

(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2004-54168

(P2004-54168A)

(43) 公開日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G09F 9/00	G09F 9/00 348Z	3K007
G09F 9/30	G09F 9/30 338	5C094
G09F 9/35	G09F 9/30 365Z	5F048
H01L 21/20	G09F 9/35	5F052
H01L 21/336	H01L 21/20	5F110
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 29 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2002-215021 (P2002-215021)	(71) 出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 出願日	平成14年7月24日 (2002.7.24)	(74) 代理人	100093506 弁理士 小野寺 洋二
		(72) 発明者	波多野 瞳子 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	山口 伸也 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		(72) 発明者	芝 健夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

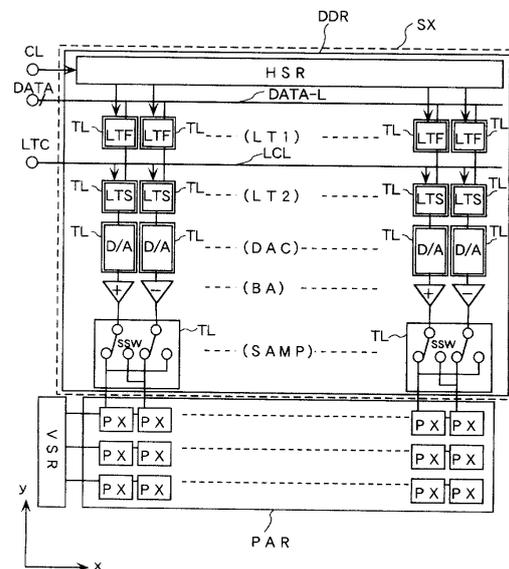
(57) 【要約】

【課題】マトリクス状に配置された画素部を駆動するための駆動回路に高速の移動度で動作する高性能の薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を持つ駆動回路を有するアクティブ・マトリクス基板を備えた画像表示装置を得る。

【解決手段】アクティブ・マトリクス基板SUB1の画素領域PARの周辺に有する駆動回路DDRを構成する回路部分に形成した略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域(仮想タイル)TLに、チャンネル方向が略帯状結晶シリコン膜の結晶成長方向となるように作り込んだ薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を持つ駆動回路を配置した。

【選択図】 図2

図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

多数の画素をマトリクス状に形成した画素領域と、前記画素領域の外側で前記画素に配線を介して駆動信号を供給する駆動回路領域とを有するアクティブ・マトリクス基板を備えた画像表示装置であって、

前記駆動回路領域には、外部入力する表示信号を前記画素領域に供給する駆動信号として順次処理するための機能が異なる複数段の回路部を有し、

前記複数段の回路部の 1 段以上には、略一方向に沿って連続した粒界をもつ略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域の前記粒界方向にキャリア移動方向を持つ如く形成したアクティブ素子を有することを特徴とする画像表示装置。

10

## 【請求項 2】

前記駆動回路領域を構成する同一機能を有する各段の回路部は、前記アクティブ・マトリクス基板の周辺の一辺に沿って所定の間隔で配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

## 【請求項 3】

前記駆動回路領域を構成する同一機能を有する各段の回路部は、前記アクティブ・マトリクス基板の周辺の対向する二辺に沿って所定の間隔で配列されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像表示装置。

## 【請求項 4】

前記不連続改質領域にアクティブ素子を形成した回路部は前記駆動回路領域の最終出力段であり、前記最終出力段の出力を前記画素領域の対応する画素に接続する配線の間隔が前記画素領域側で大であることを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の画像表示装置。

20

## 【請求項 5】

前記不連続改質領域にアクティブ素子を形成した回路部は、前記アクティブ・マトリクス基板の一辺に平行な 2 列以上で、かつ所定の間隔で配列されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れかに記載の画像表示装置。

## 【請求項 6】

前記回路部のそれぞれを構成する個々のアクティブ素子は、前記アクティブ・マトリクス基板の周辺の対向する二辺に沿って所定の間隔で配列されていることを特徴とする請求項 5 に記載の画像表示装置。

30

## 【請求項 7】

前記不連続改質領域にアクティブ素子を形成した回路部は、前記アクティブ・マトリクス基板の一辺に平行な 2 列以上で、かつ互いに千鳥状に配列されていることを特徴とする請求項 2 乃至 4 の何れかに記載の画像表示装置。

## 【請求項 8】

前記回路部のそれぞれを構成する個々のアクティブ素子は、前記アクティブ・マトリクス基板の一辺に平行な 2 列以上で、かつ互いに千鳥状に配列されていることを特徴とする請求項 7 に記載の画像表示装置。

## 【請求項 9】

前記不連続改質領域にアクティブ素子を形成した回路部は、当該回路部の回路規模に応じた異なる面積を有することを特徴とする請求項 5 乃至 8 の何れかに記載の画像表示装置。

40

## 【請求項 10】

前記アクティブ素子は薄膜トランジスタであることを特徴とする請求項 1 乃至 9 の何れかに記載の画像表示装置。

## 【請求項 11】

前記アクティブ・マトリクス基板に所定の間隔で対向配置されたカラーフィルタ基板を有し、前記アクティブ・マトリクス基板と前記カラーフィルタ基板の間に液晶層を有することを特徴とする請求項 1 乃至 10 の何れかに記載の画像表示装置。

## 【請求項 12】

前記アクティブ・マトリクス基板の前記画素領域を構成する画素毎に有機 EL 層を有する

50

ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 の何れかに記載の画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、表示装置に係り、特に絶縁基板上に形成された半導体膜の結晶構造をレーザー光で改質し、改質された半導体膜で駆動回路のアクティブ素子を形成した画像表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

マトリクス配列された画素の駆動素子として薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を用いたアクティブ・マトリクス型表示装置（またはアクティブ・マトリクス型駆動方式の画像表示装置、あるいは単にディスプレイ装置とも称する）が広く使用されている。この種の画像表示装置の多くは、半導体膜としてシリコン膜を用いて形成された薄膜トランジスタ（TFT）等のアクティブ素子で構成された多数の画素回路と駆動回路とを絶縁基板上に配置することで良質の画像を表示することができる。ここでは、上記アクティブ素子として、その典型例である薄膜トランジスタを例として説明する。

【0003】

半導体膜としてこれまで一般的に用いられてきた非晶質シリコン半導体膜（アモルファスシリコン半導体膜）を用いた薄膜トランジスタでは、そのキャリア（電子またはホール）移動度に代表される薄膜トランジスタの性能に限界があるために、高速、高機能が要求される回路を構成することは困難であった。より優れた画像品質を提供するのに必要な高移動度の薄膜トランジスタの実現にはアモルファスシリコン膜（以下、非晶質シリコンとも称する）をあらかじめポリシリコン膜（以下、多結晶シリコン膜とも称する）に改質（結晶化）し、ポリシリコン膜を用いて薄膜トランジスタを形成するのが有効である。この改質のためにはエキシマレーザー光等のレーザー光を照射してアモルファスシリコン膜をアニールする手法が用いられている。

【0004】

この種のレーザーアニールに関する手法については例えば、T. C. Angelis et al; Effect of Excimer Laser Annealing on the Structural and Electrical Properties of Polycrystalline Silicon Thin-Film Transistor, J. Appl. Phys., Vol. 86, pp4600-4606, 1999 あるいは H. Kuriyama et al; Lateral Grain Growth of Poly-Si Films with a Specific Orientation by an Excimer Laser Annealing Method, Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 32, pp6190-6195, 1993 あるいは K. Suzuki et al; Correlation between Power Density Fluactuation and Grain Size Distribution of Laser annealed Poly-Crystalline Silicon, SPIE Conference, Vol. 3618, pp310-319, 1999 などに詳細に述べられている。

【0005】

エキシマレーザー光照射を使用するアモルファスシリコン膜の結晶化による改質方法を図34で説明する。図34は最も一般的なエキシマパルスレーザー光照射を走査することによるアモルファスシリコン膜の結晶化方法の説明図であり、図34(a)は照射される半導体層を形成した絶縁基板の構成、同(b)はレーザー光の照射で改質される状態を示す。この絶縁基板にはガラスやセラミックスが用いられる。

【0006】

図34において、絶縁基板SUB上に下地膜（SiN等、図示せず）を介して堆積したア

モルファスシリコン膜 A S I に幅が数 n m 乃至数 1 0 0 n m 程度の線状のエキシマレーザ光 E L A を照射し、矢印で示したように一方向 ( x 方向 ) に沿って 1 乃至数パルス毎に照射位置を移動する走査を行うことによりアモルファスシリコン膜 A S I をアニールし、絶縁基板 S U B 全体のアモルファスシリコン膜 A S I をポリシリコン膜 P S I に改質する。この方法で改質したポリシリコン膜 P S I にエッチング、配線形成、イオン打ち込み等の種々の加工を施して、各々の画素部あるいは駆動部に薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を有する回路を形成する。この絶縁基板を用いて液晶表示装置や有機 E L 表示装置等のアクティブ・マトリクス方式の画像表示装置を製造する。

#### 【 0 0 0 7 】

図 3 5 は図 3 4 におけるレーザ光照射部の部分平面図と薄膜トランジスタ部の構成例を説明する要部平面図である。図 3 5 ( a ) に示したように、レーザ光照射部には 0 . 0 5 乃至 0 . 5  $\mu$  m 程度の結晶化した多数のシリコン粒子 ( 多結晶シリコン ) P S I が面内均一に成長する。各シリコン粒子 ( すなわちシリコン結晶 ) の粒界の殆どはそれぞれが自身で閉じている ( 全方向に隣接するシリコン粒子の間に粒界が存在する ) 。図 3 5 ( a ) にで囲んだ部分を個々の薄膜トランジスタ等のアクティブ素子のための半導体膜となるトランジスタ部 T R A となる。従来のシリコン膜の改質はこのような結晶化を意味している。

10

#### 【 0 0 0 8 】

上記の改質されたシリコン膜 ( ポリシリコン膜 P S I ) を利用して画素回路を形成するには図 3 5 ( b ) に示すように結晶化したシリコンの一部をトランジスタ部として利用するために、図 3 5 ( a ) のトランジスタ部 T R A となる部分を除く不要部をエッチングで除去してシリコン膜の島 ( アイランド ) を形成し、このアイランド P S I - L 上にゲート絶縁膜 ( 図示せず ) 、ゲート電極 G T 、ソース電極 S D 1 、ドレイン電極 S D 2 を配置して薄膜トランジスタを製造するのである。

20

#### 【 0 0 0 9 】

##### 【 発明が解決しようとする課題 】

上記の従来技術においては、絶縁基板上に改質したポリシリコン膜で薄膜トランジスタを形成して動作性能のよい薄膜トランジスタ等のアクティブ素子を配置するものであるが、前記したように、ポリシリコン膜の結晶を用いた例えば薄膜トランジスタのチャネルにおけるキャリア移動度 ( 電子移動度あるいはホール移動度、以下では単に電子移動度とも称する ) には限界がある。すなわち、エキシマレーザ光の照射で結晶化したポリシリコン膜の結晶の粒界は前記図 3 4 に示したように粒状をなす個々の結晶毎に閉じており、ソース電極とドレイン電極の間のチャネルにおけるキャリアの更に大きな移動度を実現するには限界がある。近年の高精細化に伴って駆動回路の回路密度も稠密となっている。このような駆動回路における回路密度が極めて大きい薄膜トランジスタ等のアクティブ素子には、さらに大きなキャリア移動度が要求される。

30

#### 【 0 0 1 0 】

本発明の目的は、マトリクス状に配置された画素部を駆動するための駆動素子に高速の移動度で動作する高性能の薄膜トランジスタ回路等を有するアクティブ・マトリクス基板を備えた画像表示装置を提供することにある。なお、本発明は、画像表示装置のための絶縁基板に形成された半導体膜の改質に限るものではなく、他の基板例えばシリコンウエハ上に形成された半導体膜の改質等にも同様に適用できる。

40

#### 【 0 0 1 1 】

##### 【 課題を解決するための手段 】

上記の課題を解決するための手段として、本発明は 絶縁基板の全域に形成されたアモルファスシリコン膜の全面にエキシマレーザ光を照射してポリシリコン膜に改質し、あるいはポリシリコン膜を形成した絶縁基板を作成し、この絶縁基板の画素領域の周辺に配置される駆動回路領域のポリシリコン膜に固体レーザを用いたパルス変調レーザ光あるいは擬似 C W レーザ光を選択的に照射しながら所定の方向に走査して、当該走査方向に成長した結晶が連続した粒界を持つ如く結晶サイズが大きく改質された略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域を形成する。

