

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5435907号  
(P5435907)

(45) 発行日 平成26年3月5日(2014.3.5)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/336 (2006.01)	HO 1 L 29/78 6 1 8 A
HO 1 L 29/786 (2006.01)	HO 1 L 27/08 3 2 1 N
HO 1 L 21/8238 (2006.01)	HO 1 L 27/08 3 3 1 E
HO 1 L 27/092 (2006.01)	HO 1 L 27/06 1 0 2 A
HO 1 L 27/08 (2006.01)	HO 1 L 21/205

請求項の数 5 (全 43 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2008-202565 (P2008-202565)  
 (22) 出願日 平成20年8月6日(2008.8.6)  
 (65) 公開番号 特開2009-71285 (P2009-71285A)  
 (43) 公開日 平成21年4月2日(2009.4.2)  
 審査請求日 平成23年7月1日(2011.7.1)  
 (31) 優先権主張番号 特願2007-213149 (P2007-213149)  
 (32) 優先日 平成19年8月17日(2007.8.17)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000153878  
 株式会社半導体エネルギー研究所  
 神奈川県厚木市長谷398番地  
 (72) 発明者 山崎 舜平  
 神奈川県厚木市長谷398番地 株式会社  
 半導体エネルギー研究所内  
 (72) 発明者 荒井 康行  
 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 鈴木 幸恵  
 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 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  
 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のゲート電極を有し、

第2のゲート電極を有し、

前記第1のゲート電極の上方と前記第2のゲート電極の上方とに絶縁膜を有し、

前記絶縁膜の上方に、前記第1のゲート電極と重なる領域を有する第1の微結晶シリコン膜を有し、

前記絶縁膜の上方に、前記第2のゲート電極と重なる領域を有する第2の微結晶シリコン膜を有し、

前記第1の微結晶シリコン膜の上方に第1の非晶質シリコン膜を有し、

前記第2の微結晶シリコン膜の上方に第2の非晶質シリコン膜を有し、

前記第1の非晶質シリコン膜の上方に第1のn型半導体膜を有し、

前記第1の非晶質シリコン膜の上方に第2のn型半導体膜を有し、

前記第2の非晶質シリコン膜の上方に第1のp型半導体膜を有し、

前記第2の非晶質シリコン膜の上方に第2のp型半導体膜を有し、

前記第1のn型半導体膜の上方に第1の導電膜を有し、

前記第2のn型半導体膜の上方に第2の導電膜を有し、

前記第1の導電膜の上方に第3の導電膜を有し、

前記第2の導電膜の上方に第4の導電膜を有し、

前記第1のp型半導体膜の上方に第5の導電膜を有し、

10

20

前記第 2 の p 型半導体膜の上方に第 6 の導電膜を有する表示装置の作製方法であって、  
前記第 1 のゲート電極と前記第 2 のゲート電極とを形成する第 1 の工程と、  
前記第 1 のゲート電極の上方と前記第 2 のゲート電極の上方とに前記絶縁膜を形成する  
第 2 の工程と、

前記絶縁膜の上方に微結晶シリコン膜を形成する第 3 の工程と、  
前記微結晶シリコン膜の上方に非晶質シリコン膜を形成する第 4 の工程と、  
前記非晶質シリコン膜をエッチングして前記第 1 の非晶質シリコン膜と前記第 2 の非晶  
質シリコン膜とを形成する第 5 の工程と、

前記微結晶シリコン膜をエッチングして前記第 1 の微結晶シリコン膜と前記第 2 の微結  
晶シリコン膜とを形成する第 6 の工程と、

前記第 1 の非晶質シリコン膜の上方と前記第 2 の非晶質シリコン膜の上方とに n 型半導  
体膜を形成する第 7 の工程と、

前記 n 型半導体膜の上方に導電膜を形成する第 8 の工程と、  
前記導電膜をエッチングして第 7 の導電膜を形成し、前記 n 型半導体膜をエッチングし  
て第 3 の n 型半導体膜を形成し、前記第 2 の非晶質シリコン膜の上面を露出させる第 9 の  
工程と、

前記第 7 の導電膜の上方と前記第 2 の非晶質シリコン膜の上方とに p 型半導体膜を形成  
する第 10 の工程と、

前記 p 型半導体膜をエッチングして第 3 の p 型半導体膜を形成し、前記第 7 の導電膜の  
上面を露出させる第 11 の工程と、

前記第 7 の導電膜の上方の前記第 3 の導電膜と、前記第 7 の導電膜の上方の前記第 4 の  
導電膜と、前記第 3 の p 型半導体膜の上方の前記第 5 の導電膜と、前記第 3 の p 型半導体  
膜の上方の前記第 6 の導電膜と、を形成し、前記第 7 の導電膜をエッチングして前記第 1  
の導電膜と前記第 2 の導電膜とを形成し、前記第 3 の n 型半導体膜をエッチングして前記  
第 1 の n 型半導体膜と前記第 2 の n 型半導体膜とを形成し、前記第 3 の p 型半導体膜をエ  
ッチングして前記第 1 の p 型半導体膜と前記第 2 の p 型半導体膜とを形成する第 12 の工  
程と、を有することを特徴とする表示装置の作製方法。

#### 【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 3 の工程において、波長 10 m 以上の周波数を有する第 1 の高周波電力と、波長  
10 m 未満の周波数を有する第 2 の高周波電力と、を重畳印加してグロー放電プラズマを  
生成することを特徴とする表示装置の作製方法。

#### 【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 において、

前記第 3 の工程において、成膜初期段階に、アルゴン及びヘリウムが供給され、  
前記第 3 の工程において、前記成膜初期段階より後の段階に、アルゴンが供給されず、  
ヘリウムが供給されることを特徴とする表示装置の作製方法。

#### 【請求項 4】

請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか一項において、

前記第 4 の工程において、300 ~ 400 の温度で前記非晶質シリコン膜を形成す  
ることによって、前記微結晶シリコン膜に水素を拡散させることを特徴とする表示装置の  
作製方法。

#### 【請求項 5】

請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか一項において、

前記第 11 の工程より後であって前記第 12 の工程よりも前に、前記絶縁膜にコンタク  
トホールを形成する工程を有し、

前記第 12 の工程において、前記第 4 の導電膜は、前記コンタクトホールを介して、前  
記第 2 のゲート電極と電気的に接続することを特徴とする表示装置の作製方法。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

10

20

30

40

50

## 【0001】

本発明は、nチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタを用いた表示装置の作製方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

近年、絶縁表面を有する基板上に形成された半導体薄膜（厚さ数十～数百nm程度）を用いて薄膜トランジスタを構成する技術が注目されている。薄膜トランジスタはICや電気光学装置のような電子デバイスに広く応用され、特に画像表示装置のスイッチング素子として開発が急がれている。

## 【0003】

画像表示装置のスイッチング素子として、非晶質シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタ、または多結晶シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタ等が用いられている。多結晶シリコン膜の形成方法としては、パルス発振のエキシマレーザビームを光学系により線状に加工して、非晶質シリコン膜に対し線状ビームを走査させながら照射して結晶化する技術が知られている。

## 【0004】

また、画像表示装置のスイッチング素子として、微結晶シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタが用いられている（特許文献1非特許文献1）。

## 【0005】

ところで液晶パネルは、マザーガラスと呼ばれる大面積ガラス基板上で複数枚のパネルを加工した後、最終的にテレビやパーソナルコンピュータの画面に合わせた寸法に分断して製造されている。1枚のマザーガラスから複数枚のパネルを取り出すようにして、パネル1枚当たりのコストを低減するためである。液晶テレビの市場では、画面サイズ（パネルサイズ）の大型化と販売価格の低下が急激に進んでいる。大画面化と低価格化に対応して生産性を向上するために、ここ数年、マザーガラスの大型化が進められている。

## 【0006】

第1世代と呼ばれる1991年頃の代表的なガラス基板のサイズは300mm×400mmであった。その後、マザーガラスのサイズは、第2世代（400mm×500mm）、第3世代（550mm×650mm）、第4世代（730mm×920mm）第5世代（1000mm×1200mm）、第6世代（2450mm×1850mm）、第7世代（1870mm×2200mm）、第8世代（2000mm×2400mm）、第9世代（2450×3050mm）、第10世代（2850mm×3050mm）と一途に大型化が図られている。

## 【特許文献1】特開平4-242724号公報

【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（SID 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】

多結晶シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタは、非晶質シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタに比べて移動度が2桁以上高く、半導体表示装置の画素部とその周辺の駆動回路を同一基板上に一体形成できるという利点を有している。しかしながら、非晶質シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた場合に比べて、半導体膜の結晶化が必要なために工程が複雑化し、その分歩留まりが低減し、コストが高まるという問題がある。また、エキシマレーザビームを非晶質シリコン膜に照射して形成した多結晶シリコン膜は、レーザビームのエネルギーのばらつきにより結晶粒の大きさが不揃いな場合があり、このような多結晶シリコンを用いて薄膜トランジスタを形成すると電気特性がばらつくという問題がある。

## 【0008】

10

20

30

40

50

一方、非晶質シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタは、少ないフォトマスク数で作製することが可能であるため工程が簡易であるが、閾値の変動が大きく、また移動度が低い。さらに、非晶質シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタにおいて、pチャンネル型の薄膜トランジスタを作製することが困難であった。

【0009】

また、微結晶シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた逆スタガ型の薄膜トランジスタにおいては、ゲート絶縁膜及び微結晶半導体膜の界面領域における結晶性が低く、薄膜トランジスタの電気的特性が悪い。さらに微結晶シリコン膜をチャンネル形成領域に用いた逆スタガ型のpチャンネル型薄膜トランジスタを作製することは困難である。

【0010】

上述した問題に鑑み、本発明は、電気特性が優れ、信頼性の高いpチャンネル型薄膜トランジスタ及びnチャンネル薄膜トランジスタを有する表示装置、及びそれを生産性よく作製する方法を提案する。

【0011】

さらには、マザーガラス、即ちガラス基板が大面積化すると、そのガラス基板に微結晶シリコン膜を形成するためにプラズマCVD装置の電極面積も大型化することとなる。この場合、ガラス基板の大きさが第6世代を超えるあたりから、プラズマCVD装置の電極の大きさが、高周波電源の周波数の波長に近くなって来る。例えば、27MHzの電源周波数の場合、波長は11mであり、60MHzでは5m、120MHzでは2.5mとなる。

【0012】

このような場合、表面定在波の影響が顕著に現れるようになり、プラズマCVD装置の反応室内のプラズマ密度分布が不均一になり、ガラス基板に形成される薄膜の膜質や厚さの面内均一性が損なわれるといったことが問題となる。

【0013】

上述した問題に鑑み、本発明は、微結晶半導体が少なくともチャンネル形成領域の一部に含まれるnチャンネル型薄膜トランジスタ及びpチャンネル型薄膜トランジスタを有する表示装置の作製方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明の一は、逆スタガ型であり、微結晶半導体膜を有するpチャンネル型薄膜トランジスタと、nチャンネル型薄膜トランジスタを有する表示装置の作製方法であって、薄膜トランジスタを構成する絶縁膜及び半導体膜の形成方法に関し、反応室内にグロー放電プラズマを生成する電極に、周波数の異なる二以上の高周波電力を供給する。周波数の異なる高周波電力を供給してグロー放電プラズマを生成し、半導体若しくは絶縁体の薄膜を形成する。第1の高周波電力は表面定在波効果が現れない周波数帯の電力であり、概ね波長として10m以上の高周波が適用され、第1の高周波電力に波長がそれより短い第2の高周波電力を加える。周波数の異なる(波長が異なる)高周波電力をプラズマCVD装置の電極に重畳印加することで、プラズマの高密度化と、プラズマの表面定在波効果が生じないように均一化を図る。

【0015】

また、上記逆スタガ型のpチャンネル型薄膜トランジスタと、nチャンネル型薄膜トランジスタを作製する工程において、真空度が $10^{-5}$  Paよりも低い圧力に超高真空排気されたチャンパー内に基板を設け、基板温度100 ~ 300、好ましくは120 ~ 280、好ましくは120 ~ 220としたプラズマCVD法により、 $1 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下の酸素を含む微結晶半導体膜を形成することができる。

【0016】

酸素は微結晶半導体膜の形成を阻害する。しかしながら、成膜チャンパー内を超高真空排気することで、チャンパー内の酸素濃度を低減できるため、微結晶半導体膜の形成を促進させることができる。また、微結晶半導体膜中において、酸素は欠陥となると共に、ドナ

10

20

30

40

50

ーして作用する。このため、特に、pチャネル型薄膜トランジスタにおいては、ドナーとして働く酸素の濃度を低減することが可能であるため、pチャネル型薄膜トランジスタの移動度を上昇させることが可能である。

【0017】

また、微結晶半導体膜の成膜温度を100 ~ 300、好ましくは120 ~ 280、好ましくは120 ~ 220とすることで、ゲート絶縁膜及び微結晶半導体膜の界面における格子歪を低減することが可能であり、ゲート絶縁膜及び微結晶半導体膜の界面特性を向上させることができる。このため、当該微結晶半導体膜を有する薄膜トランジスタの電気特性を向上させることができる。

【0018】

また、本発明の一は、逆スタガ型のpチャネル型薄膜トランジスタ及びnチャネル型薄膜トランジスタを表示素子のスイッチングとして機能させた画素を有する表示装置である。表示装置の代表例としては、液晶表示装置、発光表示装置等がある。液晶表示装置は液晶素子を含む。発光表示装置は発光素子を含み、発光素子は、電流または電圧によって輝度が制御される素子とその範疇に含んでおり、具体的には無機EL (Electro Luminescence) 素子、有機EL素子等が含まれる。

【0019】

また、本発明の一は、逆スタガのpチャネル型薄膜トランジスタ、nチャネル型薄膜トランジスタそれぞれがダイオード接続された保護回路を、画素部の周辺に有する表示装置である。保護回路を画素部及び駆動回路の間、または画素部を挟んで駆動回路の反対側に設けることで、静電気等による破壊や劣化を防止することができる。

【0020】

また、本発明の一は、微結晶半導体膜を用いて形成されたnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタを画素部、さらには駆動回路に有する表示装置である。微結晶半導体膜をチャネル形成領域に用いたnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタを用いて駆動回路の一部または全体を、画素部と同じ基板上に一体形成し、システムオンパネルを形成することができる。

【0021】

また、表示装置は、表示素子が封止された状態にあるパネルと、該パネルにコントローラを含むIC等を実装した状態にあるモジュールとを含む。さらに本発明は、該表示装置を作製する過程における、表示素子が完成する前の一形態に相当する素子基板に関し、該素子基板は、表示素子に電流または電圧を供給するための手段を複数の各画素に備える。素子基板は、具体的には、表示素子の画素電極のみが形成された状態であっても良いし、画素電極となる導電膜を成膜した後であって、エッチングして画素電極を形成する前の状態であっても良いし、あらゆる形態があてはまる。

【0022】

なお、本明細書中における表示装置とは、画像表示デバイス、発光デバイス、もしくは光源（照明装置含む）を指す。また、コネクタ、例えばFPC (Flexible printed circuit) もしくはTAB (Tape Automated Bonding) テープもしくはTCP (Tape Carrier Package) 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、または表示素子にCOG (Chip On Glass) 方式によりIC (集積回路) が直接実装されたモジュールも全て表示装置に含むものとする。

【発明の効果】

【0023】

反応室内にグロー放電プラズマを生成する電極に、周波数の異なる二以上の高周波電力を供給することで、大面積の基板上に均一性の高い薄膜を形成することができる。表面定在波の影響が出ない高周波電力とVHF帯に属する高周波電力を供給してプラズマを生成することで、長辺が2000mmを超える大面積基板上に均質で膜質の良い薄膜をプラズマCVD法により形成することが可能となる。このため、電気特性が優れ、信頼性の高いp

10

20

30

40

50

チャンネル型薄膜トランジスタ及びnチャンネル型薄膜トランジスタを有する表示装置を生産性よく作製することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、本発明の趣旨及びその範囲から逸脱することなくその形態及び詳細を様々に変更し得ることは当業者であれば容易に理解される。従って、本実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。なお、以下に示す図面において、同一部分又は同様な機能を有する部分には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。

10

【0025】

(実施の形態1)

本発明により作製される表示装置が有する画素の構成について説明する。図1(A)に、画素の上面図の一形態を示し、図1(B)に画素の等価回路図の一形態を示し、図1(C)に図1(A)のA-Bに対応する画素の断面構造の一形態を示す。

【0026】

図1(A)~図1(C)において、第1の薄膜トランジスタ51a及び第2の薄膜トランジスタ51bは画素電極への信号の入力を制御するためのスイッチング用の薄膜トランジスタまたは発光素子68への電流または電圧の供給を制御するための駆動用の薄膜トランジスタに相当する。

20

【0027】

第1の薄膜トランジスタ51aのゲート電極は走査線52に、ソースまたはドレインの一方は信号線として機能する配線61a~61cに接続され、ソースまたはドレインの他方は第2の薄膜トランジスタ51bのゲート電極53に接続する。第2の薄膜トランジスタ51bのソースまたはドレインの一方は電源線として機能する配線63a~63cに接続され、ソースまたはドレインの他方は表示装置の画素電極66に接続される。また、図1(B)に示すように、第1の薄膜トランジスタ51aのソースまたはドレインの他方及び第2の薄膜トランジスタ51bのゲートは容量素子67に接続され、容量素子67は電源線として機能する配線63a~63cに接続される。

【0028】

なお、容量素子67は、第1の薄膜トランジスタ51aがオフのときに第2の薄膜トランジスタ51bのゲート/ソース間電圧またはゲート/ドレイン間電圧(以下、ゲート電圧とする)を保持するための容量素子に相当し、必ずしも設ける必要はない。

30

【0029】

本実施の形態では、第1の薄膜トランジスタ51aをnチャンネル型薄膜トランジスタで形成し、第2の薄膜トランジスタ51bをpチャンネル型薄膜トランジスタで形成する。なお、第1の薄膜トランジスタ51aをpチャンネル型の薄膜トランジスタで形成し、第2の薄膜トランジスタ51bをnチャンネル型薄膜トランジスタで形成してもよい。

【0030】

次に、第1の薄膜トランジスタ51a及び第2の薄膜トランジスタ51bの構造について、図1(C)を用いて説明する。

40

【0031】

第1の薄膜トランジスタ51aは、基板50上にゲート電極52、ゲート電極上にゲート絶縁膜54、ゲート絶縁膜上に微結晶半導体膜55、微結晶半導体膜55上にバッファ層57、バッファ層57上に一对のn型半導体膜59、一对のn型半導体膜59上に配線61a~61c、62a~62cが形成される。また、第1の薄膜トランジスタ51aは、移動度が10以上45cm<sup>2</sup>/V・s以下である。

