

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6292955号
(P6292955)

(45) 発行日 平成30年3月14日 (2018. 3. 14)

(24) 登録日 平成30年2月23日 (2018. 2. 23)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 3 C 28/00 (2006. 01)	C 2 3 C 28/00 E
C 2 3 C 8/26 (2006. 01)	C 2 3 C 8/26
C 2 3 C 8/04 (2006. 01)	C 2 3 C 8/04
H O 2 N 2/00 (2006. 01)	H O 2 N 2/00

請求項の数 15 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2014-82003 (P2014-82003)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成26年4月11日 (2014. 4. 11)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2015-203130 (P2015-203130A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成27年11月16日 (2015. 11. 16)	(74) 代理人	100125254
審査請求日	平成29年3月29日 (2017. 3. 29)		弁理士 別役 重尚
		(72) 発明者	土屋 聡司
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
		審査官	宮本 靖史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性体の製造方法、振動型アクチュエータ及び画像形成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

弾性体を有する振動体を備え、前記弾性体と摩擦接触する被駆動体と前記振動体とが相対移動する振動型アクチュエータに用いられる前記弾性体の製造方法であって、

鉄系金属からなる前記弾性体の基材の表面にめっき被膜を形成するめっき工程と、

前記弾性体において前記被駆動体との摩擦面となる前記基材の第1の面に形成された前記めっき被膜を除去する前記第1の面でのめっき除去工程と、

前記めっき被膜が除去された前記第1の面を窒化処理して鉄系金属の窒化層を形成する窒化工程と、を有することを特徴とする弾性体の製造方法。

【請求項 2】

前記第1の面でのめっき除去工程において、前記第1の面の表面を削ることによって前記第1の面の表面の平面度を向上させることを特徴とする請求項1に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 3】

前記第1の面でのめっき除去工程は、切削、研削または研磨によって行われることを特徴とする請求項1又は2に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 4】

弾性体を有する振動体を備え、前記弾性体と摩擦接触する被駆動体と前記振動体とが相対移動する振動型アクチュエータに用いられる前記弾性体の製造方法であって、

鉄系金属からなる前記弾性体の基材の表面にめっき被膜を形成するめっき工程と、

10

20

前記弾性体において前記被駆動体との摩擦面となる前記基材の第 1 の面を窒化処理して鉄系金属の窒化層を形成する窒化工程と、を有し、

前記めっき工程は、前記第 1 の面に前記めっき被膜が形成されないように前記第 1 の面がマスキング部材でマスクされた状態で行われることを特徴とする弾性体の製造方法。

【請求項 5】

前記窒化工程の後に、前記弾性体において電気 - 機械エネルギー変換素子が接合される第 2 の面に形成された前記めっき被膜を除去する前記第 2 の面でのめっき除去工程を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 6】

前記第 2 の面でのめっき除去工程において、前記第 2 の面の全体を削ることによって前記第 2 の面の平面度を向上させることを特徴とする請求項 5 に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 7】

前記第 2 の面でのめっき除去工程は、切削、研削または研磨によって行われることを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 8】

前記めっき工程は、前記弾性体において電気 - 機械エネルギー変換素子が接合される第 2 の面に前記めっき被膜が形成されないように前記第 2 の面がマスキング部材でマスクされた状態で行われることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 9】

前記めっき工程において、前記弾性体の角部に前記めっき被膜の厚さが厚くなっているめっき盛り上がり部が形成された場合に、

前記第 2 の面でのめっき除去工程において、前記盛り上がり部のうち、前記振動体をベース部材に固定した際に前記ベース部材と接触することとなる前記弾性体の接触面の角部に形成されためっき盛り上がり部も除去することを特徴とする請求項 5 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 10】

前記めっき工程において、前記弾性体の角部に前記めっき被膜の厚さが厚くなっているめっき盛り上がり部が形成された場合に、

前記盛り上がり部のうち、前記振動体をベース部材に固定した際に前記ベース部材と接触することとなる前記弾性体の接触面の角部に形成されためっき盛り上がり部を除去する工程を有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の弾性体の製造方法。

【請求項 11】

弾性体と電気 - 機械エネルギー変換素子とが接合された振動体を備え、前記弾性体と摩擦接触する被駆動体と前記振動体とが相対移動する振動型アクチュエータであって、

前記弾性体は、鉄系金属からなる基材を有し、

前記基材は、前記被駆動体と接触する鉄系金属の窒化層と、前記基材の表面に設けられためっき被膜と、を有し、

前記めっき被膜は、前記基材において前記窒化層が形成されている部分と前記電気 - 機械エネルギー変換素子が接合される部分には設けられていないことを特徴とする振動型アクチュエータ。

【請求項 12】

前記めっき被膜が設けられた部分は、前記窒化層と前記電気 - 機械エネルギー変換素子との接合部以外の全ての部分であることを特徴とする請求項 11 に記載の振動型アクチュエータ。

【請求項 13】

前記窒化層は、前記基材に設けられた凸部の表面に形成されていることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の振動型アクチュエータ。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記弾性体を固定するベース部材を有し、

前記めっき被膜のうち前記弾性体において前記ベース部材と接触する面がめっき盛り上がり部を含まないことを特徴とする請求項 1 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータ。

【請求項 1 5】

像担持体と、

前記像担持体に対向して設けられた搬送ベルトと、

前記像担持体または前記搬送ベルトを回転駆動する請求項 1 1 乃至 1 4 のいずれか 1 項に記載の振動型アクチュエータと、を備えることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、被駆動体を振動体に接触させて摩擦駆動する、所謂、振動型アクチュエータに関し、例えば、振動体を構成する弾性体の形状精度を向上させる技術に関する。

【背景技術】

【0002】

振動型アクチュエータの一例である振動波モータは、低速でのトルクが大きく、小型軽量で応答性が高い等の特徴を有することから、例えば、一眼レフカメラの撮影レンズ（交換レンズ）におけるオートフォーカスレンズの駆動用モータ等として実用化されている。近年、振動波モータに対しては、高耐久化やローコスト化が求められており、このような課題に対する技術が提案されている。例えば、振動体を構成する弾性体の素材をステンレス等の鉄系金属とし、弾性体における被駆動体との摩擦面を窒化処理することにより窒化層を形成した振動波モータが提案されている（特許文献 1～4 参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2004 - 80947 号公報

