

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4487636号
(P4487636)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int. Cl.	F 1	
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00	
B 2 2 F 3/105 (2006.01)	B 2 2 F 3/105	
B 2 2 F 3/11 (2006.01)	B 2 2 F 3/11	A
B 2 2 F 3/16 (2006.01)	B 2 2 F 3/16	
B 2 2 F 3/24 (2006.01)	B 2 2 F 3/24	G

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2004-156943 (P2004-156943)	(73) 特許権者	000005832
(22) 出願日	平成16年5月26日(2004.5.26)		パナソニック電工株式会社
(65) 公開番号	特開2005-335203 (P2005-335203A)		大阪府門真市大字門真1048番地
(43) 公開日	平成17年12月8日(2005.12.8)	(72) 発明者	不破 勲
審査請求日	平成19年3月13日(2007.3.13)		大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	東 喜万
			大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	峠山 裕彦
			大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
		(72) 発明者	阿部 諭
			大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元形状造形物の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当個所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料を供給した後にブレードの走査により均して新たな平坦層を被覆し、この新たな平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当個所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、粉末材料の所定の平坦層を形成するブレードの走査速度を他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりも遅くするものであって、

三次元形状造形物の下端部が稠密に内部がポラスになるようレーザの照射条件を高溶解条件から低溶解条件に変えて焼結層を積層すると共に、

レーザの照射条件を高溶解条件から低溶解条件に移行して形成した焼結層の上に粉末材料の平坦層を形成する場合に、他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりもブレードの走査速度を遅くすることを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項2】

無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当個所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料を供給した後にブレードの走査により均して新たな平坦層を被覆し、この新たな平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当個所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり

、粉末材料の所定の平坦層を形成するブレードの走査速度を他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりも遅くするものであって、

前記ブレードの走査速度を遅くする所定の平坦層が、粉末材料の直上に形成した焼結層上に粉末材料を供給して形成する平坦層であることを特徴とする三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 3】

焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物の表面部又は不要部分の切削除去を行う工程を複数回の焼結層の作成工程中に挿入するとともに、前記ブレードの走査速度を遅くする所定の平坦層が、前記切削除去工程後の最初の層であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

10

【請求項 4】

焼結層の形成直後に表面形状の計測を行い、この計測結果に基づき表面形状の凸状部が所定基準よりも多いときに、この直後の平坦層が前記ブレードの走査速度を遅くする所定の平坦層であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、本発明は粉末材料をレーザーで焼結硬化させることで三次元形状造形物を製造する三次元形状造形物の製造方法に関する。

20

【背景技術】

【0002】

従来、無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層の所定箇所にレーザーを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料を供給した後にブレードの走査により均して新たな平坦層を被覆し、この新たな平坦層の所定箇所にレーザーを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成する三次元形状造形物の製造方法が提案されている。(特開 2002 115004 号公報)

この焼結層の上に粉末材料を供給し、ブレード操作により均して新たな平坦層を形成するには、造形タンク内に設置された昇降テーブル上面の造形用ベース表面に焼結層を形成した後、昇降テーブルを一段下げるとともに、造形タンクに隣設された材料タンクにおける材料供給テーブルを一段上昇させ、材料タンク内の材料供給テーブル上に蓄積された材料粉末をブレードで造形タンク側に移動させるとともに均すようにして行うものである。

30

【0003】

ブレードは、材料タンクおよび造形タンクの横幅よりも長い板状に形成され、材料タンクおよび造形タンクの両側に設けた往復動可能なレールに固定され、レールの移動とともに材料タンクと造形タンク間をスライドするものである。レールの駆動はモータ駆動により行われるのが一般的であり、減速機などを介して速度制御可能となっている。ブレードは、材料粉末を材料タンク側から造形タンク側へ移動させる程度の負荷が非常に低いものであることと、造形時間を短縮したいことのために高速移動させており、停止トルクは低いものとなっている。

40

【0004】

この三次元形状造形物の製造方法では、任意の三次元形状造形物を製造することができるほか、切削加工などによる製造方法に比べ、複雑な三次元形状を所望形状に迅速に造形することができる。

