(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 3 月 16 日(16.03.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/043440 A1

(51) 国際特許分類:
G09B 9/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075977

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 5 日(05.09.2016)

(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 2015-175771 2015 年 9 月 7 日(07.09.2015) JP

(71) 出願人: 株式会社ジェイ・エム・エス(**JMS CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒7308652 広島県広島市中区加古町１２番１７号 Hiroshima (JP).

(72) 発明者: 工藤　雅彰(**KUDO, Masaaki**); 〒7308652 広島県広島市中区加古町１２番１７号　株式会社ジェイ・エム・エス内 Hiroshima (JP).

(74) 代理人: 加藤　竜太，外(**KATO, Ryuta** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内１－７－１２ サピアタワー 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, 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.

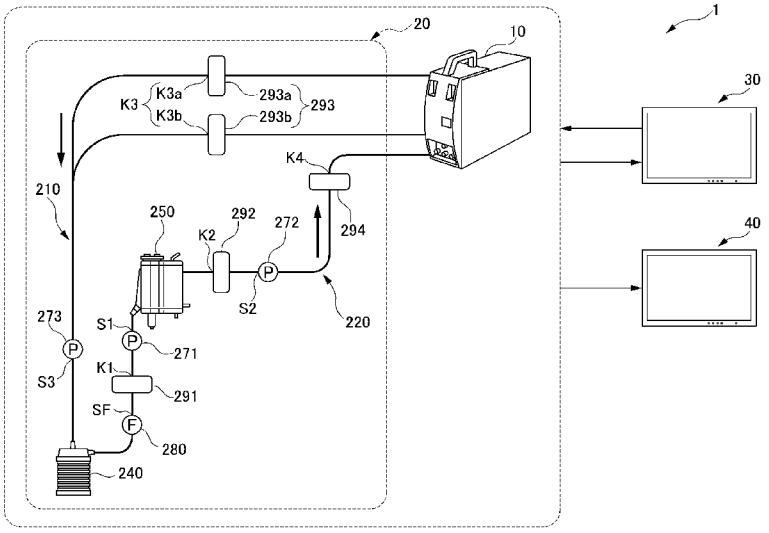
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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)）

WO 2017/043440 A1

(54) **Title**: EXTRACORPOREAL CIRCULATION TRAINING SYSTEM

(54) 発明の名称 : 体外循環訓練システム



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide an extracorporeal circulation training system allowing the reproduction of problems resulting from defects in devices constituting an extracorporeal circulation device. The extracorporeal circulation training system 1 comprises: a simulated circulation device 10; an extracorporeal circulation device 20 including a blood removal circuit 210, a blood transmitting circuit 220, an artificial lung 250, and a blood transmitting pump 240; a first constriction device 291; a second constriction device 292; a constriction instruction unit 320; a first pressure sensor 271; a second pressure sensor 272; a flow sensor 280; and a notification unit 290 for performing the notification of the detection results from the first pressure sensor 271, the second pressure sensor 272, and the flow sensor 280.

(57) 要約:

[続葉有]

体外循環装置を構成する装置の不具合によるトラブルを再現可能な体外循環訓練システムを提供すること。 体外循環訓練システム１は、模擬循環装置１０と、脱血回路２１０、送血回路２２０、人工肺２５０、および送血ポンプ２４０を備える体外循環装置２０と、第１狭窄装置２９１と、第２狭窄装置２９２と、狭窄指示部３２０と、第１圧力センサ２７１と、第２圧力センサ２７２と、流量センサ２８０と、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２および流量センサ２８０の検出結果を報知する報知部２９０と、を備える。

明　細　書

発明の名称 ： 体外循環訓練システム

技術分野

[0001] 本発明は、体外循環の訓練に利用される体外循環訓練システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、重症心疾患の開心術治療等において、体外循環装置は非常に重要である。体外循環装置等は臨床工学技士等より操作されている。そのため、臨床工学技士等には、高度な技能が求められている。近年、臨床工学技士等に対する体外循環技術教育の重要性が増している。

[0003] また、体外循環装置は自動化が進んでおり、自動化された体外循環装置におけるトラブル発生時の対処方法の習得が重要になっている。

しかし、臨床の現場ではトラブルに遭遇する機会は少なく、時間と症例数に限りのある臨床実習では、トラブル発生時の対処についての十分な訓練ができない。現実として、トラブル発生時の対処が十分にできなかったため、体外循環中に最悪の結果を招いたとの報告も散見される。

