

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成29年2月2日(2017.2.2)

【公表番号】特表2014-533370(P2014-533370A)

【公表日】平成26年12月11日(2014.12.11)

【年通号数】公開・登録公報2014-068

【出願番号】特願2014-541728(P2014-541728)

【国際特許分類】

G 01 B 17/06 (2006.01)

【F I】

G 01 B 17/06

【誤訳訂正書】

【提出日】平成28年12月12日(2016.12.12)

【誤訳訂正1】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0002

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0002】

特に、本発明は、複雑な形状を有する機械部品の非破壊検査の分野や、例えば航空部門における機械部品を液体に浸して遠隔からで探査する浸漬試験の際に適用される。しかし、この部品の複雑な底面を測定することが望まれる場合、本発明は、プローブと探査される機械部品との間の直接接触試験の際に適用することができる。より一般的には、本発明は様々な応用分野に関連し、かつ、超音波及び多振動子プローブを使用した、物体又はインターフェースの幾何学形状を再構築することが望まれる場合に使用され得る。例えば、水中音響や音波探知機などの医療分野に言及することも可能である。

【誤訳訂正2】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0003

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0003】

電子走査による探査方法は、先駆的に未知である物体の表面を細かく測定するために知られている。残念ながら、これらの方は、前の振動子が自身の信号のエコーを処理したプローブの振動子によって、信号の送信前に各振動子の待機を伴って実行される連続かつ独立した処理の制約に基づいているので、表面の大域的な処理が長くなる。これらの方法は、高速での探査のための搭載システムに結果的に適していない。さらに、これらの方法は、単一の振動子から毎回到来する信号の処理に基づいているので、超音波探査の間に返送される表面のエコーは、信頼性のある、または完全な測定を実行するためには不十分な振幅になり得る。

【誤訳訂正3】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0009

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0009】

この「リアルタイム」な方法は、複雑な層状の複合構造、つまり、炭素繊維織物で強化された有機樹脂マトリクスの探査のために開発され、特に、部品の表面に対してある程度

平行に配向された層間剥離型の欠陥の検出に適用される。このことは、部品の表面と同じ曲率の入射波面の形成を可能にする。波は、垂直入射で表面の全ての箇所へ送信され、その部品の幾何学形状に適切でない超音波の送信と比較して、欠陥の検出を最適化する。欠陥の検出及び位置特定は、得られたBスキャン(プローブのN個の振動子によって受信されるN個の最終測定信号の累積表示)の分析によって実行される。この方法は、折り目が表面に対してある程度平行に配向される層状の複合材料に特に適しており、それゆえ、欠陥の位置測定が物体の幾何学形状に適していない場合、送信された超音波の劣化に関与する。加えて、探査された欠陥は複合材料の折り目の間の層間剥離であるため、物体の表面に対してある程度平行な幾何学形状を有するので、この原理はこの問題に好適である。さらに、この方法は、この種の材料に限定されず、他の材料、例えば金属の探査にも適用され得る。

【誤訳訂正4】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0010

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0010】

最後に、この方法は、特に、高傾斜角を有する凹面、凸面または平面などの任意の型の表面に適応させるための、より複雑な幾何学形状を有する物体の探査に普及されてきた。実際に、測定する対象の物体の表面において幾何学形状の実質的変動がある場合、振動子によって送信された後に物体によって反射される波の間に強い干渉が存在し、たとえ米国特許出願公開第2006/0195273A1号明細書に記載の方法の応用後であっても、再びBスキャンを変更させる。

【誤訳訂正5】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0011

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0011】

したがって、2011年5月24日～27日にダンケルク(仏国)にて開催のCofrend Days 2011の「conferences and exhibit on non-destructive testing」に寄せて発行された、S. Robert et al著、「Real-time ultrasonic techniques implemented in M2M acquisition systems」の論文、より詳細にはこの論文の第3章において、非常に複雑な表面の存在下に含まれる干渉を克服することによって、測定される表面の波面の真に同時の受信を目的とする連續反復によって収束するように、上述したステップのサイクルを繰り返すことが提案されている。その後、より良い品質のBスキャンが得られ、特に、任意の欠陥の良好な検出が可能になる。一般的には、ステップのサイクルの反復を4回～5回行うことは、探査される幾何学形状の型にかかわらず、適切な結果を達成するには十分であり得る。したがって、この方法は、単一のプローブ、例えば、自身の振動子に平面幾何学形状を有する従来型のプローブを使用することで、同じ物体の様々な幾何学形状(傾斜のある平面、または傾斜のない平面、凹面、凸面)の探査を可能にする。

