

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年1月8日 (08.01.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/005166 A1

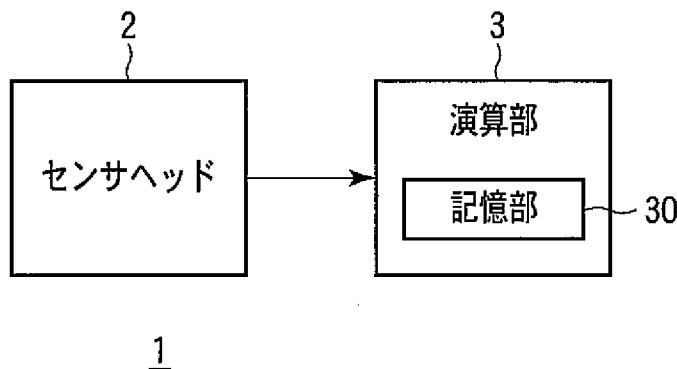
- (51) 国際特許分類:
G01N 27/00 (2006.01) *G01N 37/00* (2006.01)
G01N 27/414 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/062294
- (22) 国際出願日: 2008年7月7日 (07.07.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2007-177687 2007年7月5日 (05.07.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): オリパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村田 克之 (MURATA, Katsuyuki) [JP/JP]. 安宅 龍明 (ATAKA, Tatsuki) [JP/JP].
- (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目12番9号 鈴榮特許総合事務所内 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.

[続葉有]

(54) Title: CNT-FET BIOSENSOR AND PROTEIN OR DNA CONCENTRATION MEASURING METHOD BY USING THE SAME

(54) 発明の名称: CNT-FETバイオセンサ装置及びそれによる蛋白質又はDNAの濃度測定方法

[図1]



2 SENSOR HEAD

3 CALCULATION UNIT

30 STORAGE UNIT

(57) Abstract: A CNT-FET biosensor (1) includes a sensor head (2) formed by a carbon nanotube field effect transistor (CNT-FET) which forms a carbon nanotube (CNT) between a source and a drain; and a calculation unit (3) which calculates a protein or DNA concentration value according to an output value from the sensor head (2) obtained by measuring protein or DNA whose concentration is unknown. The calculation unit (3) includes a storage unit (30) which stores an output value of the sensor head (2) obtained by measuring in advance the protein or the DNA for which only the same output can be obtained for a concentration change. By using the output value stored in the storage unit (30), the output value of the sensor head (2) is calibrated so as to calculate the concentration value of the protein or the DNA.

(57) 要約: CNT-FETバイ

オセンサ装置1は、ソースドレイン間にカーボンナノチューブ(CNT)を形成したカーボンナノチューブ電界効果トランジスタ(CNT-FET)でなるセンサヘッド2と、濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定して得られた上記センサヘッド2の出力値から上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算する演算部3とを備える。上記演算部3は、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の上記蛋白質又はDNAを予め測定して得られた上記センサヘッド2の出力値を記憶する記憶部30を備え、上記記憶部30に記憶された出力値を用いて、上記センサヘッド2の出力値を校正して、上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算する。

WO 2009/005166 A1



(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, 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:
— 国際調査報告書

明 細 書

CNT-FETバイオセンサ装置及びそれによる蛋白質又はDNAの濃度測定方法

技術分野

[0001] 本発明は、カーボンナノチューブ電界効果トランジスタ(以下、CNT-FETと略記する)をセンサヘッドとして使用するCNT-FETバイオセンサ装置、及び、それによる蛋白質又はDNAの濃度測定方法に関する。

背景技術

[0002] カーボンナノチューブは、S. Iijima、Nature Vol.354 p.56 (1991)に示すように1991年に発見されたものである。近年、そのようなカーボンナノチューブに代表されるナノカーボン材料には、様々な応用が期待されている。

[0003] 例えば、電位窓が広いことを利用して、チャネル部分にナノ炭素材料を用いたFETは、トランジスタのゲート部分に付着した蛋白質やDNAを検知するバイオセンサ装置のセンサヘッドとしての応用が期待されている。チャネルに用いる炭素材料は、ナノカーボン、とくにカーボンナノチューブやカーボンナノワイヤが有望である。

[0004] そのようなバイオセンサ装置のセンサヘッドは、例えば、特開2004-347532号公報に開示されている。

[0005] しかしながら、チャネルをカーボンナノチューブで構成するCNT-FETは、設計性がないため、バイオセンサ装置のセンサヘッドに用いても、例えば図3Aに示すように、製造した個々の素子によって測定値がばらついてしまう。

[0006] ここで、図3Aは、同一構造の3個のCNT-FET(素子A1, A2, A3)をPSA(豚血清アルブミン)の濃度を測定するCNT-FETバイオセンサ装置のセンサヘッドとして用いた場合の特性図である。横軸はPSA濃度、縦軸はドレイン電流の変化量(ΔI)をそれぞれ表している。

[0007] 同一構造であれば、同一濃度のPSAを測定したならば同一のドレイン電流変化量が得られるべきであるのに、同図に示すように、素子によってばらつきが出てしまう。

