

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6855460号
(P6855460)

(45) 発行日 令和3年4月7日 (2021. 4. 7)

(24) 登録日 令和3年3月19日 (2021. 3. 19)

(51) Int. Cl.	F I	
B 2 9 C 64/232 (2017. 01)	B 2 9 C 64/232	
B 2 9 C 64/135 (2017. 01)	B 2 9 C 64/135	
B 2 9 C 64/264 (2017. 01)	B 2 9 C 64/264	
B 2 9 C 64/393 (2017. 01)	B 2 9 C 64/393	
B 3 3 Y 50/02 (2015. 01)	B 3 3 Y 50/02	

請求項の数 15 (全 20 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-513617 (P2018-513617)	(73) 特許権者 390040660
(86) (22) 出願日 平成28年9月14日 (2016. 9. 14)	アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド
(65) 公表番号 特表2018-535114 (P2018-535114A)	APPLIED MATERIALS, INCORPORATED
(43) 公表日 平成30年11月29日 (2018. 11. 29)	アメリカ合衆国 カリフォルニア 95054, サンタ クララ, パウアーズ
(86) 国際出願番号 PCT/US2016/051766	アヴェニュー 3050
(87) 国際公開番号 W02017/048865	(74) 代理人 110002077
(87) 国際公開日 平成29年3月23日 (2017. 3. 23)	園田・小林特許業務法人
審査請求日 令和1年9月13日 (2019. 9. 13)	(72) 発明者 ウン, ホウ ティー.
(31) 優先権主張番号 62/219, 605	アメリカ合衆国 カリフォルニア 95008, キャンベル, キース ドライブ
(32) 優先日 平成27年9月16日 (2015. 9. 16)	4068
(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	最終頁に続く
(31) 優先権主張番号 62/262, 667	
(32) 優先日 平成27年12月3日 (2015. 12. 3)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	

(54) 【発明の名称】 付加製造システムのための調節可能なZ軸プリントヘッドモジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

製造されている物体を支持するための上面を有するプラテンと、
垂直な軸及び水平な軸に沿って移動可能な支持体と、
前記垂直な軸に沿って前記支持体を移動させるための第1のアクチュエータと、
前記水平な軸に沿って前記支持体を移動させるための第2のアクチュエータと、
前記プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するためのディスペンサと、
レーザビームを発生させるとともに前記供給材料の少なくとも一部を溶融解させるように構成されたエネルギー源であって、前記垂直な軸に沿った前記支持体の動きが、前記プラテンの前記上面に向かって又は前記上面から離れるよう前記ディスペンサ及び前記エネルギー源を共に移動させるように、前記ディスペンサ及び前記エネルギー源が前記プラテン上で前記支持体に装着される、エネルギー源と、
前記水平な軸に対して垂直な方向に沿って前記レーザビームを偏向するように構成された機構と、

前記第1のアクチュエータ、前記第2のアクチュエータ、前記ディスペンサ及び前記エネルギー源に連結されたコントローラであって、前記第1のアクチュエータに前記支持体を移動させ、前記複数の連続層の各々が供給された後に、前記ディスペンサ及び前記アクチュエータを前記上面から離すよう持ち上げるように構成されているとともに、前記第2のアクチュエータに前記水平な軸に沿って前記支持体を移動させ、前記供給材料の層が供給される間に、前記プラテンの前記上面全域で前記ディスペンサをスキャンするように構

成されている、コントローラと
を備える、付加製造システム。

【請求項 2】

前記プラテンが垂直には動かないように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記コントローラが、前記アクチュエータに、層の溶融解した部分の厚さにおよそ等しい距離だけ前記支持体を移動させるように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記機構が、ガルボ又は圧電マイクロミラーデバイスに装着されるミラーである、請求項 1 に記載のシステム。

10

【請求項 5】

前記プラテンが水平には動かないように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記支持体が、前記プラテン上を水平に延びるプラットフォームを備え、前記プラットフォームが、前記プラテンの対向側面の水平なレールで支持されかつ当該水平なレールに沿って移動可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記支持体が、前記プラテンの片側の一又は複数の水平なレールで支持されかつ当該水平なレールに沿って移動可能である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 8】

20

前記一又は複数の水平なレールが、前記プラテンの前記片側の一又は複数の垂直なレールに沿って支持されかつ移動可能である、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記ディスペンサ及び前記エネルギー源を保持するフレームを備え、前記支持体が実質的に垂直なプレートを備え、前記フレームの垂直なサイドパネルが、前記垂直なプレートに機械的に固定されている、請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記支持体及び前記アクチュエータが、可動ロボットアームを有するロボットを備える、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

30

前記ロボットが 6 軸ロボットを含む、請求項 10 に記載のシステム。

【請求項 12】

製造されている物体を支持するための上面を有するプラテンと、
水平な軸に沿って移動可能であり、垂直なプレートを含む支持体と、
前記水平な軸に沿って前記支持体を移動させるためのアクチュエータと、
第 1 の垂直なサイドパネル、及び前記第 1 の垂直なサイドパネルに対向する第 1 のフレームの側面の第 2 の垂直なサイドパネルを有する第 1 のフレームであって、前記第 1 のフレームの前記第 1 の垂直なサイドパネルが前記支持体に機械的に固定されている、第 1 のフレームと、

前記第 1 のフレーム及び第 2 のフレームが前記プラテン上においてカンチレバー配置で保持されるように、前記第 1 のフレームの前記第 2 の垂直なサイドパネルに機械的に固定された第 1 の垂直なサイドパネルを有する第 2 のフレームと、

40

前記プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するための、前記第 1 のフレームに装着された第 1 のディスペンサと、

前記プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するための、前記第 2 のフレームに装着された第 2 のディスペンサであって、前記水平な軸に沿った前記支持体の動きが、前記プラテンの前記上面全域で前記水平な軸に沿って、前記第 1 のディスペンサ及び前記第 2 のディスペンサを共にスキャンする、第 2 のディスペンサと、

レーザビームを発生させるとともに前記供給材料の少なくとも一部を溶融解させるように構成されたエネルギー源と、

50

前記水平な軸に対して垂直な方向に沿って前記レーザービームを偏向するように構成された機構と

を備える、付加製造システム。

【請求項 1 3】

前記垂直なプレート、前記第 1 のフレーム及び前記第 2 のフレームが、前記水平な軸に垂直な線に沿って順番に位置付けられ、前記第 1 のディスペンサが、前記プラテンの第 1 の部分に供給材料の前記複数の連続層を供給するように構成され、前記第 2 のディスペンサが、前記第 1 の部分に平行に延びる前記プラテンの第 2 の部分に、供給材料の前記複数の連続層を供給するように構成されている、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記エネルギー源が、前記プラテンの前記第 1 の部分で供給材料を溶融解させるための、前記第 1 のフレームに装着された第 1 のエネルギー源、及び前記プラテンの前記第 2 の部分で供給材料を溶融解させるための、前記第 2 のフレームに装着された第 2 のエネルギー源を備える、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

製造されている物体を支持するための上面を有するプラテンと、
水平な軸に沿って移動可能な支持体と、
前記プラテン及び／又は前記支持体に連結され、それらの間に相対運動を生成するアクチュエータシステムと、

前記プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するためのディスペンサと、
レーザービームを発生させるとともに前記供給材料の少なくとも一部を溶融解させるよう
に構成されたエネルギー源であって、前記ディスペンサ及び前記エネルギー源が前記プラテン上で前記支持体に装着される、エネルギー源と、

前記水平な軸に対して垂直な方向に沿って前記レーザービームを偏向するように構成された機構と、

前記支持体と供給材料の前記連続層の上面との間の距離を測定するように構成された計測システムと、

前記アクチュエータ、前記ディスペンサ及び前記エネルギー源に連結されたコントローラであって、前記ディスペンサが供給材料の層を供給する間に、前記アクチュエータシステムに前記支持体に対する前記プラテンの横運動を生成させ、前記計測システムからの測定値を受信させ、前記横運動中に前記支持体と前記上面との間で一定の距離を維持するために、前記アクチュエータシステムに、前記横運動中に前記支持体に対する前記プラテンの垂直な位置を調節させ、前記アクチュエータシステムに、前記プラテンと前記支持体との間で垂直運動を生成させ、前記複数の連続層の各々が供給された後に、前記ディスペンサと前記上面との間の距離を増加させるように構成されたコントローラと
を備える、付加製造システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、付加製造に関し、より具体的には、粉末の層が分配される 3 D 印刷プロセスに関する。

