

(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
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/152356 A1

- (51) 国際特許分類:
G09B 23/30 (2006.01) B33Y 10/00 (2015.01)
A61B 90/00 (2016.01) B33Y 30/00 (2015.01)
B29C 67/00 (2006.01) B33Y 50/00 (2015.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055049
- (22) 国際出願日: 2016年2月22日(22.02.2016)
- (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 2015-060937 2015年3月24日(24.03.2015) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人 筑波大学 (UNIVERSITY OF TSUKUBA) [JP/JP]; 〒3058577 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 Ibaraki (JP). 大日本印刷株式会社 (DAI NIPPON PRINTING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 三谷 純 (MITANI, Jun); 〒3058577 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内 Ibaraki (JP). 大河内 信弘 (OHKOHCHI, Nobuhiro); 〒3058577 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内 Ibaraki (JP). 大城 幸雄 (OSHIRO, Yukio); 〒3058577 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波

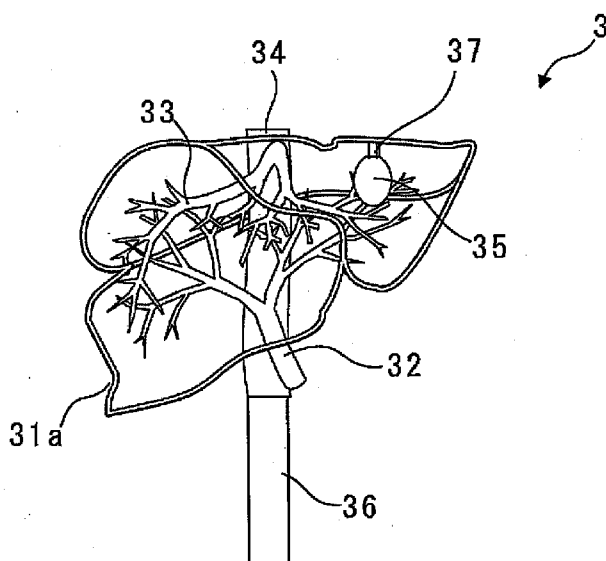
大学内 Ibaraki (JP). 江 健太郎 (KO, Kentaro); 〒3058577 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立大学法人筑波大学内 Ibaraki (JP). 林 卓治 (HAYASHI, Takuji); 〒1628001 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 井上 誠一 (INOUE, Seichi); 〒1600005 東京都新宿区愛住町22 第3山田ビル7F 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, 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, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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,

[続葉有]

(54) Title: MODEL, MANUFACTURING SYSTEM, INFORMATION PROCESSING DEVICE, MANUFACTURING METHOD, INFORMATION PROCESSING METHOD, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM

(54) 発明の名称: 模型、製作システム、情報処理装置、製作方法、情報処理方法、プログラム、記録媒体



(57) Abstract: The present invention provides: a model of a body part, e.g., liver, of which the internal structure can be observed easily; and others. In a liver model 3 according to the present invention, the liver parenchyma is formed in the form of a frame 31a to make it possible to observe the portal 32, veins 33, a tumor 35 and others in the inside of the frame 31a easily. In addition, the liver model 3 can be handled easily by gripping a gripping part 36 provided at the lower end surface of the inferior vena cava 34, and the tumor 35 is integrated with the liver model 3 by means of a joint part 37. The liver model 3 can be manufactured from a model material using a 3D printer on the basis of three-dimensional shape data for model manufacturing purposes which are produced using an information processing device.

(57) 要約: 本発明は、内部の構造が見やすい肝臓などの生体部位の模型等を提供するものである。本発明に係る肝臓模型3では、肝臓実質がフレーム31aとしてフレーム化され、内部の門脈32、静脈33、腫瘍35等が見やすくなっている。また下大静脈34の下端面に設けた把持部36を持って容易に取扱うことができ、腫瘍35が接続部37により肝臓模型3に一体化されている。肝臓模型3は、情報処理装置で生成した模型製作用の3次元形状データに基づき3Dプリンタでモデル材により製作される。

WO 2016/152356 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

模型、製作システム、情報処理装置、製作方法、情報処理方法、プログラム、記録媒体

技術分野

[0001] 本発明は、模型並びにその製作システム、情報処理装置、製作方法、情報処理方法、プログラム、および記録媒体に関する。

背景技術

[0002] 近年、３Ｄプリンタ等の立体造形手法により様々な物品を製作する試みが行われている。医療分野においても例外でなく、特許文献１には、手術計画やインフォームドコンセント等に用いる肝臓模型の製作方法について記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開平５-１１６８９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ３Ｄプリンタで製作する従来の肝臓模型は、肝臓実質を中実の物体とし、その中に門脈や静脈等の血管あるいは腫瘍などの構造部位を表現したものであった。しかしながら、肝臓実質の形状や模型の表面状態によっては、肝臓実質内の血管や腫瘍が歪んで見えたり、見難かったりする問題があった。また、従来方式では肝臓実質の形成に高価なモデル材を多く使用するため、製造コストが高くなる問題点もあった。

[0005] 本発明は、上記の問題に鑑みてなされたもので、内部の構造が見やすい肝臓などの生体部位の模型等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

[0006] 前述した課題を解決するための第1の発明は、生体部位を模した模型であって、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームと、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位と、が造形材料により形成されたことを特徴とする模型である。

[0007] 前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部を有することが望ましい。また前記模型を把持するための把持部を有することが望ましい。前記生体部位は例えば肝臓である。さらに、模型は前記生体部位の一部分について製作されたものであってもよい。

[0008] 本発明では、生体部位を模した模型において、生体部位がフレーム化され中空となるので、生体部位内部にある血管や腫瘍などの生体構造部位が見やすくなる。これにより、手術計画や患者へのインフォームドコンセントの際に参照したり、手術時や教育等に用いたりするのに好適となる。また模型製作の高価なモデル材の使用量が減るので低コストであり、研究分野だけでなく臨床現場などにも広範囲に普及させることも可能である。なお、生体部位は肝臓等の臓器の他、筋肉など人や動物の体の部分を広く指すものとする。また、生体構造部位は血管や神経など生体部位に付随する構造部位を広く指すものとする。

[0009] また本発明では、腫瘍などの生体構造部位と他の生体構造部位あるいはフレームを接続部で接続することで、腫瘍などの生体構造部位が模型から脱落することがなくなる。さらに、模型を把持する把持部を設けておくことで、模型が取扱い易くなる。また必要に応じて生体部位の一部分について模型を製作することも可能であり、模型を小型化できる。

[0010] 第2の発明は、情報処理装置と3Dプリンタを含む、生体部位を模した模型の製作システムであって、前記情報処理装置は、前記生体部位の3次元形状データと、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の3次元形状データを記憶し、前記生体部位の3次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの3次元形状データを生成し、前記3Dプリンタは、前記フレームと前記生体構造部位の3次元形状デー

タに対応する前記フレームと前記生体構造部位の３次元形状を造形材料により形成することを特徴とする製作システムである。

[0011] 前記情報処理装置は、前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部の３次元形状データを生成し、前記３Ｄプリンタは、前記接続部の３次元形状データに対応する前記接続部の３次元形状を造形材料により形成することが望ましい。また、前記情報処理装置は、前記模型を把持するための把持部の３次元形状データを生成し、前記３Ｄプリンタは、前記把持部の３次元形状データに対応する前記把持部の３次元形状を造形材料により形成することも望ましい。前記生体部位は、例えば肝臓である。

[0012] 第３の発明は、生体部位を模した模型の３Ｄプリンタによる製作に用いる３次元形状データを生成する情報処理装置であって、前記生体部位の３次元形状データを記憶し、前記生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成することを特徴とする情報処理装置である。

[0013] 第３の発明の情報処理装置は、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の３次元形状データをさらに記憶し、前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部の３次元形状データを生成することが望ましい。また、前記模型を把持するための把持部の３次元形状データを生成することも望ましい。前記生体部位は、例えば肝臓である。

[0014] 第４の発明は、情報処理装置と３Ｄプリンタを用いた、生体部位を模した模型の製作方法であって、前記生体部位の３次元形状データと、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の３次元形状データを記憶した前記情報処理装置が、前記生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成し、前記３Ｄプリンタが、前記フレームと前記生体構造部位の３次元形状データに対応する前記フレームと前記生体構造部位の３次元形状を造形材料により

形成することを特徴とする製作方法である。

[0015] 第5の発明は、生体部位を模した模型の3Dプリンタによる製作に用いる3次元形状データを生成する情報処理方法であって、情報処理装置が、生体部位の3次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの3次元形状データを生成することを特徴とする情報処理方法である。

[0016] 第6の発明は、コンピュータを、生体部位を模した模型の3Dプリンタによる製作に用いる3次元形状データを生成する情報処理装置であって、生体部位の3次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの3次元形状データを生成する情報処理装置として機能させるためのプログラムである。

