

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4240472号  
(P4240472)

(45) 発行日 平成21年3月18日(2009.3.18)

(24) 登録日 平成21年1月9日(2009.1.9)

(51) Int.Cl.

F I

H O 2 N 2/00 (2006.01)

H O 2 N 2/00 B

H O 1 L 41/083 (2006.01)

H O 1 L 41/08 N

H O 1 L 41/187 (2006.01)

H O 1 L 41/08 Q

H O 1 L 41/18 1 O 1 D

請求項の数 6 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-506021 (P2003-506021)  
 (86) (22) 出願日 平成14年6月19日(2002.6.19)  
 (65) 公表番号 特表2004-531189 (P2004-531189A)  
 (43) 公表日 平成16年10月7日(2004.10.7)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2002/002826  
 (87) 国際公開番号 W02002/103816  
 (87) 国際公開日 平成14年12月27日(2002.12.27)  
 審査請求日 平成17年5月26日(2005.5.26)  
 (31) 優先権主張番号 0115068.9  
 (32) 優先日 平成13年6月20日(2001.6.20)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)  
 (31) 優先権主張番号 0115067.1  
 (32) 優先日 平成13年6月20日(2001.6.20)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)

(73) 特許権者 503200914  
 ボラティス リミテッド  
 イギリス国 CB4 OFW ケンブリッ  
 ジシャー、ケンブリッジ、ケンブリッジ  
 サイエンス パーク 332-2  
 (74) 代理人 100067448  
 弁理士 下坂 スミ子  
 (74) 代理人 100065709  
 弁理士 松田 三夫  
 (72) 発明者 デイムス、アンドリュウ、ニコラス  
 イギリス国、CB4 1HU ケンブリッ  
 ジ、ドウ フレヴィル アヴェニュー 74  
 審査官 牧 初

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電アクチュエータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基端が支持構造体に関して固定され、互いに直交する X 軸、Y 軸、Z 軸からなる直交 X Y Z 座標系における Z 軸に沿って長さを伸長し、X Y 平面内で移動可能な先端を有するアクチュエータであって、電極板と圧電材料とが Y 軸方向に交互に積層された積層体からなり、前記電極板は、前記積層体における Y 軸方向の上方に位置する上方領域と、前記積層体における Y 軸方向の下方に位置する下方領域と、前記積層体における X 軸方向の左方に位置する左方領域と、前記積層体における X 軸方向の右方に位置する右方領域に配置されており、前記上方領域の電極板に電圧を印加することで前記 Y 軸方向の一方に前記先端を撓ませるように前記上方領域を付勢する手段と、前記下方領域の電極板に電圧を印加することで前記 Y 軸方向の他方に前記先端を撓ませるように前記下方領域を付勢する手段と、前記左方領域の電極板に電圧を印加することで前記 X 軸方向の一方に前記先端を撓ませるように前記左方領域を付勢する手段と、前記右方領域の電極板に電圧を印加することで前記 X 軸方向の他方に前記先端を撓ませるように前記右方領域を付勢する手段とを備え、前記下方領域は前記上方領域から前記 Y 軸方向に離間された、アクチュエータ。

【請求項 2】

前記アクチュエータは中央穴のない構造となっている、請求項 1 に記載のアクチュエータ。

【請求項 3】

前記左方領域及び前記右方領域は前記上方領域と前記下方領域との間に介在する、請求項

1又は2に記載のアクチュエータ。

【請求項4】

前記左方領域の二組の電極板のうち一方の組の電極板には第1バイアス付勢電圧が印加されるようになっており、並びに前記右方領域の二組の電極板のうち一方の組の電極板には第2バイアス付勢電圧が印加されるようになっており、前記左方領域における前記一方の組の電極板は前記右方領域における前記一方の組の電極板からX軸方向に離間されている、請求項1～3の何れかに記載のアクチュエータ。

【請求項5】

前記左方領域及び前記右方領域の電極板のうち他の組の電極板は、前記左方領域における前記一方の組の電極板から前記右方領域における前記一方の組の電極板にわたって延在するように構成されている、請求項4に記載のアクチュエータ。

10

【請求項6】

前記アクチュエータは中央穴がある構造となっている、請求項1に記載のアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、圧電材料の収縮または膨張によって運動が制御される装置に関するものである。

【発明の開示】

20

【発明が解決しようとする課題】

【0002】

本発明の主な狙いは、二次元で移動できるアクチュエータを提供することにある。

【0003】

本発明の別の目的は、形状が特に小型であるアクチュエータを提供することにある。

【0004】

本発明の別の目的は、運動を正確かつ予測可能に維持しながら繰り返して運動を受けるアクチュエータを提供することにある。したがって、この発明に開示されたアクチュエータの型式は信頼性があることを必要とする。

【0005】

30

本発明の別の目的は、圧電材料内の電極の配置に対して新規な取組を提案することにある。

【0006】

本発明の別の目的は、アクチュエータが類似のアクチュエータの積層体に容易に組み付けられるような形状をしたアクチュエータを提供することにある。したがって、この発明の別の目的は、隔離状態で動作するように設計された個々のアクチュエータとして、特に小型でかつ等しく信頼性があるアクチュエータの配置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

第1の広い独立した観点においては、本発明は、電極板と圧電材料の交互差込み層の積層体からなるアクチュエータにおいて実施される。電極板の上方領域（使用時）は上下方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。電極板の下方領域は上下方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。電極板の1またはそれを超える別の領域は、左右方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。

40

【0008】

上記構成はZ方向（Z軸がアクチュエータの長手方向にそって延びる）に直角なX方向およびY方向の撓みを許すので、その構成は特に有利である。この特徴の組合せは、それが特に小型総体寸法でありながら、増加した自由端揺れと共に二次元で曲がるアクチュエータを提供するので、特に有利である。