【0032】

第2の薄膜トランジスタ51bは、基板50上にゲート電極53、ゲート電極53上にゲート絶縁膜54、ゲート絶縁膜54上に微結晶半導体膜56、微結晶半導体膜56上にバ

50

ッファ層58、バッファ層58上に一对のp型半導体膜60、一对のp型半導体膜60上に配線63a~63c、64a~64cが形成される。また、第1の薄膜トランジスタ51aの配線62a及び第2の薄膜トランジスタ51bのゲート電極53がゲート絶縁膜54のコンタクトホールにおいて接続される。また、第2の薄膜トランジスタ51bの移動度は $0.3\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以下である。

#### 【0033】

微結晶半導体膜55、56はそれぞれ第1の薄膜トランジスタ51a及び第2の薄膜トランジスタ51bのチャンネル形成領域として機能し、且つ微結晶半導体膜55、56に含まれる酸素の濃度が $1\times 10^{16}\text{ atoms}/\text{cm}^3$ 以下である。微結晶半導体膜中において、酸素は欠陥となる。このため、微結晶半導体膜55、56の酸素濃度を低減すること  
10  
で、膜中の欠陥を低減することが可能となるため、キャリアの移動を向上させることが可能である。また、チャンネル形成領域として微結晶半導体膜を用いるため、閾値の変動を抑えることが可能である。このため、第1の薄膜トランジスタ51a、及び第2の薄膜トランジスタ51bの電気特性を向上させることができる。さらに、pチャンネル型薄膜トランジスタにおいては、ドナーとして働く酸素の濃度を低減することで、pチャンネル型薄膜トランジスタの移動度を上昇させることが可能である。このため、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた逆スタガ型の薄膜トランジスタにおいても、pチャンネル型の薄膜トランジスタを作製することができる。

#### 【0034】

また、微結晶半導体膜55及びn型半導体膜59の間、並びに微結晶半導体膜56及びp  
20  
型半導体膜60の間に、バッファ層57、58を有する。バッファ層57、58は、微結晶半導体膜55、56の酸化保護膜として機能するとともに、高抵抗領域として機能する。このため、微結晶半導体膜55、56に酸化物が形成され、移動度が低下するのを回避すると共に、薄膜トランジスタのオフ電流を低減することができる。このため、表示装置のコントラストを向上させることができる。

#### 【0035】

なお、本実施の形態において、画素の等価回路は図1(B)に限定されるものではなく、逆スタガ型のpチャンネル型薄膜トランジスタ、逆スタガ型のnチャンネル型薄膜トランジスタ、及び画素電極を有し、画素電極が逆スタガ型のpチャンネル型薄膜トランジスタまたは逆スタガ型のnチャンネル型薄膜トランジスタに接続する等価回路を構成する画素であれば  
30  
よい。

#### 【0036】

基板50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、若しくはアルミノシリケートガラスなど、フュージョン法やフロート法で作製される無アルカリガラス基板、セラミック基板の他、本作製工程の処理温度に耐えうる耐熱性を有するプラスチック基板等を用いることができる。また、ステンレス合金などの金属基板の表面に絶縁膜を設けた基板を適用しても良い。基板50がマザーガラスの場合、基板の大きさは、第1世代(320mm×400mm)、第2世代(400mm×500mm)、第3世代(550mm×650mm)、第4世代(680mm×880mm、または730mm×920mm)、第5世代(1000mm×1200mmまたは1100mm×1250mm)、第6  
40  
世代(1500mm×1800mm)、第7世代(1900mm×2200mm)、第8世代(2160mm×2460mm)、第9世代(2400mm×2800mm、2450mm×3050mm)、第10世代(2950mm×3400mm)等を用いることができる。

#### 【0037】

ゲート電極52、53、及び容量電極(図示しない。)は、金属材料で形成される。金属材料としてはアルミニウム、クロム、チタン、タンタル、モリブデン、銅などが適用される。ゲート電極52、53及び容量電極の好適例は、アルミニウム又はアルミニウムとバリア金属の積層構造体によって形成される。バリア金属としては、チタン、モリブデン、クロムなどの高融点金属が適用される。バリア金属はアルミニウムのヒロック防止、酸化  
50

防止のために設けることが好ましい。ゲート電極 5 2、5 3 上には半導体膜や配線を形成するので、段切れ防止のため端部がテーパ状になるように加工することが望ましい。

【0038】

ゲート電極 5 2、5 3 は、スパッタリング法、CVD法、蒸着法、印刷法、液滴吐出法等を用いて形成する。なお、スパッタリング法、CVD法等で形成する場合は、基板 5 0 全面に金属材料膜を形成した後、フォトリソグラフィ工程により形成されたレジストマスクを用いて金属材料膜を部分的にエッチングして、ゲート電極 5 2、5 3、及び容量電極を形成する。

【0039】

ゲート絶縁膜 5 4 は、厚さ 50 nm ~ 300 nm の窒化シリコン、酸化シリコン、窒化酸化シリコン、酸化窒化シリコン、窒化アルミニウム、窒化酸化アルミニウムなどの絶縁材料で形成する。

10

【0040】

ゲート絶縁膜 5 4 の一例は、ゲート電極 5 2、5 3、及び容量電極上に第 1 ゲート絶縁膜として窒化シリコン膜（又は窒化酸化シリコン膜）を設け、その上に第 2 ゲート絶縁膜として酸化シリコン膜（又は酸化窒化シリコン膜）を設ける構成がある。このようにゲート絶縁膜 5 4 を複数の層で形成することで、複数の機能をゲート絶縁膜 5 4 に付与することができる。例えば、第 1 ゲート絶縁膜として窒化シリコン膜（又は窒化酸化シリコン膜）を設けることで素子基板からの不純物拡散を防止し、他の効果としてゲート電極 5 2、5 3 などの酸化防止を図ることができる。また、ゲート電極 5 2、5 3 としてアルミニウムを使用する場合には、アルミニウムのヒロックを防止することができる。第 2 ゲート絶縁膜として酸化シリコン膜（又は酸化窒化シリコン膜）を設けることで、その上に形成される微結晶シリコン膜との密着性を高め、第 1 ゲート絶縁膜の応力歪みの影響を緩和する効果がある。第 1 ゲート絶縁膜は 10 nm ~ 100 nm、第 2 ゲート絶縁膜は 50 nm ~ 150 nm の厚さで形成することが好ましい。さらには、酸化シリコン膜上に 5 nm ~ 10 nm の窒化シリコン膜を形成しても良い。特に表示装置が発光表示装置の場合、直流駆動のため、ゲート絶縁膜は高耐圧であることが好ましい。このため、ゲート絶縁膜を上記の 3 層構造とすることが好ましい。また、ゲート絶縁膜に酸化窒化シリコンまたは酸化シリコンを用いることで、閾値の変動を抑制することができる。

20

【0041】

ゲート絶縁膜 5 4 の形成方法としては、シランなどの水素化珪素気体と、酸素若しくは窒素含有気体を反応ガスとして用いる。そして、実施の形態 2 で詳細を説明する図 3、5、24、25 に示すプラズマ CVD 装置を用いて、HF 帯（3 MHz ~ 30 MHz、代表的には 13.56 MHz）と VHF 帯（30 MHz ~ 300 MHz）の高周波電力を重畳印加してグロー放電プラズマを生成する。周波数帯の異なる高周波電力を印加することで、プラズマ密度を高めると共に基板 5 0 の面内均一性を高めることができる。ゲート絶縁膜 5 4 の成膜温度は 200 ~ 400 で行うことが好ましく、プラズマ密度が高められることにより緻密で耐圧の高い絶縁膜を形成することができる。なお、プラズマ CVD 装置の反応室内は予めゲート絶縁膜と同種の皮膜でコーティングされていることが好ましい。反応室内壁の金属不純物等がゲート絶縁膜 5 4 中に混入しないようにするためである。

30

40

【0042】

微結晶半導体膜 5 5、5 6 は、非晶質と結晶構造（単結晶、多結晶を含む）の中間的な構造の半導体を含む膜である。この半導体は、自由エネルギー的に安定な（すなわち、熱力学的に安定な）第 3 の状態を有する半導体であって、短距離秩序を持ち格子歪みを有する結晶質なものであり、粒径が 0.5 ~ 50 nm、好ましくは 1 nm ~ 20 nm の柱状または針状結晶が基板表面に対して法線方向に成長している。また、微結晶半導体と非単結晶半導体とが混在している。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が単結晶シリコンを示す  $520.5 \text{ cm}^{-1}$  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  $520.5 \text{ cm}^{-1}$  とアモルファスシリコンを示す  $480 \text{ cm}^{-1}$  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、未結合手（ダ

50

ングリングボンド)を終端するため水素またはハロゲンを少なくとも1原子%またはそれ以上含ませている。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さらに助長させることで、安定性が増し良好な微結晶半導体膜が得られる。このような微結晶半導体膜に関する記述は、例えば、米国特許4,409,134号で開示されている。

【0043】

微結晶半導体膜55、56の厚さは10nm~500nm(好ましくは100nm~250nm)の厚さとする。微結晶半導体膜55、56の厚さを10nm以上500nm以下とすることで、後に形成される薄膜トランジスタは、完全空乏型となる。また、微結晶半導体膜55、56として、微結晶シリコン膜や、ゲルマニウムまたは炭素が添加された微結晶シリコン膜を形成する。

10

【0044】

また、微結晶半導体膜は、価電子制御を目的とした不純物元素を意図的に添加しないときに弱いn型の電気伝導性を示すので、薄膜トランジスタのチャネル形成領域として機能する微結晶半導体膜に対しては、p型を付与する不純物元素を、成膜と同時に、或いは成膜後に添加して、しきい値制御をしてもよい。p型を付与する不純物元素としては、代表的には硼素であり、 $B_2H_6$ 、 $BF_3$ などの不純物気体を1ppm~1000ppm、好ましくは1~100ppmの割合で水素化珪素に混入させると良い。そしてボロンの濃度を、例えば $1 \times 10^{14} \sim 6 \times 10^{16} \text{ atoms/cm}^3$ とすると良い。

【0045】

また、微結晶半導体膜の窒素及び炭素の濃度それぞれを $3 \times 10^{18} \text{ atoms/cm}^3$ 以下とすることが好ましい。微結晶半導体膜の不純物の濃度を低減することで、微結晶半導体膜の欠陥を低減することができる。

20

【0046】

微結晶半導体膜55、56の成膜方法については、実施の形態2で詳細に説明する。

【0047】

バッファ層57、58は、厚さ50~400nmの非晶質半導体膜を用いて形成する。代表的には、非晶質シリコン膜を用いて形成する。または、窒素、フッ素、塩素、ヘリウム、アルゴン、クリプトン、若しくはネオン一種以上を含む非晶質シリコン膜を用いて形成する。

30

【0048】

バッファ層57、58は、 $SiH_4$ 、 $Si_2H_6$ などの水素化珪素を用いて、実施の形態2で詳細を説明する図3、5、24、25に示すプラズマCVD装置を用いて、HF帯(3MHz~30MHz、代表的には13.56MHz)またはVHF帯(30MHz~300MHz)の高周波電力を重畳印加してグロー放電プラズマを生成して成膜する。また、上記水素化珪素に、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で希釈して非晶質半導体膜を形成することができる。水素化珪素の流量の1倍以上10倍未満、更に好ましくは1倍以上5倍以下の流量の水素を用いて、水素を含む非晶質半導体膜を形成することができる。さらには、上記原料ガスに、窒素、アンモニア、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素を含む気体( $F_2$ 、 $Cl_2$ 、HF、HCl等)の一種以上を添加して、バッファ層57、58を形成する。

40

【0049】

n型半導体膜59及びp型半導体膜60は、価電子制御を目的とした一導電型不純物が添加されている。n型半導体膜59にはリン又は砒素が添加され、p型半導体膜60には硼素が添加される。n型半導体膜59の代表例は、リンが添加された非晶質シリコン膜又は微結晶シリコン膜であり、p型半導体膜60の代表例はボロンが添加された非晶質シリコン膜又は微結晶シリコン膜である。n型半導体膜59及びp型半導体膜60は、実施の形態2で詳細を説明する図3、5、24、25に示すプラズマCVD装置を用いて、HF帯(3MHz~30MHz、代表的には13.56MHz)またはVHF帯(30MHz~300MHz)の高周波電力を重畳印加してグロー放電プラズマを生成して成膜する。

50

## 【 0 0 5 0 】

配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 3 a ~ 6 3 c は、ゲート電極 5 2 と接続する走査線と交差する方向に延び、第 1 の薄膜トランジスタ 5 1 a のソース若しくはドレインの電位が付与される。配線 6 2 a ~ 6 2 c は、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b のゲート電極 5 3 と接続し、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b のゲート電極の電位が付与される。配線 6 4 a ~ 6 4 c は、画素電極と接続し、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b のドレイン若しくはソースの電位が付与される。

## 【 0 0 5 1 】

配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 2 a ~ 6 2 c、6 3 a ~ 6 3 c、6 4 a ~ 6 4 c は、アルミニウム、銅、若しくは銅、シリコン、チタン、ネオジム、スカンジウムなどの耐熱性向上元素が添加されたアルミニウムを用いて形成することが好ましい。アルミニウム膜をスパッタリング法若しくは蒸着法で形成し、フォトリソグラフィ技術を利用して所定のパターンに形成する。また、銀、銅などの導電性ペーストを用いてスクリーン印刷法、インクジェット法、ナノインプリント法を用いて形成しても良い。

10

## 【 0 0 5 2 】

配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 2 a ~ 6 2 c、6 3 a ~ 6 3 c、6 4 a ~ 6 4 c は上記のようにアルミニウム、銅などで形成すれば良いが、下地との密着性向上と拡散を防ぐバリア層として機能する導電性材料を組み合わせた積層構造としても良い。例えば、バリア層として機能する配線 6 1 a ~ 6 4 a をモリブデン、クロム、チタン、タンタル、窒化チタン等の高融点金属で形成し、配線 6 1 b ~ 6 4 b を上述のアルミニウム、若しくは耐熱性向上元素が添加されたアルミニウム等で形成し、配線 6 1 c ~ 6 4 c を配線 6 1 a ~ 6 4 a と同等の導電性材料で形成する。

20

## 【 0 0 5 3 】

保護絶縁膜 6 5 は、バッファ層 5 7、5 8、配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 2 a ~ 6 2 c、6 3 a ~ 6 3 c、6 4 a ~ 6 4 c など を被覆するように形成する。保護絶縁膜 6 5 は、窒化シリコン、窒化酸化シリコンで形成することが好ましい。保護絶縁膜 6 5 には配線 6 4 c を露出するコンタクトホール 6 9 が形成される。

## 【 0 0 5 4 】

保護絶縁膜 6 5 は、実施の形態 2 で詳細を説明する図 3、5、24、25 に示すプラズマ CVD 装置を用いて、HF 帯 (3 MHz ~ 30 MHz、代表的には 13.56 MHz) または VHF 帯 (30 MHz ~ 300 MHz) の高周波電力を重畳印加してグロー放電プラズマを生成して成膜する。

30

## 【 0 0 5 5 】

画素電極 6 6 はコンタクトホール 6 9 で配線 6 4 c と接続する。画素電極 6 6 は酸化インジウムスズ、酸化亜鉛、酸化スズなどの透光性を有する導電性材料で形成する。または、アルミニウム、窒化アルミニウム、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタル、もしくは銀等の透光性導電材料を用いて形成する。または、有機導電性材料で形成しても良い。

## 【 0 0 5 6 】

なお、図 1 (C) においては、薄膜トランジスタ 5 1 a、5 1 b としては、配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 2 a ~ 6 2 c、6 3 a ~ 6 3 c、6 4 a ~ 6 4 c と、n 型半導体膜 5 9、p 型半導体膜 6 0 とを分離するとき、バッファ層 5 7、5 8 の一部もエッチングされ、一部に凹部が形成されたチャネルエッチ型の薄膜トランジスタを示したが、これに限定されるものではない。

40

## 【 0 0 5 7 】

図 2 に示すように、ゲート電極 5 2 上にゲート絶縁膜 5 4 が形成され、ゲート絶縁膜 5 4 上には微結晶半導体膜 5 5 が形成され、微結晶半導体膜 5 5 上にはバッファ層 7 1 が形成され、バッファ層 7 1 上にチャネル保護膜 7 3 が形成され、チャネル保護膜 7 3 上に一对の n 型半導体膜 7 5 が形成され、n 型半導体膜 7 5 上に、一对の配線 6 1 a ~ 6 1 c、6 2 a ~ 6 2 c が形成されるチャネル保護型の薄膜トランジスタを、第 1 の薄膜トランジスタ

50

タ70aとすることができる。また、同様に、ゲート電極53上にゲート絶縁膜54が形成され、ゲート絶縁膜54上には微結晶半導体膜56が形成され、微結晶半導体膜56上にはバッファ層72が形成され、バッファ層72上にチャネル保護膜74が形成され、チャネル保護膜74上に一对のp型半導体膜76が形成され、p型半導体膜76上に、一对の配線63a~63c、64a~64cが形成されるチャネル保護型の薄膜トランジスタを、第2の薄膜トランジスタ70bとすることができる。

【0058】

なお、図1(C)、及び図2では、シングルゲート構造の薄膜トランジスタを示したが、複数の薄膜トランジスタが直列に接続され、なおかつ複数の薄膜トランジスタが一つの微結晶半導体膜を共有しているような構成を有する、マルチゲート構造としてもよい。マルチゲート構造とすることで、薄膜トランジスタのオフ電流を低減させることができる。

10

【0059】

本実施の形態で示す表示装置は、画素電極への信号の入力を制御するためのスイッチング用の薄膜トランジスタまたは発光素子68への電流または電圧の供給を制御するための駆動用の薄膜トランジスタとして、nチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタを用いて形成した画素を有する。nチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタは、チャネル形成領域として微結晶半導体膜を用いているため、閾値の変動を抑えることが可能である。また、微結晶半導体膜の酸素濃度が $1 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下である。このため、欠陥を低減することができる。また、pチャネル型薄膜トランジスタにおいては、ドナーとして働く酸素の濃度を低減することが可能である。これらのため、nチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタの移動度を上昇させることが可能である。代表的には、nチャネル型薄膜トランジスタの移動度は10以上45cm<sup>2</sup>/V・s以下であり、pチャネル型薄膜トランジスタの移動度は0.3cm<sup>2</sup>/V・s以下とすることができる。

20

【0060】

(実施の形態2)

