

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6104730号
(P6104730)

(45) 発行日 平成29年3月29日 (2017.3.29)

(24) 登録日 平成29年3月10日 (2017.3.10)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 9 C 39/26 (2006.01)	B 2 9 C 39/26
B 2 9 C 70/06 (2006.01)	B 2 9 C 67/14 J

請求項の数 7 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2013-127995 (P2013-127995)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成25年6月18日 (2013.6.18)		三菱重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2015-572 (P2015-572A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成27年1月5日 (2015.1.5)	(74) 代理人	100089118
審査請求日	平成28年3月23日 (2016.3.23)		弁理士 酒井 宏明
		(74) 代理人	100118762
			弁理士 高村 順
		(72) 発明者	村井 友浩
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		(72) 発明者	西口 正明
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
		審査官	深草 祐一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成形金型及び複合材の成形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複合材の成形を行うために用いられる成形金型であって、
 成形面を有する成形部材と、
 前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、
 前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、
前記成形面上に設置され、長手方向に延在するガイド部材と、を備え、
 前記高さ調整機構は、
 前記支持フレームに固定されるナットと、
 下端部が前記ナットに螺合すると共に、回転させることで前記ナットに対して高さ方向に移動するねじ軸と、
 前記ねじ軸の上端部に設けられ、前記成形部材に当接する当接部材と、を有し、
前記ガイド部材は、
前記長手方向に沿って所定の間隔を空けて形成されると共に、前記長手方向に直交する直交方向に延在して形成される複数のスリットと、
前記ガイド部材を前記成形面に倣って固定するためのピン穴と、を有することを特徴とする成形金型。

【請求項2】

複合材の成形を行うために用いられる成形金型であって、

10

20

成形面を有する成形部材と、
前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、
前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、を備え、
前記高さ調整機構は、
前記支持フレームに取り付けられ、内部に流体が溜められる容器と、
前記容器内に溜められた前記流体に浮かぶ浮体と、
前記浮体に連結され、前記成形部材に当接する当接部材と、を有することを特徴とする成形金型。

【請求項 3】

10

複合材の成形を行うために用いられる成形金型であって、
成形面を有する成形部材と、
前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、
前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、
前記高さ調整機構により支持される前記成形部材の支持面の水平度を検出する水平検出器と、
前記高さ調整機構の高さを制御可能な制御部と、を備え、
前記高さ調整機構は、
基端部が前記支持フレームに取り付けられるアクチュエータと、
前記アクチュエータの先端部に設けられ、前記成形部材に当接する当接部材と、を有し

20

、
前記制御部は、前記アクチュエータに接続され、前記水平検出器の検出結果に基づいて、前記アクチュエータを駆動制御することで、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整することを特徴とする成形金型。

【請求項 4】

複合材の成形を行うために用いられる成形金型であって、
成形面を有する成形部材と、
前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、
前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、
前記成形面上に設置され、長手方向に延在するガイド部材と、を備え、
前記ガイド部材は、
前記長手方向に沿って所定の間隔を空けて形成されると共に、前記長手方向に直交する直交方向に延在して形成される複数のスリットと、
前記ガイド部材を前記成形面に倣って固定するためのピン穴と、を有することを特徴とする成形金型。

30

【請求項 5】

前記成形部材の熱膨張率は、前記支持フレームの熱膨張率以下となっていることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の成形金型。

40

【請求項 6】

前記支持フレームの下方側に設けられ、前記支持フレームを 3 点支持しながら床面上を走行する 3 つの車輪を、さらに備えることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の成形金型。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の成形金型を用いた複合材の成形方法であって、
前記成形金型を、前記床面上を走行させながら、作業領域と加熱成形領域との間で移動させることを特徴とする複合材の成形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、複合材の成形を行うために用いられる成形金型及び複合材の成形方法に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

従来、複合材の成形金型ではないが、複合材構造部品を組み立てる組立用治具が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。複合材構造部品の組立用治具は、治具構造体と、治具構造体の上面側に設けられるパイロットプレートと、治具構造体とパイロットプレートとの間に設けられるスライド機構と、パイロットプレートと複合材構造部品との間に設けられる金具及びロケータと、を備えている。ロケータは、複合材構造部品を水平に支持するための上下方向位置の調節部材となっている。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 3 】

【 特許文献 1 】 特開平 1 - 3 1 6 1 3 9 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 4 】

ところで、複合材の成形を行うために用いられる成形金型は、その上面が成形面となっている。成形金型は、複合材を好適に成形するために、熱による成形面の変形を抑制すべく、熱膨張が小さい材料を用いることが好ましい。熱膨張が小さい材料としては、例えば、インバー等の低膨張合金が用いられる。また、成形金型は、移動自在にするために、車輪を設ける場合がある。この場合、車輪に支持される成形金型は、車輪を支持点として、自重により撓む可能性がある。このため、成形金型は、自重による撓みによって成形面が変形することを抑制するために、成形金型の厚みを厚くして、成形金型の剛性を高くすることが考えられる。しかしながら、成形金型の厚みを厚くする場合、成形金型の材料としてインバーを用いると、インバーは高価な材料であるため、成形金型の製造コストが増大してしまう。なお、特許文献 1 は、ロケータにより複合材構造部品を支持する構成であって、成形面を有する成形金型を支持する構成とはなっていない。

20

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、成形面の変形を抑制しつつ、安価な構造にすることができる成形金型及び複合材の成形方法を提供することを課題とする。

30

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の成形金型は、複合材の成形を行うために用いられる成形金型であって、成形面を有する成形部材と、前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 7 】

この構成によれば、支持フレームが自重により撓む場合や、溶接により変形する場合であっても、高さ調整機構により高さを調整することで、成形部材を平らな状態にすることができる。なお、平らな状態としては、水平面と平行な状態である水平状態の他、水平面に対して傾斜する平坦な傾斜面と平行な状態である傾斜状態を含む。また、高さ調整機構は、成形部材を平らな状態となるように支持することができるため、成形部材の厚みを厚くする必要がない。このため、成形面の変形を抑制しつつ、安価な構造にすることが可能となる。

40

【 0 0 0 8 】

また、前記成形部材の熱膨張率は、前記支持フレームの熱膨張率以下となっていることが好ましい。

【 0 0 0 9 】

50

この構成によれば、成形部材の熱膨張率を小さくすることができるため、成形面の熱変形を抑制することができる。成形部材に用いられる材料としては、インバーの他、CFRP等の複合材、または鋼材等を用いることができる。

