

(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2009-97942

(P2009-97942A)

(43) 公開日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int.Cl.
G01N 29/04 (2006.01)

F I
G O 1 N 29/08
G O 1 N 29/10

テーマコード (参考)
2 G O 4 7

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2007-268605 (P2007-268605)
(22) 出願日 平成19年10月16日 (2007.10.16)

(71) 出願人 500302552
株式会社 I H I エアロスペース
東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(74) 代理人 100097515
弁理士 堀田 実
(74) 代理人 100136548
弁理士 仲宗根 康晴
(74) 代理人 100136700
弁理士 野村 俊博
(72) 発明者 山下 清貴
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社アイ・エイチ・アイ・エアロスペース内
(72) 発明者 佐藤 明良
東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会
社アイ・エイチ・アイ・エアロスペース内
最終頁に続く

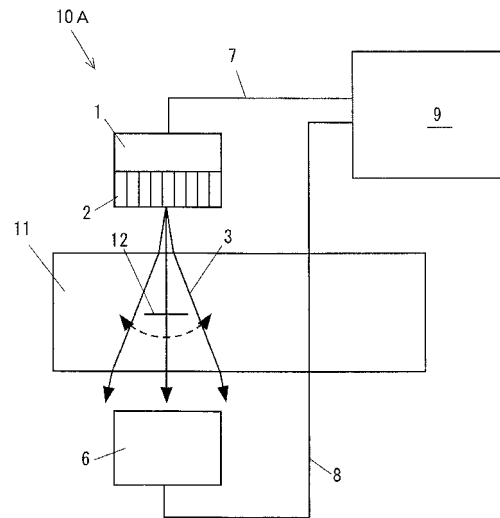
(54) 【発明の名称】 非接触式アレイ探触子とこれを用いた超音波探傷装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 検査対象物に対して非接触で超音波を送受信することができ、検査対象物の形状変化にかかわらず、探触子の向きを変えずに探傷が可能な非接触式アレイ探触子とこれを用いた超音波探傷装置及び方法を提供する。

【解決手段】 本発明の非接触式アレイ探触子 1 は、空中伝播型の超音波振動子 2 が複数個配列されてなる。本発明の超音波探傷装置 10 A (第 1 実施形態) は、非接触式アレイ探触子 1 と、非接触式アレイ探触子 1 から発信され検査対象物 11 に非接触で入射された超音波 3 の透過波を検査対象物 11 に対して非接触で受信する受信側探触子 6 と、非接触式探触子 6 によって受信した透過波の受信信号に基づいて検査対象物 11 内の欠陥 12 を検出する信号処理装置 9 とを備える。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

空中伝播型の超音波振動子が複数個配列されてなることを特徴とする非接触式アレイ探触子。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の非接触式アレイ探触子と、

該非接触式アレイ探触子から発信され検査対象物に非接触で入射された超音波の透過波又は反射波を検査対象物に対して非接触で受信する受信側探触子と、

該受信側探触子によって受信した透過波又は反射波の受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出する信号処理装置と、を備えることを特徴とする超音波探傷装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 に記載の非接触式アレイ探触子を備え、該非接触式アレイ探触子は検査対象物に対して非接触で超音波を入射させるとともに検査対象物からの反射波を非接触で受信するものであり、

さらに、前記非接触式アレイ探触子によって受信した反射波の受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出する信号処理装置を備えることを特徴とする超音波探傷装置。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の非接触式アレイ探触子を用い、前記各超音波振動子からの超音波の発信タイミングをずらすことにより電子的に発信角度を制御した超音波ビームを検査対象物に対して非接触で入射させ、その透過波又は反射波を受信し、受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出することを特徴とする超音波探傷方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、空中伝播型の非接触式アレイ探触子とこれを用いた超音波探傷装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

構造物内部の傷や割れなどの欠陥を非破壊で検査するために超音波探傷試験が適用される。超音波探傷試験では、超音波探触子から発信した超音波を検査対象物の内部に伝搬させ、対象物の内部の欠陥によって反射されてくる反射波（エコー）または対象物の内部を透過してきた透過波を受信し、その受信信号に基づいて検査対象物内に存在する欠陥を検出する。

