

(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2004-336898

(P2004-336898A)

(43) 公開日 平成16年11月25日(2004.11.25)

(51) Int. Cl.⁷

H02K 44/02

F I

H02K 44/02

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-130048 (P2003-130048)
 (22) 出願日 平成15年5月8日(2003.5.8)

(71) 出願人 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
 (74) 代理人 100097777
 弁理士 荏澤 弘
 (74) 代理人 100088041
 弁理士 阿部 龍吉
 (74) 代理人 100092495
 弁理士 蛭川 昌信
 (74) 代理人 100092509
 弁理士 白井 博樹
 (74) 代理人 100095120
 弁理士 内田 亘彦
 (74) 代理人 100095980
 弁理士 菅井 英雄

最終頁に続く

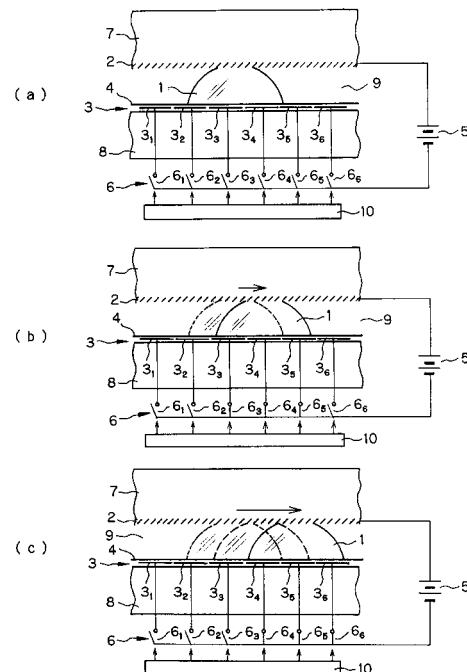
(54) 【発明の名称】 液体移動手段

(57) 【要約】

【課題】 電解質からなる液滴を電圧の印加位置を制御することにより移動させ、液体そのもの、あるいは、液体に溶解又は内包又は吸着又は付着しているものを移動又は分配する液体移動手段。

【解決手段】 電解質からなる液滴1に接触した第1電極2と、液滴1に対して絶縁層4を挟んで複数の並列配置された第2電極3₁ ~ 3₆ と、第1電極2に対して複数の並列配置された第2電極3₁ ~ 3₆ に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段10とを有し、制御手段10は、液滴1を絶縁層4に沿って移動させるように、複数の並列配置された第2電極3₁ ~ 3₆ に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

電解質からなる液滴に接触した第 1 電極と、前記液滴に対して絶縁層を挟んで複数の並列配置された第 2 電極と、前記第 1 電極に対して前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記液滴を前記絶縁層に沿って移動させるように、前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されていることを特徴とする液体移動手段。

【請求項 2】

前記複数の並列配置された第 2 電極は、1 列に列に沿って並列配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の液体移動手段。

10

【請求項 3】

前記複数の並列配置された第 2 電極は、1 列から途中で複数の列になるように列に沿って並列配置されていることを特徴とする請求項 1 記載の液体移動手段。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、液体移動手段に関し、特に、液体そのもの、あるいは、液体に溶解又は内包又は吸着又は付着しているものを移動させる液体移動手段に関するものである。又は、液体そのもの、あるいは、液体に溶解又は内包又は吸着又は付着しているものを分配する液体分配手段に関するものである。

20

【0002】**【従来技術】**

従来、電気毛管現象は、液滴の形状をコントロールして光学的特性を変化させる機構として利用されてきた。その際、液滴の接触面積を電気的に変化させたり、液滴の表面形状を電気的に変化させることにより、形状のコントロールが行われる（特許文献 1、特許文献 2）。

【0003】**【特許文献 1】**

特開平 9 - 3 1 1 6 4 3 号公報

【0004】

30

【特許文献 2】

特開 2 0 0 0 - 3 5 6 7 0 8 号公報

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、電気毛管現象を利用するもの、あるいはその他の現象を利用するものにおいて、液滴を電気的に制御して所望の方向へ移動することは行われてはいなかった。

【0006】

本発明は従来技術のこのような現状に鑑みてなされたものであり、その目的は液体そのもの、あるいは、液体に溶解又は内包又は吸着又は付着しているものを移動させる液体移動手段を提供することである。又は、液体そのもの、あるいは、液体に溶解又は内包又は吸着又は付着しているものを分配する液体分配手段を提供することである。

40

【0007】**【課題を解決するための手段】**

上記目的を達成する本発明の液体移動手段は、電解質からなる液滴に接触した第 1 電極と、前記液滴に対して絶縁層を挟んで複数の並列配置された第 2 電極と、前記第 1 電極に対して前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記液滴を前記絶縁層に沿って移動させるように、前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されていることを特徴とするものである。

【0008】

50

この場合に、複数の並列配置された第2電極は、1列に列に沿って並列配置されているものとすることもできるし、1列から途中で複数の列になるように列に沿って並列配置されているものとすることもできるし、さらには、2次元的に並列配置されているものとすることもできる。

【0009】

列に沿って並列配置されている場合には、その複数の並列配置された第2電極は、基板表面に設けられた溝に沿ってその溝内に並列配置されているものとすることができる。

【0010】

また、第1電極は液滴に対して絶縁層とは反対側に配置されているものとすることができる。

10

【0011】

その場合に、第1電極は膜状の電極から構成することができる。

また、第1電極は、絶縁層に対して複数の並列配置された第2電極とは反対側に配置されており、かつ、液滴に対して同じ側に配置されているものとすることができる。

【0012】

この場合に、第1電極は線状の電極からなるものとすることができる。

【0013】

また、複数の並列配置された第2電極は管状体の内面にその軸に沿って並列配置されているものとすることができる。

【0014】

また、液滴が複数個同時に存在するようにしてもよい。

20

【0015】

また、液滴がレンズ作用をするものとすることができる。

【0016】

また、液滴には被移動物が吸着、付着、溶解あるいは内包されていてもよい。

【0017】

また、少なくとも液滴と絶縁層と複数の並列配置された第2電極とを通して照明光を照射する照明手段と、液滴で集光あるいは発散された光を受光する複数の並列配置された受光素子とを備え、その受光素子で受光された受光強度信号から液滴の位置をモニターするように構成することもできる。

