

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7280004号  
(P7280004)

(45)発行日 令和5年5月23日(2023.5.23)

(24)登録日 令和5年5月15日(2023.5.15)

(51)国際特許分類		F I	
B 2 9 C	64/245 (2017.01)	B 2 9 C	64/245
B 3 3 Y	30/00 (2015.01)	B 3 3 Y	30/00
B 3 3 Y	50/02 (2015.01)	B 3 3 Y	50/02
B 2 9 C	64/393 (2017.01)	B 2 9 C	64/393
B 2 9 C	64/227 (2017.01)	B 2 9 C	64/227
請求項の数 12 (全22頁) 最終頁に続く			
(21)出願番号	特願2020-519719(P2020-519719)	(73)特許権者	504328495 シーエスアイアール 南アフリカ共和国, プレトリア, メイ リング ノーデ ロード, サイエティア
(86)(22)出願日	平成30年10月17日(2018.10.17)	(73)特許権者	520115624 エアロサッド イノベーション センター (ピーティーワイ) リミテッド AEROSUD INNOVATION CENTRE (PTY) LTD 南アフリカ共和国, 0045 センチュ リオン, ビア ファン ライネフェルト, ファン ライネフェルト アベニュー 5 20
(65)公表番号	特表2020-537602(P2020-537602 A)	(74)代理人	100107456 弁理士 池田 成人
(43)公表日	令和2年12月24日(2020.12.24)		
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/058042		
(87)国際公開番号	WO2019/077513		
(87)国際公開日	平成31年4月25日(2019.4.25)		
審査請求日	令和3年10月11日(2021.10.11)		
(31)優先権主張番号	2017/07000		
(32)優先日	平成29年10月17日(2017.10.17)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	南アフリカ(ZA)		
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

造形プラットフォーム(12)と、造形プラットフォーム案内装置(10)とを備える付加製造装置であって、

前記造形プラットフォーム(12)が、前記付加製造装置の垂直軸すなわちZ軸に沿って変位するように構成されており、

前記造形プラットフォーム案内装置(10)が、

前記付加製造装置のX軸及びY軸によって画定される水平面すなわちX-Y平面における前記造形プラットフォームの第1の角部領域に取り付けられた取付手段(14)であって、前記Z軸に沿った前記造形プラットフォームの変位を可能にするとともに、前記取付手段(14)に対する前記X軸及び/又は前記Y軸に沿った前記造形プラットフォーム(12)の実質的な直線変位を防止するように機能的に構成され、前記付加製造装置の前記Z軸に沿って機能的に延在するピラー(20)を含む、取付手段(14)と、

前記X-Y平面における前記造形プラットフォーム(12)の非拘束の熱膨張及び収縮を機能的に可能にするように構成され、かつ使用時に前記X-Y平面における前記Z軸を中心とした前記造形プラットフォーム(12)の実質的な角変位を防止するように構成され、

2つのガイド要素(16, 18)を含む案内手段と、

前記2つのガイド要素(16, 18)がそれぞれ、前記造形プラットフォーム(12)の対応の角部領域に配置されており、前記ガイド要素のうちの第1のガイド要素(16)

が、前記第1の角部領域に隣接する前記造形プラットフォーム(12)の側部の第2の角部領域に取り付けられ、前記ガイド要素のうち第2のガイド要素(18)が、前記第1の角部領域に隣接する前記造形プラットフォーム(12)の別の側部の第3の角部領域に隣接して取り付けられており、前記ガイド要素(16, 18)がそれぞれ、前記付加製造装置に固定して取り付けられ、前記案内手段が、前記造形プラットフォーム(12)に設けられた2つの表面プレート(24, 26)を更に含み、

各表面プレート(24, 26)が、使用時に、対応するガイド要素と摺動式に嵌合するように構成されており、前記ガイド要素とその対応する前記表面プレート(24, 26)との間の境界が、前記X軸又は前記Y軸に沿って前記取付手段(14)の中心と位置合わせされており、前記取付手段(14)の前記中心が、前記X-Y平面における前記ピラー(20)の中心点(C)である、付加製造装置。

10

【請求項2】

前記取付手段(14)が、前記ピラー(20)と、ブッシュ(22)または軸受によって提供される取付装置であり、前記ブッシュ(22)または軸受は、前記ピラー(20)の周囲に同心的に取り付けられ、前記造形プラットフォーム(12)と共に前記ピラー(20)に沿って垂直方向に変位するように構成され、前記造形プラットフォーム(12)が前記取付装置に対して前記X-Y平面において変位することを防止する、請求項1に記載の付加製造装置。

【請求項3】

前記造形プラットフォーム(12)が、前記X-Y平面において略矩形である、請求項1に記載の付加製造装置。

20

【請求項4】

前記付加製造装置の前記Z軸に沿って前記造形プラットフォーム(25)を変位させるように構成された変位装置(33)を更に含み、

前記変位装置(33)が、少なくとも2つの互いに離間したリニアアクチュエータ(34)を含み、

前記リニアアクチュエータ(34)が、前記造形プラットフォーム(25)の熱膨張又は熱収縮を機能的に補償して前記造形プラットフォーム(25)を前記X-Y平面に対して略平行な配向で維持するために、角変位可能であり、かつ/又は角変位可能な構成要素を含み、

30

前記リニアアクチュエータ(34)の各々の一方又は両方の端部が、角変位可能な継手(42, 44)を含むか、又は前記継手に取り付けられている、請求項1~3のいずれか一項に記載の付加製造装置。

【請求項5】

前記リニアアクチュエータ(34)の各々の第1の端部(36)が、前記付加製造装置の下部領域のような支持構造体に取り付けられ、該リニアアクチュエータの第2の端部(38)が、前記造形プラットフォーム(25)に接続されている、請求項4に記載の付加製造装置。

【請求項6】

前記リニアアクチュエータの前記第2の端部(38)が、前記造形プラットフォーム(25)の上方に突出し、前記リニアアクチュエータの側部が、角変位可能な構成要素(44)によって前記造形プラットフォーム(25)に取り付けられている、請求項5に記載の付加製造装置。

40

【請求項7】

前記造形プラットフォーム(25)が、使用時に前記付加製造装置の作業領域を画定する一次的な造形プラットフォームである、請求項4に記載の付加製造装置。

【請求項8】

前記造形プラットフォームが、一次的な造形プラットフォーム(112)に取り付けられた二次的な造形プラットフォーム(102)、又は一次的な造形プラットフォーム(112)に取付可能である二次的な造形プラットフォーム(102)であり、

50

前記リニアアクチュエータ(34)が、前記二次的な造形プラットフォーム(102)に直接結合され、前記二次的な造形プラットフォーム(102)を変位させることによって前記一次的な造形プラットフォーム(112)を変位させるように構成されている、請求項4に記載の付加製造装置。

【請求項9】

前記一次的な造形プラットフォーム(112)の寸法が、前記二次的な造形プラットフォーム(102)の寸法とは異なる、請求項8に記載の付加製造装置。

【請求項10】

前記一次的な造形プラットフォーム(112)によって画定される作業領域に機能的に堆積された材料床(120)を保持するように、前記一次的な造形プラットフォーム(112)の外側縁部に密接に適合するように構成された複数の壁を含む材料保持ユニット(122)を有する、請求項7に記載の付加製造装置。

10

【請求項11】

付加製造装置であって、

前記付加製造装置のZ軸に沿って前記付加製造装置の造形プラットフォーム(25)を変位させるように構成された少なくとも2つのリニアアクチュエータ(34)を含む変位装置(33)を備え、

前記アクチュエータ(34)がそれぞれ、角変位可能な継手(42)によって支持構造体に取り付けられるように構成された第1の端部(36)と、角変位可能な継手(44)によって前記造形プラットフォーム(25)に取り付けられた第2の端部(38)とを有し、前記造形プラットフォーム(25)の熱膨張又は収縮を機能的に補償して前記付加製造装置のX軸及びY軸によって画定されるX-Y平面に対して略平行な配向で前記造形プラットフォーム(25)を維持するために、前記リニアアクチュエータ(34)が前記支持構造体及び前記造形プラットフォーム(25)に対して角変位可能であるようになっている、付加製造装置。

20

【請求項12】

前記リニアアクチュエータ(34)が、前記造形プラットフォーム(25)を、前記X-Y平面に対して略平行な配向で機能的に維持するために、前記付加製造装置の前記X軸及び前記Z軸によって画定されるX-Z平面において、かつ/又は前記付加製造装置の前記Y軸及び前記Z軸によって画定されるY-Z平面において角変位可能である、請求項11に記載の付加製造装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、付加製造に関する。より詳細には、本発明は、付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置に関する。本発明はまた、このような造形プラットフォーム案内装置を含む付加製造装置、及び付加製造装置の造形プラットフォームを支持する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

