることができる発光デバイスについて説明する。

## 【0238】

図12Aに示す発光デバイスは、電極772、EL層786、及び、電極788を有する。電極772と電極788のうち、一方は陽極として機能し、他方は陰極として機能する。また、電極772と電極788のうち、一方は画素電極として機能し、他方は共通電極として機能する。また、電極772と電極788のうち、光を取り出す側の電極は可視光に対する透過性を有し、また、他方の電極は、可視光を反射することが好ましい。

10

## 【0239】

発光デバイスが有するEL層786は、図12Aに示すように、層4420、発光層4411、層4430などの複数の層で構成することができる。層4420は、例えば電子注入性の高い物質を含む層(電子注入層)及び電子輸送性の高い物質を含む層(電子輸送層)などを有することができる。発光層4411は、例えば発光性の化合物を有する。層4430は、例えば正孔注入性の高い物質を含む層(正孔注入層)及び正孔輸送性の高い物質を含む層(正孔輸送層)を有することができる。

## 【0240】

一对の電極間に設けられた層4420、発光層4411、及び、層4430を有する構成は単一の発光ユニットとして機能することができ、本明細書では図12Aの構成をシングル構造と呼ぶ。

20

## 【0241】

また、図12Bは、図12Aに示す発光デバイスが有するEL層786の変形例である。具体的には、図12Bに示す発光デバイスは、電極772上の層4431と、層4431上の層4432と、層4432上の発光層4411と、発光層4411上の層4421と、層4421上の層4422と、層4422上の電極788と、を有する。例えば、電極772を陽極とし、電極788を陰極とした場合、層4431が正孔注入層として機能し、層4432が正孔輸送層として機能し、層4421が電子輸送層として機能し、層4422が電子注入層として機能する。または、電極772を陰極とし、電極788を陽極とした場合、層4431が電子注入層として機能し、層4432が電子輸送層として機能し、層4421が正孔輸送層として機能し、層4422が正孔注入層として機能する。このような層構造とすることで、発光層4411に効率よくキャリアを注入し、発光層4411内におけるキャリアの再結合の効率を高めることが可能となる。

30

## 【0242】

なお、図12Cに示すように層4420と層4430との間に複数の発光層(発光層4411、4412、4413)が設けられる構成もシングル構造のバリエーションである。

## 【0243】

また、図12Dに示すように、複数の発光ユニット(EL層786a、786b)が中間層4440(電荷発生層ともいう)を介して直列に接続された構成を本明細書ではタンデム構造と呼ぶ。なお、これに限定されず、例えば、タンデム構造をスタック構造と呼んでもよい。なお、タンデム構造とすることで、高輝度発光が可能な発光デバイスとすることができる。

40

## 【0244】

なお、図12C及び図12Dにおいても、図12Bに示すように、層4420と層4430とは、それぞれ、2層以上の層からなる積層構造とすることができる。

## 【0245】

発光デバイスの発光色は、EL層786を構成する材料によって、赤、緑、青、シアン、マゼンタ、黄または白などとすることができる。また、発光デバイスにマイクロキャピテ

50

ィ構造を付与することにより色純度をさらに高めることができる。

【0246】

白色の光を発する発光デバイスは、発光層に2種類以上の発光物質を含む構成とすることが好ましい。白色発光を得るには、2以上の発光物質の各々の発光が補色の関係となるような発光物質を選択すればよい。例えば、第1の発光層の発光色と第2の発光層の発光色を補色の関係になるようにすることで、発光デバイス全体として白色発光する発光デバイスを得ることができる。また、発光層を3つ以上有する発光デバイスの場合も同様である。例えば、図12Cに示す発光層4411、4412、4413の発光色が補色の関係であると、シングル構造の白色発光デバイスを実現することができる。

【0247】

発光層には、R(赤)、G(緑)、B(青)、Y(黄)、O(橙)等の発光を示す発光物質を2以上含むことが好ましい。または、発光物質を2以上有し、それぞれの発光物質の発光は、R、G、Bのうち2以上の色のスペクトル成分を含むことが好ましい。

【0248】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0249】

(実施の形態4)

本実施の形態では、上記の実施の形態で説明したOストランジスタに用いることができる金属酸化物(酸化物半導体ともいう)について説明する。

【0250】

金属酸化物は、少なくともインジウムまたは亜鉛を含むことが好ましい。特にインジウム及び亜鉛を含むことが好ましい。また、それらに加えて、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、ズなどが含まれていることが好ましい。また、ホウ素、シリコン、チタン、鉄、ニッケル、ゲルマニウム、ジルコニウム、モリブデン、ランタン、セリウム、ネオジム、ハフニウム、タンタル、タングステン、マグネシウム、コバルトなどから選ばれた一種、または複数種が含まれていてもよい。

【0251】

また、金属酸化物は、スパッタリング法、有機金属化学気相成長(MOCVD: Metal Organic Chemical Vapor Deposition)法などの化学気相成長(CVD: Chemical Vapor Deposition)法、または、原子層堆積(ALD: Atomic Layer Deposition)法などにより形成することができる。

【0252】

<結晶構造の分類>

酸化物半導体の結晶構造としては、アモルファス(completely amorphousを含む)、CAAC(c-axis-aligned crystalline)、nc(nanocrystalline)、CAC(cloud-aligned composite)、単結晶(single crystal)、及び多結晶(poly crystal)等が挙げられる。

【0253】

なお、膜または基板の結晶構造は、X線回折(XRD: X-Ray Diffraction)スペクトルを用いて評価することができる。例えば、GIXD(Grazing-Incidence XRD)測定で得られるXRDスペクトルを用いて評価することができる。なお、GIXD法は、薄膜法またはSeemann-Bohlin法ともいう。

【0254】

例えば、石英ガラス基板では、XRDスペクトルのピークの形状がほぼ左右対称である。一方で、結晶構造を有するIGZO膜では、XRDスペクトルのピークの形状が左右非対称である。XRDスペクトルのピークの形状が左右非対称であることは、膜中または基板中の結晶の存在を明示している。別言すると、XRDスペクトルのピークの形状で左右対称でないと、膜または基板は非晶質状態であるとは言えない。

10

20

30

40

50

## 【0255】

また、膜または基板の結晶構造は、極微電子線回折法（NBED：Nano Beam Electron Diffraction）によって観察される回折パターン（極微電子線回折パターンともいう）にて評価することができる。例えば、石英ガラス基板の回折パターンでは、ハローが観察され、石英ガラスは、非晶質状態であることが確認できる。また、室温成膜したIGZO膜の回折パターンでは、ハローではなく、スポット状のパターンが観察される。このため、室温成膜したIGZO膜は、結晶状態でもなく、非晶質状態でもない、中間状態であり、非晶質状態であると結論することはできないと推定される。

## 【0256】

<<酸化物半導体の構造>>

なお、酸化物半導体は、構造に着目した場合、上記とは異なる分類となる場合がある。例えば、酸化物半導体は、単結晶酸化物半導体と、それ以外の非単結晶酸化物半導体と、に分けられる。非単結晶酸化物半導体としては、例えば、上述のCAAC-OS、及びnc-OSがある。また、非単結晶酸化物半導体には、多結晶酸化物半導体、擬似非晶質酸化物半導体（a-like OS：amorphous-like oxide semiconductor）、非晶質酸化物半導体、などが含まれる。

## 【0257】

ここで、上述のCAAC-OS、nc-OS、及びa-like OSの詳細について、説明を行う。

## 【0258】

[CAAC-OS]

CAAC-OSは、複数の結晶領域を有し、当該複数の結晶領域はc軸が特定の方向に配向している酸化物半導体である。なお、特定の方向とは、CAAC-OS膜の厚さ方向、CAAC-OS膜の被形成面の法線方向、またはCAAC-OS膜の表面の法線方向である。また、結晶領域とは、原子配列に周期性を有する領域である。なお、原子配列を格子配列とみなすと、結晶領域とは、格子配列の揃った領域でもある。さらに、CAAC-OSは、a-b面方向において複数の結晶領域が連結する領域を有し、当該領域は歪みを有する場合がある。なお、歪みとは、複数の結晶領域が連結する領域において、格子配列の揃った領域と、別の格子配列の揃った領域と、の間で格子配列の向きが変化している箇所を指す。つまり、CAAC-OSは、c軸配向し、a-b面方向には明らかな配向をしていない酸化物半導体である。

## 【0259】

なお、上記複数の結晶領域のそれぞれは、1つまたは複数の微小な結晶（最大径が10nm未満である結晶）で構成される。結晶領域が1つの微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の最大径は10nm未満となる。また、結晶領域が多数の微小な結晶で構成されている場合、当該結晶領域の大きさは、数十nm程度となる場合がある。

## 【0260】

また、In-M-Zn酸化物（元素Mは、アルミニウム、ガリウム、イットリウム、スズ、チタンなどから選ばれた一種、または複数種）において、CAAC-OSは、インジウム（In）、及び酸素を有する層（以下、In層）と、元素M、亜鉛（Zn）、及び酸素を有する層（以下、（M,Zn）層）とが積層した、層状の結晶構造（層状構造ともいう）を有する傾向がある。なお、インジウムと元素Mは、互いに置換可能である。よって、（M,Zn）層にはインジウムが含まれる場合がある。また、In層には元素Mが含まれる場合がある。なお、In層にはZnが含まれる場合もある。当該層状構造は、例えば、高分解能TEM（Transmission Electron Microscope）像において、格子像として観察される。

## 【0261】

CAAC-OS膜に対し、例えば、XRD装置を用いて構造解析を行うと、 $\theta/2$  スキャンを用いたOut-of-plane XRD測定では、c軸配向を示すピークが $2\theta = 31^\circ$  またはその近傍に検出される。なお、c軸配向を示すピークの位置（ $2\theta$  の値）

