

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6538435号  
(P6538435)

(45) 発行日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(24) 登録日 令和1年6月14日(2019.6.14)

(51) Int.Cl.		F I
<b>B 2 9 C 64/386</b>	<b>(2017.01)</b>	B 2 9 C 64/386
<b>B 3 3 Y 50/02</b>	<b>(2015.01)</b>	B 3 3 Y 50/02
<b>B 3 3 Y 30/00</b>	<b>(2015.01)</b>	B 3 3 Y 30/00
<b>B 3 3 Y 10/00</b>	<b>(2015.01)</b>	B 3 3 Y 10/00

請求項の数 15 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2015-122388 (P2015-122388)	(73) 特許権者	000116057 ローランドディー. ジー. 株式会社 静岡県浜松市北区新都田一丁目6番4号
(22) 出願日	平成27年6月17日(2015.6.17)	(74) 代理人	100121500 弁理士 後藤 高志
(65) 公開番号	特開2017-7128 (P2017-7128A)	(74) 代理人	100121186 弁理士 山根 広昭
(43) 公開日	平成29年1月12日(2017.1.12)	(74) 代理人	100189887 弁理士 古市 昭博
審査請求日	平成30年4月27日(2018.4.27)	(72) 発明者	小林 光一 静岡県浜松市北区新都田1丁目6番4号 ローランドディー. ジー. 株式会社内
		(72) 発明者	國藤 哲弘 静岡県浜松市北区新都田1丁目6番4号 ローランドディー. ジー. 株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 サポートの配置決定装置、3次元造形システム、および、サポートの配置決定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

造形対象である対象造形物にサポートを追加および配置して、前記対象造形物および前記サポートを造形する3次元造形装置において、前記サポートの配置位置を決定する配置決定装置であって、

前記対象造形物の3次元モデルのデータを記憶する記憶部と、

前記記憶部に記憶された前記3次元モデルの重心を算出する重心算出部と、

前記3次元モデルにおける前記サポートを追加および配置する配置面を決定する配置面決定部と、

前記重心算出部によって算出された前記重心から、前記配置面決定部によって決定された前記配置面に向かう垂線を引き、前記垂線と前記配置面とが交わる基準点を設定する基準点設定部と、

前記配置面決定部によって決定された前記配置面において、前記基準点設定部によって設定された前記基準点を含む所定の範囲内である第1の領域と、前記第1の領域を除く第2の領域とに分割する領域分割部と、

前記領域分割部によって分割された前記第1の領域および前記第2の領域において、前記第1の領域の単位面積当たりの前記第1の領域と前記サポートとの接触面積が、前記第2の領域の単位面積当たりの前記第2の領域と前記サポートとの接触面積よりも大きくなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する配置部と、  
を備えた、サポートの配置決定装置。

10

20

## 【請求項 2】

前記配置部は、前記第 1 の領域に第 1 の太さの前記サポートを追加および配置し、前記第 2 の領域に前記第 1 の太さよりも細い第 2 の太さの前記サポートを追加および配置する、請求項 1 に記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 3】

前記配置部は、前記第 1 の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第 1 の領域の単位面積当たりの数が前記第 2 の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第 2 の領域の単位面積当たりの数よりも多くなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する、請求項 1 または 2 に記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 4】

前記配置部は、前記配置面の前記基準点上に前記サポートを追加および配置する、請求項 1 から 3 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 5】

前記領域分割部は、前記第 1 の領域の中心に前記基準点が配置されるように、前記配置面を前記第 1 の領域と前記第 2 の領域とに分割する、請求項 1 から 4 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 6】

前記対象造形物は、前記サポートを追加および配置しない禁止面を有し、

前記配置面決定部は、前記禁止面を除く前記 3 次元モデルの面の中から前記配置面を決定する、請求項 1 から 5 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 7】

前記配置部によって前記サポートが追加および配置された前記 3 次元モデルが表示される表示画面と、

前記サポートが追加および配置された前記 3 次元モデルを前記表示画面に表示させる表示部と、

を備えた、請求項 1 から 6 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定装置。

## 【請求項 8】

前記 3 次元造形装置と、

請求項 1 から 7 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定装置と、  
を備えた、3 次元造形システム。

## 【請求項 9】

造形対象である対象造形物にサポートを配置して、前記対象造形物および前記サポートを造形する 3 次元造形装置において、前記サポートの配置位置を決定する配置決定方法であって、

前記 3 次元モデルの重心を算出する重心算出工程と、

前記 3 次元モデルにおける前記サポートを追加および配置する配置面を決定する配置面決定工程と、

前記重心算出工程で算出した前記重心から、前記配置面決定工程で決定した前記配置面に向かう垂線を引き、前記垂線と前記配置面とが交わる基準点を設定する基準点設定工程と、

前記配置面決定工程で決定した前記配置面において、前記基準点設定工程で設定した前記基準点を含む所定の範囲内である第 1 の領域と、前記第 1 の領域を除く第 2 の領域とに分割する領域分割工程と、

前記領域分割工程で分割した前記第 1 の領域および前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域の単位面積当たりの前記第 1 の領域と前記サポートとの接触面積が、前記第 2 の領域の単位面積当たりの前記第 2 の領域と前記サポートとの接触面積よりも大きくなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する配置工程と、

を包含する、サポートの配置決定方法。

## 【請求項 10】

前記配置工程では、前記第 1 の領域に第 1 の太さの前記サポートを追加および配置し、

10

20

30

40

50

前記第 2 の領域に前記第 1 の太さよりも細い第 2 の太さの前記サポートを追加および配置する、請求項 9 に記載されたサポートの配置決定方法。

【請求項 1 1】

前記配置工程では、前記第 1 の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第 1 の領域の単位面積当たりの数が前記第 2 の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第 2 の領域の単位面積当たりの数よりも多くなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する、請求項 9 または 1 0 に記載されたサポートの配置決定方法。

【請求項 1 2】

前記配置工程では、前記配置面の前記基準点上に前記サポートを追加および配置する、請求項 9 から 1 1 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定方法。

10

【請求項 1 3】

前記領域分割工程では、前記第 1 の領域の中心に前記基準点が配置されるように、前記配置面を前記第 1 の領域と前記第 2 の領域とに分割する、請求項 9 から 1 2 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定方法。

【請求項 1 4】

前記対象造形物は、前記サポートを追加および配置しない禁止面を有し、

前記配置面決定工程では、前記禁止面を除く前記 3 次元モデルの面の中から前記配置面を決定する、請求項 9 から 1 3 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定方法。

【請求項 1 5】

前記 3 次元モデルが表示される表示画面に、前記サポートが追加および配置された前記 3 次元モデルを表示する表示工程を包含する、請求項 9 から 1 4 までの何れか一つに記載されたサポートの配置決定方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、サポートの配置決定装置、3 次元造形システム、および、サポートの配置決定方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

従来から、所定の断面形状の樹脂材料を順次積層し、樹脂材料を硬化させることによって所望の 3 次元造形物（以下、対象造形物という。）を造形する 3 次元造形装置が知られている。この種の 3 次元造形装置では、まず、CAD 装置などを用いて対象造形物の断面形状のデータを用意する。次に、この断面形状のデータを用いて、光硬化性樹脂を硬化させて、断面形状に対応した形状の樹脂層を造形する。そして、断面形状に対応した樹脂層を順次積層することによって、対象造形物を造形する。

30

【0 0 0 3】

3 次元造形装置は、例えば特許文献 1 に示すように、開口が形成された台と、台の上に載置され、光硬化性樹脂を収容する槽と、槽の上方に配置された昇降自在なホルダと、台の下方に配置され、光を照射する光学装置とを備えている。光学装置から照射された光は、台の開口を通じて槽内の光硬化性樹脂に照射される。槽内に収容された光硬化性樹脂のうち、光が照射された部分は硬化する。光の照射位置を制御することによって、硬化する樹脂の位置を適宜変更することができ、所望の断面形状を有する樹脂層を形成することができる。そして、ホルダを順次上昇させることによって、樹脂層が下方に向かって連続的に形成される。このようにして、所望の対象造形物が造形される。

40

【0 0 0 4】

ところで、ホルダを順次上昇させる際に、既に造形された樹脂層は、当該樹脂層よりも下方に造形される全樹脂層の荷重を支持することになる。そのため、例えば、断面積の小さな樹脂層があった場合、当該樹脂層よりも下方の全樹脂層の荷重を支えきれない場合がある。その結果、対象造形物を造形する途中に、対象造形物の一部が破損してしまうこと

50

がある。そのような破損を防止するため、図 2 1 に示すように、C A D 装置などの専用の装置によって演算することで、対象造形物 1 7 0 の一部とホルダ 1 1 3 との間に、造形時に対象造形物 1 7 0 の一部の荷重を支持するための複数のサポート造形物 1 3 0 を追加し、対象造形物 1 7 0 とサポート造形物 1 3 0 とが一体となった全体造形物を造形することが行われる。以下、サポート造形物を単に「サポート」と称する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2 0 0 3 - 3 9 5 6 4 号公報

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、サポート 1 3 0 は、例えば、対象造形物 1 7 0 のうちホルダ 1 1 3 と対向する面に追加および配置される。ここでは、複数のサポート 1 3 0 は、それぞれ同一形状であり、かつ、同一の断面積である。このとき、ホルダ 1 1 3 に対する対象造形物 1 7 0 の向きによっては、対象造形物 1 7 0 におけるホルダ 1 1 3 に対する投影面、すなわち、ホルダ 1 1 3 の対象造形物 1 7 0 に対向する面に対して対象造形物 1 7 0 を投影した際に得られる対象造形物 1 7 0 の外周形状を示す投影面の面積が小さくなってしまふ。その結果、対象造形物 1 7 0 に追加するサポート 1 3 0 の数が少なくなり、造形中、サポート 1 3 0 が対象造形物 1 7 0 の荷重を十分に支持することができない場合がある。また、例えば、対象造形物 1 7 0 のうち厚みが厚い箇所 1 7 0 a と、厚みが薄い箇所 1 7 0 b において、厚みが薄い箇所 1 7 0 b では、厚みが厚い箇所 1 7 0 a に比べて、少ない数のサポート 1 3 0 で支持することができる。しかし、従来では、対象造形物 1 7 0 のどの箇所にどれくらいの数のサポート 1 7 0 を追加および配置するかは、ユーザの経験則に基づいて行われていた。そのため、ユーザによっては、サポート 1 7 0 を最適な位置に追加および配置することができないことがあった。

