

(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
2010年9月23日(23.09.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/106800 A1

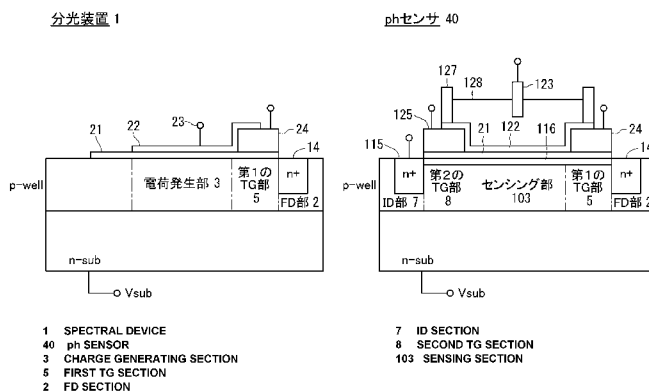
- (51) 国際特許分類:
G01J 3/02 (2006.01) G01N 21/64 (2006.01)
G01J 3/443 (2006.01) H01L 31/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001917
- (22) 国際出願日: 2010年3月17日(17.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2009-065444 2009年3月18日(18.03.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人豊橋技術科学大学(National University Corporation TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 澤田和明(SAWADA, kazuaki) [JP/JP]; 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 石井広康(ISHII, Hiroyasu) [JP/JP]; 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP). 中澤寛一(NAKAZAWA, Hirokazu) [JP/JP]; 〒4418580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘1-1 国立大学法人豊橋技術科学大学内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 小西富雅(KONISHI, Tomimasa); 〒4600002 愛知県名古屋市中区丸の内二丁目17番12号 丸の内エステートビル Aichi (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, CL, 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, JP, 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, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, 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, 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, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: SPECTRAL DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING SAME

(54) 発明の名称: 分光装置及びその制御方法

[図5]



1 SPECTRAL DEVICE
40 pH SENSOR
3 CHARGE GENERATING SECTION
5 FIRST TG SECTION
2 FD SECTION

7 ID SECTION
8 SECOND TG SECTION
103 SENSING SECTION

(57) Abstract: Provided is a spectral device having excellent sensitivity. The spectral device is provided with: a charge generating section (3) which generates charges using inputted light; a charge generation control section, which controls the charge generating section (3) such that the charge generating section is in a first state wherein charges generated from the surface to a first depth in the charge generating section (3) are captured, and in a second state wherein charges generated from the surface to a second depth in the charge generating section are captured; and a floating diffusion section (2) which outputs signals corresponding to the quantity of charges captured by means of the charge generating section (3). The charge capture depth (W) in the charge generating section (3) is controlled by controlling the lowest potential (Vc) of charges(C) to be filled in the charge well (105) in the charge generating section (3).

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/106800 A1



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))

感度の良い分光装置を提供する。入射光により電荷を発生する電荷発生部 3 と、電荷発生部 3 の表面から第 1 の深さまでに発生した電荷を捕獲する第 1 の状態と、該表面から第 2 の深さまでに発生した電荷を捕獲する第 2 の状態となるよう電荷発生部 3 を制御する電荷発生制御部と、電荷発生部 3 で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部 2 と、を備える分光装置において、電荷発生部 3 の電荷井戸 105 に充填される電荷 C の最低電位 V_c を制御することにより、電荷発生部 3 における電荷獲得深さ W を制御する。

明 細 書

発明の名称：分光装置及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は分光装置及びその制御方法に関する。この発明は、分光装置と化学・物理現象検出装置として例えばpHセンサとの融合に好適である。

背景技術

[0002] 入射光により電荷を発生する電荷発生部を備える分光センサであって、電荷発生部においてその表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、電荷発生部においてその表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるよう当該電荷発生部が制御される分光センサが特許文献1に開示されている。

特許文献1に開示される分光センサは、入力光を透過させる電極膜を半導体基板上に設け、この電極膜にはゲート電極が接合されてゲート電圧が印加される。半導体基板と電極膜との間には絶縁膜が介在され、半導体基板において電極膜に対向する部分には拡散層（以下、「電荷発生層」と記載することがある）が形成される。ここで半導体基板を一定の電圧でバイアスし、ゲート電極へ印加されるゲート電圧を変化させると、電荷発生層での電荷（電子）の捕獲深さが変化する。即ち、この電極膜へ印加する電位により、電荷発生層における電荷獲得深さが制御される。

他方、入力光は拡散層中へ侵入して電荷を発生させる。入力光は拡散層を構成する半導体に吸収されて減衰する。この減衰の度合いは拡散層へ入射した光の波長に依存する。

[0003] 波長 λ_1 の光強度を A_1 とし波長 λ_2 の光強度を A_2 として、波長 λ_1 と波長 λ_2 の光が同時に入射されたとし、拡散層（電荷発生層）において表面から第1の深さ W_1 までに発生した電荷量（電流量）を I_1 、同じく第2の深さ W_2 までに発生した電荷量（電流量）を I_2 としたとき、次の関係式が成立する（詳細は特許文献1参照）。

[数1]

$$\begin{cases} I_1 = \frac{A_1 S q}{h \nu_1} (1 - e^{-\alpha_1 W_1}) + \frac{A_2 S q}{h \nu_2} (1 - e^{-\alpha_2 W_1}) \\ I_2 = \frac{A_1 S q}{h \nu_1} (1 - e^{-\alpha_1 W_2}) + \frac{A_2 S q}{h \nu_2} (1 - e^{-\alpha_2 W_2}) \end{cases}$$

上記において、 A_1 、 A_2 : 入射光強度 [W/cm^2]

S : 受光部面積 [cm^2]

W_1 、 W_2 : 空乏層幅 (電子の捕獲深さ) [cm]

α_1 、 α_2 : それぞれの波長の吸収係数 [cm^{-1}]

振動数 $\nu_1 = c / \lambda_1$

振動数 $\nu_2 = c / \lambda_2$

ここで、 c は光速、 S は受光部の面積、 $h\nu$ は光のエネルギー、 q は電子ポルトである。

[0004] 上記式1において W_1 及び W_2 はゲート電圧に基づき定められ、 I_1 及び I_2 は測定可能であるため、共に既知である。従って、未知の入射光の強度 A_1 及び A_2 は、数式1の方程式を解くことにより得られる。即ち、入射光における波長 λ_1 の成分の強度 A_1 と波長 λ_2 の成分の強度 A_2 とが求められる。

n 個の波長光の集合体からなる入射光に対しては、電荷発生層から n 個の深さにおけるそれぞれの距離 $W_1 \sim W_n$ 及び電荷量 $I_1 \sim I_n$ を求めることにより、 n 個の波長光の各強度 $A_1 \sim A_n$ を求めることができる。

[0005] DNAやたんぱく質の有無や量を調べることによる遺伝子情報の解析の汎用的な手法として蛍光分析法が挙げられる。この蛍光分析法では、例えば検査対象となるDNAをフルオレセインで標識し、490nmのレーザ光(励起光、入力光)を照射し、フルオレセインで標識されたDNAから放出される513nmの蛍光を測定する。

フルオレセインが強い蛍光を放出可能といってもその光強度は励起光の数百分の1程度である。従って、従来では、励起光をカットするフィルタが準備され、このフィルタで励起光を遮断するとともに通過した蛍光の強さを測

定することにより遺伝子情報を解析していた。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2005-10114号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 蛍光分析法では蛍光の発生の有無を正確に測定するため、換言すれば、蛍光のみを抽出してその光の強さを正確に測定するため、励起光をカットするフィルタに高い信頼性が要求される。従って、フィルタは大変高価なものとなっていた。

[0008] そこで、本発明者らは、高価なフィルタの使用を省略するため、特許文献1に開示されている分光装置を用いて分析対象光から励起光の影響を排除し、蛍光のみの強度を測定することにつき検討を行った。

その結果、以下の課題に気がついた。

特許文献1に記載の分光装置では、分光センサ本体から出力される電荷量を電流として読み出し、これを分析している。この場合、読出し回路のノイズの影響が大きく、分光センサ本体の感度の向上が制限されていた。

かかる回路上のノイズの影響を避けるためにフローティングディフュージョン技術を用いることを考えた。このフローティングディフュージョン技術は電荷井戸に電荷を転送し、電荷井戸の電圧を信号として読み取ることにより、電荷量、即ち電流量を特定する。

[0009] 従来の分光装置では電荷発生層における電荷の獲得深さに変化を与えるため、電荷発生層の上に透光性の電極膜を積層してここへゲート電圧を印加している。かかる電極膜は、透光性といえども、光を吸収する。したがって、微弱な蛍光が電荷発生層へ到達するまえに更に減衰されてしまう。

即ち、蛍光の検出感度を向上させる観点から、かかる電極膜はこれを省略することが好ましい。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者らは上記課題を解決すべく鋭意検討を重ねてきた結果、以下に説明するこの発明に想到した。

即ち、この発明の第1の局面は次のように規定される。

入射光により電荷を発生する電荷発生部と、

前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部と、

前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、を備え

前記電荷発生制御部は前記電荷発生部に隣接して形成され、前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を規定するゲート部を備え、このゲート部の電位を制御して前記電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御する、分光装置。

[0011] このように規定される第1の局面の分光装置によれば、電荷発生部の電荷獲得深さが電荷発生部に隣接して形成されたゲート部の電位により制御されるので、電極膜が電荷発生部から省略され、もって、入射光の減衰を防止できる。これにより、蛍光のような微弱な光を感度よく検出できる。

[0012] この発明の第2の局面は次のように規定される。

第1の局面に規定の分光装置において、前記電荷発生部に隣接して第1のトランスファーゲート部と第2のトランスファーゲート部とが形成され、前記第1のトランスファーゲート部に隣接して前記フローティングディフュージョン部が形成され、前記第2のトランスファーゲート部に隣接して電荷注入部が形成され、

前記第1及び／又は第2のトランスファーゲート部の電位が、前記電荷発生制御部のゲート部として、制御される。

このように規定された第2の局面の分光装置は汎用的な化学・物理現象検出装置と同じ半導体構成となるので、製造が容易なことはもとより、当該化

学・物理現象検出装置とのハイブリダリゼーション（融合）が容易となる。

[0013] したがって、第3の局面で規定するように、電荷発生部を化学・物理現象検出部のセンシング領域として利用することにより、分光装置を化学・物理現象検出装置としても利用可能となる。化学・物理現象検出部の検出対象としてpHを採用することができる（第4の局面参照）

化学・物理現象検出部では、検出対象となる化学現象又は物理現象に応じて検出対象に対向する半導体領域における電荷井戸の底部電位が変化する。この局面によれば、化学・物理現象検出部の電荷井戸に充填される電荷の最低電位がゲート電極により制御される。

物理・化学現象検出部の半導体領域へ光が入射すればそこに電荷が発生するので、当該半導体領域を分光装置の電荷発生部として利用できる。この電荷発生部は電荷井戸を有しているがその電荷井戸の底部電位（最高電位）の如何に拘わらず、電荷井戸に充填される電荷の最低電位にもとづき電荷発生部としての電荷獲得深さが規定される。よって、電荷井戸の底部電位の如何にかかわらず同一の特性で入射光を分光して入射光に含まれる蛍光強度を特定可能となる。

[0014] これにより、装置のアレイ化も可能となる。即ち、隣り合う装置が検出する化学・物理現象の値に違いがあっても（違いがあると各装置の電荷発生部の電荷井戸の底部電位が異なることとなる）、ゲート部の電位を同一にしておけば各装置の電荷発生部における電荷井戸に充填された電荷の最低電位が統一され、アレイ化された全ての装置において電荷獲得深さを同一の条件にできるからである。アレイ化された分光装置の其々の電荷獲得条件を統一することにより、分光した光に基づく画像形成が可能となる。

[0015] この発明の第5の局面は第1の局面を方法として捕らえたものであり、次のように規定される。

入射光により電荷を発生する電荷発生部と、

前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態

とになるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部と、

前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、を備える分光装置の制御方法であって、

前記電荷発生部の電荷井戸に充填される電荷の最低電位を制御することにより、前記電荷発生部に前記第 1 の状態と前記第 2 の状態を生じさせる、分光装置の制御方法。

[0016] この発明の第 6 の局面は次のように規定される。即ち

化学現象又は物理現象を検出して電荷井戸の底部電位を変化させる検出部と、

前記検出部へ順次隣接して形成される第 1 のトランスファーゲート部及びフローティングディフュージョン部と、

前記検出部へ順次隣接して形成される第 2 のトランスファーゲート部及び電荷注入部と、を備える化学・物理現象検出装置を分光装置として動作させる制御方法であって、

電荷を前記検出部の前記電荷井戸に充填し、該充填された電荷の最低電位を制御することにより、前記検出部を、その表面から第 1 の深さまでに発生した電荷を捕獲する第 1 の状態と、該表面から第 2 の深さまでに発生した電荷を捕獲する第 2 の状態とに制御する、化学・物理現象検出装置の制御方法。

[0017] このように規定される第 6 の局面の制御方法によれば、化学・物理現象検出装置を分光装置として機能させられる。

また、電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御して電荷発生部の電荷獲得深さが制御されるので、化学・物理現象検出部に対向する検査対象の如何に拘わらず（即ち、電荷井戸の底部電位の如何に拘わらず）、同じ特性で分光を行える。よって、化学・物理現象検出装置がアレイ化されていたときにも、この制御方法を適用することにより、そのままアレイ化された分光装置として機能させられる。

