

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5916893号

(P5916893)

(45) 発行日 平成28年5月11日(2016.5.11)

(24) 登録日 平成28年4月15日(2016.4.15)

(51) Int. Cl.		F I			
GO 1 M	17/06	(2006.01)	GO 1 M	17/06	
GO 1 M	17/007	(2006.01)	GO 1 M	17/00	Z
GO 1 M	7/02	(2006.01)	GO 1 M	7/00	D

請求項の数 9 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2014-550949 (P2014-550949)	(73) 特許権者	000143949
(86) (22) 出願日	平成25年9月5日(2013.9.5)		株式会社鷺宮製作所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2013/073901		東京都中野区若宮2丁目55番5号
(87) 国際公開番号	W02014/087710	(74) 代理人	100103218
(87) 国際公開日	平成26年6月12日(2014.6.12)		弁理士 牧村 浩次
審査請求日	平成27年4月30日(2015.4.30)	(72) 発明者	伊 栄生
(31) 優先権主張番号	特願2012-265763 (P2012-265763)		埼玉県狭山市笹井535 株式会社鷺宮製
(32) 優先日	平成24年12月4日(2012.12.4)		作所 狭山事業所内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	増山 良太郎
			埼玉県狭山市笹井535 株式会社鷺宮製
			作所 狭山事業所内
		審査官	伊藤 幸仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 試験装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

操作者の運転操作に応じて運転状態をシミュレーションするための試験装置であって、すべり床上をエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転できるように自由に移動可能に配置されたベースプレートと、

前記ベースプレート上に、運動連結機構によって連結され、被運転部が設けられたプラットフォームと、

前記ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、前記すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置とを備え、

前記エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となり、

前記エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されていることを特徴とする試験装置。

【請求項2】

被試験構造物に対して外力を負荷して各種の試験を行うための試験装置であって、

すべり床上をエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転できるように自由に移動可能に配置され、被試験構造物が設けられたベースプレートと、

前記ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、前記すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置とを備え、

10

20

前記エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となり、

前記エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されていることを特徴とする試験装置。

【請求項 3】

前記磁着装置が、すべり床に対して離接可能に構成され、前記すべり床に対する磁着力の強弱が切替え可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の試験装置。

【請求項 4】

前記磁着装置が、すべり床に対して離接可能に構成された磁石部材を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の試験装置。

【請求項 5】

前記磁石部材が、永久磁石から構成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の試験装置。

【請求項 6】

前記磁着装置が、電磁石から構成される磁石部材を備えていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の試験装置。

【請求項 7】

前記磁石部材が、複数の磁石部材から構成され、これらの磁石部材が、相互に極の向きが直角の位置となるように配置されていることを特徴とする請求項 4 から 6 のいずれかに記載の試験装置。

【請求項 8】

前記ベースプレートの下面に球面座を介して複数のエアベアリングが設けられ、前記複数のエアベアリングに対応して、複数の磁着装置が設けられていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の試験装置。

【請求項 9】

前記エアベアリングのベースプレートに対峙する面、または、前記すべり床の上面のうち少なくとも一方の表面に、摩擦低減処理が施されていることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の試験装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、自動車・バイク・電車・航空機・船舶などの運輸機器や、橋梁・ビル・住宅・建築物などの構造物や、これらの部品などの被試験構造物（以下、これらを総称して、単に「被試験構造物」と言う）に対して、外力を付加して行う載荷試験や、振動を与えて行う加振試験や、操作者の運転操作に応じた運転状態などのシミュレーション試験などの各種の試験（以下、これらを総称して、単に「試験」と言う）を行うための試験装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、このような試験装置としては、これらの被試験構造物の研究開発を目的とする加振試験装置や載荷試験装置がある。また、運輸機器の研究開発や、運転者の運転能力の向上などを目的として、操作者の運転操作に応じた運転状態などをシミュレーションするための運転シミュレーション装置（以下、単に「運転シミュレータ」とも言う）がある。

【0003】

このような試験装置のうち、運転シミュレーション装置を例に説明する。運転シミュレーション装置は、例えば、いわゆる「スチュワート・プラットフォーム（ヘキサポッドとも呼ばれる）」と呼ばれる 6 自由度パラレルメカニズムを採用し、並列に連結された 6 本の伸縮するリンクが協調して動作することにより、6 自由度の位置決めを行う運動連結機構によって連結され、車両モデルなどの被運転部が設けられたプラットフォームを備えて

10

20

30

40

50

いる。

また、このような平行6自由度プラットフォームは、運動可能範囲が限られるため、運輸機器の前進方向・横方向・旋回において比較的低い周波数で大振幅の動作を再現するため、平面上(X, Y, Yaw方向)に移動できる機構の上に設置されるケースがある。

【0004】

これにより、操作者の運転操作に応じて、X、Y、Zの3方向の並進運動の他に、各軸回りの回転運動を加えた、すなわち、前後方向、左右方向、上下方向、ロール(Roll)、ピッチ(Pitch)、ヨー(Yaw)の6種類の動きからなる6自由度のチルト運動を再現することによって、操作者の運転操作に応じて運転状態をシミュレーションするように構成されている。

10

比較的高い周波数で小振幅の動作は、スチュワート・プラットフォームにより再現され、比較的低い周波数で大振幅の動作は、平面移動機構により再現される。

【0005】

このように構成される従来の運転シミュレーション装置として、例えば、特許文献1(特許第4736592号公報)に開示される運転模擬試験装置が提案されている。

【0006】

この運転模擬試験装置100では、図23に示したように、6自由度の位置決めを行う運動連結機構102によって、ベース104に連結されたプラットフォーム106上に、車両モデルを備えたドーム108が設けられている。

【0007】

20

そして、X軸方向に配置された複数のX軸方向レール110と、X軸方向レール110上をX軸方向に移動可能で、Y軸方向に配置された一対のY軸方向レール112とを備えている。このY軸方向レール112上を、Y軸方向に移動可能にベース104が配置されている。

【0008】

これによって、いわゆる「リニアガイド」(Linear Guide)を構成しており、車両モデルを備えたドーム108が、X-Y方向に移動できるように構成されている。

【0009】

また、特許文献2(特許第3915122号公報)には、図24に示したように、運転シミュレータ200が開示されている。

30

【0010】

この運転シミュレータ200では、図24に示したように、6自由度の位置決めを行う運動連結機構202によってベース204に連結されたプラットフォーム206上に、車両モデルを備えたドーム208が設けられている。そして、ベース204の下面に、すべり面210に対峙するように、複数のエアベアリング212が設けられている。

【0011】

さらに、特許文献2の運転シミュレータ200では、図24には、図示しないリニアガイドからなるX軸方向移動装置によって、ベース204が、X軸方向に移動できるとともに、図示しないY軸方向移動装置によって、ベース204が、Y軸方向に移動できるように構成されている。

40

【0012】

一方、前述した試験装置は、被試験構造物に水平方向の運動(変位、速度、加速度)を与え、これら被試験構造物の実際の使用状況や、地震時、輸送時などの振動を模擬し、その性能や耐久性を試験するためのものである。

【0013】

このため、このような試験装置では、上下方向(Z軸方向)の動きを拘束するため、リニアガイドを使用することが一般的である。図25は、このように構成される従来の試験装置300として、振動試験装置の概略を示す斜視図である。

【0014】

すなわち、この試験装置300は、架台302を備えており、この架台302の上面に

50

は、複数の X 軸方向レール 3 0 4 が設けられている。そして、X 軸方向アクチュエータ 3 1 2 に連結されるとともに、この X 軸方向レール 3 0 4 に案内されて、X 軸方向アクチュエータ 3 1 2 の作動により、X 軸方向に移動可能に構成された X 軸方向ベース 3 0 8 および 3 1 4 を備えている。

【 0 0 1 5 】

また、X 軸方向ベース 3 0 8 上面には、複数の Y 軸方向レール 3 1 0 が設けられている。そして、Y 軸方向アクチュエータ 3 0 6 に連結されるとともに、この Y 軸方向レール 3 1 0 に案内されて、Y 軸方向アクチュエータ 3 0 6 の作動により、Y 軸方向に移動可能に構成され、被試験構造物を載置する Y 軸方向ベース 3 1 4 を備えている。

【 0 0 1 6 】

このように従来の特許装置 3 0 0 では、X 軸方向と Y 軸方向の両方向への移動を可能にするため、図 2 5 に示したように、リニアガイドを 2 層に構成することが必要である。

【 0 0 1 7 】

また、このような試験装置は、自動車・バイク・電車・航空機・船舶などの運輸機器の研究開発や、運輸機器を運転する者の運転能力向上などを目的として、操作者の運転操作に応じた運転状態、加振試験、加速度試験などを模擬する運転シミュレータや、運転シミュレータの構成部として使用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 1 8 】

【特許文献 1】特許第 4 7 3 6 5 9 2 号公報

【特許文献 2】特許第 3 9 1 5 1 2 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 9 】

しかしながら、特許文献 1 の運転模擬試験装置 1 0 0 では、相互に直交する X 軸方向レール 1 1 0 と Y 軸方向レール 1 1 2 が必要であり、装置の設置スペースが大きく必要である。また、装置の高さが高くなり、可動部であるプラットフォーム 1 0 6 の質量が大きくなり、大きな駆動装置が必要となって大型化してしまうことになる。

【 0 0 2 0 】

また、特許文献 1 の運転模擬試験装置 1 0 0 では、ベース 1 0 4 が X - Y 方向に移動できるように構成されているが、ベース 1 0 4 が Z 軸（上下軸）の周りに回転（Yaw 運動）することができない構造となっている。

このため、運輸機器が回転時必要な動作は、すべて可動部の 6 自由度プラットフォームで再現させる必要があるため、プラットフォームがさらに大型化する。

【 0 0 2 1 】

従って、特許文献 1 の運転模擬試験装置 1 0 0 では、大きな設置スペースと駆動装置が必要で、コストが高くなる。また、実際の運転状態時の高い周波数の加速度の再現ができず、操作者の実際の運転操作に応じた運転状態をシミュレーションすることもできないことになる。

【 0 0 2 2 】

一方、特許文献 2 の運転シミュレータ 2 0 0 では、6 自由度プラットフォームはエアベアリング 2 1 2 により支持され、上下方向が拘束されないため、振動を抑えるため、重たいベース 2 0 4 が必要であり、特許文献 1 の運転模擬試験装置 1 0 0 と同様に、装置の設置スペースが大きく必要である。また、装置の高さが高くなり、可動部であるプラットフォーム 2 0 6 の質量が大きくなり、大きな駆動装置が必要となって大型化してしまうことになる。

【 0 0 2 3 】

また、特許文献 2 の運転シミュレータ 2 0 0 では、可動部であるプラットフォーム 2 0 6 の質量が大きいかかわらず、再現できる周波数範囲は 1 ~ 3 H z で、高い周波数で

10

20

30

40

50

は、振動を抑えきれなくなるので、もっと重たいベースが必要になる。実際の運転状態に応じた加速度などの試験のために、6自由度プラットフォームの上にさらに3自由度の機構を設ける必要があり、複雑で大型化する。

【0024】

さらに、特許文献2の運転シミュレータ200では、すべり面210の表面として、非常に精度の高いすべり面が必要で、コストが高くつくことにもなる。

【0025】

このように特許文献1の運転模擬試験装置100、特許文献2の運転シミュレータ200のいずれの場合においても、大きな駆動装置が必要となって大型化してしまうことになり、高速で高周波の動作ができなくなる。

10

【0026】

一方、図25に示したような従来の試験装置300においても、相互に直交するX軸方向レール304とY軸方向レール310が必要であり、装置の設置スペースが大きく必要である。また、装置の高さが高くなり、可動部の質量が大きくなり、大きな駆動装置が必要となって大型化してしまうことになり、高速で高周波の動作ができなくなる。

