

(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2013-200308

(P2013-200308A)

(43) 公開日 平成25年10月3日 (2013. 10. 3)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G O 1 N 29/06 (2006.01)	G O 1 N 29/06	2 G O 4 7
B 6 3 B 9/00 (2006.01)	B 6 3 B 9/00	2 G O 5 3
G O 1 N 29/44 (2006.01)	G O 1 N 29/22	5 O 2
G O 1 N 27/90 (2006.01)	G O 1 N 27/90	

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-59357 (P2013-59357)	(71) 出願人	500520743
(22) 出願日	平成25年3月22日 (2013. 3. 22)		ザ・ボーイング・カンパニー
(31) 優先権主張番号	13/430, 132		The Boeing Company
(32) 優先日	平成24年3月26日 (2012. 3. 26)		アメリカ合衆国、60606-1596
(33) 優先権主張国	米国 (US)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
		(74) 代理人	100109726
			弁理士 園田 吉隆
		(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義敦
		(72) 発明者	コルゴード, ジェフリー アール.
			アメリカ合衆国 ワシントン 98178
			, シアトル, レーニア アヴェニュー
			サウス 10390

最終頁に続く

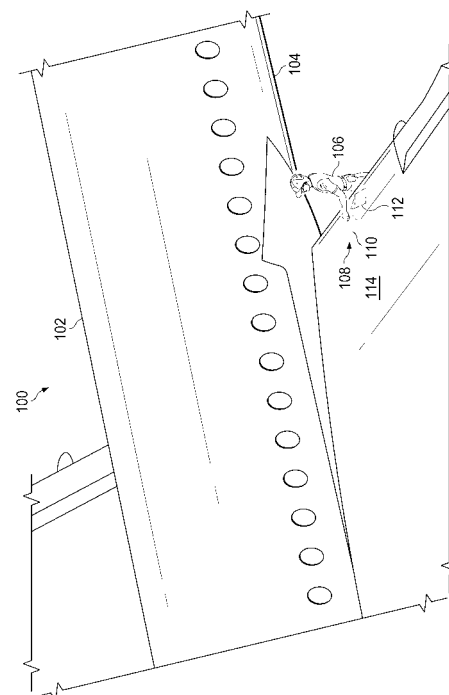
(54) 【発明の名称】 不整合を示すための表面可視化システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】作業員の手作業で、Cスキャン画像に示されている不整合の箇所を対象物の表面へ転記しているが、時間がかかり、かつ、正確でない可能性がある。この作業時間の短縮と、精度を向上する方法と装置を提供する。

【解決手段】装置108は、対象物102の表面上114を移動するプラットフォーム110、プラットフォームのためのロケーション情報を生成するロケーションシステム、対象物中へ信号を送信し、信号に対する応答を受信するトランスデューサシステム、対象物の表面上114へ画像112を投影するプロジェクタシステム、応答を用いて画像112を生成するデータ処理システムより構成されている。また、データ処理システムは、対象物の表面上114へ画像112を投影するようプロジェクタシステムを制御する。対象物の表面上114に投影された画像112における不整合の表示は、対象物中の不整合の箇所に対応する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対象物（204）の表面（216）上を移動するよう構成されているプラットフォーム（206）と、

プラットフォーム（206）用のロケーションシステム（210）であって、対象物（204）の表面（216）上のプラットフォーム（206）のためのロケーション情報（236）を生成するよう構成されているロケーションシステム（210）と、

プラットフォーム（206）と結合され、かつ、対象物（204）中へ信号（220）を送信し、信号（220）に対する応答（222）を受信するよう構成されているトランスデューサシステム（221）と、

10

プラットフォーム（206）と結合され、かつ、対象物（204）の表面（216）上へ画像（224）を投影するよう構成されているプロジェクタシステム（212）と、

トランスデューサシステム（221）およびプロジェクタシステム（212）と通信状態にあるデータ処理システム（214）であって、対象物（204）の表面（216）上へ投影されている画像（224）における不整合（228）の表示（226）が対象物（204）中の不整合（228）の箇所に対応している画像（224）を、応答（222）を用いて生成し、かつ、対象物（204）の表面（216）上へ画像（224）を投影するようプロジェクタシステム（212）を制御するよう構成されているデータ処理システム（214）と

を含む装置。

20

【請求項 2】

画像（224）が対象物（204）の表面（216）上へ投影されるときに表示（226）が対象物（204）中の不整合（228）の箇所に対応するように、データ処理システム（214）が、ロケーション情報（236）を用いて、画像（224）内に不整合（228）の表示（226）を有する画像（224）を生成する、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

ロケーション情報（236）は、プラットフォーム（206）の移動した距離である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

トランスデューサシステム（221）が、

30

対象物（204）中へ信号（220）を送信し、信号（220）に対する応答（222）を受信するよう構成されているトランスデューサのアレイ（300）を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

トランスデューサシステム（221）が、

プラットフォーム（206）が対象物（204）の表面（216）上で移動するに伴い対象物（204）の表面（216）上を転がるよう構成されている円筒形筐体（914）であって、トランスデューサのアレイ（300）が内部に位置している、円筒形筐体（914）

をさらに含む、請求項 4 に記載の装置。

40

【請求項 6】

トランスデューサのアレイ（300）が、

圧電トランスデューサのアレイ

を含む、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

ロケーションシステム（210）およびデータ処理システム（214）の少なくとも一方がプラットフォーム（206）と結合されている、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

ロケーションシステム（210）が、

エンコーダーシステム（500）

50

を含む、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

対象物 (204) の表面 (216) 上を移動するよう構成されているプラットフォーム (206) と、

プラットフォーム (206) 用のロケーションシステム (210) であって、対象物 (204) の表面 (216) 上のプラットフォーム (206) のためのロケーション情報 (236) を生成するよう構成されているロケーションシステム (210) と、

プラットフォーム (206) と結合され、かつ、対象物 (204) についてのデータを生成するよう構成されている検出システム (208) と、

プラットフォーム (206) と結合され、かつ、対象物 (204) の表面 (216) 上へ画像 (224) を投影するよう構成されているプロジェクタシステム (212) と、

検出システム (208) およびプロジェクタシステム (212) と通信状態にあるデータ処理システム (214) であって、対象物 (204) の表面 (216) 上へ投影されている画像 (224) における不整合 (228) の表示 (226) が対象物 (204) 中の不整合 (228) の箇所に対応している画像 (224) を、検出システム (208) からのデータを用いて生成し、かつ、対象物 (204) の表面 (216) 上へ画像 (224) を投影するようプロジェクタシステム (212) を制御するよう構成されているデータ処理システム (214) と

を含む装置。

【請求項 10】

検出システム (208) が、トランスデューサシステム (221) および渦電流試験システムから選択された 1 つである、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

不整合 (228) を示すための方法であって、

画像 (224) 内に不整合 (228) の表示 (226) が存在するという、超音波検査システム (202) におけるトランスデューサシステム (221) から対象物 (204) 中へ送信された信号 (220) から受信された応答 (222) を用いて、画像 (224) を生成すること、および、

画像 (224) における不整合 (228) の表示 (226) が対象物 (204) 中の不整合 (228) の箇所に対応するように、超音波検査システム (202) におけるプロジェクタから対象物 (204) の表面 (216) 上へ画像 (224) を投影することを含む方法。

【請求項 12】

トランスデューサシステム (221) から対象物 (204) 中へ信号 (220) を送信すること、および、

トランスデューサシステム (221) において信号 (220) に対する応答 (222) を受信すること

をさらに含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

対象物 (204) の表面 (216) 上の超音波検査システム (202) についてのロケーション情報 (236) を用いて画像 (224) を生成する、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

トランスデューサシステム (221) の移動に応答 (222) して画像 (224) を調整すること

をさらに含む請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

対象物 (204) が、航空機、移動プラットフォーム、静止プラットフォーム、陸上構造物、水中構造物、宇宙構造物、潜水艦、バス、人員運搬車、戦車、列車、自動車、宇宙機、宇宙ステーション、衛星、水上艦、エンジンハウジング、胴体、翼、複合翼型、複合外板パネル、金属外板パネル、垂直安定板、水平安定板およびジョイントから選択された

1つである、請求項11に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概して対象物の検査に関し、とりわけ、対象物中の不整合の識別に関する。さらにより詳細には、本開示は、グローバル座標系に依存しない検査装置のエンドエフェクタに装着されたプロジェクタを用いて、不整合の箇所に対応する箇所において対象物の表面上に不整合の画像を投影するための方法および装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

非破壊検査は、対象物に損傷を与えることなく対象物の特性を評価するために用いられる種々の分析技法を伴う。非破壊検査は、ある数の種々の方法で行うことができる。例えば、非破壊検査は、超音波試験を含んでいてもよい。超音波試験は、対象物を検査するために音波を用いることを要する。検査対象物は、さまざまな種類の材料から構成されていてもよい。例えば、材料は、鋼鉄、金属、合金、コンクリート、木材、複合材料およびその他の種類の材料のうちの1つであってもよい。

【0003】

超音波試験では、トランスデューサは、第1音波（パルス）を対象物中へ送信する。対象物中へ送信された第1音波に対する応答として第2音波（エコー）が受信される。応答は、ある数の種々の目的のために分析される。例えば、対象物中の材料を特徴付けるため、不整合を識別するため、および、その他の目的のために分析を用いることができる。

20

【0004】

不整合の存在の有無を判定することは、対象物のライフサイクル中の種々の時期に行われてもよい。例えば、非破壊検査は、対象物の製造後、対象物の使用中、整備中およびその他適切な時期に対象物に対して行われてもよい。該検査は、構造との関連において目的とする信号応答を示す「Cスキャン」または空間マップを伴うことが多い。Cスキャンは、表示装置上に画像として表示されてもよい。

【0005】

例えば、超音波検査は、航空機部品上に不整合が存在するか否かを判定するために用いてもよい。航空機部品は、製造済みまたは使用中のものであってもよい。一旦、航空機部品において不整合が識別されると、対象物を再加工するか、対象物を交換するか、または、対象物を廃棄するかについて決定される。不整合の箇所に印をつけて、評価および再加工の助けとする。

30

【0006】

現在用いられている超音波検査システムでは、対象物の表面上で不整合の箇所に印をつけることが、望まれるより困難なことがある。現在用いられているセンサシステムでは、作業員が、外部のCスキャン画像に示されている不整合を対象物の表面へ正確に移す必要がある。再加工のために不整合箇所を移す作業員により行われる手作業は、望まれるより時間がかかる可能性があり、かつ、望まれるほどには正確でない可能性がある。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

