(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2010 年 9 月 30 日(30.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/109968 A1

(51) 国際特許分類:
H02N 2/00 (2006.01) *H01L 41/22* (2006.01)
H01L 41/09 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/052050

(22) 国際出願日: 2010 年 2 月 12 日(12.02.2010)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2009-071664 2009 年 3 月 24 日(24.03.2009) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): コニカミノルタオプト株式会社 **(Konica Minolta Opto, Inc.)** [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町２９７０番地 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 米竹　淳一郎 **(YONETAKE Junichirou)** [JP/JP]; 〒1928505 東京都八王子市石川町２９７０番地コニカミノルタオプト株式会社内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

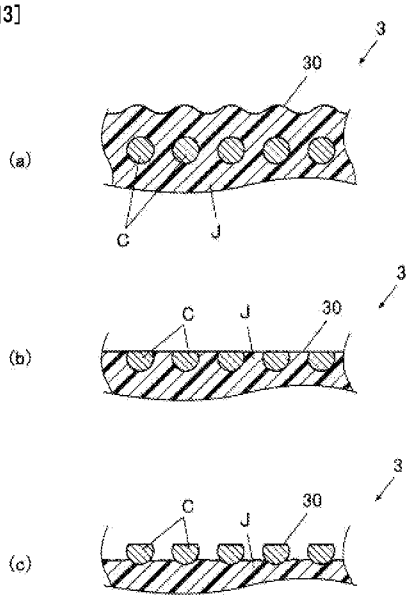
添付公開書類:
— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

WO 2010/109968 A1

(54) **Title**: DRIVE DEVICE MANUFACTURING METHOD AND DRIVE DEVICE MANUFACTURED BY THIS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称 : 駆動装置の製造方法及びこの製造方法で製造された駆動装置

[図3]



(57) **Abstract**: Provided is a method for manufacturing an SIDM-based drive device, the durability of which is improved as compared with a conventional device. The SIDM-based drive device comprises: a piezoelectric element that expands and contracts in response to an applied voltage; a columnar drive axis formed of a composite material including a resin and a fiber bundle, having the piezoelectric element attached at one end thereof, and displaced by the expansion and contraction of the piezoelectric element; a base member for supporting the piezoelectric element or the drive axis; and a movable body frictionally engaged to the drive axis and moving in the axis direction of the drive axis. In the method for manufacturing the SIDM-based drive device, a lapping process for, in order to expose the resin and the fiber bundle on a sliding surface of the drive axis for the movable body at the same height, planarizing the sliding surface and a polishing process for, in order to remove only the resin on the sliding surface, polishing the sliding surface are performed in this order and then an assembly process for frictionally engaging the movable body to the drive axis is performed.

(57) 要約: 本発明は、従来と比較して耐久性を向上させたＳＩＤＭ駆動装置の製造方法を提供することを目的とする。この目的は、電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されるとともに、一端に圧電素子が取り付けられ、圧電素子の伸縮によって変位する柱状の駆動軸と、当該圧電素子、または前記駆動軸を支持するベース部材と、駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体とを備えるＳＩＤＭ装置の製造方法において、移動体に対する駆動軸の摺動面で樹脂及び繊維束が同一高さで露出するよう、当該摺動面を平面化するラッピング処理と、摺動面における樹脂のみを除去するよう、当該摺動面を磨く磨き処理と、をこの順に行った後、駆動軸に移動体を摩擦係合させる組立工程を行うことで達成される。

明　細　書

発明の名称 ：

駆動装置の製造方法及びこの製造方法で製造された駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、リニア圧電アクチュエータの駆動装置の製造方法及びこの製造方法で製造された駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、例えばレーザー光を出射するレーザーモジュールなどの光学装置には、光源から出射した出射光をＳＨＧ（Second Harmonic Generation）素子や光ファイバー等の導波路の入射端面に結合させるための複数の光学素子が光軸を揃えて配設されているものがある。

[0003] これらの光学素子のうち、高い調芯精度を求められるものには、駆動手段が設けられ、この駆動手段で光学素子をシフトさせることにより、出射光を導波路の入射端面へ精度良く結合させ、また光学素子の温度変化による光学性能の変化などに対しても補正できるようになっている。

[0004] 近年、このような光学素子の駆動手段として、スムーズインパクト駆動機構（Smooth Impact Drive Mechanism）を備えた駆動装置（以下、ＳＩＤＭ装置とする。但し、「ＳＩＤＭ」はコニカミノルタオプト株式会社の登録商標）が提案されている。

[0005] このＳＩＤＭ装置とは、電圧の印加によって移動体をナノメートルのオーダーで往復運動させるリニア圧電アクチュエータであり、電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、圧電素子の伸縮によって変位する駆動軸と、圧電素子または駆動軸を支持する支持部材と、駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体等とを備え、圧電素子の急峻な体積変化と、移動体の慣性力及び摩擦力とを利用して、移動体を駆動軸の軸方向に移動させるようになっている。ＳＩＤＭ装置は、リニア圧電アクチュエータの一種であり、本発明に係わる駆動装置の一例として説明するが、本発明は、Ｓ

ＩＤＭ装置以外のリニア圧電アクチュエータにも適用可能である。

[0006] ところで、上述のようなＳＩＤＭ装置においては、光学素子の微小な往復移動（例えば±２００ｎｍ程度）を複数回（例えば２００万回）繰り返すと、移動体が動かなくなってしまう場合があり、耐久性が悪い。

