

(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2013-243364
(P2013-243364A)

(43) 公開日 平成25年12月5日(2013.12.5)

(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	4M118
HO 4 N 5/374 (2011.01)	HO 4 N 5/335 740	5C024

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2013-106163 (P2013-106163)
 (22) 出願日 平成25年5月20日 (2013.5.20)
 (31) 優先権主張番号 13/476,785
 (32) 優先日 平成24年5月21日 (2012.5.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500262038
 台湾積體電路製造股▲ふん▼有限公司
 Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd.
 台湾新竹科學工業園區新竹市力行六路八號
 8, Li-Hsin Rd. 6, Hsinchu Science Park, Hsinchu, Taiwan 300-77, R. O. C.
 (74) 代理人 100098464
 弁理士 河村 洵
 (74) 代理人 100149630
 弁理士 藤森 洋介

最終頁に続く

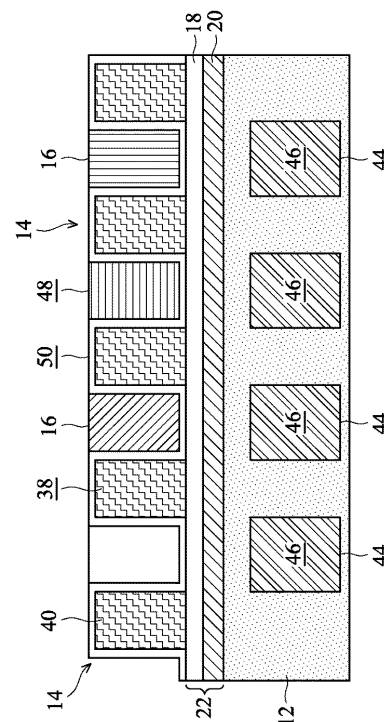
(54) 【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】クロストークを減少させ、量子効率を改善するイメージセンサー構造を提供する。

【解決手段】半導体装置は、フォトダイオードが組み込まれた画素領域を有する基板、基板の、フォトダイオードの受光側に設けられ、且つ、基板に垂直な方向に画素領域と整列して並べられるキャピティが区画される壁を有するグリッド、および、グリッドの壁間のキャピティ中に設けられるカラーフィルターを含む。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォトダイオードが組み込まれた画素領域を有する基板と、
前記基板の前記フォトダイオードの受光側に設けられ、キャビティが区画される壁を有し、
前記キャビティが前記基板に垂直な方向に前記画素領域と整列して並べられるグリッドと、
前記グリッドの前記壁間の前記キャビティ中に設けられるカラーフィルター
とを含むことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

前記グリッドは、金属または低屈折率材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

10

【請求項 3】

前記グリッドが、タングステン、アルミニウムおよび銅のいずれか一つからなる金属、または、低屈折率材料の酸化物で形成されていることを特徴とする請求項 2 記載の半導体装置。

【請求項 4】

前記グリッドは、裏面照射膜上に設けられることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

【請求項 5】

マイクロレンズが、前記カラーフィルターの上表面および前記カラーフィルターに隣接する前記グリッドの前記壁の上表面に設けられることを特徴とする請求項 1 記載の半導体装置。

20

【請求項 6】

フォトダイオードがそれぞれ組み込まれた複数の画素領域を有する基板と、
前記基板の前記フォトダイオードの受光側に設けられ、複数のキャビティが区画される壁を有し、
前記複数のキャビティのそれぞれが、前記基板に垂直な方向に前記複数の画素領域のひとつと整列して並べられるグリッドと、
前記複数のキャビティのそれぞれに設けられるカラーフィルターと、
各カラーフィルター上に設けられるマイクロレンズ
とを含むことを特徴とする半導体装置。

30

【請求項 7】

前記グリッドは、金属または低屈折率誘電材料により形成されることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置。

【請求項 8】

前記カラーフィルターの上表面は、前記カラーフィルターに隣接する前記グリッドの前記壁の上表面と共平面であることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置。

