

(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
2023年11月23日(23.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/223370 A1

- (51) 国際特許分類:
G09B 9/00 (2006.01) *G09B 23/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/020300
- (22) 国際出願日: 2022年5月15日(15.05.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 学校法人早稲田大学 (WASEDA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒1698050 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 岩▲崎▼ 清隆 (IWASAKI, Kiyotaka); 〒1698050 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内 Tokyo (JP). 陸洪澤 (Lu, Hongze); 〒1698050 東京都新宿区戸

塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内 Tokyo (JP). 北場 紀香 (KITABA, Norika); 〒1698050 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内 Tokyo (JP). 岡村 誉之 (OKAMURA, Takayuki); 〒1698050 東京都新宿区戸塚町1丁目104番地 学校法人早稲田大学内 Tokyo (JP).

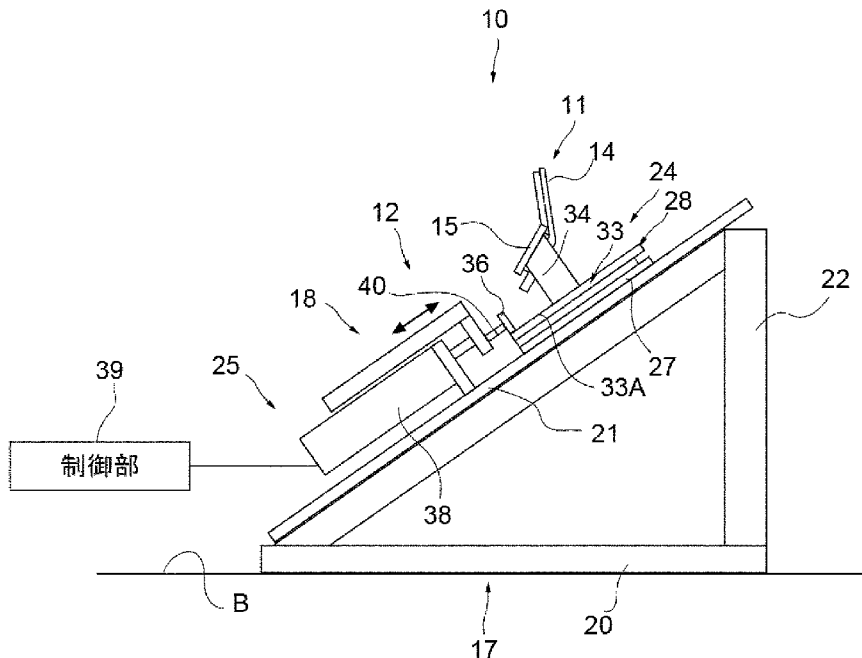
(74) 代理人: 榎本 英俊 (ENOMOTO, Hidetoshi); 〒1920071 東京都八王子市八日町8-1-1710 Tokyo (JP).

(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,

(54) Title: CORONARY ARTERY MOTION SIMULATOR AND BLOOD VESSEL MODEL

(54) 発明の名称: 冠動脈運動シミュレータ及び血管モデル

[図1]



39... Control unit

(57) Abstract: The present invention is a coronary artery motion simulator that simulates the movement of a coronary artery that occurs in tandem with the heartbeat, and comprises: a simulated blood vessel unit 11 including a blood vessel model 14 that simulates a predetermined part of a coronary artery; and a model support unit 12 that supports the simulated blood vessel unit 11. The model support unit 12 is configured to hold the blood vessel model 14 which is disposed so as to be inclined relative to an installation surface B of the model support unit, in a manner allowing the blood vessel model 14

EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU,
ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, SC, 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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

to rotate along a predetermined surface, and is configured such that the repetition of said rotary motion in the forward and reverse directions allows simulation of the way the blood vessel model 14 is displaced in tandem with the heartbeat. The model support unit 12 is provided with: an inclined base 17 installed on the installation surface B; and a movable device 18 having a mechanism for carrying out a rotary motion while the blood vessel model 14 is held. The inclined base 17 has an inclined surface portion 21 disposed at a predetermined angle relative to the installation surface B, and the movable device 18 is disposed so as to be inclined along the inclined surface portion 21.

(57) 要約: 本発明は、心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータであり、冠動脈の所定部位を模擬した血管モデル14を含む模擬血管ユニット11と、模擬血管ユニット11を支持するモデル支持ユニット12とを備えている。モデル支持ユニット12は、その設置面Bに対して傾斜配置された血管モデル14を所定面に沿って回転動作可能に保持するとともに、当該回転動作を正逆方向に繰り返し行うことにより、心臓の拍動に伴う血管モデル14の変位状況を模擬可能に構成されている。このモデル支持ユニット12は、設置面Bに設置される傾斜台17と、血管モデル14を保持した状態で回転動作を行う機構を有する可動装置18とを備えている。傾斜台17は、設置面Bに対して所定の傾斜角度に配置された傾斜面部21を有し、この傾斜面部21に沿って可動装置18が傾斜配置される。

明 細 書

発明の名称：冠動脈運動シミュレータ及び血管モデル

技術分野

[0001] 本発明は、心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータ及びこれに用いる血管モデルに関する。

背景技術

[0002] 冠動脈は、心筋を動かすために心臓表面に血液を送る血管であり、大動脈の根本から左右に2本分かれた左冠動脈、右冠動脈からなる。ここで、左冠動脈は、全身に血液を送り出す役割を果たす左心室心筋を動かすために酸素と栄養を含んだ血液を供給する血管であり、非常に重要な血管である。この左冠動脈は、大動脈に繋がる主幹部（LMT: Left main trunk）から途中で、前下行枝（LAD: Left anterior descending coronary artery）と、回旋枝（LCx: Left circumflex coronary artery）とに分岐する。前下行枝（LAD）は、主に左心室の前壁と心筋中隔への血液供給を担い、回旋枝（LCx）は、左心室の側壁から後壁への血液供給を担っている。

[0003] 冠動脈の狭窄や閉塞によって心臓に十分な血液が行き渡らなくなる虚血性心疾患の治療法として、薬物治療、狭窄前後に迂回血管を設ける冠動脈バイパス術、及びカテーテルを使った経皮的冠動脈形成術が主として知られている。経皮的冠動脈形成術の一つとして、ステントによる冠動脈インターベション治療がある。この治療では、高分子薄膜製のバルーンにかしめた金属網目状のステントを、カテーテルを用いて太ももの付け根の血管や手首の血管から挿入し、血管内で狭窄血管部位までステントを運び、バルーンを拡張することで狭窄病変部がステントにより拡張されて血管内に圧着され、血流が確保される。

