

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号
特許第6578534号
(P6578534)

(45) 発行日 令和1年9月25日 (2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日 (2019.9.6)

(51) Int.Cl.

F I

GO 1 N 29/24 (2006.01)

GO 1 N 29/265 (2006.01)

GO 1 N 29/24

GO 1 N 29/265

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2019-96184 (P2019-96184)	(73) 特許権者	516052766
(22) 出願日	令和1年5月22日 (2019.5.22)		ブキョン ナショナル ユニバーシティ
審査請求日	令和1年5月22日 (2019.5.22)		インダストリ ユニバーシティ コーポレ
(31) 優先権主張番号	10-2019-0054629		ーション ファウンデーション
(32) 優先日	令和1年5月10日 (2019.5.10)		PUKYONG NATIONAL UN
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		IVERSITY INDUSTRY-U
			NIVERSITY COOPERATI
			ON FOUNDATION
早期審査対象出願			大韓民国 608-739 ブサン ナム
			グ シンセオンロ 365
		(74) 代理人	100083138
			弁理士 相田 伸二
		(74) 代理人	100189625
			弁理士 鄭 元基
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波高速スキャン装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体が収納される本体と、
前記本体に一方向に直線移動されるように装着されるマウンティングプレートと、
前記マウンティングプレートに装着され、プローブを前記マウンティングプレートの運動
方向と直交する方向に直線移動させる駆動ユニットと、を備え、
前記駆動ユニットは、
前記マウンティングプレートに対して固定されるモータと、
前記モータに連結され、前記マウンティングプレートに対して回転運動する回転体と、前
記回転体に連結ロッドで連結されてマウントプレートに対して直線移動される移動ロッド
と、
前記移動ロッドに固定されるプローブと、を含み、
前記回転体は、バー形状の回転ロッドで備えられ、
前記回転ロッドは、その一側部に前記連結ロッドが連結され、他側部には、カウンタバラ
ンスが結合され、
前記カウンタバランスが結合される前記回転ロッドに長孔が備えられ、
前記カウンタバランスを前記回転ロッドの長さ方向に位置調整できるようにする、ことを
特徴とする超音波高速スキャン装置。

【請求項 2】

前記回転ロッドに結合される前記カウンタバランスの位置（下記の b）の調整は、次の式

10

20

によって決められ、

$$cmr = Bb$$

ここで、 c は補正係数、

m は、前記移動ロッド及び前記移動ロッドと共に直線運動する部品（エンコーダ、プローブ、およびこれらを固定するための各種のプレート）を合わせた質量、

r は、前記回転ロッドの回転中心点から前記連結ロッドが連結される連結孔の中心点までの距離、

B は、カウンタバランスの質量、

b は、前記回転ロッドの回転中心点から前記カウンタバランスの質量中心点までの距離になることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波高速スキャン装置。

10

【請求項 3】

前記マウンティングプレートには、前記マウンティングプレートの移動方向と直交する方向にリニアガイドが設けられ、

前記移動ロッドが前記リニアガイドに結合されて前記リニアガイドに沿って直線移動されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波高速スキャン装置。

【請求項 4】

前記プローブが前記移動ロッドの前記被検体側の端に 2 つ以上設けられ、

複数の前記プローブが移動ロッドの移動方向と平行または直交する方向に所定の間隔離隔されて一列配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波高速スキャン装置。

【請求項 5】

20

前記プローブを前記移動ロッドに固定する固定治具と、

前記プローブの下部に設けられ、前記プローブを連結して支持する支持部材と、をさらに備えることを特徴とする請求項 4 に記載の超音波高速スキャン装置。

【請求項 6】

前記支持部材の前記移動ロッドが並進運動する移動方向の両側の端部が流線型であることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波高速スキャン装置。

【請求項 7】

前記プローブを前記移動ロッドに固定する固定治具と、

前記プローブの下部に設けられ、前記移動ロッドが並進運動する移動方向の両側の端部が流線型である支持部材と、をさらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波高速スキャン装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波高速スキャン装置に係り、より詳細には、モータの回転運動を直線運動に変換させて、高速スキャンの可能な超音波高速スキャン装置に関する。

【背景技術】

【0002】

一般的に、超音波システムは、多様に応用されている重要な診断システムの一つである。特に、超音波システムは、オブジェクトに対して非侵襲および非破壊の特性を持っているので、様々な分野で広く利用されており、近年は、オブジェクトの内部形状の 2 次元または 3 次元の映像を生成するのに利用されている。

40

【0003】

このような超音波システムは、超音波信号を送信及び受信するために、広帯域のトランスデューサを含むプローブを備えている。トランスデューサが電氣的に刺激されれば、超音波信号が生成されてオブジェクトに伝達される。オブジェクトに伝達された超音波信号は、反射されてトランスデューサで電気信号に変換される。変換された電気信号を増幅および信号処理して組織の映像のための超音波映像データが生成される。

【0004】

一方、従来には、超音波システムの一例として、下記の特許文献 1 で超音波探傷装置が提

50

案されており、前記提案された超音波探傷装置は、探傷プローブをX、Y、Z軸に移動させながら被検体（オブジェクト）を探傷する技術である。

しかし、先行技術文献1で提案した超音波探傷装置では、探傷プローブがボールネジとベルト駆動機構によりX、Y、Z軸に移動されるが、このようなボールネジとベルト駆動機構は、その構造的特性上、探傷プローブの移動を高速化するのに限界があり、このような限界により、従来の超音波探傷装置では、被検体を高速スキャンすることができないという問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平9-288097号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、モータの回転運動を直線運動に変換させて、これに備えられるプローブを高速移動させて被検体を高速スキャンするようにする超音波高速スキャン装置を提供することにある。

本発明の他の目的は、回転運動を直線運動に変換する過程で発生するプローブの振動を最小化させて、より正確なスキャンが行われるようにする超音波高速スキャン装置を提供することにある。

本発明のまた他の目的は、移動ロッドに設けられるプローブの配置構造を変えて移動ロッドの移動距離を最小化し、迅速なスキャンが行われるようにする超音波高速スキャン装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置は、被検体が収納される本体と、前記本体に一方方向に直線移動されるように装着されるマウンティングプレートと、前記マウンティングプレートに装着され、プローブを前記マウンティングプレートの運動方向と直交する方向に直線移動させる駆動ユニットと、を備え、前記駆動ユニットは、前記マウンティングプレートに対して固定されるモータと、前記モータに連結され、前記マウンティングプレートに対して回転運動する回転体と、前記回転体に連結ロッドにより連結されて、マウントプレートに対して直線移動される移動ロッドと、前記移動ロッドに固定されるプローブと、を含む。