【0010】

また、前記支持フレームの下方側に設けられ、前記支持フレームを3点支持しながら床面上を走行する3つの車輪を、さらに備えることが好ましい。

【0011】

この構成によれば、支持フレームを3点支持しながら移動させることができる。このため、床面が凹凸形状であっても、3つの車輪を全て接地させた状態で、支持フレームを移動させることができるため、支持フレームにねじれを生じさせることがない。よって、支持フレームのねじれによる成形面の変形を抑制しつつ、支持フレームを移動させることができる。

10

【0012】

また、前記高さ調整機構は、前記支持フレームに固定されるナットと、下端部が前記ナットに螺合すると共に、回転させることで前記ナットに対して高さ方向に移動するねじ軸と、前記ねじ軸の上端部に設けられ、前記成形部材に当接する当接部材と、を有することが好ましい。

【0013】

この構成によれば、ねじ軸を回転させ、ナットに対してねじ軸を高さ方向に移動させることで、当接部材に当接する成形部材の高さを手動で調整することができる。このため、高さ調整機構による高さの調整を容易に行うことができる。

20

【0014】

また、前記高さ調整機構は、前記支持フレームに取り付けられ、内部に流体が溜められる容器と、前記容器内に溜められた前記流体に浮かぶ浮体と、前記浮体に連結され、前記成形部材に当接する当接部材と、を有することが好ましい。

【0015】

この構成によれば、容器内の流体の境界面(上面)が水平面となり、水平面となる流体に浮体が浮かぶことから、当接部材に当接する成形部材を水平状態にすることができる。このため、支持フレームが撓む場合であっても、流体の境界面は水平面となることから、成形部材を水平状態にすることができる。

30

【0016】

また、前記高さ調整機構の水平度を検出する水平検出器と、前記高さ調整機構の高さを制御可能な制御部と、をさらに備え、前記高さ調整機構は、基端部が前記支持フレームに取り付けられるアクチュエータと、前記アクチュエータの先端部に設けられ、前記成形部材に当接する当接部材と、を有し、前記制御部は、前記アクチュエータに接続され、前記水平検出器の検出結果に基づいて、前記アクチュエータを駆動制御することで、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整することが好ましい。

【0017】

この構成によれば、制御部により高さ調整機構の水平度を維持することができる。このため、制御部は、支持フレームが歪む場合であっても、アクチュエータを駆動制御することで、支持フレームの歪みに追従して、高さ調整機構の高さを調整することができ、これにより、成形部材を水平状態にすることができる。

40

【0018】

また、前記成形面上に設置され、長手方向に延在するガイド部材を、さらに備え、前記ガイド部材は、前記長手方向に沿って所定の間隔を空けて形成されると共に、前記長手方向に直交する直交方向に延在して形成される複数のスリットと、前記ガイド部材を前記成形面に倣って固定するためのピン穴と、を有することが好ましい。

【0019】

この構成によれば、複数のスリットが形成されていることで、ガイド部材を、成形面に倣って変形させることができ、また、成形面に倣って変形したガイド部材を、ピン穴を用

50

いて成形面に固定させることができる。

【 0 0 2 0 】

本発明の複合材の成形方法は、成形面を有する成形部材と、前記成形部材の下方側に設けられ、前記成形部材を支持する支持フレームと、前記成形部材と前記支持フレームとの間に設けられ、前記支持フレームに対する前記成形部材の高さを調整可能な高さ調整機構と、前記支持フレームの下方側に設けられ、前記支持フレームを３点支持しながら床面上を走行する３つの車輪と、を備える成形金型を用いた複合材の成形方法であって、前記成形金型を、前記床面上を走行させながら、作業領域と加熱成形領域との間で移動させることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

この構成によれば、成形金型を、床面上を走行させながら、作業領域と加熱成形領域との間で移動させることができる。このため、成形金型を、クレーンにより吊り上げて移動させるといふ、煩雑な移動作業を行う必要がなく、移動作業に伴う作業時間を短縮することができる。これにより、複合材の成形作業を効率良く行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 2 】

【図 1】図 1 は、実施例 1 に係る成形金型を側方から見たときの側面図である。

【図 2】図 2 は、実施例 1 に係る成形金型を上方から見たときの平面図である。

【図 3】図 3 は、実施例 1 に係る成形金型を正面から見たときの正面図である。

【図 4】図 4 は、実施例 1 に係る成形金型のレイアウトガイドを示す説明図である。

【図 5】図 5 は、実施例 1 に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。

【図 6】図 6 は、成形金型を用いて成形される翼体構造の一例を示す断面図である。

【図 7】図 7 は、実施例 2 に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。

【図 8】図 8 は、実施例 3 に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 3 】

以下に、本発明に係る実施例を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施例によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施例における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

【実施例 1】

【 0 0 2 4 】

図 1 は、実施例 1 に係る成形金型を側方から見たときの側面図であり、図 2 は、実施例 1 に係る成形金型を上方から見たときの平面図であり、図 3 は、実施例 1 に係る成形金型を正面から見たときの正面図である。図 1 から図 3 に示す成形金型 1 は、複合材を成形するための金型である。複合材としては、例えば、炭素繊維強化プラスチック（CFRP：Carbon Fiber Reinforced Plastic）が用いられる。なお、実施例 1 では、複合材として、CFRP に適用したが、この構成に限定されない。樹脂及び繊維を用いた複合材であれば、いずれであってもよい。

【 0 0 2 5 】

この成形金型 1 により成形される複合材（成形品）は、例えば、航空機の主翼及び尾翼等の翼体の少なくとも一部を構成する構造体に利用される。実施例 1 では、航空機の尾翼を成形する成形金型について説明する。なお、実施例 1 の成形金型 1 は、航空機の尾翼を成形する成形金型に適用して説明するが、この構成に限定されない。成形金型 1 は、航空機の主翼を成形する成形金型に適用してもよいし、航空機以外の構造体を成形する成形金型に適用してもよく、複合材を成形する成形金型であれば、いずれに適用してもよい。

