

(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8月31日(31.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/145754 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 21/00 (2006.01) *G01B 11/02* (2006.01)
B60M 1/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/004526
- (22) 国際出願日: 2017年2月8日(08.02.2017)
- (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 2016-031397 2016年2月22日(22.02.2016) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 森田 克明(MORITA Katsuaki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 尾▲崎▼ 和基(OZAKI Kazuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 本山尚志(MOTOYAMA Hisashi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 森 隆一郎, 外(MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, 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, 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).

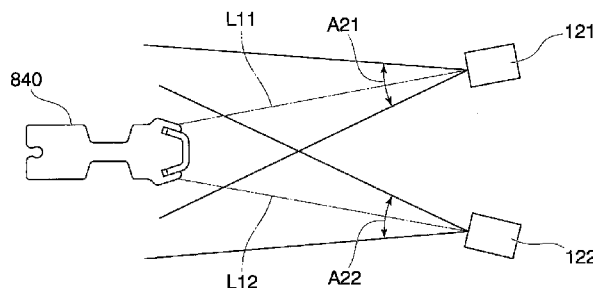
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: WEAR DEGREE INFORMATION ACQUIRING DEVICE, WEAR DEGREE INFORMATION ACQUIRING METHOD, VEHICLE, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 摩耗度合い情報取得装置、摩耗度合い情報取得方法、車両及びプログラム

[図6]



(57) Abstract: This wear degree information acquiring device is provided with: a power cable measuring unit which measures a distance from a prescribed location in a vehicle to a wearing part, in contact with the vehicle, of a power cable that supplies electric power to the vehicle, and a distance from the prescribed location in the vehicle to a non-wearing part, not in contact with the vehicle, of the power cable; and a wear degree information acquiring unit which acquires information indicating the degree of wear of the power cable, on the basis of the difference between the distance from the prescribed location in the vehicle to the wearing part, and the distance from the prescribed location in the vehicle to the non-wearing part.

(57) 要約: 摩耗度合い情報取得装置が、前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定する電力線測定部と、前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する摩耗度合い情報取得部と、を備える。



WO 2017/145754 A1

明 細 書

発明の名称：

摩耗度合い情報取得装置、摩耗度合い情報取得方法、車両及びプログラム
技術分野

[0001] 本発明は、摩耗度合い情報取得装置、摩耗度合い情報取得方法、車両及びプログラムに関する。

本願は、2016年2月22日に、日本国に出願された特願2016-031397号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 電気鉄道や新交通システムなど、車両が電力線から電力の供給を受けて走行する場合、電力線の摩耗を検出して電力線を交換する必要がある。この電力線の摩耗の検出のための幾つかの技術が提案されている。

例えば、特許文献1に記載のトロリ線摩耗測定装置は、ラインセンサを用いて得られるラインセンサ画像からトロリ線の摩耗部分のエッジを検出し、検出したエッジに基づいてトロリ線の摩耗部分の幅を求める。また、特許文献1には、トロリ線の摩耗を測定する方法として、トロリ線の摩耗部分の幅をトロリ線の厚みに換算することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第4635657号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 電力線の形状によっては、電力線が摩耗しても摩耗部分の幅がほぼ一定に保たれる場合がある。この場合、電力線の摩耗を検出する方法として、電力線の摩耗部分の幅を求める方法を用いることはできない。

[0005] 本発明は、電力線が摩耗しても摩耗部分の幅がほぼ一定に保たれる場合でも電力線の摩耗を検出することができる、摩耗度合い情報取得装置、摩耗度

合い情報取得方法、車両及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

- [0006] 本発明の第1の態様によれば、摩耗度合い情報取得装置は、前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定する電力線測定部と、前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する摩耗度合い情報取得部と、を備える。
- [0007] 前記摩耗度合い情報取得装置は、前記車両が一定間隔走行する毎にサンプリングタイミング信号を出力するタイミング検出部をさらに備え、前記摩耗度合い情報取得部は、前記タイミング検出部が前記サンプリングタイミング信号を出力する毎に前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得するようにしてもよい。
- [0008] 前記電力線測定部は、前記車両の進行方向に対して斜めに前記摩耗部分の複数の位置を走査して、前記車両の所定位置から走査した前記複数の位置各々までの距離を測定し、前記摩耗度合い情報取得部は、前記摩耗部分のうち前記電力線測定部が走査した各位置における摩耗度合いを示す情報を取得するようにしてもよい。
- [0009] 本発明の第2の態様によれば、車両は、上記したいずれかの摩耗度合い情報取得装置を備える。
- [0010] 本発明の第3の態様によれば、摩耗度合い情報取得方法は、前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定し、前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得することを含む。

[0011] 本発明の第4の態様によれば、プログラムは、コンピュータに、前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定させ、前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得させるためのプログラムである。

発明の効果

[0012] 上記した摩耗度合い情報取得装置、摩耗度合い情報取得方法、車両及びプログラムによれば、電力線が摩耗しても摩耗部分の幅がほぼ一定に保たれる場合でも電力線の摩耗を検出することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の実施形態に係る摩耗度合い情報取得装置の機能構成を示す概略ブロック図である。

[図2]本発明の実施形態における電力線の配置例を示す説明図である。

[図3]本発明の実施形態に係る上側レーザセンサ及び下側レーザセンサの配置例を示す説明図である。

[図4]本発明の実施形態における電力線の接触部分と非接触部分との位置関係の例を示す説明図である。

[図5]本発明の実施形態に係る上側レーザセンサ及び下側レーザセンサの上下方向の向きの例を示す説明図である。

[図6]本発明の実施形態に係る上側レーザセンサ及び下側レーザセンサによるレーザ照射範囲の例を示す説明図である。

[図7]本発明の実施形態に係る位置推定用レーザセンサが測定する距離の例を示すグラフである。

[図8]本発明の実施形態に係る位置推定用レーザセンサとレーザ照射対象物との位置関係の例を示す説明図である。

[図9]本発明の実施形態におけるモータカップリングハブの回転を検出する方

法の例を示す説明図である。

[図10]本発明の実施形態における摩耗部分と非摩耗部分との位置関係を示す表示画面の例を示す説明図である。

[図11]本発明の実施形態に係る電力線測定部が車両の進行方向に対しておよそ直角に電力線の摩耗部分を走査する例を示す説明図である。

[図12]本発明の実施形態に係る電力線測定部が車両の進行方向に対して斜めに電力線の摩耗部分を走査する例を示す説明図である。

[図13]本発明の実施形態に係る摩耗度合い情報取得装置が電力線の摩耗度合いを判定する処理手順の例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態を説明するが、以下の実施形態は請求の範囲にかかる発明を限定するものではない。また、実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

図1は、本発明の実施形態に係る摩耗度合い情報取得装置の機能構成を示す概略ブロック図である。図1に示すように、摩耗度合い情報取得装置10は、左上電力線測定部110aと、左下電力線測定部110bと、右上電力線測定部110cと、右下電力線測定部110dと、位置推定用レーザセンサ130と、タイミング検出部140と、摩耗度合い情報取得装置本体200とを備える。

[0015] 左上電力線測定部110aは、第一上側レーザセンサ121aと、第一下側レーザセンサ122aとを備える。左下電力線測定部110bは、第二上側レーザセンサ121bと、第二下側レーザセンサ122bとを備える。右上電力線測定部110cは、第三上側レーザセンサ121cと、第三下側レーザセンサ122cとを備える。右下電力線測定部110dは、第四上側レーザセンサ121dと、第四下側レーザセンサ122dとを備える。

摩耗度合い情報取得装置本体200は、通信部210と、操作入力部220と、表示部230と、記憶部280と、制御部290とを備える。制御部290は、摩耗度合い情報取得部291と、位置推定部292とを備える。

摩耗度合い情報取得装置１０は、車両９００に備え付けられている。

[0016] 以下、左上電力線測定部１１０ａと、左下電力線測定部１１０ｂと、右上電力線測定部１１０ｃと、右下電力線測定部１１０ｄとを総称して電力線測定部１１０と表記する。また、第一上側レーザセンサ１２１ａと、第二上側レーザセンサ１２１ｂと、第三上側レーザセンサ１２１ｃと、第四上側レーザセンサ１２１ｄとを総称して上側レーザセンサ１２１と表記する。第一下側レーザセンサ１２２ａと、第二下側レーザセンサ１２２ｂと、第三下側レーザセンサ１２２ｃと、第四下側レーザセンサ１２２ｄとを総称して下側レーザセンサ１２２と表記する。

[0017] 摩耗度合い情報取得装置１０は、車両９００に電力を供給する電力線の摩耗度合いを検出する。

図２は、電力線の配置例を示す説明図である。図２は、車両９００が走行する軌道の概略構成を示している。

図２に示すように、軌道８００は、路面８１０と、ガイドレール８２０と、分岐レール８３０と、左上電力線８４０ａと、左下電力線８４０ｂと、右上電力線８４０ｃと、右下電力線８４０ｄと、碍子８５０とを備える。

以下、左上電力線８４０ａと、左下電力線８４０ｂと、右上電力線８４０ｃと、右下電力線８４０ｄとを総称して電力線８４０と表記する。

[0018] 軌道８００は、車両９００の走行経路を構成する。

路面８１０は、車両９００が走行する面である。路面８１０は、例えばコンクリートの表面にておおよそ水平に形成されている。

ガイドレール８２０は、車両９００が路面８１０上を走行するように車両９００の向きを制約する。ガイドレール８２０は軌道８００の両側それぞれに設けられている。軌道８００の両側それぞれは、路面８１０の両脇それぞれである。車両９００は、案内輪をガイドレール８２０に当てて接触させながら走行する。これにより、車両９００は路面８１０上から逸脱しないように向きを制約される。

[0019] 分岐レール８３０は、軌道８００の分岐箇所に設けられており、分岐箇所

を走行する車両 900 を分岐先のいずれかの軌道へと導く。分岐レール 830 は可動部分を有しており、車両 900 が進むべき経路に応じて可動部分の向きを切り替える。車両 900 は、分岐レール 830 の可動部分の向きに応じて左右いずれか一方の分岐レール 830 に分岐輪を添わせる。分岐輪が分岐レール 830 に沿って動くことで、車両 900 は進むべき分岐先へと導かれる。

[0020] 電力線 840 は、新交通システムの電源設備が出力する電力を送電して車両 900 に供給する。

左上電力線 840 a が正極、左下電力線 840 b が負極になっており、左上電力線 840 a と左下電力線 840 b との組み合わせで車両 900 に直流電力を供給する。

また、軌道 800 の分岐部分では、車両 900 がいずれの分岐先へ移動する場合も電力供給が途切れないよう、軌道 800 の左右の両方に電力線 840 が設けられている。図 2 の例では、車両 900 の進行方向に向かって左側の左上電力線 840 a 及び左下電力線 840 b に加えて、進行方向に向かって右側に右上電力線 840 c 及び右下電力線 840 d が設けられている。右上電力線 840 c が正極、右下電力線 840 d が負極になっており、右上電力線 840 c と右下電力線 840 d との組み合わせで車両 900 に直流電力を供給する。

