

(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2019-142017

(P2019-142017A)

(43) 公開日 令和1年8月29日(2019.8.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B29C 64/188 (2017.01)</b>	B29C 64/188	4F213
<b>B29C 64/153 (2017.01)</b>	B29C 64/153	4G052
<b>B33Y 30/00 (2015.01)</b>	B33Y 30/00	4K018
<b>B29C 64/214 (2017.01)</b>	B29C 64/214	
<b>B29C 64/218 (2017.01)</b>	B29C 64/218	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2018-25901 (P2018-25901)  
 (22) 出願日 平成30年2月16日 (2018.2.16)

(71) 出願人 000005108  
 株式会社日立製作所  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号  
 (74) 代理人 110002572  
 特許業務法人平木国際特許事務所  
 (72) 発明者 齋藤 昇  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内  
 (72) 発明者 大沼 篤彦  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内  
 (72) 発明者 青田 欣也  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

最終頁に続く

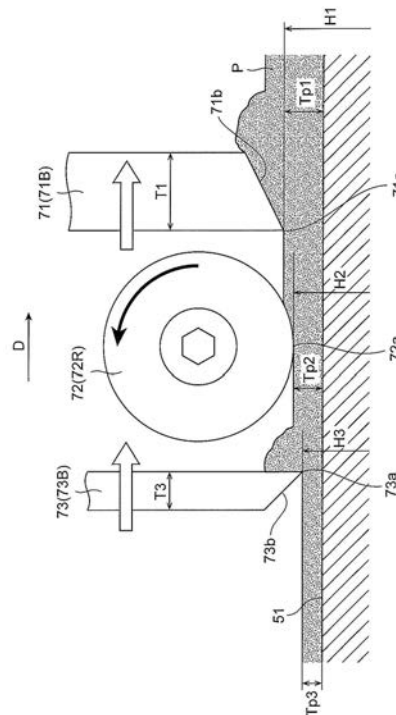
(54) 【発明の名称】 付加製造装置

(57) 【要約】

【課題】材料粉末を高密度かつ均一な厚さに敷き詰めて製品の品質を向上させることが可能な粉末床溶融結合方式の付加製造装置を提供する。

【解決手段】材料粉末Pを均しながら敷き詰める材料敷詰部71と、その材料敷詰部71によって敷き詰められた材料粉末Pを圧縮する材料圧縮部72と、その材料圧縮部72によって圧縮された材料粉末Pの表層部を削り取る表層除去部73、を備える付加製造装置。

【選択図】 図3



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

粉末床溶融結合方式の付加製造装置であって、  
材料粉末を均しながら敷き詰める材料敷詰部と、  
前記材料敷詰部によって敷き詰められた前記材料粉末を圧縮する材料圧縮部と、  
前記材料圧縮部によって圧縮された前記材料粉末の表層部を削り取る表層除去部と、を  
備えることを特徴とする付加製造装置。

**【請求項 2】**

前記材料圧縮部の先端の高さ位置は、前記材料敷詰部の先端の高さ位置よりも低く、  
前記表層除去部の先端の高さ位置は、前記材料圧縮部の前記先端の高さ位置よりも低い  
ことを特徴とする請求項 1 に記載の付加製造装置。

10

**【請求項 3】**

前記材料敷詰部は、板状の敷詰ブレードによって構成されていることを特徴とする請求  
項 2 に記載の付加製造装置。

**【請求項 4】**

前記敷詰ブレードは、前記材料粉末に接する先端部に傾斜面を有し、  
前記傾斜面は、前記敷詰ブレードの進行方向の後方側ほど前記敷詰ブレードの先端に近  
づくように前記進行方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 3 に記載の付加製  
造装置。

**【請求項 5】**

前記敷詰ブレードは、前記材料粉末に接する先端部に弾性変形可能な弾性部を有するこ  
とを特徴とする請求項 3 に記載の付加製造装置。

20

**【請求項 6】**

前記材料圧縮部は、圧縮ローラによって構成され、  
前記表層除去部は、板状の除去ブレードによって構成されていることを特徴とする請求  
項 2 に記載の付加製造装置。

**【請求項 7】**

前記材料圧縮部は、前記圧縮ローラを前記材料粉末に押し付ける押付部を有することを  
特徴とする請求項 6 に記載の付加製造装置。

**【請求項 8】**

前記除去ブレードは、前記材料粉末に接する先端部から離れるほど進行方向の後方へ後  
退するように傾斜し、前記材料粉末の表層部との間の角度が鋭角であることを特徴とする  
請求項 6 に記載の付加製造装置。

30

**【請求項 9】**

前記除去ブレードは、前記材料粉末に接する先端部に傾斜面を有し、  
前記傾斜面は、前記除去ブレードの進行方向の後方側ほど前記除去ブレードの先端から  
離れるように前記進行方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項 6 に記載の付加  
製造装置。

**【請求項 10】**

前記材料敷詰部、前記材料圧縮部および前記表層除去部を進行方向に並べて支持する支  
持部と、

40

前記支持部を前記進行方向に移動させる移動機構と、を有することを特徴とする請求項  
1 に記載の付加製造装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、付加製造装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

従来から、付加製造技術が知られている。付加製造は、材料を付着することによって物

50

体を三次元形状の数値表現から作成するプロセスであり、除去的な製造とは対照をなすものである。付加製造は、「3Dプリンター」や「積層造形」とも呼ばれ、多くの場合、複数の層を積層させることによって実現される。付加製造を行う装置の一例として、リコータにより材料粉末を運び、その薄層を形成し、材料粉末の薄層にエネルギービームを選択的に照射して3次元造形物を作製する粉末積層造形装置に関する発明が知られている（下記特許文献1を参照）。

【0003】

特許文献1に記載された粉末積層造形装置は、昇降台と、第1運搬部材および第2運搬部材と、押圧ローラと、加熱用エネルギービーム出射手段とを有している（同文献、請求項2等を参照）。第1運搬部材および第2運搬部材は、材料粉末を均しながら昇降台上に運び、押圧ローラは、第1運搬部材と第2運搬部材の間に配置され、第1運搬部材および第2運搬部材のそれぞれの下面よりも低い位置に下面があり、均した材料粉末を押圧して材料粉末の薄層を形成する。加熱用エネルギービーム出射手段は、材料粉末の薄層を加熱する。

