

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5586317号  
(P5586317)

(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

G O 1 N 29/26 (2006. 01)

G O 1 N 29/26

G O 1 B 7/00 (2006. 01)

G O 1 B 7/00 1 O 2 M

G O 1 B 7/30 (2006. 01)

G O 1 B 7/30 M

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-111025 (P2010-111025)  
(22) 出願日 平成22年5月13日 (2010. 5. 13)  
(65) 公開番号 特開2011-237370 (P2011-237370A)  
(43) 公開日 平成23年11月24日 (2011. 11. 24)  
審査請求日 平成25年4月19日 (2013. 4. 19)

(73) 特許権者 000000376  
オリンパス株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号  
(72) 発明者 小林 英一  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ  
リンパス株式会社内  
(72) 発明者 工藤 長里  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ  
リンパス株式会社内

審査官 高橋 亨

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探傷システムおよび超音波探傷方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

検査対象の表面上において移動させられて検査対象内部の超音波探傷を行う超音波探触子と、

該超音波探触子の位置および姿勢を検出する位置姿勢検出装置と、

前記検査対象の表面上における前記超音波探触子の移動経路を記憶する経路記憶部と、

前記位置姿勢検出装置が前記超音波探触子を検出した際の前記超音波探触子の位置及び姿勢と、前記経路記憶部に記憶されている移動経路のうち前記位置姿勢検出装置が前記超音波探触子を検出した際の前記超音波探触子の位置及び姿勢に対応する移動経路とのズレ量の許容値を記憶する許容値記憶部と、

前記ズレ量を算出するズレ量算出部と、該ズレ量算出部により算出されたズレ量が前記許容値記憶部に記憶されているズレ量の許容値を超えたか否かを判定する判定部と、該判定部からの判定結果に応じた報知制御を行う報知制御部とを備えた制御部と、

を備えることを特徴とする超音波探傷システム。

【請求項 2】

前記許容値記憶部が、複数の許容値を備え、

前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、報知方法を段階的に変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探傷システム。

## 【請求項 3】

前記経路記憶部に記憶されている前記超音波探触子の前記移動経路の表示と、前記超音波探触子の表示とを重ね合わせて表示する表示装置を備え、

前記報知制御部は、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、

前記表示装置に表示されている前記超音波探触子の表示状態を変化させ、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、

前記表示装置に表示されている前記超音波探触子の表示状態を段階的に変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探傷システム。 10

## 【請求項 4】

前記超音波探触子または前記制御部は、スピーカを備え、

前記報知制御部は、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、

その旨を前記スピーカによって報知し、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、

前記スピーカにより報知する音を段階的に変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探傷システム。 20

## 【請求項 5】

前記超音波探触子は、前記超音波探触子を振動させる振動手段を備え、

前記報知制御部は、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、

その旨を前記振動手段による振動によって報知し、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、

前記振動手段により報知する振動を段階的に変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探傷システム。 30

## 【請求項 6】

前記超音波探触子は、発光部を備え、

前記報知制御部は、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、

その旨を前記発光部から発光によって報知し、

前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、

前記発光部により報知する発光状態を段階的に変化させることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探傷システム。 40

## 【請求項 7】

前記発光部が、前記超音波探触子の進行方向を指示するように複数備えられ、

前記報知制御部が、前記移動経路に対するズレ量を低減させる方向を指示するようにいずれかの前記発光部を発光させることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波探傷システム。

## 【請求項 8】

前記位置姿勢検出装置が、非接触で前記超音波探触子の位置および姿勢を検出することを特徴とする請求項 1 から請求項 7 のいずれかに記載の超音波探傷システム。

## 【請求項 9】

前記位置姿勢検出装置が、前記検査対象に対して固定された磁場を形成する送信コイルと、前記超音波探触子に設けられ、前記送信コイルにより形成した磁場を検出する受信コイルとを備えることを特徴とする請求項 8 に記載の超音波探傷システム。

【請求項 10】

前記判定部は、前記超音波接触子と移動経路との距離及び前記超音波接触子の移動経路に対する角度に基づいて判定することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探傷システム。

【請求項 11】

検査対象の表面上を移動させられて前記検査対象の超音波探傷を行う超音波探触子を移動させつつ、該超音波探触子の位置および姿勢を検出する位置姿勢検出ステップと、

前記位置姿勢検出ステップにおいて前記超音波探触子を検出した際の前記超音波探触子の位置及び姿勢と、予め記憶されている前記超音波探触子の移動経路のうち前記位置姿勢検出ステップが前記超音波探触子を検出した際の前記超音波探触子の位置及び姿勢に対応する移動経路とのズレ量を算出するズレ量算出ステップと、