【0009】

50

本発明の第1の広い独立観点にもとづく副次的観点においては、前記別領域または各別領域の電極板が上方領域および下方領域の電極板に実質的に平行に延び、左バイアス付勢電圧を伝導するように適応された電極板が右バイアス付勢電圧を伝導するように適応された電極板から離間され、それらの対応する電極板がアクチュエータの幅を実質的に横切って延びている。

【0010】

この特徴の特別な組合せは、それが二次元で曲げを受けやすいアクチュエータを提供し、かつシステムに加えられるエネルギーに対して高度に撓みを起こすことができるので、特に有利である。この構成もまた特に小型である。

【0011】

第1の広い独立した観点にもとづく別の副次的観点においては、アクチュエータはほぼ円筒形状である。

【0012】

この観点は、特別な駆動信号の印加の下でアクチュエータが曲がったときに、その観点が達成できる撓れを最大にするので、有利である。さらに、ほぼ円筒形状のアクチュエータは、それが別の類似のアクチュエータと並んで動作するとき、小型の配列を形成するように特にうまく適応するので、有利である。

【0013】

追加の副次的観点においては、アクチュエータは1またはそれを超えるトンネルからなる。

【0014】

1またはそれを超えるトンネルを設けることは、それらが光ファイバのような細長い要素を収容することができるので、特に有利である。一旦これらの細長い要素がこれらのトンネルに挿入されると、その要素はアクチュエータが要素の保護ハウジングを構成しながらアクチュエータと共に撓むことができる。

【0015】

本発明の第1の広い独立した観点にもとづく別の副次的観点においては、圧電材料の各ストリップが約20 - 約35ミクロンの範囲内にある厚みを有している。

【0016】

この特別な範囲に圧電材料のストリップを選ぶことは、その範囲内で達成される曲げが長期間制御可能で信頼性を留めていながら最大にされるので、有利である。

【0017】

本発明の第1の広い独立観点にもとづく別の副次的観点においては、各電極は約2.5ミクロンの厚みを有する。

【0018】

この厚みにおいては、アクチュエータの曲げは、長期間制御可能で信頼性を留めていながら最大にされるので、有利である。

【0019】

第2の広い独立観点においては、本発明は、2またはそれを超える歯を組み込んだ櫛の構成のアクチュエータを提供する。1またはそれを超えるアクチュエータが、電極板と圧電材料の交互差込み層の積層体からなる。電極板の上方領域（使用時）は上下方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。電極板の下方領域は上下方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。電極板の1またはそれを超える別の領域は、左右方向に撓みを生じるように付勢されたときに適応される。

【0020】

櫛構成の当該種類の歯グループを配列することの1つの利点は、多数の角度位置が一時に達成されることである。少なくとも1つの歯は、それらのすべてでない場合に、二次元で個々に移動される。

【0021】

この構成の他の利点は、歯が特に真っ直ぐで制御しやすく、各歯が大きな終点撓みを達

10

20

30

40

50

成し、延長期間を超えて正確な角度位置決めを達成することを受け容れることである。この種の歯グループは、個々の歯配列を製造するよりも少ない費用で容易に製造される。櫛の歯のようなアクチュエータを製造する別の利点は、この構成が特に小型であり、全体を小型にする歯の大きな配列を製造するために類似構造の他の櫛と組み合わせて動作するように容易に適応されることである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

図1は、2Dアクチュエータ1の概略を示す。アクチュエータは、方形断面のほぼ円筒形状の圧電アクチュエータであり、また、この実施例においては軸穴4に光ファイバのような細長い要素5を収容する。電極は、上、下、左、右を指定した4つの別個の領域に圧電材料の本体内に定置される。これらの各電極グループは、個々に刺激される。例えば、上のみが刺激された場合には、アクチュエータの頂部が収縮し、その結果、圧電アクチュエータが動作している細長い要素を動かす収縮部分に向かって圧電アクチュエータが曲がる。電極は、上、左、右、下にそれぞれ対応するU、L、R、D入力によって刺激される。アクチュエータが主にZ方向に延び、したがってXおよびY方向に限られた空間を占めるだけであることを大文字で書くために、電極入力はアクチュエータの同じ側にすべて定置されてもよい。図1において、互いに直交するX軸、Y軸、Z軸からなる直交XYZ座標系を想定したとき、上記左右方向はX軸方向に対応し、上記上下方向はY軸方向に対応し、紙面に垂直な方向（要素5の長手方向）はZ軸方向にそれぞれ対応する。

【0023】

各電極は、アクチュエータの全長にわたって好ましくは延びている。しかし、これらはアクチュエータの区分を交互に刺激するだけでもよい。

【0024】

図2は、製造方法が本願において後の段階で詳細に説明される特別の好適一体型圧電ブロックの断面構成を表す。

【0025】

アクチュエータ構造の頂部に向かって、ブロックの幅を横切って延びる電極層AおよびBが交互に差し込まれる。ブロックの底に向かって類似の電極層EおよびBがある。B層をすべて便宜的に接地させて、AまたはEのいずれかに電圧を印加することによって上方移動または下方移動をそれぞれ生じさせる。この技術において、駆動電圧は単極であり、その極性は圧電材料が収縮モードにおいて反応するように印加電界に平行に整列される。

【0026】

ブロックの中間領域において、CおよびDの電極層が交互に差し込まれる。D層はブロックの幅を横切って延び、他方、C電極は左および右に分割される。C電極の適切な組に電圧を印加することは、左または右撓みを生じる。

【0027】

この実施例の圧電アクチュエータの特別寸法は、図2に書かれている。軟質PZT材料の層は、厚みが $22.5\mu\text{m}$ （ミクロン）であり、電極それ自体は $2.5\mu\text{m}$ の厚みを有する。中央区分は、 $160\mu\text{m}$ 四方の中央穴を収容するために $200\mu\text{m}$ の厚みを電極から奪われる。約 $0.2\text{mm}$ の左右バイアス電極間に中央間隙が設けられている。

