

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-146957
(P2009-146957A)

(43) 公開日 平成21年7月2日(2009.7.2)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D	4 M 1 1 8
HO 4 N 5/335 (2006.01)	HO 4 N 5/335 U	5 C O 2 4

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2007-320267 (P2007-320267)	(71) 出願人	000005821 パナソニック株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成19年12月12日(2007.12.12)	(74) 代理人	100068087 弁理士 森本 義弘
		(74) 代理人	100096437 弁理士 笹原 敏司
		(74) 代理人	100100000 弁理士 原田 洋平
		(72) 発明者	栗山 仁志 大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内
		(72) 発明者	官川 良平 大阪府門真市大字門真1006番地 松下 電器産業株式会社内

最終頁に続く

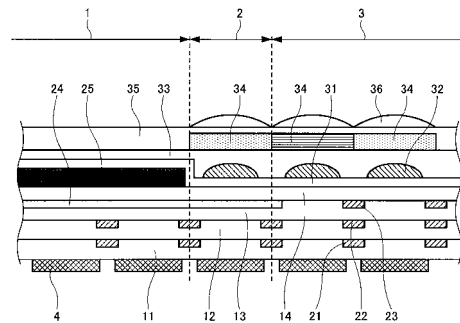
(54) 【発明の名称】 固体撮像装置及び固体撮像装置の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 受光画素領域の各画素への入射光量の均一性を高めながら集光率も向上でき、かつ黒基準信号を生成するオプティカルブラックを構成する遮光画素領域への不正入射光を有効に防止することを目的とする。

【解決手段】 遮光画素領域1と受光画素領域3の間に境界画素領域2を設けることによって、受光画素領域3における保護膜31の膜厚を一定にすることができるために遮光画素領域1に対して最も近傍に配置される受光画素領域3の画素特性を他の受光画素領域3の各画素特性と同一な特性に合わせることが出来ると共に、黒基準となるオプティカルブラック領域を形成する遮光画素領域1の光電変換素子4への不正入射光を有効に防止することができる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

主面に光電変換素子が形成され、受光画素領域と境界画素領域と遮光画素領域とを備えた半導体基板と、

前記半導体基板上に形成された層間絶縁膜と、

前記層間絶縁膜上に形成された配線層と、

前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された第 1 の層内レンズと、

前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された第 1 の入射光制限膜と、

前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された遮光膜とを備え、

前記境界画素領域は、受光画素領域と前記遮光画素領域の間に形成されていることを特徴とする固体撮像装置。 10

【請求項 2】

前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上にさらに第 2 の層内レンズを備えることを特徴とする請求項 1 記載の固体撮像装置。

【請求項 3】

前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上にさらに第 2 の入射光制限膜を備えることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 4】

前記配線層と前記第 1 の入射光制限膜及び第 2 の入射光制限膜は同一の材料であることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれかに記載の固体撮像装置。 20

【請求項 5】

前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上にカラーフィルタを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 6】

前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上にマイクロレンズを備えることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 7】

外部と接続するためのコンタクトパッドをさらに備え、前記遮光膜と前記コンタクトパッドは同一の材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれかに記載の固体撮像装置。 30

【請求項 8】

前記第 1 の層内レンズの底面は前記遮光膜の上面よりも低いことを特徴とする請求項 1 ~ 請求項 7 のいずれかに記載の固体撮像装置。

【請求項 9】

受光画素領域と境界画素領域と遮光画素領域とを備えた半導体基板に光電変換素子を形成する工程と、

前記半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、

前記層間絶縁膜上に配線層を形成する工程と、

前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上に入射光制限膜を形成する工程と、

前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上に遮光膜を形成する工程と、 40

前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上に層内レンズを形成する工程とからなることを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項 10】

前記配線層の形成工程と前記入射光制限膜の形成工程とを同時に行うことを特徴とする請求項 9 に記載の固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光電変換素子を用いて撮像する固体撮像装置及びその製造方法に関するものである。 50

【背景技術】

【0002】

従来から、CCDイメージセンサまたはCMOSイメージセンサ等の固体撮像装置では、二次元に配列した受光画素領域の光電変換素子で得られた撮像信号の輝度を調整するため、光電変換素子への光を遮る遮光膜を備えた遮光画素領域を設け、その遮光画素領域からの信号を輝度の基準信号として使用している。この基準信号は黒基準を提供するものであり、この受光しないで黒基準信号を生成する遮光画素領域は、オプティカルブラックと呼ばれている。