【特許文献 2】特開 2009 - 55779 号公報

【特許文献 3】特許第 4976804 号公報

【特許文献 4】特許第 5236160 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、上記特許文献 1～4 に記載された技術のように、弾性体の表面を窒化処理すると、窒化層の形成によって弾性体の表面が膨張し、弾性体が大きく変形してしまうことがある。窒化処理によって弾性体が大きく変形してしまうと、弾性体と被駆動体との接触が不安定になり、また、弾性体を固定するベース部材と弾性体との位置決め精度が低下してしまうことで、振動波モータの性能が低下してしまう。

【0005】

この問題に対して、弾性体と被駆動体との接触を安定させるために窒化処理後の弾性体の摩擦面（窒化層）を研磨加工等により平滑化するという解決方法が考えられる。しかし、この方法には、弾性体表面の窒化層が薄くなってしまいうことで、振動波モータの耐久性が低下してしまうという問題がある。

40

【0006】

本発明は、弾性体の形状精度を高める技術を提供すると共に、性能と耐久性に優れた振動型アクチュエータ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】

【0007】

本発明に係る弾性体の製造方法は、弾性体を有する振動体を備え、前記弾性体と摩擦接触する被駆動体と前記振動体とが相対移動する振動型アクチュエータに用いられる前記弾

50

性体の製造方法であって、鉄系金属からなる前記弾性体の基材の表面にめっき被膜を形成するめっき工程と、前記弾性体において前記被駆動体との摩擦面となる前記基材の第１の面に形成された前記めっき被膜を除去する前記第１の面でのめっき除去工程と、前記めっき被膜が除去された前記第１の面を窒化処理して鉄系金属の窒化層を形成する窒化工程と、を有することを特徴とする。

【０００８】

本発明に係る振動型アクチュエータは、弾性体と電気－機械エネルギー変換素子とが接合された振動体を備え、前記弾性体と摩擦接触する被駆動体と前記振動体とが相対移動する振動型アクチュエータであって、前記弾性体は、鉄系金属からなる基材を有し、前記基材は、前記被駆動体と接触する鉄系金属の窒化層と、前記基材の表面に設けられためっき被膜と、を有し、前記めっき被膜は、前記基材において前記窒化層が形成されている部分と前記電気－機械エネルギー変換素子が接合される部分には設けられていないことを特徴とする。

10

【発明の効果】

【０００９】

本発明によれば、弾性体の表面において窒化層を形成する面積を簡便な方法で一部に止めることができるため、弾性体の変形を抑制して、形状精度を高めることができる。これにより、性能と耐久性を向上させた振動型アクチュエータを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】

20

【図１】本発明の実施形態に係る振動型アクチュエータの概略構造を示す断面図である。

【図２】図１の振動型アクチュエータを構成する振動体の断面図及び平面図である。

【図３】図２の振動体を構成する弾性体の詳細な構造と、振動体をベース部材に固定する形態例を示す断面図である。

【図４】図２の振動体を構成する弾性体の第１の製造方法を示す工程図である。

【図５】図２の振動体を構成する弾性体の第２の製造方法を示す工程図である

【図６】図２の振動体を構成する弾性体の第３の製造方法を示す工程図である

【図７】図２の振動体を構成する弾性体の第４の製造方法を示す工程図である。

【図８】図２の振動体の振動部の変形例の構造を示す断面図である。

【図９】図１の振動型アクチュエータを構成する振動体の変形例の構造を示す断面図である。

30

【図１０】図９の振動体を構成する弾性体の製造方法を示す工程図である。

【図１１】本発明の実施形態に係る振動型アクチュエータを搭載したカラー画像形成装置の内部構成を示す側断面図である。

【図１２】図１１のカラー画像形成装置を構成する感光体ドラム駆動用モータとして振動型アクチュエータを搭載するときの概略構成を示す斜視図である。

【図１３】図１１のカラー画像形成装置を構成する搬送ベルト駆動用モータとして振動型アクチュエータを搭載するときの概略構成を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】

40

以下、本発明の実施形態について添付図面を参照して詳細に説明する。

【００１２】

< 第１実施形態 >

図１は、本発明の実施形態に係る振動型アクチュエータ１０の概略構造を示す断面図である。振動型アクチュエータ１０は、振動体１００と、振動体１００と摩擦接触し、振動体に対して相対的に移動する被駆動体である移動体１８０と、移動体１８０を振動体１００に加圧接触させて移動体１８０の回転を出力する加圧機構３００及びシャフト４００とを備える。振動体１００、移動体１８０及び加圧機構３００は、シャフト４００を中心軸として配置可能な円環状の形状を有する。

【００１３】

50

加圧機構 300 は、制振ゴム 301、加圧ばね受け部材 302、加圧ばね 303 及び加圧ばね固定部材 304 によって構成される。ベース部材 500 は、鉄系材料やアルミニウム系材料等の導電性材料からなり、シャフト 400 を回転自在に保持するためのベアリング 520 を備える。ベース部材 500 には、固定ビス 510 により振動体 100 をネジ固定するため穴部であるネジ穴が設けられている。なお、ネジ穴に代えて、ベース部材 500 には、固定ビス 510 を嵌め込みにより固定する嵌合穴としてもよい。

【0014】

図 2 は、振動型アクチュエータ 10 を構成する振動体 100 の断面図及び平面図である。振動体 100 は、電気 - 機械エネルギー変換素子である圧電素子 120 と、圧電素子 120 に給電するための不図示のフレキシブルプリント基板と、圧電素子 120 が接合される弾性体 110 とを有する。弾性体 110 は、圧電素子 120 が接合される振動部 111 と、振動体 100 をベース部材 500 に固定するための取付部 113 と、振動部 111 と取付部 113 とを接続する接続部 112 とが一体的に形成された構造を有する。取付部 113 には、固定ビス 510 を挿通させるための取付穴 140 が形成されている。