電力線 840 の各々は、碍子 850 を用いて設置されている。

摩耗度合い情報取得装置 10 が摩耗検出対象とする電力線 840 の数は 1 つ以上であればよい。摩耗度合い情報取得装置 10 が摩耗検出対象とする電力線 840 は、交流電力を供給する電力線であってもよい。

[0021] 電力線測定部 110 は、車両 900 に電力を供給する電力線 840 のうち、車両 900 に接触する摩耗部分、車両 900 に接触しない非摩耗部分それぞれについて、車両 900 の所定位置からの距離を測定する。

上側レーザセンサ 121 は、電力線 840 の斜め上から電力線 840 にレーザ（レーザ光線）を照射して、上側レーザセンサ 121 自らと電力線 84

０との距離を測定する。上側レーザセンサ１２１が設置されている位置は、車両９００の所定位置の例に該当する。

上側レーザセンサ１２１は、レーザの照射方向を上下に変化させて電力線８４０の摩耗部分と非摩耗部分との両方にレーザを当てる。これにより、上側レーザセンサ１２１は、上側レーザセンサ１２１自らと摩耗部分との距離、及び、上側レーザセンサ１２１自らと非摩耗部分との距離の両方を測定する。

[0022] 下側レーザセンサ１２２は、電力線８４０の斜め下から電力線８４０にレーザを照射して、下側レーザセンサ１２２自らと電力線８４０との距離を測定する。下側レーザセンサ１２２が設置されている位置は、車両９００の所定位置の例に該当する。

下側レーザセンサ１２２は、レーザの照射方向を上下に変化させて電力線８４０の摩耗部分と非摩耗部分との両方にレーザを当てる。これにより、下側レーザセンサ１２２は、下側レーザセンサ１２２自らと摩耗部分との距離、及び、下側レーザセンサ１２２自らと非摩耗部分との距離の両方を測定する。

[0023] 図３は、上側レーザセンサ１２１及び下側レーザセンサ１２２の配置例を示す説明図である。図３は、車両９００を車両９００の上から見た様子を示している。

図３に示すように、新交通システム７００は、軌道８００と車両９００とを備える。図２を参照して説明したように、軌道８００は、路面８１０と、ガイドレール８２０と、左上電力線８４０aと、左下電力線８４０bと、右上電力線８４０c、右下電力線８４０dとを備える。車両９００は、車両本体９１０と、支持物９２０と、案内輪９３０と、分岐輪９４０と、集電装置９５０と、走行用タイヤ９６０とを備える。図１を参照して説明したように、車両９００は、さらに第一上側レーザセンサ１２１aと、第二上側レーザセンサ１２１bと、第三上側レーザセンサ１２１cと、第四上側レーザセンサ１２１dと、第一下側レーザセンサ１２２aと、第二下側レーザセンサ１２２

bと、第三下側レーザセンサ122cと、第四下側レーザセンサ122dと、を備える。

[0024] 車両900は、軌道800が構成する走行経路を走行する。車両900は、例えば乗客又は貨物を搬送する。

車両本体910は、例えば乗客又は貨物など搬送対象を収容する。車両本体910の下部には走行用タイヤ960が設けられている。車両本体910から両横に突出して支持物920が設けられている。また、図3に示すように、車両本体910には、第一上側レーザセンサ121aと、第二上側レーザセンサ121bと、第三上側レーザセンサ121cと、第四上側レーザセンサ121dと、第一下側レーザセンサ122aと、第二下側レーザセンサ122bと、第三下側レーザセンサ122cと、第四下側レーザセンサ122dとが設置されている。

[0025] 支持物920は、案内輪930、分岐輪940及び集電装置950を支持している。具体的には、支持物920の左右それぞれの端部に、案内輪930、分岐輪940及び集電装置950が設けられている。支持物920は、案内輪930、分岐輪940および集電装置950と車両本体910との間隔をおよそ一定に保っている。

[0026] 案内輪930は、車両900が走行する際にガイドレール820に当たることで、車両900が路面810上を走行するように車両900の向きを制約する。

分岐輪940は、軌道800の分岐箇所にて分岐レール830に沿って移動することで、車両900を分岐先の軌道800のいずれかへ導く。

集電装置950は、電力線840に接触して電力線840から電力の供給を受ける。

走行用タイヤ960は、車両本体910の下側（路面810に近い側）に設けられ、路面810に接している。走行用タイヤ960が回転することで、車両900が走行する。この走行によって車両900が移動する。

[0027] 図4は、電力線840の接触部分と非接触部分との位置関係の例を示す説

明図である。図４は、電力線８４０の断面における各部の概略形状を示している。

図４に示すように、電力線８４０は、電力線本体８４１と、接触用部材８４２とを備える。集電装置９５０は、擦り板９５１とばね９５２とを備える。

電力線本体８４１は、アルミニウムで構成されており、導電性が高く比較的柔らかい。

仮に電力線８４０全体をアルミニウムで構成すると電力線８４０の摩耗が激しくすぐに交換が必要になってしまう。そこで、電力線８４０が擦り板９５１と接触する部分に接触用部材８４２が設けられている。接触用部材８４２は、ステンレス鋼で構成されており、アルミニウムの電力線本体８４１よりも硬く摩耗しにくい。

[0028] 電力線本体８４１は非接触部分の例に該当する。接触用部材８４２のうち擦り板９５１と接触する部分が接触部分の例に該当する。図４では、領域Ａ１１が接触部分の例に該当する。

擦り板９５１は、電力線８４０に接触して電力線８４０から電力の供給を受ける。擦り板９５１は、例えばカーボン系の導電素材で構成される。

ばね９５２は、擦り板９５１を電力線８４０に押し当てる。

[0029] 図５は、上側レーザセンサ１２１及び下側レーザセンサ１２２の上下方向の向きの例を示す説明図である。

図５は、車両９００の後方側から車両９００の進行方向に向かって見た様子を示しており、上側レーザセンサ１２１および下側レーザセンサ１２２のうち第一上側レーザセンサ１２１ａ、第三上側レーザセンサ１２１ｃ、第一下側レーザセンサ１２２ａ及び第三下側レーザセンサ１２２ｃが示されている。

[0030] 第一上側レーザセンサ１２１ａは、左上電力線８４０ａの斜め上に左上電力線８４０ａに向けて設置されている。これにより、第一上側レーザセンサ１２１ａは、左上電力線８４０ａにレーザを照射して第一上側レーザセンサ

1 2 1 a 自らと左上電力線 8 4 0 a との距離を測定する。

第一下側レーザセンサ 1 2 2 a は、左上電力線 8 4 0 a の斜め下に左上電力線 8 4 0 a に向けて設置されている。これにより、第一下側レーザセンサ 1 2 2 a は、左上電力線 8 4 0 a にレーザを照射して第一下側レーザセンサ 1 2 2 a 自らと左上電力線 8 4 0 a との距離を測定する。

[0031] 第三上側レーザセンサ 1 2 1 c は、右上電力線 8 4 0 c の斜め上に右上電力線 8 4 0 c に向けて設置されている。これにより、第三上側レーザセンサ 1 2 1 c は、右上電力線 8 4 0 c にレーザを照射して第三上側レーザセンサ 1 2 1 c 自らと右上電力線 8 4 0 c との距離を測定する。

第三下側レーザセンサ 1 2 2 c は、右上電力線 8 4 0 c の斜め下に右上電力線 8 4 0 c に向けて設置されている。これにより、第三下側レーザセンサ 1 2 2 c は、右上電力線 8 4 0 c にレーザを照射して第三下側レーザセンサ 1 2 2 c 自らと右上電力線 8 4 0 c との距離を測定する。

[0032] 同様に、第二上側レーザセンサ 1 2 1 b は、左下電力線 8 4 0 b の斜め上に左下電力線 8 4 0 b に向けて設置されている。これにより、第二上側レーザセンサ 1 2 1 b は、左下電力線 8 4 0 b にレーザを照射して第二上側レーザセンサ 1 2 1 b 自らと左下電力線 8 4 0 b との距離を測定する。

第二下側レーザセンサ 1 2 2 b は、左下電力線 8 4 0 b の斜め下に左下電力線 8 4 0 b に向けて設置されている。これにより、第二下側レーザセンサ 1 2 2 b は、左下電力線 8 4 0 b にレーザを照射して第二下側レーザセンサ 1 2 2 b 自らと左下電力線 8 4 0 b との距離を測定する。

[0033] 第四上側レーザセンサ 1 2 1 d は、右下電力線 8 4 0 d の斜め上に右下電力線 8 4 0 d に向けて設置されている。これにより、第四上側レーザセンサ 1 2 1 d は、右下電力線 8 4 0 d にレーザを照射して第四上側レーザセンサ 1 2 1 d 自らと右下電力線 8 4 0 d との距離を測定する。

第四下側レーザセンサ 1 2 2 d は、右下電力線 8 4 0 d の斜め下に右下電力線 8 4 0 d に向けて設置されている。これにより、第四下側レーザセンサ 1 2 2 d は、右下電力線 8 4 0 d にレーザを照射して第四下側レーザセンサ

1 2 2 d 自らと右下電力線 8 4 0 d との距離を測定する。

[0034] 図 3 の例のように第一上側レーザセンサ 1 2 1 a と第一下側レーザセンサ 1 2 2 a とは車両 9 0 0 の長手方向にずれた位置に設置されている。従って、第一上側レーザセンサ 1 2 1 a と第一下側レーザセンサ 1 2 2 a とは車両 9 0 0 の進行方向にずれた位置に設置されている。これにより、第一上側レーザセンサ 1 2 1 a が出力するレーザ項と第一下側レーザセンサ 1 2 2 a が出力するレーザとが干渉して距離の測定精度が低下することを回避できる。

第二上側レーザセンサ 1 2 1 b と第二下側レーザセンサ 1 2 2 b との組み合わせ、第三上側レーザセンサ 1 2 1 c と第三下側レーザセンサ 1 2 2 c との組み合わせ、第四上側レーザセンサ 1 2 1 d と第四下側レーザセンサ 1 2 2 d との組み合わせについても、第一上側レーザセンサ 1 2 1 a と第一下側レーザセンサ 1 2 2 a との組み合わせの場合と同様である。

[0035] 図 6 は、上側レーザセンサ 1 2 1 及び下側レーザセンサ 1 2 2 によるレーザ照射範囲の例を示す説明図である。図 5 を参照して説明したように、上側レーザセンサ 1 2 1 は電力線 8 4 0 の斜め上に位置し、電力線 8 4 0 に向けてレーザを照射する。下側レーザセンサ 1 2 2 は電力線 8 4 0 の斜め下に位置し、電力線 8 4 0 に向けてレーザを照射する。

上側レーザセンサ 1 2 1 は、角度 A 2 1 の範囲でレーザの向きを上下に変化させる。これにより、上側レーザセンサ 1 2 1 は、電力線 8 4 0 の摩耗部分の少なくとも一部と、非摩耗部分の一部とを走査し、上側レーザセンサ 1 2 1 自らと走査した部分との距離を測定する。図 4 では、電力線 8 4 0 の摩耗部分が領域 A 1 1 で示されている。電力線 8 4 0 のうち電力線本体 8 4 1 の部分が非摩耗部分の例に該当する。線 L 1 1 は、上側レーザセンサ 1 2 1 がレーザの向きを変化させる範囲の中心を示している。図 6 では、上側レーザセンサ 1 2 1 がレーザの向きを変化させる範囲の中心は、角度 A 2 1 の中心である。

