

(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2010-35274

(P2010-35274A)

(43) 公開日 平成22年2月12日(2010.2.12)

(51) Int.Cl.
H02N 2/00 (2006.01)F1
H02N 2/00

テーマコード (参考)

B

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2008-192257 (P2008-192257)
(22) 出願日 平成20年7月25日 (2008.7.25)(71) 出願人 000116275
ワックデータサービス株式会社
埼玉県富士見市西みずほ台2-12-8
(71) 出願人 592212537
株式会社ビー・アンド・プラス
埼玉県比企郡ときがわ町大字五明274番地
(74) 代理人 100099759
弁理士 青木 篤
(74) 代理人 100077517
弁理士 石田 敬
(74) 代理人 100087413
弁理士 古賀 哲次
(74) 代理人 100111903
弁理士 永坂 友康

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 繊維機械用圧電アクチュエータ素子およびその製造方法

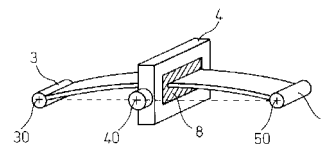
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 反りのある通常の圧電素子を用いた作動の正確性、調整の容易さおよび低保持力による作動可能性の高い繊維機械用圧電アクチュエータ素子、および製造工程が簡略化された前記の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法を提供する。

【解決手段】 反りのある圧電素子を含む圧電アクチュエータ素子において、前記圧電素子は、繊維機械に接続される一方の端部に設けられた先端支持部3、中間部に設けられた中間支持部4及び他方の端部に設けられた後端支持部5を備え、電極膜に電気絶縁膜が被覆され、前記中間支持部の中央に形成された空洞部内に前記圧電素子が挿入され、充填、硬化した接着剤8によって先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸30、40、50が一直線上にあるように圧電素子が固定され、取り付けられているように構成する。

【選択図】 図5

図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プレートと、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜を有する圧電セラミックスとを有する反りのある圧電素子を含む圧電アクチュエータ素子であって、

前記圧電素子は、繊維機械に接続される一方の端部に設けられた先端支持部、中間部に設けられた中間支持部及び他方の端部に設けられた後端支持部を備え、

電極膜に電気絶縁膜が被覆され、

前記中間支持部の中央に形成された空洞部内に前記圧電素子が挿入され、充填、硬化した接着剤によって、先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように圧電素子が固定され、取り付けられていることを特徴とする繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

10

【請求項 2】

外側両面の電極膜およびプレートに電流を供給する導線が設置されている請求項 1 に記載の繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

【請求項 3】

前記反りが 0 . 5 mm 以内の範囲内である請求項 1 又は 2 に記載の繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

【請求項 4】

前記空洞部が中間支持部のほぼ中央に形成された矩形断面の貫通開口である請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

20

【請求項 5】

電気絶縁膜がポリパラキシリレン膜を含む請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

【請求項 6】

編機用選針装置のフィンガに係合させて、編針の上下動を行わせるために使用される請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の繊維機械用圧電アクチュエータ素子。

【請求項 7】

プレートと、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜を有する圧電セラミックスとを有する反りのある圧電素子を含む圧電アクチュエータ素子の製造方法であって、

プレートと、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜を有する圧電セラミックスとを有する反りのある圧電素子を作製することと、

30

前記圧電素子の中間部に、その中央に空洞部が形成された中間支持部を、空洞部に圧電素子を挿入して配置することと、

前記圧電素子において、繊維機械に接続される一方の端部に先端支持部を、他方の端部に後端支持部を、それぞれ取り付けることと、

前記先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように前記空洞部に接着剤を充填し、硬化して、前記圧電素子に中間支持部を取り付けること、そして、

電極膜を電気絶縁膜によって被覆すること

を含むことを特徴とする繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法。

40

【請求項 8】

中間支持部を取り付ける工程の後に、圧電素子の他方の端部に、外側両面の電極膜とプレートに電流を供給する導線を設置する工程をさらに含む請求項 7 に記載の製造方法。

【請求項 9】

前記反りが 0 . 5 mm 以内の範囲内である請求項 7 又は 8 に記載の製造方法。

【請求項 10】

前記空洞部が中間支持部のほぼ中央に形成された矩形縦断面の貫通開口である請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

【請求項 11】

先端支持部と後端支持部とを樹脂成形して圧電素子に取り付ける請求項 7 ~ 10 のいずれ

50

れか 1 項に記載の製造方法。

【請求項 1 2】

前記電気絶縁膜を高分子材料の蒸着により形成する請求項 7 ~ 1 1 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

【請求項 1 3】

電気絶縁膜がポリパラキシリレン膜を含む請求項 7 ~ 1 2 のいずれか 1 項に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維機械用圧電アクチュエータ素子およびその製造方法に関し、さらに詳しくは、正確に作動し、先端支持部の位置の調整が容易で、かつ低保持力により作動可能である繊維機械用圧電アクチュエータ素子およびその製造方法に関する。本発明の圧電アクチュエータ素子は、例えば編機用選針装置のフィンガに係合させて、編成針の上下動を行わせるために使用することができる。

