

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7253442号
(P7253442)

(45)発行日 令和5年4月6日(2023.4.6)

(24)登録日 令和5年3月29日(2023.3.29)

(51)国際特許分類 F I
G 0 1 B 21/14 (2006.01) G 0 1 B 21/14
G 0 1 B 21/30 (2006.01) G 0 1 B 21/30 1 0 2

請求項の数 6 (全25頁)

(21)出願番号	特願2019-92412(P2019-92412)	(73)特許権者	000004215 株式会社日本製鋼所 東京都品川区大崎一丁目11番1号
(22)出願日	令和1年5月15日(2019.5.15)	(74)代理人	110002066 弁理士法人筒井国際特許事務所
(65)公開番号	特開2020-187034(P2020-187034 A)	(72)発明者	伊豆 幸騎 東京都品川区大崎一丁目11番1号 株 式会社日本製鋼所内
(43)公開日	令和2年11月19日(2020.11.19)	(72)発明者	田中 晃 東京都品川区大崎一丁目11番1号 株 式会社日本製鋼所内
審査請求日	令和3年11月22日(2021.11.22)	(72)発明者	大久保 亮 東京都品川区大崎一丁目11番1号 株 式会社日本製鋼所内
		(72)発明者	栗田 健司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 測定装置および測定方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

管の内径を測定する内径測定部と、
前記管の内面における表面状態を非接触で測定する非接触測定部と、
前記内径測定部および前記非接触測定部を制御する制御部と、
を備え、
前記非接触測定部は、前記表面状態を撮像する撮像部を含み、
前記制御部は、
前記内径測定部による測定を制御する内径測定制御部と、
前記撮像部による撮像を制御する撮像制御部と、
前記撮像部で撮像された画像を認識する画像認識部と、
を有し、
前記画像認識部は、
前記撮像部で撮像された前記画像に基づいて、前記画像中に異常領域が存在するか否かを
判断する判断部と、
前記判断部によって、前記画像中に前記異常領域が存在すると判断された場合、前記異常
領域が前記管の内面のどの位置に存在するかを示す位置情報を取得する位置情報取得部と、
を有する、測定装置。

【請求項2】

請求項1に記載の測定装置において、

前記内径測定部は、前記位置情報取得部で取得された前記位置情報に基づいて、前記異常領域における内径を測定し、

前記撮像部は、前記位置情報取得部で取得された前記位置情報に基づいて、前記異常領域における表面状態を撮像する、測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の測定装置において、

前記測定装置は、前記管の長手方向に移動可能な台車を有し、

前記制御部は、前記台車の移動を制御する台車制御部を有し、

前記内径測定部は、前記台車に取り付けられ、

前記非接触測定部も、前記台車に取り付けられ、

前記内径測定部は、

前記管の内面と接触し、かつ、前記台車に対して垂直方向に配置されたロッドと、

前記ロッドと一直線上に配置され、かつ、前記管の内面と接触し、かつ、前記垂直方向に変位可能に構成された測定子と、

前記測定子の変位に基づいて、前記管の内径を測定する測定部と、

を含み、

前記台車制御部によって、前記管の一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記内径測定部は、前記管の内径を測定し、

前記撮像部は、前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域を撮像し、

前記台車制御部によって、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に向って、前記台車を移動させる際、または、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に戻った後に、さらに前記管の前記一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記内径測定部は、前記管の内径を測定し、

前記撮像部は、前記測定子と前記管の内面との接触領域を含む領域を撮像する、測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の測定装置において、

前記測定装置は、前記管の長手方向に移動可能な台車を有し、

前記制御部は、前記台車の移動を制御する台車制御部を有し、

前記内径測定部は、前記台車に取り付けられ、

前記非接触測定部も、前記台車に取り付けられ、

前記内径測定部は、

前記管の内面と接触し、かつ、前記台車に対して垂直方向に配置されたロッドと、

前記ロッドと一直線上に配置され、かつ、前記管の内面と接触し、かつ、前記垂直方向に変位可能に構成された測定子と、

前記測定子の変位に基づいて、前記管の内径を測定する測定部と、

を含み、

前記台車制御部によって、前記管の一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記内径測定部は、所定のピッチ間隔で前記管の内径を測定し、

前記撮像部は、前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域を撮像し、

前記判断部は、前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域の画像に基づいて、前記管の内面に異常領域が存在するかを判断し、

前記位置情報取得部は、前記管の内面に前記異常領域が存在する場合には、前記異常領域に関する位置情報を取得し、

前記台車制御部によって、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に向って、前記台車を移動させる際、または、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に戻った後に、さらに前記管の前記一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記内径測定部は、所定のピッチ間隔で前記管の内径を測定するとともに、前記異常領域が存在すると判断され、かつ、前記異常領域が前記測定子の走査領域と重なる領域に存在

10

20

30

40

50

する場合には、前記位置情報に基づいて、前記異常領域の存在する位置においても、前記管の内径を測定し、

前記撮像部は、前記測定子と前記管の内面との接触領域を含む領域を撮像し、かつ、前記位置情報に基づいて、前記異常領域を含む領域も撮像する、測定装置。

【請求項 5】

(a) 管の内径を測定する工程、

(b) 前記管の内面における表面状態を非接触で測定する工程、

を備え、

前記管の長手方向に移動可能な台車と、

前記台車に取り付けられた内径測定部と、

前記台車に取り付けられた非接触測定部と、

を有する、測定装置を使用して実施され、

前記内径測定部は、

前記管の内面と接触し、かつ、前記台車に対して垂直方向に配置されたロッドと、

前記ロッドと一直線上に配置され、かつ、前記管の内面と接触し、かつ、前記垂直方向に変位可能に構成された測定子と、

前記測定子の変位に基づいて、前記管の内径を測定する測定部と、

を含み、

前記管の一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記 (a) 工程では、前記管の内径を測定し、

前記 (b) 工程では、前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域を撮像し、

前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に向って、前記台車を移動させる際、または、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に戻った後に、さらに前記管の前記一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記 (a) 工程では、前記管の内径を測定し、

前記 (b) 工程では、前記測定子と前記管の内面との接触領域を含む領域を撮像する、測定方法。

【請求項 6】

(a) 管の内径を測定する工程、

(b) 前記管の内面における表面状態を非接触で測定する工程、

を備え、

前記管の長手方向に移動可能な台車と、

前記台車に取り付けられた内径測定部と、

前記台車に取り付けられた非接触測定部と、

を有する、測定装置を使用して実施され、

前記内径測定部は、

前記管の内面と接触し、かつ、前記台車に対して垂直方向に配置されたロッドと、

前記ロッドと一直線上に配置され、かつ、前記管の内面と接触し、かつ、前記垂直方向に変位可能に構成された測定子と、

前記測定子の変位に基づいて、前記管の内径を測定する測定部と、

を含み、

前記管の一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記 (a) 工程では、所定のピッチ間隔で前記管の内径を測定し、

前記 (b) 工程は、

前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域を撮像する工程、

前記台車の進行方向の前方領域に見える前記管の内面を含む領域の撮像画像に基づいて、前記管の内面に異常領域が存在するかを判断する工程、

前記管の内面に前記異常領域が存在する場合には、前記異常領域に関する位置情報を取得する工程、

10

20

30

40

50

を含み、

前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に向って、前記台車を移動させる際、または、前記管の前記他端部から前記管の前記一端部に戻った後に、さらに前記管の前記一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際、

前記（a）工程では、所定のピッチ間隔で前記管の内径を測定するとともに、前記異常領域が存在すると判断され、かつ、前記異常領域が前記測定子の走査領域と重なる領域に存在する場合には、前記位置情報に基づいて、前記異常領域の存在する位置においても、前記管の内径を測定し、

前記（b）工程では、前記測定子と前記管の内面との接触領域を含む領域を撮像し、かつ、前記位置情報に基づいて、前記異常領域を含む領域も撮像する、測定方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測定装置および測定技術に関し、例えば、管の内径を測定する測定装置および測定技術に適用して有効な技術に関する。

【背景技術】

【0002】

特開2009-276074号公報（特許文献1）には、台車に設けた各一对の距離測定器をシリンダの各シリンダ孔内で内面とは非接触状態で長手方向に移動させることにより、正確にシリンダ孔の内径を測定できる技術が記載されている。

20

【0003】

特開2004-98444号公報（特許文献2）には、押出機からバレルを取り外すことなく、正確な摩耗量を測定できるバレル内径測定装置に関する技術が記載されている。

【0004】

特開平8-152318号公報（特許文献3）には、第1可動部材と第2可動部材の各端部を円筒形材料の内周面に弾性的に接触させることにより、円筒形材料の内径を測定する技術が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開2009-276074号公報

特開2004-98444号公報

特開平8-152318号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

例えば、管の性能劣化を把握する観点から、管の内面における摩耗量や腐食量に代表される表面状態を把握することが望まれている。

【0007】

この点に関し、管の内面における摩耗量や腐食量などの内面状態に起因して、管の内径が変化することに着目して、管の内径を測定することにより、管の内面状態を推測する技術が存在する。ところが、この技術では、例えば、測定効率を向上する観点から、所定のピッチ間隔で管の内径を測定することが行なわれている。したがって、例えば、測定点の間に内面状態の異常が存在する場合には、この内面状態の異常が見逃されるおそれがある。つまり、管の内径だけを測定することにより、管の内面状態を推測する技術では、管の内面における内面状態の異常を正確に把握することが困難である。すなわち、管の内径だけを測定することにより、管の内面状態を把握する技術においては、管の内面における内面状態を正確に把握する観点から改善の余地が存在する。

40

【0008】

その他の課題と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう

50

う。

【課題を解決するための手段】

【0009】

一実施の形態における測定装置は、管の内径を測定する内径測定部と、管の内面における表面状態を非接触で測定する非接触測定部とを備える。

【0010】

また、一実施の形態における測定方法は、管の内径を測定する工程と、管の内面における表面状態を非接触で測定する工程とを備える。

【発明の効果】

【0011】

一実施の形態によれば、管の内面状態を正確に把握することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】関連技術における測定装置を使用して、管の内径を測定する様子を模式的に示す図である。