したがって、上で取り上げた問題のうちの1つ以上および、ことによると、その他の問題を考慮した方法および装置を有すると望ましいだろう。

【課題を解決するための手段】

【0008】

説明的な一実施形態において、装置は、プラットフォームと、プラットフォーム用のロケーションシステムと、プラットフォームと結合されているトランスデューサシステムと、プラットフォームと結合されているプロジェクタシステムと、トランスデューサシステムおよびプロジェクタシステムと通信状態にあるデータ処理システムとを含む。プラット

50

フォームは、対象物の表面上を移動するよう構成されている。ロケーションシステムは、対象物の表面上のプラットフォームのためのロケーション情報を生成するよう構成されている。トランスデューサシステムは、対象物中へ信号を送信し、信号に対する応答を受信するよう構成されている。プロジェクタシステムは、対象物の表面上へ画像を投影するよう構成されている。データ処理システムは、応答を用いて画像を生成するよう構成されている。対象物の表面上へ投影されている画像における不整合の表示は、対象物中の不整合の箇所に対応している。データ処理システムは、対象物の表面上へ画像を投影するようプロジェクタシステムを制御するようさらに構成されている。

【0009】

別の説明的な実施形態において、装置は、プラットフォームと、プラットフォーム用のロケーションシステムと、プラットフォームと結合されている検出システムと、プラットフォームと結合されているプロジェクタシステムと、検出システムおよびプロジェクタシステムと通信状態にあるデータ処理システムとを含む。プラットフォームは、対象物の表面上を移動するよう構成されている。ロケーションシステムは、対象物の表面上のプラットフォームのためのロケーション情報を生成するよう構成されている。検出システムは、対象物についてのデータを生成するよう構成されている。プロジェクタシステムは、対象物の表面上へ画像を投影するよう構成されている。データ処理システムは、対象物の表面上へ投影されている画像における不整合の表示が、対象物中の不整合の箇所に対応している画像を検出システムからのデータを用いて生成し、かつ、対象物の表面上へ画像を投影するようプロジェクタシステムを制御するよう構成されている。

【0010】

さらに別の説明的な実施形態において、不整合を示すための方法が存在する。超音波検査システムにおけるトランスデューサシステムから対象物中へ送信された信号から受信された応答を用いて、画像を生成する。画像に不整合の表示が存在する。超音波検査システムにおけるプロジェクタから対象物の表面上へ画像を投影する。画像における不整合の表示は、対象物中の不整合の箇所に対応する。

【0011】

以下の段落は、本発明の側面をさらに説明している：

A. 対象物の表面上を移動するよう構成されているプラットフォームと、プラットフォーム用のロケーションシステムであって、対象物の表面上のプラットフォームのためのロケーション情報を生成するよう構成されているロケーションシステムと、プラットフォームと結合され、かつ、対象物中へ信号を送信し、信号に対する応答を受信するよう構成されているトランスデューサシステムと、プラットフォームと結合され、かつ、対象物の表面上へ画像を投影するよう構成されているプロジェクタシステムと、

トランスデューサシステムおよびプロジェクタシステムと通信状態にあるデータ処理システムであって、対象物の表面上へ投影されている画像における不整合の表示が、対象物中の不整合の箇所に対応している画像を応答を用いて生成し、かつ、対象物の表面上へ画像を投影するようプロジェクタシステムを制御するよう構成されているデータ処理システムと、を含む装置。

B. プラットフォーム（206）が、手持ち式プラットフォーム（400）、携帯型プラットフォーム（402）および電動式プラットフォーム（404）のうちの1つから選択されているAに記載の装置。

C. 画像（224）が、応答（222）から生成されるCスキャンであるAに記載の装置。

D. 画像（224）が1：1の縮尺を有するAに記載の装置。

E. 応答（222）における第1振幅が選択された量だけ不整合（228）の不在に対する第2振幅より大きいとき警告を発するようデータ処理システム（214）が構成されているAに記載の装置。

F. 対象物（204）が、航空機、移動プラットフォーム、静止プラットフォーム、陸上構造物、水中構造物、宇宙構造物、潜水艦、バス、人員運搬車、戦車、列車、自動車、宇宙機、宇宙ステーション、衛星、水上艦、エンジンハウジング、胴体、翼、複合翼型、複合外板パネル、金属外板パネル、垂直安定板、水平安定板およびジョイントのうちの1つから選択されているAに記載の装置。

【0012】

特徴および機能は、本開示のさまざまな実施形態において独立して達成可能であり、または、以下の説明および図面を参照してさらなる詳細が理解可能であるさらに他の実施形態において組み合わせてもよい。

【0013】

説明的な実施形態の特性と信じられている新規な特徴は、添付の請求項に記載されている。しかしながら、説明的な実施形態および好適な使用形態、使用のさらなる目的および利点は、添付の図面とともに解釈すると、以下に示す本開示の説明的な実施形態の詳細な説明を参照することにより、もっともよく理解されるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1は、説明的な実施形態に係る検査環境の図である。

【図2】図2は、説明的な実施形態に係る検査環境のブロック図である。

【図3】図3は、説明的な実施形態に係るトランスデューサシステムのブロック図である。

【図4】図4は、説明的な実施形態に係るプラットフォーム用構成部品のブロック図である。

【図5】図5は、説明的な実施形態に係るロケーションシステムのブロック図である。

【図6】図6は、説明的な実施形態に係るプロジェクタシステムのブロック図である。

【図7】図7は、説明的な実施形態に係るデータ処理システムの図である。

【図8】図8は、説明的な実施形態に係る対象物の表面上の超音波検査システムの図である。

【図9】図9は、説明的な実施形態に係る超音波検査システムの別の図である。

【図10】図10は、説明的な実施形態に係る対象物の表面上の超音波検査システムの図である。

【図11】図11は、説明的な実施形態に係る対象物の表面上に画像が投影された対象物の断面図である。

【図12】図12は、説明的な実施形態に係るトランスデューサアレイと対象物の表面上に投影された画像との図である。

【図13】図13は、説明的な実施形態に係るトランスデューサアレイの図である。

【図14】図14は、説明的な実施形態に係る画像におけるトランスデューサアレイの図である。

【図15】図15は、説明的な実施形態に係る対象物中の不整合の存在を示すためのプロセスのフローチャートである。

【図16】図16は、説明的な実施形態に係る画像を生成するためのプロセスのフローチャートである。

【図17】図17は、説明的な実施形態に係る航空機の製造および保守方法を示した図である。

【図18】図18は、説明的な実施形態を実現することができる航空機の図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

説明的な実施形態は、1つ以上の種々の問題点を認識および考慮している。例えば、説明的な実施形態は、対象物上の不整合の箇所の識別にあたっての1つの困難が、超音波センサの大きさに関係することを認識および考慮している。現在用いられている超音波センサアレイは、不整合が位置している表面へのアクセスを妨げる大きさを有する。言い換え

10

20

30

40

50

ると、該アレイを有する超音波検査ユニットは、対象物の表面を覆っている。不整合の存在を示す応答が受信されると、作業員は、アレイが位置する表面の部分にアクセスして、表面に不整合の存在を示す印をつけることができない。この場合、作業員は、より大型のセンサアレイが不整合の存在を検出した後で、より小型のセンサを用いて、不整合の箇所を識別するかもしれない。この種のプロセスは、追加の時間および手間を要し、かつ、対象物上に不整合の箇所の印をつけるのに必要な時間より長くかかる可能性がある。

【0016】

説明的な実施形態は、別の解決法が、センサアレイにより生成されたデータを用いて、透明材を作製することであってもよいことを認識および考慮している。この透明材は、不整合の存在箇所を示す。具体的には、透明材における不整合が存在している箇所に孔があけられている。説明的な実施形態は、ある解決法が、実スケール（true scale）であるか、または、実スケールで印刷可能なＣスキャン画像を生成することを含むことを認識および考慮している。

【0017】

次いで、作業員は、透明材上の不整合の表示を部品の表面と対応付ける。ある箇所において対象物の表面上に透明材を置いた後、次いで、透明材の孔を用いて不整合に印をつけてもよい。透明材を用いることにより、所望の正確性レベルで対象物上の不整合の箇所を識別可能であるが、この種のプロセスは、望まれるよりも高価かつより時間がかかることがある。説明的な実施形態は、当該分野において１：１の実スケールプリンタはめったに利用可能でないことを認識および考慮している。さらに、説明的な実施形態は、超音波走査システム上に表示されるＣスキャン画像は１：１の縮尺を有してはいないことを認識および考慮している。

【0018】

ここで図面を参照して、特に、図１を参照して、説明的な実施形態に係る検査環境の図を描写する。描写されている本実施例において、検査環境１００は、対象物１０２を含んでいる。描写されているように、対象物１０２は、航空機１０４の形態を取っている。

【0019】

本説明例において、作業員１０６は、検査システム１０８を用いて航空機１０４の検査を行う。これらの説明例において、検査システム１０８は、手持ち式超音波検査システム１１０の形態を取っている。

【0020】

描写されているように、手持ち式超音波検査システム１１０は、航空機１０４の表面１１４上へ画像１１２を投影する。次いで、本説明例において、作業員１０６は、画像１１２に基づいて表面１１４に印をつけてもよい。

【0021】

説明的な実施形態により認識されているある解決法は、追加の検査を行ってもよいというものである。再加工のために不整合の箇所に印をつけてもよい。場合によっては、表面１１４上の不整合の印がつけられた箇所は、結果として、不整合を有するとして印がつけられた部品の交換につながってもよい。

【0022】

ここで図２に注目して、説明的な実施形態に係る検査システムのブロック図を描写する。描写されている本実施例において、図１の検査環境１００は、検査環境２００に対する一実施構成の例である。

【0023】

本説明例において、検査システム２０１は、超音波検査システム２０２の形態を取っており、対象物２０４の非破壊検査を行うために用いられている。これらの説明例において、対象物２０４は、図１の航空機１０４を含むさまざまな形態を取ってもよい。

【0024】

また、対象物２０４は、その他の形態を取ってもよい。例えば限定はされないが、対象物２０４は、移動プラットフォーム、静止プラットフォーム、陸上構造物、水中構造物、

10

20

30

40

50

宇宙構造物、潜水艦、バス、人員運搬車、戦車、列車、自動車、宇宙機、宇宙ステーション、衛星、水上艦、エンジンハウジング、胴体、翼、複合翼型、複合外板パネル、金属外板パネル、垂直安定板、水平安定板、ジョイントおよび／またはその他何らかの適切な対象物のうちの１つから選択されてもよい。

