(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2009-200324
(P2009-200324A)
(43)公開日　平成21年9月3日(2009.9.3)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
H01L 27/148	(2006.01)	H01L 27/14	B	4M118

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 18 頁）

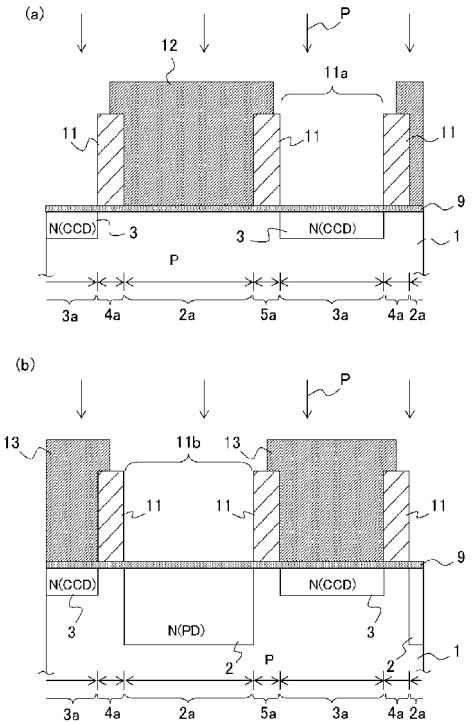
(21)出願番号　特願2008-41643(P2008-41643)
(22)出願日　平成20年2月22日(2008.2.22)

(71)出願人　000005049
シャープ株式会社
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号
(74)代理人　100078282
弁理士　山本　秀策
(74)代理人　100062409
弁理士　安村　高明
(74)代理人　100107489
弁理士　大塩　竹志
(72)発明者　吉村　尚登
大阪府大阪市阿倍野区長池町２２番２２号
シャープ株式会社内

Ｆターム(参考)　4M118 AA10 AB01 BA10 CA03 DA20
EA01 EA06 EA07 EA08 EA17
FA06 FA26

(54)【発明の名称】半導体装置の製造方法および電子情報機器

(57)【要約】
【課題】画素サイズの微細化など素子構成要素の微細化が進んでも、光電変換部や電荷転送部などの隣接するイオン注入領域の相対位置の製造バラツキを小さく抑えることができ、これにより、高品質なＣＣＤデバイスなどの半導体装置を製造する半導体装置の製造方法を得る。
【解決手段】半導体装置の製造方法において、第１および第２のマスク開口１１ａおよび１１ｂとを有する第１のイオン注入マスク１１を形成し、該第１のイオン注入マスク１１の第２のマスク開口１１ｂを第２のイオン注入マスクでマスクして、第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口１１ａを通してイオン注入を行い、続いて第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口１１ａを第３のイオン注入マスクでマスクして、第１のイオン注入マスク１１の第２のマスク開口１１ｂを通してイオン注入を行う。
【選択図】図３



【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のイオン注入領域を有する半導体装置を製造する方法であって、
第１のマスク開口と該第１のマスク開口の両側に位置する第２のマスク開口とを有する第１のイオン注入マスクを形成する工程と、
第２のイオン注入マスクを、該第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口がマスクされるよう形成する工程と、
該第１および第２のイオン注入マスクを用いて、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口を通してイオン注入を行って、第１のイオン注入領域を形成する工程と、
該第２のイオン注入マスクを除去した後、第３のイオン注入マスクを、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口がマスクされるよう形成する工程と、
該第１および第３のイオン注入マスクを用いて該第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口を通してイオン注入を行って第２のイオン注入領域を形成する工程とを含む半導体装置の製造方法。
【請求項２】
請求項１に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、互いに異なるイオン注入条件でイオン注入された領域である半導体装置の製造方法。
【請求項３】
請求項２に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされている半導体装置の製造方法。
【請求項４】
請求項３に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入マスクは、１つのフォトマスクを用いて、絶縁膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクである半導体装置の製造方法。
【請求項５】
請求項４に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入マスクは、シリコン酸化膜からなる絶縁性ハードマスクであり、
前記第２および第３のイオン注入マスクは、フォトマスクである半導体装置の製造方法。
【請求項６】
請求項１に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第３のイオン注入マスクを除去した後、前記第１のイオン注入マスクを用いてそのマスクパターンを反転したマスクパターンを有する第４のイオン注入マスクを形成する工程を含み、
該第４のイオン注入マスクは、
該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口とその一方側に位置する第２のマスク開口との間の部分に位置する一方側マスク開口と、
該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口とその他方側に位置する第２のマスク開口との間の部分に位置する他方側マスク開口とを有する半導体装置の製造方法。
【請求項７】
請求項６に記載の半導体装置の製造方法において、
第５のイオン注入マスクを、前記第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口がマスクされるよう形成する工程と、
該第４および第５のイオン注入マスクを用いて、該第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口と通してイオン注入を行って、第３のイオン注入領域を形成する工程とを含む半導体装置の製造方法。
【請求項８】

請求項７に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、
前記第３のイオン注入領域は、前記第１および第２のイオン注入領域とは異なる導電型を有する半導体装置の製造方法。
【請求項９】
請求項８に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１ないし第３のイオン注入領域は互いに、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされている半導体装置の製造方法。
【請求項１０】
請求項７に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第５のイオン注入マスクを除去した後、第６のイオン注入マスクを、該第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口がマスクされるよう形成する工程と、
該第５および第６のイオン注入マスクを用いて該第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口を通してイオン注入を行って、第４のイオン注入領域を形成する工程とを含む半導体装置の製造方法。
【請求項１１】
請求項１０に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、
前記第３のイオン注入領域は、前記第１および第２のイオン注入領域とは異なる導電型を有する半導体装置の製造方法。
【請求項１２】
請求項１１に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１ないし第４のイオン注入領域は互いに、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされている半導体装置の製造方法。
【請求項１３】
請求項６に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入マスクは、１つのフォトマスクを用いて、絶縁膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクであり、
前記第４のイオン注入マスクは、該絶縁性ハードマスクを用いて、導電膜をパターニングしてなる導電性ハードマスクである半導体装置の製造方法。
【請求項１４】
請求項１３に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第４のイオン注入マスクを形成する工程は、
前記第３のイオン注入マスクを除去した後、導電膜を、前記第１のイオン注入マスクである絶縁性ハードマスクの表面およびそのマスク開口内に露出する下地層の表面を覆うよう全面に形成する導電膜形成工程と、
該導電膜を、該絶縁性ハードマスクが露出するようエッチングする導電膜エッチング工程と、
該露出した絶縁性ハードマスクを、該エッチング後に残った導電膜をマスクとしてエッチングする絶縁膜エッチング工程とを含む半導体装置の製造方法。
【請求項１５】
請求項１４に記載の半導体装置の製造方法において、
前記導電膜エッチング工程は、前記導電膜と、該導電膜に覆われている前記絶縁性ハードマスクとを、化学機械研磨法により所定の厚さになるようエッチング除去する工程である半導体装置の製造方法。
【請求項１６】
請求項１５に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第１のイオン注入マスクは、シリコン酸化膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクであり、
前記第２および第３のイオン注入マスクは、フォトマスクであり、