【背景技術】

【0002】

近年、柄編み機として、記憶装置に記憶された柄編成手順を編成針の上下動に伝達するために選針装置が用いられている。繊維産業における低コストおよび高速化に対応する必要から、摺動型あるいは揺動型のフィンガを有する編機用選針装置が開発されてきた。このような選針装置としては、例えばフィンガの摺動あるいは揺動がフィンガに対する電磁石の吸引または反発力を利用して与えられるものが使用されてきた。このため、電磁石自体の機能面からこのような選針装置の応答速度は上限が 60 ~ 80 サイクル程度であり、応答速度の高速化に限界があった。また、従来の電磁石を用いた編機用選針装置では、消費電力が大きいという問題もあった。さらに、選針装置について、繊維産業のグローバル化に伴い、高温多湿の発展途上国においても使用できる耐環境性を考慮したものが必要になっている。このため、応答速度の高速化を可能とし消費電力が小さい圧電セラミックスを用いた繊維機械用圧電アクチュエータ素子および編機用選針装置の検討がされてきた（特許文献 1 ~ 3）。

【0003】

特許文献 1 には、圧電素子を有する圧電素子を用いた編機用選針装置において、圧電素子の後端部を、支持体またはハウジングの溝部に、当該溝部内において可動可能に支持させ、当該圧電素子の先端部を、フィンガの後端部に、当該フィンガの後端部において可動可能に連結させ、当該圧電素子の後端部と先端部との中途位置を、支持体またはハウジングに回転可能に付設した回転体に挟持させ、かつ、フィンガと圧電素子とを一直線上に配設した編機用選針装置が記載されている。特許文献 1 の図 8 A に示されている編機用選針装置の断面図を図 9 に示す。この発明により、中間部の支持部によって応力の局所集中が避けられ、高速での長時間連続運転である。

【0004】

特許文献 2 には、金属よりなるシム材の片面側に圧電セラミックス層を積層し、積層された圧電セラミックス層の厚みをシム材から外側に向かって次第に薄く構成した屈曲変異が可能な繊維機械用積層型圧電アクチュエータが記載されている。この発明により、応答速度が格段に速く、発生力、変換効率等が大きい利点を有する圧電アクチュエータを得ることが可能である。

【0005】

特許文献 3 には、圧電素子を有する板状の圧電素子と該圧電素子と同一直線で運動可能に配設されたフィンガを含み所定の柄組織の編地の編成を可能とする編機用選針装置において、回転体が、支持体又はハウジングに設けた軸受に支承されるようにその両端に設けた軸首と該両軸首間の中央部とからなり、該中央部の圧電素子の幅方向の少なくとも一部には圧電素子を挟持するスリットが設けられており、回転体の軸線に垂直であるとともに

10

20

30

40

50

に圧電素子の平面に垂直である平面での中央部の軸断面構造が、圧電素子の幅方向の湾曲が圧電素子の長手方向の湾曲より小さく抑制されるように構成されている編機用選針装置が記載されている。この発明によれば、編成針の選針を効率的に行うことが可能である編機用選針装置を得ることが可能である。

【 0 0 0 6 】

【特許文献 1】特公平 6 - 9 4 6 1 9 号公報

【特許文献 2】特開平 1 0 - 2 2 5 1 4 6 号公報

【特許文献 3】国際公開第 2 0 0 5 - 1 0 6 0 8 8 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【 0 0 0 7 】

従来公知文献に記載の技術では、電圧が印加されていない状態での圧電素子の反りについての認識がなく、したがって反りのある通常の圧電素子を用いた作動の正確性、位置調整の容易さおよび低保持力による作動可能性の高い繊維機械用圧電アクチュエータ素子を得ることは困難であった。

従って、本発明の目的は、電圧が印加されていない状態で反りのある通常の圧電素子を用いた作動の正確性、位置調整の容易さおよび低保持力による作動可能性の高い繊維機械用圧電アクチュエータ素子、および製造工程が簡略化された繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 0 8 】

本発明者らは、上記目的を達成するために鋭意研究を行った結果、従来の繊維機械用圧電アクチュエータ素子は最終製品を得るための出発材料として用いられる圧電素子に反りが存在し、この反りを除くことは圧電素子の製造工程上の要因から実質的に不可能であり後工程によってもこの反りはなくならないため、最終的に得られる繊維機械用圧電アクチュエータ素子にも電圧が印加されていない状態で反りが残り、これを編機用選針装置などの繊維機械に用いるとフィンガに接する先端支持部のストロークを一定にするためには後端支持部の上下調整により先端支持部の位置を修正する必要があるが、この反りにより圧電素子に設けた先端支持部と中間支持部と後端支持部とが一直線上にないため先端支持部の位置調整に熟練と時間を要し、しかも調整は万能ではなく、フィンガに確実に係合するためには必要以上のストロークを与える必要があり、結局、反りのある圧電素子を用いると繊維機械用圧電アクチュエータ素子の正確な作動、編機用選針装置等の繊維機械での先端支持部の位置調整の容易さおよび保持力の低減が困難であることを見出し、さらに検討を行った結果本発明を完成した。

30

【 0 0 0 9 】

本発明は、1つの面において、プレートと、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜を有する圧電セラミックスとを有する反りのある圧電素子を含む圧電アクチュエータ素子であって、前記圧電素子は、繊維機械に接続される一方の端部に設けられた先端支持部、中間部に設けられた中間支持部及び他方の端部に設けられた後端支持部を備え、電極膜に電気絶縁膜が被覆され、前記中間支持部の中央に形成された空洞部に前記圧電素子が挿入され、充填、硬化した接着剤によって先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように圧電素子が固定され、取り付けられていることを特徴とする繊維機械用圧電アクチュエータ素子にある。