「付加製造」(AM)という用語は、三次元の物体(以下、単に「物体」又は「部品」と称する)を合成するために使用される様々なプロセスを指す。特定のAM技術は、「3D印刷」と呼ばれることもある。

40

【0003】

AMでは、部品は典型的に、3次元コンピュータ支援設計(CAD)モデルを2次元層又は画像にデジタルスライスすることによって製造される。次いで、これらの層は、典型的には粉末又は流体の形態で、原材料からこれらの層を硬化、圧密化、溶融又は他の方法で形成することによって製造される。

【0004】

本発明者らの経験では、AMは一般に従来の製造方法に比べていくつかの利点を提供し

50

ている。これらの利点には、軽量化、部品へのより多くの機能の統合、及び部品数の削減を可能にする高度に複雑な部品を製造する能力が含まれる。このプロセスはまた、ツーリングの必要性をなくし、コスト及び/又は材料の節約をもたらす。

【0005】

いくつかのAMプロセスは、高エネルギービーム（例えば、レーザー又は電子ビーム）の形態のエネルギー源を使用して、材料床（material bed）内の粉末材料を層状に溶融又は焼結し、最終的に所望の部品を形成する。以下、これらのプロセスを「粉末床溶融結合プロセス」と総称する。

【0006】

粉末床溶融結合プロセスでは、所望の層が形成されることを確実にするように、CADモデルの幾何学的形状に基づいて、走査ユニットによってエネルギー源が方向付けられる。材料床は、造形プラットフォーム上に支持され、このプラットフォームは、物体の新しい層が形成されるたびに、一方向（以下、「Z方向」と一般に称する）に徐々に下降する。次に、新しい材料層を、次の層を走査する前に、材料床に付加する。

【0007】

いくつかのAMプロセスはまた、何らかの形態の予熱を行う必要がある。原材料を最終形態に圧密化する前に、原材料の温度を上昇させるために予熱戦略が採用される。予熱は、材料がより容易に処理され、かつ/若しくはより高速度で処理されることを確実にするか、又は圧密化前に材料から水分を除去するために使用され得る。湿気の影響は、対象物中の多孔性及び/又は他の欠陥につながり得る。

【0008】

さらに、エネルギービームを用いてAM部品を製造する場合、溶接プールの凝固収縮により材料中に残留応力が生じる。特定の材料では、これらの残留応力は比較的高く、より大きい部品を製造する場合、部品の歪み及び/又は亀裂を生じさせる可能性がある。このような応力を低減又は緩和するために、材料を予熱し、冷却速度を制御することができる。

【0009】

既存のAMシステムでは、造形プラットフォームは、典型的に、駆動装置、例えば、造形プラットフォームの下方に配置された1つ又は複数の電動のリニアアクチュエータに取り付けられ、これは、造形プラットフォームがZ方向に徐々に移動することを可能にし、それにより造形プラットフォーム上に原材料の新しい層を増分的に堆積させることができる。

【0010】

さらに、造形プラットフォームは、典型的に、材料保持ユニット又はハウジング内を移動するように構成される。造形プラットフォームがZ方向に徐々に移動すると、材料堆積装置が造形プラットフォーム上に材料の新しい層を堆積させ、それにより基本的に材料保持ユニットを材料で充填する。予熱は、造形プラットフォーム自体を加熱することによって、材料保持ユニットを加熱することによって、又は造形プラットフォームに上から堆積された材料を加熱することによって行われる。

【0011】

部品の高い精度を確保するには、造形プラットフォームをその経路に沿って十分正確に誘導することが重要である。特定のAMシステムは、造形プラットフォームを誘導するために駆動装置に依存しているが、他のAMシステムは専用の誘導システムを採用している。

【0012】

本発明者らは、造形プラットフォームが比較的小さい場合、すなわち、造形プラットフォームが水平面すなわちX-Y平面において一般に小さい領域を画定する場合、既知のAMシステムが一般に効果的であり、十分に正確であることを見出した。例えば、典型的に「小さい」実装では、AMシステムは、約300mm x 300mmの主要な造形プラットフォーム寸法を有し、200℃までの温度で動作し得る。しかし、本発明者らは、比較的大きな造形プラットフォームが熱膨張の影響により高温で使用される場合、既知のAMシステムがいくつかの問題に直面すると考えている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 3 】

比較的高温で動作する場合、AM装置の構成要素、特に造形プラットフォームの熱膨張は、歪み、機械的ジャミング、駆動装置の故障などを引き起こし得る。特定の材料は、部品内の残留応力を低減し、亀裂形成を抑制するために比較的高い予熱温度を必要とする。必要な予熱温度は材料に依存し、数百 ~ 1000 超の範囲であり得る。一例として、長さ1mのチタングレード5のベースプレートは、600 で予熱する場合、長さが5.5mm以上増加し得る。

## 【 0 0 1 4 】

比較的小さい造形プラットフォームが使用される場合、単一の中央アクチュエータ又はガイドピラーを使用して造形プラットフォームを変位させてもよい。このような構成は、単一の中央アクチュエータ又はピラーに対する熱膨張の影響が大きいので、通常、高温下で比較的良好に機能する。しかし、これらの構成は、より大きい造形プラットフォームのための十分な構造的サポートを提供しない。

10

## 【 0 0 1 5 】

本発明者らは、造形プラットフォームの大きさが増大する場合、熱膨張の影響が増幅されることを見出した。比較的大きい造形プラットフォームが使用される場合、複数のアクチュエータ又はガイドピラーが典型的に使用される。例えば、造形プラットフォームは、底面視で矩形であってもよく、造形プラットフォームを支持して変位させるためのアクチュエータが、造形プラットフォームの4つの底部の角部の各々に、又はこれらの角部に向かって設けられる。本発明者らは、造形プラットフォームの熱膨張がガイドピラー又はアクチュエータの歪み、詰まり及びノ又は故障をより容易に生じさせ得るため、このような構成が熱膨張によってかなりの程度影響を受け得ることを見出した。

20

## 【 0 0 1 6 】

造形プラットフォームが駆動装置によって拘束されるときに造形プラットフォーム内に誘発される熱応力は、造形プラットフォーム自体を歪ませることがある。歪んだ造形プラットフォームは、付加製造プロセスの開始時に均一な厚さの粉末層を製造することを不可能にし得る。これは、造形プラットフォームからの層間剥離により造形の不具合をもたらし得る。

## 【 0 0 1 7 】

本発明は、少なくとももある程度、上記で特定された課題に対処することを目的とする。

30

## 【 発明の概要 】

## 【 0 0 1 8 】

本発明の一態様によれば、造形プラットフォームと、造形プラットフォーム案内装置とを備える付加製造装置であって、造形プラットフォームが、当該付加製造装置の垂直軸すなわちZ軸に沿って変位するように構成されており、造形プラットフォーム案内装置が、当該付加製造装置のX軸及びY軸によって画定される水平面すなわちX-Y平面における前記造形プラットフォームの端部又はその近くに配置された取付手段であって、Z軸に沿った造形プラットフォームの変位を可能にするとともに、該取付手段に対するX軸及びノ又はY軸に沿った造形プラットフォームの実質的な直線変位を防止するように機能的に構成された、取付手段と、

40

造形プラットフォームの周辺に少なくとも1つのリニアガイドを含む案内手段であって、造形プラットフォームがリニアガイドに沿って変位可能であり、リニアガイドが、Z軸に沿って延在し、造形プラットフォームの側面に実質的に当接して、X-Y平面における造形プラットフォームの非拘束の熱膨張及び収縮を機能的に可能にし、X-Y平面におけるZ軸を中心とした造形プラットフォームの実質的な角変位を防止するようにする、案内手段と

を含む、付加製造装置。が提供される。

## 【 0 0 1 9 】

取付手段は、付加製造装置のZ軸に沿って機能的に延在するピラーを含んでもよい。

## 【 0 0 2 0 】

50

取付手段は、造形プラットフォームが取付装置に対してX - Y平面において変位するのを防止するために、造形プラットフォームが付加製造装置に取り付けられる、ピラーとブッシュからなる装置又はピラーと軸受からなる装置によって提供される取付装置であってもよい。

【0021】

いくつかの実施形態では、ピラーは、付加製造装置に固定して取り付けられてもよく、ブッシュは、造形プラットフォームに取り付けられ、造形プラットフォームとともに変位するように構成される。他の実施形態では、ブッシュは、付加製造装置に固定して取り付けられてもよく、ピラーは、造形プラットフォームとともに変位するように構成される。

【0022】

造形プラットフォームは、X - Y平面において略矩形であってもよい。いくつかの実施形態では、取付要素は、造形プラットフォームの角部又は角部領域に配置されてもよい。いくつかの実施形態では、取付要素は、造形プラットフォームの側部又は端部に沿って中央に配置されてもよい。