【0005】

しかしながらこのような三次元形状造形物の製造方法では、レーザーの照射条件を変えたときに発生する溶融玉や造形中に不要な焼結部を除去するための切削加工工程を挿入したときに発生する切屑などが焼結層上に突起物となって付着することがあり、このような焼結層上に停止トルクは低いブレード走査により材料供給を行うと、ブレード下部が突起物

50

に衝突してブレードが停止して造形作業が中断するなどの不具合が発生することがある。

【0006】

この不具合解消のため、焼結層上に付着した突起物を除去できる程度にブレード走査速度を遅くして停止トルクを大きくするやり方もあるが、この場合、一つの造形物の作成時間が短縮できないという問題がある。

【特許文献1】特開2003 27758号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本願発明は、前記事由に鑑みてなされたものであり、その課題は、造形作業中に焼結層上に付着する溶融玉や切削による切屑などの突起物があっても、ブレードが停止することを防止するとともに、全体の造形時間を大幅に遅らせることのない作業性が向上した三次元形状造形物の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

前記課題を解決するために、無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料を供給した後にブレードの走査により均して新たな平坦層を被覆し、この新たな平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、粉末材料の所定の平坦層を形成するブレードの走査速度を他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりも遅くするものであって、三次元形状造形物の下端部が稠密に内部がポラスになるようレーザの照射条件を高溶融条件から低溶融条件に変えて焼結層を積層すると共に、レーザの照射条件を高溶融条件から低溶融条件に移行して形成した焼結層の上に粉末材料の平坦層を形成する場合に、他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりもブレードの走査速度を遅くするようにしたものである。

また、無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層を形成し、この焼結層の上に粉末材料を供給した後にブレードの走査により均して新たな平坦層を被覆し、この新たな平坦層の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層と一体になった新たな焼結層を形成することを繰り返して、複数の焼結層が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、粉末材料の所定の平坦層を形成するブレードの走査速度を他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりも遅くするものであって、前記ブレードの走査速度を遅くする所定の平坦層が、粉末材料の直上に形成した焼結層上に粉末材料を供給して形成する平坦層であるものである。

【発明の効果】

【0009】

本願発明の三次元形状造形物の製造方法においては、焼結層上に突起物が形成されるような所定の平坦層を形成するに当たって、このような粉末材料の所定の平坦層を形成するブレードの走査速度を他の平坦層を形成するブレードの走査速度よりも遅くするようにしているので、このような平坦層を形成するときにはブレードの停止トルクが上昇し、ブレードが突起物に当たって停止することなく突起物を除去できるとともに、他の平坦層ではブレードの走査速度が遅くならないようにしているので、全体の造形時間が必要以上に大幅に遅くならず、造形作業性が向上している。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下本発明を実施の形態の一例に基づいて詳述する。図1は、本発明の実施形態の三次

10

20

30

40

50

元形状造形物 2 4 の製造装置の概略を示す斜視図である。また図 2 は、同上の三次元形状造形物 2 4 の製造装置を用いた製造方法の概略を示す要部の縦断面図である。また図 3 は、同上の三次元形状造形物 2 4 の製造装置により造形される造形物 2 4 の一例を示す縦断面図である。また図 4 は、同上の三次元形状造形物 2 4 の製造装置により造形される造形物 2 4 の他の一例を示す縦断面図であり、(a) は全体、(b) は一部分のレーザ照射時、(c) は(b) のレーザ照射後を示す。また図 5 は、同上の三次元形状造形物 2 4 の製造装置を用いた製造方法の一部の製造工程を示す要部の縦断面図であり、(a) ~ (f) に各段階を示す。