[0036] 下側レーザセンサ 1 2 2 は、角度 A 2 2 の範囲でレーザの向きを上下に変化させる。これにより、下側レーザセンサ 1 2 2 は、電力線 8 4 0 の摩耗部

分の少なくとも一部と、非摩耗部分の一部とを走査し、下側レーザセンサ 122 自らと走査した部分との距離を測定する。線 L12 は、下側レーザセンサ 122 がレーザの向きを変化させる範囲の中心を示している。図 6 では、下側レーザセンサ 122 がレーザの向きを変化させる範囲の中心は、角度 A22 の中心である。

このように、上側レーザセンサ 121 と下側レーザセンサ 122 とがそれぞれ電力線 840 を走査する。これにより、上側レーザセンサ 121 と下側レーザセンサ 122 とのうちいずれか一方からは摩耗部分に死角が生じる場合でも、上側レーザセンサ 121 と下側レーザセンサ 122 との組み合わせにより摩耗部分全体を走査することができる。上側レーザセンサ 121 と下側レーザセンサ 122 とが摩耗部分全体を走査することで、摩耗度合い情報取得部 291 が電力線 840 の摩耗を検出できる可能性を高めることができる。

但し、電力線測定部 110 が上側レーザセンサ 121 及び下側レーザセンサ 122 のうち何れか一方のみを備えるようにしてもよい。これにより、電力線測定部 110 の構造を簡単にすることができる。あるいは、電力線測定部 110 が 3 つ以上のレーザセンサを備えるようにしてもよい。

[0037] 電力線測定部 110 が上側レーザセンサ 121 と下側レーザセンサ 122 とを備えるなど複数のレーザセンサを備える場合、摩耗度合い情報取得装置 10 が、レーザセンサ毎にデータを管理するようにしてもよいし、複数のレーザセンサのデータを 1 つに合成するようにしてもよい。例えば、図 10 を参照して後述する電力線 840 の形状を示す図を、摩耗度合い情報取得部 291 が複数のレーザセンサについて合成して 1 つの図にしてもよい。複数のレーザセンサのデータを 1 つに合成する場合、図 2 を参照して説明したようにレーザセンサ毎に車両 900 の進行方向における設置位置が異なることに留意する必要がある。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 は、車両 900 の進行方向における設置位置の違いを時間に換算した分だけ異なるタイミングのデータを合成する。

[0038] 位置推定用レーザセンサ１３０は、車両９００の位置推定用に位置推定用レーザセンサ１３０と周囲物との距離を測定する。具体的には、位置推定用レーザセンサ１３０は、照射するレーザの向きを水平方向に変化させながら距離の測定を繰り返す。ここでいう水平方向は左右である。

図７は、位置推定用レーザセンサ１３０が測定する距離の例を示すグラフである。図７のグラフの横軸は時刻を示し、縦軸は位置推定用レーザセンサ１３０が照射するレーザの向きを示す。縦軸の下側ほど、レーザの向きが車両９００の前方に近いことを示し、縦軸の上側ほど、レーザの向きが車両９００の後方に近いことを示す。ここでいう車両９００の前方は、車両９００の進行方向である。ここでいう車両９００の後方は、車両９００の進行方向と反対側である。

位置推定用レーザセンサ１３０とレーザが照射された物との距離をグレースケールで示す。線Ｌ２１、線Ｌ２２、及び、線Ｌ２３は、いずれも他の部分と比べて黒っぽくなっており、位置推定用レーザセンサ１３０に比較的近い物にレーザが当たったことを示している。

[0039] 位置推定用レーザセンサ１３０は、車両９００の進行方向に対して横向きに、車両９００の前方側から車両９００の後方側へ一定の角速度で所定の角度だけレーザの向きを変化させながら距離を測定する。ここでいう横向きは水平方向である。所定の角度に達したら、位置推定用レーザセンサ１３０は距離の測定を行わずにレーザの向きを元の向きに戻す。ここでいう元の向きは、距離測定開始時の向きである。レーザの向きが元の向きに戻った後、位置推定用レーザセンサ１３０は、再び、車両９００の前方側から車両９００の後方側へ一定の角速度で所定の角度だけレーザの向きを変化させながら距離を測定する。このように、位置推定用レーザセンサ１３０は、レーザの向きを車両９００の前方側から車両９００の後方側へ変化させながら距離の測定を繰り返す。

[0040] 位置推定用レーザセンサ１３０が車両９００の走行速度に対して十分速い速さでレーザを振ることで、位置推定用レーザセンサ１３０と同じ物との距

離を繰り返し測定することになる。ここでいうレーザを振ることは、レーザの向きを変化させることである。これにより、図7の例のように、位置推定用レーザセンサ130が測定した距離を示すグラフに線が現れる。特に、線L21、線L22、及び、線L23の部分では、いずれも位置推定用レーザセンサ130に比較的近い物にレーザが当たったことで黒っぽい線になっている。

[0041] 具体的には、位置推定用レーザセンサ130は、レーザが図2の碍子850に当たる高さでレーザを照射する。碍子850にレーザが当たったタイミングでは、他のタイミングよりも位置推定用レーザセンサ130とレーザが当たった物との距離が近くなる。碍子850が軌道800の側方に複数設置されていることで、線L21、線L22、及び、線L23のように黒っぽい線が複数生じている。

但し、位置推定用レーザセンサ130がレーザを照射する高さは碍子850に当たる高さに限らず、レーザが当たる位置に位置推定用レーザセンサ130からの距離が異なる物がある高さであればよい。

[0042] ここで、車両900が停止している場合、毎回の走査でレーザの向きが同じ向きになったタイミングで同じ物にレーザが照射される。このため、図7のグラフのように横軸に時刻をとり縦軸にレーザの向きをとると、横軸に平行な線が現れる。

一方、車両900が走行している場合、位置推定用レーザセンサ130に対するレーザ照射対象物の相対位置は、時間が経過するにつれて車両900の後方側に移動する。ここでいうレーザ照射対象物はレーザが当たる物である。ここでいう車両900の後方側は、車両900の進行方向と反対側である。このため、図7の例のように線に傾きが生じる。車両900の速度が速いほど、線の傾きが大きくなる。

[0043] この傾きから、位置推定用レーザセンサ130に対するレーザ照射対象物の相対速度を求めることができる。碍子850のように静止している物にレーザを照射することで、この相対速度は、車両900の速度を示す。

具体的には、図7の点P11及び点P12のように、レーザが車両900の最も前方側の向きと、車両900の最も後方側の向きとで同一の物に照射されたそれぞれのタイミングで、位置推定用レーザセンサ130が測定した距離を取得する。車両900の最も前方側の向きでのレーザの照射の例が、点P11にて示されている。車両900の最も後方側の向きでのレーザの照射の例が、点P12にて示されている。

[0044] 図8は、位置推定用レーザセンサ130とレーザ照射対象物との位置関係の例を示す説明図である。

図8の点P21は、位置推定用レーザセンサ130の位置を示す。点P22は、レーザが車両900の最も前方側の向きでレーザ照射対象物に照射されたときの、レーザ照射対象物の向きを示す。上記のように、車両900の最も前方側の向きでのレーザの照射の例が、点P11にて示されている。点P23は、レーザが車両900の最も後方側の向きでレーザ照射対象物に照射されたときの、レーザ照射対象物の向きを示す。上記のように、車両900の最も後方側の向きでのレーザの照射の例が、点P12にて示されている。矢印B11は、車両900の進行方向を示す。

[0045] 点P21と点P22との距離D11、及び、点P21と点P23との距離D12は、いずれも位置推定用レーザセンサ130が測定している。また、位置推定用レーザセンサ130がレーザの向きを変化させる角度A31は既知である。これら距離D11、距離D12及び角度A31から、点P22と点P23との距離D13を求めることができる。この距離D13を、照射対象物が点P22に位置してから点P23に位置するまでの時間T11（図7参照）で除算することで、位置推定用レーザセンサ130に対する照射対象物の位置が求まる。碍子850のように静止している物にレーザを照射することで、この相対速度は、車両900の速度を示す。

位置推定部292は、このようにして車両900の走行速度を求め、得られた走行速度を積分することで車両900の位置をキロ程にて求める。

[0046] このように、位置推定部292は、位置推定用レーザセンサ130による

距離の測定結果に基づいて車両 900 の速度を求めることで、車両 900 の既存の機器に配線を接続する必要無しに車両 900 の速度を求めることができる。例えば、既存の車両 900 に摩耗度合い情報取得装置 10 を後付けで設置する場合、摩耗度合い情報取得装置 10 が既存の機器から速度情報を取得するための配線を行う必要がない。この点で、摩耗度合い情報取得装置 10 の設置作業が簡単になる。特に、摩耗度合い情報取得装置 10 を設置する際、車両 900 の既存の配線を把握する手間を軽減させることができ、また、配線間違いによって不具合が発生する可能性を軽減させることができる。

[0047] タイミング検出部 140 は、車両 900 が一定間隔走行する毎にサンプリングタイミング信号を出力する。タイミング検出部 140 は、例えば車両 900 の走行用モータのモータカップリングハブの回転に基づいて、サンプリングタイミングを検出する。

図 9 は、モータカップリングハブの回転を検出する方法の例を示す説明図である。図 9 の例では、モータカップリングハブ 970 の外周に一定間隔で線状のマークが付されている。タイミング検出部 140 は、ファイバセンサ 141 a を備えてマークを検出することで、モータカップリングハブ 970 が一定角度回転したことを検出する。これにより、タイミング検出部 140 は、車両 900 が一定間隔走行したことを検出してサンプリングタイミング信号を出力する。

[0048] タイミング検出部 140 がサンプリングタイミング信号を出力する毎に、上側レーザセンサ 121 及び下側レーザセンサ 122 がレーザを出力して距離を測定する。そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、距離の測定結果に基づいて電力線 840 の摩耗度合いを判定する。

このように、摩耗度合い情報取得部 291 は、タイミング検出部 140 がサンプリングタイミング信号を出力する毎に電力線 840 の摩耗度合いを示す情報を取得する。これにより、摩耗度合い情報取得部 291 は、車両 900 の速度に依存せずに、車両 900 の進行方向に同一の間隔で電力線 840 の摩耗度合いを判定することができる。従って、車両 900 が高速走行して

いる場合でも、サンプリング間隔が広くなりすぎて電力線 840 の摩耗度合いの判定精度が低下することを回避できる。また、車両 900 が低速走行している場合でも、電力線 840 の長さあたりのサンプリング回数が増加してデータ量が膨大になることを回避できる。

