

(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
2015年9月24日(24.09.2015)



(10) 国際公開番号
WO 2015/141238 A1

- (51) 国際特許分類:
H02G 1/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050163
- (22) 国際出願日: 2015年1月6日(06.01.2015)
- (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 2014-055193 2014年3月18日(18.03.2014) JP
- (71) 出願人: 株式会社日立ハイテクファインシステムズ(HITACHI HIGH-TECH FINE SYSTEMS CORPORATION) [JP/JP]; 〒3690395 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 Saitama (JP).
- (72) 発明者: 都島 豪志(TSUSHIMA Koji); 〒3690395 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内 Saitama (JP). 北村 純一(KITAMURA Junichi); 〒3690395 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内 Saitama (JP). 神宮 彩実(JINGU Ayami); 〒3690395 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内 Saitama (JP). 佐

藤 秀紀(SATOU Hideki); 〒3690395 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地 株式会社日立ハイテクファインシステムズ内 Saitama (JP).

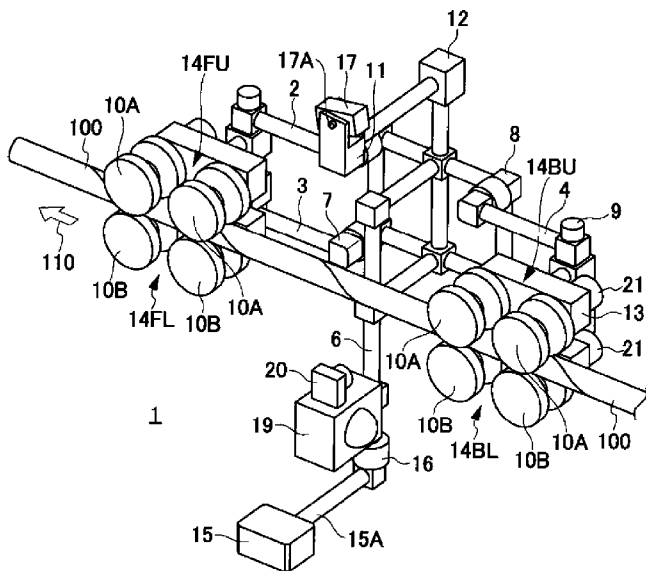
- (74) 代理人: 特許業務法人信友国際特許事務所(SHIN-YU INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒1510073 東京都渋谷区笹塚2-1-6 笹塚センタービル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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,

[続葉有]

(54) Title: OVERHEAD POWER LINE INSPECTION DEVICE

(54) 発明の名称: 架空電線検査装置

FIG. 1



(57) Abstract: An overhead power line inspection device for inspecting an overhead power line while traveling on the overhead power line is equipped with: one sensor for detecting the state of the overhead power line along the overhead power line; and another sensor for scanning the front in the traveling direction of the overhead power line inspection device to perform a detection. In the overhead power line inspection device, when a discontinuous displacement is detected in the output from the one sensor, the another sensor scans the front in the traveling direction of the overhead power line inspection device.

(57) 要約: 架空電線上を走行しつつ、架空電線を検査する架空電線検査装置を、架空電線に沿って架空電線の状態を検知するための一方のセンサと、架空電線検査装置の走行方向における前方を走査して検知する他方のセンサを備え、一方のセンサからの出力において不連続な変位が検出されたときに、他方のセンサにより架空電線検査装置の走行方向における前方を走査する構成とする。



WO 2015/141238 A1

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称： 架空電線検査装置

技術分野

[0001] 本発明は、架空電線を検査する架空電線検査装置に関する。

背景技術

[0002] 送電線などの架空電線は、経年により、腐食したり損傷したりするため、架空電線を定期的に検査する必要がある。

最近、架空電線上を走行しながら架空電線を検査する装置（以下「電線検査装置」という）によって、架空電線を検査するといったことが行われている。

こうした電線検査装置を利用した検査は、例えば、人が実際に架空電線に乗って検査を行うよりも、より簡便であり且つ安全である。

[0003] また、従来提案されている検査装置は、送電を停止した状態、即ち停電状態にして検査を行う構成であった。これに対して、電力供給の面から、停電しない状態、即ち活線状態での検査が可能な検査装置が望まれている。

[0004] ところで、架空電線には、碍子等の架線用付属品が取り付けられている。電線検査装置を用いて架空電線の検査を行う場合には、こうした架線用付属品が電線検査装置（架空電線上を走行する）の障害となる。

[0005] そこで、単導体、多導体方式の架空電線も点検可能で、架空電線上に障害となる物体があったとしても、安定感をもって障害物を通過することができ、さらに停電しない（活線）での検査が可能な、自走式架空電線検査装置が提案されている（特許文献1を参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-254567号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] ところで、架空電線には、碍子やスペーサなどの架線用付属品が取り付けられており、検査装置を用いて架空電線の検査を行う場合には、こうした架線用付属品を通過可能な機構が必要となる。そこで、特許文献1に記載された構成のように、架空電線の点検装置において、バランスをとる機構をもたせて、その機構を動かすことにより、障害物を回避可能としている。

[0008] しかし、碍子、スペーサなどの障害物をより安定して通過するためには、現実に検査する架空電線の傾き、障害物の種類や大きさを認識し、障害物の回避に最適な機構動作を行えることが望ましい。

[0009] 上述した問題の解決のために、本発明においては、障害物の種類や大きさを認識し、障害物を回避して走行可能な架空電線検査装置を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の架空電線検査装置は、架空電線上を走行しつつ、前記架空電線を検査する架空電線検査装置であって、前記架空電線に沿って前記架空電線の状態を検知するための一方のセンサと、前記架空電線検査装置の走行方向における前方を走査して検知する他方のセンサを備え、前記一方のセンサからの出力において不連続な変位が検出されたときに、前記他方のセンサにより前記架空電線検査装置の走行方向における前方を走査する構成である。

[0011] 上述の本発明の架空電線検査装置の構成によれば、架空電線の状態を検知する一方のセンサを備えているので、一方のセンサにより、架空電線の状態の検知と、障害物の有無及び障害物による不連続な変位の検知を行うことができる。

また、架空電線検査装置の走行方向における前方を走査して検知する他方のセンサを備えているので、他方のセンサの検知の結果により、架空電線検査装置の走行方向における前方に存在する障害物の大きさや種類を認識することが可能になる。

そして、一方のセンサからの出力において不連続な変位が検出されたときに、他方のセンサにより架空電線検査装置の走行方向における前方を走査す

るので、障害物が存在する場合に、不連続な変位により障害物の場所を特定して、その付近で他方のセンサによる走査が行われる。これにより、障害物の種類や大きさを認識し、架空電線検査装置が障害物を回避して走行することが可能になる。

発明の効果

[0012] 上述の本発明の架空電線検査装置によれば、障害物の種類や大きさを認識し、架空電線検査装置が障害物を回避して走行することが可能になるため、認識された障害物の種類や大きさに対応して、回避動作を変えることができる。

これにより、比較的小さい障害物に対しては、回避動作の際の移動量を小さくして、回避動作を高速化することが可能になる。

図面の簡単な説明

- [0013] [図1]第1実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）である。
[図2]第1実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）である。
[図3]A～D 第1実施形態の架空電線検査装置の概略構成図である。
[図4]A～D 第1実施形態の架空電線検査装置の障害物に対する回避動作を説明する図である。
[図5]障害物の認識と回避の実行を行う手順のフローチャートである。
[図6]第1実施形態の架空電線検査装置及び障害物（懸垂碍子、アークホーン）の側面図である。
[図7]図6の障害物（懸垂碍子、アークホーン）の正面図である。
[図8]第2実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）である。
[図9]第2実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）である。
[図10]A～C 第2実施形態の架空電線検査装置の概略構成図である。
[図11]A、B 多導体の架空電線に設けられる懸垂碍子及びアークホーンの概略構成図である。
[図12]A、B 多導体の架空電線に設けられるスペーサの概略構成図である。

[図13]第2実施形態の架空電線検査装置が架空電線に乗せられた状態の斜視図である。

[図14]第2実施形態の架空電線検査装置が懸垂碍子及びアークホーンの近くに到達した状態の斜視図である。

[図15]第2実施形態の架空電線検査装置及び障害物（懸垂碍子、アークホーン）の側面図である。

[図16]図15の障害物（懸垂碍子、アークホーン）の正面図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、架空電線検査装置の実施形態について説明する。

なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第1実施形態
2. 第2実施形態
3. 変形例

[0015] <1. 第1実施形態>

第1実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）を、図1及び図2に示す。

図1及び図2に示す架空電線検査装置1（以下「電線検査装置」という）は、計測装置19と、4つの挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLを具備する。

また、電線検査装置1の平面図を図3Aに示し、電線検査装置1の正面図を図3Bに示し、電線検査装置1の下面図を図3Cに示し、電線検査装置1の右側面図を図3Dに示す。

[0016] 計測装置19は、電線検査装置1の中央部を上下方向に延びるシャフト6の下方に接続されている。詳細には、計測装置19は、シャフト6に対して回転不能に取り付けられている。

[0017] また、本実施形態の電線検査装置1は、4つの挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLに対応する、4つのアーム2, 3, 4, 5を具備する。

4つのアーム2, 3, 4, 5の一方の端部は、鉛直面での回転が可能なように、モータ7, 8に接続されている。

アーム2, 3, 4, 5の他方の端部には、回転モータ9が取り付けられている。

この回転モータ9によって、アーム2, 3, 4, 5に対して、挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLを、アーム2, 3, 4, 5の長手方向と直交する鉛直軸の周りの方向に回転させることが可能である。

[0018] 図2に、この電線検査装置1の進行方向110を矢印で示す。

進行方向110の前方の2つの挟持走行部（以下「前方挟持走行部」という）14FU, 14FLは、それぞれ、ユニット13と、このユニット13に取り付けられた2つの車輪とを有する。

前方挟持走行部14FU, 14FLは上下対となっており、モータ7を駆動してアーム2, 3を回転することで、架空電線100を上下方向の両側から挟持する。アーム2, 3は、前方挟持走行部14FU, 14FLが架空電線100を挟持する状態から架空電線100を解放した状態まで移動させることが可能に構成されている。

上側の前方挟持走行部14FUは、その2つの車輪が駆動輪10Aであり、ユニット13内に設けられた駆動モータによって駆動される。2つの駆動輪10Aは、ユニット13に取付けられたギア、ベルトによって、駆動が同期している。

下側の前方挟持走行部14FLは、その2つの車輪が従動輪10Bであり、電線検査装置1の移動に従って回転する。2つの従動輪10Bは、ユニット13に取付けられたギア、ベルトによって、同期して回転する。

前方挟持走行部14FUのユニット13内の駆動モータを駆動することにより、2つの駆動輪10Aを回転させて、駆動力を架空電線100に伝えることが可能である。

そして、前方挟持走行部14FUの2つの駆動輪10Aが駆動モータによって回転駆動して、電線検査装置1が架空電線100上を進行方向110に

進む。これに従い、前方挟持走行部 14FL の 2 つの従動輪 10B が架空電線 100 との摩擦によって回転する。

[0019] 進行方向 110 の後方の 2 つの挟持走行部（以下「後方挟持走行部」という）14BU, 14BL も、前方挟持走行部 14FU, 14FL と同様に、それぞれ、ユニット 13 と、このユニット 13 に取り付けられた 2 つの車輪とを有する。

後方挟持走行部 14BU, 14BL は上下対となっており、モータ 8 を駆動してアーム 4, 5 を回転することで、架空電線 100 を上下方向の両側から挟持する。アーム 4, 5 は、後方挟持走行部 14BU, 14BL が架空電線 100 を挟持する状態から架空電線 100 を解放した状態まで移動させることが可能に構成されている。

上側の後方挟持走行部 14BU は、その 2 つの車輪が駆動輪 10A であり、ユニット 13 内に設けられた駆動モータによって駆動される。2 つの駆動輪 10A は、ユニット 13 に取付けられたギア、ベルトによって、駆動が同期している。

下側の後方挟持走行部 14BL は、その 2 つの車輪が従動輪 10B であり、電線検査装置 1 の移動に従って回転する。2 つの従動輪 10B は、ユニット 13 に取付けられたギア、ベルトによって、同期して回転する。

後方挟持走行部 14BU は、前方挟持走行部 14FU と同様に駆動することが可能であり、2 つの駆動輪 10A を回転させて、駆動力を架空電線 100 に伝えることが可能である。

そして、後方挟持走行部 14BU の駆動輪 10A が駆動モータによって回転駆動して、電線検査装置 1 が架空電線 100 上を進行方向 110 に進む。これに従い、後方挟持走行部 14BL の 2 つの従動輪 10B が架空電線 100 との摩擦によって回転する。

[0020] 上述した前方挟持走行部 14FU, 14FL 及び後方挟持走行部 14BU, 14BL は、それぞれ最適な挟持力にて、電線検査装置 1 を走行させることが可能なように、架空電線 100 に対する、アーム 2, 3 及びアーム 4,

5の位置を調節する。

[0021] 各挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLには、エンコーダ21が具備されており、回転が可能な駆動輪10Aと、追従して回転する従動輪10Bを、それぞれセンシングしている。このエンコーダ21は、駆動輪10A及び従動輪10Bをセンシングすることにより、電線検査装置1の走行状態が正常か異常であるかを判断するためのセンサとして作用する。これにより、挟持による摩擦力が低減しスリップした時など、電線検査装置1の走行の異常状態を、エンコーダ21からの信号により検知することが可能である。

[0022] 電線検査装置1の重心は、電線検査装置1が走行する架空電線100を含む鉛直平面内、即ち、架空電線100の直下に存在しているように、各部品は配置されている。

従って、障害物を通過するシーケンスにおいて、架空電線100を中心軸として発生する回転モーメントは十分に小さく、挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLの支持により摩擦力が働くため、電線検査装置1の姿勢は水平に保たれる。

[0023] さらに、計測装置19の上に、レーザレンジセンサ20が実装されており、走行中の架空電線100の形状測長が可能である。

レーザレンジセンサ20を用いて、進行方向110に架空電線100を測長することができる。そして、架空電線100を測長した結果を用いて、架空電線100の傾斜に対して最適な角度で挟持が可能ないように、モータ9を駆動させて、挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLを角度調整しつつ、走行することが可能である。

