

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-55008  
(P2009-55008A)

(43) 公開日 平成21年3月12日(2009.3.12)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO1L 29/786 (2006.01)	HO1L 29/78 618E	2H092
HO1L 21/336 (2006.01)	HO1L 29/78 618Z	5F110
GO2F 1/1368 (2006.01)	HO1L 29/78 614 GO2F 1/1368	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2008-188039 (P2008-188039)  
 (22) 出願日 平成20年7月22日 (2008.7.22)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-196489 (P2007-196489)  
 (32) 優先日 平成19年7月27日 (2007.7.27)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷398番地  
 (72) 発明者 黒川 義元  
 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  
 池田 隆之  
 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  
 長多 剛  
 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  
 井上 卓之  
 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

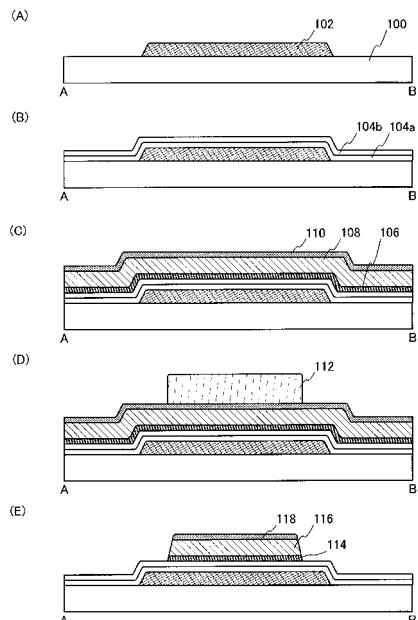
(54) 【発明の名称】 液晶表示装置及び電子機器

## (57) 【要約】

【課題】開口率を向上した液晶表示装置及び電子機器を提供することを課題とする。

【解決手段】絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wと、トランジスタのチャネル長Lとは、 $0.1 \text{ W} / \text{L} = 1.7$  の関係を満たすことを特徴としている。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

絶縁表面を有する基板と、前記基板上に形成されたトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、

前記トランジスタは、

ゲート電極と、前記ゲート電極上のゲート絶縁層と、前記ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、前記微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、

前記トランジスタのチャネル幅Wと、前記トランジスタのチャネル長Lとは、 $0.1W/L = 1.7$  の関係を満たすことを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 2】**

絶縁表面を有する基板と、前記基板上に形成されたトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、

前記トランジスタは、

ゲート電極と、前記ゲート電極上のゲート絶縁層と、前記ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、前記微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、

前記トランジスタのチャネル幅Wは、 $1\mu m$ 以上 $5\mu m$ 以下であることを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 3】**

絶縁表面を有する基板と、前記基板上に形成されたトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、

前記トランジスタは、

ゲート電極と、前記ゲート電極上のゲート絶縁層と、前記ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、前記微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、

前記トランジスタのチャネル幅Wと、前記トランジスタのチャネル長Lとは、 $0.1W/L = 1.7$  の関係を満たし、

少なくとも前記トランジスタのチャネル形成領域となる前記微結晶構造を有する半導体層上には、前記バッファー層が存在していることを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 4】**

絶縁表面を有する基板と、前記基板上に形成されたトランジスタと、前記トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、

前記トランジスタは、

ゲート電極と、前記ゲート電極上のゲート絶縁層と、前記ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、前記微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、

前記トランジスタのチャネル幅Wは、 $1\mu m$ 以上 $5\mu m$ 以下であり、

少なくとも前記トランジスタのチャネル形成領域となる前記微結晶構造を有する半導体層上には、前記バッファー層が存在していることを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 5】**

請求項1乃至4のいずれか一において、

前記バッファー層は、非晶質半導体を用いて形成されたことを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 6】**

請求項1乃至5のいずれか一において、

前記トランジスタのチャネル形成領域となる微結晶構造を有する半導体層上において、前記バッファー層には溝が形成されていることを特徴とする液晶表示装置。

**【請求項 7】**

請求項1乃至6のいずれか一に記載の液晶表示装置を用いた電子機器。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、液晶表示装置及び電子機器に関する。

10

20

30

40

50

**【背景技術】****【0002】**

近年、絶縁表面を有する基板上に半導体薄膜を形成し、該半導体薄膜を用いて半導体装置を作製する技術が広く研究されている。前述の半導体薄膜を用いた半導体装置は様々な分野に用いることができるが、中でも、画像表示装置のスイッチング素子として用いられることが多い。

**【0003】**

上記画像表示装置のスイッチング素子としては、非晶質半導体や多結晶半導体が用いられる。非晶質半導体を用いる場合には、結晶化等に必要となる工程を排除して工程数を最小限に抑えることができるため、スイッチング素子を安価に製造することができるというメリットがある。また、多結晶半導体を用いる場合には、高性能なスイッチング素子を作製できるというメリットがある。

**【0004】**

スイッチング素子を用いる画像表示装置の例としては、液晶表示装置やエレクトロルミネッセンス表示装置などが挙げられる。液晶表示装置は、画素電極と対向電極との間に電位差を与えることにより、液晶分子の配向を変化させて表示を行うものである。なお、表示に必要な電位差を一定の時間保持するために、一般的に画素には保持容量が設けられる。エレクトロルミネッセンス表示装置は、電極間に設けられた発光材料に電荷を供給し、キャリアの発光再結合を誘導することにより表示を行うものである。

**【0005】**

液晶表示装置において、画素の開口率は表示品質を決定する重要なパラメーターの一つである。開口率が向上することにより輝度が向上し、高コントラストの表示が可能となる。また、開口率が向上することによりバックライトの出力を低減することが可能である。開口率を向上させる方法としては、例えば、遮光膜を用いて保持容量を形成する方法がある（例えば、特許文献1参照）。

**【0006】**

ところで、半導体材料としては、非晶質半導体や多結晶半導体以外にも、微結晶半導体が存在する。例えば、微結晶シリコンは非晶質シリコンと並び、古くから知られた材料である。微結晶シリコンを用いた電界効果型トランジスタに関しては1980年代に遡ってみることができる（例えば、特許文献2参照）。しかしながら、今日に至るまで微結晶シリコンを用いたトランジスタは、非晶質シリコンを用いたトランジスタと多結晶シリコンを用いたトランジスタに埋もれて実用化が遅れ、学会などで報告が散見されるにとどまっていた（例えば、非特許文献1参照）。

**【特許文献1】特開平10-170961号公報****【特許文献2】米国特許第5,591,987号**

【非特許文献1】トシアキ・アライ（Toshiaki Arai）他、エス・アイ・ディー 07 ダイジェスト（S I D 07 DIGEST）、2007、p. 1370-1373

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

液晶表示装置において、画素部のトランジスタ（以下「画素トランジスタ」とも言う）には高い電流駆動能力と、低いリーク電流特性が求められる。高い電流駆動能力が求められるのは、保持容量の充電及び放電を速やかに行う必要があるためである。低いリーク電流特性が求められるのは、保持容量に蓄えられた電荷を逃さないようにするためである。

**【0008】**

画素トランジスタとして非晶質半導体を用いる場合には、上記のように安価に製造できるという利点がある。一方で、非晶質半導体ではキャリアの移動度が低いため、これを用いたトランジスタの電流駆動能力も低いものとなってしまう。トランジスタのチャネル幅を大きくすることにより電流駆動能力の向上は可能であるが、この場合にはトランジスタ

サイズが大きくなり、画素の開口率が低下するという問題が生じることになる。

#### 【0009】

トランジスタサイズを大きくした場合には他にも弊害が生じる。例えば、トランジスタのソース領域又はドレイン領域と、ゲート配線（ゲート電極ともいう）との間に形成される容量（以下、結合容量という）が大きくなるという問題である。図23に示されるように、回路図においては、結合容量2301と保持容量2302とは、ゲート配線2303と液晶素子2304との間に直列に接続された状態として表現される。つまり、ゲート配線2303の電位が変動すると、保持容量2302の電位も変動することになる。表示品質を一定に保つためには、保持容量2302の電位変動が十分に小さいことが必要であり、結合容量2301に対する保持容量2302の割合を高めなければならないが、保持容量2302を大きくすると開口率が低下してしまうことになる。また、トランジスタサイズが大きくなった場合には、同時に結合容量2305も大きくなるため、ソース信号のなまり等も問題となる。

10

#### 【0010】

以上のように、画素トランジスタとして非晶質半導体を用いる場合には、所望の性能を保ったまま開口率を向上することは非常に困難である。

#### 【0011】

一方、画素トランジスタとして多結晶半導体を用いる場合には、上述の移動度が低いことに起因する問題は解消される。しかしながら、液晶表示装置の製造に用いられる露光装置の分解能は数 $\mu\text{m}$ 程度であり、多結晶半導体の特性を生かし切れているとは到底いえない。それどころか、最適なサイズよりチャネル幅が大きくなることに起因して、リーク電流が大きくなってしまうという問題が生じる。リーク電流が大きい場合には、保持容量を大きくする必要があるため、開口率の低下につながる。また、リーク電流を低減するために、トランジスタを直列に数個接続する等の工夫をする場合があるが、この場合にも開口率は低下することになる。なお、LSI等の場合と比較して分解能が低いのは、液晶表示装置に用いられる基板（代表的にはガラス基板）に数十 $\mu\text{m}$ 程度のたわみがあるためである。このため、大面積を一度に露光する場合には露光装置の焦点深度を深くする必要がある。

20

#### 【0012】

さらに、多結晶半導体を用いる場合には、工程が煩雑になり、生産性が低下するという問題がある。

30

#### 【0013】

このような問題点に鑑み、本発明では開口率を向上した液晶表示装置及び電子機器を提供することを課題とする。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0014】

本発明では、微結晶構造を有する半導体（以下「微結晶半導体」ともいう）と非晶質半導体の積層構造を用いてトランジスタを作製する。より詳細には、チャネル形成領域として微結晶半導体を用い、微結晶半導体上に非晶質半導体が積層した構造のボトムゲート型薄膜トランジスタを作製する。これにより、高い電流駆動能力と低いリーク電流特性とを併せ持ったトランジスタを提供することができる。すなわち、上述のトランジスタをスイッチング素子として用いることにより、開口率を向上した液晶表示装置を提供することができる。

40

#### 【0015】

本発明の液晶表示装置の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wと、トランジスタのチャネル長Lとは、 $0.1 \leq W/L \leq 1.7$ の関係を満たすことを特徴としている。

50

## 【0016】

本発明の液晶表示装置の他の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、(好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下)であることを特徴としている。

## 【0017】

また、本発明の液晶表示装置の他の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wは、トランジスタの最小加工寸法d、及び、非晶質半導体を用いて電流駆動能力を等しく作製したトランジスタのチャネル幅 $W_a$ に対して、 $d \leq W \leq W_a$ の関係を満たすことを特徴としている。なお、上記において、チャネル幅( $W_a$ )以外のパラメーターは、本発明のトランジスタと等しい。

10

## 【0018】

また、本発明の液晶表示装置の他の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wと、トランジスタのチャネル長Lとは、 $0.1 \leq W/L \leq 1.7$ の関係を満たし、少なくともトランジスタのチャネル形成領域となる微結晶構造を有する半導体層上には、バッファー層が残存していることを特徴としている。

20

## 【0019】

また、本発明の液晶表示装置の他の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wは、 $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下、(好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下)であり、少なくともトランジスタのチャネル形成領域となる微結晶構造を有する半導体層上には、バッファー層が残存していることを特徴としている。

30

## 【0020】

また、本発明の液晶表示装置の他の一は、絶縁表面を有する基板と、基板上に形成されたトランジスタと、トランジスタに電気的に接続された画素電極と、を有し、トランジスタは、ゲート電極と、ゲート電極上のゲート絶縁層と、ゲート絶縁層上の微結晶構造を有する半導体層と、微結晶構造を有する半導体層上のバッファー層と、を有し、トランジスタのチャネル幅Wは、トランジスタの最小加工寸法d、及び、非晶質半導体を用いて電流駆動能力を等しく作製したトランジスタのチャネル幅 $W_a$ に対して、 $d \leq W \leq W_a$ の関係を満たし、少なくともトランジスタのチャネル形成領域となる微結晶構造を有する半導体層上には、バッファー層が残存していることを特徴としている。なお、上記において、チャネル幅( $W_a$ )以外のパラメーターは、本発明のトランジスタと等しい。

