

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017年9月21日(21.09.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/159002 A1

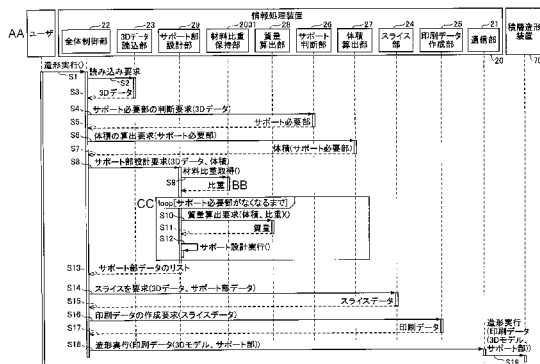
- (51) 国際特許分類:
B29C 67/00 (2017.01) **B33Y 30/00** (2015.01)
B22F 3/105 (2006.01) **B33Y 50/02** (2015.01)
B22F 3/16 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/000231
- (22) 国際出願日: 2017年1月6日(06.01.2017)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2016-052620 2016年3月16日(16.03.2016) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社リコー(RICOH COMPANY, LTD.) [JP/JP]; 〒1438555 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(71) 出願人 (米国についてのみ): 行本 礼嗣(YUKU-MOTO, Reiji) [JP/JP]; 〒1438555 東京都大田区中馬込一丁目3番6号 株式会社リコー内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 伊東 忠重, 外(ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 16階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, PROGRAM, INFORMATION PROCESSING METHOD AND MOLDING SYSTEM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、プログラム、情報処理方法、造形システム

[図13]



(57) Abstract: Provided is an information processing device which provides molding data to a lamination molding device that molds a molded object by repeatedly laminating a material. The information processing device includes: a volume calculation means for using data relating to the shape of the object to be molded so as to calculate the volume of the object to be molded; and a support part molding method determination means for determining a molding method for a support part which supports the object to be molded in accordance with the volume thereof.

(57) 要約: 材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置に対し造形のためのデータを提供する情報処理装置であって、造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出する体積算出手段と、前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定する支持部造形方法決定手段と、を有する。

- 20... INFORMATION PROCESSING DEVICE
21... COMMUNICATION UNIT
22... OVERALL CONTROL UNIT
23... 3D DATA READING UNIT
24... SLICE UNIT
25... PRINT DATA CREATION UNIT
26... SUPPORT DETERMINATION UNIT
27... VOLUME CALCULATION UNIT
28... MASS CALCULATION UNIT
29... SUPPORT PART DESIGN UNIT
30... LAMINATE MOLDING DEVICE
3001... MATERIAL SPECIFIC GRAVITY RETENTION UNIT
S1... MOLDING EXECUTION
S2... READ REQUEST
S3... 3D DATA
S4... REQUEST FOR DETERMINATION OF PART REQUIRING SUPPORT (3D DATA)
S5... PART REQUIRING SUPPORT
S6... VOLUME CALCULATION REQUEST (PART REQUIRING SUPPORT)
S7... VOLUME (PART REQUIRING SUPPORT)
S8... SUPPORT PART DESIGN REQUEST (3D DATA, VOLUME)
S9... MATERIAL SPECIFIC GRAVITY ACQUISITION
S10... MASS CALCULATION REQUEST (VOLUME, SPECIFIC GRAVITY)
S11... MASS
S12... SUPPORT DESIGN EXECUTION
S13... LIST OF SUPPORT PART DATA
S14... REQUEST SLICE (3D DATA, SUPPORT PART DATA)
S15... SLICE DATA
S16... PRINT DATA CREATION REQUEST (SLICE DATA)
S17... PRINT DATA
S18, S19... MOLDING EXECUTION (PRINT DATA (3D MODEL, SUPPORT PART))
AA... USER
BB... SPECIFIC GRAVITY
CC... loop [UNTIL THERE IS NO PART REQUIRING SUPPORT]

WO 2017/159002 A1



MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明細書

発明の名称：

情報処理装置、プログラム、情報処理方法、造形システム

技術分野

[0001] 本発明は、情報処理装置、プログラム、情報処理方法及び造形システムに関する。

背景技術

[0002] 3Dデータで表された立体的な形状の3Dモデルを種々の方式で造形する積層造形装置が知られている。積層造形装置は3Dモデルが一層ごとにスライスされたスライスデータを下から積み上げていくことで造形物を造形する。このような造形手順のため、オーバーハング構造（傾斜が垂直以上の部分）、又は、上方から下へ下げられているため下側に造形物がない立体部分などを造形するには、積層造形装置はオーバーハング部分を支持するサポート部をオーバーハング部分の下側に造形する必要がある。

[0003] 図１Ａ、図１Ｂは、造形対象の形状としてオーバーハング部分６０１とそのサポート部５０を説明する図である。図１Ａは３Ｄモデル５００のうちオーバーハング部分６０１の側面図を示す。オーバーハング部分６０１を空中に積層することは困難なので、図１Ｂに示すようにオーバーハング部分６０１に先だってサポート部５０が造形される。このようにサポート部５０はユーザが必要とする３Ｄモデル５００に対して余計に造形された部分であるため、造形の完了後にサポート部５０は除去される。一般的にはユーザが手作業で除去作業を行っているが、この作業はユーザにとって余分な手間であり、また、除去後の造形物の表面の品質に影響を与える場合がある。

[0004] そこで、サポート部50のうち3Dモデル500に接する部分については離型性が高い材料で造形する技術が知られている（例えば、特許文献1参照。）。。

[0005] しかしながら、特許文献 1 に記載のように、サポート部 50 の材料を変更

する方法では、適切な材料を用意する必要があるという問題がある。すなわち、造形対象の形状に含まれるサポート部50とオーバーハング部分601の離型性の程度は2つの材料の組み合わせによって異なるため、造形物に使われる材料が変わるとそれに適した離型性を有するサポート部50の材料も別途用意（又は開発）する必要がある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-255839号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は、上記課題に鑑み、除去が容易な支持部を造形できる情報処理装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置に対し造形のためのデータを提供する情報処理装置であって、造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出する体積算出手段と、前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定する支持部造形方法決定手段と、を有する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、除去が容易な支持部を造形できる積層造形装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]オーバーハング部分とそのサポート部を説明する図である。

[図1B]オーバーハング部分とそのサポート部を説明する図である。

[図2A]サポート部の造形方法の決定手順の概略を説明する図の一例である。

[図2B]サポート部の造形方法の決定手順の概略を説明する図の一例である。

[図3]造形システムの構成例を示す図である。

[図4]情報処理装置のハードウェア構成図の一例である。

[図5A]積層造形装置のハードウェア構成図の一例である。

[図5B]積層造形装置のハードウェア構成図の一例である。

[図6]情報処理装置と積層造形装置を含む造形システムの機能構成図の一例である。

[図7]印刷データの一部としてGコードを説明する図の一例である。

[図8]サポート部が必要な空間の判断手順を説明するフローチャート図の一例である。

[図9A]サポート部が必要か否かの判断を説明するための3Dモデルの一例である。

[図9B]角度の判断の算出を説明する一例である。

[図9C]角度の一例を説明する一例である。

[図9D]角度の一例を説明する一例である。

[図10A]3Dデータで表される3Dモデルの体積の算出方法を説明する図の一例である。

[図10B]3Dデータで表される3Dモデルの体積の算出方法を説明する図の一例である。

[図10C]3Dデータで表される3Dモデルの体積の算出方法を説明する図の一例である。

[図11A]サポート部の場所を説明する図の一例である。

[図11B]サポート部の場所を説明する図の一例である。

[図12A]サポート部の中埋め具合を模式的に説明する図の一例である。

[図12B]サポート部の中埋め具合を模式的に説明する図の一例である。

[図12C]サポート部の中埋め具合を模式的に説明する図の一例である。

[図13]造形システムがサポート部を設計して造形物を造形する手順を示すシーケンス図の一例である。

[図14A]サポート部の近傍部の中埋め具合が非近傍部よりも疎であるサポート部を模式的に示す図の一例である。

[図14B]サポート部の近傍部の中埋め具合が非近傍部よりも疎であるサポート部を模式的に示す図の一例である。

[図14C]3段階以上にサポート部の中埋め具合が変化させられたサポート部を模式的に示す図の一例である。

[図15A]輪郭が造形されたサポート部の断面形状の一例を示す図である。

[図15B]輪郭が造形されたサポート部の断面形状の一例を示す図である。

[図15C]輪郭が造形されたサポート部の断面形状の一例を示す図である。

[図16A]内部が中埋めされないサポート部を示す図の一例である。

[図16B]内部が中埋めされないサポート部を示す図の一例である。

[図16C]内部が中埋めされないサポート部を示す図の一例である。

[図16D]内部が中埋めされないサポート部を示す図の一例である。

[図16E]内部が中埋めされないサポート部を示す図の一例である。

発明を実施するための最良の形態

[0011] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しながら説明する。

[0012] 図2A、図2Bは、サポート部50の造形方法の決定手順の概略を説明する図の一例である。図2Aに示すようなオーバーハング部分が造形される場合、又は、上方からつり下げられているため下側に造形物がない立体部分が造形される場合、サポート部50が必要である。ここで、サポート部50が支える必要のあるこれらの部分（以下、サポート必要部51という）はサポート部50の真上の部分である。

[0013] 図2Bではオーバーハング構造のサポート必要部51が斜線で示されている。サポート部50を特定できればサポート必要部51も特定できるため、積層造形装置と接続された後述の情報処理装置はサポート必要部51の体積を算出できる。

[0014] 情報処理装置は体積の算出結果に基づいてサポート部50の造形方法を決定する。これによりサポート部50の除去性と造形物の造形品質を両立させることができる。補足すると、サポート部50の強度がサポート必要部51

の質量に対し十分でないと、サポート必要部 51 の造形を適切に行えなくなる（自重で変形したりして 3D モデル 500 の形状とは異なる形状の造形物になってしまう）。

[0015] そこで、体積（又は質量）が大きい場合には、図 2B の右上に示すように、サポート部 50 の中埋め具合（例えば、後述される材料の充填率）が高くなるようにサポート部 50 を造形する。また、体積（又は質量）が小さい場合には、図 2B の右下に示すようにサポート部 50 の中埋め具合を小さくする。図 2B の右上ではサポート部 50 が密に造形されているが、図 2B の右下ではサポート部 50 が疎に造形されている（支柱で造形されている）。したがって、サポート部 50 の除去性と造形物の造形品質を両立させることができる。

[0016] ＜用語について＞

・造形対象の形状とは、積層造形装置で造形される立体的な形状である。立体は物でも人でもよい。本実施形態では一例として 3D モデルという用語で説明する。

・造形対象の形状に関するデータは、立体や三次元の形状を表すデータであればよい。本実施形態では一例として 3D データという用語で説明する。

・造形対象を支持する支持部は、造形物が材料の重さなどで変形することを抑制又は防止するために造形される部品である。支持部は造形物と接して造形物を支持し、造形品質の低下を抑制する。本実施形態では支持部をサポート部と称する。

・支持部の造形方法は、支持部をどのように造形するかに関する情報である。造形方法は支持部の強度に影響するとしてもよい。具体的には、例えば中埋め具合、中埋めの構造、などである。

・支持部の造形方法を決定する要素は、サポート必要部 51 の体積でよい。例えば、サポート必要部 51 の面積が小さくても z 軸方向の厚みが大きい場合はサポート部 50 でサポート必要部 51 をサポートすることが好ましい。また、体積が大きい場合、必然的に質量も大きくなる傾向にある。したがっ

て、体積だけを判断してもサポート部50の造形方法を決定することができる。一方、質量を考慮することでより正確に造形方法を決定することができる。

[0017] <構成例>

図3は、造形システム1の構成例を示す図である。造形システム1はネットワーク2を介して接続された情報処理装置20と積層造形装置70を有する。ネットワーク2は主に社内LANであるが、WAN又はインターネットを含んでいてもよい。また、情報処理装置20と積層造形装置70はUSBケーブルなどの専用線を介して接続されていてもよい。ネットワーク2や専用線は全てが有線で構築されていてもよいし、一部又は全てが無線LAN、Bluetooth（登録商標）、などの無線にて構築されていてもよい。

[0018] 情報処理装置20は、主にPC（Personal Computer）であるが、後述するプログラムが動作する装置であればよい。そのほか、情報処理装置20としては、例えば、タブレット型端末、スマートフォン、PDA（Personal Digital Assistant）、携帯電話、ウェアラブルPC、ゲーム機器、カーナビゲーション端末、電子ホワイトボード、プロジェクタなどでもよい。

[0019] 情報処理装置20は3Dデータを解析して3Dモデル500を構築し、これを積層厚（積層ピッチ）で等間隔にスライスしてスライスデータを作成する。スライスデータはGコードという書式の印刷データに変換され、この印刷データが積層造形装置70に送信される。印刷データは、USBメモリやSDメモリカードなどの記憶媒体に記憶された状態で積層造形装置70に提供されてもよい。積層造形装置70は記憶媒体I/Fに装着された記憶媒体から印刷データを読み込む。したがって、ネットワーク2はなくてもよい。

[0020] なお、情報処理装置20と積層造形装置70が一体に構成されていてもよい。すなわち、積層造形装置70が情報処理装置20の機能を有し、3Dデータから印刷データを作成するなどの処理を行う。また、情報処理装置20がサーバ90に3Dデータを送信しておき、サーバ90が積層造形装置70に印刷データを送信する形態も可能である。

[0021] 積層造形装置 70 は、印刷データを元に造形物を造形する。積層造形装置 70 の造形方式としては、材料押出堆積法（FDM）、マテリアルジェットティング、バインダージェットティング、粉末焼結積層造形（SLS）、光造形（SLA）などがある。材料押出堆積法（FDM）は主に熱で溶かした樹脂をノズルから押し出し、積み上げて造形物を造形する。樹脂の他、金属などの流動体であれば積層造形装置 70 の材料となりうる。マテリアルジェットティングはインクジェットヘッドから噴射した樹脂を、紫外線で固めて積層する方式である。バインダージェットティングは、インクジェットヘッドから液体の結合剤を噴射し、石膏や樹脂粉末を一層ずつ固めていく方式である。粉末焼結積層造形（SLS）は粉末状の素材にレーザーを照射して焼結させる方式である。光造形（SLA）は液体状の光硬化性樹脂を、紫外線レーザーで一層ずつ硬化させて積層していく方式である。

[0022] このうちサポート部 50 が必要なのは材料押出堆積法（FDM）、及びマテリアルジェットティングである。ただし、残りの方式でもサポート部 50 を作成することができ、サポート必要部 51 の体積や質量を利用して造形物の造形品質を向上させることができる。本実施形態のサポート部 50 の作成方法は、積層造形装置 70 の造形方式に制限されずサポート部 50 を作成する積層造形装置 70 に適用できる。