10

【0004】

上記従来 of 粉末積層造形装置は、第1運搬部材または第2運搬部材で表面を均しながら材料粉末を昇降台上に運び、次いで、均した材料粉末を押圧ローラで押圧して材料粉末の薄層を形成するため、高い分布密度の材料粉末の薄層を得ることができる。このため、その薄層を加熱して、溶融し、固化したときに薄層の体積の収縮を抑制することができ、これによって、固化層の形状変化を抑制することができる（同文献、第0010段落等を参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2016-107543号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記従来 of 粉末積層造形装置において、第1運搬部材または第2運搬部材によって昇降台上に運ばれて均された材料粉末の薄層は、押圧ローラによって押圧されることで密度分布が向上する。しかし、押圧ローラによって押圧された材料粉末の薄層は、厚さが不均一になるおそれがある。材料粉末の薄層の厚さのばらつきは、付加製造によって製造される製品の品質を低下させるおそれがある。

30

【0007】

本開示は、材料粉末を高密度かつ均一な厚さに敷き詰めて製品の品質を向上させることが可能な付加製造装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本開示の一態様は、粉末床溶融結合方式の付加製造装置であって、材料粉末を均しながら敷き詰める材料敷詰部と、前記材料敷詰部によって敷き詰められた前記材料粉末を圧縮する材料圧縮部と、前記材料圧縮部によって圧縮された前記材料粉末の表層部を削り取る表層除去部と、を備えることを特徴とする付加製造装置である。

40

【発明の効果】

【0009】

上記一態様によれば、材料粉末を高密度かつ均一な厚さに敷き詰めて製品の品質を向上させることが可能な付加製造装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本開示の一実施形態に係る付加製造装置の断面図。

【図2】図1の付加製造装置のリコータの斜視図。

50

【図 3】図 1 の付加製造装置の材料敷詰部、材料圧縮部および表層除去部の側面図。

【図 4】図 3 の材料敷詰部、材料圧縮部および表層除去部の変形例を示す側面図。

【図 5】図 3 の材料敷詰部、材料圧縮部および表層除去部の変形例を示す側面図。

【図 6】図 3 の材料敷詰部、材料圧縮部および表層除去部の変形例を示す側面図。

【図 7】図 3 の材料敷詰部、材料圧縮部および表層除去部の変形例を示す側面図。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本開示に係る付加製造装置の一実施形態を説明する。

【0012】

図 1 は、本開示の一実施形態に係る付加製造装置 1 の概略構成を示す模式的な断面図である。本実施形態の付加製造装置 1 は、たとえば、レーザや電子ビームなどの高エネルギービーム B により材料粉末 P を溶融結合させて造形物 M を製造する粉末床溶融結合方式の付加製造装置である。

10

【0013】

詳細については後述するが、本実施形態の粉末床溶融結合方式の付加製造装置 1 は、材料粉末 P を均しながら敷き詰める材料敷詰部 7 1 と、この材料敷詰部 7 1 によって敷き詰められた材料粉末 P を圧縮する材料圧縮部 7 2 と、この材料圧縮部 7 2 によって圧縮された材料粉末 P の表層部を削り取る表層除去部 7 3 と、を備えることを特徴とする（図 2 および図 3 を参照）。以下、本実施形態の付加製造装置 1 の各部の構成について詳細に説明する。

20

【0014】

付加製造装置 1 は、たとえば、チャンバー 2 と、減圧部 3 と、材料供給部 4 と、付加製造部 5 と、回収部 6 と、リコータ 7 と、ビーム源 8 と、を備えている。

【0015】

チャンバー 2 は、たとえば、ビーム源 8 および減圧部 3 を除く付加製造装置 1 の各部を収容している。チャンバー 2 は、たとえば、保護ガラス 2 1 がはめ込まれた透過窓 2 2 を有している。透過窓 2 2 は、チャンバー 2 の外部に配置されたビーム源 8 から照射される高エネルギービーム B を透過させ、チャンバー 2 の内部の付加製造部 5 のステージ 5 1 に載置された材料粉末 P に到達させる。

【0016】

減圧部 3 は、たとえば、真空ポンプによって構成され、チャンバー 2 に設けられた真空引き用の配管 2 3 に接続される。減圧部 3 は、たとえば、真空引き用の配管 2 3 を介して、チャンバー 2 内の空気を排出することで、チャンバー 2 の内圧を大気圧よりも減圧された真空圧にして、チャンバー 2 内を真空状態にする。

30

【0017】

材料供給部 4 は、たとえば、側壁と底壁とによって囲まれた凹状の部分である。材料供給部 4 は、材料粉末 P を供給するためのステージ 4 1 を有している。材料供給部 4 の底壁は、材料供給用のステージ 4 1 によって構成されている。材料供給部 4 は、上方が開放されて側壁の上端に開口部を有し、材料供給用のステージ 4 1 上に材料粉末 P が載置される。材料供給用のステージ 4 1 は、たとえば、適宜の昇降機構によって、所定のピッチで昇降可能に設けられている。

40

【0018】

造形物 M の付加製造に用いられる材料粉末 P としては、特に限定されないが、たとえば、銅、チタン合金、ニッケル合金、アルミニウム合金、コバルトクロム合金、ステンレス鋼などの金属材料の粉末、ポリアミドなどの樹脂材料の粉末、セラミックスの粉末などを用いることができる。本実施形態の付加製造装置 1 は、材料粉末 P として、たとえば、平均粒径が約 30  $\mu\text{m}$  程度で、粒径の範囲が約 20  $\mu\text{m}$  から約 40  $\mu\text{m}$  の金属材料の粉末を使用する。