該ズレ量算出ステップにより算出されたズレ量が、前記許容値記憶部に記憶されているズレ量の許容値を超えたか否かを判定する判定ステップと、

前記判定ステップからの判定結果に応じた報知制御を行う報知ステップと、を含むことを特徴とする超音波探傷方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探傷システムおよび超音波探傷方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、検査対象の内部状態を手動によって検査する超音波探傷装置として、探触子の位置と角度を検出し、位置または角度に変化があった時点で探傷データと探傷位置（および角度）とを記憶するとともに、探傷位置を表示部に表示していくものが知られている（例えば、特許文献 1 参照。）。

この超音波探傷装置によれば、表示される探傷位置を確認しながら超音波探傷を行うことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 2755651 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の超音波探傷装置では、超音波探傷を行った探傷位置が順次表示されていくのみであるため、手動によって探触子で検査する場合に、検査対象の所定範囲において未探傷領域を残すことなく網羅的に検査しようとする、十分に狭い間隔で探触子を移動させなければならないという不都合がある。このような場合には、探傷領域が過度に重複することになって、検査の効率が悪いという問題がある。

【0005】

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、検査対象の所定範囲を効率よく網羅的に検査することができる超音波探傷システムおよび超音波探傷方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明は以下の手段を提供する。

本発明は、検査対象の表面上において移動させられて検査対象内部の超音波探傷を行う超音波探触子と、該超音波探触子の位置および姿勢を検出する位置姿勢検出装置と、前記検査対象の表面上における前記超音波探触子の移動経路を記憶する経路記憶部と、該経路記憶部に記憶されている移動経路に対する前記超音波探触子の位置および姿勢のズレ量の許容値を記憶する許容値記憶部と、前記位置姿勢検出装置により検出された前記超音波探触子の位置および姿勢に基づいて前記移動経路からのズレ量を算出するズレ量算出部と、該ズレ量算出部により算出されたズレ量が前記許容値記憶部に記憶されているズレ量の許容値を超えたか否かを判定する判定部と、該判定部からの判定結果に応じた報知制御を行う報知制御部とを備えた制御部と、を備える超音波探傷システムを提供する。

【0007】

10

本発明によれば、作業者が、超音波探触子を把持して、検査対象の表面上において移動させつつ検査対象の超音波探傷を行う場合に、位置姿勢検出装置により超音波探触子の位置および姿勢が検出され、ズレ量算出部により経路記憶部に記憶されている移動経路に対するズレ量が求められる。そして、判定部によりズレ量が許容値記憶部に記憶されている許容値を超えている場合には制御部に備えられた報知制御部により判定結果に応じた報知制御が行われるので、作業者が移動経路からずれていることを認識し、修正動作を行うことができる。報知が行われないように超音波探触子の位置および姿勢を修正しつつ移動させることにより、超音波探触子の不要な移動を伴うことなく、移動経路に従って、検査対象を網羅的に探傷することができる。

【0008】

20

上記発明においては、前記経路記憶部に記憶されている前記超音波探触子の前記移動経路の表示と、前記超音波探触子の表示とを重ね合わせて表示する表示装置を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、前記表示装置に表示されている前記超音波探触子の表示状態を変化させてもよい。

【0009】

このようにすることで、作業者は、表示部に移動経路を重ね合わせて表示されている超音波探触子の表示の表示状態の変化によって、検査対象の表面上において移動させている超音波探触子が予め設定されている移動経路からずれていることを認識できる。これに応じて、作業者は修正動作を行うことにより、超音波探触子の不要な移動を伴うことなく、移動経路に従って検査対象を網羅的に探傷することができる。

30

【0010】

また、上記発明においては、前記許容値記憶部が、複数の許容値を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、前記表示装置に表示されている前記超音波探触子の表示状態を段階的に変化させてもよい。

このようにすることで、作業者は、移動経路に対する超音波探触子の位置および姿勢のズレ量が増大する方向に超音波探触子を移動させているのか否かを認識することができる。

【0011】

40

また、上記発明においては、前記超音波探触子または前記制御部は、スピーカを備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、その旨を前記スピーカによって報知してもよい。

このようにすることで、作業者は、表示を見ることなく、検査対象の表面上において移動させている超音波探触子が予め設定されている移動経路からずれていることを、スピーカから発生した音によって認識できる。例えば、超音波探傷像を確認しながら超音波探触子を移動させている場合に、超音波探傷像から眼を離すことなく、移動経路からのズレを認識できる。