本実施の形態では、実施の形態1で示すゲート絶縁膜、微結晶半導体膜、バッファ層、n型半導体膜、p型半導体膜、保護絶縁膜等を成膜するために用いるプラズマCVD装置及びその成膜方法について、図3乃至図5、及び図24を用いて説明する。

【0061】

図3は複数の高周波電力が印加されるプラズマCVD装置の一構成例を示す。反応室400はアルミニウム又はステンレスなど剛性のある素材で形成され、内部を真空排気できるように構成されている。反応室400には第1の電極401と第2の電極402が備えられている。

30

【0062】

第1の電極401には高周波電力供給手段403bが連結され、第2の電極402は接地電位が与えられ、基板を載置できるように構成されている。第1の電極401は絶縁材416により反応室400と絶縁分離され、高周波電力が漏洩しないように構成されている。なお、図3では、第1の電極401と第2の電極402について容量結合型(平行平板型)の構成を示しているが、異なる二以上の高周波電力を印加して反応室400の内部にグロー放電プラズマを生成できるものであれば、誘導結合型など他の構成を適用することもできる。

40

【0063】

高周波電力供給手段403bは、第1の高周波電源404と第2の高周波電源405、及びそれらに対応して第1の整合器406と第2の整合器407が含まれている。第1の高周波電源404と第2の高周波電源405から出力される高周波電力は、共に第1の電極401に供給される。第1の整合器406又は第2の整合器407の出力側には、一方の高周波電力が流入しないように帯域通過フィルタを設けても良い。

【0064】

第1の高周波電源404が供給する高周波電力は、概ね波長として10m以上の高周波が

50

適用され、HF帯である3MHzから30MHz、代表的には13.56MHzの周波数が適用される。第2の高周波電源405が供給する高周波電力は、VHF帯の周波数であり概ね波長が10m未満、すなわち30MHz~300MHzの高周波電力が適用される。

#### 【0065】

第1の高周波電源404が供給する高周波の波長は、第1の電極401の1辺の長さの3倍以上を有し、第2の高周波電源405が供給する高周波の波長は、それよりも短い波長を適用する。表面定在波の影響が出ない高周波電力を第1の電極401に供給してグロー放電プラズマを生成し、VHF帯に属する高周波電力を供給してグロー放電プラズマの高密度化を図ることで、長辺が2000mmを超える大面積基板に均質で膜質の良い薄膜を形成することが可能となる。

10

#### 【0066】

第1の電極401はガス供給手段408にも連結されている。ガス供給手段408は、反応ガスが充填されるシリンダ410、圧力調整弁411、ストップバルブ412、マスフローコントローラ413などで構成されている。反応室400内において、第1の電極401は基板と対向する面がシャワー板状に加工され、多数の細孔が設けられている。第1の電極401に供給される反応ガスは、中空構造である第1の電極の細孔から反応室400内に供給される。

#### 【0067】

図25は第1の電極401の他の構成を示す。第1の電極401は、2つの電極に分離されている。第1の電極の一方401aには、第1の高周波電源404から高周波電力が供給され、第1の電極の他方401bには、第2の高周波電源405から高周波電力が供給される。第1の電極の一方401aと第1の電極の他方401bは基板と対向する面は細孔が設けられると共に、櫛歯状にかみ合うように構成され、隣接するもの同士は接触しないように絶縁材416で分離されている。図25に示す構成は、図3で示す第1の電極401と置き換えることが可能であり、同様な効果を得ることができる。

20

#### 【0068】

反応室400に接続される排気手段409は真空排気と、反応ガスを流す場合において反応室400内を所定の圧力に保持するように制御する機能が含まれている。排気手段409の構成としては、バタフライバルブ417、コンダクタンスバルブ418、ターボ分子ポンプ419、ドライポンプ420などが含まれる。バタフライバルブ417とコンダクタンスバルブ418を並列に配置する場合には、バタフライバルブ417を閉じてコンダクタンスバルブ418を動作させることで、反応ガスの排気速度を制御して反応室400の圧力を所定の範囲に保つことができる。また、コンダクタンスの大きいバタフライバルブ417を開くことで高真空排気が可能となる。

30

#### 【0069】

真空度として $10^{-5}$ Paよりも低い圧力の超高真空排気する場合には、クライオポンプ421を併用することが好ましい。ターボ分子ポンプを2台直列に連結して真空排気することも有効である。その他、到達真空度として超高真空まで排気する場合には、反応室400の内壁を鏡面加工し、内壁からのガス放出を低減するためにベーキング用のヒータを設けても良い。

40

#### 【0070】

ヒータコントローラ415により温度制御される基板加熱ヒータ414は第2の電極402に設けられている。基板加熱ヒータ414は第2の電極402内に設けられる場合、熱伝導加熱方式が採用され、シースヒータなどで構成される。第1の電極401と第2の電極402の間隔は適宜変更できるようになっている。この間隔の調節は、反応室400内で第2の電極402の高さ変更ができるようにベローズを用いて構成されている。

#### 【0071】

本形態に係るプラズマCVD装置の反応室を用いることで、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜に代表される絶縁膜、微結晶シリコン膜、非晶質シリコン膜に代表される半導体膜、

50

その他薄膜トランジスタなどで使用される各種薄膜の形成が可能となる。特に長辺が2000mmを超える大面積基板に前記薄膜を形成する場合において有用である。

【0072】

以下に、薄膜を形成する方法について、代表例として微結晶シリコン膜を成膜する工程について、図4を参照して時系列的に説明する。

【0073】

図4は微結晶シリコン膜を形成する工程を説明するタイムチャートであり、代表的な一例を示す。図4の説明は反応室を大気圧から真空排気440する段階から示されており、その後に行われるプレコート441、基板搬入442、下地前処理443、成膜処理444、基板搬出445、クリーニング446の各処理が時系列的に示されている。

10

【0074】

まず、反応室内を所定の真空度(Normal Pressure: NP)まで真空排気する。真空度として $10^{-5}$  Paよりも低い圧力の超高真空排気する場合には、ターボ分子ポンプによる排気を行い、さらにクライオポンプを使って真空排気する。また、反応室を室温(Room Temperature: RT)から加熱処理して内壁からの脱ガス処理を行うことが好ましい。また、基板を加熱するヒータも動作させて温度を安定化させる。基板の加熱温度(Setting Temperature: ST)は100 ~ 300、好ましくは120 ~ 280、さらに好ましくは120 ~ 220で行う。

【0075】

プレコート441は、反応室の内壁に吸着した気体(酸素及び窒素などの大気成分、若しくは反応室のクリーニングに使用したエッチングガス)を除去するためにアルゴンなどの希ガスを導入して、所定の圧力(Setting Pressure: SP)でプラズマ処理をすることが好ましい。この処理により圧力を下げて真空度を高めることができる。また、反応室の内壁を基板上に堆積されるべき膜と同種の膜で被覆する処理が含まれている。本形態は微結晶シリコン膜を形成する工程を示す。従って、内壁被覆膜としてシリコン膜を形成する処理が行われる。プレコート441はシランガスが導入された後、高周波電力を印加してプラズマを生成する。シランガスは酸素、水分等と反応するので、シランガスを流し、さらにシランプラズマを生成することで反応室内の酸素、水分を除去することができる。

20

【0076】

プレコート441の後、基板搬入442が行われる。微結晶シリコン膜が堆積されるべき基板は、真空排気された圧力(Load Lock Pressure: LP)のロード室に保管されているので、基板を搬入したとしても真空度が著しく悪化することはない。

30

【0077】

下地前処理443は、微結晶シリコン膜を形成する場合において、特に有効な処理であり行うことが好ましい。すなわち、ガラス基板表面、絶縁膜の表面若しくは非晶質シリコンの表面上に微結晶シリコン膜をプラズマCVD法で成膜する場合には、不純物や格子不整合などに起因して堆積初期段階において非晶質層が形成されてしまう。この非晶質層の厚さを極力低減し、可能であれば無くすために下地前処理443を行うことが好ましい。下地前処理としては希ガスプラズマ処理、水素プラズマ処理若しくはこの両者の併用により行うことが好ましい。希ガスプラズマ処理としては、アルゴン、クリプトン、キセノンなど質量数の大きい希ガス元素を用いることが好ましい。表面に付着した酸素、水分、有機物、金属元素などをスパッタリングの作用で除去するためである。水素プラズマ処理は、水素ラジカルにより、表面に吸着した前記不純物の除去と、絶縁膜若しくは非晶質シリコン膜に対するエッチング作用により清浄表面を形成するのに有効である。また、希ガスプラズマ処理と水素プラズマ処理を併用することにより微結晶核生成を促進する作用も期待される。

40

【0078】

微結晶核の生成を促進させるという意味においては、図4中の破線447で示すように、微結晶シリコン膜の成膜初期段階においてアルゴンなどの希ガスを供給し続けることは有

50

効である。

【0079】

微結晶シリコン膜を形成する成膜処理444は、下地前処理443に続いて行われる処理である。微結晶シリコン膜は、シランガス（不純物半導体とする場合には、シランに加えドーピングガスが添加される）と水素及び/又は希ガスの混合ガス内でグロー放電プラズマにより成膜する。シランは水素及び/又は希ガスで10倍から2000倍に希釈される。基板の加熱温度は100～300、好ましくは120～280、さらに好ましくは120～220で行う。微結晶シリコン膜の成長表面を水素で不活性化し、微結晶シリコンの成長を促進するためには120～220で成膜を行うことが好ましい。

【0080】

グロー放電プラズマの生成は、本形態で示されるようにHF帯である3MHz～30MHz、代表的には13.56MHzの第1の高周波電力と、30MHz～300MHzのVHF帯の第2の高周波電力が重畳印加することで行われる。表面定在波の影響が出ない第1の高周波電力を供給してグロー放電プラズマを生成するとともに、VHF帯に属する第2の高周波電力を供給してプラズマの高密度化を図ることで長辺が2000mmを超える大面積基板に、均質で膜質の良い薄膜を形成することが可能となる。

【0081】

この場合、プレコート441の処理をしておくことで、微結晶シリコン膜中に反応室を構成する金属を不純物として導入してしまうのを防ぐことができる。すなわち、反応室内をシリコンで被覆しておくことで、反応室内がプラズマにより食刻されるのを防ぐことができ、微結晶シリコン膜中に含まれる不純物濃度を低減することができる。

【0082】

成膜処理444においては、反応ガスにヘリウムを加えても良い。ヘリウムは24.5eVとすべての気体中で最も高いイオン化エネルギーを持ち、そのイオン化エネルギーよりも少し低い、約20eVの準位に準安定状態があるので、放電持続中においては、イオン化にはその差約4eVしか必要としない。そのため放電開始電圧も全ての気体中最も低い値を示す。このような特性から、ヘリウムはプラズマを安定的に維持することができる。また、均一なプラズマを形成することができるので、微結晶シリコン膜を堆積する基板の面積が大きくなってもプラズマ密度の均一化を図る効果を奏する。

【0083】

微結晶シリコンの成膜が終了した後、シラン、水素などの反応ガス及び高周波電力の供給を止めて基板搬出445を行う。引き続き別基板に対して成膜処理を行う場合には、基板搬入442の段階に戻り同じ処理が行われる。反応室内に付着した被膜や粉末を除去するには、クリーニング446を行う。

【0084】

クリーニング446は $\text{NF}_3$ 、 $\text{SF}_6$ に代表されるエッチングガスを導入してプラズマエッチングを行う。また、 $\text{ClF}_3$ のようにプラズマを利用しなくてもエッチングが可能なガスを導入して行う。クリーニング446においては基板加熱用のヒータを切って、反応室の温度を下げて行うことが好ましい。エッチングにおける反応副生成物の生成を抑えるためである。クリーニング446の終了後はプレコート441に戻り、以下同様の処理を行えば良い。

【0085】

本形態では図4を参照して微結晶シリコン膜の成膜方法について説明したが、本形態はこれに限定されず、反応ガスを替えれば各種薄膜を形成することができる。半導体膜としては、非晶質シリコン膜、非晶質シリコンゲルマニウム膜、非晶質シリコンカーバイト膜、微結晶シリコンゲルマニウム膜、微結晶シリコンカーバイト膜などの成膜に本形態用いることができる。絶縁膜としては、酸化シリコン膜、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜などの成膜に本形態を利用することができる。

【0086】

なお、酸化窒化シリコン膜とは、その組成として、窒素よりも酸素の含有量が多いもので

10

20

30

40

50

あって、ラザフォード後方散乱法 (RBS: Rutherford Backscattering Spectrometry) 及び水素前方散乱法 (HFS: Hydrogen Forward Scattering) を用いて測定した場合に、組成範囲として酸素が50~70原子%、窒素が0.5~15原子%、シリコンが25~35原子%、水素が0.1~10原子%の範囲で含まれるものをいう。また、窒化酸化シリコン膜とは、その組成として、酸素よりも窒素の含有量が多いものであって、RBS及びHFSを用いて測定した場合に、組成範囲として酸素が5~30原子%、窒素が20~55原子%、シリコンが25~35原子%、水素が10~30原子%の範囲で含まれるものをいう。但し、酸化窒化シリコンまたは窒化酸化シリコンを構成する原子の合計を100原子%としたとき、窒素、酸素、シリコン及び水素の含有比率が上記の範囲内に含まれるものとする。

10

## 【0087】

以上のように、本形態によれば酸素濃度が $1 \times 10^{16}$  atoms/cm<sup>3</sup>以下である薄膜、代表的には微結晶シリコン膜を形成することができる。

## 【0088】

次に、上記反応室が適用されるプラズマCVD装置の一例として、薄膜トランジスタを構成するゲート絶縁膜及び半導体膜の成膜に適した構成の一例を示す。

## 【0089】

図5は複数の反応室を備えたマルチ・チャンバ・プラズマCVD装置の一例を示す。この装置は共通室423と、ロード/アンロード室422、第1反応室400a、第2反応室400b、第3反応室400cを備えた構成となっている。ロード/アンロード室422のカセットに装填される基板は、共通室423の搬送機構426によって各反応室に搬出入される枚葉式の構成である。共通室423と各室の間にはゲートバルブ425が備えられ、各反応室で行われる処理が、相互に干渉しないように構成されている。

20

## 【0090】

各反応室は形成する薄膜の種類によって区分されている。例えば、第1反応室400aはゲート絶縁膜などの絶縁膜を成膜し、第2反応室400bはチャネルを形成する微結晶半導体層を成膜し、第3反応室400cはソース及びドレインを形成する一導電型の不純物半導体層を成膜する反応室として充当される。勿論、反応室の数は図5に示された数に限定されるわけではなく、必要に応じて任意に増減することができる。また、一の反応室で一の膜を成膜するようにしても良いし、一の反応室で複数の膜を成膜するように構成しても良い。

30

## 【0091】

各反応室には排気手段430としてターボ分子ポンプ419とドライポンプ420が接続されている。排気手段はこれらの真空ポンプの組み合わせに限定されるものではなく、概略 $10^{-1}$  Paから $10^{-5}$  Paの真空度にまで排気できるものであれば他の真空ポンプを適用することができる。また、微結晶半導体膜を形成する第2反応室400bは超高真空まで真空排気するものとして、クライオポンプ421が連結されている。排気手段430と各反応室との間にはバタフライバルブ417が設けられており、これによって真空排気を遮断させることができ、コンダクタンスバルブ418によって排気速度を制御して、それぞれの反応室の圧力を調節することができる。

40

## 【0092】

ガス供給手段408はシランに代表される半導体材料ガス若しくは希ガスなどプロセスに用いるガスが充填されるシリンダ410、ストップバルブ412、マスフローコントローラ413などで構成されている。ガス供給手段408gは第1反応室400aに接続され、ゲート絶縁膜を成膜するためのガスを供給する。ガス供給手段408iは第2反応室400bに接続され、微結晶半導体膜用のガスを供給する。ガス供給手段408nは第3反応室400cに接続され、例えばn型半導体膜用のガスを供給する。ガス供給手段408aは水素を供給し、ガス供給手段408fは反応室内のクリーニングに用いるエッチングガスを供給する系統であり、これらは各反応室に接続されている。

## 【0093】

50

各反応室にはプラズマを形成するための高周波電力供給手段403が連結されている。高周波電力供給手段403aは第1の高周波電源404と第1の整合器406が含まれる。高周波電力供給手段403bは第1の高周波電源404、第2の高周波電源405と、第1の整合器406、第2の整合器407とが含まれる。この場合、実施の形態1と同様に、第1の高周波電源404と第2の高周波電源405、第1の整合器406と第2の整合器407で構成することにより、均一性の良い薄膜を形成することができる。プラズマCVD装置の構成を、各種ガラス基板のサイズ(第1世代と呼ばれる300mm×400mm、第2世代の400mm×500mm、第3世代の550mm×650mm、第4世代の730mm×920mm、第5世代の1000mm×1200mm、第6世代の2450mm×1850mm、第7世代の1870mm×2200mm、第8世代の2000mm×2400mm、第9世代の2450×3050mm、第10世代の2850mm×3050mmなど)に合わせれば、どのようなサイズの基板に対しても均一性の良い薄膜を形成することができる。

#### 【0094】

図24は、図5のマルチ・チャンバ・プラズマCVD装置の構成に、第4反応室400dを追加した構成を示す。第4反応室400dには、ガス供給手段408bが連結されている。その他、高周波電力供給手段、排気手段の構成は同様である。各反応室は形成する薄膜の種類によって使い分けることが可能である。例えば、第1反応室400aはゲート絶縁膜などの絶縁膜を成膜し、第2反応室400bはチャンネルを形成する微結晶半導体層を成膜し、第4反応室400dではチャンネル形成用の半導体層を保護するバッファ層を形成し、第3反応室400cはソース及びドレインを形成する一導電型の不純物半導体層を成膜する反応室として用いることができる。それぞれの薄膜は最適な成膜温度があるので、各反応室の温度を個別に制御する必要がある。反応室を個別に分けておくことで成膜温度を管理することが容易となる。さらに、同じ膜種を繰り返し成膜することができるので、成膜履歴に係る残留不純物の影響を排除することができる。

#### 【0095】

本形態で示すように、図5及び図24で示すような、反応室を複数個用い共通室で連結することにより、複数の異なる層を大気に触れさせることなく連続して積層することが可能となる。

#### 【0096】

なお、図5、及び図24では示していないが、p型半導体膜用のガス(代表的には、ジボラン、シラン、及び水素)を供給するガス供給手段、及び当該ガス供給手段が連結される反応室が設けられる。

#### 【0097】

(実施の形態3)

