

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5077799号
(P5077799)

(45) 発行日 平成24年11月21日(2012.11.21)

(24) 登録日 平成24年9月7日(2012.9.7)

(51) Int. Cl. F I
GO 1 N 27/00 (2006.01) GO 1 N 27/00 Z
 GO 1 N 27/414 (2006.01) GO 1 N 27/30 3 O 1 X
 GO 1 N 27/30 3 O 1 R

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2008-79306 (P2008-79306)	(73) 特許権者	304027349
(22) 出願日	平成20年3月25日 (2008. 3. 25)		国立大学法人豊橋技術科学大学
(65) 公開番号	特開2009-236502 (P2009-236502A)		愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1
(43) 公開日	平成21年10月15日 (2009.10.15)	(74) 代理人	100095577
審査請求日	平成23年3月25日 (2011. 3. 25)		弁理士 小西 富雅
		(74) 代理人	100100424
			弁理士 中村 知公
		(74) 代理人	100114362
			弁理士 萩野 幹治
		(72) 発明者	澤田 和明
			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
		(72) 発明者	松尾 純一
			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
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 化学・物理現象検出装置及びその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
 前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
 前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
 前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
 前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる、
 化学・物理現象検出装置であって、

前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷蓄積部の第1の電位を検出して保存する手段と、

前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷の供給がなされた状態で、前記電荷転送調節部の電位を調節して、前記センシング部の電荷を前記電荷蓄積部へ転送し、該電荷蓄積部の第2の電位を検出して保存する手段と、

前記第2の電位と前記第1の電位との差を演算し、得られた電位差を出力する手段と、
 を更に備える、ことを特徴とする化学・物理現象検出装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の化学・物理現象検出装置であって、前記化学・物理現象は水素イオン濃度であり、前記センシング部は外部の光に感応して電荷を生成する化学・物理現象検出装置と、

前記センシング部へ入射された光に基づきイメージ信号を出力する光検装置と、
を備えてなる融合型化学・物理現象検出装置。

【請求項 3】

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる
、化学・物理現象検出装置であって、
前記電荷蓄積部をリセットした後の該電荷蓄積部の第 3 の電位を検出して保存する手段 10
と、
前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部か
ら前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷
蓄積部の第 4 の電位を検出して保存する手段と、
前記第 4 の電位と前記第 3 の電位との差を演算して、得られた電位差を第 5 の電位とし
て保存する手段と、
前記第 4 の電位を検出して保存した後、前記電荷蓄積部内の電荷をリセットし、前記電
荷供給部から前記センシング部へ電荷を供給した後であって、前記センシング部から前記
電荷蓄積部へ電荷の転送がされる前に、前記電荷蓄積部の第 6 の電位を検出して保存する
手段と、 20
前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされた後の前記電荷蓄積部の第 7
の電位を検出して保存する手段と、
前記第 7 の電位と、前記第 6 の電位及び前記第 5 の電位の和の電位との差を演算して、
得られた電位差を出力する手段と、を更に備える、ことを特徴とする化学・物理現象検出
装置。

【請求項 4】

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、 30
前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる
、化学・物理現象検出装置の制御方法であって、
前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部か
ら前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、前記電
荷蓄積部の第 1 の電位を検出して保存し、その後、
前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷の供給がなされた状態で、前記電荷転送調
節部の電位を調節して、前記センシング部の電荷を前記電荷蓄積部へ転送して該電荷蓄積
部の第 2 の電位を保存し、
前記第 2 の電位と前記第 1 の電位との差を演算し、得られた電位差を出力する、ことを
特徴とする化学・物理現象検出装置の制御方法。 40

【請求項 5】

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる
、化学・物理現象検出装置の制御方法であって、
前記電荷蓄積部をリセットした後の該電荷蓄積部の第 3 の電位を検出し、
前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部か
ら前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷 50

蓄積部の第 4 の電位を検出して保存し、

前記第 4 の電位と前記第 3 の電位との差を演算して、得られた電位差を第 5 の電位として保存し、

前記第 4 の電位を検出して保存した後、前記電荷蓄積部内の電荷をリセットし、前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷を供給した後であって、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされる前に、前記電荷蓄積部の第 6 の電位を検出して保存し、

前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされた後の前記電荷蓄積部の第 7 の電位を検出して保存し、

