

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4985320号
(P4985320)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012.5.11)

(51) Int.Cl. F I
H O 2 N 11/00 (2006.01) H O 2 N 11/00 Z

請求項の数 5 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2007-280869 (P2007-280869)	(73) 特許権者	000003067
(22) 出願日	平成19年10月29日 (2007.10.29)		T D K 株式会社
(65) 公開番号	特開2009-112100 (P2009-112100A)		東京都中央区日本橋一丁目13番1号
(43) 公開日	平成21年5月21日 (2009.5.21)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成20年8月6日 (2008.8.6)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100129296
			弁理士 青木 博昭
		(72) 発明者	白井 智士
			東京都中央区日本橋一丁目13番1号 T D K 株式会社内
		審査官	安池 一貴

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分子アクチュエータ及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

高分子電解質層と、該高分子電解質層に隣接して設けられた電極層と、を備え、
前記電極層が、繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有し、前記電極層全
体積に対する前記導電性高分子の比率が50～90体積%であり、

前記電極層の厚みが0.2～0.6mmであり、

前記電極層の表面に凹凸が形成されている、高分子アクチュエータ。

【請求項 2】

前記繊維基材がろ紙である、請求項1記載の高分子アクチュエータ。

【請求項 3】

繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有する電極層を形成させる工程と、
前記電極層と高分子電解質層とを積層する工程と、
を備え、

前記電極層が、前記導電性高分子及びこれが分散している分散媒を含有する分散液を繊維
前記繊維基材に含浸させる工程と、前記繊維基材に含浸した前記分散液から前記分散媒を除
去する工程とを有する方法により形成される、高分子アクチュエータの製造方法。

【請求項 4】

繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有する電極層を形成させる工程と、
前記電極層と高分子電解質層とを積層する工程と、
を備え、

10

20

前記電極層が、前記導電性高分子及びこれが分散している分散液を前記繊維基材でろ過して、前記繊維基材内に前記導電性高分子を堆積させる方法により形成される、高分子アクチュエータの製造方法。

【請求項 5】

繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有する電極層を形成させる工程と、
前記電極層と高分子電解質層とを積層する工程と、
を備え、

前記電極層が、前記繊維基材にモノマーを含浸させる工程と、前記繊維基材に含浸したモノマーを重合して導電性高分子を生成させる工程とを有する方法により形成される、高分子アクチュエータの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は高分子アクチュエータ及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

導電性高分子を用いた高分子アクチュエータは、一般に、複数の電極層と、それらの間に介在する電解質層とから構成される（例えば、特許文献1）。高分子アクチュエータは、駆動電圧が低いこと、エネルギー密度が高いこと等の利点を有しており、人工筋肉等への応用を期待して検討が進められているところである。

20

【特許文献1】特開2006-50780号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来の高分子アクチュエータを駆動させたときの変位量は小さく、この点で更なる改善が求められている。

【0004】

そこで、本発明の目的は、変位量が大きい高分子アクチュエータを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

本発明は、高分子電解質層と、該高分子電解質層に隣接して設けられた電極層とを備える高分子アクチュエータに関する。本発明に係る高分子アクチュエータの電極層は、繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有する。

【0006】

本発明者らの知見によれば、高分子アクチュエータの電極層において繊維基材を用いることにより、その駆動の際の変位量が顕著に大きくなる。

【0007】

本発明はまた、高分子アクチュエータの製造方法に関する。本発明に係る製造方法は、繊維基材に及びこれに含浸している導電性高分子を含有する電極層を形成させる工程と、電極層と高分子電解質層とを積層する工程とを備える。係る方法により、上記本発明に係る、大きな変位量で駆動可能な高分子アクチュエータを製造することができる。更に、係る方法によれば、電極層と高分子電解質層との密着性の点でも優れる高分子アクチュエータを容易に得ることができる。

40

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、変位量が大きい高分子アクチュエータが提供される。また、本発明に係る高分子アクチュエータは、電極層と高分子電解質層との密着性の点でも優れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

50

以下、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。ただし、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

【0010】

図1は、高分子アクチュエータの一実施形態を示す断面図である。図1に示す高分子アクチュエータ1は、対向する1対の電極層11, 12と、1対の電極層11, 12の間に挟持された高分子電解質層20とから構成される。電極層11, 12の外側に接続端子31及び32がそれぞれ取り付けられており、これらは可変電圧電源を含む回路に接続されている。高分子アクチュエータ1においては、通電により例えば矢印Aの方向に変位を生じる。

【0011】

高分子電解質層に隣接する電極層11, 12は、シート状の繊維基材及び導電性高分子を含有する。導電性高分子は繊維基材に含浸している。

【0012】

繊維基材としては、例えば不織布、織物及び編物がある。繊維基材は、例えば、セルロース、セルロースアセテート、ガラス、ポリエーテルスルホン、ポリテトラフルオロエチレン、ナイロン、ポリプロピレン、ポリサルホン及び芳香族ポリアミドからなる群より選ばれる少なくとも1種を含む繊維から構成される。繊維基材は複数種の繊維から構成されていてもよい。繊維は中空系であってもよいし、表面が親水化処理されていてもよい。具体的には、セルロース繊維を含む不織布である紙が繊維基材として好適に用いられる。