前記第４のイオン注入マスクは、ポリシリコン膜をパターニングしてなる導電性ハードマスクであり、
前記第５および第６のイオン注入マスクは、フォトマスクである半導体装置の製造方法。
【請求項１７】
請求項１に記載の半導体装置の製造方法において、
前記半導体装置は、マトリクス状に配列され、入射光の光電変換により信号電荷を生成する複数の光電変換部と、該光電変換部の各列に沿って隣接して配置され、該光電変換部で得られた信号電荷を転送する電荷転送部とを有する固体撮像装置であり、
前記第１のイオン注入領域は、該固体撮像装置の電荷転送部を構成する領域であり、
前記第２のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部を構成する領域である半導体装置の製造方法。
【請求項１８】
請求項１０に記載の半導体装置の製造方法において、
前記半導体装置は、マトリクス状に配列され、入射光の光電変換により信号電荷を生成する複数の光電変換部と、該光電変換部の各列に沿って隣接して配置され、該光電変換部で得られた信号電荷を転送する電荷転送部とを有する固体撮像装置であり、
前記第１のイオン注入領域は、該固体撮像装置の電荷転送部を構成する領域であり、
前記第２のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部を構成する領域であり、
前記第３のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部と、該光電変換部の一方側の電荷転送部との間に位置し、該光電変換部から該電荷転送部へ信号電荷を読み出す電荷読出部を構成する領域であり、
前記第４のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部と、該光電変換部の他方側の電荷転送部との間に位置し、該光電変換部と該電荷転送部とを電気的に分離する素子分離部を構成する領域である半導体装置の製造方法。
【請求項１９】
請求項１８に記載の半導体装置の製造方法において、
前記第２のイオン注入領域に対する前記第１のイオン注入領域の位置、および該第２のイオン注入領域に対する前記第３および第４のイオン注入領域の位置は、前記固体撮像装置における電荷転送の効率を決定する半導体装置の製造方法。
【請求項２０】
撮像部を備えた電子情報機器であって、
該撮像部として、請求項１７または１８に記載の半導体装置の製造方法により得られた固体撮像装置を用いたものである電子情報機器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、半導体装置の製造方法および電子情報機器に関し、特に、半導体装置における各々のイオン注入領域を自己整合的に位置決めするためのイオン注入方法、およびこのようなイオン注入方法を用いて製造した固体撮像装置を備えた電子情報機器に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来から固体撮像装置には、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ　Ｃｏｕｐｌｅｄ　Ｄｅｖｉｃｅ）イメージセンサと呼ばれるものがあり、このタイプの固体撮像装置は、マトリックス状に配列され、光電変換を行う複数の受光部（フォトダイオード）と、受光部の各列に沿って配列され、該受光部で得られた信号電荷を転送する複数の垂直ＣＣＤと、該各垂直ＣＣＤからの信号電荷を水平方向に転送する水平ＣＣＤとを有している。
【０００３】
図６および図７は従来の固体撮像装置の製造方法を説明する図である。図６（ａ）およ

び（ｂ）は、半導体基板の垂直ＣＣＤおよび受光部となるべき領域へのイオン注入工程を示し、図７（ａ）および（ｂ）は、垂直ＣＣＤと受光部との間の電荷読出ゲート部となるべき領域、および垂直ＣＣＤ部と受光部との間の素子分離部（ＣＳ部）となるべき領域へのイオン注入工程を示している。

【０００４】

図７（ｂ）に示すように、従来の固体撮像装置を構成するＰ型半導体基板１の表面領域には、複数のイオン注入領域２～５が形成されている。なお、イオン注入領域２は、光電変換部を構成する領域であり、以下説明の都合上、単に光電変換部２ともいう。また、イオン注入領域３は電荷転送部を構成する基板領域、イオン注入領域４は、電荷読出部（ＴＧ部）を構成する基板領域、イオン注入領域５は、素子分離部（ＣＳ部）を構成する基板領域であり、以下説明の都合上、イオン注入領域３、４、および５はそれぞれ、電荷転送部３、電荷読出部４、および素子分離部５ともいう。

【０００５】

ここで、光電変換部２と電荷転送部３とは所定の間隔を空けて配置されている。光電変換部２とその一方側の電荷転送部３との間には、これらを電気的に分離する素子分離部（ＣＳ部）５が配置されており、光電変換部２とその他方側の電荷転送部３との間には、光電変換部２から電荷転送部３に信号電荷を読み出すための電荷読出部（ＴＧ部）４が配置されている。

【０００６】

なお、これらの光電変換部２、電荷転送部３、電荷読出部４、および素子分離部５の形成には、半導体基板１上に注入保護膜９を介して形成されたイオン注入マスク６２～６５（図６（ａ）～（ｂ）、図７（ａ）～（ｂ）参照）を用いる。

【０００７】

次に従来の固体撮像装置の製造方法について説明する。

【０００８】

まず、Ｐ型半導体基板（例えばＰ型シリコン基板）１上に注入保護膜９を形成し、その後、レジスト膜の塗布および現像により、半導体基板１の電荷転送部３となるべき領域３ａにマスク開口６３ａを形成したフォトマスク６３を注入保護膜９上に形成する。続いて、このフォトマスク６３をイオン注入マスクとしてＮ型不純物Ｘａをイオン注入して、電荷転送部（ＣＣＤ）３としてのＮ型イオン注入領域を半導体基板１の表面領域に形成する（図６（ａ））。

【０００９】

次に、上記フォトマスク６３を除去した後、上記と同様にフォトリソグラフィ技術を用いて、半導体基板１の光電変換部２となるべき領域２ａにマスク開口６２ａを形成したフォトマスク６２を形成する。続いて、このフォトマスク６２をイオン注入マスクとしてＮ型不純物Ｘａをイオン注入して、光電変換部２としてのＮ型イオン注入領域を半導体基板１の表面領域に形成する（図６（ｂ））。

【００１０】

次に、上記フォトマスク６２を除去した後、上記と同様にフォトリソグラフィ技術を用いて、半導体基板１の電荷読出部４となるべき領域４ａにマスク開口６４ａを形成したフォトマスク６４を形成する。続いて、このフォトマスク６４をイオン注入マスクとしてＰ型不純物Ｘｂをイオン注入して、電荷読出部４としてのＰ型イオン注入領域を半導体基板１の表面領域に形成する。

【００１１】

その後、上記フォトマスク６４を除去した後、上記と同様にフォトリソグラフィ技術を用いて、半導体基板１の素子分離部５となるべき領域５ａにマスク開口６５ａを形成したフォトマスク６５を形成する。続いて、このフォトマスク６５をイオン注入マスクとしてＰ型不純物Ｘｂをイオン注入して、素子分離部５としてのＰ型イオン注入領域を半導体基板１の表面領域に形成する。なお、ここでは、この素子分離部５を形成するためのイオン注入は、イオン注入エネルギーを変えて２回行っており、素子分離部５では、その表面側

の浅い部分５１のＰ型不純物濃度を深い部分５２のＰ型不純物濃度に比べて高くしている。

【００１２】

ところで、現状では、ＣＣＤタイプの固体撮像素子の微細化・高密度化のために、画素内の領域、つまり、１つの画素を構成する光電変換部２、電荷転送部３、電荷読出部４、および素子分離部５を含む領域でのアライメント合わせ精度をいかに小さくするか、各社しのぎを削っている。

【００１３】

例えば、特許文献１には、その対策として、１つの画素における素子分離部（この文献ではＰＩ部とされている。）と画素読出部（ＴＧ部）とを自己整合的に形成する方法が開示されている。

【特許文献１】特開平５－１９０８３０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１４】

ところが、上述した特許文献１に開示の方法では、１つの画素における素子分離部（この文献ではＰＩ部とされている。）と画素読出部（ＴＧ部）とは、１つのレジストマスクのマスクパターンにより自己整合的に位置決めされることとなるが、このレジストマスクでは、光電変換部２と電荷転送部３との自己整合的な位置決めはできない。従って、特許文献１では、画素サイズの微細化が進むと、光電変換部（ＰＤ部）２と電荷転送部（ＣＣＤ部）４との相対位置の製造バラツキ、特に、マスク合わせ精度に起因するばらつきが、デバイス特性に大きな影響を与えることとなる。

【００１５】

本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたもので、画素サイズの微細化など半導体装置の構成要素の微細化が進んでも、光電変換部や電荷転送部などの隣接するイオン注入領域の相対位置の製造バラツキを小さく抑えることができ、これにより、高品質なＣＣＤデバイスなどの半導体装置を製造することができる半導体装置の製造方法、およびこのような半導体装置の製造方法により得られた固体撮像装置を有する電子情報機器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】

