

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6531954号
(P6531954)

(45) 発行日 令和1年6月19日(2019.6.19)

(24) 登録日 令和1年5月31日(2019.5.31)

(51) Int.Cl.		F I
B 2 9 C 64/153	(2017.01)	B 2 9 C 64/153
B 2 9 C 64/264	(2017.01)	B 2 9 C 64/264
B 2 9 C 33/38	(2006.01)	B 2 9 C 33/38
B 2 2 F 3/105	(2006.01)	B 2 2 F 3/105
B 2 2 F 3/16	(2006.01)	B 2 2 F 3/16

請求項の数 12 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-537751 (P2016-537751)	(73) 特許権者	314012076 パナソニックIP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
(86) (22) 出願日	平成27年7月28日(2015.7.28)	(74) 代理人	100106518 弁理士 松谷 道子
(86) 国際出願番号	PCT/JP2015/003789	(74) 代理人	100132263 弁理士 江間 晴彦
(87) 国際公開番号	W02016/017155	(74) 代理人	100197583 弁理士 高岡 健
(87) 国際公開日	平成28年2月4日(2016.2.4)	(72) 発明者	武南 正孝 愛知県春日井市鷹来町字下仲田4017番 パナソニックエコシステムズ株式会社内
審査請求日	平成29年1月18日(2017.1.18)	(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
(31) 優先権主張番号	特願2014-155292 (P2014-155292)		
(32) 優先日	平成26年7月30日(2014.7.30)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
前置審査			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該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、該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

によって粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

前記固化層が形成される領域の一部を前記光ビームを照射しない非照射部とすることによって、積層方向において前記三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝を最終的に得られる該三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設け、

前記スリット溝が前記三次元形状造形物の前記上面にて局所的に窪んだ形態を有しており、

前記スリット溝が成すスリット開口の長手方向が少なくとも2つの向きを含む形態となるように該スリット溝を設け、ならびに

前記三次元形状造形物が金型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2】

前記上面にて複数の前記スリット溝が規則的に配列するように該スリット溝を設けることを特徴とする、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】

前記スリット溝が成すスリット開口の短手寸法を $0.05\text{ mm} \sim 1\text{ mm}$ とすることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の三次元形状造形物の製造方法。

【請求項 4】

前記スリット溝の深さ寸法を前記三次元形状造形物の厚さ寸法の $10\% \sim 50\%$ とすることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 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 5】

前記スリット溝が成すスリット開口の短手寸法が該スリット溝の底部から前記上面に向かって漸次大きくなるように該スリット溝を設けることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 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 6】

前記スリット開口の形状をクロス形状とすることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 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 7】

前記三次元形状造形物として樹脂成形用金型を製造し、該樹脂成形用金型のパーティング面に前記スリット溝を設け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】

前記スリット溝を充填材料で埋めることを特徴とする、請求項 1 ~ 7 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 9】

三次元形状造形物であって、

前記三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝が該三次元形状造形物の上面に少なくとも 1 つ設けられており、

前記スリット溝が成すスリット開口の長手方向が少なくとも 2 つの向きを含む形態となっており、

前記スリット溝が前記三次元形状造形物の前記上面にて局所的に窪んだ形態を有しており、および

前記三次元形状造形物が金型であることを特徴とする、三次元形状造形物。

【請求項 10】

複数の前記スリット溝が前記上面において規則的に配列していることを特徴とする、請求項 9 に記載の三次元形状造形物。

【請求項 11】

前記三次元形状造形物が樹脂成形用金型であって、該樹脂成形用金型のパーティング面に前記スリット溝が設けられていることを特徴とする、請求項 9 又は 10 に記載の三次元形状造形物。

【請求項 12】

前記スリット溝は樹脂成形時にガスベントとして機能することを特徴とする、請求項 11 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】

本開示は、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関する。より詳細には、本開示は、粉末層への光ビーム照射によって固化層を形成する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。

【背景技術】

【0002】

光ビームを粉末材料に照射することを通じ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）は、従来より知られている。かかる方法は、以下の工程（i）および（ii）に基づいて粉末層形成と固体層形成とを交互に繰り返し実施して三次元形状造形物を製造する（特許文献 1 または特許文献 2 参照）。

10

20

30

40

50

(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射し、かかる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。

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

【 0 0 0 3 】

このような製造技術に従えば、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となる。粉末材料として無機質の金属粉末を用いる場合、得られる三次元形状造形物を金型として使用することができる。一方、粉末材料として有機質の樹脂粉末を用いる場合、得られる三次元形状造形物を各種モデルとして使用することができる。

【 0 0 0 4 】

粉末材料として金属粉末を用い、それによって得られる三次元形状造形物を金型として使用する場合を例にとる。図 1 1 に示すように、まず、スキージング・ブレード 2 3 を動かして造形プレート 2 1 上に所定厚みの粉末層 2 2 を形成する(図 1 1 (a) 参照)。次いで、粉末層の所定箇所に光ビーム L を照射して粉末層から固化層 2 4 を形成する(図 1 1 (b) 参照)。引き続き、得られた固化層の上に新たな粉末層を形成して再度光ビームを照射して新たな固化層を形成する。このようにして粉末層形成と固化層形成とを交互に繰り返し実施すると固化層 2 4 が積層することになり(図 1 1 (c) 参照)、最終的には積層化した固化層から成る三次元形状造形物を得ることができる。最下層として形成される固化層 2 4 は造形プレート 2 1 と結合した状態になるので、三次元形状造形物と造形プレートとは一体化物を成すことになる。三次元形状造形物と造形プレートとの一体化物は金型として使用することができる。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 特表平 1 - 5 0 2 8 9 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 0 - 7 3 1 0 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 6 】

上記のような粉末焼結積層法において、本願発明者らは、三次元形状造形物に不所望の応力が発生し、その応力の大きさによっては三次元形状造形物が反ってしまうことを見出した。三次元形状造形物が製造される際、光ビームが照射される粉末層の照射箇所は一旦溶けて溶融状態となり、その後冷却されると固化して固化層が形成される。このように粉末層から固化層が形成されるに際しては、粉末層内に存在する空隙が減じられることになり、収縮現象が生じ得る。従って、かかる収縮現象に起因して、固化層、即ち、それから構成される三次元形状造形物に応力(特に“反り応力”)が発生し得ると考えられる。

【 0 0 0 7 】

特に、最終的に得られる三次元形状造形物において、そのような応力は三次元形状造形物の上面近傍(固化層が積層する方向を“上方向”とした場合における三次元形状造形物の上側表面およびその近傍)に残留し得ることを本願発明者らは見出した(図 1 5 参照)。特定の理論に拘束されるわけではないが、三次元形状造形物の製造時に固化層が積層されるに伴って、既に形成された固化層は、後刻の光ビーム照射による固化層形成時に熱的影響を受け、一旦生じた応力が緩和され得ることが要因として考えられる。換言すれば、最上およびその近くに位置する固化層は応力緩和がなされることはなく(また仮に応力緩和がなされたとしてもその程度は小さく)、かかる固化層において、即ち、三次元形状造形物の上面近傍において応力が残留し易い。

【 0 0 0 8 】

本発明は、かかる事情に鑑みて為されたものである。即ち、本発明の主たる課題は、三次元形状造形物の上面近傍の応力に起因して生じ得る三次元形状造形物の反りを減じることができる粉末焼結積層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に、本発明の一態様では、

(i) 粉末層の所定箇所に光ビームを照射して当該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、その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

によって粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行い、

固化層が形成される領域の一部を光ビームを照射しない非照射部とすることによって、三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝を三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設け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。

10

【0010】

本発明は、上述の製造方法で得られる三次元形状造形物も提供される。本発明の一態様に係る三次元形状造形物は、粉末層に対する光ビーム照射で形成される固化層が積層して構成された三次元形状造形物であって、その三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝が三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設けられている。