[0018] この発明の第 7 の局面は次のように規定される。即ち、

第6の局面に規定の制御方法において、前記第1のトランスファーゲート部及び／又は前記第2のトランスファーゲート部の電位を制御することにより、前記検出部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御する。

このように規定される第7の局面の制御方法によれば、化学・物理現象検出装置へ何ら要素を加えることなく、即ち化学・物理現象検出装置をそのまま、最も安価なかたちで分光装置として利用できる。

- [0019] この発明の第8の局面は次のように規定される。即ち、
- 入射光により電荷を発生する電荷発生部と、
 - 前記電荷発生部を被覆する化学・物理現象感应膜と、
 - 前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、
 - 前記電荷発生部に隣接して形成されるゲート部と、を備える化学・物理現象検出装置を分光器として動作させる制御装置であって、
 - 前記化学・物理現象感应膜を透光性とし、
 - 前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態となるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部が、前記ゲート部の電位を制御して前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御するゲート電位制御部を備える、
 - ことを備えることを特徴とする制御装置。
- このように規定される制御装置によれば、既存の化学・物理現象検出装置を分光装置として機能させることができる。

- [0020] この発明の第9の局面は次のように規定される。即ち、
- 入射光により電荷を発生する電荷発生部と、
 - 前記電荷発生部を被覆する化学・物理現象感应膜と、
 - 前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、
 - 前記電荷発生部に隣接して形成されるゲート部と、を備える化学・物理現

象検出装置を分光器として動作させる制御方法であって、

前記化学・物理現象感应膜を透光性とし、

前記ゲート部の電位を制御して前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御することにより、前記電荷発生部をその表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるようを制御する、

ことを特徴とする制御方法。

このように規定される制御方法によれば、既存の化学・物理現象検出装置を分光装置として機能させることができる。

[0021] この発明の第10の局面は次のように規定される。即ち、

第2の局面に規定の分光装置において、前記第1のトランスファーゲート部と前記フローティングディフュージョン部との間に電荷蓄積領域が設けられ、該電荷蓄積領域に蓄積された電荷を読み出して相関二重サンプリングを行ない、前記フローティングディフュージョン部のリセット雑音を除去する手段が更に設けられる。

このように規定される第10の局面の分光装置によれば、相関二重サンプリングを行なうことで、フローティングディフュージョン部からリセット雑音が除去され、よい精度の高い測定が可能となる。

[0022] 第2の局面に規定の分光装置では、電荷発生部に第1の状態と第2の状態を作り出し、それぞれに蓄積された電荷を処理する。第1の状態で獲得された電荷及び第2の状態で獲得された電荷をそれぞれ別個に保存しておいて、両者を比較することにより分光の演算効率が向上する。

そのためこの発明の第11の局面では次の構成を採用する。即ち、

前記第1のトランスファーゲート部と前記フローティングディフュージョン部との間に第1の電荷蓄積領域と第2の電荷蓄積領域とが設けられ、

前記第1の電荷蓄積領域には前記第1の状態で捕獲された電荷が蓄積され、

前記第2の電荷蓄積領域には前記第2の状態で捕獲された電荷が蓄積される。

[0023] また、この発明の第12の局面は次のように規定される。

前記電荷発生部に隣接して第3のトランスファーゲート部が形成され、前記第3のトランスファーゲート部に隣接して第2のフローティングディフュージョン部が形成される。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]分光装置（従来例）の原理を示す断面図である。

[図2]図1の分光装置における半導体部のポテンシャルピークを三次元的に示す概念図である。

[図3] pHセンサ（従来例）の原理を示す断面図である。

[図4]図3のpHセンサにおける半導体部のポテンシャルピークを三次元的に示す概念図である。

[図5]分光装置（従来例）とpHセンサ（従来例）の原理を比較するための断面図である。

[図6]実施形態の融合型検出装置を示し、（A）はその原理を示す断面図、（B）は（A）の断面に沿った半導体部の電位分布を示し、（C）は半導体部の深さ方向の電位分布を示す。

[図7]実施形態の融合型検出装置を分光装置として機能させた状態を示し、（A）はその原理を示す断面図、（B）は（A）の断面に沿った半導体部の電位分布を示す。

[図8]電荷発生部（センシング部）と第1のトランスファーゲート部のポテンシャルピークを三次元的に示す概念図である。

[図9]実施形態の融合型検出装置をpHセンサとして機能させたときの出力特性図である。

[図10]実施形態の融合型検出装置を分光センサとして機能させたときの出力特性図である。

[図11]他の実施形態のフローティングディフュージョン部200を示す原理図である。

[図12]図11に示したフローティングディフュージョン部200の等価回路

を示す。

[図13]他の実施形態のフローティングディフュージョン部300を示す。

[図14]他の実施形態の融合型検出装置の構成を示し、(A)はブロック図、(B)は断面図である。

[図15]他の実施形態の融合型検出装置の構成を示すブロック図である。

[図16]他の実施形態の融合型検出装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0025] 実施の形態を説明するに際し、最初に分光装置としての蛍光センサの動作原理を従来方式に基づき説明する(図1、図2参照)。また、化学・物理現象検出装置としてのpHセンサの動作原理を図3及び図4に基づき説明する。

[0026] (蛍光センサの動作原理)

図1は従来の分光装置1の構成を示す断面図であり、図2はそのポテンシャルピークを示す概念図である。

分光装置1は半導体部10と半導体部10の表面に形成される電極構造部20とを備えてなる。

半導体部10は次のように構成される。n型シリコン基板12の表面にp型の拡散層13が形成され、p型拡散層13中にn型不純物がドーピングされてn+型不純物層14が形成される。このn+型不純物層14がフローティングディフュージョン部2である。この明細書においてフローティングディフュージョンを単に「FD」と表記することがある。

電極構造部20は拡散層13の表面に酸化シリコン絶縁膜21を介してITO等からなる透明電極膜22が積層され、透明電極膜22にはゲート電極23よりゲート電圧 V_g が印加される。この透明電極膜22に対向する拡散層13の部分が電荷発生部3であり、透明電極膜22及び絶縁膜21を介して入射された光の強さに応じて電荷を発生させる。

[0027] 電荷発生部3とFD部2の間の拡散層13に第1のトランスファーゲート部5が形成される。第1のトランスファーゲート電極24へ印加する電圧に

よりそのポテンシャルが制御される。この明細書においてトランスファーゲートを単に「TG」と表記することがある。

電荷発生部3と第1のTG部5の電位を同じにすることで、電荷発生部3で捕獲された電荷が第1のTG部5を乗り越えてFD部2へ移送される。よって、単位時間当たりに移送される電荷量を把握することで入射光強度を特定できる。

[0028] なお、第1のTG部5の電位を電荷発生部3の電位より高くすることにより、一旦電荷発生部3の電荷をリセットし、その後第1のTG部の電位を電荷発生部の電位より低くして、所定時間にわたり電荷発生部3に電荷を蓄積し、再度第1のTG部5の電位を高くして蓄積された電荷をFD部2へ移送することにより、入射光強度を特定することもできる。ここに、電荷発生部3に蓄積された電荷量が入射光強度に対応する。

このようにしてFD部2に蓄積された電荷量を図示しない周知の読取り回路で読み出して電圧信号に変換する。

電荷発生部3で捕獲した電荷をFD部2へ蓄積し、蓄積された電荷量に基づき電圧信号を形成するので、回路によるノイズが殆ど発生しない。

[0029] このように構成された分光装置1によれば、ゲート電極23へ印加するゲート電圧 V_g を変化させることにより、図2に示すように電荷発生部3におけるポテンシャルピークが変化し、電荷の獲得深さ（空乏層幅） W が変化する。即ち、ゲート電圧 V_{g1} のときに電荷発生部3は第1の深さ W_1 となり、その結果第1の深さ W_1 まで侵入した入射光 L_1 により生じた電荷はポテンシャルの斜面を電極側へ転げ落ちて蓄積され、もって捕獲される。第1のTG部5の電位を電荷発生部3表面の電位と同等とすることにより、捕獲された電荷は電極21と平行に流れてFD部2へ移送される。

[0030] ゲート電圧を V_{g2} まで上げると、図2に示すように、電荷の獲得深さは深くなり、その結果第2の深さ W_2 まで侵入した入射光 L_2 により生じた電荷がポテンシャルの斜面を転げ落ちて蓄積され、捕獲される。

電荷の獲得深さ W はゲート電圧 V_g より特定できるので、このようにして

獲られた結果を既述の式 1 へ挿入することにより、入射光に含まれる異なる波長の光の強度をそれぞれ特定できる。

[0031] (pHセンサの原理)

図 3 及び図 4 に基づき pH センサ 40 の動作原理を説明する。なお、説明の都合上、図 1 と同一要素とみなせる要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

図 3 は pH センサ 40 の構成を示す断面図であり、図 4 はそのポテンシャルピークを示す概念図である。

pH センサ 40 は半導体部 110 と半導体部 110 の表面に形成される電極構造部 120 とを備えてなる。

[0032] 半導体部 110 は次のように構成される。n 型シリコン基板 12 の表面に p 型の拡散層 13 が形成され、p 型拡散層 13 中に所定の間隔をあけて n+型不純物層 14、115 が形成される。n+不純物層 115 は電荷注入部 7 となる。拡散層 103 おいてセンシング部 103 の表面には n 型不純物がドーピングされて薄い n 型不純物層 116 が形成されている。この n 型不純物層 116 は埋め込みチャネル層となる。

埋め込みチャネル層 116 が存在することにより、図 4 に示すとおり、ポテンシャルの最深部（最もポテンシャルの高い部分）が表面より半導体層 110 の内部側へ移動して、電荷をより確実に捕獲できることとなる。

本発明では、この埋め込みチャネル層を省略してもよい。

[0033] 電極構造部 120 は次のように構成される。

拡散層 13 の表面が酸化されて絶縁膜 21 となる。絶縁膜 21 の上には窒化シリコンからなる pH 感応膜 122 が積層され、pH 感応膜 122 の周囲には溶液シールド 127 が環状に立設される。溶液シールド内 127 には pH 検査対象となる被検査液 128 が充填され、被検査液 128 には参照電極 123 が浸漬される。

[0034] このように構成された pH センサ 40 では、被検査液 128 に含まれる水素イオン濃度に応じてセンシング部 103 の表面電位が変化する。これによ

り、図4に示すように、センシング部103の電荷井戸105の底部電位が変化する。

センシング部103におけるこの電荷井戸105へ電荷注入部7より電荷を注入し電荷井戸105の底部電位（最高電位）の変化を電荷井戸105に充填された電荷量の変化に変換して検出する。このとき、電荷井戸105の開口部電位は第1及び第2のTG部5、8の電位により一定に維持されている。電荷注入部7から電荷井戸105への電荷注入は第2のTG部8の電位を上げることにより行われ、電荷井戸105からFD部2への電荷の転送は第1のTG部5の電位をあげることにより行われる。

[0035] 上で説明した分光装置1とpHセンサ40との構造を対比するために、図5に両者を併記した。

図5からわかるように、両者は第1のTG部5及びFD部2において共通し、pHセンサ40のpH感應膜122及び被検査液128を光透過性として、参照電極123の電位を変化できるものとすれば、センシング部103に侵入した光によりセンシング部103中で電荷が発生する。ここで、電荷注入部7及び第2のTG部8の動作を停止させておけば、まさしく分光装置1と同等の構造となる。

したがって、pHセンサ40をそのままの構造で分光装置1として動作させられるのではないかと考えた。

[0036] 上記につき検討した結果、下記の課題を見出した。

参照電極123は被検査液128に浸漬されているので、参照電極123の電位変化を正確にセンシング部103、即ち電荷発生部の電位変化に反映させられない。よって、電荷獲得深さの設定が不安定になる。

また、複数のpHセンサを平面的に配置してアレイ化したときには、1つのpHセンサのセンシング部103に接触する被検査液128の水素イオン濃度と他のpHセンサに接触する被検査液128の水素イオン濃度とが必ずしも同一とは限らない。両者の水素イオン濃度が異なる場合、参照電極123に同じ電位 V_{ref} をかけたとしても電極面での電位がずれてしまい、pHセ

ンサ間で電荷獲得深さに相違が生じる。即ち、各装置の出力特性がバラバラとなるので、各装置からの出力に何ら関連性がなくなる。かかる出力に基づき画像を構成することは不可能である。

なお、参照電極に印加する電位を、被検査液 128 の水素イオン濃度に応じて変化させ、もって各装置における電荷獲得深さを統一させることも考えられるが、データの処理量が膨大になるので現実的ではない。

[0037] 本発明者らは上記課題を解決すべく鋭意検討をした結果、pHセンサのセンシング部、即ち分光装置の電荷発生部において電荷井戸へ強制的に電荷を注入し、その電荷の最低電位を同じとすれば、電荷井戸の深さ（底部電位、最大電位）の如何に拘わらず、電荷獲得深さWが同じになることに気が付き、この発明を完成した。

換言すれば、電荷発生部の電荷井戸へ充填された電荷の最低電位の制御することにより、電荷発生部での電荷獲得深さを制御出来ることに気が付き、この発明を完成した。

電荷井戸へ充填された電荷の最低電位は、既述のpHセンサによれば、第1及び第2のTG部5、8の電位により規定される。つまり、これらTG部5、8の少なくとも一方の電位を制御することにより、電荷井戸へ充填された電荷の最低電位を制御できることとなり、従来必要とされた透明電極膜22が不要となる。その結果、入射光がよりダイレクトに電荷発生部3へ入射され、分光装置の感度が向上する。

