

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4551673号
(P4551673)

(45) 発行日 平成22年9月29日 (2010.9.29)

(24) 登録日 平成22年7月16日 (2010.7.16)

(51) Int. Cl.

F I

H O 2 N 11/00 (2006.01)
B 8 1 B 3/00 (2006.01)H O 2 N 11/00 Z
B 8 1 B 3/00

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-59667 (P2004-59667)
 (22) 出願日 平成16年3月3日 (2004.3.3)
 (65) 公開番号 特開2004-289994 (P2004-289994A)
 (43) 公開日 平成16年10月14日 (2004.10.14)
 審査請求日 平成18年12月13日 (2006.12.13)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-55226 (P2003-55226)
 (32) 優先日 平成15年3月3日 (2003.3.3)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 302014860
 イーメックス株式会社
 大阪府吹田市垂水町三丁目9番30号
 (74) 代理人 110000729
 特許業務法人 ユニ阿斯国際特許事務所
 (74) 代理人 100104422
 弁理士 梶崎 弘一
 (74) 代理人 100105717
 弁理士 尾崎 雄三
 (74) 代理人 100104101
 弁理士 谷口 俊彦
 (72) 発明者 加藤 健治
 大阪府池田市宇保町5番16-608号
 イーメックス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 イオン交換樹脂成型品及びこれを用いたアクチュエータ素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有している複合成成型品において、

隣接する任意の二つの複合成成型品のうちの一の複合成成型品について、他の一の複合成成型品を連結する連結部を有し、当該連結部が嵌合凸部及び/または嵌合凹部を形成しており

、
 当該連結部において少なくとも二面以上の金属電極を有し、

当該連結部における該金属電極について、

(1) 金属電極は同じ複合成成型品のうちの一つ以外とは絶縁され、かつ、
 (2) 金属電極は、前記他の複合成成型品の金属電極表面または前記他の複合成成型品の連結部の金属電極表面と接触している、複合成成型品。

【請求項2】

相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有している複合成成型品において、他の複合成成型品を連結するための連結部を少なくとも2個以上の複合成成型品が有している複合成成型品群であって、

当該連結部は、当該連結部を備える複合成成型品を備える金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の複合成成型品の連結部の金属表面と接触することができる金属表面を少なくとも四面以上有し、当該連結部が嵌合凸部及び/または嵌合凹部を形成している複合成成型品群。

【請求項 3】

前記嵌合凹部または前記嵌合凸部が、矩形の凹部または矩形の凸部である請求項 1 に記載の複合成型品。

【請求項 4】

前記嵌合凹部または前記嵌合凸部が、矩形の凹部または矩形の凸部である請求項 2 に記載の複合成型品群。

【請求項 5】

前記連結部の先端に、外れ防止の機構を有し、他の一の複合成型品の連結部の先端に、当該外れ防止機構に対応する外れ防止機構を有している請求項 1 に記載の複合成型品。

【請求項 6】

一の複合成型品の連結部の先端に、外れ防止の機構を有し、他の一の複合成型品の連結部の先端に、一の複合成型品の外れ防止機構に対応する外れ防止機構を有している請求項 2 に記載の複合成型品群。

【請求項 7】

請求項 2 に記載の複合成型品群において、そのうち少なくとも二つの複合成型品が、金属電極間の幅 w が 20 mm 以下であって、当該二つの複合成型品が、互いに、一の複合成型品の幅方向から見て、他の複合成型品の膜面方向が実質上水平となる角度以外で連結されている、請求項 2 に記載の複合成型品群。

【請求項 8】

請求項 2 に記載の複合成型品群であり、隣接する複合成型品が嵌合により連結され、末端の複合成型品から n 番目の複合成型品の側周 $d(n)$ と $n - 1$ 番目の複合成型品の側周 $d(n - 1)$ とが下式 (1) の関係である請求項 2 に記載した複合成型品群。

$$d(n) > d(n - 1) \quad \text{式 (1)}$$

【請求項 9】

請求項 1 に記載した複合成型品が複数連結している複合成型品群を変位部に用いたアクチュエータ素子。

【請求項 10】

請求項 2 に記載の複合成型品群を変位部に用いたアクチュエータ素子。

【請求項 11】

請求項 2 に記載の複合成型品群の一方の末端にある複合成型品の金属電極に、電圧を供給するためのリード線が接続されているアクチュエータ素子。

【請求項 12】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ素子を用いたロータリアクチュエータ。

【請求項 13】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ素子を駆動部に用いた位置決め装置、姿勢制御装置、応答装置、調節装置、保持機構または関節機構。

【請求項 14】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ素子を駆動部に用いたマニピュレータ、遠隔操縦装置または手術用器具。

【請求項 15】

請求項 9 から 11 のいずれか 1 項に記載のアクチュエータ素子を用いた人工関節、人工筋肉または人工指。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、イオン交換樹脂成形品及びこれに金属電極を形成して変位部に用いた湾曲及び／または変形可能なアクチュエータ素子に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

医療機器や産業用ロボット、マイクロマシンなどの分野において、軽量で柔軟性に富むアクチュエータの必要性が高まっている。特に、軽量性、柔軟性に加えて、小型でもあるアクチュエータの必要性が高まっている。また、ロボットやマニピュレータ等の用途においては、重い物体の移動等に代表される耐荷重性や、アクチュエータとしての長さが長い形状がアクチュエータに要求される。

【 0 0 0 3 】

例えば、小型化したアクチュエータは、駆動力の支配因子が慣性力よりも摩擦や粘性力となるため、モータやエンジンのような慣性力を利用してエネルギーを運動に変える機構を、超小型アクチュエータの動力として用いることが困難であった。このため、超小型アクチュエータの作動原理としては、静電引力型、圧電型、超音波式、形状記憶合金式、高分子伸縮式などが提案されている。

10

【 0 0 0 4 】

このような要求を満たす、小型化が容易であり、応答性が速く、しかも小電力で作動する高分子アクチュエータとして、イオン交換膜とこのイオン交換膜の表面で接合した電極とからなり、イオン交換膜の含水状態においてイオン交換膜に電位差をかけてイオン交換膜に湾曲および変形を生じさせることによりアクチュエータとして機能することができる高分子アクチュエータ素子が提案されている（特許文献1）。