20

【0007】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、その目的は、造形対象である対象造形物にサポートを追加および配置して、対象造形物およびサポートを造形する 3 次元造形装置において、サポートを最適に追加および配置することが可能なサポートの配置決定装置、3 次元造形システム、および、サポートの配置決定方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明に係るサポートの配置決定装置は、造形対象である対象造形物にサポートを追加および配置して、前記対象造形物および前記サポートを造形する 3 次元造形装置において、前記サポートの配置位置を決定する配置決定装置である。前記配置決定装置は、記憶部と、重心算出部と、配置面決定部と、基準点設定部と、領域分割部と、配置部とを備えている。前記記憶部は、前記対象造形物の 3 次元モデルのデータを記憶する。前記重心算出部は、前記記憶部に記憶された前記 3 次元モデルの重心を算出する。前記配置面決定部は、前記 3 次元モデルにおける前記サポートを追加および配置する配置面を決定する。前記基準点設定部は、前記重心算出部によって算出された前記重心から、前記配置面決定部によって決定された前記配置面に向かう垂線を引き、前記垂線と前記配置面とが交わる基準点を設定する。前記領域分割部は、前記配置面決定部によって決定された前記配置面において、前記基準点設定部によって設定された前記基準点を含む所定の範囲内である第 1 の領域と、前記第 1 の領域を除く第 2 の領域とに分割する。前記配置部は、前記領域分割部によって分割された前記第 1 の領域および前記第 2 の領域において、前記第 1 の領域に追加および配置される前記サポートと前記第 1 の領域との単位面積当たりの接触面積が、前記第 2 の領域に追加および配置される前記サポートと前記第 2 の領域との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する。

40

【0009】

50

上記配置決定装置によれば、配置面の第1の領域は、配置面の第2の領域よりも3次元モデルの重心に近い位置に設定されている。そのため、第1の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積を、第2の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積よりも大きくすることで、サポートは、3次元モデルに対応した対象造形物の重心を中心にして対象造形物の荷重を支持することができる。よって、サポートは、対象造形物の荷重を安定して支持することができ、サポートを最適に追加および配置することができる。

【0010】

本発明の好ましい一態様によれば、前記配置部は、前記第1の領域に第1の太さの前記サポートを追加および配置し、前記第2の領域に前記第1の太さよりも細い第2の太さの前記サポートを追加および配置する。

10

【0011】

上記態様によれば、第1の領域には、第2の領域に追加および配置されるサポートよりも太いサポートを追加および配置している。よって、3次元モデルの重心の近くに、太いサポートを追加および配置することができる。対象造形物と第1の太さのサポートとの単位面積当たりの接触面積は、対象造形物と第2の太さのサポートとの単位面積当たりの接触面積よりも大きい。したがって、サポートは、対象造形物の荷重を安定して支持することができる。

【0012】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記配置部は、前記第1の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第1の領域の単位面積当たりの数が前記第2の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第2の領域の単位面積当たりの数よりも多くなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する。

20

【0013】

上記態様によれば、第1の領域に追加および配置されるサポートは、第2の領域に追加および配置されるサポートに比べて、密に配置、すなわち、狭い間隔で配置されている。よって、3次元モデルの重心の近くに、より多くのサポートを追加および配置することができる。したがって、サポートは、対象造形物の荷重を安定して支持することができる。

【0014】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記配置部は、前記配置面の前記基準点上に前記サポートを追加および配置する。

30

【0015】

上記態様によれば、基準点は、配置面上の点のうち3次元モデルの重心から最も近い点である。よって、基準点上にサポートを追加および配置することで、サポートは、対象造形物の荷重をより安定して支持することができる。

【0016】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記領域分割部は、前記第1の領域の中心に前記基準点が配置されるように、前記配置面を前記第1の領域と前記第2の領域とに分割する。

【0017】

上記態様によれば、第1の領域は、配置面上における3次元モデルの重心から最も近い点である基準点を中心にした領域である。よって、サポートは、対象造形物の荷重をより安定して支持することができる。

40

【0018】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記対象造形物は、前記サポートを追加および配置しない禁止面を有する。前記配置面決定部は、前記禁止面を除く前記3次元モデルの面の中から前記配置面を決定する。

【0019】

造形する対象造形物には、サポートを追加および配置したくない面がある場合がある。本発明では、サポートを追加および配置したくない面を禁止面とする。上記態様によれば、配置面決定部は、禁止面を配置面にしない。よって、禁止面にサポートが追加および配

50

置されることなく、サポートは対象造形物の荷重を支えることができる。

【0020】

本発明の好ましい他の一態様によれば、表示画面と、表示部とを備えている。前記表示画面には、前記配置部によって前記サポートが追加および配置された前記3次元モデルが表示される。前記表示部は、前記サポートが追加および配置された前記3次元モデルを前記表示画面に表示させる。

【0021】

上記態様によれば、サポートが追加および配置された3次元モデルが表示画面に表示される。ユーザは、対象造形物の造形に先立って、サポートが対象造形物のどの面にどのように追加および配置されるかを把握することができる。

10

【0022】

本発明に係る3次元造形システムは、前記3次元造形装置と、上述した何れかに記載されたサポートの配置決定装置と、を備えている。

【0023】

上記態様によれば、上述した何れかに記載されたサポートの配置決定装置を備えた3次元造形システムを提供することができる。

【0024】

本発明に係るサポートの配置決定方法は、造形対象である対象造形物にサポートを追加および配置して、前記対象造形物および前記サポートを造形する3次元造形装置において、前記サポートの配置位置を決定する配置決定方法である。前記配置決定方法は、重心算出工程と、配置面決定工程と、基準点設定工程と、領域分割工程と、配置工程とを包含する。前記重心算出工程では、前記3次元モデルの重心を算出する。前記配置面決定工程では、前記3次元モデルにおける前記サポートを追加および配置する配置面を決定する。前記基準点設定工程では、前記重心算出工程で算出した前記重心から、前記配置面決定工程で決定した前記配置面に向かう垂線を引き、前記垂線と前記配置面とが交わる基準点を設定する。前記領域分割工程では、前記配置面決定工程で決定した前記配置面において、前記基準点設定工程で設定した前記基準点を含む所定の範囲内である第1の領域と、前記第1の領域を除く第2の領域とに分割する。前記配置工程では、前記領域分割工程で分割した前記第1の領域および前記第2の領域において、前記第1の領域に追加および配置される前記サポートと前記第1の領域との単位面積当たりの接触面積が、前記第2の領域に追加および配置される前記サポートと前記第2の領域との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する。

20

30

【0025】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記配置工程では、前記第1の領域に第1の太さの前記サポートを追加および配置し、前記第2の領域に前記第1の太さよりも細い第2の太さの前記サポートを追加および配置する。

【0026】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記配置工程では、前記第1の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第1の領域の単位面積当たりの数が前記第2の領域に追加および配置される前記サポートにおける前記第2の領域の単位面積当たりの数よりも多くなるように、前記配置面に前記サポートを追加および配置する。

40

【0027】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記配置工程では、前記配置面の前記基準点上に前記サポートを追加および配置する。

【0028】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記領域分割工程では、前記第1の領域の中心に前記基準点が配置されるように、前記配置面を前記第1の領域と前記第2の領域とに分割する。

【0029】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記対象造形物は、前記サポートを追加および

50

配置しない禁止面を有する。前記配置面決定工程では、前記禁止面を除く前記 3 次元モデルの面の中から前記配置面を決定する。

【 0 0 3 0 】

本発明の好ましい他の一態様によれば、前記 3 次元モデルが表示される表示画面に、前記サポートが追加および配置された前記 3 次元モデルを表示する表示工程を包含する。

【発明の効果】

【 0 0 3 1 】

本発明によれば、サポートを対象造形物に最適に追加および配置することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 2 】

【図 1】本発明の実施形態に係る 3 次元造形システムの断面図である。

【図 2】3 次元造形システムの平面図である。

【図 3】ホルダに全体造形物を造形する状態を示した模式図である。

【図 4】図 3 の I V - I V 断面における断面図である。

【図 5】対象造形物にサポートを追加および配置した一例を示す斜視図である。

【図 6】対象造形物にサポートを追加および配置した一例を示す斜視図である。

【図 7】配置決定装置のブロック図である。

【図 8】対象造形物モデルのどの面にサポートを追加および配置するかを決定する手順を示したフローチャートである。

【図 9】サポートの形状、太さおよび配置位置を決定する手順を示したフローチャートである。

【図 1 0】対象造形物モデルの一例を示した斜視図である。

【図 1 1】傾けた後の対象造形物モデルの一例を示した斜視図である。

【図 1 2】回転させた後の対象造形物モデルの一例を示した斜視図である。

【図 1 3】回転させた後の対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示した対象造形物モデルの正面図である。

【図 1 4】回転させた後の対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示した対象造形物モデルの底面図である。

【図 1 5】対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示した対象造形物モデルの正面図である。

【図 1 6】対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示した対象造形物モデルの底面図である。

【図 1 7】対象造形物の対象造形物モデルの一例を示す図であり、対象造形物モデルの斜視図である。

【図 1 8】対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示す図であり、対象造形物モデルの正面図である。

【図 1 9】対象造形物モデルにサポートを追加および配置した状態を示す図であり、対象造形物モデルの底面図である。

【図 2 0】禁止面を示す図であり、対象造形物の一例を示す図である。

【図 2 1】従来技術に係るホルダに対象造形物およびサポートを造形する状態を示した模式図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 3 3 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態に係るサポートの配置決定装置（以下、配置決定装置という。）を備えた 3 次元造形システム、および、サポートの配置決定方法について説明する。なお、ここで説明される実施形態は、当然ながら特に本発明を限定することを意図したものではない。また、同じ作用を奏する部材・部位には同じ符号を付し、重複する説明は適宜省略または簡略化する。

【 0 0 3 4 】

< 第 1 実施形態 >

10

20

30

40

50

図1は、本実施形態に係る3次元造形システム10の断面図である。図2は、3次元造形システム10の平面図である。なお、図面中の符号F、Rr、L、Rは、それぞれ前、後、左、右を示している。ただし、これらは説明の便宜上の方向に過ぎず、3次元造形システム10の設置態様を何ら限定するものではない。

