

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5776004号
(P5776004)

(45) 発行日 平成27年9月9日 (2015.9.9)

(24) 登録日 平成27年7月17日 (2015.7.17)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 2 F 3/16 (2006.01)

B 2 2 F 3/16

B 2 2 F 3/105 (2006.01)

B 2 2 F 3/105

B 2 9 C 67/00 (2006.01)

B 2 9 C 67/00

B 2 3 K 26/34 (2014.01)

B 2 3 K 26/34

請求項の数 9 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2013-504793 (P2013-504793)
 (86) (22) 出願日 平成24年3月15日 (2012.3.15)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/057415
 (87) 国際公開番号 W02012/124828
 (87) 国際公開日 平成24年9月20日 (2012.9.20)
 審査請求日 平成25年9月6日 (2013.9.6)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-59484 (P2011-59484)
 (32) 優先日 平成23年3月17日 (2011.3.17)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 314012076
 パナソニック I P マネジメント株式会社
 大阪府大阪市中央区城見2丁目1番61号
 (74) 代理人 100100158
 弁理士 鮫島 睦
 (74) 代理人 100068526
 弁理士 田村 恭生
 (74) 代理人 100138863
 弁理士 言上 恵一
 (74) 代理人 100145403
 弁理士 山尾 憲人
 (74) 代理人 100132263
 弁理士 江間 晴彦

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および三次元形状造形物

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して前記所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および

(i i) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、前記新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程

を繰り返して行う金型として用いられる三次元形状造形物の製造方法であって、

前記三次元形状造形物の少なくとも一部において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域を形成し、

前記三次元形状造形物の金型面の表面を、高密度固化領域及び中密度固化領域で構成し、
 金型面の表面領域の少なくとも一部が前記中密度固化領域で成すように形成すると共に、
 該中密度固化領域下にガス通路としての前記低密度固化領域を該中密度固化領域に連結させて反対側まで該低密度固化領域が貫通するように形成し、また、前記中密度固化領域の前記固化密度を70%～90%とし、該中密度固化領域の厚みが0.05mm～5mmの範囲とする、三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 2】

前記中密度固化領域の形成では、前記光ビームの照射を複数回に分けて行うことを特徴とする、請求項1に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 3】

前記複数回に分けて行う前記光ビームの照射につき、該光ビームの照射エネルギー密度を

10

20

段階的に小さくしていくことを特徴とする、請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 4】

前記複数回に分けて行う前記光ビームの照射につき、ある光ビームの照射とそれに引き続いて行われる別の光ビームの照射との間において、新たに原料粉末を照射領域に供給することを特徴とする、請求項 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 5】

前記原料粉末の供給に先立って、前記ある光ビームの照射によって照射された領域の高さが所定高さとなるように該領域の表面を削ることを特徴とする、請求項 4 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

10

【請求項 6】

前記原料粉末の供給に際して、前記ある光ビームの照射によって照射された領域および / または該原料粉末を振動に付すことを特徴とする、請求項 4 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 7】

前記高密度固化領域は、前記中密度固化領域と前記低密度固化領域との組合せの周囲においてそれらを取り囲む形態で形成することを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の製造方法で得られ、コア側またはキャビティ側の金型として用いられる三次元形状造形物であって、

20

前記金型の少なくとも一部の領域において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる 3 つの固化領域が設けられており、また

前記三次元形状造形物の金型面の表面が、高密度固化領域及び中密度固化領域で構成され、金型面の表面領域の少なくとも一部が前記中密度固化領域を成していると共に、該中密度固化領域下にガス通路としての前記低密度固化領域が該中密度固化領域に連結して反対側まで該低密度固化領域が貫通するように構成されており、また、

前記中密度固化領域の前記固化密度が 70 % ~ 90 % であって、該中密度固化領域の厚みが 0.05 mm ~ 5 mm の範囲であることを特徴とする、三次元形状造形物。

【請求項 9】

30

前記中密度固化領域のポアサイズは 50 μ m 以下であることを特徴とする、請求項 8 に記載の三次元形状造形物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元形状造形物の製造方法、および、それによって得られる三次元形状造形物に関する。より詳細には、本発明は、粉末層の所定箇所に光ビームを照射することによる固化層形成を繰り返し実施することによって複数の固化層が積層一体化した三次元形状造形物を製造する方法に関すると共に、それによって得られる三次元形状造形物にも関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来より、材料粉末に光ビームを照射して三次元形状造形物を製造する方法（一般的には「粉末焼結積層法」と称される）が知られている。かかる方法では、「(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射することによって、かかる所定箇所の粉末を焼結又は熔融固化させて固化層を形成し、(ii) 得られた固化層の上に新たな粉末層を敷いて同様に光ビームを照射して更に固化層を形成する」といったことを繰り返して三次元形状造形物を製造している（特許文献 1 または特許文献 2 参照）。材料粉末として金属粉末やセラミック粉末などの無機質の材料粉末を用いた場合では、得られた三次元形状造形物を金型として用いることができ、樹脂粉末やプラスチック粉末などの有機質の材料粉末を用いた場合で

50

は、得られた三次元形状造形物をモデルとして用いることができる。このような製造技術によれば、複雑な三次元形状造形物を短時間で製造することが可能である。

【0003】

支持部材上で三次元形状造形物を製造する場合を例にとると、図1に示すように、まず、所定の厚み t_1 の粉末層22を造形プレート21上に形成する(図1(a)参照)。次いで、光ビームを粉末層22の所定箇所に照射して、その照射された粉末層の部分から固化層24を形成する。そして、形成された固化層24の上に新たな粉末層22を敷いて再度光ビームを照射して新たな固化層を形成する。このような固化層の形成を繰り返し実施すると、複数の固化層24が積層一体化した三次元形状造形物を得ることができる(図1(b)参照)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表平1-502890号公報

【特許文献2】特開2000-73108号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

三次元形状造形物が金型として用いられる場合、その三次元形状造形物には成形時のガスを排出するためのベントが必要とされる。具体的には、樹脂供給路に存在する空気や溶融した樹脂原料から発生するガスなどを排出するためのガスベントが必要とされる。

20

【0006】

このようなガスベントは、三次元形状造形物において密度の低い部分を形成することによって設けることができるものの(図16参照)、そのような低密度部分は、成形品表面を粗くしてしまう可能性がある。つまり、造形物の低密度部分にはポア(例えばポア径が $50\mu\text{m} \sim 500\mu\text{m}$)が存在するので、ポア形状が成形品に転写されてしまう可能性があった。そこで、ポアを減じるべくベント部の密度を上げることが考えられるが、そうすると今度は所定のガス通気量を確保することができず、十分なガス抜き効果を得ることができなくなってしまう。

【0007】

30

即ち、上記のような三次元形状造形物から成る金型においては、成形品の転写性とガス抜き効果との間にはトレードオフの関係が存在している。

【0008】

本発明は、このような事情に鑑みて為されたものである。即ち、本発明の課題は、金型として用いることができる三次元形状造形物の製造方法であって、成形品の転写性とガス抜き効果との双方に好適に対処できる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】

【0009】

上記課題を解決するため、本発明では、

40

(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して前記所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および

(ii) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、前記新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程を繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

三次元形状造形物の少なくとも一部において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域を形成し、

中密度固化領域を三次元形状造形物の表面領域の少なくとも一部を成すように形成することを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法が提供される。

【0010】

50

ある好適な態様では、中密度固化領域の固化密度を70%～90%にする。

【0011】

別のある好適な態様では、中密度固化領域および低密度固化領域を介してガスが通過するように、中密度固化領域および低密度固化領域を相互に隣接して形成する。

【0012】

更なる別の好適な態様では、中密度固化領域の形成のための光ビーム照射を複数回に分けて行う。かかる場合、複数回に分けて行う光ビーム照射の照射エネルギー密度は段階的に小さくしていくことが好ましい。また、ある光ビームの照射とそれに引き続いて行われる別の光ビームの照射との間において、新たな原料粉末を照射領域に供給することが好ましい。かかる原料粉末の供給に先立っては、先行して行われた“ある光ビームの照射”によって照射された領域の高さが所定高さとなるように該領域の表面を削ることが好ましい。また、そのような新たな原料粉末の供給に際しては、先行して行われた“ある光ビームの照射”によって照射された領域および/または原料粉末を振動に付してよい。

10

【0013】

本発明では、上述した製造方法で得られる三次元形状造形物も提供される。かかる本発明の三次元形状造形物は、コア側またはキャビティ側の金型として用いられる造形物であって、

金型の少なくとも一部において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域が設けられており、また

金型のキャビティ形成面の少なくとも一部に中密度固化領域が設けられていることを特徴としている。

20

【0014】

ある好適な態様では、中密度固化領域の厚みが0.05mm～5mmの範囲となっている。

【0015】

別のある好適な態様では、中密度固化領域のポアサイズは50μm以下となっている。

【0016】

更なる別の好適な態様では、中密度固化領域および低密度固化領域が相互に隣接して設けられており、それによって、金型のガスバントが構成されている。

【発明の効果】

30

【0017】

本発明の製造方法で得られる三次元形状造形物は、造形物表面に中密度固化領域（特に低密度固化領域と隣接した中密度固化領域）が形成されているので、ガス通過を可能としつつも、その造形物表面のポアは比較的小さくなっている。従って、三次元形状造形物を金型として用いた場合であっても、樹脂供給路に存在する空気や溶融した樹脂原料から発生するガスを中密度固化領域から排出できると共に、“造形物表面のポア形状が成形品に転写される現象”を減じることができる。

【0018】

つまり、本発明は、“成形品の転写性”と“ガス抜き効果”との双方に好適に対処することができる。

40

【0019】

更にいえば、本発明では中密度固化領域の厚さや固化密度などを調整することによって、ガス通過時の流体抵抗やポアサイズを適宜変えることができる。これにより、成形材料の種類や成形条件などに応じて、最適なガスバントや転写性を選択することができ、樹脂成形の設計自由度が大きくなる。例えば、粘性の低い樹脂原料を射出成形する場合（即ち、造形物のポア形状が成形品に転写され易い条件）では、中密度固化領域の固化密度を上げてポアサイズを小さくする一方で中密度固化領域の厚さを薄くすればよい。

