

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6853457号  
(P6853457)**

(45) 発行日 **令和3年3月31日(2021.3.31)**

(24) 登録日 令和3年3月16日(2021.3.16)

(51) Int. Cl.	F I				
<b>GO 1 C 15/00 (2006.01)</b>	GO 1 C	15/00	I O 4 A		
<b>GO 1 C 7/06 (2006.01)</b>	GO 1 C	7/06			
<b>GO 1 B 11/00 (2006.01)</b>	GO 1 B	11/00	H		

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-132991 (P2018-132991)	(73) 特許権者	597140545 株式会社N T E C
(22) 出願日	平成30年7月13日(2018.7.13)		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2020-12646 (P2020-12646A)	(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	令和2年1月23日(2020.1.23)		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2年2月26日(2020.2.26)	(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

(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、

前記位置表示装置は、円形の発光機能を有する枠体より構成され、

前記撮影装置及び前記枠体同士は、可撓性がある連結紐により連結されている

ことを特徴とする管路位置確認装置。

【請求項 2】

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】

前記枠体の発光機能が、光反射式であり、

前記撮影装置が、当該枠体に光を照射する光照射機能を備えてなる

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の管路位置確認装置。

## 【請求項 4】

前記枠体の発光機能が、光反射式であり、  
当該枠体に対して光を照射する光照射装置を備えてなる  
ことを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の管路位置確認装置。

## 【請求項 5】

前記枠体の発光機能が、自発光式である  
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の管路位置確認装置。

## 【請求項 6】

前記枠体は、その外周に、管路の内周面に接し、かつ、管内において管の長手方向に枠体  
が移動するのを妨げない緩衝部材が設けられている 10

ことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の管路位置確認装置。

## 【請求項 7】

前記連結紐は、交差する複数本の紐を 1 組とする交差紐を 1 又は複数含んでいる  
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。

## 【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管路の位置を確認するための管路位置確認装置に関する。 20

## 【背景技術】

## 【0002】

従来より、地中に通信ケーブルや送電線等の配線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づいて綿密に管路が配設されてはいるも  
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新設又は消滅、建物の構  
改築や撤去等の原因により、配設当時の設置計画図面では、現時点において管路がどのよ  
うな位置に配設されているの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より覆い隠さ  
れて目視できない箇所が多くなっているのが現状である。 30

## 【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する際に、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 40

## 【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され、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、出願人は、上記の課題を解決すべく特願 2017-180163号を出願したが、管路の内面に直接光リングを映し出す方法であるため、管路内面の状況により撮影された実画像データに歪みが生じ、そのため実画像データを正射投影変換して正射画像データを作成して解析する必要があった。

【0008】

そこで本発明では、管路内に配した表示装置を撮影装置により撮影し、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がわかることから、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を開発した。

【0009】

本発明に係る管路位置確認装置とは、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装置である。

【課題を解決するための手段】

【0010】

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、前記位置表示装置は、円形の発光機能を有する枠体より構成され、前記撮影装置及び前記枠体同士は、可撓性がある連結紐により連結されていることを特徴とする。

【0011】

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解析手段を備えたことを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る第3の管路位置確認装置は、上記第1又は2の管路位置確認装置の構成に加えて、前記枠体の発光機能が、光反射式であり、前記撮影装置が、当該枠体に光を照射する光照射機能を備えてなることを特徴とする。

【0013】

さらに、本発明に係る第4の管路位置確認装置は、上記第1～3のいずれかの管路位置確認装置の構成に加えて、前記枠体の発光機能が、光反射式であり、当該枠体に対して光を照射する光照射装置を備えてなることを特徴とする。

【0014】

さらにまた、本発明に係る第5の管路位置確認装置は、上記第1又は2の管路位置確認装置の構成に加えて、前記枠体の発光機能が、自発光式であることを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係る第6の管路位置確認装置は、上記第1～5のいずれかの管路位置確認装置の構成に加えて、前記枠体は、その外周に、管路の内周面に接し、かつ、管内において管の長手方向に枠体が移動するのを妨げない緩衝部材が設けられていることを特徴とする。

