

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-507050

(P2017-507050A)

(43) 公表日 平成29年3月16日 (2017.3.16)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 67/00 (2017.01)	B 2 9 C 67/00	4 F 2 1 3
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
B 3 3 Y 10/00 (2015.01)	B 3 3 Y 10/00	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-556751 (P2016-556751)	(71) 出願人	516269559 ポーラー スリーディ エルエルシー POLAR 3D LLC アメリカ合衆国 オハイオ州 45227 、シンシナティ、マディソン ロード 6 102
(86) (22) 出願日	平成27年3月6日 (2015.3.6)	(74) 代理人	100094640 弁理士 紺野 昭男
(85) 翻訳文提出日	平成28年11月1日 (2016.11.1)	(74) 代理人	100103447 弁理士 井波 実
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/019199	(74) 代理人	100111730 弁理士 伊藤 武泰
(87) 国際公開番号	W02015/134882	(74) 代理人	100180873 弁理士 田村 慶政
(87) 国際公開日	平成27年9月11日 (2015.9.11)		
(31) 優先権主張番号	14/200, 253		
(32) 優先日	平成26年3月7日 (2014.3.7)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 3次元プリンタ

(57) 【要約】

支持構造体を提供する工程、該支持構造体上に配置される、中心を有するビルドプラットフォームを回転させる工程、支持構造体上に配置される該ビルドプラットフォームを摺動させる工程、及びプリントヘッドを有する前記ビルドプラットフォーム上に物体をプリントする工程を有する3次元物体をプリントする方法。

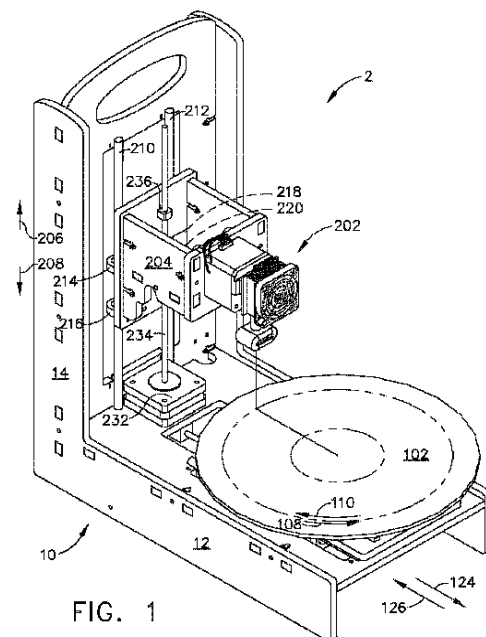


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

a. 支持構造体、
b. 前記支持構造体上に摺動可能に配置される、回転可能なビルドプラットフォーム、
c. 前記回転可能なビルドプラットフォームの上方に配置されるプリントヘッド、
を有する、3次元物体をプリントするプリンタ。

【請求項 2】

前記プリントヘッドが、プラスチックを押し出すように設定される請求項 1 記載のプリンタ。

【請求項 3】

前記回転可能なビルドプラットフォームと相対して前記プリンタヘッドを動かすドライバをさらに有する請求項 1 記載のプリンタ。

【請求項 4】

前記支持構造体上を前記回転可能なビルドプラットフォームを摺動配置させるための、前記支持構造体上に摺動可能に配置されるフレームをさらに有する請求項 1 記載のプリンタ。

【請求項 5】

前記支持構造体上の前記フレーム及び前記回転可能なビルドプラットフォームを摺動可能にするドライバをさらに有する請求項 4 記載のプリンタ。

【請求項 6】

a. 支持構造体を提供し、
b. 前記支持構造体上に配置される、中心を有するビルドプラットフォームを回転させ、
c. 前記支持構造体上に配置される前記ビルドプラットフォームを摺動させ、
d. プリントヘッドで前記ビルドプラットフォーム上に物体をプリントする、
工程を有する、3次元物体をプリントする方法。

【請求項 7】

前記プリント工程が、プラスチックを押し出す工程を有する、請求項 6 記載の方法。

【請求項 8】

前記プリントヘッドを前記ビルドプラットフォームから所定距離、離間するように移動させ、押し出されたプラスチックの第 1 の層上に第 2 の層を押し出す工程をさらに有する請求項 6 記載の方法。

【請求項 9】

回転及び摺動の工程を同時に行う請求項 6 記載の方法。

【請求項 10】

回転、摺動及びプリントの工程を同時に行う請求項 6 記載の方法。

【請求項 11】

前記回転可能なビルドプラットフォームの中心からの前記物体の距離を計算する工程をさらに有する請求項 6 記載の方法。

【請求項 12】

前記ビルドプラットフォーム及び一部プリントされた前記物体によって発生する慣性を計算する工程をさらに有する請求項 11 記載の方法。

【請求項 13】

前記ビルドプラットフォームを回転させるドライバを提供し、該ドライバの駆動電流を前記ビルドプラットフォーム及び前記の一部プリントされた物体によって発生する計算した慣性にしたがって調整する工程をさらに有する請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

極座標系を用いて前記回転可能なビルドプラットフォームの前記中心からの前記物体の前記距離を計算する請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記ビルドプラットフォームをある角度回転させる工程であって、該角度が所望の解像度及び前記回転可能なビルドプラットフォームの前記中心からの前記物体の前記距離に基づく工程をさらに有する請求項 11 記載の方法。

【請求項 16】

前記回転可能なビルドプラットフォームをある任意の角度回転させたとき、所望の解像度を、ノズルの先端に対して前記回転可能なプラットフォームが動く前記距離と比較する工程をさらに有する請求項 11 記載の方法。

【請求項 17】

前記回転可能なビルドプラットフォームを前記のある任意の角度回転させたとき、前記所望の解像度が、ノズルの先端に対して前記回転可能なプラットフォームが動く前記距離よりも大きい場合、プリント工程をスキップして、前記の任意の角度の 2 倍、前記ビルドプラットフォームを回転させる工程をさらに有する請求項 16 記載の方法。