【0012】

50

また、上記発明においては、前記許容値記憶部が、複数の許容値を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、前記スピーカにより報知する音を段階的に変化させてもよい。

このようにすることで、作業者は、移動経路に対する超音波探触子の位置および姿勢のズレ量が増大する方向に超音波探触子を移動させているのか否かを、超音波探傷像等から眼を離すことなく、音によって認識することができる。

【0013】

また、上記発明においては、前記超音波探触子は、前記超音波探触子を振動させる振動手段を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、その旨を前記振動手段による振動によって報知してもよい。

10

このようにすることで、作業者は、表示を見ることなく、検査対象の表面上において移動させている超音波探触子が予め設定されている移動経路からずれていることを、振動手段から発生した振動によって認識できる。例えば、超音波探傷像を確認しながら超音波探触子を移動させている場合に、超音波探傷像から眼を離すことなく、移動経路からのズレを認識できる。

【0014】

また、上記発明においては、前記許容値記憶部が、複数の許容値を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、前記振動手段により報知する振動を段階的に変化させてもよい。

20

このようにすることで、作業者は、移動経路に対する超音波探触子の位置および姿勢のズレ量が増大する方向に超音波探触子を移動させているのか否かを、超音波探傷像等から眼を離すことなく、振動によって認識することができる。

【0015】

また、上記発明においては、前記超音波探触子は、発光部を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超えた場合に、その旨を前記発光部から発光によって報知してもよい。

30

このようにすることで、作業者は、検査対象の表面上において移動させている超音波探触子の発光部を確認するだけで、超音波探触子が予め設定されている移動経路からずれていることを認識できる。

【0016】

また、上記発明においては、前記許容値記憶部が、複数の許容値を備え、前記報知制御部は、前記位置姿勢検出装置により検出された位置および姿勢の前記移動経路に対するズレ量が前記許容値記憶部に記憶されている許容値を超える毎に、前記発光部により報知する発光状態を段階的に変化させてもよい。

このようにすることで、作業者は、移動経路に対する超音波探触子の位置および姿勢のズレ量が増大する方向に超音波探触子を移動させているのか否かを、超音波探触子の発光部を確認するだけで認識することができる。

40

【0017】

また、上記発明においては、前記発光部が、前記超音波探触子の進行方向を指示するように複数備えられ、前記報知制御部が、前記移動経路に対するズレ量を低減させる方向を指示するようにいずれかの前記発光部を発光させてもよい。

このようにすることで、作業者は、超音波探触子に設けられた発光部によって指示される方向に超音波探触子を移動させるだけで、移動経路に対する超音波探触子の位置および姿勢のズレ量を低減することができる。

【0018】

また、上記発明においては、前記位置姿勢検出装置が、非接触で前記超音波探触子の位

50

置および姿勢を検出してよい。

このようにすることで、超音波探触子がメカニカルな制限を受けないので、探傷作業の自由度を向上することができる。

【0019】

また、上記発明においては、前記位置姿勢検出装置が、前記検査対象に対して固定された磁場を形成する送信コイルと、前記超音波探触子に設けられ、前記送信コイルにより形成した磁場を検出する受信コイルとを備えていてもよい。

このようにすることで、簡易に非接触で超音波探触子の位置および姿勢を検出することができる。

【0020】

また、本発明は、検査対象の表面上において移動させられて検査対象内部の超音波探傷を行う超音波探触子と、該超音波探触子の位置を検出する位置検出装置と、前記検査対象の表面上における前記超音波探触子の移動範囲を記憶する範囲記憶部と、該範囲記憶部に記憶されている移動範囲の境界に対する前記超音波探触子の位置の距離の許容値を記憶する許容値記憶部と、前記位置検出装置により検出された前記超音波探触子の位置の前記移動範囲の境界に対する距離を算出する距離算出部と、前記距離算出部により算出された距離が前記許容値記憶部に記憶されている距離の許容値より小さくなったか否かを判定する判定部と、前記判定部からの判定結果が許容値より小さい場合、報知制御を行う報知制御部と、を備えた制御部と、を備える超音波探傷システムを提供する。