前記第 7 の電位と、前記第 6 の電位及び前記第 5 の電位の和の電位との差を演算して、得られた電位差を出力する、ことを特徴とする化学・物理現象検出装置の制御方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は化学・物理現象検出装置及びその制御方法に関する。この発明の化学・物理現象検出装置は例えば pH センサとして好適である。

【背景技術】

【0002】

化学・物理現象検出装置の一例として pH センサを図 1 に示す。

この pH センサ 1 は水溶液の水素イオン濃度に応じてポテンシャルが変化するセンシング部 2 と、このセンシング部 2 へ電荷を供給する電荷供給部 3 と、センシング部 2 と電荷供給部 3 との間に形成される電荷供給調節部 4 と、センシング部 2 から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部 5 と、センシング部 2 と電荷蓄積部 5 との間に形成される電荷転送調節部 6 とを備えている。

20

【0003】

上記において、センシング部 2 は p 型化されたシリコン基板表面からなり、電荷供給部 3 はシリコン基板へ n 型不純物をドーピングして形成される。電荷蓄積部 5 もシリコン基板へ n 型不純物をドーピングして形成される。

センシング部 2 の上にはシリコン酸化膜からなる絶縁膜 7 を介して Si_3N_4 からなる pH 感応膜 8 が積層されている。pH 感応膜 8 の上側には溶液槽が設けられ、参照電極 9 が溶液に浸漬されている。

30

電荷蓄積部 5 は図示しないリセット部に接続されており、

【0004】

かかる構成の pH センサ 1 の動作は図 1 (B) のタイミングチャートで示される。

(T1)

電荷蓄積部 5 の電荷をリセットすると同時に、電荷供給部 3 の電位を電荷供給調節部 4 の電位より低くして、電荷供給部 3 の電荷をセンシング部 2 へ供給する。このとき、電荷転送調節部 6 の電位は低く保たれているので、センシング部 2 のポテンシャル深さに応じた (即ち、溶液の pH の値に応じた) 量の電荷がセンシング部 2 に保存される。

その後、電荷供給部 4 の電位を上げてセンシング部 2 への電荷の供給を止めるとともに、電荷蓄積部 5 のリセットをオフとする。

40

(T4)

この状態で電荷蓄積部 5 の電位を検出する。T1 において電荷蓄積部 5 はリセットされているので、ここで検出された電位は電荷蓄積部 5 のリセットレベルを示す。この第 1 の電位は、差動アンプ 10 に一旦保存される。

【0005】

(T6)

電荷転送調節部 6 の電位をあげることにより、センシング部 2 の電荷を電荷蓄積部 5 へ転送する。図 1 のポテンシャル図はこの状態を示している。

(T10)

センシング部 2 から転送された電荷を蓄積した電荷蓄積部 5 の電位 (第 2 の電位) を検

50

出し、差動アンプ10へ送る。

差動アンプ10は第2の電位と第1の電位との差を演算し、当該電位差を出力信号とする。

【0006】

この発明に関連する技術を開示する文献として、特許文献1～特許文献4を参照されたい。

【特許文献1】特開2002-221435号公報

【特許文献2】特開2002-098667号公報

【特許文献3】特開2004-028723号公報

【特許文献4】特開平11-201775号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記従来のpHセンサは暗所で使用する必要があった。明所で使用をすると、センシング部が光に感応し、pHの値に起因する信号に光の強さに起因する信号が重畳されてしまう。つまり、明所ではpHを正確に測定することができない。

かかる課題は、明所での使用が本来の使用となる融合型光・pH検出装置において顕著となる。この融合型光・pH検出装置は光学イメージとpHイメージを実質的に同時に表示する(特許文献3及び特許文献4参照)。

そこでこの発明は、そのセンシング部が光に感応する累積型化学・物理現象検出装置を明所でも高い精度で使用可能とすることを一つの目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明者らは上記目的を達成すべく鋭意検討を重ねてきた結果、本願発明に想到した。即ち、この発明の第1の局面は次のように規定される。

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、

前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、

前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、

前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、

前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる、化学・物理現象検出装置であって、

30

前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷蓄積部の第1の電位を検出して保存する手段と、

前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷の供給がなされた状態で、前記電荷転送調節部の電位を調節して、前記センシング部の電荷を前記電荷蓄積部へ転送し、該電荷蓄積部の第2の電位を検出して保存する手段と、