前記回転体は、バー形状の回転ロッドで備えられ、前記回転ロッドは、その一側部に前記連結ロッドが連結され、他側部には、カウンタバランスが結合されている。

前記カウンタバランスが結合される前記回転ロッドに長孔が備えられ、前記カウンタバランスを前記回転ロッドの長さ方向に位置調整できるようにする。

前記回転ロッドに結合される前記カウンタバランスの位置（下記のb）の調整は、次の式によって決められ、

$$cmr = Bb$$

ここで、cは補正係数、mは、前記移動ロッド及び前記移動ロッドと共に直線運動する部品（エンコーダ、プローブ、およびこれらを固定するための各種のプレート）を合わせた質量、rは、前記回転ロッドの回転中心点から前記連結ロッドが連結される連結孔の中心点までの距離、Bは、カウンタバランスの質量、bは、前記回転ロッドの回転中心点から前記カウンタバランスの質量中心点までの距離となる。

【0008】

前記マウンティングプレートには、前記マウンティングプレートの移動方向と直交する方向にリニアガイドが設けられ、前記移動ロッドが前記リニアガイドに結合されて前記リニアガイドに沿って直線移動される。

前記プローブは前記移動ロッドの前記被検体側の端に2つ以上設けられ、前記複数のプロ

10

20

30

40

50

ープが移動ロッドの移動方向と平行または直交する方向に所定の間隔離隔されて一列配置されている。

【0009】

前記プローブを前記移動ロッドに固定する固定治具と、前記プローブの下部に設けられ、前記プローブを連結して支持する支持部材と、をさらに備える。

前記支持部材の前記移動ロッドが並進運動する移動方向の両側の端部は流線型となっている。

前記プローブを前記移動ロッドに固定する固定治具と、前記プローブの下部に設けられ、前記移動ロッドが並進運動する移動方向の両側の端部が流線型の支持部材と、をさらに備える。

10

前記回転体は、円板状の回転板で備えられ、前記回転板の外周縁部には、連結ロッドが偏心の状態に連結されている。

【0010】

本発明の他の実施形態に係る超音波高速スキャン装置は、被検体が収納される本体と、前記本体に一方方向に直線移動されるように装着されるマウンティングプレートと、前記マウンティングプレートに装着され、プローブを前記マウンティングプレートの運動方向と直交する方向に直線移動させる駆動ユニットと、を備え、前記駆動ユニットは、前記マウンティングプレートに対して回転運動する回転部材と、前記回転部材に連結部材を介して連結され、前記回転部材の回転運動に応じて前記マウンティングプレートに対して直線移動される移動部材と、一端が前記回転部材の回転中心から離れた位置に連結され、他の一端が前記移動部材と連結され、前記回転部材の回転運動を前記移動部材に伝達する連結部材と、前記回転部材の前記回転中心から離れて前記連結部材が連結された位置と反対の位置に結合されるカウンタバランスと、を含む。

20

【発明の効果】

【0011】

本発明の超音波高速スキャン装置によれば、モータの回転運動を連結ロッドを介してプローブの直線運動に変換することにより、直線移動されるプローブによって被検体の高速スキャンを実現することができる。

また、モータの回転運動を、プローブの直線運動に変換する過程で発生する振動をカウンタバランスにより減衰させて、プローブの振動を最小化して、より正確なスキャンを行うことができる。

30

なお、移動ロッドに多数のプローブを平行または直交する方向に並列配置することにより、移動ロッドの移動距離を減らしてスキャンの速度を増大することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置の外形を示す斜視図である。

【図2】図1の超音波高速スキャン装置において、プローブを移動させる駆動ユニットの一実施例を示す結合構成図である。

【図3】図2の駆動ユニットのそれぞれの構成要素を分離して示す分離斜視図である。

【図4】図2の駆動ユニットの動作状態を示す図である。

40

【図5】図2の駆動ユニットのカウンタバランスによる振動低減機能を説明するための図である。

【図6】図2の駆動ユニットに備えられるプローブの別の設置例示図である。

【図7】本発明の他の実施例に係る駆動ユニットに備えられるプローブの設置例示図である。

【図8】本発明の超音波高速スキャン装置に構成される駆動ユニットの他の実施例を示す結合構成図である。

【図9】図8の駆動ユニットを詳細に示す分離斜視図である。

【図10】図8の駆動ユニットの作動状態を示す図である。

【図11】図5のカウンタバランスにより振動を低減させる原理を説明するための概念図

50

である。

【図 1 2】本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置によって被検体をスキャンした結果を概略的に示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の好ましい実施例を添付の図面を参照して詳細に説明する。

本発明で使用される用語は、本発明の機能を考慮して定義された用語として、これは、使用者、または運用者の意図または慣例によって変わることができるので、このような用語の定義は、本発明の技術的事項に合致する意味と概念として解釈されるべきである。

なお、本発明の実施例は、本発明の権利範囲を限定せず、本発明の請求の範囲に記載された構成要素の例示的な事項に過ぎず、本発明の明細書の全体にわたる技術思想に含まれ、請求の範囲の構成要素で均等物として置換可能な構成要素を含む実施例である。また、本発明の一つの実施例で使用されている要素の技術は、他の実施例でも同様に適用可能である。

また、下記の実施例での選択的な用語は、1つの構成要素を他の構成要素と区別するために使用されるものであり、構成要素が下記の用語によって制限されるものではない。

一方、本発明を説明するにおいて、本発明の要旨を不明瞭にする危険性のある公知技術の詳細な説明は省略する。

【0014】

図 1～図 10 には、本発明に係る超音波高速スキャン装置の構成と、各実施例が示されている。

本発明に係る超音波高速スキャン装置は、モータの回転運動を超音波トランスデューサが含まれたプローブ (probe) の端の直線運動に変換させることにより、回転運動を生成する駆動モータによってプローブを高速で直線移動させて、被検体を高速スキャンするようにする。

【0015】

図 1 を参照すると、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置は、被検体 (図示せず) が収納される本体 10 と、本体 10 の上部に設けられ、一方向に直線移動するマウンティングプレート 20 と、マウンティングプレート 20 の一面に装着され、プローブ (図示せず) をマウンティングプレート 20 の運動方向と直交する方向に直線移動させる駆動

ユニット 100、200 と、を含んでいる。
特に、本体 10 内の被検体が収納される部分には、超音波スキャンの媒質、例えば水が供給され、被検体は、超音波媒質である水の中に浸った状態となっている。前記本体 10 の上部、すなわち被検体から離隔された上部には、後述されるマウンティングプレート 20 を支持する一方、マウンティングプレート 20 の移動を案内するための支持フレーム 11 が設置されている。支持フレーム 11 は、図 1 に示したように、一对の本体 10 の上部に所定の間隔離隔して一方向 (例えば Y 軸方向) に沿って平行に設置されている。

