

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-193729

(P2017-193729A)

(43) 公開日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	4 F 2 1 3
B 2 9 C 67/00 (2017.01)	B 2 9 C 67/00	4 K 0 1 8
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2016-82747 (P2016-82747)	(71) 出願人	000132725
(22) 出願日	平成28年4月18日 (2016.4.18)		株式会社ソディック
			神奈川県横浜市都筑区仲町台3丁目12番1号
		(72) 発明者	川田 秀一
			神奈川県横浜市都筑区仲町台三丁目12番1号 株式会社ソディック本社・技術研修センター内
		(72) 発明者	野見山 聡士
			神奈川県横浜市都筑区仲町台三丁目12番1号 株式会社ソディック本社・技術研修センター内
		Fターム(参考)	4F213 AC04 AD03 WA22 WA25 WA53 WA62 WA67 WL02 WL12 WL43 WL55 WL73 WW24 4K018 CA44 EA51 EA60 FA06

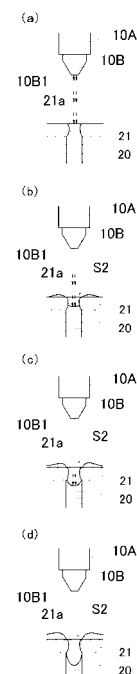
(54) 【発明の名称】 積層造形装置

(57) 【要約】

【課題】 切削装置の損傷を防止することができる、積層造形装置を提供すること。

【解決手段】 所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、新たに形成された焼結体の側面近傍に向けてガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、その焼結体の側面を切削装置の切削工具によって削正する積層造形装置であって、ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射、もしくは、間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせる材料粉末を吹き飛ばす。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

金属の材料粉末からなる粉末層が形成されるテーブルと、
前記テーブル上に形成された粉末層の所定領域にレーザビームを照射して焼結させ、焼結層を形成するレーザ照射装置と、
前記レーザ照射装置によって形成された焼結層を切削する切削工具を有する切削装置と、
ガス噴射によって材料粉末を吹き飛ばすガス噴射装置と、
を備え、
所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、
新たに形成された焼結体の側面近傍に向けて前記ガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、その焼結体の側面を前記切削工具によって削正する積層造形装置であって、
前記ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射のみ、もしくは、前記間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせ材料粉末を吹き飛ばすことを特徴とする積層造形装置。

10

【請求項 2】

前記ガス噴射装置は、少なくとも前記切削工具が入る深さまでの材料粉末をガス噴射によって吹き飛ばすことを特徴とする請求項 1 に記載の積層造形装置。

【請求項 3】

前記ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層造形装置。

20

【請求項 4】

前記ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、
前記ガス噴射口から噴射されるガスは、垂直方向に吹き付けられることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の積層造形装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、金属の積層造形物を製造する積層造形装置に関する。

30

【背景技術】**【0002】**

金属の積層造形物を製造するための装置として、特許文献 1 に記載の積層造形装置がある。この積層造形装置では、造形槽内においてリコータヘッドを水平一軸方向に移動させ、リコータヘッドに設けられた材料貯蓄箱およびブレードにより、金属の材料粉末を供給、且つ、平坦化させることによって粉末層を形成し、レーザ照射装置によって粉末層の所定範囲にレーザビームを照射して焼結層を形成する。そして、この焼結層の上に新たな粉末層を形成してレーザビームを照射し、焼結層を形成することを繰り返し行うことによって、金属の積層造形物を製造している。

【0003】

また、形状精度の高い積層造形物を得るために、所定層数の焼結層群からなる焼結体を形成する度に、新たに形成した焼結体の側面を切削装置によって削正しながら積層造形物を造形していく方法が知られている。

40

【0004】

ここで、側面切削が施される焼結体は、レーザビームによって焼結されなかった材料粉末によって、その略上面の高さまで埋もれた状態となっている。従って、そのままの状態では側面切削を行うと、材料粉末の中に切削工具を埋め込んだような状態で切削を進めることになる。このような切削では、切削工具が材料粉末を巻き込みながら進行するため、切削装置の切削工具に材料粉末が噛み込んで損傷が生じるおそれがある。

【0005】

50

そこで、特許文献 2 に記載の積層造形装置では、切削装置の動作中、切削工具の先端側に向けてガスを噴射することにより、切削の際に切削工具の表面に付着する切削粉および切削部位近傍の材料粉末に対してガスを吹き付けている。これにより、切削工具の表面に付着した切削粉を吹き飛ばしつつ、切削工具が移動する経路上の材料粉末を除去することによって、切削粉および材料粉末が切削工具に噛み込むことを防止している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特表平 1-502890 号公報