40

## 【0021】

また、上記の構成において、バッファー層は、非晶質半導体を用いて形成されたことを特徴としている。また、トランジスタのチャネル形成領域となる微結晶構造を有する半導体層上において、バッファー層には溝が形成されていることを特徴としている。

## 【0022】

また、上記の液晶表示装置を用いて様々な電子機器を提供することができる。

## 【0023】

なお、本明細書中、特に断りがない限りにおいて、微結晶半導体とは微結晶構造を有す

50

る半導体をいうものとする。つまり、微結晶半導体の構成要素として微結晶構造以外を含んでいても良い。例えば、成膜条件等によっては、非晶質構造を含む場合がある。

#### 【0024】

なお、本明細書において、「接続」には「電気的な接続」が含まれるものとする。

#### 【0025】

また、本明細書中における表示装置とは、画像表示デバイス等の表示デバイス、照明装置等の光源、などを含むものとする。また、FPC (Flexible printed circuit) やTAB (Tape Automated Bonding) テープ、TCP (Tape Carrier Package) 等のコネクターが取り付けられたモジュール、TABテープやTCPの先にプリント配線板が設けられたモジュール、表示素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が実装されたモジュール等も全て表示装置に含まれるものとする。10

#### 【発明の効果】

#### 【0026】

本発明により、開口率を向上した液晶表示装置を提供することができる。また、これを用いて、高品質な電子機器を提供することができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0027】

本発明の実施の形態について、図面を用いて以下に説明する。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。なお、以下に説明する本発明の構成において、同じものを指す符号は異なる図面間で共通して用いることとする。20

#### 【0028】

##### (実施の形態1)

本実施の形態では、本発明の液晶表示装置の作製工程、特に、薄膜トランジスタの作製工程について、図1乃至6を用いて説明する。図1乃至3は、作製工程における断面図であり、図4、5は一画素における薄膜トランジスタ及び画素電極の接続領域の平面図である。図6は、完成した液晶表示装置の断面図及び平面図である。

#### 【0029】

なお、平面図の構成としては様々なものが考えられるが、本実施の形態では代表的に、チャネル形成領域、ソース領域、ドレイン領域が直線状に配置した構造の場合(図4参照)、及びチャネル形成領域やソース領域又はドレイン領域の一方がU字型の構造の場合(図5参照)を示している。もちろん本発明はこれらに限られるものではない。図5の如き構成とすることにより、開口率の低下を伴わずに一定のチャネル幅を確保することができるため好ましい。また、本発明では、チャネル幅を十分に小さくすることができるため、図4の如き直線状の構造を用いて非常に開口率の高い液晶表示装置を作成することができる。なお、図1乃至図3の断面図は、図4、5における線分A-Bに対応している。30

#### 【0030】

微結晶半導体を用いた薄膜トランジスタでは、pチャネル型よりnチャネル型の電流駆動能力が高い。このため、画素部のトランジスタとしてはnチャネル型が適しているが、本発明はこれに限られない。本実施の形態では、nチャネル型の薄膜トランジスタを用いて説明する。40

#### 【0031】

はじめに、基板100上にゲート電極102を形成する(図1(A)及び図4(A)、図5(A)参照)。基板100は、バリウムホウケイ酸ガラス、アルミノホウケイ酸ガラス、アルミノシリケートガラスなどの無アルカリガラス基板、セラミック基板等を用いることができる。耐熱性が許せば、プラスチック基板等を用いてもよい。また、ステンレス合金などの金属基板の表面に絶縁層を設けた基板を用いても良い。基板100の大きさについては特に限定されず、320mm×400mm、370mm×470mm、550m50

$m \times 650mm$ 、 $600mm \times 720mm$ 、 $680mm \times 880mm$ 、 $730mm \times 920mm$ 、 $1000mm \times 1200mm$ 、 $1100mm \times 1250mm$ 、 $1150mm \times 1300mm$ 、 $1500mm \times 1800mm$ 、 $1900mm \times 2200mm$ 、 $2160mm \times 2460mm$ 、 $2400mm \times 2800mm$ 、 $2850mm \times 3050mm$ 等の基板を適宜用いることができる。

### 【0032】

ゲート電極102は、チタン、モリブデン、クロム、タンタル、タングステン、アルミニウムなどの金属材料またはその合金材料を用いて形成する。ゲート電極102は、スパッタリング法や真空蒸着法で形成した導電層を、マスクを用いてエッチングすることにより形成することができる。また、金、銀、銅などの導電性ナノペーストを、インクジェット法により吐出し、焼成することによって形成することもできる。なお、上記金属材料の窒化物層を、基板100及びゲート電極102の間に設けてもよい。これにより、ゲート電極102の密着性を向上させることができる。また、半導体層への該金属材料の拡散を防ぐこともできる。

10

### 【0033】

なお、ゲート電極102は、その端部がテーパー形状となるように加工することが好ましい。これにより、ゲート電極102上に半導体層や配線等を形成する際の段切れを防止することができる。また、ゲート電極102の形成と同じ工程にて、その他の配線を形成することもできる。なお、本実施の形態においては、ゲート電極102を単層構造としたが、2層以上の積層構造としても良い。例えば、アルミニウムとモリブデンとの積層構造としても良いし、銅とモリブデンとの積層構造としても良い。また、モリブデンに代えて、窒化チタンや窒化タンタルを用いても良い。積層構造とする場合には、上記のように低抵抗材料をバリアメタルにて覆う構成とすることにより、半導体層中に汚染源となる金属元素が拡散することを防止できる。

20

### 【0034】

次に、ゲート電極102上に、ゲート絶縁層104a、ゲート絶縁層104bを形成する(図1(B)参照)。ゲート絶縁層104a、ゲート絶縁層104bとしては、CVD法やスパッタリング法等を用いて形成された、酸化珪素膜、窒化珪素膜、酸化窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜等を用いればよい。本実施の形態においては、ゲート絶縁層104aとして窒化珪素または窒化酸化珪素を、ゲート絶縁層104bとして酸化珪素または酸化窒化珪素を用いた構造を示す。なお、ゲート絶縁層を2層構造としているが、本発明はこれに限られない。単層としても良いし、3層以上の積層構造としても構わない。

30

### 【0035】

ここで、酸化窒化珪素とは、その組成において、窒素よりも酸素の含有量(原子数)が多いものを示し、例えば、酸素が50原子%以上70原子%以下、窒素が0.5原子%以上15原子%以下、珪素が25原子%以上35原子%以下、水素が0.1原子%以上10原子%以下の範囲で含まれるものという。また、窒化酸化珪素とは、その組成において、酸素よりも窒素の含有量(原子数)が多いものを示し、例えば、酸素が5原子%以上30原子%以下、窒素が20原子%以上55原子%以下、珪素が25原子%以上35原子%以下、水素が10原子%以上25原子%以下の範囲で含まれるものという。但し、上記範囲は、ラザフォード後方散乱法(RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry)や、水素前方散乱法(HFS: Hydrogen Forward Scattering)を用いて測定した場合のものである。また、構成元素の含有比率は、その合計が100原子%を超えない値をとる。

40

### 【0036】

なお、ゲート絶縁層104bの形成の際に水素プラズマ処理を行っても良い。ゲート絶縁層に水素プラズマ処理を行うことにより微結晶半導体層の結晶成長を促進することができる。これは、水素プラズマ処理によって、ゲート絶縁層に存在するダンギングボンドを終端することができるためである。このように、ゲート絶縁層104bの形成の際にプラズマ処理を行うことにより、得られる微結晶半導体層の特性を向上することができる。

50

## 【0037】

その後、ゲート絶縁層104b上に、微結晶半導体層106、バッファーレ108、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110を順に形成する(図1(C)参照)。

## 【0038】

微結晶半導体層106は、非晶質と結晶(単結晶、多結晶を含む)との中間的な構造の半導体を含む層であり、その結晶粒径は、およそ2nm以上100nm以下である。微結晶半導体の代表例である微結晶シリコンは、そのラマンスペクトルのピークが単結晶シリコンを示す $521\text{ cm}^{-1}$ よりも低波数側にシフトしている。即ち、単結晶シリコンを示す $521\text{ cm}^{-1}$ とアモルファスシリコンを示す $480\text{ cm}^{-1}$ との間に微結晶シリコンのラマンスペクトルのピークがある。また、ダングリングボンドを終端するために、水素またはハロゲンが1原子%またはそれ以上含まれていても良い。さらに、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンなどの希ガス元素を含ませて格子歪みを助長させることにより、安定性が向上した良好な微結晶半導体を得ることができる。

10

## 【0039】

上記の微結晶半導体層106は、例えば、周波数が数十MHz乃至数百MHzの高周波プラズマCVD、周波数が1GHz以上のマイクロ波プラズマCVDを用いて形成することができる。原料ガスとしては、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ などに代表される珪素化合物を水素で希釈したものを用いることができる。前述の珪素化合物や水素に、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素を添加しても良い。なお、微結晶半導体層106の厚さは、2nm以上50nm以下、好ましくは、10nm以上30nm以下とする。

20

## 【0040】

なお、微結晶半導体層106は、不純物元素を意図的に添加しない場合には弱いn型の導電性を示す。このため、p型を付与する不純物元素を添加して、しきい値を制御しても良い。p型を付与する不純物元素としてボロンを用いる場合には、例えばボロンの濃度が $1 \times 10^{14}\text{ atoms/cm}^3$ 以上 $6 \times 10^{16}\text{ atoms/cm}^3$ 以下となるように添加すればよい。

## 【0041】

バッファーレ108は非晶質半導体を含む層であり、 $\text{SiH}_4$ 、 $\text{Si}_2\text{H}_6$ 、 $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{SiHCl}_3$ 、 $\text{SiCl}_4$ 、 $\text{SiF}_4$ などの珪素化合物の気体を用いて、プラズマCVD法により形成することができる。また、上記珪素化合物の気体を、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオンから選ばれた一種または複数種の希ガス元素で希釈して用いても良い。さらに、水素を添加して、水素を含む非晶質半導体層を形成しても良いし、窒素やアンモニアを添加して、窒素を含む非晶質半導体層を形成しても良いし、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素を含む気体( $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$ 等)を用いて、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素を含む非晶質半導体層を形成しても良い。

30

## 【0042】

また、バッファーレ108は、ターゲットに非晶質半導体を用いたスパッタリング法により形成することもできる。スパッタリングの雰囲気としては、水素雰囲気、または希ガス雰囲気が好ましいが、これに限られない。さらに、アンモニア、窒素、または $\text{N}_2\text{O}$ を添加することにより、窒素を含む非晶質半導体層を形成することもできる。また、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素を含む気体( $\text{F}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{Br}_2$ 、 $\text{I}_2$ 、 $\text{HF}$ 、 $\text{HCl}$ 、 $\text{HBr}$ 、 $\text{HI}$ 等)を添加することにより、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素を含む非晶質半導体層を形成することもできる。

40

## 【0043】

バッファーレ108として微結晶半導体層106の表面に非晶質半導体層を形成した後、該非晶質半導体層の表面を水素プラズマ、窒素プラズマ、またはハロゲンプラズマ等で処理して、非晶質半導体層の表面を水素化、窒化、またはハロゲン化してもよい。

50

## 【0044】

バッファー層108の厚さは、100nm以上500nm以下、好ましくは、150nm以上400nm以下、より好ましくは200nm以上300nm以下とする。バッファー層108を厚めに形成するのは、後のソース領域及びドレイン領域の形成プロセス(エッチング)において、その一部を残存させるためである。バッファー層108を残存させることにより、薄膜トランジスタのリーク電流(「オフ電流」とも言う)を低減することができる。また、バッファー層が微結晶半導体層上に存在することで、その一部がチャネル形成領域として機能する微結晶半導体層106の酸化を防止し、良好な特性を得ることが可能である。なお、微結晶半導体層と、ソース領域又はドレイン領域と重なる領域のバッファー層は、前述の膜厚(100nm以上500nm以下、好ましくは、150nm以上400nm以下、より好ましくは200nm以上300nm以下)を有し、絶縁耐圧の向上に寄与する。