【図面の簡単な説明】

【0020】

図1は、光造形複合加工機の動作を模式的に示した断面図である。

50

図 2 は、光造形装置の態様を模式的に表した斜視図である（図 2（a）：切削機構を備えた複合装置、図 2（b）：切削機構を備えていない装置）。

図 3 は、粉末焼結積層法が行われる態様を模式的に示した斜視図である。

図 4 は、粉末焼結積層法が実施される光造形複合加工機の構成を模式的に示した斜視図である。

図 5 は、光造形複合加工機の動作のフローチャートである。

図 6 は、光造形複合加工プロセスを経時的に表した模式図である。

図 7 は、本発明の概念を模式的に表した図である（図 7（a）：本発明の製造方法で得られる三次元形状造形物を模式的に表した断面図、図 7（b）：ガスベント機能を有する金型の態様を模式的に表した断面図）。

10

図 8 は、本発明の製造方法で得られる三次元形状造形物を模式的に表した断面図である。

図 9 は、中密度焼結領域の好ましい形成態様についての説明図である。

図 10 は、複数回に分けて行う光ビームの照射につき原料粉末を新たに供給する態様を経時的に表した模式的断面図である（図 10（a）：ある光ビームの照射、図 10（b）：新たな原料粉末の供給、図 10（c）：引き続いて行われる光ビームの照射）。

図 11 は、複数回に分けて行う光ビームの照射につき照射領域の表面を削る態様を経時的に表した模式的断面図である（図 11（a）：ある光ビームの照射、図 11（b）：照射領域表面の切削、図 11（c）：引き続いて行われる光ビームの照射）。

20

図 12 は、複数回に分けて行う光ビームの照射につき照射領域および／または原料粉末を振動に付す態様を経時的に表した模式的断面図である（図 12（a）：ある光ビームの照射、図 12（b）：照射領域および／または原料粉末の振動、図 12（c）：引き続いて行われる光ビームの照射）。

図 13 は、中密度焼結領域をガス加圧操作に用いる態様を模式的に表した断面図である。

図 14 は、実施例で製造された三次元形状造形物の断面図および顕微鏡写真である。

図 15 は、ポア形状の転写性確認試験の結果である。

図 16 は、従前の三次元形状造形物のガスベント態様を表した写真図および模式図である。

【符号の説明】

30

【0021】

図面中、参照番号は次の要素を意味する：

- 1 光造形複合加工機
- 2 粉末層形成手段
- 3 光ビーム照射手段
- 4 切削手段
- 8 ヒューム
- 19 粉末／粉末層（例えば金属粉末／金属粉末層）
- 20 造形物支持部材（造形物テーブル）
- 21 造形プレート
- 22 粉末層（例えば金属粉末層または樹脂粉末層）
- 22' 複数回に分けられた光ビームが照射された粉末層または部分的焼結層
- 23 スキージング用ブレード
- 24 固化層（例えば焼結層）
- 24a 高密度固化領域（例えば高密度焼結部）
- 24b 中密度固化領域（例えば中密度焼結領域）
- 24c 低密度固化領域（例えば低密度焼結領域）
- 24d 中空領域
- 25 粉末テーブル
- 26 粉末材料タンクの壁部分

40

50

２７ 造形タンクの壁部分
 ２８ 粉末材料タンク
 ２９ 造形タンク
 ３０ 光ビーム発振器
 ３１ ガルバノミラー
 ４０ ミーリングヘッド
 ４１ ＸＹ駆動機構
 ５０ チャンバー
 ５２ 光透過窓またはレンズ
 Ｌ 光ビーム

10

１００ 三次元形状造形物
 ２００ 成形品又は樹脂原料
 【発明を実施するための形態】

【００２２】

以下では、図面を参照して本発明をより詳細に説明する。

【００２３】

本明細書において「粉末層」とは、例えば「金属粉末から成る金属粉末層」を実質的に指している。また「粉末層の所定箇所」とは、製造される三次元形状造形物の領域を実質的に意味している。従って、かかる所定箇所に存在する粉末に対して光ビームを照射することによって、その粉末が焼結又は溶融固化して三次元形状造形物の形状を構成することになる。尚、粉末層が金属粉末層となる場合、「固化層」は「焼結層」に相当し、「固化密度」は「焼結密度」に相当し得る。

20

【００２４】

[粉末焼結積層法]

まず、本発明の製造方法の前提となる粉末焼結積層法について説明する。説明の便宜上、材料粉末タンクから材料粉末を供給し、均し板を用いて材料粉末を均して粉末層を形成する態様を前提として粉末焼結積層法を説明する。また、粉末焼結積層法に際しては造形物の切削加工をも併せて行う複合加工の態様を例に挙げて説明する（つまり、図２（ｂ）ではなく図２（ａ）に表す態様を前提として説明する。しかしながら、本発明は、切削機構を具備しない図２（ｂ）に示す態様であっても実現可能であることを付言しておく。）図１，３および４には、粉末焼結積層法と切削加工とを実施できる光造形複合加工機の機能および構成が示されている。光造形複合加工機１は、「金属粉末を所定の厚みで敷くことによって粉末層を形成する粉末層形成手段２」と「外周が壁２７で囲まれた造形タンク２９内において上下に昇降する造形テーブル２０」と「造形テーブル２０上に配され造形物の土台となる造形プレート２１」と「光ビームＬを任意の位置に照射する光ビーム照射手段３」と「造形物の周囲を削る切削手段４」とを主として備えている。粉末層形成手段２は、図１に示すように、「外周が壁２６で囲まれた材料粉末タンク２８内において上下に昇降する粉末テーブル２５」と「造形プレート上に粉末層２２を形成するための均し板２３」とを主として有して成る。光ビーム照射手段３は、図３および図４に示すように、「光ビームＬを発する光ビーム発振器３０」と「光ビームＬを粉末層２２の上にスキャニング（走査）するガルバノミラー３１（スキャン光学系）」とを主として有して成る。必要に応じて、光ビーム照射手段３には、光ビームスポットの形状を補正するビーム形状補正手段（例えば一対のシリンドリカルレンズと、かかるレンズを光ビームの軸線回りに回転させる回転駆動機構とを有して成る手段）やｆθレンズなどが具備されている。切削手段４は、「造形物の周囲を削るミーリングヘッド４０」と「ミーリングヘッド４０を切削箇所へと移動させるＸＹ駆動機構４１（４１ａ，４１ｂ）」とを主として有して成る（図３および図４参照）。

30

40

【００２５】

光造形複合加工機１の動作を図１、図５および図６を参照して詳述する。図５は、光造形複合加工機の一般的な動作フローを示しており、図６は、光造形複合加工プロセスを模

50

式的に簡易に示している。

【 0 0 2 6 】

光造形複合加工機の動作は、粉末層 2 2 を形成する粉末層形成ステップ (S 1) と、粉末層 2 2 に光ビーム L を照射して固化層 2 4 を形成する固化層形成ステップ (S 2) と、造形物の表面を切削する切削ステップ (S 3) とから主に構成されている。粉末層形成ステップ (S 1) では、最初に造形テーブル 2 0 を $\Delta t 1$ 下げる (S 1 1)。次いで、粉末テーブル 2 5 を $\Delta t 1$ 上げた後、図 1 (a) に示すように、均し板 2 3 を、矢印 A 方向に移動させる。これにより、粉末テーブル 2 5 に配されていた粉末 (例えば「平均粒径 $5 \mu m \sim 100 \mu m$ 程度の鉄粉」) を造形プレート 2 1 上へと移送させつつ (S 1 2)、所定厚み $\Delta t 1$ に均して粉末層 2 2 を形成する (S 1 3)。次に、固化層形成ステップ (S 2) に移行し、光ビーム発振器 3 0 から光ビーム L (例えば炭酸ガスレーザ ($500 W$ 程度)、Nd : YAGレーザ ($500 W$ 程度)、ファイバレーザ ($500 W$ 程度) または紫外線など) を発し (S 2 1)、光ビーム L をガルバノミラー 3 1 によって粉末層 2 2 上の任意の位置にスキャニングする (S 2 2)。これにより、粉末を熔融させ、固化させて造形プレート 2 1 と一体化した固化層 2 4 を形成する (S 2 3)。尚、光ビームは、空气中を伝達させることに限定されず、光ファイバーなどで伝送させてもよい。

10

【 0 0 2 7 】

固化層 2 4 の厚みがミーリングヘッド 4 0 の工具長さ等から求めた所定厚みになるまで粉末層形成ステップ (S 1) と固化層形成ステップ (S 2) とを繰り返し、固化層 2 4 を積層する (図 1 (b) 参照)。尚、新たに積層される固化層は、焼結又は熔融固化に際して、既に形成された下層を成す固化層と一体化することになる。

20

【 0 0 2 8 】

積層した固化層 2 4 の厚みが所定の厚みになると、切削ステップ (S 3) へと移行する。図 1 および図 6 に示すような態様ではミーリングヘッド 4 0 を駆動させることによって切削ステップの実施を開始している (S 3 1)。例えば、ミーリングヘッド 4 0 の工具 (ボールエンドミル) が直径 $1 mm$ 、有効刃長さ $3 mm$ である場合、深さ $3 mm$ の切削加工ができるので、 $\Delta t 1$ が $0.05 mm$ であれば、60 層の固化層を形成した時点でミーリングヘッド 4 0 を駆動させる。XY 駆動機構 4 1 (4 1 a , 4 1 b) によってミーリングヘッド 4 0 を矢印 X 及び矢印 Y 方向に移動させ、積層した固化層 2 4 から成る造形物の表面を切削加工する (S 3 2)。そして、三次元形状造形物の製造が依然終了していない場合は、粉末層形成ステップ (S 1) へ戻ることになる。以後、S 1 乃至 S 3 を繰り返して更なる固化層 2 4 を積層することによって、三次元形状造形物の製造を行う (図 6 参照)。

30

【 0 0 2 9 】

固化層形成ステップ (S 2) における光ビーム L の照射経路と、切削ステップ (S 3) における切削加工経路とは、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。例えば、固化層形成ステップ (S 2) では、三次元 CAD モデルから生成した STL データを等ピッチ (例えば $\Delta t 1$ を $0.05 mm$ とした場合では $0.05 mm$ ピッチ) でスライスした各断面の輪郭形状データを用いる。