【0021】

本発明によれば、作業者が、超音波探触子を把持して、検査対象の表面上において移動させつつ検査対象の超音波探傷を行う場合に、位置検出装置により超音波探触子の位置が検出され、距離算出部によって範囲記憶部に記憶されている移動範囲の境界に対する距離が求められる。そして、判定部により距離が許容値記憶部に記憶されている許容値より小さいと判定された場合には、報知制御部が判定結果に基づいて報知制御を行うので、作業者が移動範囲から外れそうであることを認識し、修正動作を行うことができる報知が行われないように超音波探触子の位置を修正しつつ移動させることにより、超音波探触子の不要な移動を伴うことなく、移動範囲内において、検査対象を網羅的に探傷することができる。

【0022】

また、本発明は、検査対象の表面上を移動させられて前記検査対象の超音波探傷を行う超音波探触子を移動させつつ、該超音波探触子の位置および姿勢を検出する位置姿勢検出ステップと、予め記憶されている前記超音波探触子の移動経路に対する、前記位置姿勢検出ステップにおいて検出された位置および姿勢とのズレ量を算出するズレ量算出ステップと、該ズレ量算出ステップにより算出されたズレ量が、前記許容値記憶部に記憶されているズレ量の許容値を超えたか否かを判定する判定ステップと、前記判定ステップからの判定結果に応じた報知制御を行う報知ステップと、を含む超音波探傷方法を提供する。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、検査対象の所定範囲を効率よく網羅的に検査することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の一実施形態に係る超音波探傷システムを示す全体構成図である。

【図2】図1の超音波探傷システムを示すブロック図である。

【図3】図1の超音波探傷システムの制御部および記憶部の詳細を示すブロック図である。

【図4】図1の超音波探傷システムの表示部への表示例を示す図である。

【図5】図1の超音波探傷システムにおいて超音波探触子の状態が正常な場合を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6】図 1 の超音波探傷システムにおいて超音波探触子の状態が異常な場合の一例を示す図である。

【図 7】図 1 の超音波探傷システムにおいて超音波探触子の状態が異常な場合の他の一例を示す図である。

【図 8】図 1 の超音波探傷システムにおいて超音波探触子の状態が異常な場合の他の一例を示す図である。

【図 9】図 1 の超音波探傷システムの第 1 の変形例に係る制御部および記憶部の詳細を示すブロック図である。

【図 10】図 1 の超音波探傷システムの第 2 の変形例に係る制御部および記憶部の詳細を示すブロック図である。

10

【図 11】図 1 の超音波探傷システムの第 3 の変形例に係る制御部および記憶部の詳細を示すブロック図である。

【図 12】図 1 の超音波探傷システムの第 4 の変形例に係る超音波探触子を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

本発明の一実施形態に係る超音波探傷システム 1 について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る超音波探傷システム 1 は、図 1 および図 2 に示されるように、超音波探触子 2 と、位置姿勢検出装置 3 と、記憶部 4 と、制御部 5 と、表示部 6 とを備えている。

20

【0026】

超音波探触子 2 は、図 2 に示されるように、検査対象 A の表面上において移動させられることにより、検査対象 A 内部の超音波探傷像を取得する超音波プローブ 7 と、後述する受信コイル 8 とを備えている。

位置姿勢検出装置 3 は、検査対象 A に固定され、検査対象 A の表面に沿う所定範囲 B 内に磁場を形成する送信コイル 9 と、超音波探触子 2 に固定され送信コイル 9 によって形成された磁場を検出する受信コイル 8 と、送信コイル 9 への電力供給および受信コイル 9 からの信号処理を行う入出力部 10 とを備えている。

【0027】

30

入出力部 10 には、後述する制御部 5 からの指令により送信コイル 9 の切り替えおよび電力供給を指令する一方、受信コイル 8 により受信した信号を処理して超音波探触子 2 の位置を算出する信号処理部 11 が備えられている。信号処理部 11 は、受信コイル 8 によって検出された磁場の方向および強度によって超音波探触子 2 の検査対象 A 上における位置および姿勢を算出するようになっている。図中、符号 12 は、検査対象 A 上に形成する磁場の範囲を切り替えるために送信コイル 9 を切り替えるマルチプレクサ、符号 13 はアンプ、符号 14 は検波部である。

【0028】

記憶部 4 は、図 3 に示されるように、超音波探触子 2 を移動させるべく予め設定された検査対象 A の表面に沿う移動経路 C の情報を記憶する経路記憶部 15 と、移動経路 C に対する超音波探触子 2 の位置および角度のズレ量の許容値を記憶する許容値記憶部 16 とを備えている。

40

【0029】

制御部 5 は、経路記憶部 15 に記憶されている移動経路 C の情報に基づいて移動経路 C の表示を生成するとともに、位置姿勢検出装置 3 の信号処理部 11 により算出された姿勢の超音波探触子 2 の表示を生成し、移動経路 C の表示上の信号処理部 11 により検出された位置に超音波探触子 2 の表示を重ね合わせて、図 4 に示されるように、表示部 6 に表示させる表示生成部 17 を備えている。