【００１６】

本発明に係る半導体装置の製造方法は、複数のイオン注入領域を有する半導体装置を製造する方法であって、第１のマスク開口と該第１のマスク開口の両側に位置する第２のマスク開口とを有する第１のイオン注入マスクを形成する工程と、第２のイオン注入マスクを、該第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口がマスクされるよう形成する工程と、該第１および第２のイオン注入マスクを用いて、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口を通してイオン注入を行って、第１のイオン注入領域を形成する工程と、該第２のイオン注入マスクを除去した後、第３のイオン注入マスクを、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口がマスクされるよう形成する工程と、該第１および第３のイオン注入マスクを用いて該第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口を通してイオン注入を行って第２のイオン注入領域を形成する工程とを含むものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【００１７】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、互いに異なるイオン注入条件でイオン注入された領域であることが好ましい。

【００１８】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされていることが好ましい。

【００１９】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入マスクは、１つのフォトマスクを用いて、絶縁膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクであることが好ましい。
【００２０】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入マスクは、シリコン酸化膜からなる絶縁性ハードマスクであり、前記第２および第３のイオン注入マスクは、フォトマスクであることが好ましい。
【００２１】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第３のイオン注入マスクを除去した後、前記第１のイオン注入マスクを用いてそのマスクパターンを反転したマスクパターンを有する第４のイオン注入マスクを形成する工程を含み、該第４のイオン注入マスクは、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口とその一方側に位置する第２のマスク開口との間の部分に位置する一方側マスク開口と、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口とその他方側に位置する第２のマスク開口との間の部分に位置する他方側マスク開口とを有することが好ましい。
【００２２】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、第５のイオン注入マスクを、前記第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口がマスクされるよう形成する工程と、該第４および第５のイオン注入マスクを用いて、該第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口と通してイオン注入を行って、第３のイオン注入領域を形成する工程とを含むことが好ましい。
【００２３】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、前記第３のイオン注入領域は、前記第１および第２のイオン注入領域とは異なる導電型を有することが好ましい。
【００２４】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１ないし第３のイオン注入領域は互いに、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされていることが好ましい。
【００２５】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第５のイオン注入マスクを除去した後、第６のイオン注入マスクを、該第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口がマスクされるよう形成する工程と、該第５および第６のイオン注入マスクを用いて該第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口を通してイオン注入を行って、第４のイオン注入領域を形成する工程とを含むことが好ましい。
【００２６】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入領域と前記第２のイオン注入領域とは同一の導電型を有し、前記第３のイオン注入領域は、前記第１および第２のイオン注入領域とは異なる導電型を有することが好ましい。
【００２７】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１ないし第４のイオン注入領域は互いに、前記第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により自己整合的に位置決めされていることが好ましい。
【００２８】
本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入マスクは、１つのフォトマスクを用いて、絶縁膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクであり、前記第４のイオン注入マスクは、該絶縁性ハードマスクを用いて、導電膜をパターニングしてなる導電性ハードマスクであることが好ましい。
【００２９】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第４のイオン注入マスクを形成する工程は、前記第３のイオン注入マスクを除去した後、導電膜を、前記第１のイオン注入マスクである絶縁性ハードマスクの表面およびそのマスク開口内に露出する下地層の表面を覆うよう全面に形成する導電膜形成工程と、該導電膜を、該絶縁性ハードマスクが露出するようエッチングする導電膜エッチング工程と、該露出した絶縁性ハードマスクを、該エッチング後に残った導電膜をマスクとしてエッチングする絶縁膜エッチング工程とを含むことが好ましい。

【００３０】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記導電膜エッチング工程は、前記導電膜と、該導電膜に覆われている前記絶縁性ハードマスクとを、化学機械研磨法により所定の厚さになるようエッチング除去する工程であることが好ましい。

【００３１】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第１のイオン注入マスクは、シリコン酸化膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクであり、前記第２および第３のイオン注入マスクは、フォトマスクであり、前記第４のイオン注入マスクは、ポリシリコン膜をパターニングしてなる導電性ハードマスクであり、前記第５および第６のイオン注入マスクは、フォトマスクであることが好ましい。

【００３２】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記半導体装置は、マトリクス状に配列され、入射光の光電変換により信号電荷を生成する複数の光電変換部と、該光電変換部の各列に沿って隣接して配置され、該光電変換部で得られた信号電荷を転送する電荷転送部とを有する固体撮像装置であり、前記第１のイオン注入領域は、該固体撮像装置の電荷転送部を構成する領域であり、前記第２のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部を構成する領域であることが好ましい。

【００３３】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記半導体装置は、マトリクス状に配列され、入射光の光電変換により信号電荷を生成する複数の光電変換部と、該光電変換部の各列に沿って隣接して配置され、該光電変換部で得られた信号電荷を転送する電荷転送部とを有する固体撮像装置であり、前記第１のイオン注入領域は、該固体撮像装置の電荷転送部を構成する領域であり、前記第２のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部を構成する領域であり、前記第３のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部と、該光電変換部の一方側の電荷転送部との間に位置し、該光電変換部から該電荷転送部へ信号電荷を読み出す電荷読出部を構成する領域であり、前記第４のイオン注入領域は、該固体撮像装置の光電変換部と、該光電変換部の他方側の電荷転送部との間に位置し、該光電変換部と該電荷転送部とを電気的に分離する素子分離部を構成する領域であることが好ましい。

【００３４】

本発明は、上記半導体装置の製造方法において、前記第２のイオン注入領域に対する前記第１のイオン注入領域の位置、および該第２のイオン注入領域に対する前記第３および第４のイオン注入領域の位置は、前記固体撮像装置における電荷転送の効率を決定することが好ましい。

【００３５】

本発明に係る電子情報機器は、撮像部を備えた電子情報機器であって、該撮像部として、請求項１７または１８に記載の半導体装置の製造方法により得られた固体撮像装置を用いたものであり、そのことにより上記目的が達成される。

【００３６】

以下、本発明の作用について説明する。

【００３７】

本発明においては、第１のマスク開口と該第１のマスク開口の両側に位置する第２のマスク開口とを有する第１のイオン注入マスクを形成し、該第１のイオン注入マスクの第２

のマスク開口を第２のイオン注入マスクでマスクした後、第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口を通してイオン注入を行って第１のイオン注入領域を形成し、次に、第２のイオン注入マスクを除去した後、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口を第３のイオン注入マスクでマスクした後、第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口を通してイオン注入を行って第２のイオン注入領域を形成するので、イオン注入条件の異なる第１および第２のイオン注入領域を、第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により位置決めして自己整合的に形成することができる。

【００３８】

また、本発明においては、前記第１のイオン注入マスクを、１つのフォトマスクを用いて、絶縁膜をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクとしているので、第２および第３のイオン注入マスクをフォトマスクとすることにより、第１のイオン注入マスクの開口パターンを崩すことなく、第２および第３のイオン注入マスクを簡単に形成することができる。

【００３９】

また、本発明においては、前記第３のイオン注入マスクを除去した後、前記第１のイオン注入マスクを用いてそのマスクパターンを反転したマスクパターンを有する第４のイオン注入マスクを形成するので、第４のイオン注入マスクを用いたイオン注入により、第１のイオン注入マスクのマスクパターンより位置決めされるイオン注入領域に隣接させて、さらなるイオン注入領域を、自己整合的に形成することができる。