【0028】

図3は、2D圧電アクチュエータの別実施例を表す。この圧電アクチュエータは、図2の内容において記載された類似の相互差込み電極からなる。この特別型式の圧電アクチュエータは、中央穴を廃止し、したがって、圧電アクチュエータ内に電極のより効率的な配分を可能にする。この特別型式の圧電アクチュエータは、 $1.8\times 1.8\text{mm}$ のブロックで、この図面には図示されていないが、 $31\text{mm}$ の活動長さとして $41\text{mm}$ の全長を有している。 $2.5\mu\text{m}$ の電極によって分離された $30\mu\text{m}$ の軟質PZT材料の54枚層がある。容量(U/D)は $0.3\mu\text{F}$ であり、(L/R)に対して $0.7\mu\text{F}$ である。この構成の各電極は、 $1.6\text{mm}$ の幅と $31\text{mm}$ の長さとして有し、その長さにそって互いに平行に延びている。L/Rバイアス電極の中央間隙は、 $0.2\text{mm}$ である。動作電圧は+90であ

るが、 $+/-37.5$  Vのバイアス電圧および $+/-52.5$  Vの駆動電圧によって $-15$  Vになる。圧電アクチュエータが負荷を受けていないならば、一端が約 $+/-0.8$  Nで把持されたとき、撓みは $U/D$ および $L/R$ に対して $+/-125$   $\mu$ mとなる。

【0029】

上述した2Dアクチュエータは、絶縁されたユニットになるか、歯付きアクチュエータ櫛の一部を形成し、各櫛の歯は上述した形式の電極構成を有する。

【0030】

圧電櫛を製造するために、ジルコン酸チタン酸鉛のような圧電材料が電極板に積層される。既に述べたように、電極板が印加電圧によって刺激されたとき、圧電材料は印加電圧のバイアスにもとづいて上述したように収縮するか膨張することができる。上述した場合には、電圧は0 Vと90 Vとの間だけにあり、それゆえに電極は常に正であり、したがって、圧電材料を収縮させる。そして、圧電材料の異なる区分を収縮させることによって、異なる効果が全体の圧電アクチュエータに生じる。

【0031】

2Dアクチュエータのグループを製造する特別に有利な方法は、別個に制御可能な歯を持った櫛形状としてアクチュエータを製造することである。このような櫛形状のアクチュエータを製造する好適方法は、大きい長方形形状のアクチュエータ領域の全サイズを計測した積層電極板をつくり、次いで櫛形状を得るために適切な位置で切断することによって実施される。

【0032】

電極板は図4、5、6、7、8に示され、D、C、B、A、Eの記号がそれぞれ付され、図9に示す順序で互いの上に積層される。図9は、既に切断された穴32を示し、電極がそれらの周りに積層される。層は、電極の各 $2.5$   $\mu$ m層間で $22.5$   $\mu$ mセラミックである。

【0033】

5つの異なる板があるけれども、3つの異なる型式の板がある。図4および6からわかるように、板DおよびBは、それらが各偶発的歯(図10および12に見られるように)に対して入力有しかつ各歯が独立して刺激される点で、類似している。

【0034】

図7および8の板AおよびEは、1つのみの電極入力を有し、また、偶発的な歯のAおよび/またはE電極のすべてが同時に独立してではなく刺激される。Bの入力配置は、Dのそれとは異なり、AおよびEの入力配置も異なる。

【0035】

第3形式の電極板が図5に示される。板C(図11に示す)の電極指70は中間で鋸引きされ、鋸引きが電極材料の底まですべて達していない。

【0036】

電圧がそこを通過するとき、歯の櫛を、ファイバが現れかつ歯の配列が左から右に並ぶ端から見たならば、板Dはアクチュエータ歯の左右移動を生じる。板Cは、板Dの電圧を平衡にする左/右バイアス電圧を伝導する。この特別の例は、板Cにおいて電極間に8つの空間があるので、8枚歯櫛となっていることがわかる。板Bは板Dと類似しているが、その位置決めによってその電圧にアクチュエータ歯の上下移動をさせる。板AおよびEは、アクチュエータ歯の上下移動に対してそれぞれ正負のバイアス板となる。

【0037】

図9は、A B A B A C D C D C D C D穴42 D C D C D C D C A B A B Aとして板の配置を示す。

【0038】

他の構成も可能である。

【0039】

図10、11、12、13、14は、板においていくつかの鋸引き切断がアクチュエータ櫛の8枚の(本実施例において)別個の歯をつくるようになされる箇所を示す。板にお

10

20

30

40

50

ける鋸引き切断は、図 1 5 に示すように各アクチュエータ歯に板構成をつくる。各切断は、0.2 mm 幅で、各歯について 0.8 mm のアクチュエータを残す。

#### 【0040】

図 1 6 は、板が切断された後で、板が別個に見えるときの各板を示す。圧電材料と共に積層されたこれら複数切断板のすべての組合せは、アクチュエータ櫛の単独の歯からつくられる。

#### 【0041】

図 1 7 は、異なる板が単独のアクチュエータ歯においていかにして互いに電氣的に取り付けられるかを示す。穴は示されていない。それは後に穴開けされる。各歯は 4 つの電極入力 U / D 制御、L / R 制御、+ バイアス、- バイアスを有する。

#### 【0042】

図 1 8 は、2 点 F を持つ 8 枚の歯付き櫛アクチュエータ構造を示す。図 1 9 は、図 1 8 の F - F 線から取った断面を示す。櫛の底は、1 mm 幅で、0.8 mm で切断部を持つ。これは各歯の横長さである。

#### 【0043】

図 2 0 は、すべての電極入力の入口点を示す。U / D 1 から U / D 8 までは、8 枚のアクチュエータ歯の各々について上 / 下入力である。表記は、左 / 右 ( L / R ) 電極入力に対して類似している。左 / 右 バイアス電圧入力について 8 つの入力、上 / 下 正および負 バイアス電圧入力について各 1 つである。図 2 0 から、すべての電極入力が櫛の側にあることがわかる。これは、取扱を容易にし、全体の櫛をより小型にする。

