

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年11月5日(05.11.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/133799 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 27/148 (2006.01) G01J 1/44 (2006.01)
G01J 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/058007
- (22) 国際出願日: 2009年4月22日(22.04.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-119010 2008年4月30日(30.04.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 浜松ホトニクス株式会社(HAMAMATSU PHOTONICS K.K.) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 Shizuoka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 鈴木 久則 (SUZUKI, Hisanori) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 米田 康人(YONETA, Yasuhito) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 大塚 慎也(OTSUKA, Shinya)

[JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP). 村松 雅治(MURAMATSU, Masaharu) [JP/JP]; 〒4358558 静岡県浜松市東区市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 Shizuoka (JP).

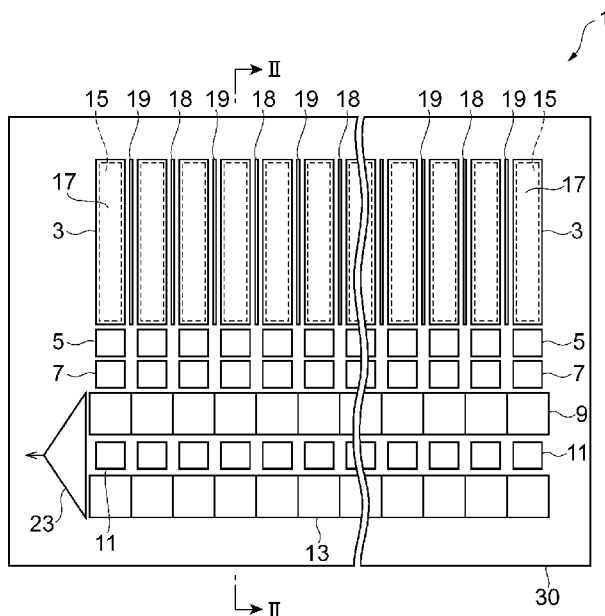
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA, Yoshiki et al.); 〒1040061 東京都中央区銀座一丁目10番6号銀座ファーストビル 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: SOLID-STATE IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 固体撮像装置

[図1]



(57) Abstract: A solid-state imaging device (1) is provided with plural photoelectric conversion units (3) and a first and second shift registers (9, 13). Each of the photoelectric conversion units (3) comprises a photosensitive region (15) which generates an electric charge in response to light incidence and has an approximately rectangular planar shape formed by two long sides and two short sides, and a potential gradient forming region (17) which forms a potential gradient elevated along a predetermined direction parallel to the long sides forming the planar shape of the photosensitive region (15) in the photosensitive region (15). The plural photoelectric conversion units (3) are disposed side by side along a direction crossing the predetermined direction. The first and second shift registers (9, 13) acquire electric charges respectively transferred from the plural photoelectric conversion units (3) and transfers and outputs the electric charges in the direction crossing the predetermined direction. Thus, the solid-state imaging device capable of reading electric charges generated in the photosensitive regions at high speed without complicating image processing is achieved.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/133799 A1



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

固体撮像装置 1 は、複数の光電変換部 3 と、第 1 及び第 2 のシフトレジスタ 9, 13 とを備えている。各光電変換部 3 は、光入射に応じて電荷を発生し且つ平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形形状を成す光感応領域 15 と、光感応領域 15 に対して光感応領域 15 の平面形状を成す長辺に平行な所定の方向に沿って高くされた電位勾配を形成する電位勾配形成領域 17 と、を有している。複数の光電変換部 3 は、上記所定の方向に交差する方向に沿うように併置されている。第 1 及び第 2 のシフトレジスタ 9, 13 は、複数の光電変換部 3 からそれぞれ転送された電荷を取得し、上記所定の方向に交差する方向に転送して出力する。これにより、画像処理が煩雑になることなく、光感応領域に発生した電荷を高速に読み出すことが可能な固体撮像装置が実現される。

明 細 書

発明の名称： 固体撮像装置

技術分野

[0001] 本発明は、固体撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 固体撮像装置として、光入射に応じて電荷を発生し且つ平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成す光感応領域をそれぞれ有する複数の光電変換部が、一次元方向（光感応領域の短辺方向に沿う方向）にアレイ状に配置されているものが知られている（例えば、特許文献1参照）。このような固体撮像装置は、従来より様々な用途に用いられているが、特に、分光器の光検出手段として広く用いられている。

特許文献1：特開2005-164363号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0003] しかしながら、特許文献1に記載の固体撮像装置は、以下の問題点を有している。特許文献1に記載の固体撮像装置では、光感応領域に発生した電荷は、光感応領域の短辺側から読み出される。このため、発生した電荷は光感応領域の長辺方向に移動する必要があるが、その移動距離が長くなってしまふ。この結果、発生した電荷を高速に読み出すことが困難となる。

[0004] 特許文献1に記載の固体撮像装置では、光感応領域の一对の短辺それぞれに隣接して、電荷を蓄積するディフュージョン領域及び当該ディフュージョン領域に生じた電圧信号を増幅して出力するアンプ領域が配置されている。すなわち、特許文献1に記載の固体撮像装置では、光感応領域の各短辺に隣接して配置された一对のアンプ領域からそれぞれ信号が出力されるため、一次元画像を得るための信号処理が必要となり、画像処理が煩雑となる懼れがある。

[0005] そこで、本発明の目的は、画像処理が煩雑になることなく、光感応領域に

発生した電荷を高速に読み出すことが可能な固体撮像装置を提供することである。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明に係る固体撮像装置は、光入射に応じて電荷を発生し且つ平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成す光感応領域と、光感応領域に対して光感応領域の平面形状を成す長辺に平行な所定の方向に沿って高くされた電位勾配を形成する電位勾配形成領域と、をそれぞれ有すると共に、上記所定の方向に交差する方向に沿うように併置された複数の光電変換部と、複数の光電変換部からそれぞれ転送された電荷を取得し、所定の方向に交差する方向に転送して出力する第1及び第2の電荷出力部と、を備えている。
- [0007] 本発明に係る固体撮像装置では、各光電変換部において、電位勾配形成領域により上記所定の方向に沿って高くされた電位勾配が形成されるので、光感応領域に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿っていずれかの短辺側に移動する。これにより、電荷の移動速度は、電位勾配（ポテンシャルの傾斜）に支配されることとなり、電荷の読出し速度が高速化する。
- [0008] 本発明では、複数の光電変換部から転送された電荷は、第1又は第2の電荷出力部により取得されて所定の方向に交差する上記方向に転送されて出力される。この結果、本発明によれば、従来技術にて必要とされるような二次元画像を得るための信号処理をあらためて実行する必要はなく、画像処理の煩雑化を防ぐことができる。
- [0009] ところで、本発明では、光感応領域は、平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成している。このため、光感応領域における飽和電荷量が大きい。
- [0010] 好ましくは、電位勾配形成領域は、上記所定の方向として、光感応領域の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第1の方向に沿って高くされた電位勾配を形成し、第1及び第2の電荷出力部は、光感応領域の

平面形状を成す他方の短辺側に配置されており、光電変換部にそれぞれ対応し且つ各光電変換部と第1の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感应領域からの電荷を第1の電荷出力部へ転送する複数の第1の転送部と、光電変換部にそれぞれ対応し且つ各第1の電荷出力部と第2の電荷出力部との間に配置され、第1の電荷出力部に転送された電荷を第2の電荷出力部へ転送する複数の第2の転送部と、を更に備えている。

[0011] 電位勾配形成領域により上記第1の方向に沿って高くされた電位勾配が形成されるので、光感应領域に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿って他方の短辺側に移動する。他方の短辺側に移動した電荷は、第1の転送部に取得されて、第1の方向に転送される。各第1の転送部から転送された電荷は、第1の電荷出力部により、第1の方向に交差する方向に転送されて出力される。第2の転送部により、第1の電荷出力部に蓄積されている電荷は、第1の方向に転送される。各第2の転送部から転送された電荷は、第2の電荷出力部により、第1の方向に交差する方向に転送されて出力される。

[0012] 好ましくは、電位勾配形成領域は、上記所定の方向として、光感应領域の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第1の方向及び光感应領域の平面形状を成す他方の短辺側から一方の短辺側に向かう第2の方向のいずれかの方向に沿って高くされた電位勾配を選択的に形成し、第1の電荷出力部は、光感应領域の平面形状を成す一方の短辺側に配置され、第2の電荷出力部は、光感应領域の平面形状を成す他方の短辺側に配置されており、光電変換部にそれぞれ対応し且つ各光電変換部と第1の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感应領域からの電荷を第1の電荷出力部へ転送する複数の第1の転送部と、光電変換部にそれぞれ対応し且つ各光電変換部と第2の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感应領域からの電荷を第2の電荷出力部へ転送する複数の第2の転送部と、を更に備えている。

[0013] 電位勾配形成領域により上記第2の方向に沿って高くされた電位勾配が形

成されると、光感応領域に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿って一方の短辺側に移動する。一方の短辺側に移動した電荷は、第1の転送部に取得されて、第2の方向に転送される。各第1の転送部から転送された電荷は、第1の電荷出力部により、第1の方向に交差する方向に転送されて出力される。電位勾配形成領域により上記第1の方向に沿って高くされた電位勾配が形成されると、光感応領域に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿って他方の短辺側に移動する。他方の短辺側に移動した電荷は、第2の転送部に取得されて、第1の方向に転送される。各第2の転送部から転送された電荷は、第2の電荷出力部により、第2の方向に交差する方向に転送されて出力される。

[0014] より好ましくは、第2の電荷出力部は、第1の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷を複数の第2の転送部から取得して、所定の方向に交差する方向に転送して出力し、第1の電荷出力部は、第1の期間より短い第2の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷を複数の第1の転送部から取得して、所定の方向に交差する方向に転送して出力する。

[0015] 第1の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷を蓄積すると、露光時間が比較的長くなることから、強い入射光は、信号が飽和するために適切に検出することが困難となるが、弱い入射光は、十分大きな信号として検出される。第2の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷を蓄積すると、露光時間が比較的短くなることから、弱い入射光は、信号が微弱となるため、信号として十分に検出することが困難となるが、強い入射光は、飽和することなく、信号として適切に検出される。このように、入射光の強さに関わらず、入射光が信号として適切に検出されることとなり、実効的なダイナミックレンジが大きくなる。

[0016] 本発明では、第1及び第2の電荷出力部を備えていることから、第2の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷の転送と第1の期間にわたって光電変換部にて発生した電荷の転送とが、互いに障害となることはない。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、画像処理が煩雑になることなく、光感応領域に発生した電荷を高速に読み出すことが可能な固体撮像装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0018] 図1は、第1実施形態に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

図2は、図1におけるII-II線に沿った断面構成を説明するための図である。

図3は、第1実施形態に係る固体撮像装置において、入力される各信号のタイミングチャートである。

図4は、図3における各時刻での電荷の蓄積及び排出動作を説明するためのポテンシャル図である。

図5は、光電変換部における電荷の移動を説明するための模式図である。

図6は、第2実施形態に係る固体撮像装置の構成を示す図である。

図7は、図6におけるVII-VII線に沿った断面構成を説明するための図である。

図8は、第2実施形態に係る固体撮像装置において、入力される各信号のタイミングチャートである。

図9は、図8における各時刻での電荷の蓄積及び排出動作を説明するためのポテンシャル図である。

符号の説明

[0019] 1…固体撮像装置、3…光電変換部、5…バッファゲート部、7…第1の転送部、9…第1のシフトレジスタ、11…第2の転送部、13…第2のシフトレジスタ、15…光感応領域、17…電位勾配形成領域、23…アンプ部、61…固体撮像装置、62…第1のバッファゲート部、63…第1の転送部、65…第2のシフトレジスタ、66…第2のバッファゲート部、67…第2の転送部、69…第2のシフトレジスタ。