[0017] 第7の発明は、コンピュータを、生体部位を模した模型の3Dプリンタによる製作に用いる3次元形状データを生成する情報処理装置であって、生体部位の3次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの3次元形状データを生成する情報処理装置として機能させるためのプログラムを記録した記録媒体である。

発明の効果

[0018] 本発明により、内部の構造が見やすい肝臓などの生体部位の模型等を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]製作システム1を示す図

[図2]情報処理装置5のハードウェア構成を示す図

[図3]肝臓300の3次元形状データの例を示す図

[図4]肝臓模型3を示す図

[図5]肝臓実質31、門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35の3次元形状データを示す図

[図6]肝臓模型3の製作方法の概略について示すフローチャート

[図7]肝臓模型3の3次元形状データを生成する手順を示すフローチャート

[図8]肝臓実質 3 1 のフレーム化を示す図

[図9]把持部 3 6 の 3 次元形状データの生成について説明する図

[図10]接続部 3 7 の 3 次元形状データの生成について説明する図

[図11]肝臓模型 3 の 3 次元形状データを示す図

[図12] 3 D プリンタ 7 による肝臓模型 3 の製作について示す図

[図13]肝臓模型 3 a を示す図

発明を実施するための形態

[0020] 以下、図面に基づいて本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

[0021] (1 . 製作システム 1)

図 1 は、本発明の実施形態に係る製作システム 1 を示す図である。この製作システム 1 は肝臓模型 3 を製作するものであり、情報処理装置 5、3 D プリンタ 7 等を有する。

[0022] 情報処理装置 5 は、肝臓模型 3 を 3 D プリンタ 7 によって製作するための模型製作用の 3 次元形状データを生成するものである。

[0023] 図 2 に情報処理装置 5 のハードウェア構成を示す。図に示すように、情報処理装置 5 は、制御部 5 1、記憶部 5 2、入力部 5 3、表示部 5 4、通信部 5 5 等がバス 5 6 を介して接続されたコンピュータで実現できる。ただし、情報処理装置 5 の構成がこれに限ることはない。

[0024] 制御部 5 1 は、CPU、ROM、RAM 等で構成される。CPU は、記憶部 5 2、ROM 等の記録媒体に格納された情報処理装置 5 の後述する処理に係るプログラムを RAM 上のワークメモリ領域に呼び出して実行し、バス 5 6 を介して接続された各部を駆動制御し処理を実現する。ROM は、不揮発性メモリであり、プログラムやデータ等を恒久的に保持している。RAM は、揮発性メモリであり、記憶部 5 2、ROM 等からロードしたプログラム、データ等を一時的に保持するとともに、制御部 5 1 が各種処理を行うために使用するワークエリアを備える。

[0025] 記憶部 5 2 は、ハードディスクドライブ等であり、制御部 5 1 が実行するプログラム、プログラム実行に必要なデータ等が格納される。

入力部 5 3 は、コンピュータに対して操作指示、動作指示、データ入力等を行うためのもので、例えば、タッチパネル、キー等の入力装置を有する。

[0026] 表示部 5 4 は、液晶パネル等のディスプレイ装置、およびディスプレイ装置と連携して表示機能を実現するための論理回路等を有する。

通信部 5 5 は、ネットワーク等を介した通信を媒介する通信インタフェースである。

バス 5 6 は、各部間の制御信号、データ信号等の授受を媒介する経路である。

[0027] 3 D プリンタ 7 は、模型製作用の 3 次元形状データに基づいて肝臓模型 3 の製作を行うものである。3 D プリンタ 7 としては、例えば、模型製作用の 3 次元形状データを上下複数層に輪切りしたスライスデータに基づいて、モデル材およびサポート材を噴射により塗布し UV (Ultra Violet) 光の照射によってモデル材の樹脂を硬化させる工程を下層から上層へと繰り返し、樹脂を積層させるインクジェット方式によるものを用いる。これにより、血管等の細かい形状を高精度に表現することが可能である。

[0028] モデル材は肝臓模型 3 の造形材料として用いる樹脂であり、サポート材はモデル材を下方から支えるために用いる樹脂である。肝臓模型 3 の製作後、サポート材が取り除かれる。サポート材には、洗浄等により容易に除去できるものが用いられる。

[0029] モデル材としては UV 硬化性を有する各種のアクリル樹脂等を用いることができ、サポート材としては各種の樹脂、例えばウォータージェットにより除去可能なゲル状樹脂や、加熱により除去可能な低融点のワックス材、あるいは水に浸けることで除去できる水溶性樹脂を用いることができる。

[0030] なお、3 D プリンタ 7 は上記に限らず、スライスデータに基づいてノズルヘッドから溶融樹脂を塗布する工程を下層から上層へと繰り返し樹脂を積層させる FDM 方式 (熱溶解積層法) によるもの等も利用可能である。

[0031] (2. 肝臓と肝臓模型 3)

肝臓模型 3 は、人間の肝臓を模した模型である。図 3 は肝臓 3 0 0 の 3 次

元形状データを模式的に示すものであり、生体部位としての肝臓本体である肝臓実質 3 1 と、肝臓に付随する生体構造部位である門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4 及び腫瘍 3 5 を含む。図示は省略したが、生体構造部位には動脈なども含まれる。

[0032] 図 4 は肝臓模型 3 を示す図である。図に示すように、本実施形態では肝臓実質 3 1 がフレーム 3 1 a としてフレーム化され中空となる。フレーム 3 1 a は肝臓実質 3 1 の外面の少なくとも一部に沿ったものとなっており、肝臓実質 3 1 の形状がフレーム 3 1 a によって表現されることとなる。肝臓実質 3 1 をフレーム化したことにより、内部の門脈 3 2、静脈 3 3、腫瘍 3 5 等が見やすくなっている。

[0033] また、この肝臓模型 3 は下大静脈 3 4 の下端面に設けた把持部 3 6 を把持して容易に取り扱うことができ、且つ腫瘍 3 5 が接続部 3 7 により肝臓模型 3 に一体化されているので脱落したりすることがない。なお、肝臓模型 3 の大きさは実物の 1 / 2 程度とするが、これに限ることはない。

[0034] (3. 肝臓実質 3 1、門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4、腫瘍 3 5 の 3 次元形状データ)

本実施形態では、肝臓模型 3 の模型製作用の 3 次元形状データを生成するに際し、肝臓実質 3 1 や門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4、腫瘍 3 5 等の 3 次元形状データが S T L (Standard Triangulated Language) データなどとして情報処理装置 5 に予め入力され、記憶部 5 2 等に記憶される。

[0035] これらの 3 次元形状データは、C T (Computed Tomography) や M R I (Magnetic Resonance Imaging) などで患者等の肝臓をスキャンして得られた D I C O M (Digital Imaging and Communications in Medicine) データから得られる。その手法については既知であるので説明を省略する。

[0036] 図 5 (a) ~ (e) の実線は、それぞれ肝臓実質 3 1、門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4、腫瘍 3 5 の 3 次元形状データの例である。これらの 3 次元形状データは所定の原点を基準として定められ、相対的な位置関係が維持

される。図5（b）～（e）の点線は、門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35に対する肝臓実質31の位置を示す。

[0037] （4．肝臓模型3の製作方法）

次に肝臓模型3の製作方法について説明する。図6は肝臓模型3の製作方法の概略について示すフローチャートである。図に示すように、本実施形態では、まず前記したようにCT等で患者等の肝臓をスキャンし（S1）、コンピュータがDICOMデータを取り込む（S2）。そして医師等がDICOMデータから得られた3次元データ上の肝臓実質31、門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35を指示し、コンピュータがこれらの3次元形状データを抽出する（S3）。各3次元形状データは情報処理装置5に入力され、記憶部32に記憶される。情報処理装置5はこれらの3次元形状データを用いて肝臓模型3の模型製作用の3次元形状データを生成し（S4）、当該3次元形状データの画像等による可視化を行い医師等によるチェックを経てOKなら（S5；OK）、当該3次元形状データに基づいて、3Dプリンタが肝臓模型3を製作する（S6）。NGなら（S5；NG）、S4に戻って再度模型製作用の3次元形状データを生成する流れとなる。

[0038] （4－1．肝臓模型3の模型製作用の3次元形状データの生成）

図7は、S4において肝臓模型3の模型製作用の3次元形状データを生成する手順を示すフローチャートである。図の各ステップは、情報処理装置5の制御部51が、ユーザの指示入力等に応じてあるいはデータ演算により自動的に実行する処理である。

[0039] S4において、情報処理装置5は肝臓実質31のフレーム化処理を行い、フレーム31aの3次元形状データを生成する（S41）。

[0040] S41では、例えば肝臓実質31の3次元形状データの外面をなぞる等、各種の指定方法により図8（a）の点線に示すようにフレーム位置を指定すると、図8（b）に示すように、一定の断面形状を有する、連続した線状のフレーム31aの3次元形状データが生成されるようになっている。