次に、表示装置の一形態である発光装置について、図1、図6、及び図7を用いて説明する。発光装置としては、ここではエレクトロルミネッセンスを利用する発光素子を用いて示す。エレクトロルミネッセンスを利用する発光素子は、発光材料が有機化合物であるか、無機化合物であるかによって区別され、一般的に、前者は有機EL素子、後者は無機EL素子と呼ばれている。

#### 【0098】

有機EL素子は、発光素子に電圧を印加することにより、一对の電極から電子および正孔がそれぞれ発光性の有機化合物を含む層に注入され、電流が流れる。そして、それらキャリア(電子および正孔)が再結合することにより、発光性の有機化合物が励起状態を形成し、その励起状態が基底状態に戻る際に発光する。このようなメカニズムから、このような発光素子は、電流励起型の発光素子と呼ばれる。

#### 【0099】

無機EL素子は、その素子構成により、分散型無機EL素子と薄膜型無機EL素子とに分類される。分散型無機EL素子は、発光材料の粒子をバインダ中に分散させた発光層を有するものであり、発光メカニズムはドナー準位とアクセプター準位を利用するドナー-ア

10

20

30

40

50

クセプター再結合型発光である。薄膜型無機EL素子は、発光層を誘電体層で挟み込み、さらにそれを電極で挟んだ構造であり、発光メカニズムは金属イオンの内殻電子遷移を利用する局在型発光である。

#### 【0100】

ここでは、発光素子として有機EL素子を用いて説明する。また、薄膜トランジスタとして、図1(C)に示すチャンネルエッチ型の薄膜トランジスタを用いて示すが、図2に示すチャンネル保護型の薄膜トランジスタを適宜用いることができる。

#### 【0101】

発光装置の一形態としては、図1(A)と図1(C)に示す構成及び図1(B)に示す等価回路を有する画素がある。代表的には、図6(A)に示すように、基板50上に、第2の薄膜トランジスタ51bのスイッチング用の薄膜トランジスタとして機能する第1の薄膜トランジスタ51aと、発光素子の駆動用の薄膜トランジスタとして機能する第2の薄膜トランジスタ51bと、保護絶縁膜65のコンタクトホールにおいて第2の薄膜トランジスタ51bの配線64cに接続する画素電極66が形成される。

10

#### 【0102】

図6(A)に示すように、保護絶縁膜65及び画素電極66の端部上に、隔壁70が形成される。隔壁70は開口部を有しており、該開口部において画素電極66が露出している。隔壁70は、シロキサポリマーなどの有機樹脂膜、または無機絶縁膜を用いて形成する。特に感光性の材料を用い、画素電極上に開口部を形成し、その開口部の側壁が連続した曲率を持って形成される傾斜面となるように形成することが好ましい。

20

#### 【0103】

次に、隔壁70の開口部において画素電極66と接するように、発光層82が形成され、発光層82を覆うように対向電極83が形成され、対向電極83及び隔壁70を覆うように保護絶縁膜84が形成される。

#### 【0104】

発光層82は、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されていてもどちらでも良い。また、第2の薄膜トランジスタ51bがpチャンネル型薄膜トランジスタの場合、仕事関数が大きい導電材料で形成される陽極を画素電極66として用い、第2の薄膜トランジスタ51bがnチャンネル型薄膜トランジスタの場合は、仕事関数が小さい導電性材料で形成される陰極を画素電極66として用いる。

30

#### 【0105】

隔壁70の開口部において、画素電極66、発光層82、対向電極83が重なり合うことで、発光素子90が構成される。

#### 【0106】

保護絶縁膜84は、発光素子90に酸素、水素、水分、二酸化炭素等が侵入しないように、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜、DLC膜等を用いて形成する。

#### 【0107】

さらに、実際には、外気に曝されないようにガスバリア性が高く、脱ガスの少ない保護フィルム(ラミネートフィルム、紫外線硬化樹脂フィルム等)やカバー材で保護絶縁膜84をパッケージング(封入)することが好ましい。

40

#### 【0108】

次に、発光素子の構成について、図6を用いて説明する。ここでは、駆動用の薄膜トランジスタである第2の薄膜トランジスタ51bが、p型の場合を例に挙げて、発光素子の断面構造について説明する。

#### 【0109】

発光素子は発光を取り出すために少なくとも陽極又は陰極の一方が透明であればよい。そして、基板上に薄膜トランジスタ及び発光素子を形成し、基板とは逆側の面から発光を取り出す上面射出や、基板側の面から発光を取り出す下面射出や、基板側及び基板とは反対側の面から発光を取り出す両面射出構造の発光素子があり、本実施の形態の画素構成はどの射出構造の発光素子にも適用することができる。

50

## 【 0 1 1 0 】

下面射出構造の発光素子について図 6 ( A ) を用いて説明する。駆動用の薄膜トランジスタ 5 1 b が p 型で、発光素子 9 0 から発せられる光が画素電極 6 6 を通して射出する場合の、発光素子の断面図を示す。ここでは、画素電極 6 6 は陽極として機能する。駆動用薄膜トランジスタである第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b と電氣的に接続された透光性を有する導電性材料で形成される画素電極 6 6 が成膜されており、画素電極 6 6 上に発光層 8 2、対向電極 8 3 が順に積層されている。この例では、対向電極 8 3 は陰極として機能する。画素電極 6 6 は、仕事関数が大きく、光を透過する透光性を有する導電性材料を用いて形成し、例えば酸化インジウムスズ、酸化亜鉛、酸化スズなどの透光性を有する導電性導電膜を用いても良い。対向電極 8 3 は仕事関数が小さく、なおかつ遮光性を有する導電膜であれば公知の材料を用いることができる。例えば、Ca、Al、MgAg、AlLi 等が望ましい。発光層 8 2 は、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されていてもどちらでも良い。複数の層で構成されている場合、画素電極 6 6 上にホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、電子注入層の順に積層する。なおこれらの層を全て設ける必要はない。

10

## 【 0 1 1 1 】

対向電極 8 3 及び画素電極 6 6 で発光層 8 2 を挟んでいる領域が発光素子 9 0 に相当する。図 6 ( A ) に示した画素の場合、発光素子 9 0 から発せられる光は、白抜きの矢印で示すように画素電極 6 6 側に射出する。

## 【 0 1 1 2 】

次に、両面射出構造の発光素子について、図 6 ( B ) を用いて説明する。図 6 ( B ) では、駆動用の薄膜トランジスタである第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b と電氣的に接続された透光性を有する画素電極 6 6 上に発光層 8 2、陰極 8 5 が順に積層されている。画素電極 6 6 は陽極として機能する。陰極 8 5 は、図 6 ( A ) の場合と同様に、仕事関数が小さい導電膜であれば公知の材料を用いることができる。ただしその膜厚は、光を透過する程度とする。例えば 20 nm の膜厚を有する Al または MgAg を、陰極 8 5 として用いることができる。発光層 8 2 は、図 6 ( A ) と同様に、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されていてもどちらでも良い。画素電極 6 6 は、図 6 ( A ) と同様に、仕事関数が大きく光を透過する透光性を有する導電性材料を用いて形成することができる。

20

30

## 【 0 1 1 3 】

画素電極 6 6 と、発光層 8 2 と、陰極 8 5 とが重なっている部分が発光素子 9 0 に相当する。図 6 ( B ) に示した画素の場合、発光素子 9 0 から発せられる光は、白抜きの矢印で示すように画素電極 6 6 側と陰極 8 5 側の両方に射出する。

## 【 0 1 1 4 】

上面射出構造の発光素子について図 6 ( C ) を用いて説明する。

## 【 0 1 1 5 】

図 6 ( C ) に、駆動用の薄膜トランジスタ 5 1 b が p 型で、発光素子 9 0 から発せられる光が陰極 9 3 側に抜ける場合の、画素の断面図を示す。図 6 ( C ) では、発光素子 9 0 の陽極 9 1 と駆動用の薄膜トランジスタ 5 1 b が電氣的に接続されており、陽極 9 1 上に発光層 9 2、陰極 9 3 が順に積層されている。陽極 9 1 は、光を遮光する導電材料を用いて形成する。代表的には、アルミニウム、チタン、窒化チタン、タンタル、窒化タンタル、銀等の遮光性を有する導電材料と、図 6 ( A ) で示す陽極材料との積層構造とすることが好ましい。陰極 9 3 は、図 6 ( A ) に示す仕事関数が小さい導電膜を用いることができる。ただしその膜厚は、光を透過する程度とする。例えば 5 ~ 20 nm の膜厚を有する Al または AgMg を、陰極 9 3 として用いることができる。発光層 9 2 は、図 6 ( A ) に示す発光層 8 2 と同様に、単数の層で構成されていても、複数の層が積層されるように構成されていてもどちらでも良い。

40

## 【 0 1 1 6 】

陽極 9 1 と、発光層 9 2 と、陰極 9 3 とが重なっている部分が発光素子 9 0 に相当する

50

。図6(C)に示した画素の場合、発光素子90から発せられる光は、白抜きの矢印で示すように陰極93側に射出する。

【0117】

なお、上面射出構造の発光素子は、第1の薄膜トランジスタ51a、第2の薄膜トランジスタ51b上でも発光することが可能であるため、発光面積を増大することが可能である。しかしながら、発光層92の下に存在する層が凹凸を有すると、当該凹凸において膜厚分布が不均一となり陽極91及び陰極93がショートし、表示欠陥となってしまう。このため、保護絶縁膜65上に平坦化膜86を形成し、平坦化膜86及び保護絶縁膜65に形成されるコンタクトホールにおいて、配線64cに接続する陽極91が形成される。平坦化膜86は、アクリル、ポリイミド、ポリアミドなどの有機樹脂、またはシロキサンポリマーを用いて形成することが好ましい。なお、陽極91は、平坦化膜86上に形成されるため、保護絶縁膜65の表面の凹凸を低減することが可能である。なお、コンタクトホールにおいては、陽極91が凹凸を有するため、当該凹凸部分を覆い、且つ開口部を有する隔壁70を設ける。隔壁70の開口部において陽極91と接するように、発光層92が形成され、発光層92を覆うように陰極93が形成され、陰極93及び隔壁70を覆うように保護絶縁膜84が形成される。

10

【0118】

なお、ここでは、発光素子として有機EL素子について述べたが、発光素子として無機EL素子を設けることも可能である。

【0119】

以上の工程により、発光装置を作製することができる。本実施の形態の発光装置は、オフ電流が少なく、電気特性が優れ、信頼性の高い薄膜トランジスタを用いているため、コントラストが高く、視認性の高い発光装置である。

20

【0120】

次に、本実施の形態で示す発光表示装置の画素153の等価回路の一例を図1(B)に示す。

【0121】

画素153は、第1の薄膜トランジスタ51a、第2の薄膜トランジスタ51b、容量素子67及び発光素子68を有している。なお、ここでは、第1の薄膜トランジスタ51aをnチャンネル型薄膜トランジスタで設け、第2の薄膜トランジスタ51bをpチャンネル型の薄膜トランジスタで設けている例を示しているが、これに限られない。第1の薄膜トランジスタ51aをpチャンネル型薄膜トランジスタで設け、第2の薄膜トランジスタ51bをnチャンネル型の薄膜トランジスタで設けてもよい。

30

【0122】

第1の薄膜トランジスタ51aは、ゲートが走査線G1~Gyのうちいずれかの走査線(ここでは、「走査線G」とする)に電氣的に接続され、ソース又はドレインの一方が信号線S1~Sxのうちいずれかの信号線(ここでは、「信号線S」とする)に電氣的に接続され、ソース又はドレインの他方が容量素子67の一方の電極及び第2の薄膜トランジスタ51bのゲートに電氣的に接続されている。なお、第1の薄膜トランジスタ51aは、スイッチング薄膜トランジスタ又はスイッチ用薄膜トランジスタと呼ばれることがある。

40

【0123】

第2の薄膜トランジスタ51bは、ゲートが第1の薄膜トランジスタ51aのソース又はドレインの他方及び容量素子67の一方の電極に電氣的に接続され、ソース又はドレインの一方が電源供給線V1~Vxのうちいずれかの電源供給線(ここでは、「電源供給線V」とする)に電氣的に接続され、ソース又はドレインの他方が発光素子68の一方の電極に電氣的に接続されている。発光素子68の他方の電極は、低電源電位が設定されていてもよい。なお、第2の薄膜トランジスタ51bは、駆動薄膜トランジスタと呼ばれることがある。

【0124】

50

なお、低電源電位とは、電源供給線Vに設定される高電源電位を基準にして低電源電位 < 高電源電位を満たす電位であり、低電源電位としては、例えば、GND、0V等を設定することができる。

【0125】

容量素子67の他方の電極は、電源供給線V1～Vxのうちいずれかの電源供給線（ここでは、「電源供給線V」とする）に電氣的に接続されている。なお、容量素子67は、第2の薄膜トランジスタ51bのゲート容量を代用して省略した構成とすることも可能である。第2の薄膜トランジスタ51bのゲート容量は、ソース領域、ドレイン領域又はLDD領域等とゲート電極とが重畳してオーバーラップしている領域で形成されていてもよいし、チャンネル形成領域とゲート電極との間で形成されていてもよい。

10

【0126】

次に、発光表示装置の動作について説明する。なお、本実施の形態では定電流アナログ階調方式で動作させる発光表示装置について説明する。なお定電流駆動とは、1フレーム期間等映像を保持する期間において、一定の電流で駆動させることであり、常時同じ電流で駆動させるという意味でない。

【0127】

走査線Gが選択された画素において、信号線Sの電位は、オン状態（導通状態）になった第1の薄膜トランジスタ51aを介して、容量素子67の一方の電極に入力される。そして、ビデオ信号に相当する電圧分の電荷が容量素子67に蓄積され、容量素子67はその電圧を保持する。この電圧は第2の薄膜トランジスタ51bのゲートとソース間電圧Vgsに相当する。

20

【0128】

そして、容量素子67の電極間の電圧が第2の薄膜トランジスタ51bのゲートに印加され、この印加電圧に応じて第2の薄膜トランジスタ51bを介して電源供給線Vから発光素子68に電流が流れ、発光素子68が発光する。

【0129】

発光素子68の発光輝度は、発光素子68を流れる電流にほぼ比例する。従って、発光素子68に流れる電流を変化させることによって画素の階調を表現することが可能となる。

【0130】

本実施の形態で示す発光表示装置では、発光素子68に流れる電流は、第2の薄膜トランジスタ51bのゲートに印加される電圧に応じて電源供給線Vより入力される。ここで一般に薄膜トランジスタのドレインとソース間電圧Vdsと、そのドレイン電流Idとは、図7に示す様な関係を持っている。

30

【0131】

図7には、異なるゲート電圧Vgsに対応する複数のグラフを示している。ゲート電圧Vgsと第2の薄膜トランジスタ51bのしきい値電圧Vthとの差の絶対値 $|Vgs - Vth|$ が大きくなるほど、言い換えればゲート電圧Vgsの絶対値 $|Vgs|$ が大きくなるほど、ドレイン電流Idは大きくなる。

【0132】

ゲート電圧Vgsと第2の薄膜トランジスタ51bのしきい値電圧Vthとの差の絶対値 $|Vgs - Vth|$ が、ドレインとソース間電圧Vdsの絶対値 $|Vds|$ よりも大きい場合は、薄膜トランジスタは線形領域で動作し、ドレインとソース間電圧Vdsの絶対値 $|Vds|$ 以下の場合には、薄膜トランジスタは飽和領域で動作する。飽和領域で動作する場合には、ドレインとソース間電圧Vdsが変化しても電流値はほとんど変化せず、Vgsの大きさだけによって電流値が決まる。

40

【0133】

本実施の形態で示す発光表示装置では、発光素子68の発光時において、第2の薄膜トランジスタ51bを、ドレインとソース間電圧Vdsの絶対値 $|Vds|$ がゲート電圧Vgsと第2の薄膜トランジスタ51bのしきい値電圧Vthとの差の絶対値 $|Vgs - V$

50

t h | 以上の飽和領域で動作させる。なお、発光素子 6 8 を非発光とする場合には、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b をオフさせればよい。

【 0 1 3 4 】

また、発光表示装置の画素の階調の表現は、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b のゲートに印加される電圧を変化させて（信号線 S に入力する電位を変化させて）、発光素子 6 8 に流れる電流を変化させること（定電流アナログ階調方式）によって行う。つまり、定電流アナログ階調方式では、信号線 S に入力されるアナログ映像信号を変化させること（信号線 S の電位を変化させること）で階調表示が行われる。

【 0 1 3 5 】

なお、本実施の形態に示す発光表示装置としては、図 1 ( B ) に示す等価回路を用いた画素の駆動方法を示したが、当該等価回路に限定されず、適宜 E L の画素の様々な等価回路及び駆動方法を適用することができる。また、アナログ階調方式を用いた駆動方法に限らず、デジタル階調方式を用いた駆動方法を適用することが可能であり、且つデジタル階調方式の駆動方法が可能な画素を構成することも可能である。

【 0 1 3 6 】

一般的に、発光素子 6 8 の発光時に第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b を飽和領域で動作させる場合、画素間で薄膜トランジスタの移動度やしきい値がばらつくとそれがそのままドレイン電流のばらつきとなり発光表示装置の表示むらとして現れる問題がある。特に、多結晶半導体膜や非晶質半導体膜を用いて薄膜トランジスタを形成する場合には、画素ごとの薄膜トランジスタの移動度やしきい値のばらつきが大きく、発光表示装置を定電流駆動で動作させることは困難であった。これは、半導体層の結晶化（レーザー結晶化等）において、画素部を構成する全領域において均一な結晶粒径を有する多結晶半導体膜を得ることが難しいためである。

【 0 1 3 7 】

一方、本実施の形態で示す発光表示装置では、微結晶半導体膜を有する薄膜トランジスタによって画素を構成する薄膜トランジスタ等を形成するため、画素ごとにより薄膜トランジスタの移動度やしきい値がばらつくことを低減することができる。その結果、第 2 の薄膜トランジスタ 5 1 b を飽和領域で動作させた場合であっても、薄膜トランジスタの特性の変化が小さいため、定電流アナログ階調方式で動作させる場合であっても、発光表示装置の表示むらを防止することが可能となる。

【 0 1 3 8 】

また、本実施の形態で示す発光表示装置は、定電流駆動で動作させ発光素子 6 8 の発光を電流で制御するため、発光素子 6 8 の発光を電圧で制御する定電圧駆動で動作させる場合と比較して、温度変化や発光素子の劣化により発光素子の V - I 特性が変動した場合であっても一定の輝度を保持することが可能となる。

【 0 1 3 9 】

( 実施の形態 4 )

