

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-64712

(P2013-64712A)

(43) 公開日 平成25年4月11日(2013.4.11)

(51) Int. Cl.		F I	テーマコード (参考)			
GO 1 N	27/02	(2006.01)	GO 1 N	27/02	D	2 G O 6 O
GO 1 N	27/22	(2006.01)	GO 1 N	27/22	C	4 B O 2 9
C 1 2 M	1/34	(2006.01)	C 1 2 M	1/34	A	

審査請求 未請求 請求項の数 7 書面 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2011-231134 (P2011-231134)	(71) 出願人	506276099 中島 正博 愛知県名古屋市千種区池園町2-4-3
(22) 出願日	平成23年9月16日 (2011.9.16)	(71) 出願人	591240157 福田 敏男 愛知県名古屋市昭和区滝川町122-1-415
		(71) 出願人	510310749 小嶋 勝 愛知県名古屋市緑区篠の風3-252-6-402
		(72) 発明者	中島 正博 愛知県名古屋市千種区池園町2-4-3

最終頁に続く

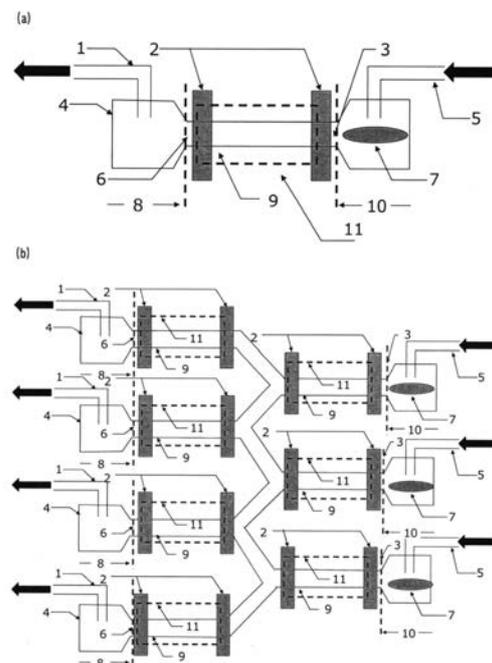
(54) 【発明の名称】 微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイス

(57) 【要約】

【課題】微生物の電気化学的特性を、顕微鏡を用いずに、マイクロチャンネル内で、マイクロチップデバイスにより、低コストで、ポータブルで、省エネルギーで、短時間かつ効率的に、計測・解析するためのマイクロチップデバイスを提供する。

【解決手段】微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスは、マイクロチャンネルにより、溶液を容易かつ迅速に交換することが可能であり、溶液反応に伴う、微生物の電気化学的特性変化を瞬時に取得することができ、物理的・化学的な指標で、微生物の計測をすることが出来る、電気化学的特性の計測センサと、微生物を含む溶液をマイクロチャンネルに導入するための、導入・導出用ポートと、微生物の溶液を置換し、マイクロチャンネル内で微生物の計測を行うことを可能とする、マイクロチャンネルの、いずれかもしくは全てを備えた方法及び装置である。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

微生物の電気化学的特性を、
計測するための電気化学的特性の計測センサと、
微生物を含む溶液を導入するための
導入・導出用ポートと、
微生物を溶液中で操作するための
マイクロチャネルを備え、
前記、微生物の電気化学的特性を、マイクロチャネル内で計測することが出来ることを
特徴とする方法及び装置。

10

【請求項 2】

微生物に生じた電気化学的特性変化を利用したデバイス
例えば、バイオセンサやバイオインジケータなどに応用することを特徴とする方法及
び装置。

【請求項 2】

微生物に生じる、
マイクロチャネルを用いて溶液を交換した際の電気化学的特性変化を、
例えば、ある一定期間にわたり、自動的に計測・記録することが出来ることを特徴とす
る方法及び装置。

20

【請求項 3】

前記、電気化学的特性の計測センサは
物理的・化学的な指標で、
微生物の電気化学的特性を計測することができることを特徴とする請求項 1 記載の電気
化学的特性の計測センサ。

【請求項 4】

前記、導入・導出用ポートは、
微生物を含む溶液をマイクロチャネルに導入するための
例えば、微生物を含む溶液の圧力制御により、微生物をマイクロチャネル内で位置制御
することが出来ることを特徴とする請求項 1 に記載の導入・導出ポート。

30

【請求項 5】

前記マイクロチャネルは
微生物の周囲の溶液を置換し、
マイクロチャネル内で微生物の電気化学的反応及び培養を行うことを可能とすることを
特徴とする請求項 1 に記載のマイクロチャネル。

【請求項 7】

請求項 1、2 のいずれかに 1 項に記載の微生物の電気化学的特性計測用デバイスと、
請求項 1、3、4 のいずれか 1 項に記載の電気化学的特性の計測センサと、
請求項 1、5 のいずれか 1 項に記載の導入・導出ポートと、
請求項 1、3、6 のいずれか 1 項に記載のマイクロチャネルと、
のいずれか、もしくは全てを備え、
前記、微生物の電気化学的特性を計測するための方法及び装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、微生物の電気化学的特性の解析を行うためのマイクロチップデバイスと呼ぶ、
微生物の電気化学的特性を計測するための、マイクロ流体チップデバイスの方法及び装置
に関する。

【0002】

この微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスは、導入・導出ポート、マ
イクロチャネル（微小な流路）、電気化学的特性の計測用センサ、のうち、いずれかもし

50

くは全て、から成る。

【0003】

従来まで、高度な経験と手作業で行ってきた微生物の電気化学的特性を、マイクロチップ内に埋め込んだ電気化学的特性の計測用センサにより、より簡便、短時間、低コストかつ再現性よく計測・記録することができる。

【0004】

また、本デバイスを用いることで、溶液条件や温度条件などによる、微生物の電気化学的特性を計測することが可能となり、バイオセンサやバイオインジケータなどの、微生物を利用したデバイス応用が可能となる。

【0005】

また、特に微生物の電気化学的特性を長時間計測（タイムラプス計測）する際には、本デバイスにより、リアルタイム計測（実時間計測）が可能となるとともに、並列処理化することで、処理の高効率ができる。

【0006】

また、本デバイスにより、小型化可能な装置により、ポータブル化が実現でき、省エネルギーで簡便かつ低コストでの計測が可能となる。

【背景技術】

【0007】

微生物は、そのサイズが小さいため、一般的には、それらを観察するためには、顕微鏡が必要である。

【0008】

また、一方で、マイクロチップと呼ばれる、微細加工技術の進展に伴って、微小な流路を構築し、その中で微生物や細胞などを扱う技術が進展してきた。

【0009】

特許文献1では、細胞、オルガネラ、微生物などの粒子を分離する際に、流路中に2種類以上の液体を流し、液体界面での微粒子の電荷及び親水・疎水性などの違いにより、粒子を分離する方法が提案された。この発明では、微粒子を分離することは述べられているが、微粒子の電気化学的特性の解析については、全く述べていない。

【0010】

特許文献2では、試料水から対象の微生物を選択的かつ精度よく分離して回収することが出来る装置が提案された。この発明では、対象となる微生物を分離することは述べられているが、微生物の電気化学的特性の解析については、全く述べていない。

【0011】

またマイクロチップを用いることで細胞の配列に関する応用が提案されている。

【0012】

特許文献3では、光ピンセット法とマイクロ流路を利用することで、細胞の移動・配列を正確かつ迅速に行う手法が提案された。マイクロ流路内での細胞の操作については、述べられているが、微生物の電気化学的特性の解析については、全く述べていない。

【0013】

またマイクロチップを用いることで細胞の培養についての応用が提案されている。

【0014】

特許文献4では、マイクロチップを用いることで、効率よく、低コストで細胞の培養条件の探索実現できるマイクロチップが提案された。マイクロチップに導入する溶液を置換する方法は用いられているが、細胞の電気化学的特性の解析については、全く述べられていない。

【0015】

またマイクロチップを用いることで細胞アッセイへの応用が提案されている。

【0016】

特許文献5では、培養などの前操作を低減した、汎用性が高いマイクロチップ型のバイオアッセイシステムが提案された。細胞を微細孔に流し込み、被検物質と細胞を接触させ、

10

20

30

40

50

所定時間において、細胞への影響を検出する手法及びキットであるが、細胞の電気化学的特性の検出を対象とはしていない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0017】

【特許文献1】特開2004-154747

【特許文献2】特開2007-089556

【特許文献3】特開2007-330202

【特許文献4】特開2011-030445

【特許文献5】特開2005-046121

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

微生物は、日常生活の身近に存在しているが、そのサイズが非常に小さく、一般には透明度が高いため、それらを同定するためには、一般的に顕微鏡を用いる必要がある。位相差観察、微分干渉観察、蛍光観察、共焦点観察などの機能を有した、生物顕微鏡は比較的高価なシステムであり、また正確かつ詳細な解析を行うためには、専門的な知識及び経験が必要となる。このような顕微鏡のもとで、微生物の電気化学的な特性を計測することは可能であるが、高度かつ専門的な知識と経験が必要となる。

【0019】

微生物は、一般的に、単離することで、容易にある特定の種の微生物を培養することができる。微生物を単離するには、微生物の電気化学的特性が重要な要素となる。

20

【0020】

微生物を用いることで、生物学分野において、生物・細胞システムの解明が行われてきた。生物・細胞システムの反応の一種として、微生物の物理化学的な環境変化、例えば温度、pH、溶液濃度、溶液の内容物などに応じて、微生物の電気化学的特性に変化が生じることが知られており、この電気化学的特性変化を効率的に取得する手法が求められている。

【0021】

生物の有するセンシング機能を利用することで、高感度かつ簡便に、環境中の成分や毒性などを検出する、バイオセンサやバイオインジケータといった応用が注目されており、微生物を用いることで、これらのデバイスを小型化・低コスト化することが求められている。

30

【課題を解決するための手段】

【0022】

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、次なる構成の本発明に想到した。

本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスは、導入・導出用ポート、マイクロチャネル、電気化学的特性の計測用センサ、のうち、いずれかもしくは全て、から構成され、従来まで主に顕微鏡下で計測してきた微生物の電気化学的特性を、マイクロチップ内に埋め込んだ電気化学的特性の計測用センサにより、より簡便、短時間、低コストかつ再現性よく計測・記録することができ、本デバイスを用いることで、溶液による微生物の反応を電気化学的特性から計測することが可能となり、バイオセンサやバイオインジケータなどの、微生物を利用したデバイス応用が可能となる。

40

【0023】

本発明の導入・導出用ポートは、例えば、線虫といった1ミリメートル以下の微生物を含む溶液を、マイクロチャネルに導入するためのポートとして機能する。

【0024】

本発明のマイクロチャネルは、例えば、微生物を含む流体を導入するための微小な流路であり、特に選択的に微生物を計測する際には、マイクロチャネル内の流体を制御すること

50

により、微生物を後述の電気化学的特性の計測用センサへ導くための機能を有する。

【0025】

本発明の電気化学的特性の計測用センサは、微生物の電気化学的特性を計測する機能を有し、例えば、静電容量から電気化学的特性を計測する機構であり、マイクロチャンネル内に導入した単一及び複数の微生物の電気化学的特性を計測・記録する。

【0026】

本発明の電気化学的特性の計測用センサは、請求項1～5のいずれか1項に記載の、微生物を含む溶液を導入するための導入・導出用ポートと、前記の微生物を流体中で制御するためのマイクロチャンネルと前記の微生物の電気化学的特性を計測するための電気化学的特性の計測センサを有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0027】

上記のように構成された装置によれば、顕微鏡を用いずに、微生物の電気化学的特性を効率的かつ低コストに取得することが可能となる。

【0028】

また、マイクロチャンネルを用いることで、微生物の溶液環境を容易かつ迅速に置換することができ、溶液反応に伴う、微生物の電気化学的特性変化を瞬時に取得することができる。

【0029】

また、微生物の電気化学的特性を長時間計測（タイムラプス計測）する際には、マイクロチャンネルに培養液を導入することにより、流路中で微生物を培養することが可能であるため、電気化学的特性計測を自動化することにより、手作業での作業が不要となり、より簡便に計測・記録することが可能となる。