[0041] なお、フレーム化の方法はこれに限らず、例えば所定の方角を指定し、そ

の方向から肝臓実質 3 1 を見た時の正面の輪郭をフレーム化する、といったことも可能である。また、肝臓実質 3 1 の外面を六角形のハニカム構造化してフレーム 3 1 a の 3 次元形状データを生成することなども可能である。また、肝臓実質 3 1 は小葉による複数の部位から構成されるので、これらの部位の境界をフレーム化することも可能である（図 8（a）は境界をフレームに用いた一例である）。また上記の部位のうち一つの部位のみをフレーム化し、後述の図 1 3 で示すように肝臓実質 3 1 の一部分のみの模型を製作することも可能である。

[0042] フレーム 3 1 a は肝臓実質 3 1 の外面の少なくとも一部に沿ったものとなっており、これにより肝臓実質 3 1 の形状を表現できる。さらに、このようなフレーム 3 1 a に加えて、フレーム 3 1 a 間を接続するような線状部分の 3 次元形状データを生成し、併せてフレームの 3 次元形状データとしてもよい。これによりフレームの強度が向上する。

[0043] また、フレーム 3 1 a が門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位と区別し易いよう、フレーム 3 1 a の断面形状を門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位と異なせたり、フレーム 3 1 a の外面に溝等の凹凸形状を付与したりすることも可能である。また模型製作時にフレーム 3 1 a のモデル材の色を門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位と変えてもよい。なお門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位同士についても、モデル材の色を互いに変えて区別することが可能である。

[0044] さらに、フレーム 3 1 a の 3 次元形状データを外面とその内部に分けて、3 D プリンタ 7 による造形時に外面は光透過性を有するモデル材で形成するが内部はサポート材を用い、このサポート材の色により、モデル材で形成する門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位と区別することも可能である。あるいは逆に、門脈 3 2 や静脈 3 3 等の生体構造部位の 3 次元形状データを外面と内部に分け、上記と同様、外面と内部をモデル材とサポート材でそれぞれ形成し、モデル材で形成するフレーム 3 1 a と区別することも可能である。

[0045] 本実施形態では、図 8（c）に示すように、フレーム 3 1 a により囲まれ

る面 310 から生体構造部位の所定部分、例えば静脈 33 等の先端などの細い血管部分が突出しているか判定する。この突出判定では、例えば、生体構造部位がフレーム 31a により囲まれる面 310 から突出しているかを判定し、突出している場合（S42；YES）には、その突出箇所が細い血管部分等の所定部分であるかを判定する。このような血管部分が上記の面 310 から突出していると、模型の取扱い時に当該血管部分が折れるなどの損傷が起こりやすくなるので、突出箇所が細い血管部分等の所定部分の場合（S52；YES）には情報処理装置 5 の表示部 54 などに警告を表示し（S53）、このような所定部分が上記の面 310 から突出しないよう別のフレーム位置を指定して再度フレーム 31a を生成するように促すなどしておく。上記の面 310 から静脈 33 等の細い血管部分など、生体構造部位の所定部分が突出しない場合（S42；NO または S52；NO）は、そのフレーム 31a が適切であるとして記憶部 32 等の DB（データベース）に登録し（S43）、次回以降のフレーム化処理で使えるようにする。フレーム 31a の 3 次元形状データを自動生成する場合には、上記の判定処理を組み込むことで、フレーム 31a で囲まれる面 310 から細い血管部分等が突出しないようにフレーム 31a の 3 次元形状データを生成することも可能である。また上記した判定等の手順は一例であり、これに限ることはない。

[0046] その他、S41 では、手術時の切開部などの特定の箇所を指定して、当該箇所を避けるようにフレーム 31a の 3 次元形状データを生成することなども可能である。これにより、指定した箇所の内側にある門脈 32 や静脈 33、腫瘍 35 等の生体構造部位が見易くなる。

[0047] フローチャートの説明に戻る。情報処理装置 5 は、肝臓模型 3 の把持部 36 の 3 次元形状データを生成する（S44）。

[0048] S44 では、例えば、図 9 に示すように下大静脈 34 の 3 次元形状データの下端面から法線方向外側に延伸する柱状の 3 次元形状データを生成し、これを把持部 36 とする。しかしながら、把持部 36 の形状はこれに限らない。例えば、把持部 36 の 3 次元形状データに孔を付与し、肝臓模型 3 の台座

の支持棒（不図示）を挿入して配置可能とすることもできる。把持部 3 6 を持ちやすいよう、外面に凹凸形状を付与することも可能である。さらに、下大静脈 3 4 以外の生体構造部位等の 3 次元形状データから把持部 3 6 を生成することなども可能である。

[0049] 情報処理装置 5 は、腫瘍 3 5 の 3 次元形状データをその他の生体構造部位やフレーム 3 1 a の 3 次元形状データと比較し、腫瘍 3 5 が他の生体構造部位あるいはフレーム 3 1 a と連続しているかを判定する（S 4 5）。連続する場合は（S 4 6；YES）そのまま後述する S 4 8 の処理に移るが、連続していない場合（S 4 6；NO）、腫瘍 3 5 の接続部 3 7 の 3 次元形状データを生成する（S 4 7）。

[0050] 腫瘍 3 5 の接続部 3 7 の 3 次元形状データの生成について示すのが図 1 0 であり、本実施形態では腫瘍 3 5 とその他の生体構造部位もしくはフレーム 3 1 a との間で最も距離が短くなる箇所に、腫瘍 3 5 と対象部位（図の例ではフレーム 3 1 a）との間を接続する接続部 3 7 の 3 次元形状データを生成する。ただし、接続部 3 7 の箇所はこれに限らず、腫瘍 3 5 とその他の生体構造部位もしくはフレーム 3 1 a を接続していればよい。

[0051] また接続部 3 7 の形状は角柱状とするが、これに限ることはない。ただし、接続部 3 7 は、門脈 3 2 や静脈 3 3 などの生体構造部位等と異なる断面形状とし、区別できるようにしておくことが望ましい。そのため、接続部 3 7 を角柱状とするほか、溝等の凹凸形状を外面に付与することも可能である。あるいは、模型製作時に接続部 3 7 のモデル材の色を門脈 3 2 や静脈 3 3 などの生体構造部位と変えてもよい。また前記と同様、接続部 3 7 の 3 次元形状データを外面と内部に分けて、3 D プリンタ 7 による造形時に外面は光透過性を有するモデル材で形成するが内部はサポート材を用いる、といったことも可能である。

[0052] また、本実施形態では腫瘍 3 5 以外の部分の 3 次元形状データが連続しており、腫瘍 3 5 を接続部 3 7 でフレーム 3 1 a に接続することで一体の模型が形成されるが、場合によっては、S 4 5 の連続判定を腫瘍 3 5 以外の生体

構造部位、例えば下大静脈 3 4 等の太い血管部分や静脈 3 3 等の細い血管部分に対し行って他の生体構造部位あるいはフレーム 3 1 a と連続しているかを判定したり、フレーム 3 1 a や各生体構造部位の 3 次元形状データが全体として連続しているか判定することも可能である。連続していない場合、上記と同様にして不連続部分を連続させる接続部の 3 次元形状データを生成するとよい。

[0053] 情報処理装置 5 は、以上で生成されたフレーム 3 1 a、把持部 3 6、接続部 3 7 の 3 次元形状データ、および門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4、腫瘍 3 5 の各 3 次元形状データに対し、ブーリアン演算による和集合をとって統合処理を行い（S 4 8）、肝臓模型 3 の模型製作用の 3 次元形状データを生成する。

[0054] 図 1 1 はこの 3 次元形状データを模式的に示したものである。この後、本実施形態では、3 次元形状データを用いて模型の強度判定を行う（S 4 9）。S 4 9 では、強度判定として、例えば 3 次元形状データの各部分の応力解析などを行い、フレーム 3 1 a 等の部分が他の部分、例えば腫瘍 3 5 等を保持するのに十分な強度を有しているかの判定を行う。

[0055] 強度不足となる部分が無いと判定された場合（S 5 0 ; Y E S）、そのまま処理を終了するが、強度不足となる部分が有ると判定された場合（S 5 0 ; N O）、情報処理装置 5 は 3 次元形状データの修正を行う（S 5 1）。例えばフレーム 3 1 a が腫瘍 3 5 を保持するのに十分な強度を有していないと判定される場合、フレーム 3 1 a を太くしたり、フレーム 3 1 a 間を接続する線状部分の 3 次元形状データを補強用に付与するなどしてその強度を向上させる。この例では 3 次元形状データの修正を情報処理装置 5 が自動で行うが、強度不足の部分を 3 次元形状データ上で表示するなどして、ユーザ自身で修正を行うか否かの選択を受付けるようにしてもよい。ユーザ自身で修正を行う場合、情報処理装置 5 はユーザの指示入力に応じて 3 次元形状データを修正する。