30

【0003】

超音波探傷試験において、超音波の送受信を行うために超音波探触子が用いられる。超音波探触子は、一对の電極で圧電素子（ピエゾ素子）を挟んだ構造の振動子からなる。圧電素子に高周波パルス電圧を加えると、電圧に応じた大きさで圧電素子が伸縮して超音波を発信する。逆に、入射してきた超音波によって振動させられると、圧電効果によって振動の大きさに応じた高周波電圧が生じ、これにより超音波を受信する。

【0004】

このような超音波探触子の従来例の構成を図 7 に示す。図 7 に示す超音波探触子 20 は、複数の超音波振動子 21 が二次元的に配列されて構成された接触式アレイ探触子である。この接触式アレイ探触子 20 を接触媒質 22 を介して検査対象物 23 の表面に接触させ、超音波ビーム 24 を発信して検査対象物 23 の内部に伝搬させるようになっている。このような接触式アレイ探触子 20 は、各振動子 21 からの超音波の発信タイミングをずらすことにより超音波ビーム 24 の発信方向を電子的に制御することができる特徴がある。なお、接触式アレイ探触子については、例えば下記特許文献 1, 2 に開示されている。

40

【0005】

ところで、接触式探触子の場合、計測時の接触媒質の厚さや接触圧力など不確定因子が受信波形に大きく影響し、計測結果に客観性や再現性が期待できない等の種々の問題があ

50

る。そこで、近年、図 8 に示すような空中伝播型の非接触探触子 30 の研究・開発が進められている。空気中を伝播する超音波は空気と検査対象物の音響インピーダンスの壁によって遮られ、検査対象物の表面でその殆ど（約 99.998%）が反射され、内部へは殆ど浸透しない。このため、空中伝播型非接触探触子を用いた超音波探傷は従来難しいとされてきたが、高いエネルギーを持った探触子の開発やノイズ除去技術の向上により実現可能となってきた。なお、空中伝播型非接触探触子については、例えば下記特許文献 3 に開示されている。

【0006】

【特許文献 1】特開 2002 - 228640 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 324482 号公報

【特許文献 3】特開昭 62 - 288511 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の空中伝播型の非接触超音波探触子 30 は、非アレイ型しか存在せず、超音波ビーム 24 の発信方向が固定されているために、探触子 30 を走査するに際し、検査対象物 23 の形状に合わせて探触子 30 の向きを変えなくてはならないという問題がある。すなわち、正確な欠陥検出を行うためには基本的には欠陥に対して垂直に超音波ビーム 24 を入射させる必要があるが、図 9 に示すように、検査対象物 23 の形状が一様でない場合、検査位置によって欠陥 25 の向きが異なるために、A の位置と B の位置とでは、欠陥 25 の向きに合わせて探触子 30 の向きを変えなくてはならない。なお、図 9 における符号 26 は、受信用の非接触超音波探触子である。

【0008】

本発明は上記の問題に鑑みてなされたものであり、検査対象物に対して非接触で超音波を送受信することができ、検査対象物の形状変化にかかわらず、探触子の向きを変えことなく探傷が可能な非接触式アレイ探触子とこれを用いた超音波探傷装置及び方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するため、本発明の非接触式アレイ探触子とこれを用いた超音波探傷装置及び方法は、以下の技術的手段を採用する。

(1) 本発明の非接触式アレイ探触子は、空中伝播型の超音波振動子が複数個配列されることを特徴とする。

【0010】

(2) 本発明の超音波探傷装置は、上記(1)の非接触式アレイ探触子と、該非接触式アレイ探触子から発信され検査対象物に非接触で入射された超音波の透過波又は反射波を検査対象物に対して非接触で受信する受信側探触子と、該受信側探触子によって受信した透過波又は反射波の受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出する信号処理装置と、を備えることを特徴とする。

【0011】

(3) また、本発明の超音波探傷装置は、上記(1)の非接触式アレイ探触子を備え、該非接触式アレイ探触子は検査対象物に対して非接触で超音波を入射させるとともに検査対象物からの反射波を非接触で受信するものであり、さらに、前記非接触式アレイ探触子によって受信した反射波の受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出する信号処理装置を備えることを特徴とする。

【0012】

(4) 本発明の超音波探傷方法は、上記(1)の非接触式アレイ探触子を用い、前記各超音波振動子からの超音波の発信タイミングをずらすことにより電子的に発信角度を制御した超音波ビームを検査対象物に対して非接触で入射させ、その透過波又は反射波を受信し、受信信号に基づいて検査対象物内の欠陥を検出することを特徴とする。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0013】

