

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7643271号
(P7643271)

(45)発行日 令和7年3月11日(2025.3.11)

(24)登録日 令和7年3月3日(2025.3.3)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 11/00 (2006.01) G 0 1 B 11/00 A

請求項の数 2 (全13頁)

(21)出願番号	特願2021-151635(P2021-151635)	(73)特許権者	000006105 株式会社明電舎 東京都品川区大崎2丁目1番1号
(22)出願日	令和3年9月17日(2021.9.17)	(74)代理人	110002077 園田・小林弁理士法人
(65)公開番号	特開2023-43904(P2023-43904A)	(72)発明者	吉永 一矢 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式 会社明電舎内
(43)公開日	令和5年3月30日(2023.3.30)	(72)発明者	川畑 匠朗 東京都品川区大崎2丁目1番1号 株式 会社明電舎内
審査請求日	令和6年2月26日(2024.2.26)	審査官	梶田 真也

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 架線設備計測装置および架線設備計測方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の測域センサと、
前記複数の測域センサからの測域データから架線設備の位置を推定する推定装置と、を
備え、

前記推定装置は、

前記測域データのデータ群が、トロリ線によるデータ群であるか、それとも、架線金具によるデータ群であるかを識別するデータ群識別部と、

前記測域データのデータ群が前記トロリ線によるデータ群である場合には、データ群の特定の位置を示す代表値を算出し、前記測域データのデータ群が前記架線金具によるデータ群であると識別された場合には、前記測域データのデータ群を直線近似した際の近似直線を示す代表値を算出する代表値算出部と、

前記測域データのデータ群が前記トロリ線によるデータ群である場合には、前記複数の測域センサと代表値を結ぶ直線の交点を用いて、前記架線設備の位置を推定し、前記測域データのデータ群が前記架線金具によるデータ群であると識別された場合には、前記複数の測域センサのデータ群を直線近似した際に得られた、対向する近似直線の中心線を用いて、前記架線設備の位置を推定する位置推定部と、を備える、架線設備計測装置。

【請求項2】

複数の測域センサで測域データを取得すること、

前記測域データのデータ群が、トロリ線によるデータ群であるか、それとも、架線金具

によるデータ群であるかを識別すること、
前記測域データのデータ群が前記トロリ線によるデータ群である場合には、データ群の特定の位置を示す代表値を算出し、前記測域データのデータ群が前記架線金具によるデータ群であると識別された場合には、前記測域データのデータ群を直線近似した際の近似直線を示す代表値を算出すること、
前記測域データのデータ群が前記トロリ線によるデータ群である場合には、前記複数の測域センサと代表値を結ぶ直線の交点を用いて、架線設備の位置を推定し、前記測域データのデータ群が前記架線金具によるデータ群であると識別された場合には、前記複数の測域センサのデータ群を直線近似した際に得られた、対向する近似直線の中心線を用いて、前記架線設備の位置を推定すること、

10

を含む架線設備計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、架線設備計測装置および架線設備計測方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電車線の軌道に架設した架空電車線方式における架線設備は、一般的に、トロリ線と、トロリ線を吊り下げる吊架線を含んでいる。トロリ線は、ハンガ等の架線金具によって吊架線から吊り下げられている。電車がパンタグラフによって受電し正常に運転が行われるためには、パンタグラフに電力を供給する架線設備が設計どおりの位置に敷設されていなければならない。電車の正常な運転を担保するため、これらの架線設備の位置を測定することが求められている。

20

【0003】

特許文献1では、架線設備の位置を測定するため2台の測域センサを使用し、架線の偏位と高さを計測している。この文献は、データに欠損があった場合、適正に欠落箇所を補完する方法を開示している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-169936号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

通常、センサは計測誤差を含み得るので、特許文献1における計測精度をさらに向上するためには、センサ自体に含まれる計測誤差を考慮したうえで、計測データに補正をすることが考えられる。ここで、センサの計測誤差は計測対象物の表面素材によっても変化するため、誤差を補正する場合、計測物によって補正値を使い分ける必要がある。また、補正値を算出するためのキャリブレーションデータを、計測対象物の種類に応じて予め取得する必要が生じる。そのため、精度を高めるために作業が繁雑になる恐れがある。

