

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

断熱壁によって囲まれた処理空間を内部に備えたチャンバーと、
前記チャンバー内の処理空間を加熱する処理空間加熱手段と、
前記処理空間加熱手段により目標温度まで加熱された前記処理空間内で、三次元造形物を造形する造形部材とを備えた三次元造形装置において、
前記処理空間の体積が増加又は減少するように前記断熱壁の少なくとも一部を変位させる断熱壁変位手段を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の三次元造形装置において、
前記造形部材を移動させる造形部材移動手段を有し、
前記断熱壁変位手段は、前記造形部材の移動とともに前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする三次元造形装置。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の三次元造形装置において、
前記処理空間内に配置され、前記三次元造形物が載置される載置台と、
前記載置台を移動させる載置台移動手段を有し、
前記断熱壁変位手段は、前記載置台の移動とともに前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 4】

20

請求項 1 に記載の三次元造形装置において、
前記処理空間内に配置され、前記三次元造形物が載置される載置台と、
前記造形部材と前記載置台との相対距離が変化する相対距離変化方向に前記造形部材及び前記載置台の少なくとも一方を移動させる相対移動手段とを有し、
前記造形部材は、前記相対移動手段により該造形部材との相対距離が順次拡大される前記載置台上に造形材料を供給して層状の造形構造物を順次積層することにより前記三次元造形物を造形し、
前記断熱壁変位手段は、前記相対距離の拡大とともに前記処理空間の体積が増加するように前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 5】

30

請求項 4 に記載の三次元造形装置において、
前記造形部材を前記相対距離変化方向に対して直交する一方向へ移動させる造形部材移動手段を有し、
前記相対移動手段は、前記載置台を前記相対距離変化方向へ移動させるとともに、前記載置台を前記造形部材移動手段による造形部材の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交する方向へ移動させることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の三次元造形装置において、
前記相対移動手段は、前記載置台を前記造形部材移動手段による造形部材の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交する方向へ移動させる第一移動部材を、前記載置台を前記相対距離変化方向へ移動させる第二移動部材によって移動させる構成を有することを特徴とする三次元造形装置。

40

【請求項 7】

請求項 4 に記載の三次元造形装置において、
前記載置台を前記相対距離変化方向に対して直交する一方向へ移動させる載置台移動手段を有し、
前記相対移動手段は、前記造形部材を前記相対距離変化方向へ移動させるとともに、前記造形部材を前記載置台移動手段による載置台の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交する方向へ移動させることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 8】

50

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の三次元造形装置において、

前記断熱壁変位手段による前記処理空間の体積の増加又は減少に応じて、前記処理空間加熱手段により前記処理空間へ供給する単位時間当たりの熱供給量を制御する加熱制御手段を有することを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 9】

三次元造形物を造形するための処理空間を内部に備えた三次元造形用チャンバーにおいて、

前記処理空間の体積が増加又は減少するように該処理空間を囲っている断熱壁の少なくとも一部を変位させる断熱壁変位手段を有することを特徴とする三次元造形用チャンバー。

10

【請求項 10】

断熱壁によって囲まれた処理空間を目標温度まで加熱した後、該処理空間内で三次元造形物を造形する三次元造形方法において、

前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることにより前記処理空間の体積を増加させながら三次元造形物を造形することを特徴とする三次元造形方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、三次元造形装置、三次元造形用チャンバー及び三次元造形方法に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、所望の三次元形状をもった立体物（三次元造形物）を、予め加熱された処理空間内で造形する三次元造形装置が知られている。

【0003】

例えば、特許文献 1 には、ヒータによって加熱された製作チャンバー内（処理空間）で、熱溶解積層法（FDM）により三次元造形物を造形する三次元造形装置が開示されている。この三次元造形装置は、製作チャンバー内の押出しヘッド（造形部材）から熱可塑性材料（造形材料）を押し出しながら水平面に沿って二次元方向へ移動することで、プラットフォーム（載置台）上に層状の造形構造物を順次積層して、最終的に三次元造形物を造形する。

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

加熱された処理空間内で三次元造形物を造形する従来の三次元造形装置においては、処理空間内の温度を急速に上昇させたり下降させたりすることが困難であった。そのため、例えば、造形処理を開始する前に処理空間内を所望の温度まで加熱しておく予熱処理にあたり、温度上昇が遅くて予熱処理に要する時間が長く、最初の造形処理を早期に開始できないという不具合が生じ得る。また、例えば、造形処理の終了後に処理空間内から三次元造形物を取り出す際に処理空間を十分に冷却させる冷却にあたり、温度低下が遅くて冷却に要する時間が長く、造形処理後の早期のうちに三次元造形物を取り出すことができないという不具合が生じ得る。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上述した課題を解決するために、本発明は、断熱壁によって囲まれた処理空間を内部に備えたチャンバーと、前記チャンバー内の処理空間を加熱する処理空間加熱手段と、前記処理空間加熱手段により目標温度まで加熱された前記処理空間内で、三次元造形物を造形する造形部材とを備えた三次元造形装置において、前記処理空間の体積が増加又は減少するように前記断熱壁の少なくとも一部を変位させる断熱壁変位手段を有することを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、処理空間内の温度を急速に上昇させたり下降させたりすることが容易となり、上述した不具合を改善できるという優れた効果が奏される。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】実施形態における三次元造形装置の構成を示す説明図である。

【図2】同三次元造形装置の内部に設けられるチャンバーの外観を示す斜視図である。

【図3】同三次元造形装置の前方部分を切断して除外した状態の斜視図である。

【図4】同三次元造形装置におけるZ軸駆動機構の一構成を示す模式図である。

10

【図5】同三次元造形装置におけるZ軸駆動機構の他の構成を示す模式図である。

【図6】同三次元造形装置の制御ブロック図である。

【図7】同三次元造形装置において、チャンバーの底壁部を予熱用位置に位置決めした状態を示す説明図である。

【図8】実施形態における予熱処理及び造形処理の流れを示すフローチャートである。

【図9】造形処理中にチャンバーの底壁部が移動する様子を示す説明図である。

【図10】同三次元造形装置におけるチャンバー内の処理空間の体積の時間変化の概要を示すグラフである。

【図11】同三次元造形装置におけるチャンバー用ヒータ等によりチャンバー内の処理空間へ供給される単位時間当たりの熱供給量の時間変化の概要を示すグラフである。

20

【図12】同チャンバー内の処理空間の温度の時間変化の概要を示すグラフである。

【図13】変形例における三次元造形装置の構成を示す説明図である。

【図14】同三次元造形装置の後方部分を切断して除外した状態の斜視図である。

【図15】同三次元造形装置におけるZ軸駆動機構の他の構成を示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明を、熱溶解積層法（FDM）により三次元造形物を造形する三次元造形装置に適用した一実施形態について説明する。

なお、本発明は、熱溶解積層法（FDM）に限定されるものではなく、加熱されたチャンバー内で三次元造形物を造形するものであれば、粉末焼結造形法（SLS）などの他の付加製造技術による造形方法で三次元造形物を造形する三次元造形装置にも適用可能であってもよいし、除去的な製造方法によって三次元造形物を造形する三次元造形装置にも適用可能である。