上記の本発明によれば、空中伝播型であるため水などの接触媒質が不要であり、非接触で探傷が可能である。また、アレイ探触子であるため、各振動子からの超音波の発信タイミングをずらすことにより超音波ビームの発信方向を電子的に制御して検査対象物に入射させることができるので、ある程度の範囲内であれば、検査対象物の形状変化にかかわらず、探触子の向きを変えことなく探傷が可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の好ましい実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。なお、各図において共通する部分には同一の符号を付し、重複した説明を省略する。

10

【0015】

図1は本発明の実施形態にかかる非接触式アレイ探触子1の構成図である。図1に示すように、非接触式アレイ探触子1は、空中伝播型の超音波振動子2が複数個配列されてなる。このように構成された非接触式アレイ探触子1は、図1に示すように、各振動子からの超音波（送信波）の発信タイミングをずらすと、各超音波の波面によって直線状の合成波面4が形成され、これにより図中矢印方向に進行する超音波ビーム3が形成される。すなわち、各振動子からの超音波の発信タイミングをずらすことにより超音波ビーム3の発信方向を電子的に制御することができる。

【0016】

20

図2は、本発明の第1実施形態にかかる超音波探傷装置10Aの構成図である。図2に示すように、超音波探傷装置10Aは、非接触式アレイ探触子1と、受信側探触子6と、信号処理装置（超音波探傷器）9とを備える。

送信用の非接触式アレイ探触子1は、図1に示した非接触式アレイ探触子1と同様の構成を備えている。

【0017】

本実施形態において、受信側探触子6は、検査対象物11を間に挟んで非接触式アレイ探触子1に対向配置され、非接触式アレイ探触子1から発信され検査対象物11に非接触で入射された超音波の透過波を検査対象物11に対して非接触で受信する。すなわち、本実施形態では、透過法によって探傷を行う。受信側探触子6は、複数の超音波振動子を持つアレイ型、単一の超音波振動子を持つ非アレイ型のいずれでもよい。

30

信号処理装置9は、非接触式アレイ探触子1に高周波パルス電圧を印加するとともに、受信側探触子6からの受信信号に基づいて検査対象物11内の欠陥12を検出する。なお、符号7, 8は導線である。

【0018】

図3は、上記の超音波探傷装置10Aを用いた超音波探傷方法について説明する図である。ただし、図3では信号処理装置9の図示を省略している。

本発明の超音波探傷方法は、非接触式アレイ探触子1を用い、各超音波振動子2からの超音波の発信タイミングをずらすことにより電子的に発信角度を制御した超音波ビーム3を検査対象物11に対して非接触で入射させ、その透過波を受信し、受信信号に基づいて検査対象物11内の欠陥12を検出する。

40

【0019】

図3において、検査対象物11の内部には探傷面に平行な欠陥12が存在するものとする。非接触式アレイ探触子1は、超音波ビーム3の発信方向を電子的に制御できるので、Aの位置のみならず、Bの位置においても超音波を欠陥12に対して垂直に入射させることができる。この場合、検査対象物11の形状を把握している必要は無く、検査対象の位置で超音波ビーム3を電子的に振ることで、結果として超音波ビーム3を検査対象物11内の欠陥12に垂直に入射させることができる。

【0020】

上記の探傷に際して受信側探触子6により透過波を受信するためには、受信側探触子6

50

が非アレイ型の場合は超音波ビーム3の発信方向に合わせて受信側探触子6をビーム揺動方向(図3中の矢印X方向)に移動させる。また、受信側探触子6がアレイ型の場合は、超音波ビーム3の発信方向に合わせて受信側探触子6をビーム揺動方向に移動させるか、あるいはビームの揺動範囲をカバーできる受信領域を有する場合はビームの揺動に伴う揺動はさせずに透過波を受信するようにしてもよい。

【0021】

また本発明によれば、図4に示すように探傷面に対して欠陥12aが傾斜している場合においても、超音波ビーム3を電子的に振ることで検査対象物11内の欠陥12aに垂直に入射させることができる。通常、検査対象物11中での音速は空気中での音速の数倍以上であるため、空気中から検査対象物11に入射する際の屈折角は入射角の数倍以上となる。このため、図4に示すように検査対象物11への入射の際の屈折により探触子1のビーム発信角度の制御範囲が実質的に拡大される効果があるので、探傷面に対して角度が大きい欠陥12bに対しても超音波ビーム3を垂直に入射させることができる。