【発明の効果】

【0011】

本発明の一態様では、三次元形状造形物の上面近傍に発生し得る応力を減じることができる。よって、粉末焼結積層法において得られる三次元形状造形物の反りが減じられる。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明の一態様に係る製造方法に従って得られる三次元形状造形物の形態を模式的に表した斜視図および断面図

【図2】本発明の一態様に係る製造方法に従って得られる三次元形状造形物の形態を模式的に表した斜視図および断面図

【図3】スリット開口の種々の形態を説明するための模式図

【図4】スリット開口の形状がクロス形状となる形態を説明するための模式図

【図5】樹脂成形用金型として用いる三次元形状造形物の形態を模式的に表した斜視図および断面図

30

【図6】スリット溝を充填材料で埋める態様を模式的に表した斜視図

【図7】スリット溝を深く設ける態様を模式的に表した斜視図および断面図

【図8】テーパ状にスリット溝を深く設ける態様を模式的に表した斜視図および断面図

【図9】スリット溝の種々の配列態様を模式的に表した斜視図。

【図10】樹脂成形用金型として用いる三次元形状造形物の具体的な形態を模式的に表した斜視図

【図11】粉末焼結積層法が実施される光造形複合加工のプロセス態様を模式的に示した断面図

【図12】光造形複合加工機の構成を模式的に示した斜視図

【図13】光造形複合加工機の一般的な動作を示すフローチャート

40

【図14】従来技術に相当する樹脂成形用金型およびそれから得られる樹脂成形品を模式的に表した斜視図

【図15】本願発明者らが見出した事項を説明するためのグラフ図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下では、図面を参照して本発明の一実施形態をより詳細に説明する。図面における各種要素の形態および寸法は、あくまでも例示にすぎず、実際の形態および寸法を反映するものではない。

【0014】

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」または「樹

50

脂粉末から成る樹脂粉末層」を意味している。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指している。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を構成することになる。更に「固化層」とは、粉末層が金属粉末層である場合には「焼結層」を意味し、粉末層が樹脂粉末層である場合には「硬化層」を意味している。

【0015】

また、本明細書で直接的または間接的に説明される“上下”の方向は、例えば造形プレートと三次元形状造形物との位置関係に基づく方向であって、造形プレートを基準にして三次元形状造形物が製造される側を「上方向」とし、その反対側を「下方向」とする。

【0016】

[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。特に粉末焼結積層法において三次元形状造形物の切削処理を付加的に行う光造形複合加工を例として挙げる。図11は、光造形複合加工のプロセス態様を模式的に示しており、図12および図13は、粉末焼結積層法と切削処理とを実施できる光造形複合加工機の主たる構成および動作のフローチャートをそれぞれ示している。

【0017】

光造形複合加工機1は、図11および図12に示すように、粉末層形成手段2、光ビーム照射手段3および切削手段4を備えている。

【0018】

粉末層形成手段2は、図11に示すように金属粉末または樹脂粉末などの粉末を所定厚みで敷くことによって粉末層を形成するための手段である。光ビーム照射手段3は、粉末層の所定箇所に光ビームLを照射するための手段である。切削手段4は、積層化した固化層の側面、即ち、三次元形状造形物の表面を削るための手段である。

【0019】

粉末層形成手段2は、図11に示すように、粉末テーブル25、スキージング・ブレード23、造形テーブル20および造形プレート21を主に有して成る。粉末テーブル25は、外周が壁26で囲まれた粉末材料タンク28内にて上下に昇降できるテーブルである。スキージング・ブレード23は、粉末テーブル25上の粉末19を造形テーブル20上へと供して粉末層22を得るべく水平方向に移動できるブレードである。造形テーブル20は、外周が壁27で囲まれた造形タンク29内にて上下に昇降できるテーブルである。そして、造形プレート21は、造形テーブル20上に配され、三次元形状造形物の土台となるプレートである。

【0020】

光ビーム照射手段3は、図12に示すように、光ビーム発振器30およびガルバノミラー31を主に有して成る。光ビーム発振器30は、光ビームLを発する機器である。ガルバノミラー31は、発せられた光ビームLを粉末層にスキヤニングする手段、即ち、光ビームLの走査手段である。

【0021】

切削手段4は、図12に示すように、ミーリングヘッド40および駆動機構41を主に有して成る。ミーリングヘッド40は、積層化した固化層の側面、即ち、三次元形状造形物の表面を削るための切削工具である。駆動機構41は、ミーリングヘッド40を所望の切削すべき箇所へと移動させる手段である。

【0022】

光造形複合加工機1の動作について詳述する。光造形複合加工機の動作は、図13のフローチャートに示すように、粉末層形成ステップ(S1)、固化層形成ステップ(S2)および切削ステップ(S3)から構成されている。粉末層形成ステップ(S1)は、粉末層22を形成するためのステップである。かかる粉末層形成ステップ(S1)では、まず造形テーブル20をt下げ(S11)、造形プレート21の上面と造形タンク29の上端面とのレベル差がtとなるようにする。次いで、粉末テーブル25をt上げた後、

10

20

30

40

50

図 1 1 (a) に示すようにスキージング・ブレード 2 3 を粉末材料タンク 2 8 から造形タンク 2 9 に向かって水平方向に移動させる。これによって、粉末テーブル 2 5 に配されていた粉末 1 9 を造形プレート 2 1 上へと移送させることができ (S 1 2)、粉末層 2 2 の形成が行われる (S 1 3)。粉末層を形成するための粉末材料としては、例えば「平均粒径 $5 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 程度の金属粉末」および「平均粒径 $30 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 程度のナイロン、ポリプロピレンまたは A B S 等の樹脂粉末」を挙げることができる。粉末層が形成されたら、固化層形成ステップ (S 2) へと移行する。固化層形成ステップ (S 2) は、光ビーム照射によって固化層 2 4 を形成するステップである。かかる固化層形成ステップ (S 2) においては、光ビーム発振器 3 0 から光ビーム L を発し (S 2 1)、ガルバノミラー 3 1 によって粉末層 2 2 上の所定箇所へと光ビーム L をスキャニングする (S 2 2)。これによって、粉末層の所定箇所の粉末を焼結又は熔融固化させ、図 1 1 (b) に示すように固化層 2 4 を形成する (S 2 3)。光ビーム L としては、炭酸ガスレーザ、Nd : Y A G レーザ、ファイバレーザまたは紫外線などを用いてよい。

【 0 0 2 3 】

粉末層形成ステップ (S 1) および固化層形成ステップ (S 2) は、交互に繰り返して実施する。これにより、図 1 1 (c) に示すように複数の固化層 2 4 が積層化する。

【 0 0 2 4 】

積層化した固化層 2 4 が所定厚みに達すると (S 2 4)、切削ステップ (S 3) へと移行する。切削ステップ (S 3) は、積層化した固化層 2 4 の側面、即ち、三次元形状造形物の表面を削るためのステップである。ミーリングヘッド 4 0 (図 1 1 (c) および図 1 2 参照) を駆動させることによって切削ステップが開始される (S 3 1)。例えば、ミーリングヘッド 4 0 が 3 mm の有効刃長さを有する場合、三次元形状造形物の高さ方向に沿って 3 mm の切削処理を行うことができるので、 t が 0.05 mm であれば 6 0 層分の固化層 2 4 が積層した時点でミーリングヘッド 4 0 を駆動させる。具体的には駆動機構 4 1 によってミーリングヘッド 4 0 を移動させながら、積層化した固化層 2 4 の側面に対して切削処理を施すことになる (S 3 2)。このような切削ステップ (S 3) が終了すると、所望の三次元形状造形物が得られているか否かを判断する (S 3 3)。所望の三次元形状造形物が依然得られていない場合では、粉末層形成ステップ (S 1) へと戻る。以降、粉末層形成ステップ (S 1) ~ 切削ステップ (S 3) を繰り返し実施して更なる固化層の積層化および切削処理を実施することによって、最終的に所望の三次元形状造形物が得られる。

【 0 0 2 5 】

[本発明の製造方法]