20

【0030】

また、マイクロチャンネル内で微生物の電気化学的特性を計測することにより、溶液を置換した際に起きる微生物の特性変化を、リアルタイム（実時間）で、より正確かつ高精度に計測・記録することが可能となる。

【0031】

また、微生物を用いたバイオセンサやバイオインジケータなどの応用のためには、溶液変化に伴う微生物の電気化学的特性が非常に重要となり、本発明により、これらの応用のためのデバイス化が可能となる。

30

【0032】

また、通常、微生物の電気化学的特性を取得するための顕微鏡観察作業には、比較的高価な顕微鏡と正確に顕微鏡を操作し、またマイクロコンピュータなどを用いた高度かつ専門的な知識及び経験が必要であるが、本発明により微生物の電気化学的特性の解析を自動化することで、初心者でも、容易かつ確実な微生物の電気化学的特性の解析を行うことが出来る。

【0033】

また、本発明により微生物の電気化学的特性の解析を、小型化が可能なマイクロチップを用いることにより、ポータブル化が実現でき、省エネルギーで、簡便かつ低コストで計測が可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【0034】

【図1】図1は、本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの構成を示す。(a)単一のマイクロチャンネル形状、(b)複数のマイクロチャンネル形状、の構成を示す。

【図2】図2は、本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの計測時の構成を示す。(a)単一のマイクロチャンネル形状、(b)テーパ付きマイクロチャンネル形状、(c)段差付きマイクロチャンネル形状、の構成を示す。

【図3】図3は、本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの実

50

施例の構成を示す。

【図4】図4は、本発明の実施例である、微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの、(a)マイクロチャネルのサイズ、(b)電気化学的特性の解析用電極のサイズ、及びマイクロチップの構成を示す。

【図5】図5は、本発明の実施例である、微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスのマイクロチャネル、電気化学的特性の計測用センサ用電極、及び組み立てたマイクロチップの外観写真を示す。

【図6】図6は、本発明の実施例である、線虫を電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスにより計測する際の、(a)実験の模式図、(b)電極の顕微鏡写真、(c)線虫を電気化学的特性の計測用電極内に導入する線虫の顕微鏡写真を示す。

【図7】図7は、本発明の実施例である、線虫を電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスにより、電気化学的特性の計測用センサから得られた、静電容量変化の時間応答として、(a)幼虫期(L2期)、(b)幼虫期(L3期)、(a)幼虫期(L4期)(b)成虫期の結果を示す。

【図8】図8は、本発明の実施例である、電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスを用いて得られた、(a)線虫の幼生期での体積変化と静電容量変化の関係、(b)線虫の幼生期での体積変化と静電容量変化の関係の線形近似、を示す。

【図9】図9は、本発明の実施例である、電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスを用いて得られた、カドミウム溶液中で線虫を培養した際の、(a)培養時間と線虫体積変化、(b)培養時間と静電容量変化、(c)各培養時間における線虫の体積と静電容量変化、を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの構成を図1に示す。マイクロチップデバイスは、微生物を含む溶液を導入するために、マイクロチャネル(9)は、流路導入ポート(5)及び流路導出ポート(1)に接続される。流路導入ポート(5)は流路導入ポートチャンパー(10)から、マイクロチャネル導入ポート(3)に接続される。同様に、流路導出ポート(1)は流路導出ポートチャンパー(8)から、マイクロチャネル導出ポート(6)に接続される。全体として、マイクロチャネル及び流路導入ポート・導出ポートチャンパー(4)となる。マイクロチャネル(9)上には、電気化学的特性の計測用センサ(2)が設置され、流路導入ポート(5)からマイクロチャネル(9)へ導入された微生物(7)を、電気化学的特性の解析部(11)において、電気化学的特性の解析を行うことが出来る。また、図1(b)に示すように、マイクロチップデバイス内に、マイクロチャネル(9)の分岐や複数化、及び計測用センサ(2)の複数化や並列化などを含む。

【0036】

本発明の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの計測時の構成を図2に示す。マイクロチャネル(9)は、マイクロチャネル構造体(12)及び基盤(13)を接着することにより構成される。電気化学的特性の計測用センサ(2)内でマイクロチャネル(9)内にある微生物の電気化学的特性を計測する。また、微生物を固定しやすいように、図2(b)に示すような、テーパ付きマイクロチャネルや、図2(c)に示すような、段差付きマイクロチャネルなどを含む。

【実施例】

【0037】

次に、上記の微生物の電気化学的特性の解析用マイクロチップデバイスの実施例を示す。図3に示すように、流路導入ポート(5)から、微生物として、線虫(16)を含む溶液を導入した。この際に、線虫(16)を含む溶液を、流路導出ポート(1)に接続した、シリジポンプを用いて、流体を制御した。

電気化学的特性を計測するために、Cr/Au電極(14)をマイクロチャネル(9)の中に設置した。また、マイクロチャネルは、テーパ付きマイクロチャネル(17)を用

10

20

30

40

50

いることで、安定して微生物を電気化学的特性の解析部（11）内に導入することができることとした。

【0038】

図4（a）に示すように、マイクロチャネルの形状を設計した。マイクロチャネルの高さは、約50ミクロンである。マイクロチャネル構造体の材質はPDMS（Polydimethylsiloxane）を用いた。

【0039】

図4（b）に示すように、電気化学的特性の解析用電極の形状を設計した。電極の材質は、Cr/Auとした。電極の厚みは、約180ナノメートルである。電極は、石英ガラス基板上に加工した。

10

【0040】

図4（c）に示すように、マイクロチャネルと電極基板を張り合わせることで、マイクロチップを作製した。

【0041】

図5（a）に示すように、実際にマイクロチャネルを作製した。これに、流路導入ポート（5）と流路導出ポート（1）用のチューブ（材質：シリコン、外径：2ミリ、内径：1ミリ）を設置した。

【0042】

図5（b）に示すように、実際に電極を作製した。

【0043】

図5（c）に示すように、実際のマイクロチップを作製した。電極には、配線（18）（材質：銅、線径：ミリ）を導電性ペーストにより接続した。また、マイクロチップは、倒立型生物顕微鏡に設置した。

20

【0044】

図6（a）に示すように、線虫を電極内に導入し、その際の静電容量をCr/Au電極（14）にて計測した。線虫は、I I I I I I I I I Vの位置に導入した。

【0045】

図6（b）に示すように、実際のマイクロチャネルの顕微鏡にて観察した結果、テーパ付きマイクロチャネル（17）とCr/Au電極（14）を確認することが出来た。

【0046】

図6（c）に示すように、実際に線虫は、I I I I I I I I I Vの位置に導入した。

30

【0047】

図7（a）に示すように、線虫（幼虫期、L2期）の線虫を、I I I I I I I I I Vの位置に導入した際の静電容量変化の時間応答から、線虫を導入することで静電容量の減少（差分：約 1.9 ± 0.2 pF）を確認した。

【0048】

図7（b）に示すように、線虫（幼虫期、L3期）の線虫を、I I I I I I I I I Vの位置に導入した際の静電容量変化の時間応答から、線虫を導入することで静電容量の減少（差分：約 3.2 ± 0.7 pF）を確認した。

40

【0049】

図7（c）に示すように、線虫（幼虫期、L4期）の線虫を、I I I I I I I I I Vの位置に導入した際の静電容量変化の時間応答から、線虫を導入することで静電容量の減少（差分：約 9.4 ± 3.3 pF）を確認した。

【0050】

図7（d）に示すように、線虫（成虫期）の線虫を、I I I I I I I I I Vの位置に導入した際の静電容量変化の時間応答から、線虫を導入することで静電容量の減少（差分：約 14.7 ± 0.8 pF）を確認した。

【0051】

図8（a）に示すように、各線虫の幼生期に応じて、線虫の体積に応じて静電容量が変化

50

していることを確認した。線虫の体積は、顕微鏡画像より算出した。

【0052】

図8(b)に示すように、線虫の体積変化に対して、静電容量の変化は、線形(約 $4.3 \times 10^{-2} \text{ pF} / 10^3 \mu\text{m}^3$)変化することを確認した。線虫の体積は、顕微鏡画像より算出した。

【0053】

図9(a)に示すように、カドミウム溶液(0wt%、1wt%、10wt%)中で線虫を培養した際の、培養時間と体積を示す。カドミウムを含む溶液では、線虫の成長が阻害され、線虫の体積が培養時間に対して、変化量が減少していることを確認した。

【0054】

図9(b)に示すように、カドミウム溶液(0wt%、1wt%、10wt%)中で線虫を培養した際の、培養時間と静電容量変化を示す。カドミウムを含む溶液では、線虫の静電容量変化率が減少していることを確認した。

【0055】

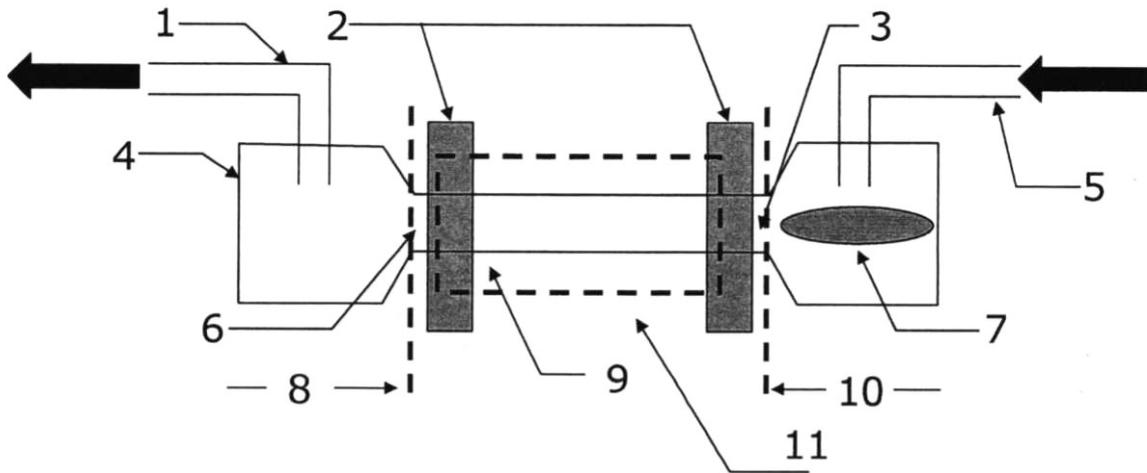
図9(c)に示すように、カドミウム溶液(0wt%、1wt%、10wt%)中で線虫を培養した際の、線虫の体積と静電容量変化の関係から、これらの関係が線形(約 $5.9 \times 10^{-3} \text{ pF} / 10^3 \mu\text{m}^3$)変化することを確認した。

