

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/152356

発行日 平成30年1月18日 (2018.1.18)

(43) 国際公開日 平成28年9月29日 (2016.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G09B 23/28 (2006.01)	G09B 23/28	2C032
A61B 90/00 (2016.01)	A61B 90/00	4F213
B33Y 30/00 (2015.01)	B33Y 30/00	
B33Y 50/02 (2015.01)	B33Y 50/02	
B29C 64/393 (2017.01)	B29C 64/393	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2017-507619 (P2017-507619)  
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2016/055049  
 (22) 国際出願日 平成28年2月22日 (2016.2.22)  
 (31) 優先権主張番号 特願2015-60937 (P2015-60937)  
 (32) 優先日 平成27年3月24日 (2015.3.24)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

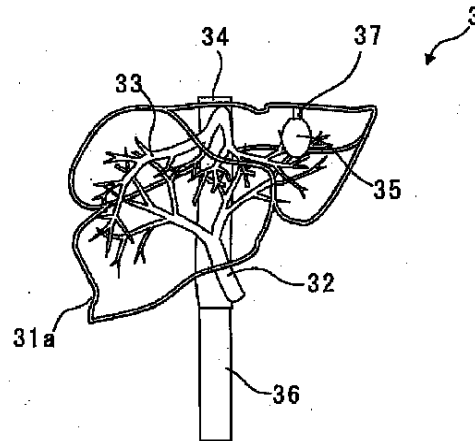
(71) 出願人 504171134  
 国立大学法人 筑波大学  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1  
 (71) 出願人 000002897  
 大日本印刷株式会社  
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100096091  
 弁理士 井上 誠一  
 (72) 発明者 三谷 純  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立  
 大学法人筑波大学内  
 (72) 発明者 大河内 信弘  
 茨城県つくば市天王台一丁目1番1 国立  
 大学法人筑波大学内

最終頁に続く

(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) 【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。



**【特許請求の範囲】****【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 3 D 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 3 D 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 3 D 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 3 D 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 3 D 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。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 1】**

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 1 0 に記載の情報処理装置。

**【請求項 1 2】**

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 1 0 または請求項 1 1 に記載の情報処理装置。

**【請求項 1 3】**

前記生体部位が肝臓であることを特徴とする請求項 1 0 から請求項 1 2 のいずれかに記載の情報処理装置。 10

**【請求項 1 4】**

情報処理装置と 3 D プリントを用いた、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 3 D プリントが、

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。 20

**【請求項 1 5】**

生体部位を模した模型の 3 D プリント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 1 6】**

コンピュータを、

生体部位を模した模型の 3 D プリント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、 30

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 1 7】**

コンピュータを、

生体部位を模した模型の 3 D プリント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。

**【発明の詳細な説明】 40****【技術分野】****【0 0 0 1】**

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】****【0 0 0 2】**

近年、3 D プリント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】 50**

## 【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。

10

【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。

20

【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。また模型製作用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。

30

【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。

40

【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

50

タを生成し、前記 3 D プリントは、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。

【 0 0 1 2 】

第 3 の発明は、生体部位を模した模型の 3 D プリント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。

【 0 0 1 3 】

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。

10

【 0 0 1 4 】

第 4 の発明は、情報処理装置と 3 D プリントを用いた、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 3 D プリントが、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。

20

【 0 0 1 5 】

第 5 の発明は、生体部位を模した模型の 3 D プリント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。

【 0 0 1 6 】

第 6 の発明は、コンピュータを、生体部位を模した模型の 3 D プリント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。

30

【 0 0 1 7 】

第 7 の発明は、コンピュータを、生体部位を模した模型の 3 D プリント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 】

【 0 0 1 8 】

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。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 9 】

【 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 3 0 0 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 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

50

【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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

。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、3D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。

10

【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300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31と、肝臓に付随する生体構造部位である門脈32、静脈33、下大静脈34及び腫瘍35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31がフレーム31aとしてフレーム化され中空となる。フレーム31aは肝臓実質31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31の形状がフレーム31aによって表現されることとなる。肝臓実質31をフレーム化したことにより、内部の門脈32、静脈33、腫瘍35等が見やすくなっている。