40

【0006】

本発明は、上述した実情に鑑みてなされたものであり、本発明が解決しようとする課題は、誤差を補正するためのキャリブレーション作業を省略できる、高精度で作業効率のよい架線設備計測装置および架線設備計測方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用する。

すなわち、本発明の架線設備計測装置は、複数の測域センサと、前記複数の測域センサからの測域データから架線設備の位置を推定する推定装置と、を備え、前記推定装置は、前記測域データのデータ群の種類を識別するデータ群識別部と、前記データ群識別部の識

50

別結果に基づいて前記データ群を表現する代表値を算出する代表値算出部と、前記代表値から架線設備の位置を推定する位置推定部と、を備える。

本発明によれば、推定装置により、各測域センサから得られた測域データから代表値を算出し、この代表値から架線設備の位置を推定するので、精度が高い架線設備の位置を効率良く得ることができる。

【0008】

本発明の一態様では、前記データ群識別部は、前記データ群が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか、直線で近似される領域内のデータ群であるか、を識別する。

この一態様では、測域センサから得られたデータ群を、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか、直線で近似される領域内のデータ群であるか、を識別するので、データ群を明確に識別することができる。

10

【0009】

本発明の一態様では、前記代表値算出部は、前記データ群が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるときに、前記データ群の平均値を代表値として算出し、前記データ群が、直線で近似される領域内のデータ群であるときに、前記直線の式を代表値として算出する。

この一態様では、データ群の種類に応じて、データ群の平均値か、データ群を近似する直線の式を代表値として算出するので、データ群の種類に基づいて適切な代表値を算出できる。

【0010】

本発明の一態様では、前記位置推定部は、前記代表値が前記データ群の平均値であるときに、前記測域センサの原点と前記代表値の2点を通る直線の式を算出し、各測域センサの前記2点を通る直線の互いの交点に基づいて前記架線設備の位置を推定し、前記代表値が前記直線の式であるときに、各測域センサの前記代表値の直線の式に基づいて前記架線設備の位置を推定する。

この一態様では、データ群の種類に応じて、各測域センサの直線の式の交点に基づくか、代表値の直線の式に基づいて架線設備の位置を推定するので、架線設備の種類に応じて架線設備の位置を適確に精度よく推定することができる。

20

【0011】

本発明の架線設備計測方法は、複数の測域センサで測域データを取得すること、前記測域データのデータ群の種類を識別すること、識別した前記データ群の種類に基づいて前記データ群から代表値を算出すること、算出した前記代表値から架線設備の位置を推定すること、を含む。

本発明によれば、各測域センサから得られた測域データから代表値を算出し、この代表値から架線設備の位置を推定するので、精度が高い架線設備の位置を効率良く得ることができる。

30

【0012】

本発明の一態様では、前記データ群の種類を識別することは、前記データ群が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか、直線で近似される領域内のデータ群であるか、を識別すること、を含む。

この一態様では、測域センサから得られたデータ群を、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか、直線で近似される領域内のデータ群であるか、を識別するので、データ群を明確に識別することができる。

40

【0013】

本発明の一態様では、前記代表値を算出することは、前記データ群が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるときに、前記データ群の平均値を代表値として算出し、前記データ群が、直線で近似される領域内のデータ群であるときに、前記直線の式を代表値として算出すること、を含む。

この一態様では、データ群の種類に応じて、データ群の平均値か、データ群を近似する直線の式を代表値として算出するので、データ群の種類に基づいて適切な代表値を算出で

50

きる。

【0014】

本発明の一態様では、前記架線設備の位置を推定することは、前記代表値が前記データ群の平均値であるときに、前記測域センサの原点と前記代表値の2点を通る直線の式を算出し、各測域センサの前記2点を通る直線の互いの交点に基づいて前記架線設備の位置を推定し、前記代表値が前記直線の式であるときに、各測域センサの前記代表値の直線の式に基づいて前記架線設備の位置を推定すること、を含む。

この一態様では、データ群の種類に応じて、各測域センサの直線の式の交点に基づくか、代表値の直線の式に基づいて架線設備の位置を推定するので、架線設備の種類に応じて架線設備の位置を適確に精度よく推定することができる。