【0023】

案内手段は、2つのガイド要素を含んでもよく、各々が造形プラットフォームのそれぞれの角部領域又はその近くに配置される。

【0024】

別の実施形態では、案内手段は、2つのガイド要素を含んでもよく、各々が造形プラットフォームの対向する側部又は端部に沿っての中央に配置される。

【0025】

一実施形態では、取付手段は、第1の角部領域に取り付けられ、ガイド要素の第1のガイド要素は、第1の角部領域に隣接する造形プラットフォームの側部の第2の角部領域に取り付けられ、ガイド要素の第2のガイド要素は、第1の角部領域に隣接する造形プラットフォームの別の側部の第3の角部領域に取り付けられる。

【0026】

各ガイド要素は、Z軸に沿って延在し、かつ造形プラットフォームの側面に実質的に当接して造形プラットフォームの角変位を防止するリニアガイドを含んでもよく、又はこのリニアガイドによって提供されてもよく、使用時に、リニアガイドが付加製造装置に固定して取り付けられる。

【0027】

各ガイド要素は、造形プラットフォームの側面に設けられた表面プレートを更にも含む。いくつかの実施形態では、表面プレートは、ガイド要素の一部を形成せず、代わりに造形プラットフォームの一部を形成する。表面プレートは、使用時に、対応するリニアガイドと摺動式に嵌合するように構成されてもよい。

【0028】

リニアガイドとその対応する表面プレートとの間の境界は、場合によっては、X軸又はY軸に沿って取付手段の中心と位置合わせされてもよい。取付手段の中心は、X - Y平面におけるガイドピラーの中心点であってもよい。

【0029】

他の実施形態では、表面プレートは付加製造装置に固定して取り付けられてもよく、リニアガイドは造形プラットフォームとともに変位するように構成される。

【0030】

造形プラットフォーム案内装置は、付加製造装置のZ軸に沿って造形プラットフォームを変位させるように構成された変位装置を更にも含む。変位装置は、少なくとも2つの離間したリニアアクチュエータを含んでもよい。リニアアクチュエータは、造形プラットフォームの熱膨張又は熱収縮を機能的に補償して造形プラットフォームをX - Y平面に対して略平行な配向で維持するために、角変位可能であってもよく、かつ/又は角変位可能な構成要素を含んでもよい。

【0031】

10

20

30

40

50

各リニアアクチュエータの一方又は両方の端部は、角変位可能な継手を含んでもよく、又はその継手に取り付けられてもよい。

【0032】

造形プラットフォーム案内装置は、上述の種類の種類3つ以上のリニアアクチュエータを含んでもよい。一実施形態では、造形プラットフォーム案内装置は、案内装置を底部から見たときに矩形の4つの角部を画定するように配置された4つのリニアアクチュエータを含んでもよい。

【0033】

リニアアクチュエータは、互いに対向する両端を有してもよく、各リニアアクチュエータの第1の端部が、支持構造体（例えば、付加製造装置の下部領域）に取り付けられてもよく、リニアアクチュエータの第2の端部が、造形プラットフォームの底部に取り付けられてもよい。

10

【0034】

リニアアクチュエータの第2の端部は、造形プラットフォームの上方に突出してもよく、リニアアクチュエータの側部が、角変位可能な構成要素、例えば、継手によって造形プラットフォームに取り付けられる。

【0035】

造形プラットフォームは、使用時に付加製造装置の作業領域を画定する一次的な造形プラットフォームであってもよい。

【0036】

あるいは、造形プラットフォームは、一次的な造形プラットフォームに取り付けられるか、又は取付可能である、二次的な造形プラットフォームであってもよい。このような場合、使用時に、一次的な造形プラットフォームも設けられ、リニアアクチュエータは、二次的な造形プラットフォームに直接結合され、二次的な造形プラットフォームを変位させることによって一次的な造形プラットフォームを変位させるように構成される。

20

【0037】

一次的な造形プラットフォームの寸法は、二次的な造形プラットフォームの寸法とは異なってもよい。

【0038】

材料保持ユニットが更に設けられてもよい。材料保持ユニットは、一次的な造形プラットフォームによって画定される作業領域に機能的に堆積された材料床を保持するように、一次的な造形プラットフォームの外側縁部に密接に適合するように構成された複数の壁を含んでもよい。

30

【0039】

一次的な造形プラットフォームは、付加製造装置のZ軸に沿って二次的な造形プラットフォームから離間されてもよく、すなわち、一次的な造形プラットフォームは、二次的な造形プラットフォームの上方に配置されてもよい。二次的な造形プラットフォームは次に、駆動装置の上方に配置されてもよい。少なくとも1つの加熱及び/又は冷却ユニットが、プラットフォーム間に画定された空間内に設けられてもよい。断熱及び/又はセンサ装置（例えば、温度センサ）も、この空間内に設けられてもよい。

40

【0040】

一次的な造形プラットフォーム及び二次的な造形プラットフォームは、互いに略平行であり、かつX-Y平面に略平行であるように機能的に取り付けられてもよい。

【0041】

本発明の別の態様によれば、付加製造装置であって、付加製造装置のZ軸に沿って付加製造装置の造形プラットフォームを変位させるように構成された少なくとも2つのリニアアクチュエータを含む変位装置を含み、リニアアクチュエータが、造形プラットフォームの熱膨張又は収縮を機能的に補償して造形プラットフォームを付加製造装置のX軸及びY軸によって画定されるX-Y平面に対して略平行な配向で維持するために、角変位可能であり、かつ/又は角変位可能な構成要素を含む、付加製造装置が提供される。

50

## 【 0 0 4 2 】

リニアアクチュエータは、造形プラットフォームをX - Y平面に対して略平行な配向で機能的に維持するために、付加製造装置のX軸及びZ軸によって画定されるX - Z平面において、かつ/又は付加製造装置のY軸及びZ軸によって画定されるY - Z平面において角変位可能であってもよい。

## 【 0 0 4 3 】

付加製造装置は、典型的に、

付加製造装置の作業領域内に材料の層を堆積して材料床を形成するための少なくとも1つの材料堆積装置と、

材料を材料堆積装置に供給するための少なくとも1つの材料供給機構と、

作業領域の上方に機能的に離間された走査ユニットであって、材料床に堆積した材料を圧密化するためのエネルギービームを提供するように構成される、走査ユニットと、  
を更に含む。

10

## 【 0 0 4 4 】

本発明の更に別の態様によれば、造形プラットフォームの熱膨張を補償するように付加製造装置の造形プラットフォームを支持する方法であって、

造形プラットフォームが変位可能である造形プラットフォームの周辺に垂直なガイドを提供することと、

垂直なガイドを中心とした造形プラットフォームの角変位を抑制し、水平面における造形プラットフォームの非拘束の熱膨張及び収縮を許容することと、

を含む、造形プラットフォームを支持する方法が提供される。

20

## 【 0 0 4 5 】

造形プラットフォームの変位が少なくとも2つのリニアアクチュエータによってもたらされてもよく、各アクチュエータが2つの連結領域を有し、一方が支持構造体に連結され、もう一方が造形プラットフォームに連結され、本方法は、アクチュエータの連結領域を、支持構造体及び造形プラットフォームに対して角変位可能であるように支持構造体及び造形プラットフォームに連結して、造形プラットフォーム及び支持構造体の熱膨張差の結果としてアクチュエータの端部間の相対的な横方向移動を補償することを含む。

## 【 0 0 4 6 】

次に、添付の概念図面を参照して、一例として、本発明を更に説明する。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 4 7 】

【図1】本発明による付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置の一実施形態の三次元図を示している。

【図2】図1の造形プラットフォーム案内装置の上面図を示している。

【図3】図1の造形プラットフォーム案内装置の更なる三次元図を示しており、付加製造装置のフレームも示されている。

【図4】図3の造形プラットフォーム案内装置及びフレームの上面図である。

【図5】本発明による造形プラットフォーム案内装置用の変位装置の一実施形態の三次元図である。

40

【図6】図5の変位装置の側面図である。

【図7】熱膨張の影響を誇張して示す、図5の変位装置の更なる三次元図である。

【図8】熱膨張の影響を誇張して示す、図5の変位装置の更なる側面図である。

【図9】本発明による付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置の別の実施形態の三次元図を示しており、付加製造装置のフレームも示されている。

