

(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
2018年3月15日(15.03.2018)



(10) 国際公開番号

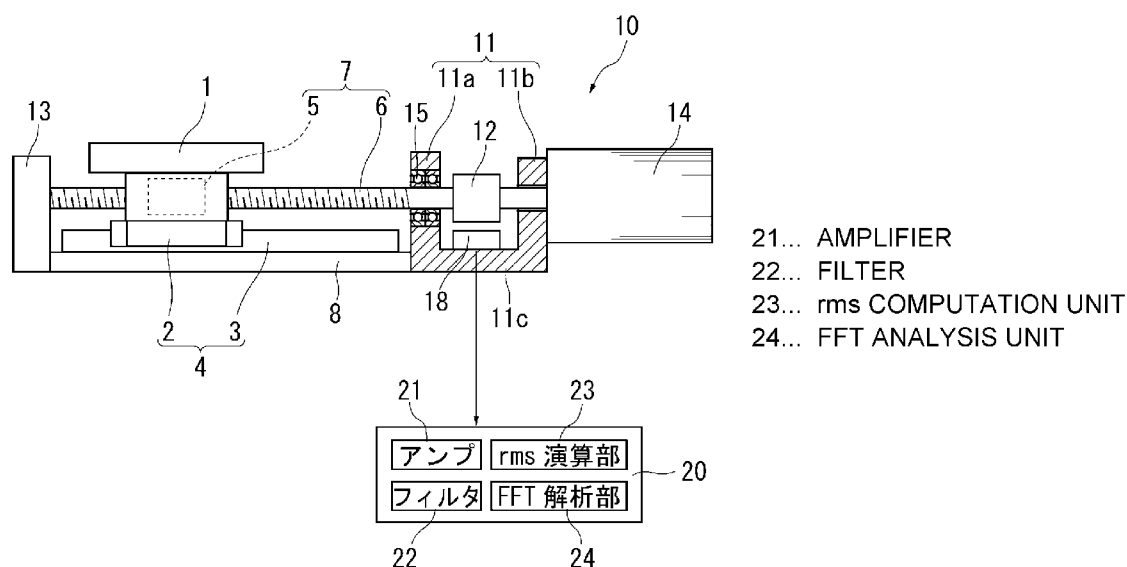
WO 2018/047439 A1

- (51) 国際特許分類:
G01M 13/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/023333
- (22) 国際出願日: 2017年6月26日(26.06.2017)
- (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 2016-176926 2016年9月9日(09.09.2016) JP
- (71) 出願人: T H K 株式会社 (THK CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 本 所 善 之 (HONJO Yoshiyuki); 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 T H K 株式会社内 Tokyo (JP). 山中 修平 (YAMANAKA Shuhei); 〒1418503 東京都品川区西五反田 3 丁目 1 1 番 6 号 T H K 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 塩 島 利 之 (SHIOJIMA, Toshiyuki); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町二丁目 1 2 番地 フローラル秋葉原 7 階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ACTUATOR EQUIPPED WITH FAILURE DETECTION SENSOR AND METHOD FOR DETECTING FAILURE IN ACTUATOR

(54) 発明の名称: 故障検出用センサ付きアクチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is an actuator equipped with a failure detection sensor that makes it easy to detect a failure of a linear guide unit and/or ball screw unit using the same sensor. An actuator (10) is provided with a linear guide unit (4) that guides a movable body (1) to move rectilinearly, and a ball screw unit (7) that drives the movable body (1) in the axial direction of a threaded shaft (6), wherein a sensor (18) for detecting a failure of the actuator (10) is disposed in a housing (11) that accommodates a coupling (12) that couples the threaded shaft (6) and a motor (14) that rotates the

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

threaded shaft (6).

(57) 要約: 兼用のセンサでリニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を容易に検出することができる故障検出用センサ付きアクチュエータを提供する。可動体(1)が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部(4)と、可動体(1)をねじ軸(6)の軸方向に駆動するボールねじ部(7)と、を備えるアクチュエータ(10)において、アクチュエータ(10)の故障を検出するためのセンサ(18)を、ねじ軸(6)とねじ軸(6)を回転させるモータ(14)とを連結するカップリング(12)が収容されるハウジング(11)に配置する。

明 細 書

発明の名称：

故障検出用センサ付きアクチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法

技術分野

[0001] 本発明は、故障検出用センサ付きアクチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法に関する。

背景技術

[0002] リニアガイド部とボールねじ部とを組み合わせたアクチュエータ、すなわち可動体が直線的に移動するのをリニアガイド部で案内し、可動体をボールねじ部でねじ軸の軸方向に駆動するアクチュエータが知られている。

[0003] リニアガイド部は、ボール、ローラ等の複数の転動体の転がり運動を利用して、可動体が直線的に移動するのを案内する。ボールねじ部は、ねじ軸とナットとの間に転がり運動可能に複数のボールを備え、ねじ軸を回転させることによって、ナットをねじ軸の軸方向に駆動する。