[0038] 以下、図例を参照してこの発明の実施形態の融合型検出装置50について説明する。

図6Aに示す実施形態の融合型検出装置50は、電荷発生制御部180を付加した他は、図3に示した一般的なpHセンサ40と何ら構造的に変わることはない。したがって、図3、更には図1に記載の要素と同一の要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

電荷発生制御部180はゲート電位制御部183を備え、このゲート電位制御部183は第1及び第2のトランスファーゲート5、8の電位を以下の

ように制御する。

[0039] (pHセンサとしての動作)

図6の状態では、検出装置50のセンシング部103に被検査液128の水素イオン濃度に応じた電荷井戸105が形成されている。電荷井戸105の底部の電位は被検査液128の水素イオン濃度の多少により変化する。被検査液128の水素イオン濃度が第1の状態における電荷井戸の電位が V_{m1} であり、被検査液128の水素イオン濃度が第2の状態のときには電荷井戸の電位は V_{m2} となる。被検査液128の水素イオン濃度の如何に拘わらず、第1のTG部5の電位 V_{tg1} は一定とし、第2のTG部8の電位 V_{icg} は V_{tg1} より十分に低く、電荷注入部7と電荷井戸105との間の電荷に移動を規制している。

[0040] 図6Aの状態から、第1のTG部5の電位を電荷井戸105の底部電位より高くすると、電荷井戸105に充填されていた電荷がFD部2へ移送される。この移送された電荷の量は電荷井戸105の底部電位、即ち被検査液128の水素イオン濃度に対応しているので、FD部2の電荷増量を検出することにより、被検査液128の水素イオン濃度を特定できる。

以上は、一般的なpHセンサの動作と何ら変わるところがない。

[0041] (分光装置としての動作)

第1のTG部5の電位をもとの電位 V_{tg1} に戻し、更に、電荷注入部7より電荷を電荷井戸105へ注入すると図6の状態が回復する。

次に、図7に示すように、第1のTG部5の電位を V_{tg2} まで下げる。そして、電荷注入部7より電荷井戸105へ電荷を注入する。図6と図7とを比較すると、電荷井戸105に充填される電荷Cの最低電位 V_c が変化していることがわかる。電荷井戸105の充填電荷 V_c は第1のTG部5の電位 V_{tg} と等しい。

[0042] この例では、 $V_{tg} > V_{icg}$ としているので、充填電荷の最低電位は V_{tg} で規定されるが、 $V_{tg} < V_{icg}$ の場合は、第2のTG部8の電位 V_{icg} により充填電荷Cの最低電位 V_c が規定される。更には、センシング

部 103、即ち電荷発生部 3 に隣接して第 3 の電極を配設し、この電極が第 1 及び第 2 の T G 部より高い電位となれば、電荷井戸 105 の充填電荷 C の最低電位 V_c は当該第 3 の電極の電位により規定されることとなる。

[0043] 電荷井戸 105 の充填電荷 C の最低電位 V_c と電荷発生部 3 における電荷獲得深さ W とは一対一の関係にある。そのため、被検査液 128 の水素イオン濃度が変化して電荷井戸の底部電位が $V_{m1} \sim V_{mn}$ の何れの値をとっても、充填電荷の最低電位 V_c を制御することにより、電荷発生部 3 における電荷獲得深さを制御可能となる。

[0044] 図 6 の状態と図 7 の状態とにおいて電荷発生部 3 に光が入射すると、電荷が発生する。発生した電荷は第 1 の T G 部 5 をオーバーフローして F D 部 2 へ移送されることとなる。電荷発生部 3 で捕獲される電荷の量は入射光の強さと電荷を獲得できる深さ W により決まるので、既述の式 1 に基づき、入射光を分光することができる。

分光に要する時間、即ち電荷発生部 3 から F D 部 2 への電荷移送に要する時間は数ミリ秒である。

[0045] 図 8 は半導体層におけるポテンシャルピークを三次元的に示している。

図 8 において、センシング部 103（電荷発生部 3）の電荷井戸 105 の深さは被検査液 128 の水素イオン濃度に応じて変化する。その結果、電解井戸 105 に何ら電荷が充填されていないときは、電荷井戸の底部電位に応じてポテンシャルピークが変化して電荷獲得深さも変化している。

ここで、第 1 の T G 部 5 の電位を第 1 の T G 電位 V_{tg1} に固定しておいて、第 2 の T G 部 8 側から電荷井戸 105 に電荷を注入すれば、電荷井戸 105 において電位 V_{tg1} まで電荷が充填される。別の見方をすれば、第 1 の T G 部が堰の働きをし、その堰の高さが電荷井戸に充填される電荷の高さ（最低電位）を規定する。充填電荷 C の最低電位が同じであれば、電荷井戸の深さの如何に拘わらず、ポテンシャルピークは同形となり、電荷獲得深さ W_1 も一定する。

[0046] 次に、第 1 の T G 部 5 の電位を第 2 の T G 電位 V_{tg2} まで下げると、第

1のTG部5による堰が高くなり、第2のTG部8側から電荷井戸へ電荷を注入したときにもより高い位置（低電位側）まで電位が充填される。この状態においても、充填電荷Cの最低電位が同じであれば、電荷井戸の深さにかかわらず、ポテンシャルピークは同形となり、電荷獲得深さW2も一定する。

[0047] 図6に示す実施形態の検査装置を用いたpH測定結果を図9に示す。

また、波長470nmの第1の光と波長525nmの第2の光を同時に入射したときの分光結果を図10に示す。

以上より、この実施形態の検査装置はpHセンサ及び分光装置としてともに機能を奏するものである。

[0048] 通常の化学・物理量検出装置ではFD部2として1つの拡散層、即ち1つの電荷井戸が備えられている。一般的に、FD部2を構成する電荷井戸の容量が大きくなると、電荷量の差に対する出力電圧の差が小さくなる。また、蛍光分析法においては強い励起光を用いるので、大量の電荷発生に備えてFD部の容量も比較的大きくする必要がある。

蛍光分析法はDNA等に付加された標識物質の蛍光を観察するものである。蛍光に基づく電荷量変化の検出が重要となる。しかしながら、入射光（励起光+蛍光）における蛍光の強度の占める割合が小さいため、励起光の強度に応じて比較的大きな容量を持つように設計された1つの電荷井戸からなるFD部では、蛍光に基づく電荷量変化は小さな電圧変化としてしか出力されない。その結果、正確な検出が困難である。

[0049] そこでFD部を次のように構成することが好ましい。即ち、電荷が流れる1つのパスに対し間隔をあけて並列につながれた複数の電荷井戸を備え、電荷井戸毎に電圧信号を検出する。

分光センサからFD部のパスへ電荷を転送すると、当該パスに対し間隔をあけて並列に連結された電荷井戸群へその上流から順に電荷が充填される。その結果、一つの電荷井戸が電荷で満杯となると、それより下流側に連続した電荷井戸へ電荷が順に充填される。ここに、各電荷井戸の容量及びその数

は任意に設定できるので、各電荷井戸の容量が小さくても、電荷井戸の数を多くすれば分光センサ本体から多量の電荷の転送が可能となる。即ち、検出レンジが広がる。また、電荷井戸の容量が小さければ電荷量の差分を大きな電圧差として出力することが可能となるので、その検出感度が高くなる。

[0050] 以上に知見にもとづく、FD部200の変形態様を図12に示す。図11において図6と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

このFD部200は第1の電荷井戸214と第2の電荷井戸216を備え、両者の間にトランスファーゲート領域215が形成される。符号218はリセットドレインである。

トランスファーゲート領域215には絶縁膜を介して第3のトランスファーゲート電極224が対向配置されている。

[0051] FD部200の等価回路を図12に示す。図12において図11と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

図12からわかるように、FD部200は1つの導電パス201に対して第1の電荷井戸214と第2の電荷井戸216とが並列にかつ間隔をあけて、その間にトランスファーゲート電極224を設けて、連結された構成である。かかる構成を採用することにより、電荷発生部より送出される電荷はパス201に連結された上流側の電荷井戸から順に充填されていく。

電荷井戸214、216及びリセットドレイン218をつなぐ導電パス52は半導体基板の表面が担っている。したがって、半導体基板において各電荷井戸は拡散層13からからみて1つの仮想線上に並んでおればよい。

[0052] 電荷発生層3において捕獲された電荷は、第1のTG電極24の電位をあげることにより、FD部200へ転送される。FD部200へ送られた電荷の大部分は第1の電荷井戸214へ充填される。第1の電荷井戸214と第2の電荷井戸216との間のトランスファーゲート領域215のポテンシャルは電荷発生部3のそれより低く設定されている。これにより、この第1の電荷井戸214が電子で満杯になると、第1の電荷井戸214から電子があふれ出して第2の電荷井戸216を充填する。符号218はリセットドレイ

ンであり、第2のトランスファーゲート電極224、リセットゲート電極226の電位を上げることにより、第1の電荷井戸214及び第2の電荷井戸216に充填されている電子をリセットドレイン218に送りだし、さらに外部へ排出する。

各電荷井戸214、216にはそれぞれ電圧検出回路が配設され、電子の充填量に応じて電圧が出力される。かかる電圧検出回路には周知構成の容量型のものを採用することができる。

これらの電圧を測定することにより、FD部200へ転送された電荷の量（即ち電流量）を特定することができる。

第1の電荷井戸214が常に満杯の状態であればその出力電圧は常に一定であるので、その電圧測定を省略することができる。

[0053] 図13には、他の実施形態のFD部300の構成を示している。このFD部300では多数の小さな容量の電荷井戸300-1、300-2 ……を配列して転送される全ての電荷を電荷発生部に近い側の電荷井戸300-1から順に充填していく。その結果、第n-1番の電荷井戸300-n-1までは全ての電荷井戸が電荷で満杯となる。そして、第n番の電荷井戸300-nにおいて電荷量の差分が現れる。

この例によれば、未知の強さの分光対象光に対しても、多数の電荷井戸を準備することにより対応することができる。また、一つ一つの容量を小さくしたので差分の現れる電荷井戸において、当該差分を感度よく検出することができる。

なお、各電荷井戸の容量は同一でなくてもよい。

[0054] ここに、差分の現れる電荷井戸の特定は次のようにして行える。即ち、各電荷井戸においては、電荷が満杯に充電されたときと電荷が空乏であるときの出力電圧 $V_{out-full}$ 、 $V_{out-empty}$ が予め定められている。FD部300側へ電荷が転送された後、各電荷井戸の出力電圧を調べると、電荷で満杯である電荷井戸300-1～300-n-1からは電荷満杯の出力電圧 $V_{out-full}$ が出力され、電荷井戸300-n+1からは電荷空乏の出力電圧 $V_{out-empty}$

が出力される。そして、電荷井戸 300-n の出力電圧 V_{out-n} はその電荷満杯の出力電圧 $V_{out-full}$ と電荷空乏の出力電圧 $V_{out-empty}$ との中間の電圧値を取るの、かかる値を出力する電荷井戸を特定する。

かかる電荷井戸は、電荷で満杯にならない最上流の電荷井戸である。

[0055] 図 14 に他の実施形態の融合型検出装置 400 の構成を示す。なお、図 6 と同一の作用を奏する要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

この装置 400 ではセンシング部 103 (電荷発生部 3) の一辺に第 2 の TG 部 8 を介して電荷注入部 (ID 部) 7 が設けられ、他の一辺に光検出用の FD 部 401 が設けられ、光検出 FD 部 401 と対向する辺にイオン濃度検出用の FD 部 420 が設けられる。

光検出 FD 部 401 は第 1 の TG 部 5、光電荷蓄積ゲート 403、第 3 の TG 部 405、光電荷 FD 部 407 が電荷発生部 3 側から順次形成される。光電荷 FD 部 407 にはリセット用トランジスタ 411 と信号読み出し用トランジスタ 413 が連結される。

上記において光電荷蓄積ゲート 403 には高い電位の印加が可能であり、その結果光電荷蓄積ゲート 403 に対向する半導体層のポテンシャルが上がり、そこに電荷の蓄積が可能となる。

[0056] イオン濃度検出 FD 部 420 は、第 4 の TG 部 421 及びイオン電荷 FD 部 425 がセンシング部 103 側から順次形成される。イオン電荷 FD 部 425 にも、図示しないが、リセット用トランジスタと信号読み出し用トランジスタが付設され、光電荷 FD 部 407 と同様に蓄積された電荷量を電気信号に変換している。

[0057] このように構成された融合型検出装置 400 によれば、光検出において CDS (相関二重サンプリング) 法の適用が可能となり、リセット雑音の除去が可能となる。

以下、リセット雑音の除去につき説明する。

例えば、電荷発生部 3 の表面から第 1 の深さまでに発生した電荷を捕獲するとき、前の例にならって、第 1 の TG 部 5 の電位を V_{a1} とする。このと

き、光電荷蓄積ゲート403の対向領域に電荷が蓄積されないように、光電荷蓄積ゲートの電位を低くしておく。次に、光電荷蓄積ゲート403の電位を上げて電荷発生部3で発生した電荷を光電荷蓄積ゲート403の対向領域へ蓄積させる。所定の時間（例えば30ms）経過後に第1のTG部5の電位をさげて電荷発生部3と光電荷蓄積ゲート403の対向領域とを遮断する。

