

(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2016-155257

(P2016-155257A)

(43) 公開日 平成28年9月1日(2016.9.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 67/00 (2006.01)	B 2 9 C 67/00	4 F 2 1 3
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	4 G 0 5 2
B 3 3 Y 50/00 (2015.01)	B 3 3 Y 50/00	4 K 0 1 8
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	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-33380 (P2015-33380)
 (22) 出願日 平成27年2月23日 (2015.2.23)

(71) 出願人 000006747
 株式会社リコー
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号
 (74) 代理人 230100631
 弁護士 稲元 富保
 (72) 発明者 小野 泰一
 東京都大田区中馬込 1 丁目 3 番 6 号 株式
 会社リコー内
 Fターム(参考) 4F213 AC04 WA22 WA25 WB01 WL02
 WL34 WL85 WL92
 4G052 DA05 DB12 DC06 DC09
 4K018 BA01 BA02 BA03 BA14 BA17
 CA44 EA51 EA60

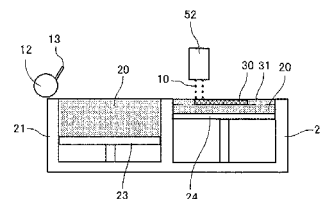
(54) 【発明の名称】 造形データ作成装置、プログラム、造形装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】単なる収縮量を予め見越して補正をかけるだけでは、補正精度が高くない為、精度をより高めた造形方法の提供。

【解決手段】粉体 2 0 を層状にして、粉体 2 0 を結合して層状造形物としての造形層 3 0 を形成し、造形層 3 0 を積層して立体造形物を造形する立体造形装置に与える造形データを作成するとき、立体造形物の焼結による収縮率に従って造形データを補正し、粉体 2 0 を層状にするときのリコート方向と、リコート方向と交差する方向とで、造形データの補正量の異なる補正をする立体造形方法。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形データを作成する造形データ作成装置であって、

前記立体造形物の焼結による収縮率に従って前記造形データを補正する手段を有し、
前記補正する手段は、

前記粉体を層状にするときのリコート方向と前記リコート方向と交差する方向とで、前記造形データの補正量を異ならせる補正をすることを特徴とする造形データ作成装置。

【請求項 2】

前記粉体の種類に応じて前記補正量を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の造形データ作成装置。

【請求項 3】

前記焼結時の加熱温度に応じて前記補正量を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の造形データ作成装置。

【請求項 4】

前記焼結時の加熱時間に応じて前記補正量を変化させることを特徴とする請求項 1 に記載の造形データ作成装置。

【請求項 5】

粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形データを作成する造形データ作成装置であって、

造形を行うときの前記立体造形物の配置状態によって同一部位の寸法を変化させた前記造形データを作成することを特徴とする造形データ作成装置。

【請求項 6】

粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形データを作成する処理をコンピュータに行わせるためのプログラムであって、

前記立体造形物の焼結による収縮率に従って前記造形データを補正するとき、前記粉体を層状にするときのリコート方向と前記リコート方向と交差する方向とで、前記造形データの補正量を異ならせる補正をする処理を前記コンピュータに行わせるためのプログラム。

【請求項 7】

粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形データを作成する処理をコンピュータに行わせるためのプログラムであって、

造形を行うときの前記立体造形物の配置状態によって同一部位の寸法を変化させた前記造形データを作成する処理を前記コンピュータに行わせるためのプログラム。

【請求項 8】

粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形装置であって、

前記立体造形物の焼結による収縮率に従って前記造形データを補正する手段を有し、
前記補正する手段は、

前記粉体を層状にするときのリコート方向と前記リコート方向と交差する方向とで、前記造形データの補正量を異ならせる補正をすることを特徴とする造形装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は造形データ作成装置、プログラム、造形装置に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

立体造形物（三次元造形物）を造形する立体造形装置（三次元造形装置）として、例えば積層造形法で造形するものが知られている。これは、例えば、造形ステージに平坦化された金属又は非金属の粉体を層状に形成し（これを「粉体層」という。）、粉体層に対して造形液を吐出して、粉体が結合された層状造形物（これを「造形層」という。）を形成し、この造形層上に粉体層を形成し、再度造形層を形成する工程を繰り返し、造形層を積層することで立体造形物を造形する。

【0003】

従来、積層造形法で立体造形物を造形する造形装置に与える構造物データを作成するとき、構造物データを用いて形成される造形物が、乾燥、重合または焼結による変化後に所望の構造物の形状に近くなるように当該構造物データを補正することが知られている（特許文献1）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特許第4792504号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

20

立体造形装置で造形した立体造形物を焼結して最終造形物とするとき、焼結に伴って立体造形物が収縮し、目的とする寸法形状を得ることができない場合がある。

【0006】

そこで、特許文献1に開示されているように、焼結による変化後に所望の形状に近くなるように構造物データ（造形データ）を補正することが行われる。

【0007】

しかしながら、積層造形法にあっては、層状の粉体を形成するときのリコート方向によって粉体密度が異なり、特許文献1に開示されているように、単なる収縮量を予め見越して補正をかけるだけでは、補正精度が高くないという課題がある。

【0008】

30

本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、最終造形物の寸法精度及び形状精度を向上することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記の課題を解決するため、本発明に係る造形データ作成装置は、
粉体を層状にして、前記粉体を結合して層状造形物を形成し、前記層状造形物を積層して立体造形物を造形する造形データを作成する造形データ作成装置であって、
前記立体造形物の焼結による収縮率に従って前記造形データを補正する手段を有し、
前記補正する手段は、
前記粉体を層状にするときのリコート方向と前記リコート方向と交差する方向とで、前記造形データの補正量を異ならせる補正をする構成とした。

40

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、最終造形物の寸法精度及び形状精度を向上することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明における立体造形装置の第1例の概略平面説明図である。

