

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4951898号
(P4951898)

(45) 発行日 平成24年6月13日(2012.6.13)

(24) 登録日 平成24年3月23日(2012.3.23)

(51) Int.Cl. F I
 HO 1 L 27/148 (2006.01) HO 1 L 27/14 B
 HO 4 N 5/372 (2011.01) HO 4 N 5/335 7 2 O

請求項の数 13 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2005-245181 (P2005-245181)
 (22) 出願日 平成17年8月26日(2005.8.26)
 (65) 公開番号 特開2007-59733 (P2007-59733A)
 (43) 公開日 平成19年3月8日(2007.3.8)
 審査請求日 平成20年8月19日(2008.8.19)

(73) 特許権者 000002185
 ソニー株式会社
 東京都港区港南1丁目7番1号
 (74) 代理人 110000925
 特許業務法人信友国際特許事務所
 (72) 発明者 原田 耕一
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソ
 ニー株式会社内
 審査官 増山 慎也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法および固体撮像素子を用いた画像撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1導電型の基板と、
 前記基板上に形成された第1導電型とは逆の第2導電型のエピタキシャル層と、
 前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度の第2導電型のウエル領域とが形成され、
 前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子であって、
 前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域が形成されていると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第1導電型のウエル領域で占められないように、当該第1導電型のウエル領域が前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成されている
 ことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】

前記フォトセンサと前記第1導電型のウエル領域との間に第2導電型の領域が存在することを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】

前記第2導電型の領域は前記エピタキシャル層からなることを特徴とする請求項2記載の固体撮像素子。

【請求項4】

前記第 1 導電型のウエル領域の端部は前記読み出し部と前記垂直電荷転送部との境界部から前記垂直電荷転送部の中央部にかけての範囲にある

ことを特徴とする請求項 1 ~ 3 の何れか記載の固体撮像素子。

【請求項 5】

前記第 2 導電型のウエル領域は、前記フォトセンサ下部の領域よりも前記垂直電荷転送部下部の領域のほうが高濃度に形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ~ 4 の何れか記載の固体撮像素子。

【請求項 6】

前記フォトセンサの下部側において、前記フォトセンサ下部の前記第 2 導電型のウエル領域表面からの深さと同じ位置、もしくはそれよりも深い位置に第 1 導電型の不純物領域が形成されている

10

ことを特徴とする請求項 1 ~ 5 の何れか記載の固体撮像素子。

【請求項 7】

第 1 導電型の基板と、

前記基板上に形成された第 1 導電型とは逆の第 2 導電型のエピタキシャル層と、

前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度の第 2 導電型のウエル領域とが形成され、

前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子の製造方法であって、

前記エピタキシャル層中の前記フォトセンサと前記第 2 導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第 1 導電型のウエル領域を形成すると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第 1 導電型のウエル領域で占められないように前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に当該第 1 導電型のウエル領域を延長して形成する工程

20

を備えたことを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項 8】

前記フォトセンサと前記第 1 導電型のウエル領域との間に第 2 導電型の領域を存在させる

ことを特徴とする請求項 7 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 9】

前記第 2 導電型の領域を前記エピタキシャル層で形成する

30

ことを特徴とする請求項 8 記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 10】

前記第 1 導電型のウエル領域の端部を前記読み出し部と前記垂直電荷転送部との境界部から前記垂直電荷転送部の中央部にかけての範囲に形成する

ことを特徴とする請求項 7 ~ 9 の何れか記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 11】

前記フォトセンサ下部の前記第 2 導電型のウエル領域よりも前記垂直電荷転送部下部の前記第 2 導電型のウエル領域の方を高濃度に形成する

ことを特徴とする請求項 7 ~ 10 の何れか記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 12】

40

前記フォトセンサの下部側において、前記フォトセンサ下部の前記第 2 導電型のウエル領域表面からの深さと同じ位置、もしくはそれよりも深い位置に第 1 導電型の不純物領域を形成する

ことを特徴とする請求項 7 ~ 11 の何れか記載の固体撮像素子の製造方法。

【請求項 13】

固体撮像素子を撮像素子に用いた画像撮影装置において、

前記固体撮像素子は、

第 1 導電型の基板と、

前記基板上に形成された第 1 導電型とは逆の第 2 導電型のエピタキシャル層と、

前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度

50

の第2導電型のウエル領域とが形成され、

前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子であって、

前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域が形成されていると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第1導電型のウエル領域で占められないように、当該第1導電型のウエル領域が前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成されている

ことを特徴とする画像撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、隣接画素間の混色を防止した高感度な固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法、その固体撮像素子を用いた画像撮影装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、固体撮像素子のシリコン基板に形成されたフォトセンサのオーバーフローバリアは、シリコン基板表面からの深さを3 μ m以上に延ばすことで感度を向上させる技術が知られている(例えば、特許文献1参照。)。しかし、この構造の場合、フォトセンサのN型領域とオーバーフローバリアのP型領域との間がN型領域となっているため、フォトセンサのN型領域におけるポテンシャルの極大値のシリコン基板表面からの深さが深くなる。この結果、フォトセンサの飽和電荷量が低下するという問題点があった。

20

【0003】

また、垂直レジスタのバリア領域とオーバーフローバリアのP型領域との間もN型領域となっているため、隣接画素間の混色に弱くなるという問題点があった。隣接画素間の混色を改善する方法としては、チャンネルストップ部を形成するP型不純物を、注入エネルギーを変えた複数回のイオンインプラによって形成する方法が提案されている(例えば、特許文献2参照。)。しかしながら、この方法では、工程数が増加するという問題点があった。また、チャンネルストップ部を高エネルギーのイオンインプラで形成する必要があるため、レジスタからなるイオン注入マスクを厚く形成する必要があり、厚膜のレジスタ膜を微細加工することが困難なため、画素の微細化が困難になるという問題点もあった。

30

【0004】

上記問題点を解決するために、フォトセンサのN型領域や垂直レジスタのバリア領域のP型領域とフォトセンサのオーバーフローバリアのP型領域との間の領域をP型領域にすることも考えられるが、この場合は相対的にフォトセンサのオーバーフローバリアを形成するP型不純物の濃度が減少し、フォトセンサのオーバーフローバリアのシリコン基板表面からの深さが浅くなり、その分、感度が低下するという問題を生じる。また、垂直レジスタの下部で光電変換された電子がN型の基板に抜けてしまう構造となるため、垂直レジスタの下部で光電変換された電子が感度に寄与しないという問題もあった。

【0005】

40

上記の隣接画素間の混色に弱くなるという問題点とフォトセンサのオーバーフローバリアのシリコン基板表面からの深さが浅くなり、その分、感度が低下するという問題点を同時に解決するための手段としては、垂直レジスタのバリア領域のP型領域とフォトセンサのオーバーフローバリアのP型領域との間に、垂直レジスタのバリア領域とは離間してP型領域を形成する方法が提案されている。(例えば、特許文献3参照。)。しかしながら、この方法の場合でも、フォトセンサのオーバーフローバリアのシリコン基板表面からの深さが浅くなる事による感度の低下を起こす事無しに隣接画素間の混色を改善する事は出来るが、垂直レジスタの下部で光電変換された電子がN型のシリコン基板に抜けてしまう構造になる点は改善されていないため、垂直レジスタの下部で光電変換された電子は十分に利用されないため、高感度な固体撮像素子を得ることが依然として困難であった。