【誤訳訂正6】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0012

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0012】

一方、最終遅延の法則を適用した結果、このBスキャンは、探査された物体、特に、波

面が同時に到達した表面の変形表示をもたらす。というのも、波面が同時に到達した表面が、その後に論理的に平面形状を有するためである。Bスキャンの形態の取得結果の原表示は、欠陥を正確に位置特定し、特徴付けるには十分ではない。これを行うために、この方法には、物体の表面の情報が含まれなくてはならない。

【誤訳訂正7】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0013

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0013】

したがって、本明細書に上述した問題及び制約の少なくとも一部を克服するのを可能にするが、上述の趣旨での「リアルタイム」を維持する超音波探査による物体の表面の測定方法を提供することが望ましい。

【誤訳訂正8】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0014

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0014】

こうして、複数の振動子を備える超音波プローブを使用した超音波探査による、物体の表面の幾何学形状の再構築方法が、以下のステップを含んで提案される：

- 前記振動子が前記物体の前記表面に向けて互いに関連した初期伝送遅延を有する超音波を送信するように、前記振動子を制御する；
- 少なくとも1回の反復の後に表面上で同時に受信された波面を得るように、以下のステップのサイクルを少なくとも1回実行する：
 - ・前記物体の前記表面上の超音波の反射による特定のエコーを測定する中間測定信号を前記振動子から受信する；
 - ・中間測定信号を使用して前記振動子の伝送遅延を修正し、かつ、前記振動子が、前記物体の前記表面に向けて互いに関連した修正された伝送遅延を有する超音波を送信するように、前記振動子を制御する；
 - ・前記物体の前記表面上で同時に受信された波面の反射に起因する最終測定信号を前記振動子から受信する、

この方法では、以下のステップをさらに含む：

- 各振動子と物体の前記表面との間の反射移動時間を最終測定信号と修正された伝送遅延とに基づいて測定するステップ；
- 測定された反射移動時間に基づいて前記表面の幾何学形状を再構築するステップ。

【誤訳訂正9】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0016

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0016】

この結果、直線状、またはそれぞれマトリクス状に使用される多振動子プローブの型に従って各振動子と関連する反射移動時間を測定するべく、振動子によって実施された最終測定結果を巧妙に使用することで、検出された表面の幾何学形状を二次元的、またはそれぞれ三次元的に細かく再構築することができる。

【誤訳訂正10】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0017

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0017】

場合によって、反射移動時間の測定は以下のステップを含む：

- 振動子の全てに共通の、物体の前記表面上で同時に受信された波面の往復移動時間を測定する；

- 該往復移動時間と、修正された伝送遅延と、振動子に与えられた受信シフトとに基づいて反射移動時間を算出する。

【誤訳訂正11】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0018

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0018】

また、場合によって、前記表面の幾何学形状再構築は以下のステップを含む：

- 表面と各振動子とを隔てる距離を、測定された反射移動時間に基づいて測定する；
- 振動子及び測定された距離の座標に従って前記表面の点の座標を算出する；
- これらの点の間の補間ににより前記表面の幾何学形状を再構築する。

【誤訳訂正12】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0019

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0019】

また、場合によって、前記表面上の点の座標の算出は、前記表面が、振動子をそれぞれ中心とし、測定された距離にそれぞれ対応する半径を有する一連の球面と正接するという仮定に基づいている。

【誤訳訂正13】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0022

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0022】

また、場合によって、N個の振動子は直線状に配置され、その中心はプローブに関連する基準座標系(0, x, y)における(c_n, 0)の形態で表され、表面(S; LF)の点(P_n)の座標(x_n, y_n)は以下の関係式を使用して算出される。

【数1】

$$\forall n, \quad 1 \leq n \leq N-1, \quad \begin{cases} x_n = c_n - d_n \cdot d_n' \\ y_n = d_n \sqrt{1 - (d_n')^2} \end{cases}$$

$$d_n' = \frac{d_{n+1} - d_n}{c_{n+1} - c_n}$$

(式中、d_n'及びd_nは、n番目の変換器と表面とを隔てる距離を示す)

