

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5025040号
(P5025040)

(45) 発行日 平成24年9月12日(2012.9.12)

(24) 登録日 平成24年6月29日(2012.6.29)

(51) Int.Cl.

F I

H05B 33/04 (2006.01)

G09F 9/30 (2006.01)

H01L 27/32 (2006.01)

H05B 33/02 (2006.01)

H01L 51/50 (2006.01)

H05B 33/04

G09F 9/30 365Z

H05B 33/02

H05B 33/14 A

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2000-298202 (P2000-298202)
 (22) 出願日 平成12年9月29日(2000.9.29)
 (65) 公開番号 特開2001-167877 (P2001-167877A)
 (43) 公開日 平成13年6月22日(2001.6.22)
 審査請求日 平成19年9月28日(2007.9.28)
 (31) 優先権主張番号 特願平11-279870
 (32) 優先日 平成11年9月30日(1999.9.30)
 (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

審査官 西岡 貴央

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自発光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

絶縁材料で形成された台板と、絶縁材料で形成された蓋板と、前記台板と前記蓋板とを
接着する接着層とで形成された空隙の中にアクティブマトリクス基板が保持され、
前記アクティブマトリクス基板は、

画素部に、単結晶半導体を活性層とした絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、前記絶縁ゲート型電界効果トランジスタに電気的に接続された画素電極と、前記画素電極上に設けられた陰極層と、前記陰極層上に設けられた有機EL層と、前記有機EL層上に設けられた透明導電膜と、を有し、前記画素電極の表面は凹凸を有し、前記陰極層は、前記画素部全面に形成されており、前記アクティブマトリクス基板は前記台板に固定され、前記蓋板は、前記画素部と重なる領域において、透光性の部材が設けられ、前記空隙には不活性ガスと乾燥剤が封入されていることを特徴とする自発光装置。

【請求項2】

絶縁材料で形成された台板と、絶縁材料で形成された蓋板と、前記台板と前記蓋板とを
接着する接着層とで形成された空隙の中にアクティブマトリクス基板が保持され、

前記アクティブマトリクス基板は、

画素部に、
単結晶半導体を活性層とした絶縁ゲート型電界効果トランジスタと、
前記絶縁ゲート型電界効果トランジスタに電氣的に接続された画素電極と、
前記画素電極上に設けられた陰極層と、
前記陰極層上に設けられた有機ＥＬ層と、
前記有機ＥＬ層上に設けられた透明導電膜と、を有し、
前記画素電極の表面は凹凸を有し、
前記陰極層は、前記画素部全面に形成されており、
前記有機ＥＬ層は、白色発光可能な材料を用いて形成されており、
前記アクティブマトリクス基板は前記台板に固定され、
前記蓋板は、前記画素部と重なる領域において、透光性の部材が設けられ、前記透光性
の部材は接着剤で前記蓋板に固定され、
前記空隙には不活性ガスと乾燥剤が封入されており、
前記蓋板において前記透光性の部材が設けられた位置にカラーフィルターが配置されて
いることを特徴とする自発光装置。

10

【請求項３】

請求項１または請求項２において、
前記陰極層は、フッ化リチウム、酸化リチウム、フッ化バリウム、酸化バリウム、フッ
化カルシウム、酸化カルシウム、酸化ストロンチウムまたは酸化セシウムのいずれかを用
いて形成されていることを特徴とする自発光装置。

20

【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、
前記有機ＥＬ層に含まれるナトリウム濃度は、 0.1 ppm 以下であることを特徴とす
る自発光装置。

【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、
前記単結晶半導体は単結晶シリコンであることを特徴とする自発光装置。

【請求項６】

請求項１乃至請求項５のいずれか一項において、
前記台板と前記蓋板はセラミック材料で形成されていることを特徴とする自発光装置。

30

【請求項７】

請求項１乃至請求項６のいずれか一項において、
前記不活性ガスはヘリウム、アルゴン、クリプトン、キセノン、窒素のいずれかである
ことを特徴とする自発光装置。

【請求項８】

請求項１乃至請求項７のいずれか一項において、
前記乾燥剤は、酸化バリウム、シリカゲルのいずれかであることを特徴とする自発光装
置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