10

【0022】

上述した本発明によれば、空中伝播型であるため水などの接触媒質が不要であり、非接触で探傷が可能である。また、アレイ型であるため、各超音波振動子2からの超音波の発信タイミングをずらすことにより超音波ビーム3の発信方向を電子的に制御して検査対象物11に入射させることができるので、ある程度の範囲内であれば、検査対象物11の形状変化にかかわらず、探触子1の向きを変えことなく探傷が可能である。

20

【0023】

図5は、本発明の第2実施形態にかかる超音波探傷装置10Bの構成図である。本実施形態が第1実施形態と異なるのは、受信側探触子6が、検査対象物11に対して送信用の非接触式アレイ探触子1と同じ側に配置され、検査対象物11内の欠陥12からの反射波13を受信するようになっている点である。すなわち本実施形態では、2探触子反射法によって探傷を行う。本実施形態のその他の構成は、第1実施形態と同様である。

30

【0024】

第2実施形態の超音波探傷装置10Bを用いた超音波探傷方法は、非接触式アレイ探触子1により、各超音波振動子2からの超音波の発信タイミングをずらすことにより電子的に発信角度を制御した超音波ビーム3を検査対象物11に対して非接触で入射させ、その反射波13を受信用の受信側探触子6で受信し、信号処理装置9により受信信号に基づいて検査対象物11内の欠陥12を検出する。本実施形態によっても第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0025】

図6は、本発明の第3実施形態にかかる超音波探傷装置10Cの構成図である。本実施形態が第1実施形態と異なるのは、受信側探触子6を有さず、非接触式アレイ探触子1が、検査対象物11に対して非接触で超音波を入射させるとともに検査対象物11からの反射波13を非接触で受信するようになっている点である。すなわち、本実施形態では、1探触子反射法によって探傷を行う。本実施形態のその他の構成は、第1実施形態と同様である。

40

【0026】

第3実施形態の超音波探傷装置10Cを用いた超音波探傷方法は、非接触式アレイ探触子1により、各超音波振動子2からの超音波の発信タイミングをずらすことにより電子的に発信角度を制御した超音波ビーム3を検査対象物11に対して非接触で入射させ、その反射波13を非接触式アレイ探触子1で受信し、信号処理装置9により受信信号に基づいて検査対象物11内の欠陥12を検出する。本実施形態によっても第1実施形態と同様の効果が得られる。

【0027】

なお、上記において、本発明の実施形態について説明を行ったが、上記に開示された本発明の実施の形態は、あくまで例示であって、本発明の範囲はこれら発明の実施の形態に限定されない。本発明の範囲は、特許請求の範囲の記載によって示され、さらに特許請求

50

の範囲の記載と均等の意味および範囲内でのすべての変更を含むものである。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の実施形態にかかる非接触式アレイ探触子の構成図である。

【図2】本発明の第1実施形態にかかる超音波探傷装置の構成図である。

【図3】本発明の超音波探傷方法について説明する図である。

【図4】本発明の超音波探傷方法について説明する別の図である。

【図5】本発明の第2実施形態にかかる超音波探傷装置の構成図である。

【図6】本発明の第3実施形態にかかる超音波探傷装置の構成図である。

【図7】従来の接触式アレイ探触子の構成図である。

10

【図8】従来の空中伝播型超音波探触子の構成図である。

【図9】従来技術の問題点を説明する図である。

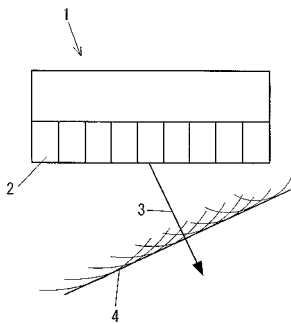
【符号の説明】

【0029】

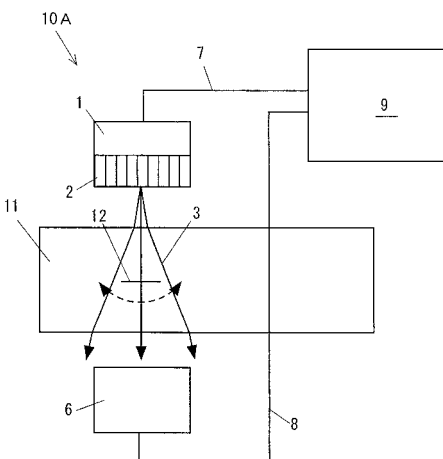
- 1 非接触式アレイ探触子
- 2 超音波振動子
- 3 超音波ビーム
- 4 合成波面
- 6 受信側探触子
- 7, 8 導線
- 9 信号処理装置
- 10A, 10B, 10C 超音波探傷装置
- 11 検査対象物
- 12, 12a, 12b 欠陥
- 13 反射波

