

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6538568号
(P6538568)

(45) 発行日 令和1年7月3日 (2019. 7. 3)

(24) 登録日 令和1年6月14日 (2019. 6. 14)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 N 29/26 (2006. 01)	GO 1 N 29/26
GO 1 N 29/265 (2006. 01)	GO 1 N 29/265

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-556955 (P2015-556955)	(73) 特許権者	515215863
(86) (22) 出願日	平成26年1月21日 (2014. 1. 21)		ビーダブリューエックスティー テクニカル サービスズ グループ、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2016-512601 (P2016-512601A)		アメリカ合衆国 24505 ヴァージニア、リンチバーグ、マウント アトス ロード 2016
(43) 公表日	平成28年4月28日 (2016. 4. 28)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2014/012349	(74) 代理人	110000855
(87) 国際公開番号	W02014/123689		特許業務法人浅村特許事務所
(87) 国際公開日	平成26年8月14日 (2014. 8. 14)	(72) 発明者	ヤングハウス、スティーブン、ジェイ、
審査請求日	平成29年1月20日 (2017. 1. 20)		アメリカ合衆国、ヴァージニア、フォレスト、アイヴィー ウェスト コート 105
(31) 優先権主張番号	13/760, 172		
(32) 優先日	平成25年2月6日 (2013. 2. 6)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波アレイを使用した全行列取得のための合成データ収集方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

全行列超音波データ取得を効率的に実現するための方法であって、

(A) 公称の走査境界内について走査増分をもって走査を行うように構成される探触子を含む2次元の超音波アレイ装置であって、長軸に沿ってアレイの大きさm、短軸に沿ってアレイの大きさn、の2つのアレイの大きさを有する2次元の超音波アレイ装置を提供するステップと、

(B) 試験体上の第1の位置に前記探触子を移動させるステップと、

(C) 前記2次元の超音波アレイ装置の前記短軸内の第1の素子を作動させ、前記2次元の超音波アレイ装置のその他のすべての素子においてデータを受信するステップと、

(D) 引き続き、前記2次元の超音波アレイ装置の前記短軸に沿った辺に沿ったその他の素子のそれぞれを順に作動させ、前記2次元の超音波アレイ装置の前記長軸に沿った辺に沿ったすべての素子においてデータを受信するステップと、

(E) 前記探触子をラスタ走査における複数の検査位置に移動するステップと、

(F) 前記(C)と(D)のステップを、新しい検査位置で繰り返すステップと、を含む、方法。

【請求項 2】

前記2次元の超音波アレイ装置がパルス・エコー方式で動作される、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

10

20

前記探触子が前記公称の走査境界を超えた所定の距離を走査される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記探触子が前記公称の走査境界を超えて走査される距離が、走査される方向の前記アレイの大きさより 1 だけ小さい数の素子に対応する長さである、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記全行列超音波データ取得を実現する範囲に、前記大きさ n に沿って k 個の走査地点及び前記大きさ m に沿って 1 個のインデックス又はステップの地点がある、請求項 4 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に、データ収集の分野に関し、詳細には、超音波アレイ装置を用いることにより、全行列取得を実現し、波形データを処理するための新規且つ有用な方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波探傷試験では、中心周波数が典型的に 0.1 MHz から 15 MHz の範囲にあり、時折最大 50 MHz に及ぶ非常に短い超音波パルス波が、内部傷を検出するために、又は、物質を特徴付けるために物質に入射される。こういった技法は、試験対象物の厚みを測定したり、例えば、管壁の腐食をモニタしたりするのにも広く使用される。

20

【0003】

超音波探傷試験は、鉄鋼や他の金属及び合金に対してしばしば実行され、分解能は低いものの、コンクリート、木材及び複合材にも使用できる。この試験は、多くの産業で使用される非破壊試験の一形態である。