[0008] このようにばらつく理由は、カーボンナノチューブを製造するときに制御が出来ない

ことにある。

- [0009] 例えば、図8Aに示すように、CNT-FET100のソース101ードレイン102間に繋がるカーボンナノチューブ(CNT)103が真っ直ぐでなかったり、図8Bに示すように、ソース101ードレイン102間に複数のカーボンナノチューブ103が繋がったりしてしまう。この他にも、素子によって性質の違うカーボンナノチューブ103が繋がってしまう(カイラリティが異なるチューブが繋がってしまう)ことがある。
- [0010] 測定値がばらつかないようにするためには、ソース101ードレイン102間の決まった位置に、真っ直ぐなカーボンナノチューブ103を、決まった本数で正確に繋げる必要があり、更に、カーボンナノチューブ103のカイラリティを制御しなければならない。
- [0011] しかしながら、現在の技術では、位置制御、本数制御、方向制御(真っ直ぐ繋げる)は、何れもかなり困難である(方向制御に関してはサファイア上で成功例有り)。また、カイラリティの制御については、殆ど不可能である。
- [0012] このように、CNT-FETのばらつきを抑えるのは困難であり、個々の素子で測定値がばらつくのでは実用的なバイオセンサのセンサヘッドとして利用することは出来ない。従って、製品として安定したバイオセンサ装置を提供することが出来ない。

発明の開示

- [0013] 本発明は、上記の点に鑑みてなされたもので、センサヘッドを構成する個々のCNT-FETにばらつきが有っても、ばらつきのない測定値が得られるCNT-FETバイオセンサ装置及びそれによる蛋白質又はDNAの濃度測定方法を提供することを目的とする。
- [0014] 本発明の一態様によれば、蛋白質又はDNAを測定するCNT-FETバイオセンサ装置において、
- ソースードレイン間にカーボンナノチューブを形成したカーボンナノチューブ電界効果トランジスタでなるセンサヘッドと、
- 濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定して得られた上記センサヘッドの出力値から上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算する演算部と、
- を具備し、
- 上記演算部は、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の上記蛋白質

又はDNAを予め測定して得られた上記センサヘッドの出力値を記憶する記憶部を備え、上記記憶部に記憶された出力値を用いて、上記センサヘッドの出力値を校正して、上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算することを特徴とするCNT-FETバイオセンサ装置が提供される。

- [0015] また、本発明の別の態様によれば、ソースドレイン間にカーボンナノチューブを形成したカーボンナノチューブ電界効果トランジスタでなるセンサヘッドを用いたCNT-FETバイオセンサ装置で蛋白質又はDNAの濃度を測定する方法において、
- 予め、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の上記蛋白質又はDNAを測定して、得られた上記センサヘッドの出力値を記憶しておくステップと、
- 上記センサヘッドを洗浄後、濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定するステップと、
- 、
- 該測定によって得られた上記センサヘッドの出力値を、上記予め記憶しておいた出力値を用いて校正するステップと、
- 該校正した出力値により上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算するステップと、
- を含むことを特徴とするCNT-FETバイオセンサ装置による蛋白質又はDNAの濃度測定方法が提供される。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1]図1は、本発明の一実施例に係るCNT-FETバイオセンサ装置の構成を示す図である。
- [図2]図2は、CNT-FETの構成を示す図である。
- [図3A]図3Aは、同一構造CNT-FETでの素子毎のばらつきを説明する特性図である。
- [図3B]図3Bは、 ΔI_{st} の測定結果を示す図である。
- [図3C]図3Cは、校正結果を説明するための特性図である。
- [図4A]図4Aは、本発明の一実施例に係るCNT-FETバイオセンサ装置による蛋白質又はDNAの濃度測定方法における前測定のフローチャートを示す図である。
- [図4B]図4Bは、本測定のフローチャートを示す図である。
- [図5]図5は、別構造のCNT-FETの構成を示す図である。

[図6]図6は、更に別の構造のCNT-FETの構成を示す図である。

[図7A]図7Aは、3種4個のCNT-FETでの素子毎のばらつきを説明する特性図である。

[図7B]図7Bは、 ΔI_{st} の測定結果を示す図である。

[図7C]図7Cは、校正結果を説明するための特性図である。

[図8A]図8Aは、素子毎のばらつきの原因を説明するための従来のCNT-FETの構造を示す図である。

[図8B]図8Bは、従来のCNT-FETの別の構造を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0017] 以下、本発明を実施するための最良の形態を図面を参照して説明する。

[0018] 図1に示すように、本発明の一実施例に係るCNT-FETバイオセンサ装置1は、センサヘッド2と、該センサヘッド2の出力値からPSAの濃度値を演算して出力する演算部3とから構成される。そして、演算部3は、メモリ等の記憶部30を備えている。本一実施例は、PSAの濃度を測定する装置である。

[0019] 上記センサヘッド2は、例えば、図2に示すような構造のCNT-FET20Aで構成されている。ここで、図2中の(A)はCNT-FET20Aの断面図であり、(B)はCNT-FET20Aの上面図である。

[0020] 即ち、このCNT-FET20Aは、シリコン基板21上に構築されたシリカ(酸化膜)22上にCNT23が形成され、該CNT23の両端にソース24及びドレイン25が形成されている。シリコン基板21の裏面には、バックゲート26が形成されている。また、上記CNT23、ソース24、ドレイン25上に絶縁膜27が形成され、更にその上を防水膜28で覆っている。そして、センシングエリアとしてCNT23に対応させて、防水膜28にゲート窓29が開けられている。