10

20

30

40

50

は、C A A C - O S を構成する金属元素の種類、組成などにより変動する場合がある。

【 0 2 6 2 】

また、例えば、C A A C - O S 膜の電子線回折パターンにおいて、複数の輝点（スポット）が観測される。なお、あるスポットと別のスポットとは、試料を透過した入射電子線のスポット（ダイレクトスポットともいう）を対称中心として、点对称の位置に観測される。

【 0 2 6 3 】

上記特定の方向から結晶領域を観察した場合、当該結晶領域内の格子配列は、六方格子を基本とするが、単位格子は正六角形とは限らず、非正六角形である場合がある。また、上記歪みにおいて、五角形、七角形などの格子配列を有する場合がある。なお、C A A C - O S において、歪み近傍においても、明確な結晶粒界（グレインバウンダリー）を確認することはできない。即ち、格子配列の歪みによって、結晶粒界の形成が抑制されていることがわかる。これは、C A A C - O S が、a - b 面方向において酸素原子の配列が稠密でないこと、金属原子が置換することで原子間の結合距離が変化することなどによって、歪みを許容することができるためと考えられる。

10

【 0 2 6 4 】

なお、明確な結晶粒界が確認される結晶構造は、いわゆる多結晶（polycrystal）と呼ばれる。結晶粒界は、再結合中心となり、キャリアが捕獲されトランジスタのオン電流の低下、電界効果移動度の低下などを引き起こす可能性が高い。よって、明確な結晶粒界が確認されない C A A C - O S は、トランジスタの半導体層に好適な結晶構造を有する結晶性の酸化物の一つである。なお、C A A C - O S を構成するには、Z n を有する構成が好ましい。例えば、I n - Z n 酸化物、及び I n - G a - Z n 酸化物は、I n 酸化物よりも結晶粒界の発生を抑制できるため好適である。

20

【 0 2 6 5 】

C A A C - O S は、結晶性が高く、明確な結晶粒界が確認されない酸化物半導体である。よって、C A A C - O S は、結晶粒界に起因する電子移動度の低下が起こりにくいといえる。また、酸化物半導体の結晶性は不純物の混入、欠陥の生成などによって低下する場合があるため、C A A C - O S は不純物及び欠陥（酸素欠損など）の少ない酸化物半導体ともいえる。従って、C A A C - O S を有する酸化物半導体は、物理的性質が安定する。そのため、C A A C - O S を有する酸化物半導体は熱に強く、信頼性が高い。また、C A A C - O S は、製造工程における高い温度（所謂サーマルバジェット）に対しても安定である。従って、O S トランジスタに C A A C - O S を用いると、製造工程の自由度を広げることが可能となる。

30

【 0 2 6 6 】

[ n c - O S ]

n c - O S は、微小な領域（例えば、1 n m 以上 1 0 n m 以下の領域、特に 1 n m 以上 3 n m 以下の領域）において原子配列に周期性を有する。別言すると、n c - O S は、微小な結晶を有する。なお、当該微小な結晶の大きさは、例えば、1 n m 以上 1 0 n m 以下、特に 1 n m 以上 3 n m 以下であることから、当該微小な結晶をナノ結晶ともいう。また、n c - O S は、異なるナノ結晶間で結晶方位に規則性が見られない。そのため、膜全体で配向性が見られない。従って、n c - O S は、分析方法によっては、a - l i k e O S または非晶質酸化物半導体と区別が付かない場合がある。例えば、n c - O S 膜に対し、X R D 装置を用いて構造解析を行うと、 $\sqrt{2}$  スキャンを用いた O u t - o f - p l a n e X R D 測定では、結晶性を示すピークが検出されない。また、n c - O S 膜に対し、ナノ結晶よりも大きいプローブ径（例えば 5 0 n m 以上）の電子線を用いる電子線回折（制限視野電子線回折ともいう。）を行うと、ハローパターンのような回折パターンが観測される。一方、n c - O S 膜に対し、ナノ結晶の大きさと近いナノ結晶より小さいプローブ径（例えば 1 n m 以上 3 0 n m 以下）の電子線を用いる電子線回折（ナノビーム電子線回折ともいう。）を行うと、ダイレクトスポットを中心とするリング状の領域内に複数のスポットが観測される電子線回折パターンが取得される場合がある。

40

【 0 2 6 7 】

50

[ a - l i k e O S ]

a - l i k e O Sは、n c - O Sと非晶質酸化物半導体との間の構造を有する酸化物半導体である。a - l i k e O Sは、鬆または低密度領域を有する。即ち、a - l i k e O Sは、n c - O S及びC A A C - O Sと比べて、結晶性が低い。また、a - l i k e O Sは、n c - O S及びC A A C - O Sと比べて、膜中の水素濃度が高い。

【 0 2 6 8 】

< < 酸化物半導体の構成 > >

次に、上述のC A C - O Sの詳細について、説明を行う。なお、C A C - O Sは材料構成に関する。

【 0 2 6 9 】

[ C A C - O S ]

C A C - O Sとは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0 . 5 n m以上1 0 n m以下、好ましくは、1 n m以上3 n m以下、またはその近傍のサイズで偏在した材料の一構成である。なお、以下では、金属酸化物において、一つまたは複数の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0 . 5 n m以上1 0 n m以下、好ましくは、1 n m以上3 n m以下、またはその近傍のサイズで混合した状態をモザイク状、またはパッチ状ともいう。

【 0 2 7 0 】

さらに、C A C - O Sとは、第1の領域と、第2の領域と、に材料が分離することでモザイク状となり、当該第1の領域が、膜中に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。つまり、C A C - O Sは、当該第1の領域と、当該第2の領域とが、混合している構成を有する複合金属酸化物である。

【 0 2 7 1 】

ここで、I n - G a - Z n酸化物におけるC A C - O Sを構成する金属元素に対するI n、G a、及びZ nの原子数比のそれぞれを、[ I n ]、[ G a ]、及び[ Z n ]と表記する。例えば、I n - G a - Z n酸化物におけるC A C - O Sにおいて、第1の領域は、[ I n ]が、C A C - O Sの組成における[ I n ]よりも大きい領域である。また、第2の領域は、[ G a ]が、C A C - O Sの組成における[ G a ]よりも大きい領域である。または、例えば、第1の領域は、[ I n ]が、第2の領域における[ I n ]よりも大きく、且つ、[ G a ]が、第2の領域における[ G a ]よりも小さい領域である。また、第2の領域は、[ G a ]が、第1の領域における[ G a ]よりも大きく、且つ、[ I n ]が、第1の領域における[ I n ]よりも小さい領域である。

【 0 2 7 2 】

具体的には、上記第1の領域は、インジウム酸化物、インジウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。また、上記第2の領域は、ガリウム酸化物、ガリウム亜鉛酸化物などが主成分である領域である。つまり、上記第1の領域を、I nを主成分とする領域と言い換えることができる。また、上記第2の領域を、G aを主成分とする領域と言い換えることができる。

【 0 2 7 3 】

なお、上記第1の領域と、上記第2の領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

【 0 2 7 4 】

また、I n - G a - Z n酸化物におけるC A C - O Sとは、I n、G a、Z n、及びOを含む材料構成において、一部にG aを主成分とする領域と、一部にI nを主成分とする領域とが、それぞれモザイク状であり、これらの領域がランダムに存在している構成をいう。よって、C A C - O Sは、金属元素が不均一に分布した構造を有していると推測される。

【 0 2 7 5 】

C A C - O Sは、例えば基板を加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、C A C - O Sをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスとして、不活性ガス（代表的にはアルゴン）、酸素ガス、及び窒素ガスの中から選ばれたいずれか一つまたは複数を用いればよい。また、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比は低いほど好ましく、例えば、成膜時の成膜ガスの総流量に対する酸素ガスの流量比を

10

20

30

40

50

0%以上30%未満、好ましくは0%以上10%以下とすることが好ましい。

【0276】

また、例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OSでは、エネルギー分散型X線分光法(EDX: Energy Dispersive X-ray spectroscopy)を用いて取得したEDXマッピングにより、Inを主成分とする領域(第1の領域)と、Gaを主成分とする領域(第2の領域)とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

【0277】

ここで、第1の領域は、第2の領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、第1の領域を、キャリアが流れることにより、金属酸化物としての導電性が発現する。従って、第1の領域が、金属酸化物中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度( $\mu$ )が実現できる。

10

【0278】

一方、第2の領域は、第1の領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、第2の領域が、金属酸化物中に分布することで、リーク電流を抑制することができる。

【0279】

従って、CAC-OSをトランジスタに用いる場合、第1の領域に起因する導電性と、第2の領域に起因する絶縁性とが、相補的に作用することにより、スイッチングさせる機能(On/Offさせる機能)をCAC-OSに付与することができる。つまり、CAC-OSとは、材料の一部では導電性の機能と、材料の一部では絶縁性の機能とを有し、材料の全体では半導体としての機能を有する。導電性の機能と絶縁性の機能とを分離させることで、双方の機能を最大限に高めることができる。よって、CAC-OSをトランジスタに用いることで、高いオン電流( $I_{on}$ )、高い電界効果移動度( $\mu$ )、及び良好なスイッチング動作を実現することができる。

20

【0280】

また、CAC-OSを用いたトランジスタは、信頼性が高い。従って、CAC-OSは、表示装置をはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

【0281】

酸化物半導体は、多様な構造をとり、それぞれが異なる特性を有する。本発明の一態様の酸化物半導体は、非晶質酸化物半導体、多結晶酸化物半導体、a-like OS、CAC-OS、nc-OS、CAAC-OSのうち、二種以上を有していてもよい。