【 0 0 1 1 】

図 1 ~ 図 5 に示すように、この三次元形状造形物 2 4 の製造方法は、無機質あるいは有機質の粉末材料の平坦層 2 0 の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで焼結層 8 を形成し、この焼結層 8 の上に粉末材料を供給した後にブレード 2 1 の走査により均して新たな平坦層 2 0 を被覆し、この新たな平坦層 2 0 の所定箇所にレーザを照射して該当箇所の粉末を焼結することで下層の焼結層 8 と一体化された新たな焼結層 8 を形成することを繰り返して、複数の焼結層 8 が積層一体化された粉末焼結部品を作成するにあたり、粉末材料の所定の平坦層 2 0 を形成するブレード 2 1 の走査速度を他の平坦層 2 0 を形成するブレード 2 1 の走査速度よりも遅くするものである。また、三次元形状造形物 2 4 の下端部が稠密に内部がポラスになるようレーザの照射条件を高溶解条件から低溶解条件に変えて焼結層 8 を積層すると共に、前記ブレード 2 1 の走査速度を遅くする所定の平坦層 2 0 が、レーザの照射条件を高溶解条件から低溶解条件に移行したときに相当している。またブレード 2 1 の走査速度を遅くする所定の平坦層 2 0 が、その下層に焼結層を有しない部分上に焼結層を形成する層であることもある。さらに、焼結層の形成後にそれまでに作成した造形物 2 4 の表面部又は不要部分の切削除去を行う工程を複数回の焼結層 8 の作成工程中に挿入するとともに、前記ブレード 2 1 の走査速度を遅くする所定の平坦層 2 0 が、前記切削除去工程後の最初の層であることもある。

【 0 0 1 2 】

製造装置として、シリンダーで外周が囲まれた空間内を上下に昇降する昇降テーブル 2 3 上に供給した無機質あるいは有機質の粉末材料をスキージング用ブレード 2 1 でならずことで所定厚み t_1 の粉末層を形成する粉末層形成手段 2 と、レーザ発振器 3 0 から出力されたレーザをガルバノミラー 3 1 等のスキャン光学系を介して上記粉末層に照射することで粉末を焼結して焼結層 8 を形成する焼結層形成手段 3 と、上記粉末層形成手段 2 のベース部に X Y 駆動機構 4 0 (高速化の点で直動リニアモータ駆動のものが好ましい) を介してミーリングヘッドを設けて、除去手段 4 を形成してある。

【 0 0 1 3 】

このものにおける三次元形状造形物 2 4 の製造は、焼結層形成手段 3 と焼結層 8 との相対距離を調整する調整手段であるところの昇降テーブル 2 3 上面の造形用ベース表面に無機質または有機質の粉末材料を供給してブレード 2 1 でならずことで第 1 層目の粉末層を形成し、この粉末層の硬化させたい箇所にレーザ (レーザ) L を照射して粉末を焼結させてベースと一体化した焼結層 8 を形成する。

【 0 0 1 4 】

この後、昇降テーブル 2 3 を少し下げて再度無機質または有機質の粉末材料を供給してブレード 2 1 でならずことで第 2 層目の粉末層を形成し、この粉末層の硬化させたい箇所にレーザ (レーザ) L を照射して粉末を焼結させて下層の焼結層 8 と一体化した焼結層 8 を形成する。

【 0 0 1 5 】

昇降テーブル 2 3 を下降させて新たな粉末層を形成し、レーザを照射して所要箇所を焼結層 8 とする工程を繰り返すことで、目的とする三次元形状造形物 2 4 を製造するものであり、たとえば、粉末材料として平均粒径約 $20 \mu\text{m}$ の球形の鉄粉、レーザとしては炭酸ガスレーザ、粉末層の厚み t_1 としては 0.05 mm が好適である。

【 0 0 1 6 】

10

20

30

40

50

レーザの照射経路は、予め三次元CADデータから作成しておく。すなわち、従来のものと同様に、三次元CADモデルから生成したSTLデータを等ピッチ（ここでは0.05mm）でスライスした各断面の輪郭形状データを用いる。この時、三次元形状造形物24の少なくとも最表面が高密度（気孔率5%以下）となるように焼結させることができるようにレーザの照射を行うのが好ましい。除去手段4によって後述する表面除去を行っても、露出した部分がポーラスであれば、除去加工後の表面もポーラスな状態となるためであり、このために予め形状モデルデータを表層部と内部とに分割しておき、内部についてはポーラスとなるような焼結条件、表層部はほぼ粉末が熔融して高密度となる条件でレーザを照射する。図3に示す正面視略凸型の造形物24の一例では、内部をさらに予め形状モデルデータを外側部と内側部と分割し、それぞれ内側部の方がよりポーラスとなるようレーザ照射条件を変えて、中密度部および低密度部を形成するようにしている。