【００４０】

また、本発明においては、前記第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口を第５のイオン注入マスクでマスクした後、第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口を通してイオン注入を行って第３のイオン注入領域を形成し、次に、第５のイオン注入マスクを除去した後、前記第４のイオン注入マスクの他方側マスク開口を第６のイオン注入マスクでマスクした後、第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口を通してイオン注入を行って第４のイオン注入領域を形成するので、イオン注入条件の異なる第３および第４のイオン注入領域を、第４のイオン注入マスクの一方側および他方側マスク開口により位置決めして自己整合的に形成することができる。しかも、第４のイオン注入マスクは、第１のイオン注入マスクのマスクパターンを反転したマスクパターンを有するので、上記第３および第４のイオン注入領域を、第１および第２のイオン注入領域に対しても自己整合的に配置することができる。

【００４１】

また、本発明においては、前記第１のイオン注入マスクを、絶縁膜のパターニングにより得られる絶縁性ハードマスクとし、しかも、前記第４のイオン注入マスクを、導電膜のパターニングにより得られる導電性ハードマスクとしているので、第４のイオン注入マスクを、絶縁性ハードマスクを用いた導電膜の選択的なエッチング処理により簡単に形成することができる。

【００４２】

また、本発明においては、前記第１のイオン注入領域を、固体撮像装置の電荷転送部を構成する領域とし、前記第２のイオン注入領域を、固体撮像装置の光電変換部を構成する領域とすることにより、固体撮像装置における光電変換部と電荷転送部との相対位置を、製造ばらつきの小さいものとでき、固体撮像装置の歩留まりを抑えて、その高性能化を図ることができる。さらに、前記第３のイオン注入領域を、光電変換部から電荷転送部へ信号電荷を読み出す電荷読出部を構成する領域とし、前記第４のイオン注入領域を、該光電変換部と該電荷転送部とを電気的に分離する素子分離部を構成する領域とすることにより、光電変換部および電荷転送部に対する電荷読出部および素子分離部の相対位置をも、製造ばらつきの小さいものとでき、これにより、固体撮像装置の歩留およびその性能をより一層向上することができる。

【発明の効果】

【００４３】

以上のように、本発明によれば、第１のマスク開口と該第１のマスク開口の両側に位置する第２のマスク開口とを有する第１のイオン注入マスクを形成し、該第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口を第２のイオン注入マスクでマスクした後、第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口を通してイオン注入を行って第１のイオン注入領域を形成し、次に、第２のイオン注入マスクを除去した後、該第１のイオン注入マスクの第１のマスク開口が第３のイオン注入マスクでマスクした後、第１のイオン注入マスクの第２のマスク開口を通してイオン注入を行って第２のイオン注入領域を形成するので、イオン注入条件の異なる第１および第２のイオン注入領域を、第１のイオン注入マスクの第１および第２のマスク開口により位置決めして自己整合的に形成することができる。

【００４４】

この結果、画素サイズの微細化など素子構成要素の微細化が進んでも、光電変換部や電荷転送部などの隣接するイオン注入領域の相対位置の製造バラツキを小さく抑えることができ、これにより、高品質なＣＣＤデバイスなどの半導体装置を製造することができる効果がある。

【００４５】

また、本発明によれば、前記第１のイオン注入マスクを用いてそのマスクパターンを反転したマスクパターンを有する第４のイオン注入マスクを用いて、第３および第４のイオン注入領域を形成するので、上記第３および第４のイオン注入領域を、第１および第２のイオン注入領域に対しても自己整合的に配置することができる。

【００４６】

この結果、ＣＣＤデバイスなどの半導体装置では、特性に大きな影響を与える、光電変換領域（ＰＤ部）に対する、電荷読出部（ＴＧ部)および素子分離部（ＣＳ部）の相対位置の製造バラツキ抑制することができる効果がある。

【発明を実施するための最良の形態】

【００４７】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。

【００４８】

（実施形態１）

図１は、本発明の実施形態１による半導体装置の製造方法を説明する図であり、図１（ａ）は、この半導体装置の製造方法により得られる半導体装置の一例としてＣＣＤ型固体撮像装置の概略構成を示している。

【００４９】

この実施形態１のＣＣＤ型固体撮像装置１００は、マトリクス状（二次元状）に配列され、光電変換を行う複数のフォトダイオード（光電変換部）ＰＤと、各フォトダイオードＰＤの列に対応して設けられ、フォトダイオードＰＤで発生した信号電荷を垂直方向に転送する垂直ＣＣＤ部３０と、この垂直ＣＣＤ部３０からの信号電荷を水平方向に転送する水平ＣＣＤ部４０と、この水平ＣＣＤ部４０の終端に接続され、水平方向に転送されてきた信号電荷を増幅して信号電圧として出力する出力部５０とを有している。ここで、各フォトダイオードＰＤは、垂直ＣＣＤ部３０の対応する部分とともに、このＣＣＤ型固体撮像装置１００における各画素Ｐｘを構成している。

【００５０】

図１（ｂ）は、ＣＣＤ型固体撮像装置１００のフォトダイオードＰＤおよび垂直ＣＣＤ部３０を構成するイオン注入領域のレイアウトを示す平面図である。

【００５１】

図１（ｂ）に示すように、例えば、Ｐ型シリコン基板などの半導体基板１の表面領域には、フォトダイオード（光電変換部）ＰＤを構成するＮ型イオン注入領域２がマトリクス状に配列されており、垂直方向に並ぶ光電変換部２の列に沿って、対応する垂直ＣＣＤ部（電荷転送部）３０を構成するＮ型イオン注入領域３が配置されている。また、光電変換部２と、その一方側に位置する電荷転送部３との間には、電荷読出部（ＴＧ部）を構成するＰ型イオン注入領域４が配置されており、さらに、隣接する光電変換部２の間、および

光電変換部２と電荷転送部３との間には、これらを電気的に分離する素子分離部を構成するＰ型イオン注入領域５が配置されている。

【００５２】

なお、イオン注入領域２～５は上述したとおりそれぞれ、光電変換部、電荷転送部、電荷読出部（ＴＧ部）、素子分離部（ＣＳ部）を構成する基板領域であるが、以下説明の簡略化のため、イオン注入領域２～５はそれぞれ、光電変換部２、電荷転送部３、電荷読出部４、および素子分離部５ともいう。また、この半導体基板１上には、絶縁膜（図示せず）を介して、垂直ＣＣＤ部３０を構成するゲート電極が形成されているが、ここでは図示していない。

【００５３】

次に、本実施形態１の固体撮像装置の製造方法について説明する。

【００５４】

図２ないし図５は、本実施形態の固体撮像装置の製造方法を工程順に説明する断面図であり、図１（ｂ）のＩｂ－Ｉｂ線断面の構造を示している。

【００５５】

まず、図２（ａ）に示すように、例えば、Ｐ型シリコン基板などのＰ型不純物を含む半導体基板１上に、厚さ数１００オングストロームの注入保護膜９を形成する。ここで、この注入保護膜９は、一般的にはシリコン酸化膜を用いるが、この注入保護膜９は、シリコン酸化膜上にシリコン窒化膜を積層してなる２層構造とすることが望ましい。この場合、シリコン酸化膜およびシリコン窒化膜の膜厚は、５００オングストローム程度とする。

【００５６】

続いて、上記注入保護膜９上に、注入阻止膜（第１のイオン注入マスク）１１となるマスク材料層１０を形成する。この注入阻止膜１１は、次工程のイオン注入の際に、イオン注入阻止能を十二分に発揮できるような膜厚、例えば１μｍ程度の膜厚が必要であり、また、この注入阻止膜１１は絶縁性ハードマスクであり、具体的には、一般的に使用されている、プラズマＣＶＤ（Ｐ－ＣＶＤ）法あるいは減圧ＣＶＤ（ＬＰ－ＣＶＤ）法により形成されるシリコン酸化膜を用いるのが望ましい。