【0016】

また、マウンティングプレート 20 は、一对の支持フレーム 11 を横切って支持フレーム 11 が延長される方向と直角方向 (例えば、X 軸方向) に延長されるように設置されてもよい。この場合に、マウンティングプレート 20 は、別途の駆動手段 (図示せず) により支持フレーム 11 上で Y 軸方向に直線移動するようになる。

このとき、マウンティングプレート 20 は、X 軸方向に沿って本体 10 の被検体が配置されている部分に向かって下方向 (例えば Z 軸方向) に垂直な一面、すなわち前面部を持つことができる。マウンティングプレート 20 の前面部には駆動ユニット 100、200 が設けられ、駆動ユニット 100、200 のプローブがマウンティングプレート 20 に沿って X 方向に直線移動しながら下部に配置されている被検体をスキャンするようになる。前記駆動ユニット 100、200 は、下記の各実施例別に分けて詳細に説明する。

図 2～図 7 には、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置の駆動ユニットが示されている。

【0017】

図面を参照すると、超音波高速スキャン装置の駆動ユニット100は、図2と図3に示したように、マウンティングプレート20に対して固定されるモータ120と、モータ120に連結されてマウンティングプレート20に対して回転運動する回転体170と、回転体170に連結ロッド160により連結されてマウントプレート20に対して直線移動される移動ロッド150と、移動ロッド150に固定されるプローブ154と、を含んでいる。

このとき、マウントプレート20の前面部にはベースプレート110が結合固定され、モータ120がベースプレート110に固定されるように設置され、回転体170が、モータ120の回転軸に締結されてベースプレート110に対して回転運動するようになる。また、移動ロッド150がベースプレート110に直線移動されるように設置されている。この場合に、駆動ユニット100が、別途のベースプレート110に設置されるようにすることにより、駆動ユニット100の設置の自由度が大きくなり、作業性が向上することができる。

10

【0018】

このとき、モータ120は、ベースプレート110の後面部に結合固定され、モータ120の回転軸に該当するモータ軸がベースプレート110を貫通して前面部に突出することができる。また、回転体170は、モータ120のモータ軸に連結されてベースプレート110の前面部で回転するようになる。移動ロッド150は、連結ロッド160を介して回転体170と連結されてベースプレート110の前面部で直線移動するようになる。

20

このとき、移動ロッド150は、ベースプレート110の一軸（例えば、X軸）に沿って両方向に直線運動するように、X軸方向に拘束されるように設けられている。このため、マウンティングプレート20またはベースプレート110にリニアガイド130が固定設置され、移動ロッド150がリニアガイド130に結合されてリニアガイド130に沿って直線移動するように設けられている。

【0019】

この場合、モータ120のモータ軸の回転運動がモータ軸に固定結合された回転体170を回転させ、回転体170に一端が回動可能に結合された連結ロッド160を動かすことができる。また、連結ロッド160の運動によって連結ロッド160の他端に回動可能に結合された移動ロッド150を動かすことができる。このとき、移動ロッド150は、リニアガイド130によって、その運動が拘束されて、リニアガイド130に沿ってX軸方向に運動することになる。このとき、モータ軸の回転によって回転体170が回転運動し、回転体170の回転運動によって決められる限界内で、移動ロッド150が並進運動することになる。

30

一方、回転体は、回転部材としてバー形状の回転ロッド170になることができる。連結ロッド160は、バー形状を有することができ、本発明はこれに限定せず、様々な形状の連結部材でもよい。移動ロッド150は、バー形状を有することができ、本発明はこれに限定せず、様々な形状の移動部材でもよい。

【0020】

一方、プローブ154は、移動ロッド150に結合固定されて移動ロッド150と共に運動しながら、移動ロッド150の運動によって生成される軌跡に沿って被検体を超音波スキャンしながら被検体のイメージが入力される。このため、プローブ154は、入力される電気信号によって超音波信号を出力し、被検体から反射される超音波が入力されて、再び電気信号に変換するトランスデューサを含むことができる。

40

一方、ベースプレート110は、マウンティングプレート20と同じ長方形のプレートとして、マウンティングプレート20の前面部に一定の間隔離隔されたまま平行に固定設置されている。前記ベースプレート110は、その後面部に備えられている多数の結合軸111がマウンティングプレート20の前面部に結合されて固定されている。

【0021】

また、ベースプレート110の前面部には、リニアガイドのガイドレール130が埋設さ

50

れる結合孔１１３と案内孔１１２とが備えられている。このとき、結合孔１１３と案内孔１１２は、連通された構造で形成されるが、結合孔１１３よりは案内孔１１２がより大きな内径を有するように形成されている。このように案内孔１１２を結合孔１１３より大きく形成して、結合孔１１３との間に境界面を形成することによって、リニアガイドのガイドレール１３０に沿って移動する移動ロッド１５０の行程を構造的に案内孔１１２に対応した距離に制限することができるようになる。

一方、上述のようにベースプレート１１０の結合孔１１３と案内孔１１２に備えられているリニアガイドは、リニアガイドレール１３０と、スライダ１４０と、を含んでいる。リニアガイドレール１３０は、結合孔１１３と案内孔１１２を貫通するように備えられており、スライダ１４０は、リニアガイドレール１３０に結合されてリニアガイドレール１３０の長さ方向に沿って直線移動される。このとき、スライダ１４０は、リニアガイドレール１３０より外側にさらに突出するように備えることによって、ベースプレート１１０の結合孔１１３側へは進入できずに結合孔１１３より大きな内径を有する案内孔１１２のみ移動されるので、移動ロッド１５０の行程を案内孔１１２内に制限することになる。

【００２２】

また、このようなスライダ１４０の外側面には、移動ロッド１５０が結合固定されることにより、移動ロッド１５０の最大の行程は、案内孔１１２の長さに対応する距離に制限することができ、各ロッド１５０、１６０、１７０によって案内孔１１２の長さより短い距離（図４のＬまたは図１０のＬ'）に制限することができる。

一方、ベースプレート１１０の後面部に備えられているモータ１２０は、正回転及び逆回転駆動が可能なステップモータとして備えられており、移動ロッド１５０の移動量を精密に制御して調節するようになる。ただし、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置では、連結ロッド１６０によって回転体１７０の一方方向の回転を移動ロッド１５０の並進運動に変換することにより、モータ１２０の一方方向駆動によって簡単に移動ロッド１５０の並進運動を実現することができる。したがって、簡単な制御及び高速並進運動の実現が可能になることによって、超高速超音波スキャンが可能になる。