[0004] 虚血性心疾患のうち、左冠動脈主幹部分岐部病変は、主幹部（LMT）か

ら分岐する前下行枝（LAD）と回旋枝（LCx）の根元部分の血管に狭窄や閉塞が発生した状態であり、死に直結する恐れがある。左冠動脈主幹部分岐部病変のステント治療は、冠動脈バイパス術と比較して長期成績が課題であり、治療成績の向上を目指して多くの臨床上の手技の工夫が検討されている。近時において、薬剤溶出型ステントの進歩により治療成績が改善し、1本のステントで治療可能な比較的単純な左冠動脈主幹部分岐部病変の治療については、冠動脈インターベーションも許容されるようになった。一方、複雑な左冠動脈主幹部分岐部病変の治療については、2本のステントを使用して治療する2-ステント法が必要となるが、血栓症や再狭窄の頻度が高いことから、冠動脈バイパス術が推奨されている。

[0005] 臨床における左冠動脈主幹部分岐部の治療は、心臓が拍動した状態で行われるため、冠動脈内のステントの構造をX線の透視画面上で同定することが難しい。また、臨床治療においては、併用されるX線血管造影装置の可動制限があるため、前下行枝（LAD）と回旋枝（LCx）が重なって見える場合があり、また、透視像であるため血管の長さが短縮するような代用視点で観察しながら治療が行われる。従って、どのような手技が2本のステントで病変を適切に拡張し、且つ、血栓症等の原因となるステントの血管内腔への突出を抑制できるのかを検証・評価するためには、実臨床に即した実験システムが必要になる。

[0006] 本発明者らは、これまで、左冠動脈主幹部分岐部血管の径や角度を模した弾性血管モデルを静置した状態で、当該血管モデルを用いたステント治療法の研究開発、ステント選択に関する研究を行ってきた（非特許文献1参照）。

先行技術文献

非特許文献

[0007] 非特許文献1: Yutaka Hikichi, Kiyotaka Iwasaki et al., Reduction in in complete stent apposition area caused by jailed struts after single stenting at left main bifurcation lesions: micro-CT analysis using a t

hree-dimensional elastic bifurcated coronary artery model, Cardiovasc Interv and Ther, 2017 January, 32, P.12-17

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、前述した本発明者らの先行研究では、静置血管モデルでの試験、評価であって、患者の心臓の収縮・拡張に伴う血管モデルの動きを模したものでなく、心臓の拍動に伴う血管モデルの運動を考慮した試験システムはこれまで存在していない。また、本発明者の更なる研究により、心臓の拡張期と収縮期の間での左冠動脈主幹部分岐部の変位状態（変位量、角度）を特定することができ、心臓の拍動に伴う左冠動脈主幹部分岐部の運動状態を定量的に知見することができた。

[0009] 本発明は、以上の課題及び本発明者の知見に基づいて案出されたものであり、その目的は、比較的簡単な構造で、心臓の拍動に伴って運動する冠動脈を模擬した状態で、ステント等の医療機器や治療法の試験や評価を行うことができる冠動脈運動シミュレータ及び血管モデルを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するため、本発明は、主として、心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータであって、前記冠動脈の所定部位を模擬した血管モデルと、当該血管モデルを支持するモデル支持ユニットとを備え、前記モデル支持ユニットは、その設置面に対して傾斜配置された前記血管モデルを所定面に沿って回転動作可能に保持するとともに、当該回転動作を正逆方向に繰り返し行うことにより、前記拍動に伴う前記血管モデルの変位状況を模擬可能に構成される。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、簡単な機構や単純な駆動系により、患者の心臓の収縮及び拡張に伴う冠動脈の動きを模擬することができ、従来よりも実臨床に即した環境で冠動脈の治療の有効性と安全性の評価が可能となる。

図面の簡単な説明

- [0012] [図1]本実施形態に係る冠動脈運動シミュレータの側面視における概念図である。
- [図2]模擬血管ユニットの概略正面図である。
- [図3]模擬血管ユニットの概略側面図である。
- [図4]可動装置の概略平面図である。
- [図5]支持体の概略斜視図である。
- [図6]固定部を上側から見た概略斜視図である。
- [図7]固定部の概略正面図である。
- [図8]動作部を裏面側から見た概略斜視図である。
- [図9]動作部の概略正面図である。
- [図10]図4の状態から動作部が回転動作した状態を説明するための可動装置の概略平面図である。

発明を実施するための形態

- [0013] 以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。
- [0014] 図1には、本実施形態に係る冠動脈運動シミュレータの側面視における概念図が示されている。この図において、前記冠動脈運動シミュレータ10は、冠動脈の所定部位となる左冠動脈主幹部分岐部を模擬した部位を含む模擬血管ユニット11と、模擬血管ユニット11を支持するとともに、心臓の拍動に伴う左冠動脈主幹部分岐部の動作を模擬可能に構成されたモデル支持ユニット12とを備えている。
- [0015] 前記模擬血管ユニット11は、図2及び図3に示されるように、左冠動脈主幹部分岐部付近の血管を模擬した平面視Y字状の血管モデル14と、血管モデル14が一体的に固定されたブロック状の土台15とからなる。
- [0016] 前記血管モデル14は、シリコン等の材料により弾性チューブ状に形成されており、その内部空間となる内腔における血管の延出方向に直交する断面（内腔断面）が楕円状となっている。この血管モデル14は、左冠動脈の主幹部（LMT）に相当する主部14Aと、左冠動脈の前下行枝（LAD）

と回旋枝（LCx）にそれぞれ相当するように、主部14Aから分岐する分岐部14B、14Cとからなる。なお、主部14Aと分岐部14B、14Cの血管軸線の交点を分岐中心14Dと称する。

[0017] 前記分岐部14B、14Cは、図2の平面視において主部14Aから二股状に分岐するとともに、図3の側面視において主部14Aに対し分岐中心14Dから屈曲するように配置されている。従って、前記血管モデル14は、3次元的に血管部分が延出する立体形状をなす。なお、図示省略しているが、冠動脈運動シミュレータ10を使用した試験時には、主部14A及び分岐部14B、14Cの端部が別のチューブに接続され、液体等で満たされた試験回路の一部に配置される。

[0018] 前記土台15は、血管モデル14の屈曲状態に対応した屈曲形状をなし、血管モデル14の表面の一部が埋設されている。そのうち、主部14Aが埋設される部分は、モデル支持ユニット12に取り付けられる取付部15Aとなる。

[0019] 前記モデル支持ユニット12は、心臓の拍動に伴う冠動脈の変位状況や回転状況を模擬可能な構造が採用されている。このモデル支持ユニット12は、図1に示されるように、所定の設置面Bに設置される傾斜台17と、傾斜台17の上面に載って傾斜配置されるとともに、模擬血管ユニット11を保持した状態で回転動作を行う機構を有する可動装置18とを備えている。