【符号の説明】

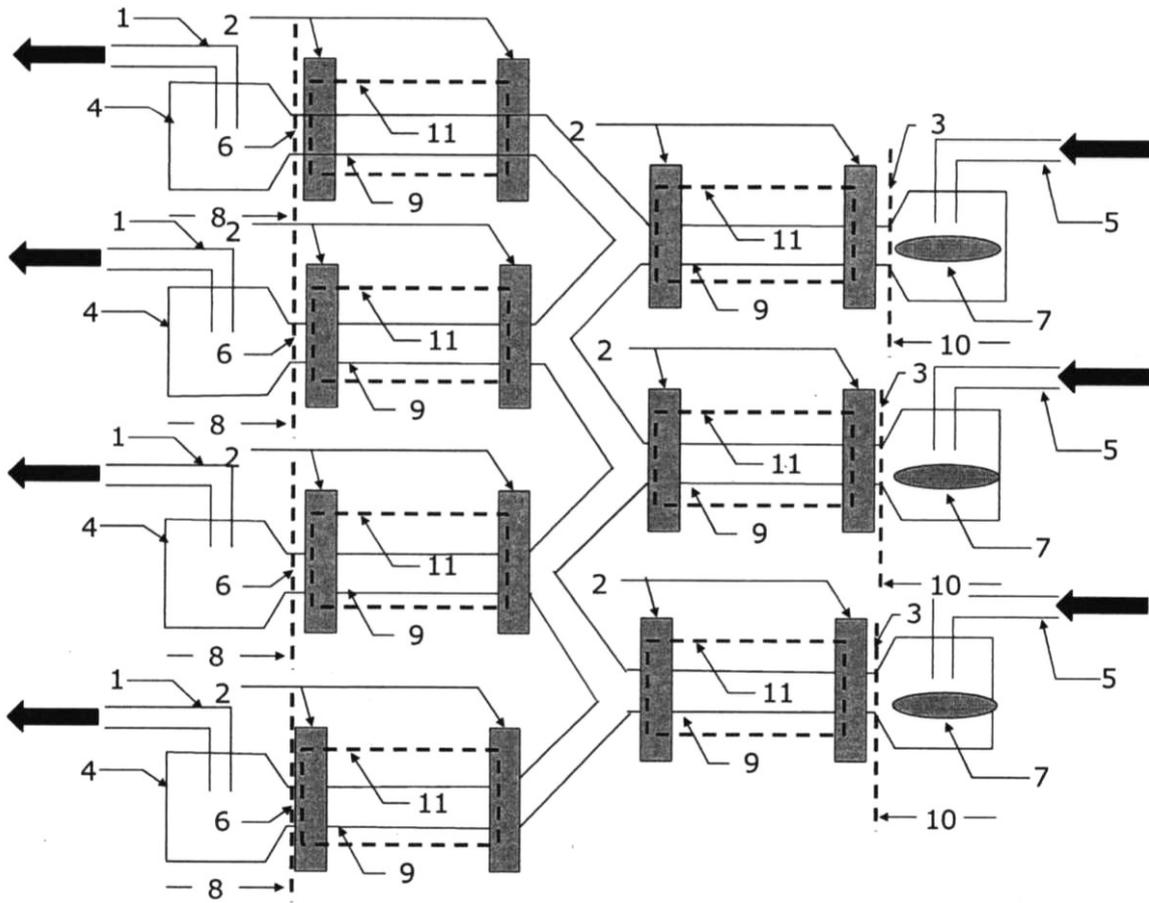
- | | | |
|----|------------------------------|----|
| 1 | 流路導出ポート | |
| 2 | 電気化学的特性の計測センサ | 20 |
| 3 | マイクロチャネル導入ポート | |
| 4 | マイクロチャネル及び流路導入ポート・導出ポートチャンバー | |
| 5 | 流路導入ポート | |
| 6 | マイクロチャネル導出ポート | |
| 7 | 微生物 | |
| 8 | 流路導出ポートチャンバー | |
| 9 | マイクロチャネル | |
| 10 | 流路導入ポートチャンバー | |
| 11 | 電気化学的特性の解析部 | |
| 12 | マイクロチャネル構造体 | 30 |
| 13 | 基板 | |
| 14 | Cr/Au電極 | |
| 15 | シリンジポンプ | |
| 16 | 線虫 | |
| 17 | テーパ付きマイクロチャネル | |
| 18 | 配線 | |
| 19 | 静電容量計測部 | |

【図1】

(a)

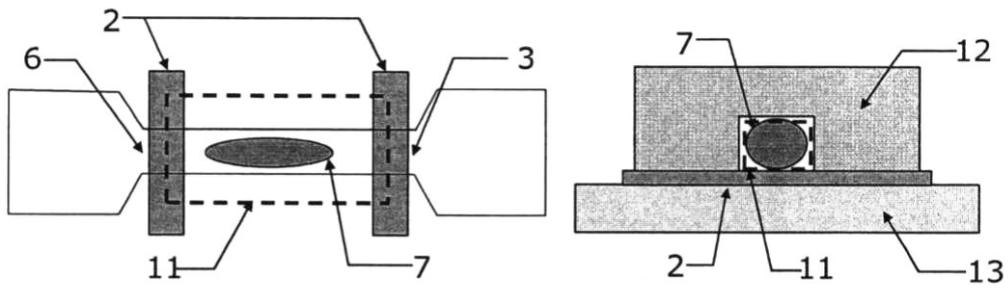


(b)

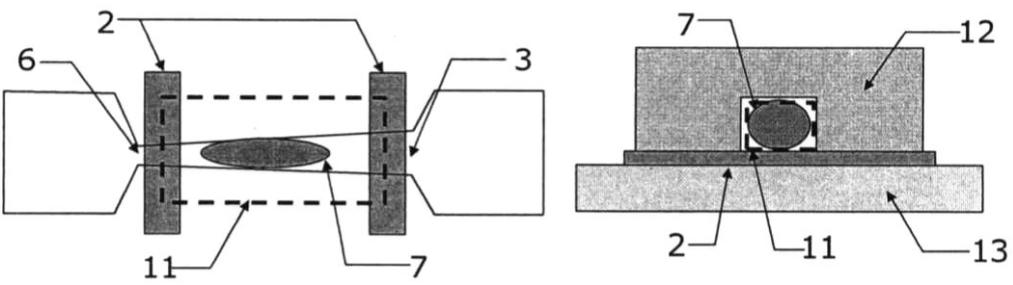


【図2】

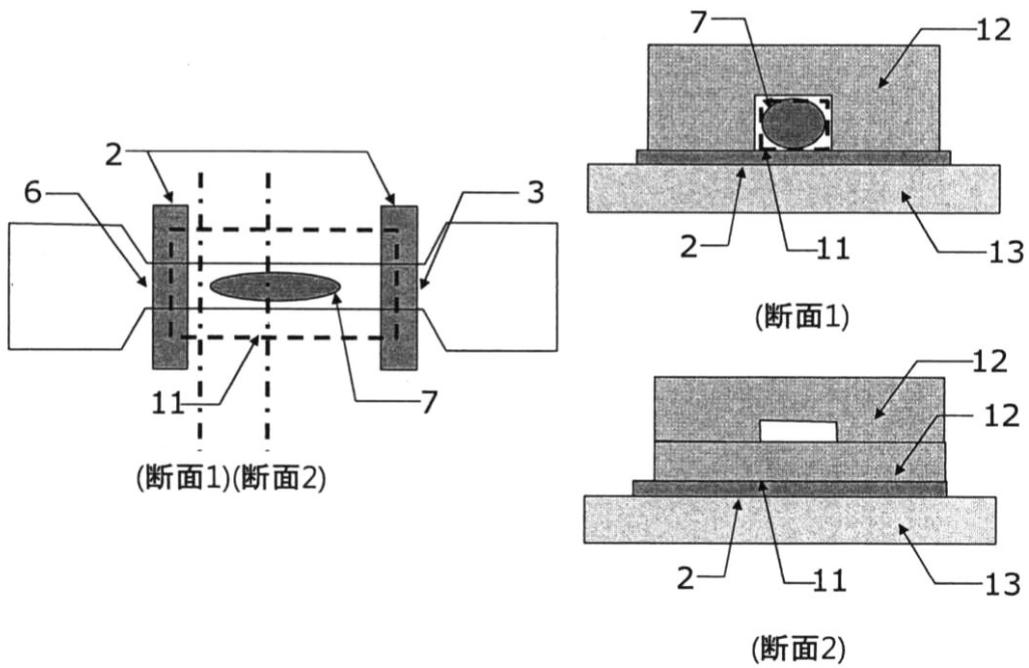
(a)



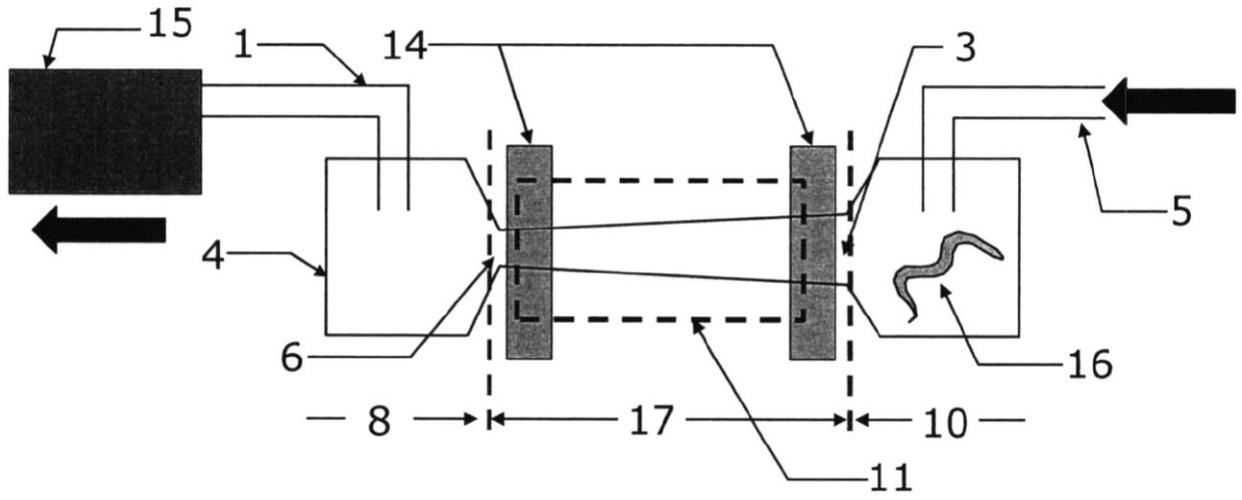
(b)



(c)

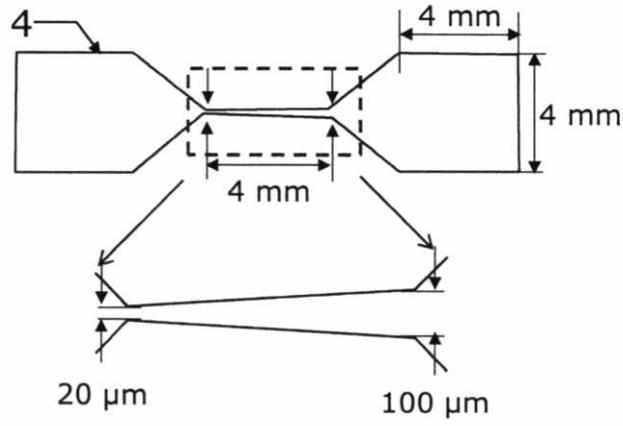


【 図 3 】

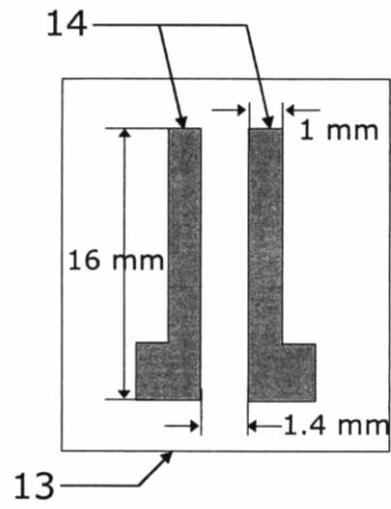


【 図 4 】

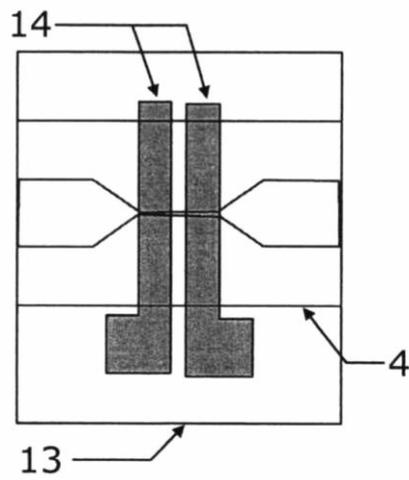
(a)



(b)

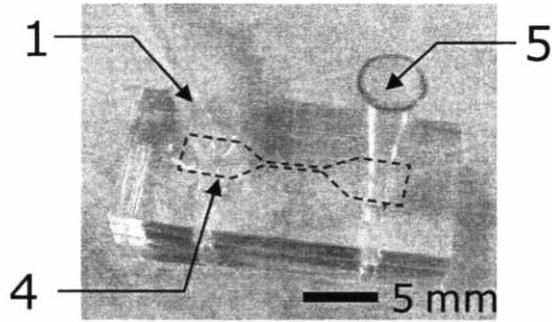


(c)