【0015】

振動型アクチュエータ 10 では、不図示の交流電源から圧電素子 120 に交流電圧（駆動信号）を印加し、振動体 100 に予め設定された次数 m （ m ：自然数）の曲げ振動（駆動振動）を励起させる。こうして振動体 100 における移動体 180 との接触面に生じる運動（円運動、楕円運動を含む）によって、移動体 180 を摩擦駆動する。

【0016】

図 3（a）は、弾性体 110 の詳細な構造と、振動体 100 をベース部材 500 に対して固定する形態の一例を示す断面図である。なお、図 3（a）では、構造を明確に示すために一部の構成部を拡大して示しており、弾性体 110 の構造を示す図 3（a）以降の図についても同様である。図 3（a）に示したベース部材 500 の右側には、シャフト 400（不図示）が位置する。

【0017】

弾性体 110 において、振動部 111、接続部 112 及び取付部 113 を一体的に構成する基材 151 は、ステンレス等の鉄系金属からなる。振動部 111 の上面（第 1 の面）の一部には環状の凸部 130 が形成されており、弾性体 110 は凸部 130 の表面で移動体 180 と接触している。凸部 130 の表層には窒化処理によって厚さが数十 μm の窒化層 152 が形成されている。窒化層 152 は、後述するように、基材 151 に設けられた凸部 130 の表面を窒化処理することにより形成される。

【0018】

振動部 111 の下面（第 2 の面（凸部 130 が設けられている第 1 の面とは反対側の面））は、基材 151 自体の素材が露出した鉄系金属面 155b となっており、鉄系金属面 155b に圧電素子 120 が接合されている。なお、弾性体 110 において、圧電素子 120 の接合面を窒化処理も、後述のめっき処理もされていない面とするのは、圧電素子 120 の接合性と接着性を向上させるためである。

【0019】

弾性体 110 の表面のうち、凸部 130 の表面（窒化層 152 の表面）と圧電素子 120 との接合面（鉄系金属面 155b）以外の表面は、厚さが数 μm ～ 数十 μm のめっき被膜 153 によって覆われている。めっき被膜 153 は、例えば、窒化物を形成しない材料又は形成し難い材料で形成されており、具体的には、ニッケル、錫又は銅等を主成分とする。

【0020】

めっき被膜 153 が電解めっき法によって形成されている場合、概ね、弾性体 110 の複数の角部にはめっき盛り上がり部 154 が形成され、めっき盛り上がり部 154 は、目的とする膜厚よりも厚くなっており、形状精度が低い。そのため、弾性体 110 の取付部 113 とベース部材 500 との間にめっき盛り上がり部 154 が介在した状態で振動体 100 をベース部材 500 に固定してしまうと、振動体 100 のベース部材 500 に対する

10

20

30

40

50

位置決め精度が低下してしまう。

【0021】

この問題を回避するため、本実施形態では、弾性体110に形成されためっき盛り上がり部154のうち、ベース部材500と接触するめっき盛り上がり部を除去する。図3(a)の構成では、弾性体110の取付部113の下面全体及び内径面下部(ベース部材500と接触する面)に形成されためっき盛り上がり部のみを除去している。なお、このように、必要最小限のめっき盛り上がり部を除去することにより、加工負荷を軽減し、加工費を低減させることができる。

【0022】

一方、本実施形態では、弾性体110に形成されためっき盛り上がり部154のうち、取付部113の上面に形成されためっき盛り上がり部は除去していない。これに対応して、ベース部材500に対して振動体100を径方向に固定する際に、ベース部材500において弾性体110(取付部113)の内径面と接触する部分の高さを、取付部113の内径面上部に形成されためっき盛り上がり部を避ける高さとしている。よって、弾性体110(取付部113)の内径面とベース部材500との間にめっき盛り上がり部が介在することはないため、振動体100のベース部材500に対する位置合わせ精度を高く維持することができる。

【0023】

図3(b)は、振動体100をベース部材500に固定する形態の別の例を示す断面図である。図3(b)では、固定ビス510の頭部と弾性体110の取付部113の上面との間に、取付穴140の内周壁上部及び取付部113の内径面上部のそれぞれに形成されためっき盛り上がり部154を避けるように、ワッシャ530を挟む構造としている。これにより、弾性体110の位置決め精度を更に向上させることができる。

【0024】

図5は、弾性体110の第1の製造方法を示す工程図である。弾性体110の基材151は、鉄系金属材料の切削や鍛造等により、振動部111、接続部112及び取付部113が一体的に形成され、且つ、振動部111が凸部130を有するように製造されている。

【0025】

第1工程は、基材151のめっき工程である。基材151に対してめっき処理を施すことにより、基材151の表面全体を厚さ数 μm ~数十 μm のめっき被膜153で覆う。めっき被膜153には、先述の通り、ニッケル、錫又は銅等を主成分とし、窒化物を形成しない材料又は形成し難い材料が用いられる。このめっき処理に電解めっき法を用いた場合、基材151の複数の角部には、基材151の平面部に形成されためっき被膜153よりも若干厚みの増しためっき盛り上がり部154が形成される。

【0026】

第2工程は、めっき被膜153のうち、移動体180との摩擦面となる凸部130の表面に形成されためっき被膜を除去する第1のめっき除去工程(摩擦面めっき除去工程)である。第2工程では、基材151に設けられた凸部130の表面に形成されためっき被膜を、切削、研削又は研磨等の機械加工により除去し、基材151の鉄系金属面155aを露出させる。ここで、基材151(弾性体110)に凸部130を形成している理由は、第2工程において、狭い範囲のめっき被膜を選択的に精度よく、簡便に除去するためである。

【0027】

なお、第2工程では、凸部130の表面に形成されためっき被膜を除去すると共に、凸部130の表面を削ることによって、鉄系金属面155aの平面度を向上させることが望ましい。これにより、次の第3工程において凸部130を窒化処理することにより凸部130の表層に形成される窒化層152の表面の平面度を向上させることができる。