また、制御部 5 は、位置姿勢検出装置 3 により検出された超音波探触子 2 の位置および姿勢に基づいて移動経路 C からのズレ量を算出するズレ量算出部 18 と、算出されたズレ

50

量が許容値記憶部 16 に記憶されている許容値を超えたか否かを判定する判定部 19 と、該判定部 19 による判定結果に基づいて表示部 6 を制御する報知制御部 22 とを備えている。

#### 【0030】

報知制御部 22 は、判定部 19 からの判定結果を受けて、表示部 6 に表示させる超音波探触子 2 の表示を切り替えるように、表示生成部 17 を制御するようになっている。すなわち、表示生成部 17 は、判定部 19 によりズレ量が許容値を超えていないと判定されている場合と、許容値を超えた場合とで、例えば、生成する超音波探触子 2 の表示色を異ならせるようになっている。例えば、ズレ量が許容値を超えていない（正常な）場合には、表示色を緑色に、ズレ量が許容値を超えている（異常な）場合には表示色を赤色に設定するようになっている。

10

#### 【0031】

ここで、判定部 19 の判定結果が正常である場合とは、図 5 に示されるように、超音波探触子 2 と移動経路 C との距離  $d$  が許容値  $d_0$  以下であり、かつ、超音波探触子 2 の移動経路 C に対する角度  $\theta$  が許容値  $\theta_0$  以下である場合を示す。また、判定部 19 の判定結果が異常である場合とは、例えば、図 6 に示されるように、超音波探触子 2 と移動経路 C との距離  $d$  が許容値  $d_0$  より大きい場合、図 7 に示されるように、超音波探触子 2 の移動経路 C に対する角度  $\theta$  が許容値  $\theta_0$  より大きい場合、あるいは、図 8 に示されるように、超音波探触子 2 が検査対象 A から浮いている場合等である。

#### 【0032】

20

このように構成された本実施形態に係る超音波探傷システム 1 の作用について以下に説明する。

本実施形態に係る超音波探傷システム 1 を用いて検査対象 A の超音波探傷を行うには、超音波探触子 2 を検査対象 A の表面上に接触状態に配置し、位置姿勢検出装置 3 を作動させる。

#### 【0033】

位置姿勢検出装置 3 を構成する送信コイル 9 に電力を供給すると、送信コイル 9 の周囲の所定範囲 B に磁場が形成される。超音波探触子 2 が送信コイル 9 により磁場が形成されている範囲 B 内に配置されている場合には、超音波探触子 2 に備えられ、位置姿勢検出装置 3 を構成する受信コイル 8 に電磁誘導による起電力が発生する。この起電力の強度を検出することにより、磁場の方向に対する受信コイル 8 の方向および送信コイル 9 に対する受信コイル 8 の位置を検出することができ、送信コイル 9 に対する超音波探触子 2 の位置および姿勢が検出されることになる（位置姿勢検出ステップ）。

30

#### 【0034】

制御部 5 は、経路記憶部 15 に記憶されている移動経路 C の情報を呼び出して表示生成部 17 によって移動経路 C の表示を生成し、表示部 6 に表示させる。

また、制御部 5 は、許容値記憶部 16 に記憶されているズレ量の許容値を呼び出しておくとともに、位置姿勢検出装置 3 により検出された超音波探触子 2 の位置および姿勢の移動経路 C に対するズレ量をズレ量算出部 18 によって算出し（ズレ量算出ステップ）、判定部 19 において、ズレ量が許容値を超えているか否かを判定する。

40

#### 【0035】

そして、制御部 5 は、表示生成部 17 によって、位置姿勢検出部 3 により検出された位置に、検出された姿勢の超音波探触子 2 の表示を生成するとともに、移動経路 C の表示と重ね合わせて表示部 6 に表示する。この場合に、制御部 5 は、判定部 19 による判定の結果、ズレ量が許容値を超えている場合には、報知制御部 22 が、表示生成部 17 によって表示色を赤色とした超音波探触子 2 の表示を、ズレ量が許容値を超えていない場合には、表示色を緑色とした超音波探触子 2 の表示を生成させる（報知ステップ）。

#### 【0036】

このように、本実施形態に係る超音波探傷システム 1 によれば、作業者が超音波探触子 2 を把持して検査対象 A の表面上において移動させる際に、超音波探触子 2 の位置および