【特許文献 2】特開 2015-199972 号公報

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ところで、積層造形装置によって製造される積層造形物は多種多様であり、その形状が複雑な場合がある。このような積層造形物を構成する焼結体には、小さな穴や細い溝が形成されているものがある。そのため、上述した側面切削の際には、このような小さな穴や細い溝の側面に対しても切削を行う場合がある。この場合、切削の際の切削工具の損傷を防止するためには、そのような穴や溝の中に入り込んだ材料粉末を除去しなければならない。

【0008】

20

ここで、特許文献 2 に記載の積層造形装置では、上述したように、切削加工と切削工具近傍の材料粉末へのガスの吹き付けを同時に行っている。つまり、この積層造形装置によって焼結体の側面切削を行う場合、切削工具の通り道を形成しながら側面切削を行うことになる。従って、材料粉末の噛み込みによる切削工具の損傷を防止するためには、側面切削を行っている間、切削工具近傍の材料粉末に対してガスを持続的に噴射し続け、その移動経路上にある材料粉末を次々と吹き飛ばしていかななくてはならない。

【0009】

しかしながら、このような持続噴射では、焼結体の小さな穴や細い溝に詰まった材料粉末が穴や溝から出てこようとするところを噴流によって押さえ込んでしまうことになるため、それらを除去することが困難である。そのため、特許文献 2 に記載の積層造形装置では、依然として除去されることなく残存した材料粉末が切削工具に噛み込み、損傷が生じるおそれがある。

30

【0010】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、その目的は、切削工具の損傷を防止することができる、積層造形装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

第 1 の発明の積層造形装置は、金属の材料粉末からなる粉末層が形成されるテーブルと、前記テーブル上に形成された粉末層の所定領域にレーザビームを照射して焼結させ、焼結層を形成するレーザ照射装置と、前記レーザ照射装置によって形成された焼結層を切削する切削工具を有する切削装置と、ガス噴射によって材料粉末を吹き飛ばすガス噴射装置と、を備え、所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、新たに形成された焼結体の側面近傍に向けて前記ガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、その焼結体の側面を前記切削工具によって削正する積層造形装置であって、前記ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射のみ、もしくは、前記間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせる材料粉末を吹き飛ばすことを特徴とするものである。

40

【0012】

本発明では、所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、新たに形成された焼結体の側面近傍に向けてガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、そ

50

の焼結体の側面を切削装置の切削工具によって削正する。その際、ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射のみ、もしくは、間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせ材料粉末を吹き飛ばす。噴射時間の短いガス噴射によれば、小さな穴や細い溝の中に詰まった材料粉末であっても、その上側から少しずつ浮かせて外側に吹き飛ばすことができる。従って、このような噴射時間の短いガス噴射を繰り返す（間欠噴射）ことによって、持続噴射では除去することが難しい小さな穴や細い溝の中に詰まった材料粉末を除去することができる。以上により、小さな穴や細い溝の中に切削粉末がない状態で切削工具が入り込む空間を形成することができるため、側面切削の際に切削装置に材料粉末が噛み込みこむことを防止できる。これにより、切削工具の損傷を防止できる。

10

【0013】

また、小さな穴や細い溝が数多く形成された複雑な側面形状を有する焼結体では間欠噴射のみ、小さな穴や細い溝および大きな穴や太い溝が形成された焼結体では間欠噴射と同じ場所で複数回ガス噴射を行う間欠噴射と比較して除去速度の速い持続噴射とを適宜組み合わせる。これにより、焼結体の側面近傍の材料粉末をより効率的且つ確実に除去していくことができる。

【0014】

第2の発明の積層造形装置は、前記第1の発明において、前記ガス噴射装置は、少なくとも前記切削工具が入る深さまでの材料粉末をガス噴射によって吹き飛ばすことを特徴とするものである。

20

【0015】

本発明では、ガス噴射装置は、少なくとも切削工具が入る深さまでの材料粉末をガス噴射によって吹き飛ばす。これにより、側面切削の際、切削工具が入り込む十分な深さの空間を焼結体の側面近傍に形成することができる。従って、焼結体の側面切削時に材料粉末が切削工具に噛み込むことを防止できる。