【誤訳訂正14】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0028

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0028】

【図1】本発明の実施形態に係る超音波探査装置の一般的な構造を示す図である。

【図2】図1の探査装置によって実行される、物体表面を測定する方法の連続ステップを示す図である。

【図3】その幾何学形状が溶接ビードを表す物体を探査するために使用される図1のプローブの第1実施例を示す図である。

【図4】図3の溶接ビードを含む物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第1反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図5】図3の溶接ビードを含む物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第2反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図6】図3の溶接ビードを含む物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第3反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図7】図3の溶接ビードを含む物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第4反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図8A】図表及び図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、反射移動時間の算出ステップの動作及び図2の方法の経路を示す図である。

【図8B】図表及び図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、反射移動時間の算出ステップの動作及び図2の方法の経路を示す他の図である。

【図8C】図表及び図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、反射移動時間の算出ステップの動作及び図2の方法の経路を示すその他の図である。

【図9】図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、図2の方法の表面の幾何学形状再構築ステップの動作を示す図である。

【図10】図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、図2の方法の第1の応用を示す図である。

【図11】図3の溶接ビードを含む物体の断面図を使用した、図2の方法の第2の応用を示す図である。

【図12】複合半径型の物体を探査するために使用される図1のプローブの第2実施例を示す図である。

【図13】図12の複合物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第1反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図14】図12の複合物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第2反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図15】図12の複合物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第3反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図16】図12の複合物体上の測定信号に基づいて、図2の方法のステップのサイクルの第4反復毎に得られるBスキャンを示す図である。

【図17】Bスキャン及び図12の複合物体の断面図を使用した、図2の方法の第3の応用を示す図である。

【誤訳訂正15】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0037

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0037】

まず、コンピュータプログラム122は、初期遅延 $E^0 = \{E_1^0, \dots, E_N^0\}$ に基づいて、伝送遅延 $L^P = \{L_1^P, \dots, L_N^P\}$ （式中、 L_n^P は、振動子114nに与えられる伝送遅延である）を測定し、応用可能であれば、後に説明する命令136によって測定された追加の伝送遅延 $E^1 = \{E_1^1, \dots, E_N^1\}, \dots, E^P = \{E_1^P, \dots, E_N^P\}$ を測定するように設計された、命令124を含む。記載の実施形態において、伝送遅延 L^P は、初期遅延 E^0 及び追加の伝送遅延 E^1, \dots, E^P を $L^P = E^0 + E^1 + \dots + E^P$ のように加算することで測定される。命令124の

最初の実行で、つまり、 p がゼロに等しい場合、伝送遅延 L^P は初期遅延 E^0 に等しく、 $L^0 = E^0$ である。初期遅延 E^0 は、コンピュータプログラム 122においてあらかじめ定義される。これらの初期遅延は、特に物体 102 の幾何学形状についておおよその情報ですら全く知られていない場合、例えばゼロ遅延（振動子 114₁, ..., 114_N の間に全く遅延がない）である。あるいは、初期遅延 E^0 は、ゼロでないこともあり、例えば、第 1 近似値として特に物体 102 の幾何学形状に部分的に適合した波面を生成する。この代替は、例えば物体 102 の幾何学形状が既に少なくとも部分的に識別されている場合に使用される。

【誤訳訂正 16】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0040

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0040】

コンピュータプログラム 122 は、記録 EN^P の受信シフト $R^P = \{R_1^P, \dots, R_N^P\}$ （式中、 R_n^P は、記録 EN_n^P の受信シフトである）を伝送遅延 L^P 、 R_n^P に基づいて 測定するように設計された、命令 130 をさらに含む。記載の実施形態において、受信シフト R^P は、以下の式によって 測定される。

【数 2】

$$R_n^P = \max(L_1^P, \dots, L_N^P) - L_n^P$$

受信シフト R^P は、伝送遅延 L^P の結果、物体 102 の表面で同じ瞬間に反射すると仮定される超音波が同期され、それゆえに振動子 114₁, ..., 114_N に同じ瞬間に到達したと記録においてみなされるように、復路について各振動子と物体 102 とを隔てる距離の間の差をオフセットすることを目的とする。