本発明の一態様に係る製造方法は、上述した粉末焼結積層法につき、固化層の形成態様に特徴を有している。

【 0 0 2 6 】

具体的には、固化層が形成される領域の一部を光ビームを照射しない非照射部とすることによってスリット溝を三次元形状造形物の上面に少なくとも 1 つ設ける。つまり、“光ビームを照射せず固化させない非照射部”を固化層形成領域内 (即ち、三次元形状造形物が形成される領域) に局所的に設けることによって、最終的に得られる三次元形状造形物の上面にスリット溝を形成する。

【 0 0 2 7 】

図 1 に「上面 1 3 0 にスリット溝 1 5 0 が形成された三次元形状造形物 1 0 0」を示す。図示する態様から分かるように、スリット溝 1 5 0 は、全体として細長い開口 (即ち “スリット開口”) を有しており、三次元形状造形物 1 0 0 の内部へと延在している。

【 0 0 2 8 】

本発明の一態様において「スリット溝」とは、全体として細長い形態を有した溝を意味している。つまり、「スリット溝」は“スリット”ゆえに細長く、“溝”ゆえに三次元形状造形物の上面にて局所的に窪んだ形態を有している。尚、本明細書で“細長い”ことに関連して用いる「スリット」といった用語は、アスペクト比 (短手寸法に対する長手寸法

10

20

30

40

50

の比)が3~100程度の範囲内に入るものを指している。

【0029】

本発明の一態様に係る製造方法に従ってスリット溝を三次元形状造形物に設けると、三次元形状造形物の上面近傍に発生し得る応力(特に“反り応力”)が減じられる。よって、本発明の一態様によれば、粉末焼結積層法で製造される三次元形状造形物の反りを減じることができる。

【0030】

特定の理論に拘束されないが、スリット溝が存在することによって三次元形状造形物の応力発生箇所が分断され、結果として三次元形状造形物に残留する応力が全体として減じられることが反り低減の要因として推測される。この点、上述したように粉末焼結積層法の実施に際しては三次元形状造形物の上面近傍に応力が大きく発生し得るところ(図15参照)、本発明の一態様ではその上面近傍にスリット溝を設けるので、効果的な応力低減が達成され得る。

【0031】

このようなスリット溝の特徴的な作用に鑑みて、本発明の一態様におけるスリット溝は「三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝」と称することができる。

【0032】

本発明の一態様に係る製造方法では、スリット溝は三次元形状造形物の上面に設けられる。ここでいう「上面」は、固化層が積層する方向を“上方向”、その逆方向を“下方向”と規定した場合において“上側”に位置する三次元形状造形物の表面に相当する。よって、最上層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層の形成に際して、一部の局所的領域を非照射部として固化させないことによってスリット溝を設けることができる。尚、「非照射部」は、粉末層に規定される「三次元形状造形物が形成される領域」において光ビームが照射されない箇所に相当するので、かかる非照射部では“固化層を構成しなかった粉末”が光ビーム照射後に残る。スリット溝は、かかる残った粉末を三次元形状造形物から最終的に除去することによって得られる。

【0033】

本発明の一態様においてスリット溝は1つに限定されない。つまり、三次元形状造形物の上面にてスリット溝を複数設けてよい。かかる場合、複数のスリット溝を規則的に配列することが好ましい。例えば、図1に示すように三次元形状造形物100の上面130において複数のスリット溝150を全体として整列させて設けてよい。複数のスリット溝150がこのように規則的に配列されると、製造時に発生し得る応力がより均一に減じられ得る。尚、規則的に配列される複数のスリット溝は、最上層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層の形成に際して設ける“非照射部”を同様に規則的に配列した状態とすることによって得ることができる。

【0034】

本明細書において「規則的に配列する」とは、三次元形状造形物の上面にて複数のスリット溝が二次元的にある周期性をもって整列または分布している態様を意味している。1つの例示にすぎないが、規則的に配列された複数のスリット溝では、ある方向において隣接するスリット溝間の距離(即ち、隣接する2つのスリット溝の“離隔寸法”)が略一定となり得る。

【0035】

スリット溝の形態は、製造時に発生し得る応力を効果的に減じる観点のみならず、三次元形状造形物の構造強度を適度に保持する観点などから特有なものとなり得る。具体的には、スリット溝150が成すスリット開口の短手寸法(図1における「Dx」)は0.05mm~1mmとすることが好ましい。スリット開口の短手寸法が0.05mmよりも小さくなると、三次元形状造形物の反り防止に資するほどの応力低減効果を得にくくなる一方、スリット開口の短手寸法が1mmよりも大きくなると三次元形状造形物の構造強度が必要以上に低下し得る。スリット開口の短手寸法は、より好ましくは0.05mm~0.5mmである。

10

20

30

40

50

【0036】

同様にして、スリット溝150が成すスリット開口の長手寸法(図1における「Dy」)は1mm~30mmとすることが好ましい。スリット開口の長手寸法が1mmよりも小さくなると、三次元形状造形物の反り防止に資するほどの応力低減効果を得にくくなる一方、スリット開口の長手寸法が30mmよりも大きくなると三次元形状造形物の構造強度が必要以上に低下し得る。スリット開口の長手寸法は、より好ましくは5mm~10mmである。

【0037】

このような形態を有するスリット溝は、最上層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層の形成に際して、“非照射部”の短手寸法および/または長手寸法を上記寸法に合わせることによって得ることができる。

10

【0038】

ここで、本明細書にいう「スリット開口」とは、固化層の積層方向を法線方向とする平面を横断平面とした場合のスリット溝の横断面(即ち、スリット溝の矩形の横断面、以下「矩形横断面」と称す)を実質的に意味している。よって、「スリット開口の短手寸法」は、そのようなスリット溝の矩形横断面の短手寸法を実質的に指している一方、「スリット開口の長手寸法」は、かかるスリット溝の矩形横断面の長手寸法を実施的に指している。尚、便宜上、本発明の一態様において「スリット開口の“短手寸法”および“長手寸法”」は、それぞれ三次元形状造形物の上面レベルにおける矩形横断面の“短手寸法”および“長手寸法”(即ち、図1に示される「Dx」および「Dy」)としてよい。

20

【0039】

また、本発明の一態様に係る製造方法において、スリット溝150の深さ寸法(図1における「Dz」)は三次元形状造形物100の厚さ寸法の10%~50%とすることが好ましい。スリット溝の深さ寸法が三次元形状造形物の厚さ寸法の10%よりも小さくなると、三次元形状造形物の反り防止に資するほどの応力低減効果を得にくくなる。その一方、スリット溝の深さ寸法が三次元形状造形物の厚さ寸法の50%よりも大きくなると、応力低減効果の点であまり有意差が出てこないにもかかわらず、三次元形状造形物の構造強度が必要以上に低下し得る。それゆえ、スリット溝の深さ寸法は、より好ましくは三次元形状造形物の厚さ寸法の10%~40%であり、更に好ましくは三次元形状造形物の厚さ寸法の10%~30%である。図示する態様から分かるように、ここでいう「三次元形状造形物の厚さ寸法」とは、対象となるスリット溝の設置箇所における三次元形状造形物の厚さ寸法のことを意味している。

30

【0040】

尚、スリット溝の深さ寸法の調整は、“非照射部”が設けられる固化層の数(具体的には、“非照射部”が設けられることになる「最上層およびその下側に位置する固化層」の数)を調整することによって行うことができる。つまり、“非照射部”が設けられる固化層の数を多くすればスリット溝の深さ寸法を相対的に大きくできる一方、“非照射部”が設けられる固化層の数を少なくすればスリット溝の深さ寸法を相対的に小さくできる。