40

【 0 0 3 0 】

[本発明の製造方法]

本発明は、上述した粉末焼結積層法のなかでも、特に固化層の形成態様に特徴を有している。具体的には、図 7 (a) に示すように、三次元形状造形物 1 0 0 において、高密度固化領域 2 4 a、中密度固化領域 2 4 b および低密度固化領域 2 4 c と固化密度 (かさ密度) がそれぞれ異なる 3 つの固化領域を少なくとも形成する。特に本発明では、中密度固化領域 2 4 b を造形物表面に露出するように形成する。

【 0 0 3 1 】

中密度固化領域 2 4 b は、好ましくは、その固化密度が約 $70\% \sim 90\%$ となる領域として形成する。本発明では、かかる“中密度”の固化密度 $d_{中密度}$ よりも高い領域が高密度固化領域 2 4 a に相当することになる一方、固化密度 $d_{中密度}$ よりも低い領域が低密

50

度固化領域 2 4 c に相当することになる。従って、中密度固化領域 2 4 b の固化密度が 70 % ~ 90 % の場合では、高密度固化領域 2 4 a の固化密度は 90 % (90 % を除く) ~ 100 % となり得る一方、低密度固化領域 2 4 c の固化密度は 40 % ~ 70 % (70 % を除く) となり得る。

【 0 0 3 2 】

固化領域 2 4 a ~ 2 4 c のポアサイズ (細孔寸法) についていえば、固化密度が高いほど、ポアサイズが小さくなる傾向にある一方、固化密度が低いほど、ポアサイズが大きくなる傾向にある。ここで、中密度固化領域 2 4 b のポアサイズ (平均細孔径) は、好ましくは、5 μ m ~ 50 μ m 程度である。それゆえ、低密度固化領域 2 4 c のポアサイズ (平均細孔径) が 50 μ m (50 μ m を除く) ~ 500 μ m となり得る一方、高密度固化領域 2 4 a のポアサイズ (平均細孔径) は 0 . 1 μ m ~ 5 μ m (5 μ m は除く) となり得る。

【 0 0 3 3 】

中密度固化領域 2 4 b を介したガス通過が好適に為されるように、低密度固化領域 2 4 c を中密度固化領域 2 4 b と連結するように隣接して形成することが好ましい (図 7 (b) 参照) 。低密度固化領域 2 4 c をそのように設けることによって中密度固化領域 2 4 b の厚さを減じることができ、それゆえ、ガス通過時の流体抵抗を効果的に減じることができる。更には、図 7 (b) に示すように、低密度固化領域 2 4 c と連通するような中空領域 (空洞部) 2 4 d を形成してよい。図示するように、中空領域 2 4 d は、低密度固化領域 2 4 c の背面側に形成し、かかる中空領域 2 4 d を造形物外部と連通するように形成することが好ましい。

【 0 0 3 4 】

図 7 (a) および (b) に示すような三次元形状造形物 1 0 0 を樹脂成形用の金型として用いた場合、樹脂供給路に存在する空気や溶融した樹脂原料から発生する気体などのガスを中密度固化領域 2 4 b および低密度固化領域 2 4 c を通して排出できる。従って、中密度固化領域 2 4 b および低密度固化領域 2 4 c は金型のガスベントとして好適に機能し得る。

【 0 0 3 5 】

図面を参照して本発明の製造方法を更に説明していく。本発明で用いる金属粉末は、鉄系粉末を主成分とした粉末であってよく、場合によってはニッケル粉末、ニッケル系合金粉末、銅粉末、銅系合金粉末および黒鉛粉末などから成る群から選択される少なくとも 1 種類を更に含んで成る粉末であってよい (一例として、平均粒径 20 μ m 程度の鉄系粉末の配合量が 60 ~ 90 重量 %、ニッケル粉末及びニッケル系合金粉末の両方又はいずれか一方の配合量が 5 ~ 35 重量 %、銅粉末および / または銅系合金粉末の両方又はいずれか一方の配合量が 5 ~ 15 重量 %、ならびに、黒鉛粉末の配合量が 0 . 2 ~ 0 . 8 重量 % となった金属粉末を挙げることができる) 。ちなみに、金属粉末としては、このような鉄系粉末に限定されるものでなく、銅系粉末やアルミニウム粉末も可能であり、更にいえば、金型以外の用途で加圧部品として適用する用途であれば、プラスチック粉末やセラミック粉末も可能であることを付言しておく。

【 0 0 3 6 】

本発明の製造方法では、所定の厚みの金属粉末層 2 2 を造形プレート 2 1 上に形成した後、光ビームを金属粉末層 2 2 の所定箇所に照射して、その照射された金属粉末層の部分から焼結層を形成する (図 1 (a) および (b) 参照) 、といった操作を繰り返して行う。特に本発明の製造方法では、かかる反復実施に際して、照射する光ビームのエネルギーなどを調整することによって、高密度焼結領域 2 4 a (高密度焼結部) 、中密度焼結領域 2 4 b (中密度焼結部) および低密度焼結領域 2 4 c (低密度焼結部) と焼結密度がそれぞれ異なる 3 つの領域を形成する。

【 0 0 3 7 】

具体的には、粉末領域に照射する光ビームの照射エネルギーを相対的に低くすると低密度焼結領域 2 4 c を形成できる一方、粉末領域に照射する光ビームの照射エネルギーを相対的に高くすると高密度焼結領域 2 4 a を形成できる。そして、「低密度焼結領域 2 4 c

のための照射エネルギー」と「高密度焼結領域 24 a のための照射エネルギー」との間に相当し得るエネルギーでもって光ビーム照射すると、中密度焼結領域 24 b を形成することができる。例えば、高密度焼結領域 24 a (焼結密度 90 ~ 100 %) は、照射エネルギー密度 E が 8 ~ 15 J / mm² 程度の光ビームでもって形成する。低密度焼結領域 24 c (焼結密度 40 ~ 70 %) は照射エネルギー密度 E が約 1 ~ 3.5 J / mm² の光ビームでもって形成する。そして、中密度焼結領域 24 b (焼結密度 70 ~ 90 %) は照射エネルギー密度 E が約 4 ~ 約 7 J / mm² の光ビームでもって形成する。尚、エネルギー密度 E = レーザ出力 (W) / (走査速度 (mm / s) × 走査ピッチ (mm)) である (製造条件は例えば、粉末の積層厚さ: 0.05 mm、レーザの種類: CO₂ (炭酸ガス) レーザ、スポット径: 0.5 mm である)。ここで、照射エネルギーの上記数値範囲は、あくまでも例示であって、粉末材料の種類に依存し得るものである。それゆえ、高密度焼結領域 24 a、中密度焼結領域 24 b および低密度焼結領域 24 c を形成するための照射エネルギー密度 E の値は、粉末層を成す粉末材料の種類によって適宜変更され得るものであることに留意されたい。

10

【0038】

ここで、本明細書にいう「焼結密度 (%)」とは、造形物の断面写真を画像処理することによって求めた焼結断面密度 (金属材料の占有率) を実質的に意味している。使用する画像処理ソフトは Scion Image ver. 4.0.2 (フリーウェア) であって、断面画像を焼結部 (白) と空孔部 (黒) とに二値化した後、画像の全画素数 $P_{x_{all}}$ および焼結部 (白) の画素数 $P_{x_{white}}$ をカウントすることで、以下の式 1 により焼結断面密度 ρ_s を求めることができる。

20

[式 1]

$$\rho_s = \frac{P_{x_{white}}}{P_{x_{all}}} \times 100 \quad (\%)$$

【0039】

焼結密度がそれぞれ異なる 3 つの固化領域の形成は、(a) 光ビームの照射エネルギー (出力エネルギー) を調整することの他に、(b) 光ビームの走査速度の調整、(c) 光ビームの走査ピッチの調整、(d) 光ビームの集光径の調整などによっても行うことができる。例えば、焼結密度を上げるためには、(a) 光ビームの出力エネルギーを上げることに、(b) 光ビームの走査速度を下げる、(c) 光ビームの走査ピッチを狭くする、(d) 光ビームの集光径を小さくすることによっても達成することができる。逆に、焼結密度を下げるためには、(a) 光ビームの照射エネルギー (出力エネルギー) を下げることに、(b) 光ビームの走査速度を上げる、(c) 光ビームの走査ピッチを拡げる、(d) 光ビームの集光径を大きくすることによっても達成できる。これら (a) ~ (d) は、単独で行ってもよいものの、相互に種々に組み合わせてもよい。

30

【0040】

このようにして形成される中密度焼結領域 24 b は、焼結密度が 70 % ~ 90 % であるのでガスを通させることができ、それゆえ、特に低密度焼結領域 24 c と併せて用いられることによって金型のガスベントとして好適に機能する。また、中密度焼結領域 24 b のポアサイズは 5 μm ~ 50 μm 程度と比較的小さいので、その中密度焼結領域 24 b が造形物表面 (即ち金型のキャビティを形成する面) に設けられていたとしても、かかるポア形状が成形品へと転写されにくい。

40

【0041】

中密度焼結領域 24 b と低密度焼結領域 24 c との組合せは、それらを介して、ガスが通過できる態様であれば、特に制限はない。例えば、図 8 (a) ~ (c) に示すような態様が考えられる。図示する態様から分かるように、好ましくは、中密度固化領域 24 b と低密度固化領域 24 c とが直接的に連結されるように、中密度固化領域 24 b と低密度固化領域 24 c とが相互に隣接して形成される。換言すれば、中密度固化領域 24 b は、金

50

型のキャビティ空間形成面（即ち、成形品を形作る金型内部の壁面）にて露出するように形成するが、その中密度固化領域 2 4 b の背面側に低密度焼結領域 2 4 c を形成する。このような態様にすることによって、金型のキャビティ空間のガスが中密度固化領域 2 4 b を通過した後で低密度焼結領域 2 4 c を通過することができ、最終的に排出され得る。高密度固化領域 2 4 a は、中密度焼結領域 2 4 b と低密度焼結領域 2 4 c との組合せの周囲においてそれらを取り囲む形態で形成することが好ましい。中密度焼結領域 2 4 b と低密度焼結領域 2 4 c との組合せをガスベントとしてより好適に機能させるために、造形物外部と連通する中空領域 2 4 d を低密度焼結領域 2 4 c の背面側に形成してもよい（図 8 参照）。

