

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-8529

(P2017-8529A)

(43) 公開日 平成29年1月12日(2017.1.12)

(51) Int. Cl.		F I			テーマコード (参考)	
E O 3 B	1/00	(2006.01)	E O 3 B	1/00	Z	2 F 0 6 8
G O 6 Q	50/06	(2012.01)	G O 6 Q	50/06		5 L 0 4 9
G O 1 B	17/00	(2006.01)	G O 1 B	17/00	A	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-123412 (P2015-123412)	(71) 出願人	000005108
(22) 出願日	平成27年6月19日 (2015. 6. 19)		株式会社日立製作所
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
		(74) 代理人	100100310
			弁理士 井上 学
		(74) 代理人	100098660
			弁理士 戸田 裕二
		(74) 代理人	100091720
			弁理士 岩崎 重美
		(72) 発明者	横井 浩人
			東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
			株式会社日立製作所
			内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 水道の管網管理システム

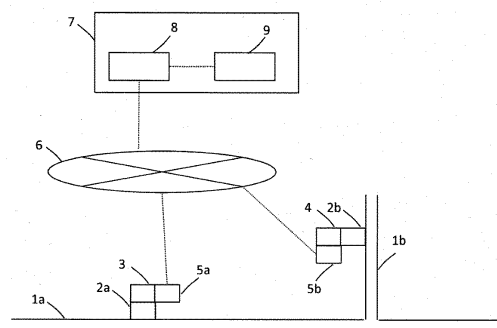
(57) 【要約】

【課題】本発明の目的は、配管の管路図を作成することが容易な水道の管網管理システムを提供することにある。

【解決手段】水道の管網の情報を管理する水道の管網管理システムは、水道の配管にある給配水設備に取り付けた音波発生手段と、別の給配水設備に取り付けた音波検出手段と、それぞれの座標を検出するとともに音波発生情報と音波検出情報と座標情報を送受信する通信手段と、音波の強度データを用いて管路の接続関係を診断するマッピング分析手段と、診断結果と管路図面情報を格納するマッピングデータベースを有し、管路図面を作成する構成とした。

【選択図】 図 1

【図1】



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

水道の配管にある給配水設備に取り付けた音波発生手段と、
別の給配水設備に取り付けた音波検出手段と、
それぞれの座標を検出するとともに音波発生情報と音波検出情報と座標情報を送受信する通信手段と、
音波の強度データを用いて管路の接続関係を診断するマッピング分析手段と、
診断結果と管路図面情報を格納するマッピングデータベースを有し、管路図面を作成することを特徴とする水道の管路管理システム。

【請求項 2】

10

請求項1において、複数の音波発生手段と複数の音波検出手段を有し、複数の発生地点からの音波検出の強度を用いて相対的な管路長を算出することを特徴とする水道の管路管理システム。

【請求項 3】

請求項1において、前記音波発生手段が発生する音波の周波数が 1 kHz から 20kHz であることを特徴とする水道の管路管理システム。

【請求項 4】

請求項1において、前記給配水設備へ音波を伝達させる部分が、管路の外部となるよう構成した音波発生手段を有することを特徴とする水道の管路管理システム。

【請求項 5】

20

請求項1において、前記音波発生と音波検出の動作を同期させて管路内を伝達する音波を計測し、音波検出までの時間遅れを算出し、音波の強度と時間遅れを用いて管路の接続関係を判定することを特徴とする水道の管路管理システム。

【請求項 6】

請求項1において、前記マッピングデータベースの管路、前記管路の接続関係及び給配水設備の位置を含む仕様を用いて、接続関係が既知の給配水設備と接続関係が不明な給配水設備にそれぞれ少なくとも1つの音波発生手段を設置することを特徴とする水道の管路管理システム。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

30

【0001】

本発明は、水道において上水を供給する管網を管理するための管網管理システムに係り、特に、配管の管路図を作成するための計測およびデータベース化を行う水道の管網管理システムに関する。