【0019】

付加製造部 5 は、たとえば、前述の材料供給部 4 と同様に、側壁と底壁とによって囲ま

50

れた凹状の部分である。付加製造部 5 は、付加製造用のステージ 5 1 を有している。付加製造部 5 の底壁は、付加製造用のステージ 5 1 によって構成されている。付加製造部 5 は、材料供給部 4 と同様に、上方が開放されて側壁の上端に開口部を有し、付加製造用のステージ 5 1 上に、材料供給部 4 から供給される材料粉末 P と、付加製造によって製造される造形物 M が載置される。付加製造部 5 の開口部と材料供給部 4 の開口部は、たとえば、鉛直方向の高さがおおむね等しく、おおむね水平方向に並んでいる。付加製造用のステージ 5 1 は、前述の材料供給用のステージ 4 1 と同様に、たとえば、適宜の昇降機構によって、所定のピッチで昇降可能に設けられている。

#### 【0020】

回収部 6 は、たとえば、側壁と底壁によって囲まれた凹状の部分である。図示の例において、回収部 6 の底壁は、側壁の下端部に固定されているが、材料供給部 4 および付加製造部 5 と同様に、昇降可能なステージによって構成されていてもよい。回収部 6 は、上部が開放されて側壁の上端に開口部を有している。回収部 6 の開口部と、付加製造部 5 の開口部は、鉛直方向の高さがおおむね等しく、おおむね水平方向に並んでいる。回収部 6 は、たとえば、リコータ 7 によって材料供給部 4 から付加製造部 5 に供給された余分な材料粉末 P を収容して回収する。

10

#### 【0021】

ビーム源 8 は、たとえば、真空中で数 kW 程度の出力の電子ビームを発生させる電子ビーム源や、数百 W から数 kW 程度の出力のレーザを発生させるレーザ光源を用いることができる。本実施形態の付加製造装置 1 のビーム源 8 は、たとえば、波長が 1080 nm、出力が 500 W のシングルモードファイバーレーザ、すなわちエネルギー強度がガウス分布のファイバーレーザを発生させるレーザ光源である。なお、ビーム源 8 が電子ビーム源である場合、ビーム源 8 は、チャンパー 2 内に配置されていてもよい。

20

#### 【0022】

図 2 は、本実施形態の付加製造装置 1 のリコータ 7 の一例を示す斜視図である。リコータ 7 は、たとえば、材料敷詰部 7 1 と、材料圧縮部 7 2 と、表層除去部 7 3 と、を備えている。材料敷詰部 7 1 は、材料供給部 4 から供給される材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上に運んで均しながら敷き詰める。材料圧縮部 7 2 は、材料敷詰部 7 1 によって付加製造部 5 のステージ 5 1 上に敷き詰められた材料粉末 P を圧縮する。表層除去部 7 3 は、付加製造部 5 のステージ 5 1 上で材料圧縮部 7 2 によって圧縮された材料粉末 P の表層部を削り取って回収部 6 まで運ぶ。

30

#### 【0023】

本実施形態の付加製造装置 1 において、材料敷詰部 7 1 は、たとえば、板状の敷詰ブレード 7 1 B によって構成されている。材料圧縮部 7 2 は、たとえば、円柱状または円筒状の圧縮ローラ 7 2 R によって構成されている。表層除去部 7 3 は、たとえば、板状の除去ブレード 7 3 B によって構成されている。敷詰ブレード 7 1 B、圧縮ローラ 7 2 R および除去ブレード 7 3 B は、たとえば、進行方向 D におおむね直交する水平方向に延在している。

#### 【0024】

敷詰ブレード 7 1 B、圧縮ローラ 7 2 R および除去ブレード 7 3 B は、たとえば、ステンレス鋼などの金属材料またはセラミック材料などの硬質の材料によって製作されている。なお、敷詰ブレード 7 1 B、圧縮ローラ 7 2 R および除去ブレード 7 3 B の材料は、特に限定されず、たとえば樹脂材料によって製作されていてもよい。また、敷詰ブレード 7 1 B、圧縮ローラ 7 2 R および除去ブレード 7 3 B は、同一の材料によって製作されていてもよいし、異なる材料によって製作されていてもよい。

40

#### 【0025】

本実施形態の付加製造装置 1 において、リコータ 7 は、たとえば、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 を進行方向 D に並べて支持する支持部 7 4 と、この支持部 7 4 を進行方向 D に移動させる移動機構 7 5 (図 1 参照) と、を有している。支持部 7 4 は、たとえば、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 を支持するフ

50

フレーム部 7 6 と、このフレーム部 7 6 の一端に設けられてフレーム部 7 6 を支持するとともに、材料圧縮部 7 2 を駆動させる駆動部 7 7 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

フレーム部 7 6 は、リコータ 7 の進行方向 D すなわち材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の進行方向 D におおむね直交する方向に延び、下端が開放された矩形の箱状または枠状の部材である。フレーム部 7 6 は、進行方向 D の前方を向く正面に、材料敷詰部 7 1 である敷詰ブレード 7 1 B が、たとえばボルトなどの締結部材によって、着脱可能に固定されている。また、フレーム部 7 6 は、進行方向 D の後方を向く背面に、表層除去部 7 3 である除去ブレード 7 3 B が、たとえばボルトなどの締結部材によって、着脱可能に固定されている。

10

【 0 0 2 7 】

フレーム部 7 6 は、たとえば、正面および背面に、それぞれ、敷詰ブレード 7 1 B の先端 7 1 a の高さ位置 H 1 および除去ブレード 7 3 B の先端 7 3 a の高さ位置 H 3 を調節するための調節機構 7 8 を有している。すなわち、敷詰ブレード 7 1 B の先端 7 1 a の高さ位置 H 1 および除去ブレード 7 3 B の先端 7 3 a の高さ位置 H 3 ( 図 3 を参照 ) は、それぞれ、調節機構 7 8 によって調節することが可能である。また、フレーム部 7 6 は、たとえば、長手方向の両端部に設けられた一对の軸受部 7 6 a によって圧縮ローラ 7 2 R の両端部を支持することで、材料圧縮部 7 2 を構成する圧縮ローラ 7 2 R を回転可能に支持している。