[0021] このような構成のCNT-FET20Aでは、ゲート窓29に電荷を持つ物質が吸着すると、その電荷によりソース24ードレイン25間を流れる電流値が変化する。

[0022] 従って、このようなCNT-FET20AをPSAが溶解された溶液中に浸すと、該溶液中のPSAの濃度に応じてソース24ードレイン25間を流れる電流値が変化する。従って、演算部3は、ドレイン電流の変化量を検出して、その変化量に基づいてPSAの濃

度を演算することが出来る。

[0023] ここで、選択的にPSAのみを吸着するように、ゲート窓29には、アンチPSAを固定しておくことが好ましい。

[0024] 前述したように、このような構成のCNT-FET20Aでは、CNT23の位置、本数、方向、及びカイラリティの制御が行えないため、図3Aに示すように、製造した個々の素子によって特性がばらついてしまう。

[0025] 本発明者を含む研究グループは、PSA等の蛋白質のこのような構造のセンサヘッド2へのPSAの吸着が、Langmuir式

$$C/\Delta I = C/\Delta I_{st} + 1/\Delta I_{st} K_{eq}$$

で表されることを発見し、発表している(J. Phys. Chem. C, vol.111, No.24, 2007, p.8 667-8670)。なおここで、Cはセンシングする蛋白質(例えばPSA)の濃度、 ΔI はドレイン電流の変化、 ΔI_{st} はセンシングする蛋白質がセンサヘッド2上に飽和したときの ΔI 、即ち、極めて高濃度の蛋白質溶液をセンシングしたときの ΔI 、 K_{eq} は蛋白質のセンサヘッド2上への吸着の強さである。

[0026] そして、本発明者は、更に、この蛋白質の吸着がLangmuir式で表されることに着目し、これを用いればセンサヘッド2の校正が可能となるのではないかと知見を得た。即ち、素子の構造とセンシングする蛋白質の種類が同じであれば、 K_{eq} は同じ値となり、 ΔI を ΔI_{st} で規格化すれば簡単に校正が出来るのではないかと考えた。

[0027] 図3Bは、上記3個のCNT-FET20A(素子A1, A2, A3)の ΔI_{st} の測定結果を示す図である。

[0028] このような ΔI_{st} の測定結果により校正すると、即ち、

$$\Delta I = \Delta I_{st} / I_{st}$$

の演算を行い、各素子のPSA濃度値に対する電流変化量 ΔI をプロットし直すと、図3Aの特性図は、図3Cに示すような特性図に書き替えることが出来る。

[0029] このように、簡単に校正を行うことが出来、このため、素子が違っても定量性が確保されることが判明した。

[0030] そこで、演算部3に記憶部30を設け、予め上記 ΔI_{st} を測定して記憶しておく。そして、実際の測定時には、その記憶した ΔI_{st} の値を用いて校正を行う。こうすることで

、センサヘッド2を構成する個々のCNT-FET20Aにばらつきがあっても、ばらつきのない測定値が得られるCNT-FETバイオセンサ装置1を提供できる。

[0031] そのため、当該CNT-FETバイオセンサ装置1の工場前、あるいは工場出荷後で実際の測定開始前の任意の時点に、図4Aに示すような前測定を実施する。

[0032] 即ち、まず、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度のPSA溶液にセンサヘッド2を浸す、あるいは、そのようなPSA溶液をセンサヘッド2を構成するCNT-FET20Aのゲート窓29に塗布し、 ΔI_{st} を測定する(ステップS10)。なお、このときのPSA溶液の濃度は、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度であれば、どのような濃度であっても構わない。そして、その測定した ΔI_{st} を演算部3の記憶部30に記憶する(ステップS11)。その後、実際の測定に備えて、センサヘッド2を洗浄しておく(ステップS12)。

[0033] そして、実際の測定に際しては、図4Bに示すような本測定を実施する。

即ち、濃度が未知のPSA溶液にセンサヘッド2を浸す、あるいは、そのようなPSA溶液をセンサヘッド2を構成するCNT-FET20Aのゲート窓29に塗布し、 ΔI を測定する(ステップS20)。そして、演算部3では、その測定した ΔI を、記憶部30に記憶した ΔI_{st} で除算することで、 ΔI の校正を行う(ステップS21)。その後、この校正した ΔI の値を用いてPSAの濃度値を算出し(ステップS22)、その算出した濃度値を出力する(ステップS23)。

[0034] なお、上記ステップS22における濃度値算出は、図3Cに示す特性を演算式として記憶部30に用意しておき、該演算式に校正した ΔI を適用して求める手法を用いるようにしても構わない。あるいは、図3Cに示す特性をルックアップテーブルの形態で記憶部30に用意しておき、該演算式に校正した ΔI に対応する濃度値を読み出す手法を用いるようにしても良い。このように、どのような手法を用いるようにしても構わない。

[0035] 以上のように、本実施例によれば、センサヘッド2を構成する個々のCNT-FET20Aにばらつきがあっても、校正することで、ばらつきのない測定値が得られるようになる。