本実施の形態では、実施の形態 1 及び実施の形態 2 により形成される微結晶半導体膜を有する n チャネル薄膜トランジスタ及び p チャネル薄膜トランジスタを用いて構成される保護回路と、当該保護回路を有する表示装置について、図 8 乃至図 1 0 を用いて説明する。ここでは、画素部と駆動回路の間に、微結晶半導体膜を有する n チャネル型薄膜トランジスタ及び p チャネル型薄膜トランジスタを用いて保護回路を形成することで、表示装置の静電破壊を防止することが可能である。

【 0 1 4 0 】

まず、本実施の形態の表示装置の構成について図 8 を参照して説明する。図 8 は、表示装置が形成された基板 3 3 0 の上面図を示す。基板 3 3 0 上に、画素部 3 3 1 が形成されている。また、入力端子は、基板 3 3 0 上に形成された画素回路に対して信号又は電源電位を供給する。

【 0 1 4 1 】

なお、本実施の形態は図 8 に示す形態に限定されない。すなわち、基板 3 3 0 上に走査

10

20

30

40

50

線駆動回路又は信号線駆動回路が形成されていてもよい。

【0142】

基板330上に形成された走査線側の入力端子332及び信号線側の入力端子333と、画素部331とは縦横に延びた配線によって接続されており、該配線は保護回路334～337に接続されている。

【0143】

画素部331と、入力端子332とは、配線339によって接続されている。保護回路334は、画素部331と、入力端子332との間に配置され、配線339に接続されている。保護回路334によって、画素部331が有する薄膜トランジスタ等の各種半導体素子を保護し、劣化又は破壊することを防止することができる。なお、配線339は、10 図中では一の配線を指し示しているが、配線339と平行に設けられている複数の配線のすべてが配線339と同様の接続関係を有する。なお、配線339は、走査線として機能する。

【0144】

なお、走査線側の保護回路は、入力端子332と画素部331との間に設けられている保護回路334のみならず、画素部331を挟んで入力端子332の反対側にも設けられていてもよい(図8の保護回路335を参照)。

【0145】

また、画素部331と、入力端子333とは配線338によって接続されている。保護回路336は、画素部331と、入力端子333との間に配置され、配線338に接続さ20 されている。保護回路336によって、画素部331が有する薄膜トランジスタ等の各種半導体素子を保護し、劣化又は破壊を防止することができる。なお、配線338は、図中では一の配線を指し示しているが、配線338と平行に設けられている複数の配線のすべてが配線338と同様の接続関係を有する。なお、配線338は、信号線として機能する。

【0146】

なお、信号線側の保護回路は、入力端子333と画素部331との間に設けられている保護回路336のみならず、画素部331を挟んで入力端子333の反対側にも設けられていてもよい(図8の保護回路337を参照)。

【0147】

なお、保護回路334～337は全て設ける必要はないが、少なくとも保護回路33430 は設ける必要がある。配線339に過大な電流が生じることで、画素部331が有する薄膜トランジスタのゲート絶縁膜が破壊され、多数の点欠陥を生じうるからである。

【0148】

更には、保護回路334のみならず保護回路336を設けることで配線338に過大な電流が生じることを防止することができる。そのため、保護回路334のみを設ける場合と比較して、信頼性が向上し、歩留まりが向上する。保護回路336を有することで、薄膜トランジスタ形成後のラビング工程にて生じうる、静電気による破壊を防止することもできる。

【0149】

更には、保護回路335及び保護回路337を有することで、信頼性を更に向上させ、歩留まりを向上させることができる。保護回路335及び保護回路337は、入力端子332及び入力端子333とは反対側に設けられているため、これらは表示装置の作製工程中に生じる、各種半導体素子の劣化又は破壊の防止に寄与する。40

【0150】

なお、図8では、基板330とは別に形成した信号線駆動回路及び走査線駆動回路をCOG方式やTAB方式等の公知の方式により基板330に実装する。また、走査線駆動回路と画素部とを基板330上に形成し、信号線駆動回路は別に形成したものを実装してもよい。また、走査線駆動回路の一部又は信号線駆動回路の一部を、画素部331と共に基板330上に形成し、走査線駆動回路の他の部分又は信号線駆動回路の他の部分を実装するようにしてもよい。走査線駆動回路の一部が画素部331と走査線側の入力端子33250

との間に設けられている場合には、走査線側の入力端子 332 と基板 330 上の走査線駆動回路の一部との間に保護回路を設けても良いし、走査線駆動回路の一部と画素部 331 との間に保護回路を設けても良いし、これらの双方に保護回路を設けても良い。また、信号線駆動回路の一部が画素部 331 と信号線側の入力端子 333 との間に設けられている場合には、信号線側の入力端子 333 と基板 330 上の信号線駆動回路の一部との間に保護回路を設けても良いし、信号線駆動回路の一部と画素部 331 との間に保護回路を設けても良いし、これらの双方に保護回路を設けても良い。つまり、駆動回路の形態は様々であるため、保護回路はその形態に合わせて設ける数及び場所を定める。

【0151】

次に、図 8 における保護回路 334 ~ 337 に用いられる保護回路の具体的な回路構成の例について、図 9 を参照して説明する。

【0152】

図 9 (A) に示す保護回路は、複数の薄膜トランジスタを用いた保護ダイオード 351、353 を有する。保護ダイオード 351 は、直列に接続された n チャネル型薄膜トランジスタ 351a 及び n チャネル型薄膜トランジスタ 351b を有している。n チャネル型薄膜トランジスタ 351a のソース及びドレインの一方は、n チャネル型薄膜トランジスタ 351a 及び n チャネル型薄膜トランジスタ 351b のゲートと接続され、且つ電位  $V_{ss}$  に保たれている。n チャネル型薄膜トランジスタ 351a のソースまたはドレインの他方は n チャネル型薄膜トランジスタ 351b のソース及びドレインの一方に接続されている。n チャネル型薄膜トランジスタ 351b のソースまたはドレインの他方は、保護ダイオード 353 に接続されている。

【0153】

保護ダイオード 353 は、直列に接続された p チャネル型薄膜トランジスタ 353a 及び p チャネル型薄膜トランジスタ 353b を有している。p チャネル型薄膜トランジスタ 353b のソースまたはドレインの一方は、p チャネル型薄膜トランジスタ 353a 及び p チャネル型薄膜トランジスタ 353b のゲートと接続され、且つ電位  $V_{dd}$  に保たれている。p チャネル型薄膜トランジスタ 353b のソースまたはドレインの他方は p チャネル型薄膜トランジスタ 353a のソースまたはドレインの一方に接続されている。p チャネル型薄膜トランジスタ 353a のソースまたはドレインの他方は保護ダイオード 351 に接続されている。

【0154】

なお本実施の形態において、各保護ダイオード 351、353 が有する薄膜トランジスタの数及び極性は、図 9 (A) に示す構成に限定されない。

【0155】

また、保護ダイオード 351、353 は順に直列に接続されており、且つ保護ダイオード 351 と保護ダイオード 353 の間は、配線 355 に接続されている。なお、配線 355 は、表示部において保護対象となる半導体素子に接続されている。

【0156】

なお、図 9 (A) に示す保護回路は図 9 (B) に示すものに置き換えることも可能である。特に、本実施の形態で用いる保護回路は、耐圧が高いため、図 9 (B) のような構成を用いることができる。具体的には、図 9 (A) の保護ダイオード 351 の代わりにダイオード接続された n チャネル型薄膜トランジスタで構成される保護ダイオード 356 を用い、保護ダイオード 353 の代わりにダイオード接続された p チャネル型薄膜トランジスタで構成される保護ダイオード 357 を用いた構成とすることができる。

【0157】

図 9 (C) に示す保護回路は、保護ダイオード 360、保護ダイオード 361、容量素子 362、容量素子 363、抵抗素子 364 を有する。抵抗素子 364 は 2 端子の抵抗であり、一端には配線 365 に与えられる電位  $V_{in}$  が、他端には電位  $V_{ss}$  が与えられる。抵抗素子 364 は、電位  $V_{in}$  が与えられなくなったときに、配線 365 の電位を電位  $V_{ss}$  に落とすために設けられており、その抵抗値は配線 365 の配線抵抗よりも十分に

10

20

30

40

50

大きくなるように設定する。保護ダイオード360は、ダイオード接続されたpチャネル型薄膜トランジスタを用いており、保護ダイオード361は、ダイオード接続されたnチャネル型薄膜トランジスタを用いている。

【0158】

図9(D)に示す保護回路は、保護ダイオード360を2つのpチャネル型薄膜トランジスタで代用し、保護ダイオード361を2つのnチャネル型薄膜トランジスタで代用した等価回路図である。

【0159】

なお、図9(C)及び図9(D)に示す保護回路は、保護ダイオードとしてダイオード接続されたnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタを用いているが、本実施の形態はこの構成に限定されない。

10

【0160】

また、図9(E)に示す保護回路は、保護ダイオード370、372、374、376と、抵抗素子378と、を有する。抵抗素子378は配線379と直列に接続されている。保護ダイオード370、372は、それぞれダイオード接続されたnチャネル型薄膜トランジスタを用いており、保護ダイオード374、376は、各々ダイオード接続されたpチャネル型薄膜トランジスタを用いている。

【0161】

保護ダイオード370及び保護ダイオード372それぞれのソース及びドレインの一方は電位 $V_{ss}$ に保持され、ソース及びドレインの他方は配線379に接続されている。保護ダイオード374及び保護ダイオード376それぞれのソース及びドレインの一方は電位 $V_{dd}$ に保持され、ソース及びドレインの他方は配線379に接続されている。

20

【0162】

なお、保護ダイオード370、372、374、376は、それぞれ一つの薄膜トランジスタを示したが、極性の同じ薄膜トランジスタを複数直列接続しても良い。

【0163】

ここで、pチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード353、357、360、374、376のソース及びドレインにおいて、 $V_{dd}$ と接続する側をドレインとし、他方をソースとする。また、nチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード351、356、361、370、372のソース及びドレインにおいて、 $V_{ss}$ と接続する側をドレインとし、他方をソースとする。また、pチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード353、357、360、374、376のしきい値電圧を $V_{th}(p)$ と示し、nチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード351、356、361、370、372のしきい値電圧を $V_{th}(n)$ と示す。また、 $V_{th}(p) > V_{th}(n)$ である。

30

【0164】

また、pチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード353、357、360、374、376においては、 $V_{in}$ が $V_{dd} - V_{th}(p)$ より高い場合に、オンし、 $V_{in}$ から $V_{dd}$ へ電流が流れる。また、nチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード351、356、361、370、372は、 $V_{in}$ が $V_{ss} - V_{th}(n)$ より低い場合に、オンし、 $V_{ss}$ から $V_{in}$ へ電流が注入される。

40

【0165】

また、nチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード351、356、361、370、372は $V_{in}$ が $V_{ss}$ より大きいときに逆バイアスの電圧がかかり、電流が流れにくい。また、pチャネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード353、357、360、374、376は、 $V_{in}$ が $V_{dd}$ より小さいときに逆方向バイアスの電圧がかかり、電流が流れにくい。

【0166】

ここでは、電位 $V_{out}$ が電位 $V_{ss}$ 及び電位 $V_{dd}$ の間で動作するような保護回路の動作について説明する。

50

## 【0167】

電位  $V_{in}$  が電位  $V_{dd}$  よりも高い場合を考える。電位  $V_{in}$  が電位  $V_{dd}$  よりも高い場合、保護ダイオード 353、357、360、374、376 のゲート電極とソース電極間の電位差  $V_{gs} = V_{dd} - V_{in} < V_{th}(p)$  のときに、当該 p チャンネル型薄膜トランジスタはオンする。ここでは、 $V_{in}$  が異常に高い場合を想定しているため、当該 p チャンネル型薄膜トランジスタはオンする。このとき、保護ダイオード 351、356、361、370、372 が有する n 型薄膜トランジスタは、オフする。そうすると、保護ダイオード 353、357、360、374、376 を介して、配線 355、358、365、379 の電位が  $V_{dd}$  となる。従って、雑音等により電位  $V_{in}$  が電位  $V_{dd}$  より異常に高くなったとしても、配線 355、358、365、379 の電位は、電位  $V_{dd}$  よりも高くなることはない。

10

## 【0168】

一方で、電位  $V_{in}$  が電位  $V_{ss}$  よりも低い場合、保護ダイオード 351、356、361、370、372 のゲート電極とソース電極間の電位差  $V_{gs} = V_{ss} - V_{in} > V_{th}(n)$  のときに、当該 n 型薄膜トランジスタはオンする。ここでは、 $V_{in}$  が異常に低い場合を想定しているため、n 型薄膜トランジスタはオンする。このとき、保護ダイオード 353、357、360、374、376 が有する p 型薄膜トランジスタはオフする。そうすると、保護ダイオード 351、356、361、370、372 を介して、配線 355、358、365、379 の電位が  $V_{ss}$  となる。従って、雑音等により、電位  $V_{in}$  が電位  $V_{ss}$  より異常に低くなったとしても、配線 355、358、365、379 の電位は、電位  $V_{ss}$  よりも低くなることはない。さらに、容量素子 362、363、は、入力電位  $V_{in}$  が有するパルス状の雑音を鈍らせ、雑音による電位の急峻な変化を緩和する働きをする。

20

## 【0169】

なお、電位  $V_{in}$  が、 $V_{ss} - V_{th}(n)$  から  $V_{dd} - V_{th}(p)$  の間の場合は、p チャンネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード 353、357、360、374、376、及び n チャンネル型薄膜トランジスタで形成された保護ダイオード 351、356、361、370、372 はオフとなり、電位  $V_{in}$  が  $V_{out}$  へ印加される。

## 【0170】

以上説明したように保護回路を配置することで、配線 355、358、365、379 の電位は、電位  $V_{ss}$  と電位  $V_{dd}$  の間に概ね保たれることになる。従って、配線 355、358、365、379 がこの範囲から大きくはずれる電位となることを防止することができる。つまり、配線 355、358、365、379 が異常に高い電位又は異常に低い電位となることを防止し、当該保護回路の後段の回路を破壊又は劣化から保護することができる。

30

## 【0171】

さらに、図 9 (C) 及び (D) に示すように、入力端子に抵抗素子 364 を有する保護回路を設けることで、信号が入力されていないときに、信号が与えられる全ての配線の電位を、一定 (ここでは電位  $V_{ss}$ ) に保つことができる。つまり信号が入力されていないときは、配線同士をショートさせることができるショートリングとしての機能も有する。そのため、配線間に生じる電位差に起因する静電破壊を防止することができる。また、抵抗素子 364 の抵抗値が十分に大きいので、信号の入力時には、配線 355、358、365、379 に与えられる信号が電位  $V_{ss}$  まで降下することを防止することができる。

40

## 【0172】

また、図 9 (F) に示す保護回路は、抵抗素子 380 と、抵抗素子 381 と、n チャンネル型薄膜トランジスタ 382 と、p チャンネル型薄膜トランジスタ 384 と、を有する。図 9 (F) では、抵抗素子 380 と、抵抗素子 381 と、n チャンネル型薄膜トランジスタ 382、p チャンネル型薄膜トランジスタ 384 とは、配線 383 に直列に接続されており、抵抗素子 380 は配線 383 に接続されている。配線 383 には電位  $V_{in}$  が与えられ、n チャンネル型薄膜トランジスタ 382、p チャンネル型薄膜トランジスタ 384 のそれぞれ

50

ソース及びドレインの一方には電位  $V_{out}$  が与えられる。  
いる。

【0173】

図9(A)乃至(F)に示す保護回路のnチャネル型薄膜トランジスタおよびpチャネル型薄膜トランジスタを、実施の形態1に示すnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタで作製することができる。ここでは、代表例として、図9(A)に示す保護ダイオード351のnチャネル型薄膜トランジスタ及び保護ダイオード353のpチャネル型薄膜トランジスタを、図10に示す。

【0174】

図10(A)に示すように、基板330上にnチャネル型薄膜トランジスタで形成される保護ダイオード351及びpチャネル型薄膜トランジスタで形成される保護ダイオード353が設けられる。nチャネル型薄膜トランジスタで形成される保護ダイオード351においては、ゲート電極391とソースまたはドレインの一方392とが接続される。pチャネル型薄膜トランジスタで形成される保護ダイオード353は、ゲート電極393とソースまたはドレインの一方394とが接続される。また、保護ダイオード351及び保護ダイオード353は、配線395で接続される。

10

【0175】

なお、図10(B)に示すように、保護ダイオード351及び保護ダイオード353は、ソース及びドレイン396、397上に形成される保護絶縁膜398のコンタクトホールにおいて、保護ダイオード351のソースまたはドレインの一方396と、保護ダイオード353のソースまたはドレインの一方397が、画素電極と同時に形成される配線399で接続されてもよい。

20

【0176】

図9(A)乃至(F)に示す保護回路のnチャネル型薄膜トランジスタおよびpチャネル型薄膜トランジスタを、実施の形態1に示す微結晶半導体膜を有するnチャネル型薄膜トランジスタ及びpチャネル型薄膜トランジスタで作製することにより、電位の変動により配線383に逆方向バイアスの電流が流れることを防止することができる。また、抵抗素子380及び抵抗素子381によって、配線383の電位の急激な変動を緩和し、半導体素子の劣化又は破壊を防止することができる。

【0177】

なお、抵抗素子のみを配線に直列に接続する場合、配線の電位の急激な変動を緩和し、半導体素子の劣化又は破壊を防止することができる。また、保護ダイオードのみを配線に直列に接続する場合、電位の変動により配線に逆方向の電流が流れるのを防ぐことができる。

30

【0178】

なお、本実施の形態に用いられる保護回路は図9に示す構成に限定されるものではなく、同様の動きをする回路構成であれば、適宜設計変更が可能である。

【0179】

また、本実施の形態の保護回路が有する保護ダイオードとして、ダイオード接続された薄膜トランジスタが用いられる。ダイオード接続された該薄膜トランジスタとしては、耐圧の高い薄膜トランジスタを用いている。そのため、従来の保護回路では保護回路自体が破壊されうる程度の電圧がかかる場合であっても、本実施の形態の保護回路を有することで、配線が異常に高い電位又は異常に低い電位となることを防止することができる。

40

【0180】

(実施の形態5)

次に、本発明により得られる表示装置の一形態である表示パネルの構成について、以下に示す。

【0181】

図11(A)に、信号線駆動回路6013のみを別途形成し、基板6011上に形成された画素部6012と接続している表示パネルの形態を示す。画素部6012及び走査線

50

駆動回路6014は、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタを用いて形成する。微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタよりも高い移動度が得られるトランジスタで信号線駆動回路を形成することで、走査線駆動回路よりも高い駆動周波数が要求される信号線駆動回路の動作を安定させることができる。なお、信号線駆動回路6013は、単結晶の半導体をチャンネル形成領域に用いたトランジスタ、多結晶の半導体をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタ、またはSOIをチャンネル形成領域に用いたトランジスタであっても良い。画素部6012と、信号線駆動回路6013と、走査線駆動回路6014とに、それぞれ電源の電位、各種信号等が、FPC6015を介して供給される。