50

【0006】

【特許文献1】特許第2576813号公報（特開平8-46167号公報）

【特許文献2】特開2004-165462号公報

【特許文献3】特願2002-324613号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

解決しようとする問題点は、固体撮像素子の感度を高めるとともに、隣接画素間の混色を防止することができない点である。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

本発明の固体撮像素子は、第1導電型の基板と、前記基板上に形成された第1導電型とは逆の第2導電型のエピタキシャル層と、前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度の第2導電型のウエル領域とが形成され、前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子であって、前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域が形成されていると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第1導電型のウエル領域で占められないように、当該第1導電型のウエル領域が前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成されていることを最も主要な特徴とする。

20

【0009】

本発明の固体撮像素子の製造方法は、第1導電型の基板と、前記基板上に形成された第1導電型とは逆の第2導電型のエピタキシャル層と、前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度の第2導電型のウエル領域とが形成され、前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子の製造方法であって、前記エピタキシャル層中の前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域を形成すると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第1導電型のウエル領域で占められないように前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に当該第1導電型のウエル領域を延長して形成する工程を備えたことを最も主要な特徴とする。

30

【0010】

本発明の画像撮影装置は、固体撮像素子を撮像素子に用いた画像撮影装置において、前記固体撮像素子は、第1導電型の基板と、前記基板上に形成された第1導電型とは逆の第2導電型のエピタキシャル層と、前記基板と前記エピタキシャル層の間に形成された前記エピタキシャル層よりも高濃度の第2導電型のウエル領域とが形成され、前記エピタキシャル層にフォトセンサ、読み出し部、垂直電荷転送部が形成された固体撮像素子であって、前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に当該フォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域が形成されていると共に、前記垂直電荷転送部の下部領域が当該第1導電型のウエル領域で占められないように、当該第1導電型のウエル領域が前記読み出し部から当該垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成されていることを最も主要な特徴とする。

40

【発明の効果】

【0011】

本発明の固体撮像素子は、前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に第1導電型のウエル領域が形成されているため、感度を向上させることができ、しかもフォトセンサの飽和電荷量が低下することがないという利点がある。また、垂直電荷転送部の下部領域及び垂直方向の画素間の下部領域が上記第1導電型のウエル領域で占められていないため、隣接画素間の混色に弱くなることはないので、色再現性に優れた固体撮像素子となる。また垂直電荷転送部の下部で光電変換された電子は十分に利用されるようになるので高感度な固体撮像素子となる。

50

【 0 0 1 2 】

本発明の固体撮像素子の製造方法は、エピタキシャル層中の前記フォトセンサと前記第2導電型のウエル領域との間に、第1導電型のウエル領域を形成するため、高感度な固体撮像素子を製造することができる。しかもフォトセンサの飽和電荷量が低下することがないという利点もある。また、垂直電荷転送部の下部領域及び垂直方向の画素間の下部領域が上記第1導電型のウエル領域で占められていないため、隣接画素間の混色に弱くなることはないので、色再現性に優れた固体撮像素子を製造することができる。また垂直電荷転送部の下部で光電変換された電子は十分に利用されるようになるので高感度な固体撮像素子を製造することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の画像撮影装置は、本発明の固体撮像素子を撮像素子に用いているため、混色がないので色再現性に優れた画像を得ることができ、しかも高感度な画像を得ることができるという利点がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 4 】

隣接画素間の混色が防止され、かつ高感度な固体撮像素子、その固体撮像素子の製造方法およびその固体撮像素子を用いた画像撮影装置を得るという目的を、フォトセンサとオーバフローバリアとなる第2導電型のウエル領域との間にフォトセンサと離間して第1導電型のウエル領域を形成することで実現した。

【実施例1】

【 0 0 1 5 】

本発明の固体撮像素子に係る第1実施例を、図1、図2の概略構成断面図、図3の平面レイアウト図によって説明する。なお、図1は、図3中のX-X'線断面の概略を示す図面であり、図2は図3中のY-Y'線断面の概略を示す図面である。

【 0 0 1 6 】

図1～図3に示すように、第1導電型(N型)の基板11上に、第1導電型とは逆の第2導電型(P⁻型)のエピタキシャル層12が形成されている。上記基板11と上記エピタキシャル層12との間には、上記エピタキシャル層12よりも高濃度のオーバフローバリアとなる第2導電型の第1ウエル領域13が形成されている。上記第1ウエル領域13は、例えば上記エピタキシャル層12表面からの深さが3μm以上、好ましくは4μm以上に形成されている。このように、深い位置にオーバフローバリアとなる第1ウエル領域13を形成することにより、高感度な固体撮像素子1となる。

【 0 0 1 7 】

また、上記エピタキシャル層12の表面側には、固体撮像素子1に入射した光を光電変換するフォトセンサ21が形成されている。このフォトセンサ21は、N型領域22からなり、その表層には、P⁺型領域からなるホール蓄積層23が形成されている。

【 0 0 1 8 】

上記フォトセンサ21の一方側(図1において)には読み出し部31を介して垂直電荷転送部41が形成されている。この垂直電荷転送部41は、N型領域42からなり、その下部にはP型領域の第2ウエル領域43が形成されている。さらに、上記垂直電荷転送部41の読み出し部31とは反対側にはP⁺型領域からなるチャンネルストップ領域51が形成されている。また、上記フォトセンサ21の他方側(図1において)にもチャンネルストップ領域(図示せず)が形成されている。

【 0 0 1 9 】

上記フォトセンサ21と上記第2導電型の第1ウエル領域13との間には上記フォトセンサ21と離間して第1導電型(N⁻型)のウエル領域14が形成されている。したがって、上記フォトセンサ21と上記第1導電型のウエル領域14との間に第2導電型の領域として上記エピタキシャル層12が存在している。上記第1導電型のウエル領域14は上記読み出し部31から上記垂直電荷転送部41の下部側に延長されて形成されている。このウエル領域14は、ウエル領域14の垂直電荷転送部41側の端部が読み出し部31と

10

20

30

40

50

垂直電荷転送部 4 1 との境界部から垂直電荷転送部 4 1 の中央部にかけての範囲にあるように形成されている。

【 0 0 2 0 】

また、上記第 2 導電型の第 1 ウエル領域 1 3 は、上記フォトセンサ 2 1 下部の領域よりも上記垂直電荷転送部 4 1 下部の領域のほうが高濃度に形成されている。この高濃度に形成された領域を第 3 ウエル領域 1 5 とする。例えば、第 1 ウエル領域 1 3 は $5.0 \times 10^{14} / \text{cm}^3 \sim 2.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度の濃度に形成され、第 3 ウエル領域 1 5 は $1.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3 \sim 4.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度の濃度に形成されている。

【 0 0 2 1 】

さらに、上記読み出し部 3 1 および上記垂直電荷転送部 4 1 における上記エピタキシャル層 1 2 上には、絶縁膜（図示せず）を介して電極（転送電極と読み出し電極）6 1 が形成されている。さらに絶縁膜（図示せず）を介して遮光膜 6 2 が形成され、上記フォトセンサ 2 1 上の遮光膜 6 2 に開口部 6 3 が形成されている。