【背景技術】

【0002】

固体自由形状製造又は 3 D 印刷としても知られる付加製造 (AM) は、3 次元の物体が、連続する 2 次元層又は断面によって (一般的に粉末、液体、懸濁液、又は融解固形物である) 原材料から作り上げられる、任意の製造プロセスを指す。それに対して、従来の機械加工技法にはサブトラクティブプロセスが含まれ、木材又は金属の塊といったストック材料から切り出された物体が作り出される。

【0003】

付加製造には、様々な付加プロセスを用いることができる。様々なプロセスは、完成物

10

20

30

40

50

を製作するために層を堆積させる方法、及び各プロセスでの使用に互換性がある材料で異なっている。例えば、選択的レーザ溶融法（SLM）や直接金属レーザ焼結法（DMLS）、選択的レーザ焼結法（SLS）、熱溶解積層法（FDM）といったいくつかの方法では、層を作り出すために材料を融解または軟化させるが、一方で、例えば光造形法（SLA）といった別の技法を用いて、液体材料を硬化させる技法もある。

【0004】

焼結とは、例えば粉末などの小さな粒を融合させて物体を製作する処理である。焼結は通常、粉末の加熱を含む。焼結プロセス中に、粉末状材料が十分な温度まで加熱されたとき、粉末粒子中の原子が粒子間の境界を超えて拡散し、粒子同士を融合させ、固体片を形成する。溶融解とは対照的に、焼結に用いられる粉末は、液相に達する必要がない。焼結温度が物体の溶融解点に達する必要がないので、焼結は、タングステン及びモリブデンなどの溶融解点が高い材料に使用されることが多い。付加製造には、焼結と溶融解の両方を用いることができる。

10

【0005】

従来の粉末ベースの付加製造システムは、粉末状の材料の層をステージに堆積させることができる。粉末状材料を焼結又は溶融解させるためのエネルギー源、典型的にはビームが、粉末状材料の層の選択された点に向けられ、層全域の選択された場所での作動でラスタースキャンされる際に、レーザビーム又は電子ビームが使用される。第1の層の選択された場所全てが焼結又は溶融解されると、ステージが低くなり、完成した層の上に粉末状材料の新たな層が堆積し、所望の物体が作製されるまで、1層ごとにそのプロセスが繰り返される。

20

【発明の概要】

【0006】

1つの態様では、付加製造システムは、製造されている物体を支持するための上面を有するプラテンと、垂直な軸に沿って移動可能な支持体と、垂直な軸に沿って支持体を移動させるためのアクチュエータと、プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するためのディスペンサと、供給材料の少なくとも一部を溶融解させるように構成されたエネルギー源と、コントローラとを含む。垂直な軸に沿った支持体の動きが、プラテンの上面に向かって又は上面から離すようディスペンサ及びエネルギー源を共に移動させるように、ディスペンサ及びエネルギー源がプラテン上で支持体に装着される。コントローラは、アクチュエータ、ディスペンサ及びエネルギー源に連結され、アクチュエータに支持体を移動させ、複数の連続層の各々が供給された後に、ディスペンサ及びアクチュエータを上面から離すよう持ち上げるように構成される。

30

【0007】

特徴は、下記の一又は複数を含みうる。プラテンは、垂直には動かないように構成されうる。コントローラは、アクチュエータに、層の溶融解した部分の厚さにおよそ等しい距離だけ、支持体を移動させるように構成されうる。支持体は、水平な軸に沿って移動可能でありうる。システムは、水平な軸に沿って支持体を移動させるための第2のアクチュエータを含み、コントローラが第2のアクチュエータに連結され、コントローラが、第2のアクチュエータに水平な軸に沿って支持体を移動させ、供給材料の層が供給される間に、プラテンの上面全域でディスペンサをスキャンするように構成されうる。プラテンは、水平には動かないように構成されうる。

40

【0008】

支持体は、プラテン上を水平に延びるプラットフォームを含み、プラットフォームは、プラテンの対向側面の水平なレールに沿って支持されかつその水平なレールに沿って移動可能でありうる。水平なレールは、プラテンの対向側面の垂直なレールに沿って支持されかつ移動可能でありうる。フレームは、ディスペンサ及びエネルギー源を保持し、プラットフォームの開孔に嵌合しうる。支持体は、プラテンの片側の一又は複数の水平なレールで支持されかつ当該一又は複数の水平なレールに沿って移動可能でありうる。一又は複数の水平なレールが、プラテンの片側の一又は複数の垂直なレールに沿って支持されかつ移

50

動可能でありうる。フレームは、ディスペンサ及びエネルギー源を保持し、支持体を実質的に垂直なプレートを含み、フレームの垂直なサイドパネルは、垂直なプレートに機械的に固定されうる。

【 0 0 0 9 】

支持体及びアクチュエータは、可動ロボットアームを有するロボットを含みうる。ロボットは、6軸ロボットでありうる。

【 0 0 1 0 】

熱源は、供給材料が溶融解する温度未満の温度まで層を加熱するように構成され、熱源は、支持体に装着されうる。熱源は、加熱ランプのアレイを含みうる。第2の軸に沿って延びるローラ又はブレードは、供給材料の層を平滑化するように構成され、ローラ又はブレードは、支持体に装着されうる。

10

【 0 0 1 1 】

別の態様では、付加製造システムは、製造されている物体を支持するための上面を有するプラテンと、水平な軸に沿って移動可能であり、垂直なプレートを含む支持体と、水平な軸に沿って支持体を移動させるためのアクチュエータと、第1のフレームと、プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するための、第1のフレームに装着された第1のディスペンサと、第2のフレームと、プラテン上に供給材料の複数の連続層を供給するための、第2のフレームに装着された第2のディスペンサと、供給材料の少なくとも一部を溶融解させるように構成されたエネルギー源とを含む。第1のフレームは、第1の垂直なサイドパネルと、第1の垂直なサイドパネルに対向する側の第2の垂直なサイドパネルとを有し、第1のフレームの第1の垂直なサイドパネルは、支持体に機械的に固定される。第1のフレーム及び第2のフレームが、プラテン上においてカンチレバー配置で (i n a c a n t i l e v e r a r r a n g e m e n t) 保持されるように、第2のフレームは、第1のフレームの第2の垂直なサイドパネルに機械的に固定された第1の垂直なサイドパネルを有する。水平な軸に沿った支持体の動きは、プラテンの上面全域で水平な軸に沿って、第1のディスペンサと第2のディスペンサとを共にスキャンする。

20

【 0 0 1 2 】

特徴は、下記の一又は複数を含みうる。垂直なプレート、第1のフレーム及び第2のフレームは、水平な軸に垂直な線に沿って順番に位置付けられ、第1のディスペンサが、プラテンの第1の部分に供給材料の複数の連続層を供給するように構成され、第2のディスペンサが、第1の部分に平行に延びるプラテンの第2の部分に、供給材料の複数の連続層を供給するように構成されている。

30

【 0 0 1 3 】

エネルギー源は、プラテンの第1の部分で供給材料を溶融解させるための、第1のフレームに装着された第1のエネルギー源、及びプラテンの第2の部分で供給材料を溶融解させるための、第2のフレームに装着された第2のエネルギー源を含みうる。熱源は、供給材料が溶融解する温度未満の温度まで層を加熱するように構成され、熱源は、支持体に装着されうる。熱源は、プラテンの第1の部分で供給材料を加熱するために第1のフレームに装着された第1の熱源、及びプラテンの第2の部分で供給材料を加熱するために第2のフレームに装着された第2の熱源を含みうる。各熱源は、加熱ランプのアレイを含みうる。

40

【 0 0 1 4 】

上記の利点は、以下のものを含みうるが、これらに限定されない。付加製造システムの構成要素、例えば、供給材料ディスペンサ及びエネルギー源 (プリントヘッドモジュール内に配置することができる) と、処理されている供給材料の層との間の距離を調節することが所望でありうる。これらの構成要素と処理されている供給材料の層との間で一定の距離を維持することによって、付加製造プロセスの質を改善することができ、例えば、選択した場所の溶融解の信頼性、分配された層厚の均一性、溶融解した材料の材料特徴の均一性を改善することができる。

【 0 0 1 5 】

50

付加製造プロセスのスループット及びビルドベッドサイズが増加するにつれ、供給材料を支持するプラテンを移動させることが困難になる可能性がある。したがって、プラテンを固定したまま、付加製造プロセス中に、プラテンに向かって又はプラテンから離れるように、プリントヘッドモジュールを移動させることが所望である。これにより、極端にかさばった、例えば１トン以上などの構成要素が、付加製造によって製造される可能性がある。

