

(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
2017年12月7日(07.12.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/209271 A1

- (51) 国際特許分類:
G01D 5/245 (2006.01) *G01B 7/30* (2006.01)
G01B 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/020568
- (22) 国際出願日: 2017年6月2日(02.06.2017)
- (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 2016-111091 2016年6月2日(02.06.2016) JP
- (71) 出願人: 日本電産株式会社 (NIDEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒6018205 京都府京都市南区久世殿城町 3 3 8 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 森山 克也 (MORIYAMA, Katsuya); 〒3938511 長野県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP). 有賀 英吉 (ARUGA, Fusayoshi); 〒3938511 長野

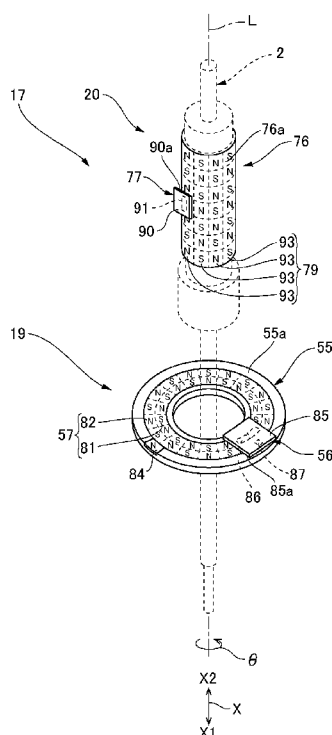
県諏訪郡下諏訪町 5 3 2 9 番地 日本電産サンキョー株式会社内 Nagano (JP).

(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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) Title: LINEAR MOTION AND ROTATION DETECTOR, LINEAR MOTION AND ROTATION DETECTOR UNIT, AND LINEAR MOTION AND ROTATION DRIVE DEVICE

(54) 発明の名称: 直動回転検出器、直動回転検出器ユニットおよび直動回転駆動装置



(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide a linear motion and rotation detector with which a deterioration in the accuracy of detection of the rotational position of a moving body can be suppressed even if a rotary scale coaxial with the moving body is inclined as a result of inclination of the moving body. A linear motion and rotation detector 17 which detects displacement of an output shaft 2 includes: a linear position detecting portion 20 provided with a linear scale 76 including a linear position detection magnetized pattern 79 on a circumferential wall 76a facing in the radial direction, and a first magnetic detecting element 91 which faces the linear position detection magnetized pattern 79 from the radial direction and detects magnetic field variations; and a rotational position detecting portion 19 provided with a rotary scale 55 including a rotary position detection magnetized pattern 57 on a flat surface 55a facing in an axial direction X, and a rotational position detection magneto-resistive element 86 which faces the rotary position detection magnetized pattern 57 from the axial direction X and detects magnetic field variations. The linear scale 76 moves in the axial direction X together with the output shaft 2, and the rotary scale 55 rotates coaxially with the output shaft 2 at a predetermined position in the axial direction X.

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：移動体の傾斜によって移動体と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、移動体の回転位置の検出精度が低下することを抑制できる直動回転検出器を提供すること。出力軸2の変位を検出する直動回転検出器17は、径方向を向く周壁面76aに直動位置検出用着磁パターン79を備える直動スケール76と、径方向から直動位置検出用着磁パターン79に対向して磁界の変化を検出する第1磁気検出素子91とを備える直動位置検出部20、および、軸線方向Xを向く平面55aに回転位置検出用着磁パターン57を備える回転スケール55と、軸線方向Xから回転位置検出用着磁パターン57に対向して磁界の変化を検出する回転位置検出用磁気抵抗素子86とを備える回転位置検出部19を有する。直動スケール76が出力軸2とともに軸線方向Xに移動し、回転スケール55が軸線方向Xの所定の位置で出力軸2とともに同軸に回転する。

明 細 書

発明の名称：

直動回転検出器、直動回転検出器ユニットおよび直動回転駆動装置

技術分野

[0001] 本発明は、移動体の回転位置および直動位置を検出する直動回転検出器および直動回転検出器ユニットに関する。また、出力軸の変位を検出する直動回転検出器を有する直動回転駆動装置に関する。

背景技術

[0002] 出力軸を直動および回転させるモータ部と、出力軸の変位を検出する直動回転検出器と、を有する直動回転駆動装置は特許文献1に記載されている。

同文献において、直動回転検出器は、出力軸の直動位置を検出する直動位置検出部と、出力軸の回転位置を検出する回転位置検出部とを備える。

[0003] 直動位置検出部は、出力軸に固定された円筒状の直動スケールと、直動スケールを読み取って出力軸の直動位置を検出する直動変位検出部とを有する。直動スケールは出力軸が直動する軸線方向に一定間隔で設けた直動目盛を有する。

[0004] 回転位置検出部は、出力軸に同軸に固定された円筒状の回転スケールと、回転スケールの磁界の変化を検出して出力軸の回転位置を検出する回転変位検出部とを有する。回転スケールは軸線回りに2極に着磁された永久磁石である。回転変位検出部は、軸線回りの異なる角度位置に配置した2つのホール素子を備える。2つのホール素子は、それぞれ軸線と直交する径方向から回転スケールの周壁面に対向して、回転スケールが発生させる磁界の変化を検出する。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-60478号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 直動回転駆動装置の出力軸は、出力軸を支持する部品の公差などに起因して、基準とする軸線に対して傾斜することがある。ここで、回転位置検出部がホール素子などの磁気検出素子を径方向から回転スケールに対向させている場合には、出力軸の傾斜によって出力軸と同軸の回転スケールが傾斜すると、回転位置の検出精度が低下しやすいという問題がある。

[0007] すなわち、回転スケールの周壁面は円弧形状に湾曲しているので、回転スケールと磁気検出素子との間のギャップは、回転スケールの周壁面の曲率に基づいて軸線回りで変化している。従って、出力軸および回転スケールが傾斜していない場合であっても、磁気検出素子は軸線回りのギャップの変化に起因する磁気強度分を検出してしまい、回転スケールが発生させる磁界の変化を正確に検出することは容易ではない。ここで、更に、回転スケールが傾斜した場合には、回転する回転スケールと磁気検出素子との間のギャップが変動するので、磁気強度分も変動する。従って、磁気検出素子によって回転スケールが発生させる磁界の変化を正確に検出することは、より、困難となる。これにより、回転位置検出部による回転位置の検出精度が低下しやすくなる。

[0008] 本発明の課題は、かかる点に鑑みて、出力軸などの移動体の傾斜によって移動体と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、移動体の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる直動回転検出器および直動回転検出ユニットを提供することにある。また、このような直動回転検出器により出力軸の変位を検出する直動回転駆動装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するために、本発明は、軸線方向に直動するとともに軸線回りに回転する移動体の変位を検出する直動回転検出器において、前記軸線を囲んで径方向を向く周壁面を備え、前記周壁面にN極とS極とが着磁された直動位置検出用着磁パターンを備える直動スケール、および、前記径方向から前記直動位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第1

磁気検出素子を備える直動位置検出部と、前記軸線方向を向く平面を備え、前記平面にN極とS極とが着磁された回転位置検出用着磁パターンを備える回転スケール、および、前記軸線方向から前記回転位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第2磁気検出素子を備える回転位置検出部と、を有し、前記直動スケールが前記移動体とともに前記軸線方向に移動し、前記回転スケールが前記軸線方向の所定の位置で前記移動体とともに当該移動体と同軸に回転することを特徴とする。

[0010] 本発明によれば、回転スケールは軸線方向に向く平面に回転位置検出用着磁パターンを備え、第2磁気検出素子は軸線方向から回転位置検出用パターン（回転スケール）に対向する。従って、回転スケールが傾斜したときに、回転する回転スケールと第2磁気検出素子との間のギャップが変動する変動量は、回転スケールが周壁面に回転位置検出用着磁パターンを備え、第2磁気検出素子が径方向から回転スケールに対向する場合する場合と比較して、抑制される。また、第2磁気検出素子が軸線方向から回転位置検出用パターン（回転スケール）に対向すれば、第2磁気検出素子が径方向から回転スケールに対向する場合する場合と比較して、第2磁気検出素子を軸線に近い位置に配置することが容易となる。ここで、第2磁気検出素子が軸線に近い位置に配置されれば、回転スケールが傾斜したときに、回転する回転スケールと第2磁気検出素子との間のギャップが変動する変動量を抑制できる。これにより、回転スケールが傾斜した場合でも、回転する回転スケールと第2磁気検出素子との間のギャップの変動に起因する磁気強度分の変動を抑制できる。よって、移動体の軸線の傾斜により移動体と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、移動体の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。

[0011] 本発明において、回転位置検出用着磁パターンは、前記軸線回りにS極とN極とが交互に配列され、かつ、径方向にS極とN極とが交互に着磁された格子状のものであり、前記第2磁気検出素子は、前記回転位置検出用着磁パターンのS極とN極との境界部分に発生する回転磁界を検出するものとする

ことができる。このようにすれば、第2磁気検出素子からの出力に基づいて回転位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0012] 本発明において、前記回転位置検出用着磁パターンは、前記軸線回りにS極とN極とが交互に配列されたものであり、前記第2磁気検出素子は、前記回転位置検出用着磁パターンの強弱磁界を検出するものとすることができる。このようにしても、第2磁気検出素子からの出力に基づいて回転位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0013] 本発明において、前記回転スケールは、前記平面の前記回転位置検出用着磁パターンとは径方向で異なる部位にS極またはN極が着磁された着磁領域を備え、前記回転位置検出部は、前記軸線方向から前記平面に対向して前記着磁領域の磁界を検出可能な第3磁気検出素子を備えることが望ましい。このようにすれば、第3磁気検出素子からの出力に基づいて移動体（回転スケール）の軸線回りの原点位置を検出できる。

[0014] 本発明において、前記直動位置検出用着磁パターンは、前記軸線方向にS極とN極とが交互に配列され、かつ、前記軸線回りにS極とN極とが交互に着磁された格子状のものであり、前記第1磁気検出素子は、前記直動位置検出用着磁パターンのS極とN極との境界部分に発生する回転磁界を検出するものとすることができる。このようにすれば、第1磁気検出素子からの出力に基づいて直動位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0015] 本発明において、前記直動位置検出用着磁パターンは、前記軸線方向にS極とN極とが交互に配列されたものであり、前記第1磁気検出素子は、前記直動位置検出用着磁パターンの強弱磁界を検出するものとすることができる。このようにしても、第1磁気検出素子からの出力に基づいて直動位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0016] 次に、本発明の直動回転検出器ユニットは、上記の直動回転検出器と、前記移動体に固定されたボールスプライン軸受と、を有し、前記ボールスプライン軸受は、前記移動体を前記軸線方向に移動可能に支持するとともに当該移動体と一体に回転し、前記回転スケールは、前記ボールスプライン軸受を

介して前記移動体に取り付けられることを特徴とする。

[0017] 本発明によれば、直動回転検出器の回転スケールが軸線方向に向く平面に回転位置検出用着磁パターンを備え、第2磁気検出素子は軸線方向から回転位置検出用パターン（回転スケール）に対向する。従って、移動体を支持する部品の公差などに起因して、移動体が基準とする軸線に対して傾斜することにより移動体と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、移動体の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。また、回転スケールは、移動体を軸線方向に移動可能に支持するボールスプライン軸受を介して移動体に取り付けられる。従って、回転スケールは、軸線方向の所定の位置で移動体とともに当該移動体と同軸に回転し、軸線方向に移動することがない。よって、移動体が軸線方向に移動したときに、軸線方向から回転スケールに対向する第2磁気検出素子と回転スケールとが衝突することがない。

