

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6206957号
(P6206957)

(45) 発行日 平成29年10月4日(2017.10.4)

(24) 登録日 平成29年9月15日(2017.9.15)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 B	11/245	(2006.01)	GO 1 B	11/245	H
B 6 O M	1/28	(2006.01)	B 6 O M	1/28	R

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-201383 (P2013-201383)
(22) 出願日	平成25年9月27日 (2013. 9. 27)
(65) 公開番号	特開2015-68675 (P2015-68675A)
(43) 公開日	平成27年4月13日 (2015. 4. 13)
審査請求日	平成28年2月25日 (2016. 2. 25)

(73) 特許権者	504007202 株式会社日立ハイテクファインシステムズ 埼玉県児玉郡上里町嘉美1600番地
(74) 代理人	100114166 弁理士 高橋 浩三
(72) 発明者	渡邊 正久 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
審査官	池田 剛志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トロリ線測定装置及びトロリ線測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スリット状のレーザ光束をトロリ線の左右下側から前記トロリ線を横断するように略垂直に投光し、投光された前記レーザ光束の反射光による光切断像に基づいて前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像をそれぞれ取得する車両の屋根上に設けられた第1及び第2のトロリ線測定手段と、

前記車両の屋根上のほぼ中央付近に設けられ、前記トロリ線の偏位方向にレーザ光を走査するレーザ測長センサ手段と、

前記レーザ測長センサ手段からの信号に基づいて前記トロリ線の高さ偏位座標を検出する高さ変位検出手段と、

前記トロリ線の高さ偏位座標に応じて前記トロリ線と前記第1及び第2のトロリ線測定手段との距離をそれぞれ算出し、算出された前記距離に基づいて前記第1及び第2のトロリ線測定手段によって取得された前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像のサイズが互いに等しくなるように処理して、前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータを生成する制御手段と

を備えたことを特徴とするトロリ線測定装置。

【請求項2】

請求項1に記載のトロリ線測定装置において、

前記制御手段によって生成された前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて前記トロリ線の摩耗量を算出すると共に前記トロリ線の立体形状を示す

10

20

データを算出する測定手段を備えたことを特徴とするトロリ線測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載のトロリ線測定装置において、

前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段の撮影視野範囲が前記車両の進行方向にほぼ垂直な面内を回転するように前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段を保持しながら回転制御する前記車両の屋根上の左右両端部に設けられた回転ステージ手段と、

前記車両の進行に従って変化する前記トロリ線の高さ偏位座標に基づいて、前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段の撮影視野範囲に前記トロリ線が入るように前記回転ステージ手段の回転を制御する回転制御手段と

を備えたことを特徴とするトロリ線測定装置。

10

【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 に記載のトロリ線測定装置において、

前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束を前記トロリ線に略垂直に投光する投光手段と、前記光切断像を前記車両の進行方向に向かって所定の仰角を以って撮像する受光手段とから構成されることを特徴とするトロリ線測定装置。

【請求項 5】

請求項 1、2、3 又は 4 に記載のトロリ線測定装置において、

前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束として、昼間の太陽光の光強度より強い反射光を発生させる赤外領域の単色光を投光し、レンズを介して前記トロリ線の光切断像を受光面に結像するように受光することを特徴とするトロリ線測定装置。

20

【請求項 6】

スリット状のレーザ光束をトロリ線の左右下側から前記トロリ線を横断するように略垂直に投光し、

投光された前記レーザ光束の反射光による光切断像に基づいて前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像を、車両の屋根上に設けられた第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段を用いてそれぞれ取得し、

前記車両の屋根上のほぼ中央付近に設けられたレーザ測長センサ手段を用いて、前記トロリ線の偏位方向にレーザ光を走査し、

前記レーザ測長センサ手段からの信号に基づいて前記トロリ線の高さ偏位座標を検出し

30

、
検出された前記トロリ線の高さ偏位座標に応じて前記トロリ線と前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段との距離をそれぞれ算出し、

算出された前記距離に基づいて前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段によって取得された前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像のサイズが互いに等しくなるように処理して、前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータを生成することを特徴とするトロリ線測定方法。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のトロリ線測定方法において、

生成された前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて前記トロリ線の摩耗量を算出すると共に前記トロリ線の立体形状を示すデータを算出することを特徴とするトロリ線測定方法。

40

【請求項 8】

請求項 6 又は 7 に記載のトロリ線測定方法において、

前記車両の屋根上の左右両端部に設けられた回転ステージ手段を用いて、前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段の撮影視野範囲が前記車両の進行方向にほぼ垂直な面内を回転するように前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段を保持しながら回転制御し、

前記車両の進行に従って変化する前記トロリ線の高さ偏位座標に基づいて、前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段の撮影視野範囲に前記トロリ線が入るように前記回転ステージ手段の回転を制御することを特徴とするトロリ線測定方法。

【請求項 9】

50

請求項 6、7 又は 8 に記載のトロリ線測定方法において、

前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束を前記トロリ線に略垂直に投光する投光手段と、前記光切断像を前記車両の進行方向に向かって所定の仰角を以って撮像する受光手段とから構成されることを特徴とするトロリ線測定方法。

【請求項 10】

請求項 6、7、8 又は 9 に記載のトロリ線測定方法において、

前記第 1 及び第 2 のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束として、昼間の太陽光の光強度より強い反射光を発生させる赤外領域の単色光を投光し、レンズを介して前記トロリ線の光切断像を受光面に結像するように受光することを特徴とするトロリ線測定方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の電源供給源であるトロリ線の摩耗量などを測定するトロリ線測定装置及びトロリ線測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電車線路を走行する電車車両は、パンタグラフ上面（摺板）を介してトロリ線から所要の電力を得る。トロリ線の下面（摺動面または摺面）とパンタグラフ上面とは、互いの摺動接触により漸次に摩耗する。パンタグラフ側の摩耗が一部分に集中しないように、トロリ線は支持電柱ごとに左右方向に交互に偏位されている。トロリ線の摩耗量と偏位量は、検測車等にトロリ線測定装置を搭載し、定期的に走行測定してそれぞれの良否が検査されている。