【請求項 18】

3 次元物体をプリントするドライバをコントロールする方法であって、

a. ビルドプラットフォームを有する 3 次元プリンタ及び該ビルドプラットフォームを駆動させるドライバを提供する工程、

b. 第 1 の所定時間に慣性を計算し、前記ビルドプラットフォーム上のプリントすべき物体のプリント工程へ提供する工程、

c. 第 1 の所定時間における慣性に基づいて第 1 の所定時間までの時間、ドライバへの駆動電流を設定する工程、

を有する、上記方法。

【請求項 19】

前記駆動電流を調整する工程をデジタルポテンショメータによって行う工程をさらに有する請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

前記ビルドプラットフォーム上のプリントすべき物体のプリント工程へ第 2 の所定時間に慣性を計算し、第 2 の所定時間における慣性に基づく第 2 の所定時間と第 1 の所定時間との間、前記ドライバのための駆動電流を設定する工程をさらに有する請求項 18 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は一般に、回転可能且つ摺動可能なビルドプラットフォームを有する 3 次元プリンタに関する。本発明はまた、回転可能且つ摺動可能なビルドプラットフォームを有する 3 次元プリンタで 3 次元物体をプリントする方法に関する。

【背景技術】

【0002】

3 次元プリンタは、デジタルモデルから 3 次元固体物を構築する積層法 (additive process) を用いる。物体を作るのに材料を除去することに典型的に依存する伝統的な機械的手法と異なり、積層法は、材料を次々と積層して物体を構築することにある。3 次元プリンタは、迅速なプロトタイプ形成、小規模な操業時間、注文生産、及びその他の種々の利用のために用いられる。

【0003】

ソフトウェアは、構築する物体の仮想モデルを取り込み、該モデルを複数のデジタル断面にスライスする。複数のデジタル断面を 3 次元プリンタへ入れ、そこで、各積層をつくり、究極的には仮想モデルの完璧な 3 次元物体となる。

【0004】

3 次元プリンタは、その上で材料が配置され且つ様々な方法で形成されるビルドプラッ

10

20

30

40

50

トフォームに対してプリンタヘッドを動かすことができる。ある方法として、プリンタヘッドは、材料がビルドプラットフォーム上に配置されるとき、x方向、y方向、及びz方向に駆動される。他の方法として、プリンタヘッドがz方向に動くとき、ビルドプラットフォームがx方向及びy方向に駆動される。また、他の方法として、ビルドプラットフォームがx方向、y方向、及びz方向に動く。最後に、極座標系において、ビルドプラットフォームが回転し、材料の位置のために座標が、所定の線と固定点からの径からの角度によって定められる。

【0005】

本願で提供するのは、x方向にも移る回転ビルドプラットフォームを利用する発明である。

【発明の概要】

【0006】

本発明は、支持構造体、該支持構造体上に摺動可能に配置される回転可能なビルドプラットフォーム、及び上記回転可能なビルドプラットフォームの上方に配置されるプリンタヘッドを有する、3次元物体をプリントするプリンタに関する。

【0007】

また、本発明は、支持構造体を提供し、該支持構造体上に配置される、中心を有するビルドプラットフォームを回転させ、前記支持構造体上に配置されるビルドプラットフォームを摺動可能に移動させ、プリンタヘッドで該ビルドプラットフォーム上に物体をプリントする工程を有する3次元物体をプリントする方法に関する。

【0008】

本発明はまた、3次元物体をプリントするドライバをコントロールする方法であって、ビルドプラットフォームを有する3次元プリンタ及び該ビルドプラットフォームを駆動させるドライバを提供する工程、第1の所定時間に慣性を計算し、該慣性をビルドプラットフォーム上のプリントすべき物体のプリント工程へ提供する工程、及び該第1の所定時間における慣性に基づいて第1の所定時間までの時間、ドライバへの駆動電流を設定する工程を有する上記方法に関する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、ビルドプレートを前方位置に有する、本発明の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図2】図2は、ビルドプレートを後方位置に有する、図1の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図3】図3は、ビルドプレートの枠を外した、図1の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図4】図4は、回転可能なビルドプラットフォーム及びプラットフォームプレートを外した、図1の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図5】図5は、図1の3次元プリンタのプリントヘッドの側面図を示す。

【図6】図6は、3次元プリンタによってプリントされる物体の拡大図を示す。

【図7】図7は、回転可能なビルドプラットフォームを示す。

【図8】図8は、着色装置を有する、本発明の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図9】図9Aは、図8の着色装置の拡大図を示す。図9Bは、図8及び図9Aの着色装置のスプレーヘッドの拡大図を示す。

【図10】図10は、ラック(rack)及びピニオンドライブ(pinion drive)を有する、本発明の3次元プリンタの斜視図を示す。

【図11】図11は、ラック及びピニオンドライブを有する、本発明の3次元プリンタの他の態様の斜視図を示す。

【発明の詳細な説明】

【0010】

水平セクション12及び垂直セクション14を有する支持構造体10を有する3次元プリント装置2を図1に示す。回転可能なビルドプラットフォーム102は、支持構造体1

10

20

30

40

50

0 上に摺動可能に配置される。プリントヘッド 202 は、該回転可能なビルドプラットフォーム 102 の上方に配置される。支持構造体 10 の水平セクション 12 は、回転可能なビルドプラットフォームを摺動可能に支持するリニアガイドシャフト 16 及び 18 を有する。