[0004] アクチュエータを長期間使用すると、リニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の転動体や転動体転走面にフレーキング、すなわち、転動体や転動体転走面の一部がうろこ状に剥離するという現象が発生する。このようなフレーキング等の故障は、可動体の円滑な移動を妨げる。このため、リニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を診断することが要請される。

[0005] リニアガイド部の故障診断装置として、特許文献1には、リニアガイド部に振動センサを取り付け、この振動センサが検出した信号を信号処理部で処理する故障診断装置が開示されている。信号処理部が処理した信号の強度が所定の閾値を超えたか否かを判断することで、リニアガイド部が故障したか否かを判断することができる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2010-96541号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] アクチュエータの故障を診断するにあたって、リニアガイド部及びボールねじ部のそれぞれに故障を検出するためのセンサを取り付けることが考えられる。しかし、リニアガイド部及びボールねじ部のそれぞれにセンサを取り付けたのでは、センサ数が増加したり、センサ用の配線の取り回しが必要になったりする。一方で、アクチュエータを交換する場合、リニアガイド部又はボールねじ部の単品の交換ではなく、アクチュエータを一括で交換することも多く、必ずしもリニアガイド部及びボールねじ部のそれぞれを個別に診断する必要はないといえる。

[0008] それゆえ、兼用のセンサでリニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を検出することが考えられる。しかし、兼用のセンサでリニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を検出する場合、ボールねじ部の故障は検出し易いが、リニアガイド部の故障は検出しにくいという課題が生ずる。なぜならば、ボールねじ部に発生する振動等（振動、弾性波又は超音波）の大きさは、リニアガイド部に発生する振動等の大きさよりも大きいからである。ボールねじ部は可動体を駆動するために用いられており、ボールねじ部にはモータからトルクが働くので、ボールねじ部に発生する振動等が大きくなる。

[0009] そこで、本発明は、兼用のセンサでリニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を容易に検出することができる故障検出用センサ付きアクチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法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

[0010] 上記課題を解決するために、本発明の一態様は、可動体が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部と、前記可動体をねじ軸の軸方向に駆動するボールねじ部と、を備えるアクチュエータにおいて、前記アクチュエータの

故障を検出するためのセンサを、前記ねじ軸と前記ねじ軸を回転させるモータとを連結するカップリングが収容されるハウジングに配置することを特徴とする故障検出用センサ付きアクチュエータである。

[0011] 本発明の他の態様は、可動体が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部と、前記可動体をねじ軸の軸方向に駆動するボールねじ部と、を備えるアクチュエータの故障検出方法において、前記アクチュエータの故障を検出するためのセンサを、前記ねじ軸と前記ねじ軸を回転させるモータとを連結するカップリングが収容されるハウジングに配置することを特徴とするアクチュエータの故障検出方法である。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、故障に起因してボールねじ部に発生する振動等（振動、弾性波又は超音波）は、ハウジングのベアリングにて減衰されてハウジングに伝わる。一方、故障に起因してリニアガイド部に発生する振動等はボールねじ部ほど減衰されずにハウジングに伝わる。ボールねじ部からハウジングに伝わる振動等の大きさがリニアガイド部からハウジングに伝わる振動等の大きさに近づくので、兼用のセンサでリニアガイド部及びボールねじ部の少なくとも一方の故障を容易に検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の第1の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータの模式側面図である。

[図2]モータを取り外した上記実施形態のアクチュエータの斜視図である。

[図3]モータを取り外した上記実施形態のアクチュエータの詳細図（図3（a）は平面図、図3（b）は側面図、図3（c）は図3（a）のc-c線断面図、図3（d）は正面図）である。

[図4]本発明の第2の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータの模式平面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態の故障検出用センサ付きア

クチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法を詳細に説明する。ただし、本発明の故障検出用センサ付きアクチュエータ及びアクチュエータの故障検出方法は、種々の形態で具体化することができ、本明細書に記載される実施形態に限定されるものではない。本実施形態は、明細書の開示を十分にすることによって、当業者が発明の範囲を十分に理解できるようにする意図をもって提供されるものである。

(本発明の第１の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータ)

[0015] 図１は、本発明の第１の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータ１０の模式側面図である。本実施形態のアクチュエータ１０は、可動体としてのブロック１が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部４と、可動体としてのブロック１をねじ軸６の軸方向に駆動するボールねじ部７と、を備える。

[0016] リニアガイド部４は、軌道レール３と、ボール又はローラからなる複数の転動体を介して軌道レール３に長さ方向に移動可能に組み付けられる移動ブロック２と、を備える。軌道レール３は、ベース８に取り付けられる。移動ブロック２は、ブロック１に取り付けられる。なお、リニアガイド部４の軌道レール３をベース８に一体にし、移動ブロック２を可動体としてのブロック１に一体にすることもできる。

[0017] ボールねじ部７は、ねじ軸６と、ねじ軸６に複数のボールを介して螺合するナット５と、を備える。複数のボールは、ねじ軸６のボール転走溝とナット５のボール転走溝との間に入れられる。ナット５は、可動体としてのブロック１に取り付けられる。ねじ軸６の軸方向の一端部は、ハウジング１１に回転可能に支持される。ハウジング１１は、ベース８又は軌道レール３に固定される。ねじ軸６の軸方向の他端部は、端部壁１３に回転可能に支持される。端部壁１３は、ベース８又は軌道レール３に固定される。