【請求項 9】

半導体装置の製造方法であって、
半導体基板の画素領域中に、フォトダイオードを形成する工程と、
グリッド層を前記基板上の全面に堆積する工程と、
前記グリッド層をパターン化して、前記半導体基板と垂直な方向に、画素領域と整列して設けられるキャビティが区画される壁を有するグリッドを形成する工程と、
前記キャビティにカラーフィルターを充填する工程
とを含むことを特徴とする方法。

40

【請求項 10】

さらに、前記カラーフィルターの上表面または前記カラーフィルターに隣接する前記グリッドの前記壁の上表面上に、マイクロレンズを堆積する工程を含むことを特徴とする請求項 9 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、半導体装置およびその製造方法に関するものであって、特に、クロストーク (cross talk) を減少させ、量子効率を改善するイメージセンサー構造に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

相補型 M O S イメージセンサー (Complementary metal oxide semiconductor image sensors) は、一般に、半導体基板の画素領域のアレイ中に形成された一連のフォトダイオードを用いて、いつ光線がフォトダイオードを照射するかを感知する。各画素領域中の各フォトダイオードに隣接する箇所に、転送トランジスタ (transfer transistor) を形成して、適当な時間に、フォトダイオード中で感知される光線により生成される信号を転送する。このようなフォトダイオードおよび転送トランジスタは、望ましい時間に、転送トランジスタを操作することにより、望ましい時間で、イメージを取り込むことができる。

10

【 0 0 0 3 】

一般に、相補型 M O S イメージセンサーは、表面照射構造または裏面照射構造に形成される。表面照射構造において、光線は、転送トランジスタが形成されたイメージセンサーの“前”側から、フォトダイオードに到達する。しかし、光線を、フォトダイオードに到達する前に、任意の金属層、誘電体層を通過させ、転送トランジスタを通過させる必要があるため、プロセスおよび/または操作上の問題が生じる。たとえば、金属層、誘電体層、および、転送トランジスタは、必ずしも半透明でなく、容易に光線を通過させないから

20

【 0 0 0 4 】

裏面照射構造において、転送トランジスタ、金属層および誘電体層は基板の前側に形成され、光線が、基板の“裏”側から、フォトダイオードに到達し、光線が、転送トランジスタ、誘電体層または金属層に到達する前に、まず、フォトダイオードに達する。このような配置は、イメージセンサーの製造とその操作の複雑性を減少させる。

【 0 0 0 5 】

しかし、互いに隣接する画素領域は、既知のクロストークにより、互いにその作用に干渉する。1個の画素領域からの光線が、隣接画素領域に入り込み、これにより、隣接画素領域がその光線を感知する時、このクロストークが発生する。このようなクロストークは、イメージセンサーの精密度および量子効率を減少させる。

30

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

本発明は、クロストークを減少させ、量子効率を改善するイメージセンサー構造を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の半導体装置は、フォトダイオードが組み込まれた画素領域を有する基板、基板の、フォトダイオードの受光側に設けられ、且つ、基板に垂直な方向に画素領域と整列して並べられるキャビティが区画される壁を有するグリッド、および、グリッドの壁間のキャビティ中に設けられるカラーフィルターを含む。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明による半導体装置は、基板の垂直方向に画素領域と整列して設けられるキャビティが区画されるグリッドが、それぞれのキャビティに照射された光線をそのキャビティが整列して並べられた下方の画素領域に導くと共に、その光線が隣接する画素領域を照射することを防ぐので、隣接する画素領域間での光学的なクロストークを減少させることができ、量子効率を改善することができる。

【 図面の簡単な説明 】

50

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 金属グリッド形式のイメージセンサー構造を含む、本発明の一実施形態の半導体装置の断面図である。