【背景技術】**【0002】**

水道事業は、河川水や地下水などを原水とし、浄水処理や消毒処理を行った後に、最終的には配管を経由して上水を需要家に供給している。高度経済成長期等に急速に整備された水道施設の老朽化が進行し、大規模な更新ピークを迎えつつあり、水道施設の計画的更新は全国の水道事業者共通の重要で喫緊の課題となっている。厚生労働省からも、「水道事業におけるアセットマネジメント（資産管理）に関する手引き～中長期的な視点に立った水道施設の更新と資金確保～」など設備・機器のアセットマネジメントに関する手引きが発行されている。

40

【0003】

水道事業に関わる資産のうち 6 ～ 7 割程度が管路に関連するものと言われている。日本水道協会規格の「水道事業ガイドライン JWWA Q 100」（平成 17 年 1 月制定）に設けられている業務指標には、管路に係る指標として、「経年化管路率」「給水管の事故割合」「漏水率」「濁タイル・铸铁管・鋼管率」などがある。事業体がこれらの指標の改善に取り組む際、管網の情報として管の材質、口径、敷設位置・深さ、工事時期、事故の発生状況などを管理しておくことが重要である。また、省エネや漏水率低減のための一つの対応策と

50

して配水コントロールがある。これは、水の需要、配水池の貯水量と管網計算を活用してポンプの運転を制御するもので、管路の水圧を適切にコントロールできる。管網計算には上述した管路の情報が必要となってくる。

【 0 0 0 4 】

しかし、管路の図面はあっても管網計算で利用できる形で電子化されていなかったり、一部の途上国などでは管路図面が存在しないという問題があった。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 1 - 9 9 6 3 5 号 公 報

10

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

例えば、特許文献 1 には、メイン管路から分岐される分岐管を備えた既設管路の測長方法として、音波を用いる方法が開示されている。これは、メイン管路の一方端に音波式測長器を配置し、音波式測長器から放射される音波を他方端に反射させ、管路の長さを測定する方法である。

【 0 0 0 7 】

しかし、この方法は、既知の管路に音波式測長器を設置して計測するものであり、そもそも管路図面がない場合は各機器の設置や位置・距離の情報を取得しにくい。

20

【 0 0 0 8 】

上記事情を鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、配管の管路図を作成することが容易な水道の管網管理システムを提供することにある。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記の目的を達成するため、水道の管網の情報を管理するため、水道の配管にある給配水設備に取り付けた音波発生手段と、別の給配水設備に取り付けた音波検出手段と、それぞれの座標を検出するとともに音波発生情報と音波検出情報と座標情報を送受信する通信手段と、音波の強度データを用いて管路の接続関係を診断するマッピング分析手段と、診断結果と管路図面情報を少なくとも格納するマッピングデータベースを有し、管路図面を作成することを特徴とする。

30

【 発明の効果 】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、給配水設備に設置した音波発生と音波検出手段により、それらの位置が得られ、かつ地下に埋設された配管の接続状況が得られるため、掘削することなく容易に管路図を作成することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 1 】

【 図 1 】 本発明の第 1 実施形態に係る管網管理システムのブロック図である。

【 図 2 】 本発明の第 2 実施形態に係る管網管理システムのブロック図である。

40

【 図 3 】 本発明の第 3 実施形態に係る管網管理システムのブロック図である。

【 図 4 】 本発明の第 4 実施形態に係る管網管理システムのブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 2 】

以下に、図面を用いて本発明に係る一実施形態を説明する。

【 0 0 1 3 】

< 第 1 の実施形態 >

図1は管網管理システムのブロック図である。このシステムは、管路1aとこれに接続された管路1bにそれぞれ給配水装置2a、2bがあり、給配水装置2aに音波発生手段3、通信手段5aが設置されている。また、給配水装置2bに音波検出手段4、通信手段5bが備えられて