30

【0282】

<酸化物半導体を有するトランジスタ>

続いて、上記酸化物半導体をトランジスタに用いる場合について説明する。

【0283】

上記酸化物半導体をトランジスタに用いることで、高い電界効果移動度のトランジスタを実現することができる。また、信頼性の高いトランジスタを実現することができる。

【0284】

トランジスタには、キャリア濃度の低い酸化物半導体を用いることが好ましい。例えば、酸化物半導体のキャリア濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下、好ましくは $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{11} \text{ cm}^{-3}$ 以下、さらに好ましくは $1 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ 未満であり、 $1 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-3}$ 以上である。なお、酸化物半導体膜のキャリア濃度を低くする場合には、酸化物半導体膜中の不純物濃度を低くし、欠陥準位密度を低くすればよい。本明細書等において、不純物濃度が低く、欠陥準位密度の低いことを高純度真性または実質的に高純度真性と言う。なお、キャリア濃度の低い酸化物半導体を、高純度真性または実質的に高純度真性な酸化物半導体と呼ぶ場合がある。

40

【0285】

また、高純度真性または実質的に高純度真性である酸化物半導体膜は、欠陥準位密度が低いため、トラップ準位密度も低くなる場合がある。

50

## 【0286】

また、酸化物半導体のトラップ準位に捕獲された電荷は、消失するまでに要する時間が長く、あたかも固定電荷のように振る舞うことがある。そのため、トラップ準位密度の高い酸化物半導体にチャネル形成領域が形成されるトランジスタは、電気特性が不安定となる場合がある。

## 【0287】

従って、トランジスタの電気特性を安定にするためには、酸化物半導体中の不純物濃度を低減することが有効である。また、酸化物半導体中の不純物濃度を低減するためには、近接する膜中の不純物濃度も低減することが好ましい。不純物としては、水素、窒素、アルカリ金属、アルカリ土類金属、鉄、ニッケル、シリコン等がある。

10

## 【0288】

<不純物>

ここで、酸化物半導体中における各不純物の影響について説明する。

## 【0289】

酸化物半導体において、第14族元素の一つであるシリコンまたは炭素が含まれると、酸化物半導体において欠陥準位が形成される。このため、酸化物半導体におけるシリコンまたは炭素の濃度と、酸化物半導体との界面近傍のシリコンまたは炭素の濃度(二次イオン質量分析法(SIMS: Secondary Ion Mass Spectrometry)により得られる濃度)を、 $2 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とする。

20

## 【0290】

また、酸化物半導体にアルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれると、欠陥準位を形成し、キャリアを生成する場合がある。従って、アルカリ金属またはアルカリ土類金属が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、SIMSにより得られる酸化物半導体中のアルカリ金属またはアルカリ土類金属の濃度を、 $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、好ましくは $2 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

## 【0291】

また、酸化物半導体において、窒素が含まれると、キャリアである電子が生じ、キャリア濃度が増加し、n型化しやすい。この結果、窒素が含まれている酸化物半導体を半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。または、酸化物半導体において、窒素が含まれると、トラップ準位が形成される場合がある。この結果、トランジスタの電気特性が不安定となる場合がある。このため、SIMSにより得られる酸化物半導体中の窒素濃度を、 $5 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、より好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下、さらに好ましくは $5 \times 10^{17} \text{ atoms/cm}^3$ 以下にする。

30

## 【0292】

また、酸化物半導体に含まれる水素は、金属原子と結合する酸素と反応して水になるため、酸素欠損を形成する場合がある。該酸素欠損に水素が入ることで、キャリアである電子が生成される場合がある。また、水素の一部が金属原子と結合する酸素と結合して、キャリアである電子を生成することがある。従って、水素が含まれている酸化物半導体を用いたトランジスタはノーマリーオン特性となりやすい。このため、酸化物半導体中の水素はできる限り低減されていることが好ましい。具体的には、酸化物半導体において、SIMSにより得られる水素濃度を、 $1 \times 10^{20} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、好ましくは $1 \times 10^{19} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、より好ましくは $5 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満、さらに好ましくは $1 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 未満にする。

40

## 【0293】

不純物が十分に低減された酸化物半導体をトランジスタのチャネル形成領域に用いることで、安定した電気特性を付与することができる。

## 【0294】

50

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

【0295】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について、図13乃至図17を用いて説明する。

【0296】

本実施の形態の電子機器は、表示部に本発明の一態様の表示装置を有する。本発明の一態様の表示装置は、高精細化及び高解像度化が容易である。したがって、様々な電子機器の表示部に用いることができる。

【0297】

電子機器としては、例えば、テレビジョン装置、デスクトップ型もしくはノート型のパーソナルコンピュータ、コンピュータ用などのモニター、デジタルサイネージ、パチンコ機などの大型ゲーム機などの比較的大きな画面を備える電子機器の他、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、デジタルフォトフレーム、携帯電話機、携帯型ゲーム機、携帯情報端末、音響再生装置、などが挙げられる。

【0298】

特に、本発明の一態様の表示装置は、精細度を高めることが可能なため、比較的小さな表示部を有する電子機器に好適に用いることができる。このような電子機器としては、例えば、腕時計型及びブレスレット型の情報端末機(ウェアラブル機器)、並びに、ヘッドマウントディスプレイなどのVR向け機器、メガネ型のAR向け機器、及び、MR向け機器など、頭部に装着可能なウェアラブル機器等が挙げられる。

【0299】

本発明の一態様の表示装置は、HD(画素数1280×720)、FHD(画素数1920×1080)、WQHD(画素数2560×1440)、WQXGA(画素数2560×1600)、4K(画素数3840×2160)、8K(画素数7680×4320)といった極めて高い解像度を有していることが好ましい。特に4K、8K、またはそれ以上の解像度とすることが好ましい。また、本発明の一態様の表示装置における画素密度(精細度)は、100ppi以上が好ましく、300ppi以上が好ましく、500ppi以上がより好ましく、1000ppi以上がより好ましく、2000ppi以上がより好ましく、3000ppi以上がより好ましく、5000ppi以上がより好ましく、7000ppi以上がさらに好ましい。このように高い解像度及び高い精細度の一方または双方を有する表示装置を用いることで、携帯型または家庭用途などのパーソナルユースの電子機器において、臨場感及び奥行き感などをより高めることが可能となる。また、本発明の一態様の表示装置の画面比率(アスペクト比)については、特に限定はない。例えば、表示装置は、1:1(正方形)、4:3、16:9、16:10など様々な画面比率に対応することができる。

【0300】

本実施の形態の電子機器は、センサ(力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においまたは赤外線を測定する機能を含むもの)を有していてもよい。

【0301】

本実施の形態の電子機器は、様々な機能を有することができる。例えば、様々な情報(静止画、動画、テキスト画像など)を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア(プログラム)を実行する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出す機能等を有することができる。

【0302】

図13A、図13B及び図14A、図14Bを用いて、頭部に装着可能なウェアラブル機器の一例を説明する。これらウェアラブル機器は、ARのコンテンツを表示する機能、及

10

20

30

40

50

びVRのコンテンツを表示する機能の一方または双方を有する。なお、これらウェアラブル機器は、AR、VRの他に、SRまたはMRのコンテンツを表示する機能を有していてもよい。電子機器が、AR、VR、SR、MRなどのコンテンツを表示する機能を有することで、使用者の没入感を高めることが可能となる。

【0303】

図13Aに示す電子機器700A、及び、図13Bに示す電子機器700Bは、それぞれ、一对の表示パネル751と、一对の筐体721と、通信部(図示しない)と、一对の装着部723と、制御部(図示しない)と、撮像部(図示しない)と、一对の光学部材753と、フレーム757と、一对の鼻パッド758と、を有する。

【0304】

表示パネル751には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。

【0305】

電子機器700A、及び、電子機器700Bは、それぞれ、光学部材753の表示領域756に、表示パネル751で表示した画像を投影することができる。光学部材753は透光性を有するため、使用者は光学部材753を通して視認される透過像に重ねて、表示領域に表示された画像を見ることができる。したがって、電子機器700A、及び、電子機器700Bは、それぞれ、AR表示が可能な電子機器である。

【0306】

電子機器700A、及び、電子機器700Bには、撮像部として、前方を撮像することのできるカメラが設けられていてもよい。また、電子機器700A、及び、電子機器700Bは、それぞれ、ジャイロセンサなどの加速度センサを備えることで、使用者の頭部の向きを検知して、その向きに応じた画像を表示領域756に表示することもできる。

【0307】

通信部は無線通信機を有し、当該無線通信機により映像信号等を供給することができる。なお、無線通信機に代えて、または無線通信機に加えて、映像信号及び電源電位が供給されるケーブルを接続可能なコネクタを備えていてもよい。

【0308】

また、電子機器700A、及び、電子機器700Bには、バッテリーが設けられており、無線及び有線の一方または双方によって充電することができる。

【0309】

筐体721には、タッチセンサモジュールが設けられていてもよい。タッチセンサモジュールは、筐体721の外側の面がタッチされることを検出する機能を有する。タッチセンサモジュールにより、使用者のタップ操作またはスライド操作などを検出し、様々な処理を実行することができる。例えば、タップ操作によって動画の一時停止または再開などの処理を実行することが可能となり、スライド操作により、早送りまたは早戻しの処理を実行することなどが可能となる。また、2つの筐体721のそれぞれにタッチセンサモジュールを設けることで、操作の幅を広げることができる。

【0310】

タッチセンサモジュールとしては、様々なタッチセンサを適用することができる。例えば、静電容量方式、抵抗膜方式、赤外線方式、電磁誘導方式、表面弾性波方式、光学方式等、種々の方式を採用することができる。特に、静電容量方式または光学方式のセンサを、タッチセンサモジュールに適用することが好ましい。