#### 【0044】

図 2 1 は、一体の圧電アクチュエータ 3 0 が 3 2 枚の歯付き櫛に似るように切断された圧電アクチュエータ 3 0 のさらに別の実施例を示す。各歯 2 0 は独立した圧電アクチュエータとして作用する。圧電櫛 3 0 の各歯 2 0 は、光ファイバを通すように開けられた穴を有する。この型式の櫛は、光システム用入力または出力配列に用いられる櫛配列を形成するように容易に積層される。例えば、3 2 枚のアクチュエータ歯の 3 2 櫛は 3 2 枚の 3 2 櫛に対面してもよい。したがって、1 0 2 4 × 1 0 2 4 ( すなわち、1 0 2 4 口 ) スイッチをつくる。

#### 【0045】

図 2 2 は、電極入力のいくつかを有する櫛構造を示す。電極刺激入力 7 0 は、各櫛歯 2 0 に対して 4 つに分割される。入力接続点は、別個の電極入力 D、R、L、U が、図 2 2 における 2 枚歯サンプルについて見られるように、櫛の外側の周りに現れるように設定される。このようにして、多くの櫛が平行に積層され、すべての電極入力がいぜんとして容易に接近できる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0046】

【図 1】アクチュエータの概略図である。

【図 2】アクチュエータの一実施例の概略断面図である。

【図 3】アクチュエータの別実施例の概略断面図である。

【図 4】左 ( L ) / 右 ( R ) 電極板 ( D ) を示す。

【図 5】左 ( L ) / 右 ( R ) バイアス板 ( C ) を示す。

【図 6】上 ( U ) / 下 ( D ) 電極板 ( B ) を示す。

【図 7】上 ( U ) / 下 ( D ) 正バイアス板 ( A ) を示す。

【図 8】上 ( U ) / 下 ( D ) 負バイアス板 ( E ) を示す。

【図 9】図 4 - 8 の板 ( A、B、C、D、E ) の配置の断面図を示す。

【図 1 0】図 4 の左 ( L ) / 右 ( R ) 電極板 ( D ) の鋸引き位置を示す。

【図 1 1】図 5 の左 ( L ) / 右 ( R ) バイアス板 ( C ) のための鋸引き位置を示す。

【図 1 2】図 6 の上 ( U ) / 下 ( D ) 電極板 ( B ) のための鋸引き位置を示す。

【図 1 3】図 7 の上 ( U ) / 下 ( D ) 正バイアス板 ( A ) のための鋸引き位置を示す。

【図 1 4】図 8 の上 ( U ) / 下 ( D ) 負バイアス板 ( E ) のための鋸引き位置を示す。

10

20

30

40

50