30

【0009】

図1は、本実施形態における三次元造形装置1の構成を示す説明図である。

図2は、本実施形態における三次元造形装置1の内部に設けられるチャンバーの外観を示す斜視図である。

図3は、本実施形態における三次元造形装置1の前方部分を切断して除外した状態の斜視図である。

【0010】

40

三次元造形装置1は、本体フレーム2の内部に三次元造形用チャンバー（以下「チャンバー」という。）3を備えている。チャンバー3の内部は、三次元造形物を造形するための処理空間となっており、その処理空間内すなわちチャンバー3の内部には、載置台としてのステージ4が設けられている。このステージ4上に三次元造形物が造形される。

【0011】

チャンバー3内の処理空間を囲っている壁部は、その大部分又はその全部が断熱機能を有する断熱壁で構成されている。具体的には、チャンバー3の天井壁部は、後述するように、複数のスライド断熱部材3A、3Bによって構成された断熱壁である。また、チャンバー3の側壁部3C、すなわち、装置左右方向（図2及び図3中の左右方向＝X軸方向）の両壁部は、ガラスウール等を内包した断熱材を内側板と外側板の間に挟み込んだ構造を

50

もつ断熱壁である。また、チャンバー３の底壁部３Ｄも、ガラスウール等を内包した断熱材を内側板と外側板の間に挟み込んだ構造をもつ断熱壁である。また、チャンバー３の後壁部及び前壁部３Ｅも、ガラスウール等を内包した断熱材を内側板と外側板の間に挟み込んだ構造をもつ断熱壁である。

【００１２】

本実施形態において、チャンバー３の前壁部３Ｅには、図２に示すように、開閉扉３ａが設けられている。この開閉扉３ａは、前壁部３Ｅと同様に断熱壁を構成するものであり、十分な断熱機能を発揮する構成となっている。また、チャンバー３の前壁部３Ｅには、図２に示すように、窓３ｂが設けられている。この窓３ｂは、空気層を挟み込んだ２重ガラス構造であり、前壁部３Ｅと同様に断熱壁を構成するものである。

10

【００１３】

なお、チャンバー３の各壁部の断熱構成は、必要な断熱機能を発揮できる構成であれば、本実施形態のものに限られず、あらゆる断熱構成のものを利用することができる。本実施形態においては、チャンバー３内の処理空間が造形処理時には２００℃以上の高温になるところ、このような高温時でもチャンバー３の外部気温がおよそ４０℃以下に収まるような断熱機能を発揮できる断熱壁であることが好ましい。

【００１４】

チャンバー３の内部におけるステージ４の上方には、造形部材としての造形ヘッド１０が設けられている。造形ヘッド１０は、その下方に造形材料であるフィラメントを射出する射出ノズル１１を有する。本実施形態では、造形ヘッド１０上に４つの射出ノズル１１が設けられているが、射出ノズル１１の数は任意である。また、造形ヘッド１０には、各射出ノズル１１に供給されるフィラメントを加熱する造形材料加熱手段としてのヘッド加熱部１２が設けられている。

20

【００１５】

フィラメントは、細長いワイヤー形状であり、巻き回された状態で三次元造形装置１にセットされており、フィラメント供給部６により造形ヘッド１０上の各射出ノズル１１へそれぞれ供給される。なお、フィラメントは、射出ノズル１１ごとに異なるものであってもよいし、同じものであってもよい。本実施形態においては、フィラメント供給部６により供給されるフィラメントをヘッド加熱部１２で加熱溶融し、溶融状態のフィラメントを所定の射出ノズル１１から押し出すようにして射出することにより、ステージ４上に層状の造形構造物を順次積層して、三次元造形物を造形する。

30

【００１６】

なお、造形ヘッド１０上の射出ノズル１１には、造形材料のフィラメントではなく、三次元造形物を構成しないサポート材が供給される場合がある。このサポート材は、通常、造形材料のフィラメントとは異なる材料で形成され、最終的にはフィラメントで形成された三次元造形物から除去される。このサポート材も、ヘッド加熱部１２で加熱溶融され、溶融状態のサポート材が所定の射出ノズル１１から押し出されるように射出されて、層状に順次積層される。

【００１７】

造形ヘッド１０は、装置左右方向（図２及び図３中の左右方向＝Ｘ軸方向）に延びる造形部材移動手段としてのＸ軸駆動機構２１に対し、連結部材２１ａを介して、そのＸ軸駆動機構２１の長手方向（Ｘ軸方向）に沿って移動可能に保持されている。造形ヘッド１０は、Ｘ軸駆動機構２１の駆動力により、装置左右方向（Ｘ軸方向）へ移動することができる。造形ヘッド１０は、ヘッド加熱部１２によって加熱されて高温になるため、その熱がＸ軸駆動機構２１に伝わりにくいように、連結部材２１ａを低伝熱性のものとするのが好ましい。

40

【００１８】

Ｘ軸駆動機構２１の両端は、それぞれ、装置前後方向（図２及び図３中の前後方向＝Ｙ軸方向）に延びる造形部材移動手段としてのＹ軸駆動機構２２に対し、そのＹ軸駆動機構２２の長手方向（Ｙ軸方向）に沿ってスライド移動可能に保持されている。Ｘ軸駆動機構

50

21がY軸駆動機構22の駆動力によってY軸方向に沿って移動することにより、造形ヘッド10はY軸方向に沿って移動することができる。

【0019】

本実施形態において、チャンバー3の底壁部3Dは、本体フレーム2に固定されている、装置上下方向（図2及び図3中の上下方向＝Z軸方向）に延びる断熱壁変位手段としてのZ軸駆動機構23に対し、そのZ軸駆動機構23の長手方向（Z軸方向）に沿って移動可能に保持されている。チャンバー3の底壁部3Dは、Z軸駆動機構23の駆動力により、装置上下方向（Z軸方向）へ移動することができる。この底壁部3D上には、ステージ4が固定されているので、Z軸駆動機構23は相対移動手段あるいは載置台移動手段として機能し、Z軸駆動機構23の駆動力によりステージ4をZ軸方向へ移動させることができる。

10

【0020】

チャンバー3の底壁部3Dの周縁部は、チャンバー3の両側壁部3C並びに前壁部3E及び後壁部の各内壁面に密着している。チャンバー3の底壁部3DがZ軸駆動機構23によりZ軸方向へ移動する際、底壁部3Dは、その周縁部を、チャンバー3の両側壁部3C並びに前壁部3E及び後壁部の各内壁面を摺動させながら移動する。これにより、チャンバー3内の遮蔽性が確保され、チャンバー3内の十分な断熱性が得られる。なお、チャンバー3内の十分な断熱性が得られるのであれば、チャンバー3の底壁部3Dの周縁部と、チャンバー3の両側壁部3C並びに前壁部3E及び後壁部の各内壁面との間に、多少の隙間があってもよい。このような隙間を形成することで、スムーズかつ高精度な底壁部3Dの移動を実現でき、ステージ4のスムーズかつ高精度な移動が実現される。

