

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6745512号  
(P6745512)

(45) 発行日 令和2年8月26日(2020.8.26)

(24) 登録日 令和2年8月6日(2020.8.6)

(51) Int. Cl. F I  
**GO 1 C 7/06 (2006.01)** GO 1 C 7/06  
**GO 1 C 15/00 (2006.01)** GO 1 C 15/00 1 O 4 A

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-180163 (P2017-180163)	(73) 特許権者	597140545 株式会社NTEC
(22) 出願日	平成29年9月20日(2017.9.20)		大阪府大阪市淀川区新高三丁目9番14号
(65) 公開番号	特開2019-56592 (P2019-56592A)	(73) 特許権者	504454060 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ
(43) 公開日	平成31年4月11日(2019.4.11)		茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403
審査請求日	令和1年5月15日(2019.5.15)	(74) 代理人	100076314 弁理士 蔦田 正人
		(74) 代理人	100112612 弁理士 中村 哲士
		(74) 代理人	100112623 弁理士 富田 克幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 管路位置確認装置及び管路位置確認方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の間隔をおいて連結され、管路内において位置を表示する複数の位置表示装置と、前記複数の位置表示装置のうち、最前部又は最後部の位置表示装置に所定の間隔をおいて連結され、前記複数の位置表示装置により表示される複数の位置表示の実画像データを作成する撮影装置とを備え、

前記位置表示装置が、位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面に光リングを位置表示として生成する光照射装置である

ことを特徴とする管路位置確認装置。

【請求項2】

前記実画像データに基づいて水平方向及び/又は垂直方向に正射投影変換された正射画像データを作成する第1の解析手段を備えた

ことを特徴とする請求項1に記載の管路位置確認装置。

【請求項3】

前記正射画像データに基づいて、前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データとを作成する第2の解析手段を備えた

ことを特徴とする請求項2に記載の管路位置確認装置。

【請求項4】

前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該

正射画像データ同士間の方向及び距離の各データと、前記撮影装置から最寄りの位置表示装置までの実距離と位置表示装置同士間の実距離とに基づいて、水平方向及び/又は垂直方向の管路位置画像データを作成する第3の解析手段を備えた

ことを特徴とする請求項3に記載の管路位置確認装置。

【請求項5】

前記撮影装置に、管路の軸方向を中心にして当該撮影装置の回転と共に従動回転する慣性計測装置が付随し、

撮影装置が管路の軸方向を中心として回転した場合に生ずる管路位置画像データの誤差を前記慣性計測装置により補正した回転補正管路位置画像データを作成する第4の解析手段を備えた

ことを特徴とする請求項4に記載の管路位置確認装置。

【請求項6】

実測による管路位置の始点及び終点のそれぞれに、前記管路位置画像データ又は回転補正管路位置画像データにおいて対応する始点及び終点のそれぞれを重ね合わせることにより、始点から終点に至る線分を補正した実測補正管路位置画像データを作成する第5の解析手段を備えた

ことを特徴とする請求項5に記載の管路位置確認装置。

【請求項7】

正射画像データの中心位置又は重心位置を光リングの中心位置又は重心位置とする

ことを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の管路位置確認装置。

【請求項8】

所定の間隔をおいて連結され、管路内において位置を表示する複数の位置表示装置により表示された複数の位置表示であり、前記位置表示装置が、位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面に光リングを位置表示として生成する光照射装置であって、当該光照射装置により表示された複数の位置表示を、当該位置表示装置に所定の間隔をおいて連結された撮影装置により撮影し、撮影された前記複数の位置表示により管路の位置を確認する

ことを特徴とする管路位置確認方法。

【請求項9】

所定の間隔をおいて連結された複数の位置表示装置により管路内に表示された複数の位置表示を、当該位置表示装置に所定の間隔をおいて連結され、従動回転する慣性計測装置が付随した撮影装置により撮影して位置表示の実画像データを作成し、

当該実画像データに基づいて水平方向及び/又は垂直方向に正射投影変換された正射画像データを作成し、

当該正射画像データに基づいて前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データとを作成し、

当該撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データと、前記撮影装置から最寄りの位置表示装置までの実距離と位置表示装置同士間の実距離とに基づいて、水平方向及び/又は垂直方向の管路位置画像データを作成し、

撮影装置が管路の軸方向を中心にして回転した場合に生ずる誤差を前記撮影装置と共に従動回転する慣性計測装置により補正した回転補正管路位置画像データを作成し、

実測による管路位置の始点及び終点のそれぞれに、前記管路位置画像データ又は回転補正管路位置画像データにおいて対応する管路位置の始点及び終点のそれぞれを重ね合わせることにより、始点から終点に至る線分を補正した実測補正管路位置画像データにより確認する

ことを特徴とする管路位置確認方法。

【請求項10】

前記位置表示装置が、位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面

10

20

30

40

50

に光リングを位置表示として生成する光照射装置であり、

前記正射画像データの中心位置又は重心位置を光リングの中心位置又は重心位置とすることを特徴とする請求項 9 に記載の管路位置確認方法。

【請求項 11】

位置表示装置と撮影装置とを管路内で移動させることにより、管路内の位置表示を複数回撮影する

ことを特徴とする請求項 8 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の管路位置確認方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、管路位置確認装置及び管路位置確認方法に関し、特に地中に埋設している管路や山間部や河川等の目視できないか又は目視が困難な箇所に配設されている管路に対し、その配設されている距離及び方向を含む位置を確認するための管路位置確認装置及び管路位置確認方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来より、地中に通信ケーブルや送電線等の種々の配管が挿通された管路が配設されており、配設当時は地図上に表示された設置計画図面に基いて綿密に管路が配設されているものの、その後の周囲の環境変化、例えば道路や歩道の幅の変化や存否、建物の構改築や撤去等により配設当時の設置計画図面では管路がどのような位置に配設されているかを確認することが困難になってきているのが現状である。