20

【0003】

トロリ線測定装置の 1 つに回転多面鏡（ポリゴンミラー）を水平面で回転させて、トロリ線へレーザ光を照射してトロリ線とその偏位範囲に互って走査するものがある。その 1 つは、走査に応じて得られるトロリ線摺動面からの反射光を穴あきミラーを介して受光素子で受光することでトロリ線摺動面についての検出信号を得て、走査に対応して得られる検出信号の発生幅をデータ処理装置で算出し、それにより、トロリ線摩耗量を測定する。このようなトロリ線摩耗量測定装置を搭載する検測車として、特許文献 1、3、4 に記載のものがある。

30

【0004】

トロリ線測定装置の摩耗量算出としては、CCDカメラにより画像を採取して画像処理によりトロリ線摺動面の幅を得て、これから摩耗量を測定するようにしたものが特許文献 2 に記載されている。また、トロリ線摺動面からの反射信号を得て、その波形からトロリ線摺動面の幅を得て、これから摩耗量を算出するようにしたものが特許文献 5、7 に記載されている。

【0005】

トロリ線をガイドレールにガイドし、ガイドレールを挟んで側面に投光部と受光部を有する透過型センサにてセンサ投光部と受光部の間のトロリ線の影の高さ幅を得て残存量を測定するようにしたトロリ線測定装置が特許文献 6 に記載されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2001 - 59710 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 96980 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 34113 号公報

【特許文献 4】特開平 10 - 194015 号公報

【特許文献 5】特開平 07 - 120227 号公報

【特許文献 6】特開平 07 - 120228 号公報

【特許文献 7】特開 2010 - 243274 号公報

50

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1～7に示されるようなトロリ線の摩耗残存量を摺面幅より残直に変換して測定するトロリ線測定装置は、トロリ線摺面にレーザ光やナトリウムランプ光やLED光を照射しトロリ線摺面の反射光でトロリ線摺面幅の測定を行っている。このためトロリ線摺面の状態に大きく影響され、トロリ線摺面の黒化、錆や傾きまたは片減りによりトロリ線摺面の反射光が測定器受光部に戻らない場合、摺面幅を細く計ってしまうことがある。

また、トロリ線の横からの投影によってトロリ線残存径を直接測定するように構成した装置は、検出器をトロリ線に接触させてガイドしているため、列車速度が上がると検出器を跳ねてしまうために、低速での測定が条件となり、またトロリ線のオーバーラップ部分ではガイドの架けかえの手間が掛かることがある。

この発明は、上述の点に鑑みなされたものであって、トロリ線の摩耗部の形状を走行する車両から簡易に測定することができるトロリ線測定装置及びトロリ線測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るトロリ線測定装置の第1の特徴は、スリット状のレーザ光束をトロリ線の左右下側から前記トロリ線を横断するように略垂直に投光し、投光された前記レーザ光束の反射光による光切断像に基づいて前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像をそれぞれ取得する車両の屋根上に設けられた第1及び第2のトロリ線測定手段と、前記第1及び第2のトロリ線測定手段によって取得された前記トロリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像を処理して、前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータを生成する制御手段とを備えたことにある。車両の屋根上から車両進行方向に対し略垂直にトロリ線にスリット状のレーザ光束を照射する。レーザ光束が照射されることによって、トロリ線の側面を含む下側に光切断像が生成される。この光切断像を斜め下方からカメラ等で受光することによって、トロリ線の側面を含む下側の形状を示す画像すなわちトロリ線の光切断像のプロファイルを取得することができる。このような投光部及び受光部をトロリ線の偏位左右方向に沿った離間した位置に2セット設置して、レーザ光束の当たった部分の形状をそれぞれ測定し、それを画像処理することによって、トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータを生成することができる。生成したトロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて、トロリ線の側面の残存量を算出することができ、トロリ線摺面に影響されずにトロリ線の摩耗量を測定することが可能となる。

【0009】

本発明に係るトロリ線測定装置の第2の特徴は、前記第1の特徴に記載のトロリ線測定装置において、前記制御手段によって生成された前記トロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて前記トロリ線の摩耗量を算出すると共に前記トロリ線の立体形状を示すデータを算出する測定手段を備えたことにある。これは、制御手段によって生成されたトロリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて、測定手段がトロリ線の側面の残存量を算出すると共にトロリ線の立体形状を示すデータを算出するようにしたものである。これによって、トロリ線摺面に影響されずにトロリ線の摩耗量を測定することができる。

【0010】

本発明に係るトロリ線測定装置の第3の特徴は、前記第1又は第2の特徴に記載のトロリ線測定装置において、前記第1及び第2のトロリ線測定手段の撮影視野範囲が前記車両の進行方向にほぼ垂直な面内を回転するように前記第1及び第2のトロリ線測定手段を保持しながら回転制御する前記車両の屋根上の左右両端部に設けられた回転ステージ手段と、前記車両の進行に従って変化する前記トロリ線の高さ偏位座標に基づいて、前記第1及び第2のトロリ線測定手段の撮影視野範囲に前記トロリ線が入るように前記回転ステージ手