【 図 2 】 図 1 のグリッドの平面図である。

【 図 3 】 各色のカラーフィルターが充填された本発明の一実施形態のグリッドの上部の断面図である。

【 図 4 a 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

【 図 4 b 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

10

【 図 4 c 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

【 図 4 d 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

【 図 4 e 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

【 図 4 f 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

【 図 4 g 】 図 1 の金属グリッド形式のイメージセンサー構造を有する半導体装置を形成する本発明の方法の一実施形態の一工程を示す図である。

20

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

図 1 から図 3 を併せて参照すると、本発明の一実施形態による半導体装置 1 0 が説明される。図 1 は、各種画素領域を含むイメージセンサー構造を有する半導体装置 1 0 の断面図である。図 2 は、図 1 のイメージセンサー構造中の画素領域の拡大上面図である。図 3 は、図 2 の A - A 線に沿った画素領域の断面図である。以下でさらに詳細に説明されるように、半導体装置 1 0 は、イメージセンサー構造を有し、このイメージセンサー構造は、光学的なクロストークを減少または排除し、且つ、量子効率を改善する。イメージセンサー構造は、いくつかの特徴、たとえば、画素領域、黒レベル補正 (black level correction、B L C) 構成部分およびボンディングパッド構造を含む。図 1 から図 3 に示されるように、半導体装置 1 0 は、基板 1 2、グリッド 1 4 およびカラーフィルター 1 6 を含む。一態様において、基板 1 2 はシリコンから形成される。しかし、別の態様において、基板 1 2 は、その他の適当な半導体材料から形成される。基板 1 2 は、前面 1 2 A および背面 1 2 B を有する。

30

【 0 0 1 1 】

図 1 に示されるように、一態様において、基板 1 2 の背面 1 2 B 上で、且つ、グリッド 1 4 の直ぐ下に、反射防止膜 (A R C) 2 0 およびプラズマ強化酸化層 (plasma enhanced oxide、P E O x) 1 8 が形成される。反射防止膜 2 0 およびプラズマ強化酸化層 1 8 は、併せて、裏面照射 (B S I) 膜 2 2 と称され、図示されている。このほか、第 1 の誘電体層 2 4 は、基板 1 2 の下方の前面 1 2 A 上に形成される。一態様において、シャロートレンチアイソレーション (S T I) 領域 2 6 が形成され、S T I 領域 2 6 は前面 1 2 A から延伸し、且つ、基板 1 2 の一部と第 1 の誘電体層 2 4 との間に位置する。

40

【 0 0 1 2 】

引き続き図 1 を参照すると、炭化ケイ素 (S i C) 層 2 8、1 つまたは複数のメタライズ層 3 0 および第 2 の誘電体層 3 2 は、第 1 の誘電体層 2 4 の直ぐ下に設けられる。いくつかの構造が、図 1 の底部の炭化ケイ素層 2 8 の直ぐ下、上側金属 3 4 (たとえば、アルミニウム銅、A l C u) 上、および、非ドープの珪酸ガラス (U S G) 層 3 6 の上方に設けられる。なお、図 1 および図 4 には、ボンディングパッド 6 4 が上側金属 3 4 および非ドープの珪酸ガラス (U S G) 層 3 6 に覆われている部分の断面が示されているが、ボンディングパッド 6 4 が露出している部分も存在し得る。

50

【 0 0 1 3 】

図 1 から図 3 を参照すると、グリッド 1 4 は、一般に、基板 1 2 の背面 1 2 B 上に設けられる。一態様において、グリッド 1 4 はプラズマ強化酸化層 1 8 上に設けられる。一態様において、グリッド 1 4 は、金属 3 8、たとえば、タンゲステン、アルミニウム、銅、合金または合成物から形成される。一態様において、グリッドは、低屈折率材料、たとえば、酸化物から形成される。図 1 から図 2 に示されるように、グリッド 1 4 は壁 4 0 を有し、壁 4 0 は、基板 1 2 から突出し、それらの間にキャビティ 4 2 を形成する。