前記第2の電位と前記第1の電位との差を演算し、得られた電位差を出力する手段と、を更に備える、ことを特徴とする化学・部対現象検出装置。

【0009】

40

このように規定される第1の局面の発明によれば、電荷供給部からセンシング部へ電荷供給が無い状態で、センシング部から電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように電荷転送調節部の電位が調節され、電荷蓄積部の電位(第1の電位)が検出される。これは、本来の測定対象であるpH等の化学・物理量を測定するに先立ち、当該化学・物理量の影響がない状態(換言すれば、光の影響のみが現れる状態に)において、いわゆる空うちを実行し、光のみの影響によりセンシング部から電荷蓄積部へ転送される電荷量に起因する電位(第1の電位)を予め検出・保存しておくものである。

その後、通常通り化学・物理量を測定(その出力には光の影響が含まれている、第2の電位)し、その測定結果から先に保存しておいた光の影響分を差し引くことにより、化学・物理量を正確に反映した出力信号を得ることができる。

50

【0010】

このように構成された化学・物理現象検出装置は、光の影響が排除されるので、明所においてもそのまま使用でき、高精度な検出を実現できる。かかる検出装置をpHセンサとした場合、当該pHセンサはpHセンサとイメージセンサとが結合された融合型検出装置に好適となる。イメージセンサが稼動するためには光が必要であり、イメージセンサとpHセンサとを実質的に同時に作動させるので、センシング部をpHセンサとして作動させるときにも当該センシング部へ必然的に光が照射されるからである。

【0011】

この発明の第2の局面は当該融合型化学・物理現象検出装置を規定する。即ち、
第1の局面に記載の化学・物理現象検出装置であって、前記化学・物理現象は水素イオン濃度であり、前記センシング部は外部の光に感応して電荷を生成する化学・物理現象検出装置と、

10

前記センシング部へ入射された光に基づきイメージ信号を出力する光検装置と、
を備えてなる融合型化学・物理現象検出装置。

【0012】

化学量若しくは物理量のより正確に検出を実行するため、電荷蓄積層におけるリセット雑音の除去の有効性が特許文献1に説明されている。

この発明の第3の局面は当該リセット雑音を除去しつつ、光の影響も除去することを目的として規定された。即ち、

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、

20

前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、

前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、

前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、

前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる、化学・物理現象検出装置であって、

前記電荷蓄積部をリセットした後の該電荷蓄積部の第3の電位を検出して保存する手段と、

前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷蓄積部の第4の電位を検出して保存する手段と、

30

前記第4の電位と前記第3の電位との差を演算して、得られた電位差を第5の電位として保存する手段と、

前記第4の電位を検出して保存した後、前記電荷蓄積部内の電荷をリセットし、前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷を供給した後であって、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされる前に、前記電荷蓄積部の第6の電位を検出して保存する手段と、

前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされた後の前記電荷蓄積部の第7の電位を検出して保存する手段と、

前記第7の電位と、前記第6の電位及び前記第5の電位の和の電位との差を演算して、得られた電位差を出力する手段と、を更に備える、ことを特徴とする化学・物理現象検出装置。

40

【0013】

このように規定された第3の局面の化学・物理現象検出装置によれば、第4の電位と第3の電位の差を演算することにより、電荷蓄積層におけるリセット電位と光の影響により転送された電荷による電位との差(第5の電位)が、化学・物理量を検出する毎に前もって特定される。

従って、通常通り化学・物理量を測定(その出力には光の影響が含まれている、第7の電位-第6の電位)し、その測定結果から先に特定しておいた第5の電位を差し引くことにより、光の影響が排除できるとともに、リセット電位の変動による影響を排除できる。よって、化学・物理量を正確に反映した出力信号が得られる。

50

【 0 0 1 4 】

この発明の第 4 の局面は次のように規定される。

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる

、化学・物理現象検出装置の制御方法であって、

前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、前記電荷蓄積部の第 1 の電位を検出して保存し、その後、

前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷の供給がなされた状態で、前記電荷転送調節部の電位を調節して、前記センシング部の電荷を前記電荷蓄積部へ転送して該電荷蓄積部の第 2 の電位を保存し、