【0035】

3次元造形システム10は、対象造形物にサポートを追加および配置して、対象造形物およびサポートを造形することができるシステムである。以下では、サポートが追加された対象造形物の全体を「全体造形物」と称することとする。3次元造形システム10では、全体造形物の複数の断面形状のデータを用いる。ここで、「断面形状」とは、全体造形物を複数の層に分割したときの各層の断面の形状のことである。3次元造形システム10では、液体の光硬化性樹脂を硬化させ、断面形状に対応した形状の樹脂層を造形する。そして、その樹脂層を順次積層することによって、全体造形物を造形する。なお、「光硬化性樹脂」とは、所定の波長を含む光が照射されると、硬化する樹脂である。

10

【0036】

図1に示すように、3次元造形システム10は、3次元造形装置10Aと、3次元造形装置10Aにおいて全体造形物を造形する前に、対象造形物の向きを決定し、かつ、サポートの形状および配置位置を決定する配置決定装置100（図7参照）とを備えている。

【0037】

3次元造形装置10Aは、台11と、槽12と、ホルダ13と、光学装置14と、制御装置16とを備えている。

20

【0038】

台11は、ケース25に支持されている。台11には、光を通過させる開口21が形成されている。槽12は、液体の光硬化性樹脂23を収容する。槽12は、台11上に取り付け可能に載置されている。図2に示すように、槽12は、台11に載置された状態において、台11の開口21を覆う。槽12は、光を透過させることのできる材料、例えば、透明な材料によって形成されているとよい。

【0039】

図1に示すように、ホルダ13は、槽12の上方、かつ、台11の開口21の上方に配置されている。ホルダ13は昇降自在に構成されている。ホルダ13は、下降したときに槽12内の光硬化性樹脂23に浸漬し、上昇するときに、光が照射されて硬化した光硬化性樹脂23を吊り上げる。ここでは、台11には、上下方向に延びた支柱41が設けられている。支柱41の前方には、スライダ42が取り付けられている。スライダ42は、支柱41に沿って昇降自在であり、モータ43によって上方または下方に移動する。ここでは、ホルダ13は、スライダ42に取り付けられている。ホルダ13は、モータ43によって上方または下方に移動する。

30

【0040】

光学装置14は、台11の下方に配置されている。光学装置14は、槽12内に収容された液体の光硬化性樹脂23に所定の波長からなる光を照射する装置である。光学装置14は、台11の下方に設けられたケース25に収容されている。光学装置14は、プロジェクタ31と、ミラー32とを備えている。プロジェクタ31は、光を発する光源である。ミラー32は、プロジェクタ31から発せられた光を槽12に向かって反射させる部材である。ミラー32は、台11に形成された開口21の下方、かつ、プロジェクタ31の後方に配置されている。プロジェクタ31から発せられた光は、ミラー32によって反射され、台11の開口21を通じて槽12内の光硬化性樹脂23に照射される。ただし、光学装置14の配置および構成は特に限定される訳ではない。

40

【0041】

制御装置16は、ホルダ13が取り付けられたスライダ42を昇降自在に制御するモータ43、および、光学装置14のプロジェクタ31に接続されている。制御装置16は、モータ43を駆動することによって、スライダ42およびホルダ13を上方または下方に移動させる。また、制御装置16は、プロジェクタ31から発せられる光のエネルギー、

50

光度、光量、光の波長帯域、光の形状、光を照射させる位置および光を発するタイミングなどを制御する。なお、制御装置 16 の構成は特に限定されない。例えば、制御装置 16 は、コンピュータであり、中央演算処理装置（以下、CPU という。）と、CPU が実行するプログラムなどを格納した ROM と、RAM などを備えていてもよい。

【0042】

以上が 3 次元造形装置 10A の構成である。上述したように、3 次元造形装置 10A は、サポートを対象造形物に追加した全体造形物を造形するものである。次に、サポートについて説明する。

【0043】

3 次元造形装置 10A が対象造形物を造形する際、樹脂層が造形される毎にホルダ 13 が順次上昇し、当該樹脂層の下方に新たな樹脂層が造形される。ところが、例えば、断面積の小さな樹脂層があった場合、当該樹脂層がそれよりも下方に位置する全樹脂層の荷重を支えきれない場合がある。その結果、造形の途中で対象造形物が破損するおそれがある。そのため、造形途中の対象造形物の荷重を十分に支持することができるように、対象造形物にサポートが追加および配置される。このことにより、対象造形物が造形途中で破損することを防止することができる。

10

【0044】

例えば、3 次元造形装置 10A がホルダ 13 に対象造形物を直接造形したとすると、造形後に対象造形物はホルダ 13 から引き剥がされる。その際、対象造形物のうちホルダ 13 と接触している部分をホルダ 13 から引き剥がす際、対象造形物が破損してしまう場合がある。そこで、図 3 に示すように、ホルダ 13 と対象造形物 70 との間にサポート 30M を追加および配置し、全体造形物を造形する。そして、造形完了後に全体造形物（対象造形物 70 とサポート 30M とが一体となった造形物）をホルダ 13 から引き剥がした後、サポート 30M を対象造形物 70 から取り除く処理を行うことがある。このことにより、対象造形物 70 が破損することを防止することができる。

20

【0045】

なお、サポート 30M は、制御装置 16 が所定の演算を行うことによって、対象造形物 70 に追加および配置される。詳しくは、例えば、サポート 30M の形状、太さ（対象造形物との接触面積）、単位面積当たりの数などはユーザによって指定され、制御装置 16 は、ユーザの指定に従って、サポート 30M を対象造形物 70 に追加および配置する。図 3 の例では、制御装置 16 は、所定の太さ（同一の太さ）のサポート 30M を対象造形物 70 に追加および配置する。ただし、サポート 30M を対象造形物に追加する所定の演算は、制御装置 16 とは異なる専用の装置によって行われてもよい。

30

【0046】

ところで、ホルダ 13 には、光硬化性樹脂 23 が硬化した樹脂層の荷重に抵抗して、釣り合いを保とうとする力が生じる。ここでは、上記力のことを「許容応力」と適宜称する。例えば、許容応力  $T$  は、基準の強さを  $ST$ 、安全率を  $SF$  とすると、以下の式（1）で計算することができる。

$$T = ST / SF \quad \dots (1)$$

ここで、安全率  $SF$  とは、材料毎の強度のばらつき、または、樹脂層の荷重誤差などの不確定な要因を考慮して設定するものである。

40

【0047】

本実施形態では、硬化した光硬化性樹脂 23 で構成される樹脂層の荷重  $L$  をホルダ 13 が支えるため、以下の式（2）が成り立つ。

$$L < T \quad \dots (2)$$

【0048】

また、一つのサポート 30M の単位面積当たりに支えられる荷重を  $S$ 、一つのサポート 30M が対象造形物 70 に接する面積を  $A$ 、サポート 30M の数を  $N$  とすると、許容応力  $T$  は、以下の式（3）のように表すことができる。

$$T = S \times A \times N / SF \quad \dots (3)$$

50

## 【 0 0 4 9 】

そして、上記式(3)を上記式(2)に代入することで、樹脂層の荷重Lは、以下の式(4)のように表すことができる。

$$L < S \times A \times N / S F \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

## 【 0 0 5 0 】

なお、サポート30Mの形状は特に限定されない。図4は、図3のIV-IV断面における断面図である。本実施形態では、図4に示すように、サポート30Mとして、同一の太さの複数本の円柱を用いることとする。ここでは、図3に示すように、サポート30Mの上端部はホルダ13に設けられ、下端部は対象造形物70に設けられることとする。ただし、上記のサポート30Mの形状および太さは一例に過ぎない。サポート30Mの形状は、例えば、断面形状が三角形または四角形の形状であってもよい。また、サポート30Mは、例えば、対象造形物70と接する接触面積と、ホルダ14と接する接触面積とが異なってもよい。例えば、サポート30Mにおいて、対象造形物70と接する側の端部の接触面積は、ホルダ13と接する側の端部の接触面積よりも小さくてもよい。このことによって、サポート30Mを対象造形物70から容易に取り除くことができる。複数のサポート30Mの形状は、それぞれ同じ形状であってもよいし、一部が異なる形状であってもよい。複数のサポート30Mの太さは、説明の便宜上、特に断りのない限り、同一の太さであるものとする。すなわち、複数のサポート30Mは、断面形状は異なっているが、対象造形物70と接触する接触面積は同一であるものとする。隣り合うサポート30Mの間隔は特に限定されないが、ここでは一定とする。本実施形態では、図4に示すように、複数のサポート30Mは、等間隔で追加および配置されている。複数のサポート30Mは、左右方向および前後方向に揃った位置に追加および配置されている。ただし、上記のサポート30Mの配置位置は一例に過ぎない。隣り合うサポート30Mの間隔は、一定でなくともよい。複数のサポート30Mは、例えば、千鳥状に追加および配置されていてもよい。

## 【 0 0 5 1 】

上述の通り、3次元造形装置10Aはホルダ13を順次上昇させることによって、対象造形物70を造形する。対象造形物70は、上部から下部に向かって順に造形される。3次元造形装置10Aは、対象造形物70の3次元モデル(以下、対象造形物モデルという。)のデータを受け、そのデータを利用して、対象造形物モデルと実質的に同一形状の対象造形物70を造形する。

## 【 0 0 5 2 】

対象造形物モデルには、予め向きが定められている(以下、初期の向きという。)。例えば、対象造形物モデルが円錐形状の装飾品の場合、円錐の頂点が上、底面が下に位置するように初期の向きが定められている。ところが、以下に説明するように、対象造形物70を初期の向きのまま造形することは必ずしも適切ではない。

## 【 0 0 5 3 】

対象造形物70の向きによっては、対象造形物70のうちホルダ13に対向する面の面積が小さくなり、十分な数のサポート30Mを追加および配置することができない場合がある。例えば、図5に示すような対象造形物70の向きでサポート30Mが追加および配置される場合、サポート30Mが追加および配置される対象造形物70の面70aの面積が小さい。そのため、追加および配置されるサポート30Mの数が少なくなる。その結果、造形中、サポート30Mが対象造形物70の荷重を支えることができないおそれがある。しかし、図6に示すような対象造形物70の向きでサポート30Mが追加および配置される場合、サポート30Mが追加および配置される対象造形物70の面70bの面積が大きい。そのため、追加および配置されるサポート30Mの数が図5の一例に比べて多くなる。その結果、サポート30Mが対象造形物70を支え易くなる。本願出願人は、図6に示すように、サポート30Mが追加および配置されることが可能な対象造形物70の面の面積を十分に確保することができる場合、サポート30Mが対象造形物70の荷重を支えることができることを見出した。