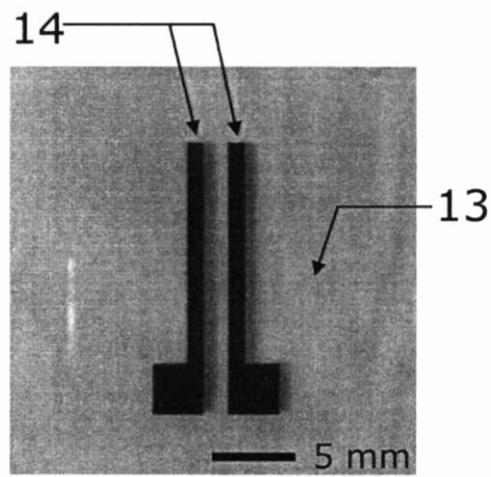


【 図 5 】

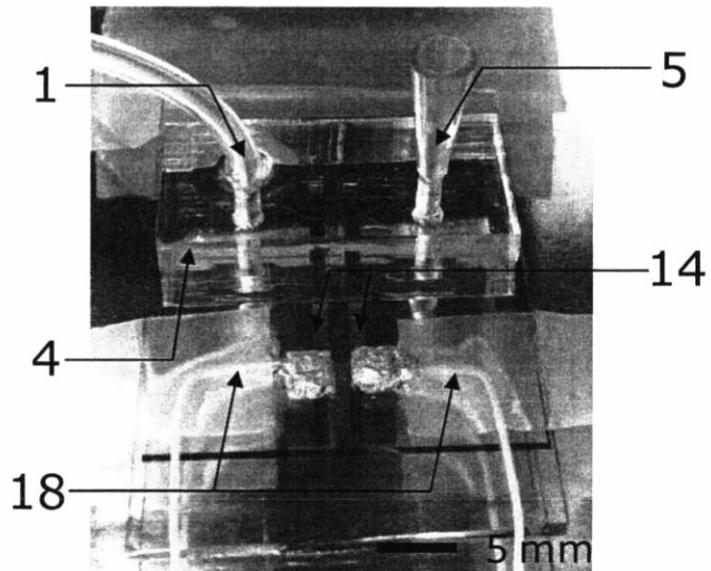
(a)



(b)

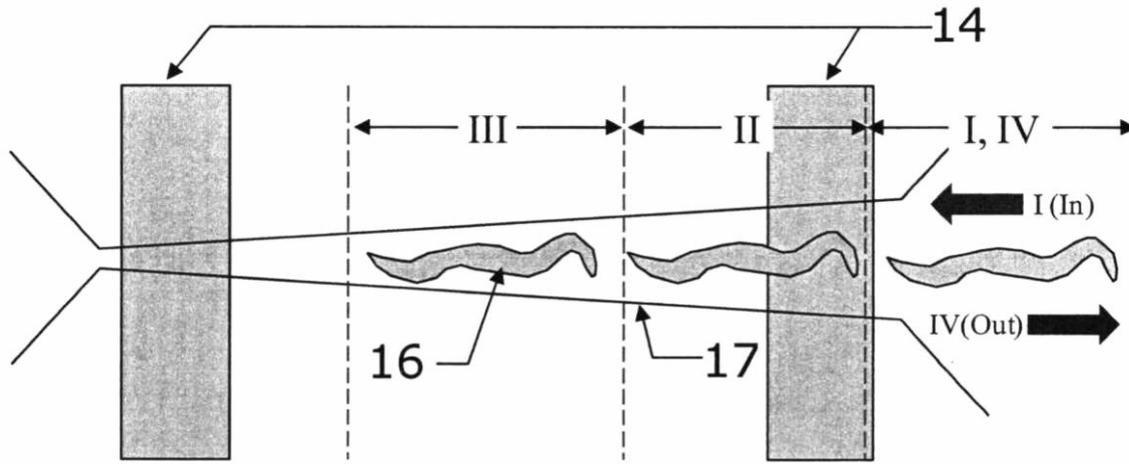


(c)

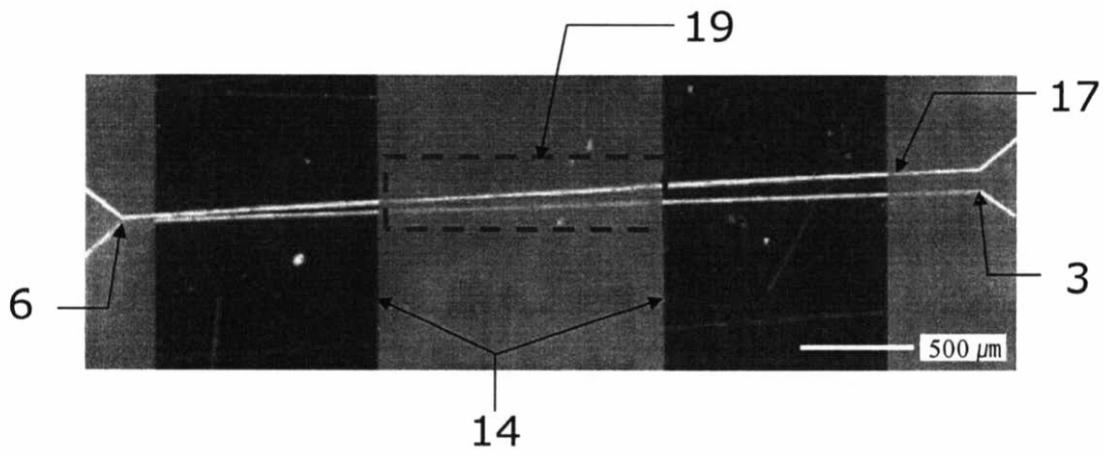


【 図 6 】

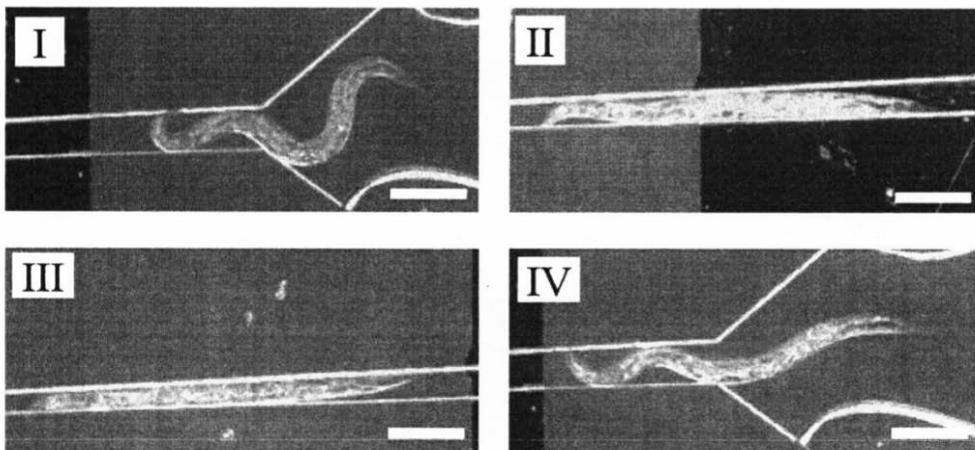
(a)



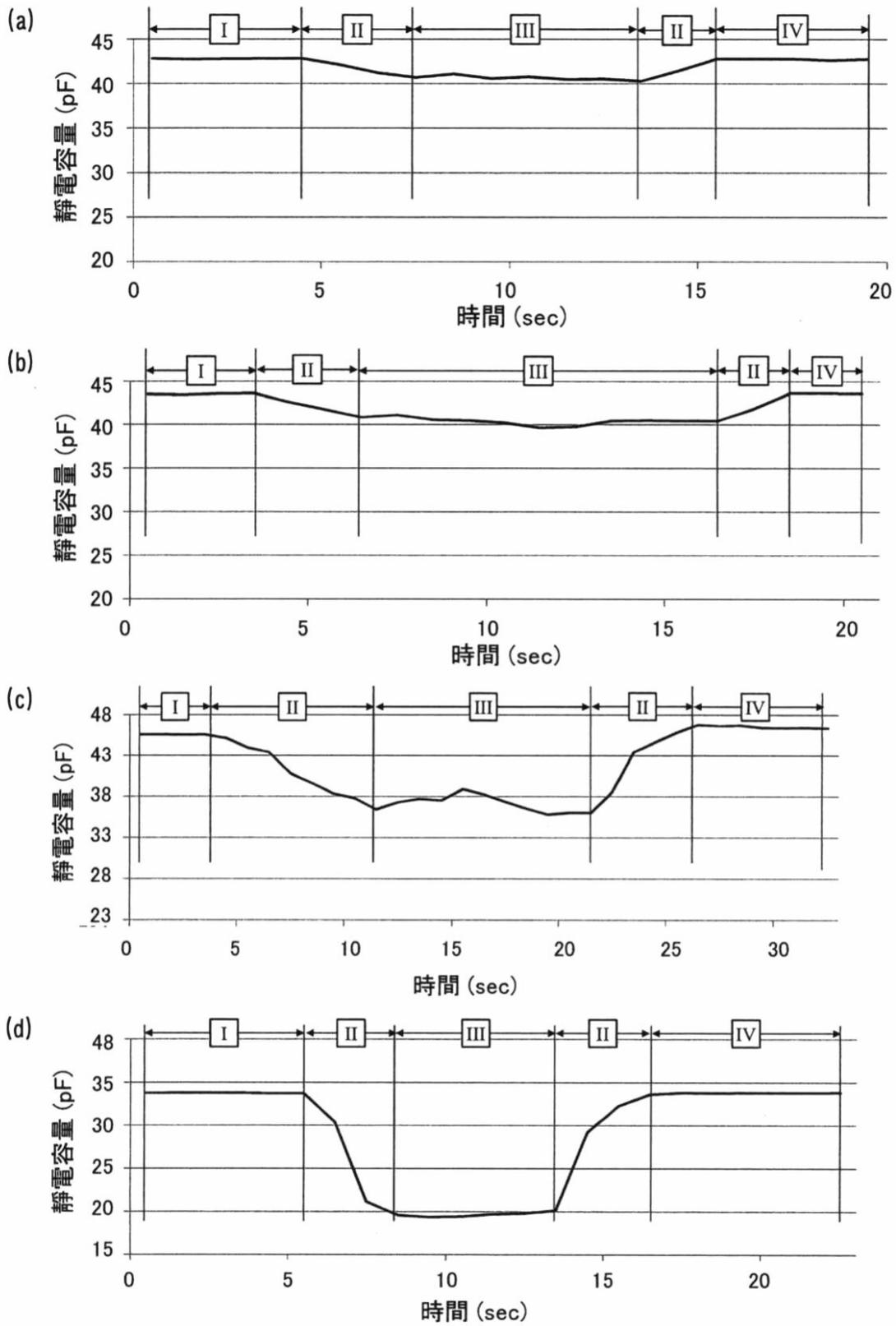
(b)



(c)