このことにより、懸垂碍子などの障害物の前後において、架空電線100に傾斜が存在していても、障害物を回避して走行することが可能である。

[0024] また、電線検査装置1の中央部のシャフト6の下端部には、モータ16が設けられ、このモータ16には、アーム15Aを介してカウンタウエイト15が接続されている。モータ16を駆動させることにより、アーム15Aを

回転させて、カウンタウエイト 15 の位置を移動させて、電線検査装置 1 の重心を制御することが可能である。

風あるいは障害物回避動作の影響により、電線検査装置 1 の重心が架空電線 100 を含む鉛直面からずれたときには、カウンタウエイト 15 の位置を変えて、重心を調整することにより、電線検査装置 1 の姿勢の保持が可能である。

[0025] 図 1 及び図 2 に示すように、本実施形態の電線検査装置 1 は、検査カメラ 11 を備えている。

検査カメラ 11 は、モータ 12 によって、回転可能に支持されている。

検査カメラ 11 は、架空電線 100 を撮影することにより、架空電線 100 の外径の測定や、架空電線 100 の表層のキズや変色の検出を行う。架空電線 100 の外径は、架空電線 100 の内部の腐食の進行により変化する。架空電線 100 の表層のキズや変色を検出することにより、架空電線 100 の外部の腐食の状況を検知することができる。

[0026] また、検査カメラ 11 の上方には、レーザレンジセンサ 17 が設けられ、水平な軸 17 A に回転可能に支持されている。そして、レーザレンジセンサ 17 を軸 17 A 周りに回転させて上下に動かす、偏角機構を備えている。

このレーザレンジセンサ 17 は、その内部が水平方向に走査を行うように構成されており、さらに偏角機構によって仰角を変えて、走査する高さを変えることが可能になっている。

[0027] 計測装置 19 には、検査カメラ 11 から得られるデータを記憶し保存しておく装置、センサから得られるデータを分析する装置、センサから得られるデータやこれらデータを分析した結果を所定の場所へ送信する装置などが搭載されている。さらに、計測装置 19 には、これらセンサや装置を駆動する電力を供給するバッテリーなどが搭載されている。

[0028] 次に、本実施形態の電線検査装置 1 における、障害物の退避方法を、図 4 A～図 4 D を参照して説明する。

本実施形態の電線検査装置 1 は、モータ 7, 8 を駆動してアーム 2, 3,

4, 5を回転することにより、挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLの架空電線100の挟持状態と解除状態とを切り替えることが可能である。

そして、各挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLが障害物を通過した後に架空電線100を挟持した状態に戻すことにより、電線検査装置1は、障害物を回避して通過することができる。

[0029] 図4A～図4Dは、本実施形態の電線検査装置1が、懸垂碍子101が取り付けられた架空電線100上を走行しているところを順に示したものである。なお、懸垂碍子101の前後には、懸垂碍子101を囲むように、アーカホーン102が設けられている。

[0030] 電線検査装置1は、図4Aに示されているように、前方挟持走行部14FU, 14FLが懸垂碍子101の近傍に達したときに、一旦停止する。

そして、モータ7を駆動して前方の2本のアーム2, 3を回転させ、前方挟持走行部14FU, 14FLを挟持状態から解放させて、後方挟持走行部14BU, 14BLにより電線検査装置1を支持する。さらに、モータ9の駆動により、前方挟持走行部14FU, 14FLを架空電線100の図中手前側に回転させる。

これにより、図中右方向へ電線検査装置1を走行させて、前方挟持走行部14FU, 14FLが懸垂碍子101やアーカホーン102に衝突することなく通過する。

[0031] 次いで、電線検査装置1は、検査カメラ11が、懸垂碍子101とアーカホーン102の近傍に達したときに、一旦停止する。

そして、モータ12を駆動することで、検査カメラ11を退避状態とする。

そして、後方挟持走行部14BU, 14BLを駆動して、電線検査装置1は前進する。これにより、図4Bに示すように、検査カメラ11、及び前方挟持走行部14FU, 14FLが懸垂碍子101やアーカホーン102に衝突することなく、通過する。

[0032] 次いで、電線検査装置 1 は、前方挟持走行部 14FU, 14FL が懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 を通過した後、モータ 9 及びモータ 7 を駆動して、前方のアーム 2, 3 を回転させる。これにより、前方挟持走行部 14FU, 14FL により再び架空電線 100 を挟持した状態とする。

そして、後方挟持走行部 14BU, 14BL が懸垂碍子 101 の近傍に達するまで、前後両方の挟持走行部 14FU, 14FL, 14BU, 14BL を駆動して前進する。

[0033] 次いで、前方挟持走行部 14FU, 14FL を架空電線 100 上に乗せた状態で、モータ 8 を駆動して後方のアーム 4, 5 を回転させて、後方挟持走行部 14BU, 14BL を挟持状態から解放させる。さらに、モータ 9 の駆動により、後方挟持走行部 14BU, 14BL を架空電線 100 の図中手前側に回転させて、懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 の外側に退避させる。

そして、後方挟持走行部 14BU, 14BL が懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 を通過するまで、前方挟持走行部 14FU, 14FL を駆動して前進する。これにより、後方挟持走行部 14BU, 14BL が懸垂碍子 101 やアークホーン 102 に衝突することなく、通過する。

[0034] 次いで、検査カメラ 11 が懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 を通過したら、モータ 12 を駆動することで、検査カメラ 11 を点検状態とする。

[0035] 次いで、電線検査装置 1 は、後方挟持走行部 14BU, 14BL が懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 を通過した後、モータ 9 及びモータ 8 を駆動して、後方のアーム 4, 5 を回転させる。これにより、図 4D に示すように、後方挟持走行部 14BU, 14BL を、架空電線 100 を挟持した状態とする。

上述した動作によって、電線検査装置 1 が懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 を回避して通過することが可能である。

[0036] また、本実施形態の電線検査装置 1 は、架空電線 100 に傾斜がある場合には、図 4A ~ 図 4D に示した動作に加えて、モータ 7, 8 の駆動によりア

ーム 2, 3, 4, 5 を回転させて、アーム 2, 3, 4, 5 の向きを変える。これにより、架空電線 100 に傾斜がある場合でも、架空電線 100 にある障害物の回避を行うことができる。

[0037] なお、本実施形態の電線検査装置 1 が回避することが可能な、架空電線 100 上の障害物は、図 4 に示した懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 に限定されず、本実施形態の電線検査装置 1 は、その他の障害物も同様に回避することができる。

[0038] 次に、図 5～図 7 を参照して、第 1 実施形態の電線検査装置 1 が障害物を認識する手順について説明する。

図 5 は、障害物の認識と回避の実行を行う手順のフローチャートである。図 6 は、電線検査装置 1 及び障害物である懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 の側面図である。図 7 は、懸垂碍子 101 及びアークホーン 102 の正面図である。

[0039] 第 1 実施形態の電線検査装置 1 は、例えば図 4 に示したような懸垂碍子 101、アークホーン 102 の他、スペーサなどの付属品が取り付けられた架空電線 100 を検査するのに利用される。

電線検査装置 1 には、進行方向を架空電線 100 に沿って走査して、距離計測が可能なレーザレンジセンサ 20 と、偏角機構をもち、水平方向に走査し距離計測が可能なレーザレンジセンサ 17 を備えている。

進行方向に走査するレーザレンジセンサ 20 は、図 1 及び図 2 に示したように、計測装置 19 の上に設けられ、架空電線 100 の下方に配置される。

水平方向に走査するレーザレンジセンサ 17 は、図 1 及び図 2 に示したように、検査カメラ 11 の上方に設けられ、架空電線 100 の上方に配置される。

[0040] なお、レーザレンジセンサ 17 とレーザレンジセンサ 20 の他に、さらに、距離計測が可能な超音波方式センサを設けて、超音波方式センサにより進行方向へのスキャンを行っても良い。

レーザレンジセンサは、雨や光などの外乱要因によっては、データにノイ

ズが混じることも可能性としてあり、超音波方式センサを設けておくことにより、そのような場合でも、超音波方式センサのセンサ信号を代わりに用いることができる。

[0041] まず、図5のステップS1において、レーザレンジセンサ20で電線検査装置1の進行方向にスキャンを実行する。即ち、図6に鎖線で示すように、架空電線100の下方に配置されたレーザレンジセンサ20から、進行方向にスキャンを実行する。例えば、進行方向に15mの範囲にある物体への距離を計測する。

これにより、レーザレンジセンサ20において、架空電線100の状態の検知と、障害物の有無及び障害物による不連続な変位の検知を行うことができる。

[0042] 次に、ステップS2において、距離データに不連続な変位が発生しているか調べる。

障害物のない架空電線100上を進行しているのであれば、架空電線の弛度（たわみ）があっても、ほぼ連続的に距離が変位する。この状態では、電線検査装置1が進行方向へのスキャンを実施しつつ、前進可能である。

一方、架空電線100に懸垂碍子101などの障害物があれば、距離データに不連続な変位が発生する。

不連続な変位が発生していないときは、ステップS1に戻る。不連続な変位が発生しているときは、ステップS3に進む。

[0043] 次に、ステップS3において、不連続な変位が発生している変位部の周辺まで、電線検査装置1を前進させる。

不連続な距離の変位が発生している場合には、障害物の認識を行うための水平方向へのスキャンを実行する計画を立てる必要がある。そのために、水平方向へのスキャンの精度が十分に高くなる位置まで、電線検査装置1を前進させる。

[0044] 次に、ステップS4において、レーザレンジセンサ17で水平方向にスキャンする。

進行方向へのスキャンから得られた結果より、例えば、変位部から3 m程度の距離をとり、水平方向へのスキャンを実行する。

不連続変位部の開始点よりも電線検査装置1に近い位置から、水平方向へのスキャンを開始する。

次に、ステップS5において、偏角機構を駆動して、レーザレンジセンサ17の仰角を変更する。

次に、ステップS6において、不連続変位部を網羅的にスキャンできているか調べて、まだ網羅的にスキャンできていない場合には、ステップS4に戻り、水平方向にスキャンを行う。網羅的にスキャンできている場合には、ステップS7に進む。

具体的には、例えば、図6及び図7に鎖線で示すように、偏角機構でレーザレンジセンサ17の仰角を変更して、スキャンが行われる高さを変更しながら、それぞれの高さで順次水平方向にスキャンを行う。そして、図7に●印で示す、障害物のある箇所では、レーザ光の反射によって、障害物の存在が確認される。

このようにして、適宜仰角を変更することにより、不連続変位部の領域における物体への距離を網羅的に計測する。

[0045] 上述した網羅的な計測により、電線検査装置1の走行方向における前方にある物体の形状と距離の点群データを取得することができる。

ステップS7において、この点群データを集計して、物体のマップデータを作成する。

[0046] 次に、ステップS8において、作成したマップデータより、障害物の種類を同定する。

進行方向と水平方向へのスキャンによる物体の形状データより、スペーサ、あるいは懸垂碍子101であるのか類推することはたやすい。例えば、懸垂碍子101であれば、進行方向上方に特徴のあるエッジ形状が存在する。例えば、スペーサであれば、架空電線100の周囲20cm程度の範囲に構造物があり、架空電線100の上方に特徴のあるデータが出力されることは

ない。

[0047] 次に、ステップS 9において、回避動作の予測データとマップデータとを照合する。即ち、電線検査装置1の回避動作に伴う走行領域と、作成したマップデータの照合を行う。例えば、図4に示したように、電線検査装置1には障害物の種類に応じて予め用意されてある障害物の回避動作がある。この回避動作による走行予測データとマップデータとを照合する。

[0048] 次に、ステップS 10において、回避動作の予測データとマップデータの照合の結果から、回避動作における電線検査装置1と障害物が干渉する領域の有無の判断を行う。

干渉する領域が無く通過可能である場合には、ステップS 12に進み、用意されている回避動作を実施して、障害物を通過する。

干渉する領域が発生する場合は、用意されている回避動作の修正を行う。具体的には、例えば、挟持走行部14FU, 14FL, 14BU, 14BLを、より大きく架空電線100の外側に退避させる、または、モータ7, 8を駆動することにより、架空電線100のさらに下方に角度修正させて走行する、などの回避動作の修正を行う。そして、修正した回避動作の走行予測データをもとに、再度ステップS 9でマップデータとの照合を行い、ステップS 10で干渉する領域の有無の判断を行う。ここで干渉する領域が発生しない場合には、ステップS 12に進んで、修正した回避動作を実行する。

[0049] このようにして、架空電線100上の障害物を認識する機構を構築することにより、電線検査装置1は、より安定して障害物を通過して検査を行うことが可能である。

[0050] 上述の本実施形態の架空電線検査装置1の構成によれば、架空電線100に沿って進行方向に走査して、架空電線100の状態を検知する、レーザレンジセンサ20を備えている。このレーザレンジセンサ20によって、架空電線100の状態の検知と、障害物の有無及び障害物による不連続な変位を検知することができる。

また、架空電線検査装置1の走行方向の前方を走査して検知するレーザレ

レンジセンサ 17 を備えているので、このレーザレンジセンサ 17 の検知の結果により、架空電線検査装置 1 の前方に存在する障害物の大きさや種類を認識することが可能になる。

そして、レーザレンジセンサ 20 からの出力において不連続な変位が検出されたときに、その不連続な変位が検出された位置付近まで走行して、レーザレンジセンサ 17 によって前方を走査する。即ち、架空電線 100 に障害物が存在する場合に、不連続な変位により障害物の場所を特定して、その場所の付近でレーザレンジセンサ 17 による走査が行われる。これにより、障害物の種類や大きさを認識し、架空電線検査装置 1 が障害物を回避して走行することが可能になる。

[0051] このように障害物の種類や大きさを認識するので、認識された障害物の種類に対応して、回避動作を変えることができる。

従来の架空電線検査装置では、障害物の種類や大きさの認識は行わないため、障害物を自動的に回避するためには、想定される最大限の障害物を回避できるように、回避動作の移動量を最大限の障害物に対応した、大きい移動量に設定する必要がある。