【 0 0 4 2 】

“ ガス通過時の流体抵抗 ” を減じる点でいえば、中密度焼結領域 2 4 b は比較的薄い方が好ましい。つまり、必要な強度を保ちつつも中密度焼結領域のガス通過時の圧力損失ができるだけ小さくなるように、中密度焼結領域 2 4 b の厚さ寸法を小さくすることが好ましい。即ち、薄い中密度焼結部 2 4 b を形成することが好ましい。例えば、図 7 (b) に示すような中密度焼結領域 2 4 b の厚さ t_b は、好ましくは 0 . 0 5 mm ~ 5 mm の範囲、より好ましくは 0 . 1 mm ~ 3 mm の範囲である。低密度焼結領域 2 4 c も “ ガス通過時の流体抵抗 ” を減じる点でいえば薄い方が好ましいものの、低密度焼結領域 2 4 c は中密度焼結領域 2 4 b の強度を補う役割も果たすので、ある程度の厚さが必要とされる。例えば、図 7 (b) に示すような低密度焼結領域 2 4 c の厚さ t_c は、中密度焼結領域の厚さ t_b よりも厚く、例えば、好ましくは 0 . 5 mm ~ 1 0 mm の範囲であり、より好ましくは 2 . 5 mm ~ 5 mm の範囲である。

【 0 0 4 3 】

（中密度焼結領域の好ましい形成態様）

中密度焼結領域の好ましい形成態様について説明する。中密度焼結領域 2 4 b の形成は、光ビームの照射を複数回に分けて行うことが好ましい。つまり、粉末層に対する 1 回の光ビーム照射で中密度焼結領域を形成してしまうのではなく、エネルギーの低い光ビームを複数回に分けて照射することによって中密度焼結領域を形成することが好ましい。これにより、ポアサイズ（空孔）が小さくて強度がより高い中密度焼結領域を形成することができる。また、このように光ビームを複数回に分けて照射することによって、中密度焼結領域のポアサイズの均一性が向上し得るので、同じ焼結密度であってもポア形状が成形品へと更に転写されにくいものとなる。

【 0 0 4 4 】

例えば粉末層に低エネルギーの光ビームを照射して低密度焼結層を焼結する場合では、局所的に粉末の熔融度が高い部分と低い部分とが形成される。粉末はエネルギーを加えると熔融して寄せ集まり、熔融滴を形成する。それが冷却されると隣接する熔融滴同士が固着することになる。低いエネルギーでは熔融滴が小さくなるが、前層との密着強度が弱い（図 9 の左側図）。高いエネルギーほど熔融滴が大きくなる傾向があるが、熔融滴の大きさのばらつきも大きくなり、熔融滴間の間隙が大きくなる（図 9 の右側図）。熔融滴間の間隙が大きくなると表面に現われる空孔が大きくなってしまふ。従って、図 9 の左側に示すように、1 回目は熔融滴が比較的小さくほぼ均一に焼結し、2 回目の照射でより熔融滴間の結合を高め、密着性を増すような条件で光ビームを照射する。これによって、空孔を小さくしつつも焼結層の強度を高めることができる。

【 0 0 4 5 】

中密度焼結領域 2 4 b の形成に際して行われる “ 複数回 ” の照射は、例えば 2 ~ 8 回に分けた照射が好ましく、より好ましくは 2 ~ 6 回に分けた照射であり、更に好ましくは 2 ~ 4 回に分けた照射である。このように複数回に分けられた照射においては、光ビームの照射エネルギーを段階的に小さくしていくことが好ましい。なぜなら、光ビームのエネルギー吸収率は粉末の粒径が小さいほど小さくなり、2 回目以降の照射では 1 回目の照射による焼結で小さくなった熔融滴だけを再焼結させるからである。換言すれば、照射エネルギー密度を段階的に小さくしていく複数回の光ビーム照射の態様では、一度に所定の粉末

層領域を固化させるのではなく、徐々に空孔を埋めて固化させていく形態が好ましい。例えば、照射エネルギー密度Eを約0.2～約1 J/mm²ずつ減じた光ビーム照射を複数回行ってよく、それによって、段階的な固化が可能となる。

【0046】

複数回に分けて行う光ビームの照射については、ある光ビームの照射とそれに引き続いて行われる別の光ビームの照射との間において、新たに原料粉末を供給してもよい（図10参照）。これによって、先行する光ビーム照射で生じた熔融滴間の間隙が粉末で埋められて焼結されることになるので、空孔が小さく強度がより高い中密度焼結領域24bを得ることができる。例えば、1回目の光ビームの照射後に粉末を供給して、その後、2回目の光ビームを照射する場合では、供給粉末量は、例えば、元の粉末層体積（空隙部を含んだかさ体積）を基準にして好ましくは1vol%～30vol%程度、より好ましくは2vol%～15vol%程度であってよい。

10

【0047】

また、複数回に分けて行う光ビームの照射については、原料粉末の供給に先立って、先行する光ビームによって照射された領域の高さが所定高さとなるように、かかる領域の表面を削ってもよい（図11参照）。なぜなら、先行する光ビーム照射（例えば1回目の光ビーム照射）では、所定高さよりも高くなっている場合があり、粉末供給の際に粉末供給機構（ブレードなど）が引っかかってしまう虞があるからである。従って、先行して照射された領域の表面を削ることによって、空孔が小さく、より強度が高い中密度焼結領域24bをトラブル無く形成することができる。例えば、1回目の光ビームを照射した後、その1回目の焼結層が所定の高さ（特に全体が“一定の高さ”）となるように当該焼結層の表面に対して切削加工を施してよい。表面切削に用いる工具は、焼結層表面を削ることができるものであれば、いずれの工具であってよい。例えば、上述した光造形複合加工機の切削加工手段を用いることができる。つまり、あくまでも一例であるが、表面切削加工手段は、汎用のNC工作機械またはそれに準ずるものであってよく、エンドミルなどの切削工具を自動交換可能なマシニングセンタ（MC）であってよい。必要に応じて、スクエアエンドミル、ラジアスエンドミルなどを用いてもよい。

20

【0048】

更にいえば、先行する光ビームによって照射された領域および/または原料粉末を振動に付してもよい（図12参照）。なぜなら、熔融滴間の間隙に原料粉末が入り込みやすくなるからであり、それによって、空孔が小さくて強度がより高い中密度層を効率的に得ることができるからである。例えば、超音波振動子などの振動手段を、スキージング用ブレード23および/または造形物テーブル20などに配し、かかる振動手段を駆動させることによって照射領域や原料粉末を振動に付してよい。振動数は、熔融滴間への粉末供給が促進されるものであればいずれのものであってもよい。

30

【0049】

[本発明の三次元形状造形物]

次に、上述の製造方法で得られる本発明の三次元形状造形物について説明する。本発明の三次元形状造形物は、コア側またはキャピ側の金型として用いることができるものであって、その金型の少なくとも一部において、高密度焼結領域、中密度焼結領域および低密度焼結領域とそれぞれ焼結密度の異なる3つの焼結領域が設けられている。特に中密度焼結領域は金型のキャピティ形成面の少なくとも一部に設けられている。従って、本発明の三次元形状造形物を金型として用いた樹脂成形では、樹脂供給路に存在する空気や溶融した樹脂原料から発生する気体などのガスが中密度焼結領域24bを介して排出され得る。

40

【0050】

本発明の三次元形状造形物のより具体的な形態については、最終的な用途に依存し得る。つまり、三次元形状造形物を金型として用いる場合、得られる成形品の形状に依存する。一例を挙げるとすると、図8(a)～(c)に示すような三次元形状造形物100が考えられる。図示する態様から分かるように、中密度固化領域24bと低密度固化領域24cとが直接的に連結されるように、それらが相互に隣接して設けられていることが好まし

50

い。これにより、中密度焼結領域 2 4 b と低密度焼結領域 2 4 c との組合せが金型のガスベントとして好適に機能し得る。

【 0 0 5 1 】

中密度焼結領域 2 4 b の焼結密度は例えば 7 0 % ~ 9 0 %、高密度焼結領域 2 4 a の焼結密度は例えば 9 0 % (9 0 % を除く) ~ 1 0 0 %、そして、低密度焼結領域 2 4 c の焼結密度は 4 0 % ~ 7 0 % (7 0 % を除く) であってよい。かかる場合、中密度焼結領域 2 4 b におけるポアサイズは 5 μ m ~ 5 0 μ m となり得、高密度焼結領域 2 4 a におけるポアサイズは 0 . 1 μ m ~ 5 μ m (5 μ m 除く) となり得、また、低密度焼結領域 2 4 c におけるポアサイズは 5 0 μ m (5 0 μ m 除く) ~ 5 0 0 μ m となり得る。ここで本明細書における「ポアサイズ (平均細孔径) 」とは、焼結領域の断面写真を撮影し、その写真に基づいて画像処理で得られる個々のポア直径 (例えば、ポアのあらゆる方向における寸法のうちの一番大きい寸法) のことを実質的に指している。

10

【 0 0 5 2 】

ポアサイズ (ポア径) の範囲は、成形材料の種類や成形条件などによって変動し得るものである。例えば、射出成形樹脂として「粘性の比較的低い樹脂原料」を用いる場合 (即ち、造形物のポア形状が成形品に比較的転写され易い条件) では、中密度焼結領域 2 4 b のポアサイズを約 5 ~ 1 0 μ m 程度にするのが好ましい。一方、射出成形樹脂として「粘性の比較的高い樹脂原料」を用いる場合 (即ち、造形物のポア形状が成形品に比較的転写され難い条件) では、中密度焼結領域 2 4 b のポアサイズを 1 0 ~ 5 0 μ m 程度にしてよい。

20

【 0 0 5 3 】

上述したように、中密度焼結領域 2 4 b は、必要な強度を保ちつつもガスが中密度焼結領域を通過する際の圧力損失ができるだけ小さくなるように、その厚さ寸法は小さいことが好ましい。低密度焼結領域 2 4 c もガス通過時の圧力損失を減じる点で薄い方が好ましいものの、低密度焼結領域 2 4 c は中密度焼結領域 2 4 b の強度を補う役割をも果たするので、ある程度の厚さが必要とされる。例えば、中密度焼結領域 2 4 b の厚さ t_b が 0 . 0 5 mm ~ 5 mm の範囲の場合、低密度焼結領域 2 4 c の厚さ t_c は 0 . 5 mm ~ 1 0 mm 程度の範囲であってよい。