40

【 0 0 1 0 】

また、本発明は、もう1つの面において、上記した本発明の圧電アクチュエータ素子の製造方法であって、下記の工程：

プレートと、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜を有する圧電セラミックスとを有する反りのある圧電素子を作製することと、

前記圧電素子の中間部に、その中央に空洞部が形成された中間支持部を、空洞部に圧電素子を挿入して配置することと、

50

前記圧電素子において、繊維機械に接続される一方の端部に先端支持部を、他方の端部に後端支持部を、それぞれ取り付けると、

前記先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように前記空洞部に接着剤を充填し、硬化して、前記圧電素子に中間支持部を取り付けること、そして、

電極膜を電気絶縁膜によって被覆すること

を含むことを特徴とする繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法にある。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、反りのある圧電素子であっても正確な作動、位置調整の容易さおよび低保持力による作動が可能である繊維機械用圧電アクチュエータ素子を得ることが可能である。

10

また、本発明によれば、反りのある圧電素子であっても正確な作動、先端支持部の位置調整の容易さおよび低保持力による作動が可能である繊維機械用圧電アクチュエータ素子を簡略された工程によって製造することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、本発明について、図1～図5を用いて説明する。図1は本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の1つの実施態様を示す斜視図であり、図2は本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法の1つの実施態様を示す概略図であり、図3は本発明の製造方法に用いられる空洞部が形成された中間支持部の1つの実施態様の概略図であり、図4は図2の(D)における接着剤を充填するために圧電素子を配置した状態を示す概略図であり、図5は図2において接着剤を充填、硬化して得られた1つの実施態様の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の概略図である。

20

【0013】

図1において、繊維機械用圧電アクチュエータ素子1は、図2の(A)および(B)に示すように、プレート13と、該プレートの両面に積層された、両面に電極膜11、11を有する圧電セラミックス12とを有する反りのある圧電素子2を含み、繊維機械(図示せず)に接続される一方の端部に設けられた先端支持部3、中間部に設けられた圧電素子2を支持する中間支持部4及び他方の端部に設けられた後端支持部5を備え、外側両面の電極膜(図示せず)とプレートに電流を供給する導線が設置されていて、外側両面の電極膜および導線が電気絶縁膜(図示せず)で一体として被覆され、前記中間支持部の中央に形成された空洞部内に前記圧電素子が挿入され、充填、硬化した接着剤によって圧電素子が先端支持部3と中間支持部4と後端支持部5との各々の中心軸30、40、50が一直線上にあるように固定され、圧電素子2が取り付けられている。

30

【0014】

本発明においては、両面の電極膜の上下のいずれかを内側にした反りのある圧電素子を用いるが、両面に電極膜を有する圧電セラミックスをプレートの両面に接着剤を加熱硬化して積層する圧電素子の製造工程上の要因からこの反りを除くことは実質的に不可能であり、後工程によってもこの反りは無くならない。このため、このような反りを持つ圧電アクチュエータ素子を編機用選針装置等の繊維機械に用いると、フィンガに接する先端支持部のストロークを一定にするためには後端支持部の上下位置調整により先端支持部の位置を修正する必要があるが、反りにより圧電素子に設けた先端支持部と中間支持部と後端支持部とが一直線上にないため先端支持部の位置調整が困難である。位置調整が正確にされないと、フィンガに確実に係合するためには必要以上のストローク(Stroke、振幅量、Stと略記することもある。)を与える必要があり、結局、反りのある圧電素子を用いると繊維機械用圧電アクチュエータ素子の正確な作動、編機用選針装置等の繊維機械での先端支持部の位置調整の容易さおよび保持力(Brocking Force、Bfと略記することもある。)の低減が困難となる。

40

【0015】

50

本発明においては、反りのある圧電素子が先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように固定されていることが必要であり、これは、1つの実施態様である図4および図5に示すように、圧電素子2に中間支持部4を取り付ける際に中央に空洞部7が形成された中間支持部4を圧電素子2の中間部に空洞部内に圧電素子を挿入して配置した後、圧電素子2の一方の端部に先端支持部3および他方の端部に後端支持部5が取り付けられた圧電素子2を治具20の上に配置し、前記先端支持部3と中間支持部4と後端支持部5との各々の中心軸30、40、50が一直線上にあるように前記空洞部7内に接着剤10を充填し、硬化することによって圧電素子2に中間支持部4を固定して、取り付けることによって達成される。

【0016】

本発明に用いられる中間支持部4は、図3に示すように、中間支持部4の中央に形成された空洞部7が、例えば矩形縦断面（後述のX軸に平行な面で切断した面）形状を有するものであって圧電素子を挿入することができる貫通開口を有する、つまり圧電素子2の厚さに反りの値を加えた値以上で、特に1.55mm以下の縦方向の長さを有し、圧電素子2の幅より大きく、圧電素子の幅とほぼ同等でかつ圧電素子の端部が掛からぬ程度の幅（横方向の長さ）であればよい。

【0017】

本発明における先端支持部3と中間支持部4と後端支持部5とは、図1、図2の(D)及び(E)および図5に示すように、圧電素子の一方の端部と他方の端部とを結ぶ直線方向（通常Y軸と呼ぶ）と直角方向（通常X軸と呼ぶ）に形成された成形体であって、X軸の中心に縦断面が円形又は四角形等の任意の形状を有する軸が設けられていてその中心に中心軸を有する。