[0056] こうして生成された 3 次元形状データを可視化するなどして医師等の確認

を得た後、３次元形状データを用いた３Ｄプリンタ７による肝臓模型３の製作を行う流れとなる。なお、上記したフレーム３１ａの３次元形状データの生成および突出判定（Ｓ４１等）、把持部３６の３次元形状データの生成（Ｓ４４）、腫瘍３５の連続判定並びに接続部３７の３次元形状データの生成（Ｓ４５およびＳ４７）は、順序を入れ替えて行ってもよい。

[0057] （４－２．３Ｄプリンタ７による肝臓模型３の製作）

図１２は前記したＳ６（図６参照）における３Ｄプリンタ７による肝臓模型３の製作について示す図である。Ｓ６では、Ｓ４で生成した肝臓模型３の模型製作用の３次元形状データの姿勢を定め、前記したように、当該３次元形状データを輪切りしたスライスデータに従って、ステージ７０上でインクジェットヘッド（不図示）からモデル材７１およびサポート材７２を塗布し、ＵＶ光によりモデル材７１を硬化させる工程を上下複数層に渡って行う。

[0058] モデル材７１は、前記したフレーム３１ａ、把持部３６、接続部３７、および門脈３２、静脈３３、下大静脈３４、腫瘍３５の位置で塗布され、サポート材７２はモデル材７１を下から支える位置に塗布される。最後にサポート材７２を除去すると、図４に示す肝臓模型３が製作される。

[0059] こうしてフレーム３１ａ、把持部３６、接続部３７、および門脈３２、静脈３３、下大静脈３４、腫瘍３５の３次元形状データに対応する３次元形状がモデル材７１により形成され、肝臓模型３の製作が完了する。

[0060] なお、フレーム３１ａなど肝臓模型３の一部と、その他の部分を別々に３Ｄプリンタ７で製作し、その後両者を接着したり機械的に結合したりする、といった製作方法も可能である。これによりサポート材７２の使用量を低減することも可能になる。なお機械的な結合を行う場合には、その結合部の３次元形状データも前記のＳ４で生成しておくともよい。また、把持部３６ではその他の部分より硬化時の強度が劣るが安価であるモデル材を用いるなど、肝臓模型３の一部とその他の部分とで使用するモデル材を変えてもよい。

[0061] 以上説明したように、本実施形態によれば、肝臓模型３を既存の３Ｄプリンタで簡易に製作でき、この際、肝臓本体である肝臓実質３１（生体部位）

がフレーム化され中空となるので、内部にある門脈 3 2 や静脈 3 3 及び腫瘍 3 5 等の生体構造部位が見やすくなる。これにより、手術計画や患者へのインフォームドコンセントの際に参照したり、手術時や教育等に用いたりするのに好適となる。また模型製作用の高価なモデル材 7 1 の使用量が減るので低コストであり、研究分野だけでなく臨床現場などにも広範囲に普及させることも可能である。

[0062] また、腫瘍 3 5 などの生体構造部位と他の生体構造部位あるいはフレーム 3 1 a を接続部 3 7 で接続することで、腫瘍 3 5 などの生体構造部位が模型から脱落することがなくなる。さらに、模型を把持する把持部 3 6 を設けておくことで、模型が取扱い易くなる。

[0063] しかしながら、本発明はこれに限ることはない。例えば、S 4 において、下大静脈 3 4 の 3 次元形状データの下端面あるいは上記の把持部 3 6 の 3 次元形状データの下端面を板状に広げ、肝臓模型 3 を自立可能とすることもできる。また必要に応じて門脈 3 2 や静脈 3 3 などの生体構造部位の 3 次元形状データを太らせ、血管を太くするなどの変形を行うことも可能である。

[0064] また、肝臓模型 3 は一体でなくともよく、個々の部位が独立して支持されるようなものでもよい。その場合、S 4 5 の連続判定を省略することも可能である。また図 1 3 に示すように、必要に応じて肝臓実質 3 1 の一部分のみフレーム化を行い、当該一部分のみについての肝臓模型 3 a を製作することも可能である。この場合も、前記と同様にして 3 次元形状データを作成した後、当該 3 次元形状データを用いて 3 D プリンタ 7 により肝臓模型 3 a の製作を行うことが可能であり、模型を小型化できる。

[0065] なお、本発明において生体部位は肝臓等の臓器の他、筋肉など人や動物の体の部分を広く指すものとし、生体構造部位は、血管や神経など生体部位に付随する構造部位を広く指すものとする。本実施形態では生体部位の例として肝臓の例を挙げ、生体構造部位の例として門脈 3 2 や静脈 3 3 等の血管や腫瘍 3 5 を挙げて説明した。肝臓模型 3 は手術等で利用機会が多く、また血管や腫瘍の配置は複雑なので本発明を利用するのに特に有効である。しかし

ながら、生体部位は人や動物の体の部分であればよく、例えば脾臓であってもよい。この場合、脾臓実質を本実施形態と同様にフレーム化することになる。また肝臓や脾臓以外の臓器をはじめ、筋肉、目等の器官にも本発明は適用可能である。また生体構造部位についても、生体部位に付随するものであればよく、本発明では少なくとも一部が生体部位の内部にあるものを含んでいればよい。

[0066] 以上、添付図面を参照して、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は係る例に限定されない。当業者であれば、本願で開示した技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

[0067] 1 ; 製作システム
3、3 a ; 肝臓模型
5 ; 情報処理装置
7 ; 3 D プリンタ
3 1 ; 肝臓実質
3 2 ; 門脈
3 3 ; 静脈
3 4 ; 下大静脈
3 5 ; 腫瘍
3 6 ; 把持部
3 7 ; 接続部
7 0 ; ステージ
7 1 ; モデル材
7 2 ; サポート材

請求の範囲

- [請求項1] 生体部位を模した模型であって、
前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームと、
少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位と、
が造形材料により形成されたことを特徴とする模型。
- [請求項2] 前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部を有することを特徴とする請求項1記載の模型。
- [請求項3] 前記模型を把持するための把持部を有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の模型。
- [請求項4] 前記生体部位が肝臓であることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれかに記載の模型。
- [請求項5] 前記生体部位の一部分について製作されたものであることを特徴とする請求項1から請求項4のいずれかに記載の模型。
- [請求項6] 情報処理装置と3Dプリンタを含む、生体部位を模した模型の製作システムであって、
前記情報処理装置は、
前記生体部位の3次元形状データと、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の3次元形状データを記憶し、
前記生体部位の3次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの3次元形状データを生成し、
前記3Dプリンタは、
前記フレームと前記生体構造部位の3次元形状データに対応する前記フレームと前記生体構造部位の3次元形状を造形材料により形成することを特徴とする製作システム。
- [請求項7] 前記情報処理装置は、
前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部の3次元形状データを生成し、
前記3Dプリンタは、

前記接続部の３次元形状データに対応する前記接続部の３次元形状を造形材料により形成することを特徴とする請求項６に記載の製作システム。

- [請求項８] 前記情報処理装置は、
前記模型を把持するための把持部の３次元形状データを生成し、
前記３Ｄプリンタは、
前記把持部の３次元形状データに対応する前記把持部の３次元形状を造形材料により形成することを特徴とする請求項６または請求項７に記載の製作システム。
- [請求項９] 前記生体部位が肝臓であることを特徴とする請求項６から請求項８のいずれかに記載の製作システム。
- [請求項１０] 生体部位を模した模型の３Ｄプリンタによる製作に用いる３次元形状データを生成する情報処理装置であって、
前記生体部位の３次元形状データを記憶し、
前記生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成することを特徴とする情報処理装置。
- [請求項１１] 少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の３次元形状データをさらに記憶し、
前記生体構造部位と、他の前記生体構造部位もしくは前記フレームとを接続する接続部の３次元形状データを生成することを特徴とする請求項１０に記載の情報処理装置。
- [請求項１２] 前記模型を把持するための把持部の３次元形状データを生成することを特徴とする請求項１０または請求項１１に記載の情報処理装置。
- [請求項１３] 前記生体部位が肝臓であることを特徴とする請求項１０から請求項１２のいずれかに記載の情報処理装置。
- [請求項１４] 情報処理装置と３Ｄプリンタを用いた、生体部位を模した模型の製作方法であって、