[0018] ねじ軸６は、モータ１４によって回転駆動される。モータ１４は、ハウジング１１に取り付けられる。ねじ軸６とモータ１４とは、カップリング１２で連結される。カップリング１２は、ハウジング１１に収容される。

- [0019] モータ 14 がねじ軸 6 を回転駆動させると、ねじ軸 6 に螺合するナット 5 がねじ軸 6 の軸方向に移動する。ナット 5 はブロック 1 に取り付けられているので、ナット 5 と共にブロック 1 がねじ軸 6 の軸方向に移動する。
- [0020] 図 2 及び図 3 は、モータ 14 を取り外したアクチュエータ 10 の詳細図を示す。図 2 は斜視図を示し、図 3 (a) は平面図、図 3 (b) は側面図、図 3 (c) は断面図、図 3 (d) は正面図を示す。図 2 及び図 3 において、リニアガイド部 4 の軌道レール 3 をベース 8 (図 1 参照) に一体にし、移動ブロック 2 を可動体としてのブロック 1 (図 1 参照) に一体にしたアクチュエータ 10 を示す。なお、以下の説明において、説明の便宜上、アクチュエータ 10 を水平面に配置した状態で、ねじ軸 6 の軸方向から見た方向、すなわち図 2 に示す上下、左右、前後の方向を用いてアクチュエータ 10 の構成を説明する。もちろん、アクチュエータ 10 の配置はこれに限られるものではない。
- [0021] リニアガイド部 4 の軌道レール 3 は、断面 U 字状であり、前後方向に細長く延在する。軌道レール 3 は、底壁部 3 a と、互いに対向する一对の側壁部 3 b と、を備える。各側壁部 3 b の内側面には、長手方向にボール転走部 3 b 1 が形成される。この実施形態では、各側壁部 3 b の上下に 2 条のボール転走部 3 b 1 が形成される。
- [0022] リニアガイド部 4 の移動ブロック 2 は、軌道レール 3 の一对の側壁部 3 b 間に挟まれ、転動体を介して軌道レール 3 に長さ方向に移動可能に組み付けられる。移動ブロック 2 の上面には、相手部品に取り付けるためのねじ穴 2 a が形成される。移動ブロック 2 は、トラック状の循環路を有する。トラック状の循環路は、軌道レール 3 のボール転走部 3 b 1 に対向するボール転走部、このボール転走部と平行な戻し路、ボール転走部の一端と戻し路の一端とを接続する一对の U 字状の方向転換路と、を備える。循環路には、転動体として複数のボールが配列される。
- [0023] 軌道レール 3 に対して移動ブロック 2 が直線的に移動するとき、複数のボールが軌道レール 3 のボール転走部と移動ブロック 2 のボール転走部との間

を転がり運動し、循環路を循環する。ボールの転がり運動を利用することで、軌道レール 3 と移動ブロック 2 との間にがたつきがない状態で移動ブロック 2 を移動させることができる。

[0024] ボールねじ部 7 のねじ軸 6 は、その一端部がハウジング 11 に回転可能に支持され、その他端部が端部壁 13 に回転可能に支持される。ねじ軸 6 の外周面には、螺旋状のボール転走溝 6a が形成される。ハウジング 11 には、ねじ軸 6 の一端部を回転可能に支持するベアリング 15 (図 3 (c) 参照) が設けられる。端部壁 13 には、ねじ軸 6 の他端部を回転可能に支持するベアリング 16 (図 3 (c) 参照) が設けられる。

[0025] ねじ軸 6 は移動ブロック 2 を貫通する。移動ブロック 2 には、ナット 5 が挿入される装着孔 2b (図 3 (c) 参照) が形成される。ナット 5 は、移動ブロック 2 の装着孔 2b に取り付けられる。ナット 5 の内周面には、ねじ軸 6 のボール転走溝 6a に対向する螺旋状のボール転走溝が形成される。ナット 5 には、ナット 5 の螺旋状のボール転走溝の一端と他端を接続するリターンパイプ等の循環部品が設けられる。ナット 5 の螺旋状のボール転走溝及び循環部品によって、ボールねじ部 7 の循環路が構成される。循環路には、複数のボールが配列される。

[0026] ねじ軸 6 が回転すると、ナット 5 が軸方向に移動する。ねじ軸 6 が回転するとき、複数のボールがねじ軸 6 とナット 5 との間を転がり運動し、循環路を循環する。ボールの転がり運動を利用することで、ねじ軸 6 とナット 5 との間にがたつきがない状態で、ナット 5 を軸方向に移動させることができる。

[0027] 図 2 に示すように、ハウジング 11 は、ボルト等の締結部材によってリニアガイド部 4 の軌道レール 3 に固定される。ハウジング 11 は、軌道レール 3 と一体の底部 11c と、底部 11c から立設する枠状の壁部 11a, 11b, 11d, 11e と、を備える。壁部 11a, 11b, 11d, 11e は、ベアリング 15 が設けられる第 1 壁部 11a と、第 1 壁部 11a と対向し、ボルト等の締結部材によってモータ 14 が取り付けられる第 2 壁部 11b