[0023] <ハードウェア構成>

以下、図 4、図 5 を用いて、情報処理装置 20、積層造形装置 70 のハードウェア構成について説明する。

[0024] <<情報処理装置のハードウェア構成>>

図 4 は情報処理装置 20 のハードウェア構成図の一例である。情報処理装置 20 は、CPU 501、ROM 502、RAM 503、HDD (Hard Disk Drive) 505、ディスプレイ 508、ネットワーク I/F 509、キーボード 511、マウス 512、メディアドライブ 507、光学ドライブ 514、USB I/F 515、及び、これらを電氣的に接続するためのアドレスバスやデータバス等のバスライン 510 を備えている。

[0025] CPU 501は情報処理装置20全体の動作を制御する。ROM 502はIPL (Initial Program Loader) 等のCPU 501の駆動に用いられるプログラムを記憶している。RAM 503はCPU 501のワークエリアとして使用される。HD 504は、プログラム、OS (Operating System) 及び各種データを記憶する。HDD 505は、CPU 501の制御にしたがってHD 504に対する各種データの読み出し又は書き込みを制御する。ネットワークI/F 509はネットワーク2を利用してデータ通信するためのインタフェースである。キーボード511は文字、数値、各種指示などをユーザが入力するための複数のキーを備えた装置である。マウス512は各種指示の選択や実行、処理対象の選択、カーソルの移動などをユーザが入力するための装置である。メディアドライブ507は、フラッシュメモリ等の記録メディア506に対するデータの読み出し又は書き込み（記憶）を制御する。光学ドライブ514は着脱可能な記録媒体の一例としての光学ディスク(CD-ROM, DVD、Blu-Ray等) 513に対する各種データの読み出し又は書き込みを制御する。ディスプレイ508はカーソル、メニュー、ウィンドウ、文字、又は画像などの各種情報を表示する。ディスプレイ508はプロジェクタなどでもよい。USB I/F 515はUSBケーブルやUSBメモリ等を接続するインタフェースである。

[0026] <<積層造形装置のハードウェア構成>>

図5Aは、積層造形装置70の構成を示す説明図の一例である。積層造形装置70は、本体フレーム120の内部にチャンバー103を備えている。チャンバー103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103の内部には、載置台としてのステージ104が設けられている。このステージ104上に三次元造形物が造形される。

[0027] チャンバー103の内部におけるステージ104の上方には、造形手段としての造形ヘッド110が設けられている。造形ヘッド110は、その下方に造形材料であるフィラメントを吐出する吐出ノズル115を有する。本実

施形態では、造形ヘッド１１０上に４つの吐出ノズル１１５が設けられているが、吐出ノズル１１５の数は任意である。また、造形ヘッド１１０には、各吐出ノズル１１５に供給されるフィラメントを加熱する発熱手段としての造形材料加熱手段であるヘッド加熱部１１４が設けられている。

[0028] 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積層造形装置７０にセットされており、フィラメント供給部１０６により造形ヘッド１１０上の各吐出ノズル１１５へそれぞれ供給される。なお、フィラメントは、吐出ノズル１１５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１０６により供給されるフィラメントをヘッド加熱部１１４で加熱溶融し、溶融状態のフィラメントを所定の吐出ノズル１１５から押し出すようにして吐出することにより、ステージ１０４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。

[0029] なお、造形ヘッド１１０上の吐出ノズル１１５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１１４で加熱溶融され、溶融状態のサポート材が所定の吐出ノズル１１５から押し出されるように吐出されて、層状に順次積層される。

[0030] 造形ヘッド１１０は、装置左右方向に延びるＸ軸駆動機構１０１に対し、そのＸ軸駆動機構１０１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１１０は、Ｘ軸駆動機構１０１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。Ｘ軸駆動機構１０１の両端は、それぞれ、装置前後方向に延びるＹ軸駆動機構１０２に対し、そのＹ軸駆動機構１０２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１０１がＹ軸駆動機構１０２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１１０はＹ軸方向に沿って移

動することができる。

[0031] また、本実施形態においては、チャンバー１０３の内部（処理空間）に、チャンバー１０３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１０７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１０３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１０３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１０７は、この予熱処理中には、チャンバー１０３内を目標温度まで昇温させるためにチャンバー１０３内を加熱すると共に、造形処理中には、チャンバー１０３内の温度を目標温度に維持するためにチャンバー１０３内を加熱する。チャンバー用ヒータ１０７の動作は、次述する制御部によって制御される。

[0032] 図５Ｂは、本実施形態の積層造形装置の制御ブロック図である。造形ヘッド１１０のＸ軸方向位置を検知するＸ軸ポジション検知機構１１１が設けられている。Ｘ軸ポジション検知機構１１１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Ｘ軸駆動機構１０１を制御して、造形ヘッド１１０を目標のＸ軸方向位置へ移動させる。

[0033] また、本実施形態においては、Ｘ軸駆動機構１０１のＹ軸方向位置（造形ヘッド１１０のＹ軸方向位置）を検知するＹ軸ポジション検知機構１１２が設けられている。Ｙ軸ポジション検知機構１１２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１０２を制御することにより、Ｘ軸駆動機構１０１上の造形ヘッド１１０を目標のＹ軸方向位置へ移動させる。

[0034] また、本実施形態においては、ステージ１０４のＺ軸方向位置を検知するＺ軸ポジション検知機構１１３が設けられている。Ｚ軸ポジション検知機構１１３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１２３を制御して、ステージ１０４を目標のＺ軸方向位置へ移動させる。

[0035] 制御部１００は、このようにして造形ヘッド１１０及びステージ１０４の移動制御を行うことにより、チャンバー１０３内における造形ヘッド１１０とステージ１０４との相対的な三次元位置を、目標の三次元位置に移動させることができる。

[0036] <造形システムの機能構成例>

図６は、情報処理装置２０と積層造形装置７０を含む造形システム１の機能構成図の一例である。

[0037] <<情報処理装置>>

情報処理装置２０ではプログラム２０１０が実行される。このプログラム２０１０を情報処理装置２０が実行することで、以下で説明される主な機能を提供する。

[0038] 情報処理装置２０は、通信部２１、全体制御部２２、３Ｄデータ読込部２３、スライス部２４、印刷データ作成部２５、サポート判断部２６、体積算出部２７、質量算出部２８、及びサポート部設計部２９を有している。情報処理装置２０が有するこれらの機能は、図４に示されている各構成要素のいずれかが、ＨＤ５０４からＲＡＭ５０３上に展開されたプログラム２０１０に従ったＣＰＵ５０１からの命令によって動作することで実現される機能、又は機能される手段である。

[0039] また、情報処理装置２０は、図４に示されているＨＤ５０４によって構築される記憶部２０００を有している。記憶部２０００には、材料比重保持部２００１、３Ｄデータ記憶部２００２、中埋め管理ＤＢ２００３、及び、プログラム２０１０が記憶されている。プログラム２０１０は図４の記録メディア５０６や光学ディスク５１３に記憶された状態で配布されたり、プログラムを配信するサーバから配信されたりする。プログラム２０１０はプリンタドライバと呼ばれていても、アプリケーションプログラムと呼ばれていてもよい。また、本実施形態で説明されるプログラム２０１０が例えばプリンタドライバとアプリケーションプログラムなどの２つ以上のプログラムを有するものでもよい。

[0040] 3Dデータ記憶部2002には3Dデータが記憶されている。3DデータはUSBメモリなどの可搬性の記憶媒体から情報処理装置20又は積層造形装置70が読み取ったものでもよいし、ネットワークを介して接続されたサーバなどからダウンロードしたものでもよいし、また、情報処理装置20で動作した3Dアプリが作成したものでもよい。3Dアプリは、例えば3DCADや3DCGなどと呼ばれるソフトウェアである。3Dアプリが出力する3DデータのデータフォーマットとしてはSTL (Standard Triangulated Language) が知られているがこれに限られるものではなく、3MF、PLY又はOBJなどでもよい。

[0041]

[表1]

```

solid ascii
  facet normal 0.000000 0.000000 1.000000
    outer loop
      vertex 0.000000 2.000000 5.000000
      vertex -2.000000 2.000000 5.000000
      vertex 0.000000 0.000000 5.000000
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.000000 0.000000 1.000000
    outer loop
      vertex 0.000000 0.000000 5.000000
      vertex -2.000000 2.000000 5.000000
      vertex -2.000000 0.000000 5.000000
    endloop
  endfacet
  facet normal 0.000000 0.000000 -1.000000
    outer loop
      vertex 0.000000 0.000000 0.000000
      vertex -2.000000 0.000000 0.000000
      vertex 0.000000 2.000000 0.000000
    endloop
  endfacet

  ... (省略) ...

Endsolid

```

表1は、3Dデータの一例を示す。表1はSTLという書式の3Dデータである。STLは三角形のポリゴンで形状を表す書式である。三次元空間の三角形の頂点と三角形の法線ベクトルが1つの三角形の情報である。

[0042] 表1のfacetからendfacetまでが1つの三角形の情報を表す。また、normalが三角形の法線ベクトル、3つのvertexがそれぞれ三角形の3つの頂点の座標を表している。この三角形のデータが繰り返されることで、三次元形状を

表現している。３Ｄモデル５００の表面はこれらの三角形の各頂点で表現されるため、幾何計算することでスライスデータの算出、サポート部５０の有無の判断、及び、サポート必要部５１の体積の算出等が可能になる。

[0043] なお、上記のように３Ｄデータは、三次元の形状を表現していればどのような書式でもよい。また、立体形状の表面形状が分かっているならば、表面を三角形に分割してＳＴＬに変換することもできる。

[0044] [表２]

材料	比重[g/m ³]
材料A	ρa
材料B	ρb
材料C	ρc
⋮	⋮

表２は材料比重保持部２００１に記憶されている情報を模式的に示すテーブルである。材料比重保持部２００１は、造形に用いられる材料と比重とが対応付けられている。積層造形装置７０が使用する材料は例えばユーザにより指示されている。したがって、積層造形装置７０は材料の比重を一意に特定できる。なお、材料に対応付けてこの材料との剥離性が高いサポート部５０に用いられる材料が登録されていてもよい。

[0045]

[表3]

サポート必要部の質量	中埋め具合
0g ~ 100g	80%
100g ~ 200g	90%
200g ~	100%

表3は中埋め管理DB2003に記憶されている情報を模式的に示すテーブルである。中埋め管理DB2003にはサポート必要部51の質量と中埋め具合が対応付けて記憶されている。中埋め具合は、サポート部50の体積のうちどのくらいを材料で埋めるかを示す。中埋め具合は100%以下のパーセンテージや比率で示される。

[0046] 表3に示すように、サポート必要部51の質量が大きいほど中埋め具合が大きくなる。具体的には、中埋め具合はサポート部50の内部の充填率により調整される。表3の中埋め具合は、サポート必要部51を支えるため必要又は十分な値が定められている。したがって、サポート必要部51の質量が定められると、中埋め具合を決定できる。

[0047] あるいは、情報処理装置20が、物理シミュレーションによりサポート必要部51を支えるために必要又は十分な中埋め具合を決めてもよい。物理シミュレーションによりサポート部50の中埋め具合によって耐えうる質量が決定されるため、いくつかの中埋め具合でサポート部50を構築してみるとサポート必要部51の質量に必要又は十分な中埋め具合が判明する。

[0048] (情報処理装置の機能)

情報処理装置20の通信部21は、図4に示されているCPU501やOSからの命令及びネットワーク1/F509等によって実現され、積層造形装置70と通信する。具体的には3Dデータから変換された印刷データを積

層造形装置 70 に送信する。

[0049] 全体制御部 22 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令等により実現され、情報処理装置 20 が行う処理の手順の全体を有しており、各機能に処理を要求する。

[0050] 3D データ読込部 23 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令、HDD 504 等により実現され、3D データを 3D データ記憶部 2002 から読み込む。

[0051] スライス部 24 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令等により実現され、3D モデル 500 の造形に関する処理を行う。具体的には、スライス部 24 は、3D データにて表された 3D モデル 500 を積層造形装置 70 の仮想空間に配置する。なお、ユーザの操作を受け付けて 3D モデル 500 の向きを設定してもよい。また、3D モデル 500 を z 軸方向に等間隔（積層厚の間隔で）にスライスし、スライスして得られた各 z 座標における 3D モデル 500 の断面形状を作成する。3D データは例えばポリゴンで表されているため、z 座標が決まるとその z 座標のポリゴンの x, y 座標が得られる。スライスデータはこのポリゴンの断面の x, y 座標の集合である。

[0052] 印刷データ作成部 25 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令等により実現され、スライスデータに基づいて印刷データを作成する。印刷データは G コードで記述されることが多いが、書式は限定されない。積層造形装置 70 が解釈可能な書式の印刷データが記述されていればよい。G コードの例については図 7 にて説明する。

[0053] サポート判断部 26 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令等により実現され、サポート部 50 が必要な 3D モデル 500 の一部分（サポート必要部 51）がどこであるかを判断する。詳細は図 8, 9 にて説明される。

[0054] 体積算出部 27 は、図 4 に示されている CPU 501 からの命令等により実現され、サポート必要部 51 の体積を算出する。詳細は図 10 にて説明される。

[0055] 質量算出部28は、図4に示されているCPU501からの命令等により実現され、サポート必要部51の質量を算出する。質量は、サポート必要部51の体積と造形時の材料の比重の積として算出される。

[0056] サポート部設計部29は、図4に示されているCPU501からの命令等により実現され、サポート部50の造形方法（どのように造形すればよいか）を決定する。決定するための情報として、サポート必要部51の少なくとも体積が使用され、好ましくはサポート必要部51の質量が使用される。

[0057] <印刷データ（Gコード）について>

図7は印刷データの一例としてGコードを説明する図の一例である。1行が印刷データの1命令を表している。1命令の内容は様々であるがここでは吐出ノズル115の移動に関する命令を示す。G1で始まる命令は吐出ノズル115の移動及び材料の供給を表している。1行目はX=10, Y=10の位置に、600 [mm/minute] の速度で移動せよという意味である。2行目はX=20, Y=10の位置に、600 [mm/minute] で移動しながら、5 [mm] の材料を供給せよという意味である。

[0058] GコードはFDM方式の積層造形装置70で使用される場合が多い。しかし、吐出ノズル115の軌跡（2点の座標の集まり）、移動速度、及び、材料の供給量を表現していれば印刷データはどのような形式でもよい。また、FDM方式以外の積層造形装置70では方式に応じた適切な印刷データが使用される。