[0036] なお、本発明者は、別構造のCNT-FETによるセンサヘッド2でも確認実験を行

った。

- [0037] 図5中の(A)及び(B)は別構造のCNT-FET20Bの断面図及び上面図である。このCNT-FET20Bは、図2に示したCNT-FET20Aにおいて、ゲート窓29に金属トップゲート40を設けたものである。
- [0038] また、図6中の(A)及び(B)は更に別構造のCNT-FET20Cの断面図及び上面図である。このCNT-FET20Cは、図5に示したCNT-FET20Bにおいて、金属トップゲート40を広面積化したものである。
- [0039] 図7Aは、上記3種類の4個のCNT-FET20A(素子A1, A2)、20B(素子B)、20C(素子C)をPSAの濃度を測定するCNT-FETバイオセンサ装置のセンサヘッド2として用いた場合の特性図である。
- [0040] 図7Bは、上記4個のCNT-FET20A(素子A1, A2)、20B(素子B)、20C(素子C)の ΔI_{st} の測定結果を示す図である。
- [0041] 図7Cは、上記4個のCNT-FET20A(素子A1, A2)、20B(素子B)、20C(素子C)の校正した ΔI のPSA濃度に対する特性図である。
- [0042] このように、素子構造が異なると、校正結果には若干の違いが見られる。従って、実際の製品化の際には、上記ステップS22における濃度値算出は、素子構造に応じた演算を行うように構成することが必要である。しかしながら、同一構造であれば素子が違ってても定量性が確保されることは確認された。
- [0043] 以上、実施例に基づいて本発明を説明したが、本発明は上述した実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内で種々の変形や応用が可能なことは勿論である。
- [0044] 例えば、測定対象はPSAに限定されるものではなく、他の蛋白質、あるいはDNAの測定を行う場合にも、本発明は同様に適用可能である。
- [0045] また、CNT-FETの構造についても、CNT-FET20A, 20B, 20C以外の構造のものであっても、本発明は同様に適用可能である。

請求の範囲

- [1] 蛋白質又はDNAを測定するCNT-FETバイオセンサ装置(1)において、
ソース(24)ードレイン(25)間にカーボンナノチューブ(23)を形成したカーボンナノチューブ電界効果トランジスタ(20A;20B;20C)でなるセンサヘッド(2)と、
濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定して得られた上記センサヘッドの出力値から上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算する演算部(3)と、
を具備し、
上記演算部は、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の上記蛋白質又はDNAを予め測定して得られた上記センサヘッドの出力値を記憶する記憶部(30)を備え、上記記憶部に記憶された出力値を用いて、上記センサヘッドの出力値を校正して、上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算することを特徴とするCNT-FETバイオセンサ装置。
- [2] 上記センサヘッドの出力値は、上記カーボンナノチューブ電界トランジスタのドレイン電流の変化値であり、
上記濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定した際の電流の変化値を ΔI 、上記濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の蛋白質又はDNAを測定した際の電流の変化値を ΔI_{st} としたとき、上記演算部は、
$$\Delta I / \Delta I_{st}$$

の演算結果に対応する濃度値を求めることを特徴とする請求項1に記載のCNT-FETバイオセンサ装置。
- [3] ソース(24)ードレイン(25)間にカーボンナノチューブ(23)を形成したカーボンナノチューブ電界効果トランジスタ(20A;20B;20C)でなるセンサヘッド(2)を用いたCNT-FETバイオセンサ装置(1)で蛋白質又はDNAの濃度を測定する方法において、
予め、濃度の変化に対して同一出力しか得られない濃度の上記蛋白質又はDNAを測定して、得られた上記センサヘッドの出力値を記憶しておくステップ(S10, S11)と、
上記センサヘッドを洗浄後、濃度が未知の蛋白質又はDNAを測定するステップ(S