前記第 2 の電位と前記第 1 の電位との差を演算し、得られた電位差を出力する、ことを特徴とする化学・部対現象検出装置の制御方法。

このように規定される第 4 の局面の発明によれば、第 1 の局面の発明と同様の効果が得られる。

【 0 0 1 5 】

この発明の第 5 の局面は次のように規定される。

化学・物理現象に対応してポテンシャルが変化するセンシング部と、
前記センシング部へ電荷を供給する電荷供給部と、
前記センシング部と前記電荷供給部との間に形成される電荷供給調節部と、
前記センシング部から転送された電荷を蓄積する電荷蓄積部と、
前記センシング部と前記電荷蓄積部との間に形成される電荷転送調節部とを備えてなる

、化学・物理現象検出装置の制御方法であって、

前記電荷蓄積部をリセットした後の該電荷蓄積部の第 3 の電位を検出し、

前記電荷供給部から前記センシング部への電荷供給が無い状態で、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷が転送可能なように前記電荷転送調節部の電位を調節し、該電荷蓄積部の第 4 の電位を検出して保存し、

前記第 4 の電位と前記第 3 の電位との差を演算して、得られた電位差を第 5 の電位として保存し、

前記第 4 の電位を検出して保存した後、前記電荷蓄積部内の電荷をリセットし、前記電荷供給部から前記センシング部へ電荷を供給した後であって、前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされる前に、前記電荷蓄積部の第 6 の電位を検出して保存し、

前記センシング部から前記電荷蓄積部へ電荷の転送がされた後の前記電荷蓄積部の第 7 の電位を検出して保存し、

前記第 7 の電位と、前記第 6 の電位及び前記第 5 の電位の和の電位との差を演算して、得られた電位差を出力する、ことを特徴とする化学・物理現象検出装置の制御方法。

このように規定される第 5 の局面の発明によれば、第 3 の局面の発明と同様の効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

以下、この発明の実施例について説明する。実施例の pH センサの構成は従来例のそれ（図 1（A）参照）と同一であるので、その説明は省略する。

従来例と実施例の違いはそのデータのサンプリングのタイミングにある。実施例のタイミングチャートを図 2 に示す。

なお、図示しないコントローラが備えられ、このコントローラにより各要素へ所定の電位が所定のタイミングで印加され、また、スイッチング素子を開平して電荷のリセットが行われ、もって図 2 に示すタイミングでのデータサンプリングが実行される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 7 】

(T 1)

電荷蓄積部 5 の電荷をリセットする。このとき、電荷供給部 3 からセンシング部 2 へは何ら電荷は供給されていない。しかしながら、センシング部 2 では光の影響により電荷が生成されている。

(T 2)

電荷転送調節部 6 の電位を上げて、センシング部 2 の電荷を電荷蓄積部 5 へ転送可能な状態とする。既述のように、センシング部 2 には光に起因した電荷が生成されているので、その電荷が電荷蓄積部 5 へ転送されてそこに蓄積する。

(T 4)

電荷蓄積部 5 の電位 (第 1 の電位) を検出する。この第 1 の電位は光の影響により生成された電荷を反映したものである。

【 0 0 1 8 】

(T 5)

電荷蓄積部 5 の電荷をリセットすると同時に、電荷供給部 3 の電位を電荷供給調節部 4 の電位より低くして、電荷供給部 3 の電荷をセンシング部 2 へ供給する。このとき、電荷転送調節部 6 の電位は低く保たれているので、センシング部 2 のポテンシャル深さに応じた (即ち、溶液の pH の値に応じた) 量の電荷がセンシング部 2 に保存される。

その後、電荷供給部 4 の電位を上げてセンシング部 2 への電荷の供給を止めるとともに、電荷蓄積部 5 のリセットをオフとする。

(T 8)

電荷転送調節部 6 の電位をあげることにより、センシング部 2 の電荷を電荷蓄積部 5 へ転送する。このとき転送される電荷には、pH の値に起因するものと光に起因するものとが混在する。

(T 1 0)