前記生体部位の３次元形状データと、少なくとも一部が前記生体部位の内部にある生体構造部位の３次元形状データを記憶した前記情報処理装置が、

前記生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成し、

前記３Ｄプリンタが、

前記フレームと前記生体構造部位の３次元形状データに対応する前記フレームと前記生体構造部位の３次元形状を造形材料により形成することを特徴とする製作方法。

[請求項15] 生体部位を模した模型の３Ｄプリンタによる製作に用いる３次元形状データを生成する情報処理方法であって、

情報処理装置が、

生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成することを特徴とする情報処理方法。

[請求項16] コンピュータを、

生体部位を模した模型の３Ｄプリンタによる製作に用いる３次元形状データを生成する情報処理装置であって、

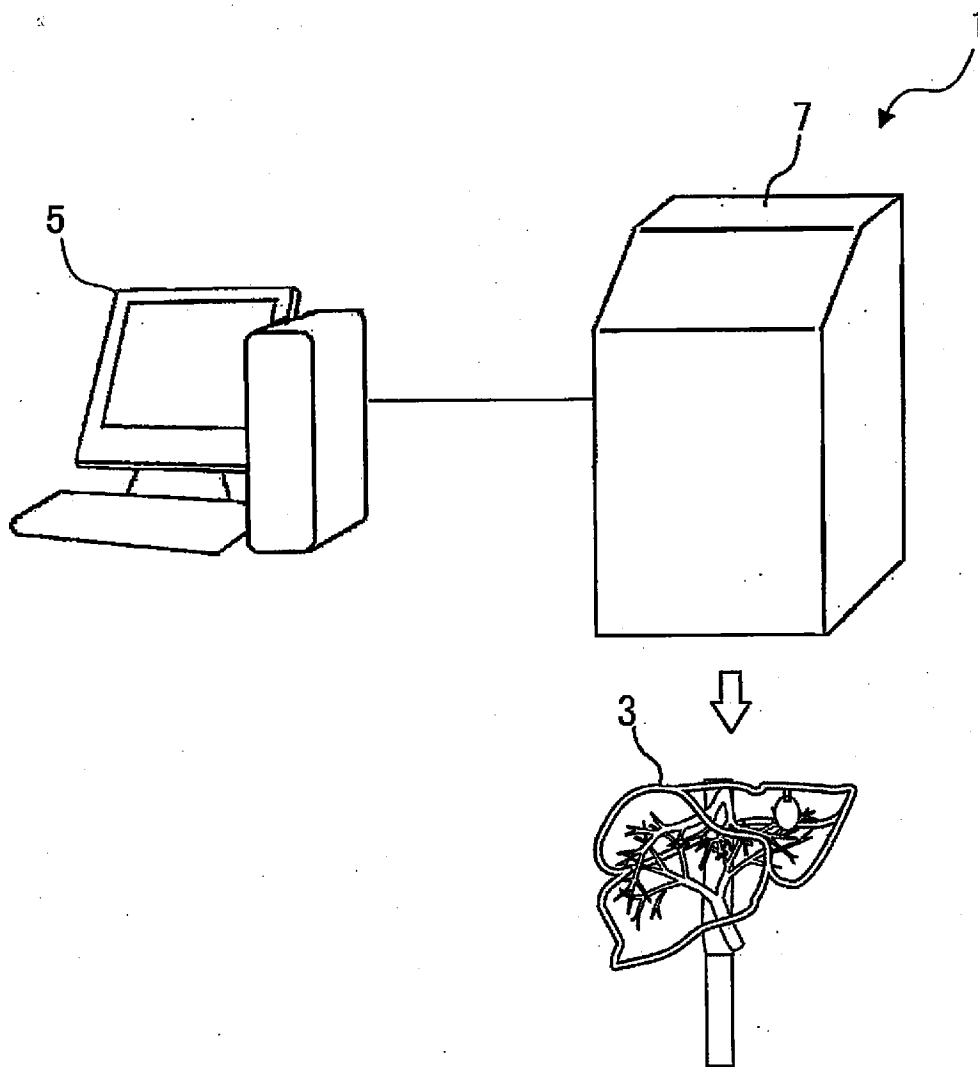
生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成する情報処理装置として機能させるためのプログラム。

[請求項17] コンピュータを、

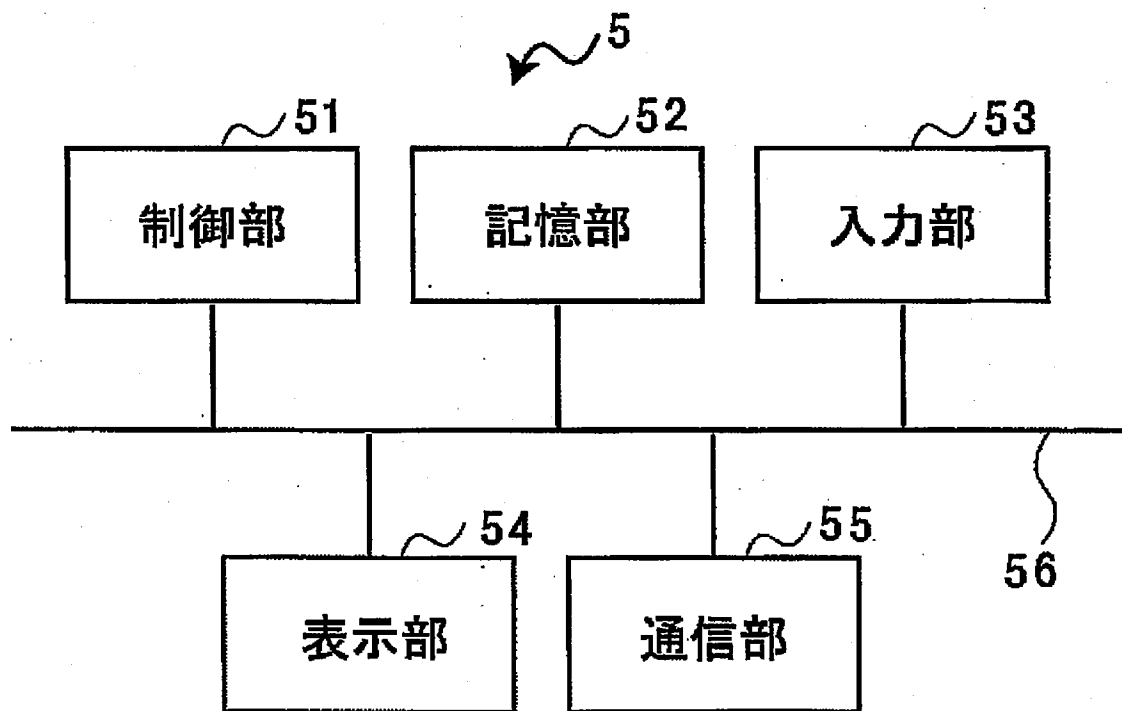
生体部位を模した模型の３Ｄプリンタによる製作に用いる３次元形状データを生成する情報処理装置であって、

生体部位の３次元形状データから、前記生体部位の外面の少なくとも一部に沿ったフレームの３次元形状データを生成する情報処理装置として機能させるためのプログラムを記録した記録媒体。

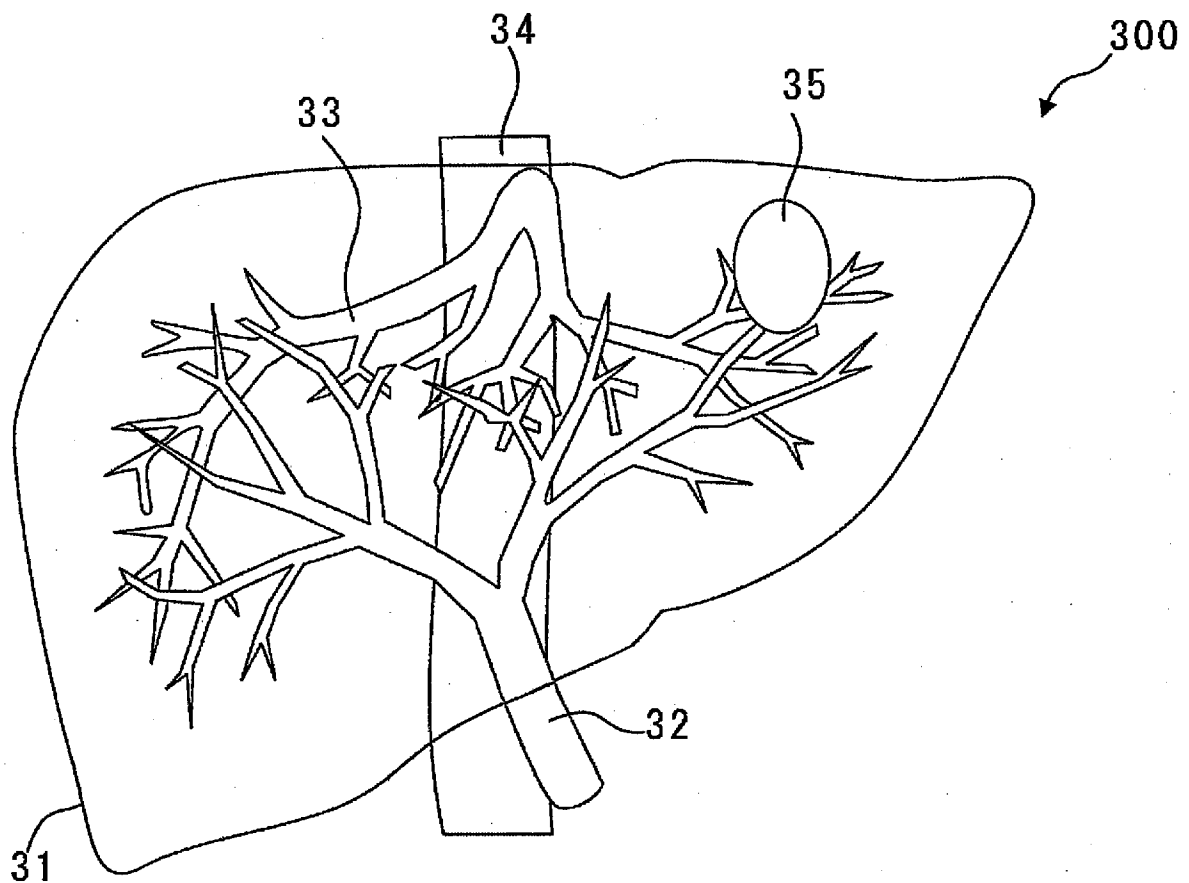
[図1]