30

【0018】

本発明においては、電解質からなる液滴に接触した第1電極と、その液滴に対して絶縁層を挟んで複数の並列配置された第2電極と、第1電極に対して複数の並列配置された第2電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段とを有し、その制御手段は、液滴を絶縁層に沿って移動させるように、複数の並列配置された第2電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されているので、液滴の液体そのもの、あるいは、その液滴に溶解又は内包又は吸着又は付着している物を所定方向あるいは任意の方向に所定距離だけ移動又は振り分けることができる。

【0019】

【発明の実施の形態】

40

以下に、図面を参照にして本発明の液体移動手段の原理と実施例を説明する。

【0020】

本発明は、電解質からなる液滴を、電圧の印加位置を制御することにより移動させるものである。

【0021】

図1は、本発明の液体移動手段の原理を説明するための図である。本発明の液体移動手段では、図1(a)に示すように、基板7と基板8とを平行に対向配置している。その際、基板7と基板8の間には、所定の間隔で隙間9が形成されている。一方の基板7の内面、すなわち基板8側の面には、第1の電極が設けられている。この第1の電極は、共通電極(共通電極膜)2である。この共通電極2には、例えば金のような、化学反応に対して安

50

定で撥水性の材料が用いられる。他方の基板 8 の内面、すなわち基板 7 側の面には、第 2 の電極が設けられている。この第 2 の電極は、多数の分割電極 $3_1 \sim 3_6$ の集合からなる分割電極群 3 である。分割電極 $3_1 \sim 3_6$ は、相互に並列配置されている。また、分割電極群 3 の表面は、アモルファスフッ素樹脂（例：商品名サイトップ（旭ガラス（株）））膜のような絶縁膜 4 で覆われている。よって、所定の間隔とは、正確には、共通電極 2 から絶縁膜 4 までの距離ということになる。

【0022】

前述のように、基板 7 と基板 8 の間には、所定の間隔をもつ隙間 9 が形成されている。この隙間 9 の間隔は、例えば $1 \mu\text{l}$ （マイクロリットル）程度の液滴 1 が共通電極膜 2 と絶縁膜 4 とに接して孤立する程度になっている。ここで、液滴 1 としては、食塩水等の電解質溶液が用いられる。図 1 では、液滴 1 と絶縁膜 4 が比較的濡れ性良く入っているように描かれている。しかしながら、絶縁膜 4 の表面エネルギーが低い場合には、液滴 1 はより球形に近い形で隙間 9 内に孤立して入る。

10

【0023】

共通電極 2 と分割電極群 3 の分割電極 $3_1 \sim 3_6$ との間には、直流電源 5 が設けられている。そして、分割電極群 3 側には、スイッチ群 6 が接続されている。スイッチ群 6 のそれぞれスイッチ $6_1 \sim 6_6$ は、分割電極群 3 の分割電極 $3_1 \sim 3_6$ と一対一に対応するように接続されている。よって、スイッチ群 6 のうち、例えばスイッチ 6_3 が接続されると、対応する分割電極 3_3 に直流電源 5 の電圧が印加されるようになっている。また、スイッチ群 6 のそれぞれのスイッチ $6_1 \sim 6_6$ は、制御装置 10 に接続されている。よって、制御装置 10 により、個々のスイッチの開閉動作が制御できるようになっている。

20

【0024】

このような配置で、制御装置 10 により、スイッチ群 6 の全てのスイッチ $6_1 \sim 6_6$ を開放した状態にする。この状態が、図 1 (a) である。この状態では、隙間 9、すなわち共通電極 2 と絶縁膜 4 の間に位置する液滴 1 には、何ら力が加わらない。よって、液滴 1 は、そのままの位置を保つ。次に、このような状態から、図 1 (b) に示すように、スイッチ 6_3 、 6_4 、 6_5 を制御装置 10 により同時に閉じる。

【0025】

ここで、スイッチ 6_3 は分割電極 3_3 に接続され、スイッチ 6_4 は分割電極 3_4 に接続され、スイッチ 6_5 は分割電極 3_5 に接続されている。また、分割電極 3_3 、 3_4 は液滴 1 の最初の位置（点線）の右側部分に対応する位置し、分割電極 3_5 は分割電極 3_3 、 3_4 より右側に位置している。よって、スイッチ 6_3 、 6_4 、 6_5 が閉じると、直流電源 5 の一方の極（図ではプラス）の電極からは、プラス（図の場合）の電荷が共通電極膜 2 に流れ込む。そして、そのプラス電荷は液滴 1 の電解質を通して絶縁膜 4 に接する面に集まる。一方、直流電源 5 の他方の極（図ではマイナス）の電極からは、マイナス（図の場合）の電荷が、スイッチ 6_3 、 6_4 、 6_5 を通して分割電極 3_3 、 3_4 、 3_5 に流れ込む。そして、絶縁膜 4 に接する側に集まる。このとき、液滴 1 の絶縁膜 4 に集まったプラスの電荷の中心と、分割電極 3_3 、 3_4 、 3_5 の絶縁膜 4 に接する側に集まったマイナスの電荷の中心とは、プラス側が相対的に図の左に位置し、マイナス側が相対的に図の右に位置する。よって、両者の間にずれが生じ、液滴 1 には電氣的引力が作用し、液滴 1 は点線の位置から実線の位置へ矢印方向へ移動することになる。

30

40

【0026】

次に、分割電極 3_3 のスイッチ 6_3 を切り、その代わりに、液滴 1 位置（破線）の右側の分割電極 3_6 のスイッチ 6_6 を閉じる。この状態が図 1 (c) である。分割電極 3_3 は、図 1 (b) の状態での液滴 1 の位置（破線）の左側部分に位置にある電極である。一方、分割電極 3_6 は、液滴 1 の位置（破線）の右側部分に位置にある電極である。よって、図 1 (b) で液滴 1 が移動したのと同様の理由で、液滴 1 は破線の位置から実線の位置へ矢印方向にさらに移動することになる。

50

【 0 0 2 7 】

このように、本発明の液体移動手段（液体移動装置）は、共通電極 2 と、複数の分割電極 3₁ ~ 3₆ と、この複数の分割電極 3₁ ~ 3₆ の表面（共通電極 2 側）に設けられた絶縁膜 4 と、割電極 3₁ ~ 3₆ に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御装置 10 を備えている。そして、共通電極 2 と絶縁膜 4 の隙間は、電解質からなる液滴 1 が両側で接触するような間隔となっている。そして、制御装置 10 により液滴 1 を絶縁膜 4 に沿って移動させるように、複数の並列配置された分割電極 3₁ ~ 3₆ に印加する印加電圧を順次個別に ON・OFF するように制御することで、液滴 1 の液体を所定方向に移動させることができる。