50

いる。そして、通信手段5a、5bはネットワーク6を介してマッピング手段7と接続される。マッピング手段7は、マッピングDB8とマッピング解析手段9を備える。

【0014】

本実施形態の処理方法を以下に説明する。水道の管路は通常地下に埋設されている。そのため、本発明の音波の発生やその検出手段を管そのものに設置して実施することは掘削など工数がかかる。そのため、本実施形態では、給配水装置2a、2bにそれぞれ音波発生手段3と音波検出手段4を備え付ける。給配水装置2a、abとしては、外部から容易にアクセスできるバルブ、流量計、圧力計、消火栓、給水栓、顧客毎に備え付けられた水道メータなどがある。

【0015】

音波発生手段3から発生する音波の周波数は特に限定しないが、構成の容易さや音を伝搬させることができる距離を考慮し、1Hzから200kHzの範囲が望ましい。水中音響通信の分野では10kHz～100kHzの周波数帯がよく使われ、10kHzの音波の吸収原水は1E-3dB/m程度である。10kHzの音源に対して、理想的な条件であれば、1km伝搬する間に1dB減衰する程度である。

【0016】

音波発生手段3は、配管中の水に直接音波を発生するのではなく、給配水装置2aの外側、すなわち、水とは異なる金属や樹脂などを介して水中に音波を送る構成とする。これは、水道水に本発明の構成機器が原因となる異物の混入を防ぐためである。

【0017】

音波検出手段4は、音波発生手段3の周波数の音波を検出するための機器で、音波発生手段3と同様に給配水装置2bの外部に接するように設置する。音・振動源から水中への音響出力と水中音との関係は、下記文献に記載されている。(日本建築学会計画系論文集、第489号、1 - 10、1996年11月)。

1次元音場とみなせ、また断面積が同じ管路では、音響出力を $W(W)$ 、接続管路の音響特性インピーダンスを $Z_w(Pa \cdot s/m)$ 、音の強さを $I(W/m^2)$ 、進行波音圧を $P(Pa)$ 、管路内断面積を $A(m^2)$ とすれば、それぞれの関係は(1)、(2)式に示すようになる。

【0018】

$$I = W / A = P^2 / Z_w \quad (1)$$

$$P = (I Z_w)^{0.5} = (W Z_w / A)^{0.5} = (W \rho c / A)^{0.5} \quad (2)$$

【0019】

すなわち、進行波音圧 P は音響出力 W と管路の断面積 A 、接続管路の音響特性インピーダンス Z_w を用いて(2)式の関係から求められる。ここで、接続管路の音響特性インピーダンス Z_w は、実務上は水の等価音響抵抗 (ρ : 水の密度、 c : 水中における音速)を用いることができる。

【0020】

通信手段5a、5bはGPSの機能とネットワーク6を介してマッピング手段7へGPSの座標の情報と音波の発生、検出の情報を送信する機能を有する。ネットワーク6による通信手段は特に限定しない。

【0021】

次に、本システム運用時の処理を説明する。まず、ユーザは給配水装置2a、2bにそれぞれ音波発生手段3、音波検出手段4、通信手段5a、5bを設置する。このとき、通信手段5a5bはそれぞれGPS機能でその座標を取得し、ネットワーク6を介してマッピング手段7へ送られ、マッピングDB8に格納される。次に、所定の時間、音波検出手段4のみを動作させ、バックグラウンドでの音波の状態を検出する。バックグラウンドのノイズ源としては、車両の通行、工事、工場、ポンプ等の回転機などが考えられる。予めこれらの周波数帯を調べて音波発生手段3の周波数を選択することもできる。この取得データも同様にマッピング手段7へ送信する。マッピング解析手段9は、送信されたバックグラウンドの音波データからフーリエ変換などの手法を用いて音波発生手段3が発生する音波の周波数帯にどの程度のバックグラウンドのノイズがあるかを、その音の強度の平均値と所定時間計測した範囲での標準