【0016】

第3の発明の積層造形装置は、前記第1または2の発明において、前記ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内であることを特徴とするものである。

【0017】

ここで、ガス噴射装置により焼結体の側面近傍に吹き付けられるガスの強さが強すぎると、吹きつけたガスの勢いで材料粉末が舞い上がり造形環境が悪化してしまう。

30

【0018】

本発明では、ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内である。従って、ガスによって吹き飛ばされる材料粉末を舞い上がらせることなく、焼結体の側面近傍の材料粉末を吹き飛ばすことができる。これにより、良好な造形環境を保持しつつ、焼結体の側面近傍から材料粉末を除去することができる。

【0019】

第4の発明の積層造形装置は、前記第1～3のいずれかの発明において、前記ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、前記ガス噴射口から噴射されるガスは、垂直方向に吹き付けられることを特徴とするものである。

40

【0020】

本発明では、ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、ガス噴射口から噴射されるガスは、垂直方向に吹き付けられる。これにより、ガス噴射によって形成される空間の大きさを容易に制御することができる。従って、必要以上に材料粉末が除去されることを防止し、その上に新たな粉末層を形成する際に補充される材料粉末を削減することができる。

【発明の効果】**【0021】**

本発明によれば、間欠噴射を行うことにより、焼結体に形成された小さな穴や細い溝の

50

中に詰まった材料粉末を除去することができる。これにより、小さな穴や細い溝の中に切削装置の切削工具が入り込む空間を形成することができる。従って、焼結体の側面切削の際、切削装置の切削工具に材料粉末が噛み込み、切削工具が損傷することを防止できる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】実施形態に係る積層造形装置の全体構成を示す概略側面図である。

【図2】積層造形装置の下側構造物を示す斜視図である。

【図3】積層造形装置のリコータヘッドを示す斜視図である。

【図4】焼結体の外側側面近傍にガス噴射中の造形空間の上面図である。

【図5】図4に示す加工ヘッド周辺の側面図である。

【図6】不活性ガス供給装置とガス噴射装置との間の構成を示す概略図である。

【図7】焼結体の穴にガス噴射中の造形空間の上面図である。

【図8】焼結体の穴に詰まった材料粉末を除去する様子を示す側面図である。

【図9】図7に示す加工ヘッド周辺の側面図である。

【図10】焼結体の外側側面を切削中の造形空間の上面図である。

【図11】図10に示す加工ヘッド周辺の側面図である。

【図12】焼結体の穴の側面を切削中の造形空間の上面図である。

【図13】図12に示す加工ヘッド周辺の側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しつつ説明する。

【0024】

積層造形装置1は、焼結式金属粉末積層造形装置である。図1に示すように、積層造形装置1は、造形槽内に設けられた造形室1Aと、駆動装置室1Bとを有している。造形室1Aは、積層造形装置1の前側に配置されている。駆動装置室1Bは、後側に配置されている。造形室1Aと駆動装置室1Bとは、蛇腹1Cによって仕切られている。造形室1Aと駆動装置室1Bには、図6に示す不活性ガス供給装置12から不活性ガスが供給されている。これにより、積層造形物の造形中は、造形槽内の酸素濃度が可能な限り低くなるように構成されている。なお、以下では、図1の図面向かって左側を前、右側を後、手前側を右、奥側を左、上側を上、下側を下と定義して、適宜、「前」、「後」、「右」、「左」、「上」、「下」の方向語を使用して説明する。

【0025】

造形室1Aには、積層造形物を形成する造形空間が形成される。造形空間には、金属の材料粉末が敷き詰められる。造形室1Aには、造形テーブル2Aが収容されている。造形空間は、造形テーブル2Aの上側全域に形成される。造形テーブル2Aは、粉末層を形成する度に、新たに形成する粉末層の厚さに相当する高さだけ下降する。

【0026】

図1、図2に示すように、粉末層形成装置2は、造形テーブル2Aと、造形テーブル2Aを支持するとともに昇降させる支持機構2Bと、支持機構2Bに動力を伝達する伝達機構2Cと、支持機構2Bを駆動するモータ（不図示）を含む駆動装置とを含んでなる。また、粉末層形成装置2は、リコータヘッド3を含んでなる。