[0020] 前記傾斜台17は、手術台の面を想定した設置面Bに設置される設置部20と、設置部20の図1中左側となる先端側から所定の傾斜角度（例えば、35度）で同図中右側に向かって同図中上方に傾斜配置される平板状の傾斜面部21と、設置部20の同図中右端寄りから起立して、傾斜面部21を下方から支える側部22とからなる。

[0021] 前記可動装置18は、傾斜台17の傾斜面部21に固定された状態で、模擬血管ユニット11を回転運動させることにより、心臓の拍動に伴う血管モデル14の変位を模擬可能な構造となっている。

[0022] この可動装置18は、図1及び図4に示されるように、模擬血管ユニット

11を支持しながら所定の回転動作を可能に構成された支持体24と、支持体24を動作させる駆動装置25とを備えている。

[0023] 前記支持体24は、図5に示されるように、同図中下側に位置して傾斜台17（図1参照）に固定される固定部27と、固定部27の表面（所定面）に沿って相対回転可能に固定部27に連結される動作部28とからなる。

[0024] 前記固定部27は、図6及び図7に示されるように、傾斜面部21（図1参照）に対して、図示しないねじ等で裏面が固定されるほぼ方形板状の本体30と、傾斜面部21の反対側となる本体30の上面の中央寄りで突出するとともに、円弧状に延びるように設けられたレール31とを備えている。

[0025] 前記動作部28は、図5、図8及び図9に示されるように、ほぼ方形板状をなす台座33と、台座33の上面に起立配置されるとともに、模擬血管ユニット11（図1等参照）を保持する一对のモデル保持部34と、台座33の下面から突出するガイド35と、台座33の上面における角部一箇所の外縁側から起立するとともに、駆動装置25（図1等参照）が接続される接続部36とを備えている。

[0026] 前記モデル保持部34は、側面視台形状をなす同一形状のものが同じ向きで並行に配置されている。各モデル保持部34は、上面の取付面34Aが、台座33の上面に対して所定の傾斜角度で上下方向に傾斜する向きで配置されており、この取付面34Aには、模擬血管ユニット11の土台15（図1等参照）が、図示しないねじ止め等により着脱自在に取り付けられる。なお、当該取り付け状態では、図1及び図4に示されるように、血管モデル14が台座33に相対する向きで配置される。また、図5に示されるように、モデル保持部34は、その短辺側となる背面34Bが、接続部36の方向に向くように、斜め向きに台座33に固定される。この際、動作前における図4の初期状態において、取り付けられた血管モデル14の主部14Aの軸線と台座33の基準縁33A（基準線）との間でなす平面視での配置角度は、所定値（例えば、33度）に設定される。ここで、台座33は、前記初期状態において、傾斜面部21（図1参照）の傾斜方向に基準縁33Aが沿うよう

に配置されている。

[0027] 前記ガイド35は、図8等にも示されるように、同一中心から相互に異なる径で離れて配置された大小2つの円弧状部材からなり、これら円弧状部材の間の空間Sには、固定部27のレール31（図6参照）が嵌め合わされるようになっている。また、ガイド35は、レール31に沿って摺動可能になっており、当該摺動により、ガイド35の前記中心を回転中心として、図10にも示されるように、固定部27の本体30の表面に沿って動作部28が回転動作可能となる。これにより、台座33と一体的にモデル保持部34及び模擬血管ユニット11が固定部27に対して回転する。ここで、レール31及びガイド35の形状及び位置は、モデル保持部34取り付けられた血管モデル14の分岐中心14Dを所定の角度範囲及び移動量の範囲で往復運動させる回転揺動を可能に設定される。なお、特に限定されるものではないが、本実施形態において、前記初期位置から所定の回転角度（例えば、7.4度）の範囲、且つ、所定の移動量（例えば、3.7mm）の範囲で、固定部27の表面に沿って血管モデル14が回転揺動するように設定されている。

[0028] 前記駆動装置25は、図1にも示されるように、支持体24に外力を付与するアクチュエータ38と、アクチュエータ38の動作を制御するコンピュータからなる制御部39とを備えている。

[0029] 前記アクチュエータ38は、モータを利用して直線往復運動が可能となるリニアアクチュエータからなり、図1及び図4にも示されるように、直線往復運動する動作部分は、ユニバーサルジョイント40を介して、動作部28の回転中心から離れた端部寄りの接続部36に接続される。従って、アクチュエータ38の駆動により、動作部28の台座33に対して押し引きを繰り返しながら外力が加えられることで、ユニバーサルジョイント40の屈曲を伴いながら動作部28が固定部27に対して動作する。つまり、アクチュエータ38の1方向の往復運動により、図4及び図10にも示されるように、固定部27の本体30の表面に沿って動作部28が正逆方向に回転動作し、模擬血管ユニット11が所定範囲内で揺動することになる。

[0030] 前記制御部 39 では、心臓の拍動状態に合わせて血管モデル 14 が変位するように、使用者からの条件指定に基づき、心臓の拡張期から収縮期の時間に相当する駆動時間と所定の停止時間を合わせた時間でアクチュエータ 38 を正方向に駆動させ、その逆方向への駆動も合わせたサイクルでアクチュエータ 38 を繰り返し駆動させるようになっている。ここで、前記駆動時間は、想定する心拍数に対応して設定される。

[0031] 以上のモデル支持ユニット 12 において、前述した傾斜台 17 の傾斜角度、モデル保持部 34 の取付面 34A の傾斜角度、及び台座 33 における基準縁 33A に対するモデル保持部 34 の配置角度は、実際の手術時の患者の左冠動脈主幹部分岐部の位置状態に合う角度にそれぞれ設定される。つまり、当該位置設定と動作部 28 の面方向の血管モデル 14 の回転変位により、拍動に伴う左冠動脈主幹部分岐部の変位状況、すなわち、所定の基準座標における変位方向の移動ベクトル、変位量、回転量及び基準とする時点（拡張時若しくは収縮時）における初期位置での配置状態が模擬される。

[0032] 従って、このような実施形態によれば、複雑な機構や駆動系が必要となる心臓の 6 軸方向の動作を再現した模擬心臓等の装置を利用することなく、1 方向のみの往復運動を行う駆動装置 25 の駆動による血管モデル 14 の単純な回転揺動により、心臓の拍動に伴う左冠動脈主幹部分岐部の変位状況を模擬することができる。従って、本実施形態の冠動脈運動シミュレータ 10 により、実臨床に即した環境で左冠動脈主幹部分岐部治療の有効性と安全性の評価が可能となる。

[0033] なお、前記実施形態では、左冠動脈主幹部分岐部の変位状況を模擬したが、他の冠動脈の部位を模擬した血管モデルを利用し、モデル支持ユニット 12 の各部の設計値等を適宜調整することにより、他の部位における評価も可能になる。