このような状況から、不測のトラブルを再現し、発生したトラブルに迅速に対処するための訓練用の装置・システムが求められている。

これに対し、脱血回路や送血回路に開閉弁を複数配置し、それらの開閉により人体や脱血・送血回路における不具合によるトラブルを再現する訓練装置が提案されている（例えば、特許文献１参照。）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－１５５８９７号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、特許文献１の訓練装置は、人体や脱血・送血回路における不具合によるトラブルを再現するものであるが、体外循環装置を構成する人工肺等

の不具合によるトラブルを再現するものではない。体外循環装置の利用時に発生するトラブルは、人体側や脱血・送血回路における不具合だけでなく、体外循環装置を構成する人工肺等の装置における不具合からも生じる。

このような状況のなか、体外循環装置を構成する人工肺等の装置における不具合を原因とするトラブルを再現可能な訓練装置・システムが求められている。

[0006] 従って、本発明は、体外循環装置を構成する装置の不具合によるトラブルを再現可能な体外循環訓練システム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

[0007] 本発明は、生体の血行動態を模擬する模擬循環装置と、前記模擬循環装置に対して脱血可能かつ送血可能に接続される体外循環装置であって、前記模擬循環装置から模擬血液を脱血する脱血回路と、前記脱血回路からの模擬血液を模擬循環装置に戻す送血回路と、前記送血回路上に配置される人工肺と、前記送血回路と前記脱血回路とを連結すると共に、前記脱血回路からの模擬血液を前記送血回路に送血することで前記人工肺を通して前記模擬循環装置に模擬血液を戻す送血ポンプと、を備える体外循環装置と、前記送血回路上における前記人工肺よりも前記送血ポンプ側の第１位置に配置され、第１指示により前記送血回路における前記第１位置を狭窄させる第１狭窄装置と、前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側の第２位置に配置され、第２指示により前記送血回路における前記第２位置を狭窄させる第２狭窄装置と、前記第１狭窄装置および／または前記第２狭窄装置に対して、前記第１指示および／または前記第２指示を出力可能な狭窄指示部と、前記送血回路における前記第１位置と前記人工肺との間の第１圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第１圧力センサと、前記送血回路における前記第２位置と前記模擬循環装置との間の第２圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第２圧力センサと、前記送血回路における流量センサ位置において模擬血液の流量を検出する流量センサと、前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサおよび前記流量センサの検出結果を報知する報

知部と、を備える体外循環訓練システムに関する。

[0008] また、体外循環訓練システムは、前記脱血回路における第３位置に配置され、第３指示により前記脱血回路における前記第３位置を狭窄させる第３狭窄装置と、前記送血回路における前記第２圧力センサ位置より前記模擬循環装置側の第４位置に配置され、第４指示により前記送血回路における前記第４位置を狭窄させる第４狭窄装置と、前記脱血回路における前記第３位置と前記送血ポンプとの間の第３圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第３圧力センサと、を更に備え、前記狭窄指示部は、前記第３狭窄装置および／または前記第４狭窄装置に対して、前記第３指示および／または前記第４指示を更に出力可能であり、前記報知部は、前記第３圧力センサの検出結果を更に報知することが好ましい。

[0009] また、体外循環訓練システムは、前記第１指示、前記第２指示、前記第３指示、および第４指示が入力可能な指示入力部、および前記狭窄指示部を有する管理者端末と、前記模擬循環装置または前記管理者端末から出力された情報の一部を表示する表示部を有する訓練者端末と、を更に備えることが好ましい。

[0010] また、体外循環訓練システムは、前記報知部により報知された前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサ、前記第３圧力センサおよび前記流量センサによる検出結果に基づいて、前記体外循環装置におけるトラブルを認識可能に構成されることが好ましい。

[0011] また、本発明は、生体の血行動態を模擬する模擬循環装置と、前記模擬循環装置に対して脱血可能かつ送血可能に接続される体外循環装置であって、前記模擬循環装置から模擬血液を脱血する脱血回路と、前記脱血回路からの模擬血液を模擬循環装置に戻す送血回路と、前記脱血回路上に配置され、前記模擬循環装置から脱血された模擬血液を貯血する貯血部と、前記送血回路上に配置される人工肺と、前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側に配置される動脈フィルターと、前記脱血回路と前記送血回路とを連結すると共に、前記脱血回路からの模擬血液を前記送血回路に送血す