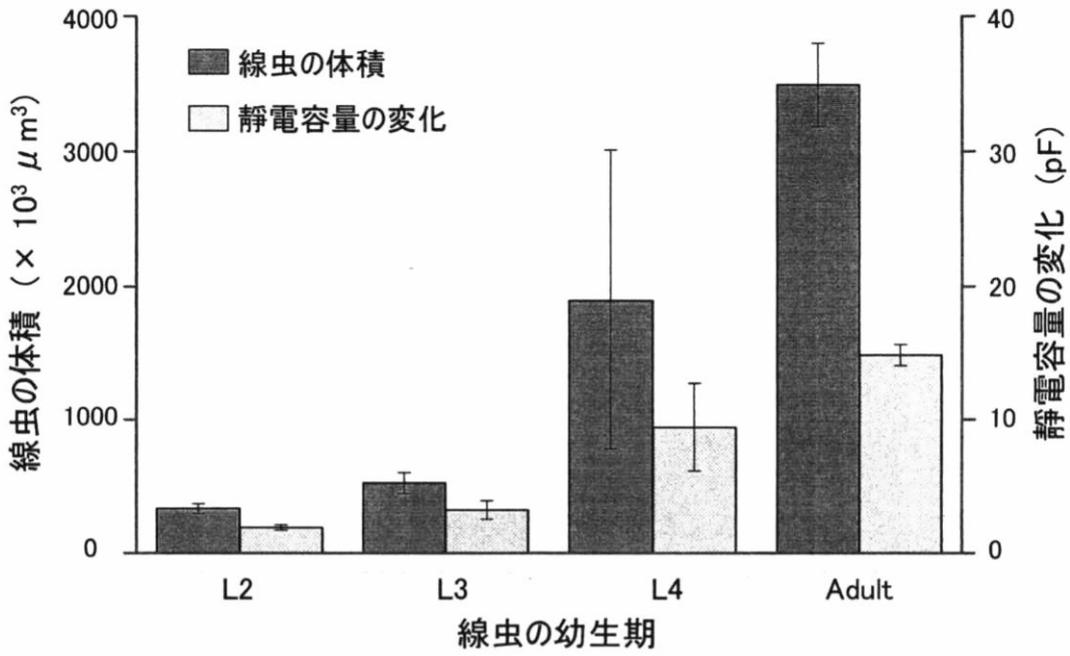


【図7】

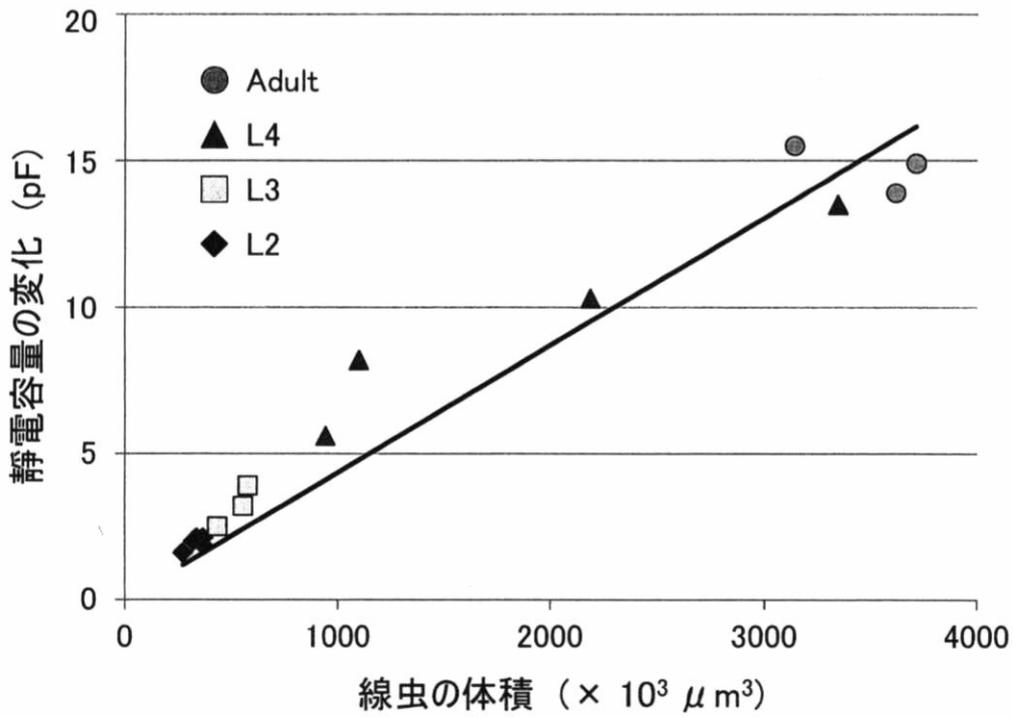


【 図 8 】

(a)

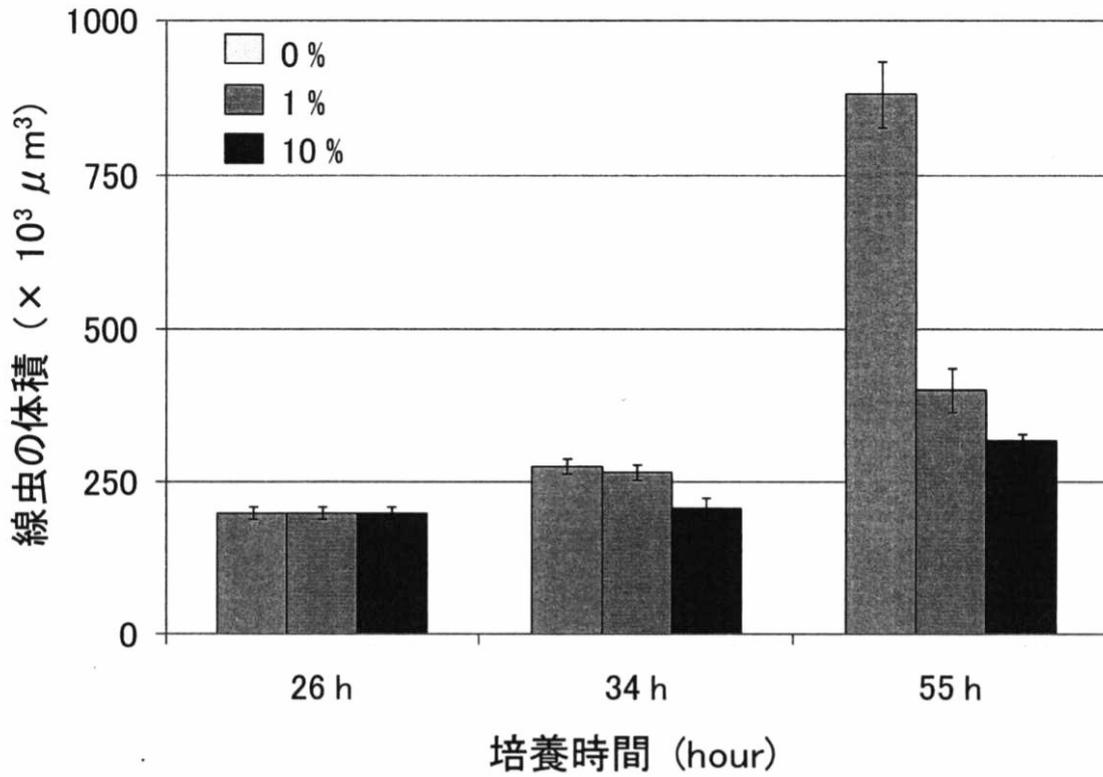


(b)

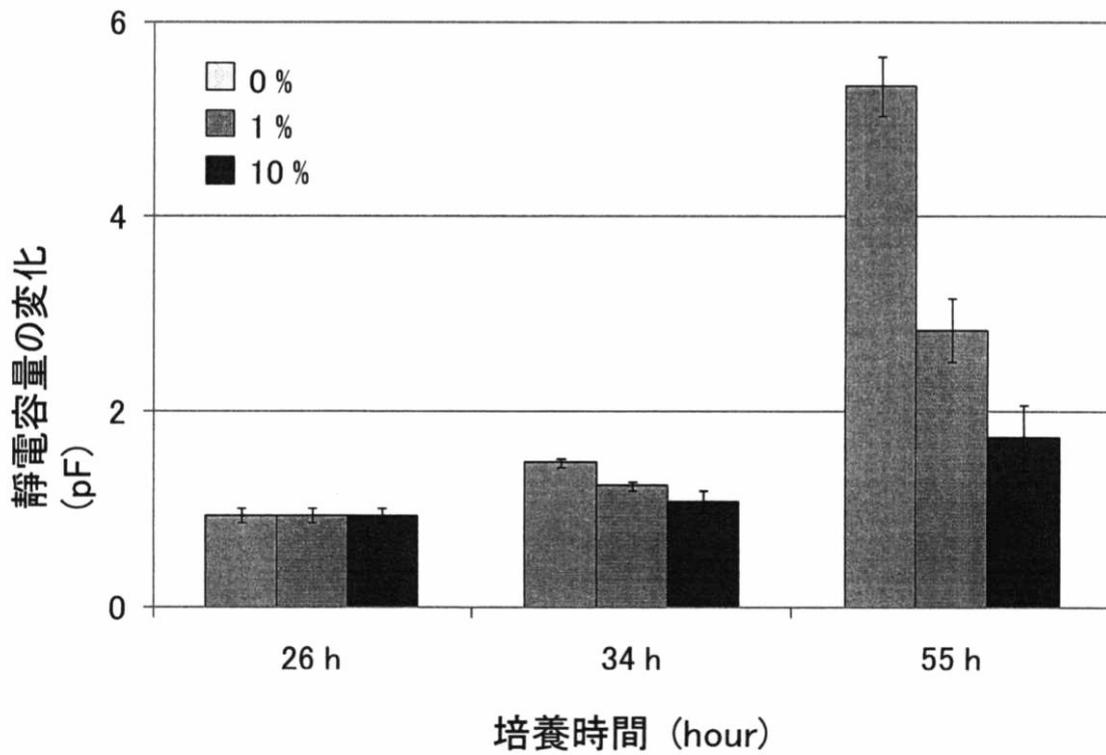


【図 9】

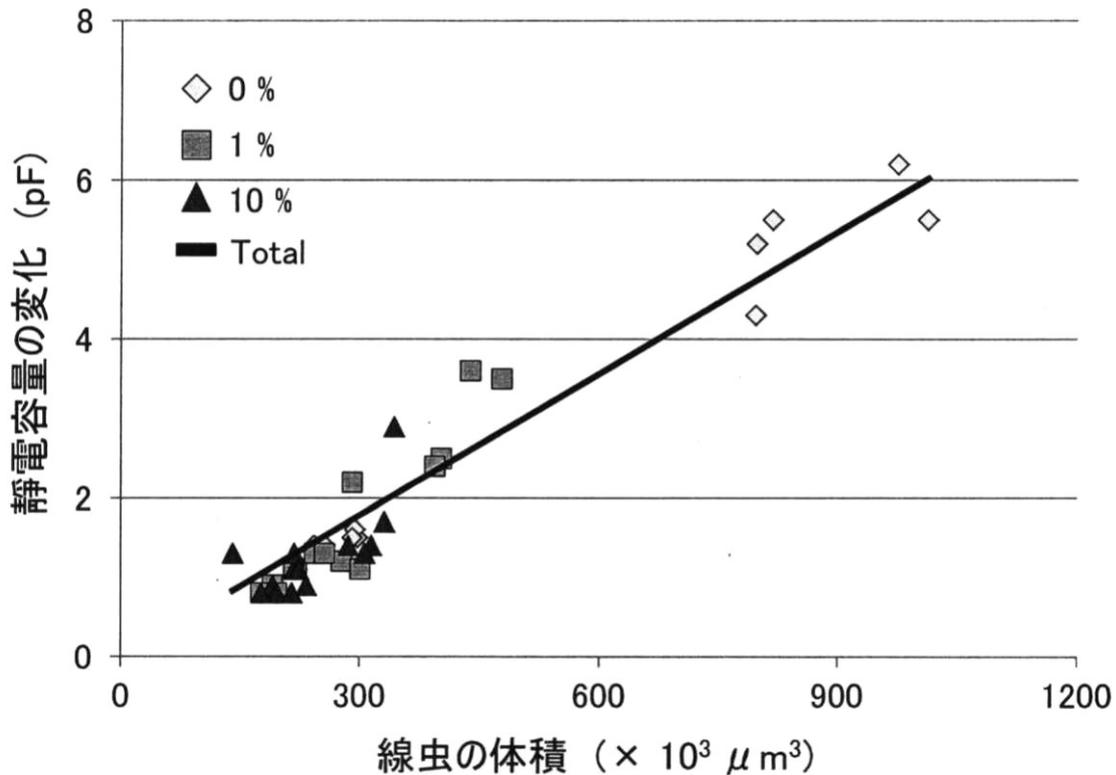
(a)



(b)



(d)



【手続補正書】

【提出日】平成24年4月9日(2012.4.9)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

微生物の電気化学的特性を、
計測するための電気化学的特性の計測センサと、
微生物を含む溶液を導入するための
導入・導出用ポートと、
微生物を溶液中で操作するための
マイクロチャネルを備え、

