

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6931985号
(P6931985)

(45) 発行日 令和3年9月8日(2021.9.8)

(24) 登録日 令和3年8月19日(2021.8.19)

(51) Int.Cl.	F I
G09F 9/00 (2006.01)	G09F 9/00 338
G09F 9/302 (2006.01)	G09F 9/302 C
H01L 51/50 (2006.01)	H05B 33/14 A
H05B 33/10 (2006.01)	H05B 33/10
G02F 1/1335 (2006.01)	G02F 1/1335

請求項の数 19 (全 85 頁)

(21) 出願番号	特願2016-206996 (P2016-206996)	(73) 特許権者	000153878
(22) 出願日	平成28年10月21日 (2016.10.21)		株式会社半導体エネルギー研究所
(65) 公開番号	特開2018-66938 (P2018-66938A)		神奈川県厚木市長谷398番地
(43) 公開日	平成30年4月26日 (2018.4.26)	(72) 発明者	山崎 舜平
審査請求日	令和1年10月17日 (2019.10.17)		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	横山 浩平
			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	神保 安弘
			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	安達 広樹
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 表示装置の作製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の基板と第2の基板の間に第1の表示素子及び第2の表示素子を有する表示装置の作製方法であり、

前記第1の基板上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、

作製基板上に、第1の層を形成する工程と、

前記第1の層上に、第2の層を形成する工程と、

前記第2の層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、

前記画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、

前記絶縁層上に、可視光を発する機能を有する前記第2の表示素子を形成する工程と、

前記第2の基板を用いて、前記第2の表示素子を封止する工程と、

光を照射することで、前記第1の層と前記第2の層とを分離する工程と、

前記共通電極と前記画素電極との間に液晶層を配置した状態で、前記第1の基板と前記第2の基板とを貼り合わせることで、前記第1の表示素子を形成する工程と、を有し、

前記第1の層は、チタン、モリブデン、アルミニウム、タンゲステン、シリコン、インジウム、亜鉛、ガリウム、タンタル、及び錫のうち一つまたは複数を有し、

前記第2の層は、ポリイミド樹脂またはポリイミド樹脂前駆体を有する、表示装置の作製方法。

【請求項2】

請求項1において、

前記共通電極を形成する工程の前に、前記第1の基板上に機能層を形成する工程を有し、
前記機能層は、検知素子及び着色層のうち一方または双方を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項3】

第1の基板と第2の基板の間に第1の表示素子及び第2の表示素子を有する表示装置の作製方法であり、

第1の作製基板上に、第1の剥離層を形成する工程と、
前記第1の剥離層上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、
第2の作製基板上に、第2の剥離層を形成する工程と、
前記第2の剥離層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、
前記画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、
前記絶縁層上に、可視光を発する機能を有する前記第2の表示素子を形成する工程と、
前記第2の基板を用いて、前記第2の表示素子を封止する工程と、
前記第2の剥離層を用いて、前記第2の作製基板と前記第2の基板とを分離する工程と

10

前記共通電極と前記画素電極との間に液晶層を配置した状態で、前記第1の作製基板と前記第2の基板とを貼り合わせることで、前記第1の表示素子を形成する工程と、
前記第1の剥離層を用いて、前記第1の作製基板と前記第2の基板とを分離する工程と

20

前記第1の基板と前記第2の基板との間に前記第1の表示素子を配置した状態で、前記第1の基板と前記第2の基板とを貼り合わせる工程と、を有し、
前記第1の剥離層及び前記第2の剥離層のうち一方または双方は、第1の層と、前記第1の層上の第2の層を有するように形成され、

前記第1の層は、チタン、モリブデン、アルミニウム、タンゲステン、シリコン、インジウム、亜鉛、ガリウム、タンタル、及び錫のうち一つまたは複数を有し、

前記第2の層は、ポリイミド樹脂またはポリイミド樹脂前駆体を有し、

前記第2の作製基板と前記第2の基板とを分離する工程、及び、前記第1の作製基板と前記第2の基板とを分離する工程のうち一方または双方では、光が照射されることで、前記第1の層と前記第2の層とが分離する、表示装置の作製方法。

30

【請求項4】

請求項3において、

前記共通電極を形成する工程の前に、前記第1の剥離層上に第1の機能層を形成する工程を有し、

前記第1の機能層は、検知素子及び着色層のうち一方または双方を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項5】

請求項3または4において、

前記第1の基板は、第2の機能層が設けられている面を有し、

前記第1の基板と前記第2の基板とを貼り合わせる工程は、前記第1の基板と前記第2の基板との間に前記第2の機能層を配置した状態で行われ、

40

前記第2の機能層は、光拡散層及び偏光板のうち一方または双方を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項6】

請求項3において、

第3の作製基板上に、第3の剥離層を形成する工程と、

前記第3の剥離層上に、機能層を形成する工程と、を有し、さらに、

前記第1の基板と前記第2の基板とを貼り合わせる工程の前に、前記第3の作製基板と前記第1の基板との間に前記第3の剥離層を配置した状態で、前記第3の作製基板と前記第1の基板とを貼り合わせる工程と、前記第3の剥離層を用いて、前記第3の作製基板と

50

前記第 1 の基板とを分離する工程と、を有し、

前記第 1 の基板と前記第 2 の基板とを貼り合わせる工程は、前記第 1 の基板と前記第 2 の基板との間に前記機能層を配置した状態で行われ、

前記機能層は、検知素子、光拡散層、及び偏光板のうち一つまたは複数を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項 7】

請求項 3 乃至 6 のいずれか一において、

前記第 1 の基板に、厚さ 0.1 mm 以上 0.5 mm 未満のガラス基板を用いる、表示装置の作製方法。

【請求項 8】

請求項 3 乃至 6 のいずれか一において、

前記第 1 の基板に、厚さ 1 μm 以上 200 μm 以下の樹脂基板を用いる、表示装置の作製方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか一において、

前記第 1 の基板の、前記第 2 の基板側の面とは逆側の面に、反射防止部材が設けられる、表示装置の作製方法。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記反射防止部材は、凸部を有するように設けられる、表示装置の作製方法。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか一において、

前記液晶層は、二色性色素を有するように設けられる、表示装置の作製方法。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれか一において、

前記第 2 の表示素子を形成する工程の前に、前記絶縁層上に、チャンネル形成領域に金属酸化物を有するトランジスタを形成する工程を有する、表示装置の作製方法。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 のいずれか一において、

前記第 1 の層と前記第 2 の層とを分離する工程の後に、前記第 2 の基板を含む積層体の露出面に残存する前記第 2 の層を除去する工程を有する、表示装置の作製方法。

【請求項 14】

請求項 13 において、

前記第 2 の層を除去する工程では、アッシングが行われる、表示装置の作製方法。

【請求項 15】

請求項 1 乃至 14 のいずれか一において、

前記第 2 の層は、厚さが 0.1 μm 以上 5 μm 以下の領域を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項 16】

請求項 1 乃至 15 のいずれか一において、

前記光として、レーザ光を用い、

前記レーザ光が、前記第 1 の層と前記第 2 の層との界面またはその近傍に照射されることにより、前記第 1 の層と前記第 2 の層とが分離する、表示装置の作製方法。

【請求項 17】

請求項 1 乃至 16 のいずれか一において、

前記第 1 の層は、チタン及び酸化チタンのうち一方または双方を有するように形成される、表示装置の作製方法。

【請求項 18】

請求項 1 乃至 17 のいずれか一において、

前記第 2 の層は、構造式(100)で表される化合物の残基を有するように形成される

10

20

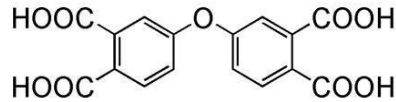
30

40

50

、表示装置の作製方法。

【化 1】



(100)

【請求項 19】

請求項 1 乃至 18 のいずれか一において、
前記第 2 の層は、開口を有するように形成され、
前記開口を覆うように、導電層が形成され、
前記第 1 の層と前記第 2 の層とが分離することで、前記導電層が露出する、表示装置の作製方法。

10

【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。

【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、電子機器、照明装置、それらの駆動方法、またはそれらの製造方法を一例として挙げることができる。

20

【0003】

なお、本明細書等において、半導体装置とは、半導体特性を利用することで機能しうる装置全般を指す。トランジスタ、半導体回路、表示装置、発光装置、演算装置、記憶装置等は半導体装置の一態様である。また、撮像装置、電気光学装置、発電装置（薄膜太陽電池、有機薄膜太陽電池等を含む）、及び電子機器は半導体装置を有している場合がある。

【背景技術】

【0004】

近年、表示装置は様々な用途への応用が期待されている。表示装置としては、例えば、発光素子を有する発光装置、液晶素子を有する液晶表示装置等が開発されている。

30

【0005】

例えば、特許文献 1 に、有機 EL (Electroluminescence) 素子が適用された可撓性を有する発光装置が開示されている。

【0006】

特許文献 2 には、可視光を反射する領域と可視光を透過する領域とを有し、十分な外光が得られる環境下では反射型液晶表示装置として利用することができ、十分な外光が得られない環境下では透過型液晶表示装置として利用することができる、半透過型の液晶表示装置が開示されている。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0007】

【特許文献 1】特開 2014 - 197522 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 191750 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明の一態様は、低コストで量産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、大判基板を用いて表示装置を作製することを課題の一つとする。本発明の一態様は、表示装置を低温で作製することを課題の一つとする。本発明

50

の一態様は、新規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。

【0009】

本発明の一態様は、消費電力の低い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、周囲の明るさによらず、視認性の高い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、表示品位が良好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、利便性の高い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。本発明の一態様は、表示装置の薄型化または軽量化を課題の一つとする。本発明の一態様は、可撓性を有する、または曲面を有する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、破損しにくい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、新規な表示装置または電子機器などを提供することを課題の一つとする。

10

【0010】

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】

【0011】

本発明の一態様は、第1の基板と第2の基板の間に第1の表示素子及び第2の表示素子を有する表示装置の作製方法である。

【0012】

(1) 本発明の一態様の表示装置の作製方法は、第1の基板の上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、作製基板上に、第1の層を形成する工程と、第1の層上に、第2の層を形成する工程と、第2の層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、絶縁層上に、可視光を発する機能を有する第2の表示素子を形成する工程と、第2の基板を用いて、第2の表示素子を封止する工程と、光を照射することで、第1の層と第2の層とを分離する工程と、共通電極と画素電極との間に液晶層を配置した状態で、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子を形成する工程と、を有する。共通電極を形成する工程の前に、第1の基板上に機能層を形成する工程を有してもよい。機能層は、検知素子及び着色層のうち一方または双方を有するように形成される。

20

30

【0013】

(2) 本発明の一態様の表示装置の作製方法は、第1の作製基板上に、第1の剥離層を形成する工程と、第1の剥離層上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、第2の作製基板上に、第2の剥離層を形成する工程と、第2の剥離層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、絶縁層上に、可視光を発する機能を有する第2の表示素子を形成する工程と、第2の基板を用いて、第2の表示素子を封止する工程と、第2の剥離層を用いて、第2の作製基板と第2の基板とを分離する工程と、共通電極と画素電極との間に液晶層を配置した状態で、第1の作製基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子を形成する工程と、第1の剥離層を用いて、第1の作製基板と第2の基板とを分離する工程と、第1の基板と第2の基板との間に第1の表示素子を配置した状態で、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせる工程と、を有する。第1の剥離層及び第2の剥離層のうち一方または双方は、第1の層と、第1の層上の第2の層を有するように形成される。第2の作製基板と第2の基板とを分離する工程、及び、第1の作製基板と第2の基板とを分離する工程のうち一方または双方では、光が照射されることで、第1の層と第2の層とが分離する。

40

【0014】

上記(2)において、共通電極を形成する工程の前に、第1の剥離層上に第1の機能層を形成する工程を有してもよい。第1の機能層は、検知素子及び着色層のうち一方または双方を有するように形成される。第1の基板は、第2の機能層が設けられている面を有してもよい。第1の基板と第2の基板とを貼り合わせる工程は、第1の基板と第2の基板との

50

間に第2の機能層を配置した状態で行われる。第2の機能層は、光拡散層及び偏光板のうち一方または双方を有するように形成される。

【0015】

または、上記(2)において、第3の作製基板上に第3の剥離層を形成する工程と、第3の剥離層上に機能層を形成する工程と、を有し、さらに、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせる工程の前に、第3の作製基板と第1の基板との間に第3の剥離層を配置した状態で、第3の作製基板と第1の基板とを貼り合わせる工程と、第3の剥離層を用いて、第3の作製基板と第1の基板とを分離する工程と、を有してもよい。第1の基板と第2の基板とを貼り合わせる工程は、第1の基板と第2の基板との間に機能層を配置した状態で行われる。機能層は、検知素子、光拡散層、及び偏光板のうち一つまたは複数を有するように形成される。

10

【0016】

上記(2)において、第1の基板に、厚さ0.1mm以上0.5mm未満のガラス基板を用いることが好ましい。または、上記(2)において、第1の基板に、厚さ1 μ m以上200 μ m以下の樹脂基板を用いることが好ましい。

【0017】

上記の各作製方法において、第1の基板の、第2の基板側の面とは逆側の面に、反射防止部材が設けられることが好ましい。反射防止部材は、凸部を有するように設けられてもよい。

【0018】

上記の各作製方法において、液晶層は、二色性色素を有するように設けられることが好ましい。

20

【0019】

上記の各作製方法において、第2の表示素子を形成する工程の前に、絶縁層上に、チャンネル形成領域に金属酸化物を有するトランジスタを形成する工程を有することが好ましい。

【0020】

上記の各作製方法において、第1の層と第2の層とを分離する工程の後に、第2の基板を含む積層体の露出面に残存する第2の層を除去する工程を有することが好ましい。第2の層を除去する工程では、アッシングが行われることが好ましい。

【0021】

上記の各作製方法において、第2の層は、厚さが0.1 μ m以上5 μ m以下の領域を有するように形成されることが好ましい。

30

【0022】

上記の各作製方法において、光として、レーザ光を用い、レーザ光が、第1の層と第2の層との界面またはその近傍に照射されることにより、第1の層と第2の層とが分離することが好ましい。

【0023】

上記の各作製方法において、第1の層は、チタン、モリブデン、アルミニウム、タングステン、シリコン、インジウム、亜鉛、ガリウム、タンタル、及び錫のうち一つまたは複数を有するように形成されることが好ましい。第1の層は、チタン及び酸化チタンのうち一方または双方を有するように形成されることが好ましい。第1の層は、チタンと酸化チタンとの積層構造を有するように形成されることが好ましい。

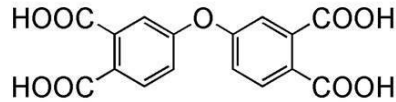
40

【0024】

上記の各作製方法において、第2の層は、構造式(100)で表される化合物の残基を有するように形成されることが好ましい。

【0025】

【化1】



(100)

【0026】

上記の各作製方法において、第2の層は、開口を有するように形成され、開口を覆うように、導電層が形成され、第1の層と第2の層とが分離することで、導電層が露出することが好ましい。

10

【0027】

上記の各作製方法において、光は、波長領域が180nm以上450nm以下を有するように照射されることが好ましい。光は、波長領域が308nmまたはその近傍を有するように照射されることが好ましい。光は、レーザ装置を用いて照射されることが好ましい。光は、線状レーザ装置を用いて照射されることが好ましい。光は、250mJ/cm²以上360mJ/cm²以下のエネルギー密度で照射されることが好ましい。

【発明の効果】

【0028】

本発明の一態様により、低コストで量産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、大判基板を用いて表示装置を作製できる。本発明の一態様により、表示装置を低温で作製できる。本発明の一態様により、新規な表示装置の作製方法を提供できる。

20

【0029】

本発明の一態様により、消費電力の低い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、周囲の明るさによらず、視認性の高い表示装置を提供できる。本発明の一態様により、表示品位が良好な表示装置を提供できる。本発明の一態様により、利便性の高い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。本発明の一態様により、表示装置の薄型化または軽量化が可能である。本発明の一態様により、可撓性を有する、または曲面を有する表示装置を提供できる。本発明の一態様により、破損しにくい表示装置を提供できる。本発明の一態様により、新規な表示装置または電子機器などを提供できる。

30

【0030】

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】

【0031】

【図1】表示装置の一例を示す斜視図。

【図2】表示装置の一例を示す断面図。

40

【図3】表示装置の作製方法の一例を示すフロー図。

【図4】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図5】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図6】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図7】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図8】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図9】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図10】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図11】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。

【図12】表示装置の一例を示す断面図。

50

- 【図13】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図14】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図15】表示装置の作製方法の一例を示すフロー図。
- 【図16】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図17】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図18】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図19】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図20】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図21】表示装置の作製方法の一例を示すフロー図。
- 【図22】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。 10
- 【図23】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図24】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図25】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図26】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図27】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図28】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図29】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図30】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図31】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図32】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。 20
- 【図33】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図34】表示装置の作製方法の一例を示す断面図。
- 【図35】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図36】表示装置の一例を示す断面図。
- 【図37】レーザ照射ユニットの一例を示す図。
- 【図38】画素ユニットの一例を示す図。
- 【図39】画素ユニットの一例を示す図。
- 【図40】動作モードの一例を示す図。
- 【図41】表示装置の一例及び画素の一例を示す図。
- 【図42】表示装置の画素回路の一例を示す回路図。 30
- 【図43】表示装置の画素回路の一例を示す回路図及び画素の一例を示す図。
- 【図44】タッチセンサのブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図45】表示装置のブロック図及びタイミングチャート図。
- 【図46】表示装置及びタッチセンサの動作を説明する図。
- 【図47】表示装置及びタッチセンサの動作を説明する図。
- 【図48】電子機器の一例を示す図。
- 【図49】電子機器の一例を示す図。
- 【発明を実施するための形態】
- 【0032】
- 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。 40
- 【0033】
- なお、以下に説明する発明の構成において、同一部分また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。
- 【0034】
- 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 50

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。

【0035】

なお、「膜」という言葉と、「層」という言葉とは、場合によっては、または、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。

【0036】

本明細書等において、金属酸化物 (metal oxide) とは、広い表現での金属の酸化物である。金属酸化物は、酸化物絶縁体、酸化物導電体 (透明酸化物導電体を含む)、酸化物半導体 (Oxide Semiconductor または単に OS ともいう) など

10

【0037】

に分類される。例えば、トランジスタの半導体層に金属酸化物を用いた場合、当該金属酸化物を酸化物半導体と呼称する場合がある。つまり、OS FET と記載する場合には、金属酸化物または酸化物半導体を有するトランジスタと換言することができる。

【0038】

(実施の形態1)

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～図37を用いて説明する。

20

【0039】

表示装置とその作製方法の概要

本発明の一態様は、第1の基板と第2の基板の間に第1の表示素子及び第2の表示素子を有する表示装置の作製方法である。

【0040】

本実施の形態の表示装置は、可視光を反射する第1の表示素子と、可視光を発する第2の表示素子とを有する。

【0041】

本実施の形態の表示装置は、第1の表示素子が反射する光と、第2の表示素子が発する光のうち、いずれか一方または両方により、画像を表示する機能を有する。

30

【0042】

第1の表示素子には、外光を反射して表示する素子を用いることができる。このような素子は光源を持たないため、表示の際の消費電力を極めて小さくすることが可能となる。

【0043】

第1の表示素子には、代表的には反射型の液晶素子を用いることができる。または、第1の表示素子として、シャッター方式のMEMS (Micro Electro Mechanical System) 素子、光干渉方式のMEMS素子の他、マイクロカプセル方式、電気泳動方式、エレクトロウエット方式、電子粉流体 (登録商標) 方式等を適用した素子などを用いることができる。

40

【0044】

第2の表示素子には、発光素子を用いることが好ましい。発光素子が射出する光は、その輝度や色度が外光に左右されることがないため、色再現性が高く (色域が広く)、コントラストの高い、鮮やかな表示を行うことができる。

【0045】

第2の表示素子には、例えばOLED (Organic Light Emitting Diode)、LED (Light Emitting Diode)、QLED (Quantum-dot Light Emitting Diode)、半導体レーザなどの自発光性の発光素子を用いることができる。

【0046】

50

本実施の形態の表示装置は、第1の表示素子のみを用いて画像を表示する第1のモード、第2の表示素子のみを用いて画像を表示する第2のモード、並びに、第1の表示素子及び第2の表示素子を用いて画像を表示する第3のモードを有し、これらのモードを自動または手動で切り替えて使用することができる。

【0047】

第1のモードでは、第1の表示素子と外光を用いて画像を表示する。第1のモードは光源が不要であるため、極めて低消費電力なモードである。例えば、表示装置に外光が十分に入射されるとき（明るい環境下など）は、第1の表示素子が反射した光を用いて表示を行うことができる。例えば、外光が十分に強く、かつ外光が白色光またはその近傍の光である場合に有効である。第1のモードは、文字を表示することに適したモードである。また、第1のモードは、外光を反射した光を用いるため、目に優しい表示を行うことができ、目が疲れにくいという効果を奏する。

10

【0048】

第2のモードでは、第2の表示素子による発光を利用して画像を表示する。そのため、照度や外光の色度によらず、極めて鮮やかな（コントラストが高く、且つ色再現性の高い）表示を行うことができる。例えば、夜間や暗い室内など、照度が極めて低い場合などに有効である。また周囲が暗い場合、明るい表示を行うと使用者が眩しく感じてしまう場合がある。これを防ぐために、第2のモードでは輝度を抑えた表示を行うことが好ましい。これにより、眩しさを抑えることに加え、消費電力も低減することができる。第2のモードは、鮮やかな画像（静止画及び動画）などを表示することに適したモードである。

20

【0049】

第3のモードでは、第1の表示素子による反射光と、第2の表示素子による発光の両方を利用して表示を行う。第1のモードよりも鮮やかな表示をしつつ、第2のモードよりも消費電力を抑えることができる。例えば、室内照明下や、朝方や夕方の時間帯など、照度が比較的低い場合、外光の色度が白色ではない場合などに有効である。

【0050】

このような構成とすることで、周囲の明るさによらず視認性が高く、利便性の高い表示装置を実現できる。具体的には、外光下でも室内でも視認性が高く、利便性の高い表示装置を実現できる。

【0051】

本実施の形態では、第1の表示素子として、反射型の液晶素子を作製し、第2の表示素子として発光素子（具体的にはEL素子）を作製する例を示す。

30

【0052】

本実施の形態の表示装置の作製方法は、第1の基板上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、作製基板上に、第1の層を形成する工程と、第1の層上に、第2の層を形成する工程と、第2の層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、絶縁層上に、可視光を発する機能を有する第2の表示素子を形成する工程と、第2の基板を用いて、第2の表示素子を封止する工程と、光を照射することで、第1の層と第2の層とを分離する工程と、共通電極と画素電極との間に液晶層を配置した状態で、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子を形成する工程と、を有する。

40

【0053】

ここで、第1の表示素子を有する表示パネルと、第2の表示素子を有する表示パネルとを単に貼り合わせる構成では、第1の表示素子と第2の表示素子との間に、ガラスや樹脂などの厚い層（主に基板として用いられる層）が存在するため、第1の表示素子と第2の表示素子との間の距離を狭くすることが困難である。

【0054】

一方、本実施の形態の表示装置の作製方法では、作製基板を剥離し、作製基板から第2の基板に、第1の表示素子の画素電極及び第2の表示素子、さらにはトランジスタ等を転置する工程を有する。そして、第1の表示素子の共通電極が設けられた第1の基板と、第2

50

の基板とを、液晶層を挟んで貼り合わせることで、一对の基板間に第1の表示素子と第2の表示素子とを配置することができる。これにより、第1の表示素子と第2の表示素子との間に厚い基板などが存在せず、第1の表示素子と第2の表示素子との距離を近づけることができる。例えば、第1の表示素子が反射型の液晶素子であり、第2の表示素子が発光素子である場合、液晶素子と発光素子との厚さ方向の距離を30 μ m未満、好ましくは10 μ m未満、さらに好ましくは5 μ m未満とすることができる。なお、上記厚さ方向の距離とは、例えば、液晶素子が有する反射電極と、発光素子が有する画素電極との間の最短距離である。

【0055】

第1の表示素子は、第1の基板側に反射光を射出する。第2の表示素子は、第1の基板側に光を発する。第1の表示素子と第2の表示素子との距離が近いと、第1の基板と第2の表示素子との距離も近くなり、第2の表示素子の輝度を高めることができる。また、第2の表示素子が発した光の減衰及び消光を抑制できる。これにより、表示装置の光取り出し効率を高めることができる。または、第1の表示素子及び第2の表示素子を同時に用いて表示する場合、あるいは交互に用いて表示する場合において、第1の表示素子を用いた表示と第2の表示素子を用いた表示との間に生じる視差を少なくすることができる。

10

【0056】

本実施の形態の表示装置の作製方法では、作製基板上に、まず、第1の表示素子の画素電極を形成し、その後、トランジスタや第2の表示素子等を形成することが好ましい。これにより、トランジスタや第2の表示素子等に起因する凹凸の影響を受けず、画素電極を平坦に形成することができる。

20

【0057】

画素電極を平坦に形成することで、液晶の初期配向のばらつきを低減でき、表示不良を抑制できる。また、トランジスタと画素電極のコンタクト部においても、画素電極は平坦であるため、コンタクト部における液晶の配向不良を抑制できる。そのため、液晶の配向不良に起因する開口率の縮小を抑制できる。

【0058】

例えば、液晶の初期配向が揃いにくい領域を表示に用いると、コントラストが低下することがある。また、隣接する2つの画素間に、液晶の初期配向が揃いにくい領域が生じた場合は、当該領域を遮光層等で覆うことでコントラストの低下を抑制できるが、開口率が低下することがある。一方、本実施の形態の表示装置の作製方法では、画素電極を平坦に形成できるため、配向膜も平坦に形成できる。ラビング処理等の配向処理での不良が発生しにくく、画素電極の端部においても初期配向を揃えやすくなる。隣接する2つの画素間に、液晶の初期配向が揃いにくい領域が生じることを抑制できる。したがって、開口率を高めることができ、表示装置の高精細化が容易となる。

30

【0059】

また、当該凹凸の影響を抑制するためにトランジスタや第2の表示素子等と、画素電極との間に平坦化機能を有する絶縁膜を厚く設ける必要がなくなる。そのため、第1の表示素子と第2の表示素子の距離を近づけることができる。

【0060】

液晶素子の画素電極と発光素子の距離を近づけることができるため、表示装置における高い視野角特性と、液晶素子の高い開口率を両立することができる。また、液晶素子と発光素子の合算開口率を高めることができる。また、表示装置の薄型化が可能となる。

40

【0061】

または、本実施の形態の表示装置の作製方法は、第1の作製基板上に、第1の剥離層を形成する工程と、第1の剥離層上に、可視光を透過する機能を有する共通電極を形成する工程と、第2の作製基板上に、第2の剥離層を形成する工程と、第2の剥離層上に、可視光を反射する機能を有する画素電極を形成する工程と、画素電極上に、絶縁層を形成する工程と、絶縁層上に、可視光を発する機能を有する第2の表示素子を形成する工程と、第2の基板を用いて、第2の表示素子を封止する工程と、第2の剥離層を用いて、第2の作製

50

基板と第2の基板とを分離する工程と、共通電極と画素電極との間に液晶層を配置した状態で、第1の作製基板と第2の基板とを貼り合わせることで、第1の表示素子を形成する工程と、第1の剥離層を用いて、第1の作製基板と第2の基板とを分離する工程と、第1の基板と第2の基板との間に第1の表示素子を配置した状態で、第1の基板と第2の基板とを貼り合わせる工程と、を有する。第1の剥離層及び第2の剥離層のうち一方または双方は、第1の層と、第1の層上の第2の層を有するように形成される。第2の作製基板と第2の基板とを分離する工程、及び、第1の作製基板と第2の基板とを分離する工程のうち一方または双方では、光が照射されることで、第1の層と第2の層とが分離する。

【0062】

表示面側の基板である第1の基板の厚さは十分に薄いことが好ましい。第1の基板には、例えば、厚さ0.1mm以上0.5mm未満、好ましくは0.1mm以上0.3mm以下のガラス基板、厚さ1μm以上200μm以下の樹脂基板などを適用することが好ましい。これにより、画像のボケを低減し、画像を鮮明に表示することができる。

10

【0063】

一方、第1の基板の厚さが薄いと、表示装置の作製工程中に製造装置間または製造装置内の搬送が困難となり、表示装置の作製の歩留まりが低下する恐れがある。

【0064】

本実施の形態の表示装置の作製方法では、第1の作製基板と第2の基板との間に第1の表示素子と第2の表示素子とを配置した後、第1の作製基板を第2の基板から剥離し、第2の基板と第1の基板とを貼り合わせる。第1の作製基板上に、第1の表示素子の共通電極、さらには、検出素子、着色層等を形成し、あとから第1の基板に転置する。第1の作製基板は表示装置の構成要素ではないため、耐熱性や厚さなど、製造工程に合った耐熱性、及び製造装置に合った厚さの材料を選択することができる。そのため、表示装置の作製工程において、基板の搬送が容易であり、また、十分に高い温度で良質な膜を形成することができる。また、厚さの薄い第1の基板を用いることができ、表示装置の表示品位を高めることができる。

20

【0065】

<光学部材>

第1の基板の、第2の基板側の面とは逆側の面（外側の面）には、光学部材として、偏光板、位相差板、光拡散層、反射防止部材、集光フィルムなどのうち一つまたは複数設けることができる。また、光学部材以外の機能性部材としては、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などが挙げられる。

30

【0066】

光拡散層は、液晶素子の反射電極で反射した光を拡散する機能を有する。当該機能により、反射型の液晶素子でも自然な発色を行うことができる。また、白紙に近い白色を表示させることができる。

【0067】

晴天時の屋外などの強光下では、表示面における外光反射が強く、表示装置の内部から放たれる光（表示）の視認性が低下する。反射防止部材を設けることで、強光下において、表示面の外光反射を十分に抑えることができ、さらに視認性を向上させることができる。

40

【0068】

反射防止部材としては、反射防止層（AR（Anti Reflection）層ともいう）、低反射層（LR（Low Reflection）層ともいう）、及び防眩層（AG（Anti Glare）層、ノングレア層ともいう）等が挙げられる。

【0069】

AR層は、光の干渉作用を利用して、外光の正反射（鏡面反射）を低減する機能を有する。

【0070】

AR層は、第1の基板の屈折率と異なる屈折率を有する材料で形成される。AR層は、例

50

えば、酸化ジルコニウム、フッ化マグネシウム、酸化アルミニウム、酸化シリコンなどを用いて単層または積層で形成することができる。

【0071】

AG層は、入射した外光を拡散させることにより、正反射（鏡面反射）を低減する機能を有する。

【0072】

AG層の形成方法としては、表面に微細な凹凸を設ける方法、屈折率の異なる材料を混合する方法、または、双方を組み合わせる方法などが挙げられる。例えば、透光性を有する樹脂に、セルロース繊維などのナノファイバ、酸化シリコンなどの無機ビーズ、または樹脂ビーズなどを混合して、AG層を形成することができる。

10

【0073】

また、AR層に重ねてAG層を設けてもよい。AR層とAG層を積層して設けることで、外光の反射や映り込みを防ぐ機能をより高めることができる。AR層及びAG層のうち一方又は双方を用いることにより、表示装置の表面の外光反射率を1%未満、好ましくは0.3%未満とするとよい。

【0074】

<トランジスタのチャンネル形成領域>

本実施の形態の表示装置は、トランジスタのチャンネル形成領域に、金属酸化物を有することが好ましい。金属酸化物は、酸化物半導体として機能することができる。

【0075】

トランジスタのチャンネル形成領域に低温ポリシリコン（LTPS（Low Temperature Poly-Silicon））を用いる場合、500 から550 程度の温度をかける必要があるため、樹脂層に耐熱性が求められる。また、レーザ結晶化の工程でのダメージを緩和するため、樹脂層の厚膜化が必要となることがある。

20

【0076】

一方、チャンネル形成領域に金属酸化物を用いたトランジスタは、350 以下、さらには300 以下で形成することができる。そのため、樹脂層に高い耐熱性は求められない。したがって、樹脂層の耐熱温度を低くすることができ、材料の選択の幅が広がる。

【0077】

また、チャンネル形成領域に金属酸化物を用いたトランジスタは、レーザ結晶化の工程が不要である。LTPSを用いる場合に比べて、工程が簡略化でき好ましい。

30

【0078】

ただし、本発明の一態様の表示装置は、トランジスタのチャンネル形成領域に、金属酸化物を有する構成に限定されない。例えば、本実施の形態の表示装置は、トランジスタのチャンネル形成領域に、シリコンを用いることができる。シリコンとしては、アモルファスシリコンまたは結晶性シリコンを用いることができる。結晶性シリコンとしては、微結晶シリコン、多結晶シリコン、単結晶シリコン等が挙げられる。