ることで前記人工肺および前記動脈フィルターを通して前記模擬循環装置に模擬血液を戻す送血ポンプと、を備える体外循環装置と、前記送血回路上における前記人工肺よりも前記送血ポンプ側の第１位置に配置され、第１指示により前記送血回路における前記第１位置を狭窄させる第１狭窄装置と、前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側の第２位置に配置され、第２指示により前記送血回路における前記第２位置を狭窄させる第２狭窄装置と、前記第１狭窄装置および／または前記第２狭窄装置に対して、前記第１指示および／または前記第２指示を出力可能な狭窄指示部と、前記送血回路における前記第１位置と前記人工肺との間の第１圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第１圧力センサと、前記送血回路における前記第２位置と前記動脈フィルターとの間の第２圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第２圧力センサと、前記送血回路における流量センサ位置において模擬血液の流量を検出する流量センサと、前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサおよび流量センサの検出結果を報知する報知部と、を備える体外循環訓練システムに関する。

[0012] また、体外循環訓練システムは、前記脱血回路における前記貯血部よりも模擬循環装置側の第５位置に配置され、第５指示により前記脱血回路における前記第５位置を狭窄させる第５狭窄装置と、前記送血回路における前記動脈フィルターよりも前記模擬循環装置側の第６位置に配置され、第６指示により前記送血回路における前記第６位置を狭窄させる第６狭窄装置と、前記送血回路における前記第６位置より前記模擬循環装置側の第７位置に配置され、第７指示により前記送血回路における前記第７位置を狭窄させる第７狭窄装置と、前記送血回路における前記貯血部と前記送血ポンプとの間の第５圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第５圧力センサと、前記送血回路における前記動脈フィルターと前記第７位置との間の第６圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第６圧力センサと、を更に備え、前記狭窄指示部は、前記第５狭窄装置、前記第６狭窄装置および前記第７狭窄装置のいずれか１以上に対して、前記第５指示、前記第６指示および第７

指示のいずれか１以上を更に出力可能であり、前記報知部は、前記第５圧力センサおよび前記第６圧力センサの検出結果を更に報知することが好ましい。

[0013] また、体外循環訓練システムは、前記第１指示、前記第２指示、前記第５指示、前記第６指示および第７指示が入力可能な指示入力部、および前記狭窄指示部を有する管理者端末と、前記模擬循環装置または前記管理者端末から出力された情報の一部を表示する表示部を有する訓練者端末と、を更に備えることが好ましい。

[0014] また、体外循環訓練システムは、前記報知部により報知された前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサ、前記第５圧力センサ、前記第６圧力センサおよび前記流量センサによる検出結果に基づいて、前記体外循環装置におけるトラブルを認識可能に構成されることが好ましい。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、体外循環装置を構成する装置の不具合によるトラブルを再現可能な体外循環訓練システムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]第１実施形態における体外循環訓練システムの構成を示す全体図である。

[図2]第１実施形態における体外循環訓練システムの構成を示すブロック図である。

[図3]第１実施形態における体外循環訓練システムのトラブル訓練時における作用を説明するフロー図である。

[図4]第１実施形態の体外循環訓練システムにおけるトラブル内容に対応する狭窄箇所および現象を示す表である。

[図5]第２実施形態における体外循環訓練システムの構成を示す全体図である。

[図6]第２実施形態における体外循環訓練システムの構成を示すブロック図である。

[図7]第２実施形態における体外循環訓練システムのトラブル訓練時における作用を説明するフロー図である。

[図8]第２実施形態の体外循環訓練システムにおけるトラブル内容に対応する狭窄箇所および現象を示す表である。

発明を実施するための形態

[0017] 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。

まず、図１により、第１実施形態の体外循環訓練システム１の全体構成について説明する。図１に示すように、第１実施形態の体外循環訓練システム１は、模擬循環装置１０と、体外循環装置２０と、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第３狭窄装置２９３および第４狭窄装置２９４と、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２および第３圧力センサ２７３と、流量センサ２８０と、管理者端末３０と、訓練者端末４０と、を備える。