10

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、誤差を補正するためのキャリブレーション作業を省略できる、高精度で作業効率のよい架線設備計測装置および架線設備計測方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の構成を示す模式図である。

【図2】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の構成を示す模式図である。

【図3】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の動作を示すフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の構成を示す機能ブロック図である。

20

【図5】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図6】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図7】本発明の実施形態に係る架線設備の位置の算出方法を示す図である。

【図8】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図9】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図10】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

30

【図11】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図12】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図13】本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の測域センサによる架線設備位置の測定を示す模式図である。

【図14】本発明の実施形態に係る架線設備の位置の算出方法を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

40

以下、添付図面を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

(実施形態)

図1は、本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の構成を示す模式図である。図4は、本発明の実施形態に係る架線設備計測装置の構成を示す機能ブロック図である。図1に示すように、本実施形態に係る架線設備計測装置1は、複数の測域センサ3と、複数の測域センサ3からの測域データから架線設備の位置を推定する推定装置5と、を備えている。本実施形態における測域センサ3は、車両25の車両屋根27上に3つの測域センサ3a、3b、3cが設けられている。図1は、車両の進行方向に対して垂直な面を表しており、測域センサ3は、車両屋根25上のこの同一面上に原点が位置するように配置されている。

50

【 0 0 1 8 】

図 5 は、測域センサ 3 の架線設備位置の測定を説明する図である。測域センサ 3 は、検出物の位置を測定するセンサで、例えばレーザレンジファインダ（LRF）等を用いることができる。レーザレンジファインダは、レーザ光線の投射方向を一定の角度で変更し、反射光が検出された時の角度から、検出物が存在する方向を表す角度データを生成し、レーザ光線を投射してから反射光を検出するまでの時間から、検出物までの距離を表す距離データを生成する。図 5 に示すように、測域センサ 3 は、センサの原点 J（センサの光源）から扇状に車両屋根 27 上の空間面内をレーザでスキャンし、トロリ線 19 に対応するデータ群 T の複数の角度 θ と距離 d を得る。

【 0 0 1 9 】

図 4 に示すように、推定装置 5 は、測域データ 15 を保存し、その測域データ 15 の種々の処理結果を保存するデータ保存部 7 と、測域データ 15 のデータ群の種類を識別するデータ群識別部 9 と、このデータ群識別部 9 の識別結果に基づいて、データ群を表現する代表値を算出する代表値算出部 11 と、この代表値から架線設備の位置を推定する位置推定部 13 と、を備えている。推定装置 5 は、例えばパーソナルコンピュータ等の情報処理装置であってよい。それぞれの機能ブロックは、上記情報処理装置内の CPU や GPU によって実行されるソフトウェア、プログラムであってよい。データ保存部 7 は、情報処理装置に搭載される HDD（ハードディスクドライブ）や SSD（ソリッドステートドライブ）等の記憶装置で構成されてよい。

【 0 0 2 0 】

図 3 は、本実施形態における架線設備計測装置 1 の動作を示すフローチャートである。この図 3 と図 1、図 4 とを参照して、本実施形態における架線設備計測装置 1 の動作について処理順に説明する。

(1) 架線設備計測装置 1 が動作を開始すると (S00)、測域センサ 3a、3b、3c は、それぞれ測域データ 15 を取得する (S01)。

(2) 取得した測域データ 15 は、図 4 に示す推定装置 5 のデータ保存部 7 に送られ保存される。推定装置 5 では、図 3 のフローチャートの S02 と S10 に示す架線設備の計測対象の数だけ繰り返すループ処理と、S03 と S07 に示すセンサの台数だけ繰り返すループ処理とが行われる。

【 0 0 2 1 】

(3) 測域データ 15 は、データ群識別部 9 に出力され (S04)、データ群識別部 9 は、後に詳述する測域データ 15 のデータ群の種類が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか、直線で近似される領域内のデータ群であるか、その識別結果をデータ保存部 7 に送信し保存する (S05)。

【 0 0 2 2 】

(4) 測域データ 15 とデータ群の識別結果とは、代表値算出部 11 に送られ、代表値算出部 11 は、後に詳述するように、データ群が、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるときに、データ群の平均値を代表値として算出し、データ群が、直線で近似される領域内のデータ群であるときに、直線の式を代表値として算出し、その代表値をデータ保存部 7 に送信し保存する (S06)。