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一

符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

[0021] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る固体撮像装置の構成を示す図である。図2は、図1におけるII-II線に沿った断面構成を説明するための図である。

[0022] 第1実施形態に係る固体撮像装置1は、複数の光電変換部3と、複数のバッファゲート部5と、複数の第1の転送部7と、第1の電荷出力部としての第1のシフトレジスタ9と、複数の第2の転送部11と、第2の電荷出力部としての第2のシフトレジスタ13と、を備えている。固体撮像装置1は、分光器の光検出手段として用いることができる。

[0023] 各光電変換部3は、光感応領域15と、電位勾配形成領域17と、を有している。光感応領域15は、光の入射に感応して、入射光強度に応じた電荷を発生する。電位勾配形成領域17は、光感応領域15に対して、光感応領域15の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第1の方向（光感応領域15の長辺方向に沿う方向）に沿って高くされた電位勾配を形成する。電位勾配形成領域17により、光感応領域15に発生した電荷は、光感応領域15の他方の短辺側から排出される。

[0024] 光感応領域15の平面形状は、二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成している。複数の光電変換部3は、上記第1の方向に交差（例えば、直交）する方向に沿うように併置されて、一次元方向にアレイ状に配置されている。複数の光電変換部3は、光感応領域15の短辺方向に沿う方向に併置されている。本実施形態では、光感応領域15の長辺方向での長さは、例えば1mm程度に設定され、光感応領域15の短辺方向での長さは例えば24 μ m程度に設定されている。

[0025] 各光感応領域15に対して、当該光感応領域15を光感応領域15の短辺方向に沿う方向に挟むようにして、アイソレーション領域18とオーバーフロードレイン（OFD）領域19とが配置されている。アイソレーション領域18は、光感応領域15の一方の長辺に隣接して、光感応領域15の長辺方向に沿う方向に伸びている。アイソレーション領域18は、アイソレーシ

- オン領域 18 を挟んで隣り合う一対の光感応領域 15 を電氣的に分離する。
- [0026] オーバーフロードレイン領域 19 は、光感応領域 15 の他方の長辺に隣接して、光感応領域 15 の長辺方向に沿う方向に伸びている。オーバーフロードレイン領域 19 は、ゲートトランジスタにより構成されるオーバーフローゲート (OFG) を含み、光感応領域 15 にて当該光感応領域 15 の蓄積容量を超える電荷が発生した際に、蓄積容量を超えた分の電荷を排出する。これにより、蓄積容量を超えた光感応領域 15 から溢れた電荷が他の光感応領域 15 へ漏れ出すブルーミング等の不都合が防止される。
- [0027] 各バッファゲート部 5 は、光電変換部 3 にそれぞれ対応し且つ光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。すなわち、複数のバッファゲート部 5 は、光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に、上記第 1 の方向に交差する方向 (光感応領域 15 の短辺方向に沿う方向) に併置されている。バッファゲート部 5 は、光電変換部 3 (光感応領域 15) と第 1 の転送部 7 とを仕切る。本実施形態では、バッファゲート部 5 には、電位勾配形成領域 17 によって光感応領域 15 から排出された電荷が蓄積される。隣り合うバッファゲート部 5 の間には、アイソレーション領域 (図示せず) が配置されており、バッファゲート部 5 の間における電氣的な分離を実現している。
- [0028] 各第 1 の転送部 7 は、バッファゲート部 5 にそれぞれ対応し且つバッファゲート部 5 と第 1 のシフトレジスタ 9 との間に配置されている。すなわち、複数の第 1 の転送部 7 は、光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に、上記第 1 の方向に交差する方向に併置されている。第 1 の転送部 7 は、バッファゲート部 5 に蓄積されている電荷を取得し、取得した電荷を第 1 の方向、すなわち第 1 のシフトレジスタ 9 に向けて転送する。隣り合う第 1 の転送部 7 の間には、アイソレーション領域 (図示せず) が配置されており、第 1 の転送部 7 の間における電氣的な分離を実現している。
- [0029] 第 1 のシフトレジスタ 9 は、複数の第 1 の転送部 7 に対して、各第 1 の転送部 7 と第 1 の方向に隣接して配置されている。すなわち、第 1 のシフトレ

ジスタ 9 は、光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。第 1 のシフトレジスタ 9 は、第 1 の転送部 7 からそれぞれ転送された電荷を受け取り、第 1 の方向に交差する上記方向に転送して、アンプ部 23 に順次出力する。第 1 のシフトレジスタ 9 から出力された電荷は、アンプ部 23 によって電圧に変換され、第 1 の方向に交差する上記方向に併置された光電変換部 3（光感応領域 15）毎の電圧として固体撮像装置 1 の外部に出力される。

[0030] 各第 2 の転送部 11 は、バッファゲート部 5 にそれぞれ対応し且つ第 1 のシフトレジスタ 9 と第 2 のシフトレジスタ 13 との間に配置されている。すなわち、複数の第 2 の転送部 11 は、光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に、上記第 1 の方向に交差する方向に併置されている。第 2 の転送部 11 は、対応する第 1 のシフトレジスタ 9 の領域に蓄積された電荷を取得し、取得した電荷を第 1 の方向、すなわち第 2 のシフトレジスタ 13 に向けて転送する。隣り合う第 2 の転送部 11 の間には、アイソレーション領域（図示せず）が配置されており、第 2 の転送部 11 の間における電氣的な分離を実現している。

[0031] 第 2 のシフトレジスタ 13 は、複数の第 2 の転送部 11 に対して、各第 2 の転送部 11 と第 1 の方向に隣接して配置されている。すなわち、第 2 のシフトレジスタ 13 は、第 1 のシフトレジスタ 9 と同じく、光感応領域 15 の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。第 2 のシフトレジスタ 13 は、第 2 の転送部 11 からそれぞれ転送された電荷を受け取り、第 1 の方向に交差する上記方向に転送して、アンプ部 23 に順次出力する。第 2 のシフトレジスタ 13 から出力された電荷は、アンプ部 23 によって電圧に変換され、第 1 の方向に交差する上記方向に併置された光電変換部 3（光感応領域 15）毎の電圧として固体撮像装置 1 の外部に出力される。

[0032] 複数の光電変換部 3、複数のバッファゲート部 5、複数の第 1 の転送部 7、第 1 のシフトレジスタ 9、複数の第 2 の転送部 11、及び第 2 のシフトレジスタ 13 は、図 2 に示されるように、半導体基板 30 上に形成される。半

導体基板 30 は、半導体基板 30 の基体となる p 型半導体層 31 と、p 型半導体層 31 の一方面側に形成された n 型半導体層 32, 33, 35, 37, 39、n⁻型半導体層 34, 36, 38, 40、及び p⁺型半導体層 41 と、を含んでいる。本実施形態では、半導体として Si を用いている。「高不純物濃度」とは、例えば不純物濃度が $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度以上のことであって、「+」を導電型に付けて示す。「低不純物濃度」とは、不純物濃度が $1 \times 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ 程度以下であって、「-」を導電型に付けて示す。n 型不純物としては砒素などがあり、p 型不純物としては硼素などがある。

[0033] p 型半導体層 31 と n 型半導体層 32 とは pn 接合を形成しており、n 型半導体層 32 により、光の入射により電荷を発生する光感応領域 15 が構成されることとなる。n 型半導体層 32 は、平面視で、二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形形状を成している。n 型半導体層 32 は、上記第 1 の方向（すなわち、n 型半導体層 32 の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう、n 型半導体層 32 の長辺方向に沿う方向）に交差する方向に沿うように併置されて、一次元方向にアレイ状に配置されている。各 n 型半導体層 32 は、n 型半導体層 32 の短辺方向に沿う方向に併置されている。上記アイソレーション領域 19 は、p⁺型半導体層により構成できる。

[0034] n 型半導体層 32 に対して、一对の電極 51, 52 が配置されている。一对の電極 51, 52 は、光を透過する材料、例えば、ポリシリコン膜からなり、絶縁層（図示せず）を介して n 型半導体層 32 上に形成されている。一对の電極 51, 52 により、電位勾配形成領域 17 が構成される。電極 51, 52 は、上記第 1 の方向に交差する方向に沿うように併置されている複数の n 型半導体層 32 にわたるように、上記第 1 の方向に交差する方向に連続して伸びて形成されていてもよい。もちろん、電極 51, 52 は、n 型半導体層 32 ごとに形成されていてもよい。

[0035] 電極 51 は、いわゆる抵抗性ゲートを構成しており、n 型半導体層 32 の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう方向（上記第 1 の方

向)に伸びて形成されている。電極51は、両端に定電位差を与えることにより、当該電極51の第1の方向での電気抵抗成分に応じた電位勾配、すなわち上記第1の方向に沿って高くされた電位勾配を形成する。電極51の一端には制御回路(図示せず)から信号MGLが与えられ、電極51の他端及び電極52には制御回路(図示せず)から信号MGHが与えられる。信号MGLがLレベルであると共にMGHがHレベルであると、n型半導体層32において上記第1の方向に沿って高くされる電位勾配が形成される。

[0036] 電極52と第1の方向に隣接して、電極53が配置されている。電極53は、絶縁層(図示せず)を介して、n型半導体層33に形成されている。n型半導体層33は、n型半導体層32の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。電極53は、例えば、ポリシリコン膜からなる。電極53には、制御回路(図示せず)から信号BGが与えられる。電極53及び電極53下のn型半導体層33によって、バッファゲート部5が構成される。

[0037] 電極53と第1の方向に隣接して、転送電極54, 55が配置されている。転送電極54, 55は、絶縁層(図示せず)を介して、n⁻型半導体層34及びn型半導体層35上にそれぞれ形成されている。n⁻型半導体層34及びn型半導体層35は、n型半導体層33と第1の方向に隣接して配置されている。転送電極54, 55は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極54, 55には、制御回路(図示せず)から信号TG1が与えられる。転送電極54, 55及び転送電極54, 55下のn⁻型半導体層34及びn型半導体層35によって、第1の転送部7が構成される。

[0038] 転送電極55と第1の方向に隣接して、一对の転送電極56, 57が配置されている。転送電極56, 57は、絶縁層(図示せず)を介して、n⁻型半導体層36及びn型半導体層37上にそれぞれ形成されている。n⁻型半導体層36及びn型半導体層37は、n型半導体層35と第1の方向に隣接して配置されている。転送電極56, 57は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極56, 57には、制御回路(図示せず)から信号P1H1等が与えられる。転送電極56, 57及び転送電極56, 57下のn⁻型半導体層3