[0018] 模擬循環装置１０は、生体（人、動物等）の血行動態を模擬するよう構成されている。模擬循環装置１０は、体外循環装置２０を構成する脱血回路２１０および送血回路２２０（後述）により、体外循環装置２０と接続される。模擬循環装置１０は、脱血回路２１０および送血回路２２０を介して、体外循環装置２０と模擬血液を循環可能に接続される。ここで、模擬血液とは、生体の血液と同様の諸特性（例えば、粘度や温度等）を持つ液体をいう。また、模擬循環装置１０は、不図示の血圧センサ等を内蔵し、血圧等の情報を管理者端末３０および訓練者端末４０に出力可能に構成される。

[0019] 体外循環装置２０は、模擬循環装置１０に対して脱血可能かつ送血可能に接続される。体外循環装置２０は、脱血回路２１０と、送血回路２２０と、人工肺２５０と、送血ポンプ２４０と、報知部としての人工心肺装置２９０と、を備える。

[0020] 脱血回路２１０は、模擬循環装置１０から模擬血液を脱血する回路である。脱血回路２１０は、送血ポンプ２４０を介して、送血回路２２０に接続される。脱血回路２１０は、脱血カニューレと、複数の回路チューブとを含んで構成される。複数の回路チューブは、弾力性のある素材により構成される

中空状のチューブである。複数の回路チューブは、本実施形態においては、外部から力を加えることで中空部が狭窄されるように構成される。複数の回路チューブは、外部から力を加えることで変形して中空部の内径が狭くなるように構成された弾性力のある素材で形成されたチューブである。

また、脱血回路２１０上には、第３狭窄装置２９３（第３ａ狭窄装置２９３ａおよび第３ｂ狭窄装置２９３ｂ）と、第３圧力センサ２７３とが配置される。

[0021] 送血回路２２０は、脱血回路２１０からの模擬血液を模擬循環装置１０に戻す回路である。送血回路２２０は、送血ポンプ２４０を介して、脱血回路２１０に接続される。送血回路２２０は、送血カニューレと、複数の回路チューブとを含んで構成される。複数の回路チューブは、弾力性のある素材により構成される中空状のチューブである。複数の回路チューブは、本実施形態においては、外部から力を加えることで中空部が狭窄されるように構成される。複数の回路チューブは、外部から力を加えることで変形して中空部の内径が狭くなるように構成された弾性力のある素材で形成されたチューブである。

また、送血回路２２０上には、人工肺２５０と、第１狭窄装置２９１と、第２狭窄装置２９２と、第４狭窄装置２９４と、第１圧力センサ２７１と、第２圧力センサ２７２と、流量センサ２８０とが配置される。

[0022] 人工肺２５０は、送血回路２２０上に配置される。人工肺２５０は、二酸化炭素を除去し酸素を添加する血液ガス交換機能や、体温調節機能等を有する。人工肺２５０は、送血ポンプ２４０から導入される模擬血液をガス交換処理や温度調節処理し、模擬循環装置１０側に送り出す。

[0023] 送血ポンプ２４０は、脱血回路２１０と送血回路２２０とを連結すると共に、脱血回路２１０から導入された模擬血液を送血回路２２０に送血する。送血ポンプ２４０は、人工肺２５０を通して模擬循環装置１０に模擬血液を戻す。送血ポンプ２４０は、管理者端末３０からの指示に基づいて駆動される。

[0024] 第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれは、脱血回路２１０上または送血回路２２０上の位置Ｋ１～位置Ｋ４に配置されると共に、脱血回路２１０上または送血回路２２０上における位置Ｋ１～位置Ｋ４それぞれを狭窄させる。第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれは、管理者端末３０からの第１指示～第４指示により、脱血回路２１０上または送血回路２２０上における位置Ｋ１～位置Ｋ４それぞれを狭窄させる。脱血回路２１０および送血回路２２０は、位置Ｋ１～位置Ｋ４それぞれにおいて、回路チューブの内径が狭くなるように第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれを狭窄される。ここで、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれにより狭窄された場合、脱血回路２１０および送血回路２２０における位置Ｋ１～位置Ｋ４それぞれの上流側と下流側とにおける模擬血液の圧力や流量が変化する。第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４は、体外循環訓練システム１における模擬トラブルを発生させるための要素である。以下、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれについて、説明する。