50



姿勢が検出されて、移動経路Cの表示とともに表示部6に表示されるので、作業者は、表示部6に表示された移動経路Cの表示に対する超音波探触子2の表示を見ることで、検査対象Aのどの位置を検査しているかを認識することができる。

【0037】

また、超音波探触子2の位置または姿勢が移動経路Cから許容値を超えてズレているか否かをその表示色によって一目で認識することができる。

これにより、作業者は、表示部6に表示されている超音波探触子2の表示が、赤色の表示色である場合には、移動経路Cの表示に沿わせるように超音波探触子2を移動させて、緑色の表示色となるように訂正動作を行うことができる。

【0038】

すなわち、作業者は、表示部6に表示されている超音波探触子2の表示色が赤色とならないように超音波探触子2の位置および姿勢を修正しつつ移動させることにより、移動経路Cに従って、最短の移動距離で検査対象Aを網羅的に探傷することができる。その結果、検査対象Aを効率的に短時間で検査することができるという利点がある。

【0039】

なお、本実施形態においては、単一の許容値を超えたか否かによって超音波探触子2の表示色を異ならせることとしたが、これに代えて、複数の許容値を用意し、各許容値の前後において表示色を異ならせることにしてもよい。例えば、2つの許容値を用意し、ズレ量が第1の許容値以下である場合には緑色、第1の許容値を超え第2の許容値以下である場合には黄色、第2の許容値を超える場合には赤色、のように、段階的に表示色を変化させることにしてもよい。このようにすることで、よりズレ量が小さい状態で、訂正動作を行って、移動経路Cに沿った超音波探傷を行うことができる。

【0040】

また、本実施形態においては、表示色を異ならせることにより移動経路Cからのズレ量の増大を報知することとしたが、これに代えて、図9に示されるように、超音波探触子2または制御部5に設けたスピーカから音を発生させることにしてもよい。音により報知することで、作業者は、常に移動経路Cを表示した画面を確認していなくても済み、例えば、超音波探傷結果を確認しながら超音波探触子2を移動させる際にも、移動経路Cからのズレ量が大きくなっていることを音により認識することができる。

また、音により報知する場合においても、ズレ量の許容値を複数備えていて、許容値を超える毎に音色や音量を段階的に切り替えることにしてもよい。また、音声によって報知することにしてもよい。

【0041】

また、本実施形態において、表示色を異ならせることにより移動経路からのズレ量の増大を報知することに代えて、図10に示されるように、超音波探触子2に偏心モータ等の振動手段を設けておき、ズレ量が許容値を超えたときに振動手段を作動させて超音波探触子2を振動させることにしてもよい。振動により報知することで、作業者は、常に移動経路Cを表示した画面を確認していなくても済み、例えば、超音波探傷結果を確認しながら超音波探触子2を移動させる際にも、移動経路Cからのズレ量が大きくなっていることを振動により認識することができる。

また、振動により報知する場合においても、ズレ量の許容値を複数備えていて、許容値を超える毎に振動周波数や振動パターンを段階的に切り替えることにしてもよい。

【0042】

また、本実施形態において、表示色を異ならせることにより移動経路からのズレ量の増大を報知することに代えて、図11に示されるように、超音波探触子2に発光ダイオード等の発光部を設けておき、ズレ量が許容値を超えたときに発光部を発光させることで報知してもよい。

また、発光により報知する場合においても、ズレ量の許容値を複数備えていて、許容値を超える毎に発光色、発光強度あるいは発光パターンを段階的に切り替えることにしてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 3 】

さらに、超音波探触子 2 に設けた発光部 2 0 により移動経路 C からのズレ量の増大を報知する場合に、図 1 2 に示されるように、超音波探触子 2 の方向を示すように、例えば、4 箇所を発光部 2 0 を設け、各発光部 2 0 を個別に点灯させることで方向指示器として機能させることにしてもよい。すなわち、移動経路 C からのズレ量が許容値を超えた場合に、ズレ量を小さくする方向への超音波探触子 2 の移動を促すように発光部 2 0 を点灯させることができ、これによって、作業者が簡易に訂正動作を行うことができる。また、ズレ量が許容値以下である場合には、図 1 2 の発光部 2 0 の中央に配置された発光部 2 1 を点灯させることにしてもよい。