【0004】

超音波波形を受信する 2 つの基本的な方法は、パルス・エコー及びピッチ・キャッチである。パルス・エコー方式では、変換器は、「音」がデバイスに反射して戻るときに、パルス波の送信と受信の両方を実行する。反射した超音波は、対象物の背壁などの境界面から、又は対象物内の欠陥から生じる。診断用機器は、信号の形でこれらの結果を表示するのが通常であり、振幅は反射の強さを表し、反射の到着時間は距離を表す。ピッチ・キャッチ方式では、超音波を送信及び受信するのに、別々の変換器が用いられる。

30

【0005】

超音波試験にはいくつかの利点がある。この試験方法は、分析される奥深い部分にある傷の検出を可能にする、高い透過力を提供する。この試験方法は、極めて小さな傷の検出も可能な、高感度の試験形態でもある。一般に、1 つの表面のみが超音波試験のために接近可能である必要がある。この方法は、内部傷の深さ及び平行面を有する部分の厚みを測定する際に、他の非破壊的な方法よりも高い精度を実現する。この方法は、欠陥の大きさ、配向、形状及び性質を推定するいくつかの機能を提供する。この方法は、一般に、動作又は付近にいる人々に危険がなく、周辺にある機器や物質への影響がない。この方法はさらに携帯可能であり、同様に、高度に自動化された動作が可能である。

40

【0006】

超音波試験の 1 つのタイプは、フェーズド・アレイ超音波として知られる。このタイプの試験の場合、探触子は、それぞれが超音波を独立して送信及び／又は受信できる複数の（アレイの）素子から構成される。個々の素子からの透過波を結合することにより、合成の音波ビームが作られる。素子に短い時間遅延を与えて、素子を一齐に作動させることにより、このビームは、恣意的に方向付け及び／又は集束できる。類似のやり方では、素子に一連の短い遅延を与えて、その後全ての素子からの寄与を合計することにより、受信アレイは、特定の角度及び／又は焦点深度から入射する超音波に反応するように設定できる。

50

【0007】

超音波情報の行列取得は、フェーズド・アレイ超音波と同一のアレイ探触子を使用する検査にとって効果的な技法である。しかし、この方法は独特である。行列取得は、例えば、各アレイ素子を連続して作動させ、各作動について全ての素子での受信波形を記録することによって実現される。所与の検査位置で結果として収集されたデータは、各波形が1つの送信／受信素子ペアと関連した波形の行列を形成する。アレイのあらゆる送信／受信素子ペアの全てのデータを取得することにより、データが収集された後はいつでも、一連の適切な短い遅延を記録された波形に与えて、（例えばコンピュータを使用して）全ての信号を合計することで、仮想の超音波走査を任意の角度で再構成できる。

【0008】

10

行列取得は、次のやり方においてフェーズド・アレイとは異なるものと認識される。フェーズド・アレイ方法においては、所与の検査位置で、一連の適切な短い遅延が送信段階及び受信段階の間に全ての波形に与えられ、この時に、全てのアレイ素子からの波形が合計される。最終結果のみが記憶される。行列取得方法においては、各検査位置での送信及び受信素子のあらゆる組合せに対応する全ての波形が、データ行列に記憶される。後処理においてその後いつでも、一連の適切な短い遅延が記憶された波形に与えられ、また、行列における全ての波形が、超音波ビームを効果的に方向付け及び／又は集束させるために合計される。

【0009】

しかし、既知の行列取得技法には、固有の著しい欠点、即ち、大量のデータを記憶する必要がある。全ての送信／受信ペアのための全ての波形が、あらゆる走査位置のために記憶されなければならない。

20

【0010】

一例として、各波形は1000箇所の時間地点が収集されることを典型的に必要とし、各地点は1バイトを必要とする。32素子アレイの場合、これは、 $(32)^2$ 、即ち1024個の波形が収集されなければならないことを意味する。1000バイト毎に、この収集は、各走査位置のために記憶された1MBのデータとなる。小規模な走査であっても、おおよそ 100×100 、即ち10000箇所の走査位置を必要とする。データのこうした収集は、結果的に約10GBの合計データ記憶となる。m個の素子を含む探触子によるパルス・エコー検査の場合には、相反性を考慮に入れて、走査位置毎に収集されなければならない波形の数は、以下である。