【００２５】

本説明例において、超音波検査システム２０２は、プラットフォーム２０６と、検出システム２０８と、ロケーションシステム２１０と、プロジェクタシステム２１２と、データ処理システム２１４とを含む。プラットフォーム２０６は、対象物２０４の表面２１６上を移動するよう構成されている。これらの説明例において、プラットフォーム２０６内の種々の構成部品は、有線でデータ処理システム２１４に接続されていても、無線伝送回線を用いていてもよい。

10

【００２６】

検出システム２０８は、プラットフォーム２０６と結合されている。検出システム２０８は、対象物２０４についてのデータを生成するよう構成されている。本説明例において、検出システム２０８は、トランスデューサシステム２２１の形態を取っており、対象物２０４中へ信号２２０を送信し、信号２２０に対する応答２２２を受信するよう構成されている。本説明例において、トランスデューサシステム２２１は、一列に配列されたトランスデューサのアレイから構成されている。

【００２７】

描写されているこれらの実施例において、ある構成部品が別の構成部品と「結合されている」といとき、この結合は、物理的なものである。例えば、トランスデューサシステム２２１といった第１構成部品は、プラットフォーム２０６といった第２構成部品に固定され、第２構成部品に接着され、第２構成部品に装着され、第２構成部品に溶接され、第２構成部品に締め付けられ、かつ／または、その他何らかの適切な手法で第２構成部品に接続されることにより、第２構成部品と結合されていると考えられてもよい。第１構成部品はまた、第３構成部品を用いて第２構成部品に接続されていてもよい。第１構成部品はまた、第２構成部品と結合されていると考えられてもよい。

20

【００２８】

これらの説明例において、応答２２２はまた、信号の形態を取っていてもよい。信号２２０は、これらの説明例において音波の形態を取っている。トランスデューサシステム２２１により伝送される信号２２０の周波数は、特定の実施構成によって、例えば、約０．１メガヘルツから約５０メガヘルツまでであってもよい。

30

【００２９】

ロケーションシステム２１０は、プラットフォーム２０６のためのハードウェアシステムであり、ハードウェアから構成されている。描写されているこれらの実施例において、ロケーションシステム２１０は、プラットフォーム２０６と結合されていてもよく、または、プラットフォーム２０６から遠く離れて位置していてもよい。ロケーションシステム２１０は、対象物２０４の表面２１６上のプラットフォーム２０６の箇所を識別するよう構成されている。

【００３０】

ロケーションシステム２１０は、対象物２０４の表面２１６上のプラットフォーム２０６についてのロケーション情報２３６を生成する。ロケーション情報２３６は、対象物２０４に対する実際の座標、プラットフォーム２０６が移動した距離、および／または、その他何らかの適切な種類の情報であってもよい。

40

【００３１】

描写されている本実施例において、プロジェクタシステム２１２は、ハードウェアデバイスであり、プラットフォーム２０６と結合されている。プロジェクタシステム２１２は、対象物２０４の表面２１６上に画像２２４を表示するよう構成されている。とりわけ、プロジェクタシステム２１２は、画像２２４が対象物２０４の表面２１６上に投影されるように、光を投影するよう構成されている。

50

【0032】

これらの説明例において、データ処理システム214は、トランスデューサシステム221、ロケーションシステム210およびプロジェクタシステム212と通信状態にある。描写されている本実施例において、データ処理システム214は、プラットフォーム206と結合されていてもよい。

【0033】

データ処理システム214は、表面216上へ投影するための画像224を生成するよう構成されている。これらの説明例において、画像224は、Cスキャン画像の形態を取っている。データ処理システム214は、信号220に対する応答222を用いて画像224を生成する。これらの説明例において、対象物204中の不整合228に対して、画像224に表示226が存在していてもよい。

10

【0034】

データ処理システム214は、プロジェクタシステム212による画像224中の表示226の投影を制御するよう構成されている。データ処理システム214は、画像224をプロジェクタシステム212へ送信する。

【0035】

とりわけ、データ処理システム214は、対象物204中の不整合228の箇所230に対応する表面216上へのプロジェクタシステム212による画像224中の表示226の投影を制御するよう構成されている。言い換えると、プロジェクタシステム212により表面216上へ投影されている画像224中の表示226は、不整合228が位置している箇所230における表面216上へ投影されている。

20

【0036】

該説明例において、画像224は、実スケール画像である。実スケールである画像とは、画像中のアイテムが実際のアイテムと同じ寸法を有する画像である。例えば、表示されている画像中の樹脂領域の表示は、実際の樹脂領域と同じ寸法を有している。言い換えると、画像が表面216上に投影されているとき、表示226は、不整合228と対応するはずである。例えば、表示226の寸法は、不整合228の寸法と一致するはずである。表面216上へ投影されている画像224中の表示226が不整合228と整合しているときに、上記一致が起こるはずである。

【0037】

30

これらの説明例では、不整合228は、箇所230における表面216上、または、箇所230における表面216の下方に位置していてもよい。これらの説明例において、不整合228は、特定の実施構成次第でさまざまな形態を取ってもよい。例えば、対象物204が複合材料から構成されている場合、不整合228は、層間剥離、樹脂ポケットまたはその他何らかの種類の不整合であってもよい。

【0038】

表示226を有する画像224の表面216上への投影により、作業員232は、対象物204の表面216上に印234をつけてもよい。描写しているように、印234は、対象物204の表面216上へ投影されている画像224中の表示226を用いて箇所230に存在している。

40

【0039】

さらに、データ処理システム214は、応答222における第1振幅が選択された量だけ不整合228の不在に対する第2振幅より大きいときに、警告を発するよう構成されていてもよい。第2振幅は、不整合がないときに存在する振幅の基線から識別されてもよい。警告は、視覚的なもの、音声によるもの、または、それら2つの組み合わせであってもよい。

【0040】

このようにして、1つ目の超音波検査システム、次いで、より小型の超音波検査システムを用いて不整合の箇所を識別し、印をつけるのに要する時間および労力が削減可能である。さらに、透明材を作製し、それら透明材を対象物の表面に位置合わせするために必要

50

な時間遅延および費用もまた削減可能である。

【0041】

次に図3を参照して、説明的な実施形態に係るトランスデューサシステムのブロック図を描写する。本説明例において、トランスデューサシステム221は、筐体301内に位置しているトランスデューサのアレイ300から構成されている。本実施例において、トランスデューサのアレイ300は、一列に配列されている。トランスデューサのアレイ300におけるトランスデューサ302は、さまざまな種類のトランスデューサから構成されていてもよい。例えば限定はされないが、トランスデューサ302は、圧電トランスデューサ304、磁歪トランスデューサ306およびその他適切な種類のトランスデューサのうちの少なくとも1つを含んでいてもよい。

10

【0042】

ここで用いられているように、「のうちの少なくとも1つ」という句は、項目の一覧とともに用いられる場合、列挙されている項目のうちの1つ以上の種々の組み合わせを用いてもよく、かつ、一覧の各項目のうちの1つしか必要でない可能性があるということを意味する。例えば、「項目A、項目Bおよび項目Cのうちの少なくとも1つ」は、限定はされないが、項目Aまたは項目Aおよび項目Bを含んでもよい。この例はまた、項目A、項目Bおよび項目C、または、項目Bおよび項目Cを含んでもよい。その他の例では、「のうちの少なくとも1つ」は、例えば限定はされないが、項目Aのうちの2つ、項目Bのうちの1つおよび項目Cのうちの10個や、項目Bのうちの4つおよび項目Cのうちの7つや、その他適切な組み合わせとすることもできる。

20

【0043】

ここで図4を参照して、説明的な実施形態に係るプラットフォーム用の構成部品のブロック図を描写する。本説明例において、プラットフォーム206は、さまざまな形態を取ってもよい。例えば、プラットフォーム206は、手持ち式プラットフォーム400、携帯型プラットフォーム402、電動式プラットフォーム404およびその他適切な形態のうちの1つから選択されてもよい。

【0044】

手持ち式プラットフォーム400は、図2における作業員232の1本または2本の手により操作されてもよいプラットフォームである。携帯型プラットフォーム402は、作業員232および／または2人以上の作業員により移動可能なプラットフォームであってもよい。電動式プラットフォーム404は、作業員232により印加される力なしに移動する可能性のあるプラットフォーム206の型である。

30

【0045】

これらの説明例において、プラットフォーム206は、構造体406および移動システム408を含む。構造体406は、さまざまな形態を取ってもよい。例えば、構造体406は、フレーム、筐体またはその他何らかの適切な構造体であってもよい。構造体406は、図2における超音波検査システム202のその他の構成部品を保持かつ／または支持するよう構成されている。

【0046】

移動システム408は、図2における対象物204の表面216上でプラットフォーム206を移動させるよう構成されている。例えば、移動システム408は、運動システム410を含んでいてもよい。運動システム410は、1つ以上の車輪、軌道、脚部、低摩擦表面、または、対象物204の表面216上でプラットフォーム206を移動させるその他の装置もしくはユニットを含んでいてもよい。これらの説明例において、運動システム410により促進されるプラットフォーム206の移動は、プラットフォーム206に力を印加する作業員232により行われてもよい。

40

【0047】

いくつかの説明例において、移動システム408はまた、推進システム412を含んでいてもよい。推進システム412は、例えば、運動システム410を動作させるよう構成されたモータであってもよい。

50

【0048】

ここで図5に注目して、説明的な実施形態に係るロケーションシステムのブロック図を描写する。本説明例において、ロケーションシステム210は、ある数の種々の方法で実施可能である。

【0049】

ロケーションシステム210は、例えば、エンコーダーシステム500、映像センサシステム502、全地球測位システム受信機504および／またはその他適切な種類の構成部品の中の少なくとも1つといったさまざまな形態を取ってもよい。

【0050】

描写されているように、エンコーダーシステム500は、プラットフォーム206と結合されている。エンコーダーシステム500は、プラットフォーム206が移動する距離を識別するよう構成されている。その結果、プラットフォーム206がある箇所に設置され、距離Xだけ移動させられた場合、この情報がエンコーダーシステム500を用いて識別される。エンコーダーシステム500は、移動距離が直線であるか、他の何らかの経路を有するかに関わらずその距離を測定する。