【 0 0 5 4 】

以上、本発明の好適な実施形態を中心に説明してきたが、本発明はこれに限定されず、種々の改変がなされ得ることを当業者は容易に理解されよう。例えば、以下のような変態様が考えられる。

30

【 0 0 5 5 】

中密度固化領域はガスを通過させることができるものである。その中密度固化領域 (および好ましくはそれと低密度固化領域) をガスベントに用いるだけでなく、ガス通過を介した加圧操作に用いてもよい。具体的には、三次元形状造形物を樹脂成形の金型として用いることを想定した場合、“ヒケ”が発生し得る金型表面部分に中密度固化領域を形成してよい。かかる場合、中密度固化領域を介して外部からガスをキャビティ内へと供給することができるので、“ヒケ部分”ないしは“ヒケが発生し得る部分”をガスによって外側から押圧することができ、その結果、樹脂成形時のヒケ発生を効果的に防止することができる (図 1 3 (a) および (b) 参照) 。かかる場合であっても、中密度固化領域 (および / または低密度固化領域) の固化密度や厚さなどを調整することによって、ガス通過時の流体抵抗を変えることができるので、それによって、加圧時の圧力を調整することができる。つまり、大きく加圧したい成形品部分 (例えば厚肉部) に対しては固化密度を小さくする一方、あまり加圧したくない成形品部分 (例えば強度が弱い薄肉部) に対しては固化密度を大きくすればよいので、樹脂成形の設計自由度が大きくなる。

40

【 0 0 5 6 】

上述のような本発明は、次の態様を包含していることを確認的に述べておく：

第 1 の態様： (i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して前記所定箇所の粉末を焼結又は溶融固化させて固化層を形成する工程、および

50

(i i) 得られた固化層の上に新たな粉末層を形成し、前記新たな粉末層の所定箇所に光ビームを照射して更なる固化層を形成する工程を繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

前記三次元形状造形物の少なくとも一部において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域を形成し、

前記中密度固化領域を前記三次元形状造形物の表面領域の少なくとも一部を成すように形成することを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第2の態様：上記第1の態様において、前記中密度固化領域の固化密度を70%～90%にすることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第3の態様：上記第1または第2の態様において、前記中密度固化領域および前記低密度固化領域を介してガスが通過するように、該中密度固化領域および該低密度固化領域を相互に隣接して形成することを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第4の態様：上記第1～第3の態様のいずれかにおいて、前記中密度固化領域の形成では、前記光ビームの照射を複数回に分けて行うことを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第5の態様：上記第4の態様において、前記複数回に分けて行う前記光ビームの照射につき、該光ビームの照射エネルギー密度を段階的に小さくしていくことを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第6の態様：上記第4または第5の態様において、前記複数回に分けて行う前記光ビームの照射につき、ある光ビームの照射とそれに引き続いて行われる別の光ビームの照射との間において、新たに原料粉末を照射領域に供給することを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第7の態様：上記第6の態様において、前記原料粉末の供給に先立って、前記ある光ビームの照射によって照射された領域の高さが所定高さとなるように該領域の表面を削ることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第8の態様：上記第6または第7の態様において、前記原料粉末の供給に際して、前記ある光ビームの照射によって照射された領域および/または該原料粉末を振動に付すことを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第9の態様：上記第1～第8の態様のいずれかの製造方法で得られ、コア側またはキャビティ側の金型として用いられる三次元形状造形物であって、

前記金型の少なくとも一部の領域において、高密度固化領域、中密度固化領域および低密度固化領域と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域が設けられており、また

前記金型のキャビティ形成面の少なくとも一部に前記中密度固化領域が設けられていることを特徴とする、三次元形状造形物。

第10の態様：上記第9の態様において、前記中密度固化領域の厚みが0.05mm～5mmの範囲となっていることを特徴とする、三次元形状造形物。

第11の態様：上記第9または第10の態様において、前記中密度固化領域のポアサイズは50μm以下であることを特徴とする、三次元形状造形物。

第12の態様：上記第3の態様に従属する第9～第11の態様のいずれかにおいて、前記中密度固化領域および前記低密度固化領域が相互に隣接して設けられており、それによって、前記金型のガスバントが構成されていることを特徴とする、三次元形状造形物。

【実施例】

【0057】

本発明を実証すべく、図8(b)に示されるような三次元形状造形物を製造した。製造条件は以下の通りである。

●高密度焼結層

- ・光ビームの照射エネルギー：10J/mm²
- ・焼結密度：99%
- ・平均ポアサイズ：3μm

●中密度焼結層

10

20

30

40

50

- ・光ビームの照射エネルギー：5 J / mm²
- ・焼結密度：85 %
- ・平均ポアサイズ：45 μm
- ・形成箇所：造形物の表面
- ・厚さ：1 mm

●低密度焼結層

- ・光ビームの照射エネルギー：2 J / mm²
- ・焼結密度：69 %
- ・平均ポアサイズ：100 μm
- ・形成箇所：中密度焼結層の背面側
- ・厚さ：3 mm

10

【0058】

得られた三次元形状造形物の断面の顕微鏡写真を図14に示す。図14から分かるように、得られた三次元形状造形物は、高密度 / 中密度 / 低密度と固化密度がそれぞれ異なる3つの固化領域を成すものであることが確認された。

【0059】

(ポア形状の転写性確認試験)

焼結密度の違いによるポア形状の転写性効果を確認する試験を行った。具体的には、金型表面(造形物表面)の焼結密度を、高密度(焼結密度：99 %、平均ポアサイズ：3 μm)、中密度(焼結密度：85 %、平均ポアサイズ：45 μm)、低密度(焼結密度：69 %、平均ポアサイズ：100 μm)として形成し、成形品のポア転写性を確認した。

20

【0060】

結果を図15に示す。図15に示す結果から分かるように、中密度焼結表面では、造形物のポア形状が転写されにくく、成形品表面粗さは良好であることが分かった。従って、ガス通過を可能とする中密度固化領域が造形物表面に設けられたとしても、成形品の転写性の点で不利な影響が出ることなく所望の成形を実現できることが理解されよう。

【産業上の利用可能性】

【0061】

本発明の三次元形状造形物の製造装置および製造方法では、種々の物品を製造することができる。例えば、『粉末層が無機質の金属粉末層であって、固化層が焼結層となる場合』では、得られる三次元形状造形物をプラスチック射出成形用金型、プレス金型、ダイカスト金型、鋳造金型、鍛造金型などの金型として用いることができる。

30

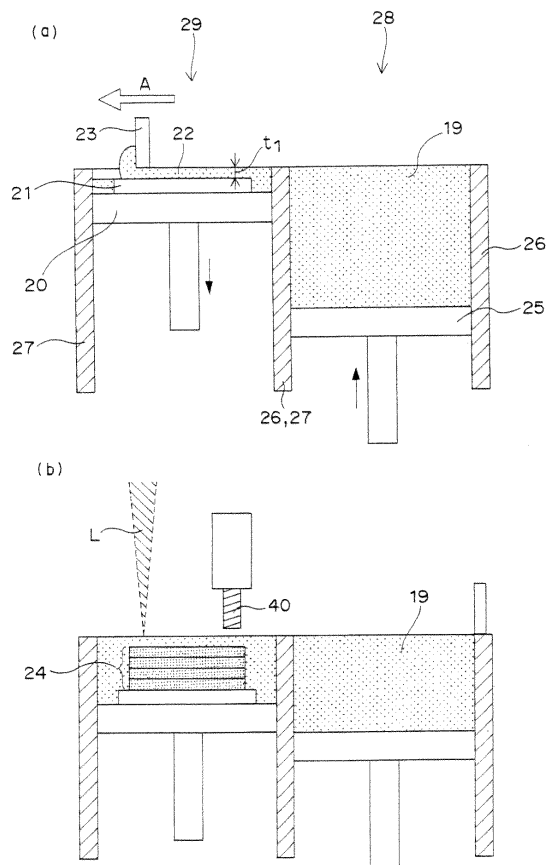
関連出願の相互参照

【0062】

本出願は、日本国特許出願第2011-59484号(出願日：2011年03月17日、発明の名称：「三次元形状造形物の製造方法および三次元形状造形物」)に基づくパリ条約上の優先権を主張する。当該出願に開示された内容は全て、この引用により、本明細書に含まれるものとする。

【図 1】

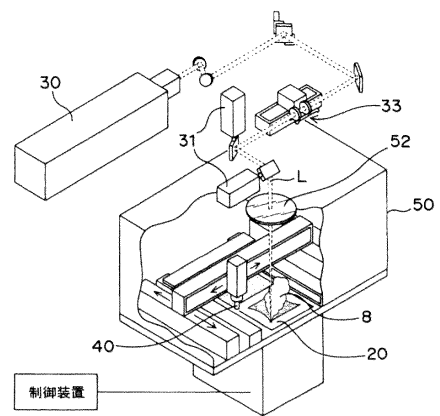
Fig. 1



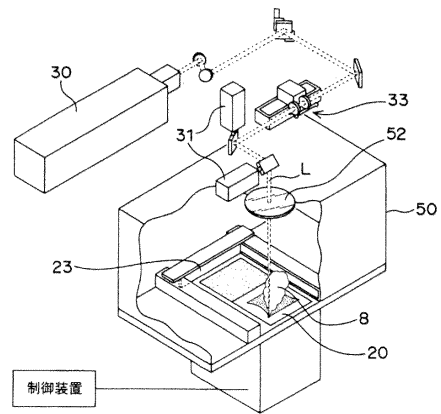
【図 2】

Fig. 2

(a)