20

【0033】

また、この肝臓模型3は下大静脈34の下端面に設けた把持部36を把持して容易に取り扱うことができ、且つ腫瘍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31、門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35の3次元形状データ)

30

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31や門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35等の3次元形状データがSTL(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52等に記憶される。

【0035】

これらの3次元形状データは、CT(Computed Tomography)やMRI(Magnetic Resonance Imaging)などで患者等の肝臓をスキャンして得られたDICOM(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】

40

図5(a)~(e)の実線は、それぞれ肝臓実質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3

50

1、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。

10

【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。

20

【0041】

なお、フレーム化の方法はこれに限らず、例えば所定の方向を指定し、その方向から肝臓実質31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31の外面を六角形のハニカム構造化してフレーム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。また、肝臓実質31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13で示すように肝臓実質31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31aは肝臓実質31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31の形状を表現できる。さらに、このようなフレーム31aに加えて、フレーム31a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。

30

【0043】

また、フレーム31aが門脈32や静脈33等の生体構造部位と区別し易いよう、フレーム31aの断面形状を門脈32や静脈33等の生体構造部位と異ならせたり、フレーム31a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31aのモデル材の色を門脈32や静脈33等の生体構造部位と変えてもよい。なお門脈32や静脈33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。

40

【0044】

さらに、フレーム31aの3次元形状データを外面とその内部に分けて、3D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32や静脈33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32や静脈33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31a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31aにより囲まれる面310か

50



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用できるようにする。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。

10

**【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。

20

**【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36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34以外の生体構造部位等の3次元形状データから把持部36を生成することなども可能である。

30

**【0049】**

情報処理装置5は、腫瘍35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31aの3次元形状データと比較し、腫瘍35が他の生体構造部位あるいはフレーム31aと連続しているかを判定する(S45)。連続する場合は(S46; YES)そのまま後述するS48の処理に移るが、連続していない場合(S46; NO)、腫瘍35の接続部37の3次元形状データを生成する(S47)。

**【0050】**

腫瘍35の接続部37の3次元形状データの生成について示すのが図10であり、本実施形態では腫瘍35とその他の生体構造部位もしくはフレーム31aとの間で最も距離が短くなる箇所に、腫瘍35と対象部位(図の例ではフレーム31a)との間を接続する接続部37の3次元形状データを生成する。ただし、接続部37の箇所はこれに限らず、腫瘍35とその他の生体構造部位もしくはフレーム31aを接続していればよい。

40

**【0051】**

また接続部37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37は、門脈32や静脈33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37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37のモデル材の色を門脈32や静脈33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37の

50

3次元形状データを外面と内部に分けて、3D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35以外の部分の3次元形状データが連続しており、腫瘍35を接続部37でフレーム31a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、S45の連続判定を腫瘍35以外の生体構造部位、例えば下大静脈34等の太い血管部分や静脈33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31aと連続しているかを判定したり、フレーム31a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。

10

【0053】

情報処理装置5は、以上で生成されたフレーム31a、把持部36、接続部37の3次元形状データ、および門脈32、静脈33、下大静脈34、腫瘍35の各3次元形状データに対し、ブリアン演算による和集合をとって統合処理を行い(S48)、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11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(S49)。S49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31a等の部分が他の部分、例えば腫瘍35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。

20

【0055】

強度不足となる部分が無いと判定された場合(S50; YES)、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(S50; NO)、情報処理装置5は3次元形状データの修正を行う(S51)。例えばフレーム31aが腫瘍35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31aを太くしたり、フレーム31a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け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。

30

【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。

40

【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】

50

こうしてフレーム 3 1 a、把持部 3 6、接続部 3 7、および門脈 3 2、静脈 3 3、下大静脈 3 4、腫瘍 3 5 の 3 次元形状データに対応する 3 次元形状がモデル材 7 1 により形成され、肝臓模型 3 の製作が完了する。

【 0 0 6 0 】

なお、フレーム 3 1 a など肝臓模型 3 の一部と、その他の部分を別々に 3 D プリントで製作し、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 7 2 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 S 4 で生成しておくもよい。また、把持部 3 6 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。