センシング部 2 から転送された電荷を蓄積した電荷蓄積部 5 の電位 (第 2 の電位) を検出し、差動アンプ 1 0 へ送る。

差動アンプ 1 0 は第 2 の電位と第 1 の電位との差を演算し、当該電位差を出力信号とする。

ここに、第 2 の電位及び第 1 の電位には共に光の影響分が含まれているので、第 2 の電位から第 1 の電位を減算すれば、当該光の影響が相殺される。これにより、pH の値を精度よく検出できる。

【 0 0 1 9 】

実施例の pH センサのアレイ (3 2 × 3 2 個) を準備して、pH 9 . 1 8 の標準バッファ液に樹脂ピペットの先端を挿入したときの pH センサアレイにより観察された pH 分布 (pH イメージ) を図 3 に示す。当該観察は部屋内で、特に暗所とすることなく、行われた。図 3 (A) は実施例で説明したサンプリングのタイミングを実行したときの pH センサアレイにより得られた画像であり、図 3 (B) は同じ装置を用いて従来例のサンプリングのタイミングを実行したときの pH センサアレイにより得られた画像である。

図 3 の結果から、実施例によれば、検査対象の pH を正確に、かつ感度よく検出できることがわかる。

【 0 0 2 0 】

なお、実施例及び従来例とも pH の計測条件は同じである (下記参照) 。

pH : 9 . 1 8
 光強度 [$\mu\text{W} / \text{cm}^3$] : 0 ~ 3 3 0 (1 0 点)
 光源 : 青色 LED (4 7 0 nm)
 参照電極 V ref [V] : 0 V
 動作周波数 [kHz] : 5

【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

上記の条件を維持して、T 4（実施例及び従来例）のタイミングで得られる電位 V 1（リセット電位を 0 とする）と光の強度との関係を図 4 に示す。図 4（A）からわかるとおり、実施例では光の影響が出力に殆ど関係しないことがわかる。他方、従来例では光が強くなればなるほど光の影響が pH の測定に影響を及ぼすことがわかる。

【 0 0 2 2 】

この発明の他の実施例のサンプリングの方法について、図 5 を参照しながら説明する。なお、pH センサ自体の構成は従来例のそれ（図 1（A）参照）と同一である。なお、この実施例で用いる信号処理回路を図 6 に示した。

（ T 1 ）

電荷蓄積部 5 の電荷をリセットする。このとき、電荷供給部 3 からセンシング部 2 へは何ら電荷は供給されていない。しかしながら、センシング部 2 では光の影響により電荷が生成されている。

（ T 2 ）

電荷蓄積部 5 の電位（第 3 の電位 V 3）を検出する。この第 3 の電位 V 3 はリセットされた直後の電荷蓄積部 5 の基底部の電位（リセット電位）である。このリセット電位は、pH センサの環境温度や他の電子機器の影響により変動することがある。当該第 3 の電位 V 3 は差動アンプ 2 1 へ送られて一旦保存される。

【 0 0 2 3 】

（ T 4 ）

電荷転送調節部 6 の電位を上げて、センシング部 2 の電荷を電荷蓄積部 5 へ転送可能な状態とする。既述のように、センシング部 2 には光に起因した電荷が生成されているので、その電荷が電荷蓄積部 5 へ転送されてそこに蓄積する。

（ T 7 ）

電荷蓄積部 5 の電位（第 4 の電位 V 4）を検出する。この第 1 の電位は光の影響により生成された電荷を反映したものである。この第 4 の電位 V 4 を差動アンプ 2 1 へ送り、当該第 4 の電位 V 4 と第 3 の電位 V 3 との差をとって、第 5 の電位 V 5 を出力する。この第 5 の電位 V 5 は差動アンプ 2 2 に一旦保存される。

この第 5 の電位 V 5 は、光に起因してセンシング部 2 から電荷蓄積層 5 へ転送された電荷による電位（第 4 の電位 V 4）とリセット電位（第 3 の電位 V 3）との差の絶対値である。

【 0 0 2 4 】

（ T 9 ~ T 1 5 ）

このタイミングは、従来例のタイミング（図 1 参照）と同一である。

即ち、（ T 9 ）

電荷蓄積部 5 の電荷をリセットすると同時に、電荷供給部 3 の電位を電荷供給調節部 4 の電位より低くして、電荷供給部 3 の電荷をセンシング部 2 へ供給する。このとき、電荷転送調節部 6 の電位は低く保たれているので、センシング部 2 のポテンシャル深さに応じた（即ち、溶液の pH の値に応じた）量の電荷がセンシング部 2 に保存される。