次に、第3のTG部405の電位を上げて光電荷蓄積ゲート403の対向領域に蓄積された電荷を光電荷FD部407へ移動させ、更に、リセット用トランジスタ411をオンにして光電荷FD部407をリセットし、その時の電圧値（ V_{rst} ）を信号読み出しトランジスタ413で読み出す。この電圧値はリセット毎にバラつく。このバラつきがリセット雑音と呼ばれる。

次に、第3のTG部405の電位をもとに戻し、更に第1のTG部5の電位を上げて電荷発生部3で発生した電荷を光電荷蓄積ゲート403の対向領域へ蓄積する。そして、第3のTG部405の電位を上げて光電荷蓄積ゲート403の対向領域に蓄積された電荷を光電荷FD部407に移動させる。このようにして光電荷FD部407に蓄積された電荷量に応じた電圧信号（ V_{out} ）が信号読み出しトランジスタ413により読みだされる。

このときの電圧信号（ V_{out} ）は電荷発生部3で発生した電荷に基づく電圧（ V_{signal} ）とリセット時の電圧値（ V_{rst} ）との和である。従って、 $V_{out} - V_{rst}$ を演算することにより V_{signal} が求められる。この信号には V_{rst} の揺らぎが含まれていない。

かかる相関二重サンプリングの詳細については、特開2002-221435号公報を参照されたい。

[0058] 図15は他の実施形態の融合型検出装置500の構成を示す。なお、図14と同一の作用を奏する要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

この融合型検出装置500ではその光検出FD部501として、電荷発生部3の一辺から、第1のTG部5、第1の光電荷蓄積FD部503、第3のTG部505、第2の光電荷蓄積FD部507、第5のTG部509及び第

3の光電荷FD部510が順次設けられている。

第1、第2の光電荷蓄積FD部503、507及び第3の光電荷FD部510は半導体層に不純物をドーピングした電荷井戸構造である。第3及び第5のTG部505、509は第1のTG部5と同様に半導体層に対向する電極からなる。第3の光電荷FD部510にはリセット用トランジスタ411と信号読み出し用トランジスタ413が接続されている。

[0059] このように構成された光検出FD部501によれば、電荷発生部3が第1の状態のとき（即ち、第1のTG部5の電位が第1のTG電位 V_{tg1} のとき）に獲得された電荷を下流側の第2の光電荷蓄積FD部507に蓄積し、電荷発生部3が第2の状態のとき（即ち、第1のTG部5の電位が第2のTG電位 V_{tg2} のとき）に獲得された電荷を第1の光電荷蓄積部503に蓄積する。従って、第1の状態で蓄積された電荷を電圧信号に変換処理する前に、第2の状態の電荷の蓄積が可能となり、第1の状態と第2の状態との時間差を可久的に短くすることができる。

第2の光電荷蓄積部507に蓄積された電荷と第1の光電荷蓄積部503に蓄積された電荷は順次第3の光電荷FD部510へ移送され、ここで信号読み出し用トランジスタ413により電圧信号に変換される。

図15の例では分光の対象光は2波長であるが、分光対象光の波長が n 波長の場合は n 個の光電荷蓄積FD部をそれぞれ $n-1$ 個のTG部を介在して連結すればよい。

[0060] 図15の例では、電荷発生部が第1の状態のとき獲得された電荷と第2の状態のとき獲得された電荷とを同一系列の光検出FD部501に蓄積したが、図16に示す例では、これらの電荷を別系列の光検出FD部601、610に蓄積する。

即ち、図16は他の実施形態の融合型検出装置600を示し、図15と同一の作用を奏する要素には同一の符号を付してその説明を省略する。

[0061] この融合型検出装置600は第1の光検出FD部601と第2の光検出FD部610を備える。第1の光検出FD部601は電荷発生部3においてイ

オン濃度検出FD部420と対向する辺から、第1のTG部5、第1の光電荷蓄積FD部503、第5のTG部509及び第3の光電荷FD部510が順次設けた構成である。

他方、第2の光検出FD部610は電荷発生部3において電荷注入部と対向する辺から、第6のTG部611、第4の光電荷蓄積FD部613、第7のTG部615及び第4の光電荷FD部617が順次設けた構成である。

第4の光電荷蓄積FD部613と第4の光電荷FD部617は半導体層に不純物をドーピングした電荷井戸構造である。第6及び第7のTG部611、615は半導体層に対向する電極である。第4の光電荷FD部617にはリセット用トランジスタ411と信号読み出し用トランジスタ413が接続されている。

[0062] 図16の融合型検出装置600において、電荷発生部3が第1の状態のとき（即ち、第1のTG部5の電位が第1のTG電位 V_{tg1} のとき）に獲得された電荷を第1の光検出FD部601で処理する。他方、電荷発生部3が第2の状態のとき（即ち、第1のTG部5の電位が第2のTG電位 V_{tg2} のとき）に獲得された電荷は第2の光検出FD部610で処理する。従って、第1の状態で蓄積された電荷を電圧信号に変換処理する前に、第2の状態の電荷の蓄積が可能となり、第1の状態と第2の状態との時間差を可久的に短くすることができる。

図15及び図16に示す融合型検出装置500、600へ、図14に示すリセット雑音除去手段を付加することが可能である。

[0063] この発明は、上記発明の実施の形態及び実施形態の説明に何ら限定されるものではない。特許請求の範囲の記載を逸脱せず、当業者が容易に想到できる範囲で種々の変形態様もこの発明に含まれる。

各実施形態では電荷として電子を取り扱うことを前提としているが、半導体基板及びそこへドーピングされる不純物の導電型を変更することにより、ホールを電荷として取り扱うことができる。

符号の説明

- [0064] 1 分光センサ
- 2、200、300、401、420、501、601、610 フローティングディフュージョン部
- 3 電荷発生部
- 5 第1のトランスファークエート部
- 7 電荷注入部
- 8 第2のトランスファークエート部
- 10、110 半導体部
- 20、120 電極構造部
- 21 絶縁膜
- 22 透明電極
- 24、125、224、226 トランスファークエート電極
- 116 埋め込みチャネル層
- 122 pH感応層
- 123 参照電極
- 128 被検査液

請求の範囲

- [請求項1] 入射光により電荷を発生する電荷発生部と、
前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部と、
前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、を備え
前記電荷発生制御部は前記電荷発生部に隣接して形成され、前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を規定するゲート部を備え、このゲート部の電位を制御して前記電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御する、分光装置。
- [請求項2] 前記電荷発生部に隣接して第1のトランスファーゲート部と第2のトランスファーゲート部とが形成され、前記第1のトランスファーゲート部に隣接して前記フローティングディフュージョン部が形成され、前記第2のトランスファーゲート部に隣接して電荷注入部が形成され、
前記第1及び/又は第2のトランスファーゲート部の電位が、前記電荷発生制御部のゲート部として、制御される、請求項1に記載の分光装置。
- [請求項3] 化学現象又は物理現象を検出して前記電荷発生部の電荷井戸の底部電位を変化させる化学・物理現象検出部が更に備えられる、請求項1に記載の分光装置。
- [請求項4] 前記化学・物理現象検出部は検査対象に接触し、該検査対象のpHを前記電荷発生部の電荷井戸の底部電位に反映させる、請求項3に記載の分光装置。
- [請求項5] 入射光により電荷を発生する電荷発生部と、
前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲す

る第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部と、

前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、を備える分光装置の制御方法であって、

前記電荷発生部の電荷井戸に充填される電荷の最低電位を制御することにより、前記電荷発生部に前記第1の状態と前記第2の状態を生じさせる、分光装置の制御方法。

[請求項6]

化学現象又は物理現象を検出して電荷井戸の底部電位を変化させる検出部と、

前記検出部へ順次隣接して形成される第1のトランスファーゲート部及びフローティングディフュージョン部と、

前記検出部へ順次隣接して形成される第2のトランスファーゲート部及び電荷注入部と、を備える化学・物理現象検出装置を分光装置として動作させる制御方法であって、

電荷を前記検出部の前記電荷井戸に充填し、該充填された電荷の最低電位を制御することにより、前記検出部を、その表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とに制御する、化学・物理現象検出装置の制御方法。

[請求項7]

前記第1のトランスファーゲート部及び／又は前記第2のトランスファーゲート部の電位を制御することにより、前記検出部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御する、請求項6に記載の化学・物理現象検出装置の制御方法。

[請求項8]

入射光により電荷を発生する電荷発生部と、

前記電荷発生部を被覆する化学・物理現象感応膜と、

前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフロー

ティングディフュージョン部と、

前記電荷発生部に隣接して形成されるゲート部と、を備える化学・物理現象検出装置を分光器として動作させる制御装置であって、

前記化学・物理現象感応膜を透光性とし、

前記電荷発生部の表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるよう前記電荷発生部を制御する電荷発生制御部が、前記ゲート部の電位を制御して前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御するゲート電位制御部を備える、

ことを備えることを特徴とする制御装置。

[請求項9]

入射光により電荷を発生する電荷発生部と、

前記電荷発生部を被覆する化学・物理現象感応膜と、

前記電荷発生部で捕獲された電荷量に応じた信号を出力するフローティングディフュージョン部と、

前記電荷発生部に隣接して形成されるゲート部と、を備える化学・物理現象検出装置を分光器として動作させる制御方法であって、

前記化学・物理現象感応膜を透光性とし、

前記ゲート部の電位を制御して前記電荷発生部の電荷井戸に充填された電荷の最低電位を制御することにより、前記電荷発生部をその表面から第1の深さまでに発生した電荷を捕獲する第1の状態と、該表面から第2の深さまでに発生した電荷を捕獲する第2の状態とになるようを制御する、

ことを特徴とする制御方法。

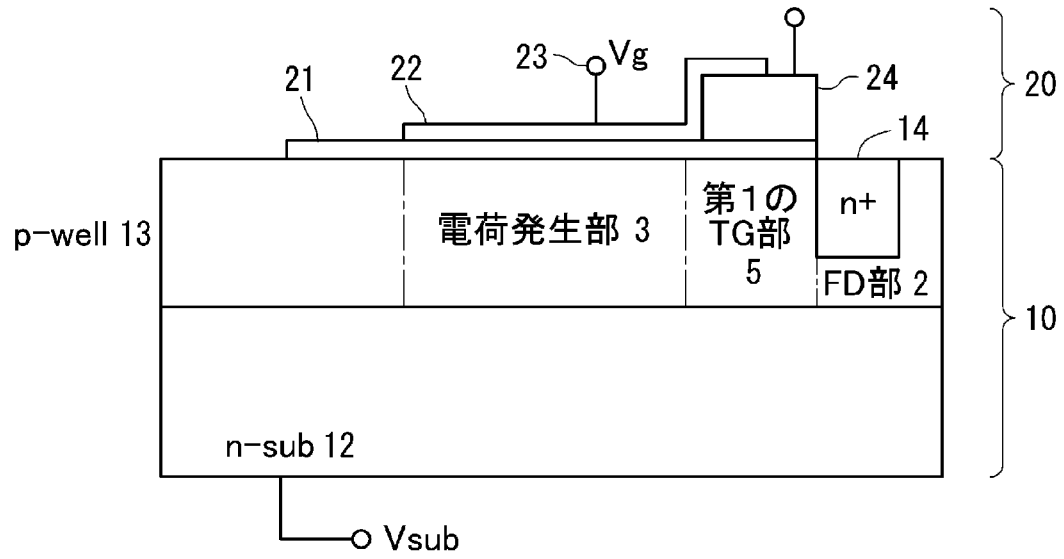
[請求項10]

前記第1のトランスファーゲート部と前記フローティングディフュージョン部との間に電荷蓄積領域が設けられ、該電荷蓄積領域に蓄積された電荷を読み出して相関二重サンプリングを行ない、前記フローティングディフュージョン部のリセット雑音を除去する手段が更に設けられる、ことを特徴とする請求項2に記載の分光装置。