30

【数1】

$$\text{検査位置毎の波形の数 (パルス・エコー)} = \frac{m \cdot (m+1)}{2}$$

この要件は、データ記憶要求に負担をかけ、さらに、こうした多量のデータを迅速に移動させるのは困難であり得るので、走査速度に実際的な制限を課すことがある。

【0011】

走査増分及び／又はインデックス増分を素子ピッチ又はその単位分数と等しく設定する方法により、効率の向上が実現できる。この場合、1つの位置で収集されたデータの大部分は、隣接する位置で収集されたデータと（理論上は）同一である。

40

【0012】

1つの例示的な実例は、アレイ探触子がパルス・エコー方式で動作し、且つ、3つの素子を有する状況に関係する。探触子は、超音波アレイと同じ方向に沿って3つの別々の場所に動かされる。任意の所与の場所で、データ取得の標準的な方法を用いて全ての送信／受信ペアからのデータを蓄積するために、

【数 2】

$$\frac{m \cdot (m + 1)}{2} = \frac{3 \cdot 4}{2} = 6$$

の波形が記録されなければならない。さらに、3つの素子のそれぞれは、一度に作動されなければならない。3つの探触子場所のための全てのデータを収集するために、合計9回の素子作動が必要とされ、且つ、18個の波形を収集しなければならない。

【0013】

この状況を、図1の、「標準的なデータ収集」と記した部分に示す。一連の表が示されており、それぞれが、3素子アレイが1素子ピッチ刻みで移動することに対応する、後続の検査位置（左上に示す）での探触子のためのデータ行列を表している。表は、左から右に向かって、各後続の位置（A、B、C）において埋める必要のあるデータ行列を示す。表は、上から下に向かって、後続の探触子位置（A、B、C）でのこれらの同じアレイを示す。各位置で必要とされるデータは、各送信／受信ペアに対応する波形のセットである。表中の文字は、データが収集された探触子位置を示す。標準的な収集の場合、各探触子位置（A、B及びC）で、それぞれの位置での再構成のために全てのデータが収集される。

10

【0014】

探触子が、素子ピッチと等しい刻み幅でアレイ方向に沿って動かされる場合、素子が9回作動され、且つ、18個の波形が収集されると、データの多くは冗長である。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0015】

従って、効率的であり、且つ、これに限定するのではないが、冗長性及び記憶容量の限度を含めた上記の欠点を克服する、波形データの取得方法に対する需要がある。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明は、当分野における既知の欠点に対処し、また、超音波技術を効果的に用いるデータ収集の新規且つ効率的な方法をもたらす。

30

【0017】

従って、本発明の一態様は、超音波アレイ装置を効率的に用いることにより全行列取得を実現するための手段を提供する。

【0018】

本発明の実施例は、全行列超音波データ取得を効率的に実現するための方法であって、探触子をさらに含む超音波アレイ装置を提供するステップと、複数の収集位置上で前記探触子を移動させるステップと、それぞれが前記位置で収集されたデータを反映する、複数のデータ行列を生成するステップと、前記収集位置のそれぞれの再構成のために必要とされるデータのサブセット量を最初に収集するステップとを含む方法を提供する。この方法において、探触子が1つの収集位置から次の収集位置へ移動するときに、前の収集位置のデータ行列は、探触子が後続の収集位置に移動するにつれて徐々に埋められる。

40

【0019】

従って、本発明の一態様は、（a）試験体上に位置決めするように構成された探触子を含む超音波アレイ装置を提供することと、（b）複数の位置でデータを収集することと、（c）それぞれが前記位置で収集されたデータを反映する、複数のデータ行列を生成することと、（d）前記位置のそれぞれで再構成するために必要とされるデータ量のサブセットを初めに収集することと、（e）位置から位置へデータを収集し、前記探触子が後続の位置に移動するにつれて、前の位置のデータ行列を徐々に埋めること、を含む全行列超音波データ取得を効率的に実現するための方法をもたらす。