【 0 0 2 3 】

(5) 上記の (3) と (4) の処理をセンサの台数分繰り返す (S03 ~ S07 のループ)。

(6) センサごとの代表値が位置推定部 13 に送られ (S08)、位置推定部 13 では、後に詳述するが、上述の処理 (4) で得られた代表値がデータ群の平均値であるときに、測域センサの原点と代表値の 2 点を通る直線の式を算出し、各測域センサの 2 点を通る直線の互いの交点に基づいて架線設備の位置を推定し、代表値が直線の式であるときに、各測域センサの代表値の直線の式に基づいて架線設備の位置を推定する (S09)。

(7) 上記の (5) の処理 (S03 ~ S07 のループ) と (6) の処理を計測対象の架線設備の数分繰り返す (S02 ~ S10 のループ)。

10

20

30

40

50

(8) 架線設備の位置推定が、計測対象の数だけ処理が終わると一連の動作の終了となる(S11)。

【0024】

<データ群の種類識別>

次に、上記(3)の処理におけるデータ群の種類識別について説明する。図9～図13は、架線設備17によって得られる測域データを説明する為の図である。これらの図では、架線設備17は、トロリ線19、吊架線21、ハンガ23、から構成されている。ここで、データ群の種類識別とは、上述の図5に示すトロリ線19によって得られる測域データ15のデータ群Tであるか、図9に示す架線金具(ハンガ)23によって得られる測域データ15のデータ群Sであるか、を識別することである。

10

【0025】

図5に示すトロリ線19によるデータ群Tであることの識別は、一点に近い範囲内に集合しているデータ群であるか否かにより行われる。データ群座標の平均値と分散とが予め定められた範囲内である場合、トロリ線19によるデータ群Tであると識別する。または、データ群Tの信頼楕円Hの長短径比から識別してもよい。図8は、トロリ線19と吊架線21が存在する場合の例を示している。図8に示すように、データ群T'は吊架線21に対して得られている。トロリ線19であるか、吊架線21であるか、の判断は、高さ方向の平均値の値によって行われる。また、正確なデータを得るためには、外れ値を除外する処理を行ってよい。この場合、単純に最大、最小値を除外する処理や、マハラノビス距離を用いた、二次元正規分布の信頼楕円H、H'の範囲を使って外れ値を検出してもよいし、よりロバストなMSD(Modified Stahel-Donoho)やFast-MCD(Minimum Covariance Determinant)などの処理を採用してもよい。

20

【0026】

図9に示す架線金具(ハンガ)23によるデータ群Sであることの識別は、データ群座標の平均値と分散が予め定められた範囲内であるかにより行われる。ハンガは平均値がトロリ線と吊架線の間であり、分散は高さ方向に大きく水平方向に小さい。あるいは、直線近似式を求めその相関係数を求め、予め定められた閾値以上であれば、架線金具(ハンガ)23によるデータ群Sであると識別してもよい。外れ値の除外については、マハラノビス距離を用いた、直線近似の信頼区間を使って外れ値を検出してもよいし、よりロバストなMSD(Modified Stahel-Donoho)やFast-MCD(Minimum Covariance Determinant)などの処理を採用してもよい。

30

【0027】

<代表値の算出>

次に、上記(4)の処理における代表値の算出について説明する。上記(3)の処理において、データ群の統計値により、一点に近い範囲内にあるデータ群であると識別された場合、データ群の座標の平均値を代表値として算出する。あるいは他の代表値の例としては、図5に示すように、角度の中央値と当該角度における距離dとを代表値としてもよい。代表値の算出は、センサごとに行うが、少なくともセンサが車両の左右に設置された場合は、各センサのデータ群を合わせてから距離dと角度を求めてもよい。この代表値の算出には、上述した外れ値の除去が行われた後のデータ群のデータが使用される。

40

【0028】

図9に示すように、データ群Sが、直線で近似される領域内のデータ群であるときには、近似された直線の式の係数を代表値として算出する。あるいは簡単な計算例としては、データ群のx座標(紙面左右方向の座標)の平均値mを計算し、 $x = m$ を代表値としてもよい。この代表値の算出には、上述した外れ値の除去が行われた後のデータ群のデータが使用される。