【 0 0 0 5 】

【特許文献1】特開平4-275078号公報

【 0 0 0 6 】

20

この高分子アクチュエータ素子は、イオン交換樹脂膜とその表面に相互に絶縁状態で接合した金属電極とからなり、該イオン交換樹脂膜の含水状態において、金属電極間に電位差をかけることによりイオン交換樹脂成形品に湾曲および変形を生じさせることを特徴としている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 7 】

しかしながら、上記高分子アクチュエータ素子は、単独のイオン交換樹脂膜に金属電極を接合したものを変位部に用いているために、以下に記す側面を有していた。

【 0 0 0 8 】

30

すなわち、湾曲または変位の大きいアクチュエータ素子としての性能を最大限発揮させるには、当該アクチュエータ素子が備える対向する金属電極間の幅は、狭いほうが好ましい。当該金属電極の幅が広くなるにつれて、変位量が小さくなり、また変位速度も遅くなる。しかし、マニピュレータや人工指のような用途にアクチュエータ素子を用いる場合には、一定以上の耐荷重性が求められるため、当該アクチュエータ素子の幅は一定以上であることが求められる。従って、耐荷重性が求められるアクチュエータ素子においては、耐荷重性を満たすためにイオン交換樹脂の幅を広くすると変位量及び変位速度が低下するという背反が生ずることとなる。

【 0 0 0 9 】

また、湾曲や変形の大きなアクチュエータ素子とするためには、変位部が長いアクチュエータ素子が望ましい。このような素子とするためには、変位部に用いられるイオン交換樹脂の成型品に金属電極を形成した複合成型品を複数連結して変位部に用いることが考えられる。

40

【 0 0 1 0 】

しかし、ただ連結させた複合成型品をアクチュエータの変位部に用いた場合、各複合成型品を湾曲、変位させるためには、各複合成型品ごとに電圧を与えるリード線を取り付けなければならない、複雑な構造となる。そのため、アクチュエータ素子の応用用途が制限される。

【 0 0 1 1 】

50

本発明は、前述したような従来技術における課題を解決し、構造的制限の少なく応用用途の広いアクチュエータ素子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

本発明者らは、課題解決のため、以下に記す手段を取った。すなわち本発明は、イオン交換樹脂成型品の表面に、相互に絶縁状態で形成された金属電極を有している複合成型品において、二つの複合成型品のうち、一の複合成型品が他の一の複合成型品を連結する連結部位を有し、当該連結部に、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の一の複合成型品の金属電極または連結部の金属表面と接触している金属表面を、少なくとも二面以上有する連結された複合成型品である。即ち、前記複合成型品は、相互に絶縁状態

10

隣接する任意の二つの複合成型品のうちの一の複合成型品について、他の一の複合成型品を連結する連結部を有し、

当該連結部において少なくとも二面以上の金属電極を有し、

当該連結部における該金属電極について

(1) 金属電極は同じ複合成型品のうちの一つ以外とは絶縁され、かつ、

(2) 金属電極は、前記他の複合成型品の金属電極表面または前記他の複合成型品の連結部の金属電極表面と接触している、

複合成型品である。

20

【0013】

また、イオン交換樹脂成型品の表面に、相互に絶縁状態で形成された金属電極を有している複合成型品において、少なくとも2以上であるn個の複合成型品が他の複合成型品を連結するための連結部を有し、当該連結部に、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の複合成型品の連結部の金属表面と接触することがきる金属表面を、少なくとも四面以上有する複合成型品である。すなわち、本発明は、相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有している複合成型品において、他の複合成型品を連結するための連結部を少なくとも2個以上の複合成型品が有し、当該連結部は、当該連結部を備える複合成型品を備える金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の複合成型品の連結部の金属表面と接触することがきる金属表面を少なくとも四面

30

【0014】

更に、本発明は、上記に記載の複合成型品が連結部を形成する嵌合凸部及び/または嵌合凹部を備えた複合成型品である。特に、嵌合凹部を備えた複合成型品は、該嵌合凹部がコの字状である場合には、本発明は、上記に記載の複合成型品における連結部がコの字形状である複合成型品である。

【0015】

更に、本発明は、上記に記載の複合成型品の連結部の先端に、外れ防止の機構を有し、他の一の複合成型品の連結部の先端に、一の複合成型品の外れ防止機構に対応する外れ防止機構を有している複合成型品または連結された複合成型品である。

40

【0016】

更に、本発明は、上記に記載した複合成型品が複数連結している複合成型品において、そのうち少なくとも二つの複合成型品が、金属電極間の幅wが20mm以下であって、当該二つの複合成型品が、互いに、一の複合成型品の幅方向から見て、他の複合成型品の膜面方向が実質上水平となる角度以外で連結されている、連結された複合成型品である。つまり、本発明は、隣接する複合成型品の幅方向の軸が交わるように複合成型品が連結された複合成型品の組み合わせを少なくとも1つ以上有する、上記複合成型品が複数連結している複合成型品群である。

【0017】

更に、本発明は、上記いずれかに記載した複合成型品が複数連結している複合成型品に

50

において、任意の複合成型品の端部から順番に1ないしnまで番号をつけたn個の複合成型品の側周dが、 $d(n) > d(n-1)$ の関係性を有する連結された複合成型品である。つまり、本発明は、複合成型品が複数連結している複合成型品群であり、隣接する複合成型品が嵌合により連結され、末端の複合成型品からn番目の複合成型品の側周d(n)とn-1番目の複合成型品の側周d(n-1)とが下式(1)の関係である複合成型品群である。

$d(n) > d(n-1)$ 式(1)。

【0018】

また、上記いずれかに記載した複合成型品が複数連結している複合成型品を変位部に用い、かつ当該連結された複合成型品における一方の端部にある複合成型品の各金属電極に、電圧を供給するためのリード線が接続されているアクチュエータ素子である。