【0016】

さらに、本発明に係る第7の管路位置確認装置は、上記第1～6のいずれかの管路位置確認装置の構成に加えて、前記連結紐は、交差する複数の本の紐を1組とする交差紐を1又は複数含んでいることを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

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は、管路に配した位置表示装置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】

【0018】

【図1】本発明の第1の実施例に係る位置表示装置を示す一部概略斜視図である。

【図2】本発明の第1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3】本発明の第1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4】本発明の第2の実施例に係る位置表示装置を示す一部概略斜視図である。 10

【図5】本発明の第2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】本発明の第3の実施例に係る位置表示装置を示す一部概略斜視図である。

【図7】本発明の第3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8】本発明の第1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9】図8の実画像データに基づいて作成した垂直方向の管路位置画像データを示す図である。

【図10】第1の試験例の変更例であって、図8の実画像データに基づいて作成した垂直方向の管路位置画像データを示す図である。 20

【図11】本発明の第1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12】図11の実画像データに基づいて作成した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11の実画像データに基づいて作成した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。

【図15】本発明の実施例に係る管路位置確認装置により作成された複数の撮影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。 30

【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。 40

【発明を実施するための形態】

【0019】

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】

【0020】

図1～図3は、管路位置確認装置Aの実施例1を示し、図1は管路位置確認装置Aの一部を構成する位置表示装置b1、b2、b3(総称する場合はB)を示す。簡略のため位置表示装置を3個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 50

## 【0021】

当該位置表示装置Bは、それぞれ円形の枠体10a、10b、10c（総称する場合は10）から構成され、前記枠体10は、いずれも光反射式の発光機能を有している。すなわち、前記枠体10は、その表面に光反射塗料が塗布されていて、光を良好に反射するようになっている。なお、表面が鏡面の枠体を使用してもよい。

## 【0022】

図2及び図3は、管路T内に配置された管路位置確認装置Aを示す。これら各位置表示装置b1、b2、b3は、これらを構成する枠体10a、10b、10c同士が連結紐12により等間隔に連結されている。なお、等間隔でなくとも、予め設定した間隔で連結して

10

## 【0023】

連結紐12は、図1に示すように、交差（ねじれの位置も含む）する2本の交差紐12a、12bを1組として交差する紐4組により構成されている。このように2本の交差紐12a、12bを平行ではなく、ねじれの位置を含めて交差させることにより、一方の紐は、他方の紐の動きを規制するように働き、かつ、このような交差紐4組により枠体10が連結されているため、枠体10が互いに傾斜及び回転するのを規制し合うので、図2及び図3に示す管路T内において、枠体10はほぼ垂直に直立した状態が維持できるよう

20

## 【0024】

そして、位置表示装置b1の前方には、図3に示すように、センサー部本体として撮影装置13及びIMU（慣性計測装置）14を搭載した第1器具Cが連結されている。前記撮影装置13は、いわゆるフラッシュライトと呼ばれる光照射機能を備えている。当該第1器具Cの前方には、コンピューター15と、管路Tの内壁面を回動して移動距離及び移動方向等を入力するエンコーダー16とが搭載された第2器具Dが連なっており、その前方にはバッテリー17を搭載した第3器具Eとが連なっている。

30

## 【0025】

また、前記の位置表示装置b1と第1器具Cとは、前記の連結紐12により連結されている。第1器具C、第2器具D及び第3器具Eとは電源ケーブルFにより連結されている。なお、連結紐12は各位置表示装置間のみを連結するようにしてもよく、第1器具C、第2器具D及び第3器具Eを連結紐12にて連結してもよい。また、管路T内に配置する必要がある位置表示装置b1、撮影装置13、IMU（慣性計測装置）14及びエンコーダー16を管路T内に配置し、管路T内に配置する必要がないコンピューター15及びバッテリー17は管路T外に配置するように構成を変更してもよい。

## 【0026】

以上により、撮影装置13及びIMU14、コンピューター15及びエンコーダー16は、バッテリー17から送電されて予定された稼働をするようになっている。

40

## 【0027】

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により第3器具Eを管路Tの前方方向に牽引することができるようになっている。したがって、各位置表示装置b1、b2、b3、第1器具C、第2器具Dは、牽引具Gによって管路T内を移動させることができる。