【0027】

図3に示すように、リコータヘッド3は、ブレード3Aと、材料貯蓄箱3Bと、ガイド機構3Cとを含んでなる。リコータヘッド3は、材料貯蓄箱3Bから材料粉末を供給するとともに、粉末層の上面の基準高さに沿ってブレード3Aを左右方向に移動させ、供給された材料粉末を平坦化することにより、新たな粉末層を形成する。

【0028】

ブレード3Aの上側には、材料貯蓄箱3Bに材料粉末を供給する材料供給装置（不図示）が備えられている。積層造形物の造形中、材料貯蓄箱3Bの中の材料粉末が不足しないように、適時、材料供給装置から材料貯蓄箱3Bに材料粉末が補充される。

【0029】

図2に示すように、ガイド機構3Cは、一对の軸受31と、各軸受31R、31Lがそれぞれ受ける一对の軸材32であるガイドレール32R、32Lとからなる。リコータヘッド3は、ガイド機構3Cに位置決め案内されて、水平1軸方向に、具体的には、積層造形装置1の左右方向に往復移動する。リコータヘッド3が移動することによってリコータヘッド3に設けられた材料貯蓄箱3Bおよびブレード3Aによって材料粉末の供給と平坦化を行って粉末層を形成することができる。

【0030】

レーザ照射装置5は、粉末層のうちの所定の照射領域にレーザビームを照射することにより、新たな焼結層を形成する。レーザ照射装置5は、2つのガルバノミラーを含むレーザ走査装置5Aと、レーザ発振器5Bと、焦点レンズ5Cと、複数のレーザ伝達部材（不図示）とを有している。

10

【0031】

レーザ発振器5Bから出力される所定のエネルギーを有するレーザビームは、レーザ伝達部材を通して、レーザ走査装置5Aのガルバノミラーに到達する。一对のガルバノミラーを反射したレーザビームは、焦点レンズ5Cで収束され、造形室1Aの天板に穿設されている通孔に設けられた透過レンズ1Dを通過する。焦点レンズ5Cで収束されたレーザビームは、予め定められているスポット径で粉末層に照射される。

【0032】

図1に示すように、切削装置7は、左右方向に往復移動可能な第1移動体7Aと、前後方向に往復移動可能な第2移動体7Bと、上下方向に往復移動可能な加工ヘッド7Cとを有する。また、加工ヘッド7Cには、その下側部分にスピンドルヘッド8が設けられている。スピンドルヘッド8は、上から見て、略中央に切削工具9を装着した状態で回転可能に構成されている。切削工具9の先端部には、焼結層を切削するための切刃9Aが設けられている。

20

【0033】

切削装置7は、第1移動体7Aによって左右方向、第2移動体7Bによって前後方向、加工ヘッド7Cによって上下方向の位置を位置決めすることができる。これにより、切削工具9を3軸方向に自在に移動させて、造形室1A内の任意の高さに位置決めすることができる。そして、水平方向に移動しながら高速回転する切削工具9の切刃9Aを当てることによって切削を行う。

30

【0034】

ガス噴射装置10は、材料粉末に向けてガスを噴射するためのものである。図1、図5に示すように、ガス噴射装置10は、加工ヘッド7Cの右端部中央に配置されている。ガス噴射装置10は、加工ヘッド7Cの下側部分に取り付けられたガス供給部10Aと、ガス供給部10Aの先端に取り付けられたノズル10Bとからなる。ガス供給部10Aには、不活性ガス供給装置12からガスが供給される。ガス供給部10Aとノズル10Bには、それらの中心軸を連通するガス通過孔（不図示）が形成されている。不活性ガス供給装置12からガス供給部10Aに供給されたガスは、ガス通過孔（不図示）を通過し、ノズル10Bの先端に設けられた円形状のノズル穴10B1から垂直方向に吹き付けられる。

40

【0035】

図6は、不活性ガス供給装置12とガス噴射装置10との間の構成を示す概略図である。不活性ガス供給装置12からガス噴射装置10へのガスの供給は、電磁弁13によって制御される。また、噴射されるガスの圧力はレギュレータ14によって制御され、噴射されるガスの流量はスピードコントローラ15によって制御される。