【0003】

このオプティカルブラックを構成する遮光画素領域の光電変換素子は、受光画素領域の光電変換素子と全く同一の特性を持つことが望ましいため、受光画素領域と遮光画素領域は可能な限り接近させて配置される。

【0004】

また、固体撮像装置においても、更なる小型化等の要求の為に画素領域の微細化も進展し、その結果、光電変換素子の面積の減少による感度低下が生じている。この感度低下に対して、光電変換素子上に設けられた保護膜が平坦化された面上にマイクロレンズを形成し、光電変換素子に集光して感度の低下を抑制する技術が知られているが、更なる集光を図る為にマイクロレンズと光電変換素子との間に、隣接する層と異なる屈折率を有する膜から構成される層内レンズを設ける構造も提案されている。

【0005】

以下、従来のマイクロレンズと凸型層内レンズを有する固体撮像装置の構成について図7を参照して簡単に説明する。図7は従来のマイクロレンズと凸型層内レンズを有する固体撮像装置を示す断面図である。

【0006】

図7において、1は遮光画素領域、3は受光画素領域、4は光電変換素子、104は第一メタル配線層、105は第二メタル配線層、106は第三メタル配線層、107は保護膜、108は層内レンズ、109は平坦化膜、110はカラーフィルタ層、111はマイクロレンズである。従来の固体撮像装置は、図7に示すように、遮光画素領域1と受光画素領域3から構成され、それぞれ、マイクロレンズ111、層内レンズ108、光電変換素子及び複数層のメタル配線層を備え、遮光画素領域1の層内レンズ108直下には、保護膜107を介して遮光膜として第三メタル配線層106を形成している。このように層内レンズ108を設けることにより、光電変換素子までの距離を短縮することができ、感度低下をもたらすことなく集光効率を高めることができる（例えば、特許文献1参照）。

【特許文献1】特開2007-13061号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、図7に示すような受光画素領域3と遮光画素領域1を隣合わせに配置した構造では、遮光画素領域1の遮光膜である第三のメタル配線106の膜厚により生じた段差は平坦化されていないために、段差に隣接して配置された受光画素に設けられる層内レンズ108は、この段差から十分に離れた受光画素に設けられる層内レンズ108に対して、段差による保護膜107の膜厚変動が生じるために、層内レンズ108と保護膜107を合わせた高さの変動したり、層内レンズ108が傾斜したりして、結果的にこの画素の集光率や光学特性が変動し、光電変換素子4への入射光量が変動する。また、第三メタル配線層106の段差部の側面によって反射された入射光が遮光画素領域1に隣接した受光画素領域3へ入射され、不正な反射光を受光することによる感度の変動も加わり、遮光画素領域3に隣接した受光画素からの撮像信号は特性変動を生じる。その結果、受光画素領域3の全画素に渡って均一な撮像特性を得られない装置となる。

【0008】

また、微細化が進められたCMOSイメージセンサの場合、画素間を接続する配線は多

層配線を用いることが多く、層内レンズと光電変換素子の距離は大きくなり、遮光画素に隣接して配置された受光画素に入射した光は、一部が配線膜による回折や反射によって迷光となり、隣接した遮光画素に入射することで、遮光画素によって生成される黒基準信号には不正な光を受けて生成された信号を含むことになる。特に、長波長光の場合、入射深度が大きいため、遮光画素へ到達する割合が多くなる。

【0009】

そこで本発明は、受光画素領域の各画素への入射光量の均一性を高めながら集光率も向上でき、かつ黒基準信号を生成するオプティカルブラックを構成する遮光画素領域への不正入射光を有効に防止することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0010】

上述の目的を達成するために、本発明の固体撮像装置は、主面に光電変換素子が形成され、受光画素領域と境界画素領域と遮光画素領域とを備えた半導体基板と、前記半導体基板上に形成された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜上に形成された配線層と、前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された第1の層内レンズと、前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された第1の入射光制限膜と、前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上に形成された遮光膜とを備え、前記境界画素領域は、受光画素領域と前記遮光画素領域の間に形成されていることを特徴とする。

【0011】

また、前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上にさらに第2の層内レンズを備えることを特徴とする。

20

また、前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上にさらに第2の入射光制限膜を備えることを特徴とする。