[0007] このような問題を解決する技術として、駆動軸を高分子材料と繊維束とのコンポジット材料で形成し、当該駆動軸における移動体との摺動面から高分子材料を除去して繊維束を露出させておき、繊維束を移動体に当接させる技術が開発されている（例えば、特許文献１参照）。この特許文献１では、繊維束の露出をバインディングしている高分子材料の表面を微細な砥粒を含んだ研磨剤などで磨くことにより行っている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開２００４－２９７９２１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] しかしながら、上記特許文献１記載の技術を適用したＳＩＤＭ装置であっても、依然として移動体の動かなくなる場合があり、耐久性が悪い。そして、このような問題は、特に、組み立て後に接着剤硬化のために高温が掛けられるＳＩＤＭ装置、例えばレーザーモジュール用のＳＩＤＭ装置では、より顕著となってしまう。高温にさらされると何故耐久性が低下するかは、詳しくは分かっていないが、高温により高分子材料が変質変形し、移動体との摺動面と接触するようになるからと考えられる。

[0010] 本発明の課題は、従来と比較して耐久性を向上させることのできる駆動装置の製造方法及びこの製造方法で製造された駆動装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 請求項１記載の発明は、

電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、

樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されるとともに、一端に前記圧電素子が取り付けられ、前記圧電素子の伸縮によって変位する柱状の駆動軸と、

前記圧電素子、または前記駆動軸を支持する支持部と、

前記駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体とを備える駆動装置の製造方法において、

前記移動体に対する前記駆動軸の摺動面で前記樹脂及び前記繊維束が同一高さで露出するよう、当該摺動面を平面化するラッピング処理と、

前記摺動面における前記樹脂のみを除去するよう、当該摺動面を磨く磨き処理と、

をこの順に行った後、

前記駆動軸に前記移動体を摩擦係合させる組立工程を行うことを特徴とする。

[0012] 請求項２記載の発明は、請求項１記載の駆動装置の製造方法において、

前記ラッピング処理では、

前記摺動面の平面度が１～２μｍとなるまで、当該摺動面を平面化することを特徴とする。

[0013] 請求項３記載の発明は、請求項１または２記載の駆動装置の製造方法において、

前記磨き処理では、

前記摺動面の平面度が３～４μｍとなるまで、当該摺動面を磨くことを特徴とする。

[0014] 請求項４記載の発明は、請求項１～３の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記組立工程の前に、

前記駆動軸に対する前記移動体の摺動面の平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるよう、この摺動面に対してラッピングまたは切削加工を行う移動体平面

化処理を行うことを特徴とする。

[0015] 請求項５記載の発明は、請求項１～４の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記駆動軸として、角柱状のものを用いることを特徴とする。

[0016] 請求項６記載の発明は、請求項１～５の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記駆動軸の前記繊維束がカーボンファイバーであることを特徴とする。

[0017] 請求項７記載の発明は、

電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、

樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されるとともに、一端に前記圧電素子が取り付けられ、前記圧電素子の伸縮によって変位する柱状の駆動軸と、

前記圧電素子、または前記駆動軸を支持する支持部と、

前記駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体とを備える駆動装置において、

請求項１～６の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法によって製造されたことを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、移動体に対する駆動軸の摺動面で樹脂及び繊維束が同一高さで露出するよう当該摺動面を平面化するラッピング処理と、摺動面における樹脂のみを除去するよう当該摺動面を磨く磨き処理と、をこの順に行うので、移動体に対する駆動軸の摺動面に充分に繊維束を露出させ、かつ、露出した繊維束を同一高さの平面に形成できる。従って、組み立て後に接着剤硬化のために高温にさらされる場合であっても、従来と比較して駆動軸の摺動面を平滑化し、駆動装置の耐久性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]光源ユニットの概略構成を示す概念図である。

[図2]ＳＩＤＭ装置を示す図である。

[図3]ＳＩＤＭ装置の製造方法を説明するための図である。

[図4]実施例における各サンプルの耐久性を示す表である。

[図5]２００万回の往復動作での変位量を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面を参照しながら本発明の好ましい実施形態について説明する。

［光源ユニットの説明］

図１は、本実施の形態における光源ユニット１００の概略構成を示す概念図である。

[0021] この図に示すように、光源ユニット１００は、パッケージ１０の内部に、レーザー光を照射する赤外半導体レーザー１１と、赤外半導体レーザー１１からのレーザー光を平行光束化する光学素子（コリメータレンズ）１２と、光学素子１２からの光束を集光する光学素子（集光レンズ）１３と、ＳＨＧ（Second Harmonic Generation）素子としてとしてのＰＰＬＮ（Periodically Poled Lithium Niobate）導波路１４とを、この順に備えている。ここで、図中の網掛け部分は、光束を示している。

[0022] なお、本実施の形態においては、光源ユニット１００は最大長さが１０ｍｍ以下となっており、光学素子１２，１３は最大径が１０ｍｍ以下、具体的には４ｍｍ程度となっている。また、ＰＰＬＮ導波路１４には、当該ＰＰＬＮ導波路１４を温度制御する温度制御板１６が設けられている。光源ユニット１００中のこれらの部材については、例えば以下の文献１，２に開示のものを用いることができる。

[0023] ＜文献１＞IQEC/CLEO-PR 2005,Tokyo,Japan,July11-15,2005,post-deadline paper PDG-2

「107-mW low-noise green light emission by frequency doubling of reliable 1060-nm DFB semiconductor laser diodes」

＜文献２＞2006 Electronic Components and Technology Conference 1064-1065Ｐ

「Wavelength Matching and Tuning in Green Laser Packaging using Secon

d Harmonic Generation」

以上の光源ユニット１００において、光学素子１２，１３は支持部材１７によって支持されており、光学素子１２，１３と、支持部材１７との間には、光学素子１２，１３を移動させるＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂと、これらＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂを支持するブラケット１８とが介在している。

[0024] ＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂは、圧電素子を駆動源とする超小型高精度のアクチュエータであり、本実施の形態においては、光学素子１２を図中のＺ軸方向、光学素子１３を図中のＹ軸方向に移動させることが可能となっている。但し、ＳＩＤＭ装置１Ａが光学素子１２をＹ軸方向に移動させ、ＳＩＤＭ装置１Ｂが光学素子１３をＺ軸方向に移動させることとしても良いし、ＳＩＤＭ装置１Ａ，１ＢがＺ軸方向，Ｙ軸方向に加え、Ｘ軸方向に対しても光学素子１２，１３を移動させることとしても良い。このＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂについては、詳細を後述する。