10

## 【0045】

なお、オフ電流低減の効果を十分に得るためにには、バッファー層108中にリン等のn型を付与する不純物元素とボロン等のp型を付与する不純物元素とが同時に存在しない領域を形成する必要がある。これらの不純物元素が同時に存在する場合には、再結合中心が形成され、リーク電流が生じてしまうためである。特に、nチャネル型の薄膜トランジスタを形成する場合には、バッファー層108上には、n型を付与する不純物元素が添加された半導体層110が形成され、微結晶半導体層106には、しきい値電圧を制御するためにp型を付与する不純物元素が添加されている場合があるため、意図的に不純物元素が存在しない領域を形成する等の注意が必要である。

20

## 【0046】

nチャネル型の薄膜トランジスタを形成する場合には、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110に添加する不純物元素として、例えば、リンを用いることができる。また、pチャネル型の薄膜トランジスタを形成する場合には、不純物元素として、例えば、ボロンを用いることができる。一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110は2nm以上50nm以下(好ましくは10nm以上30nm以下)程度の膜厚となるように形成すればよい。作製方法としては、原料ガスに不純物元素を含有するガス(例えば、PH<sub>3</sub>やB<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)を添加したプラズマCVD法等を用いることができる。

30

## 【0047】

次に、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110上にマスク112を形成する(図1(D)参照)。なお、ゲート絶縁層104a、ゲート絶縁層104b、微結晶半導体層106、及びバッファー層108を連続的に形成してもよいし、ゲート絶縁層104a、ゲート絶縁層104b、微結晶半導体層106、バッファー層108、及び一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110を連続的に形成してもよい。少なくとも、ゲート絶縁層104a、ゲート絶縁層104b、微結晶半導体層106、及びバッファー層108を大気に触れさせることなく連続的に形成することで、各界面を清浄な状態に保つことができる。なお、マスク112は、フォトリソグラフィ法やインクジェット法を用いて形成することができる。

40

## 【0048】

次に、マスク112を用いて、微結晶半導体層106、バッファー層108、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層110をエッチングして、微結晶半導体層114、バッファー層116、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118を形成する(図1(E)参照)。なお、図1(B)は、図4(B)又は図5(B)の線分ABの断面図に相当している。

## 【0049】

ここで、微結晶半導体層114、バッファー層116、及び一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118の端部を、テーパー形状にエッチングすることで、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118と微結晶半導体層114との接触

50

を防止できる。本発明において、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118と微結晶半導体層114とが接触した場合、バッファー層116の持つ意味が希薄になってしまう。したがって、上記のような対策は非常に有効である。なお、上記テーパー形状のテーパー角は30°以上90°以下、好ましくは45°以上80°以下とする。

#### 【0050】

次に、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118及びゲート絶縁層104b上に導電層120a、導電層120b、導電層120cを順に積層して形成する(図2(A)参照)。なお、本実施の形態においては3層構造の導電層を形成したが、本発明はこれに限られない。単層、又は2層構造としても良いし、4層以上の積層構造としても良い。

10

#### 【0051】

導電層120a、導電層120b、導電層120cに用いることができる材料としては、タンタル(Ta)、タングステン(W)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、アルミニウム(Al)、金(Au)、銀(Ag)、銅(Cu)、クロム(Cr)、ネオジム(Nd)から選ばれた元素、又は前記の元素を主成分とする合金材料もしくは化合物材料等が挙げられる。リン等の不純物元素をドーピングした多結晶シリコンに代表される半導体材料や、AgPdCu合金などを用いてもよい。作製方法としては、スパッタリング法や真空蒸着法、プラズマCVD法等が挙げられる。本実施の形態においては、導電層120a、導電層120cにモリブデン、導電層120bにアルミニウムを用いた場合を示すが、他の構成を用いても良い。例えば、導電層120a、導電層120cにチタン、導電層120bにアルミニウムを用いる構成としても良い。

20

#### 【0052】

なお、導電層120a、導電層120b、導電層120cは、導電性ナノペーストを用いたスクリーン印刷法や、インクジェット法などを用いて形成することも可能である。

#### 【0053】

その後、導電層120a、導電層120b、導電層120c上にマスク122を形成する。マスク122は、マスク112と同様に形成することができる。

#### 【0054】

次に、マスク122を用いて導電層120a、導電層120b、導電層120cをエッチングして、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層124a、導電層124b、導電層124c及び、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層126a、導電層126b、導電層126cを形成する(図2(B)参照)。本実施の形態ではウエットエッティングにより導電層124a、導電層124b、導電層124c、導電層126a、導電層126b、導電層126cを形成するが、ウエットエッティングはドライエッティングと比較して等方的なエッティングであり、マスク122の端部128aと、導電層124a、導電層124b、導電層124cの端部128bは一致せず、また、マスク122の端部130aと導電層126a、導電層126b、導電層126cの端部130bとは一致しない。

30

#### 【0055】

次に、マスク122を用いて一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118及びバッファー層116をエッティングして、ソース領域又はドレイン領域132、ソース領域又はドレイン領域134、バッファー層136を形成する(図2(C)参照)。そして、その後、マスク122を除去する。なお、バッファー層136はバッファー層116の一部がエッティングされたものであり、微結晶半導体層114の表面を覆っている。

40

#### 【0056】

エッティングにより形成されたバッファー層136は溝を有しており、溝の端部は、ソース領域又はドレイン領域132の端部とほぼ連続した面を形成している。また、前述の溝は、マスク122の開口部と概略一致した領域に形成されている。

#### 【0057】

バッファー層136を有することにより、上でも述べた通り、薄膜トランジスタのリード

50

ク電流（「オフ電流」とも言う）を低減することができる。これは、オフ時には、キャリアのパスの主要な部分がバッファー層136中に形成されるためである。ただし、オン時には微結晶半導体層のみがチャネルとして機能し、バッファー層136中にキャリアのパスは形成されない。なお、バッファー層136に溝を設けることにより、溝を設けない場合と比較してリーク電流を低減することができる。これは、溝を形成する分だけリークパスが長くなるためである。また、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118を完全に除去することにより、残渣に含まれる不純物元素等によるリーク電流を低減することができる。また、バッファー層の溝部分に存在する水素、フッ素等により、酸素等の不純物元素が微結晶半導体層に侵入することを防ぐことができる。また、バッファー層136が微結晶半導体層114上に存在することで、チャネル形成領域として機能する微結晶半導体層114の酸化を防止し、良好な特性を得ることが可能である。

10

## 【0058】

バッファー層136には寄生チャネル防止の効果もある。また、バッファー層136は、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層118をエッチングする際のストップーとしても機能する。なお、バッファー層136を設けない場合には、エッチング時のラジカル反応により微結晶半導体層114が酸化して、移動度の低下、サブスレッシュルド値（S値）の増大等の結果を招いてしまう。酸化防止対策としてバッファー層136を用いる場合には、水素化された非晶質半導体材料、特にa-Si:H（水素化非晶質シリコン）を用いるのが好適である。これは、表面が水素で終端されていることにより、酸化を抑制することができるためである。

20

## 【0059】

また、ソース領域又はドレイン領域132の端部138と、導電層124a、導電層124b、導電層124cの端部128bは一致せず、ソース領域又はドレイン領域134の端部140と、導電層126a、導電層126b、導電層126cの端部130bとは一致しない。端部128b及び端部130bの内側に、端部138及び端部140が存在する形となる。

20

## 【0060】

なお、図2(C)は、図4(C)又は図5(C)の線分ABの断面図に相当している。図4(C)や図5(C)からも、端部128b及び端部130bが、端部138及び端部140の外側に位置することが分かる。また、ソース電極又はドレイン電極の一方は、ソース配線又はドレイン配線としても機能する。

30

## 【0061】

以上の工程により、チャネル形成領域として微結晶半導体層114を有し、該微結晶半導体層114上にバッファー層136を有する薄膜トランジスタ142を形成することができる。

## 【0062】

次に、薄膜トランジスタ142を覆うように絶縁層144を形成する（図3(A)参照）。絶縁層144は、ゲート絶縁層104aやゲート絶縁層104bと同様に形成することができる。なお、絶縁層144は、大気中に浮遊する有機物や金属、水等の不純物の侵入を防ぐためのものであるから、緻密な膜とすることが好ましい。

40

## 【0063】

次に、絶縁層144にコンタクトホールを形成し、該コンタクトホールにおいて導電層124cに接する画素電極146を形成する（図3(B)参照）。なお、図3(B)は、図4(D)又は図5(D)の線分ABの断面図に相当する。

## 【0064】

画素電極146は、酸化タンゲステンを含むインジウム酸化物、酸化タンゲステンを含むインジウム亜鉛酸化物、酸化チタンを含むインジウム酸化物、酸化チタンを含むインジウム錫酸化物、インジウム錫酸化物（以下「ITO」とも言う）、インジウム亜鉛酸化物、酸化ケイ素を添加したインジウム錫酸化物などの透光性を有する導電性材料を用いることができる。

50

## 【0065】

また、画素電極 146 として、導電性高分子（「導電性ポリマー」とも言う）を含む導電性組成物を用いることもできる。導電性組成物は、薄膜におけるシート抵抗が 1000 / sq. 以下であることが好ましい。また、光透過性を有する画素電極層として薄膜を形成する場合には、波長 550 nm における光の透過率が 70 % 以上であることが好ましい。また、含まれる導電性高分子の抵抗率が 0.1 · cm 以下であることが好ましい。

## 【0066】

上記の導電性高分子としては、いわゆる 電子共役系導電性高分子が用いることができる。例えば、ポリアニリン及びその誘導体、ポリピロール及びその誘導体、ポリチオフェン及びその誘導体、又は、これらの共重合体等があげられる。

10

## 【0067】

本実施の形態においては、端部 128b と端部 138、及び、端部 130b と端部 140 が一致しない構成のトランジスタを作製したが、これらが一致する構成としても良い。図 3 (C) に、これらの端部が一致する形状の薄膜トランジスタの断面を示す。図 3 (C) のように端部の形状を一致させるためには、異方性の強いドライエッティングを用いればよい。ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層 124a、導電層 124b、導電層 124c 及び、ソース電極又はドレイン電極として機能する導電層 126a、導電層 126b、導電層 126c をマスクとして用いて、一導電型を付与する不純物元素が添加された半導体層をエッティングすることでも、端部が一致した形状とすることができます。

20

## 【0068】

その後、配向膜等を設けた後、対向基板の貼り合わせや、液晶の封入、各種駆動回路の実装等を行うことにより液晶表示装置が完成する（図 6 参照）。図 6 (A) は液晶表示装置の平面図であり、図 6 (B) は図 6 (A) の線分 CD における断面図である。なお、図 6 では簡単のため、トランジスタの積層構造等を一部省略している。

## 【0069】

図 6 に示す液晶表示装置では、基板 600 上の画素部 602 と、走査線駆動回路 604 を囲むようにして、シール材 606 が設けられている。また、画素部 602 と、走査線駆動回路 604 の上には対向基板 608 が設けられている。つまり、画素部 602 と、走査線駆動回路 604 と、液晶 610 は、基板 600 とシール材 606 と対向基板 608 とによって封止されている。また、基板 600 上のシール材 606 によって囲まれた領域とは異なる領域に、別途用意された単結晶半導体又は多結晶半導体で形成された信号線駆動回路 612 が実装されている。図 6 (B) では、信号線駆動回路 612 に含まれるトランジスタ 614 を例示している。

30

## 【0070】

基板 600 上の画素部 602 と、走査線駆動回路 604 は、薄膜トランジスタを複数有している。図 6 (B) では、画素部 602 に含まれる薄膜トランジスタ 616 を例示している。薄膜トランジスタ 616 は微結晶半導体を用いた薄膜トランジスタに相当し、上述の工程で作製することができる。

40

## 【0071】

また、画素電極 618 と対向電極 620との間隔（セルギャップ）を制御するために、球状のスペーサー 622 が設けられている。球状のスペーサーに代えて、絶縁層を選択的にエッティングすることで得られるスペーサーを用いていても良い。