[0018] 次に、本発明の直動回転駆動装置は、出力軸と、前記出力軸を軸線方向に移動させる直動駆動部と、軸線回りに回転するロータを備える回転駆動部と、前記出力軸に同軸に固定されて、前記出力軸を前記軸線方向に移動可能に支持するとともに前記出力軸と一体に回転するボールスプライン軸受と、前記出力軸の変位を検出する直動回転検出器と、を有し、前記ロータは、前記ボールスプライン軸受に固定され、前記直動回転検出器は、前記軸線を囲んで径方向を向く周壁面を備え、前記周壁面にN極とS極とが着磁された直動位置検出用着磁パターンを備える直動スケール、および、前記径方向から前記直動位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第1磁気検出素子を備える直動位置検出部と、前記軸線方向を向く平面を備え、前記平面にN極とS極とが着磁された回転位置検出用着磁パターンを備える回転スケール、および、前記軸線方向から前記回転位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第2磁気検出素子を備える回転位置検出部と、を有し、前記直動スケールは、前記出力軸に固定されて当該出力軸とともに前記軸線方向に移動し、前記回転スケールは、前記ロータに固定されて前記軸線方向の所定の位置で前記出力軸とともに当該出力軸と同軸に回転すること

を特徴とする。

[0019] 本発明によれば、直動回転検出器の回転スケールが軸線方向に向く平面に回転位置検出用着磁パターンを備え、第2磁気検出素子は軸線方向から回転位置検出用パターン（回転スケール）に対向する。従って、出力軸を支持する部品の公差などに起因して、出力軸が基準とする軸線に対して傾斜することにより出力軸と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、出力軸の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。また、回転スケールは、出力軸を軸線方向に移動可能に支持するボールスプライン軸受に固定される。従って、回転スケールは、軸線方向の所定の位置で出力軸とともに同軸に回転し、軸線方向に移動することがない。よって、出力軸が軸線方向に移動したときに、軸線方向から回転スケールに対向する第2磁気検出素子が回転スケールと衝突することがない。

発明の効果

[0020] 本発明の直動回転検出器および直動回転検出器ユニットによれば、出力軸などの移動体の傾斜によって移動体と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、移動体の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。また、本発明の直動回転駆動装置によれば、出力軸が基準とする軸線に対して傾斜することにより出力軸と同軸の回転スケールが傾斜した場合でも、出力軸の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の直動回転駆動装置の外観斜視図である。

[図2]図1の直動回転駆動装置を、軸線を含む面で切断した断面図である。

[図3]出力軸およびボールスプライン軸受の斜視図である。

[図4]回転駆動部を拡大して示す部分断面図である。

[図5]直動駆動部を拡大して示す部分断面図である。

[図6]直動回転位置検出器の説明図である。

[図7]回転位置検出部の回転位置検出用磁気センサの説明図である。

[図8]回転位置検出用磁気抵抗素子が構成する回路の説明図である。

[図9]直動位置検出部の直動位置検出用磁気センサの説明図である。

[図10]変形例の直動回転検出器の説明図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下に、図面を参照して、本発明の実施の形態の直動回転駆動装置を説明する。

[0023] (直動回転駆動装置)

図1は本発明の直動回転検出器を備えた直動回転駆動装置の外観斜視図である。図1に示すように、本例の直動回転駆動装置1は、出力軸(移動体)2と、出力軸2を駆動する出力軸駆動機構3と、出力軸駆動機構3を収納するケース4を備える。ケース4は、出力軸2の軸線Lに沿った軸線方向Xに延びる角筒状のケース本体5を備える。ケース本体5は軸線方向Xから見た場合の形状が矩形である。ケース本体5の一方の端部には、矩形板状のフランジ7が固定されている。フランジ7はケース本体5の他方の端において軸線Lと直交する方向に広がる。また、ケース本体5の他方の端部には矩形板6が固定されている。

[0024] フランジ7の中心には出力側開口部8が設けられている。出力側開口部8からは出力軸2の出力側の端部分2aがケース4の外側に突出する。出力軸2にはスプライン溝9が設けられている。矩形板6の中心には反出力側開口部10(図2参照)が設けられている。反出力側開口部10からは出力軸2の反出力側の端部分2bがケース4の外側に突出する。反出力側開口部10は、その内周面で出力軸2を軸線回り θ に回転可能および軸線方向Xに直動可能に支持する軸受となっている。

[0025] ケース本体5における軸線回り θ の四方の側面のうちの一つの側面4aには、カバー13が取り付けられている。カバー13は軸線方向Xに長く延びる。カバー13とケース本体5との間に区画されたカバー13の内側の空間には、出力軸駆動機構3への給電制御を行うための回路基板14が収納されている。回路基板14には、当該回路基板14に電力を供給するためのケーブル15、16が接続されている。また、カバー13からは、出力軸2の変

位を検出する直動回転検出器 17 からの検出信号を外部に取り出すためのケーブル 18 が接続されている。直動回転検出器 17 は、出力軸 2 の軸線回り θ の回転位置を検出する回転位置検出部 19 と、出力軸 2 の軸線方向 X の直動位置を検出する直動位置検出部 20 とを備える。

[0026] (内部構成)

図 2 は図 1 の直動回転駆動装置 1 を、その軸線 L を含む面で切断した縦断面図である。図 2 では直動回転駆動装置 1 を基準姿勢としている。基準姿勢は、出力軸 2 の出力側の端部分 2a を下方に向け、出力軸 2 の軸線 L を鉛直方向に向けた姿勢である。以下では、図 2 に示す基準姿勢における上下を直動回転駆動装置 1 の上下方向 X (軸線方向) として説明する。また、以下では、基準姿勢としたときの上下方向における下方を X1、上方を X2 とする。

[0027] 図 2 に示すように、出力軸駆動機構 3 は、出力軸 2 を軸線回り θ に回転させるための回転駆動部 21 と、出力軸 2 を上下方向 X に移動させる直動駆動部 22 とを備える。回転駆動部 21 は上下方向 X で直動駆動部 22 の下方 X1 に位置する。回転駆動部 21 と直動駆動部 22 は同軸に構成されている。回転位置検出部 19 は、上下方向 X で回転駆動部 21 と直動駆動部 22 の間に位置する。直動位置検出部 20 は直動駆動部 22 の上方に位置する。

[0028] 図 3 は出力軸 2 および出力軸 2 に同軸に取り付けられたボールスプライン軸受の斜視図である。図 2 および図 3 に示すように、出力軸 2 は、回転駆動部 21 および直動駆動部 22 を貫通して延びる出力軸本体 25 と、出力軸本体 25 の上側部分に同軸に固定された筒状の固定部材 26 を備える。図 2 に示すように、出力軸本体 25 の下端部分 (出力側の端部分 2a) はケース 4 の出力側開口部 8 から下方 X1 に突出し、出力軸本体 25 の上端部分 (反出力側の端部分 2b) は反出力側開口部 10 を介してケース 4 から上方 X2 に突出する。出力軸本体 25 には上下方向 X に貫通する貫通孔 27 が設けられている。

[0029] 固定部材 26 は、図 3 に示すように、下方 X1 から上方 X2 に向かって、

大径筒部 3 1 と、大径筒部 3 1 と同軸で大径筒部 3 1 よりも外径寸法が小さい中径筒部 3 2 と、中径筒部 3 2 よりも外径寸法が小さい小径筒部 3 3 とをこの順に備える。大径筒部 3 1 の中心孔は中径筒部 3 2 および小径筒部 3 3 の中心孔よりも大きい。図 2 に示すように、大径筒部 3 1 の中心孔と中径筒部 3 2 の中心孔との間には環状端面部 3 4 が設けられている。環状端面部 3 4 は下方 X 1 を向く円環状端面である。固定部材 2 6 は、中径筒部 3 2 および小径筒部 3 3 の中心孔に出力軸本体 2 5 が圧入され、これにより固定部材 2 6 は出力軸本体 2 5 に固定されている。

[0030] 出力軸 2 の下側部分には、ボールスプライン軸受 3 6 が出力軸 2 と同軸に取り付けられている。出力軸 2 の下側部分に設けられたスプライン溝 9 には、ボールスプライン軸受 3 6 を構成するボール（図示省略）が転動可能に挿入される。ボールスプライン軸受 3 6 は、出力軸 2 を上下方向 X に移動可能に同軸に支持するとともに、出力軸 2 と一体に回転する。ボールスプライン軸受 3 6 は、筒状の軸受本体 3 7 と、焼き嵌めによって軸受本体 3 7 と一体とされた筒状のスリーブ 3 8 を備える。ボールスプライン軸受 3 6 は、上下方向 X から見た場合の輪郭形状が円形である。

[0031] (回転駆動部)

図 4 は回転駆動部 2 1 および回転位置検出部 1 9 を拡大して示す部分断面図である。回転駆動部 2 1 は、回転モータである。図 4 に示すように、回転駆動部 2 1 は、矩形枠形状のモータケース 3 9 と、モータケース 3 9 の内側に固定された環状のステータ 4 0 と、ステータ 4 0 の内周側に配置された環状のロータ 4 1 と、ロータ 4 1 の下端部分支持する第 1 軸受 4 2 と、ロータ 4 1 の上側部分を支持する第 2 軸受 4 3 とを備える。第 1 軸受 4 2 および第 2 軸受 4 3 はボールベアリングである。

[0032] モータケース 3 9 は、ケース本体 5 の一部分を構成している。ステータ 4 0 は、径方向の内側へ突出する複数の突極（不図示）を有するステータコア 4 4 と、ステータコア 4 4 の突極に巻き回された複数の回転用駆動コイル 4 5 を備える。

- [0033] ロータ41は、筒状部材47と永久磁石48を備える。筒状部材47は、大径筒部49と、大径筒部49と同軸で大径筒部49よりも外径寸法の小さい中径筒部50と、中径筒部50と同軸で中径筒部50よりも外径寸法の小さい小径筒部51と、小径筒部51と同軸で小径筒部51よりも外径寸法の小さい回転スケール固定用筒部52とを備える。大径筒部49の中心孔は中径筒部50の中心孔よりも大きい。従って、大径筒部49の中心孔と中径筒部50の中心孔との間には、図4に示すように、環状端面部50aが設けられている。環状端面部50aは、下方X1を向く円環状端面である。また、大径筒部49の内周面には、下方X1を向く環状面を備える段部53が設けられている。さらに、大径筒部49には、径方向に貫通する接着剤注入用孔54が複数設けられている。本例では、接着剤注入用孔54は、上下方向Xに配列された2つの接着剤注入用孔54の組が、軸線回り θ の等角度間隔で4組設けられている。
- [0034] 筒状部材47の中心孔には出力軸2が貫通している。出力軸2に取り付けられたボールスプライン軸受36は大径筒部49の内周側に位置する。ボールスプライン軸受36のスリーブ38は、上下方向Xの下方X1から大径筒部49の内周面の段部53に当接する。
- [0035] ボールスプライン軸受36は接着剤注入用孔54を介してロータ41の外周側から内周側に注入された接着剤によって大径筒部49に固定される。これにより、ボールスプライン軸受36に支持された出力軸2はロータ41と同軸とされる。また、ボールスプライン軸受36がロータ41に固定されることにより、出力軸2はロータ41と一体に回転するものとなる。換言すれば、ロータ41の回転がボールスプライン軸受36を介して出力軸2に伝達可能となる。
- [0036] 永久磁石48は、筒状であり、中径筒部50の外周面に固定されている。永久磁石48は軸線回り θ にN極とS極が交互に複数着磁されている。本例では、中径筒部50には、筒状のヨーク（不図示）が装着されており、永久磁石48はヨークを介して中径筒部50に固定されている。永久磁石48は