【００２３】

モータ１２０のモータ軸に連結される回転体は、平らな（flat）バー（bar）形状の回転ロッド１７０として備えられており、回転ロッド１７０は、その一側部に連結ロッド１６０が連結され、他側部には、カウンタバランス１８０が結合されている。このとき、カウンタバランス１８０は、回転ロッド１７０と共に回転しながら、エネルギーを格納することによって、連結ロッド１６０を介して移動ロッド１５０と共に直線運動するすべての構成要素の直線並進運動によって発生する振動を吸収することができる。したがって、カウンタバランス１８０は、移動ロッド１５０の並進運動によって発生する震え現象を緩和させて、すべてのシステムが安定して動作することができるようにする。

一方、カウンタバランス１８０が存在しない場合に、超音波スキャン装置によって、プローブのスキニング速度を高めるために、モータの回転速度を高めた場合、移動ロッド１５０が震えて、正確なスキニングができなくて、それ以上のスキャン速度を高めることができないようになる。特に、移動ロッド１５０の運動方向が逆に変わる地点で、その震えが非常に大きくなる問題が発生した。これに対して、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置では、カウンタバランス１８０を使用することによって、モータの回転速度を高めた場合でも、移動ロッド１５０の震え現象が顕著に減って、プローブ１５４による被検体のスキニング速度を著しく増加させることができた。

【００２４】

このため、回転ロッド１７０の中央部には、モータ１２０のモータ軸が連結される回転中心孔１７１が形成され、両側部には、それぞれ連結孔１７２と長孔１７３が形成されている。前記連結孔１７２には、連結ロッド１６０の一侧の端部がベアリングを媒介して相対回転可能に結合され、長孔１７３には、カウンタバランス１８０が固定されるように結合されるようになる。

このとき、連結孔１７２は、回転ロッド１７０の一侧の端部に単一の孔で形成されており

10

20

30

40

50

、長孔173は、回転ロッド170の他側の端部に回転ロッド170の長さ方向に長く穿孔された複数の孔で形成されている。これは、モータ120によって回転ロッド170が高速回転するときに、カウンタバランス180が回転ロッド170に1つの長孔で結合されていれば、カウンタバランス180に作用する慣性力によって、カウンタバランス180が回転ロッド170上で回転されて、重心が乱れることができるので、カウンタバランス180は、回転ロッド170に複数の長孔173で結合固定されている。これは、回転ロッド170の高速回転の時に、カウンタバランス180の回転を防止することができる。

【0025】

さらに、上述のように、長孔173が回転ロッド170の長さ方向に長く形成されているので、長孔173に結合固定されるカウンタバランス180の位置を回転ロッド170上で移動させて可変させることができ、これにより、移動ロッド150に具備されるプローブ154およびプローブの質量の変化によって、カウンタバランス180の位置を調整して、回転ロッド170の両側に作用する力（慣性力）の均衡を維持して、回転ロッド170の高速回転の時に発生する振動を減衰させることができるようになる。

また、カウンタバランス180は、図3及び図5に示されたように、回転ロッド170の一側の端部、すなわち長孔173側の端部が結合される結合溝181が段差になるように形成され、前記結合溝181と回転ロッド170は、形状を合わせることによって、相対回転が不可能に結合し、これによって、回転ロッド170の高速回転の時、カウンタバランス180の回転を防止することができる。前記結合溝181の底面には、回転ロッド170の長孔173と一致する複数の締結孔182が形成され、前記締結孔182は、長孔173上で、その位置が調節された状態で締結手段により結合固定されている。

【0026】

図11は、カウンタバランス180によって振動低減原理を説明する図である。示されたように、移動ロッド150の運動による一次力による不均衡力（primary unbalanced force） $m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \theta$ が、回転中心Oから半径rの位置にある回転質量mによって作られる遠心力によるものとみなすことができる。このとき、不均衡力は移動ロッド150の運動に応じて点OからPに向かってストロークラインに沿って一定の方向に、回転ロッド170の回転の角度に応じて、その大きさが変わることができる。

このとき、移動ロッド150の運動による一次不均衡力は、移動ロッド150の運動による等価質量mに対して回転ロッド170上の原点Oを基準に反対側の半径bの位置にあるカウンタバランス180の質量Bによってバランスされる。この場合に、カウンタバランス180による均衡力は一定の大きさ $B \cdot \omega^2 \cdot b$ を有し、回転ロッド170の回転の角度に応じて方向が変わる。

【0027】

このとき、回転ロッド170の回転角度に応じて、一定の方向に大きさが変わる等価質量mによる一次力不均衡力（primary unbalanced force） $m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \theta$ は一定の大きさを有し、その方向が変わるカウンタバランス180の質量Bによる均衡力（balancing force） $B \cdot \omega^2 \cdot b$ によってバランスされる。つまり、この場合、式1の関係式によって等価質量mにより発生する不均衡力は、カウンタバランス180の質量Bによってバランスされる。

一方、等価質量mによる不均衡力は、一次力による不均衡力と二次力による不均衡力が存在することができるが、二次力による不均衡力は、一次力による不均衡力に比べて、その大きさが小さくて無視して計算した。また、一次力の不均衡力は回転ロッド170の回転の角度に応じて、その方向は一定であるが、その大きさが変わり、均衡力は大きさは一定であるが、その方向が変わる点を考慮して近似化し、補正係数cを導入して、式1のように簡略化してカウンタバランス180の位置を決めることができる。したがって、比較的簡単な計算式によってカウンタバランス180の位置を決めることができるので、容易にシステムの震え現象を改善することができる。

【0028】

このように、回転ロッド170の長孔173上で位置調節されるカウンタバランス180の位置は、次の式によって決められる。このとき、補正係数 c は、実験を通して震え現象が最も少なく発生する値を繰り返してシミュレーションまたは実験によって予め決めて、定数として使用することができる。

[式1]

$$cmr = Bb$$

ここで、 c は補正係数として0.5であり、 m は移動ロッド150及び移動ロッド150と共に直線運動する部品（エンコーダ152、トランスデューサ154、およびこれらを固定するための各種プレート）を合わせた質量であり、 r は回転ロッド170の回転中心孔171から連結ロッド160が連結される連結孔172の中心点までの距離であり、 B はカウンタバランス180の質量であり、 b は回転ロッド170の回転中心孔171からカウンタバランス180の質量中心 c までの距離である（図5参照）。

【0029】

一方、上述のように、式の左側辺の c と r は一定の値であり、 m は移動ロッド150に備えられるプローブ154の個数に応じて可変する質量値である。

したがって、 m の質量値に応じてカウンタバランス180の質量 B 、または回転ロッド170の回転中心孔171からカウンタバランス180の質量中心点 c までの距離 b を調整して、回転ロッド170の両側に作用する力（慣性力）を相殺させて振動を減衰させることで、プローブの振動を最小化することができる。