【 0 0 1 4 】

図 2 に示されるように、カラーフィルター 1 6 は、グリッド 1 4 により形成される各キャビティ 4 2 中に堆積される。図 2 において、カラーフィルター 1 6 は、“ W ” は白色、“ G ” は緑色、“ B ” は青色、“ R ” は赤色のカラーフィルターとして示される。図 3 を参照すると、各カラーフィルター 1 6 は、基板 1 2 中の画素領域 4 4 の上方に設けられる。つまり、カラーフィルター 1 6 を収容するキャビティ 4 2 は、一般に、基板 1 2 に垂直な方向に、下方の画素領域 4 4 と整列して並べられる。画素領域 4 4 は、それぞれ、フォトダイオード 4 6 および対応するイメージセンサー回路（たとえば、トランジスタ等）を支持するかまたは取り込む。

【 0 0 1 5 】

引き続き図 3 を参照すると、グリッド 1 4 を設けることにより、可視光をフォトダイオード 4 6 に導く。このほか、グリッド 1 4 を設けることにより、隣接する画素領域 4 4 中に設けられたフォトダイオード 4 6 間の光学的なクロストークを抑制または防止する。グリッド 1 4 は、また、半導体装置 1 0 の量子効率を改善または維持する機能を有する。さらに、従来または既知の装置と比較すると、グリッド 1 4 は光学的経路を短くし、一態様において、光学的経路は、カラーフィルター 1 6、プラズマ強化酸化層 1 8、反射防止膜 2 0、画素領域 4 4 上に位置する基板 1 2 の部分、フォトダイオード 4 6 および画素領域 4 4 を含む。

【 0 0 1 6 】

一態様において、カラーフィルター 1 6 は、それぞれ、適当なポリマー材料から形成される。しかし、別の態様において、別の適当なフィルター材料を用いてもよい。図 3 に示されるように、一態様において、カラーフィルター 1 6 の上表面 4 8 は、一般に、グリッド 1 4 の壁 4 0 の上表面 5 0 と共平面である。

【 0 0 1 7 】

図 4 a ~ 図 4 g を参照すると、図 1 から図 3 の半導体装置 1 0 を形成する方法 5 2 の具体例が示される。図 4 a に示されるように、プラズマ強化酸化層 1 8 が反射防止膜 2 0 上に堆積される。一態様において、化学気相堆積（ C V D ）プロセスを用いて、プラズマ強化酸化層 1 8 が形成される。図のように、プラズマ強化酸化層 1 8 は、一般に、シリコン基板 1 2 の背面 1 2 B 上に設けられ、且つ、前で詳述された半導体装置 1 0 のその他のいくつかの構造の上方に設けられる。

【 0 0 1 8 】

図 4 b において、グリッド層 5 4 が、プラズマ強化酸化層 1 8 上に堆積される。タンゲステン、銅、アルミニウム、もしくは他の金属 3 8、合金、または、合成物を堆積することにより、グリッド層 5 4 が形成される。一態様において、グリッド層 5 4 は、酸化物または低屈折率のその他の適当な材料から形成される。その後、図 4 c に示されるように、フォトレジスト 5 6 を用いて、裏面金属グリッドのフォトリソグラフィプロセスを実行する。

【 0 0 1 9 】

図 4 d に示されるように、裏面金属グリッドのエッチングプロセスが実行されて、フォトレジスト 5 6 により露出された金属グリッド層 5 4 の選択部分を除去する。ここで使用されるフォトリソグラフィプロセスおよびエッチングプロセスは、併せて、パターン化と称される。図 4 d の金属グリッド層 5 4 の選択部分の除去は、図 4 e の金属グリッド 1 4 を残す。図 4 e に示されるように、グリッド 1 4 の壁 4 0 により区画されるキャビティ 4

10

20

30

40

50

2は、下方の画素領域44の上方に設けられ、且つ、基板12に垂直な方向に、下方の画素領域44と整列して並べられる。

【0020】

図4fを参照すると、カラーフィルター16が、BSI膜(たとえば、プラズマ強化酸化層18および反射防止膜層20)上のキャビティ42内(図4e参照)に堆積される。つまり、カラーフィルター16は、グリッド14により区画されるキャビティ42を満たす。よって、各カラーフィルター16は、下方の画素領域44の上方に設けられ、且つ、基板12に垂直な方向に、下方の画素領域44と整列して並べられる。カラーフィルター16は、いくつかの異なる色、たとえば、赤、緑、青および白色のひとつである。図4gに示されるように、マイクロレンズ58が、カラーフィルター16の上表面48および/またはカラーフィルター16に隣接するグリッド14の壁40の上表面50上に堆積される。