10

【0019】

また、上記アクチュエータ素子を用いたロータリアクチュエータである。

【0020】

また、上記アクチュエータ素子を駆動部に用いた位置決め装置、姿勢制御装置、応答装置、調節装置、保持機構または関節機構である。

【0021】

また、上記アクチュエータ素子を駆動部に用いたマニピュレータ、遠隔操縦装置または手術用器具である。

【0022】

20

また、上記アクチュエータ素子を用いた人工関節、人工筋肉または人工指である。

【発明の効果】

【0023】

本発明の用いることにより、湾曲や変位が大きくかつ耐荷重性に優れ、回転運動可能なアクチュエータ素子および当該アクチュエータ素子に好適なイオン交換成型体の複合成型品を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下、本発明の実施の形態について図1ないし図9に基づいて詳細に説明する。ただし本発明は、図面により例示された実施形態に限られるものではない。

30

【0025】

図1ないし図6は本発明の複合成型品の形態を例示した図である。図7および図8は本発明の連結された複合成型品群の形態を例示した図である。図9は連結された複合成型品群をアクチュエータ素子として使用した形態を例示した図である。

【0026】

複合成型品は、イオン交換樹脂成型品の表面に、相互に絶縁状態で形成された金属電極を有している。

【0027】

ここで、本発明でいう絶縁とは、“絶縁状態”の語を含めて、電極が接続される電極を除く電極と実質的に短絡を生じないことをいうものであって、もとよりイオン交換樹脂を介しての通電を排除しているものではない。ただし、この定義については、リード線の絶縁皮膜において絶縁の語を使用する場合が除かれる。

40

【0028】

イオン交換樹脂の成型品を構成するイオン交換樹脂としては、陽イオン交換樹脂、陰イオン交換樹脂を例示として挙げることができる。このうち、陽イオン交換樹脂が、アクチュエータ素子とした場合の変位量を大きくできるため、好適に用いることができる。

【0029】

前記陽イオン交換樹脂としては、ポリエチレン、ポリスチレン、フッ素樹脂などの樹脂に、スルホン酸基、カルボキシル基などの官能基が導入されたものを用いることができる。特に、前記陽イオン交換樹脂としては、フッ素樹脂にスルホン酸基、カルボキシル基な

50

どの官能基が導入された陽イオン交換樹脂が好ましい。また、このような陽イオン交換樹脂は、イオン交換容量が0.8～3.0 meq/g、好ましくは1.4～2.0 meq/gのものが望ましい。すなわち、このようなイオン交換容量の陽イオン交換樹脂を使用すれば、さらに変位量を大きくすることができるからである。

【0030】

更に、前記複合成型品のイオン交換樹脂の含水状態において、イオン交換樹脂が有する官能基とイオン対を形成する対イオンがアルキルアンモニウムイオンであることは、通常使用されている対イオンが Na^+ である場合と比べて、前記複合成型品により高い電圧を印加しても、気泡の発生が起こりにくくなるので、好ましい。

【0031】

イオン交換樹脂成型品の形状は、矩形平板状、膜状、円柱状、円筒状等任意の形状とすることができる。つまり、本発明は、相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有しているイオン交換樹脂成形体において、隣接する任意の二つのイオン交換樹脂成形体のうちの一のイオン交換樹脂成形体について、他の一のイオン交換樹脂成形体を連結する連結部を有し、当該連結部において少なくとも二面以上の金属電極を有し、当該連結部における該金属電極について(1)金属電極は同じイオン交換樹脂成形体のうちの一つ以外とは絶縁され、かつ、(2)金属電極は、前記他のイオン交換樹脂成形体の金属電極表面または前記他のイオン交換樹脂成形体の連結部の金属電極表面と接触している、イオン交換樹脂成形体でもある。なかでも矩形平面状にすれば、後述の対向する金属電極を平行に設置することが容易であるので、金属電極間にかかる電圧に対する湾曲、変形の効率を高くすることが容易となり、好ましい。図1では、連結部を有するイオン交換樹脂成型品の形状が四角柱の場合における複合成型品が例示されている。また図2では、連結部を有するイオン交換樹脂成型品の形状が円柱の場合における複合成型品が例示されている。

【0032】

本発明において、複合成型品とは、イオン交換樹脂成型品の外壁表面に、相互に絶縁状態にある金属電極を少なくとも2つ以上形成させたものをいう。

【0033】

複合成型品における金属電極を構成する金属は電気抵抗の少ない固体金属であれば、特に制限されるものではない。高寿命化のための観点からは、前記金属として、耐酸化性に優れる金、白金、パラジウム、ロジウム、ルテニウム等が好ましい。

【0034】

金属電極は、イオン交換樹脂中に電位変化を与える必要があるので、イオン交換樹脂成型品の表面に形成され、相互に絶縁状態で少なくとも二面以上が形成される。相互に絶縁された金属電極を二面有する複合成型品を単品としてアクチュエータ素子の変位部として用いた場合、電極に垂直方向の変位運動を行うことができる。一方、相互に絶縁された金属電極を少なくとも四面有している複合成型品は、アクチュエータ素子の変位部として単独で使用した場合でも、旋回運動が可能である。

【0035】

イオン交換樹脂成型品に金属電極を形成させる方法としては、イオン交換樹脂成形品表面に化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着などの方法を用いることができる。例えば、化学めっき法では、イオン交換樹脂成型品にある金属表面をエッチングしたのち、めっき触媒を担持し、めっき浴に浸漬することによってイオン交換樹脂成型品の表面にめっきを行い、金属電極を形成することができる。具体的には以下のような方法を用いることができる。下記の(1)～(3)の工程を数サイクル繰り返して実施することで、イオン交換樹脂成型品の表面に金めっきが施された前記イオン交換樹脂膜と金属電極層との接合体を得ることができる。

(i)イオン交換樹脂成形品に金属錯体を水溶液中で吸着させる工程(吸着工程)、

(ii)イオン交換樹脂成形品に吸着した金属錯体を、還元剤により還元して前記イオン交換樹脂成形品表面に金属を析出させる工程(析出工程)、

(iii)金属が析出したイオン交換樹脂成形品を洗浄液で洗浄する工程(洗浄工程)。

上記のような工程で金属電極を形成する場合、使用するイオン交換樹脂成型品の表面を予め粗化してもよい。さらにまた、形成された電極上に、追加の電極層を設けてもよい。追加の電極層は、化学めっき、電気めっき、真空蒸着、スパッタリング、塗布、圧着、溶着などの方法によって形成することができる。これらの方法は、複成型品の連結部の金属表面の形成方法としても、同様に使用できる。