【誤訳訂正 17】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0042

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0042】

コンピュータプログラム 122 は、往復移動時間 $t^P = \{t_1^P, \dots, t_N^P\}$ （式中、 t_n^P は、振動子 114_n に対応するシフトされた記録 EN_n^P に基づいて 測定された往復移動時間である）を 測定するように設計された、命令 134 をさらに含む。したがって、往復移動時間 t^P は、伝送遅延 L^P 及び受信シフト R^P を考慮する。記載の実施形態において、各振動子 114_n に対する往復移動時間 t_n^P は、例えば、シフトされた記録 EN_n^P に記録された対応する測定信号 M_n^P の最大エンベロープを検出することで 測定される。

【誤訳訂正 18】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0043

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0043】

コンピュータプログラム 122 は、新たな追加伝送遅延 E^{P+1} を往復移動時間 t^P に基づいて 測定するように設計された命令 136 をさらに含む。記載の実施形態において、追加の伝送遅延 E^{P+1} は、次の式によって 測定される。

【数3】

$$E_n^{p+1} = \frac{1}{2} \left[\max(t_1^p, \dots, t_N^p) - t_n^p \right]$$

【誤訳訂正19】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0044

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0044】

コンピュータプログラム122は、命令124～138のサイクルを、停止テストが検証される場合に終了し、そうでない場合は別の反復とともに継続するべく、停止テストを評価するように設計された、命令138をさらに含む。コンピュータプログラム122が命令138を含む場合、命令138は、命令124～138のサイクルの別の反復を引き起こすべく、新たな追加伝送遅延 E^{p+1} とともに、全ての追加伝送遅延が $p+1$ 個の追加伝送遅延 E^1, \dots, E^{p+1} を含むように命令124に戻るように設計される。本説明において、全ての追加伝送遅延がこの瞬間に E^1, \dots, E^p で表されるように、添字 p が命令124の記述に従って一単位毎にインクリメントされるのはこの瞬間である。記載の実施形態において、停止テストは、不等式である数4を検証することにある。

【数4】

$$\max(E_1^p, \dots, E_N^p) \leq \frac{\lambda}{4v}$$

(式中、 λ は、振動子の中央動作周波数 f での水中的波長 ($\lambda = v / f$) であり、 v は、この同じ媒体における超音波の伝播速度であり、 E^p は、命令136によって測定される (E^{p+1} として表される) 最新の追加伝送遅延である)

具体的には、このテストは、命令134によって測定される往復移動時間 t^p の間の差の最大値が $\lambda / 4v$ 未満で、それゆえ第1近似値としてみなすことができる場合、これらの移動時間が等しく、送信される全ての超音波が物体102の表面に確かに同時に到達することを意味する。あるいは、命令138は、所定の数、例えば4回または5回、つまり、3回または4回に等しい p 回のサイクルが実行された後に、命令124～138のサイクルを終了するように設計され得る。

【誤訳訂正20】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0046

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0046】

したがって、コンピュータプログラム122は、例えば数5によって定義される、全ての振動子と共に往復移動時間 Tc をまず測定するように設計された、これらの命令140を含む。 Tc は、命令124～138のサイクルの終了において全て等しいとみなされる往復移動時間 t^f の第1近似値の値である。

【数5】

$$Tc = \left\langle t_n^f \right\rangle_{1 \leq n \leq N} \quad (\text{式中、} \langle \rangle \text{ は、平均動作を示す})$$

【誤訳訂正21】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0049

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0049】

また、命令140は、計算 $t_n = Tc - L_n^f + R_n^f$ に従って、移動に必要な反射移動時間 t_n を各振動子 114_n 毎に 測定するように設計される。

【誤訳訂正22】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0051

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0051】

最後に、命令140は、関係式である数6に従って、振動子を物体102と表面とを隔てる距離 d_n を各振動子 114_n 毎に 測定するように設計される。

【数6】

$$d_n = \frac{1}{2} v \cdot t_n$$

(式中、vは水中の超音波の伝播速度である。)