【 0 0 2 8 】

20

駆動部 7 7 は、矩形の筐体部 7 7 a と、筐体部 7 7 a に固定されたモータ 7 7 b と、筐体部 7 7 a に収容された図示を省略する動力伝達機構とを備えている。駆動部 7 7 は、筐体部 7 7 a に固定されたフレーム部 7 6 を支持するとともに、モータ 7 7 b の動力を筐体部 7 7 a に収容された動力伝達機構を介して圧縮ローラ 7 2 R に伝達し、圧縮ローラ 7 2 R を回転させる。圧縮ローラ 7 2 R の回転方向は、たとえば、材料粉末 P に接する圧縮ローラ 7 2 R の先端 7 2 a すなわち圧縮ローラ 7 2 R の下端において、圧縮ローラ 7 2 R の進行方向 D の前方を向く方向である ( 図 3 参照 ) 。

【 0 0 2 9 】

移動機構 7 5 は、図 1 に示すように、たとえば、リコータ 7 の進行方向 D に延在して、リコータ 7 を進行方向 D の前後に移動させる。すなわち、移動機構 7 5 は、フレーム部 7 6 および駆動部 7 7 を進行方向 D の前後に移動させる。これにより、移動機構 7 5 は、フレーム部 7 6 に支持された材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 としての敷詰ブレード 7 1 B、圧縮ローラ 7 2 R および除去ブレード 7 3 B を、進行方向 D の前後に移動させる。移動機構 7 5 の構成は、特に限定されないが、たとえば、モータ等の動力発生部、ギヤや減速機などの動力伝達部、またはボールねじやレールなど各部材を適宜組み合わせることによって構成することができる。

30

【 0 0 3 0 】

図 3 は、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の模式的な側面図である。本実施形態の付加製造装置 1 において、材料粉末 P に接する材料圧縮部 7 2 の先端 7 2 a の高さ位置 H 2 は、材料粉末 P に接する材料敷詰部 7 1 の先端 7 1 a の高さ位置 H 1 よりも低い。また、材料粉末 P に接する表層除去部 7 3 の先端 7 3 a の高さ位置 H 3 は、材料粉末 P に接する材料圧縮部 7 2 の先端 7 2 a の高さ位置 H 2 よりも低い。ここで、高さ位置 H 1、H 2、H 3 は、たとえば、鉛直方向における高さ位置 H 1、H 2、H 3 であり、付加製造装置 1 の任意の水平な基準面からの高さ位置 H 1、H 2、H 3 である。

40

【 0 0 3 1 】

すなわち、進行方向 D の前方から後方へ、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2、および表層除去部 7 3 が、この順に並んで配置されている。また、進行方向 D の前方から後方へ、材料敷詰部 7 1 の先端 7 1 a の高さ位置 H 1、材料圧縮部 7 2 の先端 7 2 a の高さ位置 H 2、および表層除去部 7 3 の先端 7 3 a の高さ位置 H 3 が、漸次、低くなっている。

【 0 0 3 2 】

50

また、本実施形態の付加製造装置 1 において、敷詰ブレード 7 1 B は、材料粉末 P に接する先端部に傾斜面 7 1 b を有している。傾斜面 7 1 b は、敷詰ブレード 7 1 B の進行方向 D の後方側ほど敷詰ブレード 7 1 B の先端 7 1 a に近付くように進行方向 D に対して傾斜している。また、本実施形態の付加製造装置 1 において、除去ブレード 7 3 B は、材料粉末 P に接する先端部に傾斜面 7 3 b を有している。傾斜面 7 3 b は、除去ブレード 7 3 B の進行方向 D の後方側ほど除去ブレード 7 3 B の先端 7 3 a から離れるように進行方向 D に対して傾斜している。

【 0 0 3 3 】

図 3 に示す例において、敷詰ブレード 7 1 B の進行方向 D における厚さ T 1 は、除去ブレード 7 3 B の進行方向 D における厚さ T 3 よりも厚くされている。なお、敷詰ブレード 7 1 B の厚さ T 1 は、特に限定されず、除去ブレード 7 3 B の厚さ T 3 と等しくてもよいし、除去ブレード 7 3 B の厚さ T 3 よりも薄くされていてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

以下、本実施形態の付加製造装置 1 の作用について説明する。

【 0 0 3 5 】

本実施形態の付加製造装置 1 によって造形物 M の付加製造を行うには、まず、減圧部 3 によってチャンバー 2 の内部の空気を排出し、チャンバー 2 の内部を大気圧よりも減圧して真空状態にする。次に、付加製造部 5 のステージ 5 1 を側壁の上端部の開口部から所定のピッチで下降させ、付加製造部 5 に所定量の付加製造用の材料粉末 P を収容可能な状態にする。

20

【 0 0 3 6 】

次に、材料供給部 4 のステージ 4 1 を所定のピッチで上昇させ、開口部よりも上方に所定量の付加製造用の材料粉末 P を押し上げる。次に、材料供給部 4 の開口部を横断するようにリコータ 7 を進行方向 D の前方へ移動させ、材料供給部 4 の開口部の上方に押し上げられた材料粉末 P をリコータ 7 によって付加製造部 5 に移動させる。

【 0 0 3 7 】

ここで、本実施形態の粉末床溶融結合方式の付加製造装置 1 は、前述のように、材料粉末 P を均しながら敷き詰める材料敷詰部 7 1 と、この材料敷詰部 7 1 によって敷き詰められた材料粉末 P を圧縮する材料圧縮部 7 2 と、この材料圧縮部 7 2 によって圧縮された材料粉末 P の表層部を削り取る表層除去部 7 3 と、を備えている。

30

【 0 0 3 8 】

この構成により、図 3 に示すように、まず、材料敷詰部 7 1 によって付加製造部 5 のステージ 5 1 上に目標とする材料粉末 P の厚さ T p 3 よりも厚い厚さ T p 1 で材料粉末 P を均しながら敷き詰めることができる。さらに、材料敷詰部 7 1 によって敷き詰められた材料粉末 P を材料圧縮部 7 2 によって圧縮することができる。これにより、材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上で厚さ T p 1 よりも薄い厚さ T p 2 に圧縮して密度分布を向上させることができる。したがって、材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上に高密度に敷き詰めることができる。