【0079】

チャンネル形成領域にシリコンを用いる場合、LTPSを用いることが好ましい。LTPSなどの多結晶シリコンは、単結晶シリコンに比べて低温で形成でき、かつアモルファスシリコンに比べて高い電界効果移動度と高い信頼性を備える。

40

【0080】

分離方法の概要

本実施の形態の表示装置の作製方法は、光の照射を用いた分離工程を有する。当該工程における分離方法について説明する。なお、本発明の一態様の表示装置の作製方法は、他の分離方法を用いた分離工程を有してもよい。例えば、分離工程が複数回行われる場合、光の照射を用いた分離工程は、1回以上行われる。すべての分離工程を、同じ分離方法を行うことで、材料や製造装置等を同一にでき、コストが削減できることがある。また、分離工程によって分離方法を変えることで、分離に要する力に差をつけることができる場合がある。これにより、所望のタイミングで所望の界面で分離が生じるよう制御できることが

50

ある。

【0081】

本実施の形態では、まず、作製基板上に第1の材料、ここでは金属酸化物層を形成する。次に、金属酸化物層上に、第2の材料、ここでは樹脂層を形成する。そして、光を照射することで、金属酸化物層と樹脂層とを分離する。

【0082】

金属酸化物層と樹脂層とを分離する際に、光を用いると好ましい。光は、金属酸化物層と樹脂層との界面またはその近傍（界面または界面近傍とも記す）に照射されることが好ましい。また、光は、金属酸化物層中に照射されてもよい。また、光は、樹脂層中に照射されてもよい。なお、本明細書等において、「AとBとの界面またはその近傍」、「AとBとの界面または界面近傍」とは、少なくともAとBとの界面を含み、AとBとの界面から、AまたはBのいずれか一方の厚さの20%以内の範囲を含むものとする。

10

【0083】

光を照射することで、金属酸化物層と樹脂層との界面（さらには金属酸化物層中及び樹脂層中）を加熱し、金属酸化物層と樹脂層との密着性（接着性）を低くすることができる。さらには金属酸化物層と樹脂層とを分離することができる。

【0084】

<光の照射>

次に、光の照射について説明する。

【0085】

ランプ、レーザ装置等を用いて光を照射することができる。

20

【0086】

線状レーザ装置を用いてレーザ光を照射することが好ましい。低温ポリシリコン（LTPS（Low Temperature Poly-Silicon））等の製造ラインのレーザ装置を使用することができるため、これらの装置の有効利用が可能である。線状レーザは、矩形長尺状に集光（線状レーザビームに成形）して、金属酸化物層と樹脂層との界面に光を照射する。

【0087】

光は、波長領域が180nm以上450nm以下を有するように照射されることが好ましい。光は、波長領域が308nmまたはその近傍を有するように照射されることがより好ましい。

30

【0088】

光のエネルギー密度は、 $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $400\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以下が好ましく、 $250\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以上 $360\text{mJ}/\text{cm}^2$ 以下がより好ましい。

【0089】

レーザ装置を用いて光を照射する場合、同一箇所に照射されるレーザ光のショット数は、1ショット以上50ショット以下とすることができ、1ショットより多く10ショット以下が好ましく、1ショットより多く5ショット以下がより好ましい。

【0090】

ビームの短軸方向の両端には、光の強度が低い部分が存在する。そのため、当該光の強度が低い部分の幅以上、一つのショットと次のショットの間にオーバーラップする部分を設けることが好ましい。そのため、レーザ光のショット数は、1.1ショット以上とすることが好ましく、1.25ショット以上とすることがより好ましい。

40

【0091】

なお、本明細書中、レーザ光のショット数とは、ある点（領域）に照射されるレーザ光の照射回数を指し、ビーム幅、スキャン速度、周波数、またはオーバーラップ率などで決定される。また、線状のビームをあるスキャン方向に移動させているパルスとパルスの間、即ち、一つのショットと次のショットの間にオーバーラップする部分があり、その重なる比率がオーバーラップ率である。なお、オーバーラップ率が100%に近ければ近いほどショット数は多く、離れれば離れるほどショット数は少なくなり、スキャン速度が速けれ

50

ば速いほどショット数は少なくなる。

【0092】

上記のレーザー光のショット数が1.1ショットとは、連続する2つのショットの間にビームの10分の1程度の幅のオーバーラップを有することを示し、オーバーラップ率10%といえる。同様に、1.25ショットとは、連続する2つのショットの間にビームの4分の1程度の幅のオーバーラップを有することを示し、オーバーラップ率25%といえる。

【0093】

ここで、LTPSのレーザー結晶化の工程で照射する光のエネルギー密度は高く、例えば350mJ/cm²以上400mJ/cm²以下が挙げられる。また、レーザーのショット数も多く必要であり、例えば10ショット以上100ショット以下が挙げられる。

10

【0094】

一方、本実施の形態において、金属酸化層と樹脂層とを分離するために行う光の照射は、レーザー結晶化の工程で用いる条件よりも低いエネルギー密度、または少ないショット数で行うことができる。そのため、レーザー装置での処理可能な基板枚数を増やすことができる。また、レーザー装置のメンテナンスの頻度の低減など、レーザー装置のランニングコストの低減が可能となる。したがって、表示装置などの作製コストを低減することができる。

【0095】

また、光の照射が、レーザー結晶化の工程で用いる条件よりも低いエネルギー密度、または少ないショット数で行われることから、基板がレーザー光の照射による受けるダメージを低減できる。そのため、基板を一度使用しても、強度が低下しにくく、基板を再利用できる。

20

【0096】

また、本実施の形態では、作製基板と樹脂層との間に金属酸化層を配置する。金属酸化層を用いることで、金属酸化層を用いない場合に比べて、光の照射を、低いエネルギー密度、または少ないショット数で行うことができることがある。

【0097】

作製基板を介して光を照射する際、作製基板の光照射面にゴミなどの異物が付着していると、光の照射ムラが生じ、剥離性が低い部分が形成され、金属酸化層と樹脂層とを分離する工程の歩留まりが低下することがある。そのため、光を照射する前、または光を照射している間に、光照射面を洗浄することが好ましい。例えば、アセトンなどの有機溶剤、水等を用いて作製基板の光照射面を洗浄することができる。また、エアナイフを用いて気体を噴きつけてもよい。これにより、光の照射ムラを低減し、分離の歩留まりを向上させることができる。

30

【0098】

<樹脂層>

樹脂層を薄く形成することで、低コストで表示装置を作製できる。また、表示装置の軽量化及び薄型化が可能となる。また、表示装置の可撓性を高めることができる。例えば、樹脂層の厚さは、0.1μm以上5μm以下としてもよい。

【0099】

樹脂層の可視光の透過性は特に限定されない。例えば、有色の層であってもよく、透明の層であってもよい。ここで、表示装置の表示面側に樹脂層が位置する場合、樹脂層が着色している(有色である)と、光取り出し効率が低下する、取り出される光の色味が変わる、表示品位が低下する等の不具合が生じることがある。樹脂層の厚さが薄いと、樹脂層の可視光の透過性を高めることができ好ましい。

40

【0100】

また、樹脂層は、ウエットエッチング装置、ドライエッチング装置、アッシング装置等を用いて除去することができる。特に、酸素プラズマを用いたアッシングを行って樹脂層を除去することが好適である。樹脂層の厚さが薄いと、樹脂層を除去する工程にかかる時間を短縮でき好ましい。

【0101】

50

本実施の形態では、作製基板と樹脂層との間に金属酸化物層を有する。金属酸化物層が光を吸収する機能を有するため、樹脂層の光の吸収率が低くても、光照射による効果が得られる。したがって、可視光の透過率が高い樹脂層を用いることができる。そのため、表示装置の表示面側に樹脂層が位置していても、高い表示品位を実現できる。また、表示品位を高めるために、着色している（有色の）樹脂層を除去する工程を削減できる。また、樹脂層の材料の選択の幅が広がる。

【0102】

樹脂層の波長450nm以上700nm以下の範囲の光の透過率の平均値は、70%以上100%以下が好ましく、80%以上100%以下が好ましく、90%以上100%以下がより好ましい。

10

【0103】

本実施の形態では、樹脂層の耐熱温度以下の温度で、トランジスタ等を形成する。樹脂層の耐熱性は、例えば、加熱による重量減少率、具体的には5%重量減少温度等で評価できる。本実施の形態の剥離方法及び表示装置の作製方法では、工程中の最高温度を低くすることができる。例えば、本実施の形態では、樹脂層の5%重量減少温度を、200以上650以下、200以上500以下、200以上400以下、または200以上350以下とすることができる。そのため、材料の選択の幅が広がる。なお、樹脂層の5%重量減少温度は、650より高くてもよい。

【0104】

表示装置の構成例1

20

以下では、図1及び図2を用いて表示装置300Aについて説明する。

【0105】

図1は、表示装置300Aの斜視概略図である。表示装置300Aは、基板351と基板361とが貼り合わされた構成を有する。図1では、基板361を破線で明示している。

【0106】

表示装置300Aは、表示部362、回路364、配線365等を有する。図1では表示装置300AにIC（集積回路）373及びFPC372が実装されている例を示している。そのため、図1に示す構成は、表示装置300A、IC、及びFPCを有する表示モジュールということもできる。

【0107】

30

回路364としては、例えば走査線駆動回路を用いることができる。

【0108】

配線365は、表示部362及び回路364に信号及び電力を供給する機能を有する。当該信号及び電力は、FPC372を介して外部から、またはIC373から配線365に入力される。

【0109】

図1では、COG（Chip On Glass）方式またはCOF（Chip on Film）方式等により、基板351にIC373が設けられている例を示す。IC373は、例えば走査線駆動回路または信号線駆動回路などを有するICを適用できる。なお、表示装置100及び表示モジュールは、ICを設けない構成としてもよい。また、IC

40

【0110】

図1には、表示部362の一部の拡大図を示している。表示部362には、複数の表示素子が有する電極311bがマトリクス状に配置されている。電極311bは、可視光を反射する機能を有し、液晶素子180の反射電極として機能する。

【0111】

また、図1に示すように、電極311bは開口451を有する。さらに表示部362は、電極311bよりも基板351側に、発光素子170を有する。発光素子170からの光は、電極311bの開口451を介して基板361側に射出される。発光素子170の発光領域の面積と開口451の面積とは等しくてもよい。発光素子170の発光領域の面積

50

と開口451の面積のうち一方が他方よりも大きいと、位置ずれに対するマージンが大きくなるため好ましい。特に、開口451の面積は、発光素子170の発光領域の面積に比べて大きいことが好ましい。開口451を十分に大きくすることで、発光素子170からの光が電極311bによって遮られることを抑制し、発光素子170の発光が無駄になることを抑制できる。

【0112】

図2に、図1で示した表示装置300Aの、FPC372を含む領域の一部、回路364を含む領域の一部、及び表示部362を含む領域の一部をそれぞれ切断したときの断面の一例を示す。

【0113】

図2に示す表示装置300Aは、基板351と基板361の間に、トランジスタ201、トランジスタ203、トランジスタ205、トランジスタ206、液晶素子180、発光素子170、絶縁層220、着色層131、着色層134等を有する。基板361と絶縁層220は接着層141を介して接着されている。基板351と絶縁層220は接着層142を介して接着されている。

【0114】

基板361には、着色層131、遮光層132、絶縁層121、及び液晶素子180の共通電極として機能する電極113、配向膜133b、絶縁層117等が設けられている。基板361の外側の面には、偏光板135を有する。絶縁層121は、平坦化層としての機能を有していてもよい。絶縁層121により、電極113の表面を概略平坦にできるため、液晶層112の配向状態を均一にできる。絶縁層117は、液晶素子180のセルギャップを保持するためのスペーサとして機能する。絶縁層117が可視光を透過する場合は、絶縁層117を液晶素子180の表示領域と重ねて配置してもよい。

【0115】

液晶素子180は反射型の液晶素子である。液晶素子180は、画素電極として機能する電極311a及び電極311bと、液晶層112と、電極113とが積層された積層構造を有する。電極311aの基板351側に接して、可視光を反射する電極311bが設けられている。電極311bは開口451を有する。電極311a及び電極113は可視光を透過する。液晶層112と電極311aの間に配向膜133aが設けられている。液晶層112と電極113の間に配向膜133bが設けられている。

【0116】

液晶素子180において、電極311bは可視光を反射する機能を有し、電極113は可視光を透過する機能を有する。基板361側から入射した光は、偏光板135により偏光され、電極113、液晶層112を透過し、電極311bで反射する。そして液晶層112及び電極113を再度透過して、偏光板135に達する。このとき、電極311bと電極113の間に与える電圧によって液晶の配向を制御し、光の光学変調を制御することができる。すなわち、偏光板135を介して射出される光の強度を制御することができる。また光は着色層131によって特定の波長領域以外の光が吸収されることにより、取り出される光は、例えば赤色を呈する光となる。

【0117】

図2に示すように、開口451には可視光を透過する電極311aが設けられていることが好ましい。これにより、開口451と重なる領域においてもそれ以外の領域と同様に液晶層112が配向するため、これらの領域の境界部で液晶の配向不良が生じ、意図しない光が漏れてしまうことを抑制できる。

【0118】

接続部207において、電極311bは、導電層221bを介して、トランジスタ206が有する導電層222aと電氣的に接続されている。トランジスタ206は、液晶素子180の駆動を制御する機能を有する。

【0119】

接着層141が設けられる一部の領域には、接続部252が設けられている。接続部25

10

20

30

40

50

2において、電極311aと同一の導電膜を加工して得られた電極311eと、電極113の一部が、接続部243により電氣的に接続されている。したがって、基板361側に形成された電極113に、基板351側に接続されたFPC372から入力される信号または電位を、接続部252を介して供給することができる。

【0120】

発光素子170は、ボトムエミッション型の発光素子である。発光素子170は、絶縁層220側から画素電極として機能する電極191、EL層192、及び共通電極として機能する電極193の順に積層された積層構造を有する。電極191は、絶縁層214に設けられた開口を介して、トランジスタ205が有する導電層222aと接続されている。トランジスタ205は、発光素子170の駆動を制御する機能を有する。絶縁層216が電極191の端部を覆っている。電極193は可視光を反射する材料を含み、電極191は可視光を透過する材料を含む。電極193を覆って絶縁層194が設けられている。発光素子170が発する光は、着色層134、絶縁層220、開口451、電極311a等を介して、基板361側に射出される。

10

【0121】

液晶素子180及び発光素子170は、画素によって着色層の色を変えることで、様々な色を呈することができる。表示装置300Aは、液晶素子180及び着色層を用いて、カラー表示を行うことができる。表示装置300Aは、発光素子170及び着色層を用いて、カラー表示を行うことができる。

20

【0122】

カラー表示を実現するために、発光素子170及び液晶素子180と組み合わせる着色層の色は、赤、緑、青の組み合わせだけでなく、黄、シアン、マゼンダの組み合わせであってもよい。例えば、発光素子170と組み合わせる着色層の色を赤、緑、青とし、液晶素子180と組み合わせる着色層の色をシアン、マゼンダ、黄としてもよい。組み合わせる着色層の色は、目的または用途などに応じて適宜設定すればよい。発光素子170と組み合わせる着色層と液晶素子180と組み合わせる着色層とがそれぞれ異なる色である場合、着色層131と発光素子170の発光領域が重ならないよう、着色層131に開口を設けることが好ましい。また、液晶素子180を用いて白黒表示またはグレースケールでの表示を行う場合、着色層131を形成しなくてもよい。

30

【0123】

トランジスタ201、トランジスタ203、トランジスタ205、及びトランジスタ206は、いずれも絶縁層220の基板351側の面上に形成されている。これらのトランジスタは、同一の工程を用いて作製することができる。

【0124】

液晶素子180と電氣的に接続される回路は、発光素子170と電氣的に接続される回路と同一面上に形成されることが好ましい。これにより、2つの回路を別々の面上に形成する場合に比べて、表示装置の厚さを薄くすることができる。また、2つのトランジスタを同一の工程で作製できるため、2つのトランジスタを別々の面上に形成する場合に比べて、作製工程を簡略化することができる。

40

【0125】

液晶素子180の画素電極は、トランジスタが有するゲート絶縁層を挟んで、発光素子170の画素電極とは反対に位置する。

【0126】

ここで、チャネル形成領域に金属酸化物を有し、オフ電流が極めて低いトランジスタ206を適用した場合や、トランジスタ206と電氣的に接続される記憶素子を適用した場合などでは、液晶素子180を用いて静止画を表示する際に画素への書き込み動作を停止しても、階調を維持させることが可能となる。すなわち、フレームレートを極めて小さくしても表示を保つことができる。本発明の一態様では、フレームレートを極めて小さくでき、消費電力の低い駆動を行うことができる。

【0127】

50

トランジスタ 203 は、画素の選択、非選択状態を制御するトランジスタ（スイッチングトランジスタまたは選択トランジスタともいう）である。トランジスタ 205 は、発光素子 170 に流れる電流を制御するトランジスタ（駆動トランジスタともいう）である。

【0128】

絶縁層 220 の基板 351 側には、絶縁層 211、絶縁層 212、絶縁層 213、絶縁層 214 等の絶縁層が設けられている。絶縁層 211 は、その一部が各トランジスタのゲート絶縁層として機能する。絶縁層 212 は、トランジスタ 206 等を覆って設けられる。絶縁層 213 は、トランジスタ 205 等を覆って設けられている。絶縁層 214 は、平坦化層としての機能を有する。なお、トランジスタを覆う絶縁層の数は限定されず、単層であっても 2 層以上であってもよい。

10

【0129】

各トランジスタを覆う絶縁層の少なくとも一層に、水や水素などの不純物が拡散しにくい材料を用いることが好ましい。これにより、絶縁層をバリア膜として機能させることができる。このような構成とすることで、トランジスタに対して外部から不純物が拡散することを効果的に抑制することが可能となり、信頼性の高い表示装置を実現できる。

【0130】

トランジスタ 201、トランジスタ 203、トランジスタ 205、及びトランジスタ 206 は、ゲートとして機能する導電層 221a、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 211、ソース及びドレインとして機能する導電層 222a 及び導電層 222b、並びに、半導体層 231 を有する。ここでは、同一の導電膜を加工して得られる複数の層に、同じハッチングパターンを付している。

20

【0131】

トランジスタ 201 及びトランジスタ 205 は、トランジスタ 203 及びトランジスタ 206 の構成に加えて、ゲートとして機能する導電層 223 を有する。

【0132】

トランジスタ 201 及びトランジスタ 205 には、チャンネルが形成される半導体層を 2 つのゲートで挟持する構成が適用されている。このような構成とすることで、トランジスタの閾値電圧を制御することができる。2 つのゲートを接続し、これらに同一の信号を供給することによりトランジスタを駆動してもよい。このようなトランジスタは他のトランジスタと比較して電界効果移動度を高めることが可能であり、オン電流を増大させることができる。その結果、高速駆動が可能な回路を作製することができる。さらには、回路部の占有面積を縮小することが可能となる。オン電流の大きなトランジスタを適用することで、表示装置を大型化、または高精細化したときに配線数が増大したとしても、各配線における信号遅延を低減することが可能であり、表示ムラを抑制することができる。

30

【0133】

または、2 つのゲートのうち、一方に閾値電圧を制御するための電位を与え、他方に駆動のための電位を与えることで、トランジスタの閾値電圧を制御することができる。

【0134】

表示装置が有するトランジスタの構造に限定はない。回路 364 が有するトランジスタと、表示部 362 が有するトランジスタは、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 364 が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2 種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。同様に、表示部 362 が有する複数のトランジスタは、全て同じ構造であってもよく、2 種類以上の構造が組み合わせて用いられていてもよい。

40

【0135】

導電層 223 には、酸化物を含む導電性材料を用いることが好ましい。導電層 223 を構成する導電膜の成膜時に、酸素を含む雰囲気下で成膜することで、絶縁層 212 に酸素を供給することができる。成膜ガス中の酸素ガスの割合を 90% 以上 100% 以下の範囲とすることが好ましい。絶縁層 212 に供給された酸素は、後の熱処理により半導体層 231 に供給され、半導体層 231 中の酸素欠損の低減を図ることができる。

50

【0136】

特に、導電層223には、低抵抗化された金属酸化物を用いることが好ましい。このとき、絶縁層213に水素を放出する絶縁膜、例えば窒化シリコン膜等を用いることが好ましい。絶縁層213の成膜中、またはその後の熱処理によって導電層223中に水素が供給され、導電層223の電気抵抗を効果的に低減することができる。

【0137】

絶縁層213に接して着色層134が設けられている。着色層134は、絶縁層214に覆われている。

【0138】

基板351の基板361と重ならない領域には、接続部204が設けられている。接続部204では、配線365が接続層242を介してFPC372と電氣的に接続されている。接続部204は接続部207と同様の構成を有している。接続部204の上面は、電極311aと同一の導電膜を加工して得られた電極311cが露出している。これにより、接続部204とFPC372とを接続層242を介して電氣的に接続することができる。

10

【0139】

接続層242としては、様々な異方性導電フィルム(ACF: Anisotropic Conductive Film)及び異方性導電ペースト(ACP: Anisotropic Conductive Paste)等を用いることができる。

【0140】

液晶素子180は反射型の液晶素子である。よって、偏光板135として円偏光板を用いる。円偏光板としては、例えば直線偏光板と1/4波長位相差板を積層したものをを用いることができる。また、偏光板の種類に応じて、液晶素子180に用いる液晶素子のセルギャップ、配向、駆動電圧等を調整することで、所望のコントラストが実現されるようにされる。また、目的、用途、素子構成などによっては、円偏光板に代えて直線偏光板を用いてもよい。

20

【0141】

基板351及び基板361には、それぞれ、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、有機樹脂などを用いることができる。基板351及び基板361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ることができる。

【0142】

表示装置を構成する基板の厚さは、それぞれ、十分に薄いことが好ましい。基板には、例えば、厚さ0.1mm以上0.5mm未満、好ましくは0.1mm以上0.3mm以下のガラス基板、厚さ1 μ m以上200 μ m以下の樹脂基板などを適用することが好ましい。基板の厚さを薄くすることで、表示装置の薄型化及び軽量化が可能となる。また、表示面側の基板の厚さを薄くすることで、画像のボケを低減し、画像を鮮明に表示することができる。

30

【0143】

液晶素子180は、例えば、ゲスト・ホスト液晶モードを用いて駆動することが好ましい。ゲスト・ホスト液晶モードを用いる場合、偏光板を用いなくてよい。偏光板による光の吸収を低減できるため、光取り出し効率を高め、表示装置の表示を明るくすることができる。

40

【0144】

液晶材料は、二色性色素を有することが好ましい。なお、二色性色素を含む液晶材料をゲスト・ホスト液晶という。ゲスト・ホスト液晶は、具体的には、分子の長軸方向に大きな吸光度を有し、長軸方向と直交する短軸方向に小さな吸光度を有する材料を、二色性色素に用いることができる。好ましくは、10以上の二色性比を有する材料を二色性色素に用いることができ、より好ましくは、20以上の二色性比を有する材料を二色性色素に用いることができる。

【0145】

例えば、アゾ系色素、アントラキノン系色素、ジオキサジン系色素等を、二色性色素に用

50

いることができる。または、ホモジニアス配向した二色性色素を含む二層の液晶層を、配向方向が互いに直交するように重ねた構造を、液晶材料を含む層に用いることができる。これにより、全方位について光を吸収しやすくすることができる。または、コントラストを高めることができる。

【0146】

また、相転移型ゲスト・ホスト液晶や、ゲスト・ホスト液晶を含む液滴を高分子に分散した構造を、液晶材料に用いてもよい。

【0147】

液晶素子180は、ゲスト・ホスト液晶モードに限定されず、TN (Twisted Nematic) モード、OCB (Optically Compensated Birefringence) モード、垂直配向 (VA) モードなどの駆動方法を用いて駆動してもよい。

10

【0148】

垂直配向モードとしては、MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) モード、PVA (Patterned Vertical Alignment) モード、ASV (Advanced Super View) モードなどを用いることができる。

【0149】

液晶素子180には、その他、様々なモードが適用された液晶素子を用いることができる。例えばIPS (In-Plane-Switching) モード、VA-IPSモード、FFS (Fringe Field Switching) モード、ASM (Axially Symmetric aligned Micro-cell) モード、FLC (Ferroelectric Liquid Crystal) モード、AFLC (AntiFerroelectric Liquid Crystal) モード、STN (Super Twisted Nematic) モード、TBA (Transverse Bend Alignment) モード、ECB (Electrically Controlled Birefringence) モード等が適用された液晶素子を用いることができる。

20

【0150】

液晶素子は、液晶の光学的変調作用によって光の透過または非透過を制御する素子である。液晶の光学的変調作用は、液晶にかかる電界（横方向の電界、縦方向の電界または斜め方向の電界を含む）によって制御される。液晶素子に用いる液晶としては、サーモトロピック液晶、低分子液晶、高分子液晶、高分子分散型液晶 (PDLC: Polymer Dispersed Liquid Crystal)、高分子ネットワーク型液晶 (PNLC: Polymer Network Liquid Crystal)、強誘電性液晶、反強誘電性液晶等を用いることができる。これらの液晶材料は、条件により、コレステリック相、スメクチック相、キュービック相、カイラルネマチック相、等方相を示す。

30

【0151】

液晶材料としては、ポジ型の液晶またはネガ型の液晶のいずれを用いてもよく、適用するモードや設計に応じて最適な液晶材料を用いればよい。

40

【0152】

液晶の配向を制御するため、配向膜を設けることができる。なお、横電界方式を採用する場合、配向膜を用いないブルー相を示す液晶を用いてもよい。ブルー相は液晶相の一つであり、コレステリック液晶を昇温していくと、コレステリック相から等方相へ転移する直前に発現する相である。ブルー相は狭い温度範囲でしか発現しないため、温度範囲を改善するために数重量%以上のカイラル剤を混合させた液晶組成物を液晶に用いる。ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、応答速度が短く、光学的等方性である。また、ブルー相を示す液晶とカイラル剤とを含む液晶組成物は、配向処理が不要であり、視野角依存性が小さい。また配向膜を設けなくてもよいのでラビング処理も不要となるた

50

め、ラビング処理によって引き起こされる静電破壊を防止することができ、作製工程中の液晶表示装置の不良や破損を軽減することができる。

【0153】

偏光板135よりも外側に、フロントライトを設けてもよい。フロントライトとしては、エッジライト型のフロントライトを用いることが好ましい。LEDを備えるフロントライトを用いると、消費電力を低減できるため好ましい。

【0154】

ここでは、発光素子170として、ボトムエミッション型の発光素子を作製する例を示したが、本発明の一態様はこれに限られない。

【0155】

発光素子170は、トップエミッション型、ボトムエミッション型、デュアルエミッション型のいずれであってもよい。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。

【0156】

EL層192は少なくとも発光層を有する。EL層192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、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。また、EL層192は、量子ドットなどの無機化合物を有していてもよい。

【0157】

カラー表示を実現する方法としては、発光色が白色の発光素子170と着色層を組み合わせる方法と、副画素毎に発光色の異なる発光素子170を設ける方法がある。前者の方法は後者の方法よりも生産性が高い。一方、後者の方法では副画素毎にEL層192を作り分ける必要があるため、前者の方法よりも生産性が劣る。ただし、後者の方法では、前者の方法よりも色純度の高い発光色を得ることができる。また、発光素子170にマイクロキャビティ構造を付与することにより色純度を高めることができる。

【0158】

表示装置の作製方法例1

以下では、図3～図11を用いて、表示装置300Aの作製方法について説明する。

【0159】

なお、表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、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：Pulse Laser Deposition）法、原子層成膜（ALD：Atomic Layer Deposition）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）法や、熱CVD法でもよい。熱CVD法の例として、有機金属化学気相堆積（MOCVD：Metal Organic CVD）法を使ってもよい。

【0160】

表示装置を構成する薄膜（絶縁膜、半導体膜、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。

【0161】

表示装置を構成する薄膜を加工する際には、リソグラフィ法等を用いて加工することができる。または、遮蔽マスクを用いた成膜方法により、島状の薄膜を形成してもよい。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。フォトリソグラフィ法としては、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と、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と、

10

20

30

40

50

がある。

【0162】

リソグラフィ法において光を用いる場合、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、紫外線や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、極端紫外光(EUV: Extreme Ultra-violet)や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。

10

【0163】

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

【0164】

[ステップS1: 作製基板14を準備する]

まず、作製基板14を準備する(図3及び図4(A))。

【0165】

作製基板14は、搬送が容易となる程度に剛性を有し、かつ作製工程にかかる温度に対して耐熱性を有する。作製基板14に用いることができる材料としては、例えば、ガラス、石英、セラミック、サファイヤ、樹脂、半導体、金属または合金などが挙げられる。ガラスとしては、例えば、無アルカリガラス、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

20

【0166】

作製基板14の厚さは、例えば、0.5mm以上1mm以下であり、具体的には0.5mmや0.7mmが挙げられる。

【0167】

[ステップS2: 金属酸化物層20を形成する]

次に、作製基板14上に、金属酸化物層20を形成する(図3及び図4(B1))。または、作製基板14上に、金属層19と金属酸化物層20とを積層する(図4(B2))。

30

【0168】

金属層19には、各種金属や合金等を用いることができる。

【0169】

金属酸化物層20には、各種金属の酸化物を用いることができる。金属酸化物としては、例えば、酸化チタン(TiO_x)、酸化モリブデン、酸化アルミニウム、酸化タングステン、シリコンを含むインジウム錫酸化物(ITSO)、インジウム亜鉛酸化物、In-Ga-Zn酸化物等が挙げられる。

【0170】

そのほか、金属酸化物としては、酸化インジウム、チタンを含むインジウム酸化物、タングステンを含むインジウム酸化物、インジウム錫酸化物(ITO)、チタンを含むITO、タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛(ZnO)、ガリウムを含む ZnO 、酸化ハフニウム、酸化イットリウム、酸化ジルコニウム、酸化ガリウム、酸化タンタル、酸化マグネシウム、酸化ランタン、酸化セリウム、酸化ネオジム、酸化スズ、酸化ビスマス、チタン酸塩、タンタル酸塩、ニオブ酸塩等が挙げられる。

40

【0171】

金属酸化物層20の形成方法に特に限定は無い。例えば、スパッタリング法、プラズマCVD法、蒸着法、ゾルゲル法、電気泳動法、スプレー法等を用いて形成することができる。

【0172】

金属層を成膜した後に、当該金属層に酸素を導入することで、金属酸化物層20を形成す

50

ることができる。このとき、金属層の表面のみ、または金属層全体を酸化させる。前者の場合、金属層に酸素を導入することで、金属層19と金属酸化物層20との積層構造が形成される(図4(B2))。

【0173】

例えば、酸素を含む雰囲気下で金属層を加熱することで、金属層を酸化させることができる。酸素を含むガスを流しながら金属層を加熱することが好ましい。金属層を加熱する温度は、100以上500以下が好ましく、100以上450以下がより好ましく、100以上400以下がより好ましく、100以上350以下がさらに好ましい。

【0174】

金属層は、トランジスタの作製における最高温度以下で加熱されることが好ましい。これにより、表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止できる。トランジスタの作製における最高温度以下とすることで、トランジスタの作製工程における製造装置などを流用することが可能となるため、追加の設備投資などを抑制することができる。したがって、生産コストが抑制された表示装置とすることができる。例えば、トランジスタの作製温度が350までである場合、加熱処理の温度は350以下とすることが好ましい。

【0175】

または、金属層の表面にラジカル処理を行うことで金属層を酸化させることができる。ラジカル処理では、酸素ラジカル及びヒドロキシラジカルのうち少なくとも一方を含む雰囲気に、金属層の表面を曝すことが好ましい。例えば、酸素または水蒸気(H_2O)のうち一方または双方を含む雰囲気でプラズマ処理を行うことが好ましい。

【0176】

金属酸化物層20の表面または内部に、水素、酸素、水素ラジカル(H^*)、酸素ラジカル(O^*)、ヒドロキシラジカル(OH^*)等を含ませることで、金属酸化物層20と樹脂層23との分離に要する力を低減できる。このことから、金属酸化物層20の形成に、ラジカル処理もしくはプラズマ処理を行うことは好適である。

【0177】

金属層の表面にラジカル処理もしくはプラズマ処理を行うことで金属層を酸化させる場合、金属層を高温で加熱する工程が不要となる。そのため、表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止できる。