【図10】図9の造形プラットフォーム案内装置の側面図である。

【図11】図9の造形プラットフォーム案内装置の上面図である。

【図12】熱膨張の影響を誇張して示す、図9の造形プラットフォーム案内装置の更なる側面図である。

【図13】本発明による付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置の別の実施形態

50

の三次元図を示している。

【図 1 4】図 1 3 の造形プラットフォーム案内装置の側面図である。

【図 1 5】図 1 4 の線 A - A に沿った、図 1 3 の造形プラットフォーム案内装置の断面図である。

【図 1 6】本発明の造形プラットフォーム案内装置を使用することができる造形プラットフォーム構成の一例の断面図を示している。

【図 1 7】本発明による造形プラットフォーム案内装置の一実施形態が設置される、図 1 6 の造形プラットフォーム構成の三次元図を示している。

【図 1 8】図 1 7 の構成の上面図を示している。

【図 1 9】図 1 8 の線 B - B に沿った、図 1 7 の構成の断面図を示している。

10

【図 2 0】本発明による付加製造装置用の造形プラットフォーム案内装置の別の実施形態の三次元図を示しており、付加製造装置のフレームも示されている。

【図 2 1】図 2 0 の造形プラットフォーム案内装置及びフレームの上面図を示している。

【図 2 2】図 2 0 の造形プラットフォーム案内装置及びフレームの別の三次元図を示しており、付加製造装置の材料保持ユニット及び造形プラットフォーム案内装置の変位装置も示されている。

【図 2 3】図 2 2 の造形プラットフォーム案内装置、フレーム及び材料保持ユニットの上面図を示している。

【図 2 4】図 2 3 の線 C - C に沿った、図 2 2 の造形プラットフォーム案内装置、フレーム及び材料保持ユニットの断面図を示しており、材料床も示されている。

20

【発明を実施するための形態】

【0048】

本発明の教示を可能にするものとして、以下の本発明の説明を提供する。当業者であれば、本発明の有益な結果を達成しつつ、説明した実施形態に多くの変更を加えることができることを認識するであろう。本発明の所望の利点のいくつかは、他の特徴を利用することなく本発明の特徴のいくつかを選択することによって達成することができることも明らかであろう。したがって、当業者であれば、本発明に対する修正及び適応が可能であり、特定の状況においては望ましくさえあり得、本発明の一部であることを認識するであろう。したがって、以下の説明は、本発明の原理を例示するものとして提供されるものであり、本発明を限定するものではない。

30

【0049】

本発明による付加製造装置の一部を形成する造形プラットフォーム案内装置 1 0 の一実施形態を図 1 ~ 図 4 に示す。造形プラットフォーム案内装置 1 0 は、取付装置 1 4 の形態の取付手段と、2 つのガイド要素 1 6、1 8 とを含む。取付装置 1 4 は、造形プラットフォーム 1 2 に取り付けられる。

【0050】

造形プラットフォーム 1 2 は、案内装置 1 0 が機能的に設置される付加製造装置（図示せず）の X - Y 平面において略平面かつ矩形である。造形プラットフォーム 1 2 は、使用時に付加製造装置の垂直軸すなわち Z 軸に沿って変位するように構成される。軸 X、Y 及び Z を図 1 に示す。

40

【0051】

取付装置 1 4 は、造形プラットフォーム 1 2 の角部領域に取り付けられたピラーとプッシュからなる装置 2 0 又はピラーと軸受からなる装置 2 2 によって提供される。ピラー 2 0 は、Z 軸に沿って延在するように付加製造装置に固定して取り付けられるように構成され、プッシュ 2 2 は、ピラー 2 0 を中心に同心的に取り付けられ、使用時に造形プラットフォーム 1 2 とともに垂直に変位するように構成される。

【0052】

取付装置 1 4 は、ピラー 2 0 に対する X 軸又は Y 軸に沿った造形プラットフォーム 1 2 の実質的な直線変位を防止しながら、Z 軸に沿った造形プラットフォーム 1 2 の変位を可能にするように働く。

50

## 【 0 0 5 3 】

ガイド要素 16、18 は、断面が矩形の細長いリニアガイドによって提供される。ガイド要素 16、18 は、これらの長さが Z 軸に沿って延在し、かつこれらの要素が造形プラットフォーム 12 の異なる側面に当接するように、付加製造装置に固定して取り付けられるように構成される。

## 【 0 0 5 4 】

各ガイド要素 16、18 は、造形プラットフォーム 12 のそれぞれの角部領域の近くに配置される。図 1 に示すように、取付装置 14 は、造形プラットフォーム 12 の第 1 の角部領域に取り付けられ、ガイド要素の第 1 のガイド要素 16 は、その側部のうちの 1 つが第 1 の角部領域に隣接する造形プラットフォーム 12 の側部の第 2 の角部領域に当接するように取り付けられ、ガイド要素の第 2 のガイド要素 18 は、その側部のうちの 1 つが第 1 の角部領域に隣接する造形プラットフォーム 12 の別の側部の第 3 の角部領域に当接するように取り付けられる。

10

## 【 0 0 5 5 】

この実施形態では、表面プレート 24、26 が造形プラットフォーム 12 の側面に設けられている。各表面プレート 24、26 は、ガイド要素 16、18 の長さに沿った造形プラットフォーム 12 の摺動運動を容易にするために、ガイド要素 16、18 のうちの対応する要素に当接するように構成された外面を有する。表面プレート 24、26 には、アルミニウム青銅などの高摩耗及び高温条件での耐摩擦性を有する材料が使用されてもよい。

## 【 0 0 5 6 】

図 2 から明らかなように、X - Y 平面における各ガイド要素 16、18 とその対応する表面プレート 24、26 との間の境界は、ピラー 20 の中心点「C」と位置合わせされる。

20

## 【 0 0 5 7 】

使用時に、固定して取り付けられたガイド要素 16、18 は、Z 軸に沿って造形プラットフォーム 12 を正確に誘導する。ガイド要素 16、18 は、X 方向及び Y 方向における非拘束の熱膨張 / 収縮 (図 2 の矢印「P」及び「Q」で示す) を可能にしながら、Z 軸を中心とした (X - Y 平面における) 造形プラットフォーム 12 の角変位を防止するように働く。

## 【 0 0 5 8 】

ガイド要素 16、18 及び表面プレート 24、26 は、場合によっては、X - Z 平面又は Y - Z 平面において、各ガイド要素 16、18 とその対応する表面プレート 24、26 との間に摺動面を提供することによって、造形プラットフォーム 12 の熱膨張を可能にする。

30

## 【 0 0 5 9 】

図 1 及び図 2 の実施形態を更に説明するために、図 3 及び図 4 は更に、案内装置 10 が取り付けられる付加製造装置のフレーム 27 を示す。フレーム 27 は、使用時に静止したままであるように構成される。

## 【 0 0 6 0 】

ピラー 20 は、フレーム 27 の角部領域のピラー支持形成体 28 に取り付けられ、ガイド要素 16、18 は、止めねじ 31、32 によってフレーム 27 の隣接する角部領域のガイド支持形成体 29、30 に取り付けられる。止めねじ 31、32 は、使用時に造形プラットフォーム 12 の正確な位置合わせを可能にする。

40

## 【 0 0 6 1 】

図 5 及び図 6 は、本発明による造形プラットフォーム案内装置を提供し得るか、又は本発明による造形プラットフォーム案内装置、例えば案内装置 10 の一部を形成し得る変位装置 33 を示す。

## 【 0 0 6 2 】

変位装置 33 は、付加製造装置の造形プラットフォーム 25 を付加製造装置の Z 軸に沿って変位させるように構成される。この実施形態では、変位装置 33 は、造形プラットフォーム 25 を機能的に作動し支持する 4 つのリニアアクチュエータ 34 を含む。リニアア

50

クチュエータ 34 は、変位装置 33 を底部から見たときに矩形の 4 つの角部を形成するように造形プラットフォーム 25 の底部に配置され、それにより造形プラットフォームの全長及び幅全体を支持する。

【0063】

各リニアアクチュエータ 34 は、互いに対向する両端を有する。リニアアクチュエータ 34 は、付加製造装置の下部領域、例えば装置基部（図示せず）の形態で支持構造体に取り付けられるように構成された第 1 の端部 36 と、造形プラットフォーム 25 の底面 35 に取り付けられた第 2 の端部 38 とを含む。

【0064】

リニアアクチュエータ 34 の各端部 36、38 には、角変位可能な継手 42、44 が設けられている。この実施形態では、継手 42、44 は玉継手である。

10

【0065】

上述のように、リニアアクチュエータ 34 は、付加製造装置の Z 軸に沿って造形プラットフォーム 25 を変位させるように構成される。加えて、リニアアクチュエータ 34 は、造形プラットフォーム 25 の熱膨張又は収縮を機能的に補償して造形プラットフォーム 25 を X - Y 平面に対して略平行な配向で維持するために、継手 42、44 によって角変位可能である。

【0066】

図 5 及び図 6 に示す第 1 の位置では、リニアアクチュエータ 34 は、Z 軸に沿って延在し、したがって、図 6 の角度  $\theta$  で示すように、各リニアアクチュエータ 34 の長さとは造形プラットフォーム 25 との間に 90 度の角度がある。