【0003】

また、山間部においては、地表に配設された管路は本来目視できるようになっているものであるが、年月の経過に伴って地中に潜ったり、樹木や草花などの植物に隠れてしまって目視できない箇所が多くなっているのが現状である。

【0004】

そこで、下記特許文献 1 に示される管路計測装置の提案がなされた。当該管路計測装置は、別個に設けられた電源部と駆動回路部とセンサ部とを、屈曲自在なフレキシブルジョイントによって互いに連結し、センサプローブが管路に沿って進行される際に、前記電源部、前記駆動回路部及び前記センサ部が管路の曲部に沿って個々に案内される構成である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2010 - 32475 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記特許文献 1 に記載の管路計測装置は、センサ部が、小型 DTG (二軸自由度ジャイロ)、MEMS ジャイロ、3 軸加速度計から構成されており、センサプローブのピッチ角及び方位角を検出するための信号を出力して利用するため、角加速度の値を 2 階積分して角度を求めることになり、ある位置での角加速度の誤差が、それ以降の位置での位置の誤差に上乘せられ、その結果、位置の誤差が指数関数的に増加するので、精度が悪いものであった。

【0007】

そこで本発明では、表示装置が示す管路の部分、撮影装置により撮影して解析することで、積分することなく撮影装置から見通せる範囲の管路の曲がりから、その区間の位置を直接計算及び確認ができる管路位置確認装置及び管路位置確認方法を開発した。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明に係る管路位置確認装置及び管路位置確認方法とは、例えば1つのマンホールから他のマンホールまでの間に配設されている管路について、その長さ方向に関する垂直方向及び水平方向の変位を計測して、管路が配設されている距離及び方向を含む位置を確認することを意味する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る第1の管路位置確認装置は、所定の間隔をおいて連結され、管路内において位置を表示する複数の位置表示装置と、前記複数の位置表示装置のうち、最前部又は最後部の位置表示装置に所定の間隔をおいて連結され、前記複数の位置表示装置により表示される複数の位置表示の実画像データを作成する撮影装置とを備え、前記位置表示装置が位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面に光リングを位置表示として生成する光照射装置であることを特徴とするものである。

10

【0010】

また、本発明に係る第2の管路位置確認装置は、上記第1の管路位置確認装置の構成に加えて、前記実画像データに基づいて水平方向及び/又は垂直方向に正射投影変換された正射画像データを作成する第1の解析手段を備えたことを特徴とするものである。

【0011】

さらに、本発明に係る第3の管路位置確認装置は、上記第2の管路位置確認装置の構成に加えて、前記正射画像データに基づいて、前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データとを作成する第2の解析手段を備えたことを特徴とするものである。

20

【0012】

さらにまた、本発明に係る第4の管路位置確認装置は、上記第3の管路位置確認装置の構成に加えて、前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データと、前記撮影装置から最寄りの位置表示装置までの実距離と位置表示装置同士間の実距離とに基づいて、水平方向及び/又は垂直方向の管路位置画像データを作成する第3の解析手段を備えたことを特徴とするものである。

【0013】

さらに、本発明に係る第5の管路位置確認装置は、上記第4の管路位置確認装置の構成に加えて、前記撮影装置に、管路の軸方向を中心にして当該撮影装置の回転と共に従動回転する慣性計測装置が付随し、撮影装置が管路の軸方向を中心として回転した場合に生ずる管路位置画像データの誤差を前記慣性計測装置により補正した回転補正管路位置画像データを作成する第4の解析手段を備えたことを特徴とするものである。

30

【0014】

さらにまた、本発明に係る第6の管路位置確認装置は、上記第5の管路位置確認装置の構成に加えて、実測による管路位置の始点及び終点のそれぞれに、前記管路位置画像データ又は回転補正管路位置画像データにおいて対応する始点及び終点のそれぞれを重ね合わせることにより、始点から終点に至る線分を補正した実測補正管路位置画像データを作成する第5の解析手段を備えたことを特徴とするものである。

40

【0015】

また、本発明に係る第7の管路位置確認装置は、上記第1～第6の管路位置確認装置の構成に加えて、正射画像データの中心位置又は重心位置を光リングの中心位置又は重心位置とすることを特徴とするものである。

【0016】

なお、前記位置表示装置としては、点灯光を位置表示として発する豆球又はLEDライトの発光マーカを採用してもよく、また、前記位置表示装置が位置表示として反射光を発する反射機能を有する枠体とし、撮影装置が照明機能付である構成としてもよい。

【0017】

本発明に係る第1の管路位置確認方法は、所定の間隔をおいて連結され、管路内におい

50

て位置を表示する複数の位置表示装置により表示された複数の位置表示であり、前記位置表示装置が、位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面に光リングを位置表示として生成する光照射装置であって、当該光照射装置により表示された複数の位置表示を、当該位置表示装置に所定の間隔をおいて連結された撮影装置により撮影し、撮影された前記複数の位置表示により管路の位置を確認することを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る第 2 の管路位置確認方法は、所定の間隔をおいて連結された複数の位置表示装置により管路内に表示された複数の位置表示を、当該位置表示装置に所定の間隔をおいて連結され、従動回転する慣性計測装置が付随した撮影装置により撮影して位置表示の実画像データを作成し、当該実画像データに基づいて水平方向及び/又は垂直方向に正射投影変換された正射画像データを作成し、当該正射画像データに基づいて前記撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データとを作成し、当該撮影装置から最寄りの前記正射画像データまでの方向及び距離の各データと、当該正射画像データ同士間の方向及び距離の各データと、前記撮影装置から最寄りの位置表示装置までの実距離と位置表示装置同士間の実距離とに基づいて、水平方向及び/又は垂直方向の管路位置画像データを作成し、撮影装置が管路の軸方向を中心にして回転した場合に生ずる誤差を前記撮影装置と共に従動回転する慣性計測装置により補正した回転補正管路位置画像データを作成し、実測による管路位置の始点及び終点のそれぞれに、前記管路位置画像データ又は回転補正管路位置画像データにおいて対応する管路位置の始点及び終点のそれぞれを重ね合わせることにより、始点から終点に至る線分を補正した実測補正管路位置画像データにより確認することを特徴とする管路位置確認方法。

