

(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2009-164385

(P2009-164385A)

(43) 公開日 平成21年7月23日(2009.7.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 27/146 (2006.01)	H O 1 L 27/14 A	4 M 1 1 8
H O 1 L 27/14 (2006.01)	H O 1 L 27/14 D	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2008-1250 (P2008-1250)
 (22) 出願日 平成20年1月8日 (2008.1.8)

(71) 出願人 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100115107
 弁理士 高松 猛
 (74) 代理人 100132986
 弁理士 矢澤 清純
 (72) 発明者 橋本 正光
 宮城県黒川郡大和町松坂平1丁目6番地
 富士フイルムフotonics株式会社内
 Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA10 BA14 CA03
 CA26 DD04 FA06 FA25 FA33
 GA02 GB02 GC08 GC14 GD04

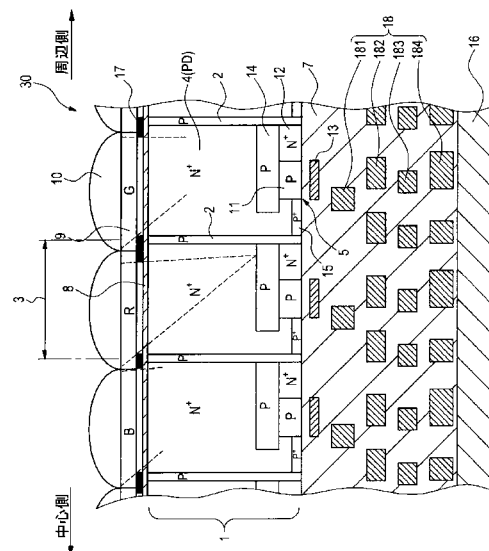
(54) 【発明の名称】 裏面照射型撮像素子

(57) 【要約】

【課題】入射光の波長に依存した光学的な混色を防止することが可能な裏面照射型撮像素子を提供する。

【解決手段】シリコン層1の裏面側から光を照射し、シリコン層1内に形成された光電変換素子4でこの光に応じて発生した電荷に応じた信号をシリコン層1の表面側に形成した読み出し回路5から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子30であって、各光電変換素子4に対応させてシリコン層1の裏面上方に形成されたカラーフィルタ9と、シリコン層1の裏面上方に形成され各光電変換素子4に対応して開口が形成された遮光膜17とを備え、カラーフィルタ9としてそれぞれ異なる色の光を透過する3種類のカラーフィルタを含み、周辺部にある光電変換素子4に対応する遮光膜17の開口は、該光電変換素子4に対応するカラーフィルタ9の種類に応じて大きさが異なり且つその中心が該光電変換素子4の中心よりも中心部側にずれている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

半導体基板の裏面側から光を照射し、前記半導体基板内に形成された多数の光電変換素子の各々で前記光に応じて発生した電荷に応じた信号を、前記半導体基板の表面側に形成した読み出し回路から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子であって、

前記多数の光電変換素子の各々に対応させて前記半導体基板の裏面上方に形成されたカラーフィルタと、

前記半導体基板の裏面上方に形成され、前記多数の光電変換素子の各々に対応して開口が形成された遮光膜とを備え、

多数の前記カラーフィルタが、それぞれ異なる色の光を透過する少なくとも 3 種類のカラーフィルタを含み、

前記裏面照射型撮像素子の周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記遮光膜の開口は、該光電変換素子に対応するカラーフィルタの種類に応じて大きさが異なっており、且つ、その中心が該光電変換素子の中心よりも前記裏面照射型撮像素子の中心部側にずれている裏面照射型撮像素子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記遮光膜の開口が、該光電変換素子に対応するカラーフィルタを透過する光の波長が長波長に向かうほど小さくなっている裏面照射型撮像素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記遮光膜が、前記半導体基板と前記カラーフィルタとの間に形成されている裏面照射型撮像素子。

【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記カラーフィルタの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている裏面照射型撮像素子。