20

【0021】

また、本実施形態においては、チャンバー3の内部（処理空間）に、チャンバー3内を加熱する処理空間加熱手段としてのチャンバー用ヒータ7が設けられている。本実施形態においては、熱溶解積層法（FDM）で三次元造形物を造形するため、チャンバー3内の温度を目標温度に維持した状態で、造形処理を行うことが望ましい。そのため、本実施形態では、造形処理を開始する前に、予めチャンバー3内の温度を目標温度まで昇温させる予熱処理を行う。チャンバー用ヒータ7は、この予熱処理中には、チャンバー3内を目標温度まで昇温させるためにチャンバー3内を加熱するとともに、造形処理中には、チャンバー3内の温度を目標温度に維持するためにチャンバー3内を加熱する。チャンバー用ヒータ7の動作は、加熱制御手段としての制御部100によって制御される。

30

【0022】

本実施形態においては、X軸駆動機構21、Y軸駆動機構22及びZ軸駆動機構23が、チャンバー3の外部に配置されている。よって、X軸駆動機構21、Y軸駆動機構22及びZ軸駆動機構23は、チャンバー3内の高温に曝されず、安定した駆動制御が実現される。なお、X軸駆動機構21及びY軸駆動機構22の全体がチャンバー3の外部に配置される構成に限らず、その一部又はその全体がチャンバー3の内部に配置される構成であってもよい。

【0023】

ここで、本実施形態におけるX軸駆動機構21及びY軸駆動機構22の駆動対象は造形ヘッド10であり、その造形ヘッド10の一部（射出ノズル11を含む造形ヘッド10の先端部分）がチャンバー3内に配置されている。本実施形態では、造形ヘッド10をX軸方向へ移動させてもチャンバー3の内部が外部から遮蔽される構成となっている。具体的には、チャンバー3の天井壁部においては、図2及び図3に示すように、Y軸方向に長尺な複数のX軸スライド断熱部材3AがX軸方向へ並べて配設された構成となっており、隣接するX軸スライド断熱部材3A間は互いにX軸方向へ相対的にスライド移動可能に構成されている。これにより、X軸駆動機構21により造形ヘッド10をX軸方向へ移動させても、これに応じて複数のX軸スライド断熱部材3AがそれぞれX軸方向へスライド移動し、チャンバー3内の処理空間上部は常にX軸スライド断熱部材3Aによって覆われる。

40

【0024】

50

同様に、チャンバーの天井壁部においては、図 2 及び図 3 に示すように、複数の Y 軸スライド断熱部材 3 B が Y 軸方向へ並べて配設された構成となっている。隣接する Y 軸スライド断熱部材 3 B 間は互いに Y 軸方向へ相対的にスライド移動可能に構成されている。これにより、Y 軸駆動機構 2 2 により X 軸駆動機構 2 1 上の造形ヘッド 1 0 を Y 軸方向へ移動させても、これに応じて複数の Y 軸スライド断熱部材 3 B がそれぞれ Y 軸方向へスライド移動し、チャンバー 3 内の処理空間上部は常に Y 軸スライド断熱部材 3 B によって覆われる。

【0025】

また、本実施形態における Z 軸駆動機構 2 3 の駆動対象は、チャンバー 3 の底壁部 3 D あるいはステージ 4 である。本実施形態では、底壁部 3 D あるいはステージ 4 を Z 軸方向へ移動させてもチャンバー 3 の内部が外部から遮蔽される構成となっている。具体的には、チャンバー 3 の両側壁部 3 C には、図 2 及び図 3 に示すように、Z 軸駆動機構 2 3 と底壁部 3 D との連結部を貫通させるスライド孔 3 c が Z 軸方向に延びるように形成されている。このスライド孔 3 c は、断熱材料からなる可撓性のシール部材 3 d によってシールされている。Z 軸駆動機構 2 3 により底壁部 3 D を Z 軸方向へ移動させる際、Z 軸駆動機構 2 3 と底壁部 3 D との連結部は、可撓性のシール部材 3 d を弾性変形させながらスライド孔 3 c に沿って Z 軸方向へ移動する。よって、チャンバー 3 の両側壁部 3 C に形成されたスライド孔 3 c は、常にシール部材 3 d によって覆われる。

【0026】

図 4 は、Z 軸駆動機構 2 3 の構成を示す模式図である。

本実施形態における Z 軸駆動機構 2 3 は、本体フレーム 2 に支持されている駆動モータ 2 3 a により Z 軸方向に延びるボールネジ 2 3 b を軸回転させることによって、スライド部 2 3 c をボールネジ 2 3 b に沿って Z 軸方向に移動させる。スライド部 2 3 c は、連結部材 2 3 d を介してチャンバー 3 の底壁部 3 D あるいはステージ 4 と連結されている。駆動モータ 2 3 a が駆動してボールネジ 2 3 b に沿ってスライド部 2 3 c が Z 軸方向へ移動すると、連結部材 2 3 d は、チャンバー 3 の両側壁部 3 C に形成されているスライド孔 3 c のシール部材 3 d を弾性変形させながらスライド孔 3 c に沿って Z 軸方向へ移動し、これに伴ってチャンバー 3 の底壁部 3 D あるいはステージ 4 も Z 軸方向へ移動する。

【0027】

なお、本実施形態の Z 軸駆動機構 2 3 では、チャンバー 3 の両側壁部 3 C にスライド孔 3 c が形成されるところ、チャンバー 3 内の処理空間の断熱性の観点からすると、このようなスライド孔 3 c を不要とする構成がより好ましい。したがって、例えば、図 5 に示すように、チャンバー 3 の底壁部 3 D の下部に、Z 軸方向へ延びるシャフト 2 3 b' を取り付け、このシャフト 2 3 b' を本体フレーム 2 に支持された駆動モータ 2 3 a' により Z 軸方向へ移動させるような Z 軸駆動機構 2 3' を採用してもよい。この場合、駆動モータ 2 3 a' が駆動してシャフト 2 3 b' が Z 軸方向へ移動すると、これに伴ってチャンバー 3 の底壁部 3 D あるいはステージ 4 も Z 軸方向へ移動する。このとき、チャンバー 3 の底壁部 3 D の周縁部は、チャンバー 3 の両側壁部 3 C 並びに前壁部 3 E 及び後壁部の各内壁面に密着しながら摺動する。これにより、チャンバー 3 内の遮蔽性が確保され、チャンバー 3 内の十分な断熱性が得られる。しかも、チャンバー 3 の両側壁部 3 C にはスライド孔 3 c を形成する必要がないので、両側壁部 3 C における遮蔽性も確保され、より高い断熱性が得られる。

【0028】

そのほか、本実施形態においては、チャンバー 3 の外部であって三次元造形装置 1 の内部の空間を冷却させるための装置内冷却装置 8 や、造形ヘッド 1 0 の射出ノズル 1 1 を清掃するためのノズル清掃部 9 などが設けられている。

【0029】

図 6 は、本実施形態の三次元造形装置 1 の制御ブロック図である。

本実施形態においては、造形ヘッド 1 0 の X 軸方向位置を検知する X 軸ポジション検知機構 2 4 が設けられている。X 軸ポジション検知機構 2 4 の検知結果は、制御部 1 0 0 に

送られる。制御部 100 は、その検知結果に基づいて X 軸駆動機構 21 を制御して、造形ヘッド 10 を目標の X 軸方向位置へ移動させる。

【0030】

また、本実施形態においては、X 軸駆動機構 21 の Y 軸方向位置（造形ヘッド 10 の Y 軸方向位置）を検知する Y 軸ポジション検知機構 25 が設けられている。Y 軸ポジション検知機構 25 の検知結果は、制御部 100 に送られる。制御部 100 は、その検知結果に基づいて Y 軸駆動機構 22 を制御することにより、X 軸駆動機構 21 上の造形ヘッド 10 を目標の Y 軸方向位置へ移動させる。