【図 15】図 9 の板配置の単独切断区分を示す。

【図 16】板が一旦鋸引きされてしまった別個の板の概略を示す。

【図 17】図 15 におけるように板配置の単独切断区分を示すが、穴なしであり、各層がどのように接続されるかを示す。

【図 18】8 枚歯アクチュエータ櫛を示す。

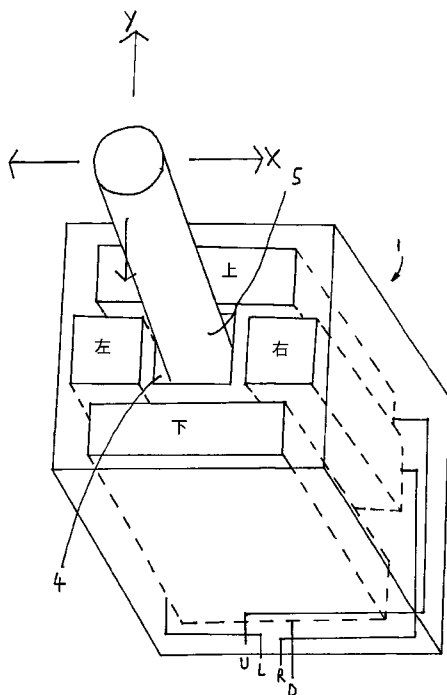
【図 19】図 18 の F - F 線から取った断面スライスを示す。

【図 20】図 18 に示すような櫛の外側縁を包囲する出力を示す。

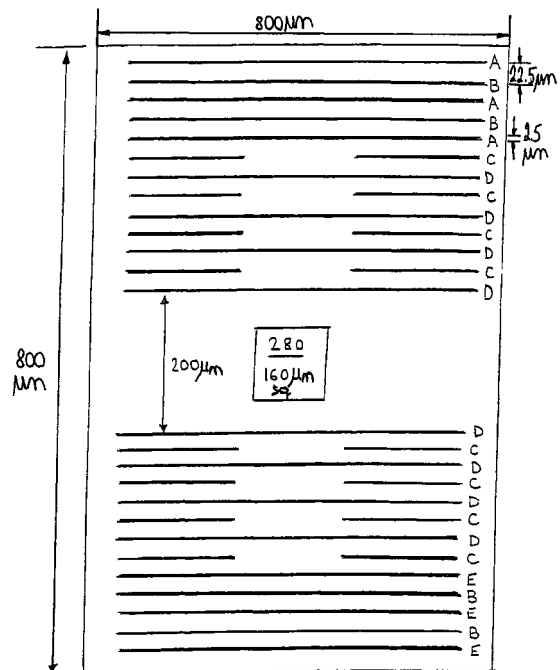
【図 21】櫛アクチュエータの別実施例を示す。

【図 22】櫛構造およびその電極入力の小部分を示す。

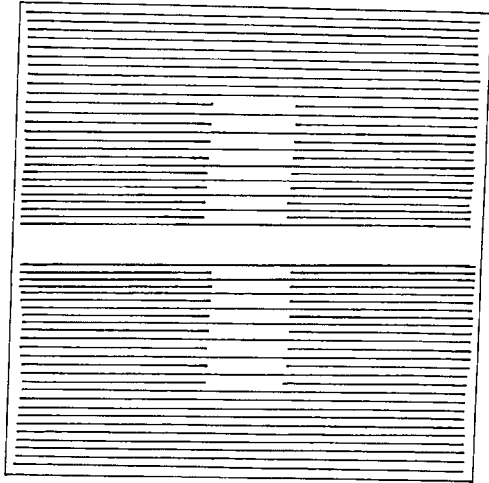
【図 1】



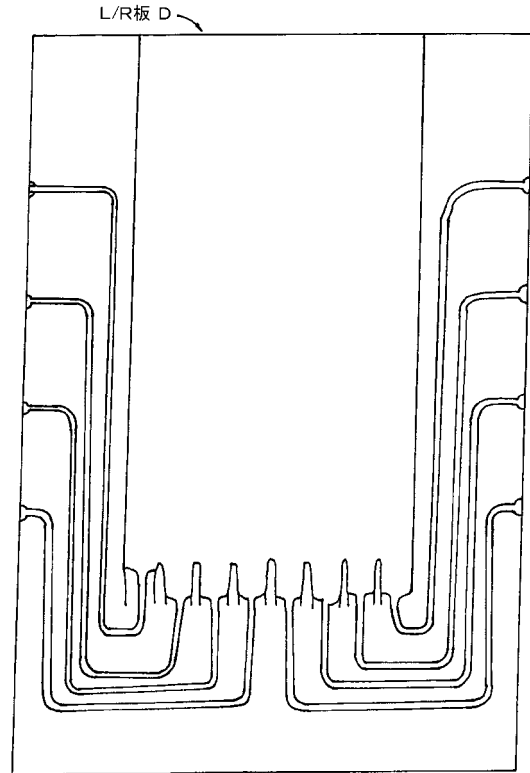
【図 2】



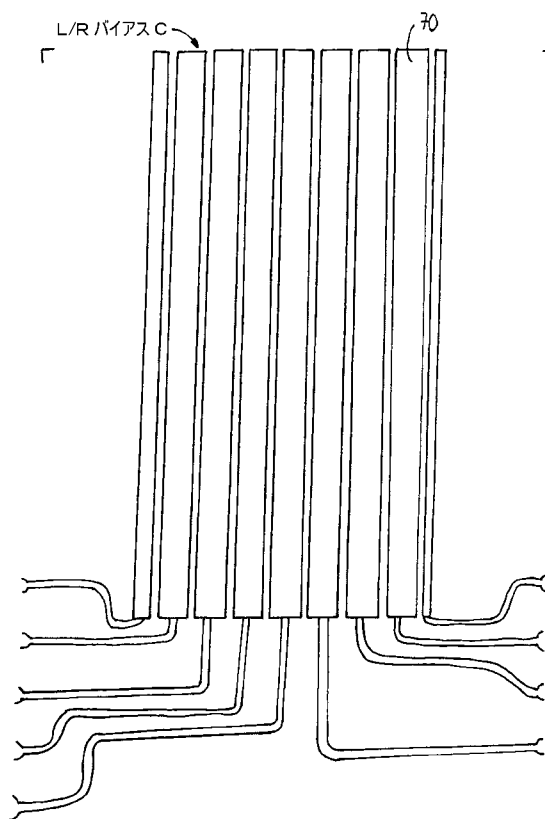
【図 3】



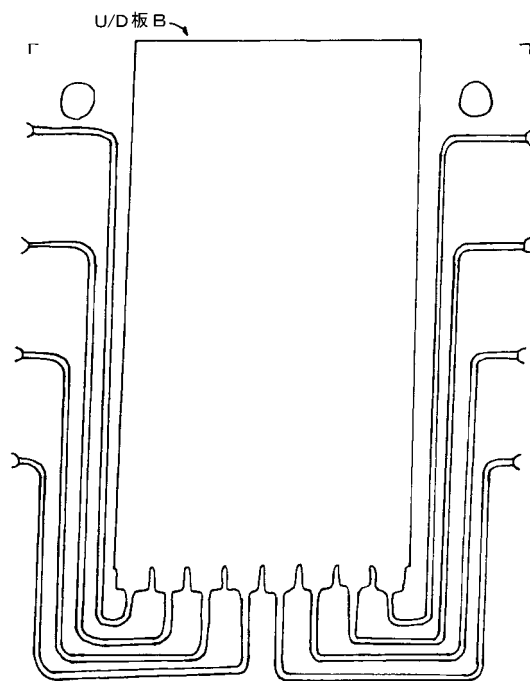
【図 4】



【図 5】

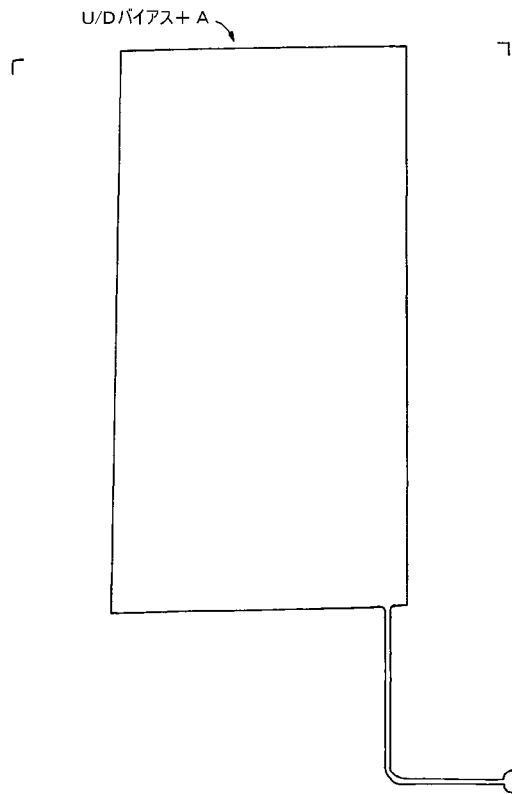


【図 6】