[0034] また、本発明におけるモデル支持ユニット 12 は、対象となる冠動脈の部位に応じ、心臓の拍動に伴う冠動脈の各種動作、すなわち、冠動脈の移動ベクトルや変位量を模した変位動作、及び／又は、冠動脈の回転量や回転範囲

を模した回転動作を模擬可能である限り、種々の構造を採用することができる。

[0035] その他、本発明における装置各部の構成は図示構成例に限定されるものではなく、実質的に同様の作用を奏する限りにおいて、種々の変更が可能である。

符号の説明

- [0036]
- 1 0 冠動脈運動シミュレータ
 - 1 1 模擬血管ユニット
 - 1 2 モデル支持ユニット
 - 1 4 血管モデル
 - 1 7 傾斜台
 - 1 8 可動装置
 - 2 1 傾斜面部
 - 2 4 支持体
 - 2 5 駆動装置
 - 2 7 固定部
 - 2 8 動作部
 - 3 3 台座
 - 3 4 モデル保持部
 - 3 8 アクチュエータ
 - 3 9 制御部
 - 4 0 ユニバーサルジョイント

請求の範囲

- [請求項1] 心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータであって、
- 心臓の拍動に伴う冠動脈の移動ベクトルと変位量を模擬可能な構造をなすモデル支持ユニットを備えたことを特徴とする冠動脈運動シミュレータ。
- [請求項2] 心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータであって、
- 心臓の拍動に伴う冠動脈の回転動作を模擬可能な構造をなすモデル支持ユニットを備えたことを特徴とする冠動脈運動シミュレータ。
- [請求項3] 前記モデル支持ユニットは、心臓の拍動に伴う冠動脈の回転動作をも模擬可能な構造をなすことを特徴とする請求項1記載の冠動脈運動シミュレータ。
- [請求項4] 心臓の拍動に伴う冠動脈の動作を模擬する冠動脈運動シミュレータであって、
- 前記冠動脈の所定部位を模擬した血管モデルと、当該血管モデルを支持するモデル支持ユニットとを備え、
- 前記モデル支持ユニットは、その設置面に対して傾斜配置された前記血管モデルを所定面に沿って回転動作可能に保持するとともに、当該回転動作を正逆方向に繰り返すことにより、前記拍動に伴う前記血管モデルの変位状況を模擬可能に構成されることを特徴とする冠動脈運動シミュレータ。
- [請求項5] 前記モデル支持ユニットは、前記設置面に設置される傾斜台と、前記血管モデルを保持した状態で前記回転動作を行う機構を有する可動装置とを備え、
- 前記傾斜台は、前記設置面に対して所定の傾斜角度に配置された傾斜面部を有し、
- 前記可動装置は、前記傾斜面部に沿って傾斜配置されることを特徴

とする請求項4記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項6] 前記可動装置は、前記回転動作を可能に構成された支持体と、当該支持体を動作させる駆動装置とを備え、

前記駆動装置は、前記支持体に外力を付与するアクチュエータを含み、当該外力の付与により、前記拍動に伴う前記血管モデルの変位状況を模擬することを特徴とする請求項5記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項7] 前記支持体は、前記傾斜面部に固定される固定部と、当該固定部の表面に沿って相対回転可能に前記固定部に連結される動作部とを備え、

前記動作部は、前記駆動装置の駆動により前記固定部の表面に沿って回転可能な構造をなす台座と、当該台座に対して起立配置されるときに、前記血管モデルを着脱自在に保持可能なモデル保持部とを備えたことを特徴とする請求項6記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項8] 前記モデル保持部は、前記傾斜面部の傾斜方向に沿う前記台座内の基準線に対し平面視で前記血管モデルを所定の配置角度分傾いた状態で保持可能に配置され、

前記動作部は、前記固定部に対して所定の回転角度と変位量の範囲内で前記固定部に対して回転動作する構造をなすことを特徴とする請求項7記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項9] 前記アクチュエータは、1方向の直線往復運動を繰り返し行いながら前記台座に外力を付与し、

前記動作部は、前記アクチュエータの前記直線往復運動により、前記固定部に対して所定の回転角度と変位量の範囲内で正逆方向に回転動作可能に構成され、前記固定部に対して前記血管モデルを揺動させることを特徴とする請求項7記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項10] 前記血管モデルは、左冠動脈主幹部分岐部を模擬した3次元形状をなし、

前記モデル保持部は、前記台座に対して上下方向に傾斜する所定の傾斜角度で前記血管モデルを保持可能に設けられ、

前記傾斜台及び前記モデル保持部の前記各傾斜角度と、前記台座における前記基準線に対する前記モデル保持部の配置角度は、実際の手術時の患者の左冠動脈主幹部分岐部の状態に合う角度にそれぞれ設定されることを特徴とする請求項 8 記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項11] 前記駆動装置は、前記アクチュエータの駆動を制御する制御部を更に備え、

前記制御部では、心臓の拡張期から収縮期の時間に相当する駆動時間と所定の停止時間を合わせた時間で前記アクチュエータを正方向に駆動させ、その逆方向への駆動も合わせたサイクルで前記アクチュエータを繰り返し駆動させることを特徴とする請求項 9 記載の冠動脈運動シミュレータ。