#### 【0182】

また、駆動回路を別途形成する場合、必ずしも駆動回路が形成された基板を、画素部が形成された基板上に貼り合わせる必要はなく、例えばFPC上に貼り合わせるようにしても良い。図11(B)に、信号線駆動回路6023のみを別途形成し、基板6021上に形成された画素部6022及び走査線駆動回路6024と接続している表示パネルの形態を示す。画素部6022及び走査線駆動回路6024は、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタを用いて形成する。信号線駆動回路6023は、FPC6025を介して画素部6022と接続されている。画素部6022と、信号線駆動回路6023と、走査線駆動回路6024とに、それぞれ電源の電位、各種信号等が、FPC6025を介して供給される。

#### 【0183】

また、信号線駆動回路の一部または走査線駆動回路の一部のみを、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタを用いて画素部と同じ基板上に形成し、残りを別途形成して画素部と電氣的に接続するようにしても良い。図11(C)に、信号線駆動回路が有するアナログスイッチ6033aを、画素部6032、走査線駆動回路6034と同じ基板6031上に形成し、信号線駆動回路が有するシフトレジスタ6033bを別途異なる基板に形成して貼り合わせる表示パネルの形態を示す。画素部6032及び走査線駆動回路6034は、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた薄膜トランジスタを用いて形成する。信号線駆動回路が有するシフトレジスタ6033bは、FPC6035を介して画素部6032と接続されている。画素部6032と、信号線駆動回路と、走査線駆動回路6034とに、それぞれ電源の電位、各種信号等が、FPC6035を介して

#### 【0184】

図11に示すように、本実施の形態の表示パネルは、駆動回路の一部または全部を、画素部と同じ基板上に、微結晶半導体膜をチャンネル形成領域に用いた逆スタガ型の薄膜トランジスタを用いて形成することができる。

#### 【0185】

なお、別途形成した基板の接続方法は、特に限定されるものではなく、公知のCOG方法、ワイヤボンディング方法、或いはTAB方法などを用いることができる。また接続する位置は、電氣的な接続が可能であるならば、図11に示した位置に限定されない。また、コントローラ、CPU、メモリ等を別途形成し、接続するようにしても良い。

#### 【0186】

(実施の形態6)

本発明により得られる表示装置等をアクティブマトリクス型表示装置モジュールに用いることができる。即ち、それらを表示部に組み込んだ電子機器全てに本発明を実施できる。

#### 【0187】

その様な電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ等のカメラ、ヘッドマウントディスプレイ(ゴーグル型ディスプレイ)、カーナビゲーション、プロジェクタ、カーステレオ、パーソナルコンピュータ、携帯情報端末(モバイルコンピュータ、携帯電話または電子書籍等)などが挙げられる。それらの一例を図12に示す。

10

20

30

40

50

## 【0188】

図12(A)はテレビジョン装置である。表示モジュールを、図12(A)に示すように、筐体に組みこんで、テレビジョン装置を完成させることができる。FPCまで取り付けられた表示パネルのことを表示モジュールとも呼ぶ。表示モジュールにより主画面2003が形成され、その他付属設備としてスピーカ部2009、操作スイッチなどが備えられている。このように、テレビジョン装置を完成させることができる。

## 【0189】

図12(A)に示すように、筐体2001に表示素子を利用した表示用パネル2002が組みこまれ、受信機2005により一般のテレビ放送の受信をはじめ、モデム2004を介して有線又は無線による通信ネットワークに接続することにより一方向(送信者から受信者)又は双方向(送信者と受信者間、又は受信者間同士)の情報通信をすることもできる。テレビジョン装置の操作は、筐体に組みこまれたスイッチ又は別体のリモコン操作機2006により行うことが可能であり、このリモコン操作機2006にも出力する情報を表示する表示部2007が設けられていても良い。

10

## 【0190】

また、テレビジョン装置にも、主画面2003の他にサブ画面2008を第2の表示用パネルで形成し、チャンネルや音量などを表示する構成が付加されていても良い。この構成において、主画面2003を視野角の優れた液晶表示パネルで形成し、サブ画面を低消費電力で表示可能な発光表示パネルで形成しても良い。また、低消費電力化を優先させるためには、主画面2003を発光表示パネルで形成し、サブ画面を発光表示パネルで形成し、サブ画面は点滅可能とする構成としても良い。

20

## 【0191】

図13はテレビ装置の主要な構成を示すブロック図を示している。表示パネル900には、画素部921が形成されている。信号線駆動回路922と走査線駆動回路923は、表示パネル900にCOG方式により実装されていても良い。

## 【0192】

その他の外部回路の構成として、映像信号の入力側では、チューナ924で受信した信号のうち、映像信号を増幅する映像信号増幅回路925と、そこから出力される信号を赤、緑、青の各色に対応した色信号に変換する映像信号処理回路926と、その映像信号をドライバICの入力仕様に変換するためのコントロール回路927などを有している。コントロール回路927は、走査線側と信号線側にそれぞれ信号が出力する。デジタル駆動する場合には、信号線側に信号分割回路928を設け、入力デジタル信号をm個に分割して供給する構成としても良い。

30

## 【0193】

チューナ924で受信した信号のうち、音声信号は、音声信号増幅回路929に送られ、その出力は音声信号処理回路930を経てスピーカ933に供給される。制御回路931は受信局(受信周波数)や音量の制御情報を入力部932から受け、チューナ924や音声信号処理回路930に信号を送出する。

## 【0194】

勿論、本発明はテレビジョン装置に限定されず、パーソナルコンピュータのモニタをはじめ、鉄道の駅や空港などにおける情報表示盤や、街頭における広告表示盤など大面積の表示媒体としても様々な用途に適用することができる。

40

## 【0195】

図12(B)は携帯電話機2301の一例を示している。この携帯電話機2301は、表示部2302、操作部2303などを含んで構成されている。表示部2302においては、上記実施の形態で説明した表示装置を適用することで、量産性を高めることができる。

## 【0196】

また、図12(C)に示す携帯型のコンピュータは、本体2401、表示部2402等を含んでいる。表示部2402に、上記実施の形態に示す表示装置を適用することにより、量産性を高めることができる。

50

## 【 0 1 9 7 】

図 1 2 ( D ) は卓上照明器具であり、照明部 2 5 0 1、傘 2 5 0 2、可変アーム 2 5 0 3、支柱 2 5 0 4、台 2 5 0 5、電源 2 5 0 6 を含む。本発明により作製される発光表示装置を照明部 2 5 0 1 に用いることにより作製される。なお、照明器具には天井固定型の照明器具または壁掛け型の照明器具なども含まれる。上記実施の形態に示す表示装置を適用することにより、量産性を高めることができ、安価な卓上照明器具を提供することができる。

## 【 実施例 1 】

## 【 0 1 9 8 】

本実施例では、実施の形態 1 に示す画素を作製する工程を図 1 4 乃至図 1 7 を用いて説明する。なお、図 1 4 乃至図 1 6 は、薄膜トランジスタの作製工程を示す断面図であり、図 1 7 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上面図である。

## 【 0 1 9 9 】

図 1 4 ( A ) に示すように、基板 1 0 0 上にゲート電極 1 0 1、1 0 2 を形成する。基板 1 0 0 は、ガラス基板を用いる。

## 【 0 2 0 0 】

厚さ 1 5 0 n m のアルミネオジウム合金膜、及び厚さ 5 0 ~ 1 5 0 n m のモリブデン膜をそれぞれスパッタリング法により順に積層し、基板 1 0 0 上に導電膜を形成する。次に、第 1 のフォトマスクを用いて形成したレジストマスクを用いて形成された導電膜をエッチングしてゲート電極 1 0 1、1 0 2 を形成する。

## 【 0 2 0 1 】

次に、ゲート電極 1 0 1、1 0 2 上に、ゲート絶縁膜 1 0 3 を形成する。ここでは、ゲート絶縁膜 1 0 3 として厚さ 5 0 ~ 1 5 0 n m の窒化シリコン膜、厚さ 5 0 ~ 1 5 0 n m の酸化窒化シリコン膜、厚さ 1 ~ 5 n m の窒化シリコン膜をそれぞれプラズマ C V D 法により成膜する。

## 【 0 2 0 2 】

次に、ゲート絶縁膜 1 0 3 上に、5 0 n m ~ 5 0 0 n m ( 好ましくは 1 0 0 n m ~ 2 5 0 n m ) の厚さの微結晶シリコン膜 1 0 4 を形成する。微結晶シリコン膜 1 0 4 は、図 3 に示すような、高真空排気が可能な排気手段 4 0 9 を有するプラズマ C V D 装置を用いて成膜することで、膜中の酸素濃度が  $1 \times 10^{16}$  atoms / cm<sup>3</sup> 以下である微結晶シリコン膜を形成することができる。ここでは、シランガスと、シランガスの流量の 1 0 倍以上 2 0 0 0 倍以下、好ましくは 1 2 倍以上 1 0 0 0 倍以下、好ましくは 5 0 倍以上 2 0 0 倍以下の流量の水素ガスを用いたプラズマ C V D 法により微結晶シリコン膜を形成する。なお、このときの基板 1 0 0 の温度を、基板の加熱温度は 1 0 0 ~ 3 0 0、好ましくは 1 2 0 ~ 2 2 0 とすることで、ゲート絶縁膜 1 0 3 及び微結晶シリコン膜 1 0 4 の界面における微結晶シリコンの成長を促進させることができる。

## 【 0 2 0 3 】

次に、微結晶シリコン膜 1 0 4 上に、厚さ 5 0 ~ 2 0 0 n m のバッファ層 1 0 5 を形成する。バッファ層 1 0 5 としては、非晶質シリコン膜を用いて形成する。バッファ層 1 0 5 に形成される非晶質シリコン膜は、シランガスの流量の 1 倍以上 1 0 倍未満、更に好ましくは 1 倍以上 5 倍以下の流量の水素を用いたプラズマ C V D 法により形成する。なお、バッファ層 1 0 5 に形成される非晶質シリコン膜を微結晶シリコン膜 1 0 4 と同様に高真空排気が可能な排気手段 4 0 9 を有するプラズマ C V D 装置を用いて成膜することで、欠陥の少ない非晶質シリコン膜が形成されるため、高抵抗のバッファ層を形成することができ、薄膜トランジスタのオフ電流を低減させることができる。

## 【 0 2 0 4 】

なお、バッファ層 1 0 5 を 3 0 0 ~ 4 0 0 の温度にて成膜することが好ましい。この成膜処理により水素が微結晶シリコン膜 1 0 4 に供給され、微結晶シリコン膜 1 0 4 を水素化したのと同等の効果が得られる。すなわち、微結晶シリコン膜 1 0 4 上にバッファ層 1 0 5 を堆積することにより、微結晶シリコン膜 1 0 4 に水素を拡散させて、ダンダリン

10

20

30

40

50

グボンドの終端をすることができる。

【0205】

次に、バッファ層105上にレジストを塗布した後、第2のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程によりレジストマスク106、107を形成する。

【0206】

次に、図14(B)に示すように、レジストマスク106、107を用いて微結晶シリコン膜104及びバッファ層105を選択的にエッチングして微結晶シリコン膜111、112、バッファ層113、114を形成する。ここでは、ドライエッチング法により微結晶シリコン膜104及びバッファ層105を選択的にエッチングする。この後、レジストマスク106、107を除去する。

10

【0207】

次に、厚さ10～100nm、好ましくは40～80nmのn型半導体膜115を形成する。n型半導体膜115は、0.2～1%のフォスフィンガス、シランガス、及び水素を用いたプラズマCVD法により、リンを含む微結晶シリコン膜で形成する。n型半導体膜115も図3に示すプラズマCVD装置によって形成してもよい。

【0208】

次に、n型半導体膜115上に厚さ20～70nmの導電膜116を形成する。導電膜116には、後に形成されるp型半導体膜に対してエッチングに対する高い選択比を得ることが可能な導電材料を用いて形成する。ここでは、スパッタリング法により厚さ20～70nmのモリブデン膜を形成する。

20

【0209】

次に、第3のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、ゲート電極101と重畳する導電膜116上にレジストマスク117を形成する。

【0210】

次に、図14(C)に示すように、レジストマスク117を用いて、導電膜116及びn型半導体膜115を選択的にエッチングして、導電膜121、n型半導体膜122を形成する。このとき、バッファ層113の一部もエッチングされ、端部に段差を有するバッファ層123となる。当該工程においては、ゲート電極102上に形成される導電膜116及びn型半導体膜115をエッチングする。この際、エッチング工程の終点の確認は、エッチング装置内の発光強度変化を測定することによって判断する。即ち、n型半導体膜115をエッチングしたときの活性種と、バッファ層114をエッチングしたときの活性種によって、プラズマの発光強度が異なる。この発光強度の変化を測定することで、エッチングの終点を検出することができる。従って、バッファ層113の一部、およびバッファ層114の一部がエッチングされるに留まる。ここで、ゲート電極102上に形成されたバッファ層をバッファ層124と示す。こののち、レジストマスク117を除去する。

30

【0211】

次に、図15(A)に示すように、10～100nm、好ましくは40～80nmのp型半導体膜125を形成する。p型半導体膜125は、1～10%のテトラメチルボロン、シラン、水素、及び希ガス(代表的にはヘリウムまたはネオン)を用いたプラズマCVD法により、ボロンを含む微結晶シリコン膜で形成する。p型半導体膜125も図3に示すプラズマCVD装置によって形成してもよい。

40

【0212】

次に、p型半導体膜125上にレジストを塗布した後、第4のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、ゲート電極102と重畳するp型半導体膜125上にレジストマスク126を形成する。

【0213】

次に、図15(B)に示すように、レジストマスク126を用いて、p型半導体膜125を選択的にエッチングして、p型半導体膜133を形成する。このとき、バッファ層124の一部もエッチングされ、端部に段差を有するバッファ層131となる。また、導電膜121上においては、p型半導体膜が選択的にエッチングされる。しかしながら、導電膜

50

1 2 1 に覆われていないバッファ層 1 2 3 の端部は更にエッチングされ、端部に段差を有するバッファ層 1 3 2 となる。

【 0 2 1 4 】

次に、第 5 のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、ゲート電極 1 0 2 と重畳するゲート絶縁膜 1 0 3 の一部をエッチングするためのレジストマスク 1 3 4、1 3 5 を形成する。

【 0 2 1 5 】

次に、図 1 5 ( C ) に示すように、ゲート絶縁膜 1 0 3 の一部をエッチングしてコンタクトホール 1 4 0 を形成する。

【 0 2 1 6 】

次に、導電膜 1 2 1、p 型半導体膜 1 3 3、ゲート絶縁膜 1 0 3、及びゲート電極 1 0 2 の露出部上に、導電膜 1 4 1 a ~ 1 4 1 c を積層形成する。導電膜 1 4 1 a として厚さ 3 0 ~ 6 0 n m のモリブデン膜、導電膜 1 4 1 b として厚さ 1 5 0 ~ 3 0 0 n m のアルミニウム膜、導電膜 1 4 1 c として厚さ 5 0 n m ~ 1 0 0 n m のモリブデン膜をそれぞれスパッタリング法により形成する。

【 0 2 1 7 】

次に、導電膜 1 4 1 c 上にレジストを塗布した後、第 6 のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、導電膜 1 4 1 a ~ 1 4 1 c から配線を形成するためのレジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 を形成する。

【 0 2 1 8 】

次に、図 1 6 ( A ) に示すように、レジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 を用いて導電膜 1 4 1 a ~ 1 4 1 c、及び導電膜 1 2 1 をエッチングする。ここでは、導電膜 1 4 1 a ~ 1 4 1 c をウェットエッチング法により等方的にエッチングするため、レジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 より面積の狭い配線 1 5 1 a ~ 1 5 1 d、配線 1 5 2 a ~ 1 5 2 d、配線 1 5 3 a ~ 1 5 3 c、配線 1 5 4 a ~ 1 5 4 c を形成する。

【 0 2 1 9 】

次に、レジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 を用いて、n 型半導体膜 1 2 2 及び p 型半導体膜 1 3 3 をエッチングして一对の n 型半導体膜 1 5 5、1 5 6、及び一对の p 型半導体膜 1 5 7、1 5 8 を形成する。ここでは、レジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 を用いてドライエッチング法により異方的にエッチングするため、配線 1 5 1 a ~ 1 5 1 d、配線 1 5 2 a ~ 1 5 2 d、配線 1 5 3 a ~ 1 5 3 c、配線 1 5 4 a ~ 1 5 4 c と、一对の n 型半導体膜 1 5 5、1 5 6、一对の p 型半導体膜 1 5 7、1 5 8 の端部の位置がずれており、一对の n 型半導体膜 1 5 5、1 5 6、及び一对の p 型半導体膜 1 5 7、1 5 8 の端部が、配線 1 5 1 a ~ 1 5 1 d、配線 1 5 2 a ~ 1 5 2 d、配線 1 5 3 a ~ 1 5 3 c、配線 1 5 4 a ~ 1 5 4 c より外側に突出している。

【 0 2 2 0 】

なお、当該エッチング工程において、バッファ層 1 3 2、1 3 1 の一部がオーバエッチングされることで、完全に分離された一对の n 型半導体膜 1 5 5、1 5 6、及び一对の p 型半導体膜 1 5 7、1 5 8 を形成することができる。一部オーバエッチングされ、凹部 ( n 型半導体膜または p 型半導体膜と重なる領域よりも膜厚の薄いバッファ層の領域 ) が形成されたバッファ層をバッファ層 1 5 9、1 6 0 と示す。ソース領域及びドレイン領域として機能する一对の n 型半導体膜 1 5 5、1 5 6、及び一对の p 型半導体膜 1 5 7、1 5 8 の形成工程と、バッファ層の凹部とを同一工程で形成することができる。バッファ層の凹部の深さをバッファ層の一番膜厚の厚い領域の  $1/2 \sim 1/3$  とすることで、ソース領域及びドレイン領域の距離を離すことが可能であるため、ソース領域及びドレイン領域の間でのリーク電流を低減することができる。この後、レジストマスク 1 4 2 ~ 1 4 5 を除去する。

【 0 2 2 1 】

なお、図 1 6 ( A ) は、図 1 7 ( A ) の A - B の断面図に相当する。配線 1 5 1 c、1 5 3 c はそれぞれ配線 1 5 2 c、1 5 4 c を囲む形状 ( 具体的には、U 字型または C 字型 )