【0311】

光学方式のタッチセンサを用いる場合には、受光デバイス(受光素子ともいう)として、光電変換デバイス(光電変換素子ともいう)を用いることができる。光電変換デバイスの活性層には、無機半導体及び有機半導体の一方または双方を用いることができる。

【0312】

図14Aに示す電子機器800A、及び、図14Bに示す電子機器800Bは、それぞれ、一对の表示部820と、筐体821と、通信部822と、一对の装着部823と、制御

10

20

30

40

50

部 8 2 4 と、一対の撮像部 8 2 5 と、一対のレンズ 8 3 2 と、を有する。

【 0 3 1 3 】

表示部 8 2 0 には、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。したがって極めて精細度の高い表示が可能な電子機器とすることができる。これにより、使用者に高い没入感を感じさせることができる。

【 0 3 1 4 】

表示部 8 2 0 は、筐体 8 2 1 の内部の、レンズ 8 3 2 を通して視認できる位置に設けられる。また、一対の表示部 8 2 0 に異なる画像を表示させることで、視差を用いた 3 次元表示を行うこともできる。

【 0 3 1 5 】

電子機器 8 0 0 A、及び、電子機器 8 0 0 B は、それぞれ、VR 向けの電子機器ということができる。電子機器 8 0 0 A または電子機器 8 0 0 B を装着した使用者は、レンズ 8 3 2 を通して、表示部 8 2 0 に表示される画像を視認することができる。

【 0 3 1 6 】

電子機器 8 0 0 A、及び、電子機器 8 0 0 B は、それぞれ、レンズ 8 3 2 及び表示部 8 2 0 が、使用者の目の位置に応じて最適な位置となるように、これらの左右の位置を調整可能な機構を有していることが好ましい。また、レンズ 8 3 2 と表示部 8 2 0 との距離を変えることで、ピントを調整する機構を有していることが好ましい。

【 0 3 1 7 】

装着部 8 2 3 により、使用者は電子機器 8 0 0 A または電子機器 8 0 0 B を頭部に装着することができる。なお、図 1 4 A などにおいては、メガネのつる（ジョイント、テンプルなどともいう）のような形状として例示しているがこれに限定されない。装着部 8 2 3 は、使用者が装着できればよく、例えば、ヘルメット型またはバンド型の形状としてもよい。

【 0 3 1 8 】

撮像部 8 2 5 は、外部の情報を取得する機能を有する。撮像部 8 2 5 が取得したデータは、表示部 8 2 0 に出力することができる。撮像部 8 2 5 には、イメージセンサを用いることができる。また、望遠、広角などの複数の画角に対応可能なように複数のカメラを設けてもよい。

【 0 3 1 9 】

なお、ここでは撮像部 8 2 5 を有する例を示したが、対象物の距離を測定することのできる測距センサ（以下、検知部ともよぶ）を設ければよい。すなわち、撮像部 8 2 5 は、検知部の一態様である。検知部としては、例えばイメージセンサ、または、ライダー（L I D A R : L i g h t D e t e c t i o n a n d R a n g i n g）などの距離画像センサを用いることができる。カメラによって得られた画像と、距離画像センサによって得られた画像とを用いることにより、より多くの情報を取得し、より高精度なジェスチャー操作を可能とすることができる。

【 0 3 2 0 】

電子機器 8 0 0 A は、骨伝導イヤフォンとして機能する振動機構を有していてもよい。例えば、表示部 8 2 0、筐体 8 2 1、及び装着部 8 2 3 のいずれか一または複数に、当該振動機構を有する構成を適用することができる。これにより、別途、ヘッドフォン、イヤフォン、またはスピーカなどの音響機器を必要とせず、電子機器 8 0 0 A を装着しただけで映像と音声を楽しむことができる。

【 0 3 2 1 】

電子機器 8 0 0 A、及び、電子機器 8 0 0 B は、それぞれ、入力端子を有していてもよい。入力端子には映像出力機器等からの映像信号、及び、電子機器内に設けられるバッテリーを充電するための電力等を供給するケーブルを接続することができる。

【 0 3 2 2 】

本発明の一態様の電子機器は、イヤフォン 7 5 0 と無線通信を行う機能を有していてもよい。イヤフォン 7 5 0 は、通信部（図示しない）を有し、無線通信機能を有する。イヤフォン 7 5 0 は、無線通信機能により、電子機器から情報（例えば音声データ）を受信する

10

20

30

40

50

ことができる。例えば、図 1 3 A に示す電子機器 7 0 0 A は、無線通信機能によって、イヤフォン 7 5 0 に情報を送信する機能を有する。また、例えば、図 1 4 A に示す電子機器 8 0 0 A は、無線通信機能によって、イヤフォン 7 5 0 に情報を送信する機能を有する。

【 0 3 2 3 】

また、電子機器がイヤフォン部を有していてもよい。図 1 3 B に示す電子機器 7 0 0 B は、イヤフォン部 7 2 7 を有する。例えば、イヤフォン部 7 2 7 と制御部とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部 7 2 7 と制御部とをつなぐ配線の一部は、筐体 7 2 1 または装着部 7 2 3 の内部に配置されていてもよい。

【 0 3 2 4 】

同様に、図 1 4 B に示す電子機器 8 0 0 B は、イヤフォン部 8 2 7 を有する。例えば、イヤフォン部 8 2 7 と制御部 8 2 4 とは、互いに有線接続されている構成とすることができる。イヤフォン部 8 2 7 と制御部 8 2 4 とをつなぐ配線の一部は、筐体 8 2 1 または装着部 8 2 3 の内部に配置されていてもよい。また、イヤフォン部 8 2 7 と装着部 8 2 3 とがマグネットを有していてもよい。これにより、イヤフォン部 8 2 7 を装着部 8 2 3 に磁力によって固定することができ、収納が容易となり好ましい。

10

【 0 3 2 5 】

なお、電子機器は、イヤフォンまたはヘッドフォンなどを接続することができる音声出力端子を有していてもよい。また、電子機器は、音声入力端子及び音声入力機構の一方または双方を有していてもよい。音声入力機構としては、例えば、マイクなどの集音装置を用いることができる。電子機器が音声入力機構を有することで、電子機器に、いわゆるヘッドセットとしての機能を付与してもよい。

20

【 0 3 2 6 】

このように、本発明の一態様の電子機器としては、メガネ型（電子機器 7 0 0 A、及び、電子機器 7 0 0 B など）と、ゴーグル型（電子機器 8 0 0 A、及び、電子機器 8 0 0 B など）と、のどちらも好適である。

【 0 3 2 7 】

また、本発明の一態様の電子機器は、有線または無線によって、イヤフォンに情報を送信することができる。

【 0 3 2 8 】

図 1 5 A に示す電子機器 6 5 0 0 は、スマートフォンとして用いることのできる携帯情報端末機である。

30

【 0 3 2 9 】

電子機器 6 5 0 0 は、筐体 6 5 0 1、表示部 6 5 0 2、電源ボタン 6 5 0 3、ボタン 6 5 0 4、スピーカ 6 5 0 5、マイク 6 5 0 6、カメラ 6 5 0 7、及び光源 6 5 0 8 等を有する。表示部 6 5 0 2 はタッチパネル機能を備える。

【 0 3 3 0 】

表示部 6 5 0 2 に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【 0 3 3 1 】

図 1 5 B は、筐体 6 5 0 1 のマイク 6 5 0 6 側の端部を含む断面概略図である。

【 0 3 3 2 】

筐体 6 5 0 1 の表示面側には透光性を有する保護部材 6 5 1 0 が設けられ、筐体 6 5 0 1 と保護部材 6 5 1 0 に囲まれた空間内に、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、タッチセンサパネル 6 5 1 3、プリント基板 6 5 1 7、バッテリー 6 5 1 8 等が配置されている。

40

【 0 3 3 3 】

保護部材 6 5 1 0 には、表示パネル 6 5 1 1、光学部材 6 5 1 2、及びタッチセンサパネル 6 5 1 3 が接着層（図示しない）により固定されている。

【 0 3 3 4 】

表示部 6 5 0 2 よりも外側の領域において、表示パネル 6 5 1 1 の一部が折り返されており、当該折り返された部分に F P C 6 5 1 5 が接続されている。F P C 6 5 1 5 には、I C 6 5 1 6 が実装されている。F P C 6 5 1 5 は、プリント基板 6 5 1 7 に設けられた端

50

子に接続されている。

【0335】

表示パネル6511には本発明の一態様のフレキシブルディスプレイを適用することができる。そのため、極めて軽量の電子機器を実現できる。また、表示パネル6511が極めて薄いため、電子機器の厚さを抑えつつ、大容量のバッテリー6518を搭載することもできる。また、表示パネル6511の一部を折り返して、画素部の裏側にFPC6515との接続部を配置することにより、狭額縁の電子機器を実現できる。

【0336】

図16Aにテレビジョン装置の一例を示す。テレビジョン装置7100は、筐体7101に表示部7000が組み込まれている。ここでは、スタンド7103により筐体7101を支持した構成を示している。

10

【0337】

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0338】

図16Aに示すテレビジョン装置7100の操作は、筐体7101が備える操作スイッチ、及び、別体のリモコン操作機7111により行うことができる。または、表示部7000にタッチセンサを備えていてもよく、指等で表示部7000に触れることでテレビジョン装置7100を操作してもよい。リモコン操作機7111は、当該リモコン操作機7111から出力する情報を表示する表示部を有していてもよい。リモコン操作機7111が備える操作キーまたはタッチパネルにより、チャンネル及び音量の操作を行うことができ、表示部7000に表示される映像を操作することができる。