これに対して、本実施形態の架空電線検査装置 1 では、認識された障害物の種類に対応して回避動作を変えることができるので、比較的小さい障害物に対しては、回避動作の際の移動量を小さくして、回避動作を高速化することが可能になる。

[0052] また、架空電線 100 に障害物が無い区間では、レーザレンジセンサ 20 から不連続な変位が検知されないので、レーザレンジセンサ 17 による走査を行う必要がない。即ち、障害物が存在する場合にのみレーザレンジセンサ 17 により走査を行って、効率良く障害物の検知を行うことができる。

[0053] 本実施形態の架空電線検査装置 1 では、レーザレンジセンサ 17 が架空電線検査装置 1 の前方を水平方向に走査して検知し、偏角機構によりレーザレンジセンサ 17 の向きを上下方向に変える構成としている。これにより、水平方向は走査により精度良く検知を行うことができ、上下方向は偏角機構に

より段階的に向きを変えることができる。

本実施形態の架空電線検査装置 1 は、前方挟持走行部 14FU, 14FL と後方挟持走行部 14BU, 14BL や、検査カメラ 17 などを、それぞれ障害物の横方向に退避させることにより、障害物を回避させている。また、図 4 より、アークホーン 102 の方が、架空電線検査装置 1 よりも高くなっている。このような位置関係から、架空電線検査装置 1 よりも十分に上の領域の走査は不要であり、また、障害物の水平方向の存在範囲を正確に検知することで、適切な回避動作の移動量を求めることができる。従って、レーザレンジセンサ 17 が水平方向に走査を行い、偏角機構によりレーザレンジセンサ 17 の向きを上下方向に段階的に変える、本実施形態の構成とすることにより、効率的に障害物の大きさや種類の検知と移動量の算出を行うことができる。

[0054] 本実施形態の架空電線検査装置 1 において、レーザレンジセンサ 20 は架空電線 100 の下方に配置されており、レーザレンジセンサ 17 は架空電線 100 の上方に配置されている。

通常、架空電線 100 に存在する各種の障害物は、主に架空電線 100 よりも上方に延びている。

架空電線 100 に沿って進行方向に走査するレーザレンジセンサ 20 が、架空電線 100 の下方に配置されているので、障害物よりもさらに前方の架空電線 100 の検知も行うことができ、障害物による不連続な変位を精度良く検知することができる。

また、障害物の種類や大きさを認識する走査を行うレーザレンジセンサ 17 が、架空電線 100 の上方に配置されているので、障害物を見逃すことなく、障害物の種類や大きさを検知することができる。

[0055] なお、上述した説明では、検査カメラ 11 の上方のレーザレンジセンサ 17 を、水平方向にスキャンする構成とした。

検査カメラの上方のレーザレンジセンサは、水平方向にスキャンする構成と、上下方向にスキャンする構成の、いずれの構成とすることも可能である

。

レーザレンジセンサを上下方向にスキャンする構成とするときには、レーザレンジセンサの仰角を変更する偏角機構の代わりに、レーザレンジセンサの水平方向の向きを変える偏角機構を設ける。ただし、この構成の場合、回避動作を精度良く変えるために、偏角機構によりレーザレンジセンサの向きを変える間隔を狭くすることが望ましい。

[0056] <2. 第2実施形態>

第2実施形態の架空電線検査装置の概略構成図（斜視図）を、図8及び図9に示す。

また、電線検査装置31の平面図を図10Aに示し、電線検査装置31の正面図を図10Bに示し、電線検査装置31の右側面図を図10Cに示す。

[0057] 第1実施形態の電線検査装置1は、1本の架空電線100、即ち単導体を検査する構成であった。

これに対して、図8～図10に示す第2実施形態の電線検査装置31は、2本の架空電線100、即ち多導体を検査する構成である。

第2実施形態の電線検査装置31は、大部分が第1実施形態の電線検査装置1と同様の構成となっているが、2本の架空電線100を検査するために、車輪が2個1組になっており、検査用のカメラやセンサも2個設けられている。また、第2実施形態の電線検査装置31は、計測装置及びカウンタウエイトの構成が第1実施形態の電線検査装置1とは異なっている。

[0058] 図8及び図9に示す架空電線検査装置31（以下「電線検査装置」という）は、計測装置49と、4つのアーム32, 33, 34, 35と、4つの挟持走行部44FU, 44FL, 44BU, 44BLを具備する。

計測装置49は、電線検査装置31の中央部を下方に延びるシャフト59の下端部に接続された、水平方向に延びるシャフト60に接続されている。この計測装置49は、第1の実施形態の計測装置19よりも大きい。また、第1の実施形態の計測装置19が上下方向に長い形状であったのに対して、第2の実施形態の計測装置49は水平方向に長い形状となっている。計測装

置49は、シャフト60に対して回転不能に取り付けられている。

[0059] 4つのアーム32, 33, 34, 35の一方の端部は、鉛直面での回転が可能ないように、モータ37, 38に接続されている。

アーム32, 33, 34, 35の他方の端部には、回転モータ39が取り付けられている。

この回転モータ39によって、アーム32, 33, 34, 35に対して、挟持走行部44FU, 44FL, 44BU, 44BLを、アーム32, 33, 34, 35の長手方向と直交する鉛直軸の周りの方向に回転させることが可能である。

[0060] 進行方向110の前方の2つの挟持走行部（前方挟持走行部）44FU, 44FLは、それぞれ、ユニット43と、このユニット43に取り付けられた車輪とを有する。各ユニット43には、2個の車輪をシャフト57で連結した組が、2組接続されている。

前方挟持走行部44FU, 44FLは上下対となっており、モータ37を駆動してアーム32, 33を回転することで、架空電線100を上下方向の両側から挟持する。アーム32, 33は、前方挟持走行部44FU, 44FLが架空電線100を挟持する状態から架空電線100を解放した状態まで移動させることが可能に構成されている。

上側の前方挟持走行部44FUは、その2組4個の車輪が駆動輪40Aであり、ユニット43内に設けられた駆動モータによって駆動される。2組の駆動輪40Aは、ユニット43に取付けられたギア、ベルトによって、駆動が同期している。

下側の前方挟持走行部44FLは、その2組4個の車輪が従動輪40Bであり、電線検査装置31の移動に従って回転する。2組の従動輪40Bは、ユニット43に取付けられたギア、ベルトによって、同期して回転する。

前方挟持走行部44FUのユニット43内の駆動モータを駆動することにより、2組の駆動輪40Aを回転させて、駆動力を架空電線100に伝えることが可能である。

そして、前方挟持走行部44FUの駆動輪40Aが駆動モータによって回転駆動して、電線検査装置31が架空電線100上を進行方向110に進む。これに従い、前方挟持走行部44FLの従動輪40Bが架空電線100との摩擦によって回転する。

[0061] 進行方向110の後方の2つの挟持走行部（後方挟持走行部）44BU, 44BLも、前方挟持走行部44FU, 44FLと同様に、それぞれ、ユニット43と、このユニット43に取り付けられた車輪とを有する。各ユニット43には、2個の車輪をシャフト57で連結した組が、2組接続されている。

後方挟持走行部44BU, 44BLは上下対となっており、モータ38を駆動してアーム34, 35を回転することで、架空電線100を上下方向の両側から挟持する。アーム34, 35は、後方挟持走行部44BU, 44BLが架空電線100を挟持する状態から架空電線100を解放した状態まで移動させることが可能に構成されている。

上側の後方挟持走行部44BUは、その2組4個の車輪が駆動輪40Aであり、ユニット43内に設けられた駆動モータによって駆動される。2つの駆動輪40Aは、ユニット43に取付けられたギア、ベルトによって、駆動が同期している。

下側の後方挟持走行部44BLは、その2組4個の車輪が従動輪40Bであり、電線検査装置31の移動に従って回転する。2つの従動輪40Bは、ユニット43に取付けられたギア、ベルトによって、同期して回転する。

後方挟持走行部44BUは、前方挟持走行部44FUと同様に駆動することが可能であり、駆動輪40Aを回転させて、駆動力を架空電線100に伝えることが可能である。

そして、後方挟持走行部44BUの駆動輪40Aが駆動モータによって回転駆動して、電線検査装置31が架空電線100上を進行方向110に進む。これに従い、後方挟持走行部44BLの従動輪40Bが架空電線100との摩擦によって回転する。

[0062] 上述した前方挟持走行部44FU, 44FL及び後方挟持走行部44BU, 44BLは、それぞれ最適な挟持力にて、電線検査装置31を走行させることが可能なように、架空電線100に対する、アーム32, 33及びアーム34, 35の位置を調節する。

[0063] 各挟持走行部44FU, 44FL, 44BU, 44BLには、エンコーダ51が具備されており、回転が可能な駆動輪40Aと、追従して回転する従動輪40Bを、それぞれセンシングしている。このエンコーダ51は、駆動輪40A及び従動輪40Bをセンシングすることにより、電線検査装置31の走行状態が正常か異常であるかを判断するためのセンサとして作用する。これにより、挟持による摩擦力が低減しスリップした時など、電線検査装置31の走行の異常状態を、エンコーダ51から出力された信号により検知することが可能である。

[0064] 本実施形態も第1実施形態と同様に、電線検査装置31の重心は、電線検査装置31が走行する架空電線100を含む鉛直平面内、即ち、架空電線100の直下に存在しているように、各部品は配置されている。

従って、架空電線100を中心軸として発生する回転モーメントは十分に小さく、挟持走行部44FU, 44FL, 44BU, 44BLの支持により摩擦力が働くため、電線検査装置31の姿勢は水平に保たれる。

[0065] さらに、計測装置49に接続された水平方向のシャフト60の中間部に、レーザレンジセンサ50が実装されており、走行中の架空電線100の形状測長が可能である。

レーザレンジセンサ50を用いて、進行方向110に架空電線100を測長することができる。そして、架空電線100を測長した結果を用いて、架空電線100の傾斜に対して最適な角度で挟持が可能なように、挟持走行部44FU, 44FL, 44BU, 44BLを角度調整しつつ、走行することが可能である。

このことにより、懸垂碍子などの障害物の前後において、架空電線に傾斜が存在していても、障害物を回避して走行することが可能である。

[0066] また、シャフト60の計測装置49とレーザレンジセンサ50との中間部に、下方向に延びるシャフト61が接続され、このシャフト61の下端部には、モータ46が設けられている。このモータ46には、アーム45Aを介してカウンタウエイト45が接続されている。モータ46を駆動させることにより、アーム45Aを回転させて、カウンタウエイト45の位置を変えて、電線検査装置31の重心を制御することが可能である。

風あるいは障害物回避動作の影響により、電線検査装置31の重心が架空電線100を含む鉛直面からずれたときには、カウンタウエイト45の位置を変えて、重心を調整することにより、電線検査装置31の姿勢の保持が可能である。

[0067] 本実施形態の電線検査装置31は、第1実施形態と同様に、検査カメラ41を備えている。

検査カメラ41は、横に並ぶ2本の架空電線100に対応して、2個設けられており、2個の検査カメラ41がシャフト58によって接続され、シャフト58がモータ42によって回転可能に支持されている。

各検査カメラ41は、架空電線100を撮影することにより、架空電線100の外径の測定や、架空電線100の表層のキズや変色の検出を行う。

[0068] また、各検査カメラ41の上方には、レーザレンジセンサ47が設けられ、水平な軸47Aに回転可能に支持されている。そして、レーザレンジセンサ47を軸47A周りに回転させて上下に動かす、偏角機構を備えている。

このレーザレンジセンサ47は、その内部が水平方向に走査を行うように構成されており、さらに偏角機構によって仰角を変えて、走査する高さを変えることが可能になっている。

[0069] 計測装置49には、検査カメラ41から得られるデータを記憶し保存しておく装置、センサから得られるデータを分析する装置、センサから得られるデータやこれらデータを分析した結果を所定の場所へ送信する装置が搭載されている。また、計測装置49には、これらセンサや装置を駆動する電力を供給するバッテリーが搭載されている。

[0070] ここで、多導体の架空電線100に設けられる障害物の例を、図11及び図12に示す。

図11は、懸垂碍子101及びアーカホーン102の概略構成図であり、図11Aに斜視図を示し、図11Bに正面図を示す。

図12は、スペーサ103の概略構成図であり、図12Aに斜視図を示し、図12Bに正面図を示す。

懸垂碍子101及びアーカホーン102は、単導体の場合は、図4に示したように、1本の架空電線100に対してそれぞれ1個ずつ設けられていた。これに対して、図11に示す多導体の場合は、4本の架空電線100に対して懸垂碍子101及びアーカホーン102が1個ずつ設けられている。そして、懸垂碍子101及びアーカホーン102が取り付けられた部材111に、架空電線がつり下げられている。

スペーサ103は、多導体を束ねる目的で設けられており、各架空電線100を囲う円筒形の部分と、円筒形の部分を繋ぐ接続部から構成されている。

懸垂碍子101及びアーカホーン102と、スペーサ103とでは、大きさや架空電線100からの距離が異なる。そのため、回避のために必要な最低限の移動量も異なっている。

[0071] 本実施形態の電線検査装置31が架空電線100上に乗せられて、進行方向110へ走行する状態の斜視図を、図13に示す。

図9に示した構成の電線検査装置31が架空電線100の上に乗せられて、各車輪（駆動輪40Aと従動輪40B）で上側の2本の架空電線100を挟持している。また、検査カメラ41及びレーザレンジセンサ47は、手前と奥の架空電線100の上に配置されている。

そして、電線検査装置31が走行して、障害物である、懸垂碍子101及びアーカホーン102の近くに到達した状態の斜視図を、図14に示す。なお、図14は、図13と視線の向きが逆になっている。図14からわかるように、この状態のままでは、電線検査装置31が懸垂碍子101及びアーカ