10

20

30

40

50

である。このため、キャリアが移動する領域の面積を増加させることが可能であるため、電流量を増やすことが可能であり、薄膜トランジスタの面積を縮小することができる。また、ゲート電極より狭い上面面積で微結晶シリコン膜 111、112、バッファ層 113、114 が形成され、且つゲート電極上において、微結晶半導体膜、ソース電極及びドレイン電極が重畳されているため、微結晶シリコン膜 111、112、バッファ層 113、114 においてゲート電極の凹凸の影響が少なく、被覆率の低減及びリーク電流の発生を抑制することができる。

【0222】

以上の工程により、チャンネルエッチ型の第1の薄膜トランジスタ 155a 及び第2の薄膜トランジスタ 155b を形成することができる。

10

【0223】

次に、図16(B)に示すように、配線 151a ~ 151d、配線 152a ~ 152d、配線 153a ~ 153c、配線 154a ~ 154c、一对のn型半導体膜 155、156、及び一对のp型半導体膜 157、158、バッファ層 159、160、微結晶シリコン膜 111、112、及びゲート絶縁膜 103 上に保護絶縁膜 161 を形成する。保護絶縁膜 161 は、プラズマCVD法により厚さ 50 ~ 200 nm の窒化シリコン膜を形成する。

【0224】

次に、保護絶縁膜 161 上にレジストを塗布した後、第7のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、保護絶縁膜 161 にレジストマスク 162、163 形成する。

20

【0225】

次に、図16(C)に示すように、レジストマスク 162、163 を用いて保護絶縁膜 161 の一部をエッチングしてコンタクトホール 164 を形成する。

【0226】

次に、当該コンタクトホールにおいて配線 154c に接する画素電極 165 を形成する。ここでは、スパッタリング法により厚さ 50 ~ 100 nm のITO を成膜する。次に、第8のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、ITO 上にレジストマスクを形成した後、ITO を選択的にエッチングして画素電極 165 を形成する。

【0227】

なお、図16(C)は、図17(B)のA-Bの断面図に相当する。

30

【0228】

以上により表示装置に用いることが可能な素子基板を形成することができる。

【実施例2】

【0229】

本実施例では、上記実施例とは異なる薄膜トランジスタの作製方法について、図18乃至図23を用いて説明する。ここでは、上記実施例よりフォトマスク数を削減することが可能なプロセスを用いて薄膜トランジスタを作製する工程について示す。

【0230】

図14(A)と同様に、図18(A)に示すように基板 100 上に導電膜を形成し、導電膜上にレジストを塗布し、第1のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により形成したレジストマスクを用いて導電膜の一部をエッチングして、ゲート電極 101、102 を形成する。次に、ゲート電極 101、102 上に、ゲート絶縁膜 103、微結晶シリコン膜 104、バッファ層 105 を順に形成する。

40

【0231】

次に、バッファ層 105 上にn型半導体膜 115 を形成し、n型半導体膜 115 上に導電膜 116 を形成する。

【0232】

次に、導電膜 116 上にレジストを塗布した後、第2のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、導電膜 116 にレジストマスク 171 を形成する。

【0233】

50

次に、図18(B)に示すように、導電膜116、及びn型半導体膜115を選択的にエッチングして、n型半導体膜172、導電膜173を形成する。このとき、レジストマスク171に覆われていないパuffa層105の一部もエッチングされる。導電膜173に覆われる領域は、導電膜173に覆われない領域と比較して厚いパuffa層174となる。この際、エッチング工程の終点の検出は、図15(B)に示すエッチングと同様に、エッチング装置内の発光強度変化を測定することによって判断する。

【0234】

次に、10～100nm、好ましくは40～80nmのp型半導体膜125を形成する。

【0235】

次に、第3のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、ゲート電極102と重畳するp型半導体膜125上にレジストマスク175を形成する。

10

【0236】

次に、図18(C)に示すように、レジストマスク175を用いて、p型半導体膜125を選択的にエッチングして、p型半導体膜180を形成する。このとき、パuffa層174の一部もエッチングされ、パuffa層176、177となる。また、微結晶シリコン膜104もエッチングされ、微結晶シリコン膜178、179となる。

【0237】

次に、レジストを塗布した後、第4のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、図19(A)に示すように、ゲート電極102と重畳するゲート絶縁膜103の一部をエッチングするためのレジストマスク181、182を形成する。

20

【0238】

次に、図19(B)に示すように、ゲート絶縁膜103の一部をエッチングしてコンタクトホール183を形成する。

【0239】

次に、導電膜173、p型半導体膜180、ゲート絶縁膜103、及びゲート電極102の露出部上に、図15(C)と同様に導電膜141a～141cを形成する。

【0240】

次に、導電膜141c上にレジスト184を塗布する。

【0241】

次に、第4のフォトマスクとして多階調マスク185を用いて、レジスト184に光を照射して、レジスト184を露光する。

30

【0242】

ここで、多階調マスク185を用いた露光について、図23を用いて説明する。

【0243】

多階調マスクとは、露光部分、中間露光部分、及び未露光部分に3つの露光レベルを行うことが可能なマスクであり、一度の露光及び現像工程により、複数(代表的には二種類)の厚さの領域を有するレジストマスクを形成することが可能である。このため、多階調マスクを用いることで、フォトマスクの枚数を削減することが可能である。

【0244】

多階調マスクの代表例としては、図23(A)に示すようなグレートーンマスク185a、図23(C)に示すようなハーフトーンマスク185bがある。

40

【0245】

図23(A)に示すように、グレートーンマスク185aは、透光性を有する基板231及びその上に形成される遮光部232並びに回折格子233で構成される。遮光部232においては、光の透過率が0%である。一方、回折格子233はスリット、ドット、メッシュ等の光透過部の間隔を、露光に用いる光の解像度限界以下の間隔とすることにより、光の透過率を制御することができる。なお、回折格子233は、周期的なスリット、ドット、メッシュ、または非周期的なスリット、ドット、メッシュどちらも用いることができる。

【0246】

50

透光性を有する基板 231 としては、石英等を用いることができる。遮光部 232 及び回折格子 233 は、クロムや酸化クロム等の光を吸収する遮光材料を用いて形成することができる。

【0247】

グレートンマスク 185a に露光光を照射した場合、図 23 (B) に示すように、遮光部 232 においては、光透過率 234 は 0% であり、遮光部 232 及び回折格子 233 が設けられていない領域では光透過率 234 は 100% である。また、回折格子 233 においては、10~70% の範囲で調整可能である。回折格子 233 における光の透過率の調整は、回折格子 233 のスリット、ドット、またはメッシュの間隔及びピッチの調整により可能である。

10

【0248】

図 23 (C) に示すように、ハーフトンマスク 185b は、透光性を有する基板 231 及びその上に形成される半透過部 235 並びに遮光部 236 で構成される。半透過部 235 は、MoSiN、MoSi、MoSiO、MoSiON、CrSi などを用いることができる。遮光部 236 は、クロムや酸化クロム等の光を吸収する遮光材料を用いて形成することができる。

【0249】

ハーフトンマスク 185b に露光光を照射した場合、図 23 (D) に示すように、遮光部 236 においては、光透過率 237 は 0% であり、遮光部 236 及び半透過部 235 が設けられていない領域では光透過率 237 は 100% である。また、半透過部 235 においては、10~70% の範囲で調整可能である。半透過部 235 に於ける光の透過率の調整は、半透過部 235 の材料により可能である。

20

【0250】

多階調マスクを用いて露光した後、現像することで、図 20 (A) に示すように、膜厚の異なる領域を有するレジストマスク 186、187 を形成することができる。

【0251】

次に、レジストマスク 186、187 により、微結晶シリコン膜 178、179、バッファ層 176、177、n 型半導体膜 172、導電膜 173、p 型半導体膜 180、及び導電膜 141a~141c をエッチングし、二つの薄膜トランジスタを分離する。この結果、図 20 (B) に示すような、微結晶シリコン膜 197、198、バッファ層 195、196、n 型半導体膜 193、p 型半導体膜 194、及び導電膜 191a~191d、192a~192c を形成することができる。

30

【0252】

次に、レジストマスク 186、187 をアッシングする。この結果、レジストの面積が縮小し、厚さが薄くなる。このとき、膜厚の薄い領域のレジスト (ゲート電極 101、102 の一部と重畳する領域) は除去され、図 20 (C) に示すように、分離されたレジストマスク 201~204 を形成することができる。

【0253】

次に、レジストマスク 201~204 を用いて、導電膜 191a~191d、192a~192c をエッチングし分離する。この結果、図 21 (A) に示すような、一对の配線 211a~211d、212a~212d、213a~213c、214a~214c を形成することができる。レジストマスク 201~204 を用いて導電膜 191a~191d、192a~192c をウエットエッチングすると、導電膜 191a~191d、192a~192c の端部が等方的にエッチングされる。この結果、レジストマスク 201~204 より面積の小さい配線 211a~211d、212a~212d、213a~213c、214a~214c を形成することができる。

40

【0254】

次に、レジストマスク 201~204 を用いて、n 型半導体膜 193、p 型半導体膜 194、をエッチングして、一对の n 型半導体膜 215、216、一对の p 型半導体膜 217、218 を形成する。ここでは、ドライエッチング法により異方的に n 型半導体膜 19

50

3及びp型半導体膜194をエッチングするため、配線211a~211d、212a~212d、213a~213c、214a~214cと、一对のn型半導体膜215、216、一对のp型半導体膜217、218の端部の位置がずれており、一对のn型半導体膜215、216、一对のp型半導体膜217、218の端部が、配線211a~211d、212a~212d、213a~213c、214a~214cより外側に突出している。

【0255】

なお、当該エッチング工程において、バッファ層176、177の一部がオーバエッチングされることで、完全に分離された一对のn型半導体膜215、216、一对のp型半導体膜217、218を形成することができる。一部オーバエッチングされ、凹部が形成されたバッファ層をバッファ層219、220と示す。ソース領域及びドレイン領域として機能する一对のn型半導体膜215、216、一对のp型半導体膜217、218の形成工程と、バッファ層の凹部とを同一工程で形成することができる。バッファ層の凹部の深さをバッファ層の一番膜厚の厚い領域の1/2~1/3とすることで、ソース領域及びドレイン領域の距離を離すことが可能であるため、ソース領域及びドレイン領域の間でのリーク電流を低減することができる。この後、レジストマスク201~204を除去する。なお、図21(B)は、図22(A)のA-Bの断面図に相当する。

10

【0256】

以上の工程により、チャネルエッチ型の薄膜トランジスタ221a、221bを形成することができる。

20

【0257】

次に、図21(B)に示すように、配線211a~211d、212a~212d、213a~213c、214a~214c、一对のn型半導体膜215、216、一对のp型半導体膜217、218、バッファ層219、220、微結晶シリコン膜197、198、及びゲート絶縁膜103上に保護絶縁膜161を形成する。

【0258】

次に、保護絶縁膜161上にレジストを塗布した後、第5のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、保護絶縁膜161にレジストマスク222、223形成する。

【0259】

次に、図21(C)に示すように、レジストマスク222を用いて保護絶縁膜161の一部をエッチングしてコンタクトホール223を形成する。

30

【0260】

次に、当該コンタクトホールにおいて配線214cに接する画素電極224を形成する。ここでは、スパッタリング法により厚さ50~100nmのアルミニウム膜を成膜する。

【0261】

次に、第6のフォトマスクを用いたフォトリソグラフィ工程により、アルミニウム膜上にレジストマスクを形成した後、アルミニウム膜を選択的にエッチングして画素電極224を形成する。

【0262】

なお、図21(C)は、図22(B)のA-Bの断面図に相当する。

40

【0263】

以上により表示装置に用いることが可能な素子基板を形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【0264】

【図1】本発明の表示装置の構成を説明する上面図、等価回路図、及び断面図である。

【図2】本発明の表示装置の構成を説明する断面図である。

【図3】プラズマCVD装置の反応室の構成を説明する図である。

【図4】本発明の表示装置の作製方法を説明するタイムチャート図である。

【図5】複数の反応室を備えたマルチ・チャンバ・プラズマCVD装置の構成を示す図である。

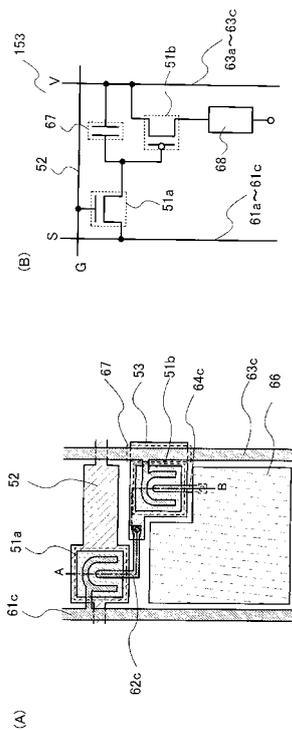
50

- 【図 6】本発明の表示装置の構成を説明する断面図である。
- 【図 7】本発明の表示装置の動作を説明する図である。
- 【図 8】本発明の表示装置の構成を説明する上面図である。
- 【図 9】本発明の表示装置に適用可能な保護回路の構成を説明する等価回路図である。
- 【図 10】本発明の表示装置に適用可能な保護回路の構成を説明する断面図である。
- 【図 11】本発明の表示パネルの構成を説明する斜視図である。
- 【図 12】本発明の表示装置を用いた電子機器を説明する斜視図である。
- 【図 13】本発明の表示装置を用いた電子機器を説明する図である。
- 【図 14】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 15】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 16】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 17】本発明の表示装置の作製方法を説明する上面図である。
- 【図 18】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 19】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 20】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 21】本発明の表示装置の作製方法を説明する断面図である。
- 【図 22】本発明の表示装置の作製方法を説明する上面図である。
- 【図 23】本発明に適用可能な多階調マスクを説明する図である。
- 【図 24】複数の反応室を備えたマルチ・チャンバ・プラズマ C V D 装置の構成を示す図である。
- 【図 25】プラズマ C V D 装置の反応室における電極構造の他の一例を説明する図である。