、回転用駆動コイル４５が巻き回されたステータコア４４の突極と径方向で狭い間隔を開けて対向する。

[0037] 回転用駆動コイル４５への給電によってロータ４１は軸線回り θ に回転する。ロータ４１の回転はボールスプライン軸受３６を介して出力軸２に伝達される。従って、出力軸２はロータ４１と一体に回転する。

[0038] 回転位置検出部１９は、回転スケール５５と、回転位置検出用磁気センサ５６を備える。回転スケール５５は、円環状であり、その中心孔に回転スケール固定用筒部５２が挿入された状態で、筒状部材４７に同軸に固定される。これにより、回転スケール５５は、筒状部材４７およびボールスプライン軸受３６を介して出力軸２に取り付けられる。従って、回転スケール５５はロータ４１と同軸であり、ロータ４１と一体に回転する。また、ロータ４１は出力軸２に同軸に固定されているので、回転スケール５５は出力軸２と同軸であり、出力軸２と一体に回転する。回転スケール５５の上面５５ａは平面であり、軸線 L と直交する方向に広がる。回転スケール５５は、その上面に、回転位置検出用着磁パターン５７を備える。

[0039] 上下方向 X で回転位置検出用着磁パターン５７と対向する位置には、回転位置検出用磁気センサ５６が配置されている。回転位置検出用磁気センサ５６はケース４に固定されている。出力軸２の回転位置は回転位置検出用磁気センサ５６から出力される検出信号に基づいて取得される。回転位置検出部１９の詳細は後述する。

[0040] (直動駆動部)

図５は直動駆動部２２および直動位置検出部２０を拡大して示す部分断面図である。直動駆動部２２は、リニアモータである。直動駆動部２２は、出力軸２に固定された複数の永久磁石７１と、出力軸２を外周側から包囲する状態で上下方向 X に配列された複数の直動用駆動コイルユニット７２を備える。複数の永久磁石７１は固定部材２６の大径筒部３１の外周面に装着された筒状のヨーク７３の外周面に固定されている。ヨーク７３は一定の径寸法を備える。また、ヨーク７３の上下方向 X の長さ寸法は大径筒部３１の軸線

方向の長さ寸法よりも長く、その上端側部分は、固定部材 2 6 の中径筒部 3 2 の外周側を当該中径筒部 3 2 の外周面との間に隙間を開けて上下方向 X に延びる。

[0041] 各永久磁石 7 1 は、環状であり、上下方向 X に N 極と S 極とが着磁されている。複数の永久磁石 7 1 は、隣り合う 2 つの永久磁石 7 1 が上下方向 X で互いに同一の極を対向させている。本例では 4 個の永久磁石 7 1 がヨーク 7 3 を介して出力軸 2 に固定されている。

[0042] 直動用駆動コイルユニット 7 2 はケース本体 5 の内壁面に固定されている。各直動用駆動コイルユニット 7 2 は、上下方向 X に同軸に配列した 3 つの直動用駆動コイル 7 5 を樹脂により一体に固めて筒状としたものである。従って、直動駆動部 2 2 は 9 個の直動用駆動コイル 7 5 を備える。各直動用駆動コイルユニット 7 2 の上下方向 X の長さ寸法は、各永久磁石 7 1 の上下方向 X の長さ寸法の 2 倍程度である。

[0043] ここで、直動駆動部 2 2 は 3 相のリニアモータであり、各直動用駆動コイルユニット 7 2 を構成する 3 つの直動用駆動コイル 7 5 は、リニアモータを駆動する際に、それぞれ U 相の駆動コイル、V 相の駆動コイル、W 相の駆動コイルとして機能する。

[0044] 回転駆動部 2 1 の第 2 軸受 4 3 と出力軸 2 の固定部材 2 6 との間には、弾性部材としてのコイルバネ 7 8 が配置されている。コイルバネ 7 8 は出力軸本体 2 5 を貫通させた状態で外周側から包囲している。コイルバネ 7 8 の下方 X 1 の端（回転駆動部 2 1 の側の端）はロータ 4 1 に載置されている。また、コイルバネ 7 8 の上端部分は、固定部材 2 6 の大径筒部 3 1 の内周側に挿入されており、その上方 X 2 の端が固定部材 2 6 の環状端面 3 2 a に当接する。コイルバネ 7 8 は、直動回転駆動装置 1 への給電（直動駆動部 2 2 への給電）を行っていない状態で直動回転駆動装置 1 を基準姿勢としたときに、出力軸 2 を上下方向 X の所定の位置に支持する。

[0045] 直動駆動部 2 2 は、電力を供給する直動用駆動コイル 7 5 を上下方向 X に移動させることにより、出力軸 2 を上下方向 X に移動させる。また、直動駆

動部 22 は、直動用駆動コイル 75 への給電状態を維持することにより、上下方向 X に移動させた出力軸 2 を、その直動位置に維持する。

[0046] 直動位置検出部 20 は、直動スケール 76 と直動位置検出用磁気センサ 77 を備える。直動スケール 76 は、筒状であり、その中心孔に小径筒部 33 が挿入された状態で出力軸 2 に同軸に固定されている。これにより、直動スケール 76 は出力軸 2 と一体に直動する。回転スケール 55 において上下方向 X と直交する径方向の外側を向く円環状の周壁面 76a には、直動位置検出用着磁パターン 79 が設けられている。

[0047] 直動位置検出用磁気センサ 77 は、径方向で直動位置検出用着磁パターン 79 と対向する位置に配置されている。直動位置検出用磁気センサ 77 はケース 4 に固定されている。出力軸 2 の直動位置は、直動位置検出用磁気センサ 77 から出力される検出信号に基づいて取得される。

[0048] ここで、直動位置検出用磁気センサ 77 と、直動駆動部 22 との間にはシールド部材 61 が配置されている。シールド部材 61 は、径方向において出力軸 2 の中径筒部 32 とヨーク 73 との間に位置する筒部 62 と、筒部 62 の上端縁から外周側に広がってケース本体 5 の内壁面に達する環状板部 63 を備える。筒部 62 は出力軸 2 が上方 X2（反出力側）に移動したときに、出力軸 2 の中径筒部 32 とヨーク 73 の間に侵入する。シールド部材 61 は、直動駆動部 22 の永久磁石 71 の磁界が直動位置検出部 20 に影響を及ぼすことを防止或いは抑制する。

[0049] （直動回転検出器）

次に、図 6 ないし図 9 を参照して、直動回転検出器 17 を詳細に説明する。図 6 は直動回転検出器 17 の説明図である。図 6 では直動回転駆動装置 1 から直動回転検出器 17 の要部および出力軸 2 を取り出して示す。図 7 は回転位置検出用磁気センサ 56 の説明図である。図 7（a）は回転スケール 55 および回転位置検出用磁気センサ 56 を、軸線 L を含む面で切断した断面図であり、図 7（b）は回転位置検出用磁気センサ 56 を下方 X1 から見た場合の平面図であり、図 7（c）は図 7（b）の Y-Y 線における断面図であ

る。図 7 (c) では、センサ基板は、回転位置検出用磁気抵抗素子が形成されている側の面を上方に向けている。図 8 は回転位置検出用磁気抵抗素子 86 の各磁気抵抗パターン $SIN+$ 、 $SIN-$ 、 $COS+$ 、 $COS-$ が構成する回路図である。図 9 は直動位置検出用磁気センサ 77 の説明図である。図 9 (a) は直動スケール 76 および直動位置検出用磁気センサ 77 を、軸線 L と直交する面で切断した断面図であり、図 9 (b) は直動位置検出用磁気センサ 77 を軸線 L の側から見た場合の側面図であり、図 9 (c) は図 9 (b) の $Z-Z$ 線における断面図である。図 9 (c) では、センサ基板は、直動位置検出用磁気抵抗素子が形成されている側の面を上方に向けている。

[0050] (回転位置検出部)

図 6 に示すように、回転スケール 55 は、その上面 55a に回転位置検出用着磁パターン 57 を備える。回転位置検出用着磁パターン 57 は、軸線回り θ に S 極と N 極とが交互に着磁され、かつ、径方向に S 極と N 極とが交互に配列された格子状である。換言すれば、回転位置検出用着磁パターン 57 は、軸線回り θ に S 極と N 極が交互に着磁された環状の第 1 磁気トラック 81 と、第 1 磁気トラック 81 の外周側において軸線回り θ に S 極と N 極が交互に着磁された環状の第 2 磁気トラック 82 を備える。第 1 磁気トラック 81 と第 2 磁気トラック 82 とは径方向で隙間なく設けられている。第 1 磁気トラック 81 における各極の着磁ピッチは、第 2 磁気トラック 82 における各極の着磁ピッチと同一である。第 1 磁気トラック 81 と第 2 磁気トラック 82 とにおいて径方向で隣り合う着磁領域の極は異なる。

[0051] また、回転スケール 55 は、上面 55a における第 2 磁気トラック 82 の外周側に原点位置検出用着磁領域 84 を備える。原点位置検出用着磁領域 84 は、軸線回り θ の一か所に設けられている。軸線回り θ における原点位置検出用着磁領域 84 の幅は、第 1 磁気トラック 81 および第 2 磁気トラック 82 において各極の着磁領域のピッチよりも短い。また、軸線回り θ における原点位置検出用着磁領域 84 の中心は、第 2 磁気トラック 82 において S 極と N 極とが隣り合う原点位置検出用着磁領域 84 の境界部分の外周側に位

置する。本例では、原点位置検出用着磁領域 84 は N 極に着磁されている。
なお、原点位置検出用着磁領域 84 は S 極に着磁されていてもよい。

[0052] 図 7 (a) に示すように、回転位置検出用磁気センサ 56 は、上方 X 2 から回転スケール 55 に対向するセンサ基板 85 を備える。センサ基板 85 は、回転スケール 55 に対向する基板表面 85 a に回転位置検出用磁気抵抗素子 86 (第 2 磁気検出素子) と原点位置検出用磁気抵抗素子 (第 3 磁気検出素子) 87 とを備える。センサ基板 85 はガラス或いはシリコンからなる。回転位置検出用磁気抵抗素子 86 および原点位置検出用磁気抵抗素子 87 は、半導体プロセスによって基板表面 85 a に強磁性体 NiFe 等の磁性体膜を積層することによって形成される。

[0053] 回転位置検出用磁気抵抗素子 86 は、その感磁方向を軸線回り θ に向けて、回転位置検出用着磁パターン 57 に対向する。図 7 (b) に示すように、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 の形成領域は、全体として、軸線 L を中心とする円弧形状である。センサ基板 85 上における回転位置検出用磁気抵抗素子 86 の形成領域の曲率は、第 1 磁気トラック 81 と第 2 磁気トラック 82 との境界部分 (N 極と S 極とが隣り合う部分) の曲率と同一である。

[0054] ここで、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 は、第 1 磁気トラック 81 と第 2 磁気トラック 82 との境界部分 (N 極と S 極とが隣り合う部分) で発生する回転磁界を検出する。また、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 は磁気抵抗素子の飽和感度領域を利用して回転磁界を検出する。すなわち、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 は、後述する磁気抵抗パターンに電流を流し、かつ、抵抗値が飽和する磁界強度を印加して、境界部分で面内方向の向きが変化する回転磁界を検出する。ここで、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 により回転位置検出用着磁パターン 57 が発生させる回転磁界を検出すれば、回転スケール 55 と回転位置検出用磁気抵抗素子 86 とを接近させて配置した場合でも、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 から正弦波成分を得ることができるので、回転位置検出部 19 を上下方向 X でコンパクトに構成できる。