- 6及びn型半導体層37によって、第1のシフトレジスタ9が構成される。
- [0039] 転送電極57と第1の方向に隣接して、転送電極58が配置されている。転送電極58は、絶縁層（図示せず）を介して、n⁻型半導体層38上に形成されている。n⁻型半導体層38は、n型半導体層37と第1の方向に隣接して配置されている。転送電極58は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極58には、制御回路（図示せず）から信号TG2が与えられる。転送電極58及び転送電極58下のn⁻型半導体層38によって、第2の転送部11が構成される。
- [0040] 転送電極58と第1の方向に隣接して、転送電極59が配置されている。転送電極59は、絶縁層（図示せず）を介して、n⁻型半導体層40及びn型半導体層39上に形成されている。n⁻型半導体層40は、n⁻型半導体層38と第1の方向に隣接して配置されている。n型半導体層39は、n⁻型半導体層40と第1の方向に隣接して配置されている。転送電極59は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極59には、制御回路（図示せず）から信号P1H2等が与えられる。転送電極59並びに転送電極59下のn⁻型半導体層40及びn型半導体層39によって、第2のシフトレジスタ13が構成される。
- [0041] p⁺型半導体層41は、n型半導体層32, 33, 35, 37, 39及びn⁻型半導体層34, 36, 38, 40を、半導体基板30の他の部分から電気的に分離している。上述した各絶縁層は、光を透過する材料、例えば、シリコン酸化膜からなる。n型半導体層32を除く、n型半導体層33, 35, 37, 39、n⁻型半導体層34, 36, 38, 40（バッファゲート部5、第1の転送部7、第1のシフトレジスタ9、第2の転送部11、及び第2のシフトレジスタ13）は、不要な電荷が生じるのを防ぐために、遮光部材を配置するなどして、遮光されていることが好ましい。
- [0042] 続いて、図3及び図4に基づいて、固体撮像装置1における動作を説明する。図3は、本実施形態に係る固体撮像装置1において、電極51～59に入力される各信号MGL, MGH, BG, TG1, P1H1, TG2, P1

H2のタイミングチャートである。図4(a)～(e)は、図3における各時刻 $t_1 \sim t_5$ での電荷の蓄積及び排出動作を説明するためのポテンシャル図である。

[0043] ところで、n型の半導体では正にイオン化したドナーが存在し、p型の半導体では負にイオン化したアクセプターが存在する。半導体におけるポテンシャルは、p型よりもn型の方が高くなる。換言すれば、エネルギーバンド図におけるポテンシャルは、下向きがポテンシャルの正方向となるため、n型の半導体におけるポテンシャルは、エネルギーバンド図においてはp型の半導体のポテンシャルよりも深くなり（高くなり）、エネルギー準位は低くなる。各電極に正電位を印加すると、電極直下の半導体領域のポテンシャルが深くなる（正方向に大きくなる）。各電極に印加される正電位の大きさを小さくすると、対応する電極直下の半導体領域のポテンシャルが浅くなる（正方向に小さくなる）。

[0044] 図3に示されるように、時刻 t_1 にて、信号MGL, MGH, TG1, P1H1, TG2, P1H2がLレベルであり、信号BGがHレベルであると、n型半導体層33のポテンシャル ϕ_{33} はn型半導体層34のポテンシャル ϕ_{34} より深いことから、ポテンシャル ϕ_{32} , ϕ_{33} の井戸が形成されている（図4(a)参照）。この状態で、n型半導体層32に光が入射して電荷が発生していると、発生した電荷は、ポテンシャル ϕ_{32} , ϕ_{33} の井戸内に蓄積される。ポテンシャル ϕ_{32} , ϕ_{33} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。

[0045] 時刻 t_2 にて、信号MGHがHレベルであると、n型半導体層32において上記第1の方向に沿って高くされる電位勾配が形成されており、ポテンシャル ϕ_{32} はn型半導体層33側に向けて深くなるように傾斜し、ポテンシャル ϕ_{32} の勾配が形成されている（図4(b)参照）。同じく、時刻 t_2 にて、信号TG1がHレベルであると、n型半導体層34及びn型半導体層35の各ポテンシャル ϕ_{34} , ϕ_{35} が深くなり、ポテンシャル ϕ_{35} の井戸が形成されている。ポテンシャル ϕ_{32} の井戸内に蓄積されていた電荷は、図5にも示されるようにポテンシャル ϕ_{32} の勾配に沿って移動し、ポテンシャル ϕ_{33} の

井戸に蓄積されていた電荷と共に、ポテンシャル ϕ_{35} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{35} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。

[0046] 時刻 t_3 にて、信号 TG_1 がLレベルであると、ポテンシャル ϕ_{34} 、 ϕ_{35} は浅くなる。これにより、ポテンシャル ϕ_{32} 、 ϕ_{33} の井戸が形成される。このとき、ポテンシャル ϕ_{32} の勾配が形成された状態が維持されており、発生した電荷がポテンシャル ϕ_{33} の井戸内に蓄積される。ポテンシャル ϕ_{32} には、電荷量 Q_{L2} が蓄積されている（図4（c）参照）。また、時刻 t_3 にて、信号 $P1H1$ がHレベルであると、 n^- 型半導体層36及び n 型半導体層37の各ポテンシャル ϕ_{36} 、 ϕ_{37} は深くなり、ポテンシャル ϕ_{37} の井戸が形成されている。ポテンシャル ϕ_{35} の井戸内に蓄積されていた電荷はポテンシャル ϕ_{37} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{37} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。

[0047] 時刻 t_4 にて、信号 TG_1 がHレベルであると共に、信号 $P1H1$ がLレベルであると、ポテンシャル ϕ_{35} の井戸が形成されている（図4（d）参照）。これにより、ポテンシャル ϕ_{33} の井戸内に蓄積されていた電荷はポテンシャル ϕ_{35} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{35} には、電荷量 Q_{L2} が蓄積されている。

[0048] 同じく、時刻 t_4 にて、信号 TG_2 、 $P1H2$ がHレベルであると、 n^- 型半導体層38、40及び n 型半導体層39の各ポテンシャル ϕ_{38} 、 ϕ_{40} 、 ϕ_{39} が深くなり、ポテンシャル ϕ_{39} の井戸が形成されている。ポテンシャル ϕ_{37} の井戸内に蓄積されていた電荷は、ポテンシャル ϕ_{39} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{39} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。この後、電荷量 Q_{L1} の電荷は、電荷転送期間 TP_1 の間において、上記第1の方向に交差する方向に順次転送されて、アンプ部23に出力されることとなる。図3での図示は省略するが、電荷転送期間 TP_1 では、電荷量 Q_{L1} を上記第1の方向に交差する方向に転送するための信号が信号 $P1H2$ 等として与えられる。

[0049] 時刻 t_5 にて、信号 MGH がLレベルであると共に信号 TG_1 がLレベルであると、時刻 t_1 と同じく、ポテンシャル ϕ_{32} の勾配が無くなると共に、

ポテンシャル ϕ_{32} 、 ϕ_{33} の井戸が形成されている（図4（e）参照）。これにより、時刻 t_1 と同じく、発生した電荷がポテンシャル ϕ_{32} 、 ϕ_{33} の井戸内に蓄積される。同じく、時刻 t_5 にて、信号P1H1がHレベルであると、時刻 t_3 と同じく、ポテンシャル ϕ_{37} の井戸が形成されている。ポテンシャル ϕ_{35} の井戸内に蓄積されていた電荷はポテンシャル ϕ_{37} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{37} には、電荷量 Q_{L2} が蓄積されている。この後、電荷量 Q_{L2} の電荷は、電荷転送期間TP2の間において、上記第1の方向に交差する方向に順次転送されて、アンプ部23に出力される。図3での図示は省略するが、電荷転送期間TP2では、電荷量 Q_{L2} を上記第1の方向に交差する方向に転送するための信号が信号P1H1等として与えられる。

[0050] 以上のように、本実施形態では、光感応領域15の平面形状が、二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成している。この場合、光感応領域15の長辺方向での長さを大きくすることが可能となり、各光感応領域15での飽和電荷量を大きくして、SN比の向上を図ることができる。

[0051] 複数の光電変換部3は、上記第1の方向に交差する上記第1の方向に交差する方向に沿うように併置されて、一次元方向にアレイ状に配置されている。本実施形態では、複数の光電変換部3は、光感応領域15の短辺方向に沿う方向に併置されている。各光電変換部3において、電極51により上記第1の方向に沿って高くされた電位勾配が形成されるので、光感応領域15に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿って他方の短辺側に移動する。これにより、電荷の移動速度は、電位勾配（ポテンシャルの傾斜）に支配されることとなり、電荷の読出し速度が高速化する。

[0052] 他方の短辺側に移動した電荷は、バッファゲート部5に蓄積される。バッファゲート部5に蓄積された電荷は、第1の転送部7に取得されて、第1の方向に転送される。そして、各第1の転送部7から転送された電荷は、第1のシフトレジスタ9により、上記第1の方向に交差する方向に転送されて出力される。第2の転送部11により、第1のシフトレジスタ9に蓄積されている電荷は、第1の方向に転送される。そして、各第2の転送部11から転

送された電荷は、第2のシフトレジスタ13により、上記第1の方向に交差する方向に転送されて出力される。複数の光電変換部3から転送された電荷は、第1又は第2のシフトレジスタ9, 13により取得されて上記第1の方向に交差する方向に転送される。この結果、固体撮像装置1においては、一次元画像を得るための信号処理をあらためて実行する必要はなく、画像処理の煩雑化を防ぐことができる。

- [0053] 本実施形態では、光感応領域15は、平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成している。この結果、光感応領域15における飽和電荷量が大きい。
- [0054] 本実施形態では、第1の期間（図3における期間 T_1 ）にわたって光電変換部3（光感応領域15）にて発生した電荷（電荷量 Q_{L1} ）と、第1の期間 T_1 より短い第2の期間（図3における期間 T_2 ）にわたって光電変換部3（光感応領域15）にて発生した電荷（電荷量 Q_{L2} ）と、を連続して交互に出力している。すなわち、本実施形態では、第1の期間 T_1 と第2の期間 T_2 との和を一つの読出し周期として、光電変換部3にて発生した電荷が蓄積されて、出力される。本実施形態では、第1の期間にわたって光電変換部3にて発生した電荷が電荷転送期間 T_{P1} において読み出され、第2の期間にわたって光電変換部3にて発生した電荷が電荷転送期間 T_{P2} において読み出される。本実施形態では、第1の期間 T_1 は、例えば9.99ms程度に設定され、第2の期間 T_2 は、例えば10 μ s程度に設定され、第1の期間 T_1 が第2の期間 T_2 の略1000倍とされている。
- [0055] 第1の期間 T_1 が9.99msに設定され、第2の期間 T_2 が10 μ sに設定されている場合、第1の期間 T_1 にわたって光電変換部3にて発生した電荷量が飽和しているときには、第2の期間 T_2 にわたって光電変換部3にて発生した電荷量に基づく出力を1000倍して、固体撮像装置1の出力としてもよい。第1の期間 T_1 にわたって光電変換部3にて発生した電荷量が飽和していないときには、第1の期間 T_1 にわたって光電変換部3にて発生した電荷量と、第2の期間 T_2 にわたって光電変換部3にて発生した電荷量

と、の和に基づく出力を固体撮像装置 1 の出力としてもよい。

[0056] 第 1 の期間 T 1 にわたって光電変換部 3 にて発生した電荷を蓄積すると、露光時間が比較的長いことから、強い入射光は、信号が飽和するために適切に検出することが困難となるが、弱い入射光は、十分大きな信号として検出される。一方、第 2 の期間 T 2 にわたって光電変換部 3 にて発生した電荷を蓄積すると、露光時間が比較的短いことから、弱い入射光は、信号が微弱となるため、信号として十分に検出することが困難となるが、強い入射光は、飽和することなく、信号として適切に検出される。このように、固体撮像装置 1 では、入射光の強さに関わらず、入射光が信号として適切に検出されることとなり、実効的なダイナミックレンジが大きくなる。