## 【 0 0 4 4 】

また、本実施形態においては、位置姿勢検出装置 3 として、送信コイル 9 と受信コイル 8 とにより非接触式で超音波探触子 2 の位置および姿勢を検出するものを例示したが、これに限定されるものではなく、接触式で検出するものを採用してもよい。例えば、複数のリンクを備えるマニピュレータの先端に超音波探触子 2 を取り付け、各リンクの角度をエンコーダ等で検出することにより超音波探触子 2 の位置および姿勢を検出してもよい。

## 【 0 0 4 5 】

また、送信コイル 9 により形成される磁場の範囲 B が、検査対象 A の全域ではなく、図 1 に示されるように、検査対象 A の所定の限られた領域に形成される場合には、超音波探触子 2 がその領域から外れると、受信コイル 8 によって磁場が検出できなくなる。これを防止するために、記憶部 4 には、範囲 B の境界位置を示す情報を記憶しておき、図 3 のズレ量算出部 1 8 に代えて距離算出部（図示略）を採用し、位置姿勢検出装置（位置検出装置）3 により検出された超音波探触子 2 の位置と記憶されている境界位置との距離を距離算出部により算出し、算出された距離が所定の距離より小さいと判定部 1 9 が判定したときには、これを報知することにしてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

また、本発明に係る超音波探傷システムは、上述した実施形態に限られるものではなく、発明の趣旨を逸脱しない範囲で、各実施形態の構成を組み合わせてもよい。

また、上述した実施形態では、ズレ量が許容値を超えたとき、発光部から発光によって報知するようにすることを記載したが、これに限られるものではなく、例えば、ズレ量が許容値を超えないときに、発光部を発光させておき、許容値を超えたときに発光部を消灯させるようにするのであってもよい。

## 【 0 0 4 7 】

また、上述した実施形態では、図 1 1 や図 1 2 に示すような発光部（発光ダイオード）を設けるものを例示したが、これに限られるものではなく、例えば、液晶の小型ディスプレイのような画像表示部を探触子に設けるようにし、必要な矢印やメッセージといった表示で報知するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 8 】

また、上述した実施形態では、報知制御部 2 2 は、制御部 5 内部に備えているものとして示したが、これに限られるものではなく、例えば、表示部 6、スピーカ、振動手段、発光部に内蔵するようにしてもよい。

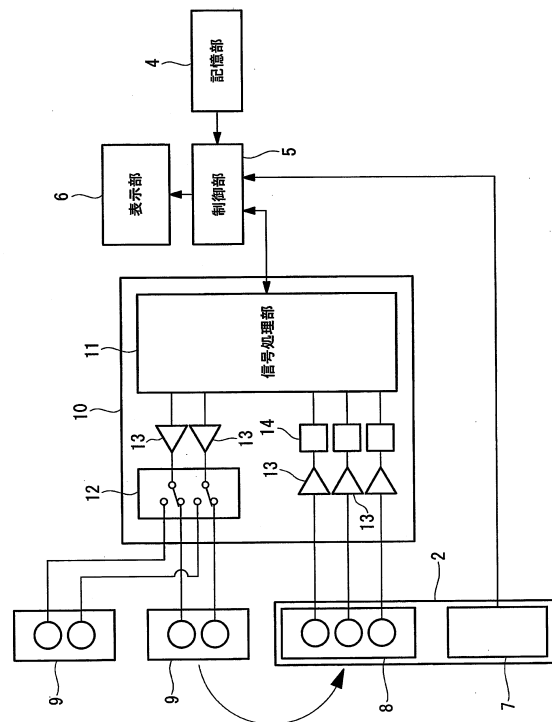
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 4 9 】

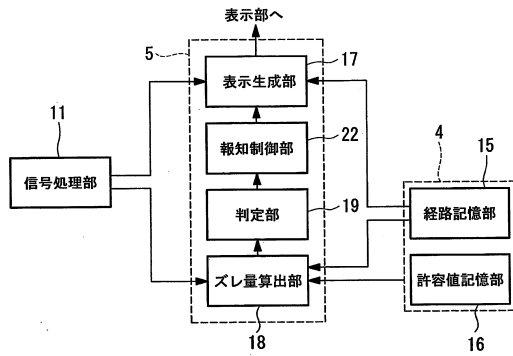
- A 検査対象
- B 移動範囲
- C 移動経路
- 1 超音波探傷システム
- 2 超音波探触子
- 3 位置姿勢検出装置（位置検出装置）
- 4 記憶部（範囲記憶部）
- 5 制御部（報知部）

- |    |           |
|----|-----------|
| 6  | 表示部（表示装置） |
| 8  | 受信コイル     |
| 9  | 送信コイル     |
| 15 | 経路記憶部     |
| 16 | 許容値記憶部    |
| 18 | ズレ量算出部    |
| 19 | 判定部       |
| 20 | 発光部       |
| 22 | 報知制御部     |