【0029】

<架線設備の位置の推定>

次に、上記(6)の処理における架線設備の位置の推定について説明する。まず、代表

50

値がデータ群の平均値であるときについて説明する。図 6 は、本実施形態における 3 つの測域センサ 3 a、3 b、3 c による架線設備位置の測定を示す図である。図 6 に示すように、上記 (4) の処理において、各測域センサ 3 a、3 b、3 c によって得られた代表値 u_1 、 u_2 、 u_3 が一点に近い範囲内に集合しているデータ群からの代表値であるとき、位置推定部 13 では、各測域センサ 3 a、3 b、3 c の原点 J_1 、 J_2 、 J_3 と前記代表値 u_1 、 u_2 、 u_3 の 2 点を通る直線の式を各測域センサについて算出する。

【0030】

具体的に、測域センサ 3 a を例にとって直線式の算出を説明する。センサ光源 (センサ原点) J_1 と架線位置の代表値 u_1 を結んだ線は、車両中心、車両屋根上を原点 O とする x y 座標軸上に示した場合、以下の式で表すことができる。

【0031】

【数 1】

$$y = a_1 x + b_1$$

【0032】

この時、直線の傾き a_1 は、架線までの角度 θ_1 より、次の式で求めることができる。

【0033】

【数 2】

$$a_1 = \tan^{-1} \theta_1 (\theta_1 \neq 90^\circ)$$

【0034】

また、[数 1] の直線は、センサ光源 (w_1, h_1) を通る傾き a_1 の直線であることから、 b_1 は以下の式で求められる。

【0035】

【数 3】

$$b_1 = h_1 - a_1 w_1$$

【0036】

なお $\theta_1 = 90^\circ$ の場合、[数 1] の式は次のようになる。

【0037】

【数 4】

$$x = w_1$$

【0038】

これを残りのセンサに対しても同様に行い、図 6 に示すように [数 1] または [数 4] の直線の式を算出する。図 6 に示すようにそれぞれの測域センサ 3 a、3 b、3 c に対応する直線 E_1 、 E_2 、 E_3 の式が得られる。図 7 は、図 6 のトリ線 19 の部分を拡大した図である。すべての測域センサ 3 a、3 b、3 c に対し直線 E_1 、 E_2 、 E_3 の方程式を算出後、図 7 に示したような各直線の交点 A 、 B 、 C の座標 $A(x_a, y_a)$ 、 $B(x_b, y_b)$ 、 $C(x_c, y_c)$ を算出する。

【0039】

ここで、直線 $E_1: y = a_1 x + b_1$ と $E_3: y = a_3 x + b_3$ の交点 $A(x_a, y_a)$ は以下の式で求められる。

【0040】

【数 5】

10

20

30

40

50

$$\begin{cases} x_a = \frac{-b_1 + b_3}{a_1 - a_3} \\ y_a = \frac{a_1 b_3 - a_3 b_1}{a_1 - a_3} \end{cases}$$

【 0 0 4 1 】

同様に、交点 B (x_b, y_b) と交点 C (x_c, y_c) を求めることで、三点 A B C の位置を求めることができる。なお、計測結果の妥当性については、交点とセンサ光源の距離が、センサでの計測距離 $d \pm$ 許容誤差範囲の中に納まれば、妥当であると判断できる。ここで、この三点 A B C の重心座標 G (x_g, y_g) が架線の偏位、高さとなるため、以下の式を用いて G の座標位置を算出する。

【 0 0 4 2 】

【 数 6 】

$$\begin{cases} x_g = \frac{x_a + x_b + x_c}{3} \\ y_g = \frac{y_a + y_b + y_c}{3} \end{cases}$$

【 0 0 4 3 】

これにより、キャリブレーションデータを必要とせず、高精度な架線の偏位・高さ計測が可能となる。

【 0 0 4 4 】

次に、代表値が直線の近似式であった場合の架線設備の位置の推定について説明する。前述したように、図 9 ~ 図 1 3 は、架線設備 1 7 によって得られる測域データを説明するための図であって、これらの図では、架線金具 2 3 からのデータのデータ群が得られている。図 9、図 1 0、図 1 1 は、それぞれ測域センサ 3 a、3 b、3 c によって得られるデータ群を表している。図 9、図 1 0、図 1 1 に示すように、上記 (4) の処理において、各測域センサ 3 a、3 b、3 c によって得られた代表値が直線の近似式であるとき、位置推定部 1 3 では、次の処理が行われる。