【0012】

また、前記配線層と前記第1の入射光制限膜及び第2の入射光制限膜は同一の材料であることを特徴とする。

また、前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上にカラーフィルタを備えることを特徴とする。

【0013】

また、前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上にマイクロレンズを備えることを特徴とする。

30

また、外部と接続するためのコンタクトパッドをさらに備え、前記遮光膜と前記コンタクトパッドは同一の材料で形成されていることを特徴とする。

【0014】

また、前記第1の層内レンズの底面は前記遮光膜の上面よりも低いことを特徴とする。

さらに、受光画素領域と境界画素領域と遮光画素領域とを備えた半導体基板に光電変換素子を形成する工程と、前記半導体基板上に層間絶縁膜を形成する工程と、前記層間絶縁膜上に配線層を形成する工程と、前記境界画素領域における前記層間絶縁膜上に入射光制限膜を形成する工程と、前記遮光画素領域における前記層間絶縁膜上に遮光膜を形成する工程と、前記受光画素領域における前記層間絶縁膜上に層内レンズを形成する工程とからなることを特徴とする。

40

【0015】

また、前記配線層の形成工程と前記入射光制限膜の形成工程とを同時に行うことを特徴とする。

以上により、受光画素領域の各画素への入射光量の均一性を高めながら集光率も向上でき、かつ黒基準信号を生成するオプティカルブラックを構成する遮光画素領域への不正入射光を防止することができる。

【発明の効果】

【0016】

本発明の固体撮像装置によれば、遮光画素領域と受光画素領域の間に境界画素領域を設

50

けることによって、受光画素領域における保護膜の膜厚を一定にすることができるために遮光画素領域に対して最も近傍に配置される受光画素の画素特性を他の受光画素の各画素特性と同一な特性に合わせることが出来ると共に、黒基準となるオプティカルブラック領域を形成する遮光画素領域の光電変換素子への不正入射光を有効に防止することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、添付図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。ただし、本実施形態において例示される構成部品の寸法、材質、形状、それらの相対配置などは、本発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものであり、本発明がそれらの例示に限定されるものではない。

10

【0018】

まず、図1、図2を用いて、本発明の固体撮像装置の構成について説明する。

図1は、本発明の固体撮像装置の構成を示す断面図であって、撮像画素を有する固体撮像装置の一部を示しており、1は遮光画素領域、2は境界画素領域、3は受光画素領域、4は入射光を電荷信号に変換する光電変換素子、11は第一層間絶縁膜、12は第二層間絶縁膜、13は第三層間絶縁膜、14は第四層間絶縁膜、21は電荷信号を画像信号として伝達する第一メタル配線層、22は電荷信号を画像信号として伝達する第二メタル配線層、23は電荷信号を画像信号として伝達する第三メタル配線層、24は入射光制限膜、25は遮光膜、31は保護膜、32は層内レンズ、33は第一平坦化膜、34はカラーフィルタ膜、35は第二平坦化膜、36はマイクロレンズである。

20

【0019】

図1に示すように、遮光画素領域1の光電変換素子4への入射光を遮光するために遮光膜25が第一層間絶縁膜11、第二層間絶縁膜12、第三層間絶縁膜13及び第四層間絶縁膜14を介して設けられており、第三メタル配線層23の一部が入射光制限膜24として設けられている。境界画素領域2には遮光膜25が形成されておらず、保護膜31上に層内レンズ32が設置されてその下部には入射光を減衰させる入射光制限膜24が設けられている。受光画素領域3には光電変換素子4まで十分な入射光が到達できるように第一層間絶縁膜11、第二層間絶縁膜12、第三層間絶縁膜13、第四層間絶縁膜14及び保護膜25を介して層内レンズ32が設けられている。

30

【0020】

ここで、遮光画素領域1の遮光膜25にはAlを主体とした金属膜が用いられ、第一メタル配線層21、第二メタル配線層22、第三メタル配線層23の配線膜及び入射光制限膜24にはCuを主体とした金属膜が用いられている。また、遮光膜25はここでは図示していないが、外部との接続をするために使用されるAlを主体としたコンタクトパッド膜と同一の金属膜で形成することもでき、同時に形成される。

【0021】

一般にCu膜は大面積で形成された場合、ディッシングと呼ばれる現象で形成領域の中心部では周辺に対して薄膜化するが、遮光画素領域1及び境界画素領域2に、入射光を減衰させる目的で配置されている入射光制限膜24は、境界画素領域2に設定される画素数が1乃至2列のみである為、ディッシングによる薄膜化は殆どなく、十分な入射光を減衰させる効果がある。一方、大きな領域を必要とする遮光画素領域1において生じるディッシングは、上部に遮光膜25が存在するため問題は無い。本実施形態では遮光画素領域1に渡って入射光制限膜24を配置しているが一部隙間を形成することも可能で、また、全くメタル配線層による入射光制限膜24を遮光画素領域1に設けない構成も可能である。