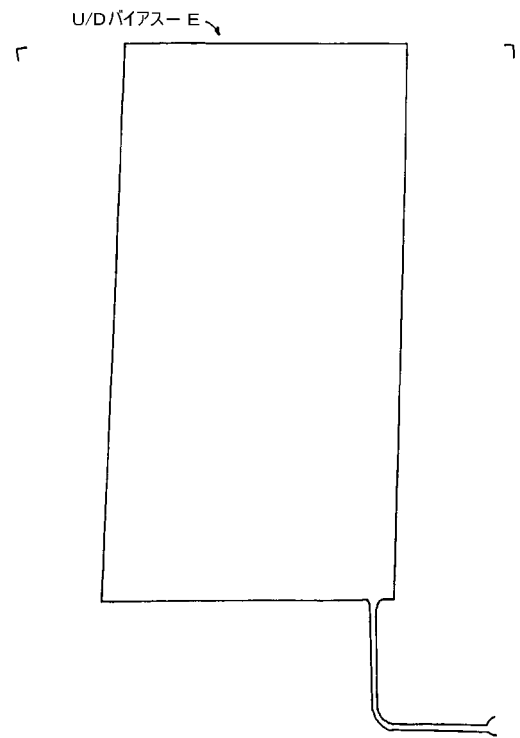




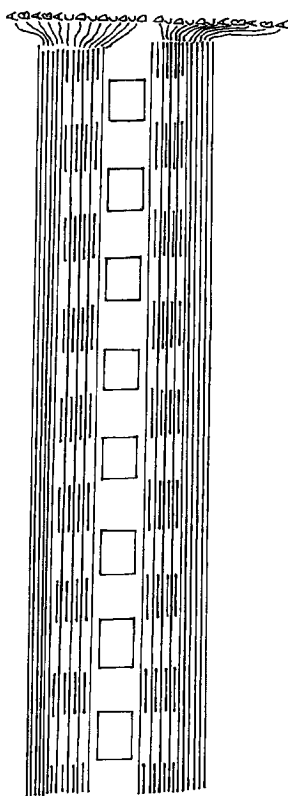
【図 7】



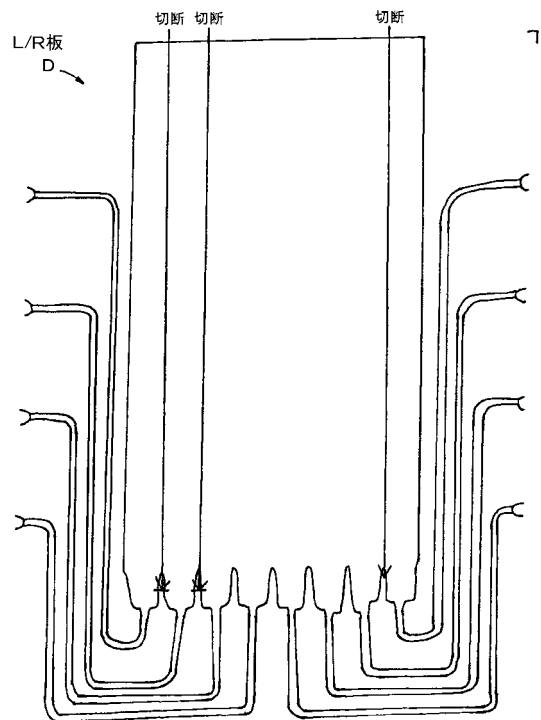
【図 8】



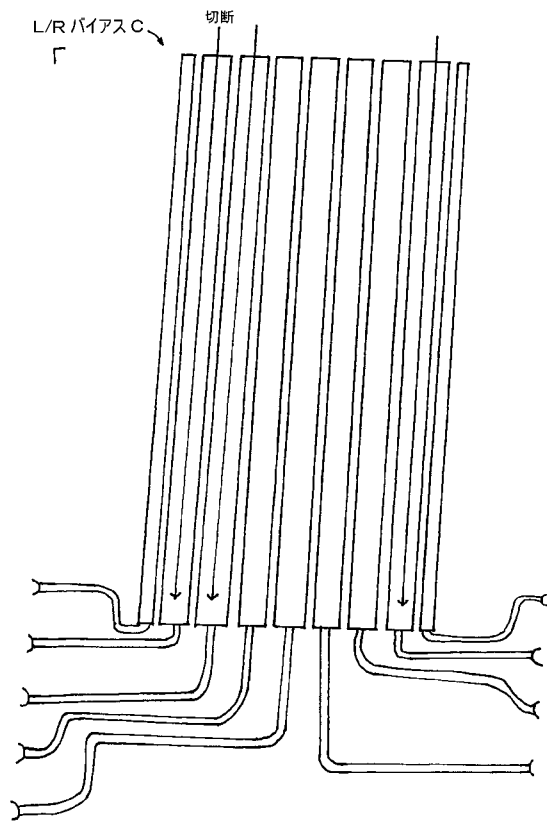
【図 9】



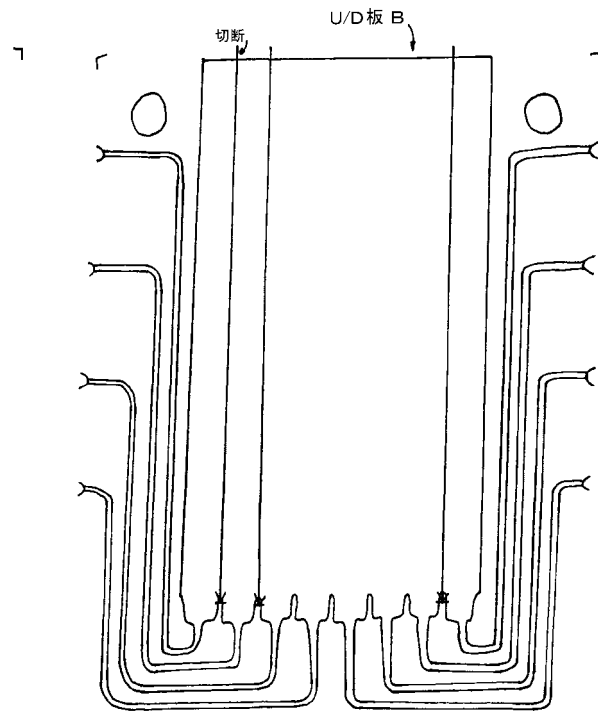
【図 10】



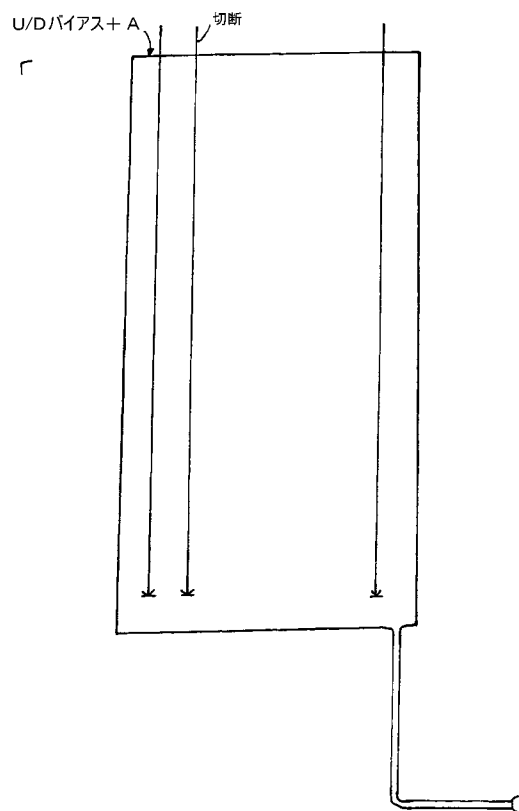
【図 1 1】



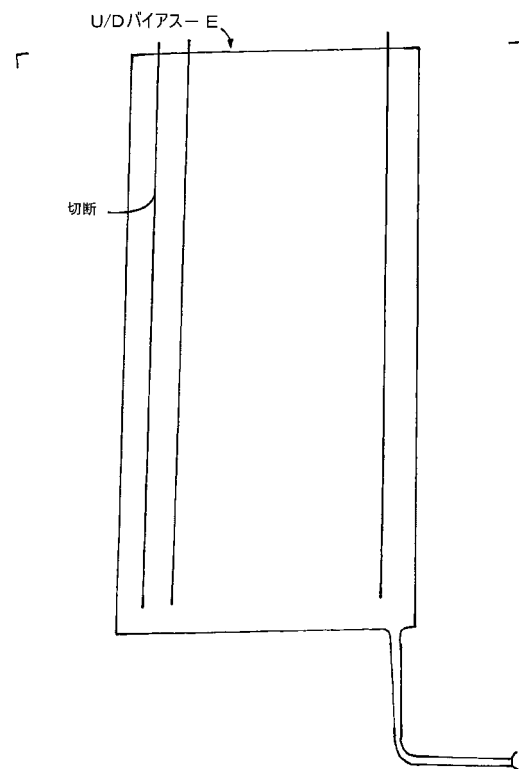
【図 1 2】



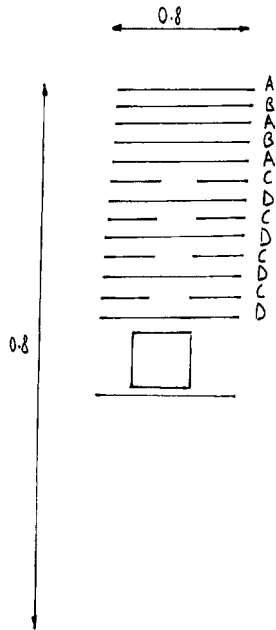
【図 1 3】



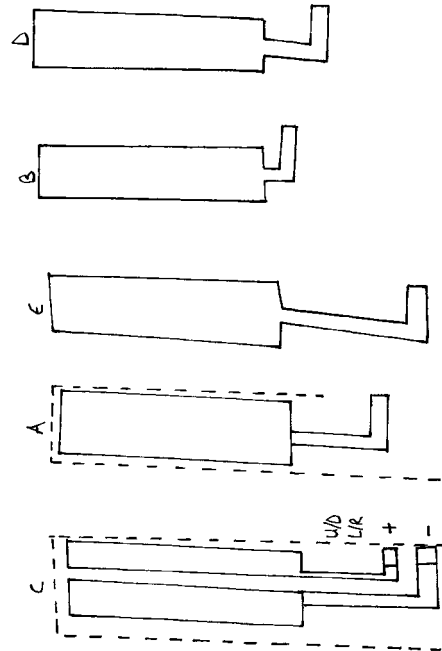
【図 1 4】



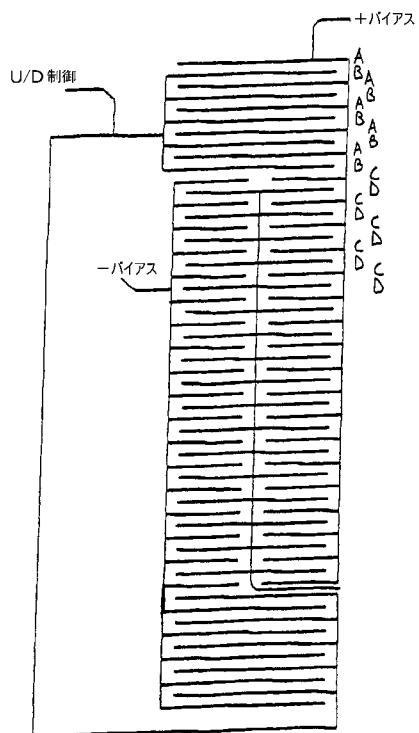
【図 15】



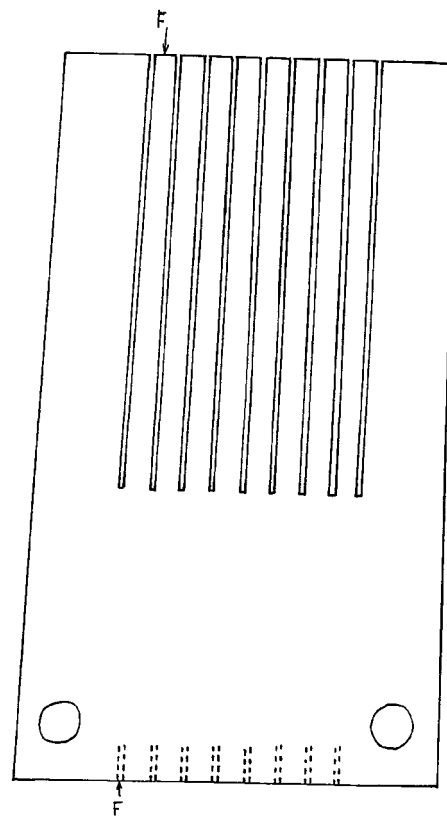
【図 16】



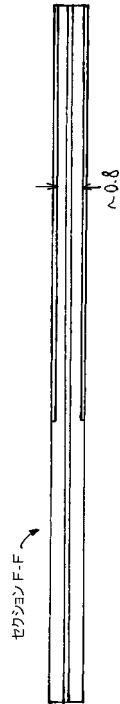
【図 17】