【 0 0 2 8 】

図 2 は、本発明の液体移動手段を具体的に構成した例である。ここでは、構成を説明するために、透視斜視図を用いる。この構成では、基板 8 に分割電極群 3 が設けられている。そして、基板 8 の表面に、液滴 1 をガイドする（液滴 1 の移動路となる）V 溝 11 を所定の形状で形成されている。この V 溝 11 の表面には、後記するような分割電極群 3 とその上を覆う絶縁膜 4 が設けられている。そして、V 溝 11 が形成された基板 8 上に、基板 7 を重ね合わせて一体化している。このようにすることで、1 つの形態の液体移動手段が構成される。なお、基板 7 の下面（基板 8 側の面）には、共通電極膜 2 が形成されている。液滴 1 をガイドする V 溝 11 によって形成される空間は、その底を形成する 2 つの斜面 12、13 と、その斜面 12、13 間に位置する稜線 15 と、天井 14 を構成する共通電極膜 2 とからなる。そして、底の斜面 12、13 上には、以下に例示するような分割電極群 3 とその上を覆う絶縁膜 4 が形成される。

【 0 0 2 9 】

図 3 は、分割電極群 3 の形状の最も簡単な例を示す平面図である。この分割電極群 3 は、V 溝 11 の底面を構成する 2 つの斜面 12、13 上に設けられている。各分割電極 3₁ ~ 3₈ は、底の稜線 15 に直交する矩形形状をしている。そして、各分割電極 3₁ ~ 3₈ を覆うように、斜面 12、13 上に絶縁膜 4 が形成されている。この V 溝 11 中に入れられた液滴 1（図 1）は、制御装置 10 によるスイッチ群 6 の個々のスイッチ 6₁ ~ 6₈（図示なし）の開閉制御により、底の稜線 15 に沿った右あるいは左方向に移動させられる。

【 0 0 3 0 】

図 4 は、分割電極群 3 の形状の変形例を示す平面図である。図 4 の（a）、（b）何れも、液滴 1 を移動させるのに適した分割電極 3₁ ~ 3₈ の形状を示す。これらの分割電極群 3 は、矢印方向、すなわち図の左から右へ、液滴 1 を移動させるのに適している。図 4（a）の分割電極 3₁ ~ 3₈ は、何れも平面図で“ ”の形状をしている。そして、分割電極 3₁ ~ 3₈ の底の稜線 15 近傍の部分が、左側へ突き出た突起部分 3' となっている。さらに、隣接する分割電極 3₁ ~ 3₈ の凹部へ、その突起部分 3' が入り込む形状になっている。この突起部分 3' は、隣接する分割電極から液滴 1 を、図の右方向へ引っ張る役目を持つ。このような構成により、液滴 1 の移動を、よりスムーズに行うことができる。図 4（b）の場合は、その突起部分 3' の形状をより明確で尖端状に構成した例である。

【 0 0 3 1 】

図 5 は、分割電極群 3 の形状の別の変形例を示す平面図である。図 5 の（a）、（b）何れも、液滴 1 を移動させるのに適した分割電極 3₁ ~ 3₈ の形状を示す。これらの分割電極群 3 は、両矢符方向、すなわち図の左から右、右から左の両方向に、液滴 1 を移動させるのに適している。図 5（a）の分割電極 3₁ ~ 3₈ は、両方向に移動させるのに適するように、図 4（b）の形状を変形したものである。各分割電極 3₁ ~ 3₈ の両側の稜線 15 近傍の部分に、2 つの突起部分 3'、3' が設けられている。そして、隣接する分割電極 3₁ ~ 3₈ の凹部へ、それら突起部分 3'、3' が入り込む形状になっている。図 5（b）の場合は、その突起部分 3'、3' の形状を矩形に構成した例である。

10

20

30

40

50

【0032】

図6は、本発明の液体移動手段を具体的に構成した別の例である。ここでは、構成を説明するために、図2と同様の透視斜視図で示している。この構成では、液滴1をガイドするV溝11を、途中の分岐点11₀で、2つのV溝11₁、11₂へ分岐している。この2つのV溝11₁、11₂は、いずれも同様の形状を有している。制御装置10によるスイッチ群6(図1)の制御により、液滴1は、V溝11中を分岐点11₀方向へガイドされる。分岐点11₀に到達した液滴1は、この分岐点11₀で、V溝11₁又はV溝11₂の何れかへ振り分けられる(分配される)。V溝11₁又はV溝11₂のどちらを選択するかは、制御装置10によって決めることができる。なお、V溝11、11₁、11₂自体の構成は、図2の場合と同様である。よって、ここでは、振り分けるための分割電極群3の構成例を図7を参照にして説明する。

10

【0033】

図7(a)は、分割電極群3の例を示す平面図である。この分割電極群3により、分岐点11₀を介して、1個のV溝11から2つのV溝11₁、11₂へ液滴1をガイドして振り分けることができる。図7(a)における各分割電極の形状は、図4(a)の例の形状としたものである。V溝11での分割電極は、分割電極3₁~3₂からなる。また、分岐点11₀以降のV溝11₁の分割電極は、分割電極3₃₁~3₁₀₁からなる。V溝11₂の分割電極は、分割電極3₃₂~3₁₀₂からなる。分割電極3₃₁と3₃₂は、V溝11中で分けられ、分割電極3₄₁はV溝11とV溝11₁にかかり、分割電極3₄₂はV溝11とV溝11₂にかかっている。

20

【0034】

このような構成において、液滴1を振り分ける方法について説明する。まず、V溝11からV溝11₂へ、液滴1を振り分けるには、図7(b)に斜線ハッチで示すように、分割電極3₁~3₂、3₃₂~3₁₀₂に順に図の左から右へ電圧を印加する。これにより、液滴1はV溝11からV溝11₂へ導かれる。これとは逆に、V溝11からV溝11₁へ液滴1を振り分けるには、分割電極3₁~3₂、3₃₁~3₁₀₁に順に図の左から右へ電圧を印加するように制御すればよい。この例では、液滴1を分配する構成を示しているが、液滴1を移動させているので、分配手段も移動手段に含まれるといえる。