【0018】

本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子1は、例えば図2(A)～(G)に示すように、下記の工程(1)～(7)を経て製造することができる。

- (1) 両面に電極膜11を有する圧電セラミックス12を用意し、電極膜11を有する圧電セラミックスを分極する（図2(A)）。
- (2) プレート13の両面に接着剤によって電極膜11を有する圧電セラミックス12を接着して上下の電極膜のいずれかを内側に反りのある圧電素子2を用意する（図2(B)）。
- (3) 中央に空洞部7が形成されている中間支持部4を圧電素子2の中間部に空洞部内に圧電素子を挿入して配置する（図2(C)）。
- (4) 樹脂成形して圧電素子2の一方の端部に繊維機械に接続される先端支持部3および他方の端部の後端支持部5を取り付ける（図2(D)）。

【0019】

- (5) 前記先端支持部3と中間支持部4と後端支持部5との各々の中心軸30、40、50が一直線上にあるように前記空洞部7内に接着剤8を充填、硬化して圧電素子2に中間支持部4を取り付ける（図2(E)）。
- (6) 圧電素子の他方の端部に、外側両面の電極膜11、11とプレート13に電流を供給する導線6a、6a、6b（端部にコネクタ（図示せず）が接続されている）を接続する半田9a、9a、9b設ける（図2(F)）。
- (7) CVD法により両面の電極膜11、11と導線6a、6a、6b上に電気絶縁膜を被覆する（図2(G)）。

【0020】

工程(1)において、圧電セラミックスとしては、PZT($\text{PbZrO}_3 - \text{PbTiO}_3$)あるいはPZTにPb(Mg、Nb) O_3 やPb(Ni、Nb) O_3 等の鉛系複合ペロブスカイト型化合物を固溶させた3成分系圧電セラミックスなどが挙げられ、これらを総称したPZT系素子が好適に用いられる。PZT系圧電セラミックスとしては、厚みが100～300 μm 、特に150～250 μm の薄膜が好適に挙げられる。

【0021】

10

20

30

40

50

また、工程（１）において、電極膜としては、銀、金などの薄膜が挙げられ、コストと性能の点から銀が好適である。電極膜の厚みは $0.1 \sim 2 \mu\text{m}$ 、特に $0.5 \sim 1.5 \mu\text{m}$ であるものが好適である。

両面に電極膜を有する圧電セラミックスは、例えば圧電セラミックスの両面の薄膜に蒸着法あるいは塗布法によって電極材料の薄膜を形成することによって得ることができる。

本発明においては、電極膜を有する圧電セラミックスは一般的には分極させて用いられる。

【００２２】

工程（１）において、本発明におけるプレート（シム材プレートということもある）としては、高速運動を考慮して電極膜を有する圧電セラミックスを支持することが可能である強度と導電性を兼ね備えた金属膜、例えばＳＵＳあるいは４２アロイなどの薄膜、好適には $75 \mu\text{m}$ 以上 $150 \mu\text{m}$ 未満、特に $75 \sim 125 \mu\text{m}$ の金属の薄膜が挙げられる。

本発明においては、両面に電極膜を有する圧電セラミックスをプレートの両面に積層、例えば接着剤によって積層したものが用いられる。前記の接着剤としては特に制限はなく、例えばエポキシ樹脂、ポリフェノール樹脂など任意の熱硬化型接着剤、好適にはエポキシ樹脂が挙げられる。この接着剤の厚みは $1 \sim 15 \mu\text{m}$ 、特に $3 \sim 10 \mu\text{m}$ であることが好ましい。

両面に電極膜を有する圧電セラミックスのプレートの両面への接着は、工程（２）において、前記の接着剤を用いて加熱、加圧硬化させることによって行うことができる。前記の加熱、加圧硬化の条件は使用する接着剤によって適宜選択されるが、前記の熱硬化樹脂を使用する場合は通常 $60 \sim 120$ 程度の加熱温度が適当である。

【００２３】

このため、上記のようにして得られる両面に電極膜を有する圧電セラミックスがプレートの両面に積層されている圧電素子は一般的に上下の電極膜のいずれかを内側にした反りを有している。本発明の方法が適用される圧電素子の反りは、以下に詳細に述べられる測定法により値が通常 0.5 mm 以内、特に $0.1 \text{ mm} \sim 0.5 \text{ mm}$ である。

本発明における圧電素子の反り h は、次のようにして求めることができる。すなわち、水平な台の上に圧電素子を電極膜の中央部が上に凸状となるように置いて、圧電素子の中間支持部の配置されている所の高さ h （図４に示すように圧電素子の中間層までの距離、 mm 、四捨五入して小数点以下３桁まで表示）をレーザーマイクロメータを用いて測定して圧電素子の反り値とする。

【００２４】

両端に支持部（先端支持部および後端支持部）を取り付けて中間支持部が圧電素子に取り付けられていない状態の圧電素子は、圧電素子に比べて密度および剛性の小さい支持部を取り付けても反りの値は実質的には変化せず、圧電素子のみの場合と実質的に同じ反り h を有すると考えられる。

本発明の方法においては、反りのある圧電素子を用意し、工程（３）の前処理として、電極膜上の半田付け部をシールし、シールしなかった電極膜を洗浄した後、電極膜にソルダーレジストの薄膜を形成してもよい。