50

## 【0012】

不連続改質領域は概して矩形状とし、この矩形状の不連続改質領域内に駆動回路部等の所要の回路部を作り込む際に、当該回路部を構成する個々の回路の薄膜トランジスタ等のアクティブ素子のチャンネル方向が前記略帯状結晶シリコン膜の粒界方向に略並行となるようにする。なお、本発明では、上記のパルス変調レーザー光あるいは擬似CWレーザー光の照射で略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域を作成する手法をSELAX (Selectively Enlarging Laser Crystallization) と称する。

## 【0013】

また、本発明による画像表示装置の製造においては、好ましくは、往復動作を用いて駆動回路部のポリシリコン膜に選択的にレーザー光を照射する上記SELAX処理により、上記略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域を形成する。この不連続改質領域は駆動回路領域の全領域に形成することもできるが、当該駆動回路の回路密度等を考慮した必要な領域に略矩形状に形成するのが推奨される。特に、略矩形状の不連続改質領域を駆動回路領域の上記必要な領域に主として配列して形成することにより、レーザー光照射処理の効率と個々の略帯状結晶シリコン膜の膜質を全ての不連続改質領域で均一化できる。

10

## 【0014】

本発明による略帯状結晶シリコン膜は、レーザー光の走査方向と直角方向を幅とし、上記走査方向を長さとしたとき、例えば、幅が $0.1\mu\text{m}$ 乃至 $10\mu\text{m}$ 、長さが $1\mu\text{m}$ 乃至 $100\mu\text{m}$ 程度の単結晶の集合体である。このような略帯状結晶シリコン膜を用いることで良好なキャリア移動度を確保できる。その値は、電子移動度としておよそ $300\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上、望ましくは $500\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以上にもなる。

20

## 【0015】

一方、従来のエキシマレーザーを用いたシリコン膜の改質では、レーザー光照射部には $0.05\mu\text{m}$ 乃至 $0.5\mu\text{m}$ 程度の結晶化した多数のシリコン粒子(ポリシリコン)がランダムに成長する。このようなポリシリコン膜の電子移動度としてはおよそ $200\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以下、平均的には $120\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 程度である。これは、アモルファスシリコン膜の電子移動度である $1\text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$ 以下に比べれば性能は向上しているが、本発明の略帯状結晶シリコン膜からなる不連続改質領域は上記の電子移動度よりもさらに高速の電子移動度を有する。

30

## 【0016】

本発明による画像表示装置を構成する絶縁基板の画素領域に有するシリコン膜はCVD法あるいはスパッタ法で形成されたアモルファスシリコン膜をエキシマレーザー光の照射で改質したポリシリコン膜であり、駆動回路領域に有するシリコン膜はポリシリコン膜に固体レーザーを用いたパルス変調レーザー光あるいは擬似CWレーザー光の照射でさらに結晶構造が改質された略帯状結晶シリコン膜である。なお、ここで言うパルス変調とは、パルスの幅あるいはパルスとパルスの間隔、もしくはこれら両者を変化させる変調方法を意味する。具体的には、CW(連続発振)レーザーを、電気誘光変調(Electro-Optic:EO変調)することで、このような変調パルスを得ることができる。

## 【0017】

本発明では絶縁基板上の駆動回路領域のポリシリコン膜に選択的にパルス変調レーザー光あるいは擬似CWレーザー光を走査しながら照射することで、選択的に照射される領域、すなわち略帯状結晶シリコン膜に改質された領域が絶縁基板面に沿って略矩形状の配列に形成される。以下、この略矩形状の領域を仮想タイルとも称する。なお、上記の仮想タイルと当該仮想タイルを構成する個々の回路部の改質領域は、その形成される個々の回路部あるいは回路に対応させてその改質部分を複数個ごとにブロック化して配列される。このような仮想タイルを採用することで、前記した効果に加えて薄膜トランジスタ等を形成する過程でエッチングで除去される半導体膜の領域にはレーザー光を照射する必要がなくなり、不要な作業を大幅に低減できる。

40

## 【0018】

50

本発明でアモルファスシリコン膜をポリシリコン膜に改質するために使用するエキシマレーザー、または発振波長200nm乃至1200nmの連続発振固体レーザー、あるいは同波長範囲の固体パルスレーザーであることが好ましい。連続発振レーザー光はアニール対象であるアモルファスシリコンに対して吸収のある波長、即ち紫外波長から可視波長が望ましく、より具体的にはArレーザー、Nd:YAGレーザー、Nd:YVO4レーザー、Nd:YLFレーザーの第二高調波及び第三高調波又は第四高調波などが適用可能である。しかし、出力の大きさ及び安定性を考慮すると、LD(レーザーダイオード)励起Nd:YAGレーザーの第二高調波(波長532nm)あるいはNd:YVO4レーザーの第二高調波(波長532nm)が最も望ましい。かかる波長の上、下限はシリコン膜の光吸収が効率よく生じる範囲と経済的に入手できる安定なレーザー光源の兼ね合いから定まるものである。なお、このポリシリコン膜は、膜の成膜の段階で形成することもできる。例えば、cat-CVD(カタリティックベーパーデポジション)法等で直に基板あるいは下地上に形成することができる。

10

**【0019】**

本発明の固体レーザーはシリコン膜に吸収するレーザー光を安定に供給できるとともに、ガスレーザーに特有なガス交換作業や発信部の劣化等の経済負担が少ないのが特徴であり、経済的にシリコン膜を改質する手段として好ましい。しかし、本発明では該レーザーが波長150nm乃至400nmのエキシマレーザーであることを積極的に排除するものではない。

**【0020】**

本発明でポリシリコン膜を略帯状結晶シリコン膜に改質するために使用するレーザーは発振波長200nm乃至1200nmの連続発振固体レーザー、あるいはパルス変調レーザー若しくは擬似CW固体レーザー(擬似連続発振固体レーザー)であることが好ましい。擬似CWレーザーを高い周波数のパルスレーザーを擬似連続発振レーザーと看做し、所謂モードロック技術を用いることで、波長がUV領域であっても、周波数100MHz以上のパルスレーザーを得ることができる。照射レーザーが短パルスであっても、シリコンの凝固時間(<100ns)以内に次のパルスが照射されると、シリコン膜は固化することなく溶解時間を延長することができるので、擬似的CWとみなせる。また、電気光学変調(Electro-Optic:EO変調)と組み合わせることで、高効率でレーザーエネルギーを吸収させ、レーザー光の走査方向に長さを制御した結晶シリコン膜(以下、略帯状結晶シリコン膜とも称する)を得ることができる。

20

30

**【0021】**

本発明ではレーザー光を光学的に調整し、強度の空間分布を均一化したうえでレンズ系を用いて集光して照射するのが望ましい。本発明ではレーザー光を断続的走査で照射する時の照射幅は駆動回路領域に必要な領域の幅とそのピッチに占める割合の両者から経済性を勘案して定められる。前記仮想タイル形状を形成する照射部の幅と長さは適用回路のサイズ、集積度等を勘案して定める。本発明は、レーザー光を移動させて絶縁基板上を走査するものに限らず、絶縁基板をX-Yステージに載置し、このX-Yステージの移動に同期してレーザー光の照射を断続的に行うようにしてもよい。

**【0022】**

本発明では、連続パルスレーザー光照射を50mm/s乃至3000mm/sの速度で走査するのが望ましい。この走査速度の下限は絶縁基板内の駆動回路領域を走査するのに要する時間と経済負担の兼ね合いから定められる。なお、照射速度の上限は走査に用いる機械設備の能力から制限されるものである。

40

**【0023】**

本発明では該レーザー照射がレーザー光を光学系で収束したビームを用いて走査する。このとき、単一のレーザー光を単一のビームに収束する光学系を使用してもよい。しかし、単一のレーザー光を複数に分割して照射することにより、複数の画素部の列に同時走査で照射することで大形サイズの基板を短時間で処理する場合には等に好適であり、レーザー光の照射の効率を著しく向上させることが可能となる。また、本発明では該レーザー光照射が複数のレーザー発振機を並列動作させてもよく、この方法の採用も大形サイズの基板を短時間で処理

50

する場合には特に好ましい。

【0024】

さらに本発明では、略帯状結晶に改質されたシリコン膜で形成されるアクティブ素子回路が一般的なトップゲート型薄膜トランジスタ回路に限定されることなく、ボトムゲート型薄膜トランジスタ回路とすることも可能である。NチャンネルMISもしくはPチャンネルMISのみの単チャンネル回路を必要とする場合には製造工程の簡略化からボトムゲート型がむしろ好ましい場合もある。このような場合には、ゲート配線上に絶縁膜を介したシリコン膜をレーザ照射で略帯状結晶シリコン膜に改質するので、ゲート配線材料には高融点金属の採用が好ましく、タングステン(W)もしくはモリブデン(Mo)を主成分とするゲート配線材料の使用が好ましい。

10

【0025】

本発明の駆動回路の薄膜トランジスタ等の半導体構造を有する絶縁基板をアクティブ・マトリクス基板として使用することで、優れた画質の液晶表示装置を安価に提供できる。また、本発明のアクティブ・マトリクス基板を使用することで優れた画質の有機EL表示装置をも安価に提供できる。さらに本発明では、液晶表示装置、有機EL表示装置にとどまることなく、同様の半導体構造を駆動回路に有する他の方式のアクティブ・マトリクス型画像表示装置、さらには半導体ウエハ上に作り込む各種の半導体装置にも適用可能である。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、実施例の図面を参照して詳細に説明する。

20

【0027】

図1は本発明による画像表示装置を液晶表示装置に適用した一実施例を模式的に説明するための平面図である。図1における参照符号SUB1はアクティブ・マトリクス基板、またSUB2はアクティブ・マトリクス基板SUB1に貼り合わせたカラーフィルタ基板SUB2であり、液晶層を介して貼り合わせた端部を仮想線で示す。なお、カラーフィルタ基板SUB2の内面にはカラーフィルタ、あるいは共通電極が形成されているが、図1では図示を省略してある。なお、以下では、カラーフィルタ基板を用いた液晶表示装置を例として説明するが、アクティブ・マトリクス基板側にカラーフィルタを形成した形式の液晶表示装置にも同様に適用できる。

30

【0028】

アクティブ・マトリクス基板SUB1は、その中央の大部分に画素領域PARを有し、画素領域PARの外側で画素領域PARに形成された多数の画素に駆動信号を供給する回路を形成した駆動回路領域DAR1、DAR2、DAR3を有する。本実施例では、アクティブ・マトリクス基板SUB1の一方の長辺(図1の上辺)に画素に対して表示データを供給するデータ駆動回路DDR1、DDR2、・・・DDRn-1、DDRnを形成した駆動回路領域DAR1が配置されている。また、駆動回路領域DAR1に隣接する両辺(図1の左右辺)には走査回路GDR1、GDR2を有する駆動回路領域DAR2がそれぞれ配置されている。また、アクティブ・マトリクス基板SUB1の他方の長辺(図1の下辺)には所謂プリチャージ回路を有する駆動回路領域DAR3が配置されている。

40

【0029】

アクティブ・マトリクス基板SUB1とカラーフィルタ基板SUB2とが重畳する四隅にはアクティブ・マトリクス基板SUB1側からカラーフィルタ基板SUB2の共通電極に共通電極電位を供給するためのパッドCPADを有する。このパッドCPADは必ずしも四隅に設ける必要はなく、何れかの一隅、または何れかの二隅あるいは三隅に設けてもよい。

【0030】

アクティブ・マトリクス基板SUB1の上記一方の長辺のカラーフィルタ基板SUB2と重畳しない端縁には、データ駆動回路DDR(DDR1、DDR2、・・・DDRn-1、DDRn)の入力端子DTM(DTM1、DTM2、・・・DTMn-1、DTM

50

n) および走査回路 GDR (GDR1、GDR2) の入力端子 GTM (GTM1、GTM2) が形成されている。画素領域 PAR にマトリクス配列される画素は、データ駆動回路 DDR が延びるデータ線 DL と走査回路 GDR から延びるゲート線 GL の交差部に設けられる。この画素は薄膜トランジスタ TFT と画素電極 PX で構成される。

#### 【0031】

このような構成において、走査回路 GDR (GDR1、GDR2) で選択されたゲート線 GL に接続した薄膜トランジスタ TFT がオンとなり、データ駆動回路 DDR (DDR1、DDR2、・・・DDRn-1、DDRn) から延びるデータ線 DL を介して供給される表示データ電圧が画素電極 PX に印加され、カラーフィルタ基板 SUB2 側に有する共通電極との間に電界が発生する。この電界によって当該画素部分の液晶層の液晶配向方向が変調されて画素を表示する。