【 0 0 1 9 】

さらに、本発明に係る第 3 の管路位置確認方法は、上記第 1 又は第 2 の管路位置確認方法の構成に加えて、前記位置表示装置が、位置表示装置の一定位置から管路の径方向全周に発光して管内面に光リングを位置表示として生成する光照射装置であり、正射画像データの中心位置又は重心位置を光リングの中心位置又は重心位置とすることを特徴とするものである。

【 0 0 2 0 】

なお、前記位置表示装置としては、点灯光を位置表示として発する豆球又は LED ライトの発光マーカを採用してもよく、また、前記位置表示装置が位置表示として反射光を発する反射機能を有する棒体とし、撮影装置が照明機能付である構成としてもよい。

【 0 0 2 1 】

さらにまた、本発明に係る第 4 の管路位置確認方法は、上記第 1 ~ 第 3 の管路位置確認方法の構成に加えて、位置表示装置と撮影装置とを管路内で移動させることにより、管路内の位置表示を複数回撮影することを特徴とするものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 2 】

上記のように構成したことにより、本発明に係る管路位置確認装置及び管路位置確認方法は、位置表示装置が示す管路の部分を、撮影装置により撮影して解析することで、積分することなく撮影装置から見通せる範囲の管路の曲がり把握できることから、その区間の位置を直接計算でき、かつ、確認ができるので、精度の高い管路位置が確認できる利点がある。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 3 】

【 図 1 】 本発明の実施例に係る位置表示装置を示す概略斜視図である。

【 図 2 】 本発明の実施例に係る位置表示装置の管内における姿勢を示す概略正面図である。

【 図 3 】 本発明の実施例に係る位置表示装置の内部構造の概要を示す概略側面図である。

【図 4】本発明の実施例に係る管路位置確認装置を管路内に配置した状態を示す概略斜視図である。

【図 5】本発明の実施例に係る管路位置確認装置を管路内に配置した状態の概要を示す概略側面図である。

【図 6】本発明の実施例に係る管路位置確認装置を使用しての第 1 の試験例であって、リング状の位置表示を撮影した実画像データを示す正面図である。

【図 7】図 6 の実画像データに基づいて作成した正射画像データ及び方向及び距離の各データを示す正面図である。

【図 8】図 7 の正射画像データに基づいて垂直方向の管路位置画像データを示す図である。

10

【図 9】第 1 の試験例の変更例であって、図 7 の正射画像データに基づいて垂直方向の管路位置画像データを示す図である。

【図 10】本発明の実施例に係る管路位置確認装置を使用しての第 2 の試験例であって、リング状の位置表示を撮影した実画像データを示す正面図である。

【図 11】図 9 の実画像データに基づいて作成した正射画像データ及び方向及び距離の各データを示す正面図である。

【図 12】図 10 の正射画像データに基づいて垂直方向の管路位置画像を示す図である。

【図 13】第 2 の試験例の変更例であって、図 10 の正射画像データに基づいて垂直方向の管路位置画像を示す図である。

【図 14】本発明の実施例に係る管路位置確認装置の理論構成を示す模式図であり、図中の ( a ) は測定状態を示す図であり、( b ) は解析手順を示す図である。

20

【図 15】本発明の実施例に係る管路位置確認装置において、撮影画像から複数の正射投影変換画像を作成し、当該複数の正射投影変換画像を重ね合わせた状態を示す位置計測の考え方を説明する模式図である。

【図 16】本発明の実施例に係る管路位置確認装置において、カメラが回転した場合の補正方法を説明する模式図であり、図中の ( a ) はカメラが回転せず水平な場合を示し、( b ) はカメラが角 だけ回転した場合を示す。

【図 17】本発明の実施例に係る管路位置確認装置において、実測による管路位置の始点及び終点のそれぞれに、前記管路位置画像データ又は回転補正管路位置画像データにおいて対応する管路位置の始点及び終点のそれぞれを重ね合わせることにより、始点から終点に至る線分を補正した実測補正管路位置画像データを作成する方法を示す説明図であり、図中の ( a ) は管路位置画像データを示し、図中の ( b ) は実測による管路位置の始点及び終点を示し、図中の ( c ) は管路位置画像データの始点及び終点と実測による管路位置の始点及び終点との差を示す図であり、図中の ( d ) は補正した実測補正管路位置画像データを示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0024】

次に本発明の好適な実施例を添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【実施例 1】

【0025】

図 1 ~ 図 3 は、本実施例における管路位置確認装置 A の一部を構成する位置表示装置 B を示す。位置表示装置 B は、内部構造を有する透明な円筒状のケース 10 と、ケース 10 の上端に取り付けられた矩形状の安定板 11 とから構成される。