10

【0017】

この3種類の密度の異なる焼結層8を形成するには、レーザ照射条件（レーザ出力、レーザ走査速度、レーザ照射径）などを適宜設定変更することにより実現できるが、造形時間の短縮を狙いとした場合、特にレーザ走査速度のみを変えることによっても実現できる。例えば、照射面でのレーザ出力300W、レーザ照射径0.6mmのCO₂レーザを用いた場合、ガルバノスキャナの走査スピードを制御することにより、高密度層50では100~200mm/sec、中密度層51では1500~2000mm/sec、低密度層52では2000~2500mm/secを目安とすることができる。

【0018】

20

このような三次元形状造形物24の製造方法では、造形物24の下端部から順に焼結層8を積層して造形していくため、図中Aのラインは高密度層50から中密度層51へ変化する層であり、図中Bのラインは中密度層51から低密度層52へ変化する層であり、各密度変化に対応してレーザ照射条件を変化させて焼結を行う。この場合、高密度層50では、レーザ走査速度が遅いため粉末が十分熔融して沈み込むため、他のポーラスな中密度層51や低密度層52に比べて平坦層20のときの厚みよりも焼結層8のときの厚みがより薄くなる傾向がある。したがって、高密度層50の上に所定厚さの平坦層20を形成するときに、所定厚さと粉末の熔融沈み高さを加えた厚みの太い平坦層20を中密度層51のレーザ照射条件で焼結するとレーザ照射が平坦層20の下部まで行き渡らず未焼結の粉末材料の上に密着不十分に団子形状の焼結部分が乗り、これが熔融玉となって焼結層8上に突起物として生成されることが起こる。この突起物にブレード21が衝突して停止しないように、ブレード21の走査速度を遅くして突起物を除去できる程度のトルク強度にする。例えば通常時のブレード21走査速度を100mm/sec程度とすると、上記の場合には80mm/sec程度とする。その直上の平坦層20を形成するときは、ブレード21走査速度を100mm/sec程度に戻して造形を継続する。

30

【0019】

また図4に示すように、中央部に丸孔形状の横孔53を有する外形略直方体形状の造形物24を造形する場合、横孔53に相当する部分はレーザ照射を行わない箇所であり未焼結の粉末材料がそのまま残ることになる。この際、横孔53の中心よりも上方位置の焼結層8では粉末材料の直上の平坦層20を焼結することになり、粉末材料との密着性が悪くなってめくり上がり現象などが起こることがある。このめくり上がった焼結片が突起物となって生成されることが起こる。この場合も、ブレード21が衝突して停止しないように、ブレード21の走査速度を遅くして突起物を除去できる程度のトルク強度にする。その後は、再びブレード21走査速度を元に戻して造形を継続する。

40

【0020】

そして、上記粉末層を形成してはレーザを照射して焼結層8を形成することを繰り返していくのであるが、焼結層8の全厚みがたとえばミーリングヘッドの工具長さなどから求めた所要の値になれば、いったん除去手段4を作動させてそれまでに造形した造形物24の表面を切削する。たとえば、ミーリングヘッドの工具（ボールエンドミル41）が直径1mm、有効刃長3mmで深さ3mmの切削加工が可能であり、粉末層の厚み t_1 が0

50

、0.5 mmであるならば、60層の焼結層8を形成した時点で、除去手段4を作動させる。

【0021】

この除去手段4による切削加工により、造形物24表面に付着した粉末による低密度表面層を除去すると同時に、高密度部まで削り込むことで、造形物24表面に高密度部を全面的に露出させる。このために、所望の形状よりも焼結層8が少し大きくなるようにしておく。