40

【0022】

また、図2は本発明の固体撮像装置の構成を示す平面図で、遮光膜25と層内レンズ32の構成がわかるようにした平面であり、遮光画素領域1と受光画素領域3の間に設けられた境界画素領域2を示している。遮光画素領域1には遮光膜25が配置されており、受光画素領域3と境界画素領域2には層内レンズ32が設けられている。この実施形態では

50

、境界画素領域 2 は 1 画素分を設けているが、2 画素以上の画素列を設けることも可能である。遮光画素領域 1 及び境界画素領域 2 に入射光を減衰させる目的で配置されている入射光制限膜 2 4 は、受光画素領域 3 の層内レンズ 3 2 の端部まで配置させておくことで、遮光画素領域 1 に対する不正入射光の防止には十分効果がある。また、入射光を減衰させる目的で配置されている入射光制限膜 2 4 は、Cu 膜にて大面積で形成された場合はディッシングと呼ばれる現象で形成領域の中心部では周辺に対して薄膜化するが、境界画素領域 2 に設定される画素数は 1 乃至 2 列のみである為、ディッシングによる薄膜化は殆どなく十分な入射光を減衰させる効果がある。一方、大きな領域を必要とする遮光画素領域 1 において生じるディッシングは、上部に遮光膜 2 5 が存在するため問題は無い。

【0023】

次に、上述した本発明による固体撮像装置の製造方法について、図 3 ~ 図 6 を用いて説明する。

図 3 は本発明の固体撮像装置の製造方法における素子領域形成工程を説明する工程断面図、図 4 は本発明の固体撮像装置の製造方法における遮光膜形成工程を説明する工程断面図、図 5 は本発明の固体撮像装置の製造方法における層内レンズ形成工程を説明する工程断面図、図 6 は本発明の固体撮像装置の製造方法におけるカラーフィルタ層形成工程を説明する工程断面図で、図 1 と対応する部分には同一符号を付す。

【0024】

まず、図 3 に示すように、基板上の遮光画素領域 1、境界画素領域 2 及び受光画素領域 3 に各画素の光電変換素子 4 が同一に形成され、その上に各画素からの信号電荷を取り出す目的で Cu 膜を使ったダマシン工法により第一メタル配線層 2 1、第二メタル配線層 2 2 及び第三メタル配線層 2 3 が第一層間絶縁膜 1 1、第二層間絶縁膜 1 2 及び第三層間絶縁膜 1 3 を介して形成される。ここで、第三メタル配線層 2 3 は受光画素領域 3 では配線層として形成され、遮光画素領域 1 及び境界画素領域 2 では各画素を覆う領域に渡って入射光制限膜 2 4 として形成される。

【0025】

次に、図 4 に示すように、第三メタル配線層 2 3 及び入射光制限膜 2 4 の上面に第四層間絶縁膜 1 4 を形成した後に、Al 膜を使用して遮光膜 2 5 を遮光画素領域 1 を覆う領域に形成すると同時に、外部とのコンタクトパッド電極も形成する。その後、保護膜 3 1 を遮光膜 2 5 よりも薄い膜厚として形成することにより、受光画素領域 1 と境界画素領域 2 の保護膜 3 1 の上面を遮光膜 2 5 の上面より低い位置とし、入射光の集光特性を高くする。

【0026】

そして、図 5 に示すように、保護膜 3 1 上に層内レンズ 3 2 を境界画素領域 2 及び受光画素領域 3 の各画素に対して形成する。その後、第一平坦化膜 3 3 を形成し、遮光膜 2 5 と層内レンズ 3 2 の段差等を平坦化する。

【0027】

そして、図 6 に示すようにカラーフィルタ層 3 4 を形成し、その平坦化のために第二平坦化膜 3 5 を形成する。カラーフィルタとしては、RGB の原色フィルタでも、シアン、マゼンタ、イエロー、グリーンの補色フィルタでも、もしくは、カラーフィルタを備えていなくてもよい。カラーフィルタ層 3 4 を備えていない場合は、第二平坦化層 3 5 も備える必要はなく、マイクロレンズ 3 5 を第一平坦化層 3 3 上に形成することができ、固体撮像素子をさらに薄くすることが可能である。