【 0 0 3 9 】

しかし、材料粉末 P は、圧縮されることで密度が向上する一方、圧縮後の材料粉末 P の表層部に、たとえば、凹凸、波打ち、または筋などの不均一な形状が形成される場合がある。このような場合、従来の粉末床溶融結合方式の付加製造装置では、敷き詰められた材料粉末の厚さが不均一になり、敷き詰められた材料粉末を溶融結合させることで製造される製品の品質を低下させるおそれがある。

40

【 0 0 4 0 】

これに対し、本実施形態の付加製造装置 1 は、前述のように、材料圧縮部 7 2 によって圧縮された材料粉末 P の表層部を削り取る表層除去部 7 3 を備えている。これにより、材料圧縮部 7 2 によって圧縮された材料粉末 P の表層部に凹凸などの不均一な形状が形成された場合でも、材料粉末 P の表層部を表層除去部 7 3 によって削り取ることができる。

【 0 0 4 1 】

50

したがって、本実施形態の付加製造装置 1 によれば、圧縮後の材料粉末 P の高い密度を維持しつつ、圧縮後の材料粉末 P の厚さ  $T_p 2$  よりも薄く、極めて平坦かつ均一な厚さ  $T_p 3$  で、付加製造部 5 のステージ 5 1 上に材料粉末 P を敷き詰めることができる。また、材料敷詰部 7 1 および表層除去部 7 3 によって回収部 6 まで運ばれた余分な材料粉末は、回収部 6 の開口部へ導入され、回収部 6 に収容されて回収される。

【0042】

次に、造形物 M の三次元形状のデータに基づいて、ビーム源 8 から、付加製造部 5 のステージ 5 1 に載置された材料粉末 P の所定の領域に、レーザや電子ビームなどの高エネルギービーム B を照射する。これにより、所定の領域の材料粉末 P が溶融結合されて造形物 M の一部が形成される。このとき、材料粉末 P は、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 によって、付加製造部 5 のステージ 5 1 上に高密度かつ均一な厚さ  $T_p 3$  に敷き詰められている。

10

【0043】

これにより、材料粉末 P が溶融結合されて形成された造形物 M の一部に意図しない空洞や凹凸が発生することが防止される。その後、リコータ 7 を移動機構 7 5 によって進行方向 D の後方へ移動させて元の位置に戻し、再度、前述の手順を繰り返す。これにより、欠陥の少ない高品質の造形物 M を三次元形状のデータに基づいて高い精度で製造することができる。したがって、本実施形態によれば、材料粉末 P を高密度かつ均一な厚さ  $T_p 3$  に敷き詰めて製品の品質を向上させることが可能な付加製造装置 1 を提供することができる。

20

【0044】

なお、本実施形態の付加製造装置 1 は、材料粉末 P として、前述のように粒径にばらつきを有する金属材料の粉末を使用した場合にも、優れた効果を発揮することができる。より具体的には、材料粉末 P として、平均粒径が約  $30 \mu\text{m}$  程度で、粒径の範囲が約  $20 \mu\text{m}$  から約  $40 \mu\text{m}$  程度の金属材料の粉末を使用し、約  $40 \mu\text{m}$  程度の均一な厚さで材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上に敷き詰める場合を想定する。

【0045】

この場合、前記従来の粉末積層造形装置では、第 1 運搬部材または第 2 運搬部材で表面を均しながら材料粉末を昇降台上に運び、次いで、均した材料粉末を押圧ローラで押圧して材料粉末の薄層を形成する。しかし、上記のような材料粉末 P を押圧ローラで押圧して約  $40 \mu\text{m}$  程度の均一な厚さに調節することは、極めて困難である。そのため、前記従来の粉末積層造形装置によって敷き詰められた材料粉末 P の薄層は、所々で途切れたり、局所的に材料粉末 P が集まったりして、極めて不均一な状態になる。

30

【0046】

これに対し、本実施形態の付加製造装置 1 は、付加製造部 5 のステージ 5 1 上に敷き詰められた材料粉末 P を圧縮した後も、材料粉末 P の厚さ  $T_p 2$  が目標とする材料粉末 P の厚さ  $T_p 3$  よりも厚くなっている。そして、圧縮後の密度が上昇した材料粉末 P の表層部を表層除去部 7 3 によって削り取ることで、材料粉末 P の厚さ  $T_p 3$  を圧縮後の厚さ  $T_p 2$  よりも薄い約  $40 \mu\text{m}$  程度の均一な厚さに調整することができる。

【0047】

したがって、本実施形態の付加製造装置 1 は、上記のような粒径のばらつきがある材料粉末 P を使用した場合にも、圧縮によって材料粉末 P の密度を向上させつつ、材料粉末 P を約  $40 \mu\text{m}$  程度の均一な厚さ  $T_p 3$  で付加製造部 5 のステージ 5 1 上に敷き詰めることが可能である。これにより、材料粉末 P のコストを低減しつつ、高品質の造形物 M を製品として製造することができる。

40

【0048】

また、本実施形態の付加製造装置 1 は、前述のように、材料圧縮部 7 2 の先端 7 2 a の高さ位置 H 2 は、材料敷詰部 7 1 の先端 7 1 a の高さ位置 H 1 よりも低くなっている。また、表層除去部 7 3 の先端 7 3 a の高さ位置 H 3 は、材料圧縮部 7 2 の先端 7 2 a の高さ位置 H 2 よりも低くなっている。

50



## 【0049】

この構成により、本実施形態の付加製造装置1は、材料敷詰部71によって敷き詰められた厚さ $Tp1$ の材料粉末Pを、材料圧縮部72によって厚さ $Tp1$ よりも薄い厚さ $Tp2$ まで厚さ方向に圧縮して、材料粉末Pの密度を向上させることができる。さらに、材料圧縮部72によって圧縮された厚さ $Tp2$ の材料粉末Pの表層部を、表層除去部73によって厚さ $Tp2$ よりも薄い厚さ $Tp3$ まで削り取ることができる。したがって、材料粉末Pを高密度かつ均一な厚さ $Tp3$ に敷き詰めて、製品の品質を向上させることができる。