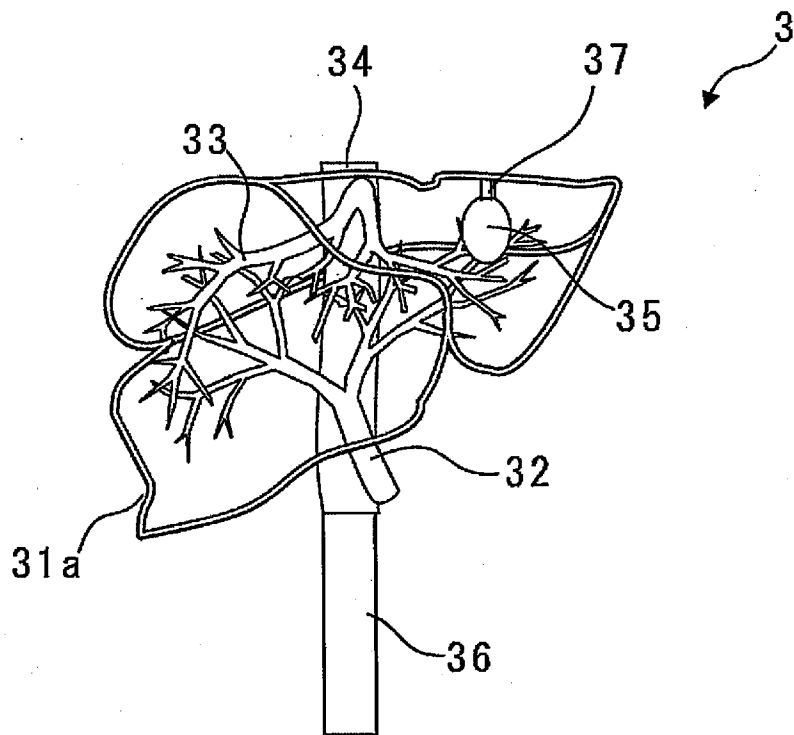
[図2]



[図3]

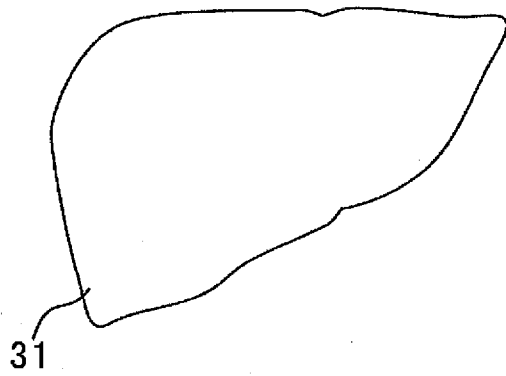


[図4]

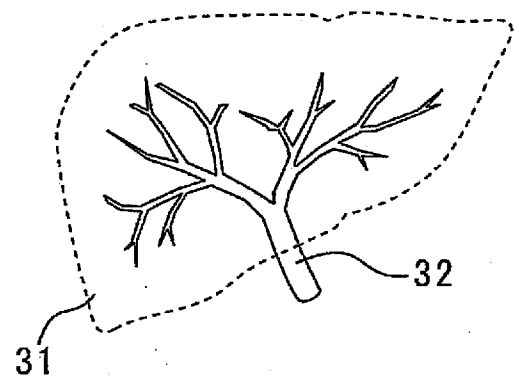


[図5]

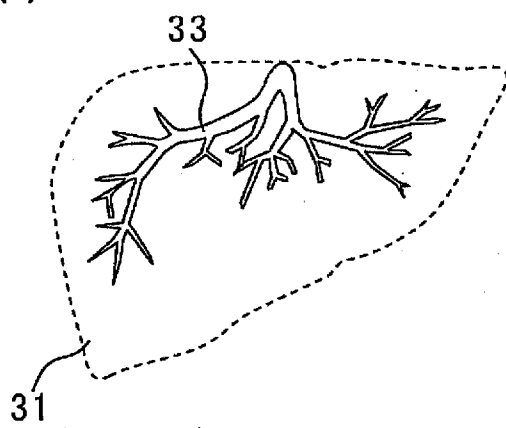
(a)



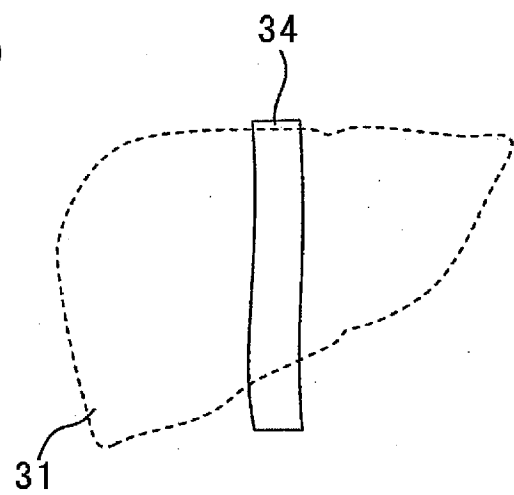
(b)



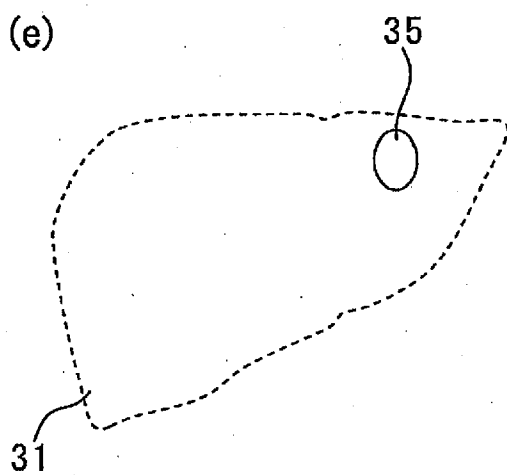
(c)



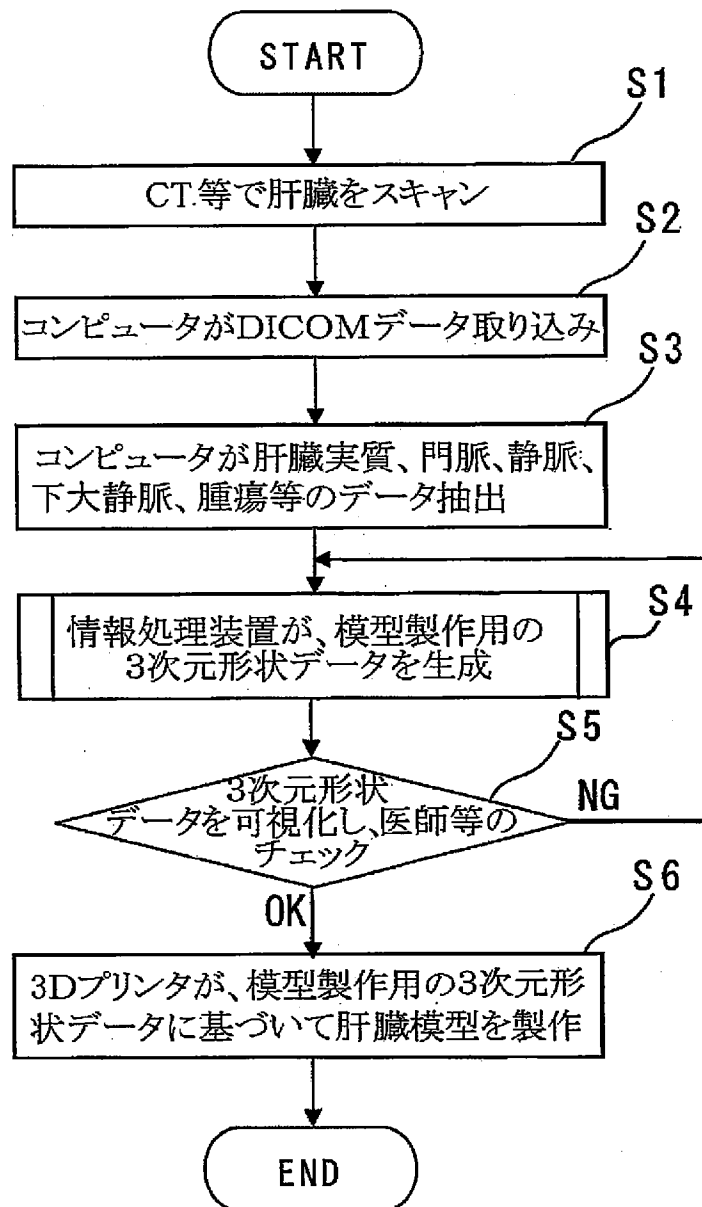
(d)