【００５７】

その後、注入阻止膜１１上に、フォトリソグラフィー技術を用いたレジスト膜のパターニングによりフォトマスク（以下、レジストマスクという。）６を形成する。

【００５８】

このレジストマスク６は、Ｐ型半導体基板１の表面の、電荷転送部３の配置領域３ａおよび光電変換部２の配置領域２ａに対応する部分に、第１および第２のレジスト開口６ａおよび６ｂを形成したものであり、半導体基板１の表面の電荷読出部（ＴＧ部）および素子分離部（ＣＳ部）の配置領域４ａおよび５ａをマスクするものである。

【００５９】

次に、図２（ｂ）に示すように、上記レジストマスク６を用いてマスク材料層１０を、半導体基板１の光電変換部２および電荷転送部３の配置領域２ａおよび３ａにイオンを選択的に注入するためのマスクパターンが形成されるよう、ドライエッチングによりパターニングする。この際に、エッチング条件としては、注入阻止膜１０の下地であるＰ型半導体基板１が、エッチングされるのを防ぐため、２層構造の注入保護膜９を構成する上側のシリコン窒化膜とのエッチング選択比が大きくとれるものを選ぶ。このマスク材料層１０のエッチングにより、第１および第２のマスク開口１１ａ及び１１ｂを有する第１のイオン注入マスク１１が形成される。この第１のイオン注入マスク１１の第１のマスク開口１１ａは、その開口内に露出するＰ型半導体基板１の表面領域３ａにイオンを注入して、電荷転送部（第１のイオン注入領域）３を形成するためのものであり、また、その第２のマスク開口１１ｂは、その開口内に露出する半導体基板１の表面領域２ａにイオンを注入して、光電変換部（第２のイオン注入領域）２を形成するためのものである。

【００６０】

次に、図３（ａ）に示すように、レジスト膜のパターニングにより、上記イオン注入マ

スク１１の、第１のマスク開口１１ａの形成領域である電荷転送部３の配置領域３ａ以外をマスクする第２のイオン注入マスク１２を形成する。その後、第１および第２のイオン注入マスク１１および１２を用いて、Ｎ型不純物であるリン（Ｐ）を、上記第１のイオン注入マスク１１の第１のマスク開口１１ａを通して２００ＫｅＶ程度の注入エネルギーでイオン注入する。これにより、電荷転送部（垂直ＣＣＤ部）３の配置領域３ａにイオン注入が行われて、電荷転送部（ＣＣＤ部）３としてのイオン注入領域が形成される。

【００６１】

続いて、上記第２のイオン注入マスク１２を除去した後、図３（ｂ）に示すように、レジスト膜のパターニングにより、上記第１のイオン注入マスク１１の、第２のマスク開口１１ｂの形成領域である光電変換部２の配置領域２ａ以外をマスクする第３のイオン注入マスク１３を形成する。その後、第１および第３のイオン注入マスク１１および１３を用いて、Ｎ型不純物であるリン（Ｐ）を、上記第１のイオン注入マスク１１の第２のマスク開口１１ｂを通して７５０ＫｅＶ程度の注入エネルギーでイオン注入する。これにより、光電変換部２の配置領域２ａにイオン注入が行われて、光電変換部２としてのイオン注入領域が形成される。

【００６２】

次に、上記イオン注入後、第２のイオン注入マスク１２を除去し、その後、図４（ａ）に示すように、第２のハードマスク（注入阻止膜）２１を形成するためのマスク材料層２０を、全面に成膜する。ここで、成膜種には、次工程でＣＭＰ（化学的機械研磨）を実施するので、ＣＭＰ法による研磨で十分な選択比が得られる材料を使用する。ここでは、イオン注入マスク（注入阻止膜）２１には多結晶シリコン膜が最適であり、これは、一般的に使用されており、シリコン酸化膜と十分な選択比があるためである。この成膜の際には、上記注入阻止膜２１が、次工程での素子分離部（ＣＳ部）５および電荷読出部（ＴＧ部）４の配置領域５ａおよび４ａへのイオン注入のマスクになるので、あらかじめ最適な、厚さ及び膜質（粒径）を選んでおけばよい。

【００６３】

このようにＣＭＰ法にて、余分なマスク材料層２０を除去した後、図４（ｂ）に示すように、ＴＧ部あるいはＣＳ部の配置領域４ａあるいは５ａに残っている第１のハードマスク（注入阻止膜）１１を、ドライエッチング処理、もしくはウエットエッチング処理により完全に除去する。これにより第２のハードマスク２１を形成する。このハードマスク２１は、光電変換部２の一方側マスク開口２１ａとその他方側マスク開口２１ｂを有している。このマスク２１の第一方側マスク開口２１ａは、その開口内に露出するＰ型半導体基板１の表面領域にイオンを注入して、電荷読出部４としてのイオン注入領域を形成するためのものであり、また、その他方側マスク開口２１ｂは、その開口内に露出する半導体基板１の表面領域にイオンを注入することにより、素子分離部５としてのイオン注入領域を形成するためのものである。

【００６４】

次に、図５（ａ）に示すように、レジスト膜のパターニングにより、上記イオン注入マスク２０の、一方側マスク開口２１ａの形成領域である電荷読出部４の配置領域４ａ以外をマスクする第５のイオン注入マスク１６を形成する。その後、第４および第５のイオン注入マスク２１および１６を用いて、Ｐ型不純物であるボロン（Ｂ）を、上記第４のイオン注入マスク２１の一方側マスク開口２１ａを通して１００ＫｅＶ程度の注入エネルギーでイオン注入する。これにより、ＴＧ部の配置領域４ａにイオン注入が行われて、ＴＧ部４としてのイオン注入領域が形成される。

【００６５】

続いて、上記第５のイオン注入マスク１６を除去した後、図５（ｂ）に示すように、レジスト膜のパターニングにより、上記イオン注入マスク２０の、他方側マスク開口２１ｂの形成領域である素子分離部５の配置領域５ａ以外をマスクする第６のイオン注入マスク２６を形成する。

【００６６】

その後、第４および第６のイオン注入マスク２１および２６を用いて、Ｐ型不純物であるボロン（Ｂ）を、上記第４のイオン注入マスク２１の他方側マスク開口２１ｂを通してイオン注入する。このとき、ボロンのイオン注入は、注入エネルギーを変えて２回行い、１回目の注入エネルギーを１００Ｋｅｖとし、２回目の注入エネルギーを数百Ｋｅｖとすることで、ＣＳ部５となる領域５ａには、浅い部分５１での純物濃度が深い部分５２での不純物濃度より高いイオン注入領域が形成される。

【００６７】

その後、固体撮像装置を構成する電極などの他の構成要素を順次形成して固体撮像装置を完成する。

【００６８】

上記のような工程により、ＰＤ部とＣＣＤ部としてのイオン注入領域、さらにＴＧ部およびＣＳ部としてのイオン注入領域を自己整合的に形成することができる。従って、画素サイズの微細化にともなって特性への影響の増大するアライメント精度バラツキを抑制でき、これによりデバイス特性が均一で高品質なＣＣＤデバイスを製造することができる。

【００６９】

このように本実施形態１では、第１のマスク開口１１ａと該第１のマスク開口の両側に位置する第２のマスク開口１１ｂとを有する第１のイオン注入マスク１１を形成し、該第１のイオン注入マスク１１の第２のマスク開口１１ｂを第２のイオン注入マスク１２でマスクした後、第１のイオン注入マスク１１の第１のマスク開口１１ａを通してイオン注入を行って電荷転送部（第１のイオン注入領域）３を形成し、次に、第２のイオン注入マスク１２を除去した後、該第１のイオン注入マスク１１の第１のマスク開口１１ａを第３のイオン注入マスク１３でマスクした後、第１のイオン注入マスク１１の第２のマスク開口１１ｂを通してイオン注入を行って光電変換部（第２のイオン注入領域）２を形成するので、イオン注入条件の異なる電荷転送部３および光電変換部２を、第１のイオン注入マスク１１の第１および第２のマスク開口１１ａおよび１１ｂにより位置決めして自己整合的に形成することができる。