[0055] 図 7 (b) に示すように、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 は、互いに 9

0° の位相差で回転スケール 55 の回転を検出する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN および B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS を備える。換言すれば、センサ基板 85 は、回転スケール 55 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS を備える。

[0056] また、A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN は、180° の位相差をもって回転スケール 55 の回転を検出する +a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN+ と -a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN- とを備える。同様に、B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS は、180° の位相差をもって回転スケール 55 の回転を検出する +b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS+ と -b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS- とを備える。すなわち、+a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN+ と +b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS+ は、センサ基板 85 上において、回転スケール 55 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に形成されている。また、-a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN- と -b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS- は、センサ基板 85 上において、回転スケール 55 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に形成されている。

[0057] 本例では、A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN (SIN+、SIN-) と B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS (COS+、COS-) をセンサ基板 85 上で 2 層に重ねている。

[0058] より具体的には、図 7 (c) に示すように、センサ基板 85 の基板表面 85a に +b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS+ を形成し、その上に +a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN+ を積層している。また、センサ基板 85 の基板表面 85a 上に -a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN- を形成し、その上に -b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS- を積層している。ここで、1 層目の各磁気抵抗パターン SIN-、COS+ に重ねられる 2 層目の各磁気抵抗パターン COS-、SIN+ は、1 層目の各磁気抵抗パターン上に SiO₂ 等の無機絶縁層を形成し、この無機絶縁層の上に、強磁性体 NiFe 等の磁

性体膜を積層することによって形成される。なお、 $+a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN+$ と、 $+b$ 相の第1磁気抵抗パターン $COS+$ の積層関係は逆でもよい。また、 $-a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN-$ と $-b$ 相の第1磁気抵抗パターン $COS-$ の積層関係は逆でもよい。

[0059] 本例では、回転位置検出用磁気抵抗素子86を構成するA相の第1磁気抵抗パターン SIN とB層の第1磁気抵抗パターン COS とをセンサ基板85上で積層しているので、センサ基板85上におけるA相の第1磁気抵抗パターン SIN とB層の第1磁気抵抗パターン COS の配置の自由度が増す。従って、A相の第1磁気抵抗パターン SIN ($SIN+$ 、 $SIN-$)とB相の第1磁気抵抗パターン COS ($COS+$ 、 $COS-$)を積層せずにセンサ基板85上に形成した場合と比較して、回転位置検出用磁気抵抗素子86を軸線回り θ で小さくできる。

[0060] ここで、 $+a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN+$ および $-a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN-$ は、図8(a)に示すように、ブリッジ回路を構成しており、いずれも一方端が電源端子(V_{cc})に接続され、他方端がグランド端子(GND)に接続されている。また、 $+a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN+$ の midpoint 位置には、 $+a$ 相が出力される端子 $+a$ が設けられ、 $-a$ 相の第1磁気抵抗パターン $SIN-$ の midpoint 位置には、 $-a$ 相が出力される端子 $-a$ が設けられる。従って、端子 $+a$ 、端子 $-a$ からの出力を減算器に入力すれば歪の少ない正弦波の差動出力を得ることができる。

[0061] 同様に、 $+b$ 相の磁気抵抗パターン $COS+$ および $-b$ 相の磁気抵抗パターン $COS-$ は、図8(b)に示すように、ブリッジ回路を構成しており、いずれも一方端が電源端子(V_{cc})に接続され、他方端がグランド端子(GND)に接続されている。 $+b$ 相の磁気抵抗パターン $COS+$ の midpoint 位置には、 $+b$ 相が出力される端子 $+b$ が設けられ、 $-b$ 相の磁気抵抗パターン $COS-$ の midpoint 位置には、 $-b$ 相が出力される端子 $-b$ が設けられる。従って、端子 $+b$ 、端子 $-b$ からの出力を減算器に入力すれば歪の少ない正弦波の差動出力を得ることができる。

[0062] 次に、原点位置検出用磁気抵抗素子 87 は、その感磁方向を軸線回り θ に向けている。原点位置検出用磁気抵抗素子 87 は、図 7 (a) に示すように、回転スケール 55 が回転したときに、原点位置検出用着磁領域 84 の磁界を検出可能な位置に設けられている。原点位置検出用磁気抵抗素子 87 は、原点位置検出用着磁領域 84 が発生させる強弱磁界を検出する。

[0063] (直動検出部)

図 6 に示すように、直動スケール 76 は、径方向を外側に向く周壁面 76a に、直動位置検出用着磁パターン 79 を備える。直動位置検出用着磁パターン 79 は、上下方向 X に S 極と N 極とが交互に配列され、かつ、軸線回り θ に S 極と N 極とが交互に着磁された格子状である。

[0064] 直動位置検出用磁気センサ 77 は、軸線 L と平行な姿勢で径方向から直動スケール 76 に対向するセンサ基板 90 を備える。また、直動位置検出用磁気センサ 77 は、センサ基板 90 において直動スケール 76 に対向する基板表面 90a に形成された直動位置検出用磁気抵抗素子 (第 1 磁気検出素子) 91 を備える。センサ基板 90 はガラス或いはシリコンからなる。直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、半導体プロセスによって基板表面 90a に強磁性体 NiFe 等の磁性体膜を積層することによって形成される。

[0065] 直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、その感磁方向を上下方向 X に向けている。従って、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、直動スケール 76 の直動位置検出用着磁パターン 79 を、S 極と N 極とが交互に配列されて上下方向 X に延びる軸方向磁気トラック 93 を軸線回り θ に複数列備えるものとして、直動スケール 76 が移動したときの磁界の変化を検出する。

[0066] ここで、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、複数の軸方向磁気トラック 93 において、軸線回り θ で隣り合う 2 つの軸方向磁気トラック 93 の境界部分 (N 極と S 極とが隣り合う部分) で発生する回転磁界を検出する。また、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は磁気抵抗素子の飽和感度領域を利用して回転磁界を検出する。すなわち、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、後述する磁気抵抗パターンに電流を流し、かつ、抵抗値が飽和する磁界強度を

印加して、境界部分で面内方向の向きが変化する回転磁界を検出する。ここで、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 により直動位置検出用着磁パターン 79 が発生させる回転磁界を検出すれば、直動スケール 76 と直動位置検出用磁気抵抗素子 91 を接近させて配置した場合でも、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 から正弦波成分を得ることができるので、直動位置検出部 20 を径方向でコンパクトに構成できる。

[0067] 図 9 (b) に示すように、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 は、互いに 90° の位相差で直動スケール 76 の直動を検出する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN および B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS を備える。換言すれば、センサ基板 90 は、直動スケール 76 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS を備える。

[0068] また、A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN は、 180° の位相差をもって直動スケール 76 の直動を検出する +a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN+ と -a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN- とを備える。同様に、B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS は、 180° の位相差をもって直動スケール 76 の直動を検出する +b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS+ と -b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS- とを備える。すなわち、+a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN+ と +b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS+ は、センサ基板 90 上において、直動スケール 76 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に形成されている。また、-a 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN- と -b 相の第 1 磁気抵抗パターン COS- は、センサ基板 90 上において、直動スケール 76 から得られる同一の波長を 90° の位相差で検出可能な位置に形成されている。

[0069] 本例では、A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN (SIN+、SIN-) と B 相の第 1 磁気抵抗パターン COS (COS+、COS-) をセンサ基板 90 上で 2 層に重ねている。

[0070] より具体的には、図 9 (c) に示すように、センサ基板 90 の基板表面 9

0 a に + b 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{COS}+$ を形成し、その上に + a 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{SIN}+$ を積層している。また、センサ基板 90 の基板表面 90 a 上に - a 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{SIN}-$ を形成し、その上に - b 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{COS}-$ を積層している。ここで、1 層目の各磁気抵抗パターン $\text{SIN}-$ 、 $\text{COS}+$ に重ねられる 2 層目の各磁気抵抗パターン $\text{COS}-$ 、 $\text{SIN}+$ は、1 層目の各磁気抵抗パターン上に SiO_2 等の無機絶縁層を形成し、この無機絶縁層の上に、強磁性体 NiFe 等の磁性体膜を積層することによって形成される。なお、+ a 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{SIN}+$ と、+ b 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{COS}+$ の積層関係は逆でもよい。また、- a 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{SIN}-$ と - b 相の第 1 磁気抵抗パターン $\text{COS}-$ の積層関係は逆でもよい。

[0071] 本例では、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 を構成する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 層の第 1 磁気抵抗パターン COS とをセンサ基板 90 上で積層することにより、直動スケール 76 の軸線回り θ に対応する方向の直動位置検出用磁気抵抗素子 91 の幅 $W1$ を、直動スケール 76 の上下方向 X に対応する方向の直動位置検出用磁気抵抗素子 91 の高さ $H1$ (図 9 (b) 上段参照) と比較して短くしている。また、本例では、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 の幅方向の中心を、円筒状の直動スケール 76 の円周面に設けられた直動位置検出用着磁パターン 79 の曲率の頂点と対向する位置に配置している。

[0072] ここで、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 が磁界の変化を検出する直動位置検出用着磁パターン 79 は、円筒状の直動スケール 76 の周壁面 76 a に設けられている。従って、センサ基板 90 を軸線 L と平行な姿勢として直動スケール 76 の周壁面 76 a に対向させたときに、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 とセンサ基板 90 との間のギャップ G は軸線回り θ で変化する (図 9 (a) 参照)。従って、直動スケール 76 の軸線回り θ に対応する方向の直動位置検出用磁気抵抗素子 91 の幅 $W1$ を短くすることにより、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 からの出力について、直動スケール 76 とセンサ基

板 9 0 との間の曲率に伴うギャップの変化に起因する磁気強度部分の影響を抑制できる。

[0073] ここで、直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 は、回転位置検出用磁気抵抗素子 8 6 と同様の回路構成を備える。従って、直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 から歪みの少ない正弦波成分を得ることが容易となる。なお、直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 の回路構成は、図 8 に示すものと同様なので、その詳細な説明は省略する。

[0074] (直動回転動作)

出力軸 2 を回転させる際には、回転駆動部 2 1 の回転用駆動コイル 4 5 に給電してロータ 4 1 を回転させる。ロータ 4 1 が回転すると、その回転はボールスプライン軸受 3 6 を介して出力軸 2 に伝達される。従って、出力軸 2 はロータ 4 1 と一体に回転する。また、出力軸が回転すると回転スケール 5 5 は出力軸 2 と一体に回転する。従って、回転位置検出用磁気センサ 5 6 の回転位置検出用磁気抵抗素子 8 6 からの検出信号に基づいて出力軸 2 の回転位置を取得できる。また、回転位置検出用磁気センサ 5 6 の原点位置検出用磁気抵抗素子 8 7 からの検出信号に基づいて出力軸 2 が軸線回り θ の原点位置にあるか否かを取得できる。

[0075] 一方、出力軸 2 を上下方向 X に移動させる際には、直動駆動部 2 2 の直動用駆動コイル 7 5 に給電する。そして、直動用駆動コイル 7 5 への給電状態を維持することにより、上下方向 X に移動させた出力軸 2 を、移動後の直動位置に維持する。ここで、出力軸が上下方向 X に移動すると、直動スケールも出力軸 2 と一体に上下方向 X に移動する。従って、直動位置検出用磁気センサ 7 7 の直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 からの検出信号に基づいて出力軸 2 の直動位置を取得できる。