[0025] 以上のＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂには、図示しない制御部が接続されている。この制御部は、ＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂを駆動して光学素子１２，１３をそれぞれ移動させることにより、これら光学素子１２，１３の光軸を赤外半導体レーザー１１やＰＰＬＮ導波路１４の入射端面に対して合わせる（調芯する）ことができるようになっている。

[0026] なお、以上のような光源ユニット１００は、例えば、従来より公知の画像投影装置におけるグリーン光の光源として用いることができる。

[0027] 続いて、ＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂについて詳細に説明する。

[0028] 図２は、本発明に係る駆動装置としてのＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂ（以下、ＳＩＤＭ装置１とする）の概略構成を示す図である。

[0029] この図に示すように、ＳＩＤＭ装置１は、圧電素子２と、駆動軸３と、ベース部材４と、移動体５等とを備えている。

[0030] このうち、圧電素子２は、電圧の印加により伸縮するものであり、本実施の形態においては、ピエゾ素子となっている。なお、この圧電素子２の伸縮方向は、ＳＩＤＭ装置１ＡにおいてはＺ軸方向、ＳＩＤＭ装置１Ｂにおいて

はＹ軸方向となっている。また、この圧電素子２には、図示しない制御装置から電圧が印加されるようになっている。

[0031] また、駆動軸３は柱状の部材、本実施の形態においては四角柱状の部材であり、圧電素子２の一端に固定され、当該圧電素子２の伸縮によって変位するようになっている。駆動軸としては円柱状のものでもよいが、角柱状のほうが精度を出しやすい効果がある。なお、駆動軸３の変位方向は、ＳＩＤＭ装置１ＡにおいてはＺ軸方向、ＳＩＤＭ装置１ＢにおいてはＹ軸方向となっている。

[0032] また、本実施の形態においては、後述の図３に示すように、駆動軸３は樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されており、より詳細には、耐熱エポキシ樹脂Ｊと、直径φ＝６μｍ程度のカーボンファイバー（繊維束）Ｃとのコンポジット材料から形成されている。

[0033] また、ベース部材４は、本発明における支持部であり、圧電素子２の他端に固定され、図１のブランケット１８に固定されている。これにより、ベース部材４は、圧電素子２の移動を制限しつつ、当該圧電素子２を伸縮可能に支持するようになっている。すなわち、圧電素子２の変位方向は駆動軸３側のみに制限される。

[0034] なお、本実施の形態においては、圧電素子２の他端にベース部材４を直接的に固定しているが、間にスポンジ等の吸収体を介して固定することとしても良い。また、ベース部材４は、圧電素子２の側周面に固定されることとしても良いし、駆動軸３の側周面に固定されることとしても良い。ベース部材４が駆動軸３の側周面に固定される場合には、当該ベース部材４は、駆動軸３を介して圧電素子２を支持することとなる。この場合、圧電素子２は宙釣り状態となるが、電圧印加により振動し、その振動を駆動軸３に伝達することができる。

[0035] また、移動体５は、駆動軸３に対して軸方向に摺動するものであり、駆動軸３に摩擦係合されている。この移動体５は、移動体本体５０と、付勢部材６とを有している。

[0036] 移動体本体５０は、駆動軸３の軸方向に延在する溝部５１の設けられた略凹字状の部材であり、溝部５１の内側面５２で駆動軸３の４つの側周面３ａ～３ｄのうち、２つの側面３ａ，３ｂに当接するようになっている。この移動体本体５０における溝部５１の外側面５３には、付勢部材６と係合する２つの係合爪５０ｂ，５０ｃが設けられている。なお、本実施の形態においては、移動体本体５０は、亜鉛またはＳＵＳから形成されている。

[0037] また、この移動体本体５０には、鏡筒１０２を介して光学素子１２（または１３）が固定されており、この光学素子１２（または１３）の光軸方向は、ＳＩＤＭ装置１Ａ，１Ｂの何れにおいてもＸ軸方向となっている。但し、図２では、図示の簡略化のため、ＳＩＤＭ装置１Ａに支持された光学素子１２のみを図示しており、ＳＩＤＭ装置１Ｂでは、移動体本体５０に対する鏡筒１０２及び光学素子１３の固定位置がＳＩＤＭ装置１Ａとは異なっている。

[0038] 付勢部材６は、駆動軸３を溝部５１の内側面５２に付勢するものであり、板ばね６１と、コイルばね６２とを有している。

[0039] 板ばね６１は、略コ字状の板ばねであり、両端部に２つの孔部６１ｂ，６１ｃを有している。この板ばね６１は、孔部６１ｂ，６１ｃを移動体本体５０の係合爪５０ｂ，５０ｃに係合させることにより、溝部５１を跨いで当該溝部５１の外側面５３に固定されている。

[0040] 板ばね６１の中央部付近は内側にくぼんでおり、このくぼみ部が摺動板６１ａに当接し、摺動板６１ａを介して駆動軸３を溝部５１の内側面５２に付勢するようになっている。この摺動板６１ａはＳＵＳから形成されている。なお、この板バネ６１による付勢方向は、ＳＩＤＭ装置１ＡではＹ軸方向、ＳＩＤＭ装置１ＢではＸ方向となっている。

[0041] コイルばね６２は、溝部５１の内側に配設されており、ＳＵＳからなる摺動板６２ａを介して駆動軸３を溝部５１の内側面５２に付勢するようになっている。なお、このコイルばね６２による付勢方向は、ＳＩＤＭ装置１ＡではＸ方向、ＳＩＤＭ装置１ＢではＺ方向となっている。この摺動板６１ａ、