と、第1壁部11a及び第2壁部11bに直交し、互いに対向する第3壁部11d及び第4壁部11eと、を備える。ハウジング11には、ねじ軸6とモータ14とを連結するカップリング12（図1参照）が収容される。

[0028] 図1に示すように、ハウジング11の内側には、アクチュエータ10の故障を検出するためのセンサ18が配置される。センサ18は、ハウジング11の底部11cの上面に配置される。センサ18は、ハウジング11の振動を検出する振動センサ、ハウジング11に伝わる弾性波を検出するAE（Acoustic Emission）センサ、又はハウジング11に伝わる超音波を検出する超音波センサである。本実施形態では、センサ18は、ハウジング11の表面の振動を検出する振動センサである。具体的には、ハウジング11の表面の加速度を検出する加速度センサである。

[0029] 本実施形態のアクチュエータの故障診断システムは、アクチュエータ10と、信号処理部20とを備える。センサ18が検出した信号は、計測機器等から構成される信号処理部20に入力される。信号処理部20は、センサ18が検出した信号を増幅するアンプ21と、増幅した信号から所定範囲の周波数を抽出するフィルタ22と、フィルタ処理した信号からrms（Root Mean Square）強度を算出するrms演算部23と、センサ18が検出した信号及び／又はフィルタ処理した信号をFFT（Fast Fourier Transformation）解析するFFT解析部24と、を備える。

[0030] フィルタ22は、センサ18が検出した信号（アンプ21で増幅した信号を含む）からハウジング11の共振周波数帯域を抽出する。リニアガイド部4及びボールねじ部7の少なくとも一方、すなわちリニアガイド部4及び／又はボールねじ部7にフレーキング等の故障が発生すると、故障に起因してリニアガイド部4及び／又はボールねじ部7が正常時の周波数と異なる周波数でも振動する。故障に起因するリニアガイド部4及び／又はボールねじ部7の振動は、ハウジング11に伝わり、ハウジング11を共振させる。ハウジング11の共振周波数帯域の振動を抽出し、rms強度を正常時と比較することで、リニアガイド部4及び／又はボールねじ部7に故障が発生したか

否かを知ることができる。

[0031] なお、フィルタ 2 2 によりハウジング 1 1 の共振周波数帯域の振動を抽出する代わりに、フィルタ 2 2 により故障に起因するボールねじ部 7 の振動の周波数帯域を抽出し、フィルタ 2 2 により故障に起因するリニアガイド部 4 の振動の周波数帯域を抽出することもできる。これらを抽出し、rms 強度を正常時と比較することで、リニアガイド部 4 及び／又はボールねじ部 7 に故障が発生したか否かを知ることができる。

[0032] rms 演算部 2 3 は、例えば下記の計算式からフィルタ処理された信号の二乗平均平方根 (rms) を算出する。

[数1]

$$rms = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2}}{n} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}}$$

n は捕捉されたデータの個数であり、x は各データ点に対応する物理量 (振幅)、i = 1 ~ n である。

[0033] rms 強度が所定の閾値を超えるか否かを判定することで、リニアガイド部 4 及び／又はボールねじ部 7 に故障が発生したか否かを知ることができる。なお、二乗平均平方根の代わりに、包絡線二乗平均平方根 (Envelopment rms) を用いることもできる。

[0034] FFT 解析部 2 4 は、ハウジング 1 1 の振動の周波数を解析するために、センサ 1 8 が検出した信号を FFT 解析する。FFT 解析により、ハウジング 1 1 にボールねじ部 7 の故障に起因する振動が伝わっているのか、リニアガイド部 4 の故障に起因する振動が伝わっているのかを知ることができる。なお、FFT 解析に替えて、又は FFT 解析と共に、STFT (Short-time Fourier Transform、Short-term Fourier Transform) 解析、ウェーブレット変換 (wavelet transformation) 等を行うこともできる。

[0035] 上記の信号処理部 2 0 により、例えば以下の判定が可能になる。

(1) リニアガイド部4が故障した場合

(a) ハウジング11の振動のrms強度により、リニアガイド部4が故障したのかボールねじ部7が故障したのか両方が故障したのかはわからないが、少なくとも一方が故障したと判定する。

(b) ハウジング11の振動のrms強度により、リニアガイド部4が故障し、ボールねじ部7が故障していないと判定する。

(c) ハウジング11の振動のrms強度及びFFT解析により、リニアガイド部4が故障し、ボールねじ部7が故障していないと判定する。

[0036] (2) ボールねじ部7が故障した場合

(a) ハウジング11の振動のrms強度により、リニアガイド部4が故障したのかボールねじ部7が故障したのか両方が故障したのかはわからないが、少なくとも一方が故障したと判定する。

(b) ハウジング11の振動のrms強度により、ボールねじ部7が故障し、リニアガイド部4が故障していないと判定する。

(c) ハウジング11の振動のrms強度及びFFT解析により、ボールねじ部7が故障し、リニアガイド部4が故障していないと判定する。

[0037] (3) リニアガイド部4及びボールねじ部7の両方が故障した場合

(a) ハウジング11の振動のrms強度により、リニアガイド部4が故障したのかボールねじ部7が故障したのか両方が故障したのかはわからないが、少なくとも一方が故障したと判定する。