【0051】

映像センサシステム502もまた、プラットフォーム206についてのロケーション情報を生成するために用いられてもよい。映像センサシステム502は、プラットフォーム206と結合されていないプラットフォーム206用のロケーションシステムの一例である。映像センサシステム502は、プラットフォーム206が図2における対象物204上を移動している間、プラットフォーム206の方へ向けられる1つ以上のビデオカメラを含んでいてもよい。

【0052】

映像センサシステム502は、図2における対象物204の表面216上でのプラットフォーム206の移動についての情報を生成してもよい。この情報は、例えば限定はされないが、移動距離、対象物204に対する座標などの座標を用いたプラットフォーム206の箇所、および、その他適切な種類の情報を含んでいてもよい。

【0053】

これらの説明例において、ロケーションシステム210は、全地球測位システム受信機504を用いてもよい。全地球測位システム受信機504は、プラットフォーム206と結合されている。全地球測位システム受信機504は、対象物204の表面216上でのプラットフォーム206の箇所についての情報を生成してもよい。

【0054】

ここで図6に注目して、説明的な実施形態に係るプロジェクタシステム212のブロック図を描写する。描写されているように、プロジェクタシステム212は、さまざまな形態を取ってもよい。例えば限定はされないが、プロジェクタシステム212は、レーザ走査プロジェクタ600、発光ダイオードプロジェクタ602、液晶表示(LCD)プロジェクタ604、デジタル光投影(DLP)プロジェクタ606またはその他何らかの適切な種類のプロジェクタの形態を取っていてもよい。

【0055】

ここで図7に注目して、説明的な実施形態に係るデータ処理システムの図を描写する。データ処理システム214の実施に用いてもよい構成部品の一例を描写する。本説明例において、データ処理システム214は、通信機構702を含む。通信機構702は、プロセッサユニット704、メモリ706、固定記憶域708、通信ユニット710、入出力(I/O)ユニット712およびディスプレイアダプタ714の間の通信を提供する。本実施例において、通信機構702は、バスシステムの形態を取っていてもよい。

【0056】

プロセッサユニット704は、メモリ706内に読み込まれてもよいソフトウェア用の命令を実行する役割を果たす。プロセッサユニット704は、特定の実施構成によって、ある数のプロセッサ、マルチプロセッサコア、またはその他何らかの種類のプロセッサで

10

20

30

40

50

あってもよい。

【0057】

メモリ706および固定記憶域708は、記憶装置716の一例である。記憶装置は、例えば限定はされないが、データ、機能的形態のプログラムコード、および／または、一時的かつ／または永久的いずれかのその他適切な情報といった情報を保存することができるあらゆるハードウェアである。記憶装置716はまた、これらの説明例においてコンピュータ読み取り可能な記憶装置と呼ばれてもよい。これらの実施例において、メモリ706は、例えば、ランダムアクセスメモリまたはその他あらゆる適切な揮発性もしくは不揮発性記憶装置であってもよい。固定記憶域708は、特定の実施構成によって、さまざまな形態を取ってもよい。

10

【0058】

例えば、固定記憶域708は、1つまたはそれ以上の構成要素または装置を含んでもよい。例えば、固定記憶域708は、ハードドライブ、フラッシュメモリ、書き換え可能な光学ディスク、または、上記の何らかの組み合わせであってもよい。

【0059】

これらの説明例において、通信ユニット710は、その他のデータ処理システムまたは装置との通信を提供する。これらの説明例において、通信ユニット710は、ネットワークインタフェースカードである。

【0060】

入出力ユニット712は、データ処理システム214と接続可能なその他の装置に対してデータを入力および出力可能とする。ディスプレイアダプタ714は、図2におけるプロジェクタシステム212といった表示装置を用いて情報を表示する機構を提供する。

20

【0061】

オペレーティングシステム、アプリケーションおよび／またはプログラムに対する命令は、記憶装置716内に位置していてもよく、該記憶装置716は、通信機構702を介してプロセッサユニット704と通信状態にある。種々の実施形態のプロセスは、メモリ706のようなメモリ内に位置していてもよいコンピュータにより実行される命令を用いて、プロセッサユニット704により行われてもよい。

【0062】

これらの命令は、プロセッサユニット704内のプロセッサにより読み取りおよび実行可能なプログラムコード、コンピュータ使用可能なプログラムコードまたはコンピュータ読み取り可能なプログラムコードと呼ばれる。種々の実施形態におけるプログラムコードは、メモリ706または固定記憶域708といった種々の物理的またはコンピュータ読み取り可能な記憶媒体上で実現されてもよい。

30

【0063】

プログラムコード718は、選択的に着脱可能で、かつ、プロセッサユニット704による実行のためにデータ処理システム214上に読み込まれたり、これに転送されてもよいコンピュータ読み取り可能な媒体720上で機能的な形態で位置している。プログラムコード718およびコンピュータ読み取り可能な媒体720は、これらの説明例においてコンピュータプログラム製品722を形成する。一例において、コンピュータ読み取り可能な媒体720は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体724である。

40

【0064】

これらの説明例において、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体724は、プログラムコード718を伝搬または伝送する媒体というよりむしろ、プログラムコード718を保存するために用いられる物理的または有形の記憶装置である。あるいは、プログラムコード718は、無線通信回線によりデータ処理システム214へ転送されてもよい。

【0065】

データ処理システム214に対して例示された種々の構成要素は、種々の実施形態が実施可能な手法に対するアーキテクチャの限定を提供することを意図しているのではない。種々の説明的な実施形態は、データ処理システム214に対して例示された構成要素に加

50

えた、かつ／または、これに代えた構成要素を含むデータ処理システムにおいて実施されてもよい。図7に示したその他の構成要素は、示されている説明例から変形させることができる。種々の実施形態は、プログラムコード718を実行可能ないかなるハードウェア装置またはシステムを用いて実施されてもよい。

【0066】

図2の検査環境200の説明は、図3～図7の検査環境200において用いられる構成要素であり、説明的な実施形態を実施可能な手法に対する物理的または構造的な限定を暗示するよう意図されてはいない。説明されている構成要素に加えて、または、それらに代えてその他の構成要素を用いてもよい。いくつかの構成要素は、不要であることもある。また、ブロックは、いくつかの機能的構成要素を説明するために提示されている。これら10
ブロックのうちの1つ以上は、説明的な実施形態において実施される際に、組み合わせるか、分割するか、または、組み合わせて異なるブロックに分割してもよい。

【0067】

例えば、ある説明的な実施形態において、検査システム201を超音波検査システム202として説明したが、検査システム201は、超音波トランスデューサ以外の他の種類の非破壊検査装置を用いて実施されてもよい。例えば、トランスデューサシステム221における超音波アレイの代わりに、または、これに加えて渦電流アレイを有する渦電流試験システムを用いてもよい。

【0068】

ここで図8に注目して、説明的な実施形態に係る対象物の表面上の超音波検査システムの図を描写する。描写されている本実施例において、超音波検査システム800は、図2
20
においてブロックの形態で示した超音波検査システム202の別の物理的実施構成の一例である。

【0069】

本説明例において、超音波検査システム800は、プラットフォーム802を含んでいる。プラットフォーム802は、本説明例において、手持ち式プラットフォーム804の形態を取っている。描写されているように、プラットフォーム802は、構造体831および運動システム832を含む。本説明例において、構造体831は、筐体836の形態を取っている。運動システム832は、低摩擦表面838の形態を取っている。本説明例
30
において、トランスデューサシステム806、ロケーションシステム808およびプロジェクタシステム810は、プラットフォーム802と結合されている。超音波検査システム800にはデータ処理システム812もまた存在している。

【0070】

本説明例において、トランスデューサシステム806は、筐体814内に位置している圧電トランスデューサのトランスデューサアレイの形態を取っている。筐体814は、対象物818の表面816の上方を移動するよう構成されている。

【0071】

描写されているように、ロケーションシステム808は、エンコーダー820の形態を取っている。エンコーダー820は、超音波検査システム800が移動した距離についての情報を生成するよう構成されている。40

【0072】

データ処理システム812は、エンコーダー820、トランスデューサシステム806およびプロジェクタシステム810と通信状態にあるコンピュータシステムである。描写されている本実施例において、データ処理システム812は、プラットフォーム802とは接続されていない。その代わりに、配線830により、データ処理システム812が、トランスデューサシステム806、エンコーダー820およびプロジェクタシステム810と接続されている。

【0073】

ここで図9に注目して、説明的な実施形態に係る超音波検査システムの別の図を描写する。本説明例において、超音波検査システム900は、図2においてブロックの形態で示50

した超音波検査システム２０２の物理的一実施構成の例である。

【００７４】

本説明例において、超音波検査システム９００は、プラットフォーム９０２を含んでいる。本説明例において、プラットフォーム９０２は、手持ち式プラットフォーム９０４の形態を取っている。本説明例において、プラットフォーム９０２は、構造体９３０および移動システム９３２を含む。構造体９３０は、フレーム９３４の形態を取っている。移動システム９３２は、ローラー９１６およびローラー９２０を含んでいる。

【００７５】

本説明例において、手持ち式プラットフォーム９０４はまた、ハンドル９２２をも含む。ハンドル９２２は、人間の作業員の片手で保持されるよう構成されている大きさおよび形状を有する。ハンドル９２２は、作業員により手持ち式プラットフォーム９０４に力を印加して、手持ち式プラットフォーム９０４を移動させるために用いられてもよい。

【００７６】

超音波検査システム９００におけるその他の構成部品としては、トランスデューサシステム９０６、ロケーションシステム９０８、プロジェクタシステム９１０およびデータ処理システム９１２が含まれる。描写されているように、トランスデューサシステム９０６、ロケーションシステム９０８、プロジェクタシステム９１０およびデータ処理システム９１２は、プラットフォーム９０２と結合されている構成部品である。

【００７７】

描写されているように、トランスデューサシステム９０６は、円筒形筐体９１４の内側に位置している圧電トランスデューサのアレイの形態を取っている。これらの説明例において、円筒形筐体９１４は、剛体であっても変形可能であってもよい。円筒形筐体９１４は、円筒形筐体９１４内の圧電トランスデューサのアレイにより生成される信号の伝送に対して伝導性の１つ以上の材料から構成されていてもよい。円筒形筐体９１４内に結合流体が存在していてもよい。