【0028】

最後に、第二平坦化膜 3 5 上にマイクロレンズ 3 6 を形成し、図 1 に示す本発明の固体撮像装置を得る。

以上のように本発明の固体撮像装置では、遮光画素領域と受光画素領域の間に境界画素領域を設けることによって、遮光画素領域上に形成された遮光膜端部のみに保護膜の厚み差による傾斜が形成されるため、受光画素領域上では保護膜の膜厚が全面的に一定となり、その上に形成する層内レンズと光電変換素子との距離は一定に保たれる。その結果、各

10

20

30

40

50

画素の層内レンズの集光特性は全受光画素領域に渡って均一となり、受光画素領域の光電変換素子に対して集光効率の向上を図りながら集光特性の均一化が実現できる。また、遮光画素領域と受光画素領域の間に境界画素領域を設けることによって、黒基準信号を生成するオプティカルブラックを構成する遮光画素領域への不正入射光を有効に防止することができる。

【0029】

なお、以上の説明では、本発明の固体撮像装置としてMOS型イメージセンサを前提としているが、受光面上に配線層を持たないCCDイメージセンサにも同様に適用することができる。

また、上述のような可視光による固体撮像装置に限らず、例えば赤外線等の不可視光による固体撮像装置に対しても、同様に適用することができる。

【0030】

また、上記実施形態は層間絶縁膜およびメタル配線層をそれぞれ3層ずつとしたが、2層ずつとしてもよく、それにより、固体撮像素子の薄型化がさらに可能となる。また、層間絶縁膜およびメタル配線層をそれぞれ4層以上として、集光のための受光画素とマイクロレンズとの距離を広げても構わない。

【0031】

さらに、各メタル配線層をダマシン工法によるCu膜としたが、エッチング法によるAl膜で形成してもよい。これにより、入射光制限膜がAlで形成されるため、Cuよりも遮光性を高くすることが可能となる。

【産業上の利用可能性】

【0032】

本発明は、受光画素領域の各画素への入射光量の均一性を高めながら集光率も向上でき、かつ黒基準信号を生成するオプティカルブラックを構成する遮光画素領域への不正入射光を防止することができ、光電変換素子を用いて撮像する固体撮像装置及びその製造方法等に有用である。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】本発明の固体撮像装置の構成を示す断面図

【図2】本発明の固体撮像装置の構成を示す平面図

【図3】本発明の固体撮像装置の製造方法における素子領域形成工程を説明する工程断面図

【図4】本発明の固体撮像装置の製造方法における遮光膜形成工程を説明する工程断面図

【図5】本発明の固体撮像装置の製造方法における層内レンズ形成工程を説明する工程断面図

【図6】本発明の固体撮像装置の製造方法におけるカラーフィルタ層形成工程を説明する工程断面図

【図7】マイクロレンズと凸型層内レンズを有する固体撮像装置の構成を示す断面図

【符号の説明】

【0034】

- 1 遮光画素領域
- 2 境界画素領域
- 3 受光画素領域
- 4 光電変換素子
- 11 第一層間絶縁膜
- 12 第二層間絶縁膜
- 13 第三層間絶縁膜
- 14 第四層間絶縁膜
- 21 第一メタル配線層
- 22 第二メタル配線層