その後、電荷供給部 4 の電位を上げてセンシング部 2 への電荷の供給を止めるとともに、電荷蓄積部 5 のリセットをオフとする。

（ T 1 1 ）

この状態で電荷蓄積部 5 の電位（第 6 の電位 V 6）を検出する。T 1 において電荷蓄積部 5 はリセットされているので、ここで検出された電位 V 6 は電荷蓄積部 5 のリセットレベルを示す。この第 6 の電位 V 6 は、差動アンプ 2 2 に一旦保存される。

【 0 0 2 5 】

（ T 1 3 ）

電荷転送調節部 6 の電位をあげることにより、センシング部 2 の電荷を電荷蓄積部 5 へ転送する。

（ T 1 5 ）

センシング部 2 から転送された電荷を蓄積した電荷蓄積部 5 の電位（第 7 の電位）を検

10

20

30

40

50

出し、差動アンプ 22 へ送る。この第 7 の電位には測定対象である pH の他にセンシング部 2 へ照射した光の影響が含まれている。

差動アンプ 22 は第 7 の電位 V_7 と、第 6 の電位 V_6 及び第 5 の電位 V_5 の和との差をとり（即ち、 $V_7 - (V_6 + V_5)$ を演算する）、当該電位差を出力信号とする。

この出力においては、光の影響による電位とリセット電位との差が予め求められているので（ T_7 ）、光の影響による電位（電位差）の絶対値が特定される。従って、後の測定において（ $T_9 \sim T_{15}$ ）においてリセット電位に変動があったとしても、差動アンプ 22 において光の影響分のみを正確に除去できる。

これにより、より正確な pH センシングが可能となる。

【0026】

この発明は、上記発明の実施の形態及び実施例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。

上記の実施例では、計測対象の化学・物理現象の例として水素イオン濃度を採り上げているが、他にも磁気その他の現象を計測対象とすることができる。また、電荷井戸として $n+$ を用いているので、電荷の対象は電子となるが、半導体基板の材料及び不純物の導電型を調整することにより、正孔を電荷として取り扱うこともできる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図 1】従来例の pH センサの構成（図 1（A））とそのデータサンプリングのタイミングチャート（図 1（B））である。

【図 2】この発明の実施例のデータサンプリングのタイミングチャートである。

【図 3】実施例のデータサンプリングのタイミングを実行したときの pH イメージ（図 3（A））と従来例のタイミングを実行したときの pH イメージ（図 3（B））とを示す。

【図 4】光の強さとそれによる出力電圧の影響を示すグラフであり、図 4（A）は実施例のデータサンプリングのタイミングを実行したとき、図 4（B）は従来例のサンプリングを実行したときの結果を示す。

【図 5】他の実施例のデータサンプリングのタイミングチャートである。

【図 6】図 5 の実施例のデータサンプリングのタイミングを実行するとき用いられる信号処理回路である。

【符号の説明】

【0028】

- 1 pH センサ（化学・物理現象検出装置）
- 2 センシング部
- 3 電荷供給部
- 4 電荷供給調節部
- 5 電荷蓄積部
- 6 電荷転送調節部
- 7 絶縁膜
- 8 pH 感応膜