【００７８】

本説明例において、円筒形筐体９１４はまた、ローラー９１６を形成している。ローラー９１６はまた、検査されることとなる対象物の表面上でプラットフォーム９０２を移動させるための運動システムの一部であってもよい。

【００７９】

また、ロケーションシステム９０８は、エンコーダー９１８の形態を取っており、該エンコーダー９１８は、ローラー９２０を含む。ローラー９２０は、対象物の表面上でのプラットフォーム９０２の移動を助けるためのプラットフォーム９０２用の運動システムの一部であってもよい別の構成部品である。その他の説明例において、エンコーダー９１８は、ローラー９２０と接触しているエンコーダーホイール９２３であってもよい。エンコーダーホイール９２３が回転するに伴い、プラットフォーム９０２が進行した距離についてのロケーション情報が、エンコーダー回路９２５により生成される。

【００８０】

エンコーダー９１８は、超音波検査システム９００のためのロケーション情報を生成するよう構成されている。とりわけ、エンコーダー９１８は、超音波検査システム９００が移動した距離の形態のロケーション情報を生成する。

【００８１】

トランスデューサシステム９０６は、対象物の表面内へ信号を送信するよう構成されている。トランスデューサシステム９０６はまた、それらの信号に対する応答を受信するよう構成されている。

【００８２】

これらの説明例において、データ処理システム９１２は、プロセッサユニットの形態を取っている。データ処理システム９１２はまた、特定の実施構成によって、メモリ、記憶装置およびその他適切な構成部品をも含むことができる。

【００８３】

10

20

30

40

50

プロジェクタシステム 910 は、プロジェクタ 924 を含んでいる。本説明例において、プロジェクタ 924 は、レーザ走査プロジェクタの形態を取っている。プロジェクタ 924 は、プラットフォーム 902 から延在しているアーム 926 上に装着されている。

【0084】

動作において、トランスデューサシステム 906 は、対象物の表面内へ信号を送信し、対象物内へ送信された信号に対する応答を受信する。トランスデューサシステム 906 は、超音波検査システム 900 が対象物の表面に沿って移動させられるに伴い、対象物へ信号を連続的または周期的に送信してもよい。このようにして、種々の信号に対する複数の応答が受信される。該応答は、データ処理システム 912 へ送信される。さらに、プラットフォーム 902 が対象物の表面上で移動させられるに伴い、エンコーダー 918 は、プラットフォーム 902 が進行した距離の形態のロケーション情報を生成する。このロケーション情報はまた、データ処理システム 912 へ送信される。

【0085】

これらの説明例において、データ処理システム 912 は、対象物内へ送信された信号の各組からの応答を用いて、画像を生成する。これらの説明例において、この画像は、C スキャンの形態を取っている。画像は、信号から受信した応答によって、種々の色または階調を有していてもよい。画像は、対象物の表面上へ投影される。画像が対象物の表面上へ投影される手法は、エンコーダー 918 からのロケーション情報を用いても行われる。ロケーション情報は、トランスデューサシステム 906 により生成されたデータに対する画像のための x 軸に沿った位置を識別するために用いられる。これらの説明例において、y 軸の情報は、円筒形筐体 914 内のトランスデューサのアレイにより提供される。

【0086】

描写されているように、超音波検査システム 900 は、長さ 928、幅 936 および高さ 938 を有している。超音波検査システム 900 用のプラットフォーム 902 が手持ち式プラットフォーム 904 の形態を取っているとき、超音波検査システム 900 は、人間の作業員が一人で使用するのに適切な寸法を有していてもよい。例えば、長さ 928 は、約 11.5 インチであってもよく、幅 936 は、約 5.5 インチであってもよく、かつ、高さ 938 は、約 8 インチであってもよい。

【0087】

ここで図 10 に注目して、説明的な実施形態に係る対象物の表面上の超音波検査システムの図を描写する。描写している本実施例では、超音波検査システム 900 の上面図を示している。

【0088】

描写されているように、超音波検査システム 900 は、表面 1000 上に位置している。本説明例において、対象物 1002 は、複合外板パネル 1004 の形態を取っている。複合外板パネル 1004 は、本説明例において、製造された部品または航空機に設置されている部品であってもよい。

【0089】

描写されているように、超音波検査システム 900 は、矢印 1006 の方向に移動させられる。画像 1008 は、超音波検査システム 900 の背面の図 9 におけるプロジェクタシステム 910 により投影される。画像 1008 の投影は、超音波検査システム 900 が矢印 1006 の方向に移動させられている間に起こる。また、超音波検査システム 900 が静止している間にも画像 1008 が投影されてもよい。

【0090】

本説明例では、画像 1008 内に表示 1010 が存在している。表示 1010 は、対象物 1002 中の不整合の表示である。これらの説明例において、画像 1008 は、1 対 1 の縮尺で対象物 1002 の表面 1000 上へ投影されている。このようにして、表示 1010 は、不整合と直接対応する大きさおよび形状を有していてもよい。言い換えると、画像 1008 に示すように、表示 1010 は、対象物 1002 中の不整合と同じ大きさおよび形状を有する。

10

20

30

40

50

【0091】

描写されているように、画像1008は、図9のトランスデューサシステム906における円筒形筐体914内のトランスデューサのアレイからオフセット1012を有して表示される。本説明例において、図9のロケーションシステム908からのロケーション情報とともに、超音波検査システム900により検出された不整合に対応する箇所において対象物1002の表面1000上に表示1010が表示されるように画像1008を生成および変化させるために、オフセット1012を用いてもよい。本説明例において、オフセット1012は、円筒形筐体914内のトランスデューサのアレイから画像1008の前縁1014までの距離である。

【0092】

例えば、オフセット1012が約2インチである場合、箇所1016における円筒形筐体914内のアレイにより検出される情報は、画像1008にすぐには表示されない。この情報は、トランスデューサのアレイが矢印1006の方向へ約2インチ移動すると表示される。言い換えると、トランスデューサのアレイにより検出された不整合は、トランスデューサのアレイがオフセット1012と実質的に等しい距離だけ移動するまで画像1008に表示されない。

【0093】

ここで図11に注目して、説明的な実施形態に係る対象物の表面上に投影されている画像とともに対象物の断面図を描写する。描写されている本実施例では、図10における11-11線に沿った対象物1002のある部分の断面図を示している。本説明例において、不整合1100は、対象物1002中の箇所1102内に見られる。

【0094】

ここで図12に注目して、説明的な実施形態に係るトランスデューサアレイと対象物の表面上に投影されている画像との図を描写する。描写されている本実施例において、トランスデューサアレイ1200は、図9のトランスデューサシステム906、図8のトランスデューサシステム806、または、トランスデューサシステム906とトランスデューサシステム806との両方に含まれていてもよいトランスデューサアレイの一例である。

【0095】

本説明例において、トランスデューサアレイ1200は、不整合1100の上方に位置している。トランスデューサアレイ1200が信号を対象物1002中へ送信するに伴い、不整合1100の存在を示す応答が受信される。画像1008は、応答が受信された箇所の上方で、受信された応答に画像1008内の情報が対応している対象物1002についての情報を示すように投影される。その結果、本実施例において、画像1008に不整合の表示は示されていない。その代わりに、画像1008は、トランスデューサアレイ1200が不整合1100の上方に位置している間に生成される情報を反映する。本説明例において、表示1010は、画像1008の前縁1014から後縁1202へ向かって移っていく。情報は、トランスデューサアレイ1200が矢印1006の方向へオフセット1012の距離だけ移動した後に前縁1014に表示される。

【0096】

本実施例において、トランスデューサアレイ1200は、不整合1100の上方に位置している。その結果、不整合1100についての情報は、現在のところ画像1008には描写されていない。この情報は、トランスデューサアレイ1200がオフセット1012の距離だけ移動して初めて示される。トランスデューサアレイ1200が矢印1006の方向へ移動するに伴い、画像1008は、画像1008が表示されている箇所に対応する情報を反映するよう変化させられる。

【0097】

ここで図13に注目して、説明的な実施形態に係るトランスデューサアレイの図を描写する。トランスデューサアレイ1200は、矢印1006の方向へさらに移動している。本実施例において、画像1008はここで、画像1008の前縁1014において不整合1100の表示1010を示すよう表示される。トランスデューサアレイ1200は、矢

10

20

30

40

50

印 1 0 0 6 の方向へさらに移動され、画像 1 0 0 8 は、対象物 1 0 0 2 の表面 1 0 0 0 上のその現在位置において不整合 1 1 0 0 の箇所 1 3 0 2 に表示 1 0 1 0 を示すよう再度調整される。

【0098】

ここで図 1 4 を参照して、説明的な実施形態に係る画像のトランスデューサアレイの図を描写する。本説明例において、トランスデューサアレイ 1 2 0 0 は、矢印 1 0 0 6 の方向へさらに移動している。この移動により、表示 1 0 1 0 がここで前縁 1 0 1 4 ではなく後縁 1 2 0 2 の方により近接して位置するように画像 1 0 0 8 が生成される。このようにして、トランスデューサアレイ 1 2 0 0 が矢印 1 0 0 6 の方向へ移動するに伴い、表示 1 0 1 0 は、画像 1 0 0 8 の後縁 1 2 0 2 へ向かって移り続ける。この表示 1 0 1 0 の調整は、表示 1 0 1 0 が表面 1 0 0 0 および不整合 1 1 0 0 の箇所 1 3 0 2 に表示され続けるように行われる。

10

【0099】

理解可能なように、表示 1 0 1 0 は、表示 1 0 1 0 が対象物 1 0 0 2 中の不整合 1 1 0 0 の上方に引き続き位置するように画像 1 0 0 8 内を移っていく。この種の投影により、作業員は、トランスデューサアレイ 1 2 0 0 から干渉を受けることなく、対象物 1 0 0 2 中の不整合 1 1 0 0 の存在を示すために対象物 1 0 0 2 の表面 1 0 0 0 にマーカー 1 4 0 0 で印をつける。このようにして、不整合 1 1 0 0 の箇所 1 3 0 2 を示すために、マーカー 1 4 0 0 をより正確に配置可能である。

20

【0100】

図 1 および図 8 ～図 1 4 に示した種々の構成部品は、図 2 ～図 7 における構成部品と組み合わせても、図 2 ～図 7 における構成部品とともに用いても、これら 2 つの組み合わせであってもよい。また、図 1 および図 8 ～図 1 4 における構成部品のいくつかは、図 1 および図 8 ～図 1 4 においてブロックの形態で示した構成部品がいかにして物理的構造物として実施可能であるかの説明例であってもよい。