10

20

30

40

50

段の回転を制御する回転制御手段とを備えたことにある。これは、投光ユニットと受光ユニットからなるトリ線測定手段を回転ステージ手段に取り付け、この回転ステージ手段を車両屋根上にトリ線偏位方向に偏位中心を挟んで左右両端部に1対設置し、トリ線の左右側面を含む下側面すなわち摺動面を同時に測定するようにしたものである。この投光ユニット及び受光ユニットを偏位左右位置に2セット設置し、トリ線左右側面のレーザの当たった部分の形状を測定することにより、トリ線の側面の残存量が得られ、トリ線摺面に影響されずトリ線摩耗量の測定が可能になる。また、トリ線摺面の片減りによりトリ線摺面が2面発生した場合、トリ線摺面を含めたトリ線断面形状を測定することができるため、片減りのトリ線摩耗量の測定も可能となる。

【0011】

本発明に係るトリ線測定装置の第4の特徴は、前記第3の特徴に記載のトリ線測定装置において、前記車両の屋根上のほぼ中央付近に設けられ、前記トリ線の偏位方向にレーザ光を走査するレーザ測長センサ手段と、前記レーザ測長センサ手段からの信号に基づいて前記トリ線高さ偏位座標を検出する高さ変位検出手段とを備えたことにある。これは、車両屋根上のほぼ中央付近に設けたレーザ測長センサ手段を用いて、トリ線の偏位方向にレーザ光を走査し、トリ線からの反射光に対応した信号に基づいて、レーザ測長センサ手段とトリ線との間の距離と角度を測定し、この距離と角度に基づいて第1及び第2のトリ線測定手段の設置位置からのトリ線の高さ偏位座標を検出するようにしたものである。検出したトリ線高さ変位座標に基づいて、回転制御手段は、回転ステージ手段の回転を制御できるようになる。

【0012】

本発明に係るトリ線測定装置の第5の特徴は、前記第1、第2、第3又は第4の特徴に記載のトリ線測定装置において、前記第1及び第2のトリ線測定手段は、前記レーザ光束を前記トリ線に略垂直に投光する投光手段と、前記光切断像を前記車両の進行方向に向かって所定の仰角を以って撮像する受光手段とから構成されることにある。これは、トリ線測定手段を投光手段と受光手段で構成するようにしたものである。なお、トリ線測定手段をレーザまたはLED等を使用した二次元変位センサで構成してもよい。

【0013】

本発明に係るトリ線測定装置の第6の特徴は、前記第1、第2、第3又は第4の特徴に記載のトリ線測定装置において、前記第1及び第2のトリ線測定手段は、前記レーザ光束として、昼間の太陽光の光強度より強い反射光を発生させる赤外領域の単色光を投光し、レンズを介して前記トリ線の光切断像を受光面に結像するように受光することにある。これは、投光レーザの波長を赤外領域の単色光とし、受光部に赤外透過干渉フィルタなどを組み合わせることによって、日中の太陽光との強度差が大きく得られるようにし、日中における測定を可能としたものである。

【0014】

本発明に係るトリ線測定方法の第1の特徴は、スリット状のレーザ光束をトリ線の左右下側から前記トリ線を横断するように略垂直に投光し、投光された前記レーザ光束の反射光による光切断像に基づいて前記トリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像を、車両の屋根上に設けられた第1及び第2のトリ線測定手段を用いてそれぞれ取得し、前記第1及び第2のトリ線測定手段によって取得された前記トリ線の側面を含む左右下側の形状を示す画像を処理して、前記トリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータを生成することにある。これは、前記トリ線測定装置の第1の特徴に対応したトリ線測定方法の発明である。

【0015】

本発明に係るトリ線測定方法の第2の特徴は、前記第1の特徴に記載のトリ線測定方法において、生成された前記トリ線の摺動面及び左右側面の断面形状を示すデータに基づいて前記トリ線の摩耗量を算出すると共に前記トリ線の立体形状を示すデータを算出することにある。これは、前記トリ線測定装置の第2の特徴に対応したトリ線測定方法の発明である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

本発明に係るトロリ線測定方法の第3の特徴は、前記第1又は第2の特徴に記載のトロリ線測定方法において、前記車両の屋根上の左右両端部に設けられた回転ステージ手段を用いて、前記第1及び第2のトロリ線測定手段の撮影視野範囲が前記車両の進行方向にほぼ垂直な面内を回転するように前記第1及び第2のトロリ線測定手段を保持しながら回転制御し、前記車両の進行に従って変化する前記トロリ線の高さ偏位座標に基づいて、前記第1及び第2のトロリ線測定手段の撮影視野範囲に前記トロリ線が入るように前記回転ステージ手段の回転を制御することにある。これは、前記トロリ線測定装置の第3の特徴に対応したトロリ線測定方法の発明である。

【 0 0 1 7 】

本発明に係るトロリ線測定方法の第4の特徴は、前記第3の特徴に記載のトロリ線測定方法において、前記車両の屋根上のほぼ中央付近に設けられたレーザ測長センサ手段を用いて、前記トロリ線の偏位方向にレーザ光を走査し、前記レーザ測長センサ手段からの信号に基づいて前記トロリ線高さ偏位座標を検出することにある。これは、前記トロリ線測定装置の第4の特徴に対応したトロリ線測定方法の発明である。

【 0 0 1 8 】

本発明に係るトロリ線測定方法の第5の特徴は、前記第1、第2、第3又は第4の特徴に記載のトロリ線測定方法において、前記第1及び第2のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束を前記トロリ線に略垂直に投光する投光手段と、前記光切断像を前記車両の進行方向に向かって所定の仰角を以って撮像する受光手段とから構成されることにある。これは、前記トロリ線測定装置の第5の特徴に対応したトロリ線測定方法の発明である。

【 0 0 1 9 】

本発明に係るトロリ線測定方法の第6の特徴は、前記第1、第2、第3、第4又は第5の特徴に記載のトロリ線測定方法において、前記第1及び第2のトロリ線測定手段は、前記レーザ光束として、昼間の太陽光の光強度より強い反射光を発生させる赤外領域の単色光を投光し、レンズを介して前記トロリ線の光切断像を受光面に結像するように受光することにある。これは、前記トロリ線測定装置の第6の特徴に対応したトロリ線測定方法の発明である。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、トロリ線の摩耗部の形状を走行する車両から簡易に測定することができるという効果がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 1 】