[0025] 第１狭窄装置２９１は、送血回路２２０上における人工肺２５０よりも送血ポンプ２４０側の第１位置Ｋ１に配置される。第１狭窄装置２９１は、管理者端末３０からの狭窄指示である第１指示により送血回路２２０における第１位置Ｋ１を狭窄させる。第１狭窄装置２９１は、例えば、送血ポンプ２４０の不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０から第１指示を受ける。

[0026] 第２狭窄装置２９２は、送血回路２２０上における人工肺２５０よりも模擬循環装置１０側の第２位置Ｋ２に配置される。第２狭窄装置２９２は、管理者端末３０からの狭窄指示である第２指示により送血回路２２０における第２位置Ｋ２を狭窄させる。第２狭窄装置２９２は、例えば、人工肺２５０の不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０から第２指示を受ける。

[0027] 第３狭窄装置２９３は、脱血回路２１０における第３位置Ｋ３に配置され

る。本実施形態において、第３狭窄装置２９３は、第３ａ狭窄装置２９３ａと第３ｂ狭窄装置２９３ｂとにより構成される。第３狭窄装置２９３は、狭窄指示である第３指示により脱血回路２１０における第３位置Ｋ３を狭窄させる。第３ａ狭窄装置２９３ａおよび第３ｂ狭窄装置２９３ｂそれぞれは、脱血回路２１０における第３ａ位置Ｋ３ａおよび第３ｂ位置Ｋ３ｂそれぞれを狭窄させる。第３狭窄装置２９３は、例えば、脱血回路２１０や脱血カニューレの不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０から第３指示を受ける。

[0028] 第４狭窄装置２９４は、送血回路２２０における第２狭窄装置２９２および後述する第２圧力センサ位置Ｓ２よりも模擬循環装置１０側の第４位置Ｋ４に配置される。第４狭窄装置２９４は、管理者端末３０からの狭窄指示である第４指示により送血回路２２０における第４位置Ｋ４を狭窄させる。第４狭窄装置２９４は、例えば、送血回路２２０や送血カニューレの不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０から第４指示を受ける。

[0029] 第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれは、脱血回路２１０上または送血回路２２０上における第１圧力センサ位置Ｓ１～第３圧力センサ位置Ｓ３に配置される。第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれは、脱血回路２１０上または送血回路２２０上における第１圧力センサ位置Ｓ１～第３圧力センサ位置Ｓ３それぞれにおいて模擬血液の圧力を検出する。第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれにより検出された結果は、人工心肺装置２９０に出力される。以下、第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれについて、説明する。

[0030] 第１圧力センサ２７１は、送血回路２２０における第１位置Ｋ１と人工肺２５０との間の第１圧力センサ位置Ｓ１において模擬血液の圧力を検出する。

[0031] 第２圧力センサ２７２は、送血回路２２０における第２位置Ｋ２と模擬循環装置１０との間の第２圧力センサ位置Ｓ２において模擬血液の圧力を検出

する。第２圧力センサ２７２は、送血回路２２０における第２位置Ｋ２と第４位置Ｋ４との間の第２圧力センサ位置Ｓ２において模擬血液の圧力を検出する。

[0032] 第３圧力センサ２７３は、脱血回路２１０における第３位置Ｋ３と送血ポンプ２４０との間の第３圧力センサ位置Ｓ３において模擬血液の圧力を検出する。

[0033] 流量センサ２８０は、送血回路２２０における送血ポンプ２４０と第１位置Ｋ１との間の流量センサ位置ＳＦにおいて模擬血液の流量を検出する。

[0034] 人工心肺装置２９０は、体外循環装置２０の動作を制御する。本実施形態では、人工心肺装置２９０は、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第３圧力センサ２７３、および流量センサ２８０により検出された結果を表示する表示部を備える。即ち、人工心肺装置２９０は、本発明の報知部として機能する。尚、報知部としては、図１に示すような人工心肺装置２９０に限らず、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、および第３圧力センサ２７３により検出された圧力、並びに流量センサ２８０により検出された流量を表示可能な表示装置を用いてもよい。

[0035] 管理者端末３０は、管理者が使用する端末装置である。管理者端末３０は、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれに対し、狭窄動作を指示する第１指示～第４指示それぞれを出力可能に構成される。

管理者端末３０の構成については、後に説明する。

[0036] 訓練者端末４０は、訓練者が使用する端末である。訓練者端末４０は、管理者端末３０を介して、模擬循環装置１０から出力される血圧等の情報を表示可能に構成される。