【0178】

または、酸素雰囲気下で、金属酸化物層20を形成することができる。例えば、酸素を含むガスを流しながら、スパッタリング法を用いて金属酸化物膜を成膜することで、金属酸化物層20を形成できる。この場合も、金属酸化物層20の表面にラジカル処理を行うことが好ましい。ラジカル処理では、酸素ラジカル、水素ラジカル、及びヒドロキシラジカルのうち少なくとも1種を含む雰囲気に、金属酸化物層20の表面を曝すことが好ましい。例えば、酸素、水素、または水蒸気(H_2O)のうち一つまたは複数を含む雰囲気でプラズマ処理を行うことが好ましい。

【0179】

ラジカル処理は、プラズマ発生装置またはオゾン発生装置を用いて行うことができる。

【0180】

例えば、酸素プラズマ処理、水素プラズマ処理、水プラズマ処理、オゾン処理等を行うことができる。酸素プラズマ処理は、酸素を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。水素プラズマ処理は、水素を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。水プラズマ処理は、水蒸気(H_2O)を含む雰囲気下でプラズマを生成して行うことができる。特に水プラズマ処理を行うことで、金属酸化物層20の表面または内部に水分を多く含ませることができ好ましい。

【0181】

酸素、水素、水(水蒸気)、及び不活性ガス(代表的にはアルゴン)のうち2種以上を含

10

20

30

40

50

む雰囲気下でのプラズマ処理を行ってもよい。当該プラズマ処理としては、例えば、酸素と水素とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素と水とを含む雰囲気下でのプラズマ処理、水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、酸素とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理、または酸素と水とアルゴンとを含む雰囲気下でのプラズマ処理などが挙げられる。プラズマ処理のガスの一つとして、アルゴンガスを用いることで金属層または金属酸化物層 20 にダメージを与えながら、プラズマ処理を行うことが可能となるため好適である。

【0182】

2種以上のプラズマ処理を大気に暴露することなく連続で行ってもよい。例えば、アルゴンプラズマ処理を行った後に、水プラズマ処理を行ってもよい。

10

【0183】

そのほか、酸素、水素、水等の導入方法としては、イオン注入法、イオンドーピング法、プラズマイメージイオン注入法等を用いることができる。

【0184】

金属層 19 の厚さは、1 nm 以上 100 nm 以下が好ましく、1 nm 以上 50 nm 以下がより好ましく、1 nm 以上 20 nm 以下がより好ましい。

【0185】

金属酸化物層 20 の厚さは、例えば、1 nm 以上 200 nm 以下が好ましく、5 nm 以上 100 nm 以下がより好ましく、5 nm 以上 50 nm 以下がより好ましい。なお、金属層を用いて金属酸化物層 20 を形成する場合、最終的に形成される金属酸化物層 20 の厚さは、成膜した金属層の厚さよりも厚くなることがある。

20

【0186】

分離前または分離中に、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 との界面に水を含む液体を供給することで、分離に要する力を低減させることができる。

【0187】

金属酸化物層 20 は、表面張力が小さく、水を含む液体に対する濡れ性が高いことが好ましい。金属酸化物層 20 の表面全体に水を含む液体を行き渡らせ、分離界面に水を含む液体を容易に供給できる。金属酸化物層 20 全体に水が広がることで、均一な剥離ができる。

【0188】

金属酸化物層 20 と当該液体との接触角が小さいほど、液体供給による効果を高めることができる。具体的には、金属酸化物層 20 の水を含む液体との接触角は、0°より大きく 60°以下が好ましく、0°より大きく 50°以下がより好ましい。なお、水を含む液体に対する濡れ性が極めて高い場合（例えば接触角が約 20°以下の場合）には、接触角の正確な値の取得が困難なことがある。金属酸化物層 20 は、水を含む液体に対する濡れ性が高いほど好適であるため、上記接触角の正確な値が取得できないほど、水を含む液体に対する濡れ性が高くてもよい。

30

【0189】

金属酸化物層 20 には、酸化チタン、酸化タングステン等が好適である。酸化チタンを用いると、酸化タングステンよりもコストを低減でき、好ましい。

40

【0190】

[ステップ S3：樹脂層 23 を形成する]

次に、金属酸化物層 20 上に、第 1 の層 24 を形成する（図 4（C））。そして、第 1 の層 24 に対して加熱処理を行うことで、樹脂層 23 を形成する（図 3 及び図 4（D））。

【0191】

第 1 の層 24 は、各種樹脂材料（樹脂前駆体を含む）を用いて形成することができる。

【0192】

第 1 の層 24 は、熱硬化性を有する材料を用いて形成することが好ましい。

【0193】

第 1 の層 24 は、感光性を有する材料を用いて形成してもよく、感光性を有さない材料（

50

非感光性の材料ともいう)を用いて形成してもよい。

【0194】

感光性を有する材料を用いると、フォトリソグラフィ法により、第1の層24の一部を除去し、所望の形状の樹脂層23を形成することができる。具体的には、第1の層24を成膜した後、溶媒を除去するための熱処理(プリバーク処理)を行い、その後フォトマスクを用いて露光を行う。続いて、現像処理を施すことで、不要な部分を除去することができる。

【0195】

また、第1の層24または樹脂層23上にレジストマスク、ハードマスク等のマスクを形成し、エッチングすることで、所望の形状の樹脂層23を形成することができる。この方法は、非感光性の材料を用いる場合に特に好適である。

10

【0196】

例えば、樹脂層23上に無機膜を形成し、無機膜上にレジストマスクを形成する。レジストマスクを用いて、無機膜をエッチングした後、無機膜をハードマスクに用いて、樹脂層23をエッチングすることができる。

【0197】

ハードマスクとして用いることができる無機膜としては、各種無機絶縁膜や、導電層に用いることができる金属膜及び合金膜などが挙げられる。

【0198】

マスクを極めて薄い厚さで形成し、エッチングと同時にマスクを除去することができること、マスクを除去する工程を削減でき、好ましい。

20

【0199】

第1の層24は、ポリイミド樹脂またはポリイミド樹脂前駆体を含む材料を用いて形成されることが好ましい。第1の層24は、例えば、ポリイミド樹脂と溶媒を含む材料、またはポリアミック酸と溶媒を含む材料等を用いて形成できる。ポリイミドは、表示装置の平坦化膜等に好適に用いられる材料であるため、成膜装置や材料を共有することができる。そのため本発明の一態様の構成を実現するために新たな装置や材料を必要としない。

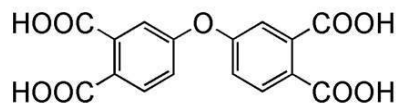
【0200】

具体的には、樹脂層23は、構造式(100)で表される化合物(オキシジフタル酸)の残基を有することが好ましい。

30

【0201】

【化2】



(100)

【0202】

樹脂層23には、オキシジフタル酸またはオキシジフタル酸誘導体を含む酸成分と、芳香族アミンまたは芳香族アミン誘導体を含むアミン成分と、を用いて得られるポリイミド樹脂が好適である。オキシジフタル酸誘導体としては、例えば、オキシジフタル酸無水物が挙げられる。

40

【0203】

そのほか、第1の層24の形成に用いることができる樹脂材料としては、例えば、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミドアミド樹脂、シロキサン樹脂、ベンゾシクロブテン系樹脂、フェノール樹脂、及びこれら樹脂の前駆体等が挙げられる。

【0204】

第1の層24は、スピンコータを用いて形成することが好ましい。スピンコート法を用いることで、大判基板に薄い膜を均一に形成することができる。

50

【0205】

第1の層24は、粘度が5cP以上500cP未満、好ましくは5cP以上100cP未満、より好ましくは10cP以上50cP以下の溶液を用いて形成することが好ましい。溶液の粘度が低いほど、塗布が容易となる。また、溶液の粘度が低いほど、気泡の混入を抑制でき、良質な膜を形成できる。

【0206】

そのほか、第1の層24の形成方法としては、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、ナイフコート等が挙げられる。

【0207】

加熱処理は、例えば、加熱装置のチャンバーの内部に、酸素、窒素、及び希ガス（アルゴンなど）のうち一つまたは複数を含むガスを流しながら行うことができる。または、加熱処理は、大気雰囲気下で加熱装置のチャンバー、ホットプレート等を用いて行うことができる。

【0208】

大気雰囲気下や酸素を含むガスを流しながら加熱を行うと、樹脂層23が酸化により着色し、可視光に対する透過性が低下することがある。

【0209】

そのため、窒素ガスを流しながら、加熱を行うことが好ましい。これにより、樹脂層23の可視光に対する透過性を高めることができる。

【0210】

加熱処理により、樹脂層23中の脱ガス成分（例えば、水素、水等）を低減することができる。特に、樹脂層23上に形成する各層の作製温度以上の温度で加熱することが好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、樹脂層23からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

【0211】

例えば、トランジスタの作製温度が350℃までである場合、樹脂層23となる膜を350℃以上450℃以下で加熱することが好ましく、400℃以下がより好ましく、375℃以下がさらに好ましい。これにより、トランジスタの作製工程における、樹脂層23からの脱ガスを大幅に抑制することができる。

【0212】

加熱処理の温度は、トランジスタの作製における最高温度以下とすることが好ましい。トランジスタの作製における最高温度以下とすることで、トランジスタの作製工程における製造装置などを流用することが可能となるため、追加の設備投資などを抑制することができる。したがって、生産コストが抑制された表示装置とすることができ。例えば、トランジスタの作製温度が350℃までである場合、加熱処理の温度は350℃以下とすることが好ましい。

【0213】

トランジスタの作製における最高温度と、加熱処理の温度を等しくすると、加熱処理を行うことで表示装置の作製における最高温度が高くなることを防止でき、かつ樹脂層23の脱ガス成分を低減できるため、好ましい。

【0214】

処理時間を長くすることで、加熱温度が比較的低い場合であっても、加熱温度がより高い条件の場合と同等の剥離性を実現できる場合がある。そのため、加熱装置の構成により加熱温度を高められない場合には、処理時間を長くすることが好ましい。

【0215】

加熱処理の時間は、例えば、5分以上24時間以下が好ましく、30分以上12時間以下がより好ましく、1時間以上6時間以下がさらに好ましい。なお、加熱処理の時間はこれに限定されない。例えば、加熱処理を、RTA（Rapid Thermal Annealing）法を用いて行う場合などは、5分未満としてもよい。

10

20

30

40

50

【0216】

加熱装置としては、電気炉や、抵抗発熱体などの発熱体からの熱伝導または熱輻射によって被処理物を加熱する装置等、様々な装置を用いることができる。例えば、GRTA (Gas Rapid Thermal Anneal) 装置、LRTA (Lamp Rapid Thermal Anneal) 装置等のRTA装置を用いることができる。LRTA装置は、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンアークランプ、カーボンアークランプ、高圧ナトリウムランプ、高圧水銀ランプなどのランプから発する光(電磁波)の輻射により、被処理物を加熱する装置である。GRTA装置は、高温のガスを用いて加熱処理を行う装置である。RTA装置を用いることによって、処理時間が短縮することができるので、量産する上で好ましい。また、加熱処理はインライン型の加熱装置を用いて行ってもよい。

10

【0217】

なお、加熱処理により、樹脂層23の厚さは、第1の層24の厚さから変化する場合がある。例えば、第1の層24に含まれていた溶媒が除去されることや、硬化が進行し密度が増大することにより、体積が減少し、第1の層24よりも樹脂層23が薄くなる場合がある。

【0218】

加熱処理を行う前に、第1の層24に含まれる溶媒を除去するための熱処理(プリベーク処理ともいう)を行ってもよい。プリベーク処理の温度は用いる材料に応じて適宜決定することができる。例えば、50以上180以下、80以上150以下、または90以上120以下で行うことができる。または、加熱処理がプリベーク処理を兼ねてもよく、加熱処理によって、第1の層24に含まれる溶媒を除去してもよい。

20

【0219】

樹脂層23は、可撓性を有する。作製基板14は、樹脂層23よりも可撓性が低い。

【0220】

樹脂層23の厚さは、0.01 μm 以上10 μm 未満であることが好ましく、0.1 μm 以上5 μm 以下であることがより好ましく、0.5 μm 以上3 μm 以下であることがさらに好ましい。樹脂層を薄く形成することで、低コストで表示装置を作製できる。また、表示装置の軽量化及び薄型化が可能となる。また、表示装置の可撓性を高めることができる。低粘度の溶液を用いることで、樹脂層23を薄く形成することが容易となる。ただし、これに限定されず、樹脂層23の厚さは、10 μm 以上としてもよい。例えば、樹脂層23の厚さを10 μm 以上200 μm 以下としてもよい。樹脂層23の厚さを10 μm 以上とすることで、表示装置の剛性を高めることができるため好適である。

30

【0221】

樹脂層23の熱膨張係数は、0.1ppm/以上50ppm/以下であることが好ましく、0.1ppm/以上20ppm/以下であることがより好ましく、0.1ppm/以上10ppm/以下であることがさらに好ましい。樹脂層23の熱膨張係数が低いほど、加熱により、トランジスタ等を構成する層にクラックが生じることや、トランジスタ等が破損することを抑制できる。

【0222】

[ステップS4:トランジスタを形成する]

次に、樹脂層23上に、トランジスタを含む被剥離層を形成する。

40

【0223】

被剥離層として、例えば、絶縁層、機能素子(トランジスタ、表示素子など)を設けることができる。

【0224】

被剥離層は、樹脂層23の耐熱温度以下で形成する。上記加熱処理の温度より低い温度で形成することが好ましい。

【0225】

樹脂層23上に絶縁層31を形成することが好ましい(図4(E))。

50

【0226】

絶縁層31は、樹脂層23に含まれる不純物が、後に形成するトランジスタや表示素子に拡散することを防ぐバリア層として用いることができる。例えば、絶縁層31は、樹脂層23を加熱した際に、樹脂層23に含まれる水分等がトランジスタや表示素子に拡散することを防ぐことが好ましい。そのため、絶縁層31は、バリア性が高いことが好ましい。

【0227】

絶縁層31としては、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を用いることができる。絶縁層31は、単層または積層で形成することができる。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などが挙げられる。特に、樹脂層23上に窒化シリコン膜を形成し、窒化シリコン膜上に酸化シリコン膜を形成することが好ましい。

【0228】

なお、本明細書等において「酸化窒化シリコン」とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いものをいう。また、本明細書等において、「窒化酸化シリコン」とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものをいう。

【0229】

無機絶縁膜は、成膜温度が高いほど緻密でバリア性の高い膜となるため、高温で形成することが好ましい。絶縁層31の成膜時の基板温度は、室温(25)以上350以下が好ましく、100以上300以下がさらに好ましい。

【0230】

絶縁層31を設けず、樹脂層23上に直接、機能素子を形成してもよい。

【0231】

次に、絶縁層31上に電極311a、電極311c、及び電極311eを形成する(図5(A))。そして、電極311a上に電極311bを、電極311c上に電極311dを、電極311e上に電極311fを形成する。電極311bは、電極311a上に開口451を有する。電極311aは、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。電極311bは、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。

【0232】

表示装置が有する電極及び導電層は、それぞれ、導電膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該導電膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。

【0233】

表示装置が有する電極及び導電層には、それぞれ、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、もしくはタングステン等の金属、またはこれを主成分とする合金を単層構造または積層構造として用いることができる。または、酸化インジウム、インジウム錫酸化物(ITO)、タングステンを含むインジウム酸化物、タングステンを含むインジウム亜鉛酸化物、チタンを含むインジウム酸化物、チタンを含むITO、インジウム亜鉛酸化物、酸化亜鉛(ZnO)、ガリウムを含むZnO、またはシリコンを含むITO等の透光性を有する導電性材料を用いてもよい。また、不純物元素を含有させる等して低抵抗化させた、多結晶シリコンもしくは酸化物半導体等の半導体、またはニッケルシリサイド等のシリサイドを用いてもよい。また、グラフェンを含む膜を用いることもできる。グラフェンを含む膜は、例えば膜状に形成された酸化グラフェンを含む膜を還元して形成することができる。また、不純物元素を含有させた酸化物半導体等の半導体を用いてもよい。または、銀、カーボン、もしくは銅等の導電性ペースト、またはポリチオフェン等の導電性ポリマーを用いて形成してもよい。導電性ペーストは、安価であり、好ましい。導電性ポリマーは、塗布しやすく、好ましい。

【0234】

次に、絶縁層220を形成する(図5(A))。そして、絶縁層220に電極311bに達する開口及び電極311dに達する開口を設ける。

【0235】

絶縁層220としては、絶縁層31に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。また、アクリル、エポキシなどの樹脂を用いてもよい。

【0236】

次に、絶縁層220上に、トランジスタ201、トランジスタ203、トランジスタ205、及びトランジスタ206を形成する(図3及び図5(A))。また、絶縁層220上には、接続部204及び接続部207も形成する(図5(A))。

10

【0237】

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としてもよいし、スタガ型のトランジスタとしてもよいし、逆スタガ型のトランジスタとしてもよい。また、トップゲート構造またはボトムゲート構造のいずれのトランジスタ構造としてもよい。または、チャンネルの上下にゲート電極が設けられていてもよい。

【0238】

トランジスタに用いる半導体材料は特に限定されず、例えば、第14族の元素、化合物半導体または酸化物半導体を半導体層に用いることができる。代表的には、シリコンを含む半導体、ガリウムヒ素を含む半導体、またはインジウムを含む酸化物半導体等を適用できる。

20

【0239】

ここでは、半導体層231として金属酸化物層を有する、ボトムゲート構造のトランジスタを作製する場合を示す。金属酸化物は、酸化物半導体として機能することができる。

【0240】

本実施の形態において、トランジスタの半導体には、酸化物半導体を用いる。シリコンよりもバンドギャップが広く、且つキャリア密度の小さい半導体材料を用いると、トランジスタのオフ状態における電流を低減できるため好ましい。

【0241】

トランジスタ203及びトランジスタ206において、導電層221aの一部はゲートとして機能し、絶縁層211の一部はゲート絶縁層として機能し、導電層222aの一部は、ソースまたはドレインの一方として機能し、導電層222bの一部は、ソースまたはドレインの他方として機能する。トランジスタ201及びトランジスタ205は、トランジスタ203及びトランジスタ206の構成に導電層223及び絶縁層212を追加した構成であり、2つのゲートを有する。トランジスタ201及びトランジスタ205において、導電層221aの一部及び導電層223の一部はゲートとして機能し、絶縁層211の一部及び絶縁層212の一部はゲート絶縁層として機能する。

30

【0242】

各トランジスタ及び各接続部の作製方法を具体的に説明する。

【0243】

まず、絶縁層220上に、導電層221a、導電層221b、及び導電層221cを形成する。ここで、絶縁層220の開口を介して、導電層221bと電極311bとが接続し、導電層221cと電極311dとが接続する。

40

【0244】

続いて、絶縁層211を形成する。絶縁層211としては、絶縁層31に用いることができる無機絶縁膜を用いることができる。

【0245】

続いて、半導体層231を形成する。本実施の形態では、半導体層231として、金属酸化物層を形成する。金属酸化物層は、金属酸化物膜を成膜した後、レジストマスクを形成し、当該金属酸化物膜をエッチングした後にレジストマスクを除去することで形成できる。

50

【0246】

金属酸化物膜の成膜時の基板温度は、350 以下が好ましく、室温以上200 以下がより好ましく、室温以上130 以下がさらに好ましい。

【0247】

金属酸化物膜は、不活性ガス及び酸素ガスのいずれか一方または双方を用いて成膜することができる。なお、金属酸化物膜の成膜時における酸素の流量比（酸素分圧）に、特に限定はない。ただし、電界効果移動度が高いトランジスタを得る場合においては、金属酸化物膜の成膜時における酸素の流量比（酸素分圧）は、0%以上30%以下が好ましく、5%以上30%以下がより好ましく、7%以上15%以下がさらに好ましい。

【0248】

金属酸化物膜は、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。

【0249】

金属酸化物は、エネルギーギャップが2 eV以上であることが好ましく、2.5 eV以上であることがより好ましく。3 eV以上であることがさらに好ましい。このように、エネルギーギャップの広い金属酸化物を用いることで、トランジスタのオフ電流を低減することができる。

【0250】

金属酸化物膜は、スパッタリング法により形成することができる。そのほか、PLD法、PECVD法、熱CVD法、ALD法、真空蒸着法などを用いてもよい。

【0251】

続いて、導電層222a、導電層222b、及び配線365を形成する。導電層222a及び導電層222bは、それぞれ、半導体層231と接続される。ここで、トランジスタ206が有する導電層222aは、導電層221bと電気的に接続される。これにより、接続部207では、電極311bと導電層222aを電気的に接続することができる。また、配線365は、導電層221cと電気的に接続される。これにより、接続部204では、配線365と電極311dを電気的に接続することができる。

【0252】

なお、導電層222a及び導電層222bの加工の際に、レジストマスクに覆われていない半導体層231の一部がエッチングにより薄膜化する場合がある。

【0253】

以上のようにして、トランジスタ203、トランジスタ206、接続部204、及び接続部207を作製できる。

【0254】

次に、トランジスタ206等を覆う絶縁層212を形成し、絶縁層212上に導電層223を形成する。

【0255】

絶縁層212は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。

【0256】

以上のようにして、トランジスタ201及びトランジスタ205を作製できる。

【0257】

次に、絶縁層213を形成する。絶縁層213は、絶縁層211と同様の方法により形成することができる。

【0258】

また、絶縁層212として、酸素を含む雰囲気下で成膜した酸化シリコン膜や酸化窒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。さらに、当該酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜上に、絶縁層213として、窒化シリコン膜などの酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層することが好ましい。酸素を含む雰囲気下で形成した酸化物絶縁膜は、加熱により多くの酸素を放出しやすい絶縁膜とすることができる。このような酸素を放出する酸化絶縁膜と、酸素を拡散、透過しにくい絶縁膜を積層した状態で、加熱処理を行う

10

20

30

40

50

ことにより、金属酸化物層に酸素を供給することができる。その結果、金属酸化物層中の酸素欠損、及び金属酸化物層と絶縁層 2 1 2 の界面の欠陥を修復し、欠陥準位を低減することができる。絶縁層 2 1 3 が酸素を拡散、透過しにくいと、放出された酸素が発光素子 1 7 0 に入り込みにくく、発光素子 1 7 0 の信頼性も高めることができる。これにより、極めて信頼性の高い表示装置を実現できる。

【 0 2 5 9 】

次に、絶縁層 2 1 3 上に、着色層 1 3 4 を形成し、その後、絶縁層 2 1 4 を形成する（図 5 (B) ）。着色層 1 3 4 は、電極 3 1 1 b の開口 4 5 1 と重なるように配置する。

【 0 2 6 0 】

着色層 1 3 4 は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工することができる。後に形成する E L 層 1 9 2 を画素毎に作り分ける場合など、着色層 1 3 4 が不要なときは、着色層 1 3 4 を設けなくてよい。

【 0 2 6 1 】

絶縁層 2 1 4 は、後に形成する表示素子の被形成面を有する層であるため、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層 2 1 4 は、絶縁層 2 2 0 に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。

【 0 2 6 2 】

次に、絶縁層 2 1 2 、絶縁層 2 1 3 、及び絶縁層 2 1 4 に、トランジスタ 2 0 5 が有する導電層 2 2 2 a に達する開口を形成する。

【 0 2 6 3 】

[ステップ S 5 : 発光素子 1 7 0 を形成する]

次に、発光素子 1 7 0 を形成する（図 3 及び図 5 (B) ）。発光素子 1 7 0 は、一部が画素電極として機能する電極 1 9 1 、E L 層 1 9 2 、及び一部が共通電極として機能する電極 1 9 3 が積層された構成を有する。

【 0 2 6 4 】

まず、電極 1 9 1 を形成する。ここで、トランジスタ 2 0 5 が有する導電層 2 2 2 a と電極 1 9 1 とが接続する。電極 1 9 1 は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

【 0 2 6 5 】

次に、電極 1 9 1 の端部を覆う絶縁層 2 1 6 を形成する。絶縁層 2 1 6 は、絶縁層 2 2 0 に用いることのできる樹脂または無機絶縁膜を援用できる。絶縁層 2 1 6 は、電極 1 9 1 と重なる部分に開口を有する。

【 0 2 6 6 】

次に、E L 層 1 9 2 及び電極 1 9 3 を形成する（図 5 (B) ）。電極 1 9 3 は、可視光を反射する導電材料を用いて形成する。

【 0 2 6 7 】

E L 層 1 9 2 は、蒸着法、塗布法、印刷法、吐出法などの方法で形成することができる。E L 層 1 9 2 を画素毎に作り分ける場合、メタルマスクなどのシャドウマスクを用いた蒸着法、またはインクジェット法等により形成することができる。E L 層 1 9 2 を画素毎に作り分けない場合には、メタルマスクを用いない蒸着法を用いることができる。

【 0 2 6 8 】

E L 層 1 9 2 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。

【 0 2 6 9 】

E L 層 1 9 2 の形成後に行う各工程は、E L 層 1 9 2 にかかる温度が、E L 層 1 9 2 の耐熱温度以下となるように行う。電極 1 9 3 は、蒸着法やスパッタリング法等を用いて形成することができる。

【 0 2 7 0 】

以上のようにして、発光素子 1 7 0 を形成することができる（図 3 及び図 5 (B) ）。発光素子 1 7 0 は、発光領域が着色層 1 3 4 及び電極 3 1 1 b の開口 4 5 1 と重なるように作製する。

10

20

30

40

50

【0271】

次に、電極193を覆って絶縁層194を形成する(図5(B))。絶縁層194は、発光素子170に水などの不純物が拡散することを抑制する保護層として機能する。発光素子170は、絶縁層194によって封止される。電極193を形成した後、大気に曝すことなく、絶縁層194を形成することが好ましい。

【0272】

絶縁層194は、絶縁層31に用いることのできる無機絶縁膜を適用することができる。

【0273】

絶縁層194の成膜時の基板温度は、EL層192の耐熱温度以下の温度であることが好ましい。絶縁層194は、ALD法やスパッタリング法等を用いて形成することができる。ALD法及びスパッタリング法は低温成膜が可能であるため好ましい。ALD法を用いると絶縁層194のカバレッジが良好となり好ましい。

10

【0274】

[ステップS6:発光素子170を封止する]

次に、発光素子170を封止する(図3及び図6)。具体的には、絶縁層194の表面に、接着層142を用いて基板351を貼り合わせる。

【0275】

接着層142には、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、嫌気型接着剤等の各種硬化型接着剤を用いることができる。また、接着シート等を用いてもよい。

20

【0276】

基板351には、例えば、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351には、ガラス、石英、樹脂、金属、合金、半導体等の各種材料を用いてもよい。基板351には、可撓性を有する程度の厚さのガラス、石英、樹脂、金属、合金、半導体等の各種材料を用いてもよい。

30

【0277】

[ステップS7:光を照射する・分離する]

次に、金属酸化物層20と樹脂層23とを分離する(図3、図7、及び図8)。これにより、作製基板14上に作製したトランジスタ、発光素子170等を、基板351に転置することができる。

【0278】

図7では、レーザー光55を照射する例を示す。レーザー光55は、例えば、図7においては、左側から右側に走査される線状レーザービームで、その長軸は、その走査方向及びその入射方向(上から下)に垂直である。レーザー装置において、作製基板14が上側にくるように積層体を配置する。積層体には、積層体(作製基板14)の上側からレーザー光55が照射される。

40

【0279】

レーザー光55は、作製基板14を介して金属酸化物層20と樹脂層23との界面またはその近傍に照射されることが好ましい。また、レーザー光55は、金属酸化物層20中に照射されてもよく、樹脂層23中に照射されてもよい。

【0280】

金属酸化物層20は、レーザー光55を吸収する。樹脂層23は、レーザー光55を吸収してもよい。

【0281】

50

作製基板 14 と金属酸化物層 20 の積層構造におけるレーザ光 55 の吸収率は、50%以上100%以下が好ましく、75%以上100%以下がより好ましく、80%以上100%以下がさらに好ましい。当該積層構造が、レーザ光 55 の大半を吸収することで、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 との界面で確実に剥離することが可能となる。また、樹脂層 23 が光から受けるダメージを低減できる。

【0282】

レーザ光 55 の照射により、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 の密着性もしくは接着性が低下する。レーザ光 55 の照射により、樹脂層 23 が脆弱化されることがある。

【0283】

レーザ光 55 としては、少なくともその一部が作製基板 14 を透過し、かつ金属酸化物層 20 に吸収される波長の光を選択して用いる。レーザ光 55 は、可視光線から紫外線の波長領域の光であることが好ましい。例えば波長が180nm以上450nm以下の光、好ましくは200nm以上400nm以下の光、より好ましくは波長が250nm以上350nm以下の光を用いることができる。

【0284】

レーザ光 55 は、金属酸化物層 20 のエネルギーギャップよりも高いエネルギーを有することが好ましい。例えば、酸化チタンのエネルギーギャップは、約3.2eVである。したがって、金属酸化物層 20 に酸化チタンを用いる場合、光は、3.2eVより高いエネルギーを有することが好ましい。

【0285】

特に、波長308nmのエキシマレーザを用いると、生産性に優れるため好ましい。エキシマレーザは、LTPSにおけるレーザ結晶化にも用いるため、既存のLTPS製造ラインの装置を流用することができ、新たな設備投資を必要としないため好ましい。波長308nmの光のエネルギーは、約4.0eVである。つまり、金属酸化物層 20 に酸化チタンを用いる場合、波長308nmのエキシマレーザは好適である。また、Nd:YAGレーザの第三高調波である波長355nmのUVレーザなどの固体UVレーザ(半導体UVレーザともいう)を用いてもよい。固体レーザはガスを用いないため、エキシマレーザに比べて、ランニングコストを低減でき、好ましい。また、ピコ秒レーザ等のパルスレーザを用いてもよい。

【0286】

レーザ光 55 として、線状のレーザ光を用いる場合には、作製基板 14 と光源とを相対的に移動させることでレーザ光 55 を走査し、剥離したい領域に亘ってレーザ光 55 を照射する。

【0287】

図8では、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 との界面で分離が生じる例を示す。金属酸化物層 20 と樹脂層 23 との密着性もしくは接着性が低下することで、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 との界面で分離が生じる。また、脆弱化された樹脂層 23 中で分離が生じる場合もある。

【0288】

ここで、分離時に、分離界面に水や水溶液など、水を含む液体を添加し、該液体が分離界面に浸透するように分離を行うことで、分離を容易に行うことができる。また、分離時に生じる静電気が、トランジスタなどの機能素子に悪影響を及ぼすこと(半導体素子が静電気により破壊されるなど)を抑制できる。

【0289】

供給する液体としては、水(好ましくは純水)、中性、アルカリ性、もしくは酸性の水溶液や、塩が溶けている水溶液が挙げられる。また、エタノール、アセトン等が挙げられる。また、各種有機溶剤を用いてもよい。

【0290】

分離界面に液体を供給した場合は、分離により露出した被剥離層の表面を乾燥してもよい。

10

20

30

40

50

【 0 2 9 1 】

分離前に、樹脂層 2 3 の一部を作製基板 1 4 から分離することで、分離の起点を形成してもよい。例えば、作製基板 1 4 と樹脂層 2 3 との間に、刃物などの鋭利な形状の器具を差し込むことで分離の起点を形成してもよい。または、基板 3 5 1 側から鋭利な形状の器具で樹脂層 2 3 を切り込み、分離の起点を形成してもよい。または、レーザアブレーション法等のレーザを用いた方法で、分離の起点を形成してもよい。

【 0 2 9 2 】

[ステップ S 8 - 1 : 樹脂層 2 3 を除去するか判断する]

分離後、樹脂層 2 3 を除去する場合は、ステップ S 8 - 2 に進む。樹脂層 2 3 を除去しない場合は、ステップ 9 に進む。

10

【 0 2 9 3 】

本作製方法例 1 では、樹脂層 2 3 を除去する場合を説明する。電極 3 1 1 a、電極 3 1 1 c、及び電極 3 1 1 e のうち一つ又は複数を露出する必要がある場合などに、樹脂層 2 3 を除去することが好ましい。樹脂層 2 3 を除去しない場合、工程を削減でき好ましい。

【 0 2 9 4 】

[ステップ S 8 - 2 : 樹脂層 2 3 を除去する]

次に樹脂層 2 3 を除去する (図 3 及び図 9 (A))。さらに、絶縁層 3 1 を除去してもよい (図 9 (A))。

【 0 2 9 5 】

樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 を除去することで、表示装置の薄型化及び軽量化が可能となる。

20

【 0 2 9 6 】

樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 が厚く設けられていると、表示装置に入射された光の多くが樹脂層 2 3 で吸収されてしまう。そのため、画素の反射率が低下し、表示が暗くなってしまう。液晶素子の駆動電圧が一定の場合、樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 が厚いほど、液晶層にかかる電界が弱くなり、表示のコントラストが低下する。樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 の厚さを変えずに表示のコントラストを高めるためには、液晶素子の駆動電圧を高くする必要がある。したがって、樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 を除去することが好ましい。