10

【0021】

図4fに示されるように、図4fの半導体装置10は、従来のイメージセンサーに見られる余分な薄膜スタック層がない。実に、半導体装置10は、カラーフィルター16と画素領域44との間に、少量の材料および層を有する。さらに、半導体装置10の中の各カラーフィルター16は、一般に、それらを隔てるグリッド14の長所により、隣接するカラーフィルター16から隔離される。このほか、カラーフィルター16と、たとえば、上側金属34との間の、層および構造の数が限られるため、半導体装置10は低いステップ高さを有する。

20

【0022】

半導体装置は、基板、グリッドおよびカラーフィルターを含む。基板は、フォトダイオードを組み込む1つの画素領域を含む。グリッドは基板の上方に設けられ、基板に垂直な方向に画素領域と整列して並べられる1つのキャビティが区画される壁を有する。1つのカラーフィルターが、グリッドの壁間のキャビティの中に設けられる。

【0023】

半導体装置は、基板、グリッドおよびカラーフィルターを含む。基板は複数の画素領域を有する。複数の画素領域のそれぞれはフォトダイオードを組み込む。グリッドは基板の上方に設けられ、複数のキャビティが区画される壁を有する。複数のキャビティのそれぞれは、基板に垂直な方向に、複数の画素領域のひとつと整列して並べられる。複数のカラーフィルターのひとつが、複数のキャビティのそれぞれの中に設けられる。

30

【0024】

半導体装置の製造方法は、半導体基板の画素領域中にフォトダイオードを形成する工程と、基板上の全面にグリッド層を堆積する工程と、全面に形成されたグリッド層をパターン化して、基板と垂直な方向に、画素領域と整列して設けられるキャビティが区画される壁を有するグリッドを形成する工程と、キャビティにカラーフィルターを充填する工程とを含む。

【0025】

本発明では好ましい実施例を前述の通り開示したが、これらは決して本発明を限定するものではなく、当該技術を熟知する者なら誰でも、本発明の趣旨および領域を逸脱しない範囲内で各種の変更や潤色を加えることができ、従って本発明の保護範囲は、特許請求の範囲で指定した内容を基準とする。