【0027】

また、図25に示したような従来の試験装置300においても、X-Y方向に移動できるように構成されているが、ベースがZ軸(上下軸)の周りに回転(Yaw運動)することができない構造となっている。

【0028】

20

従って、特許文献1の運転模擬試験装置100、特許文献2の運転シミュレータ200、図25に示したような従来の試験装置300のいずれの場合においても、被試験構造体に回転方向の振動を与えて試験することや、運輸機器が旋回時必要な動作を与えることができない。

【0029】

さらに、いずれの場合においても、リニアガイドを用いると、高速移動時は騒音が大きく、微振幅では摩耗されやすいという欠点がある。

【0030】

従って、本発明の目的は、操作者の実際の運転操作に応じた運転状態をシミュレーションすることができ、実際の運転状態に応じた加速度などの試験ができる試験装置を提供することを目的とする。

30

【0031】

また、本発明の目的は、可動部であるプラットフォームの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までのシミュレーションが可能な、安価でコンパクトな試験装置を提供することを目的とするものである。

【0032】

また、本発明の目的は、可動部である被試験構造物を載置したベースプレートの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までの試験が可能な、安価でコンパクトな試験装置を提供することを目的とするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0033】

本発明は、前述した従来技術における課題及び目的を達成するために発明されたものであって、本発明の試験装置は、

操作者の運転操作に応じて運転状態をシミュレーションするための試験装置であって、すべり床上をエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転できるように自由に移動可能に配置されたベースプレートと、

前記ベースプレート上に、運動連結機構によって連結され、被運転部が設けられたプラットフォームと、

50

前記ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、前記すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置とを備え、

前記エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となり、

前記エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されていることを特徴とする。

【0034】

このように構成することによって、例えば、車両モデルなどの被運転部が設けられたプラットフォームが、6自由度の位置決めを行う運動連結機構によってベースプレートに連結されている。そして、このベースプレートが、すべり床上をエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転(Yaw運動)できるように自由に移動可能に配置されている。

10

【0035】

これにより、エアベアリングの空気圧により、ベースプレートが浮き、すべり床との間にエア層ができ、ベースプレート上に運動連結機構によって連結されたプラットフォームが、すべり床上を最小の摩擦力で移動することができる。

【0036】

従って、小さい動力と少ないスペースで、操作者の実際の運転操作に応じた運転状態をシミュレーションすることができ、実際の運転状態に応じた加速度などの試験ができる。

【0037】

また、ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置を備えており、エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となるように構成されている。

20

【0038】

これにより、エアベアリングと磁着装置によるプリーロード(Pre Load)で、プラットフォームの上下方向の負荷容量を増やすことができる。

【0039】

すなわち、磁着装置による磁力(磁着力)とプラットフォームの重量が合わさって、エアベアリングの上下方向のプリーロード状態となり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、安定したシミュレーションや試験が可能となる。

30

【0040】

その結果、プラットフォームの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までのシミュレーションや試験が可能である。

【0041】

さらに、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されている。

【0042】

従って、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では圧力センサーでその状態が検出され、試験装置が停止されるが、慣性の影響で停止までベースプレートが一定の距離移動することになる。この場合、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるので磁力が作用しなくなり、摩擦力を低減でき、摩擦を減らし、試験装置のメンテナンス周期を長くすることが可能となる。

40

【0043】

また、本発明の試験装置は、被試験構造物に対して外力を負荷して各種の試験を行うための試験装置であって、すべり床上をエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転できるように自由に移動可能に配置され、被試験構造物が設けられたベースプレートと、

前記ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、前記すべり床

50

に対する磁着力を変更可能な磁着装置とを備え、

前記エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となり、

前記エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、前記磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されていることを特徴とする。

【0044】

このように構成することによって、例えば、住宅などの被試験構造物が載置されたベースプレートが、すべり床上をエアベアリングによって、X - Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転（Yaw運動）できるように自由に移動可能に配置されている。

【0045】

これにより、エアベアリングの空気圧により、ベースプレートが浮き、すべり床との間にエア層ができ、ベースプレート上の被試験構造物が、すべり床上を最小の摩擦力で移動することができる。

【0046】

従って、小さい動力と少ないスペースで、ベースプレート上の被試験構造物に対して、例えば、地震の台上振動試験や、寿命性能試験や、運転シミュレーション試験などの各種試験を行うことができ、実際の状態に応じた試験が可能である。

【0047】

また、ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置を備えており、エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となるように構成されている。

【0048】

これにより、エアベアリングと磁着装置によるプリーロード（Pre Load）で、ベースプレートの上下方向の負荷容量を増やすことができる。

【0049】

すなわち、磁着装置による磁力（磁着力）と、ベースプレートとベースプレート上の被試験構造物の重量が合わさって、エアベアリングの上下方向のプリーロード状態となり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、安定した試験が可能となる。

【0050】

その結果、ベースプレートの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までの試験が可能である。

【0051】

さらに、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されている。

【0052】

従って、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、圧力センサーでその状態が検出され、試験装置が停止されるが、慣性の影響で停止までベースプレートが一定の距離移動することになる。この場合、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるので磁力が作用しなくなり、摩擦力を低減でき、摩擦を減らし、試験装置のメンテナンス周期を長くすることが可能となる。

【0053】

また、本発明の試験装置は、前記磁着装置が、すべり床に対して離接可能に構成され、前記すべり床に対する磁着力の強弱が切替え可能に構成されていることを特徴とする。

【0054】

このように構成することによって、磁着装置のすべり床に対する距離を変更することによって、すべり床に対する磁着力の強弱が切替えできるので、試験装置に合った磁力の調整が可能である。

【0055】

また、本発明の試験装置は、前記磁着装置が、すべり床に対して離接可能に構成された磁石部材を備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【0056】

このように構成することによって、磁石部材とすべり床との間の隙間を調整することにより、試験装置に合った磁力の調整が可能である。

【0057】

また、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では装置が停止されるが、慣性の影響で停止までベースプレートが一定の距離移動することになる。この場合、磁着装置である磁石部材がすべり床から離間する方向に移動して、すべり床に対する磁着力が弱い状態となるので磁力が作用しなくなり、しかも、すべり床と磁石部材との間の距離が離間しているため摩擦力を低減でき、摩耗を減らし、試験装置のメンテナンス周期を長くすることが可能となる。

10

【0058】

また、本発明の試験装置は、前記磁石部材が、永久磁石から構成されていることを特徴とする。

【0059】

このように、磁石部材が永久磁石から構成されていれば、安価な永久磁石を磁着装置の磁石部材として用いることができ、コストを低減することができる。また、磁力を発生させるため動力を必要としないので、エネルギーの消費が低減される。

【0060】

また、本発明の試験装置では、前記磁着装置が、電磁石から構成される磁石部材を備えていることも可能である。

20

【0061】

このように、磁着装置が電磁石から構成されていれば、電磁石への電流の大きさを変更することによって、磁力（磁着力）の大きさを変更することができ、制御が容易になる。

【0062】

また、本発明の試験装置は、前記磁石部材が、複数の磁石部材から構成され、これらの磁石部材が、相互に極の向きが直角の位置となるように配置されていることを特徴とする。

【0063】

このように磁石部材が、相互に極の向きが直角の位置となるように配置されているので、各運動方向（X-Y方向、Yaw回転）における渦電流による抵抗を同一にすることができ、正確な、シミュレーションや試験を実施することができる。

30

【0064】

また、本発明の試験装置は、前記ベースプレートの下面に球面座を介して複数のエアベアリングが設けられ、

前記複数のエアベアリングに対応して、複数の磁着装置が設けられていることを特徴とする。

【0065】

このようにベースプレートの下面に球面座を介して、複数のエアベアリングが設けられているので、ベースプレート全体が均一に、エアベアリングの空気圧により、ベースプレートが浮き、すべり床との間にエア層ができ、ベースプレート上に運動連結機構によって連結されたプラットフォームが、すべり床上を最小の摩擦力で移動することができる。

40

【0066】

従って、小さい動力と少ないスペースで、操作者の実際の運転操作に応じた運転状態をシミュレーションすることができ、実際の運転状態に応じた加速度などの試験もできる。

【0067】

また、複数のエアベアリングに対応して、複数の磁着装置が設けられているので、磁着装置による磁力（磁着力）とプラットフォームの重量が合わさったエアベアリングの上下方向のプリーロード状態が、ベースプレート全体において均一になり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、より安定したシミュレーションや試験が可能となる。

【0068】

50

また、本発明の試験装置は、前記エアベアリングのすべり床に対峙する面、または、前記すべり床の上面のうち少なくとも一方の表面に、摩擦低減処理が施されていることを特徴とする。

【0069】

このように、例えば、「ポリテトラフルオロエチレン樹脂（PTFE）、テトラフルオロエチレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂（PFA）、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体樹脂（FEP）、ポリクロロトリフルオロエチレン共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン-エチレン共重合体樹脂、クロロトリフルオロエチレン-エチレン共重合体樹脂、ポリビニリデンフルオライド樹脂、ポリビニルフルオライド樹脂、テトラフルオロエチレン-ヘキサフルオロプロピレン-パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂」などのフッ素系樹脂や、ポリイミド樹脂（PI）、ポリアミド6樹脂（PA6）、ポリアミドイミド樹脂（PAI）、ピーク樹脂（PEEK）などからなるシートを貼着したり、これらの樹脂単体および混合体を焼付コーティングしたりすることによって、エアベアリングのすべり床に対峙する面、または、すべり床の上面のうち少なくとも一方の表面に摩擦低減処理を施している。

10

【0070】

これにより、非常停止などの場合、また、作動中に想定よりも大きい負荷がかかった場合において、エアベアリングがすべり床と接触した際に、エアベアリングが損傷するのを防止することができ、装置の寿命が長くなる。

【0071】

また、このような摩擦低減処理が施されているので、エアベアリングとすべり床との間が、多少接触してもエアベアリングが損傷するのを防止することができるので、すべり床の面の精度を多少下げることができるので、コストを低減することができる。

20

【発明の効果】

【0072】

本発明によれば、例えば、車両モデルなどの被運転部が設けられたプラットフォームが、例えば、6自由度の位置決めを行う運動連結機構によってベースプレートに連結されている。そして、このベースプレートが、すべり床上を球面座を介して接続されるエアベアリングによって、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転（Yaw運動）できるように自由に移動可能に配置されている。

30

【0073】

これにより、エアベアリングの空気圧により、ベースプレートが浮き、すべり床との間にエア層ができ、ベースプレート上に運動連結機構によって連結されたプラットフォームが、すべり床上を最小の摩擦力で移動することができる。

【0074】

従って、小さい動力と少ないスペースで、操作者の実際の運転操作に応じた運転状態をシミュレーションすることができ、実際の運転状態に応じた加速度などの試験ができる。

【0075】

また、ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置を備えており、エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となるように構成されている。

40

【0076】

これにより、エアベアリングと磁着装置によるブリーロードで、プラットフォームの上下方向の負荷容量を増やすことができる。

【0077】

すなわち、磁着装置による磁力（磁着力）とプラットフォームの重量が合わさって、エアベアリングの上下方向のブリーロード状態となり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、安定したシミュレーションや試験が可能となる。

【0078】

その結果、プラットフォームの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定し

50

た運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までのシミュレーションや試験が可能である。

【0079】

本発明によれば、例えば、住宅などの被試験構造物が載置されたベースプレートが、すべり床上をエアベアリングによって、X - Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転（Yaw運動）できるように自由に移動可能に配置されている。

【0080】

これにより、エアベアリングの空気圧により、ベースプレートが浮き、すべり床との間にエア層ができ、ベースプレート上の被試験構造物が、すべり床上を最小の摩擦力で移動することができる。