[0057] 本実施形態では、固体撮像装置 1 は第 1 又は第 2 のシフトレジスタ 9, 13 を備えている。これにより、第 2 の期間 T 2 にわたって光電変換部 3 にて発生した電荷の転送と第 1 の期間 T 1 にわたって光電変換部 3 にて発生した電荷の転送とが、互いに障害になることはない。

[0058] (第 2 実施形態)

図 6 は、第 2 実施形態に係る固体撮像装置の構成を示す図である。図 7 は、図 6 における VII-VII 線に沿った断面構成を説明するための図である。

[0059] 第 2 実施形態に係る固体撮像装置 6 1 は、複数の光電変換部 3 と、複数の第 1 のバッファゲート部 6 2 と、複数の第 1 の転送部 6 3 と、第 1 の電荷出力部としての第 1 のシフトレジスタ 6 5 と、複数の第 2 のバッファゲート部 6 6 と、複数の第 2 の転送部 6 7 と、第 2 の電荷出力部としての第 2 のシフトレジスタ 6 9 と、を備えている。固体撮像装置 6 1 も、上述した固体撮像装置 1 と同様に、分光器の光検出手段として用いることができる。

[0060] 各光電変換部 3 は、光感応領域 1 5 と、電位勾配形成領域 1 7 と、を有している。電位勾配形成領域 1 7 は、光感応領域 1 5 に対して、光感応領域 1 5 の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第 1 の方向及び光感応領域 1 5 の平面形状を成す他方の短辺側から一方の短辺側に向かう第 2 の方向のうちいずれかの方向に沿って高くされた電位勾配を選択的に形成

する。上記第 1 及び第 2 の方向は、光感応領域 15 の長辺方向に沿う方向である。電位勾配形成領域 17 により、光感応領域 15 に発生した電荷は、光感応領域 15 の他方の短辺側又は一方の短辺側から排出される。

[0061] 各第 1 のバッファゲート部 62 は、光電変換部 3 にそれぞれ対応し且つ光感応領域 15 の平面形状を成す一方の短辺側に配置されている。すなわち、複数の第 1 のバッファゲート部 62 は、光感応領域 15 の平面形状を成す一方の短辺側に、上記第 1 及び第 2 の方向に交差する第 3 の方向（光感応領域 15 の短辺方向に沿う方向）に併置されている。第 1 のバッファゲート部 62 は、光電変換部 3（光感応領域 15）と第 1 の転送部 63 とを仕切る。本実施形態では、第 1 のバッファゲート部 62 には、電位勾配形成領域 17 によって光感応領域 15 から排出された電荷が蓄積される。隣り合う第 1 のバッファゲート部 62 の間には、アイソレーション領域（図示せず）が配置されており、第 1 のバッファゲート部 62 の間における電氣的な分離を実現している。

[0062] 各第 1 の転送部 63 は、第 1 のバッファゲート部 62 にそれぞれ対応し且つ対応する第 1 のバッファゲート部 62 と第 2 の方向に隣接して配置されている。すなわち、複数の第 1 の転送部 63 も、光電変換部 3 にそれぞれ対応すると共に、光感応領域 15 の平面形状を成す一方の短辺側に、上記第 3 の方向に併置されている。第 1 の転送部 63 は、電位勾配形成領域 17 によって光感応領域 15 から排出された電荷を第 1 のバッファゲート部 62 から取得し、取得した電荷を第 2 の方向に転送する。隣り合う第 1 の転送部 63 の間には、アイソレーション領域（図示せず）が配置されており、第 1 の転送部 63 の間における電氣的な分離を実現している。

[0063] 第 1 のシフトレジスタ 65 は、複数の第 1 の転送部 63 に対して、各第 1 の転送部 63 と第 2 の方向に隣接して配置されている。すなわち、第 1 のシフトレジスタ 65 は、光感応領域 15 の平面形状を成す一方の短辺側に配置されている。第 1 のシフトレジスタ 65 は、第 1 の転送部 63 からそれぞれ転送された電荷を受け取り、上記第 3 の方向に転送して、アンプ部 23 に順

次出力する。第1のシフトレジスタ65から出力された電荷は、アンプ部23によって電圧に変換され、上記第3の方向に併置された光電変換部3（光感応領域15）毎の電圧として固体撮像装置61の外部に出力される。

[0064] 各第2のバッファゲート部66は、光電変換部3にそれぞれ対応し且つ光感応領域15の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。すなわち、複数の第2のバッファゲート部66は、光感応領域15の平面形状を成す他方の短辺側に、上記第3の方向に併置されている。第2のバッファゲート部66は、光電変換部3（光感応領域15）と第2の転送部67とを仕切る。本実施形態では、第2のバッファゲート部66には、電位勾配形成領域17によって光感応領域15から排出された電荷が蓄積される。隣り合う第2のバッファゲート部66の間には、アイソレーション領域（図示せず）が配置されており、第2のバッファゲート部66の間における電氣的な分離を実現している。

[0065] 各第2の転送部67は、第2のバッファゲート部66にそれぞれ対応し且つ対応する第2のバッファゲート部66と第1の方向に隣接して配置されている。すなわち、複数の第2の転送部67も、光電変換部3にそれぞれ対応すると共に、光感応領域15の平面形状を成す他方の短辺側に、上記第3の方向に併置されている。第2の転送部67は、電位勾配形成領域17によって光感応領域15から排出された電荷を第2のバッファゲート部66から取得し、取得した電荷を第1の方向に転送する。隣り合う第2の転送部67の間には、アイソレーション領域（図示せず）が配置されており、第2の転送部67の間における電氣的な分離を実現している。

[0066] 第2のシフトレジスタ69は、複数の第2の転送部67に対して、各第2の転送部67と第1の方向に隣接して配置されている。すなわち、第2のシフトレジスタ69は、光感応領域15の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。第2のシフトレジスタ69は、第2の転送部67からそれぞれ転送された電荷を受け取り、上記第3の方向に転送して、アンプ部23に順次出力する。第2のシフトレジスタ69から出力された電荷は、アンプ部2

3によって電圧に変換され、上記第3の方向に併置された光電変換部3（光感応領域15）毎の電圧として固体撮像装置61の外部に出力される。

[0067] 複数の光電変換部3、複数の第1のバッファゲート部62と、複数の第1の転送部63、第1のシフトレジスタ65、複数の第2のバッファゲート部66と、複数の第2の転送部67、及び第2のシフトレジスタ69は、図7に示されるように、半導体基板30上に形成される。半導体基板30は、p型半導体層31と、p型半導体層31の一方面側に形成されたn型半導体層81、82、83、85、86、87、89、n⁻型半導体層84、88、及びp⁺型半導体層41と、を含んでいる。

[0068] p型半導体層31とn型半導体層81とはpn接合を形成しており、n型半導体層81により、光の入射により電荷を発生する光感応領域15が構成される。n型半導体層81は、平面視で、二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成している。n型半導体層81は、上記第1の方向（すなわち、n型半導体層81の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう、n型半導体層32の長辺方向に沿う方向）に交差する方向に沿うように併置されて、一次元方向にアレイ状に配置されている。もちろん、n型半導体層81は、上記第2の方向（すなわち、n型半導体層81の平面形状を成す他方の短辺側から一方の短辺側に向かう、n型半導体層32の長辺方向に沿う方向）に交差する方向にも沿うように併置されている。各n型半導体層81は、n型半導体層81の短辺方向に沿う方向、すなわち上記第3の方向に併置されている。上記アイソレーション領域も、p⁺型半導体層により構成できる。

[0069] 各n型半導体層81に対して、一組の電極91～93が配置されている。一組の電極91～93は、光を透過する材料、例えば、ポリシリコン膜からなり、絶縁層（図示せず）を介してn型半導体層32上に形成されている。一組の電極91～93により、電位勾配形成領域17が構成される。各電極91～93は、第2の方向に交差する方向に沿うように併置されている複数のn型半導体層81にわたるように、第3の方向に連続して伸びて形成され

ていてもよい。もちろん、各電極 9 1 ~ 9 3 は、n 型半導体層 8 1 ごとに形成されていてもよい。

[0070] 電極 9 1 は、いわゆる抵抗性ゲートを構成しており、n 型半導体層 8 1 の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう方向（上記第 1 の方向）及び他方の短辺側から一方の短辺側に向かう方向（上記第 2 の方向）に伸びて形成されている。電極 9 1 は、両端に定電位差を与えることにより、当該電極 9 1 の第 1 又は第 2 の方向での電気抵抗成分に応じた電位勾配、すなわち上記第 1 又は第 2 の方向に沿って高くされた電位勾配を形成する。電極 9 2 は、電極 9 1 と第 2 の方向に隣接して配置されている。電極 9 3 は、電極 9 1 と第 1 の方向に隣接して配置されている。電極 9 1 の一端（一方の短辺側の端）及び電極 9 2 には制御回路（図示せず）から信号 MG 1 が与えられ、電極 9 1 の他端（他方の短辺側の端）及び電極 9 3 には制御回路（図示せず）から信号 MG 2 が与えられる。信号 MG 1 が H レベルであると共に信号 MG 2 が L レベルであると、n 型半導体層 8 1 において上記第 1 の方向に沿って高くされる電位勾配が形成されるようになっている。信号 MG 1 が L レベルであると共に信号 MG 2 が H レベルであると、n 型半導体層 8 1 において上記第 2 の方向に沿って高くされる電位勾配が形成される。

[0071] 電極 9 2 と第 2 の方向に隣接して、電極 9 4 が配置されている。電極 9 4 は、絶縁層（図示せず）を介して、n 型半導体層 8 2 に形成されている。n 型半導体層 8 2 は、n 型半導体層 8 1 の平面形状を成す一方の短辺側に配置されている。電極 9 4 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。電極 9 4 には、制御回路（図示せず）から信号 BG 2 が与えられる。電極 9 4 及び電極 9 4 下の n 型半導体層 8 2 によって、第 1 のバッファゲート部 6 2 が構成される。

[0072] 電極 9 4 と第 2 の方向に隣接して、転送電極 9 5 が配置されている。転送電極 9 5 は、絶縁層（図示せず）を介して、n 型半導体層 8 3 上に形成されている。n 型半導体層 8 3 は、n 型半導体層 8 2 と第 2 の方向に隣接して配置されている。転送電極 9 5 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電

極 9 5 には、制御回路（図示せず）から信号 T G 2 が与えられる。転送電極 9 5 及び転送電極 9 5 下の n 型半導体層 8 3 によって、第 1 の転送部 6 3 が構成される。

[0073] 転送電極 9 5 と第 2 の方向に隣接して、一对の転送電極 9 6, 9 7 が配置されている。転送電極 9 6, 9 7 は、絶縁層（図示せず）を介して、n⁻型半導体層 8 4 及び n 型半導体層 8 5 上にそれぞれ形成されている。n⁻型半導体層 8 4 及び n 型半導体層 8 5 は n 型半導体層 8 3 と第 2 の方向に隣接して配置されている。転送電極 9 6, 9 7 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極 9 6, 9 7 には、制御回路（図示せず）から信号 P 1 H 2 等が与えられる。転送電極 9 6, 9 7 及び転送電極 9 6, 9 7 下の n⁻型半導体層 8 4 及び n 型半導体層 8 5 によって、第 1 のシフトレジスタ 6 5 が構成される。