【 0 2 9 7 】

なお、樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 の厚さが十分に薄い場合など、樹脂層 2 3 及び絶縁層 3 1 を完全に除去しなくてもよいこともある。

30

【 0 2 9 8 】

また、絶縁層 3 1 のバリア性が高い場合、絶縁層 3 1 を残存させることで、トランジスタ及び発光素子 1 7 0 に不純物が入り込むことを抑制でき、表示装置の信頼性を高めることができる。絶縁層 3 1 の厚さは、5 0 n m 以上 3 0 0 n m 以下が好ましく、1 0 0 n m 以上 2 0 0 n m 以下がより好ましい。

【 0 2 9 9 】

例えば、図 9 (B) に示すように、電極 3 1 1 c 及び電極 3 1 1 e が露出するように、絶縁層 3 1 の一部を除去してもよい。

【 0 3 0 0 】

また、基板 3 6 1 と貼り合わせる前に、基板 3 5 1 上に、液晶素子 1 8 0 の画素電極として機能する電極 3 1 1 b と重ねて、配向膜 1 3 3 a を形成する。配向膜 1 3 3 a は、後に液晶層と接する層である。配向膜 1 3 3 a は、樹脂等の薄膜を形成した後に、ラビング処理を行うことで形成できる。

40

【 0 3 0 1 】

[ステップ S 9 : 液晶素子 1 8 0 を形成する]

次に、液晶素子 1 8 0 を形成する (図 3)。液晶素子 1 8 0 は、共通電極と画素電極との間に液晶層を配置した状態で、基板 3 5 1 と基板 3 6 1 とを貼り合わせることで形成される。

【 0 3 0 2 】

50

基板 3 5 1 と貼り合わせる前に、基板 3 6 1 上に、液晶素子 1 8 0 の共通電極として機能する電極 1 1 3 等を形成する。

【 0 3 0 3 】

図 1 0 を用いて、基板 3 6 1 上に電極 1 1 3 等を形成する工程について説明する。

【 0 3 0 4 】

まず、基板 3 6 1 上に、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 を形成する。表示部 3 6 2 には、着色層 1 3 1 は、感光性の材料を用いて形成することで、フォトリソグラフィ法等により島状に加工することができる。遮光層 1 3 2 は、金属または樹脂等を用いて形成することができる。なお、基板 3 6 1 上にバリア性の高い絶縁層を形成した後、当該絶縁層上に着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 を形成してもよい。

10

【 0 3 0 5 】

基板 3 6 1 は表示面側に位置する基板である。そのため、基板 3 6 1 には、可視光を透過する材料を用いる。例えば、上述した作製基板 1 4 または基板 3 5 1 に用いることができる材料のうち、可視光を透過する材料を適用することができる。

【 0 3 0 6 】

次に、着色層 1 3 1 及び遮光層 1 3 2 上に、絶縁層 1 2 1 を形成する。

【 0 3 0 7 】

絶縁層 1 2 1 は、平坦化層として機能することが好ましい。絶縁層 1 2 1 には、アクリル、エポキシなどの樹脂を好適に用いることができる。

20

【 0 3 0 8 】

絶縁層 1 2 1 には、無機絶縁膜を適用してもよい。絶縁層 1 2 1 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の無機絶縁膜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。

【 0 3 0 9 】

次に、電極 1 1 3 を形成する。電極 1 1 3 は、可視光を透過する導電材料を用いて形成する。

【 0 3 1 0 】

次に、電極 1 1 3 上に、絶縁層 1 1 7 を形成する。絶縁層 1 1 7 には、有機絶縁膜を用いることが好ましい。

30

【 0 3 1 1 】

次に、電極 1 1 3 及び絶縁層 1 1 7 上に、配向膜 1 3 3 b を形成する。配向膜 1 3 3 b は、樹脂等の薄膜を形成した後に、ラビング処理を行うことで形成できる。

【 0 3 1 2 】

以上の工程が完了した基板 3 6 1 及び基板 3 5 1 を、接着層 1 4 1 を用いて貼り合わせる（図 1 1）。基板 3 6 1 及び基板 3 5 1 は、配向膜 1 3 3 a と配向膜 1 3 3 b の間に液晶層 1 1 2 を挟んだ状態で貼り合わせる。接着層 1 4 1 は、接着層 1 4 2 に用いることのできる材料を援用できる。

40

【 0 3 1 3 】

図 1 1 に示す液晶素子 1 8 0 は、一部が画素電極として機能する電極 3 1 1 a 及び電極 3 1 1 b と、液晶層 1 1 2 と、一部が共通電極として機能する電極 1 1 3 とが積層された構成を有する。液晶素子 1 8 0 は、着色層 1 3 1 と重なるように作製される。

【 0 3 1 4 】

接続部 2 5 2 では、接続体 2 4 3 を介して、電極 1 1 3 と電極 3 1 1 e とが電氣的に接続される。

【 0 3 1 5 】

接続体 2 4 3 としては、例えば導電性の粒子を用いることができる。導電性の粒子としては、有機樹脂またはシリカなどの粒子の表面を金属材料で被覆したものをを用いることがで

50

きる。金属材料としてニッケルや金を用いると接触抵抗を低減できるため好ましい。またニッケルをさらに金で被覆するなど、2種類以上の金属材料を層状に被覆させた粒子を用いることが好ましい。また接続体243として、弾性変形、または塑性変形する材料を用いることが好ましい。このとき導電性の粒子である接続体243は、図11等に示すように上下方向に潰れた形状となる場合がある。こうすることで、接続体243と、これと電氣的に接続する導電層との接触面積が増大し、接触抵抗を低減できるほか、接続不良などの不具合の発生を抑制することができる。

【0316】

接続体243は、接着層141に覆われるように配置することが好ましい。例えば硬化前の接着層141に、接続体243を分散させておけばよい。

10

【0317】

[ステップS10：実装する]

その後、FPC372やICなどを電氣的に接続させることができる。また、基板361の表示面に偏光板135等を配置することができる。

【0318】

以上により、図2に示す表示装置300Aを作製することができる。

【0319】

表示装置の構成例2

以下では、図12～図14を用いて、表示装置300Aとは異なる構成の表示装置について説明する。なお、表示装置300Aと同様の部分について詳細な説明は省略する。

20

【0320】

図12に、表示装置300Bの断面図を示す。表示装置300Bは、基板361及び偏光板135を有さず、絶縁層91、接着層392、基板390、及び反射防止部材396を有する。それ以外の構成は、表示装置300Aと同様である。表示装置300Bは、液晶素子180にゲスト・ホスト液晶モードで動作する液晶材料を用いる場合の構成例である。

【0321】

図13に、表示装置300Cの断面図を示す。表示装置300Cは、基板361を有さず、絶縁層91、接着層392、光拡散層136、基板390、及び反射防止部材396を有する。また、表示装置300Cは、偏光板135の位置が表示装置300Aと異なる。それ以外の構成は、表示装置300Aと同様である。表示装置300Cは、液晶素子180にTNモードで動作する液晶材料を用いる場合の構成例である。

30

【0322】

表示面側の基板である基板（ここでは基板390）の厚さは十分に薄いことが好ましい。基板390には、例えば、厚さ0.1mm以上0.5mm未満、好ましくは0.1mm以上0.3mm以下のガラス基板、厚さ1μm以上200μm以下の樹脂基板などを適用することが好ましい。これにより、画像のボケを低減し、画像を鮮明に表示することができる。

【0323】

表示装置300B及び表示装置300Cは、作製基板上で着色層131、電極113等を作製し、作製基板から基板351にこれらを転置した後、接着層392を用いて基板351に基板390を貼り合わせることで作製される。そのため、基板390に作製工程に耐えうる高い耐熱性や高い剛性が求められない。また、基板を薄くする工程、代表的には研磨工程を削減することができる。研磨工程を削減することで、表示装置の作製の歩留まりを高めることができる。

40

【0324】

なお、上述の表示装置300Aは、基板361上に直接、着色層131、電極113等を形成することで作製される構成である。このような構成の場合は、基板351と基板361とを貼り合わせた後に、基板361の厚さを研磨等により薄くすることが好ましい。

【0325】

50

液晶素子 180 にゲスト・ホスト液晶モードで動作する液晶材料を用いることにより、光拡散層 136 及び偏光板 135 を省略することができる。よって、表示装置の生産性を高めることができる。また、光拡散層 136 及び偏光板 135 を設けないことにより、表示装置の表示を明るくすることができる。よって、表示装置の視認性を高めることができる。

【0326】

図 14 に、表示装置 300D の断面図を示す。表示装置 300D は、基板 361 及び偏光板 135 を有さず、タッチセンサ、接着層 392、基板 390、及び反射防止部材 396 を有する。それ以外の構成は、表示装置 300A と同様である。なお、図 14 ではトランジスタ 203 の図示を省略している。また、液晶素子 180 の動作モードによっては、偏光板及び光拡散層のうち一方又は双方を設ける。

10

【0327】

本発明の一態様では、タッチセンサが搭載された表示装置（入出力装置、タッチパネルともいう）を作製することができる。

【0328】

表示装置が有するタッチセンサを入力装置の一例ということもできる。入力装置は表示部と重ねて設けられ、ユーザーが表示部をタッチする動作を電気信号に変換して出力する機能を有する。

【0329】

本発明の一態様の表示装置が有する検知素子（センサ素子ともいう）に限定は無い。指またはスタイラス等の被検知体の近接または接触を検知することのできる様々なセンサを、検知素子として適用することができる。

20

【0330】

例えばセンサの方式としては、静電容量方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、光学方式、感圧方式等様々な方式を用いることができる。

【0331】

本実施の形態では、静電容量方式の検知素子を有する表示装置を例に挙げて説明する。

【0332】

静電容量方式としては、表面型静電容量方式、投影型静電容量方式等がある。また、投影型静電容量方式としては、自己容量方式、相互容量方式等がある。相互容量方式を用いると、同時多点検出が可能となるため好ましい。

30

【0333】

本発明の一態様の表示装置は、別々に作製された表示パネルと検知素子とを貼り合わせる構成、表示パネルが有する一对の基板の一方または双方に検知素子を構成する電極等を設ける構成等、様々な構成を適用することができる。

【0334】

検知素子の配線及び電極として、可視光を透過する導電層を用いることができる。また、当該配線及び当該電極として、より抵抗が低く大型の表示装置にも適用可能なメタルメッシュを用いることが好ましい。なお、一般的に金属は反射率が大きい材料であるが、酸化処理などを施すことにより暗色にすることができる。したがって、基板 390 側から視認した場合においても、外光の反射による視認性の低下を抑えることができる。

40

【0335】

また、当該配線及び当該電極を、金属層と反射率の小さい層（「暗色層」ともいう。）の積層で形成してもよい。暗色層の一例としては、酸化銅を含む層、塩化銅または塩化テルルを含む層などがある。また、暗色層を、Ag 粒子、Ag ファイバー、Cu 粒子等の金属微粒子、カーボンナノチューブ（CNT）、グラフェン等のナノ炭素粒子、並びに、PEDOT、ポリアニリン、ポリピロールなどの導電性高分子などを用いて形成してもよい。

【0336】

入力装置は、トランジスタ、液晶素子 180、及び発光素子 170 のうち少なくとも一つの製造工程とは別工程で作製することができるため、それぞれの要素の歩留りを向上させ

50

ることができる。

【0337】

図14に示す表示装置300Dは、導電層331、絶縁層332、導電層333、導電層334、電極113a、電極311g、電極311h等を有する。

【0338】

導電層334を挟んで設けられた2つの導電層333は、導電層331を介して電氣的に接続される。導電層331と導電層334は、絶縁層332によって互いに電氣的に絶縁されている。

【0339】

導電層333は、電極113aと電氣的に接続されている。電極113aは、電極113と同一の導電膜、同一の工程で形成することができる。接続部253において、電極113aは、接続体243を介して、電極311gと電氣的に接続されている。これにより、基板390側に設けられたタッチセンサに、基板351側に接続されたFPC(FPC372またはそれとは異なるFPC)から入力される信号または電位を、接続部253を介して供給することができる。

【0340】

表示装置の作製方法例2

表示装置の作製方法例1で説明したステップS1からステップS10までの工程のうち、ステップS9の工程を変更することで、表示装置300B、表示装置300C、及び表示装置300Dを作製することができる。表示装置300B、表示装置300C、及び表示装置300Dを作製する場合、ステップS9は、下記ステップS11からステップS18までの工程を有する。以下では、図15～図19を用いて、表示装置300Dの作製方法について説明する。なお、表示装置300Aの作製方法と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0341】

[ステップS11：作製基板94を準備する]

まず、ステップS1(図3及び図4(A))と同様に、作製基板94を準備する(図15)。

【0342】

[ステップS12：金属酸化物層90を形成する]

次に、ステップS2(図3及び図4(B1))と同様に、作製基板94上に、金属酸化物層90を形成する(図15)。

【0343】

[ステップS13：樹脂層93を形成する]

次に、ステップS3(図3、図4(C)、及び図4(D))と同様に、金属酸化物層90上に第1の層を形成し、加熱処理を行うことで、樹脂層93を形成する(図15)。

【0344】

[ステップS14：機能層を形成する]

次に、樹脂層93上に機能層を形成する(図15及び図16(A))。なお、表示装置300Bまたは表示装置300Cを作製する場合の断面図を図16(B)に示す。図16(B)は、機能層が検知素子を有さない場合の断面図ともいえる。

【0345】

まず、図16(A)に示すように、樹脂層93上に、導電層331を形成する。なお、樹脂層93上にバリア性の高い絶縁層を形成した後、当該絶縁層上に導電層331を形成してもよい。

【0346】

そして、導電層331を覆う絶縁層332を形成する。次に、絶縁層332に導電層331に達する開口を形成する。そして、絶縁層332上に、導電層333及び導電層334を形成する。導電層333は、絶縁層332の開口を介して導電層331と電氣的に接続される。

10

20

30

40

50

【0347】

ここでは、検知素子の配線及び電極にメタルメッシュを用いる例を示すため、検知素子を液晶素子180及び発光素子170を用いた表示領域以外の部分に形成する。なお、検知素子の配線及び電極を、可視光を透過する導電材料を用いて形成する場合、当該配線及び当該電極を表示領域に配置してもよい。

【0348】

次に、導電層333及び導電層334を覆う絶縁層335を形成する。絶縁層332及び絶縁層335としては、それぞれ、無機絶縁膜及び樹脂等を用いることができる。

【0349】

次に、絶縁層335上に着色層131及び遮光層132を形成する。なお、図16(B)に示すように、機能層に検知素子を設けない場合は、樹脂層93上に絶縁層91を形成し、絶縁層91上に、着色層131及び遮光層132を形成する。絶縁層91はバリア性の高い無機絶縁膜を有するように形成されることが好ましい。

10

【0350】

次に、着色層131及び遮光層132上に、絶縁層121を形成する。次に、絶縁層121及び絶縁層335に導電層333に達する開口を形成する。

【0351】

次に、電極113及び電極113aを形成する。電極113aは、絶縁層121及び絶縁層335の開口を介して、導電層333と電氣的に接続される。

【0352】

次に、電極113上に、絶縁層117を形成する。

20

【0353】

次に、電極113及び絶縁層117上に、配向膜133bを形成する。配向膜133bは、樹脂等の薄膜を形成した後に、ラビング処理を行うことで形成できる。

【0354】

[ステップS15：液晶層112を封止する]

以上の工程が完了した作製基板94と、ステップS8までの工程が完了した基板351を、接着層141を用いて貼り合わせる(図15及び図17)。作製基板94及び基板351は、配向膜133aと配向膜133bの間に液晶層112を挟んだ状態で貼り合わせる。

30

【0355】

接続部253では、接続体243を介して、電極113aと電極311gとが電氣的に接続される。

【0356】

[ステップS16：光を照射する・分離する]

次に、ステップS7(図3、図7、及び図8)と同様に、金属酸化物層90と樹脂層93とを分離する(図15及び図18)。これにより、作製基板94上に作製した検知素子、着色層131等を、基板351に転置することができる。

【0357】

なお、液晶素子180において、電極と液晶層の密着性が低いことがある。そのため、作製基板94を、人間の手、治具、ローラ等を用いて引き剥がそうとすると、液晶素子180中で膜剥がれが生じ、液晶素子180が破壊される恐れがある。本実施の形態では、光照射を行うことで、金属酸化物層90と樹脂層93とを分離することができる。作製基板94を強い力で引き剥がす必要がないため、液晶素子180中の膜剥がれを抑制し、分離の歩留まりを高めることができる。

40

【0358】

[ステップS17-1：樹脂層93を除去するか判断する]

分離後、樹脂層93を除去する場合は、ステップS17-2に進む。樹脂層93を除去しない場合は、ステップ18に進む。樹脂層93は、表示素子よりも表示面側に位置する層であるため、樹脂層93を除去することで、表示装置の表示品位を向上できることがある

50

。樹脂層 93 の透光性の程度、厚さの程度によっては、樹脂層 93 を除去しなくてもよい。

【0359】

本作製方法例 2 では、樹脂層 93 を除去する場合を説明する。

【0360】

[ステップ S17 - 2 : 樹脂層 93 を除去する]

ステップ S8 - 2 (図 3 及び図 9 (A)) と同様の方法で、樹脂層 93 を除去することができる (図 15) 。

【0361】

[ステップ S18 : 基板 390 を貼り合わせる]

次に、接着層 392 を用いて、基板 351 と基板 390 とを貼り合わせる (図 15 及び図 19) 。反射防止部材 396 が設けられた基板 390 を基板 351 と貼り合わせることができる。または、基板 351 と基板 390 とを貼り合わせた後に、基板 390 上に反射防止部材 396 を設けてもよい。

10

【0362】

以上のように、図 3 のステップ S9 において、図 15 のステップ S11 からステップ S18 を行う。

【0363】

その後、ステップ S10 (図 3) において、FPC372 や IC などと電気的に接続させることができる。

20

【0364】

以上により、図 14 に示す表示装置 300D を作製することができる。

【0365】

表示装置の構成例 3

以下では、図 20 を用いて、表示装置 300A とは異なる構成の表示装置について説明する。なお、表示装置 300A と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0366】

図 20 に、表示装置 300E の断面図を示す。表示装置 300E は、基板 361 及び偏光板 135 を有さず、絶縁層 91a、接着層 97、絶縁層 91b、タッチセンサ、接着層 392、基板 390、及び反射防止部材 396 を有する。また、表示装置 300E は、FPC 及び接続体を少なくとも 2 つずつ有する (FPC372a、FPC372b、接続層 242a、及び接続層 242b) 。それ以外の構成は、表示装置 300A と同様である。なお、液晶素子 180 の動作モードによっては、偏光板及び光拡散層のうち一方又は双方を設ける。

30

【0367】

表示装置 300E は、導電層 331、絶縁層 332、導電層 333、導電層 334、導電層 336 等を有する。

【0368】

導電層 334 を挟んで設けられた 2 つの導電層 333 は、導電層 331 を介して電気的に接続される。導電層 331 と導電層 334 は、絶縁層 332 によって互いに電気的に絶縁されている。

40

【0369】

導電層 333 は、導電層 336 と電気的に接続されている。導電層 336 は、導電層 331 と同一の導電膜、同一の工程で形成することができる。導電層 336 は、接続層 242b を介して、FPC372b と電気的に接続されている。

【0370】

表示装置の作製方法例 3

以下では、図 21 ~ 図 29 を用いて、表示装置 300E の作製方法について説明する。なお、表示装置 300A の作製方法と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0371】

50

表示装置の作製方法例 1 で説明したステップ S 1 からステップ S 10 までの工程のうち、ステップ S 9 の工程を変更することで、表示装置 300E を作製することができる。表示装置 300E を作製する場合、ステップ S 9 は、ステップ S 21 からステップ S 27 までの工程と、ステップ S 31 からステップ S 37 までの工程と、ステップ S 28 の工程を有する。ステップ S 21 からステップ S 27 までの工程と、ステップ S 31 からステップ S 37 までの工程と、は、それぞれ独立に行うことができる。ステップ S 27 及びステップ S 37 の後に、ステップ S 28 を行う。

【0372】

[ステップ S 21 : 作製基板 94a を準備する]

まず、ステップ S 1 (図 3 及び図 4 (A)) と同様に、作製基板 94a を準備する (図 21)。

10

【0373】

[ステップ S 22 : 金属酸化物層 90a を形成する]

次に、ステップ S 2 (図 3 及び図 4 (B1)) と同様に、作製基板 94a 上に、金属酸化物層 90a を形成する (図 21)。

【0374】

[ステップ S 23 : 樹脂層 93a を形成する]

次に、ステップ S 3 (図 3、図 4 (C)、及び図 4 (D)) と同様に、金属酸化物層 90a 上に第 1 の層を形成し、加熱処理を行うことで、樹脂層 93a を形成する (図 21)。

【0375】

[ステップ S 24 : 第 1 の機能層を形成する]

次に、樹脂層 93a 上に第 1 の機能層を形成する (図 21 及び図 22)。

20

【0376】

まず、樹脂層 93a 上に、絶縁層 91a を形成することが好ましい。絶縁層 91a はバリア性の高い無機絶縁膜を有するように形成されることが好ましい。

【0377】

次に、絶縁層 91a 上に着色層 131 及び遮光層 132 を形成する。次に、着色層 131 及び遮光層 132 上に、絶縁層 121 を形成する。次に、電極 113 を形成する。次に、電極 113 上に、絶縁層 117 を形成する。次に、電極 113 及び絶縁層 117 上に、配向膜 133b を形成する。これらの形成方法の詳細は、作製方法例 1 を参照できる。

30

【0378】

[ステップ S 25 : 液晶層 112 を封止する]

ステップ S 24 の工程が完了した作製基板 94a と、ステップ S 8 までの工程が完了した基板 351 を、接着層 141 を用いて貼り合わせる (図 21 及び図 23)。作製基板 94a 及び基板 351 は、配向膜 133a と配向膜 133b の間に液晶層 112 を挟んだ状態で貼り合わせる。

【0379】

[ステップ S 26 : 光を照射する・分離する]

次に、ステップ S 7 (図 3、図 7、及び図 8) と同様に、金属酸化物層 90a と樹脂層 93a とを分離する (図 21 及び図 24)。

40

【0380】

[ステップ S 27 - 1 : 樹脂層 93a を除去するか判断する]

分離後、樹脂層 93a を除去する場合は、ステップ S 27 - 2 に進む。樹脂層 93a を除去しない場合は、ステップ 28 に進む。樹脂層 93a は、表示素子よりも表示面側に位置する層であるため、樹脂層 93a を除去することで、表示装置の表示品位を向上できることがある。樹脂層 93a の透光性の程度、厚さの程度によっては、樹脂層 93a を除去しなくてもよい。

【0381】

本作製方法例 3 では、樹脂層 93a を除去する場合を説明する。

【0382】

50

[ステップS 27 - 2 : 樹脂層 93 a を除去する]

ステップS 8 - 2 (図3 及び図9) と同様の方法で、樹脂層 93 a を除去することができる(図25)。

【0383】

以上のように、ステップS 21 からステップS 27 を行うことで、作製基板 94 a 上に作製した電極 113、着色層 131 等を、基板 351 に転置することができる。

【0384】

また、ステップS 21 からステップS 27 とは独立して、下記ステップS 31 からステップS 37 を行う。

【0385】

[ステップS 31 : 作製基板 94 b を準備する]

まず、ステップS 1 (図3 及び図4 (A)) と同様に、作製基板 94 b を準備する(図21)。

【0386】

[ステップS 32 : 金属酸化物層 90 b を形成する]

次に、ステップS 2 (図3 及び図4 (B1)) と同様に、作製基板 94 b 上に、金属酸化物層 90 b を形成する(図21)。

【0387】

[ステップS 33 : 樹脂層 93 b を形成する]

次に、ステップS 3 (図3、図4 (C)、及び図4 (D)) と同様に、金属酸化物層 90 b 上に第1の層を形成し、加熱処理を行うことで、樹脂層 93 b を形成する(図21)。

【0388】

[ステップS 34 : 第2の機能層を形成する]

次に、樹脂層 93 b 上に第2の機能層を形成する(図21 及び図26 (A))。

【0389】

まず、樹脂層 93 b 上に、絶縁層 91 b を形成することが好ましい。絶縁層 91 b はバリア性の高い無機絶縁膜を有するように形成されることが好ましい。

【0390】

次に、絶縁層 91 b 上に、導電層 331 及び導電層 336 を形成する。そして、導電層 331 及び導電層 336 を覆う絶縁層 332 を形成する。次に、絶縁層 332 に導電層 331 及び導電層 336 に達する開口を形成する。そして、絶縁層 332 上に、導電層 333 及び導電層 334 を形成する。導電層 333 は、絶縁層 332 の開口を介して導電層 331 と電氣的に接続される。また、導電層 333 は、絶縁層 332 の開口を介して導電層 336 と電氣的に接続される。

【0391】

また、表示装置に偏光板及び光拡散層のうち一方または双方を設ける場合、図26 (B) に示すように、絶縁層 332、導電層 331、及び導電層 336 上に、光拡散層 136 を設け、光拡散層 136 上に偏光板 135 を設けることができる。

【0392】

[ステップS 35 : 基板 390 を貼り合わせる]

次に、接着層 392 を用いて、作製基板 94 b と基板 390 とを貼り合わせる(図21 及び図27 (A))。ここでは、反射防止部材 396 が設けられた基板 390 を用いる。

【0393】

[ステップS 36 : 光を照射する・分離する]

次に、ステップS 7 (図3、図7、及び図8) と同様に、金属酸化物層 90 b と樹脂層 93 b とを分離する(図21、図27 (B)、及び図28 (A))。

【0394】

[ステップS 37 - 1 : 樹脂層 93 b を除去するか判断する]

分離後、樹脂層 93 b を除去する場合は、ステップS 37 - 2 に進む。樹脂層 93 b を除去しない場合は、ステップ38 に進む。樹脂層 93 b は、表示素子よりも表示面側に位置

10

20

30

40

50

する層であるため、樹脂層 93b を除去することで、表示装置の表示品位を向上できることがある。樹脂層 93b の透光性の程度、厚さの程度によっては、樹脂層 93b を除去しなくてもよい。

【0395】

本作製方法例 3 では、樹脂層 93b を除去する場合を説明する。

【0396】

[ステップ S37 - 2 : 樹脂層 93b を除去する]

ステップ S8 - 2 (図 3 及び図 9) と同様の方法で、樹脂層 93b を除去することができる (図 28 (B))。

【0397】

以上のように、ステップ S31 からステップ S37 を行うことで、作製基板 94b 上に作製した検知素子を、基板 390 に転置することができる。

【0398】

[ステップ S28 : 第 1 の機能層と第 2 の機能層を貼り合わせる]

ステップ S27 までが完了した基板 351 と、ステップ S37 までが完了した基板 390 を、接着層 141 を用いて貼り合わせる (図 21 及び図 29)。

【0399】

以上のように、図 3 のステップ S9 において、図 21 に示すステップを行う。

【0400】

その後、ステップ S10 (図 3) において、FPC372a、FPC372b、及び IC などを電氣的に接続させることができる。

【0401】

以上により、図 20 に示す表示装置 300E を作製することができる。

【0402】

表示装置の構成例 4

以下では、図 30 及び図 31 を用いて、表示装置 300A とは異なる構成の表示装置について説明する。なお、表示装置 300A と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0403】

図 30 に、表示装置 300F の断面図を示す。表示装置 300F は、樹脂層 23 及び絶縁層 31 を有する。電極 311c は、樹脂層 23 及び絶縁層 31 に設けられた開口を介して、接続層 242 と電氣的に接続されている。同様に、電極 311e は、樹脂層 23 及び絶縁層 31 に設けられた開口を介して、接続体 243 と電氣的に接続されている。それ以外の構成は、表示装置 300A と同様である。なお、液晶素子 180 の動作モードによっては、偏光板及び光拡散層のうち一方又は双方を設ける。

【0404】

図 31 に、表示装置 300G の断面図を示す。表示装置 300G は、表示装置 300F に比べて樹脂層 23 の厚さが薄い。また、表示装置 300G は、配向膜 133a を有していない。それ以外の構成は、表示装置 300F と同様である。表示装置 300G では、樹脂層 23 が配向膜として機能する。電極 311c は、樹脂層 23 及び絶縁層 31 に設けられた開口を貫通して、接続層 242 と電氣的に接続されている。同様に、電極 311e は、樹脂層 23 及び絶縁層 31 に設けられた開口を貫通して、接続体 243 と電氣的に接続されている。樹脂層 23 の表面から電極 311c 及び電極 311e は突出している。

【0405】

表示装置の作製方法例 4

以下では、図 3 及び図 32 ~ 図 34 を用いて、表示装置 300F 及び表示装置 300G の作製方法について説明する。なお、表示装置 300A の作製方法と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0406】

[ステップ S1 : 作製基板 14 を準備する]

まず、作製基板 14 を準備する (図 3)。

【0407】

[ステップS2：金属酸化物層20を形成する]

次に、作製基板14上に、金属酸化物層20を形成する(図3)。

【0408】

[ステップS3：樹脂層23を形成する]

次に、金属酸化物層20上に、第1の層を形成する。そして、第1の層に対して加熱処理を行うことで、樹脂層23を形成する(図3及び図32(A))。

【0409】

ここでは、樹脂層23に金属酸化物層20に達する開口を設ける。

【0410】

後述の通り、樹脂層23に開口を設けた部分では、金属酸化物層20と導電層との界面で分離が生じる。樹脂層23の1つの開口の大きさが小さいほど、金属酸化物層20と導電層との界面での分離が容易となり、歩留まりを高めることができる。例えば、樹脂層23に設けられる1つの開口の面積は、 $10\mu\text{m}$ 四方よりも小さいことが好ましく、 $5\mu\text{m}$ 四方以下がより好ましく、 $3\mu\text{m}$ 四方以下がさらに好ましい。また、樹脂層23に複数の開口を設ける場合、隣接する2つの開口の最短距離が長いほど、金属酸化物層20と導電層との界面での分離が容易となり、歩留まりを高めることができる。例えば、隣接する2つの開口の最短距離は、 $1\mu\text{m}$ 以上が好ましく、 $5\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $10\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $50\mu\text{m}$ 以上がより好ましく、 $200\mu\text{m}$ 以上がさらに好ましい。

【0411】

図32(A)では、樹脂層23に開口部を1つ図示したが、当該開口部に小さな開口が複数設けられていてもよい。複数の開口はマトリクス状など規則的に配置されていても、不規則に配置されていてもよい。

【0412】

感光性を有する材料を用いる場合、例えば、フォトリソグラフィ法を用いて、所望の形状の樹脂層23を形成することができる。

【0413】

非感光性の材料を用いる場合、例えば、マスクを用いてエッチングすることで、所望の形状の樹脂層23を形成することができる。

【0414】

[ステップS4：トランジスタを形成する]

次に、樹脂層23上に、トランジスタを含む被剥離層を形成する。

【0415】

樹脂層23上に絶縁層31を形成することが好ましい(図32(B))。

【0416】

図32(B)に示すように、絶縁層31には、金属酸化物層20に達する開口を形成する。

【0417】

次に、絶縁層31上に電極311a、電極311c、及び電極311eを形成する(図32(B))。そして、電極311a上に電極311bを、電極311c上に電極311dを、電極311e上に電極311fを形成する。電極311bは、電極311a上に開口451を有する。

【0418】

電極311c及び電極311eは、それぞれ、樹脂層23及び絶縁層31に設けられた開口を介して、金属酸化物層20と接する。

【0419】

その後、絶縁層220から絶縁層214までを形成する。これらの工程の詳細は、作製方法例1を参照できる。

【0420】

[ステップS5：発光素子170を形成する]

10

20

30

40

50

次に、発光素子 170 を形成する (図 3) 。

【 0 4 2 1 】

[ステップ S 6 : 発光素子 170 を封止する]

次に、発光素子 170 を封止する (図 3) 。これにより、図 3 2 (C) に示す積層構造を作製することができる。

【 0 4 2 2 】

[ステップ S 7 : 光を照射する・分離する]

次に、金属酸化物層 20 と樹脂層 23 とを分離する (図 3 及び図 3 3) 。樹脂層 23 の開口部では、金属酸化物層 20 と電極 311c の界面、金属酸化物層 20 と電極 311e の界面で、分離が生じる。これにより、作製基板 14 上に作製したトランジスタ、発光素子 170 等を、基板 351 に転置することができる。

10

【 0 4 2 3 】

[ステップ S 8 - 1 : 樹脂層 23 を除去するか判断する]

分離後、樹脂層 23 を除去する場合は、ステップ S 8 - 2 に進む。樹脂層 23 を除去しない場合は、ステップ 9 に進む。

【 0 4 2 4 】

表示装置 300F を作製する場合、樹脂層 23 の除去工程は不要である。

【 0 4 2 5 】

表示装置 300G を作製する場合、樹脂層 23 の一部を除去してもよい。具体的には、樹脂層 23 を配向膜として機能させるために適した厚さまで薄くしてもよい。

20

【 0 4 2 6 】

[ステップ S 8 - 2 : 樹脂層 23 を除去する]