【0041】

このようにスリット溝の形態は製造時に発生し得る応力を減じる観点および三次元形状造形物の構造強度を適度に保持する観点から規定され得る。ここで、特にスリット開口の短手寸法についていえば、上方向に向かって漸次大きくなっていてよい。つまり、図2に示すように、スリット溝150が成すスリット開口の短手寸法がスリット溝の底部から三次元形状造形物の上面130に向かって漸次大きくなるようにスリット溝150をテーパ状に設けてよい。これは、三次元形状造形物において必要な構造強度をできるだけ確保しつつも応力発生箇所をより多く排除する思想に基づいている。かかる態様では、スリット開口の短手寸法は三次元形状造形物の上面レベルで最も大きくなる一方、スリット溝の底部レベルで最も小さくなる。応力は三次元形状造形物の上面近傍で大きく発生し得るところ、そのような応力発生箇所の上面近傍の造形物体積を比較的多く排除しつつ、かかる上面から遠位となる造形物体積の減少をなるべく抑えて必要な構造強度を確保できる。かか

40

50

るテーパ状のスリット溝 150 について、図 2 に示すようなテーパ角度 は好ましくは 100° ~ 150°、より好ましくは 110° ~ 140° である。

【0042】

テーパ状のスリット溝は、最上層およびその下側に位置する少なくとも 1 つの固化層の形成に際して、より上方側となる形成へと移行するに従って“非照射部”の短手寸法を漸次大きくしていくと得ることができる。

【0043】

本発明の一態様に係る製造方法において、スリット開口の長手方向は単一の向きに限定されず少なくとも 2 つの向きを含む形態となることが好ましい。つまり、図 3 (i) ~ (v i) に示されるように、スリット開口 150 ' が細長く伸びる向きが 1 つに限定されず少なくとも 2 つ含むようにスリット溝 150 を設けることが好ましい。例えば図 3 (i) に示される態様では、スリット開口 150 ' の長手方向は「 a - a ' の向き」だけでなく、「 b - b ' の向き」を含んでいる。同様にして、図 3 (i i) に示される態様では、スリット開口 150 ' の長手方向は「 a - a ' の向き」だけでなく、「 b - b ' の向き」および「 c - c ' の向き」を含んでいる。ここでいう「 x - x ' の向き」とは、スリット開口の長手方向が「 x 方向またはそれと正反対の x ' 方向」に相当すること、即ち、「 x 方向およびそれと正反対の x ' 方向」に沿ってスリット溝の開口が細長く伸びていることを意味している。

【0044】

「スリット開口の長手方向が少なくとも 2 つの向きを含む形態」では、三次元形状造形物に発生し得る応力をより効果的に減じることができる。より具体的には、三次元形状造形物の上面近傍で反り応力が働く向きには種々のものが想定され得るところ、そのような場合であっても効果的に反り応力を減じることが可能となる。

【0045】

図 3 (i) では『「 a - a ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』から枝分かれるように『「 b - b ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』が設けられた形態となっている。図 3 (i i) においては、更に枝分かれて『「 c - c ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』も設けられた形態となっている。本発明はこのような“枝別れ”の形態に限定されるものでなく、図 3 (i i i) に示すような形態であってもよい。つまり、『ある向き（例えば図示するように「 a - a ' の向き」）に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』の端部から連続的に『別の向き（例えば図示するように「 d - d ' の向き」）に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』が延在する形態であってもよい。

【0046】

図 3 (i) ~ 図 3 (i i i) では相互に異なる長手方向を有するスリット開口同士が互いに連結された形態を有しているものの、本発明は必ずしもそれに限定されない。図 3 (i v) ~ 図 3 (v i) に示すように、スリット開口同士が互いに離隔した形態であってもよい。より具体的には、図 3 (i v) に示すように、『「 a - a ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』と『「 b - b ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』とが互いに離隔してよい。図 3 (v) では更に『「 c - c ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』がそれらと離隔している。図 3 (v i) も同様であって、『「 a - a ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』と『「 d - d ' の向き」に長手方向を有するスリット開口 150 ' 』とが互いに離隔してよい。ここで、図 3 (i v) ~ 図 3 (v i) の形態については、それぞれ異なるスリット溝が設けられ、それらのスリット開口 150 ' の長手方向が相互に異なっていると捉えることもできる。従って、本明細書において用いる『スリット開口の長手方向が少なくとも 2 つの向きを含んだ形態』とは、互いに連結されたスリット溝について当てはまるのみならず、互いに離隔したスリット溝について、即ち、別個に設けられたスリット溝についても当てはまる事項である。

【0047】

10

20

30

40

50

『スリット開口の長手方向が少なくとも2つの向きを含む形態』の好ましい例を1つ挙げると、図4に示すようにスリット開口150'の形状がクロス形状となっている例である。具体的には、特に図4の平面図における左下側に示すように、『「a - a'の向き」に長手方向を有するスリット開口』と『「e - e'の向き」に長手方向を有するスリット開口』とが相互に交わったスリット開口150'の形態となっている。かかる“クロス形状”では、応力がどのような方向に生じたとしても、そのような応力をより効果的に減じることができる点で有利な効果が奏され得る。尚、かかる形態は『「a - a'の向き」に長手方向を有するスリット開口』から枝分かれるように更なるスリット開口が設けられた形態と捉えることもできる。つまり、図4の平面図における右上側に示すように、そのような枝別れによって『「f - f'の向き」に長手方向を有するスリット開口』および『「g - g'の向き」に長手方向を有するスリット開口』が更に設けられた形態と捉えることができる。

10

【0048】

図4に示す態様から分かるように、本明細書で用いる「クロス形状」とは、同一平面上にて2つのスリット開口が互いに交差した形状のことを指している。図4において『「a - a'の向き」に長手方向を有するスリット開口』と『「e - e'の向き」に長手方向を有するスリット開口』とが相互に交差した形態となっているが、そのような交差角度は特に制限されるものではない。つまり、交差角度(図4に示す「 θ 」)は例えば 90° であってよいものの、それに特に限定されず、 $45^\circ < 90^\circ$ または $90^\circ < 135^\circ$ であってもよい。

20

【0049】

尚、『スリット開口の長手方向が少なくとも2つの向きを含む形態』となるスリット溝は、製造時における“非照射部”の形態自体を、そのような形態にすることによって得ることができる。つまり、最上層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層の形成に際して設ける“非照射部”の形態自体を「長手方向が少なくとも2つの向きを含む形態』とする。

【0050】

本発明の一態様に係る製造方法では、三次元形状造形物100として例えば樹脂成形用金型を製造することができる。かかる場合、図5に示すように樹脂成形用金型のパーティング面170にスリット溝150を設けることが好ましい(図5の樹脂成形用金型は、いわゆる“コア側”の金型を例示的に示している)。本明細書において「パーティング面」とは、樹脂成形用金型を実際の成形に供した際に他方の樹脂成形用金型と合わせられる面、即ち、“型合わせ面”のことを実質的に意味している。

30

【0051】

図5に示すように、パーティング面170にはスリット溝150を設けるのに対して、キャビティ形成面180にはスリット溝150を設けない。換言すれば、コア側および/またはキャビティ側の樹脂成形用金型の“型合わせ面”に相当するパーティング面170に対してスリット溝150を設けるものの、“樹脂成形品を形作る面”に相当するキャビティ形成面180にはスリット溝150を設けない。このような態様では、キャビティ形成面180にスリット溝150が存在しないのでキャビティ形成面の形状を損なうことなく、樹脂成形用金型に発生し得る応力を減じること、即ち、樹脂成形用金型の反りを減じることが可能となる。また、“パーティング面170”といった樹脂成形用金型の一部にスリット溝を設けるにすぎないので、樹脂成形用金型の構造強度を大きく損なうことなく、樹脂成形用金型の反りを減じることができる。

40

【0052】

上述した如く「最上層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層」の形成に際して非照射部を残すことによってスリット溝は得られる。ここで、スリット溝を特にパーティング面に設ける場合、かかるパーティング面レベルに位置する固化層を上記の“最上層”とみなしてよい。つまり、パーティング面レベルに位置する固化層およびその下側に位置する少なくとも1つの固化層の形成に際して非照射部を残すことによってスリット溝