【００１６】

－又は複数の実行態様の詳細を、添付図面及び以下の説明において明記する。他の潜在的な特徴、態様及び利点が、本記述、図面及び特許請求の範囲から明らかになるう。

【図面の簡単な説明】

10

【００１７】

【図１Ａ】例示的付加製造システムの概略側面図を示す。

【図１Ｂ】図１Ａに示す付加製造システムの上面図である。

【図２Ａ】例示的付加製造システムの斜視図である。

【図２Ｂ】図２Ａに示す付加製造システムの上面図である。

【図３】例示的付加製造システムの概略側面図を示す。

【図４】例示的付加製造システムの概略図を示す。

【図５】プリントヘッドモジュールの側面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【００１８】

20

様々な図面における同じ参照番号及び記号表示は、同じ要素を表す。

【００１９】

付加製造システムは、供給材料の層（例えば、粉末、液体、懸濁液、溶融固体）をプラテン上に堆積させるディスペンサ、及び供給材料の層の部分の溶融解させるエネルギー源を含む。ディスペンサ／エネルギー源と、ディスペンサ及びエネルギー源モジュールに面する供給材料の層（ここから先「界面」と呼ぶ）との間の距離が、製造プロセス中に層間で変わらない状態を維持することが所望である。例えば、エネルギー源及び界面からの距離が変化する場合、供給材料を溶融解させるのに必要な電力量が変わる可能性があり、溶融解ステップの信頼性が低下しうる。エネルギー源（例えば、レーザ）と界面との間の距離を調節し、エネルギー源が界面で確実に焦点から外れないようにすることも所望でありうる。別の例として、ディスペンサ及び界面からの距離が変化する場合、供給材料の界面への分配に影響を及ぼす可能性があり、分配ステップの信頼性が低下しうる。

30

【００２０】

製造プロセス中にプラテン（供給材料を堆積させた）とディスペンサ及びエネルギー源とが垂直に調節される場合、ディスペンサ又はエネルギー源と界面との間の距離は、供給材料の新たな層の堆積及び処理に伴い減少しうる。例えば、ディスペンサ又はエネルギー源と界面との間の距離は、プラテンが移動しない場合、新たに堆積し処理される供給材料の層の厚さにより減少しうる。

【００２１】

新たに堆積した層の厚さがプラテンの１つの領域から別の領域まで変化することが所望でありうる。そのような場合、ディスペンサ／エネルギー源間の垂直な距離は、新たに堆積する層が処理されている間に、調節する必要があるありうる。

40

【００２２】

供給材料の新たな層の堆積後に、プラテンとディスペンサ又はエネルギー源モジュールとの間の相対的距離が、供給材料の新たな層の厚さだけ増加する場合、プリントヘッドモジュールと供給材料の界面との間の距離は、層間で一定の状態を保つことができる。供給材料の新たに堆積した層の厚さに対応する距離だけ、ディスペンサ及びエネルギー源を互いから離して支持するプラテンかフレームかのどちらかを移動させることにより、これを実現することができる。

【００２３】

50

製造プロセスのより大きなビルドベッドサイズを支持するためプラテンのサイズが増加すると、製造プロセス中にプラテンを移動させることが困難になる可能性がある。例えば、堆積した供給材料を伴うプラテンの重量は、プラテンの移動を実行不可能とする可能性があるほど相当に多量となりうる。例えば、ジェットエンジン部品は、数百ポンドの重量があるかもしれない。また、製造プロセスに所望である精度でプラテン全体の垂直な位置を調節することが困難になる可能性もある。したがって、付加製造システムは、ディスペンサ及びエネルギー源を移動させるように構成することができる。ディスペンサ及びエネルギー源を移動させることができる機構、例えば、ガントリ、カンチレバー装着、又はロボットアームなどによって、これを実現することができる。供給材料の処理中又は供給材料の層の処理中に、ディスペンサ及びエネルギー源と接面との間の距離を層間で調節することができるよう、例えば、ディスペンサ及びエネルギー源は、プラテンに平行かつプラテンから離れるように / プラテンに向かって移動する（例えば、供給材料の新たに堆積した層の厚さに対応する距離だけ）ように構成することができる。

10

【0024】

また、供給材料の新たな層が処理されている間に、ディスペンサ及びエネルギー源とプラテンとの間の距離を変化させることも所望でありうる。これは、接面がプラテンに実質的に平行でない場合に所望でありうる。例えば、プラテンの表面が平らでない場合、又は堆積した層の厚さが同じでない場合（接面とプラテンとの間の距離が、プラテンの表面に沿って変化するように）、製造プロセス中に、ディスペンサ及びエネルギー源と接面との間の距離が確実に変化しない状態を維持するために、ディスペンサ及びエネルギー源は、

20

【0025】

図1A及び図1Bは、例示的付加製造システム100の概略図を示す。システム100は、ハウジング102を含み、かつハウジング102によって囲むことができる。ハウジング102は、例えば、約1 Torr以下の圧力で、真空環境がハウジング内部のチャンバ101に維持できるようにすることができる。代替的には、チャンバ101の内部は、例えば、粒子を除去するためにフィルタリングされたガスなどの実質的に純粋なガスとすることができ、又はチャンバを大気に通気することができる、若しくはチャンバを大気を上回る正圧で（at a positive pressure above atmosphere）保持することができる。ガスは、ガス源（図示されず）からガス入口103を通して、又はガスナイフを通して、チャンバ101に侵入することができる。ガスナイフは、ビルドベッドステージ（build bed stage）の幅全域に実質的に均一な流量で不活性ガスを分配することができる。ガスナイフは、z軸に沿って移動可能とすることができる。ガスナイフは、プリントヘッドプラットフォーム150内に統合することができ、又は別個のユニットとすることができる。チャンバからのガスは、固定することができ又はz軸に沿って移動することができる真空ベント104を通して除去することができる。

30

【0026】

システム100は、供給材料の層を受ける又は支持するプラテン105を含む。プラテン105は、例えば、抵抗ヒータ又は下方ランプアレイなどのヒータ109を含むことができ又はヒータ109上方に載置することができ、ヒータ109により、プラテン105を加熱することができ、よってプラテン105上に堆積した供給材料を加熱することができる。

40

【0027】

プリントヘッドプラットフォーム/支持体150は、プラテン105上方に位置付けられる。プリントヘッドプラットフォーム150は、一又は複数のプリントヘッドモジュール110（図1Bを参照）を運ぶように構成される。各プリントヘッドモジュールは、プラットフォーム150に取り外し可能に装着される。プリントヘッドプラットフォーム150は、ガントリ130の一部によって支持され、かつガントリ130の一部を形成することができる。アクチュエータシステム152は、プリントヘッドプラットフォーム15

50

0 がプラテン 105 全域を（例えば、y 軸に沿って）移動できるようにする。ガントリ 130 は、垂直な支持体 134 a 及び 134 b、例えば、垂直なレール又はシャフトによって支持される。垂直な支持体 134 a 及び 134 b は、プラテン 105 から分離され、かつプラテン 105 に装着されておらず、プラテン 105 に対して移動しなくてもよい。支持体 134 a 及び 134 b、並びにプラテン 105 は、例えば、ハウジング 102 によって支持することができる。

【0028】

アクチュエータ 135 a 及び 135 b は、ガントリ 130 を垂直な支持体 134 a 及び 134 b に対してそれぞれ移動させることができる。例えば、アクチュエータ 135 a 及び 135 b は、垂直な支持体 134 a 及び 134 b とスライド係合した状態とすることができる。その結果、プラットフォーム 150 は、プラテン 105 に対して、z 軸に沿って移動することができる。

10

【0029】

アクチュエータ 152 により、ガントリ 130 に沿ってプラットフォーム 150 の水平な位置を調節することによって、例えば、プラットフォーム 150 が製造プロセスを実行するプラテン 105 全域を移動しているときに、プラットフォーム 150 は、プラテン 105 に実質的に平行に移動するように構成することができる。いったんアクチュエータ 152 が基板全域のプラットフォーム 150 をスキャンして、供給材料の層全体がプラットフォーム 150 によって堆積及び処理されてしまうと、アクチュエータ 135 a 及び 135 b は、堆積及び溶解した供給材料の層の厚さに対応する距離だけ、z 方向に沿ってプラテン 105 に対してガントリ 130（更にプラットフォーム 150）を移動させることができる。

