

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5588346号  
(P5588346)

(45) 発行日 平成26年9月10日 (2014.9.10)

(24) 登録日 平成26年8月1日 (2014.8.1)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 B 21/28 (2006.01)  
 GO 1 B 21/08 (2006.01)  
 GO 1 B 5/213 (2006.01)  
 GO 1 F 1/66 (2006.01)

GO 1 B 21/28  
 GO 1 B 21/08  
 GO 1 B 5/213  
 GO 1 F 1/66 A

請求項の数 15 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2010-531087 (P2010-531087)  
 (86) (22) 出願日 平成20年7月29日 (2008.7.29)  
 (65) 公表番号 特表2011-501191 (P2011-501191A)  
 (43) 公表日 平成23年1月6日 (2011.1.6)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/071439  
 (87) 国際公開番号 W02009/055110  
 (87) 国際公開日 平成21年4月30日 (2009.4.30)  
 審査請求日 平成23年7月8日 (2011.7.8)  
 (31) 優先権主張番号 11/923, 881  
 (32) 優先日 平成19年10月25日 (2007.10.25)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542  
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ  
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州 123  
 45、スケネクタデイ、リバーロード、1  
 番  
 (74) 代理人 100137545  
 弁理士 荒川 聡志  
 (74) 代理人 100105588  
 弁理士 小倉 博  
 (74) 代理人 100129779  
 弁理士 黒川 俊久  
 (72) 発明者 バッツィンガー、トーマス・ジェームズ  
 アメリカ合衆国、12027、ニューヨ  
 ーク州、バーク・ヒルズ、ケリー・メドウ  
 ・ロード、12番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流量測定システムの取り付け寸法を測定するシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

流量測定システムを収容するように構成された非円形のパイプの所定の部分の1つ以上の取り付け寸法を測定する装置において、

前記パイプの前記所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置に取り外し自在に結合されるように構成され且つ前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置の各々で曲率半径を測定するように構成された第1の装置と、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面に沿った前記複数の位置に取り外し自在に結合されるように構成され且つ前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿って壁厚を測定するように構成された第2の装置と、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿った曲率半径及び壁厚を含む測定データを受信するように構成されたプロセッサと、  
 を具備し、

前記プロセッサは、前記測定データに基づいて前記パイプの前記所定の部分の横断面積を判定するように構成される装置。

【請求項 2】

前記第1の装置は、互いに離間して配置され且つ前記パイプの前記所定の部分の前記外周面と接触するように構成された複数の脚部分を具備する、請求項1に記載の装置。

【請求項 3】

10

20

前記第 1 の装置は、前記複数の脚部分の間に設けられ且つ前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿った曲率半径を指示するように構成されたダイヤルゲージを具備する、請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ダイヤルゲージは線形可変差動変成器又はデジタルダイヤルゲージを具備する、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 2 の装置は超音波厚さ測定システムを具備する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 2 の装置は渦電流厚さ測定システムを具備する、請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記第 2 の装置は X 線厚さ測定システムを具備する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記 1 つ以上の取り付け寸法は前記パイプの前記所定の部分の横断面面積、壁厚又は直径を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記装置は、長円形の横断面を有するパイプの所定の部分の 1 つ以上の取り付け寸法を測定するように構成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

非円形のパイプの所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置に第 1 の装置を順次結合することと、

20

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置の各々で前記第 1 の装置によって曲率半径を測定することと、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面に沿った前記複数の位置に第 2 の装置を取り外し自在に結合することと、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置の各々で前記第 2 の装置によって壁厚を測定することと、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置の各々における曲率半径及び壁厚を含む測定データに基づいて前記パイプの前記所定の部分の横断面面積を判定することと、

30

を含む方法。

【請求項 11】

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面に前記第 1 の装置の複数の脚部分を接触させることを含む、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿った曲率半径を前記第 1 の装置のダイヤルゲージを使用して測定することを含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿った曲率半径を線形可変差動変成器又はデジタルダイヤルゲージを使用して測定することを含む、請求項 12 に記載の方法。

40

【請求項 14】

流量測定システムを収容するように構成された非円形のパイプの所定の部分の 1 つ以上の取り付け寸法を測定する装置において、

前記パイプの前記所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置に取り外し自在に結合されるように構成され且つ前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置の各々で曲率半径及び壁厚を測定するように構成された装置と、