10

#### 【0032】

なお、図1に示した液晶表示装置では、走査回路 GDR を二系統の GDR1 と GDR2 に分け、それらをアクティブ・マトリクス基板 SUB1 の左右に配置し、各走査回路 GDR1 と GDR2 から延びるそれぞれのゲート線 GL を交互に櫛歯状に配置してある。しかし、これに限らず、走査回路 GDR を一個とし、アクティブ・マトリクス基板 SUB1 の左右何れかの一辺に配置することもできる。後述の説明中では、上記のように走査回路 GDR を一個としたものを例として説明している。本発明は、上記した駆動回路領域 DAR1、DAR2、DAR3 の全てに適用できるが、回路構成が最も精細な駆動回路領域 DAR1 に主として適用される。

20

#### 【0033】

図2は図1におけるデータ駆動回路部分の回路構成例を説明するブロック図である。図2において、参照符号 PAR は画素領域を示す。画素領域には前記した画素 PX が水平 (x) 方向と垂直 (y) 方向とにマトリクス状に配列されている (画素を画素電極 PX で示す)。また、参照符号 DDR はデータ駆動回路である。データ駆動回路 DDR は水平シフトレジスタ HSR、ラッチ回路 LTF からなる第1ラッチ回路 LT1、ラッチ回路 LTS からなる第2ラッチ回路 LT2、デジタル・アナログ変換回路 D/A からなるデジタル・アナログ変換器 DAC、バッファ回路 BA、サンプリングスイッチ SSW からなるサンプリング回路 SAMP、垂直シフトレジスタ VSR から構成される。

30

#### 【0034】

図示しない信号源から入力端子 DTM を介して入力する各種のクロック信号 CL は水平シフトレジスタ HSR に入り、データ駆動回路 DDR (DDR1、DDR2、・・・DDRn-1、DDRn) を横断して順次転送される。また、表示データ DATA はデータライン DATA-L から第1ラッチ回路 LT1 にラッチされる。第1ラッチ回路 LT1 にラッチされた表示データはラッチコントロールラインに印加されるラッチコントロール信号で第2ラッチ回路 LT2 にラッチされる。第2ラッチ回路 LT2 にラッチされた表示データはデジタル・アナログ変換器 DAC、バッファ回路 BA、サンプリング回路 SAMP を通って画素領域 PAR における垂直シフトレジスタ VSR で選択されたゲート線に接続した画素 PX に供給される。

40

#### 【0035】

本実施例では、データ駆動回路 DDR の部分にパルス変調レーザ光の走査による選択的な照射で当該走査方向に連続した粒界を持つ如く改質された略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域を適用するものである。この不連続改質領域を適用する範囲を参照符号 SX で示す。範囲 SX の全てに不連続改質を施すことが理想的である。しかし、スループット等の生産効率を考慮して、その一部の回路に不連続改質を施してもよい。この不連続改質を施す部分を参照符号 TL で示す。ここでは、不連続改質領域 SX 内のサンプリングスイッチ SSW を構成する回路部分のシリコン膜を矩形状に改質する場合を例として説明する。以下、このような不連続改質を施した矩形状の領域を便宜上仮想タイルとも称する。仮想タイルの大きさは作り込む回路規模に対応した大きさ、あるいは複数の回路を作り込む大きさに設定される。

50

## 【 0 0 3 6 】

図 3 は図 2 におけるサンプリング回路を構成するサンプリングスイッチ部分の構成図である。サンプリングスイッチ S S W はアナログスイッチで構成され、その回路構成はデータ駆動回路 D D R の他の構成部分に比べて精細であり、密に並んでいる。各サンプリングスイッチ S S W は図 2 の x 方向に一系列に配列された仮想タイル T L のそれぞれの中に形成されている。このサンプリングスイッチ S S W を構成する薄膜トランジスタは電子の移動度が大きい仮想タイルの領域に形成されるので、他の回路よりも高精細に形成できる。信号線 R 1 , G 1 , B 1 , R 2 , G 2 , B 2 は、画素領域では画素ピッチで配列されるため、サンプリングスイッチ S S W の出力端では、その出力線（信号線）の間隔が狭く、画素領域側で広い配線パターンとなる。

10

## 【 0 0 3 7 】

なお、バッファ回路 B F は水平シフトレジスタ H S R から入力する表示データと、この信号を反転した信号を 3 本ずつ、さらに 2 画素分の計 1 2 本を出力する。ここでは、一段の水平シフトレジスタ H S R で 2 画素ずつ処理する場合を示す。各画素の各色カラーデータ（ビデオ信号）が極性の反転したものが対になっている。サンプリングスイッチ S S W は、各画素のどちらの極性の信号を送るかを定める。図 2 に示されたように、サンプリングスイッチ S S W の構造上、隣接した画素の極性は常に反転する。図 3 における R 1 は画素 1（赤）の信号線、G 1 は画素 1（緑）の信号線、B 1 は画素 1（青）の信号線、R 2 は画素 2（赤）の信号線、G 2 は画素 2（緑）の信号線、B 2 は画素 2（青）の信号線である。

20

## 【 0 0 3 8 】

図 4 は図 3 に示した仮想タイル部分に形成されるサンプリングスイッチ回路の一つの構成を説明する拡大平面図、図 5 は図 4 の要部をさらに拡大して略帯状結晶シリコン膜の結晶方向を示す薄膜トランジスタ（T F T）のチャンネル部の模式図である。図 4 では、各仮想タイル T L をサンプリングスイッチ回路毎に形成されているものとして示している。各仮想タイル T L はパルス変調レーザー光または擬似 C W レーザ光の走査方向 x（あるいは - x）方向の走査で改質されている。仮想タイル T L 中の参照符号 L D - P で示した部分は P 型 T F T が形成されるシリコンアイランド、L D - N で示した部分は N 型 T F T が形成されるシリコンアイランドである。

30

## 【 0 0 3 9 】

図 5 に示したように、シリコンアイランド L D - P および L D - N の略帯状結晶シリコン膜の単結晶間に存在する粒界 C B は結晶方向 C G R に略同一方向となるように存在する。この結晶方向 C G R と対向する位置にソース電極 S D 1 とドレイン電極 S D 2 がそれぞれ形成される。ソース電極 S D 1 とドレイン電極 S D 2 の間に流れる電流（チャンネル電流）I c h の方向が結晶方向 C G R と略平行する方向に設定される。このように、結晶方向 C G R と電流 I c h の方向を同一とすることにより、チャンネルにおける電子の移動度を大きくすることができる。

## 【 0 0 4 0 】

図 6 は図 4 に示した 1 つの仮想タイルにおける B 部分の拡大平面図、図 7 は図 6 の C - C' 線に沿った断面図である。また、図 8 は図 6 の動作を説明するタイミング図である。図 6 と図 7 の構成と動作を図 7 および図 2 を参照して説明する。図 6 において、参照符号 N T 1 と N T 2 は N 型薄膜トランジスタ、P T 1 と P T 2 は P 型薄膜トランジスタ、S R 1 + , S R 1 - , S R 2 + , S R 2 - はバッファ B A を介して送られてきた水平シフトレジスタ H S R からの信号線、V R + , V R - は赤のデータ信号（赤のビデオ信号）を示す。図 7 の参照符号 S U B 1 はアクティブ・マトリクス基板、N C は N 型チャンネル、P C は P 型チャンネル、G I はゲート絶縁膜、L 1 は層間絶縁膜、P A S S は絶縁保護膜を示す。

40

## 【 0 0 4 1 】

図 8 の時刻 1 で信号線 S R 1 + には“ 1 ”が、信号線 S R 1 - には“ - 1 ”が出力され、時刻 2 で信号線 S R 2 - には“ - 1 ”が、信号線 S R 2 + には“ 1 ”が出力される。また、赤のデータ信号 V R + は時刻 1 で画素 1 の信号（極性 +）が、時刻 2 で画素 2 の信号（

50

極性+)を出力する。同様に、赤のデータ信号VR-は時刻1で画素2の信号(極性-)が、時刻2で画素1の信号(極性-)を出力する。N型薄膜トランジスタNT1は時刻1にオンとなって赤のデータ信号VR+を信号線R1に出力する。P型薄膜トランジスタPT1は時刻2にオンとなって赤のデータ信号VR-を信号線R1に出力する。

**【0042】**

そして、N型薄膜トランジスタNT2は時刻2にオンとなって赤のデータ信号VR+を信号線R2に出力し、P型薄膜トランジスタPT2は時刻1にオンとなって赤のデータ信号VR-を信号線R2に出力する。これにより、信号線R1は時刻1に極性+のデータ(画素信号)を、時刻2に極性-のデータ(画素信号)を出力する。また、信号線R2は時刻1に極性-のデータ(画素信号)を、時刻2に極性+のデータ(画素信号)を出力する。

10

**【0043】**

以上説明した実施例では、略帯状結晶シリコン膜の仮想タイルTLをサンプリング回路SAMPを構成するサンプリングスイッチSSWの回路形成部分毎に設定した。前記したように、サンプリングスイッチSSWはアナログスイッチで構成され、回路構成が特に複雑で精細度が要求される部分である。この回路部分に仮想タイルTLで示される略帯状結晶シリコン膜を設けて、薄膜トランジスタを形成することで、電子移動度が大きめで精細度を向上させた回路を実現することが可能となる。その結果、高速の画像表示を実現できる。なお、仮想タイルを設定する箇所は上記したサンプリング回路SAMPのみに限らず、図2に示した範囲SXの適宜の部分にも適用することができる。

**【0044】**

20

図9は本発明による画像表示装置を液晶表示装置に適用した他の実施例を模式的に説明するための図2と同様のブロック図である。本実施例は、仮想タイルTLを第1のラッチ回路LT1と第2のラッチ回路LT2の部分、デジタル-アナログ変換器DACとバッファ回路BAの部分に形成した。このように、本実施例では、仮想タイルTLをx方向に平行な2列以上に形成したものである。他の構成は図2と同様なので重複する説明は省略する。なお、ここでも、説明を容易にするため、仮想タイルTLのそれぞれを大まかな範囲で示してあるが、それぞれの仮想タイルTLは適用する回路規模に応じた適宜の大きさをもつ複数の仮想タイルをブロック化した集合体とする場合も含む。

**【0045】**

これらの回路部分に仮想タイルTLで示される略帯状結晶シリコン膜を設けることで、電子移動度が大きめで精細度を向上することが可能となる。その結果、高速で高精細の画像表示を実現できる。なお、仮想タイルを設定する箇所は上記の部分に限るものではなく、図2と同様にサンプリング回路SAMPも含めることもできる。また、仮想タイルTLを第1のラッチ回路LT1、第2のラッチ回路LT2、デジタル-アナログ変換器DAC、バッファ回路BAのそれぞれ、あるいは適宜に組合せた回路を含む種々のサイズに設定してもよい。

30

**【0046】**

上記した各実施例で説明した仮想タイルの大きさや配列は、それぞれの適用回路の薄膜トランジスタの作り込みパターンを考慮して決定すればよく、例えば千鳥状の配列等も可能であり、また必ずしも規則的配列にこだわる必要はない。

40

**【0047】**

以上の実施例では、データ側の駆動回路を形成する駆動回路領域DAR1に略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域(仮想タイル)を適用しているが、本発明はこれに限らず、走査駆動回路領域DAR2、あるいはプリチャージ回路を有する駆動回路領域DAR3に対しても同様に適用可能である。

**【0048】**

このように、上記各実施例の構成によれば、マトリクス状に配置された画素部を駆動するための駆動回路に高速の移動度で動作する高性能の薄膜トランジスタ回路を有するアクティブ・マトリクス基板を備えた画像表示装置を提供することができ、高品質の画像表示を得ることができる。

50

## 【0049】

次に、本発明の画像表示装置の製造方法の実施例について図10乃至図15を参照して説明する。ここで説明する製造方法はCMOSの薄膜トランジスタの製造を例としており、N型薄膜トランジスタは自己整合GOLDD (Gate Overlapped Light Doped Drain)、P型薄膜トランジスタはカウンタードープによって形成する。

## 【0050】

図10乃至図15は一連の製造プロセスを示し、この一連の製造プロセスを図10の(A)から図15の(N)に従って説明する。まず、アクティブ・マトリクス基板となる絶縁基板として、厚さが0.3mm乃至1.0mm程度で、好ましくは400°C乃至600°Cの熱処理で変形や収縮の少ない耐熱性のガラス基板SUB1を準備する。好ましくは、このガラス基板SUB1の上に熱的、化学的なバリア膜として機能するおよそ約50nm厚のSiN膜および約100nm厚のSiO膜をCVD法で連続かつ均一に堆積する。このガラス基板SUB1上にCVD等の手段でアモルファスシリコン膜ASIを形成する。

..... 図10 (A)

## 【0051】

次に、エキシマレーザ光ELAをx方向に走査し、アモルファスシリコン膜ASIを溶解し、結晶化してガラス基板SUB1上のアモルファスシリコン膜ASI全体をポリシリコン膜PSIに改質する。

..... 図10 (B)

## 【0052】

なお、エキシマレーザ光ELAに替えて、他の方法、例えば固体パルスレーザアニールによる結晶化、シリコン膜の形成時にポリシリコン膜となるCat-CVD膜を採用することもできる。

## 【0053】

ホトリソグラフィ法あるいはドライエッチング法により、後述するパルス変調レーザ光あるいは擬似CWレーザ光SXL (なお、ここでは、パルス幅変調レーザ光を用いるものとして説明する)の照射位置決め等のターゲットとなる位置決めマークMKを形成する。

..... 図10 (C)

## 【0054】

マークMKを参照しながら、パルス変調レーザ光SXLをx方向に走査しながら所定の領域を選択しながら不連続で照射する。この選択的な照射でポリシリコン膜PSIを改質し、当該走査方向に連続した粒界を持つ略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域(仮想タイルのシリコン膜)SPSIを形成する。このとき、このとき、図1の駆動回路領域DAR1および/またはDAR2を走査するレーザ光を駆動回路領域DAR3までカバーさせることで、駆動回路領域DAR1、DAR2の隣接辺にある駆動回路領域DAR3にも同時に仮想タイルを形成することができる。.....

