

(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2011-124522

(P2011-124522A)

(43) 公開日 平成23年6月23日(2011.6.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 31/10 (2006.01)	HO 1 L 31/10 A	4 M 1 1 8
HO 1 L 27/146 (2006.01)	HO 1 L 27/14 A	5 F 0 4 9
HO 1 L 27/14 (2006.01)	HO 1 L 27/14 D	

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2009-283449 (P2009-283449)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成21年12月14日(2009.12.14)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
		(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
		(72) 発明者	工藤 正稔 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内
		(72) 発明者	林 良之 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

最終頁に続く

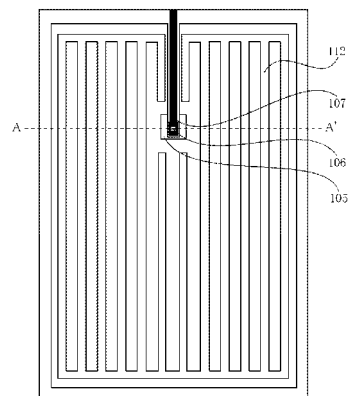
(54) 【発明の名称】 光電変換装置

(57) 【要約】

【課題】 光電変換装置において、保護絶縁膜の構造を変えることなく、入射光の波長に対しての出力の波(リップル)を低減する。

【解決手段】 本発明は上記課題に鑑み、複数の光電変換領域と、前記複数の光電変換領域上に配された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜に接して配された、該層間絶縁膜とは異なる屈折率を有する保護絶縁膜と、を有する光電変換装置において、各光電変換領域の受光面に配された凹部と、該凹部を埋め込む埋込領域とを有し、前記凹部の深さ d は各第一半導体領域への入射光の波長 λ とし、前記埋込領域の屈折率を n としたとき、 $d = \lambda / 4n$ であることを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の光電変換領域と、
前記複数の光電変換領域上に配された層間絶縁膜と、
前記層間絶縁膜に接して配された、該層間絶縁膜とは異なる屈折率を有する保護絶縁膜と、を有する光電変換装置において、
各光電変換領域の受光面に配された凹部と、該凹部を埋め込む埋込領域とを有し、前記凹部の深さ d は各光電変換領域への入射光の波長を λ とし、前記埋込領域の屈折率を n としたとき、 $d = \lambda / 4n$ であることを特徴とする光電変換装置。

【請求項 2】

前記光電変換領域の受光面及び前記凹部の表面に、前記層間絶縁膜よりも屈折率の高い反射防止膜を配することを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 3】

前記埋込領域は、第 1 の絶縁膜と、該第 1 の絶縁膜に接して該第 1 の絶縁膜より屈折率が大きい第 2 の絶縁膜とにより構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の光電変換装置。

【請求項 4】

前記凹部及び前記埋込領域が LOCOS 法で形成されていることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 5】

前記光電変換領域が第 1 の半導体領域と、該第 1 の半導体領域と PN 接合を構成する第 2 の半導体領域を含んで構成されており、
前記第 2 の半導体領域は読み出し回路と電氣的に接続されており、
前記凹部は前記第 1 の半導体領域により囲まれていることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 6】

前記凹部は所定のピッチで繰り返し配置されていることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 7】

前記凹部の深さは $d = \lambda / 4n$ であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 8】

更に、前記光電変換領域に対応してカラーフィルタを有しており、前記入射光は、前記カラーフィルタを透過する光のピーク波長であることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 9】

前記カラーフィルタはベイパターンを有しており、前記入射光は、青色のカラーフィルタを透過する光のピーク波長であることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の光電変換装置。

【請求項 10】

シリコン基板に配された複数の光電変換領域と、
前記複数の光電変換領域上に配されたシリコン酸化膜と、
前記シリコン酸化膜に接して配された、該層間絶縁膜とは異なる屈折率を有する保護絶縁膜と、を有する可視光用光電変換装置において、
各光電変換領域の受光面に配された凹部と、該凹部を埋め込むシリコン酸化埋込領域とを有し、前記凹部の深さ d は $0.06 \mu\text{m} < d < 0.15 \mu\text{m}$ であることを特徴とする可視光用光電変換装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、光電変換装置の光電変換領域の構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