一方、図11を参照して、式1で数学的な計算によって補正係数 c の値を計算することができる。等価質量 m に対して繰り返し運動によって x 方向に力を加えると、等価質量 m による不均衡力（unbalanced force）は、 x 方向 $m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \theta$ になれる。また、クランクピン C を基準に半径 b の質量 B を有するカウンタバランスによる力が x 方向の成分 $B \cdot \omega^2 \cdot b \cdot \cos \theta$ と y 方向の成分 $B \cdot \omega^2 \cdot b \cdot \sin \theta$ を発生する。 $mr = Bb$ メカニズムでは、 θ が 0° または 180° で均衡を維持することができる。しかし、 θ が 0° または 180° 以外の領域では、 x 方向へは均衡を維持するが、 y 方向へは $B \cdot \omega^2 \cdot b \cdot \sin \theta$ だけ機構の振動を起こすことになる。

【0030】

このとき、すべての値で均衡を維持するために、式1の c 値を $0 < c < 1$ とすることができる。したがって、 x 方向の不均衡力は $m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \theta - B \cdot \omega^2 \cdot b \cdot \cos \theta$ となり、これは式1を反映すれば、 $c \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \theta$ になり、 y 方向の不均衡力は $B \cdot \omega^2 \cdot b \cdot \sin \theta$ になり、これは式1を反映すれば、 $c \cdot m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \theta$ になる。 x 方向の不均衡力と y 方向の不均衡力とを合成して、不均衡合力を求め、すべての θ 値に対して不均衡合力が最小になる c の値を調べて、その値を使用すると、式1によって不均衡合力が最小になる条件で、等価質量 m が繰り返し運動することができるようになる。この時の c 値を求めると、0.5になる。

この場合、クランクピン C を基準に半径 b の質量 B を有するカウンタバランスによって振動が最小となる条件で、等価質量 m が繰り返して運動するようになる。したがって、システム全体の振動を最小化することができ、それに応じて、超音波スキャン速度を増加させて、超高速超音波スキャンが可能になる。

【0031】

一方、上述のように、回転ロッド170と移動ロッド150との間には、連結ロッド160が備えられており、連結ロッド160は、その両側の端部に連結軸161が突出されるように備えられており、両連結軸161は、それぞれ回転ロッド170の連結孔172と移動ロッド150の連結孔151にベアリングを媒介として相対回転可能に結合されている。これにより、連結ロッド160は、回転ロッド170の回転運動を移動ロッド150の直線運動に変換させる媒介体の役割を果たすことになる。

一方、移動ロッド150は、リニアガイドレール130に備えられているスライダ140の外側面に結合固定され、このように具備される移動ロッド150は、リニアガイドレー

10

20

30

40

50

ル130と垂直に直交する方向に設置されている。また、移動ロッド150の上部と下端部には、エンコーダ152とプローブ154がそれぞれ結合固定され、移動ロッド150の下端部には、プローブ154が連結されて、トランスデューサを介して本体10に収納された被検体を超音波スキャンするようになる。

【0032】

また、スライダ140の中心と一致する移動ロッド150の一侧には連結孔151が形成され、連結ロッド160の側の連結軸161がベアリングを媒介として回転可能に結合されることにより、モータ120による回転ロッド170の回転の時に、連結ロッド160によって移動ロッド150がスライダ140を媒介としてリニアガイドレール130に沿って直線移動するようになる。

10

一方、通常の超音波スキャン装置では、プローブ154が並進する両端の位置で動きが反転される。つまり、プローブ154が両端に到達すると、一方向の運動を停止して、反対方向に新たな運動を始めることになる。特に、超音波スキャン装置では、被検体上のプローブ154の端が超音波媒質、例えば水中に沈めた状態で運動することになる。この場合には、プローブ154が並進する両端の位置で激しい水跳ね現象が発生することができる。

【0033】

このような問題を解決するために、駆動ユニット100は、プローブ154を移動ロッド150に固定する固定治具153と、プローブ154の下部に設置され、移動ロッド150が並進運動する移動方向（X軸方向）の両側の端部が流線型である支持部材155と、をさらに含んでいる。つまり、プローブ154の被検体側の端部を支持しながら、超音波媒質、例えば水中に少なくとも一部浸かる支持部材155の両側の端部が流線型となっている。したがって、プローブ154が並進する両端の位置で水跳ね現象を緩和させることができる。

20

一方、プローブ154は、移動ロッド150の被検体側の端に2つ以上設けることができる。この場合、複数のプローブ154が同時に被検体の他の領域をスキャンすることにより、一つの被検体に対して移動ロッド150を動かす範囲または回数を減らし、高速スキャンが可能になる。図2及び図3には、プローブ154が2つ設けられている実施例が示されており、図6及び図7には、プローブ154が3つ設けられている実施例が示されている。この場合、2つ以上のプローブ154のそれぞれを介して入力されたイメージが合成されて、全体のイメージを得るようになる。このとき、イメージの処理によって同じ部分が重なる部分を認識して、一部で入力されるイメージに対して当該の部分を削除して合成する必要がある。

30

【0034】

このとき、複数のプローブ154を移動ロッド150の移動方向と平行または直交する方向に所定の間隔離隔して、一列に配置することができる。図6には、移動ロッド150の移動方向と平行な方向に一定の間隔離隔されるように一列に配置されている実施例が示されている。図7には、移動ロッド150の移動方向と直交する方向に一定の間隔離隔されるように一列に配置されている実施例が示されている。

一方、2つまたはそれ以上のプローブ154を一定の間隔離隔するように配置することができる。この場合、2つ以上のプローブ154を介して入力される映像を処理するときに、比較的簡単なアルゴリズムにより合成して、全体のイメージを得ることができるようになる。

40

一方、プローブ154は、移動ロッド150の下端部に設けられる別途の固定治具153により固定されている。特に、この場合に、2つ以上のプローブ154が設けられている場合、プローブ154の相対位置を一定に固定することができるようになる。

【0035】

また、上述のように並列配置されているプローブ154は、固定治具153の位置によって移動ロッド150の移動方向と平行または直交する方向に配置することもできる。

すなわち、図6に示したように、固定治具153-1が移動ロッド150の移動方向と平

50

行な方向に設けられている場合には、固定治具 153-1 に一列に並列配置される多数のプロープ 154-1 が X 軸方向に配列されることにより、移動ロッド 150 の移動距離が短くなるので、それぞれのプロープ 154-1 を介して被検体を高速で超音波スキャンすることができるようになる。