【図2】台車を管の長手方向に移動しながら、台車に搭載された測定器によって管の内径を所定の測定間隔で測定した結果の一例を示すグラフである。

【図3】測定点の間に内面状態の異常が存在する場合には、この内面状態の異常が見過ごされるおそれがあることを説明するグラフである。

【図4】測定装置の基本構成を示す機能構成図である。

【図5】管の内部に配置された本実施の形態における測定装置の模式的な構成を示す図であって、管の長手方向で切断した部分断面図である。

【図6】管の内部に配置された本実施の形態における測定装置の模式的な構成を示す図であって、管の長手方向と直交する方向で切断した部分断面図である。

【図7】往路工程を模式的に示す図である。

【図8】往路工程において、管の内径を測定する動作を説明するフローチャートである。

【図9】往路工程において、撮像動作を説明するフローチャートである。

【図10】復路工程を模式的に示す図である。

【図11】復路工程において、管の内径を測定する動作を説明するフローチャートである。

【図12】異常処理の流れを示すフローチャートである。

【図13】復路工程において、撮像動作を説明するフローチャートである。

【図14】実施の形態における測定装置の自動化構成を模式的に示す図である。

【図15】実施の形態における制御部50のハードウェア構成を示す図である。

【図16】制御部の機能ブロック構成を示す図である。

【図17】実施の形態における薄膜の製造システムの構成を示す模式図である。

【図18】単軸押出機の模式的な構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

実施の形態を説明するための全図において、同一の部材には原則として同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。なお、図面をわかりやすくするために平面図であってもハッチングを付す場合がある。

【0014】

<関連技術の説明>

本明細書でいう「関連技術」は、新規に発明者が見出した課題を有する技術であって、公知である従来技術ではないが、新規な技術的思想の前提技術（未公知技術）を意図して記載された技術である。

【0015】

図1は、関連技術における測定装置を使用して、管の内径を測定する様子を模式的に示す図である。図1において、関連技術における測定装置10は、管20の内部に配置される。そして、管20の内部に配置された測定装置10は、管20の長手方向に移動可能な

10

20

30

40

50

台車 1 を有し、この台車 1 上に測定器 2 が搭載されている。

【 0 0 1 6 】

この測定器 2 は、測定子 3 と、ロッド 4 と、伝達子 5 と、デジタルリニアゲージ 6 とを有している。このとき、測定子 3 とロッド 4 は、管 2 0 の内面に接触するように構成されているとともに、測定子 3 は、接触している管 2 0 の内面の表面形状（凹凸形状）に応じて、垂直方向に変位可能なように構成されている。そして、測定子 3 の垂直変位量は、伝達子 5 によって水平変位量に変換された後、この水平変位量は、デジタルリニアゲージ 6 によって測定される。さらに、デジタルリニアゲージ 6 は、例えば、ケーブルを介して、デジタル表示器（図示せず）と接続されており、デジタルリニアゲージ 6 で測定された水平変位量は、デジタル表示器に数値として表示される。

10

【 0 0 1 7 】

以上のようにして、関連技術における測定装置 1 0 によれば、台車 1 に搭載された測定器 2 によって管 2 0 の内径を測定することができる。特に、台車 1 を管 2 0 の長手方向に移動しながら、台車 1 に搭載された測定器 2 によって管 2 0 の内径を測定することにより、管 2 0 の全長にわたって内径を測定することができる。

【 0 0 1 8 】

具体的に、図 2 には、台車を管の長手方向に移動しながら、台車に搭載された測定器によって管の内径を所定の測定間隔で測定した結果の一例が示されている。つまり、図 2 には、管の一端部からの距離と内径測定値との関係を示すグラフが示されている。

【 0 0 1 9 】

ここで、図 2 に示すグラフには、内径測定値が大きくなっている箇所が存在し、この内径測定値が大きくなっているということは、管の内径が大きくなっていることを意味する。そして、管の内面に腐食や摩耗が存在する場合には、管の内径が大きくなることを考慮すると、図 2 に示すグラフにおいて、内径測定値が大きくなっている箇所は、摩耗や腐食が生じている箇所と推定することができる。このようにして、関連技術における測定装置によれば、管の内径を測定することによって、管の内面に摩耗や腐食などの内面状態の異常が生じていることを検出できる。

20

【 0 0 2 0 】

ところが、関連技術では、例えば、測定効率を向上する観点から、所定の測定間隔（ピッチ間隔）で管の内径を測定することが行なわれている。したがって、例えば、図 3 に示すように、測定点の間に内面状態の異常が存在する場合には、この内面状態の異常が見逃されるおそれがある。なぜなら、測定点の中間点では、管の内径測定が実施されないことから、測定点の中間点に内面状態の異常が存在することを検出できないからである。つまり、管の内径だけを測定することにより、管の内面状態を推測する技術では、管の内面における内面状態の異常を正確に把握することが困難である。すなわち、管の内径だけを測定することにより、管の内面状態を把握する関連技術においては、管の内面における内面状態を正確に把握する観点から改善の余地が存在する。

30

【 0 0 2 1 】

そこで、本実施の形態では、関連技術に存在する改善の余地に対する工夫を施している。以下では、この工夫を施した本実施の形態における技術的思想について説明する。

40

【 0 0 2 2 】

< 実施の形態における基本思想 >

本実施の形態における基本思想は、管の内径を測定するだけで管の内面状態の異常を検出するのではなく、管の内径を測定するとともに、管の内面状態を把握するための非接触測定も併用することにより、管の内面状態の異常を検出する精度を向上させる思想である。すなわち、本実施の形態における基本思想は、管の内径を測定する内径測定部とともに、管の内面状態を把握するための非接触測定部を測定装置に設けて、非接触測定部による測定結果と内径測定部による測定結果との両方に基づいて、管の内面状態の異常を検出する思想である。このような基本思想によれば、管の内径を測定するだけで管の内面状態の異常を検出するよりも、管の内面状態の異常を検出する精度を向上できる。なぜなら、測

50

定装置に内径測定部だけでなく非接触測定部も設けることにより、管の内面状態の異常を判断するための情報を増やすことができる結果、管の内径を測定するだけでは検出することが困難であった管の内面状態の異常を見逃す可能性を低くできるからである。

【 0 0 2 3 】

例えば、図 4 は、測定装置の基本構成を示す機能構成図である。

【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、測定装置 3 0 は、内径測定部 3 1 と非接触測定部 3 2 とを有している。ここで、内径測定部 3 1 は、管の内径を測定するように構成されている一方、非接触測定部 3 2 は、非接触測定によって、管の内面状態を把握できるように構成されている。具体的に、非接触測定部 3 2 は、例えば、超音波を使用して管の内面状態を測定する超音波測定部や、撮像装置によって管の内面状態を撮像する画像撮像部から構成することができる。このように構成されている非接触測定部 3 2 によれば、管の内面に接触することなく、管の内面状態に関する情報を取得できる。すなわち、非接触測定部 3 2 によれば、管の内面に損傷を与えることなく、管の内面状態を把握できる。

10

【 0 0 2 5 】

したがって、図 4 に示す機能構成を有する測定装置 3 0 によれば、内径測定部 3 1 によって管の内径を測定することができるとともに、非接触測定部 3 2 によって管の内面状態に関する情報を取得することができる。このことから、例えば、測定装置 3 0 によれば、所定の測定間隔で管の内径を測定するだけでなく、非接触測定部 3 2 によって取得された管の内面状態に関する情報に基づいて、管の内面状態の異常が存在する可能性が高い箇所を特定し、この特定した箇所において詳細に管の内径を測定することができる。この結果、測定装置 3 0 によれば、内径測定部 3 1 による管の内径の測定と、非接触測定部 3 2 による測定とを組み合わせることにより、管の内面状態の異常を判断するための情報を増やすことができる。このことから、例えば、所定の測定間隔で管の内径を測定する構成では見逃される可能性の高い管の内面状態の異常を確実に検出することができる。

20

【 0 0 2 6 】

以上のように、管の内径を測定するとともに、管の内面状態を把握するための非接触測定も併用するという本実施の形態における基本思想によれば、管の内径を測定するだけでは検出することが困難であった管の内面状態の異常を確実に検出することができる。

【 0 0 2 7 】

以下では、この基本思想を具現化した測定装置の具体例について説明する。

30

【 0 0 2 8 】

< 実施の形態における測定装置の構成 >

図 5 は、管の内部に配置された本実施の形態における測定装置の模式的な構成を示す図であって、管の長手方向で切断した部分断面図である。また、図 6 は、管の内部に配置された本実施の形態における測定装置の模式的な構成を示す図であって、管の長手方向と直交する方向で切断した部分断面図である。

【 0 0 2 9 】

図 5 および図 6 において、本実施の形態における測定装置 3 0 は、管 2 0 の内部に配置される。そして、管 2 0 の内部に配置された測定装置 3 0 は、管 2 0 の長手方向に移動可能な台車 1 を有し、この台車 1 上に測定器 2 が搭載されている。

40

【 0 0 3 0 】

この測定器 2 は、図 5 に示すように、測定子 3 と、ロッド 4 と、伝達子 5 と、デジタルリニアゲージ 6 とを有している。このとき、測定子 3 とロッド 4 は、管 2 0 の内面に接触するように構成されているとともに、測定子 3 は、接触している管 2 0 の内面の表面形状（凹凸形状）に応じて、垂直方向に変位可能なように構成されている。そして、測定子 3 の垂直変位量は、伝達子 5 によって水平変位量に変換された後、この水平変位量は、デジタルリニアゲージ 6 によって測定される。さらに、デジタルリニアゲージ 6 は、例えば、ケーブルを介して、デジタル表示器 7 と接続されており、デジタルリニアゲージ 6 で測定された水平変位量は、デジタル表示器 7 に数値として表示される。

50

【 0 0 3 1 】

このように、測定器 2 は、管 2 0 の内面と接触し、かつ、台車 1 に対して垂直方向に配置されたロッド 4 と、ロッド 4 と一直線上に配置され、かつ、管 2 0 の内面と接触し、かつ、垂直方向に変位可能に構成された測定子 3 と、測定子 3 の変位に基づいて、管 2 0 の内径を測定するデジタルリニアゲージ 6 とを含むように構成されている。

【 0 0 3 2 】

さらに、図 5 に示すように、本実施の形態における測定装置 3 0 は、撮像装置であるカメラ 4 1 を有し、このカメラ 4 1 は、ステー 4 0 によって台車 1 に取り付けられている。そして、カメラ 4 1 は、例えば、ケーブルを介して、モニタ 4 2 と接続されており、カメラ 4 1 で撮像した画像をモニタ 4 2 に表示できるようになっている。つまり、カメラ 4 1 は、管 2 0 の内面状態を撮像することができるように構成されている。このとき、カメラ 4 1 は、撮像領域を変更可能なように向きを変えることができるように構成されている。具体的に、カメラ 4 1 は、向きを変えることによって、測定子 3 と管 2 0 の内面との接触領域を含む領域を被撮像領域（第 1 被撮像領域）とすることができる一方、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域も被撮像領域（第 2 被撮像領域）とすることができるように構成されている。