訓練者端末４０の構成については、後に説明する。

[0037] 続けて、図２より、体外循環訓練システム１における構成について、更に説明する。以下、主に体外循環訓練システム１における電気的な構成ついて説明する。

図２に示すように、模擬循環装置１０は、管理者端末３０から所定の指示

を受け付けると共に、内部に配置された複数のセンサによる検出結果を管理者端末３０に出力可能に構成される。模擬循環装置１０は、例えば、管理者端末３０から所定指示に基づいて、静脈コンプライアンス、抹消血管抵抗、動脈圧、中心静脈圧、肺動脈圧、循環血液流量、心拍数、不整脈、心拍出量等の血行動態、および血液ガス、ヘマトクリット、体温等を変更可能に構成される。また、模擬循環装置１０は、例えば、静脈コンプライアンス、抹消血管抵抗、動脈圧、中心静脈圧、肺動脈圧、循環血液流量、心拍数、不整脈、心拍出量等の血行動態、および血液ガス、ヘマトクリット、体温等の情報を訓練者端末４０に出力可能に構成される。

[0038] 図２に示すように、管理者端末３０は、上述の通り、模擬循環装置１０に対して所定の指示を出力可能に構成される。管理者は、指定した患者の状態に応じて、管理者端末３０により、模擬循環装置１０対して所定の指示を出力させる。

また、管理者端末３０は、上述の通り、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４に対して、狭窄動作を指示する第１指示～第４指示を出力可能に構成される。

[0039] 詳細には、図２に示すように、管理者端末３０は、指示入力部３１０と、狭窄指示部３２０と、情報受付部３３０と、表示部３４０と、を備える。

指示入力部３１０は、第１指示～第４指示を入力可能に構成される。具体的には、指示入力部３１０は、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４のいずれかを選択する不図示の選択部と、選択部により選択された狭窄装置における狭窄度合いを指定する不図示の狭窄度合い指定部と、狭窄動作の実行を指示する不図示の実行指示部と、を有する。

[0040] 狭窄指示部３２０は、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４それぞれに対して、第１指示～第４指示それぞれを出力可能に構成される。具体的には、狭窄指示部３２０は、上述の指示入力部３１０により選択された狭窄装置に対して、狭窄度合い指定部により指定された狭窄度合いで狭窄させる指示（第１指示～第４指示）を出力する。

[0041] 情報受付部３３０は、模擬循環装置１０において検出された検出結果を受け付ける。

表示部３４０は、模擬循環装置１０に出力した指示の内容を表示する。

[0042] 訓練者端末４０は、上述のように、管理者端末３０または模擬循環装置１０から出力される血圧等の情報を表示可能に構成される。より具体的には、訓練者端末４０は、表示部４２０を備え、この表示部４２０には、模擬循環装置１０において模擬された患者の状態を示す各種情報（例えば、静脈コンプライアンス、抹消血管抵抗、動脈圧、中心静脈圧、肺動脈圧、循環血液流量、心拍数、不整脈、心拍出量等の血行動態、および血液ガス、ヘマトクリット、体温等の情報）が表示される。

訓練者は、訓練者端末４０に表示される患者の状態を示す情報、並びに人工心肺装置２９０に表示された第１圧力センサ２７１から第４圧力センサ２７４からの圧力情報、および流量センサ２８０からの流量情報を確認し、体外循環装置２０を構成する要素の不具合を認識する。

[0043] 続けて、図３および図４により、体外循環訓練システム１のトラブル訓練時における作用を説明する。

まず、図３に示すように、体外循環訓練中における所定のタイミングで、トラブル訓練が開始される。トラブル訓練は、以下の手順で進められる。

図３に示すように、ステップＳＴ１において、管理者は、管理者端末３０に対して、いずれかの狭窄装置に対する狭窄指示を入力する。具体的には、ステップＳＴ１において、管理者端末３０は、指示入力部３１０を介して、管理者からの狭窄指示を受け付ける。

ここで、管理者は、想定する不具合の箇所に応じて、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４のうち、いずれかの狭窄装置を選択する。管理者は、例えば、図４に示す表に基づいて、狭窄動作をさせる狭窄装置を選択する。