【0020】

50

従って、本発明の別の態様は、(A) 走査を行うように構成され、且つ、走査増分及び公称の走査境界を備える探触子を含む、2次元の超音波アレイ装置を提供することと、(B) 複数の検査位置上で前記探触子を移動させることと、(C) それぞれが前記検査位置で収集されたデータを反映する、複数のデータ行列を生成することと、(D) 前記検査位置のそれぞれでの再構成のために必要とされるデータ量のサブセットを初めに収集することと、(E) 前記探触子が検査位置から検査位置へ移動するときに、前記探触子が後続の検査位置に移動するにつれて、前の検査位置のデータ行列を徐々に埋めること、を含む、全行列超音波データ取得を効率的に実現するための方法をもたらす。

【0021】

検査位置は、収集位置に対応できるが、必ずしも同一ではない。例えば、疎らな範囲のみが、(例えば、構成要素の厚みをマッピングするために) 必要とされる場合、検査位置は、収集位置のいくつかのサブセットに対応できる。

【0022】

本発明を特徴付ける新規性の様々な特徴が、添付の、本開示の一部を形成する特許請求の範囲により特に示される。本発明、本発明の動作の利点、本発明の使用により達成される特定の対象物をいっそう理解するために、本発明の好ましい実施例が示された添付の図面及び説明的事項に対する参照がなされる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本願の効率的なデータ収集方法に従ったアレイ探触子の動作が、標準的なデータ収集とどのように比較されるかについての複合的な概略図である。

【図2】各収集位置で、送信素子の作動に加えて、「キャッチ」探触子から対向する素子がさらに信号を送信し、「送信」探触子から全ての素子(初めに送信したものを除く)が受信信号を収集する、「ピッチ・キャッチ」探触子構成に特有の2ステップ・プロセスについての図である。

【図3】アレイのインデックスの表示並びに走査軸及びインデックス軸に関する配向を含む、2次元の超音波アレイの構成についての図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

ここで図面を参照すると、図1は、「効率的なデータ収集」と識別される部分に、本願の新規の超音波データ収集方法を示す。「標準的なデータ収集」方法に従うと、3つの探触子場所のための全てのデータを収集するためには、合計9回の素子作動が必要とされ、18個の波形が収集されなければならない。本願の「効率的なデータ収集」方法によれば、全ての場所で全ての波形データを有するためには、5回の素子作動が必要とされ、且つ、12個の波形のみが収集される必要がある。この特定の実施態様を可能にするために、探触子増分は、素子ピッチと等しくなければならない。また、この特定の実施態様は相反定理に依拠している(即ち、素子xにより送信され、素子yにより受信される信号は、素子yにより送信され、素子xにより受信される信号と原則的に同一である)。パルス・エコー動作の場合、行列がその対角に関して対称であること、即ち、素子x yが素子y xに等しくなるということが、相反定理の結果である。各探触子位置で、1つの素子のみが作動され、全ての素子が受信する。結果として、その位置での再構成に必要なデータのサブセットが収集される。探触子が、場所Aから場所Bを経て場所Cへ移動するにつれて、位置Aでのデータ行列は徐々に埋められる。3回の作動のみが示されているが、探触子が移動し続けるので、位置B及び位置Cのためのデータ行列も同様に埋められる。例えば、位置Aでのデータ行列を検討すると、探触子が移動するにつれて、位置A、位置B及び位置Cからのデータは、その場所での再構成を可能にするように全て使用される。

【0025】

本発明の実施例によってもたらされる効率性の利点は、素子及び場所の数が増加するにつれて増加する。検査線に沿ったk個の場所と、m個の素子について、必要とされる作動及び収集されるべき波形の数は、次のように表される。