[0076] (作用効果)

上記の直動回転駆動装置 1 では、出力軸 2 は、当該出力軸 2 を支持する部品の公差などに起因して出力軸 2 が基準とする軸線から傾斜することがある。

[0077] ここで、出力軸 2 が傾斜することにより当該出力軸 2 と同軸の回転スケール 55 が傾斜したときに、回転位置検出部の構成が、回転スケールが径方向を向く周壁面に回転位置検出用着磁パターンを備え、回転位置検出用磁気抵抗素子が回転スケールに径方向から対向するものである場合には、回転位置検出部による回転位置の検出精度が低下しやすいという問題がある。

[0078] すなわち、回転スケールの周壁面は円弧形状に湾曲しているので、回転位置検出用磁気抵抗素子が回転スケールに径方向から対向する構成では、回転スケールと回転位置検出用磁気抵抗素子との間のギャップは、回転スケールの周壁面の曲率に基づいて軸線回りで変化している。従って、出力軸 2 が傾斜しておらず回転スケールも傾斜していない場合であっても、回転位置検出用磁気抵抗素子は、ギャップの変化に起因する磁気強度分を検出してしまい、回転スケールが発生させる磁界の変化を正確に検出することは容易ではない。ここで、更に、回転スケールが傾斜した場合には、回転スケールと回転位置検出用磁気抵抗素子との間のギャップの変化量が変動するので、磁気強度分も変動する。従って、回転位置検出用磁気抵抗素子によって回転スケールが発生させる磁界の変化を正確に検出することは、より、困難となる。よって、回転位置検出部による回転位置の検出精度が低下しやすくなる。

[0079] このような問題に対して、本例の回転位置検出部 19 は、回転スケール 55 が上面 55a に回転位置検出用着磁パターン 57 を備え、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 が上方 X2 から回転位置検出用着磁パターン 57（回転スケール 55）に対向する。従って、出力軸 2 の傾斜によって回転スケール 55 が傾斜した場合に回転する回転スケール 55 と回転位置検出用磁気抵抗素子 86 との間のギャップが変動する変動量は、回転スケールが周壁面に回転位置検出用着磁パターンを備え、回転位置検出用磁気抵抗素子が回転スケールに径方向から対向する場合と比較して、抑制される。また、本例では、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 が上方 X2 から回転位置検出用着磁パターン 57（回転スケール 55）に対向するので、回転位置検出用磁気抵抗素子を回転スケールに径方向の外側から対向させた場合と比較して、回転位置検出

用磁気抵抗素子 86 を出力軸 2 の軸線 L に近い位置に配置することができる。ここで、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 が軸線 L に近い位置にあれば、回転スケール 55 が傾斜したときに、回転する回転スケール 55 と回転位置検出用磁気抵抗素子 86 との間のギャップが変動する変動量を抑制できる。従って、回転スケール 55 が傾斜した場合でも、回転する回転スケール 55 と回転位置検出用磁気抵抗素子 86 との間のギャップの変動に起因する磁気強度分の変動を抑制できる。よって、出力軸 2 の傾斜により出力軸 2 と同軸の回転スケール 55 が傾斜した場合でも、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 からの検出信号に位相ずれなどが発生すること抑制でき、出力軸 2 の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。

[0080] また、本例では、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 を構成する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 層の第 1 磁気抵抗パターン COS とをセンサ基板 85 上で積層しているので、センサ基板 85 上における A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 層の第 1 磁気抵抗パターン COS の配置の自由度が増す。これにより、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 を構成する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 層の第 1 磁気抵抗パターン COS とをセンサ基板 85 上で積層しない場合と比較して、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 の形成領域を軸線回り θ で短くすることが容易となる。ここで、回転位置検出用磁気抵抗素子 86 の形成領域が軸線回り θ で短くなれば、回転スケール 55 が傾斜した場合でも、回転する回転スケール 55 と回転位置検出用磁気抵抗素子 86 との間のギャップの変動量を抑制できるので、ギャップの変動に起因する磁気強度分の変動を抑制できる。よって、出力軸 2 の傾斜によって回転スケール 55 が傾斜した場合でも、出力軸 2 の回転位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。

[0081] また、本例では、直動位置検出用磁気抵抗素子 91 を構成する A 相の第 1 磁気抵抗パターン SIN と B 層の第 1 磁気抵抗パターン COS とをセンサ基板 90 上で積層することにより、直動スケール 76 の軸線回り θ に対応する方向の直動位置検出用磁気抵抗素子 91 の幅 W1 を、直動スケール 76 の上

下方向Xに対応する方向の直動位置検出用磁気抵抗素子91の高さH1と比較して短くしている。これにより、出力軸2の傾斜によって直動スケール76が傾斜した場合でも、回転する直動スケール76と直動位置検出用磁気抵抗素子91との間のギャップGの変動量を抑制できるので、ギャップGの変動に起因する磁気強度分の変動を抑制できる。よって、出力軸2の傾斜により直動スケール76が傾斜した場合でも、出力軸2の直動位置を検出する検出精度が低下することを抑制できる。

[0082] さらに、本例では、回転スケール55に原点位置検出用着磁領域84を備え、回転位置検出部19が原点位置検出用磁気抵抗素子87を備える。よって、出力軸2（回転スケール55）の軸線回り θ の原点位置を検出できる。

[0083] （変形例）

なお、センサ基板85上において、回転位置検出用磁気抵抗素子86の+a相の第1磁気抵抗パターンS1N+、-a相の第1磁気抵抗パターンS1N-、+b相の第1磁気抵抗パターンCOS+、および、-b相の第1磁気抵抗パターンCOS-の全てを積層してもよい。このようにすれば、センサ基板85上で回転位置検出用磁気抵抗素子86の形成領域を軸線回り θ により短くすることができるので、回転スケール55が傾斜した場合に、回転する回転スケール55と回転位置検出用磁気抵抗素子86との間のギャップの変動量をより抑制できる。よって、出力軸2の傾斜により出力軸2と同軸の回転スケール55が傾斜した場合でも、出力軸2の回転位置を検出する検出精度が低下することをより抑制できる。

[0084] また、センサ基板90上において、直動位置検出用磁気抵抗素子91の+a相の第2磁気抵抗パターンS1N+、-a相の第2磁気抵抗パターンS1N-、+b相の第2磁気抵抗パターンCOS+、および、-b相の第2磁気抵抗パターンCOS-の全てを積層してもよい。

[0085] また、上記の例では、回転スケール55は原点位置検出用着磁領域84を備えるが、原点位置検出用着磁領域84は省略してもよい。ここで、原点位置検出用着磁領域84を省略する場合には、センサ基板85上の原点位置検

出用磁気抵抗素子 8 7 を省略できる。

[0086] 図 1 0 は上記の直動回転検出器 1 7 に替えて直動回転駆動装置 1 に搭載可能な変形例の直動回転検出器 1 7 A の説明図である。なお、変形例の直動回転検出器 1 7 A は上記の直動回転検出器 1 7 と対応する構成を備えるので、対応する部分には同一の符号を付して説明する。

[0087] 本例の直動回転検出器 1 7 A では、回転位置検出部 1 9 A を構成する回転スケール 5 5 は、その上面 5 5 a に、軸線回り θ に S 極と N 極とが交互に配列された回転位置検出用着磁パターン 5 7 A を備える。すなわち、回転スケール 5 5 は、回転位置検出用着磁パターン 5 7 A として第 1 磁気トラック 8 1 を備える。一方、回転位置検出部 1 9 A を構成する回転位置検出用磁気センサ 5 6 は、センサ基板 8 5 に、回転位置検出用着磁パターン 5 7 の強弱磁界を検出する回転位置検出用磁気抵抗素子 8 6 A を備える。回転位置検出用磁気抵抗素子 8 6 A はセンサ基板 8 5 において回転位置検出用着磁パターン 5 7 に対向する位置に設けられる。このようにしても、回転位置検出用磁気抵抗素子 8 6 からの出力に基づいて回転位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0088] さらに、本例の直動回転検出器 1 7 A では、直動位置検出部 2 0 A を構成する直動スケール 7 6 は、その周壁面 7 6 a に、上下方向 X に S 極と N 極とが交互に配列された直動位置検出用着磁パターン 7 9 A を備える。上下方向 X に配列された S 極および N 極は、それぞれ直動スケール 7 6 の周壁面 7 6 a に環状に着磁されている。一方、直動位置検出部 2 0 A を構成する直動位置検出用磁気センサ 7 7 は、センサ基板 9 0 に、直動位置検出用着磁パターン 7 9 A の強弱磁界を検出する直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 A を備える。直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 A はセンサ基板 9 0 において直動位置検出用着磁パターン 7 9 A に対向する位置に設けられている。このようにしても、直動位置検出用磁気抵抗素子 9 1 からの出力に基づいて直動位置を示す正弦波成分を得ることができる。

[0089] ここで、直動回転検出器として、直動回転検出器 1 7 の回転位置検出部 1

9と直動回転検出器17Aの直動位置検出部20を採用することもできる。
また、直動回転検出器として、直動回転検出器17Aの回転位置検出部19と直動回転検出器17の直動位置検出部20とを採用することもできる。

[0090] なお、回転位置検出部19および直動位置検出部20のそれぞれにおいて、磁気抵抗素子（回転位置検出用磁気抵抗素子86、原点位置検出用磁気抵抗素子87および直動位置検出用磁気抵抗素子91）に替えて、ホール素子を用いることができる。

符号の説明

[0091] 1・・・直動回転駆動装置
2・・・出力軸（移動体）
17・17A・・・直動回転検出器
19・・・回転位置検出部
20・・・直動位置検出部
21・・・回転駆動部
22・・・直動駆動部
36・・・ボールスプライン軸受
41・・・ロータ
55・・・回転スケール
55a・・・上面（回転スケールの平面）
57・・・直動位置検出用着磁パターン
76・・・直動スケール
76a・・・直動スケールの周壁面
79・・・直動位置検出用着磁パターン
84・・・原点位置検出用着磁領域（着磁領域）
86・・・回転位置検出用磁気抵抗素子（第2磁気検出素子）
87・・・原点位置検出用磁気抵抗素子（第3磁気検出素子）
91・・・直動位置検出用磁気抵抗素子（第1磁気検出素子）
L・・・軸線

X . . . 上下方向（軸線方向）

請求の範囲

[請求項1] 軸線方向に直動するとともに軸線回りに回転する移動体の変位を検出する直動回転検出器において、

前記軸線を囲んで径方向を向く周壁面を備え、前記周壁面にN極とS極とが着磁された直動位置検出用着磁パターンを備える直動スケール、および、前記径方向から前記直動位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第1磁気検出素子を備える直動位置検出部と、

前記軸線方向を向く平面を備え、前記平面にN極とS極とが着磁された回転位置検出用着磁パターンを備える回転スケール、および、前記軸線方向から前記回転位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第2磁気検出素子を備える回転位置検出部と、を有し、

前記直動スケールが前記移動体とともに前記軸線方向に移動し、前記回転スケールが前記軸線方向の所定の位置で前記移動体とともに当該移動体と同軸に回転することを特徴とする直動回転検出器。