## 【 0 0 5 4 】

ところで、サポート 3 0 M の数が少な過ぎると、対象造形物 7 0 の荷重を十分に支持することができない。一方、サポート 3 0 M は、造形が完了した後、対象造形物 7 0 から取り除かれる部材である。そのため、サポート 3 0 M の数が多過ぎると、対象造形物 7 0 からサポート 3 0 M を取り除く際に多くの手間と時間を要する。また、無駄な光硬化性樹脂 2 3 が多くなる。以上の観点から、サポート 3 0 M の数は少なくして、サポート 3 0 M と対象造形物 7 0 との単位面積当たりの接触面積は、小さくすることが好ましい。そこで、本願出願人は、サポート 3 0 M が対象造形物 7 0 の荷重を支持することができる程度であることを前提に、対象造形物 7 0 のどの面にどのようにサポート 3 0 M を追加および配置することで、サポート 3 0 M に使用される光硬化性樹脂 2 3 の量を減らすことができるかを検討した。

10

## 【 0 0 5 5 】

本願出願人は、対象造形物 7 0 の重心に着目した。対象造形物 7 0 の重心では、曲げモーメントが「 0 」になる。そのため、対象造形物 7 0 の重心の近くに位置する対象造形物 7 0 の面の領域にサポート 3 0 M を追加および配置することで、サポート 3 0 M は、対象造形物 7 0 の荷重を安定して支持することができることを見出した。また、対象造形物 7 0 の重心から離れた箇所に位置する対象造形物 7 0 の面の領域には、重心の近くに位置する対象造形物 7 0 の面の領域に比べて、サポート 3 0 M の数を減らしても、サポート 3 0 M は対象造形物 7 0 の荷重を支持することができることを見出した。

20

## 【 0 0 5 6 】

また、従来では、対象造形物 7 0 のどの面にどのような形状でサポート 3 0 M が追加および配置されるかの決定は、ユーザの経験則に基づいて行われることが多かった。そのため、ユーザによっては、サポート 3 0 M の許容応力が対象造形物 7 0 の荷重を支えることができないことがあった。そこで、本実施形態では、サポートの許容応力が対象造形物 7 0 の荷重を十分に支えることができるようなサポートの形状、太さおよび配置位置を、配置決定装置 1 0 0 が決定する。

## 【 0 0 5 7 】

図 7 は、配置決定装置 1 0 0 のブロック図である。配置決定装置 1 0 0 は、3次元造形装置 1 0 A と別体であってもよいし、3次元造形装置 1 0 A に内蔵されていてもよい。例えば、配置決定装置 1 0 0 は、コンピュータであり、CPU と、CPU が実行するプログラムなどを格納した ROM と、RAM などを備えていてもよい。ここでは、コンピュータ内に保存されたプログラムを使用して、サポートの配置位置を決定する。配置決定装置 1 0 0 は、3次元造形システム 1 0 のための専用のコンピュータであってもよく、汎用のコンピュータであってもよい。

30

## 【 0 0 5 8 】

配置決定装置 1 0 0 は、記憶部 5 2 と、前処理部 5 4 と、重心算出部 5 6 と、基準部 5 8 と、配置面決定部 6 0 と、基準点設定部 6 1 と、領域分割部 6 2 と、配置部 6 3 と、表示部 6 4 とを備えている。配置面決定部 6 0 は、主軸設定部 6 5 と、傾け部 6 6 と、回転部 6 7 と、を備えている。なお、上述した各部は、ソフトウェアによって構成されていてもよいし、ハードウェアによって構成されていてもよい。

40

## 【 0 0 5 9 】

図 8 は、対象造形物モデル 7 2 のどの面にサポート 3 0 を追加および配置するかを決定する手順を示したフローチャートである。図 9 は、サポート 3 0 の形状、太さおよび配置位置を決定する手順を示したフローチャートである。図 1 0 ~ 図 1 2 は、対象造形物モデル 7 2 の斜視図である。ここでは、まず、図 1 0 ~ 図 1 2 の対象造形物モデル 7 2 を用いて、対象造形物 7 0 の 3次元モデルである対象造形物モデル 7 2 において、サポート 3 0 をどの面に追加および配置するかを決定する手順について図 8 のフローチャートに沿って説明する。次に、図 9 のフローチャートに沿って、サポート 3 0 の形状、太さおよび配置位置を決定する手順について説明する。ここでは、対象造形物モデル 7 2 の下面にサポート 3 0 が追加および配置されるものとする。

50

## 【 0 0 6 0 】

ここでは、配置決定装置 1 0 0 の記憶部 5 2 には、対象造形物 7 0 に対応する対象造形物モデル 7 2 のデータが予め記憶されているものとする。対象造形物モデル 7 2 のデータは、例えば、ユーザの操作によって、記録媒体または他のコンピュータ（図示せず）から記憶部 5 2 に読み込まれる。対象造形物モデル 7 2 のデータは、例えば、X Y Z 直交座標系の複数の点の集合で特定されるデータであり、3 次元データである。例えば、対象造形物モデル 7 2 では、複数の三角形のポリゴンまたは三角錐のポリゴンを組み合わせることによって対象造形物 7 0 を再現している。

## 【 0 0 6 1 】

まず、ステップ S 1 0 1 では、前処理部 5 4 は、記憶部 5 2 に記憶された対象造形物モデル 7 2 に対して、前処理を行う。対象造形物モデル 7 2 は、対象造形物 7 0 の 3 次元形状を忠実に再現した詳細なデータであることが多い。対象造形物モデル 7 2 をそのまま用いると、配置決定装置 1 0 0 における配置決定処理に多大な時間を要することがある。そこで、前処理部 5 4 は、対象造形物モデル 7 2 に対して前処理を行い、対象造形物モデル 7 2 のデータ量を小さくすることが好ましい。ここでは、前処理部 5 4 は、対象造形物モデル 7 2 に対して平滑化処理を行う。例えば、平滑化処理として、対象造形物モデル 7 2 を構成する三角形のポリゴンの数を減少させ、データ量を小さくする処理を行えばよい。平滑化処理の方法は特に限定されず、例えば、従来公知の平滑化処理の方法を適用することができる。例えば、平滑化処理の方法として、ガウス関数を使用してもよい。ここでは、平滑化処理が行われた対象造形物モデル 7 2 のデータは、記憶部 5 2 に記憶される。なお、ステップ S 1 0 1 の前処理は、省略することが可能である。

## 【 0 0 6 2 】

次に、ステップ S 1 0 2 では、重心算出部 5 6 は、対象造形物モデル 7 2 の重心を算出する。ここでは、対象造形物モデル 7 2 の重心を算出する方法として、従来公知の方法を用いることができる。例えば、対象造形物モデル 7 2 を構成する各三角錐のポリゴンの重心を利用して対象造形物モデル 7 2 の重心を算出することができる。なお、図 1 0 において、対象造形物モデル 7 2 の重心は、点 7 4 である。

## 【 0 0 6 3 】

例えば、重心算出部 5 6 によって、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 は、以下のようにして算出することができる。例えば、対象造形物モデル 7 2 は、複数の三角錐のポリゴン A 1、A 2、・・・、A n を組み合わせて構成されているとする。ここでは、まず、重心算出部 5 6 は、対象造形物モデル 7 2 の体積 V a l l を算出する。次に、重心算出部 5 6 は、三角錐のポリゴン A 1、A 2、・・・、A n の重心 G 1、G 2、・・・、G n、および、三角錐のポリゴン A 1、A 2、・・・、A n の体積 V 1、V 2、・・・、V n を算出する。このとき、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 は、以下の式（5）で算出される。

$$\text{重心 } 7 4 = ( V 1 \times G 1 + V 2 \times G 2 + \dots + V n \times G n ) / V a l l \dots ( 5 )$$

## 【 0 0 6 4 】

次に、ステップ S 1 0 3 では、基準部 5 8 は、対象造形物モデル 7 2 の基準となる位置および向きを設定する。本実施形態では、対象造形物モデル 7 2 の位置および向きは、3 軸の直交座標によって特定される。ただし、他の座標系を用いて対象造形物モデル 7 2 の位置および向きを特定することも可能である。例えば、基準部 5 8 は、ステップ S 1 0 2 において算出した対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 が、平面視において、ホルダ 1 3（図 1 参照）の中心の位置となるように基準の位置を設定する。また、対象造形物モデル 7 2 の基準となる向きは、例えば、対象造形物モデル 7 2 を作成した際の向きである。なお、対象造形物モデル 7 2 の基準となる位置および向きは特に限定されない。

## 【 0 0 6 5 】

次に、ステップ S 1 0 4 ~ S 1 0 6 では、配置面決定部 6 0 は、対象造形物モデル 7 2 におけるサポート 3 0 を追加および配置する配置面を決定する。ここでは、配置面決定部 6 0 が備えた主軸設定部 6 5、傾け部 6 6、および、回転部 6 7 によって、対象造形物モ

10

20

30

40

50

デル72の配置面を決定する。具体的には、以下の通りである。

【0066】

ステップS104では、主軸設定部65は、対象造形物モデル72の主軸を設定する。ここで、「主軸」とは、重心算出部56によって算出された対象造形物モデル72の重心74と、対象造形物モデル72の外周面上の点の三角形のポリゴンの重心うち、重心74から最も離れた三角形のポリゴンの重心（以下、最遠点という。）とを結ぶ線のことをいう。例えば、対象造形物モデル72の主軸の設定は、以下の手順で行うことができる。まず、主軸設定部65は、対象造形物モデル72の重心74と、対象造形物モデル72を構成する各三角形のポリゴンの重心との距離をそれぞれ算出する。ここでは、対象造形物モデル72を構成する各三角形のポリゴンの重心は、ステップS102で算出したポリゴンの重心を利用することができる。そして、主軸設定部65は、上記で算出した距離のうち最も長い距離に対応した三角形のポリゴンの重心を求める。図10の対象造形物モデル72では、対象造形物モデル72の重心74から最も離れた三角形のポリゴンはポリゴン76aであり、最遠点は、ポリゴン76aの重心76である。ここでは、主軸設定部65は、対象造形物モデル72の重心74と最遠点76とが通る直線を主軸78に設定する。なお、厳密には、ポリゴン76aの重心76が、対象造形物モデル72の重心から最も離れた最遠点とは限らない。これは、ポリゴン76aが重心76を中心にある一定の面積を持つ平面であるからである。しかし、ポリゴン76aは、通常、対象造形物モデル72の表面積に対して十分に小さな面積であるため、重心76を最遠点とみなすことができる。