【0013】

繊維基材を用いることにより、電極層の表面に凹凸を形成させることができる。電極層表面に凹凸が形成されると、アンカー効果によって電極層の密着性向上の効果を得ることができる。また、電極層表面の凹凸により電極層と高分子電解質層との接触面積が大きくなり、高分子電解質層から電極層へイオンが効率的に移動するようになると考えられることから、変位量の更なる向上などが期待される。

【0014】

導電性高分子としては、ポリチオフェン、ポリピロール、ポリアニリン、及びポリアセチレンが挙げられる。導電性高分子はドーパントによってドーピングされていることが好ましい。本実施形態の場合は特に、ポリ(スチレンスルホン酸)によってドーピングされたポリチオフェン又はポリピロールが好ましい。好適なポリチオフェンの具体例としては、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)がある。

【0015】

変位量向上の効果を大きくするためには、電極層11, 12の厚みが大きいことが好ましい。電極層の厚みを厚くすることにより、高分子電解質層から電極層へのイオンの移動量を多くすることができるため、変位量を大きくすることができると考えられる。ただし、電極層11, 12が過度に厚くなると電極層自体の剛性が大きくなって、変位量向上の効果が小さくなる傾向がある。

【0016】

具体的には、電極層11, 12の厚みは、好ましくは0.005~3mmであり、より好ましくは0.05~1mmであり、更に好ましくは0.2~0.6mmである。

【0017】

電極層11, 12と高分子電解質層20とを積層した後、必要により所定のサイズに切り出して、高分子アクチュエータを得ることができる。

【0018】

一般に、導電性高分子の層は、導電性高分子を水に分散させた分散液を塗付し、分散媒を除去する方法により形成されるが、導電性高分子の分散液の粘性が低いため、導電性高分子によって厚みの大きい層を形成させることは困難である。これに対して、本実施形態のように繊維基材を用いる場合、繊維基材の厚みを大きくすることにより、大きな厚みを有する電極層を容易に形成させることができる。

【0019】

変位量向上の効果を大きくするためには、電極層に含まれる導電性高分子の比率が大きいことが好ましい。具体的には、電極層全体積に対する導電性高分子の比率が50～90体積%であることが好ましい。

【0020】

高分子電解質層20は、高分子電解質及び必要によりイオン性液体を含有する固体又はゲル状の層である。

【0021】

高分子電解質としては、例えば、ポリアクリロニトリル、ポリフッ化ビニリデン、ポリエチレンオキサイド、ポリメチルメタクリレート、ポリビニルピロリドン、ポリエーテル、ポリアミン、ポリエステル、ポリスルフィド、及びポリエチレンが挙げられる。

10

【0022】

イオン液体は、陽イオンと陰イオンとの組み合わせからなる液体である。陽イオンには、イミダゾリウム塩類及びピリジニウム塩類のようなアンモニウム系イオン、ホスホニウム系イオンがある。陰イオンには、フッ化物イオン及びトリフラートのようなフッ素系イオンがある。

【0023】

高分子アクチュエータ1は、例えば、繊維基材及びこれに含浸している導電性高分子を含有する電極層11, 12を形成させる工程と、高分子電解質層20の両面に電極層11, 12をそれぞれ積層する工程とを備える製造方法により得ることができる。

【0024】

20

電極層11, 12は、導電性高分子及びこれが分散している分散媒を含有する分散液を繊維基材に含浸させる工程と、繊維基材に含浸した分散液から分散媒を除去する工程とを有する方法、または、上記分散液を繊維基材でろ過して、繊維基材内に導電性高分子を堆積させる方法により形成させることができる。あるいは、繊維基材にモノマーを含浸させる工程と、繊維基材に含浸したモノマーを重合して導電性高分子を生成させる工程とを有する方法により電極層11, 12を得ることもできる。

【0025】

電極層11, 12は、高分子電解質層20の両面に積層される。積層の順序は特に限定されないが、例えば、一方の電極層11上に高分子電解質及び溶媒を含有する高分子電解質溶液を塗付し、塗布された高分子電解質溶液上にもう一方の電極層12を載せ、溶媒を除去する方法により、電極層11, 12を高分子電解質層20の両面に積層することができる。溶媒の除去の前又は溶媒を除去する際には、全体を必要により加圧する。

30

【0026】

あるいは、繊維基材上に高分子電解質溶液を塗布し、塗布された高分子電解質溶液から溶媒を除去して高分子電解質層を形成してから、繊維基材に導電性高分子を含浸させることもできる。ただしこの場合、高分子電解質溶液の一部が繊維基材に含浸して、繊維基材に含浸される導電性高分子の量が低下する可能性がある。そのため、上記のように電極層を予め形成する方法のほうがより好ましい。