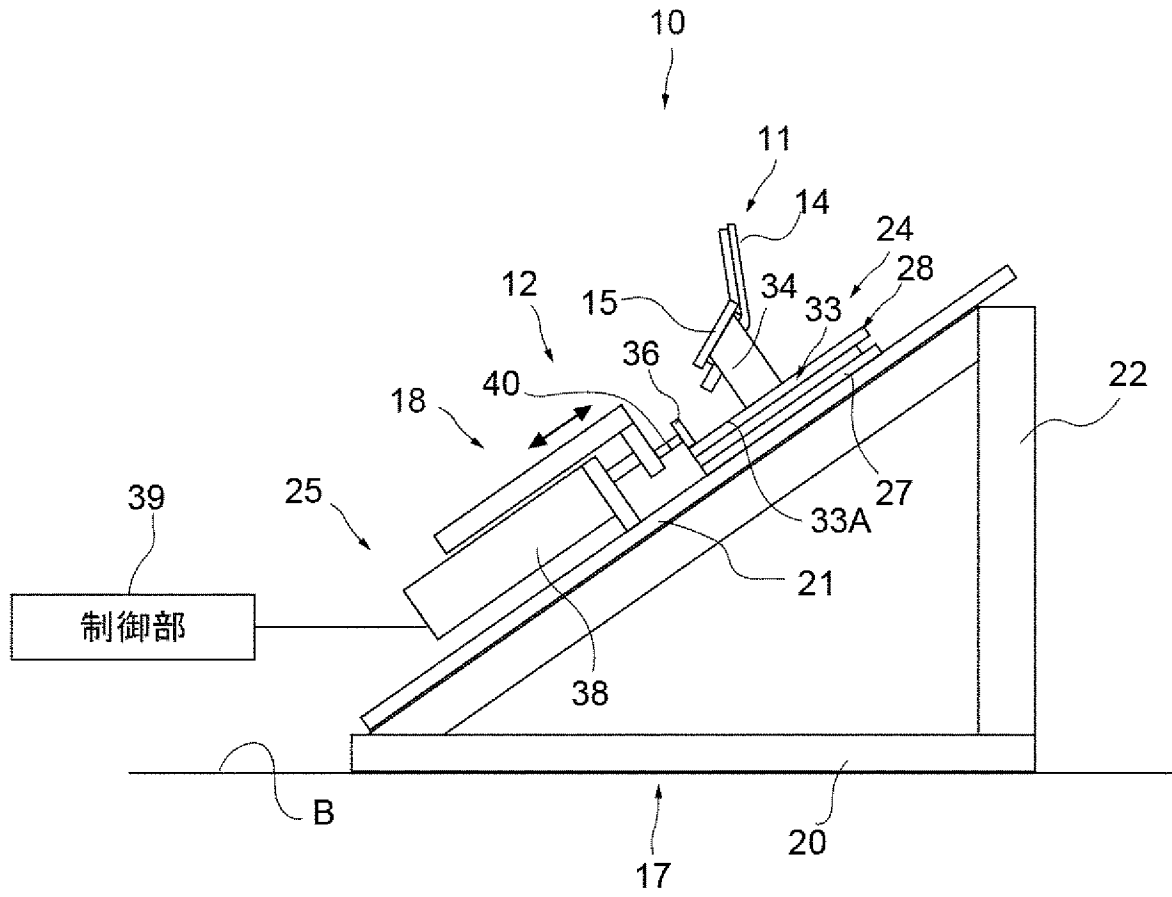
[請求項12] 前記アクチュエータの動作部分は、前記動作部の回転中心から離れた端部寄りにユニバーサルジョイントを介して接続されることを特徴とする請求項 9 記載の冠動脈運動シミュレータ。

[請求項13] 請求項 4 記載の冠動脈運動シミュレータに用いられ、左冠動脈主幹部分岐部を模擬した血管モデルであって、

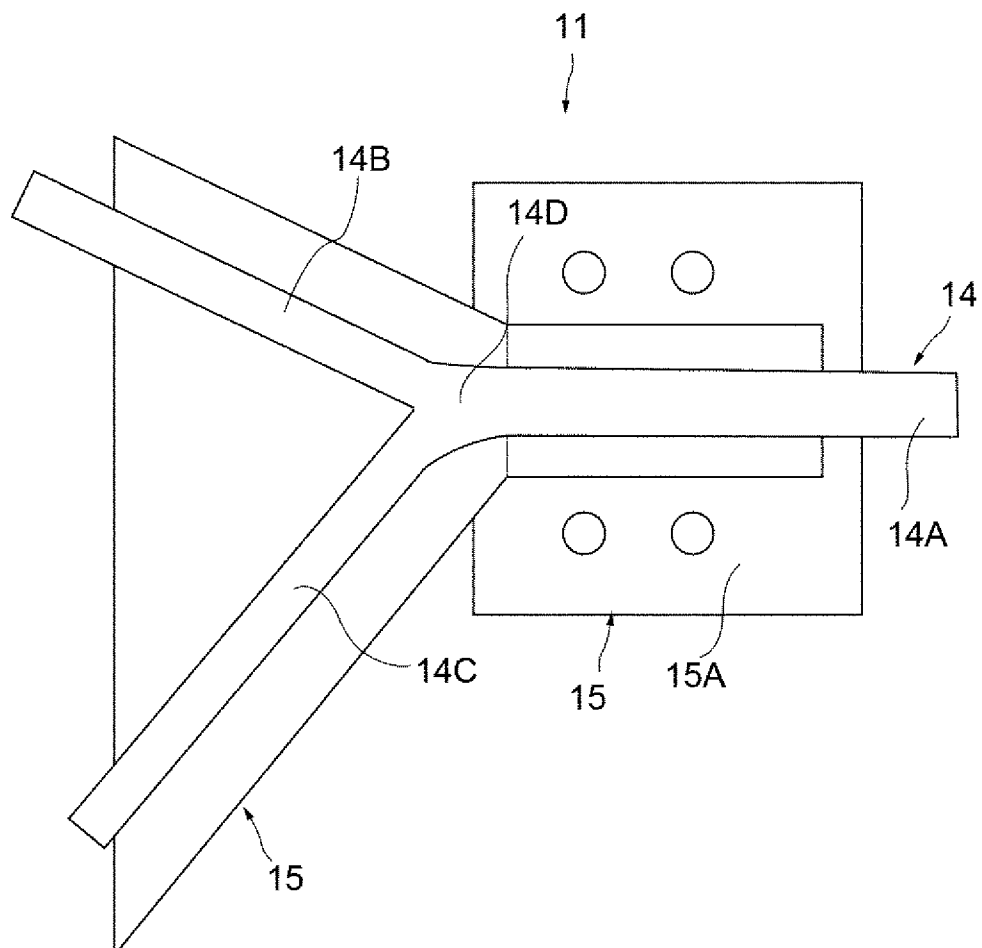
左冠動脈の主幹部に相当する主部と、前記左冠動脈の前下行枝と回旋枝にそれぞれ相当する分岐部とからなり、当該分岐部は、前記主部に対して平面視で二股に分岐するとともに、前記主部に対して側面視で所定角度屈曲するように 3 次元状に形成されることを特徴とする血管モデル。

[請求項14] 前記血管モデルは、内腔断面が楕円状に形成されることを特徴とする請求項 1 3 記載の血管モデル。

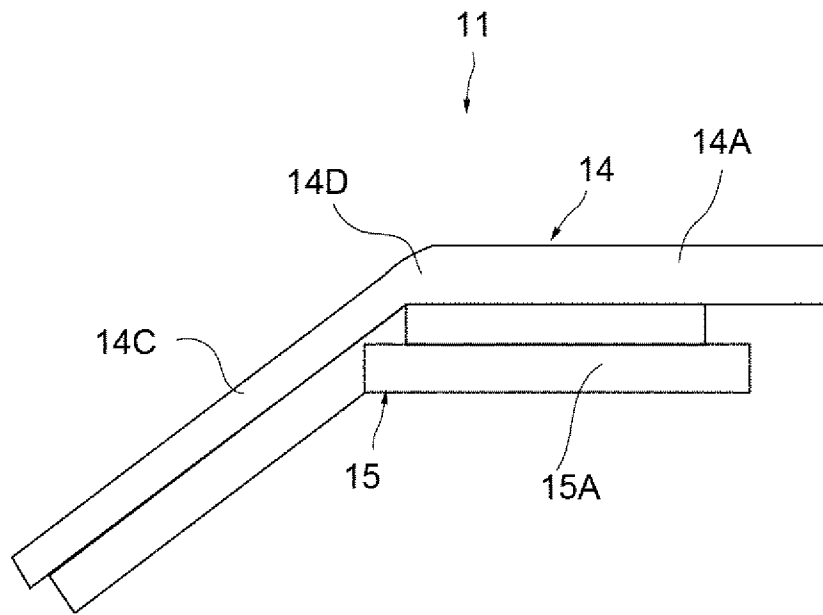
[図1]