図11 (D)

## 【0055】

ホトリソグラフィ法を用いて略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域(仮想タイルのシリコン膜)SPSIを加工し、薄膜トランジスタを作り込むアイランドSPSI-Lを形成する。..... 図11 (E)

## 【0056】

不連続改質領域(仮想タイルのシリコン膜)SPSIのアイランドSPSI-Lを覆ってゲート絶縁膜GIを形成する。..... 図11 (F)

## 【0057】

N型薄膜トランジスタを形成する領域に閾値を制御するためのインプランテーションNEを行う。このとき、P型薄膜トランジスタを形成する領域をホトレジストRNEで覆う。

..... 図12 (G)

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 8 】

次に、P型薄膜トランジスタを形成する領域に閾値を制御するためのインプラネーションPEを行う。このとき、P型薄膜トランジスタを形成する領域をホトレジストRPEで覆う。 . . . . 図 1 2 ( H )

## 【 0 0 5 9 】

この上に、スパッタリング法またはCVD法を用いて薄膜トランジスタのゲート電極となる二層の金属ゲート膜GT1, GT2を形成する。

. . . . . 図 1 2 ( I )

## 【 0 0 6 0 】

金属ゲート膜GT1, GT2の形成領域をホトレジストRNで覆い、ホトリソグラフィー法により、金属ゲート膜GT1, GT2をパターンニングする。このとき、LDD領域を形成するため、上層の金属ゲート膜GT2を所要量サイドエッチングし、下層の金属ゲート膜GT1より後退させる。この状態で、ホトレジストRNをマスクとしてN型の不純物Nをインプラネーションし、N型薄膜トランジスタのソース・ドレイン領域NSDを形成する。

. . . . . 図 1 3 ( J )

## 【 0 0 6 1 】

ホトレジストRNを剥離し、金属ゲート膜GT2をマスクとしてインプラネーションLDDを行い、N型薄膜トランジスタのLDD領域NLDDを形成する。

. . . . . 図 1 3 ( K )

## 【 0 0 6 2 】

N型薄膜トランジスタの形成領域をホトレジストRPで覆い、P型薄膜トランジスタのソース・ドレイン形成領域にP型の不純物Pをインプラネーションし、P型薄膜トランジスタのソース・ドレイン領域PSDを形成する。

. . . . . 図 1 4 ( L )

## 【 0 0 6 3 】

ホトレジストRPを剥離し、インプラネーションによる不純物を活性化した後、CVD法等で層間絶縁膜LIを形成する。 . . . . 図 1 4 ( M )

## 【 0 0 6 4 】

ホトリソグラフィー法により層間絶縁膜LIとゲート絶縁膜GIにコンタクトホールを形成し、このコンタクトホールを介してN型薄膜トランジスタとP型薄膜トランジスタの各ソース・ドレインNSD、PSDに配線用の金属層を接続し、配線Lを形成する。この上に、層間絶縁膜L2を形成し、さらに保護絶縁膜PASSを形成する。

. . . . . 図 1 4 ( N )

## 【 0 0 6 5 】

以上の工程により、略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域（仮想タイルのシリコン膜）SPSIにCMOS薄膜トランジスタが形成される。なお一般に、N型薄膜トランジスタは劣化が激しい。チャンネルとソース・ドレイン領域との間に低濃度不純物領域LDD（Light Doped Drain領域）を形成すると、この劣化が緩和される。GOLDは低濃度不純物領域にゲート電極が被さった構造を有している。この場合、LDDで観測される性能低下が緩和される。P型薄膜トランジスタでは、その劣化がN型薄膜トランジスタほど深刻でなく、低濃度不純物領域LDDやGOLDは通常は採用されない。

## 【 0 0 6 6 】

次に、本発明の特徴である略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域（仮想タイルのシリコン膜）の形成について図16乃至図26を参照して説明する。図16は略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域（仮想タイルのシリコン膜）の形成プロセスの説明図であり、同図（a）はプロセスを説明する模式図、同図（b）はパルス変調レーザの波形例、同図（c）は擬似CWレーザの波形例を示す。

## 【 0 0 6 7 】

略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域（仮想タイルのシリコン膜）は、絶縁基板SUB

10

20

30

40

50

1 に有するバッファ層 B F L 上に形成されたポリシリコン膜 P S I に図 1 6 の ( b ) 又は ( c ) に示したレーザ光 S X L を照射することで得られる。レーザ光 S X L は ( b ) のパルス変調レーザ光、又は ( c ) に示したような擬似 C W レーザ光を 1 0 n s 乃至 1 0 0 m s の周期で照射する。このレーザ光 S X L を図 1 6 ( a ) に示したようにポリシリコン膜 P S I 上を x 方向に走査し、y 方向にシフトさせた後に - x 方向に走査することで、当該走査方向 x、- x 方向に略帯状結晶を有する不連続改質領域のシリコン膜 S P S I が得られる。絶縁基板 S U N B 1 には位置決めのためのマーク M K を有し、このマーク M K を位置決めターゲットとしてレーザ光 S X L の走査を行う。このように断続的にレーザを照射しながら基板を走査するので、略帯状結晶を有する不連続改質領域のシリコン膜 S P S I を仮想タイル状に配列することができる。

10

## 【 0 0 6 8 】

図 1 7 は略帯状結晶シリコン膜の結晶構造の説明図であり、同図 ( a ) はパルス変調レーザ光 S X L の走査態様を説明する模式図、同図 ( b ) はパルス変調レーザ光 S X L の走査により形成された略帯状結晶シリコン膜 S P S I を非走査部分に残留するポリシリコン膜 P S I との結晶構造の違いを比較して示す模式図である。ポリシリコン膜 P S I を同図 ( a ) のようにパルス変調レーザ光 S X L の走査で改質することで、同図 ( b ) に示したように、当該レーザ光の走査方向に単結晶が帯状に延在する略帯状結晶シリコン膜 S P S I の結晶構造となる。参照符号 C B は粒界を示す。

## 【 0 0 6 9 】

略帯状結晶シリコン膜 S P S I の平均粒サイズはパルス変調レーザ光 S X L の走査方向に約 5  $\mu$  m 程度、走査方向と直角方向 ( 粒界 C B 間の幅 ) に 0 . 5  $\mu$  m 程度となる。なお、走査方向の粒サイズはパルス変調レーザ光 S X L のエネルギー ( パワー ) や走査速度、パルス幅等の条件で可変である。これに対し、ポリシリコン膜 P S I の平均粒径は 0 . 6  $\mu$  m ( 0 . 3 乃至 1 . 2  $\mu$  m ) 程度である。このような結晶構造の相違によって、ポリシリコン膜 P S I と略帯状結晶シリコン膜 S P S I とを用いて薄膜トランジスタを構成した場合の電子移動度に大きな差をもたらす。

20

## 【 0 0 7 0 】

上記の略帯状結晶シリコン膜 S P S I は、下記の特徴を有する。すなわち、

( a ) 表面に対する主配向が { 1 1 0 } である。

## 【 0 0 7 1 】

( b ) キャリアの移動方向に略垂直な面の主配向が { 1 0 0 } である。

30

## 【 0 0 7 2 】

上記 ( a )、( b ) の 2 つの方位は、電子線回折法あるいは E B S P ( E l e c t r o n B a c k s c a t t e r D i f f r a c t i o n P a t t e r n ) 法により評価できる。

## 【 0 0 7 3 】

( c ) 膜の欠陥密度が  $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  より小さい。膜中の結晶欠陥数は、電気的特性、あるいは電子スピン共鳴 ( E S R ) による不対電子の定量的評価から定義される値である。

## 【 0 0 7 4 】

( d ) 膜のホール移動度が  $50 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以上、 $700 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$  以下である。

40

## 【 0 0 7 5 】

( e ) 膜の熱伝導率は、温度依存性があり、ある温度で最大値を示す。熱伝導率は温度が上昇すると一端上昇し、最大値  $50 \text{ W} / \text{mK}$  以上、 $100 \text{ W} / \text{mK}$  以下の値を示す。高温領域では、熱伝導率は温度上昇に伴い低下する。熱伝導率は、3 オメガ方法などから評価、定義される値である。

## 【 0 0 7 6 】

( f ) 薄膜のラマン散乱分光から評価、定義されるラマンシフトは、 $512 \text{ cm}^{-1}$  以上、 $518 \text{ cm}^{-1}$  以下である。

## 【 0 0 7 7 】

50

(g) 膜の結晶粒界の  $\lambda$  値の分布は、 $\lambda = 11$  に最大値を有し、ガウス型に分布する。なお、 $\lambda$  値は電子線回折法あるいは EBS P (Electron Backscatter Diffraction Pattern) 法から計測される値である。

【0078】

(h) 膜の光学定数は、下記の条件を満たす領域であることを特徴とする。波長 500 nm における屈折率  $n$  は 2.0 以上、4.0 以下であり、かつ減衰係数  $k$  は 0.3 以上、1 以下であること。さらに、波長 300 nm における屈折率  $n$  は 3.0 以上、4.0 以下であり、かつ減衰係数  $k$  は 3.5 以上、4 以下であること。なお、光学定数は、分光エリブソメータによって計測された値である。

【0079】

図 18 はシリコン膜の結晶構造の相違に起因する薄膜トランジスタのチャネルにおける電子移動度の相違の説明図である。同図 (a) は薄膜トランジスタのチャネル構造と当該チャネル部分のシリコン膜 S I の粒界 C B と電子移動の関係を示し、同図 (b) はソース S D 1 とドレイン S D 2 間に流れる電流が横断する粒界数と電子移動度の関係を示す。シリコン膜 S I がポリシリコン膜 P S I の場合はドレイン S D 2 からソース S D 1 に電流が横断する粒界数が多く、シリコン膜 S I が略帯状結晶シリコン膜 S P S I の場合は大きな単結晶が成長方向に長く存在し、横断する粒界数が少ない。この関係を図 18 (b) に示した。

【0080】

平均横断粒界数  $C$  は、電流方向でチャネルの幅を  $j$  分割し、電流が流れる方向で横断する粒界数を  $N_i$  としたとき、 $C = N_i / j$  で表される。図 18 (b) には、横軸に平均横断粒界数を、縦軸に電子移動度 ( $\text{cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ ) とその逆数 ( $\text{V} \cdot \text{s} / \text{cm}^2$ ) を取って示してある。このように、薄膜トランジスタのチャネルを構成する略帯状結晶シリコン膜 S P S I の結晶成長方向に電流が流れるようにソース S D 1 とドレイン S D 2 を配置することにより、電子移動度は極端に大きくなる。すなわち、薄膜トランジスタの動作速度が大きくなる。したがって、薄膜トランジスタ自体を精細に作り込むことが可能となり、図 3 で説明したように、画素ピッチに対して配線 R 1, G 1, B 1, R 2, G 2, B 2 が狭いピッチに形成される。その結果、タイル T L を用いた回路間には大きなスペースが生じる。このスペースを他の配線等の形成スペースに利用することも可能である。