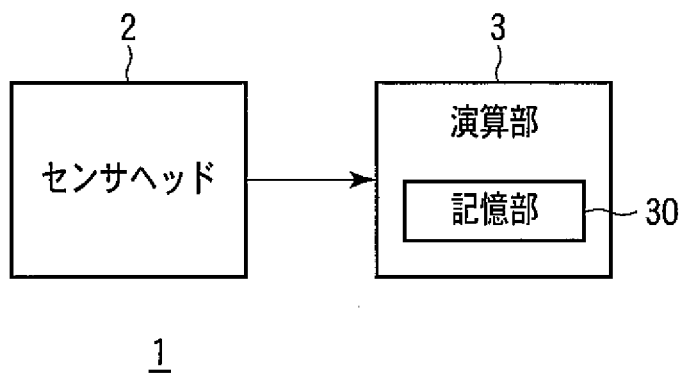
12)と、

該測定によって得られた上記センサヘッドの出力値を、上記予め記憶しておいた出力値を用いて校正するステップ(S20)と、

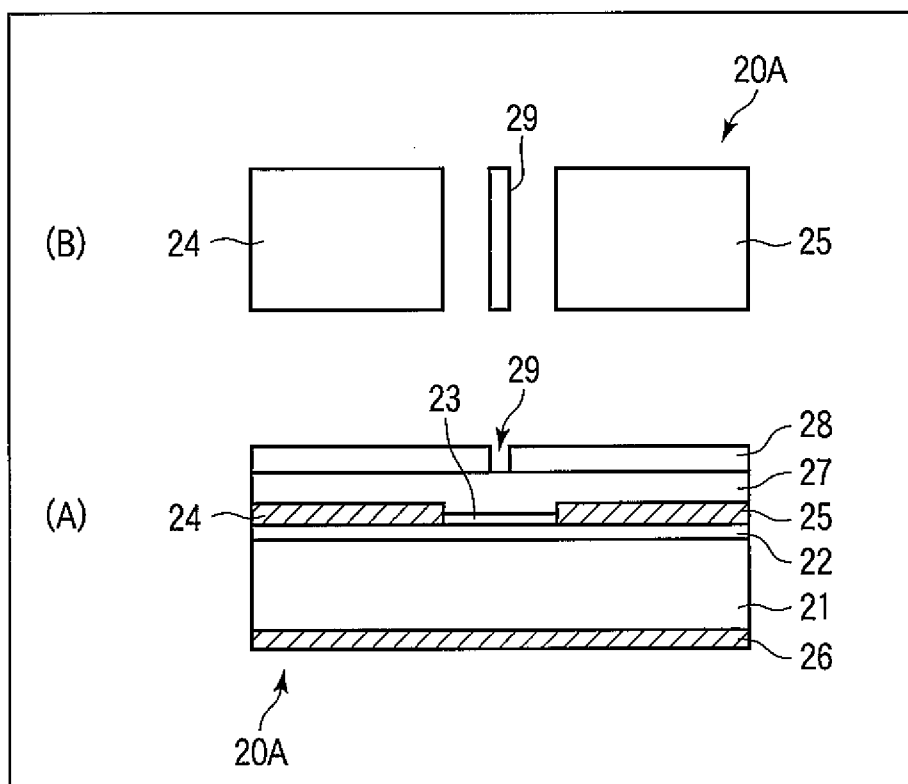
該校正した出力値により上記蛋白質又はDNAの濃度値を演算するステップ(S21)と、

を含むことを特徴とするCNT-FETバイオセンサ装置による蛋白質又はDNAの濃度測定方法。

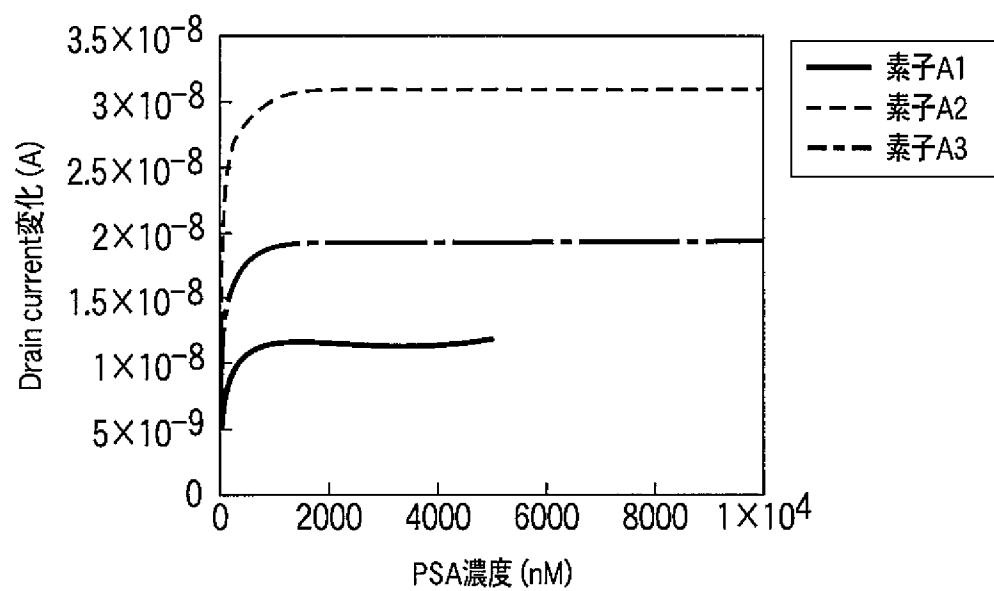
[図1]



[図2]



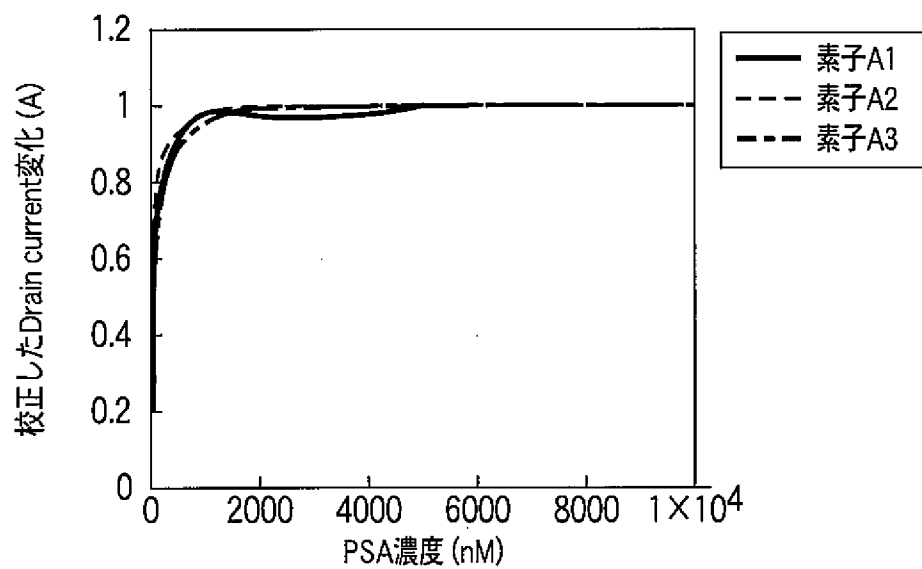
[図3A]