また、図 7 に示したように、固定治具 153-2 が移動ロッド 150 の移動方向と直交する方向に設けられている場合には、多数のプロープ 154-2 が Y 軸方向に備えられることにより、マウンティングプレート 20 の移動距離が短くなるので、それぞれのプロープ 154-2 を介して被検体を高速で超音波スキャンすることができるようになる。

【0036】

また、支持部材 155-1、155-2 がプロープ 154-1、154-2 の下部に設けられ、プロープを連結して支持している。この場合、複数のプロープ 154-1、154-2 をさらに安定的に支持することができる。

このとき、支持部材 155-1、155-2 は、移動ロッド 150 が並進運動する移動方向の両側の端部が流線型になっている。この場合、本体 10 の水中で支持部材 155-1、155-2 の移動の時、円滑な移動を誘導するだけでなく、水跳ね現象を最小化することができる。

一方、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置は、次のように動作することができる。

まず、本体 10 の内部に超音波スキャンしようとする被検体を収納した状態で、駆動ユニット 100 のモータ 120 が作動されれば、モータ 120 に連結された回転ロッド 170 が回転する。

【0037】

このとき、回転ロッド 170 の一側に連結ロッド 160 を媒介として連結された移動ロッド 150 に作用する質量値に基づいて、回転ロッド 170 の他側に備えられているカウンタバランス 180 の質量 B、またはカウンタバランス 180 の位置を調整して、回転ロッド 170 の両側に作用する力の均衡を合わせた状態である。

このように回転ロッド 170 が回転すれば、図 4 に示したように、回転ロッド 170 に連結された連結ロッド 160 の一側の端部が回転ロッド 170 と共に回転運動し、移動ロッド 150 に連結されて拘束された連結ロッド 160 の他側の端部は、直線往復運動をするようになる。

したがって、上述のように回転ロッド 170 の回転運動を直線運動に変換させる連結ロッド 160 によって移動ロッド 150 は、リニアガイドレール 130 に沿って高速で直線往復移動するようになり、前記移動ロッド 150 の直線移動により、プロープ 154 は被検体上で X 軸方向に直線移動しながら、被検体を超音波スキャンすることになる。

【0038】

このとき、プロープ 154 は、図 4 に示したように、被検体の X 軸方向に完全に移動されて、スキャンした後、マウンティングプレート 20 が本体 10 の Y 軸方向に移動され、マウンティングプレート 20 の移動の後にプロープ 154 は、前述した逆方向である -X 軸方向に直線移動しながら、被検体を連続して高速スキャンすることになる。

図 8～図 10 は、本発明の他の実施例に係る超音波高速スキャン装置の駆動ユニットを示している。

【0039】

まず、本実施例を説明する前に、前述した実施例と同じ部分については、前述した実施例の説明を参照して、前述した実施例と異なる部分についてのみ詳細に説明する。

本発明の他の実施例に係る駆動ユニット 200 は、図 8 と図 9 に示したように、マウンティングプレート 20 の前面部に結合固定される第 1 ベースプレート 210 と、第 1 ベースプレート 210 の前面部に第 1 ベースプレート 210 と一定の間隔を維持したまま離隔して備えられている第 2 ベースプレート 230 と、第 1 ベースプレート 210 の後面部に結合固定され、モータ軸が第 1 及び第 2 ベースプレート 210、230 を貫通して前面部に突出するように備えられているモータ 220 と、モータ 220 のモータ軸に連結されて、

10

20

30

40

50

ベースプレート 210 の前面部で回転する回転体、すなわち円板状の回転板 240 と、回転板 240 に第 1 及び第 2 連結ロッド 250、260 として連結されて、第 2 ベースプレート 230 の前面部で直線移動される移動ロッド 290 と、移動ロッド 290 に結合固定される一方、被検体を超音波スキャン（探傷）するプローブ 293 とを含んでいる。

【0040】

ここで、第 1 ベースプレート 210 の背面に備えられている結合軸 211 と、第 2 ベースプレート 230 の貫通孔 231 と固定溝 232（図 2 の案内孔 112 と結合孔 113 に対応）と、リニアガイドレール 270 と、スライダ 280 と、エンコーダ 291 と、固定治具 292 と、プローブ 293 は、図 2 に示された実施例の構成と同様であるので、この説明は省略し、回転板 240 と、これに連結されている各ロッド 250、260、290 のみに対して詳細に説明する。

10

回転板 240 は、正円からなる円板で備えられており、その前面の一侧の外周縁部には、第 1 連結ロッド 250 との連結のための連結軸 241 が突出されるように備えられている。前記連結軸 241 は、ベアリングを媒介として、第 1 連結ロッド 250 と結合することにより、第 1 連結ロッド 250 と相対回転が可能な状態で連結されている。

【0041】

また、第 1 連結ロッド 250 は、平坦なバー（bar）で備えられており、その一侧の端部には、回転板 240 の連結軸 241 が回転可能に結合され、他側の端部には、他の連結軸 251 が突出されるように備えられている。この連結軸 251 もベアリングを媒介として第 2 連結ロッド 260 と結合することにより、第 2 連結ロッド 260 と相対回転が可能な状態で連結されて備える。したがって、回転板 240 に連結された第 1 連結ロッド 250 の一侧の端部は、回転板 240 と共に回転運動され、第 2 連結ロッド 260 に連結されて拘束された第 1 連結ロッド 250 の他側の端部は、直線往復運動するようになる。このとき、直線往復移動する第 1 連結ロッド 250 は、回転板 240 の直径ほど直線移動する。

20

第 2 連結ロッド 260 は、長方形のプレートで備えられており、その中心部には、第 1 連結ロッド 250 の連結軸 251 がベアリングを媒介として結合される連結孔 261 が備えられている。これにより、第 2 連結ロッド 260 は、第 1 連結ロッド 250 に相対回転可能な状態で連結されて、第 1 連結ロッド 250 の直線移動の時に、第 1 連結ロッド 250 と共にリニアガイドレール 270 に沿って直線移動される。このとき、第 2 連結ロッド 260 は、リニアガイドレール 270 に結合されたスライダ 280 を囲んだ状態で結合固定してスライダ 280 と共に一体に移動される。

30

【0042】

また、移動ロッド 290 は、スライダ 280 の外側面に結合固定されてスライダ 280 及び第 2 連結ロッド 260 と共にリニアガイドレール 270 に沿って直線移動され、直線移動される移動ロッド 290 の行程は、回転板 240 の直径に対応する距離だけ移動される。

