

(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2019-131846
(P2019-131846A)

(43) 公開日 令和1年8月8日(2019.8.8)

(51) Int.Cl.		F I	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 3 3 Y	30/00	(2015.01)	B 3 3 Y 30/00	4 K O 1 8
B 2 9 C	64/153	(2017.01)	B 2 9 C 64/153	
B 2 9 C	64/371	(2017.01)	B 2 9 C 64/371	
B 2 2 F	3/16	(2006.01)	B 2 2 F 3/16	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2018-13245 (P2018-13245)
(22) 出願日 平成30年1月30日 (2018.1.30)

(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100073759
弁理士 大岩 増雄
(74) 代理人 100088199
弁理士 竹中 岑生
(74) 代理人 100094916
弁理士 村上 啓吾
(74) 代理人 100127672
弁理士 吉澤 憲治
(72) 発明者 丸小 恭諒
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三
菱電機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層造形装置

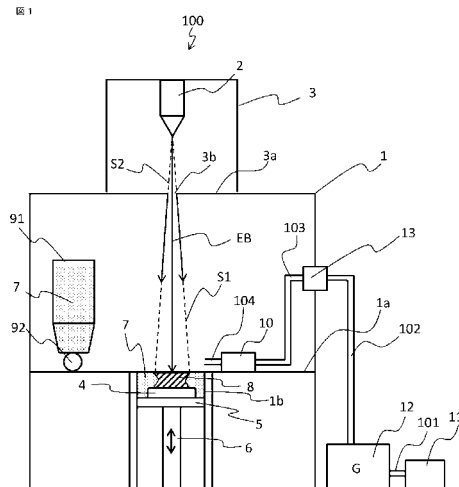
(57) 【要約】

【課題】電子ビームの照射によって帯電した粉末材料同士が互いに反発して飛散することを防止しつつ、飛散防止のために真空室内に導入されるガスの量を低減することができる積層造形装置を得る。

【解決手段】

積層造形装置100は、粉末材料7により形成される粉末床を真空チャンバ1内で積層しながら各層の粉末床を選択的に固化させる工程を繰り返すことにより三次元積層造形物8を製造する積層造形装置であって、粉末材料7を固化させる電子ビームEBを粉末床に照射する電子銃2と、電子ビームEBの走査範囲に設けられ、高さを調整可能な作業土台5と、作業土台5に載置され、粉末床を形成するプレート4と、電子ビームEBの照射によって陽イオン化する飛散防止ガスGの分子流を電子ビームEBの通過領域S1に導入するガス導入部10とを備えた。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

粉末材料により形成される粉末床を真空チャンバ内で積層しながら各層の粉末床を選択的に固化させる工程を繰り返すことにより三次元形状の造形物を製造する積層造形装置であって、

前記粉末材料を固化させる電子ビームを前記粉末床に照射する電子ビーム照射手段と、
前記電子ビームの走査範囲に設けられ、高さを調整可能な載置台と、

前記載置台に載置され、前記粉末床を形成する粉末床形成部と、

前記電子ビームの照射によって陽イオン化するガスの分子流を前記電子ビームの通過領域に導入するガス導入部と

を備えたことを特徴とする積層造形装置。

10

【請求項 2】

前記ガス導入部は、前記粉末材料が敷き詰められる造形領域部を有する床部に設置されている請求項 1 に記載の積層造形装置。

【請求項 3】

前記ガス導入部は、前記電子ビーム照射手段を収納する収納室に設置されている請求項 1 に記載の積層造形装置。

【請求項 4】

前記分子流は、クヌーセン数が 0.3 より大きい請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の積層造形装置。

20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、例えば金属粒体からなる粉末材料により形成される粉末床を真空室内で積層しながら各層の粉末床を選択的に固化させる工程を繰り返すことにより三次元形状の造形物を製造する積層造形装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

電子ビームの照射により熔融凝固可能な金属粒体などからなる粉末材料により形成される粉末床を真空室内で積層しながら、各層の粉末床を選択的に固化させることにより三次元形状の造形物を製造する積層造形装置が知られている。このように電子ビームを用いる積層造形装置では、電子ビームの照射により粉末材料が負に帯電するため、個々の粉末材料同士がクーロン力により互いに反発し合い粉末材料が飛散する虞がある。そこで、装置の真空室内に補助ガスを導入し、電子ビームの照射点近傍で補助ガスを正に帯電させることで粉末材料を電氣的に中性化させるものがある（例えば、特許文献 1 参照）。また、粉末材料の粉表面の伝導度を増加させる反応性ガスを供給しながら、作業領域上に配置された材料に電子ビームを照射するものがある（例えば、特許文献 2 参照）。