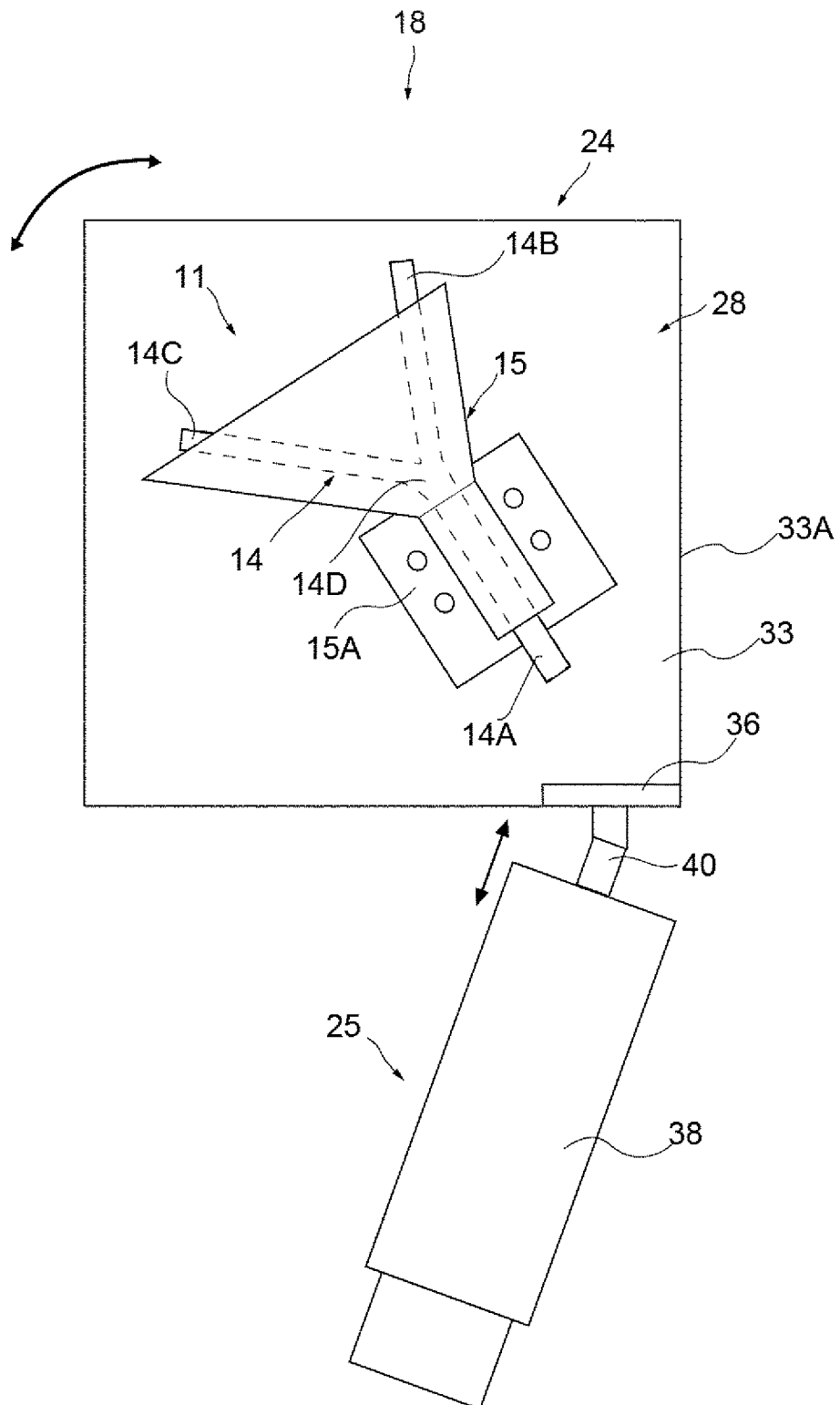
[図2]



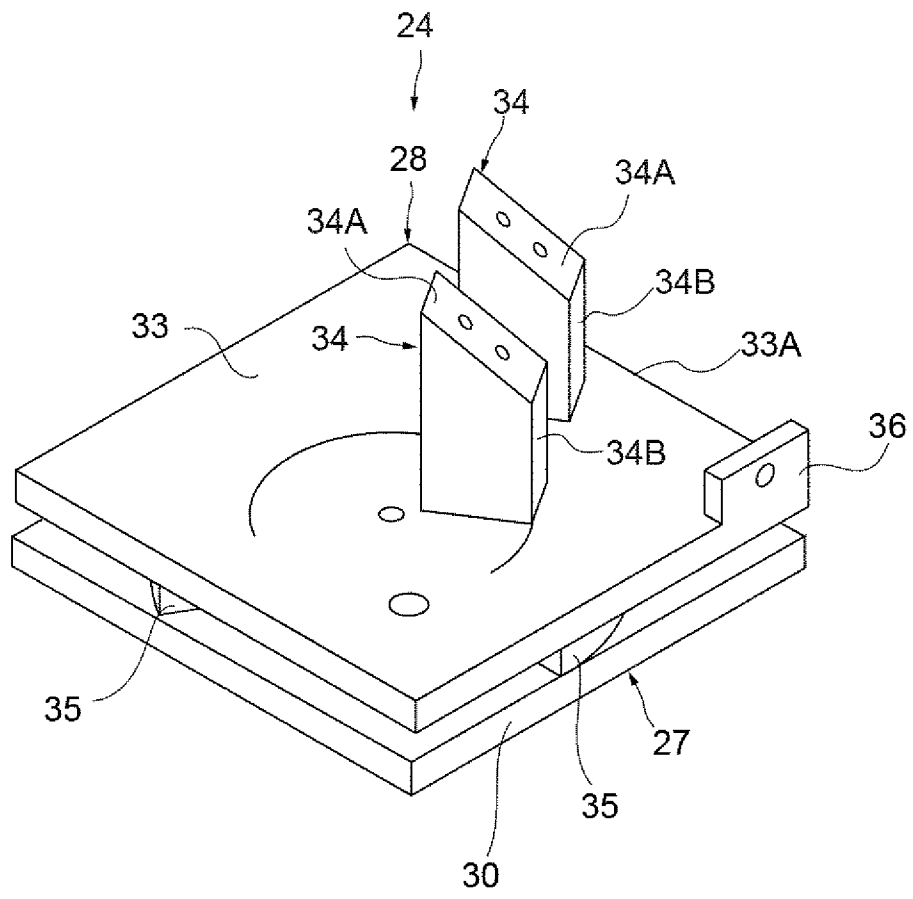
[図3]