【0011】

図 4 は、モータ 106 によって駆動するギアホイール 104 であって、その上に回転可能なビルドプラットフォーム 102 を設置するギアホイール 104 を示す。モータ 106 は、回転可能なビルドプラットフォームを、それぞれ矢印 108 及び 110 で示すように、時計回り又は反時計回り方向に回転させる。モータは典型的には、ステップモータ又はサーボモータなどの精密モータであり、その動きを正確に、典型的には 0.1125~0.05625 度の解像度までに、典型的にはコントロールすることができる。モータ 106 をフレーム 112 に固定し、該フレーム 112 はリニアベアリング 114 及び 116 に載せられる。リニアベアリング 114 及び 116 は、リニアガイドシャフト 16、及びリニアガイドシャフト 18 上に載せられるリニアベアリング 118 及び 120 上に載せられる。リニアベアリング 114 及び 116 と、ガイドシャフト 16 と、リニアベアリング 118 及び 120 と、ガイドシャフト 18 は典型的には、回転可能なビルドプラットフォームの位置再現性を確実なものとする、0.008~0.016 mm の公差で仕上げられた高精度な構成要素である。図 1 は、回転可能なビルドプラットフォーム 102 を前方位置に有する 3 次元プリンタを示し、図 2 は、回転可能なビルドプラットフォーム 102 を後方位置に有する 3 次元プリンタを示す。

【0012】

モータ 102 は典型的には、1 回転あたり 200 メカニカルステップを有する。ソフトウェアによるコントロールで、該モータは、より正確なコントロールのために、1 回転あたり 3200 ステップで稼働する。典型的には、ステップモータは、作業に必要な最小限の電流で運転し、止まることなく、モータ内でのノイズ及び発熱を減少させる。過剰電流で生じるモータ内での発熱は、作業課題を引き起こし得、該発熱が極端な場合、モータを停止させる。

【0013】

回転可能なビルドプラットフォーム 102 を加熱して、製品の品質を向上させてもよい。加熱したビルドプラットフォームは、ワーピング (warping) を予防するのを助けることによりプリントの品質を向上させる。押し出したプラスチックが冷却すると、プラスチックは多少収縮する。この収縮工程が、プリントパートを通じて均一に起こらないと、その結果、ワーピングした物体となる。このワーピングは、ビルドプラットフォームの上昇したコーナーとして共通して観察される。加熱したビルドプラットフォーム上でプリントすることにより、プリント工程の間、プリントされる物体を暖かい状態にすることができ、融点以下に冷却するとき、プラスチックをより均一に収縮させることができる。加熱したビルドプラットフォームは通常、ABS 及び PLA などの材料を有する、より高品質の最終構築物をもたらす。加熱したビルドプラットフォームはまた、ユーザにラフト (raft) なしでプリントすることを手助けする。

【0014】

ステップモータ、サーボモータ、又はリニアアクチュエータなどのリニアドライバ 122 を支持構造体 10 及びフレーム 112 に固定する。リニアドライバ 122 は、フレーム 112 を動かし、それによってモータ 106 及び回転可能なビルドプラットフォーム 102 をそれぞれ矢印 124 及び 126 の方向に動かす。リニアドライバ 122 は典型的には、その動きが正確に、典型的には 0.002 mm~0.004 mm の解像度でコントロールできる精密ドライバである。または、図 10 に示すように、ラック及びピニオンシステム 550 を用いて、矢印 124 及び 125 の方向にフレーム 112 を動かしてもよい。ラック及びピニオンシステム 550 は、モータ 556 によって駆動するラック 552 及びピニオン 554 を含む。モータ 556 は典型的には、ステップモータなどの精密モータである。図 10 において、ラック 552 はフレーム 112 に固定され、モータ 556 は支持構

造体 10 に固定される。そのようにして、モータ 556 は静止したままであり、ラック 552 はフレーム 112 と共に動く。図 11 に示す他の態様において、ラック及びピニオンシステム 550 は、ピニオン 554 と共に、フレーム 112 に固定されるモータ 568 を有し、ラック 552 は支持構造体 10 に固定される。そのようにして、ラック 552 は静止したままであり、ピニオン 560 を有するモータ 568 は、フレーム 112 と共に動く。

【0015】

プリントヘッド 202 は、摺動支持体 204 に取り付けられ、該摺動支持体 204 は、矢印 206 及び 208 に示すように、プリントヘッドを垂直方向に上下させる。少なくとも 1 つの垂直ガイドシャフト 210 は、支持構造体 10 の垂直セクション 14 に取り付けられる。または、該少なくとも 1 つの垂直ガイドシャフト 210 は、支持構造体 10 に取り付けなくてもよく、それによって、垂直セクション 14 の必要性がなくならせる。第 2 の垂直ガイドシャフト 212 もまた、用いてもよい。プリントヘッド 202 に沿う摺動支持材 204 は、ドライバ 232 によって矢印方向 206 及び 208 に上下する。ドライバ 232 は、ステッパモータ、サーボモータ、又はリニアアクチュエータとするのがよく、支持構造体 10 及び摺動支持体 204 に固定される。ドライバ 232 は典型的には、その動きが正確に、典型的には 0.002 mm ~ 0.004 mm の解像度までコントロールできる精密ドライバである。ここで、ドライバ 232 は、寸切ロッド (threaded rod) 234 を回転させるステッパモータである。寸切ロッド 234 は、摺動支持体 204 を矢印方向 206 及び 208 に動かす相補的なナット 236 を通過する。ドライバは典型的には、0.05 mm ~ 0.35 mm の増分で該支持体を動かす。少量の増分で動くとき、より高解像度パートをより緩慢な速度で製造する一方、大きな増分で動くとき、より低解像度パートをより高速で製造する。ここで示したのは、プリントヘッド 202 をひとつ備えるプリンタであるが、複数のプリントヘッドを用いることもできる。

【0016】

摺動支持体 204 は、リニアベアリング 214 及び 216 を有し、該リニアベアリング 214 及び 216 は、垂直ガイドシャフト 210 とリニアベアリング 218 及び 220 の上に載り、該リニアベアリング 218 及び 220 は垂直ガイドシャフト 212 の上に載る。リニアベアリング 214 及び 216 とガイドシャフト 210 とリニアベアリング 218 及び 220 とガイドシャフト 212 は典型的には、回転可能なビルドプラットフォームの位置再現性を確実なものとする、0.008 ~ 0.016 mm の公差で仕上げられた高精度な構成要素である。