20

【0030】

プラットフォーム 150 は、プラットフォーム 150 と、プラットフォーム 150 下にあるプラテン 105 に堆積した供給材料の接面 106 の部分との間の距離を検出することができる計測システムを含むことができる。計測システムは、例えば、光電センサ又はレーザセンサとすることができる。プラットフォームがプラテン 105 全域で（y 方向に沿って）スライドする際に、計測システムは、プラットフォーム 150 と接面 106 との間の距離を定期的に測定し、コントローラ 190 に測定に関する情報を送信することができる。接面 106 が平らでない場合、即ち、プラットフォーム 150 がプラテン 105 上をスライドする際に、プラットフォーム 150 と接面 106 との間の距離が変化する場合、計測システムは、コントローラ 190 にこの情報を送ることになる。プラットフォームがプラテン 105 上を（y 方向に沿って）スライドする際に、プラットフォーム 150 とプラットフォーム 150 直下にある接面 106 の一部との間の距離が変化しない状態であるように、ガントリ 130 を調節するために、コントローラ 190 は、アクチュエータ 135 a 及び 135 b に信号を送ってもよい。

30

【0031】

コントローラ 190 は、付加製造プロセスの種々の態様を制御する。例えば、コントローラ 190 は、アクチュエータシステム 152、134 a 及び 135 b、更にはプリントヘッドプラットフォーム 150 の動きを制御する。コントローラ 190 はまた、プリントヘッドプラットフォーム 150 に含まれるプリントヘッドモジュール 110（図 1 B を参照）の相対運動及び動作を制御することができる。コントローラはまた、プリントヘッドプラットフォーム 150 に含まれる種々の「グローバル（global）」印刷構成要素の動作も制御することができる。

40

【0032】

図 1 B は、図 1 A に示す例示的付加製造システム 100 の上面図である。プリントヘッドプラットフォーム 150 は、ガントリ 130 の水平な支持体 130 a 及び 130 b、例えばレール又はシャフトにスライド可能に装着される。例えば、アクチュエータ 152（図 1 A に示される）を駆動する際に、ガントリ 130 のレール 130 a 及び 130 b をスライドさせることによって、プリントヘッドプラットフォーム 150 は、プラテン 105

50

上を（y 軸に沿って）横断することができる。

【0033】

レール 130 a は、その端部で、垂直な支持体 134 a 及び 134 b によって支持される。支持体 134 a 及び 134 b に対する（z 方向に沿った）レール 130 a の端部の位置は、アクチュエータ 135 a 及び 135 b によってそれぞれ制御することができる。同様に、垂直な支持体 134 c 及び 134 d に対する（z 方向に沿った）レール 130 b の端部の位置は、アクチュエータ 135 c 及び 135 d によってそれぞれ制御することができる。

【0034】

アクチュエータ 135 a ~ d は、コントローラ 190 によって制御することができる。コントローラ 190 はまた、プラットフォーム 150 のグローバル印刷構成要素 122 及び 120 を制御することができる。グローバル印刷構成要素 120 / 122 は、プラットフォーム 150 と接面 106 との間の距離又は接面の温度を測定し、それらについての情報をコントローラ 190 に送ることができる計測システムを含むことができる。プラットフォームがプラテン 105 上を（y 方向に沿って）スライドする際に、又は供給材料の層が堆積及び処理された後に、プラットフォーム 150 と接面 106 との間の距離が変化しない状態であるように、コントローラ 190 はまた、アクチュエータ 135 a ~ d を制御することができる。コントローラ 190 はまた、グローバル印刷構成要素 122 に含むことができるスプレッド（例えば、ブレード又はローラ）を制御することができる。

【0035】

プリントヘッドプラットフォーム 150 は、一又は複数のプリントヘッドモジュール 110 を含むことができる。各プリントヘッドモジュール 110 は、プラットフォーム 150 に取り外し可能に装着することができる。例えば、プリントヘッドモジュールは、プリントヘッドプラットフォーム 150 の開孔に嵌合することができる。この文脈における「取り外し可能に装着された」とは、プリントヘッド 110 がプラットフォーム 150 に対して固定位置に機械的に保持されるが、プリントヘッド又はプラットフォームに損傷を与えることなく、標準手持ち構築ツール、例えばレンチ又は電動ドライバなどを使用することによって、プリントヘッド 110 を取り外すことができるように、プリントヘッド 110 を設置できることを意味する。例えば、プリントヘッド 110 のフレームは、機械的締め具、例えばナット及びボルトによって、プラットフォーム 150 に固定することができる。オペレータがプリントヘッド 110 を取り外したいときには、ボルトが緩められ、プリントヘッドが取り出される。

【0036】

加えて、プリントヘッド 110 及びプリントヘッド中の構成要素、例えば、ディスペンサ、スプレッド（例えば、ローラ又はブレード）、熱源及びエネルギー源は、それらがプラットフォーム 150 からの単一ユニットとして装着及び装着解除できるように構成される。これにより、付加製造システム 100 の構築及び修理が容易に可能となる。

【0037】

図 1 B に示すように、複数のプリントヘッドモジュール 110 は、プラテン 105 の幅全体に及ぶよう千鳥状に（in a staggered fashion）配置することができる。これにより、プラテン 105 上をプラットフォーム 150 が 1 回通過するだけで（with a single pass）対象物の層が製造可能となる。プリントヘッドモジュール 110 は、プラテンに堆積した供給材料の長方形片において製造プロセスを実行する。

【0038】

プラットフォーム 150 はまた、グローバル印刷構成要素 120 及び 122 を支持することもできる。これらのグローバル印刷構成要素は、プリントヘッド 110 のフレームというよりはむしろ、プラットフォーム 150 に直接装着される。印刷構成要素 120 は、堆積した供給材料を分配し滑らかにすることができるグローバルディスペンサとすることができる。幾つかの実施態様では、印刷構成要素 120 はまた、例えば、グローバル計測

10

20

30

40

50

システム 1 2 2 に類似したグローバル計測システムとすることもできる。グローバル計測システムは、センサ、熱イメージャ又は光学カメラのうちのー又は複数を備えることができる。グローバル印刷構成要素 1 2 0 / 1 2 2 は、ガス（例えば、不活性ガス）をチャンバ 1 0 1 内に分配することができるエアナイフを含むことができる。

【 0 0 3 9 】

1 つの実施態様において、システム 1 5 0 がプラテン 1 0 5 全域を左から右へ（+ y 方向に沿って）移動する際に、第 1 のグローバル計測システム 1 2 0 は、システムの前方エッジを形成し、順次、プリントヘッドモジュール 1 1 0、最後に第 2 のグローバル計測システム 1 2 2 を続けて形成する。したがって、システム 1 5 0 の前方エッジにおけるグローバル計測システム 1 2 0 は、プラットフォーム 1 5 0 と接面 1 0 6 との間の温度及び / 又は垂直な距離など、種々のパラメータを測定することができる。

10

【 0 0 4 0 】

計測システムからのデータは、プリントヘッドモジュール 1 1 0 の動作を制御するために、コントローラ 1 9 0 に供給することができる。例えば、供給材料ディスペンサが制御可能である場合、分配する材料の量を決定し、層厚の均一性を改善するために、プラットフォーム 1 5 0 と表面 1 0 6 との間の距離の測定がコントローラにより使用できる。同様に、層の温度に関するデータは、溶融解する部分が均一の温度まで上昇するように、熱源及び / 又はエネルギー源に供給される電力を制御するために使用することができる。システム 1 5 0 の後方エッジにおけるグローバル計測システム 1 2 2 は、付加製造プロセスと関連した種々のパラメータ、例えば、溶 / 融解した供給材料の温度及び / 又は表面粗さなど、を測定することができる。また、このデータは、例えばフィードバック / フィードフォワードループ内で、プリントヘッドモジュール 1 1 0 の動作を制御し、改善した均一性及び欠陥補償を提供するために、コントローラ 1 9 0 に供給することができる。

20

【 0 0 4 1 】

幾つかの実施態様では、計測システムの各セグメントが、ー又は複数のプリントヘッドモジュールによって溶融解した供給材料の測定実行に関与するように、グローバル計測システム 1 2 2 は、x 方向に沿って幾つかのセグメントに分割することができる。

【 0 0 4 2 】

幾つかの実施態様では、付加製造プロセスは、一方向的なもの、即ち、付加製造プロセスは、プラットフォーム 1 5 0 が左から右へ又は右から左へ移動しているときだけ生じる、とすることができる。別の例では、付加製造プロセスは、双方向的なもの、即ち、付加製造プロセスは、プラットフォーム 1 5 0 が左から右へ及び右から左への両方において移動しているときに生じる、とすることができる。

30

【 0 0 4 3 】

各層が製造された後にプリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 の垂直な位置を調節することによって、ディスペンサ及びエネルギー源と接面 1 0 6 との間の距離は、製造プロセス中に層間で一定に維持される。更に、いくつかの実施態様では、例えば、プラテン 1 0 5 の表面の非均一性若しくは層厚の非均一性を補償するために、又はビルドプロセスのスループットを増加させるために、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 が層の製造のためにプラテン 1 0 5 全域をスキャンする際に、垂直な位置は調節することができる。