【0081】

図 19 はレーザー光の照射装置の一例を説明する構成図である。この照射装置ではポリシリコン膜 P S I を形成したガラス基板 S U B 1 を  $x - y$  方向の駆動ステージ X Y T 上に設置し、基準位置測定用カメラ C M を用いて位置合わせを行う。基準位置測定信号 P O S は制御装置 C R L に入力され、駆動設備 M D に入力された制御信号 C S に基づいて照射位置の微調整を行い、所定の速度でステージ X Y T を移動させて一方向 (図 1 の  $x$  方向) に走査する。かかる走査に同期して照射設備 L U からパルス変調レーザー光 S X L をポリシリコン膜 P S I に照射して、略帯状結晶シリコン膜 S P S I に改質する。

【0082】

照射設備 L U 内には一例として連続発振 (C W) 固体レーザー L S (レーザーダイオード) 励起の発振器、ホモジナイザ、パルス幅を変調するための E O モジュレータ等の光学系 H O S、反射ミラー M L、集光レンズ系 L Z を配置することで所望の照射ビームを形成できる。レーザー光 S X L の照射時間、照射強度などは制御装置 C R L からの O N - O F F 信号 S W S、制御信号 L E C で調整する。

【0083】

図 20 は仮想タイルのレイアウトの一例を説明する平面図である。この配置例では、仮想タイル T L は図 1 で説明した駆動回路領域 D A R 1 に複数列で配置されている。仮想タイル T L は作り込む回路パターンに応じて一列、2 以上の多列、あるいは千鳥状等に配列することができる。本例では、3 列 (または、3 段) としてある。各仮想タイル T L のサイズは、 $x$  方向の長さ  $w$  が 20  $\mu\text{m}$  以上で 1 mm 以下、 $y$  方向の幅  $h$  が 20  $\mu\text{m}$  以上で 1 mm 以下、 $x$  方向に隣接する仮想タイルとの間隔  $d$  が 3  $\mu\text{m}$  以上、 $y$  方向の間隔  $p$  が 3  $\mu\text{m}$

10

20

30

40

50

以上となっている。この配置サイズはレーザのパワー、高品質な結晶を安定して成長させることができるサイズによって制約される。

【0084】

図21は図19の照射装置を用いたレーザ照射プロセス例の説明図である。図21では絶縁基板を単に基板と表記する。まず、ポリシリコン膜を形成した絶縁基板にパルス変調レーザ光SXLを照射するため、装置電源をONとし、レーザ発振器をONとする。駆動ステージXYT上に絶縁基板をセットし、真空チャックで固定する。絶縁基板の位置決めマークをターゲットとしてX軸、Y軸、および軸(X-Y平面での回転方向)を規定値に調整し、絶縁基板の準備を完了する。

【0085】

一方、照射装置に各種条件を入力し、確認を行う。条件入力項目は、レーザ出力(NDフィルタの調整等)、結晶化位置(駆動ステージXYT上)のセット位置、結晶化距離(仮想タイルの結晶成長方向長さ)、間隔(仮想タイルの間隔)、個数(仮想タイルの作成個数)、レーザ光路上にあるスリット幅の調整、対物レンズのセット等である。結晶化距離、間隔、個数はEOMモジュレータにセットする。また、確認事項は、レーザ光のビームプロファイラ、パワーモニタ、レーザ光照射位置等である。

【0086】

絶縁基板の準備が完了し、条件入力と確認が取られた後、絶縁基板の表面高さを測定し、オートフォーカス機構を作動させてレーザ光を照射する。レーザ光の照射でオートフォーカス機構を補正し、絶縁基板の表面高さを制御する。また、レーザ光の照射を継続中に絶縁基板の走査距離と照射位置を条件入力側にフィードバックする。

【0087】

所定の領域にレーザ光の照射処理を完了後、真空チャックをOFFとして駆動ステージXYTから絶縁基板を取り出す。以下、次の絶縁基板を駆動ステージXYTにセットし、上記操作を必要回数繰り返す。全ての必要な絶縁基板のレーザ照射処理を完了したとき、レーザ発振器をOFFとし、装置電源をOFFして終了する。

【0088】

図22は多面取りの大サイズ素材絶縁基板上における各個別の絶縁基板に対する略帯状結晶シリコン膜SPSIの仮想タイル形成走査の説明図である。図22中、参照符号M-SUBは大サイズ素材絶縁基板で、この大サイズ素材絶縁基板M-SUBに個々の画像表示装置のアクティブ・マトリクス基板SUB1が多数形成されている。ここでは、 $8 \times 6 = 48$ 枚取りとして示したが、これに限らないことは言うまでもない。この大サイズ素材絶縁基板M-SUBの駆動回路領域に対して、マークMKをターゲットとした位置合わせ後、パルス変調レーザ光を図中に矢印SDSで示したように往復走査する。ここでは、3本のレーザ光を並列の走査することで、短時間に大サイズの素材絶縁基板M-SUBに所要の仮想タイルを形成できるようにしている。

【0089】

図23は図22で形成した仮想タイルとそのブロックの位置の一例を説明する一枚のアクティブ・マトリクス基板の平面図であり、同図(a)は全体図、同図(b)は同図(a)の矢印A部分の拡大図である。この例では、アクティブ・マトリクス基板SUB1のデータ信号の駆動回路領域DAR1を形成するx方向の一辺に複数の仮想タイルTLをブロック化したものを一列に配置してある。ここでは、仮想タイルは図2あるいは図9に参照符号SXで示した全域、または図2のサンプリング回路SAMP部分、図9の各ラッチ回路LT1, LT2の部分とデジタル-アナログ変換器DACやバッファ回路BAの部分に複数個設けて、これをブロックに分けて配置した状態を示す。なお、同図(b)の仮想タイルのブロックの大きさや位置は本発明を分かり易く示したもので、実際の回路の大きさや位置とは異なる。

【0090】

図24は仮想タイルのブロックの他の配列を説明する図23(b)と同様の拡大図である。仮想タイルTLのブロックは同図(a)のようにx方向に平行な二列に配置され、ある

10

20

30

40

50

いは同図(b)のようにx方向に平行で互いに千鳥状の三列に配置される。なお、各ブロックの大きさ、間隔は適用する回路構造に対応して可変とすることが可能である。仮想タイルTLの並びが千鳥状、さらに複数配列であってもよい。ブロックを構成する個々の仮想タイルも同様である。

#### 【0091】

図25と図26は仮想タイルの位置の他例を説明する一枚のアクティブ・マトリクス基板の平面図である。図25では図1で説明した駆動回路領域DAR1とDAR3に仮想タイルを適用したものである。また、図26では図1で説明した駆動回路領域DAR1とDAR3およびアクティブ・マトリクス基板SUB1のy方向に延びる一辺に形成した走査駆動回路領域DAR2に仮想タイルを適用したものである。個々の仮想タイルやブロックの配列等は図23乃至図24で説明したものと同様である。

10

#### 【0092】

次に、絶縁基板(アクティブ・マトリクス基板)に仮想タイルを形成するための位置決め用のマークについて説明する。図27はアクティブ・マトリクス基板SUB1への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとしたレーザ光の照射プロセスの第1例の説明図である。この例では、アクティブ・マトリクス基板SUB1に形成されているシリコン膜SIにホトリソグラフィ法で位置決め用のマークMKを形成し(P-1)、その後のレーザ光SLXの照射時にこのマークMKを基準として位置決め(アライメント)を取る(P-2)。そして同様に、このマークMKを基準としてレーザ光SLXの照射で改質された略帯状結晶シリコン膜SPSIをアイランドSPSI-Lに加工する(P-3)。

20

#### 【0093】

図28はアクティブ・マトリクス基板SUB1への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとしたレーザ光の照射プロセスの第2例の説明図である。この例では、アクティブ・マトリクスSUB1にポリシリコン膜PSIを形成後(P-1)、ポリシリコン膜PSIにレーザ光SLXを照射する際に、当該レーザ光SLXで位置決め用のマークMKを形成するようにしたものである(P-2)。その後のアイランドSPSI-Lの形成時にこのマークMKで位置決めを行う(P-3)。

30

#### 【0094】

ポリシリコン膜PSIと略帯状結晶シリコン膜SPSIとは可視光の反射率に差がある。この差を位置決めターゲットとして利用することができる。また、ポリシリコン膜PSIと略帯状結晶シリコン膜SPSIとは、結晶の大きさに起因して高さに相違がでて来る。この略帯状結晶化したマークMKの部分の結晶粒界の段差をターゲットとして利用することもできる。なお、マークMK部分のポリシリコン膜をレーザアブレーションで除去してマークMKとすることもできる。このレーザアブレーションによる方法は、マークMK形成のためのホトリソグラフィ工程を省略できる利点がある。

#### 【0095】

図29はアクティブ・マトリクス基板SUB1への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとしたレーザ光の照射プロセスの第3例の説明図である。この例では、アクティブ・マトリクス基板SUB1にシリコン膜を形成する前に当該ガラス基板または下地膜に予めエッチング法あるいは機械的手段でマークMKを形成する(P-1)。アクティブ・マトリクス基板SUB1にポリシリコン膜PSIを形成し、このマークMKを基準としてレーザ光SLXを照射して略帯状結晶シリコン膜SPSIを形成する(P-2)。その後のアイランドSPSI-Lの形成時にこのマークMKで位置決めを行う(P-3)。

40

#### 【0096】

上記したように、本実施例によれば、ポリシリコン膜をさらに大きな結晶に改質し、その結晶成長方向の配置により、ソースとドレイン間の電流が粒界を横切る確率を低減できる。その結果、薄膜トランジスタの動作速度を向上して最良の薄膜トランジスタ回路を得ることが可能となる。そして、画像表示装置の駆動回路部分に略帯状結晶シリコン膜の半導

50

体膜を用いた薄膜トランジスタ回路を配置することができる。本実施例で得られる薄膜トランジスタの性能は、例えばNチャンネルMISトランジスタを作成する場合に、電界効果移動度が約 $300\text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{s}$ 以上でかつ、閾値電圧のバラツキを $\pm 0.2\text{ V}$ 以下に抑制することができ、高性能、高信頼で動作し、デバイス間の均一性が優れたアクティブ・マトリクス基板を用いた表示装置を製造することができる。

#### 【0097】

また本実施例では、電子キャリアを付与するリンのイオン打ち込みに代えてホールキャリアを付与するボロン打ち込みによりPチャンネルMISトランジスタを製造することもできる。また、上記したCMOS型の回路では周波数特性の向上が期待でき、高速動作に適している。

10

#### 【0098】

図30は本発明をの画像表示装置の第1例としての液晶表示装置の構成を説明する展開斜視図である。また、図31は図30のZ-Z線方向で切断した断面図である。この液晶表示装置は前記したアクティブ・マトリクス基板を用いて液晶表示装置を製造する。図30と図31において、参照符号PNLはアクティブ・マトリクス基板SUB1とカラーフィルタ基板SUB2の貼り合わせ間隙に液晶を封入した液晶セルで、その表裏に偏光板POL1, POL2が積層されている。また、参照符号OPSは拡散シートやプリズムシートからなる光学補償部材、GLBは導光板、CFLは冷陰極蛍光ランプ、RFSは反射シート、LFSはランプ反射シート、SHDはシールドフレーム、MDLはモールドケースである。

20

#### 【0099】

前記した実施例の何れかの構成を有するアクティブ・マトリクス基板SUB1上に液晶配向膜層を形成し、これにラビング等の手法で配向規制力を付与する。画素領域ARの周辺にシール剤を形成した後、同様に配向膜層を形成したカラーフィルタ基板SUB2を所定のギャップで対向配置させ、このギャップ内に液晶を封入し、シール剤の封入口を封止材で閉鎖する。こうして構成した液晶セルPNLの表裏に偏光板POL1, POL2を積層し、導光板GLBと冷陰極蛍光ランプCFL等からなるバックライト等を光学補償部材OPSを介して実装することで液晶表示装置を製造する。なお、液晶セルの周辺に有する駆動回路にはフレキシブルプリント基板FPC1, FPC2を介してデータやタイミング信号が供給される。参照符号PCBは外部信号源と各フレキシブルプリント基板FPC1, FPC2の間において、当該外部信号源から入力する表示信号を液晶表示装置で表示する信号形式に変換するタイミングコンバータ等が搭載されている。