【請求項 5】

請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記カラーフィルタの上に、各光電変換素子に対応させて形成されたマイクロレンズを備え、

前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記マイクロレンズの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている裏面照射型撮像素子。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記遮光膜が前記カラーフィルタの上に形成されており、

前記遮光膜の開口内に形成されたマイクロレンズを備える裏面照射型撮像素子。

【請求項 7】

請求項 6 記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記カラーフィルタの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている裏面照射型撮像素子。

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 記載の裏面照射型撮像素子であって、

前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記マイクロレンズの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている裏面照射型撮像素子。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、半導体基板の裏面側から光を照射し、前記半導体基板内に形成された多数の

10

20

30

40

50

光電変換素子の各々で前記光に応じて発生した電荷に応じた信号を、前記半導体基板の表面側に形成した読み出し回路から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1には、裏面照射型撮像素子において、シリコン基板内に光電変換素子同士を分離する素子分離領域を設けることで、各光電変換素子で発生した電荷が隣の光電変換素子で発生した電荷と混ざるのを防いで電氣的な混色を防止し、光電変換素子上方に設けたマイクロレンズを撮像素子の周辺部において中心部側にずらすことで、各光電変換素子の中心に光を集光できるようにした構成が開示されている。

【0003】

10

【特許文献1】特開2005-347709号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

裏面照射型撮像素子は、半導体基板全体が光電変換領域となる。半導体基板としてシリコンを用いた場合、シリコンの光吸収係数には波長依存性があり、赤色の波長域や近赤外域等の長波長の光はシリコン基板の深いところまで到達する。このため、特許文献1に開示された構成では、ある光電変換素子に斜めに入射してきた長波長の光が、その光電変換素子に隣接する素子分離領域を突き抜けて隣の光電変換素子まで到達してしまい、光学的な混色が発生する可能性がある。短波長の光については、シリコン基板の浅いところまでしか光が侵入しないため、斜めに光が入射したとしても、その光が素子分離領域まで到達してしまう可能性は極めて低い。

20

【0005】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、入射光の波長に依存した光学的な混色を防止することが可能な裏面照射型撮像素子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】

【0006】

本発明の裏面照射型撮像素子は、半導体基板の裏面側から光を照射し、前記半導体基板内に形成された多数の光電変換素子の各々で前記光に応じて発生した電荷に応じた信号を、前記半導体基板の表面側に形成した読み出し回路から読み出して撮像を行う裏面照射型撮像素子であって、前記多数の光電変換素子の各々に対応させて前記半導体基板の裏面上方に形成されたカラーフィルタと、前記半導体基板の裏面上方に形成され、前記多数の光電変換素子の各々に対応して開口が形成された遮光膜とを備え、多数の前記カラーフィルタが、それぞれ異なる色の光を透過する少なくとも3種類のカラーフィルタを含み、前記裏面照射型撮像素子の周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記遮光膜の開口は、該光電変換素子に対応するカラーフィルタの種類に応じて大きさが異なっており、且つ、その中心が該光電変換素子の中心よりも前記裏面照射型撮像素子の中心部側にずれている。

30

【0007】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記遮光膜の開口が、該光電変換素子に対応するカラーフィルタを透過する光の波長が長波長に向かうほど小さくなっている。

40

【0008】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記遮光膜が、前記半導体基板と前記カラーフィルタとの間に形成されている。

【0009】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記カラーフィルタの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている。

【0010】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記カラーフィルタの上に、各光電変換素子に対応させて形成されたマイクロレンズを備え、前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前

50

記マイクロレンズの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている。

【 0 0 1 1 】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記遮光膜が前記カラーフィルタの上に形成されており、前記遮光膜の開口内に形成されたマイクロレンズを備える。

【 0 0 1 2 】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記カラーフィルタの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている。