【図2】同じく概略側面説明図である。

【図3】同じく造形部の断面説明図である。

50

【図４】同じく具体例の要部斜視説明図である。

【図５】同じく造形部の斜視説明図である。

【図６】同装置の制御部のブロック図である。

【図７】造形の流れの説明に供する模式的断面説明図である。

【図８】同立体造形装置で造形した立体造形物の焼結工程の説明に供する説明図である。

【図９】本発明の第１実施形態における造形データ作成装置の説明に供するブロック説明図である。

【図１０】本発明に係るプログラムに基づいてコンピュータが実行する造形データの作成処理の説明に供するフロー図である。

【図１１】同処理の補正パラメータの説明に供する説明図である。

10

【図１２】立体造形物のX、Y、Z方向とリコート方向の関係の一例を説明する説明図である。

【図１３】各方向の収縮率の測定結果の一例を説明する説明図である。

【図１４】本発明の第２実施形態における造形データの作成処理の説明に供する説明図である。

【図１５】本発明における立体造形装置の第２例の斜視説明図である。

【図１６】同じく造形の流れと共に説明する造形部の断面説明図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

20

以下、本発明の実施の形態について添付図面を参照して説明する。本発明に係る立体造形装置の第１例の概要について図１ないし図５を参照して説明する。図１は同立体造形装置の概略平面説明図、図２は同じく概略側面説明図、図３は同じく造形部の断面説明図である。なお、図３は造形時の状態で示している。また、図４は同じく具体的構成の要部斜視説明図、図５は同じく造形部の斜視説明図である。

【００１３】

この立体造形装置は、粉体造形装置（粉末造形装置ともいう。）であり、粉体（粉末）が結合された層状造形物である造形層３０が形成される造形部１と、造形部１の層状に敷き詰められた粉体層３１に造形液１０を吐出して立体造形物を造形する造形ユニット５とを備えている。

【００１４】

30

造形部１は、粉体槽１１と、平坦化部材（リコータ）である回転体としての平坦化ローラ１２などを備えている。なお、平坦化部材は、回転体に代えて、例えば板状部材（ブレード）とすることもできる。

【００１５】

粉体槽１１は、粉体２０を供給する供給槽２１と、造形層３０が積層されて立体造形物が造形される造形槽２２とを有している。供給槽２１の底部は供給ステージ２３として鉛直方向（高さ方向）に昇降自在となっている。同様に、造形槽２２の底部は造形ステージ２４として鉛直方向（高さ方向）に昇降自在となっている。造形ステージ２４上に造形層３０が積層された立体造形物が造形される。

【００１６】

40

供給ステージ２３は、例えば図４に示すように、モータ２７によって矢印Ｚ方向（高さ方向）に昇降され、造形ステージ２４は、同じく、モータ２８によって矢印Ｚ方向に昇降される。

【００１７】

平坦化ローラ１２は、供給槽２１の供給ステージ２３上に供給された粉体２０を造形槽２２に供給し、平坦化部材である平坦化ローラ１２によって均して平坦化して、粉体層３１を形成する。

【００１８】

この平坦化ローラ１２は、造形ステージ２４のステージ面（粉体２０が積載される面）に沿って矢印Ｙ方向に、ステージ面に対して相対的に往復移動可能に配置され、往復移動

50

機構 25 によって移動される。また、平坦化ローラ 12 は、モータ 26 によって回転駆動される。

【0019】

一方、造形ユニット 5 は、造形ステージ 24 上の粉体層 31 に造形液 10 を吐出する液体吐出ユニット 50 を備えている。

【0020】

液体吐出ユニット 50 は、キャリッジ 51 と、キャリッジ 51 に搭載された 2 つ (1 又は 3 つ以上でもよい。) の液体吐出ヘッド (以下、単に「ヘッド」という。) 52a、52b を備えている。

【0021】

キャリッジ 51 は、ガイド部材 54 及び 55 に移動可能に保持されている。ガイド部材 54 及び 55 は、両側の側板 70、70 に昇降可能に保持されている。

【0022】

このキャリッジ 51 は、モータ、プーリ及びベルトから構成される主走査移動機構によって主走査方向である矢印 X 方向 (以下、単に「X 方向」という。他の Y、Z についても同様とする。) に往復移動される。

【0023】

2 つのヘッド 52a、52b (以下、区別しないときは「ヘッド 52」という。) は、液体を吐出する複数のノズルを配列したノズル列がそれぞれ 2 列配置されている。一方のヘッド 52a の 2 つのノズル列は、シアン造形液及びマゼンタ造形液を吐出する。他方のヘッド 52b の 2 つのノズル列は、イエロー造形液及びブラック造形液をそれぞれ吐出する。なお、ヘッド構成はこれに限るものではない。

【0024】

これらのシアン造形液、マゼンタ造形液、イエロー造形液、ブラック造形液の各々を収容した複数のタンク 60 がタンク装着部 56 に装着され、供給チューブなどを介してヘッド 52a、52b に供給される。

【0025】

また、X 方向の一方側には、液体吐出ユニット 50 のヘッド 52 の維持回復を行うメンテナンス機構 61 が配置されている。

【0026】

メンテナンス機構 61 は、主にキャップ 62 とワイパ 63 で構成される。キャップ 62 をヘッド 52 のノズル面 (ノズルが形成された面) に密着させ、ノズルから造形液を吸引する。ノズルに詰まった粉体の排出や高粘度化した造形液を排出するためである。その後、ノズルのメニスカス形成 (ノズル内は負圧状態である) のため、ノズル面をワイパ 63 でワイピング (払拭) する。また、メンテナンス機構 61 は、造形液の吐出が行われない場合に、ヘッドのノズル面をキャップ 62 で覆い、粉体 20 がノズルに混入することや造形液 10 が乾燥することを防止する。