【0036】

金属電極間の絶縁は、金属電極がイオン交換樹脂成形品のすべての表面に形成された複成型品の端部を切断することによって行うことができる。また、金属電極形成時にマスキングを行うことにより、互いに絶縁された金属電極を形成することもできる。前記した端部の切断は、通常の研削方法を用いることができる。特に複成型品が小型である場合には、レーザー光を複成型品に照射して金属電極の一部を削って、電極間に絶縁帯を設けることによって、電極間の絶縁を行うことができる。これらの切断又はレーザー照射を用いる方法は、複成型品の連結部の金属表面を絶縁する方法としても、使用できる。また、イオン交換樹脂成型品に金属電極を形成し、ついで絶縁部を形成した後、加工により形成された連結部に金属表面を設ける方法を用いて、本発明の複成型品を得ることができる。しかし、イオン交換樹脂成型品に連結部を予め形成し、その後、金属電極と当該連結部の金属表面を同時に設けることもできる。

【0037】

本発明の複成型品群は、アクチュエータ素子の変位部として用いる場合に、複数の複成型品を連結させて用いる。よって、本発明複成型品 n 個のうち、少なくとも $n-1$ 個の複成型品には、他の複成型品を少なくとも一つ連結するための連結部を有している。

【0038】

複成型品の連結部には、それぞれ他の複成型品に電流を流すために、他の複成型品が接触する表面には、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されている金属表面を少なくとも二面以上有する。上述のように、当該金属電極が一对しかないアクチュエータ素子では、単独の複成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子は、金属電極と垂直な方向の一方向の運動しかできない。しかしこの場合、後述のように、連結部に金属表面を二面以上有する複成型品を、隣接する複成型品について、一の複成型品の金属電極が他の複成型品の金属電極と互いに水平となる状態以外となるような接続角度を有する状態で連結させて、アクチュエータ素子の変位部に用いた場合、アクチュエータ素子全体としては、旋回運動をさせることもできる。

【0039】

これに対し、金属電極を四面以上有している複成型品では、上述のように、単独の複成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子でも一応の回転運動は可能である。しかし、素早い湾曲や変位を引き起こすためには、電極間のイオン交換樹脂の電位差を大きくする必要があり、このため、各電極間の幅は 20 mm 以下にすることが好ましい。よって、単独の複成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子は、電極垂直方向の断面積が、約 400 mm^2 以下のアクチュエータ素子として用いることが好ましい。また、上記の複成型品群は、膜状の複成型品を組み立てることによっても得ることができるので、円筒状若しくは円柱状のイオン交換樹脂成型品に金属電極を四面以上形成することよりも、旋回運動をすることができるアクチュエータ素子として容易に得ることができる。

【0040】

一方、連結部に、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の複成型品の連結部の金属表面と接触することができる金属表面を、少なくとも四面以上有する複成型品を、連結させてアクチュエータ素子の変位部に用いた場合、各複成型品とその連結方法を変えることで、アクチュエータ素子の変位部全体としては、大きな設計の自由度を確保できる。

【0041】

複合成型品の連結部の形状は、両複合成型品の連結部で、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されている金属表面が、複合成型品間でそれぞれ接触する形状であれば良く、連結部の金属表面の接触が容易に外れない形状であることが好ましい。このような形状の一例として、一の複合成型品の連結部の形状を凸形状に、他の一の複合成型品の形状を対応する凹形状とすることができる。つまり、複合成型品が連結部を形成する嵌合凸部及び／または嵌合凹部を備えた複合成型品を用いることができる。隣接する複合成型品において、一の複合成型品に嵌合凸部を備え、他の複合成型品に嵌合凹部を備える場合において、2つの複合成型品を連結させたときに、一の複合成型品の嵌合凸部に形成された金属表面が他の複合成型品の嵌合凹部に形成された金属表面と、電氣的に導通できるように接触をさせる。一の複合成型品における接触した金属表面が一の複合成型品における一つの金属電極と電氣的に導通し、他の複合成型品における接触した金属表面が他の複合成型品における一つの金属電極と電氣的に導通することにより、前記金属表面の接触により、一の複合成型品における一つの金属電極に電圧を印加することで、他の複合成型品における一つの金属電極に該電圧と同位相となる電圧を印加することができる。また、前記連結部である前記嵌合凹部または前記嵌合凸部を、連結および製造が容易であることから、矩形の凹部または矩形の凸部とすることが好ましい。また、連結部である前記嵌合凸部及び前記嵌合凹部により形成される嵌合は、鎌継ぎ及び目違い継ぎに代表される公知の形態で嵌合することができる。また、前記嵌合凸部及び前記嵌合凹部は、嵌合構造に適した形状であればよい。

【0042】

図1においては凸形状をした連結部11と凹形状をした連結部12とを備えた複合成型品10を例示した。また、図2においては、凸形状をした連結部21と凹形状をした連結部22とを備えた複合成型品20を例示した。図1及び図2において、本発明の複合成型品における金属電極及び連結部における金属表面は、任意の表面に形成することができるために、図示していない。

【0043】

図3では、複合成型品の表面に、金属電極および連結部の金属表面を斜線で例示した。これにより、当該金属電極や金属表面が、他の金属電極等とどのように絶縁されているのかの一例が示される。図3(a)では凸形状の連結部が示されている。図3(b)では、図3(a)の凸形状の連結部と連結可能な凹形状の連結部が示されている。図3(a)において、複合成型品30は、金属電極を四面備え、金属電極311は連結部(嵌合凸部)33の金属表面321と電氣的に導通する。金属電極312は連結部(嵌合凸部)33の金属表面322と電氣的に導通する。同様に、金属電極311、312以外の金属電極もそれぞれ、金属表面321、322以外の金属表面と電氣的に導通する。図3においては、金属電極が直接金属表面と接続して電氣的に導通しているが、本発明の複合成型品は、金属メッキ等の方法により金属層を設けて金属電極と金属表面とを接続しても良い。図3(b)において、複合成型品30は、金属電極を四面備え、金属電極313は連結部(嵌合凹部)34の金属表面323と電氣的に導通する。金属電極314は連結部(嵌合凹部)34の金属表面324と電氣的に導通する。同様に、金属電極311、312の金属電極もそれぞれ、一の金属表面とそれぞれ電氣的に導通する。図3においては、金属電極が直接金属表面と接続して電氣的に導通しているが、本発明の複合成型品は、金属メッキ等の方法により金属層を設けて金属電極と金属表面とを接続しても良い。