【 図 1 】 この発明に係るトロリ線測定装置の測定原理を説明する図である。

【 図 2 】 トロリ線に対するトロリ線測定器の受光視野方向との関係を概念的に示す図である。

【 図 3 】 トロリ線測定器によって測定されるトロリ線の光切断に対応する測定波形の一例を示す図である。

【 図 4 】 図 1 のトロリ線測定装置を搭載する架線検測車の一例を示す断面図である。

【 図 5 】 図 1 のトロリ線測定装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 6 】 この実施の形態に係るトロリ線測定装置の実行する処理の一例を示すフローチャート図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 2 2 】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態に係るトロリ線測定装置及びトロリ線測定方法を説明する。図 1 は、この発明に係るトロリ線測定装置の測定原理を説明する図である。トロリ線測定装置 10 は、車両の左側に設けられるトロリ線測定器 2、その右側に設けられるトロリ線測定器 3、車両のほぼ中央付近に設けられるトロリ線高さ偏位検出器 4、トロリ線測定器 2 を保持する回転ステージ 5、トロリ線測定器 3 を保持する回転ステージ

10

20

30

40

50

6、各種演算を実行する演算装置7及び測定装置8を含んで構成される。

【0023】

トロリ線測定器2,3は、同じ構成であり、投光ユニット2a,3aと受光ユニット2c,3cとを含んで構成される。投光ユニット2a,3aは、赤外光の範囲にある特定の波長の単色光を投光レンズ2b,3bで帯状のスリット光に変換し、トロリ線1に照射する。受光ユニット2c,3cは、トロリ線1からの反射光を干渉フィルタ2e,3eにより外乱光を除去して結像レンズ2d,3dを通して受光する。図中における三角形の投光領域L1,L2は、投光ユニット2a,3aの投光光の照射可能領域を示すものである。投光ユニット2a,3aによる単色光の波長は、例えば、 $\lambda = 780\text{nm}$ に設定される。受光ユニット2c,3cは、内部にCMOSセンサからなる受光素子を備えた3Dカメラで構成される。受光ユニット2c,3cにて検出された受光信号は、演算装置7のトロリ線形状検出処理部7aに出力される。演算装置7のトロリ線形状検出処理部7aは、レーザ三角原理に基づいてレーザスリット光の反射光によるトロリ線の輪郭の高さプロファイルを形成し、その測定結果を測定装置8に出力する。

10

【0024】

トロリ線高さ偏位検出器4は、レーザ測長センサで構成され、車両の屋根上に設置される。トロリ線高さ偏位検出器4は、トロリ線1の偏位方向にレーザ光を走査して屋根上のトロリ線1からの反射光を受光し、レーザ測長センサとトロリ線1との間の距離と角度を測定する。演算装置7のトロリ線高さ偏位検出処理部は、トロリ線測定器2,3の屋根上における設置位置に基づいて、その高さ偏位座標を算出する。回転ステージ5,6は、トロリ線1をトロリ線測定器2,3の撮影視野内に入れるために、車両の進行方向にほぼ垂直な面内でトロリ線測定器2,3を回転するものである。トロリ線測定器2,3は、この回転ステージ5,6の回転部に取り付けられる。

20

【0025】

回転ステージ5,6は、トロリ線測定器2,3の撮影視野をトロリ線偏位方向に従って回転することができるように屋根上に設置されている。演算装置7の回転ステージ制御処理部7cは、トロリ線高さ偏位検出器4によって測定されたトロリ線高さ偏位座標に基づいて、回転ステージ5,6の回転部を回転制御することによって、トロリ線測定器2,3の視野をトロリ線位置に追従するように制御する。演算装置7のトロリ線形状検出処理部7aは、トロリ線高さ偏位検出器4によって測定されたトロリ線高さ偏位座標に基づいて、回転ステージ5,6の回転部を回転制御することによって、トロリ線測定器2,3の視野をトロリ線位置に追従するように制御する。

30

【0026】

図2は、トロリ線に対するトロリ線測定器の受光視野方向との関係を概念的に示す図である。図1に示す三角形の投光領域L1は、左側トロリ線測定器2の視野J1に対応し、投光領域L2は、右側トロリ線測定器3の視野J2に対応する。

【0027】

図3は、トロリ線測定器によって測定されるトロリ線の光切断に対応する測定波形の一例を示す図である。トロリ線測定器2,3の視野内においてトロリ線1が図2に示すような位置に存在する場合に、受光ユニット2c,3c内の3Dカメラからの受光信号に基づいて、トロリ線の輪郭の高さプロファイルが生成される。図2に示すようにトロリ線1が左側トロリ線測定器2に近く、右側トロリ線測定器3よりも遠い位置にある場合には、左側トロリ線測定器2の検出プロファイルa1は、右側トロリ線測定器3の検出プロファイルb2よりも大きくなる。左側トロリ線測定器2の検出プロファイルと、右側トロリ線測定器3の検出プロファイルが同じ大きさになるのは、トロリ線1が左側トロリ線測定器2及び右側トロリ線測定器3に対してほぼ等距離に位置する場合である。

40

【0028】

図2に示すように、トロリ線1に対して左側トロリ線測定器2及び右側トロリ線測定器3の距離が異なる場合は、トロリ線高さ偏位検出器4の検出結果に応じてトロリ線1と左側トロリ線測定器2及び右側トロリ線測定器3との距離を算出し、その基準距離を任意に