【数 3】

作動の回数 (パルス・エコー) = $(k + m - 1)$ 、及び

$$\text{必要とされる波形の数 (パルス・エコー)} = (k \cdot m) + \frac{m \cdot (m-1)}{2}$$

このように、32素子アレイが使用され、100箇所のデータ地点が走査線に沿って獲得される状況においては、3696個の波形のみが収集される必要があり、131回の素子作動のみが必要とされる。これは、データの冗長性を利用する本願で特許請求される発明を使用しない場合の、3200回の作動から収集される必要のある $(32 \times 33 / 2) \times 100 = 52800$ 個の波形に引けを取らない。

10

【0026】

探触子増分が素子ピッチの単位分数に設定される場合、段落20で概説した手順をやはり適用できる。探触子増分が、Lで除算される素子ピッチと等しい場合、概念的にL個のアレイを作成でき、データがそれぞれのために収集され、これによりあらゆるL個の走査が増分する。全てのデータ行列を完全に埋めるために、検査位置の数kは、Lによって均等に整除できなければならない。それゆえ、合計k個の場所について、必要な作動の回数及び必要とされる波形の数は、以下の式に表される。

【数 4】

作動の回数 (増分はピッチの単位分数) = $k + L \cdot (m - 1)$ 、及び

20

$$\text{波形の数 (増分はピッチの単位分数)} = (k \cdot m) + L \cdot \frac{m \cdot (m-1)}{2}$$

ここで、上記の式の両方について、 $k > L$ である。

【0027】

ピッチ・キャッチ構成を使用して検査を実行する場合、各位置で収集されなければならないデータのサブセットを全てそろえるために、第2のステップが必要とされる。受信機として一般に構成される素子は、同様に送信機として構成され、反対に、送信機として構成される素子は、同様に受信機として構成されなければならない。各収集位置で、送信素子作動に加えて、「キャッチ」探触子から対向する素子はさらに信号を送信しなければならない。こうした信号を受信しなければならない。この手順を、2ステップ・プロセスとして図2に示す。このやり方で、サブアレイが埋められ、収集は段落20で概説したように進行できる。この構成がとられる場合、必要とされる作動の総数及び必要とされる波形の総数は以下の式で表される。

30

作動の回数 (ピッチ・キャッチ) = $2(k + m - 1) - 1$ 、及び

収集される波形の数 (ピッチ・キャッチ) = $k(2m - 1) + (m - 1)^2$

【0028】

特定の実施例において、走査増分は素子ピッチと等しい。これらの実施例において、アレイの方向に沿って探触子を移動させることに代わるのは、多くの素子を有する探触子を作成して、より小さな探触子を移動させることに相当する送受信シーケンスを生成することである。これは大規模なアレイの構築を必要とするが、可動部及び位置決め誤差を場合によってはなくすという利点をもたらす。

40

【0029】

本発明の実施例は、データ記憶及び作動の効率性における向上をいっそう劇的なものとするのできる2次元アレイの場面においてさらに適用できる。実際、効率性を向上する本願の新規の方法を適用しなければ、行列作動は、現在利用可能なコンピュータ技術を使用してほぼ最小の2次元アレイに実施するには非現実的であろう。例えば、パルス・エコー方式において動作する、16素子×8素子のアレイ探触子の状況を検討されたい。効

50

率性を改善するこのような技法を実施しなければ、 $(16 \times 8) = 128$ 回の作動が、 $(128 \times 129) / 2 = 8256$ 個の波形を得るために各探触子場所で必要とされる。波形毎の1000箇所の1バイト地点及び100×100の探触子場所のアレイを想定すると、これは、82GBの総計データ記憶サイズということになる。