６２ａは省略することも可能である。

[0042] 続いて、ＳＩＤＭ装置１の動作について説明する。

[0043] ＳＩＤＭ装置１を駆動するには、圧電素子２に対し、緩やかに立上って急速に立下る鋸歯状波駆動パルスを印加する。

[0044] これにより、駆動パルスの緩やかな立上り時には、圧電素子２が緩やかに伸長し、駆動軸３がＺ軸（またはＹ軸）の正方向（図２（ｂ）の右から左へ向かう方向）に緩やかに変位する結果、移動体５は駆動軸３に対する摩擦係合力により駆動軸３とともにＺ軸（またはＹ軸）の正方向に移動する。

[0045] 一方、駆動パルスの急速な立下り時には、圧電素子２が急速に収縮し、駆動軸３がＺ軸（またはＹ軸）方向に沿って急速に変位する結果、移動体５は慣性力により摩擦係合力に打ち勝って実質的にその位置に留まる。

[0046] そして、圧電素子２に前記駆動パルスを連続的に印加することにより、駆動軸３に往と復とで速度の異なる往復振動を発生させ、移動体５を連続的にＺ軸（またはＹ軸）の正方向に移動させることができる。

[0047] なお、移動体５をＺ軸（またはＹ軸）の負方向（図２（ｂ）の左から右へ向かう方向）に移動させるには、圧電素子２に印加する鋸歯状波駆動パルスの波形を、急速に立上って緩やかに立下る波形とすれば良い。なお、印加される駆動波形としては、ここで示した鋸歯状駆動パルスに限らず、駆動に適したduty比をもつ矩形波や、その他の駆動に適した立ち上がり／立下り特性を持つ波形を適用することも可能である。

[0048] 続いて、ＳＩＤＭ装置１の製造方法ついて説明する。

[0049] 図３は、移動体５に対する駆動軸３の摺動面３０（図２参照）の微細構造を示す概念図である。

[0050] まず、耐熱エポキシ樹脂Ｊとカーボンファイバーとのコンポジット材料から板状部材を形成した後、当該板状部材から駆動軸３を切り出す。このとき、駆動軸３の表面は、図３（ａ）に示すような状態となっている。

[0051] 次に、図３（ｂ）に示すように、駆動軸３の摺動面３０における樹脂Ｊ及びカーボンファイバーＣが同一高さの平面となるよう、当該摺動面３０を平

面化する（ラッピング処理）。より詳細には、このラッピング処理では、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまで、当該摺動面３０を平面化する。なお、本実施の形態においては、駆動軸３の側周面全体にラッピング処理を行っている。また、このようなラッピング処理には、市販のラッピングフィルムシート、例えば、粒度が３μｍ、砥粒が酸化アルミニウムのものを用いることができる。

[0052] ここで、本実施の形態において、平面度とは、最大高低差の値であり、より具体的には、もっとも突出した部分と、最も窪んだ部分との高低差の値である。すなわち、平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理を行うと、樹脂Ｊとカーボンファイバー Ｃの両者が削られ、その最大高低差が１～２μｍと、ほぼ同一高さの平面となる。

[0053] 次に、図３（ｃ）に示すように、摺動面３０における樹脂Ｊのみを除去するよう当該摺動面３０を磨く（磨き処理）。より詳細には、この磨き処理では、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで、当該摺動面３０を磨く。この磨き処理で樹脂Ｊのみを磨き取るので、摺動面３０にはラッピング処理で平面とされたカーボンファイバー Ｃのみが露出する。このような磨き処理は、カーボンファイバー Ｃより硬度が低く、樹脂Ｊよりは硬度が高い材料で行うことができる。

[0054] なお、本実施の形態においては、駆動軸３の側周面全体に磨き処理を行っている。また、このような磨き処理では、駆動軸３を狭持して研磨するローラ状の研磨装置を用いることができる。

[0055] 次に、亜鉛またはＳＵＳからダイキャストによって移動体５を形成した後、駆動軸３に対する移動体５の摺動面５００（図２参照）の平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるよう、この摺動面５００に対してラッピングまたは切削加工を行う（移動体平面化処理）。

[0056] なお、この移動体平面化処理において、ラッピングには例えば「２０００番」のヤスリ（研磨紙）を用いることができ、切削加工にはフライス工具を用いることができる。但し、移動体５がダイキャストによって形成されてい

ない場合、例えば削り出し加工によって形成されている場合には、加工により充分に平滑化できるので、この移動体平面化処理は行わなくても良い。

[0057] 次に、駆動軸３に対する摺動板６１ａ，６２ａの摺動面の平面度が１μｍ以下となるよう、当該摺動面に鏡面仕上げを行う。

[0058] そして、駆動軸３に移動体５を摩擦係合させ、ＳＩＤＭ装置１を組み立てた後（組立工程）、１２０℃、１時間の加熱を４回以上繰り返して各部材間の接着剤を硬化させることにより、ＳＩＤＭ装置１が製造される。

[0059] 以上のＳＩＤＭ装置１の製造方法によれば、移動体５に対する駆動軸３の摺動面３０で樹脂Ｊ及びカーボンファイバーＣが同一高さで露出するよう当該摺動面３０を平面化するラッピング処理と、摺動面３０における樹脂Ｊのみを除去するよう当該摺動面３０を磨く磨き処理と、をこの順に行うので、移動体５に対する駆動軸３の摺動面３０に充分にカーボンファイバーＣを露出させ、かつ、これらカーボンファイバーＣを同一平面とした状態の摺動面３０を作成することができる。従って、接着剤硬化のために組み立て後に高温にさらされる場合であっても、高温により変質変形した樹脂がカーボンファイバＣの最上面まで到達することは無く、従来と比較してＳＩＤＭ装置１の耐久性を向上させることができる。