【 0 0 2 6 】

図 1 に示すように、実施例 1 の成形金型 1 は、支持フレーム 5 と、支持フレーム 5 の上方に設けられる成形部材 6 と、支持フレーム 5 と成形部材 6 との間に設けられる高さ調整機構 7 と、支持フレーム 5 の下方に設けられる３つの車輪 8 とを備えている。詳細は後述するが、この成形金型 1 は、３つの車輪 8 により床面 P 1 上を走行可能となっていること

10

20

30

40

50

から、複合材の成形に関する作業を行う作業領域と、加熱成形を行う加熱成形領域との間で、移動自在になっている。

【 0 0 2 7 】

支持フレーム 5 は、例えば、鋼材を用いて構成されている。支持フレーム 5 は、図 2 に示す上方側から見た平面視の形状が、成形する尾翼 1 0 (図 2 の二点鎖線) よりも一回り大きな形状となっており、略四角形状となっている。この支持フレーム 5 には、成形金型 1 の移動に際して把持される取手部 1 3 (図 2 のみ図示) が取り付けられている。取手部 1 3 は、実施例 1 において 4 つ設けられており、四角形状の支持フレーム 5 の四隅にそれぞれ配置されている。

【 0 0 2 8 】

成形部材 6 は、例えば、インバー等の低膨張合金材を用いて構成されており、支持フレーム 5 に対向して設けられている。成形部材 6 は、低膨張合金材を用いていることから、成形部材 6 の熱膨張率が、支持フレーム 5 の熱膨張率よりも低くなっている。また、成形部材 6 は、図 2 に示す上方側から見た平面視の形状が、支持フレーム 5 と同様に、成形する尾翼 1 0 よりも一回り大きな形状となっている。成形部材 6 は、その厚みが、支持フレーム 5 の厚みよりも薄くなっている。成形部材 6 は、その上面が、複合材を成形する成形面 P 2 となっており、成形面 P 2 は、成形後の複合材である成形品の形状に倣った形状となっている。実施例 1 の場合、成形面 P 2 は、尾翼 1 0 のスキン (外板) に倣った形状となっており、具体的に、尾翼 1 0 の短辺方向において下方側に凸となる曲面に形成されている。一方で、成形部材 6 は、その下面が、高さ調整機構 7 により支持される支持面 P 3 となっており、支持面 P 3 は、平坦面となっている。

【 0 0 2 9 】

ここで、上記の成形部材 6 は、成形する尾翼 1 0 の形状に応じて、適宜設計されている。このため、成形部材 6 は、その成形面 P 2 の形状が、設計される尾翼 1 0 の形状に応じて変化することになる。つまり、成形部材 6 は、設計される尾翼 1 0 の種類分だけ用意される。

【 0 0 3 0 】

この成形部材 6 の成形面 P 2 には、尾翼 1 0 の後方側 (図示下側) の長辺方向に沿って配置される翼ガイド 1 5 と、尾翼 1 0 の基端側 (図示右側) の短辺方向に沿って配置されるレイアップガイド (ガイド部材) 1 6 とが固定されている。翼ガイド 1 5 は、長辺方向に延びる直線状に形成されており、成形面 P 2 の平面となる部分に固定される。レイアップガイド 1 6 は、短辺方向に延びる直線状に形成されると共に、曲面となる成形面 P 2 に倣って変形可能となっており、成形面 P 2 の曲面となる部分に固定される。

【 0 0 3 1 】

図 4 は、実施例 1 に係る成形金型のレイアップガイドを示す説明図である。図 4 の上図は、レイアップガイド 1 6 を正面から見たときの正面図であり、下図は、レイアップガイド 1 6 を上方から見たときの平面図である。図 4 に示すように、レイアップガイド 1 6 は、曲面となる成形面 P 2 に固定されるが、このとき、種々の成形部材 6 の成形面 P 2 に対応させるべく変形自在となっている。このレイアップガイド 1 6 は、複数のスリット 2 1 と、一対のピン穴 2 2 a , 2 2 b とを有している。

【 0 0 3 2 】

複数のスリット 2 1 は、レイアップガイド 1 6 の長手方向に所定の間隔を空けて設けられている。各スリット 2 1 は、長手方向に直交する直交方向に延びて形成されている。また、各スリット 2 1 は、その上面から下面へ向かって形成されると共に、下面側の一部を残して形成されている。このため、レイアップガイド 1 6 は、その上面側が複数のスリット 2 1 で分割される一方で、その下面側が連なった形状となる。よって、レイアップガイド 1 6 は、上方から見た平面視において直線形状を維持しつつ、正面から見た正面視において変形自在となる。

【 0 0 3 3 】

一対のピン穴 2 2 a , 2 2 b は、その一方のピン穴 2 2 a が円形状に形成される一方で

10

20

30

40

50

、その他方のピン穴 2 2 b がオーバル形状に形成される。なお、オーバル形状とは、長円形、楕円形及び角丸長方形等を含む形状である。ピン穴 2 2 b は、レイアップガイド 1 6 の長手方向に長いオーバル形状となっている。

【 0 0 3 4 】

円形のピン穴 2 2 a は、レイアップガイド 1 6 の上面に対して没入して形成される有底円形状の穿孔穴と、穿孔穴の底面の中心に貫通形成される円形状の貫通穴とにより形成されることで、段付のピン穴 2 2 a となっている。このピン穴 2 2 a には、位置決めピン 2 5 a が挿通される。位置決めピン 2 5 a は、その軸部が貫通穴に挿通される一方で、その頭部が穿孔穴の底面に当接する。つまり、穿孔穴の底面が、位置決めピン 2 5 a の頭部が当接する座面となっている。そして、ピン穴 2 2 a に挿通された位置決めピン 2 5 a は、成形面 P 2 に形成される位置決め穴 2 6 a に挿通される。これにより、位置決めピン 2 5 a は、レイアップガイド 1 6 を上下方向に位置規制している。

10

【 0 0 3 5 】

オーバル形のピン穴 2 2 b は、ピン穴 2 2 a と同様に、レイアップガイド 1 6 の上面に対して没入して形成される有底のオーバル形状の穿孔穴と、穿孔穴の底面の中心に貫通形成されるオーバル形状の貫通穴とにより形成されることで、段付のピン穴 2 2 b となっている。このピン穴 2 2 b には、位置決めピン 2 5 b が挿通される。位置決めピン 2 5 b は、その軸部が貫通穴に挿通される一方で、その頭部が穿孔穴の底面に当接する。つまり、穿孔穴の底面が、位置決めピン 2 5 b の頭部が当接する座面となっている。そして、ピン穴 2 2 b に挿通された位置決めピン 2 5 b は、成形面 P 2 に形成される位置決め穴 2 6 b に挿通される。このとき、ピン穴 2 2 b は、オーバル形となっていることから、位置決めピン 2 5 b は、ピン穴 2 2 b の長手方向における所定の位置で、位置決め穴 2 6 b に挿通される。