30

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

40

【特許文献 1】特表 2010 - 526694 号公報

【特許文献 2】特表 2011 - 506761 号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、真空室内に導入されるガスは容易に拡散するため、特許文献 1 及び特許文献 2 に記載のものでは、粉末材料の飛散を防止するためのガスを真空室内全体に導入することになり、特に大型の造形物を造形する場合のように、真空室が大型化すると必要なガス量も増大して生産コストが増大してしまうという問題点がある。

【0005】

50

この発明は、上記のような問題点を解決するためになされたもので、電子ビームの照射によって帯電した粉末材料同士が互いに反発して飛散することを防止しつつ、飛散防止のために真空室内に導入されるガスの量を低減することができる積層造形装置を得るものである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

この発明の積層造形装置は、粉末材料により形成される粉末床を真空チャンバ内で積層しながら各層の粉末床を選択的に固化させる工程を繰り返すことにより三次元形状の造形物を製造する積層造形装置であって、粉末材料を固化させる電子ビームを粉末床に照射する電子ビーム照射手段と、電子ビームの走査範囲に設けられ、高さを調整可能な載置台と、載置台に載置され、粉末床を形成する粉末床形成部と、電子ビームの照射によって陽イオン化するガスの分子流を電子ビームの通過領域に導入するガス導入部とを備えたものである。

10

【発明の効果】

【0007】

この発明の積層造形装置によれば、電子ビームの照射によって陽イオン化するガスの分子流を電子ビームの通過領域に噴出するガス導入部を備えたため、電子ビームの照射によって帯電した粉末材料同士が互いに反発して飛散することを防止しつつ、飛散防止のために真空室内に導入されるガスの量を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【0008】

【図1】この発明の実施の形態1における積層造形装置を示す概略図である。

【図2A】この発明の実施の形態1に係るガス導入部を示す側面図である。

【図2B】この発明の実施の形態1に係るガス導入部を示す平面図である。

【図3】この発明の実施の形態2における積層造形装置を示す概略図である。

【図4A】この発明の実施の形態2に係るガス導入部を示す側面図である。

【図4B】この発明の実施の形態2に係るガス導入部を示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施の形態1 .

30

以下に、この発明の実施の形態1を図1から図2Bに基づいて説明する。図1は、実施の形態1における積層造形装置を示す概略図である。積層造形装置100において、真空チャンバ1の上方に設置された電子銃室3、すなわち収納室には、電子銃2、すなわち電子ビーム照射手段が収納されている。電子銃2は真空チャンバ1の床部1aに対向しており、所定の走査範囲に対して電子ビームEBを照射するものである。電子銃室3の床部3aには電子銃室3と真空チャンバ1とを連通する開口部3bが設けられており、電子銃2から照射される電子ビームEBは開口部3bを介して真空チャンバ1内に照射される。開口部3bは図示しないシャッターによって開閉可能となっており、電子ビームEBが照射される時以外開口部3bを閉じることで真空チャンバ1と電子銃室3を遮断し、真空チャンバ1内の真空度を維持することが可能となっている。

40

【0010】

電子ビームEBは、電磁力によって偏向させることで照射箇所を操作可能である。また、電子ビームEBは電子銃2から床部1aまでの間で所定の広がり角度をもって広がる。実施の形態1では、電子ビームEBの照射先が走査範囲内を移動する際に電子ビームの経路が動く領域を電子ビームEBの通過領域とし、真空チャンバ1内の通過領域を通過領域S1、電子銃室3内の通過領域を通過領域S2としている。開口部3bの面積は、床部3aの高さにおける通過領域S2の水平断面積以上であり、電子ビームEBが通過領域S2内のどの経路を通っても、電子ビームEBが開口部3bを介して真空チャンバ1内に進入するようになっている。また、電子ビームEBの広がり下方ほど大きいので、通過領域S1の水平断面積は、通過領域S2の水平断面積よりも大きい。