【0028】

第3工程は、凸部130の窒化工程である。凸部130の窒化処理では、めっき被膜153に覆われた部分は防窒され、よって、めっき被膜153が除去された凸部130の表

10

20

30

40

50

層にのみ、窒化層 1 5 2 が形成される。こうして、凸部 1 3 0 のみの狭い範囲に選択的に窒化層 1 5 2 を形成することにより、基材 1 5 1 において表面膨張が生じる面積を最小限に抑えて、弾性体 1 1 0 の変形を最小限に抑えることができる。

【 0 0 2 9 】

なお、ここでは、基材 1 5 1 の、圧電素子 1 2 0 との接合部以外の表面（窒化層 1 5 2 と接している面は除く）にめっき被膜 1 5 3 が設けられる例を示すが、本発明はこれに限定されない。めっき被膜 1 5 3 が、圧電素子 1 2 0 との接合部以外の表面の一部にでも設けられていれば、その部分が防窒され、基材 1 5 1 において表面膨張が生じる面積を抑えて、弾性体 1 1 0 の変形を抑えることができる。

【 0 0 3 0 】

第 4 工程は、めっき被膜 1 5 3 のうち、圧電素子 1 2 0 との接合面に形成されためっき被膜を除去する第 2 のめっき除去工程（接合面めっき除去工程）である。弾性体 1 1 0 における圧電素子 1 2 0 との接合面は、圧電素子 1 2 0 を強固に接合（接着）するために、めっき被膜 1 5 3 でも窒化層 1 5 2 でもなく、鉄系金属面とすることが好ましい。そこで、第 4 工程では、めっき被膜 1 5 3 のうち弾性体 1 1 0 における圧電素子 1 2 0 との接合面に形成されためっき被膜を、切削、研削又は研磨等の機械加工により除去し、基材 1 5 1 の素材である鉄系金属面 1 5 5 b を露出させる。このように、第 1 の製造方法では、窒化処理後に簡便な方法で、圧電素子 1 2 0 との接合面となる鉄系金属面 1 5 5 b を露出させることができる。

【 0 0 3 1 】

第 5 工程は、弾性体 1 1 0 に形成されためっき盛り上がり部 1 5 4 のうち、ベース部材 5 0 0 との接触面に形成されためっき盛り上がり部を除去する工程である。めっき盛り上がり部 1 5 4 は形状精度が低いため、弾性体 1 1 0 とベース部材 5 0 0 との接触部にめっき盛り上がり部 1 5 4 が介在すると、弾性体 1 1 0 のベース部材 5 0 0 に対する位置決め精度が低下してしまう。そこで、弾性体 1 1 0 におけるベース部材 5 0 0 との接触面に形成されためっき盛り上がり部 1 5 4 を、切削、研削又は研磨等の機械加工により除去する。このとき、めっき被膜 1 5 3 のうち、ベース部材 5 0 0 との接触面に形成された部分を除去してしまってもよい。

【 0 0 3 2 】

第 5 工程後には、窒化層 1 5 2 の表面の平面度が良好であれば特に必要される工程ではないが、窒化層 1 5 2 の表面をできる限り窒化層 1 5 2 を薄くしないように選択的に研磨処理する工程を設けて、窒化層 1 5 2 の表面の平面度を更に向上させることが望ましい。このとき、第 1 の製造方法では、凸部 1 3 0 のみを窒化処理しており、窒化処理時の弾性体 1 1 0 の変形が抑えられているため、窒化層 1 5 2 の削り量を少なく抑えることができる。これにより、移動体 1 8 0 との摩擦面である窒化層 1 5 2 の耐摩耗性を高く維持することができたため、振動型アクチュエータ 1 0 の耐久性の低下を防止することができる。

【 0 0 3 3 】

なお、第 1 の製造方法では、めっき盛り上がり部 1 5 4 の除去工程（第 5 工程）を、弾性体 1 1 0 における圧電素子 1 2 0 との接合面のめっき除去工程（第 4 工程）の後に行った。しかし、これに限られず、第 5 工程の処理は、めっき工程（第 1 工程）の後であれば、どの段階で行ってもよい。但し、基材 1 5 1 における凸部 1 3 0 以外の部分が確実に窒化工程（第 3 工程）でマスクされるように、窒化工程の後に行うことが好ましい。また、めっき盛り上がり部 1 5 4 の除去工程（第 5 工程）と圧電素子 1 2 0 との接合面におけるめっき除去工程（第 4 工程）とを同時に行うことが好ましく、こうして製造工程を短縮し、簡便化することにより、安価に弾性体 1 1 0 を製造することができる。

【 0 0 3 4 】

更に、第 1 の製造方法では、めっき工程（第 1 工程）により、弾性体 1 1 0 におけるベース部材 5 0 0 との接触面にめっき盛り上がり部 1 5 4 が形成されたため、このめっき盛り上がり部 1 5 4 を除去する工程（第 5 工程）を設けた。そこで、めっき盛り上がり部 1 5 4 が形成されないように、ベース部材 5 0 0 との接触面の角部を大きな R 形状としても

10

20

30

40

50

よく、これにより、第 5 工程を省略することができる。

【 0 0 3 5 】

上記の第 1 の製造方法では、めっき工程（第 1 工程）により基材 1 5 1 全体をめっき被膜 1 5 3 で覆った。これに対して、以下に説明する第 2 乃至第 4 の製造方法では、弾性体 1 1 0 においてめっき被膜 1 5 3 が不要な領域の一部又は全部に、めっき工程においてめっき被膜 1 5 3 が形成されないようにしている。