## 【0028】

さらに、第1器具C、第2器具D及び第3器具Eは、管路Tの内壁面に接触して回転する支持部品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ー16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

50

部品Hはコロ車を管路内面の周囲に接するように第1器具C、第2器具D及び第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2器具D及び第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。

【0029】

上記のように構成された管路位置確認装置Aにおいて、撮影装置13は、その光照射機能を利用して、各位置表示装置bの枠体10に対して光を照射すると、各枠体10a、10b、10cがリング状に光を発光することにより、位置表示装置b1、b2、b3は、管路T内において第1光リングc1、第2光リングc2、第3光リングc3を生成し、これら光リングc1、c2、c3をそれぞれ撮影装置13により撮影すると、例えば、図8や図11に示すような画像が撮影できる。また、上記したように連結紐12として光透過性の材質のものを使用しているため、光リングc1、c2、c3を撮影するときの邪魔にならず、鮮明な光リングc1、c2、c3が撮影できる。

【実施例2】

【0030】

図4及び図5は、実施例2を示し、本実施例は、実施例1における管路位置確認装置Aの変更例であって、具体的には位置表示装置b1、b2、b3における枠体10の変更例である。なお、実施例1と同一の構造については実施例1における符号及び説明を援用し、本実施例においてはその説明を省略する。

【0031】

本実施例における管路位置確認装置2Aは、図4に示すように、位置表示装置2bが、枠体20と、その外周に取り付けた緩衝部材であるパネ材18とから構成される。

【0032】

当該パネ材18は、図5に示すように、管路Tの内壁と枠体20との間の緩衝機能を果たし、枠体20が管路T内に浮かんで管路Tの径方向断面の中心に位置するよう付勢されている。

【0033】

すなわち、パネ材18は、靱性のある金属線よりなり、枠体20に取り付けられる枠体接触側18aと管路内面に接触する管路接触側18bとの間で折曲されてなるものである。

【0034】

そして、図5に示すように、枠体20が管路内を挿通する方向に対して、枠体接触側18a及び管路接触側18bが後方に向くように取り付けられているので、枠体20が管路内において管路Tの長手方向に移動するのを妨げないようになっている。

【実施例3】

【0035】

図6及び図7は、実施例2を示し、本実施例は、実施例2における管路位置確認装置2Aの変更例であって、具体的には位置表示装置2bにおける枠体20の変更例である。なお、実施例1及び実施例2と同一の構造については実施例1及び実施例2における符号及び説明を援用し、本実施例においてはその説明を省略する。

【0036】

本実施例における管路位置確認装置3Aは、図6に示すように、位置表示装置3b(3b1、3b2、3b3)が、枠体21と、その外周に取り付けた緩衝部材であるパネ材18(前記実施例2において説明したもの)と、枠体21の下部に取り付けた光照射装置19とから構成される。

【0037】

これら光照射装置19は、電源ケーブルFによる第1器具Cへの供給電源に接続された電源コード19aにより連結されている。そして、前記光照射装置19に電流が流れると、レーザー光を枠体21に向かって照射し、枠体21は光リングとして発光するように設

計されている。

【0038】

なお、上記のように、光照射装置19を設けた場合には、光照射装置19の自重により棒体21の重心位置が下方に変位するので、連結紐12の作用に加えて、管路T内で棒体21が傾斜したり回転したりすることをさらに規制できる利点がある。

【0039】

上記の各実施例においては、棒体が光反射式の発光機能を備えたものとして説明したが、光反射式の発光機能に限られるものではなく、自光式の発光機能を備えたものでもよい。自光式の発光機能としては、例えば、棒体に沿ってLEDを組み込んでリング状に発光するようにしてもよい。また、棒体に蓄光塗料を塗布しておき、使用していないときに太陽光などの光を照射して蓄光し、使用するときリング状に発光するようにしてもよく、その場合は、棒体を接続する電源コードが不要となり、電気も不要であるので、コスト安につながる利点がある。

【0040】

[第1試験例]

図8及び図9は、第1の試験例を示し、図8は、管路Taに対して、管路位置確認装置A、2A又は3A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30の結果を表したものである。

【0041】

なお、本試験例は、湾曲していない直管の管路Taにおいて行ったものであり、撮影装置による撮像位置s1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。