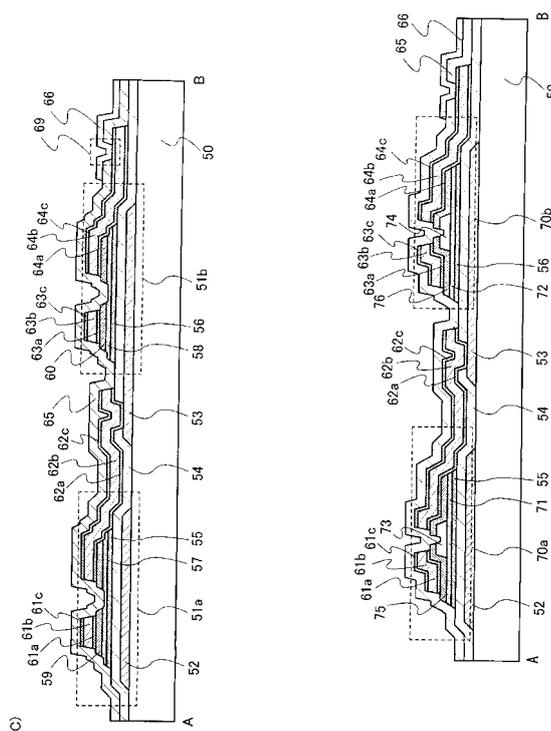
10

20

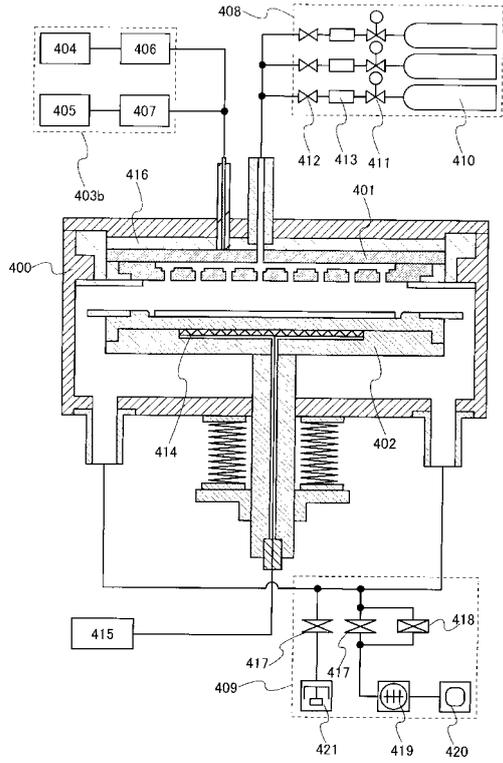
【図 1】



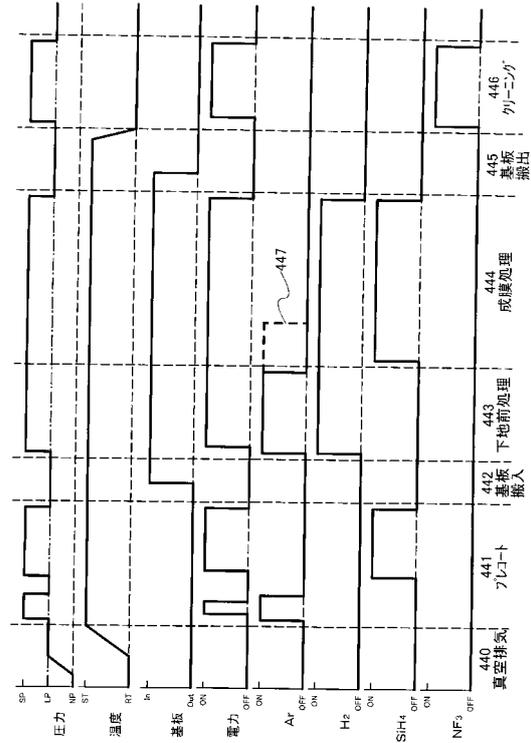
【図 2】



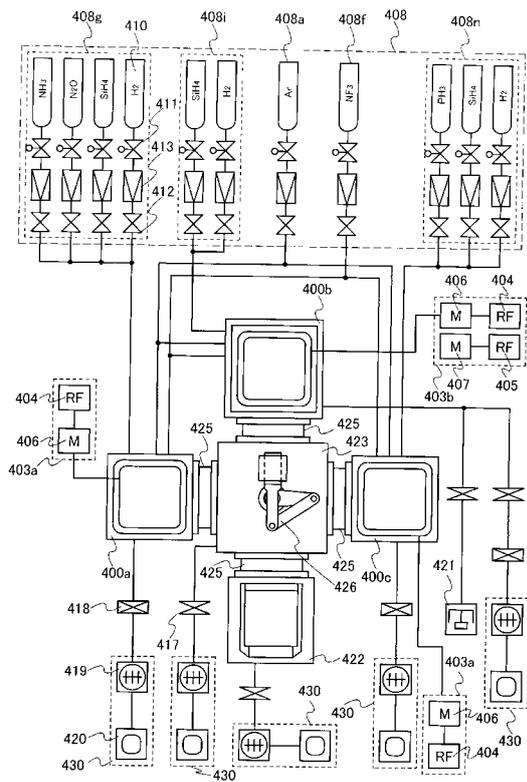
【図3】



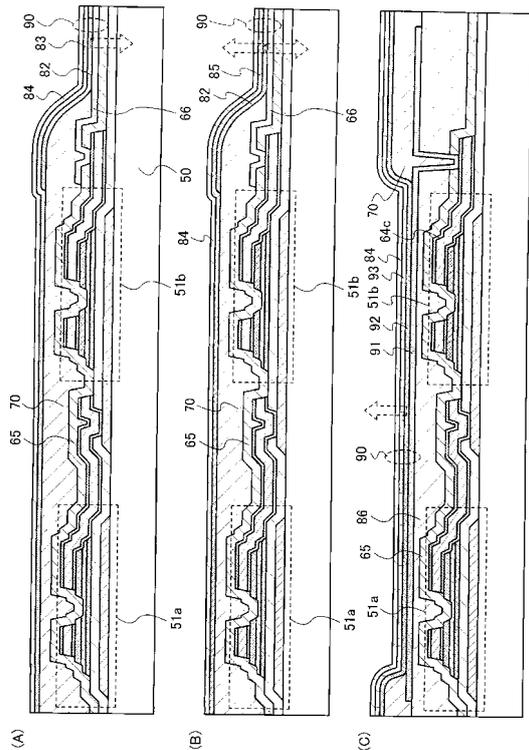
【図4】



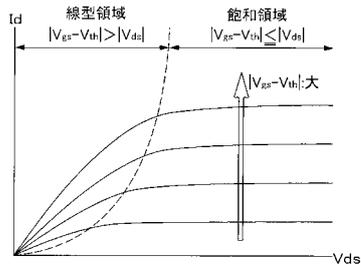
【図5】



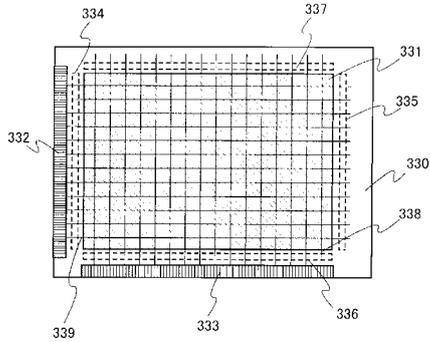
【図6】



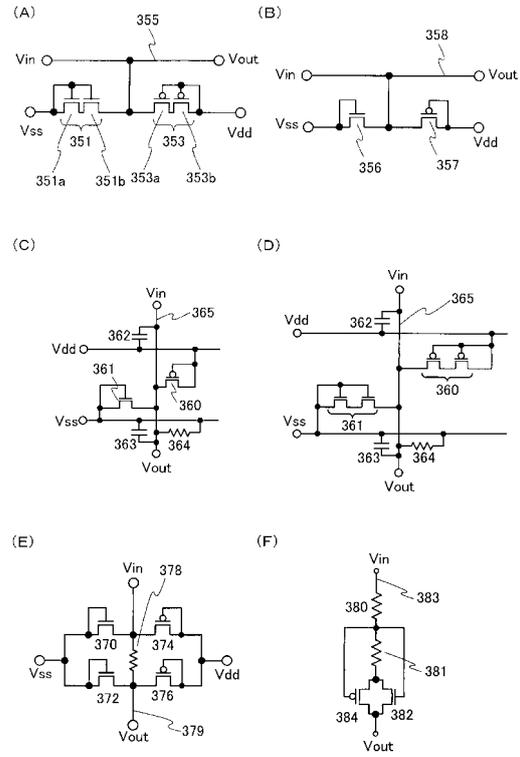
【図7】



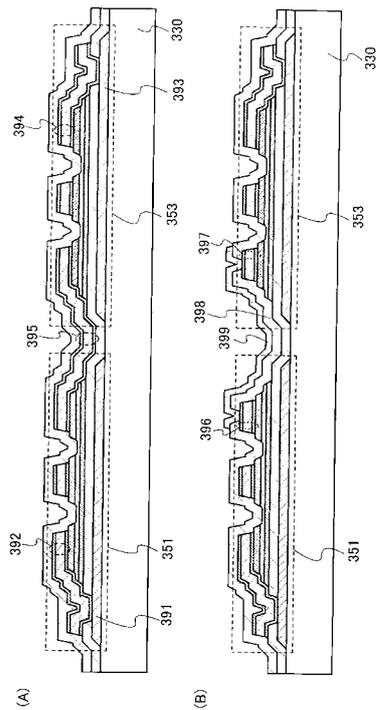
【図8】



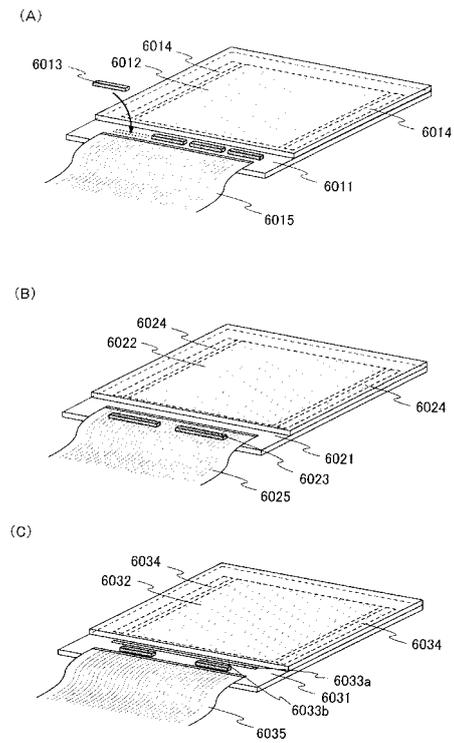
【図9】



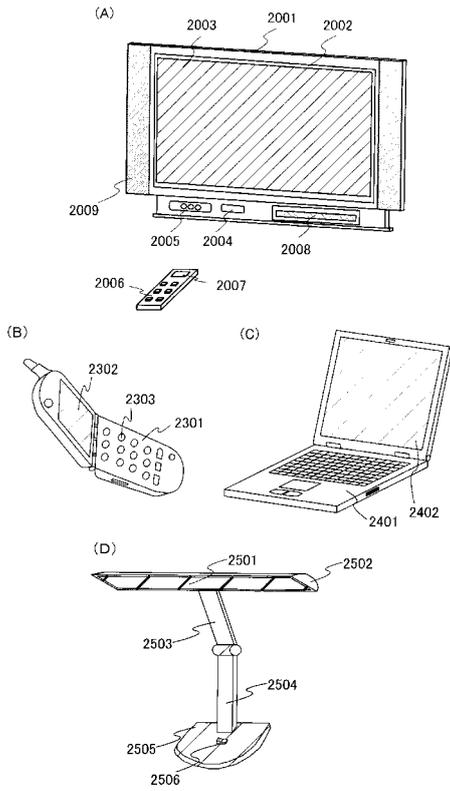
【図10】



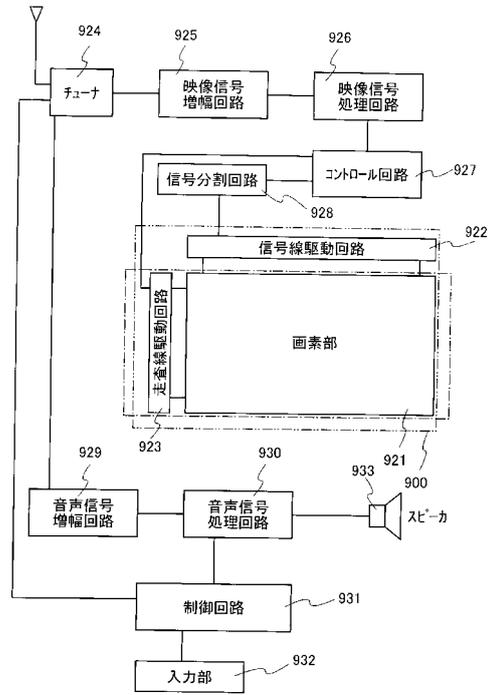
【図11】



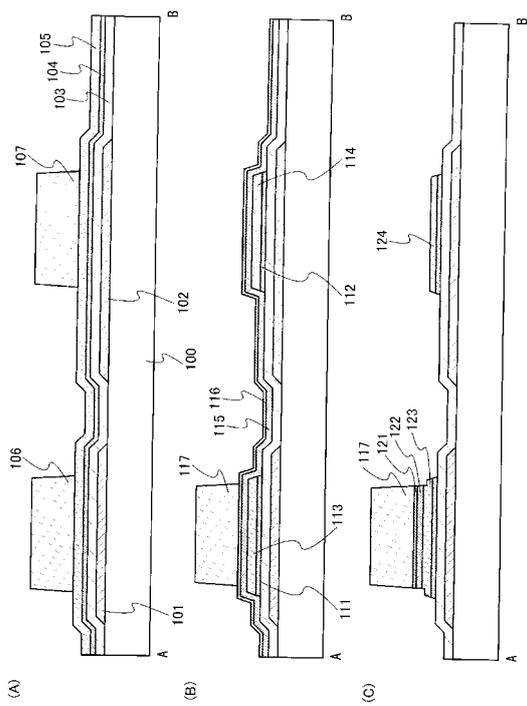
【図12】



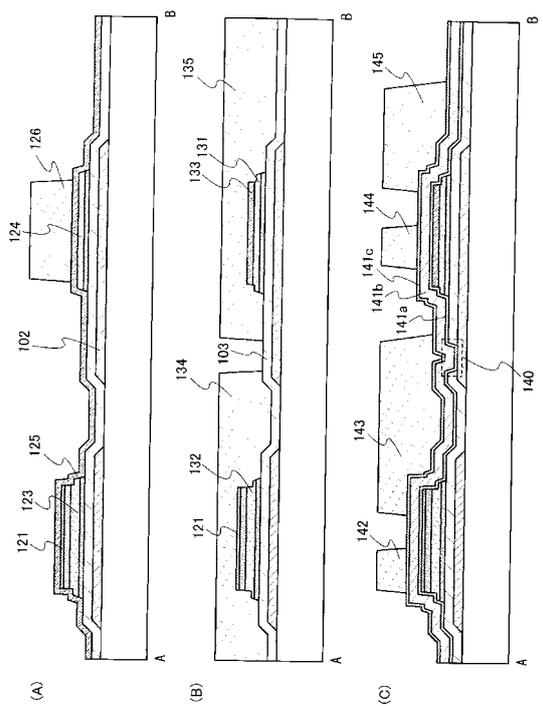
【図13】



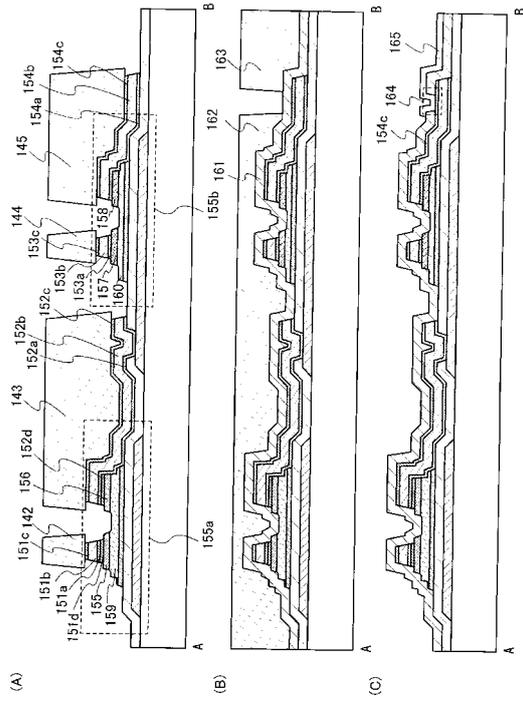
【図14】



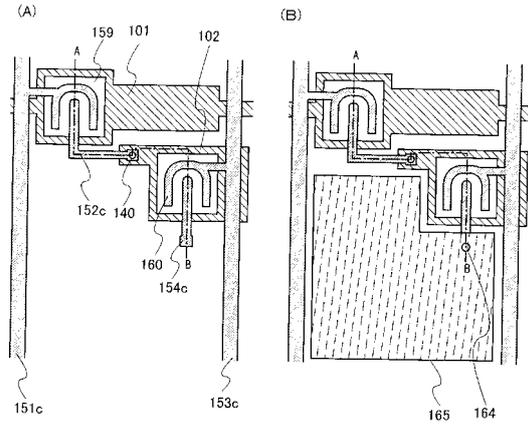
【図15】



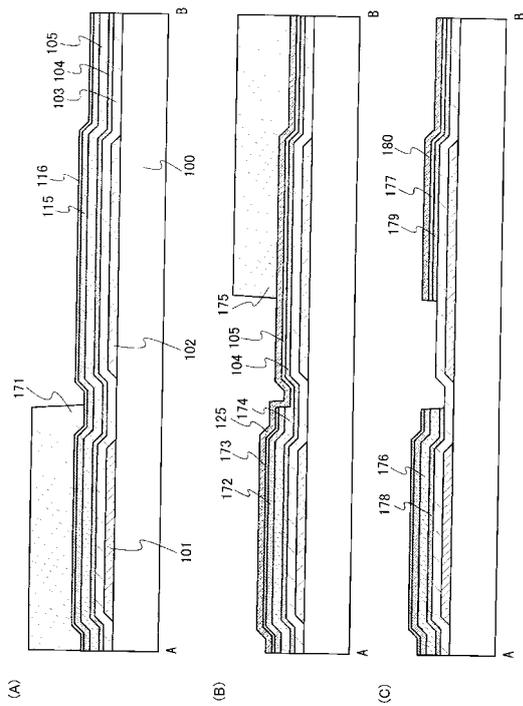
【 16 】



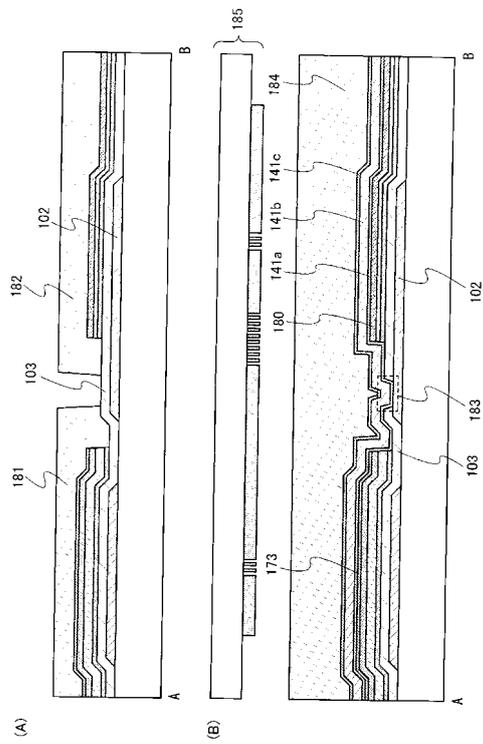
【 17 】



【 18 】

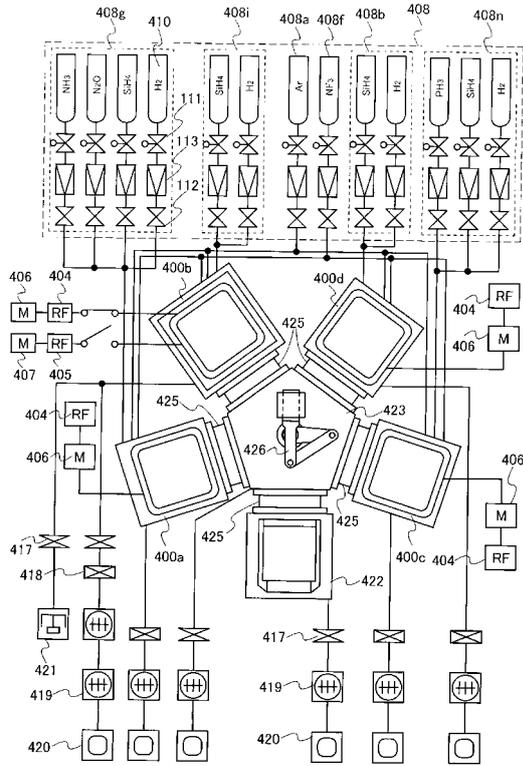


【 19 】

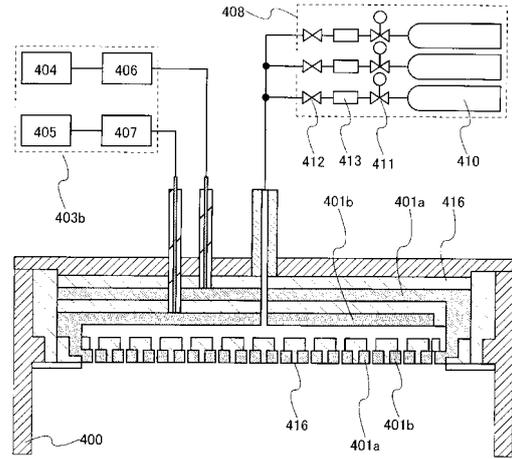




【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>H 0 1 L 21/8234 (2006.01)</i>		H 0 5 B 33/14	A
<i>H 0 1 L 27/06 (2006.01)</i>		H 0 5 B 33/10	
<i>H 0 1 L 21/205 (2006.01)</i>		H 0 1 L 29/78	6 1 3 A
<i>H 0 1 L 51/50 (2006.01)</i>			
<i>H 0 5 B 33/10 (2006.01)</i>			

審査官 棚田 一也

(56)参考文献 特開平10-229213(JP,A)  
 特開昭63-215037(JP,A)  
 特開2006-186332(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 3 3 6  
 H 0 1 L 2 1 / 2 0 5  
 H 0 1 L 2 1 / 8 2 3 4  
 H 0 1 L 2 1 / 8 2 3 8  
 H 0 1 L 2 7 / 0 6  
 H 0 1 L 2 7 / 0 8  
 H 0 1 L 2 7 / 0 9 2  
 H 0 1 L 2 9 / 7 8 6  
 H 0 1 L 5 1 / 5 0  
 H 0 5 B 3 3 / 1 0