【0101】

ここで図 1 5 を参照して、説明的な実施形態に係る対象物中の不整合の存在を示すためのプロセスのフローチャートを描写する。図 1 5 で説明するプロセスは、図 2 における超音波検査システム 2 0 2 のような超音波検査システムにおいて実施可能である。

【0102】

該プロセスは、トランスデューサシステムから対象物中へ信号を送信することにより開始する（動作 1 5 0 0）。該プロセスは、トランスデューサシステムにおいて信号に対する応答を受信する（動作 1 5 0 2）。次いで、該プロセスは、応答を用いて画像を生成する（動作 1 5 0 4）。この画像は、トランスデューサシステムにより検出された以前の応答を含む。画像が対象物の表面上に投影される際に画像における不整合の表示が対象物中の不整合の箇所に対応するように、画像が生成される。

30

【0103】

次いで、該プロセスは、画像における不整合が対象物中の不整合の箇所に対応するように、超音波検査システムにおけるプロジェクタから対象物の表面上へ画像を投影する（動作 1 5 0 6）。

40

【0104】

次いで、該プロセスは、超音波検査システムを移動させ（動作 1 5 0 8）、次いで、該プロセスは動作 1 5 0 0 へ戻る。これらの動作を必要な頻度で繰り返して、対象物を検査してもよい。

【0105】

ここで図 1 6 に注目して、説明的な実施形態に係る画像を生成するためのプロセスのフローチャートを描写する。図 1 6 において説明するプロセスは、図 1 5 における動作 1 5 0 4 を実施可能な一手法の例である。

【0106】

該プロセスは、トランスデューサシステムから受信された応答を識別することにより開

50

始する（動作 1 6 0 0）。種々の応答がロケーション情報と結合されている。例えば、各応答は、超音波検査システムが始点から移動させられた距離と結合されていてもよい。

【0 1 0 7】

次いで、該プロセスは、画像の前縁と画像の後縁との間に位置する応答を識別する（動作 1 6 0 2）。これらの応答は、画像の前縁までの距離がトランスデューサアレイのオフセットより大きい箇所で受信されたものである。応答はまた、画像の前縁から後縁までの長さより短い距離を有する箇所で受信されたものでもある。言い換えると、画像に表示されている不整合は、トランスデューサアレイが不整合から離れた方向へ移動するに伴い、画像の後縁へ向かって移動する。

【0 1 0 8】

トランスデューサのアレイからの信号は、データの行の形態を取る。トランスデューサシステムが前方へ移動するに伴い、データの行は、順次収集される。これらのデータの行は、C スキャンデータを形成するために用いてもよい。C スキャンデータは、画像を形成するために用いてもよい。この画像は、走査されている表面の二次元描写である。典型的に、トランスデューサシステムの移動の反転は、エンコーダーにより検出され、順次データの行は、逆の順序で収集され、前方へ進行している間に同じ x 軸位置において以前に収集されたデータの行を書き換える。

【0 1 0 9】

次いで、該プロセスは、投影されている画像の前縁と後縁との間の箇所で受信されたものであると識別された応答を用いて、画像を生成し（動作 1 6 0 4）、その後プロセスは終了する。

【0 1 1 0】

描写した種々の実施形態におけるフローチャートおよびブロック図は、説明的な実施形態における装置および方法のいくつかの可能な実施構成の構造、機能性および動作を示している。この点において、フローチャートまたはブロック図における各ブロックは、モジュール、セグメント、機能および／または動作や工程のある部分を表していてもよい。例えば、ブロックのうちの 1 つ以上は、プログラムコードとして、ハードウェア中で、または、プログラムコードとハードウェアとの組み合わせで実施可能である。ハードウェアにおいて実施される際、ハードウェアは、例えば、フローチャートまたはブロック図における 1 つ以上の動作を行うよう製造または構成された集積回路の形態を取ってもよい。

【0 1 1 1】

説明的な実施形態のいくつかの代替の実施構成において、ブロック中に記載されている 1 つまたは複数の機能は、図示されている順序とは異なる順序で生じていてもよい。例えば、いくつかの場合において、関連している機能性によっては、連続して示されている 2 つのブロックが実質的に同時に実行されてもよく、または、ブロックが時として逆の順序で行われてもよい。また、フローチャートまたはブロック図において説明したブロックに加えて、その他のブロックが追加されてもよい。

【0 1 1 2】

図 1 7 に示すような航空機の製造および保守方法 1 7 0 0 ならびに図 1 8 に示すような航空機 1 8 0 0 との関連において、本開示の説明的な実施形態を説明可能である。まず図 1 7 に注目して、説明的な実施形態に係る航空機の製造および保守方法の図を描写する。本生産の前で、航空機の製造および保守方法 1 7 0 0 は、図 1 8 における航空機 1 8 0 0 の仕様および設計 1 7 0 2 ならびに材料調達 1 7 0 4 を含んでいてもよい。

【0 1 1 3】

生産の際は、航空機 1 8 0 0 の構成部品および部分組立品の製造 1 7 0 6 ならびにシステム統合 1 7 0 8 が行われる。その後、航空機 1 8 0 0 は、認証および納品 1 7 1 0 を経て、運航 1 7 1 2 されてもよい。顧客による運航 1 7 1 2 中、図 1 8 における航空機 1 8 0 0 は、改修、再構成、修繕を含むかもしれない定常的整備および保守 1 7 1 4、ならびに、その他の整備または保守を受けることとなる。

【0 1 1 4】

航空機の製造および保守方法 1700 の各プロセスは、システムインテグレータ、第三者および／または操作者により行われるかまたは実施されてもよい。これらの例において、操作者は、顧客であってもよい。本件の説明のため、システムインテグレータは、任意の数の航空機製造者および主要なシステム下請け業者に限定されないがこれらを含んでもよい。第三者は、任意の数の取り扱い業者、下請け業者および供給業者に限定されないがこれらを含んでもよい。操作者は、航空会社、リース会社、軍隊、保守組織などであってもよい。

【0115】

ここで図 18 を参照して、説明的な実施形態を実現することができる航空機の図を描写する。本実施例において、航空機 1800 は、図 17 における航空機の製造および保守方法 1700 により製造され、かつ、複数のシステム 1804 および内装 1806 とともに機体 1802 を含んでいてもよい。システム 1804 の例としては、推進システム 1808、電気システム 1810、油圧システム 1812 および環境システム 1814 のうちの 1 つ以上が挙げられる。任意の数の他のシステムを含んでもよい。航空宇宙の例が示されているが、種々の説明的な実施形態は、自動車産業やボート産業といった他の産業に適用することもできる。

10

【0116】

ここで実施されている装置および方法は、図 17 における航空機の製造および保守方法 1700 の少なくとも 1 つの段階中に使用してもよい。とりわけ、説明的な実施形態の 1 つ以上は、航空機 1800 用の構造物の検査を行うために用いられてもよい。

20

【0117】

一説明例において、図 17 における構成部品および部分組立品の製造 1706 において製造される構成部品や部分組立品は、図 17 において航空機 1800 が運航 1712 されている間に製造される構成部品や部分組立品と同様に組立てまたは製造されてもよい。さらに別の実施例として、図 17 における構成部品および部分組立品の製造 1706 ならびにシステム統合 1708 といった製造段階中に、一以上の装置の実施形態、方法の実施形態またはこれらの組み合わせを利用してよい。例えば、構成部品および部分組立品の製造 1706 中に製造され、かつ、システム統合 1708 中に組み立てられたような図 2 の超音波検査システム 202 を用いて、外板パネル、ジョイント、胴体部分といった構造物およびその他の構成部品を検査してもよい。

30

【0118】

航空機 1800 が運航 1712 されている間、かつ／または、図 17 における整備および保守 1714 中に、一以上の装置の実施形態、方法の実施形態またはこれらの組み合わせを利用してよい。例えば、図 9 における超音波検査システム 900 は、整備および保守 1714 中、または、運航 1712 の際に航空機 1800 が地上にある間に航空機 1800 のさまざまな部分を検査するために用いられてもよい。ある数の種々の説明的な実施形態の使用により、航空機 1800 の組立てを大幅に早め、かつ／または、航空機 1800 のコストを削減してもよい。

【0119】

したがって、説明的な実施形態は、対象物を検査するための方法および装置を提供する。対象物の検査は、説明的な実施形態を用いて、より迅速に、より安価にまたはその両方で行うことができる。対象物中で不整合が検出されたのと実質的に同じ箇所において画像中に不整合が示されるように、検査されている対象物の表面上へ画像が投影される。このようにして、作業員は、より迅速に不整合に印をつけることができる。説明的な実施形態を用いることにより、追加の試験および透明材の使用を回避可能である。

40

【0120】

説明的な一実施形態において、不整合の検出および表示は、その他の外部装置を用いることなく行うことができる。また、不整合の存在を識別し、示すために、対象物中の基準点に対する座標系は必要ない。

【0121】

50

種々の説明的な実施形態の説明は、例示および説明を目的として提示されており、網羅的であったり、開示した形態での実施形態に限定されたりすることを意図していない。当業者にとって数多くの修正および変形例が明らかとなるだろう。さらに、種々の説明的な実施形態は、その他の説明的な実施形態と比較して異なる特徴を提供してもよい。選ばれた1つまたは複数の実施形態は、実施形態の原理、実際の用途を最もよく説明するために、かつ、考慮されている特定の使用に適したものとしてさまざまな修正を有するさまざまな実施形態に対する開示を当該分野における通常の技術を有する他者が理解可能とするために、選択および説明されている。