【0017】

図 5 を参照すると、プリントヘッド 202 は、フィラメント 222 を加熱し且つ溶融プラスチックの流れをオンオフするノズル 224 を有する。プラスチックを回転可能なビルドプラットフォーム上に横たえさせ、構成成分を構築する。他のタイプの材料及びプリントヘッドを用いることもできる。例えば、プリントヘッドはレーザを用いて、ビルドプラットフォーム上に置いた粒状材料をシンター (sinter) し、選択的レーザシンタリングを用いて構成成分を創製するか、又は、ビルドプラットフォームの粒状材料を溶融し、選択的レーザメルティングを用いて構成成分を創製する。加えて、プリンタヘッドは、ビルドプラットフォームの粒状材料を溶融する電子ビームを含み、電子ビームメルティングを用いて構成成分を創製してもよい。または、プリンタヘッドは、ビルドプラットフォームの粒状材料上のバインダをプリントして、構成成分を創製するインクジェットシステムであってもよい。

【0018】

操作において、プラスチックフィラメント 222 をプリントヘッド 202 に注入する。典型的には、フィラメントは、ロールの上に貯蔵され、プリントヘッドによって消費されるように、ロールから引き出される。プリントヘッドの先端 226 は、回転可能なビルドプラットフォーム 102 の、約 0.25 mm 上方に位置決めされる。プラスチックフィラメント 222 は、プリンタヘッドのモジュール 230 内に配置されるヒータ 228 によ

て溶融される。溶融プラスチックは、プリントヘッドの先端に配置される直径0.2～0.5mmの開口から、典型的には毎分30mm～60mmの速度で、押し出される。プラスチックを押し出す速度は多くの要因に依存し、該要因として最終製品の所望の解像度、最終製品の複雑さ、及び用いるプラスチックのタイプを挙げることができるがそれらに限定されない。種々の先端を用いることができ、その各々は、押し出される溶融プラスチックのサイズを変更するために異なる開口サイズを有する。より高解像度のより詳細な製品を所望とするならば、小開口の先端を用いる。製造速度が、解像度又は詳細さよりも重要ならば、大開口の先端を用いる。

【0019】

プリンタヘッドがプラスチックを押し出している間、回転可能なビルドプラットフォーム102は、押し出したプラスチックの適切な配置のために、モータ104によって矢印方向108及び110に、且つ、矢印124及び126のx方向に、動く。ビルドプラットフォーム102は、同時に、回転し且つx方向に動くことができるか、又は、ビルドプラットフォームは、x方向では固定したまま回転するか、又は、回転せずにx方向に動いてもよい。一旦、第1の層が回転可能なビルドプラットフォーム102上に積層されると、プリンタヘッド202は、ドライバ232により、矢印方向206の上方へ移動する。所望の解像度に依存するが、プリンタヘッドは、典型的には0.05mm～0.35mmで上方へ動く。このプロセスはその後繰り返され、第1の層上に他の層が構築される。このプロセスは、所望の物体が完成するまで繰り返される。

【0020】

図6は、明確さのために拡大した物体302を構築するのに用いられる典型的な3次元プリントの積層法（additive process）を示す。先端226を有するノズル224は、ビルドプラットフォーム304上に溶融プラスチック312を押し出す。第1の層314が一旦積層されると、プリンタヘッドは、矢印方向320である上方へ、典型的にはプリンタ308によって横たえさせた溶融プラスチック312の直径324とほぼ同等の距離322で動く。その後、第2の層316がプリントされる。第2の層316が一旦プリントされると、プリンタヘッド308は、再度、矢印方向320である上方へと動き、第3の層317が開始される。このプロセスは、物体を完成させるのに必要なすべての層がプリントされるまで繰り返される。

【0021】

フィラメントは典型的には、モータ駆動対向ローラによってプリントヘッドのノズル224へと供給される。プリントが停止するとき、フィラメントがプリントヘッドでつかえるのを予防するために、フィラメントは、プリントヘッドから戻される。プリントヘッドからフィラメントを戻すことにより、プリントヘッドの加熱エリアからフィラメントを除去し、フィラメントが熱くなりすぎないように且つつかえるのを予防する。フィラメントを戻すために、ローラは、供給方向に対向する方向に駆動される。

【0022】

特別なソフトウェアを作動するコンピュータは、3次元プリンタを駆動する。プリントする物体の位置及び回転可能なビルドプラットフォーム上に物体を発生させプリントする位置を計算するとき、極座標系が用いられる。特別なソフトウェアは、プリントヘッド202及びビルドプラットフォーム102の作業及び動きを最適化する。最適化によりプリントプロセスの速度及び正確さが向上する。図7は、寸法（dimension）326を有する半径Rを有するビルドプラットフォーム102の図を示す。典型的には、プリントヘッドが溶融プラスチックを積層する箇所間をビルドプラットフォームが動くべき距離は、約0.002"である。図7からわかるように、中心324からの距離Rで0.002"に等しい距離328を測定するときよりも、中心324からの距離1/2R（332）で0.002"に等しい距離330を測定するとき、ビルドプラットフォーム0.002"を回転するのにビルドプラットフォーム304のさらに大きな回転が必要となる。換言すると、0.002"の任意の距離を動くために、ビルドプラットフォームは、ビルドプラットフォームの中心に物体が近ければ近いほど、より回転しなければならない。ステッパモ

ータにより、ある任意の時間において、プリンタヘッドに相対してビルドプラットフォームの中心がどこに位置するのかを、3次元プリンタに知らしめられる。ビルドプラットフォームをどのくらい回転又は摺動させるかを決定するとき、アルゴリズムが考慮するある変数は、ある任意の時間におけるプリンタヘッドに対するビルドプラットフォームの中心からの既知の距離である。その距離を知ることにより、モータは、適量ステップを刻んでビルドプラットフォームを回転させ、プリンタヘッドが中心から半径の $1/4$ 、中心から半径の $1/2$ 、中心から半径の $3/4$ 、中心から実質的に1半径分、又はその間がいかなる距離に位置するのか、により、プリンタヘッドに相対してビルドプラットフォームが 0.002° 回転させることができる。