10

20

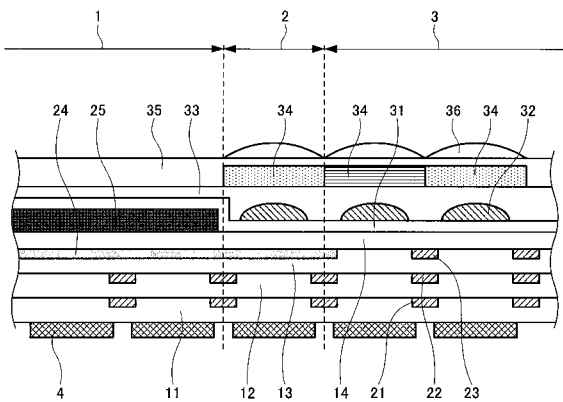
30

40

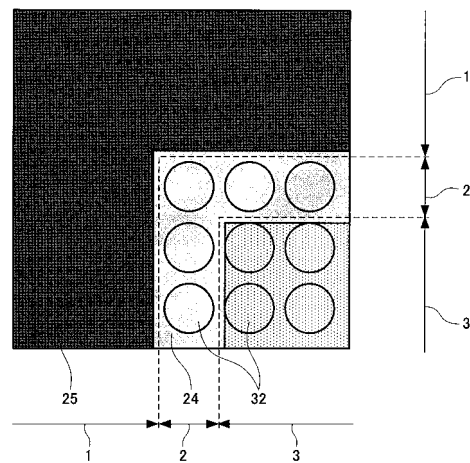
50

- 2 3 第三メタル配線層
- 2 4 入射光制限膜
- 2 5 遮光膜
- 3 1 保護膜
- 3 2 層内レンズ
- 3 3 第一平坦化膜
- 3 4 カラーフィルタ膜
- 3 5 第二平坦化膜
- 3 6 マイクロレンズ
- 1 0 4 第一メタル配線層
- 1 0 5 第二メタル配線層
- 1 0 6 第三メタル配線層
- 1 0 7 保護膜
- 1 0 8 層内レンズ
- 1 0 9 平坦化膜
- 1 1 0 カラーフィルタ層
- 1 1 1 マイクロレンズ

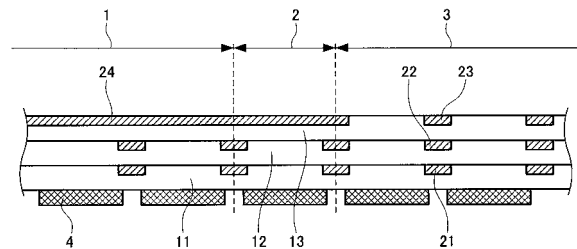
【 図 1 】



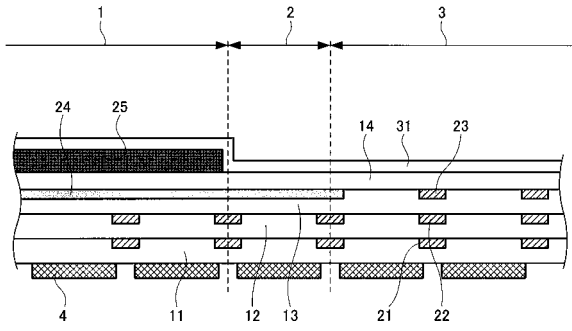
【 図 2 】



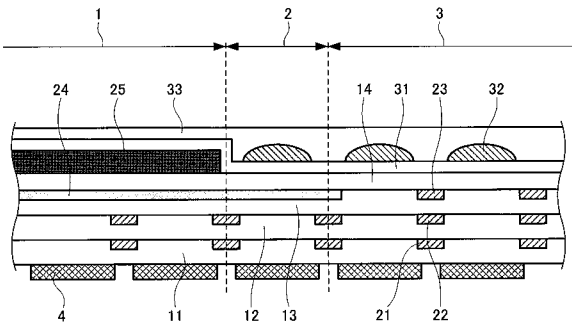
【 図 3 】



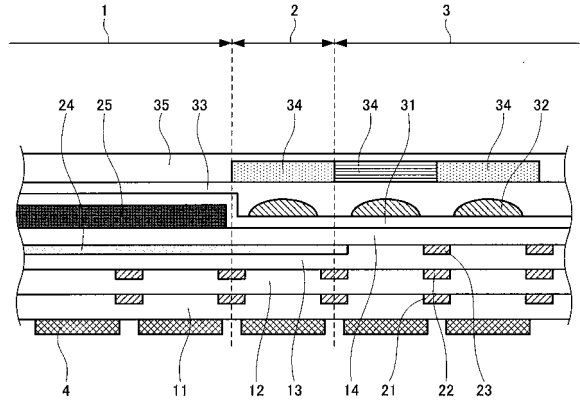
【 図 4 】



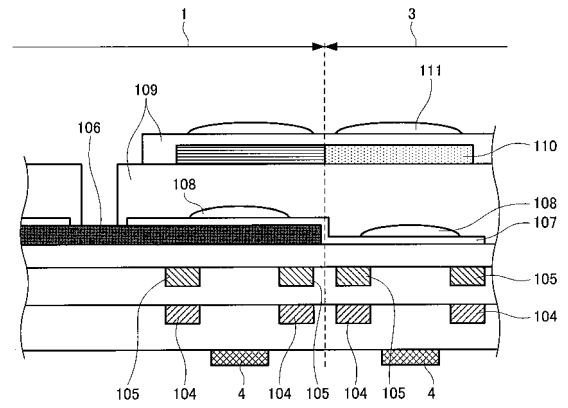
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 土井 博之

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA05 AB01 BA06 CA32 EA01 EA14 EA18 GB03 GB09 GB11
GB19 GC07 GD04 GD07
5C024 AX01 CX27 CY47 DX01 EX25 EX43 EX52 GY01 GY31 GZ36