10

【 0 0 2 2 】

上記構成の固体撮像素子 1 では、フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 の下部にはフォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 とはある程度の距離を隔てて N 型のウエル領域 1 4 が形成されている。そして、この N 型のウエル領域 1 4 は読み出し部 3 1 側に垂直電荷転送部 4 1 下部の中央部まで延長形成されている。フォトセンサ 2 1 以外の領域のオーバーフローリアとなる P 型の不純物領域、すなわち第 3 ウエル領域 1 5 の不純物濃度は、フォトセンサ 2 1 のオーバーフローリアとなる P 型の不純物領域の第 1 ウエル領域 1 3 の不純物濃度よりも濃く形成されている。その結果、図 4 の前記図 1 中の A - A' 線におけるポテンシャルグラフ、図 5 の前記図 1 中 B - B' 線および C - C' 線におけるポテンシャルグラフ、図 6 の前記図 2 中 D - D' 線におけるポテンシャルグラフに示すように、上記構成の固体撮像素子 1 では、隣接するフォトセンサ 2 1 間には隣接画素間の混色を阻止するバリア領域が形成されるとともに、垂直電荷転送部 4 1 の下部で光電変換された電子は基板 1 1 側には抜けずに各垂直電荷転送部 4 1 に対応する 1 つのフォトセンサ 2 1 に流れ込むことになり、その分、固体撮像素子 1 の感度が向上することになる。

20

【 0 0 2 3 】

また、上記固体撮像素子 1 は、フォトセンサ 2 1 と第 2 導電型のウエル領域 1 3 との間にフォトセンサ 2 1 と離間して第 1 導電型のウエル領域 1 4 が形成されているため、感度を向上させることができるとともに、フォトセンサの飽和電荷量が低下することがない。また、垂直電荷転送部 4 1 の下部領域が上記第 1 導電型のウエル領域 1 4 で占められていないため、隣接画素間の混色に弱くなることがないので、色再現性に優れた固体撮像素子 1 となる。また、第 1 導電型のウエル領域 1 4 が、垂直電荷転送部 4 1 下部の中央部まで延長形成されているので、垂直電荷転送部 4 1 の下部で光電変換された電子は基板 1 1 側には抜けずに各垂直電荷転送部 4 1 に対応する 1 つのフォトセンサ 2 1 に流れ込むことになり、光電変換された電子は十分に利用されるようになる。よって、高感度な固体撮像素子 1 となる。

30

【 0 0 2 4 】

さらに、上記固体撮像素子 1 では、フォトセンサ 2 1 のオーバーフローリアとなる第 1 ウエル領域 1 3 は、エピタキシャル層 1 2 表面からの深さが $3 \mu\text{m}$ 以上にして形成されていることから、この点からも固体撮像素子 1 は高感度なものとなる。

40

【 0 0 2 5 】

また、第 1 導電型のウエル領域 1 4 の端部が読み出し部 3 1 の下部から離れて形成されていることから、第 1 導電型のウエル領域 1 4 の端部のポテンシャルが読み出し部 3 1 のポテンシャルに及ぼす影響を小さくできるので、たとえ、第 1 導電型のウエル領域 1 4 を形成する際に用いるイオン注入用のマスクのマスクずれが発生した場合でも、読み出し電圧やブルーミングマージンのバラツキを従来構造よりも小さく抑えることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 2 6 】

50

次に、本発明の固体撮像素子に係る第2実施例を、図7、図8の概略構成断面図によって説明する。なお、図7は、前記図1と同様に前記図3で示した平面レイアウト図におけるX-X'線断面の概略を示す図面であり、図8は前記図2と同様に前記図3で示した平面レイアウト図におけるY-Y'線断面の概略を示す図面である。

【0027】

図7～図8に示すように、第1導電型(N型)の基板11上に、第1導電型とは逆の第2導電型(P⁺型)のエピタキシャル層12が形成されている。上記基板11と上記エピタキシャル層12との間には、上記エピタキシャル層12よりも高濃度のオーバフローバリアとなる第2導電型の第1ウエル領域13が形成されている。上記第1ウエル領域13は、例えば上記エピタキシャル層12表面からの深さが3μm以上、好ましくは4μm以上10に形成されている。このように、深い位置にオーバフローバリアとなる第1ウエル領域13を形成することにより、高感度な固体撮像素子2となる。

【0028】

また、上記エピタキシャル層12の表面側には、固体撮像素子2に入射した光を光電変換するフォトセンサ21が形成されている。このフォトセンサ21は、N型領域22からなり、その表層には、P⁺型領域からなるホール蓄積層23が形成されている。

【0029】

上記フォトセンサ21の一方側(図7において)には読み出し部31を介して垂直電荷転送部41が形成されている。この垂直電荷転送部41は、N型領域からなり、その下部にはP型領域の第2ウエル領域43が形成されている。さらに、上記垂直電荷転送部4120の読み出し部31とは反対側にはP⁺型領域からなるチャンネルストップ領域51が形成されている。また、上記フォトセンサ21の他方側(図7において)にもチャンネルストップ領域(図示せず)が形成されている。

【0030】

上記フォトセンサ21と上記第2導電型の第1ウエル領域13との間には上記フォトセンサ21と離間して第1導電型(N⁻型)のウエル領域14が形成されている。したがって、上記フォトセンサ21と上記第1導電型のウエル領域14との間に第2導電型の領域として上記エピタキシャル層12が存在している。上記第1導電型のウエル領域14は上記読み出し部31から上記垂直電荷転送部41の下部側に延長されて形成されている。このウエル領域14は、ウエル領域14の垂直電荷転送部41側の端部が読み出し部31と30垂直電荷転送部41との境界部から垂直電荷転送部41の中央部にかけての範囲にあるように形成されている。

【0031】

上記フォトセンサ21の下部側に、このフォトセンサ21下部の上記第2導電型の第1ウエル領域13のエピタキシャル層12表面からの深さと同じ位置、もしくはそれよりも深い位置に第1導電型(N型)の不純物領域16が形成されている。また、上記オーバフローバリアとなる第2導電型の第1ウエル領域13は、基板11の全域に一定の濃度で形成されている。

【0032】

さらに、上記読み出し部31および上記垂直電荷転送部41における上記エピタキシャル層12上には、絶縁膜(図示せず)を介して電極(転送電極と読み出し電極)61が形成されている。さらに絶縁膜(図示せず)を介して遮光膜62が形成され、上記フォトセンサ21上の遮光膜62に開口部63が形成されている。

【0033】

上記構成の固体撮像素子2では、前記実施例1で説明した固体撮像素子1と同様な作用、効果を得ることができる。

【0034】

また、上記第1実施例の固体撮像素子1に上記第2実施例の第1導電型(N型)の不純物領域16を形成することもできる。

【0035】

10

20

30

40

50

< 実施例 1 の製造方法 >

次に、本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を、図 9 ~ 図 15 の製造工程断面図によって説明する。なお、この製造工程では、前記実施例 1 の固体撮像素子 1 を製造する工程を説明する。また、図 9 ~ 図 15 は前記図 3 における前記図 1 と同様な位置の断面を示している。なお、図 9 ~ 図 15 で説明する製造工程は、前記固体撮像素子 1 の製造工程であり、以下に説明する各構成部品には前記固体撮像素子 1 の構成部品と同一の符号を付与した。

【 0 0 3 6 】

図 9 (1) に示すように、基板 1 1 を用意する。この基板 1 1 は、第 1 導電型 (N 型) シリコン基板からなり、 $1 \text{ cm} \sim 10 \text{ cm}$ 程度の抵抗率を有するものを用いた。

10

【 0 0 3 7 】

次に、図 9 (2) に示すように、エピタキシャル成長法によって、上記基板 1 1 上に P 型のエピタキシャル層 1 2 を形成する。このエピタキシャル層 1 2 は、例えば $100 \text{ cm} \sim 500 \text{ cm}$ 程度の抵抗率を有するものとする。