30

#### 【0100】

本実施例のアクティブ・マトリクス基板を使用した液晶表示装置は、その画素回路に上記した優れたポリシリコン薄膜トランジスタ回路を配置することで、電流駆動能力に優れることから高速動作に適している。さらに、閾値電圧のバラツキが小さいために画質の均一性に優れ液晶表示装置を安価に提供できるのが特長である。

#### 【0101】

また、本実施例のアクティブ・マトリクス基板を用いて有機EL表示装置を製造することができる。図32は本発明の画像表示装置の第2例としての有機EL表示装置の構成例を説明する展開斜視図である。また、図33は図32に示された構成要素を一体化した有機EL表示装置の平面図である。前記した各実施例の何れかのアクティブ・マトリクス基板SUB1に有する画素電極上に有機EL素子を形成する。有機EL素子は、画素電極表面から順次、ホール輸送層、発光層、電子輸送層、陰極金属層などを蒸着した積層体から構成される。このような積層層を形成したアクティブ・マトリクス基板SUB1の画素領域PARの周囲にシール材を配置し、封止基板SUBXまたは封止缶で封止する。

40

#### 【0102】

この有機EL表示装置は、その駆動回路領域DDR、に外部信号源からの表示用信号をプリント基板PLBで供給する。このプリント基板PLBにはインターフェース回路チップCTLが搭載されている。そして、上側ケースであるシールドフレームSHDと下側ケー

50

ス C A S で一体化して有機 E L 表示装置とする。

【 0 1 0 3 】

有機 E L 表示装置用のアクティブ・マトリクス駆動では、有機 E L 素子が電流駆動発光方式であるために高性能の画素回路の採用が良質な画像の提供には必須であり、C M O S 型薄膜トランジスタの画素回路を用いるのが望ましい。また、駆動回路領域に形成する薄膜トランジスタ回路も高速、高精細化には必須である。本実施例のアクティブ・マトリクス基板 S U B 1 は、このような要求を満たす高い性能を有している。本実施例のアクティブ・マトリクス基板を用いた有機 E L 表示装置は本実施例の特長を最大限に発揮する表示装置の 1 つである。

【 0 1 0 4 】

本発明は上記した画像表示装置のアクティブ・マトリクス基板に限らず、本発明は特許請求の範囲に記載の構成および実施例に記載の構成に限定されるものではなく、本発明の技術思想を逸脱することなく種々の変更が可能であり、例えば各種の半導体装置に適用することもできる。

【 0 1 0 5 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明はアクティブ・マトリクス基板の画素領域の周辺に配置される駆動回路領域の回路を構成するシリコン膜に連続パルスレーザを照射して選択的に改質された略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域を形成し、この不連続改質領域に薄膜トランジスタ回路からなる駆動回路を形成したものであるため、当該駆動回路の作り込みスペースを狭くでき、高精細の回路を持ち、高速の電子移動度で動作する高性能の画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による画像表示装置を液晶表示装置に適用した一実施例を模式的に説明するための平面図である。

【図 2】図 1 におけるデータ駆動回路部分の回路構成例を説明するブロック図である。

【図 3】図 2 におけるサンプリング回路を構成するサンプリングスイッチ部分の構成図である。

【図 4】図 3 に示した仮想タイル部分に形成されるサンプリングスイッチ回路の一つの構成を説明する拡大平面図である。

【図 5】図 4 の要部をさらに拡大して略帯状結晶シリコン膜の結晶方向を示す薄膜トランジスタ ( T F T ) のチャンネル部の模式図である。

【図 6】図 4 に示した 1 つの仮想タイルにおける B 部分の拡大平面図である。

【図 7】図 6 の C - C ' 線に沿った断面図である。

【図 8】図 6 の動作を説明するタイミング図である。

【図 9】本発明による画像表示装置を液晶表示装置に適用した他の実施例を模式的に説明するための図 2 と同様のブロック図である。

【図 10】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明するプロセスの説明図である。

【図 11】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明する図 10 に続くプロセスの説明図である。

【図 12】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明する図 11 に続くプロセスの説明図である。

【図 13】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明する図 12 に続くプロセスの説明図である。

【図 14】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明する図 13 に続くプロセスの説明図である。

【図 15】本発明の画像表示装置を得るための製造方法の一実施例を説明する図 14 に続くプロセスの説明図である。

【図 16】略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域 ( 仮想タイル ) の形成プロセスの説明

10

20

30

40

50

図である。

【図 17】略帯状結晶シリコン膜の結晶構造の説明図である。

【図 18】シリコン膜の結晶構造の相違に起因する薄膜トランジスタのチャンネルにおける電子移動度の相違の説明図である。

【図 19】レーザ光の照射装置の一例を説明する構成図である。

【図 20】仮想タイルのレイアウトの一例を説明する平面図である。

【図 21】図 19 の照射装置を用いたレーザ照射プロセス例の説明図である。

【図 22】多面取りの大サイズ素材絶縁基板上における各個別の絶縁基板に対する略帯状結晶シリコン膜 S P S I の仮想タイル形成操作の説明図である。

【図 23】図 22 で形成した仮想タイルの位置の一例を説明する一個のアクティブ・マトリクス基板の平面図である。 10

【図 24】仮想タイルのブロックの他の配列を説明する図 23 ( b ) と同様の拡大図である。

【図 25】仮想タイルの位置の他例を説明する一個のアクティブ・マトリクス基板の平面図である。

【図 26】仮想タイルの位置のさらに他例を説明する一個のアクティブ・マトリクス基板の平面図である。

【図 27】アクティブ・マトリクス基板への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとした連続パルスレーザの照射プロセスの第 1 例の説明図である。

【図 28】アクティブ・マトリクス基板 S U B 1 への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとした連続パルスレーザの照射プロセスの第 2 例の説明図である。 20

【図 29】アクティブ・マトリクス基板 S U B 1 への位置決め用のマーク付けとこのマークをターゲットとした連続パルスレーザの照射プロセスの第 3 例の説明図である。

【図 30】本発明の画像表示装置の第 1 例としての液晶表示装置の構成を説明する展開斜視図である。

【図 31】図 30 の Z - Z 線方向で切断した断面図である。

【図 32】本発明の画像表示装置の第 2 例としての有機 E L 表示装置の構成例を説明する展開斜視図である。

【図 33】図 32 に示された構成要素を一体化した有機 E L 表示装置の平面図である。

【図 34】一般的なエキシマパルスレーザ光照射を走査することによるアモルファスシリコン膜の結晶化方法の説明図である。 30

【図 35】図 34 におけるレーザ光照射部の部分平面図と薄膜トランジスタ部の構成例を説明する要部平面図である。

【符号の説明】

S U B 1 . . . . . アクティブ・マトリクス基板、 P A R . . . . . 画素領域、 D A R 1、 D A R 2、 D A R 3 . . . . . 駆動回路領域、 D D R 1、 D D R 2、 . . . . . D D R n - 1、 D D R n . . . . . データ駆動回路、 G D R 1、 G D R 2 . . . . . 走査回路、 S U B 2 . . . . . カラーフィルタ基板、 C P A D Q . . . . . パッド、 H S R . . . . . 水平シフトレジスタ、 L T 1 . . . . . 第 1 ラッチ回路、 L T S . . . . . 第 2 ラッチ回路、 D A C . . . . . デジタル - アナログ変換器、 B A . . . . . バッファ回路、 S A M P . . . . . サンプリング回路、 V S R . . . . . 垂直シフトレジスタ、 R 1、 G 1、 B 1、 R 2、 G 2、 B 2 . . . . . 信号線、 T L . . . . . 仮想タイル、 E L A . . . . . エキシマレーザ光、 S X L . . . . . 連続パルスレーザ光、 S P S I . . . . . 略帯状結晶シリコン膜の不連続改質領域 ( 仮想タイルのシリコン膜 )、 A S I . . . . . アモルファスシリコン膜、 P S I . . . . . ポリシリコン膜。 40

【 図 1 】

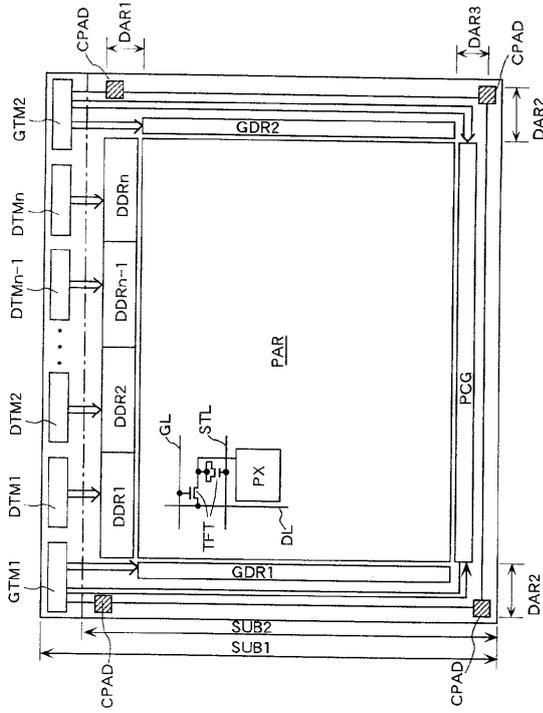
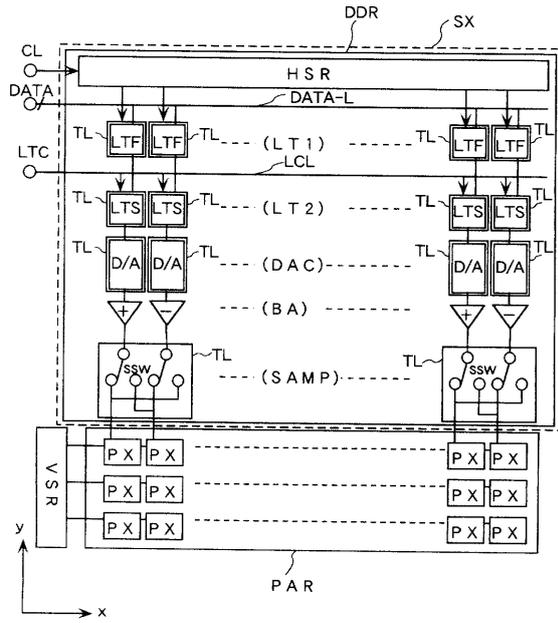