## 【0072】

走査線駆動回路 604 と信号線駆動回路 612 に与えられる各種信号は、引き回し配線 624、引き回し配線 626 を介して、FPC 628 から供給されている。また、引き回し配線 626 には接続端子 630 が形成されており、FPC 628 と接続端子 630 とは異方性導電材料 632 を介して電気的に接続されている。なお、本実施の形態において、接続端子 630 は画素電極 618 と同じ導電層から形成されており、また、引き回し配線 624、引き回し配線 626 は、配線 634 と同じ導電層で形成されているが、本発明は

50

これに限られない。

【0073】

なお、図6には示していないが、本発明の液晶表示装置は、配向膜、偏光板を有し、更にカラーフィルター（以下、着色膜ともいう）や遮光膜等を有していても良い。

【0074】

なお、図6では信号線駆動回路612を別途形成し、基板600に実装した例を示しているが、本発明はこれに限られない。トランジスタの特性次第では信号線駆動回路を一体形成しても良い。もちろん、走査線駆動回路を別途形成する構成としても良い。また、信号線駆動回路の一部や走査線駆動回路の一部を別途形成して実装する構成としても良い。

【0075】

以上のように、本発明により、微結晶半導体を画素トランジスタのチャネル形成領域として用いた液晶表示装置が提供される。なお、上記トランジスタ、液晶表示装置の構成はあくまで一例であり、本発明はこれに限定されるものではない。

【0076】

なお、本発明の液晶表示装置に用いるトランジスタは、そのチャネル幅( $W$ )が、最小加工寸法( $d$ )以上となる。ここで、最小加工寸法( $d$ )とは、トランジスタにおけるコンタクト部分の幅や、チャネル長、配線幅等のうちで最小のものをいう。つまり、本発明の液晶表示装置に用いるトランジスタは、 $d > W$ の関係を満たすように形成される。これは、微結晶半導体を用いたトランジスタのチャネル幅が、露光装置の分解能による制限を受けないことによる。

【0077】

また、チャネル幅( $W$ )の上限は、非晶質半導体を用いて形成された等しい電流駆動能力のトランジスタにおけるチャネル幅( $W_a$ )を参照することができる。すなわち、チャネル幅( $W$ )は、チャネル幅( $W_a$ )を用いて、 $W \leq W_a$ と規定される。これは、非晶質半導体におけるキャリアの移動度より微結晶半導体におけるキャリアの移動度が高く、電流駆動能力を等しく作製した場合には、非晶質半導体を用いた場合よりチャネル幅が小さくなるためである。ここで、比較対象である非晶質半導体を用いたトランジスタのチャネル幅( $W_a$ )以外のパラメーターについては、本発明のトランジスタと等しく設定する点に留意が必要である。

【0078】

また、本発明の液晶表示装置に用いるトランジスタにおいて、チャネル幅( $W$ )とチャネル長( $L$ )は、 $0.1 \leq W/L \leq 2.0$ （又は $0.1 < W/L < 2.0$ ）、好ましくは $0.1 \leq W/L \leq 1.5$ 、より好ましくは $0.1 \leq W/L \leq 1.0$ の関係を満たす。ここで、非晶質半導体を用いたトランジスタを液晶表示装置の画素に用いる場合には、チャネル幅( $W_a$ )及びチャネル長( $L_a$ )は、 $20 \leq W_a \leq 100$ 、 $3 \leq L_a \leq 10$ （単位はいずれも $\mu m$ ）程度となる。つまり、 $2.0 \leq W_a/L_a \leq 33.3$ 程度である。一方で、本発明の微結晶半導体を用いたトランジスタを液晶表示装置の画素に用いる場合であれば、 $1 \leq W \leq 5$ 、 $3 \leq L \leq 10$ （単位はいずれも $\mu m$ ）程度である。すなわち、 $0.1 \leq W/L \leq 1.7$ 程度である。

【0079】

なお、多結晶半導体を用いたトランジスタを液晶表示装置の画素に用いる場合には、露光装置の分解能により、チャネル幅( $W_p$ )が大幅に制限を受けてしまう。すなわち、多結晶半導体の性能を十分に生かした画素トランジスタを作製することは困難である。移動度等を考慮した場合、多結晶半導体を用いたトランジスタのチャネル長( $L_p$ )と非晶質半導体を用いたトランジスタのチャネル長が同等（ $3 \leq L_p \leq 10$ ）の条件の下においては、 $W_p = 0.5$ が適当な条件であり、 $W_p/L_p = 0.6$ となるが、このようにして求めた $W_p/L_p$ の値は現実的なものではなく、大きな意味を持たない。

【0080】

なお、本発明の液晶表示装置に用いるトランジスタにおいて、チャネル幅( $W$ )をより具体的に規定するのであれば、 $1 \mu m$ 以上 $10 \mu m$ 以下（より好ましくは $1 \mu m$ ～ $5 \mu m$ 以

10

20

30

40

50

下)とすれば良い。露光装置の分解能の限界を下限とし、「露光装置の分解能の限界 + 5  $\mu\text{m}$ 」程度を上限としてチャネル幅を規定することもできる。

#### 【0081】

通常、非晶質半導体を用いたトランジスタを液晶表示装置に採用する場合には、そのチャネル幅が 20  $\mu\text{m}$  以上 100  $\mu\text{m}$  以下となるように作製される。このようにチャネル幅を大きくとるのは、非晶質半導体のキャリアの移動度が低いためである。しかしながら、大きなチャネル幅を採用する場合にはトランジスタのサイズも大きくなり、また、結合容量も大きくなるため、前述のように開口率が低下するという問題が生じる。この点、本発明では、非晶質半導体と比較してキャリアの移動度が高い微結晶半導体を用いてトランジスタを作製するため、非晶質半導体を用いる場合と比較してチャネル幅を十分に小さくすることができる。つまり、結合容量の問題を解消し、開口率を向上させることができる。10

#### 【0082】

また、多結晶半導体を用いたトランジスタでは、微結晶半導体を用いたトランジスタと比較してキャリアの移動度が高いため、理論的には微結晶半導体よりチャネル幅を小さくすることが可能である。しかしながら、液晶表示装置を作製する際に用いられる露光装置の分解能は数  $\mu\text{m}$  程度（例えば 3  $\mu\text{m}$ ）であり、現実問題として分解能より小さいチャネル幅を採用することはできない。したがって、多結晶半導体を液晶表示装置の画素トランジスタに採用するメリットは小さい。それどころか、多結晶半導体は電気伝導度が高く、このため多結晶半導体を用いたトランジスタはオフ時のリーク電流が大きいから、表示に必要な電荷を所定の時間保持するためには、保持容量を大きくしなければならない。つまり、多結晶半導体を用いる場合にも、開口率は低下してしまうことになる。また、リーク電流を低減するためにトランジスタを直列に接続する場合にも、開口率は低下する。20

#### 【0083】

この点、微結晶半導体を用いたトランジスタでは、求められる電流とチャネル幅との関係が液晶表示装置にとって最適であり、最大の開口率を有する液晶表示装置を提供することができる所以である。

#### 【0084】

なお、本発明の微結晶半導体を用いたトランジスタは、チャネル形成領域の微結晶半導体層上にバッファー層（非晶質半導体層）を積層している。これにより、主要なリークパスが電気伝導度の低いバッファー層（非晶質半導体層）側に形成されるため、さらにリーク電流を低減することができる。すなわち、保持容量をさらに小さくすることができため、開口率の向上につながる。30

#### 【0085】

バッファー層には他にも複数の効果がある。一例としては、チャネル形成領域の微結晶半導体の酸化を防ぐ効果がある。別の一例としては、微結晶半導体中への不純物元素の侵入を防ぐ効果が挙げられる。これらの効果により、トランジスタ毎の特性のばらつきを低減することができるため、液晶表示装置を作製する際にトランジスタのばらつきを考慮する必要性が低下する。すなわち、トランジスタのばらつきの影響を防ぐための余裕を持たせた設計が不要となる。これを電荷保持という観点で見れば、従来であれば余裕を持たせて保持容量を確保していた状況においても、その余裕分は不要になるということである。これにより、保持容量を小さくすることができるため、開口率を向上することができる。40

#### 【0086】

なお、トランジスタのばらつき低減という意味において、微結晶半導体の有する特性は非常に好ましい。多結晶半導体は結晶粒毎の大きさがまちまちであり、また、多結晶半導体を用いて作製したトランジスタのチャネル形成領域は少数の結晶粒にて形成されるため、トランジスタ毎の特性のばらつきは大きくなりがちである。一方、微結晶半導体は結晶粒の大きさが整っており、また、トランジスタのチャネル形成領域は多数の結晶粒で形成されることになるため、トランジスタの特性のばらつきを低減することができる。

#### 【0087】

10

20

30

40

50

(実施の形態 2 )

本実施の形態では、微結晶半導体層にレーザー光を照射して結晶性を改善したトランジスタを作製する方法について、図 7 を用いて説明する。

【 0 0 8 8 】

はじめに実施の形態 1 と同様にして、基板上にゲート電極を形成する。そして、ゲート電極を覆うようにゲート絶縁層を形成する(図示しない)。その後、ゲート絶縁層 700 上に微結晶半導体層を形成する(図 7 (A) 参照)。

【 0 0 8 9 】

上述のように、ゲート絶縁層 700 上にプラズマ CVD 法等を用いて微結晶半導体層を形成する際に、ゲート絶縁層 700 と形成した半導体層 702 との界面付近に、非晶質成分を多く含む領域(ここでは「界面領域 704」と呼ぶことにする)が形成されることがある。また、プラズマ CVD 法等で膜厚 10 nm 以下の極薄い微結晶半導体層を形成しようとする場合、結晶粒が均一な半導体層を得ることは困難である。このような場合、以下に示すレーザー光を照射する処理は有効である。

10

【 0 0 9 0 】

半導体層 702 を形成した後、半導体層 702 が溶融しないエネルギー密度のレーザー光を半導体層 702 の上方(界面領域 704 の反対の面の方向)から照射する(図 7 (B) 参照)。該レーザー処理(Laser Process、以下「LP」ともいう)は、輻射加熱により半導体層 702 を溶融させないで固相結晶成長を行うものである。すなわち、堆積された半導体層 702 が液相にならない臨界領域を利用する結晶成長法であり、その意味において「臨界成長」ということもできる。

20

【 0 0 9 1 】

レーザー光を照射した後の断面を図 7 (C) に示す。レーザー光としては、波長 400 nm 以下のエキシマレーザー光や、YAG レーザーまたは YVO<sub>4</sub> レーザーの第 2 高調波(波長 532 nm)乃至第 4 高調波(波長 266 nm)を用いることが好ましい。波長が同程度であれば、その他のレーザー光を用いることも可能であるが、生産性を向上させるためには、前述のような高出力のレーザーを用いることが好ましい。これらのレーザー光を光学系を用いて線状又はスポット状に集光し、半導体層 702 が溶融しないエネルギー密度に調節して照射する。レーザー光は半導体層 702 が溶融しないエネルギー密度(つまり低エネルギー密度)に集光するため、レーザー光の照射面積を大きくすることが可能である。つまり、大面積の基板であっても短時間に処理すること可能である。

30

【 0 0 9 2 】

レーザー光は界面領域 704 にまで作用させることができる。このため、半導体層 702 の表面付近(図の上方の面)に存在する結晶を種として、該表面から界面領域 704 に向けて固相結晶成長が進み、概略柱状の結晶が成長することになる。LP 処理による固相結晶成長は、結晶粒径を拡大させるものではなく、むしろ半導体層の厚さ方向における結晶性を改善し、結晶粒径を整えるためのものといえる。

【 0 0 9 3 】

この際、照射するビームの形状を矩形長尺状(線状)とすることで、例えば 730 mm × 920 mm のガラス基板上の半導体層を一度のスキャンで処理することができる。エキシマレーザー等のパルスレーザーを用いる場合には、線状レーザビームを重ね合わせる割合(オーバーラップ率)を 0 % 以上 90 % 以下(好ましくは 0 % 以上 67 % 以下)として行う。これにより、基板 1 枚当たりの処理時間を短縮することができるため、生産性の面で有利である。ビームの形状は線状に限定されるものではなく、面状としても同様に処理することができる。また、本実施例の LP 処理は上記ガラス基板のサイズに限定されず、さまざまなサイズに適用することができる。