【0044】

また、図4には、本発明の複合成品の異なる実施態様例として、膜状の複合成型品において連結部がコの字形状である場合を例示した。即ち、図4前記嵌合凹部が矩形の凹部である複合成型品を用いた場合である。図4においては、一の複合成型品40は嵌合凹部42を備えている。また、他の複合成型品41は嵌合凹部43、44を備えている。嵌合凹部42と嵌合凹部43とが嵌め合わさる様に一の複合成型品40と他の複合成型品41とを連結することで、複合成型品がそれぞれ一方の複合成型品を挟むので、複合成型品が外れにくい連結がなされる。特に膜状の複合成型品を用いた場合において、連結部の形状

をコの字形状とすることにより、複合成型品の加工が簡単であり、かつ、接触部位が外れにくくすることができる。

【0045】

図5(a)(b)には、金属電極及び金属表面に斜線を付して、金属電極および連結部の金属表面が形成されている複合成型品50を示した。本発明では、このように、直接金属電極が、他の複合成型品の金属電極等に直接接触する場合でもよく、この場合には、相互に接触している金属電極の部分が、本発明にいう連結部の金属表面に課された条件を満たせば、本発明の要件を満たすに足りる。複合成型品50は、金属電極521、522を備え、嵌合凹部531には金属表面541を備える。また、複合成型品51は、金属電極523、524を備え、嵌合凹部532には金属表面542を備える。複合成型品50、51がそれぞれ相手の嵌合凹部532、531に挟まるように嵌め合って連結することで、金属電極522と電氣的に導通する複合成型品50の金属表面541は、接触部552において複合成型品51の金属電極523と接触する。同様に複合成型品51の金属表面542は、金属電極521と対向する複合成型品50の金属電極と接触する。

【0046】

更に、本発明の複合成型品において、一の複合成型品の連結部に外れ防止機構があり、他の一の複合成型品の連結部に、一の複合成型品の外れ防止機構に対応する外れ防止の機構を有している場合には、特に接触部位が外れにくくなる。図6にはこのような外れ防止機構を有する連結部の例示として、金属電極間の中央部分を電極方向と水平方向の断面図として示したものである。図6(a)のように、外れ防止機構は、連結部の形状についてそのような加工を行なうことで作成することもでき、また図6(b)のように、連結部作成後に、別途外れ防止機構を取り付けることもできる。

【0047】

上述のように、素早い湾曲や変位を引き起こすためには、各電極間の幅は、20mm以下にすることが好ましい。そこで、図7に示すように、複合成型品の少なくとも一組の金属電極間の幅 w が20mm以下であるものを二つ以上用意し、これらを互いに、一の複合成型品の幅 w_1 または w_2 方向から見て、他の複合成型品の膜面方向（当該幅方向に対して垂直方向）が実質上水平となるように連結された複合成型品群70を用いることができる。つまり、複合成型品群70は、複合成型品71の幅方向の軸 X が複合成型品72の幅方向の軸 Y とが平行とならず、接続角度 θ が 0° 以外の角度で形成されるように複合成型品が連結された複合成型品群である。この複合成型品群をアクチュエータ素子に用いた場合、各複合成型体それぞれは、素早く大きい湾曲や変位を直線的な運動としてしか行わなくとも、アクチュエータ素子全体では、当該直線運動が二方向以上で生じることになる。従って、当該二つの金属電極幅 w が20mm以下の複合成型品を、互いに実質上水平となる角度以外で連結させて、変位部に用いたアクチュエータ素子では、全体として優れた回転運動が可能になる。図7は、このように連結された複合成型体を例示的に示したものである。中でも、お互いが垂直方向で、連結されている場合には、最も効率良く回転運動を生じさせることができる。よって図7では、例示として最も回転運動の効率がよい垂直に連結した場合を示した。ただし、図7中に示したそれぞれの金属電極幅 w_1 および w_2 は、どちらも20mm以下であるとする。

【0048】

本発明は、連結された複合成型品の任意の複合成型品の端部から順番に1ないし n まで番号をつけた n 個の複合成型品の側周 d が、 $d(n) > d(n-1)$ の関係を有している複合成型品である。つまり、本発明は、複合成型品が複数連結している複合成型品群であり、隣接する複合成型品が嵌合により連結され、末端の複合成型品から n 番目の複合成型品の側周 $d(n)$ と $n-1$ 番目の複合成型品の側周 $d(n-1)$ とが

$d(n) > d(n-1)$ 式(1)

の関係である複合成型品群である。前記複合成型品群は、連結された複合成型品が順に太くなっていく構成であり、一の複合成型品が隣接する一方の複合成型品の幅より細く、一の複合成型品に対して隣接する他方の複合成型品の幅が大きくなる構成である。複合成型

10

20

30

40

50

品の側周 d とは、金属電極に垂直な断面の周囲長をいう。このような構造の連結された複合成型品を変位部に用いたアクチュエータでは、複合成型品の太い部分では耐荷重性に優れる一方、複合成型品の細い部分では大きな湾曲や変形が可能となる。図 8 では、このように連結された複合成型体を例示的に示している。図 8 の例示では、金属電極に垂直な断面の各辺の長さ ($a_1 \sim a_4$) の合計が側周 d (n) となる。