【0081】

従って、小さい動力と少ないスペースで、ベースプレート上の被試験構造物に対して、例えば、地震の台上振動試験や、寿命性能試験や、運転シミュレーション試験などの各種試験を行うことができ、実際の状態に応じた試験が可能である。

【0082】

また、ベースプレートの下面にすべり床に対して対峙するように配置され、すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置を備えており、エアベアリングのエア圧力が高い作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が強い状態となるように構成されている。

【0083】

これにより、エアベアリングと磁着装置によるプリーロード（Pre Load）で、ベースプレートの上下方向の負荷容量を増やすことができる。

【0084】

すなわち、磁着装置による磁力（磁着力）と、ベースプレート重量と、ベースプレート上の被試験構造物の重量とが合わさって、エアベアリングの上下方向のプリーロード状態となり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、安定した試験が可能となる。

【0085】

その結果、ベースプレートの重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までの試験が可能である。

【0086】

さらに、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるように構成されている。

【0087】

従って、エアベアリングのエア圧力が低い非作動状態では、装置が停止されるが、慣性の影響で、停止までベースプレートが一定の距離移動することになる。この場合、磁着装置のすべり床に対する磁着力が弱い状態となるので、磁力が作用しなくなり、摩擦力を低減でき、摩耗を減らし、試験装置のメンテナンス周期を長くすることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0088】

【図1】図1は、本発明の試験装置をシミュレーション装置として適用した試験装置の上面図である。

【図2】図2は、図1の部分拡大図である。

【図3】図3は、図1のA方向から見た正面図である。

【図4】図4は、図1のB方向から見た側面図を90度右回転させた図である。

【図5】図5は、図1のベースプレート部分の上面図である。

【図6】図6は、図5においてベースプレート部分の運動連結機構の一部を省略した上面図である。

【図7】図7は、図6の背面図を180度右回転させた図である。

【図8】図8は、図6のC方向の側面図を90度右回転させた図である。

【図9】図9は、図7のエアベアリングと磁着装置の部分のエアベアリングのエア圧力が高い作動状態の拡大図である。

10

20

30

40

50

【図 10】図 10 は、図 7 のエアベアリングと磁着装置の部分のエアベアリングのエア圧力が低い非作動状態の拡大図である。

【図 11】図 11 は、図 7 のエアベアリングと磁着装置の部分の上面図である。

【図 12】図 12 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

【図 13】図 13 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

【図 14】図 14 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

【図 15】図 15 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

10

【図 16】図 16 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

【図 17】図 17 は、本発明の別の実施例の試験装置の図 1 と同様な上面図である。

【図 18】図 18 は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図 2 と同様な上面図である。

【図 19】図 19 は、図 18 の D 方向の図 3 と同様な正面図である。

【図 20】図 20 は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図 19 と同様な正面図である。

【図 21】図 21 は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図 19 と同様な正面図である。

20

【図 22】図 22 は、図 21 の F - F 線での概略図である。

【図 23】図 23 は、従来の運転模擬試験装置 100 の斜視図である。

【図 24】図 24 は、従来の運転シミュレータ 200 の部分拡大側面図である。

【図 25】図 25 は、従来の試験装置 300 として、振動試験装置の概略を示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0089】

以下、本発明の実施の形態（実施例）を図面に基づいてより詳細に説明する。

【実施例 1】

30

【0090】

図 1 は、本発明の試験装置をシミュレーション装置として適用した試験装置の上面図、図 2 は、図 1 の部分拡大図、図 3 は、図 1 の A 方向から見た正面図、図 4 は、図 1 の B 方向から見た側面図を 90 度右回転させた図、図 5 は、図 1 のベースプレート部分の上面図、図 6 は、図 5 においてベースプレート部分の運動連結機構の一部を省略した上面図、図 7 は、図 6 の背面図を 180 度右回転させた図、図 8 は、図 6 の C 方向の側面図を 90 度右回転させた図、図 9 は、図 7 のエアベアリングと磁着装置の部分のエアベアリングのエア圧力が高い作動状態の拡大図、図 10 は、図 7 のエアベアリングと磁着装置の部分のエアベアリングのエア圧力が低い非作動状態の拡大図、図 11 は、図 7 のエアベアリングと磁着装置の部分の上面図、図 12 ~ 図 16 は、ベースプレートがすべり床の上を X - Y 方向、Z 軸の周りに回転移動する状態を説明する上面図である。

40

【0091】

図 1 において、符号 10 は、全体で本発明の試験装置をシミュレーション装置として適用した試験装置を示している。

【0092】

この実施例の試験装置 10 では、図 1 に示したように、操作者の運転操作に応じて運転状態をシミュレーションするための試験装置に適用した実施例を示している。

【0093】

すなわち、例えば、自動車・バイク・電車・航空機・船舶などの運輸機器において、これらの運輸機器の研究開発や、運輸機器の運転者の運転能力の向上などを目的として、操

50

作者の運転操作に応じた運転状態などをシミュレーションするためのものである。

【0094】

なお、この実施例では、車両機器の一例として、自動車の場合を図示している。また、図示しないが、本発明の試験装置10では、必要に応じて、試験装置10の周囲にスクリーンなどが設けられており、操作者Sの運転操作に応じて運転状態を視覚的にシミュレーションすることができるように構成されている。従って、例えば、加速度試験などの試験のみを実施する場合などにおいては、このようなスクリーンを設けないこともある。

【0095】

図1～図4に示したように、本発明の試験装置10では、すべり床12を備えており、このすべり床12の上面には、後述するように、X-Y方向に移動できるとともに、Z軸の周りに回転(Yaw運動)できるように自由に移動可能に、上面視で略三角形のベースプレート14が配置されている。

10

【0096】

このベースプレート14上には、図5～図7に示したように、運動連結機構16を備えており、運動連結機構16によって、上面視で略三角形の可動部を構成するプラットフォーム18が連結されている。なお、図5～図6に示したように、プラットフォーム18は、軽量化のために、いわゆるトラス構造のパイプによって構成されている。

【0097】

図5～図8に示したように、運動連結機構16は、この実施例では、いわゆる「スチュワート・プラットフォーム(ヘキサポッドとも呼ばれる)」と呼ばれる6自由度パラレルメカニズムを採用しており、並列に連結された6本の伸縮するリンク16a～16fから構成されている。

20

【0098】

そして、これらの6本の伸縮するリンク16a～16fが協調して動作することによって、図示しないが、プラットフォーム18が、X-Y-Z方向に移動できるとともに、X軸のまわり(Roll)、Y軸のまわり(Pitch)、Z軸の周りに(Yaw運動)回転できるように自由に移動可能となるように構成されている。

【0099】

すなわち、これらのリンク16a～16fはそれぞれ、電気または油圧(図は電気の例を示す)駆動装置20a～20fを作動することによって、ピストンシリンダー機構が作動して伸縮する構造となっている。また、これらのリンク16a～16fの下端は、図7に示したように、ピボット軸22a～22fを介して、ベースプレート14の3か所の角部に形成されたブラケット24a～24fに、それぞれ回動可能に連結されている。

30

【0100】

一方、これらのリンク16a～16fの上端は、図7に示したように、ピボット軸26a～26fを介して、プラットフォーム18の3か所の角部に設けられた支持部28a～28fに、それぞれ回動可能に連結されている。

【0101】

また、図3～図4に示したように、プラットフォーム18上には、運輸機器を構成する、例えば、コックピット、ハーフカーモデルなどからなる被運転部、この実施例の場合には、自動車の車両30が設けられている。なお、図3～図4を除いて、説明の便宜上、被運転部(車両)30を省略して示している。

40

【0102】

一方、図5～図7に示したように、ベースプレート14の下面には、すべり床12の上面に対して対峙するように、複数のエアベアリングユニット32が設けられている、すなわち、この実施例では、図5～図6に示したように、ベースプレート14の3か所の角部に形成されている。

【0103】

また、図7、図9～図11に示したように、エアベアリングユニット32は、すべり床12の上面に対して対峙するように、ベースプレート14の下面に、一定間隔離間して配

50

置された2個のエアベアリング34を備えている。これらのエアベアリング34は、それぞれ、ベースプレート14の下面に固定された球面座36に、装着部38によって自由に回転できるように装着されている。すべり床12の面精度や、取付け部の平行度の誤差を吸収する。

【0104】

そして、これらの2個のエアベアリング34の間に、図9~10に示したように、すべり床に対する磁着力を変更可能な磁着装置40が、ベースプレート14の下面に、すべり床12の上面对して対峙するように配置されている。

【0105】

この磁着装置40は、図9~図11に示したように、ピストンシリンダー機構42を備えており、このピストンシリンダー機構42のピストン44の下端には、ベース板46が固定されている。このベース板46の下面には、例えば、永久磁石からなる磁石部材48が配置されている。

10

【0106】

なお、このように、磁石部材48が、永久磁石から構成されていれば、安価な永久磁石を磁着装置40の磁石部材48として用いることができ、コストを低減することができるとともに、動力を必要とせず、省エネ効果が期待できる。

【0107】

また、ベース板46とピストン44の周囲に設けられた4個のガイド部材41の基端部のフランジ41aとの間には、それぞれバネ部材45が介装されている。

20

【0108】

このように構成されるエアベアリングユニット32は、エアベアリング34のエア圧力が高い作動状態では、図示しないが、エアベアリング34の空気圧により、ベースプレート14が浮き、すべり床12の上面との間にエア層ができるようになっている。

【0109】

これにより、ベースプレート14上に運動連結機構16によって連結されたプラットフォーム18が、すべり床12の上面を最小の摩擦力で移動することができるようになっている。

【0110】

この場合、複数のエアベアリング34に対応して、複数の磁着装置40が設けられているので、磁着装置40による磁力(磁着力)とプラットフォーム18の重量が合わさったエアベアリング34の上下方向のプリーロード状態が、ベースプレート14全体において均一になり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、より安定したシミュレーション、試験が可能となる。

30

【0111】

また、エアベアリングユニット32は、エアベアリング34のエア圧力が高い作動状態では、磁着装置40のすべり床12に対する磁着力が強い状態となるように構成されている。

【0112】

すなわち、この実施例では、図9に示したように、エアベアリング34のエア圧力が高い作動状態では、ピストンシリンダー機構42が作動して、バネ部材45の付勢力に抗して、ピストン44が下方に向かって伸張する。

40

【0113】

これにより、ピストン44の下端に固定されたベース板46が、すべり床12の上面に向かって下方に移動する。その結果、ベース板46下面に配置された磁石部材48と、すべり床12の上面との間の距離が近くなり、磁着装置40のすべり床12に対する磁着力が強い状態となる。

【0114】

従って、エアベアリング34と磁着装置40によるプリーロードで、プラットフォーム18の上下方向の負荷容量を増やすことができる。

50

【 0 1 1 5 】

すなわち、磁着装置 4 0 による磁力（磁着力）とプラットフォーム 1 8 の重量が合わさって、エアベアリング 3 4 の上下方向のプリーロード状態となり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、安定したシミュレーションや試験が可能となる。

【 0 1 1 6 】

その結果、プラットフォーム 1 8 の重量が軽く、剛性が高く、しかも、軽いベースで安定した運動を実現でき、小さい動力と少ないスペースで、高い周波数までのシミュレーションが可能である。

【 0 1 1 7 】

この場合、複数のエアベアリング 3 4 に対応して、複数の磁着装置 4 0 が設けられているので、磁着装置 4 0 による磁力（磁着力）とプラットフォーム 1 8 の重量が合わさったエアベアリング 3 4 の上下方向のプリーロード状態が、ベースプレート 1 4 全体において均一になり、上下方向の反力・モーメントを受け持ち、より安定したシミュレーションや試験が可能となる。