10

【0067】

次に、ステップS105では、図11に示すように、傾け部66は、対象造形物モデル72の主軸78が水平面Hに対して平行になるように、基準部58によって基準の位置および向きに設定された対象造形物モデル72を傾ける。ここでは、水平面Hとは、対象造形物70が造形される面、すなわち、ホルダ13の下面（対象造形物70と対向する面）である。そのため、傾け部66は、対象造形物モデル72の主軸78がホルダ13の下面に対して平行になるように、基準の位置および向きに設定された対象造形物モデル72を傾ける。なお、傾けた後の対象造形物モデル72は、記憶部52に記憶される。

20

【0068】

ステップS106では、回転部67によって、対象造形物モデル72を回転させる。その後、配置面決定部60は、サポート30を追加および配置する対象造形物モデル72の面を配置面として設定する。ここでは、「配置面」とは、対象造形物モデル72における水平面H（ホルダ13）に対する投影面である。言い換えると、「配置面」とは、水平面Hから垂直方向に対象造形物モデル72を見たときに見える対象造形物モデル72の面のことである。本実施形態では、以下のようにして配置面を設定することができる。ここでは、まず、回転部67は、傾け部66によって傾けられた対象造形物モデル72に対して、対象造形物モデル72の外周面上における三角形のポリゴンの重心のうち、対象造形物モデル72の重心74から最も近い点である最近点を求める。図11では、最近点は対象造形物モデル72の上面上に位置する点80である。そして、回転部67は、平面視において、最近点80が主軸78と重なる位置であって、主軸78よりも下方に位置するように、主軸78を軸にして、対象造形物モデル72を回転させる。ここでは、回転部67は、最近点80が水平面H、すなわち、ホルダ13の面に対して、最も近い位置となるように、主軸78を軸にして、対象造形物モデル72を回転させる。回転させた後の対象造形物モデル72の下面には、最近点80が位置する。配置面決定部60は、回転させた後の対象造形物モデル72において下面に位置する面を配置面に設定する。図12は、対象造形物モデル72を回転させた後の図である。図12では、配置面は面82である。ここでは、配置面82上には、最近点80が位置している。なお、回転させた後の対象造形物モデル72は、記憶部52に記憶される。

30

40

【0069】

次に、ステップS107では、対象造形物モデル72に対して、複数のサポート30を追加および配置する位置およびサポート30の形状、太さを決定する。ここでは、ステッ

50

プS106で設定した対象造形物モデル72の向きで対象造形物70が下面から順に造形される。サポート30の形状、太さおよび配置位置の決定は、図9のステップS201～S203の手順で行われる。

#### 【0070】

図13は、回転させた後の対象造形物モデル72(図12)にサポート30を追加および配置した状態を示した対象造形物モデル72の正面図である。図14は、回転させた後の対象造形物モデル72(図12)にサポート30を追加および配置した状態を示した対象造形物モデル72の底面図である。まず、ステップS201では、基準点設定部61は、図13に示すように、基準点86を設定する。「基準点」とは、配置面82上に位置し、配置面82を分割する際に使用する基準となる点のことである。ここでは、基準点は、  
10  
以下のようにして設定することができる。まず、基準点設定部61は、重心算出部56によって算出された対象造形物モデル72の重心74から配置面82に向かって垂線84を引く。垂線84は、配置面82に対して直交する線である。そして、基準点設定部61は、垂線84と配置面82との交点を基準点86として設定する。ここでは、基準点86は、底面視において、対象造形物モデル72の重心74と重なるような点である。基準点86は、配置面82上の点のうち重心74に最も近い点である。本実施形態では、基準点86は、最近点80(図12参照)と一致する。

#### 【0071】

次に、ステップS202では、領域分割部62は、配置面82を分割する。ここでは、領域分割部62は、ステップS201で設定した基準点86を基準として、配置面82を  
20  
第1の領域91と第2の領域92とに分割する。第1の領域91は、対象造形物モデル72の重心74から近い領域である。第1の領域91は、基準点86を含む所定の範囲内の領域である。基準点86を含む所定の範囲は、配置決定装置100に予め記憶されている範囲である。基準点86を含む所定の範囲は特に限定されず、例えば、基準点86を中心に、所定の距離離れた範囲である。例えば、所定の距離とは、基準点86を中心に、対象造形物モデル72の荷重の所定の割合分の荷重を含むような距離である。この所定の距離は、配置決定装置100に予め定められた数値である。ここでは、基準点86は、図14に示すように、第1の領域91の中心に位置している。ここで、第1の領域91の中心とは、領域内の真ん中に位置する点のことである。第1の領域91の中心は、従来公知の方法を利用して求めるとよい。第1の領域91における基準点86の位置は特に限定されな  
30  
い。例えば、基準点86は、第1の領域91の端に位置していてもよい。

#### 【0072】

第2の領域92は、配置面82において第1の領域91を除いた領域である。第2の領域92は、対象造形物モデル72の重心74を基準にして、第1の領域91よりも離れた位置の領域である。

#### 【0073】

次に、ステップS203では、配置部63は、領域分割部62によって分割された第1の領域91および第2の領域92にサポート30を追加および配置する。具体的には、配置部63は、第1の領域91に追加および配置されるサポート30と第1の領域91との  
40  
単位面積当たりの接触面積が、第2の領域92に追加および配置されるサポート30と第2の領域92との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるように、配置面82にサポート30を追加および配置する。本実施形態では、第1の領域91に追加および配置されるサポート30と、第2の領域92に追加および配置されるサポート30とは、太さ、すなわち、横断面積が異なる。ここで、サポート30の「太さ」は、図14のように、サポート30の断面形状が円の場合、直径である。サポート30の断面形状が円以外、例えば、矩形の場合、「太さ」は、等価直径である。以下の説明において、第1の領域91に追加および配置されるサポート30を第1サポート30Lと称し、第2の領域92に追加および配置されるサポート30を第2サポート30Sと称する。ここでは、第1サポート30Lの太さは、第2サポート30Sの太さよりも太い。言い換えると、第1サポート30Lの横断面積は、第2サポート30Sの横断面積よりも大きい。第1サポート30Lと対  
50

象造形物 70 との接触面積は、第 2 サポート 30 S と対象造形物 70 との接触面積よりも大きい。ここでは、配置部 63 は、第 1 の領域 91 に第 1 サポート 30 L を複数配置する。配置部 63 は、第 2 の領域 92 に第 2 サポート 30 S を複数配置する。

【 0074 】

配置部 63 は、第 1 の領域 91 内に含まれる基準点 86 上に複数の第 1 サポート 30 L のうち 1 つを追加および配置している。しかし、基準点 86 上に第 1 サポート 30 L が追加および配置されていなくてもよい。基準点 86 上に追加および配置された第 1 サポート 30 L 以外の第 1 サポート 30 L の配置位置は特に限定されない。例えば、図 14 のように、配置部 63 は、第 1 の領域 91 内において、複数の第 1 サポート 30 L が互いに等間隔になるように第 1 サポート 30 L を追加および配置する。ここで、「等間隔」には、厳密に等間隔の場合の他に、間隔に多少のばらつきがあっても実質的に等間隔の場合も含まれる。ただし、複数の第 1 サポート 30 L の互いの間隔は異なってもよい。

10

【 0075 】

第 2 の領域 92 に追加および配置される複数の第 2 サポート 30 S の配置位置も特に限定されない。例えば、配置部 63 は、第 2 の領域 92 内において、複数の第 2 サポート 30 S が互いに等間隔になるように第 2 サポート 30 S を追加および配置してもよいし、互いの間隔が異なるように第 2 サポート 30 S を追加および配置してもよい。ここでは、複数の第 2 サポート 30 S の互いの間隔は、等間隔である。

【 0076 】

以上のようにして、配置部 63 は、第 1 の領域 91 と第 1 サポート 30 L との単位面積当たりの接触面積が、第 2 の領域 92 と第 1 サポート 30 L よりも細かい第 2 サポート 30 S との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるようにして、第 1 サポート 30 L および第 2 サポート 30 S を配置面 82 に追加および配置している。

20

【 0077 】

なお、本実施形態では、配置決定装置 100 は、造形前に、サポート 30 が追加および配置された対象造形物モデル 72 を表示するプレビュー表示機能を備えていてもよい。この場合、図 7 に示すように、配置決定装置 100 は、表示画面 98 と、表示部 64 とを備えている。表示画面 98 には、配置部 63 によってサポート 30 が追加および配置された対象造形物モデル 72 (以下、全体造形物モデルという。)が表示される。表示部 64 は、表示画面 98 に、全体造形物モデルを表示させる。

30

【 0078 】

表示部 64 は、表示画面 98 に全体造形物モデルを 1 つ表示させてもよいし、複数表示させてもよい。例えば、表示画面 98 に全体造形物モデルを 1 つ表示する場合、ユーザは、表示された全体造形物モデルを見て、事前にサポート 30 の形状および配置位置を確認することができる。

【 0079 】

例えば、複数の全体造形物モデルを表示画面 98 に表示する場合、配置決定装置 100 は、配置面が異なる全体造形物モデル、すなわち、サポートを追加および配置する面が異なる全体造形物モデルを複数用意する。そして、表示部 64 は、表示画面 98 に、複数の全体造形物モデルを表示する。ユーザは、複数の全体造形物モデルから、自身が最適と思う全体造形物モデルを選択することができる。

40

【 0080 】

なお、配置決定装置 100 は、選択された全体造形物モデルをユーザが編集する編集機能を有していてもよい。例えば、配置決定装置 100 は、全体造形物モデルを部分的に拡大または縮小する機能を有していてもよい。よって、サポートが追加および配置された状態をより詳細に確認することができる。このように、選択された全体造形物モデルをユーザが編集できるため、ユーザが考える最適な全体造形物モデルが得やすくなる。

【 0081 】

3次元造形装置 10A は、選択された全体造形物モデルにおける対象造形物 70 の向き、および、サポート 30 の形状、太さおよび配置位置で、対象造形物 70 およびサポート

50

30を造形する。具体的には、ホルダ13の下部に、サポート30および対象造形物70を造形する。すなわち、ホルダ13の下部にサポート30を造形し、サポート30の下に対象造形物70を下面から上面に向かうように順に造形する。