【0049】

図 9 は、連結された複合成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子の例示図である。本発明の複合成型品の複合成型品群を用いたアクチュエータ素子 90 は、3 つの複合成型品が連結されている。金属電極 921、951 を含む 4 面に金属電極を備えた第 1 の複合成形成品は、測周が第 1 の複合成形成品より大きく、金属電極 922、952 を含む 4 面に金属電極を備えた第 2 の複合成型品に連結されている。第 2 の複合成型品は、測周が第 2 の複合成形成品より大きく、金属電極 923、953 を含む 4 面に金属電極を備えた第 3 の複合成型品に連結されている。第 1 の複合成型品と第 2 の複合成型品とは、上述の連結部 (図示せず) により連結されている。第 2 の複合成型品と第 3 の複合成型品とは、上述の連結部 (図示せず) により連結されている。第 3 の複合成型品が有する 4 つの金属電極は、それぞれ、リード線 961、962、963、964 を介して電源 97 に接続される。例えば、金属電極 923 と金属電極 922 と金属電極 921 とが電氣的につながるように連結部を形成すると、金属電極 923 に電圧を印加することにより、金属電極 922 と金属電極 921 とには、金属電極 923 に印加された電圧と同じ電圧を印加することができる。各複合成型品の 4 面のうちの残りの 3 面についても同様であり、例えば、金属電極 953 と金属電極 952 と金属電極 951 とが電氣的につながるように連結部を形成すると、金属電極 953 に電圧を印加することにより、金属電極 952 と金属電極 951 とには、金属電極 953 に印加された電圧と同位相の電圧を印加することができる。つまり、アクチュエータ素子 90 においては、第 3 の複合成型品における金属電極 923、953 を含む 4 面に金属電極に印加する電圧を互いに独立に適切な電圧を印加することで、複合成型品群の先端に相当する第 1 の複合成型品の端部 A が任意の方向に変位することができる。

【0050】

本発明の複合成型品を連結したものをアクチュエータ素子とするためには、連結された複合成型品のどちらか一方の端部にある複合成型品に形成されている金属電極のそれぞれに、リード線の一端を電氣的に接続させ、当該各リード線他端が操作制御部に接続させることが必要になる。このような接続を行うことにより、連結された複合成型品の根元部分から先端部分まで、湾曲、変位を生じさせるための電圧を与えることができる。リード線は電気抵抗の小さなものであれば種類を問わず使用できる。一般的には通常の金属導線が用いられる。また、リード線に絶縁皮膜を設けたものを使用することもできる。

【0051】

当該電極間に、各複合成型品につき 0.1 ~ 10 V の直流電圧をかけると、数秒以内に素子長の 1 ~ 3 倍程度の変位を得ることができる。各複合成型品に与える電圧によって、アクチュエータ素子全体としては、様々な動作を素早く起こすことができる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本願の発明は上記の通りであるから、以下に示す効果を奏することができる。

【0053】

まず本発明は、イオン交換樹脂成型品の表面に、相互に絶縁状態で形成された金属電極を有している複合成型品において、二つの複合成型品のうち、一の複合成型品が他の一の複合成型品を連結する連結部位を有し、当該連結部に、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の一の複合成型品の金属電極または連結部の金属表面と接触している金属表面を、少なくとも二面以上有する連結された複合成型品である。つまり、相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有している複合成型品において、隣接する任意の二つの複合成型品のうちの一の複合成型品について、他の一の複合成型品を連結する連結部位を有し、当該連結部において少なくとも二面以上の金属電極を

有し、当該連結部における該金属電極について

(1) 金属電極は同じ複合成型品のうちの一つ以外とは絶縁され、かつ、

(2) 金属電極は、前記他の複合成型品の金属電極表面または前記他の複合成型品の連結部の金属電極表面と接触している

【0054】

複合成型品である。従って、この複合成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子は、いずれか一つの複合成型品の電極に電圧を与えることで、複数の複合成型品とも湾曲や変形を起こすことが可能となる。従って、アクチュエータ素子に好適な複合成型品群とすることができる。

【0055】

また本発明は、イオン交換樹脂成型品の表面に、相互に絶縁状態で形成された金属電極を有している複合成型品において、少なくとも2以上であるn個の複合成型品が他の複合成型品を連結するための連結部を有し、当該連結部に、金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ他の複合成型品の連結部の金属表面と接触することがきる金属表面を、少なくとも四面以上有する複合成型品である。つまり、相互に絶縁状態で形成された金属電極をイオン交換樹脂成型品の表面に有している複合成型品において、他の複合成型品を連結するための連結部を少なくとも2個以上の複合成型品が有し、当該連結部は、

当該連結部を備える複合成型品を備える金属電極のうちの一つ以外とは絶縁されており、かつ

他の複合成型品の連結部の金属表面と接触することがきる金属表面を少なくとも四面以上有する

複合成型品群である。この複合成型品群を用いれば、複合成型品を2つ以上連結した場合でも、全ての複合成型品に上記効果を与えることができる。従って、アクチュエータ素子に好適な複合成型品とすることができる。

【0056】

更に本発明は、上記の複合成型品の連結部がコの字形状とすることにより、製作が簡単で、かつ連結部が外れにくいアクチュエータ素子に好適な、複合成型品および連結された複合成型品とすることができる。

【0057】

更に本発明は、上記いずれかに記載の複合成型品の連結部の先端に、外れ防止の機構を有し、他の一の複合成型品の連結部の先端に、一の複合成型品の外れ防止機構に対応する外れ防止機構を有している複合成型品または連結された複合成型品であるので、更に接触部位が外れにくいアクチュエータ素子とすることができ、動きの大きい用途に特に好適な、複合成型品および連結された複合成型品とすることができる。

【0058】

更に本発明は、上記いずれかに記載した複合成型品が複数連結している複合成型品において、そのうち少なくとも二つの複合成型品が、金属電極間の幅wが20mm以下であって、その2つの複合成型品が、互いに、一の複合成型品の幅方向から見て、他の複合成型品の膜面方向が実質上水平となる角度以外で連結されている、連結された複合成型品である。よって、この関係を有する連結された複合成型品をアクチュエータ素子の変位部に用いた場合、アクチュエータ素子全体としては、優れた回転運動が可能であるアクチュエータ素子とすることができ、なかでも、ロータリアクチュエータとして好適に使用できる。従って、かかるアクチュエータ素子に好適な連結された複合成型品とすることができる。