【００７０】

また、この実施形態１では、第１のイオン注入マスク１１を、１つのフォトマスク６を用いて、絶縁膜（シリコン酸化膜）１０をパターニングしてなる絶縁性ハードマスクとしているので、第２および第３のイオン注入マスク１１および１２をフォトマスクとすることにより、第１のイオン注入マスク１１の開口パターン１１ａおよび１１ｂを崩すことなく、第２および第３のイオン注入マスク１２および１３を簡単に形成することができる。

【００７１】

また、この実施形態１では、第４のイオン注入マスク２１を、第１のイオン注入マスク１１のマスクパターンを反転したマスクパターンを有するものとしているので、第４のイオン注入マスク１２を用いたイオン注入により、第１のイオン注入マスク１１のマスクパターンによって位置決めされたイオン注入領域２および３に対して、さらなるイオン注入領域（電荷読出部）４および（素子分離部）５を自己整合的に形成することができる。

【００７２】

また、この実施形態１では、第４のイオン注入マスク２１の一方側マスク開口２１ａを第５のイオン注入マスク１６でマスクした後、第４のイオン注入マスク２１の他方側マスク開口２１ｂを通してイオン注入を行って第３のイオン注入領域（電荷読出部）４を形成し、次に、第５のイオン注入マスク１６を除去し、第４のイオン注入マスク２１の他方側マスク開口２１ｂを第６のイオン注入マスク２６でマスクした後、第４のイオン注入マスクの一方側マスク開口２１ａを通してイオン注入を行って第４のイオン注入領域（素子分離部）５を形成するので、イオン注入条件の異なる第３および第４のイオン注入領域（電荷読出部）４および（素子分離部）を、第４のイオン注入マスク２１の一方側および他方側マスク開口２１ａおよび２１ｂにより位置決めして自己整合的に形成することができる。しかも、第４のイオン注入マスク２１は、第１のイオン注入マスク１１のマスクパターンを反転したマスクパターンを有するので、上記第３および第４のイオン注入領域（電荷

読出部）４および（素子分離部）５を、第１および第２のイオン注入領域（電荷転送部）３および（光電変換部）２に対しても自己整合的に配置することができる。

【００７３】

また、この実施形態１では、第１のイオン注入マスク１１を、絶縁膜（シリコン酸化膜）のパターニングにより得られる絶縁性ハードマスクとし、しかも、第４のイオン注入マスク２１を、導電膜のパターニングにより得られる導電性ハードマスクとしているので、第４のイオン注入マスク２１を、絶縁性ハードマスク１１を用いた導電膜（ポリシリコン膜）の選択的なエッチング処理により簡単に形成することができる。

【００７４】

このようにこの実施形態１では、固体撮像装置における光電変換部２と電荷転送部３との相対位置を、製造ばらつきの小さいものとでき、固体撮像装置の歩留まりを抑えて、その高性能化を図ることができる。さらに、光電変換部２および電荷転送部３に対する電荷読出部４および素子分離部５の相対位置をも、製造ばらつきの小さいものとでき、これにより、固体撮像装置の歩留およびその性能をより一層向上することができる。

【００７５】

なお、上記実施形態１では、電荷転送部３としてのイオン注入領域を形成した後に、光電変換部２としてのイオン注入領域を形成しているが、これは、先に光電変換部２としてのイオン注入領域を形成し、その後、電荷転送部３としてのイオン注入領域を形成するようにしてもよい。

【００７６】

また、上記実施形態１では、電荷読出部４としてのイオン注入領域を形成した後に、素子分離部５としてのイオン注入領域を形成しているが、これは、先に素子分離部５としてのイオン注入領域を形成し、その後、電荷読出部４としてのイオン注入領域を形成するようにしてもよい。

【００７７】

さらに、上記実施形態１では、半導体装置としてＣＣＤ型の固体撮像装置を例にあげて、半導体装置の製造方法を説明したが、本発明の半導体装置の製造方法は、ＣＣＤ型の固体撮像装置を対象とするものに限定されるものではなく、隣接して配置される複数のイオン注入領域を素子領域として有する半導体装置であれば、どのようなものでも、例えばＣＭＯＳ型の固体撮像装置でも、本発明の半導体装置の製造方法を適用することができる。

（実施形態２）

なお、上記実施形態１では、特に説明しなかったが、上記実施形態１の固体撮像装置１００を撮像部に用いた例えばデジタルビデオカメラ、デジタルスチルカメラなどのデジタルカメラや、画像入力カメラ、スキャナ、ファクシミリ、カメラ付き携帯電話装置などの画像入力デバイスを有した電子情報機器について説明する。本発明の電子情報機器は、本発明の実施形態１の固体撮像装置１００を撮像部に用いて得た高品位な画像データを記録用に所定の信号処理した後にデータ記録する記録メディアなどのメモリ部と、この画像データを表示用に所定の信号処理した後に液晶表示画面などの表示画面上に表示する液晶表示装置などの表示手段と、この画像データを通信用に所定の信号処理をした後に通信処理する送受信装置などの通信手段と、この画像データを印刷（印字）して出力（プリントアウト）する画像出力手段とのうちの少なくともいずれかを有している。

【００７８】

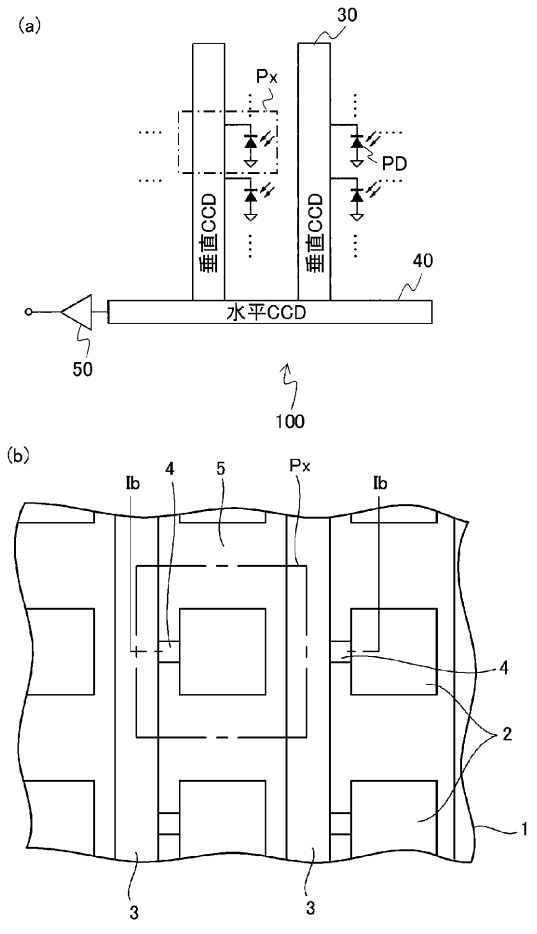
以上のように、本発明の好ましい実施形態を用いて本発明を例示してきたが、本発明は、この実施形態に限定して解釈されるべきものではない。本発明は、特許請求の範囲によってのみその範囲が解釈されるべきであることが理解される。当業者は、本発明の具体的な好ましい実施形態の記載から、本発明の記載および技術常識に基づいて等価な範囲を実施することができることが理解される。本明細書において引用した特許文献は、その内容自体が具体的に本明細書に記載されているのと同様にその内容が本明細書に対する参考として援用されるべきであることが理解される。