40

【 0 0 9 4 】

上述の臨界成長においては、従来のレーザー処理を用いた多結晶半導体(いわゆる低温ポリシリコン)において見られた表面の凹凸(リッジと呼ばれる凸状体)は形成されず、LP 処理前後において、半導体表面の平滑性が変わらず良好であることも特徴である。本

50

実施の形態の如く成膜後の微結晶半導体層にレーザー光を照射して得られる結晶性半導体層706は、成膜にて得られる微結晶半導体層とは膜質が異なっている。また、伝導加熱により改質された微結晶半導体ともその成長メカニズム及び膜質が異なっている。

#### 【0095】

本明細書では、成膜後の微結晶半導体層にL P処理を行って得られる結晶性の半導体のうち、特にシリコンを用いた場合をL P S A S (L a s e r P r o c e s s S e m i A m o r p h o u s S i l i c o n)と呼ぶこととする。なお、L P S A Sは従来の微結晶シリコンと比較して、さらに良好な特性を有する半導体であるが、微結晶シリコンの一種であることには変わりがない。したがって、本明細書において「微結晶シリコン」とは従来の微結晶シリコンとL P S A Sの両方を表し、特に区別が必要な場合にのみ「従来の微結晶シリコン」と「L P S A S」とを使い分けるものとする。同様に、「微結晶半導体」という場合においては従来の微結晶半導体とL P処理を行った結晶性半導体の両方を含むものとする。

10

#### 【0096】

次いで、結晶性半導体層706上にバッファー層708を形成する。なお、バッファー層708としてa-Si:H(水素化アモルファスシリコン)を形成する場合には、水素が結晶性半導体層706に供給されるため、結晶性半導体層706を結晶化した場合と同等の効果を得ることができる。すなわち、結晶性半導体層706上にa-Si:H層を形成することにより、結晶性半導体層706に水素を拡散させてダングリングボンドを終端させることができる。なお、a-Si:H層は、プラズマCVD法を用いて、300以上400以下の温度にて形成すると良い。

20

#### 【0097】

以降の工程は、実施の形態1と同様であるため、ここでは省略する。

#### 【0098】

本実施の形態にて形成した、L P S A S等のL P処理を行った半導体を用いることによりトランジスタの電気的特性をさらに向上させることができる。

30

#### 【0099】

本実施の形態は、実施の形態1と適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【0100】

#### (実施の形態3)

本実施の形態では、実施の形態1及び2にて示した薄膜トランジスタ(以下「TFT」ともいう)を有する液晶表示装置の詳細について、図8乃至21用いて説明する。図8乃至21の液晶表示装置に用いられる薄膜トランジスタは、実施の形態1及び2にて示した薄膜トランジスタと同様に作製することができる。

40

#### 【0101】

はじめにVA(Vertical Alignment)方式の液晶表示装置について説明する。VA方式とは、液晶表示パネルの液晶分子の配列を制御する方式の一種である。VA方式の液晶表示装置は、電圧が印加されていないときに、液晶分子の長軸がパネル面に対して垂直となるように配列する方式である。本実施の形態では、特に画素(ピクセル)をいくつかの領域(サブピクセル)に分け、電圧が印加された場合に複数の異なる方向に分子が配列するように工夫されている。これをマルチドメイン化あるいはマルチドメイン設計という。以下の説明では、マルチドメイン化されたVA方式の液晶表示装置について説明する。

#### 【0102】

図8乃至10に、マルチドメイン化されたVA方式の液晶表示装置の一例を示す。図8は断面図であり、図9は画素電極が形成される基板側の平面図であり、また、図10は対向電極が形成される基板側の平面図である。なお、図8は図9の線分E Fの断面に対応している。以下の説明ではこれらの図面を参照して説明する。

#### 【0103】

図8は、TFT828とそれに接続する画素電極824、及び保持容量部830が形成

50

された基板 800 と、対向電極 840 等が形成される対向基板 801 とが重ね合わせられ、液晶が注入された状態を示している。

#### 【0104】

対向基板 801においてスペーサー 842 が形成される位置には、遮光膜 832、第1の着色膜 834、第2の着色膜 836、第3着色膜 838、対向電極 840 が形成されている。この構造により、液晶の配向を制御するための突起 844 とスペーサー 842 の高さを異ならせている。画素電極 824 上には配向膜 848 が形成され、同様に対向電極 840 上にも配向膜 846 が形成されている。この間に液晶層 850 が形成されている。

#### 【0105】

スペーサー 842 として、ここでは柱状スペーサーを示しているが、球状のビーズスペーサーを散布してもよい。さらには、スペーサー 842 を基板 800 上に形成される画素電極 824 上に形成してもよい。

#### 【0106】

基板 800 上には、TFT828 とそれに接続する画素電極 824、及び保持容量部 830 が形成されている。画素電極 824 は、第1の絶縁膜 820、第2の絶縁膜 822 をそれぞれ貫通するコンタクトホール 823 で、配線 818 と接続されている。TFT828 は実施の形態1又は2にて示した薄膜トランジスタを適宜用いることができる。保持容量部 830 は、TFT828 のゲート配線 802 と同様に形成した容量配線 804 と、ゲート絶縁膜 806 と、配線 816、818 と同様に形成した容量電極 817 で構成される。

#### 【0107】

画素電極 824 と液晶層 850 と対向電極 840 とが重なり合うことで、液晶素子が形成されている。

#### 【0108】

図9は、基板 800 上の構造を示している。画素電極 824 は実施の形態1にて示した材料を用いて形成することができる。画素電極 824 にはスリット 825 を設ける。スリット 825 は液晶の配向を制御するためのものである。

#### 【0109】

図9に示す TFT829 とそれに接続する画素電極 826 及び保持容量部 831 は、それぞれ TFT828 とそれに接続する画素電極 824 及び保持容量部 830 と同様に形成することができる。TFT828 と TFT829 は共に配線 816 と電気的に接続している。該液晶表示装置の画素(ピクセル)は、画素電極 824 と画素電極 826 により構成されている。画素電極 824 と画素電極 826 はサブピクセルである。

#### 【0110】

図10に対向基板側の構造を示す。遮光膜 832 上に対向電極 840 が形成されている。対向電極 840 は、画素電極 824 と同様の材料を用いて形成するが好ましい。対向電極 840 上には液晶の配向を制御する突起 844 が形成されている。また、遮光膜 832 の位置に合わせてスペーサー 842 が形成されている。

#### 【0111】

該画素構造の等価回路を図11に示す。TFT828 と TFT829 は、共にゲート配線 802、配線 816 と接続している。この場合、容量配線 804 と容量配線 805 の電位を異ならせることで、液層素子 851 と液晶素子 852 の動作を異ならせることができる。すなわち、容量配線 804 と容量配線 805 の電位を個別に制御することにより液晶の配向を精密に制御して視野角を広げることができる。

#### 【0112】

スリット 825 を設けた画素電極 824 に電圧を印加すると、スリット 825 の近傍には電界の歪み(斜め電界)が発生する。このスリット 825 と、対向基板 801 側の突起 844 とを交互に咬み合うように配置して、斜め電界を発生させることで、液晶の配向する方向を場所ごとに異ならせている。これにより、液晶表示パネルの視野角を広げることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 1 1 3 】**

次に、上記とは異なるV A方式の液晶表示装置について、図12乃至15を用いて説明する。

**【 0 1 1 4 】**

図12と図13は、V A方式の液晶表示装置の一例を示している。図12は断面図であり、図13は画素電極が形成される基板側の平面図であり、また、図14は対向電極が形成される基板側の平面図である。なお、図12は図13の線分G Hの断面に対応している。以下の説明ではこの両図を参照して説明する。

**【 0 1 1 5 】**

ここで説明する液晶表示装置は、一つの画素に複数の画素電極が存在し、それぞれの画素電極にTFTが接続された構造を有している。各TFTは、異なるゲート信号で駆動されるように構成されている。すなわち、マルチドメイン化された画素において、個々の画素電極に印加する信号を、独立して制御する構成を有している。

**【 0 1 1 6 】**

基板1200上の構成を説明する。画素電極1224はコンタクトホール1223において、TFT1228の配線1218と接続している。また、画素電極1226はコンタクトホール1227において、TFT1229の配線1219と接続している。画素電極1224、及び、画素電極1226上には配向膜1248が形成されている。TFT1228のゲート配線1202と、TFT1229のゲート配線1203は、異なるゲート信号を与えることができるように分離されている。一方、データ線として機能する配線1216は、TFT1228とTFT1229で共通に用いられている。TFT1228とTFT1229は実施の形態1又は2で示した薄膜トランジスタを適宜用いることができる。また、ゲート配線1202及びゲート配線1203と同一層にて容量配線1290が形成されている。

**【 0 1 1 7 】**

画素電極1224と画素電極1226の形状は異なっており、スリットによって分離されている。V字型に広がる画素電極1224の外側を囲むように画素電極1226が形成されている。画素電極1224と画素電極1226に印加する電圧のタイミングを、TFT1228及びTFT1229により異ならせることで、液晶の配向を制御している。

**【 0 1 1 8 】**

この画素構造の等価回路を図15に示す。TFT1228はゲート配線1202と接続し、TFT1229はゲート配線1203と接続している。ゲート配線1202とゲート配線1203に異なるゲート信号を与えることで、TFT1228とTFT1229の動作タイミングを異ならせることができる。

**【 0 1 1 9 】**

対向基板1201には、遮光膜1232、着色膜1236、対向電極1240、配向膜1246が形成されている。また、着色膜1236と対向電極1240の間には平坦化膜1237が形成され、液晶の配向乱れを防いでいる。対向電極1240は異なる画素間で共通化されている電極であるが、スリット1241が形成されている。画素電極1224と液晶層1250と対向電極1240が重なり合うことで、液晶素子が形成されている。また、画素電極1226と液晶層1250と対向電極1240が重なり合うことで、液晶素子が形成されている。

**【 0 1 2 0 】**

スリット1241と、画素電極1224及び画素電極1226側のスリットとを交互に咬み合うように配置して、斜め電界を発生させることで、液晶の配向する方向を場所ごとに異ならせている(図14参照)。これにより、液晶表示パネルの視野角を広げることができる。

**【 0 1 2 1 】**

次に、横電界方式の液晶表示装置について説明する。横電界方式は、液晶分子に対して水平方向の電界を加えることで液晶を駆動し、階調を表現する方式である。この方式によ

10

20

30

40

50

れば、視野角を約180度にまで広げることができる。以下の説明では、横電界方式を採用する液晶表示装置について説明する。

#### 【0122】

図16は、TFT1628とそれに接続する第2の画素電極1624が形成された基板1600と、対向基板1601を重ね合わせ、液晶を注入した状態を示している。対向基板1601には遮光膜1632、着色膜1636、平坦化膜1637、配向膜1660などが形成されている。第1の画素電極1607及び第2の画素電極1624は基板1600側に有るので、対向基板1601側には特に電極を設ける必要はない。第2の画素電極1624上には配向膜1661が形成されている。基板1600と対向基板1601の間には液晶層1650が形成されている。

10

#### 【0123】

基板1600上には、第1の画素電極1607及び第2の画素電極1624に接続する容量配線1604、並びにTFT1628が形成される。第1の画素電極1607には、実施の形態1にて示した画素電極と同様の材料を用いることができる。また、第1の画素電極1607は、概ね画素の形状に適合した形状に形成されている。なお、第1の画素電極1607及び容量配線1604上にはゲート絶縁膜1606が形成される。

#### 【0124】

TFT1628の配線1616、配線1618がゲート絶縁膜1606上に形成される。配線1616は液晶表示パネルにおいてビデオ信号を伝達するデータ線であり、配線であると同時に、ソース領域1610と接続し、ソース電極又はドレイン電極の一方となる。配線1618はソース電極又はドレイン電極の他方となり、TFT1628と第2の画素電極1624とを接続する配線としても機能する。

20

#### 【0125】

配線1616、配線1618上には絶縁膜1620が形成されている。また、絶縁膜1620上には、絶縁膜1620に形成されるコンタクトホールにおいて、配線1618に接続する第2の画素電極1624が形成されている。第2の画素電極1624には、実施の形態1にて示した画素電極と同様の材料を用いることができる。