## 【0050】

また、本実施形態の付加製造装置1において、材料敷詰部71は、板状の敷詰ブレード71Bによって構成されている。これにより、材料敷詰部71の構成を簡潔にして、交換やメンテナンスを容易にすることができる。また、板状の敷詰ブレード71Bを進行方向Dの前方へ移動させることで、敷詰ブレード71Bによって材料供給部4のステージ41上の材料粉末Pを、付加製造部5のステージ51上に押し運んで均しながら敷き詰めることができる。

10

## 【0051】

また、本実施形態の付加製造装置1において、材料圧縮部72は、圧縮ローラ72Rによって構成され、表層除去部73は、板状の除去ブレード73Bによって構成されている。この構成により、材料敷詰部71によって付加製造部5のステージ51上に敷き詰められた材料粉末Pを、圧縮ローラ72Rによって確実に安定して圧縮することができ、材料粉末Pを高密度に圧縮することができる。また、高密度に圧縮された材料粉末Pの表層部を板状の除去ブレード73Bによって正確かつ均一に削り取ることができる。なお、圧縮ローラ72Rは、回転させずに固定することも可能であるが、回転させることでより安定した圧縮が可能になる。

20

## 【0052】

また、本実施形態の付加製造装置1において、敷詰ブレード71Bは、材料粉末Pに接する先端部に傾斜面71bを有している。傾斜面71bは、敷詰ブレード71Bの進行方向Dの後方側ほど敷詰ブレード71Bの先端71aに近付くように進行方向Dに対して傾斜している。この構成により、敷詰ブレード71Bによって付加製造部5のステージ51上に均されて敷き詰められた材料粉末Pは、敷詰ブレード71Bの進行方向Dの前方への移動により、傾斜面71bによってステージ51に向けて押しつけられて圧縮される。これにより、敷詰ブレード71Bによって、材料粉末Pの密度を向上させることができる。

30

## 【0053】

また、本実施形態の付加製造装置1において、除去ブレード73Bは、材料粉末Pに接する先端部に傾斜面73bを有している。傾斜面73bは、除去ブレード73Bの進行方向Dの後方側ほど除去ブレード73Bの先端73aから離れるように進行方向Dに対して傾斜している。この構成により、圧縮ローラ72Rによって圧縮されて密度が上昇し、除去ブレード73Bによって表層部が削り取られた後の材料粉末Pの表面が乱れるのを防止して、付加製造部5のステージ51上に材料粉末Pをより均一な厚さ $Tp3$ で敷き詰めることができる。

## 【0054】

より具体的には、除去ブレード73Bの先端部の傾斜面73bによって、材料粉末Pに接する除去ブレード73Bの先端73aの進行方向Dの後方側に逃げを形成することができる。これにより、除去ブレード73Bの刃先に相当する先端73aによって材料粉末Pの表層部が削り取られた後に、材料粉末Pに除去ブレード73Bの一部が接触するのを防止して、材料粉末Pの表面の乱れを防止できる。したがって、付加製造部5のステージ51上に材料粉末Pをより均一な厚さ $Tp3$ で敷き詰めることができる。

40

## 【0055】

また、本実施形態の付加製造装置1は、材料敷詰部71、材料圧縮部72および表層除去部73を進行方向Dに並べて支持する支持部74と、この支持部74を進行方向Dに移動させる移動機構75と、を有している。この構成により、材料敷詰部71、材料圧縮部

50

7 2 および表層除去部 7 3 を進行方向 D に同時に移動させ、材料粉末 P の敷き詰め、圧縮、および表層部の削り取りを、連続的に行うことができる。また、材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 に対して個別に移動機構を設ける必要がなく、付加製造装置 1 の構成を簡潔にすることができる。

【 0 0 5 6 】

以上説明したように、本実施形態によれば、材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上に高密度かつ均一な厚さ  $T p 3$  に敷き詰めて、製品である造形物 M の品質を向上させることが可能な付加製造装置 1 を提供することができる。なお、本開示の付加製造装置は、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の構成に限定されない。以下、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の変形例について説明する。

10

【 0 0 5 7 】

前述の実施形態に係る付加製造装置 1 において、敷詰ブレード 7 1 B は、材料粉末 P に接する先端部に弾性変形可能な弾性部 7 1 c ( 図 2 参照 ) を有してもよい。たとえば、敷詰ブレード 7 1 B の先端部に複数のスリットを設け、敷詰ブレード 7 1 B の先端部を櫛歯状にすることによって、敷詰ブレード 7 1 B の先端部に弾性部 7 1 c を形成することができる。

【 0 0 5 8 】

すなわち、敷詰ブレード 7 1 B の弾性部 7 1 c は、敷詰ブレード 7 1 B のその他の部分よりも容易に弾性変形するように構成されている。このような構成により、敷詰ブレード 7 1 B によって付加製造部 5 のステージ 5 1 上に材料粉末 P を均しながら敷き詰めるときに、敷詰ブレード 7 1 B または造形物 M の破損を防止できる。

20

【 0 0 5 9 】

より具体的には、付加製造部 5 のステージ 5 1 上に造形物 M の一部が形成された状態で、敷詰ブレード 7 1 B によって付加製造部 5 のステージ 5 1 上に材料粉末 P を均しながら敷き詰める場合がある。このとき、敷詰ブレード 7 1 B の先端部が造形物 M の一部に引っ掛かったとしても、弾性部 7 1 c が弾性変形することで敷詰ブレード 7 1 B または造形物 M に過大な力が作用することが防止され、敷詰ブレード 7 1 B または造形物 M の破損を防止できる。なお、除去ブレード 7 3 B の先端部に同様の弾性部 7 3 c ( 図 2 参照 ) を設けることで、同様の効果を奏することができる。

【 0 0 6 0 】

図 4 は、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の他の変形例を示す図 3 に相当する模式的な側面図である。材料敷詰部 7 1 を構成する敷詰ブレード 7 1 B は、先端部に傾斜面 7 1 b を有しなくてもよく、表層除去部 7 3 を構成する除去ブレード 7 3 B は、先端部に傾斜面 7 3 b を有しなくてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