[0049] ファイバセンサ 141 b は、モータカップリングハブ 970 の回転方向を検出するために設けられている。モータカップリングハブ 970 には、ファイバセンサ 141 a が検出するマークと異なる位相でさらにマークが付されており、ファイバセンサ 141 b は、このマークを検出する。ファイバセンサ 141 a が検出するマークと異なる位相の例として、位相を 90 度ずらすことが挙げられる。

モータカップリングハブ 970 の回転方向が逆になると、ファイバセンサ 141 a がマークを検出してからファイバセンサ 141 b がマークを検出するまでの時間と、ファイバセンサ 141 b がマークを検出してからファイバセンサ 141 a がマークを検出するまでの時間との関係も逆になる。そこで、タイミング検出部 140 は、ファイバセンサ 141 a がマークを検出してからファイバセンサ 141 b がマークを検出するまでの時間と、ファイバセンサ 141 b がマークを検出してからファイバセンサ 141 a がマークを検出するまでの時間とを比較することで、モータカップリングハブ 970 の回転方向を検出することができる。

モータカップリングハブ 970 の回転方向を検出する必要がない場合は、タイミング検出部 140 がファイバセンサ 141 b を備えていなくてもよい。

[0050] タイミング検出部 140 が一定時間毎にサンプリングタイミング信号を出力するなど、車両 900 が一定間隔走行した毎以外のタイミングでサンプリングタイミング信号を出力するようにしてもよい。例えば、一定時間毎にサンプリングタイミング信号を出力する場合、タイミング検出部 140 は、タイマを備えて一定時間の経過をカウントすればよい。この点でタイミング検出部 140 の構成を簡単にすることができる。

[0051] 摩耗度合い情報取得部 291 が、車両 900 の速度に応じてサンプリング周期を設定するようにしてもよい。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 が、位置推定部 292 が算出する車両 900 の速度を取得し、取得した速度に応じてサンプリング周期を設定するようにしてもよい。摩耗度合い情報取得部 291 は、車両 900 の速度が速いほどサンプリング周期を短く設定する。

このように、摩耗度合い情報取得部 291 が車両 900 の速度に応じてサンプリング周期を設定する場合、タイミング検出部 140 が不要になる。すなわち、摩耗度合い情報取得装置 10 がタイミング検出部 140 を備える必要がなく、この点で摩耗度合い情報取得装置 10 の構成を簡単にすることができる。

[0052] 摩耗度合い情報取得装置本体 200 は、電力線測定部 110 が上側レーザセンサ 121 及び下側レーザセンサ 122 にて測定する距離に基づいて、電力線 840 の摩耗度合いを判定する。摩耗度合い情報取得装置本体 200 は、例えばコンピュータを用いて構成される。

通信部 210 は、電力線測定部 110、位置推定用レーザセンサ 130 及びタイミング検出部 140 と通信を行う。通信部 210 は、電力線測定部 110 及び位置推定用レーザセンサ 130 から距離の測定値を取得する。また、通信部 210 は、タイミング検出部 140 が出力するサンプリングタイミング信号を取得する。通信部 210 は、例えば摩耗度合い情報取得装置本体 200 が備える通信回路を用いて構成される。

[0053] 表示部 230 は、例えば液晶パネル又は LED (Light Emitting Diode) パネル等の表示画面を有し、各種画像を表示する。特に、表示部 230 は、摩耗度合い情報取得部 291 による電力線 840 の摩耗度合いの判定結果を表示する。

操作入力部 220 は、表示部 230 の表示画面に設けられてタッチパネルを構成するタッチセンサなどの入力デバイスを備え、ユーザ操作を受ける。

[0054] 記憶部 280 は、各種情報を記憶する。記憶部 280 は、例えば摩耗度合

い情報取得装置本体 200 が備える記憶デバイスを用いて構成される。

制御部 290 は、摩耗度合い情報取得装置 10 の各部を制御して各種処理を実行する。

制御部 290 は、例えば摩耗度合い情報取得装置本体 200 が備える CPU (Central Processing Unit、中央処理装置) が、記憶部 280 からプログラムを読み出して実行することで構成される。

[0055] 摩耗度合い情報取得部 291 は、車両 900 の所定位置から電力線 840 の摩耗部分までの距離と車両 900 の所定位置から非摩耗部分までの距離との相違に基づいて電力線 840 の摩耗度合いを示す情報を取得する。

図 10 は、摩耗部分と非摩耗部分との位置関係を示す表示画面の例を示す説明図である。以下では、上側レーザセンサ 121 が電力線 840 を走査して得られる情報を例に説明する。下側レーザセンサ 122 が電力線 840 を走査して得られる情報からも同様に、電力線 840 の摩耗度合いを判定することができる。

図 10 の線 L311 は、上側レーザセンサ 121 が電力線 840 の非摩耗部分を走査して得られた形状を示す。線 L321 は、電力線 840 が摩耗していない状態で、上側レーザセンサ 121 が摩耗部分を走査して得られた形状を示す。線 L322 は、電力線 840 が摩耗している場合に、上側レーザセンサ 121 が摩耗部分を走査して得られた形状を示す。

[0056] 記憶部 280 は、線 L311 及び線 L321 のように電力線 840 が摩耗していない状態での非摩耗部分及び摩耗部分の形状を、非摩耗部分と摩耗部分との位置関係を含めて予め記憶しておく。

そして、上側レーザセンサ 121 が電力線 840 を走査して距離情報を取得すると、摩耗度合い情報取得部 291 が、上側レーザセンサ 121 がレーザを照射した向きと上側レーザセンサ 121 が検出した距離とが対応付けられた情報を、形状を示す情報に変換する。これにより、摩耗度合い情報取得部 291 は、線 L311 及び線 L322 の例のように、非摩耗部分と摩耗部分とを含む形状を示す情報を取得する。

[0057] 摩耗度合い情報取得部 291 は、電力線 840 が摩耗していない状態での非摩耗部分及び摩耗部分の形状及び非摩耗部分と摩耗部分との位置関係を示す情報を記憶部 280 から読み出し、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状と、記憶部 280 が記憶している電力線 840 が摩耗していない状態での形状とを重ね合わせる。

具体的には、摩耗度合い情報取得部 291 は、図 10 の例のように上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状と、記憶部 280 が記憶している電力線 840 が摩耗していない状態での形状との非摩耗部分を重ね合わせる。これにより、電力線 840 の摩耗の度合いが分かる。図 10 の例では、線 L321 と線 L322 との間の部分が、電力線 840 が摩耗した部分に相当する。

図 10 に示す電力線 840 の形状を示す情報は、電力線 840 の摩耗度合いを示す情報の例に該当する。

[0058] 摩耗度合い情報取得部 291 は、上記のように上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状と電力線 840 が摩耗していない状態での電力線 840 の形状とを非摩耗部分で重ね合わせた状態で、両者の摩耗部分の距離を算出する。

例えば、線 L321 で例示される電力線 840 が摩耗していない状態での摩耗部分の形状について 1 つ以上のサンプリング点を予め定めておく。そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、サンプリング点毎に、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状における摩耗部分と、このサンプリング点との距離を求める。そして、摩耗度合い情報取得部 291 は得られた距離の平均を算出する。摩耗度合い情報取得部 291 は、得られた平均値と所定の閾値とを比較し、得られた平均値が閾値よりも大きい場合、電力線 840 の保守を促すメッセージを、該当位置を示す情報と共に表示部 230 に表示させる。

[0059] 摩耗度合い情報取得部 291 が、電力線 840 が摩耗していない状態での摩耗部分と、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840

の形状における摩耗部分との距離が最も大きい場所を検出するようにしてもよい。摩耗度合い情報取得部 291 は、検出した場所における電力線 840 が摩耗していない状態での摩耗部分と、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状における摩耗部分との距離と所定の閾値とを比較する。得られた距離が閾値よりも大きい場合、電力線 840 の保守を促すメッセージを、該当位置を示す情報と共に表示部 230 に表示させる。

このように、摩耗度合い情報取得部 291 が、電力線 840 が摩耗していない状態での摩耗部分と、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状における摩耗部分との距離が最も大きい場所を検出することで、局所的な摩耗を検出できる可能性が高まる。

[0060] 摩耗度合い情報取得部 291 が電力線 840 の摩耗度合いを示す情報の取得に用いる、車両 900 の所定位置から電力線 840 の摩耗部分までの距離と車両 900 の所定位置から非摩耗部分までの距離との相違は、それらの距離の差分に限らない。

例えば、摩耗度合い情報取得部 291 が、下側レーザセンサ 122 の走査で得られた電力線 840 の形状における非摩耗部分と摩耗部分との距離を、電力線 840 が摩耗していない状態での非摩耗部分と摩耗部分との距離で乗算した割合を算出するようにしてもよい。そして、算出した割合が所定の閾値よりも小さい場合に、摩耗度合い情報取得部 291 が、電力線 840 の保守を促すメッセージを、該当位置を示す情報と共に表示部 230 に表示させるようにしてもよい。

[0061] 電力線 840 の摩耗度合いの判定をユーザが行うようにしてもよい。例えば、表示部 230 が、図 10 の例のように、上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状と、電力線 840 が摩耗していない状態での形状とを重ね合わせて表示する。

そして、ユーザは得られた表示に基づいて電力線 840 のメンテナンスの要否を判定し、操作入力部 220 を用いて判定結果を摩耗度合い情報取得装置 10 に入力するようにしてもよい。

[0062] 表示部 230 が図 10 の例のように上側レーザセンサ 121 の走査によって得られた電力線 840 の形状と、電力線 840 が摩耗していない状態での形状とを重ね合わせて表示することで、ユーザは、電力線 840 の摩耗の度合いを視覚的把握することができる。

但し、表示部 230 が摩耗部分と非摩耗部分との位置関係を表示することは必須ではない。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 が電力線 840 の摩耗を検出した位置を示す情報のみを表示部 230 が表示するようにしてもよい。

[0063] 位置推定部 292 は、車両 900 の位置を推定する。具体的には、位置推定部 292 は、図 7 を参照して説明したように、位置推定用レーザセンサ 130 による距離の測定結果に基づいて車両 900 の位置をキロ程で算出する。

摩耗度合い情報取得部 291 は、電力線 840 の摩耗を検出した場合、検出結果を示す情報と位置推定部 292 が算出するキロ程とを対応付けて表示部 230 に表示させ、また、記憶部 280 に記憶させる。これにより、摩耗度合い情報取得装置 10 のユーザは、電力線 840 の保守が必要な位置を把握することができる。

[0064] 但し、位置推定部 292 が車両 900 の位置情報を取得する方法は、位置推定用レーザセンサ 130 による距離の測定結果を用いる方法に限らない。位置推定部 292 が車両 900 情報を取得する方法は、摩耗度合い情報取得部 291 が電力線 840 の摩耗を検出した場合に、摩耗箇所を特定可能な情報を取得できる方法であればよい。例えば、車両 900 が G N S S (Global Navigation Satellite System、全地球航法衛星システム) 受信機を備えるなど、車両 900 自らの位置情報を取得する場合、位置推定部 292 がこの位置情報を車両 900 から取得するようにしてもよい。

[0065] なお、電力線測定部 110 が、車両 900 の進行方向に対して斜めに電力線 840 の摩耗部分を走査するようにしてもよい。この点について図 11 及び図 12 を参照して説明する。