【 0 0 3 6 】

図 5 は、弾性体 1 1 0 の第 2 の製造方法を示す工程図である。第 2 の製造方法は、弾性体 1 1 0 において移動体 1 8 0 との摩擦面となる凸部 1 3 0 の表面をめっき工程においてマスキング部材によりマスクした製造方法である。第 2 の製造方法では、めっき工程と窒化工程との間に、マスキング部材を剥離する工程が必要になるが、めっき工程でマスクした面でのめっき除去工程が不要になる。つまり、第 2 の製造方法では、第 1 の製造方法と比較すると、窒化処理前に凸部 1 3 0 の表面に形成されるめっき被膜を除去する工程（第 2 工程）が不要になる。なお、マスキング部材としては、マスキング液やマスキングテープ等を用いることができる。

【 0 0 3 7 】

図 6 は、弾性体 1 1 0 の第 3 の製造方法を示す工程図である。第 3 の製造方法は、弾性体 1 1 0 において圧電素子 1 2 0 との接合面となる基材 1 5 1 の表面部分とベース部材 5 0 0 との接触面となる基材 1 5 1 の表面部分とを、めっき工程においてマスキング部材によりマスクした製造方法である。第 3 の製造方法では、移動体 1 8 0 との摩擦面となる凸部 1 3 0 の表面に形成されためっき被膜の除去工程と凸部 1 3 0 の窒化工程との間に、マスキング部材を剥離する工程が必要になるが、めっき工程でマスクした面でのめっき除去工程が不要になる。即ち、第 3 の製造方法では、第 1 の製造方法における第 4 工程及び第 5 工程が不要になる。

【 0 0 3 8 】

図 7 は、弾性体 1 1 0 の第 4 の製造方法を示す工程図である。第 4 の製造方法は、弾性体 1 1 0 において移動体 1 8 0 との摩擦面となる凸部 1 3 0 の表面と、圧電素子 1 2 0 との接合面となる表面部分と、ベース部材 5 0 0 との接触面となる表面部分とをマスキング部材によりマスクした製造方法である。第 4 の製造方法では、めっき工程と窒化工程との間でマスキング部材を剥離する工程が必要になるが、めっき工程でマスクした面でのめっき除去工程が不要になる。即ち、第 4 の製造方法では、第 1 の製造方法における第 2 工程、第 4 工程及び第 5 工程が不要になる。

【 0 0 3 9 】

なお、第 3 の製造方法と第 4 の製造方法では、凸部 1 3 0 の窒化工程において、めっき工程でマスクした面を金属部材等でマスクすることで、めっき工程でマスクした面を窒化から保護すればよい。また、第 3 の製造方法と第 4 の製造方法では、弾性体 1 1 0 においてベース部材 5 0 0 との接触面となる表面部分をマスキング部材によりマスクしない形態へと変形することができる。その場合、弾性体 1 1 0 の取付部 1 1 3 におけるベース部材 5 0 0 との接触面に形成されるめっき盛り上がり部 1 5 4 を、めっき工程後のいずれかのタイミングで除去するようにする。

【 0 0 4 0 】

本実施形態では、振動型アクチュエータ 1 0 とその製造方法について、弾性体 1 1 0 の円環状の振動部 1 1 1 に移動体 1 8 0 との接触面となる凸部 1 3 0 を設け、凸部 1 3 0 の表面に窒化層 1 5 2 を形成したが、振動部 1 1 1 の構造はこれに限られるものではない。図 8 は、振動部 1 1 1 の変形例である振動部 1 1 1 A の構造を示す断面図である。振動部 1 1 1 A の表面には凸部 1 3 0 が設けられておらず、振動部 1 1 1 A は、基材 1 5 1 において振動部となる円環状の部分の上面全体に窒化層 1 5 2 が形成された構造を有する。振動部 1 1 1 A でもまた、例えば、振動部の表面全体を窒化した従来の構造と比較して、窒化処理による変形が抑制される。

【 0 0 4 1 】

< 第2実施形態 >

図9は、図1の振動型アクチュエータ10を構成する振動体100の変形例である振動体100Aの構造を示す断面図である。図9では、図3と同様に、構造を明確に示すために一部の構成部を拡大して示しており、これは後に説明する図10についても同様である。ここでは、振動体100Aにおいて振動体100と共通する構造要素については、同じ符号を付することとする。

【0042】

振動体100Aを構成する弾性体110Aは、弾性体110の接続部112に複数の貫通穴141を周方向に形成した接続部112Aを有する。なお、接続部112に貫通穴141を形成して接続部112Aとしても、振動型アクチュエータ10の駆動性能を低下させる等のマイナスの影響はない。貫通穴141の内周面にはめっき被膜153が形成されており、貫通穴141は、以下に説明する通り、弾性体110Aの製造方法における製造効率の向上と製造工程の短縮に寄与する。

【0043】

図10は、弾性体110Aの製造方法を示す工程図である。弾性体110Aの基材151は、鉄系金属材を切削或いは鍛造等することにより、凸部130と貫通穴141とを有するように製造されている。

【0044】

第1工程は、基材151のめっき工程である。ここでは、2つの基材151を圧電素子120との接合同士とベース部材500との接合同士とがそれぞれ密着するように重ね合わせた状態でめっき処理を行うことで、2つの基材151の表面に厚さ数 μm ～数十 μm のめっき被膜153を形成する。このとき、接続部112Aには貫通穴141が形成されているため、基材151において接続部112A同士が対向する空間を形成している表面にもめっき被膜153が形成される。なお、めっき処理の条件等は、図4を参照して説明した弾性体110の第1の製造方法の第1工程と同じであるため、ここでの詳細な説明は省略する。

【0045】

第2工程は、めっき被膜153のうち、重ね合わせられた2つの弾性体110の2カ所の凸部130の表面に形成されためっき被膜を機械加工により除去し、鉄系金属面155aを露出させるめっき除去工程である。また、第3工程は、凸部130の窒化工程である。これら第2工程及び第3工程は、図4を参照して説明した第2工程及び第3工程と同様に行われるため、ここでの詳細な説明は省略する。