【0022】

この除去手段4による切削加工経路は、レーザの照射経路と同様に予め三次元CADデータから作成しておく。この時、等高線加工を適用して加工経路を決定するが、Z方向ピッチは焼結時の積層ピッチにこだわる必要はなく、緩い傾斜の場合はZ方向ピッチをより細かくして補間することで、滑らかな表面を得られるようにしておく。切削加工を直径1mmのボールエンドミル41で行う場合は、切り込み量を0.1~0.5mm、送り速度を5m/min~50m/min、工具回転数を20,000rpm~100,000rpmとするのが好ましい。

【0023】

また図5に示すように、この除去工程において、除去手段4による切削加工により、造形物表面に付着した粉末による低密度表面層を除去する場合に、切削による切屑7が飛散して焼結層上に付着することがある。この状態でブレード21により材料粉末25を供給すると同時に切屑7を押し上げるようになり、この切屑7が造形物とブレード21の間に引っ掛かりブレード21が停止することがある。この場合も、ブレード21が衝突して停止しないように、ブレード21の走査速度を遅くして突起物を除去できる程度のトルク強度にする。その後は、再びブレード走査速度を元に戻して造形を継続する。

【0024】

このような三次元形状造形物の製造方法においては、焼結層8上に突起物が形成されるような所定の平坦層20を形成するに当たって、このような粉末材料25の所定の平坦層20を形成するブレード21の走査速度を他の平坦層20を形成するブレード21の走査速度よりも遅くするようにしているので、このような平坦層20を形成するときにはブレード21の停止トルクが上昇し、ブレード21が突起物に当たって停止することなく突起物を除去できるとともに、他の平坦層20ではブレード21の走査速度が遅くならないようにしているので、全体の造形時間が必要以上に大幅に遅くならず、造形作業性が向上している。

【0025】

図6は、同上と異なる三次元形状造形物の製造装置を用いた製造方法の一製造工程を示す説明図である。

【0026】

図6に示すように、この三次元形状造形物の製造方法は、同上の製造方法と略同様なものである。異なる点は、焼結層の形成直後に表面形状の計測を行い、この計測結果に基づき表面形状の凸状部が所定基準よりも多いときに、この直後の平坦層が前記ブレードの走査速度を遅くする所定の平坦層であるとしていることである。

【0027】

製造装置として前述のものに付加されるのは、造形物24の表面に斜め方向から照明を落射させる観察用照明具38と、造形物24の表面の平面画像を撮影するCCDカメラよりなる撮像カメラ37と、撮像カメラ37の撮像画像処理を行う画像処理装置である。観察用照明具38は、造形タンク22の両端部上方にそれぞれ設置され照明方向は造形タンク22中央方向に向けた斜め下方向としている。また撮像カメラ37は、造形タンク22中央の上方位置に設置されている。またこの観察用照明具38および撮像カメラ37は、XY駆動機構に設けるとともに、照射角度および撮像角度が変更自在として造形物24表面上の突起部を認識しやすくすることもよい。

【0028】

画像処理方法の一例を以下に説明する。まず、造形物形状データ及び位置基準データより造形物の位置データを演算し、所定の記憶装置に記憶しておく。次にこの位置データより撮像カメラ 37 や観察用照明具 38 を位置制御し、造形物 24 表面全体が撮像できるようにする。次にブレードにより材料粉末を供給する工程の直前で造形物表面の焼結層を撮像する。焼結層表面に突起物がある場合、斜め方向からの照明によって撮像画像には突起物の影が取りこまれる。そしてこの影面積が所定値より大きい場合に、ブレード停止可能性のある邪魔な突起物があるとし、この突起物の数により、ブレード負荷の程度を判断し、これに対応してブレード走査速度を複数変えることよい。この突起物の数とブレード走査速度とは記憶装置の判断テーブルに記憶しておく。この際、画像処理を行う範囲を各焼結層の外形に対応させて外形内部のみ行うようにすると、画像処理時間が短縮できて全体の造形時間を短くできる。