10

【 0 0 3 3 】

そして、カメラ 4 1 には、例えば、LED 照明からなる照明部 4 3 が取り付けられており、この照明部 4 3 によって、管 2 0 の内面を照らすことができるようになっている。ここで、照明部 4 3 は、例えば、ケーブルを介して、照度コントローラ 4 4 と接続されており、この照度コントローラ 4 4 によって、管 2 0 の内面における照度を変更できるように構成されている。つまり、照度コントローラ 4 4 によって、照明部 4 3 からの照射光の強度が調整されるようになっている。この結果、カメラ 4 1 で管 2 0 の内面状態を鮮明に撮像することができることになる。

20

【 0 0 3 4 】

< 実施の形態における測定方法 >

本実施の形態における測定装置は、上記のように構成されており、以下では、この測定装置を使用した測定方法の一例について説明する。

【 0 0 3 5 】

本実施の形態における測定方法は、例えば、管の内部に測定装置を配置して、この測定装置を管の一端部から管の他端部にわたって移動させながら、管の内径の測定とカメラによる管の内面状態の撮像を行なう往路工程と、測定装置を管の他端部から管の一端部にわたって移動させながら、管の内径の測定とカメラによる管の内面状態の撮像を行なう復路工程とから構成される。以下では、まず、往路工程について説明する。

30

【 0 0 3 6 】

< < 往路工程 > >

図 7 は、往路工程を模式的に示す図である。

【 0 0 3 7 】

図 7 に示すように、往路工程では、測定装置 3 0 を管 2 0 の内部に配置して、この測定装置 3 0 を管 2 0 の一端部から管 2 0 の他端部にわたって移動させる。つまり、測定装置 3 0 は、管 2 0 の内部を「 - x 方向」に沿って移動する。具体的に、測定装置 3 0 は、管 2 0 の長手方向（「 - x 方向」）に移動可能な台車 1 と、台車 1 に取り付けられた測定器 2 と、台車 1 に取り付けられたカメラ 4 1 とを有し、測定器 2 とカメラ 4 1 とが取り付けられた台車 1 を「 - x 方向」に移動させることにより、測定装置 3 0 を移動させる。

40

【 0 0 3 8 】

このとき、台車 1 に取り付けられた測定器 2 は、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定するように構成されている。一方、台車 1 に取り付けられたカメラ 4 1 は、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域を撮像することができるように、カメラ 4 1 の向きが調整されている。なお、カメラ 4 1 には、管 2 0 の内面を照らす照明部 4 3 が設けられており、この照明部 4 3 と接続された照度コントローラ 4 4 によって、照明

50

部 4 3 からの照射光の強度が調整されるようになっている。これにより、カメラ 4 1 は、管 2 0 の内面状態を鮮明に撮像することができるようになっている。

【 0 0 3 9 】

次に、図 8 は、往路工程において、測定器 2 での管 2 0 の内径を測定する動作を説明するフローチャートであり、図 7 と図 8 とを参照しながら、測定器 2 を使用した管 2 0 の内径の測定動作について説明する。

【 0 0 4 0 】

まず、測定器 2 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の長手方向である「 - x 方向」に移動させる (S 1 0 1)。そして、台車 1 が所定距離を移動すると (S 1 0 2)、測定器 2 は、管 2 0 の内径を測定する (S 1 0 3)。その後、内径の測定を継続する場合には (S 1 0 4)、台車 1 をさらに移動させて、再び台車 1 が所定距離を移動すると、測定器 2 は、管 2 0 の内径を測定する。このような動作を繰り返すことにより、測定部 2 は、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定することができる。このようにして、往路工程では、測定器 2 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の一端部から管 2 0 の他端部まで移動させながら、測定器 2 によって、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定することができる。そして、台車 1 が管 2 0 の他端部に到達すると、測定部 2 による内径の測定は、終了する (S 1 0 5)。

【 0 0 4 1 】

続いて、図 9 は、往路工程において、カメラ 4 1 による撮像動作を説明するフローチャートであり、図 7 と図 9 とを参照しながら、カメラ 4 1 を使用した管 2 0 の内面状態の撮像動作について説明する。

【 0 0 4 2 】

まず、図 7 に示すように、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域を撮像することができるように、カメラ 4 1 の向きを調整する。つまり、カメラ 4 1 は、台車 1 の進行方向 (前方方向) に向けられる (S 2 0 1)。次に、カメラ 4 1 の向きを調整した状態で、カメラ 4 1 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の長手方向である「 - x 方向」に移動させる (S 2 0 2)。このとき、カメラ 4 1 は、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域を撮像する (S 2 0 3)。そして、カメラ 4 1 で撮像された撮像画像は、モニタ 4 2 に表示される。ここで、モニタ 4 2 に表示された撮像画像に、例えば、腐食や摩耗などが発生している異常領域が存在する場合には (S 2 0 4)、カメラ 4 1 で撮像された撮像画像に基づいて、異常領域が存在する位置に関する情報を取得する (S 2 0 5)。その後、往路工程における測定を継続する場合には (S 2 0 6)、さらに、台車 1 を移動させながら、カメラ 4 1 による撮像を継続する。このようにして、往路工程では、カメラ 4 1 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の一端部から管 2 0 の他端部まで移動させながら、カメラ 4 1 によって、管 2 0 の内面状態を撮像することができる。そして、台車 1 が管 2 0 の他端部に到達すると、往路工程は、終了する (S 2 0 7)。

【 0 0 4 3 】

以上のことから、往路工程では、測定器 2 とカメラ 4 1 とを取り付けた台車 1 を管 2 0 の一端部から管 2 0 の他端部まで移動させる。このとき、上述したように、測定器 2 においては、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径の測定が実施される。一方、カメラ 4 1 においては、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域を撮像され、カメラ 4 1 によって撮像された撮像画像に基づいて、異常領域の位置情報が取得される。

【 0 0 4 4 】

次に、復路工程について説明する。

【 0 0 4 5 】

< < 復路工程 > >

図 1 0 は、復路工程を模式的に示す図である。

【 0 0 4 6 】

図 1 0 に示すように、復路工程では、測定装置 3 0 を管 2 0 の内部に配置して、この測定装置 3 0 を管 2 0 の他端部から管 2 0 の一端部にわたって移動させる。つまり、測定装

10

20

30

40

50

置 3 0 は、管 2 0 の内部を「+ x 方向」に沿って移動する。具体的に、測定装置 3 0 は、管 2 0 の長手方向（「+ x 方向」）に移動可能な台車 1 と、台車 1 に取り付けられた測定器 2 と、台車 1 に取り付けられたカメラ 4 1 とを有し、測定器 2 とカメラ 4 1 とが取り付けられた台車 1 を「+ x 方向」に移動させることにより、測定装置 3 0 を移動させる。

【 0 0 4 7 】

このとき、台車 1 に取り付けられた測定器 2 は、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定するように構成されている。一方、台車 1 に取り付けられたカメラ 4 1 は、測定器 2 の一部を構成する測定子 3 と管 2 0 の内面との接触領域を含む領域を撮像することができるように、カメラ 4 1 の向きが調整されている。なお、カメラ 4 1 には、管 2 0 の内面を照らす照明部 4 3 が設けられており、この照明部 4 3 と接続された照度コントローラ 4 4 によって、照明部 4 3 からの照射光の強度が調整されるようになっている。これにより、カメラ 4 1 は、管 2 0 の内面状態を鮮明に撮像することができるようになっている。

10

【 0 0 4 8 】

次に、図 1 1 は、復路工程において、測定器 2 での管 2 0 の内径を測定する動作を説明するフローチャートであり、図 1 0 と図 1 1 とを参照しながら、測定器 2 を使用した管 2 0 の内径の測定動作について説明する。

【 0 0 4 9 】

まず、測定器 2 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の長手方向である「+ x 方向」に移動させる（S 3 0 1）。そして、往路工程において撮像された撮像画像に異常領域が存在する場合には（S 3 0 2）、この異常領域の位置情報に基づいて、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域に到達するかが判断される（S 3 0 3）。ここで、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域に到達する場合には、後述する異常処理が実施される（S 3 0 4）。その後、他の異常領域が存在する場合には（S 3 0 5）、再び、この他の異常領域に関する位置情報に基づいて、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域に到達するかが判断されるとともに、台車 1 が所定距離を移動する前に他の異常領域に到達する場合には、異常処理が実施される。そして、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域が存在しなくなるまで同様の異常処理が実施され、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域が存在しなくなると、台車 1 は所定距離まで移動して（S 3 0 6）、この位置において、台車 1 に取り付けられた測定器 2 によって、管 2 0 の内径の測定が行なわれる（S 3 0 7）。そして、このような動作が復路工程において繰り返される（S 3 0 8）。この結果、復路工程において、測定部 2 は、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定するとともに、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に対し、後述する異常処理が実施される。このようにして、復路工程では、測定器 2 が取り付けられた台車 1 を管 2 0 の他端部から管 2 0 の一端部まで移動させながら、測定器 2 によって、所定のピッチ間隔で管 2 0 の内径を測定できるとともに、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に対し、後述する異常処理を実施することができる。そして、台車 1 が管 2 0 の一端部に到達すると、復路工程は、終了する（S 3 0 9）。

20

30

【 0 0 5 0 】

ここで、例えば、図 1 1 に示すフローチャートにおいて、台車 1 が所定距離を移動する前に異常領域に到達する場合に実施される異常処理について説明する。

40

【 0 0 5 1 】

図 1 2 は、異常処理の流れを示すフローチャートである。

【 0 0 5 2 】

図 1 2 において、異常処理が開始されると（S 4 0 1）、まず、カメラ 4 1 による撮像画像で特定された異常領域の位置情報に基づいて、この異常領域が、測定器 2 による走査領域に存在するかが判断される（S 4 0 2）。このとき、異常領域が、測定器 2 による走査領域に存在する場合には、異常領域まで台車 1 が移動した際（S 4 0 3）、異常領域の存在する位置が所定のピッチ間隔に対応する位置でなくても、この異常領域が存在する位置において、測定器 2 は、管 2 0 の内径の測定を実施する（S 4 0 4）。その後、異常処理は終了する（S 4 0 5）。この結果、復路工程においては、測定部 2 によって、所定の