#### 【0126】

このようにして、基板1600上にTFT1628とそれに接続する第2の画素電極1624が形成される。なお、保持容量は第1の画素電極1607と第2の画素電極1624、ゲート絶縁膜1606、絶縁膜1620にて形成される。

30

#### 【0127】

図17は、画素電極等の構成を示す平面図である。なお、図16は図17の線分IJにおける断面図である。第2の画素電極1624にはスリット1625が設けられる。スリット1625は液晶の配向を制御するためのものである。この場合、電界は第1の画素電極1607と第2の画素電極1624との間に発生する。第1の画素電極1607と第2の画素電極1624の間にはゲート絶縁膜1606等が形成されているが、これらは液晶層と比較して十分に薄いため、実質的に基板1600と平行な方向(水平方向)に電界が発生する。この電界を利用して液晶分子を水平に回転させる。この場合、液晶分子は水平方向に配列するため、見る角度によってコントラストが低減する等の問題は少なく、視野角が広がることになる。また、第1の画素電極1607と第2の画素電極1624は共に透光性の電極であるので、開口率を向上させることができる。

40

#### 【0128】

次に、横電界方式の液晶表示装置の他の一例について示す。

#### 【0129】

図18及び図19は、横電界方式の液晶表示装置の別の構造である。図18は断面図であり、図19は平面図である。なお、図18は図19のKLの断面に対応している。以下の説明ではこの両図を参照して説明する。

#### 【0130】

図18は、TFT1828とそれに接続する第2の画素電極1824が形成された基板

50

1800と、対向基板1801を重ね合わせ、液晶を注入した状態を示している。対向基板1801には遮光膜1832、着色膜1836、平坦化膜1837、配向膜1860などが設けられている。第1の画素電極(共通電位線1809)、及び第2の画素電極1824は基板1800側にあるので、対向基板1801側には特に電極を設ける必要はない。第2の画素電極1824上には配向膜1861が形成されている。基板1800と対向基板1801の間には液晶層1850が形成されている。

#### 【0131】

基板1800上には、共通電位線1809、及び、TFT1828が形成されている。共通電位線1809はTFT1828のゲート配線1802と同時に形成することができる。なお、ここでは、第1の画素電極は共通電位線1809と同義である。このため、共通電位線1809は画素部において、概ね画素の形状に適合した形状に形成されている。10

#### 【0132】

TFT1828の配線1816、配線1818がゲート絶縁膜1806上に形成されている。配線1816は液晶表示装置においてビデオ信号を伝達するデータ線であり、配線であると同時に、ソース領域又はドレイン領域と接続し、ソース電極又はドレイン電極の一方となる。配線1818はソース電極又はドレイン電極の他方となり、第2の画素電極1824と接続する配線である。

#### 【0133】

配線1816、配線1818上に絶縁膜1820が形成されている。また、絶縁膜1820上には、第2の画素電極1824が形成されている。配線1818は絶縁膜1820に形成されるコンタクトホール1823において、第2の画素電極1824と接続している。第2の画素電極1824には、実施の形態1にて示した画素電極と同様の材料を用いることができる。なお、図19に示すように、第1の画素電極(共通電位線1809)と第2の画素電極1824との間に横電界が発生するように、第1の画素電極(共通電位線1809)及び第2の電極が形成される。また、第2の画素電極1824のスリットの部分が第1の画素電極(共通電位線1809)の電極部分と咬み合うように形成される。20

#### 【0134】

第1の画素電極(共通電位線1809)と第2の画素電極1824との間に電位差が生じると、第1の画素電極(共通電位線1809)と第2の画素電極1824との間に電界が発生する。この電界を利用して液晶分子を水平に回転させる。この場合、液晶分子は水平方向に配列するため、見る角度によってコントラストが低減する等の問題は少なく、視野角が広がることになる。30

#### 【0135】

なお、保持容量は第1の画素電極(共通電位線1809)と容量電極1815の間にゲート絶縁膜1806を設けることにより形成されている。容量電極1815と第2の画素電極1824はコンタクトホール1833を介して接続されている。

#### 【0136】

次に、TN方式の液晶表示装置について説明する。

#### 【0137】

図20と図21は、TN方式の液晶表示装置の画素構造を示している。図20は断面図であり、図21は平面図である。なお、図20は図21の線分MNにおける断面図である。以下の説明ではこの両図を参照して説明する。40

#### 【0138】

画素電極2024はコンタクトホール2023により、配線2018でTFT2028と接続している。データ線として機能する配線2016は、TFT2028と接続している。TFT2028は実施の形態1又は2に示すTFTを適用することができる。

#### 【0139】

画素電極2024には、実施の形態1にて示した画素電極と同様の材料を用いることができる。

#### 【0140】

10

20

30

40

50

対向基板 2001 には、遮光膜 2032、着色膜 2036、対向電極 2040、配向膜 2060 などが形成されている。また、着色膜 2036 と対向電極 2040 の間には平坦化膜 2037 が形成され、液晶の配向乱れを防いでいる。画素電極 2024 上には配向膜 2061 が形成されている。液晶層 2050 は画素電極 2024 と対向電極 2040 の間に設けられている。

#### 【0141】

また、基板 2000 又は対向基板 2001 には、着色膜（カラーフィルター）や、ディスクリネーションを防ぐための遮蔽膜（ブラックマトリクス）などが形成されていても良い。また、基板 2000 の TFT 2028 が形成されている面とは逆の面に偏光板を貼り合わせ、また対向基板 2001 の対向電極 2040 が形成されている面とは逆の面に、偏光板を貼り合わせておく。対向電極 2040 は、実施の形態 1 にて示した画素電極と同様の材料を適宜用いることができる。

10

#### 【0142】

なお、保持容量はゲート電極 2002 と同じ層にて形成された容量配線 2004 とゲート絶縁膜 2006、容量電極 2015 によって形成されている。容量電極 2015 と画素電極 2024 はコンタクトホール 2033 を介して接続されている。

#### 【0143】

以上により、微結晶半導体を画素トランジスタのチャネル形成領域として用いた様々な方式の液晶表示装置を提供することができる。

20

#### 【0144】

本発明の液晶表示装置は、オフ電流が小さく、また、ばらつきの少ない薄膜トランジスタを用いているため、開口率を向上させることができる。これにより、輝度が向上し、優れた映像を表示することが可能となる。また、バックライトの輝度を低減することが可能であるため、バックライトの寿命向上の効果をもたらす。

#### 【0145】

なお、本実施の形態は、実施の形態 1 又は 2 と適宜組み合わせて用いることができる。

#### 【0146】

##### （実施の形態 4）

本実施の形態では、本発明の液晶表示装置を用いた電子機器について、図 22 を参照して説明する。

30

#### 【0147】

本発明の半導体装置を用いて作製される電子機器として、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオコンポ等）、コンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc (DVD) 等の記録媒体を再生し、その画像を表示しうるディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。

#### 【0148】

図 22 (A) はテレビ受像器又はパーソナルコンピュータのモニタである。筐体 2201、支持台 2202、表示部 2203、スピーカー部 2204、ビデオ入力端子 2205 等を含む。表示部 2203 には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上したテレビ受像器又はパーソナルコンピュータのモニタを提供することができる。

40

#### 【0149】

図 22 (B) はデジタルカメラである。本体 2211 の正面部分には受像部 2213 が設けられており、本体 2211 の上面部分にはシャッターボタン 2216 が設けられている。また、本体 2211 の背面部分には、表示部 2212、操作キー 2214、及び外部接続ポート 2215 が設けられている。表示部 2212 には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上したデジタルカメラを提供す

50

ることができる。

**【0150】**

図22(C)はノート型パーソナルコンピュータである。本体2221には、キーボード2224、外部接続ポート2225、ポインティングデバイス2226が設けられている。また、本体2221には、表示部2223を有する筐体2222が取り付けられている。表示部2223には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上したノート型パーソナルコンピュータを提供することができる。

**【0151】**

図22(D)はモバイルコンピュータであり、本体2231、表示部2232、スイッチ2233、操作キー2234、赤外線ポート2235等を含む。表示部2232にはアクティブマトリクス表示装置が設けられている。表示部2232には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上したモバイルコンピュータを提供することができる。

10

**【0152】**

図22(E)は画像再生装置である。本体2241には、表示部2244、記録媒体読み込み部2245及び操作キー2246が設けられている。また、本体2241には、スピーカー部2247及び表示部2243それぞれを有する筐体2242が取り付けられている。表示部2243及び表示部2244それぞれには、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上した画像再生装置を提供することができる。

20

**【0153】**

図22(F)は電子書籍である。本体2251には操作キー2253が設けられている。また、本体2251には複数の表示部2252が取り付けられている。表示部2252には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上した電子書籍を提供することができる。

**【0154】**

図22(G)はビデオカメラであり、本体2261には外部接続ポート2264、リモコン受信部2265、受像部2266、バッテリー2267、音声入力部2268、操作キー2269が設けられている、また、本体2261には、表示部2262を有する筐体2263が取り付けられている。表示部2262には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上したビデオカメラを提供することができる。

30

**【0155】**

図22(H)は携帯電話であり、本体2271、筐体2272、表示部2273、音声入力部2274、音声出力部2275、操作キー2276、外部接続ポート2277、アンテナ2278等を含む。表示部2273には、本発明の液晶表示装置が用いられている。本発明により、開口率を向上し、輝度が向上した携帯電話を提供することができる。

40

**【0156】**

以上の様に、本発明の適用範囲は極めて広く、あらゆる分野の電子機器に用いることが可能である。なお、本実施の形態は、実施の形態1乃至3と適宜組み合わせて用いることができる。

**【図面の簡単な説明】**

**【0157】**

- 【図1】本発明の表示装置の作製工程を示す図である。
- 【図2】本発明の表示装置の作製工程を示す図である。
- 【図3】本発明の表示装置の作製工程を示す図である。
- 【図4】本発明の表示装置の平面図である。
- 【図5】本発明の表示装置の平面図である。
- 【図6】本発明の表示装置の一例を示す図である。
- 【図7】本発明の表示装置の作成工程を示す図である。

50

- 【図 8】本発明の表示装置の断面図である。  
 【図 9】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 10】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 11】本発明の表示装置の回路図である。  
 【図 12】本発明の表示装置の断面図である。  
 【図 13】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 14】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 15】本発明の表示装置の回路図である。  
 【図 16】本発明の表示装置の断面図である。  
 【図 17】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 18】本発明の表示装置の断面図である。  
 【図 19】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 20】本発明の表示装置の断面図である。  
 【図 21】本発明の表示装置の平面図である。  
 【図 22】本発明の表示装置を用いた電子機器を示す図である。  
 【図 23】従来の表示装置の回路図である。

## 【符号の説明】

## 【0158】

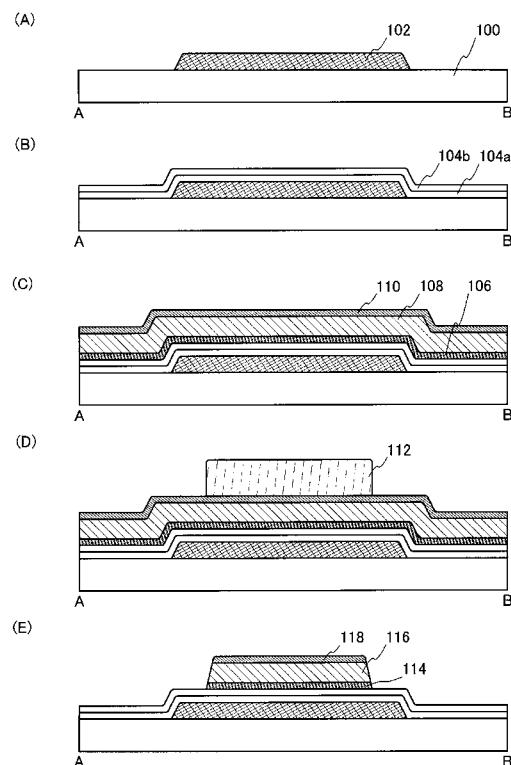
100	基板	10
102	ゲート電極	20
104 a	ゲート絶縁層	
104 b	ゲート絶縁層	
106	微結晶半導体層	
108	バッファー層	
110	不純物元素が添加された半導体層	
112	マスク	
114	微結晶半導体層	
116	バッファー層	
118	不純物元素が添加された半導体層	
120 a	導電層	30
120 b	導電層	
120 c	導電層	
122	マスク	
124 a	導電層	
124 b	導電層	
124 c	導電層	
126 a	導電層	
126 b	導電層	
126 c	導電層	
128 a	端部	40
128 b	端部	
130 a	端部	
130 b	端部	
132	ソース領域又はドレイン領域	
134	ソース領域又はドレイン領域	
136	バッファー層	
138	端部	
140	端部	
142	薄膜トランジスタ	
144	絶縁層	50