【0027】

造形ユニット 5 は、ベース部材 7 上に配置されたガイド部材 71 に移動可能に保持されたスライダ部 72 を有し、造形ユニット 5 全体が X 方向と直交する Y 方向 (副走査方向) に往復移動可能である。この造形ユニット 5 は、後述するモータ 552 を含む走査機構によって全体が Y 方向に往復移動される。

【0028】

液体吐出ユニット 50 は、ガイド部材 54、55 とともに矢印 Z 方向に昇降可能に配置され、後述するモータ 551 を含む昇降機構によって Z 方向に昇降される。

【0029】

ここで、造形部 1 の詳細について説明する。

【0030】

粉体槽 11 は、箱型形状をなし、供給槽 21 と造形槽 22 の 2 つの上面が開放された槽を備えている。供給槽 21 内部には供給ステージ 23 が、造形槽 22 内部には造形ステー

10

20

30

40

50

ジ 2 4 がそれぞれ昇降可能に配置される。

【 0 0 3 1 】

供給ステージ 2 3 の側面は供給槽 2 1 の内側面に接するように配置されている。造形ステージ 2 4 の側面は造形槽 2 2 の内側面に接するように配置されている。これらの供給ステージ 2 3 及び造形ステージ 2 4 の上面は水平に保たれている。

【 0 0 3 2 】

粉体槽 1 1 の周りには、図 5 に示すように、上面が開放された凹形状である粉体落下口 2 9 が設けられている（図 1 ないし図 3 では省略）。粉体落下口 2 9 には、粉体層 3 1 を形成するときに平坦化ローラ 1 2 によって供給される粉体 2 0 のうちの余剰の粉体 2 0 が落下する。粉体落下口 2 9 に落下した余剰の粉体 2 0 は供給槽 2 1 に粉体を供給する粉体供給装置に戻される。

10

【 0 0 3 3 】

供給槽 2 1 上には図 9 の粉体供給装置 5 5 4 が配置される。造形の初期動作時や供給槽 2 1 の粉体量が減少した場合に、粉体供給装置 5 5 4 を構成するタンク内の粉体を供給槽 2 1 に供給する。粉体供給のための粉体搬送方法としては、スクリューを利用したスクリューコンベア方式や、エアーを利用した空気輸送方式などが挙げられる。

【 0 0 3 4 】

平坦化ローラ 1 2 は、供給槽 2 1 から粉体 2 0 を造形槽 2 2 へと移送供給して、表面を均すことで平坦化して所定の厚みの層状の粉体である粉体層 3 1 を形成する。

【 0 0 3 5 】

20

この平坦化ローラ 1 2 は、造形槽 2 2 及び供給槽 2 1 の内寸（即ち、粉体が供される部分又は仕込まれている部分の幅）よりも長い棒状部材であり、往復移動機構 2 5 によってステージ面に沿って Y 方向（副走査方向）に往復移動される。

【 0 0 3 6 】

この平坦化ローラ 1 2 は、モータ 2 6 によって回転されながら、供給槽 2 1 の外側から供給槽 2 1 及び造形槽 2 2 の上方を通過するようにして水平移動する。これにより、粉体 2 0 が造形槽 2 2 上へと移送供給され、平坦化ローラ 1 2 が造形槽 2 2 上を通過しながら粉体 2 0 を平坦化することで粉体層 3 1 が形成される。

【 0 0 3 7 】

また、図 2 にも示すように、平坦化ローラ 1 2 の周面に接触して、平坦化ローラ 1 2 に付着した粉体 2 0 を除去するための粉体除去部材である粉体除去板 1 3 が配置されている。

30

【 0 0 3 8 】

粉体除去板 1 3 は、平坦化ローラ 1 2 の周面に接触した状態で、平坦化ローラ 1 2 とともに移動する。また、粉体除去板 1 3 は、平坦化ローラ 1 2 が平坦化を行うときの回転方向に回転するときにカウンタ方向になる状態で配置されている。

【 0 0 3 9 】

本実施形態では、造形部 1 の粉体槽 1 1 が供給槽 2 1 と造形槽 2 2 の二つの槽を有する構成としているが、造形槽 2 2 のみとして、造形槽 2 2 に粉体供給装置から粉体を供給して、平坦化手段で平坦化する構成とすることもできる。

40

【 0 0 4 0 】

次に、上記立体造形装置の制御部の概要について図 6 を参照して説明する。図 6 は同制御部のブロック図である。

【 0 0 4 1 】

制御部 5 0 0 は、この立体造形装置全体の制御を司る CPU 5 0 1 と、CPU 5 0 1 に本発明に係わる制御を含む立体造形動作の制御を実行させるためのプログラムを含むプログラム、その他の固定データを格納する ROM 5 0 2 と、画像データ（印刷データ）等を一時格納する RAM 5 0 3 とを含む主制御部 5 0 0 A を備えている。

【 0 0 4 2 】

制御部 5 0 0 は、装置の電源が遮断されている間もデータを保持するための不揮発性メ

50

メモリ(NVRAM)504を備えている。また、制御部500は、画像データに対する各種信号処理等を行う画像処理やその他装置全体を制御するための入出力信号を処理するASIC505を備えている。

【0043】

制御部500は、外部の造形データ作成装置600から造形データを受信するときに使用するデータ及び信号の送受を行うためのI/F506を備えている。なお、造形データ作成装置600は、最終形態の造形物を各造形層にスライスした造形データを作成する装置であり、パーソナルコンピュータ等の情報処理装置で構成されている。

【0044】

制御部500は、各種センサの検知信号を取り込むためのI/O507を備えている。

10

【0045】

制御部500は、液体吐出ユニット50の各ヘッド52を駆動制御するヘッド駆動制御部508を備えている。

【0046】

制御部500は、液体吐出ユニット50のキャリッジ51をX方向(主走査方向)に移動させるX方向走査機構550を構成するモータを駆動するモータ駆動部510と、造形ユニット5をY方向(副走査方向)に移動させるY方向走査機構552を構成するモータを駆動するモータ駆動部512を備えている。