ホーン102を通過できないので、回避動作が必要になる。

[0072] 本実施形態の電線検査装置31も、第1実施形態の電線検査装置1と同様な動作により、障害物を回避することができる。

本実施形態の電線検査装置31は、モータ37、38を駆動してアーム32、33、34、35を回転することにより、挟持走行部44FU、44FL、44BU、44BLの架空電線100の挟持状態と解除状態とを切り替えることが可能である。

そして、各挟持走行部44FU、44FL、44BU、44BLが障害物を通過した後に架空電線100を挟持した状態に戻すことにより、電線検査装置31は、障害物を回避して通過することができる。

ただし、本実施形態の電線検査装置31では、挟持走行部44FU、44FL、44BU、44BLの駆動輪40A及び従動輪40Bが、2個の車輪を長いシャフト57で接続した構成となっている。そのため、第1実施形態の電線検査装置1よりも手前で、回避動作を開始する必要がある。

[0073] 次に、図15～図16を参照して、第2実施形態の電線検査装置31が障害物を認識する手順について説明する。

図15は、電線検査装置31及び障害物である懸垂碍子101及びアークホーン102の側面図である。図16は、懸垂碍子101及びアークホーン102の正面図である。

なお、第2実施形態の電線検査装置31が障害物の認識と回避の実行を行う手順は、第1の実施形態の電線検査装置1の手順と同様であるので、概ね図5に示した第1の実施形態の手順のフローチャートに従って実行することができる。

[0074] 第2実施形態の電線検査装置31は、例えば図11に示したような懸垂碍子101、アークホーン102、図12に示したスペーサ103などの付属品が取り付けられた架空電線100を検査するのに利用される。

電線検査装置31には、進行方向を架空電線100に沿って走査して、距離計測が可能なレーザーレンジセンサ50と、偏角機構をもち、水平方向に走

査し距離計測が可能なレーザレンジセンサ47を備えている。

進行方向に走査するレーザレンジセンサ50は、図8及び図9に示したように、計測装置49の近傍に設けられ、架空電線100の下方に配置される。

水平方向に走査するレーザレンジセンサ47は、図8及び図9に示したように、検査カメラ41の上方に設けられ、架空電線100の上方に配置される。

[0075] なお、レーザレンジセンサ47とレーザレンジセンサ50の他に、さらに、距離計測が可能な超音波方式センサを設けて、超音波方式センサにより進行方向へのスキャンを行っても良い。例えば、2個の検査カメラ41のうち、一方の検査カメラ41の上方にレーザレンジセンサ47を設けて、他方の検査カメラ41の上方に超音波方式センサを設けた構成とすることが可能である。

レーザレンジセンサは、雨や光などの外乱要因によっては、データにノイズが混じることも可能性としてあり、超音波方式センサを設けておくことにより、そのような場合でも、超音波方式センサのセンサ信号を代わりに用いることができる。

[0076] まず、レーザレンジセンサ50で電線検査装置31の進行方向にスキャンを実行する。即ち、図15に鎖線で示すように、架空電線100の下方に配置されたレーザレンジセンサ50から、進行方向にスキャンを実行する。例えば、進行方向に15mの範囲にある物体への距離を計測する。

これにより、レーザレンジセンサ50において、架空電線100の状態の検知と、障害物の有無及び障害物による不連続な変位の検知を行うことができる。

[0077] 次に、距離データに不連続な変位が発生しているか調べる。

障害物のない架空電線100上を進行しているのであれば、架空電線の弛度(たわみ)があっても、ほぼ連続的に距離が変位する。この状態では、電線検査装置31が進行方向へのスキャンを実施しつつ前進可能である。

一方、架空電線 100 に懸垂碍子 101 などの障害物があれば、距離データに不連続な変位が発生する。

不連続な変位が発生していないときは、進行方向のスキャンに戻る。

不連続な変位が発生しているときは、不連続な変位が発生している変位部の周辺まで、具体的には水平方向へのスキャンの精度が十分に高くなる位置まで、電線検査装置 31 を前進させる。

[0078] 次に、検査カメラ 41 の上方のレーザレンジセンサ 47 で、水平方向にスキャンする。

進行方向へのスキャンから得られた結果より、例えば、変位部から 3 m 程度の距離をとり、水平方向へのスキャンを実行する。

不連続変位部の開始点よりも電線検査装置 31 に近い位置から、水平方向へのスキャンを開始する。

次に、偏角機構を駆動して、レーザレンジセンサ 47 の仰角を変更する。

そして、不連続変位部を網羅的にスキャンできているか調べて、まだ網羅的にスキャンできていない場合には、水平方向にスキャンを行う。網羅的にスキャンできている場合には、スキャンを終了する。

具体的には、例えば、図 15 及び図 16 に鎖線で示すように、偏角機構でレーザレンジセンサ 47 の仰角を変更して、スキャンが行われる高さを変更しながら、それぞれの高さで順次水平方向にスキャンを行う。そして、図 16 に●印で示す、障害物のある箇所では、レーザ光の反射によって、障害物の存在が確認される。

このようにして、適宜仰角を変更することにより、不連続変位部の領域における物体への距離を網羅的に計測する。

[0079] 上述した網羅的な計測により、前方にある物体の形状と距離の点群データを取得することができるので、この点群データを集計して、物体のマップデータを作成する。

次に、作成したマップデータより、障害物の種類を同定する。

[0080] 次に、回避動作の予測データとマップデータとを照合する。即ち、電線検

査装置 31 の回避動作に伴う走行領域と、作成したマップデータの照合を行う。

[0081] 次に、回避動作の予測データとマップデータの照合の結果から、回避動作における電線検査装置 31 と障害物が干渉する領域の有無の判断を行う。

干渉する領域が無く通過可能である場合には、用意されている回避動作を実施して、障害物を通過する。

干渉する領域が発生する場合は、用意されている回避動作の修正を行う。具体的には、例えば、挟持走行部 44FU, 44FL, 44BU, 44BL を、より大きく架空電線 100 の外側に退避させる、あるいは、モータ 37, 38 を駆動することにより、架空電線 100 のさらに下方に角度修正させて走行する、などのように回避動作の修正を行う。そして、修正した回避動作の走行予測データをもとに、再度マップデータとの照合を行い、干渉する領域の有無の判断を行う。ここで干渉する領域が発生しない場合には、修正した回避動作を実行する。

[0082] このようにして、架空電線 100 上の障害物を認識する機構を構築することにより、電線検査装置 31 は、より安定して障害物を通過して検査を行うことが可能である。

[0083] 上述の本実施形態の架空電線検査装置 31 の構成によれば、架空電線 100 に沿って進行方向に走査して、架空電線 100 の状態を検知する、レーザレンジセンサ 50 を備えている。このレーザレンジセンサ 50 によって、架空電線 100 の状態の検知と、障害物の有無及び障害物による不連続な変位を検知することができる。

また、架空電線検査装置 31 の走行方向における前方を走査して検知するレーザレンジセンサ 47 を備えているので、このレーザレンジセンサ 47 の検知の結果により、架空電線検査装置 31 の前方に存在する障害物の大きさや種類を認識することが可能になる。

そして、レーザレンジセンサ 50 からの出力において不連続な変位が検出されたときに、その不連続な変位が検出された位置付近まで走行して、レー

ザレンジセンサ４７によって前方を走査する。即ち、架空電線１００に障害物が存在する場合に、不連続な変位により障害物の場所を特定して、その場所の付近でレーザレンジセンサ４７による走査が行われる。これにより、障害物の種類や大きさを認識し、架空電線検査装置３１が障害物を回避して走行することが可能になる。

[0084] このように障害物の種類や大きさを認識するので、認識された障害物の種類に対応して、回避動作を変えることができる。これにより、特に、スペーサ１０３のように小さい障害物を回避する場合、回避する際の移動量を小さくして、退避動作を高速で行うことが可能になる。

[0085] また、架空電線１００に障害物が無い区間では、レーザレンジセンサ５０から不連続な変位が検知されないので、レーザレンジセンサ４７による走査を行う必要がない。即ち、障害物が存在する場合にのみレーザレンジセンサ４７により走査を行って、効率良く障害物の検知を行うことができる。

[0086] 本実施形態の架空電線検査装置３１では、レーザレンジセンサ４７が架空電線検査装置３１の走行方向における前方を水平方向に走査して検知し、偏角機構によりレーザレンジセンサ４７の向きを上下方向に変える構成としている。これにより、水平方向は走査により精度良く検知を行うことができ、上下方向は偏角機構により段階的に向きを変えることができる。

本実施形態の架空電線検査装置３１は、前方挟持走行部４４ＦＵ、４４ＦＬと後方挟持走行部４４ＢＵ、４４ＢＬや、検査カメラ４７などを、それぞれ障害物の横方向に退避させることにより、障害物を回避させている。また、図１４より、アークホーン１０２の方が、架空電線検査装置３１よりも高くなっている。このような位置関係から、架空電線検査装置３１よりも十分に上の領域の走査は不要であり、また、障害物の水平方向の存在範囲を正確に検知することで、適切な回避動作の移動量を求めることができる。従って、レーザレンジセンサ４７が水平方向に走査を行い、偏角機構によりレーザレンジセンサ４７の向きを上下方向に段階的に変える、本実施形態の構成とすることにより、効率的に障害物の大きさや種類の検知と移動量の算出を行

うことができる。

[0087] 本実施形態の架空電線検査装置 31 において、レーザレンジセンサ 50 は架空電線 100 の下方に配置されており、レーザレンジセンサ 47 は架空電線 100 の上方に配置されている。

架空電線 100 に沿って進行方向に走査するレーザレンジセンサ 50 が、架空電線 100 の下方に配置されているので、障害物よりもさらに前方の架空電線 100 の検知も行うことができ、障害物による不連続な変位を精度良く検知することができる。

また、障害物の種類や大きさを認識する走査を行うレーザレンジセンサ 47 が、架空電線 100 の上方に配置されているので、障害物を見逃すことなく、障害物の種類や大きさを検知することができる。

[0088] なお、上述した説明では、検査カメラ 41 の上方のレーザレンジセンサ 47 を、水平方向にスキャンする構成とした。

検査カメラの上方のレーザレンジセンサは、水平方向にスキャンする構成と、上下方向にスキャンする構成の、いずれの構成とすることも可能である。

レーザレンジセンサを上下方向にスキャンする構成とするときには、レーザレンジセンサの仰角を変更する偏角機構の代わりに、レーザレンジセンサの水平方向の向きを変える偏角機構を設ける。ただし、この構成の場合、回避動作を精度良く変えるために、偏角機構によりレーザレンジセンサの向きを変える間隔を狭くすることが望ましい。

[0089] <3. 変形例>

上述の各実施形態の架空電線検査装置 1, 31 では、前方及び後方の挟持走行部の車輪によって、架空電線を挟持する構成であった。

本発明は、その他の構成の架空電線検査装置にも適用することができる。

例えば、前方及び後方の走行部の上側の車輪を架空電線に載せて、架空電線にぶら下がる構成の架空電線検査装置においても、本発明を適用して、検査カメラ及びレーザレンジセンサを設けることができる。そして、検査カメ

ラ及びレーザレンジセンサを、使用状態と退避状態に切り替えることが可能な構成とすることができる。

[0090] また、第1実施形態の架空電線検査装置1は、単導体用として説明したが、多導体の架空電線100に対して、架空電線100を1本ずつ検査することも可能である。

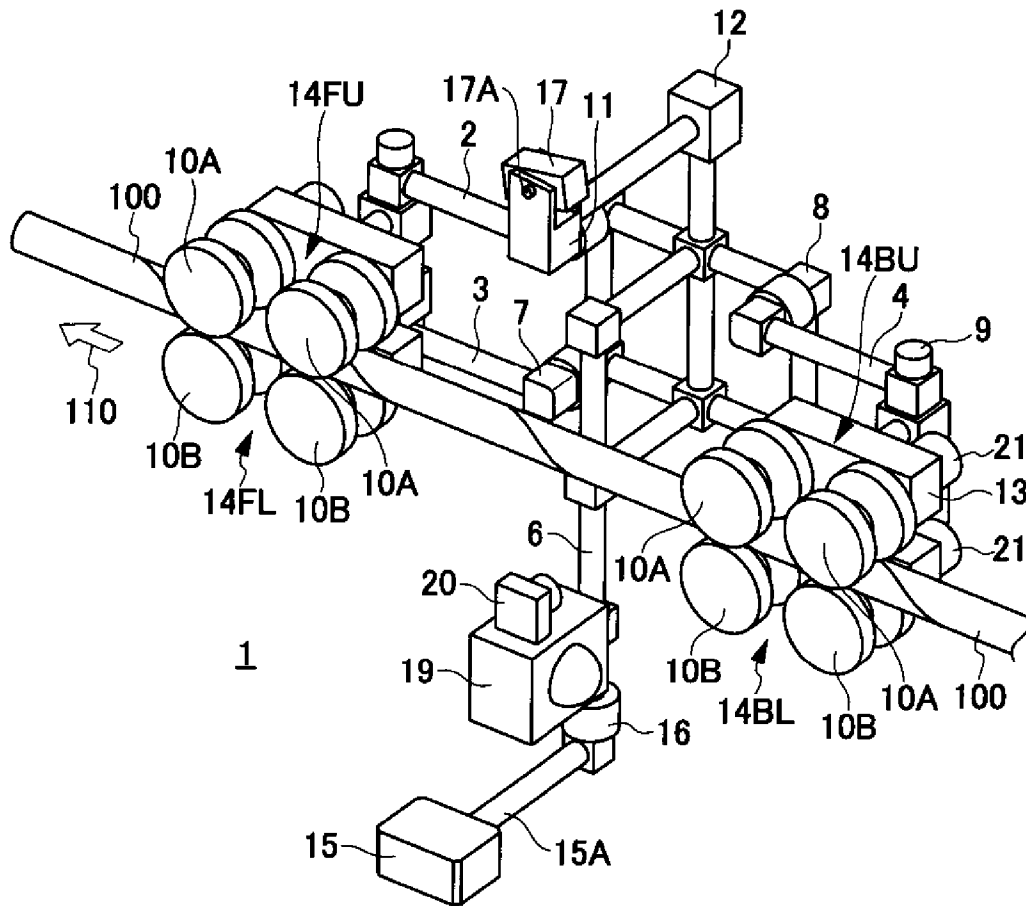
符号の説明

- [0091] 1, 31 電線検査装置
2, 3, 4, 5, 32, 33, 34, 35 アーム
7, 8, 9, 12, 16, 37, 38, 39, 42 モータ
10A, 40A 駆動輪
10B, 40B 従動輪
11, 41 検査カメラ
13, 43 ユニット
14FU, 14FL, 44FU, 44FL 前方挟持走行部
14BU, 14BL, 44BU, 44BL 後方挟持走行部
15, 45 カウンタウエイト
15A, 45A アーム
36, 59, 60, 61 シャフト
17, 20, 47, 50 レーザレンジセンサ
19, 49 計測装置
21, 51 エンコーダ
100 架空電線
101 懸垂碍子
102 アークホーン
103 スペーサ
110 進行方向