【 0 0 3 8 】

次に、図 10 (3) に示すように、上記基板 1 1 と上記エピタキシャル層 1 2 との間に第 2 導電型 (P 型) の第 1 ウエル領域 1 3 を形成する。この第 1 ウエル領域 1 3 は、例えばフォトセンサが形成される領域の下方に形成される。なお、上記基板 1 1 と上記エピタキシャル層 1 2 との間における全面に形成されてもよい。上記第 1 ウエル領域 1 3 は、例えばイオン注入により形成することができる。

20

【 0 0 3 9 】

次に、図 10 (4) に示すように、上記基板 1 1 と上記エピタキシャル層 1 2 との間に第 2 導電型 (P 型) の第 3 ウエル領域 1 5 を形成する。この第 3 ウエル領域 1 5 は、例えばフォトセンサが形成される領域以外の領域の下方、例えば読み出し部、電荷転送部、チャンネルストップ領域等の下方に形成される。なお、上記基板 1 1 と上記エピタキシャル層 1 2 との間における全面に形成されてもよい。そして、上記第 3 ウエル領域 1 5 は、上記第 1 ウエル領域 1 3 よりも高濃度に形成されている。例えば、第 1 ウエル領域 1 3 は $5.0 \times 10^{14} / \text{cm}^3 \sim 2.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度の濃度に形成され、第 3 ウエル領域 1 5 は $1.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3 \sim 4.0 \times 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度の濃度に形成される。上記第 3 ウエル領域 1 5 は、例えばイオン注入により形成することができる。

30

【 0 0 4 0 】

次に、図 11 (5) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 中のフォトセンサが形成される領域と上記第 1 ウエル領域 1 3 との間に、上記フォトセンサが形成される領域と離間して第 1 導電型 (N 型) のウエル領域 1 4 を形成する。上記ウエル領域 1 4 は、例えばイオン注入により形成することができる。上記第 1 導電型のウエル領域 1 4 は後に形成される読み出し部から上記垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成される。このウエル領域 1 4 は、ウエル領域 1 4 の後に形成される垂直電荷転送部側の端部が後に形成される読み出し部と垂直電荷転送部との境界部から垂直電荷転送部の中央部にかけての範囲にあるように形成される。

【 0 0 4 1 】

40

次に、図 11 (6) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に P 型領域からなるチャンネルストップ領域 5 1 を形成する。このチャンネルストップ領域 5 1 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 4 2 】

次に、図 12 (7) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に上記チャンネルストップ領域 5 1 に隣接して、垂直電荷転送部が形成される領域に P 型領域からなる第 2 ウエル領域 4 3 を形成する。この第 2 ウエル領域 4 3 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 4 3 】

次に、図 12 (8) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に上記チ

50

ヤネルストップ領域 5 1 に隣接して、N 型領域からなる垂直電荷転送部 4 1 の N 型領域 4 2 を形成する。この垂直電荷転送部 4 1 の N 型領域 4 2 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 4 4 】

次に、図 1 3 (9) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 上の垂直電荷転送部 4 1 上および読み出し部 3 1 となる領域上に、絶縁膜 (図示せず) を介して電極 (転送電極と読み出し電極) 6 1 を形成する。この電極 6 1 は、チャンネルストップ領域 5 1 上にオーバーラップするように形成されてもよい。上記電極形成は、例えば、エピタキシャル層 1 2 表面に絶縁膜を形成した後、電極形成膜としてポリシリコン膜を成膜する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術によりポリシリコン膜を転送電極 6 1 にパター

10

【 0 0 4 5 】

次に、図 1 3 (1 0) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の上記読み出し部 3 1 に隣接して、フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 を形成する。このフォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 1 4 (1 1) に示すように、上記フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 表層に P⁺ 型領域からなるホール蓄積層 2 3 を形成する。このホール蓄積層 2 3 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 4 7 】

次に、図 1 5 (1 2) に示すように、全面に光透過性を有する層間絶縁膜 (図示せず) を形成した後、全面に遮光膜 6 2 を形成する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術により上記遮光膜 6 2 をエッチング加工して、上記フォトセンサ 2 1 上に開口部 6 3 を形成する。このようにして、固体撮像素子 1 が形成される。

20

【 0 0 4 8 】

上記固体撮像素子の製造方法では、フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 の下部にフォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 とはある程度の距離を隔てて N⁻ 型のウエル領域 1 4 が形成される。そして、この N⁻ 型のウエル領域 1 4 は読み出し部 3 1 側に垂直電荷転送部 4 1 下部の中央部の辺りまで延長形成される。フォトセンサ 2 1 以外の領域のオーバーフローバリアとなる P 型の不純物領域、すなわち第 3 ウエル領域 1 5 の不純物濃度は、フォトセンサ 2 1 のオーバーフローバリアとなる P 型の不純物領域の第 1 ウエル領域 1 3 の不純物濃度よりも濃く形成される。その結果、上記製造方法で製造される固体撮像素子 1 では、隣接するフォトセンサ 2 1 間には隣接画素間の混色を阻止するバリア領域が形成されるとともに、垂直電荷転送部 4 1 の下部で光電変換された電子は基板 1 1 側には抜けずに各垂直電荷転送部 4 1 に対応する 1 つのフォトセンサ 2 1 に流れ込むことになり、その分、固体撮像素子 1 の感度が向上することになる。

30

【 0 0 4 9 】

また、上記製造方法では、フォトセンサ 2 1 と第 2 導電型のウエル領域 1 3 との間にフォトセンサ 2 1 と離間して第 1 導電型のウエル領域 1 4 が形成されるため、感度を向上させることができるとともに、フォトセンサの飽和電荷量が低下することがない。また、垂直電荷転送部 4 1 の下部領域が上記第 1 導電型のウエル領域 1 4 で占められていないため、隣接画素間の混色に弱くなることはないので、色再現性に優れた固体撮像素子 1 を形成することができる。また、第 1 導電型のウエル領域 1 4 は、垂直電荷転送部 4 1 の下部で光電変換された電子が基板 1 1 側には抜けずに各垂直電荷転送部 4 1 に対応する 1 つのフォトセンサ 2 1 に流れ込む様に、ウエル領域 1 4 の垂直電荷転送部 4 1 側の端部が読み出し部 3 1 と垂直電荷転送部 4 1 との境界部から垂直電荷転送部 4 1 の中央部にかけての範囲にあるように形成されているので、垂直電荷転送部 4 1 下部で光電変換された電子は十分に利用されるようになる。よって、高感度な固体撮像素子 1 を形成することができる。

40

【 0 0 5 0 】

さらに、上記固体撮像素子 1 では、フォトセンサ 2 1 のオーバーフローバリアとなる第

50

1 ウエル領域 1 3 を、エピタキシャル層 1 2 表面からの深さが 3 μm 以上になるように形成することから、この点からも固体撮像素子 1 は高感度なものとなる。

【 0 0 5 1 】

また、第 1 導電型のウエル領域 1 4 の端部が読み出し部 3 1 の下部から離れて形成されていることから、第 1 導電型のウエル領域 1 4 の端部のポテンシャルが読み出し部 3 1 のポテンシャルに及ぼす影響を小さくできるので、たとえ、第 1 導電型のウエル領域 1 4 を形成する際に用いるイオン注入用のマスクのマスクずれが発生した場合にも、読み出し電圧やブルーミングマージンのバラツキを従来構造よりも小さく抑えることができる。