1 4 6	画素電極
6 0 0	基板
6 0 2	画素部
6 0 4	走査線駆動回路
6 0 6	シール材
6 0 8	対向基板
6 1 0	液晶
6 1 2	信号線駆動回路
6 1 4	トランジスタ
6 1 6	薄膜トランジスタ
6 1 8	画素電極
6 2 0	対向電極
6 2 2	スペーサー
6 2 4	配線
6 2 6	配線
6 2 8	F P C
6 3 0	接続端子
6 3 2	異方性導電材料
6 3 4	配線
6 4 0	対向電極

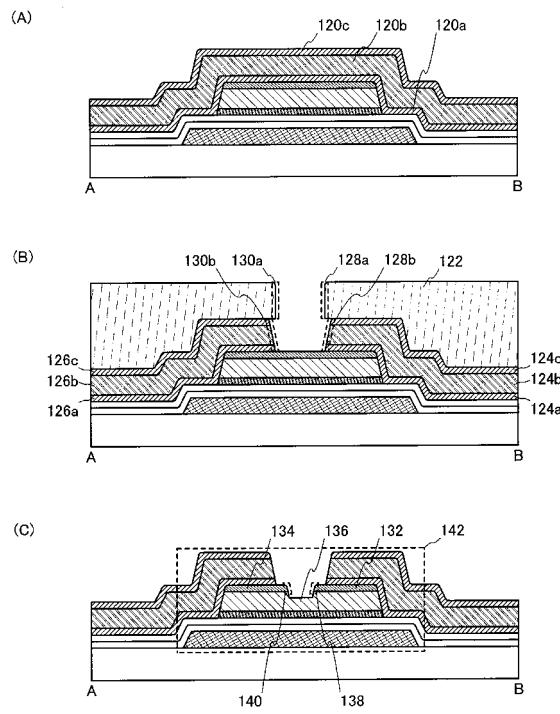
10

20

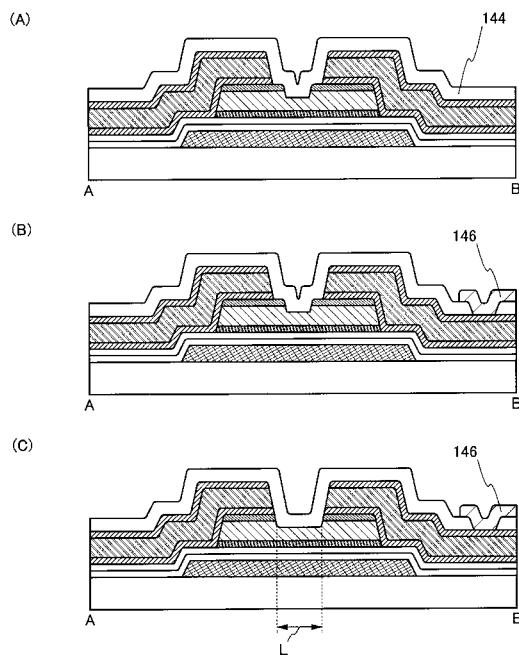
【図1】



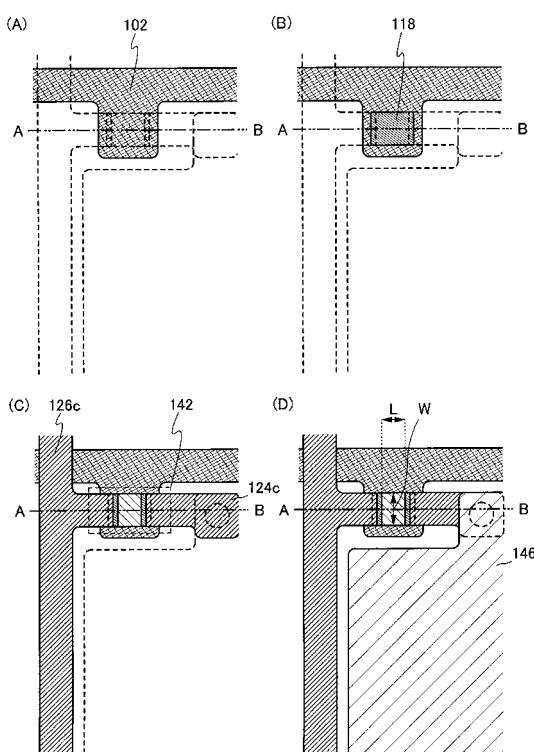
【図2】



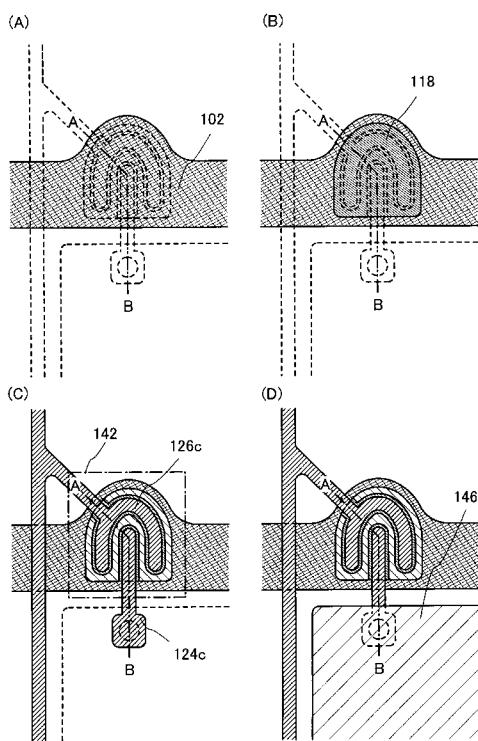
【 図 3 】



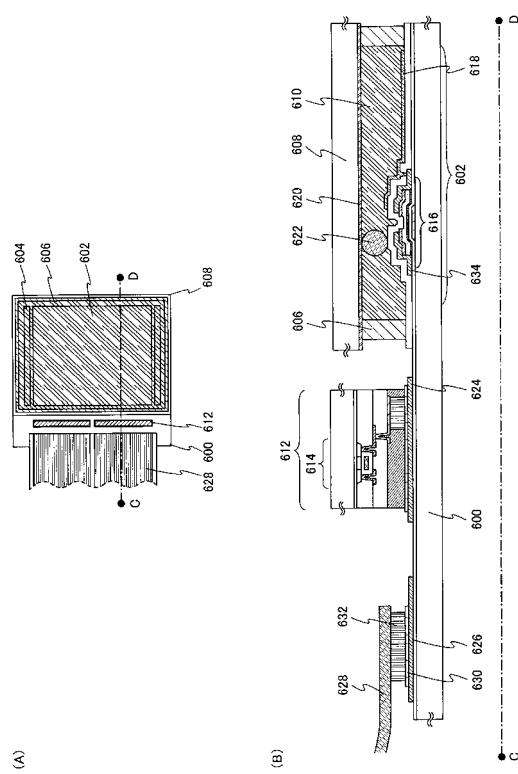
【 図 4 】



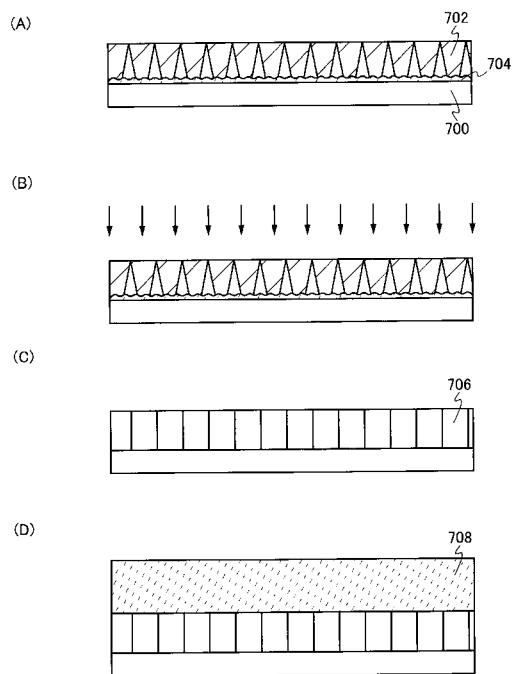
【図5】



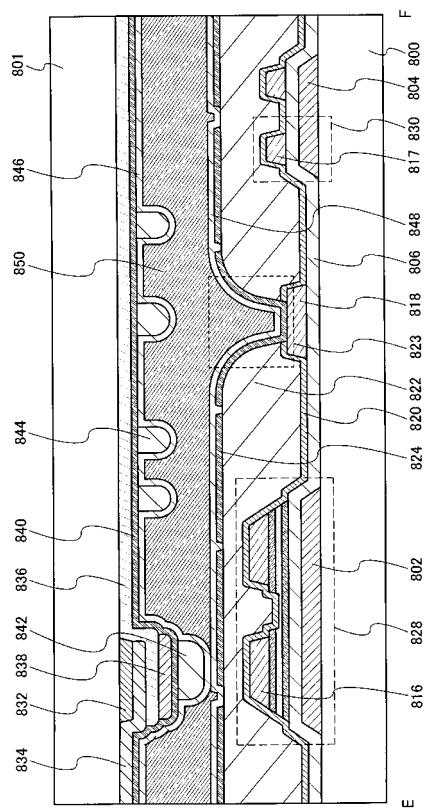
【 図 6 】



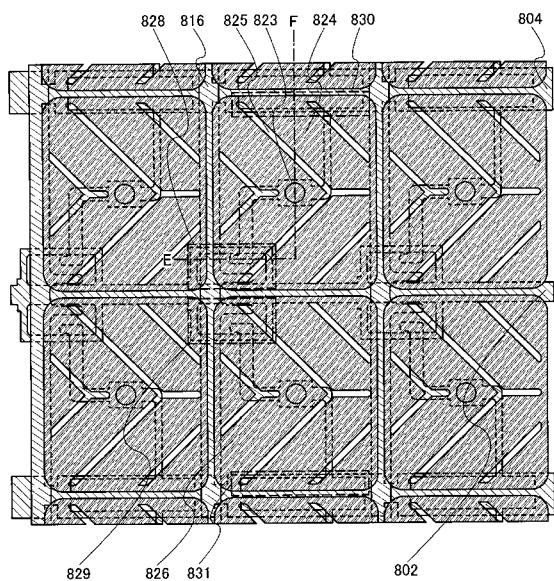
【図7】



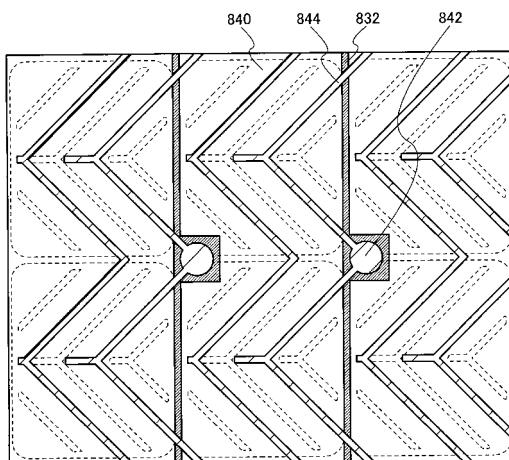
【図8】



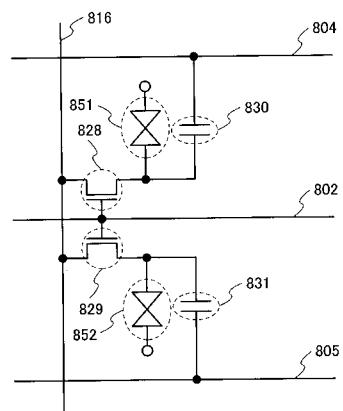
【図9】



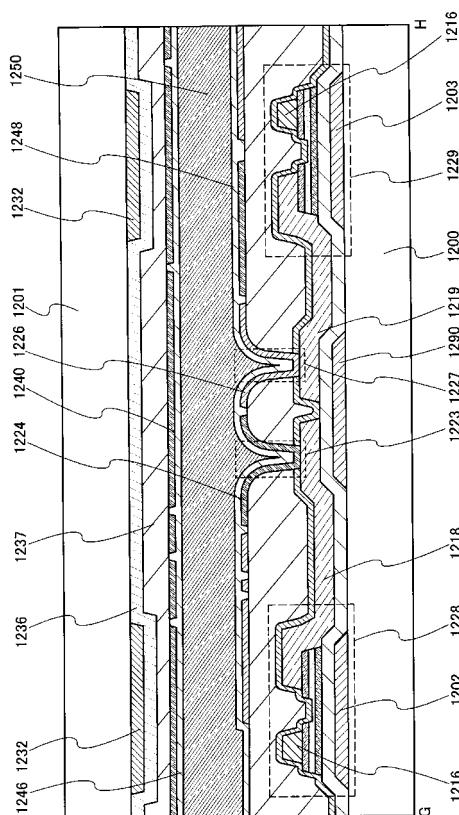
【図10】



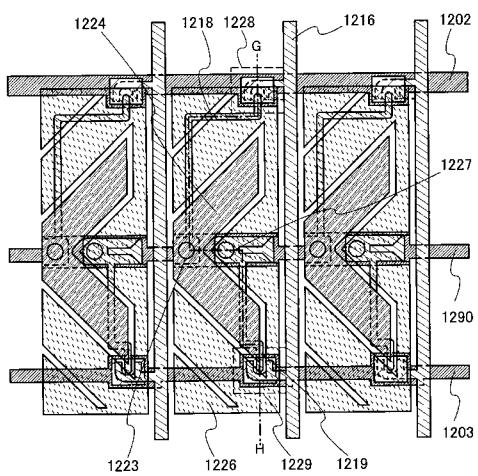
【 図 1 1 】



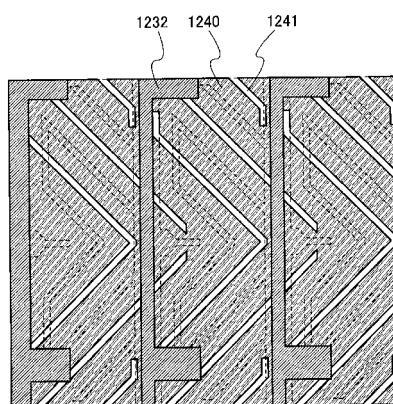
【図12】



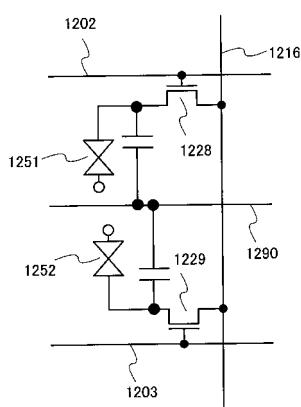
【 図 1 3 】



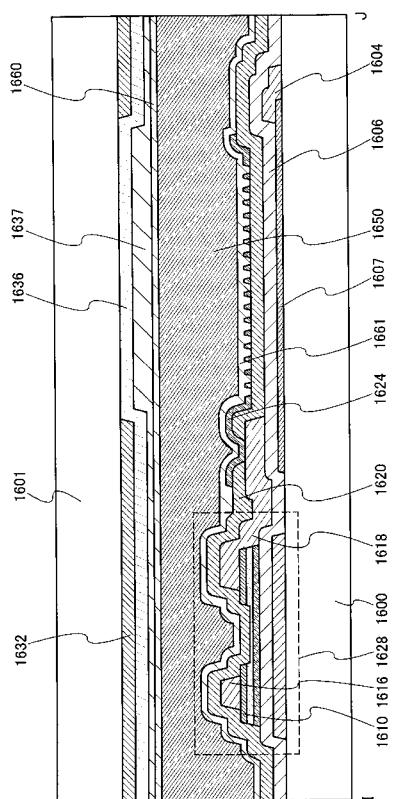