【0047】

制御部500は、液体吐出ユニット50のキャリッジ51をZ方向に移動(昇降)させるZ方向昇降機構551を構成するモータを駆動するモータ駆動部511を備えている。なお、矢印Z方向への昇降は造形ユニット5全体を昇降させる構成とすることもできる。

20

【0048】

制御部500は、供給ステージ23を昇降させるモータ27を駆動するモータ駆動部513と、造形ステージ24を昇降させるモータ28を駆動するモータ駆動部514を備えている。

【0049】

制御部500は、平坦化ローラ12を移動させる往復移動機構25のモータ553を駆動するモータ駆動部515と、平坦化ローラ12を回転駆動するモータ26を駆動する516を備えている。

30

【0050】

制御部500は、供給槽21に粉体20を供給する粉体供給装置554を駆動する供給系駆動部517と、メンテナンス機構61を駆動するメンテナンス駆動部518を備えている。

【0051】

制御部500のI/O507には、装置の環境条件としての温度及び湿度を検出する温湿度センサ560などの検知信号やその他のセンサ類の検知信号が入力される。

【0052】

制御部500には、この装置に必要な情報の入力及び表示を行うための操作パネル522が接続されている。

40

【0053】

なお、造形データ作成装置600と立体造形装置(粉体積層造形装置)601によって装置(造型装置)が構成される。

【0054】

次に、造形の流れについて図7も参照して説明する。図7は造形の流れの説明に供する模式的説明図である。

【0055】

造形槽22の造形ステージ24上に、1層目の造形層30が形成されている状態から説明する。

【0056】

50

この造形層 3 0 上に次の造形層 3 0 を形成するときには、図 7 (a) に示すように、供給槽 2 1 の供給ステージ 2 3 を Z 1 方向に上昇させ、造形槽 2 2 の造形ステージ 2 4 を Z 2 方向に下降させる。

【 0 0 5 7 】

このとき、造形槽 2 2 の上面 (粉体層表面) と平坦化ローラ 1 2 の下部 (下方接線部) との間隔が $\Delta t 1$ となるように造形ステージ 2 4 の下降距離を設定する。この間隔 $\Delta t 1$ が次に形成する粉体層 3 1 の厚さに相当する。間隔 $\Delta t 1$ は、数十 ~ 1 0 0 μm 程度であることが好ましい。

【 0 0 5 8 】

次いで、図 7 (b) に示すように、供給槽 2 1 の上面レベルよりも上方に位置する粉体 2 0 を、平坦化ローラ 1 2 を順方向 (矢印方向) に回転しながら Y 2 方向 (造形槽 2 2 側) に移動することで、粉体 2 0 を造形槽 2 2 へと移送供給する (粉体供給) 。

10

【 0 0 5 9 】

さらに、図 7 (c) に示すように、平坦化ローラ 1 2 を造形槽 2 2 の造形ステージ 2 4 のステージ面と平行に移動させ、図 7 (d) に示すように、造形ステージ 2 4 の造形層 3 0 上で所定の厚さ $\Delta t 1$ になる粉体層 3 1 を形成する (平坦化) 。粉体層 3 1 を形成後、平坦化ローラ 1 2 は、図 7 (d) に示すように、Y 1 方向に移動されて初期位置に戻される。

【 0 0 6 0 】

ここで、平坦化ローラ 1 2 は、造形槽 2 2 及び供給槽 2 1 の上面レベルとの距離を一定に保って移動できるようになっている。一定に保って移動できることで、平坦化ローラ 1 2 で粉体 2 0 を造形槽 2 2 の上へと搬送させつつ、造形槽 2 2 上又は既に形成された造形層 3 0 の上に均一厚さ $\Delta t 1$ の粉体層 3 1 を形成できる。

20

【 0 0 6 1 】

その後、図 7 (e) に示すように、液体吐出ユニット 5 0 のヘッド 5 2 から造形液 1 0 の液滴を吐出して、次の粉体層 3 1 に造形層 3 0 を積層形成する (造形) 。

【 0 0 6 2 】

なお、造形層 3 0 は、例えば、ヘッド 5 2 から吐出された造形液 1 0 が粉体 2 0 と混合されることで、粉体 2 0 に含まれる接着剤が溶解し、溶解した接着剤同士が結合して粉体 2 0 が結合されることで形成される。

30

【 0 0 6 3 】

次いで、上述した粉体供給・平坦化による粉体層 3 1 を形成する工程、ヘッド 5 2 による造形液吐出工程を繰り返して新たな造形層 3 0 を形成する。このとき、新たな造形層 3 0 とその下層の造形層 3 0 とは一体化して三次元形状造形物の一部を構成する。

【 0 0 6 4 】

以後、粉体の供給・平坦化による粉体層 3 1 を形成する工程、ヘッド 5 2 による造形液吐出工程を必要な回数繰り返すことによって、三次元形状造形物 (立体造形物) を完成させる。

【 0 0 6 5 】

次に、上記立体造形装置で使用する立体造形用粉末材料 (粉体) 及び造形液の一例について説明する。なお、以下で説明する粉体及び造形液に限定されるものではない。

40

【 0 0 6 6 】

立体造形用粉末材料は、基材と、この基材を平均厚み 5 nm ~ 5 0 0 nm で被覆し、造形液としての架橋剤含有水の作用により溶解し架橋可能な水溶性有機材料とを有してなる。

【 0 0 6 7 】

この立体造形用粉末材料においては、基材を被覆する水溶性有機材料が、架橋剤含有水の作用により溶解し架橋可能であるため、水溶性有機材料に架橋剤含有水が付与されると、水溶性有機材料は、溶解すると共に、架橋剤含有水に含まれる架橋剤の作用により架橋する。