前記、微生物の電気化学的特性を、マイクロチャネル内で計測することが出来ることを特徴とする方法及び装置。

【請求項2】

微生物に生じた電気化学的特性変化を利用したデバイス

例えば、バイオセンサやバイオインジケーターなどに応用することを特徴とする方法及び装置。

【請求項3】

微生物に生じる、

マイクロチャネルを用いて溶液を交換した際の電気化学的特性変化を、

例えば、ある一定期間にわたり、自動的に計測・記録することが出来ることを特徴とする方法及び装置。

【請求項 4】

前記、電気化学的特性の計測センサは
物理的・化学的な指標で、
微生物の電気化学的特性を計測することができることを特徴とする請求項 1 記載の電気化学的特性の計測センサ。

【請求項 5】

前記、導入・導出用ポートは、
微生物を含む溶液をマイクロチャンネルに導入するための
例えば、微生物を含む溶液の圧力制御により、微生物をマイクロチャンネル内で位置制御することが出来ることを特徴とする請求項 1 に記載の導入・導出ポート。

【請求項 6】

前記マイクロチャンネルは
微生物の周囲の溶液を置換し、
マイクロチャンネル内で微生物の電気化学的反応及び培養を行うことを可能とすることを特徴とする請求項 1 に記載のマイクロチャンネル。

【請求項 7】

請求項 1、2 のいずれかに 1 項に記載の微生物の電気化学的特性計測用デバイスと、
請求項 1、3、4 のいずれか 1 項に記載の電気化学的特性の計測センサと、
請求項 1、5 のいずれか 1 項に記載の導入・導出ポートと、
請求項 1、3、6 のいずれか 1 項に記載のマイクロチャンネルと、
のいずれか、もしくは全てを備え、
前記、微生物の電気化学的特性を計測するための方法及び装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】 図面

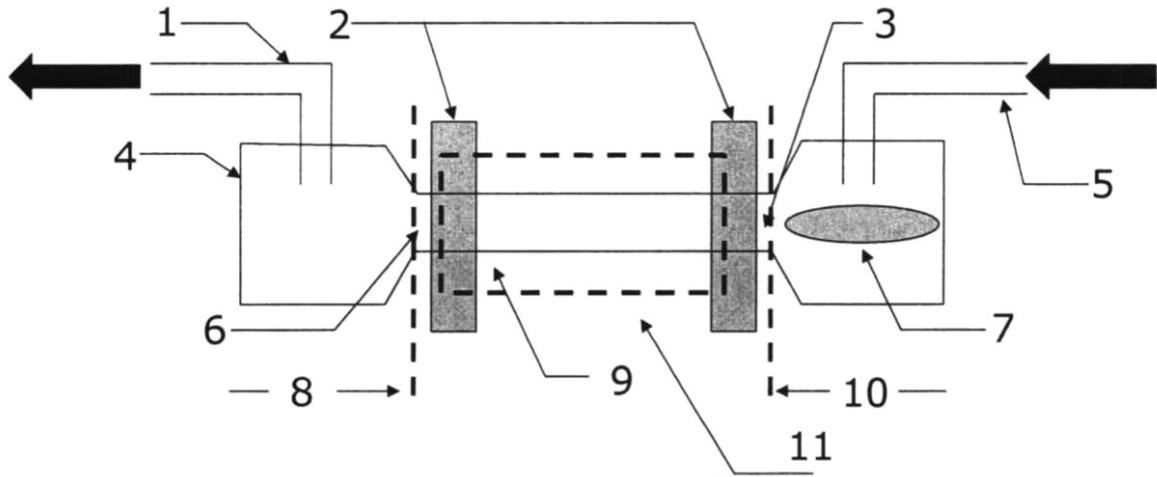
【補正対象項目名】 全図

【補正方法】 変更

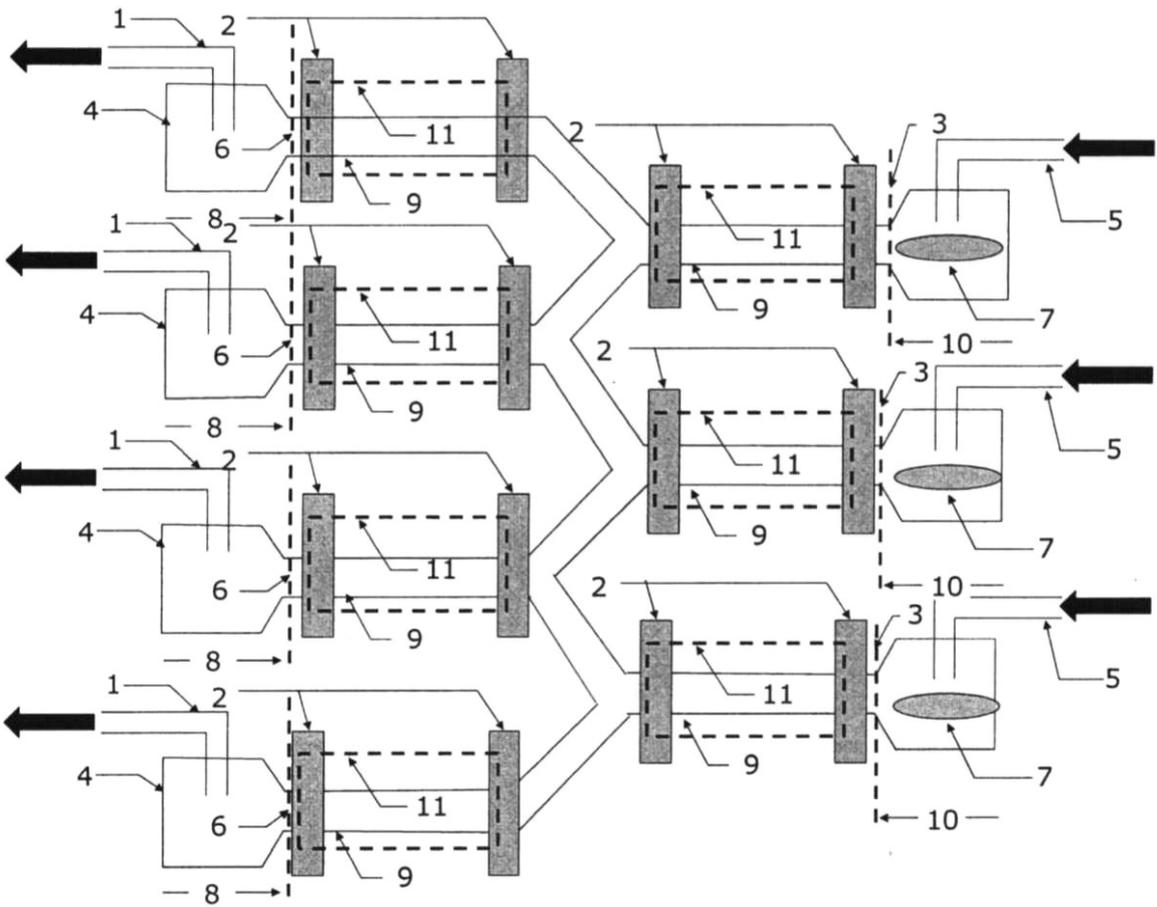
【補正の内容】

【 図 1 】

(a)

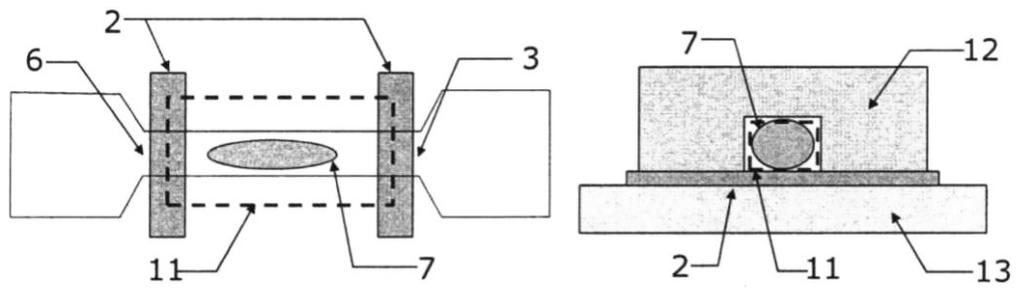


(b)

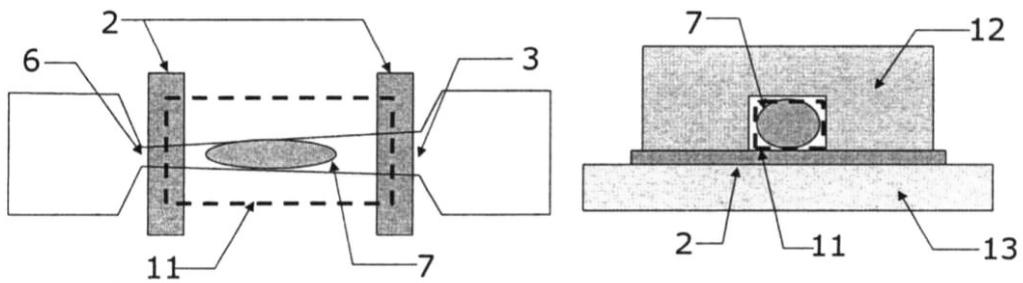


【図2】

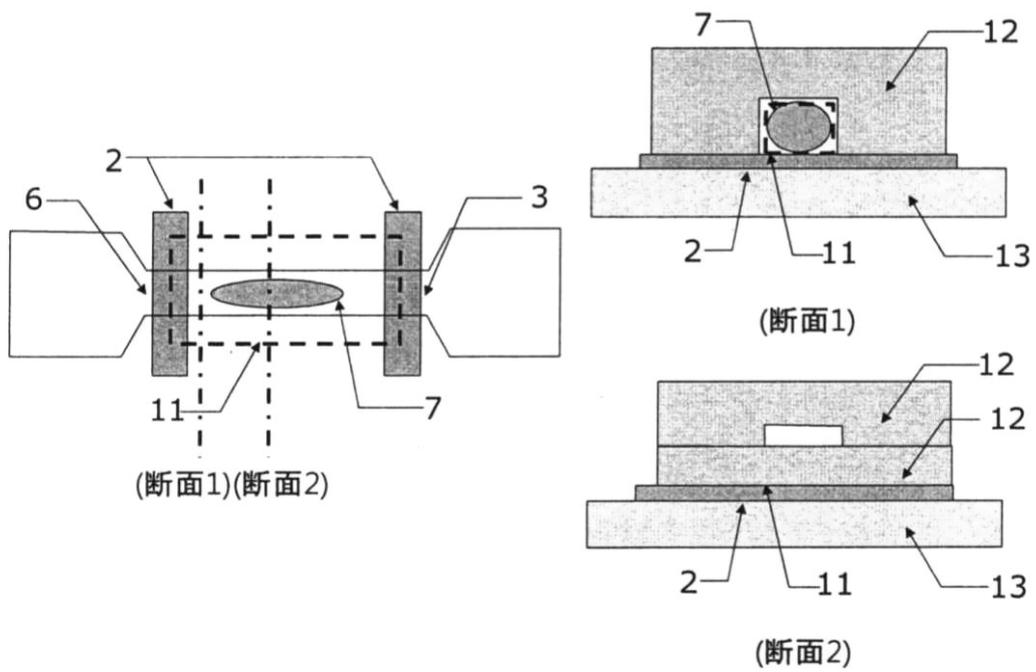
(a)