10

【 0 1 1 8 】

なお、この場合、エアベアリング 3 4、磁着装置 4 0 の数、ベースプレート 1 4 での配置位置などは特に限定されるものではなく、適宜変更可能である。

【 0 1 1 9 】

一方、エアベアリングユニット 3 2 は、エアベアリング 3 4 のエア圧力が低い非作動状態では、磁着装置 4 0 のすべり床 1 2 に対する磁着力が弱い状態となるように構成されている。

20

【 0 1 2 0 】

すなわち、この実施例では、図 1 0 に示したように、エアベアリング 3 4 のエア圧力が低い非作動状態では、ピストンシリンダー機構 4 2 の作動が停止して、バネ部材 4 5 の付勢力によって、ピストン 4 4 が上方に向かって後退する。

【 0 1 2 1 】

これにより、ピストン 4 4 の下端に固定されたベース板 4 6 が、すべり床 1 2 の上面から離間する方向に上方に移動する。その結果、ベース板 4 6 下面に配置された磁石部材 4 8 と、すべり床 1 2 の上面との間の距離が大きくなり、磁着装置 4 0 のすべり床 1 2 に対する磁着力が弱い状態となる。

30

【 0 1 2 2 】

従って、エアベアリング 3 4 のエア圧力が低い非作動状態では、圧力センサーでその状態が検出され、試験装置 1 0 が停止されるが、慣性の影響で、停止までベースプレート 1 4 が一定の距離移動することになる。

【 0 1 2 3 】

この場合、磁着装置 4 0 のすべり床 1 2 に対する磁着力が弱い状態、すなわち、この実施例では、ベース板 4 6 の下面に配置された磁石部材 4 8 と、すべり床 1 2 の上面との間の距離が大きくなり、磁力が作用しなくなり、磁石部材 4 8 と、すべり床 1 2 の上面との間の摩擦力を低減でき、摩耗を減らし、試験装置 1 0 のメンテナンス周期を長くすることが可能となる。

40

【 0 1 2 4 】

このように構成することによって、磁着装置 4 0 のすべり床 1 2 に対する距離を変更することによって、すべり床 1 2 に対する磁着力の強弱が切替えできるので、試験装置 1 0 に合った磁力の調整が可能である。

【 0 1 2 5 】

なお、エアベアリング 3 4 のすべり床 1 2 に対峙する面、または、すべり床 1 2 の上面のうち少なくとも一方の表面に、摩擦低減処理が施されていても良い。図 7 では、すべり床 1 2 の上面に摩擦低減処理 1 1 を施している状態を示している。

【 0 1 2 6 】

このように、例えば、「ポリテトラフルオロエチレン樹脂（PTFE）、テトラフルオ

50

ロエチレン - パーフフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂 (P F A)、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン共重合体樹脂 (F E P)、ポリクロロトリフルオロエチレン共重合体樹脂、テトラフルオロエチレン - エチレン共重合体樹脂、クロロトリフルオロエチレン - エチレン共重合体樹脂、ポリビニリデンフルオライド樹脂、ポリビニルフルオライド樹脂、テトラフルオロエチレン - ヘキサフルオロプロピレン - パーフフルオロアルキルビニルエーテル共重合体樹脂」などのフッ素系樹脂や、ポリイミド樹脂 (P I)、ポリアミド 6 樹脂 (P A 6)、ポリアミドイミド樹脂 (P A I)、ピーク樹脂 (P E E K) などからなるシートを貼着したり、これらの樹脂単体および混合体を焼付コーティングしたりすることによって、エアベアリング 3 4 のすべり床 1 2 に対峙する面、または、すべり床 1 2 の上面のうち少なくとも一方の表面に摩擦低減処理を施しても良い。

10

【 0 1 2 7 】

これにより、非常停止などの場合、また、作動中に想定よりも大きい負荷がかかった場合において、エアベアリング 3 4 がすべり床 1 2 の上面と接触した際に、エアベアリング 3 4 が損傷するのを防止することができ、装置の寿命が長くなる。

【 0 1 2 8 】

また、このような摩擦低減処理が施されているので、エアベアリング 3 4 とすべり床 1 2 の上面との間が、多少接触してもエアベアリング 3 4 が損傷するのを防止することができるので、すべり床 1 2 の上面の面の精度を多少下げることができるので、コストを低減することができる。

【 0 1 2 9 】

20

さらに、磁着装置 4 0 のベース板 4 6 の下面に配置された磁石部材 4 8 は、図 1 2 に示したように、磁石部材 4 8 が、複数の磁石部材 4 8 から構成され、これらの磁石部材 4 8 が、相互に極の向きが直角の位置となるように配置されていても良い。

【 0 1 3 0 】

このように磁石部材 4 8 が、相互に極の向きが直角の位置となるように配置されているので、各運動方向 (X - Y 方向、 Y a w 回転) における渦電流による抵抗を同一にすることができ、正確な、シミュレーションや試験を実施することができる。

【 0 1 3 1 】

一方、図 1 ~ 図 4 に示したように、ベースプレート 1 4 には、すべり床 1 2 の上面を、 X - Y 方向に移動できるとともに、 Z 軸の周りに回転 (Y a w 運動) できるように自由に移動可能とする移動機構 5 0 が連結されている。

30

【 0 1 3 2 】

すなわち、移動機構 5 0 は、図 1 に示したように、相互に中心角度 が 120° の角度で離間するように配置された 3 個のピストンシリンダー機構から構成される移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c から構成されている。

【 0 1 3 3 】

これらの移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c は、それぞれその基端部が、すべり床 1 2 の上面に相互に中心角度 が 120° の角度で離間するように固定された 3 個の固定ブラケット 5 4 a、5 4 b、5 4 c に、ピボット 5 6 a、5 6 b、5 6 c によって回動可能に連結されている。

40

【 0 1 3 4 】

また、これらの移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c は、それぞれそのピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c の先端が、図 1 の点線で示したように、図 1 の状態で、すなわち、上面視で、ベースプレート 1 4 がすべり床 1 2 の上面の略中心位置にある際 (初期位置状態にある際) に、円形サークル C に沿って、相互に中心角度 が 120° を形成するように、ベースプレート 1 4 上に設けられた 3 個の固定ブラケット 6 0 a、6 0 b、6 0 c に、ピボット 6 2 a、6 2 b、6 2 c によって回動可能に連結されている。

【 0 1 3 5 】

また、これらのピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c の先端の延長線が、図 1 の一点鎖線で示したように、図 1 の状態で、すなわち、上面視で、ベースプレート 1 4 がすべり床 1 2

50

の上面の略中心位置にある際（初期位置状態にある際）に、ピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c が、円形サークル C に接するか、または、円形サークル C に接する状態に近い角度になるように設けられている。

【 0 1 3 6 】

さらに、移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c は、それぞれその基端部には、ピストンシリンダー機構を作動するための電気または油圧（図は電気の例を示す）駆動装置 6 4 a、6 4 b、6 4 c が設けられている。

【 0 1 3 7 】

このように構成される移動機構 5 0 は、操作者 S の運転操作に応じて、図示しない制御装置の制御によって、エアベアリング 3 4 のエア圧力が高い作動状態では、エアベアリング 3 4 の空気圧により、ベースプレート 1 4 が浮き、すべり床 1 2 の上面との間にエア層ができ、磁着装置 4 0 のすべり床 1 2 に対する磁着力が強い状態となり、フリーロード状態となる。

10

【 0 1 3 8 】

この状態で、操作者 S の運転操作に応じて、電気または油圧（図は電気の例を示す）駆動装置 6 4 a、6 4 b、6 4 c の作動を制御することによって、移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c のピストンシリンダー機構のピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c の伸張度が調整される。

【 0 1 3 9 】

これにより、図 1 に示したベースプレート 1 4 がすべり床 1 2 の上面の略中心位置にある状態から、図 1 2 ~ 図 1 6 に示したように、ベースプレート 1 4 が、X - Y 方向に移動できるとともに、Z 軸の周りに回転（Yaw 運動）できるように自由に移動可能となるように構成されている。

20

【 0 1 4 0 】

なお、図 1 2 ~ 図 1 6 は、あくまでも、X - Y 方向の移動、Z 軸の周りに回転（Yaw 運動）の一例を示したものであって、その他の位置の組み合わせも自由であることはもちろんである。

【 0 1 4 1 】

このように構成することによって、図 1 の状態で、すなわち、上面視で、ベースプレート 1 4 がすべり床 1 2 の上面の略中心位置にある際に、ピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c が、円形サークル C に接するか、または、円形サークル C に接する状態に近い角度になるように設けられているので、Z 軸の周りに回転（Yaw 運動）の際に、必要な加振機の速度、加速度を小さくすることができる。

30

【 0 1 4 2 】

ピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c の先端の延長線が、図 2 の一点鎖線で示したように、図 1 の状態で、すなわち、上面視で、ベースプレート 1 4 がすべり床 1 2 の上面の略中心位置にある際（初期位置状態にある際）に、ピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c が、円形サークル C に接するか、または、円形サークル C に接する状態に近い角度になるように設けられ、ピストン 5 8 a、5 8 b、5 8 c の先端の延長線がベースプレート 1 4 の中心 O からずれた位置になっている。

40

【 0 1 4 3 】

これにより、図 1 の状態、すなわち、上面視で、ベースプレート 1 4 がすべり床 1 2 の上面の略中心位置にある状態（初期位置状態にある状態）から移動させる際に、必要なトルクで移動させることができる。

【 0 1 4 4 】

また、円形サークル C の直径が比較的小さいため、Yaw 運動の際に必要な、アクチュエータである移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c のピストンシリンダー機構のストロークと速度が小さくなり、よりハイパフォーマンスなシミュレータの提供が可能になる。

【 0 1 4 5 】

さらに、アクチュエータである移動駆動装置 5 2 a、5 2 b、5 2 c のピストンシリン

50

ダー機構の加速度も小さくなるので、アクチュエータの等価質量に必要なトルクが減り、ベースプレート14へのYaw方向のトルクが増え、効率が良くなる。

【0146】

また、アクチュエータである移動駆動装置52a、52b、52cのピストンシリンダー機構の軸線と、回転中心の距離を大きく取れ、しかも、移動駆動装置52a、52b、52cの動作範囲が最大になるような角度で、アクチュエータである移動駆動装置52a、52b、52cを配置している。

【0147】

従って、アクチュエータである移動駆動装置52a、52b、52cを取り付けるのに必要なスペースが小さくなり、試験装置10を小型化することができる。

10

【0148】

さらに、X-Y方向の移動、Z軸の周りに回転(Yaw運動)による複合運動の可動範囲が大きくなる。

【0149】

なお、図示しないが、アクチュエータである移動駆動装置52a、52b、52cのピストンシリンダー機構を、ベースプレート14上に設置することにより、移動駆動装置52a、52b、52cにおいて発生する干渉をリミットスイッチで防止することもできる。

【実施例2】

【0150】

図17は、本発明の別の実施例の試験装置の図1と同様な上面図である。

20

【0151】

この実施例の試験装置10は、実施例1に示した試験装置10と基本的には同様な構成であり、同一の構成部材には、同一の参照番号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0152】

この実施例の試験装置10では、図17に示したように、図17の点線で示したように、図17の状態、すなわち、上面視で、ベースプレート14がすべり床12の上面の略中心位置にある際に、移動駆動装置52a、52b、52cは、それぞれその基端部が、大きい円形サークルDに沿って、すべり床12の上面に相互に中心角度が120°の角度で離間するように固定された3個の固定ブラケット54a、54b、54cに、ピボット56a、56b、56cによって回動可能に連結されている。

30

【0153】

また、図17に示したように、ピストン58a、58b、58cの先端の延長線が、図17の一点鎖線Dで示したように、図17の状態、すなわち、上面視で、ベースプレート14がすべり床12の上面の略中心位置にある際(初期位置状態にある際)に、ピストン58a、58b、58cの先端の延長線がベースプレート14の中心Oに向かう位置に配置されている。