[0060] また、ラッピング処理では、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまで当該摺動面３０を平面化し、磨き処理では、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで当該摺動面３０を磨くので、駆動軸３の摺動面３０をカーボンファイバーＣのみが露出した平滑面とすることができる。従って、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を更に向上させることができる。

[0061] また、移動体５の摺動面５００の平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるよう、この摺動面５００に対してラッピングまたは切削加工を行うので、駆動軸３に対する移動体５の摺動面５００を平滑化することができる。従って、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を更に向上させることができる。

[0062] また、摺動板６１ａ，６２ａの摺動面の平面度が１μｍ以下となるよう、当該摺動面に鏡面仕上げを行うので、駆動軸３に対する摺動板６１ａ，６２

ａの摺動面を平滑化することができる。従って、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を更に向上させることができる。

[0063] なお、本発明は上記実施の形態に限定して解釈されるべきではなく、適宜変更・改良が可能であることはもちろんである。

実施例

[0064] 以下、実施例および比較例を挙げることにより、本発明に係る駆動装置をさらに具体的に説明する。但し、本発明は実施例に限定されるものではない。

［サンプルの作製］

本発明に係る駆動装置の実施例，比較例のサンプルとして、図４に示すような１０種類のＳＩＤＭ装置１をそれぞれ６個作製した。なお、図中、カッコ内の数値は、サンプル番号を示している。また、以下のサンプル（１）～（１０）において、サンプル（１）～（４）、および（５）（９）（１０）は本発明の比較例に相当し、サンプル（６）（７）（８）は本発明の実施例に相当する。

[0065] ここで、サンプル（１）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出された後、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理されたものを使用し、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成されたものをそのまま使用した。

[0066] また、サンプル（２）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出された後、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理されたものを使用し、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成された後、平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングされたものを使用した。

[0067] また、サンプル（３）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材

から切り出された後、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで磨き処理されたものを使用し、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成されたものをそのまま使用した。

[0068] また、サンプル（４）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出された後、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで磨き処理されたものを使用し、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成された後、平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングされたものを使用した。

[0069] また、サンプル（５）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が５～６μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成されたものをそのまま使用した。

[0070] また、サンプル（６）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が５～６μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成された後、平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングされたものを使用した。

[0071] また、サンプル（７）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成されたものをそのまま使用した。

[0072] また、サンプル（８）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が３～４μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成された後、平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングされたものを使用した。

[0073] また、サンプル（９）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成されたものをそのまま使用した。

[0074] また、サンプル（１０）のＳＩＤＭ装置１では、駆動軸３として、耐熱エポキシ樹脂とカーボンファイバー（繊維束）とのコンポジット材料の板状部材から切り出され、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまでラッピング処理された後、摺動面３０の平面度が１～２μｍとなるまで磨き処理されたものを使用した。また、移動体５として、亜鉛からダイキャストによって形成された後、平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングされたものを使用した。

［サンプルの耐久性評価］

作製された各サンプルについて、２００ｎｍの微小な往復動作を２００万回、移動体５に行わせ、各動作での変位量を計測したところ、図５（ａ），（ｂ）に示すように、計測の最後まで変位量がほぼ一定だったサンプル（図５（ａ））と、計測途中で変位量が０になったサンプル（図５（ｂ））とがあった。

[0075] この結果に基づいて、各種類のサンプルのうち、２００万回の往復動作で変位量がほぼ一定だったサンプルの個数をカウントしたところ、上述の図４

に示した通りとなった。図４の表中の分子が変位量がほぼ一定だったサンプルの個数を示す。すなわち、ラッピングと磨き処理とで最終的に平面度５～６μｍ、より好ましくは３～４μｍとしたものが本発明の好適な実施例である。

[0076] なお、上述のサンプル（２）、（４）、（６）、（８）、（１０）において、移動体５の摺動面５００に対し、ラッピングの代わりに切削処理を行って平面粗さ値Ｒａを１μｍ以下とした場合にも、同様の結果が得られた。また、図４中のサンプル（１），（３）について「－」と記載されているのは、実験開始当初から往復動作の挙動がおかしく評価可能なデータが得られなかったことを示している。

[0077] 以上の結果から、移動体５に対してラッピング処理と磨き処理とをこの順に行うことにより、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を向上させられることが分かった。

[0078] また、磨き処理では、摺動面３０の平面度が３～６μｍ、好ましくは３～４μｍとなるまで当該摺動面３０を磨くことにより、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を更に向上させられることが分かった。磨き処理後の平面度が３μｍ未満であると、充分に樹脂Ｊを除去できない結果、樹脂Ｊが移動体５に当接してしまうからであると考えられる。また、磨き処理後の平面度が６μｍを越えると、繊維束の直径より大きくなるので繊維束の摺動面３０への固定が不十分となると考えられる。

[0079] また、移動体５の摺動面５００の平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるようラッピングまたは切削加工を行うことにより、ＳＩＤＭ装置１の耐久性を更に向上させられることが分かった。

符号の説明

[0080] １，１Ａ，１Ｂ　ＳＩＤＭ装置（駆動装置）

２　圧電素子

３　駆動軸

４　ベース部材（移動制限部）

５　移動体

Ｊ　樹脂

Ｃ　カーボンファイバー（繊維束）

請求の範囲

[請求項1] 電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、

樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されるとともに、一端に前記圧電素子が取り付けられ、前記圧電素子の伸縮によって変位する柱状の駆動軸と、

前記圧電素子を、または前記駆動軸支持する支持部と、

前記駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体とを備える駆動装置の製造方法において、

前記移動体に対する前記駆動軸の摺動面で前記樹脂及び前記繊維束が同一高さで露出するよう、当該摺動面を平面化するラッピング処理と、

前記摺動面における前記樹脂のみを除去するよう、当該摺動面を磨く磨き処理と、

をこの順に行った後、

前記駆動軸に前記移動体を摩擦係合させる組立工程を行うことを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項2] 請求項１記載の駆動装置の製造方法において、