10

【0029】

このような製造方法では、突起物を画像処理装置で計測してブレード速度制御を行うため、焼結層上に予期できない突起物がある場合に、ブレード停止を防止することができる。

【0030】

また、XY駆動機構に図示しない吸引ノズルを設け、この画像処理により突起物と判断されたものを吸引ノズルで吸引するようにしてもよい。吸引ノズルである程度突起物を除去した後に通常より遅い速度でブレード走査を行うことにより、ブレードの停止をより防止することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の実施形態の三次元形状造形物の製造装置の概略を示す斜視図である。

【図2】同上の三次元形状造形物の製造装置を用いた製造方法の概略を示す要部の縦断面図である。

【図3】同上の三次元形状造形物の製造装置により造形される造形物の一例を示す縦断面図である。

【図4】同上の三次元形状造形物の製造装置により造形される造形物の他の一例を示す縦断面図であり、(a)は全体、(b)は一部分のレーザー照射時、(c)は(b)のレーザー照射後を示す。

30

【図5】同上の三次元形状造形物の製造装置を用いた製造方法の一部の製造工程を示す要部の縦断面図であり、(a)～(c)に各段階を示す。

【図6】同上と異なる三次元形状造形物の製造装置を用いた製造方法の一製造工程を示す説明図である。

【符号の説明】

【0032】

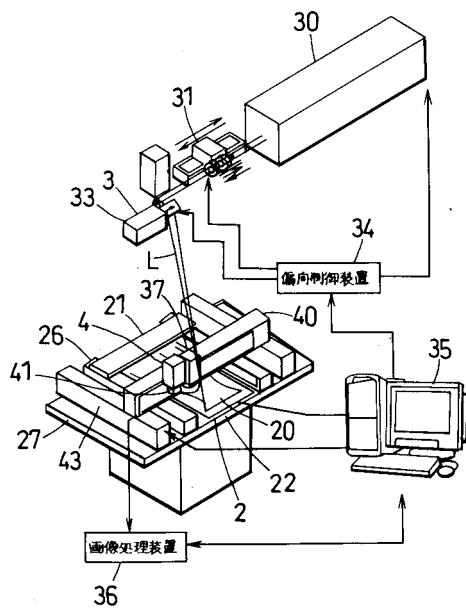
- 2 粉末層形成手段
- 3 焼結層形成手段
- 4 除去手段
- 7 切屑
- 8 焼結層
- 10 材料供給テーブル
- 11 材料タンク
- 12 材料粉末
- 20 平坦層
- 21 ブレード
- 22 造形タンク
- 23 昇降テーブル
- 24 造形物
- 25 材料粉末

40

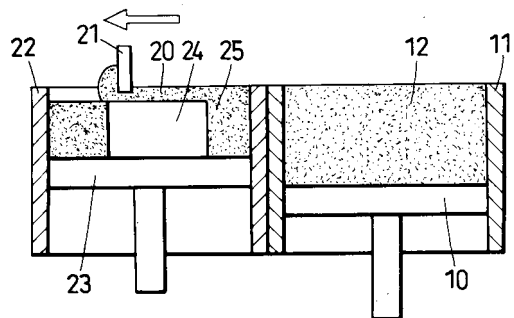
50

- 2 6 レール
- 2 7 造形テーブル
- 3 0 レーザ発振器
- 3 1 ガルバノミラー
- 3 3 光学スキャナ
- 3 4 偏向制御装置
- 3 5 パソコン
- 3 6 画像装置
- 3 7 撮像カメラ
- 3 8 観察用照明具
- 4 0 X Y 駆動機構
- 4 1 エンドミル
- 4 3 案内駆動部
- 5 0 高密度層
- 5 1 中密度層
- 5 2 低密度層
- 5 3 横孔