30

【0035】

図8は、液滴1を、2次元方向の任意の方向へ移動可能な形態の斜視図である。主として、基板8上に配置される分割電極群3の形状と配置を示す。基板8の上には、分割電極群3が2次元の碁盤の目状に配置されている。それぞれの分割電極は、行方向に、分割電極3₁₁~3_{1m}、3₂₁~3_{2m}、・・・、3_{n1}~3_{nm}が配置されている。そして、その上全面を、図示しない絶縁膜4(図1)で覆っている。そして、その絶縁膜4上に微小な隙間9を設けて、下面に共通電極2を設けている。この共通電極2は、基板7に設けられている。隙間9には、液滴1が共通電極膜2と絶縁膜4とに接して孤立するように入れられている。

【0036】

このような配置で、分割電極への電圧の印加を、順に連続的に変更(ON・OFF)する。これにより、液滴1を、太い矢印で示したように2次元の任意の方向へ移動することができる。

40

【0037】

図9は、液滴1を、2次元方向の任意の方向へ移動することができる別の形態の平面図である。この形態においても、分割電極群3は、分割電極3₁₁~3_{1m}、3₂₁~3_{2m}、・・・、3_{n1}~3_{nm}で構成されている。そして、分割電極群3と対向配置された共通電極2'とは、同じ面上に図示の例のように配置される。ただし、図示は省いてあるが、分割電極3₁₁~3_{1m}、3₂₁~3_{2m}、・・・、3_{n1}~3_{nm}は、共通の基板上に設けられている。そして、その上全面を、図示しない絶縁膜4で覆っている。そしてさらに、その上に、共通に接続された平行な線状、あるいは櫛歯状の共通電極2'が露

50

出して設けられている。このように、1つの基板において、分割電極 $3_{11} \sim 3_{1m}$ 、 $3_{21} \sim 3_{2m}$ 、 \dots 、 $3_{n1} \sim 3_{nm}$ が絶縁膜4で覆われ、共通電極 $2'$ が露出している。なお、共通電極 $2'$ と分割電極群3は、直流電源に接続されている。

【0038】

このような基板の上に、液滴1を置く。そして、分割電極に印加する電圧を、順に連続的に変更(ON・OFF)する。これにより、図8の場合と同様に、液滴1を2次元の任意の方向へ移動させることができる。この形態は、以上の説明から明らかなように、液滴1の下面のみで、共通電極 $2'$ と、分割電極 $3_{11} \sim 3_{1m}$ 、 $3_{21} \sim 3_{2m}$ 、 \dots 、 $3_{n1} \sim 3_{nm}$ (絶縁膜4を含む)の対向配置が行われている。すなわち、液滴1の上面が、何らの部材にも接触していないで自由になっている例である。

10

【0039】

ところで、図1の構成では、液滴1に接触する共通電極膜2は撥水性のものとしたが、これに限定されるわけではない。例えば、図10に示すように、共通電極膜2を親水性のもので構成してもよい。その場合は、液滴1の形状は、共通電極膜2と分割電極群3の間に電圧を印加した状態では、断面が両凹レンズ状になる。

【0040】

次に、図11に、液滴1をパイプの孔に沿って前後に移動させる形態の透視斜視図を示す。この例の場合は、中空の円筒体(パイプ)20の内面に、分割電極群3を構成する分割電極 $3_1 \sim 3_7$ が設けられている。各分割電極 $3_1 \sim 3_7$ は、円筒体20の軸方向に分割されている。そして、内周方向に弧状に延びる形状となっている。弧状の分割電極 $3_1 \sim 3_7$ の端部間には、配線のための領域21が設けられている。この領域21には、共通電極 $2'$ と、各分割電極 $3_1 \sim 3_7$ への電極線が設けられている。そして、円筒体20の内面上(領域21)を通る結線を介して、各分割電極 $3_1 \sim 3_7$ が、スイッチ群6のそれぞれスイッチ $6_1 \sim 6_7$ に接続されている。そして、図示を省いてあるが、円筒体20の内面全面であって、これら分割電極 $3_1 \sim 3_7$ とそれらを結ぶ結線とが絶縁膜4(図1)で覆われている。また、その上に、円筒体20の軸方向に伸びる線状の共通電極 $2'$ が円筒体20の内面に露出して設けられている。この共通電極 $2'$ は直流電源5の一方の極に接続されている。同様に、分割電極群3は、電極線及びスイッチ群6を介して、直流電源の他方の極に接続されている。そして、スイッチ群6のそれぞれのスイッチ $6_1 \sim 6_7$ は、制御装置10により、個々に開閉動作が制御されるようになっている。

20

30

【0041】

したがって、図11の構成においては、制御装置10によりスイッチ $6_1 \sim 6_7$ の開閉を順に制御することにより、分割電極群3に印加する印加電圧を制御(ON・OFF)することができる。例えば、上の分割電極から下の分割電極へ、順に電圧の印加状態を変化させる。このようにすると、円筒体20の孔内に入れられた液滴1を、下方へ移動させるようにすることができる。

【0042】

図12(a)、(b)は、図11の形態の液体移動手段の適用例を示す図である。図12(a)の例の場合も、円筒体20の内面には、絶縁膜4(不図示)が設けられている。この絶縁膜4は、分割電極 $3_1 \sim 3_7$ と、それらを結ぶ結線とを、全面で覆っている。ただし、この例では、絶縁膜4が親水性のもので構成されている。一方、図12(b)の例の場合は、絶縁膜4が破線よりA方向の上側で撥水性のもので構成され、破線よりB方向の下側で親水性のもので構成されている。

40

【0043】

図12(a)の場合は、上記のように、円筒体20の内面の絶縁膜4が親水性である。そのため、円筒体20の孔内に入れられた液滴1は、円筒体20の中心軸を含む断面内では両凹レンズ状になる。したがって、液滴1自体を両凹レンズとして用いることが可能になる。そして、前記のように、分割電極群3に印加する印加電圧を制御することにより、図12(a)の破線位置の液滴1'から実線の位置の液滴1へ移動調節することができる。