【 0 0 1 3 】

本発明の裏面照射型撮像素子は、前記周辺部にある前記光電変換素子に対応する前記マイクロレンズの中心が、該光電変換素子の中心よりも前記中心部側にずれている。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、入射光の波長に依存した光学的な混色を防止することが可能な裏面照射型撮像素子を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、本発明の実施形態である裏面照射型撮像素子の中心部の断面模式図である。

図 1 に示すように、半導体基板（例えば単結晶シリコン層）1 内に形成された P 型半導体からなる素子分離領域 2 により区切られた多数の単位画素領域 3 内に、高濃度の N 型の半導体領域よりなる光電変換素子（フォトダイオード）4 が形成されている。

20

【 0 0 1 7 】

単結晶シリコン層 1 の一方の主面、すなわち裏面（図中上側の面）上には反射防止膜 8 が形成されている。反射防止膜 8 上には遮光膜 1 7 が形成されている。遮光膜 1 7 には、各光電変換素子 4 に対応させて開口が形成されており、開口内には透明な絶縁膜が埋め込まれている。この遮光膜 1 7 の開口により、この開口に対応する光電変換素子 4 の受光面積が決定されている。

【 0 0 1 8 】

遮光膜 1 7 上には、各光電変換素子 4 に対応させてカラーフィルタ 9 が形成されている。カラーフィルタ 9 には、赤色の波長域の光を透過する R カラーフィルタ（図中“ R ”を記載）と、緑色の波長域の光を透過する G カラーフィルタ（図中“ G ”を記載）と、青色の波長域の光を透過する B カラーフィルタ（図中“ B ”を記載）とが含まれており、これらが遮光膜 1 7 上にモザイク状に配列されている。

30

【 0 0 1 9 】

カラーフィルタ 9 上には各光電変換素子 4 に対応させてマイクロレンズ 1 0 が形成されている。裏面照射型撮像素子 3 0 の中心部では、各光電変換素子 4 の中心と、その光電変換素子 4 に対応するカラーフィルタ 9 の中心と、その光電変換素子 4 に対応するマイクロレンズ 1 0 の中心と、その光電変換素子 4 に対応する遮光膜 1 7 の開口の中心とは全て一致している。

40

【 0 0 2 0 】

単結晶シリコン層 1 の他方の主面側、すなわち表面側（図中下側の面）には、各光電変換素子 4 に蓄積された信号電荷に応じた信号を読み出す回路 5 が形成され、これら読み出し回路 5 上に、内部に配線層 1 8 が形成された絶縁層 7 が形成されている。

【 0 0 2 1 】

読み出し回路 5 は、P 型の半導体領域よりなる読み出しゲート部 1 1 と、この読み出しゲート部 1 1 に隣接して設けられ、光電変換素子 4 で蓄積された信号電荷が転送される高濃度の N 型の半導体領域よりなるフローティングディフュージョン部（F D 部）1 2 と、F D 部 1 2 に蓄積された信号電荷を掃き捨てるリセットゲート部（不図示）と、F D 部 1 2 に接続され、F D 部 1 2 に蓄積された信号電荷に応じた信号を出力する M O S トランジ

50

スタからなるMOS回路（不図示）と、読み出しゲート部11上に形成された読み出し電極13とから構成されている。

【0022】

尚、符号14はP型の半導体領域よりなる第2の素子分離領域である。符号15は光電変換素子4の表面側に形成された高濃度のP型の半導体領域よりなる正電荷蓄積領域である。

【0023】

配線層18は、4層の配線を有している。具体的には、単結晶シリコン層1上に形成された絶縁層7中において、1層目の配線181と、この1層目の配線181上に絶縁層7を介して形成された2層目の配線182と、この2層目の配線182上に絶縁層7を介して形成された3層目の配線183と、この3層目の配線183上に絶縁層7を介して形成された4層目の配線184とから形成されている。尚、絶縁層7上には、図示しないが、パッシベーション膜からなる平坦化膜が形成され、この平坦化膜上に接着剤層を介して支持基板16が接着されている。