前記パイプの前記所定の部分の前記外周面の前記複数の位置に沿った曲率半径及び壁厚を含む測定データを受信するように構成されたプロセッサとを、

50

具備し、

前記プロセッサは、前記測定データに基づいて前記パイプの前記所定の部分の横断面面積を判定するように構成される装置。

【請求項 15】

前記複数の位置にマーキングするように構成された測定装置を更に具備する、請求項 14 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、一般に寸法測定システムに関し、特にパイプに非侵入的にクランプされる流量測定システムの取り付け寸法を測定するシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

流量測定は、パイプを通るバルク流体又はバルクガスの運動の数量化である。流量を測定する方法は多様である。パイプを通る流体の流量を測定するために通常使用されるのは流量計である。多くの流量計は、「スプール」と呼ばれる流量計本体及び電子データ収集ユニットを有するシステムである。一般に流量計本体及び電子回路に埋め込まれる流量センサ素子は、流量のデータをアナログ出力又はデジタル出力の形で提供する。流量計本体の幾何学的形状パラメータは、一般にあらかじめ確定されている。この種の流量計を取り付けるためには、流れを遮断しなければならない。その結果、取り付けコストは高くなり、ある特定の状況では取り付けは容認されない。これに対し、クランプ装着型超音波流量計は、パイプの内部の流体の流量を測定するために、コストのかかる取り付け工程を実行する必要なく既存のパイプに直接クランプされてもよい。クランプ装着型流量計の取り付けを含む用途の大半で、取り付け場所に流量計を取り付ける前にパイプの寸法データが測定される。寸法データはパイプの取り付け場所における直径、壁厚及び横断面面積を含んでもよい。

20

【0003】

従来、パイプの周囲方向に沿った種々の場所でパイプの直径を測定するためにカリパスが使用されてもよい。直径が判定される場所におけるパイプの壁厚を測定するために超音波厚さ測定システムが使用されてもよい。パイプの「取り付け場所」の横断面面積を計算するために、平均直径及び平均壁厚が使用されてもよい。取り付け場所は、パイプを通る流体の流れを監視するために流量計が取り付けられる場所としてもよい。別の実施例において、パイプの周囲にテープ又は他の可撓性測定システムが貼り付けられ、テープ又は可撓性測定システムで取り囲まれた部分の面積が測定されてもよい。特定の場所の壁厚は、従来の超音波厚さ測定システムを使用して判定されてもよい。壁厚データは可撓性テープを使用して得られたデータと組合せて、パイプの取り付け場所の横断面面積を判定するために使用される。しかし、以上説明したシステムはパイプの取り付け場所の正確な測定データを提供しない。更に、このようなシステムは、パイプの横断面形状が円形ではない場合、例えばパイプの円形の横断面面積が製造中又は取り付け中に長円形に変形してしまった場合のようにパイプが円形ではない用途に適さない。

30

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2004 / 167735 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

パイプ内部の非侵入的流量測定システムの取り付け寸法を測定する改良されたシステム

50

及び方法が望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の例示的な一実施形態によれば、流量測定システムを収容するように構成されたパイプの所定の部分の1つ以上の取り付け寸法を測定する装置が開示される。装置は、パイプの所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置に取り外し自在に結合されるように構成された第1の装置を含む。第1の装置は、パイプの所定の部分の外周面の複数の位置の各々で曲率半径を測定するように構成される。第2の装置は、パイプの所定の部分の外周面に沿った複数の位置に取り外し自在に結合されるように構成される。第2の装置は、パイプの所定の部分の外周面の複数の位置に沿って壁厚を測定するように構成される。プロセッサは、パイプの所定の部分の外周面の複数の位置に沿った曲率半径及び壁厚を含む測定データを受信するように構成される。プロセッサは、測定データに基づいてパイプの所定の部分の内側横断面及び外側横断面の形状を判定するように構成される。

10

【0007】

本発明の別の実施形態によれば、パイプの所定の部分の横断面面積を判定する方法が開示される。方法は、パイプの所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置に第1の装置を順次結合することを含む。パイプの所定の部分の外周面の複数の位置の各々における曲率半径が第1の装置によって測定される。第2の装置は、パイプの所定の部分の外周面に沿った複数の位置に結合される。パイプの所定の部分の外周面の複数の位置の各々における壁厚が第2の装置によって測定される。パイプの所定の部分の外周面の複数の位置の各々における曲率半径及び壁厚を含む測定データに基づいて、パイプの所定の部分の横断面面積が測定される。