50

ピッチ間隔で管 20 の内径が測定されるとともに、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に対し、異常領域の位置が所定のピッチ間隔に対応する位置に存在するか否かに関わらず、管 20 の内径の測定が実施される。このようにして、復路工程では、測定器 2 が取り付けられた台車 1 を管 20 の他端部から管 20 の一端部まで移動させながら、測定器 2 によって、所定のピッチ間隔で管 20 の内径を測定することができる。往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に対し、管 20 の内径の測定を実施することができる。

【 0 0 5 3 】

続いて、図 13 は、復路工程において、カメラ 41 による撮像動作を説明するフローチャートであり、図 10 と図 13 とを参照しながら、カメラ 41 を使用した管 20 の内面状態の撮像動作について説明する。

10

【 0 0 5 4 】

まず、復路工程が開始されると、カメラ 41 による撮像処理が開始される (S501)。このとき、図 10 に示すように、測定器 2 の一部構成する測定子 3 と管 20 の内面との接触領域を含む領域を撮像することができるように、カメラ 41 の向きを調整する。つまり、カメラ 41 は、管 20 の内径を測定する測定点に向けられる (S502)。次に、カメラ 41 の向きを調整した状態で、カメラ 41 が取り付けられた台車 1 を管 20 の長手方向である「+x 方向」に移動させる (S503)。このとき、カメラ 41 は、測定子 3 と管 20 の内面との接触領域を含む領域を撮像する (S504)。

【 0 0 5 5 】

ここで、往路工程において撮像された撮像画像に異常領域が存在する場合には (S505)、この異常領域の位置情報に基づいて、異常領域の近傍位置まで台車 1 を移動させた後 (S506)、異常領域の位置にカメラ 41 を向ける (S507)。例えば、異常領域の位置が測定器 2 による走査領域に存在する場合には、カメラ 41 の位置は、測定子 3 と管 20 の内面との接触領域を含む領域を撮像することができる位置に維持される。一方、異常領域の位置が測定器 2 による走査領域に存在しない場合には、カメラ 41 の位置は、測定子 3 と管 20 の内面との接触領域を含む領域を撮像することができる位置から変更されて、異常領域の位置がカメラ 41 の撮像領域に含まれるようにカメラ 41 の向きが変更される。そして、異常領域の位置における撮像画像が取得される (S508)。その後、他の異常領域が存在する場合には (S509)、他の異常領域の位置情報に基づいて、他の異常領域の近傍位置まで台車 1 を移動させた後、異常領域の位置にカメラ 41 を向ける。そして、異常領域の位置における撮像画像が取得される。このようにして、異常領域が存在しなくなるまで、異常領域の位置における撮像画像の取得工程が実施され、異常領域が存在しなくなると、撮像処理は、終了する (S510)。

20

30

【 0 0 5 6 】

以上のことから、復路工程では、測定器 2 とカメラ 41 とを取り付けた台車 1 を管 20 の他端部から管 20 の一端部まで移動させる。このとき、上述したように、測定器 2 においては、所定のピッチ間隔で管 20 の内径の測定が実施されるとともに、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に対し、異常領域の位置が所定のピッチ間隔に対応する位置に存在するか否かに関わらず、管 20 の内径の測定が実施される。詳細に、測定器 2 は、異常領域が測定器 2 による走査領域に存在する場合に、異常領域の位置が所定のピッチ間隔に対応する位置に存在するか否かに関わらず、管 20 の内径の測定を実施する。一方、カメラ 41 を使用することにより、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域の撮像画像が取得される。

40

【 0 0 5 7 】

このようにして実現される本実施の形態における測定方法をまとめると、以下のように言うことができる。すなわち、本実施の形態における測定方法は、管の一端部から管の他端部に向って、台車を移動させる際 (往路工程)、台車に取り付けられた測定器は、管の内径を測定し、かつ、台車に取り付けられたカメラは、台車の進行方向の前方領域に見える管の内面を含む領域を撮像する。一方、本実施の形態における測定方法は、管の他端部

50

から管の一端部に向って、台車を移動させる際（復路工程）、台車に取り付けられた測定器は、管の内径を測定し、かつ、台車に取り付けられたカメラは、測定子と管の内面との接触領域を含む領域を撮像する。

【 0 0 5 8 】

さらに詳細に説明すると、本実施の形態における測定方法は、管の一端部から管の他端部に向って、台車を移動させる際（往路工程）、台車に取り付けられた測定器は、所定のピッチ間隔で管の内径を測定する。また、本実施の形態における測定方法は、往路工程において、台車に取り付けられたカメラを使用した撮像工程を有する。このとき、この撮像工程は、台車の進行方向の前方領域に見える管の内面を含む領域を撮像する工程と、台車の進行方向の前方領域に見える管の内面を含む領域の撮像画像に基づいて、管の内面に異常領域が存在するかを判断する工程と、管の内面に異常領域が存在する場合には、異常領域に関する位置情報を取得する工程を含む。

10

【 0 0 5 9 】

一方、本実施の形態における測定方法は、管の他端部から管の一端部に向って、台車を移動させる際（復路工程）、台車に取り付けられた測定器は、所定のピッチ間隔で管の内径を測定するとともに、異常領域が存在すると判断され、かつ、異常領域が測定子の走査領域と重なる領域に存在する場合には、位置情報に基づいて、異常領域の存在する位置においても、管の内径を測定する。また、本実施の形態における測定方法は、復路工程において、台車に取り付けられたカメラを使用した撮像工程を有する。このとき、この撮像工程では、測定子と管の内面との接触領域を含む領域を撮像し、かつ、位置情報に基づいて、異常領域を含む領域も撮像する。

20

【 0 0 6 0 】

なお、本実施の形態における測定方法は、例えば、管の一端部から管の他端部に向って、台車を移動させる往路工程と、管の他端部から管の一端部に向って、台車を移動させる復路工程とを有するように構成されている。この場合、測定効率を向上できる。

【 0 0 6 1 】

ただし、本実施の形態における測定方法は、これに限らず、例えば、管の一端部から管の他端部に向って、台車を移動させる往路工程と、上述した復路工程に替えて、管の他端部から管の一端部に戻った後に、さらに前記管の前記一端部から前記管の他端部に向って、前記台車を移動させる際に復路工程と同様の測定を実施する再往路工程とから構成するようにしてもよい。この場合、同一の端部から他端部に向かって走査するため、台車の送り量の精度を向上できる結果、精度の高い管の内径測定を実現できる。

30

【 0 0 6 2 】

< 実施の形態における特徴 >

本実施の形態における特徴点は、例えば、管の内径を測定するだけで管の内面状態の異常を検出するのではなく、管の内径を測定するとともに、管の内面状態を把握するためにカメラによる撮像も併用している点にある。これにより、本実施の形態によれば、管の内面状態の異常を検出する精度を向上させることができる。すなわち、本実施の形態における特徴点は、管の内径を測定する内径測定部とともに、管の内面状態を把握するための撮像部を測定装置に設けて、撮像部による測定結果と内径測定部による測定結果との両方に基づいて、管の内面状態の異常を検出する点にある。これにより、本実施の形態における特徴点を採用すると、管の内径を測定するだけで管の内面状態の異常を検出するよりも、管の内面状態の異常を検出する精度を向上できる。なぜなら、測定装置に内径測定部だけでなく撮像部も設けることにより、管の内面状態の異常を判断するための情報を増やすことができる結果、管の内径を測定するだけでは検出することが困難であった管の内面状態の異常を見逃す可能性を低くできるからである。

40

【 0 0 6 3 】

特に、本実施の形態では、管の内径を測定する内径測定部の他に設ける非接触測定部として、カメラによる撮像部を採用している点に大きな技術的意義がある。なぜなら、内径測定部は、管の内径を測定することによって、管の内面状態の異常を間接的に把握する構

50

成であり、管の内面状態の異常を直接的に把握する構成ではない。このため、内径測定部によってもたらされる情報だけで管の内面状態を正確に把握することは困難である。これに対し、本実施の形態では、内径測定部の他に、カメラによる撮像部を有しており、この撮像部によって、管の内面状態を撮像した撮像画像が提供される。この結果、本実施の形態における測定方法によれば、撮像部によって撮像された撮像画像を見ることによって、直接的に管の内面状態を把握することができる。特に、撮像画像を見ることによって、管の内面状態に存在する異常を容易に把握することができるので、管の内面状態の異常を正確に把握する観点から、内径測定部を有する測定装置に対して、新たに撮像部を設けるとい構成は非常に有用なのである。例えば、本実施の形態では、管の内径を測定するとともに、管の内面状態を把握するためにカメラによる撮像も併用しているため、管の内面状態の異常を視覚的に確認しながら、測定したい領域（例えば、カメラによる撮像画像を確認することによって異常領域の可能性が高い領域）を細かく選択して測定できる。

10

【0064】

さらに、本実施の形態によれば、管の内面状態を撮像画像で容易に確認することができるため、内径測定部による管の内径測定だけでは検出困難な不均一で局所的な異常も見落とすことなく測定することができるという顕著な効果を得ることができる。

【0065】

ここで、例えば、測定装置に撮像部を設ける構成が非常に有用であることから、内径測定部を設けずに、撮像部だけを設けた測定装置によっても、管の内面状態の異常を正確に把握することができるように思われる。ところが、内径測定部を設けずに、撮像部だけを設けた測定装置でも、管の内面状態を正確に把握する観点からは、不十分なのである。なぜなら、撮像画像は、平面画像であり、奥行きに関する情報は乏しいからである。つまり、管の内面における摩耗や腐食は、管の厚さ方向にも進行し、撮像画像だけを見る構成では、管の内面における摩耗や腐食が致命的な影響を与えるものであるかどうかまでは、実際に撮像画像を見ただけでは判断することが困難であるからである。

20

【0066】

この点に関し、内径測定部によれば、腐食や摩耗に起因する管の厚さ方向に関する情報を定量的に測定することができることから、管の内面における摩耗や腐食が致命的な影響を与えるものであるかどうかを判断するためには、必要不可欠な構成要素なのである。すなわち、例えば、内径測定部による管の内径の測定は、腐食や摩耗に起因する管の厚さ方向に関する情報を提供するのに対し、撮像部による画像は、腐食や摩耗に起因する管の内面の視覚的な平面情報を提供する点で、提供する情報の種類が相違するのである。