光電変換装置の各画素の光電変換領域として、第一導電型半導体領域と第二導電型半導体領域のPN接合で形成されるフォトダイオードを有し、その上部にシリコン酸化膜などの層間絶縁膜が配された構成が知られている。層間絶縁膜上は保護絶縁膜、カラーフィルタ等が設けられる、もしくは直接空気と接している。このような構造の光電変換装置の分光特性として、入射光の波長に対して波（リップル）をもつ特性を示すことが多い。このリップルは入射した光が光電変換領域と層間絶縁膜との界面及び層間絶縁膜と層間絶縁膜上の屈折率の異なる膜との界面とで多重反射を起こして発生する。具体的には、層間絶縁膜がチップ内で膜厚分布を有していることにより、チップ状の画素配置位置により多重反射の影響が異なることによりリップルが生じる。

10

【0003】

リップルを緩和する為の構造として、特許文献1に記されるような、絶縁膜に下地パターンをつけ絶縁膜表面に高低差をつける構造や絶縁膜に島状の金属を設ける構造により光干渉の効果をランダムにすることでリップルを低減する方式がある。

【0004】

また特許文献2には、半導体基板の表面にエッチングで凹凸を形成することによって、絶縁膜の下側界面における反射を低減した光電変換装置が記載されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平6-125068号公報

【特許文献2】特開2005-072097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献1の構造では、保護絶縁膜表面の形状が場所によって異なるため保護特性に影響を与える場合がある。また保護絶縁膜自体の膜厚が場所によって異なるためチップ上の場所によって保護特性が異なり好ましくない。更に島状の金属を設けた場合には、光電変換領域の開口が小さくなり好ましくない。

30

【0007】

また特許文献2には凹凸形状の具体的な大きさに関して明示がない。凹凸部の大きさによっては、リップルの影響が低減できない場合がある。

【0008】

本発明の目的は、保護絶縁膜の構造を変えことなくリップルを低減することが可能な光電変換装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するため、本発明の光電変換装置は、複数の光電変換領域と、前記複数の光電変換領域上に配された層間絶縁膜と、前記層間絶縁膜に接して配された、該層間絶縁膜とは異なる屈折率を有する保護絶縁膜と、を有し、各光電変換領域の受光面に配された凹部と、該凹部を埋め込む埋込領域とを有し、前記凹部の深さdは各光電変換領域への入射光の波長を λ とし、前記埋込領域の屈折率をnとしたとき、 $d = \lambda / 4n$ であることを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、保護絶縁膜の構造を変えことなく、光電変換装置の入射光の波長に対しての波（リップル）を低減することが可能である。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明における実施形態の光電変換領域の平面図である。

【 図 2 】 本発明の光電変換領域の断面模式図である。

【 図 3 】 本発明の光電変換領域の拡大断面模式図である。

【 図 4 】 本発明の基板凹凸部分の光路長差を説明する断面模式図である。

【 図 5 】 本発明における第二の実施形態の断面模式図である。

【 図 6 】 本発明における第三の実施形態の断面模式図である。

【 図 7 】 本発明における画素内の凹部の比率とリップル低減効果を示す図である

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

10

以下、本発明の実施形態を図面を用いて説明する。以下実施例においては、信号電荷としてホールを用いる場合に関して説明する。信号電荷として電子を用いる場合にはN型半導体領域をP型半導体領域に、P型半導体領域をN型半導体領域とすればよい。半導体基板としてシリコンを用いた例を説明する。

【 実施例 1 】

【 0 0 1 3 】

図 1 は実施例 1 における光電変換装置の光電変換領域及びその上部の平面模式図である。図 2 は図 1 の A - A ' 断面における模式図である。図 3 は図 2 における断面を拡大した模式図である。図 1、図 2、図 3 において同一構成部分には同一符号を付している。ここでの光電変換領域はPN接合フォトダイオードである。本発明の光電変換装置は光電変換領域を含む画素が半導体基板に複数個配置されて構成される。