(b) ハウジング11の振動のrms強度により、リニアガイド部4及びボールねじ部7の両方が故障したと判定する。

(c) ハウジング11の振動のrms強度及びFFT解析により、リニアガイド部4及びボールねじ部7の両方が故障したと判定する。

[0038] 以上に、本発明の第1の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータ10を説明した。本実施形態によれば、以下の効果を奏する。

[0039] 故障に起因してボールねじ部7に発生する振動は、ベアリングにて減衰されてハウジング11に伝わる。一方、故障に起因してリニアガイド部4に発

生する振動は、ボールねじ部 7 ほどは減衰されずにハウジング 1 1 に伝わる。ボールねじ部 7 からハウジング 1 1 に伝わる振動の大きさがリニアガイド部 4 からハウジング 1 1 に伝わる振動の大きさに近づくので、兼用のセンサ 1 8 でリニアガイド部 4 及びボールねじ部 7 の少なくとも一方の故障を容易に検出することができる。

[0040] また、センサ 1 8 をハウジング 1 1 に配置するので、センサ 1 8 がリニアガイド部 4 の移動ブロック 2 のストロークの邪魔になることがないし、場合によってはモータ 1 4 内部のベアリング、ハウジング 1 1 のベアリングの故障も検出することもできる。さらに、移動ブロック 2、ナット 5 等の移動側ではなく、固定側にセンサ 1 8 を配置するので、配線の取り回しも不要である。

[0041] センサ 1 8 をハウジング 1 1 の底部 1 1 c の上面に配置するので、上記の効果を奏する他、カップリング 1 2 下部のデッドスペースを有効利用することができる。

[0042] フィルタ 2 2 によりハウジング 1 1 の共振周波数帯域の振動を抽出するので、リニアガイド部 4 及び／又はボールねじ部 7 の故障に起因する振動がハウジング 1 1 に伝わり、ハウジング 1 1 が共振するのを検出することができる。リニアガイド部 4 の軌道レール 3 の共振周波数は、移動ブロック 2 の位置に影響されて変化するが、ハウジング 1 1 の共振周波数は、移動ブロック 2 の位置に影響されない。ハウジング 1 1 の共振周波数帯域の振動を抽出することで、リニアガイド部 4 及びボールねじ部 7 の少なくとも一方の故障を検出することができる。

(本発明の第 2 の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータ)

[0043] 図 4 は、本発明の第 2 の実施形態の故障検出用センサ付きアクチュエータの模式平面図である。第 2 の実施形態のアクチュエータ 3 0 も、可動体としてのテーブル 3 1 が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部 3 4 と、可動体としてのテーブル 3 1 をねじ軸 3 6 の軸方向に駆動するボールねじ部 3 7 と、を備える。

- [0044] 第2の実施形態のアクチュエータでは、リニアガイド部34は、左右一対のリニアガイド34a、34bから構成される。各リニアガイド34a、34bは、軌道レール32と、複数の転動体を介して軌道レール32に長さ方向に移動可能に組み付けられる移動ブロック33と、を備える。軌道レール32は、ベース38に取り付けられる。移動ブロック33は、テーブル31に取り付けられる。
- [0045] ボールねじ部37は、ねじ軸36と、ねじ軸36に複数のボールを介して螺合するナット35と、を備える。ナット35は、可動体としてのテーブル31に取り付けられる。ねじ軸36の軸方向の一端部は、ベース38の上面に固定されるハウジング41に回転可能に支持される。ねじ軸36の軸方向の他端部は、ベース38の上面に固定される端部壁39に回転可能に支持される。
- [0046] ねじ軸36は、モータ42によって回転駆動される。モータ42は、ハウジング41に取り付けられる。ねじ軸36とモータ42とは、カップリング43で連結される。カップリング43は、ハウジング41に収容される。
- [0047] ハウジング41は、底部41cと、ベアリング45が設けられる第1壁部41aと、モータ42が取り付けられる第2壁部41bと、第1壁部41a及び第2壁部41bに直交し、互いに対向する第3壁部41d及び第4壁部41eと、を備える。
- [0048] ハウジング41の底部41cの上面には、アクチュエータ30の故障を検出するためのセンサ18が配置される。センサ18、信号処理部20の構成は、第1の実施形態と同一なので、同一の符号を附してその説明を省略する。
- [0049] なお、本発明は上記実施形態に具現化されるのに限られることはなく、本発明の要旨を変更しない範囲でさまざまな実施形態に具現化可能である。
- [0050] 例えば、上記実施形態では、信号処理部がrms強度を算出し、リニアガイド部及び／又はボールねじ部に故障が発生したか否かを判定しているが、信号処理部がrms強度を算出するまでとし、判定を上位の信号処理部で行

うようにすることもできる。

[0051] 本明細書は、2016年9月9日出願の特願2016-176926に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