20

【0008】

上記の利点及び特徴並びに他の利点及び特徴は、添付の図面と関連して提示される以下の本発明の好適な実施形態の詳細な説明から更に容易に理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は本発明の例示的な一実施形態に従って流量測定システムの取り付けのために1つ以上の取り付け寸法が測定される長円形横断面を有するパイプを示した概略図である。

30

【図2】図2は図1の面に従ってパイプの所定の部分の曲率半径を測定するように構成された装置を示した概略図である。

【図3】図3は図1の面に従ってパイプの所定の部分の壁厚を測定するように構成された装置を示した概略図である。

【図4】図4は本発明の例示的な一実施形態に従って流量測定システムを収容するように構成されたパイプの所定の部分の1つ以上の取り付け寸法を測定するための処理ステップを示したフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0010】

40

以下に詳細に説明されるように、本発明の実施形態は、流量測定システムを収容するように構成されたパイプの所定の部分の1つ以上の取り付け寸法を測定する装置を提供する。第1の装置は、パイプの所定の部分の外周面に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置の各々で曲率半径を測定するように構成される。第2の装置は、パイプの所定の部分の外周面に沿った複数の位置の各々で壁厚を測定するように構成される。プロセッサは、曲率半径及び壁厚を含むデータに基づいてパイプの所定の部分の横断面面積を判定するように構成される。別の例示的な実施形態において、流量測定システムを収容するように構成されたパイプの所定の部分の1つ以上の取り付け寸法を判定する方法が開示される。本明細書において説明される例示的なシステムは、パイプの取り付け場所の正確な測定データを提供する。更に、本発明に係るシステムは、パイプの横断面形状が円形で

50

はない場合、例えば製造中又は取り付け中の変形によってパイプの横断面面積が長円形になった場合などのパイプが円形ではない用途にも適している。

【 0 0 1 1 】

図 1 を参照すると、流量測定システムを取り付けるために 1 つ以上の取り付け寸法が測定される所定の部分 1 2 を有するパイプ 1 0 が示される。パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 は長円形の横断面を有する。パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 は外周面 1 4 及び内周面 1 6 を有する。図示される実施形態において、外周面 1 4 と内周面 1 6 との距離は同一ではない。換言すれば、内周面 1 6 は外周面 1 4 に対して同心ではない。

【 0 0 1 2 】

パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の外周面 1 4 に沿って複数の位置 1 8、2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 及び 3 2 がマーキングされる。図示される実施形態において、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の外周面 1 4 に沿って 8 つの位置がマーキングされている。各位置と隣接する位置との離間距離は「L」により表される。すなわち 8 つの位置は均等な間隔で配置されている。他のいくつかの例示的な実施形態において、位置の間隔は異なってもよい。外周面 1 4 に沿って複数の位置 1 8 をマーキングするために、当業者に周知である任意の測定装置又は計器が使用されてもよい。尚、用途に応じて位置の数は 8 以外であってもよい。

【 0 0 1 3 】

本明細書において説明される例示的な技術は、パイプの所定の部分の 1 つ以上の取り付け寸法の更に正確な測定を容易にする。流量計を使用するパイプ 1 0 の流量測定の精度は、パイプの所定の部分の取り付け寸法を精密に判定できるか否かによって決まる。パイプ 1 0 の所定の部分を通過する流れの体積流量（Q）は次の関係式に基づいて判定される。

【 0 0 1 4 】

【数 1】

$$Q \propto \frac{K \times S \times C^2 \times \Delta T}{2 \times L}$$

式中、K は輪郭係数、S はパイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積、C は流体中の音速、L は位置間の間隔、D T は時間測定値である。

【 0 0 1 5 】

図示される実施形態において、外周面 1 4 に沿った複数の位置の各々で曲率半径及び壁厚が測定される。例えば、位置 1 8 における曲率半径は  $R_1$  により示され、壁厚は  $T_1$  により示される。同様に、位置 2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 及び 3 2 における曲率半径及び壁厚の測定値は  $R_2 T_2$ 、 $R_3 T_3$ 、 $R_4 T_4$ 、 $R_5 T_5$ 、 $R_6 T_6$ 、 $R_7 T_7$  及び  $R_8 T_8$  によりそれぞれ示される。図示される実施形態において、位置 1 8 は測定基準点と呼ばれてもよい。位置 1 8 に続く位置 2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 及び 3 2 の各々は、測定基準点 1 8 に関して周囲方向に測定することによりマーキングされる。ある特定の他の例示的な実施形態において、測定基準点は用途に応じて変更されてもよい。パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積は、外周面 1 4 に沿った複数の位置の各々において測定された曲率半径及び壁厚を含む測定データに基づいて計算アルゴリズムを使用して判定される。いくつかの例示的な実施形態において、パイプの所定の部分 1 2 の横断面面積、壁厚、直径又はそれらの組合せを含む 1 つ以上の取り付け寸法が判定されてもよい。従来の技術では、パイプの周囲方向に沿った種々の場所におけるパイプの直径及び壁厚が測定される。平均直径及び平均壁厚のデータは、パイプの取り付け場所の横断面面積を計算するために使用される。しかし、例えば長円形の横断面形状を有するパイプなど、パイプの横断面が円形ではない場合のような非円形の用途には従来の技術は適さない。パイプの非円形の輪郭形状などの多様な要因によって測定誤差が誘起され、更には分解能、再現性、繰り返し