20

【0067】

図 7 及び図 8 に示す第 2 の位置では、図 8 の方向矢印「T」で示すように、造形プラットフォーム 25 の熱膨張が行われている。造形プラットフォーム 25、及び端部 36、38 が取り付けられる支持構造体の熱膨張差の結果としてのアクチュエータ 34 の端部 36 と端部 38 との間の相対的な横方向移動を補償するために、アクチュエータ 34 は、継手 42、44 によって角変位され、それにより造形プラットフォーム 25 を X - Y 平面に対して略平行な配向で（すなわち、水平な配向で）維持する。

【0068】

したがって、第 2 の位置では、図 8 の角度  $\theta$  で示すように、Y - Z 平面で見たときに基部 25 と各アクチュエータ 34 の長さとの間に垂直ではない角度がある。アクチュエータ 34 の角変位の程度は変化し、ピラー 20 から最も遠いアクチュエータ 34 が最大の角変位を経験することが理解されよう。これにより、基部 25 が水平位置ではなく傾斜角度になる場合があるが、本発明者らは、この偏差が一般に容認可能な許容値内であることを見出した。

30

【0069】

図 7 及び図 8 に示す熱膨張ひいては角度  $\theta$  は、アクチュエータ 34 の動作原理を説明するために誇張されており、したがって角度  $\theta$  は、典型的には、図に示す角度よりも 90 度により近い場合があることが当業者には理解されよう。

【0070】

本発明者らは、いくつかの実施形態において、アクチュエータ 34 が熱膨張の結果として 0.25 度まで移動し得ることを見出した。各アクチュエータ 34 は、その特定のアクチュエータが使用時に受ける角変位を補償するために、室温では比較的小さい負の角度で（例えば、0.25° の負の角度で）取り付けられてもよい。これにより、動作条件（例えば、600）では、アクチュエータが垂直に配向され、したがって造形プラットフォームが水平であることを確実にし得る。

40

【0071】

本発明による造形プラットフォーム案内装置 50 の別の実施形態を図 9 ~ 図 12 に示す。この実施形態は、図 1 ~ 図 8 を参照して説明した実施形態と類似の機能性を提供するか、又は類似の結果を達成し得る。

50

## 【0072】

この実施形態では、ピラー52とブッシュ54からなる装置が造形プラットフォーム56の一方の端部に沿って中央に設けられ、単一のガイド要素58が造形プラットフォーム56の対向する端部に沿っての中央に設けられる。さらに、案内装置50は、2つのリニアアクチュエータ60のみを含む。

## 【0073】

ピラー52は、付加製造装置（図示せず）のフレーム62の一方の端部に取り付けられ、ガイド要素58は、フレーム62の対向する端部に取り付けられる。

## 【0074】

この実施形態では、ガイド要素58は、細長く、断面がT字形である。ガイド要素58のより広い側部、又は基部が、フレーム62に取り付けられ、ガイド要素58のより狭い側部、又は突出部が、造形プラットフォーム56の対応する端部における相補形状の凹部64と嵌合する。ガイド要素58の狭い側部又は突出部の長さ及び凹部64の深さは、これらの部分が摺動係合のままであることを確実にするために、狭い側部又は突出部の自由端が凹部64の根元又は基部と接触することなく、造形プラットフォーム56がX方向に膨張及び収縮し得るように選択される。この装置では、造形プラットフォーム56は、Y方向及びX方向に無拘束的に膨張及び収縮することができる。

10

## 【0075】

各リニアアクチュエータ60は、互いに対向する両端を有する。リニアアクチュエータ60は、付加製造装置の下部領域、例えば装置基部（図示せず）の形態で支持構造体に取り付けられるように構成された第1の端部66と、造形プラットフォーム56の底面70に取り付けられた第2の端部68とを含む。

20

## 【0076】

リニアアクチュエータ60の各端部66、68には、角変位可能な継手72、74が設けられている。この実施形態では、継手72、74は単軸ピボット継手である。継手72、74は、Y-Z平面において回転可能である。

## 【0077】

ピラー52、リニアアクチュエータ60、凹部64、及びガイド要素58は、図11に示すように、案内装置50の中心線「G」に沿って位置合わせされる。凹部64の深さは、造形プラットフォーム56の熱膨張を補償するのに十分である。

30

## 【0078】

さらに、図12に示す熱膨張（方向矢印「H」で示す）は、アクチュエータ60の動作原理を説明するために誇張されていることが理解されよう。

## 【0079】

本発明による造形プラットフォーム案内装置80の別の実施形態を図13～図15に示す。この実施形態は、図1～図12を参照して説明した実施形態と類似の機能性を提供するか、又は類似の結果を達成し得る。

## 【0080】

案内装置80は、図1～図4を参照して説明したものと類似の取付装置82及び2つのガイド要素84、86を含む。

40

## 【0081】

案内装置80は、4つのリニアアクチュエータ88を含む。図13に最良に示すように、2つのリニアアクチュエータ88が造形プラットフォーム90の両側に設けられている。この実施形態では、各リニアアクチュエータ88は、リニアアクチュエータ88の一部を形成する親ねじとナットからなる装置（図示せず）によって、Z軸に沿って造形プラットフォームを変位させるように構成される。親ねじとナットからなる装置の代わりにラックとピニオンからなる装置を使用して、図13～図15に示すものと類似の構成を提供してもよいことが想定される。

## 【0082】

各リニアアクチュエータ88は、付加製造装置の下部領域、例えば装置基部（図示せず

50

)の形態で支持構造体に取り付けられるように構成された第1の端部92と、造形プラットフォーム90の上方に突出する第2の端部94とを含む。

【0083】

各リニアアクチュエータ88の第1の端部92には玉継手96が設けられており、アクチュエータ88の側部は、更なる玉継手98によって造形プラットフォーム90に連結されている。玉継手96及び玉継手98は、図15最良に示すように、互いに対して略横方向に配向される。玉継手98は、使用時に造形プラットフォーム90とともにZ軸に沿って変位するように構成される。

【0084】

本発明者らは、図13～図15の構成が、造形プラットフォーム案内装置及び/又は付加製造装置の全体の高さを低減し得ることを見出した。

10

【0085】

図16は、本発明の造形プラットフォーム案内装置が使用され得る造形プラットフォーム構成100の一例を示す。

【0086】

造形プラットフォーム構成100は、二次的な造形プラットフォーム又は基部102を含み、これは従来の駆動装置104に取り付けられる。

【0087】

駆動装置104は、基部102の下方に配置された2つの電動のリニアアクチュエータ106、108によって提供される。アクチュエータ106、108の支持端部107、109は、基部102の底面110に直接連結されている。

20

【0088】

使用時に、アクチュエータ106、108の直線運動は、基部102の垂直変位、すなわち、造形プラットフォーム構成100が設置される付加製造装置のZ軸に沿った変位を引き起こす。

【0089】

一次的な造形プラットフォーム112は、取付構造体114によって基部102に取り付けられる。この実施形態では、取付構造体114は、基部102にボルト止めされた鉄骨フレームの形態である。取付構造体114上に加熱アセンブリ116が設けられる。したがって、一次的な造形プラットフォーム112は、加熱アセンブリ116を介して取付構造体114に取り付けられる。

30

【0090】

他の実施形態では、取付構造体は、一次的な造形プラットフォームに直接ボルト止めされてもよく、又は加締められてもよいことが想定される。取付構造体と一次的な造形プラットフォームとの間の連結機構は、一次的な造形プラットフォームが付加製造装置の他の構成要素に対して適切に位置合わせされ得ることを確実にするために、止めねじによる調整を可能にしてもよい。

【0091】

使用時に、基部102の垂直変位は、一次的な造形プラットフォーム112の変位を引き起こす。

40

【0092】

一次的な造形プラットフォーム112は、このプラットフォームが画定する作業領域118に原材料の新しい層を堆積させ、それによって材料床120を形成することを可能にするように、徐々に下方に変位することができる。

【0093】

少なくとも1つの材料堆積装置(図示せず)が典型的に、材料の層を堆積するために設けられ、材料を材料堆積装置に供給するための好適な供給機構が含まれる。当業者によく理解されるように、走査ユニット(図示せず)によって方向付けられる高エネルギービームを使用して原材料を圧密化してもよい。

【0094】

50

材料保持ユニット 1 2 2 が設けられる。材料保持ユニット 1 2 2 は、作業領域 1 1 8 に機能的に堆積された材料床 1 2 0 を保持するように、一次的な造形プラットフォーム 1 1 2 の外側縁部に密接に適合するように構成された複数の壁を含む。

【 0 0 9 5 】

一次的な造形プラットフォーム 1 0 2 及び二次的な造形プラットフォーム 1 1 2 は、互いに平行であり、かつ X - Y 平面に平行であるように取り付けられる。