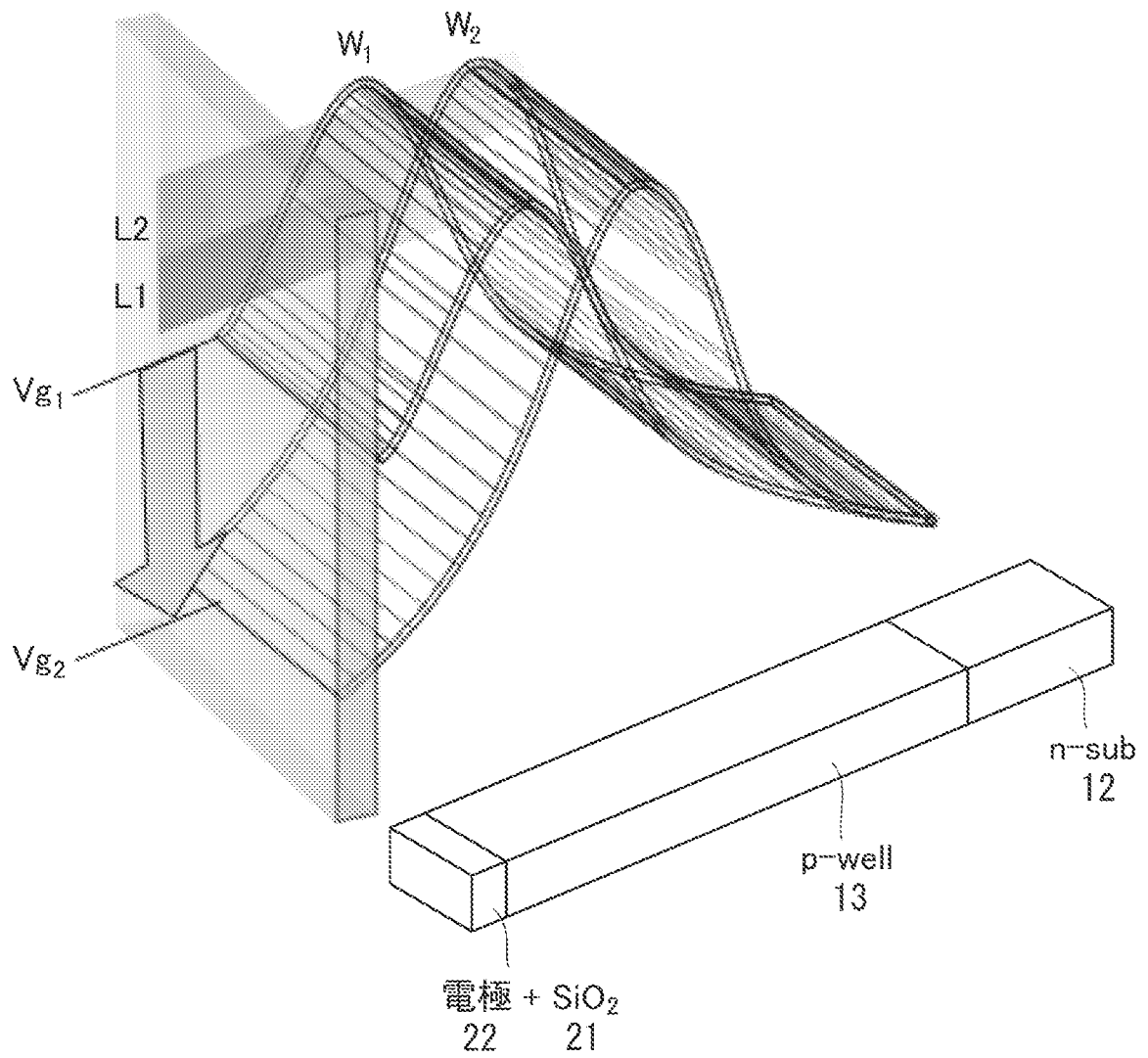
- [請求項11] 前記第1のトランスファーゲート部と前記フローティングディフュージョン部との間に第1の電荷蓄積領域と第2の電荷蓄積領域とが設けられ、
- 前記第1の電荷蓄積領域には前記第1の状態で捕獲された電荷が蓄積され、
- 前記第2の電荷蓄積領域には前記第2の状態で捕獲された電荷が蓄積される、ことを特徴とする請求項2に記載の分光装置。
- [請求項12] 前記電荷発生部に隣接して第3のトランスファーゲート部が形成され、前記第3のトランスファーゲート部に隣接して第2のフローティングディフュージョン部が形成される、ことを特徴とする請求項2に記載の分光装置。

[図1]

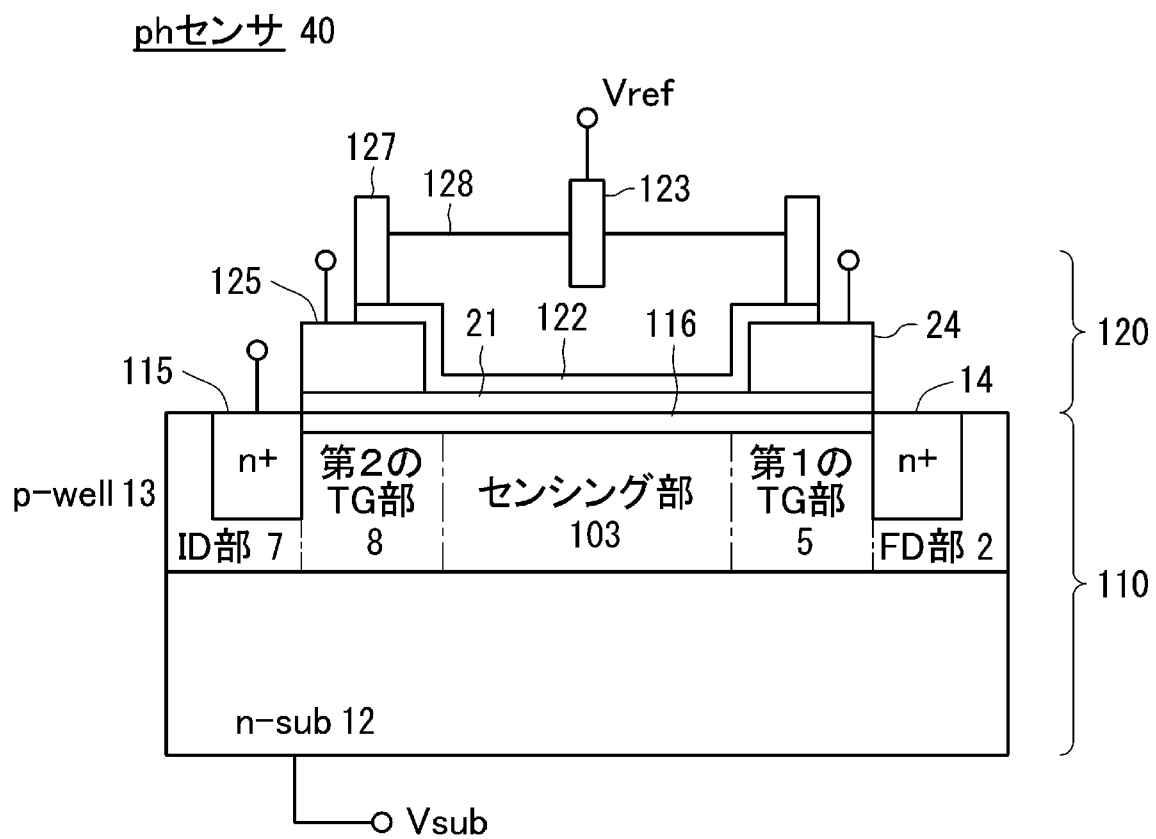
分光装置 1



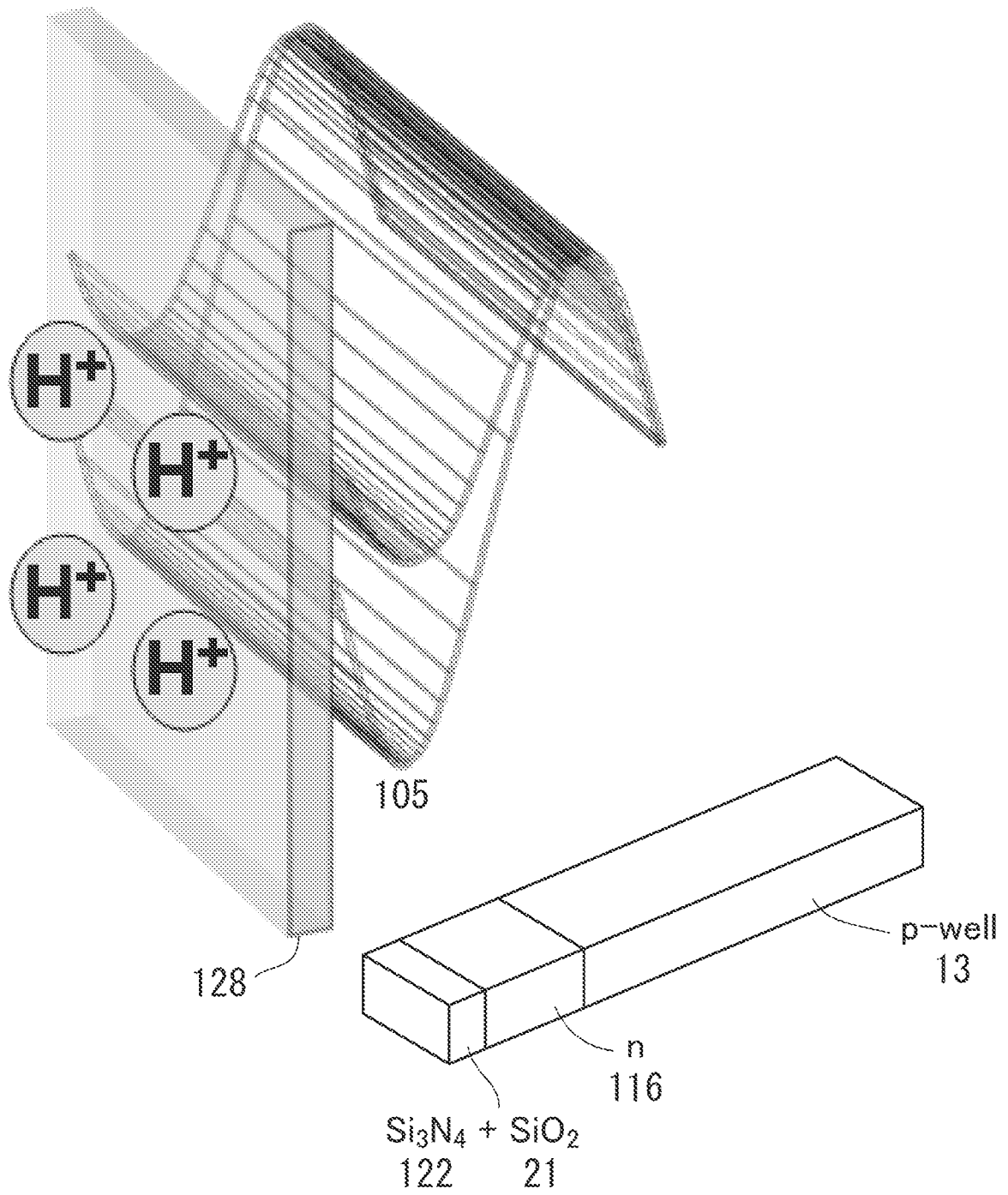
[図2]



[図3]

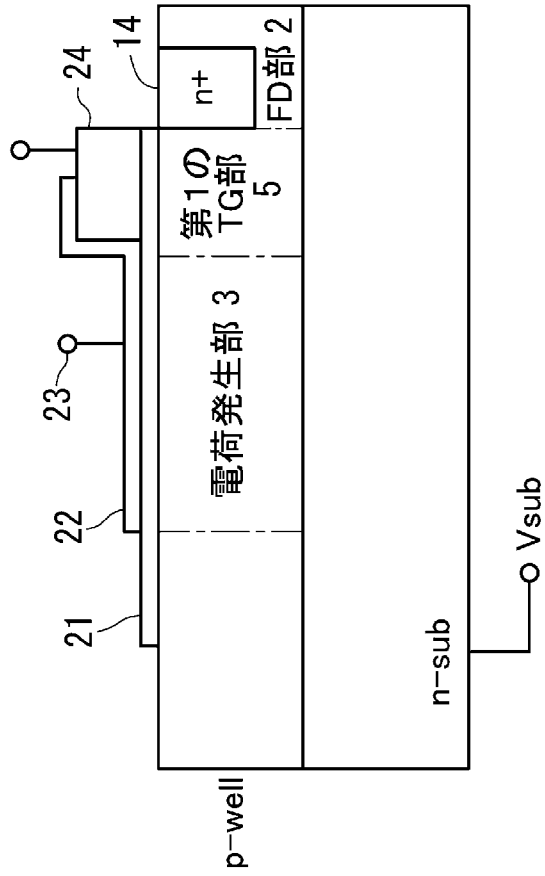


[図4]

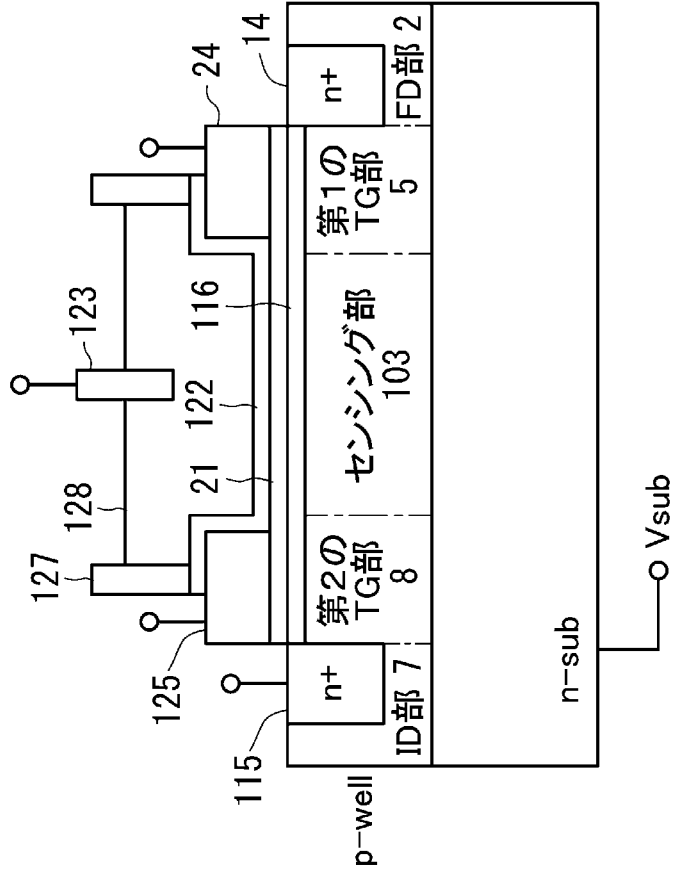


[図5]