10

20

30

40

50

偏差として定量化する。

【 0 0 2 2 】

次に、音波発生手段3から所定の周波数・強度・時間の音波を発生させる。この発生・停止の情報はマッピング手段7へと送られる。同時に、音波検出手段4での検出を開始し、検出した音波のデータをマッピング手段7へ送信する。マッピング手段7は、音波検出手段4からのデータに対し、バックグラウンドのノイズを差し引き、音波発生手段3による正味の音の強度を抽出する。強度が所定のレベル以上であれば、管路の接続があるものとして、マッピングDB8に音波発生手段3と音波検出手段4の座標情報と関連づけて接続関係があることを記録する。所定のレベルとしては、GPSで検出した音波発生手段3と音波検出手段4の位置から最短距離を求め、与えた周波数の音がこの距離を伝搬する間に減衰する程度を考慮して検出可能な最大の音の強度を算出し、例えばその最大強度の1/10のレベルとすることができる。この発生・受信の処理は望ましくは3回以上実施する。以上の一連の処理が終了したのちに、ユーザは音波発生手段3と音波検出手段4を別の給配水設備に移動させ、他の管路の接続関係のデータを収集する。

10

【 0 0 2 3 】

本実施形態によれば、給配水設備に設置した音波発生と音波検出手段により、それらの位置が得られ、かつ地下に埋設された配管の接続状況が得られるため、掘削することなく容易に管路図を作成することができる。

また、複数の音波発生手段と音波検出手段を用いて管路の接続関係を解析することから、給配水設備間の相対的な位置が分かるとともに、接続関係にない給配水設備の組み合わせを抽出することができる。

20

【 0 0 2 4 】

さらに、音波の発生と検出を同期させて音波が伝搬する時間差を検出できるようになるため、管路の接続関係の判定がより正確にできる。

【 0 0 2 5 】

また、時間遅れから経路長を算出することで、得られた管路情報を用いて管網計算を行う際、水圧や水量の計算精度を向上させることができる。そして、音波発生手段と音波検出手段の設置する場所を計画し、効率よく管路の接続関係を探索することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態では、音波発生手段3からの発生方法に特に言及しなかったが、例えば、音波を複数の周波数、強度の異なる複数回の発生、周期的な周波数や強度の変化をもって出力してもよい。これにより、バックグラウンドのノイズの影響を低減することができる。

30

【 0 0 2 7 】

< 第2の実施形態 >

図2は本発明の別の実施形態の管網管理システムを示すブロック図である。このシステムは、第1の実施形態の構成で示した音波発生手段3a、音波検出手段4b、通信手段5a,5bに加え、別の音波発生手段3c、音波検出手段4d、通信手段5c,5d、および、ユーザがマッピング手段の情報を閲覧するための携帯端末10を備えている。

【 0 0 2 8 】

本実施形態の処理方法を以下に説明する。まず、音波発生手段、音波検出手段、通信手段をそれぞれの給配水設備にユーザが設置した際に、GPSで各設置場所の座標を取得し、通信手段5でネットワーク6を介してマッピング手段7に送信する。マッピング手段7ではマッピングDB8に座標を記録する。各音波検出手段は、第1の実施形態と同様に設置された場所でのバックグラウンドの音を継続し、マッピング手段7へデータを送信する。

40

【 0 0 2 9 】

接続関係を検出するため、まず、音波発生手段5aから所定の周波数・強度・時間の音波を発生する。音波検出手段での音波の検出・データ送信、および、各検出データを使った接続関係の判断は第1の実施形態と同様である。次に、別の音波発生手段3cから5aと同じ条件で音波を発生する。音波検出手段での検出結果を同様にマッピング手段7へ送信し、

50

マッピング解析手段9は接続関係を判定する。

【0030】

複数の音波発生手段3a,3cからの音波を検出した音波検出手段4bが存在する場合、検出した音の強度に比例させて、発生手段と検出手段との相対的な距離を算出し、マッピング手段7のマッピングDB8に格納する。図2の例では、音波検出手段4bで音波発生手段3a,3cの両方の音を検出すると想定できるため、その強度をそれぞれ I_a, I_c とすると、(給配水設備2a-2b間の経路長) : (給配水設備2b-2c間の経路長) = $1/I_a : 1/I_c$ として記録する。