20

【 0 0 1 4 】

1 0 0 は第 1 の半導体領域である。N型であってもP型であってもよいが不純物濃度が比較的低い領域により形成される。ここではN型半導体領域とする。第 1 の半導体領域 1 0 0 としては例えば半導体基板そのものを用いることができる。ここでの半導体基板とは材料基板としての半導体基板を意味している。

【 0 0 1 5 】

1 0 1 は第 2 の半導体領域である。第 1 の半導体領域 1 0 0 上に配されたN型の埋め込み半導体領域である。

【 0 0 1 6 】

1 0 2 は第 3 の半導体領域である。第 2 の半導体領域 1 0 1 上に配されたN型の半導体領域である。たとえばエピタキシャル成長により形成することができる。第 3 の半導体領域 1 0 2 は第 2 の半導体領域 1 0 1 よりも低濃度の半導体領域である。信号電荷が少数キャリアとなる半導体領域である。

30

【 0 0 1 7 】

1 0 3 は第 4 の半導体領域である。N型半導体領域により構成されており隣接する光電変換領域どうしを分離するための領域であり、各光電変換領域の周囲に設けられる。好ましくは光電変換領域を完全に囲って配されるのがよい。また各画素の光電変換領域は低部を第 2 の半導体領域 1 0 1 に、側部を第 4 の半導体領域 1 0 3 で囲まれた構成とするのがよい。

40

【 0 0 1 8 】

1 0 5 は第 5 の半導体領域である。P型半導体領域により構成され信号電荷であるホールを収集する。信号電荷が多数キャリアとなる領域である。第 5 の半導体領域 1 0 5 は不図示の読み出し回路と電氣的接続を行なうための領域である。第 5 の半導体領域 1 0 5 上にコンタクトホール 1 0 6 が設けられ、コンタクトホールに充填された金属電極 1 0 7 を介して読み出し回路へ接続される。例えば読み出し回路としてはMOSトランジスタで構成されたソースフォロワを用いることができる。この場合には第 5 の半導体領域 1 0 5 が増幅MOSトランジスタのゲートと電氣的に接続される。第 3 の半導体領域 1 0 2 表面と、第 5 の半導体領域 1 0 5 表面とにより光電変換領域の受光面を構成している。

【 0 0 1 9 】

50

108は光電変換領域上に配された第1の層間絶縁膜である。例えば、常圧や準常圧CVD(Chemical Vapor Deposition)にて成膜されるBPSG(Boro-phospho silicate glass)膜を用いることができる。109は第2の層間絶縁膜である。プラズマCVDにて成膜されるSiO₂膜を用いることができる。ここでは層間絶縁膜を2層構成としたが1層としてもよいし更に多層設けてもよい。層間絶縁膜108、109の屈折率はほぼ等しく例えば $n_1 = 1.46$ である。

【0020】

110は必要に応じて設けられる保護絶縁膜である。プラズマCVDにて成膜される、SiON(Silicon Oxynitride)、SiN(Silicon Nitride)、SiO₂などが用いられる。これらを単層もしくは組み合わせて多層膜として構成される。保護絶縁膜110は第2の層間絶縁膜109と接する部分を有しており、第2の層間絶縁膜109と接する部分の屈折率は少なくとも第2の層間絶縁膜109とは異なっている。保護絶縁膜全体が層間絶縁膜と屈折率が異なってもよい。保護絶縁膜109を設けるほかに、カラーフィルタ、マイクロレンズを設けたり、何も設けずに空気で直接接するような構造となっても良い。いずれの場合においても第2の層間絶縁膜109は屈折率の異なる部材と界面を形成している。