【 0 0 5 2 】

また、少なくともオーバーフローバリアとなる第 1 ウエル領域 1 3 よりも上部側が P 型のエピタキシャル層 1 2 で形成されるので、隣接画素間に混色防止用のバリア領域を、エネルギーを変えて複数回のイオンインプラで形成する必要が無く、隣接画素間混色の悪化無しに工程数を削減できる。

【 0 0 5 3 】

< 実施例 2 の製造方法 >

次に、本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 2 実施例を、図 1 6 ~ 図 2 3 の製造工程断面図によって説明する。なお、この製造工程では、前記実施例 2 の固体撮像素子 2 を製造する工程を説明する。また、図 1 6 ~ 図 2 3 は前記図 3 における前記図 1 と同様な位置の断面を示している。なお、図 1 6 ~ 図 2 3 で説明する製造工程は、前記固体撮像素子 2 の製造工程であり、以下に説明する各構成部品には前記固体撮像素子 2 の構成部品と同一の符号を付与した。

【 0 0 5 4 】

図 1 6 (1) に示すように、基板 1 1 を用意する。この基板 1 1 は、第 1 導電型 (N 型) シリコン基板からなり、1 . c m ~ 1 0 . c m 程度の抵抗率を有するものを用いた。

【 0 0 5 5 】

次に、図 1 6 (2) に示すように、エピタキシャル成長法によって、上記基板 1 1 上に P 型のエピタキシャル層 1 2 を形成する。このエピタキシャル層 1 2 は、例えば 1 0 0 . c m ~ 5 0 0 . c m 程度の抵抗率を有するものとする。

【 0 0 5 6 】

次に、図 1 7 (3) に示すように、フォトセンサが形成される領域下方における上記基板 1 1 中に第 1 導電型 (N 型) の不純物領域 1 6 を形成する。この不純物領域 1 6 は例えばイオン注入により形成することができる。そして、この不純物領域 1 6 は、後工程で形成される第 1 ウエル領域のエピタキシャル層 1 2 表面からの深さと同じ位置、もしくはそれよりも深い位置に形成される。

【 0 0 5 7 】

次に、図 1 7 (4) に示すように、上記基板 1 1 と上記エピタキシャル層 1 2 との間に第 2 導電型 (P 型) の第 1 ウエル領域 1 3 を形成する。上記第 1 ウエル領域 1 3 は、例えばイオン注入により形成することができる。

【 0 0 5 8 】

次に、図 1 8 (5) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 中のフォトセンサが形成される領域と上記第 1 ウエル領域 1 3 との間に、上記フォトセンサが形成される領域と離間して第 1 導電型 (N 型) のウエル領域 1 4 を形成する。上記ウエル領域 1 4 は、例えばイオン注入により形成することができる。上記第 1 導電型のウエル領域 1 4 は後に形成される読み出し部から上記垂直電荷転送部の下部側に延長されて形成される。このウエル領域 1 4 は、ウエル領域 1 4 の後に形成される垂直電荷転送部側の端部が後に形成される読み出し部と垂直電荷転送部との境界部から垂直電荷転送部の中央部にかけての範囲にあるように形成される。

【 0 0 5 9 】

次に、図 1 8 (6) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に P 型

10

20

30

40

50

領域からなるチャンネルストップ領域 5 1 を形成する。このチャンネルストップ領域 5 1 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 6 0 】

次に、図 1 9 (7) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に上記チャンネルストップ領域 5 1 に隣接して、垂直電荷転送部が形成される領域に P 型領域からなる第 2 ウエル領域 4 3 を形成する。この第 2 ウエル領域 4 3 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 6 1 】

次に、図 1 9 (8) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の所定位置に上記チャンネルストップ領域 5 1 に隣接して、N 型領域からなる垂直電荷転送部 4 1 の N 型領域 4 2 を形成する。この垂直電荷転送部 4 1 の N 型領域 4 2 はイオン注入により形成することができる。

10

【 0 0 6 2 】

次に、図 2 0 (9) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 上の垂直電荷転送部 4 1 上および読み出し部 3 1 となる領域上に、絶縁膜 (図示せず) を介して電極 (転送電極と読み出し電極) 6 1 を形成する。この電極 6 1 は、チャンネルストップ領域 5 1 上にオーバーラップするように形成されてもよい。上記電極形成は、例えば、エピタキシャル層 1 2 表面に絶縁膜を形成した後、電極形成膜としてポリシリコン膜を成膜する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術によりポリシリコン膜を転送電極 6 1 にパターンニングして形成することができる。

20

【 0 0 6 3 】

次に、図 2 1 (1 0) に示すように、上記エピタキシャル層 1 2 表層の上記読み出し部 3 1 に隣接して、フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 を形成する。このフォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 6 4 】

次に、図 2 2 (1 1) に示すように、上記フォトセンサ 2 1 の N 型領域 2 2 表層に P + 型領域からなるホール蓄積層 2 3 を形成する。このホール蓄積層 2 3 はイオン注入により形成することができる。

【 0 0 6 5 】

次に、図 2 3 (1 2) に示すように、全面に光透過性を有する層間絶縁膜 (図示せず) を形成した後、全面に遮光膜 6 2 を形成する。その後、通常のレジストマスクを用いたエッチング技術により上記遮光膜 6 2 をエッチング加工して、上記フォトセンサ 2 1 上に開口部 6 3 を形成する。このようにして、固体撮像素子 2 が形成される。

30

【 0 0 6 6 】

上記固体撮像素子 2 の製造方法では、前記実施例 1 の製造方法で説明した固体撮像素子 1 の製造方法と同様な作用、効果を得ることができる。

【 0 0 6 7 】

また、上記第 1 実施例の固体撮像素子の製造方法において、上記第 2 実施例の固体撮像素子の製造方法で示される第 1 導電型 (N 型) の不純物領域 1 6 を形成することもできる。

40

【 実施例 3 】

【 0 0 6 8 】

次に、本発明の画像撮影装置に係る一実施例を、図 2 4 のブロック図によって説明する。

【 0 0 6 9 】

画像撮影装置 1 0 1 は、固体撮像素子 1 1 1 を備えている。この固体撮像素子 1 1 1 の集光側には像を結像させる結像光学系 1 2 1 が備えられ、また、固体撮像素子 1 1 1 には、それを駆動する駆動回路 1 3 1 が接続されている。そして固体撮像素子 1 1 1 で光電変換された信号を画像に処理する信号処理回路 1 4 1 が接続されている。上記信号処理回路 1 4 1 によって処理された画像信号は画像記憶部 1 5 1 によって記憶される。このような

50

画像撮影装置 101 において、上記固体撮像素子 111 には、前記実施例 1 および実施例 2 で説明した固体撮像素子 1 および固体撮像素子 2 のうちのいずれかを用いることができる。

【0070】

本発明の画像撮影装置 101 は、本発明の固体撮像素子 1 もしくは固体撮像素子 2 を撮像素子に用いているため、混色がないので色再現性に優れた画像を得ることができ、しかも高感度な画像を得ることができるという利点がある。

【0071】

なお、本発明の画像撮影装置 101 は、上記構成に限定されることはなく、固体撮像素子を用いる画像撮影装置であれば如何なる構成のものにも適用することができる。

10

【産業上の利用可能性】

【0072】

本発明の固体撮像素子、固体撮像素子の製造方法および画像撮影装置は、電子スチルカメラ、カムコーダー等の電子撮影装置に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0073】