10

【0024】

このような構成の裏面照射型撮像素子30においては、単結晶シリコン層1の裏面側からマイクロレンズ10を通じて光電変換素子4に光が照射される。この光に応じて光電変換素子4で発生し蓄積された信号電荷は、読み出し電極13に高電圧が印加されることにより、読み出しゲート部11を通してFD12へと転送され、ここに蓄積される。そして、FD部12に蓄積された信号電荷に応じた信号がMOS回路によって出力される。信号出力後は、FD12に蓄積された信号電荷がリセットされ、次の露光が開始される。

20

【0025】

図2は、本発明の実施形態である裏面照射型撮像素子の周辺部の断面模式図である。尚、周辺部とは、図1に示す構成の単位画素領域3のマイクロレンズ10に入射して集光された光が素子分離領域2にまで達してしまう程度に、該マイクロレンズ10に入射する光の入射角が急になってしまう領域のことを示す。

【0026】

図2に示すように、裏面照射型撮像素子30の周辺部では、各光電変換素子4に対応する遮光膜17の開口の大きさが、該光電変換素子4に対応するカラーフィルタ9の種類（透過波長域）に応じて異なっており、且つ、その開口の中心が該光電変換素子の中心よりも裏面照射型撮像素子30の中心部側にずれている。

30

【0027】

遮光膜17の開口は、これに対応するカラーフィルタを透過する光の波長が長波長のものほど小さくなっている。つまり、（Rカラーフィルタに対応する遮光膜の開口）＜（Gカラーフィルタに対応する遮光膜の開口）＜（Bカラーフィルタに対応する遮光膜の開口）という関係が成り立っている。各カラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口の大きさは、各光電変換素子4に入射した光が素子分離領域2まで達しないように、各カラーフィルタ9の透過波長とシリコン層1の深さとによって決められる。

【0028】

又、裏面照射型撮像素子30の周辺部では、カラーフィルタ9とマイクロレンズ10が、それぞれに対応する遮光膜17の開口内に同一のカラーフィルタ9を透過した光のみが入射できるように、その中心がそれぞれに対応する光電変換素子4の中心よりも中心部側にずれて配置されている。

40

【0029】

このように、裏面照射型撮像素子30の周辺部では、Rカラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口が他のカラーフィルタに対応する開口よりも小さくなっており、且つ、その中心が中心部側にずれている。このため、Rカラーフィルタ9に対応するマイクロレンズ10に斜めに入射してきた光は、この遮光膜17の開口によってその経路が制限される。この結果、図2の破線で示したように、Rカラーフィルタ9に対応する光電変換素子4に入射した光が素子分離領域2まで到達することがなくなり、光学的な混色を防ぐことが

50

できる。

【0030】

Gカラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口は、それに対応する光電変換素子4に入射した光が、Rカラーフィルタ9に対応する光電変換素子4に入射した光よりもシリコン層1の深くまで到達しないため、その大きさをRカラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口より大きくすることが可能となる。したがって、本実施形態のように、Gカラーフィルタ9に対応する開口を大きくすることで感度を向上させることができる。

【0031】

同様に、Bカラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口は、それに対応する光電変換素子4に入射した光が、Gカラーフィルタ9に対応する光電変換素子4に入射した光よりもシリコン層1の深くまで到達しないため、その大きさをGカラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口より大きくすることが可能となる。したがって、本実施形態のように、Bカラーフィルタ9に対応する開口を大きくすることで感度を向上させることができる。

【0032】

又、裏面照射型撮像素子30によれば、周辺部では、カラーフィルタ9とマイクロレンズ10のそれぞれの中心がそれぞれに対応する光電変換素子4の中心よりも中心部側にずれて配置されている。このため、2種類以上のカラーフィルタ9を通過した光が光電変換素子4に入射してしまうことによる色シェーディングや、マイクロレンズ10で入射光がケラレてしまうことによる輝度シェーディングを抑制して画質を向上させることができる。