30

【0067】

したがって、内径測定部と撮像部とを組み合わせることによって、初めて、腐食や摩耗に起因する管の厚さ方向に関する情報と腐食や摩耗に起因する管の内面の視覚的な平面情報との組み合わせを得ることができる。この点において、管の内径を測定するとともに、管の内面状態を把握するためにカメラによる撮像も併用するという本実施の形態における特徴点は、管の内面状態の異常が致命的な異常であるかを正確に把握する観点から有用な構成であることがわかる。つまり、本実施の形態における特徴点は、管の内面状態の異常を判断するための視点の異なる情報の組み合わせを得ることによって、管の内面状態の異常を正確に把握することができる点で大きな技術的意義を有しているのである。

40

【0068】

さらに、本実施の形態における測定方法における特徴点について説明する。

【0069】

本実施の形態における測定方法は、上述したように、往路工程と復路工程とから構成されている。そして、往路工程と復路工程のいずれにおいても、管の内径の測定とカメラによる管の内面状態の撮像が行なわれる。したがって、まず、本実施の形態における測定方法では、往路工程と復路工程のいずれの工程においても、所定のピッチ間隔での管の内径の測定が実施される。つまり、本実施の形態における具体的な測定方法の第1特徴点は、往路工程と復路工程のいずれの工程においても、所定のピッチ間隔での管の内径の測定を

50

実施している点にある。これにより、ある測定ポイントにおいては、往路工程と復路工程の両方の工程で、合わせて少なくとも2回は管の内径が測定される。このことから、本実施の形態における具体的な測定方法の第1特徴点によれば、信頼性の高い内径測定値を提供することができる。このため、本実施の形態における具体的な測定方法によれば、管の内面状態の異常に対して、信頼性の高い情報を提供することができる。

【0070】

続いて、本実施の形態における具体的な測定方法の第2特徴点は、往路工程においては、台車の進行方向の前方領域に見える管の内面を含む領域を撮像する一方、復路工程においては、往路工程において撮像された撮像画像に基づいて検出された異常領域に焦点を当てて撮像する点にある。これにより、本実施の形態によれば、まず、往路工程において、管の内面に存在する異常領域を漏れなく特定できるとともに、復路工程においては、特定された異常領域の詳細な撮像画像を取得することができる。このため、本実施の形態における具体的な測定方法の第2特徴点によれば、管の内面に存在する異常領域を漏れなく特定しながら、かつ、それぞれの異常領域の詳細を把握することができる。

10

【0071】

<測定装置の自動化構成>

続いて、本実施の形態における測定装置は、自動化構成が可能である。そこで、以下では、本実施の形態における測定装置の自動化構成について説明する。

【0072】

図14は、本実施の形態における測定装置の自動化構成を模式的に示す図である。

20

【0073】

図14において、本実施の形態における測定装置30は、制御部50を有し、この制御部50によって、測定装置30の自動化が可能となる。具体的に、この制御部50は、デジタルリニアゲージ6と接続されているとともに、カメラ41とも接続されている。また、制御部50は、照明部43と接続されているとともに、台車1と接続されている。

【0074】

<<ハードウェア構成>>

以下では、まず、制御部50のハードウェア構成について説明する。

【0075】

図15は、本実施の形態における制御部50のハードウェア構成の一例を示す図である。なお、図15に示す構成は、あくまでも制御部50のハードウェア構成の一例を示すものであり、制御部50のハードウェア構成は、図15に記載されている構成に限らない。

30

【0076】

図15において、本実施の形態における制御部50は、プログラムを実行するCPU(Central Processing Unit)101を備えている。このCPU101は、バス113を介して、例えば、ROM(Read Only Memory)102、RAM(Random Access Memory)103、および、ハードディスク装置112と電気的に接続されており、これらのハードウェアデバイスを制御するように構成されている。

【0077】

また、CPU101は、バス113を介して入力装置や出力装置とも接続されている。入力装置の一例としては、キーボード105、マウス106、通信ボード107、および、スキャナ111などを挙げることができる。一方、出力装置の一例としては、ディスプレイ104、通信ボード107、および、プリンタ110などを挙げることができる。さらに、CPU101は、例えば、リムーバブルディスク装置108やCD/DVD-ROM装置109と接続されていてもよい。

40

【0078】

制御部50は、例えば、ネットワークと接続されていてもよい。例えば、制御部50がネットワークを介して他の外部機器と接続されている場合、制御部50の一部を構成する通信ボード107は、LAN(ローカルエリアネットワーク)、WAN(ワイドエリアネットワーク)やインターネットに接続されている。

50

【 0 0 7 9 】

RAM 1 0 3 は、揮発性メモリの一例であり、ROM 1 0 2、リムーバルディスク装置 1 0 8、CD/DVD-ROM 装置 1 0 9、ハードディスク装置 1 1 2 の記録媒体は、不揮発性メモリの一例である。これらの揮発性メモリや不揮発性メモリによって、制御部 5 0 の記憶装置が構成される。

【 0 0 8 0 】

ハードディスク装置 1 1 2 には、例えば、オペレーティングシステム (OS) 2 0 1、プログラム群 2 0 2、および、ファイル群 2 0 3 が記憶されている。プログラム群 2 0 2 に含まれるプログラムは、CPU 1 0 1 がオペレーティングシステム 2 0 1 を利用しながら実行する。また、RAM 1 0 3 には、CPU 1 0 1 に実行させるオペレーティングシステム 2 0 1 のプログラムやアプリケーションプログラムの少なくとも一部が一次的に格納されるとともに、CPU 1 0 1 による処理に必要な各種データが格納される。

10

【 0 0 8 1 】

ROM 1 0 2 には、BIOS (Basic Input Output System) プログラムが記憶され、ハードディスク装置 1 1 2 には、ブートプログラムが記憶されている。制御部 5 0 の起動時には、ROM 1 0 2 に記憶されている BIOS プログラムおよびハードディスク装置 1 1 2 に記憶されているブートプログラムが実行され、BIOS プログラムおよびブートプログラムにより、オペレーティングシステム 2 0 1 が起動される。

【 0 0 8 2 】

プログラム群 2 0 2 には、制御部 5 0 の機能を実現するプログラムが記憶されており、このプログラムは、CPU 1 0 1 により読み出されて実行される。また、ファイル群 2 0 3 には、CPU 1 0 1 による処理の結果を示す情報、データ、信号値、変数値やパラメータがファイルの各項目として記憶されている。

20

【 0 0 8 3 】

ファイルは、ハードディスク装置 1 1 2 やメモリなどの記録媒体に記憶される。ハードディスク装置 1 1 2 やメモリなどの記録媒体に記憶された情報、データ、信号値、変数値やパラメータは、CPU 1 0 1 によりメインメモリやキャッシュメモリに読み出され、抽出・検索・参照・比較・演算・処理・編集・出力・印刷・表示に代表される CPU 1 0 1 の動作に使用される。例えば、上述した CPU 1 0 1 の動作の間、情報、データ、信号値、変数値やパラメータは、メインメモリ、レジスタ、キャッシュメモリ、バッファメモリなどに一次的に記憶される。

30

【 0 0 8 4 】

制御部 5 0 の機能は、ROM 1 0 2 に記憶されたファームウェアで実現されていてもよいし、あるいは、ソフトウェアのみ、素子・デバイス・基板・配線に代表されるハードウェアのみ、ソフトウェアとハードウェアとの組み合わせ、さらには、ファームウェアとの組み合わせで実現されていてもよい。ファームウェアとソフトウェアは、プログラムとして、ハードディスク装置 1 1 2、リムーバルディスク、CD-ROM、DVD-ROM などに代表される記録媒体に記憶される。プログラムは、CPU 1 0 1 により読み出されて実行される。すなわち、プログラムは、コンピュータを制御部 5 0 として機能させる。

【 0 0 8 5 】

このように、本実施の形態における制御部 5 0 は、処理装置である CPU 1 0 1、記憶装置であるハードディスク装置 1 1 2 やメモリ、入力装置であるキーボード 1 0 5、マウス 1 0 6、通信ボード 1 0 7、出力装置であるディスプレイ 1 0 4、プリンタ 1 1 0、通信ボード 1 0 7 を備えるコンピュータである。そして、制御部 5 0 の各機能は、上述した処理装置、記憶装置、入力装置、および、出力装置を利用して実現される。

40

【 0 0 8 6 】

<<機能ブロック構成>>

次に、制御部 5 0 の機能ブロック構成について説明する。

【 0 0 8 7 】

図 1 6 は、制御部 5 0 の機能ブロック構成を示す図である。

50

【 0 0 8 8 】

図 1 6 において、制御部 5 0 は、内径入力部 3 0 1 と、内径測定制御部 3 0 2 と、照度コントローラ 3 0 3 と、撮像制御部 3 0 4 と、画像認識部 3 0 5 と、台車制御部 3 0 9 と、出力部 3 1 0 と、データ記憶部 3 1 1 とを有している。

【 0 0 8 9 】

内径入力部 3 0 1 は、図 1 4 に示すデジタルリニアゲージ 6 と接続されており、デジタルリニアゲージ 6 から管 2 0 の内径測定値を入力するように構成されている。そして、内径測定制御部 3 0 2 は、図 1 4 に示す測定器 2 と接続されており、この測定器 2 による管の内径測定を制御するように構成されている。具体的に、内径測定制御部は、所定のピッチ間隔で管の内径を測定することができるように測定器 2 を制御するように構成されており、測定器 2 で測定された内径測定値は、制御部 5 0 の内径入力部 3 0 1 に入力されて、制御部 5 0 のデータ記憶部 3 1 1 に記憶されるようになっている。

10

【 0 0 9 0 】

次に、照度コントローラ 3 0 3 は、図 1 4 に示すカメラ 4 1 に取り付けられた照明部 4 3 と接続されており、照明部 4 3 から照射される照射光の強度を調整することができるように構成されている。この照度コントローラ 3 0 3 によって、カメラ 4 1 は、管 2 0 の内面状態を鮮明に撮像することができる。

【 0 0 9 1 】

続いて、撮像制御部 3 0 4 は、図 1 4 に示すカメラ 4 1 と接続されており、カメラ 4 1 による撮像を制御するように構成されている。具体的に、撮像制御部 3 0 4 は、カメラ 4 1 の向きを調整できるように構成されている。例えば、撮像制御部 3 0 4 でカメラ 4 1 の向きを変えることによって、測定子 3 と管 2 0 の内面との接触領域を含む領域を被撮像領域（第 1 被撮像領域）とすることができる一方、台車 1 の進行方向の前方領域に見える管 2 0 の内面を含む領域も被撮像領域（第 2 被撮像領域）とすることができる。