【0036】

次に、上述した積層造形装置1を用いて積層造形物を製造する過程について簡単に説明する。

【0037】

リコータヘッド3を左右方向に移動させることにより、造形テーブル2A上の造形空間

50

に材料貯蓄箱 3 B から材料粉末を供給しつつ、ブレード 3 A によって平坦化させる。これにより粉末層を形成し、層ごとに設定された焼結層形成範囲にレーザビームを照射して焼結層を形成する。焼結層の形成後、次に形成する粉末層の厚さ分だけ造形テーブル 2 A を下降させる。そして、焼結層の上に、その厚みが造形テーブル 2 A の下降距離と等しい新たな粉末層を形成し、層ごとに設定された焼結層形成範囲にレーザビームを照射することで焼結層を形成する。このような作業を繰り返し行うことにより、所望の積層造形物を製造する。

【0038】

さらに、本実施形態では、形状精度の高い積層造形物を得るために、所定層数の焼結層群からなる焼結体を形成する度に、小さい穴や細い溝が形成された焼結体の側面を切削装置によって削正しながら積層造形物を造形する。より具体的には、ガス噴射装置 10 による間欠噴射と持続噴射とを組み合わせることで焼結体の側面近傍の材料粉末を除去した後、切削工具 9 によって焼結体の側面を削正する。

【0039】

以下、焼結体の側面を削正する際の積層造形装置 1 の動作について説明する。

【0040】

なお、図 5、図 8、図 11、図 13 に示すように、造形中の積層造形物は、既に側面の削正が完了された焼結体群 20 と、焼結体群 20 の上に新たに形成された焼結体 21 とからなる。焼結体は、削正される部分を含めて形成される。従って、削正前の焼結体 21 は、その側面が焼結体群 20 の側面に対して飛び出している。また、焼結体 21 には、小さな穴 21 a と細い溝 21 b, 21 c が形成されている。本実施形態では、焼結体 21 の側面を削正する際の積層造形装置 1 の動作について、図 4、図 5、図 7～図 13 を参照しつつ説明する。

【0041】

まず、第 1 移動体 7 A および第 2 移動体 7 B によって加工ヘッド 7 C の位置を調節することにより、図 4 の破線矢印で示すように、焼結体 21 の輪郭である外側側面に沿ってガス噴射装置 10 を移動させる。このとき、図 5 の一点鎖線矢印で示すように、ガス噴射装置 10 から持続的にガスを噴射（以下、持続噴射と称する）させ、焼結体 21 の外側側面近傍の材料粉末に向けて吹き付けていくことにより、ガス噴射装置 10 の進行方向に沿って吹き出していくように材料粉末を吹き飛ばしていく。これにより、図 5 に示すように、切削の際に焼結体 21 の外側側面に沿って切削工具 9 の切刃 9 A が進行する空間 S1 を形成する。

【0042】

さらに、図 7 に示すように、焼結体 21 の小さな穴 21 a に詰まった材料粉末に向けてガスを吹き付けていく。より具体的には、図 8 (a)～(d) に示すように、穴 21 b の直上にガス噴射装置 10 のノズル穴 10 B1 を配置し、図 8 (a)～(c) の一点鎖線矢印で示す噴射時間の短いガスを複数回噴射（以下、間欠噴射と称する）することによって、穴 21 a の中の材料粉末を上側から順に少しずつ浮かせて外側に吹き飛ばして空間 S2 を形成していく。これにより、穴 21 a に詰まった材料粉末を除去することができる。以上により、図 9 に示すように、切削の際に切削工具 9 の切刃 9 A が入り込む空間 S2 を形成する。

【0043】

また、焼結体 21 の細い溝 21 b, 21 c に詰まった材料粉末を除去する場合も同様に、溝 21 b, 21 c の直上にガス噴射装置 10 のノズル穴 10 B1 を配置し、中に詰まった材料粉末に対して間欠噴射することによって、溝 21 b, 21 c の中の材料粉末を上側から順に吹き飛ばして除去していく。例えば、溝 21 b, 21 c のように前後方向に長い溝であれば、前後方向に沿って上記動作を後端から前端までガスの吹き付け位置をずらしながら繰り返し行うことにより、溝 21 b, 21 c に詰まった材料粉末を除去することができる。以上により、図 10 に示すように、切削の際に切削工具 9 の切刃 9 A が進行する空間 S3, S4 を形成する。

10

20

30

40

50

【0044】

なお、ガス噴射装置10のノズル穴10B1の口径は、1mmである。ノズル穴10B1は、焼結体21の上面を基準面として30mm離れて配置されている。ノズル穴10B1から噴射されるガスの吹き出し圧力は、0.1～0.5MPaの範囲内である。この範囲内によれば、焼結体21の上面を基準面として、10mm程度の深さまでの材料粉末を吹き飛ばして除去することができるため、切削工具9の切刃9Aが入り込む十分な深さの空間S1～S4を焼結体21の側面近傍に形成することができる。また、間欠噴射におけるガスの噴射回数は、1～2回／秒である。