40

【 0 0 4 4 】

図 2 A 及び図 2 B は、プリントヘッドモジュールがプラテン上においてカンチレバー配置で（in a cantilever arrangement）保持される例示的付加製造システム 2 0 0 の概略図を示す。要するに、プリントヘッドは、両エッジよりむしろ一方のみで支持される。

【 0 0 4 5 】

チャンバ 1 0 1 が図 2 A 及び図 2 B には示されていないが、存在していてもよい。システム 2 0 0 は、プラテン 1 0 5 で製造プロセスを実行するプリントヘッドモジュール 1 1 0（y 軸に沿って配置される）を含む。図 1 A 及び図 1 B のように、システム 2 0 0 のプリントヘッドモジュール 1 1 0 は、プラテン 1 0 5 全域を（y 方向に沿って）、プラテン

50

105の表面に垂直に(z方向に沿って)移動するように構成される。図1A及び図1Bに関して説明された理由と類似の理由で、モジュール110をプラテン105に向かって及びプラテン105から離すように移動させることが望ましい。

【0046】

プリントヘッドモジュール110は、ホッパー220、フレーム240及び加熱ランプアレイ255を備えることができる(プリントヘッドモジュール110の詳細及び付加製造プロセス中のその動作については、図5で説明することになる)。ホッパー220は、プリントヘッドモジュール110のディスペンサによってプラテン105に分配される供給材料を保持する。フレーム240は、第1のサイドパネル240a及び第2のサイドパネル240bを含む。水平な支持体236a及び236bに沿って(y軸に沿って)スライドするために、支持プレート242がアクチュエータ262(図2Bに示される)によって駆動できるように、第2のサイドパネル240bは、水平な支持体236a及び236bに連結された垂直な支持プレート242に取り外し可能に取り付けられる。水平な支持体236a及び236bは、水平なフレーム238に取り付けられる。プリントヘッドモジュール110、垂直な支持プレート242、水平な支持体236a及び236b並びに水平なフレーム238は一緒に、印刷装置270(図2Bに示される)を構成する。

【0047】

幾つかの実施態様では、別のプリントヘッドモジュール110(図示されず)は、x軸に沿って延びるように、第1のサイドパネル240aに沿って、プリントヘッドモジュール110(図2Aに示される)に取り外し可能に取り付けることができる。例えば、一方のプリントヘッドモジュールのサイドパネルは、もう一方のプリントヘッドモジュールのサイドパネルに当接し固定することができる。そのような配置により、製造プロセスが、垂直な支持プレート242に取り付けられた単一のプリントヘッドモジュール110によりアクセスできなかったプラテンの部分で(x方向に沿って)発生可能となりうる。

【0048】

印刷装置270(図2Bを参照)は、製造プロセス中に、プラテン105に向かって又はプラテン105から離れるよう移動するように構成することができる。例えば、プラテン105の表面がx-y平面に配置される場合、印刷装置270は、z軸に沿って移動するように構成することができる。垂直な支持体236c~236dに沿ってスライドするよう印刷装置270が駆動システム260によって駆動できるように、例えば、水平なフレーム238を垂直な支持体236c及び236dに連結することによって、これを実現することができる。

【0049】

駆動システムは、シャフト260bを駆動するアクチュエータ/モータ260aを備える。シャフト260bの一部は、フレーム238を通るねじ開孔と螺合することができ(図2Aにおいて、開孔は不明瞭である)、シャフト260bが回転すると、フレーム238は、支持体236c、236dに沿って上下に(z軸上で)駆動する。

【0050】

代替的には又は追加的には、駆動シャフト260bは、シャフト260dを分離するために、リンケージ260c、例えば、ベルト又はチェーンなどによって、連結することができる。シャフト260dの一部は、フレーム238のねじ開孔260eと螺合することができ、シャフト260dが回転すると、フレーム238は、支持体236c、236dに沿って上下に駆動する。印刷装置270が、ナノメートルからミクロン、ミリメートルまでの範囲のステップサイズで垂直に移動できるように、駆動260を構成することができる。

【0051】

図2Bは、図2Aに記載されたシステム200の上面図である。第2のモータ262は、y方向に沿ってプリントヘッドモジュール110を駆動する印刷装置270の後ろに位置する。システム200はまた、x軸に沿ってプリントヘッドモジュールを移動させることができる機構(例えば、アクチュエータ又はモータ)を含むことができる。

【 0 0 5 2 】

図 2 A に示すように、2 つのプリントヘッドモジュール 1 1 0 は、y 軸に沿って配置される。このように配置された 2 つのプリントヘッドモジュールを有することによって、プリントヘッドモジュール 1 1 0 がプラテン 1 0 5 全域を通過する毎に、供給材料の 2 つの層の堆積及び処理が可能となりうる。また、それにより、印刷装置 2 7 0 は、大面積にわたって製造プロセスを実行することが可能となりうる。これにより、製造時間を短縮することができる。しかしながら、y 軸に沿って、ただ 1 つのプリントヘッドモジュールが存在しうるだろう。

【 0 0 5 3 】

各層が製造された後にプリントヘッドモジュール 1 1 0 の垂直な位置を調節することによって、ディスペンサ及びエネルギー源と接面 1 0 6 との間の距離は、製造プロセス中に層間で一定に維持されるか、又は調節することができる。更に、いくつかの実施態様では、例えば、プラテン 1 0 5 の表面の非均一性若しくは層厚の非均一性を補償するために、プリントヘッドモジュール 1 1 0 が層の製造のためにプラテン 1 0 5 全域をスキャンする際に、垂直な位置を調節することができる。

【 0 0 5 4 】

図 3 において、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 は、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 を移動させることができるロボット 3 3 2 のロボットアーム 3 3 1 に取り付けられる。最小で、ロボット 3 3 2 は、プラテン 1 0 5 上で (x - y 平面で)、プラテン 1 0 5 に向かって又はプラテン 1 0 5 から離れるように (z 方向に沿って) プラットフォーム 1 5 0 を移動可能な 3 軸ロボットである。幾つかの実施態様では、ロボット 3 3 2 は、プラットフォーム 1 5 0 の 6 自由度の運動、即ち、x、y 及び z 軸の何れかに沿った並進運動、並びに x、y 及び z 軸の何れか周囲での回転を有する 6 軸ロボットである。

【 0 0 5 5 】

また、各プリントヘッドモジュール 1 1 0 (図 1 B を参照) は、プラットフォーム 1 5 0 に取り外し可能に装着することができる。ロボットアーム 3 3 1 の運動は、コントローラ 1 9 0 によって制御される。図 1 A 及び図 1 B で説明したように、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 と、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 下に (z 方向に沿って) 位置する接面 1 0 6 の一部との間の距離が、製造プロセス中に層間で確実に一定に維持されるように、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 は、製造プロセス中に z 軸に沿って移動することができる。更に、いくつかの実施態様では、例えば、プラテン 1 0 5 の表面の非均一性若しくは層厚の非均一性を補償するために、プリントヘッドプラットフォーム 1 5 0 が層の製造のためにプラテン 1 0 5 全域をスキャンする際に、垂直な位置を調節することができる。

【 0 0 5 6 】

図 4 は、例示的付加製造システム 4 0 0 の例の上面図を示す。図 1 A 及び図 1 B で説明したシステム同様に、システム 4 0 0 は、ハウジング 1 0 2 を含み、かつハウジング 1 0 2 によって囲まれている。ハウジング 1 0 2 は、例えば、真空環境が、ハウジング内部のチャンバ 1 0 1 で維持できるようにすることができる。代替的には、チャンバ 1 0 1 の内部は、例えば、粒子を除去するためにフィルタリングされたガスなどの実質的に純粋なガスとすることができ、又はチャンバを大気に通気することができる。ガスは、ガス源 (図示されず) からガス入口 1 0 3 を通ってチャンバ 1 0 1 に侵入することができる。チャンバからのガスは、真空ベント 1 0 4 を通して除去することができる。層ガス流が接面全域に有効となるように、ガス入口 1 0 3 は、接面に接近可能な又はプリントヘッドプラットフォームと統合可能なエアナイフに連結することができる。真空ベント 1 0 4 は、エアナイフに対向して位置させることができる。

【 0 0 5 7 】

プリントヘッドプラットフォーム 4 5 0 は、ガントリ 1 3 0 の水平な支持体 1 3 0 a 及び 1 3 0 b、例えばレール又はシャフトにスライド可能に装着される。アクチュエータシステム 1 5 2 (図 1 A に示される) は、プラテン 1 0 5 を横断するために (y 方向に沿っ