図 1 1 は、電力線測定部 1 1 0 が車両 9 0 0 の進行方向に対しておよそ直角に電力線 8 4 0 の摩耗部分を走査する例を示す説明図である。図 1 1 は、上側レーザセンサ 1 2 1 を上側レーザセンサ 1 2 1 の真横から見た場合の例を示している。特に、図 1 1 は、上側レーザセンサ 1 2 1 を車両 9 0 0 の進行方向に対して直角方向から見た場合の例を示している。

[0066] 図 1 1 の線 L 4 1 は、上側レーザセンサ 1 2 1 がレーザの向きを変化させる回転中心を示し、線 L 4 2 は、レーザの軌跡の例を示している。また、車両 9 0 0 の進行方向を矢印 B 2 1 で示している。

上側レーザセンサ 1 2 1 は、レーザの向きを回転中心に対して直角方向に変化させる。

図 1 1 の例では、回転中心が車両 9 0 0 の進行方向に設定されており、上側レーザセンサ 1 2 1 は、レーザの向きを車両 9 0 0 の進行方向に対して直角に変化させる。図 1 1 では、回転中心が線 L 4 1 で示されている。これにより、上側レーザセンサ 1 2 1 は、電力線 8 4 0 の摩耗部分を、車両 9 0 0 の進行方向におよそ直角に走査する。

[0067] 図 1 2 は、電力線測定部 1 1 0 が車両 9 0 0 の進行方向に対して斜めに電力線 8 4 0 の摩耗部分を走査する例を示す説明図である。図 1 2 は、上側レーザセンサ 1 2 1 を上側レーザセンサ 1 2 1 の真横から見た場合の例を示している。特に、図 1 2 は、上側レーザセンサ 1 2 1 を車両 9 0 0 の進行方向に対して直角方向から見た場合の例を示している。

図 1 2 の線 L 5 1 は、上側レーザセンサ 1 2 1 がレーザの向きを変化させる回転中心を示し、線 L 5 2 は、レーザの軌跡の例を示している。また、車両 9 0 0 の進行方向を図 1 1 の場合と同じく矢印 B 2 1 で示している。

[0068] 図 1 1 の場合と異なり図 1 2 の例では、回転中心が車両 9 0 0 の進行方向に対して斜めに設定されており、上側レーザセンサ 1 2 1 は、レーザの向きを車両 9 0 0 の進行方向に対して斜めに変化させる。図 1 2 では、回転中心が線 L 5 1 で示されている。これにより、上側レーザセンサ 1 2 1 は、電力線 8 4 0 の摩耗部分を、車両 9 0 0 の進行方向に対して斜めに走査する。上

側レーザセンサ１２１は、上側レーザセンサ１２１自らの位置から走査した各位置までの距離を測定する。そして、摩耗度合い情報取得部２９１は、電力線８４０の摩耗部分のうち電力線測定部１１０が走査した各位置における摩耗度合いを示す情報を取得する。

[0069] これにより、摩耗度合い情報取得部２９１が電力線８４０の摩耗部分に縦に発生している局所的な摩耗を検出できる可能性を高めることができる。

具体的には、摩耗度合い情報取得部２９１は、電力線８４０の摩耗部分に縦に発生している局所的な摩耗に対して斜めに走査を行う。これにより、摩耗度合い情報取得部２９１が摩耗部分の方向と平行に走査を行う場合よりも、摩耗部分と走査線とが少なくとも１箇所で交わる可能性が高くなる。

なお、以上では、上側レーザセンサ１２１の場合を例に説明したが、下側レーザセンサ１２２についても同様である。

[0070] 次に図１３を参照して摩耗度合い情報取得装置１０の動作について説明する。

図１３は、摩耗度合い情報取得装置１０が電力線の摩耗度合いを判定する処理手順の例を示すフローチャートである。摩耗度合い情報取得装置１０は、タイミング検出部１４０にてサンプリングタイミングを検出する毎に、図１３の処理を行う。

図１３の処理で、電力線測定部１１０は、レーザで電力線を走査して電力線測定部１１０の位置からレーザが照射された位置までの距離を測定する（ステップＳ１０１）。電力線測定部１１０の位置の例として、上側レーザセンサ１２１の位置又は下側レーザセンサ１２２の位置が挙げられる。

[0071] 次に、位置推定部２９２が、車両９００の位置を推定する（ステップＳ１０２）。例えば、図７及び図８を参照して説明したように、位置推定部２９２は、位置推定用レーザセンサ１３０による距離の測定結果に基づいて車両９００の位置をキロ程にて算出する。

また、摩耗度合い情報取得部２９１は、電力線測定部１１０が測定した距離に基づいて、電力線８４０の摩耗度合いを判定する（ステップＳ１０３）

。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 は、電力線 840 が摩耗していない状態での電力線 840 の形状における摩耗部分と電力線測定部 110 の走査で得られた電力線 840 の形状における摩耗部分との距離を算出する。そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、算出した距離と所定の閾値とを比較する。

[0072] そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、ステップ S103 での摩耗度合いの判定結果に応じて保守の要否を判定する（ステップ S104）。具体的には、ステップ S103 で算出した距離が閾値よりも大きいと判定した場合、摩耗度合い情報取得部 291 は保守が必要と判定する。一方、ステップ S103 で算出した距離が閾値以下であると判定した場合、摩耗度合い情報取得部 291 は保守不要と判定する。

[0073] 保守が必要であると判定した場合（ステップ S104：YES）、摩耗度合い情報取得部 291 は、判定結果を表示部 230 に表示させる。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 は、保守を促すメッセージと、保守が必要と判定した位置を示す情報と、図 10 の例のように電力線 840 の形状とを表示部 230 に表示させる（ステップ S111）。保守が必要と判定した位置を示す情報として、ステップ S102 で得られた位置情報が用いられる。

[0074] そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、摩耗を検出した旨の検出結果を記憶部 280 に記憶させる（ステップ S112）。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 は、摩耗を検出した旨の検出結果と、摩耗を検出した位置を示す情報と、図 10 の例のように電力線 840 の形状を示す情報とを組み合わせた情報を記憶部 280 に記憶させる。摩耗を検出した位置を示す情報として、ステップ S102 で得られた位置情報が用いられる。

ステップ S112 の後、図 13 の処理を終了する。

[0075] 一方、ステップ S104 で保守は不要であると判定した場合（ステップ S104：NO）、摩耗度合い情報取得部 291 は、摩耗を検出していない旨の検出結果を記憶部 280 に記憶させる（ステップ S121）。例えば、摩耗度合い情報取得部 291 は、摩耗を検出していない旨の検出結果と、摩耗を

検出した位置を示す情報と、図10の例のように電力線840の形状を示す情報とを組み合わせた情報を記憶部280に記憶させる。摩耗を検出した位置を示す情報として、ステップS102で得られた位置情報が用いられる。

ステップS121の後、図13の処理を終了する。

[0076] なお、摩耗度合い情報取得装置本体200が車両900に搭載されていない構成であってもよい。例えば、摩耗度合い情報取得装置本体200が事務所に設置されており、車両900が走行して得られた情報を事後的に取得して電線の摩耗度合いを判定するようにしてもよい。

[0077] なお、摩耗度合い情報取得装置10の機能の一部を、他の機器が実行するようにしてもよい。例えば、位置推定部292による車両900の位置推定機能を、例えば車両基地など地上側に設けられたコンピュータで行うようにしてもよい。例えば、摩耗度合い取得装置10が、取得したデータを地上側のコンピュータに送信し、コンピュータが、受信したデータに基づいて車両900の位置を推定するようにしてもよい。

[0078] また、表示部230が表示する摩耗度合い及びメッセージなど各種画像の全部又は一部を、例えば車両基地など地上側に設けられた表示装置が行うようにしてもよい。例えば摩耗度合い取得装置10、或いは、摩耗度合い取得装置10からデータを受信したコンピュータが、摩耗度合い判定結果及びメッセージ等のデータを地上側の表示装置に送信し、表示装置が、受信したデータに基づいて摩耗度合い判定結果及びメッセージ等の画像を表示するようにしてもよい。

[0079] 以上のように、電力線測定部110は、車両900に電力を供給する電力線840のうち、車両900に接触する摩耗部分、車両900に接触しない非摩耗部分それぞれについて、車両900の所定位置からの距離を測定する。車両900の所定位置の例として、上側レーザセンサ121の位置又は下側レーザセンサ122の位置が挙げられる。そして、摩耗度合い情報取得部291は、車両900の所定位置から摩耗部分までの距離と車両900の所定位置から非摩耗部分までの距離との相違に基づいて電力線840の摩耗度

合いを示す情報を取得する。

これにより、摩耗度合い情報取得装置 10 は、電力線 840 が摩耗しても摩耗部分の幅がほぼ一定に保たれる場合でも電力線 840 の摩耗を検出することができる。例えば図 4 に示す電力線 840 は、摩耗部分が摩耗しても摩耗部分の幅はほぼ一定に保たれる。ここでいう摩耗部分は、領域 A11 で示されるように電力線 840 が擦り板 951 と接触する部分である。このような場合でも、上述したように摩耗度合い情報取得装置 10 は電力線 840 の摩耗を検出することができる。

また、車両 900 が軌道 800 を 1 回走行すれば、軌道 800 が走行した全区間について電力線 840 の摩耗具合を判定することができる。従来は、保守点検員が軌道に入って目視点検等で電力線の摩耗具合を判定していたのに対し、摩耗度合い情報取得装置 10 によれば保守点検員の負担を軽減することができる。

[0080] また、タイミング検出部 140 は、車両 900 が一定間隔走行する毎にサンプリングタイミング信号を出力する。そして、摩耗度合い情報取得部 291 は、タイミング検出部 140 がサンプリングタイミング信号を出力する毎に電力線 840 の摩耗度合いを示す情報を取得する。

これにより、摩耗度合い情報取得部 291 は、車両 900 の速度に依存せずに、車両 900 の進行方向に同一の間隔で電力線 840 の摩耗度合いを判定することができる。従って、車両 900 が高速走行している場合でも、サンプリング間隔が広くなりすぎて電力線 840 の摩耗度合いの判定精度が低下することを回避できる。また、車両 900 が低速走行している場合でも、電力線 840 の長さあたりのサンプリング回数が増加してデータ量が膨大になることを回避できる。

[0081] また、電力線測定部 110 は、車両 900 の進行方向に対して斜めに摩耗部分を走査して、車両 900 の所定位置から走査した各位置までの距離を測定する。車両 900 の所定位置の例として、上側レーザセンサ 121 の位置又は下側レーザセンサ 122 の位置が挙げられる。そして、摩耗度合い情報

取得部 291 は、摩耗部分のうち電力線測定部 110 が走査した各位置における摩耗度合いを示す情報を取得する。

これにより、摩耗度合い情報取得部 291 が電力線 840 の摩耗部分に縦に発生している局所的な摩耗を検出できる可能性を高めることができる。

[0082] なお、制御部 290 の全部または一部の機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することにより各部の処理を行ってもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM 等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであっても良く、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよい。