50

【 0 0 1 1 】

床部 1 a には、三次元積層造形物 8 の原料である粉末材料 7 が敷き詰められる造形領域部 1 b が電子ビーム E B の走査範囲に形成されている。造形領域部 1 b の底面は、昇降機構 6 により高さを調整可能な作業土台 5、すなわち載置台により形成されており、作業土台 5 を昇降させることにより造形領域部 1 b の深さが調整される。

【 0 0 1 2 】

床部 1 a 上には、粉末ボックス 9 1 に収納された粉末材料 7 を作業土台 5 の上に敷き詰める粉末床形成機構 9 2 が設置されている。粉末床形成機構 9 2 は、造形領域部 1 b の上部を移動、往復しながら所量の粉末材料 7 を造形領域部 1 b 内に供給し、作業土台 5 の上に粉末材料 7 を敷き詰める。粉末ボックス 9 1 は、例えば直方体の箱体であり、粉末床形成機構 9 2 が下方に来ると粉末材料 7 を落下させ、粉末床形成機構 9 2 に粉末材料 7 を供給する。粉末材料 7 は、固化して三次元造形物を構成する粉末状の材料であり、電子銃 2 からの電子ビーム E B が照射されることで溶融凝固又は焼結して固化する。粉末材料 7 は、例えばコバルトクロムモリブデン合金やチタン合金などの金属粒体の粉末材料であるが、これに限られるものではなく電子ビーム E B の照射により溶融凝固又は焼結可能なものであればよい。

【 0 0 1 3 】

また、床部 1 a にはガス導入部 1 0 が設置されている。ガス導入部 1 0 は、造形領域部 1 b の近傍に配置され、噴出管 1 0 4 を介して電子ビーム E B の通過領域 S 1 に分子流状態の飛散防止ガス G を局所的に導入する。また、ガス導入部 1 0 は、真空チャンバ 1 の側壁に設けられたガス供給部 1 3 に配管 1 0 3 を介して接続されている。ガス供給部 1 3 は、真空チャンバ 1 の外部に設けられた容器 1 2 に配管 1 0 2 を介して接続されており、容器 1 2 に保持されている飛散防止ガス G をガス導入部 1 0 に供給する。容器 1 2 は、配管 1 0 1 を介して真空ポンプ 1 1 と接続されており、真空ポンプ 1 1 により減圧された飛散防止ガス G を保持している。

【 0 0 1 4 】

ガス導入部 1 0 及びプレート 4 についてより詳細に説明する。図 2 A 及び図 2 B は、ガス導入部 1 0 を示す側面図及び平面図である。なお、実際はプレート 4 の周囲にも粉末材料 7 が敷き詰められるが、図 2 A 及び図 2 B ではプレート 4 の周囲に敷き詰められる粉末材料を省略している。プレート 4 は、例えば断面正方形の金属製のプレートであり、電子ビーム E B が照射される範囲に溝部 4 a が設けられている。作業土台 5 の上に粉末材料 7 が敷き詰められる際には溝部 4 a 内にも粉末材料 7 が敷き詰められ、1 層目の粉末床 7 1 が形成される。

【 0 0 1 5 】

ガス導入部 1 0 は、電子ビーム E B の通過領域 S 1 側の側面に複数の噴出管 1 0 4 が設けられている。それぞれの噴出管 1 0 4 は、例えば断面円形状の細管であり、床部 1 a から高さ V 1 でガス導入部 1 0 に設けられ、ガス導入部 1 0 から電子ビーム E B の通過領域 S 1 に向かって延びている。噴出管 1 0 4 の通過領域 S 1 側の端と溝部 4 a との間は所定の距離 H 1 離れている。複数の噴出管 1 0 4 は、プレート 4 の幅方向に沿って配列されており、その本数はプレート 4 の幅に合わせて設定され、噴出管 1 0 4 から噴出する飛散防止ガス G がプレート 4 の上部全体をカバーするようになっている。このため、電子ビーム E B が通過領域 S 1 内のどのような経路を通過しても、電子ビーム E B が飛散防止ガス G を照射することとなり、電子ビーム E B の照射によって飛散防止ガス G が陽イオン化される。なお、飛散防止ガス G としては電子ビーム E B の照射によって陽イオン化されるものであれば特に限られるものではないが、粉末材料の酸化を防ぐ観点から、アルゴンやヘリウムなどの不活性ガスを用いることが望ましい。