20

【0339】

なお、テレビジョン装置7100は、受信機及びモデムなどを備えた構成とする。受信機により一般のテレビ放送の受信を行うことができる。また、モデムを介して有線または無線による通信ネットワークに接続することにより、一方向（送信者から受信者）または双方向（送信者と受信者間、あるいは受信者間同士など）の情報通信を行うことも可能である。

【0340】

図16Bに、ノート型パーソナルコンピュータの一例を示す。ノート型パーソナルコンピュータ7200は、筐体7211、キーボード7212、ポインティングデバイス7213、外部接続ポート7214等を有する。筐体7211に、表示部7000が組み込まれている。

30

【0341】

表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0342】

図16C、図16Dに、デジタルサイネージの一例を示す。

【0343】

図16Cに示すデジタルサイネージ7300は、筐体7301、表示部7000、及びスピーカ7303等を有する。さらに、LEDランプ、操作キー（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子、各種センサ、マイクロフォン等を有することができる。

40

【0344】

図16Dは円柱状の柱7401に取り付けられたデジタルサイネージ7400である。デジタルサイネージ7400は、柱7401の曲面に沿って設けられた表示部7000を有する。

【0345】

図16C、図16Dにおいて、表示部7000に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0346】

表示部7000が広いほど、一度に提供できる情報量を増やすことができる。また、表示部7000が広いほど、人の目につきやすく、例えば、広告の宣伝効果を高めることがで

50

きる。

【0347】

表示部7000にタッチパネルを適用することで、表示部7000に画像または動画を表示するだけでなく、使用者が直感的に操作することができ、好ましい。また、路線情報もしくは交通情報などの情報を提供するための用途に用いる場合には、直感的な操作によりユーザビリティを高めることができる。

【0348】

また、図16C、図16Dに示すように、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400は、使用者が所持するスマートフォン等の情報端末機7311または情報端末機7411と無線通信により連携可能であることが好ましい。例えば、表示部7000に表示される広告の情報を、情報端末機7311または情報端末機7411の画面に表示させることができる。また、情報端末機7311または情報端末機7411を操作することで、表示部7000の表示を切り替えることができる。

10

【0349】

また、デジタルサイネージ7300またはデジタルサイネージ7400に、情報端末機7311または情報端末機7411の画面を操作手段（コントローラ）としたゲームを実行させることもできる。これにより、不特定多数の使用者が同時にゲームに参加し、楽しむことができる。

【0350】

図17A乃至図17Fに示す電子機器は、筐体9000、表示部9001、スピーカ9003、操作キー9005（電源スイッチ、または操作スイッチを含む）、接続端子9006、センサ9007（力、変位、位置、速度、加速度、角速度、回転数、距離、光、液、磁気、温度、化学物質、音声、時間、硬度、電場、電流、電圧、電力、放射線、流量、湿度、傾度、振動、においまたは赤外線を測定する機能を含むもの）、マイクロフォン9008、等を有する。

20

【0351】

図17A乃至図17Fにおいて、表示部9001に、本発明の一態様の表示装置を適用することができる。

【0352】

図17A乃至図17Fに示す電子機器は、様々な機能を有する。例えば、様々な情報（静止画、動画、テキスト画像など）を表示部に表示する機能、タッチパネル機能、カレンダー、日付または時刻などを表示する機能、様々なソフトウェア（プログラム）によって処理を制御する機能、無線通信機能、記録媒体に記録されているプログラムまたはデータを読み出して処理する機能、等を有することができる。なお、電子機器の機能はこれらに限られず、様々な機能を有することができる。電子機器は、複数の表示部を有していてもよい。また、電子機器にカメラ等を設け、静止画または動画を撮影し、記録媒体（外部またはカメラに内蔵）に保存する機能、撮影した画像を表示部に表示する機能、等を有していてもよい。

30

【0353】

図17A乃至図17Fに示す電子機器の詳細について、以下説明を行う。

40

【0354】

図17Aは、携帯情報端末9101を示す斜視図である。携帯情報端末9101は、例えばスマートフォンとして用いることができる。なお、携帯情報端末9101は、スピーカ9003、接続端子9006、センサ9007等を設けてもよい。また、携帯情報端末9101は、文字及び画像情報をその複数の面に表示することができる。図17Aでは3つのアイコン9050を表示した例を示している。また、破線の矩形で示す情報9051を表示部9001の他の面に表示することもできる。情報9051の一例としては、電子メール、SNS、電話などの着信の通知、電子メールまたはSNSなどの題名、送信者名、日時、時刻、バッテリーの残量、電波強度などがある。または、情報9051が表示されている位置にはアイコン9050などを表示してもよい。

50

## 【0355】

図17Bは、携帯情報端末9102を示す斜視図である。携帯情報端末9102は、表示部9001の3面以上に情報を表示する機能を有する。ここでは、情報9052、情報9053、情報9054がそれぞれ異なる面に表示されている例を示す。例えば使用者は、洋服の胸ポケットに携帯情報端末9102を収納した状態で、携帯情報端末9102の上方から観察できる位置に表示された情報9053を確認することもできる。使用者は、携帯情報端末9102をポケットから取り出すことなく表示を確認し、例えば電話を受けるか否かを判断できる。

## 【0356】

図17Cは、腕時計型の携帯情報端末9200を示す斜視図である。携帯情報端末9200は、例えばスマートウォッチ（登録商標）として用いることができる。また、表示部9001はその表示面が湾曲して設けられ、湾曲した表示面に沿って表示を行うことができる。また、携帯情報端末9200は、例えば無線通信可能なヘッドセットと相互通信することによって、ハンズフリーで通話することもできる。また、携帯情報端末9200は、接続端子9006により、他の情報端末と相互にデータ伝送を行うこと、及び、充電を行うこともできる。なお、充電動作は無線給電により行ってもよい。

10

## 【0357】

図17D乃至図17Fは、折り畳み可能な携帯情報端末9201を示す斜視図である。また、図17Dは携帯情報端末9201を展開した状態、図17Fは折り畳んだ状態、図17Eは図17Dと図17Fの一方から他方に変化する途中の状態の斜視図である。携帯情報端末9201は、折り畳んだ状態では可搬性に優れ、展開した状態では継ぎ目のない広い表示領域により表示の一覧性に優れる。携帯情報端末9201が有する表示部9001は、ヒンジ9055によって連結された3つの筐体9000に支持されている。例えば、表示部9001は、曲率半径0.1mm以上150mm以下で曲げることができる。

20

## 【0358】

本実施の形態は、他の実施の形態と適宜組み合わせることができる。

## 【符号の説明】

## 【0359】

100A：表示装置、100B：表示装置、100C：表示装置、100：表示装置、101：トランジスタを含む層、110a：副画素、110b：副画素、110c：副画素、110：画素、111a：画素電極、111b：画素電極、111c：画素電極、111：導電膜、113a：第1の層、113b：第2の層、113c：第3の層、114：電子注入層、115：共通電極、116：第4の電子輸送層、118A：第1の犠牲層、118a：第1の犠牲層、118B：第2の犠牲層、118b：第2の犠牲層、118C：第3の犠牲層、118c：第3の犠牲層、119：樹脂層、120：基板、123：導電層、130a：発光デバイス、130b：発光デバイス、130c：発光デバイス、131：保護層、132：保護層、133：空隙、134：絶縁物、140：接続部、181A：第1の正孔注入層、181a：第1の正孔注入層、181B：第2の正孔注入層、181b：第2の正孔注入層、181C：第3の正孔注入層、181c：第3の正孔注入層、182A：第1の正孔輸送層、182a：第1の正孔輸送層、182B：第2の正孔輸送層、182b：第2の正孔輸送層、182C：第3の正孔輸送層、182c：第3の正孔輸送層、183A：第1の発光層、183a：第1の発光層、183B：第2の発光層、183b：第2の発光層、183C：第3の発光層、183c：第3の発光層、184A：第1の電子輸送層、184a：第1の電子輸送層、184B：第2の電子輸送層、184b：第2の電子輸送層、184C：第3の電子輸送層、184c：第3の電子輸送層、190a：レジストマスク、190b：レジストマスク、190c：レジストマスク、240：容量、241：導電層、243：絶縁層、245：導電層、251：導電層、252：導電層、254：絶縁層、255：絶縁層、256：プラグ、261：絶縁層、262：絶縁層、263：絶縁層、264：絶縁層、265：絶縁層、271：プラグ、274a：導電層、274b：導電層、274：プラグ、280：表示モジュール、28