分光装置 1

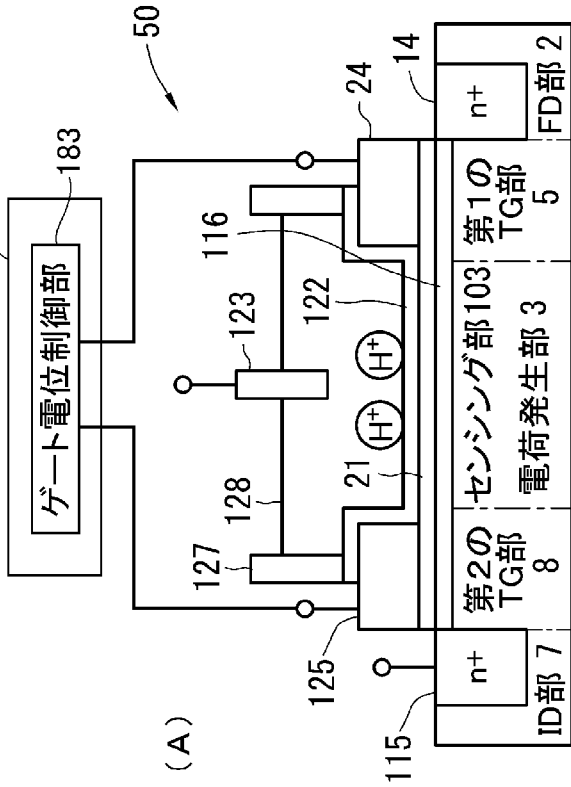


phセンサー 40

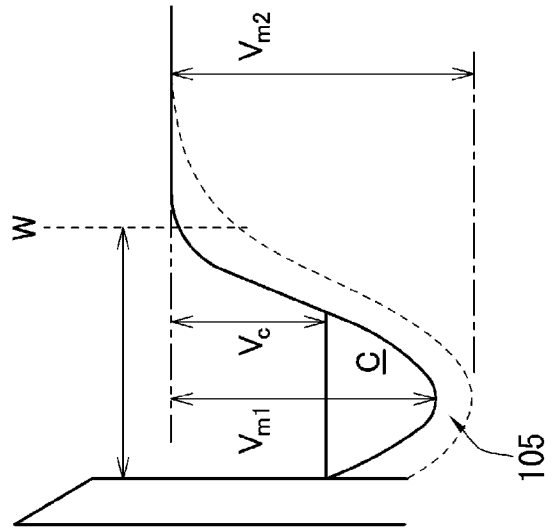


[図6]

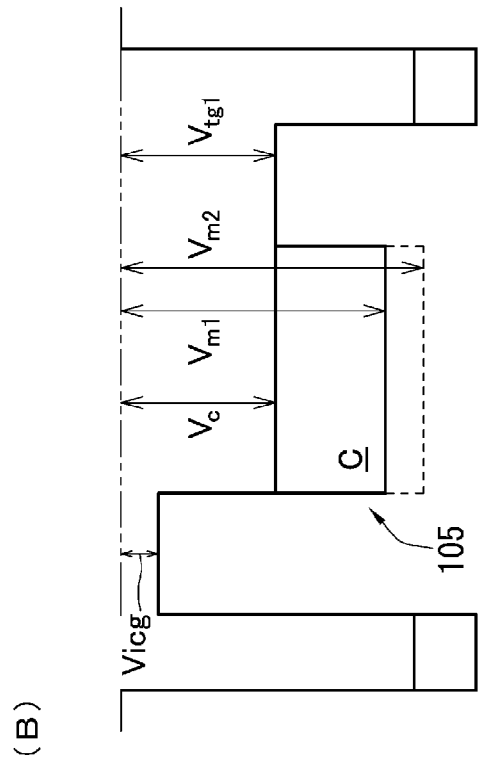
電荷発生制御部180



(A)

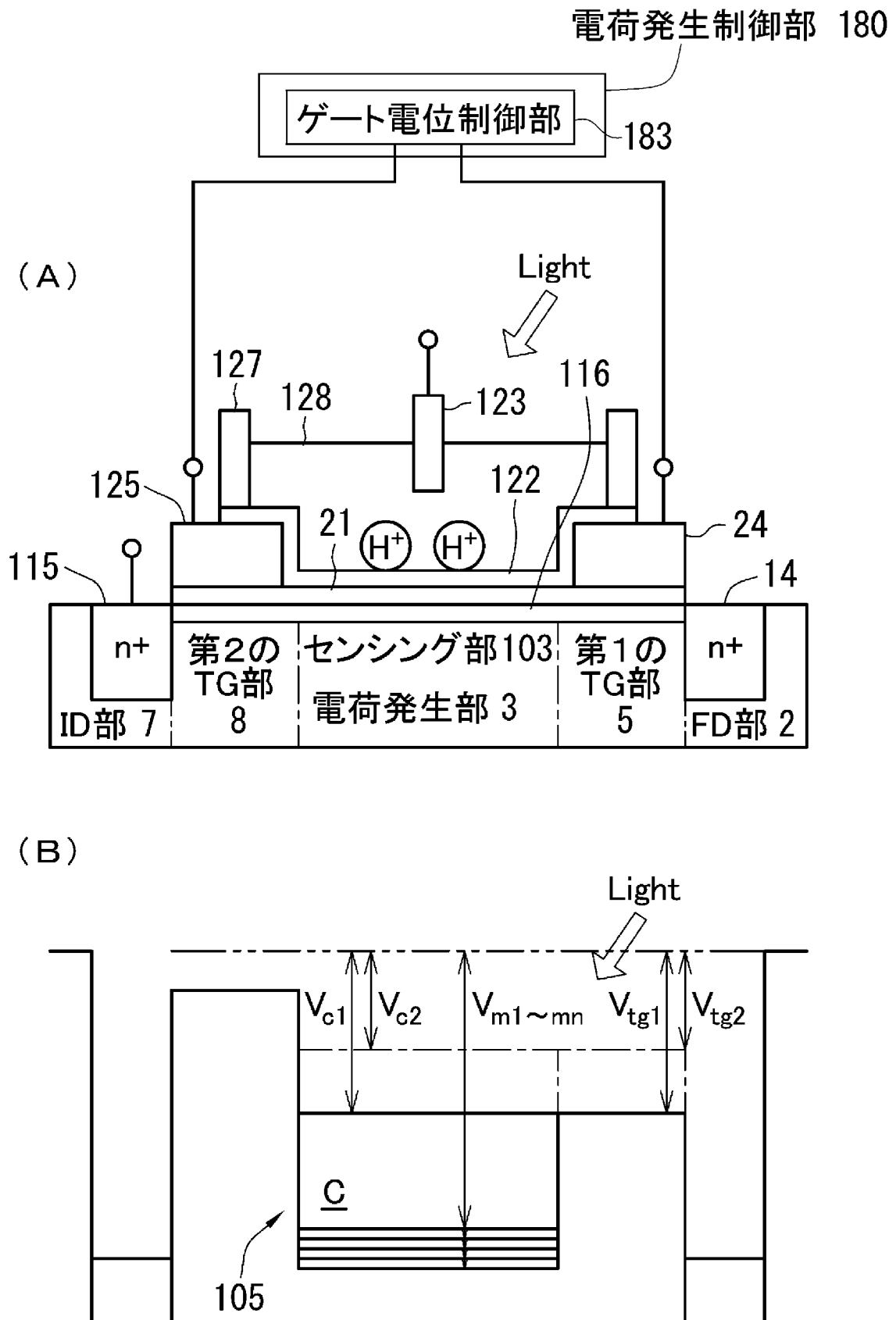


(C)

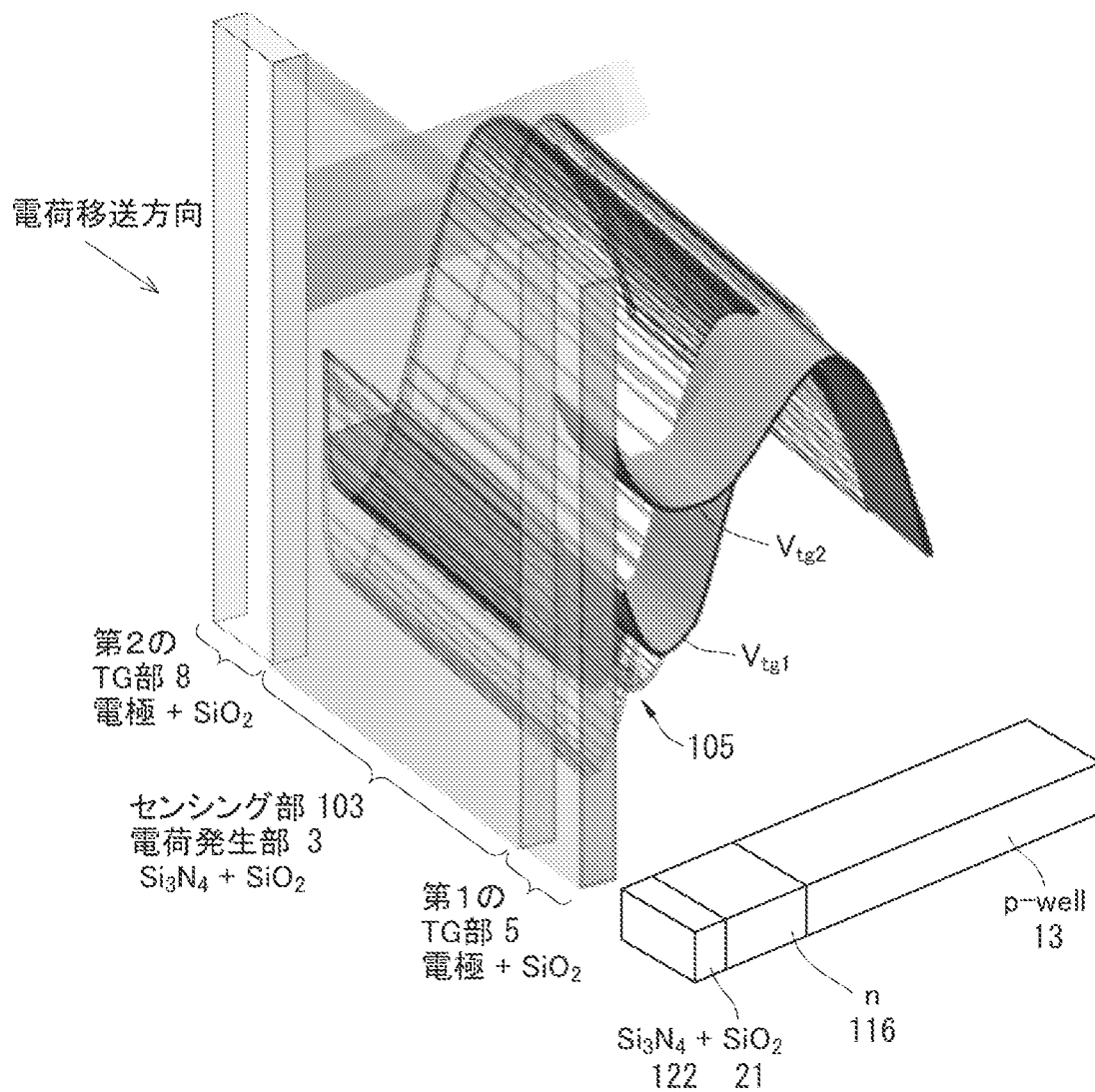


(B)

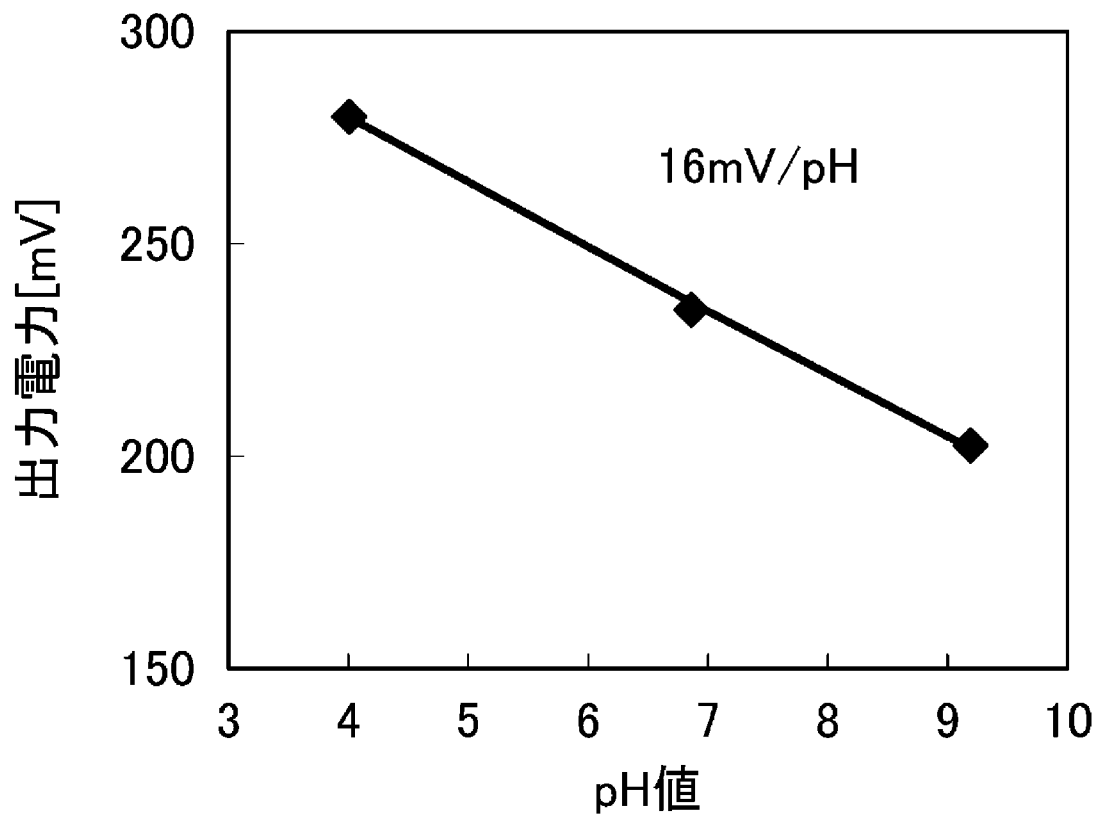
[図7]