#### 【0082】

配置決定装置100がプレビュー表示機能を備えることによって、ユーザは、対象造形物70の造形に先立って、対象造形物70のどの面に、どのような形状のサポート30をどのように追加および配置するかを把握することができる。ユーザは、表示された全体造形物モデルに沿って造形すると対象造形物70が破損するおそれがあると判断した場合、表示された全体造形物モデルに沿って造形することを実行しないとよい。よって、造形中に対象造形物70が破損することを事前に防ぐことができる。

10

#### 【0083】

本実施形態では、領域分割部62は、図14に示すように、配置面決定部60によって決定された配置面82において、基準点設定部61によって設定された基準点86を含む所定の範囲内である第1の領域91と、第1の領域91を除く第2の領域92とに分割する。配置部63は、第1の領域91および第2の領域92において、第1サポート30Lと第1の領域91との単位面積当たりの接触面積が、第2サポート30Sと第2の領域92との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるように、配置面82にサポート30(第1サポート30Lおよび第2サポート30S)を追加および配置する。これらのことによって、第1の領域91は、第2の領域92よりも対象造形物モデル72の重心74に近い位置に設定される。そのため、サポート30は、対象造形物モデル72に対応した対象造形物70の重心74を中心に対象造形物70の荷重を支持することができる。よって、対象造形物70の荷重に対する曲げモーメントが小さくなる。したがって、サポート30は、対象造形物70の荷重を安定して支持することができ、サポート30を最適に追加および配置することができる。

20

#### 【0084】

本実施形態によれば、上述したように、第1の領域91と第1サポート30Lとの単位面積当たりの接触面積を、第2の領域92と第2サポート30Sとの単位面積当たりの接触面積よりも大きくしている。このことによって、例えば、配置面82全体に、第2サポート30Sよりも太い第1サポート30Lを追加および配置する場合と比較して、サポート30に使用される樹脂材料の使用量を減らすことができる。よって、本実施形態では、コスト面の観点から有用である。

30

#### 【0085】

本実施形態では、配置部63は、第1の領域91に第1の太さの第1サポート30Lを追加および配置し、第2の領域92に第1の太さよりも細い第2の太さの第2サポート30Sを追加および配置する。このことによって、対象造形物モデル72の重心74の近くに、より太い第1サポート30Lを追加および配置することができる。したがって、サポート30は、対象造形物70の荷重を安定して支持することができる。

#### 【0086】

本実施形態では、配置部63は、配置面82の基準点86上に第1サポート30Lを追加および配置する。図13に示すように、基準点86は、上述したように、本実施形態では、最近点80(図12参照)と一致している。すなわち、基準点86は、配置面82上の点のうち重心74から最も近い点である。そのため、基準点86上に第1サポート30Lを追加および配置することで、サポート30は、対象造形物70の荷重をより安定して支持することができる。

40

#### 【0087】

本実施形態では、領域分割部62は、図14に示すように、第1の領域91の中心に基準点86が配置されるように、配置面82を第1の領域91と第2の領域92とに分割する。第1の領域91は、重心74から最も近い点である基準点86を中心にした領域となる。そのため、サポート30は、対象造形物70の荷重をより安定して支持することができる。

50

## 【 0 0 8 8 】

以上、第1実施形態に係る配置決定装置100を備えた3次元造形システム10について説明した。本発明に係る配置決定装置は、第1実施形態に係る配置決定装置100に限らず、他の種々の形態で実施することができる。次に、他の実施形態について簡単に説明する。なお、以下の説明では、既に説明した構成と同様の構成には同じ符号を使用し、その説明は省略することとする。

## 【 0 0 8 9 】

## &lt; 第2実施形態 &gt;

図15は、対象造形物モデル72にサポート30Mを追加および配置した状態を示した対象造形物モデル72の正面図である。図16は、対象造形物モデル72にサポート30Mを追加および配置した状態を示した対象造形物モデル72の底面図である。

10

## 【 0 0 9 0 】

本実施形態では、第1の領域91と第2の領域92とに追加および配置するサポート30Mの形状および太さ(横断面積)は同一であるとする。そして、配置決定装置100の配置部63は、第1の領域91の単位面積あたりに追加および配置されるサポート30Mの数は、第2の領域92の単位面積あたりに追加および配置されるサポート30Mの数よりも多くなるように、サポート30Mを配置面82に追加および配置する。ここでは、図16に示すように、第1の領域91に追加および配置される複数のサポート30Mの互いの間隔33aは、第2の領域92に追加および配置される複数のサポート30Mの互いの間隔33bよりも狭い。第1の領域91に追加および配置される複数のサポート30Mの密度は、第2の領域92に追加および配置される複数のサポート30Mの密度よりも高い。

20

## 【 0 0 9 1 】

図15に示すように、第1の領域91に追加および配置される複数のサポート30Mの互いの間隔33aは、等間隔である。しかし、第1の領域91に追加および配置される複数のサポート30Mの互いの間隔33aは、異なる間隔であってもよい。同様に、第2の領域92に追加および配置される複数のサポート30Mの互いの間隔33bは、等間隔であるが、異なる間隔であってもよい。

## 【 0 0 9 2 】

ここでは、第1の領域91に配置される基準点86にサポート30Mが追加および配置されている。しかし、基準点86には、サポート30Mが追加および配置されていなくてもよい。

30

## 【 0 0 9 3 】

本実施形態であっても、第1実施形態と同様に、サポート30Mと第1の領域91との単位面積当たりの接触面積が、サポート30Mと第2の領域92との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなる。その結果、本実施形態では、対象造形物モデル72の重心74の近くに、より多くのサポート30Mを追加および配置することができる。したがって、サポート30Mは、対象造形物70の荷重を安定して支持することができる。

## 【 0 0 9 4 】

## &lt; 第3実施形態 &gt;

次に、第3実施形態に係る配置決定装置について説明する。図17は、対象造形物110の対象造形物モデル112の一例を示す斜視図である。図17に示すように、対象造形物110は、鉄アレイ状のものであり、棒形状の第1分割造形物111aと、第1分割造形物111aの一端に配置された円柱状の第2分割造形物111bと、第1分割造形物111aの他端に配置された円柱状の第3分割造形物111cとを組み合わせたものである。対象造形物110では、重心は重心114である。ここでは、対象造形物モデル112におけるサポート30が追加および配置される配置面116は、対象造形物モデル112の下面とする。上記各実施形態と同様に、重心114の近くに第1の領域121を設定し、重心114から離れた位置に第2の領域122を設定する。この場合、例えば、第1実施形態と同様に、配置部63は、第1サポート30Lと第1の領域121との単位面積当

40

50

たりの接触面積が、第2サポート30Sと第2の領域122との単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるように、配置面116にサポート30(第1サポート30Lおよび第2サポート30S)を追加および配置する。このとき、第1分割造形物111aの荷重が第2分割造形物111bおよび第3分割造形物111cの荷重よりも小さいにも関わらず、第1分割造形物111aには、より太い第1サポート30Lが追加および配置される。しかし、対象造形物モデル112では、荷重が大きい第2分割造形物111bおよび第3分割造形物111cに、より太い第1サポート30Lが追加および配置されることが好ましい。

#### 【0095】

例えば、第2実施形態のように、太さが同じサポート30M(図15参照)を対象造形物110に追加および配置する場合、第1分割造形物111aの荷重が第2分割造形物111bおよび第3分割造形物111cの荷重よりも小さいにも関わらず、第1分割造形物111aには、より多くのサポート30Mが追加および配置される。しかし、対象造形物モデル112では、荷重が大きい第2分割造形物111bおよび第3分割造形物111cに、より多くのサポート30Mが追加および配置されることが好ましい。

#### 【0096】

そこで、上述したような対象造形物110の場合には、対象造形物モデル112を分割造形物111a、111b、111cに分割して、分割造形物111a、111b、111cそれぞれに対して、サポート30の形状および配置位置を決定するとよい。対象造形物モデル112を分割する方法は、特に限定されない。例えば、対象造形物モデル112が表示画面98(図7参照)に表示され、ユーザが表示画面98を見ながら、対象造形物モデル112をどのように分割するかを決定してもよい。ここでは、対象造形物モデル112を3つに分割しているが、分割する数は特に限定されない。例えば、分割する数は、2つであってもよいし、4つ以上であってもよい。本実施形態の配置決定装置は、分割造形物111a、111b、111cのそれぞれに対して、重心を算出した後に、基準点を設定する。具体的には、以下の通りである。

#### 【0097】

図18は、対象造形物モデル112の正面図である。図19は、対象造形物モデル112の底面図である。図18および図19は、対象造形物モデル112にサポート30を追加および配置した状態を示した図である。ここでは、第1サポート30L、および、第1サポート30Lよりも細い第2サポート30Sを対象造形物モデル112に追加および配置することとする。図18に示すように、対象造形物モデル112の面のうちサポート30を追加および配置する配置面116を設定する。ここでは、上記各実施形態と同様な手順で配置面116を設定する。次に、配置決定装置は、対象造形物モデル112に対応した対象造形物110を分割造形物111a、111b、111cに分割する。そして、分割造形物111a、111b、111cのそれぞれの重心114a、114b、114cを算出する。そして、配置面116上に、分割造形物111a、111b、111cのそれぞれの基準点118a、118b、118cを設定する。そして、図19に示すように、分割造形物111a、111b、111cのそれぞれに対して、各基準点を含む第1の領域121a、121b、121cと、第2の領域122a、122b、122cとを設定する。

#### 【0098】

その後、例えば、第1分割造形物111aにおいて、第1サポート30Lと第1の領域121aとの単位面積当たりの接触面積が、第2サポート30Sと第2の領域122aとの単位面積当たりの接触面積よりもそれぞれ大きくなるように、第1の領域121aおよび第2の領域122aにサポート30(第1サポート30Lおよび第2サポート30S)を追加および配置する。同様にして、第2分割造形物111bの第1の領域121bおよび第2の領域122b、第3分割造形物111cの第1の領域121cおよび第2の領域122cに対して、第1サポート30Lおよび第2サポート30Sを追加および配置する。なお、本実施形態では、第1サポート30Lの太さは、第2サポート30Sの太さより