【0023】

3次元プリンタを作動させる典型的なコンピュータの代案として、3次元プリンタは、ラズベリーパイ (Raspberry PiTM) マイクロプロセッサなどの、それを駆動するオンボード・マイクロプロセッサを挙げることができる。オンボード・マイクロプロセッサと共に、ユーザは、該3次元プリンタに組み込まれたWi-Fi接続を介して、又はUSBポートを介して、プリントファイルをロードすることができる。

【0024】

ビルドプラットフォームの動きを最適化する他の方法として、物体をプリントするとき、例えば1分間、ビルドプラットフォーム 102 が回転する初期最小角を固定する方法がある。例として、1分間最小角は、必要とされる解像度、即ち、ビルドプラットフォームの半径 R に等しい距離で 0.002° 、に基づいて決められる。この例で 0.002° を用いる一方、所望の解像度及びプリント速度に一部依存して、他の距離を選択してもよい。プリントするとき、ソフトウェアは、中心 328 からノズル 224 の先端 226 までの距離を評価し、ビルドプラットフォームが1分間に回転するならばノズルの先端で測定されるときにビルドプラットフォームが動く距離を決定する。その距離が 0.002° 未満であれば、ソフトウェアは、ビルドプラットフォームが1分間に回転される箇所でのプリントをスキップする。その後、ソフトウェアは、ビルドプラットフォームが2分間に回転すればその距離が 0.002° 未満であるかどうかを評価する上記計算を行う。その距離が 0.002° 未満であれば、ソフトウェアは、ビルドプラットフォームが2分間で回転する箇所でのプリントをスキップし、ビルドプラットフォームが3分間で回転する同じ計算を行う。または、その距離が 0.002° を越えるならば、プリントがなされる。この反復プロセスは、距離が 0.002° を越える、プリントがなされるときまで、続けられる。この例で示すように、プリントされる物体が中心に近ければ近いほど、所望の 0.002° 解像度を維持するために、スキップされる回転のステップがより多くなる。距離が 0.002° 未満であったときプリントがスキップされないと、物体の解像度を維持するのが難しい。なぜなら、典型的には、材料の固定量が各ポイントで横たえさせるからである。このようにして、 0.002° 解像度に必要な量よりも過剰の材料を横たえると、減少した解像度を有する、ぼんやりした (blob) ような構造となる。

【0025】

電流をコントロールするために、ポテンショメータを典型的には用いて、モータに供給する電流を調節する。または、電流の自動調節を行うために、デジポツツ (digipots) としても知られているデジタルポテンショメータを用いてもよい。デジポツツは、コンピュータによりコントロールすることができる。

【0026】

あまりに低電流でビルドプラットフォームを駆動させると、ビルドプラットフォームを回転させる慣性 (inertia) がビルドプラットフォームに生じ得、モータでのステップを越えてスキップする。よって、ビルドプラットフォームの慣性に基づく電流を調節することにより、慣性が小さいときより低い電流を用い、慣性が大きいときより高い電流を用いる、最適化を行うことができる。

【0027】

構築プロセスの際にビルドプラットフォームの慣性を決めるのに考慮される要因のうち

10

20

30

40

50

、ビルドプラットフォームの質量、ビルドプラットフォーム上にプリントされるアイテムの位置、構築されるアイテムの総質量、及び構築プロセスの際のある特定の時間に構築されるアイテムの質量が挙げられる。例として、質量 M を有する物体は、中心334から半径 R と等しい距離326に位置する同じ質量の物体よりも、中心334から半径の半分 $1/2R$ と等しい距離332に位置するとき、ビルドプラットフォーム中に少ない慣性を生じる（図7）。また、2倍の質量（ $2M$ ）を有する物体は、それらが中心から同じ距離に位置するとき、1倍の質量（ M ）を有する他の物体よりも、より大きな慣性を生じる。

【0028】

必要とされる電流を最適化するために、アルゴリズムは、構築プロセスの際、物体が構築される位置及び様々な時間に一部構築された物体の質量を決定する。典型的には、物体を構築するのに必要な全期間は、所定数、例えば10に分割される。しかし、他の所定数を用いてもよく、多い数は典型的には、少ない数よりも最適化の度合いがより多く提供される。例に戻ると、全構築時間が60分間ならば、その時間は10に分割される。各所定時間、6分間に対して、最大慣性は、該6分間に積層される材料の全質量、ビルドプラットフォームの質量、及び構築された物体の位置を用いて計算される。アルゴリズムは、第1の6分間の際にビルドプラットフォームに生じる最大慣性を計算し、該第1の6分間の際にモータを停止しないようにする最小電流を計算する。出力コントローラは、該第1の期間に必要な最小電流をモータ106に流すように、デジポツツを調節する。物体の質量が第2の期間及びその後の各所定期間に増すと、慣性モーメントが増大し、必要な電流も増加する。よって、第2の期間に必要な最小電流を計算するとき、第2の期間の最後における構造物の質量を用いる。また、その後の各期間の最後における必要な最小電流を計算するとき、その後の各期間での構造の質量を用いる。

【0029】

アルゴリズムは、プリント作業を開始する前に、各期間に必要な電流を計算するか、又は、第1の期間に必要な電流を計算し、プリントを開始し、第1の期間にプリントする間に、第2の期間及びその後の期間に必要な電流を計算してもよい。

【0030】

上記態様における慣性計算に基づく最適化は、回転可能なビルドプラットフォームに関する一方、他のプリンタ応用にも関連する。例えば、プリントする物体の質量に一部基づく慣性計算を用いて、 $x-y$ 移動ビルドプラットフォームの動きを最適化することもできる。または、プリンタヘッドの質量に一部基づく慣性計算を用いて、 x 方向、 $x-y$ 方向、又は $x-y-z$ 方向に動くプリンタヘッドの動きを最適化することもできる。