20

【 0 0 3 6 】

ここで、位置決め穴 2 6 a 及び位置決め穴 2 6 b は、その深さ方向が、平面となる成形部材 6 の支持面 P 3 に対して直交する方向となるように形成される。このため、位置決め穴 2 6 a 及び位置決め穴 2 6 b は、3 軸加工機で加工することが可能となり、安価な加工で位置決め穴 2 6 a 及び位置決め穴 2 6 b を形成することができる。一方で、成形部材 6 の成形面 P 2 は曲面となっているため、成形面 P 2 に倣って変形するレイアップガイド 1 6 のピン穴 2 2 a , 2 2 b (の貫通穴) は、その深さ方向が位置決め穴 2 6 a 及び位置決め穴 2 6 b の深さ方向に対し僅かに斜めとなる。このとき、ピン穴 2 2 a , 2 2 b は、段付の固定穴に形成されることで、穿孔穴の底面とレイアップガイド 1 6 の下面との間の厚みを薄くできることから、貫通穴の長さを短くできる。これにより、位置決めピン 2 5 a 及び位置決めピン 2 5 b は、その挿入方向が、貫通穴によって規制されることなく、位置決め穴 2 6 a 及び位置決め穴 2 6 b に挿通される。

30

【 0 0 3 7 】

上記のようなレイアップガイド 1 6 を成形面 P 2 に固定する場合、レイアップガイド 1 6 を成形面 P 2 に倣って変形させると共に、位置決めピン 2 5 a を円形のピン穴 2 2 a を介して位置決め穴 2 6 a に挿通され、位置決めピン 2 5 b をオーバル形のピン穴 2 2 b を介して位置決め穴 2 6 b に挿通される。このとき、ピン穴 2 2 b はオーバル形となっているため、成形面 P 2 に倣って変形させたレイアップガイド 1 6 のピン穴 2 2 a , 2 2 b は、位置決め穴 2 6 a , 2 6 b 上に位置させることができる。よって、レイアップガイド 1 6 は、成形面 P 2 に対して浮いたりせずに、成形面 P 2 に倣って好適に固定される。

40

【 0 0 3 8 】

なお、本実施例では、レイアップガイド 1 6 に形成する一方のピン穴 2 2 a を円形状とし、他方のピン穴 2 2 b をオーバル形状としたが、一对のピン穴 2 2 a , 2 2 b の両方をオーバル形状に形成してもよい。

【 0 0 3 9 】

高さ調整機構 7 は、成形部材 6 を平らな状態にするために、支持フレーム 5 と成形部材 6 との間の距離を調整するものである。この高さ調整機構 7 は、ねじ機構を利用しており

50

、手動で高さを調整可能な機構となっている。高さ調整機構 7 は、支持フレーム 5 と成形部材 6 との間に複数設けられている。複数の高さ調整機構 7 は、成形部材 6 を平らな状態で支持可能な配置となっている。つまり、複数の高さ調整機構 7 は、隣接する高さ調整機構 7 同士の間隔が、成形部材 6 を平らな状態で支持可能な間隔となっている。また、複数の高さ調整機構 7 は、支持面 P 3 内において、格子状に配置されていてもよいし、千鳥状に配置されていてもよい。ここで、平らな状態とは、水平面と平行な状態である水平状態の他、水平面に対して傾斜する平坦な傾斜面と平行な状態である傾斜状態を含む。このため、複数の高さ調整機構 7 は、成形部材 6 の支持面 P 3 が、水平面と平行となるように、成形部材 6 を水平状態で支持している。なお、複数の高さ調整機構 7 は、成形部材 6 の支持面 P 3 が、水平面に対して傾斜する平坦な傾斜面と平行となるように、成形部材 6 を傾斜状態で支持してもよい。

10

【 0 0 4 0 】

図 5 は、実施例 1 に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。図 5 に示すように、各高さ調整機構 7 は、支持フレーム 5 に固定されるナット 3 1 と、ナット 3 1 に締結されるねじ軸 3 2 と、成形部材 6 に当接する当接パッド（当接部材）3 3 と、ナット 3 1 と当接パッド 3 3 との間に設けられるロックナット 3 4 とを有する。

【 0 0 4 1 】

ナット 3 1 は、支持フレーム 5 に溶接により固定されている。ねじ軸 3 2 は、その軸方向の一端（下端）がナット 3 1 に締結される。ナット 3 1 に締結されるねじ軸 3 2 は、ナット 3 1 に対して回転させることで、その軸方向（高さ方向）に移動する。当接パッド 3 3 は、ねじ軸 3 2 の軸方向の他端（上端）に固定されており、成形部材 6 の支持面 P 3 に当接する当接面 P 4 を有している。なお、当接パッド 3 3 は、その当接面 P 4 が、ねじ軸 3 2 に対して傾斜自在（首振り自在）となるように構成されていてもよい。ロックナット 3 4 は、ナット 3 1 と当接パッド 3 3 との間のねじ軸 3 2 に設けられており、ナット 3 1 に当接するように回転させて固定することで、ナット 3 1 とねじ軸 3 2 との締結をより強固なものとしている。つまり、ナット 3 1 及びロックナット 3 4 は、ダブルナットを構成している。

20

【 0 0 4 2 】

そして、複数の高さ調整機構 7 は、それぞれの高さが調整されることで、複数の当接パッド 3 3 の当接面 P 4 に設置される成形部材 6 の支持面 P 3 を、水平面を含む平坦面にすることができ