40

【0026】

安定板 11 は、位置表示装置 B の内部構造に起因して位置表示装置 B の前部側を除き、かつ、全体のバランスを考慮した適当位置に取り付けられており、図 2 に示すように、安定板 11 により管路 T の内部において、その底部に安定して位置表示装置 B が載置される状態となる。なお、管路 T はその内部に通信ケーブルや送電線等を配するためのものである。

【0027】

50

位置表示装置 B のケース 10 内には、光照射装置を構成するレーザー光発生部品 12 と円錐形の金属ミラー 13 とが配置されている。また、レーザー光発生部品 12 には電源コード 14 が接続されていて、後述するように、位置表示装置 B の連結を兼ね備えるものである。レーザー光発生部品 12 から発射された矢符 a で示すレーザー光は、金属ミラー 13 の円錐の頂点を中心とする円錐面に衝突して前記レーザー光と直交する方向、すなわち管路 T の径方向全周に矢符 b で示すようにレーザー光が反射し、管路内面に位置表示装置 B の位置表示として光リング 15 を生成する。したがって、ケース 10 は、光が透過する透明な材料により形成され、かつ、矢符 b で示すレーザー光が安定板 11 により遮断されないように、ケース 10 の前部を避けて安定板 11 が取り付けられている。

【0028】

なお、ケース 10 はその全体を透明にする必要はなく、少なくとも矢符 b で示すレーザー光が透過する箇所が透明であればよい。また、光照射装置は、上記のレーザー光発生部品 12 と円錐形の金属ミラー 13 との組合せに限られるものではなく、点灯光を位置表示として発する豆球又は LED ライト等の発光マーカを採用してもよく、また、位置表示として反射光を発する反射機能を有する枠体を位置表示装置とし、撮影装置が照明機能付である構成としてもよい。

【0029】

図 4 及び図 5 は、管路 T 内に配置された管路位置確認装置 A を示す。簡略のため位置表示装置 B を 3 個 (b1、b2、b3) 連設したところを示しているが、5 ~ 9 個程度連設するのが通常である。これら各位置表示装置 b1、b2、b3 は、電源コード 14 により等間隔に連設されている。なお、等間隔でなくとも、予め設定した間隔で連設しておいてもよい。

【0030】

位置表示装置 b1 の前方には、センサー部本体として、電源コード 14 により位置表示装置 b1 と所定の間隔において接続された撮影装置 20 及び IMU (慣性計測装置) 21 を搭載した第 1 器具 C と、その前方のコンピューター 22 及び管路 T の内壁面を回動し、移動距離及び移動方向等を出力するエンコーダ 23 を搭載した第 2 器具 D と、その前方のバッテリー 24 を搭載した第 3 器具 E とが、それぞれ電気ケーブルを内装する自在継手 F により連設されて構成されている。

【0031】

したがって、各位置表示装置 b1、b2、b3 と撮影装置 20 及び IMU 21 を搭載した第 1 器具 C とが電源コード 14 により連結され、前記第 1 器具 C とコンピューター 22 及びエンコーダ 23 を搭載した第 2 器具 D とバッテリー 24 を搭載した第 3 器具 E とが、自在継手 F に内装された電気ケーブルにより連結されているので、各位置表示装置 b1、b2、b3、撮影装置 20 及び IMU 21、コンピューター 22 及びエンコーダ 23 が、バッテリー 24 から送電されて稼働するようになっている。

【0032】

また、第 3 器具 E には牽引具 G が取り付けられており、当該牽引具 G により管路 T の前方に第 3 器具 E を牽引することができるようになっている。したがって、第 1 器具 C ~ 第 3 器具 E 及び各位置表示装置 b1、b2、b3 は、牽引具 G によって移動させることができる。

【0033】

さらに、第 1 器具 C ~ 第 3 器具 E は、管路 T の内壁面に接触して回転する把持部品 H により管路 T 内をスムーズに移動することができ、その移動距離及び移動方向はエンコーダ 23 により確認できるようになっている。なお、本実施例における把持部品 H はコロボを管路内面の周囲に接するように第 1 器具 C ~ 第 3 器具 E に取り付けて浮かした状態にしたものであるが、これに限られるものではなく、ブラシ部材を管路内面の周囲に接するように第 1 器具 C ~ 第 3 器具 E に取り付けて浮かした状態にしてもよく、管路内を移動するのに抵抗を少なくするものであれば、他の方法でも差し支えない。

【0034】

10

20

30

40

50

そして、位置表示装置 b 1、b 2、b 3 は、前記したように、管路 T 内の内壁面に第 1 光リング 1 5 a、第 2 光リング 1 5 b、第 3 光リング 1 5 c を生成し、これら光リング 1 5 a、1 5 b、1 5 c をそれぞれ撮影装置 2 0 により撮影する。

【0035】

[第1試験例]

図6～図8は、第1の試験例を示し、図6は、管路 T a に対して、管路位置確認装置 A を使用し、上記した要領により位置表示装置 B を使用して光リングを撮影装置により撮影した実画像データ 3 0 を表したものである。

【0036】

なお、本試験例は、湾曲していない直管の管路 T a において行ったものであり、撮影装置による撮像位置 s 1 と 1 番目の位置表示装置 B の位置とを一致させ、各位置表示装置 B の間隔を等間隔にしたものである。

【0037】

上記実画像データ 3 0 においては、光リング 3 0 a、3 0 b、3 0 c、3 0 d 及び 3 0 e は、管路 T a の内壁面の状況によって若干の歪が生じた中央に向かって小径となる光リングを形成しており、管路 T a が湾曲していない直管であることから本来的には光リング 3 0 a、3 0 b、3 0 c、3 0 d 及び 3 0 e の中心は全て 3 0 p の位置にある。