【 0 0 4 5 】

架線金具 2 3 は厚みがある分、左右のセンサで計測位置に差が生じてしまう (図 9 ~ 図 1 1)。図 9、図 1 0 に示すように、測域センサ 3 a、3 b では、架線金具 2 3 の左側のデータ群を得ることができる。図 1 1 に示すように、測域センサ 3 c では、架線金具 2 3 の右側のデータ群を得ることができる。このデータ群の出現位置に基づき、図 1 2 に示すように、測域センサ 3 a、3 b で得られたデータ群をひとまとめにして、左側の近似直線 L を算出する。一方、図 1 3 に示すように、測域センサ 3 c で得られたデータ群からは、右側の近似曲線 R を算出する。最後に図 1 4 に示すように、これらの近似直線 L と R からその中心の直線 C を求めると、この直線 C が架線金具 2 3 の位置の推定値となる。このように、中心データを求めることで、キャリブレーションを行うことなく架線金具 2 3 の位置を算出することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

以上述べたように、本実施形態では、複数の測域センサ 3 からの測域データ 1 5 のデータ群を識別し、この識別結果に基づいて代表値を算出し、この代表値から架線設備 1 7 の位置の推定を行う。したがって、誤差を補正するためのキャリブレーション作業を省略でき、高精度で作業効率のよい架線設備計測装置および架線設備計測方法を提供することができる。代表値は、データ群の識別結果に基づいて算出するので、トロリ線 1 9、吊架線 2 1、架線金具 2 3 の形状に対応した適切な位置の把握ができる。また、複数の測域セン

10

20

30

40

50

サ 3 のデータを全て使用して架線設備の位置の推定が行われるので、推定値の精度を高めることができる。誤差補正のため、予めキャリブレーションデータを作成する必要が無いので、作業を省力化し、作業効率を向上することができる。

【 0 0 4 7 】

(変形例)

図 2、図 8 は、本変形例を示す架線設備計測装置 1 0 を示す図である。本変形例における測域センサ 3 は、車両 2 5 の車両屋根 2 7 上に 4 つの測域センサ 3 a、3 b、3 c、3 d が設けられている。上述の実施形態のように 3 台の測域センサ 3 a、3 b、3 c で計測していた場合、架線設備の位置によっては吊架線 2 1 がトロリ線 1 9 の陰となって計測できない場合がある。これを避けるため、図 8 のように 4 台の測域センサ 3 a、3 b、3 c、3 d により計測を行う。これにより、一部の測域センサで計測ができなかった場合でも、残りの測域センサの計測結果から架線の偏位・高さを算出することができる。

10

【 0 0 4 8 】

図 8 において、測域センサ 3 a、3 b、3 c は、吊架線 2 1 の計測が可能であるが、測域センサ 3 d は、トロリ線 1 9 の陰になり、吊架線 2 1 の計測ができない。したがってこの場合は、測域センサ 3 a、3 b、3 c の測域データを使用し、上述の実施形態と同様の処理により、架線設備の位置の推定が行われる。したがって、計測不能となる場合を回避し、計測精度の低下を抑止して確度の高い架線設備の計測が可能となる。トロリ線 1 9 又は、吊架線 2 1 の計測において、4 つの測域センサ 3 a、3 b、3 c、3 d のデータが全て得られた場合は、三角形の重心ではなく、それぞれの測域センサから得られた 4 つの直線の交点によって形成された四角形の重心を架線設備の位置の推定値として求めてよい。また、測域センサの台数は、これに限定されず、さらに可能な場合は追加してもよい。この場合は、測域センサから得られた直線の交点による多角形の重心を架線設備の位置の推定値として求めてよい。また、測域センサが 2 台の場合は、各測域センサと代表値を結ぶ直線の交点を架線設備の位置の推定値として求めてよい。

20

【符号の説明】

【 0 0 4 9 】

1、1 0	架線設備計測装置
3、3 a、3 b、3 c、3 d	測域センサ
5	推定装置
9	データ群識別部
1 1	代表値算出部
1 3	位置推定部
1 5	測域データ