10

20

30

40

50

て)、プリントヘッドプラットフォーム450が、ガントリ130のレール130a及び130bに沿ってスライドできるようにする。レール130aは、その端部で、垂直な支持体134a及び134bによって支持される。垂直な支持体134a及び134bにおける(z方向に沿った)レール130aの垂直な位置は、アクチュエータ135a及び135bによってそれぞれ制御することができる。同様に、垂直な支持体134c及び134dにおける(z方向に沿った)レール130bの垂直な位置は、アクチュエータ135c及び135dによってそれぞれ制御することができる。

【0058】

プラットフォーム450は、プリントヘッドモジュール110を支持する。プリントヘッドモジュール110は、トラック430に装着され、アクチュエータ420によって、トラックに沿ってx方向に移動することができる。アクチュエータ、更にはシステム450のモジュール110の位置は、コントローラ190によって制御することができる。

【0059】

付加製造システム400において、プリントヘッドプラットフォーム450は、プラテンの長さ(y軸)に沿って漸次的に移動する。プリントヘッドプラットフォーム450の各漸次的動きについて、プリントヘッドモジュール110は、プラテンの一端からもう一端へ、その幅に沿って(x方向に沿って)移動する。プリントヘッド110がプラテン105全域でスキャンされるように、コントローラ190は、プリントヘッドプラットフォームの運動(y方向に沿った)をプリントヘッドモジュールの運動(x方向に沿った)と調整することができる。これにより、付加製造プロセスがプラテン105全域で実行可能となる。

【0060】

アクチュエータ135a~d及び420は、コントローラ190によって制御することができる。プラットフォーム150の運動(y方向に沿った)とプリントヘッドモジュール110の運動(x方向に沿った)との結合に起因して、モジュール110がプラテン105上を移動する際に、プリントヘッドモジュール110とモジュール110下に(z方向に沿って)位置する接面106の一部との間の距離が変化しない状態を維持するために、コントローラ190は、アクチュエータ135a~d及び420を制御することができる。更に、プリントヘッドモジュール110と接面106の一部との間の距離が層間で一定に維持されるように、各層が堆積及び溶融解した後に、プラットフォーム450の垂直な位置を上昇させることができる。

【0061】

図5は、プリントヘッドモジュール110による付加製造プロセスの概略図である。付加製造システム100(図1A及び図1Bでも説明された)は、プラテン105上を(例えば、y方向に沿って)移動し、付加製造プロセスを実行することができるプリントヘッドモジュール110の1つ又はアレイを含む。プリントヘッドモジュールの種々のプリントヘッド構成要素が、付加製造プロセスの方向に沿って(例えば、+y方向に沿って)配置される。加えて、いくつかの実施態様では、プリントヘッド構成要素は、プリントヘッドモジュールのフレームに対して(例えば、アクチュエータ又はモータによって)移動することができる。以下では、プリントヘッドモジュール110下で(z方向に沿って)堆積した供給材料514(及びオプションで512)の接面106の所与の片で付加製造プロセスを実行する順番で、プリントヘッド構成要素が説明されることになる。

【0062】

プリントヘッドモジュールは、第1の供給材料514を堆積させる第1のディスペンサ504(プリントヘッドモジュール110の前方エッジにある)を含む。ディスペンサ504は、付加製造プロセス中にプリントヘッドモジュールが移動する(y方向に沿って)方向に実質的に垂直であるプラテンの幅にわたって延びる(x軸に沿って)導管、例えば中空シリンダなどを備える。導管は、供給材料514を貯蔵するホッパー(例えば、図2Aのホッパー220)に連結される。導管は、空洞及びオーガを取り囲む。オーガは、材料ディスペンサに装着され、モータが、例えば駆動シャフトなどによって、オーガを(導

10

20

30

40

50

管に対して)回転させることができる。

【0063】

オーガは、回転する際に、ホッパーから供給材料514を引き出す。導管は、供給材料514をプラテン上に分配することができる、導管の長さに沿って(x方向に沿って)配置された複数の開口を有することができる。開口を通した供給材料の流量は、コントローラ190(図1Aに示す)により制御することができるアクチュエータによって調整することができる。供給材料の流量はまた、オーガの回転速度を変化させることによって、又はオーガをより多くの供給材料の流れを可能にする別のオーガに交換することによって、制御することができる。例えば、オーガの回転速度を増加させることで、供給材料が分配される速度を増加させることができ、逆もまた同じである。他の例では、導管は、導管の長さに沿って(x軸に沿って)、連続スロットを有することができる。

10

【0064】

オプションで、第1のスプレッド540(例えば、ローラ又はブレード)は、ディスペンサ504に追従し、プラテン105全域で均等に堆積した供給材料を分散させ/平滑化する。オプションの第2のディスペンサ505は、第2の供給材料512を堆積させるために、第1の分散機構540に追従することができる。供給材料512及び514は、異なるサイズ又は構造的特性とすることができ、及び/又は異なる材料組成を有することができる。例えば、供給材料512及び514は、異なる熔融解温度/焼結温度を有することができる。例えば、第2の供給材料512は、第1の供給材料514より小さいくすることができる、したがって、供給材料514の粒子間の介在空間を充填しうる。第2の供給材料ディスペンサ505は、堆積した供給材料512及び514を分散させる/平滑化する、オプションの第2のスプレッド541(例えば、ローラ又はブレード)によって追従される。

20

【0065】

供給材料は、粉末とすることができる。例えば、供給材料は、鋼、アルミニウム、コバルト、クロム、及びチタンなどの金属、合金混合物、セラミック、複合体、又は生砂などから成る粒子の粉末とすることができる。供給材料はまた、ポリマー材料を含むことができる。

【0066】

オプションの計測システム552は、分散機構541に追従することができ、プロファイルメータ、熱イメージャ又は光学カメラのうちの一又は複数を備えることができる。計測システム552は、センサ下に(z方向に沿って)位置する接面106の一部とプリントヘッドモジュール110との間の距離を測定することができる、例えば、光電センサ又はレーザセンサなどのセンサを含むことができる。計測システム552はまた、例えば、堆積した供給材料の表面粗さを測定することができる。溶/融解前に堆積した供給材料の粗さを知ることによって、供給材料は、製造プロセスを制御することによって付加製造プロセスの質を高めることに役立つ可能性がある。

30

【0067】

次に、オプションの熱源534が、堆積した供給材料の温度を上昇させる。図5に記載の実施形態において、熱源534は、加熱ランプアレイである。加熱ランプアレイ534は、その焼結温度又は熔融解温度未満の温度まで、堆積した供給材料512(及び存在する場合は514)を加熱することができる。加熱ランプアレイ534は、アレイ、例えば、六角形の最密アレイ(hexagonal closest packed array)に配置される複数の加熱ランプを備える。各加熱ランプに供給されるエネルギーは、コントローラ(例えば、コントローラ190)によって制御することができる。加熱ランプの各々に供給されるエネルギーを変化させることによって、加熱ランプにより放出されるエネルギーを変化させることができる。したがって、加熱ランプアレイにより生成されるエネルギーの空間的分布を、コントローラによって制御することができる。その結果、加熱ランプアレイ534からエネルギーを受けるプラテンの接面106の一部は、温度分布を有することができる。要するに、加熱ランプアレイ534は、堆積した供給材料の前

40

50

述の一部の温度分布の制御を提供することができる。

【0068】

熱源534の後に、エネルギー源560が、例えば、温度をその焼結温度又は溶融解温度を上回るまで上昇させる（次いで、その部分の冷却を許容する）ことによって、層の選択された部分を溶融解することになる。例えば、エネルギー源560は、ビーム575を放射することができる。ビーム575は、例えば、レーザによって生成されるレーザビーム、イオン源によって生成されるイオンビーム、又は電子ガンによって生成される電子ビームとすることができる。ビーム575は、堆積した供給材料の一方又は両方の温度を、それらそれぞれの溶融解点を上回るまで上昇させることができる。エネルギー源560はまた、供給材料を溶融解させることができる複数のビーム575を生成することができる。

10

【0069】

更に、エネルギー源560は、堆積した供給材料の所望の領域を選択的に溶融解させるために、選択的に作動させることができる。例えば、エネルギー源560は、接面106のある部分に衝突するビーム575を放射することができ、これにより、その部分に堆積した供給材料の一方又は両方が溶融解する。エネルギー源560の選択的な作動に併せて、プリントヘッドモジュールフレームに対してエネルギー源560を移動させることによって、又は接面106上でビーム575を移動させることによって、又はその両方によって、エネルギー源560による接面106のある部分の選択的加熱を実現することができる。