精度などの要因による測定装置の誤差も起こりうる。また、パイプの取り付け場所に対して実行される検査の方法が不適正である場合にも誤差は起こると考えられる。本発明の例示的な一実施形態に係る技術は、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周面に沿った複数の位置の各々における曲率半径及び壁厚を直接測定する。例示的な技術は、パイプ 10 の流量測定のために流量計が取り付けられるパイプ 10 の所定の部分 12 の 1 つ以上の取り付け寸法を正確に評価する。

#### 【 0 0 1 6 】

図 2 を参照すると、図 1 の面に従ってパイプ 10 の所定の部分 12 の曲率半径を測定するように構成された第 1 の装置 34 が示される。図示される実施形態において、第 1 の装置 34 は、互いに離間して配置され且つパイプの所定の部分 12 の外周面 14 と接触するように構成された複数の脚部分 36 を含む。脚部分 36 の数は 2 つ以上であってもよい。脚部分 36 の間にダイヤルゲージ 38 が設けられる。ダイヤルゲージ 38 は、外周面 14 に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置の各々における曲率半径を指示するように構成される。例示的な一実施形態において、ダイヤルゲージ 38 は線形可変差動変成器 (LVDT) を含んでもよい。別の例示的な実施形態において、ダイヤルゲージ 38 はデジタルダイヤルゲージを含んでもよい。図 1 及び図 2 の双方を参照すると、例えば第 1 の装置 34 は当初は位置 18 に位置決めされ、位置 18 における曲率半径 ( $R_1$ ) を測定するために使用される。換言すれば、平坦な面偏向に対するダイヤルの偏向が記録されることになる。その後、第 1 の装置 34 は時計回り方向に移動され、位置 20、22、24、26、28、30 及び 32 に順次配置され、曲率半径  $R_2$ 、 $R_3$ 、 $R_4$ 、 $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ 、 $R_8$  を測定するために使用されてもよい。尚、この場合測定の開始点及び移動方向は必要に応じて変更されてもよい。複数の位置に関する曲率半径データはプロセッサ 40 へ伝送され、その後、パイプ 10 の所定の部分 12 の横断面面積を判定するための計算に使用されてもよい。

#### 【 0 0 1 7 】

図 3 を参照すると、図 1 の面に従ってパイプ 10 の所定の部分 12 の壁厚を測定するように構成された第 2 の装置 42 が示される。図示される実施形態において、第 2 の装置 42 は、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周面 14 に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置の各々に取り外し自在に結合される。第 2 の装置 42 は、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周面 14 に沿った複数の位置の各々における壁厚を測定するように構成される。例示的な一実施形態において、第 2 の装置 42 は超音波厚さ測定システムを含む。例えば、超音波厚さ測定システムは、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周壁の中へ超音波エネルギーのパルスを放射するために送信変換器を利用してもよく、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周面から反射されるパルスを受信するために受信変換器を採用してもよい。送信変換器を起動する働きもするクロックパルス源からのクロックパルスの発生に関連して、壁の厚さを判定するためのタイミング測定が実行されてもよい。別の例示的な実施形態において、超音波厚さ測定システムは、パイプ 10 の所定の部分 12 の外周壁の中へ超音波エネルギーのパルスを放射し且つパイプ 10 の所定の部分 12 の外周面から反射されるパルスを受信するために単一のプローブを利用してもよい。別の例示的な実施形態において、第 2 の装置 42 は渦電流厚さ測定システムを含む。別の例示的な実施形態において、第 2 の装置 42 は X 線厚さ測定システムを含む。尚、当業者に周知である任意の種類の厚さ測定システムが考慮されてもよい。