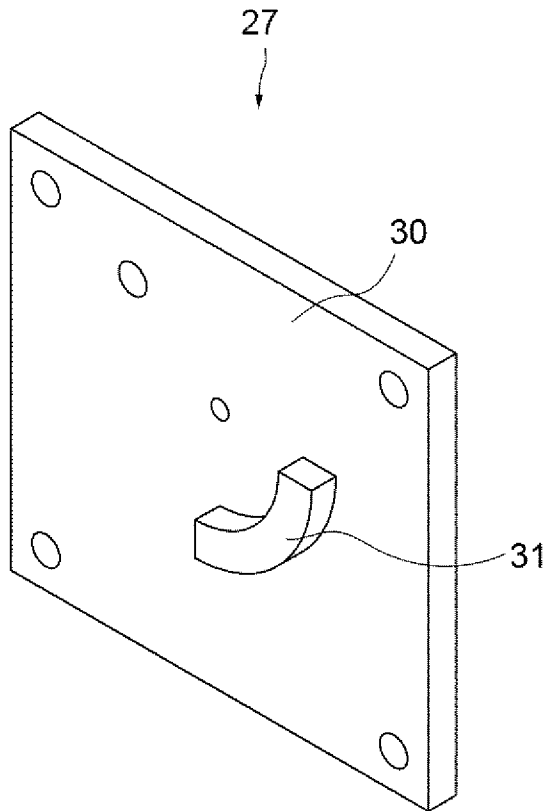
[図4]



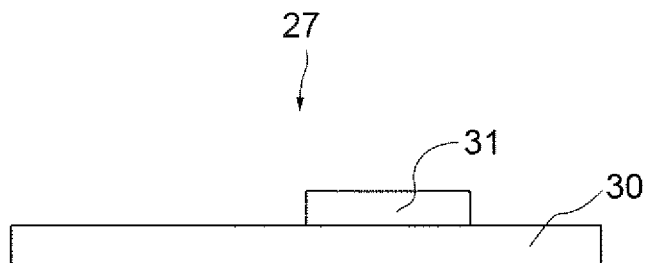
[図5]



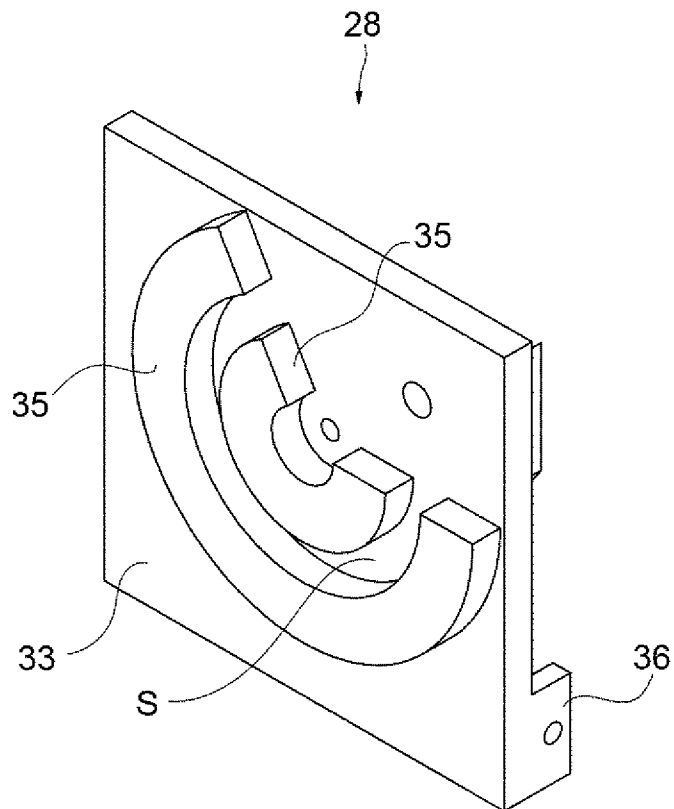
[図6]



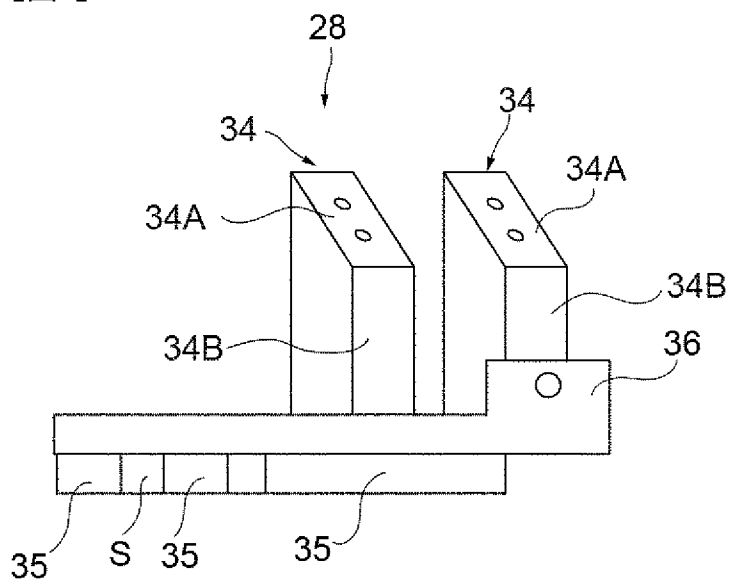
[図7]