20

【0070】

例えば、エネルギー源560は、コントローラ190（図1Aを参照）により制御されるモータ又はアクチュエータによって、プリントヘッドモジュールの動き（例えば、y軸）に垂直な方向（例えば、x軸）に沿って移動することができる。別の例では、エネルギー源560は、プリントヘッドモジュールフレームに対して移動しなくてもよい。しかしながら、エネルギー源560は、プリントヘッドモジュールの運動方向に垂直な方向に沿ってビーム575を偏向することができる機構、例えば、ガルボ（galvo）又は圧電マイクロミラーデバイスに装着されるミラーなどを含みうる。マイクロミラーデバイスは、プリントヘッドモジュールの運動方向に垂直な方向に沿って配置されるミラーの線形アレイを含みうる。上記すべての場合において、供給材料に対するビーム575の衝突位置が変化する。

30

【0071】

異なる溶融解温度又は焼結温度を有する2つの供給材料が使用される場合、エネルギー源560は、プリントヘッドモジュール110下の接面106の全部分を、第1の供給材料の溶融解温度又は焼結温度と、第2の供給材料の溶融解温度又は焼結温度との間の温度まで上昇させることができる。したがって、ただ1つの供給材料だけが溶融解することになる。これにより、エネルギー源560による選択的溶融解の必要性が除外される。

【0072】

オプションの第2の計測システム550は、エネルギー源360に追従する。第2の計測システム550は、例えば、溶融解した供給材料の特性（温度、表面粗さなど）を測定することができる。これは、処理パラメータを調節し、付加製造プロセスの質を向上させるために、コントローラによって使用することができる。第2の計測システム550はまた、センサ下に（z方向に沿って）位置する接面106の一部とプリントヘッドモジュール110との間の距離を測定することができる、例えば、光電センサ又はレーザセンサなどのセンサを含むことができる。

40

【0073】

プリントヘッドモジュール110の幾つかの実施態様では、プリントヘッド構成要素は、図5に記載のものとは異なる順番で配置することができる。例えば、前方エッジから後方エッジまでの順番で、プリントヘッドモジュール110は、計測システム、第1のディスペンサ、第1の分散機構（例えば、ローラ又はブレード）、第2のディスペンサ、第2

50

の分散機構（例えば、ローラ又はブレード）、第１のエネルギー源（例えば、加熱ランプ）、第２のエネルギー源（例えば、レーザシステム）及び計測システムを含むことができる。

【００７４】

金属用とセラミック用の付加製造の処理条件は、プラスチック用のそれとは著しく異なる。例えば、金属とセラミックは概して、著しくより高い処理温度を必要とする。したがって、プラスチック用の３Ｄ印刷の技法は、金属又はセラミックの処理には適用できず、装置も同等でない可能性がある。しかしながら、本明細書に記載の幾つかの技法は、ポリマー粉末、例えば、ナイロン、ＡＢＳ、ポリエーテルエーテルケトン（ＰEEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）、ポリウレタン、ポリエステル、ポリ乳酸、PET、ポリイミド、ポリマー混合物、及びポリスチレンなどに適用可能であろう。

10

【００７５】

コントローラ１９０及び本明細書に記載のシステムの他の計算デバイス部分は、デジタル電子回路で、又はコンピュータソフトウェア、ファームウェア、若しくはハードウェアに実装することができる。例えばコントローラは、例えば持続性マシン可読ストレージ媒体といった、コンピュータプログラム製品内に記憶されたコンピュータプログラムを実行するためのプロセッサを含むことができる。こうしたコンピュータプログラム（プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション又はコードとしても知られている）は、コンパイル又は翻訳された言語を含むプログラミング言語の任意の形で書くことができ、また独立型プログラムとして、又はモジュール、構成要素、サブルーチン、若しくは計算環境で使用するのに適している他のユニットとして配置することを含め、任意の形で配置することができる。

20

【００７６】

コントローラ１９０及び記載のシステムの他の計算デバイス部分は、各層に供給材料を堆積させるべきパターンを指定する、例えばコンピュータ支援設計（CAD）互換性のファイルといったデータオブジェクトを記憶するための持続性コンピュータ可読媒体を含むことができる。例えば、このデータオブジェクトは、STL形式のファイル、３Ｄマニファクチャリングフォーマット（3MF）ファイル、又は付加製造ファイルフォーマット（AMF）ファイルとすることができよう。例えば、コントローラは、遠隔コンピュータからデータオブジェクトを受信することができよう。コントローラ１９０内のプロセッサは、例えばファームウェア又はソフトウェアによって制御される際に、装置１００の構成要素を制御して各層に指定されたパターンを溶融解するのに必要な信号のセットを生成するため、コンピュータから受信したデータオブジェクトを解釈することができる。

30

【００７７】

一又は複数の供給材料ディスペンサは、供給材料の層を堆積させるために一又は複数の供給材料を供給することができ、幾つかの実施態様では、供給材料は、一又は複数の供給材料ディスペンサによって選択的に堆積させることができる。供給材料がプラテン上に分配された後に、スプレッダ、例えば、ローラ又はブレードは、供給材料をプラテン全域に拡散させることができる。供給材料の層の所望の部分の溶融解は、一又は複数のエネルギー源からエネルギーを供給することによって、実現することができる。例えば、エネルギー源は、一又は複数のレーザ及び／又は加熱ランプのアレイとすることができる。加熱ランプのアレイは、プラテン若しくは付加製造装置のチャンバ内のどこか別の場所の上又は下に位置することができる。エネルギー源からのエネルギーは、供給材料を加熱し、融合させ、固体片を形成させる。付加製造システムはまた、付加製造プロセス（ここから先「製造プロセス」と呼ぶ）の種々のパラメータ、例えば、熱均一性、表面均一性、及び／又は堆積した供給材料の応力などを測定する一又は複数の計測システムを含むことができる。

40

【００７８】

種々のプリントヘッド構成要素、例えば、供給材料ディスペンサ、熱源及びエネルギー源を含む標準化されたプリントヘッドモジュールを有することが望ましい。本文脈におけ

50

る「標準化された」とは、各プリントヘッドモジュールが、実質的に同一であることを示す（ディスペンサの間で変わるシリアル番号又はファームウェアバージョンなどのソフトウェアの例外は存在する可能性がある）。標準化されたプリントヘッドモジュールは、付加製造システムの構築及び修理を簡単にし、例えば、プリントヘッドは、任意の互換性のある付加製造システムで動作可能となるであろう「プラグ及びプレイ」モジュールとして動作可能でありうる。標準化されたプリントヘッド構成により、製造される物体のサイズを収容するために、付加製造システムの拡大縮小も可能となりうる。プリントヘッドモジュールは、製造プロセス中に、例えば、 x 、 y 及び z デカルト軸に沿って、プラテンに対して移動することができる。プラテンは、動かないように構成することができ、即ち、プラテンは、 $x - y$ 平面においてか又は z 軸に沿ってかのどちらかで移動しないようにしてもよい。

10

【 0 0 7 9 】

幾つかの実装態様が説明されてきた。だが、様々な修正が行われうると理解されるだろう。例えば、

- ・分配システム、スプレッタ、感知システム、熱源及び／又はエネルギー源などのプリントヘッドの一部として先ほど述べられた種々の構成要素は、プリントヘッドでの代わりにガントリに装着することができ、又はガントリを支持するフレームに装着することができる。

- ・水平に移動している構成要素が垂直に移動している構成要素で支持される代わりに、垂直に移動している構成要素は、水平に移動している構成要素で支持することができる。ゆえに、例えば、システムは、適所に固定されている水平に延びるレールと、水平なレール上を水平に移動するように構成されている垂直に延びるレールとを含むことができるだろう。