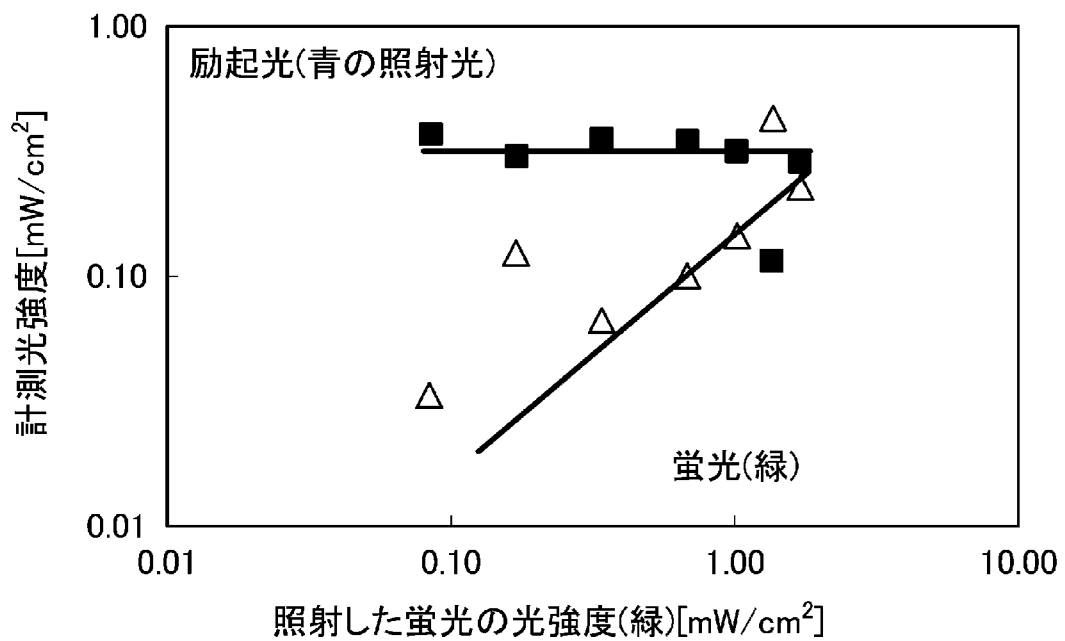
[図8]



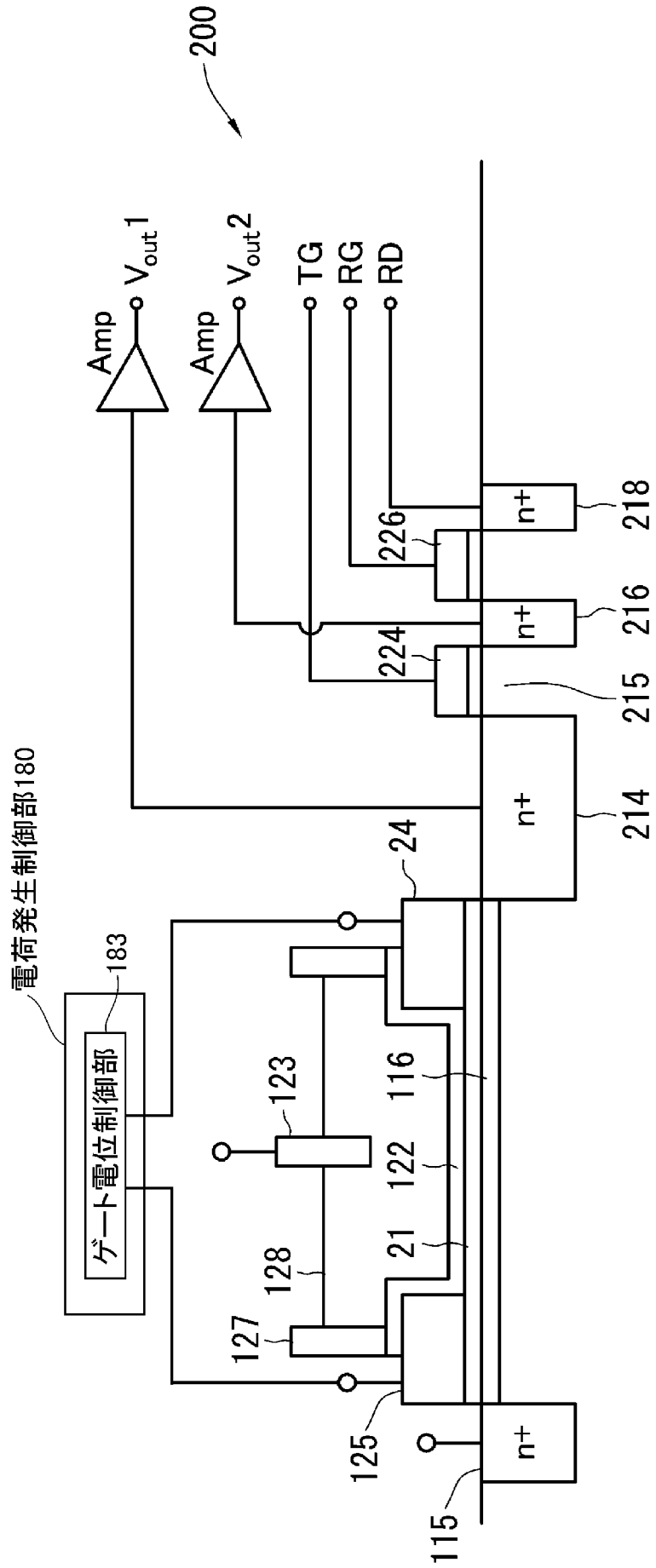
[図9]



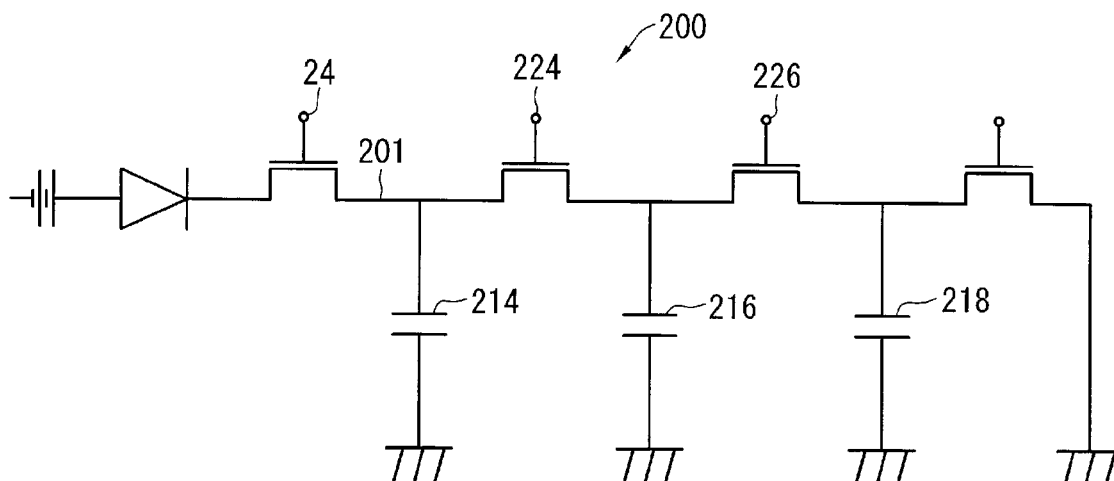
[図10]



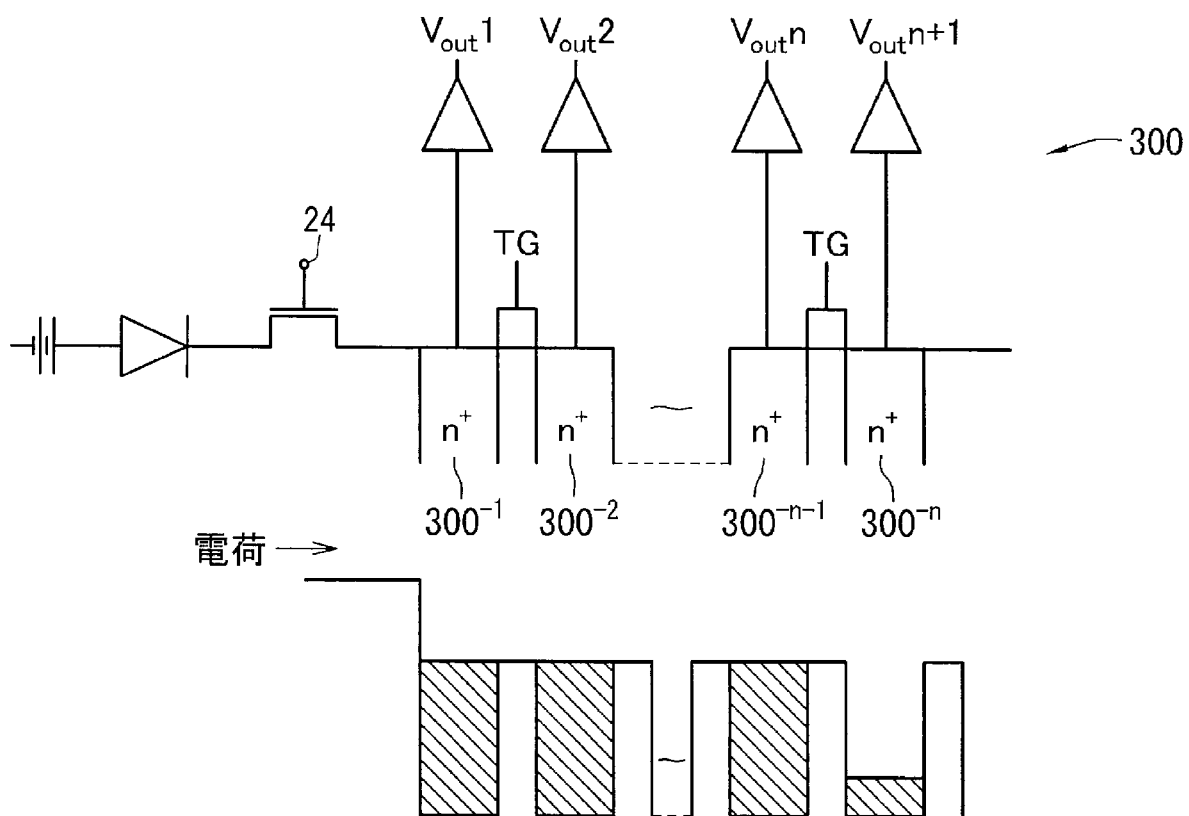
[図11]



[図12]

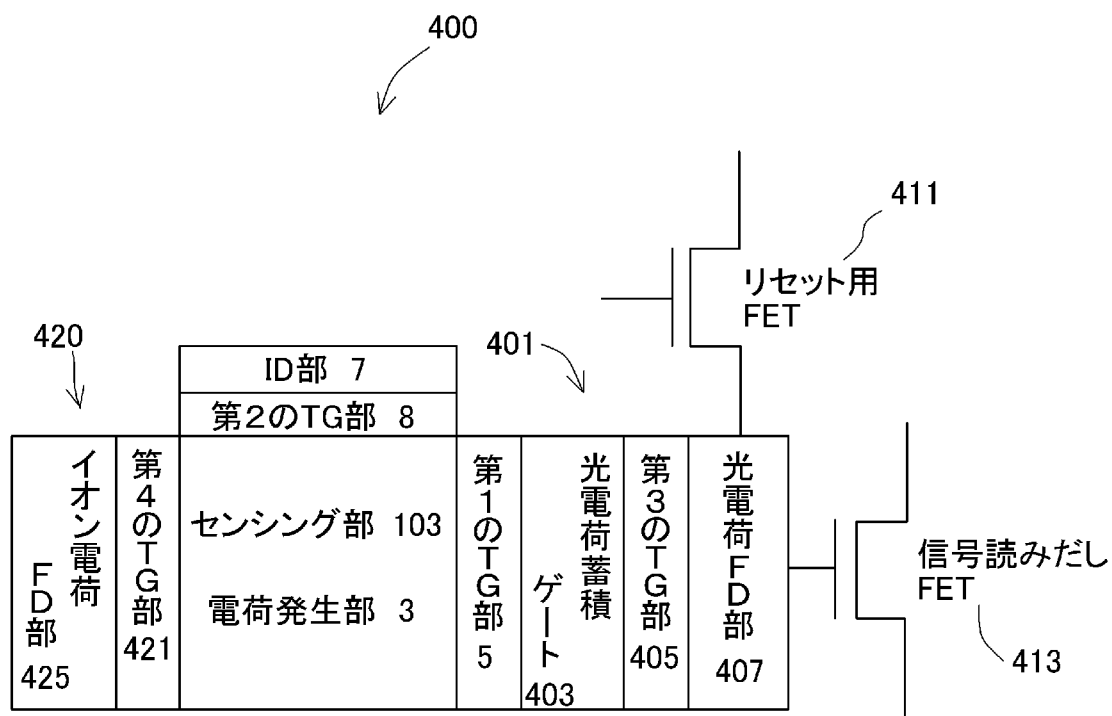


[図13]