【 図 1 4 】



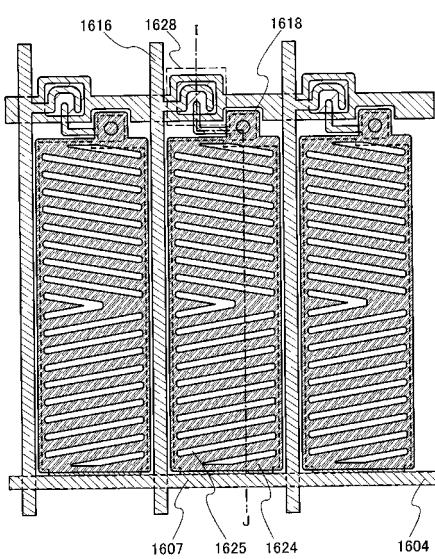
【 四 15 】



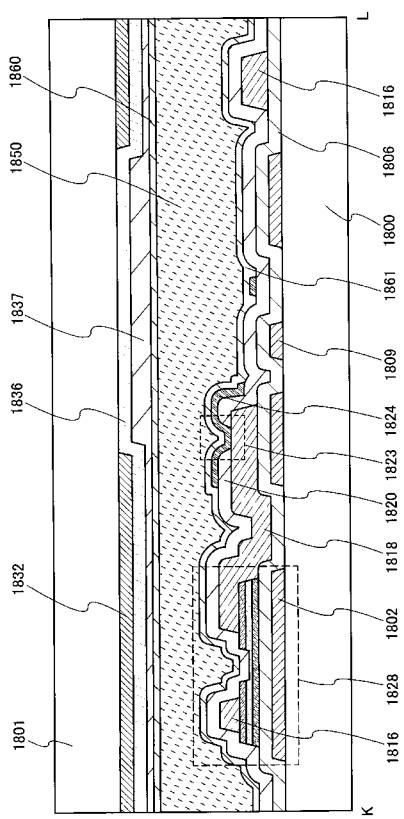
【図16】



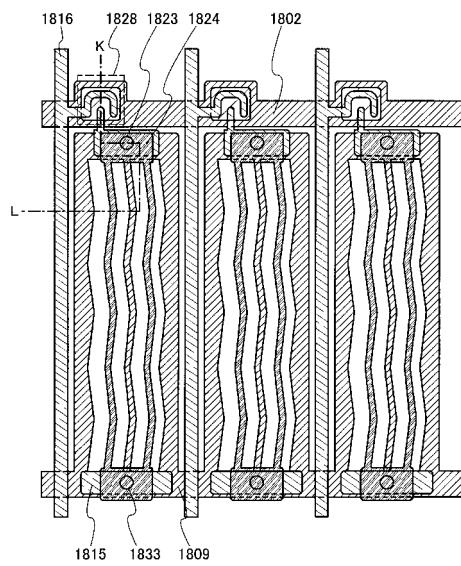
【図17】



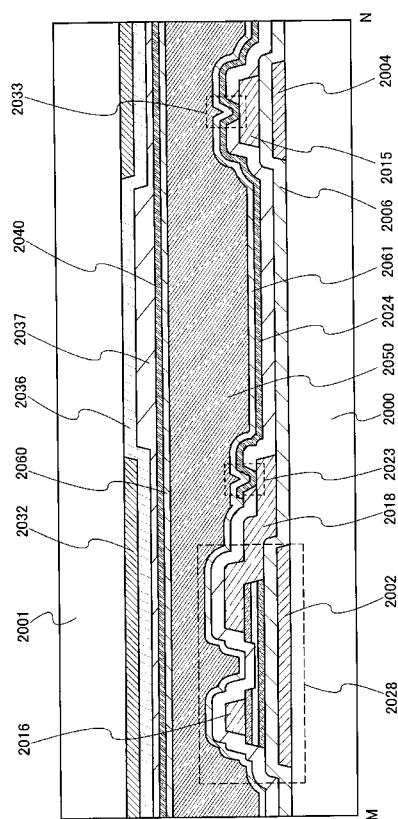
【図18】



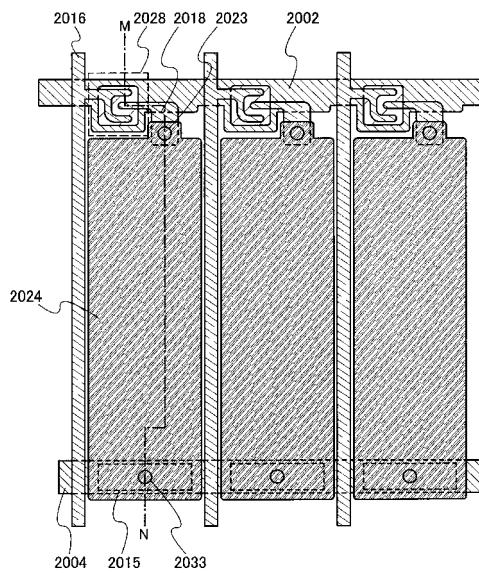
【図19】



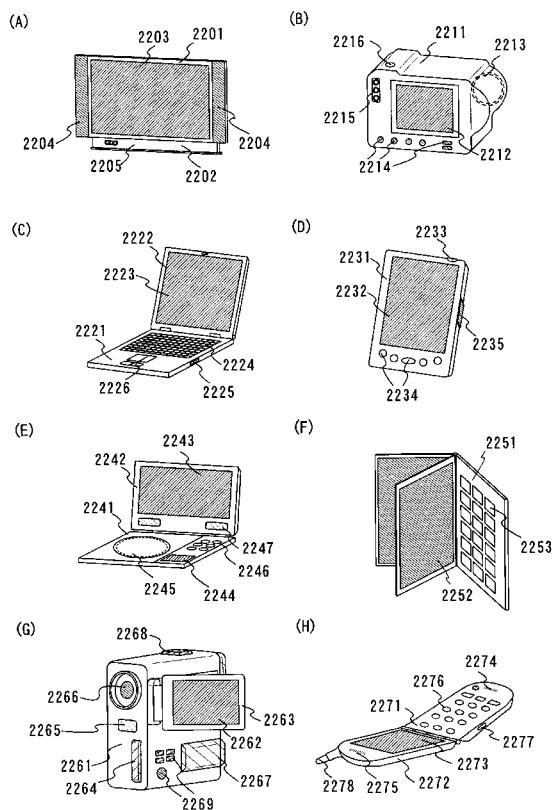
【 図 2 0 】



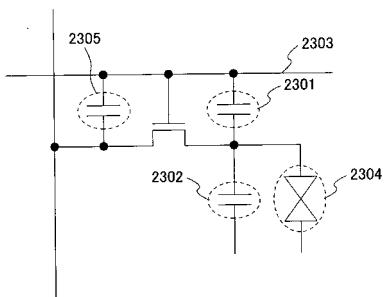
【図21】



【図22】



【 図 2 3 】



---

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H092 GA14 HA04 JA26 JA31 JA32 JA34 JA40 JA44 JA46 JB24  
JB33 JB69 KA04 KA05 KA10 KA12 KA18 KA22 KB05 KB14  
MA05 MA08 MA17 MA30 NA07 NA22 NA24  
5F110 AA14 AA16 BB02 CC07 DD01 DD02 EE01 EE02 EE03 EE04  
EE06 EE14 EE23 EE42 EE43 EE44 FF02 FF03 FF04 FF06  
FF09 FF10 FF28 FF29 GG02 GG06 GG14 GG15 GG16 GG19  
GG22 GG25 GG28 GG29 GG32 GG33 GG34 GG43 GG45 GG57  
GG58 HK02 HK03 HK04 HK06 HK09 HK14 HK21 HK22 HK25  
HK32 HK33 HK35 HL01 HL07 HL09 HM03 HM04 HM12 NN73  
PP03 PP04 PP05 PP06 PP22 QQ04 QQ06 QQ09 QQ23