30

40

50

1 : 表示部、282 : 回路部、283a : 画素回路、283 : 画素回路部、284a : 画素、284 : 画素部、285 : 端子部、286 : 配線部、290 : FPC、291 : 基板、292 : 基板、301 : 基板、310 : トランジスタ、311 : 導電層、312 : 低抵抗領域、313 : 絶縁層、314 : 絶縁層、315 : 素子分離層、320 : トランジスタ、321 : 半導体層、323 : 絶縁層、324 : 導電層、325 : 導電層、326 : 絶縁層、327 : 導電層、328 : 絶縁層、329 : 絶縁層、331 : 基板、332 : 絶縁層、700A : 電子機器、700B : 電子機器、721 : 筐体、723 : 装着部、727 : イヤフォン部、750 : イヤフォン、751 : 表示パネル、753 : 光学部材、756 : 表示領域、757 : フレーム、758 : 鼻パッド、772 : 電極、786a : EL層、786b : EL層、786 : EL層、788 : 電極、800A : 電子機器、800B : 電子機器、820 : 表示部、821 : 筐体、822 : 通信部、823 : 装着部、824 : 制御部、825 : 撮像部、827 : イヤフォン部、832 : レンズ、4411 : 発光層、4412 : 発光層、4413 : 発光層、4420 : 層、4421 : 層、4422 : 層、4430 : 層、4431 : 層、4432 : 層、4440 : 中間層、6500 : 電子機器、6501 : 筐体、6502 : 表示部、6503 : 電源ボタン、6504 : ボタン、6505 : スピーカ、6506 : マイク、6507 : カメラ、6508 : 光源、6510 : 保護部材、6511 : 表示パネル、6512 : 光学部材、6513 : タッチセンサパネル、6515 : FPC、6516 : IC、6517 : プリント基板、6518 : バッテリ、7000 : 表示部、7100 : テレビジョン装置、7101 : 筐体、7103 : スタンド、7111 : リモコン操作機、7200 : ノート型パーソナルコンピュータ、7211 : 筐体、7212 : キーボード、7213 : ポインティングデバイス、7214 : 外部接続ポート、7300 : デジタルサイネージ、7301 : 筐体、7303 : スピーカ、7311 : 情報端末機、7400 : デジタルサイネージ、7401 : 柱、7411 : 情報端末機、9000 : 筐体、9001 : 表示部、9003 : スピーカ、9005 : 操作キー、9006 : 接続端子、9007 : センサ、9008 : マイクロフォン、9050 : アイコン、9051 : 情報、9052 : 情報、9053 : 情報、9054 : 情報、9055 : ヒンジ、9101 : 携帯情報端末、9102 : 携帯情報端末、9200 : 携帯情報端末、9201 : 携帯情報端末