50

をパーティング面に設けることができる。

【0053】

図5に示すように、パーティング面170においては複数のスリット溝150が規則的に配列していることが好ましい。これにより、樹脂成形用金型の製造に際しそれに発生し得る応力をより均一に減じることができる。

【0054】

本発明の一態様に係る製造方法では、図6に示されるように、スリット溝を充填材料190で埋める処理を行ってもよい。充填材料190で埋めることによって、三次元形状造形物の構造強度を向上させることができる。また、充填材料190で埋めることは、構造強度の観点のみならず、三次元形状造形物（特に三次元形状造形物を“樹脂成形用金型”として用いる場合）の熱伝導特性の点でも好ましい。この点、充填材料190として金属材料を用いた場合では三次元形状造形物100の熱伝導度を上げることができる。それに対して、充填材料190として樹脂材料を用いた場合では三次元形状造形物100の熱伝導度を下げることができる。金属材料を充填するスリット溝と樹脂材料を充填するスリット溝とを混在させてよい。かかる場合、「金属材料が充填されるスリット溝」および「樹脂材料が充填されるスリット溝」のそれぞれの個数を調整することによって、所望の熱伝導特性が得られやすくなる。

【0055】

充填材料190として用いる“金属材料”は、好ましくは低融点金属であり、例えばハンダおよび/または亜鉛であってよい。一方、充填材料190として用いる“樹脂材料”は、好ましくは熱硬化性樹脂であり、例えばフェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、不飽和ポリエステル樹脂およびエポキシ樹脂から成る群から選択される少なくとも1種であってよい。

【0056】

特に制限されるわけではないが、流動状態の充填材料をスリット溝に供給した後で固化または硬化させることによってスリット溝を充填材料で埋めることができる。例えば、低融点金属などの金属材料は加熱などによって溶融状態としてからスリット溝に供給し、次いで、冷却に付して金属材料を固化させることによってスリット溝を埋めることができる。また、熱硬化性樹脂などの樹脂材料を用いる場合は、未硬化状態または半硬化状態の樹脂材料をスリット溝に供給し、次いで、熱処理または光処理などに付して硬化させることによってスリット溝を埋めることができる。充填材料をスリット溝へと好適に供給するために、三次元形状造形物の上面に「スリット溝のみを局部的に露出させるマスク」を用いてもよく、そのようなマスクを介してスリット溝への供給を行ってもよい。

【0057】

上記においては本発明の理解のために典型的な実施形態を説明したが、本発明の一態様に係る製造方法としては、種々の具体的な実施形態が考えられる。

【0058】

例えば、高密度領域と低密度領域とから成る固化層を形成する場合は、特に高密度領域に相当する部分にスリット溝を設けることが好ましい。三次元形状造形物の製造時の応力は高密度領域においてより大きく発生し得ると考えられるところ、そのような領域にスリット溝を設けて応力を効果的に減じることが可能となるからである。例えば「固化密度95～100%の高密度領域」と「固化密度0～95%（95%を含まず）の低密度領域」とから成る固化層を形成する場合、固化密度95～100%の高密度領域に少なくともスリット溝を設けることが好ましい。つまり、スリット溝は三次元形状造形物の上面に設けると、かかるスリット溝の少なくとも一部を高密度領域（固化密度95～100%）に延在させることが好ましい。尚、ここでいう「固化密度（%）」とは、三次元形状造形物の断面写真を画像処理することによって求めた固化断面密度（固化材料の占有率）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（Scion社製のフリーウェア）であって、断面画像を固化部（白）と空孔部（黒）とに二値化した後、画像の全画素数 Px_{all} および固化部（白）の画素数 Px_{white} をカウントすることで、以下の

式 1 により固化断面密度 ρ_s を求めることができる。

[式 1]

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

【 0 0 5 9 】

また、本発明の一態様に係る製造方法において、スリット溝の深さ寸法は三次元形状造形物の厚さ寸法の 50% よりも大きいものであってもよい。例えば、図 7 に示すようにスリット溝 150 が三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面 140 にまで至るようにスリット溝 150 を深く設けてよい。この点、三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面近傍においても応力が発生し得ると考えられるところ、かかる界面近傍の応力をスリット溝 150 で減じることが可能となる。三次元形状造形物 100 と一体化する造形プレート 21 は、鋼材などから成る剛体であり、三次元形状造形物 100 の製造時にて固化層と同様には収縮し得ないので、三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面近傍にも応力が発生し得るものと考えられる。かかる界面近傍の応力は、造形プレートとの兼ね合いで発生する比較的大きな応力であって、上述の“応力緩和”がなされたとしてもある程度の大きさの応力が残留し得るものと考えられる。

【 0 0 6 0 】

三次元形状造形物と造形プレートとの界面にまで深くスリット溝 150 を設ける場合、図 7 に示すように、スリット溝 150 が成すスリット開口の短手寸法が深さ方向に一定となっていてよい。別法にて、図 2 を参照して説明したようにテーパ状にスリット溝を深く設けてもよい。具体的には、図 8 (a) に示すように、三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面 140 から三次元形状造形物 100 の上面 130 に向かってスリット開口の短手寸法が漸次大きくなるようにスリット溝 150 を設けてよい。更に、三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面近傍に発生し得る応力をより効果的に減じる点を特に重視するならば、図 8 (b) に示すように、上方向および下方向の双方に向かってスリット開口の短手寸法が漸次大きくなるようにスリット溝 150 を設けてよい。つまり、三次元形状造形物 100 の内部から上面 130 に向かってスリット開口の短手寸法が漸次大きくなると共に、かかる内部から逆方向に三次元形状造形物 100 と造形プレート 21 との界面 140 に向かっても同様に漸次大きくなっていてよい。

【 0 0 6 1 】

また、三次元形状造形物に設ける複数のスリット溝の配置形態としては種々のものが考えられる。特に三次元形状造形物 100 を樹脂成形用金型として用いる場合においてパーティング面 170 に設ける複数のスリット溝 150 は、図 5 に示す態様に限定されない。例えば、パーティング面 170 に設ける複数のスリット溝 150 は、図 9 (a) ~ (d) に示す態様であってもよい。図 9 (a) は、パーティング面 170 の外周縁に向かって一様に複数のスリット溝 150 が延在する態様である。パーティング面 170 を全体としてみた場合、「A 領域 170 A に位置するスリット溝 150 のスリット開口の長手方向の向き」と「B 領域 170 B に位置するスリット溝 150 のスリット開口の長手方向の向き」とは 90° の角度を成す関係にある。図 9 (b) は、スリット開口 150' が全体として格子形態を有するように複数のスリット溝 150 が相互に交わる態様である。スリット開口 150' の各々は長手方向の向きが 90° 異なる別のスリット開口 150' と複数交差している。図 9 (c) は、パーティング面 170 にてスリット溝 150 が環状に設けられた態様である。より具体的には、連続的な形態を有する複数の環状のスリット開口 150' が互いに離隔するようにスリット溝 150 が設けられている。図 9 (d) は、複数のクロス形状のスリット開口 150' が一様に分布する態様である。スリット開口 150' の形状が“クロス形状”となっている点で図 5 の態様と共通するものの、スリット溝 150 の配列形態に相違がある。具体的には、図 9 (d) の態様では、スリット開口列 M におけるピッチ P_M と、それと並列的に設けられた別のスリット開口列 N におけるピッチ P_N と

が互いに整合した関係を有している。これに対して、図5の態様では、スリット開口列Mにおけるピッチ P_M とスリット開口列Nにおけるピッチ P_N とが互いに斜めにずれた関係を有している。より具体的には図5の態様では、互いに隣接するスリット開口列間においてスリット開口の配置が開口列軸の方向に“半ピッチ分”ずれている。

【0062】

図9(a)~(d)に示すいずれの態様であっても、スリット開口150'の長手方向が単一の向きに限定されず少なくとも2つの向きを含んだ形態となっており、三次元形状造形物100に発生し得る応力をより効果的に減じることができる。