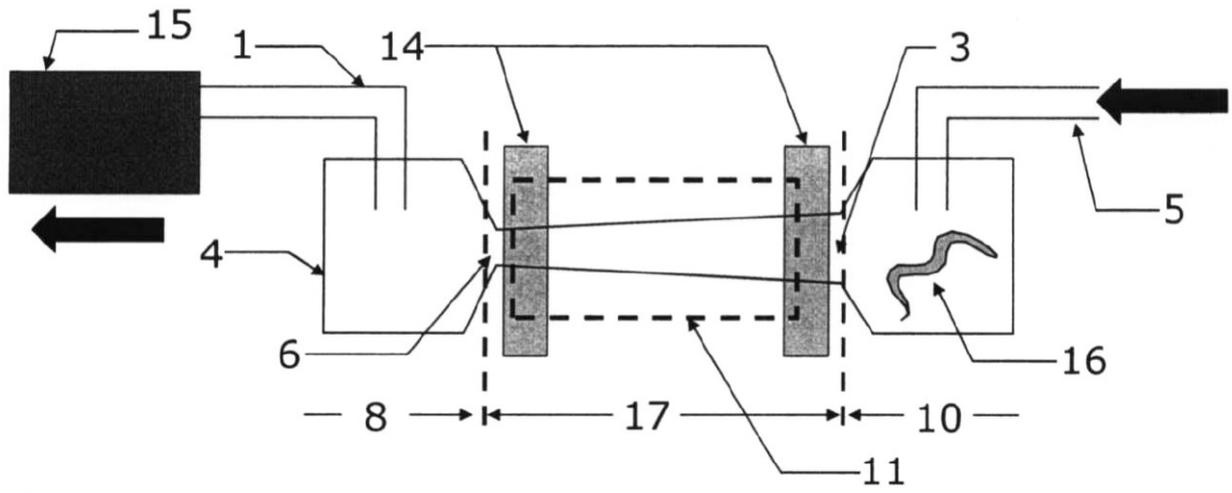
(b)



(c)

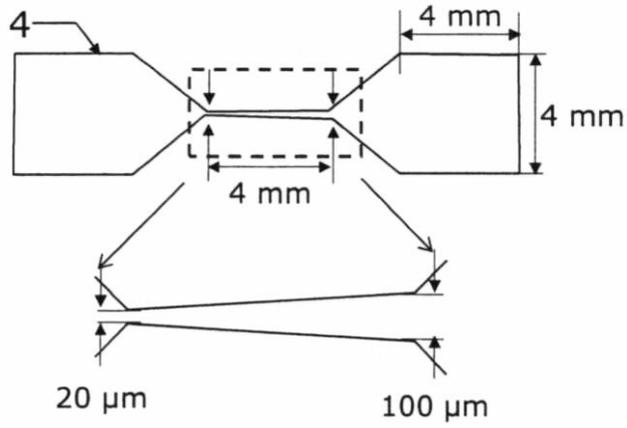


【図3】

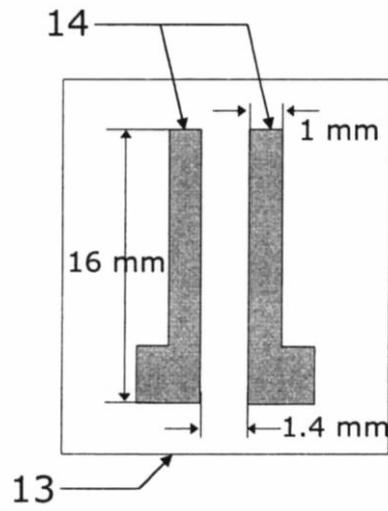


【 図 4 】

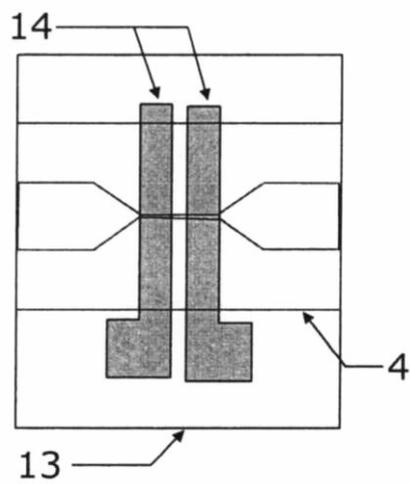
(a)



(b)

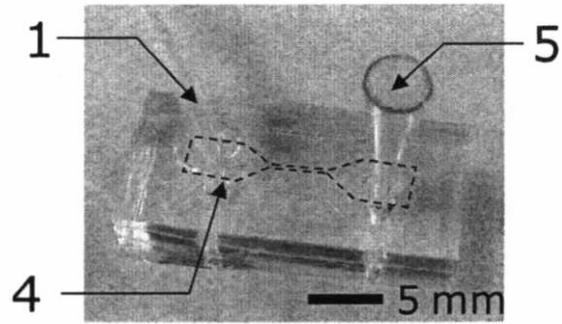


(c)

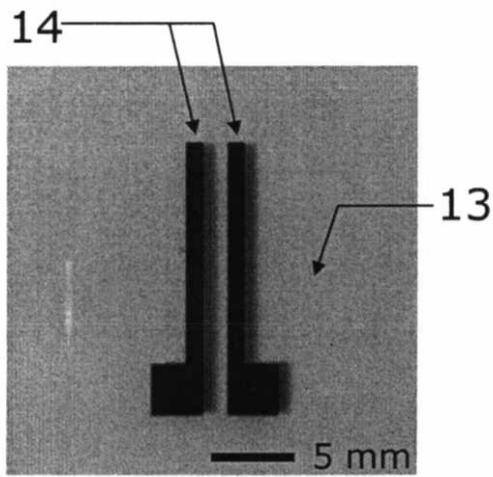


【 図 5 】

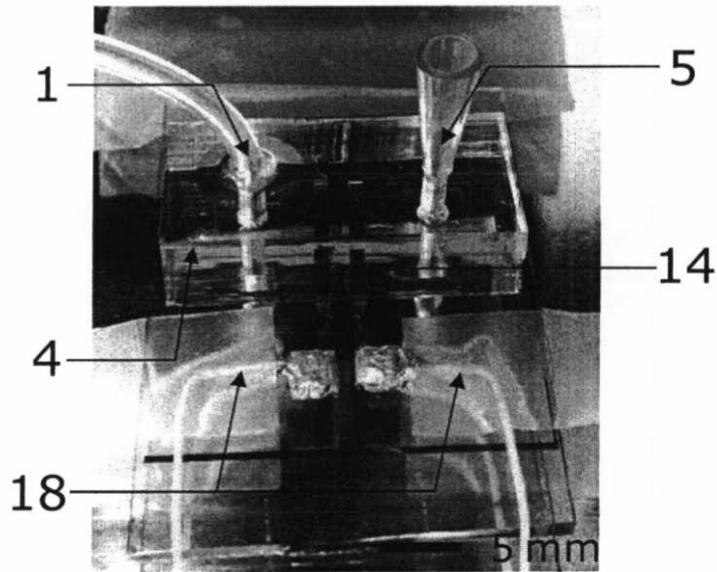
(a)



(b)

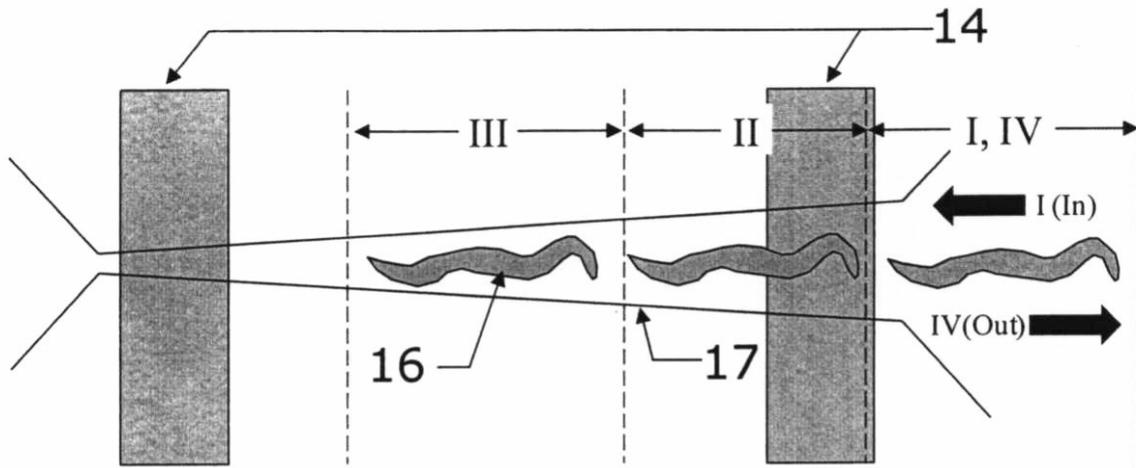


(c)

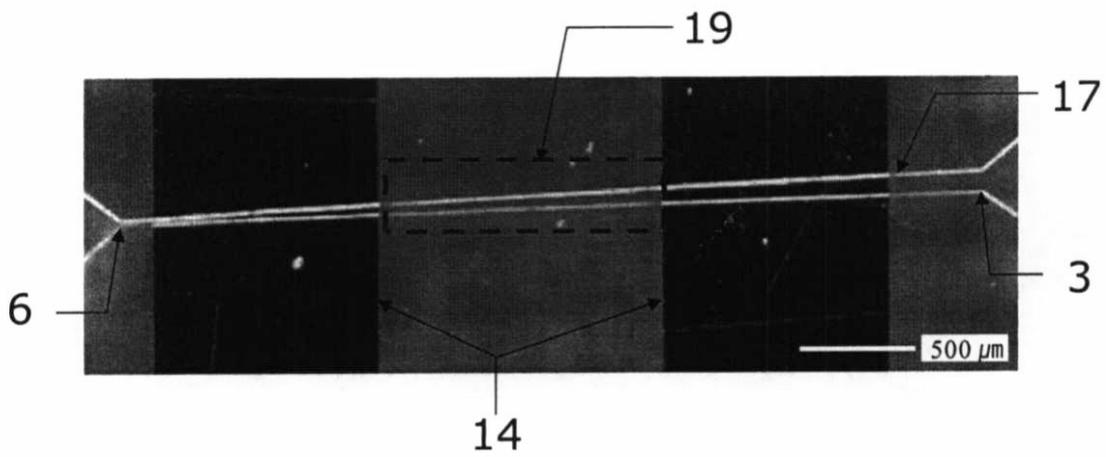


【 図 6 】

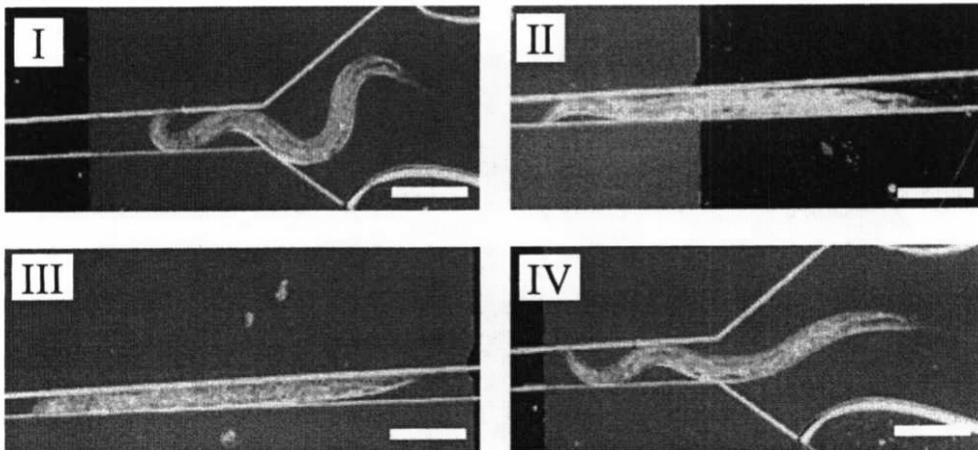
(a)