前記ラッピング処理では、

前記摺動面の平面度が１～２μｍとなるまで、当該摺動面を平面化することを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項3] 請求項１または２記載の駆動装置の製造方法において、

前記磨き処理では、

前記摺動面の平面度が３～４μｍとなるまで、当該摺動面を磨くことを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項4] 請求項１～３の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記組立工程の前に、

前記駆動軸に対する前記移動体の摺動面の平面粗さ値Ｒａが１μｍ以下となるよう、この摺動面に対してラッピングまたは切削加工を行

う移動体平面化処理を行うことを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項5] 請求項１～４の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記駆動軸として、角柱状のものを用いることを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項6] 請求項１～５の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法において、

前記駆動軸の前記繊維束がカーボンファイバーであることを特徴とする駆動装置の製造方法。

[請求項7] 電圧の印加によって伸縮する圧電素子と、

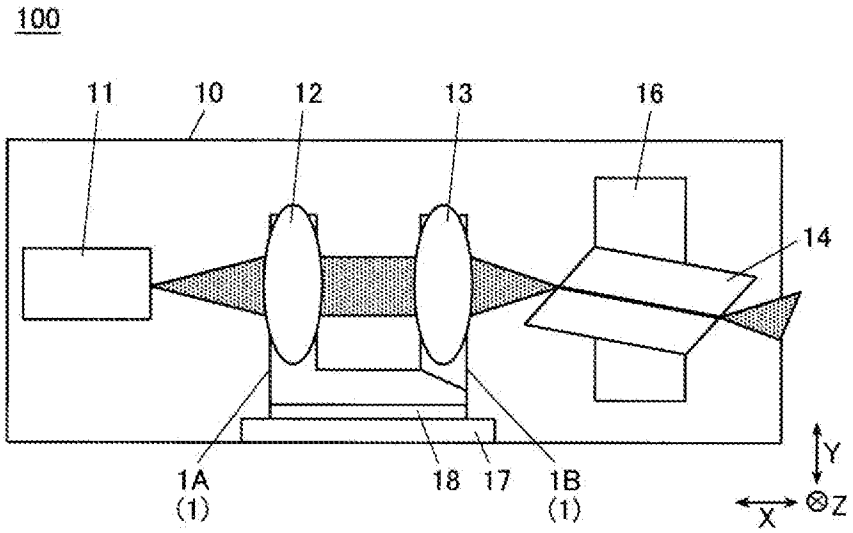
樹脂と繊維束とのコンポジット材料から形成されるとともに、一端に前記圧電素子が取り付けられ、前記圧電素子の伸縮によって変位する柱状の駆動軸と、

前記圧電素子、または前記駆動軸を支持する支持部と、

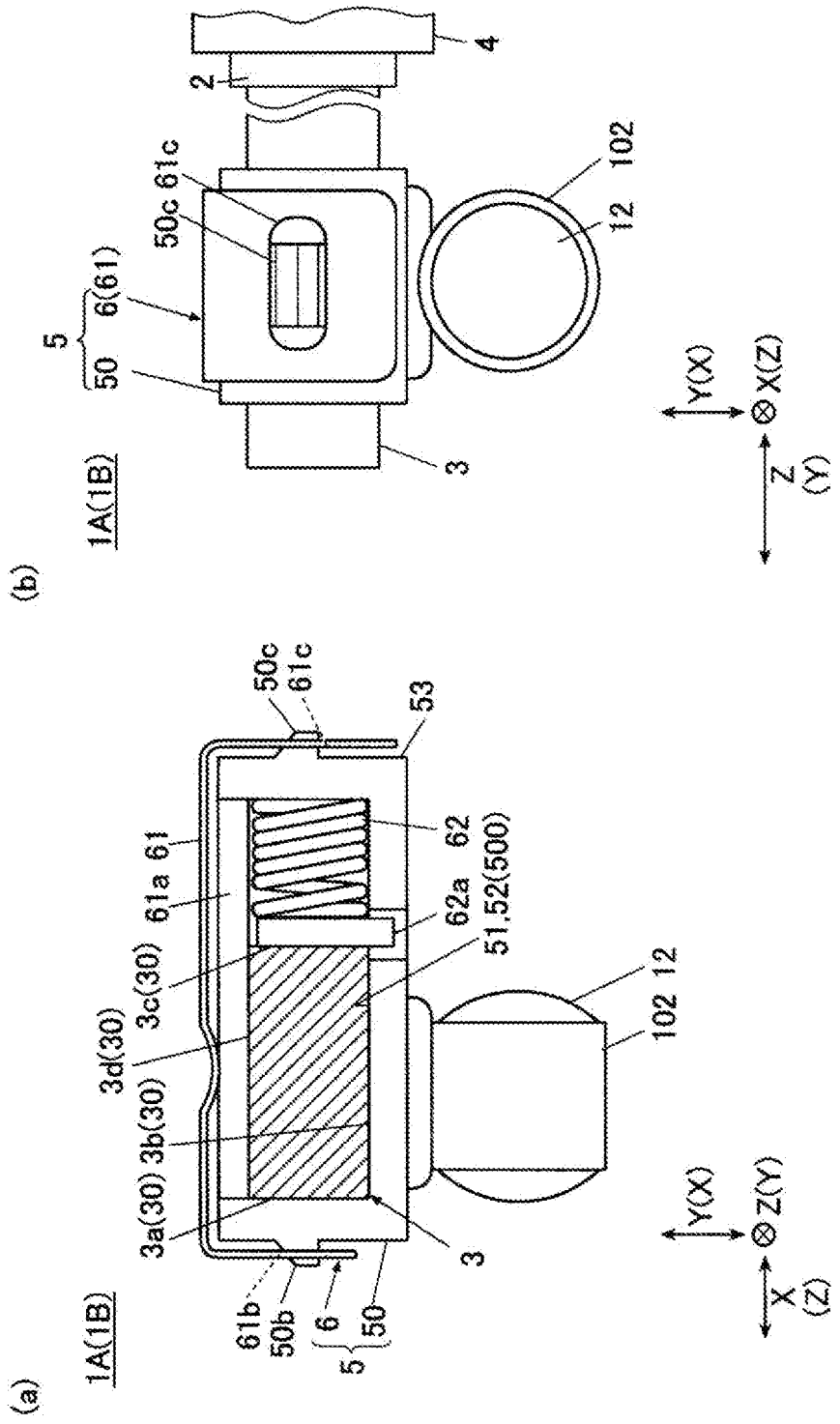
前記駆動軸に対して摩擦係合されて当該駆動軸の軸方向に移動する移動体とを備える駆動装置において、