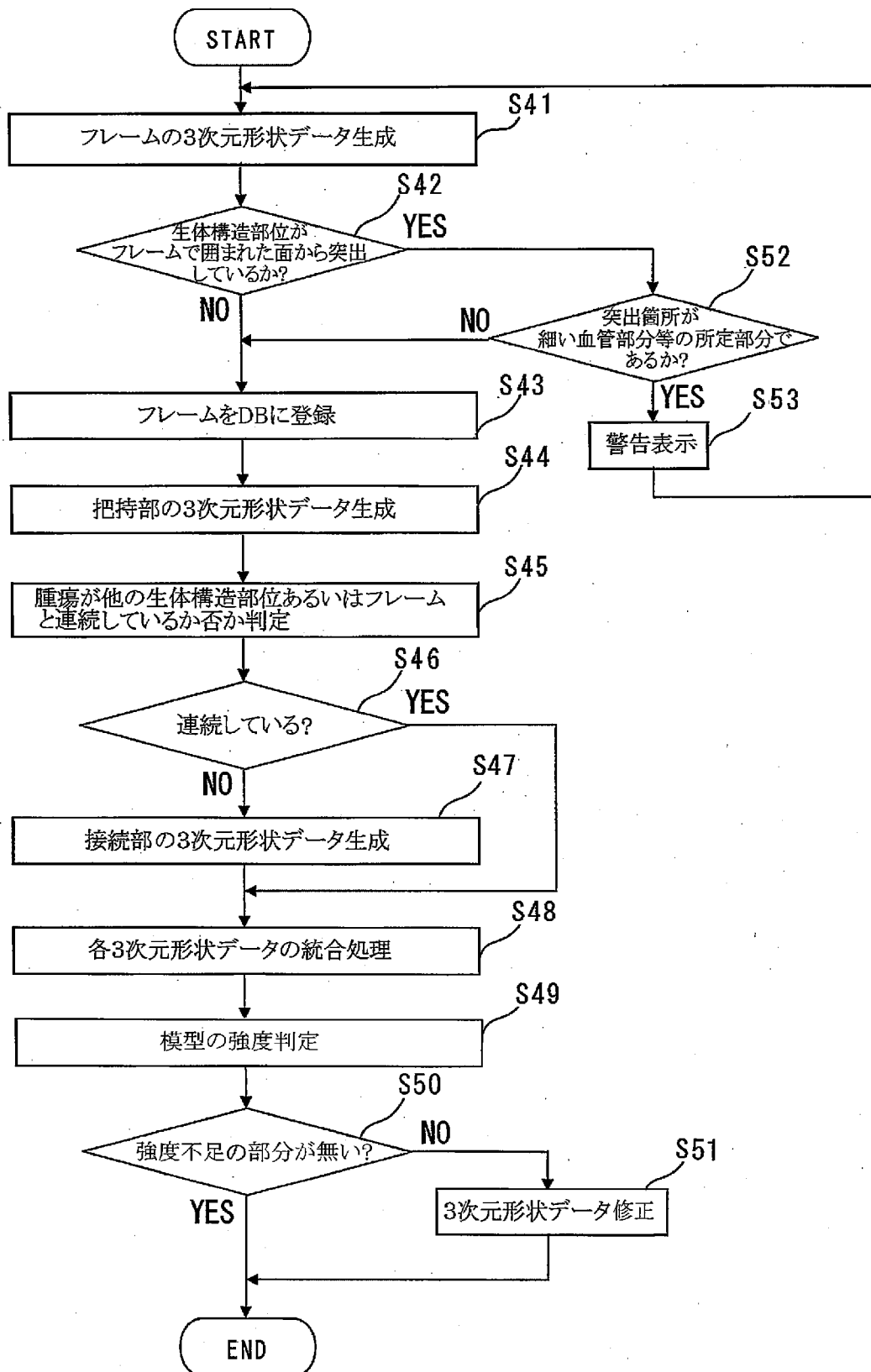
(e)



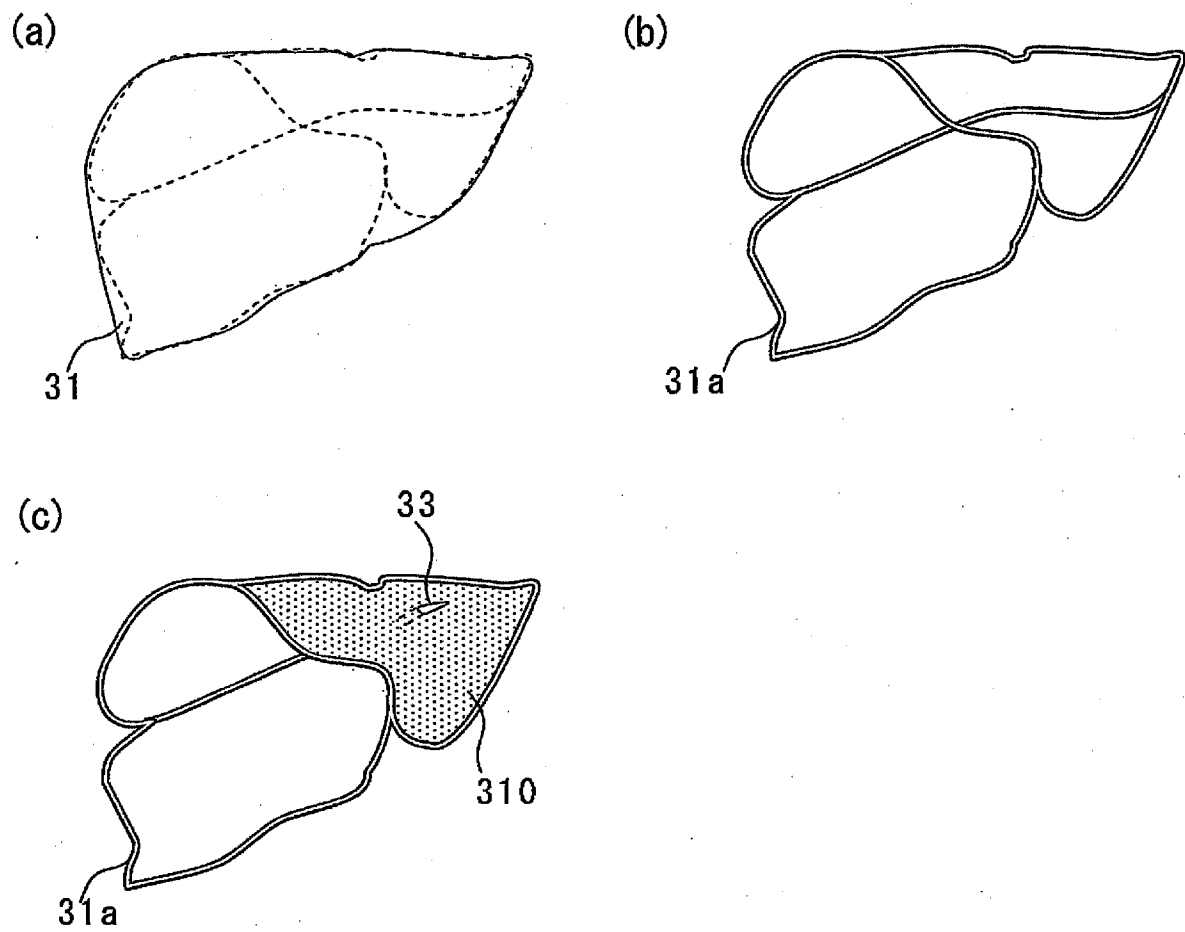
[図6]