#### 【 0 0 1 8 】

ある特定の例示的な実施形態において、図 2 に示される第 1 の装置 34 及び図 3 に示される第 2 の装置 42 は、単一のユニットに組み込まれてもよい。単一のユニットは、パイプの所定の部分の外周面の複数の位置の各々における曲率半径及び壁厚の双方を測定するために使用されてもよい。例えば、パイプの壁厚を測定するために使用される超音波厚さ測定システム又は渦電流厚さ測定システムは、曲率半径を測定するために使用されるシステムの一部であってもよい。別の実施例において、LVDT 又はダイヤルゲージの先端部が壁厚を測定するための超音波 / 渦電流プローブとして使用されてもよい。そのようなシ

10

20

30

40

50

ステムにおいて、曲率半径及び壁厚の双方が同時に測定されてもよい。

【 0 0 1 9 】

図 1 及び図 2 の双方を参照すると、例えば第 2 の装置 4 2 は当初は位置 1 8 に位置決めされ、位置 1 8 において壁厚 ( $T_1$ ) を測定するために使用されてもよい。次に、第 2 の装置 4 2 は時計回り方向に移動され、位置 2 0、2 2、2 4、2 6、2 8、3 0 及び 3 2 に順次配置され、壁厚  $T_2$ 、 $T_3$ 、 $T_4$ 、 $T_5$ 、 $T_6$ 、 $T_7$  及び  $T_8$  を測定するために使用されてもよい。尚、この場合にも、測定の開始点及び移動方向は必要に応じて変更されてよい。複数の位置に関する曲率半径データはプロセッサ 4 0 へ伝送され、その後、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積を判定するための計算に使用されてもよい。曲率半径データ及び壁厚データは、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積を求めるために測定される。

10

【 0 0 2 0 】

図 4 を参照すると、本発明の例示的な一実施形態に従って流量測定システムを収容するように構成されたパイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の 1 つ以上の取り付け寸法を測定するための処理ステップを示すフローチャート 4 4 が示される。フローチャート 4 4 は、測定装置を使用してパイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の外周面 1 4 に沿って測定基準点から周囲方向に測定される複数の位置をマーキングするステップ 4 6 を含む。一実施例において、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の外周面に沿って 8 つの位置がマーキングされてもよい。別の実施例において、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の外周面 1 4 に沿って 1 2 の位置がマーキングされてもよい。位置の数及び位置の間隔は用途に応じて変更されてもよい。ステップ 4 8 により示されるように、第 1 の装置 3 4 は外周面に沿った複数の位置の各々に結合される。ステップ 5 0 により示されるように、第 1 の装置 3 4 は外周面 1 4 に沿った複数の位置の各々で曲率半径を測定するために使用される。次に計算動作を実行するために、曲率半径データはプロセッサへ伝送される。

20

【 0 0 2 1 】

ステップ 5 2 により示されるように、第 2 の装置 4 2 は外周面 1 4 に沿った複数の位置の各々に結合される。第 2 の装置 4 2 は、ステップ 5 4 により示されるように、外周面 1 4 に沿った複数の位置の各々で壁厚を測定するために使用される。次に計算動作を実行するために、壁厚データはプロセッサへ伝送される。ステップ 5 6 により示されるように、プロセッサ 4 0 は曲率半径及び壁厚を含むデータに基づいてパイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積を計算する。いくつかの例示的な実施形態において、パイプ 1 0 の所定の部分 1 2 の横断面面積、壁厚、直径又はそれらの組合せを含む 1 つ以上の取り付け寸法が判定されてもよい。例示的な技術は、システムがパイプ 1 0 の内部の流量計として使用される場合又はパイプ 1 0 の取り付け部分の定期的な校正を実行するために使用されてもよい。別の例示的な実施形態によれば、プロセッサ 4 0 の出力は、パイプの所定の場所におけるパイプ 1 0 の内側横断面及び外側横断面の形状を含んでもよい。

30

【 0 0 2 2 】

限られた数の実施形態のみに関連して本発明を説明したが、開示された実施形態に本発明が限定されないことは容易に理解されるはずである。本明細書において説明されていないが、本発明の精神及び範囲と一致する任意の数の変形、変更、代替又は同等の構成を取り入れるように本発明を修正することは可能である。更に、本発明の種々の実施形態が説明されたが、本発明の面は説明された実施形態のうち一部のみを含んでもよいことを理解すべきである。従って、本発明は以上の説明により限定されるとみなされてはならず、添付の特許請求の範囲の範囲によってのみ限定される。