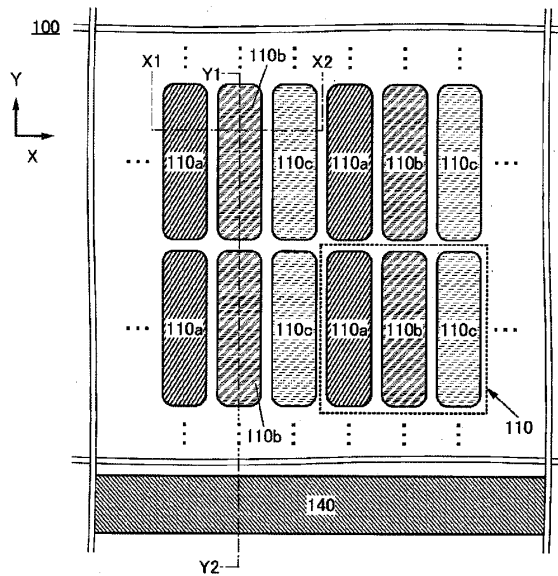
10

20

【図面】

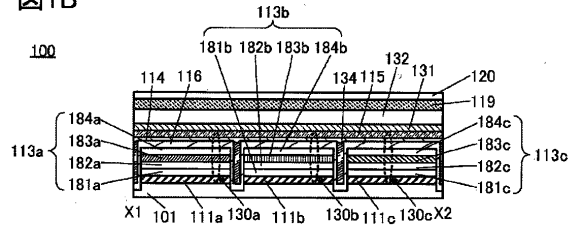
【図1A】

図1A



【図1B】

図1B

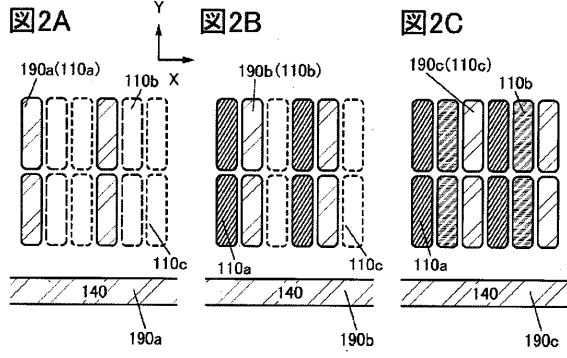


30

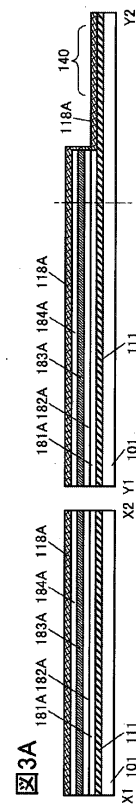
40

50

【 2 A - 2 C 】



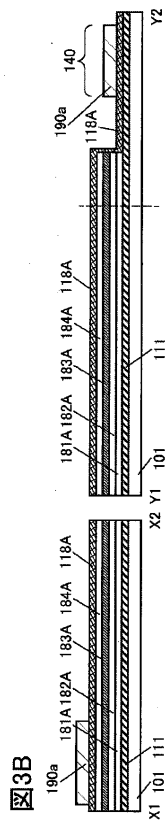
【 3 A 】



10

20

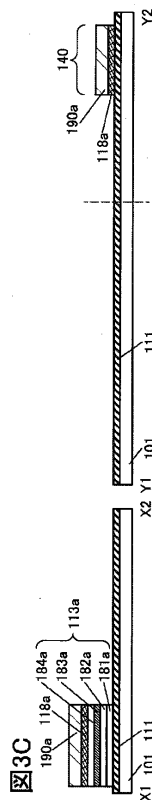
【 3 B 】



30

40

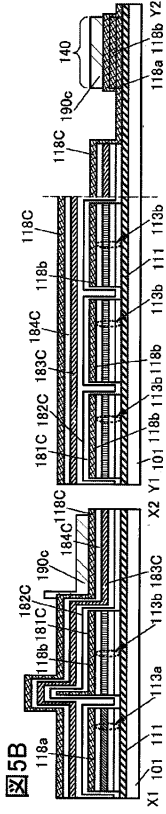
【 3 C 】



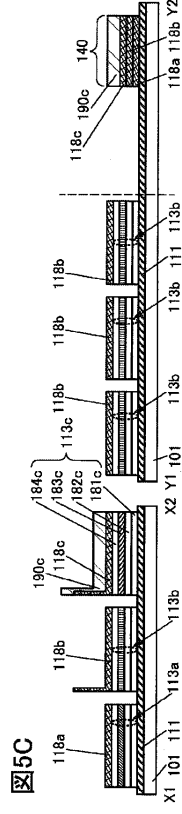
50



【図 5 B】



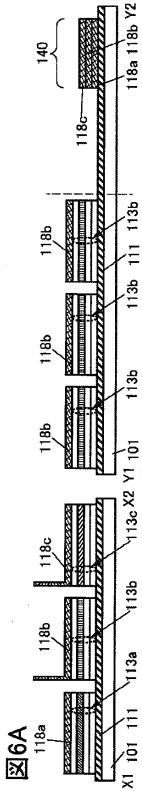
【図 5 C】



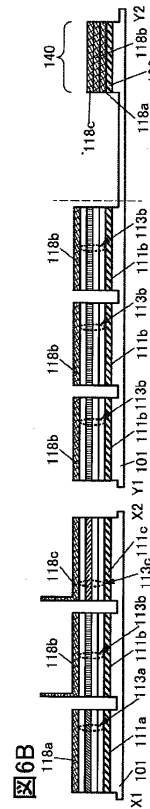
10

20

【図 6 A】



【図 6 B】

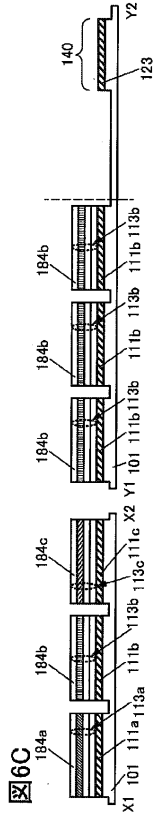


30

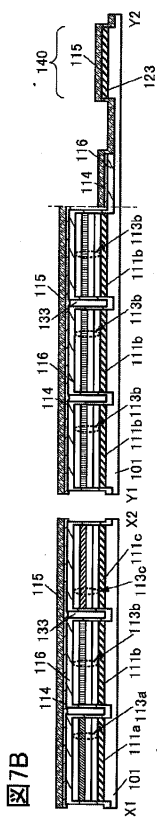
40

50

【 6 C 】

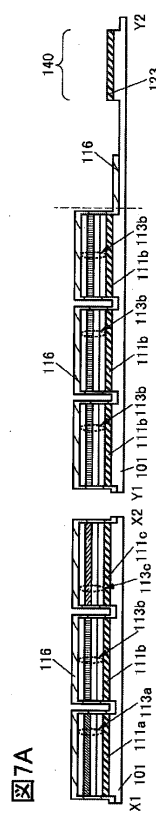


【 7 B 】



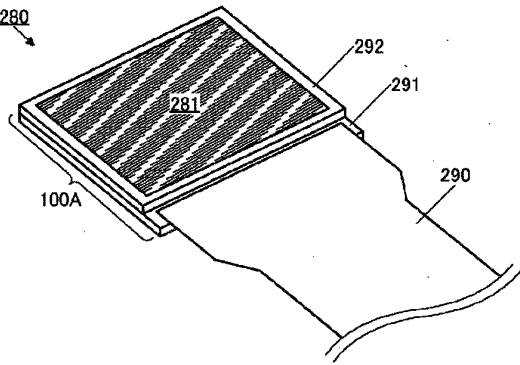
7B

【 7 A 】



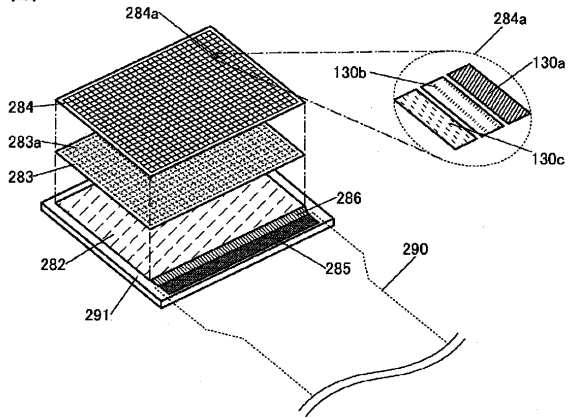
【図 8 A】

図8A



【図 8 B】

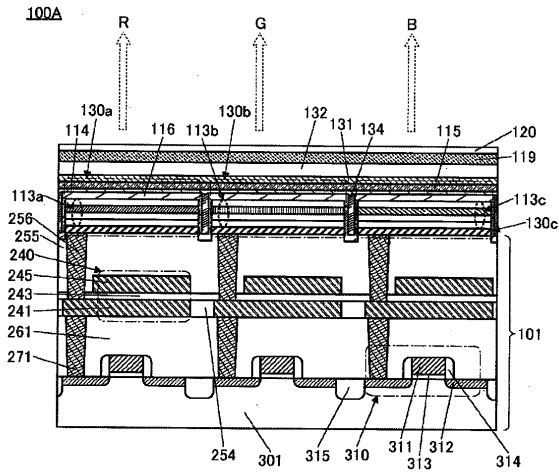
図8B



10

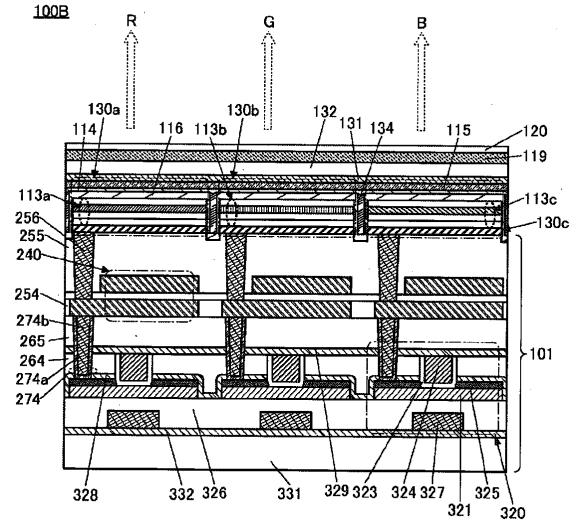
【図 9】

図9



【図 10】

図10



20

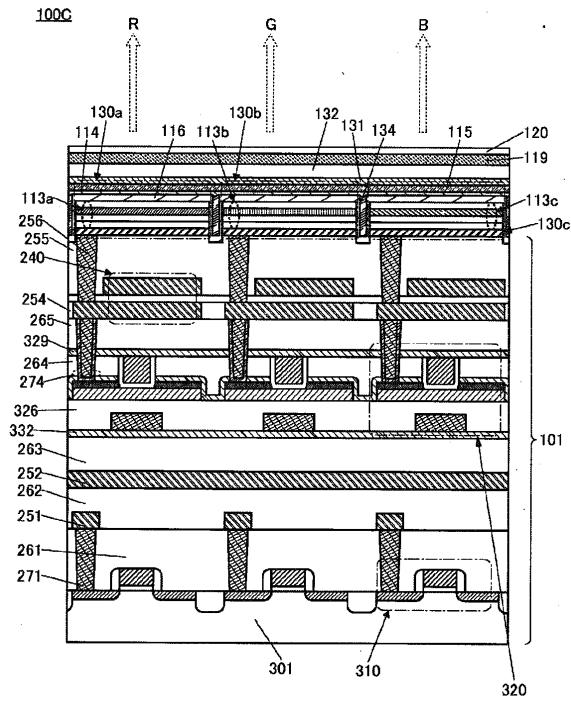
30

40

50

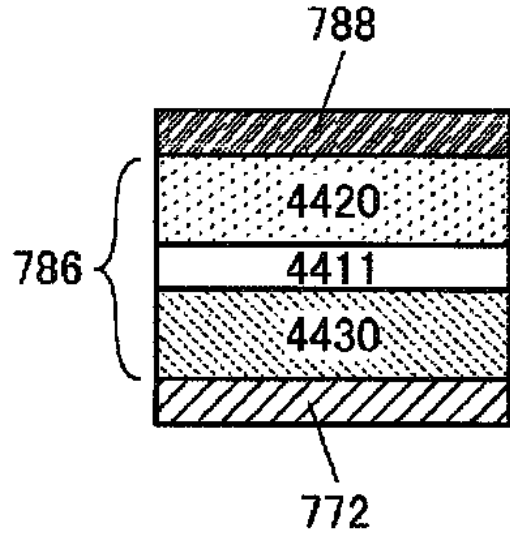
【図 1 1】

図 11



【図 1 2 A】

図 12A

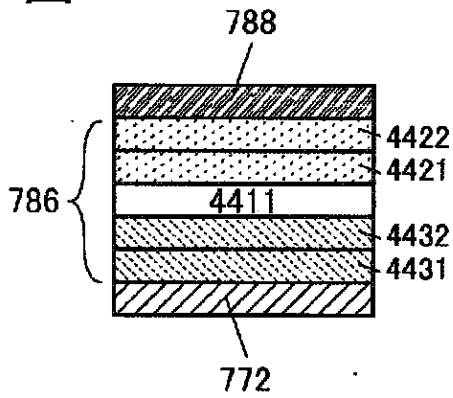


10

20

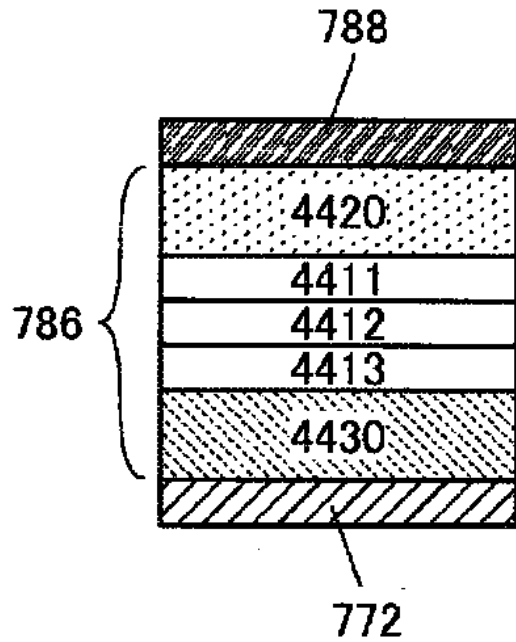
【図 1 2 B】

図 12B



【図 1 2 C】

図 12C



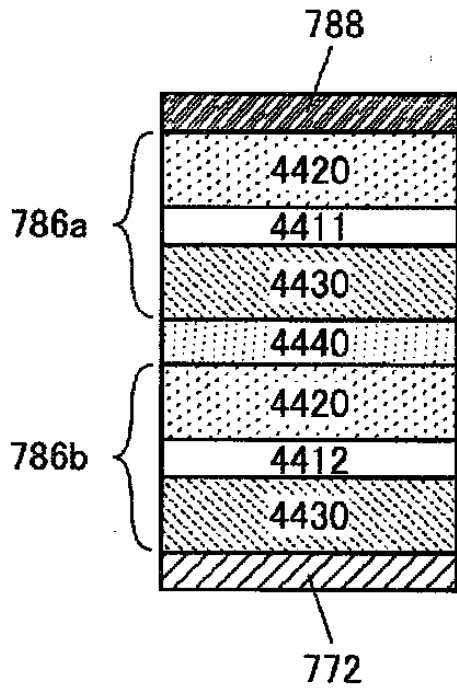
30

40

50

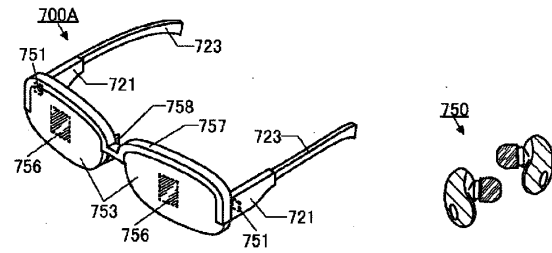
【図12D】

図12D



【図13A】

図13A

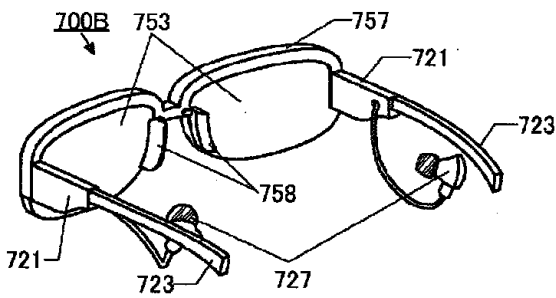


10

20

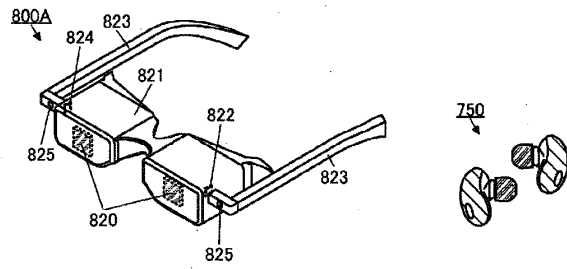
【図13B】

図13B



【図14A】

図14A



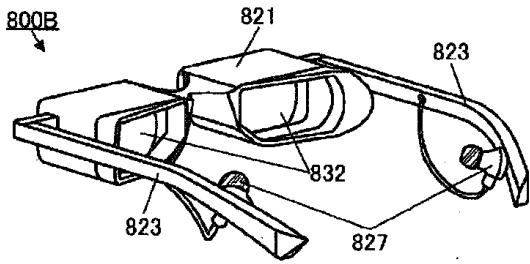
30

40

50

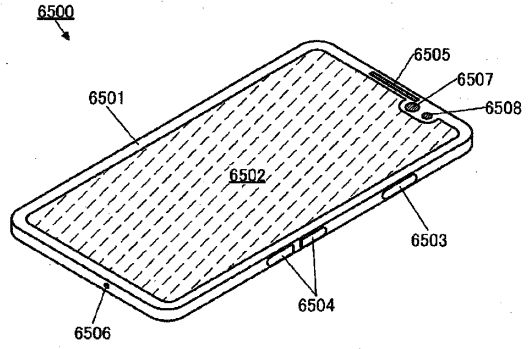
【図14B】

図14B



【図15A】

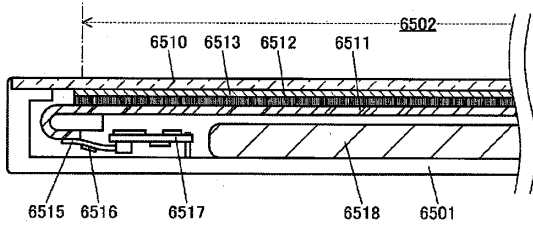
図15A



10

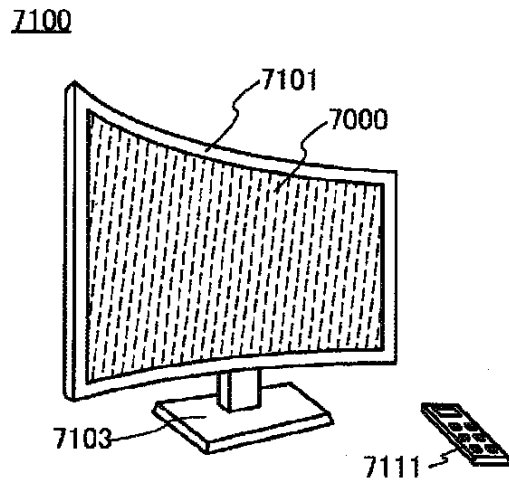
【図15B】

図15B



【図16A】

図16A



20