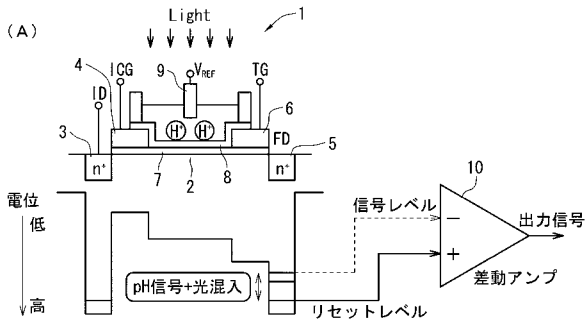
10

20

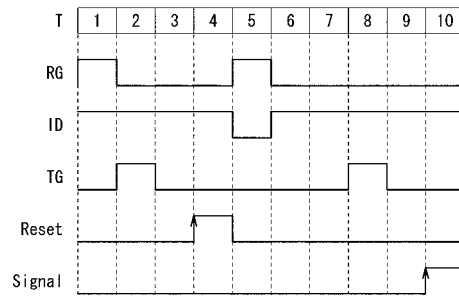
30

40

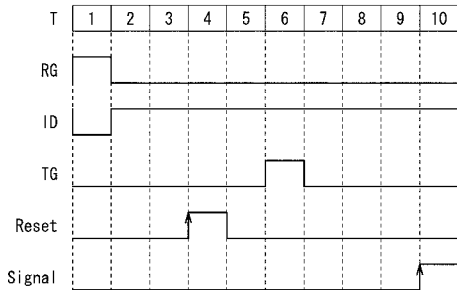
【図1】



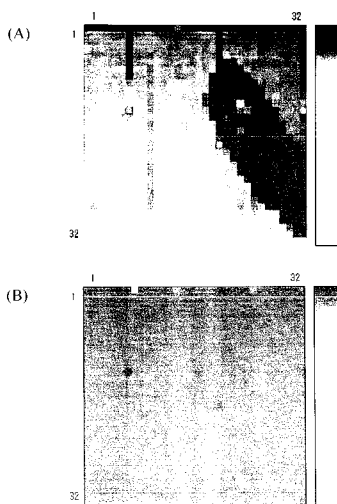
【図2】



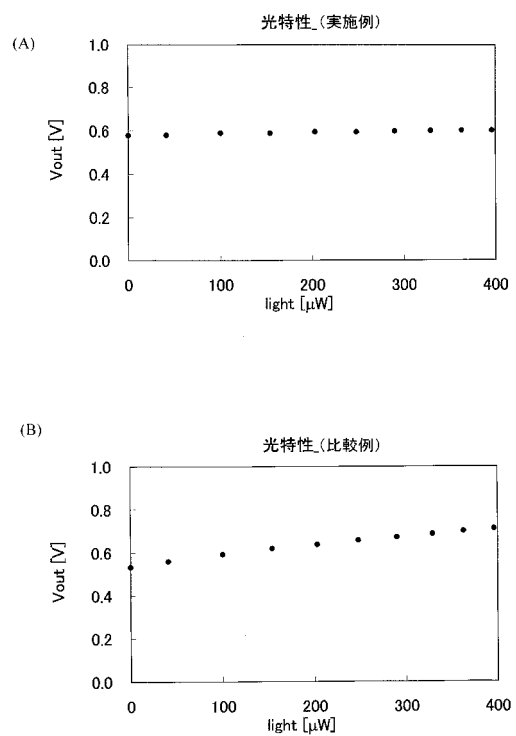
(B)



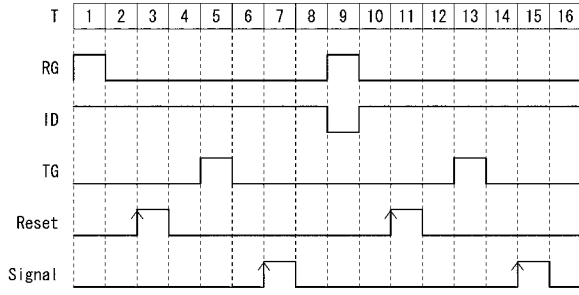
【図3】



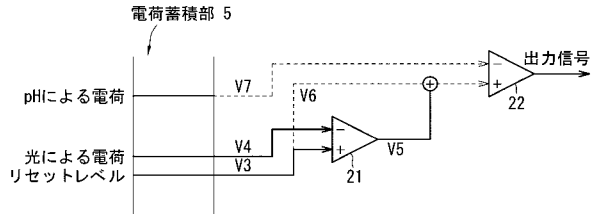
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

審査官 土岐 和雅

- (56)参考文献 特開平11-201775(JP,A)
特開2004-028723(JP,A)
国際公開第2006/095903(WO,A1)
特開2002-221435(JP,A)
特開2002-098667(JP,A)
特開2006-284225(JP,A)
特開2006-189416(JP,A)
特開昭55-129741(JP,A)
特開昭55-129740(JP,A)
特開昭55-129739(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N27/00~27/49, H01L27/14, H04N5/30~5/335
JSTPlus/JMEDPlus/JST7580(JDreamII)