【0031】

また、本実施形態においては、チャンバーの底壁部 3D 上に設けられるステージ 4 の Z 軸方向位置を検知する Z 軸ポジション検知機構 26 が設けられている。Z 軸ポジション検知機構 26 の検知結果は、制御部 100 に送られる。制御部 100 は、その検知結果に基づいて Z 軸駆動機構 23 を制御して、チャンバーの底壁部 3D を移動させることにより、その底壁部 3D 上のステージ 4 を目標の Z 軸方向位置へ移動させる。

【0032】

制御部 100 は、このようにして造形ヘッド 10 及びステージ 4 の移動制御を行うことにより、チャンバー 3 内における造形ヘッド 10 とステージ 4 との相対的な三次元位置を、目標の三次元位置に位置させることができる。

【0033】

本実施形態においては、熱溶解積層法（FDM）で三次元造形物を造形するため、上述したように、チャンバー 3 内の温度を目標温度に維持した状態で造形処理を行うことが望ましい。そのため、本実施形態では、造形処理を開始する前に、予めチャンバー 3 内の温度を目標温度まで昇温させる予熱処理を行う。この予熱処理において、制御部 100 は、チャンバー用ヒータ 7 を稼働させてチャンバー 3 内を昇温させるが、チャンバー 3 内の処理空間の体積が大きいほど、予熱処理に要する時間が長くなり、最初の造形処理を早期に開始することが困難となる。

【0034】

そこで、本実施形態の制御部 100 は、予熱処理を開始するにあたり、まず、Z 軸駆動機構 23 を制御して、チャンバーの底壁部 3D を上昇させ、図 7 に示すように、所定の予熱用位置に位置で停止させる。この予熱用位置は、チャンバーの底壁部 3D 上のステージ 4 が造形ヘッド 10 に干渉しない範囲で、可能な限り高い位置に設定されるのが好ましい。予熱用位置が高い位置であるほど、チャンバー 3 の天井壁部 3A、3B、両側壁部 3C、底壁部 3D、前壁部 3E 及び後壁部によって囲まれた処理空間の体積が少なくなり、加熱すべき加熱対象空間が狭くなるので、チャンバー用ヒータ 7 による熱供給量が同じでも、より迅速に処理空間を昇温させることができる。

【0035】

特に、本実施形態における予熱用位置は、図 7 に示すように、予熱処理後に開始される造形処理の開始時にステージ 4 が位置すべき目標位置にステージ 4 が位置するように、設定されている。これにより、予熱処理が終了した後、Z 軸駆動機構 23 を駆動させることなく、そのまま造形処理を開始することができ、最初の造形処理を更に早期に開始することが可能である。

【0036】

図 8 は、本実施形態における予熱処理及び造形処理の流れを示すフローチャートである。

本実施形態において、制御部 100 は、ユーザーの指示操作等により造形をスタートすると、まず、チャンバー用ヒータ 7、ヘッド加熱部 12 及びステージ加熱部 5 への通電を ON にして、これらを稼働させる（S1）。また、制御部 100 は、Z 軸駆動機構 23 を制御して、Z 軸駆動機構 23 の駆動力によりチャンバーの底壁部 3D を所定の待機位置（例えば最下点）から上昇させる（S2）。そして、チャンバーの底壁部 3D が上述した予熱用位置に到達したら（S3 の Yes）、Z 軸駆動機構 23 の駆動を停止する（S4）。

これにより、チャンバーの底壁部 3 D が上述した予熱用位置に位置決めされ、チャンバー内の処理空間の体積は少ない状態となる。

【0037】

その結果、予熱処理中における処理空間の体積は、後述する造形処理中における処理空間の体積（少なくとも造形処理時にとり得る処理空間の最大体積）よりも少ないものとなる。すなわち、予熱処理中において、チャンバー用ヒータ 7 並びにヘッド加熱部 1 2 及びステージ加熱部 5 から供給される熱量によって加熱すべき処理空間の体積が少ない。よって、後述する造形処理中の体積と同じ体積の処理空間を予熱処理する場合と比べて、処理空間の昇温速度を速めることができ、処理空間の温度をより迅速に目標温度まで昇温することができる。

10

【0038】

処理空間の温度が目標温度に達したら（S 5 の Yes）、続いて、制御部 1 0 0 は、造形処理に移行する。本実施形態の三次元造形装置 1 により造形する三次元造形物の三次元形状データは、本三次元造形装置 1 に対して有線あるいは無線でデータ通信可能に接続されたパーソナルコンピュータ等の外部装置から入力される。制御部 1 0 0 は、入力された三次元形状データに基づき、上下方向に分解された多数の層状構造物のデータ（造形用のスライスデータ）を生成する。各層状構造物に対応するスライスデータは、本三次元造形装置 1 の造形ヘッド 1 0 から射出されるフィラメントによって形成される各層状構造物に対応しており、その層状構造物の厚みは、三次元造形装置 1 の能力に応じて適宜設定される。

20

【0039】

造形処理では、まず、制御部 1 0 0 は、最下層（第一層）のスライスデータに従って、ステージ 4 の上に最下層の層状構造物を作成する（S 6）。具体的には、制御部 1 0 0 は、最下層（第一層）のスライスデータに基づき、X 軸駆動機構 2 1 及び Y 軸駆動機構 2 2 を制御して、造形ヘッド 1 0 の射出ノズル 1 1 の先端を目標位置（X-Y 平面上の目標位置）に順次移動させながら、射出ノズル 1 1 よりフィラメントの射出を行う。これにより、ステージ 4 上には、最下層（第一層）のスライスデータに従った層状構造物が造形される。なお、三次元造形物を構成しないサポート材も一緒に作成する場合があるが、ここの説明は省略する。

【0040】

30

次に、制御部 1 0 0 は、Z 軸駆動機構 2 3 を制御して、層状構造物の一層分に相当する距離だけチャンバーの底壁部 3 D を下降させ、その底壁部 3 D 上のステージ 4 を、次の層（第二層）の層状構造物を作成するための位置まで下降させ、位置決めする（S 8）。その後、制御部 1 0 0 は、第二層のスライスデータに基づき、X 軸駆動機構 2 1 及び Y 軸駆動機構 2 2 を制御して、造形ヘッド 1 0 の射出ノズル 1 1 の先端を目標位置に順次移動させながら、射出ノズル 1 1 よりフィラメントの射出を行う。これにより、ステージ 4 上に形成されている最下層の層状構造物上に、第二層のスライスデータに従った層状構造物が造形される（S 6）。

【0041】

このようにして、図 9 に示すように、制御部 1 0 0 は、Z 軸駆動機構 2 3 を制御して、チャンバーの底壁部 3 D 上のステージ 4 を順次下降させながら、下層から順に各層状構造物を積層させて造形する処理を繰り返す。そして、最上層の層状構造物の作成が終了したら（S 7 の Yes）、入力された三次元形状データに従った三次元造形物が造形される。