【 0 0 1 6 】

飛散防止ガス G は、分子流として噴出管 1 0 4 から導入される。より具体的には、飛散防止ガス G の流れが粘性流であるか分子流であるかを示す指数であるクヌーセン数 K が、0.3 より大きくなるように設定される。実施の形態 1 では、系の代表長を噴出管 1 0 4

10

20

30

40

50

の内径Dとしているので、クヌーセン数Kは、飛散防止ガスGの平均自由行程及び噴出管104の内径Dを用いて $K = \lambda / D$ で表される。クヌーセン数Kの設定は、平均自由行程及び噴出管104の内径Dを調整することで行う。平均自由行程は飛散防止ガスGの圧力を調整することで調整可能である。クヌーセン数Kの調整のために内径Dを小さくする場合、内径Dの変化量に応じて噴出管104の本数を増やし、噴出管104全体の幅をプレート4の幅に合わせる。

【0017】

分子流として導入される飛散防止ガスGは、粘性流の場合のような拡散が起こることが抑制されており、図2Bに示すように噴出管104から直線的に流れるため、飛散防止ガスGは電子ビームEBの通過領域S1に局所的に導入される。

10

【0018】

次に、動作について説明する。真空チャンバ1内を真空引きして真空チャンバ1内の真空度を安定させた後、プレート4の上面から床部1aの上面までの高さが粉末床71の1層分になるように作業土台5の高さを調整し、作業土台5に対して予熱用の電子ビームを照射することで作業土台5を加熱する。予熱用の電子ビームは、ビーム出力やビームフォーカス、ビーム走査速度などのビームパラメータを調整し、粉末材料を溶融凝固させる電子ビームEBよりも出力を抑制したものである。作業土台5の加熱後、作業土台5の上に粉末材料7を敷き詰める。この際、プレート4の溝部4aにも粉末材料7が敷き詰められ、1層目の粉末床71が形成される。1層目の粉末床71は、加熱された作業土台5からの熱伝導により予熱される。これにより1層目の粉末床71を形成する粉末材料が昇温するので、電子ビームEBの照射によって粉末材料が負に帯電し、粉末材料同士がクーロン力により反発して飛散することが抑制される。上記のような昇温によって粉末材料の飛散を抑制することができるのは、昇温に伴う電気抵抗の低下により電荷が導通し、粉末材料の帯電が抑制されるためである。

20

【0019】

粉末床71の予熱後、容器12に保持されている飛散防止ガスGをガス導入部10へ送り、噴出管104を通して飛散防止ガスGを電子ビームEBの通過領域S1に局所的に導入する。

【0020】

次に、予め設定した照射パターンに従って電子ビームEBを1層目の粉末床71に照射し、1層目の粉末床71の粉末材料を選択的に固化させる。この際、粉末床71の近傍では通過領域S1に導入された飛散防止ガスGが電子ビームEBに照射され、飛散防止ガスGと電子ビームEBの相互作用により陽イオンが生じる。この陽イオンは、電子ビームEBの照射により負に帯電した1層目の粉末床71の粉末材料7を電氣的に中和する。1層目の粉末床71について粉末材料の固化が完了したら電子ビームEBの照射をやめ、作業土台5の高さを2層目の粉末床(図示なし)の厚さ分だけ下げて、1層目の場合と同様に1層目の粉末床71の上に2層目の粉末床を形成する。2層目の粉末床は、電子ビームEBにより固化された1層目の粉末床71の余熱によって昇温するため、2層目の粉末床を形成する粉末材料が電子ビームEBの照射により負に帯電してクーロン力により反発し、粉末材料7が飛散することが抑制される。

30

40

【0021】

2層目の粉末床の形成後、1層目の場合と同様に飛散防止ガスGを電子ビームEBの通過領域S1に局所的に導入し、電子ビームEBを照射して2層目の粉末床71の粉末材料を選択的に固化させる。なお、2層目の粉末床に対して電子ビームEBを照射する前に、予熱用の電子ビームを照射して2層目の粉末床を再予熱してもよい。3層目以降も同様にし、粉末床を積層しながら各層の粉末床を選択的に固化させる工程を繰り返すことにより、作業土台5の上に三次元積層造形物8を製造する。