10

【 0 0 6 1 】

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 3 D プリントで簡易に製作でき、この際、肝臓本体である肝臓実質 3 1 ( 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。

【 0 0 6 2 】

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。

20

【 0 0 6 3 】

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拡げ、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。

【 0 0 6 4 】

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 プリント 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。

30

【 0 0 6 5 】

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、例えば膵臓であってもよい。この場合、膵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。また肝臓や膵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けばよい。

40

【 0 0 6 6 】

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

50

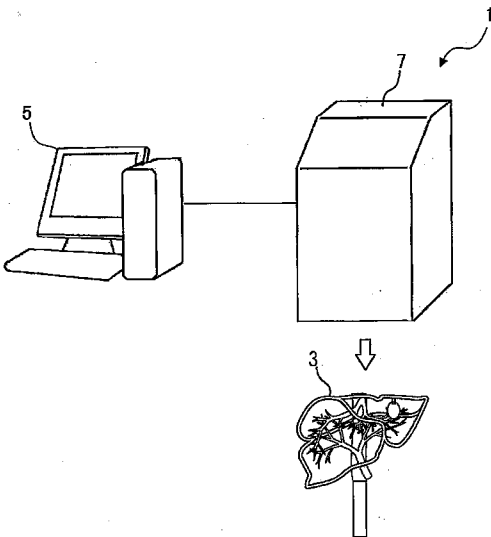
明の技術的範囲に属するものと了解される。

【符号の説明】

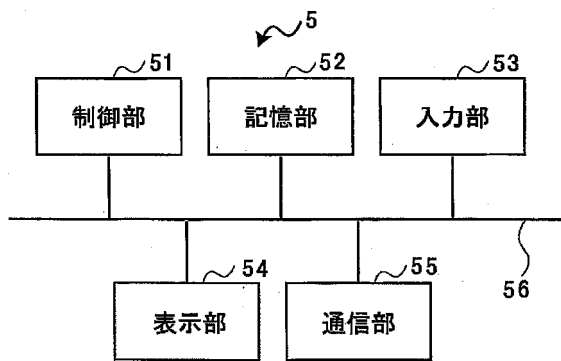
【0067】

- 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

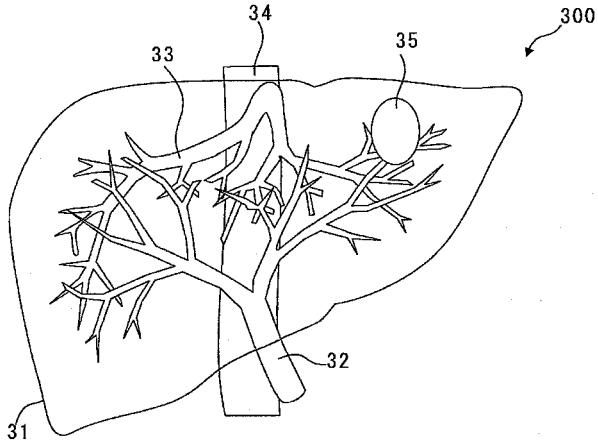
【図1】



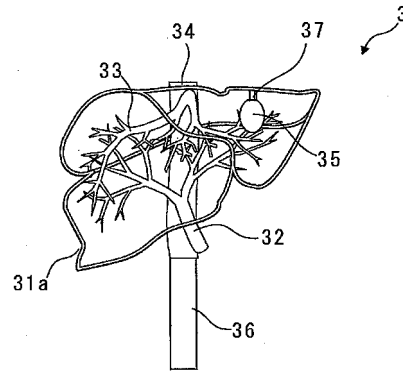
【図2】



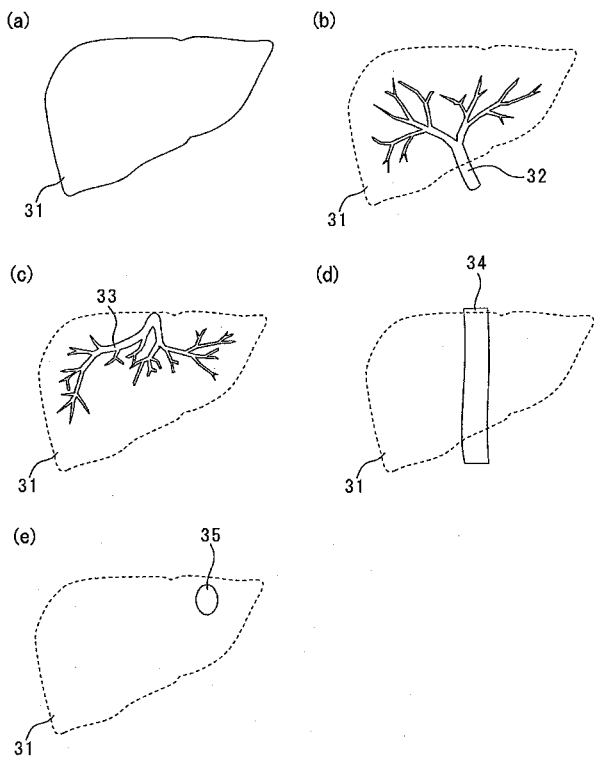
【 図 3 】



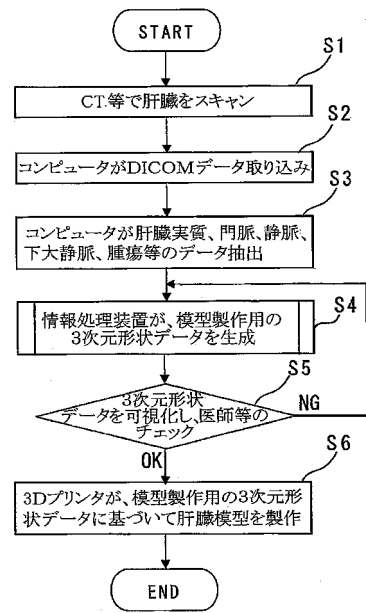
【 図 4 】



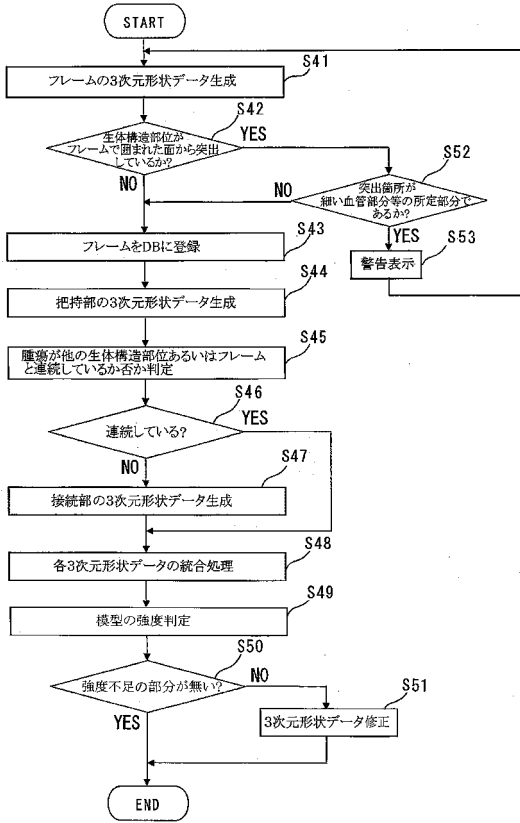
【 図 5 】



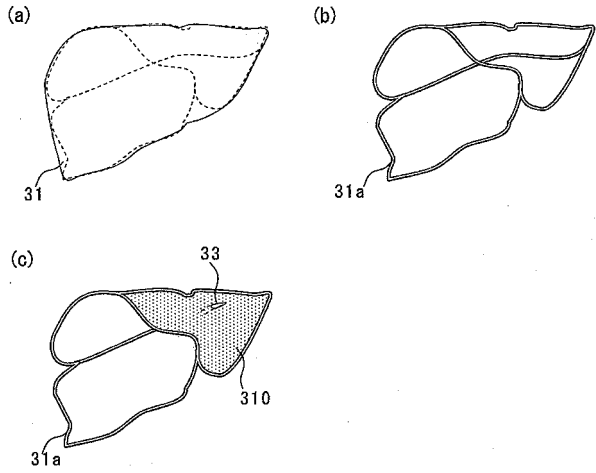
【 図 6 】



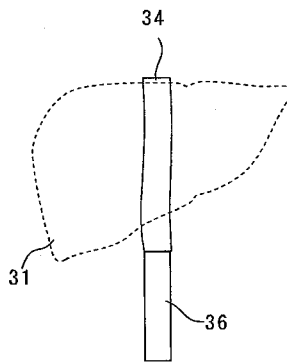
【 図 7 】