【0154】

すなわち、図17に示したように、ピストン58a、58b、58cの先端が、ベースプレート14の3個の角部にそれぞれ配置されている。

40

【0155】

この実施例の試験装置10では、実施例1の試験装置10と比較して、Yaw方向の角度、速度範囲が小さく、Yaw方向のトルクが小さく、加速度範囲が小さく、特に初期位置にある場合、トルクが発生しないので、Yaw方向の移動ができない。必要なスペースが大きい、アクチュエータである移動駆動装置52a、52b、52cとベースプレート14の干渉がなく、XとYの2方向の運動に使用することができる。

【0156】

すなわち、この実施例の試験装置10では、図17の状態、すなわち、上面視で、ベースプレート14がすべり床12の上面の略中心位置にある状態(初期位置状態にある状態)からYaw方向に移動させる際に、トルクが必要となる。

50

【0157】

従って、実施例1の試験装置10に比較して、X-Y方向の運動ができるが、Yaw方向の運動が制限され、特に、初期位置では、Yaw方向のトルクが発生しないため、X-Y方向のみの運動となる。

【実施例3】

【0158】

図18は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図2と同様な上面図、図19は、図18のD方向の図3と同様な正面図である。

【0159】

この実施例の試験装置10は、実施例1に示した試験装置10と基本的には同様な構成であり、同一の構成部材には、同一の参照番号を付して、その詳細な説明を省略する。

10

【0160】

図1～図16に示したように、上記の実施例1の試験装置10では、ベースプレート14上には、図5～図7に示したように、運動連結機構16を備えており、運動連結機構16によって、上面視で略三角形の可動部を構成するプラットフォーム18が連結されている。

【0161】

これに対して、この実施例の試験装置10では、図18、図19に示したように、振動台として機能するベースプレート14上には、例えば、住宅などの被試験構造物Eが、載置するなど従来公知の適当な固定手段で固定するように設けられており、運動連結機構16を備えていない。

20

【0162】

また、図1～図2に示したように、上記の実施例1の試験装置10では、ベースプレート14が、上面視で略三角形のベースプレート14である。これに対して、この実施例の試験装置10では、図18に示したように、ベースプレート14が、略矩形のベースプレート14である。

【0163】

また、図1～図2に示したように、上記の実施例1の試験装置10では、移動機構50は、相互に中心角度が 120° の角度で離間するように配置された3個のピストンシリンダー機構から構成される移動駆動装置52a、52b、52cから構成されている。

30

【0164】

これに対して、この実施例の試験装置10では、図18、図19に示したように、移動駆動装置52a、52bが、そのピストンシリンダー機構がX軸方向に伸縮するように配置されている。

【0165】

そして、移動駆動装置52aと52bとが、相互にY軸方向に離間するように、X軸方向の一方の端面14aに連結されている。また、移動駆動装置52cが、Y軸方向の一方の端面14bに連結されている。

【0166】

また、図1～図2に示したように、上記の実施例1の試験装置10では、図5～図7に示したように、ベースプレート14の下面には、すべり床12の上面に対して対峙するように、複数のエアベアリングユニット32が設けられ、ベースプレート14の3か所の角部に形成されている。

40

【0167】

これに対して、この実施例の試験装置10では、図19に示したように、ベースプレート14の下面には、すべり床12の上面に対して対峙するように、複数のエアベアリングユニット32が設けられ、ベースプレート14の4か所の隅角部に形成されている。

なお、このエアベアリングユニット32は、3か所以上設ければよく、その数は、何ら限定されるものではない。

【0168】

50

このように構成される実施例の試験装置 10 では、移動機構 50 によって、水平面で、X、Y 方向の 2 軸、および、Z 軸方向の回転方向の振動試験が可能な試験装置として適用することができる。

例えば、地震の台上振動試験や、被試験構造物 E の耐震性試験、寿命性能試験に用いることが可能である。

【0169】

すなわち、従来の水平 2 軸振動試験装置は、2 層のリニアガイドが必要で、大きなアクチュエータが必要と同時に、高周波で微小振幅の場合、リニアガイドのフレットング (fretting) 摩耗のため、適用できない問題がある。

【0170】

これに対して、この実施例の試験装置 10 では、エアベアリング 34 と磁着装置 40 による磁力 (磁着力) の併用により、摩擦力が小さく、振動台であるベースプレート 14 が軽くなる。

このため、アクチュエータである移動駆動装置 52 a、52 b、52 c の容量が小さくなり、高い周波数における高性能の振動試験が可能となる。

【実施例 4】

【0171】

図 20 は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図 19 と同様な正面図である。

【0172】

この実施例の試験装置 10 は、実施例 3 に示した試験装置 10 と基本的には同様な構成であり、同一の構成部材には、同一の参照番号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0173】

図 18 ~ 図 19 示したように、上記の実施例 3 の試験装置 10 では、ベースプレート 14 の上には、例えば、住宅などの被試験構造物 E が載置されている。

これに対して、この実施例の試験装置 10 では、被試験構造物 E として、自動車などの車輛のコクピット 70 が載置されている。

これにより、この実施例の試験装置 10 は、X 軸方向、Y 軸方向の移動、および、Z 軸 (上下軸) の周りに回転 (Yaw 運動) できる 3 自由度の車輛のシミュレーション装置として適用することができる。

【実施例 5】

【0174】

図 21 は、本発明のさらに別の実施例の試験装置の図 19 と同様な正面図、図 22 は、図 21 の F-F 線での概略図である。

【0175】

この実施例の試験装置 10 は、実施例 3 に示した試験装置 10 と基本的には同様な構成であり、同一の構成部材には、同一の参照番号を付して、その詳細な説明を省略する。

【0176】

図 18 ~ 図 19 示したように、上記の実施例 3 の試験装置 10 では、ベースプレート 14 の下面には、すべり床 12 の上面に対して対峙するように、複数のエアベアリングユニット 32 が設けられ、ベースプレート 14 の 4 か所の隅角部に形成されている。

【0177】

これに対して、この実施例の試験装置 10 では、図 21、図 22 において、左側の 2 つの隅角部には、図 22 に示したように、それぞれ 2 個のエアベアリング 34 が配置されている。

【0178】

また、図 18 ~ 図 19 示したように、上記の実施例 3 の試験装置 10 では、ベースプレート 14 の下面には、エアベアリングユニット 32 において、2 個のエアベアリング 34 の間に、磁着装置 40 が、ベースプレート 14 の下面に、すべり床 12 の上面に対して対峙するように配置されている。

【0179】

10

20

30

40

50

これに対して、この実施例の試験装置 10 では、図 2 1、図 2 2 に示したように、中心軸 G 上に相互に離間して、2 個の磁着装置 40 が、ベースプレート 14 の下面に、すべり床 12 の上面に対して対峙するように配置されている。

【0180】

また、この実施例の試験装置 10 では、図 2 2 において、右下側の隅角部には、図 2 2 に示したように、それぞれ 3 個のエアベアリング 34 が、中心角度 120° で離間して円弧状に配置されている。

【0181】

さらに、この実施例の試験装置 10 では、図 2 1 において、右上側の隅角部には、図 2 1 に示したように、それぞれ 3 個の円形のエアベアリング 34 が、中心角度 120° で離間して配置されている。

10

【0182】

従って、この実施例の試験装置 10 に示したように、エアベアリング 34 の数、配置位置、形状、および、磁着装置 40 の配置位置は、ベースプレート 14、被試験構造物 E の形状により適宜組み合わせることで選択すれば良く、特に限定されるものではない。

【0183】

以上、本発明の好ましい実施の態様を説明してきたが、本発明はこれに限定されることなく、上記の実施例において、運動連結機構 16 として、いわゆる「スチュワート・プラットフォーム（ヘキサポッドとも呼ばれる）」と呼ばれる 6 自由度パラレルメカニズムを採用したが、その他の運動連結機構 16 を採用することも可能である。

20

【0184】

また、上記実施例では、磁着装置 40 のベース板 46 の下面に配置された磁石部材 48 として、永久磁石を用いたが、磁着装置 40 が、電磁石から構成される磁石部材 48 を備えていても良い。

【0185】

このように、磁着装置 40 が、電磁石から構成されていれば、電磁石への電流の大きさを変更することによって、磁力（磁着力）の大きさを変更することができ、制御が容易になる。

【0186】

さらに、上記実施例では、アクチュエータである移動駆動装置 52 a、52 b、52 c としてピストンシリンダー機構を用いたが、その他のアクチュエータを用いることも可能である。

30

【0187】

また、本発明の試験装置 10 は、試験装置として、例えば、自動車部品（駆動系や足回りの金属部品やゴム部品、ショックアブソーバなど）などの機械部品について、これらの自動車完成品などの完成品について、さらに、土木関係（橋桁、橋梁や建物用の免震ゴムなど）の構造物について、材料試験・振動試験・疲労試験・特性試験などを行うための材料試験装置や、振動試験装置や、疲労試験装置や、運転シミュレーション装置など各種の試験装置に適用することが可能である。

【0188】

さらに、上記実施例では、本発明の試験装置 10 を、1 つのベースプレート 14 と移動機構 50 の組み合わせから構成したが、図示しないが、1 つのベースプレート 14 と移動機構 50 の組み合わせを複数組み合わせ、1 つの試験装置 10 とすることも可能である。この場合、複数のベースプレート 14 上に、異なる種類の被試験構造物、または同じ種類の被試験構造物を設けて試験を行ったり、複数のベースプレート 14 上にわたって 1 つの被試験構造物を設けて試験を行うことも可能であるなど本発明の目的を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

40

【産業上の利用可能性】

【0189】

本発明は、例えば、自動車・バイク・電車・航空機・船舶などの運輸機器や、橋梁・ビ

50

ル・住宅・建築物などの構造物や、これらの部品などの被試験構造物に対して、外力を付加して行う載荷試験や、振動を与えて行う加振試験や、操作者の運転操作に応じた運転状態などのシミュレーション試験などの各種の試験を行うための試験装置に適用することができる。

【符号の説明】

【 0 1 9 0 】

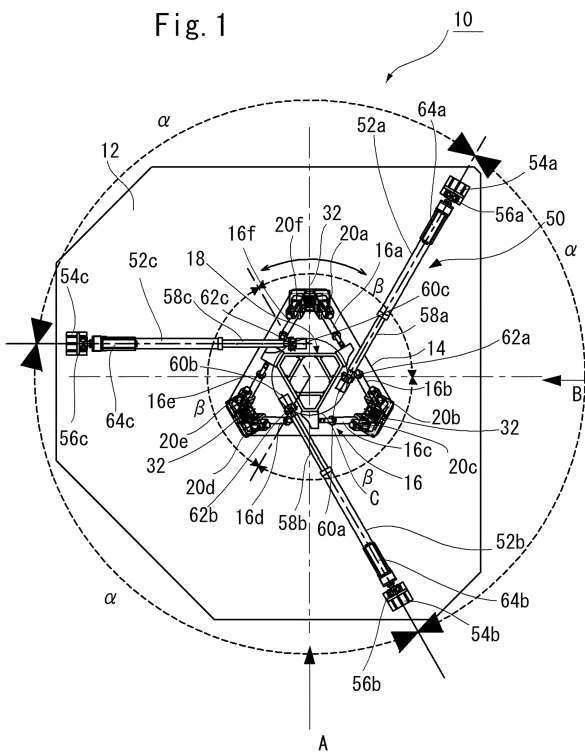
1 0	試験装置	
1 2	すべり床	
1 4	ベースプレート	
1 4 a、1 4 b	端面	10
1 6	運動連結機構	
1 6 a ~ 1 6 f	リンク	
1 8	プラットフォーム	
2 0 a ~ 2 0 f	駆動装置	
2 2 a ~ 2 2 f	ピボット軸	
2 4 a ~ 2 4 f	ブラケット	
2 6 a ~ 2 6 f	ピボット軸	
2 8 a ~ 2 8 f	支持部	
3 0	車両（被運転部）	
3 2	エアベアリングユニット	20
3 4	エアベアリング	
3 6	球面座	
3 8	装着部	
4 0	磁着装置	
4 1	ガイド部材	
4 1 a	フランジ	
4 2	ピストンシリンダー機構	
4 4	ピストン	
4 5	バネ部材	
4 6	ベース板	30
4 8	磁石部材	
5 0	移動機構	
5 2 a ~ 5 2 c	移動駆動装置	
5 4 a ~ 5 4 c	固定ブラケット	
5 6 a ~ 5 6 c	ピボット	
5 8 a ~ 5 8 c	ピストン	
6 0 a ~ 6 0 c	固定ブラケット	
6 2 a ~ 6 2 c	ピボット	
6 4 a ~ 6 4 c	駆動装置	
7 0	コックピット	40
1 0 0	運転模擬試験装置	
1 0 2	運動連結機構	
1 0 4	ベース	
1 0 6	プラットフォーム	
1 0 8	ドーム	
1 1 0	X軸方向レール	
1 1 2	Y軸方向レール	
2 0 0	運転シミュレータ	
2 0 2	運動連結機構	
2 0 4	ベース	50