10

【0021】

111は光電変換領域の受光面に設けられた凹部である。エッチングにより形成されてもよいし、LOCOS法による熱酸化過程において形成されてもよい。

20

【0022】

112は凹部111を埋めるように配された埋込領域である。LOCOS(Local Oxidation of Silicon)法を用いて形成された、いわゆる、LOCOS領域を用いることができる。埋込領域112としてシリコン酸化膜を用いた場合には屈折率 n_2 は層間絶縁膜108、109とほぼ等しい。

【0023】

凹部の深さ d は、後述するように入射光の波長を λ 、埋込領域の屈折率を n としたとき、

$$d = \lambda / 4n \quad (\text{数式1})$$

を満たす深さとなっている。ここで深さ d は凹部が配されていない領域を基準とする。また、入射光は可視光用光電変換装置であれば短波長側が360nm~400nm、長波長側が760nm~830nmの範囲内である。少なくとも短波長側の光に対して効果があるため、入射光の波長を360nmとすることができる。更に、可視光波長域全域に対して効果を得る必要があるれば、入射光の波長を830nmとすればよい。更に、光電変換領域に対応してカラーフィルタを有する場合、各色のカラーフィルタのピーク波長である。カラーフィルタがベイパターンを有している場合には、 λ は、青色のカラーフィルタを透過する光のピーク波長とすることができる。

30

【0024】

また凹部を埋め込むシリコン酸化埋込領域とし、光電変換領域がシリコン基板に配され、可視光用の光電変換装置であれば凹部の深さ d は $0.06\mu\text{m} < d < 0.15\mu\text{m}$ とを満たせばよい。この範囲であれば凹部が配されていない領域での反射光に対して逆位相の反射光が生じ打ち消しあいリップルの低減が可能となる。

40

【0025】

次に凹部111によるリップル低減作用について図3を用いて説明する。

【0026】

入射光は保護絶縁膜110および層間絶縁膜109、108を通過し、光電変換領域に入射する。この際、第3の半導体領域102表面と第1の層間絶縁膜との界面及び第2の層間絶縁膜と第2の層間絶縁膜上部の部材との界面における多重反射により、分光特性として、波長に対して出力にリップルをもつ特性となる。従来のように光電変換領域の受光面が平面であればリップル特性がそのまま画素出力に反映される。これに対して凹部11

50

1 を設けることにより一光電変換領域内で光路長に変化をもたせることができる。

【0027】

図4は一つの凹部を抜き出して示した断面模式図である。凹部に入射する光を矢印150、151、152で示す。150が凹部の配されていない領域での反射光、152が凹部の底面での反射光、151は凹部の側壁での反射光である。

【0028】

凹部を設けることにより入射光それぞれの光電変換領域へ達するまでの光路長に差を設けられる。光路差をもつことで、光電変換領域と第1の層間絶縁膜界面での反射光に位相差を設けることができ干渉により打ち消しあうことが可能となる。つまり干渉の効果により出力のリップルを低減することが可能となる。

10

【0029】

入射光の波長を λ とし、凹部を埋める埋込領域の屈折率を n とした時、反射光の位相は膜厚 d / $4n$ で凹部を設けていない領域での反射光に対して逆位相となる。つまり凹部の深さ d が $\lambda / 4n$ で最も干渉の効果が得られ、リップル低減効果も高い。

【0030】

通常半導体領域表面に凹部を設けた場合には完全に凹部の側壁を垂直とするのは困難であり、一定のテーパを持って凹部が形成される。したがって凹部の底面が、 $d > \lambda / 4n$ 以上の深さであれば、必ず底面から光電変換領域の受光面と同一の深さ（深さがゼロ）となるまでに $\lambda / 4n$ の深さとなる領域が存在しこの領域における反射光が逆位相となる。したがって出力のリップルを低減することが可能となる。特に、本実施例のように凹部を L O C O S 法にて形成した場合、パズピークと呼ばれるなだらかな傾斜面をもたせることが可能となり逆位相の光を反射する領域を広くできるため好ましい。

20

【0031】

ただし $d > \lambda / 4n$ の深さとなると、暗電流の影響が大きくなる場合が好ましくない。したがってより好ましくは半導体基板の凹部の深さ d は $d \approx \lambda / 4n$ とするのがよい。