【0022】

実施の形態1による効果について説明する。実施の形態1の効果を確認するため、飛散防止ガスGを局所的に導入する場合と導入しない場合とで、負に帯電した粉末材料がクー

50

ロンカにより反発して飛散するときの電子ビームEBの電流値を「許容電流値」としてそれぞれ計測し、比較した。許容電流値の計測では、まず真空チャンバ1内の真空度を安定させ、金属粒体からなる粉末材料7を溝部4aに厚さ100 μ mで一様に敷き詰めした後、敷き詰められた粉末材料7に対して電子ビームEBを照射する。また、粉末材料の予熱は行わず、常温のままの粉末材料7に対して電子ビームEBを照射している。この条件の下、電子ビームEBの電流値を徐々に増加させていき、粉末材料の飛散が確認されたときの電子ビームEBの電流値を計測する。粉末材料7の飛散の有無の確認は、電子ビームEBの照射後の約2秒間、真空チャンバ1の覗き窓(図示なし)より真空チャンバ1内を目視確認することで行う。許容電流値の比較においては、飛散防止ガスGを局所的に導入する場合と導入しない場合で計測をそれぞれ複数回を行い、平均値を算出して比較する。上記のようにして許容電流値を計測した結果、飛散防止ガスGを導入しない場合の許容電流値の平均値は約0.6mA、飛散防止ガスGを局所的に導入した場合の許容電流値の平均値は約1.1mAであり、局所的な飛散防止ガスGの導入により許容電流値が上昇する効果があることが確認できた。このような効果があるのは、飛散防止ガスGの導入が局所的なものであっても、通過領域S1に導入された飛散防止ガスGと電子ビームEBの相互作用によって生じた陽イオンにより、帯電した粉末材料7を電氣的に中和されたためと考えられる。

10

20

30

40

50

【0023】

実施の形態1によれば、電子ビームの照射によって帯電した粉末材料同士が互いに反発して飛散することを防止しつつ、真空室内に導入される飛散防止ガスの量を低減することができる。より具体的には、電子ビームの照射によって陽イオン化する飛散防止ガスの分子流を電子ビームの通過領域に導入するガス導入部を備えたため、電子ビームの通過領域に飛散防止ガスを局所的に導入することが可能となっている。このため、真空チャンバ全体に飛散防止ガスを導入する必要がなく、真空室内に導入される飛散防止ガスの量が低減されている。導入される飛散防止ガスの量の低減は、飛散防止ガスに係るコストを低減するとともに、真空チャンバ内のガス分子の増加を抑制し、真空度の低下を抑制することができる。これにより、飛散防止ガスのガス分子と電子ビームの衝突による電子ビームのエネルギーの低下も抑制されるため、電子ビームへのエネルギー投入量の増加を抑制することができる。

【0024】

また、ガス導入部を真空チャンバの床部に設置したので、飛散防止ガスが粉末床の近傍に導入され、より効果的に粉末材料の飛散を防止することができる。

【0025】

実施の形態2.

以下に、この発明の実施の形態2を図3から図4Bに基づいて説明する。なお、図1から図2Bと同一又は相当部分については同一の符号を付し、その説明を省略する。実施の形態2は、ガス導入部を電子銃室に設置した点が実施の形態2と異なる。図3は、実施の形態2における積層造形装置を示す概略図である。積層造形装置200において、電子銃室3の床部3aにはガス導入部20が設置されている。ガス導入部20は、開口部3bの近傍に配置され、噴出管204を介して電子ビームEBの通過領域S2に分子流状態の飛散防止ガスGを局所的に導入する。また、ガス導入部20は、電子銃室3の側壁に設けられたガス供給部23に配管203を介して接続されている。ガス供給部23は容器12に配管202を介して接続されており、容器12に保持されている飛散防止ガスGをガス導入部20に供給する。

【0026】

ガス導入部20についてより詳細に説明する。図4A及び図4Bは、ガス導入部20を示す側面図及び平面図である。ガス導入部20は、開口部3b側の側面に複数の噴出管204が設けられている。噴出管204は、例えば断面円形状の複数の細管かであり、床部3aから高さV2でガス導入部20に設けられ、ガス導入部20側から開口部3bに向かって延びている。噴出管204の開口部3b側の端と開口部3bとの間は所定の距離H2

離れている。複数の噴出管 204 は、開口部 3b の幅方向に沿って配列されており、その本数は開口部 3b の幅に合わせて設定され、噴出管 204 から噴出する飛散防止ガス G が開口部 3b の上部全体をカバーするようになっている。このため、電子ビーム EB が通過領域 S2 内のどのような経路を通過しても、電子ビーム EB が飛散防止ガス G を照射することとなり、電子ビーム EB の照射により飛散防止ガス G が陽イオン化される。