30

【 0 0 4 3 】

再び、図 1 から図 3 を参照し、3つの車輪 8 は、支持フレーム 5 の下方側に取り付けられ、支持フレーム 5 を 3 点支持している。このため、3つの車輪 8 は、全ての車輪 8 が床面 P 1 上に接地する。また、3つの車輪 8 は、支持フレーム 5 を 3 点支持していることから、凹凸形状となる床面 P 1 上を走行する場合であっても、支持フレーム 5 の傾きが変化するだけで、支持フレーム 5 にねじれが生じることがない。このため、成形部材 6 を平らな状態で維持できることから、支持フレーム 5 のねじれによる成形面 P 2 の変形を抑制しつつ、支持フレーム 5 を移動させることが可能となる。また、支持フレーム 5 には、転倒を抑制するための補助輪 3 8 が設けられており、接地する 3 つの車輪 8 に対して、僅かに浮いた状態となっている。

40

【 0 0 4 4 】

続いて、上記の成形金型 1 の高さ調整機構 7 を調整することによって、成形部材 6 を平らな状態（水平状態）にする成形金型 1 の高さ調整方法について説明する。成形金型 1 は、成形部材 6 が高さ調整機構 7 に設置されていない状態で、複数の高さ調整機構 7 の高さがそれぞれ調整される。このとき、各高さ調整機構 7 の高さは、図示しない水平器を用いて調整する。水平器を用いて高さが調整された高さ調整機構 7 は、当接パッド 3 3 によって成形部材 6 を水平状態で支持可能な高さとなる。そして、高さが調整された高さ調整機構 7 の当接パッド 3 3 の当接面 P 4 に成形部材 6 を設置することで、成形部材 6 は平らな状態、つまり、成形部材 6 の支持面 P 3 は平坦面となる。以上により、成形金型 1 の高さ

50

調整方法に関する作業が終了する。なお、支持フレーム 5 は、高さ調整機構 7 の高さ調整後に、当接パッド 33 に成形部材 6 が設置されても、成形部材 6 の重量によって歪まない剛性となっている。つまり、支持フレーム 5 は、設計段階において、成形部材 6 の重量の他、成形部材 6 の成形面 P 2 に設置される尾翼 10 等の翼体の重量も考慮して、撓みが生じないように、その剛性が設計される。

【0045】

次に、成形金型 1 を用いて尾翼 10 を成形する作業工程について説明する。図 6 は、成形金型を用いて成形される翼体構造の一例を示す断面図である。ここで、尾翼 10 の成形作業の説明に先立ち、尾翼 10 について説明する。尾翼 10 は、ボックス・ビーム構造となっており、上方スキン 41 と、下方スキン 42 と、前方スパー 43 と、後方スパー 44 と、複数のストリンガー 45 と、複数のリブ 46 とを備えている。

10

【0046】

上方スキン 41 は、尾翼 10 の上方の外板である。下方スキン 42 は、尾翼 10 の下方の外板であり、上方スキン 41 に対向して配置される。前方スパー 43 は、上方スキン 41 と下方スキン 42 との間に設けられ、尾翼 10 の長手方向に沿って配置されると共に尾翼 10 の前方側に配置される桁である。後方スパー 44 は、上方スキン 41 と下方スキン 42 との間に設けられ、尾翼 10 の長手方向に沿って配置されると共に尾翼 10 の後方側に配置される桁である。複数のストリンガー 45 は、断面 T 字状に形成されており、上方スキン 41 及び下方スキン 42 の内側にそれぞれ設けられ、尾翼 10 の長手方向に沿って配置される縦通材である。複数のリブ 46 は、尾翼 10 の長手方向に所定の間隔を空けて並べて配置される骨材である。

20

【0047】

上記のように構成される尾翼 10 は、その一部の構造体、例えば、スキン 41、42 及びストリンガー 45 から成るコボンド成形品が、上記の成形金型 1 を用いて、真空樹脂含浸製造法により成形される。尾翼 10 の一部の構造体を成形する場合、先ず、成形面 P 2 に離型剤を塗布する所定の作業領域に向けて、3つの車輪 8 を床面 P 1 上で走行させながら、成形金型 1 を移動させる。所定の作業領域へ成形金型 1 を移動させた後、成形金型 1 の成形面 P 2 には、離型剤が塗布される。離型剤の塗布後、炭素繊維により構成された基材シート（ドライプリフォーム）を積層する所定の作業領域に向けて、3つの車輪 8 を床面 P 1 上で走行させながら、成形金型 1 を移動させる。

30

【0048】

所定の作業領域へ成形金型 1 を移動させた後、成形金型 1 の成形面 P 2 には、尾翼 10 の上方スキン 41 または下方スキン 42 の形状にカットしたドライプリフォームが、繊維方向を異ならせて複数積層される。このとき、ドライプリフォームは、成形面 P 2 上に設けた翼ガイド 15 及びレイアップガイド 16 によって位置決めされながら積層される。ドライプリフォームの積層後、ドライプリフォームに樹脂を含浸させる所定の作業領域に向けて、3つの車輪 8 を床面 P 1 上で走行させながら、成形金型 1 を移動させる。なお、樹脂は、熱硬化樹脂が用いられる。

【0049】

所定の作業領域へ成形金型 1 を移動させた後、成形金型 1 の成形面 P 2 に積層されたドライプリフォームは、被覆材によって覆われ、被覆材の内部を真空引きしながら、樹脂が注入されることで、ドライプリフォームに樹脂が含浸する。樹脂の含浸後、樹脂を加熱硬化させる加熱成形領域に向けて、3つの車輪 8 を床面 P 1 上で走行させながら、成形金型 1 を移動させる。なお、樹脂の含浸は、加熱成形領域で行ってもよい。

40

【0050】

加熱成形領域は、加熱装置の内部に形成されている。加熱成形領域へ成形金型 1 を移動させた後、成形金型 1 は、加熱装置により所定の温度（例えば、130 前後）まで加熱される。これにより、樹脂を含浸させたドライプリフォームは、樹脂が熱硬化することで、上方スキン 41 または下方スキン 42 の形状に成形される。加熱成形後、成形された上方スキン 41 または下方スキン 42 の内側となる上面に、ドライプリフォームのストリン

50

ガー４５を設置する所定の作業領域に向けて、３つの車輪８を床面Ｐ１上で走行させながら、成形金型１を移動させる。

【００５１】

所定の作業領域へ成形金型１を移動させた後、成形金型１で成形された上方スキン４１または下方スキン４２の上面には、ドライプリフォームのストリンガー４５が所定の位置に設置される。ストリンガー４５の設置後、ドライプリフォームのストリンガー４５に樹脂を含浸させる所定の作業領域に向けて、３つの車輪８を床面Ｐ１上で走行させながら、成形金型１を移動させる。