【0032】

図7は凹部の底面部分の面積を変動させたときの、リップルの大きさを示したものである。リップルの大きさは光電変換領域に凹部を配置しないときのリップル値を1として規格化したものである。一光電変換領域全体の表面積に対する凹部の面積の割合 $R = 0.5$ 付近で干渉しあう成分も1:1となり、もっともリップルの低減がみられる。これは逆位相の反射光量を凹部が設けられていない領域での反射光量に近づけることができるためである。 $R = 0.5$ として打ち消しあう逆位相の反射光量を最も近づけるのが好ましいが、 $0.4 < R < 0.6$ の範囲にあれば大きな効果を得ることができる。このような構成を実現する一手段として、また、第3の半導体領域に設けられる凹部を図2で示すように繰り返しパターンにて所定のピッチで配置することが望ましい。ここで凹部の面積は凹部の開口面積で規定される。

30

【0033】

本実施例のように光電変換領域の凹部を素子分離法による手段を用いて形成すれば、周辺回路部のトランジスタの素子分離形成と同時に作成することが可能であり、製造工程を新たに追加する必要はなく好ましい。図示していないが画素間の分離に L O C O S 法による素子分離を用いることもできる。また、凹部形成に S T I (S h a l l o w T r e n c h I s o l a t i o n) 法などのエッチングによる形成法も有効である。

40

【0034】

光電変換領域内における凹部の配置位置について説明する。光電変換領域の受光面に設けられた凹部の配置を、第5の半導体領域105から1.0 μm 以上距離をとり、第5の半導体領域105が第3の半導体領域102により囲まれた構成とするのがよい。このような構成にすれば凹部111と埋込領域112との界面において生じる暗電流を抑制することが可能となる。もしくは光電変換領域を構成するPN接合の空乏層が凹部の端部と接しないようにすれば暗電流を抑制することができ好ましい。

【実施例2】

50

【 0 0 3 5 】

図 5 は、本実施例の光電変換領域の断面模式図である。実施例 1 と同様の機能を有する部分には同様の符号を付し詳細な説明は省略する。

本実施例の特徴は、凹部を埋める埋込領域 1 1 2 上に第 1 の層間絶縁膜より大きい屈折率を持つ膜を配する。たとえば屈折率 $n = 2.0$ のシリコン窒化膜 5 1 3 である。シリコン窒化膜 5 1 3 は反射防止膜として機能する。シリコン窒化膜はこれにより更に第 1 の層間絶縁膜 1 0 8 と光電変換領域との界面における反射が抑えられ、リップル低減と同時に高い感度も得られる。

【 実施例 3 】

【 0 0 3 6 】

図 6 は、本実施例の光電変換領域の断面模式図である。実施例 1、2 と同様の機能を有する部分には同様の符号を付し詳細な説明は省略する。

本実施例の特徴は、凹部形成時に成膜される絶縁膜をウエットエッチング等で除去し、複数の光電変換領域にわたって第 1 の絶縁膜としてシリコン酸化膜 6 1 3 を成膜する。その直上にシリコン酸化膜よりも大きい屈折率をもつ第 2 の絶縁膜、たとえばシリコン窒化膜 6 1 2 を設ける構造にある。本実施例の構造では画素全面での反射防止効果が得られ、実施例 2 よりさらに高感度が得られる。

以上本発明を各実施例を元に具体的に説明したがこれらの構成に限られるものではない。例えば、凹部を埋める埋込領域としてシリコン酸化膜ではなく有機膜やシリコン窒化膜を用いてもよい。層間絶縁膜 1 0 8 と凹部を埋める絶縁体とを別材料で構成することもできる。

また、光電変換領域で生じた電荷をフローティングディフュージョンへ転送する転送トランジスタを有する構成としてもよい。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 3 7 】

本発明は、スキャナ等に用いられる光電変換装置に適用される。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 8 】