【0045】

次に、第1移動体7Aおよび第2移動体7Bによって加工ヘッド7Cの位置を調節することにより、図10の破線矢印で示すように、上記ガス噴射によって、焼結体21の外側側面に沿うように形成された空間S1に沿って切削工具9の切刃9Aを移動させる。このとき、図11に示すように、高速回転する切削工具9の切刃9Aを当てることにより、焼結体21の外側側面を削正する。

【0046】

さらに、図12, 13に示すように、焼結体21の穴21aと溝21b, 21cに対しても同様に、ガス噴射によって形成された空間S2～S4に沿って切削工具9の切刃9Aを移動させる。このとき、高速回転する切削工具9の切刃9Aを当てることにより、焼結体21の穴21aと溝21b, 21cの側面を削正する。

【0047】

(作用・効果)

本実施形態では、ガス噴射装置10による間欠噴射によって、焼結体21の小さな穴21aや細い溝21b, 21cの中に詰まった材料粉末を除去する。これにより、穴21aや溝21b, 21cの中の材料粉末を上側から順に少しずつ浮かせて外側に吹き飛ばし、中に詰まった材料粉末を除去することができる。以上により、穴21aや溝21b, 21cの中に切削工具9の切刃9Aが入り込む空間S2～S4を形成することができるため、焼結体21の側面切削の際に切削工具9の切刃9Aに材料粉末が噛み込みこむことを防止できる。これにより、切削工具9の切刃9Aが損傷することを防止できる。

【0048】

また、焼結体21の外側側面近傍の材料粉末に対しては持続噴射、焼結体21の小さな穴21aや細い溝21b, 21cに詰まった材料粉末に対しては間欠噴射する。すなわち、材料粉末が除去し易い開かれた広い領域の材料粉末に対しては除去作業速度の速い持続噴射、材料粉末が除去しにくい閉ざされた狭い領域の材料粉末に対しては除去作業能力の高い間欠噴射を行う。これにより、より効率的且つ確実に材料粉末を除去し、切削工具9の切刃9Aが進行する空間S1～S4を形成することができる。

【0049】

また、ガス噴射装置10のノズル穴10B1の口径は、1mmである。ノズル穴10B1は、焼結体21の上面を基準面として30mm離れて配置されている。ノズル穴10B1から噴射されるガスの吹き出し圧力は、0.1～0.5MPaの範囲内である。この範囲内によれば、焼結体21の上面の高さを基準面として、10mm程度の深さまでの材料粉末を除去することができる。これにより、側面切削の際、切削工具9の切刃9Aが入り込む十分な深さの空間S1～S4を焼結体21の側面近傍に形成することができるため、焼結体21の側面切削時に切削装置7に材料粉末が噛み込むことを防止できる。また、ガスによって吹き飛ばされる材料粉末を舞い上がらせることなく、焼結体21の側面近傍の材料粉末を吹き飛ばすことができる。これにより、良好な造形環境を保持しつつ、焼結体21の側面近傍から材料粉末を除去し、切削工具9の切刃9Aが進行する空間S1～S4を形成することができる。

【0050】

また、ガス噴射装置10のノズル穴10B1は、円形状であって、ノズル穴10B1から噴射されるガスは、垂直方向に吹き付けられる。これにより、ガス噴射によって形成さ

10

20

30

40

50

れる空間の大きさを容易に制御することができる。従って、必要以上に材料粉末が除去されることを防止し、その上に新たな粉末層を形成する際に補充される材料粉末を削減することができる。

【0051】

以上、本発明の好適な実施の形態について説明したが、本発明は上述の実施形態や実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲に記載した限りにおいて様々な設計変更が可能なものである。

【0052】

本実施形態では、ガス噴射装置10から噴射されるガスは、材料粉末に向けて垂直方向に噴射されると記載したが、ガスが噴射される方向は、垂直方向でなくとも構わない。

10

【0053】

また、本実施形態では、間欠噴射と持続噴射とを組み合わせる材料粉末を除去する場合について記載したが、例えば、小さな穴や細い溝が数多く形成された複雑な側面形状を有する焼結体では、間欠噴射のみによって材料粉末を除去しても構わない。