図 3 4 に、樹脂層 23 の一部を除去し、樹脂層 23 の厚さを薄くした例を示す。樹脂層 23 の一部が除去されることで、電極 311c の一部及び電極 311e の一部が突出する。

【 0 4 2 7 】

[ステップ S 9 : 液晶素子 180 を形成する]

次に、液晶素子 180 を形成する (図 3) 。

【 0 4 2 8 】

[ステップ S 10 : 実装する]

その後、FPC 372 や IC など電気的に接続させることができる。また、基板 361 の表示面に偏光板 135 等を配置することができる。

30

【 0 4 2 9 】

以上により、図 3 0 に示す表示装置 300F 及び図 3 1 に示す表示装置 300G をそれぞれ作製することができる。

【 0 4 3 0 】

表示装置の構成例 5

以下では、図 3 5 を用いて、表示装置 300A と異なる構成の表示装置について説明する。なお、表示装置 300A と同様の部分について詳細な説明は省略する。

【 0 4 3 1 】

図 3 5 に表示装置 300H の断面図を示す。表示装置 300H は、トランジスタの構造が表示装置 300A と異なる。それ以外の構成は、表示装置 300A と同様である。

40

【 0 4 3 2 】

表示装置 300A が有するトランジスタ 203 及びトランジスタ 206 は、BGT C (Bottom Gate Top Contact) 型である。一方、表示装置 300H が有するトランジスタ 203 及びトランジスタ 206 は、(Top Gate Self Align) 型である。

【 0 4 3 3 】

具体的には、表示装置 300H が有するトランジスタ 203 及びトランジスタ 206 は、ゲートとして機能する導電層 223、ゲート絶縁層として機能する絶縁層 211b、ソース及びドレインとして機能する導電層 222a 及び導電層 222b、並びに、半導体層 2

50

31を有する。

【0434】

表示装置300Hが有するトランジスタ201及びトランジスタ205は、トランジスタ203及びトランジスタ206の構成に加えて、ゲートとして機能する導電層221aと、ゲート絶縁層として機能する絶縁層211aを有する。

【0435】

表示装置の構成例6

以下では、図36を用いて、表示装置300Aとは異なる構成の表示装置について説明する。なお、表示装置300Aと同様の部分について詳細な説明は省略する。

【0436】

図36に表示装置300Jの断面図を示す。

【0437】

配向膜133aと配向膜133bの間に液晶層112が挟持されるように、基板351と基板361とが貼り合わされている。液晶素子180は、電極311a、電極311b、電極311c、液晶層112、電極113を有する。

【0438】

液晶素子180の画素電極として、配向膜133a側から、電極311a、電極311b、及び電極311cがこの順で積層されている。電極311aの端部と電極311cの端部は、電極311bの端部よりも外側に位置し、互いに接している。電極311a及び電極311cには、可視光を透過する導電膜を用いる。電極311bには、可視光を反射する導電膜を用いる。電極311bには、開口451が設けられている。開口451は発光素子170の発光領域と重なる。

【0439】

配向膜133aと液晶素子180の画素電極との間には絶縁層115が形成されている。絶縁層115は、バリア性が高いことが好ましい。絶縁層115には、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜などの窒素を含むシリコン膜が好適である。

【0440】

電極311cと導電層224とは、絶縁層220aを介して重なる。導電層224は、容量素子の一方の電極として機能する。導電層224は、絶縁層220bを介して、トランジスタ203、トランジスタ205、及びトランジスタ206と重なる。トランジスタ206のソースまたはドレインは、接続部207において、電極311cと電氣的に接続されている。トランジスタ205は、2つのゲートを有する。2つのゲートは、電氣的に接続されている。トランジスタ205のソースまたはドレインは、導電層228を介して、発光素子170の電極191と電氣的に接続される。各トランジスタは、絶縁層212、絶縁層213、絶縁層214、絶縁層225、及び絶縁層215で覆われている。これらのうち1つまたは複数の絶縁層のバリア性が高いことが好ましい。図36では、絶縁層213及び絶縁層225にバリア性が高い材料を用いる例を示す。絶縁層213は、絶縁層220a、絶縁層220b、絶縁層212等に設けられた開口の端部を覆って設けられる。絶縁層225は、絶縁層214に設けられた開口の端部を覆って設けられる。被覆膜226は、可視光を反射する膜である。被覆膜226は、発光素子170の発光の一部を反射して、開口451側に供給する機能を有する。レンズ227は、発光素子170の発光を透過する機能を有する。レンズ227は、発光素子170の発光領域と重なる。表示装置は、絶縁層115から絶縁層215まで多くの絶縁膜を有する。そこで、開口451と重ねて、1層以上の絶縁層にも開口を形成することで、発光素子170からの光が入射する層の数を減らすことができる。これにより、光の取り出し効率を高めることができる。光が通過する領域に、屈折率の差が大きい界面が生じないことが好ましい。図36では、絶縁層220a及び絶縁層220bなどに、開口451と重なる開口が形成されている例を示す。発光素子170は、電極191、EL層192、及び電極193を有する。EL層192は、副画素ごとに塗り分けられている。電極191の端部は、絶縁層216で覆われている。絶縁層217は、スペーサとしての機能を有する。接着層142によって、

10

20

30

40

50

発光素子 170 と基板 351 とが貼り合わされている。

【0441】

基板 361 の一方の面に、着色層 131、絶縁層 121、絶縁層 232、電極 113、絶縁層 117、及び配向膜 133b が設けられている。図 36 では、着色層 131 が、発光素子 170 の発光領域と重ならない例を示す。絶縁層 121 は、オーバーコートとして機能する。絶縁層 232 には、バリア性の高い絶縁膜が好適である。電極 113 は、液晶素子 180 の共通電極として機能する。絶縁層 117 は、液晶素子 180 のセルギャップを保持するためのスペーサとして機能する。絶縁層 117 は、可視光を透過する。

【0442】

さらに、基板 361 の他方の面に、拡散フィルム 233 及び偏光板 135 が貼り合わされている。一方の面にタッチセンサが設けられた基板 235 が偏光板 135 に貼り合わされている。なお、図 36 では、接着層の図示を省略している箇所がある。基板 235 の他方の面には、反射防止加工が施されていることが好ましい。例えば、アンチグレア処理が施されていることが好ましい。表面の凹凸により、反射光を拡散し、映り込みを低減することができる。タッチセンサの導電層 234a と導電層 234b との間には、絶縁層 234c が設けられている。導電層 234b は、絶縁層 234d で覆われている。

10

【0443】

<レーザ照射ユニット>

次に、図 37 (A)、(B) を用いて、レーザ照射ユニットの一例を説明する。

【0444】

図 37 (A)、(B) に示す積層体 56 は、例えば被剥離体 56a と支持体 56b が積層された構成を有する。積層体 56 は、被剥離体 56a と支持体 56b との間で剥離が生じる。被剥離体 56a は例えば樹脂層を有し、支持体 56b は例えば作製基板を有する。

20

【0445】

搬送ローラ 644 は、積層体 56 を搬送することができる。積層体 56 を搬送する搬送機構は、搬送ローラに限られず、ベルトコンベア、または搬送ロボット等を用いてもよい。また、搬送機構上のステージに、積層体 56 を配置してもよい。

【0446】

レーザ照射ユニット 610 は、積層体 56 にレーザを照射するユニットである。レーザとしては、例えば波長 308 nm の紫外光を出力するエキシマレーザなどを用いることができる。また、高圧水銀ランプや UV-LED などを用いてもよい。

30

【0447】

図 37 (A) に示すように、積層体 56 は、上側に支持体 56b が位置する状態で、レーザ照射ユニット 610 に搬送される。

【0448】

エキシマレーザは高出力のパルスレーザであり、光学系にてビームを線状に整形することができる。線状ビームのレーザ光の照射位置において基板を移動させることで基板全体または必要箇所にレーザ光を照射することができる。なお、線状ビームは、用いる基板の一边と同等以上の長さとするれば、基板を一方向に移動するのみで基板全体にレーザ光を照射することができる。パルスレーザの発振周波数は、1 Hz 以上 300 Hz 以下が好ましく、60 Hz 近傍がより好ましい。

40

【0449】

エキシマレーザ装置には、レーザ発振器を一つ搭載した装置の他、二つ以上のレーザ発振器を搭載する装置を用いることもできる。複数のレーザ発振器を搭載する装置においては、それぞれのレーザ発振器から同期されて出力されたレーザ光を光学系にて合成する（重ね合わす）ことで高エネルギー密度のレーザ光を得ることができる。したがって、本実施の形態の用途においては、第 3.5 世代 (600 mm × 720 mm) 以上、第 6 世代ガラス基板 (1500 mm × 1850 mm) 以上、第 7 世代 (1870 mm × 2200 mm) 以上、または第 8 世代ガラス基板 (2160 mm × 2460 mm) 以上のサイズの処理を行うこともできる。また、複数のレーザ発振器を搭載する装置では、それぞれのレーザ発

50

振器から出力されるレーザー光が互いに出力ばらつきを補完するため、1パルス毎の強度ばらつきが少なくなり、歩留りの高い処理を行うことができる。なお、複数の発振器に替えて、複数のエキシマレーザー装置を用いてもよい。

【0450】

図37(A)にエキシマレーザーを用いたレーザー照射ユニット610の一例を示す。二つのレーザー発振器を有するエキシマレーザー装置660から出力されたレーザー光610a、610bは光学系635にて合成される。さらに光学系635にて横長に伸張されたレーザー光610cは、ミラー650を介してレンズ680に入射する。レンズ680を透過したレーザー光610dはレーザー光610cに比べて縮小される。このとき、レーザー光610dが、積層体56が有する加工領域640に支持体56b(例えばガラス基板)を介して照射されるようにする。以下では、レーザー光610dのうち、加工領域640に照射される部分を、線状ビーム610eと記す。

10

【0451】

なお、ここでは二つのレーザー発振器を有する例を示したが、一つのレーザー発振器を有する構成としてもよく、これにより、装置を簡略化できる。また、三つ以上のレーザー発振器を有する構成としてもよく、これにより線状ビーム610eの強度を高めることができる。

【0452】

そして、搬送ローラ644により図中の矢印方向に積層体56を移動させることで、加工領域640に線状ビーム610eを照射することができる。

【0453】

図37(A)に示すように、積層体56を搬送ローラ644により一定の速度で搬送しながら線状ビーム610eを照射することにより、プロセス時間を短縮することが可能となる。なお、積層体56を少なくとも一方向に移動可能なステージに配置し、ステージを動かしながら線状ビーム610eを照射してもよい。なお、ステージを用いる場合には、進行方向に対して横方向、及び高さ方向に移動可能なステージを用い、線状ビーム610eの焦点の位置や深さを調整できる構成とすることが好ましい。なお、図37(A)では、積層体56を移動させることで、線状ビーム610eを照射する構成について例示したがこれに限定されない。例えば、積層体56を固定し、エキシマレーザー装置660などを移動させて、積層体56に線状ビーム610eを照射してもよい。

20

【0454】

図37(A)では、線状ビーム610eが照射される加工領域640が、積層体56の端部よりも内側に位置する例を示している。これにより、加工領域640の外側の領域は密着性が高い状態を維持するため、搬送時に剥離が生じてしまうことを抑制できる。なお、線状ビーム610eの幅が積層体56の幅と等しい、または積層体56の幅よりも大きてもよい。その場合、積層体56全体に線状ビーム610eが照射することができる。

30

【0455】

図37(B)に、線状ビーム610eが積層体56の加工領域640に照射される様子を示す。積層体56は、作製基板58と、第1の層57aと、第2の層57bとを有する。ここで、作製基板58と第2の層57bを含む部分が支持体56bに相当し、第1の層57aを含む部分が被剥離体56aに相当する。

40

【0456】

例えば、第1の層57aが上記樹脂層23に相当し、第2の層57bが上記金属酸化物層20に相当する。

【0457】

レーザー光610dは、作製基板58を透過し、線状ビーム610eは、第1の層57aと第2の層57bの界面、またはその近傍に照射されることが好ましい。特に、線状ビーム610eは、第1の層57aと第2の層57bの界面、またはその近傍に焦点が位置することが好ましい。

【0458】

また、第1の層57aと第2の層57bとの界面に線状ビーム610eの焦点が位置する

50

ことで、第1の層57aと第2の層57bとの界面に存在しうる水が気化し、水の体積が急激に膨張する場合がある。この場合、水の体積の膨張に伴い、第1の層57aと第2の層57bとの界面、またはその近傍で剥離現象が生じると推定される。

【0459】

なお、アモルファスシリコン膜にレーザー光を照射して、アモルファスシリコン膜を結晶化させる技術がある。当該技術の場合、アモルファスシリコン膜の内部にレーザー光の焦点を合わせる。しかしながら、本発明の一態様においては、図37(B)に示すように、レーザー光(ここでは、線状ビーム610e)の焦点は、第1の層57aと、第2の層57bとの界面またはその近傍である。このように本発明の一態様は、レーザー光の焦点位置がアモルファスシリコン膜を結晶化させる技術と相違している。

10

【0460】

また、線状ビーム610eの焦点深度が十分に大きい(深い)場合、第1の層57aと第2の層57bの界面またはその近傍だけでなく、第1の層57aの厚さ方向全体、第2の層57bの厚さ方向全体、または第1の層57aと第2の層57bの両方の厚さ方向全体に亘って、線状ビーム610eの焦点が位置する場合がある。

【0461】

なお、エキシマレーザーとしては、波長308nmまたはそれよりも波長が長いものを用いることが好ましい。波長308nm以上であれば、支持体56bにガラス基板を用いた場合においても加工に必要なレーザー光を十分に透過させることができる。

【0462】

<その他の分離方法について>

本実施の形態の表示装置の作製方法で用いることができるその他の分離方法について説明する。

20

【0463】

例えば、光の照射を用いた分離方法を用いる場合、金属酸化物層を設けず、作製基板に直接樹脂層を形成してもよい。

【0464】

また、物理的に分離する方法を用いてもよい。このとき、例えば、作製基板上に剥離層を形成し、剥離層上に被剥離層を形成することが好ましい。剥離層としては、例えば、タングステンなどの高融点金属材料を含む層と、当該金属材料の酸化物を含む層の積層構造を用いることができる。例えば、高融点金属材料を含む金属層を形成し、該金属層の表面を酸素プラズマ処理などにより酸化させることで当該積層構造を形成できる。

30

【0465】

被剥離層のうち、剥離層に接する層として、無機絶縁膜を形成することが好ましい。そして無機絶縁膜上に機能素子を形成することが好ましい。剥離層及び無機絶縁膜を形成した支持基板に、垂直方向に引っ張る力を加えることで、剥離層と無機絶縁膜とを分離することができる。

【0466】

物理的に分離する方法においても、分離時に、分離界面に水や水溶液など、水を含む液体を添加し、該液体が分離界面に浸透するように分離を行うことで、分離を容易に行うことができる。また、分離時に生じる静電気が、トランジスタなどの機能素子に悪影響を及ぼすこと(半導体素子が静電気により破壊されるなど)を抑制できる。

40

【0467】

以上のように、本実施の形態の表示装置の作製方法を用いて、周囲の明るさによらず視認性が高く、利便性の高い表示装置を作製することができる。本実施の形態の表示装置の作製方法では、作製基板上に、金属酸化物層と樹脂層とを積層し、光を照射することによって樹脂層の金属酸化物層に対する剥離性を制御する。したがって、高い歩留まりで表示装置を作製できる。

【0468】

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

50

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。

【0469】

(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38～図40を用いて説明する。

【0470】

<表示装置の概念>

本発明の一態様を適用して作製できる表示装置としては、例えば、ハイブリッドディスプレイが挙げられる。ハイブリッドディスプレイは、ハイブリッド表示を行うことができる

10

【0471】

ハイブリッド表示とは、1つのパネルにおいて、反射光と自発光とを併用して、色調または光強度を互いに補完して、文字または画像を表示する方法である。または、ハイブリッド表示とは、同一画素または同一副画素において、複数の表示素子からそれぞれの光を用いて、文字及び/または画像を表示する方法である。ただし、ハイブリッド表示を行っているハイブリッドディスプレイを局所的にみると、複数の表示素子のいずれか一を用いて表示される画素または副画素と、複数の表示素子の二以上を用いて表示される画素または副画素と、を有する場合がある。

【0472】

なお、本明細書等において、上記構成のいずれか1つまたは複数の表現を満たすものを、ハイブリッド表示という。

20

【0473】

また、ハイブリッドディスプレイは、同一画素または同一副画素に複数の表示素子を有する。なお、複数の表示素子としては、例えば、光を反射する反射型素子と、光を射出する自発光素子とが挙げられる。なお、反射型素子と、自発光素子とは、それぞれ独立に制御することができる。ハイブリッドディスプレイは、表示部において、反射光、及び自発光のいずれか一方または双方を用いて、文字及び/または画像を表示する機能を有する。

【0474】

<表示装置の構成例>

本実施の形態の表示装置は、第1の表示素子を有する第1の画素と、第2の表示素子を有する第2の画素とをそれぞれ複数有する。第1の画素と第2の画素は、それぞれ、マトリクス状に配置されることが好ましい。

30

【0475】

第1の画素と第2の画素は、同数且つ同ピッチで、表示領域内に配置されていることが好ましい。このとき、隣接する第1の画素と第2の画素を合わせて、画素ユニットと呼ぶことができる。これにより、後述するように複数の第1の画素のみで表示された画像と、複数の第2の画素のみで表示された画像、並びに複数の第1の画素及び複数の第2の画素の両方で表示された画像のそれぞれは、同じ表示領域に表示することができる。なお、第1の画素と第2の画素は、数及びピッチの一方または双方が異なってもよい。

40

【0476】

第1の画素及び第2の画素は、それぞれ、1つ以上の副画素を有する構成とすることができる。例えば、画素には、副画素を1つ有する構成(白色(W)など)、副画素を3つ有する構成(赤色(R)、緑色(G)、及び青色(B)の3色、または、黄色(Y)、シアン(C)、及びマゼンタ(M)の3色など)、または、副画素を4つ有する構成(赤色(R)、緑色(G)、青色(B)、白色(W)の4色、または、赤色(R)、緑色(G)、青色(B)、黄色(Y)の4色など)を適用できる。

【0477】

本実施の形態の表示装置は、第1の画素と第2の画素のどちらでも、フルカラー表示を行う構成とすることができる。または、本実施の形態の表示装置は、第1の画素では白黒表

50

示またはグレースケールでの表示を行い、第2の画素ではフルカラー表示を行う構成とすることができる。第1の画素を用いた白黒表示またはグレースケールでの表示は、文書情報など、カラー表示を必要としない情報を表示することに適している。

【0478】

また、本発明の一態様の表示装置は、さまざまな規格の色域を再現することができる。例えば、テレビ放送で使われるPAL (Phase Alternating Line) 規格及びNTSC (National Television System Committee) 規格、パーソナルコンピュータ、デジタルカメラ、プリンタなどの電子機器に用いる表示装置で広く使われているsRGB (standard RGB) 規格及びAdobe RGB規格、HDTV (High Definition Television、ハイビジョンともいう) で使われるITU-R BT.709 (International Telecommunication Union Radiocommunication Sector Broadcasting Service (Television) 709) 規格、デジタルシネマ映写で使われるDCI-P3 (Digital Cinema Initiatives P3) 規格、UHDTV (Ultra High Definition Television、スーパーハイビジョンともいう) で使われるITU-R BT.2020 (REC.2020 (Recommendation 2020)) 規格などの色域を再現することができる。

10

【0479】

図38は、本発明の一態様の表示装置が有する画素アレイ40を説明する図である。画素アレイ40は、マトリクス状に配置された複数の画素ユニット45を有する。画素ユニット45は、画素46と、画素47を有する。

20

【0480】

図38では、画素46及び画素47が、それぞれ赤色(R)、緑色(G)、青色(B)の3色に対応する表示素子を有する場合の例を示している。

【0481】

画素46は、赤色(R)に対応する表示素子46R、緑色(G)に対応する表示素子46G、青色(B)に対応する表示素子46Bを有する。表示素子46R、46G、46Bはそれぞれ、外光の反射を利用した第1の表示素子である。

【0482】

画素47は、赤色(R)に対応する表示素子47R、緑色(G)に対応する表示素子47G、青色(B)に対応する表示素子47Bを有する。表示素子47R、47G、47Bはそれぞれ、光源の光を利用した第2の表示素子である。

30

【0483】

<画素ユニットの構成例>

続いて、図39(A)、(B)、(C)を用いて画素ユニット45について説明する。図39(A)、(B)、(C)は、画素ユニット45の構成例を示す模式図である。

【0484】

画素46は、表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bを有する。表示素子46Rは、外光を反射し、画素46に入力される第1の階調値に含まれる赤色に対応する階調値に応じた輝度の赤色の光R1を、表示面側に射出する。表示素子46G、表示素子46Bも同様に、それぞれ緑色の光G1または青色の光B1を、表示面側に射出する。

40

【0485】

画素47は、表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bを有する。表示素子47Rは、光源を有し、画素47に入力される第2の階調値に含まれる赤色に対応する階調値に応じた輝度の赤色の光R2を、表示面側に射出する。表示素子47G、表示素子47Bも同様に、それぞれ緑色の光G2または青色の光B2を、表示面側に射出する。

【0486】

[第1のモード]

図39(A)は、外光を反射する表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bを駆

50

動して画像を表示する動作モードの例を示している。図39(A)に示すように、画素ユニット45は、例えば外光の照度が十分に高い場合などでは、画素47を駆動させずに、画素46からの光(光R1、光G1、及び光B1)のみを混色させることにより、所定の色の光54を表示面側に射出することもできる。これにより、極めて低消費電力な駆動を行うことができる。

【0487】

[第2のモード]

図39(B)は、表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bを駆動して画像を表示する動作モードの例を示している。図39(B)に示すように、画素ユニット45は、例えば外光の照度が極めて小さい場合などでは、画素46を駆動させずに、画素47からの光(光R2、光G2、及び光B2)のみを混色させることにより、所定の色の光54を表示面側に射出することもできる。これにより鮮やかな表示を行うことができる。また外光の照度が小さい場合に輝度を低くすることで、使用者が感じる眩しさを抑えると共に消費電力を低減できる。

10

【0488】

[第3のモード]

図39(C)は、外光を反射する表示素子46R、表示素子46G、表示素子46Bと、光を発する表示素子47R、表示素子47G、表示素子47Bの両方を駆動して画像を表示する動作モードの例を示している。図39(C)に示すように、画素ユニット45は、光R1、光G1、光B1、光R2、光G2、及び光B2の6つの光を混色させることにより、所定の色の光54を表示面側に射出することができる。

20

【0489】

<表示装置の動作モード>

次に、第1の表示素子及び第2の表示素子で行うことができる動作モードについて、図40を用いて説明を行う。

【0490】

なお、以下では、通常のフレーム周波数(代表的には60Hz以上240Hz以下)で動作する通常動作モード(Normal mode)と、低速のフレーム周波数で動作するアイドルング・ストップ(IDS)駆動モードと、を例示して説明する。

【0491】

なお、IDS駆動モードとは、画像データの書き込み処理を実行した後、画像データの書き換えを停止する駆動方法のことをいう。一旦画像データの書き込みをして、その後、次の画像データの書き込みまでの間隔を延ばすことで、その間の画像データの書き込みに要する分の消費電力を削減することができる。IDS駆動モードは、例えば、通常動作モードの1/100乃至1/10程度のフレーム周波数とすることができる。静止画は、連続するフレーム間でビデオ信号が同じである。よって、IDS駆動モードは、静止画を表示する場合に特に有効である。IDS駆動を用いて画像を表示させることで、消費電力が低減されるとともに、画面のちらつき(フリッカー)が抑制され、眼精疲労も低減できる。

30

【0492】

図40(A1)、図40(A2)、図40(B)、図40(C)は、画素回路、及び、通常駆動モードとIDS駆動モードを説明するタイミングチャートである。なお、図40(A1)では、第1の表示素子501(ここでは反射型の液晶素子)と、第1の表示素子501に電氣的に接続される画素回路506と、を示している。また、図40(A)に示す画素回路506では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SL及びゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1に接続される容量素子Cs_{LC}とを示している。

40

【0493】

また、図40(A2)では、第2の表示素子502(発光素子、例えばEL素子)と、第2の表示素子502に電氣的に接続される画素回路507と、を示している。また、図40(A2)に示す画素回路507では、信号線SLと、ゲート線GLと、信号線SL及び

50

ゲート線GLに接続されたトランジスタM1と、トランジスタM1及び第2の表示素子502に接続されたトランジスタM2と、トランジスタM1、トランジスタM2、及び第2の表示素子502接続される容量素子 C_{SEL} と、を示している。

【0494】

トランジスタM1は、データ D_1 のリークパスと成り得る。よって、トランジスタM1のオフ電流は小さいほど好ましい。トランジスタM1としては、チャンネルが形成される半導体層に金属酸化物を有するトランジスタを用いることが好ましい。金属酸化物が増幅作用、整流作用、及びスイッチング作用の少なくとも1つを有する場合、当該金属酸化物を、金属酸化物半導体(metal oxide semiconductor)または酸化物半導体(oxide semiconductor)、略してOSと呼ぶことができる。以下、トランジスタの代表例として、チャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を用いたトランジスタ(「OSTランジスタ」ともいう。)を用いて説明する。OSTランジスタは、多結晶シリコンなどを用いたトランジスタよりも非導通状態時のリーク電流(オフ電流)が極めて低い特徴を有する。トランジスタM1にOSTランジスタを用いることでノードND1に供給された電荷を長期間保持することができる。

10

【0495】

特に、第2の表示素子502として用いるEL素子は、液晶素子と比較して応答速度が速く、ノードND1の電圧変動に敏感である。よって、画素回路507のトランジスタM1にOSTランジスタを用いることで、ノードND1の電荷の変動を原因とするフリッカーを低減することが可能であり、好ましい。なお、第3の表示モードで一部の第2の表示素子502をIDS駆動する際に、当該効果が顕著である。

20

【0496】

また、トランジスタM2に用いるトランジスタも、オフ電流が小さいほど好ましい。トランジスタM2にオフ電流が小さいトランジスタを用いることで、黒表示時にわずかに発光してしまう現象(「黒浮き」ともいう。)を低減することができる。よって、画素回路507のトランジスタM2にOSTランジスタを用いることが好ましい。

【0497】

なお、図40(A)に示す回路図において、液晶素子LCはデータ D_1 のリークパスとなる。したがって、適切にIDS駆動を行うには、液晶素子LCの抵抗率を $1.0 \times 10^{14} \cdot \text{cm}$ 以上とすることが好ましい。

30

【0498】

なお、上記OSTランジスタのチャンネル領域には、例えば、In-Ga-Zn酸化物、In-Zn酸化物などを好適に用いることができる。また、上記In-Ga-Zn酸化物としては、代表的には、 $\text{In}:\text{Ga}:\text{Zn}=4:2:4.1$ [原子数比]近傍の組成を用いることができる。

【0499】

図40(B)は、通常駆動モードでの信号線SL及びゲート線GLにそれぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。通常駆動モードでは通常のフレーム周波数(例えば60Hz)で動作する。1フレーム期間を期間 T_1 から T_3 までで表すと、各フレーム期間でゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLからデータ D_1 をノードND1に書き込む動作を行う。この動作は、期間 T_1 から T_3 までで同じデータ D_1 を書き込む場合、または異なるデータを書き込む場合でも同じである。

40

【0500】

一方、図40(C)は、IDS駆動モードでの信号線SL及びゲート線GLに、それぞれ与える信号の波形を示すタイミングチャートである。IDS駆動では低速のフレーム周波数(例えば1Hz)で動作する。1フレーム期間を期間 T_1 で表し、その中でデータの書き込み期間を期間 T_W 、データの保持期間を期間 T_{RET} で表す。IDS駆動モードは、期間 T_W でゲート線GLに走査信号を与え、信号線SLのデータ D_1 を書き込み、期間 T_{RET} でゲート線GLをローレベルの電圧に固定し、トランジスタM1を非導通状態として一旦書き込んだデータ D_1 を保持させる動作を行う。なお、低速のフレーム周波数とし

50

ては、例えば、0.1 Hz以上60 Hz未満とすればよい。

【0501】

IDS駆動モードは、上述した第1のモード、第2のモード、または第3のモードと組み合わせることで、さらなる低消費電力化を図ることができるため有効である。

【0502】

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。

【0503】

(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の、より具体的な構成例について図41～図43を用いて説明する。

【0504】

図41(A)は、表示装置400のブロック図である。表示装置400は、表示部362、回路GD、及び回路SDを有する。表示部362は、マトリクス状に配列した複数の画素410を有する。

【0505】

表示装置400は、複数の配線G11、複数の配線G12、複数の配線ANO、複数の配線CSCOM、複数の配線S1、及び複数の配線S2を有する。複数の配線G11、複数の配線G12、複数の配線ANO、及び複数の配線CSCOMは、それぞれ、矢印Rで示す方向に配列した複数の画素410及び回路GDと電気的に接続する。複数の配線S1及び複数の配線S2は、それぞれ、矢印Cで示す方向に配列した複数の画素410及び回路SDと電気的に接続する。

【0506】

なお、ここでは簡単のために回路GDと回路SDを1つずつ有する構成を示したが、液晶素子を駆動する回路GD及び回路SDと、発光素子を駆動する回路GD及び回路SDとを、別々に設けてもよい。

【0507】

画素410は、反射型の液晶素子と、発光素子を有する。

【0508】

図41(B1)～(B4)に、画素410が有する電極311の構成例を示す。電極311は、液晶素子の反射電極として機能する。図41(B1)、(B2)の電極311には、開口451が設けられている。

【0509】

図41(B1)、(B2)には、電極311と重なる領域に位置する発光素子360を破線で示している。発光素子360は、電極311が有する開口451と重ねて配置されている。これにより、発光素子360が発する光は、開口451を介して表示面側に射出される。

【0510】

図41(B1)では、矢印Rで示す方向に隣接する画素410が異なる色に対応する画素である。このとき、図41(B1)に示すように、矢印Rで示す方向に隣接する2つの画素において、開口451が一行に配列されないように、電極311の異なる位置に設けられていることが好ましい。これにより、2つの発光素子360を離すことが可能で、発光素子360が発する光が隣接する画素410が有する着色層に入射してしまう現象(クロストークともいう)を抑制することができる。また、隣接する2つの発光素子360を離して配置することができるため、発光素子360のEL層をシャドウマスク等により作り分ける場合であっても、高い精細度の表示装置を実現できる。

【0511】

図41(B2)では、矢印Cで示す方向に隣接する画素410が異なる色に対応する画素である。図41(B2)においても同様に、矢印Cで示す方向に隣接する2つの画素において、開口451が一行に配列されないように、電極311の異なる位置に設けられていることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0512】

非開口部の総面積に対する開口451の総面積の比の値が小さいほど、液晶素子を用いた表示を明るくすることができる。また、非開口部の総面積に対する開口451の総面積の比の値が大きいほど、発光素子360を用いた表示を明るくすることができる。

【0513】

開口451の形状は、例えば多角形、四角形、楕円形、円形または十字等の形状とすることができる。また、細長い筋状、スリット状、市松模様状の形状としてもよい。また、開口451を隣接する画素に寄せて配置してもよい。好ましくは、開口451を同じ色を表示する他の画素に寄せて配置する。これにより、クロストークを抑制できる。

【0514】

また、図41(B3)、(B4)に示すように、電極311が設けられていない部分に、発光素子360の発光領域が位置していてもよい。これにより、発光素子360が発する光は、表示面側に射出される。

【0515】

図41(B3)では、矢印Rで示す方向に隣接する2つの画素410において、発光素子360が一行に配列されていない。図41(B4)では、矢印Rで示す方向に隣接する2つの画素において、発光素子360が一行に配列されている。

【0516】

図41(B3)の構成は、隣接する2つの画素410が有する発光素子360どうしを離すことができるため、上述の通り、クロストークの抑制、及び、高精細化が可能となる。また、図41(B4)の構成では、発光素子360の矢印Cに平行な辺側に、電極311が位置しないため、発光素子360の光が電極311に遮られることを抑制でき、高い視野角特性を実現できる。

【0517】

回路GDには、シフトレジスタ等の様々な順序回路等を用いることができる。回路GDには、トランジスタ及び容量素子等を用いることができる。回路GDが有するトランジスタは、画素410に含まれるトランジスタと同じ工程で形成することができる。

【0518】

回路SDは、配線S1と電気的に接続される。回路SDには、例えば、集積回路を用いることができる。具体的には、回路SDには、シリコン基板上に形成された集積回路を用いることができる。