[0083] 以上、本発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0084] 本発明の実施形態は、車両に電力を供給する電力線のうち、前記車両に接触する摩耗部分、前記車両に接触しない非摩耗部分それぞれについて、前記車両の所定位置からの距離を測定する電力線測定部と、前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する摩耗度合い情報取得部と、を備える摩耗度合い情報取得装置に関する。

この実施形態によれば、電力線が摩耗しても摩耗部分の幅がほぼ一定に保たれる場合でも電力線の摩耗を検出することができる。

符号の説明

- [0085] 1 0 摩耗度合い情報取得装置
 - 1 1 0 電力線測定部
 - 1 2 1 上側レーザセンサ
 - 1 2 2 下側レーザセンサ
 - 1 3 0 位置推定用レーザセンサ
 - 1 4 0 タイミング検出部
 - 2 0 0 摩耗度合い情報取得装置本体
 - 2 1 0 通信部
 - 2 2 0 操作入力部
 - 2 3 0 表示部
 - 2 8 0 記憶部
 - 2 9 0 制御部
 - 2 9 1 摩耗度合い情報取得部
 - 2 9 2 位置推定部
 - 9 0 0 車両

請求の範囲

- [請求項1] 前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定する電力線測定部と、
- 前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する摩耗度合い情報取得部と、
- を備える摩耗度合い情報取得装置。
- [請求項2] 前記車両が一定間隔走行する毎にサンプリングタイミング信号を出力するタイミング検出部をさらに備え、
- 前記摩耗度合い情報取得部は、前記タイミング検出部が前記サンプリングタイミング信号を出力する毎に前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する、
- 請求項1に記載の摩耗度合い情報取得装置。
- [請求項3] 前記電力線測定部は、前記車両の進行方向に対して斜めに前記摩耗部分の複数の位置を走査して、前記車両の所定位置から走査した前記複数の位置各々までの距離を測定し、
- 前記摩耗度合い情報取得部は、前記摩耗部分のうち前記電力線測定部が走査した各位置における摩耗度合いを示す情報を取得する、
- 請求項1または請求項2に記載の摩耗度合い情報取得装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の摩耗度合い情報取得装置を備える車両。
- [請求項5] 前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定し、
- 前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定

位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得する、

ことを含む摩耗度合い情報取得方法。

[請求項6]

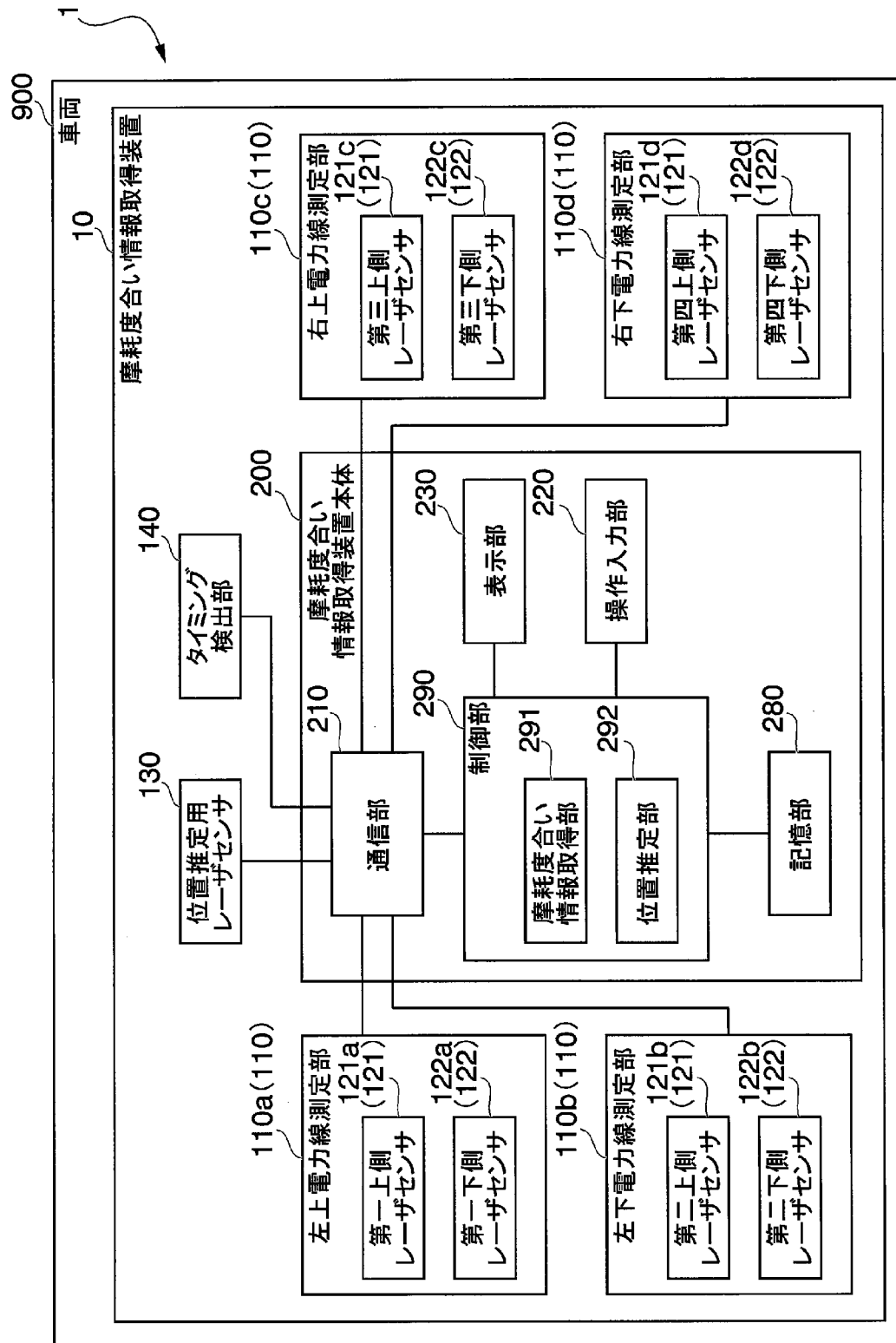
コンピュータに、

前記車両の所定位置から、前記車両に電力を供給する電力線のうち前記車両に接触する摩耗部分までの距離と、前記車両の所定位置から、前記電力線のうち前記車両に接触しない非摩耗部分までの距離とを測定させ、

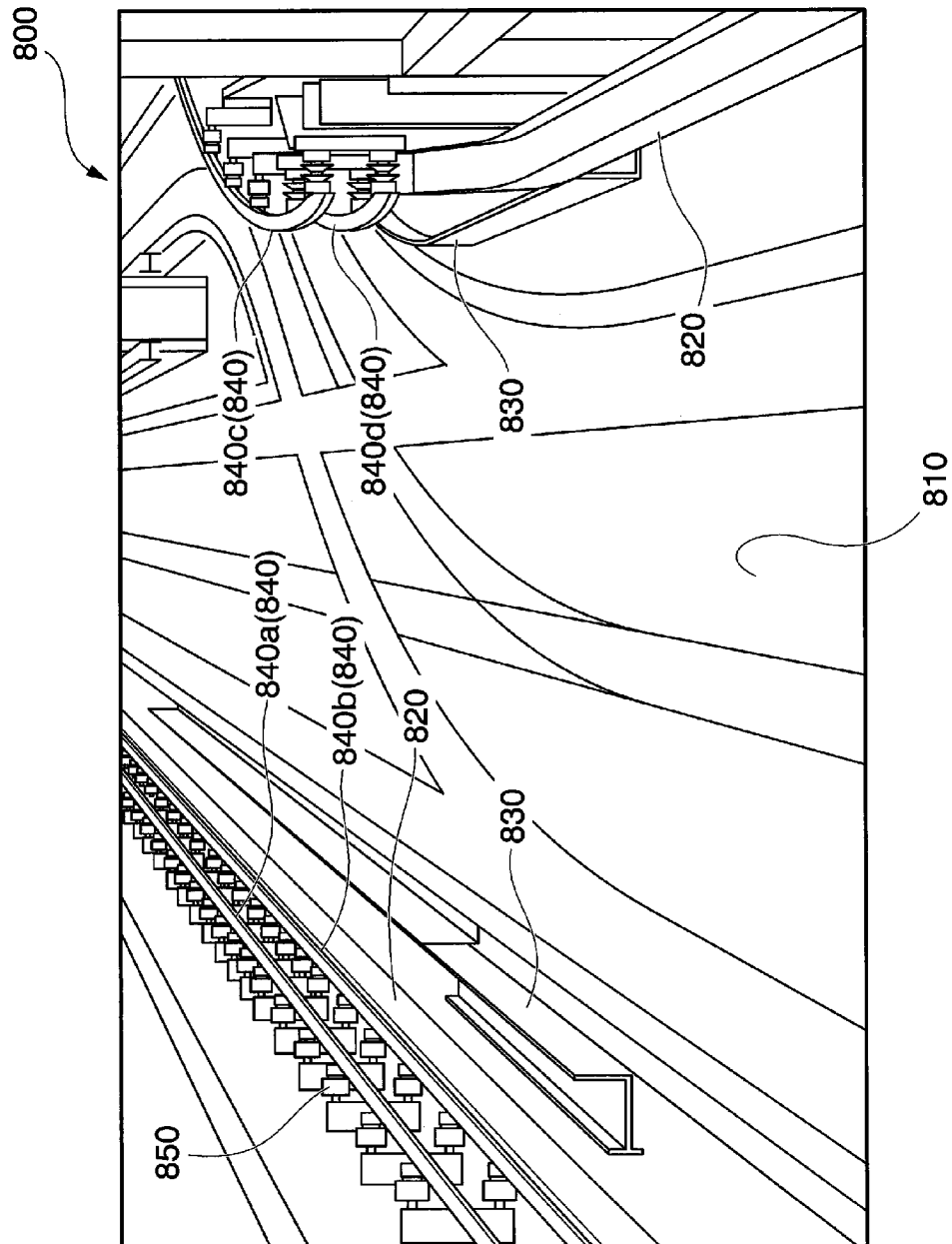
前記車両の所定位置から前記摩耗部分までの距離と前記車両の所定位置から前記非摩耗部分までの距離との相違に基づいて前記電力線の摩耗度合いを示す情報を取得させる、