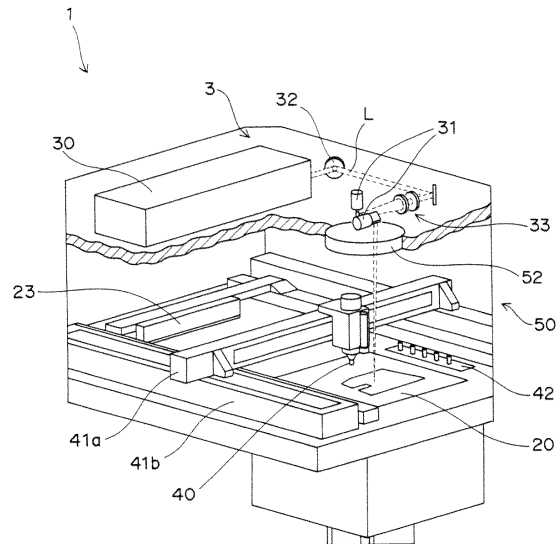


(b)



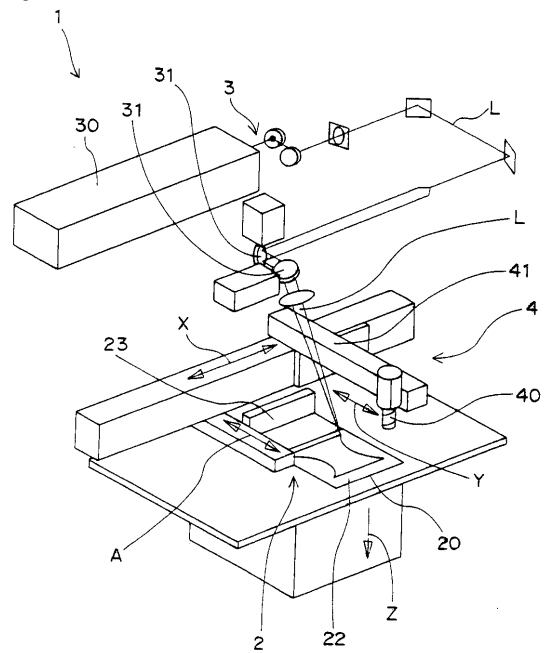
【図 3】

Fig. 3



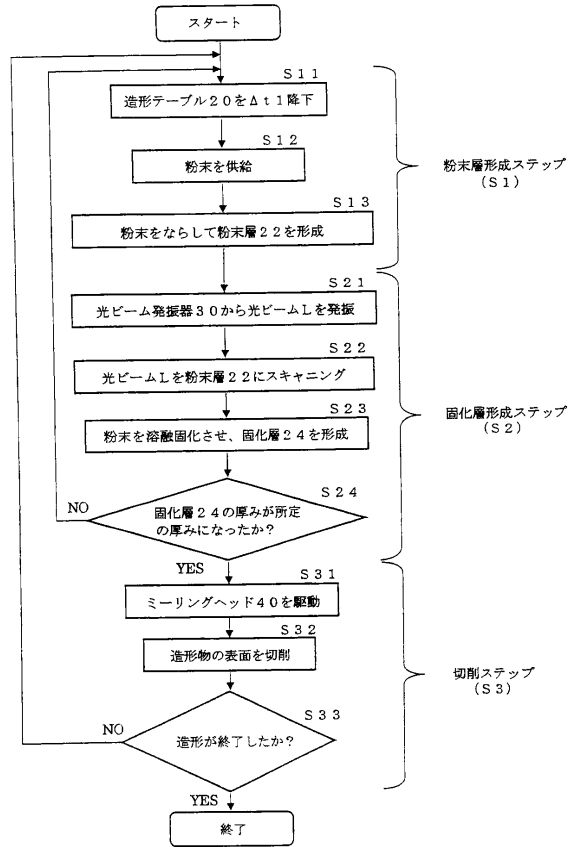
【図 4】

Fig. 4



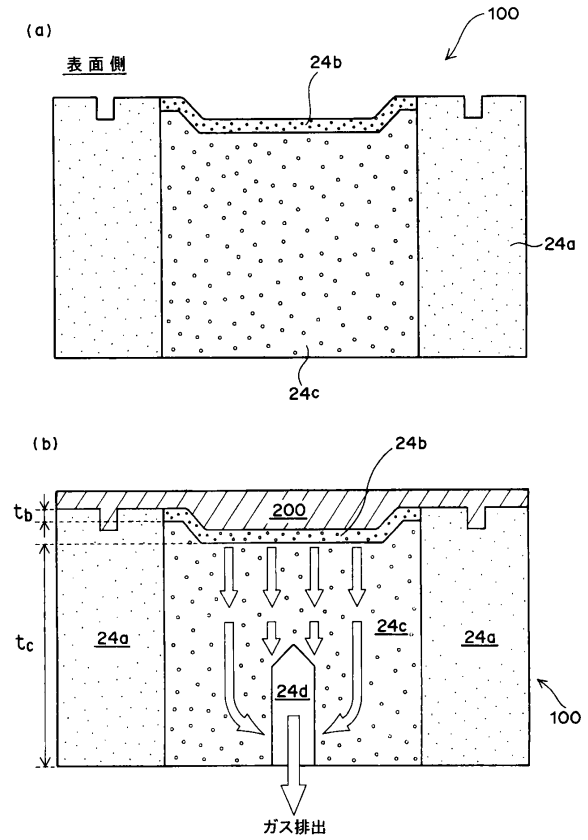
【 図 5 】

Fig. 5



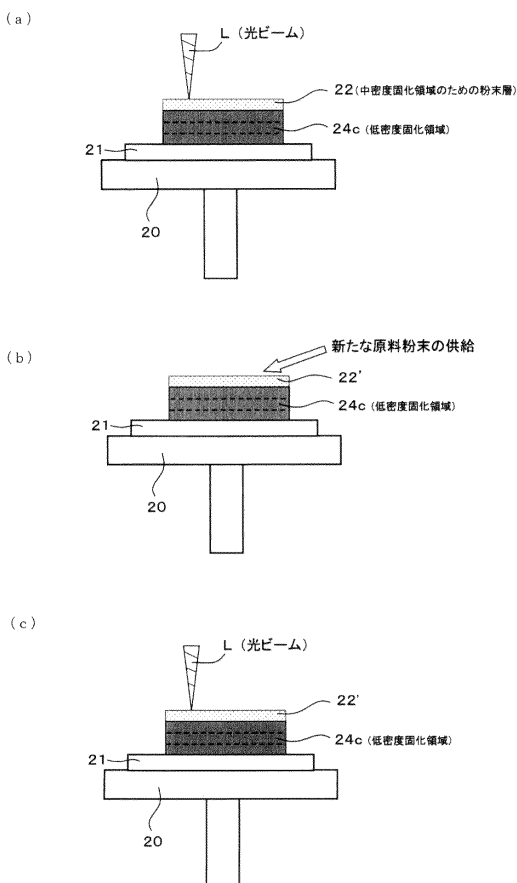
【 図 7 】

Fig. 7



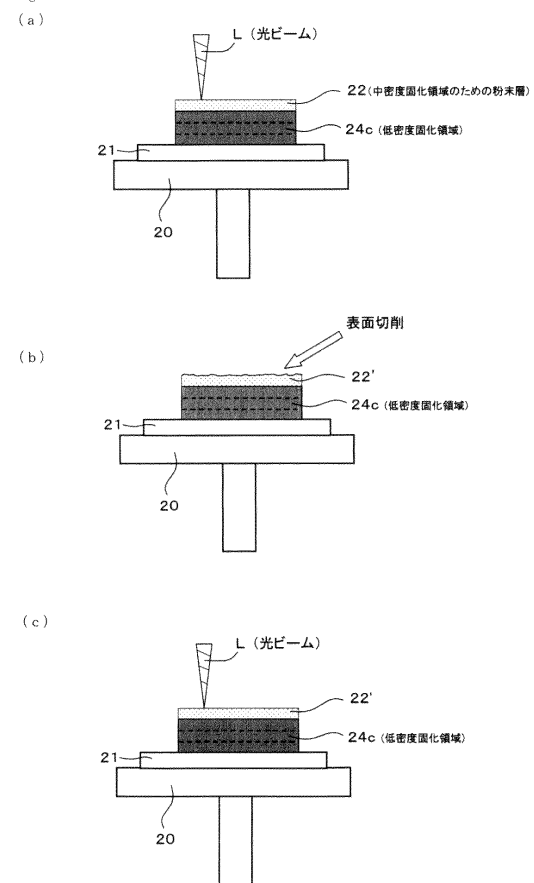
【 ㄨ 1 0 】

Fig. 10



【 図 1 1 】

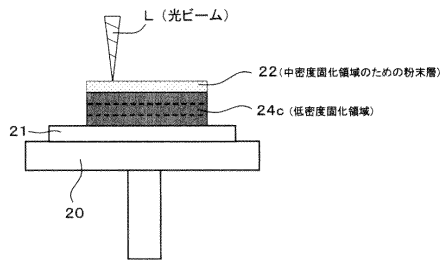
Fig. 11



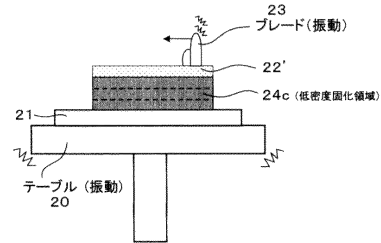
【図 12】

Fig. 12

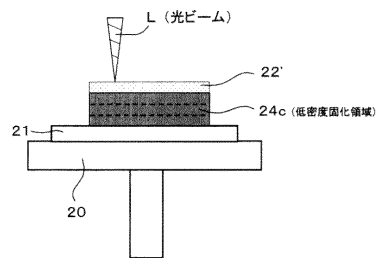
(a)



(b)



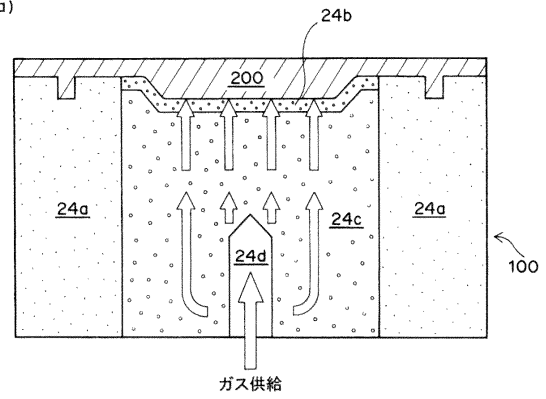
(c)