【図 1】本発明の固体撮像素子に係る第 1 実施例を示した図 3 中の X - X' 線断面における概略構成断面図である。

【図 2】本発明の固体撮像素子に係る第 1 実施例を示した図 3 中の Y - Y' 線断面における概略構成断面図である。

20

【図 3】本発明の固体撮像素子に係る第 1 実施例を示した平面レイアウト図である。

【図 4】図 1 中の A - A' 線におけるポテンシャルグラフである。

【図 5】図 1 中 B - B' 線および C - C' 線におけるポテンシャルグラフである。

【図 6】図 2 中 D - D' 線におけるポテンシャルグラフである。

【図 7】本発明の固体撮像素子に係る第 2 実施例を示した図 3 中の X - X' 線断面における概略構成断面図である。

【図 8】本発明の固体撮像素子に係る第 2 実施例を示した図 3 中の Y - Y' 線断面における概略構成断面図である。

【図 9】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

30

【図 10】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 11】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 12】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 13】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 14】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

40

【図 15】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 1 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 16】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 2 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 17】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 2 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 18】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 2 実施例を示した製造工程断面図である。

【図 19】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第 2 実施例を示した製造工程断面図である。

50

【図20】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第2実施例を示した製造工程断面図である。

【図21】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第2実施例を示した製造工程断面図である。

【図22】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第2実施例を示した製造工程断面図である。

【図23】本発明の固体撮像素子の製造方法に係る第2実施例を示した製造工程断面図である。

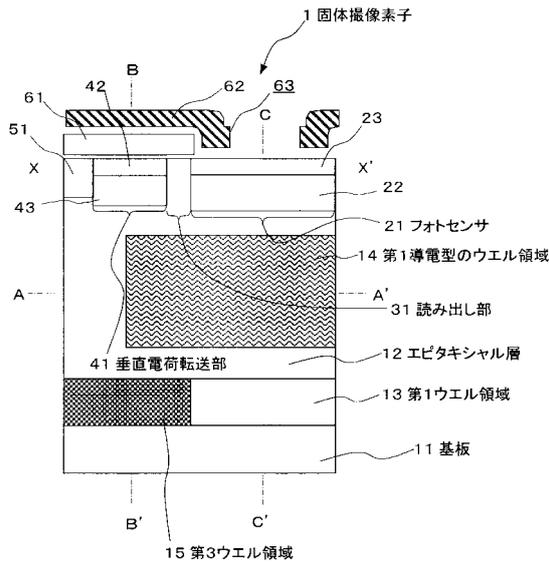
【図24】本発明の画像撮影装置に係る一実施例を示した概略構成ブロック図である。

【符号の説明】

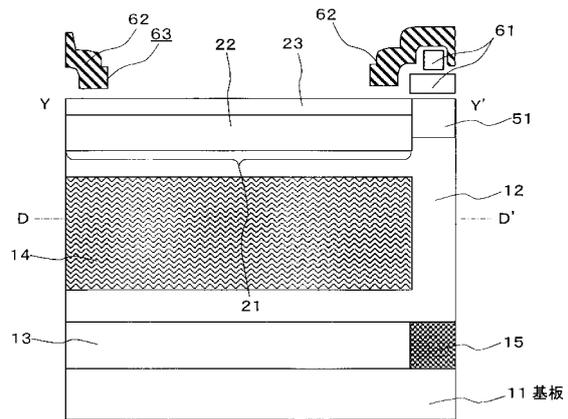
【0074】

1, 2 ... 固体撮像素子、 11 ... 基板、 12 ... エピタキシャル層、 13 ... 第1ウエル領域、 14 ... 第1導電型のウエル領域、 21 ... フォトセンサ、 31 ... 読み出し部、 41 ... 垂直電荷転送部