【 0 0 9 6 】

熱膨張の影響を補償するために、図 1 ~ 図 4 を参照して説明した取付装置 1 4 及び造形プラットフォーム案内装置 1 0 のガイド要素 1 6、1 8 は、これらの装置を基部 1 0 2 に対して取り付けることによって構成 1 0 0 に組み込むことができる。加えて、駆動装置 1 0 4 は、図 5 ~ 図 8 を参照して説明した変位装置 3 3 と置き換えることができる。このような例示的な実施形態を図 1 7 ~ 図 1 9 に示し、全体的に参照番号 1 3 0 で示す。

10

【 0 0 9 7 】

図 1 7 ~ 図 1 9 に示すように、造形プラットフォーム案内装置 1 0 は、典型的に、案内装置 1 0 が材料保持ユニット 1 2 2 と干渉するのを防止するために、一次的な造形プラットフォーム 1 1 2 ではなく、基部 1 0 2 に組み込まれる。しかし、特定の代替的な構成では、案内装置は、一次的な造形プラットフォーム、すなわち、付加製造装置の作業領域を画定する造形プラットフォームに直接取り付けられてもよい。

【 0 0 9 8 】

図 2 0 ~ 図 2 4 は、本発明による付加製造装置のための造形プラットフォーム案内装置 1 4 0 の別の実施形態を示す。この実施形態は、上述の実施形態と類似の機能性を提供するか、又は類似の結果を達成し得る。

20

【 0 0 9 9 】

この実施形態は、図 1 ~ 図 8 を参照して説明した実施形態と概念的に類似である。しかし、この実施形態では、ピラー 1 4 2 及びガイド要素 1 4 4、1 4 6 は、可動式に（Z 軸に沿って）造形プラットフォーム 1 4 8 に取り付けられ、プッシュ又は軸受 1 5 0 並びに表面プレート 1 5 2 及び 1 5 4 は、固定式に付加製造装置のフレーム 1 5 6 に取り付けられる。

【 0 1 0 0 】

ガイド要素 1 4 4、1 4 6 は、略三角形のフランジ又はガセット 1 5 8、1 6 0 によって造形プラットフォーム 1 4 8 の底面 1 6 3 に取り付けられる。使用時に、ガイド要素 1 4 4、1 4 6 は、プレート 1 5 2、1 5 4 と摺動可能に係合して、造形プラットフォーム 1 4 8 を Z 軸に沿って正確に誘導する。ガイド要素 1 4 4、1 4 6 は、X 方向及び Y 方向における非拘束の熱膨張 / 収縮を可能にしながら、Z 軸を中心とした（X - Y 平面における）造形プラットフォーム 1 4 8 の角変位を防止するように働く。

30

【 0 1 0 1 】

本発明者らは、図 2 0 及び図 2 1 を参照して説明した構成が、少なくともいくつかの用途において、二次的な造形プラットフォームの必要性をなくし得ることを見出した。この態様を図 2 2 ~ 図 2 4 に示しており、これは、造形プラットフォーム 1 4 8 の底部 1 6 3 及びフレーム 1 5 6 の基部 1 6 4 に直接取り付けられているように角変位可能な一組のリニアアクチュエータ 1 6 2 を示している。図 2 2 ~ 図 2 4 はまた、従来の材料保持ユニット 1 6 6 と、材料保持ユニット 1 6 6 によって保持される材料床 1 6 8（図 2 4 においてのみ）とを示す。

40

【 0 1 0 2 】

本発明者らは、本発明の案内装置が多くの利点を提供すると考えている。

【 0 1 0 3 】

造形プラットフォームが熱膨張によって実質的に影響を受けないように造形プラットフォームを誘導及び作動させることができる装置が提供される。本発明者らは、この装置が比較的大きな造形プラットフォーム及び比較的高温の用途での使用に適していると考えている。

50

## 【 0 1 0 4 】

本発明者らは、本発明が、造形プラットフォームの熱膨張を補償するように、付加製造装置の造形プラットフォームを支持するための効果的な技術を提供することを見出した。具体的には、造形プラットフォームが変位可能である造形プラットフォームの周辺に垂直なガイドが設けられ、垂直なガイドを中心とした造形プラットフォームの角変位が実質的に抑制されるとともに、造形プラットフォームの非拘束の膨張及び収縮が許容される。これにより、付加製造装置は、造形プラットフォーム並びにガイド及びノ又は作動システムに大きな力をかけることなく実質的な熱膨張を可能にするので、高レベルの予熱を処理することができる。

## 【 0 1 0 5 】

取付要素（例えば、ピラー 20）は、熱膨張の影響を受けない有用な固定基準点を提供すると考えられる。

## 【 0 1 0 6 】

本発明は、造形プラットフォームを X - Y 平面に対して略平行な配向で維持するために、造形プラットフォームの熱膨張又は収縮を補償することができる変位装置を提供する。具体的には、本明細書に記載のリニアアクチュエータ又はその構成要素は、造形プラットフォーム及び支持構造体の熱膨張又は収縮の差の結果としてアクチュエータの端部間の相対的な横方向移動を補償するために、付加製造装置及び造形プラットフォームの支持構造体に対して角変位可能である。

## 【 0 1 0 7 】

本発明者らは、二次的な造形プラットフォームの使用が、材料保持ユニットに干渉するアクチュエータのリスクをなくし、いわゆる「吊り下げ」アクチュエータ、すなわち圧縮の代わりに張力下で機能するアクチュエータの使用を可能にする点で有利であり得ることを見出した。しかし、本発明の実施形態は、単一の一次的な造形プラットフォームのみを使用する。

## 【 0 1 0 8 】

リニアアクチュエータはまた、造形プラットフォームの大きな角変位を防止するように機能してもよい。

## 【 0 1 0 9 】

ボールねじ及びローラねじを含む、いくつかの異なる種類のアクチュエータが使用され得ることが想定される。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

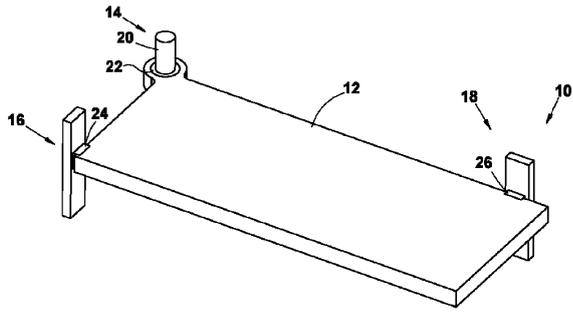


Figure 1

【図 2】

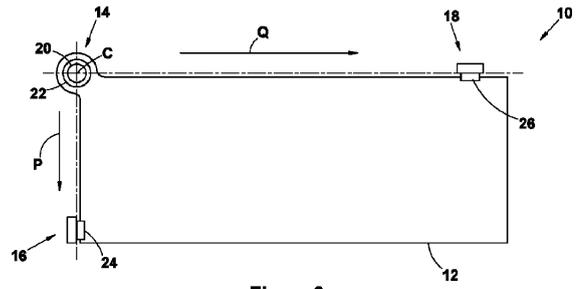
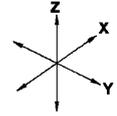