50

【 0 0 6 8 】

これにより、上記立体造形用粉末材料を用いて薄層（粉体層）を形成し、粉体層に架橋剤含有水を造形液 10 として吐出することで、粉体層においては、溶解した水溶性有機材料が架橋する結果、粉体層が結合硬化して造形層 30 が形成される。

【 0 0 6 9 】

このとき、基材を被覆する水溶性有機材料の被覆量が平均厚みで 5 nm ~ 500 nm であるため、水溶性有機材料が溶解したときに基材の周囲に必要最小量だけ存在し、これが架橋して三次元ネットワークを形成するため、粉体層の硬化は寸法精度良く、かつ、良好な強度をもって行われる。

【 0 0 7 0 】

この操作を繰り返すことにより、簡便かつ効率的に、焼結等の前に型崩れが生ずることなく、寸法精度良く複雑な立体造形物を形成することができる。

【 0 0 7 1 】

- 基材 -

基材としては、粉末ないし粒子の形態を有する限り特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。その材質としては、例えば、金属、セラミックス、カーボン、ポリマー、木材、生体親和材料、などが挙げられるが、高強度な立体造形物を得る観点からは、最終的に焼結処理が可能な金属、セラミックスなどが好ましい。

【 0 0 7 2 】

金属としては、例えば、ステンレス（SUS）鋼、鉄、銅、チタン、銀などが好適に挙げられ、該ステンレス（SUS）鋼としては、例えば、SUS 316L などが挙げられる。

【 0 0 7 3 】

セラミックスとしては、例えば、金属酸化物などが挙げられ、具体的には、シリカ（SiO₂）、アルミナ（Al₂O₃）、ジルコニア（ZrO₂）、チタニア（TiO₂）などが挙げられる。

【 0 0 7 4 】

カーボンとしては、例えば、グラファイト、グラフェン、カーボンナノチューブ、カーボンナノホーン、フラーレンなどが挙げられる。

【 0 0 7 5 】

ポリマーとしては、例えば、水に不溶な公知の樹脂などが挙げられる。

【 0 0 7 6 】

木材としては、例えば、ウッドチップ、セルロースなどが挙げられる。

【 0 0 7 7 】

生体親和材料としては、例えば、ポリ乳酸、リン酸カルシウムなどが挙げられる。

【 0 0 7 8 】

これらの材料は、1 種単独で使用してもよいし、2 種以上を併用してもよい。

【 0 0 7 9 】

なお、基材として、これらの材料で形成された市販品の粒子ないし粉末を使用することができる。市販品としては、例えば、SUS 316L（山陽特殊鋼製、PSS 316L）、SiO₂（トクヤマ製、エクセリカ SE - 15）、Al₂O₃（大明化学工業製、タイミクロン TM - 5D）、ZrO₂（東ソー製、TZ - B53）などが挙げられる。

【 0 0 8 0 】

また、基材としては、水溶性有機材料との親和性を高める目的等で、公知の表面（改質）処理がされていてもよい。

【 0 0 8 1 】

- 水溶性有機材料 -

水溶性有機材料としては、水に溶解し、架橋剤の作用により架橋可能な性質を有するものであれば、換言すれば、水溶性であって架橋剤によって架橋可能である限り、特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。

10

20

30

40

50

【0082】

ここでは、水溶性有機材料の水溶性は、例えば、30の水100gに水溶性有機材料を1g混合して攪拌したとき、その90質量%以上が溶解するものを意味する。

【0083】

また、水溶性有機材料としては、その4質量%(w/w%)水溶液の20における粘度が、40mPa・s以下であるものが好ましく、1~35Pa・sであるものがより好ましく、5~30mPa・sであるものが特に好ましい。

【0084】

水溶性有機材料の粘度が、40mPa・sを超えると、立体造形用粉末材料に架橋剤含有水を付与して形成した立体造形物用粉末材料(粉体層)による硬化物(立体造形物、焼結用硬化物)の強度が充分でないことがあり、その後の焼結等の処理ないし取扱い時に型崩れ等の問題が生ずることがある。また、立体造形用粉末材料に架橋剤含有水を付与して形成した立体造形物用粉末材料(粉体層)による硬化物(立体造形物、焼結用硬化物)の寸法精度が充分でないことがある。

10

【0085】

水溶性有機材料の粘度は、例えば、JISK7117に準拠して測定することができる。

【0086】

- 架橋剤含有水 -

造形液である架橋剤含有水としては、水性媒体中に架橋剤を含有するものであれば特に制限はなく、目的に応じて適宜選択することができる。なお、架橋剤含有水は、水性媒体、架橋剤のほか、必要に応じて適宜選択したその他の成分を含有していてもよい。

20

【0087】

その他の成分としては、架橋剤含有水を付与する手段の種類、使用頻度や量などの諸条件を考慮して適宜選択することができる。例えば、液体吐出法によって架橋剤含有水を付与する場合には、液体吐出ヘッドのノズルへの目詰り等の影響を考慮して選択することができる。

【0088】

水性媒体としては、例えば、水、エタノール等のアルコール、エーテル、ケトン、などが挙げられるが、水が好ましい。なお、水性媒体は、水がアルコール等の水以外の成分を若干量含有するものであってもよい。

30

【0089】

上述した立体造形物用粉末材料及び造形液としての架橋剤含有水を使用することで、粉体(基材)を接着させるためのバインダーを液体吐出ヘッドから吐出する構成に比べて、ノズルの目詰まりが少なく、ヘッドの耐久性が向上する。

【0090】

次に、上述した立体造形装置で造形した立体造形物の焼結工程について図8を参照して説明する。

【0091】

金属粉体を使用した立体造形物を造形したときには、例えば、ライン801に立体造形物300を載せて搬送しながら、焼結炉800内を通過させて、焼結し、焼結体としての最終造形物301を形成する。

40

【0092】

焼結時の加熱温度、加熱時間などは、焼結する立体造形物300の大きさ、材料等によって変更する。例えば、立体造形物300にもよるが、加熱温度としては約1200、加熱時間は約10時間とする。