この場合、敷詰ブレード 7 1 B による材料粉末 P の圧縮効果は得られないが、敷詰ブレード 7 1 B によって材料粉末 P を均しながら敷き詰めることは可能である。また、除去ブレード 7 3 B は、必要な剛性が得られる範囲で可能な限り厚さ  $T 3$  を薄くすることで、材料粉末 P の表面の乱れを防止しつつ、材料粉末 P の表層部を均一に削り取ることができる。

40

【 0 0 6 2 】

図 5 は、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の他の変形例を示す図 3 に相当する模式的な側面図である。材料敷詰部 7 1 は、たとえば、敷詰ローラ 7 1 R によって構成されていてもよい。敷詰ローラ 7 1 R は、たとえば、圧縮ローラ 7 2 R と同一の回転方向に回転させてもよい。この構成により、敷詰ローラ 7 1 R によって、材料供給部 4 から供給される材料粉末 P を付加製造部 5 のステージ 5 1 上に運んで均しながら敷き詰めるのと同時に、材料粉末 P を圧縮して密度を向上させることができる。なお、敷詰ローラ 7 1 R は、回転不能に固定されていてもよい。

50

## 【 0 0 6 3 】

図 6 は、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の他の変形例を示す図 3 に相当する模式的な側面図である。材料圧縮部 7 2 は、たとえば、圧縮ローラ 7 2 R を材料粉末 P に押し付ける押付部 7 2 P を有してもよい。押付部 7 2 P は、たとえば、圧縮ローラ 7 2 R を回転可能に支持する軸受部と、その軸受部に力を付与するスプリングとによって構成することができる。このような構成により、材料粉末 P の表面状態に応じた力で圧縮ローラ 7 2 R を材料粉末 P の表面に押しつけて、材料粉末 P をより均一に圧縮することが可能になる。

## 【 0 0 6 4 】

図 7 は、前述の実施形態に係る付加製造装置 1 の材料敷詰部 7 1、材料圧縮部 7 2 および表層除去部 7 3 の他の変形例を示す図 3 に相当する模式的な側面図である。表層除去部 7 3 を構成する除去ブレード 7 3 B は、たとえば、材料粉末 P に接する先端部から離れるほど進行方向 D の後方へ後退するように傾斜し、材料粉末 P の表層部との間の角度 A が鋭角になっている。このような構成により、材料粉末 P の表層部を掬い取るようにして削り取ることができ、材料粉末 P をより均一な厚さ  $T_p3$  にすることができる。

10

## 【 0 0 6 5 】

以上、図面を用いて本発明の実施の形態を詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲における設計変更等があっても、それらは本発明に含まれるものである。

20

## 【 符号の説明 】

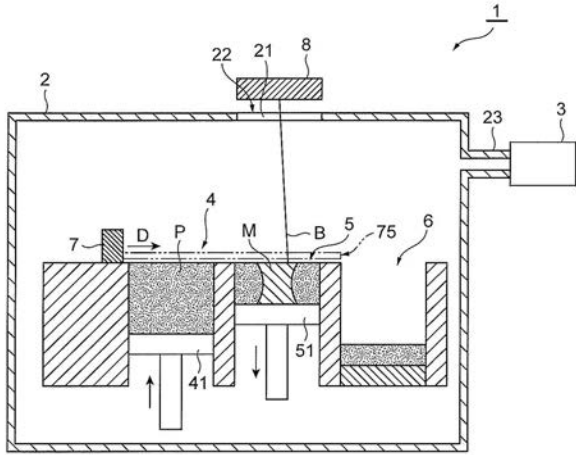
## 【 0 0 6 6 】

- 1 付加製造装置
- 7 1 材料敷詰部
- 7 1 a 先端
- 7 1 B 敷詰ブレード
- 7 1 b 傾斜面
- 7 2 材料圧縮部
- 7 2 a 先端
- 7 2 P 押付部
- 7 2 R 圧縮ローラ
- 7 3 表層除去部
- 7 3 a 先端
- 7 3 B 除去ブレード
- 7 3 b 傾斜面
- 7 4 支持部
- 7 5 移動機構
- A 角度
- D 進行方向
- H 1 高さ位置
- H 2 高さ位置
- H 3 高さ位置
- P 材料粉末