50

決めて画角倍率に従った補正を行い、検出プロファイルサイズが互いに等しくなるように処理する。これによって、検出プロファイル a 1 , b 1 は、補正プロファイル a 2 , b 2 に示すように左右のプロファイルサイズが等しくなるように補正される。なお、検出プロファイル a 1 , b 1 及び補正プロファイル a 2 , b 2 において、点線はトロリ線 1 の外形を分かりやすく示す仮想外形線であり、実際の検出プロファイルは実線だけで構成される。

【 0 0 2 9 】

基準プロファイル c 0 は、トロリ線 1 が摩耗する前の新線時の断面形状を示すものである。基準プロファイル c 0 は、トロリ線 1 に対して左側トロリ線測定器 2 及び右側トロリ線測定器 3 の距離がほぼ同じ場合における大きさに対応する。従って、補正プロファイル a 2 , b 2 は、この基準プロファイル c 0 とほぼ同じ大きさ（等倍率）に補正される。

10

【 0 0 3 0 】

等倍率に補正された補正プロファイル a 2 , b 2 を回転させて、基準プロファイル c 0 すなわち基本パターンとのマッチング処理を行う。トロリ線 1 は、その断面形状から分かるように、図示していないイヤーによって挟み込まれる溝がトロリ線 1 の上方両端に形成されている。すなわち、トロリ線 1 の新線外形は、円の上方両端を楔形の溝によって切断された上側の短円弧と下側の長円弧と 2 個の楔形を組み合わせた形状をしている。基準プロファイル c 0 において、トロリ線 1 の上部の高さは T 1、トロリ線 1 の摩耗残存量はトロリ線 1 の直径すなわち T 0 となる。

【 0 0 3 1 】

20

マッチング処理は、この基準プロファイル c 0 の高さ T 1 に相当する長円弧の端部がそれぞれ一致するようにマッチング処理を行う。例えば、補正プロファイル a 2 の左側円弧の上側端部と基準プロファイル c 0 の長円弧の左側上端部とがそれぞれ一致するように、補正プロファイル a 2 を時計方向に回転することによって、両者のパターンマッチング処理を実行する。また、補正プロファイル b 2 の右側円弧の上側端部と基準プロファイル c 0 の長円弧の右側上端部とがそれぞれ一致するように、補正プロファイル b 2 を反時計方向に回転することによって、両者のパターンマッチング処理を実行する。

【 0 0 3 2 】

マッチングプロファイル a 3 は、補正プロファイル a 2 と基準プロファイル c 0 とのパターンマッチング処理の結果を示し、マッチングプロファイル b 3 は、補正プロファイル b 2 と基準プロファイル c 0 とのパターンマッチング処理の結果を示す。このパターンマッチング処理の結果、マッチングプロファイル a 3 に基づいてトロリ線 1 の左側残存側面の高さ T 2 が検出でき、マッチングプロファイル b 3 に基づいてトロリ線 1 の右側残存側面の高さ T 3 が算出できる。それぞれに算出された左側残存側面高さ T 2 と右側残存側面高さ T 3 との平均値とトロリ線 1 の上部高さ T 1 とを加算した値がトロリ線 1 の摩耗残存量となる。

30

【 0 0 3 3 】

基準プロファイル c 0 を取り除いたマッチングプロファイル a 3 , b 3 を合成することによって、トロリ線 1 下部の断面プロファイル d 0 を取得することができる。このようにして取得した断面プロファイル d 0 を時系列に並べることで、トロリ線 1 の摺面部の形状を立体 (3 D) 画像 1 1 として表示することが可能になる。断面プロファイル d 1 は、トロリ線 1 の摺面が片減りによって、トロリ線摺面が 2 面発生した場合の一例を示す。このように、トロリ線摺面に 2 面が発生した場合でも、そのトロリ線摺面を含めたトロリ線断面形状を測定することができるため、片減りのトロリ線摩耗量の測定も可能となる。

40

【 0 0 3 4 】

図 4 は、図 1 のトロリ線測定装置を搭載する架線検測車の一例を示す断面図である。図 4 において、トロリ線高さ偏位検出器 4 は、架線検測車 9 の屋根上車両左右のほぼ中心に設置される。トロリ線測定器 2 , 3 及び回転ステージ 5 , 6 は、架線検測車 9 の屋根上車両左右中心より左右の離間した車両屋根上左右位置であって、上空のトロリ線 1 を相対する角度で見上げるように設置される。例えば、車両左右中心より約 4 0 0 [m m] 以上離

50

間した位置に設置されることが望ましい。架線検測車 9 内に、演算装置 7 および測定装置が設置される。演算装置 7 は、トロリ線測定器 2, 3 からの検出器信号を演算すると共にトロリ線測定器 2, 3 及び回転ステージ 5, 6 の制御を行う。測定装置 8 は、オペレーションとデータ収録を行う。

【 0 0 3 5 】

図 5 は、図 1 のトロリ線測定装置の全体構成を示すブロック図である。演算装置 7 は、高さ偏位演算パソコン 7 1、回転ステージ制御回路 7 2、トロリ線演算パソコン 7 3 及びレーザ投光制御回路 7 4 を含んで構成される。高さ偏位演算パソコン 7 1 は、CPU (Central Processing Unit) とメモリと HDD (Hard Disk Drive) と D I O d i s k i n p u t - o u t p u t i n t e r f a c e
10
disk input-output interface) とがそれぞれバスで接続されたパソコンで構成される。高さ偏位演算パソコン 7 1 は、トロリ線の高さ偏位検出器 4 からのトロリ線位置検出信号をメモリに取り込む。高さ偏位演算パソコン 7 1 は、取り込んだ HDD 内の高さ偏位座標変換プログラムによってトロリ線測定器 2, 3 の位置からの高さである X 座標と偏位である Y 座標に変換し、それに基づいて回転ステージ 5, 6 の移動角度量を算出する。高さ偏位演算パソコン 7 1 は、パラメータ化した移動角度量をメモリに格納し、それを座標に引き当て、D I O を介して移動信号を回転ステージ制御回路 7 2 に出力する。回転ステージ制御回路 7 2 は、回転ステージ制御回路 7 2 からの移動信号に従って、回転ステージ 5, 6 に角度移動信号を出力する。回転ステージ 5, 6 は、回転
20
ステージ制御回路 7 2 からの角度移動信号に従ってトロリ線測定器 2, 3 の視野内にトロリ線 1 が位置するようにその角度を移動する。高さ偏位演算パソコン 7 1 には、車両距離情報が入力され、車両移動位置の同期がなされる。