【0031】

一方、管路の接続関係がない管路aと管路bに関する情報として、音波検出手段4dの検出データおよびマッピング解析手段9での解析結果も、給配水設備の情報と関連付けてマッピングDB8に記録する。このとき、GPSの情報を用いて、もし給配水設備2a,adが最短距離で接続されていたとしたと仮定した場合の音波の強度を算出し、同様にマッピングDB8に格納する。マッピング手段解析手段9は、解析の結果を携帯端末10へ表示する。

【0032】

本実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、複数の音波発生手段と音波検出手段を用いて管路の接続関係を解析することから、給配水設備間の相対的な位置が分かるとともに、接続関係にない給配水設備の組み合わせを抽出することができる。

【0033】

< 第3の実施形態 >

図3に本発明の別の実施形態の管網管理システムを示すブロック図である。このシステムは第2の実施形態の構成に加え、マッピング手段7の中に同期計測制御手段11を備える。本実施形態では同期計測制御手段11を用い、音波の強度に加えて音波の到達時間を用いて接続関係を判断する。ユーザが一連の処理をスタートさせた時、同期計測制御手段11はまず、音波発生手段3aからの発生と音波検出手段4bの計測とを同期させて実施する。そして、音波の発生から検出までの時間遅れを、実施日時、発生手段と検出手段の組み合わせ、各GPSのデータ、発生条件(時間、周波数、強度)をマッピングDB8に別途記録する。音波発生機手段に対し、全ての音波検出手段でそれぞれ同期させた計測を実施する。計測は、全ての検出手段を同時でも、個別にそれぞれ同期させて実施してもいい。次に、別の音波発生手段3cでも同様に音波検出手段を同期させた計測を行い、記録する。

【0034】

これらのデータを元に、マッピング解析手段9では接続関係と給配水設備間の距離を算出する。接続関係は、音波の検出強度と次官遅れのデータを組み合わせて判断する。もっとも簡易な判断としては、表1に示す4つの分類とし、結果をマッピングDB8に記録する。表1に、音波の強度と時間遅れのデータを用いた接続関係の判定方法を示す。

【0035】

【表1】

判定	時間遅れ $\leq$ 所定値	時間遅れ $>$ 所定値
強度 $>$ 所定値	接続されていない	別の音波発生手段による計測データを考慮して判断
強度 $\leq$ 所定値	別の音波発生手段による計測データを考慮して判断	接続されていない

【0036】

時間遅れの所定値の設定方法としては、給配水設備の座標から求めた直線距離を音波が伝搬する時間(τ)をそれぞれ基準とし、例えばその2倍(2τ)を所定時間と設定することができる。強度が所定値よりも大きい時間遅れが長い場合、複雑な経路で音波が到達している可能性があり、マッピングの精度を悪化させる可能性がある。また、逆に音波の強度が不十分だが、時間遅れは所定値以内の場合、管路の状態が通常と異なる可能性がある。

例えば、腐食により音を吸収する構造が形成されていたり、管路径の変化などが考えられる。そのため、周波数や音波発生手段の設置位置が異なる条件で計測を行い、より正確な接続関係、推定距離、管路状態を取得する必要がある。本実施形態ではこれらに関する定量的な情報はそれぞれ得られないが、マッピングDB8に定性的な情報として記録する。

【0037】

本実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、音波の発生と検出を同期させて音波が伝搬する時間差を検出できるようになるため、管路の接続関係の判定がより正確にできる。また、時間遅れから経路長を算出することで、得られた管路情報を用いて管網計算を行う際、水圧や水量の計算精度を向上させることができる。