符号の説明

[0052] 1…ブロック（可動体）、2…移動ブロック、3…軌道レール、4…リニアガイド部、5…ナット、6…ねじ軸、7…ボールねじ部、10…アクチュエータ、11…ハウジング、11a…第1壁部、11b…第2壁部、11c…底部、12…カップリング、14…モータ、15…ベアリング、18…センサ、20…信号処理部、21…アンプ、22…フィルタ、23…rms演算部、24…FFT解析部、30…アクチュエータ、31…テーブル（可動体）、32…軌道レール、33…移動ブロック、34…リニアガイド部、35…ナット、36…ねじ軸、37…ボールねじ部、41…ハウジング、41a…第1壁部、41b…第2壁部、41c…底部、42…モータ、43…カップリング、45…ベアリング

請求の範囲

[請求項1] 可動体が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部と、前記可動体をねじ軸の軸方向に駆動するボールねじ部と、を備えるアクチュエータにおいて、

前記アクチュエータの故障を検出するためのセンサを、前記ねじ軸と前記ねじ軸を回転させるモータとを連結するカップリングが収容されるハウジングに配置することを特徴とする故障検出用センサ付きアクチュエータ。

[請求項2] 前記ハウジングは、

前記ねじ軸を回転可能に支持するベアリングが設けられる第1壁部と、

前記モータが取り付けられる第2壁部と、

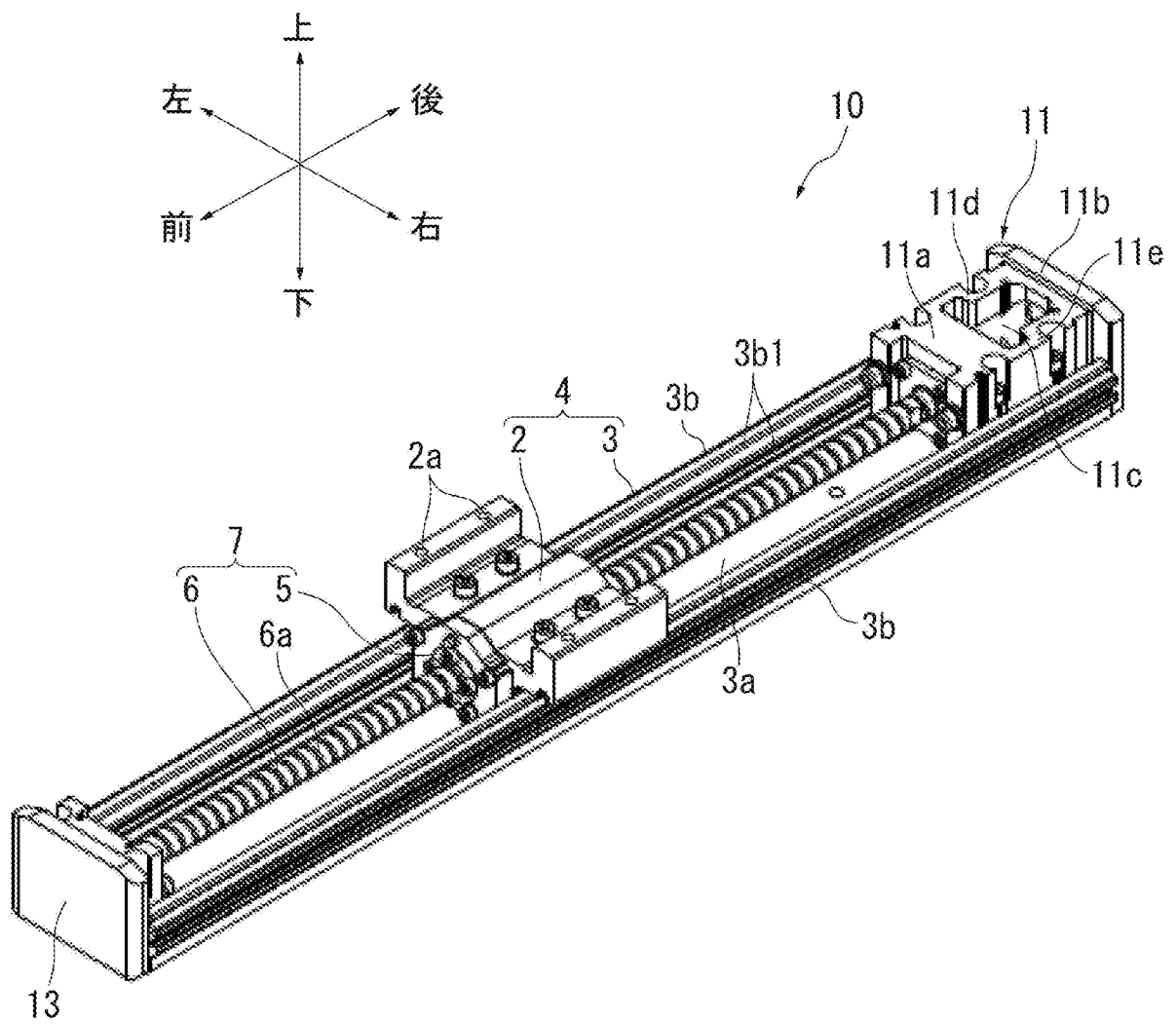
前記第1壁部と前記第2壁部とに接続される底部と、を含み、

前記センサは、前記底部の上面に配置されることを特徴とする請求項1に記載の故障検出用センサ付きアクチュエータ。

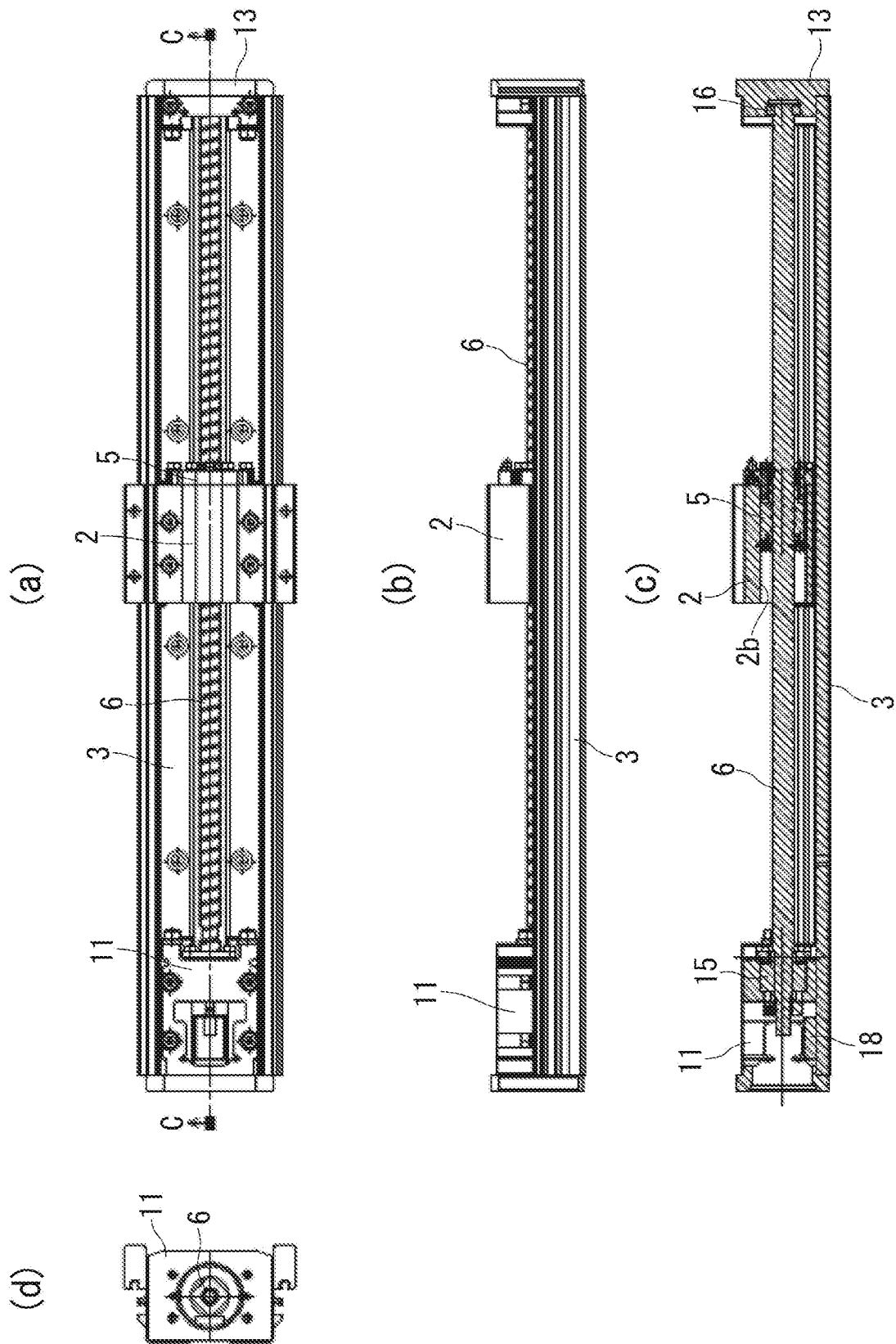
[請求項3] 可動体が直線的に移動するのを案内するリニアガイド部と、前記可動体をねじ軸の軸方向に駆動するボールねじ部と、を備えるアクチュエータの故障検出方法において、

前記アクチュエータの故障を検出するためのセンサを、前記ねじ軸と前記ねじ軸を回転させるモータとを連結するカップリングが収容されるハウジングに配置することを特徴とするアクチュエータの故障検出方法。