【0063】

[本発明の三次元形状造形物]

本発明の一態様に係る三次元形状造形物は上述の製造方法で得られるものである。従って、本発明の一態様に係る三次元形状造形物は、粉末層に対する光ビーム照射で形成される固化層が積層して構成され、三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝が三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設けられている。このようにスリット溝が設けられていることに起因して三次元形状造形物に残留する応力(以下「残留応力」とも称する)は減じられており、三次元形状造形物の反りは防止されている。

【0064】

本発明の一態様に係る三次元形状造形物は、上述の製造方法に起因して造形プレート上においてそれと一体的に得られるものである。従って、図1に示すように三次元形状造形物100は、その下面に造形プレート21が接合している。

【0065】

本発明の一態様に係る三次元形状造形物に関して「応力を減じるためのスリット溝」とは、三次元形状造形物の製造時においてその上面近傍に発生し得る応力を減じるためのスリット溝のことを指している。上述した如く「スリット溝」は“スリット”ゆえに細長く、また、“溝”ゆえに三次元形状造形物の上面にて局所的に窪んだ形態を有している(例えばアスペクト比が3~100の範囲内になる“スリット”を指している)。

【0066】

スリット溝150は複数設けられていることが好ましく、複数のスリット溝150が三次元形状造形物100の上面130において規則的に配列していることがより好ましい。つまり、例えば図1および図4で示されるように、三次元形状造形物100の上面130では複数のスリット溝150が二次元的にある周期性をもって整列または分布していることが好ましい。複数のスリット溝150がこのように規則的に配列されることに起因して、三次元形状造形物100における残留応力がより均一に減じられ、三次元形状造形物の反りがより効果的に防止される。

【0067】

三次元形状造形物100は樹脂成形用金型として用いることができる(図5および図9参照)。ここでいう「樹脂成形」とは、樹脂成形品を得るための一般的な成形を意味しており、例えば射出成型、押出成型、圧縮成型、トランスファー成型またはブロー成型などを指している。また、図5および図9に示される樹脂成形用金型は、いわゆる“コア側”であるものの、本発明の一態様に係る三次元形状造形物100は“キャビティ側”の樹脂成形用金型としても用いることができる。三次元形状造形物を樹脂成形用金型として用いる場合、樹脂成形用金型のパーティング面にスリット溝が設けられていることが好ましい。つまり、図5に示すように、樹脂成形用金型のパーティング面170(即ち“型合わせ面”)に対してスリット溝150が設けられているのに対して、キャビティ形成面180にはスリット溝150が設けられていないことが好ましい。

【0068】

三次元形状造形物100では、図6に示されるように構造強度および/または熱伝導特性の観点からスリット溝が充填材料190で埋められていてよい。つまり、上述したように、充填材料190として金属材料および/または樹脂材料がスリット溝に詰められた形態となってもよい。この場合、スリット溝に詰められた充填材料が成す上面と三次元

10

20

30

40

50

形状造形物の上面とは実質的に面一状態となっていてよい。

【0069】

その他、三次元形状造形物の種々の具体的な特徴および関連する効果などは、上述の[本発明の製造方法]で触れているので、重複を避けるためにここでの説明は省略する。

【0070】

本発明の一態様に係る三次元形状造形物におけるスリット溝は、“反り防止”の点で好ましいだけでなく、別の点でも好ましい効果を奏し得るので、それについて説明しておく。

【0071】

具体的には、三次元形状造形物を樹脂成形用金型として用いた場合、パーティング面に設けられたスリット溝は樹脂成形時にてガスベントとして機能させることができる(ここでいう“ガスベント”は当業者によっては“ガス抜き回路”とも称される)。射出成形などの成形時において樹脂成形用金型のキャビティ空間に原料樹脂が注入されると、キャビティ空間ではそれまでに存在していた空気が原料樹脂と入れ替わることになり、キャビティ空間から空気が排出される。そのように排出される空気を受け入れるための空間としてスリット溝を用いることができる。これにつき詳述する。樹脂成形用金型を用いて成形を行う際には、樹脂成形用金型のいわゆる“コア側”と“キャビティ側”とが互いに型締めされ、それらのパーティング面同士が接触することになる。このように接触するものの、微視的には空気が通れる隙間が生じている。それゆえ、型締めされた樹脂成形用金型のキャビティ空間に対して原料樹脂が注入されると、そのキャビティ空間の空気がその微視的な隙間を介してスリット溝へと流入することができ、かかるスリット溝がガスベントとしての役割を果たせることになる。尚、スリット溝には当初より空気が存在しているものの、原料樹脂の注入に際して、キャビティ空間の空気が加圧された状態となり、その加圧された状態であるがゆえにキャビティ空間の空気がスリット溝へと入っていくことができる。

【0072】

三次元形状造形物を樹脂成形用金型として用いる場合、キャビティ形成面に低密度領域から成る通気経路を形成し、それをガスベントとして利用することが一般的に考えられる。しかしながら、その場合では低密度領域、即ち、“疎の領域”に起因して、得られる樹脂成形品の表面が荒れてしまう虞がある。この点、本発明の一態様に係る三次元形状造形物では、スリット溝がキャビティ形成面ではなくパーティング面に設けられているので、樹脂成形品の表面が不所望に荒れるといったことはない。

【0073】

スリット溝を樹脂成形時にガスベントとして機能させる場合につき更に具体的な態様を図10および図14を参照して説明する。図14(a)は、従来技術に相当する樹脂成形用金型100'(特にコア側の金型)を示しており、図14(b)は、かかる金型によって得られる樹脂成形品200を示している。図示する態様から分かるように、図14(a)の樹脂成形用金型100'において「170」で示される部分はパーティング面(より正確には“パーティング面の一部”)に相当する。

【0074】

一方、図10は、樹脂成形用金型として用いられる本発明の一態様に係る三次元形状造形物100を示している。図10に示される樹脂成形用金型では、上記のパーティング面170に相当する部分にスリット溝150が設けられている。このような樹脂成形用金型であっても、図14(b)に示される樹脂成形品200を得ることができるが、樹脂成形時にスリット溝150がガスベントとして機能し得るので、その点でより好ましい樹脂成形用金型となっている。尚、図10に示す樹脂成形用金型では、型締め後にてスリット溝150との連通を可能にする「ガス流路溝160」が設けられており、原料樹脂の注入に際してキャビティ空間の空気がスリット溝150へと排出されやすくなっている。かかるガス流路溝160は、パーティング面170に対して僅かに窪んだ形態を有しており、図10に示される如くキャビティ空間165とスリット溝150との間にてそれらと連続的

10

20

30

40

50

につながっていることが好ましい。

【0075】

以上、本発明の実施形態について説明してきたが、それは本発明の適用範囲のうちの典型例を示したに過ぎない。従って、本発明は、上記にて説明した実施形態に限定されず、種々の変更がなされ得ることを当業者は容易に理解されよう。

【0076】

例えば、本発明の製造方法は、切削処理を付加的に行う粉末焼結積層法（図11および図12参照）に対してのみならず、切削処理を行わない粉末焼結積層法に対しても同様に実施することができる。

【0077】

また、スリット溝が成すスリット開口の矩形は図1などに示されるように“角張った形態”を有することを前提としてきたが、必ずしもそれに限定されない。スリット開口が角張っていない形態または全体として丸みを帯びた形態などを有していてもよい。

【0078】

更に、上記においてはスリット開口の短手寸法が上方向に向かって漸次大きくなるテーパ態様について言及したが、スリット開口の長手寸法が同様の態様を有していてもよい。つまり、スリット溝が成すスリット開口の長手寸法がスリット溝の底部から三次元形状造形物の上面に向かって漸次大きくなるようにスリット溝を設けてもよい。

【0079】

尚、上述のような本発明は、次の好適な態様を包含している。

第1態様：(i)粉末層の所定箇所に光ビームを照射して該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、該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
によって粉末層形成および固化層形成を交互に繰り返して行う三次元形状造形物の製造方法であって、