【誤訳訂正23】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0052

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0052】

コンピュータプログラム122は、プローブのケース112に関連し、かつ、プローブの探査面を定義する基準座標系(0, x, y)において、振動子114_nに関連する反射移動の終端に配置される、物体102の表面の点P_nの座標(x_n, y_n)を算出するように設計される命令142をさらに備える。これらの点P_nは、物体102の表面(より正確には、探査面との交差点)、及び、それぞれ振動子を中心として配置され、半径d_nを含む(探査面を含む球形の交差点としての)円形の一部であるとして定義されるが、換言すれば、プローブの探査面に示される物体102の表面は、中心点c_n(つまり、各振動子114_nの規則的な中心点)及び半径d_nの一連の円形のそれぞれに接する曲面であるとして、または換言すれば、これらの円形のエンベロープとして必然的に定義される。この単なる幾何学的な問題の解決方法は、例えば、ポ・エ・デュ・ペイ・ド・ラドゥール大学の精密科学及びその応用の博士課程で主張された論文を構成する、F. Assouline著、「Migration profondeur et démigration pour l'analyse de vitesse de migration 3D」、2001年7月4日発行において提供されている。さらに具体的には、「Migration 3D de Kirchhoff par départ commun」の第1.3.4章において、等時線のエンベロープの測定は、選択した実施形態に従ってその都度簡約が可能な連立方程式1.72によって与えられる。

【誤訳訂正24】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0053

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0053】

したがって、例えば、N個の振動子がケース112に直線状に配置されたプローブの二次元の場合では、N個の振動子の中心点の座標を基準座標系(0, x, y)において(c

$n, 0$ の形態で表すことができ、命令 142 によって点 P_n に適用された連立方程式 1.72 は、以下の数 7 の方法で簡約される。

【数 7】

$$\forall n, \quad 1 \leq n \leq N-1, \quad \begin{cases} x_n = c_n - d_n \cdot d_n' \\ y_n = d_n \sqrt{1 - (d_n')^2} \end{cases}$$

$$d_n' = \frac{d_{n+1} - d_n}{c_{n+1} - c_n}$$

【誤訛訂正 25】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0057

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0057】

図 2 を参照して、図 1 の装置 100 によって実行される物体 102 の表面を測定する方法 200 を説明する。

【誤訛訂正 26】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0058

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0058】

ステップ 202 において、命令 124 を実行する処理装置 118 は、初期遅延 E^0 に基づいて、伝送遅延 $L^P = \{L_1^P, \dots, L_N^P\}$ を測定し、応用可能であれば、後に説明するステップ 222 において測定される追加の伝送遅延 E^1, \dots, E^P を測定する。

【誤訛訂正 27】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0065

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0065】

ステップ 216 において、命令 130 を実行する処理装置 118 は、伝送遅延 L^P に基づいて受信シフト R^P を測定する。

【誤訛訂正 28】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0067

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【0067】

ステップ 220 において、命令 134 を実行する処理装置 118 は、伝送遅延 L^P 及び受信シフト R^P を考慮する、振動子 $114_1, \dots, 114_N$ と物体 102 との間の往復移動時間 $t^P = \{t_1^P, \dots, t_N^P\}$ を、シフトされた記録 EN^P に基づいて測定する。

【誤訛訂正 29】

【訂正対象書類名】明細書

【訂正対象項目名】0068

【訂正方法】変更

【訂正の内容】**【0068】**

ステップ222において、命令136を実行する処理装置118は、新たな追加伝送遅延 E^{P+1} を往復移動時間 t^P に基づいて測定する。

【誤訳訂正30】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0069****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0069】**

したがって、ステップ216～222は、追加伝送遅延 E^{P+1} を測定信号 M^P に基づいて測定することを可能にする。

【誤訳訂正31】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0070****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0070】**

ステップ224において、命令138を実行する処理装置118は、命令124～138のサイクルの停止または継続を測定し、継続が測定された場合、ステップ202へ戻る前に p を一単位毎にインクリメントする。

【誤訳訂正32】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0071****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0071】**

停止テストが検証された場合、制御は、各振動子 114_n と関連する反射移動時間 t_n を測定するべく処理装置118が命令140を実行するステップ226へ進む。

【誤訳訂正33】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0072****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0072】**

以下のステップ228において、命令140を実行する処理装置118は、各振動子 114_n と物体102の表面とを隔てる各距離 d_n を各反射移動時間 t_n に基づいて測定する。

【誤訳訂正34】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0073****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0073】**