【符号の説明】

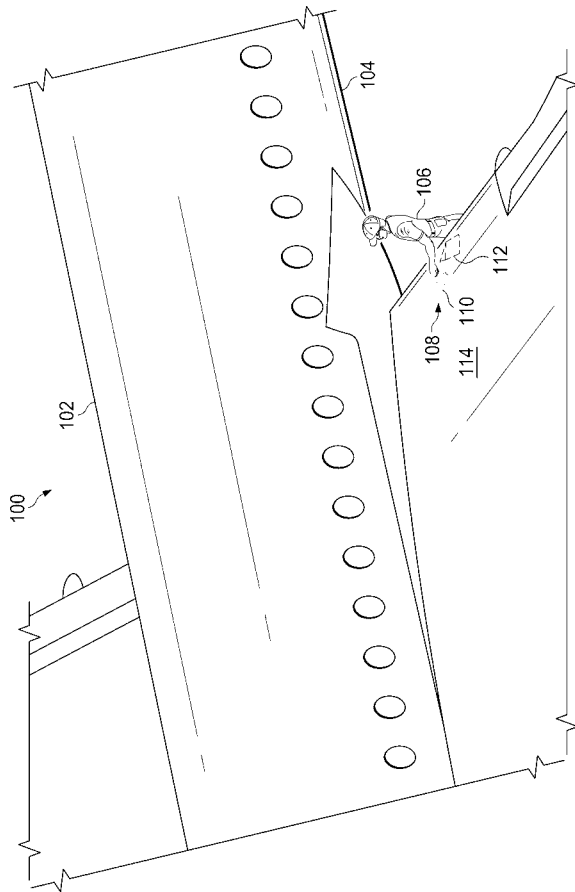
【0122】

100	検査環境	10
102	対象物	
104	航空機	
106	作業員	
108	検査システム	
110	手持ち式超音波検査システム	
112	画像	
114	表面	
200	検査環境	
201	検査システム	20
202	超音波検査システム	
204	対象物	
206	プラットフォーム	
208	検出システム	
210	ロケーションシステム	
212	プロジェクタシステム	
214	データ処理システム	
216	表面	
220	信号	
221	トランスデューサシステム	30
222	応答	
224	画像	
226	表示	
228	不整合	
230	箇所	
232	作業員	
234	印	
236	ロケーション情報	
300	トランスデューサのアレイ	
301	筐体	40
302	トランスデューサ	
304	圧電トランスデューサ	
306	磁歪トランスデューサ	
400	手持ち式プラットフォーム	
402	携帯型プラットフォーム	
404	電動式プラットフォーム	
406	構造体	
408	移動システム	
410	運動システム	
412	推進システム	50

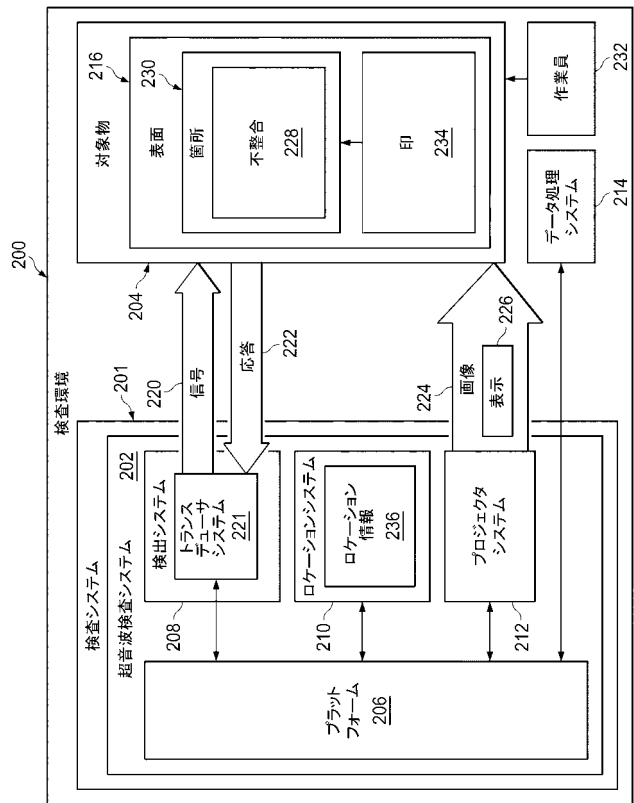
5 0 0	エンコーダーシステム	
5 0 2	映像センサシステム	
5 0 4	全地球測位システム受信機	
6 0 0	レーザ走査プロジェクタ	
6 0 2	発光ダイオードプロジェクタ	
6 0 4	液晶表示プロジェクタ	
6 0 6	デジタル光投影プロジェクタ	
7 0 2	通信機構	
7 0 4	プロセッサユニット	
7 0 6	メモリ	10
7 0 8	固定記憶域	
7 1 0	通信ユニット	
7 1 2	入出力ユニット	
7 1 4	ディスプレイアダプタ	
7 1 6	記憶装置	
7 1 8	プログラムコード	
7 2 0	コンピュータ読み取り可能な媒体	
7 2 2	コンピュータプログラム製品	
7 2 4	コンピュータ読み取り可能な記憶媒体	20
8 0 0	超音波検査システム	20
8 0 2	プラットフォーム	
8 0 4	手持ち式プラットフォーム	
8 0 6	トランスデューサシステム	
8 0 8	ロケーションシステム	
8 1 0	プロジェクタシステム	
8 1 2	データ処理システム	
8 1 4	筐体	
8 1 6	表面	
8 1 8	対象物	
8 2 0	エンコーダー	30
8 3 0	配線	
8 3 1	構造体	
8 3 2	運動システム	
8 3 6	筐体	
8 3 8	低摩擦表面	
9 0 0	超音波検査システム	
9 0 2	プラットフォーム	
9 0 4	手持ち式プラットフォーム	
9 0 6	トランスデューサシステム	
9 0 8	ロケーションシステム	40
9 1 0	プロジェクタシステム	
9 1 2	データ処理システム	
9 1 4	円筒形筐体	
9 1 6	ローラー	
9 1 8	エンコーダー	
9 2 0	ローラー	
9 2 2	ハンドル	
9 2 3	エンコーダーホイール	
9 2 4	プロジェクタ	
9 2 6	アーム	50

9 2 8	長さ	
9 3 0	構造体	
9 3 2	移動システム	
9 3 4	フレーム	
9 3 6	幅	
9 3 8	高さ	
1 0 0 0	表面	
1 0 0 2	対象物	
1 0 0 4	複合外板パネル	
1 0 0 6	矢印	10
1 0 0 8	画像	
1 0 1 0	表示	
1 0 1 2	オフセット	
1 0 1 4	前縁	
1 0 1 6	箇所	
1 1 0 0	不整合	
1 2 0 0	トランスデューサアレイ	
1 2 0 2	後縁	
1 3 0 2	箇所	
1 4 0 0	マーカー	20
1 7 0 2	仕様および設計	
1 7 0 4	材料調達	
1 7 0 6	構成部品および部分組立品の製造	
1 7 0 8	システム統合	
1 7 1 0	認証および納品	
1 7 1 2	運航	
1 7 1 4	整備および保守	
1 8 0 0	航空機	
1 8 0 2	機体	
1 8 0 4	システム	30
1 8 0 6	内装	
1 8 0 8	推進システム	
1 8 1 0	電気システム	
1 8 1 2	油圧システム	
1 8 1 4	環境システム	