【0031】

摺動可能な、回転可能なビルドプラットフォームを、他の装置と共に用いてもよい。例えば、スキャナは、プリンタヘッドに置き換えることができる。ある態様において、プリンタヘッドを接続せず、スキャナヘッドをプリンタヘッドの代わりに搭載することができる。他の態様において、物理的にプリンタヘッドを除去し且つスキャナヘッドを搭載することを必要とせず、スキャナヘッドをプリンタヘッド上に、プリンタヘッドと共に、プリンタヘッドの隣に配置してもよい。スキャナヘッドを用いて、レプリカを作る物体の形状をスキャン及び保存してもよい。物体のレプリカを作るために、スキャナは、該物体の形状をスキャンし、その情報をコンピュータにダウンロードする。その後、コンピュータは、該物体の仮想モデルを創製し、該物体のレプリカをプリントするために必要なファイルを作り出す。加えて、スキャナヘッドを用いて、物体が正確にプリントされることを確かめる。正確さを確かめるために、スキャナヘッドは、プリントした物体の形状をスキャンし、その情報をコンピュータにダウンロードしてもよい。コンピュータは、プリントした物体の形状を、物体をプリントするのに用いた仮想モデルと比較し、エラーのためにチェックする。

【0032】

図8に示すのは、着色装置502が摺動支持体204に固定される態様である。着色装置502を用いて3次元物体を着色することができる。典型的には、インクが吸収されて

3次元物体と一体化するように、物体にスプレーするとき、吸収性フィラメントが用いられる。典型的には、着色装置502は、少なくとも1つのノズル504を有するスプレーヘッド503を含み、多色着色装置である。着色装置502は、インクジェット型の着色装置であるか、又はプリントした物体に色を塗布することができる他の型の着色装置であるのがよい。インクジェットスプレーであれば、インクジェットプリンタに用いられるような従来のインクジェットカートリッジを用いることができる。スプレーヘッド503は、典型的には80～120個のノズルを有する典型的なインクジェットスプレーを備える、多数のノズルを含んでもよい。図8に示すように、プリントヘッド直下のおおよその位置にプリントした物体をスプレーするために、約45度で典型的には角度付けされている。少なくとも1つのノズル508を有する第2の着色装置506を用いてもよい。

10

【0033】

スプレーの正確さをコントロールするために、種々の方法を、一緒に、又は、別々に、用いてもよい。図9Aに示すように、正確さをコントロールするひとつの方法は、ノズル出口510とスプレーする3次元物体512とのある距離を維持するように、あるノズルだけを用いることである。図9Bは、第1のノズル514、第2のノズル516、第3のノズル518、第4のノズル520、及び第5のノズル522を有するスプレーヘッド511の拡大図を示す。3次元物体512は、曲面513を有する。スプレーヘッド511の面528は、曲面513と垂直ではないので、第1のノズル514と曲面513との距離524は、第5のノズル522と曲面513との距離526よりも小さい。かくして、第1のノズル514から物体をスプレーすると曲面513に比較的すきまのないスプレーパターンとなる一方、第5のノズル522から物体をスプレーすると曲面513の上部530に過剰スプレーとなる。かくして、典型的には、物体の曲面513に対して実質的に垂直なノズルを用いて3次元物体をスプレーしたくなる。

20

【0034】

3次元プリンタを駆動するコンピュータは、3次元物体をプリントするのに必要な情報を有してプログラムされ、プリントプロセスの際に、3次元物体に相対する着色装置502の位置を知っている。なぜなら、着色装置は、プリンタヘッド202をも保持する摺動支持体204に固定されているからである。かくして、コンピュータは、スプレーする3次元物体の表面513に対して実質的に垂直であるノズル群だけを選択するのがよい。従来用いられているインクジェットカートリッジ用の具体的なスプレーノズルをコントロールするコンピュータの能力は、典型的なインクジェットプリンタで紙にプリントするときのものをを用いることができる。

30

【0035】

3次元物体がプリントされるとき、着色装置502を用いて、3次元物体にスプレーすることができるか、又は3次元物体がプリントされた後、それを用いて3次元物体をプリントしてもよい。3次元物体がプリントするときにスプレーする場合、着色装置又は多色着色装置は、ある層がプリンタヘッドでプリントされるとき、ある層がプリンタヘッドでプリントされる直後、又は2層、3層、4層又は他の多くの層などの多数の層がプリンタヘッドでプリントされる後に、該物体にスプレーすることができる。

【0036】

他の方法において、既に完成した3次元物体をビルドプラットフォーム上に置き、その後、コンピュータに付けた3次元スキャナでスキャンすることができる。スキャンした像をその後、コンピュータディスプレイに表示し、ユーザは該スクリーン上で物体に“ペイント”でき、ユーザがカラーパターンに満足するまで、修正を施すことができる。その後、着色装置を用いて、スクリーン上の物体にペイントした色にしたがって、物体をペイントすることができる。

40

【0037】

本発明のある特定の態様について説明したが、本発明は、本開示の精神及び範囲内で、さらなる修正を行うことができる。この応用は、本発明の一般原則を用いる本発明のいかなる変形、使用又は改造をカバーすることを意図する。また、該応用は、本発明が属する