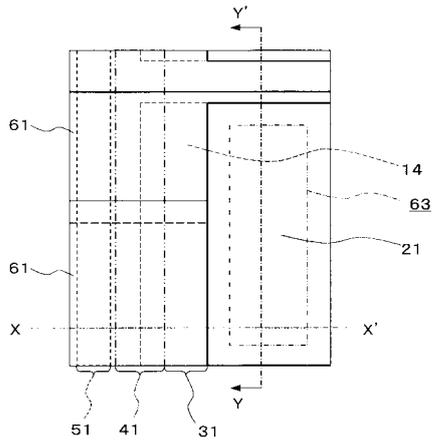
【図1】



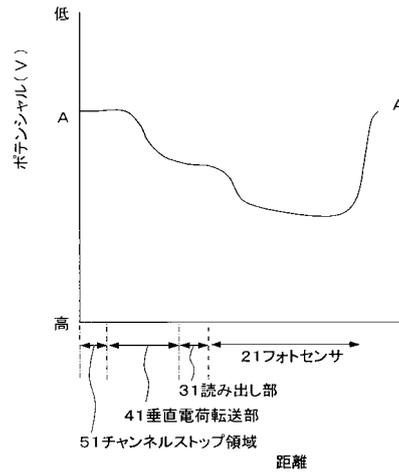
【図2】



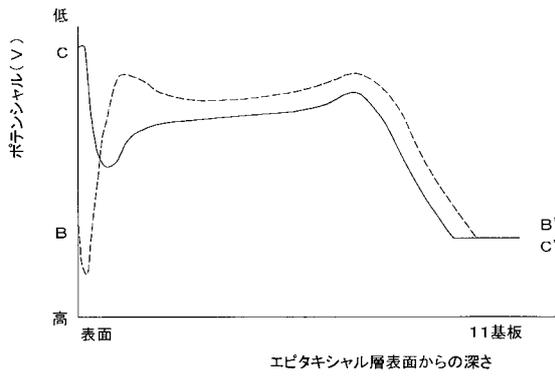
【図3】



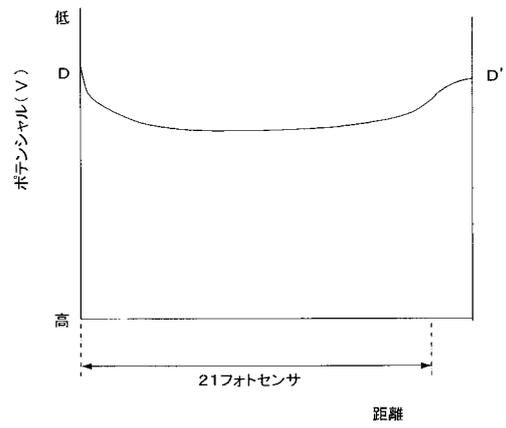
【図4】



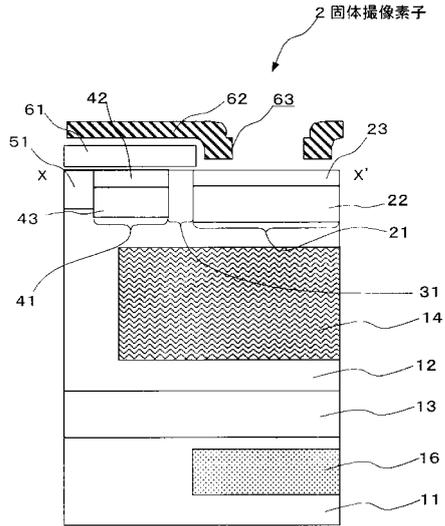
【図5】



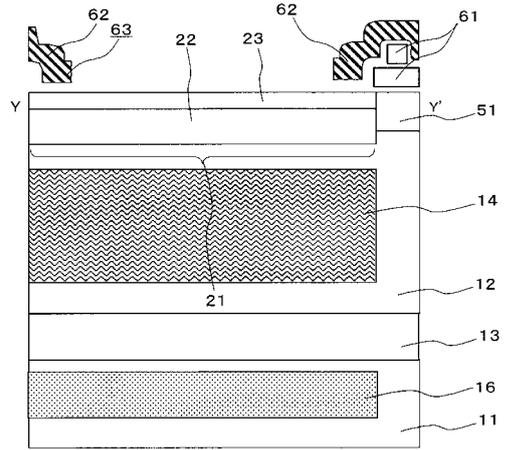
【図6】



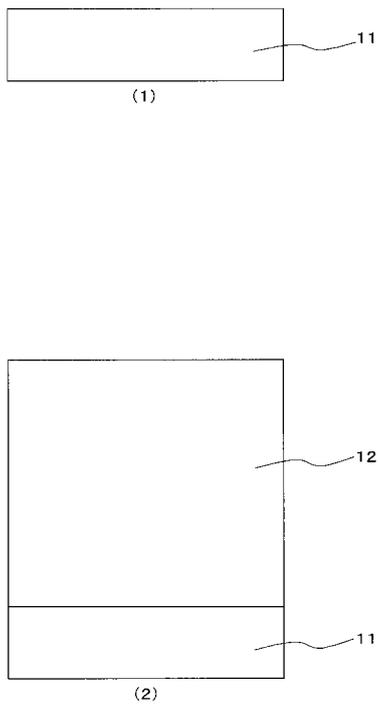
【図7】



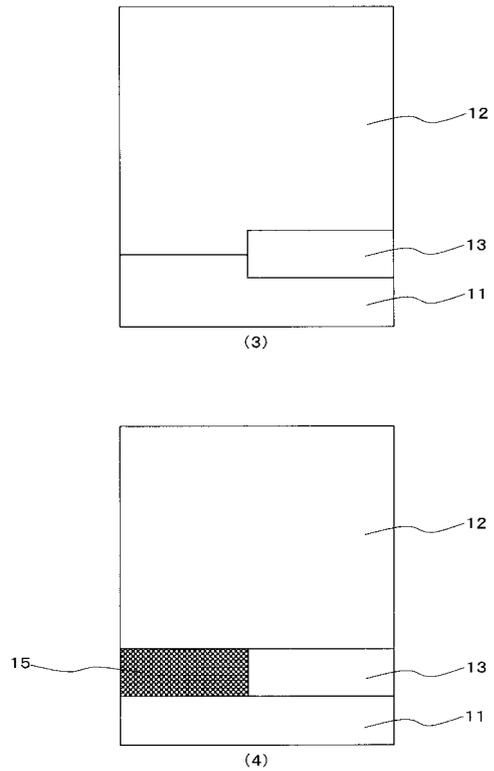
【図8】



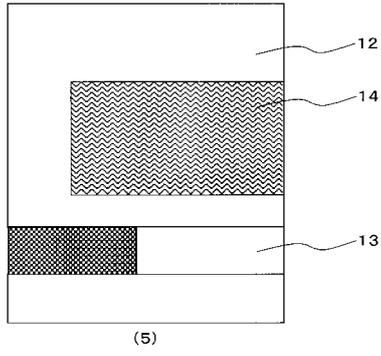
【図9】



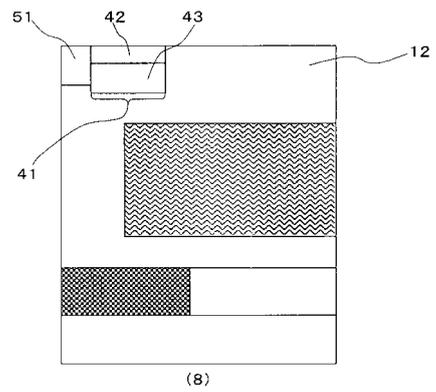
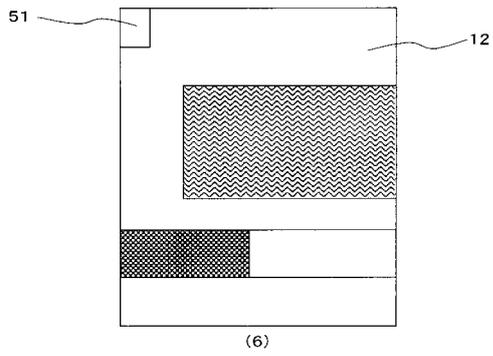
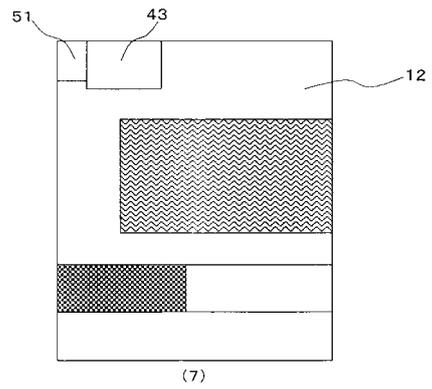
【図10】



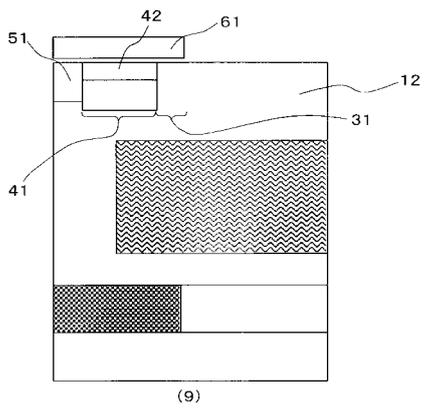
【図 1 1】



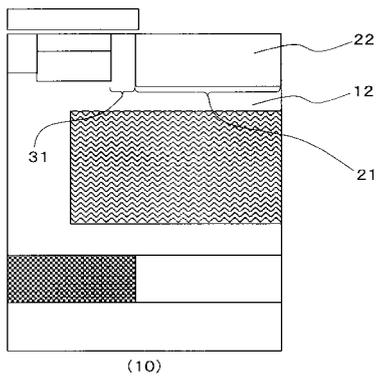
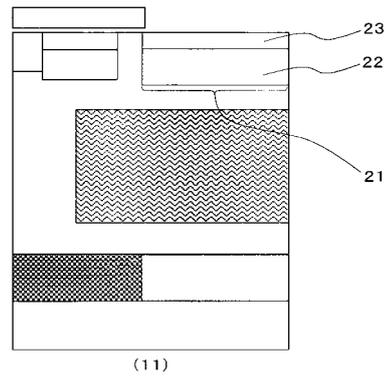
【図 1 2】