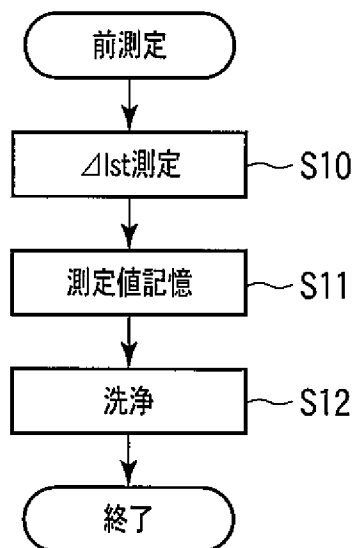
[図3B]

	ΔI_{st} (nA)
素子A	11.83
素子B	30.96
素子C	19.11

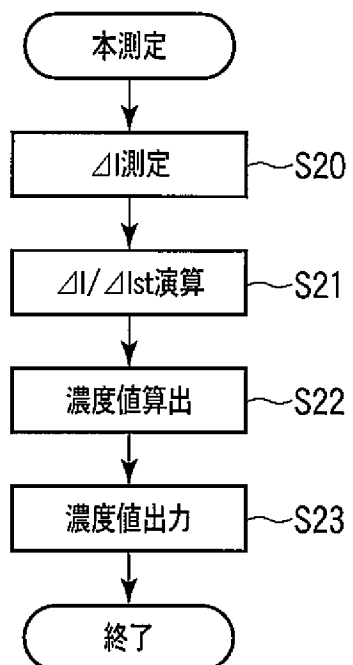
[図3C]



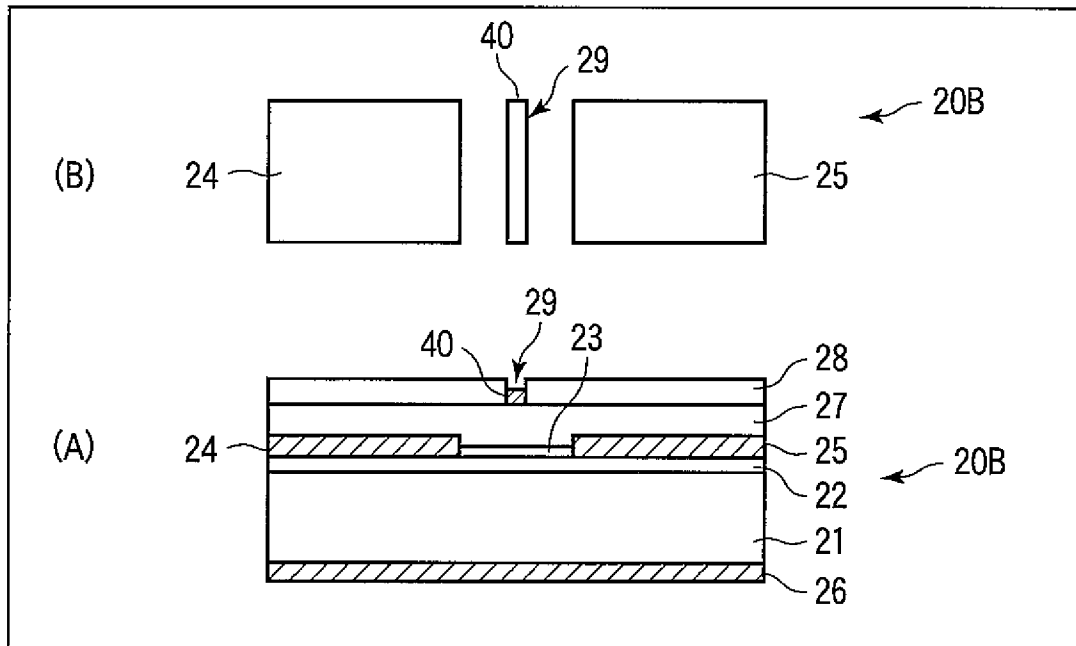
[図4A]