40

【発明の属する技術分野】

本発明は単結晶半導体を活性層とした絶縁ゲート型電界効果トランジスタによる回路を有する自発光装置およびその作製方法に関する。特に本発明は、画素部と、その周辺に設けられた駆動回路を同一基板上に設けた自発光装置、および自発光装置を搭載した電子機器に好適に利用することができる。

【０００２】

本明細書において、自発光装置とは、基板上に形成した陽極と陰極と、その間に有機ＥＬ層を挟んだＥＬ素子をカバー材で封入したＥＬパネル及び、該ＥＬパネルに駆動回路を実装したＥＬモジュールを自発光装置と総称する。

【０００３】

50

【従来の技術】

液晶表示装置や有機エレクトロルミネッセンス（ＥＬ：Electro Luminescence）材料を用いた自発光装置などに代表される平板型表示装置（フラットパネルディスプレイ）において、単結晶半導体基板に形成した絶縁ゲート型電界効果トランジスタ（以降、電界効果トランジスタをＦＥＴと記す）を用いてアクティブマトリクス型表示装置を作製する技術が知られている。これはガラス基板や石英基板上に薄膜トランジスタ（以降、ＴＦＴと記す）を形成してアクティブマトリクス型表示装置を作製する場合と異なり、大規模集積回路（ＬＳＩ）で培われた技術をそのまま応用することが可能であり、高速で低電圧駆動が可能な高性能のＦＥＴを基板上に高密度に集積形成できることに利点があった。しかし、その一方で基板が可視光に対して不透明であるため反射型、或いは自発光型の表示装置に限定される点や、単結晶半導体基板が市場で供給されるサイズに限定されるといったことが欠点と考えられていた。

10

【０００４】

表示装置の分野における高画質化やフルデジタル化といった技術指向において、アクティブマトリクス型表示装置に要求される性能向上は必然的に高まってきている。アクティブマトリクス型表示装置において画像表示を行う画素部には、数十から数百万個のトランジスタ（ＴＦＴやＦＥＴなど）が配置されていて、そのトランジスタのそれぞれに画素電極が接続される構成となっている。そして、各画素に印加する電圧をトランジスタのスイッチング機能により制御して、ＥＬ素子を発光させて画像を表示する仕組みになっている。自発光装置においては、それぞれの画素に設けられたスイッチ用トランジスタがオンになると、画像データに応じた信号により電流制御用トランジスタに電流が流れ、ＥＬ素子が自発光する仕組みになっている。

20

【０００５】

尚、本明細書において有機ＥＬ層とは、電場を加えることで発生するルミネッセンスが得られる有機化合物を含む層を指し、当該有機化合物におけるルミネッセンスには一重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（蛍光）と、三重項励起状態から基底状態に戻る際の発光（りん光）の両者を含むものとする。

【０００６】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、自発光装置の基本部分となる有機ＥＬ層は極めて酸化に弱く、僅かな酸素の存在により容易に劣化してしまう。また、熱にも弱く、これもまた酸化を助長する原因となる。この酸化に弱いという欠点がある有機ＥＬ素子における寿命の短さの原因であり、実用化する上で大きな障害となっていた。

30

【０００７】

本発明はこのような問題点を克服し、信頼性の高い自発光装置を提供することを課題とする。そして、そのような自発光装置を表示部として用いることにより表示部の信頼性が高い電子装置を提供することを目的とする。

【０００８】**【課題を解決するための手段】**

上記課題を解決するために本発明の構成は、単結晶半導体基板に形成した絶縁ゲート型電界効果トランジスタ上に有機ＥＬ層が形成されたアクティブマトリクス型の自発光装置において、前記自発光装置は、絶縁材料で形成された台板と蓋板とを接着する充填材とで形成された空隙の中に前記単結晶半導体基板が保持され、前記空隙には不活性ガスと乾燥剤が封入されていることを特徴としている。