50

よって、例えば、液滴 1 からなる両凹レンズの焦点調節として、本発明の液体移動手段を用いることができる。

【0044】

図 12 (b) の場合は、上記のように、円筒体 20 の内面の絶縁膜 4 が破線より A 方向の上側で撥水性である。そのため、その領域の円筒体 20 の孔内に入れられた液滴 1₁ は、円筒体 20 の中心軸を含む断面内では両凸レンズ状になる。また、破線より B 方向の下側では絶縁膜 4 は親水性である。よって、その領域の円筒体 20 の孔内に入れられた液滴 1₂ は、円筒体 20 の中心軸を含む断面内では両凹レンズ状になる。したがって、液滴 1₁ からなる両凸レンズと液滴 1₂ からなる両凹レンズとを組み合わせることでレンズ系とすることができる。しかも、分割電極群 3 に印加する印加電圧を制御することにより、図 12 (b) の矢印で示すように、この液滴 1₁ の両凸レンズと液滴 1₂ の両凹レンズを独立に円筒体 20 の中心軸方向に位置調節することができる。このようにすることで、焦点距離可変レンズ系（ズームレンズ系）を構成することができる。なお、図 12 (b) 中の符号 22 は、円筒体 20 の側面に設けられた通気孔であり、液滴 1₁ と液滴 1₂ で挟まれた空間の体積変化に応じて外気を自由に導入排出するためのものである。

10

【0045】

図 13 (a)、(b) は、図 11 の形態の液体移動手段の別の適用例を示す図である。図 13 (a)、(b) 何れの例においても、円筒体 20 の内面で設けられた絶縁膜 4 (不図示) は、親水性のもので構成されている。この絶縁膜 4 は、分割電極 3₁ ~ 3₇ と、それらを結ぶ結線とを、全面で覆っている。そして、図 13 (a) の場合は、円筒体 20 の孔内に入れられた液滴 1 には、機械的な微小物体、分子生物学的なもの（例えば、DNA）等の被移動物 25 が吸着されている。あるいは、被移動物 25 が付着、溶解、内包されている。また、図 13 (b) の場合は、円筒体 20 の孔内に入れられた液滴 1 には、レンズ 26 が吸着、付着あるいは内包されている。そして、分割電極群 3 に印加する印加電圧を制御することにより、何れの場合も、被移動物 25 あるいはレンズ 26 を、例えば点線位置から実線位置へ移動させることができる。

20

【0046】

図 14 は、液体移動手段で移動される液滴 1 の位置を、モニターする形態の 1 例を示す図である。ここでは、図 8 の 2 次元方向の任意の方向へ移動可能な液体移動手段において、液滴 1 の位置をモニターする機構を示す。図 14 (a) の斜視図に示すように、基板 8 の上には分割電極群 3 が 2 次元の碁盤の目状に配置されている。それぞれの分割電極は、行方向に分割電極 3₁₁ ~ 3_{1m}、3₂₁ ~ 3_{2m}、・・・、3_{n1} ~ 3_{nm} が配置されている。そして、その上全面を、図 14 (b) に示すように、絶縁膜 4 で覆っている。そして、その絶縁膜 4 上に微小な隙間 9 が設けられている。この隙間 9 を挟んで、下面に共通電極膜 2 を設けた基板 7 が配置されている。そして、隙間 9 には、液滴 1 が共通電極膜 2 と絶縁膜 4 とに接して孤立するように入れられている。そして、基板 7、共通電極膜 2、分割電極群 3、基板 8 はこの例の場合全て透明に構成されている。

30

【0047】

そして、このような液体移動手段の基板 8 の外側には、基板 8 と平行に、受光素子群 32 が配置されている。受光素子群 32 は基板 31 上に設けられている。そして、碁盤の目状に配置された受光素子 32₁₁ ~ 32_{1m}、32₂₁ ~ 32_{2m}、・・・、32_{n1} ~ 32_{nm} からなる CCD 等を有する。この光素子 32₁₁ ~ 32_{1m}、32₂₁ ~ 32_{2m}、・・・、32_{n1} ~ 32_{nm} は、凸レンズ形状をした液滴 1 の集光位置近傍（焦点面近傍）に配置されている。また、受光素子 32₁₁ ~ 32_{1m}、32₂₁ ~ 32_{2m}、・・・、32_{n1} ~ 32_{nm} の各々は、分割電極 3₁₁ ~ 3_{1m}、3₂₁ ~ 3_{2m}、・・・、3_{n1} ~ 3_{nm} に対応した位置に配置されている。

40

【0048】

このような構成であるので、共通電極膜 2 を設けた基板 7 側から全面に例えば平行光 30 を照射する。この状態で、制御装置 10 により分割電極群 3 に印加する印加電圧を制御し、液滴 1 を所定の方向へ移動させる。すると、液滴 1 が存在する位置では、その位置に入

50

射する平行光 30 の成分は、対応する位置の受光素子 $32_{11} \sim 32_{1m}$ 、 $32_{21} \sim 32_{2m}$ 、 \dots 、 $32_{n1} \sim 32_{nm}$ に集光される。例えば、液滴 1 が図 14 (b) の破線位置 (符号 1') にあるときは、受光素子群 32 からは図 14 (c) に破線で示すような受光強度と位置関係の信号が得られる。一方、液滴 1 が図 14 (b) の実線位置 (符号 1) にあるときは、受光素子群 32 からは図 14 (c) に実線で示すような受光強度と位置関係の信号が得られる。このように、その信号のピーク位置で、液滴 1 の位置がモニターできる。したがって、そのモニター信号を制御装置 10 へフィードバックすることにより、液滴 1 のより正確な位置制御が可能になる。あるいは、このような信号のピーク位置を表示装置上に表示することにより、微小な液滴 1 の位置を明確に表示することができる。なお、液滴 1 が図 10 の場合のように断面が両凹レンズ状の場合にも、例えば平行光 30 を照射すると、その周囲の境界で入射光が散乱反射される。よって、受光強度と位置関係の信号にはその境界を示す変化が生じる。その結果、信号処理により液滴 1 の位置がモニターできる。

10

【0049】

以上、本発明の液体移動手段をその原理と実施形態、実施例に基づいて説明してきたが、本発明はこれら実施形態、実施例に限定されず種々の変形が可能である。

【0050】

[1] 電解質からなる液滴に接触した第 1 電極と、前記液滴に対して絶縁層を挟んで複数の並列配置された第 2 電極と、前記第 1 電極に対して前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段とを有し、前記制御手段は、前記液滴を前記絶縁層に沿って移動させるように、前記複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されていることを特徴とする液体移動手段。

20

【0051】

[2] 前記複数の並列配置された第 2 電極は、1 列に列に沿って並列配置されていることを特徴とする [1] 記載の液体移動手段。

【0052】

[3] 前記複数の並列配置された第 2 電極は、1 列から途中で複数の列になるように列に沿って並列配置されていることを特徴とする [1] 記載の液体移動手段。

【0053】

[4] 前記複数の並列配置された第 2 電極は、2 次元的に並列配置されていることを特徴とする [1] 記載の液体移動手段。

30

【0054】

[5] 前記複数の並列配置された第 2 電極は、基板表面に設けられた溝に沿ってその溝内に並列配置されていることを特徴とする [2] 又は [3] 記載の液体移動手段。