【0042】

上記実画像データ30においては、光リング31a、31b、31c、31d及び31eは、実施例1において説明したように、発光機能を有する円形の棒体10により形成されるものであるため、管路Taの中央に向かって小径となる理想的には真円の光リングを形成し、管路Taが湾曲していない直管であることから光リング31a、31b、31c、31d及び31eの中心は全て30pの位置にある同心円となる。以下、光リング31a、31b、31c、31d及び31eを同心円31a、31b、31c、31d及び31eともいう。

【0043】

なお、棒体10のいずれかが傾斜したことにより光リングのいくつかが楕円形に表れた場合には、棒体10の直径が予め定められており、また、エンコーダー16により各棒体10の移動距離が判明しているため、楕円形の光リングを真円の光リングに補正して、図8に示すような実画像データ30を作成する。また、各光リング31a、31b、31c、31d及び31eは、実際には円形の棒体10の幅を有するが、各光リング31a、31b、31c、31d及び31eとしては外周円を採用しても内周円を採用してもよく、その中心となる円周を採用してもよい。

【0044】

また、前記撮影装置が計測中に管路の軸方向を中心として回転するようなことがあっても、撮影装置に付随しているIMU(慣性計測装置)が撮影装置の回転と共に従動回転するので、撮影装置が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IMU(慣性計測装置)により解析し、補正した回転補正管路位置画像データを作成することができる。

【0045】

本試験例においては、湾曲していない直管の管路Taにおいて行ったものであるため、中心30pが全て同一であることから管路Taの方向は直進であり、中心位置にずれがないので、実画像データ30における同心円31a、31b、31c、31d及び31e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。

【0046】

10

20

30

40

50

そして、図9に示すように、この作成された実画像データ30における同心円31a、31b、31c、31d及び31e（図9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s1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35a、35b、35c、35d及び35e（図9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に向かう光線34a、34b、34c、34d及び34eの画像である。

【0047】

この撮像位置に投影された同心円31a、31b、31c、31d及び31eの中心位置30pは、各光リング35a、35b、35c、35d及び35eの中心位置に相当する。

【0048】

そこで、予め定められている位置表示装置32a、32b、32c、32d及び32eの等間隔の距離(a1)に対応させて各光リング35a、35b、35c、35d及び35eの中心位置36a、36b、36c、36d及び36e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36a、36b、36c、36d及び36eを直線で結ぶことにより図9に示す管路位置画像が作成でき、管路Taの距離及び方向を含む位置が確認できる。

【0049】

本試験例においては、光リングの中心位置36a、36b、36c、36d及び36eが一直線上にあるため、管路Taが位置表示装置32a、32b、32c、32d及び32e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35a、35b、35c、35d及び35eを上記管路位置画像に描くことにより管路Taの仮想断面形状が確認できる。

【0050】

[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s1を1番目の位置表示装置Bよりも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(b1)、1.20(b2)、1.44(b3)、2.07(b4)の倍率に変更したものである。

【0051】

したがって、図8及び図9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10においては、異なる部分である本変更例における撮像位置をs2で示し、管路位置画像を形成する光リングの中心位置を36a1、36b1、36c1、36d1及び36e1で示す。

【0052】

このように、第1試験例の変更例においても管路が直進していることが確認できる。

【0053】

[第2試験例]

図11及び図12は、第2の試験例を示し、図11は、管路Tbに対して、管路位置確認装置A、2A又は3A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。

【0054】

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Tbにおいて行ったものであり、撮影装置による撮像位置s3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。

【0055】

上記の実画像データ40においては、光リング41a、41b、41c、41d及び41eは、管路Tbの中央に向かって小径で下方に下がるほど直径が短くなる光リングを形成している。以下、光リング41a、41b、41c、41d及び41eを円41a、41b、41c、41d及び41eともいう。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 5 6 】

なお、枠体 1 0 のいずれかが傾斜したことにより光リングのいくつかが楕円形に表れた場合には、枠体 1 0 の直径が予め定められており、また、エンコーダー 1 6 により各枠体 1 0 の移動距離が判明しているため、楕円形の光リングを真円の光リングに補正して、図 1 1 に示すような実画像データ 4 0 を作成する。また、各光リング 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d 及び 4 1 e は、実際には円形の枠体 1 0 の幅を有するが、各光リング 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d 及び 4 1 e としては外周円を採用しても内周円を採用してもよく、その中心となる円周を採用してもよい。