【００２５】

このソルダーレジストとしては、例えば耐熱性高分子材料をスクリーン印刷法や露光現像法によって必要な部分に薄膜を形成することができる。ソルダーレジストとしては、例えば、ビスフェノールＡ型エポキシ樹脂、ビスフェノールＦ型エポキシ樹脂、ノボラック型エポキシ樹脂等のエポキシ樹脂を主成分とする液状の感光性レジスト材料や、ウレタンアクリレート主成分とした耐折性に優れた感光性レジスト材料が知られている。ソルダーレジストとしては、一般的に緑色又は青色のものが市販されており、これらを使用してよい。

【００２６】

そして、工程（３）において、図４に示すように、中央に空洞部７が形成された中間支持部３を圧電素子２の中間部に空洞部内に圧電素子を挿入して配置する。この中間部とい

10

20

30

40

50

う意味は特定の位置を示すものではなく両方の端部以外であれば任意の位置であってよく、通常は両端部の中間の位置であって反りhを与える位置をいう。

本発明における中間支持部として、図3に示すように、中央部に圧電素子を挿入する大きさ以上の空洞部であって、好適には支持部の中央に矩形の縦断面形状の空洞を有し、かつ中心軸40を有するものが用いられる。前記の中間支持部の中央に形成された空洞部という意味は、通常は中間支持部の上下左右に略対称の位置に空洞部が形成されていることを意味する。

【0027】

空洞部を有する中間支持部は、予め樹脂成形によって成形したものが使用される。成形用樹脂としては先端支持部および後端支持部と同一種類又は異種の樹脂を用いたものであ

10

【0028】

次いで、工程(4)において、樹脂成形して圧電素子2の一方の繊維機械に接続される先端に先端支持部3および他方の先端の後端支持部5を取り付ける。成形用樹脂としては中間支持部と同一種類あるいは異種の樹脂を用いたものであってよいが、好適には同一種類の樹脂を用いて得ることができる。樹脂成形は、軽量で疎水性を有し絶縁性であるとともに繊維機械用圧電アクチュエータ素子の支持部材として可動に耐える剛性を有するものが好ましく、ポリオレフィン、ポリアセタール、フッ素樹脂およびポリカーボネートから

20

【0029】

先端支持部および後端支持部の樹脂成形として、樹脂のインサート成型が好適に挙げられる。このインサート成型による樹脂成形は、既に形成された部材を型の所定の位置に配置した後、適した樹脂を溶融させて型に注入し、冷却後、型から配置し形成された部材と注入・樹脂成形した樹脂とが一体化した成形品を取り出すことによって、本発明における先端支持部および後端支持部を取り付けることができる。

【0030】

次いで、本発明の1つの態様において、工程(5)において、図4に示すように、この中間支持部4を圧電素子2の中間部に配置するために、先端支持部3と後端支持部5とを配置するための2つの台と中間支持部4を固定・配置するための1つの台とを有する治具20が用いられる。治具20は、圧電素子を静止した重力以外の外力を加えない状態で先端支持部3の中心軸30と後端支持部5の中心軸50とが水平線上にあり、中間支持部4の空洞部内に圧電素子が配置されるように3つの台を予め調整しておく。この調整は反りの大きさと空洞の寸法を測定することによって当業者であれば何ら困難を伴うことなく行うことができる。

30

【0031】

本発明の方法において、次いで工程(5)において、図5に示すように、先端支持部3と中間支持部4と後端支持部5との各々の中心軸30、40、50が一直線上にあるように前記空洞部7内に接着剤8を充填、硬化して圧電素子2に中間支持部4を取り付けることが必要である。この支持部の各中心軸が一直線上にあるか否かの判断は、紐状材料や棒状材料などの直線性を確認することができる材料を用いる機械的手法によって行ってもよく、あるいは光学的手法によって行ってもよい。

40

【0032】

また、本発明の方法において、圧電素子2を治具20の上に配置する際に、図4に示すように、反りhを有する圧電素子2に取り付けた両端部の先端支持部3および後端支持部5を下側にし、そして圧電素子2の中央部を上側になるように中間支持部を配置した圧電素子を置くことが好ましいがその反対に中央部を下側になるように配置してもよい。次いで、支持部の各中心軸が一直線上にあることの確認をし、接着剤を充填することが好ましい。

50

【 0 0 3 3 】

本発明において、各支持部の各中心軸が一直線上にあるという意味は、各中心軸が完全に一直線であることに限定されず、本発明を用いないで中間支持部を他の先端支持部および後端支持部と同時に樹脂成形して得られる従来の圧電アクチュエータにおける中間支持部と中心軸の先端支持部および後端支持部の各中心軸を結ぶ線との距離： H （mm）（本発明における反り： h と一致する。）と比較して、本発明によって得られた圧電アクチュエータ素子における中間支持部の中心軸と先端支持部および後端支持部の各中心軸を結ぶ線との距離： ΔH （mm）とを比較して、これらの比率である $\Delta H / H$ （％表示）が0％である場合だけでなく、0％より大きいが10％以下、特に5％以下であれば本発明の範囲内として考慮されるべきである。

10

【 0 0 3 4 】

また、接着剤としては、熱可塑性接着剤および熱硬化性接着剤のいずれであってもよく、例えばエポキシ樹脂、ポリフェノール樹脂など任意の熱硬化型接着剤、好適にはエポキシ樹脂が挙げられる。接着剤を用いて加熱、硬化させることによって中間支持部の取り付けを行うことができる。各支持部の各中心軸30、40、50が一直線にあるように固定する中間支持部4の位置は、例えば中間支持部4を治具台に配置して空洞内に前記の直線が通るようにすればよい。各中心軸が一直線上にあることを確認した後、前記の接着剤の充填、加熱による硬化を行うことが好ましい。加熱、硬化の条件は使用する接着剤によって適宜選択されるが、前記の熱硬化性接着剤を使用する場合は通常60～120程度の加熱温度が適当である。