飛散防止ガス G が分子流として噴出管 204 から導入され、通過領域 S2 に局所的に導入される点は実施の形態 1 と同様である。また、クヌーセン数 K の調整のために噴出管 204 の内径 D を小さくする場合、内径 D の変化量に応じて噴出管 204 の本数を増やし、噴出管 204 全体の幅を開口部 3b の幅に合わせる。

【0027】

その他の構成については実施の形態 1 と同様であるので、その説明を省略する。

【0028】

次に、動作について説明する。実施の形態 1 と同様に、真空チャンバ 1 内の真空度を安定させ、作業土台 5 の高さを調整した後に作業土台 5 を予熱用の電子ビームで加熱する。作業土台 5 の加熱後、作業土台 5 の上、及びプレート 4 の溝部 4a に粉末材料 7 を敷き詰め、溝部 4a 内に 1 層目の粉末床 71 を形成する。1 層目の粉末床 71 は、作業土台 5 からの熱伝導により予熱される。粉末床 71 の予熱後、容器 12 に保持されている飛散防止ガス G をガス導入部 20 へ送り、噴出管 204 を通して飛散防止ガス G を電子ビーム EB の通過領域 S2 に局所的に導入する。

【0029】

飛散防止ガス G を通過領域 S2 に導入した後、予め設定した照射パターンに従って電子ビーム EB を 1 層目の粉末床 71 に照射する。この際、電子銃室 3 内の開口部 3b の近傍にて飛散防止ガス G と電子ビーム EB が相互作用して陽イオンが生じる。この陽イオンは、開口部 3b を通って真空チャンバ 1 内に入り、1 層目の粉末床 71 の近傍に達して、電子ビーム EB の照射により負に帯電した 1 層目の粉末床 71 の粉末材料 7 を電氣的に中和する。1 層目の粉末床 71 について粉末材料の固化が完了したら電子ビーム EB の照射をやめ、作業土台 5 の高さを 2 層目の粉末床（図示なし）の厚さ分だけ下げる。その後、1 層目の場合と同様にして 1 層目の粉末床 71 の上に 2 層目の粉末床を形成する。以降については実施の形態 1 と同様であるので、その説明を省略する。

【0030】

実施の形態 2 によれば、実施の形態 1 と同様に飛散防止ガスの分子流を電子ビームの通過領域に導入するガス導入部を備えたため、電子ビームの照射によって帯電した粉末材料同士が互いに反発して飛散することを防止しつつ、真空室内に導入される飛散防止ガスの量を低減することができる。

【0031】

また、導入する飛散防止ガスの量をさらに低減することができる。より具体的には、飛散防止ガスを電子ビームの通過領域に導入するガス導入部を電子銃室内に設置したため、ガス導入部に設けられた噴出管がカバーすべき幅が、実施の形態 1 よりも小さくなっている。これは、上述したように電子ビームは所定の広がり角度を持ち、下方ほど広がりが大きくなるため、電子銃室内の通過領域の水平断面積は真空チャンバ内の通過領域の水平断面積よりも小さいためである。そして、噴出管がカバーすべき幅は電子ビームの通過領域の幅であるため、実施の形態 2 において噴出管がカバーすべき幅は、実施の形態 1 において噴出管がカバーする必要があった幅よりも小さく、噴出管の本数を削減できるとともに、導入する飛散防止ガスの量をさらに低減することが可能となっている。