したがって、上述のように、回転板 240 の直径に該当する行程を有する移動ロッド 290 は、直線往復移動距離が短くて、回転板 240 の高速回転の時にも前述した図 2 に示された実施例に比べて、相対的に振動が小さく発生するので、前述した実施例でのカウンタバランス 180 を備えていなくても、プローブの振動を最小化することができる。ただし、本実施例でも、カウンタバランスを使用して振動をさらに低減する実施例も可能である。

40

図 12 は、本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置において図 2 の駆動ユニットを使用して被検体をスキャンした結果を示す。この時、図 2 の駆動ユニットを使用して被検体をスキャンした測定結果が表 1 に示されている。表 1 には、先行技術文献に記載された構成と同様の構成を有する従来の超音波スキャン装置（比較例）により、図 12 の場合と同じ被検体に対する測定結果を共に比較して示した。

【表 1】

	比較例	図 2 の実施例
スキヤンステップ (u m)	1 0 0	1 0 0
B スキヤン個数 (個)	4 0 0	4 0 0
所要時間/ライン (秒)	1	0 . 0 5
全体の所要時間 (秒)	4 0 0	2 0

【0 0 4 3】

10

両者の場合、同じ被検体に対して同じスキヤンステップ 1 0 0 u m、4 0 0 個の B スキヤンを適用したとき、従来の超音波スキヤン装置は、一つのラインあたり 1 秒がかかり、全体 4 0 0 秒がかかった。これに対して、本発明の図 2 に示された実施例を適用した場合は、1 つのラインあたり 0 . 0 5 秒がかかり、全体 2 0 秒がかかった。すなわち、本発明の図 2 に示された実施例を適用した場合に、図 1 2 に示された品質のスキヤン結果を得ると同時に、比較例に比べて速度を 2 0 倍向上させることができる顕著な効果を得ることができる。

一方、超音波スキヤン装置は、印刷回路基板と建築資材などを含む様々な被検体の断面を非破壊的にスキヤンすることができる。このとき、製品の生産性を考慮すると、そのスキヤン速度は非常に重要な要素である。特に、実際の現場で印刷回路基板の回路の不良を検査するのに時間がかかりすぎて、全体のラインの生産性が大幅に低くなるという問題があった。

20

【0 0 4 4】

しかし、表 1 に示したように、本発明の一実施例に係る図 2 の駆動ユニットを使用する場合、比較例に比べて顕著に高速で図 1 2 のように被検体をスキヤンした。

以上、本発明を具体的な実施例を通じて詳細に説明したが、これは本発明を具体的に説明するためのものであり、本発明はこれに限定されず、本発明の技術的思想内で当分野の通常の知識を有する者であれば、その変形や改良が可能であることは明らかである。本発明の簡単な変形または変更は、本発明の範囲に属するものとして、本発明の具体的な保護範囲は、添付された特許請求の範囲によって明確になる。

30

【符号の説明】

【0 0 4 5】

- 1 0 本体
- 1 1 支持フレーム
- 2 0 マウンティングプレート
- 1 0 0、2 0 0 駆動ユニット
- 1 1 0 ベースプレート
- 1 1 1、2 1 1 結合軸
- 1 1 2 案内孔
- 1 1 3 結合孔
- 1 2 0 モータ
- 1 3 0、2 7 0 リニアガイドレール
- 1 4 0、2 8 0 スライダ
- 1 5 0、2 9 0 移動ロッド
- 1 5 1、1 7 2、2 6 1 連結孔
- 1 5 2、2 9 1 エンコーダ
- 1 5 3、2 9 2 固定治具
- 1 5 4、2 9 3 プローブ
- 1 6 0 連結ロッド
- 1 7 0、2 4 0 回転ロッド

40

50

171 回転中心孔
173 長孔
180 カウンタバランス
181 結合溝
182 締結孔
210 第1ベースプレート
220 ステップモータ
230 第2ベースプレート
231 貫通孔
232 固定溝
161、241、251 連結軸
250 第1連結ロッド
260 第2連結ロッド

10

【要約】

【課題】本発明は、モータの回転運動を直線運動に変換させて、これに備えられるプローブを高速移動させて被検体を高速スキャンするようにした超音波高速スキャン装置を提供する。

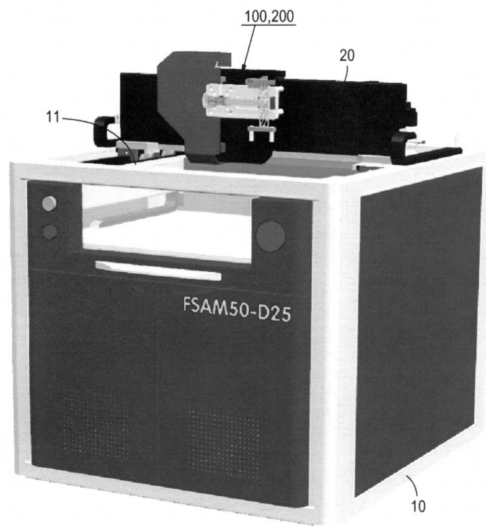
【解決手段】本発明の一実施例に係る超音波高速スキャン装置は、被検体が収納される本体と、前記本体に一方向に直線移動されるように装着されるマウンティングプレートと、前記マウンティングプレートに装着され、プローブを前記マウンティングプレートの運動方向と直交する方向に直線移動させる駆動ユニットと、を備え、前記駆動ユニットは、前記マウンティングプレートに対して固定されるモータと、前記モータに連結され、前記マウンティングプレートに対して回転運動する回転体と、前記回転体に連結ロッドで連結されてマウントプレートに対して直線移動される移動ロッドと、前記移動ロッドに固定されるプローブと、を含むことができる。