請求の範囲

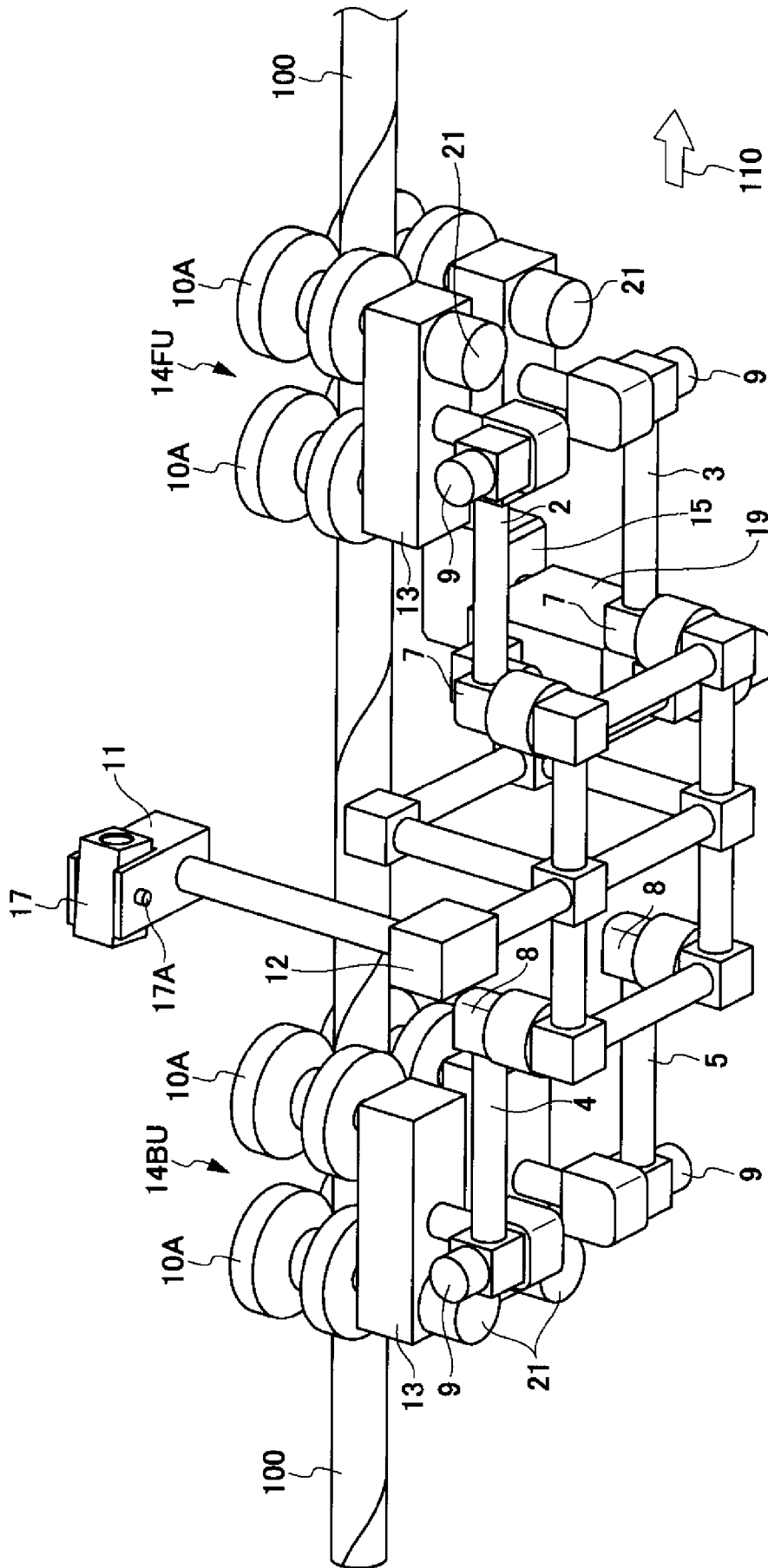
- [請求項1] 架空電線上を走行しつつ、前記架空電線を検査する架空電線検査装置であって、
- 前記架空電線に沿って前記架空電線の状態を検知するための一方のセンサと、
- 前記架空電線検査装置の走行方向における前方を走査して検知する他方のセンサを備え、
- 前記一方のセンサからの出力において不連続な変位が検出されたときに、前記他方のセンサにより前記架空電線検査装置の走行方向における前方を走査することを特徴とする架空電線検査装置。
- [請求項2] 前記他方のセンサは、前記架空電線検査装置の走行方向における前方を水平方向に走査して検知する構成であり、前記他方のセンサの向きを上下方向に変える偏角機構を備えていることを特徴とする請求項1に記載の架空電線検査装置。
- [請求項3] 前記一方のセンサが前記架空電線の下方に配置され、前記他方のセンサが前記架空電線の上方に配置される構成であることを特徴とする請求項1に記載の架空電線検査装置。
- [請求項4] 前記他方のセンサの出力により、前記架空電線検査装置が通過可能な範囲を認識し、前記架空電線検査装置の一部の部品を通過可能な範囲に退避させて走行することを特徴とする請求項1に記載の架空電線検査装置。

[図1]

FIG. 1

[FIG. 2]

FIG. 2



1

[図3]

FIG. 3A

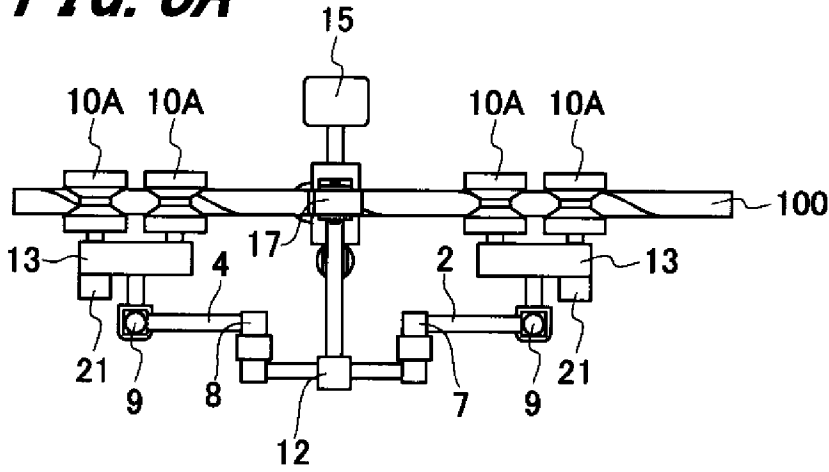


FIG. 3B

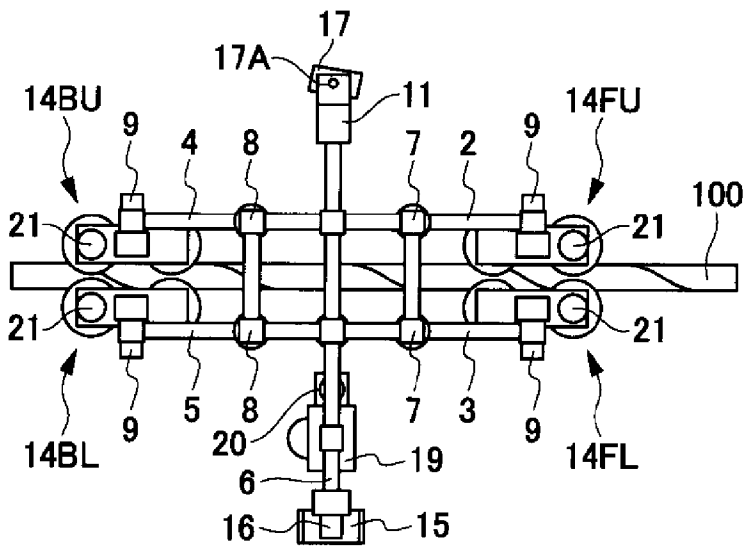


FIG. 3D

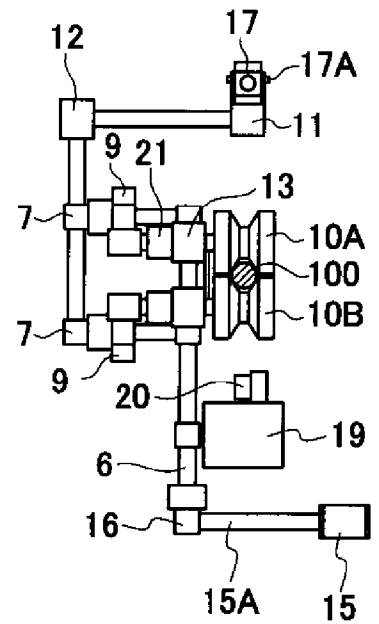
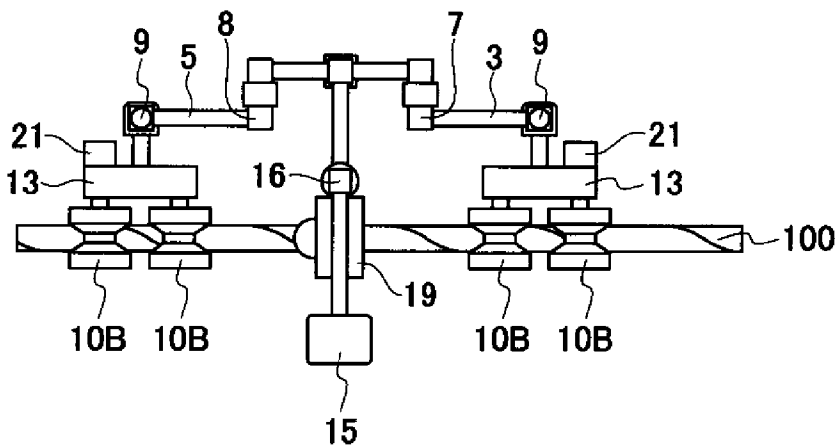


FIG. 3C



[図4]