図 1

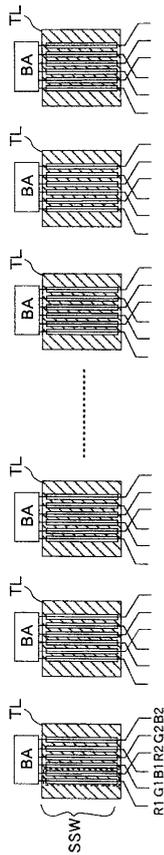
【 図 2 】

図 2



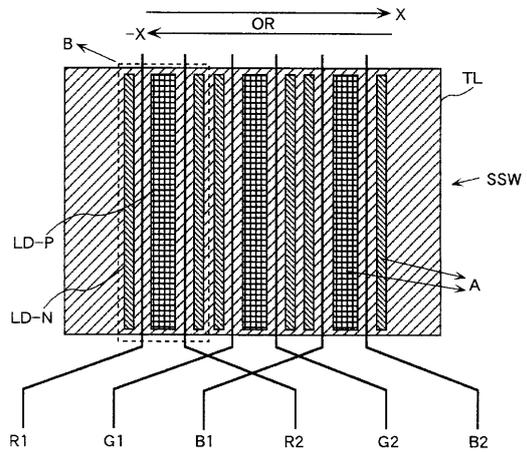
【 図 3 】

図 3

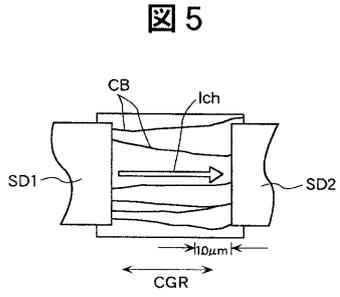


【 図 4 】

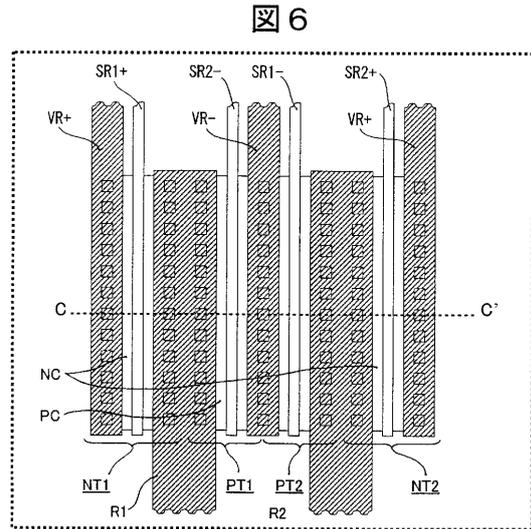
図 4



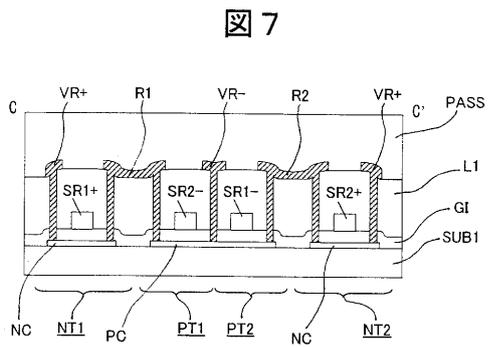
【 図 5 】



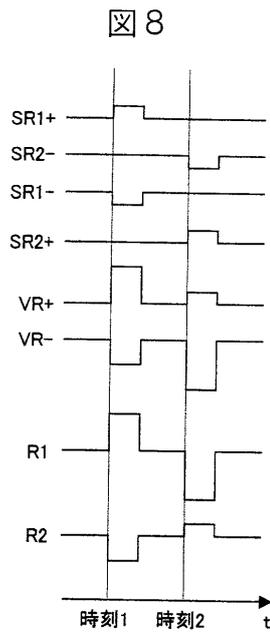
【 図 6 】



【 図 7 】

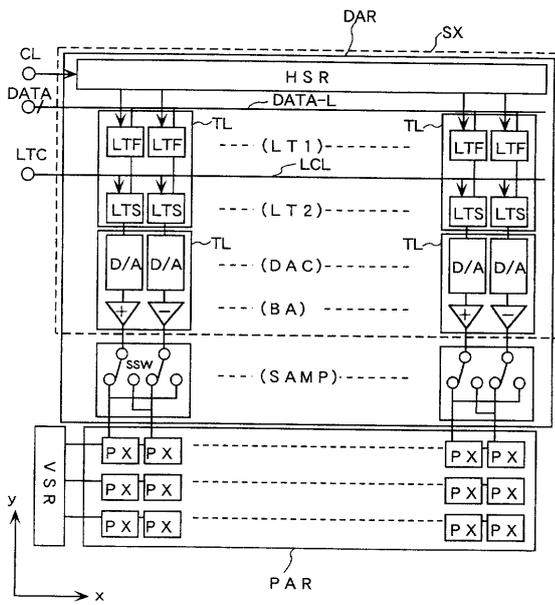


【 図 8 】



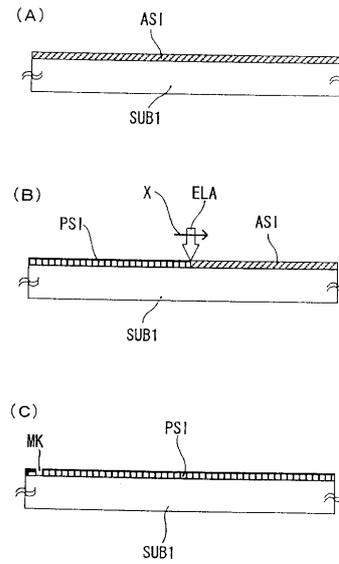
【 図 9 】

図 9



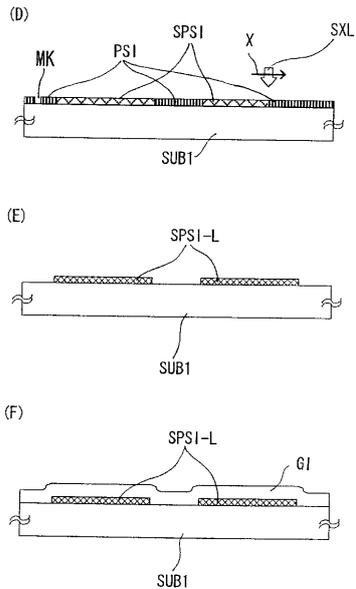
【 図 10 】

図 10



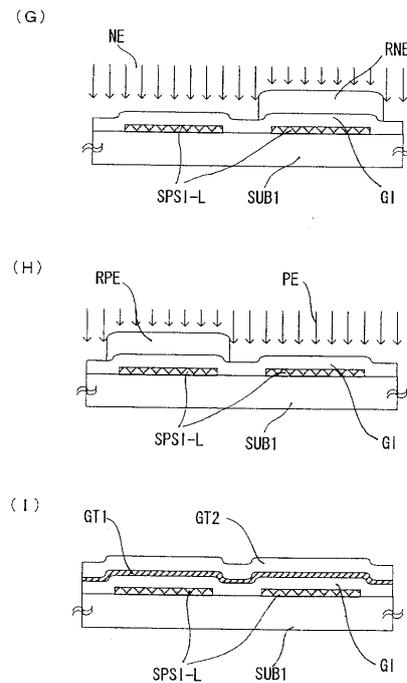
【 図 11 】

図 11



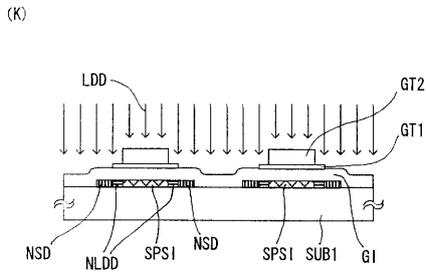
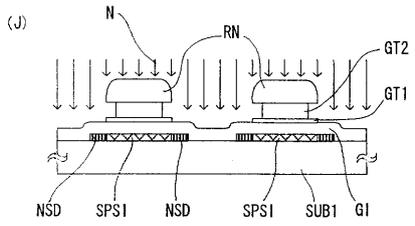
【 図 12 】

図 12



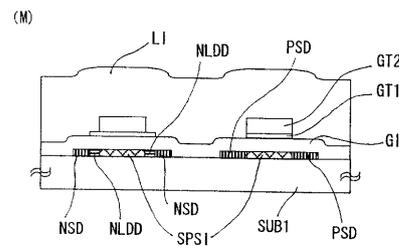
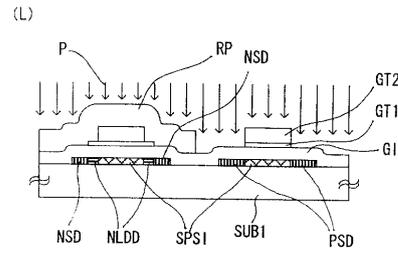
【 図 1 3 】

図 1 3



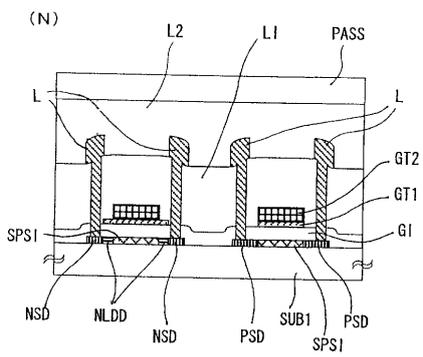
【 図 1 4 】

図 1 4



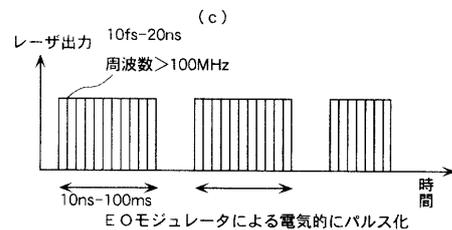
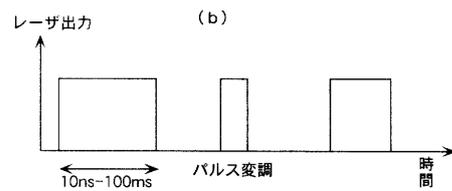
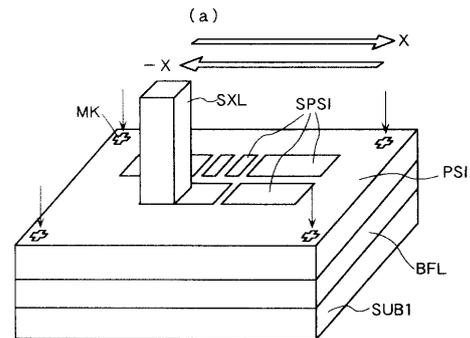
【 図 1 5 】