【0055】

[6] 前記第 1 電極は前記液滴に対して前記絶縁層とは反対側に配置されていることを特徴とする [1] から [5] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

【0056】

[7] 前記第 1 電極は膜状の電極からなることを特徴とする [6] 記載の記載の液体移動手段。

40

【0057】

[8] 前記第 1 電極は、前記絶縁層に対して前記複数の並列配置された第 2 電極とは反対側に配置されており、かつ、前記液滴に対して同じ側に配置されていることを特徴とする [1] から [5] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

【0058】

[9] 前記第 1 電極は線状の電極からなることを特徴とする [8] 記載の記載の液体移動手段。

【0059】

[10] 前記複数の並列配置された第 2 電極は管状体の内面にその軸に沿って並列配置

50

されていることを特徴とする [8] 又は [9] 記載の液体移動手段。

【 0 0 6 0 】

[1 1] 前記液滴が複数個同時に存在することを特徴とする [1] から [1 0] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

【 0 0 6 1 】

[1 2] 前記液滴がレンズ作用をすることを特徴とする [1] から [1 1] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

【 0 0 6 2 】

[1 3] 前記液滴には被移動物が吸着、付着、溶解あるいは内包されていることを特徴とする [1] から [1 1] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

10

【 0 0 6 3 】

[1 4] 少なくとも前記液滴と前記絶縁層と前記複数の並列配置された第 2 電極とを通して照明光を照射する照明手段と、前記液滴で集光あるいは発散された光を受光する複数の並列配置された受光素子とを備え、前記受光素子で受光された受光強度信号から前記液滴の位置をモニターするように構成されていることを特徴とする [1] から [1 3] の何れか 1 項記載の記載の液体移動手段。

【 0 0 6 4 】

【 発明の効果 】

以上の説明から明らかなように、本発明の液体移動手段によると、電解質からなる液滴に接触した第 1 電極と、その液滴に対して絶縁層を挟んで複数の並列配置された第 2 電極と、第 1 電極に対して複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御する制御手段とを有し、その制御手段は、液滴を絶縁層に沿って移動させるように、複数の並列配置された第 2 電極に印加する印加電圧を電極毎に個別に制御可能に構成されているので、液滴の液体そのもの、あるいは、その液滴に溶解又は内包又は吸着又は付着している物を所定方向あるいは任意の方向に所定距離だけ移動又は振り分けることができる。

20

【 0 0 6 5 】

本発明の液体移動手段は、上記実施形態、実施例以外に、本発明を限定するものではないが、例えば、ディスプレイ、分析機器、マイクロマシン、光学装置、玩具等に適用することができる。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の液体移動手段の原理を説明するための図であり、(a) は電圧の印加がない状態、(b) は一部の分割電極に電圧を印加した状態、(c) は電圧を印加する分割電極を移動させて液滴を移動させた状態を示す図である。

【 図 2 】 本発明の液体移動手段を具体的に構成する場合の 1 つの形態を説明するための透視斜視図である。

【 図 3 】 図 2 の V 溝に設ける分割電極群の形状の 1 例を示す平面図である。

【 図 4 】 図 2 の V 溝に設ける分割電極群の形状の変形例であって一方向に液滴を移動させる例の平面図であり、(a) は 1 つの形状を、(b) は他の形状を示す図である。

【 図 5 】 図 2 の V 溝に設ける分割電極群の形状の変形例であって両方向に液滴を移動させる例の平面図であり、(a) は 1 つの形状を、(b) は他の形状を示す図である。

40

【 図 6 】 本発明の液体移動手段の別の形態を説明するための図 2 と同様の透視斜視図である。

【 図 7 】 図 6 の分岐点を介して 1 個の V 溝から 2 つの V 溝へ液滴をガイドして振り分けるための分割電極群の例を示す平面図 (a) と、液滴を一方の V 溝へ振り分ける場合に電圧を印加する分割電極を示す図 (b) である。

【 図 8 】 液滴を 2 次元方向の任意の方向へ移動可能な 1 つの形態の斜視図である。

【 図 9 】 液滴を 2 次元方向の任意の方向へ移動可能な別の形態の平面図である。

【 図 1 0 】 共通電極膜を親水性のもので構成した場合に電圧を印加する分割電極を移動させて液滴を移動させた状態を示す図である。

50

【図 1 1】液滴をパイプの孔に沿って前後に移動させる形態の透視斜視図である。

【図 1 2】図 1 1 の形態の液体移動手段の適用例を示す図であり、(a) は液滴からなる両凹レンズの焦点調節に用いる例、(b) は液滴の両凸レンズと別の液滴の両凹レンズからなる焦点距離可変レンズ系を構成する例を示す図である。

【図 1 3】図 1 1 の形態の液体移動手段の別の適用例を示す図であり、(a) は液滴に被移動物を吸着、付着、溶解、内包させて移動させる例、(b) はレンズを吸着、付着、内包させて移動させる例を示す図である。

【図 1 4】本発明の液体移動手段で移動される液滴の位置をモニターする形態の 1 例を示す図であり、(a) は全体の斜視図、(b) は一部断面図、(c) は信号波形図である。

【符号の説明】

10

1、1'、 1_1 、 1_2 ... 液滴

2 ... 共通電極膜

2' ... 共通電極

3 ... 分割電極群

$3_1 \sim 3_8$ 、 $3_{31} \sim 3_{101}$ 、 $3_{32} \sim 3_{102}$ 、 $3_{11} \sim 3_{1m}$ 、 $3_{21} \sim 3_{2m}$ 、 \dots 、 $3_{n1} \sim 3_{nm}$... 分割電極

3' ... 分割電極の突起部分

4 ... 絶縁膜

5 ... 直流電源

6 ... スイッチ群

20

$6_1 \sim 6_7$... スイッチ

7、8 ... 基板

9 ... 間隔

10 ... 制御装置

11 、 11_1 、 11_2 ... V 溝

11_0 ... V 溝の分岐点

12 、 13 ... V 溝の斜面

14 ... 天井

15 ... V 溝の稜線

20 ... 円筒体 (パイプ)