FIG. 4A

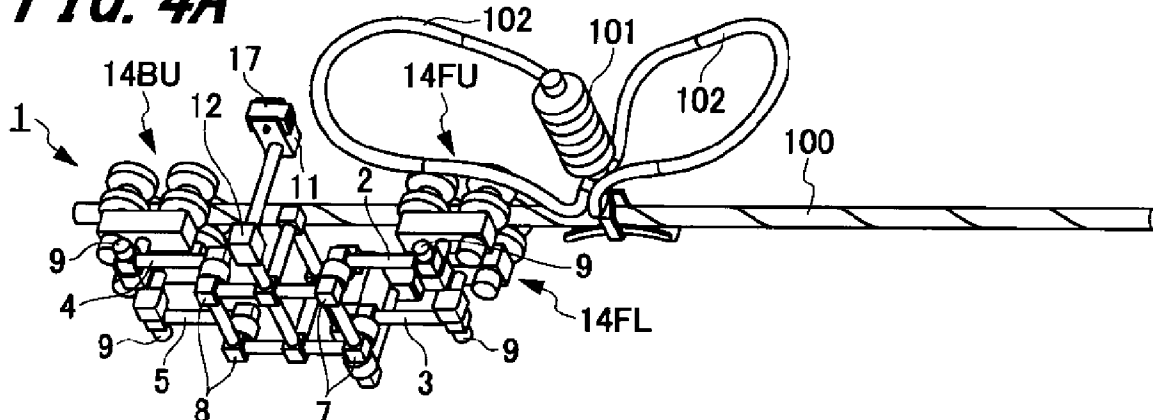


FIG. 4B

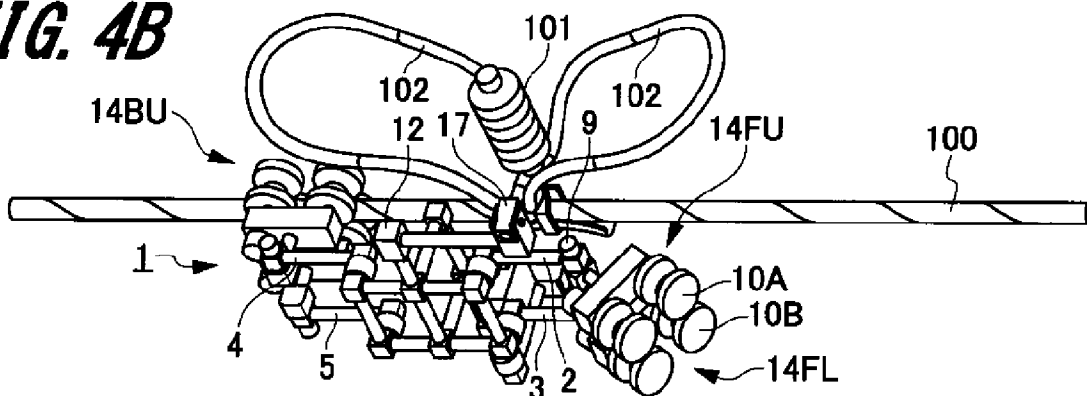


FIG. 4C

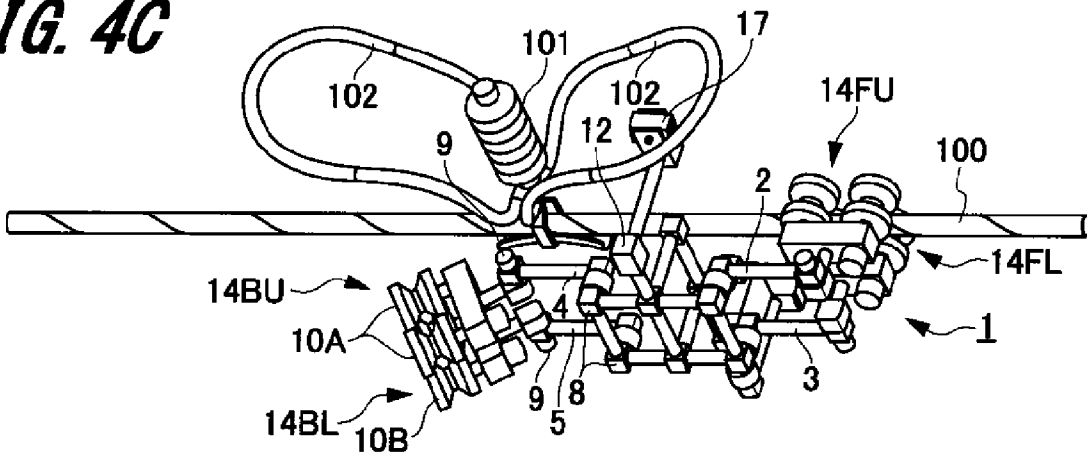
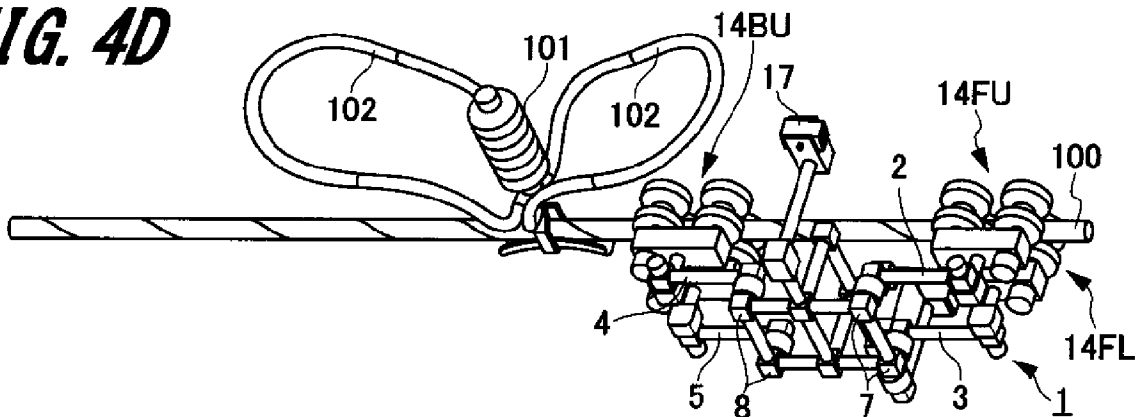
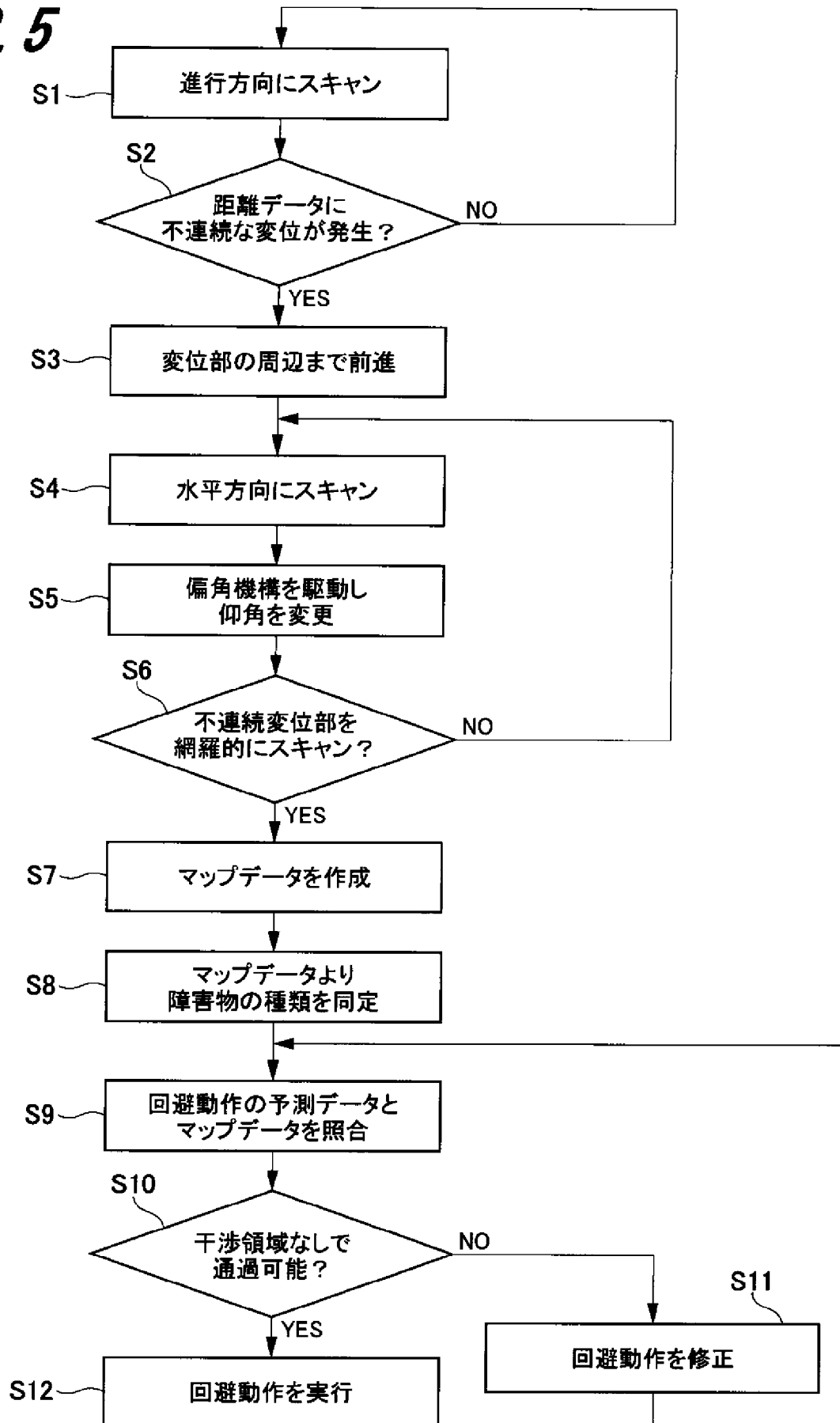


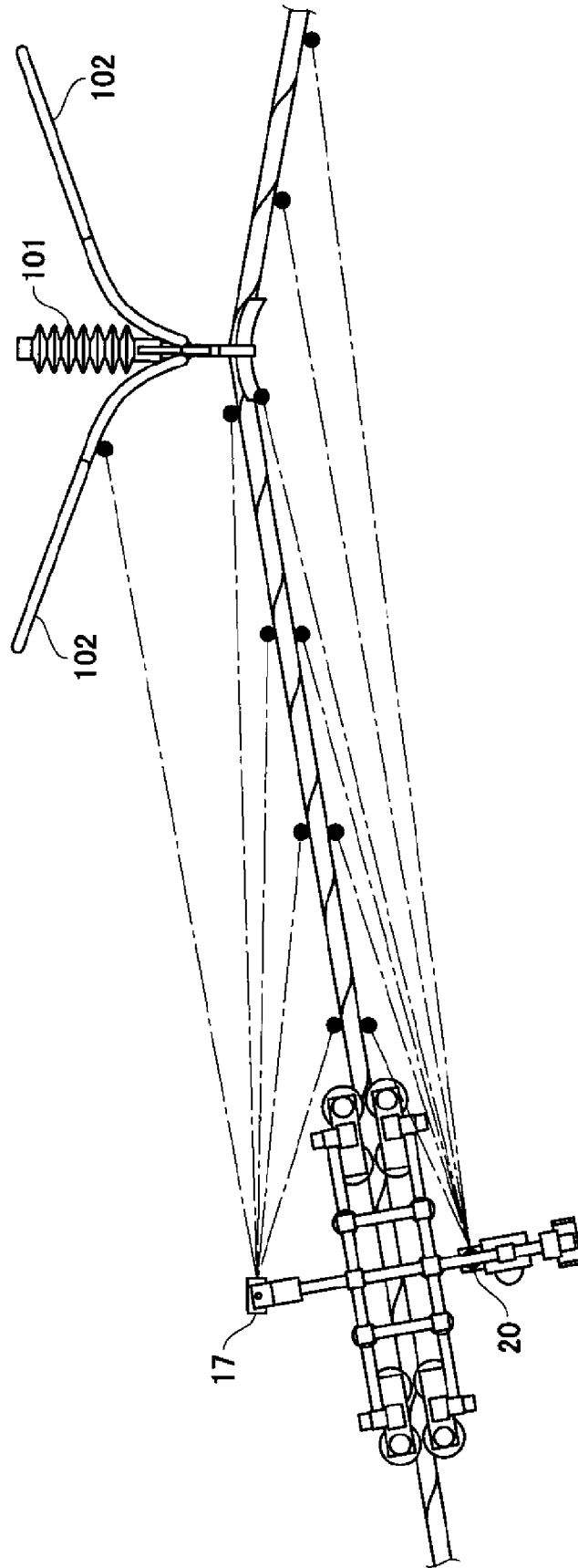
FIG. 4D



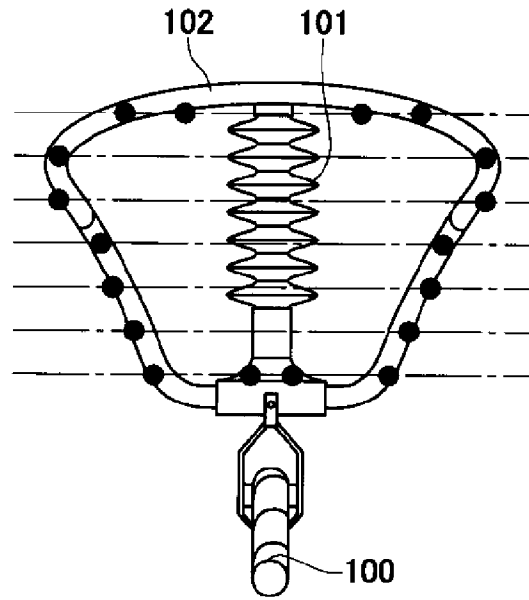
[図5]

FIG. 5

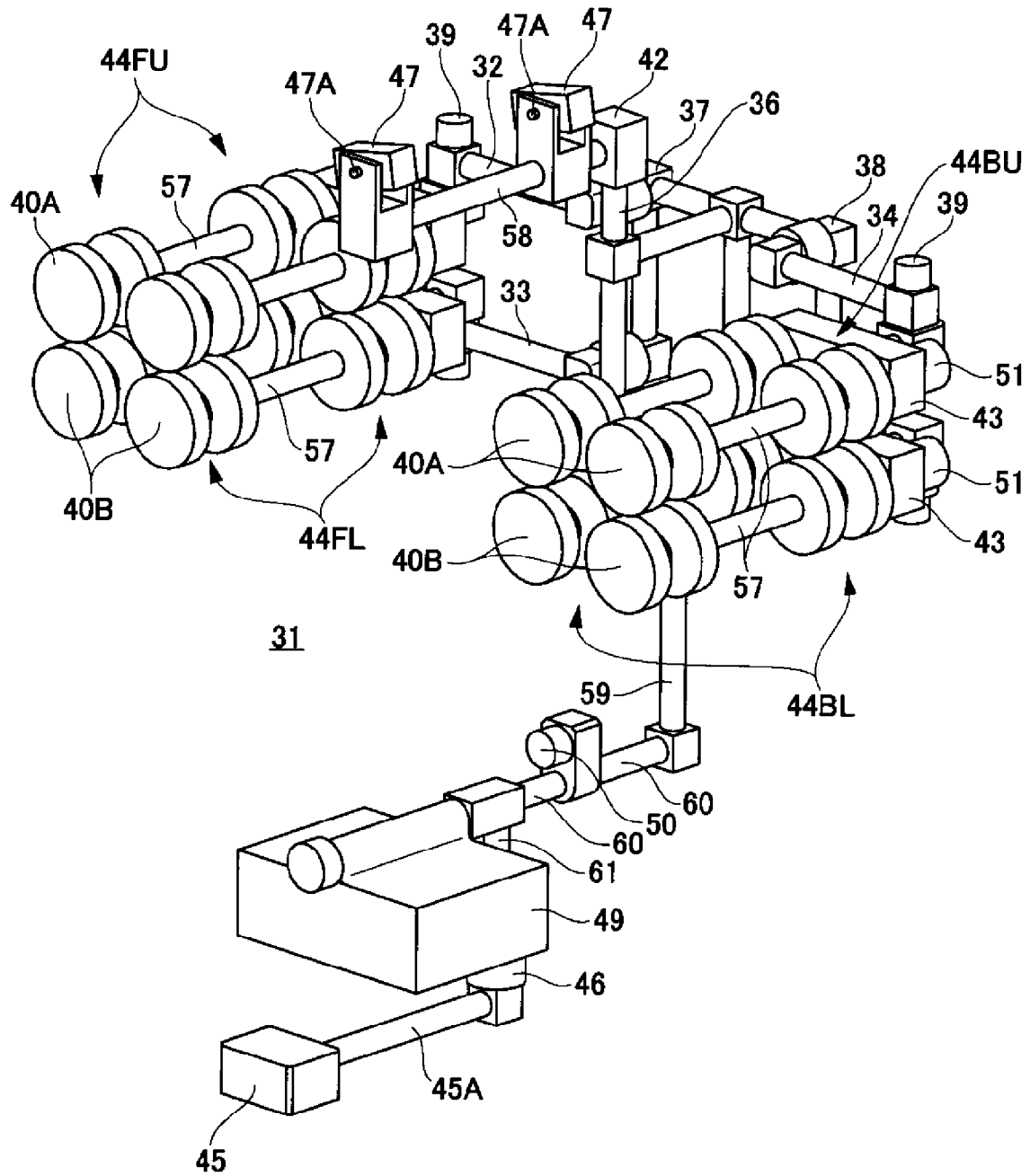
[図6]