【0033】

上述した裏面照射型撮像素子30の別の実施形態について以下に説明する。

図3は、本発明の別の実施形態である裏面照射型撮像素子の中心部の断面模式図である。図4は、本発明の別の実施形態である裏面照射型撮像素子の周辺部の断面模式図である。図3において図1と同じ構成には同一符号を付し、図4において図2と同じ構成には同一符号を付してある。

図3に示す裏面照射型撮像素子30は、図1に示した遮光膜17を、反射防止膜8とカラーフィルタ9の間ではなく、カラーフィルタ9の上に形成し、その遮光膜17の開口内に、マイクロレンズ10を形成した構成となっている。

【0034】

図4に示すように、裏面照射型撮像素子30の周辺部では、各光電変換素子4に対応する遮光膜17の開口の大きさが、該光電変換素子に対応するカラーフィルタ9の種類（透過波長域）に応じて異なっており、且つ、その開口の中心が該光電変換素子の中心よりも裏面照射型撮像素子30の中心部側にずれている。

【0035】

遮光膜17の開口は、これに対応するカラーフィルタを透過する光の波長が長波長のものほど小さくなっている。つまり、 $(R\text{カラーフィルタに対応する遮光膜の開口}) < (G\text{カラーフィルタに対応する遮光膜の開口}) < (B\text{カラーフィルタに対応する遮光膜の開口})$ という関係が成り立っている。各カラーフィルタ9に対応する遮光膜17の開口の大きさは、各光電変換素子4に入射した光が素子分離領域2まで達しないように、各カラーフィルタ9の透過波長とシリコン層1の深さとによって決められる。

【0036】

又、裏面照射型撮像素子30の周辺部では、カラーフィルタ9とマイクロレンズ10が、それぞれに対応する遮光膜17の開口内に同一のカラーフィルタ9を透過した光のみが入射できるように、その中心がそれぞれに対応する光電変換素子4の中心よりも中心部側にずれて配置されている。

【0037】

このような構成であっても、入射光の波長に依存した光学的な混色を防止し、感度を向上させることが可能となる。又、図3，4に示した構成によれば、遮光膜17を形成した後、その開口を埋めるようにマイクロレンズ10を形成すれば良いため、製造が容易にな

10

20

30

40

50

ると共に、マイクロレンズ 10 の曲率を色に応じて調整することも可能となる。

【0038】

尚、以上の説明では読み出し回路 5 が MOS 回路の例を示したが、FD 部 12 に蓄積された信号電荷を CCD (Charge Coupled Device) によってアンプまで転送し、このアンプから該信号電荷に応じた信号を出力させる読み出し回路を採用しても良い。

【0039】

又、以上の説明では、裏面照射型撮像素子 30 の周辺部において、カラーフィルタ 9 とマイクロレンズ 10 の両方の中心を、中心部側にずらすものとしたが、これらのうちいずれか一方のみを中心部側にずらすだけでも、画質向上という効果を得ることができる。

【0040】

又、カラーフィルタ 9 として 3 種類のカラーフィルタを用いた例を示したが、これは 4 種類以上であっても良い。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】本発明の実施形態である裏面照射型撮像素子の中心部の断面模式図