【0038】

< 第4の実施形態 >

図4に本発明の別の実施形態の管網管理システムを示すブロック図である。このシステムは第3の実施形態の構成に加え、マッピング手段7の中にマッピング計画策定手段21を備える。本実施形態では、マッピングDB8に格納された給配水設備の位置情報、管路情報、および、本発明で得た管路の接続情報を用いて、逐次、マッピングを作成するための計測計画を更新するものである。

【0039】

マッピングDB8には既知の管路情報および給配水設備の地理情報および仕様情報を格納する。この情報と、音波発生手段と音波検出手段によって検出した管路の接続関係を逐次用いて、次の音波発生手段と音波検出手段の設置場所を計画する。音波発生手段を2つ、音波検出手段を3つ用いる場合を示す。1つ目の音波発生手段3aはマッピングDB8で地理情報が正確にわかっている管路に備えられた給配水設備2aに設置する。同時に、音波検出手段4aも同じ位置に設置する。2つ目の音波発生手段3cは3aの配管1aとの接続関係が確認されていない管路1bに設置された給配水設備2cに設置する。このとき、音波発生手段3aと3cは少なくとも1つの音波は異なる周波数とする。

【0040】

次に音波検出手段4bと4dは管路1aおよび1bとの接続関係が確認されていない地点に設置する。このとき、音波発生手段3aから音波検出手段4b,4dまでの距離は、発生させる音が管路内で伝搬可能な最長距離より近い地点、望ましくは最長距離の1/2以下の地点を選択する。以上の配置を初期条件として、管路の接続関係を調査する。

【0041】

結果として、音波発生手段3aと接続していることが分かった音波検出手段の位置は、初期条件と同じ条件に移動する。ただし、音波が伝搬可能な範囲にこの音波発生手段の場所との接続関係が確認できていない場所がない場合は、最も遠い末端(給水栓)でない地点に発生箇所を移動する。一方、音波発生手段3cは初期条件を設定したときと同様に、接続関係が不明な給配水設備へ移動する。この繰り返しにより、管路の接続関係を確認し管路図を構築する。

【0042】

本実施形態によれば、第1の実施形態の効果に加え、音波発生手段と音波検出手段の設置場所を計画し、効率よく管路の接続関係を探索することが可能となる。本実施形態では音波発生手段と音波検出手段をそれぞれ2,3個としたが、この数を増やしてもよい。

【符号の説明】

【0043】

1a, 1b	管 路
2a, 2b, 2c, 2d	給 配 水 装 置
3, 3a, 3c	音 波 発 生 手 段
4, 4b, 4d	音 波 検 出 手 段
5a, 5b, 5c, 5d	通 信 手 段
6	ネ ッ ト ワ ー ク
7	マ ッ ピ ン グ 手 段