【産業上の利用可能性】

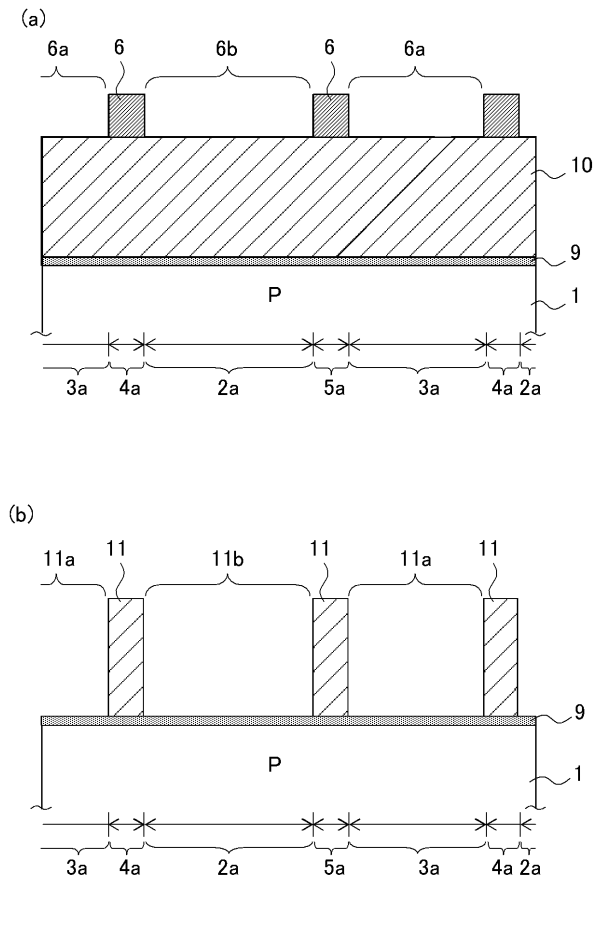
【００７９】
本発明は、半導体装置の製造方法、およびこの半導体装置の製造方法により製造した固体撮像装置を有する電子情報機器の分野において、半導体装置における各々のイオン注入領域を自己整合的に位置決めすることにより、画素サイズの微細化など素子構成要素の微細化が進んでも、光電変換部や電荷転送部などの隣接するイオン注入領域の相対位置の製造バラツキを小さく抑えることができ、これにより、高品質なＣＣＤデバイスなどの半導体装置を製造することができるものである。
【図面の簡単な説明】
【００８０】
【図１】図１は、本発明の一実施形態による半導体装置の製造方法を説明する図であり、図１（ａ）は、この半導体装置の製造方法により得られる半導体装置の一例としてＣＣＤ型固体撮像装置の概略構成を示し、図１（ｂ）は、このＣＣＤ型固体撮像装置１００を構成する画素におけるイオン注入領域のレイアウトを示している。
【図２】図２は、本実施形態の固体撮像装置の製造方法を説明するＩｂ－Ｉｂ線断面図であり、第１のハードマスクを形成する工程（図２（ａ）および図２（ｂ））を示している。
【図３】図３は、本実施形態の固体撮像装置の製造方法を説明するＩｂ－Ｉｂ線断面図であり、電荷転送部を構成するイオン注入領域の形成工程（図３（ａ））、および光電変換部を構成するイオン注入領域の形成工程（図３（ｂ））を示している。
【図４】図４は、本実施形態の固体撮像装置の製造方法を説明するＩｂ－Ｉｂ線断面図であり、第２のハードマスクを形成する工程（図４（ａ）および図４（ｂ））を示している。
【図５】図５は、本実施形態の固体撮像装置の製造方法を説明するＩｂ－Ｉｂ線断面図であり、電荷読出部を構成するイオン注入領域の形成工程（図５（ａ））、および素子分離部を構成するイオン注入領域の形成工程（図５（ｂ））を示している。
【図６】図６は従来の固体撮像装置の製造方法を説明する図であり、図６（ａ）および（ｂ）はそれぞれ、半導体基板の垂直転送部および受光部となるべき領域へのイオン注入工程を示している。
【図７】図７は従来の固体撮像装置の製造方法を説明する図であり、図７（ａ）および（ｂ）はそれぞれ、垂直転送部と受光部との間の電荷転送部となるべき領域、および垂直転送部と受光部との間の素子分離部となるべき領域へのイオン注入工程を示している。
【符号の説明】
【００８１】
１　半導体基板
２　光電変換部（第２のイオン注入領域）
３　電荷転送部（第１のイオン注入領域）
４　電荷読出部（第３のイオン注入領域）
５　素子分離部（第４のイオン注入領域）
６　フォトマスク
６ａ、６ｂ　第１および第２のレジスト開口
９　注入保護膜
１０　シリコン酸化膜
１１　第１のハードマスク（第１のイオン注入マスク）
１１ａ、１１ｂ　第１および第２のマスク開口
１２　フォトマスク（第２のイオン注入マスク）
１３　フォトマスク（第３のイオン注入マスク）
１６　フォトマスク（第５のイオン注入マスク）
２０　多結晶シリコン膜
２１　第２のハードマスク（第４のイオン注入マスク）
２１ａ　一方側マスク開口

２１ｂ　他方側マスク開口
２６　フォトマスク（第６のイオン注入マスク）
３０　垂直ＣＣＤ部
４０　水平ＣＣＤ部
５０　出力部
１００　ＣＣＤ型固体撮像装置
ＰＤ　フォトダイオード
Ｐｘ　画素