10

20

30

40

50

も太い。

【0099】

以上のように、図17のような対象造形物モデル112の場合には、対象造形物モデル112を分割し、各分割造形物111a、111b、111cをそれぞれ1つの造形物としてとらえて、サポート30を追加および配置するとよい。このような場合であっても、各分割造形物111a、111b、111cのそれぞれの重心114a、114b、114cの近くに位置するそれぞれの基準点を含む第1の領域121a、121b、121cに、基準点から離れた第2の領域122a、122b、122cよりも太い第1サポート30Lを追加および配置することができる。したがって、図17の対象造形物110であっても、サポート30は、対象造形物110の荷重を安定して支持することができる。

10

【0100】

なお、例えば、太さが同一のサポート30M(図15参照)を対象造形物モデル112に追加する場合、以下のようにすればよい。第1分割造形物111aにおいて、第1の領域121aに追加および配置されるサポート30Mの数が、第2の領域122aに追加および配置されるサポート30Mの数よりも多くなるように、第1の領域121aおよび第2の領域122aにサポート30Mを追加および配置するとよい。同様にして、第2分割造形物111bの第1の領域121bおよび第2の領域122b、第3分割造形物111cの第1の領域121cおよび第2の領域122cに対して、サポート30Mを追加および配置するとよい。

【0101】

20

このように、太さが同一のサポート30Mを追加する場合であっても、各分割造形物111a、111b、111cのそれぞれの重心114a、114b、114cの近くに位置する第1の領域121a、121b、121cに、より多くのサポート30Mを追加および配置することができる。したがって、図17の対象造形物110であっても、サポート30Mは、対象造形物110の荷重を安定して支持することができる。

【0102】

<他の実施形態>

上記各実施形態では、領域分割部62は、例えば、配置面82を第1の領域91と第2の領域92との2つの領域に分割していた。しかし、領域分割部62は、配置面82を3つ以上の領域に分割してもよい。例えば、配置面82を第1の領域、第2の領域、および、第3の領域に分ける場合、例えば、第1の領域は、基準点が含まれる領域である。第2の領域は、第1の領域を除いた領域であって、第3の領域よりも基準点に近い領域である。第3の領域は、第1の領域および第2の領域を除いた領域であって、第1の領域および第2の領域よりも基準点から遠い領域である。

30

【0103】

この場合、配置部63は、以下のようにして、第1の領域、第2の領域、および、第3の領域にサポート30をそれぞれ追加および配置するとよい。配置部63は、第1の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積が、第2の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積、および、第3の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるようにサポート30を追加および配置する。そして、配置部63は、第2の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積が、第3の領域とサポートとの単位面積当たりの接触面積よりも大きくなるようにサポート30を追加および配置する。

40

【0104】

図20は、対象造形物210を示す図であり、装飾面210aを示す図である。図20に示すように、対象造形物210は、文字または模様などの装飾が施された装飾面210aを有することがある。本実施形態において、装飾面210aは、本発明の「禁止面」に対応する。このような対象造形物210を造形する場合には、装飾面210aにサポート30を追加および配置しないことが好ましい。サポート30を対象造形物210から取り除く際に、対象造形物210の装飾面210aに傷が付くおそれがあるからである。そこで、本実施形態では、対象造形物210において、サポート30を追加および配置すべき

50

でない装飾面 2 1 0 a を有している場合、サポート 3 0 が対象造形物 2 1 0 の荷重を十分に支持することができるということだけでなく、装飾面 2 1 0 a にサポート 3 0 が追加および配置されないように対象造形物 2 1 0 の位置および向きを決定することが好ましい。

#### 【 0 1 0 5 】

本実施形態では、装飾面 2 1 0 a を有する対象造形物 2 1 0 に対応した対象造形物モデルにサポート 3 0 を追加および配置する場合、配置面決定部 6 0 は、装飾面 2 1 0 a を除く対象造形物モデルの面の中から配置面を決定する。詳しくは、回転部 6 7 は、傾け部 6 6 によって傾けられた対象造形物モデルにおいて、装飾面 2 1 0 a を除く外周面上の点のうち、対象造形物モデルの重心から最も近い最近点を算出し、最近点が平面視において、対象造形物モデルの主軸と重なるような位置となるように、その主軸を軸にして対象造形物モデルを回転させる。ここでは、最近点は、対象造形物モデルの面のうち、装飾面 2 1 0 a を除いた面に位置している。そして、配置部 6 3 は、最近点が位置する面（配置面）にサポート 3 0 を追加および配置する。

10

#### 【 0 1 0 6 】

以上のことによって、装飾面 2 1 0 a には、サポート 3 0 が追加および配置されることがなく、サポート 3 0 は対象造形物 2 1 0 の荷重を支えることができる。

#### 【 0 1 0 7 】

##### < 変形例 >

上記各実施形態では、配置決定装置 1 0 0 は、対象造形物モデル 7 2 の下面にサポート 3 0 が追加および配置されるようにして、サポート 3 0 の配置位置を決定していた。しかし、対象造形物モデル 7 2 におけるサポート 3 0 の配置位置は上面であってもよい。この場合、回転部 6 7 は、傾け部 6 6 によって傾けられた対象造形物モデル 7 2 において、対象造形物モデル 7 2 の外周面上の点であって、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 から最も近い最近点 8 0 が、平面視において主軸 7 8 と重なり、かつ、主軸 7 8 よりも上方に位置するように、主軸 7 8 を軸に対象造形物モデル 7 2 を回転させる。そして、配置部 6 3 は、回転部 6 7 によって回転された対象造形物モデル 7 2 において、最近点 8 0 が含まれる面、すなわち、上面にサポート 3 0 を追加および配置する。この場合、対象造形物モデル 7 2 の上面が配置面となる。

20

#### 【 0 1 0 8 】

上記各実施形態では、主軸設定部 6 5 は、対象造形物モデル 7 2 を構成する複数の三角形のポリゴンの重心を利用して対象造形物モデル 7 2 の主軸 7 8 を設定していた。主軸 7 8 は、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 と、複数の三角形のポリゴンの重心の何れかの重心（ここでは、最遠点 7 6 ）とを結ぶ線であった。しかし、主軸 7 8 は、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 と、複数の三角形のポリゴンの頂点のうち重心 7 4 から最も離れた頂点とを結ぶ線であってもよい。この場合、主軸設定部 6 5 は、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 と、対象造形物モデル 7 2 を構成する複数の三角形のポリゴンの頂点との距離をそれぞれ算出する。そして、主軸設定部 6 5 は、対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 と複数の三角形のポリゴンの頂点との間の複数の距離のうち、距離が最も長い距離に対応した三角形のポリゴンの頂点を最遠点とし、最遠点と対象造形物モデル 7 2 の重心 7 4 とを結ぶ線を主軸 7 8 として設定してもよい。

30

40

#### 【 0 1 0 9 】

例えば、対象造形物として手を横に広げた人型（以下、単に人型という。）を造形したいことがあり得る。この場合、手および足の荷重が、例えば胴体の荷重に比べて小さい。そのため、荷重が比較的小さい範囲が存在する対象造形物を造形する場合、荷重が小さい範囲を除いた範囲、すなわち、荷重が比較的大きい範囲の中から最遠点を設定して、主軸設定部 6 5 によって主軸を設定してもよい。例えば、上記人型を対象造形物とする場合、荷重が小さい手および足を除いた範囲の中から最遠点を設定して、主軸を設定してもよい。

#### 【 0 1 1 0 】

また、例えば、立方体形状の造形物の面から、細い棒状の造形物が外側に向かって放射

50

状に延びている造形物を対象造形物とする場合、棒状の造形物に生じる荷重が対象造形物全体の荷重に比べて無視できる程度に小さいことがあり得る。この場合、対象造形物のうち棒状の造形物を除いた立方体形状の造形物から最遠点を設定し、主軸設定部 65 によって主軸を設定してもよい。このように、対象造形物の形状によって、最遠点を設定する範囲を適宜選択するようにしてもよい。最遠点を設定する範囲は、例えば、ユーザが設定してもよい。このような場合であっても、対象造形物のうち荷重が大きい範囲にサポート 30 を追加および配置することができるため、対象造形物の最適な位置にサポート 30 を追加および配置することができる。

【 0 1 1 1 】

なお、上記各実施形態および変形例は、適宜に組み合わせてもよい。

10

【 0 1 1 2 】

上述したように、配置決定装置 100 の記憶部 52、前処理部 54、重心算出部 56、基準部 58、配置面決定部 60、基準点設定部 61、領域分割部 62、配置部 63、表示部 64、主軸設定部 65、傾け部 66、および回転部 67 は、ソフトウェアにより構成されていてもよい。すなわち、上記各部は、コンピュータプログラムがコンピュータに読み込まれることにより、当該コンピュータによって実現されるようになっていてもよい。本発明には、コンピュータを上記各部として機能させるためのコンピュータプログラムが含まれる。また、本発明には、当該コンピュータプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体が含まれる。

【 符号の説明 】

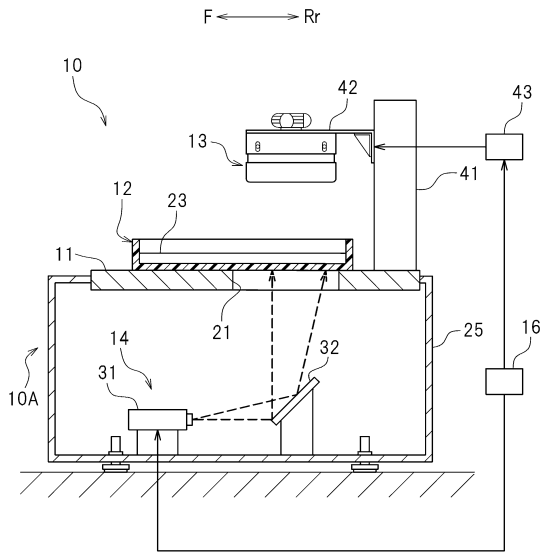
20

【 0 1 1 3 】

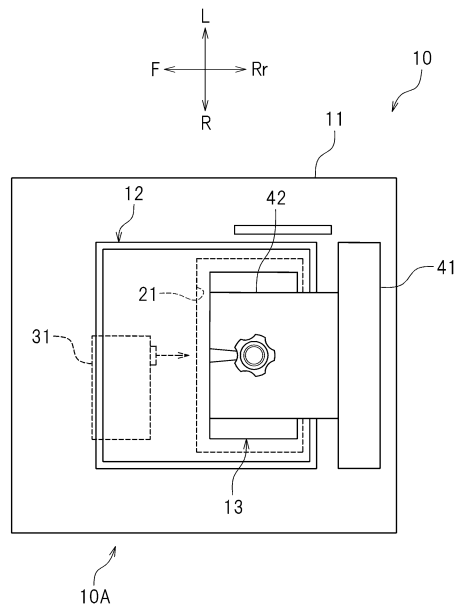
- 10 3次元造形システム
- 10A 3次元造形装置
- 13 ホルダ
- 30 サポート（サポート造形物）
- 52 記憶部
- 56 重心算出部
- 60 配置面決定部
- 61 基準点設定部
- 62 領域分割部
- 63 配置部
- 64 表示部
- 72 対象造形物モデル（3次元モデル）
- 74 重心
- 86 基準点
- 91 第1の領域
- 92 第2の領域
- 100 配置決定装置（サポートの配置決定装置）