20

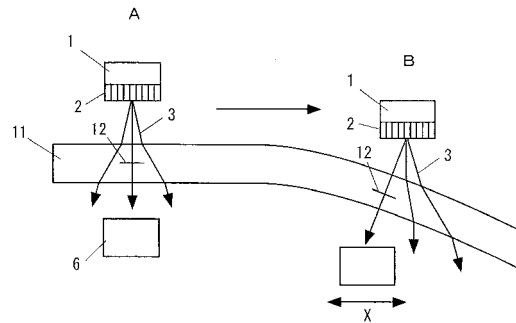
【図1】



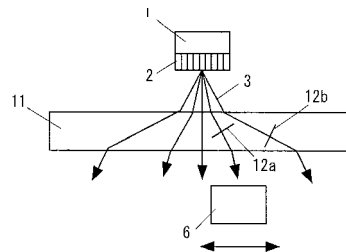
【図2】



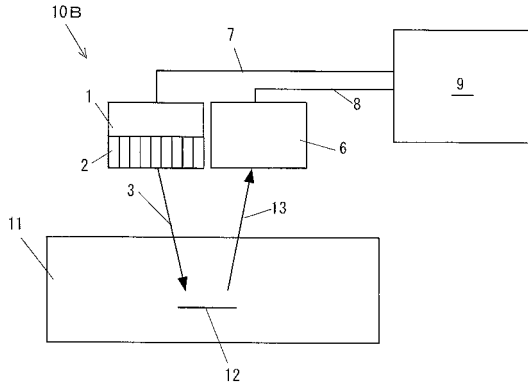
【図3】



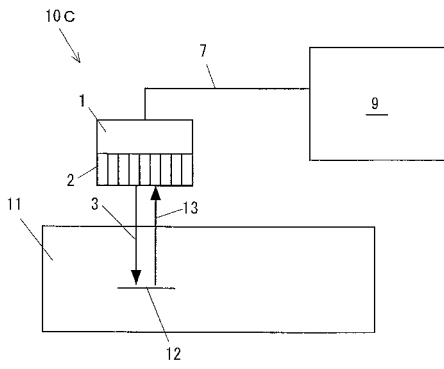
【図4】



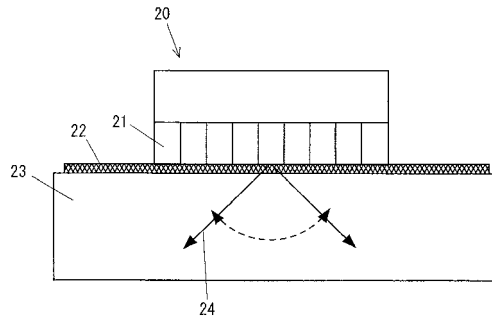
【 図 5 】



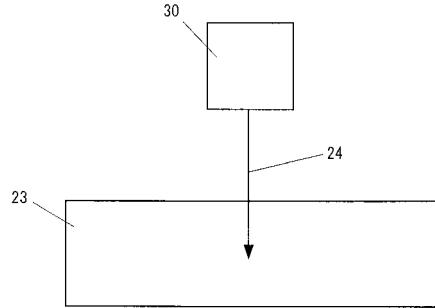
【 図 6 】



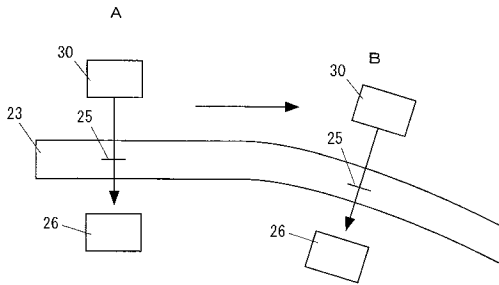
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2G047 AA05 BA01 BA03 BC09 CA01 DB02 EA12 GB02