20

【選択図】図2

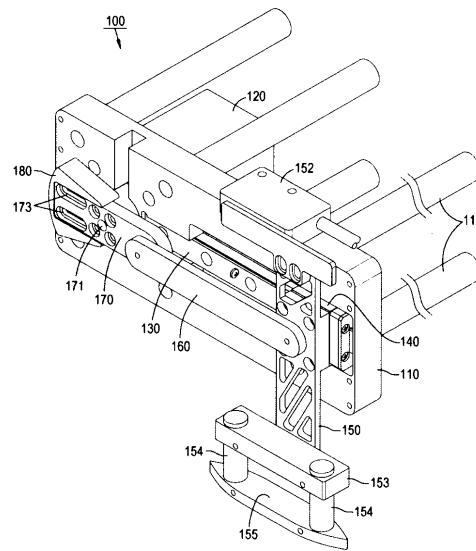
【図 1】

FIG 1



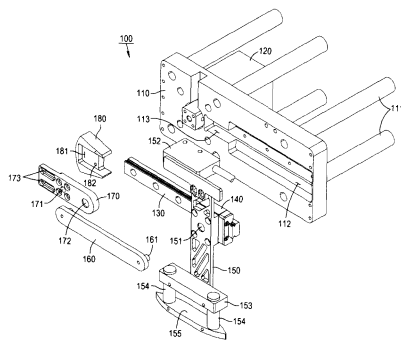
【図 2】

FIG 2



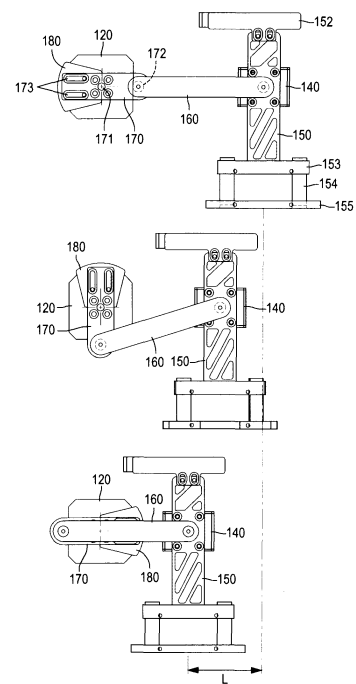
【図 3】

FIG 3



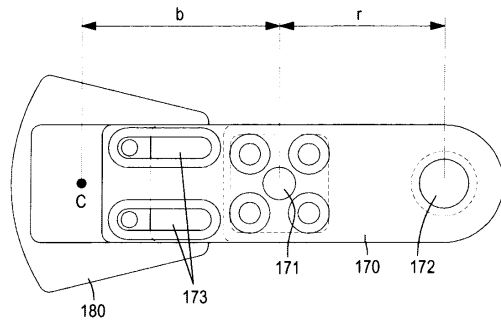
【図 4】

FIG 4



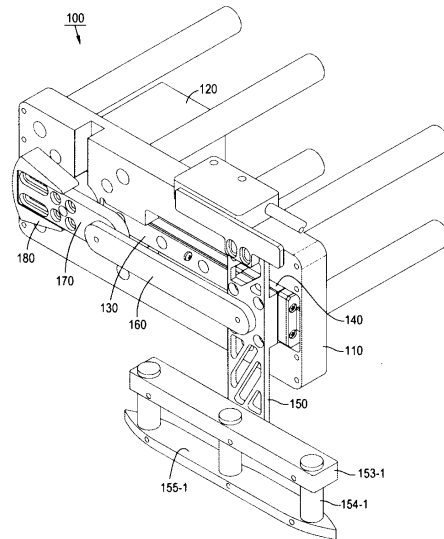
【図 5】

FIG 5



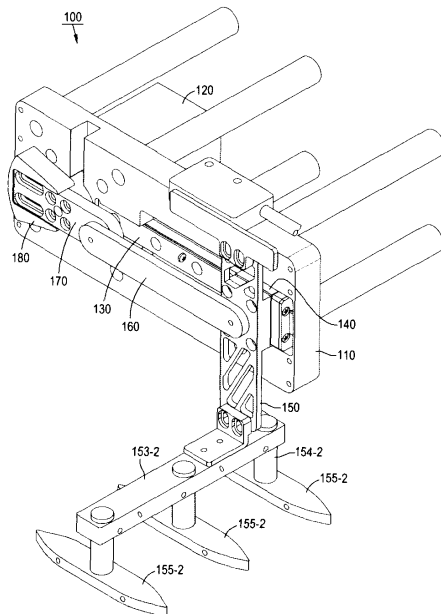
【図 6】

FIG 6

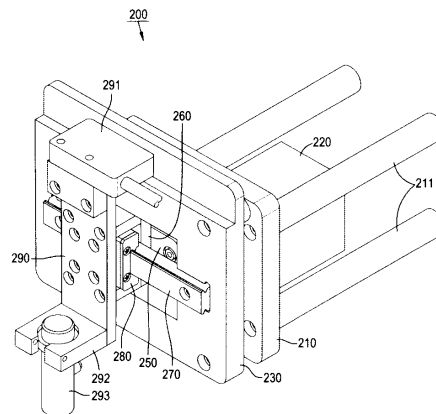


【図 7】

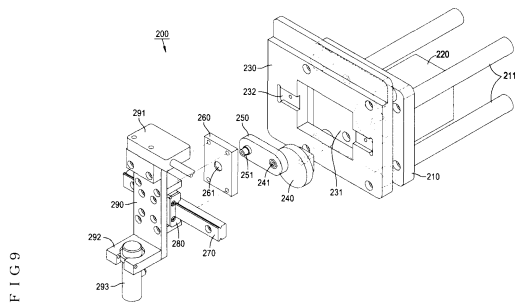
FIG 7



【図 8】

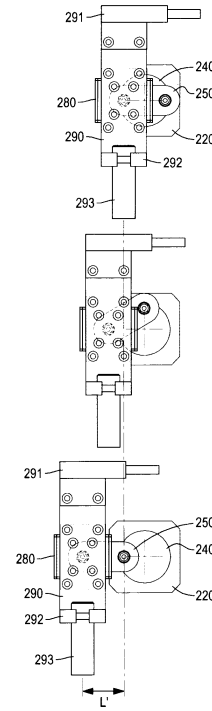


【図 9】



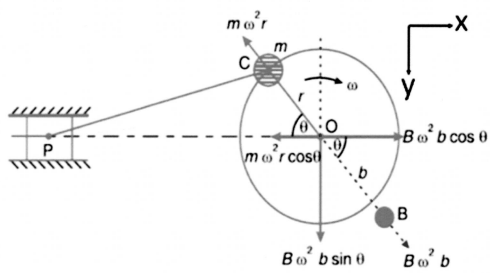
【図 10】

FIG 10



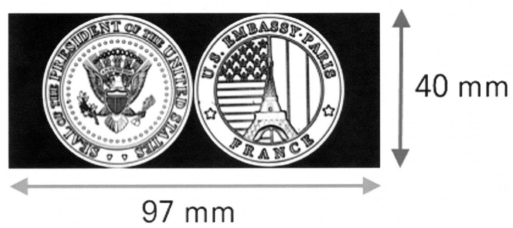
【図 11】

FIG 11



【図 12】

FIG 12



フロントページの続き

(74)代理人 100196139

弁理士 相田 京子

(72)発明者 オ ジョンファン

大韓民国 プサングァンヨクシ ナムグ プンボロ 111

審査官 横尾 雅一

(56)参考文献 米国特許第04774842 (US, A)

特開2003-215113 (JP, A)

特開平06-294783 (JP, A)

特開昭63-252141 (JP, A)

米国特許第04241891 (US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 29/00-29/52

A61B 8/00- 8/15

JSTPlus/JMEDPlus/JST7580 (JDreamIII)