【0046】

第4工程は、重ね合わせられた2つの弾性体110Aの分離工程である。重ね合わせられた2つの弾性体110を衝撃力や機械加工等によって分離する。これにより、2つの弾性体110のそれぞれの圧電素子120との接合面を鉄系金属面155bとして露出させ、ベース部材500との接触面を鉄系金属面155cとして露出させることができる。よって、図10の製造方法によれば、2つの弾性体110Aのそれぞれの圧電素子120との接合面及びベース部材500との接触面でのめっき被膜の除去工程が不要となる。なお、鉄系金属面155b、155cを露出させる理由は、図4の第4工程及び第5工程で説明した通りである。

【0047】

図10の製造方法では、2つの弾性体110Aを圧電素子120との接合同士とベース部材500との接合同士とがそれぞれ密着するように重ね合わせることで、これらの面にめっき被膜が形成されないようにマスクしている。しかし、このようなマスク処理が完全でないことが原因となって、2つの弾性体110Aの隙間（圧電素子120との接合面、ベース部材500との接触面）にめっき被膜が形成される場合がある。その場合には、第4工程後に、圧電素子120との接合面とベース部材500との接触面に形成された不要なめっき被膜を除去する加工処理を行うことが好ましい。

【0048】

10

20

30

40

50

また、図10の製造方法では、弾性体110におけるベース部材500との接触面には、めっき盛り上がり部154が形成されないが、2つの弾性体110を分離した際に、めっき被膜153にバリが生じることがある。このようなめっき被膜153のバリは、圧電素子120の接合性やベース部材500との位置決め精度を低下させるため、研磨等の機械加工により除去することが好ましい。

【0049】

更に、第2工程でのめっき除去工程の後の凸部130の表面の平面度が良好であれば特に必要とされる工程ではないが、第3工程後に窒化層152の表面を選択的に研磨することにより、窒化層152の表面の平面度を向上させることが望ましい。図10の製造方法では、凸部130のみを窒化処理しており、窒化処理時の弾性体110の変形が抑えられているため、窒化層152の削り量を少なく抑えることができる。こうして、移動体180との摩擦面である窒化層152の耐摩耗性を高く維持することができ、振動型アクチュエータ10の耐久性の低下を防止することができる。

【0050】

図10の製造方法は、以下の通りに変形することができる。即ち、図10の製造方法では、基材151における圧電素子120との接合面とベース部材500との接触面とが同一平面にあるため、圧電素子との接合面同士及びベース部材500との接触面同士が密着するように2つの弾性体110を重ね合わせた。しかし、基材151が、圧電素子120との接合面とベース部材500との接触面とが同一平面にない形状を有する構造となっている場合が想定される。この場合には、圧電素子120との接合面同士とベース部材500との接触面同士の一方を密着させることができるため、その状態で図10の第1工程～第4工程の処理を行い、不要なめっき被膜は機械加工により除去すればよい。

【0051】

また、弾性体110Aにおける移動体180との接触面である凸部130の表面同士の1面のみが密着するように2つの基材151を対向させた状態で、図10の第1工程～第4工程の処理を行ってもよい。更に、3つ以上の基材151を同種の面が互いに密着するように重ね合わせた状態として、図10の第1工程～第4工程の処理を行ってもよい。

【0052】

以上の説明の通り、本発明に係る上記の各実施形態によれば、弾性体110の表面において窒化層152を形成する面積を簡便な方法で最小限に止めることができるため、弾性体110の変形を抑制して、形状精度を高めることができる。これにより、振動型アクチュエータ10の性能と耐久性を向上させることができる。

【0053】

<第3実施形態>

第3実施形態では、上述した本発明の実施形態に係る振動型アクチュエータを備える装置の一例としての画像形成装置の構成について、図11乃至図13を参照して説明する。図11は、振動型アクチュエータを搭載したカラー画像形成装置200の内部構成を示す側断面図である。カラー画像形成装置200は、4つの画像形成手段Pa, Pb, Pc, Pdを備えるが、画像形成手段の数は4つに限定されるものではない。

【0054】

画像形成手段Pa～Pdはそれぞれ、実質的に同一の構成を有しており、回転駆動される像担持体である感光体ドラム201a, 201b, 201c, 201dを有する。感光体ドラム201a～201dのそれぞれの周辺には、感光体ドラム201a～201dをそれぞれ一様に帯電させる帯電器202a, 202b, 202c, 202dが設けられている。また、感光体ドラム201a～201dのそれぞれの周辺には、感光体ドラム201a～201dのそれぞれのドラム表面に形成された静電潜像を現像する現像器203a, 203b, 203c, 203d、現像された顕像を転写材230へ転写する転写用の帯電器204a, 204b, 204c, 204d、感光体ドラム201a～201d上に残存するトナーを除去するクリーニング器205, 205b, 205c, 205dが感光体ドラム201a～201dの回転方向に順次配設されている。更に、感光体ドラム20

1 a ~ 2 0 1 d のそれぞれの上方には、露光装置 2 0 6 a , 2 0 6 b , 2 0 6 c , 2 0 6 d が配置されている。

【 0 0 5 5 】

搬送ベルト 2 2 5 は、駆動ローラ 2 2 3 によって図 1 1 に示す矢印 A 方向に駆動され、給送手段 2 1 0 を通じて送給される転写材 2 3 0 を担持しており、これらは、画像形成手段 P a ~ P d へ順次搬送する搬送手段を構成している。本発明の実施形態に係る振動型アクチュエータは、感光体ドラム 2 0 1 a ~ 2 0 1 d を回転させるための駆動モータとして用いられる。また、搬送ベルト 2 2 5 を駆動するための駆動ローラ 2 2 3 を回転させるための駆動モータとしても、振動型アクチュエータが用いられる。

【 0 0 5 6 】

図 1 2 は、感光体ドラム駆動用モータとして振動型アクチュエータを搭載するときの概略構成を示す斜視図である。感光体ドラム 1 5 (感光体ドラム 2 0 1 a ~ 2 0 1 d に対応する)の駆動軸 1 4 に、振動型アクチュエータ 1 0 をダイレクトに接続することができる。これにより、従来は必要であったギア等の減速手段を用いなくても済むため、色ずれを低減させて、印刷品位を向上させることができる。