前記固化層が形成される領域の一部を前記光ビームを照射しない非照射部とすることによって、前記三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝を該三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設けることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第2態様：上記第1態様において、前記上面にて複数の前記スリット溝が規則的に配列するように該スリット溝を設けることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第3態様：上記第1態様または第2態様において、前記スリット溝が成すスリット開口の短手寸法を0.05mm～1mmと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態様：上記第1態様～第3態様のいずれかにおいて、前記スリット溝の深さ寸法を前記三次元形状造形物の厚さ寸法の10%～50%とすることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第5態様：上記第1態様～第4態様のいずれかにおいて、前記スリット溝が成すスリット開口の短手寸法が該スリット溝の底部から前記上面に向かって漸次大きくなるように該スリット溝を設けることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第6態様：上記第1態様～第5態様のいずれかにおいて、前記スリット溝が成すスリット開口の長手方向が少なくとも2つの向きを含む形態となるように該スリット溝を設けることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第7態様：上記第6態様において、前記スリット開口の形状をクロス形状とすることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第8態様：上記第1態様～第7態様のいずれかにおいて、前記三次元形状造形物として樹脂成形用金型を製造し、該樹脂成形用金型のパーティング面に前記スリット溝を設けることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

第9態様：上記第1態様～第8態様のいずれかにおいて、前記スリット溝を充填材料で埋めることを特徴とする、三次元形状造形物の製造方法。

10

20

30

40

50

第10態様：粉末層に対する光ビーム照射で形成される固化層が積層して構成された三次元形状造形物であって、

前記三次元形状造形物の応力を減じるためのスリット溝が該三次元形状造形物の上面に少なくとも1つ設けられていることを特徴とする、三次元形状造形物。

第11態様：上記第10態様において、複数の前記スリット溝が前記上面において規則的に配列していることを特徴とする、三次元形状造形物。

第12態様：上記第10態様または第11態様において、前記三次元形状造形物が樹脂成形用金型であって、該樹脂成形用金型のパーティング面に前記スリット溝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13態様：上記第12態様において、前記スリット溝は樹脂成形時にガスベントとして機能することを特徴とする、三次元形状造形物。

【産業上の利用可能性】

【0080】

本発明の一態様に係る三次元形状造形物の製造方法を実施することによって、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。一方、『粉末層が有機質の樹脂粉末層であって、固化層が硬化層となる場合』では、得られる三次元形状造形物を樹脂成形品として用いることができる。

【関連出願の相互参照】

【0081】

本出願は、日本国特許出願第2014-155292号（出願日：2014年7月30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。

【符号の説明】

【0082】

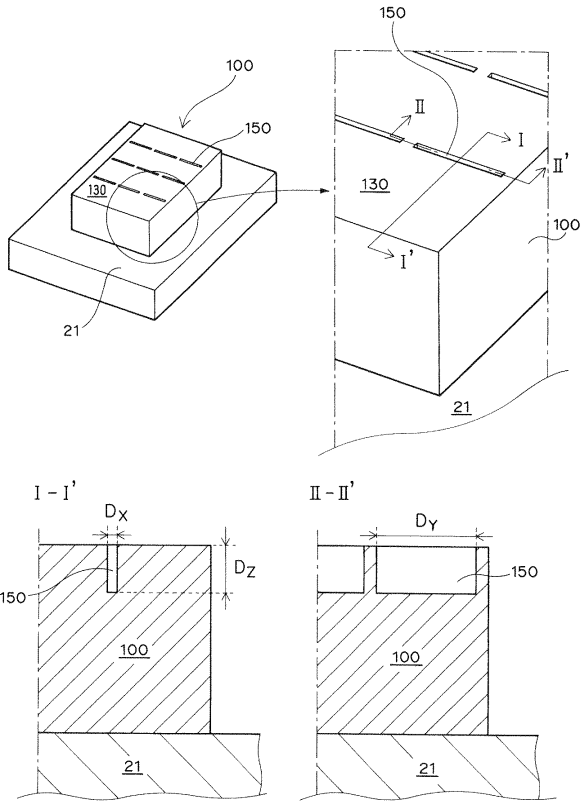
22 粉末層
 24 固化層
 100 三次元形状造形物
 130 三次元形状造形物の上面
 150 スリット溝
 150' スリット開口
 170 パーティング面
 190 充填材料
 Dx スリット開口の短手寸法
 Dz スリット溝の深さ
 L 光ビーム