請求項１～６の何れか一項に記載の駆動装置の製造方法によって製造されたことを特徴とする駆動装置。

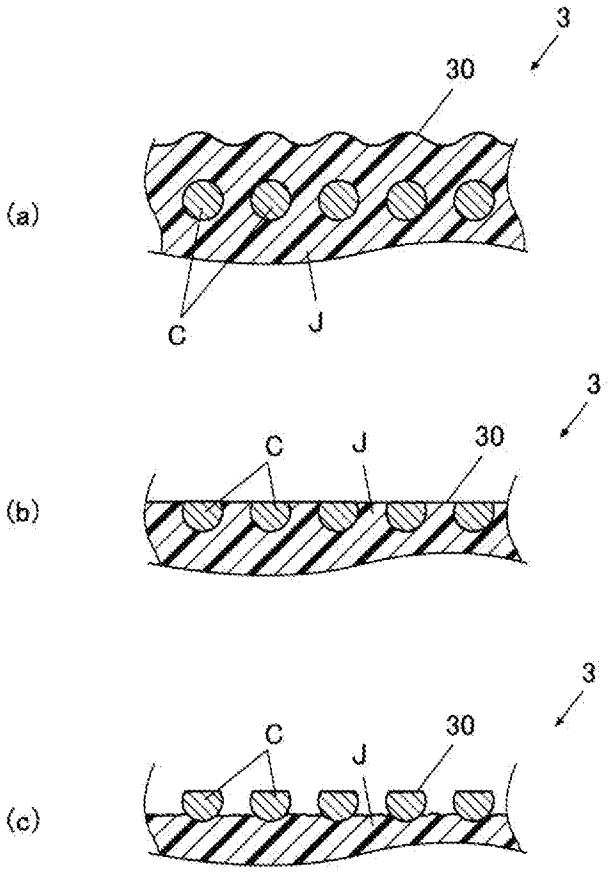
[図1]



[図2]


(b)
1A(1B)
4
2
50c 61c
102
12
5
6(61)
50
3
Y(X)
X(Z)
Z
(Y)
(a)
1A(1B)
50c
61c
53
62
61a 61
62a
51,52(500)
3c(30)
3d(30)
3b(30)
3a(30)
102 12
3
61b
50b
6
50
5
Y(X)
Z(Y)
X
(Z)

[図3]

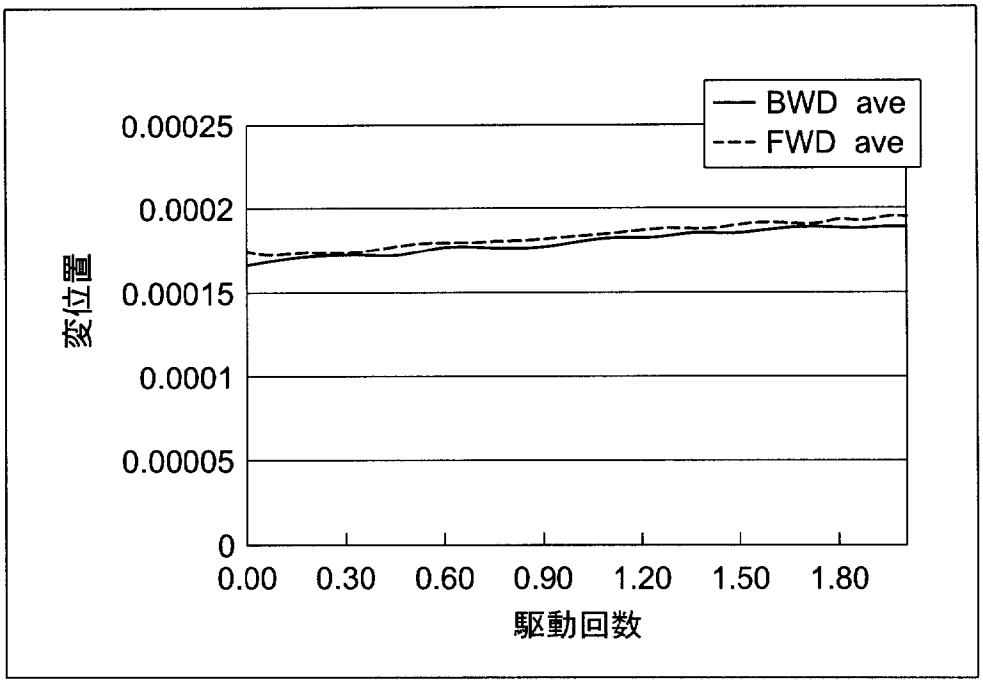


[図4]