[0044] 続けて、ステップＳＴ２において、管理者端末３０（狭窄指示部３２０）は、第１狭窄装置２９１から第４狭窄装置２９４のいずれかに対して、狭窄指示である第１指示～第４指示のいずれかを出力する。

[0045] 続けて、ステップＳＴ３において、第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４のいずれかは、狭窄指示である第１指示～第４指示のいずれかを受け付ける。

[0046] 続けて、ステップＳＴ４において、第１指示～第４指示のいずれかを受け付けた第１狭窄装置２９１～第４狭窄装置２９４のいずれかは、第１位置Ｋ１～第４位置Ｋ４のいずれかを狭窄させるよう動作する。

[0047] 続けて、ステップＳＴ５において、体外循環装置２０のいずれかの構成要素を不具合とするトラブルが模擬的に発生する。

[0048] 続けて、ステップＳＴ６において、第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれは、第１圧力センサ位置Ｓ１～第３圧力センサ位置Ｓ３それぞれにおける模擬血液の圧力を検出する。

また、ステップＳＴ６において、流量センサ２８０は、流量センサ位置ＳＦにおける模擬血液の流量を検出する。

[0049] 続けて、ステップＳＴ７において、第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３それぞれは、検出結果を人工心肺装置２９０に出力する。

また、ステップＳＴ７において、流量センサ２８０は、検出結果を人工心肺装置２９０に出力する。

[0050] 続けて、ステップＳＴ８において、人工心肺装置２９０は、第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３による検出結果（圧力情報）、および流量センサ２８０による検出結果（流量情報）を表示する。

[0051] ここで、訓練者は、訓練者端末４０（表示部４２０）に表示される患者の状態を示す各種情報を確認しつつ、人工心肺装置２９０に表示された第１圧力センサ２７１～第３圧力センサ２７３による検出結果（圧力情報）、および流量センサ２８０による検出結果（流量情報）に基づいて、トラブル内容（トラブル箇所）を認識する。訓練者は、例えば、図４の現象欄に示される圧力や流量の変化を把握し、トラブルの内容（トラブル箇所）を認識する。

具体的には、図４に示すように、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が低下傾向にあり、第２圧力センサ２７２によ

り検出される圧力（第２圧力）が低下傾向にあり、第３圧力センサ２７３により検出される圧力（第３圧力）が上昇傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、送血ポンプ２４０の不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0052] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が上昇傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が低下傾向にあり、第３圧力センサ２７３により検出される圧力（第３圧力）が上昇傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、人工肺２５０の不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0053] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が低下にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が低下にあり、第３圧力センサ２７３により検出される圧力（第３圧力）が低下にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、脱血回路２１０の不具合や脱血カニューレに関する不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0054] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が上昇傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が上昇傾向にあり、第３圧力センサ２７３により検出される圧力（第３圧力）が上昇傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、送血回路２２０の不具合や送血カニューレに関する不具合によるトラブルが発生したことを認識する。そして、トラブル訓練は終了する。

[0055] 本実施形態によれば、体外循環訓練システムは、体外循環装置を構成する要素の不具合を原因とするトラブルを模擬的に発生させることができる。これにより、本実施形態によれば、体外循環装置を構成する装置の不具合によるトラブルを再現可能な体外循環訓練システムを提供することができる。これにより、体外循環訓練システムは、生体側ではなく、体外循環装置側の不

具合を原因とするトラブルに対する訓練に利用するこができる。

[0056] 続けて、図５～図８により、第２実施形態における体外循環訓練システム１Ａについて説明する。以下、第１実施形態と相違する点を中心に説明し、同様の構成については説明を省略する。

図５に示すように、本実施形態における体外循環訓練システム１Ａは、模擬循環装置１０と、体外循環装置２０Ａと、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７と、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６と、流量センサ２８０と、管理者端末３０Ａと、訓練者端末４０Ａと、を備える。

[0057] 体外循環装置２０Ａは、模擬循環装置１０に対して脱血可能かつ送血可能に接続される。体外循環装置２０Ａは、脱血回路２１０と、送血回路２２０と、人工肺２５０と、送血ポンプ２４０と、貯血部２３０と、動脈フィルター２６０と、を備える。

[0058] 脱血回路２１０の構成は上述の通りである。脱血回路２１０上には、貯血部２３０と、第５狭窄装置２９５（第５ａ狭窄装置２９５ａおよび第５ｂ狭窄装置２９５ｂ）と、第５圧力センサ２７５と、が配置される。