40

【0042】

このようにして造形処理が終了したら、制御部 1 0 0 は、Z 軸駆動機構 2 3 を制御して、チャンバーの底壁部 3 D 上のステージ 4 を所定の取出用位置（本実施形態では最下点）まで下降させる（S 9）。この取出用位置は、チャンバー 3 の前壁部 3 E に設けられている開閉扉 3 a を開けて、ステージ 4 上の三次元造形物をチャンバー 3 の外部へ取り出しやすい位置に設定される。

【0043】

50

造形処理終了直後は、まだ、チャンバー 3 内の処理空間が高温であるため、開閉扉 3 a を開けて処理空間内の三次元造形物をユーザーがすぐに取り出すことはできない。したがって、ユーザーは、処理空間内の温度が取り出し可能な温度まで低下してから、開閉扉 3 a を開けて処理空間内の三次元造形物を取り出すことになる。制御部 100 は、処理空間内の温度が取り出し可能な温度まで低下するまで開閉扉 3 a をロック状態にする冷却期間を設け、処理空間内の温度が取り出し可能な温度まで低下した後に、開閉扉 3 a のロック状態を解除することが好ましい。

【0044】

ここで、本実施形態では、全層の層状構造物の作成が終了した後の冷却期間において、チャンバーの底壁部 3 D 上のステージ 4 を所定の取出用位置まで下降させる制御を行う。そのため、全層の層状構造物の作成が終了した後、チャンバー 3 内の処理空間の体積は、チャンバーの底壁部 3 D の下降によって増加する。このように造形処理終了後の冷却時期に処理空間の体積が増加するため、処理空間の体積が全層の層状構造物の作成が終了した時点と同じままである場合よりも、冷却に要する時間が短縮でき、造形処理後の早期のうちに三次元造形物を取り出すことが可能となる。

【0045】

次に、本実施形態における予熱処理時のチャンバー用ヒータ 7 の制御方法について説明する。

図 10 は、チャンバー 3 内の処理空間の体積の時間変化の概要を示すグラフである。

図 11 は、チャンバー用ヒータ 7 等によりチャンバー 3 内の処理空間へ供給される単位時間当たりの熱供給量の時間変化の概要を示すグラフである。

図 12 は、チャンバー 3 内の処理空間の温度の時間変化の概要を示すグラフである。

【0046】

本実施形態では、上述したとおり、予熱処理中におけるチャンバー 3 内の処理空間の体積は、図 10 に示すように、少ない状態で一定に維持される。そして、予熱処理が終了して造形処理が開始されると、層状構造物を作成するたびに一層分だけチャンバー 3 の底壁部 3 D が下降するため、チャンバー 3 内の処理空間の体積は、図 10 に示すように、徐々に増加していく。

【0047】

本実施形態では、造形処理中の処理空間内の温度は目標温度（200℃程度）に維持する必要がある。本実施形態のように造形処理中にチャンバー 3 内の処理空間の体積が徐々に増加する構成では、チャンバー用ヒータ 7 等による単位時間当たりの熱供給量が一定であると、処理空間の体積増加に伴って処理空間の温度が徐々に下がってしまう。

【0048】

そのため、本実施形態において、制御部 100 は、図 11 に示すように、チャンバー用ヒータ 7 等による単位時間当たりの熱供給量が、チャンバー 3 内の処理空間の体積の増加に応じて増えるように、チャンバー用ヒータ 7 等を制御している。これにより、造形処理中にチャンバー 3 内の処理空間の体積が増加しても、図 12 に示すように、造形処理中におけるチャンバー 3 内の処理空間の温度を目標温度（200℃程度）に維持することが可能となる。

【0049】

〔変形例〕

次に、本実施形態における三次元造形装置 1 の一変形例について説明する。

上述した実施形態では、造形ヘッド 10 を X 軸駆動機構 21 及び Y 軸駆動機構 22 により X 軸方向及び Y 軸方向の二方向へ移動させるとともに、ステージ 4 を Z 軸駆動機構 23 により Z 軸方向の一方向へ移動させている。本変形例では、造形ヘッド 10 を Y 軸駆動機構 22 により Y 軸方向の一方向へ移動させるとともに、ステージ 4 を X 軸駆動機構 21' 及び Z 軸駆動機構 23 により X 軸方向及び Z 軸方向の二方向へ移動させる。なお、本変形例における基本的な構成や動作は上述した実施形態と同様であるため、以下の説明では、上述した実施形態とは異なる点を中心に説明する。

【0050】

図13は、本変形例における三次元造形装置1の構成を示す説明図である。

図14は、本変形例における三次元造形装置1の後方部分を切断して除外した状態の斜視図である。

造形ヘッド10は、装置前後方向（図13及び図14中の前後方向＝Y軸方向）に延びる造形部材移動手段としてのY軸駆動機構22に対し、連結部材22aを介して、そのY軸駆動機構22の長手方向（Y軸方向）に沿って移動可能に保持されている。造形ヘッド10は、Y軸駆動機構22の駆動力により、装置前後方向（Y軸方向）へ移動することができる。

【0051】

本変形例におけるY軸駆動機構22の駆動対象である造形ヘッド10は、その一部（射出ノズル11を含む造形ヘッド10の先端部分）が、上述した実施形態と同様にチャンバー3内に配置されている。本変形例でも、造形ヘッド10をY軸方向へ移動させてもチャンバー3の内部が外部から遮蔽される構成となっているが、その具体的な構成が上述した実施形態とは異なっている。

【0052】

詳しく説明すると、本変形例におけるチャンバー3の天井壁部は、装置左右方向（X軸方向）の両側壁部3Cと同様にガラスウール等を内包した断熱材を内側板と外側板の間に挟み込んだ構造をもつ固定壁部3Fと、造形ヘッド10の可動範囲に対応して固定壁部3Fに形成されている開口部分を塞ぐように配置される可撓性の断熱シート3Gとから構成される断熱壁である。チャンバー3の天井壁部の上面におけるY軸方向両側には、図14に示すように、断熱シート3Gをロール状に保持するロール軸27a、27bが配置されている。この断熱シート3Gは、造形ヘッド10に固定されており、造形ヘッド10と一体的に移動可能に構成されている。

【0053】

Y軸駆動機構22により造形ヘッド10がY軸方向へ移動するとき、これに応じて、その移動方向上流側に位置するロール軸から断熱シート3Gが繰り出されつつ、その移動方向下流側に位置するロール軸へ断熱シート3Gが巻き取られる。これにより、断熱シート3Gは、チャンバー3の天井壁部の固定壁部3Fに形成されている開口部分を塞いだ状態のまま、Y軸方向へ移動する、そのため、造形ヘッド10がY軸方向へ移動しても、チャンバー3内の処理空間上部は常に固定壁部3F及び断熱シート3Gによって覆われる。

【0054】

また、本変形例においては、チャンバー3の底壁部3Dの下方に、ステージ4を装置左右方向（X軸方向）へ移動させる載置台移動手段あるいは第一移動部材としてのX軸駆動機構21'が設けられている。本変形例におけるX軸駆動機構21'の駆動対象であるステージ4は、チャンバー3の底壁部3Dの上方、すなわち、チャンバー3内の処理空間に配置されている。そのため、ステージ4をX軸方向へ移動させてもチャンバー3の内部が外部から遮蔽される構成とするのが好ましい。