【0038】

この実画像データ 3 0 における各光リング 3 0 a、3 0 b、3 0 c、3 0 d 及び 3 0 e を解析装置又はマニュアルにより解析し、正射投影変換することにより、図7に示すように、5つの同心円 3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d 及び 3 1 e からなる正射画像データ 3 1 が作成できる。本試験例においては、湾曲していない直管の管路 T a において行ったものであるため、中心 3 0 p が全て同一であることから管路 T a の方向は直進であり、中心位置にずれがないので、正射画像データ 3 1 における同心円 3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d 及び 3 1 e の各中心位置はずれることなく全て一致することになる。

【0039】

そして、図8に示すように、この作成された正射画像データ 3 1 における同心円 3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d 及び 3 1 e (図8においては各円の直径を線分で表し、符号は線分の端点に付す)は、撮像位置 s 1 における、管路内に生成された各光リングに相当する仮想上の光リング 3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d 及び 3 5 e (図8においては各円の直径を線分で表し、符号は線分の端点に付す)が撮影装置の位置 p に向かう光 3 4 a、3 4 b、3 4 c、3 4 d 及び 3 4 e の画像である。

【0040】

この撮像位置に投影された同心円 3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d 及び 3 1 e の中心位置 3 0 p は、各光リング 3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d 及び 3 5 e の中心位置に相当する。

【0041】

そこで、予め定められている位置表示装置 3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d 及び 3 2 e の等間隔の距離 (a 1) に対応させて各光リング 3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d 及び 3 5 e の中心位置 3 6 a、3 6 b、3 6 c、3 6 d 及び 3 6 e を解析装置又はマニュアルによりプロットし、この中心位置 3 6 a、3 6 b、3 6 c、3 6 d 及び 3 6 e を直線で結ぶことにより図8に示す管路位置画像が作成でき、管路 T a の距離及び方向を含む位置が確認できる。

【0042】

本試験例においては、光リングの中心位置 3 6 a、3 6 b、3 6 c、3 6 d 及び 3 6 e が一直線上にあるため、管路 T a が位置表示装置 3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d 及び 3 2 e の間において直進していることが確認できる。また、仮想上の光リング 3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d 及び 3 5 e を上記管路位置画像に描くことにより管路 T a の仮想断面形状が確認できる。

【0043】

## [ 第 1 試験例の変更例 ]

本変更例は、第 1 試験例において、撮像位置  $s_1$  を 1 番目の位置表示装置 B より撮影装置よりに変更し、各位置表示装置 B の間隔を 1.2 倍ずつ乗じた間隔、すなわち、1 番目の位置表示装置から距離を、1.00 ( $b_1$ )、1.20 ( $b_2$ )、1.44 ( $b_3$ )、2.07 ( $b_4$ ) の倍率に変更したものである。

【 0 0 4 4 】

したがって、図 6 ~ 図 8 において共通する部分は第 1 試験例の説明を援用して本変更例では省略し、図 9 において、異なる部分として本変更例における撮像位置を  $s_2$  で示し、管路位置画像を形成する光リングの中心位置を 36 a 1、36 b 1、36 c 1、36 d 1 及び 36 e 1 で示す。

【 0 0 4 5 】

## [ 第 2 試験例 ]

図 10 ~ 図 12 は、第 2 の試験例を示し、図 10 は、管路 T b に対して、管路位置確認装置 A を使用し、上記した要領により位置表示装置 B を使用して光リングを撮影装置により撮影した実画像データ 40 の結果を表したものである。

【 0 0 4 6 】

なお、本試験例は奥に行くに従って下方に湾曲する湾曲管の管路 T b において行ったものであり、撮影装置による撮像位置  $s_3$  と 1 番目の位置表示装置 B の位置とを一致させ、各位置表示装置 B の間隔を等間隔にしたものである。

【 0 0 4 7 】

上記の実画像データ 40 においては、光リング 40 a、40 b、40 c、40 d 及び 40 e は、管路 T b の内壁面の状況によって若干の歪が生じ、中央に向かって小径で下方に下がるほど縦の直径が短くなる楕円の光リングを形成している。

【 0 0 4 8 】

この実画像データ 40 における各光リング 40 a、40 b、40 c、40 d 及び 40 e を解析装置又はマニュアルにより解析し、正射投影変換することにより、図 11 に示すように、5 つの円 41 a、41 b、41 c、41 d 及び 41 e からなる正射画像データ 41 が作成できる。本試験例においては、中心 40 p 1、40 p 2、40 p 3、40 p 4 及び 40 p 5 が小円になるにつれて徐々に下がっていく。すなわち、中心 40 p 1 ~ 40 p 3 は同位置にあり、中心 40 p 4 は中心 40 p 1 ~ 40 p 3 より少し下がり、40 p 5 は中心 40 p 4 より少し下がっているため、方向は下方に湾曲していることになる。

【 0 0 4 9 】

そして、図 12 に示すように、この作成された正射画像データ 41 における大小異なる円 41 a、41 b、41 c、41 d 及び 41 e (図 12 においては各円の直径を線分で表し、符号は線分の端点に付す) は、撮像位置  $s_3$  における、管路内に生成された各光リングに相当する仮想上の光リング 45 a、45 b、45 c、45 d 及び 45 e (図 12 においては各円の直径を線分で表し、符号は線分の端点に付す) 撮影装置の位置 p に向かう光 44 a、44 b、44 c、44 d 及び 44 e の画像である。

【 0 0 5 0 】

この撮像位置  $s_3$  に投影された大小異なる円 41 a、41 b、41 c、41 d 及び 41 e の中心位置 40 p 1、40 p 2、40 p 3、40 p 4、40 p 5 は、それぞれ光リング 45 a、45 b、45 c、45 d 及び 45 e の中心位置に相当する。