## 【 0 0 5 7 】

また、前記撮影装置が計測中に管路の軸方向を中心として回転するようなことがあっても、撮影装置に付随している IMU (慣性計測装置) が撮影装置の回転と共に従動回転するので、撮影装置が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 IMU (慣性計測装置) により解析し、補正した回転補正管路位置画像データを作成することができる。

## 【 0 0 5 8 】

本試験例においては、下方に湾曲した管路 T b において行ったものであるため、中心 4 0 p 1、4 0 p 2、4 0 p 3、4 0 p 4 及び 4 0 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 4 0 p 1 ~ 4 0 p 3 は同位置にあり、中心 4 0 p 4 は中心 4 0 p 1 ~ 4 0 p 3 より少し下がり、4 0 p 5 は中心 4 0 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 5 9 】

そして、図 1 2 に示すように、この作成された実画像データ 4 0 における大小異なる円 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d 及び 4 1 e (図 1 2 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 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d 及び 4 5 e (図 1 2 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 に向かう光線 4 4 a、4 4 b、4 4 c、4 4 d 及び 4 4 e の画像である。

## 【 0 0 6 0 】

この撮像位置 s 3 に投影された大小異なる円 4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d 及び 4 1 e の中心 4 0 p 1、4 0 p 2、4 0 p 3、4 0 p 4、4 0 p 5 は、それぞれ光リング 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d 及び 4 5 e の中心位置に相当する。

## 【 0 0 6 1 】

そこで、予め定められている位置表示装置 4 2 a、4 2 b、4 2 c、4 2 d 及び 4 2 e の等間隔の距離 ( a 1 ) に対応させて各光リング 4 5 a、4 5 b、4 5 c、4 5 d 及び 4 5 e の中心位置 4 6 a、4 6 b、4 6 c、4 6 d 及び 4 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 4 6 a、4 6 b、4 6 c、4 6 d 及び 4 6 e を直線で結ぶことにより図 1 2 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 6 2 】

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 6 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。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 4 】

したがって、図 1 1 及び図 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 においては、異なる部分である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 6 5 】

このように、第 2 試験例の変更例においても管路が下方に湾曲していることが確認できる。

## 【 0 0 6 6 】

[ 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 6 7 】

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 6 8 】

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 6 9 】

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 7 0 】

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 7 1 】

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 10 ~ 20 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 7 2 】

[ 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 7 3 】

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  $\theta$  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  $\theta$  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  $\theta$  を求めることができ、求められた角  $\theta$  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。

## 【 0 0 7 4 】

[ 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 1 7 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。

## 【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

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。

【0076】

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。

【0077】

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(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(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。

【0078】

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'点を、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。

【0079】

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。

【符号の説明】

【0080】

- A 管路位置確認装置
- B、b1、b2、b3 位置表示装置
- 10、10a、10b、10c 円形の枠体
- 12 連結紐
- 12a、12b 交差連結紐
- T 管路
- 13 撮影装置(カメラ)
- 14 IMU(慣性計測装置)
- C 第1器具
- 15 コンピューター
- 16 エンコーダー
- D 第2器具
- 17 バッテリー
- E 第3器具
- F 電源ケーブル
- G 牽引具
- H 支持部品
- c1、c2、c3 光リング
- 2A 管路位置確認装置
- 2b 位置表示装置
- 20 枠体
- 18 バネ材