ためのプログラム。

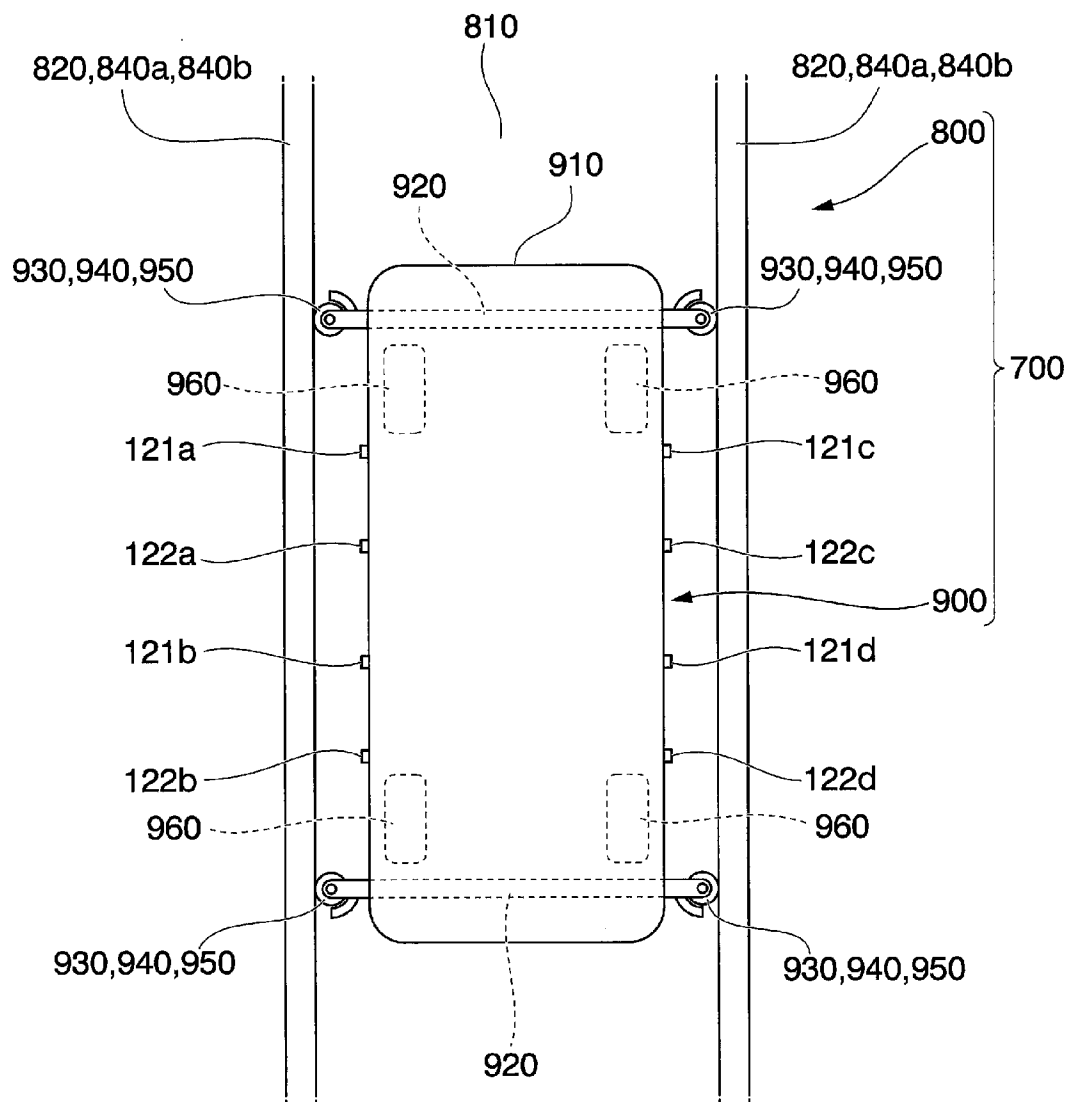
[図1]



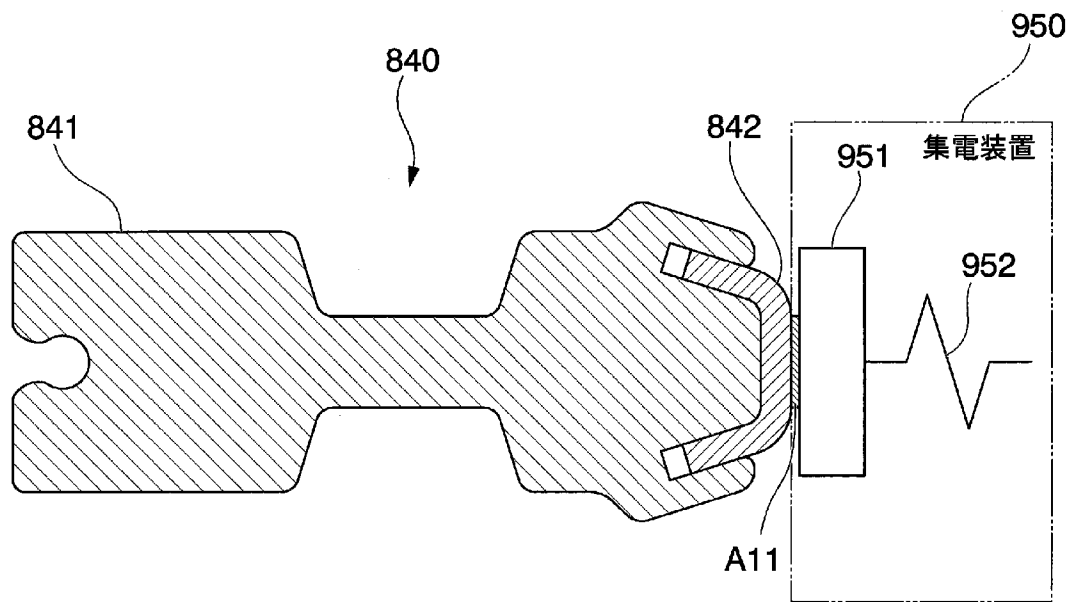
[図2]



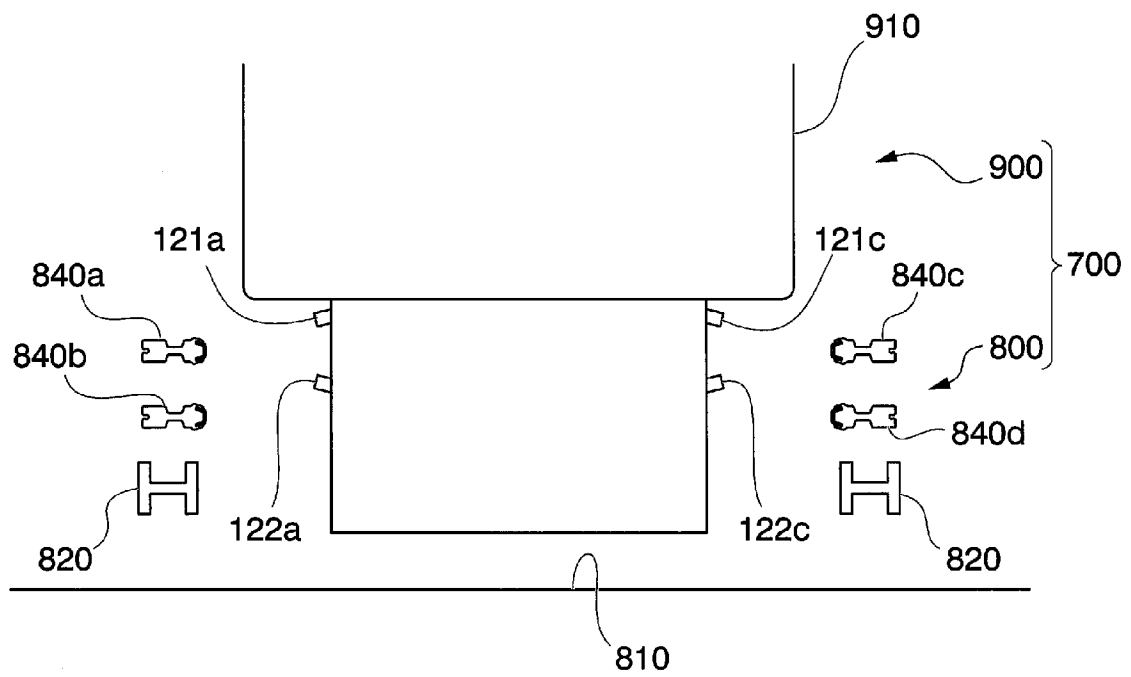
[図3]



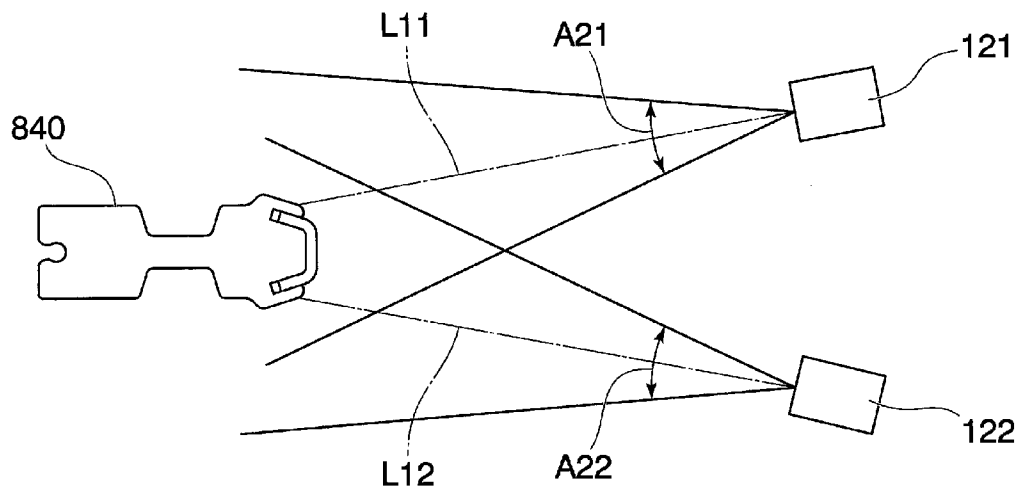
[図4]



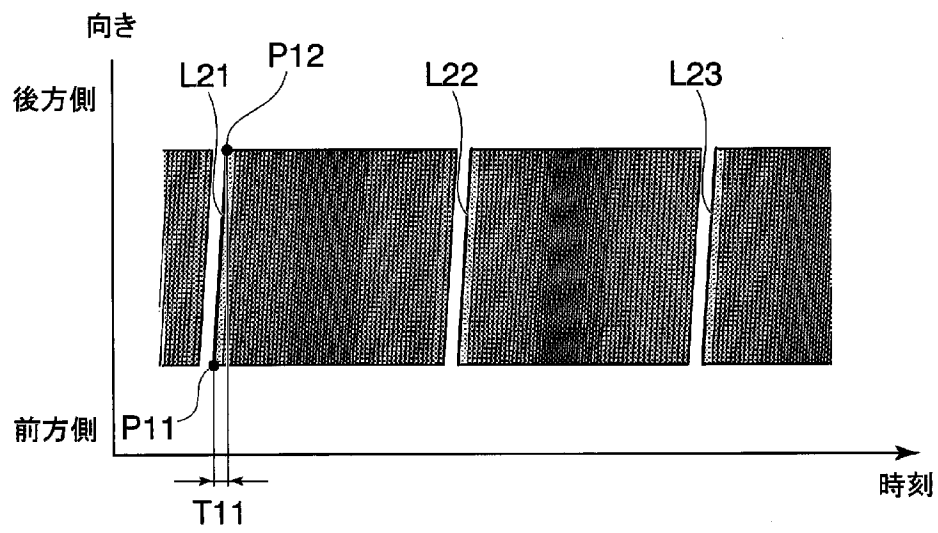
[図5]