Figure 2



10

【図 3】

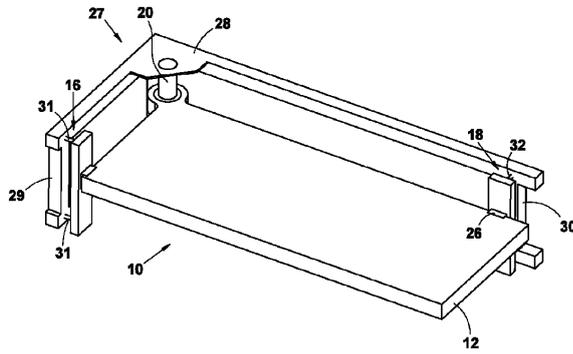


Figure 3

【図 4】

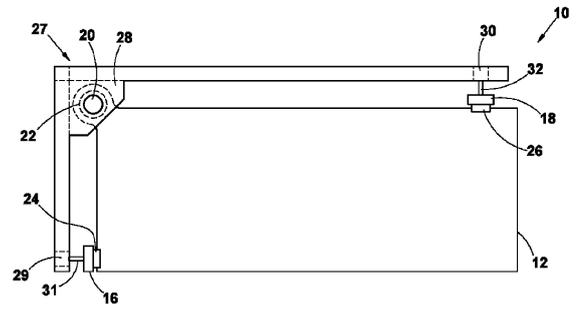


Figure 4

20

30

40

50

【 図 5 】

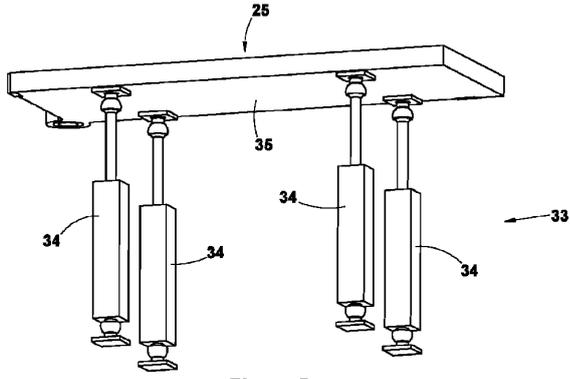


Figure 5

【 図 6 】

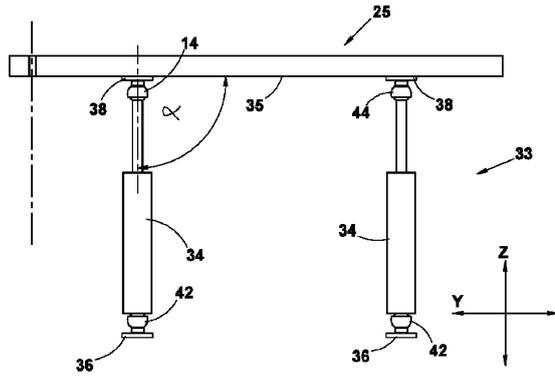


Figure 6

【 図 7 】

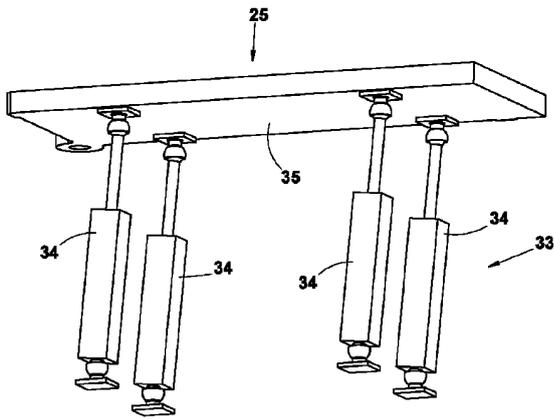


Figure 7

【 図 8 】

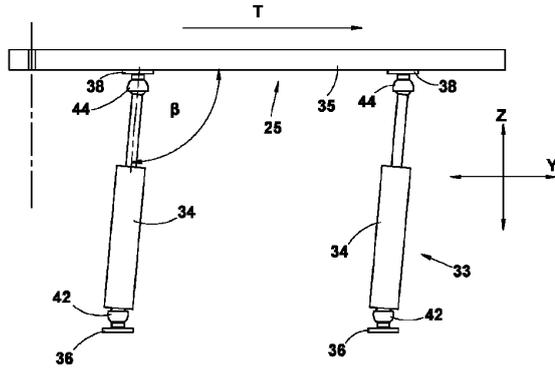


Figure 8

10

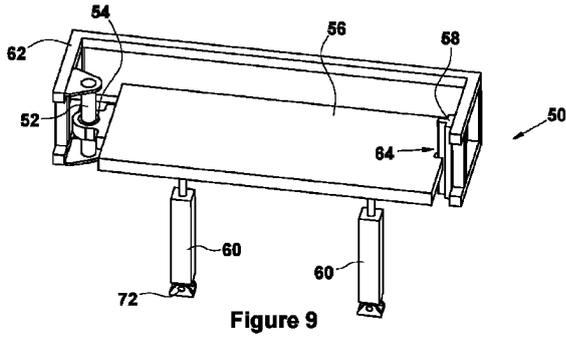
20

30

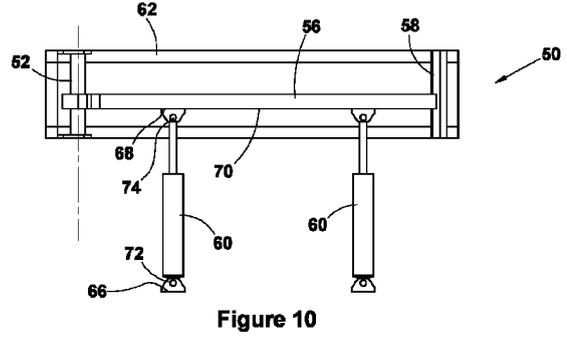
40

50

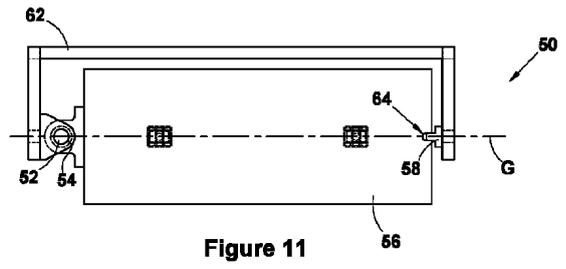
【 図 9 】



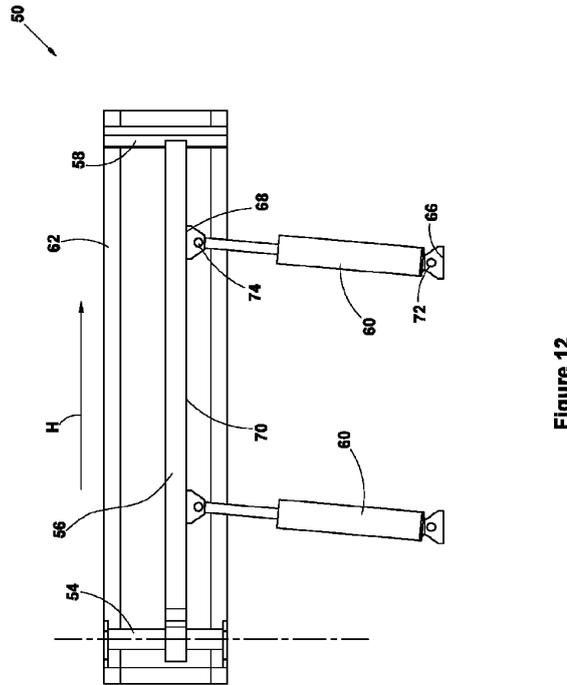
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 12 】