- 206 プラットフォーム
- 208 ドーム
- 210 すべり面
- 212 エアベアリング
- 300 試験装置
- 302 架台
- 304 X軸方向レール
- 306 Y軸方向アクチュエータ
- 308 X軸方向ベース
- 310 Y軸方向レール
- 312 X軸方向アクチュエータ
- 314 X, Y軸両方向ベース
- C 円形サークル
- D 円形サークル
- E 被試験構造物
- G 中心軸
- O 中心
- S 操作者
- 中心角度
- 中心角度

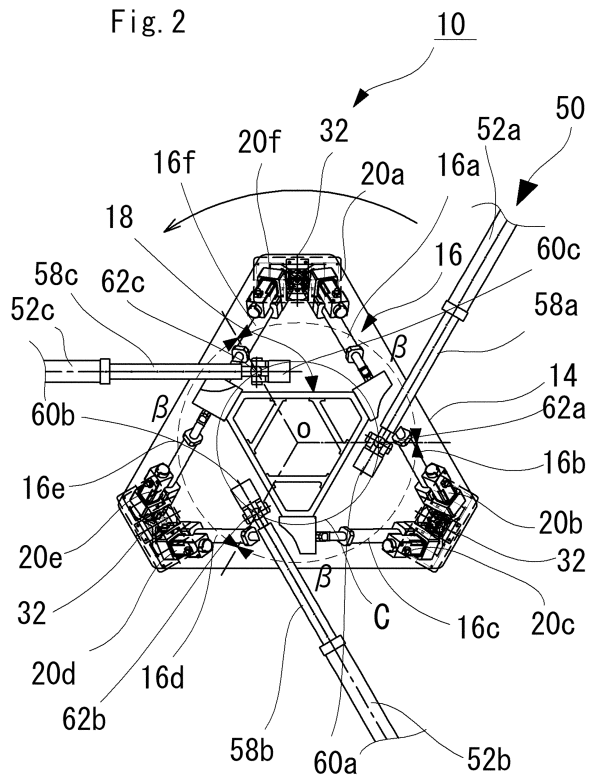
10

20

【図1】



【図2】



【 図 3 】

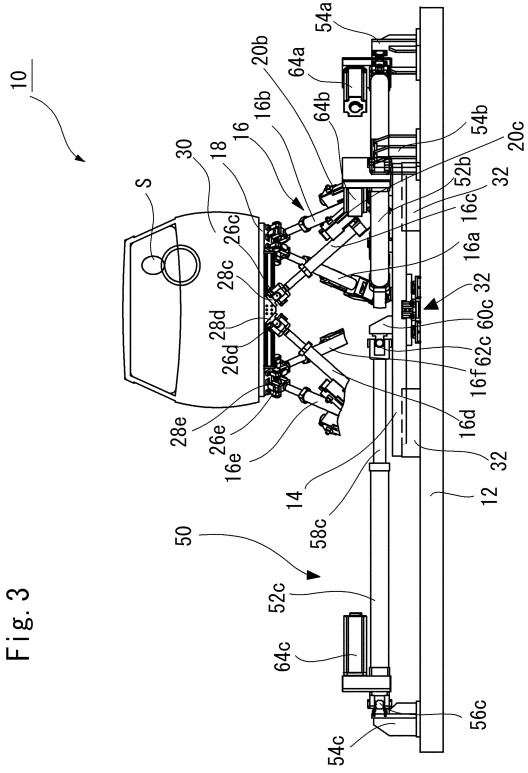


Fig. 3

【 図 4 】

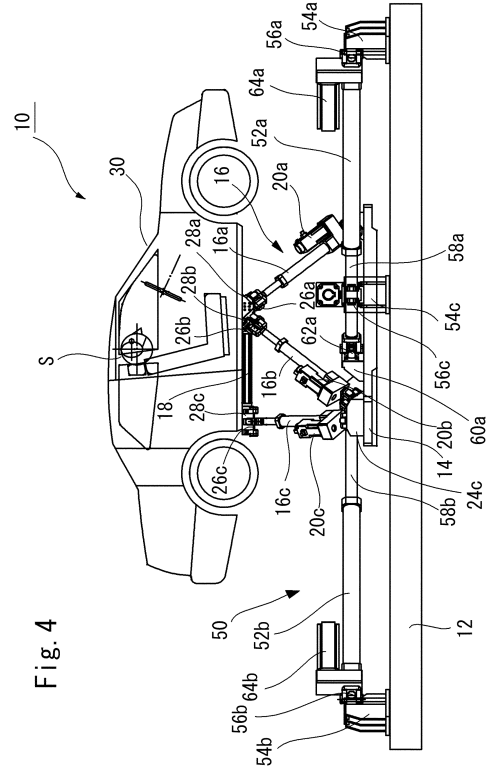
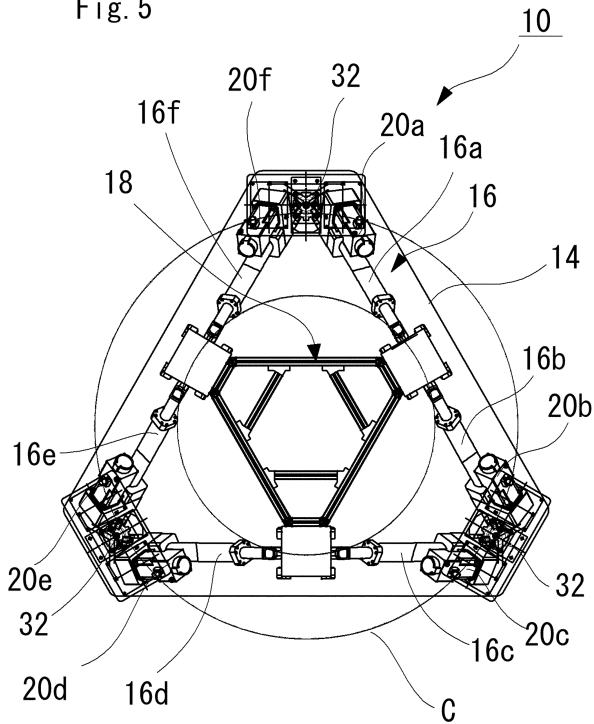