30

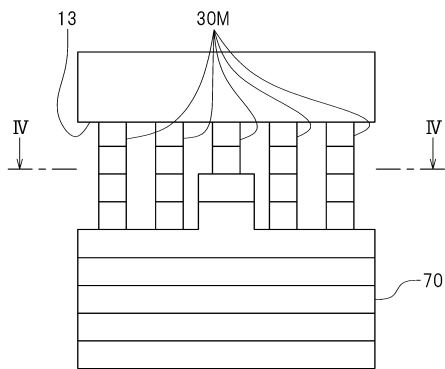
【図1】



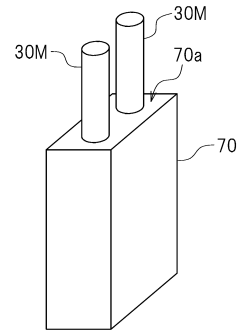
【図2】



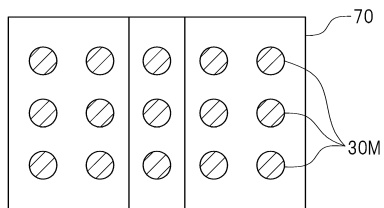
【図3】



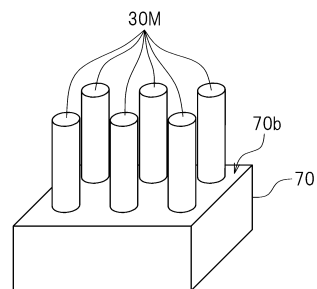
【図5】



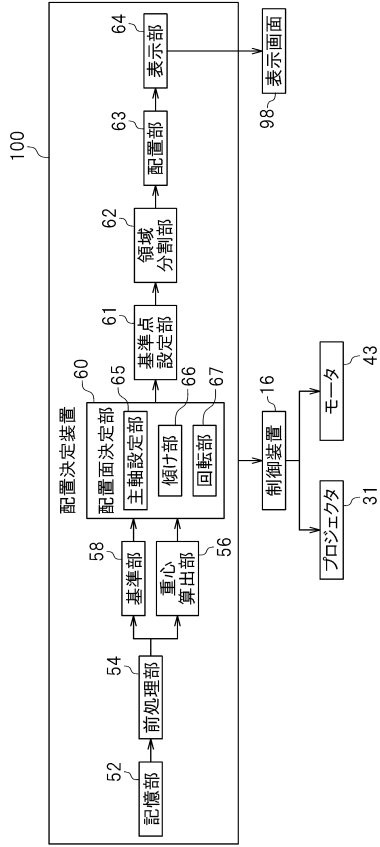
【図4】



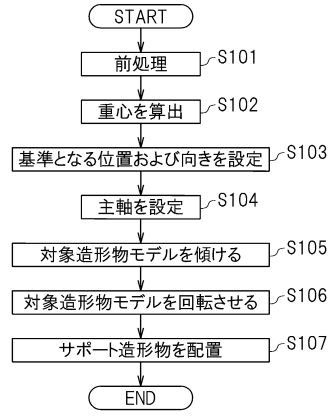
【図6】



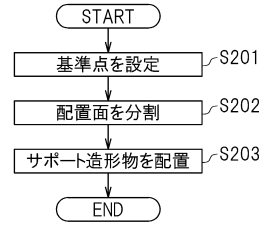
【図7】



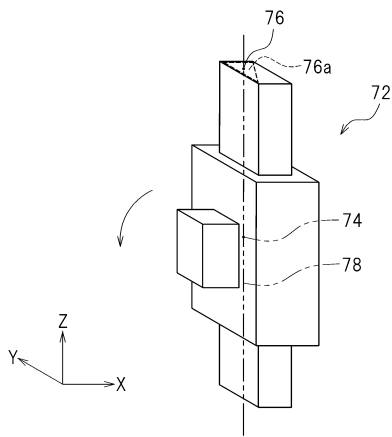
【図8】



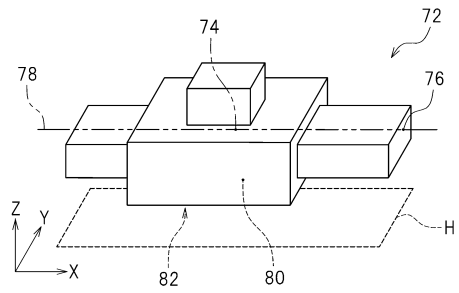
【図9】



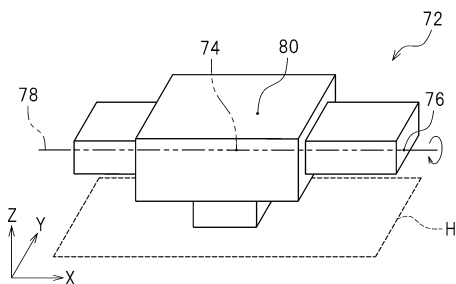
【図10】



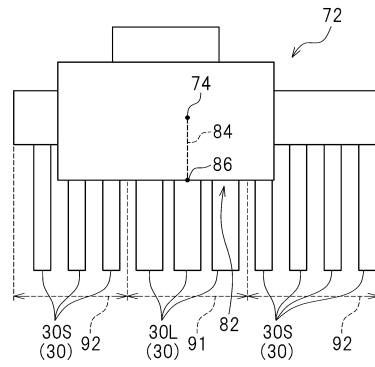
【図12】



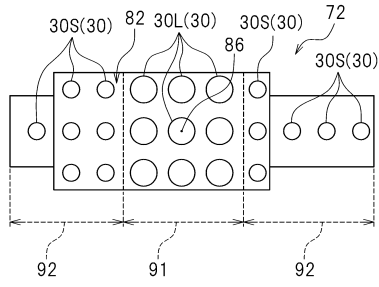
【図11】



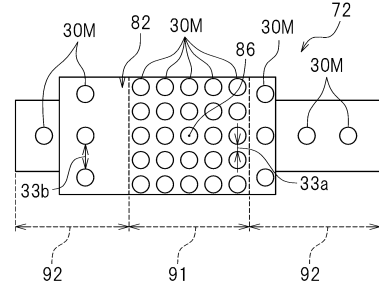
【図13】



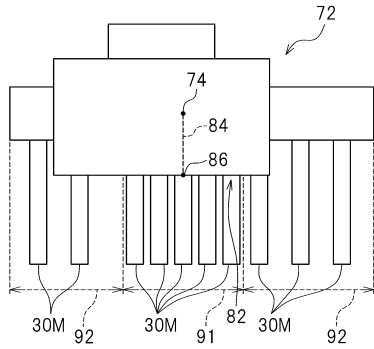
【 図 1 4 】



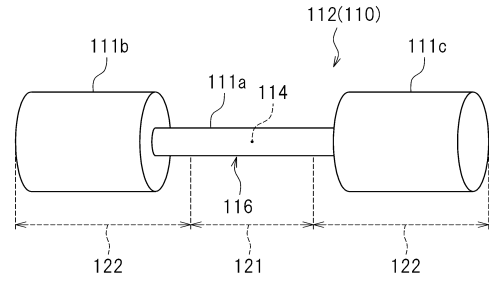
【 図 1 6 】



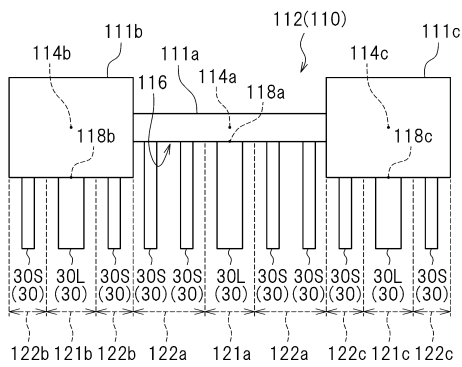
【 図 1 5 】



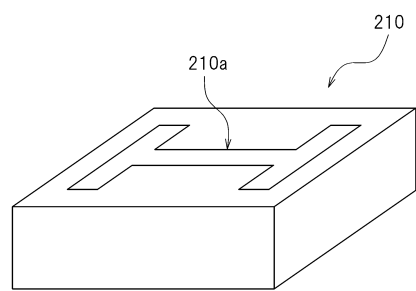
【 図 1 7 】



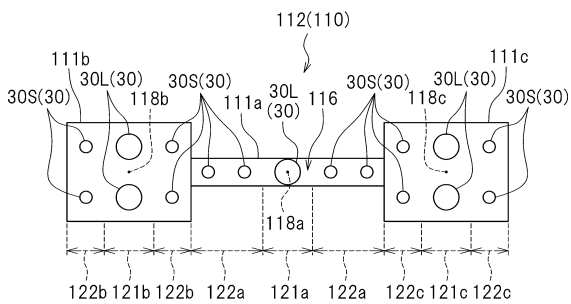
【 図 1 8 】



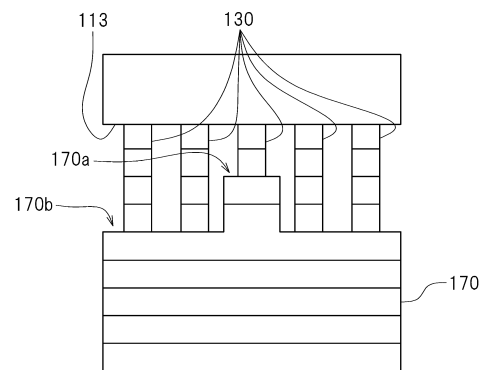
【 図 2 0 】



【 図 1 9 】



【 図 2 1 】



---

フロントページの続き

審査官 田代 吉成

(56)参考文献 特表2010-538882(JP,A)  
特開2012-096427(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B29C 64/386

B33Y 10/00

B33Y 30/00

B33Y 50/02