[0059] <サポート部の有無の判断>

サポート部50は下部に空間がある3Dモデル500の一部（サポート必要部51）に対して必要になる。ただし、どの程度の大きさの空間に対しサポート部50が必要であるかは造形方式によって異なったり、材料の粘度、比重といった材料特性によって異なったりする。以下では、判断の一例を説明する。

[0060] 図8は、サポート部50が必要な空間の判断手順を説明するフローチャート図の一例であり、図9はサポート部50が必要か否かの判断を説明するた

めの3Dモデル500の一例を示す。

- [0061] まず、サポート判断部26は3Dモデル500の面を検出する(S10)。面とは3Dモデル500とそれ以外の領域との境界面をいう。あるいは、空間に接している部分をいう。
- [0062] 次に、サポート判断部26が面の下に空間があるか否かを判断する(S20)。面の下に空間があるとは、面の法線ベクトル $\mathbf{l}$ を x 、 y 、 z 成分に分解した場合に z 成分が負であることをいう。面の法線は3Dデータ(STL)に含まれている。この処理はポリゴンの面ごとに行えばよい。
- [0063] ステップS20の判断がNoの場合、面は少なくとも上方の空間と接しているか又は面の法線方向が xy 平面に平行(面は z 軸に平行)なので、この面に対してはサポート部50が不要であると判断される。
- [0064] ステップS20の判断がYesの場合、面は少なくとも下方の空間と接しているので、サポート判断部26は面の z 軸方向に対する角度を算出する(S30)。これは、面が下方を向いていても、ある角度まではサポート部50が不要であることが経験的に知られているためである。詳細は図9で説明されるが、面の角度は面の法線から容易に算出される。
- [0065] サポート判断部26は面の角度が45度以上か否かを判断する(S40)。45度という閾値はあくまで一例であって、材料の粘度などにより決定される。
- [0066] ステップS40の判断がNoの場合、面の角度が小さいのでサポート判断部26は面の下の空間にサポート部50が必要でないと判断する。
- [0067] ステップS40の判断がYesの場合、面の角度が大きいのでサポート判断部26は面の下の空間にサポート部50が必要であると判断する(S50)。
- [0068] 図9Aを用いて説明する。説明の便宜上、図示されている面について説明する(紙面の奥側の面はそもそもサポート部が不要である)。また、図9Aでは1つの面が複数の三角形の集合で構成されている場合があるが、1つの面を構成する複数の三角形(ポリゴン)は平行であり、1つの三角形と同一

視できるものとする。

[0069] 図9Aに記載されている範囲では、面301a～301lが検出される。このうち、面の下に空間があるのは、面301a、301h、301jの3つである。

[0070] 次に、図9Bを用いて角度の算出を説明する。求める角度は図9Cのように面301aとz軸の角度である。簡単のため、x、z平面で考える（y成分はゼロ）。法線ベクトルlはx成分であるx0（正）とz成分であるz0（負）を有している。z方向に対する面301aの傾き θ は、図示するように法線ベクトルlとx軸のなす角に相当する。したがって、下式により θ を求めることができる。

$$\theta = \arctan(z0/x0)$$

図9Dに示すように面301h、301jについても同様に傾きを算出できる。例えば面301hと面301jの傾きは垂直方向に対し90度である。したがって、面301a、301h、301jの下方の空間にサポート部50が必要であると判断される。

[0071] サポート部50が必要な面301a、301h、301jよりも上方の部分がサポート必要部51である。面301a、301h、301jの座標は分かっているので、これらの座標からサポート必要部51を特定できる。

[0072] <サポート必要部の体積>

次に、図10を用いてサポート必要部51の体積の算出について説明する。図10は3Dデータで表される3Dモデル500の体積の算出方法を説明する図の一例である。説明の便宜上、図10Aのように、三角錐の3Dモデル500を例に説明する。なお、法線は全て三角錐の外側を向いているものとする。

[0073] 次に、図10Bに示すように、三次元空間の任意の原点Oに頂点を一つ追加して、三角錐の頂点と原点とが結ばれたポリゴン形状610を作成する。足された体積は、図10Cに示すように追加ポリゴン形状611の体積である。

[0074] したがって、求めたい三角錐（３Ｄモデル５００）の体積は、図１０Ｂのポリゴン形状６１０の体積－図１０Ｃの追加ポリゴン形状６１１体積である。図１０Ｂ、図１０Ｃのポリゴン形状６１０及び追加ポリゴン形状６１１は三角形のポリゴンで構成されているので、各三角ポリゴンに原点を加えた四面体（三角柱）の体積の和として求めることができる。このような四面体の体積は以下の式で求まる。

[0075] 三角ポリゴン各頂点の x, y, z 座標をそれぞれ $(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), (x_3, y_3, z_3)$ とすると、四面体の体積は、

$$\frac{[(y_1z_2 - z_1y_2)x_3 + (z_1x_2 - x_1z_2)y_3 + (x_1y_2 - y_1x_2)z_3]}{6}$$

となる。

[0076] 補足すると、図１０Ｃの追加ポリゴン形状６１１の体積はマイナスになり、図１０Ｂのポリゴン形状６１０の体積がプラスの値となるため、全ての四面体の体積を合計すると図１０Ａの３Ｄモデル５００の体積を算出することができる。

[0077] なお、図１０の体積の算出方法は一例に過ぎず、サポート必要部５１を例えば三角錐の集合として表しサポート必要部５１の体積を算出してもよい。この三角錐は以下のように作成される。例えばサポート必要部５１の中に任意の点（頂点）を生成し、その点と三角形で構成される三角錐を生成する。任意の点では三角錐を作れない場合（三角錐を作るとサポート必要部５１からはみ出てしまう）、別の任意の点を生成する。サポート必要部５１の空間が三角錐で埋まるまで、三角錐を作る処理を繰り返す。これにより、３Ｄモデル５００のサポート必要部５１を三角錐の集合として表すことができる。１つの三角錐の体積は底面の面積と高さから求められるので、三角錐の体積の合計がサポート必要部５１の体積となる。

[0078] ＜中埋め具合の決定＞

まず、図１１を用いてサポート部５０の場所について説明する。図１１Ａはサポート部５０の場所を説明する図の一例である。上記のように、サポー

ト部50が必要な面301a、301h、301jが決まっている。この面の下方の空間がサポート部50の場所である。面301aのx座標とy座標は3Dデータから判明するので、面301aの頂点3021、3022、3024、3025のx座標とy座標も分かっている。したがって、頂点3021、3022から下ろした垂線が $z=0$ の面と交差する交点3023、3026もすぐに求められる。

[0079] 図11Bに示すように、これらの頂点又は頂点(3021~3026)で特定される空間がサポート部50である。面301h、301jの下方のサポート部50についても同様に求められる。

[0080] 図12を用いてサポート部50の中埋め具合の決定について説明する。図12は、サポート部50の中埋め具合を模式的に説明する図の一例である。体積算出部27がサポート必要部51の体積を求め、質量算出部28がサポート必要部51の質量を算出すると、サポート部設計部29が中埋め具合を決定できる。

[0081] 例えば、FDM方式の積層造形装置70の場合、吐出ノズル115がサポート部50の範囲を往復しながら材料を吐出してサポート部50を造形する。図12Aは材料が吐出して造形されるサポート部50の断面形状の一例を示す。図12Aは中埋め具合が100%となる充填率で造形される場合を示す。すなわち、サポート部50の輪郭(これは造形されない)50aに対し、隙間が生じないように吐出ノズル115が往復しながら中埋め部50bに材料を吐出している。

[0082] したがって、吐出ノズル115の往復の回数、又は、往路と復路の吐出ノズル115の間隔を大きくすることで中埋め具合(充填率)を下げるができる。図12Bは中埋め具合が50%程度の場合のサポート部50の断面形状の一例を示す。往復の回数が少ないため、又は、往路と復路の吐出ノズル115の間隔が大きいため、中埋め具合が低下していることが分かる。

[0083] 往復の回数、又は、往路と復路の吐出ノズル115の間隔、吐出ノズル115が方向を180度変えて材料を吐出するまでに移動する距離(折り返し

ピッチ P_t という) により制御される。サポート部設計部 29 は中埋め具合に応じて折り返しピッチ P_t を変更することで充填率を変更することができる。

[0084] サポート部設計部 29 は、サポート部 50 の座標 (サポート部 50 の形状を特定するための座標) 及び折り返しピッチ P_t をサポート部 50 のデータとして作成する。印刷データ作成部 25 はこれを元にサポート部 50 の印刷データを作成する。z 軸の高さに応じたサポート部 50 の断面形状が分かるのでこの断面を折り返しピッチ P_t で充填する印刷データを作成する。

[0085] また、図 12C に示すようにサポート部 50 の中埋め部 50b の構造を変えてもよい。図 12C はいわゆるハニカム構造と呼ばれる構造で造形されるサポート部 50 の断面形状を示す。図 12A、図 12B のような折り返し構造に対し、中埋め部 50b をハニカム構造にすることで中埋め具合を変更できる。

[0086] また、ハニカム構造は少ない充填率で比較的高い強度が得られる構造である。同じ充填率であれば、図 12A、図 12B の構造よりもハニカム構造の方が高い強度が得られる。したがって、サポート部設計部 29 は、ある質量以上の場合に中埋め具合を変える代わりに、ハニカム構造に変更してもよい。あるいは、中埋め具合を変更すると共にハニカム構造に変更してもよい。

[0087] また、質量に対しハニカム構造のまま充填率を変更してもよい。ハニカム構造の充填率は六角形のサイズを大きくすれば小さくなり、六角形のサイズを小さくすれば大きくなる。

[0088] <動作手順>

図 13 は、造形システム 1 がサポート部 50 を設計して造形物を造形する手順を示すシーケンス図の一例である。

S1: まず、ユーザは情報処理装置 20 を操作して造形の実行を指示する。

S2: 情報処理装置 20 はこの操作を受け付けて、全体制御部 22 は 3D データ読込部 23 に対し 3D データの読込を要求する。

S3: 3D データ読込部 23 は 3D データを記憶部 2000 から読み込んで全

全体制御部 22 に送出する。

S4：次に、全体制御部 22 は 3D データと共にサポート必要部 51 の有無の判断をサポート判断部 26 に要求する。

S5：サポート判断部 26 は上記のようにしてサポート必要部 51 を判断して全体制御部 22 に送出する。

S6：次に、全体制御部 22 はサポート必要部 51 と共に体積の算出を体積算出部 27 に要求する。

S7：体積算出部 27 はサポート必要部 51 ごとに体積を算出して全体制御部 22 に送出する。

S8：全体制御部 22 は、体積及び 3D データと共にサポート部 50 の設計をサポート部設計部 29 に要求する。

S9：まず、サポート部設計部 29 は記憶部 2000 の材料比重保持部 2001 から造形に使用する材料の比重を取得する。

S10：次に、サポート部設計部 29 は質量算出部 28 にサポート必要部 51 の体積と比重を送出して質量の算出を要求する。

S11：質量算出部 28 はサポート必要部 51 の体積と比重の積によりサポート必要部 51 の質量を算出する。この質量はサポート部設計部 29 に送出される。

S12：サポート部設計部 29 は質量を用いてサポート部 50 を設計する。上記のように、質量に応じて中埋め管理 DB 2003 を参照して中埋め具合を決定し、中埋め具合に応じて折り返しピッチ P_t を決定したり、ハニカム構造のサイズを決定したりする。

[0089] サポート部設計部 29 はステップ S10～S12 をサポート必要部 51 の数だけ繰り返す。

S13：サポート部設計部 29 はサポート部 50 のデータをサポート部 50 の数だけ全体制御部 22 に送出する。

S14：全体制御部 22 は、3D データとサポート部 50 のデータと共にスライス部 24 にスライスを要求する。

S15：スライス部24は3Dデータとサポート部50のデータからスライスデータを作成し、スライスデータを全体制御部22に送出する。

S16：全体制御部22は、スライスデータと共に印刷データの作成要求を印刷データ作成部25に印刷データの作成を要求する。

S17：印刷データ作成部25はスライスデータから印刷データを作成し、印刷データを全体制御部22に送出する。

S18：全体制御部22は通信部21に3Dモデル500とサポート部50の印刷データを送出し造形の実行を要求させる。

S19：通信部21は、積層造形装置70に3Dモデル500とサポート部50の印刷データを送信して造形の実行を要求する。なお、USBメモリやSDメモリカードなどの記憶媒体に記憶された印刷データを、ユーザが積層造形装置70の記憶媒体I/Fに装着してもよい。この場合、造形指示はユーザが積層造形装置70を操作することで行う。

[0090] 以上説明したように、本実施形態の情報処理装置20は、サポート必要部51の体積又は質量に応じてサポート部50の中埋め具合を変更できるので、サポート部50の除去性とモデル部の造形品質を両立させることができる。

[0091] <サポート部の他の造形方法 1>

以下では、サポート部50の造形方法をいくつか説明する。サポート部設計部29は、例えば、サポート必要部51の質量に応じて、サポート必要部51に接するサポート部50の部分及びその近傍の中埋め具合を疎にし、それ以外の部分のサポート部50の中埋め具合を密にしてもよい。すなわち、近傍部の材料の中埋め具合は、非近傍部よりも疎になる。

[0092] このような構成によれば、サポート必要部51の近傍の中埋め具合は疎なので、サポート部50がサポート必要部51から除去されやすい。更に、非近傍部のサポート部50の中埋め具合は密にすることができるので、サポート部50がサポート必要部51を不足なく支えることが可能となる。なお、サポート部50はユーザが除去してもよいし、薬品や水などで除去してもよ

い。

[0093] 図14Aは、サポート部50の近傍部53の中埋め具合が非近傍部52よりも疎であるサポート部50を模式的に示す。中埋め管理DB2003には、例えば、サポート必要部51の質量Aに対しサポート部50の近傍部53の中埋め具合が60%、近傍部以外の非近傍部52の中埋め具合が100%として予め決定されている。

[0094] また、図14Bに示すように、中埋め管理DB2003には、サポート必要部51の質量Bに対しサポート部50の近傍部53の中埋め具合が50%、非近傍部52の中埋め具合が90%として予め決定されている。質量B<質量Aである。

[0095] このように、質量に応じて近傍部53と非近傍部52の中埋め具合が予め決まっていることで、サポート部50の除去性を更に良好にして、サポート部50の除去性とモデル部の造形品質を両立させることができる。

[0096] なお、図14Cに示すように、サポート部設計部29は、3段階以上にサポート部50の中埋め具合を変化させてもよい。図14Cでは一例として、サポート必要部51のある質量に対しサポート部50の近傍部53の中埋め具合が60%、非近傍部52aの中埋め具合が90%、近傍部から更に離れた非近傍部52bの中埋め具合が100%である。こうすることで、上記の効果に加えサポート部50の材料を低減できる。