40

【０００９】

また、他の発明の構成は、単結晶半導体基板に形成した絶縁ゲート型電界効果トランジスタ上に有機ＥＬ層が形成された画素部を有するアクティブマトリクス型の自発光装置において、前記自発光装置は、絶縁材料で形成された台板と蓋板とを接着する充填材とで形成された空隙の中に前記単結晶半導体基板が保持され、前記蓋板は、前記画素部と重なる領域において、透光性の部材で形成され、前記空隙には不活性ガスと乾燥剤が封入されてい

50

ることを特徴としている。

【0010】

前記単結晶半導体基板としては、単結晶シリコン基板を好適に用いることができる。また、前記空隙にはヘリウム、アルゴン、クリプトン、キセノン、窒素から選ばれた不活性ガスと、酸化バリウム、シリカゲルから選ばれた乾燥剤が封入すると好ましい。

【0011】

【発明の実施の形態】

まず、図1を参照して本発明の自発光装置を説明する。本発明に係わる自発光装置は単結晶半導体基板（例えば、単結晶シリコン基板）上に形成した絶縁ゲート型の電界効果トランジスタ（FET）により、画素部およびその周辺に駆動回路を設けた構造である。

10

【0012】

基板101は比較的高抵抗（例えば、 n 型、 10 cm 程度）の単結晶シリコンから成り、 p ウエル102、 n ウエル103～105が自己整合的に形成されている。隣接するFETはフィールド酸化膜106で分離されている。フィールド酸化膜106の形成に当たっては、ボロン（B）を選択的にイオン注入法により基板に導入し、チャネルストッパーを形成しても良い。

【0013】

ゲート絶縁膜110、116、122、128は熱酸化法により形成したものである。ゲート111、117、123、129は多結晶シリコン膜をCVD法により $100 \sim 300 \text{ nm}$ の厚さで形成した多結晶シリコン層111a、117a、123a、129aと、その上に $50 \sim 300 \text{ nm}$ の厚さで形成したシリサイド層111b、117b、123b、129bから成っている。多結晶シリコン層は低抵抗化するために予め $10^{21} / \text{cm}^3$ 程度の濃度でリン（P）をドーピングしておいても良いし、多結晶シリコン膜を形成した後で濃い n 型不純物を拡散させても良い。シリサイド層の材料はモリブデンシリサイド（MoSix）、タングステンシリサイド（WSix）、タンタルシリサイド（TaSix）、チタンシリサイド（TiSix）などを適用することが可能であり、公知の方法に従い形成すれば良い。

20

【0014】

p チャネル型FET201の低濃度ドレイン（LDD）領域107には p 型の導電性を付与する不純物元素としてボロン（B）がドーズ量で $1 \times 10^{13} \sim 1 \times 10^{14} / \text{cm}^2$ 添加されている。一方、 n チャネル型FET202と n チャネル型FETで作製されるスイッチングFET203、電流制御FET204のLDD領域113、119、125には n 型の導電性を付与する不純物元素としてリン（P）または砒素（As）がやはり同様のドーズ量で添加されている。これらのLDD領域はゲートをマスクとしてイオン注入法またはイオンドーピング法で自己整合的に形成されている。

30

【0015】

サイドウォールスペーサ112、118、124、130はLDD領域を形成後、全面にCVD法で酸化シリコン膜や窒化シリコン膜などの絶縁膜を形成し、異方性ドライエッチングでこの膜を全面にわたって均一にエッチングし、ゲートの側壁に絶縁膜を残存させて形成したものである。各FETのソース領域およびドレイン領域はこのサイドウォールスペーサをマスクに用い形成したものである。 p チャネル型FET201には、ボロン（B）を $5 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ のドーズ量でイオン注入したソース領域108、ドレイン領域109が形成されている。 n チャネル型FET202、 n チャネル型FETで作製されるスイッチングFET203、電流制御FET204には、それぞれ砒素（As）を $5 \times 10^{14} \sim 1 \times 10^{16} / \text{cm}^2$ のドーズ量でイオン注入したソース領域114、120、126とドレイン領域115、121、127が形成されている。