50

分野における既知又は通例の実務の範囲内となるような、添付の請求の範囲内となる本発明の開示からのそのような離脱をカバーすることを意図する。

【図 1】

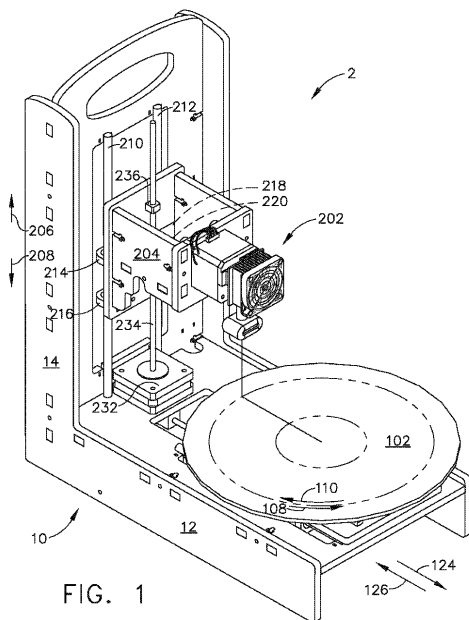


FIG. 1

【図 2】

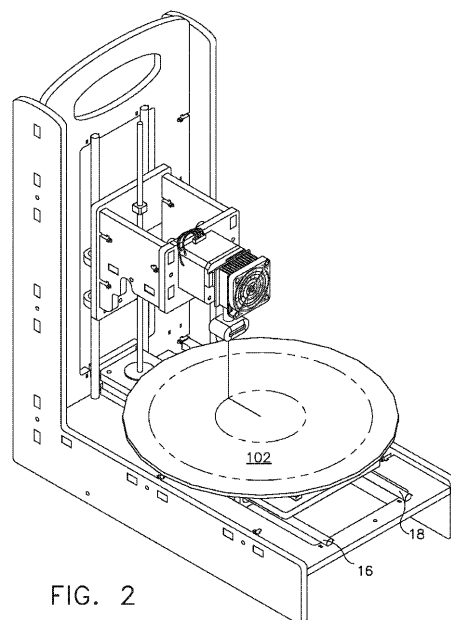


FIG. 2

【図 3】

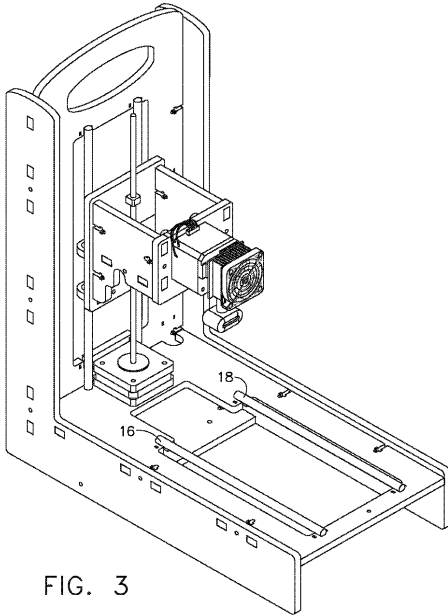


FIG. 3

【図 4】

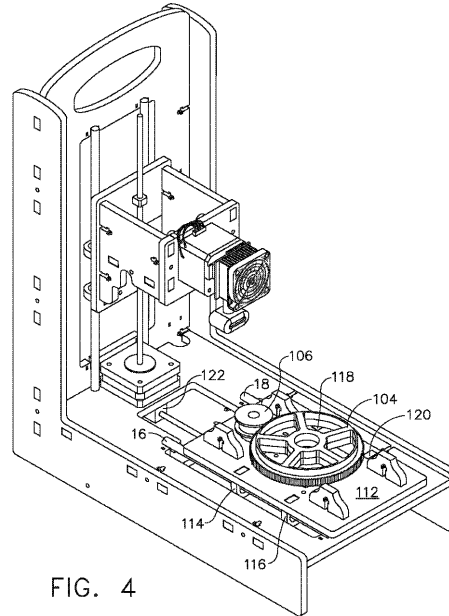


FIG. 4

【図 5】

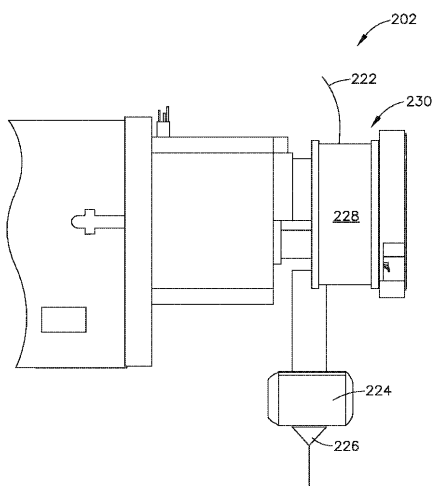


FIG. 5

【図 6】

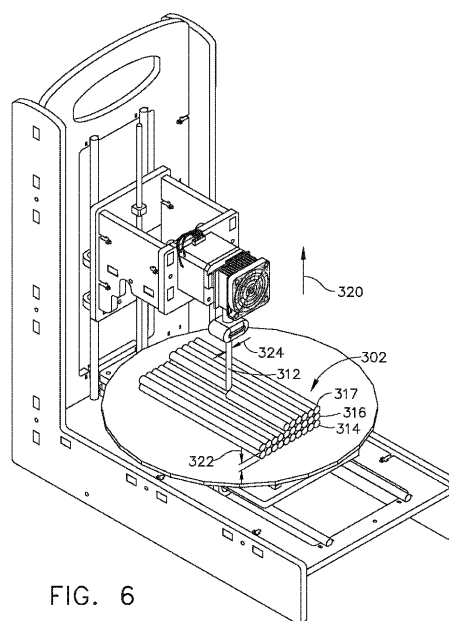


FIG. 6

【図 7】

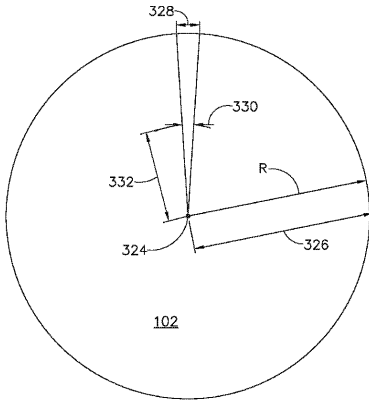


FIG. 7

【図 8】

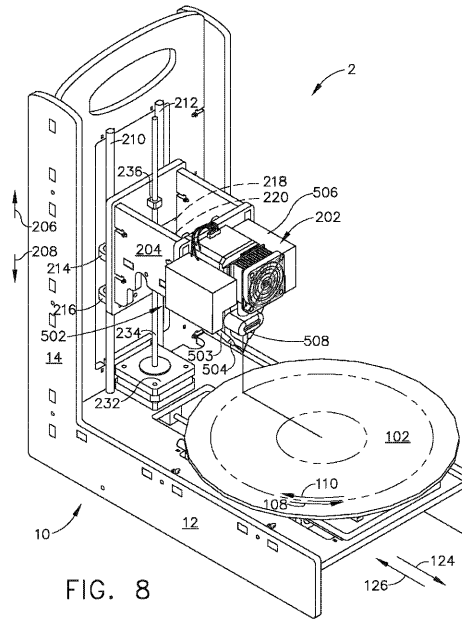


FIG. 8

【図 9 A】

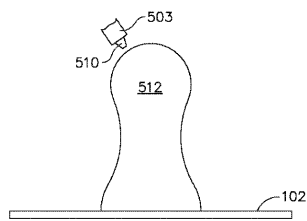


FIG. 9A

【図 9 B】

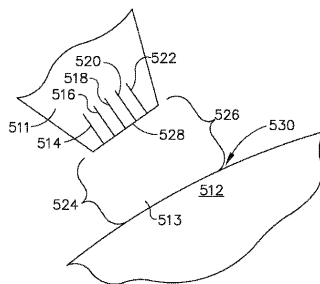


FIG. 9B

【図 10】

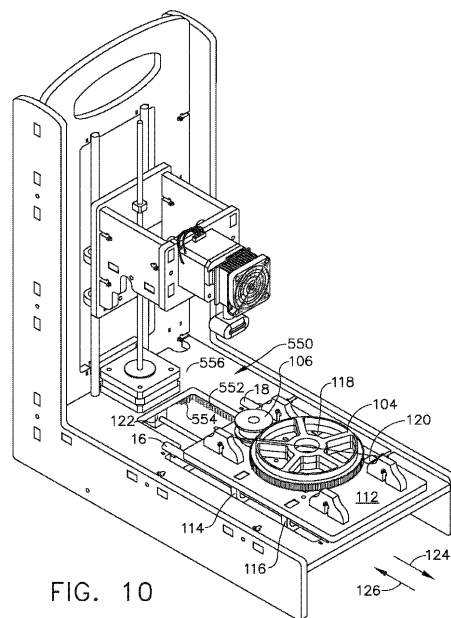
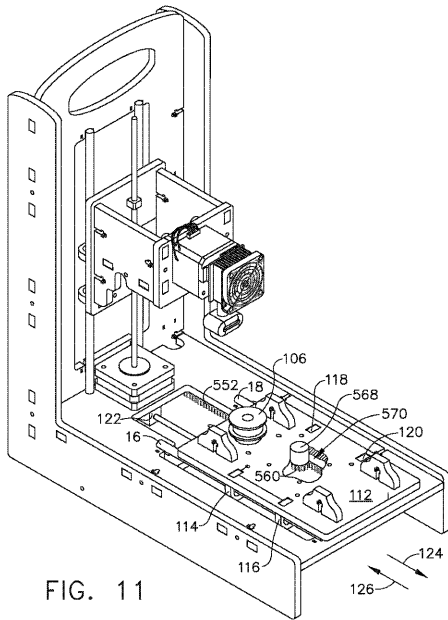


FIG. 10

【図 11】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US15/19199												
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(8) - B29C67/00, G05B19/4099, G06T15/00 (2015.01) CPC - B29C67/00, B29C67/0059, B29C67/0085 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC														
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8) Classifications: B29C67/00, G05B19/4099, G06T15/00 (2015.01) CPC Classifications: B29C67/00, B29C67/0059, B29C67/0085 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) PatSeer (US, EP, WO, JP, DE, GB, CN, FR, KR, ES, AU, IN, CA, INPADOC Data); Google; Google Scholar; ProQuest KEYWORDS: William J Steele, Polar 3D LLC, 3D, print*, frame, build, platform, head, support, structure, truss, bracket, scaffold*, chassis, eject*, work*, nozzle, polar, rotat*, three, dimension*, coupling, slid*														