そして、ステップ230において、命令142を実行する処理装置118は、物体102の表面上のN-1個の点 P_1, \dots, P_{N-1} を測定する。

【誤訳訂正35】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0076****【訂正方法】変更**

【訂正の内容】**【0076】**

高速での動作と互換性のある図2の方法は、物体102に対してプローブ106が配置される各位置毎に実行される。この配置に沿った幾何学形状において物体の変動が小さい場合、与えられた位置での初期伝送遅延 E^0 は、先行位置、特に直前位置で測定された最新の伝送遅延 L^0 に等しいと、有利に解釈される。このことは、各位置での発射回数の減少によって非常に広域な表面部分の探査速度を高めることを可能にする。

【誤訳訂正36】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0077****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0077】**

図3～図9を参照して、図2の表面の測定方法の使用に関する第1実施例を詳細に説明する。

【誤訳訂正37】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0081****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0081】**

シフトされた記録 EN^P は、その後、ステップ218において取得される。図4を参照して、シフトされた信号 EN^P のエンベロープの振幅がステップ220において測定される。これらは、垂直軸が、時間と、振動子に対して水平な軸と、点の階調レベルに対するエンベロープの振幅とに対応している図4に示される。この表示は、本明細書で上述したように、「Bスキャン」として知られる。このBスキャン表示上では、各振動子 114_n 毎の往復距離 t_n^0 は、時間の基点をエンベロープの最大振幅、つまり、振動子 114_n に対応する垂直線上の最も暗色の点から隔てる距離として測定される。

【誤訳訂正38】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0083****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0083】**

追加伝送遅延 E^1 は、その後、ステップ222で測定され、ステップの第1の繰り返し(第2反復)が実行される(p が1にインクリメントされる)ように、プログラム実行の継続がステップ224で決定される。

【誤訳訂正39】**【訂正対象書類名】明細書****【訂正対象項目名】0085****【訂正方法】変更****【訂正の内容】****【0085】**

実際には、発明者たちは、複雑な幾何学形状を有する部分に対して、第1反復及びそのステップ220までの繰り返しが、幾何学形状の差異及びこの差異から生じる同じ測定信号上の波の重畠現象を修正するために十分ではないと測定した。実際には、各振動子は、自身の超音波の送信に起因するエコーと隣接する振動子によって送信される超音波に起因するエコーとの間の干渉の産物であるエコーを検出する。しかし、図2の方法200のステップを数回完全に反復することで、探査装置100を溶接ビード302などの非常に複雑な幾何学形状に適応させることが可能である。

【誤訳訂正 4 0】**【訂正対象書類名】**明細書**【訂正対象項目名】**0 0 8 8**【訂正方法】**変更**【訂正の内容】****【0 0 8 8】**

図 9 は、命令 1 4 2 及び 1 4 4 の実行時のステップ 2 3 0 及びステップ 2 3 2 の結果を示す。物体 1 0 2 の表面は、振動子 1 1 4 _n の位置 c_n 及び距離 d_n に基づいて 測定された点 P_n に基づいて、線形補間により幾何学形状的に再構築される。

【誤訳訂正 4 1】**【訂正対象書類名】**明細書**【訂正対象項目名】**0 0 9 4**【訂正方法】**変更**【訂正の内容】****【0 0 9 4】**

図 1 1 は、特に、仏国特許発明第 2 7 8 6 6 5 1 号明細書において記述された技術を用いて多振動子プローブが物体に接触する場合を示す。この明細書において、探査される物体の表面の幾何学形状面に沿って移動することができるようすべく、振動子はケースに機動的に取り付けられる。そして、振動子及び物体の表面の幾何学形状などの位置を 測定するための手段が提供される。こうして、図 2 の方法の厳格な応用は、表面の情報に基づいて、底面部分の幾何学形状を表面から推測することを可能にする。

【誤訳訂正 4 2】**【訂正対象書類名】**明細書**【訂正対象項目名】**0 0 9 5**【訂正方法】**変更**【訂正の内容】****【0 0 9 5】**

図 1 2 ~ 図 1 6 を参照して、図 2 の表面の 測定方法の使用に関する第 2 の実施例の詳細がここに提供される。この第 2 の実施例は、複合部品の探査に関する。

【誤訳訂正 4 3】**【訂正対象書類名】**明細書**【訂正対象項目名】**0 0 9 9**【訂正方法】**変更**【訂正の内容】****【0 0 9 9】**