40

【0016】

第1の層間絶縁膜131は好適にはプラズマCVD法や減圧CVD法で作製される酸化シリコン膜や酸化窒化シリコン膜などで $100 \sim 2000 \text{ nm}$ の厚さ形成する。さらにその上にリンガラス（PSG）、あるいはボロンガラス（BSG）、もしくはリンボロンガラ

50

ス(PBSG)の第2の層間絶縁膜132が形成されている。第2の層間絶縁膜132はスピンコート法や常圧CVD法で作製されるもので、形成後実施される700~900の熱処理を兼ねた熱活性化の処理により第2の層間絶縁膜132がリフローされ表面が平坦化される。

【0017】

ソース配線133、135、137、139及びドレイン配線134、136、138、140は、第1の層間絶縁膜131および平坦化膜132にそれぞれのFETのソース領域及びドレイン領域に達するコンタクトホールを形成した後形成されるもので、低抵抗材料として通常良く用いられるアルミニウム(Al)を用いると良い。また、Alとチタン(Ti)の積層構造としても良い。

10

【0018】

パッシベーション膜141は、プラズマCVD法で窒化シリコン膜、または酸化シリコン膜、あるいは窒化酸化シリコン膜で形成されている。さらに、第3の層間絶縁膜を142は有機樹脂材料で1μm~2μmの厚さに形成されている。有機樹脂材料として、ポリイミド、ポリアミド、アクリル、ベンゾ・シクロ・ブテン(BCB)などを用いることができる。有機樹脂膜を用いることの利点は、膜の形成方法が簡単である点や、比誘電率が低いので寄生容量を低減できる点、平坦化するのに適している点などがある。勿論、上述した以外の有機樹脂膜を用いても良い。ここでは、基板に塗布した後で熱重合するタイプのポリイミドを用い、クリーンオープンで300に加熱し焼成して形成している。

【0019】

画素電極143は電流制御FET204のドレイン配線に接続している。画素電極は、Alに代表される低抵抗の材料で形成する。Al膜は公知の成膜法、例えば真空蒸着法やスパッタ法で容易に形成することができるが、コントラストを良くするために、画素電極143の表面を凹凸化して拡散反射面としても良い。

20

【0020】

画素電極143まで形成したら、全ての画素電極の上に仕事関数の低い金属を含む陰極層144が形成される。これは数nm程度と膜厚が薄い層状に形成されているのか島状に点在しているのか不明のため、輪郭を点線で示している。

【0021】

上記仕事関数の低い金属を含む陰極層の材料としては、フッ化リチウム(LiF)、酸化リチウム(Li₂O)、フッ化バリウム(BaF₂)、酸化バリウム(BaO)、フッ化カルシウム(CaF₂)、酸化カルシウム(CaO)、酸化ストロンチウム(SrO)または酸化セシウム(Cs₂O)を用いることができる。これらは絶縁性であるため、層状に形成されたとしても画素電極間のショート(短絡)を招くようなことはない。勿論、MgAg電極のような公知の導電性を有する材料を陰極層として用いることも可能であるが、画素電極同士が短絡しないように、陰極自体を選択的に設けるか、パターニングを行う必要がある。

30

【0022】

仕事関数の低い金属を含む陰極層144の上に有機EL層(エレクトロルミネッセンス層)145が形成される。有機EL層145は公知の材料や構造を用いることができるが本発明では白色発光の可能な材料を用いる。構造としては、再結合の場を提供する発光層だけで有機EL層としても良いし、必要に応じて電子注入層、電子輸送層、正孔輸送層、電子阻止層、正孔阻止層もしくは正孔注入層を積層しても良い。本明細書中では、キャリアの注入、輸送または再結合が行われる層をすべて含めて有機EL層と呼ぶ。

40

【0023】

また、有機EL層145として用いる有機EL材料はポリマー系の高分子系有機EL材料を用いる。有機EL層145は、PVK(ポリビニルカルバゾール)、Bu-PBD(2-(4'-tert-ブチルフェニル)-5-(4''-ピフェニル)-1,3,4-オキサジアゾール)、クマリン6、DCM1(4-ジシアノメチレン-2-メチル-6-p-ジメチルアミノスチリル-4H-ピラン)、TPB(テトラフェニルブタジエン)、ナイルレ