【0030】

異なる探触子場所で収集されたデータを再利用することにより、本発明は作動及びデータ収集の数をかなり節減する。走査方向に沿った n 個の素子及びインデックス（又はステップ）方向に沿った m 個の素子を備える2次元アレイのための両方のアレイ方向に沿ったラスタ走査を検討されたい。ラスタ走査は、走査方向に沿った k 個の収集位置及び1個のステップを備える。この構成の図を図3に与える。パルス・エコー方式において動作する、 $(n \times m)$ 素子超音波アレイの場合、 m 回又は n 回の作動（いずれか少ない方）のみが必要とされ、 $(n \cdot m) + (n - 1) \cdot (m - 1)$ 個の波形が、各収集位置で記憶される必要がある。これは、隅部の素子（即ち、素子 $(1, 1)$ ）を作動して、全ての素子で受信し、次いで、今度はアレイの短い辺に沿った各素子を作動し（例えば、素子 $(M, 1)$ であり、 $M = 2 \sim m$ である）、各作動について、アレイの長い辺に沿った全ての素子で受信する（例えば、素子 $(1, N)$ であり、 $N = 2 \sim n$ である）ことに応答する。（検査グリッドの辺付近のデータ行列を埋めるために、追加の波形が記録される必要がある。）一実施例において、境界付近のデータ行列が埋められるように、探触子は公称の走査境界を越えて走査されて、データが取得される。探触子が走査境界を越えて走査される距離は、各次元に沿った素子数から1を引いた数と等しい。従って、探触子の大きさ n に沿った k 個の走査地点及び探触子の大きさ m に沿った1個の走査地点がある場合、必要とされる波形の総数は少なく見積もっても以下のように示される。即ち、

波形の数（2次元アレイ） $(k + n - 1) \cdot (1 + m - 1) \cdot [n \cdot m + (n - 1) \cdot (m - 1)]$

である。 $k \times 1$ グリッド全体の完全な再構成を実現するために、 $[(n \cdot m) + (n - 1) \cdot (m - 1)]$ よりも少ない波形がグリッドの辺付近の走査位置で収集される必要があるので、この近似式は、必要とされる波形の総数を過大に見積もるものである。しかし、データ記憶要件を削減するために、この新規の収集方法を使用する利点を説明するには十分である。16×8アレイの実例に戻ると、これは、8回の作動のみが各探触子場所で必要とされ、且つ、233個の波形が記憶される必要があることを意味している。探触子場所と同じ100×100アレイの場合、これは、おおよそ $(115 \cdot 107 \cdot 233) \cdot 1000$ バイト＝おおよそ3GBの総計データ記憶となり、当分野で現在知られた技術を使用して容易に実施可能である。

【0031】

本発明の別の実施例では、この実施例が2次元アレイに関連するので、対称性はインデックス方向に沿ってのみ利用される。これは様々な理由のために実行できる。実例として、インデックス方向に沿った位置決めが十分な精度で実行できない場合、又は、インデックス増分がその方向に沿った素子ピッチと等しく設定できない場合、又は、走査が1つの方向のみに沿って実行される場合、対称性はインデックス方向に沿って利用できない。こういった場合、次の手順を実行することによって、著しい改善がなお達成される。即ち、各走査位置で、 $N = 1$ である全ての m 個の素子（即ち、素子 $(M, 1)$ であり、 $M = 1 \sim m$ である）が作動され、各作動について、アレイの全ての素子からの全ての受信波形が記録される。 $(M > 1)$ である素子 $(M, 1)$ を作動する場合、 $M' < M$ である素子 $(M', 1)$ での波形は、相反性を考慮するとそれは冗長とされるので、記録される必要がない。）各走査位置で、 m 回の作動がこのように必要とされ、

【数5】

$$\left[(m^2 \cdot n) - \frac{m(m-1)}{2} \right]$$

10

20

30

40

50

個の波形が記録されなければならない。あらゆる走査位置での全ての行列を埋めるのに必要とされる全ての波形を記録するために、余分な波形が、公称の走査グリッドを越えた位置で記録される必要がある。k × l 位置全体の走査に必要とされる波形の総数の概算は、
【数 6】

波形の数 (2次元アレイ、対称性は走査方向に沿ってのみ利用される)

$$\doteq (k + n - 1) \cdot l \cdot \left[(m^2 \cdot n) - \frac{m \cdot (m-1)}{2} \right]$$

である。この概算は、公称範囲 k を越えた位置で収集される必要のある波形の数の減少について考慮しないので、いくらか控えめである。100 × 100 の走査位置を有する 16 × 8 アレイの実例に戻ると、記憶される必要のある総計データは、およそ (115 · 100 · 996) · 1000 バイト = 11.45 GB である。これは、やはり、標準的な収集方法を使用して必要とされる 82 GB の記憶要件と比べるとかなりの改善である。