【0055】

このような構成としては、上述した実施形態のチャンバー3の天井壁部で採用しているように、複数のスライド断熱部材3AをX軸方向へ並べて配設した構成を採用してもよい。すなわち、チャンバー3の底壁部3Dにおいて、Y軸方向に長尺な複数のX軸スライド断熱部材3AをX軸方向へ並べて配設し、隣接するX軸スライド断熱部材3A間を互いにX軸方向へ相対的にスライド移動可能に構成する。これにより、X軸駆動機構21'によりステージ4をX軸方向へ移動させても、これに応じて複数のX軸スライド断熱部材3AがそれぞれX軸方向へスライド移動し、チャンバー3内の処理空間下部は常にX軸スライド断熱部材3Aによって覆われる。もちろん、本変形例におけるチャンバー3の天井壁部で採用しているように、可撓性の断熱シートをロール軸で繰り出し、巻き取りする構成を採用してもよいし、その他の構成であってもよい。

【0056】

また、本変形例において、チャンバー３の底壁部３Ｄは、装置上下方向（Ｚ軸方向）に延びる断熱壁変位手段としてのＺ軸駆動機構２３により、Ｚ軸方向に沿って移動可能に構成されている。なお、本変形例のＺ軸駆動機構２３も、図１４に示すように、チャンバー３の両側壁部３Ｃにスライド孔３ｃが形成される構成のものであるが、図１５に示すように、チャンバー３の両側壁部３Ｃにスライド孔３ｃを形成する必要がない構成としてもよい。

【００５７】

本変形例のＺ軸駆動機構２３は、チャンバー３の底壁部３Ｄの下方に位置する支持プレート２３ｅをＺ軸方向に沿って移動させ、これにより支持プレート２３ｅに固定された底壁部３ＤをＺ軸方向に沿って移動させる。また、この支持プレート２３ｅ上には、底壁部３Ｄとの間にＸ軸駆動機構２１'が固定されている。このＸ軸駆動機構２１'には、上述したとおり、ステージ４がＸ軸方向へ移動可能に取り付けられている。したがって、Ｚ軸駆動機構２３の駆動力により支持プレート２３ｅをＺ軸方向に沿って移動させることで、チャンバー３の底壁部３Ｄとともに、Ｘ軸駆動機構２１'に取り付けられているステージ４もＺ軸方向へ移動させることができる。

【００５８】

なお、以上の説明では、断熱壁変位手段がチャンバー３の底壁部３ＤをＺ軸方向へ変位させることにより、処理空間の体積を増加又は減少させる構成であったが、これに限られない。例えば、断熱壁変位手段がチャンバー３の天井壁部をＺ軸方向へ変位させることにより処理空間の体積を増加又は減少させる構成であってもよい。この場合の断熱壁変位手段は、例えば、造形ヘッド１０の移動とともに天井壁部をＺ軸方向へ変位させるように構成することができる。また、例えば、チャンバー３の少なくとも一方の側壁部をＸ軸方向へ変位させることにより処理空間の体積を増加又は減少させる構成であってもよい。また、例えば、チャンバー３の前壁部や後壁部をＹ軸方向へ変位させることにより処理空間の体積を増加又は減少させる構成であってもよい。

【００５９】

以上に説明したものは一例であり、次の態様毎に特有の効果を奏する。

（態様Ａ）

断熱壁３Ａ，３Ｂ，３Ｃ，３Ｄ，３Ｅ，３Ｆ，３Ｇ等によって囲まれた処理空間を内部に備えたチャンバー３と、前記チャンバー内の処理空間を加熱するチャンバー用ヒータ７等の処理空間加熱手段と、前記処理空間加熱手段により目標温度まで加熱された前記処理空間内で、三次元造形物を造形する造形ヘッド１０等の造形部材とを備えた三次元造形装置１において、前記処理空間の体積が増加又は減少するように底壁部３Ｄ等の前記断熱壁の少なくとも一部（底壁部３Ｄ）を変位させるＺ軸駆動機構２３，２３'等の断熱壁変位手段を有することを特徴とする。

本態様においては、処理空間を囲っている断熱壁の少なくとも一部を断熱壁変位手段によって変位させて、処理空間の体積を増加又は減少させることができる。処理空間の体積が減少すれば、処理空間加熱手段による処理空間内の温度上昇速度を速めることができる。よって、本態様によれば、例えば、造形処理を開始する前の予熱処理時に処理空間の体積を減少させておくことで、予熱処理に要する時間を短縮でき、最初の造形処理を早期に開始することが可能となる。また、処理空間の体積が増加すれば、処理空間内の温度が下がりやすくなる。よって、本態様によれば、例えば、造形処理終了後の冷却時期に処理空間の体積を増加させることで、冷却に要する時間を短縮でき、造形処理後の早期のうちに三次元造形物を取り出すことが可能となる。

【００６０】

（態様Ｂ）

前記態様Ａにおいて、前記造形部材を移動させるＸ軸駆動機構２１やＹ軸駆動機構２２等の造形部材移動手段を有し、前記断熱壁変位手段は、前記造形部材の移動とともに前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする。

これによれば、造形部材移動手段により造形部材を移動させながら造形処理を実施しつ

つ、その造形処理の進行に応じて、断熱壁変位手段により断熱壁の少なくとも一部を変位させて処理空間の体積を増加させることが可能となる。これにより、造形処理を開始する前の予熱処理時には処理空間の体積を減少させておいて予熱処理に要する時間を短縮できる一方、造形処理の開始後は、造形処理の進行に応じて処理空間の体積を増加させることが可能となる。したがって、造形処理の進行に応じて、作成される三次元造形物が徐々に大きくなり、必要な処理空間の広さが増える場合でも、必要な処理空間を確保することができる。なお、本態様は、三次元造形物が載置されるステージ4等の載置台を移動させる載置台移動手段を必要とせずに、三次元造形物を造形することが可能である。

【0061】

(態様C)

前記態様A又はBにおいて、前記処理空間内に配置され、前記三次元造形物が載置されるステージ4等の載置台と、前記載置台を移動させるZ軸駆動機構23、23'やX軸駆動機構21'等の載置台移動手段を有し、前記断熱壁変位手段は、前記載置台の移動とともに前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする。

これによれば、載置台移動手段により載置台を移動させながら造形処理を実施しつつ、その造形処理の進行に応じて、断熱壁変位手段により断熱壁の少なくとも一部を変位させて処理空間の体積を増加させることが可能となる。これにより、造形処理を開始する前の予熱処理時には処理空間の体積を減少させておいて予熱処理に要する時間を短縮できる一方、造形処理の開始後は、造形処理の進行に応じて処理空間の体積を増加させることが可能となる。したがって、造形処理の進行に応じて、作成される三次元造形物が徐々に大きくなり、必要な処理空間の広さが増える場合でも、必要な処理空間を確保することができる。なお、本態様は、造形部材を移動させる造形部材移動手段を必要とせずに、三次元造形物を造形することが可能である。

【0062】

(態様D)