[0097] また、近傍部53の中埋め具合はユーザが情報処理装置20を操作して入力してもよいし、物理シミュレーションによりサポート必要部51を支えるために必要又は十分な中埋め具合を算出してもよい。

[0098] <サポート部の造形方法 2>

サポート部50は除去されるため外観の精度はほとんど重視されない。このため図12にも示したようにサポート部50の輪郭を造形する必要がない。しかし、サポート部50の輪郭を造形することで、サポート部50の中埋め部50bを輪郭50aに対し一体に構造化できる。

[0099] 図15は輪郭50aが造形されたサポート部50の断面形状を示す。なお

、図 1 5 の説明では図 1 2 との相違を主に説明する。図 1 5 A に示すようにサポートの輪郭 5 0 a が造形され、輪郭 5 0 a に接するように中埋め部 5 0 b の材料が造形されている。このようなサポート部 5 0 によれば、ユーザがサポート部 5 0 を手作業で除去する場合、サポート部 5 0 の全体を除去しやすくなる。補足すると、図 1 2 A、図 1 2 C のように材料が連続して造形されたサポート部 5 0 は、ユーザが引っ張った場合に途中で切断される場合があり、除去に時間がかかる場合がある。図 1 2 C のハニカム構造では、ユーザが引っ張った場合に弱い部分で切断される場合があり、全体を除去するのに時間がかかる場合がある。

[0100] これに対し、図 1 5 A～図 1 5 C のサポート部 5 0 では、輪郭 5 0 a により中埋め部 5 0 b を囲むように壁が造形されるので、ユーザは壁を持ってサポート部 5 0 を一体的に除去することができる。

[0101] なお、サポート部設計部 2 9 はサポート必要部 5 1 の質量や体積に応じて輪郭 5 0 a の太さを変更してもよい。これにより、サポート必要部 5 1 の質量や体積が大きい場合に造形品質を維持しやすくなる。

[0102] <サポート部の他の造形方法 3>

サポート必要部 5 1 の体積や質量が十分に小さい場合、輪郭 5 0 a のみのサポート部 5 0 が造形されてもよい。すなわち、サポート部設計部 2 9 はサポート必要部 5 1 の面積が閾値より小さい場合、内部の中埋め部 5 0 b を含まない輪郭 5 0 a だけのサポート部 5 0 を設計する。サポート部 5 0 に使用する材料が少なければ少ないほどサポート部 5 0 は除去しやすくなる。そのため、中埋め部 5 0 b がなくてもサポート部 5 0 として機能する場合には中埋め部 5 0 b がいないサポート部 5 0 をサポート部設計部 2 9 が設計する。

[0103] サポート必要部 5 1 の面積が十分に小さいと、サポート部 5 0 が中埋めされなくても材料がたれにくいことは容易に想像できる。しかし、サポート必要部 5 1 の面積が小さくても z 軸方向の厚みが大きい場合はサポート部 5 0 が必要であるため、結局、サポート必要部 5 1 の体積が十分に小さいことが必要になる。また、サポート必要部 5 1 の面積が小さいことは質量も小さい

ことになるので（質量が大きいとたれてしまう）、結局、サポート必要部51の面積が小さいことは、サポート必要部51の質量が十分に小さいことを意味する。

[0104] なお、サポート部50の内部を中埋めせず輪郭だけのサポート部50を設計するかどうかの閾値は、材料の粘度や比重の影響を受けるため、適宜、実験的に決定される。あるいは物理シミュレーションにより決定されてもよい。

[0105] 図16Aは内部が中埋めされないサポート部50を示す図の一例であり、図16Bは図16AのAA'線断面図を示す。図16Aではサポート必要部51の体積又は質量が閾値以下であり、輪郭50aのみのサポート部50が造形されている。輪郭50aのみであるので、ユーザが手作業でサポート部50が除去する際、除去が容易になる。なお、図16Aの場合もサポート必要部51との近傍にある近傍部53の構造を疎にすることができる。

[0106] また、図16Cに示すように、サポート部50を支柱のみで造形してもよい。図16Cは支柱を有するサポート部50を示す図の一例であり、図16Dは図16CのAA'線断面図を示す。図16Cではサポート必要部51の体積又は質量が閾値以下であり、支柱のみのサポート部50が造形されている。支柱のみであるので、ユーザが手作業でサポート部50を除去する際も薬品などで除去する際も、除去が容易になる。

[0107] サポート必要部51の体積又は質量が閾値以下であるため、サポート部設計部29が輪郭50aのみ又は支柱でサポート部50を設計する場合、更に体積又は質量に応じてサポート部50を設計することが好ましい。例えば図16Aのサポート部50では輪郭50aの太さを体積又は質量に応じて変更する。また、図16Cのサポート部50では支柱の数や直径を体積又は質量に応じて変更する。こうすることで更にサポート部50の除去性が向上する。

[0108] また、サポート必要部51の質量又は体積によっては、図16Eに示すように、中埋めされるサポート部50と中埋めされないサポート部50が組み

合わされてもよい。すなわち、中埋め部 50b が一切ないサポート部 50 を設計するほどサポート必要部 51 の質量又は体積が小さくないが、サポート必要部 51 の質量又は体積が比較的小さい場合、サポート部設計部 29 は中埋め部 50b を有するサポート部 50 と中埋め部 50b を有さないサポート部 50 を組み合わせて設計する。これにより、サポート部 50 の除去性と造形品質を両立させやすくなる。

[0109] <その他の適用例>

以上、サポート必要部 51 の体積に応じてサポート部 50 の造形方法を決定する情報処理装置 20 について実施例を用いて説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において種々の変形及び置換を加えることができる。

[0110] 例えば、本実施形態では主に樹脂や金属などの流動体が材料であると説明したが、積層造形装置 70 は人、動物、植物などの細胞を吐出して造形することもできる。例えば、細胞で何らかの器官を作成したり、細胞シートを作成したりすることができる。

[0111] 例えば図 6 などの構成例は、情報処理装置 20 の処理の理解を容易にするために、主な機能に応じて分割したものである。処理単位の分割の仕方や名称によって本願発明が制限されることはない。情報処理装置 20 の処理は、処理内容に応じて更に多くの処理単位に分割することもできる。また、1つの処理単位が更に多くの処理を含むように分割することもできる。

[0112] また、例えば、情報処理装置 20 の機能の一部を積層造形装置 70 が有していてもよい。

[0113] また、本実施形態では 3D モデル 500 の一部の体積を算出してサポート部 50 の造形方法を決定したが、3D モデル 500 の全体の体積に基づいて造形方法が決定されてもよい。例えば、サポート部 50 を造形すれば高さがゼロから始まらない 3D モデル 500 を造形することができる。

[0114] なお、体積算出部 27 は体積算出手段の一例であり、サポート部設計部 29 は支持部造形方法決定手段の一例であり、質量算出部 28 は質量算出手段

の一例であり、材料比重保持部 2 0 0 1 は記憶手段の一例である。また、本実施形態で説明した情報処理装置 2 0 が行う処理は情報処理方法の一例である。

[0115] 本国際出願は 2 0 1 6 年 3 月 1 6 日に出願された日本国特許出願 2 0 1 6 - 0 5 2 6 2 0 号に基づく優先権を主張するものであり、特願 2 0 1 6 - 0 5 2 6 2 0 号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

[0116]	1	造形システム
	2 0	情報処理装置
	2 1	通信部
	2 2	全体制御部
	2 3	3 D データ読込部
	2 4	スライス部
	2 5	印刷データ作成部
	2 6	サポート判断部
	2 7	体積算出部
	2 8	質量算出部
	2 9	サポート部設計部
	5 0	サポート部
	5 1	サポート必要部
	7 0	積層造形装置
	2 0 1 0	プログラム

請求の範囲

- [請求項1] 材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置に対し造形のためのデータを提供する情報処理装置であって、
造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出する体積算出手段と、
前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定する支持部造形方法決定手段と、を有する情報処理装置。
- [請求項2] 前記材料の比重が記憶された記憶手段から前記材料の比重を取得し、前記比重を用いて前記造形対象の質量を算出する質量算出手段を有し、
前記支持部造形方法決定手段は、前記質量に応じて前記支持部の造形方法を決定する請求項1に記載の情報処理装置。
- [請求項3] 前記支持部造形方法決定手段は、前記質量が大きいほど前記支持部の中埋め具合を大きくし、前記質量が小さいほど前記支持部の中埋め具合を小さくする請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項4] 前記支持部造形方法決定手段は、前記質量によって前記支持部の中埋め構造を変更する請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項5] 前記支持部造形方法決定手段は、前記造形対象に接する近傍部の前記中埋め具合を、前記近傍部よりも前記造形対象から離れた非近傍部の前記中埋め具合よりも疎にする請求項3又は4に記載の情報処理装置。
- [請求項6] 前記支持部造形方法決定手段は、前記支持部を囲む輪郭を造形すると決定する請求項3～5のいずれか1項に記載の情報処理装置。
- [請求項7] 前記支持部造形方法決定手段は、前記質量が閾値以下の場合、前記支持部を囲む輪郭のみを造形すると決定する請求項2に記載の情報処理装置。
- [請求項8] 前記支持部造形方法決定手段は、前記質量が閾値以下の場合、前記造形対象を1つ以上の支柱で支持する前記支持部を造形すると決定す

る請求項2に記載の情報処理装置。

[請求項9] 材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置に対し造形のためのデータを提供する情報処理装置を、

造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出する体積算出手段と、

前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定する支持部造形方法決定手段、として機能させるためのプログラム。

[請求項10] 材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置に対し造形のためのデータを提供する情報処理装置が行う情報処理方法であって、

体積算出手段が、造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出するステップと、

支持部造形方法決定手段が、前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定するステップと、

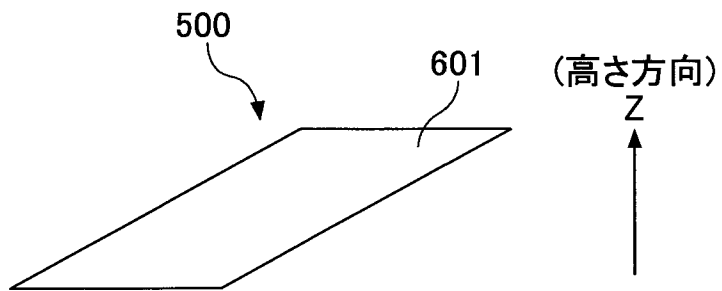
を有する情報処理方法。

[請求項11] 材料の積層を繰り返して造形物を造形する積層造形装置と、情報処理装置とを有する造形システムであって、

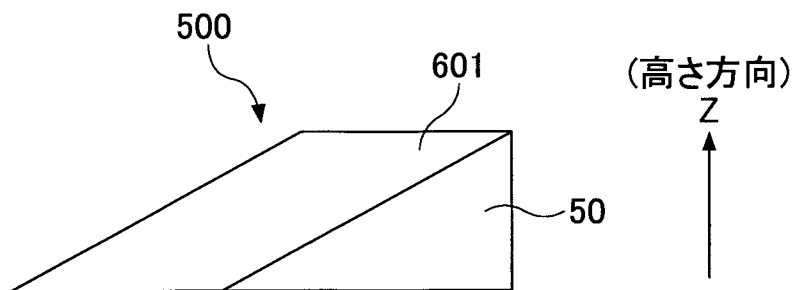
造形対象の形状に関するデータを用いて、前記造形対象の体積を算出する体積算出手段と、

前記体積に応じて前記造形対象を支持する支持部の造形方法を決定する支持部造形方法決定手段と、を有する造形システム。

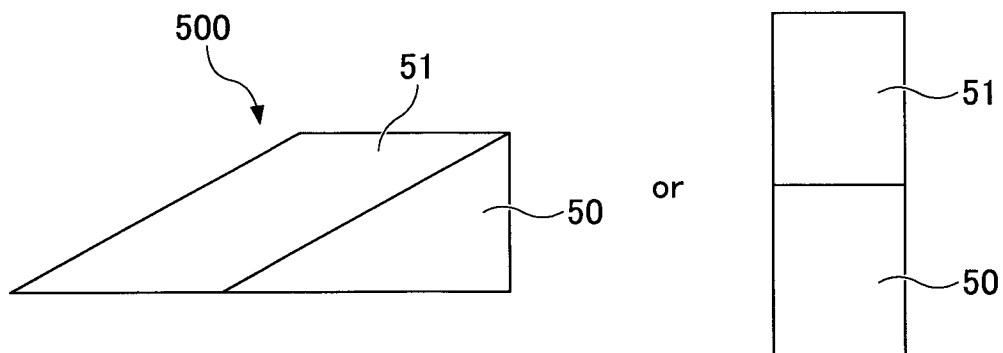
[図1A]



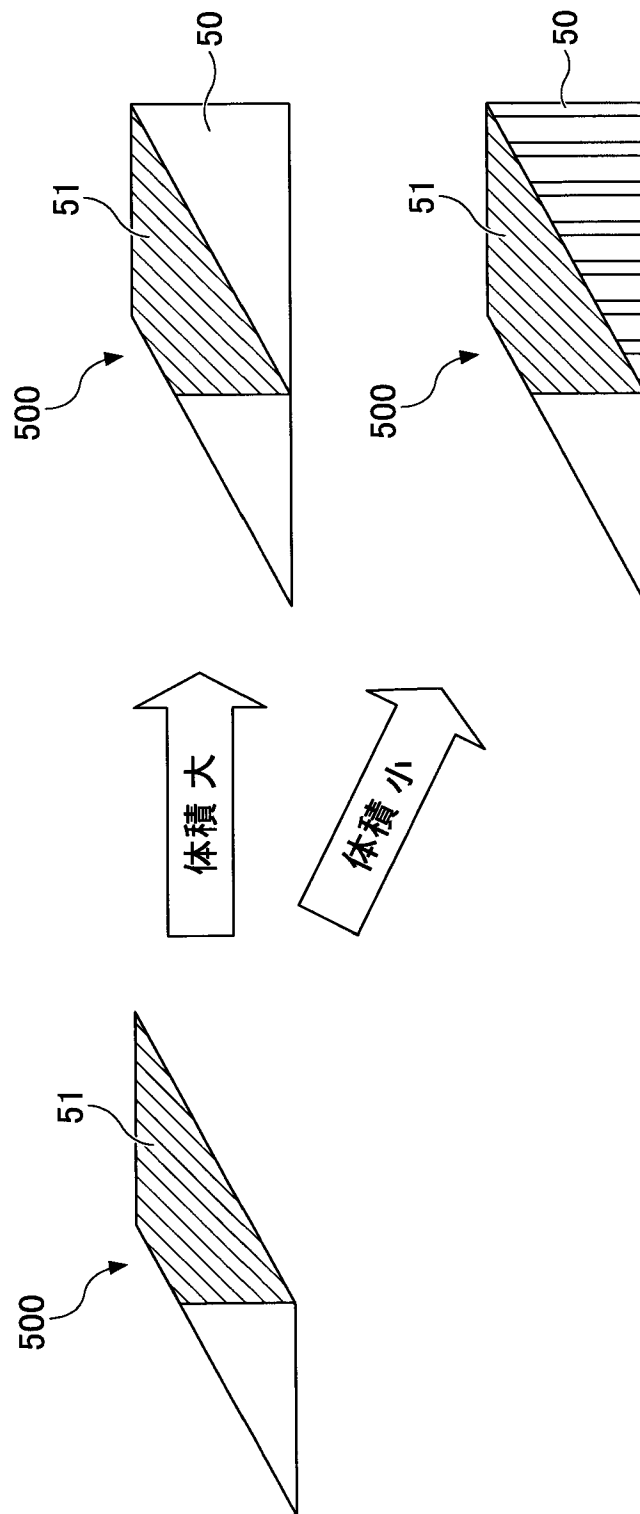
[図1B]