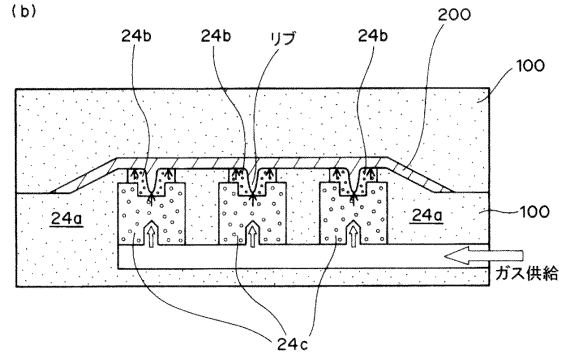
【図 13】

Fig. 13

(a)

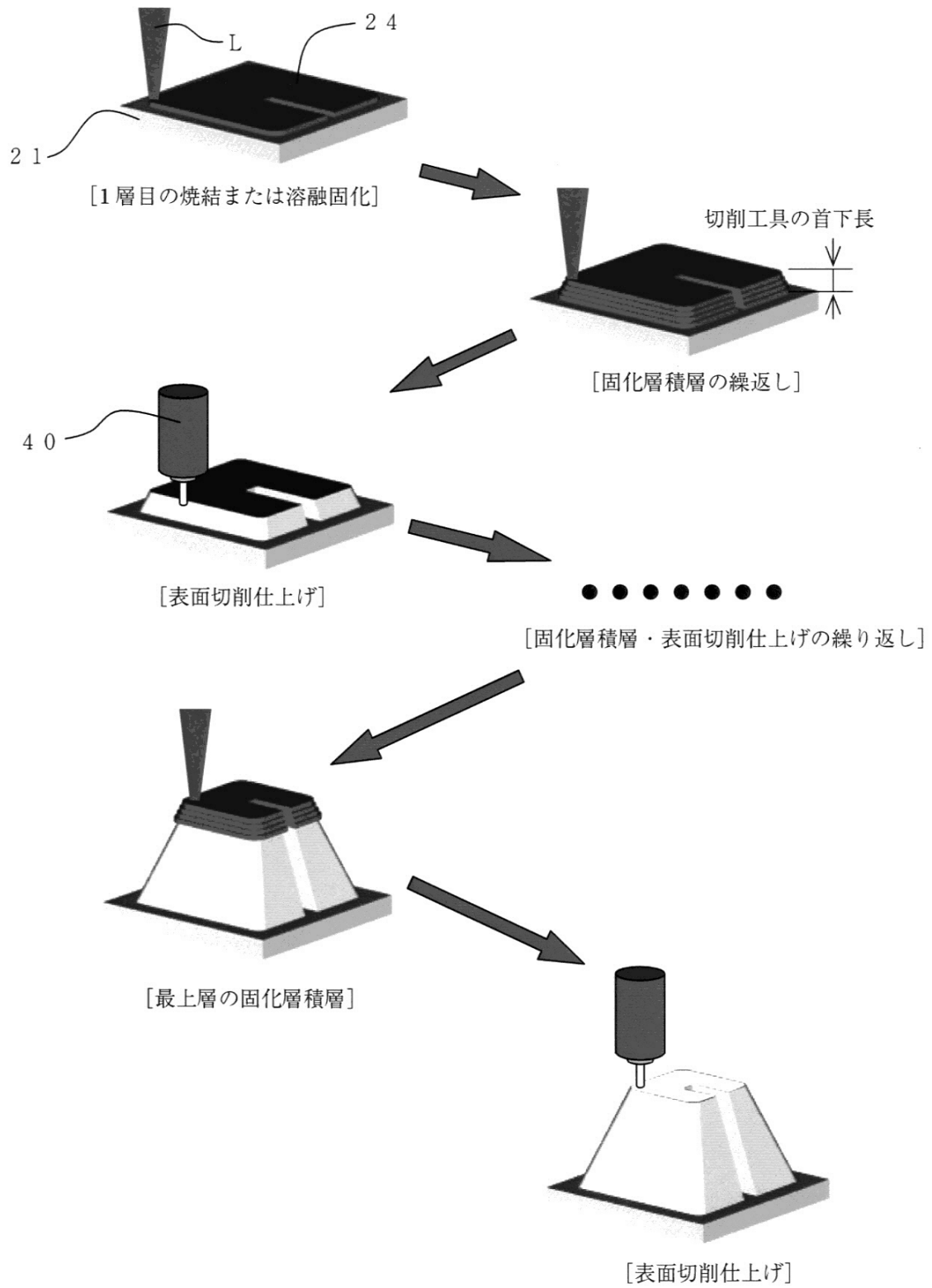


(b)



【図6】

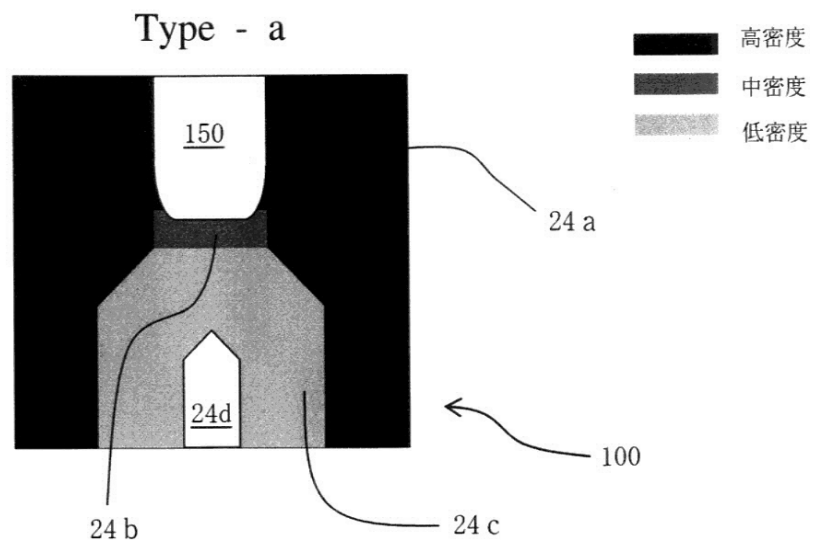
Fig. 6



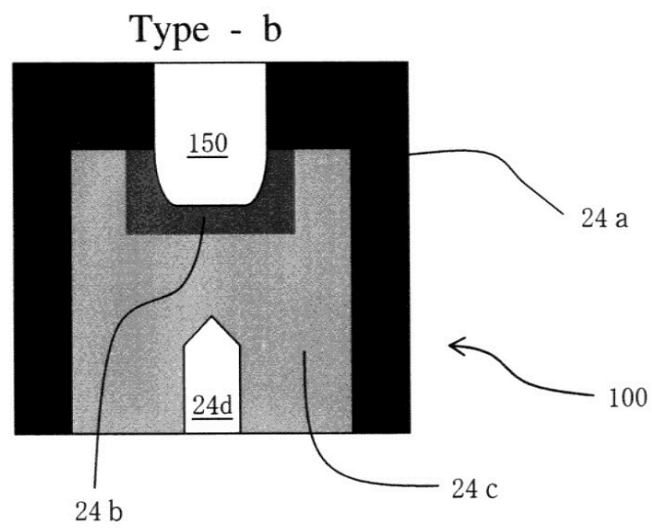
【図 8】

Fig. 8

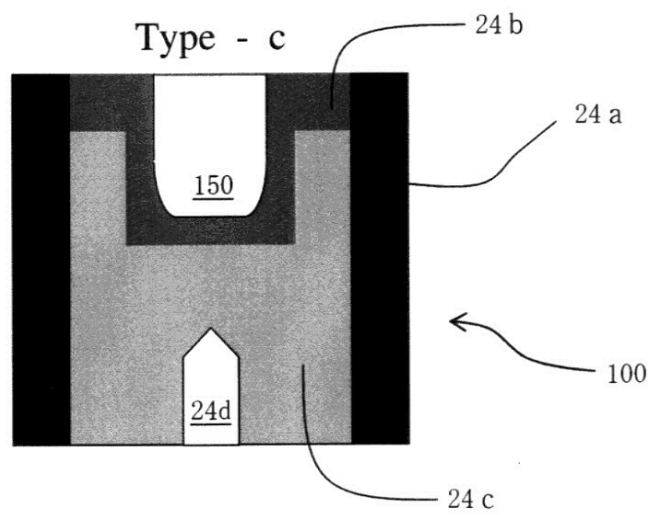
(a)



(b)