40

【 符号の説明 】

【 0 0 2 3 】

- 1 0      パイプ
- 1 2      所定の部分
- 1 4      外周面
- 3 4      第 1 の装置

50

- 3 6 脚部分
- 3 8 ダイヤルゲージ
- 4 0 プロセッサ
- 4 2 第 2 の装置

【図 1】

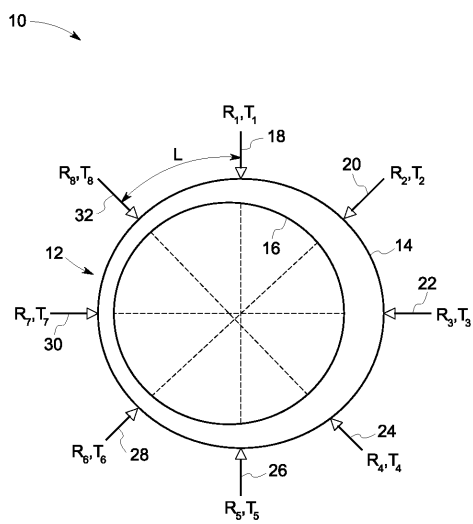


FIG. 1

【図 2】

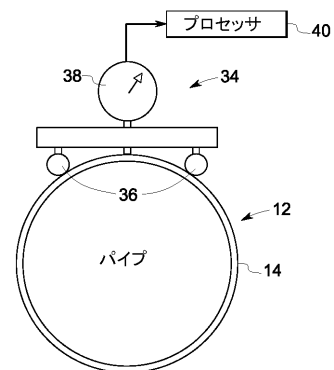


FIG. 2



【図 3】

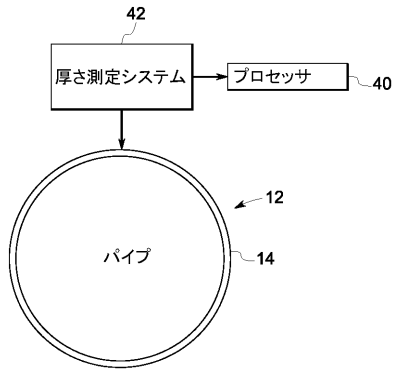


FIG. 3

【図 4】

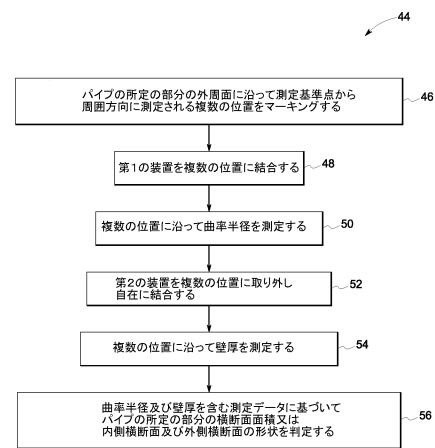


FIG. 4

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ティルデン, ジェフリー・デヴィッド  
アメリカ合衆国、02766、マサチューセッツ州、ノートン、バート・ストリート、55番
- (72)発明者 エイオー, シャオレイ・シャーリー  
アメリカ合衆国、02420、マサチューセッツ州、レキシントン、イヴァン・ストリート、60番
- (72)発明者 ファイディ, ワシーム・イブラヒム  
アメリカ合衆国、12304、ニューヨーク州、スケネクタディ、ジェスター・コート、12番
- (72)発明者 ウー, ヤンヤン  
アメリカ合衆国、12308、ニューヨーク州、スケネクタディ、ベルmont・アヴェニュー、1500番
- (72)発明者 コービー, ネルソン・レイモンド, ジュニア  
アメリカ合衆国、12302、ニューヨーク州、スコティア、チャールズ・ストリート、813番

審査官 目黒 大地

- (56)参考文献 特開2005-91332(JP, A)  
特開平11-281343(JP, A)  
特開平01-202609(JP, A)  
登録実用新案第349750(JP, Z1)  
実公昭29-016570(JP, Y1)  
特公昭38-024635(JP, B1)  
実開昭55-069707(JP, U)  
特開昭57-161504(JP, A)  
特開昭63-279111(JP, A)  
特開2005-300508(JP, A)  
実開昭61-108913(JP, U)  
実開昭61-125708(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B21/00-21/32  
G01B5/00-5/30  
G01B17/00-17/08  
G01B7/00-7/34  
G01B15/00-15/08  
G01F1/56-1/90