【 0 0 5 7 】

図 1 3 は、搬送ベルト駆動用モータとして振動型アクチュエータを搭載するときの概略構成を示す斜視図である。図 1 3 において、駆動ローラ 1 7 (駆動ローラ 2 2 3 に対応する)の駆動軸 1 4 に振動型アクチュエータ 1 0 をダイレクトに接続することができる。これにより、搬送ベルト 1 6 の駆動においても感光体ドラムと同じように印刷品位を向上させることが可能となっている。

【 0 0 5 8 】

< その他の実施形態 >

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて詳述してきたが、本発明はこれら特定の実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の様々な形態も本発明に含まれる。さらに、上述した各実施形態は本発明の一実施形態を示すものにすぎず、各実施形態を適宜組み合わせることも可能である。

【 0 0 5 9 】

例えば、上記実施形態では、振動部 1 1 1 に設けた凸部 1 3 0 を窒化し、或いは、振動部 1 1 1 の上面全体を窒化したが、振動部 1 1 1 は、このような構造に限定されるものではない。例えば、振動部 1 1 1 における移動体 1 8 0 との摩擦面に振幅拡大用の複数の溝と突起を形成し、その摩擦面(つまり、突起の上面)を窒化することによって、突起の上面部に窒化層を形成してもよい。また、上記実施形態では、円環状の弾性体 1 1 0 を取り上げたが、本発明に係る弾性体の製造方法は、振動型アクチュエータを構成する種々の弾性体の製造に適用することができる。例えば、本発明に係る弾性体の製造方法は、矩形平板型の弾性体における移動体との摩擦面に選択的に窒化層を形成する場合にも適用が可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 6 0 】

1 0 振動型アクチュエータ
1 0 0 , 1 0 0 A 振動体
1 1 0 , 1 1 0 A 弾性体
1 2 0 圧電素子
1 3 0 凸部
1 4 1 貫通穴
1 5 1 基材
1 5 2 窒化層
1 5 3 めっき被膜
1 5 4 めっき盛り上がり部
1 5 5 a , 1 5 5 b , 1 5 5 c 鉄系金属面