10

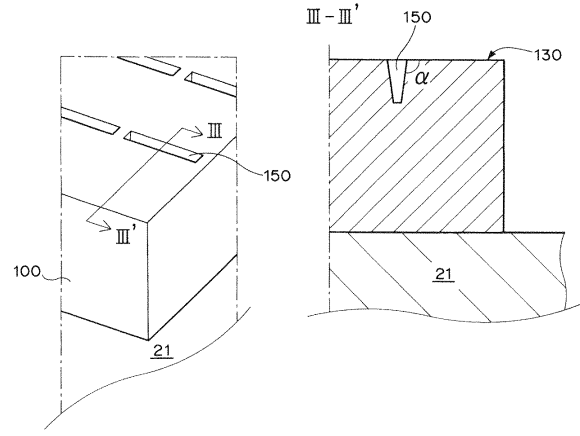
20

30

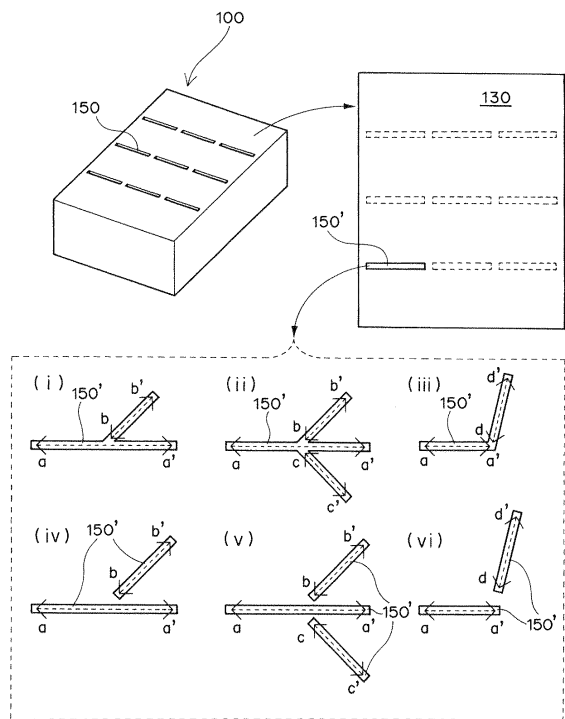
【 図 1 】



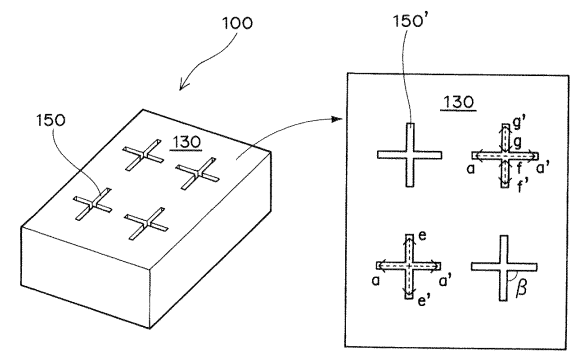
【 図 2 】



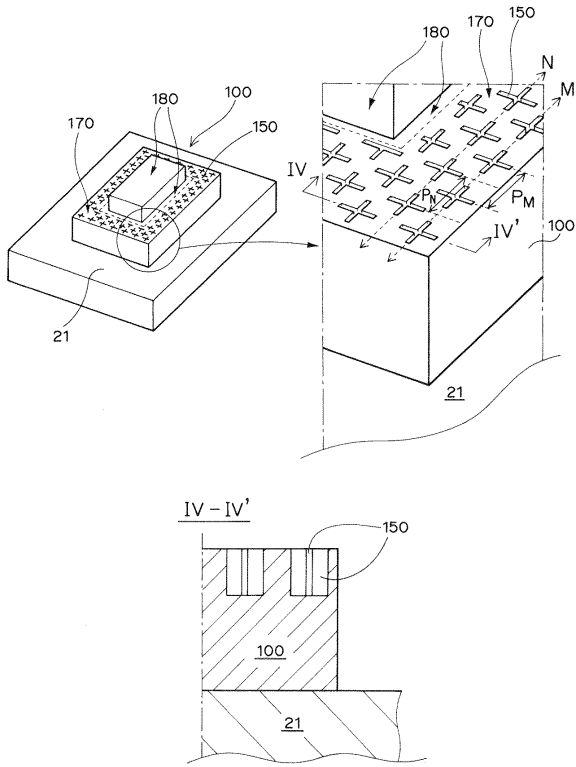
【 図 3 】



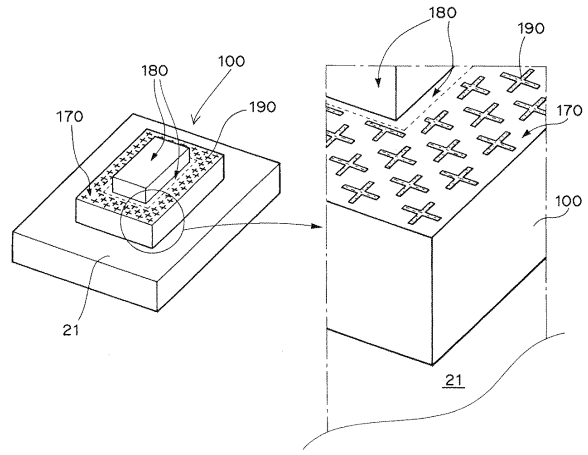
【 図 4 】



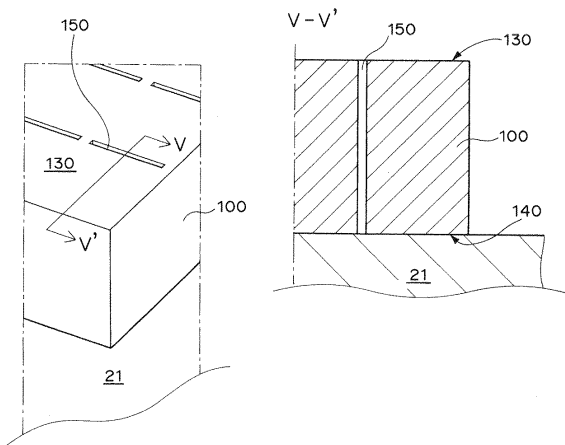
【図5】



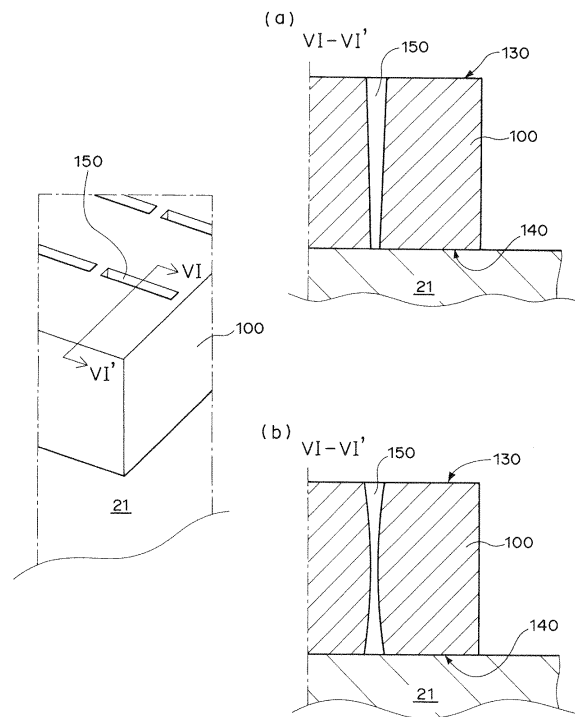
【図6】



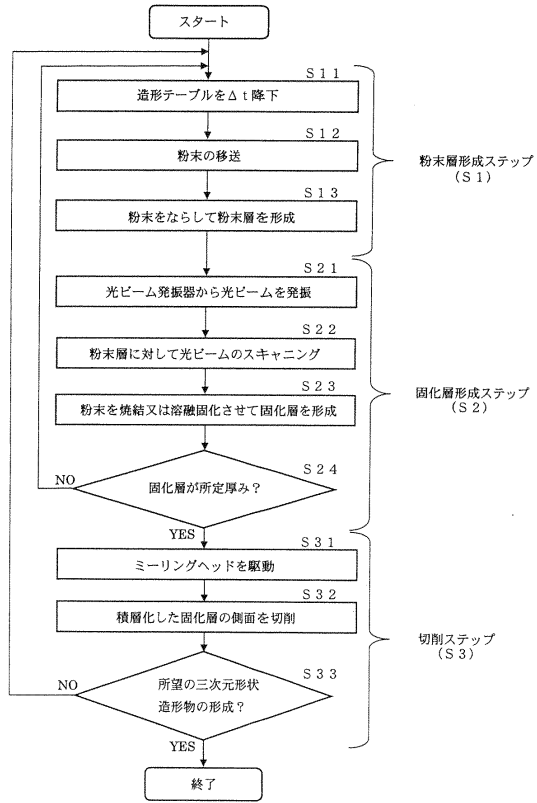
【図7】



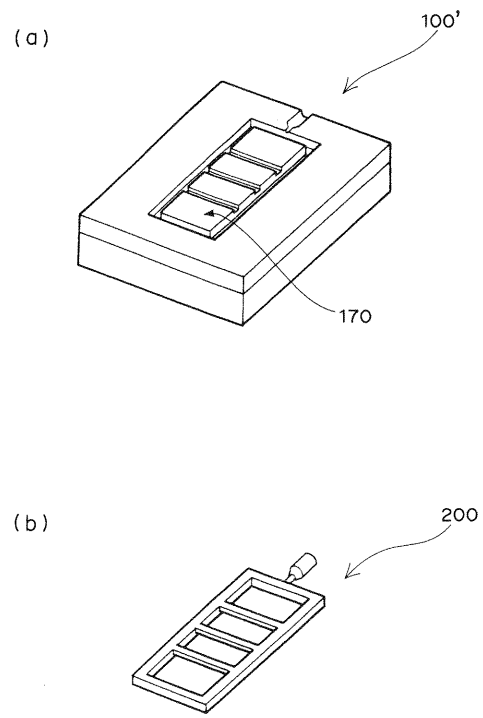
【図8】



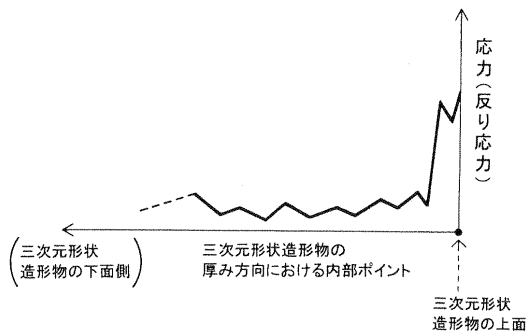
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 3 3 Y 10/00 (2015.01) B 3 3 Y 10/00
B 3 3 Y 80/00 (2015.01) B 3 3 Y 80/00

(72)発明者 森 幹夫
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 今井 拓也

(56)参考文献 特開2008-101256(JP,A)
特開平09-226010(JP,A)
特開2009-255349(JP,A)
特開平08-080553(JP,A)
特開平07-285135(JP,A)
特表平7-503915(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B 2 9 C 6 4 / 0 0 - 6 4 / 4 0
B 2 9 C 3 3 / 3 8
B 3 3 Y 1 0 / 0 0
B 3 3 Y 8 0 / 0 0
B 2 2 F 3 / 1 0 5
B 2 2 F 3 / 1 6