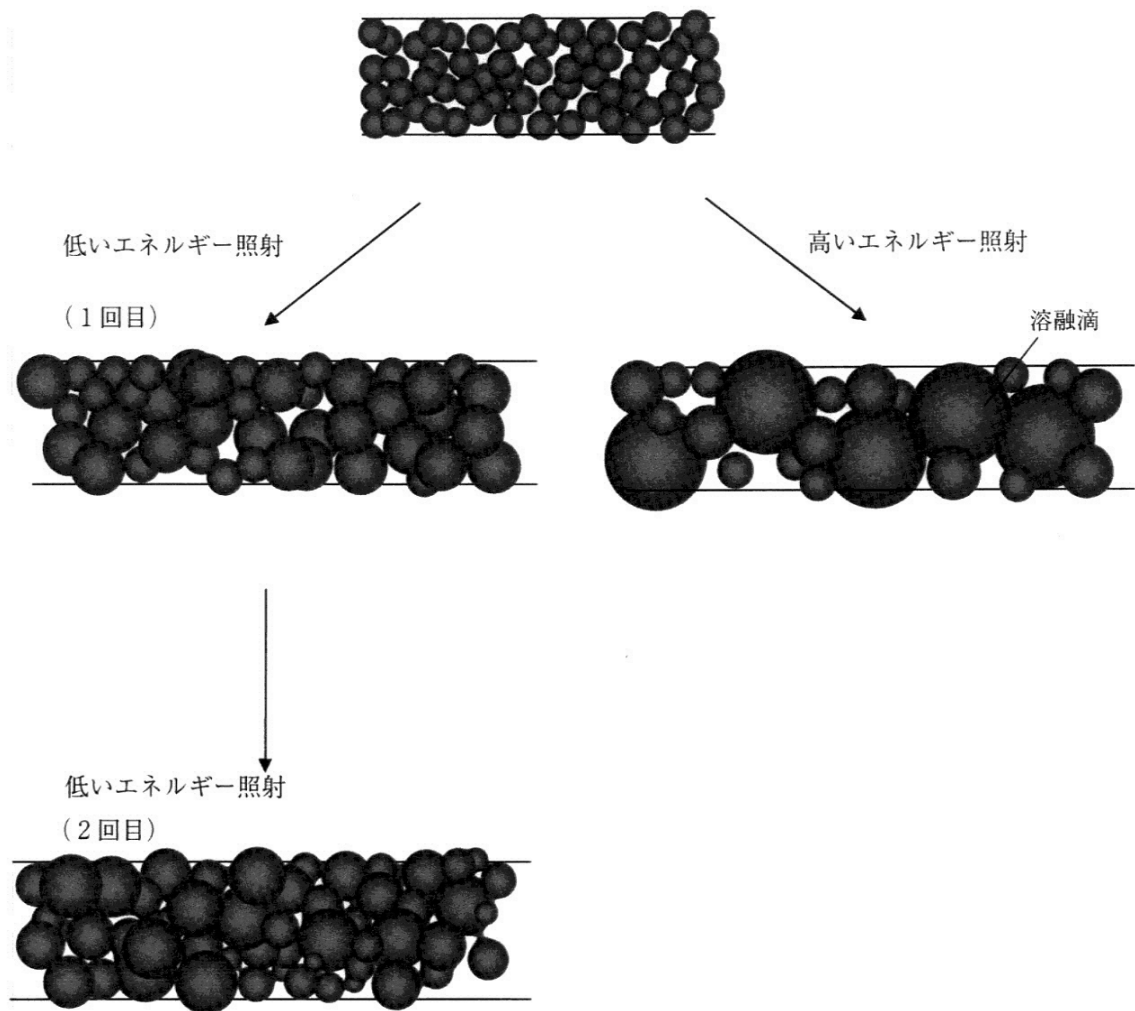


(c)



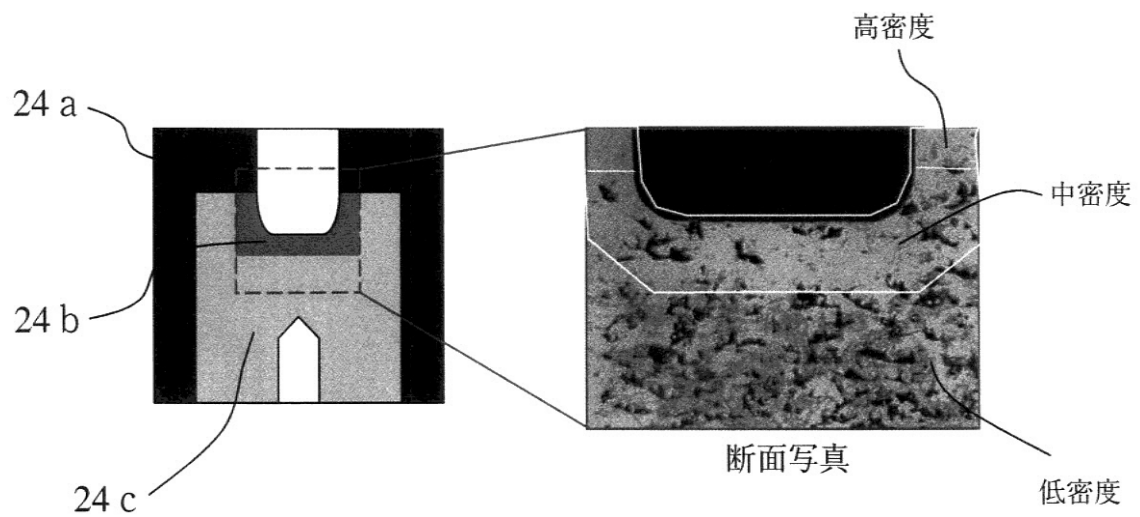
【図 9】

Fig. 9



【図 14】

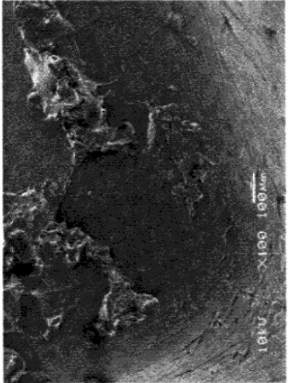
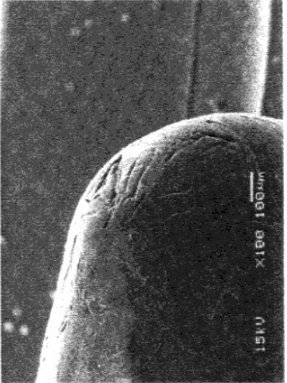
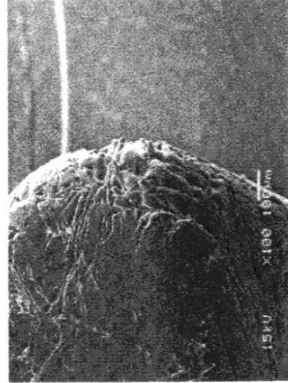
Fig. 14



【図 15】

Fig. 15

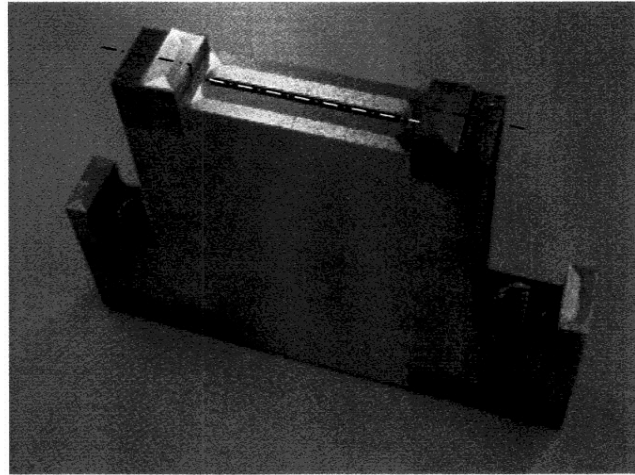
ポア形状の転写性確認試験

	成形品のSEM	成形品の表面状態
低密度		造形部ポア転写
中密度		充填性良好 表面粗さ良好
高密度のみ		ガスだまりのため 未充填

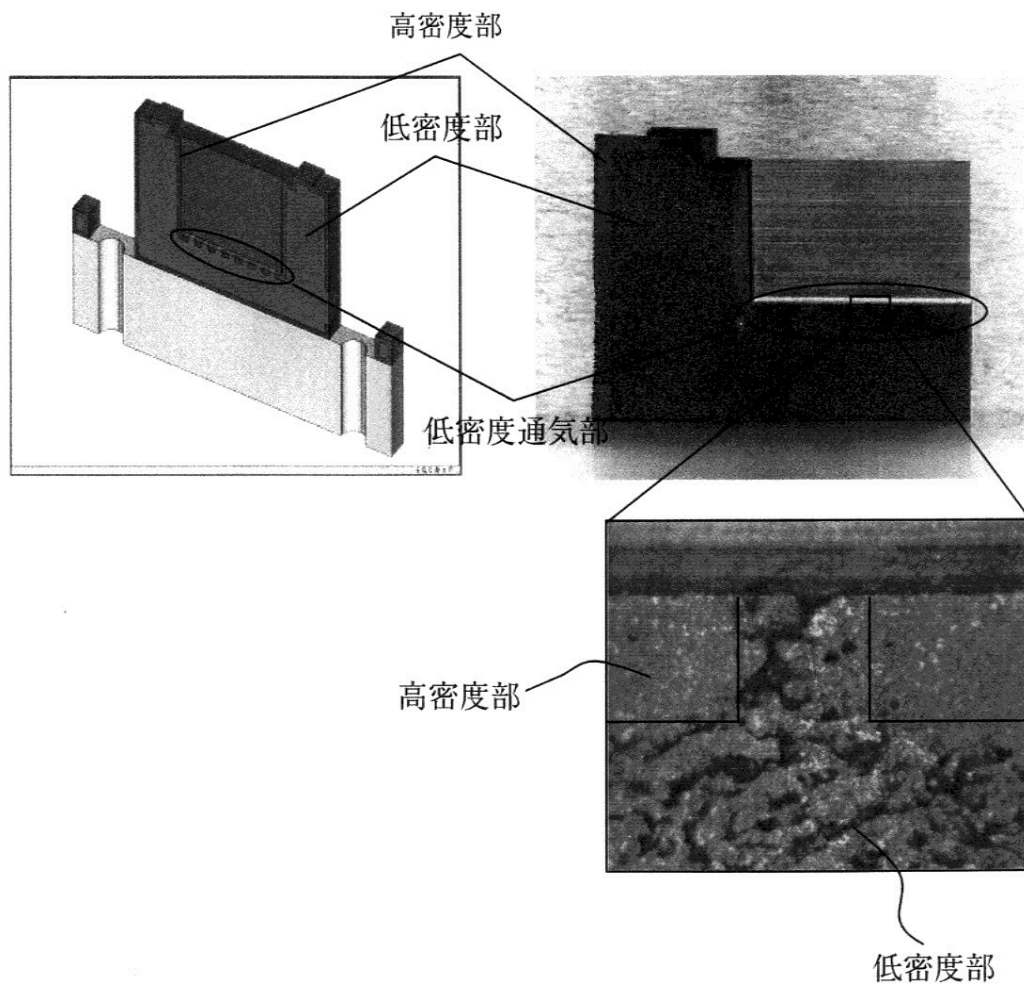
【図 16】

Fig. 16

(a)



(b)



フロントページの続き

- (72)発明者 松本 武
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 阿部 諭
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 武南 正孝
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
- (72)発明者 内野々 良幸
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内

審査官 河口 展明

- (56)参考文献 特開２００７－０７０６５５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－０４２４５９（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４２４２７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３１４４５７（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－３１４４５６（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０９７６９２（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２４５９８１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０３８７５０（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０４２１７９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

B 2 2 F 1 / 0 0 - 8 / 0 0
B 2 9 C 6 7 / 0 0 - 6 7 / 2 4
C 2 2 C 1 / 0 4 , 3 3 / 0 2