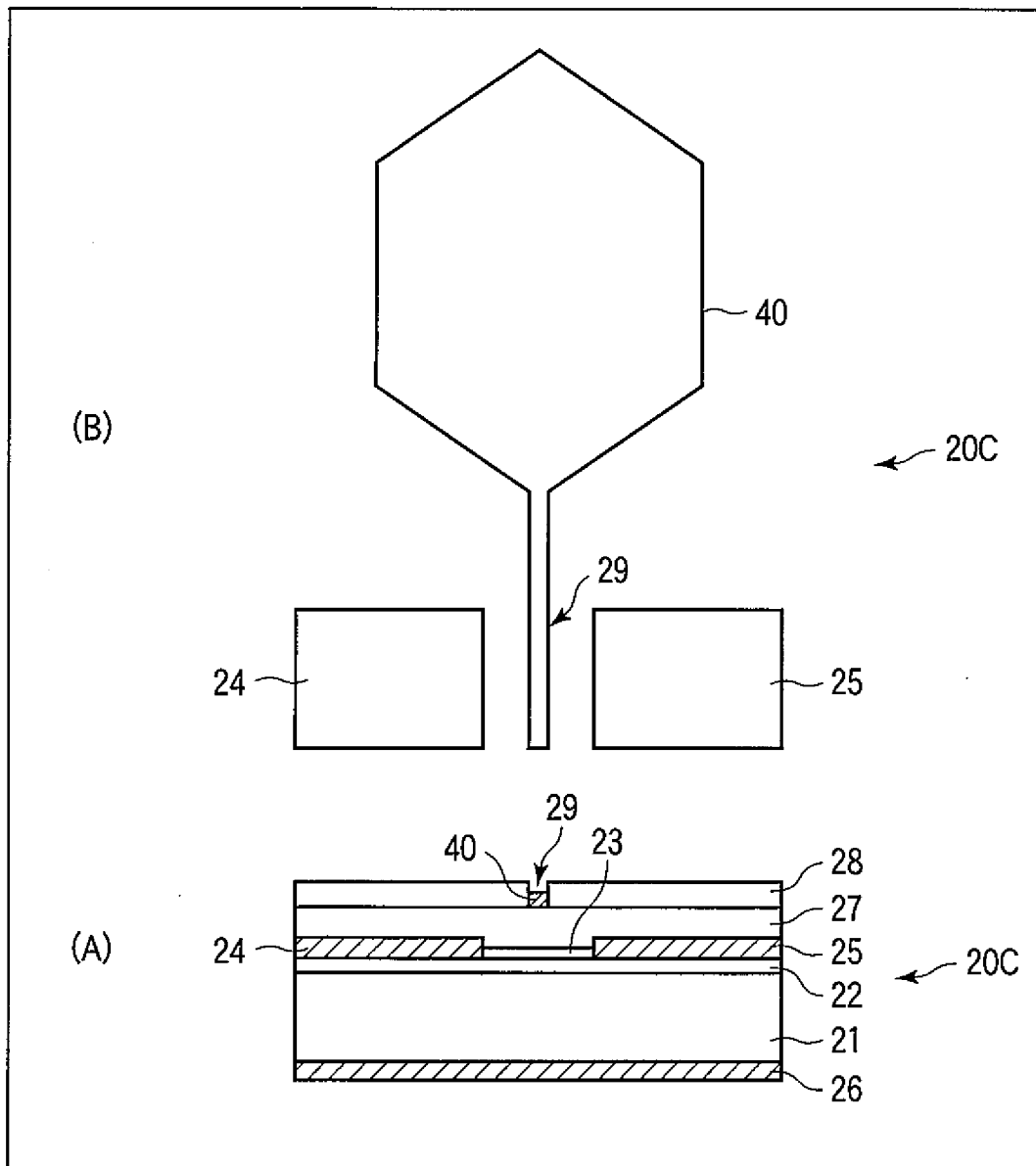
[図4B]



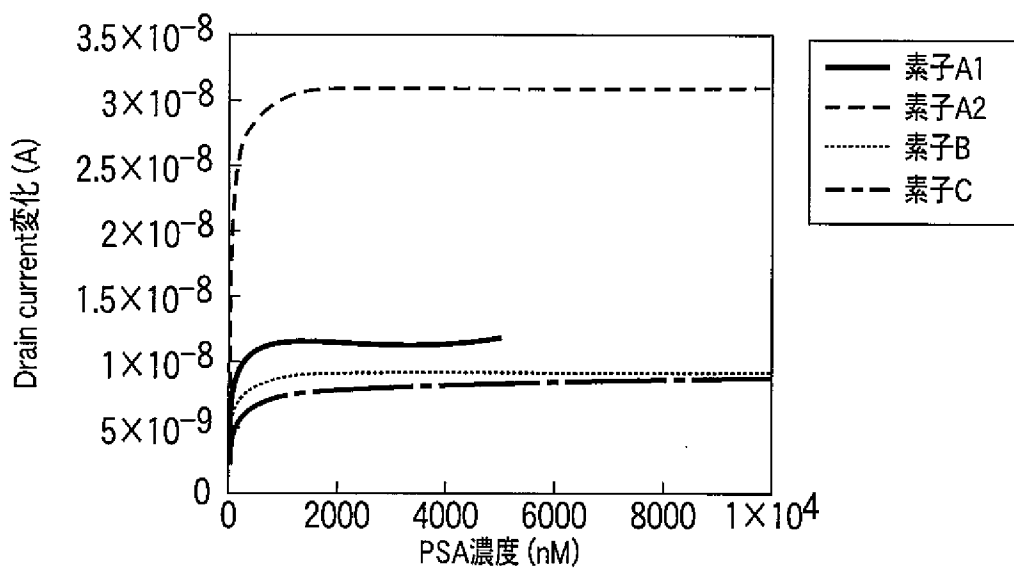
[図5]



[図6]