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2012/0165969 A1 (ELSEY J) June 28, 2012; figures 1; paragraphs [0003], [0012], [0021], [0098]-[0099], [0101], [0106], [0108]-[0109], [0114]-[0115], [0119], [0127], [0138]</td> <td>1-16, 18, 19</td> </tr> <tr> <td>P, X</td> <td>WO 2014/092651 A1 (BLACKSMITH GROUP PTE LTD) June 19, 2014; entire document</td> <td>1, 6, 11, 14-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008/0042321 A1 (RUSSELL D et al.) February 21, 2008; entire document</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2012/0165969 A1 (ELSEY J) June 28, 2012; figures 1; paragraphs [0003], [0012], [0021], [0098]-[0099], [0101], [0106], [0108]-[0109], [0114]-[0115], [0119], [0127], [0138]	1-16, 18, 19	P, X	WO 2014/092651 A1 (BLACKSMITH GROUP PTE LTD) June 19, 2014; entire document	1, 6, 11, 14-16	A	US 2008/0042321 A1 (RUSSELL D et al.) February 21, 2008; entire document	1-20
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.												
X	US 2012/0165969 A1 (ELSEY J) June 28, 2012; figures 1; paragraphs [0003], [0012], [0021], [0098]-[0099], [0101], [0106], [0108]-[0109], [0114]-[0115], [0119], [0127], [0138]	1-16, 18, 19												
P, X	WO 2014/092651 A1 (BLACKSMITH GROUP PTE LTD) June 19, 2014; entire document	1, 6, 11, 14-16												
A	US 2008/0042321 A1 (RUSSELL D et al.) February 21, 2008; entire document	1-20												
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.														
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family														
Date of the actual completion of the international search 30 April 2015 (30.04.2015)		Date of mailing of the international search report 03 JUN 2015												
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Shane Thomas PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774												

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 スティール、ウィリアム、ジョセフ

アメリカ合衆国 インディアナ州 47025、ローレンスバーグ、ルサーン レーン 1202
Fターム(参考) 4F213 AC02 AR11 AR12 AR16 WA25 WB01 WL02 WL27 WL32 WL35
WL74 WL85 WL95