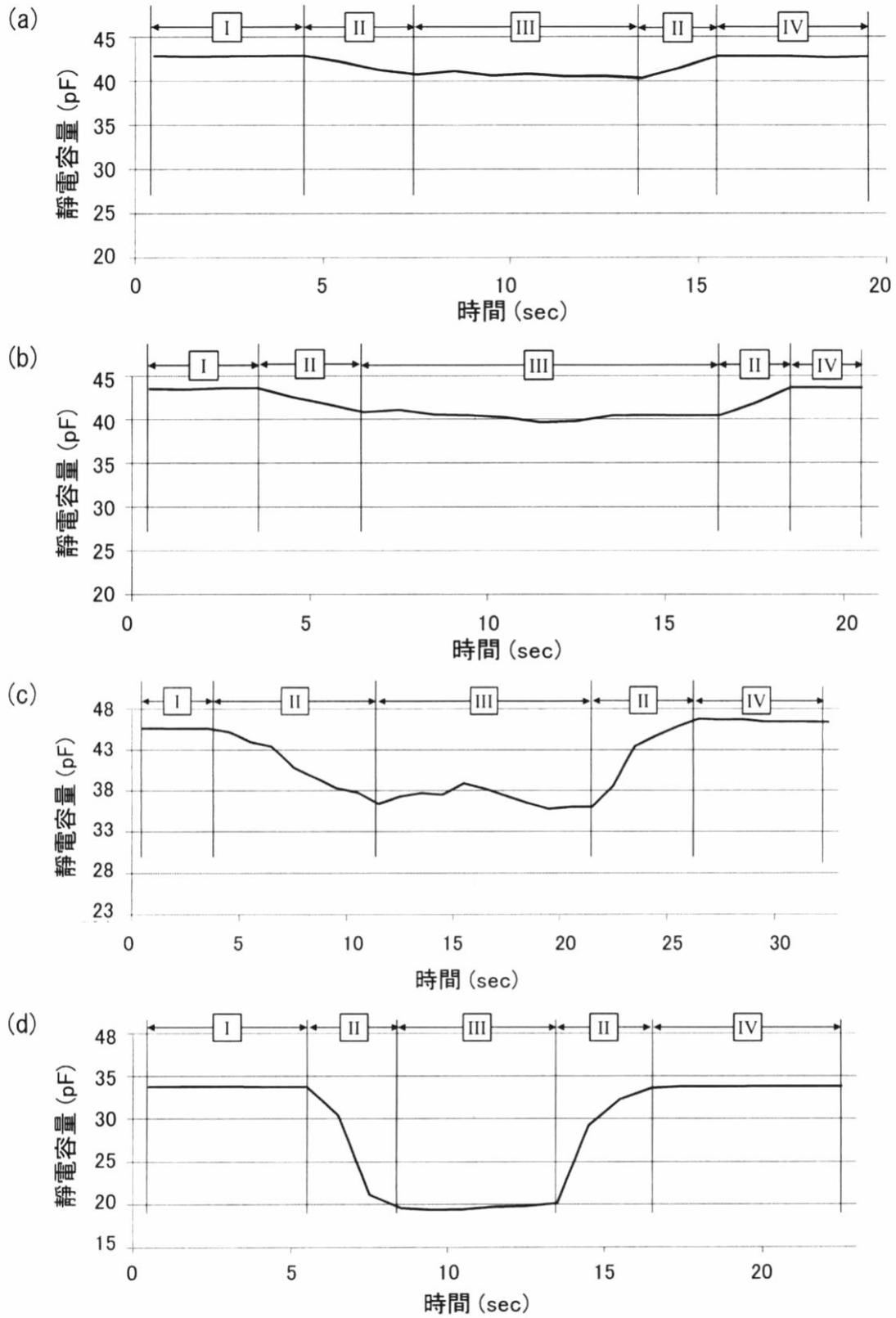
(b)



(c)

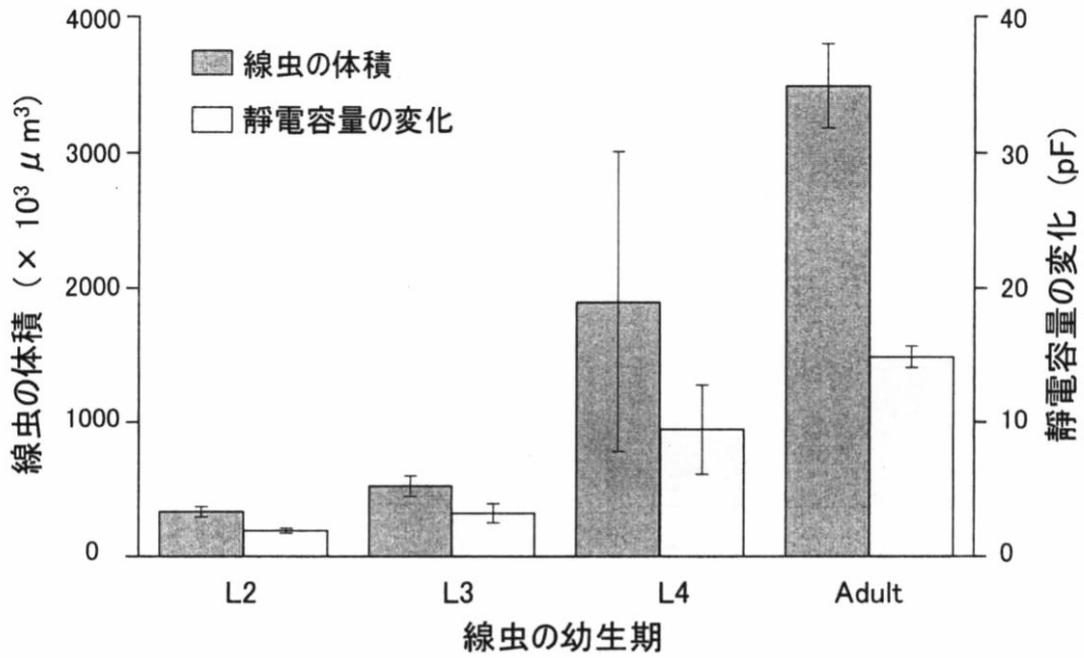


【 図 7 】

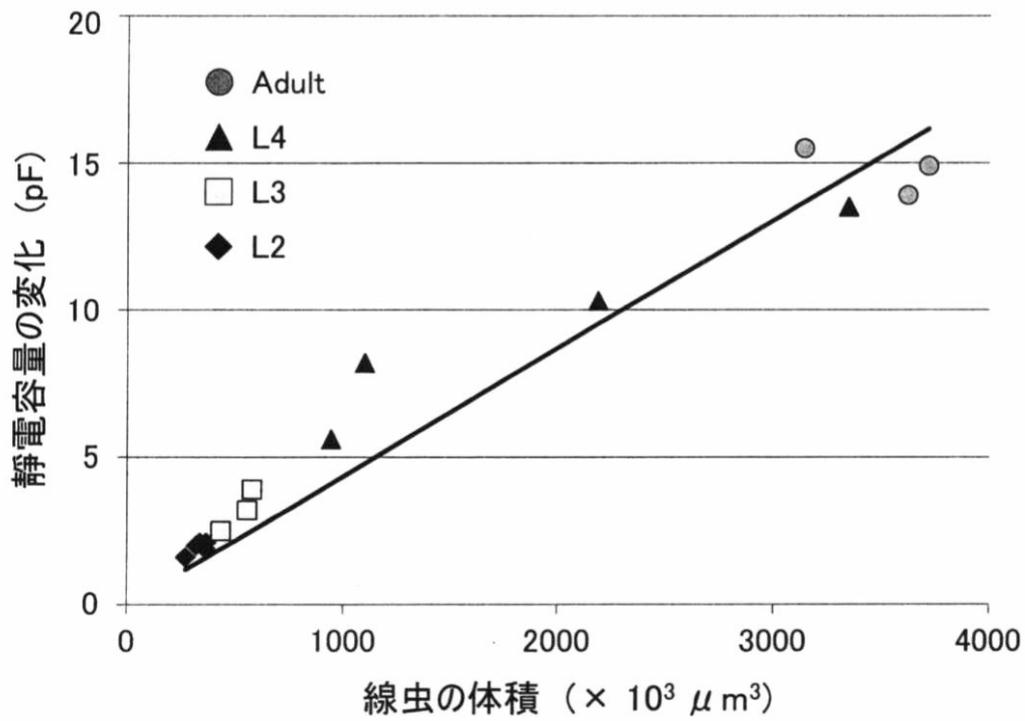


【 図 8 】

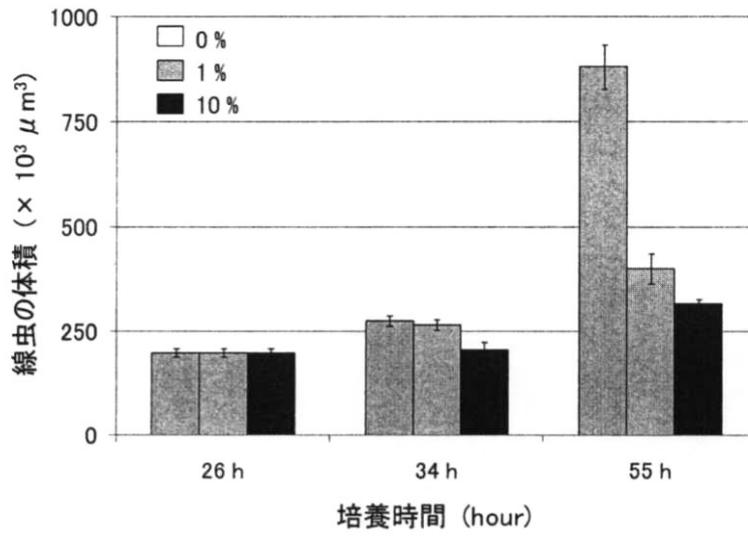
(a)



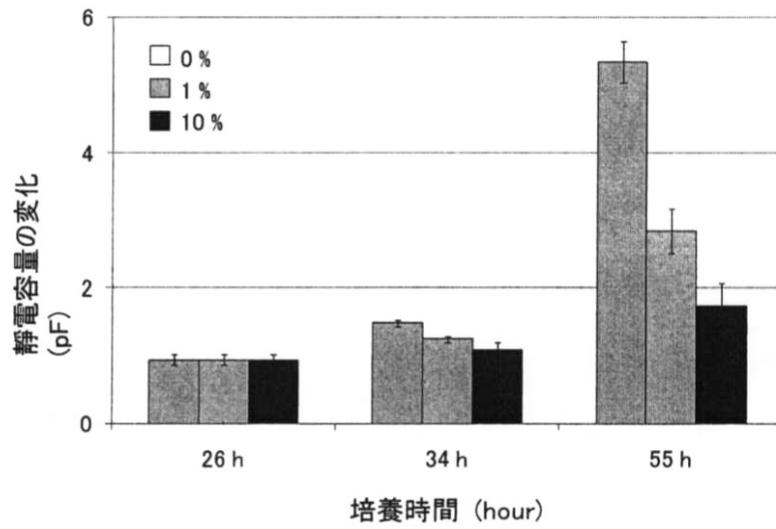
(b)



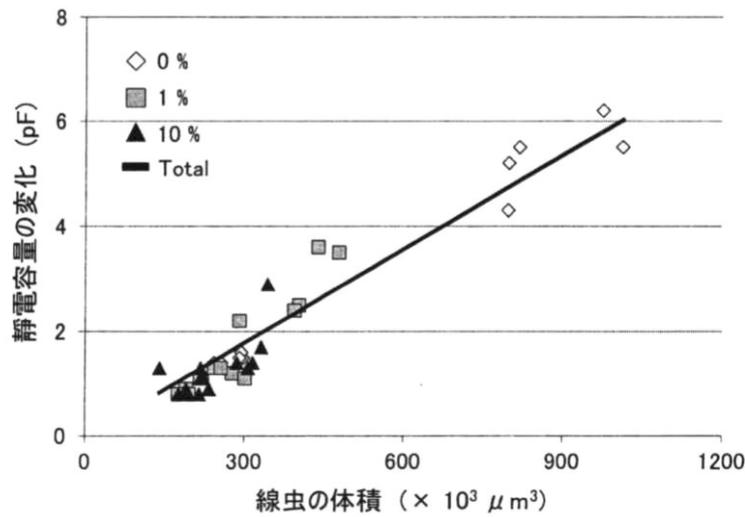
【 図 9 】
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(72)発明者 福田 敏男

愛知県名古屋市昭和区滝川町1 2 2 - 1 - 4 1 5

(72)発明者 小嶋 勝

愛知県名古屋市緑区篠の風3 - 2 5 2 - 6 - 4 0 2

Fターム(参考) 2G060 AA05 AA19 AD08 AD09 AF10 AG08 AG10 GA01 KA09

4B029 AA07 BB01 BB11 FA12 FA15