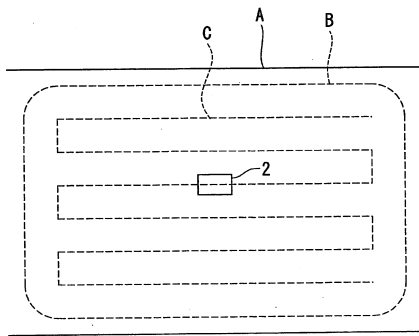
【圖 2】



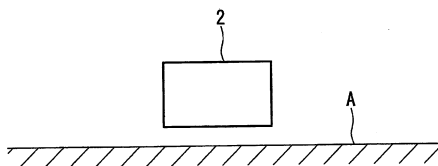
【図 3】



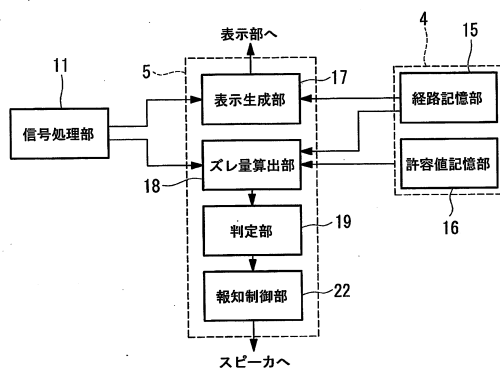
【図 4】



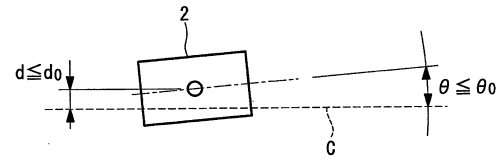
【図 8】



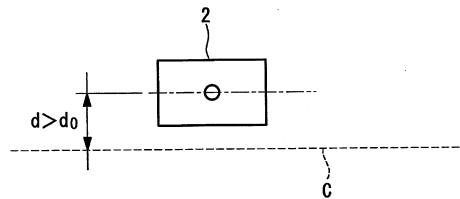
【図 9】



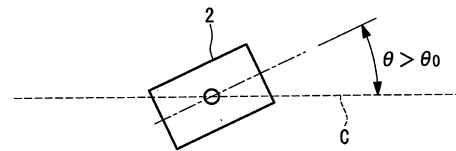
【図 5】



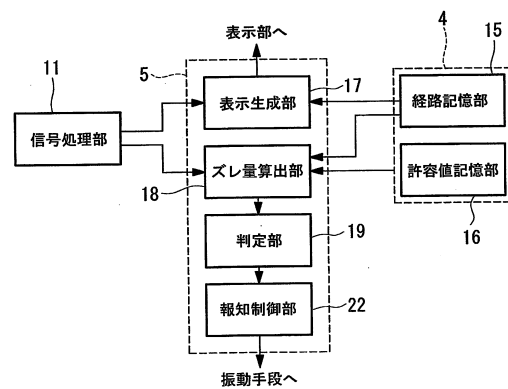
【図 6】



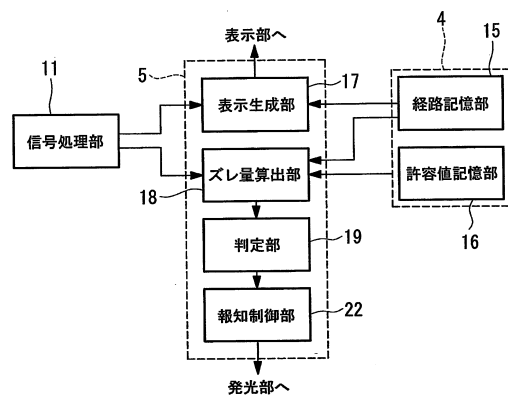
【図 7】



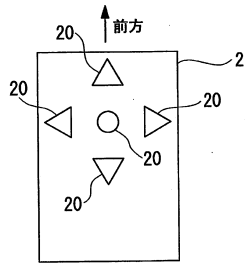
【図 10】



【図 11】



【図 12】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭62-134556(JP,A)  
特開2010-032393(JP,A)  
特開2006-337063(JP,A)  
特開2000-046810(JP,A)  
特開2007-101192(JP,A)  
特開2001-265538(JP,A)  
特開平09-257405(JP,A)  
特許第2755651(JP,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 29/00 - 29/52  
G01B 7/00  
G01B 7/30