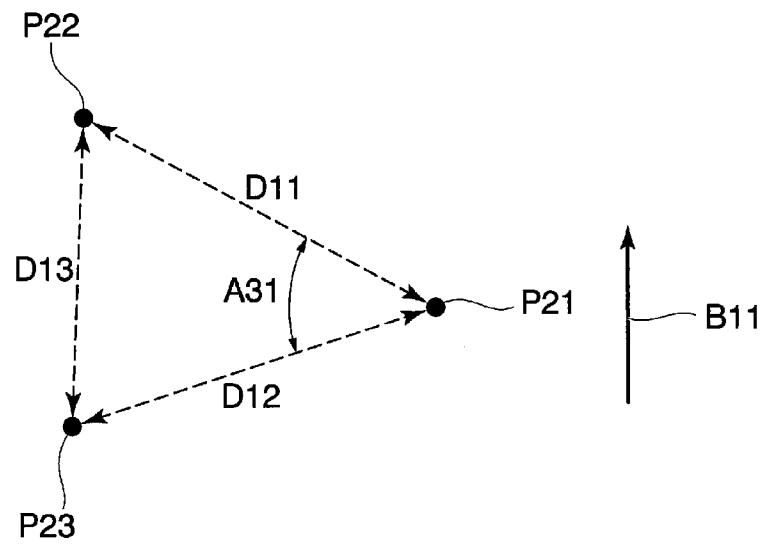
[図6]



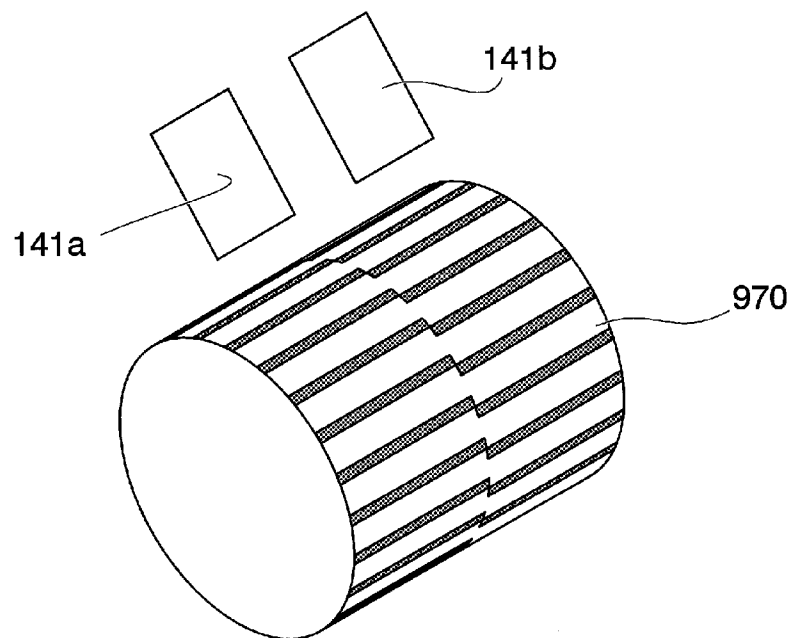
[図7]



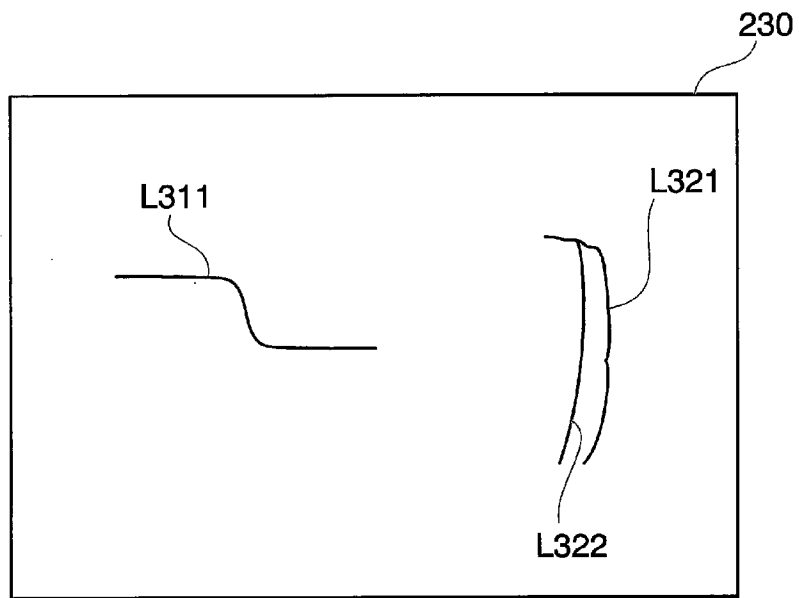
[図8]



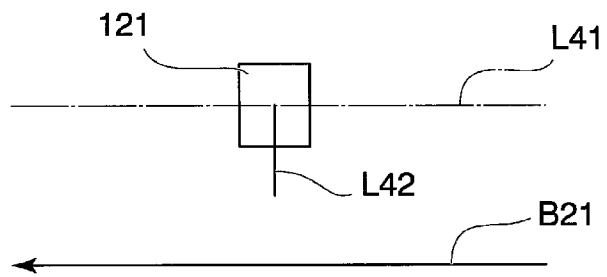
[図9]



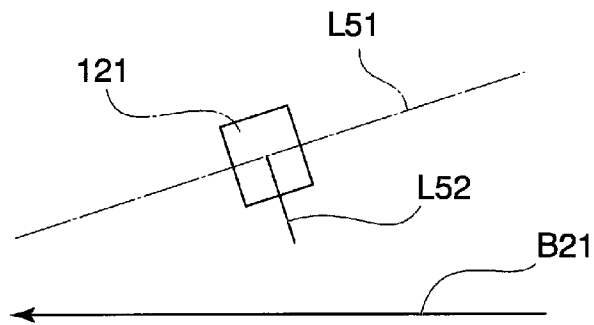
[図10]



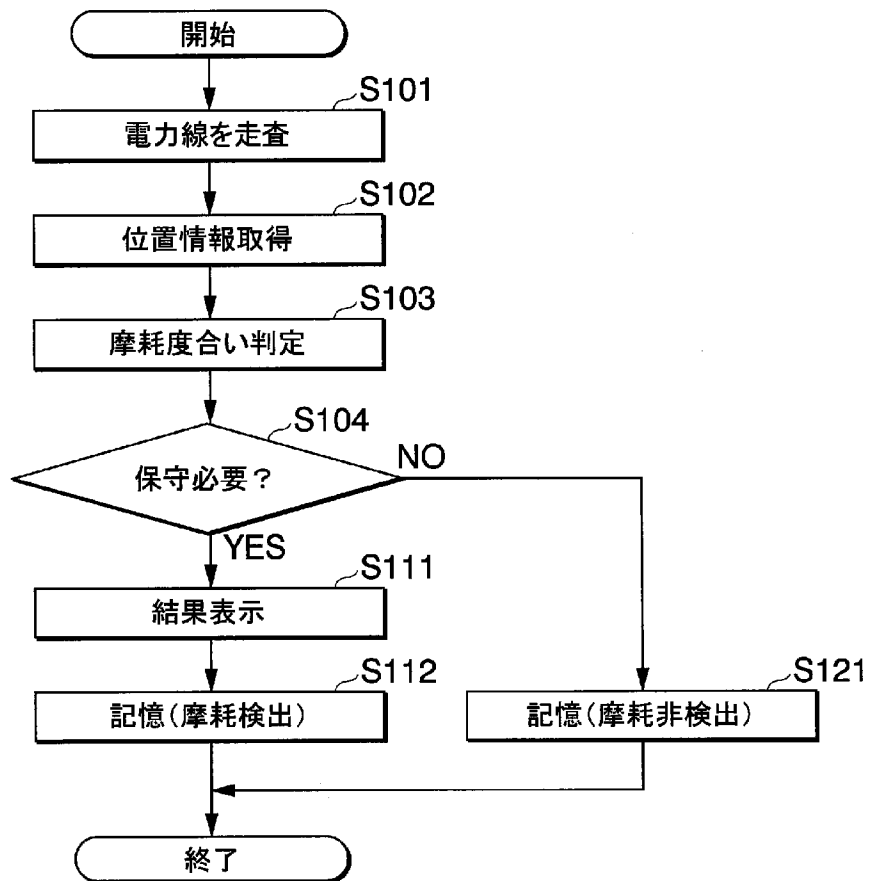
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/004526

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B21/00(2006.01)i, B60M1/28(2006.01)i, G01B11/02(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)

G01B11/00-11/30, 21/00-21/32, B60M1/28

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.
X Y	JP 2015-068675 A (Hitachi High-Tech Fine Systems Corp.), 13 April 2015 (13.04.2015), paragraphs [0020] to [0040]; fig. 1 to 6 & EP 3051252 A1 paragraphs [0024] to [0042]; fig. 1 to 6 & WO 2015/045743 A1 & CN 105393080 A	1, 3-6 2
Y	JP 5-278503 A (Hitachi Electronics Engineering Co., Ltd.), 26 October 1993 (26.10.1993), paragraphs [0009] to [0010] (Family: none)	2

☒ 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
20 April 2017 (20.04.17)

Date of mailing of the international search report
09 May 2017 (09.05.17)

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/JP2017/004526

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 2015-184174 A (Railway Technical Research Institute), 22 October 2015 (22.10.2015), paragraphs [0011] to [0015] (Family: none)	1-6
A	JP 2003-011702 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 January 2003 (15.01.2003), paragraphs [0014] to [0020] (Family: none)	1-6
A	JP 2006-258531 A (Act Electronics Corp.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0023] to [0038]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-6
A	EP 1855084 A2 (SIEMENS AG), 14 November 2007 (14.11.2007), paragraphs [0025] to [0051]; fig. 1 & DE 102006022108 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01B21/00(2006.01)i, B60M1/28(2006.01)i, G01B11/02(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. G01B11/00-11/30, 21/00-21/32
B60M 1/28

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
X	JP 2015-068675 A（株式会社日立ハイテクファインシステムズ） 2015.04.13, 段落[0020]-[0040], 図1-6	1, 3-6
Y	& EP 3051252 A1, 段落[0024]-[0042], 図1-6 & WO 2015/045743 A1 & CN 105393080 A	2
Y	JP 5-278503 A（日立電子エンジニアリング株式会社）1993.10.26, 段落[0009]-[0010]（ファミリーなし）	2

☒ 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

20.04.2017

国際調査報告の発送日

09.05.2017

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）

池田 剛志

2 S

5551

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

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 2015-184174 A (公益財団法人鉄道総合技術研究所) 2015. 10. 22, 段落[0011]-[0015] (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2003-011702 A (三菱重工業株式会社) 2003. 01. 15, 段落[0014]-[0020] (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2006-258531 A (アクト電子株式会社) 2006. 09. 28, 段落[0023]-[0038], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-6
A	EP 1855084 A2 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2007. 11. 14, 段落[0025]-[0051], 図 1 & DE 102006022108 A	1-6