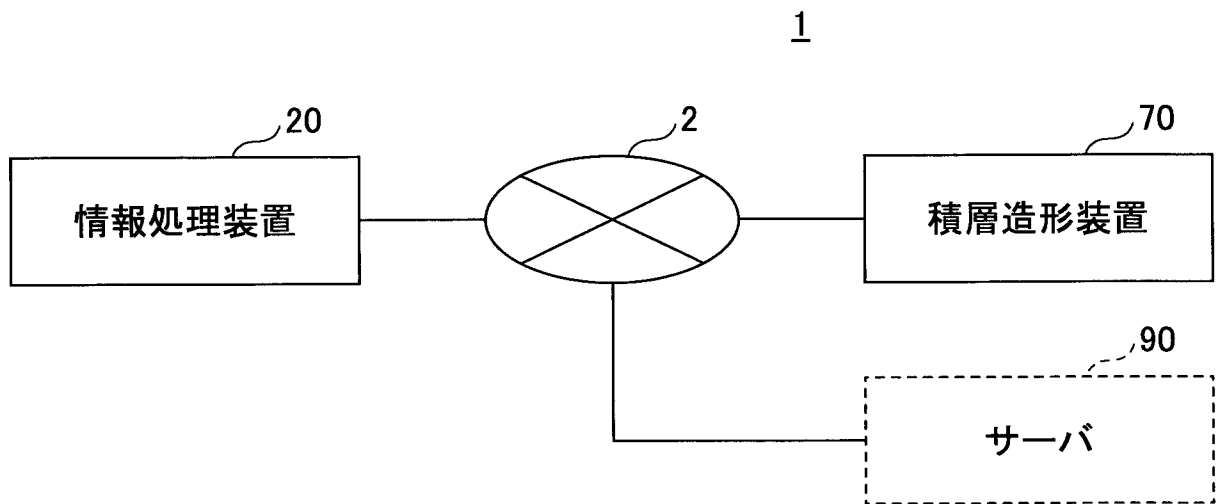
[図2A]



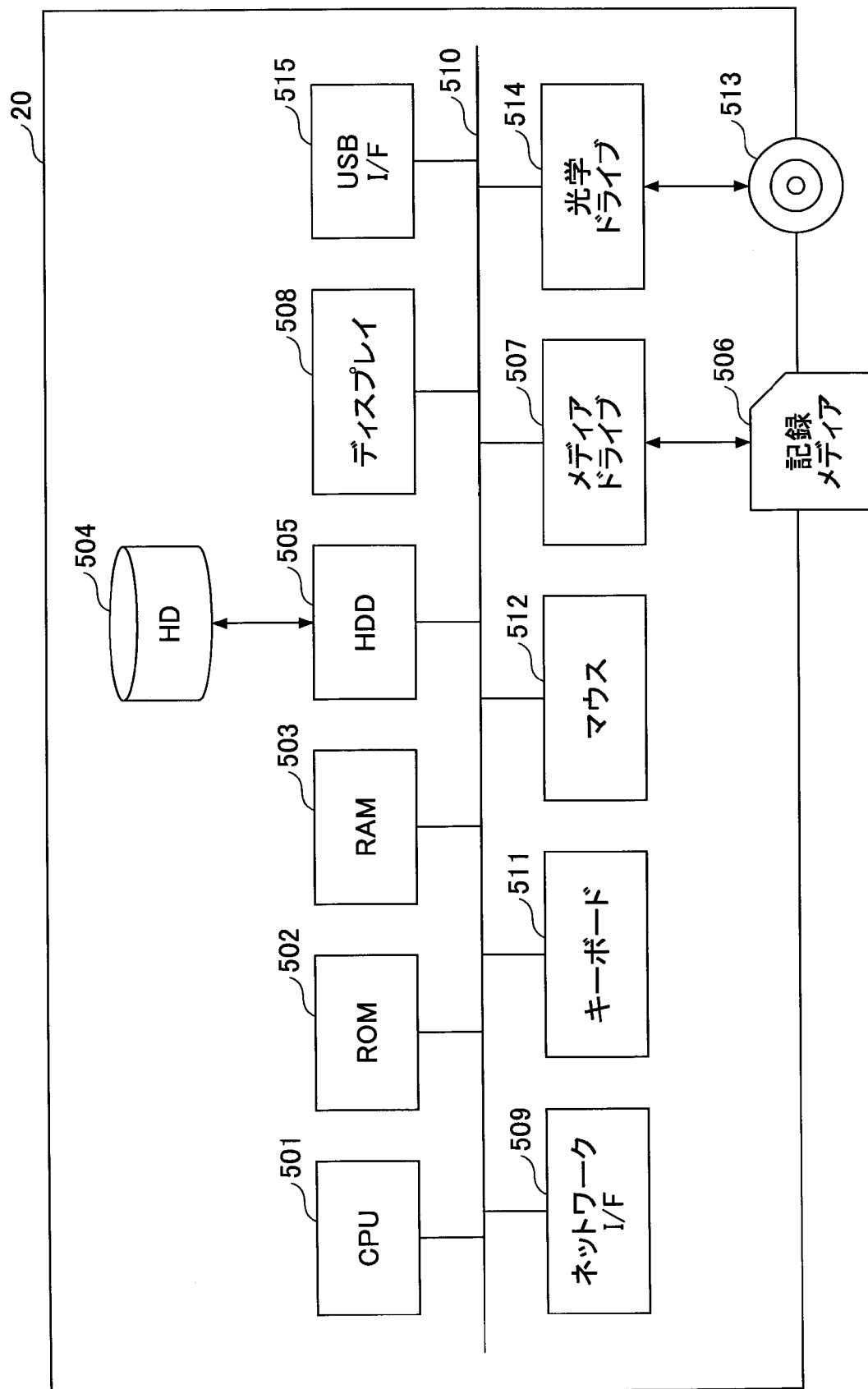
[図2B]



[図3]

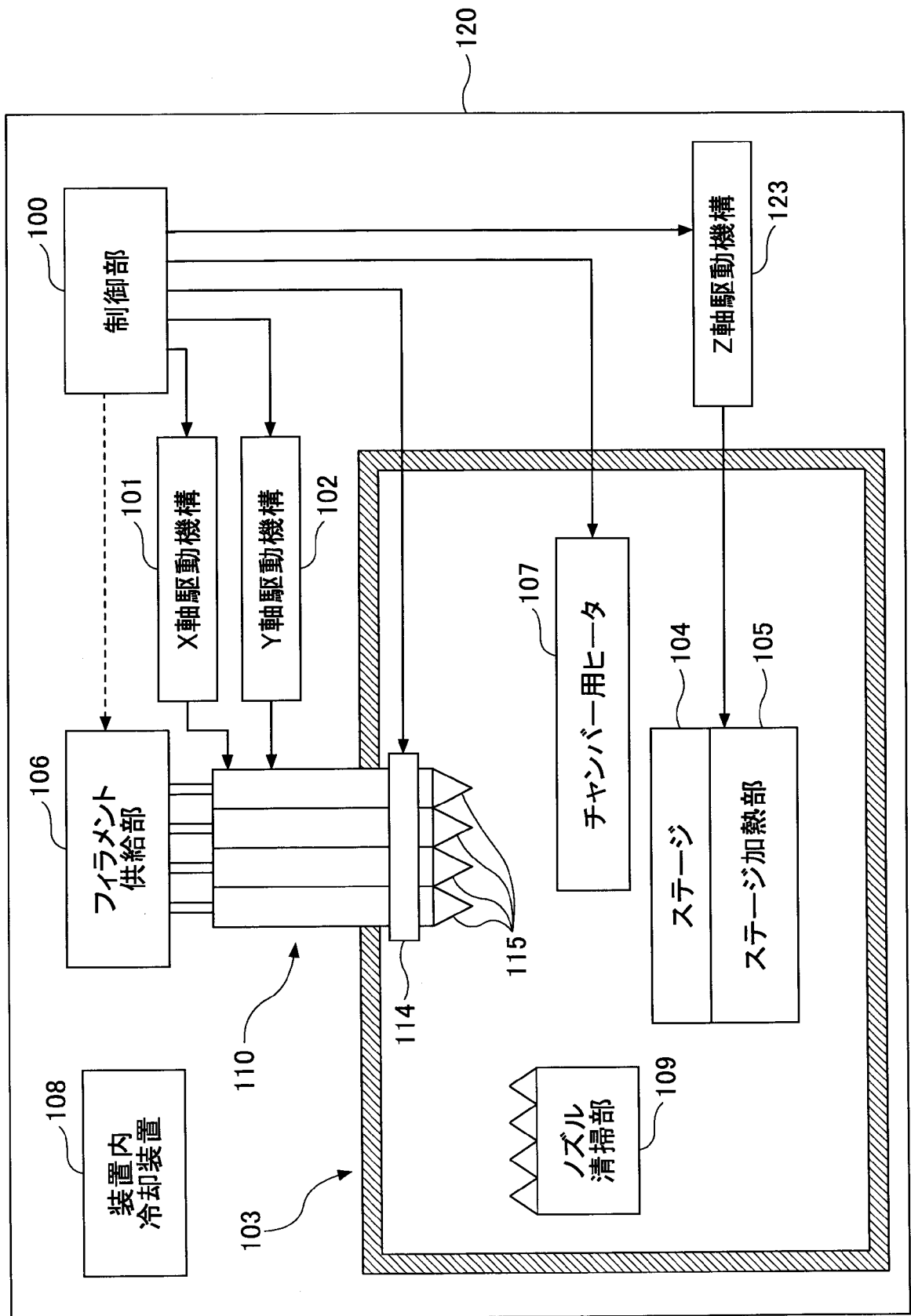


[図4]

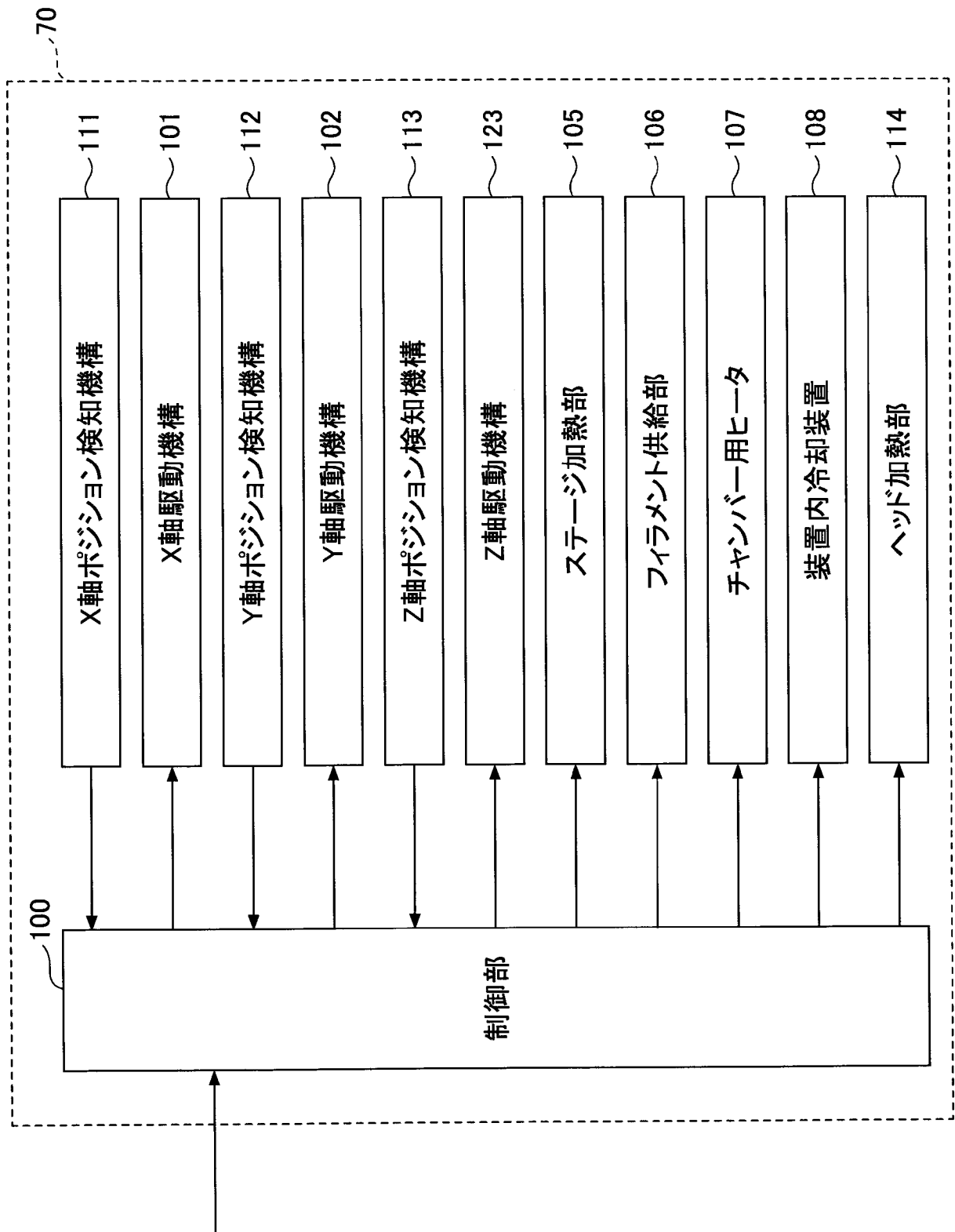


[図5A]