【００５２】

所定の作業領域へ成形金型１を移動させた後、上方スキン４１または下方スキン４２の上面に設置されたストリンガー４５は、被覆材によって覆われ、被覆材の内部を真空引きしながら、樹脂が注入されることで、樹脂が含浸する。樹脂の含浸後、樹脂を加熱硬化させる加熱成形領域に向けて、３つの車輪８を床面Ｐ１上で走行させながら、成形金型１を移動させる。

【００５３】

加熱成形領域へ成形金型１を移動させた後、成形金型１は、加熱装置により所定の温度（例えば、８０ 前後～１３０ 前後）まで加熱される。これにより、樹脂を含浸させたドライプリフォームのストリンガー４５は、樹脂が熱硬化することで、上方スキン４１または下方スキン４２の上面にストリンガー４５が成形される。加熱成形後、上方スキン４１または下方スキン４２とストリンガー４５とからなるコポンド成形品を、成形金型１から脱型する所定の作業領域に向けて、３つの車輪８を床面Ｐ１上で走行させながら、成形金型１を移動させる。

【００５４】

所定の作業領域へ成形金型１を移動させた後、成形金型１の成形面Ｐ２に成形されたコポンド成形品は、成形金型１から脱型される。脱型された尾翼１０の一部となるコポンド成形品は、所定の検査が行われた後、尾翼１０を構成する他の成形品と適宜連結されることで、尾翼１０が構成される。

【００５５】

以上のように、実施例１の構成によれば、支持フレーム５が自重により撓む場合や、溶接により変形する場合であっても、高さ調整機構７により高さを調整することで、成形部材６を平らな状態にすることができる。また、高さ調整機構７は、成形部材６を平らな状態となるように支持することができるため、成形部材６の厚みを厚くする必要がない。このため、成形部材６の成形面Ｐ２の変形を抑制しつつ、成形金型１を安価な構造にすることが可能となる。

【００５６】

また、実施例１の構成によれば、成形部材６の熱膨張率を、支持フレーム５の熱膨張率よりも小さくすることができるため、成形面Ｐ２の熱変形を抑制することができる。なお、実施例１の構成では、支持フレーム５を鋼材とし、成形部材６をインバー等の低膨張合金としたが、この構成に限定されない。成形部材６の熱膨張率は、支持フレーム５の熱膨張率以下となっていればよい。成形部材６は、インバーの他、ＣＦＲＰ等の複合材、または支持フレーム５と同様の鋼材等を用いてもよい。

【００５７】

また、実施例１の構成によれば、３つの車輪８により支持フレーム５を３点支持しながら移動させることができる。このとき、３つの車輪８を全て接地させた状態で、支持フレーム５を移動させることができるため、凹凸形状となる床面Ｐ１上を走行する場合であっても、支持フレームの傾きが変化するだけで、支持フレーム５にねじれ等の歪みを生じさせることがない。以上から、成形部材６を平らな状態にしつつ、支持フレーム５を移動させることが可能となる。

【００５８】

また、実施例１の構成によれば、ねじ軸３２を回転させ、ナット３１に対してねじ軸３

10

20

30

40

50

2を高さ方向に移動させることで、当接パッド33に当接する成形部材6の高さを手動で調整することができる。このため、高さ調整機構7による高さの調整を、手動で容易に行うことができる。

【0059】

また、実施例1の構成によれば、レイアップガイド16に複数のスリット21を形成することで、レイアップガイド16を、成形面P2に倣って変形させることができる。また、レイアップガイド16に一对のピン穴22a, 22bを形成することで、成形面P2に倣って変形したレイアップガイド16をピン穴22a, 22bを介して、位置決めピン25a, 25bにより成形面P2に適切に固定することができる。

【0060】

また、実施例1の構成によれば、床面P1上を走行させながら、成形金型1を、作業領域と加熱成形領域との間で移動させることができる。このため、成形金型1を、クレーンにより吊り上げて移動させるという、煩雑な移動作業を行う必要がなく、移動作業に伴う作業時間を短縮することができる。これにより、複合材の成形作業を効率良く行うことができる。

【実施例2】

【0061】

次に、図7を参照して、実施例2に係る成形金型51について説明する。図7は、実施例2に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。なお、実施例1と重複した記載を避けるべく、実施例1と異なる部分についてのみ説明し、実施例1と同様のものについては、同じ符号を付して説明する。実施例1では、高さ調整機構7として、ねじ機構を適用したが、実施例2では、高さ調整機構52として、流体を利用した機構となっている。

【0062】

図7に示すように、高さ調整機構52は、支持フレーム5と成形部材6との間に複数設けられている。複数の高さ調整機構52は、実施例1と同様に、成形部材6を支持可能な配置となっている。

【0063】

各高さ調整機構52は、容器55と、フロート（浮体）56と、連結軸57と、当接パッド（当接部材）58とを有する。容器55は、上方が開口する有底の円筒形状に形成されており、内部に流体を溜めている。なお、流体としては、例えば、作動油が適用されるが、作動油に限定されず、水平面を形成すると共にフロート56を浮かばせることが可能な流体であれば、いずれであってもよい。この容器55は、その底部側が、支持部材61を介して支持フレーム5に固定されている。フロート56は、容器55の内部に収容されており、流体に浮かぶと共に、容器55に対して高さ方向に移動可能となっている。このとき、容器55内の流体が外部に漏出することを抑制すべく、容器55とフロート56との間は、封止された構造となっている。例えば、容器55とフロート56との間は、リング等のシール部材が設けられる。連結軸57は、その軸方向の一端がフロート56の上面に固定される。当接パッド58は、連結軸57の軸方向の他端に固定されており、成形部材6の支持面P3に当接する当接面P4を有している。なお、当接パッド58は、実施例1と同様に、その当接面P4が、連結軸57に対して傾斜自在（首振り自在）となるように構成されていてもよい。

【0064】

ここで、複数の高さ調整機構52は、複数の容器55の内部が、連通流路62を介して相互に接続されている。このため、容器55内の流体が、連通流路62を介して他の容器55内へ流出したり、他の容器55内の流体が、連通流路62を介して容器55内へ流入したりする。このため、複数の容器55内の流体のそれぞれ境界面は、同一面となる水平面となる。よって、複数の高さ調整機構52は、複数の容器55内の流体に浮かぶフロート56が同じ高さとなるため、複数の当接パッド58の当接面P4に設置される成形部材6の支持面P3を、平坦面にすることができる。