FIG. 6

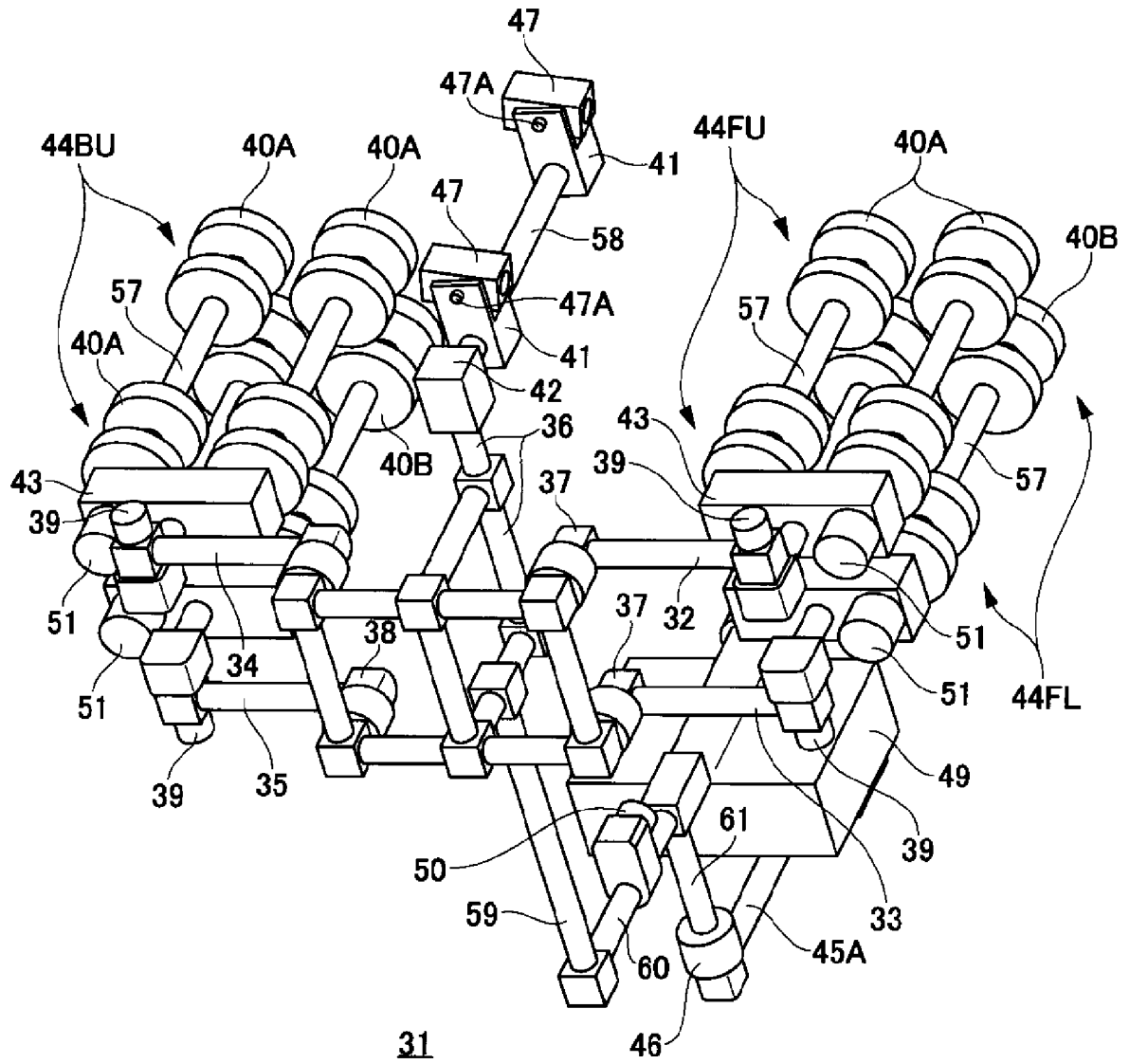
[図7]

FIG. 7

[図8]

FIG. 8

[図9]

FIG. 9

[図10]

FIG. 10A

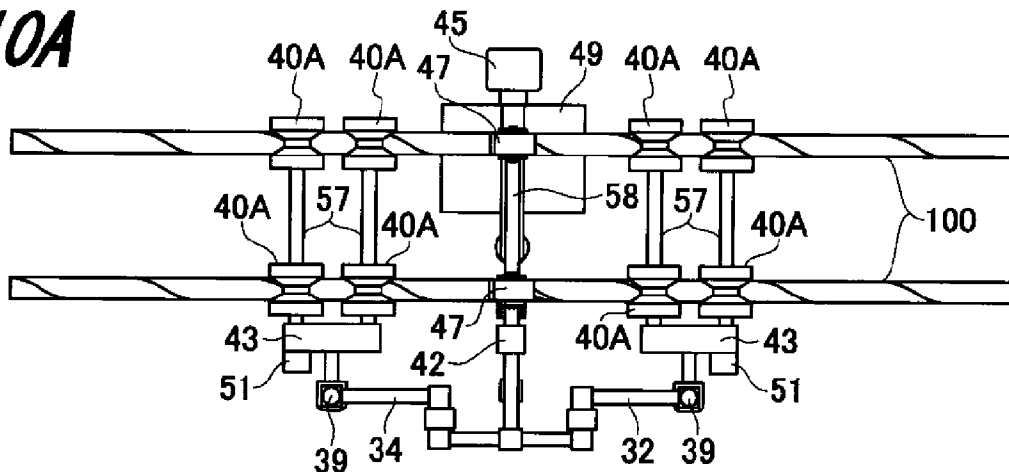


FIG. 10B

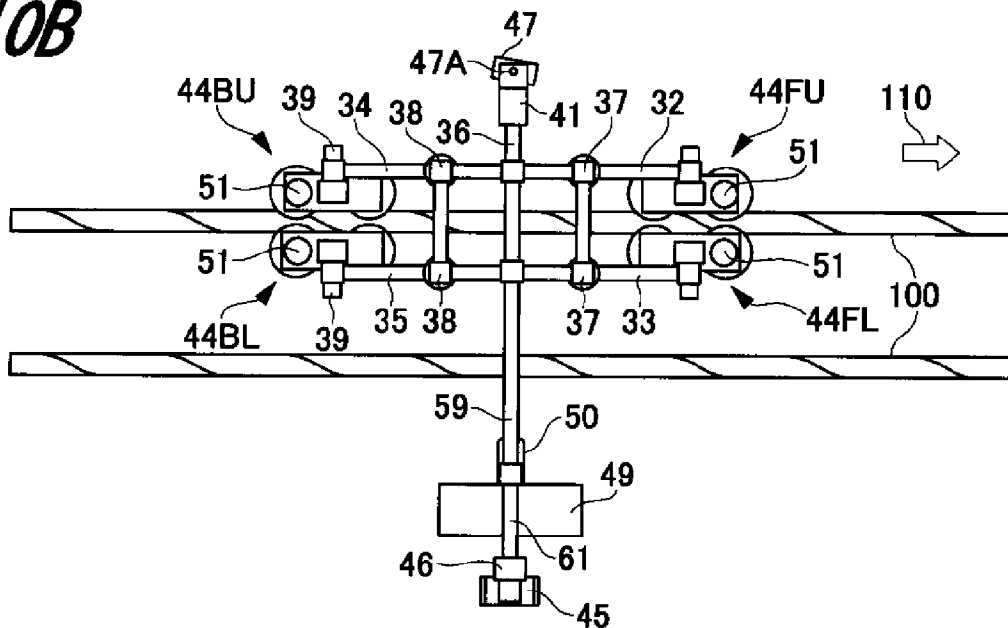
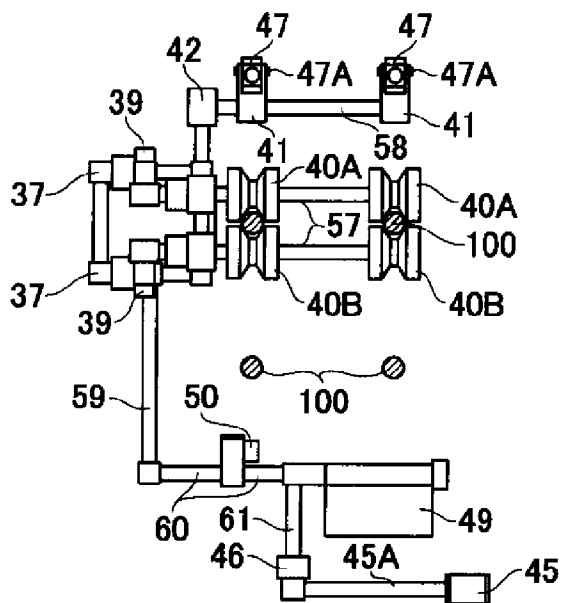
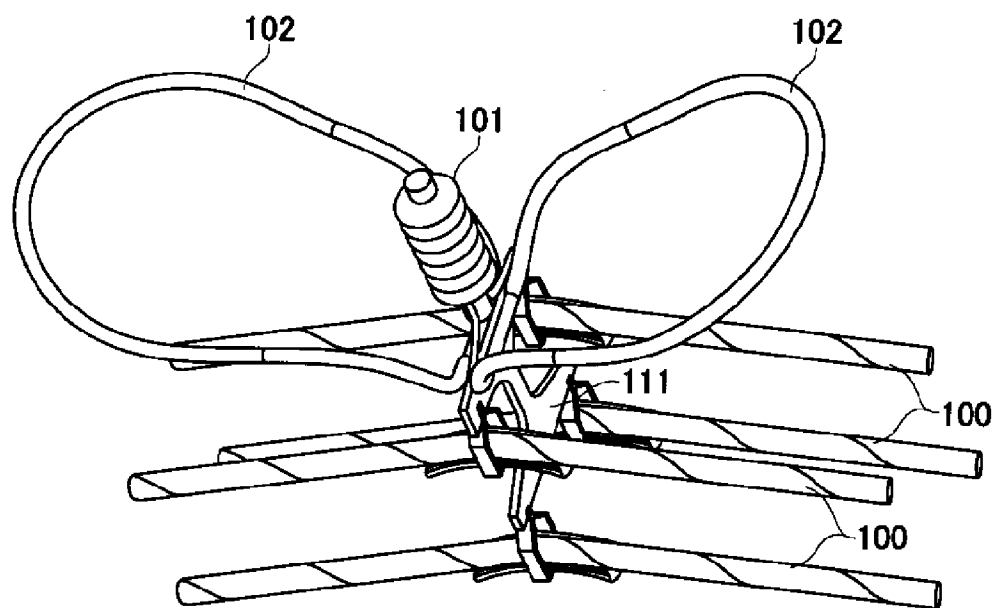
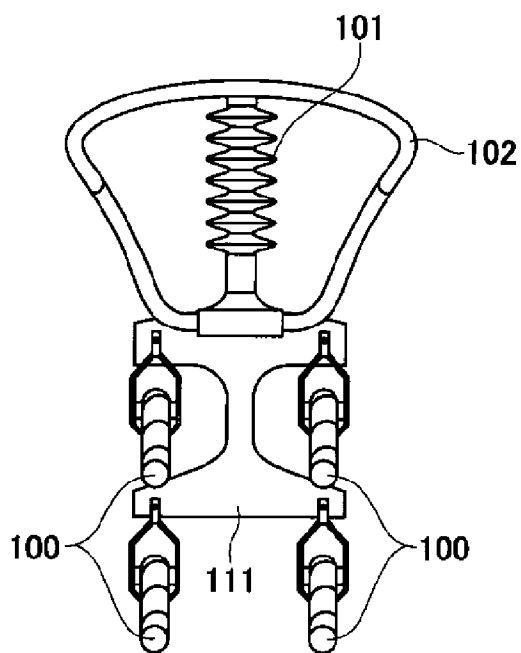


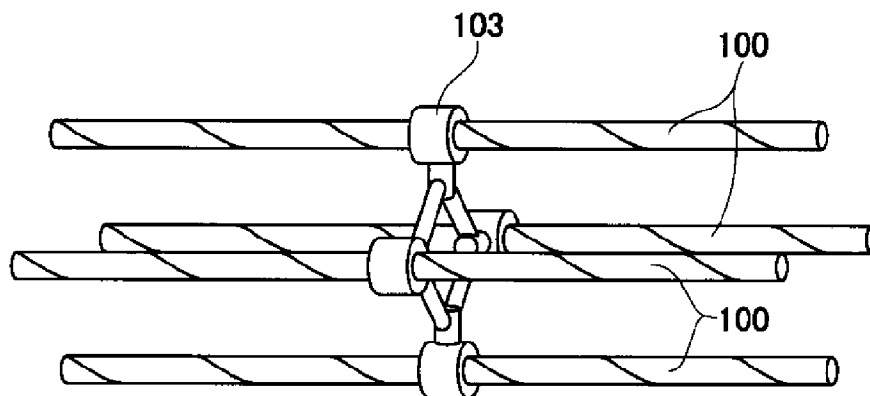
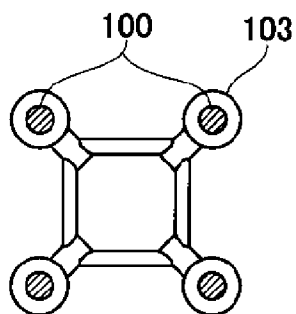
FIG. 10C



[図11]