10

20

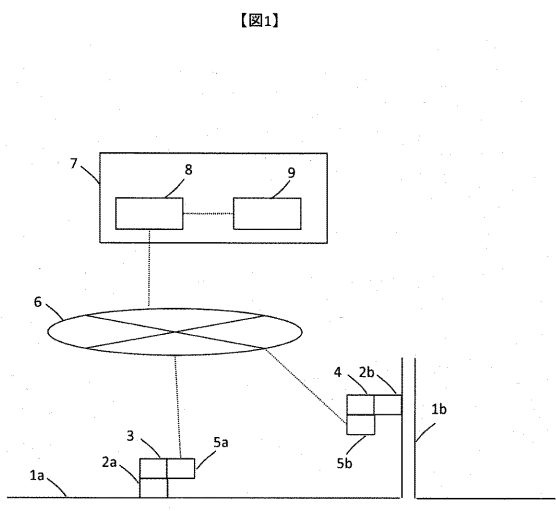
30

40

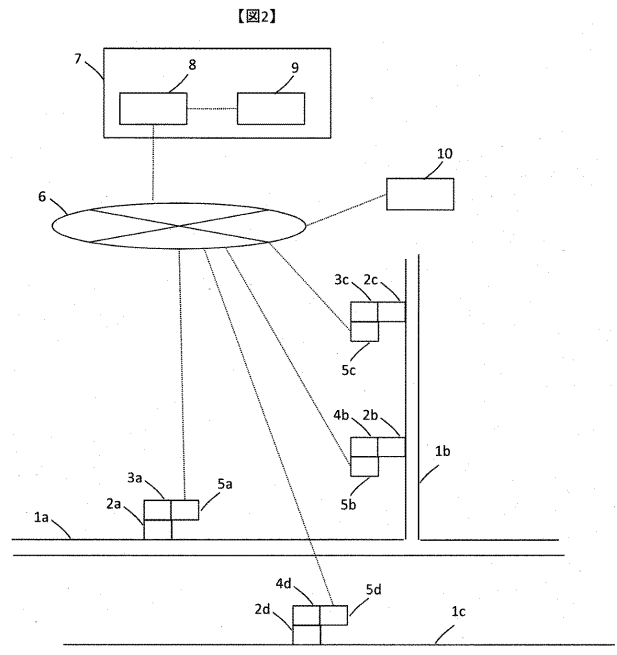
50

8	マッピングDB
9	マッピング解析手段
10	携帯端末
11	同期計測制御手段
21	マッピング計画策定手段

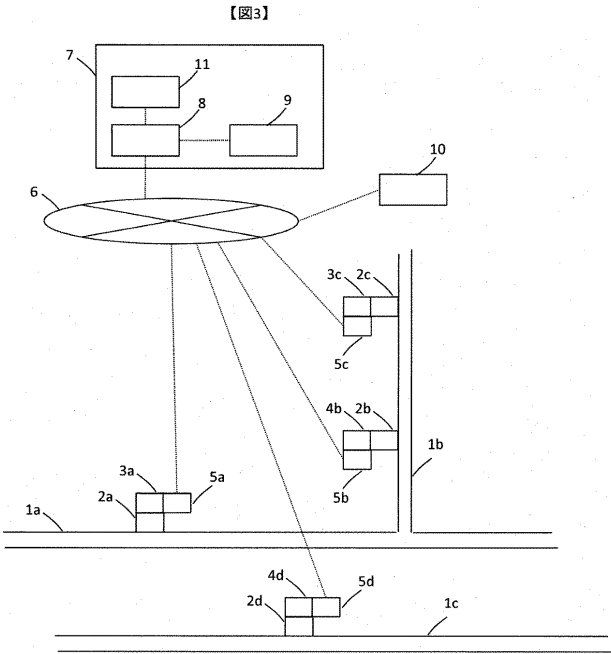
【 圖 1 】



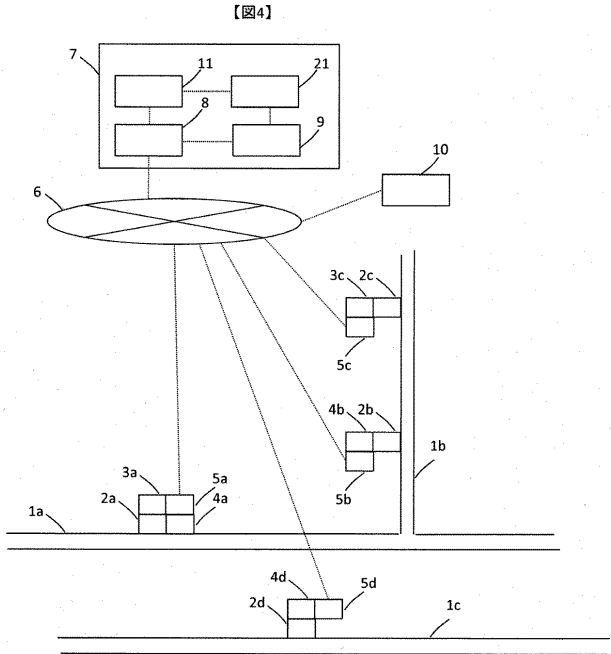
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 武本 剛

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 2F068 AA21 BB09 DD13 FF03 FF11 FF24 FF25 KK14 KK18 TT01

5L049 CC06