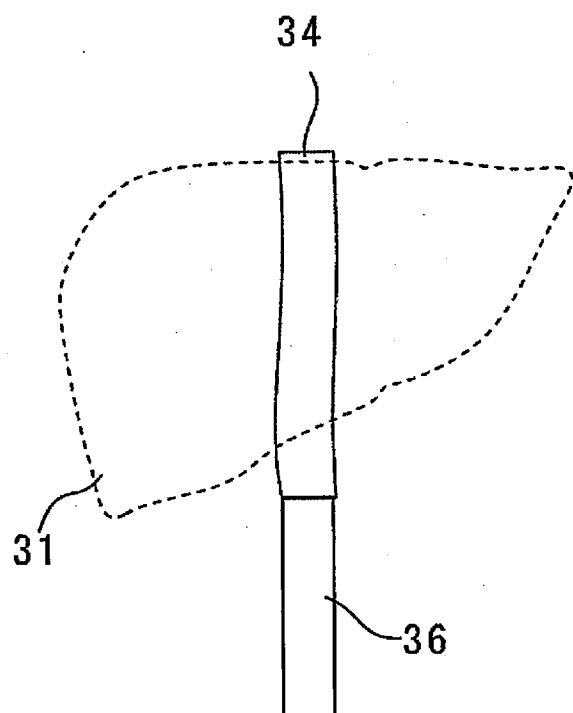
[図7]



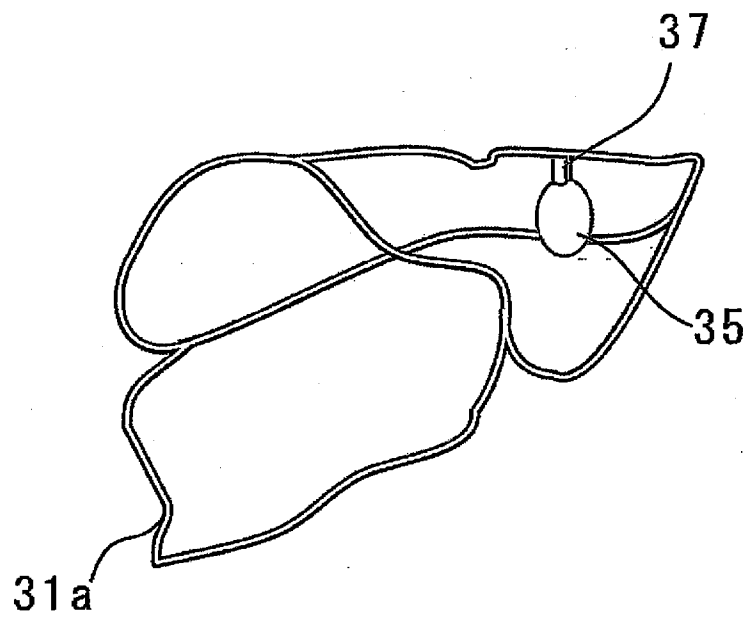
[図8]



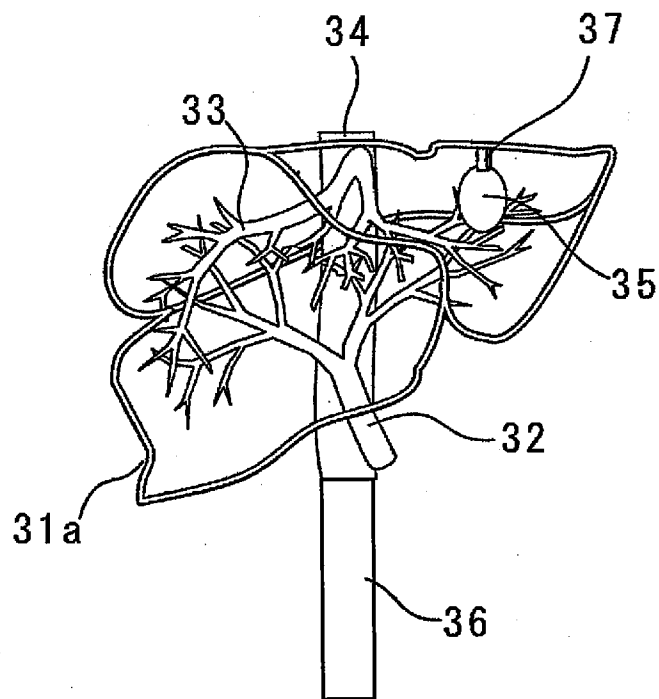
[図9]



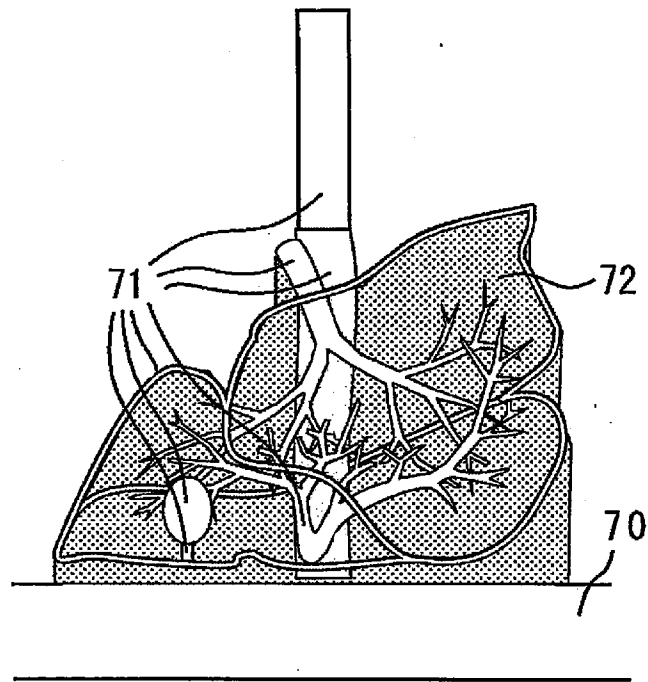
[図10]



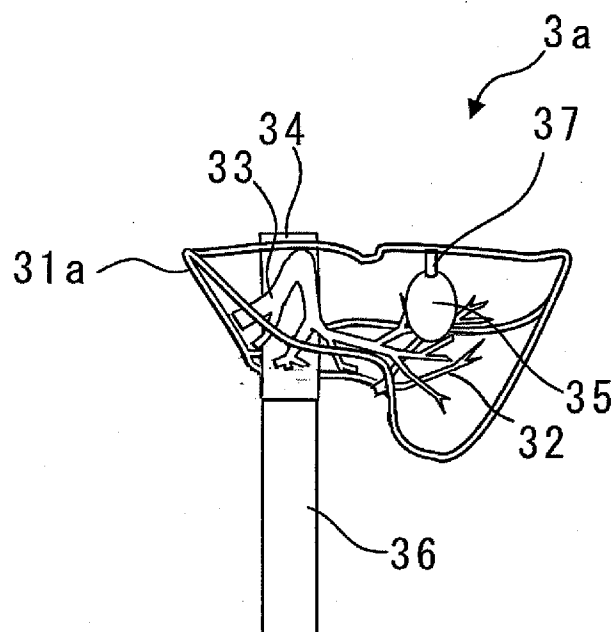
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G09B23/30(2006.01)i, A61B90/00(2016.01)i, B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/00(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)

G09B23/30, A61B90/00, B29C67/00, B33Y10/00, B33Y30/00, B33Y50/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	s130-2 Kanzo no Kekkan Bunpu Mokei, Seiri Kaibo	1-5
Y	Mokei, SKAMOTO MODEL CORP., 2016.05, page 31	6-17
L	s130-2 Kanzo no Kekkan Bunpu Mokei, Medical Online, [online], [retrieval date 21 April 2016 (21.04.2016)], Internet<URL: http://dev.medicalonline.jp/index/product/eid/44680	
Y	JP 2015-506002 A (Koninklijke Philips N.V.), 26 February 2015 (26.02.2015), paragraphs [0036] to [0037] & US 2014/0306918 A1 paragraphs [0046] to [0047]	6-17

☐ 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
21 April 2016 (21.04.16)

Date of mailing of the international search report
10 May 2016 (10.05.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G09B23/30(2006.01)i, A61B90/00(2016.01)i, B29C67/00(2006.01)i, B33Y10/00(2015.01)i, B33Y30/00(2015.01)i, B33Y50/00(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. G09B23/30, A61B90/00, B29C67/00, B33Y10/00, B33Y30/00, B33Y50/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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	s130-2 肝臓の血管分布模型, 生理解剖模型, SKAMOTO MODEL	1 - 5
Y	CORPORATION, 2016.05, p.31	6 - 17
L	s130-2 肝臓の血管分布模型, メディカルオンライン, [オンライン], [検索日 2016.04.21], インターネット<URL: http://dev.medicalonline.jp/index/product/eid/44680	
Y	JP 2015-506002 A (コーニンクレッカ フィリップス エヌヴェ) 2015.02.26, 段落[0036]-[0037] & US 2014/0306918 A1 段落 [0046]-[0047]	6 - 17

☐ 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

「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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21.04.2016

国際調査報告の発送日

10.05.2016

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)

柴田 和雄

2D

9113

電話番号 03-3581-1101 内線 3241