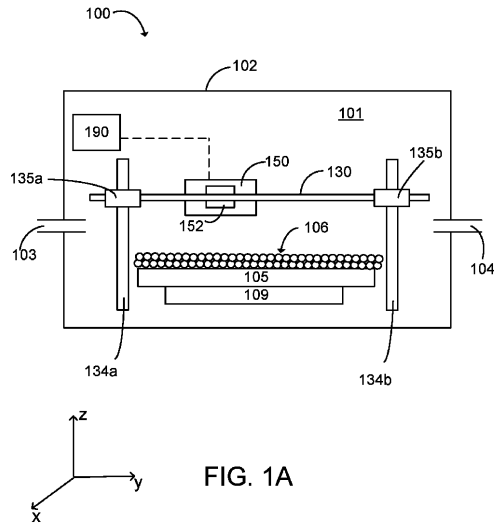
20

- ・プリントヘッドモジュールを有するよりむしろ、ディスペンサ及びエネルギー源は、支持体、例えばプラットフォーム 150 などに直接装着することができるだろう。

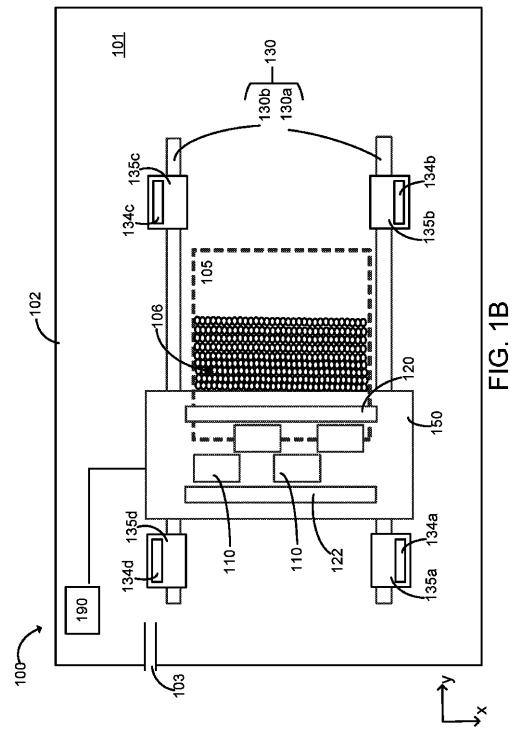
【 0 0 8 0 】

したがって、他の実施態様も特許請求の範囲内にある。

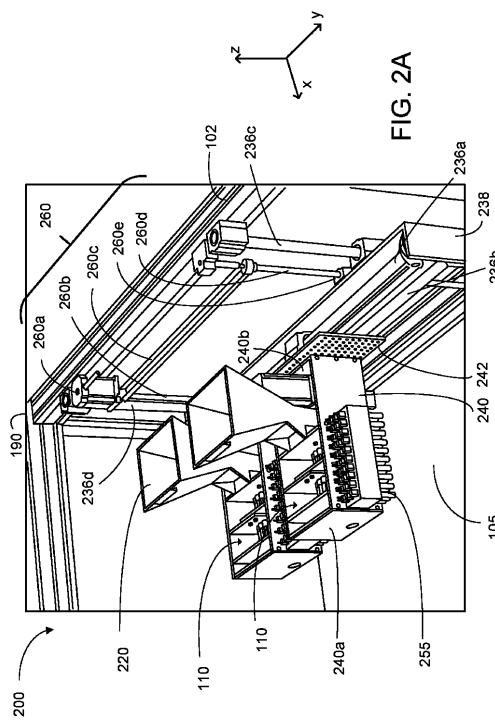
【図 1 A】



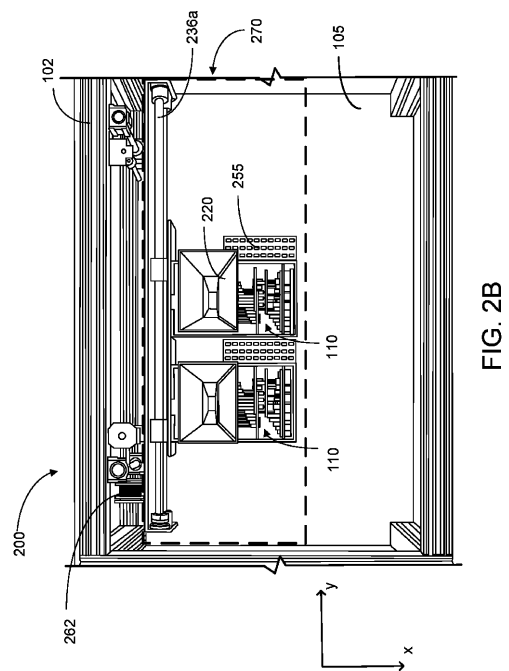
【図 1 B】



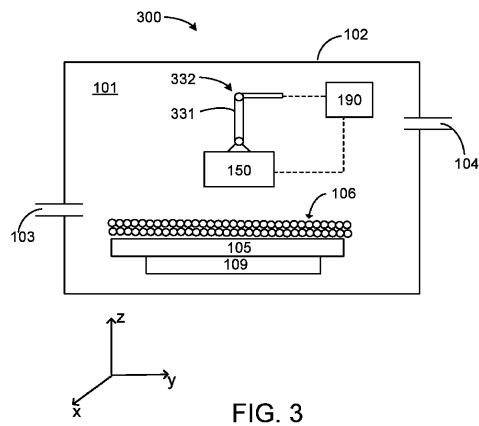
【図 2 A】



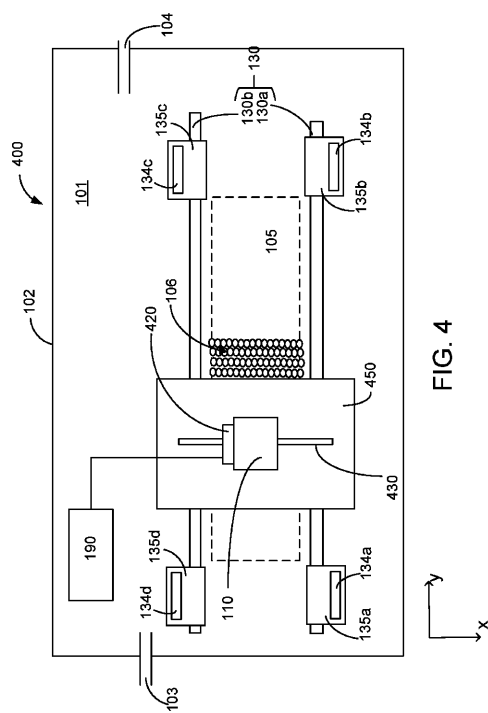
【図 2 B】



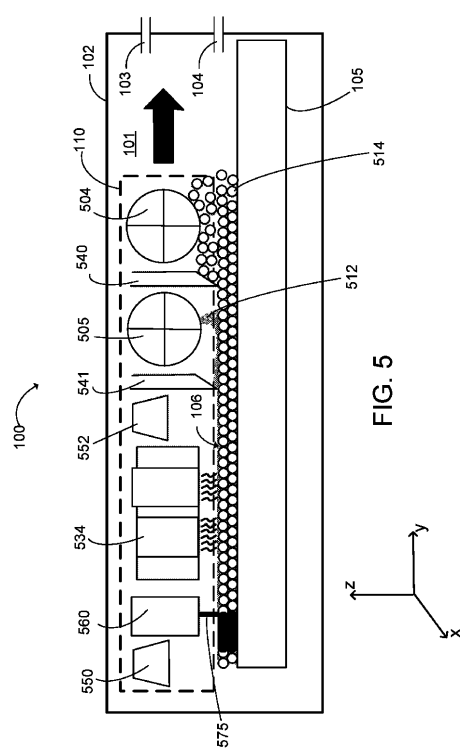
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I	
<i>B 3 3 Y</i>	<i>30/00</i>	<i>(2015.01)</i>	<i>B 3 3 Y</i>	<i>30/00</i>
<i>B 2 9 C</i>	<i>64/30</i>	<i>(2017.01)</i>	<i>B 2 9 C</i>	<i>64/30</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>3/16</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>3/16</i>
<i>B 2 2 F</i>	<i>3/105</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 2 2 F</i>	<i>3/105</i>
<i>B 2 8 B</i>	<i>1/30</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 2 8 B</i>	<i>1/30</i>

- (72)発明者 ゼハヴィ, ラーナン
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 0 8 5 , サニーベール, アマドア アヴェニュー 9
 1 3
- (72)発明者 パティバンドラ, ナグ ビー.
 アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 4 5 6 6 , プレザントン, ヴィエラ ストリート 3 9
 5 1

審査官 関口 貴夫

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2015/0183161(US,A1)
 中国特許出願公開第103802322(CN,A)
 米国特許出願公開第2004/0005374(US,A1)
 米国特許出願公開第2014/0363532(US,A1)
 国際公開第2015/054577(WO,A1)
 米国特許第06046426(US,A)
 特表2010-537858(JP,A)
 特開2013-067121(JP,A)
 特開2010-137482(JP,A)
 特開2006-248039(JP,A)
 米国特許出願公開第2005/0280185(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|---------|-----------------------|
| B 2 9 C | 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0 |
| B 3 3 Y | 1 0 / 0 0、3 0 / 0 0 |
| B 2 2 F | 3 / 1 6、3 / 1 0 5 |
| B 2 8 B | 1 / 3 0 |