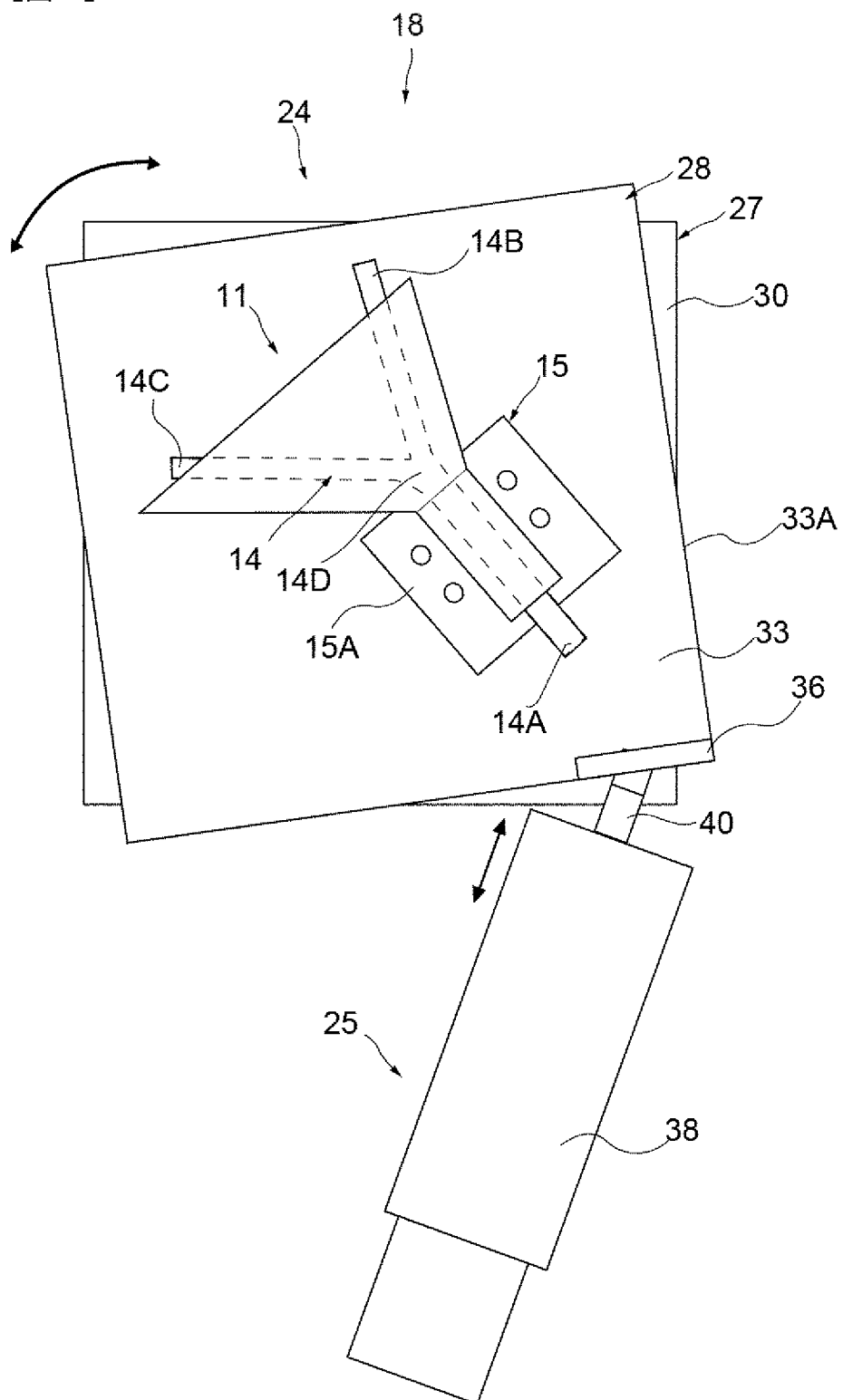
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/020300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G09B 9/00**(2006.01)i; **G09B 23/28**(2006.01)i

FI: G09B9/00 Z; G09B23/28

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)

G09B1/00-9/56; G09B17/00-19/26; G09B23/00-29/14

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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	JP 2009-133878 A (WASEDA UNIVERSITY) 18 June 2009 (2009-06-18) paragraphs [0022], [0025], [0026], [0041], [0044]	1-3
A		4-14
A	JP 2009-122130 A (WASEDA UNIVERSITY) 04 June 2009 (2009-06-04) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2019-086759 A (TOYODA GOSEI CO., LTD.) 06 June 2019 (2019-06-06) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2013-083786 A (NAGOYA UNIVERSITY) 09 May 2013 (2013-05-09) entire text, all drawings	1-14
A	JP 2020-091307 A (ASAHI INTECC CO., LTD.) 11 June 2020 (2020-06-11) entire text, all drawings	13-14



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

06 July 2022

Date of mailing of the international search report

19 July 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)

3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915

Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/020300

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2009-133878	A	18 June 2009	US	2011/0256519	A1	
				paragraphs [0042], [0045], [0046], [0067]-[0070], [0073]			
				US	2014/0349265	A1	
				WO	2007/100089	A1	
JP	2009-122130	A	04 June 2009	US	2011/0217684	A1	
				US	2014/0322688	A1	
				WO	2007/100090	A1	
JP	2019-086759	A	06 June 2019	US	2019/0139454	A1	
JP	2013-083786	A	09 May 2013	(Family: none)			
JP	2020-091307	A	11 June 2020	US	2021/0272480	A1	
				WO	2020/116277	A1	
				EP	3893226	A1	
				CN	113168781	A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G09B 9/00(2006.01)i; G09B 23/28(2006.01)i FI: G09B9/00 Z; G09B23/28										
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）） G09B1/00-9/56; G09B17/00-19/26; G09B23/00-29/14										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2022年									
日本国実用新案登録公報	1996-2022年									
日本国登録実用新案公報	1994-2022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	JP 2009-133878 A（学校法人早稲田大学）18.06.2009（2009-06-18） 段落0022, 0025, 0026, 0041, 0044	1-3								
A		4-14								
A	JP 2009-122130 A（学校法人早稲田大学）04.06.2009（2009-06-04） 全文, 全図	1-14								
A	JP 2019-086759 A（豊田合成株式会社）06.06.2019（2019-06-06） 全文, 全図	1-14								
A	JP 2013-083786 A（国立大学法人名古屋大学）09.05.2013（2013-05-09） 全文, 全図	1-14								
A	JP 2020-091307 A（朝日インテック株式会社）11.06.2020（2020-06-11） 全文, 全図	13-14								
☐ 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、一般的技术水準を示すもの “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抵触するものではなく、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 06.07.2022		国際調査報告の発送日 19.07.2022								
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 前地 純一郎 2D 5712 電話番号 03-3581-1101 内線 3241								

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/020300

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2009-133878	A	18.06.2009	US	2011/0256519	A1	
				段落 0042, 0045, 0046, 0067-0070, 0073			
				US	2014/0349265	A1	
				WO	2007/100089	A1	
JP	2009-122130	A	04.06.2009	US	2011/0217684	A1	
				US	2014/0322688	A1	
				WO	2007/100090	A1	
JP	2019-086759	A	06.06.2019	US	2019/0139454	A1	
JP	2013-083786	A	09.05.2013	(ファミリーなし)			
JP	2020-091307	A	11.06.2020	US	2021/0272480	A1	
				WO	2020/116277	A1	
				EP	3893226	A1	
				CN	113168781	A	