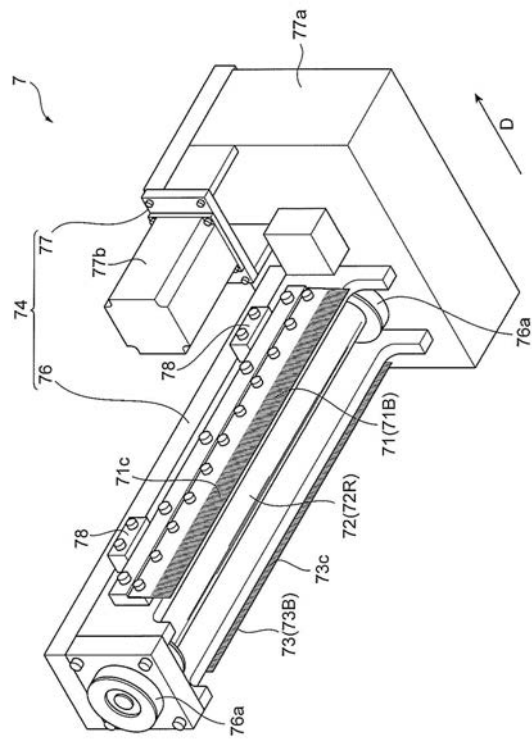
30

40

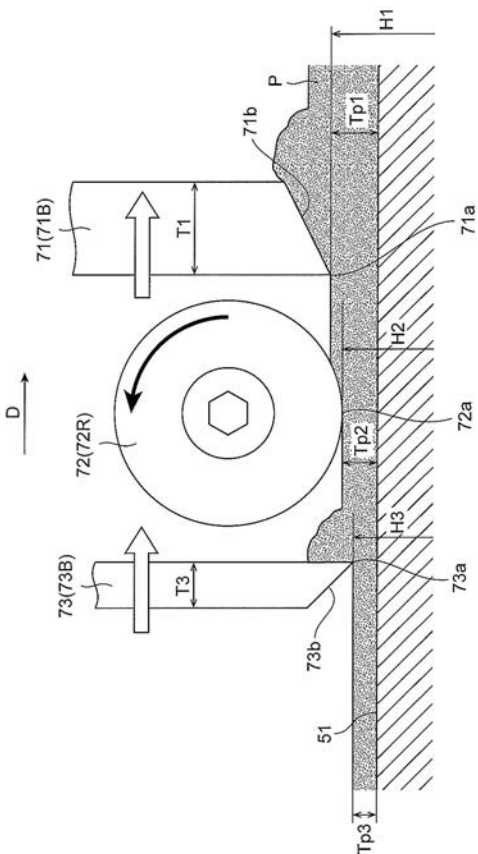
【 図 1 】



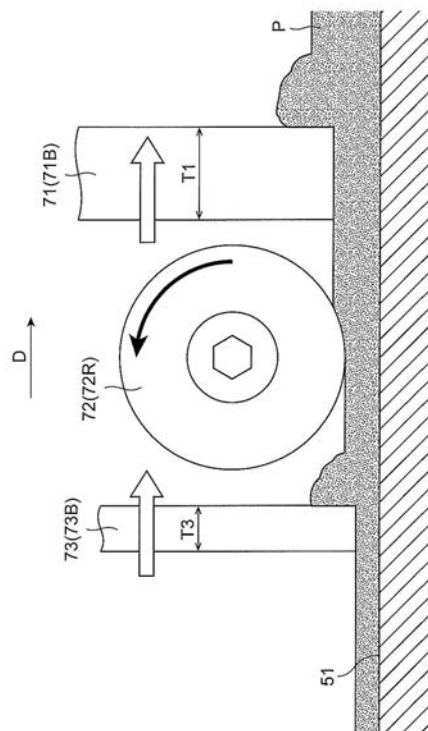
【 図 2 】



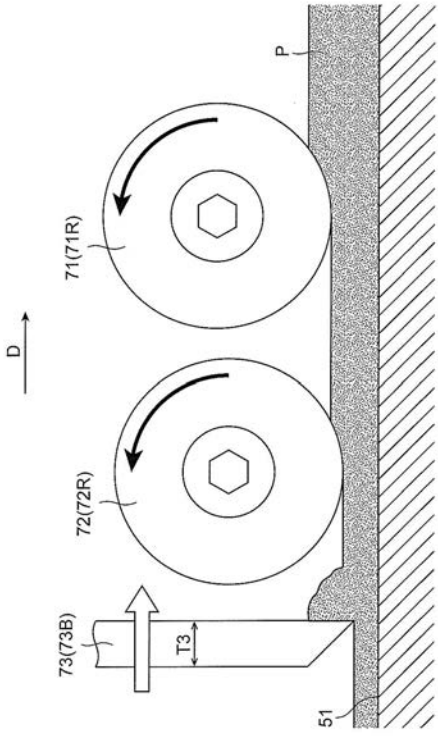
【 図 3 】



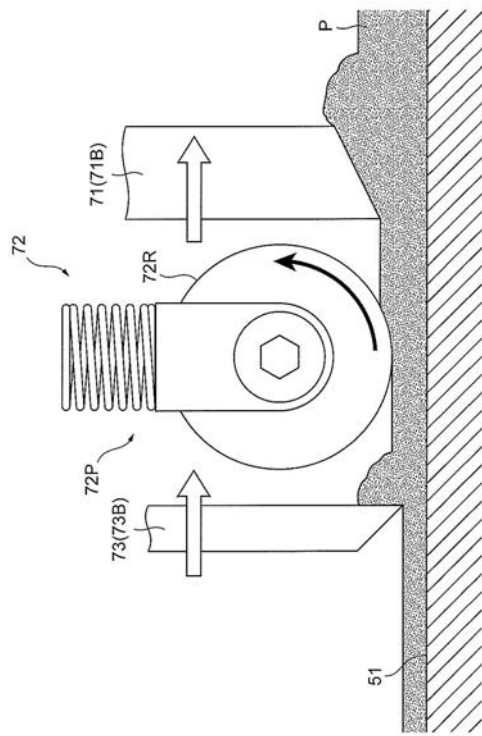
【 図 4 】



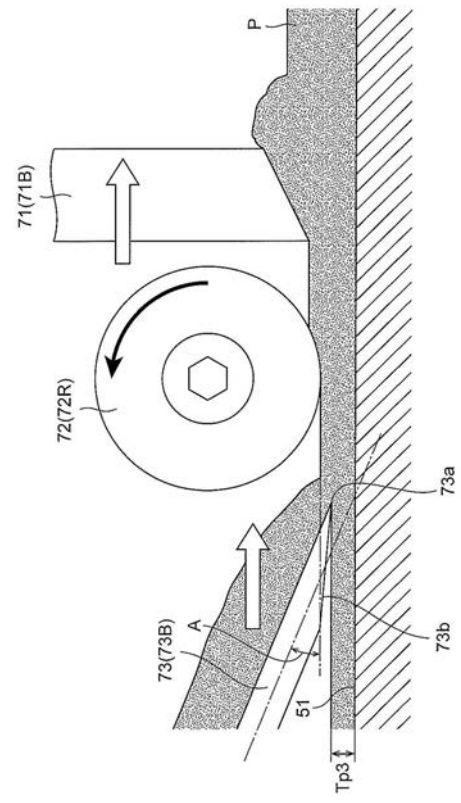
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/16</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 2 F</b>	<b>3/16</b>
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/105</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 2 F</b>	<b>3/105</b>
<b>B 2 8 B</b>	<b>1/30</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 8 B</b>	<b>1/30</b>

(72)発明者 川中 啓嗣  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 松下 慎二  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

(72)発明者 ヤン インジャ  
東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社日立製作所内

Fターム(参考) 4F213 AC04 WA25 WB01 WL15 WL26 WL74  
4G052 DA02 DB12 DC06  
4K018 CA44 CA50 EA51 EA60