[0074] 電極 9 3 と第 1 の方向に隣接して、電極 9 8 が配置されている。電極 9 8 は、絶縁層（図示せず）を介して、n 型半導体層 8 6 に形成されている。n 型半導体層 8 6 は、n 型半導体層 8 1 の平面形状を成す他方の短辺側に配置されている。電極 9 8 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。電極 9 8 には、制御回路（図示せず）から信号 B G 1 が与えられる。電極 9 8 及び電極 9 8 下の n 型半導体層 8 6 によって、第 2 のバッファゲート部 6 6 が構成される。

[0075] 電極 9 8 と第 1 の方向に隣接して、転送電極 9 9 が配置されている。転送電極 9 9 は、絶縁層（図示せず）を介して、n 型半導体層 8 7 上に形成されている。n 型半導体層 8 7 は、n 型半導体層 8 6 と第 1 の方向に隣接して配置されている。転送電極 9 9 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極 9 9 には、制御回路（図示せず）から信号 T G 1 が与えられる。転送電極 9 9 及び転送電極 9 9 下の n 型半導体層 8 7 によって、第 2 の転送部 6 7 が構成される。

[0076] 転送電極 9 9 と第 1 の方向に隣接して、一对の転送電極 1 0 0, 1 0 1 が配置されている。転送電極 1 0 0, 1 0 1 は、絶縁層（図示せず）を介して、n⁻型半導体層 8 8 及び n 型半導体層 8 9 上にそれぞれ形成されている。n

-型半導体層 88 及び n 型半導体層 89 は、n 型半導体層 87 と第 1 の方向に隣接して配置されている。転送電極 100, 101 は、例えば、ポリシリコン膜からなる。転送電極 100, 101 には、制御回路（図示せず）から信号 P1H1 等が与えられる。転送電極 100, 101 及び転送電極 100, 101 下の n⁻型半導体層 88 及び n 型半導体層 89 によって、第 2 のシフトレジスタ 69 が構成される。

[0077] p⁺型半導体層 41 は、n 型半導体層 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89 及び n⁻型半導体層 84, 88 を、半導体基板 30 の他の部分から電氣的に分離している。上述した各絶縁層は、光を透過する材料、例えば、シリコン酸化膜からなる。n 型半導体層 81 を除く、n 型半導体層 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89、n⁻型半導体層 84, 88（第 1 のバッファゲート部 62、第 1 の転送部 63、第 1 のシフトレジスタ 65、第 2 のバッファゲート部 66、第 2 の転送部 67、及び第 2 のシフトレジスタ 69）は、不要な電荷が生じるのを防ぐために、遮光部材を配置するなどして、遮光されていることが好ましい。

[0078] 続いて、図 8 及び図 9 に基づいて、固体撮像装置 61 における動作を説明する。図 8 は、本実施形態に係る固体撮像装置 61 において、電極 91 ~ 101 に入力される各信号 MG1, MG2, BG1, BG2, TG1, TG2, P1H1, P1H2 のタイミングチャートである。図 9 (a) ~ (f) は、図 8 における各時刻 t1 ~ t6 での電荷の蓄積及び排出動作を説明するためのポテンシャル図である。

[0079] 図 8 に示されるように、時刻 t1 にて、信号 MG1, BG1 が H レベルであり、信号 MG2, BG2, TG1, TG2, P1H1, P1H2 が L レベルであると、n 型半導体層 81 において上記第 1 の方向に沿って高くされる電位勾配が形成されており、ポテンシャル ϕ_{81} は n 型半導体層 86 側に向けて深くなるように傾斜し、ポテンシャル ϕ_{81} の勾配が形成されている（図 9 (a) 参照）。このとき、n 型半導体層 86 のポテンシャル ϕ_{86} は n 型半導体層 87 のポテンシャル ϕ_{87} より深いことから、ポテンシャル ϕ_{86} の井戸が

形成されている。この状態で、 n 型半導体層 8 1 に光が入射して電荷が発生していると、発生した電荷は、図 5 にも示されるようにポテンシャル ϕ_{81} の勾配に沿って第 1 の方向に移動し、ポテンシャル ϕ_{81} 、 ϕ_{86} の井戸内に蓄積される。ポテンシャル ϕ_{81} 、 ϕ_{86} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。

[0080] 時刻 t_2 にて、信号 TG_1 が H レベルであると、 n 型半導体層 8 7 のポテンシャル ϕ_{87} が深くなり、ポテンシャル ϕ_{86} 、 ϕ_{87} の井戸が形成されている（図 9 (b) 参照）。ポテンシャル ϕ_{86} 、 ϕ_{87} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。

[0081] 時刻 t_3 にて、信号 MG_1 、 BG_1 が L レベルであり、信号 MG_2 、 BG_2 が H レベルであると、 n 型半導体層 8 1 において上記第 2 の方向に沿って高くされる電位勾配が形成されており、ポテンシャル ϕ_{81} は n 型半導体層 8 2 側に向けて深くなるように傾斜し、ポテンシャル ϕ_{81} の勾配が形成されている（図 9 (c) 参照）。このとき、 n 型半導体層 8 2 のポテンシャル ϕ_{82} は n 型半導体層 8 3 のポテンシャル ϕ_{83} より深いことから、ポテンシャル ϕ_{82} の井戸が形成されている。この状態で、 n 型半導体層 8 1 に光が入射して電荷が発生していると、発生した電荷は、ポテンシャル ϕ_{81} の勾配に沿って第 2 の方向に移動し、ポテンシャル ϕ_{82} の井戸内に蓄積される。ポテンシャル ϕ_{82} には、電荷量 Q_{L2} が蓄積されている。ポテンシャル ϕ_{86} が浅くなることから、ポテンシャル ϕ_{87} の井戸に電荷量 Q_{L1} の電荷が蓄積されている。

[0082] 時刻 t_4 にて、信号 TG_1 が L レベルであると共に、信号 $P1H1$ が H レベルであると、ポテンシャル ϕ_{87} が浅くなると共に、 n -型半導体層 8 8 及び n 型半導体層 8 9 の各ポテンシャル ϕ_{88} 、 ϕ_{89} は深くなり、ポテンシャル ϕ_{89} の井戸が形成されている（図 9 (d) 参照）。ポテンシャル ϕ_{87} の井戸内に蓄積されていた電荷はポテンシャル ϕ_{89} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{89} には、電荷量 Q_{L1} が蓄積されている。この後、電荷量 Q_{L1} の電荷は、電荷転送期間 TP_1 の間において、上記第 3 の方向に順次転送されて、アンプ部 2 3 に出力されることとなる。電荷転送期間 TP_1 では、電荷量 Q_{L1} を第 3 の方向に転送するための信号が信号 $P1H1$ 等として与えられる。

- [0083] 時刻 t_4 にて、信号 TG_2 が H レベルであると、 n 型半導体層 8_3 のポテンシャル ϕ_{8_3} が深くなり、ポテンシャル ϕ_{8_2} 、 ϕ_{8_3} の井戸が形成されている（図 9（d）参照）。ポテンシャル ϕ_{8_2} 、 ϕ_{8_3} には、電荷量 QL_2 が蓄積されている。
- [0084] 時刻 t_5 にて、信号 BG_2 が L レベルであると、ポテンシャル ϕ_{8_2} が浅くなることから、ポテンシャル ϕ_{8_3} の井戸に電荷量 QL_2 の電荷が蓄積されている（図 9（e）参照）。
- [0085] 時刻 t_5 にて、信号 MG_1 、 BG_1 が H レベルであると、時刻 t_1 と同じく、ポテンシャル ϕ_{8_1} の勾配（ n 型半導体層 8_6 側に向けて深くなるように傾斜した勾配）が形成されると共に、ポテンシャル ϕ_{8_6} の井戸が形成されている。したがって、 n 型半導体層 8_1 に光が入射して電荷が発生していると、発生した電荷はポテンシャル ϕ_{8_1} の勾配に沿って第 1 の方向に移動し、ポテンシャル ϕ_{8_6} の井戸内に蓄積される。ポテンシャル ϕ_{8_6} には、電荷量 QL_1 が蓄積されている。
- [0086] 時刻 t_6 にて、信号 $P1H_2$ が H レベルであると、 n^- 型半導体層 8_4 及び n 型半導体層 8_5 の各ポテンシャル ϕ_{8_4} 、 ϕ_{8_5} は深くなり、ポテンシャル ϕ_{8_5} の井戸が形成されている（図 9（f）参照）。ポテンシャル ϕ_{8_3} の井戸内に蓄積されていた電荷はポテンシャル ϕ_{8_5} の井戸内に転送される。ポテンシャル ϕ_{8_5} には、電荷量 QL_2 が蓄積されている。この後、電荷量 QL_2 の電荷は、電荷転送期間 TP_2 の間において、上記第 3 の方向に順次転送されて、アンプ部 2_3 に出力される。電荷転送期間 TP_2 では、電荷量 QL_2 を第 3 の方向に転送するための信号が信号 $P1H_2$ 等として与えられる。
- [0087] 時刻 t_6 にて、信号 $P1H_1$ が L レベルであると、各ポテンシャル ϕ_{8_8} 、 ϕ_{8_9} は浅くなる。このとき、ポテンシャル ϕ_{8_1} の勾配が形成された状態が維持されているので、 n 型半導体層 8_1 に光が入射して電荷が発生していると、発生した電荷はポテンシャル ϕ_{8_1} の勾配に沿って第 1 の方向に移動し、ポテンシャル ϕ_{8_6} の井戸内に蓄積される。
- [0088] 以上のように、本実施形態では、各光電変換部 3 において、電極 9_1 によ

り第1の方向又は第2の方向に沿って高くされた電位勾配が形成されるので、光感応領域15に発生した電荷は、形成された電位勾配によるポテンシャルの傾斜に沿って他方又は一方の短辺側に移動する。これにより、電荷の移動速度は、電位勾配（ポテンシャルの傾斜）に支配されることとなり、電荷の読み出し速度が高速化する。

[0089] 他方の短辺側に移動した電荷は、第2のバッファゲート部66に蓄積される。第2のバッファゲート部66に蓄積された電荷は、第2の転送部67に取得されて、第1の方向に転送される。各第2の転送部67から転送された電荷は、第2のシフトレジスタ69により、上記第3の方向に転送されて出力される。一方の短辺側に移動した電荷は、第1のバッファゲート部62に蓄積される。第1のバッファゲート部62に蓄積された電荷は、第1の転送部63に取得されて、第1の方向に転送される。各第1の転送部63から転送された電荷は、第1のシフトレジスタ65により、上記第3の方向に転送されて出力される。このように、複数の光電変換部3から転送された電荷は、第1又は第2のシフトレジスタ65、69により取得されて第3の方向に転送される。この結果、固体撮像装置61においては、一次元画像を得るための信号処理をあらためて実行する必要はなく、画像処理の煩雑化を防ぐことができる。

[0090] 本実施形態においても、第1の期間（図8における期間 T_1 ）にわたって光電変換部3（光感応領域15）にて発生した電荷（電荷量 Q_{L_1} ）と、第2の期間（図3における期間 T_2 ）にわたって光電変換部3（光感応領域15）にて発生した電荷（電荷量 Q_{L_2} ）と、を連続して交互に出力している。この結果、第1実施形態と同じく、固体撮像装置61では、入射光の強さに関わらず、入射光が信号として適切に検出されることとなり、実効的なダイナミックレンジが大きくなる。