前記態様Aにおいて、前記処理空間内に配置され、前記三次元造形物が載置されるステージ4等の載置台と、前記造形部材と前記載置台との相対距離が変化するZ軸方向等の相対距離変化方向に前記造形部材及び前記載置台の少なくとも一方を移動させるZ軸駆動機構23、23'等の相対移動手段とを有し、前記造形部材は、前記相対移動手段により該造形部材との相対距離が順次拡大される前記載置台上にフィラメント等の造形材料を供給して層状の造形構造物を順次積層することにより前記三次元造形物を造形し、前記断熱壁変位手段は、前記相対距離の拡大とともに前記処理空間の体積が増加するように前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることを特徴とする。

これによれば、相対移動手段により造形部材及び載置台の少なくとも一方を移動させながら造形処理を実施しつつ、その造形処理の進行に応じて、断熱壁変位手段により断熱壁の少なくとも一部を変位させて処理空間の体積を増加させる。これにより、造形処理を開始する前の予熱処理時には処理空間の体積を減少させておいて予熱処理に要する時間を短縮できる一方、造形処理の開始後は、造形処理の進行に応じて必要な処理空間の広さが増えることにも対応することができる。

【0063】

(態様E)

前記態様Dにおいて、前記造形部材を前記相対距離変化方向に対して直交するY軸方向等の一方向へ移動させるY軸駆動機構22等の造形部材移動手段を有し、前記相対移動手段は、前記載置台を前記相対距離変化方向へ移動させるとともに、前記載置台を前記造形部材移動手段による造形部材の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交するX軸方向等の方向へ移動させることを特徴とする。

これによれば、上述した変形例のように、造形部材と載置台とを前記相対距離変化方向に対して直交する二方向(X軸方向とY軸方向)へ相対移動させる手段として、造形部材を造形部材移動手段により一方向(Y軸方向)へ移動させ、かつ、相対移動手段により載置台を他の方向(X軸方向)へ移動させる構成を採用することができる。

10

20

30

40

50

【0064】

(態様 F)

前記態様 E において、前記相対移動手段は、前記載置台を前記造形部材移動手段による造形部材の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交する X 軸方向等の方向へ移動させる X 軸駆動機構 21' 等の第一移動部材を、前記載置台を前記相対距離変化方向へ移動させる Z 軸駆動機構 23, 23' 等の第二移動部材によって移動させる構成を有することを特徴とする。

これによれば、装置レイアウトが有利になる等の利点を得やすい場合がある。

【0065】

(態様 G)

前記態様 D において、前記載置台を前記相対距離変化方向に対して直交する一方向へ移動させる載置台移動手段を有し、前記相対移動手段は、前記造形部材を前記相対距離変化方向へ移動させるとともに、前記造形部材を前記載置台移動手段による載置台の移動方向と前記相対距離変化方向とに直交する方向へ移動させることを特徴とする。

これによれば、装置レイアウトが有利になる等の利点を得やすい場合がある。

【0066】

(態様 H)

前記態様 A～G のいずれかの態様において、前記断熱壁変位手段による前記処理空間の体積の増加又は減少に応じて、前記処理空間加熱手段により前記処理空間へ供給する単位時間当たりの熱供給量を制御する制御部 100 等の加熱制御手段を有することを特徴とする。

これによれば、断熱壁変位手段により処理空間の体積が増加したり減少したりしても、処理空間の温度を適切にコントロールすることが可能となる。

【0067】

(態様 I)

三次元造形物を造形するための処理空間を内部に備えた三次元造形用チャンバー 3 において、前記処理空間の体積が増加又は減少するように該処理空間を囲っている断熱壁の少なくとも一部（底壁部 3D）を変位させる Z 軸駆動機構 23, 23' 等の断熱壁変位手段を有することを特徴とする。

本態様においては、処理空間を囲っている断熱壁の少なくとも一部を断熱壁変位手段によって変位させて、処理空間の体積を増加又は減少させることができる。処理空間の体積が減少すれば、処理空間内の温度上昇速度を速めることが可能となる。よって、本態様によれば、例えば、造形処理を開始する前の予熱処理時に処理空間の体積を減少させておくことで、予熱処理に要する時間を短縮でき、最初の造形処理を早期に開始することが可能となる。また、処理空間の体積が増加すれば、処理空間内の温度が下がりやすくなる。よって、本態様によれば、例えば、造形処理終了後の冷却時期に処理空間の体積を増加させることで、冷却に要する時間を短縮でき、造形処理後の早期のうちに三次元造形物を取り出すことが可能となる。

【0068】

(態様 J)

断熱壁によって囲まれた処理空間を目標温度まで加熱した後、該処理空間内で三次元造形物を造形する三次元造形方法において、前記断熱壁の少なくとも一部を変位させることにより前記処理空間の体積を増加させながら三次元造形物を造形することを特徴とする。

本態様によれば、造形処理の進行に応じて、断熱壁の少なくとも一部を変位させて処理空間の体積を増加させることが可能となる。これにより、造形処理を開始する前の予熱処理時には処理空間の体積を減少させておいて予熱処理に要する時間を短縮できる一方、造形処理の開始後は、造形処理の進行に応じて処理空間の体積を増加させることが可能となる。したがって、造形処理の進行に応じて、作成される三次元造形物が徐々に大きくなり、必要な処理空間の広さが増える場合でも、必要な処理空間を確保することができる。

【符号の説明】

10

20

30

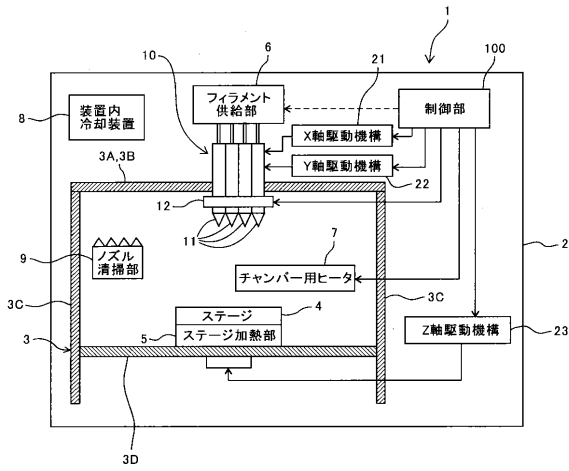
40

50

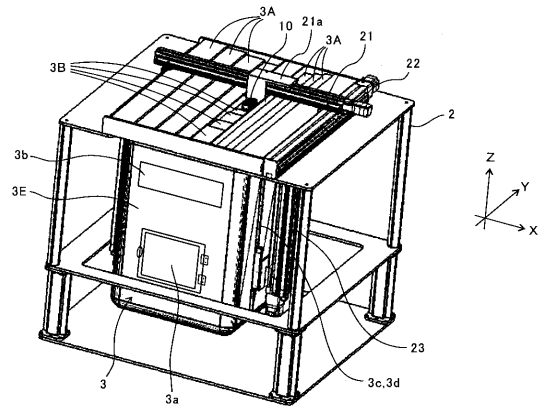
【0069】

- 1 三次元造形装置
 - 2 本体フレーム
 - 3 チャンバー
 - 3 a 開閉扉
 - 3 b 窓
 - 3 c スライド孔
 - 3 d シール部材
 - 3 A, 3 B スライド断熱部材
 - 3 C 側壁部 10
 - 3 D 底壁部
 - 3 E 前壁部
 - 3 F 固定壁部
 - 3 G 断熱シート
 - 4 ステージ
 - 5 ステージ加熱部
 - 6 フィラメント供給部
 - 7 チャンバー用ヒータ
 - 10 造形ヘッド
 - 11 射出ノズル 20
 - 12 ヘッド加熱部
 - 21, 21' X軸駆動機構
 - 22 Y軸駆動機構
 - 23, 23' Z軸駆動機構
 - 100 制御部
- 【先行技術文献】
- 【特許文献】
- 【0070】
- 【特許文献1】特許第3995933号公報