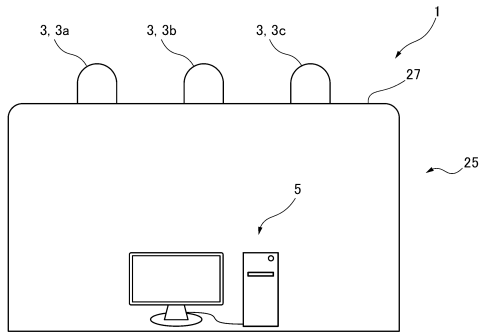
30

40

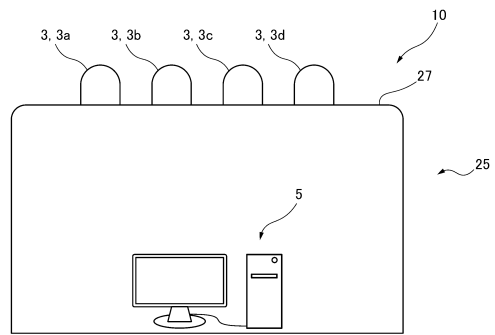
50

【図面】

【図 1】

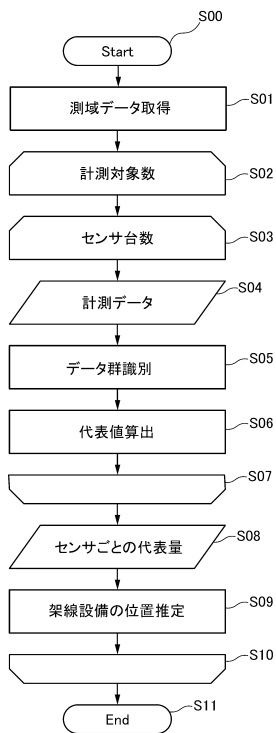


【図 2】

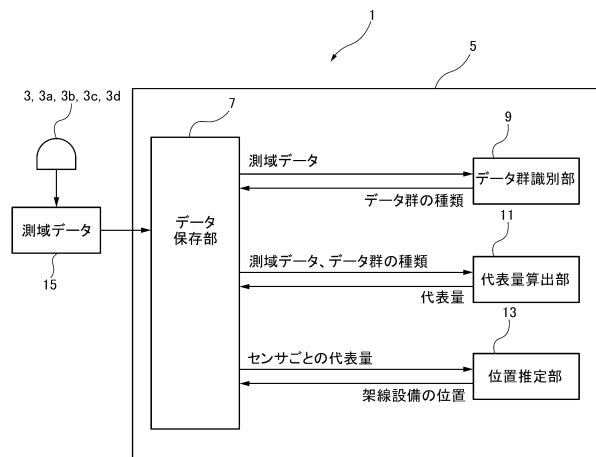


10

【図 3】



【図 4】



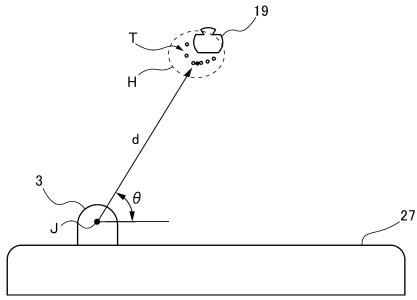
20

30

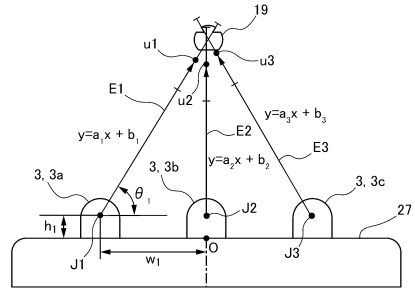
40

50

【 図 5 】

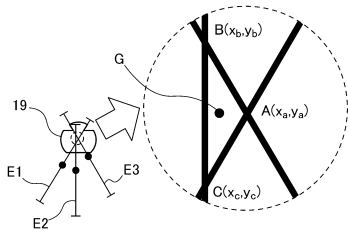


【 図 6 】

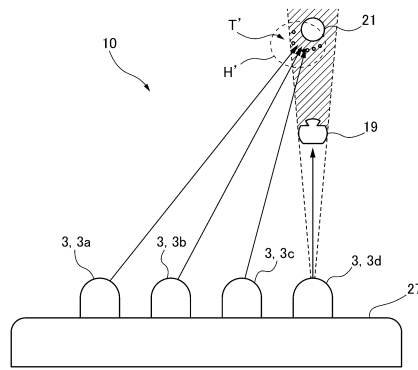


10

【 図 7 】

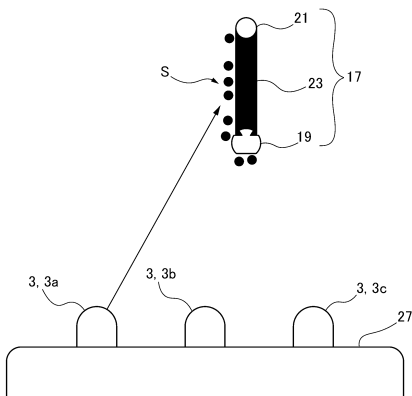


【 図 8 】