【0093】

このように立体造形物300を焼結することで、最終造形物301は元の立体造形物300に対して収縮する。そして、このときの収縮率は、上述した平坦化ローラ12などの平坦化部材の移動方向(これを「リコート方向」という。)とこれに交差する方向とで異

50

なっている。

【0094】

そこで、本発明では、立体造形物を造形するときの造形データを作成するとき、粉体を層状にするときのリコート方向とリコート方向と交差する方向とで、造形データの補正量を異ならせる補正をする。

【0095】

次に、本発明の第1実施形態における造形データ作成装置について図9のブロック説明図を参照して説明する。

【0096】

造形データ作成装置であるデータ処理装置900は、焼結前の立体造形物のデータ（焼結前データ）901と、焼結による収縮率のデータ902と、リコート方向のデータ903とを取り込んで、焼結前の立体造形物のデータ901を補正し、立体造形装置で造形する立体造形物300の造形データ904を作成出力する。

10

【0097】

焼結前データ901は目的とする寸法の立体造形物をスライスしたデータである。焼結による収縮率は、予め各種条件に応じた値をテーブルとして格納手段に格納保持しておき、条件を与えることで対応する収縮率を読み込み構成とすることもできる。

【0098】

例えば、焼結前データで寸法100mm、焼結による収縮率が10%とすると、 $100 \div 0.9 = 111.1$ となり、補正後の造形データは111.1mmとなる。すなわち、このようにして計算し最終的に補正した造形物データを全て算出する。

20

【0099】

このデータ処理装置600に記憶されている本発明に係るプログラムに基づいてデータ処理装置のコンピュータが実行する造形データの作成処理について図10及び図11を参照して説明する。図10は同処理の説明に供するフロー図、図11は同処理の補正パラメータの説明に供する説明図である。

【0100】

まず、図10を参照して、造形する立体造形物（図では単に「造形物」と表記する。）の大きさ（寸法）、粉体として使用する粉末材料の種類により、焼結前データを補正する。

30

【0101】

次いで、焼結を行うときの焼結温度（加熱温度）、焼結時間（加熱時間）、造形液の吐出条件（滴の大きさ、滴量）により、焼結前データを補正する。

【0102】

次いで、立体造形物のX方向寸法、Y方向寸法、Z方向寸法を補正し、補正後の図形データを作成する。

【0103】

このように、立体造形物X方向寸法、Y方向寸法、Z方向寸法をそれぞれ補正することにより、焼結後の立体造形物（最終造形物）の寸法精度が高くなる。

【0104】

40

つまり、焼結前データを焼結による収縮率に基づいて補正するとき、図11に示すように、まず、全体を補正するために、造形物の大きさ（補正值A）、粉末材料（補正值B）を得て補正する。粉末材料については、例えば金属材料としてSUS、チタン、アルミ等があるが、それぞれ収縮率に違いがある。

【0105】

次いで、焼結のパラメータである加熱温度（補正值C）、加熱時間（補正值D）について補正する。また、加熱温度と加熱時間のプロファイルについても補正する。

【0106】

さらに、造形時の造形液の吐出条件（吐出密度や滴の大きさ）についても補正する（補正值E）。滴の密度や大きさにより粉末材料との凝集に差が生じるため、立体造形物の空

50

間率に差が生じる結果、焼結による収縮率に違いが生じる。

【0107】

次に、立体造形物のX、Y、Z方向の補正（補正值F、G、H）をそれぞれ行う。X、Y方向は同じ平面上ではあるが、粉体20をリコートする方向によって立体造形物の空間率が異なる。また、Z方向は粉体を一層毎に積層する方向であるので、X、Y方向とも空間率が異なることになる。そこで、焼結前データのX方向寸法、Y方向寸法、Z方向寸法を補正する。

【0108】

このように、立体造形物X方向寸法、Y方向寸法、Z方向寸法をそれぞれ補正することにより、焼結後の立体造形物（最終造形物）の寸法精度が高くなる。

10

【0109】

次に、焼結による収縮率の一例について図12及び図13を参照して説明する。図12は立体造形物のX、Y、Z方向とリコート方向の関係の一例を説明する説明図、図13は各方向の収縮率の測定結果の一例を説明する説明図である。

【0110】

図12に示すように、平坦化部材（平坦化ローラ12）の移動方向をY方向としたとき、リコート方向はY方向となり、ヘッド52の移動方向であるX方向がリコート方向と交差する方向となり、造形ステージ24の昇降方向（積層方向）がZ方向となる。

【0111】

ここで、焼結前の立体造形物300は、X、Y、Z方向でそれぞれ焼結前の空間率が異なることから、焼結による収縮率もX、Y、Z方向で異なる。

20

【0112】

すなわち、焼結前の立体造形物300（グリーン体）と焼結後の最終造形物301（焼結体）の寸法及び収縮率は、図13に示すように、異なっている。なお、図13中のS1、S2は粉体20として使用した粉末の種類、棒グラフは寸法、黒丸（●）は収縮率を表している。

【0113】

この図13の測定結果では、収縮率は粉体20の種類によって異なるが、粉体S1、S2ともに、リコート方向と直交する方向、リコート方向、積層方向の順に収縮率が大きくなることが分かる。

30

【0114】

そこで、リコート方向と、リコート方向と交差する方向とで、補正量を変化させて補正することで、焼結後の最終目的物について高い寸法精度を得ることができる。

【0115】

次に、本発明の第2実施形態における造形データの作成処理について図14を参照して説明する。

【0116】

上述したように、リコート方向と、リコート方向と交差する方向とで、補正量を変化させて補正することは、リコート方向を一定とするとき、造形を行うときの造形槽における立体造形物の配置状態によって同一部位の寸法を変化させた造形データを作成することになる。