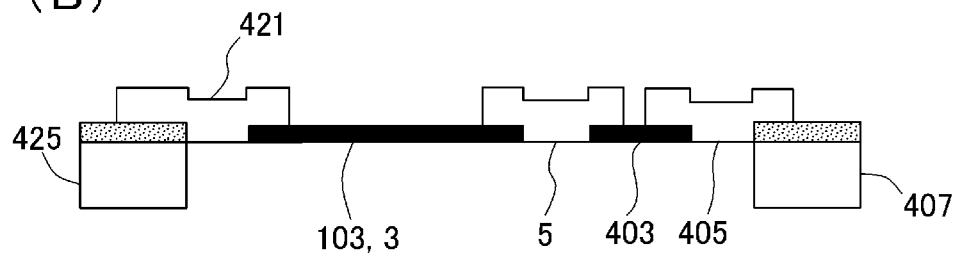


[図14]

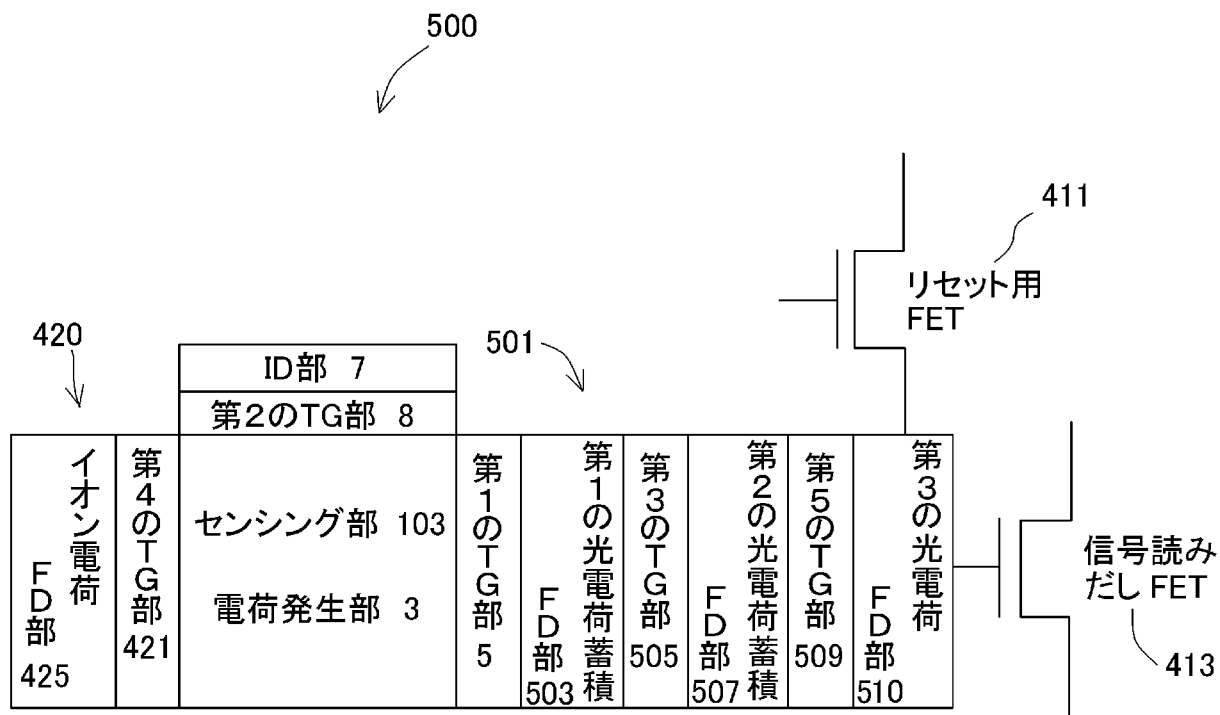
(A)



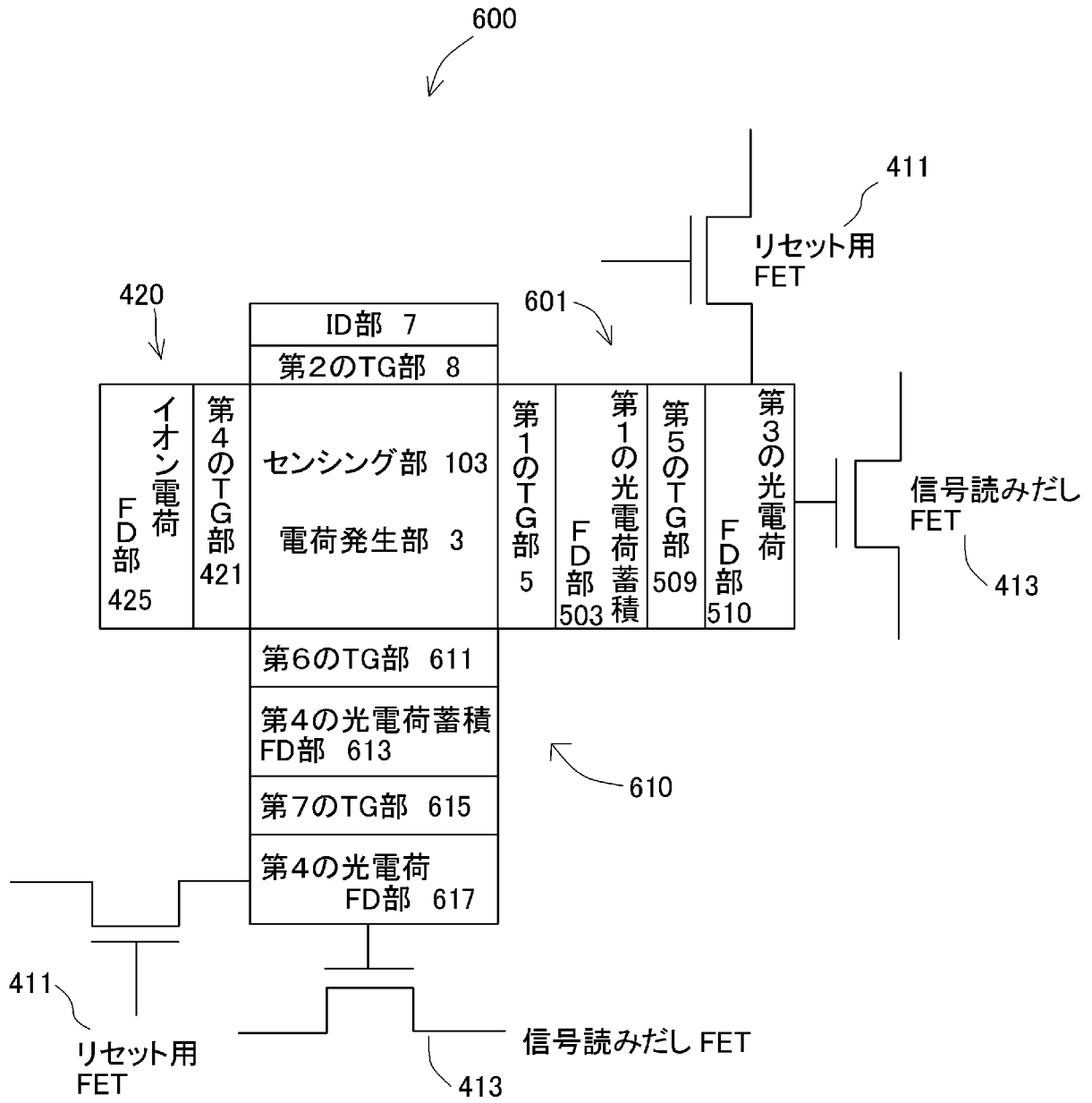
(B)



[図15]



[図16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001917

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>G01J3/02</i> (2006.01) i, <i>G01J3/443</i> (2006.01) i, <i>G01N21/64</i> (2006.01) i, <i>H01L31/10</i> (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) <i>G01J3/00-4/04</i> , <i>G01N21/00-21/74</i> , <i>H01L31/10</i> , <i>H01L27/14</i> , <i>H01L29/76</i> 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 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamII)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	Hirokazu NAKAZAWA et al., "Hikari·pH Yugo Image Sensor no Teian to Seisaku·Hyoka", ITE Technical Report, 14 November 2008 (14.11.2008), vol.32, no.50, pages 9 to 12	1-9 10-12
A	Kazuaki SAWADA, "Ion Image Sensor -Bio Kagaku to LSI no Yugo-", OPTRONICS, 10 October 2008 (10.10.2008), vol.27, no.10, pages 147 to 152	1-12
A	JP 2004-128296 A (Sony Corp.), 22 April 2004 (22.04.2004), fig. 3 (Family: none)	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "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) "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 "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 "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 "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 08 June, 2010 (08.06.10)		Date of mailing of the international search report 22 June, 2010 (22.06.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001917

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 2002-221435 A (Japan Science and Technology Corp.), 09 August 2002 (09.08.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2002-098667 A (Japan Science and Technology Corp.), 05 April 2002 (05.04.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-12
P,X	Hirokazu NAKAZAWA et al., "Progressive-gata pH· Hikari Yugo Image Sensor no Teian", ITE Technical Report, 13 November 2009 (13.11.2009), vol.33, no.49, pages 19 to 22	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001917

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001917

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Document 1: Hirokazu NAKAZAWA et al., "Hikari·pH Yugo Image Sensor no Teian to Seisaku·Hyoka", ITE Technical Report, 14 November 2008 (14.11.2008), vol.32, no.50, pages 9 to 12

Document 1 discloses the invention of an optical sensor having a sensing section wherein electrons are generated and accumulated, a floating diffusion section (FD), a charge injecting section (ID), an input control gate (ICG) which controls the quantity of charges to be injected from the charge injecting section, and a transfer gate section (TG) for transferring the charges to the FD. The inventions in claims 1-9 do not appear to be novel to the invention disclosed in document 1 and does not have a special technical feature.

Judging from the special technical features of the inventions in claims 1-12, the inventions include two inventions linked by each of the following technical features.

The inventions in claims 1-9 not having a special technical feature are classified into the invention group 1.

Invention group 1: The inventions in claims 1-9, 10 and 11

Invention group 2: The inventions in claim 12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01J3/02(2006.01)i, G01J3/443(2006.01)i, G01N21/64(2006.01)i, H01L31/10(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. G01J3/00-4/04, G01N21/00-21/74, H01L31/10, H01L27/14, H01L29/76		
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 1971-2010年 日本国実用新案登録公報 1996-2010年 日本国登録実用新案公報 1994-2010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) JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)		
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
X	中澤寛一、外5名、光・pH融合イメージセンサの提案と製作・評価、映像情報メディア学会技術報告、2008.11.14、第32巻、第50号、第9頁-第12頁	1-9
A		10-12
A	澤田和明、イオンイメージセンサ - バイオ科学とLSIの融合 -、OPTRONICS、2008.10.10、第27巻、第10号、第147頁-第152頁	1-12
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 08.06.2010	国際調査報告の発送日 22.06.2010	
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) 横尾 雅一 電話番号 03-3581-1101 内線 3292	2W 3716

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
A	JP 2004-128296 A (ソニー株式会社) 2004.04.22, 図3 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2002-221435 A (科学技術振興事業団) 2002.08.09, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2002-098667 A (科学技術振興事業団) 2002.04.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-12
P, X	中澤寛一、外2名, プログレッシブ型pH・光融合イメージセンサの提案, 映像情報メディア学会技術報告, 2009.11.13, 第33巻、第49号, 第19頁-第22頁	1-9

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところこの国際調査機関は認めた。

別紙参照。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄 別紙

文献1：中澤寛一、外5名、光・pH融合イメージセンサの提案と製作・評価、映像情報メディア学会技術報告、2008.11.14、第32巻、第50号、第9頁～第12頁

文献1には、電子が発生し蓄積するセンシング部と、フローティングディフュージョン部(FD)と、電荷注入部(ID)と、電荷注入部からの電荷注入量をコントロールする入力コントロールゲート(ICG)と、FDに電荷を転送するためのトランスファーゲート部(TG)とを有する、光センサの発明が記載されており、請求項1～9に係る発明は、文献1に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有さない。

そこで、請求項1～12に係る発明について、特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す各技術的特徴で連関する2の発明が含まれるものと認められる。

なお、特別な技術的特徴を有さない請求項1～9に係る発明は、発明1に区分する。

(発明1) 請求項1～9及び10、11に係る発明。

(発明2) 請求項12に係る発明。