【図 2】本発明の実施形態である裏面照射型撮像素子の周辺部の断面模式図

【図 3】本発明の別の実施形態である裏面照射型撮像素子の中心部の断面模式図

【図 4】本発明の別の実施形態である裏面照射型撮像素子の周辺部の断面模式図

【符号の説明】

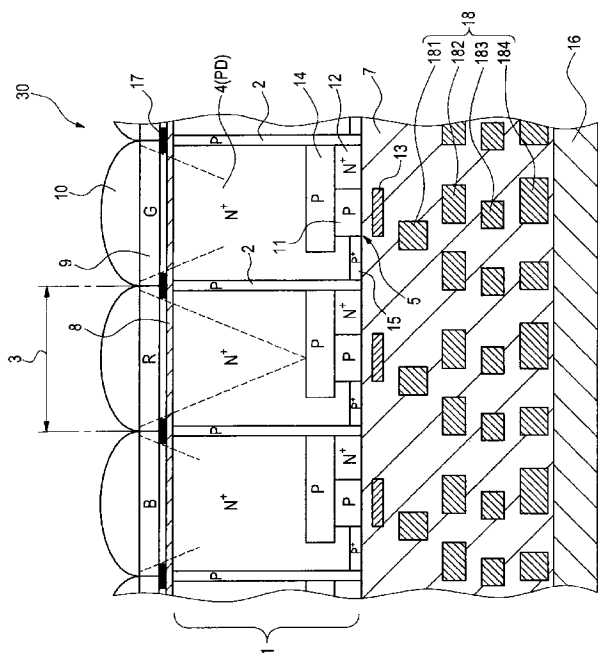
【0042】

- 1 シリコン層
- 4 光電変換素子
- 5 読み出し回路
- 9 カラーフィルタ
- 17 遮光膜
- 30 裏面照射型撮像素子

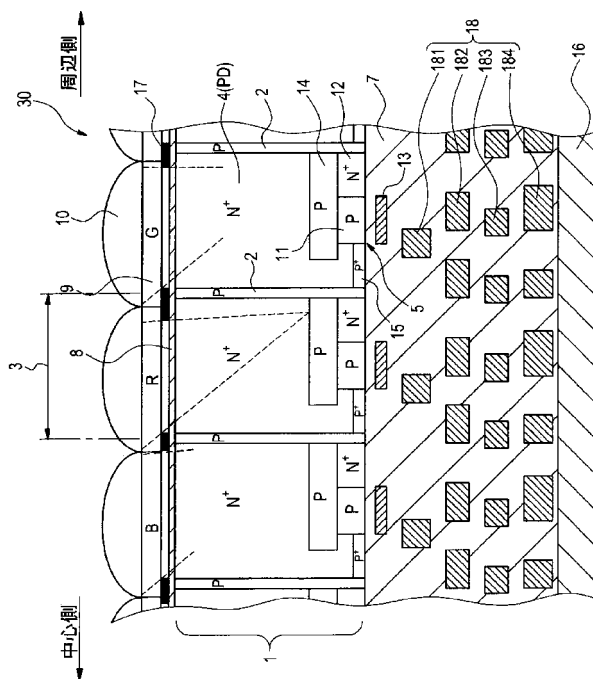
10

20

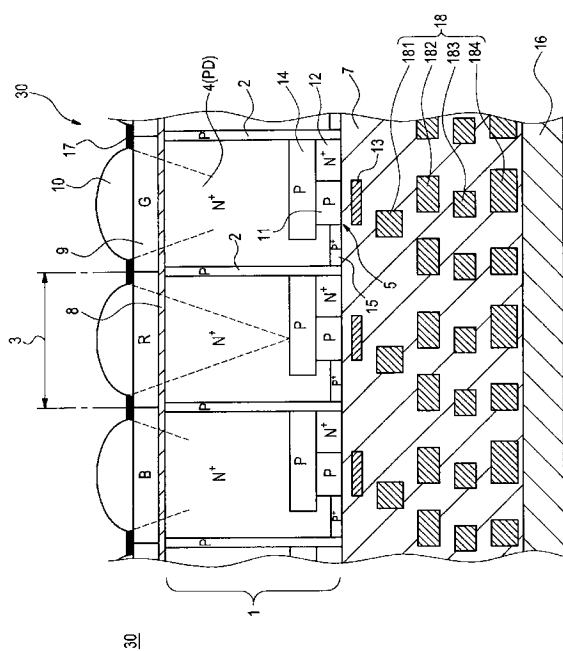
【 图 1 】



【圖 2】



【 図 3 】



【 図 4 】