【0519】

例えば、COG方式またはCOF方式等を用いて、画素410と電気的に接続されるパッドに回路SDを実装することができる。具体的には、異方性導電膜を用いて、パッドに集積回路を実装できる。

【0520】

図42は、画素410の回路図の一例である。図42では、隣接する2つの画素410を示している。

【0521】

画素410は、スイッチSW1、容量素子C1、液晶素子340、スイッチSW2、トランジスタM、容量素子C2、及び発光素子360等を有する。また、画素410には、配線G11、配線G12、配線ANO、配線SCCOM、配線S1、及び配線S2が電気的に接続されている。また、図42では、液晶素子340と電気的に接続する配線VCOM1、及び発光素子360と電気的に接続する配線VCOM2を示している。

【0522】

図42では、スイッチSW1及びスイッチSW2にトランジスタを用いた場合の例を示している。

【0523】

スイッチSW1のゲートは、配線G11と接続されている。スイッチSW1のソース及びドレインのうち一方は、配線S1と接続され、他方は、容量素子C1の一方の電極、及び

10

20

30

40

50

液晶素子 340 の一方の電極と接続されている。容量素子 C1 の他方の電極は、配線 C S C O M と接続されている。液晶素子 340 の他方の電極が配線 V C O M 1 と接続されている。

【0524】

スイッチ S W 2 のゲートは、配線 G 1 2 と接続されている。スイッチ S W 2 のソース及びドレインのうち一方は、配線 S 2 と接続され、他方は、容量素子 C 2 の一方の電極、及びトランジスタ M のゲートと接続されている。容量素子 C 2 の他方の電極は、トランジスタ M のソースまたはドレインの一方、及び配線 A N O と接続されている。トランジスタ M のソースまたはドレインの他方は、発光素子 360 の一方の電極と接続されている。発光素子 360 の他方の電極は、配線 V C O M 2 と接続されている。

10

【0525】

図 4 2 では、トランジスタ M が半導体を挟む 2 つのゲートを有し、これらが接続されている例を示している。これにより、トランジスタ M が流すことのできる電流を増大させることができる。

【0526】

配線 G 1 1 には、スイッチ S W 1 を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 1 には、所定の電位を与えることができる。配線 S 1 には、液晶素子 340 が有する液晶の配向状態を制御する信号を与えることができる。配線 C S C O M には、所定の電位を与えることができる。

20

【0527】

配線 G 1 2 には、スイッチ S W 2 を導通状態または非導通状態に制御する信号を与えることができる。配線 V C O M 2 及び配線 A N O には、発光素子 360 が発光する電位差が生じる電位をそれぞれ与えることができる。配線 S 2 には、トランジスタ M の導通状態を制御する信号を与えることができる。

【0528】

図 4 2 に示す画素 410 は、例えば反射モードの表示を行う場合には、配線 G 1 1 及び配線 S 1 に与える信号により駆動し、液晶素子 340 による光学変調を利用して表示することができる。また、透過モードで表示を行う場合には、配線 G 1 2 及び配線 S 2 に与える信号により駆動し、発光素子 360 を発光させて表示することができる。また両方のモードで駆動する場合には、配線 G 1 1、配線 G 1 2、配線 S 1 及び配線 S 2 のそれぞれに与える信号により駆動することができる。

30

【0529】

なお、図 4 2 では一つの画素 410 に、一つの液晶素子 340 と一つの発光素子 360 とを有する例を示したが、これに限られない。図 4 3 (A) は、一つの画素 410 に一つの液晶素子 340 と 4 つの発光素子 360 (発光素子 360 r、360 g、360 b、360 w) を有する例を示している。図 4 3 (A) に示す画素 410 は、図 4 2 とは異なり、1 つの画素で発光素子を用いたフルカラーの表示が可能である。

【0530】

図 4 3 (A) では図 4 2 の例に加えて、画素 410 に配線 G 1 3 及び配線 S 3 が接続されている。

40

【0531】

図 4 3 (A) に示す例では、例えば 4 つの発光素子 360 に、それぞれ赤色 (R)、緑色 (G)、青色 (B)、及び白色 (W) を呈する発光素子を用いることができる。また液晶素子 340 として、白色を呈する反射型の液晶素子を用いることができる。これにより、反射モードの表示を行う場合には、反射率の高い白色の表示を行うことができる。また透過モードで表示を行う場合には、演色性の高い表示を低い電力で行うことができる。

【0532】

図 4 3 (B) に、図 4 3 (A) に対応した画素 410 の構成例を示す。画素 410 は、電極 311 が有する開口部と重なる発光素子 360 w と、電極 311 の周囲に配置された発光素子 360 r、発光素子 360 g、及び発光素子 360 b とを有する。発光素子 360

50

r、発光素子360g、及び発光素子360bは、発光面積がほぼ同等であることが好ましい。

【0533】

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。

【0534】

(実施の形態4)

本実施の形態では、タッチセンサの駆動方法の例について、図面を参照して説明する。

【0535】

<センサの検知方法の例>

図44(A)は、相互容量方式のタッチセンサの構成を示すブロック図である。図44(A)では、パルス電圧出力回路551、電流検出回路552を示している。なお図44(A)では、パルス電圧が与えられる電極521、電流の変化を検知する電極522をそれぞれ、X1-X6、Y1-Y6のそれぞれ6本の配線として示している。また図44(A)は、電極521及び電極522が重畳することで形成される容量553を図示している。なお、電極521と電極522とはその機能を互いに置き換えてもよい。

10

【0536】

パルス電圧出力回路551は、X1-X6の配線に順にパルス電圧を印加するための回路である。X1-X6の配線にパルス電圧が印加されることで、容量553を形成する電極521と電極522の間に電界が生じる。この電極間に生じる電界が遮蔽等により容量553の相互容量に変化を生じさせることを利用して、被検知体の近接または接触を検出することができる。

20

【0537】

電流検出回路552は、容量553での相互容量の変化による、Y1乃至Y6の配線での電流の変化を検出するための回路である。Y1乃至Y6の配線では、被検知体の近接または接触がないと検出される電流値に変化はないが、検出する被検知体の近接または接触により相互容量が減少する場合には電流値が減少する変化を検出する。なお電流の検出は、積分回路等を用いて行えばよい。

【0538】

なお、パルス電圧出力回路551及び電流検出回路552の一方または両方を、図1等に示す基板351上または基板361上に形成してもよい。例えば、表示部362や回路364などと同時に形成すると、工程を簡略化できることに加え、タッチセンサの駆動に用いる部品数を削減することができるため好ましい。また、パルス電圧出力回路551及び電流検出回路552の一方または両方を、IC373に実装してもよい。

30

【0539】

特に、基板351に形成されるトランジスタとして、チャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンや単結晶シリコンなどの結晶性シリコンを用いると、パルス電圧出力回路551や電流検出回路552等の回路の駆動能力が向上し、タッチセンサの感度を向上させることができる。

【0540】

図44(B)には、図44(A)で示す相互容量方式のタッチセンサにおける入出力波形のタイミングチャートを示す。図44(B)では、1フレーム期間で各行列での被検知体の検出を行うものとする。また図44(B)では、被検知体を検出しない場合(非タッチ)と被検知体を検出する場合(タッチ)との2つの場合について示している。なおY1-Y6の配線については、検出される電流値に対応する電圧値とした波形を示している。

40

【0541】

X1-X6の配線には、順にパルス電圧が与えられ、該パルス電圧にしたがってY1-Y6の配線での波形が変化する。被検知体の近接または接触がない場合には、X1-X6の配線の電圧の変化に応じてY1-Y6の波形が一様に变化する。一方、被検知体が近接または接触する箇所では、電流値が減少するため、これに対応する電圧値の波形も変化する。

50

【 0 5 4 2 】

このように、相互容量の変化を検出することにより、被検知体の近接または接触を検知することができる。

【 0 5 4 3 】

< 表示装置の駆動方法例 >

図 4 5 (A) は、表示装置の構成例を示すブロック図である。図 4 5 (A) ではゲート駆動回路 G D (走査線駆動回路)、ソース駆動回路 S D (信号線駆動回路)、複数の画素 $p_{i x}$ を有する表示部を示している。なお図 4 5 (A) では、ゲート駆動回路 G D に電氣的に接続されるゲート線 $x_{_1}$ 乃至 $x_{_m}$ (m は自然数)、ソース駆動回路 S D に電氣的に接続されるソース線 $y_{_1}$ 乃至 $y_{_n}$ (n は自然数) に対応して、画素 $p_{i x}$ ではそれぞれに (1 , 1) 乃至 (n , m) の符号を付している。

10

【 0 5 4 4 】

図 4 5 (B) は、図 4 5 (A) で示す表示装置におけるゲート線及びソース線に与える信号のタイミングチャート図である。図 4 5 (B) では、1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合と、データ信号を書き換えない場合と、に分けて示している。なお図 4 5 (B) では、帰線期間等の期間を考慮していない。

【 0 5 4 5 】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換える場合、 $x_{_1}$ 乃至 $x_{_m}$ のゲート線には、順に走査信号が与えられる。走査信号が H レベルの期間である水平走査期間 1 H では、各列のソース線 $y_{_1}$ 乃至 $y_{_n}$ にデータ信号 D が与えられる。

20

【 0 5 4 6 】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない場合、ゲート線 $x_{_1}$ 乃至 $x_{_m}$ に与える走査信号を停止する。また水平走査期間 1 H では、各列のソース線 $y_{_1}$ 乃至 $y_{_n}$ に与えるデータ信号を停止する。

【 0 5 4 7 】

1 フレーム期間ごとにデータ信号を書き換えない駆動方法は、特に、画素 $p_{i x}$ が有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に酸化物半導体を適用する場合に有効である。酸化物半導体が適用されたトランジスタはシリコン等の半導体が適用されたトランジスタに比べて極めてオフ電流を小さくすることが可能である。そのため、1 フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば 1 秒以上、好ましくは 5 秒以上に亘って画素の階調を保持することもできる。

30

【 0 5 4 8 】

また、画素 $p_{i x}$ が有するトランジスタとしてチャンネルが形成される半導体層に多結晶シリコンなどを適用する場合には、画素が有する保持容量の大きさをあらかじめ大きくしておくことが好ましい。保持容量が大きいほど、画素の階調を長時間に亘って保持することができる。保持容量の大きさは、保持容量に電氣的に接続するトランジスタや表示素子のリーク電流に応じて設定すればよいが、例えば、1 画素あたりの保持容量を 5 f F 以上 5 p F 以下、好ましくは 1 0 f F 以上 5 p F 以下、より好ましくは 2 0 f F 以上 1 p F 以下とすると、1 フレーム期間ごとにデータ信号の書き換えを行わずに前の期間に書き込んだデータ信号を保持させることができ、例えば数フレームまたは数 1 0 フレームの期間に亘って画素の階調を保持することが可能となる。

40

【 0 5 4 9 】

< 表示部とタッチセンサの駆動方法の例 >

図 4 6 (A) 乃至 (D) は、一例として図 4 4 (A)、(B) で説明したタッチセンサと、図 4 5 (A)、(B) で説明した表示部を 1 s e c . (1 秒間) 駆動する場合に、連続するフレーム期間の動作について説明する図である。なお図 4 6 (A) では、表示部の 1 フレーム期間を 1 6 . 7 m s (フレーム周波数 : 6 0 H z)、タッチセンサの 1 フレーム期間を 1 6 . 7 m s (フレーム周波数 : 6 0 H z) とした場合について示している。

【 0 5 5 0 】

50

本発明の一態様の表示装置は、表示部の動作とタッチセンサの動作は互いに独立しており、表示期間と平行してタッチ検知期間を設けることができる。そのため図46(A)に示すように、表示部及びタッチセンサの1フレーム期間を共に16.7ms(フレーム周波数:60Hz)と設定することができる。また、タッチセンサと表示部のフレーム周波数を異ならせてもよい。例えば図46(B)に示すように、表示部の1フレーム期間を8.3ms(フレーム周波数:120Hz)と設定し、タッチセンサの1フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)とすることもできる。また、図示しないが、表示部のフレーム周波数を33.3ms(フレーム周波数:30Hz)としてもよい。

【0551】

また表示部のフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、動画像の表示の際にはフレーム周波数を大きく(例えば60Hz以上または120Hz以上)し、静止画像の表示の際にはフレーム周波数を小さく(例えば60Hz以下、30Hz以下、または1Hz以下)することで、表示装置の消費電力を低減することができる。またタッチセンサのフレーム周波数を切り替え可能な構成とし、待機時と、タッチを感知した時とでフレーム周波数を異ならせてもよい。

【0552】

また本発明の一態様の表示装置は、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持することで、表示部の1フレーム期間を16.7msよりも長い期間とすることができる。そのため、図46(C)に示すように、表示部の1フレーム期間を1sec.(フレーム周波数:1Hz)と設定し、タッチセンサの1フレーム期間を16.7ms(フレーム周波数:60Hz)とすることもできる。

【0553】

なお、表示部におけるデータ信号の書き換えを行わずに、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成については、先に説明のIDS駆動モードを参照することができる。なお、IDS駆動モードについては、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行う、部分IDS駆動モードとしてもよい。部分IDS駆動モードとは、表示部におけるデータ信号の書き換えを特定の領域だけ行い、それ以外の領域においては、前の期間に書き換えたデータ信号を保持する構成である。

【0554】

また、本実施の形態に開示するタッチセンサの駆動方法によれば、図46(C)に示す駆動を行う場合、継続してタッチセンサの駆動を行うことができる。そのため、図46(D)に示すようにタッチセンサにおける被検知体の近接または接触を検知したタイミングで、表示部のデータ信号を書き換えることもできる。

【0555】

ここで、タッチセンサのセンシング期間に表示部のデータ信号の書き換え動作を行うと、データ信号の書き換え時に生じるノイズがタッチセンサに伝わることで、タッチセンサの感度を低下させてしまう恐れがある。したがって、表示部のデータ信号の書き換え期間と、タッチセンサのセンシング期間とをずらすように駆動することが好ましい。

【0556】

図47(A)では、表示部のデータ信号の書き換えと、タッチセンサのセンシングとを交互に行う例を示している。また、図47(B)では、表示部のデータ信号の書き換え動作を2回行うごとに、タッチセンサのセンシングを1回行う例を示している。なお、これに限られず3回以上の書き換え動作を行うごとにタッチセンサのセンシングを1回行う構成としてもよい。

【0557】

また、画素pixelに適用されるトランジスタに、チャネルが形成される半導体層に酸化半導体を用いる場合、オフ電流を極めて低減することが可能なため、データ信号の書き換えの頻度を十分に低減することができる。具体的には、データ信号の書き換えを行った後、次にデータ信号を書き換えるまでの間に、十分に長い休止期間を設けることが可能となる。休止期間は、例えば0.5秒以上、1秒以上、または5秒以上とすることができる。

10

20

30

40

50

休止期間の上限は、トランジスタに接続される容量や表示素子等のリーク電流によって制限されるが、例えば1分以下、10分以下、1時間以下、または1日以下などとすることができる。

【0558】

図47(C)では、5秒間に1度の頻度で表示部のデータ信号の書き換えを行う例を示している。図47(C)では、表示部はデータ信号を書き換えたのち、次のデータ信号の書き換え動作までの期間は、書き換え動作を停止する休止期間が設けられている。休止期間では、タッチセンサがフレーム周波数*i* Hz (*i*は表示装置のフレーム周波数以上、ここでは0.2 Hz以上)で駆動することができる。また図47(C)に示すように、タッチセンサのセンシングを休止期間に行い、表示部のデータ信号の書き換え期間には行わないようにすると、タッチセンサの感度を向上させることができ好ましい。また、図47(D)に示すように、表示部のデータ信号の書き換えとタッチセンサのセンシングを同時に行うと、駆動のための信号を簡略化することができる。

10

【0559】

また、表示部のデータ信号の書き換え動作を行わない休止期間では、表示部へのデータ信号の供給を停止するだけでなく、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方の動作を停止してもよい。さらに、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方への電力供給を停止してもよい。このようにすることで、ノイズをより低減し、タッチセンサの感度をさらに良好なものとするすることができる。また、表示装置の消費電力をさらに低減することができる。

20

【0560】

また、表示装置として、先に説明のハイブリッドディスプレイを用いる場合、上述のIDS駆動モード、または部分IDS駆動モードと、上述のタッチセンサの駆動方法と、を組み合わせることができる。また、ハイブリッドディスプレイを用いる場合、複数の表示素子は、それぞれ独立してIDS駆動モードまたは部分IDS駆動モードを行うことができる。ハイブリッドディスプレイを用いる場合、以下のような駆動方法を実現できる。

【0561】

例えば、上記ハイブリッドディスプレイが反射型素子と、自発光素子とを有する場合、反射型素子にて白黒の画像を表示させる。その後、反射型素子をIDS駆動モードにし、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方への電力供給を停止する。その後、タッチセンサのセンシングを行い、当該センシングが行われていない領域の反射型素子を部分IDS駆動モードへと移行させる。その後、部分IDS駆動モードが行われていない領域の自発光素子を発光させる。その後、当該自発光素子を駆動させている、ゲート駆動回路GD及びソース駆動回路SDの一方または双方への電力供給を停止させて、自発光素子を部分IDS駆動モードへと移行する。

30

【0562】

上記のような駆動方法を行うことで、消費電力を低減させ、且つタッチセンサの検出感度が高められた優れた表示装置を実現することができる。

【0563】

本発明の一態様の表示装置は、2つの基板で表示部とタッチセンサが挟持された構成を有する。よって、表示部とタッチセンサの距離を極めて近づけることができる。このとき、表示部の駆動時のノイズがタッチセンサに伝搬しやすくなり、タッチセンサの感度が低下してしまう恐れがある。本実施の形態で例示した駆動方法を適用することで、薄型化と高い検出感度を両立した、タッチセンサを有する表示装置を実現できる。

40

【0564】

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。

【0565】

(実施の形態5)

本実施の形態では、本発明の一態様で開示されるトランジスタに用いることができる金属酸化物について説明する。以下では特に、金属酸化物とCAC(Cloud-Align

50

ed Composite)の詳細について説明する。

【0566】

CAC-OSまたはCAC-metal oxide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。なお、CAC-OSまたはCAC-metal oxideを、トランジスタのチャンネル形成領域に用いる場合、導電性の機能は、キャリアとなる電子(またはホール)を流す機能であり、絶縁性の機能は、キャリアとなる電子を流さない機能である。導電性の機能と、絶縁性の機能とを、それぞれ相補的に作用させることで、スイッチングさせる機能(On/Offさせる機能)をCAC-OSまたはCAC-metal oxideに付与することができる。CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、それぞれの機能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。

10

【0567】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、導電性領域、及び絶縁性領域を有する。導電性領域は、上述の導電性の機能を有し、絶縁性領域は、上述の絶縁性の機能を有する。また、材料中において、導電性領域と、絶縁性領域とは、ナノ粒子レベルで分離している場合がある。また、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ材料中に偏在する場合がある。また、導電性領域は、周辺がぼけてクラウド状に連結して観察される場合がある。

【0568】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideにおいて、導電性領域と、絶縁性領域とは、それぞれ0.5nm以上10nm以下、好ましくは0.5nm以上3nm以下のサイズで材料中に分散している場合がある。

20

【0569】

また、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、異なるバンドギャップを有する成分により構成される。例えば、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、絶縁性領域に起因するワイドギャップを有する成分と、導電性領域に起因するナローギャップを有する成分と、により構成される。当該構成の場合、キャリアを流す際に、ナローギャップを有する成分において、主にキャリアが流れる。また、ナローギャップを有する成分が、ワイドギャップを有する成分に相補的に作用し、ナローギャップを有する成分に連動してワイドギャップを有する成分にもキャリアが流れる。このため、上記CAC-OSまたはCAC-metal oxideをトランジスタのチャンネル形成領域に用いる場合、トランジスタのオン状態において高い電流駆動力、つまり大きなオン電流、及び高い電界効果移動度を得ることができる。

30

【0570】

すなわち、CAC-OSまたはCAC-metal oxideは、マトリックス複合材(matrix composite)または金属マトリックス複合材(metal matrix composite)と呼称することもできる。

【0571】

CAC-OSは、例えば、金属酸化物を構成する元素が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm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、一つあるいはそれ以上の金属元素が偏在し、該金属元素を有する領域が、0.5nm以上10nm以下、好ましくは、1nm以上2nm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。

40

【0572】

なお、金属酸化物は、少なくともインジウム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、銅、バナジウム、ベリリウム、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、ネオジウム、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。

50

【0573】

例えば、In-Ga-Zn酸化物におけるCAC-OS（CAC-OSの中でもIn-Ga-Zn酸化物を、特にCAC-IGZOと呼称してもよい。）とは、インジウム酸化物（以下、 InO_{x_1} （ x_1 は0よりも大きい実数）とする。）、またはインジウム亜鉛酸化物（以下、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ （ x_2 、 y_2 、及び z_2 は0よりも大きい実数）とする。）と、ガリウム酸化物（以下、 GaO_{x_3} （ x_3 は0よりも大きい実数）とする。）、またはガリウム亜鉛酸化物（以下、 $\text{Ga}_{x_4}\text{Zn}_{y_4}\text{O}_{z_4}$ （ x_4 、 y_4 、及び z_4 は0よりも大きい実数）とする。）などと、に材料が分離することでモザイク状となり、モザイク状の InO_{x_1} 、または $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ が、膜中に均一に分布した構成（以下、クラウド状ともいう。）である。

10

【0574】

つまり、CAC-OSは、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とが、混合している構成を有する複合金属酸化物である。なお、本明細書において、例えば、第1の領域の元素Mに対するInの原子数比が、第2の領域の元素Mに対するInの原子数比よりも大きいことを、第1の領域は、第2の領域と比較して、Inの濃度が高いとする。

【0575】

なお、IGZOは通称であり、In、Ga、Zn、及びOによる1つの化合物をいう場合がある。代表例として、 $\text{InGaO}_3(\text{ZnO})_{m_1}$ （ m_1 は自然数）、または $\text{In}_{(1+x_0)}\text{Ga}_{(1-x_0)}\text{O}_3(\text{ZnO})_{m_0}$ （ $-1 < x_0 < 1$ 、 m_0 は任意数）で表される結晶性の化合物が挙げられる。

20

【0576】

上記結晶性の化合物は、単結晶構造、多結晶構造、またはCAAC（c-axis aligned crystal）構造を有する。なお、CAAC構造とは、複数のIGZOのナノ結晶がc軸配向を有し、かつa-b面においては配向せずに連結した結晶構造である。

【0577】

一方、CAC-OSは、金属酸化物の材料構成に関する。CAC-OSとは、In、Ga、Zn、及びOを含む材料構成において、一部にGaを主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部にInを主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。従って、CAC-OSにおいて、結晶構造は副次的な要素である。

30

【0578】

なお、CAC-OSは、組成の異なる二種類以上の膜の積層構造は含まないものとする。例えば、Inを主成分とする膜と、Gaを主成分とする膜との2層からなる構造は、含まない。

【0579】

なお、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $\text{In}_{x_2}\text{Zn}_{y_2}\text{O}_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とは、明確な境界が観察できない場合がある。

【0580】

なお、ガリウムの代わりに、アルミニウム、イットリウム、銅、バナジウム、ベリリウム、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、ネオジウム、ハフニウム、タンタル、タングステン、またはマグネシウムなどから選ばれた一種、または複数種が含まれている場合、CAC-OSは、一部に該金属元素を主成分とするナノ粒子状に観察される領域と、一部にInを主成分とするナノ粒子状に観察される領域とが、それぞれモザイク状にランダムに分散している構成をいう。

40

【0581】

CAC-OSは、例えば基板を意図的に加熱しない条件で、スパッタリング法により形成することができる。また、CAC-OSをスパッタリング法で形成する場合、成膜ガスと

50

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、例えば酸素ガスの流量比を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。

【0582】

CAC-OSは、X線回折(XRD: X-ray diffraction)測定法のひとつであるOut-of-plane法による $\theta/2$ スキャンを用いて測定したときに、明確なピークが観察されないという特徴を有する。すなわち、X線回折から、測定領域のa-b面方向、及びc軸方向の配向は見られないことが分かる。

【0583】

またCAC-OSは、プローブ径が1nmの電子線(ナノビーム電子線ともいう。)を照射することで得られる電子線回折パターンにおいて、リング状に輝度の高い領域と、該リング領域に複数の輝点が観測される。従って、電子線回折パターンから、CAC-OSの結晶構造が、平面方向、及び断面方向において、配向性を有さないnc(nano-crystal)構造を有することがわかる。

【0584】

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、 GaO_{x_3} が主成分である領域と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域とが、偏在し、混合している構造を有することが確認できる。

【0585】

CAC-OSは、金属元素が均一に分布したIGZO化合物とは異なる構造であり、IGZO化合物と異なる性質を有する。つまり、CAC-OSは、 GaO_{x_3} などが主成分である領域と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域と、に互いに相分離し、各元素を主成分とする領域がモザイク状である構造を有する。

【0586】

ここで、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域は、 GaO_{x_3} などが主成分である領域と比較して、導電性が高い領域である。つまり、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域を、キャリアが流れることにより、酸化物半導体としての導電性が発現する。従って、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域が、酸化物半導体中にクラウド状に分布することで、高い電界効果移動度(μ)が実現できる。

【0587】

一方、 GaO_{x_3} などが主成分である領域は、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} が主成分である領域と比較して、絶縁性が高い領域である。つまり、 GaO_{x_3} などが主成分である領域が、酸化物半導体中に分布することで、リーク電流を抑制し、良好なスイッチング動作を実現できる。

【0588】

従って、CAC-OSを半導体素子に用いた場合、 GaO_{x_3} などに起因する絶縁性と、 $In_{x_2}Zn_{y_2}O_{z_2}$ 、または InO_{x_1} に起因する導電性とが、相補的に作用することにより、高いオン電流(I_{on})、及び高い電界効果移動度(μ)を実現することができる。

【0589】

また、CAC-OSを用いた半導体素子は、信頼性が高い。従って、CAC-OSは、ディスプレイをはじめとするさまざまな半導体装置に最適である。

【0590】

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。

【0591】

(実施の形態6)

10

20

30

40

50

本実施の形態では、本発明の一態様の電子機器について説明する。

【0592】

本発明の一態様により、平面を有し、信頼性の高い電子機器を作製できる。また、本発明の一態様により、曲面を有し、信頼性の高い電子機器を作製できる。また、本発明の一態様により、可撓性を有し、信頼性の高い電子機器を作製できる。

【0593】

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、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、パチンコ機などの大型ゲーム機などが挙げられる。

10

【0594】

また、本発明の一態様の表示装置は、外光の強さによらず、高い視認性を実現することができる。そのため、携帯型の電子機器、装着型の電子機器（ウェアラブル機器）、及び電子書籍端末などに好適に用いることができる。

【0595】

図48(A)、(B)に示す携帯情報端末800は、筐体801、筐体802、表示部803、及びヒンジ部805等を有する。

【0596】

筐体801と筐体802は、ヒンジ部805で連結されている。携帯情報端末800は、折り畳んだ状態（図48(A)）から、図48(B)に示すように展開させることができる。これにより、持ち運ぶ際には可搬性に優れ、使用するときには大きな表示領域により、視認性に優れる。

20

【0597】

携帯情報端末800には、ヒンジ部805により連結された筐体801と筐体802に亘って、フレキシブルな表示部803が設けられている。

【0598】

本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示部803に用いることができる。これにより、高い歩留まりで携帯情報端末を作製することができる。

【0599】

表示部803は、文書情報、静止画像、及び動画像等のうち少なくとも一つを表示することができる。表示部に文書情報を表示させる場合、携帯情報端末800を電子書籍端末として用いることができる。

30

【0600】

携帯情報端末800を展開すると、表示部803が大きく湾曲した形態で保持される。例えば、曲率半径1mm以上50mm以下、好ましくは5mm以上30mm以下に湾曲した部分を含んで、表示部803が保持される。表示部803の一部は、筐体801から筐体802にかけて、連続的に画素が配置され、曲面状の表示を行うことができる。

【0601】

表示部803は、タッチパネルとして機能し、指やスタイラスなどにより操作することができる。

40

【0602】

表示部803は、一つのフレキシブルディスプレイで構成されていることが好ましい。これにより、筐体801と筐体802の間で途切れることのない連続した表示を行うことができる。なお、筐体801と筐体802のそれぞれに、ディスプレイが設けられる構成としてもよい。

【0603】

ヒンジ部805は、携帯情報端末800を展開したときに、筐体801と筐体802との角度が所定の角度よりも大きい角度にならないように、ロック機構を有することが好ましい。例えば、ロックがかかる（それ以上に開かない）角度は、90度以上180度未満であることが好ましく、代表的には、90度、120度、135度、150度、または17

50

5度などとすることができる。これにより、携帯情報端末800の利便性、安全性、及び信頼性を高めることができる。

【0604】

ヒンジ部805がロック機構を有すると、表示部803に無理な力がかかることなく、表示部803が破損することを防ぐことができる。そのため、信頼性の高い携帯情報端末を実現できる。

【0605】

筐体801及び筐体802は、電源ボタン、操作ボタン、外部接続ポート、スピーカ、マイク等を有していてもよい。

【0606】

筐体801または筐体802のいずれか一方には、無線通信モジュールが設けられ、インターネットやLAN(Local Area Network)、Wi-Fi(Wireless Fidelity:登録商標)などのコンピュータネットワークを介して、データを送受信することが可能である。

【0607】

図48(C)に示す携帯情報端末810は、筐体811、表示部812、操作ボタン813、外部接続ポート814、スピーカ815、マイク816、カメラ817等を有する。

【0608】

本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示部812に用いることができる。これにより、高い歩留まりで携帯情報端末を作製することができる。

【0609】

携帯情報端末810は、表示部812にタッチセンサを備える。電話を掛ける、或いは文字を入力するなどのあらゆる操作は、指やスタイラスなどで表示部812に触れることで行うことができる。

【0610】

また、操作ボタン813の操作により、電源のON、OFF動作や、表示部812に表示される画像の種類の変更を行うことができる。例えば、メール作成画面から、メインメニュー画面に切り替えることができる。

【0611】

また、携帯情報端末810の内部に、ジャイロセンサまたは加速度センサ等の検出装置を設けることで、携帯情報端末810の向き(縦か横か)を判断して、表示部812の画面表示の向きを自動的に切り替えることができる。また、画面表示の向きの変更は、表示部812に触れること、操作ボタン813の操作、またはマイク816を用いた音声入力等により行うこともできる。

【0612】

携帯情報端末810は、例えば、電話機、手帳または情報閲覧装置等から選ばれた一つまたは複数の機能を有する。具体的には、スマートフォンとして用いることができる。携帯情報端末810は、例えば、移動電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、動画再生、インターネット通信、ゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。

【0613】

図48(D)に示すカメラ820は、筐体821、表示部822、操作ボタン823、シャッターボタン824等を有する。またカメラ820には、着脱可能なレンズ826が取り付けられている。

【0614】

本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示部822に用いることができる。これにより、高い歩留まりでカメラを作製することができる。

【0615】

ここではカメラ820を、レンズ826を筐体821から取り外して交換することが可能な構成としたが、レンズ826と筐体821とが一体となってもよい。

10

20

30

40

50

【0616】

カメラ820は、シャッターボタン824を押すことにより、静止画または動画を撮像することができる。また、表示部822はタッチパネルとしての機能を有し、表示部822をタッチすることにより撮像することも可能である。

【0617】

なお、カメラ820は、ストロボ装置や、ビューファインダーなどを別途装着することができる。または、これらが筐体821に組み込まれていてもよい。

【0618】

図49(A)~(E)は、電子機器を示す図である。これらの電子機器は、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。

10

【0619】

本発明の一態様を用いて作製された表示装置を、表示部9001に好適に用いることができる。これにより、高い歩留まりで電子機器を作製することができる。

【0620】

図49(A)~(E)に示す電子機器は、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)によって処理を制御する機能、無線通信機能、無線通信機能を用いて様々なコンピュータネットワークに接続する機能、無線通信機能を用いて様々なデータの送信または受信を行う機能、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表示部に表示する機能、等を有することができる。なお、図49(A)~(E)に示す電子機器が有する機能はこれらに限定されず、その他の機能を有していてもよい。

20

【0621】

図49(A)は腕時計型の携帯情報端末9200を、図49(B)は腕時計型の携帯情報端末9201を、それぞれ示す斜視図である。

【0622】

図49(A)に示す携帯情報端末9200は、携帯電話、電子メール、文章閲覧及び作成、音楽再生、インターネット通信、コンピュータゲームなどの種々のアプリケーションを実行することができる。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、通信規格された近距離無線通信を実行することが可能である。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を有し、他の情報端末とコネクタを介して直接データのやりとりを行うことができる。また接続端子9006を介して充電を行うこともできる。なお、充電動作は接続端子9006を介さずに無線給電により行ってもよい。