【 0 0 3 6 】

トロリ線演算パソコン 7 3 は、CPU とメモリと HDD と D I O とがそれぞれバスで接続されたパソコンで構成される。トロリ線演算パソコン 7 3 は、レーザ投光制御回路 7 4 から投光ユニット 2 a, 3 a にレーザ発光の ON / OFF 制御信号を出力する。投光ユニット 2 a, 3 a は、単色光を投光レンズ 2 b, 3 b で帯状のスリット光に変換し、トロリ線 1 に照射する。トロリ線演算パソコン 7 3 は、トロリ線測定器 2, 3 の受光ユニット 2 c, 3 c である 3 D カメラから出力されるプロファイル信号を内部メモリに取り込む。ト
30
ロリ線演算パソコン 7 3 は、取り込んだプロファイル信号を HDD 内のプログラムで 2 値化処理、ノイズ除去処理及びスムージング処理を施して光切断のプロファイル画像を生成し、内部メモリに一時格納する。トロリ線演算パソコン 7 3 は、格納されたプロファイルに対して図 3 の処理を行い、トロリ線摩耗量と 3 D 画像を作成し、測定装置 8 に出力する。また、トロリ線演算パソコン 7 3 には、車両距離情報が入力され、車両移動位置の同期がなされ、測定データにも車両移動位置情報が付加される。

【 0 0 3 7 】

測定装置 8 は、データ収録パソコン 8 1 及び外部記録媒体 8 2 を含んで構成される。データ収録パソコン 8 1 は、CPU とメモリと HDD と D I O とがそれぞれバスで接続されたパソコンで構成される。測定装置 8 のデータ収録パソコン 8 1、演算装置 7 のトロリ線演算パソコン 7 3 及び高さ偏位演算パソコン 7 1 は、それぞれ LAN で接続されている。
40
測定装置 8 は、演算装置 7 から測定データを受け取り、外部記録媒体 8 2 にデータ収録を行う。

【 0 0 3 8 】

図 6 は、この実施の形態に係るトロリ線測定装置の実行する処理の一例を示すフローチャート図である。ステップ S 6 1 のトロリ線高さ偏位検出処理では、図 5 の高さ偏位演算パソコン 7 1 は、トロリ線 1 の高さ偏位検出器 4 からの信号に基づいて、トロリ線 1 の位置を高さ X 座標、偏位 Y 座標に変換する。ステップ S 6 2 のステージ角度演算処理では、図 5 に示す高さ偏位演算パソコン 7 1 は、図 4 に示すように、回転ステージ 5, 6 の屋根上取付け位置からのトロリ線 1 に位置方向への移動角度を算出して出力する。ステップ S 6 3 の 2 値化処理では、図 5 のトロリ線演算パソコン 7 3 は、図 1 の受光ユニット 2 c, 50

3cである3Dカメラからの信号を2値化し2値化画像を作成する。ステップS64のノイズ(孤立点)除去処理では、図5のトリ線演算パソコン73は、2値化画像にノイズ除去処理を実行し、2値化された画像から孤立点を除去する。ステップS65の輪郭スムージング処理では、トリ線1の光切断のプロファイルラインをスムージングする処理を実行する。

【0039】

ステップS66の倍率変換処理では、図5のトリ線演算パソコン73は、図5の高さ偏位演算パソコン71で算出したトリ線1とトリ線測定器2,3との距離データよりトリ線1とトリ線測定器2,3の基準距離を決めて、測定距離との倍率を検出プロファイルに倍率変換処理を実行して、補正プロファイルを作成する。ステップS67の角度変換処理では、図5のトリ線演算パソコン73は、基準倍率のトリ線断面形状プロファイル基本パターン(図3の基準プロファイルc0)に倍率変換後の補正プロファイルを個々に回転させて、マッチング処理を行う。ステップS68のトリ線残存径算出処理では、図5のトリ線演算パソコン73は、図5のトリ線演算パソコン73は、測定したトリ線1のプロファイルのトリ線側面をパターンマッチングで抽出し、トリ線側面(左側と右側)の高さを算出し、左右側面高さT2, T3を足して2で割った値と、図3の基準プロファイルc0のトリ線上部の高さT1とを足すことによって、トリ線残存径を算出する。この時、図3の断面プロファイルd0に示すようなトリ線断面の摺面に値するプロファイルラインが直線でない場合、上記トリ線側面高さの算出では正確なトリ線残存径は求められないため、トリ線摺面を含めた形状測定処理にてトリ線残存径を求める。

10

20

【0040】

ステップS69の左右輪郭画像合成処理では、図5のトリ線演算パソコン73は、トリ線測定器2,3の処理データであるマッチングプロファイル同士の合成処理を行い、トリ線下部断面データを生成する。ステップS70の3D形状生成処理では、前ステップS69の処理で得られたトリ線下部断面データを時系列に並べてトリ線の立体(3D)画像の生成を行う。ステップS71のデータ収録では、測定装置8のデータ収録パソコン81は、高さ偏位演算パソコン71からのトリ線高さ偏位測定データ、トリ線演算パソコン73からのトリ線摩耗残存径のデータ及びトリ線の立体(3D)画像データに、車両位置情報を付加して外部記録媒体に収録する処理を行う。