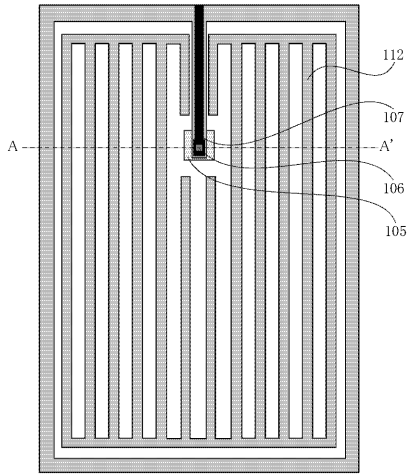
- 1 0 0 N 型半導体領域
- 1 0 1 埋め込み半導体領域
- 1 0 2 半導体領域
- 1 0 3 画素分離領域
- 1 0 5 半導体領域
- 1 1 1 凹部
- 1 1 2 埋込領域

10

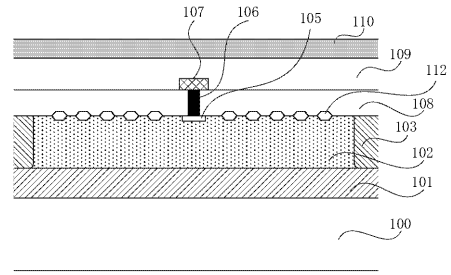
20

30

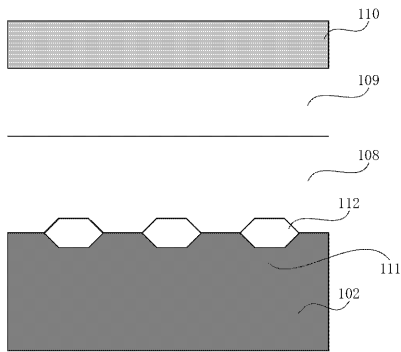
【 図 1 】



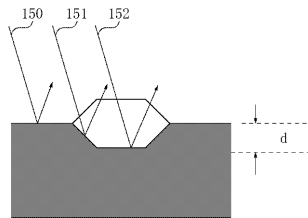
【 図 2 】



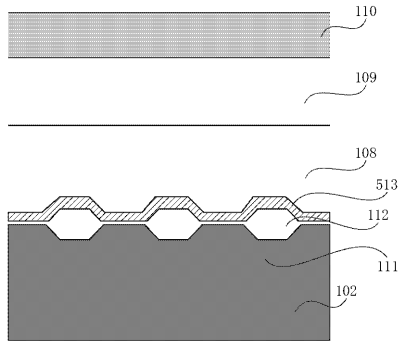
【 図 3 】



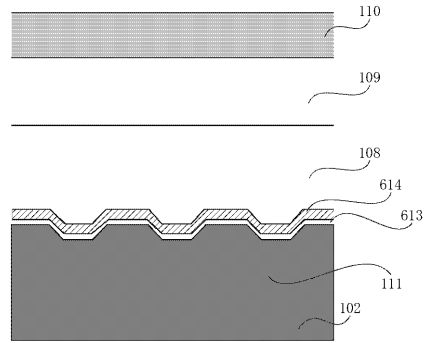
【 図 4 】



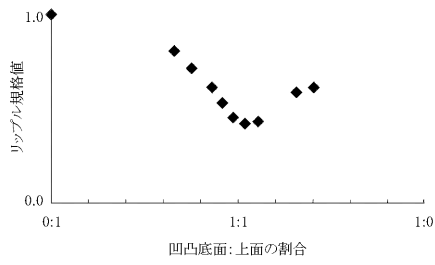
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(72)発明者 斉藤 和宏

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 加藤 太郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72)発明者 福元 嘉彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 4M118 AA10 AB01 BA06 CA03 CA33 CA34 CB13 DD09 FA28 FA33
GC07 GC14
5F049 MA02 MB02 NA04 NA05 NB05 PA14 PA20 QA03 RA08 SZ04
TA13 UA13 UA20