20

【 0 0 3 5 】

本発明の方法において、通常は、工程（6）において、図2（F）に示すように、圧電素子2の他方の端部に、上記外側両面の電極膜11、11とプレート13に電流を供給するコネクタ（図示せず）が接続されている導線6a、6a、6bが半田9a、9a、9bによって設置される。半田は、それ自体公知の方法によって設けることができる。

そして、本発明の方法においては、工程（7）において、図2（G）に示すように、電極膜11、11と導線に電気絶縁膜10が被覆して、本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子を得ることができる。

【 0 0 3 6 】

電気絶縁膜を被覆する方法としては、工程（7）において、電極膜上に高分子材料を蒸着法、好適にはCVD法により電気絶縁膜を形成する。この蒸着法、好適にはCVD法による電気絶縁膜の形成は公知の種々の方法によって行うことができる。

30

蒸着法、特にCVD法による電気絶縁膜の形成によって、ピンホールの生成を防止した絶縁性の良好な高分子薄膜を得ることができる。電気絶縁膜は、例えばp-キシレンを加熱してジパラキシレン（diXと略記することもある）を生成させ、このジパラキシレンを昇華させて、CVDにより重合させて膜形成すべき材料の表面にポリパラキシレン薄膜を形成することによって得ることができる。

電気絶縁膜は環境特性および高速運動を考慮して厚みが5μmより大きく10μm以下であるものが好適である。

【 0 0 3 7 】

40

本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子について、その駆動方法の一例を公知の繊維機械用圧電アクチュエータ素子を用いた駆動方法を示す図6を用いて説明する。図6において、導線6a、6bに接続された外部装置に接続して圧電アクチュエータ素子の駆動を行うことができる（なお、図中、101は電源を、102は抵抗を、103はフォトカプラを各々示す。）

本発明により得られる繊維機械用圧電アクチュエータ素子を、図6における繊維機械用圧電アクチュエータ素子100に代えて用いることによって、例えば上側の面および下側の面に、導線6aにより上下の電極膜11に各々+48V、-48Vを印加することで、正バイアス面および負バイアス面として働き、駆動信号線である導線6bによりプレート13に例えば+48Vを印加すると、上側の面が同電位となり駆動せず、下側の面が電位

50

差 9.6 V となり屈曲する。逆に導線 6 b に - 4.8 V を印加すると、上側の面が電位差 9.6 V となり屈曲して、下側の面が同電位となり駆動しない。この場合、繊維機械用圧電アクチュエータ素子は、動作するのは片面ずつであるため構造的にはバイモルフ型であるが一般的呼称からすればユニモルフ型の駆動を与える。しかし、本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子は、この駆動方法に限定されるものではなく、印加する電圧の種類を変えることによって任意の駆動方法を取りえる。

【0038】

本発明によって得られる繊維機械用圧電アクチュエータ素子を用いて編機用選針装置を得ることができる。

例えば、本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子を 1 個 ~ 16 個、通常は 4 個、6 個、8 個、12 個又は 16 個用いて、繊維機械用圧電アクチュエータ素子が 1 ~ 16 段の編機用選針装置を得ることができる。

前記の繊維機械用圧電アクチュエータ素子は、例えば公知の編機用選針装置を示す図 8 および図 9 において、先端支持部にはフィンガ 21 が接続され、後端支持部が可動可能に支持され、中間支持部は回動のみが可能であって圧電素子を支持し繊維機械用圧電アクチュエータ素子の長時間連続運転による強度低下を抑制する。

【0039】

本発明によって得られる繊維機械用圧電アクチュエータ素子は、前記の構成を有していることによって、作動の正確性、調整の容易さおよび低保持力による高い作動可能性を有する。

特に、電気絶縁膜がポリパラキシリレン膜を含み、電極膜および導線が一体として被覆されている繊維機械用圧電アクチュエータ素子は、耐環境性が良好である。

さらに、本発明の方法によれば、前記の特長を有する繊維機械用圧電アクチュエータ素子を簡略化された製造工程によって得ることができる。

【実施例】

【0040】

以下に実施例を示す。以下の例は単に説明するためのものであり、本発明を限定するものではない。

【0041】

実施例 1

繊維機械用圧電アクチュエータ素子の作製

両面に厚み $1\text{ }\mu\text{m}$ の Ag の電極膜を有する厚み $180\text{ }\mu\text{m}$ の PZT 系圧電セラミックスを分極した後、厚み $100\text{ }\mu\text{m}$ のプレート (SUS 又は 42Alloy) の両面に接着剤 ($3\sim5\text{ }\mu\text{m}$ のエポキシ樹脂) によって接着して厚さ 0.55 mm の圧電素子を用意した。この圧電素子には高さ h が 0.45 mm の反りが発生していた。電極膜上の半田付け部をシールし、アルコール洗浄して清浄化し、シールしなかった電極膜上にソルダーレジスト膜を形成した。次いで、圧電素子の中間部に、別途にポリアセタールで樹脂成形して作製した中央に縦 1.55 mm 及び圧電素子の幅とほぼ等しい幅の空洞部が形成された図 1 の 4 の形状を有する中間支持部を挿入して配置した後、繊維機械に接続される一方の端部に先端支持部、他方の端部に後端支持部をポリアセタールで樹脂成形して取り付け、両端部の支持部を治具の両端の台上に、中間支持部を治具の中央の台上に各々置いて配置した。治具の中央の台上における各部材の位置は、図 4 に示すように、両端部の支持部の中心軸が台上 1.0 mm であり、両端部の支持部の高さを示す H_1 は 1 mm で、 H_2 は 2.0 mm であった。