10

20

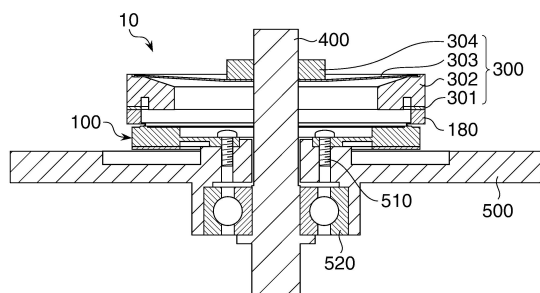
30

40

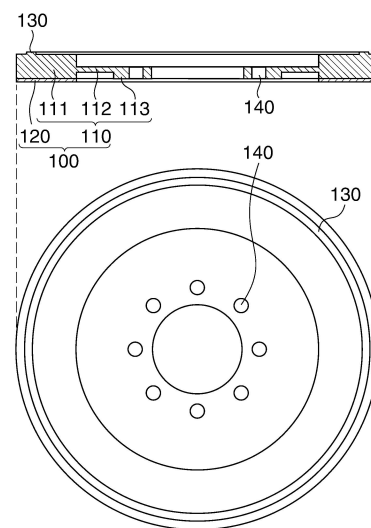
50

- 1 8 0 移動体
- 2 0 0 カラー画像形成装置
- 3 0 0 加圧機構
- 4 0 0 シャフト
- 5 0 0 ベース部材

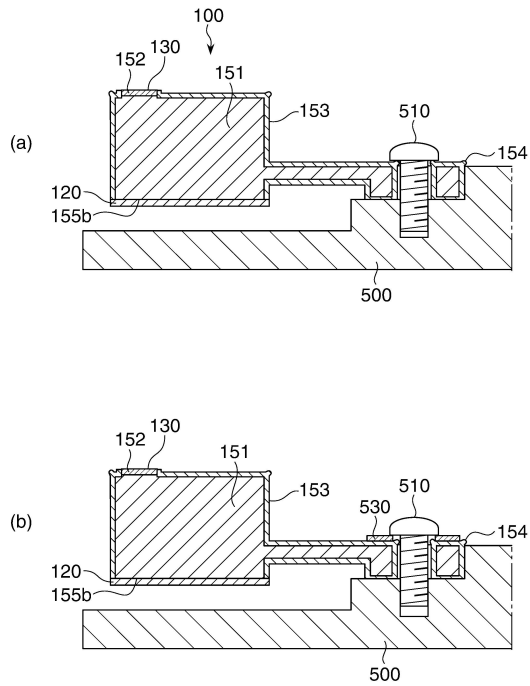
【図 1】



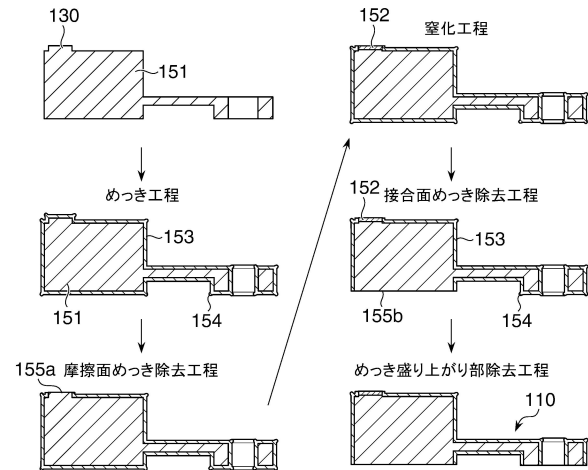
【図 2】



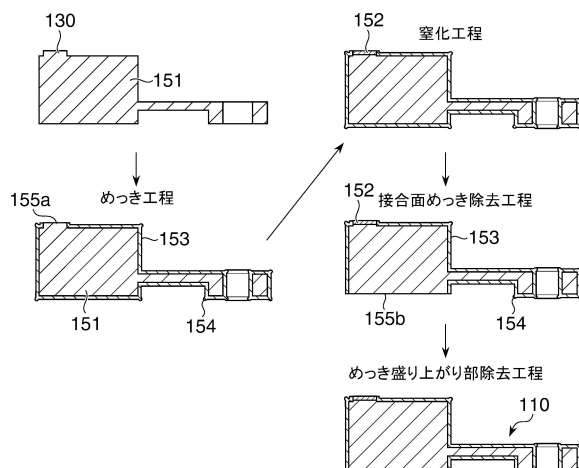
【図 3】



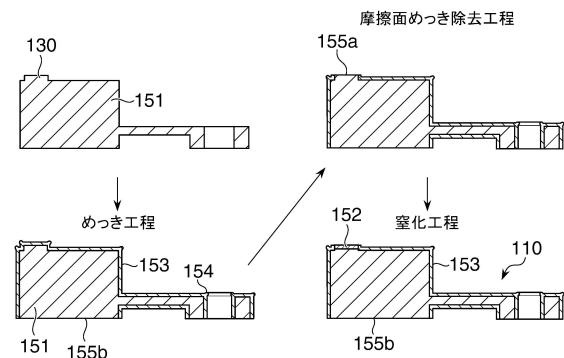
【図 4】



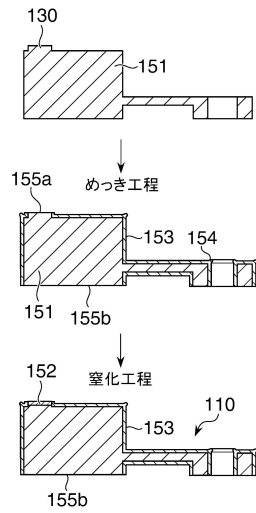
【図 5】



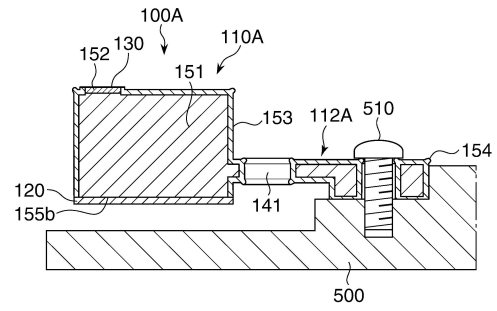
【図 6】



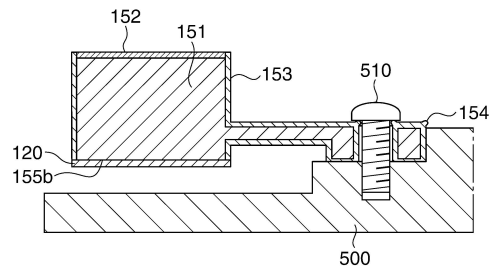
【 圖 7 】



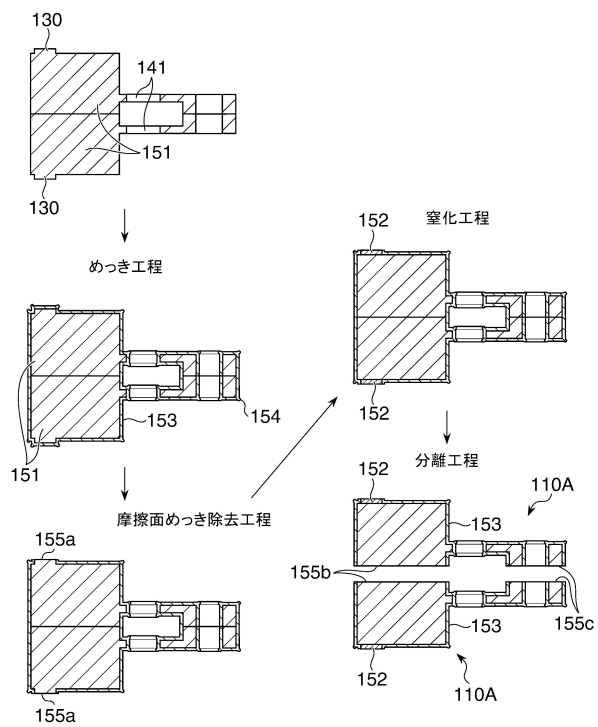
【 図 9 】



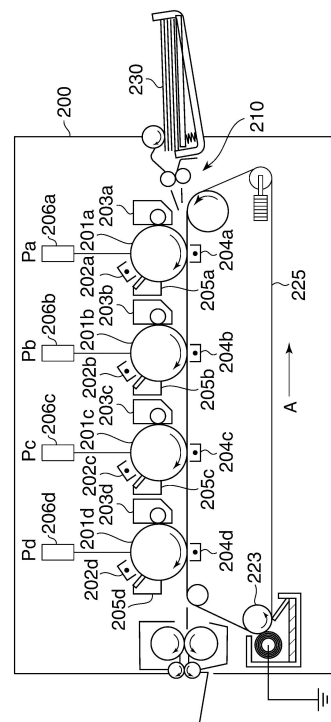
【圖 8】



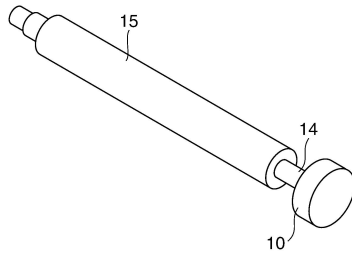
【 図 1 0 】



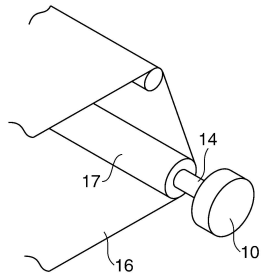
【 図 1 1 】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2013-127094(JP,A)
特開平03-178578(JP,A)
特開2005-210781(JP,A)
特開2004-080947(JP,A)
特開昭60-056060(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C23C	24/00	-	30/00
C23C	8/00	-	12/02
H02N	2/00	-	2/18