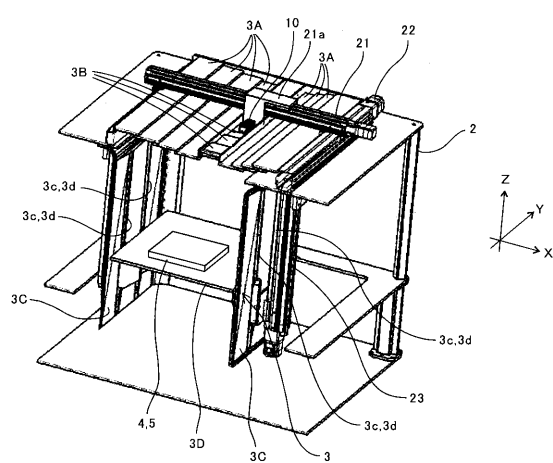
【図 1】



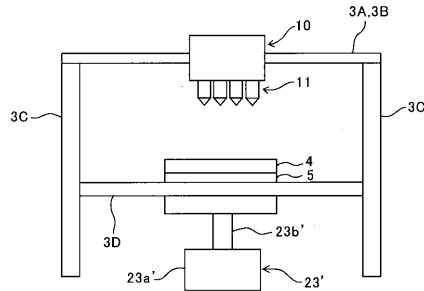
【図 2】



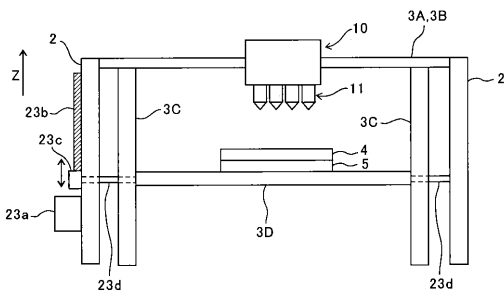
【図 3】



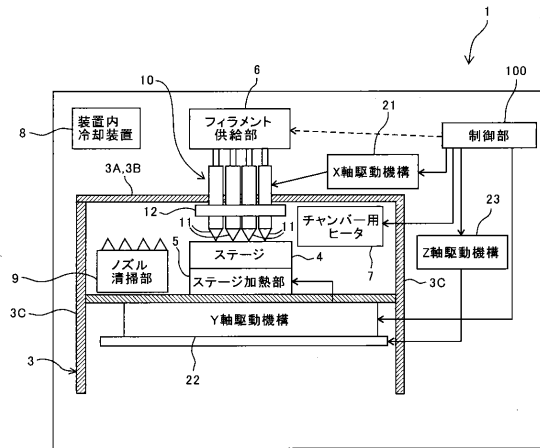
【図 5】



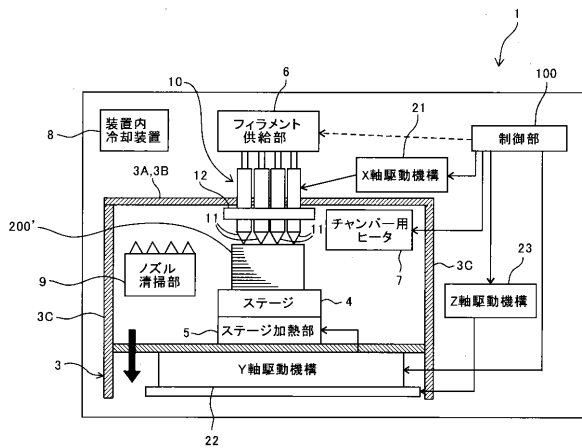
【図 4】



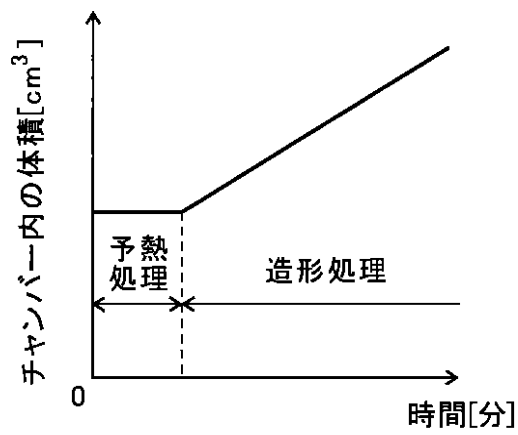
【图 7】



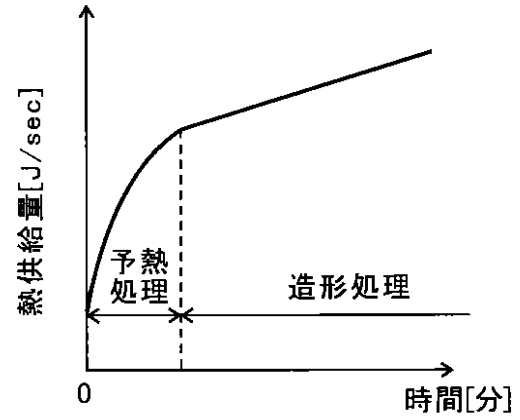
【図 9】



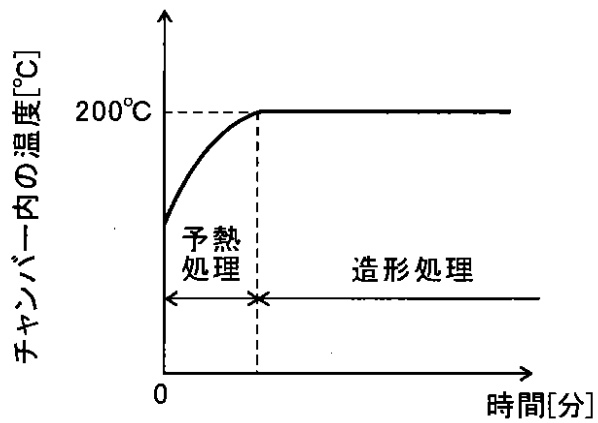
【図 10】



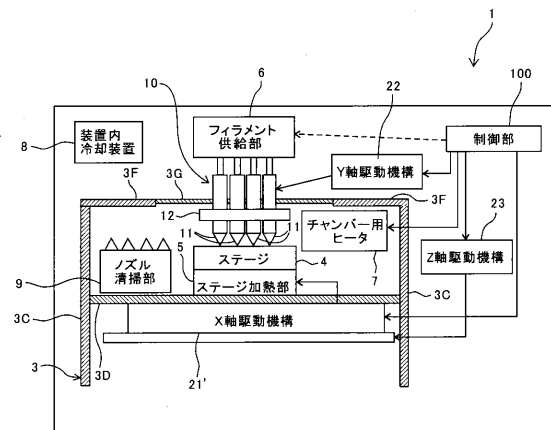
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【図 14】