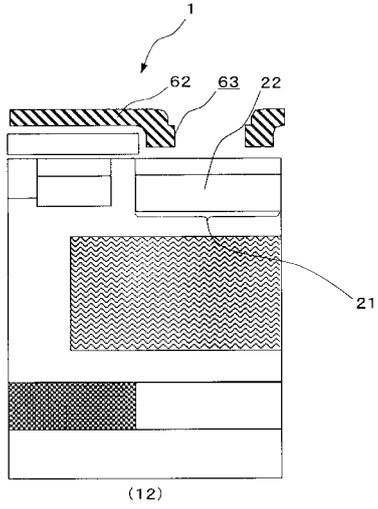
【図 1 3】



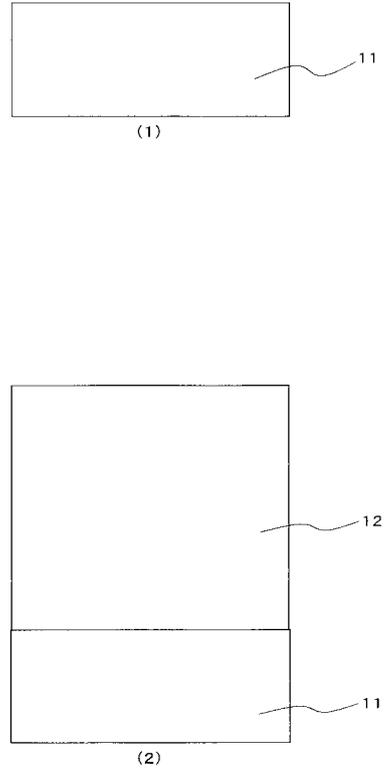
【図 1 4】



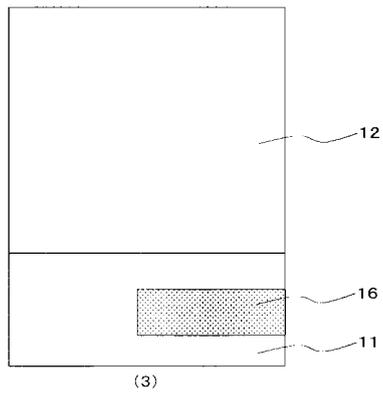
【図 15】



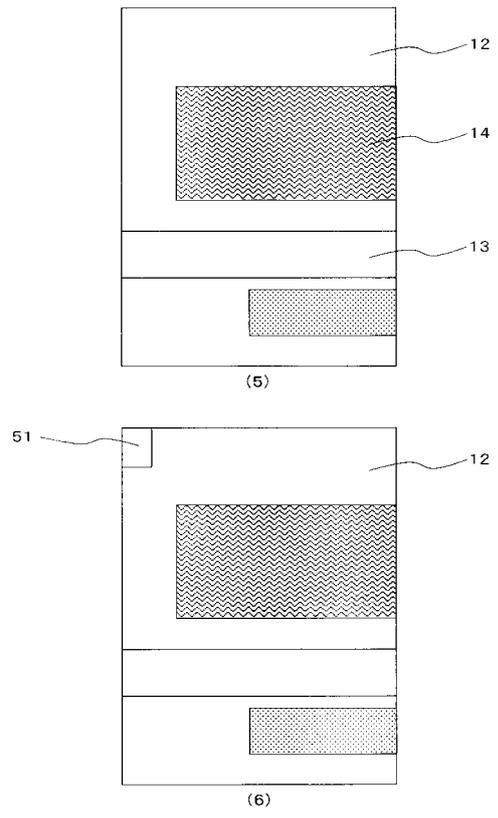
【図 16】



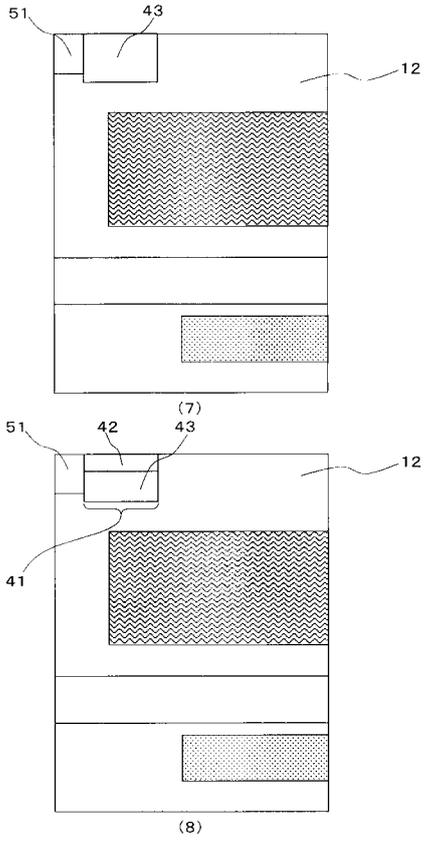
【図 17】



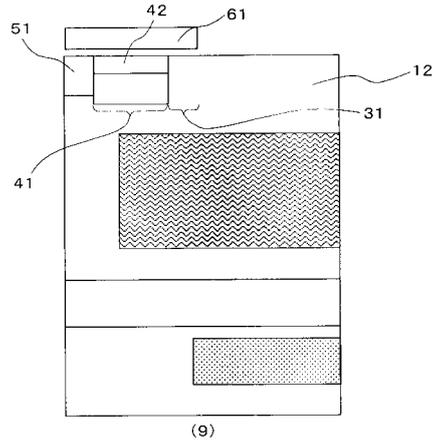
【図 18】



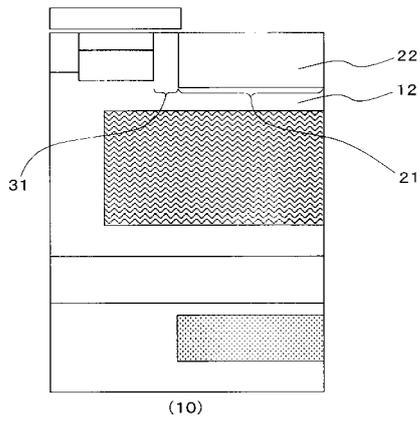
【図19】



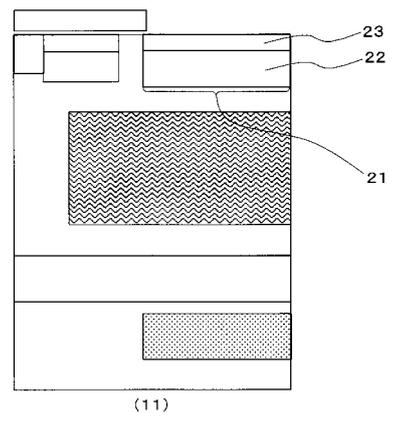
【図20】



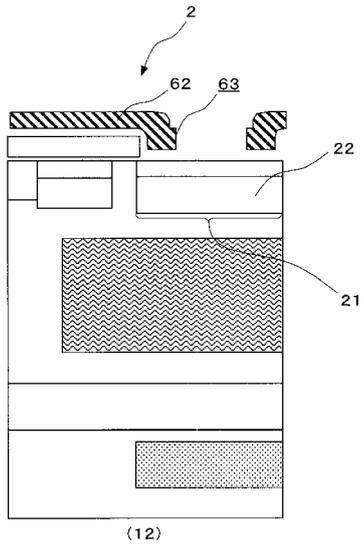
【図21】



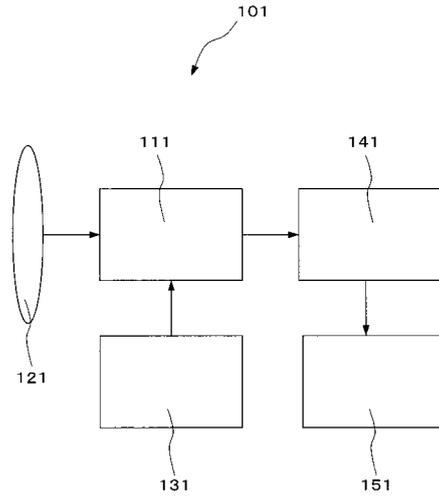
【図22】



【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2004/017411(WO, A1)

特開2003-060191(JP, A)

特開2000-299456(JP, A)

特開2002-124660(JP, A)

特開2004-228395(JP, A)

特開2001-291858(JP, A)

特開2001-185711(JP, A)

特開2002-057320(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 27/148

H04N 5/372