[請求項2] 請求項1において、

回転位置検出用着磁パターンは、前記軸線回りにS極とN極とが交互に配列され、かつ、径方向にS極とN極とが交互に着磁された格子状のものであり、

前記第2磁気検出素子は、前記回転位置検出用着磁パターンのS極とN極との境界部分に発生する回転磁界を検出することを特徴とする直動回転検出器。

[請求項3] 請求項1において、

前記回転位置検出用着磁パターンは、前記軸線回りにS極とN極とが交互に配列されたものであり、

前記第2磁気検出素子は、前記回転位置検出用着磁パターンの強弱磁界を検出することを特徴とする直動回転検出器。

[請求項4] 請求項1または2において、

前記回転スケールは、前記平面の前記回転位置検出用着磁パターンとは径方向で異なる部位にS極またはN極が着磁された着磁領域を備え、

前記回転位置検出部は、前記軸線方向から前記平面に対向して前記着磁領域の磁界を検出可能な第3磁気検出素子を備えることを特徴とする直動回転検出器。

[請求項5] 請求項2ないし4のうちのいずれか一項において、

前記直動位置検出用着磁パターンは、前記軸線方向にS極とN極とが交互に配列され、かつ、前記軸線回りにS極とN極とが交互に着磁された格子状のものであり、

前記第1磁気検出素子は、前記直動位置検出用着磁パターンのS極とN極との境界部分に発生する回転磁界を検出することを特徴とする直動回転検出器。

[請求項6] 請求項2ないし4のうちのいずれか一項において、

前記直動位置検出用着磁パターンは、前記軸線方向にS極とN極とが交互に配列されたものであり、

前記第1磁気検出素子は、前記直動位置検出用着磁パターンの強弱磁界を検出することを特徴とする直動回転検出器。

[請求項7] 請求項1ないし6のうちのいずれか一項に記載の直動回転検出器と、

前記移動体に固定されたボールスプライン軸受と、を有し、

前記ボールスプライン軸受は、前記移動体を前記軸線方向に移動可能に支持するとともに当該移動体と一体に回転し、

前記回転スケールは、前記ボールスプライン軸受を介して前記移動体に取り付けられることを特徴とする直動回転検出器ユニット。

[請求項8] 出力軸と、

前記出力軸を軸線方向に移動させる直動駆動部と、

軸線回りに回転するロータを備える回転駆動部と、

前記出力軸に同軸に固定されて、前記出力軸を前記軸線方向に移動可能に支持するとともに前記出力軸と一体に回転するボールスプライン軸受と、

前記出力軸の変位を検出する直動回転検出器と、を有し、

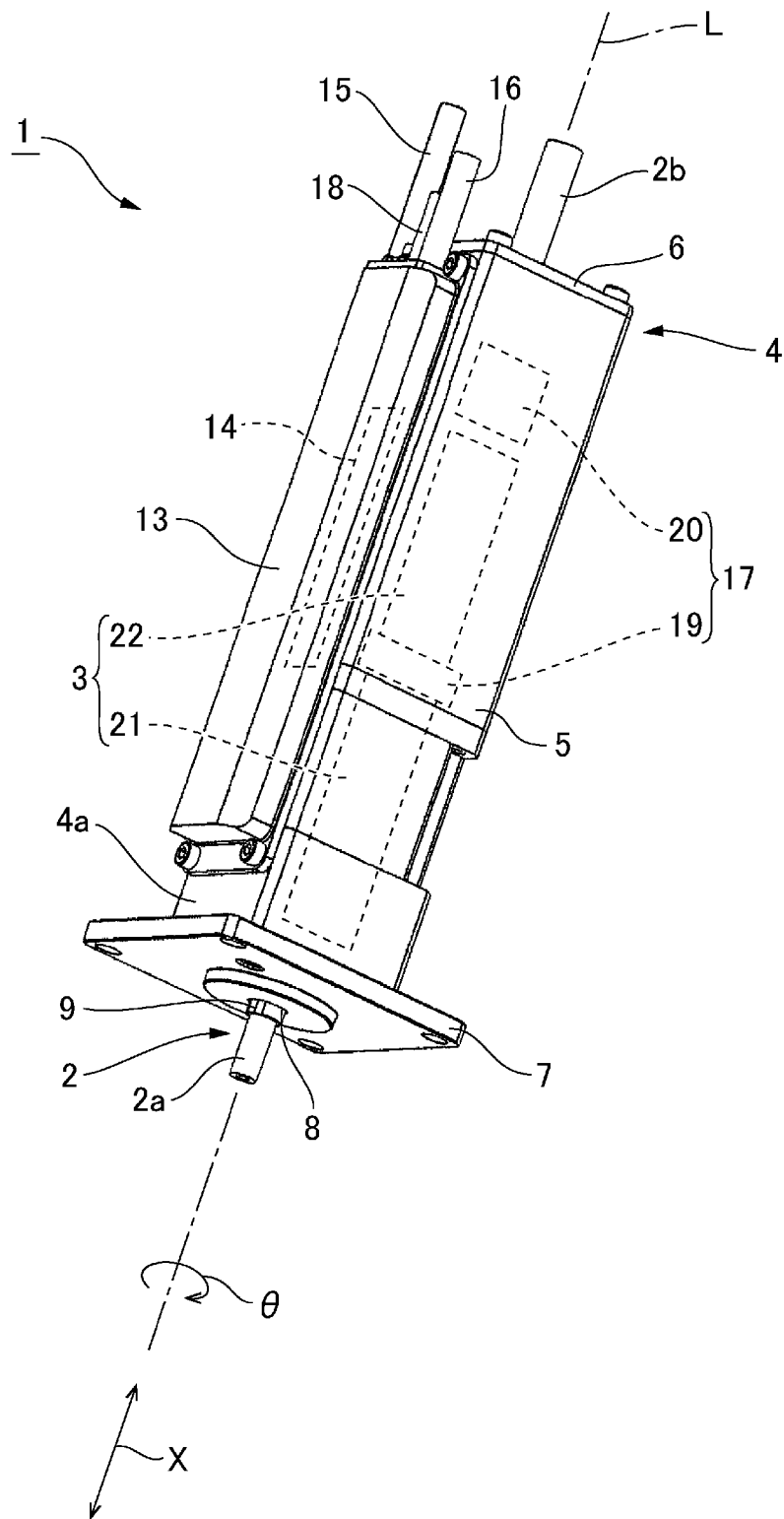
前記ロータは、前記ボールスプライン軸受に固定され、

前記直動回転検出器は、前記軸線を囲んで径方向を向く周壁面を備え、前記周壁面にN極とS極とが着磁された直動位置検出用着磁パターンを備える直動スケール、および、前記径方向から前記直動位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第1磁気検出素子を備える直動位置検出部と、前記軸線方向を向く平面を備え、前記平面にN極とS極とが着磁された回転位置検出用着磁パターンを備える回転スケール、および、前記軸線方向から前記回転位置検出用着磁パターンに対向して磁界の変化を検出する第2磁気検出素子を備える回転位置検出部と、を有し、

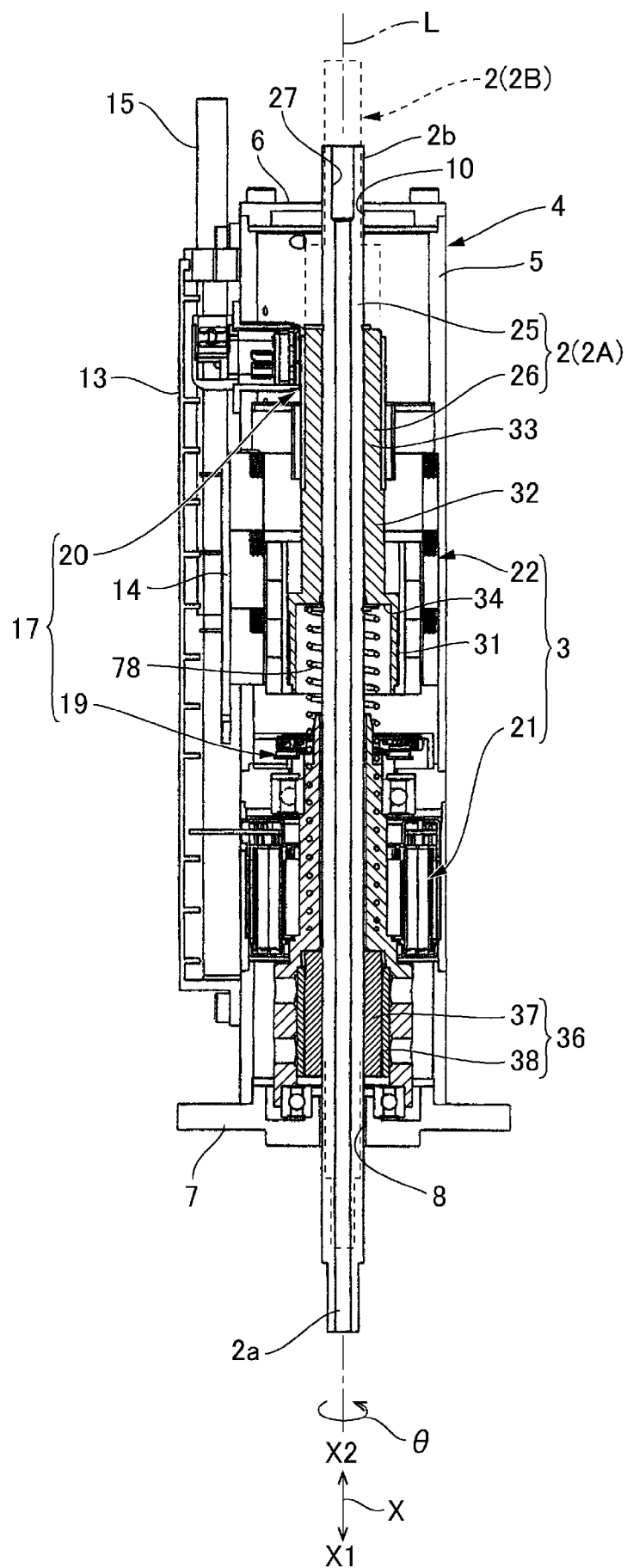
前記直動スケールは、前記出力軸に固定されて当該出力軸とともに前記軸線方向に移動し、