50

ッドを1, 2-ジクロロメタンまたはクロロホルムに溶解し、スピンコート法により塗布する。回転数は500~1000rpm程度とし、20~60秒間回転させ均一な塗布膜を形成する。

【0024】

勿論、上記有機EL材料は少なくとも3回以上、好ましくは5回以上の精製（典型的には透析法）を施し、含まれるナトリウム濃度を0.1ppm以下（好ましくは0.01ppm以下）にしてから成膜する。こうすることで図4（C）に示す有機EL層349中に含まれるナトリウム濃度は0.1ppm以下（好ましくは0.01ppm以下）となり、体積抵抗値は $1 \times 10^{11} \sim 1 \times 10^{12}$ cm（好ましくは $1 \times 10^{12} \sim 1 \times 10^{13}$ cm）となる。

10

【0025】

このようにして形成された有機EL層145の上には、陽極層146として透明導電膜が形成される。透明導電膜としては、酸化インジウムと酸化スズとの化合物（ITOと呼ばれる）、酸化インジウムと酸化亜鉛との化合物、酸化スズ（ SnO_2 ）または酸化亜鉛（ ZnO ）などを用いることが可能である。

【0026】

また、陽極層146の上にはパッシベーション膜147として絶縁膜が設けられる。パッシベーション膜147としては、窒化珪素膜、窒化酸化珪素膜（ SiO_xN_y で表される）を用いることが好ましい。

【0027】

ここまで完成した基板を本明細書ではアクティブマトリクス基板と呼ぶ。即ちFETと該FETに電氣的に接続された画素電極及びその画素電極を陰極とする有機EL素子（陰極層、有機EL層及び陽極からなるコンデンサ）の形成された基板をアクティブマトリクス基板と呼ぶ。

20

【0028】

図2（A）はアクティブマトリクス基板の画素部の上面図であり、図2（B）はその回路構成である。実際には画素がマトリクス状に複数配列されて画素部（画像表示部）が形成される。なお、図2（A）をA-A'で切断した断面図が図1の画素部の断面図に相当する。従って図1及び図2で共通の符号を用いているので、適宜両図面を参照すると良い。また、図2（A）の上面図では二つの画素を図示しているが、どちらも同じ構造である。図2（B）に示すように、有機EL素子205には、一画素当たり2つのFETが設けられる。いずれもnチャネル型FETであり、スイッチング用FET203と電流制御用FET204として機能している。

30

【0029】

以上のようにして、単結晶シリコン基板に、pチャネル型FET201とnチャネル型FET202とから成るCMOS回路を基本とする駆動回路と、nチャネル型FETで形成されるスイッチング用FET203と電流制御用FET204とを備えた画素部が形成することができる。CMOS回路を基本とする駆動回路は、CMOS回路を基本として例えば、シフトレジスタ回路、バッファ回路、サンプリング回路、D/Aコンバータ、ラッチ回路などを形成することができる。そしてこのような回路は、単結晶シリコンを活性層とした絶縁ゲート型FETで構成されることにより高速動作が可能であり、また、駆動電圧を3~5Vとして低消費電力化をすることもできる。尚、本実施形態で説明したFETの構造はあくまで一実施形態であり、図1に示した構造に限定される必要はない。

40

【0030】

図3はアクティブマトリクス基板の上面図である。図3において、1000は基板、1001は画素部、1003はデータ線側駆動回路、1002は走査線側駆動回路であり、それぞれの駆動回路の入力端子は基板1000の端部に設けられるワイヤボンディング用のパッド1006であり、配線1004~1005を経て接続される。画素部のサイズは0.5インチクラスから2.5インチクラス程度のものが好適に作製することができる。

【0031】

50

有機EL層が形成されたアクティブマトリクス基板は外部からの衝撃、埃、湿度などの雰囲気から遮断するためにパッケージに封入する。パッケージの形状や方式の一例を図4に示す。台板401はセラミックなどの絶縁材料で形成されたものであり、その上に有機EL層が形成されたアクティブマトリクス基板413が低融点ガラスまたはメタライズ層402で固定される。外部回路との接続はリードフレーム404により行うが、アクティブマトリクス基板413との接続はワイヤボンディング用のパッド411を用いて金(Au)のワイヤー412で接続している。