30

21 ... 弧状の分割電極の端部間の隙間

22 ... 通気孔

25 ... 被移動物

26 ... レンズ

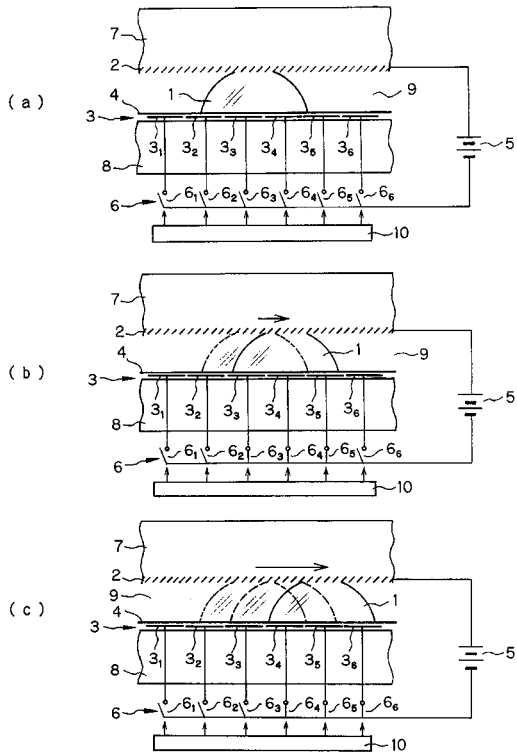
30 ... 平行光

31 ... 基板

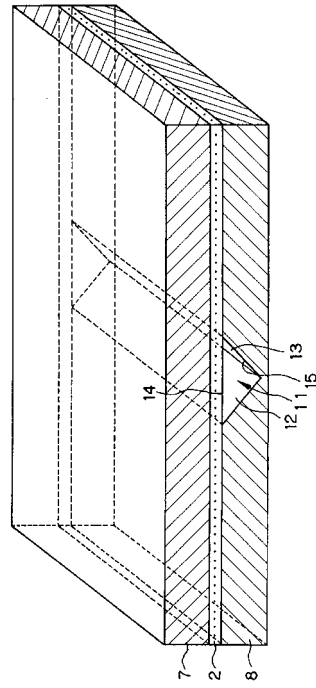
32 ... 受光素子群

$32_{11} \sim 32_{1m}$ 、 $32_{21} \sim 32_{2m}$ 、 \dots 、 $32_{n1} \sim 32_{nm}$... 受光素子

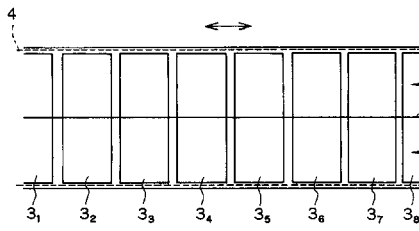
【 図 1 】



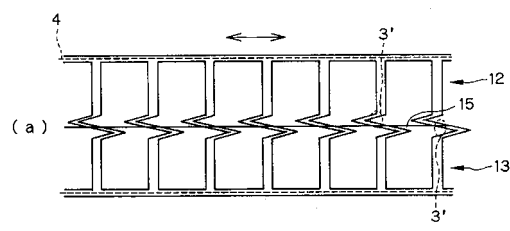
【 図 2 】



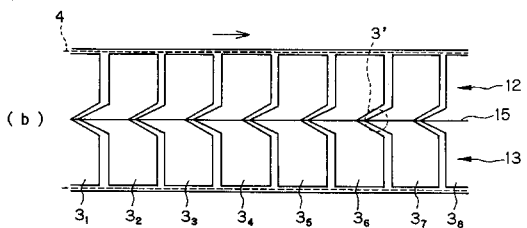
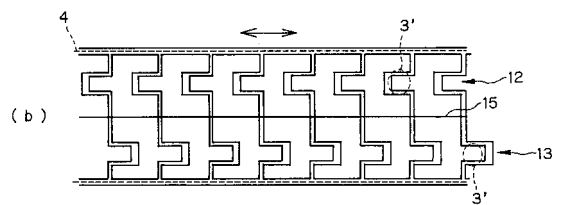
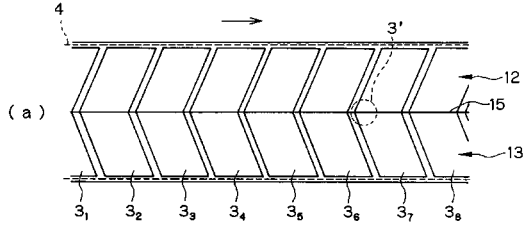
【 図 3 】