[0091] 固体撮像装置61は第1又は第2のシフトレジスタ65、69を備えているので、第2の期間 T_2 にわたって光電変換部3にて発生した電荷の転送と第1の期間 T_1 にわたって光電変換部3にて発生した電荷の転送とが、互い

に障害になることはない。

[0092] 以上、本発明の好適な実施形態について説明してきたが、本発明は必ずしも上述した実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で様々な変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0093] 本発明は、分光器の光検出手段として利用可能である。

請求の範囲

[請求項1] 光入射に応じて電荷を発生し且つ平面形状が二つの長辺と二つの短辺とによって形作られる略矩形状を成す光感応領域と、前記光感応領域に対して前記光感応領域の平面形状を成す長辺に平行な所定の方向に沿って高くされた電位勾配を形成する電位勾配形成領域と、をそれぞれ有すると共に、前記所定の方向に交差する方向に沿うように併置された複数の光電変換部と、

前記複数の光電変換部からそれぞれ転送された電荷を取得し、前記所定の方向に交差する前記方向に転送して出力する第1及び第2の電荷出力部と、を備えている固体撮像装置。

[請求項2] 請求項1に記載の固体撮像装置であって、

前記電位勾配形成領域は、前記所定の方向として、前記光感応領域の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第1の方向に沿って高くされた電位勾配を形成し、

前記第1及び第2の電荷出力部は、前記光感応領域の平面形状を成す他方の短辺側に配置されており、

前記光電変換部にそれぞれ対応し且つ各前記光電変換部と前記第1の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感応領域からの電荷を前記第1の電荷出力部へ転送する複数の第1の転送部と、

前記光電変換部にそれぞれ対応し且つ各前記第1の電荷出力部と前記第2の電荷出力部との間に配置され、前記第1の電荷出力部に転送された電荷を前記第2の電荷出力部へ転送する複数の第2の転送部と、を更に備えている

[請求項3] 請求項1に記載の固体撮像装置であって、

前記電位勾配形成領域は、前記所定の方向として、前記光感応領域の平面形状を成す一方の短辺側から他方の短辺側に向かう第1の方向及び前記光感応領域の平面形状を成す他方の短辺側から一方の短辺側に向かう第2の方向のいずれかの方向に沿って高くされた電位勾配を

選択的に形成し、

前記第 1 の電荷出力部は、前記光感応領域の平面形状を成す一方の短辺側に配置され、

前記第 2 の電荷出力部は、前記光感応領域の平面形状を成す他方の短辺側に配置されており、

前記光電変換部にそれぞれ対応し且つ各前記光電変換部と前記第 1 の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感応領域からの電荷を前記第 1 の電荷出力部へ転送する複数の第 1 の転送部と、

前記光電変換部にそれぞれ対応し且つ各前記光電変換部と前記第 2 の電荷出力部との間に配置され、対応する光電変換部の光感応領域からの電荷を前記第 2 の電荷出力部へ転送する複数の第 2 の転送部と、を更に備えている。

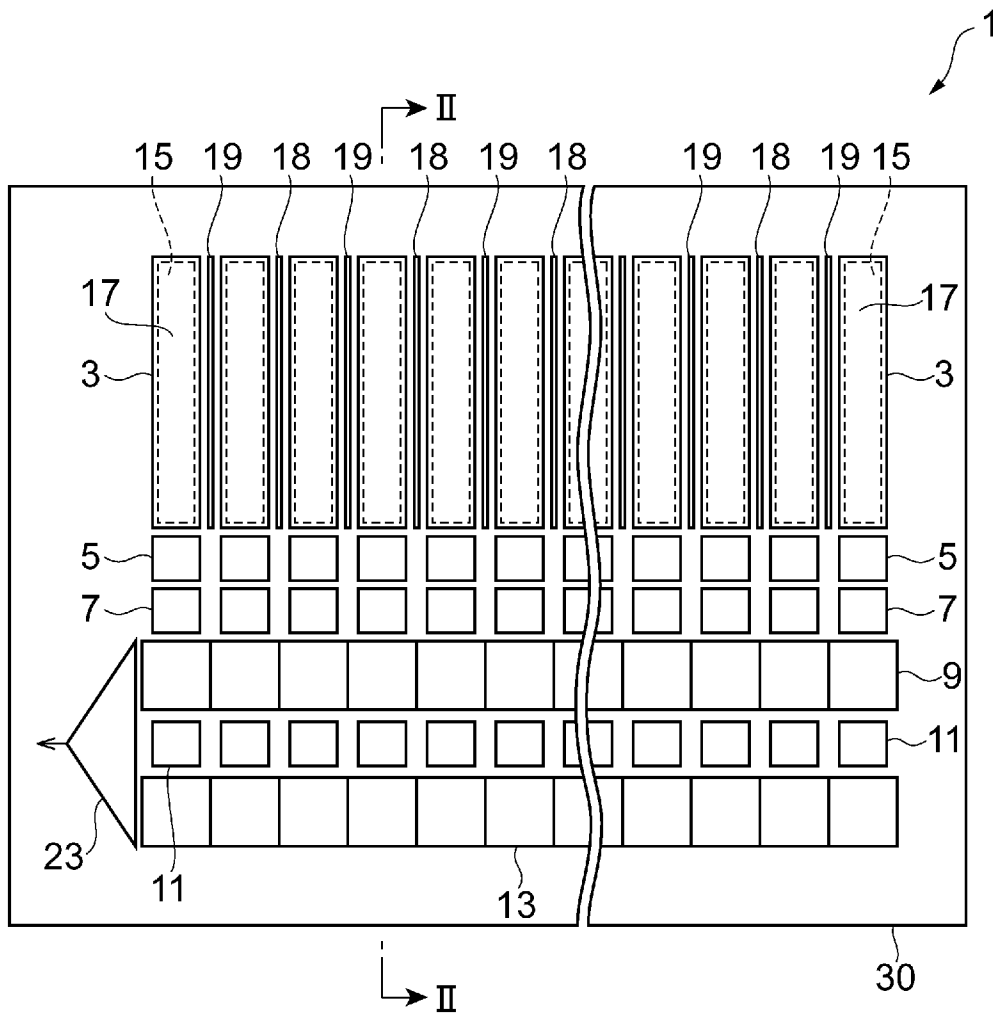
[請求項 4]

請求項 2 又は 3 に記載の固体撮像装置であって、

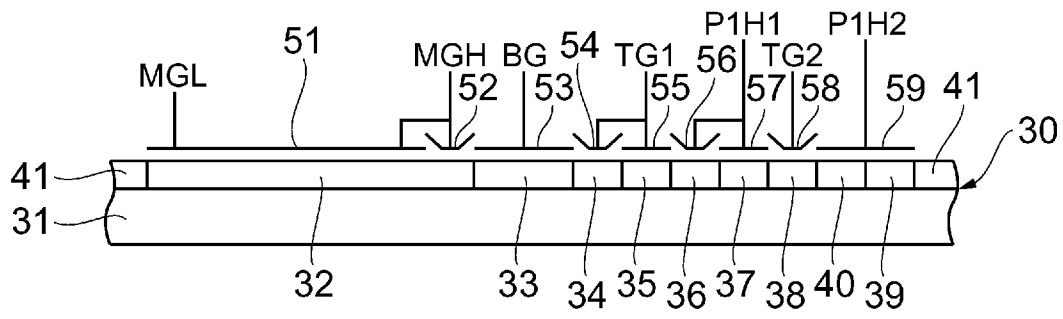
前記第 2 の電荷出力部は、第 1 の期間にわたって前記光電変換部にて発生した電荷を前記複数の第 2 の転送部から取得して、前記所定の方向に交差する前記方向に転送して出力し、

前記第 1 の電荷出力部は、前記第 1 の期間より短い第 2 の期間にわたって前記光電変換部にて発生した電荷を前記複数の第 1 の転送部から取得して、前記所定の方向に交差する前記方向に転送して出力する。

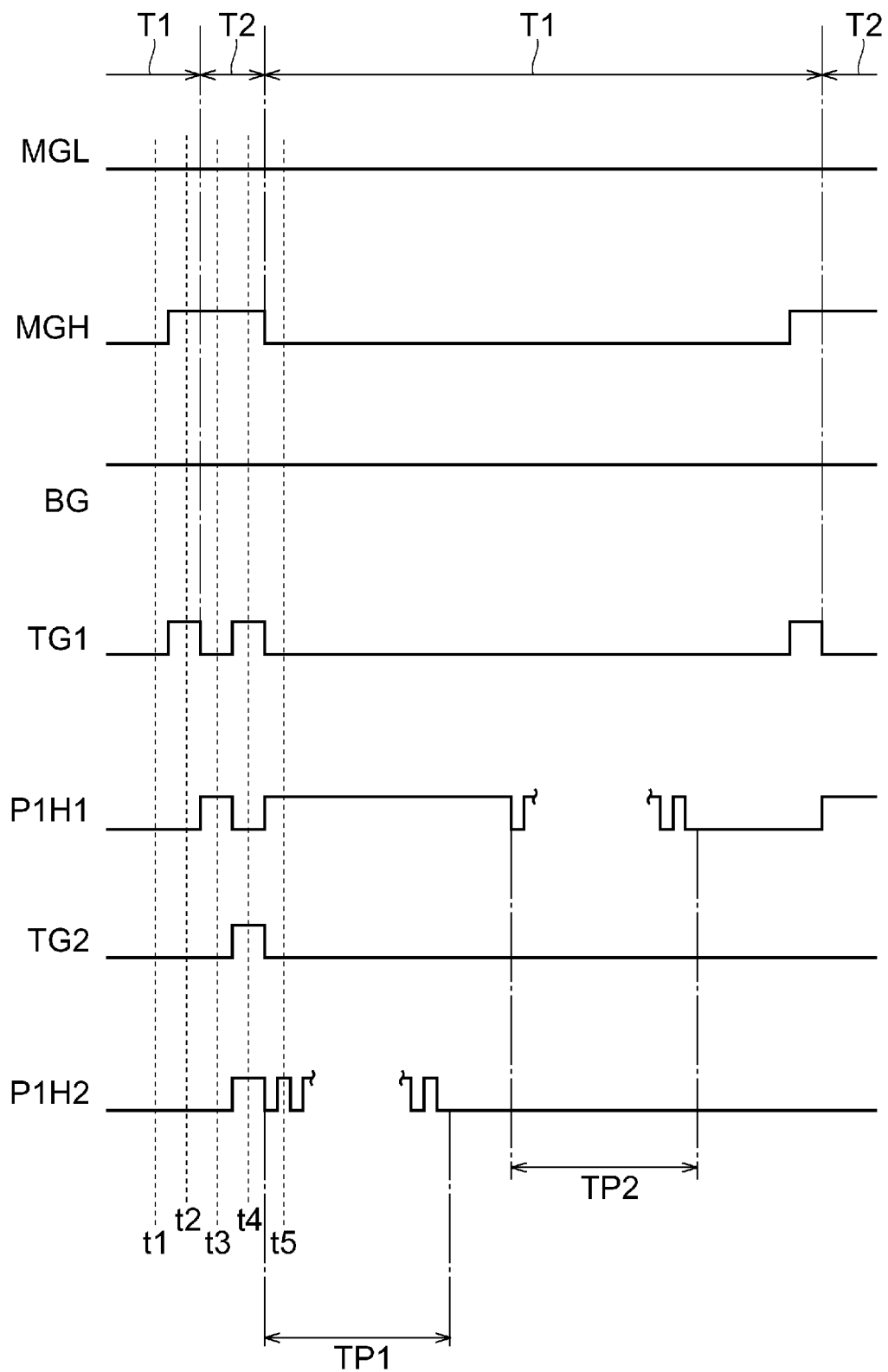
[図1]