シフトされた記録 EN^P は、ステップ 2 1 8 において取得される。図 1 3 を参照して、シフトされた信号 EN^P のエンベロープの振幅がステップ 2 2 0 において 測定され、対応する B スキャンにおいて再現される。なお、複合半径 1 2 0 2 の表面エコーに対応する暗色の表面線 LF の外観に統いて、どのような場合でも物体 1 0 2 ' における任意の欠陥の存在を明らかにすることができない実質的構造ノイズ BF が存在する。

【誤訳訂正 4 4】**【訂正対象書類名】**明細書**【訂正対象項目名】**0 1 0 0**【訂正方法】**変更**【訂正の内容】****【0 1 0 0】**

その後、追加伝送遅延 E^1 はステップ 2 2 2 において 測定され、ステップの第 1 の繰り返し(第 2 反復)が実行される(p が 1 にインクリメントされる)ように、プログラム実行の継続がステップ 2 2 4 で決定される。

【誤訳訂正 4 5】

【訂正対象書類名】特許請求の範囲

【訂正対象項目名】全文

【訂正方法】変更

【訂正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の振動子(114₁, . . . , 114_N)を備える超音波プローブ(106)を使用した超音波探査による物体(102; 102')の表面の幾何学形状(S; LF)の再構築方法であって、以下のステップを含む：

- 前記振動子が前記物体の前記表面(S; LF)に向けて互いに関連した初期伝送遅延(L⁰)を有する超音波を送信するように、前記振動子(114₁, . . . , 114_N)を制御する(204₁, . . . , 204_N)；

- 少なくとも1回の反復の後に前記表面上で同時に受信された波面を得るように、以下のステップのサイクルを少なくとも1回実行する：

・前記物体の前記表面(S; LF)上の超音波の反射による特定のエコーを測定する中間測定信号(M)を前記振動子(114₁, . . . , 114_N)から受信する(212₁, . . . , 212_N)；

・中間測定信号(M)を使用して前記振動子(114₁, . . . , 114_N)の伝送遅延を修正し(202)、かつ、前記振動子が前記物体の前記表面(S; LF)に向けて互いに関連した修正された伝送遅延(L^p)を有する超音波を送信するように、前記振動子(114₁, . . . , 114_N)を制御する(204₁, . . . , 204_N)；

- 前記物体の前記表面(S; LF)上で同時に受信された波面の反射に起因する最終測定信号(M)を前記振動子(114₁, . . . , 114_N)から受信する(212₁, . . . , 212_N)、

以下のステップをさらに含むことを特徴とする：

- 前記振動子によって送信された信号が前記物体の前記表面で反射した後、該振動子にエコーの形式で帰還するためにかかる最小時間に各々が対応する、各振動子(114₁, . . . , 114_N)と前記物体の前記表面(S; LF)との間の反射移動時間を、前記最終測定信号(M)と修正された伝送遅延(L^f)とに基づいて測定する(226)；

- 前記測定された反射移動時間に基づいて、前記物体の前記表面(S; LF)の幾何学形状を再構築する(228, 230, 232)。

【請求項2】

反射移動時間の測定(226)は、

- 前記振動子(114₁, . . . , 114_N)の全てに共通の、前記物体の前記表面(S; LF)上で同時に受信された波面の往復移動時間を測定すること、

- 該往復移動時間と、修正された伝送遅延(L^f)と、前記振動子に与えられた受信シフト(R^f)とに基づいて反射移動時間を算出すること、

を含む請求項1に記載の表面の幾何学形状(S; LF)の再構築方法。

【請求項3】

前記表面(S; LF)の幾何学形状再構築(228, 230, 232)は、

- 前記表面(S; LF)と前記各振動子(114₁, . . . , 114_N)とを隔てる距離(d_n)を、測定された反射移動時間に基づいて測定し(228)、

- 前記振動子(114₁, . . . , 114_N)及び測定された距離(d_n)の座標(c_n)に従って前記表面(S; LF)の点(P_n)の座標を算出し(230)、

- これらの点(P_n)の間の補間ににより前記表面(S; LF)の幾何学形状を再構築する(232)ことを含む、請求項1または2に記載の表面の幾何学形状(S; LF)の再構築方法。

【請求項4】

前記表面(S; LF)上の点(P_n)の座標の算出(230)は、前記表面が、前記振動子(114₁, . . . , 114_N)をそれぞれ中心とし、測定された距離(d_n)にそ