30

【0041】

上述の実施の形態では、レーザ光として赤外領域の単色光を用いているが、単色光は、昼間の太陽光の光強度より強い反射光をトリ線に発生させる単色光であれば、赤外領域のものに限定されるものではない。また、上述の実施の形態では、レーザスリット光を投光し、3Dカメラで受光しているが、この発明の投光ユニット及び受光ユニットはレーザ光または3Dカメラに限定されるものではなく、レーザまたはLED等を使用した二次元変位センサー般で構成してもよい。さらに、上述の実施の形態では、トリ線偏位高さ移動範囲を確保するために回転ステージ5,6で追隨しているが、センサ分解能が充分でセンサ視野が高さ偏位範囲を確保できれば、回転ステージ5,6を省略し、トリ線測定器2,3を固定設置で実現してもよい。

40

【0042】

上述の実施の形態では、高さ偏位検出器4を用いてトリ線測定器2,3の設置位置からの高さ偏位座標を検出し、それに基づいて回転ステージの移動角度を算出しているが、これ以外の方法で回転ステージ5,6の移動角度を制御するようにしてもよい。例えば、検出プロファイルa1, b1を画像処理して、検出プロファイルa1, b1の重心が画面内においてほぼ一定となるように、回転ステージ5,6の移動角度を制御するようにしてもよい。また、摺動面は共通なので、この摺動面の大きさが互いに一致するように画像処理を施すことによって、補正プロファイルa2, b2を作成するようにしてもよい。

【0043】

50

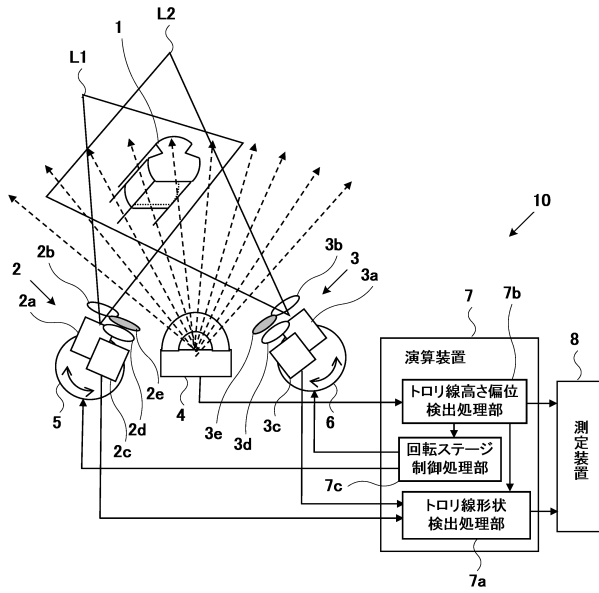
上述の実施の形態では、回転ステージ 5, 6 を用いて追隨しているが、トロリ線の側面を含む下側（摺動面）を左右から撮影可能な位置にトロリ線測定器 2, 3 を固定設置し、固定設置されたトロリ線測定器 2, 3 をトロリ線の偏位方向に沿って車両の屋根上をスライド移動可能なスライド板を設けるようにしてもよい。この場合、検出プロファイル a 1, b 1 を画像処理して、両方の大きさがほぼ同じとなるように、スライド板の移動位置を制御するようにしてもよい。

【符号の説明】

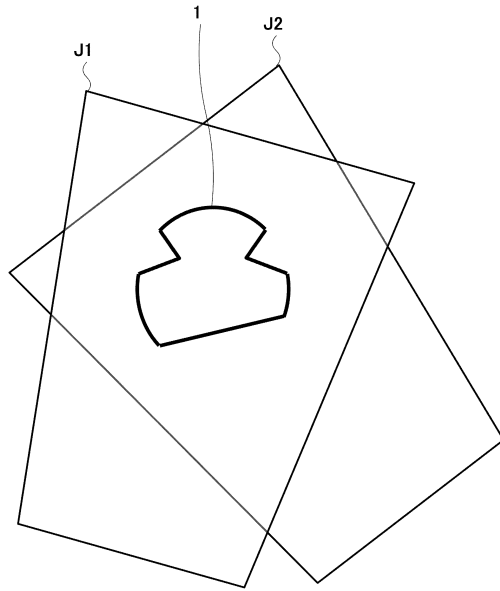
【 0 0 4 4 】

a 1, b 1 ... 検出プロファイル	
a 2, b 2 ... 補正プロファイル	10
a 3, b 3 ... マッチングプロファイル	
c 0 ... 基準プロファイル	
d 0, d 1 ... 断面プロファイル	
1 ... トロリ線	
J 1, J 2 ... 受光視野	
L 1, L 2 ... 投光領域	
1 0 ... トロリ線測定装置	
1 1 ... 立体画像	
2, 3 ... トロリ線測定器	
2 a, 3 a ... 投光ユニット	20
2 b, 3 b ... 投光レンズ	
2 c, 3 c ... 受光ユニット	
2 d, 3 d ... 結像レンズ	
2 e, 3 e ... 干渉フィルタ	
4 ... トロリ線高さ偏位検出器	
5, 6 ... 回転ステージ	
7 ... 演算装置	
7 1 ... 高さ偏位演算パソコン	
7 2 ... 回転ステージ制御回路	
7 3 ... トロリ線演算パソコン	30
7 4 ... レーザ投光制御回路	
8 ... 測定装置	
8 1 ... データ収録パソコン	
8 2 ... 外部記録媒体	
9 ... 架線検測車	