40

【0117】

つまり、前述した図12に示すように、XY平面において、寸法aの部位（長辺300a）と、寸法bの部位（短辺300b）を有する矩形状立体造形物300を造形槽22で造形するものとし、リコート方向の収縮率をp1（％）、リコート方向と直交する方向の収縮率をp2（％）とする（ $p1 \neq p2$ ）。

【0118】

このとき、図14（a）に示すように、寸法bの短辺300bがリコート方向に、寸法aの長辺300aがリコート方向と直交する方向になるように、立体造形物300を配置したとき、長辺300aは（ $a / P2$ ）（ただし、 $P2 = 1 - p2 / 100$ ）の寸法、

50

短辺 300b は $(b / P1)$ (ただし、 $P1 = 1 - p1 / 100$) の寸法で造形データを作成する。

【0119】

これに対し、図 14 (b) に示すように、寸法 a の長辺 300a がリコータ方向に、寸法 b の短辺 300b がリコータ方向と直交する方向になるように、立体造形物 300 を配置したとき、長辺 300a は $(a / P1)$ の寸法、短辺 300b は $(b / P2)$ の寸法で造形データを作成する。

【0120】

このように、造形を行うときの造形槽における立体造形物の配置状態によって同一部位であってもリコータ方向との関係において寸法を変化させた造形データを作成する。

10

【0121】

この場合、結果として、立体造形物の配置状態によって同一部位であってもリコータ方向との関係において寸法を変化させた造形データを作成できるのであれば、造形しようとする立体造形物のスライスデータを収縮率で補正するか、スライスデータ自体を収縮率を含めたデータとして作成するかは問わない。

【0122】

このような造形データの作成は、造形データを作成する処理を行うコンピュータに、立体造形物の配置状態によって同一部位であってもリコータ方向との関係において寸法を変化させた造形データを作成する処理を行わせるためのプログラムによって実現できる。

【0123】

20

これにより、焼結後の立体造形物（最終造形物）の寸法精度が高くなる。

【0124】

次に、立体造形装置の第 2 例について図 15 及び図 16 を参照して説明する。図 15 は同装置の斜視説明図、図 16 は同じく造形の流れと共に説明する造形部の断面説明図である。

【0125】

この立体造形装置では、造形部 1 は造形槽 22 のみを有し、粉体供給装置から造形槽 22 に粉体供給する構成としている。

【0126】

この立体造形装置では、図 16 (a) に示すように、造形槽 22 の造形ステージ 24 上に供給された粉体 20 に液体吐出ユニット 50 のヘッド 52 から造形液 10 の液滴を吐出して造形層 30 を形成する。

30

【0127】

その後、造形ユニット 5 を副走査方向 (Y1 方向) に 1 スキャン分移動させ、次の 1 走査領域分の造形を行うことを繰り返して、1 層分の造形層 30 を造形する。なお、1 層分の造形層 30 を造形後に造形ユニット 5 は図 16 (b) に示すように副走査方向上流側まで戻される。

【0128】

その後、この造形層 30 上に次の造形層 30 を形成するために造形槽 22 の造形ステージ 24 を 1 層分の厚み分だけ矢印 Z2 方向に下降させる。

40

【0129】

次いで、図 16 (b) に示すように、造形槽 22 に粉体供給装置から粉体 20 を供給する。そして、平坦化ローラ 12 を回転しながら造形槽 22 の造形ステージ 24 のステージ面に沿って Y2 方向に移動させ、造形ステージ 24 の造形層 30 上で所定の厚さになる粉体層 31 を形成する (平坦化)。

【0130】

そして、液体吐出ユニット 50 のヘッド 52 から造形液 10 の液滴を吐出して次の造形層 30 を形成する。

【0131】

このように、粉体層 31 の形成と造形液 10 の吐出による粉体 20 の固化 (結合) とを

50

繰り返して造形層 30 を順次積層して立体造形物を造形する。

【 0 1 3 2 】

なお、上記の説明では、造形データ作成装置側で造形データの補正を行っているが、立体造形装置側で受領した造形データに補正を加えることもできる。

【 符号の説明 】

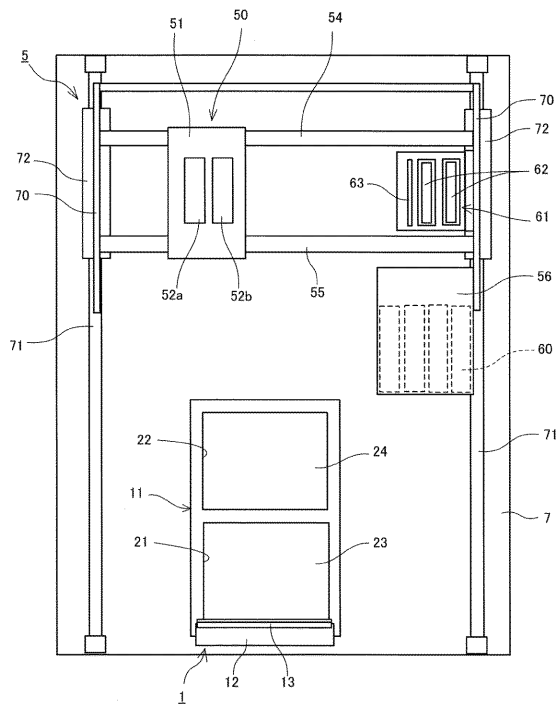
【 0 1 3 3 】

- 1 造形部
- 5 造形ユニット
- 10 造形液
- 12 平坦化ローラ（平坦化手段、回転体）
- 20 粉体
- 21 供給槽
- 22 造形槽
- 23 供給ステージ
- 24 造形ステージ
- 30 造形層（層状造形物）
- 31 粉体層（層状の粉体）
- 33 犠牲層
- 50 液体吐出ユニット
- 51 キャリッジ
- 52 液体吐出ヘッド
- 600 造形データ作成装置
- 601 立体造形装置