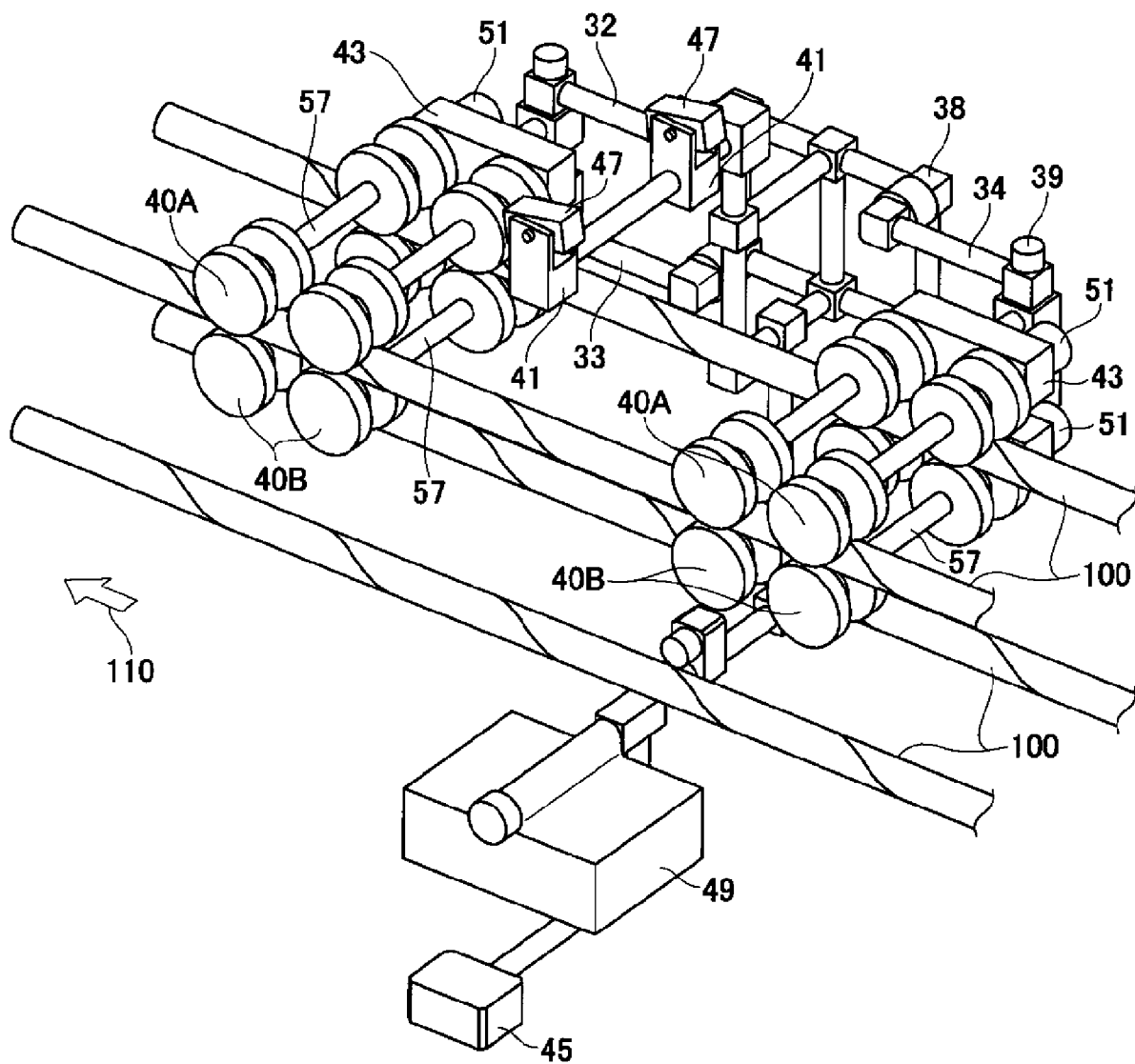
FIG. 11A**FIG. 11B**

[図12]

FIG. 12A**FIG. 12B**

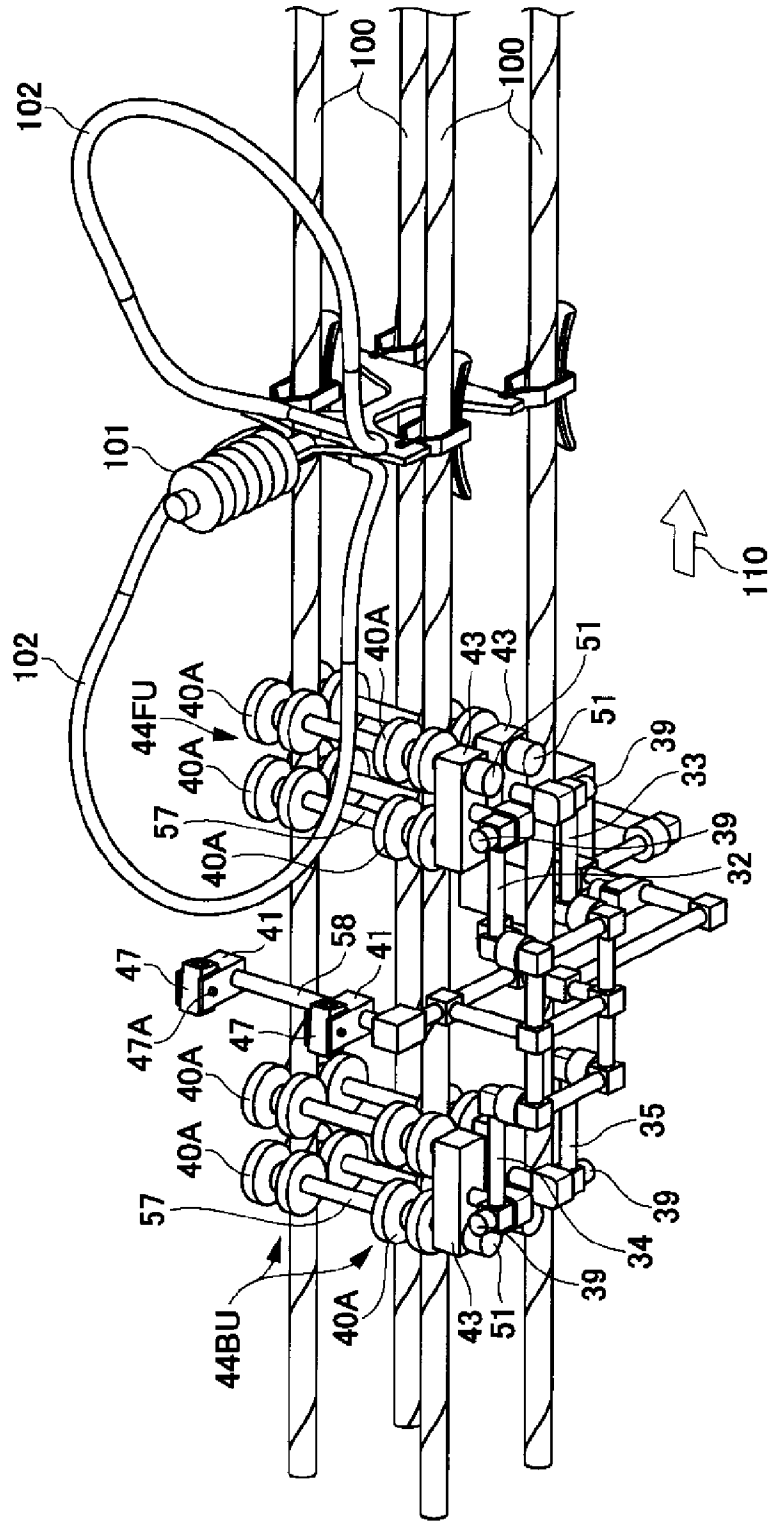
[図13]

FIG. 13



[14]

FIG. 14



[図15]

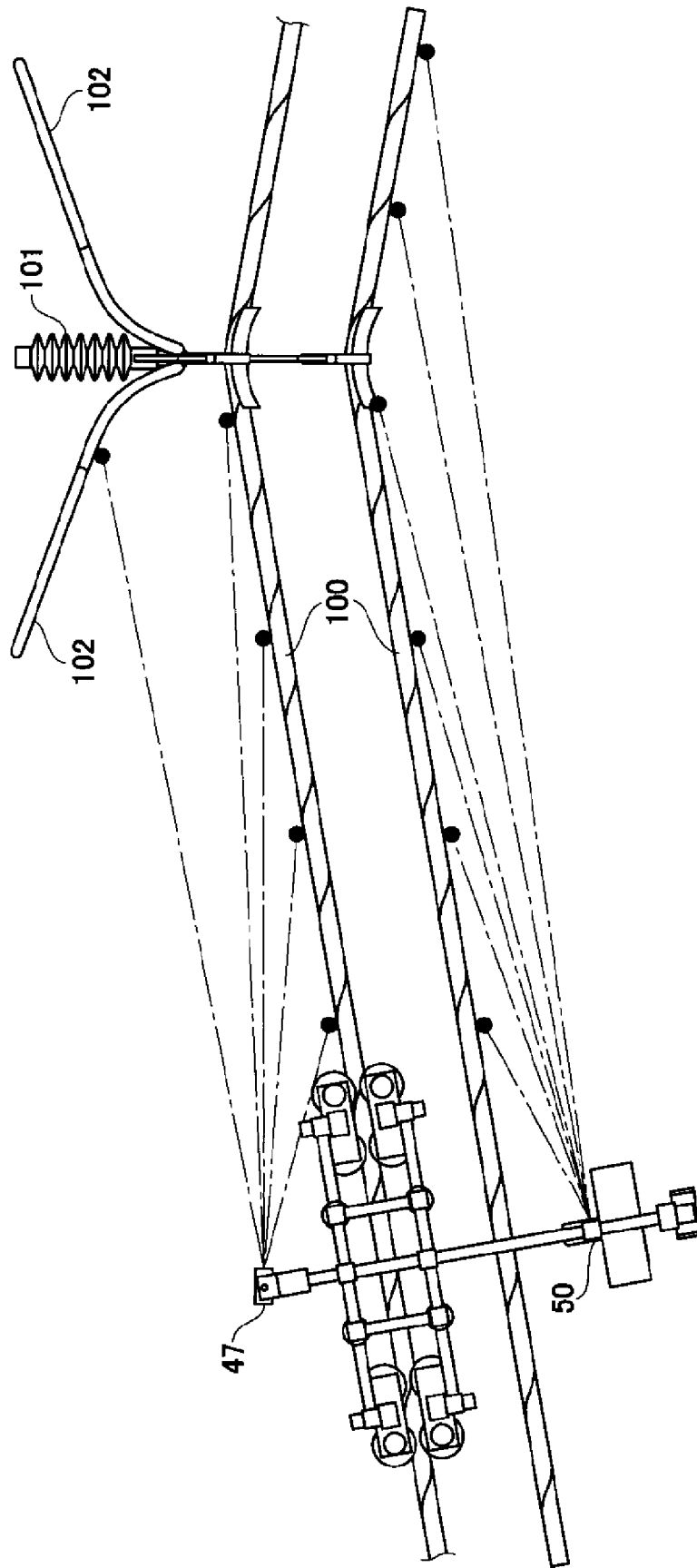
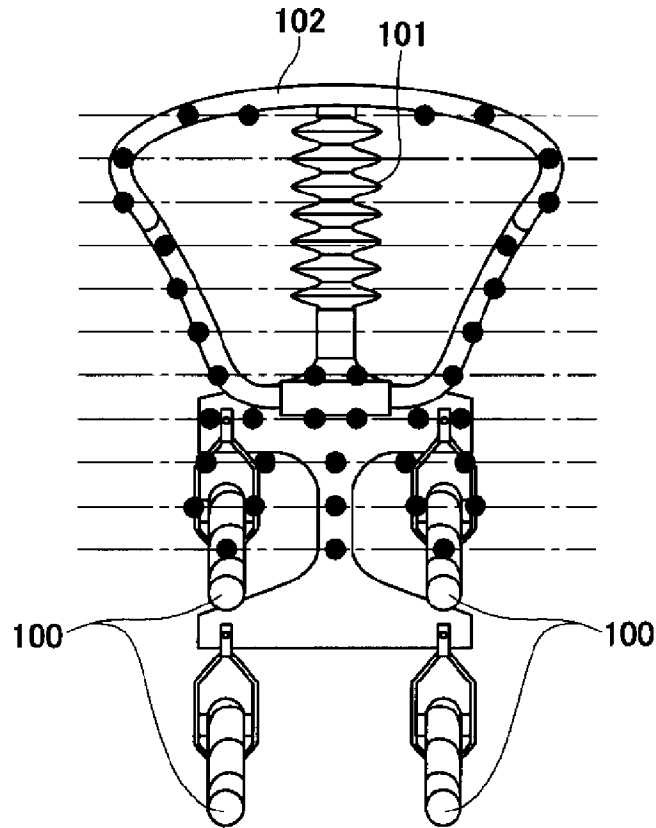


FIG. 15

[図16]

FIG. 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H02G1/02(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)
H02G1/02

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
X Y A	JP 1-103110 A (Fujikura Electric Wire Corp.), 20 April 1989 (20.04.1989), page 2, upper left column to upper right column; page 3, upper left column; page 4, upper left column to lower left column (Family: none)	1, 3 2 4
Y A	JP 2013-62946 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 04 April 2013 (04.04.2013), paragraph [0027] (Family: none)	2 4
A	US 7006211 B1 (AT&T CORP.), 28 February 2006 (28.02.2006), column 4; fig. 1 (Family: none)	1-4

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 23 February 2015 (23.02.15)	Date of mailing of the international search report 03 March 2015 (03.03.15)
--	--

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/JP2015/050163

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-39321 A (The Nippon Signal Co., Ltd.), 08 February 2000 (08.02.2000), paragraphs [0003], [0020] (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H02G1/02(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. H02G1/02

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 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
X Y A	JP 1-103110 A (藤倉電線株式会社) 1989.04.20, 2頁左上欄-右上欄, 3頁左上欄, 4頁左上欄-左下欄 (ファミリーなし)	1, 3 2 4
Y A	JP 2013-62946 A (中国電力株式会社) 2013.04.04, 段落0027 (ファミリーなし)	2 4
A	US 7006211 B1 (AT&T CORP.) 2006.02.28, 第4欄, FIG. 1 (ファミリーなし)	1-4

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 23.02.2015	国際調査報告の発送日 03.03.2015
--------------------------	--------------------------

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) 木村 励 電話番号 03-3581-1101 内線 3546	5 S	4092
---	---	-----	------

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 2000-39321 A (日本信号株式会社) 2000.02.08, 段落0003, 0020 (ファミリーなし)	1-4