30

【0623】

図49(B)に示す携帯情報端末9201は、図49(A)に示す携帯情報端末と異なり、表示部9001の表示面が湾曲していない。また、携帯情報端末9201の表示部の外形が非矩形状(図49(B)においては円形状)である。

40

【0624】

図49(C)~(E)は、折り畳み可能な携帯情報端末9202を示す斜視図である。なお、図49(C)が携帯情報端末9202を展開した状態の斜視図であり、図49(D)が携帯情報端末9202を展開した状態または折り畳んだ状態の一方から他方に変化する途中の状態の斜視図であり、図49(E)が携帯情報端末9202を折り畳んだ状態の斜視図である。

【0625】

50

携帯情報端末 9 2 0 2 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 9 2 0 2 が有する表示部 9 0 0 1 は、ヒンジ 9 0 5 5 によって連結された 3 つの筐体 9 0 0 0 に支持されている。ヒンジ 9 0 5 5 を介して 2 つの筐体 9 0 0 0 間を屈曲させることにより、携帯情報端末 9 2 0 2 を展開した状態から折りたたんだ状態に可逆的に変形させることができる。例えば、携帯情報端末 9 2 0 2 は、曲率半径 1 m m 以上 1 5 0 m m 以下で曲げることができる。

【 0 6 2 6 】

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 】

【 0 6 2 7 】

1 4	作製基板	
1 9	金属層	
2 0	金属酸化物層	
2 3	樹脂層	
2 4	第 1 の層	
3 1	絶縁層	
4 0	画素アレイ	
4 5	画素ユニット	
4 6	画素	
4 6 B	表示素子	20
4 6 G	表示素子	
4 6 R	表示素子	
4 7	画素	
4 7 B	表示素子	
4 7 G	表示素子	
4 7 R	表示素子	
5 4	光	
5 5	レーザー光	
5 6	積層体	
5 6 a	被剥離体	30
5 6 b	支持体	
5 7 a	第 1 の層	
5 7 b	第 2 の層	
5 8	作製基板	
9 0	金属酸化物層	
9 0 a	金属酸化物層	
9 0 b	金属酸化物層	
9 1	絶縁層	
9 1 a	絶縁層	
9 1 b	絶縁層	40
9 3	樹脂層	
9 3 a	樹脂層	
9 3 b	樹脂層	
9 4	作製基板	
9 4 a	作製基板	
9 4 b	作製基板	
9 7	接着層	
1 0 0	表示装置	
1 1 2	液晶層	
1 1 3	電極	50

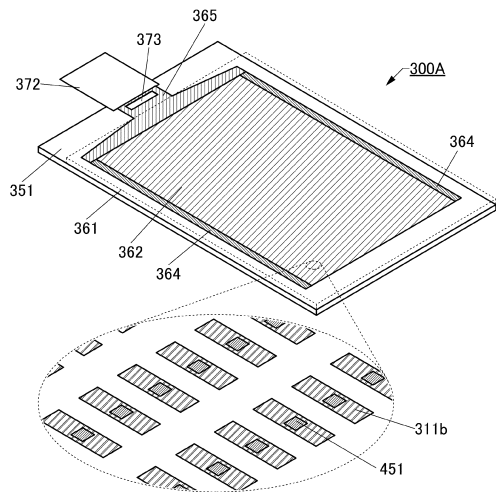
1 1 3 a	電極	
1 1 5	絶縁層	
1 1 7	絶縁層	
1 2 1	絶縁層	
1 3 1	着色層	
1 3 2	遮光層	
1 3 3 a	配向膜	
1 3 3 b	配向膜	
1 3 4	着色層	
1 3 5	偏光板	10
1 3 6	光拡散層	
1 4 1	接着層	
1 4 2	接着層	
1 7 0	発光素子	
1 8 0	液晶素子	
1 9 1	電極	
1 9 2	E L 層	
1 9 3	電極	
1 9 4	絶縁層	
2 0 1	トランジスタ	20
2 0 3	トランジスタ	
2 0 4	接続部	
2 0 5	トランジスタ	
2 0 6	トランジスタ	
2 0 7	接続部	
2 1 1	絶縁層	
2 1 1 a	絶縁層	
2 1 1 b	絶縁層	
2 1 2	絶縁層	
2 1 3	絶縁層	30
2 1 4	絶縁層	
2 1 5	絶縁層	
2 1 6	絶縁層	
2 1 7	絶縁層	
2 2 0	絶縁層	
2 2 0 a	絶縁層	
2 2 0 b	絶縁層	
2 2 1 a	導電層	
2 2 1 b	導電層	
2 2 1 c	導電層	40
2 2 2 a	導電層	
2 2 2 b	導電層	
2 2 3	導電層	
2 2 4	導電層	
2 2 5	絶縁層	
2 2 6	被覆膜	
2 2 7	レンズ	
2 2 8	導電層	
2 3 1	半導体層	
2 3 2	絶縁層	50

2 3 3	拡散フィルム	
2 3 4 a	導電層	
2 3 4 b	導電層	
2 3 4 c	絶縁層	
2 3 4 d	絶縁層	
2 3 5	基板	
2 4 2	接続層	
2 4 2 a	接続層	
2 4 2 b	接続層	
2 4 3	接続体	10
2 5 2	接続部	
2 5 3	接続部	
3 0 0 A	表示装置	
3 0 0 B	表示装置	
3 0 0 C	表示装置	
3 0 0 D	表示装置	
3 0 0 E	表示装置	
3 0 0 F	表示装置	
3 0 0 G	表示装置	
3 0 0 H	表示装置	20
3 0 0 J	表示装置	
3 1 1	電極	
3 1 1 a	電極	
3 1 1 b	電極	
3 1 1 c	電極	
3 1 1 d	電極	
3 1 1 e	電極	
3 1 1 f	電極	
3 1 1 g	電極	
3 1 1 h	電極	30
3 3 1	導電層	
3 3 2	絶縁層	
3 3 3	導電層	
3 3 4	導電層	
3 3 5	絶縁層	
3 3 6	導電層	
3 4 0	液晶素子	
3 5 1	基板	
3 6 0	発光素子	
3 6 0 b	発光素子	40
3 6 0 g	発光素子	
3 6 0 r	発光素子	
3 6 0 w	発光素子	
3 6 1	基板	
3 6 2	表示部	
3 6 4	回路	
3 6 5	配線	
3 7 2	F P C	
3 7 2 a	F P C	
3 7 2 b	F P C	50

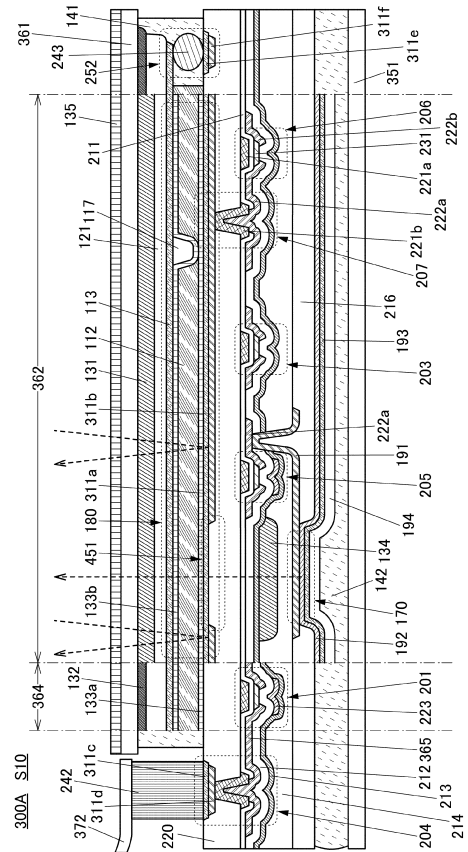
3 7 3	I C	
3 9 0	基板	
3 9 2	接着層	
3 9 6	反射防止部材	
4 0 0	表示装置	
4 1 0	画素	
4 5 1	開口	
5 0 1	表示素子	
5 0 2	表示素子	
5 0 6	画素回路	10
5 0 7	画素回路	
5 2 1	電極	
5 2 2	電極	
5 5 1	パルス電圧出力回路	
5 5 2	電流検出回路	
5 5 3	容量	
6 1 0	レーザー照射ユニット	
6 1 0 a	レーザー光	
6 1 0 b	レーザー光	
6 1 0 c	レーザー光	20
6 1 0 d	レーザー光	
6 1 0 e	線状ビーム	
6 3 5	光学系	
6 4 0	加工領域	
6 4 4	搬送ローラ	
6 5 0	ミラー	
6 6 0	エキシマレーザー装置	
6 8 0	レンズ	
8 0 0	携帯情報端末	
8 0 1	筐体	30
8 0 2	筐体	
8 0 3	表示部	
8 0 5	ヒンジ部	
8 1 0	携帯情報端末	
8 1 1	筐体	
8 1 2	表示部	
8 1 3	操作ボタン	
8 1 4	外部接続ポート	
8 1 5	スピーカ	
8 1 6	マイク	40
8 1 7	カメラ	
8 2 0	カメラ	
8 2 1	筐体	
8 2 2	表示部	
8 2 3	操作ボタン	
8 2 4	シャッターボタン	
8 2 6	レンズ	
9 0 0 0	筐体	
9 0 0 1	表示部	
9 0 0 3	スピーカ	50

- 9 0 0 5 操作キー
- 9 0 0 6 接続端子
- 9 0 0 7 センサ
- 9 0 0 8 マイクロフォン
- 9 0 5 5 ヒンジ
- 9 2 0 0 携帯情報端末
- 9 2 0 1 携帯情報端末
- 9 2 0 2 携帯情報端末