Fig. 4

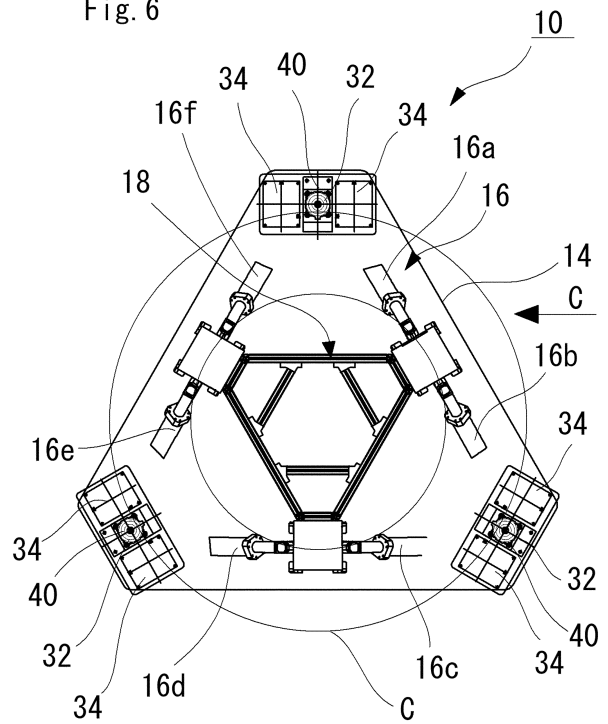
【 図 5 】

Fig. 5



【 図 6 】

Fig. 6



【 図 7 】

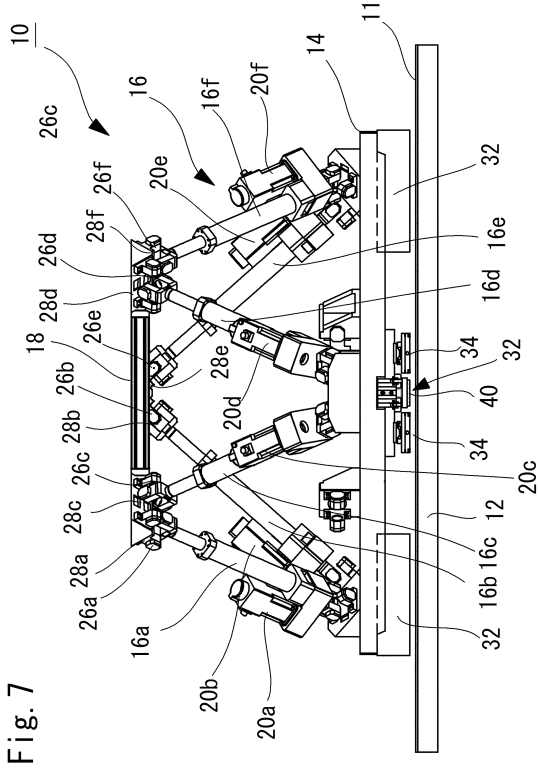


Fig. 7

【 図 8 】

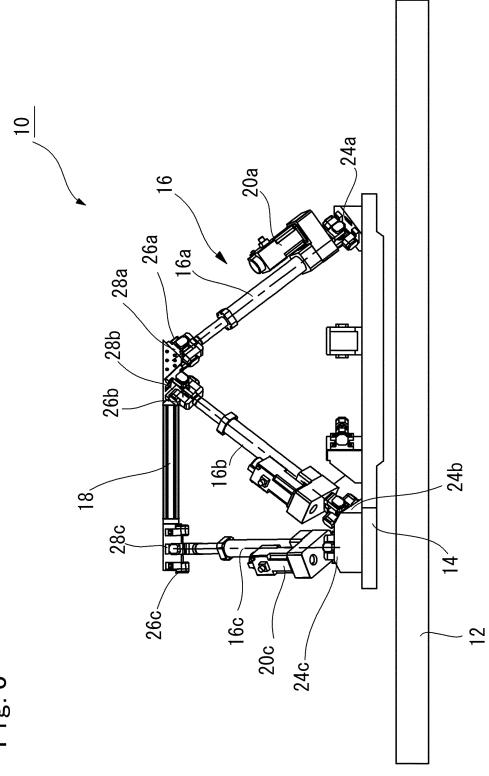


Fig. 8

【 図 9 】

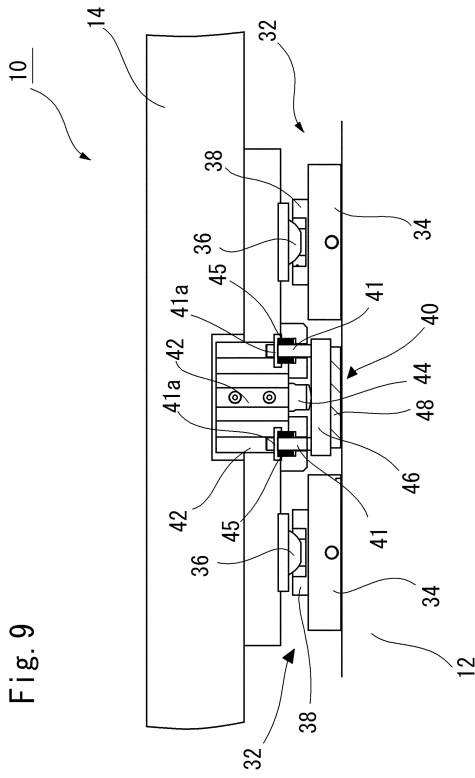


Fig. 9

【 図 10 】

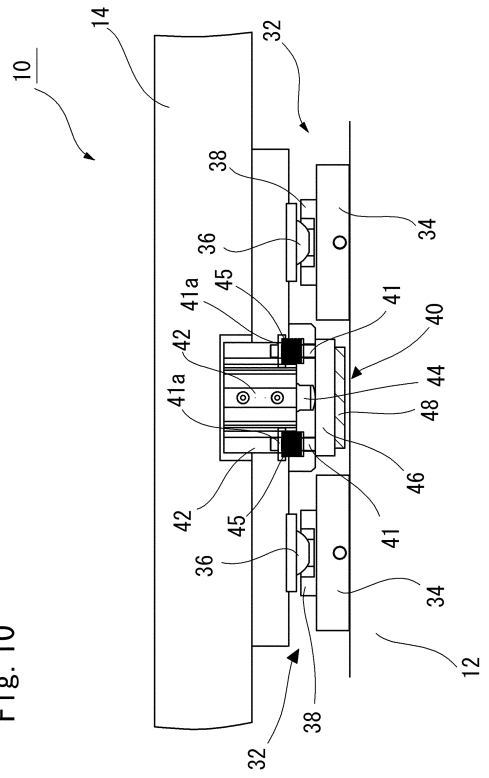
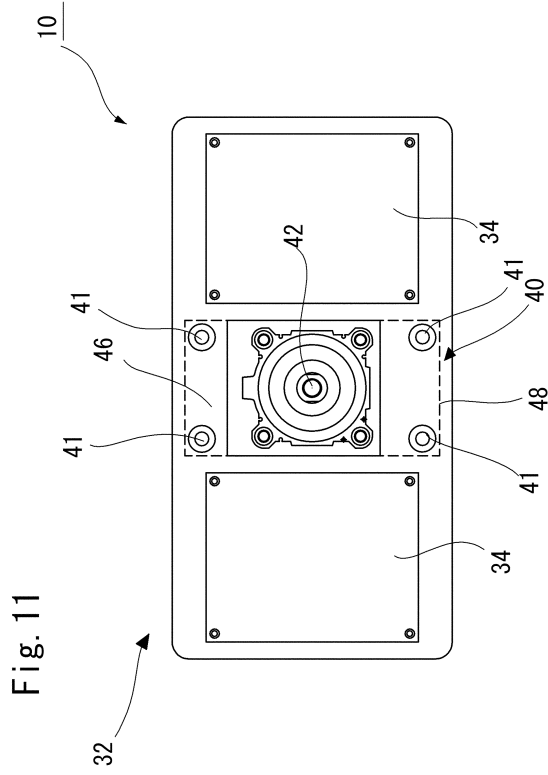