【0054】

また、本実施形態では、積層造形物の外形を形成する小さな穴や細い溝の中に詰まった材料粉末を間欠噴射によって吹き飛ばす場合について記載したが、例えば、冷却通路等、積層造形物の外観とは別の目的で焼結体に形成された穴を保持するために、その中の材料粉末を間欠噴射によって除去しても構わない。

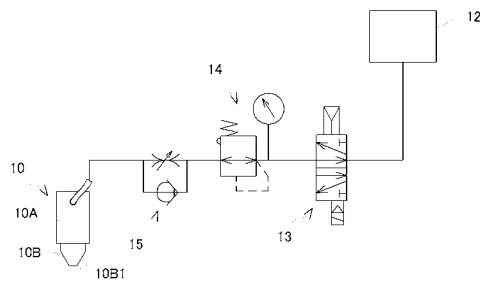
20

【符号の説明】

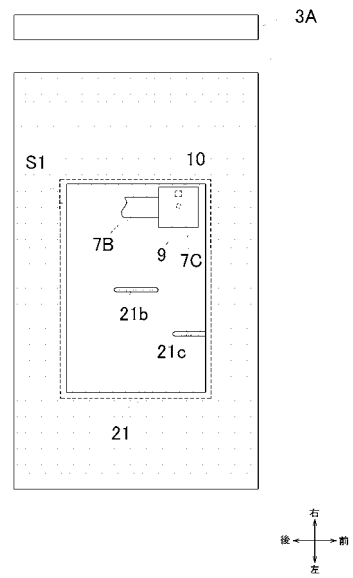
【0055】

- 1 積層造形装置
- 7 切削装置
- 9 切削工具
- 9A 切刃
- 10 ガス噴射装置
- 10B1 ノズル穴

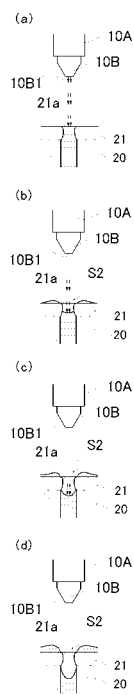
【図 6】



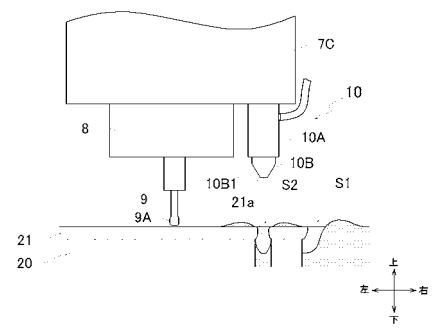
【図 7】



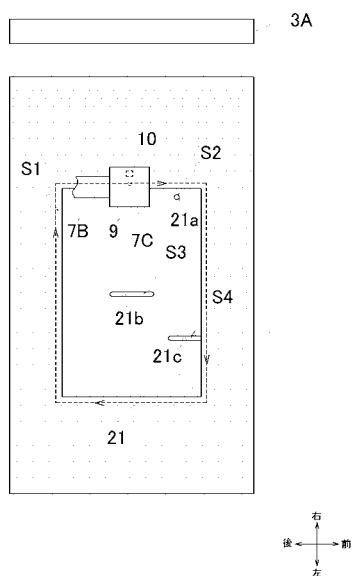
【図 8】



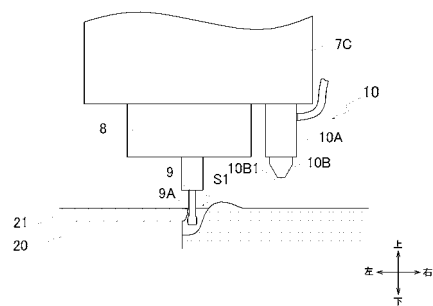
【図 9】



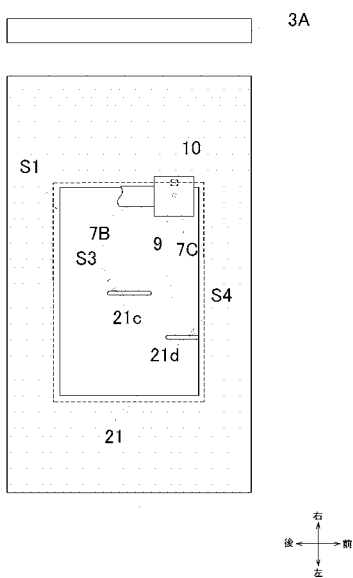
【図 10】



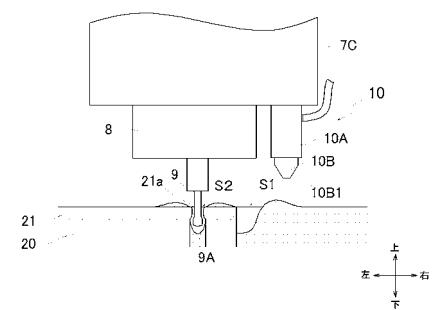
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【手続補正書】