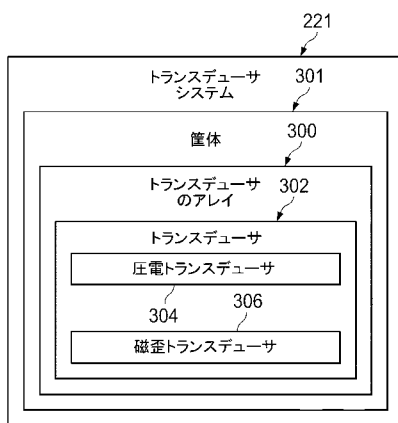
【図 1】



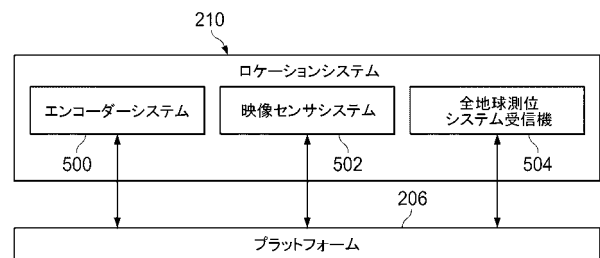
【図 2】



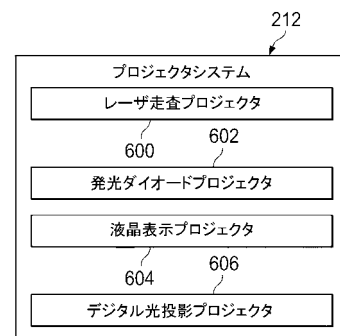
【図 3】



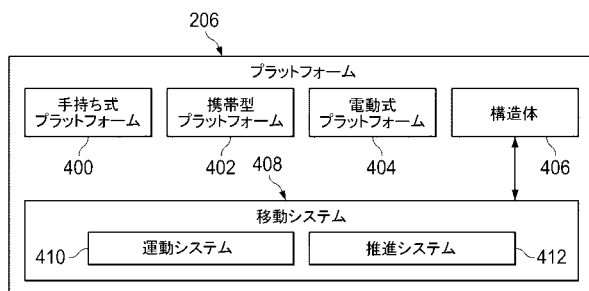
【図 5】



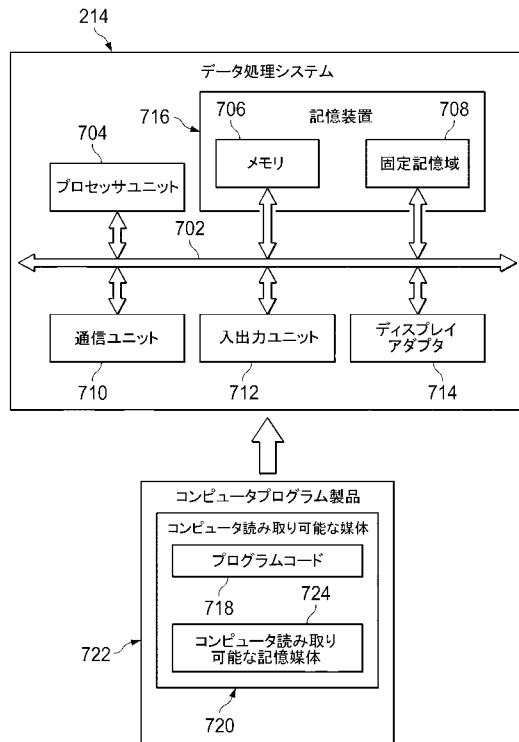
【図 6】



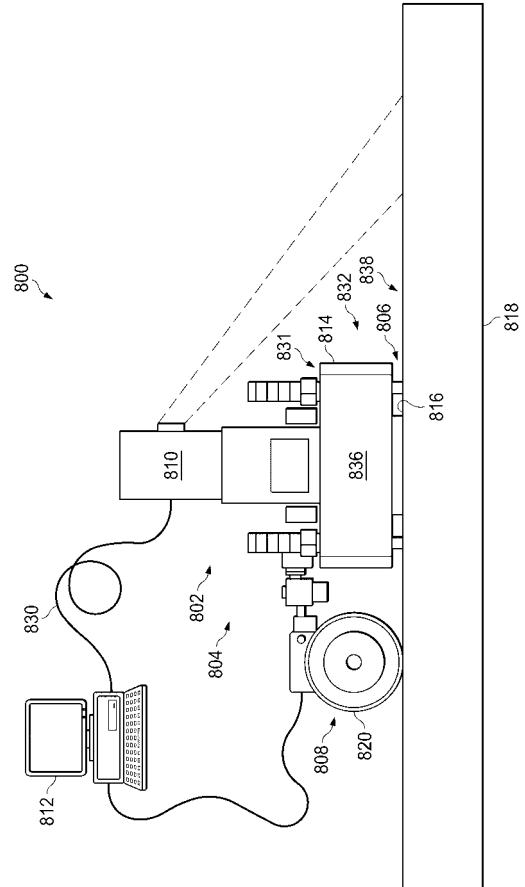
【図 4】



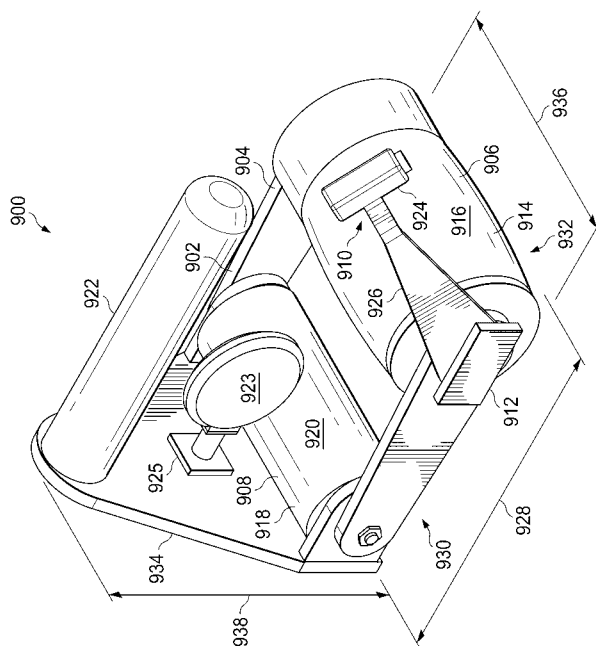
【図 7】



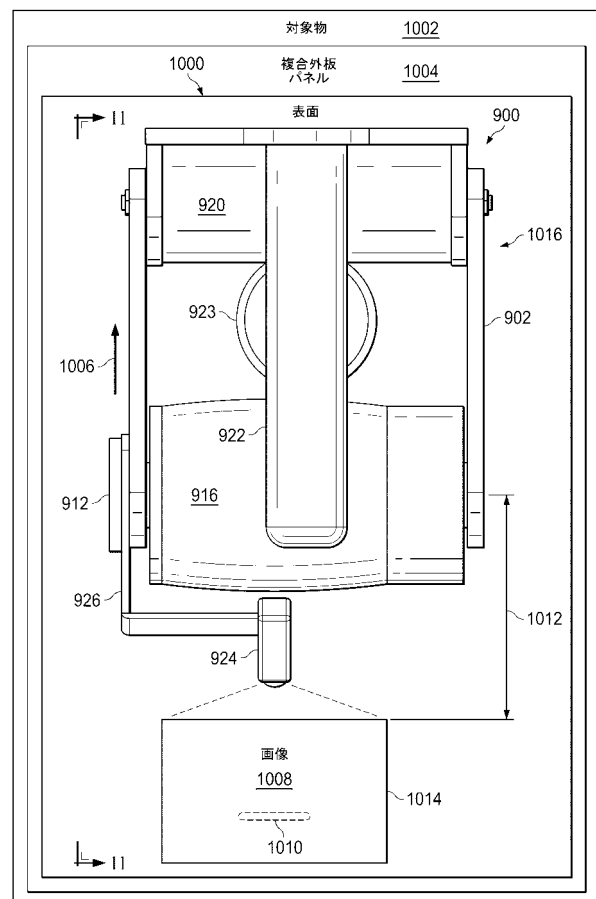
【図 8】



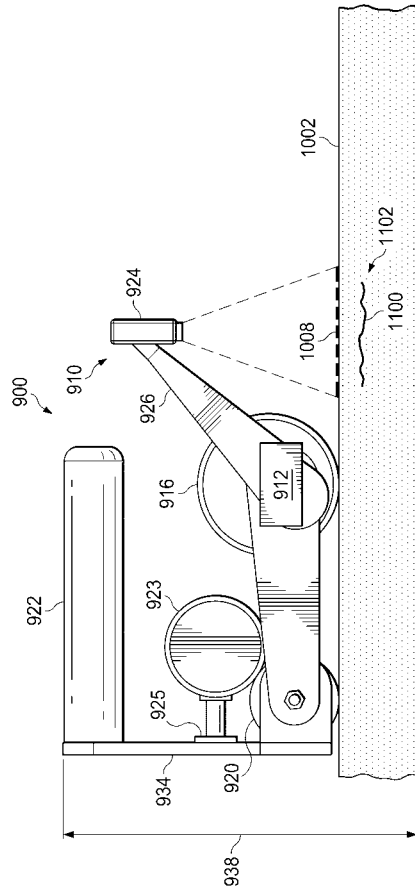
【図 9】



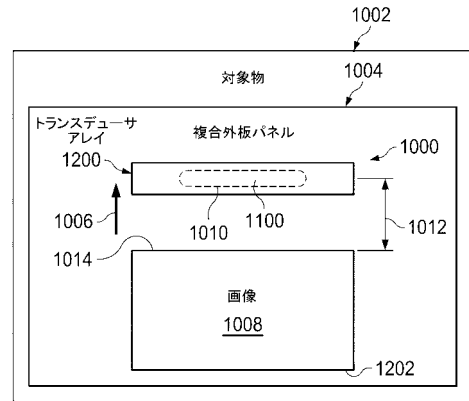
【図 10】



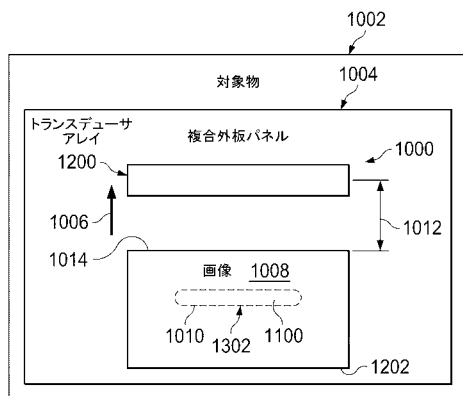
【図 1 1】



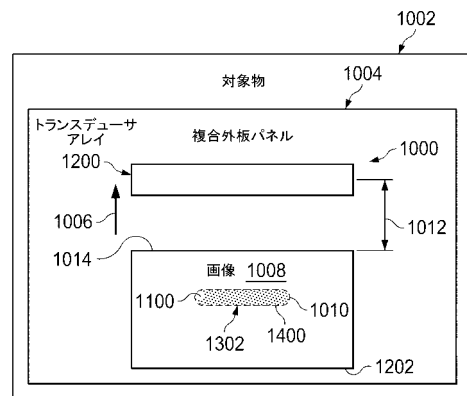
【図 1 2】



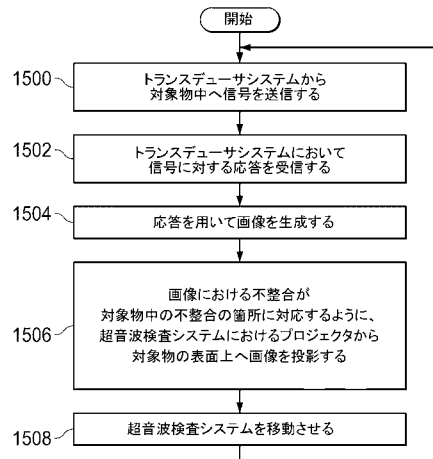
【図 1 3】



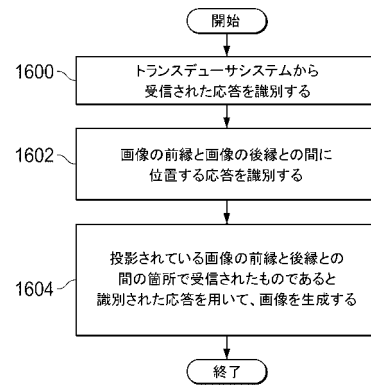
【図 1 4】



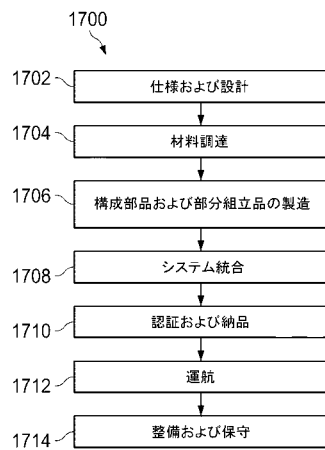
【図 15】



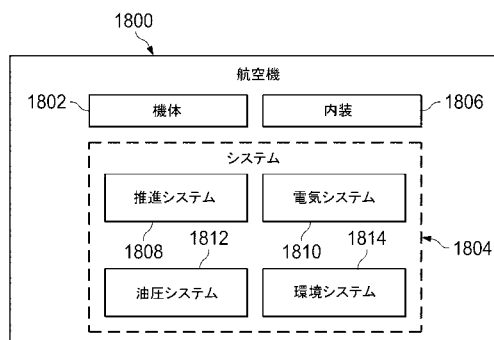
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 ホームズ, タイラー

アメリカ合衆国 ワシントン 98101, シアトル, ウェスターン アヴェニュー 140
6, アpartment 506

Fターム(参考) 2G047 AC05 AD11 BC10 DA03 DB09 EA10 EA12 GA01 GA03 GA19
GB02 GB04 GH01 GH06 GH12 GJ02 GJ03
2G053 AA11 AB21 BA21 BB08 CB27 CB29 DB06 DB19 DB25 DB28

【外国語明細書】

2013200308000001.pdf

2013200308000002.pdf

2013200308000003.pdf

2013200308000004.pdf