【0059】

更に本発明は上記いずれかに記載した複合成型品が複数連結している複合成型品において、任意の複合成型品の端部から順番に1ないしnまで番号をつけたn個の複合成型品の側周dが、

$$d(n) > d(n-1)$$

関係を有する連結された複合成型品である。よって、当該関係を有する連結された複合成型品を変位部に用いたアクチュエータであれば、nが小さいほど湾曲や変位が大きく、一

10

20

30

40

50

方、 n が大きいほど耐荷重性に優れるので、特に根元部では耐荷重性が要求され、一方、先端部では細かい変位が要求されるマニピュレータ、遠隔操縦装置の用途に好適なアクチュエータ素子とすることができる。従って、かかるアクチュエータ素子に好適な連結された複合成型品とすることができる。

【0060】

また、本発明のアクチュエータ素子は、上記いずれかに記載した複合成型品が複数連結している複合成型品を変位部に用い、かつ当該連結された複合成型品における一方の端部にある複合成型品の各金属電極に、電圧を供給するためのリード線が接続されている。従って、各複合成型品の金属電極にリード線を取り付ける必要がなく、端部にある複合成型品にのみリード線を取り付ければ足りる。よって、構造上の制限が少なく応用用途の広い

10

【0061】

また、本発明のアクチュエータ素子は上記性質を有するため、位置決め装置、姿勢制御装置、応答装置、調節装置、保持機構または関節機構の駆動部の用途に好適なアクチュエータ素子とすることができる。

【0062】

更に、本発明に係るアクチュエータ素子をマイクロデバイスの案内部材本体の先端部に接合すると、操作制御部による操作によって、任意かつ積極的に湾曲（変形）させることができるので、案内部材本体の先端部に接続した、ハサミ、鉗子、スネア、レーザメス、スパチュラなどのマイクロサージェリーの医療器具、各種センサー、工具などのマイクロ

20

【0063】

従って、このようなマイクロデバイスおよびそれを備えたマイクロマシンを、例えば、眼球手術、腹腔鏡下手術、微少血管縫合手術などのマイクロサージェリー技術においてピンセット、ハサミ、鉗子、スネア、レーザメス、スパチュラ、クリップなどの医療器具に適用すれば、検査や治療時における患者に与える苦痛を極力和らげ、患者に対する肉体的、精神的負担を低減することができる。

【0064】

更に、本アクチュエータ素子は、耐荷重性を有しつつ、複雑な動作が可能となるので、

30

【0065】

また、このようなマイクロデバイスおよびそれを備えたマイクロマシンを、発電設備等のプラント、航空機エンジン等の機械システムの配管系統やエンジン内部等の検査、補修等を行う各種センサーや、補修用工具などに適用すれば、補修作業に手間や時間を要せず、確実に行うことが可能となる。

【0066】

また、本発明に係る高分子電解質アンモニウム誘導体は、上記以外に、高周波振動によるマイクロポンプ、リハビリ用補助動力マッサージ器などの健康器具、湿度計、湿度計コ

40

ントロール装置、水中バルブ、ソフト運搬装置などの工業用機器、金魚および海草などの水中モビール、動く釣り餌および推進ヒレなどのホビー用品などにも好適に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0067】

【図1】連結部を有する複合成型品の例示図。

【図2】連結部を有する複合成型品の例示図。

【図3】金属電極及び連結部の金属表面を示した複合成型品の一部の例示図。

【図4】連結部を有する複合成型品の例示図。

【図5】金属電極及び連結部の金属表面を示した複合成型品の一部の例示図。

50

【図 6】外れ防止機構を有する連結部の一部を例示した断面図。

【図 7】連結された複合成型品の例示図。

【図 8】連結された複合成型品の例示図。

【図 9】連結された複合成型品を変位部に用いたアクチュエータ素子の例示図。

【符号の説明】

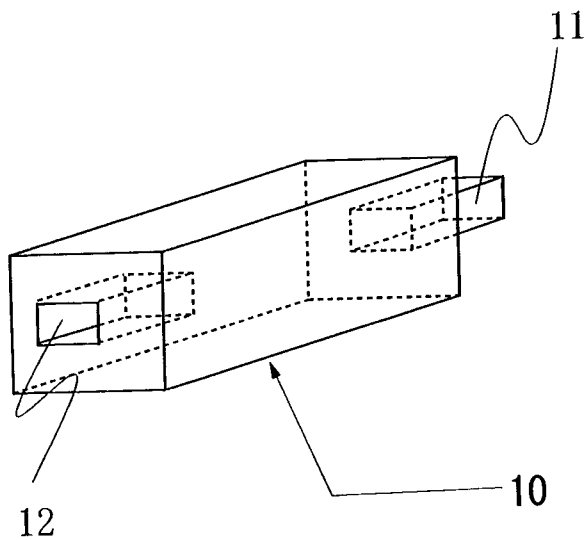
【 0 0 6 8 】

1 0、2 0、3 0、4 0、4 1、5 0	複合成型品
7 0、8 0	連結された複合成型品
9 0	アクチュエータ素子
7 1、7 2	複合成型品
1 1、1 2、2 1、2 2	連結部
3 3、3 4、4 1、6 1	連結部
3 1 1、3 1 2、3 1 3、3 1 4	金属電極
3 2 1、3 2 2	金属表面
5 2 1、5 2 2、5 2 3、5 2 4	金属電極
5 4 1、5 4 2	金属表面
9 2 1、9 2 2、9 2 3	金属電極
9 5 1、9 5 2、9 5 3	金属電極
9 6 1、9 6 2、9 6 3、9 6 4	リード線