【0032】

また、この発明は、この発明の趣旨を逸脱しない範囲において、各実施の形態や構成を適宜組み合わせたり、構成を一部変形、省略したりすることが可能である。

【符号の説明】

【0033】

1 真空チャンバ、1a 床部、1b 造形領域部、2 電子銃、3 電子銃室、4 プ

10

20

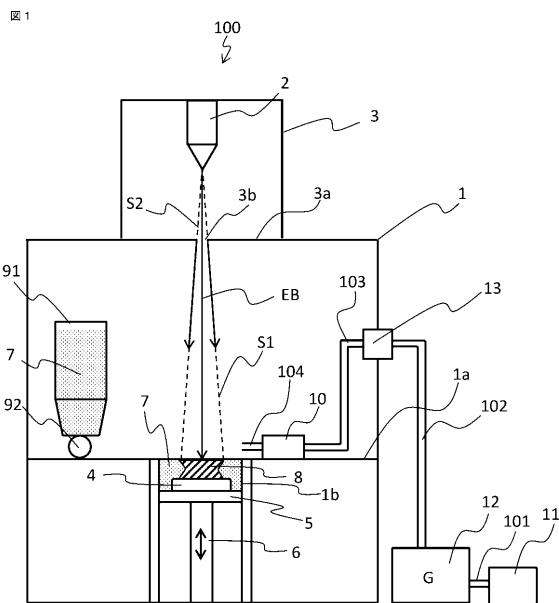
30

40

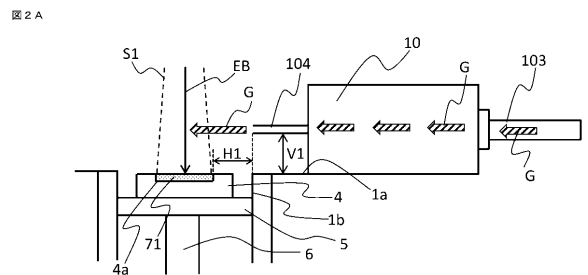
50

レート、4 a 溝部、5 作業土台、7 粉末材料、7 1 粉末床、8 三次元積層造形物、1 0、2 0 ガス導入部、1 0 4、2 0 4 噴出管、1 0 0、2 0 0 積層造形装置、E B 電子ビーム、G 飛散防止ガス、S 1、S 2 通過領域、

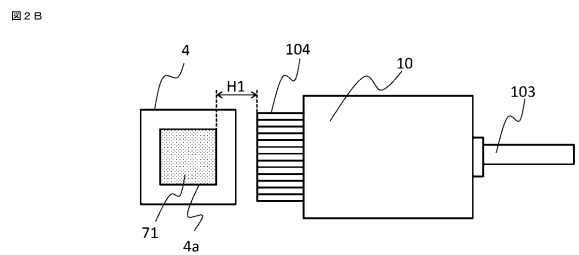
【 図 1 】



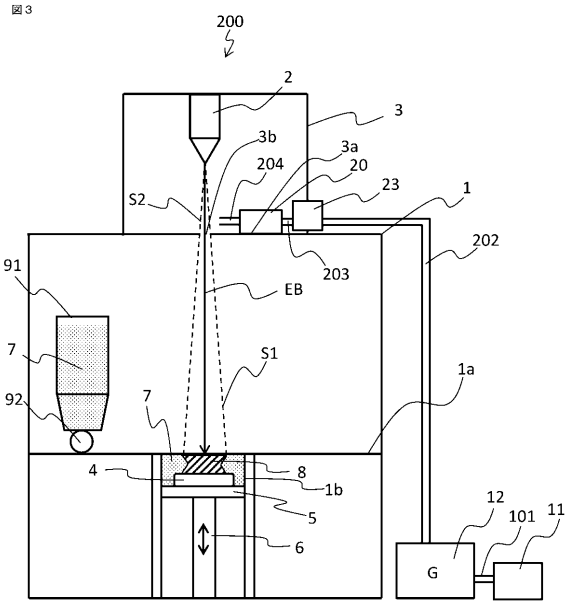
【 図 2 A 】



【 図 2 B 】

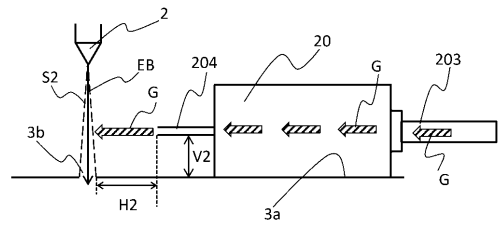


【 図 3 】



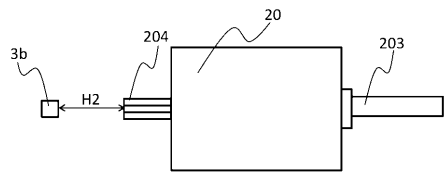
【 図 4 A 】

図 4 A



【 図 4 B 】

図 4 B



フロントページの続き

(72)発明者 物種 武士

東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内

Fターム(参考) 4F213 AC04 AM26 AM30 WA25 WB01 WL03 WL13

4K018 AA06 AA10 BA03 BA04 CA44 DA32 DA33 EA51 EA60