40

【符号の説明】

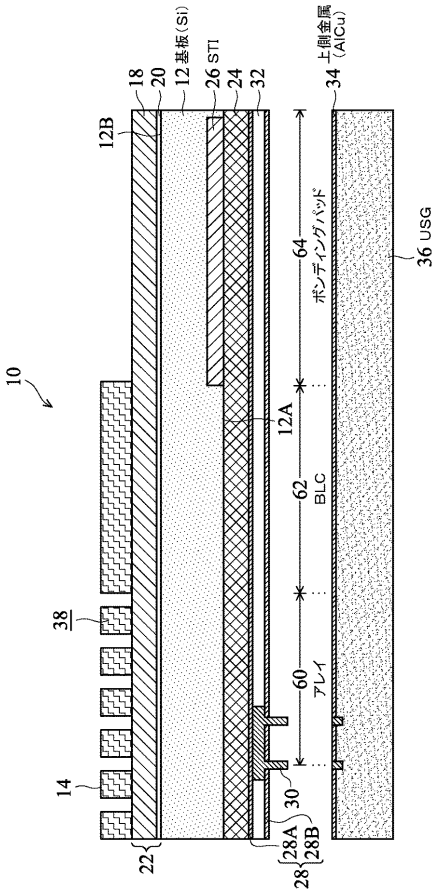
【0026】

- 10 半導体装置
- 12 基板
- 12A 前面
- 12B 背面
- 14 グリッド
- 16 カラーフィルター

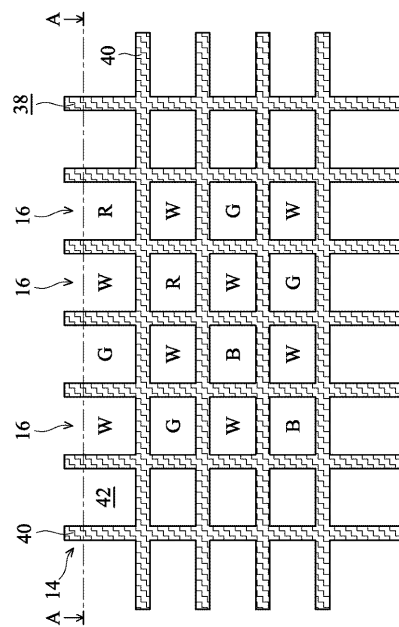
50

1 8	プラズマ強化酸化層 (P E O x)	
2 0	反射防止膜 (A R C)	
2 2	裏面照射 (B S I) 膜	
2 4	第 1 の誘電体層	
2 6	シャロートレンチアイソレーション (S T I) 領域	
2 8	炭化ケイ素層	
2 8 A	上側炭化ケイ素層	
2 8 B	下側炭化ケイ素層	
3 0	メタライズ層	
3 2	第 2 の誘電体層	10
3 4	上側金属	
3 6	非ドーブの珪酸ガラス (U S G) 層	
3 8	金属	
4 0	グリッドの壁	
4 2	キャビティ	
4 4	画素領域	
4 6	フォトダイオード	
4 8	カラーフィルタの上表面	
5 0	グリッドの壁の上表面	
5 2	方法	20
5 4	グリッド層	
5 6	フォトレジスト	
5 8	マイクロレンズ	
6 0	アレイ	
6 2	黒レベル補正 (B L C) コンポーネンツ	
6 4	ボンディングパッド	