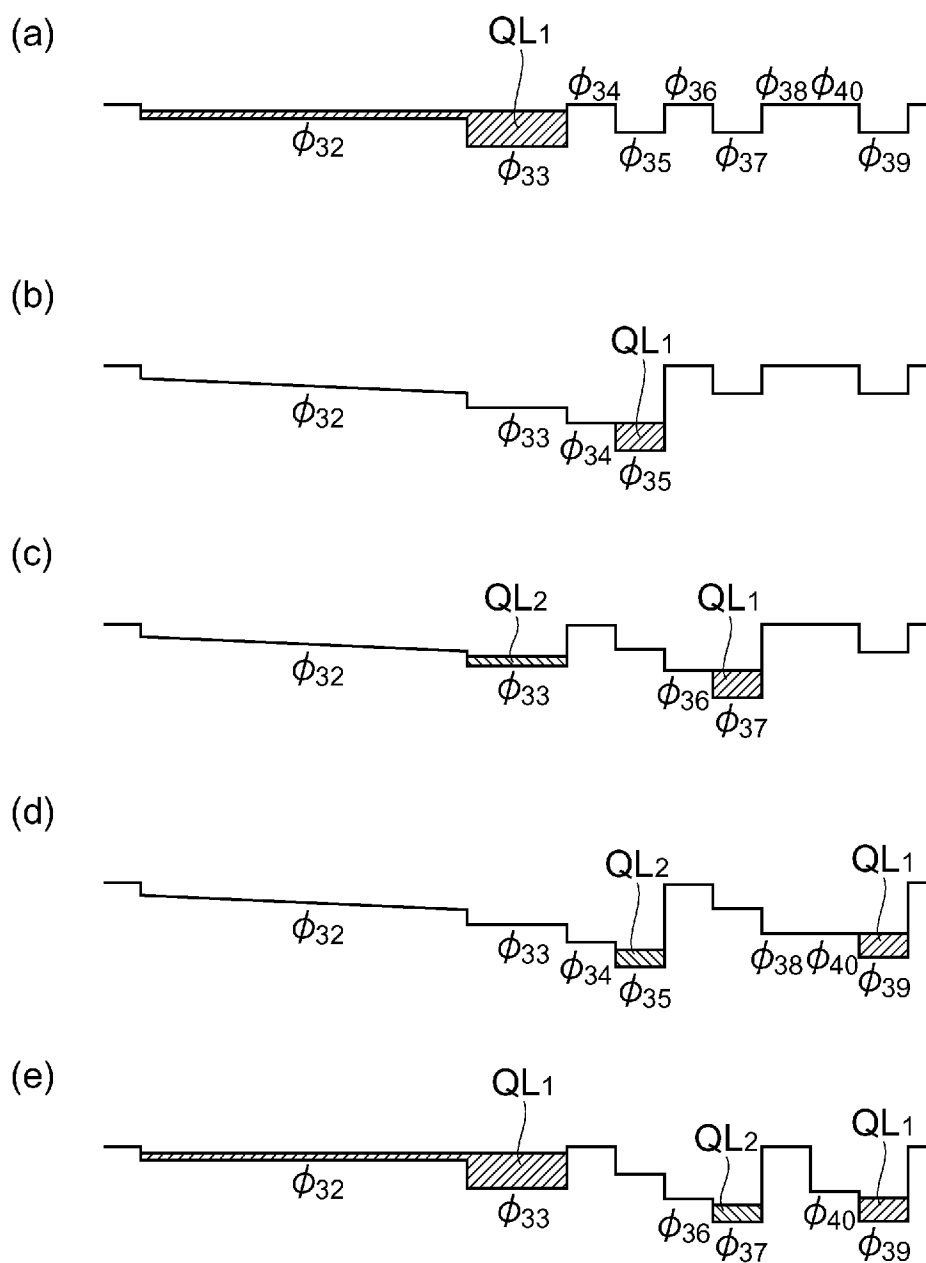
[図2]



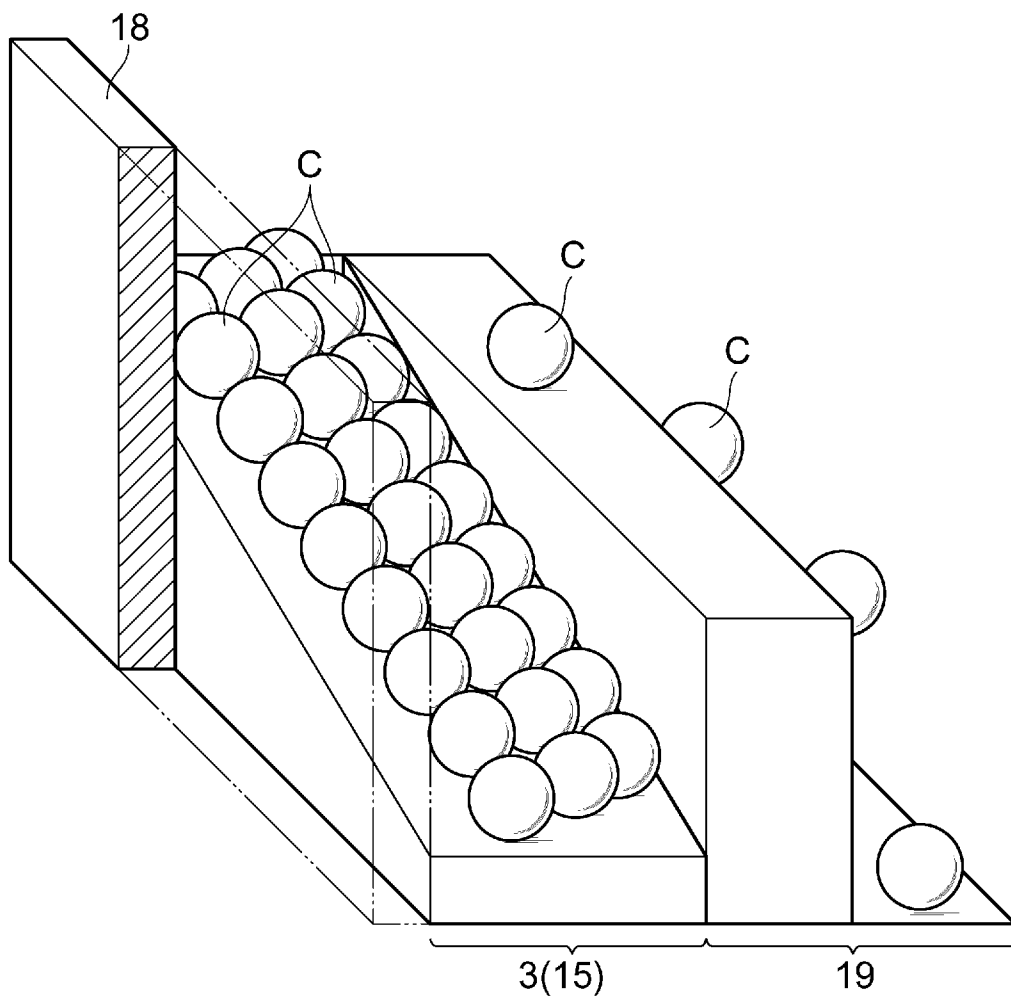
[図3]



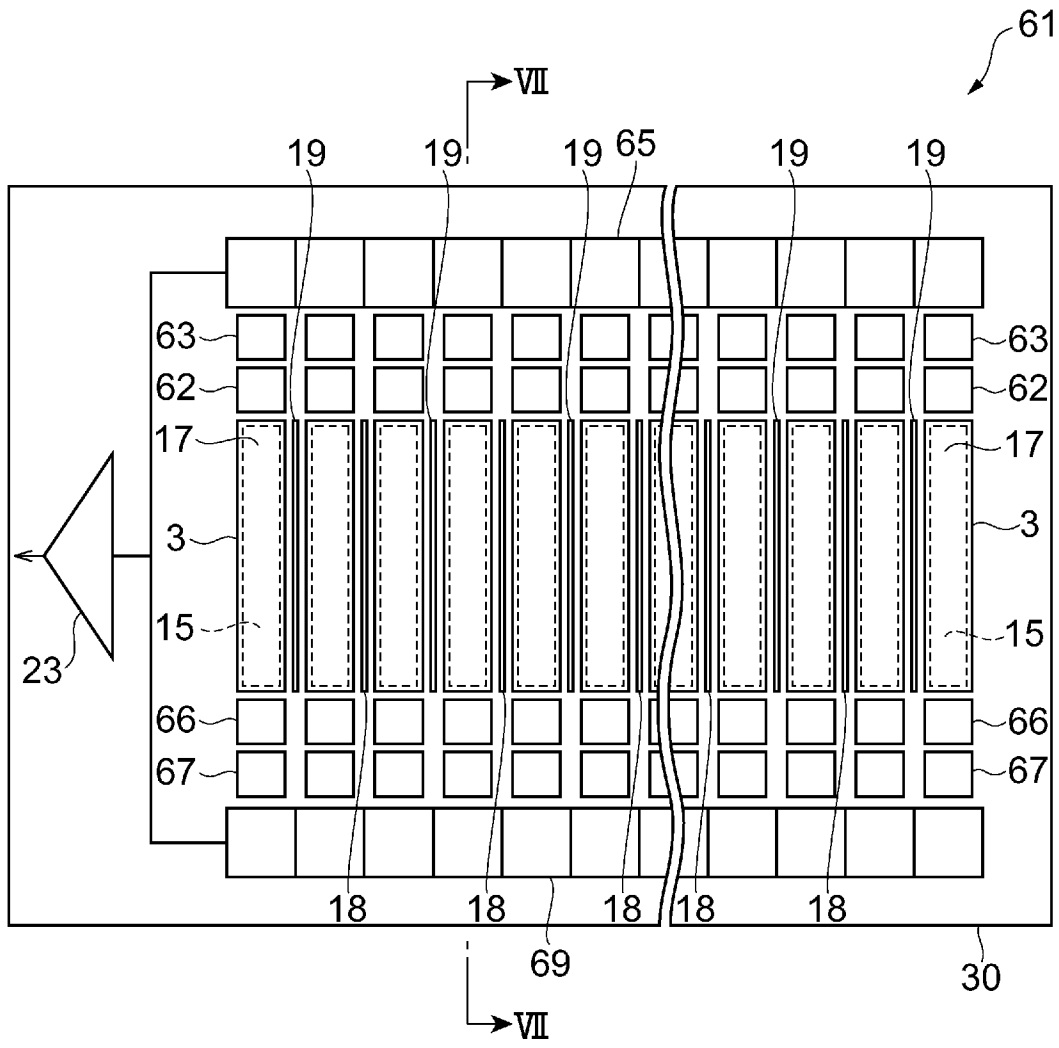
[図4]