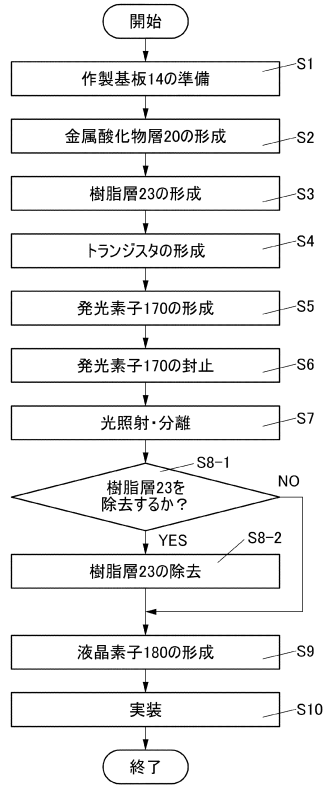
【図1】



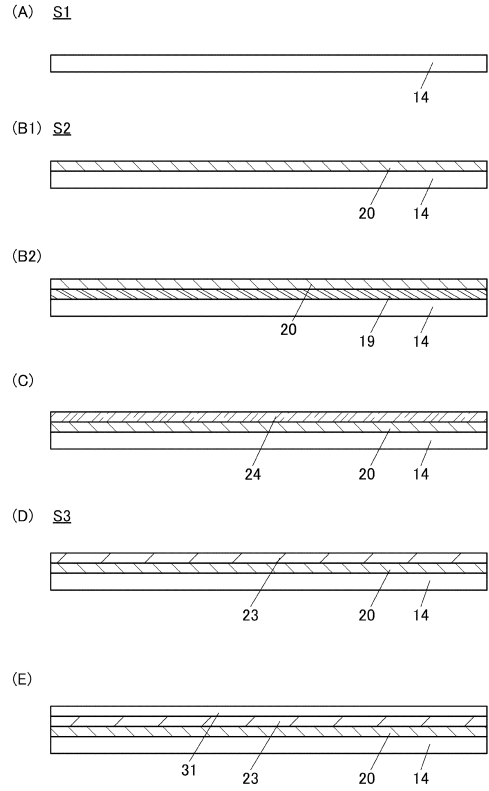
【図2】



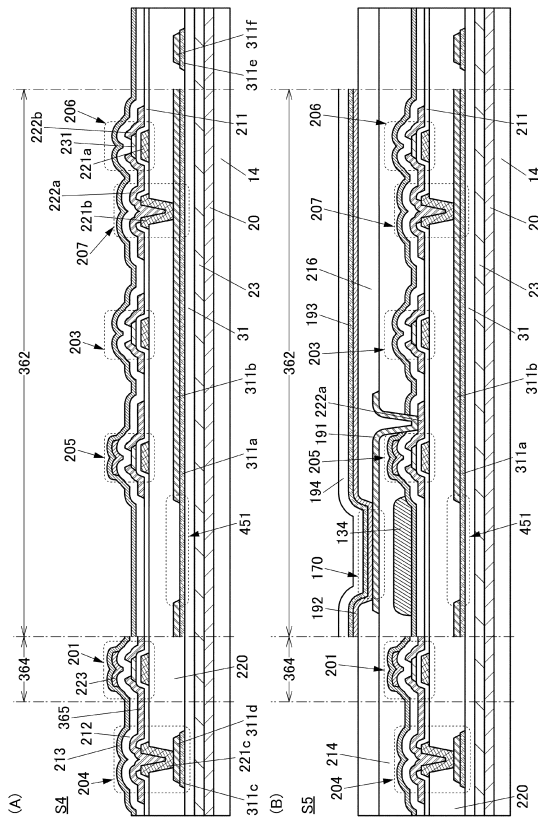
【図3】



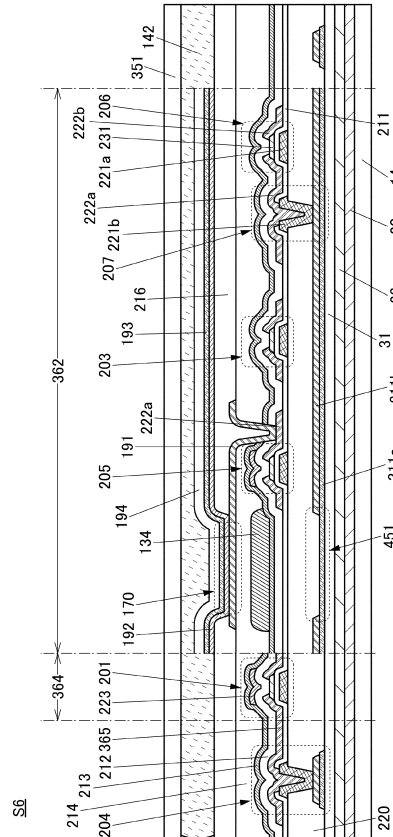
【図4】



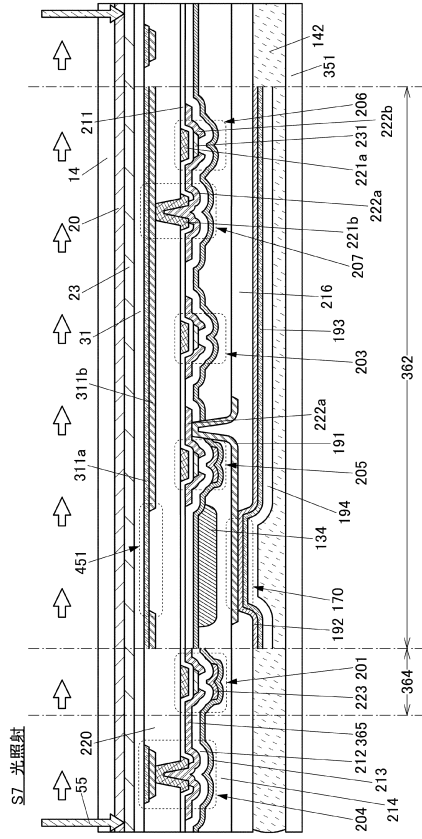
【図5】



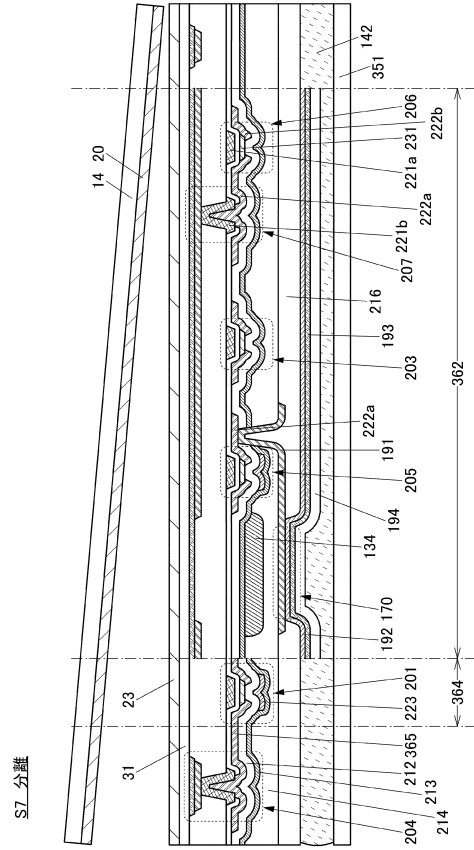
【図6】



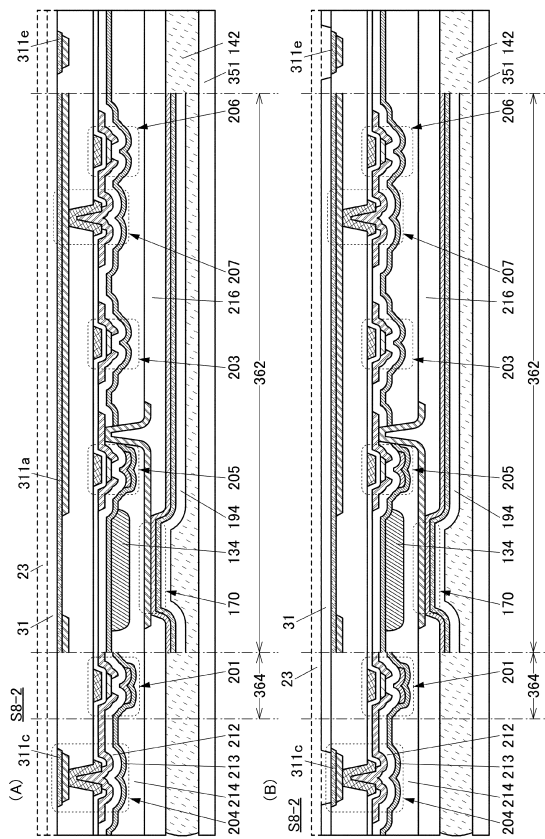
【 図 7 】



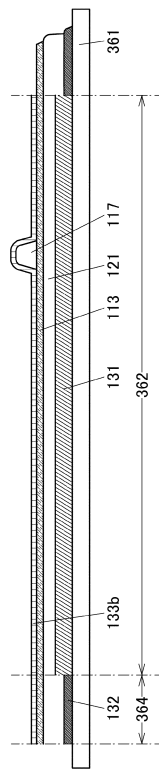
【 図 8 】



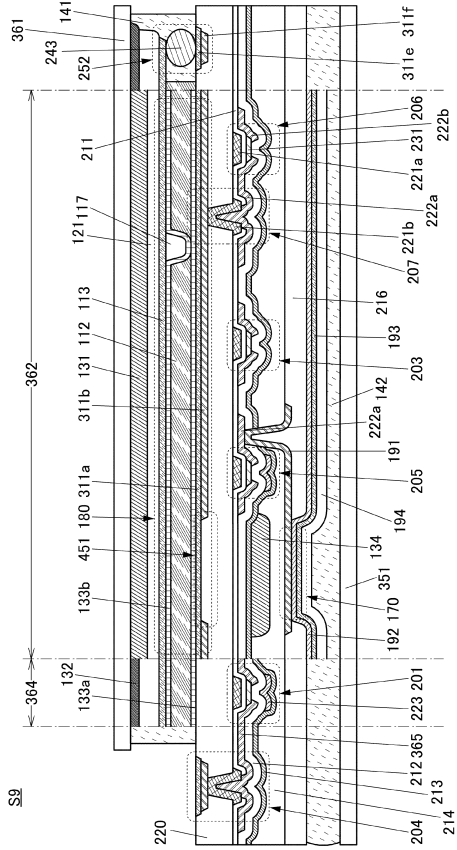
【 図 9 】



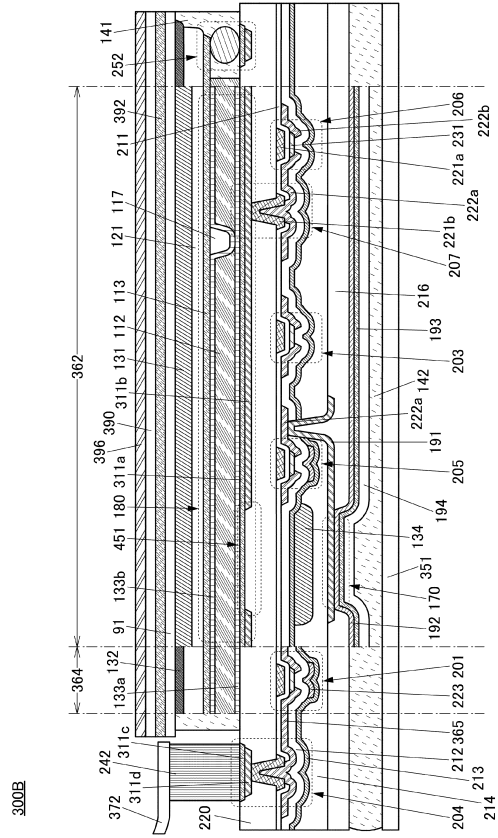
【 図 10 】



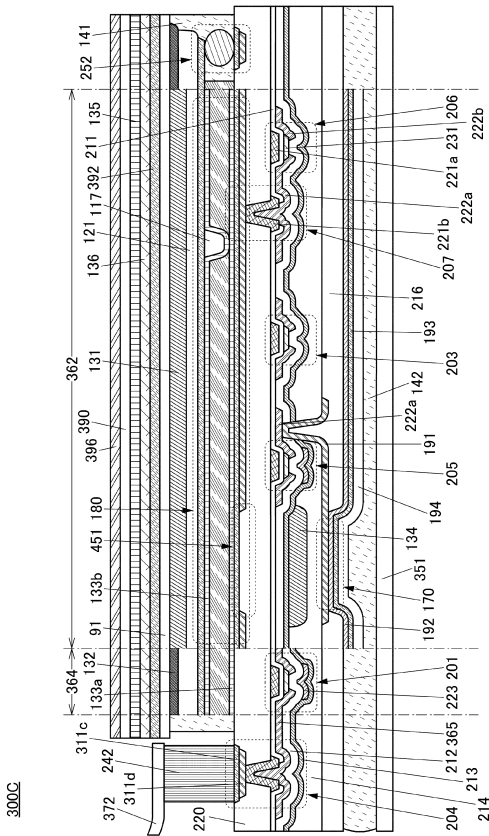
【 図 1 1 】



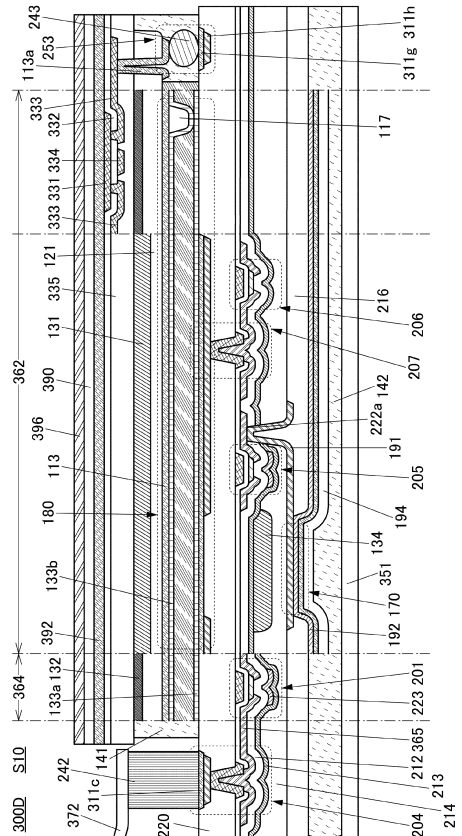
【 図 1 2 】



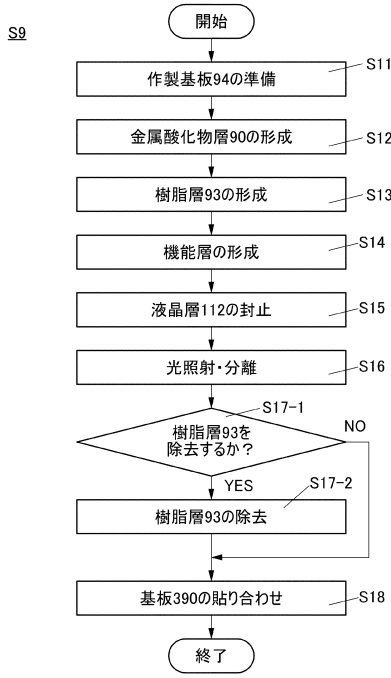
【 図 1 3 】



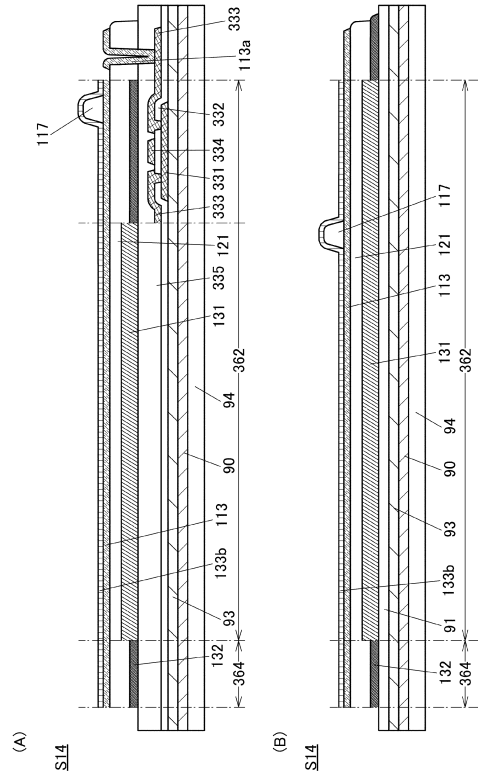
【 図 1 4 】



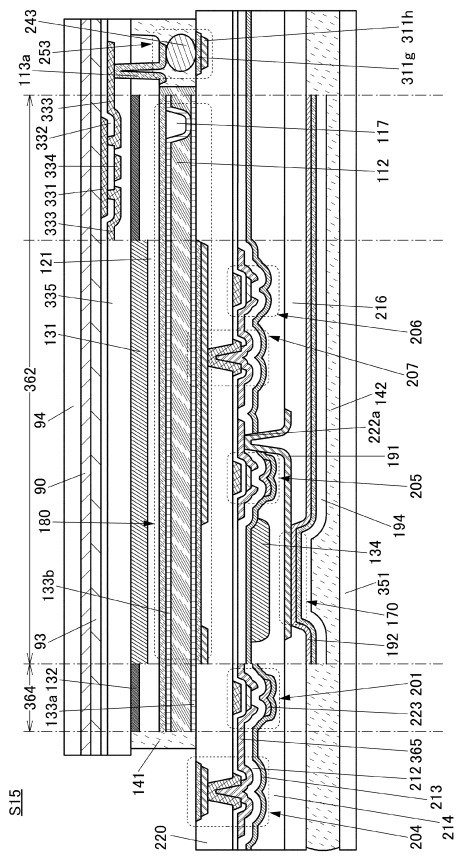
【図15】



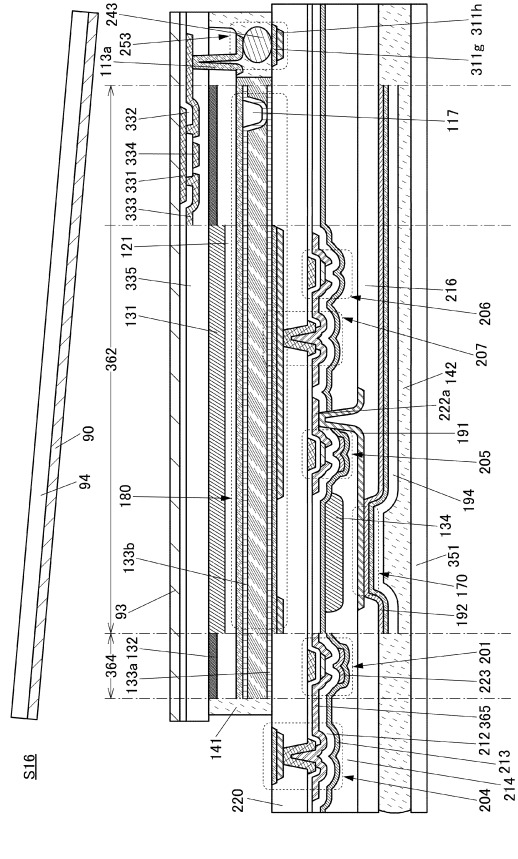
【図16】



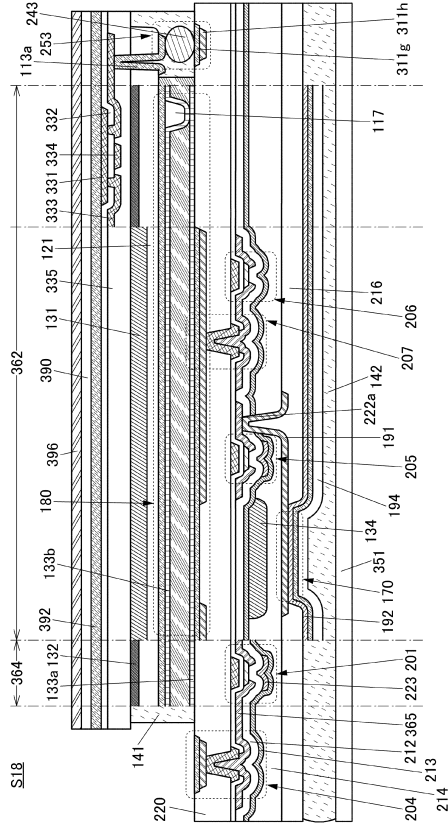
【図17】



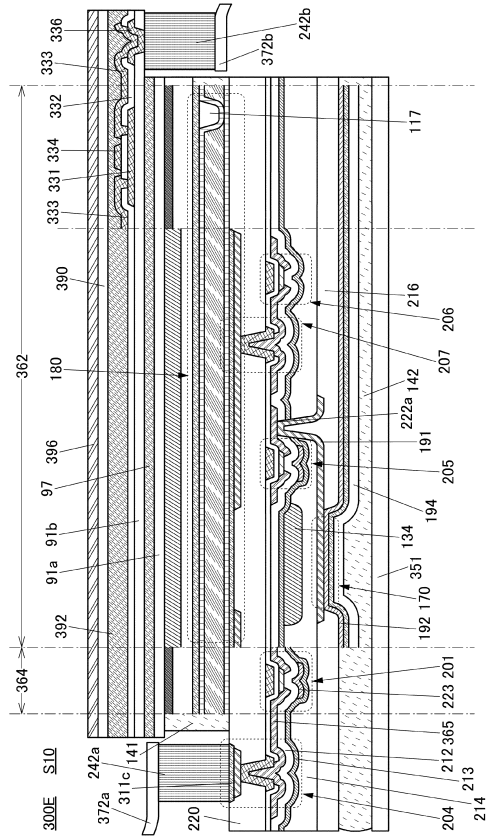
【図18】



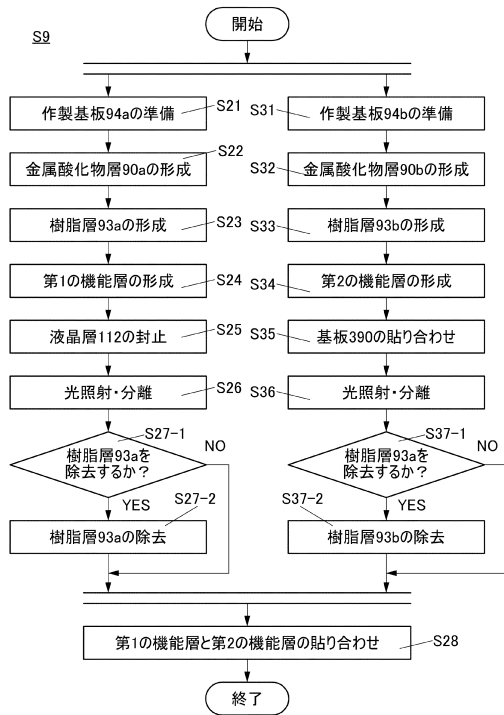
【図19】



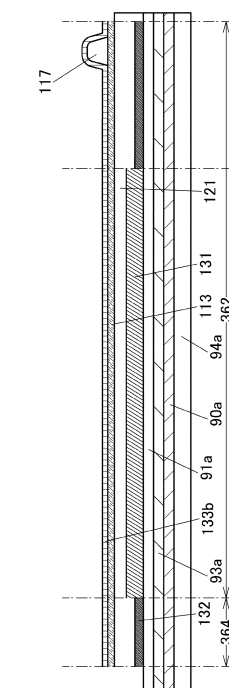
【図20】



【図21】

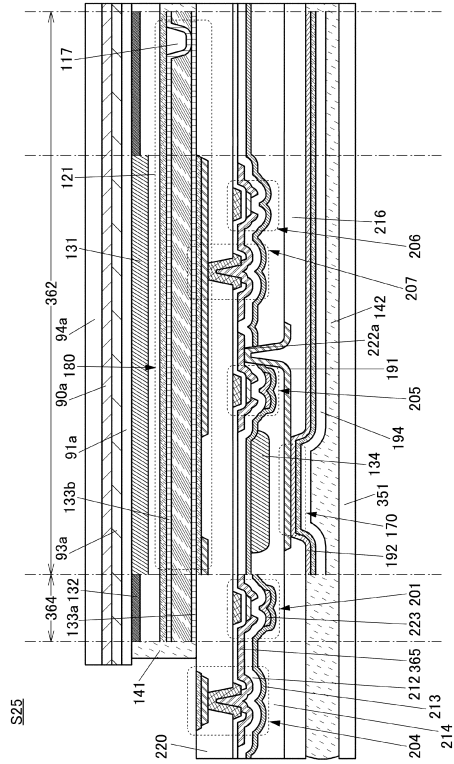


【図22】

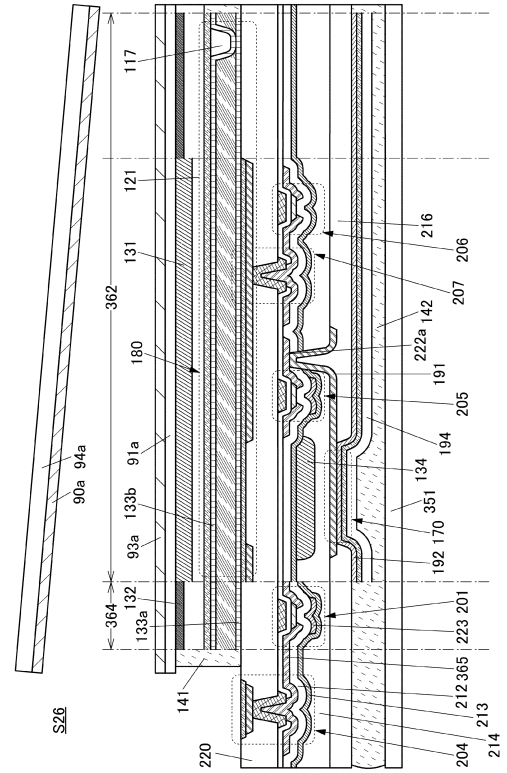


S24

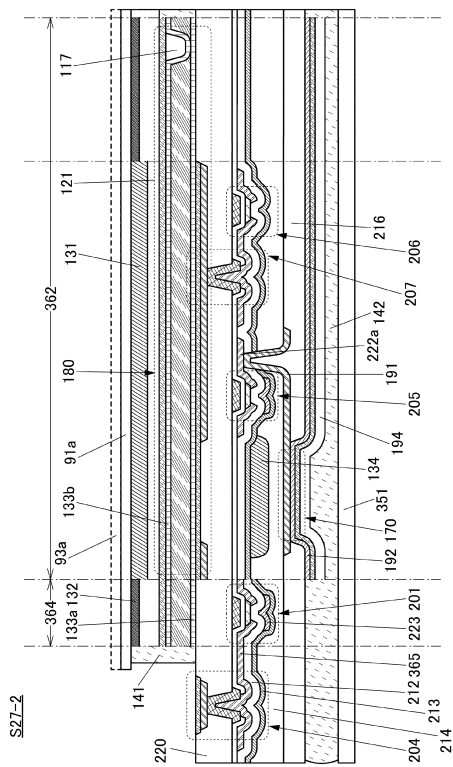
【 2 3 】



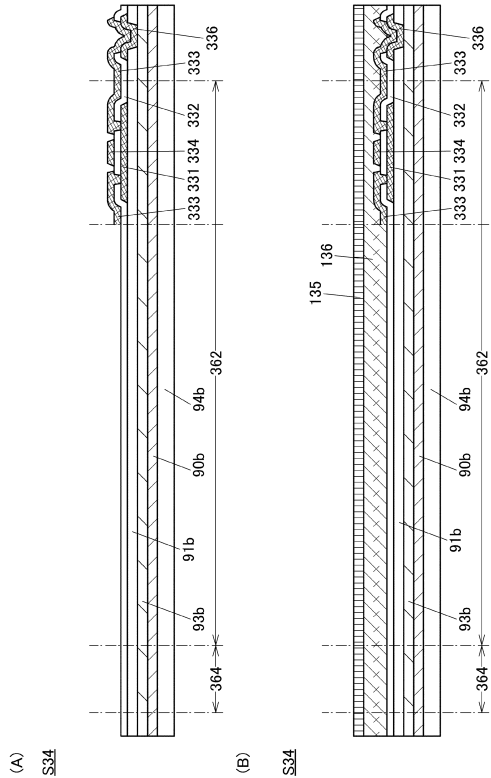
【 2 4 】



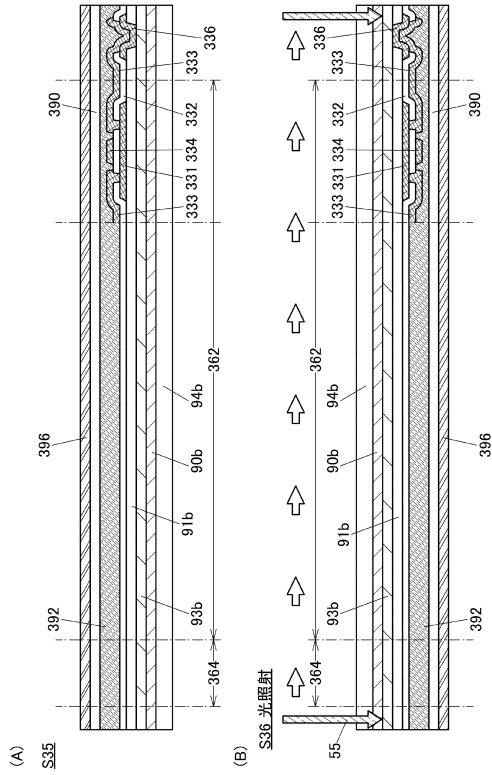
【 2 5 】



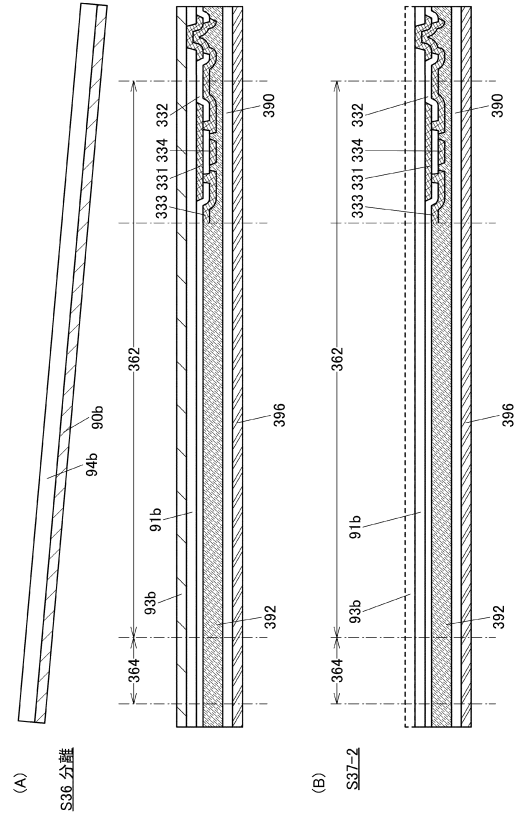
【 2 6 】



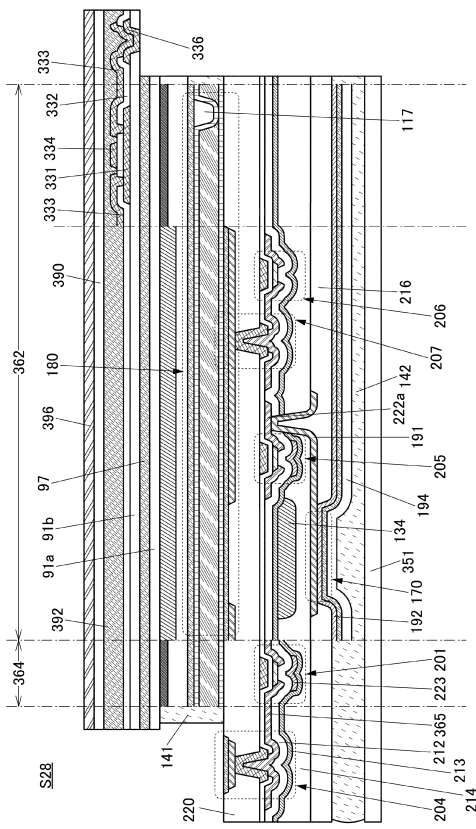
【 27】



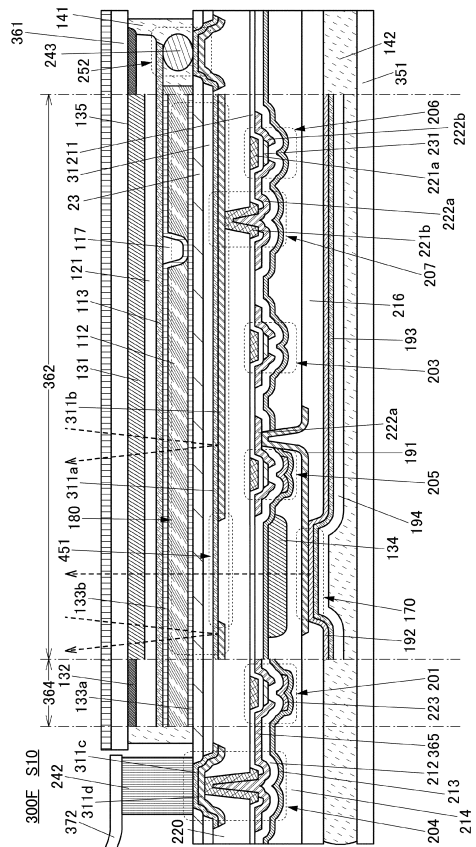
【 28】



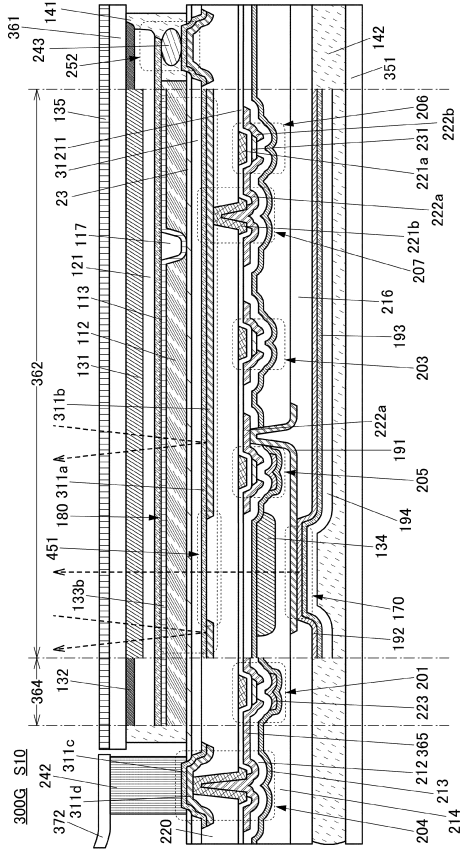
【 29】



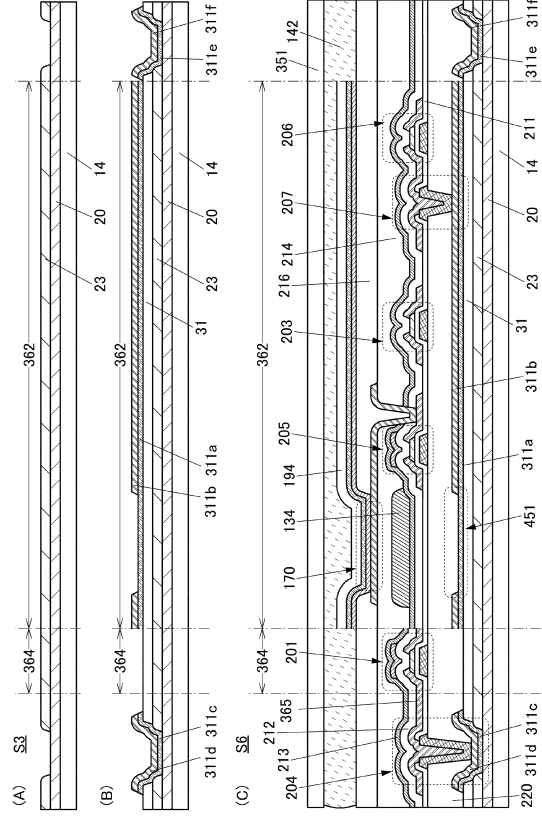
【 30】



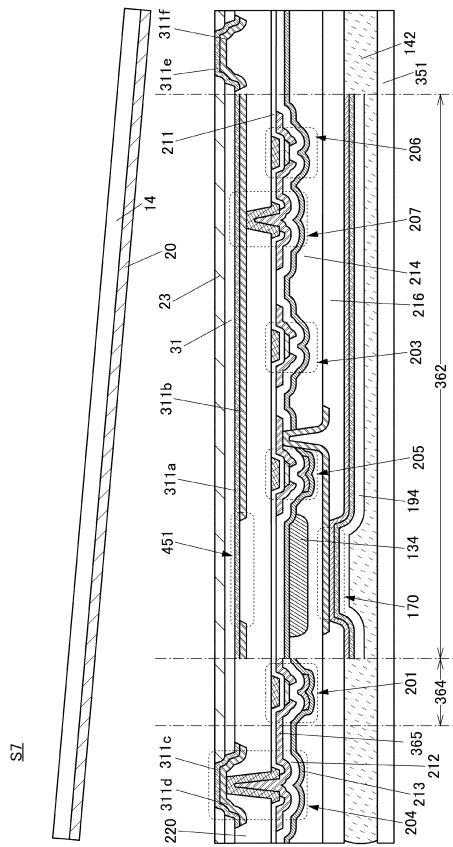
【 3 1 】



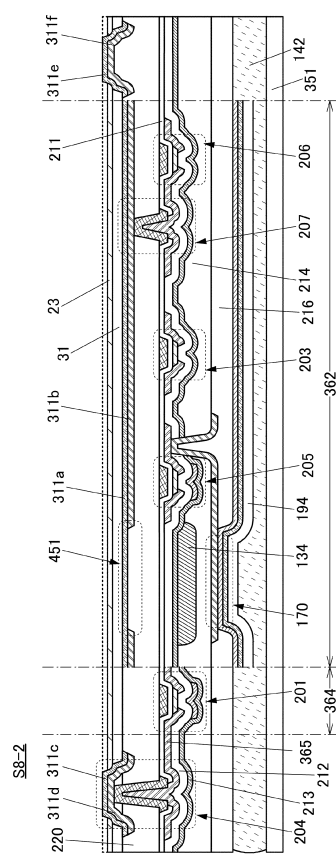
【 3 2 】



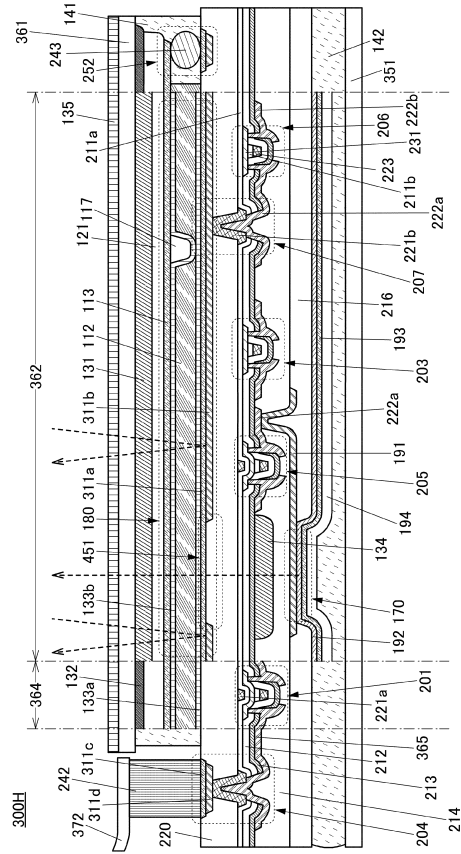
【 3 3 】



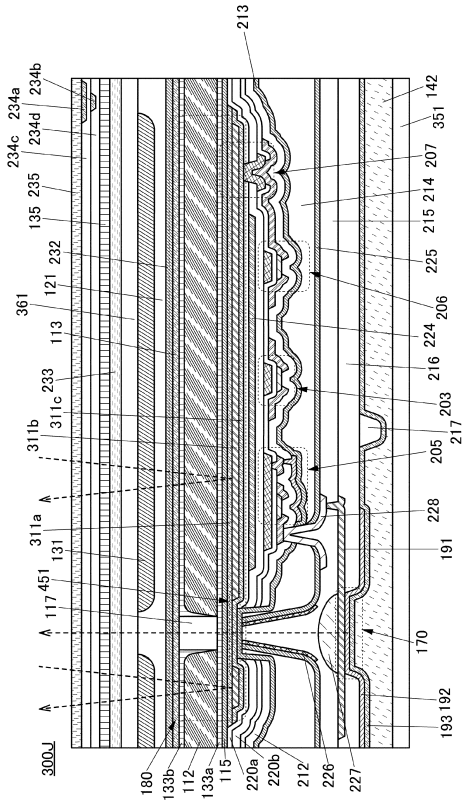
【 3 4 】



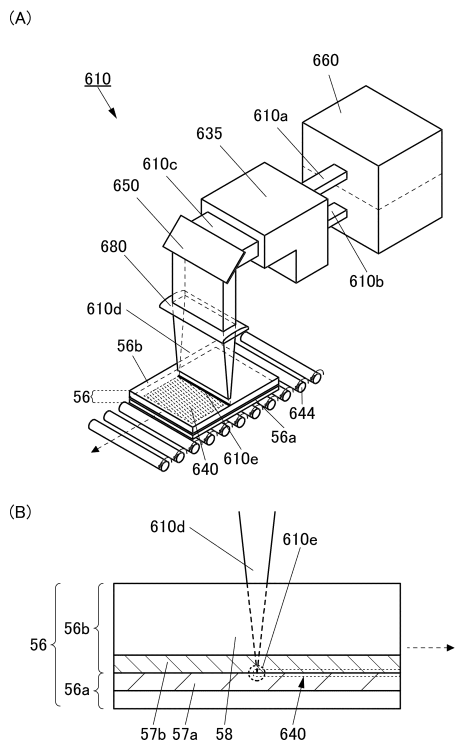
【 図 3 5 】



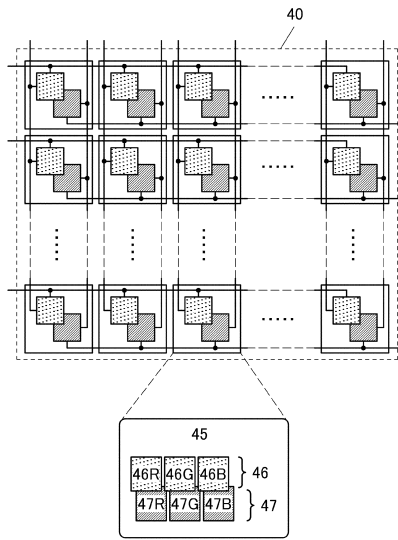
【 図 3 6 】



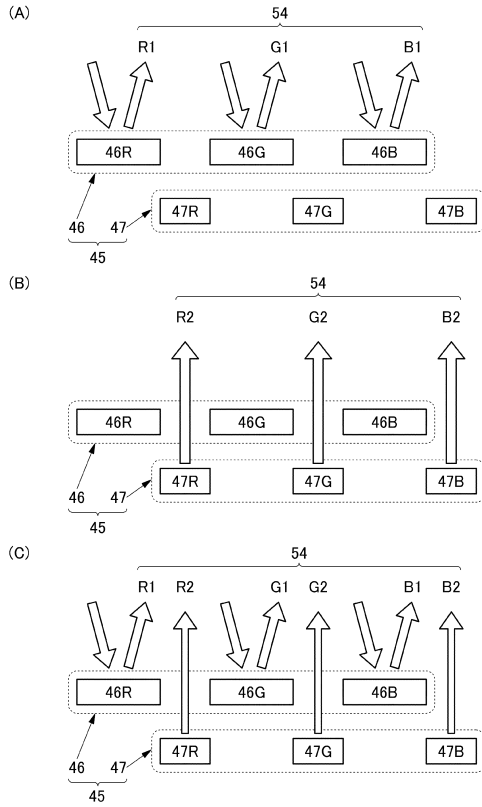
【 図 3 7 】



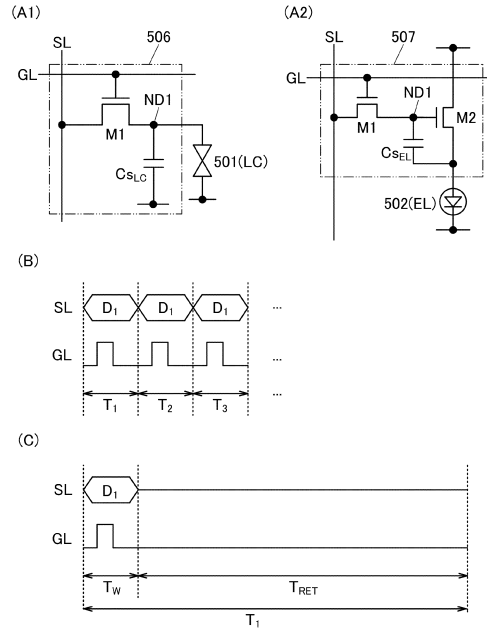
【 図 3 8 】



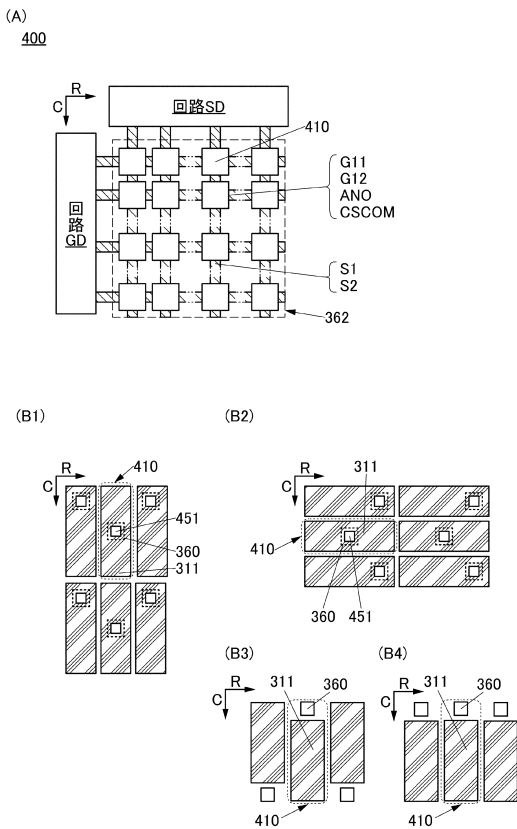
【図39】



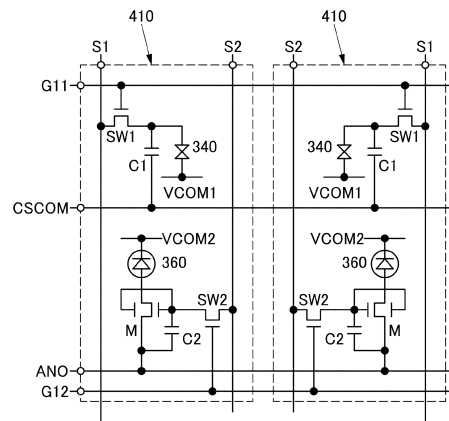
【図40】



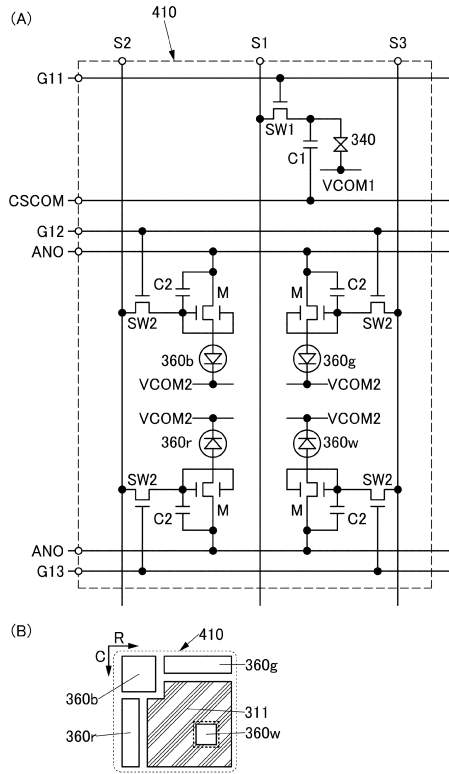
【図41】



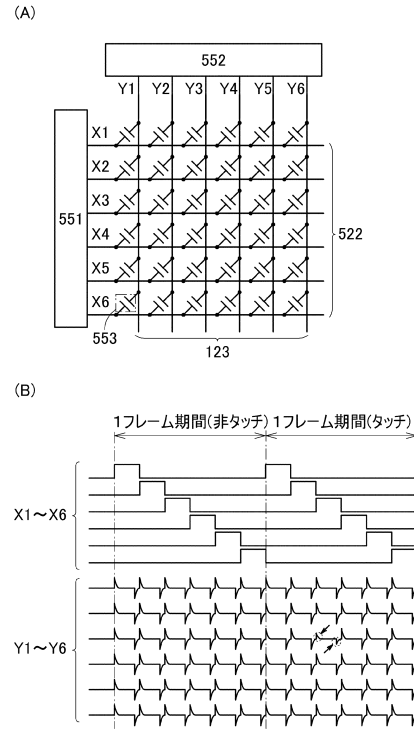
【図42】



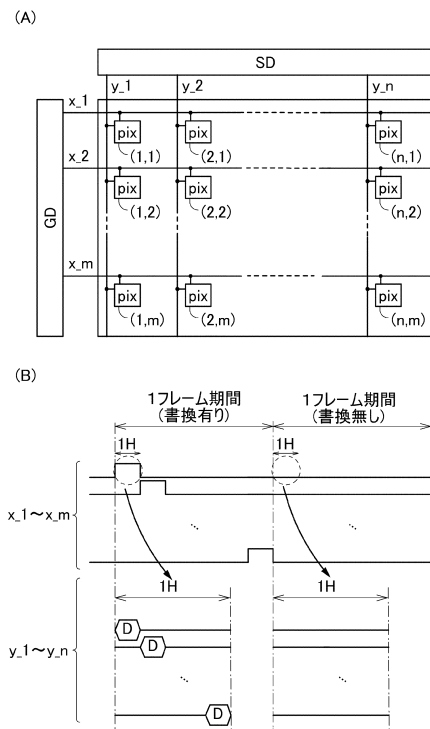
【図43】



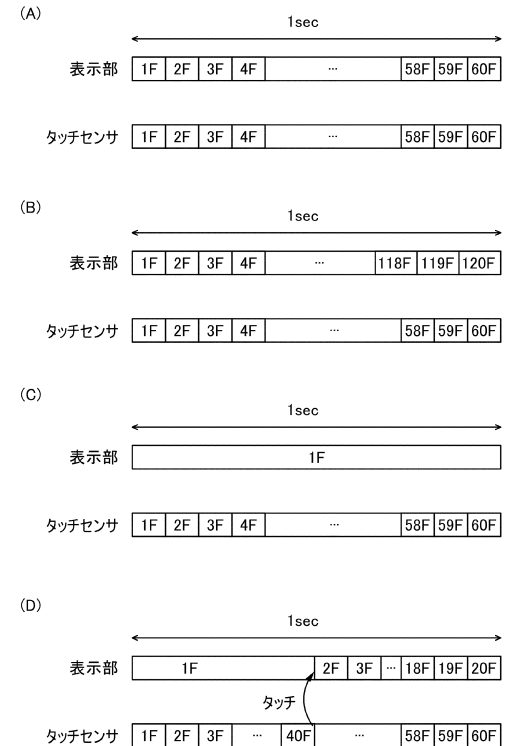
【図44】



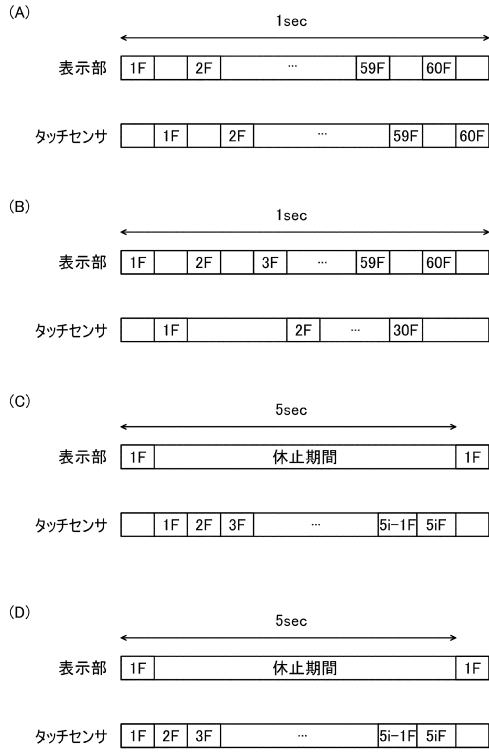
【図45】



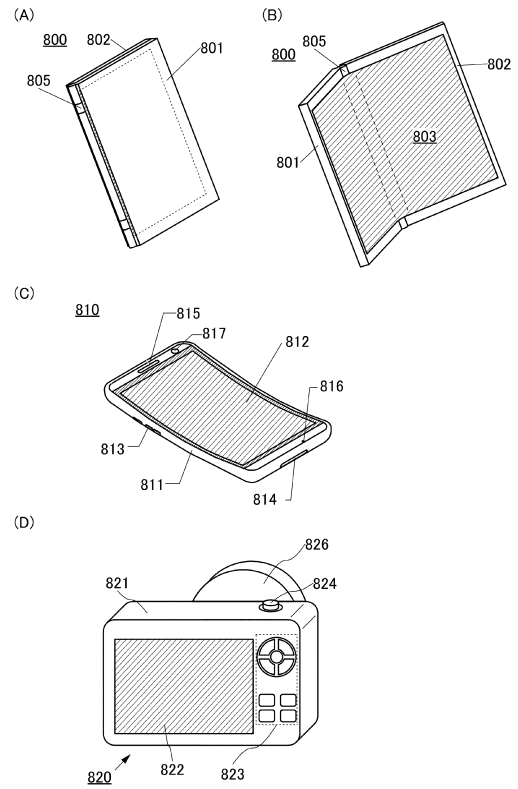
【図46】



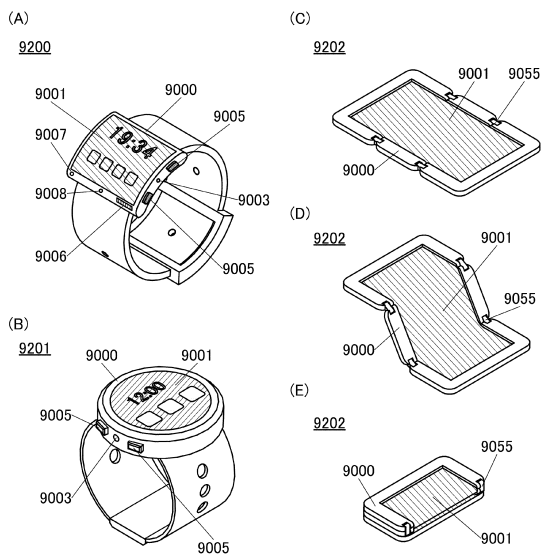
【図47】



【図48】



【図49】



フロントページの続き

- (72)発明者 平形 吉晴
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 保本 清治
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 熊倉 佳代
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 小野 健二

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0160511(US, A1)
特開2016-085461(JP, A)
特開平10-206896(JP, A)
特開2016-177284(JP, A)
特開2014-032960(JP, A)
特開2000-180609(JP, A)
特開2013-018909(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G09F 9/00 - 9/46
G02F 1/1335
H01L 27/32
H05B 33/00 - 33/28