【 0 0 5 1 】

そこで、予め定められている位置表示装置 42 a、42 b、42 c、42 d 及び 42 e の等間隔の距離 ( $a_1$ ) に対応させて各光リング 45 a、45 b、45 c、45 d 及び 45 e の中心位置 46 a、46 b、46 c、46 d 及び 46 e を解析装置又はマニュアルによりプロットし、この中心位置 46 a、46 b、46 c、46 d 及び 46 e を直線で結ぶことにより図 12 に示す管路位置画像が作成でき、管路 T b の距離及び方向を含む位置が確認できる。

【 0 0 5 2 】

10

20

30

40

50

本試験例においては、中心位置 4 6 a、4 6 b、4 6 c までが一直線であり、4 6 d 及び 4 6 e が下傾しているため、管路 T b が位置表示装置 4 2 a、4 2 b、4 2 c の間において直進し、4 2 d 及び 4 2 e の間において下降していることが確認できる。また、仮想上の光リング 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d 及び 4 5 e を上記管路位置画像に描くことにより管路 T a の仮想断面形状が確認できる。

【 0 0 5 3 】

[ 第 2 試験例の変更例 ]

本変更例は、第 2 試験例において、撮像位置 s 3 を 1 番目の位置表示装置 B より撮影装置よりに変更し、各位置表示装置 B の間隔を 1 . 2 倍ずつ乗じた間隔、すなわち、1 番目の位置表示装置から距離を、1 . 0 0 ( b 1 )、1 . 2 0 ( b 2 )、1 . 4 4 ( b 3 )、2 . 0 7 ( b 4 ) の倍率に変更したものである。

【 0 0 5 4 】

したがって、図 1 0 ~ 図 1 2 において共通する部分は第 2 試験例の説明を援用して本変更例では省略し、図 1 3 において、異なる部分として本変更例における撮像位置を s 4 で示し、管路位置画像を形成する中心位置を 4 6 a 1、4 6 b 1、4 6 c 1、4 6 d 1 及び 4 6 e 1 で示す。

【 0 0 5 5 】

[ 本発明に係る管路位置画像データ作成の理論構成 ]

以下、図 1 4 及び図 1 5 に基づいて本実施例の理論構成について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 1 4 ( a ) に示すように、カメラで管路内面に照射された発光リング、すなわち第 1 リング ~ 第 3 リングを撮影する。予めカメラから第 1 リングまでの距離、カメラから第 2 リングまでの距離、カメラから第 3 リングまでの距離が定められている。

【 0 0 5 7 】

上記により撮影された画像から、図 1 4 ( b ) に示すように、発光リングから求めた正射投影変換後の円を作成する。

【 0 0 5 8 】

当該円を分解して各円の中心位置を求めると、第 1 リングの円の中心は距離 A だけ右方にずれている。第 2 リングの円の中心は距離 B だけ右方にずれている。第 3 リングの円の中心は距離 C だけ右方にずれている。

【 0 0 5 9 】

そして、定められているカメラと各リングの距離と前記の距離 A ~ C との位置をプロットして作図すると、水平方向の変化として、各プロットを直線で結ぶと管路位置画像データが作成でき、右方にずれていること及びその変化量が確認できる。したがって、管路の中心位置が図に示す屈曲状態にあることが確認できる。

【 0 0 6 0 】

また、図 1 5 には、管路が直線の場合、管路がわずかに曲がっている場合及び管路が大きく曲がっている場合の撮影画像のイメージを示す。撮影画像から正射投影変換した正射画像データを作成し、これに基づいて管路位置画像データを作成し、撮影位置を考慮して正射投影変換された管路位置画像データを重ね合わせる。図においては 3 枚の正射画像データにより作成した 3 種類の管路位置画像データを重ねたものを示すが、実際には同一の箇所を 1 0 ~ 2 0 回撮影して正射投影変換された管路位置画像データを重ね合わせ、位置計測の精度を向上させる。

【 0 0 6 1 】

[ カメラ回転の補正による回転補正管路位置画像データの作成 ]

以下、図 1 6 に基づいて本実施例においてカメラが管路の軸方向を中心にして回転した場合の補正方法について説明する。

【 0 0 6 2 】

図 1 6 ( a ) は、カメラが回転していない場合であって、その場合の水平方向の変化が作図される。これに対し、図 1 6 ( b ) は、カメラが角度 だけ回転して傾斜している場

合であり、そのままの状態での水平方向の変化は角度 だけ変位した図となるが、カメラとIMUとが同一の器具に登載されていて随動するため、カメラとIMUとが同一の角度で回転するので、IMUにより角度 を求めることができ、求められた角 で距離A～Cを補正すれば、図中の(a)で作図した図と同一の図が作図できる。

【0063】

[ 実測値の補正による実測補正管路位置画像データの作成 ]

以下、図17に基づいて管路位置計測データと実測値との補正方法について説明する。

【0064】

図17(a)は、本実施例における管路位置確認装置を使用して作成した管路位置画像データであり、図中のA点は管路位置の始点を示し、B点は管路位置の終点を示す。 10

【0065】

図17(b)は実測による管路位置の始点及び終点を示し、図中のA'点は管路位置の始点を示し、図中のB'点は管路位置の終点を示す。この実測による管路位置の始点A'点及び終点B'点は、例えば1つのマンホールの地下から他のマンホールの地下までの間に配設されている管路位置を確認するに当たって、1つのマンホールの地下の管路の入口位置を測定して管路位置の始点A'点とし、他のマンホールの地下の管路の出口位置を測定して管路位置の終点B'点とする。