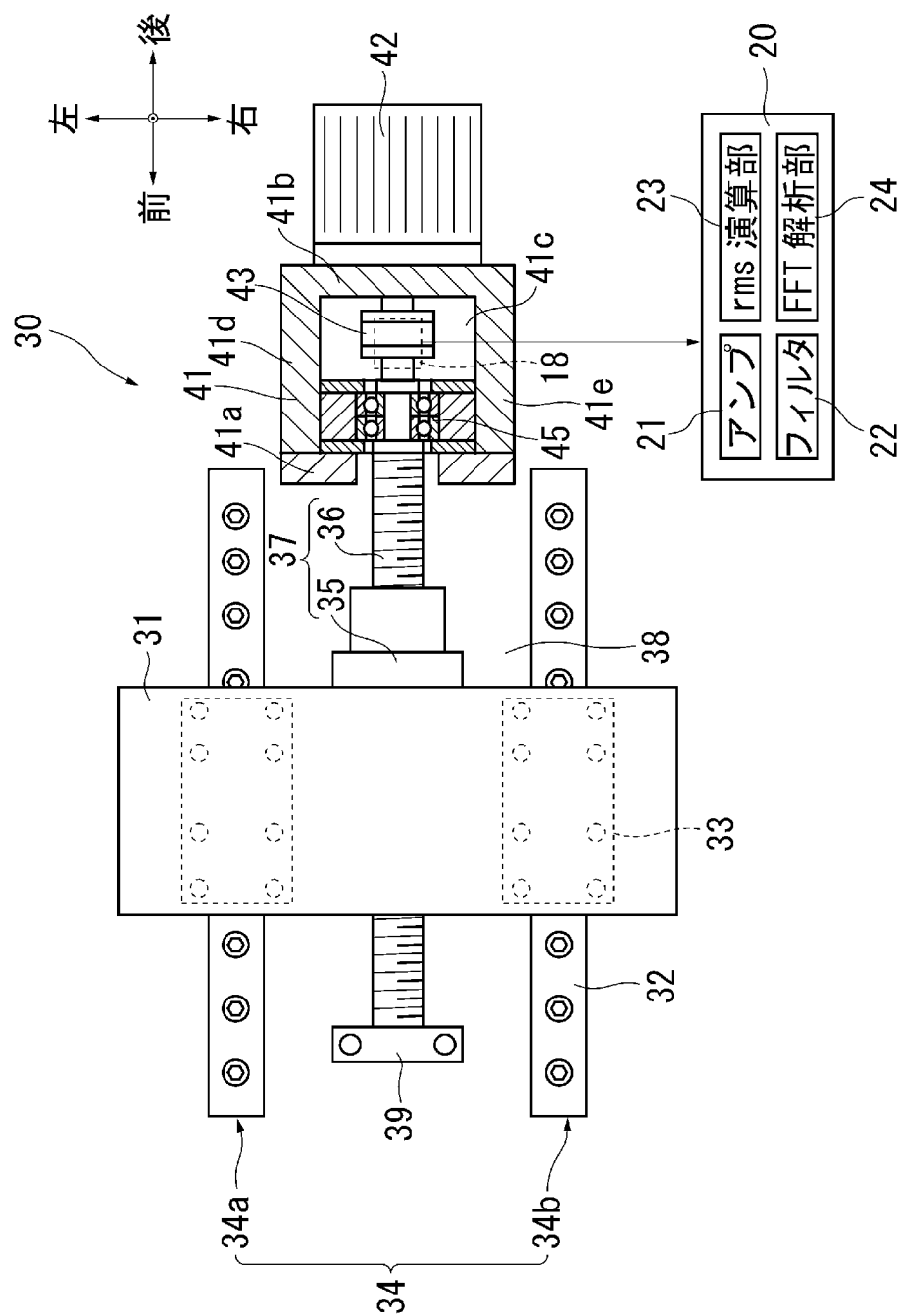
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023333

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01M13/00(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)

G01M13/00-13/04, G01M99/00, F16H25/00

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2013-257253 A (NSK Ltd.), 26 December 2013 (26.12.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 2011-107030 A (NSK Ltd.), 02 June 2011 (02.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-3
A	JP 11-30234 A (Nippon Thompson Co., Ltd.), 02 February 1999 (02.02.1999), entire text; all drawings & US 6240796 B1	1-3

☒ 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
04 September 2017 (04.09.17)

Date of mailing of the international search report
12 September 2017 (12.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/023333

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/0039666 A1 (KIM Ki Hong), 06 February 2014 (06.02.2014), entire text; all drawings & WO 2012/157885 A2 & EP 2708322 A2 & CN 103561904 A	1-3
A	JP 2010-96541 A (THK Co., Ltd.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-3

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G01M13/00(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. G01M13/00-13/04, G01M99/00, F16H25/00

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2013-257253 A (日本精工株式会社) 2013.12.26 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3
A	JP 2011-107030 A (日本精工株式会社) 2011.06.02 全文、全図 (ファミリーなし)	1-3

☒ 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

04.09.2017

国際調査報告の発送日

12.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

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)

山口 剛

2 J

9806

電話番号 03-3581-1101 内線 3252

C (続き) . 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
A	JP 11-30234 A (日本トムソン株式会社) 1999.02.02 全文、全図 & US 6240796 B1	1 - 3
A	US 2014/0039666 A1 (KIM Ki Hong) 2014.02.06 全文、全図 & WO 2012/157885 A2 & EP 2708322 A2 & CN 103561904 A	1 - 3
A	JP 2010-96541 A (THK株式会社) 2010.04.30 全文、全図 (ファミリーなし)	1 - 3