20

【 0 0 9 2 】

次に、画像認識部 3 0 5 は、カメラ 4 1 と接続されており、カメラ 4 1 で撮像された画像を入力して、この画像に異常領域が存在するか否かを判断することができるように構成されている。そして、この画像認識部 3 0 5 は、さらに、カメラ 4 1 で撮像された画像に異常領域が存在すると、この異常領域の位置情報を取得することができるようにも構成されている。このように構成されている画像認識部 3 0 5 は、画像入力部 3 0 6 と、判断部 3 0 7 と、位置情報取得部 3 0 8 を有している。

30

【 0 0 9 3 】

ここで、画像入力部 3 0 6 は、カメラ 4 1 で撮像された画像データを入力するように構成されており、画像入力部 3 0 6 に入力された画像データは、例えば、データ記憶部 3 1 1 に記憶される。一方、判断部 3 0 7 は、データ記憶部 3 1 1 に記憶されている画像データに基づいて、カメラ 4 1 で撮像された画像中に異常領域が存在するか否かを判断することができるように構成されている。そして、判断部 3 0 7 は、画像中に異常領域が存在するか否かの情報（データ）をデータ記憶部 3 1 1 に記憶するように構成されている。次に、位置情報取得部 3 0 8 は、判断部 3 0 7 によって、画像中に異常領域が存在すると判断された場合、この異常領域が管の内面のどの位置に存在するかを示す位置情報（位置データ）を算出して取得するように構成されている。このとき、位置情報取得部 3 0 8 によって取得された異常領域の位置情報は、データ記憶部 3 1 1 に記憶される。

40

【 0 0 9 4 】

続いて、台車制御部 3 0 9 は、図 1 4 に示す台車 1 と接続されており、台車 1 の移動を制御するように構成されている。この台車制御部 3 0 9 による台車 1 の移動の制御によって、台車 1 は、管 2 0 の一端部から管 2 0 の他端部まで移動した後、管 2 0 の他端部から管 2 0 の一端部まで移動することができる。

【 0 0 9 5 】

最後に、出力部は、例えば、データ記憶部 3 1 1 に記憶されている様々な種類のデータを出力するように構成されている。

50

【 0 0 9 6 】

以上のようにして、本実施の形態における制御部 5 0 が構成されている。

【 0 0 9 7 】

このように構成されている制御部 5 0 によれば、測定装置 3 0 による測定動作を自動化することができる。具体的に、例えば、往路工程における内径測定動作（図 8）や往路工程における撮像動作（図 9）と、復路工程における内径測定動作（図 1 1 および図 1 2）や復路工程における撮像動作（図 1 3）とを制御部 5 0 で実現することができる。

【 0 0 9 8 】

< 押出機への適用 >

本実施の形態における測定装置 3 0 は、様々な種類の管 2 0 の内径測定に幅広く適用することができるが、以下では、具体的な一例として、本実施の形態における測定装置 3 0 を押出機の構成要素であるシリンダの内径測定に適用する例について説明する。

10

【 0 0 9 9 】

<< 薄膜の製造システム >>

図 1 7 は、本実施の形態における薄膜の製造システムの構成を示す模式図である。

【 0 1 0 0 】

図 1 7 において、本実施の形態における薄膜の製造システムは、単軸押出機 E X と、ダイ T と、原反冷却装置 C と、同時二軸延伸装置 S T と、巻取装置 W I とを有している。

【 0 1 0 1 】

例えば、図 1 7 に示す単軸押出機 E X の原料供給部 T a に樹脂材料（ペレット）および添加剤などを供給する。そして、押出機 E X において樹脂材料を混合しながら輸送（搬送）して、混練物（溶融樹脂）をダイ T のスリットから押し出す。その後、ダイ T のスリットから押し出された混練物は、原反冷却装置 C において冷却されて薄膜（シート、フィルム）となる。そして、この薄膜は、同時二軸延伸装置 S T により M D（Machine Direction）方向および T D（Transverse Direction）方向に延伸された後、引き延ばされた薄膜は巻取装置 W I で巻き取られる。

20

【 0 1 0 2 】

このようにして、本実施の形態における薄膜の製造システムによれば、薄膜を製造することができる。なお、図 1 7 に示す薄膜の製造システムは一例であり、製造する薄膜の特性に応じて、抽出槽を設けることもできるし、薄膜中の可塑剤（例えば、パラフィンなど）を除去することもできるようにも構成することができる。

30

【 0 1 0 3 】

<< 押出機の構成 >>

図 1 8 は、単軸押出機の模式的な構成を示す図である。

【 0 1 0 4 】

図 1 8 において、本実施の形態における単軸押出機 E X は、原料樹脂粒子 5 0 0 が挿入される原料供給部 T a と、モータ 5 0 1 と、減速機 5 0 2 と、シリンダ 5 0 3 と、スクリュ 5 0 4 と、ヒータ 5 0 5 と、フィルタ 5 0 6 と、プレーカプレート 5 0 7 と、アダプタ 5 0 8 とを有している。このように構成されている単軸押出機 E X においては、原料供給部 T a に挿入された原料樹脂粒子 5 0 0 がシリンダ 5 0 3 に注入される。このとき、モータ 5 0 1 からの駆動力が減速機 5 0 2 を介して、シリンダ 5 0 3 の内部に配置されているスクリュ 5 0 4 に伝わって、スクリュ 5 0 4 が回転する。これにより、シリンダ 5 0 3 に注入された原料樹脂粒子 5 0 0 は、シリンダ 5 0 3 に取り付けられたヒータ 5 0 5 によって加熱されながら、回転するスクリュによって混練された後、フィルタ 5 0 6 およびプレーカプレート 5 0 7 を通って、アダプタ 5 0 8 に接続されているダイ T に供給される。

40

【 0 1 0 5 】

<< 押出機で発生する重要問題 >>

次に、押出機 E X で発生する最難関の問題について説明する。

【 0 1 0 6 】

押出機 E X で発生する最難関の問題は、スクリュの摩耗である。具体的に、図 1 8 にお

50

いて、スクリュ504は、原料樹脂粒子500が通過できるわずかな隙間を介してシリンダ503の内部に配置される結果、スクリュ504の摩耗が発生する。

【0107】

このようなスクリュ504の摩耗が発生すると、押出機EXにおいては、混練樹脂の押出量の低下が発生する。すなわち、スクリュ504の摩耗が発生すると、フライト(スクリュ504)とシリンダ503との間の隙間が大きくなり、熔融樹脂の漏洩流が増大することになる。つまり、フライト(スクリュ504)とシリンダ503との間の隙間が大きくなると、熔融樹脂の漏洩流が増大するが、熔融樹脂の漏洩流が増大は、押出機EXにおける送り量と溶融量と推進流の減少を招くことになり、これによって、押出量が低下する。

【0108】

さらに、押出機EXにおいて、上述した要因によって押出量が減少した場合、同一の押出量を得るためには、スクリュ504の回転数の増加が必要となる。ところが、スクリュ504の回転数を増加させると、樹脂温度の上昇や製品(薄膜)の品質低下を招くことになる。さらには、フライト(スクリュ504)とシリンダ503との間の隙間が、適正な隙間範囲を超えると、ブレイクアップにより、スクリュ504の摩耗が加速度的に進行する。この結果、スクリュ504の振れ回り現象(偏芯)が大きくなって、スクリュ504の摩耗を進行させるだけでなく、金属粉の発生も生じて、製品(薄膜)の品質低下を招く。

【0109】

以上のことから、押出機EXにおいては、スクリュ504の摩耗を抑制することが必要であるが、スクリュ504の摩耗は、シリンダ503とスクリュ504との接触を意味することから、シリンダ503の摩耗も意味し、このシリンダ503の摩耗は、上述したスクリュ504の摩耗と同様に、フライト(スクリュ504)とシリンダ503との間の隙間が大きくなることを意味する。したがって、シリンダ503の摩耗も早期に検出して、シリンダ503の交換などの対策を講じることが重要である。

【0110】

ここで、シリンダ503の摩耗は、「カジリ摩耗」と「土砂摩耗」と「腐食摩耗」の三種類に大別される。具体的に、「カジリ摩耗」は、スクリュ504とシリンダ503との金属接触による摩耗であり、「土砂摩耗」は、フィラーに起因する摩耗であり、「腐食摩耗」は、原料中の腐食成分による摩耗である。このことから、シリンダ503の摩耗も早期に検出して、シリンダ503の交換などの対策を講じるに際して、摩耗の種類も判別することができることが望ましい。つまり、押出機EXの構成要素であるシリンダ503の摩耗を測定する測定装置においては、シリンダ503の摩耗の種類も特定できることが望ましい。なぜなら、シリンダ503の摩耗の種類を特定することができれば、どのような対策を講じることが最も効果的であるかを容易に把握することができるからである。

【0111】

<<実施の形態における測定装置の有用性>>

この点に関し、本実施の形態における測定装置30は、押出機EXのシリンダ503の摩耗を測定する観点から非常に優れているので、この点について説明する。

【0112】

本実施の形態における測定装置30では、内径測定部の他に、カメラによる撮像部を有しており、この撮像部によって、管の内面状態を撮像した撮像画像が提供される。この結果、本実施の形態における測定方法によれば、撮像部によって撮像された撮像画像を見ることによって、直接的に管の内面状態を把握することができる。このことは、本実施の形態における測定装置30によれば、シリンダ503の摩耗が、「カジリ摩耗」と「土砂摩耗」と「腐食摩耗」の三種類のうちのいずれの摩耗であるかを判断しやすくなることを意味する。この結果、本実施の形態における測定装置30の測定結果に基づいて、どの工程に問題があるのかを特定しやすくなり、これによって、最も効果的な対策を講じることができる。このため、本実施の形態における測定装置30の測定結果を利用することにより、シリンダ503の摩耗の発生を最小限にするフィードバックも可能となり、これによって、シリンダ503の寿命を長くすることもできると考えられる。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 3 】