前記回転スケールは、前記ロータに固定されて前記軸線方向の所定の位置で前記出力軸とともに当該出力軸と同軸に回転することを特徴とする直動回転駆動装置。

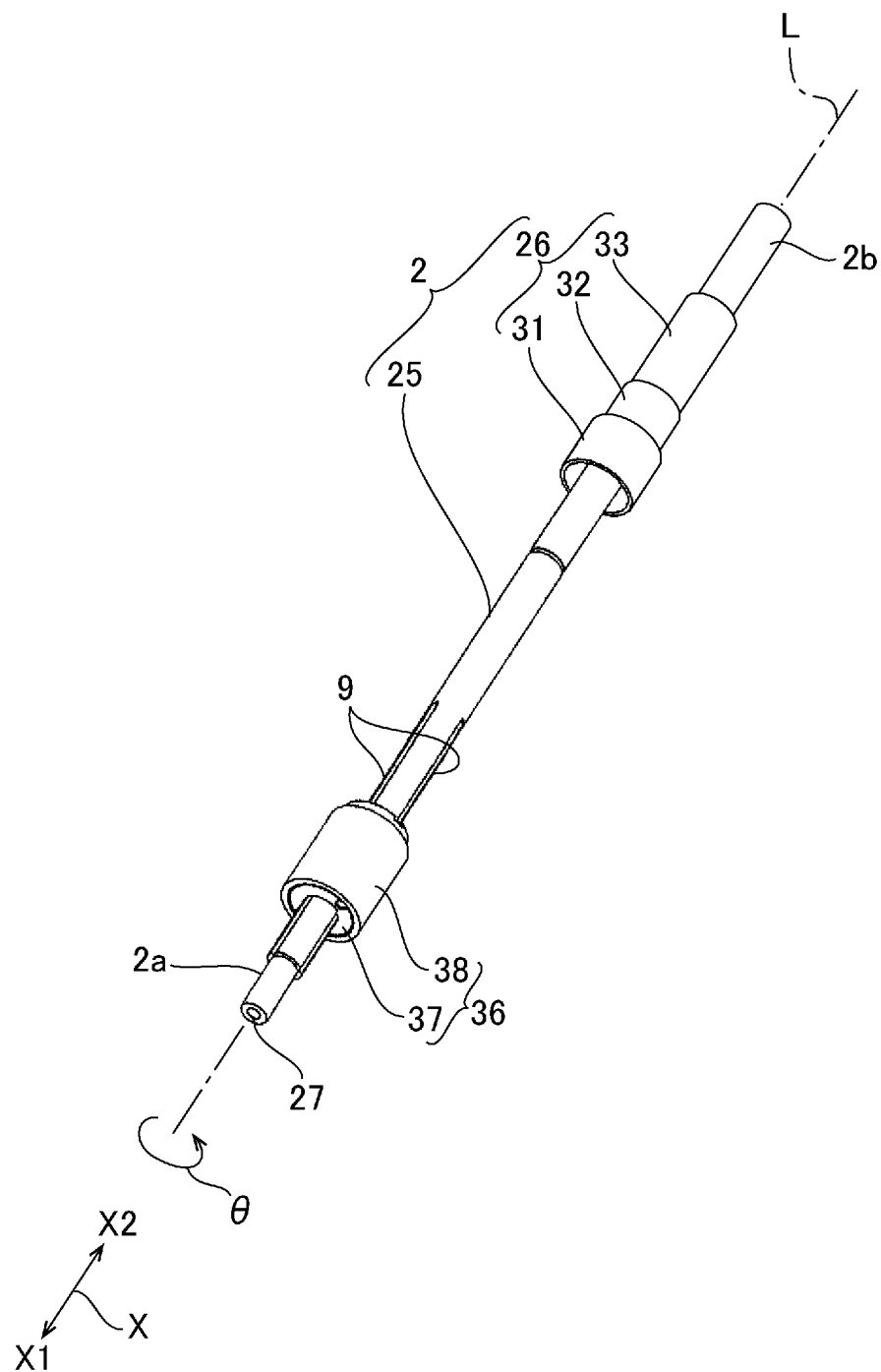
[図1]



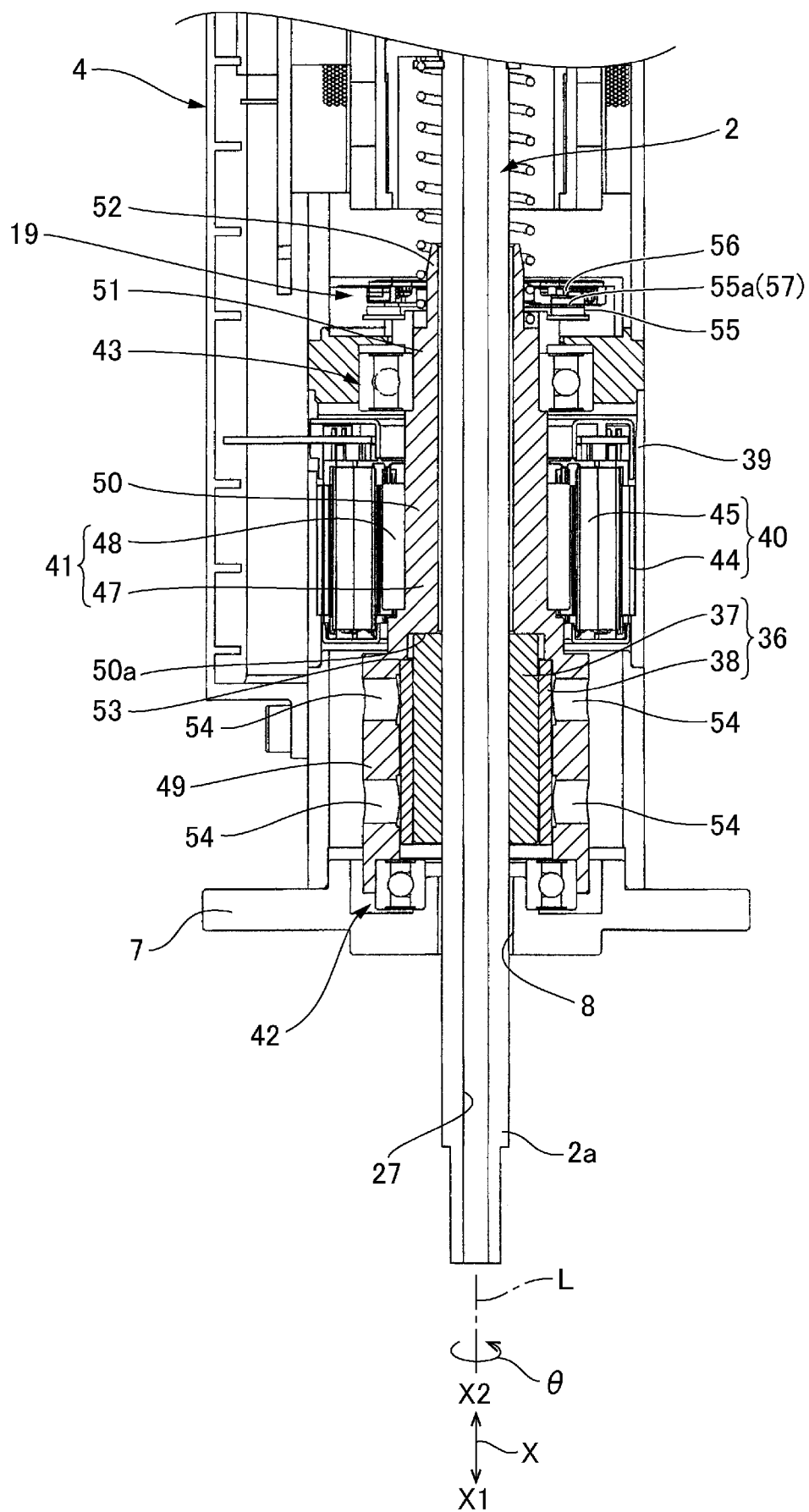
[図2]



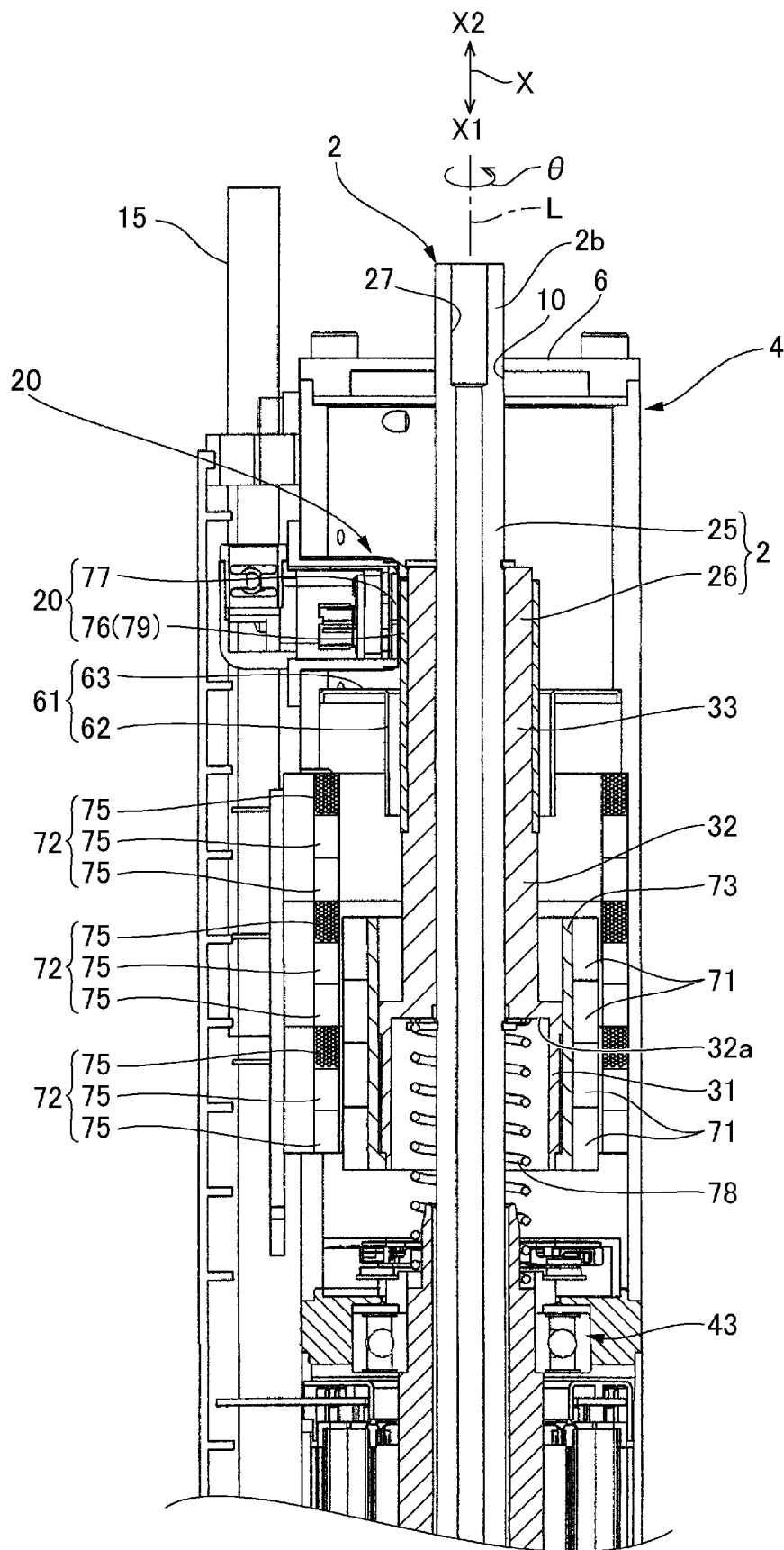
[図3]