【0065】

10

20

30

40

50

以上、実施例 2 の構成によれば、容器 5 5 内の流体の境界面が水平面となり、水平面となる流体にフロート 5 6 が浮かぶことから、当接パッド 5 8 に当接する成形部材 6 を水平状態とすることができる。このため、高さ調整機構 5 2 は、支持フレーム 5 が撓む場合であっても、流体の境界面は水平面となることから、成形部材 6 を水平状態となるように支持することができるため、成形部材 6 の厚みを厚くする必要がない。このため、成形面 P 2 の変形を抑制しつつ、成形金型 5 1 を安価な構造にすることが可能となる。

【 0 0 6 6 】

なお、実施例 2 では、高さ調整機構 5 2 を複数設けたが、この構成に限定されず、高さ調整機構 5 2 を単体で構成してもよい。この場合、支持フレーム 5 上に設けられる単一の容器 5 5 は、支持フレーム 5 の形状に合わせて大型の箱状に形成する。また、フロート 5 6 は、容器 5 5 の形状に合わせた大型のものとし、これを容器 5 5 内の流体に浮かべる。そして、連結軸 5 7 及び当接パッド 5 8 は、成形部材 6 を支持可能に、フロート 5 6 上に適宜設置する。

【実施例 3】

【 0 0 6 7 】

次に、図 8 を参照して、実施例 3 に係る成形金型 7 1 について説明する。図 8 は、実施例 3 に係る成形金型の高さ調整機構を示す模式図である。なお、実施例 3 でも、実施例 1 と重複した記載を避けるべく、実施例 1 と異なる部分についてのみ説明し、実施例 1 と同様のものについては、同じ符号を付して説明する。実施例 1 では、高さ調整機構 7 として、ねじ機構を適用したが、実施例 3 では、高さ調整機構 7 2 として、アクチュエータ 8 1 を用いた機構となっている。

【 0 0 6 8 】

図 8 に示すように、成形金型 7 1 は、高さ調整機構 7 2 の水平度を検出する水平検出器 7 5 と、水平検出器 7 5 に接続される制御部 7 6 とをさらに備えている。また、高さ調整機構 7 2 は、支持フレーム 5 と成形部材 6 との間に複数設けられている。複数の高さ調整機構 7 2 は、実施例 1 と同様に、成形部材 6 を支持可能な配置となっている。

【 0 0 6 9 】

各高さ調整機構 7 2 は、アクチュエータ 8 1 と、当接パッド 8 2 とを有する。アクチュエータ 8 1 は、その先端に当接パッド 8 2 が固定されており、当接パッド 8 2 の位置を高さ方向において所定の位置に移動させる。アクチュエータ 8 1 は、例えば、ピストンを出没させる油圧シリンダまたは空圧シリンダの他、電磁力によりロッドを出没させる電磁ソレノイド、またはねじ軸、ナット及びボールから成るボールねじのナットをサーボモータにより回転させることでねじ軸を進退移動させる電動アクチュエータ等を適用してもよく、高さ方向において当接パッド 8 2 を所定の位置に移動させることが可能なものであれば、いずれであってもよい。アクチュエータ 8 1 は、制御部 7 6 に接続されており、制御部 7 6 によってアクチュエータ 8 1 の駆動が制御されている。当接パッド 8 2 は、アクチュエータ 8 1 の先端に固定されており、成形部材 6 の支持面 P 3 に当接する当接面 P 4 を有している。当接パッド 8 2 は、実施例 1 と同様に、その当接面 P 4 が、アクチュエータ 8 1 の軸方向に対して傾斜自在（首振り自在）となるように構成されていてもよい。

【 0 0 7 0 】

そして、制御部 7 6 は、水平検出器 7 5 の検出結果に基づいて、複数の高さ調整機構 7 2 の複数のアクチュエータ 8 1 の駆動を制御し、複数の高さ調整機構 7 2 の高さをそれぞれ調整することで、複数の当接パッド 3 3 の当接面 P 4 に設置される成形部材 6 の支持面 P 3 を、平坦面にすることができる。

【 0 0 7 1 】

以上、実施例 3 の構成によれば、制御部 7 6 は、水平検出器 7 5 の検出結果に基づいて、高さ調整機構 7 2 のアクチュエータ 8 1 を制御することにより、高さ調整機構 7 2 の水平度を維持することができる。このため、支持フレーム 5 が自重により撓む場合であっても、制御部 7 6 により高さ調整機構 7 2 の高さを調整することで、成形部材 6 を水平状態にすることができる。また、高さ調整機構 7 2 は、成形部材 6 を水平状態に支持すること

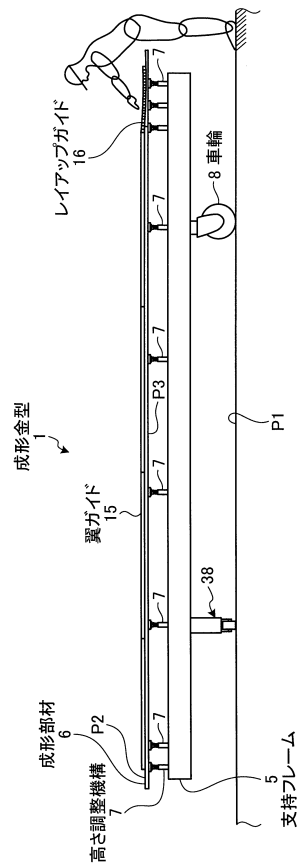
ができるため、成形部材 6 の厚みを厚くする必要がない。このため、成形面 P 2 の変形を抑制しつつ、成形金型 7 1 を安価な構造にすることが可能となる。