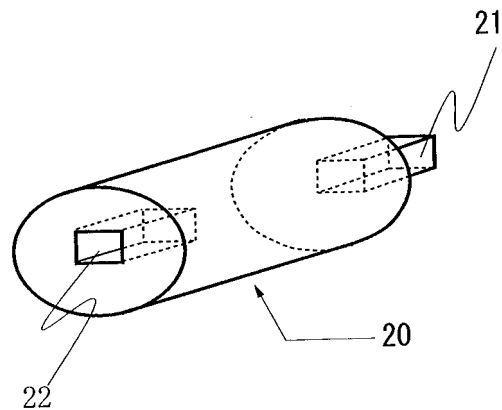
10

20

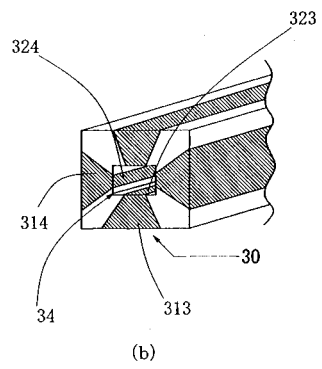
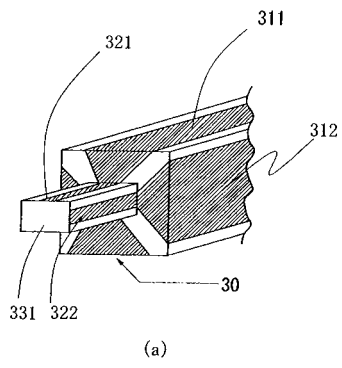
【図 1】



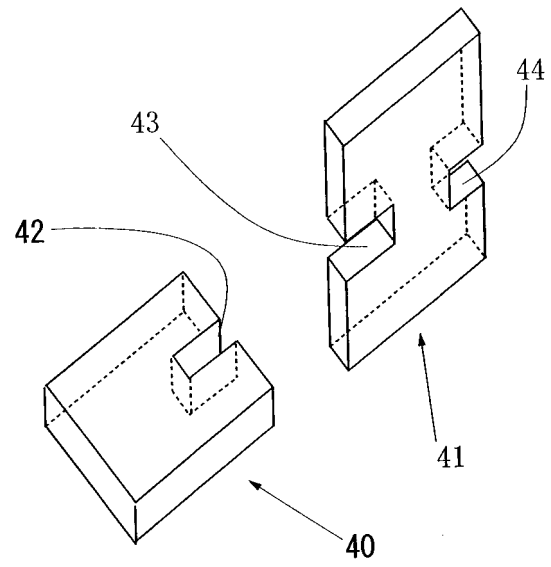
【図 2】



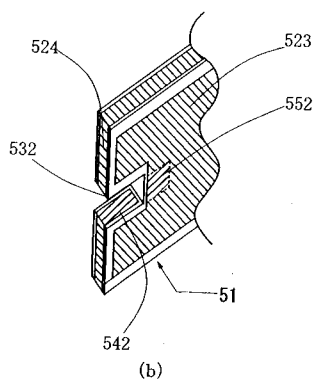
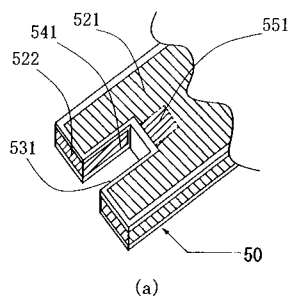
【図 3】



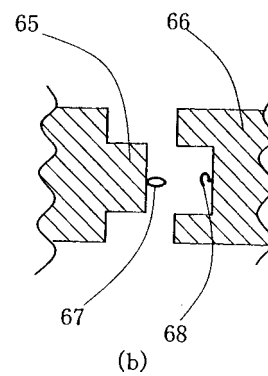
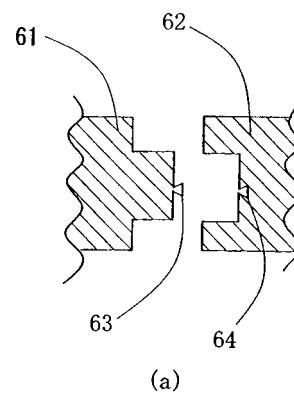
【図 4】



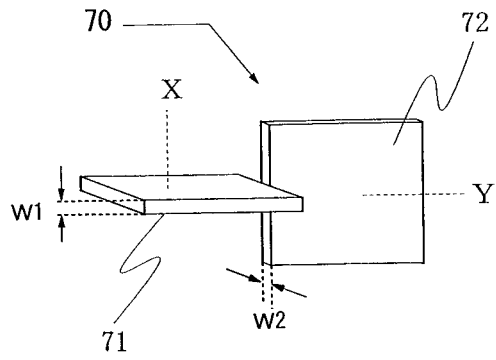
【図 5】



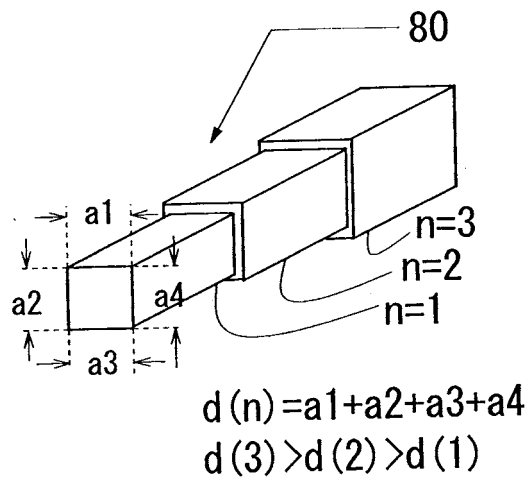
【図 6】



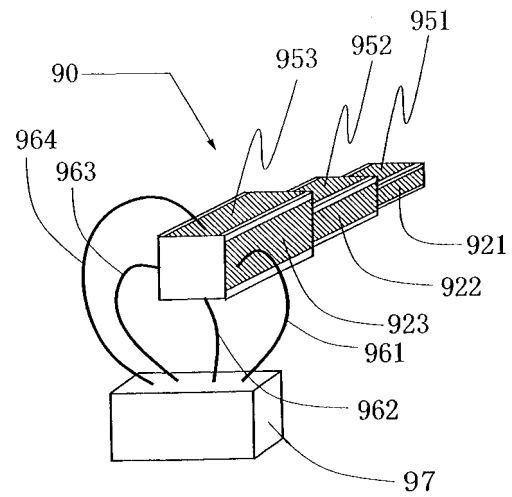
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 大山 広人

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 3 3 8 5 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 1 4 1 5 6 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 2 N 1 1 / 0 0
B 8 1 B 3 / 0 0