【0066】

そして、図17(c)に示すように、管路位置画像データにおける管路の始点A点及び終点B点を示す図17(a)と、実測による管路位置の始点A'点及び終点B'点を示す図17(b)とは、始点A点と始点A'点とは同一位置にあるが、終点B点と終点B'点とは異なった位置に表れている。この始点A点と始点A'点、終点B点と終点B'点とは、本来同一位置になければならない。 20

【0067】

そこで、解析手段又はマニュアルにより、図17(d)に示すように、管路位置画像データにおける管路の終点B点を実測による管路位置の終点B'点に一致するように、始点A点A'点を中心にして回転移動させると、実測値の補正による実測補正管路位置画像データが完成する。もちろん、回転補正管路位置画像データを出発データとする場合も同様である。

【0068】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。この実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。 30

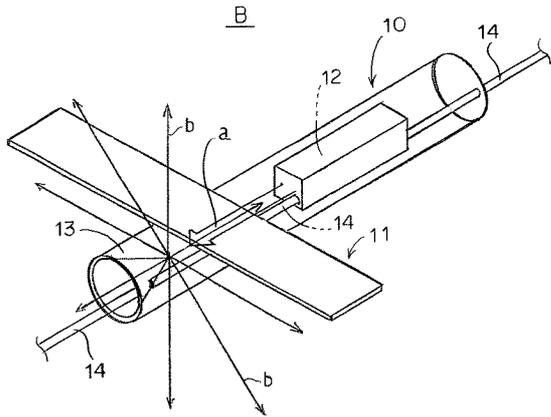
【符号の説明】

【0069】

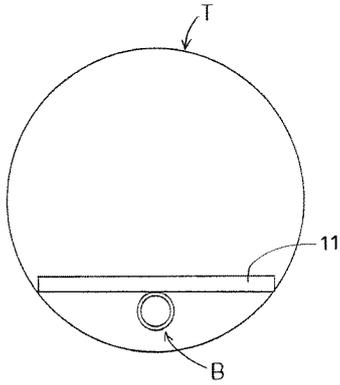
- A 管路位置確認装置
- B 位置表示装置
- b 1、b 2、b 3 位置表示装置 40
- C 第1器具
- D 第2器具
- E 第3器具
- F 自在継手
- G 牽引具
- H 把持部品
- T 管路
- T a 管路
- 1 0 ケース
- 1 1 安定板 50

1 2	レーザー光発生部品	
1 3	金属ミラー	
1 4	電源コード	
1 5	光リング	
1 5 a、1 5 b、1 5 c	光リング	
2 0	撮影装置（カメラ）	
2 1	I M U（慣性計測装置）	
2 2	コンピュータ	
2 3	エンコーダ	
2 4	バッテリー	10
s 1	撮像位置	
3 0	実画像データ	
3 0 a、3 0 b、3 0 c、3 0 d、3 0 e	実画像データの光リング	
3 0 p	中心	
3 1	実画像データに対応する正射画像データ	
3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d、3 1 e	実画像データに対応する正射画像データ	
の同心円		
3 2 a、3 2 b、3 2 c、3 2 d、3 2 e	位置表示装置の位置	
p	撮影装置の位置	
3 4 a、3 4 b、3 4 c、3 4 d、3 4 e	撮影位置に向かう光	20
3 5 a、3 5 b、3 5 c、3 5 d、3 5 e	仮想上の光リング	
3 6 a、3 6 b、3 6 c、3 6 d、3 6 e	光リングの中心位置	
s 2	撮像位置	
3 6 a 1、3 6 b 1、3 6 c 1、3 6 d 1、3 6 e 1	光リングの中心位置	
T b	管路	
s 3	撮像位置	
4 0	実画像データ	
4 0 a、4 0 b、4 0 c、4 0 d、4 0 e	実画像データの光リング	
4 0 p 1、4 0 p 2、4 0 p 3、4 0 p 4、4 0 p 5	中心	
4 1	実画像データに対応する正射画像データ	30
4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 e	実画像データに対応する正射画像データ	
の円		
4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d、4 2 e	位置表示装置の位置	
p	撮影装置の位置	
4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d、4 4 e	撮影位置から直径位置を結ぶ直線	
4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d、4 5 e	仮想上の光リング	
4 6 a、4 6 b、4 6 c、4 6 d、4 6 e	光リングの中心位置	
s 4	撮像位置	
4 6 a 1、4 6 b 1、4 6 c 1、4 6 d 1、4 6 e 1	光リングの中心位置	40