【符号の説明】

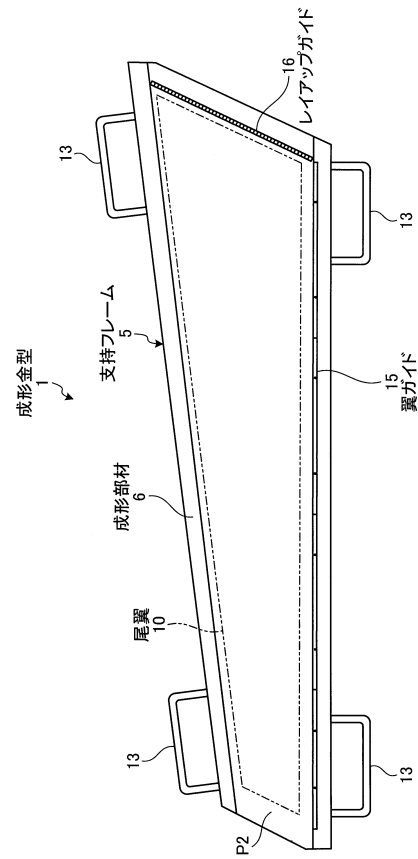
【 0 0 7 2 】

1	成形金型	
5	支持フレーム	
6	成形部材	
7	高さ調整機構	
8	車輪	
10	尾翼	10
13	取手部	
15	翼ガイド	
16	レイアップガイド	
21	スリット	
22 a , 22 b	ピン穴	
25 a , 25 b	位置決めピン	
26 a , 26 b	位置決め穴	
31	ナット	
32	ねじ軸	
33	当接パッド	20
34	ロックナット	
38	補助輪	
41	上方スキン	
42	下方スキン	
43	前方スパー	
44	後方スパー	
45	ストリンガー	
46	リブ	
51	成形金型（実施例 2）	
52	高さ調整機構（実施例 2）	30
55	容器	
56	フロート	
57	連結軸	
58	当接パッド（実施例 2）	
61	支持部材	
62	連通流路	
71	成形金型（実施例 3）	
72	高さ調整機構（実施例 3）	
75	水平検出器	
76	制御部	40
81	アクチュエータ	
82	当接パッド（実施例 3）	
P 1	床面	
P 2	成形面	
P 3	支持面	
P 4	当接面	

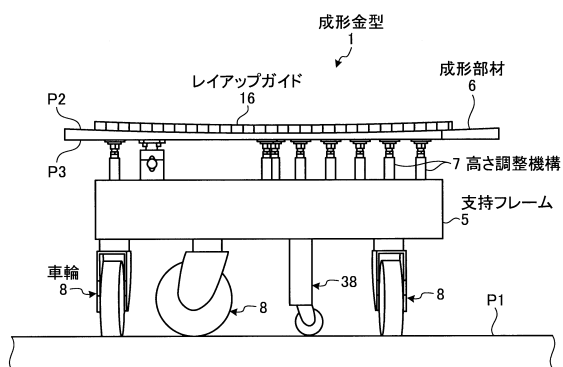
【 図 1 】



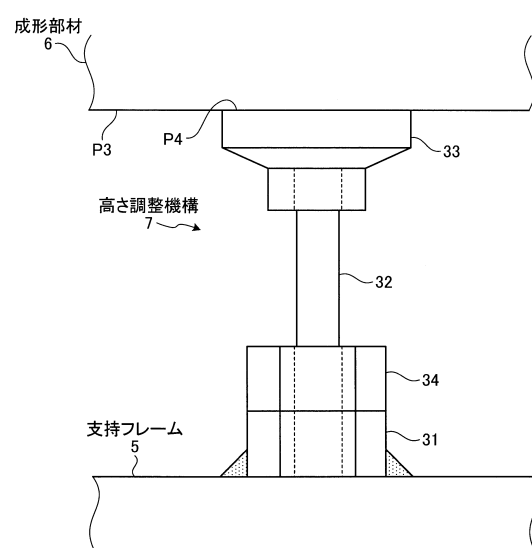
【 図 2 】



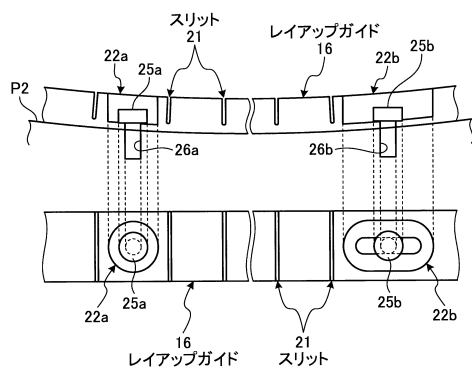
【 図 3 】



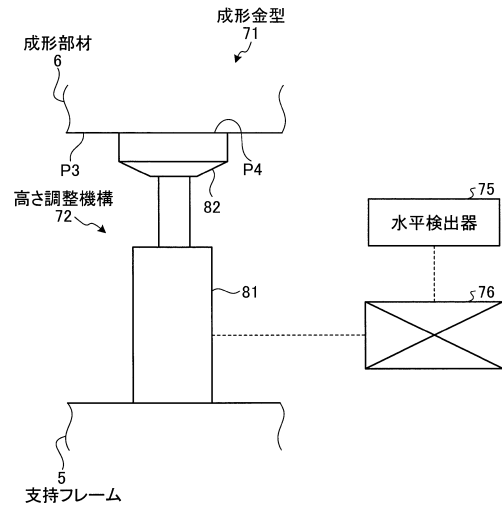
【圖 5】



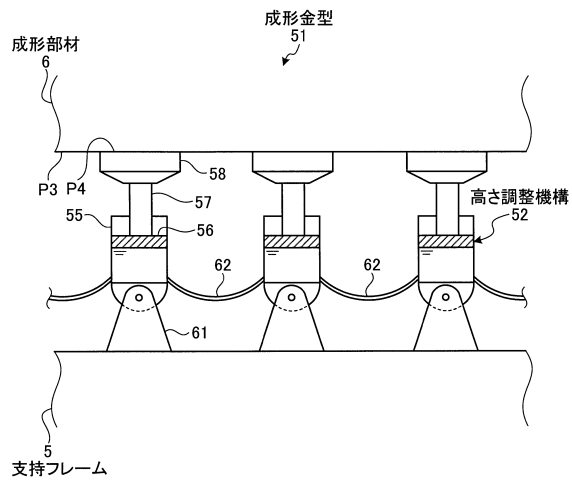
【 図 4 】



【 図 8 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2007-125890(JP,A)
英国特許出願公開第02268699(GB,A)
登録実用新案第3025966(JP,U)
特開2004-181758(JP,A)
特開平09-277385(JP,A)
特開2008-143480(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B29C 39/26, 70/06