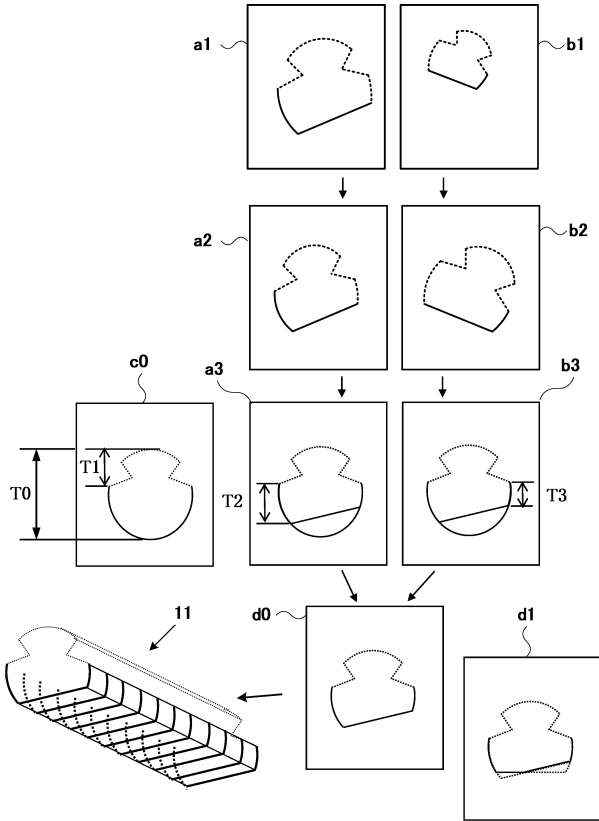
【図1】



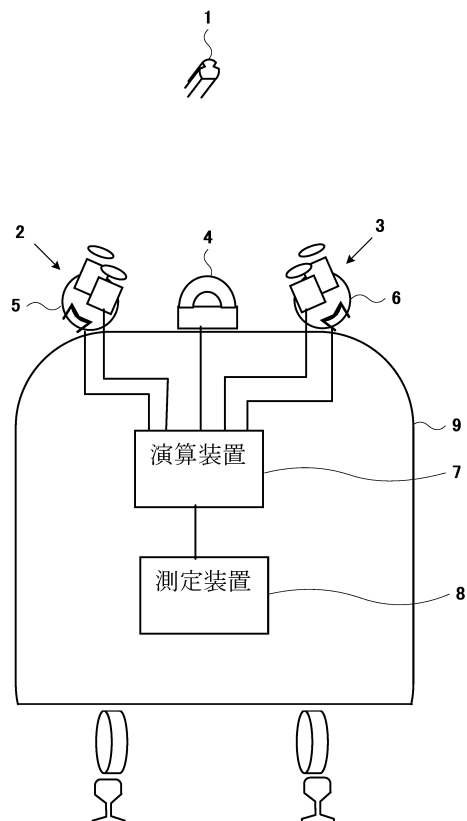
【図2】



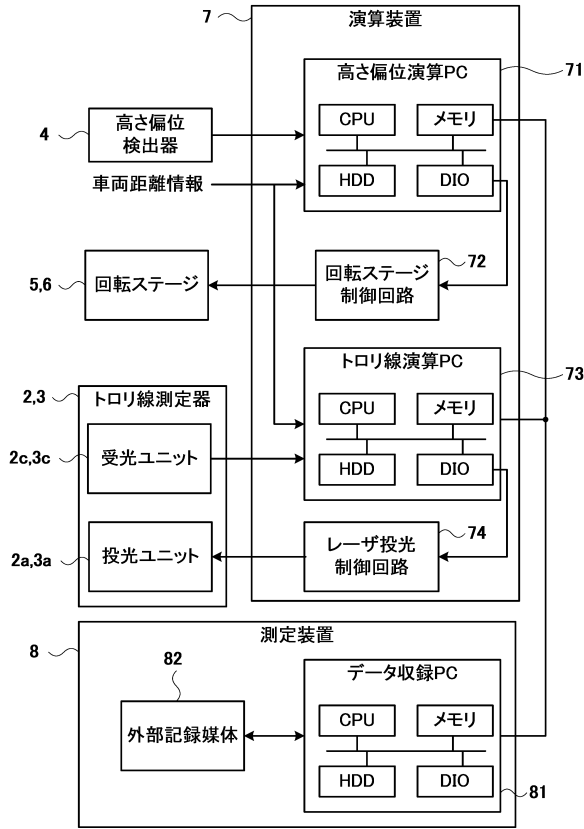
【図3】



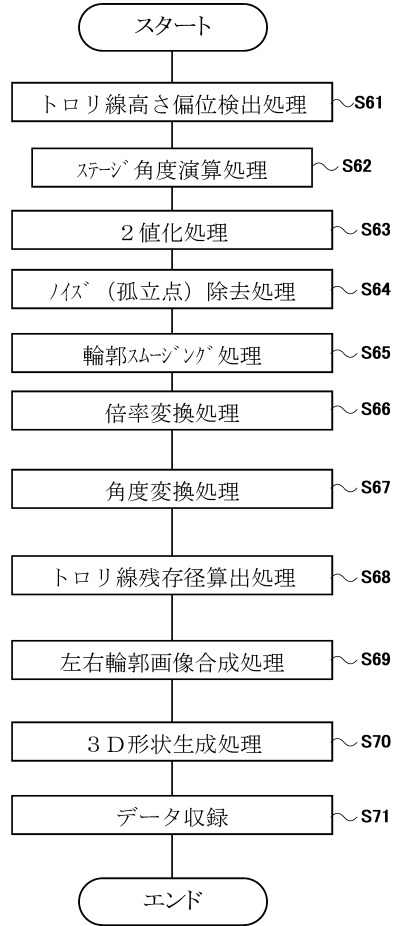
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-076516(JP,A)
特開2006-258531(JP,A)
特開2010-243275(JP,A)
特開平06-258030(JP,A)
欧州特許出願公開第01855084(EP,A2)
特開2009-103499(JP,A)
特開2008-089524(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B11/00-11/30
B60M 1/00-7/00