10

20

30

40

50

【 図 1 3 】

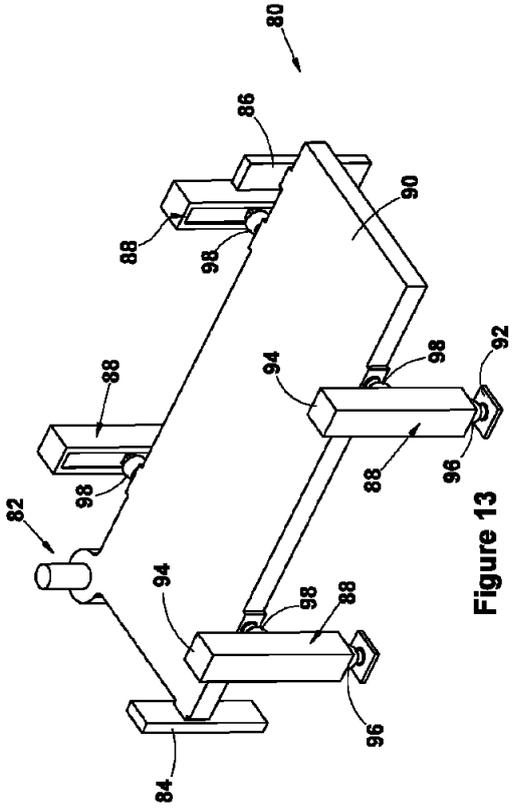


Figure 13

【 図 1 4 】

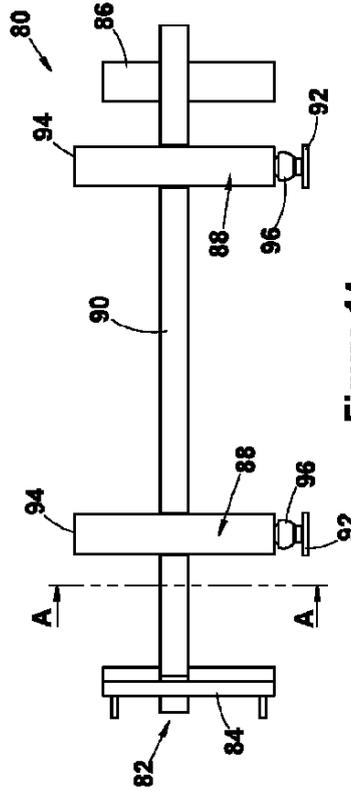


Figure 14

【 図 1 5 】

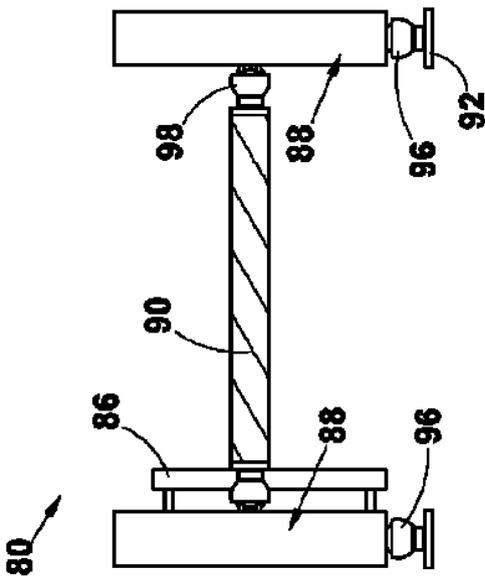


Figure 15

【 図 1 6 】

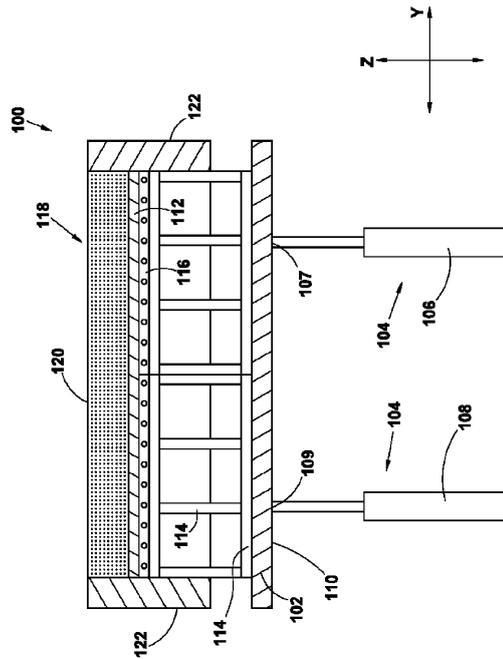


Figure 16

10

20

30

40

50

【 17 】

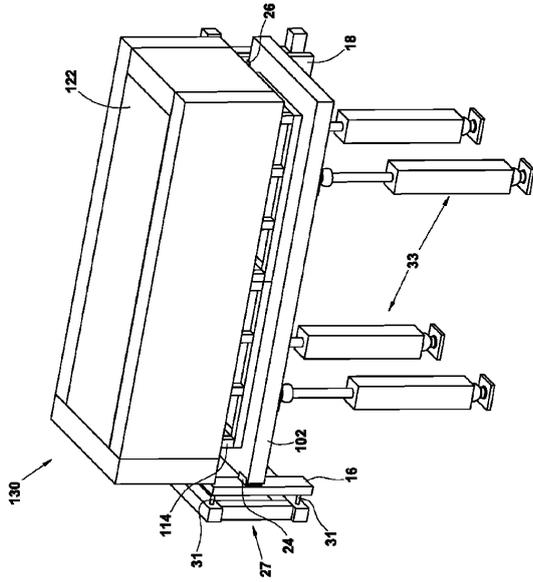


Figure 17

【 18 】

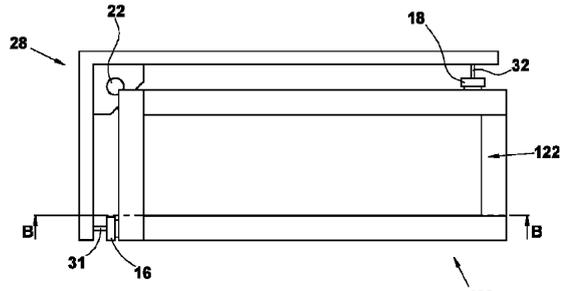


Figure 18

10

【 19 】

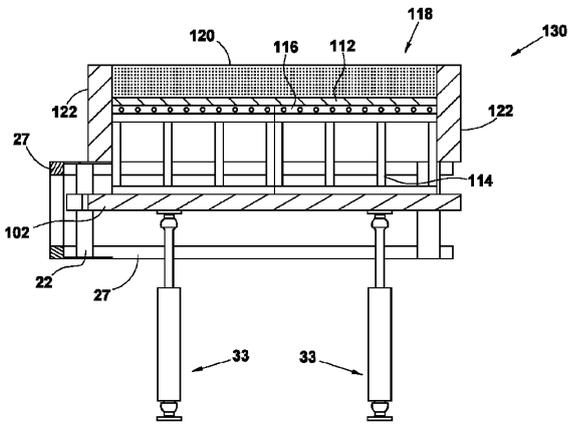


Figure 19

【 20 】

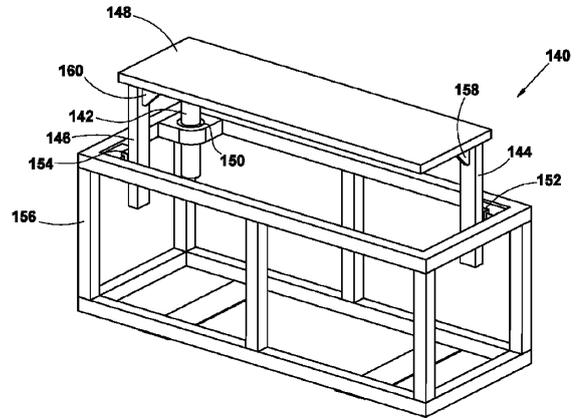


Figure 20

20

30

40

50

【 2 1 】

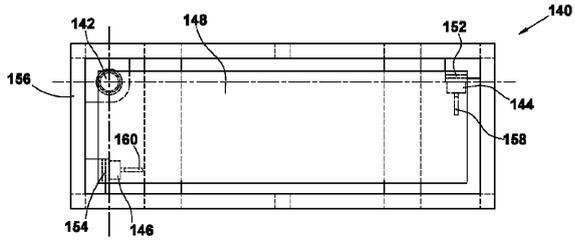


Figure 21

【 2 2 】

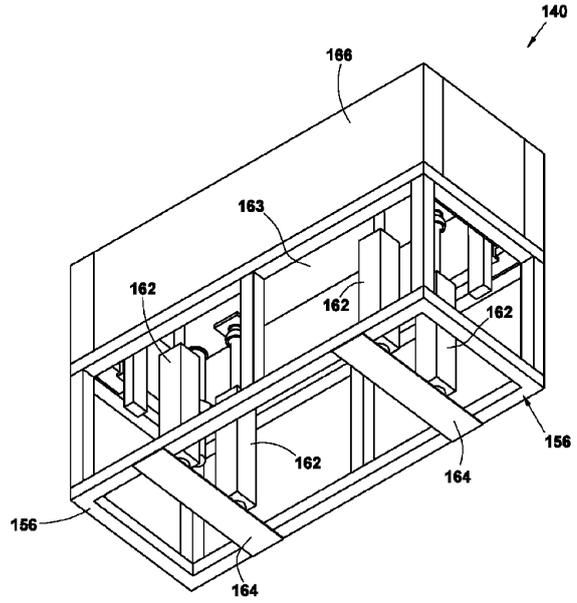


Figure 22

【 2 3 】

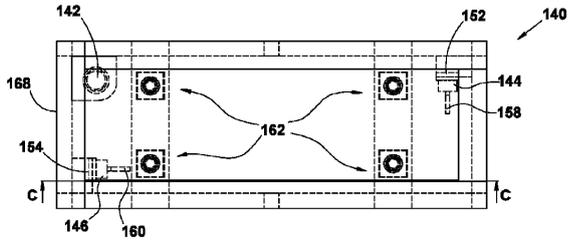


Figure 23

【 2 4 】

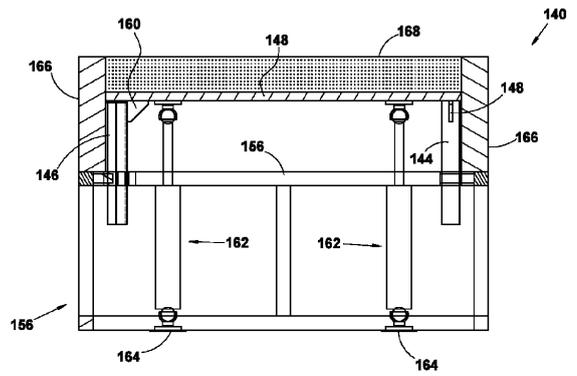


Figure 24

10

20

30

40

50

## フロントページの続き

## (51)国際特許分類

F I

**B 2 9 C 64/153(2017.01)** B 2 9 C 64/153  
**B 2 9 C 64/205(2017.01)** B 2 9 C 64/205

(74)代理人 100162352

弁理士 酒巻 順一郎

(74)代理人 100123995

弁理士 野田 雅一

(72)発明者 ヴァーミュレン, マリウス

南アフリカ共和国, 0184 プレトリア, ファル デ フレース, ハーデクール アベニュー 85

(72)発明者 ボスマ, ヨハネス, パウルス

南アフリカ共和国, 0186 ウェイブリー, コドニア アベニュー 725/3

審査官 高 橋 理絵

(56)参考文献 米国特許出願公開第2008/0199240(US, A1)

国際公開第2016/085334(WO, A1)

国際公開第2017/168548(WO, A1)

特開2016-002725(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 2 9 C 64/00 - 64/40

B 3 3 Y 10/00 - 99/00

B 2 2 F 10/00 - 12/90