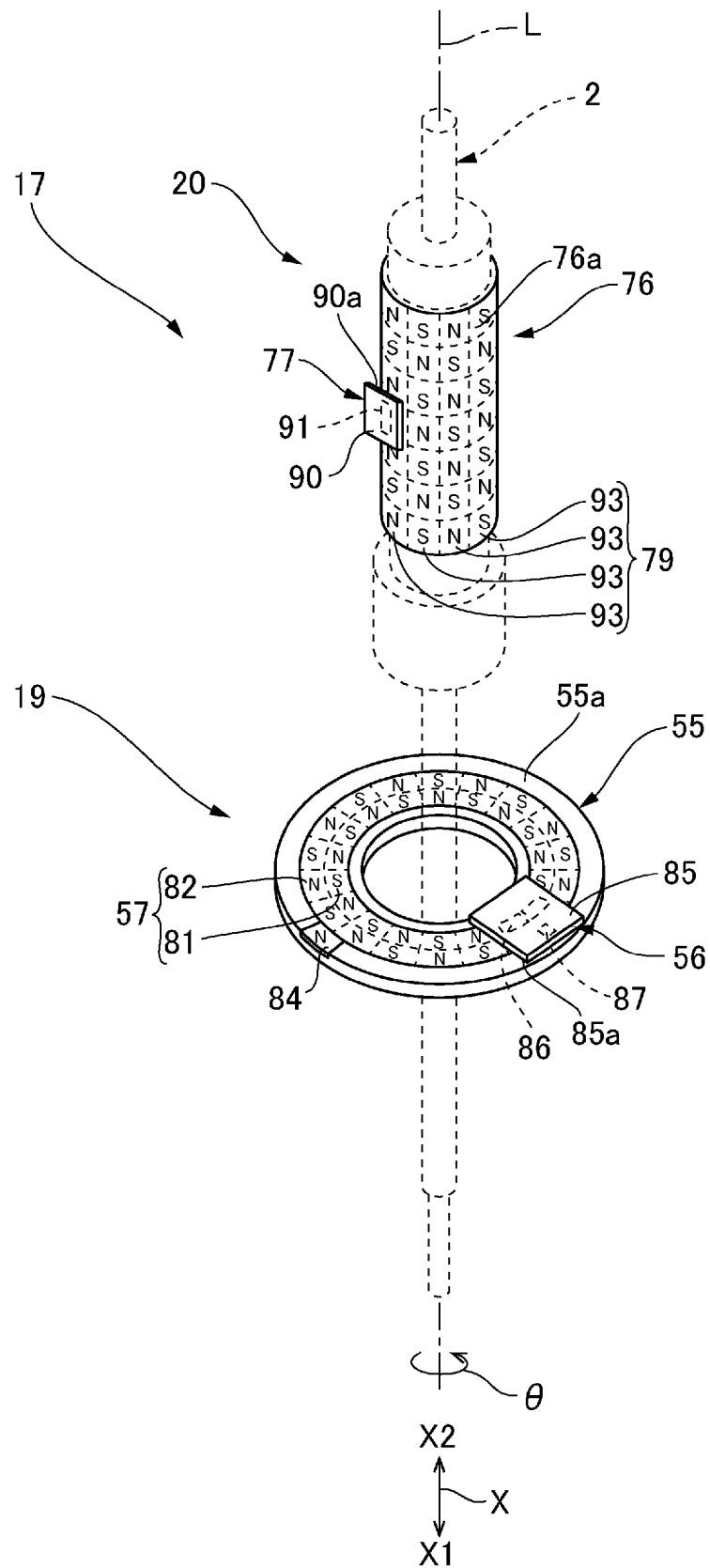
[図4]



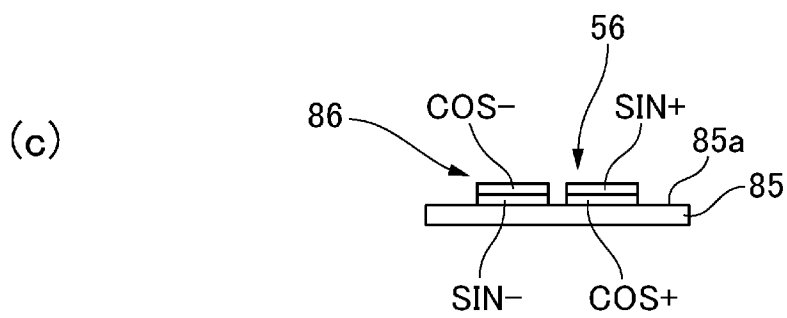
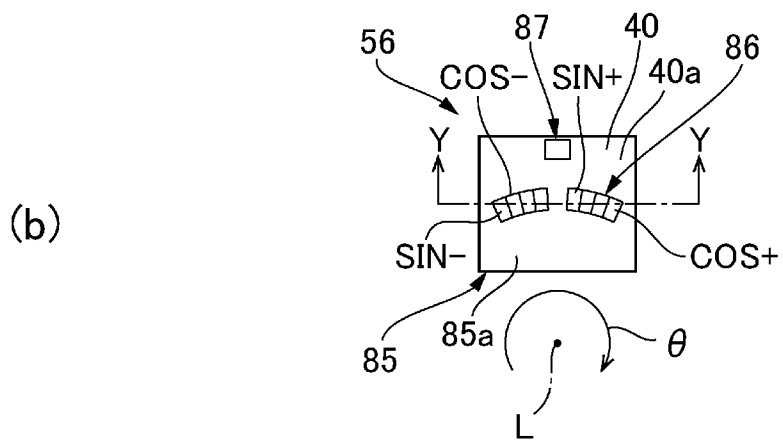
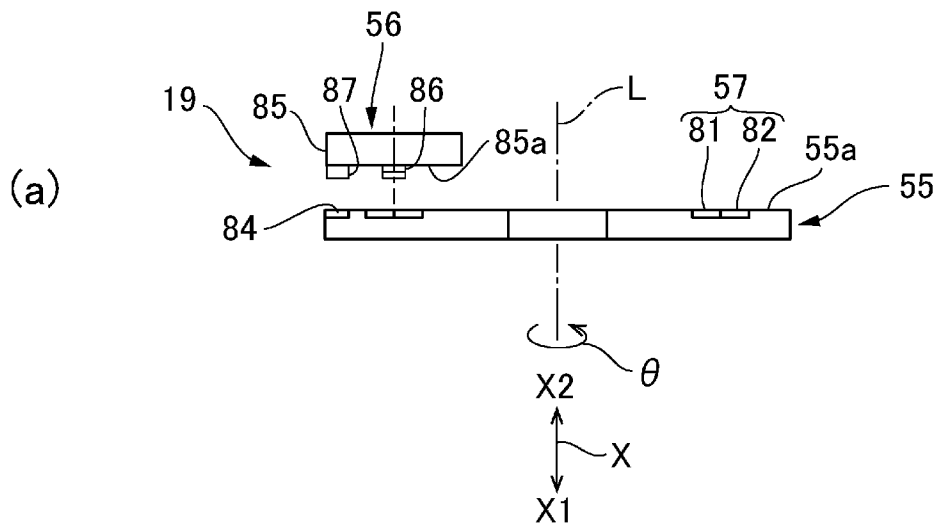
[図5]



[図6]

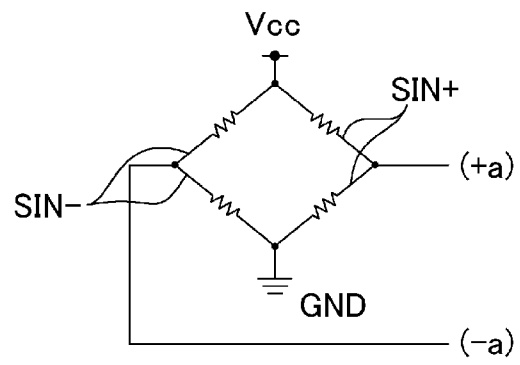


[図7]

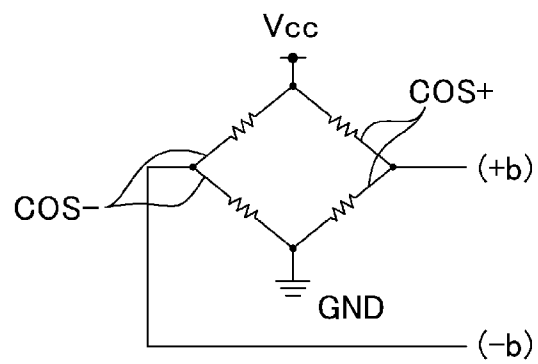


[図8]

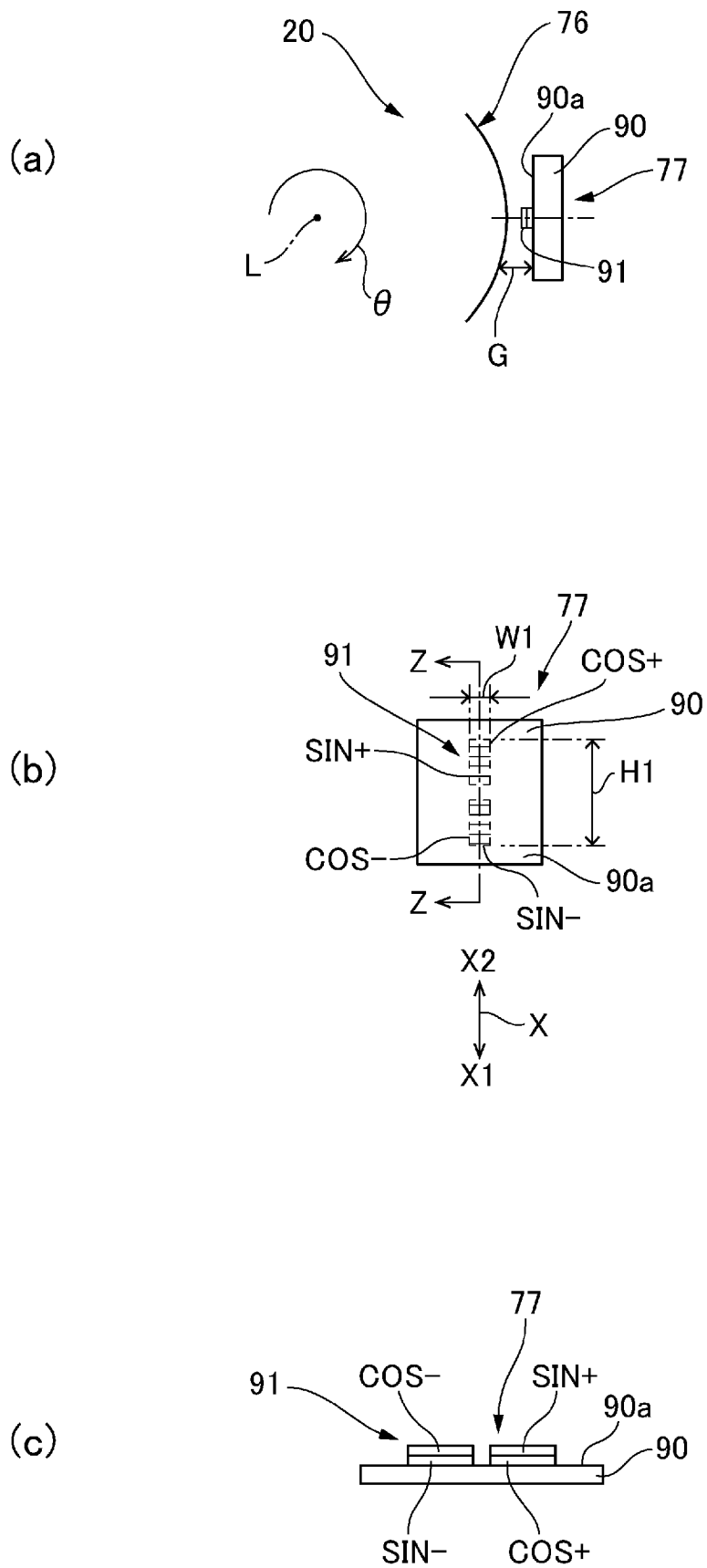
(a)



(b)



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/020568

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01D5/245(2006.01)i, G01B7/00(2006.01)i, G01B7/30(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)

G01D5/245, G01B7/00, G01B7/30

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 2007-143385 A (Yaskawa Electric Corp.), 07 June 2007 (07.06.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2015-108527 A (Tokai Rika Co., Ltd.), 11 June 2015 (11.06.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-8

☐ 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
26 June 2017 (26.06.17)

Date of mailing of the international search report
04 July 2017 (04.07.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01D5/245(2006.01)i, G01B7/00(2006.01)i, G01B7/30(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. G01D5/245, G01B7/00, G01B7/30

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 2007-143385 A（株式会社安川電機）2007.06.07, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2015-108527 A（株式会社東海理化電機製作所）2015.06.11, 全文、全図（ファミリーなし）	1-8

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

26.06.2017

国際調査報告の発送日

04.07.2017

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）

深田 高義

2 F

9416

電話番号 03-3581-1101 内線 3216