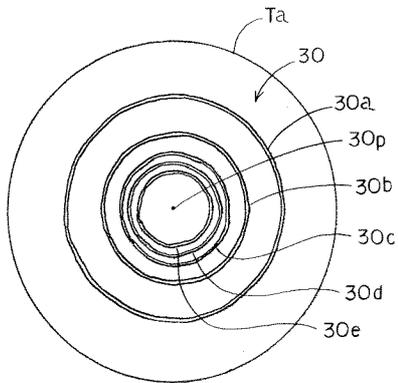
【 図 1 】



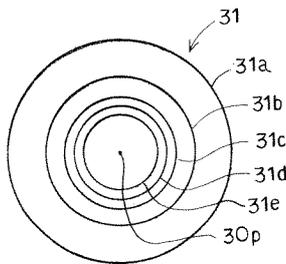
【 図 2 】



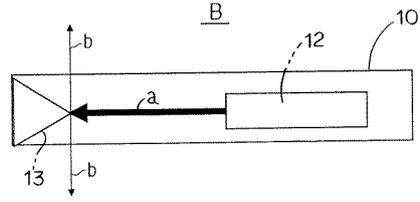
【 図 6 】



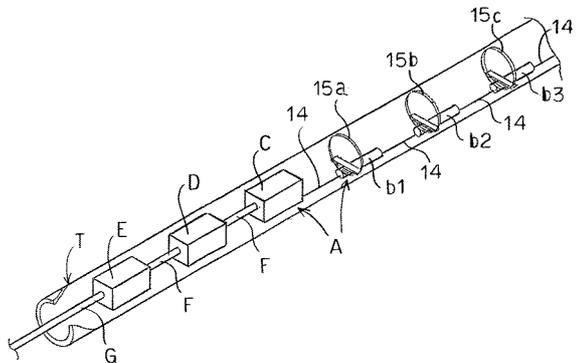
【 図 7 】



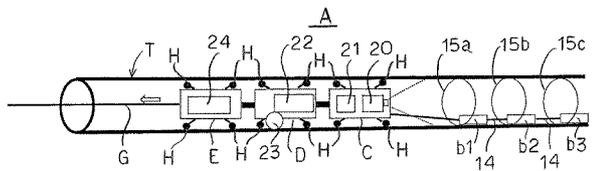
【 図 3 】



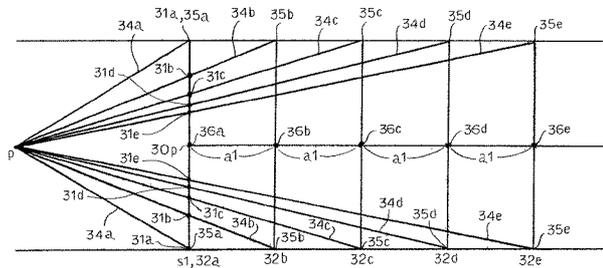
【 図 4 】



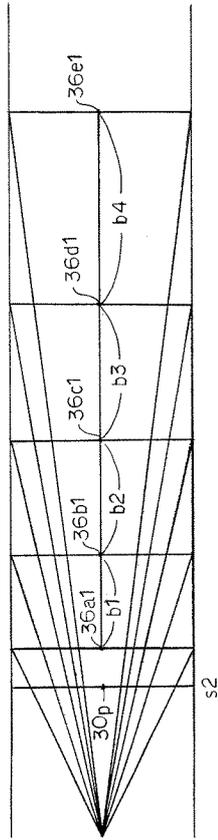
【 図 5 】



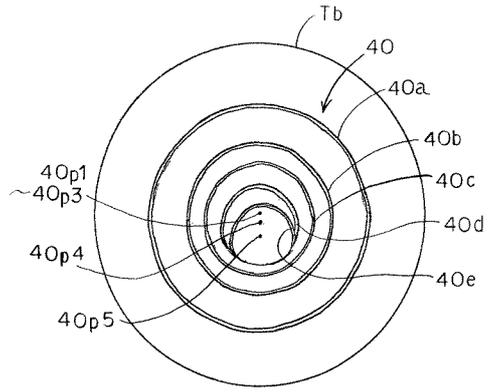
【 図 8 】



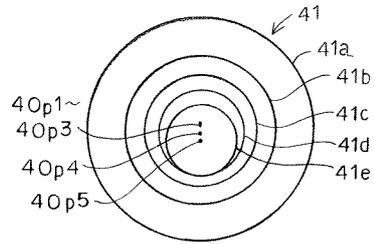
【 図 9 】



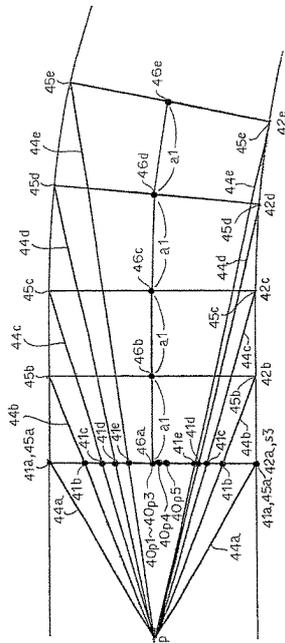
【 図 10 】



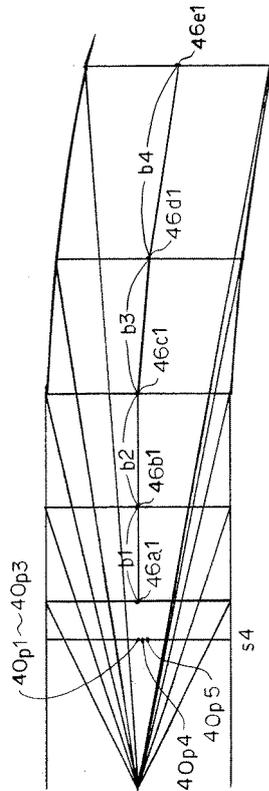
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】





## フロントページの続き

(74)代理人 100163393

弁理士 有近 康臣

(74)代理人 100189393

弁理士 前澤 龍

(72)発明者 増田 順一

大阪府大阪市淀川区新高三丁目9番14号 株式会社NTEC内

(72)発明者 大橋 稔明

大阪府大阪市淀川区新高三丁目9番14号 株式会社NTEC内

(72)発明者 奥村 一郎

大阪府大阪市淀川区新高三丁目9番14号 株式会社NTEC内

(72)発明者 高橋 裕信

茨城県つくば市梅園2-7-3 つくばシティビル403 株式会社アプライド・ビジョン・システムズ内

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 特開2006-266897(JP,A)

特開2015-230301(JP,A)

特開平01-232204(JP,A)

特開平06-323864(JP,A)

特開平07-055426(JP,A)

米国特許出願公開第2005/0115337(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 1/00 - 1/14

G01C 5/00 - 15/14

G01B 11/00 - 11/30