以上、本発明者によってなされた発明をその実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

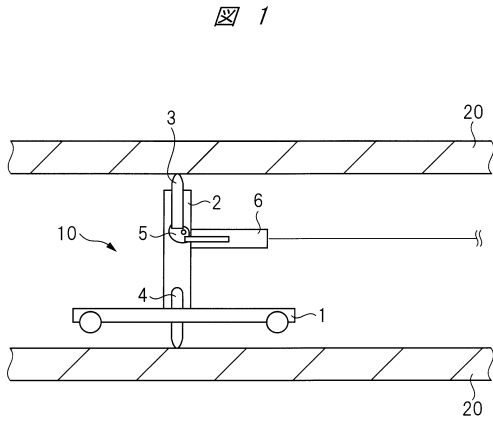
【 符号の説明 】

【 0 1 1 4 】

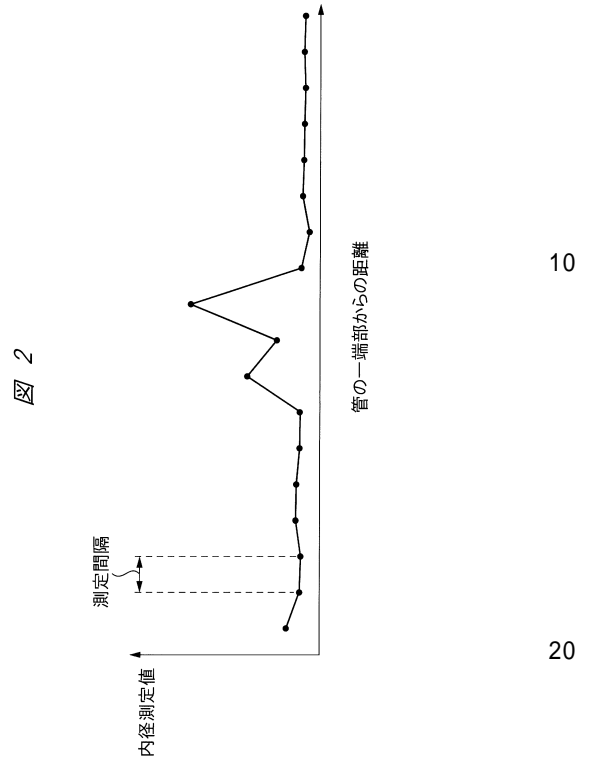
1	台車	
2	測定器	
3	測定子	
4	ロッド	10
5	伝達子	
6	デジタルリニアゲージ	
7	デジタル表示器	
20	管	
30	測定装置	
31	内径測定部	
32	非接触測定部	
40	ステー	
41	カメラ	
42	モニタ	20
43	照明部	
44	照度コントローラ	
50	制御部	
301	内径入力部	
302	内径測定制御部	
303	照度コントローラ	
304	撮像制御部	
305	画像認識部	
306	画像入力部	
307	判断部	30
308	位置情報取得部	
309	台車制御部	
310	出力部	

【図面】

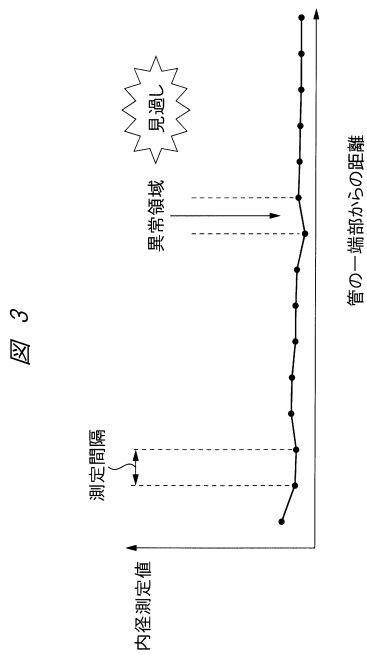
【図 1】



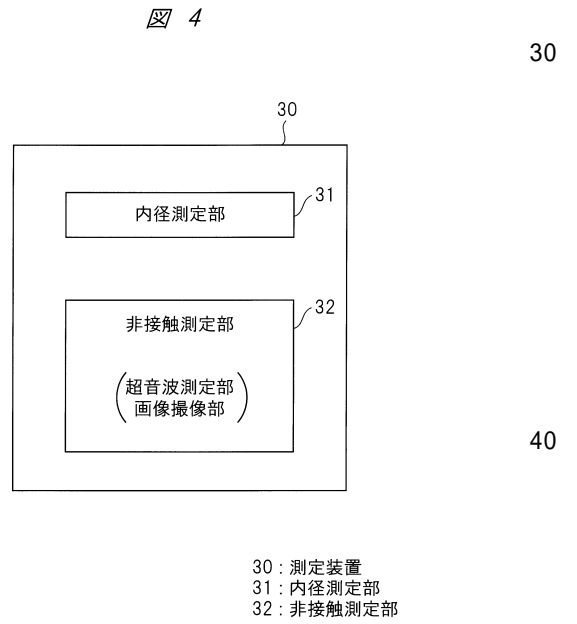
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