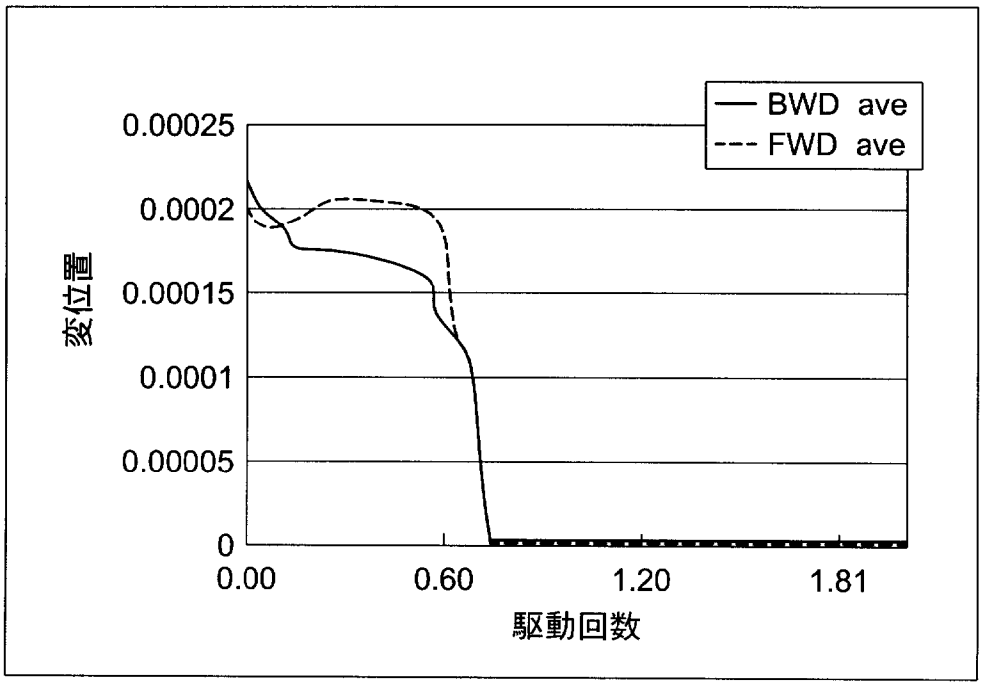
		駆動軸				
		ラッピングのみ(平面度1-2μm)	磨きのみ(平面度3-4μm)	ラッピング＋磨き		
				平面度5-6μm	平面度3-4μm	平面度1-2μm
移動体	処理なし	(1)-	(3)-	(5)0/6	(7)2/6	(9)0/6
	ラッピング有り	(2)1/6	(4)1/6	(6)3/6	(8)4/6	(10)2/6

[図5]

(a)


BWD ave
FWD ave
0.00025
0.0002
0.00015
0.0001
0.00005
0
変位置
0.00
0.30
0.60
0.90
1.20
1.50
1.80
駆動回数

(b)


BWD ave
FWD ave
0.00025
0.0002
0.00015
0.0001
0.00005
0
変位置
0.00
0.60
1.20
1.81
駆動回数

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2010/052050

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02N2/00(2006.01)i, *H01L41/09*(2006.01)i, *H01L41/22*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H02N2/00, H01L41/09, H01L41/22

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-297921 A (Minolta Co., Ltd.), 21 October 2004 (21.10.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
Y	JP 6-209585 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 26 July 1994 (26.07.1994), paragraph [0018] (Family: none)	1-7
Y	JP 10-42579 A (Canon Inc.), 13 February 1998 (13.02.1998), paragraphs [0034] to [0041]; fig. 8 & US 5917269 A	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 15 April, 2010 (15.04.10)	Date of mailing of the international search report 27 April, 2010 (27.04.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

特 許 協 力 条 約

ＰＣＴ

国際調査報告

（法８条、法施行規則第40、41条）
〔ＰＣＴ18条、ＰＣＴ規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号　B18408W001	今後の手続きについては、様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２２０ 及び下記５を参照すること。	
国際出願番号 ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５２０５０	国際出願日 (日.月.年)　１２．０２．２０１０	優先日 (日.月.年)　２４．０３．２００９
出願人（氏名又は名称） コニカミノルタオプト株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条（ＰＣＴ18条）の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で　2　ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

１．国際調査報告の基礎

ａ．言語に関し、この国際調査は以下のものに基づき行った。

☑ 出願時の言語による国際出願

☐ 出願時の言語から国際調査のための言語である＿＿＿＿＿＿＿＿ 語に翻訳された、
この国際出願の翻訳文（ＰＣＴ規則12.3(a)及び23.1(b)）

ｂ．☐ この国際調査報告は、ＰＣＴ規則91の規定により国際調査機関が認めた又は国際調査機関に通知された明らかな誤りの訂正を考慮して作成した（ＰＣＴ規則43.6の2(a)）。

ｃ．☐ この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでいる（第Ⅰ欄参照）。

２．☐ 請求の範囲の一部の調査ができない（第Ⅱ欄参照）。

３．☐ 発明の単一性が欠如している（第Ⅲ欄参照）。

４．発明の名称は

☑ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

５．要約は

☑ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第Ⅳ欄に示されているように、法施行規則第47条第１項（ＰＣＴ規則38.2）の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から１月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

６．図面に関して

ａ．要約書とともに公表される図は、
第　3　図とする。 ☑ 出願人が示したとおりである。

☐ 出願人は図を示さなかったので、国際調査機関が選択した。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表しているので、国際調査機関が選択した。

ｂ．☐ 要約とともに公表される図はない。

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１０／０５２０５０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N2/00(2006.01)i, H01L41/09(2006.01)i, H01L41/22(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H02N2/00, H01L41/09, H01L41/22

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１０年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１０年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１０年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ｙ	JP 2004-297921 A（ミノルタ株式会社）2004.10.21，全文，全図（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 6-209585 A（オリンパス光学工業株式会社）1994.07.26，【００１８】（ファミリーなし）	１－７
Ｙ	JP 10-42579 A（キヤノン株式会社）1998.02.13，【００３４】－【００４１】，第８図 & US 5917269 A	１－７

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 １５．０４．２０１０	国際調査報告の発送日 ２７．０４．２０１０
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｖ　３０２６ 大山　広人 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８