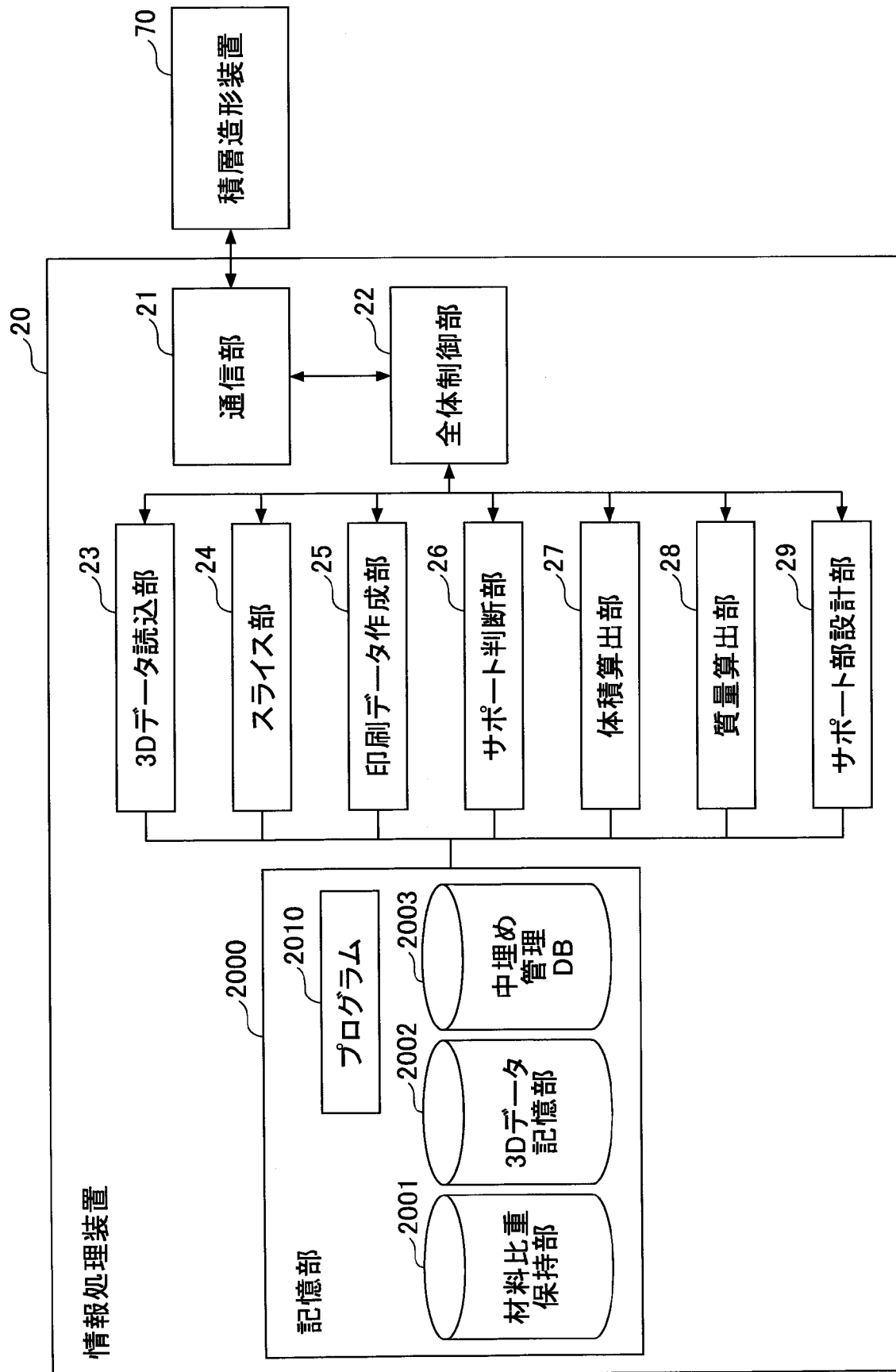
70



[図5B]



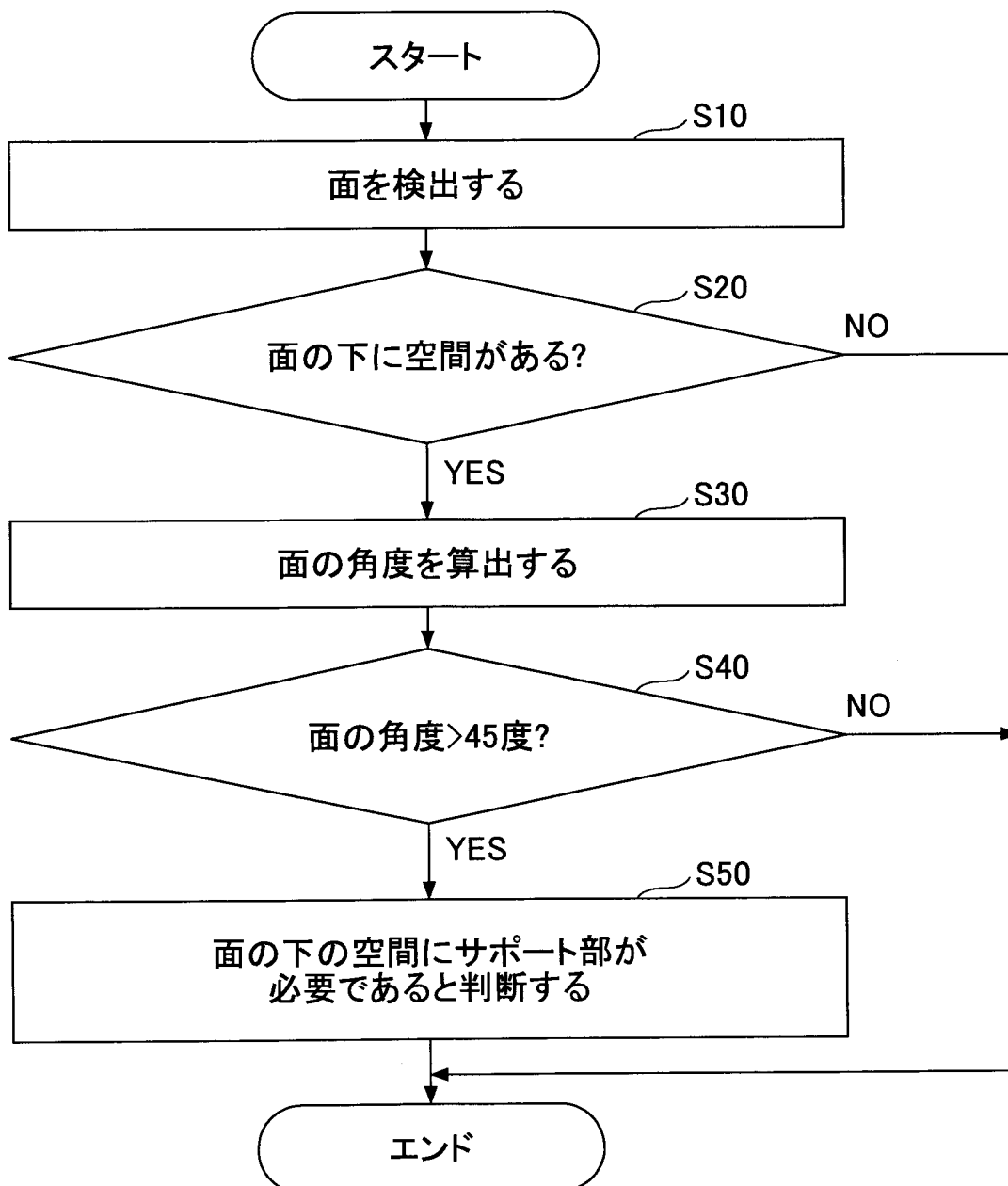
[図6]



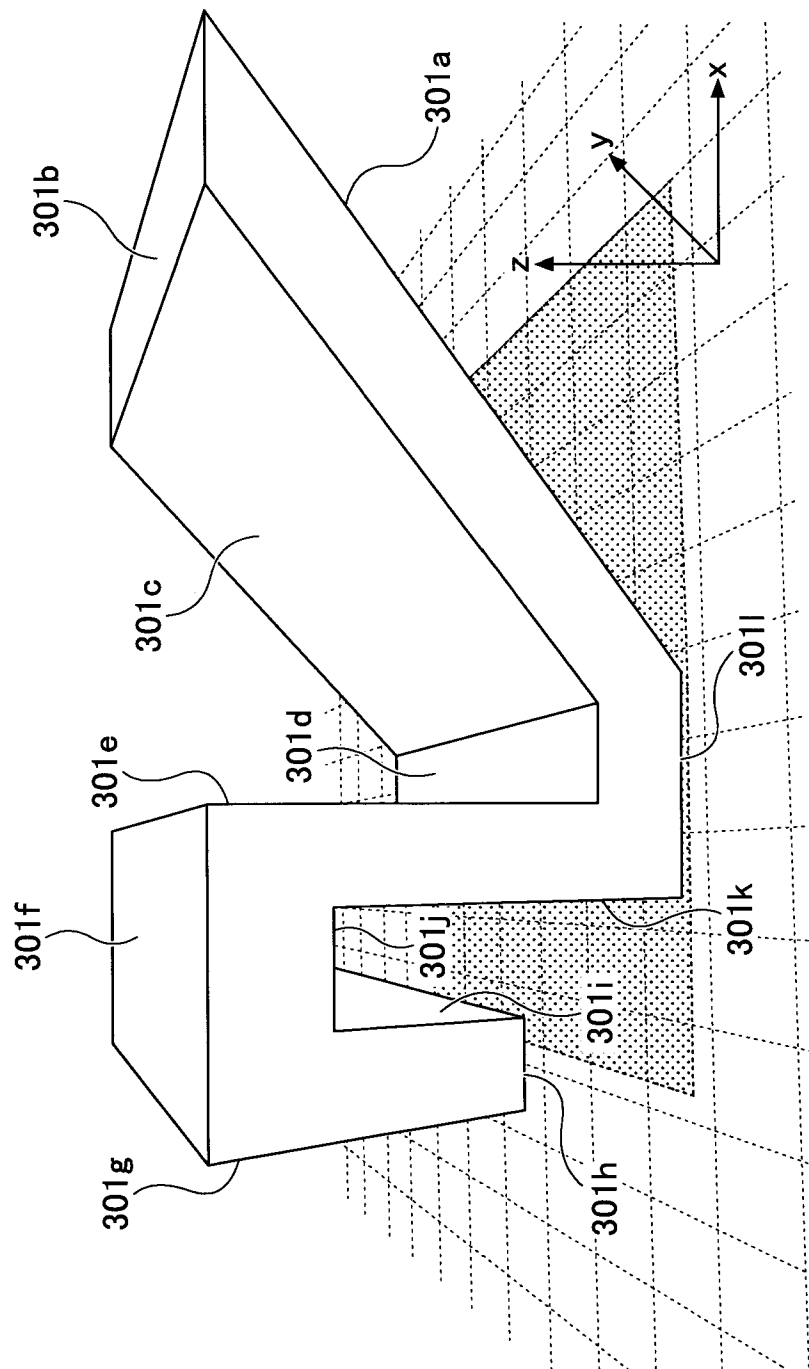
[図7]



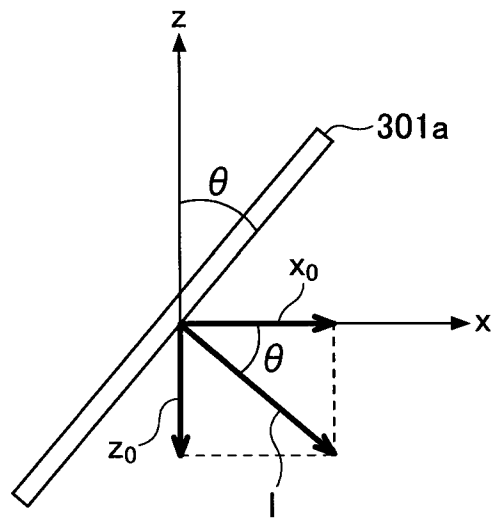
[図8]



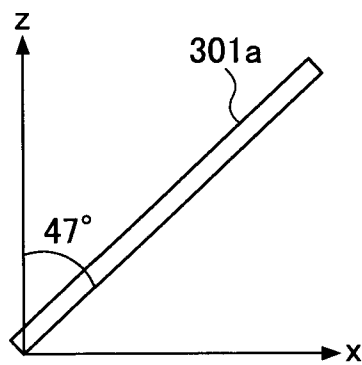
[図9A]



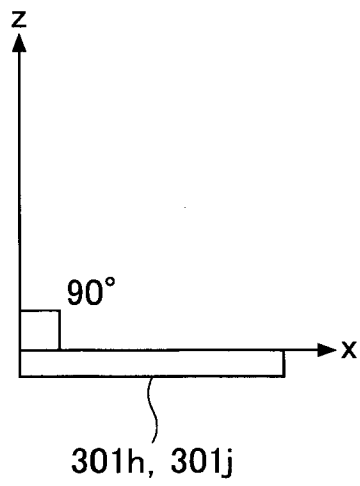
[図9B]



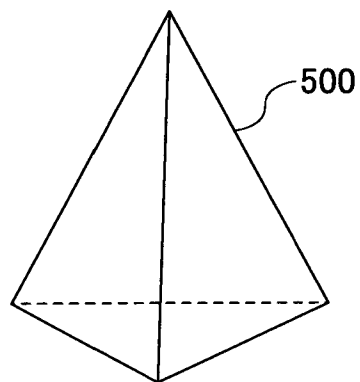
[図9C]



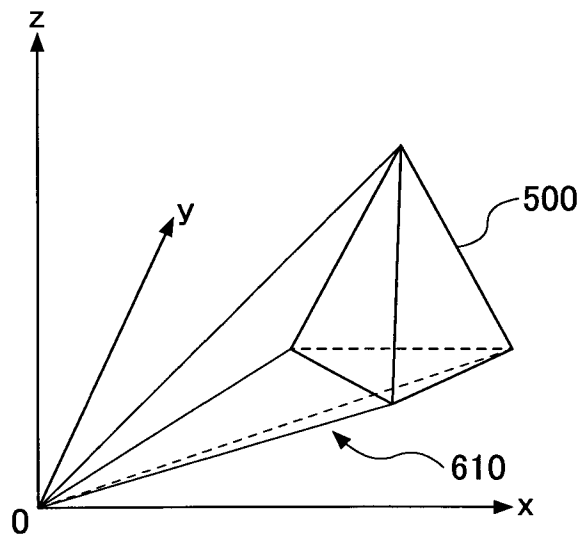
[図9D]