れぞれ対応する半径を有する一連の球面と正接するという仮定に基づいている、
請求項 3 に記載の表面の幾何学形状 (S ; L F) の再構築方法。

【請求項 5】

前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) は直線状に配置され、前記表面 (S ; L F) の幾何学形状再構築 (2 2 8 , 2 3 0 , 2 3 2) は前記プローブの探査面における該表面の輪郭の再構築を含む。

請求項 3 または 4 に記載の表面の幾何学形状 (S ; L F) の再構築方法。

【請求項 6】

前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) の個数を N とし、前記 N 個の振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) は直線状に配置され、その中心は前記プローブ (1 0 6) に関する基準座標系 (O , x , y) における (c _n , 0) の形態で表され、前記表面 (S ; L F) の前記点 (P _n) の座標 (x _n , y _n) は以下の関係式を使用して算出される、
請求項 5 に記載の表面の幾何学形状 (S ; L F) の再構築方法。

$$\forall n, \quad 1 \leq n \leq N-1, \quad \begin{cases} x_n = c_n - d_n \cdot d_n' \\ y_n = d_n \sqrt{1 - (d_n')^2} \end{cases}$$

$$d_n' = \frac{d_{n+1} - d_n}{c_{n+1} - c_n}$$

(式中、 d _n ' 及び d _n は、 n 番目の振動子と前記表面とを隔てる距離を示す)

【請求項 7】

前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) は二次元的にマトリクス状に配置され、前記表面 (S ; L F) の幾何学形状再構築 (2 2 8 , 2 3 0 , 2 3 2) は、該表面の三次元的な再構築を含む。

請求項 3 または 4 に記載の表面の幾何学形状 (S ; L F) の再構築方法。

【請求項 8】

前記表面 (S ; L F) の幾何学形状再構築 (2 2 8 , 2 3 0 , 2 3 2) は、前記点 (P _n) の間の線形または双線形補間によって達成される、

請求項 3 から 7 のいずれか一項に記載の表面の幾何学形状 (S ; L F) の再構築方法。

【請求項 9】

通信ネットワークからダウンロード可能な、及び / または、コンピュータによって読み取り可能な担体 (1 2 0) に記録可能な、及び / またはプロセッサ (1 1 8) によって実行可能なコンピュータプログラム (1 2 2) であって、該プログラムがコンピュータで実行されるとき、請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の超音波探査による、物体表面の幾何学形状 (1 0 2 ; 1 0 2 ') の再構築方法のステップを実行するための命令を含むことを特徴とする。

【請求項 10】

ケース (1 1 2) と、前記ケース (1 1 2) に取り付けられた複数の超音波振動子 (1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) とを備えるプローブ (1 0 6) 、及び以下のステップのために設計された制御及び処理 (1 1 6) 手段を備える超音波探査装置であって：

- 前記振動子が物体の表面 (S ; L F) に向けて互いに関連した初期伝送遅延 (L ⁰) を有する超音波を送信するように、前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) を制御する；

- 少なくとも 1 回の反復の後に表面上で同時に受信された波面を得るように、以下のステップのサイクルを少なくとも 1 回実行する：

・ 前記物体の前記表面 (S ; L F) 上の超音波の反射による特定のエコーを測定する中間測定信号 (M) を前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) から受信する；

・ 前記中間測定信号 (M) を使用して前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) の伝送遅延を修正し、かつ、前記振動子が前記物体の前記表面 (S ; L F) に向けて互いに

関連した修正された伝送遅延 (L^p) を有する超音波を送信するように、前記振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) を制御する；

前記物体の前記表面 (S ; L F) 上で同時に受信された波面の反射に起因する最終測定信号 (M) を振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) から受信する、

前記制御及び処理 (1 1 6) 手段は、以下の手段をさらに含むことを特徴とする：

- 振動子によって送信される信号が前記物体の前記表面で反射した後、該振動子にエコーの形式で帰還するためにかかる最小時間に各々が対応する、各振動子 (1 1 4 ₁ , . . . , 1 1 4 _N) と前記物体の前記表面 (S ; L F) との間の反射移動時間を、前記最終測定信号 (M) と修正された伝送遅延 (L^f) とに基づいて 測定する手段と；

- 測定された反射移動時間に基づいて、前記物体の前記表面 (S ; L F) の幾何学形状の再構築手段。