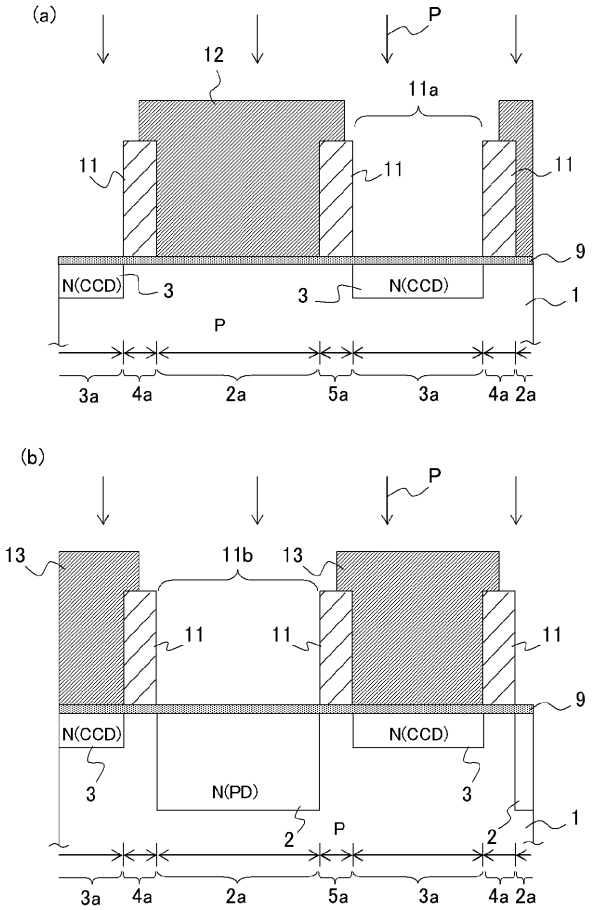
【図１】



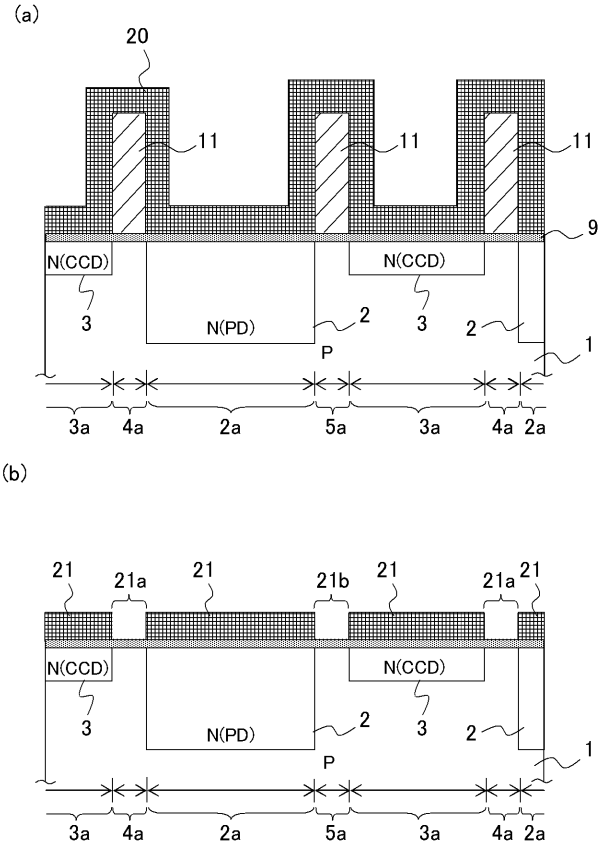
【図２】



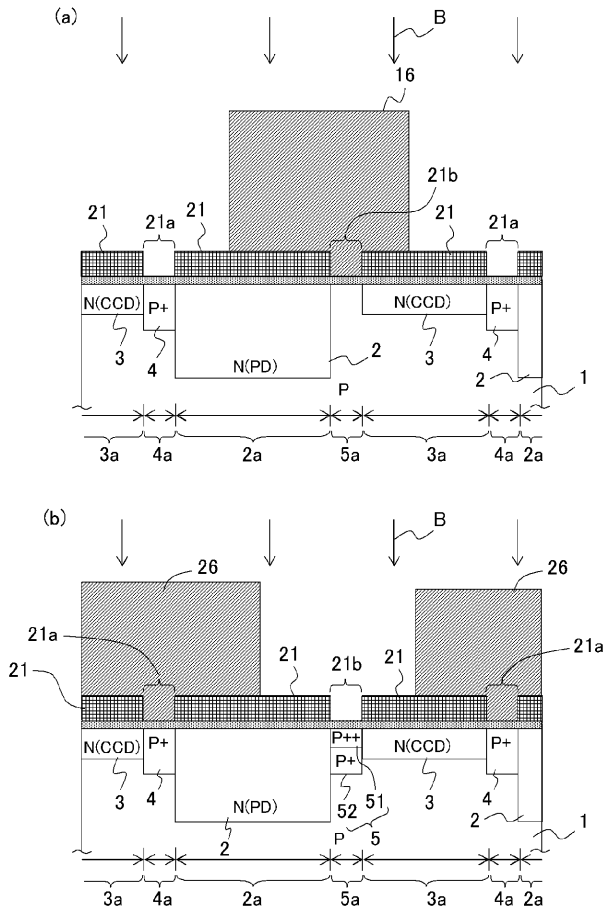
【図３】


(a)
P
12
11a
11
11
11
9
N(CCD)
3
3
N(CCD)
1
P
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a
(b)
P
13
11b
13
11
11
11
9
N(CCD)
N(CCD)
3
3
N(PD)
2
P
2
1
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a

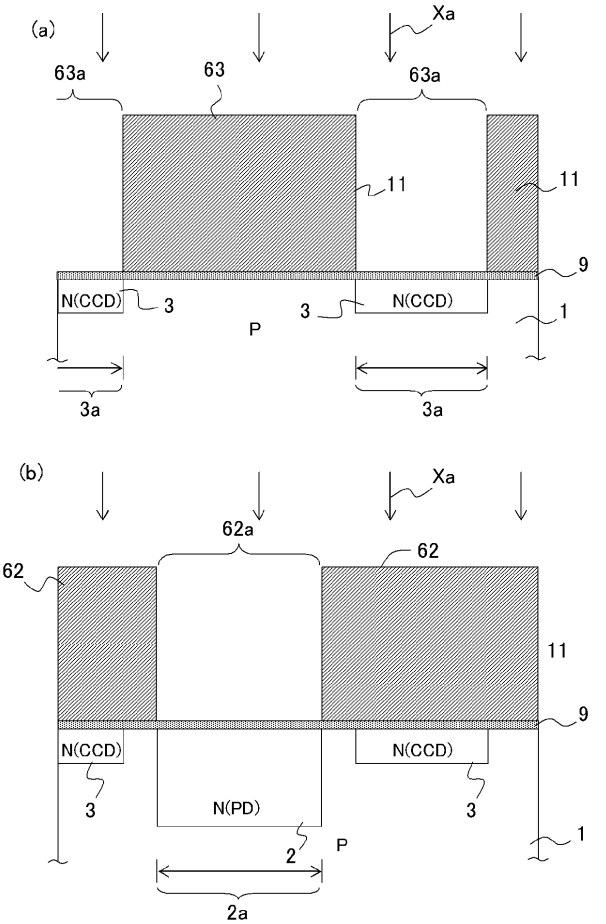
【図４】


(a)
20
11
11
11
9
N(CCD)
N(CCD)
3
N(PD)
2
3
2
1
P
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a
(b)
21
21a
21
21b
21
21a
21
N(CCD)
N(CCD)
3
N(PD)
2
3
2
1
P
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a

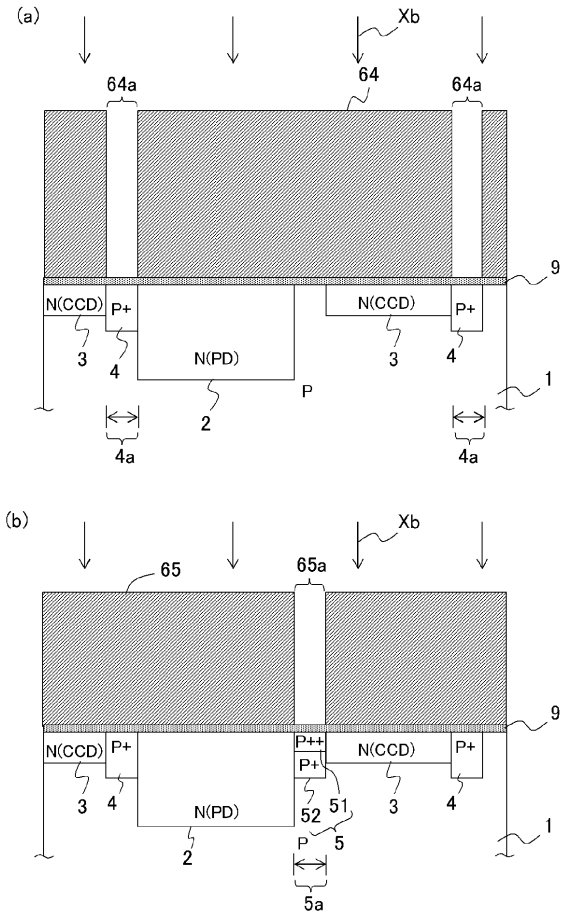
【図５】


(a)
B
16
21b
21
21a
21
21
21a
N(CCD)
P+
N(CCD)
P+
3
4
N(PD)
2
3
4
2
1
P
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a
(b)
B
26
26
21a
21
21b
21
21a
N(CCD)
P+
P++
P+
N(CCD)
P+
3
4
N(PD)
52
51
3
4
2
1
2
P
5
3a 4a 2a 5a 3a 4a 2a

【図６】


(a)
Xa
63a
63
63a
11
11
9
N(CCD)
3
3
N(CCD)
1
P
3a
3a
(b)
Xa
62a
62
62
11
9
N(CCD)
N(CCD)
3
N(PD)
3
2
P
1
2a

【図７】


(a)
Xb
64a
64
64a
9
N(CCD)
P+
N(CCD)
P+
3
4
N(PD)
3
4
P
1
2
4a
4a
(b)
Xb
65
65a
9
N(CCD)
P+
P++
P+
N(CCD)
P+
3
4
N(PD)
52
51
3
4
2
P
5
1
5a