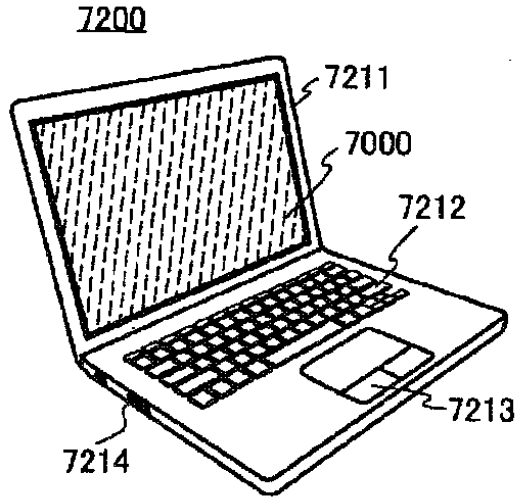
30

40

50

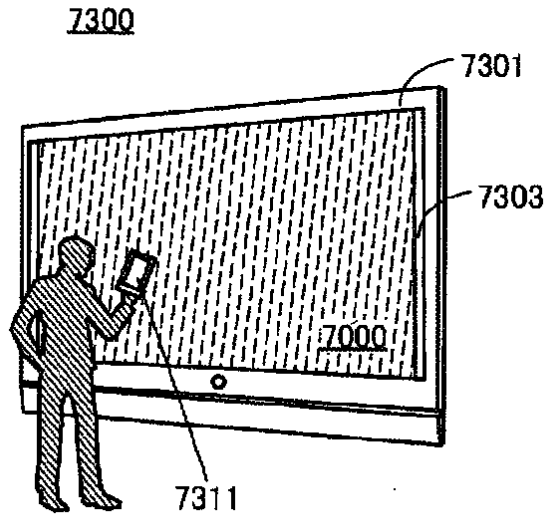
【図16B】

図16B



【図16C】

図16C



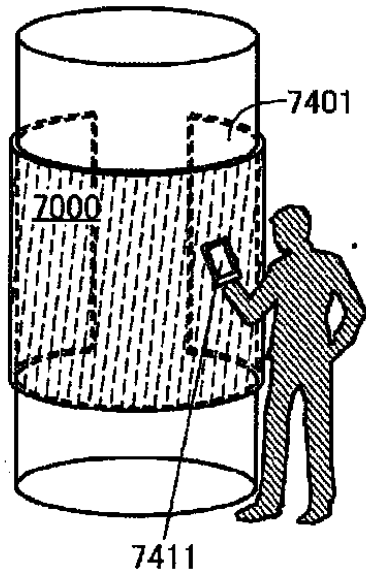
10

20

【図16D】

図16D

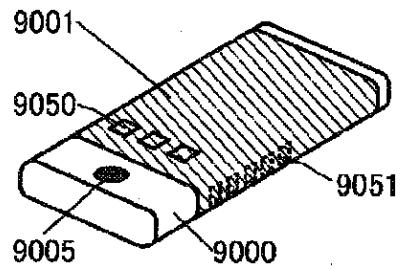
7400



【図17A】

図17A

9101



30

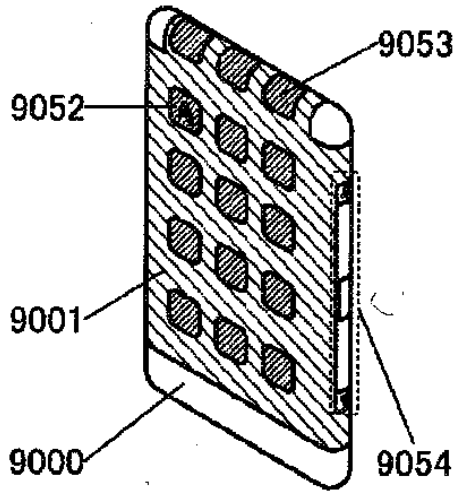
40

50

【図17B】

図17B

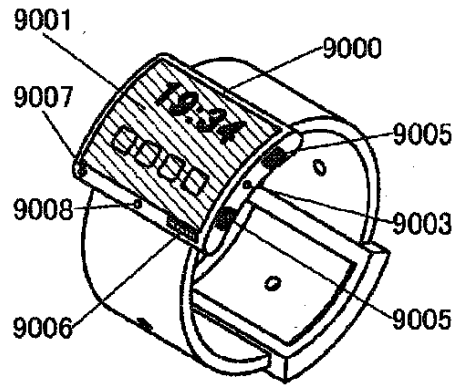
9102



【図17C】

図17C

9200



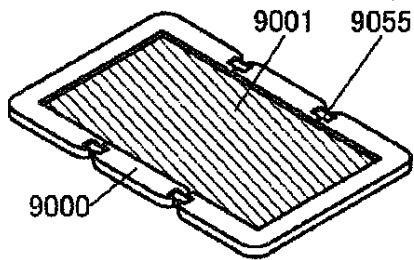
10

20

【図17D】

図17D

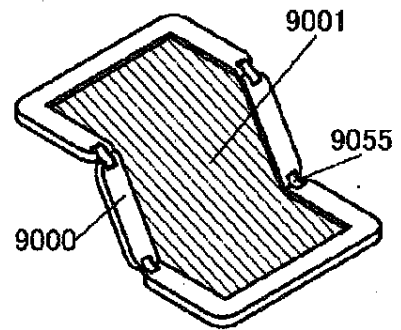
9201



【図17E】

図17E


9201



30

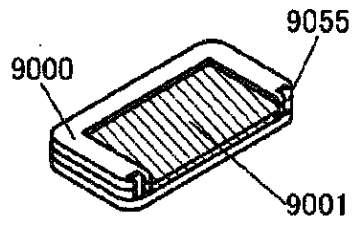
40

50

【 17 F】

 17F

9201



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

		F I		
H 1 0 K	59/95 (2023.01)	H 1 0 K	59/95	
H 1 0 K	50/81 (2023.01)	H 1 0 K	50/81	
H 1 0 K	59/35 (2023.01)	H 1 0 K	59/35	
H 1 0 K	59/82 (2023.01)	H 1 0 K	59/82	
H 1 0 K	71/60 (2023.01)	H 1 0 K	71/60	
H 1 0 K	71/20 (2023.01)	H 1 0 K	71/20	
H 1 0 K	59/10 (2023.01)	H 1 0 K	59/10	
G 0 9 F	9/30 (2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 6 5
G 0 9 F	9/00 (2006.01)	G 0 9 F	9/30	3 4 8 A
H 1 0 K	50/82 (2023.01)	G 0 9 F	9/00	3 3 8
		H 1 0 K	50/82	

## (56)参考文献

特開 2 0 1 8 - 1 1 7 0 3 5 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第 2 0 0 2 / 0 1 0 5 2 6 5 ( U S , A 1 )  
 特開 2 0 1 0 - 1 1 3 8 9 9 ( J P , A )  
 特開 2 0 1 3 - 1 3 4 8 4 7 ( J P , A )  
 米国特許出願公開第 2 0 2 0 / 0 1 6 1 3 8 3 ( U S , A 1 )

## (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 1 0 K 5 0 / 1 6  
 H 1 0 K 5 0 / 8 4 4  
 H 1 0 K 5 0 / 1 5  
 H 1 0 K 5 0 / 1 7  
 H 1 0 K 7 7 / 1 0  
 H 1 0 K 5 9 / 9 5  
 H 1 0 K 5 0 / 8 1  
 H 1 0 K 5 9 / 3 5  
 H 1 0 K 5 9 / 8 2  
 H 1 0 K 7 1 / 6 0  
 H 1 0 K 7 1 / 2 0  
 H 1 0 K 5 9 / 1 0  
 G 0 9 F 9 / 3 0  
 G 0 9 F 9 / 0 0  
 H 1 0 K 5 0 / 8 2