10

20

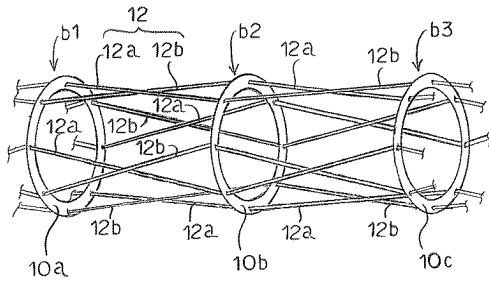
30

40

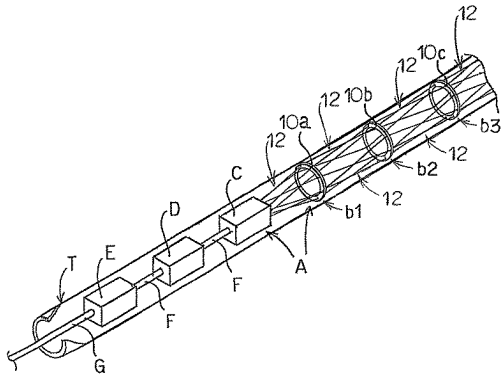
50

1 8 a	枠体接触側	
1 8 b	管路接触側	
3 A	管路位置確認装置	
3 b	位置表示装置	
2 1	枠体	
1 9	光照射装置	
1 9 a	電源コード	
T a	管路	
s 1	撮像位置	
3 0	実画像データ	10
3 1 a、3 1 b、3 1 c、3 1 d、3 1 e	実画像データの光リング	
3 0 p	中心	
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	
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	20
T b	管路	
s 3	撮像位置	
4 0	実画像データ	
4 1 a、4 1 b、4 1 c、4 1 d、4 1 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 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	30
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	