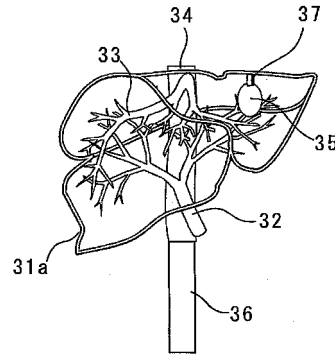
【 図 8 】



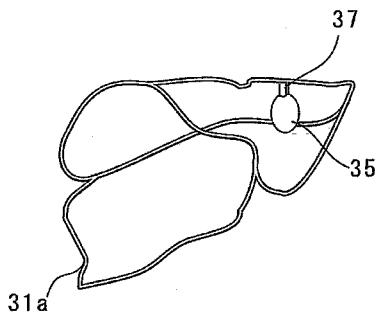
【 図 9 】



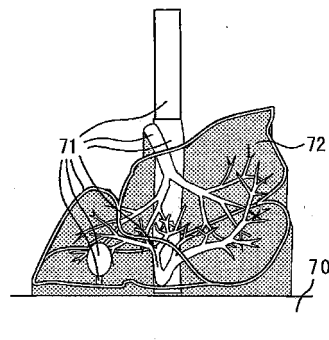
【 図 1 1 】



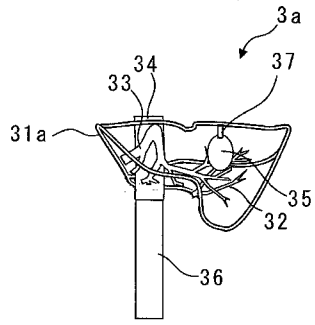
【 図 1 0 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2016/055049
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>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</i>		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) <i>G09B23/30, A61B90/00, B29C67/00, B33Y10/00, B33Y30/00, B33Y50/00</i>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched <i>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2016            Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2016 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2016</i>		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	<i>s130-2 Kanzo no Kekkan Bunpu Mokei, Seiri Kaibo Mokei, SKAMOTO MODEL CORP., 2016.05, page 31</i>	1-5 6-17
L	<i>s130-2 Kanzo no Kekkan Bunpu Mokei, Medical Online, [online], [retrieval date 21 April 2016 (21.04.2016)], Internet&lt;URL: http://dev.medicalonline.jp/index/product/eid/44680</i>	
Y	<i>JP 2015-506002 A (Koninklijke Philips N.V.), 26 February 2015 (26.02.2015), paragraphs [0036] to [0037] &amp; US 2014/0306918 A1 paragraphs [0046] to [0047]</i>	6-17
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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.



国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 6 / 0 5 5 0 4 9	
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 CORPORATION, 2016.05, p.31	1 - 5	
Y	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	6 - 17	
L	JP 2015-506002 A (コーニンクレッカ フィリップス エヌヴェ)	6 - 17	
Y	2015.02.26, 段落[0036]-[0037] & US 2014/0306918 A1 段落 [0046]-[0047]		
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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 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	

## フロントページの続き

(51) Int. Cl. F I テーマコード (参考)  
**B 3 3 Y 10/00 (2015.01) B 3 3 Y 10/00**

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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

(72) 発明者 大城 幸雄  
 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

(72) 発明者 江 健太郎  
 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

(72) 発明者 林 卓治  
 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

F ターム (参考) 2C032 CA03 CA06  
 4F213 AH63 WA25 WB01 WL24 WL85

(注) この公表は、国際事務局 (W I P O) により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願 (日本語実用新案登録出願) の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項 (実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項) により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。