【提出日】平成29年9月4日(2017.9.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

金属の材料粉末からなる粉末層が形成されるテーブルと、
前記テーブル上に形成された粉末層の所定領域にレーザビームを照射して焼結させ、焼結層を形成するレーザ照射装置と、
前記レーザ照射装置によって形成された焼結層を切削する切削工具を有する切削装置と、
ガス噴射によって材料粉末を吹き飛ばすガス噴射装置と、
を備え、
所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、
新たに形成された焼結体の側面近傍に向けて前記ガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、その焼結体の側面を前記切削工具によって削正する積層造形装置であって、
前記ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射のみ、もしくは、前記間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせる材料粉末を吹き飛ばし、
前記ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内であることを特徴とする積層造形装置。

【請求項 2】

前記ガス噴射装置は、少なくとも前記切削工具が入る深さまでの材料粉末をガス噴射によって吹き飛ばすことを特徴とする請求項 1 に記載の積層造形装置。

【請求項 3】

前記ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、
前記ガス噴射口から噴射されるガスは、焼結体の上面に対して垂直方向に吹き付けられることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の積層造形装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

第 1 の発明の積層造形装置は、金属の材料粉末からなる粉末層が形成されるテーブルと、前記テーブル上に形成された粉末層の所定領域にレーザビームを照射して焼結させ、焼結層を形成するレーザ照射装置と、前記レーザ照射装置によって形成された焼結層を切削する切削工具を有する切削装置と、ガス噴射によって材料粉末を吹き飛ばすガス噴射装置と、を備え、所定層数の焼結層群からなる焼結体が形成される度に、新たに形成された焼結体の側面近傍に向けて前記ガス噴射装置からガス噴射して材料粉末を吹き飛ばした後、その焼結体の側面を前記切削工具によって削正する積層造形装置であって、前記ガス噴射装置は、短時間のガス噴射を繰り返し行う間欠噴射のみ、もしくは、前記間欠噴射と持続的にガス噴射し続ける持続噴射とを組み合わせる材料粉末を吹き飛ばし、前記ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内であることを特徴とするものである。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 3 】

また、小さな穴や細い溝が数多く形成された複雑な側面形状を有する焼結体では間欠噴射のみ、小さな穴や細い溝および大きな穴や太い溝が形成された焼結体では間欠噴射と同じ場所で複数回ガス噴射を行う間欠噴射と比較して除去速度の速い持続噴射とを適宜み合わせる。これにより、焼結体の側面近傍の材料粉末をより効率的且つ確実に除去していくことができる。

ここで、ガス噴射装置により焼結体の側面近傍に吹き付けられるガスの強さが強すぎると、吹きつけたガスの勢いで材料粉末が舞い上がり造形環境が悪化してしまう。本発明では、ガス噴射装置によるガス噴射の強さは、材料粉末が舞い上がらない範囲内である。従って、ガスによって吹き飛ばされる材料粉末を舞い上がらせることなく、焼結体の側面近傍の材料粉末を吹き飛ばすことができる。これにより、良好な造形環境を保持しつつ、焼結体の側面近傍から材料粉末を除去することができる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 6

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 5】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 7

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 6】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 8

【補正方法】 削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 1 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 9 】

第 3 の発明の積層造形装置は、前記第 1 または 2 の発明において、前記ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、前記ガス噴射口から噴射されるガスは、焼結体の上面に対して垂直方向に吹き付けられることを特徴とするものである。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 2 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 2 0 】

本発明では、ガス噴射装置のガス噴射口は、円形状であって、ガス噴射口から噴射されるガスは、焼結体の上面に対して垂直方向に吹き付けられる。これにより、ガス噴射によって形成される空間の大きさを容易に制御することができる。従って、必要以上に材料粉末が除去されることを防止し、その上に新たな粉末層を形成する際に補充される材料粉末を削減することができる。