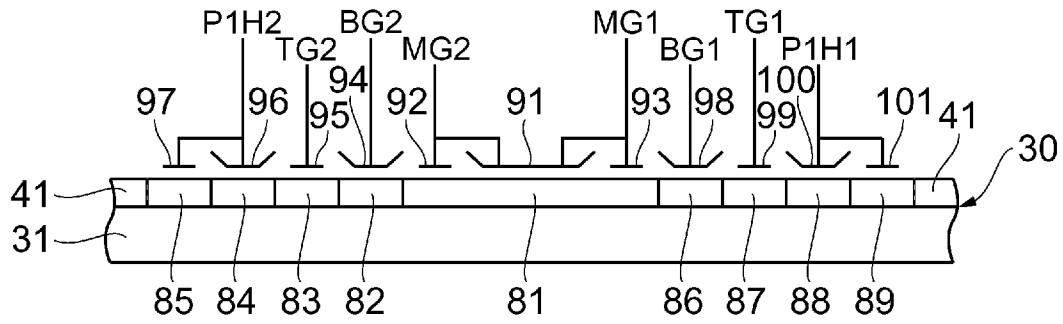
[図5]



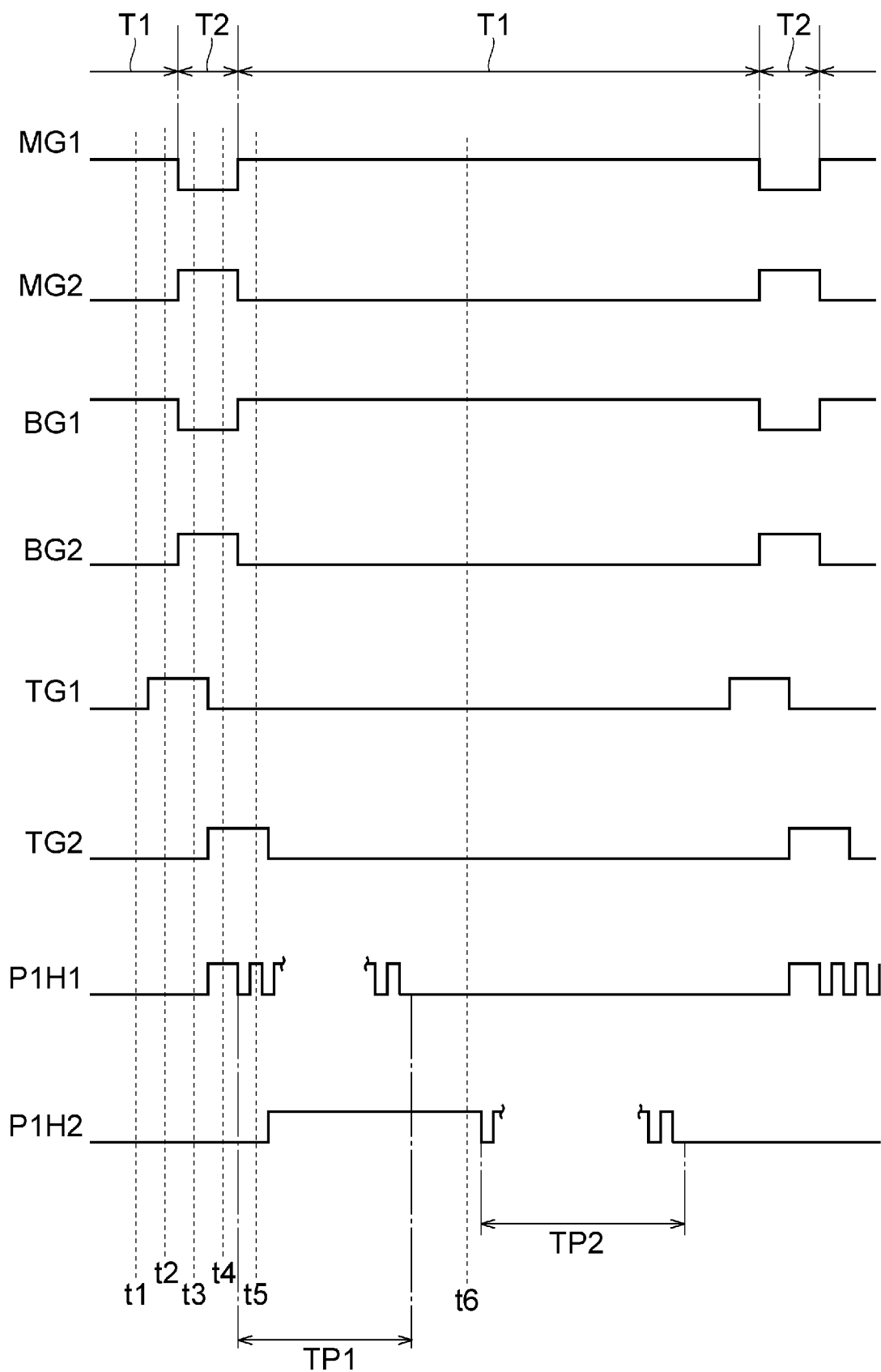
[図6]



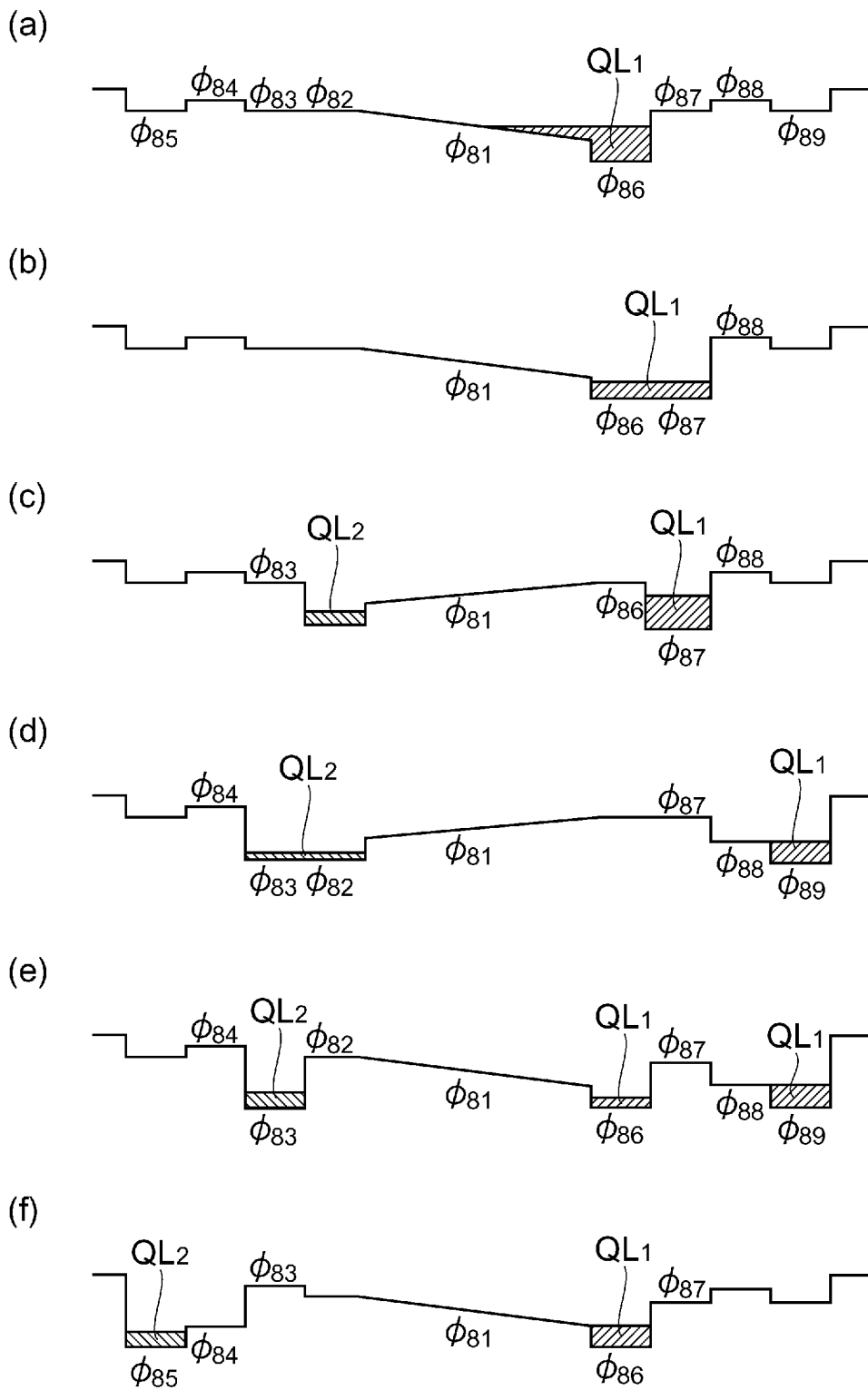
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2009/058007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01L27/148(2006.01) i, G01J1/02(2006.01) i, G01J1/44(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01L27/148, G01J1/02, G01J1/44

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 7-169935 A (Toshiba Corp.), 04 July, 1995 (04.07.95), Par. No. [0002]; Fig. 33 & US 5600159 A & KR 10-0196817 B1 & EP 0659014 A1 & CN 1118522 A	1 2-4
Y A	JP 4-127583 A (General Electric Co.), 28 April, 1992 (28.04.92), Par. Nos. [0045] to [0052]; Figs. 15 to 17 & EP 0435509 A3 & CN 1052974 A	1 2-4
Y A	JP 2005-268564 A (Ricoh Co., Ltd.), 29 September, 2005 (29.09.05), Par. Nos. [0028] to [0036]; Figs. 1 to 4 (Family: none)	1 2-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 23 June, 2009 (23.06.09)	Date of mailing of the international search report 07 July, 2009 (07.07.09)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/058007

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-097206 A (Toshiba Corp.), 08 April, 1994 (08.04.94), Full text; all drawings & US 5532503 A & EP 0587179 A3 & KR 20-0128955 Y1	1-4
A	JP 58-201473 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 24 November, 1983 (24.11.83), Fig. 1 (Family: none)	3
A	JP 9-214837 A (Sony Corp.), 15 August, 1997 (15.08.97), Full text; all drawings (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L27/148(2006.01)i, G01J1/02(2006.01)i, G01J1/44(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H01L27/148, G01J1/02, G01J1/44

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2009年
 日本国実用新案登録公報 1996-2009年
 日本国登録実用新案公報 1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	J P 7-169935 A (株式会社東芝) 1995.07.04, 段落 [0002], 図33 &US 5600159 A &KR 10-0196817 B1 &EP 0659014 A1 &CN 1118522 A	1 2-4
Y A	J P 4-127583 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 1992.04.28, 段落 [0045] - [0052], 図15-17 &EP 0435509 A3 &CN 1052974 A	1 2-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 23.06.2009	国際調査報告の発送日 07.07.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 杵 哲次 電話番号 03-3581-1101 内線 3462

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2005-268564 A (株式会社リコー) 2005. 09. 29, 段落 [0028] - [0036], 図1-4 (ファミリーなし)	1 2-4
A	JP 6-097206 A (株式会社東芝) 1994. 04. 08, 全文、全図 &US 5532503 A &EP 0587179 A3 &KR 20-0128955 Y1	1-4
A	JP 58-201473 A (松下電器産業株式会社) 1983. 11. 24, 第1図 (ファミリーなし)	3
A	JP 9-214837 A (ソニー株式会社) 1997. 08. 15, 全文、全図 (ファミリーなし)	4