【0042】

そして、先端支持部と中間支持部と後端支持部との各々の中心軸が一直線上にあるように中間支持部の空洞部内の隙間に、エポキシ樹脂系接着剤を充填し、加熱硬化して圧電素子に中間支持部を取り付けた。次いで、圧電素子の他方の端部に、上記外側両面の電極膜とプレートに電流を供給するための端部にコネクタが接続されている導線を半田付けして設置した後、電極膜と導線とを CVD により厚み $7\text{ }\mu\text{m}$ のポリパラキシリレン膜によっ

10

20

30

40

50

て被覆して、繊維機械用圧電アクチュエータ素子を作製した。

【0043】

試験例 1

繊維機械用圧電アクチュエータ素子としての評価

(1) 高速可動の評価

先に図 6 を参照して説明した駆動方法に従って、前記の繊維機械用圧電アクチュエータ素子について高速可動を評価した。その結果、最高 200 Hz、平均 100 Hz で問題なく可動した。

(2) 耐環境性の評価

高温多湿の条件 (60、80% RH) 下で、圧電アクチュエータ素子について、連続運転 (96 V、240 時間連続印加) 後、リーク電流値は閾値 (1 μ A) 以下であり、良好な耐環境性を有していることが確認された。

(3) 作動の正確性および低保持力の評価

得られた圧電アクチュエータ素子について、図 7 に示す素子の振動状況から、76 V の電圧を印加した場合の振幅量 (Stroke) を示す $S_t = 0.64$ mm、保持力 (Blocking Force) を示す $B_f = 224$ mN であり、作動の正確性および低保持力を示す。

【0044】

比較例 1

比較するために、中間支持部を、接着剤で固定しないで他の先端支持部および後端支持部と同様にポリアセタールで樹脂成形して圧電素子に取り付けた他は実施例 1 との手法を繰り返して、従来技術による圧電アクチュエータ素子を作製した。

得られた圧電アクチュエータ素子について、上記と同様にして、図 7 に示す素子の振動状況から求めた振幅量 (Stroke) を示す $S_t = 0.8$ mm、保持力 (Blocking Force) を示す $B_f = 280$ mN であり、作動の正確性および低保持力は不十分であった。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図 1】図 1 は、本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の 1 つの実施態様を示す斜視図である。

【図 2 A】図 2 A は、本発明の繊維機械用圧電アクチュエータ素子の製造方法の 1 つの実施態様を示す概略図である。

【図 2 B】図 2 B は、図 2 A に続く製造方法の 1 つの実施態様を示す概略図である。

【図 3】図 3 は、本発明の製造方法に用いられる空洞部が形成された中間支持部の 1 つの実施態様の概略図である。

【図 4】図 4 は、図 2 における接着剤を充填するために圧電素子を配置した状態を示す概略図である。

【図 5】図 5 は、図 2 において接着剤を充填、硬化して得られた繊維機械用圧電アクチュエータ素子の概略図である。

【図 6】図 6 は、公知の繊維機械用圧電アクチュエータ素子を用いた駆動方法を示す図である。

【図 7】図 7 は、繊維機械用圧電アクチュエータ素子の振動状況を示す説明図である。

【図 8】図 8 は、公知の繊維機械用圧電アクチュエータ素子を用いた繊維機械の外観概略図である。

【図 9】図 9 は、公知文献 (特許文献 1) に記載されている選針装置の一例の断面概略図である。

【符号の説明】

【0046】

- 1 繊維機械用圧電アクチュエータ素子
- 2 圧電素子

10

20

30

40

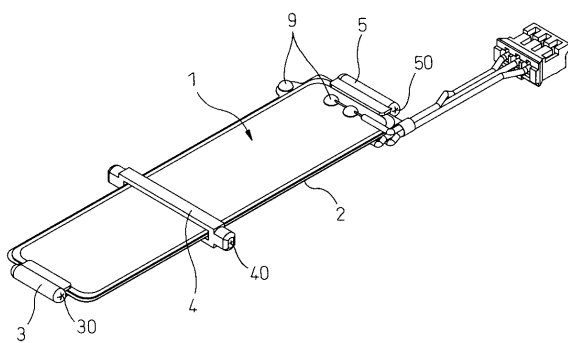
50

- 3 先端支持部
- 4 中間支持部
- 5 後端支持部
- 6 導線
- 7 空洞部
- 8 接着剤
- 9 半田
- 10 電気絶縁膜
- 11 電極膜
- 12 圧電セラミックス
- 13 プレート
- 20 治具
- 21 フィンガ
- 30 先端支持部の中心軸
- 40 中間支持部の中心軸
- 50 後端支持部の中心軸
- 100 圧電素子