図 1 5

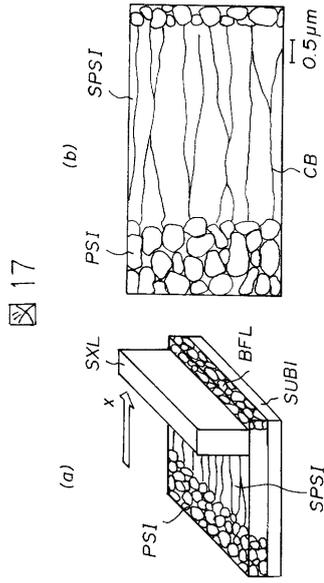


【 図 1 6 】

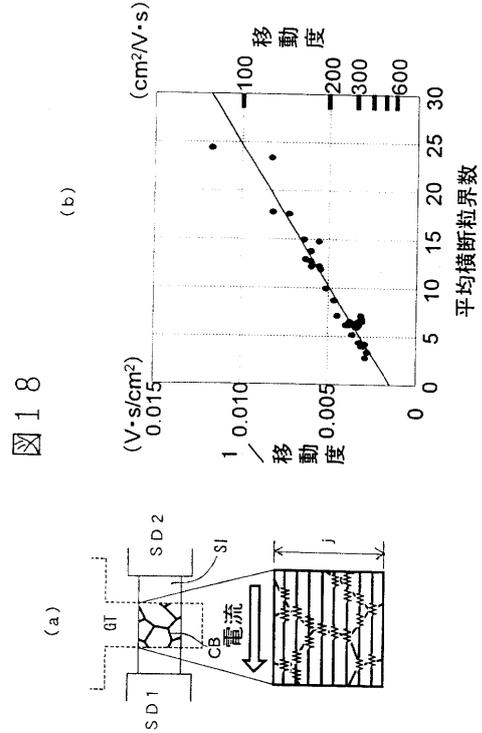
図 1 6



【 図 17 】

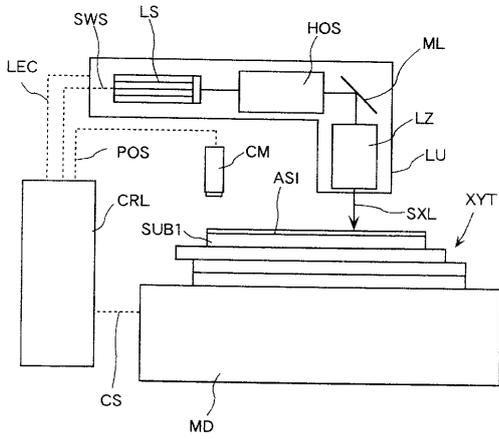


【 図 18 】



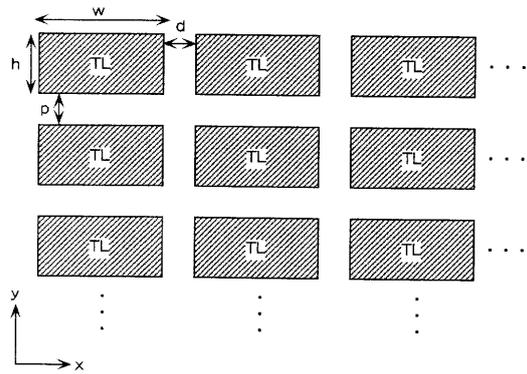
【 図 19 】

図 19

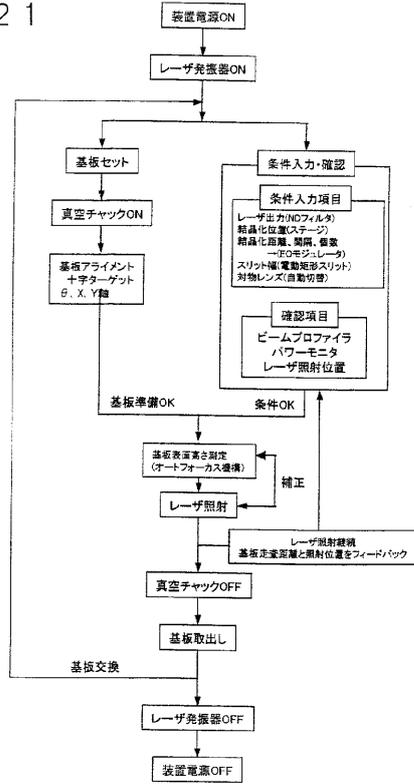


【 図 20 】

図 20

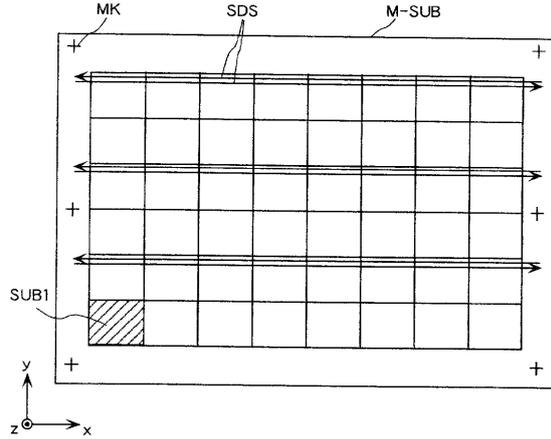


【 図 2 1 】  
図 2 1



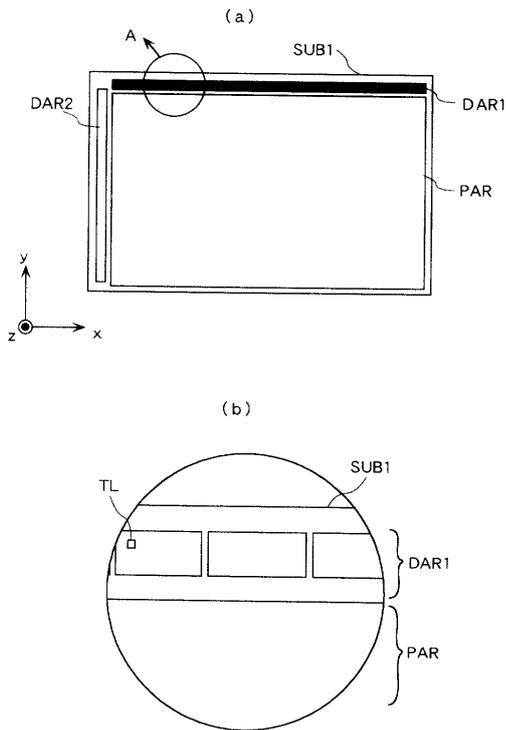
【 図 2 2 】

図 2 2



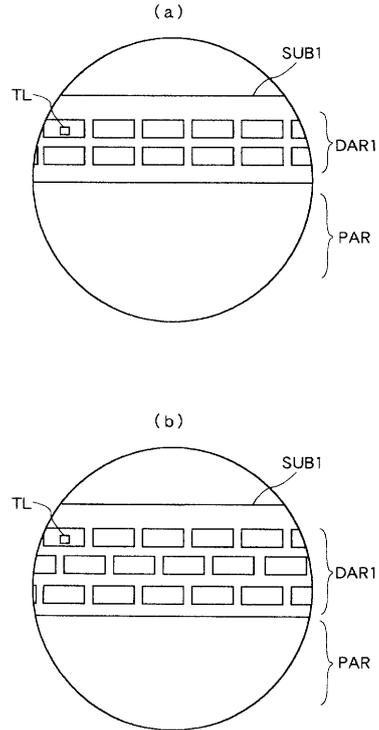
【 図 2 3 】

図 2 3



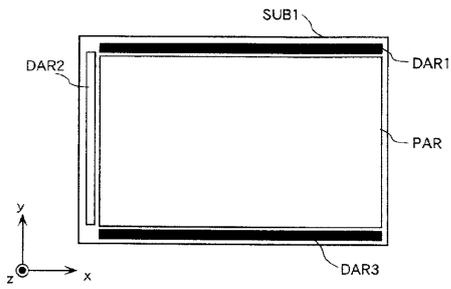
【 図 2 4 】

図 2 4



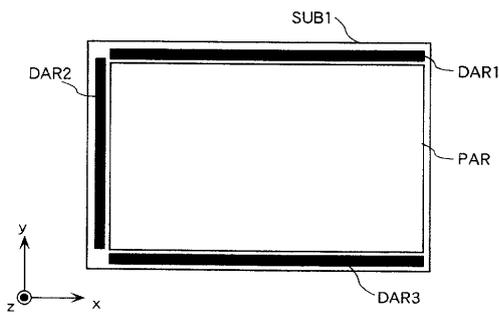
【 図 2 5 】

図 2 5



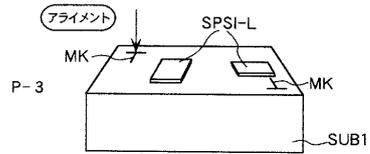
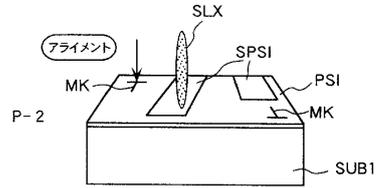
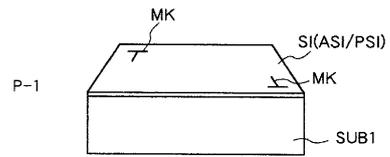
【 図 2 6 】

図 2 6



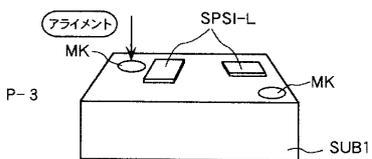
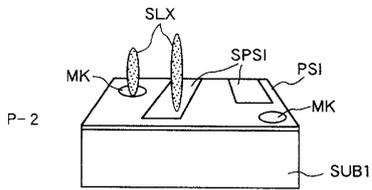
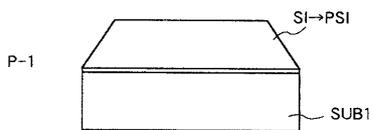
【 図 2 7 】

図 2 7



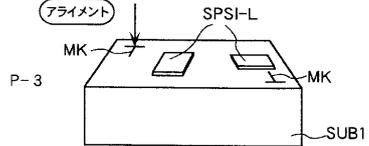
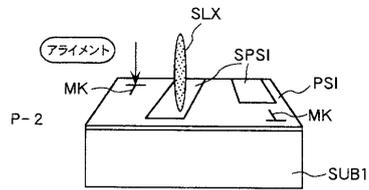
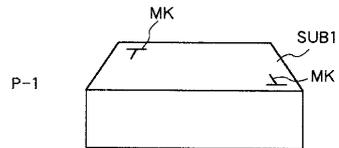
【 図 2 8 】

図 2 8



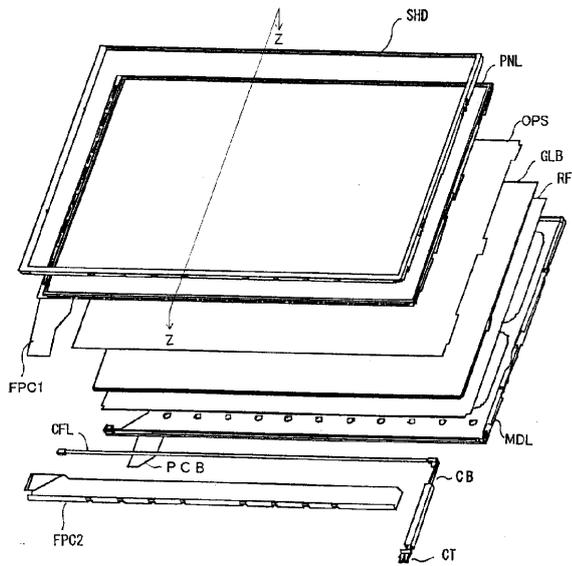
【 図 2 9 】

図 2 9



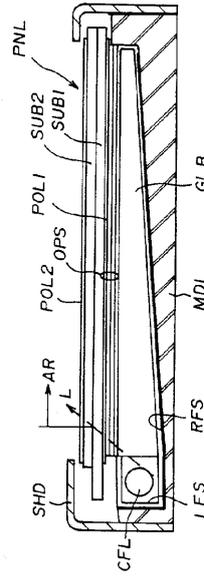
【 図 3 0 】

図 3 0



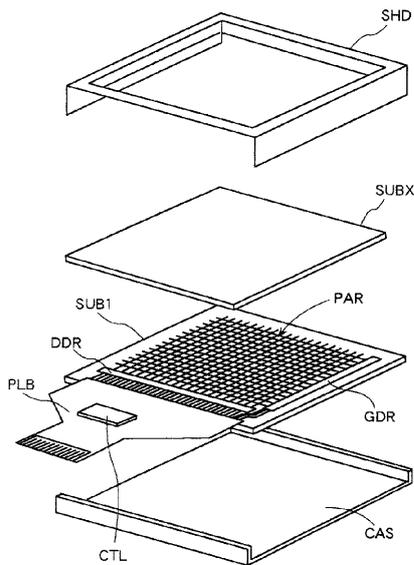
【 図 3 1 】

図 3 1



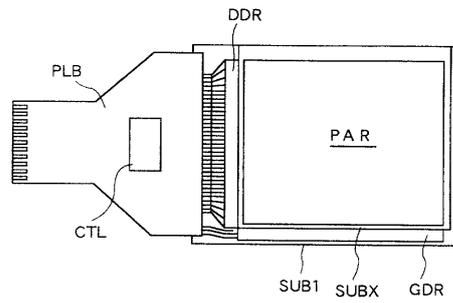
【 図 3 2 】

図 3 2



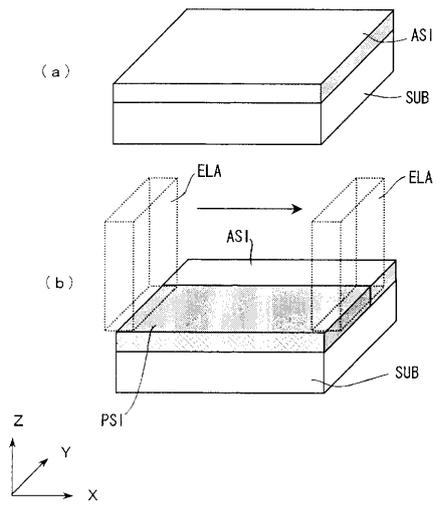
【 図 3 3 】

図 3 3



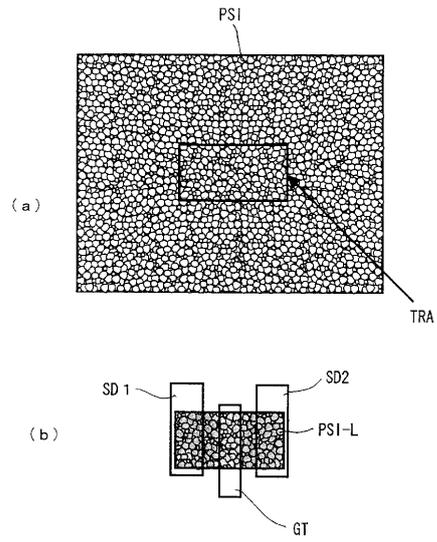
【 図 3 4 】

図 3 4



【 図 3 5 】

図 3 5



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 27/08	H 0 1 L 27/08	3 3 1 E 5 G 4 3 5
H 0 1 L 29/786	H 0 5 B 33/14	A
H 0 5 B 33/14	H 0 1 L 29/78	6 1 2 B
	H 0 1 L 29/78	6 1 2 C
	H 0 1 L 29/78	6 2 7 G

(72)発明者 田井 光春

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

(72)発明者 秋元 肇

東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目 2 8 0 番地 株式会社日立製作所中央研究所内

Fターム(参考) 3K007 AB18 BA06 BB07 DB03 FA01  
 5C094 AA13 AA15 AA21 AA48 AA53 BA03 BA27 BA43 CA19 CA24  
 DB01 FA01 FB01 FB20  
 5F048 AB07 AB10 AC04 BA16 BC06 BC16  
 5F052 AA02 BA01 BB02 BB07 DA02 DB01 DB07 EA12 FA19 FA28  
 JA01 JA04  
 5F110 AA01 BB02 BB04 CC02 CC03 CC07 DD02 DD13 DD14 DD17  
 EE04 EE14 EE44 EE45 GG02 GG13 GG17 GG43 GG44 GG52  
 HJ01 HJ13 HJ23 HL02 HM13 HM15 NN02 NN72 NN78 PP03  
 PP04 PP05 PP06 PP24 PP31 QQ11  
 5G435 AA16 AA18 BB05 BB12 CC09 EE37 HH13 KK05 KK10