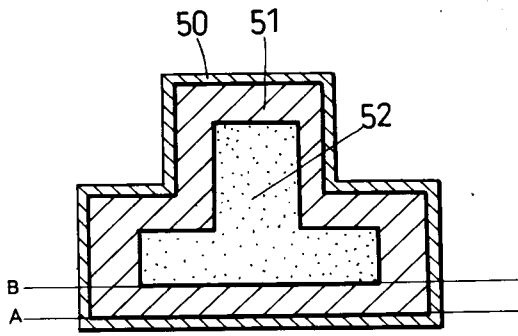
【図1】



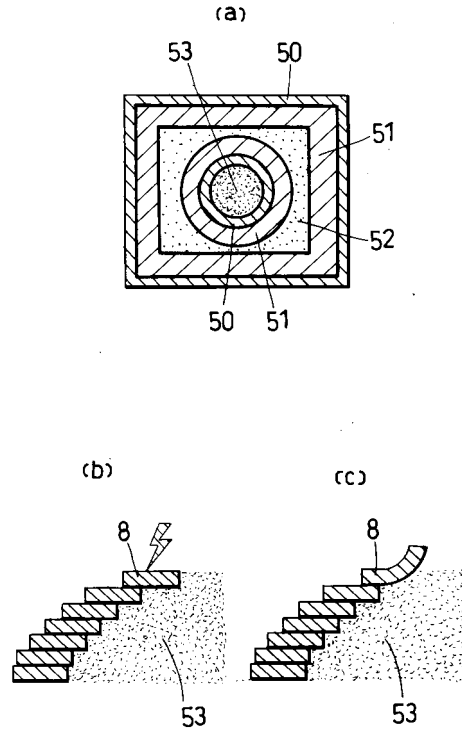
【図2】



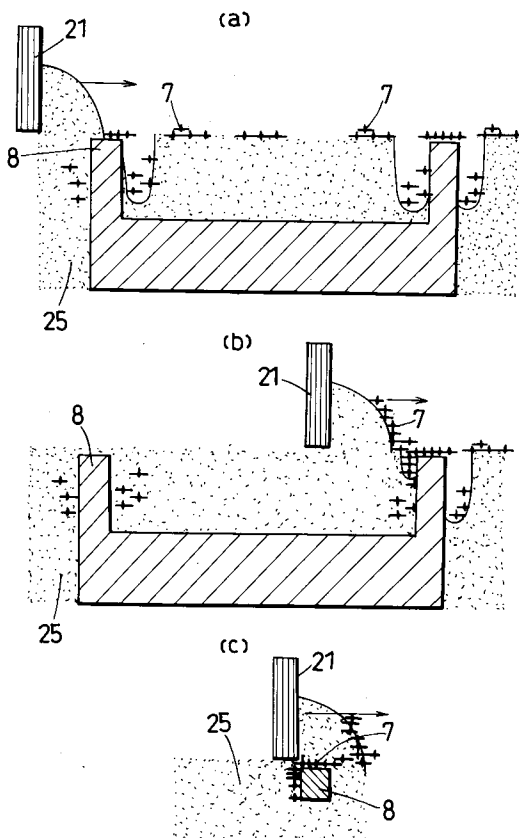
【図3】



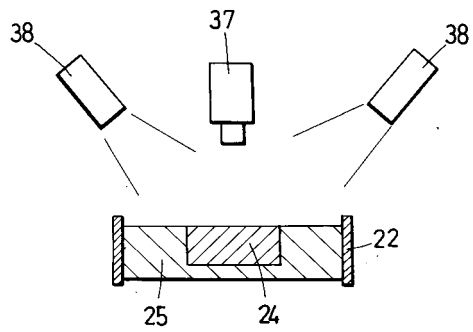
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 武南 正孝
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内
- (72)発明者 清水 俊
大阪府門真市大字門真1048番地松下電工株式会社内

審査官 鏡 宣宏

- (56)参考文献 特開2003-159755(JP,A)
特開2003-245981(JP,A)
特開2002-339003(JP,A)
特開2001-254107(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|---------------|
| B29C | 67/00 - 67/04 |
| B22F | 3/105 - 3/24 |