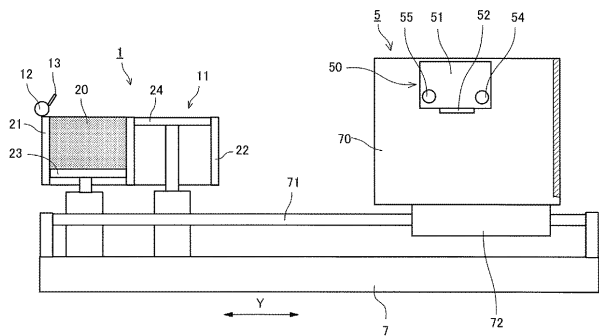
10

20

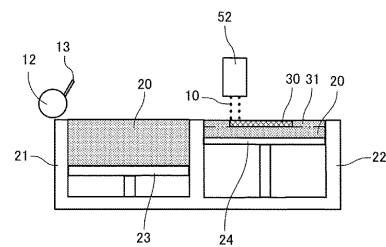
【 図 1 】



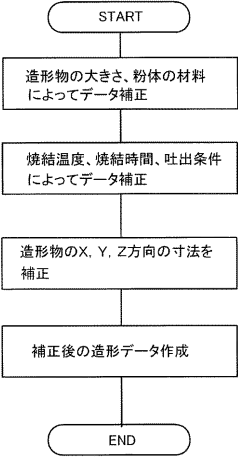
【 図 2 】



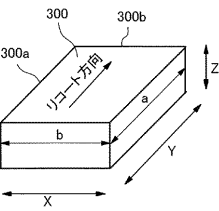
【 図 3 】



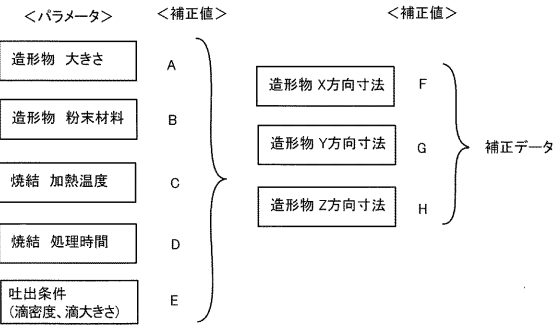
【図 1 0】



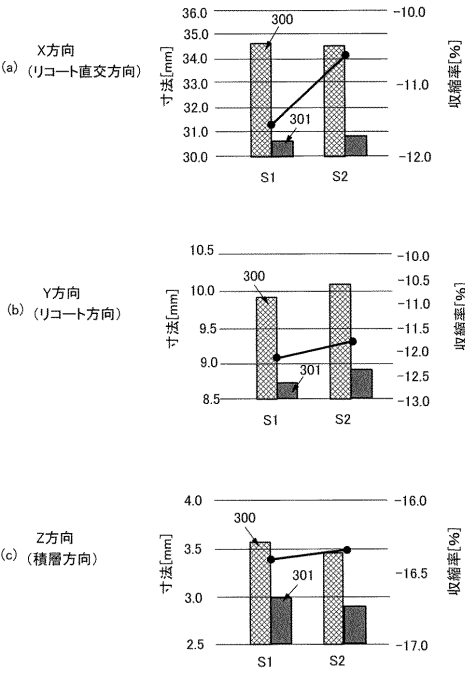
【図 1 2】



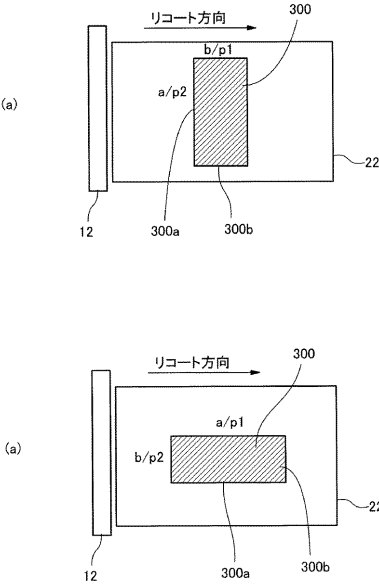
【図 1 1】



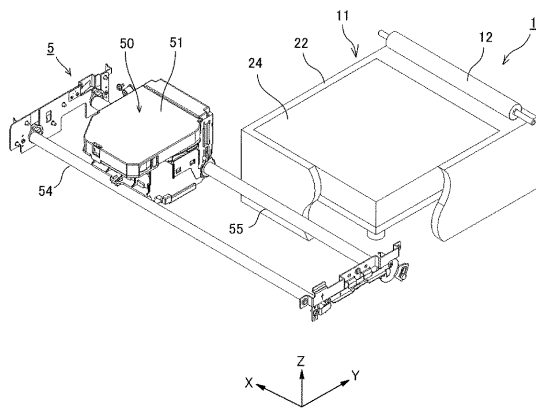
【図 1 3】



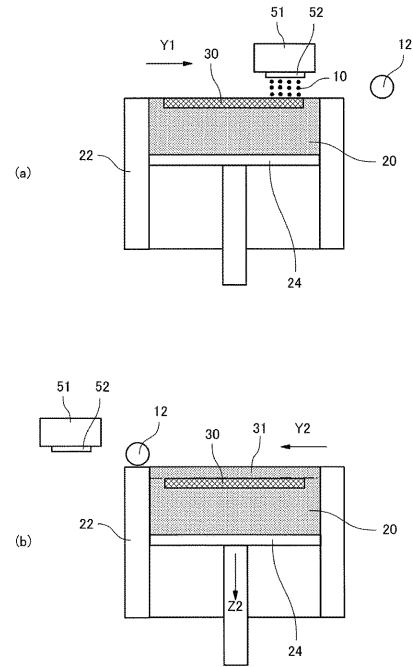
【図 1 4】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

B 2 8 B 1/30 (2006.01)

F I

B 2 8 B 1/30

テーマコード (参考)