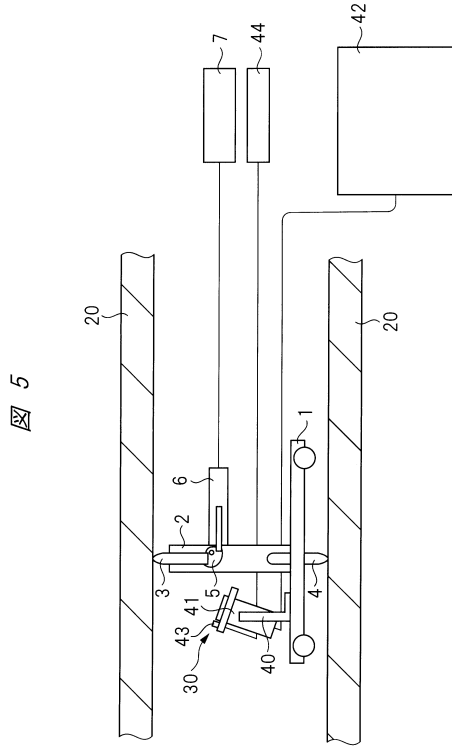
20

30

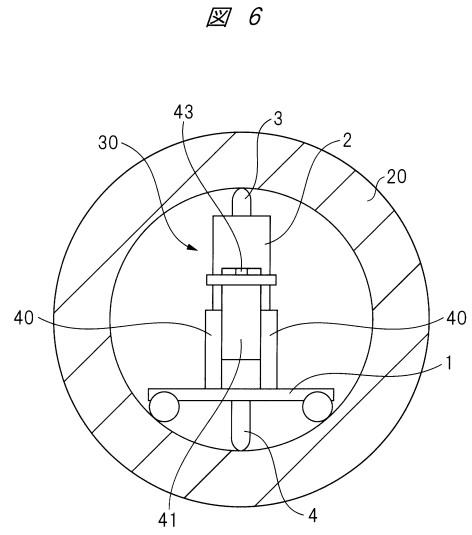
40

50

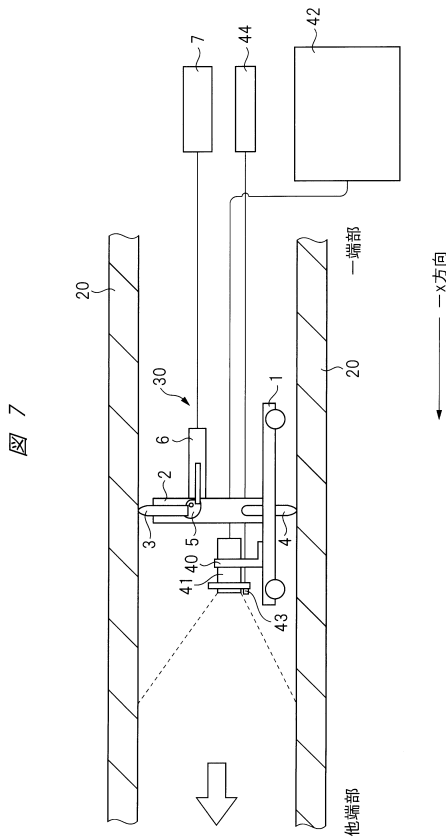
【図5】



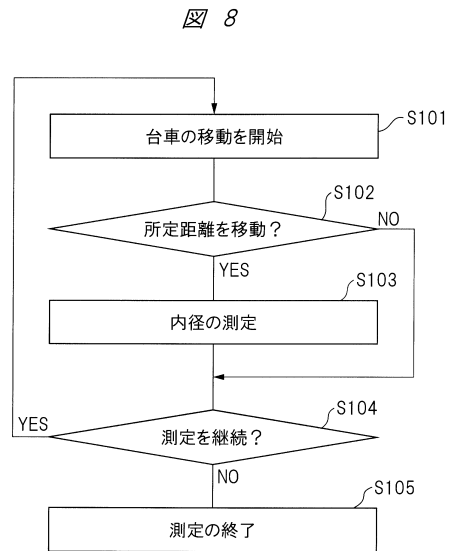
【図6】



【図7】



【図8】



10

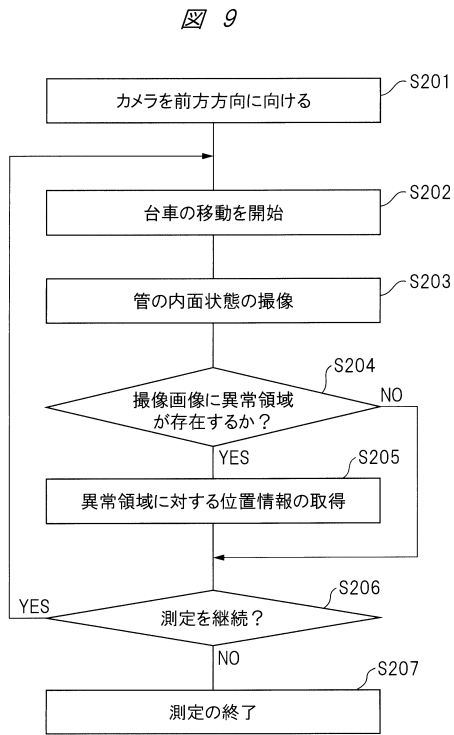
20

30

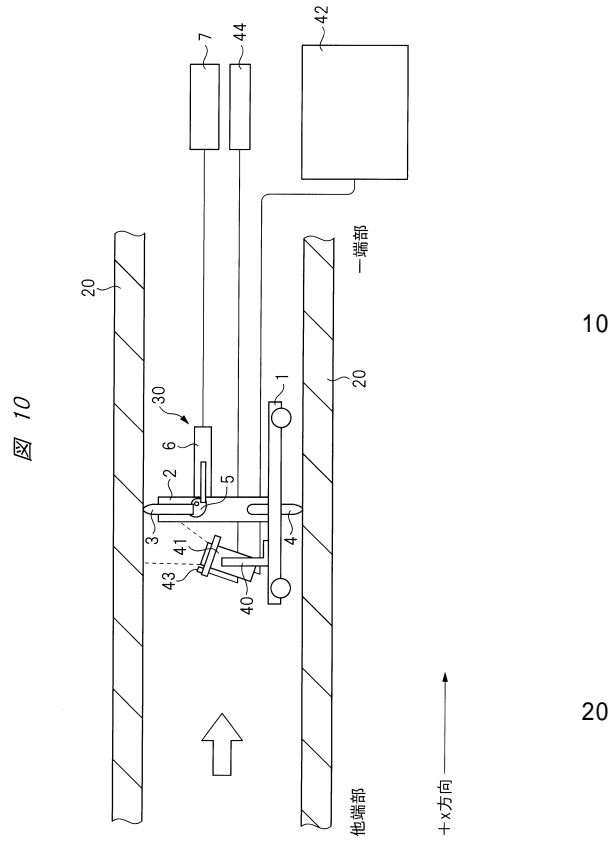
40

50

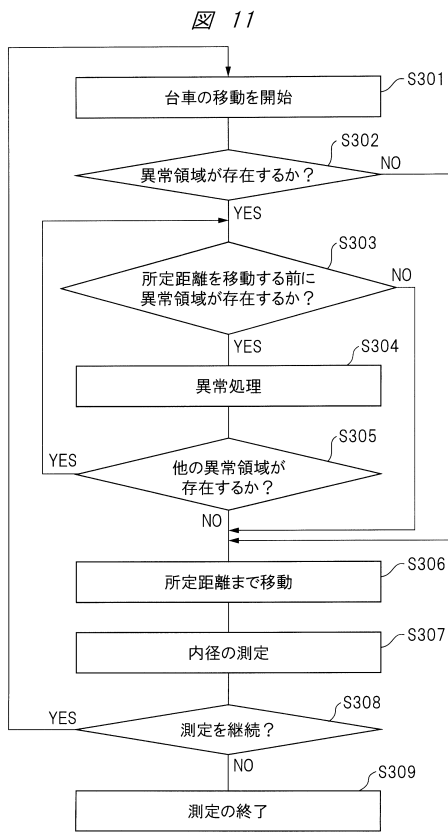
【図 9】



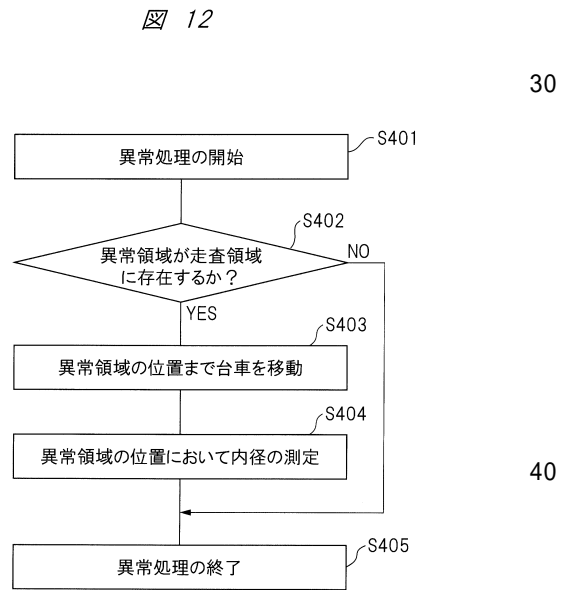
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

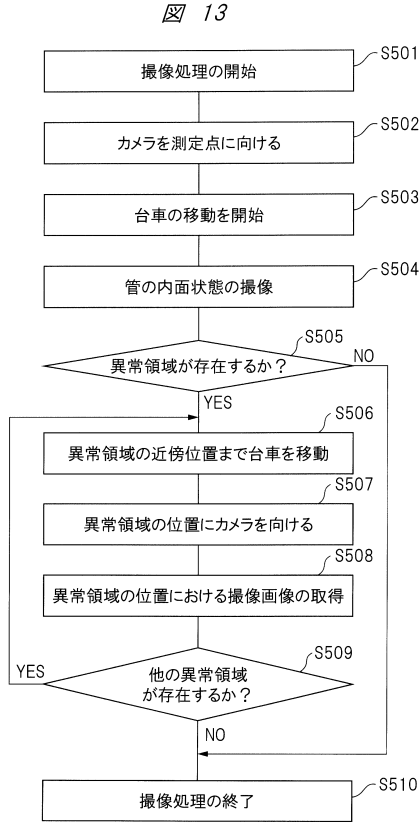
20

30

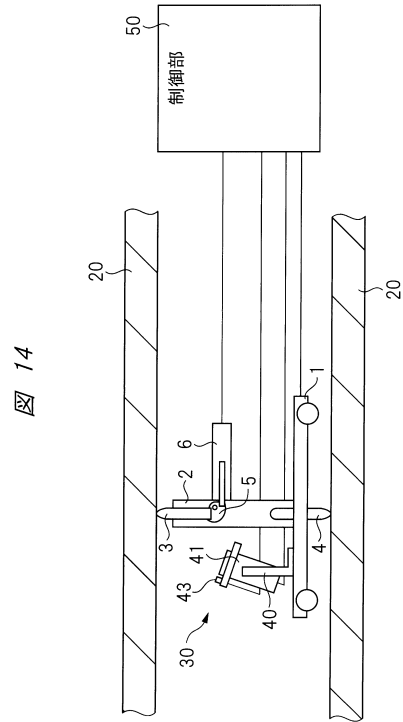
40

50

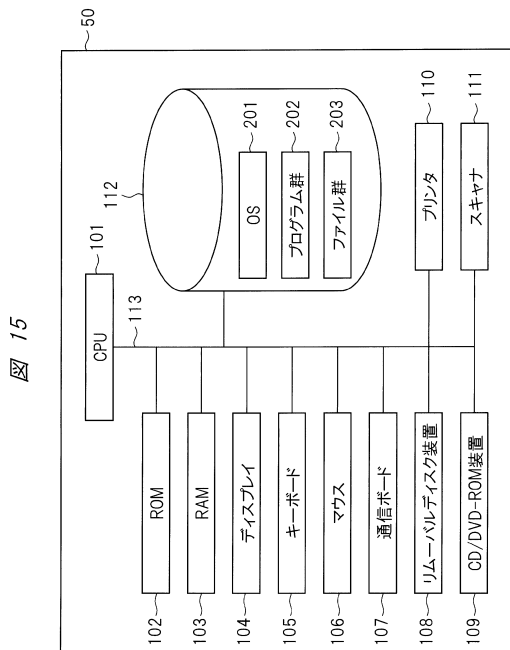
【図 13】



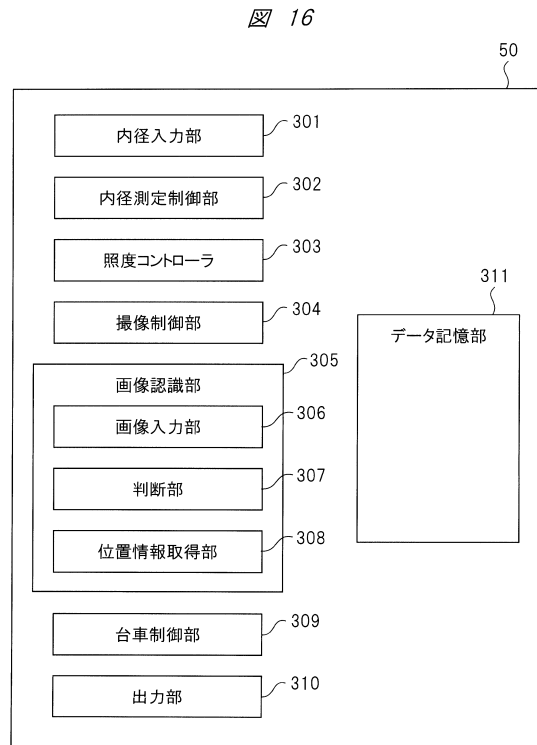
【図 14】



【図 15】



【図 16】



10

20

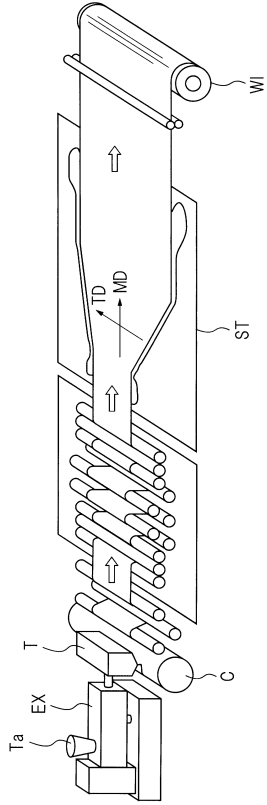
30

40

50

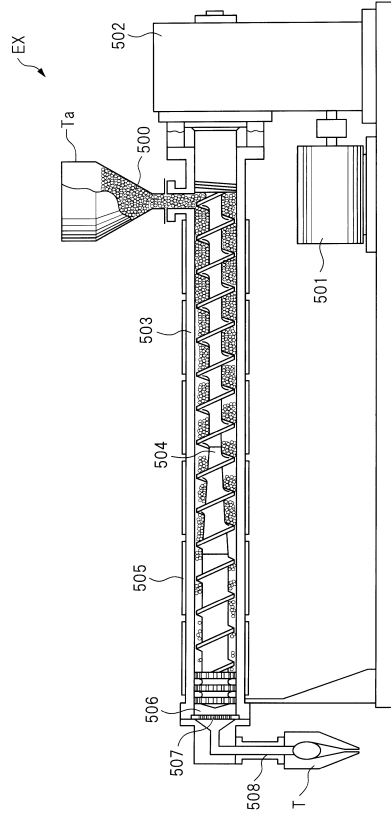
【 図 17 】

図 17



【 図 18 】

図 18



10

20

30

40

50

フロントページの続き

東京都品川区大崎一丁目11番1号 株式会社日本製鋼所内

審査官 仲野 一秀

- (56)参考文献 特開2013-164273(JP,A)
特開2009-192357(JP,A)
特開2011-7819(JP,A)
特開2015-190893(JP,A)
特開平8-152318(JP,A)
特開平5-26653(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G01B 11/00 - 11/30
G01B 21/00 - 21/32
G01N 21/84 - 21/958