【0032】

アクティブマトリクス基板413はセラミックの蓋板405で封止される。セラミックの蓋板405は台板401と接着層404によって接着されている。接着層404はパイロセラムセメント、酸化ビスマス系ガラス、酸化鉛系ガラスなどが使われる。台板401と同様に、セラミックなどの絶縁材料で形成された蓋板405がアクティブマトリクス基板413の画素部にかかる領域には透明石英板もしくは透明ガラス板などによる窓材406が設けられ、接着剤407で固定されている。このようにして、有機EL層が形成されたアクティブマトリクス基板413は封入され空隙414が形成される。さらに、空隙414には不活性ガス(アルゴン、ヘリウム、クリプトン、キセノン、窒素等)を充填しておいたり、酸化バリウム等の乾燥剤を設けておくことが望ましい。これによりEL素子の水分等による劣化を抑制することが可能である。

【0033】

本実施形態では図示しなかったが、アクティブマトリクス基板の有機EL層で形成した個々の画素に対応して、該有機EL層上にカラーフィルターやブラックマトリクス(遮光層)を設けることにより、カラー表示に対応することもできる。或いは、カラーフィルターを図4で示す窓406に設けても良い。

【0034】

以上説明したような図4に示す状態は、リードフレーム404を外部機器の端子に接続することで画像信号などが入力され画素部に画像を表示することができる。本明細書中では、リードフレームを外部回路に取り付けることで画像表示が可能な状態となる物品を自発光装置と定義している。

【0035】

【実施例】

本実施例では、アクティブマトリクス型の自発光装置をゴーグル型表示装置に応用する例を示す。図5は本実施例のゴーグル型表示装置の概略図を示す。ゴーグル型表示装置本体3600には左右2つの表示部が設けられ、自発光装置3602R、3602L、回路基板3603R、3603L、レンズ3601R、3601Lから構成されている。

【0036】

図6(A)は図5におけるA部の断面図を示す。図6(A)、(B)に示すように、本実施例においては、ゴーグル型表示装置3600の内部のレンズ3601Rに自発光装置3602Rが、信号制御回路等が形成されている回路基板3603Rにリードフレーム3606Rで接続されている。自発光装置3602Rから発光する光は図中で示す矢印の光路を経て、使用者の眼球3604Rに届くことにより画像を認識させることができる。

【0037】

自発光装置は、視野角が広くゴーグル型表示装置に応用した場合、自発光装置と観察者の目の位置にずれが生じても画像の視認性は損なわれないという特徴を有している。

【0038】

【発明の効果】

以上のように、絶縁ゲート型電界効果トランジスタとEL層が形成された単結晶半導体基板を、絶縁材料で形成された台板と蓋板とを接着する充填材とで形成された空隙の中に保持し、空隙には不活性ガスと乾燥剤が封入することにより、EL層の酸化を防止して信頼性の高い自発光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

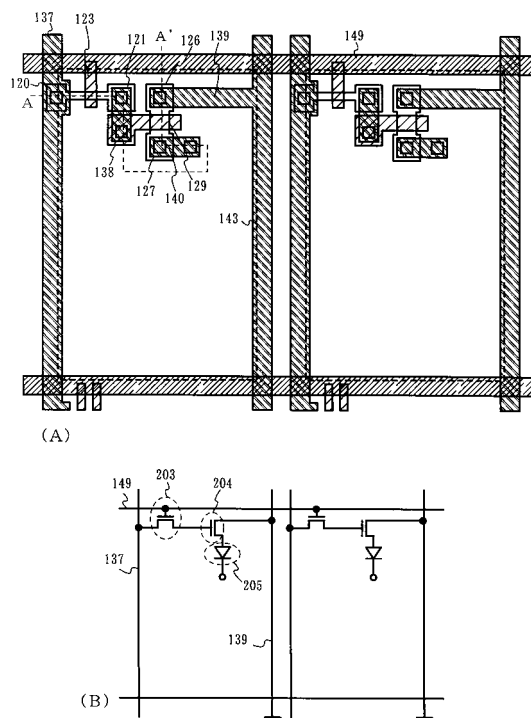
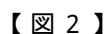
20