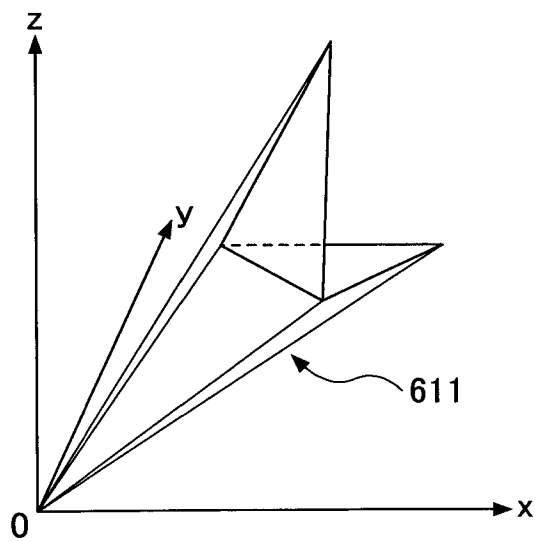
[図10A]



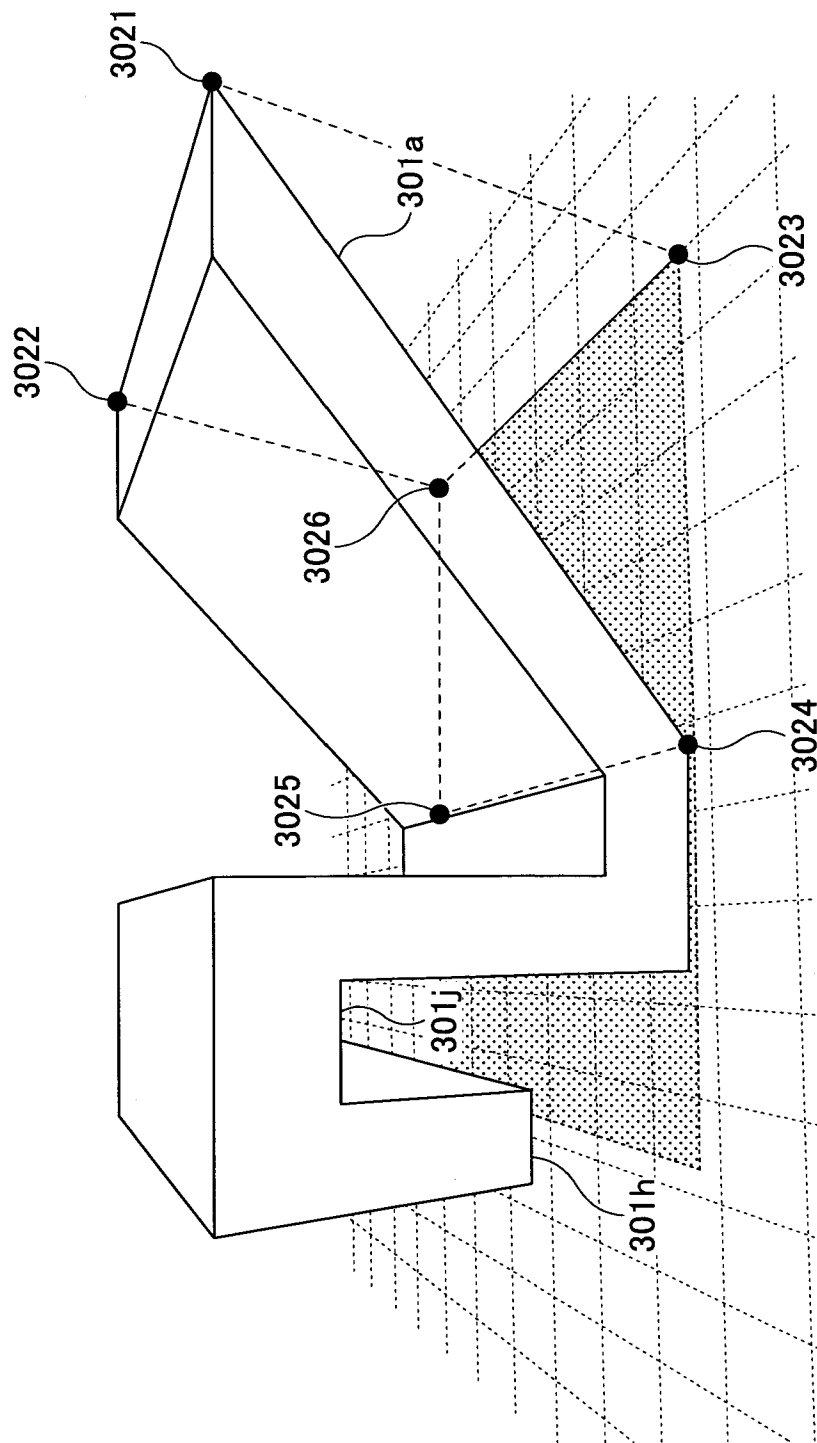
[図10B]



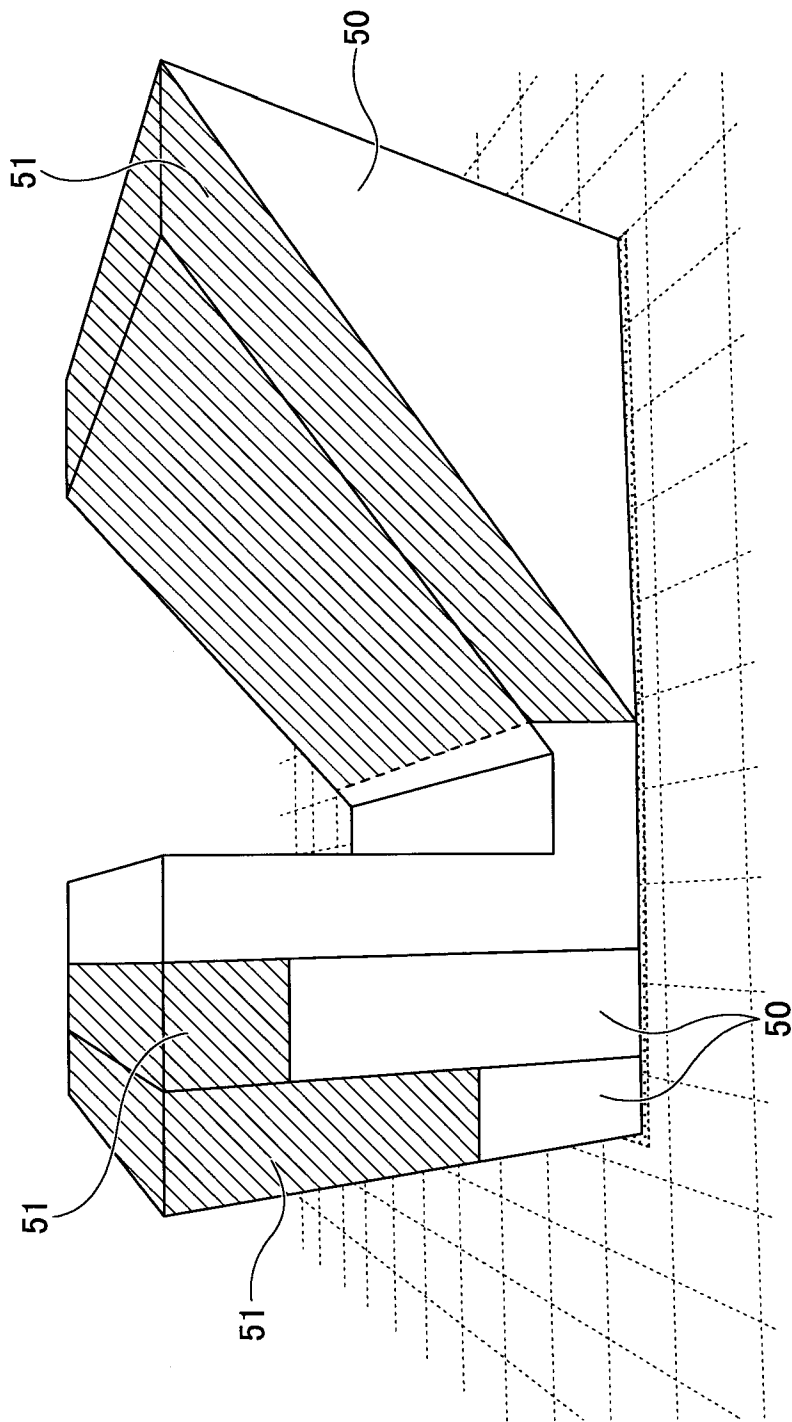
[図10C]



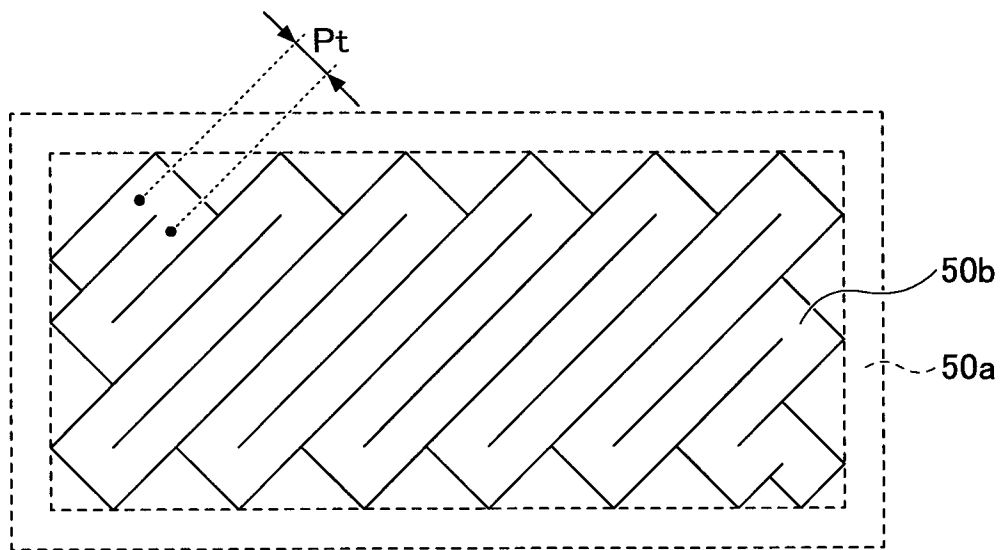
[図11A]



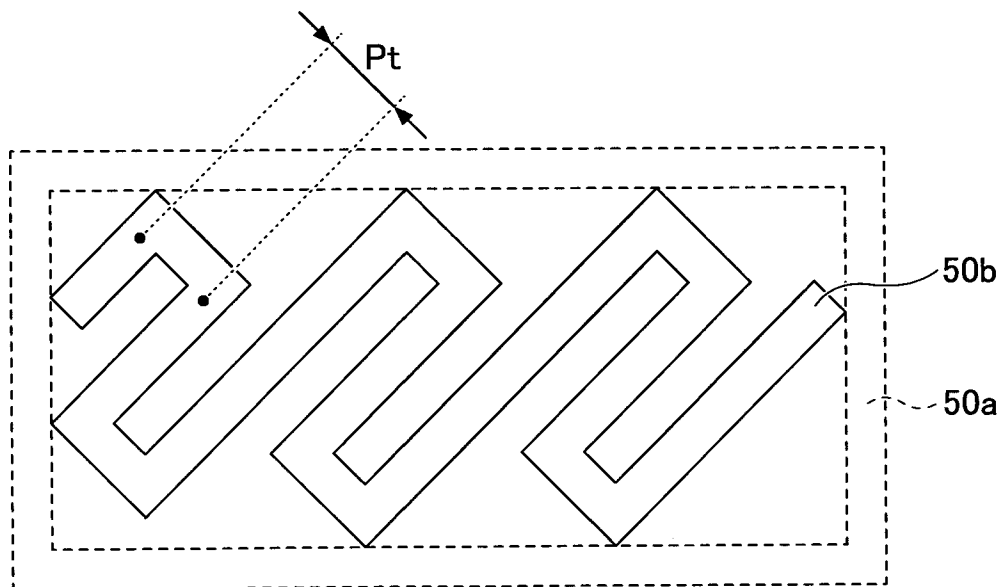
[図11B]



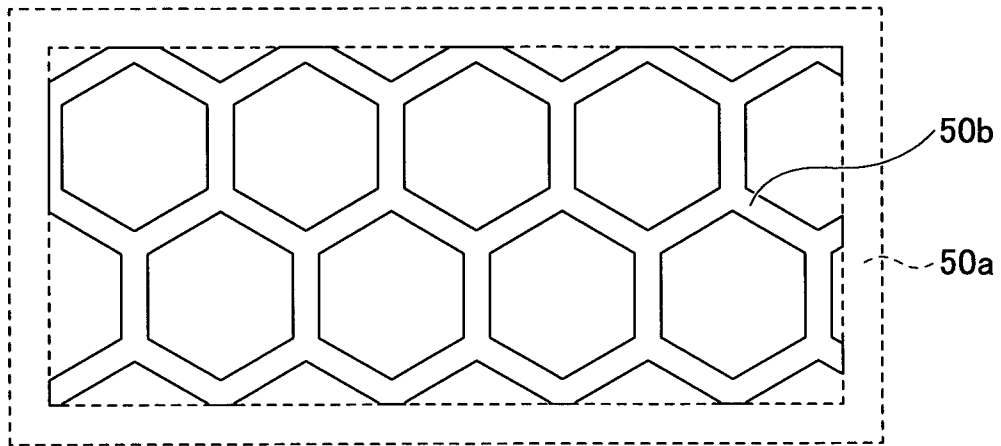
[図12A]



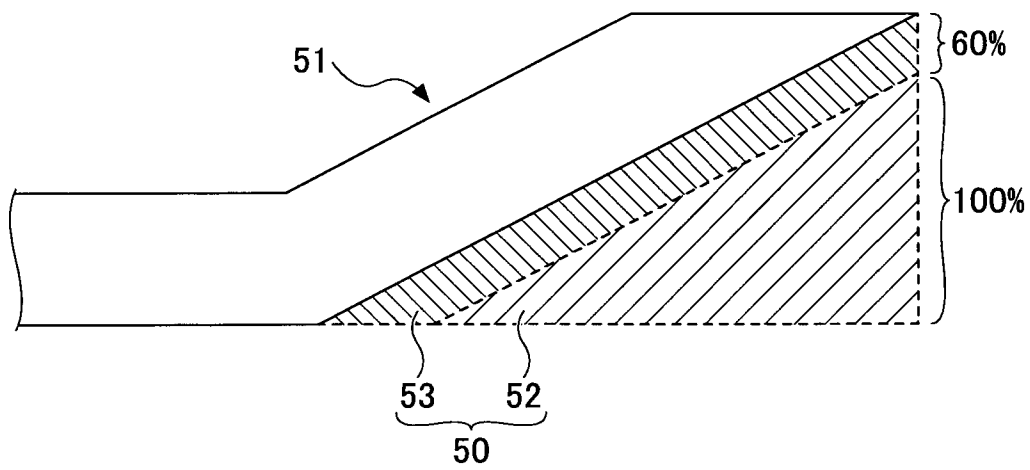
[図12B]