【0032】

本発明は少なくとも 3 つの利点をもたらす。1 つ目は、データ記憶の削減である。これにより、より多くのファイルを 1 つの駆動装置に記憶することができ、また、場合によっては、全ての走査データをシステムメモリに載せることができるようになり、全ての走査データへの瞬時のアクセスが可能となる。2 つ目は、走査速度が劇的に改善する可能性である。各場所が必要とされるデータが少量なので、データ・スループットがかなり削減される。走査速度のこうした向上は、結果的に検査コストを削減できる。3 つ目の利点は、送信機の作動が少ないと、作動と作動の間の時間間隔が長くなり、このことは音を消散させるための時間がより長いことを意味するので、データがよりクリーンになる可能性である。

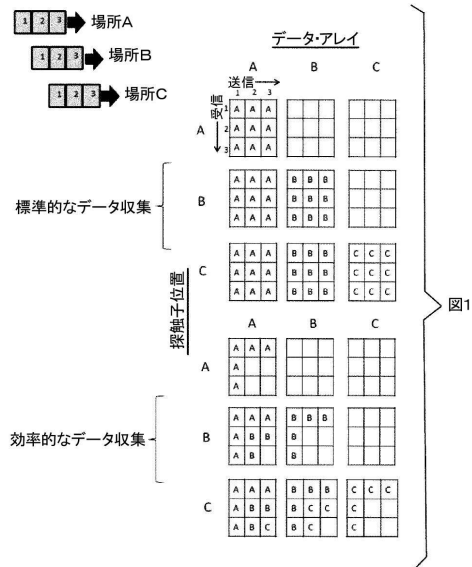
【0033】

本願の効率的なデータ収集方法に対する代案は、あらゆる走査位置でデータ一式を収集することを必要とする。この方法は、結果的に走査時間が遅くなり、データがより雑音の多いものとなる可能性があり、記憶要件が著しく増加する（場合によっては、実用的でない）。

【0034】

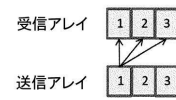
本発明の原則の適用を例示するために、本発明の具体的な実施例を詳細に示し、説明してきたが、このような原則から逸脱することなくその他の方法で本発明を実施できることが理解されよう。

【図 1】

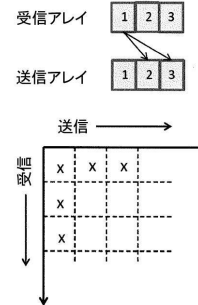


【図 2】

ステップ1

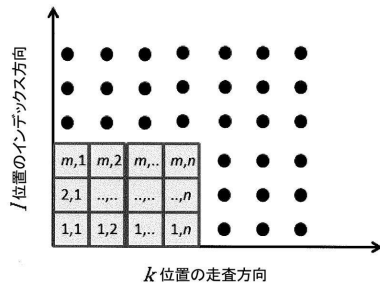


ステップ2



【図 3】

2次元アレイ配置:
四角はアレイ素子を示し、点は検査位置を示す



フロントページの続き

- (72)発明者 マクラ克蘭、ダニエル、ティー。
アメリカ合衆国、ヴァージニア、リンチバーグ、リトル クリーク ロード 517
- (72)発明者 ボーチャーズ、ニコラス、ジェイ。
アメリカ合衆国、ヴァージニア、ブラックスバーグ、ノース ノールウッド ドライブ 303、
アパートメント 6302

審査官 越柴 洋哉

- (56)参考文献 特開平09-145694 (JP, A)
特開平06-254092 (JP, A)
Caroline Holmes, Bruce W. Drinkwater, Paul D. Wilcox, "Advanced post-processing for scanned ultrasonic arrays: Application to defect detection and classification in non-destructive evaluation", Ultrasonics, 2008年, 48(2008), p.636-642
- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01N 29/00-29/52