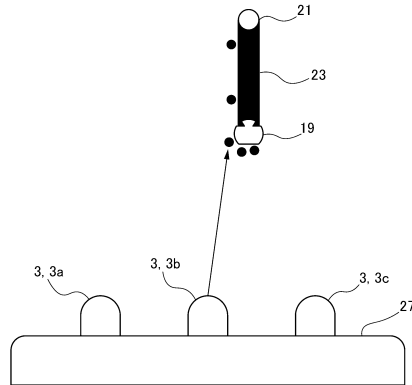


20

【 図 9 】



【 図 10 】

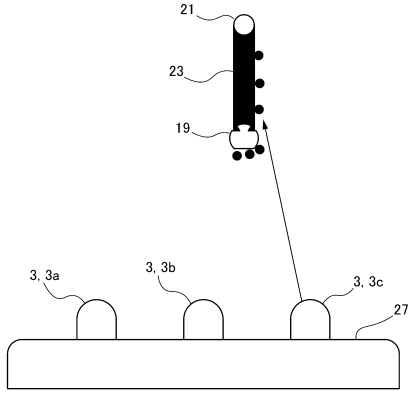


30

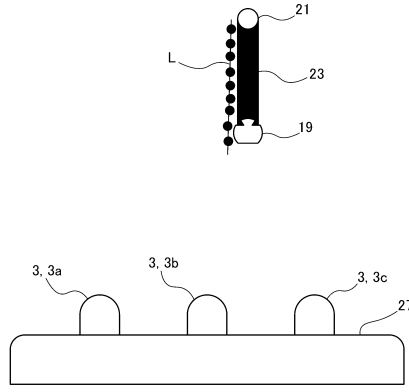
40

50

【図 1 1】

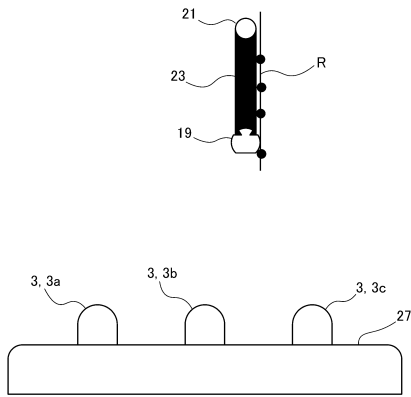


【図 1 2】

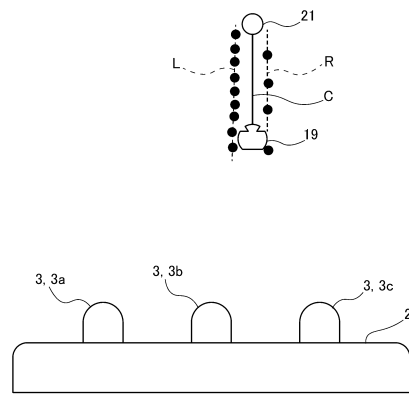


10

【図 1 3】



【図 1 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2014 - 169936 (JP, A)
特開 2016 - 024141 (JP, A)
特開 2010 - 285054 (JP, A)
米国特許出願公開第 2003 / 0142297 (US, A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01B 11 / 00 - 11 / 30