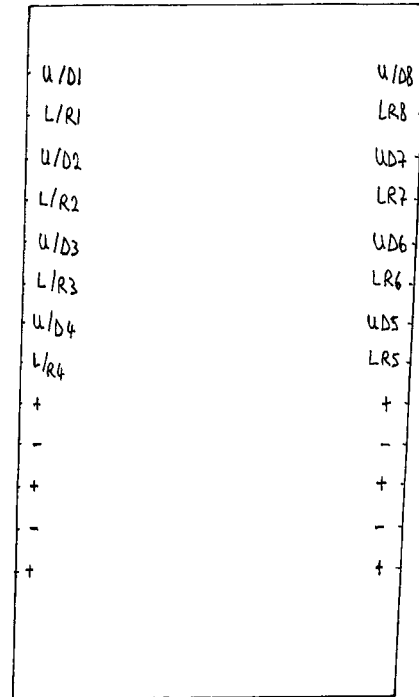
【図 18】



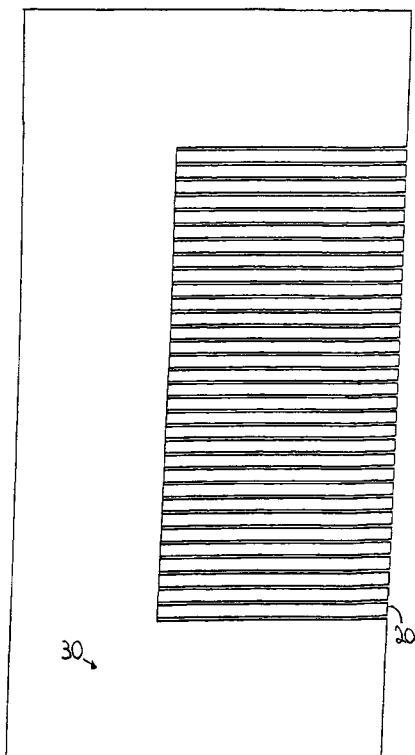
【図 19】



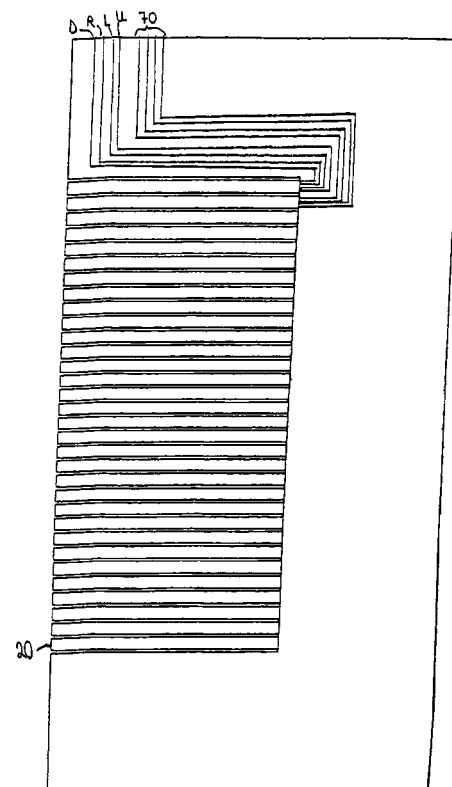
【図 20】



【図 21】



【図 22】



---

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 0116245.2  
(32)優先日 平成13年7月5日(2001.7.5)  
(33)優先権主張国 英国(GB)  
(31)優先権主張番号 PCT/GB01/05361  
(32)優先日 平成13年12月4日(2001.12.4)  
(33)優先権主張国 英国(GB)  
(31)優先権主張番号 0213020.1  
(32)優先日 平成14年6月6日(2002.6.6)  
(33)優先権主張国 英国(GB)

(56)参考文献 特開平05-146171(JP,A)  
特開平05-175567(JP,A)  
特表平11-500598(JP,A)  
特開平11-087790(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H02N 2/00-2/16