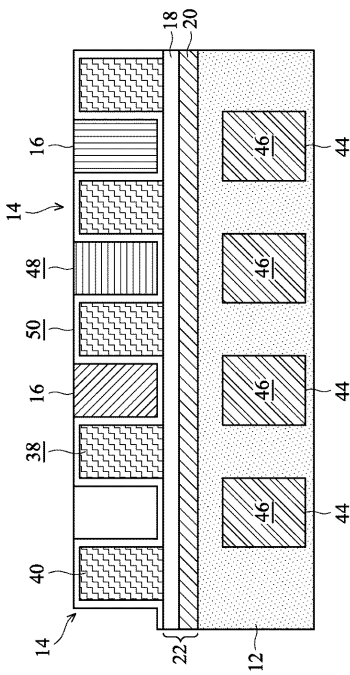
【図 1】



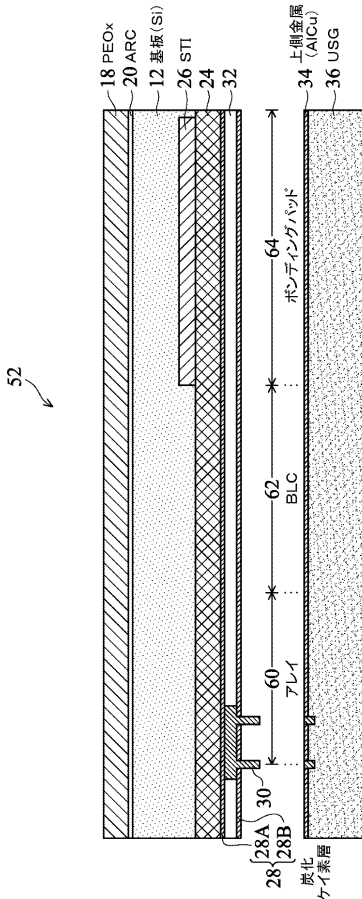
【図 2】



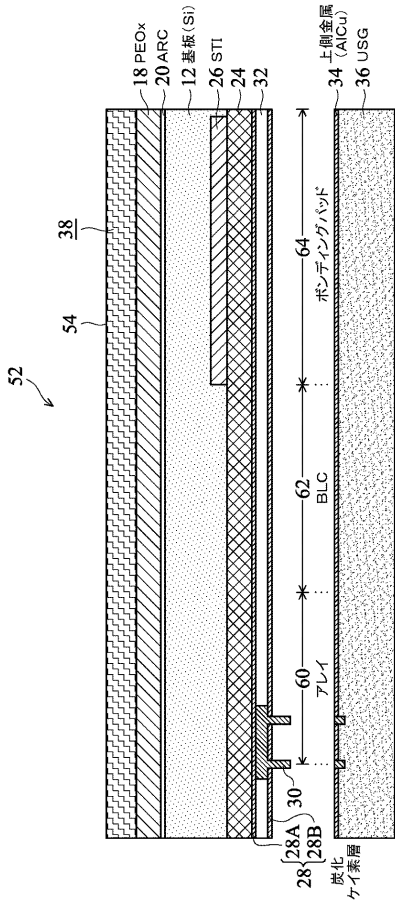
【図 3】



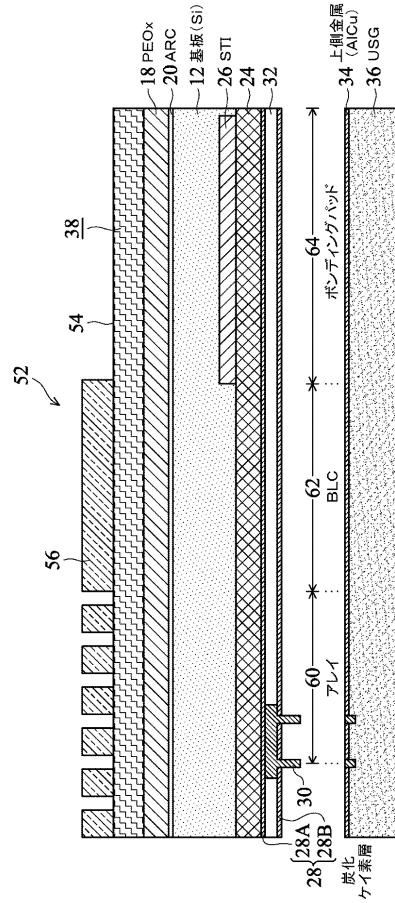
【図 4 a】



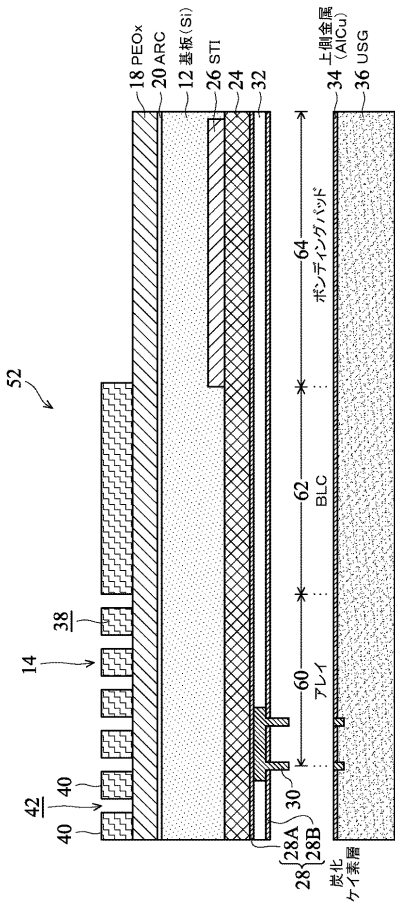
【図 4 b】



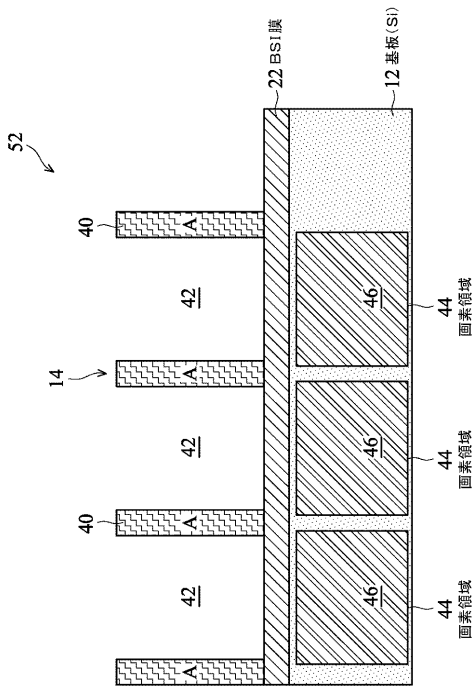
【図 4 c】



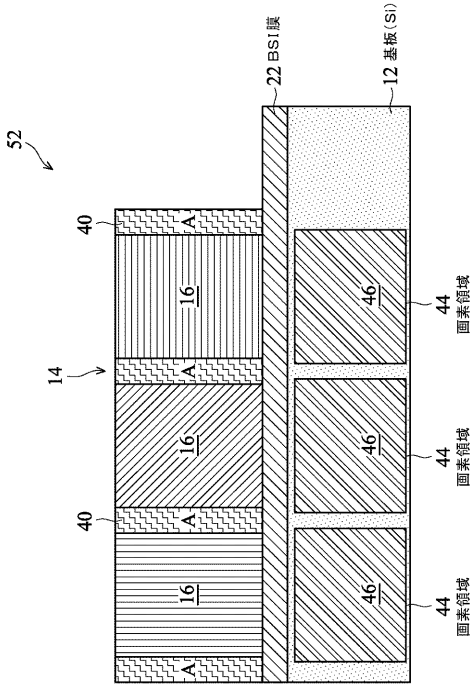
【図 4 d】



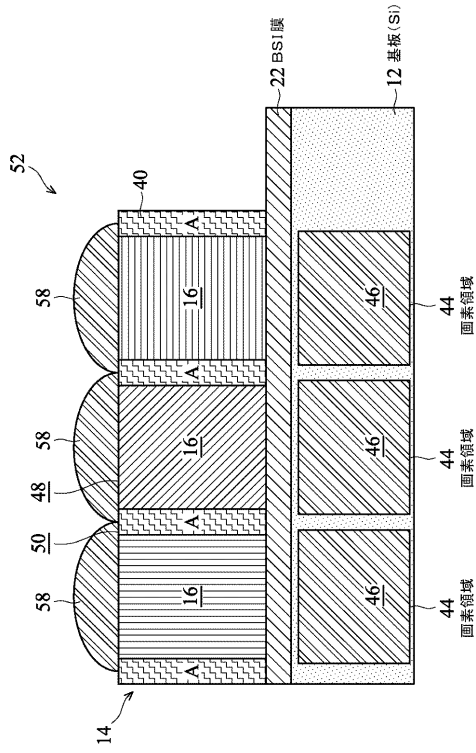
【図 4 e】



【 図 4 f 】



【 図 4 g 】



フロントページの続き

(74)代理人 100179257

弁理士 藤田 勝利

(72)発明者 蔡 雙吉

台湾台南市歸仁區文化北二街45巷1號

(72)発明者 楊 敦年

台湾台北市文山區萬盛街130巷15號4樓

(72)発明者 劉 人誠

台湾新竹市關東路219號5樓

(72)発明者 洪 豊基

台湾新竹縣竹北市博愛街535-2號10樓

(72)発明者 林 政賢

台湾台南市大同路一段175巷116弄44號

(72)発明者 王 文徳

台湾嘉義縣民雄鄉中和村17號

Fターム(参考) 4M118 AA01 AA05 AB01 BA14 CA02 CA31 CA34 GA02 GB03 GB06

GB07 GB11 GC07 GC08 GC14 GD04

5C024 AX01 CY47 DX01 EX43 EX52 GX03