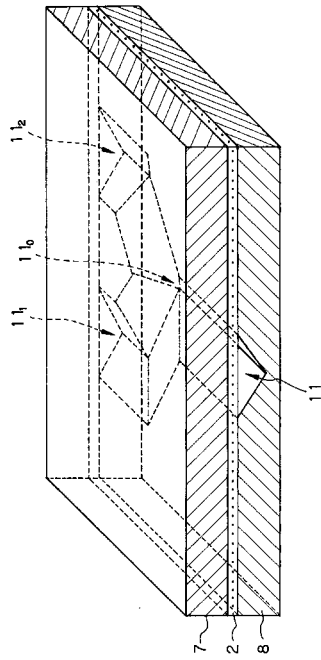
【 図 5 】



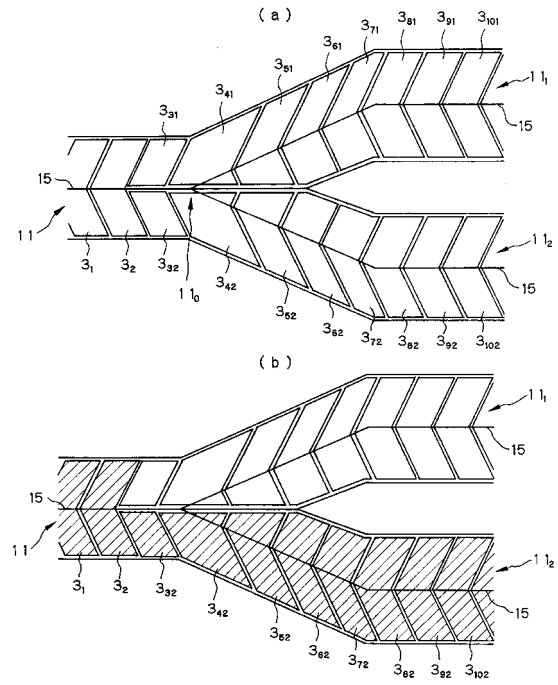
【 図 4 】



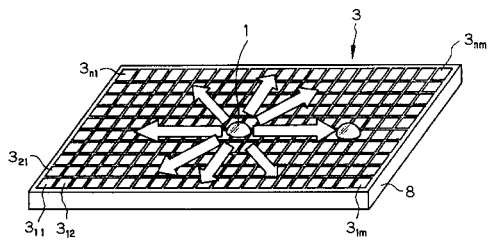
【 図 6 】



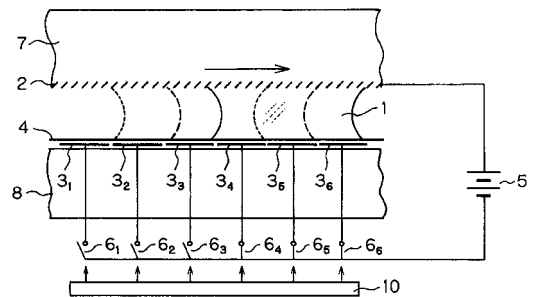
【 図 7 】



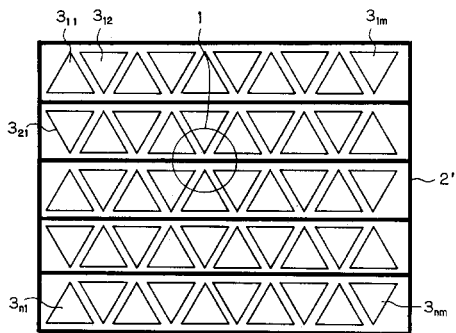
【 図 8 】



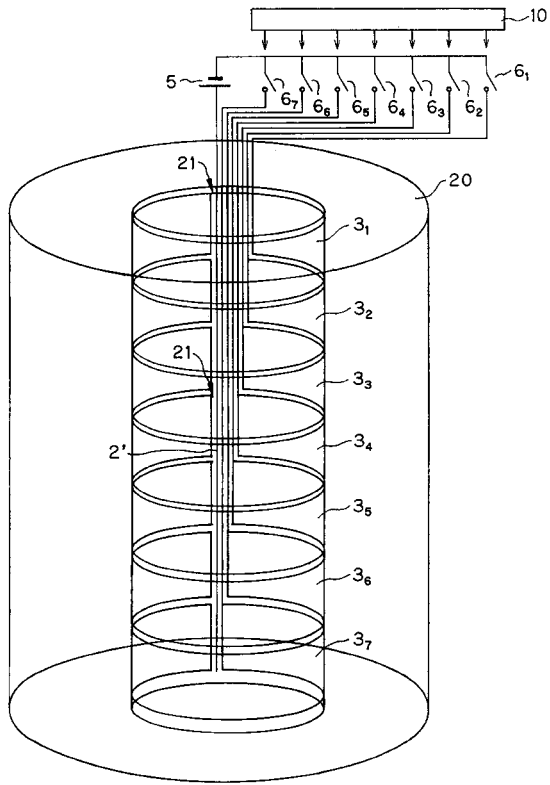
【 図 10 】



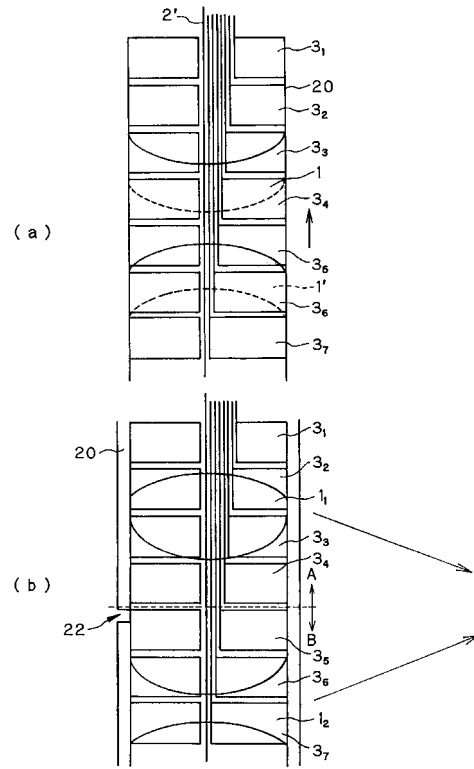
【 図 9 】



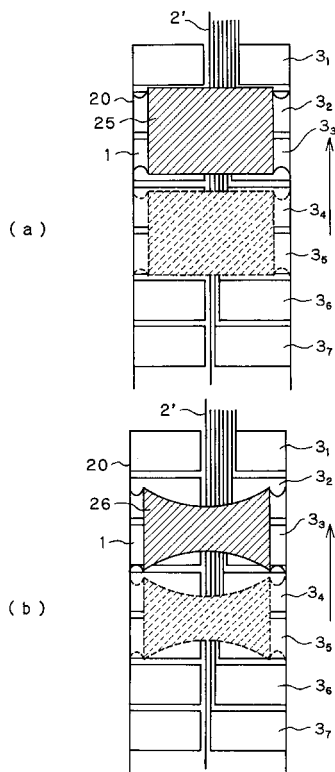
【 図 1 1 】



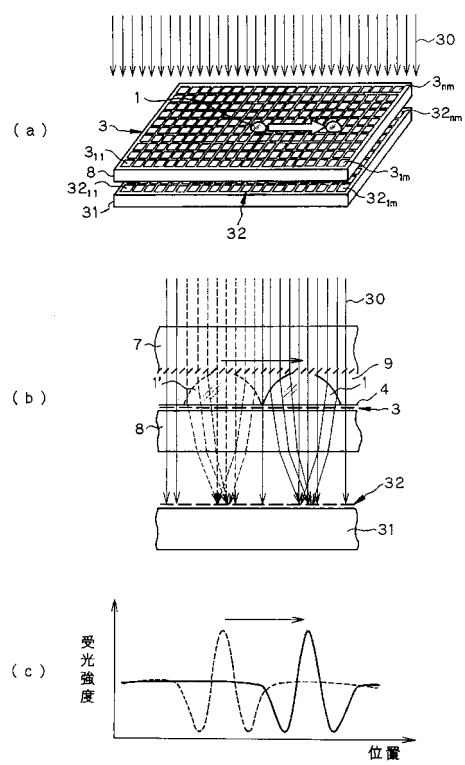
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(74)代理人 100094787

弁理士 青木 健二

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 研野 孝吉

東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号

オリンパス光学工業株式会社内