30

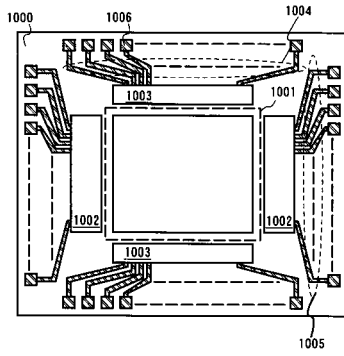
40

50

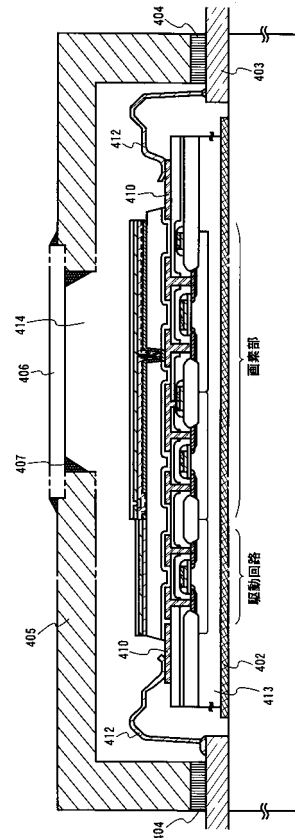
- 【图 1】



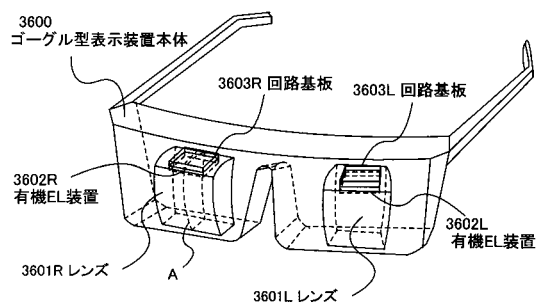
【図 3】



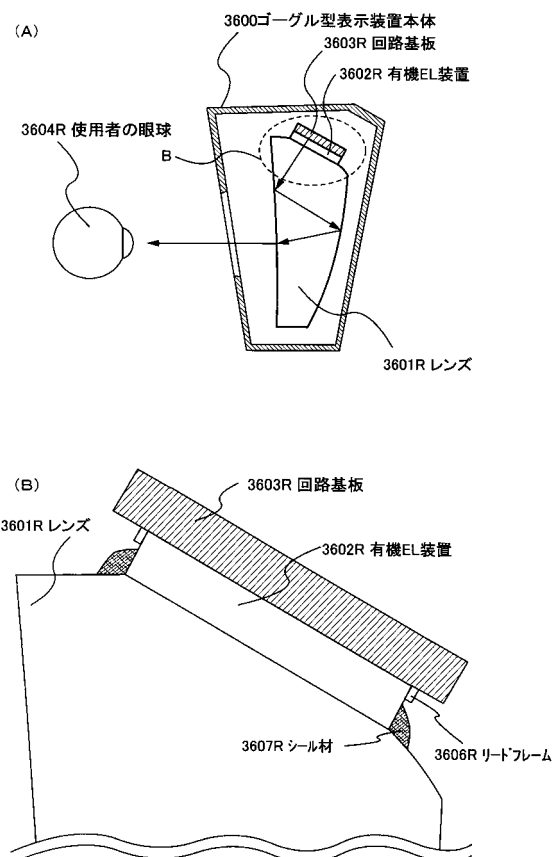
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 5 4 2 6 8 (J P , A)
特開平 1 1 - 1 2 1 1 6 5 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 2 2 3 6 9 (J P , A)
特開平 0 8 - 2 3 6 2 7 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H05B 33/00-33/28

H01L 51/50-51/56

G09F 9/30