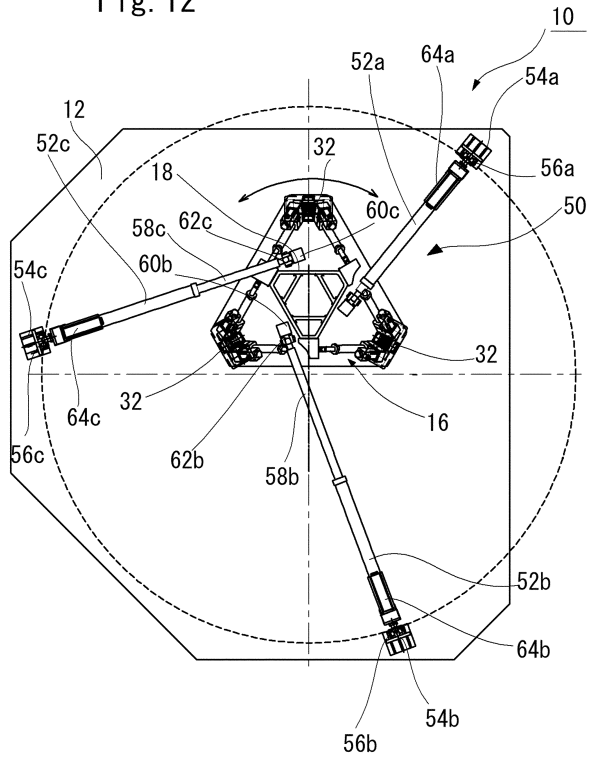
Fig. 10

【 図 1 1 】



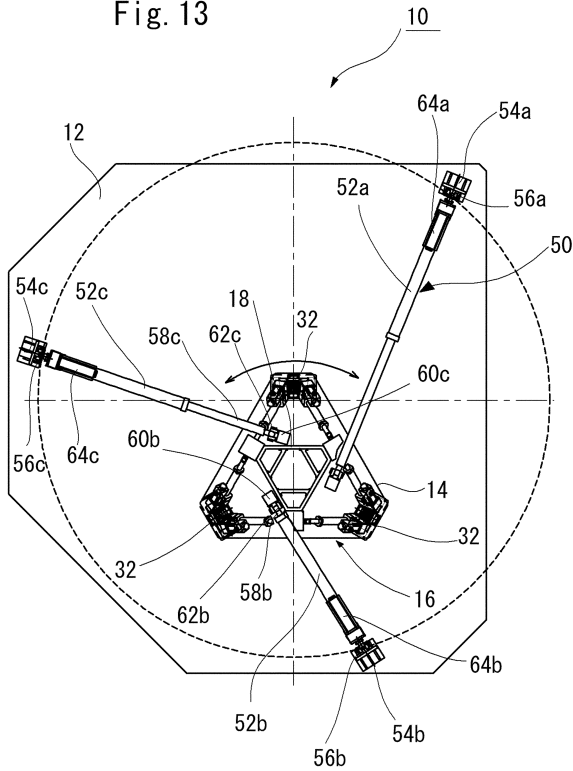
【 図 1 2 】

Fig. 12



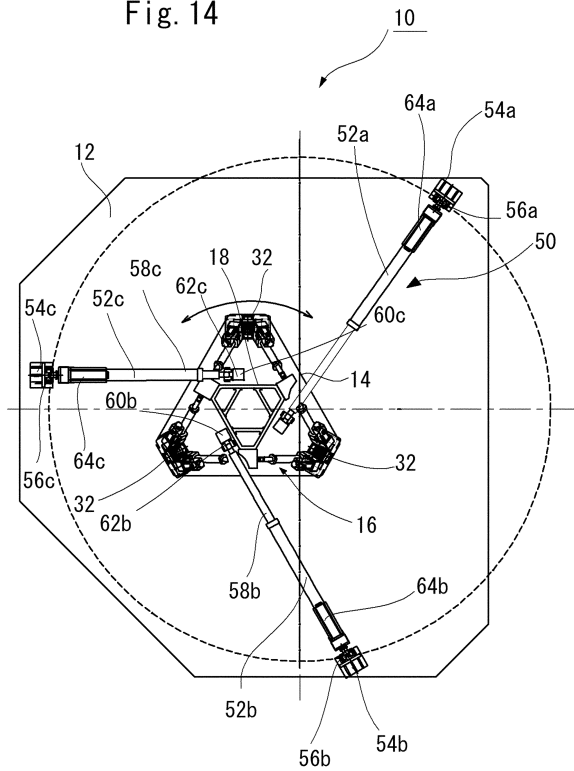
【 図 1 3 】

Fig. 13



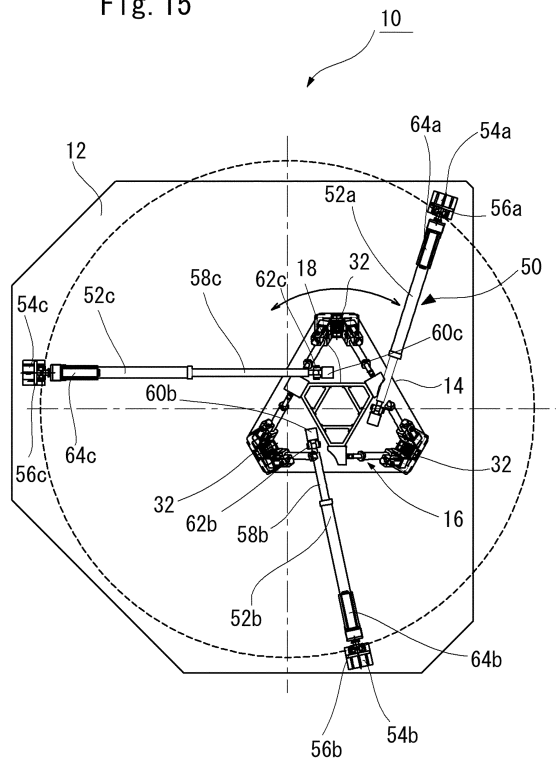
【 図 1 4 】

Fig. 14



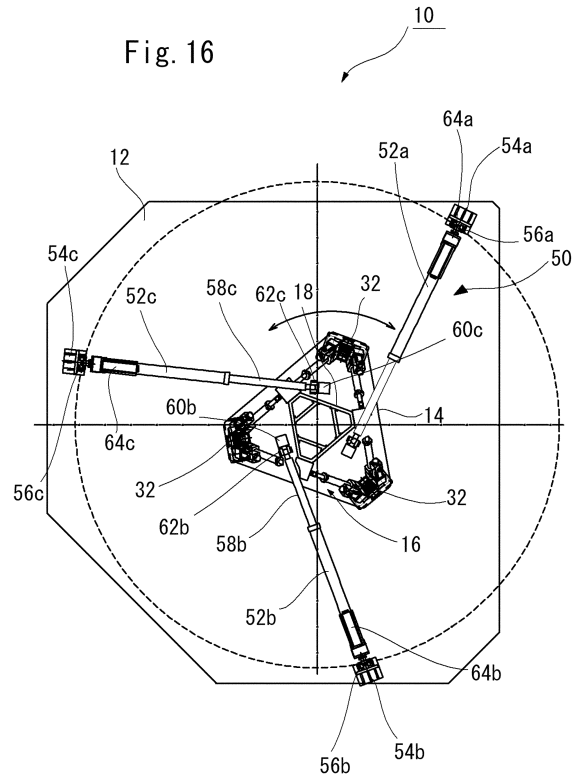
【 図 1 5 】

Fig. 15



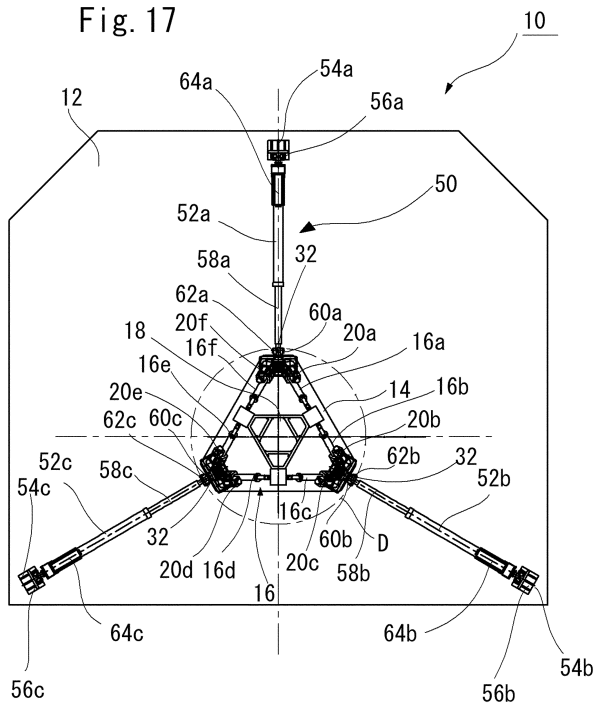
【 図 1 6 】

Fig. 16



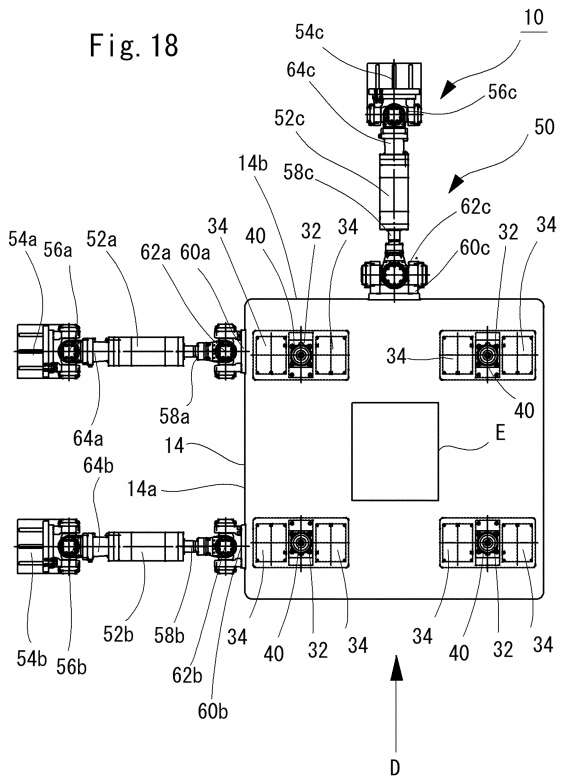
【 図 1 7 】

Fig. 17



【 図 1 8 】

Fig. 18



【図19】

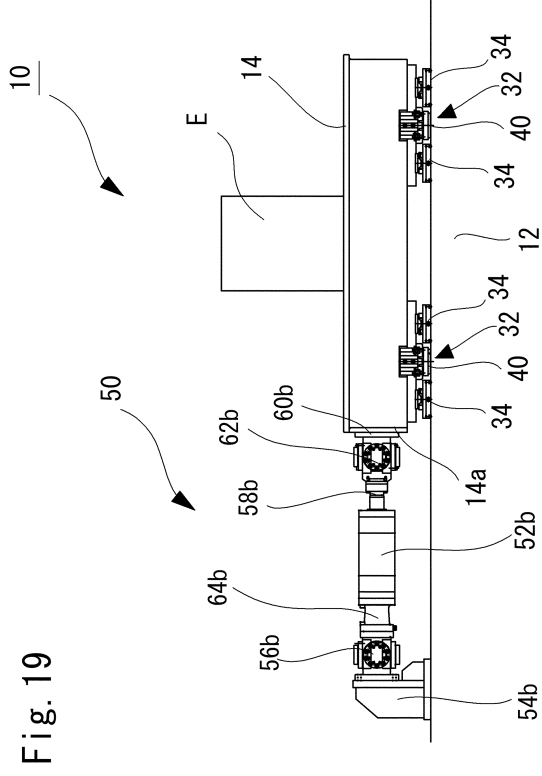


Fig. 19

【図20】

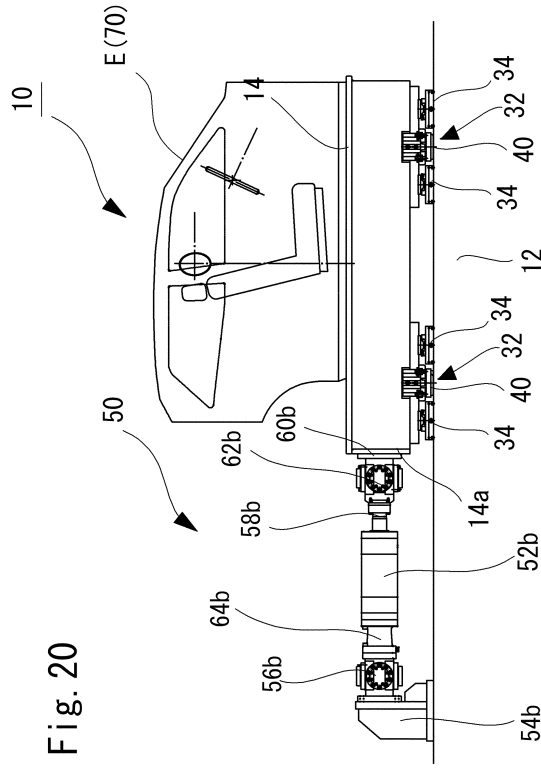


Fig. 20

【図21】

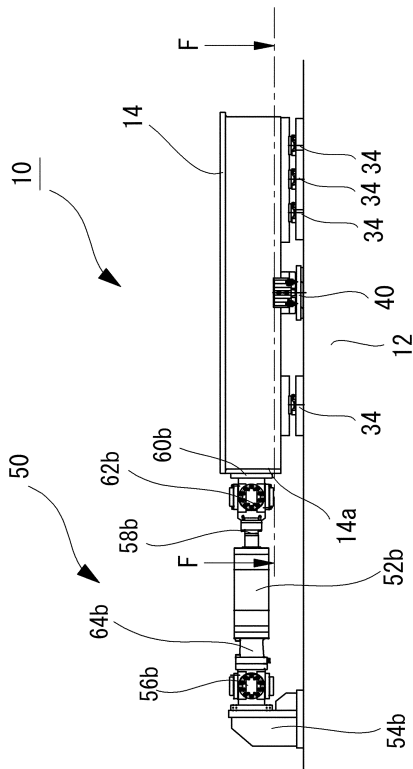


Fig. 21

【図22】

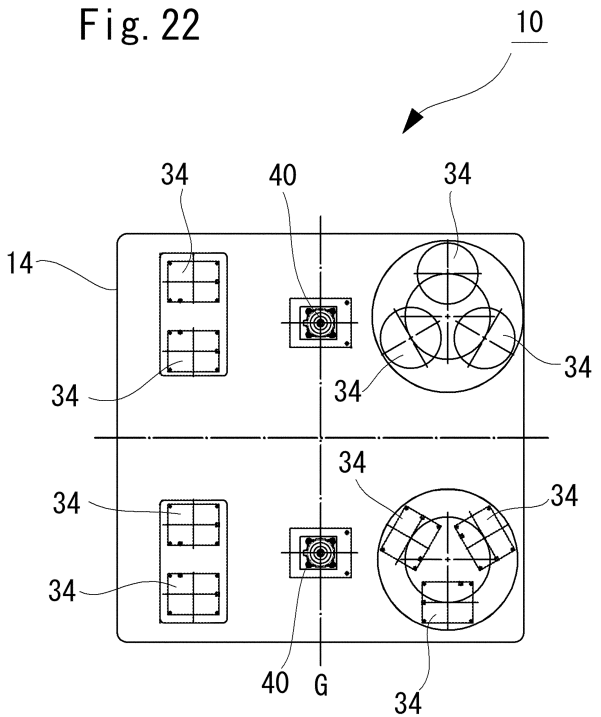
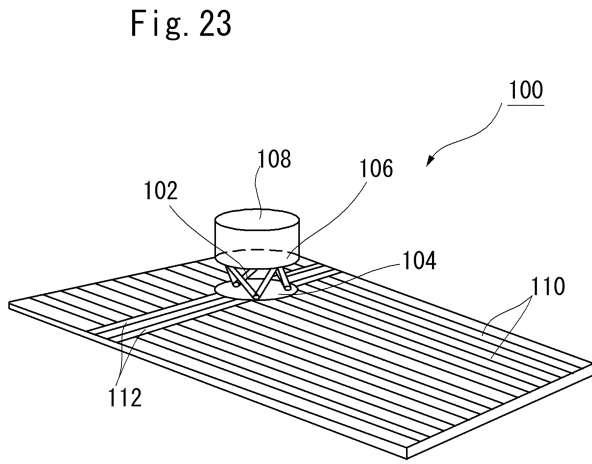
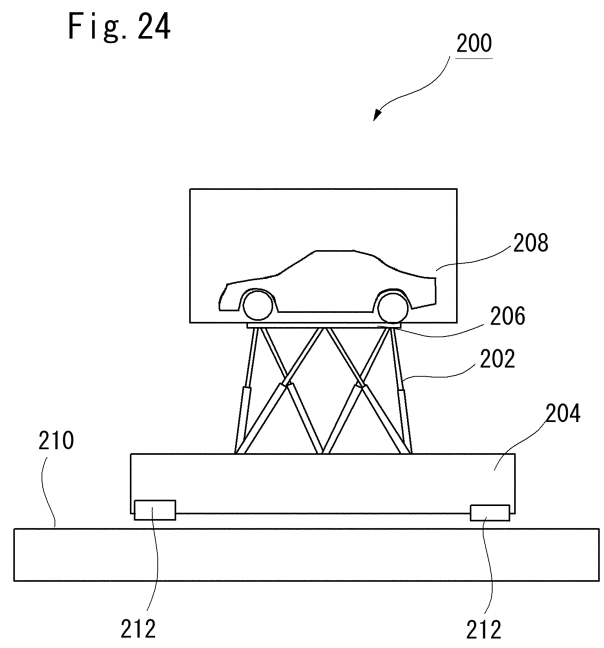


Fig. 22

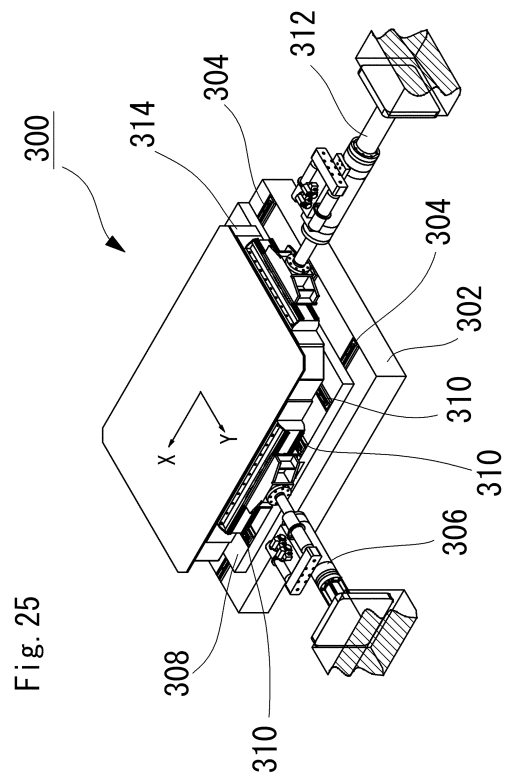
【 図 2 3 】



【 図 2 4 】



【 図 2 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特表2005-505783(JP,A)
国際公開第2014/87711(WO,A1)
特開2008-151509(JP,A)
特開2007-198830(JP,A)
特開平08-062083(JP,A)
特開平10-332520(JP,A)
特開2007-033563(JP,A)
欧州特許出願公開第2930491(EP,A1)
米国特許出願公開第2015/323414(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01M 17/00 - 17/06