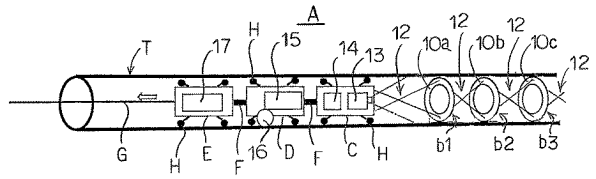
【 図 1 】



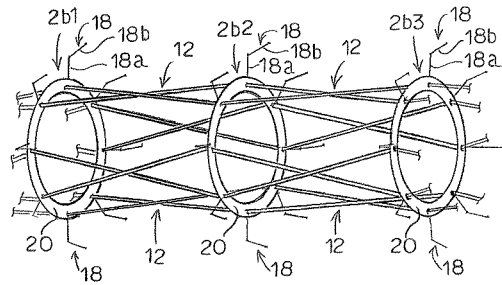
【 図 2 】



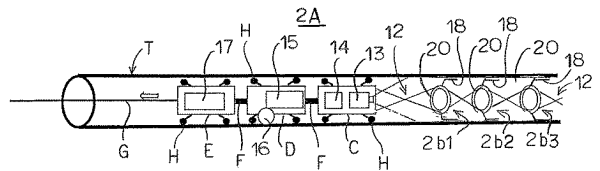
【 図 3 】



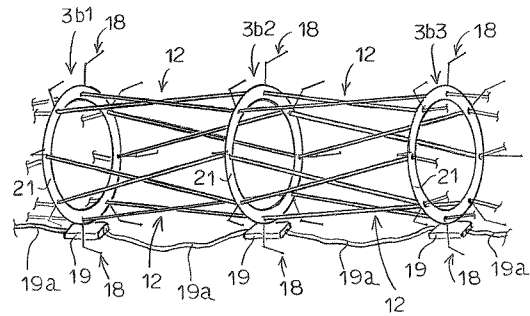
【 図 4 】



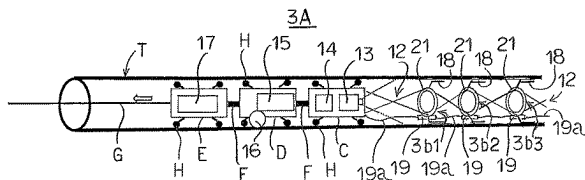
【 図 5 】



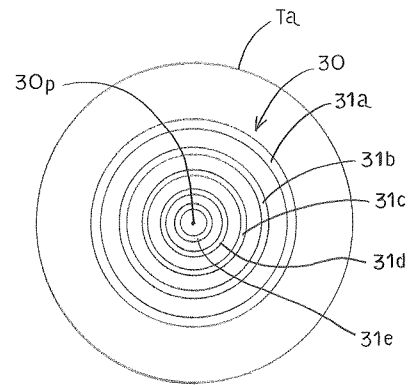
【 図 6 】



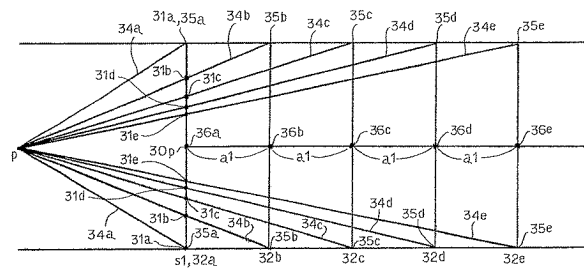
【 図 7 】



【 図 8 】

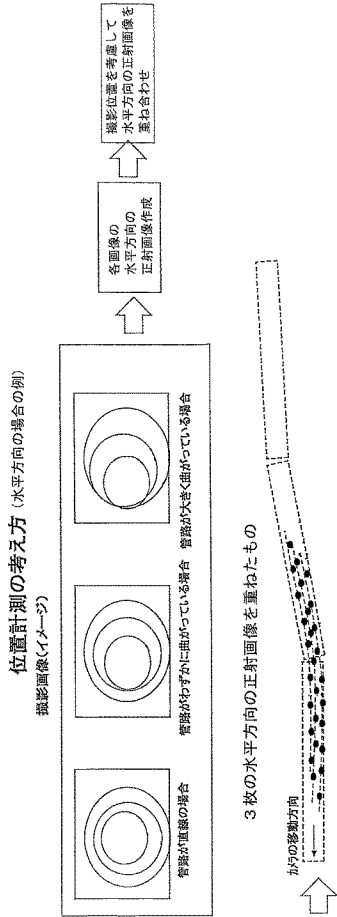


【 図 9 】

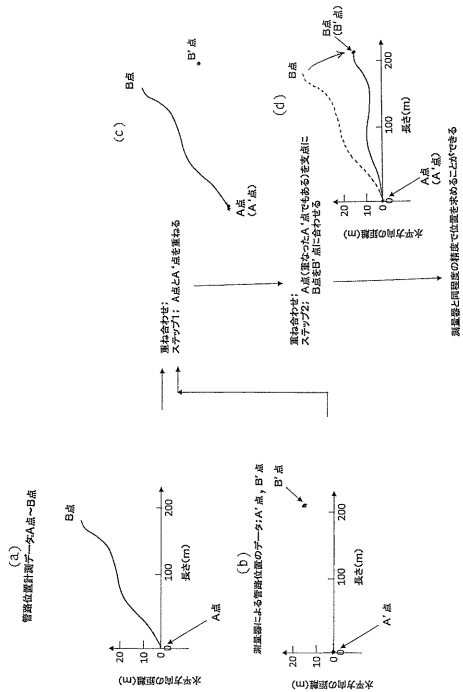




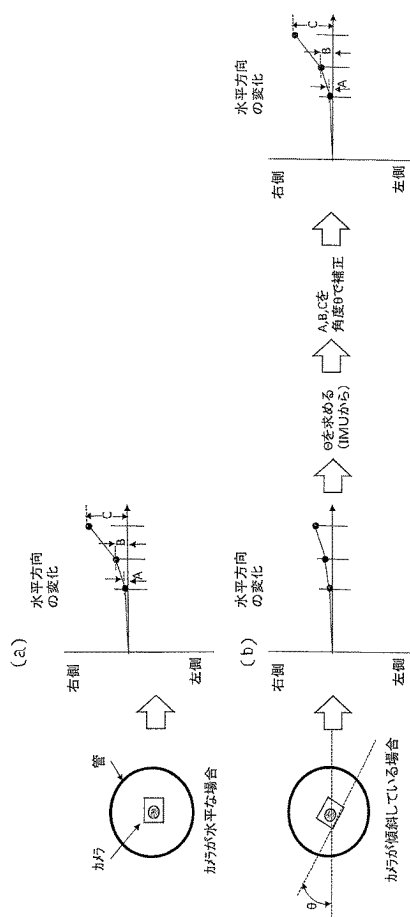
【図 15】



【図 17】



【図 16】



## 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 小松 道正

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 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 眞岩 久恵

(56)参考文献 特開2006-266897(JP,A)

特開2003-254750(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 1/00 - 1/14

G01C 5/00 - 15/14

G01B 11/00