10

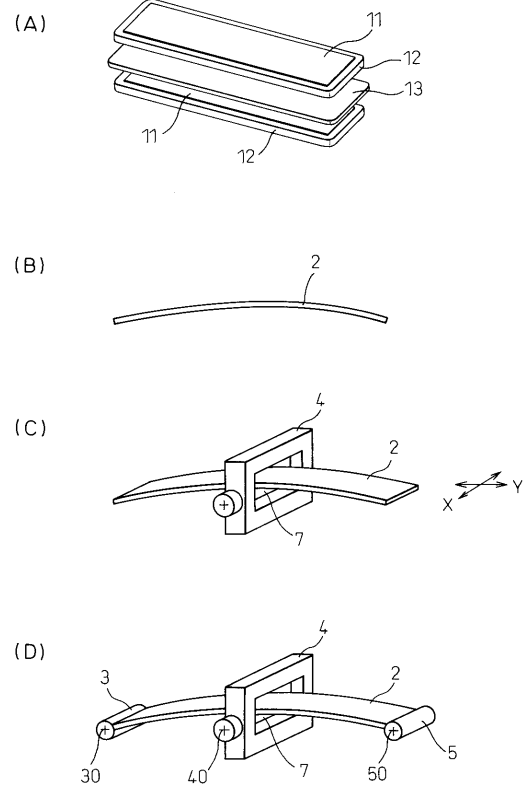
【図1】

図1



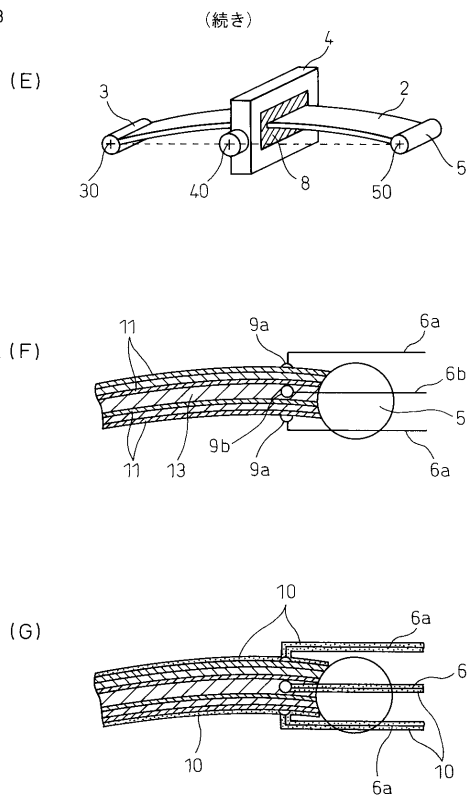
【図2A】

図2A



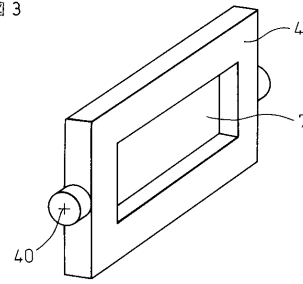
【図 2 B】

図 2B



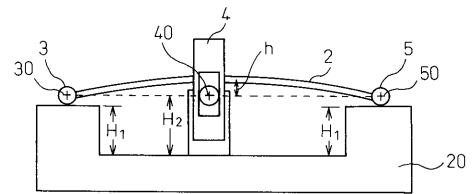
【図 3】

図 3



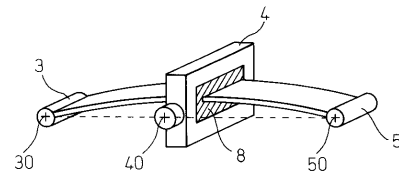
【図 4】

図 4



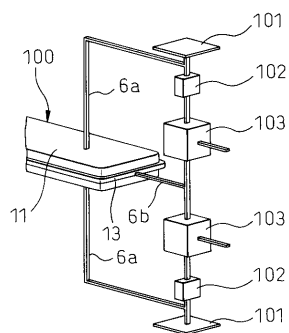
【図 5】

図 5



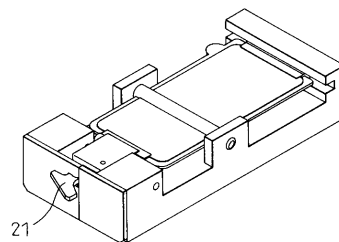
【図 6】

図 6



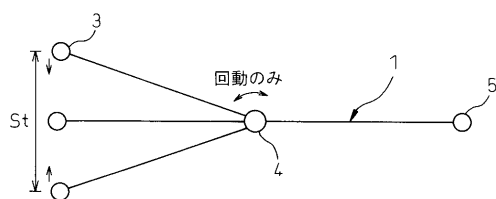
【図 8】

図 8



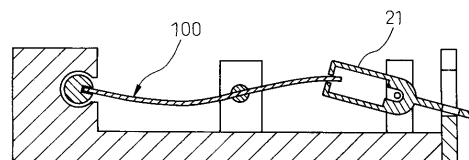
【図 7】

図 7



【図 9】

図 9



フロントページの続き

(74)代理人 100102990

弁理士 小林 良博

(74)代理人 100093665

弁理士 蛸谷 厚志

(72)発明者 渡辺 和久

埼玉県富士見市西みずほ台 2 - 1 2 - 8 ワックデータサービス株式会社内

(72)発明者 榎本 啓

埼玉県富士見市西みずほ台 2 - 1 2 - 8 ワックデータサービス株式会社内

(72)発明者 瀬上 正

埼玉県比企郡ときがわ町五明 2 7 4 株式会社ビー・アンド・プラス内