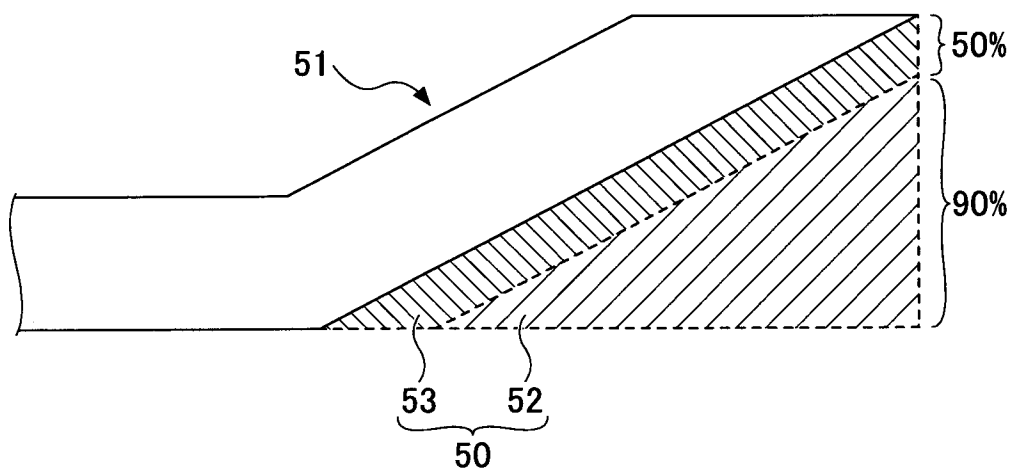
[図12C]



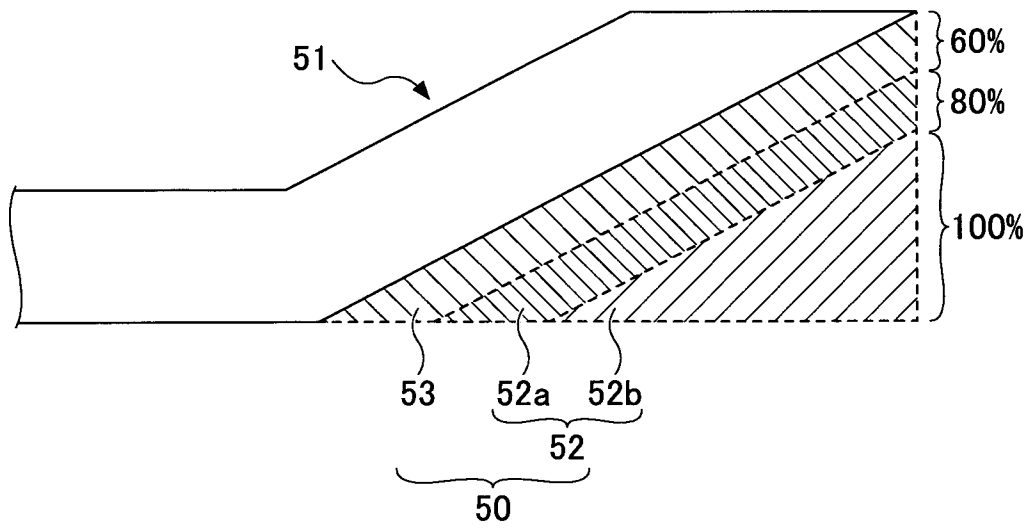
[図14A]



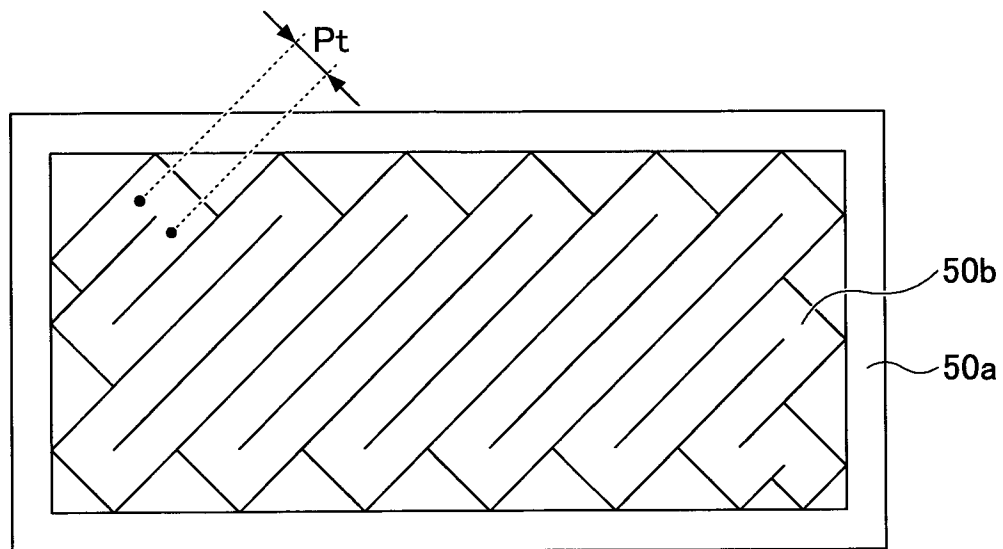
[図14B]



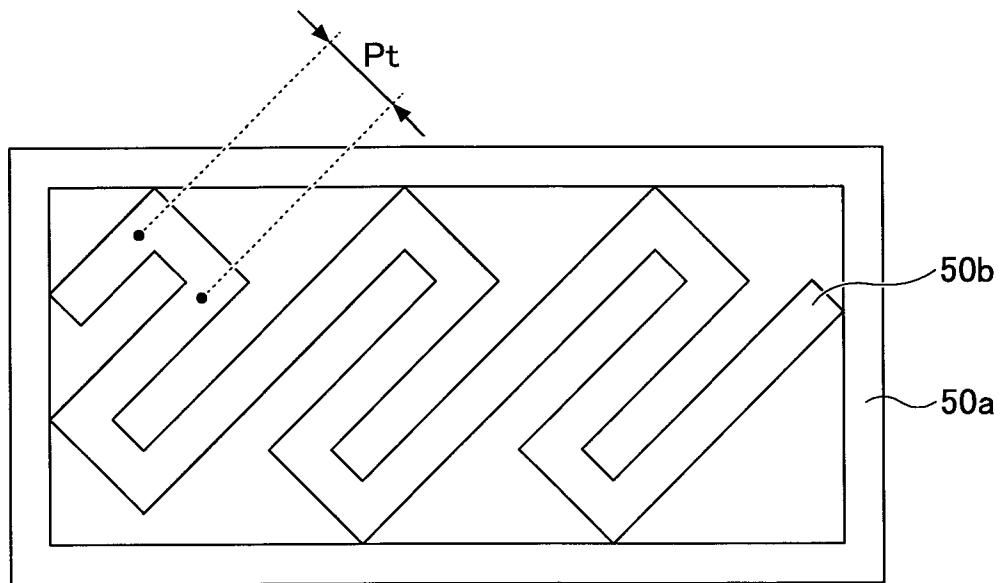
[図14C]



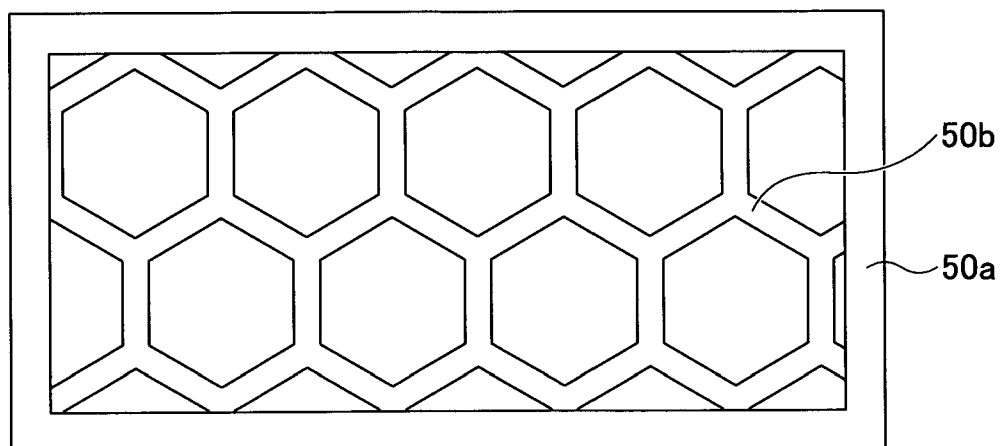
[図15A]



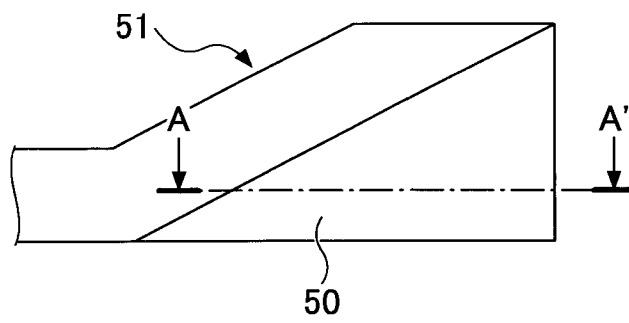
[図15B]



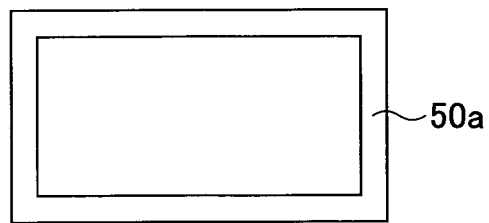
[図15C]



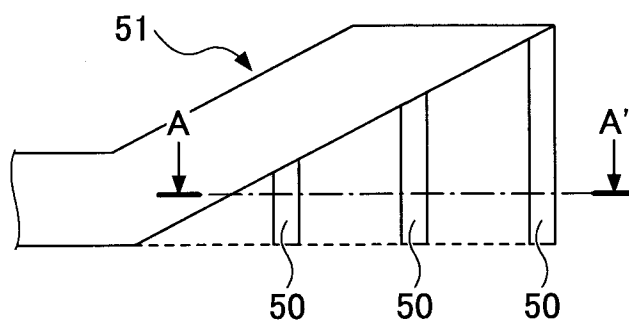
[図16A]



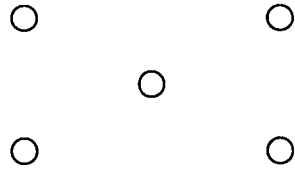
[図16B]



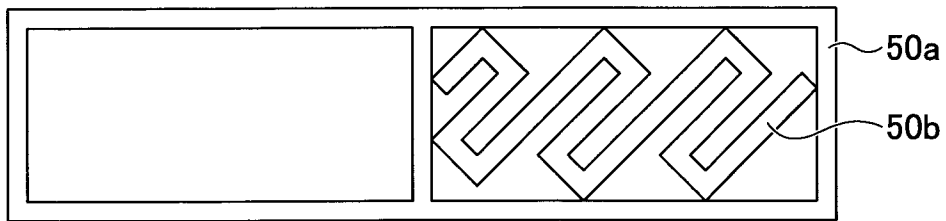
[図16C]



[図16D]



[図16E]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C67/00(2017.01)i, B22F3/105(2006.01)i, B22F3/16(2006.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/02(2015.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B29C67/00, B22F3/105, B22F3/16, B33Y30/00, B33Y50/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2008/044693 A1 (Shofu Inc.), 17 April 2008 (17.04.2008), paragraphs [0068], [0119] to [0128], [0145] to [0151]; fig. 9 to 10, 13 to 14; claims 1, 9 & US 2010/0042241 A1 paragraphs [0107], [0162] to [0174]; fig. 9 to 10, 13 to 14; claims 1, 8 & CN 101535032 A	1-11
A	JP 2012-101443 A (Seiko Epson Corp.), 31 May 2012 (31.05.2012), claims 1, 5; paragraph [0029] (Family: none)	1-11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
13 March 2017 (13.03.17)

Date of mailing of the international search report
21 March 2017 (21.03.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/000231

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-9920 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 16 January 2001 (16.01.2001), paragraphs [0015], [0028] (Family: none)	1-11
A	WO 2015/145346 A1 (DWS S.R.L.), 01 October 2015 (01.10.2015), page 6, lines 24 to 27; fig. 3 & CA 2936171 A & KR 10-2016-0098427 A & CN 106164913 A & TW 201540484 A	1-11
E, X	JP 2017-7129 A (Roland DG Corp.), 12 January 2017 (12.01.2017), claims 1, 3; paragraphs [0039] to [0040], [0074] to [0075] (Family: none)	1-4, 8-11
P, X	JP 2016-107638 A (Canon Inc.), 20 June 2016 (20.06.2016), claim 1; paragraphs [0017], [0046] & WO 2016/088334 A1	1-4, 8-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C67/00 (2017.01)i, B22F3/105 (2006.01)i, B22F3/16 (2006.01)i, B33Y30/00 (2015.01)i, B33Y50/02 (2015.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C67/00, B22F3/105, B22F3/16, B33Y30/00, B33Y50/02

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2008/044693 A1 (株式会社松風) 2008.04.17, [0068], [0119]-[0128], [0145]-[0151], 図 9-10, 図 13-14, 請求項 1, 9 & US 2010/0042241 A1 [0107], [0162]-[0174], FIGS. 9-10, 13-14, claims 1, 8 & CN 101535032 A	1-11
A	JP 2012-101443 A (セイコーエプソン株式会社) 2012.05.31, 請求項 1, 5, [0029] (ファミリーなし)	1-11

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

13.03.2017

国際調査報告の発送日

21.03.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

今井 拓也

4 R

9169

電話番号 03-3581-1101 内線 3471

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2001-9920 A (三洋電機株式会社) 2001. 01. 16, [0015], [0028] (ファミリーなし)	1-11
A	WO 2015/145346 A1 (DWS S. R. L.) 2015. 10. 01, page 6 lines 24-27, FIG. 3 & CA 2936171 A & KR 10-2016-0098427 A & CN 106164913 A & TW 201540484 A	1-11
E, X	JP 2017-7129 A (ローランドディー. ジー. 株式会社) 2017. 01. 12, [請求項 1], [請求項 3], [0039]-[0040], [0074]-[0075] (ファミリーなし)	1-4, 8-11
P, X	JP 2016-107638 A (キヤノン株式会社) 2016. 06. 20, [請求項 1], [0017], [0046] & WO 2016/088334 A1	1-4, 8-11