【0027】

本発明は以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変形が可能である。例えば、高分子アクチュエータにおいて電極層が1層のみ設けられていてもよいし、電極層と高分子電解質層とが交互に複数積層されていてもよい。電極層は高分子電解質層に直接接して設けられている必要は必ずしもなく、電極層が電解質層の少なくとも一側面に設けられ、高分子電解質層と電極層との間に他の層が設けられていてもよい。また、高分子アクチュエータの形状は平板状に限られず、用途等に応じて適宜変更され得る。

40

【実施例】

【0028】

以下、実施例を挙げて本発明についてより具体的に説明する。ただし、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

50

【0029】

実施例 1

導電性高分子として、ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)-ポリ(スチレンスルホン酸)(PEDOT)の水分散液(固形分1.2質量%、スタルク社製、Baytron P HCV4、以下「PEDOT分散液」という。)を用いた。高分子電解質として、ポリフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン(PVDF-HFP、アルドリッチ(株)製)を用いた。イオン性液体として、1-エチル-3-メチルイミダゾリウム-トリフルオロメタンスルホネート(EMI-TF、東洋合成(株)製)を用いた。

【0030】

PEDOT分散液にろ紙(ADVANTEC製定性ろ紙、No.7、厚み:0.18mm)を約1分間浸して、ろ紙にPEDOT分散液を含浸させた。これを120のオーブン中で乾燥して、ろ紙にPEDOTが含浸している電極層を得た。次いで、得られた電極層上にシリコンゴム製の型を置き、型内にPVDF-HFP及びEMI-TFの4-メチル-2-ペンタノン(MP)を含有する溶液を所定量流し込んだ。さらにその上に、ろ紙にPEDOTが含浸しているもう一枚の電極層を載せ、80で予備乾燥してから、さらに室温にて一晩自然乾燥させた。その後、真空乾燥により溶剤を除去して、PEDOT及びろ紙により形成された2枚の電極層と、それらの間に形成された高分子電解質層とを有する0.5mm厚の積層シートを得た。この積層シートから3×15mmのサイズを有する高分子アクチュエータを切り出した。得られた高分子アクチュエータをカンチレバー型に固定し、±1.5Vの電圧を一定の周波数で印加し、レーザー変位計を用いてその駆動距離(変位量)を測定した。

【0031】

実施例 2

ろ紙をADVANTEC製のGD120(厚み:0.51mm)に代えたことの他は実施例と同様にして、高分子アクチュエータを作製とその評価を行った。電極層の厚みは0.57mmであった。

【0032】

比較例

ガラス板上にシリコンゴム製の型を置き、型内に所定量のPVDF-HFPとEMI-TFの4-メチル-2-ペンタノン(MP)溶液を流し込んだ。型内の溶液を80のホットプレートで1時間予備乾燥してから、一晩室温で保管し、その後真空乾燥して、0.5mm厚の高分子固体電解質シートを形成させた。その上にPEDOT分散液を所定量塗布し、120のオーブンで乾燥して、PEDOTからなる電極層(厚み:0.02mm)を高分子固体電解質シート上に形成させた。次いで、裏面にも同様にしてPEDOTからなる電極層(厚み:0.02mm)を形成させた。そこから3×15mmのサイズを有する高分子アクチュエータを切り出した。高分子アクチュエータの評価は実施例1と同様にして行った。

結果

【0033】

評価結果を表1に示す。PEDOTのみから電極層を形成させた比較例においては、電極層と高分子電解質層との密着力が非常に弱く、高分子アクチュエータの切り出しの際に電極層のはがれが生じ易かった。また、切り出した高分子アクチュエータを90度程度折り曲げるなど、僅かな外力によって電極層のはがれが発生した。一方、ろ紙を使用した実施例の場合、電極層のはがれは起こりにくく、切り出した高分子アクチュエータを180度まで折り曲げても電極層のはがれは起こらなかった。このことから、電極層に使用したろ紙により電極層表面に凹凸が形成され、そのアンカー効果によって密着性が向上したものと推察される。また、比較例に比べて、実施例1、2は変位量が大きく向上した。

【0034】

【表 1】

	ろ紙厚み	電極層厚み	密着性	変位量
実施例 1	0.18mm	0.20mm	良好	2.0mm
実施例 2	0.51mm	0.57mm	良好	2.5mm
比較例	無し	0.02mm	不良	1.0mm

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 5 】

【図 1】 高分子アクチュエータの一実施形態を示す断面図である。

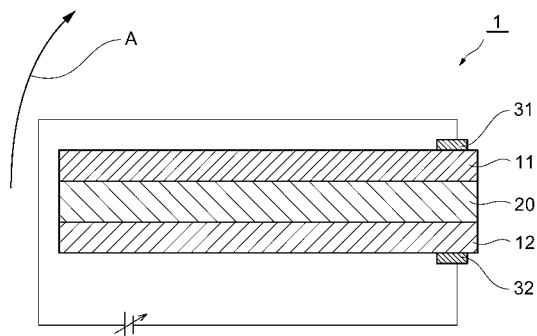
10

【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

1 ... 高分子アクチュエータ、 1 1 , 1 2 ... 電極層、 2 0 ... 高分子電解質層。

【図 1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 5 0 7 8 0 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 0 1 4 5 6 2 (J P , A)

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