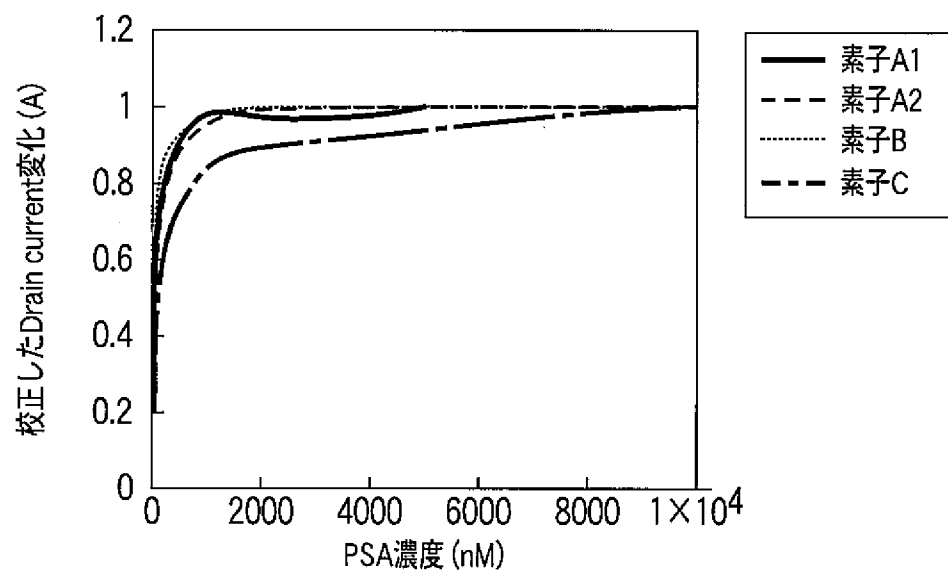
[図7A]



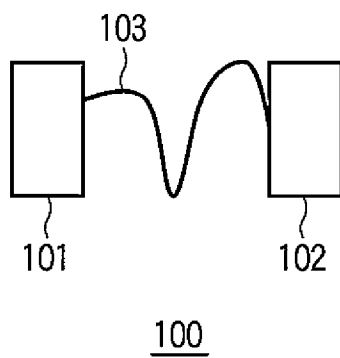
[図7B]

	ΔI_{st} (nA)
素子A	11.83
素子B	30.96
素子X	9.26
素子Y	8.90

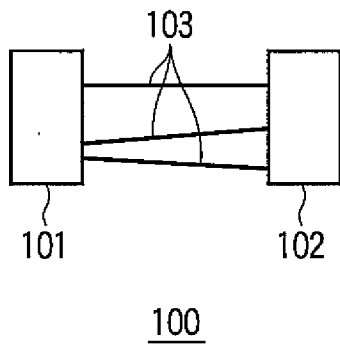
[図7C]



[図8A]



[図8B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062294

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N27/00(2006.01) i, G01N27/414(2006.01) i, G01N37/00(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)

G01N27/00-27/49

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 1996-2008

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008

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

JSTPlus (JDreamII), JST7580 (JDreamII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Masuhiko Abe et al., Quantitative Detection of Protein Using a Top-gate Carbon Nanotube Field Effect Transistor, J. Phys. Chem. C, 2007.05, Vol.111 No.24, pp.8667-8670	1-3
Y	Katsuyuki MURATA et al., "Carbon Nanotube Biosensor no Teiryoka", 87th Annual Meeting on Chemical Society of Japan in Spring (2007) Koen Yokoshu I, 2007.03, page 154	1-3
A	JP 2005-229017 A (Japan Science and Technology Agency), 25 August, 2005 (25.08.05), Full text; all drawings & US 2006/0273356 A1 & EP 1645871 A1 & WO 2004/104568 A1	1-3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ 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
24 September, 2008 (24.09.08)Date of mailing of the international search report
07 October, 2008 (07.10.08)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/062294

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 3-76860 B2 (Sharp Corp.), 06 December, 1991 (06.12.91), Full text; all drawings & US 4849798 A & GB 2160356 A & GB 8512145 A0 & DE 3517590 A	1-3
A	JP 2001-183337 A (NGK Spark Plug Co., Ltd.), 06 July, 2001 (06.07.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-3
P,X	Masuhiko Abe et al., Calibration method for a carbon nanotube field-effect transistor biosensor, Nanotechnology, 2008.01, Vol.19 045505 (4pp), pp.1-4	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01N27/00(2006.01)i, G01N27/414(2006.01)i, G01N37/00(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 (I P C))

Int.Cl. G01N27/00-27/49

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 8 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 8 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 8 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(JDreamII), 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 請求の範囲の番号
Y	Masuhiko Abe et al., Quantitative Detection of Protein Using a Top-gate Carbon Nanotube Field Effect Transistor, J. Phys. Chem. C, 2007.05, Vol.111 No.24, pp.8667-8670	1-3
Y	村田克之 他, カーボンナノチューブバイオセンサーの定量化, 日本化学会第 87 春季年会(2007)講演予稿集 I, 2007.03, pp.154	1-3
A	JP 2005-229017 A (独立行政法人科学技術振興機構) 2005.08.25, 全文、全図 & US 2006/0273356 A1 & EP 1645871 A1 & WO 2004/104568 A1	1-3

☒ 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

の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

2 4 . 0 9 . 2 0 0 8

国際調査報告の発送日

0 7 . 1 0 . 2 0 0 8

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

田中 洋介

2W

3 0 0 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2

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 請求の範囲の番号
A	JP 3-76860 B2 (シヤープ株式会社) 1991. 12. 06, 全文、全図 & US 4849798 A & GB 2160356 A & GB 8512145 A0 & DE 3517590 A	1-3
A	JP 2001-183337 A (日本特殊陶業株式会社) 2001. 07. 06, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
PX	Masuhiko Abe et al., Calibration method for a carbon nanotube field-effect transistor biosensor, Nanotechnology, 2008. 01, Vol. 19 045505 (4pp), pp. 1-4	1-3