[0059] 送血回路２２０の構成は上述の通りである。送血回路２２０上には、人工肺２５０と、動脈フィルター２６０と、第１狭窄装置２９１と、第２狭窄装置２９２と、第６狭窄装置２９６と、第７狭窄装置２９７と、第１圧力センサ２７１と、第２圧力センサ２７２と、第６圧力センサ２７６と、流量センサ２８０とが配置される。

[0060] 貯血部２３０は、脱血回路２１０上に配置される。貯血部２３０は、模擬循環装置１０から脱血された模擬血液を貯血する部分である。

[0061] 動脈フィルター２６０は、送血回路２２０上における人工肺２５０よりも模擬循環装置１０側に配置されるフィルターである。

[0062] 送血ポンプ２４０は、本実施形態においては、人工肺２５０および動脈フィルター２６０を通して模擬循環装置１０に模擬血液を戻す。

[0063] 第１狭窄装置２９１および第２狭窄装置２９２の構成については、上述の通りである。

第５狭窄装置２９５は、脱血回路２１０における貯血部２３０よりも模擬循環装置１０側の第５位置Ｋ５に配置される。本実施形態において、第５狭窄装置２９５は、第５ａ狭窄装置２９５ａと第５ｂ狭窄装置２９５ｂとにより構成される。第５狭窄装置２９５は、狭窄指示である第５指示により脱血回路２１０における第５位置Ｋ５を狭窄させる。第５ａ狭窄装置２９５ａおよび第５ｂ狭窄装置２９５ｂそれぞれは、脱血回路２１０における第５ａ位置Ｋ５ａおよび第５ｂ位置Ｋ５ｂそれぞれを狭窄させる。第５狭窄装置２９５は、例えば、脱血回路２１０や脱血カニューレの不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０Ａから第５指示を受ける。

[0064] 第６狭窄装置２９６は、送血回路２２０における動脈フィルター２６０よりも模擬循環装置１０側の第６位置Ｋ６に配置される。第６狭窄装置２９６は、送血回路２２０における動脈フィルター２６０と後述の第７位置Ｋ７との間の第６位置Ｋ６に配置される。第６狭窄装置２９６は、管理者端末３０Ａからの狭窄指示である第６指示により送血回路２２０における第６位置Ｋ６を狭窄させる。第６狭窄装置２９６は、例えば、動脈フィルター２６０の不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０Ａから第６指示を受ける。

[0065] 第７狭窄装置２９７は、送血回路２２０における第６位置Ｋ６より模擬循環装置１０側の第７位置Ｋ７に配置される。第７狭窄装置２９７は、管理者端末３０Ａからの狭窄指示である第７指示により送血回路２２０における第７位置Ｋ７を狭窄させる。第７狭窄装置２９７は、例えば、送血回路２２０や送血カニューレの不具合によるトラブルを模擬的に発生させる場合、管理者端末３０Ａから第７指示を受ける。

[0066] 第１圧力センサ２７１および第２圧力センサ２７２における構成は、上述の通りである。

第５圧力センサ２７５は、送血回路２２０における貯血部２３０と送血ポ

ンプ２４０との間の第５圧力センサ位置Ｓ５において模擬血液の圧力を検出する。第５圧力センサ２７５により検出された結果は、人工心肺装置２９０に出力される。

[0067] 第６圧力センサ２７６は、送血回路２２０における動脈フィルター２６０と第７位置Ｋ７との間の第６圧力センサ位置Ｓ６において模擬血液の圧力を検出する。第６圧力センサ２７６により検出された結果は、人工心肺装置２９０に出力される。

[0068] 流量センサ２８０における構成は、上述の通りである。流量センサ２８０により検出された結果は、人工心肺装置２９０に出力される。

[0069] 管理者端末３０Ａの構成は、上述の管理者端末３０Ａと同様である。管理者端末３０Ａは、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７それぞれに対し、狭窄動作を指示する第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示それぞれを出力可能に構成される。

訓練者端末４０Ａの構成は、上述の訓練者端末４０と同様である。

[0070] 続けて、図６より、体外循環訓練システム１Ａにおける構成について、更に説明する。以下、主に体外循環訓練システム１Ａにおける電気的な構成ついて説明する。

図６に示すように、管理者端末３０Ａは、上述の通り、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７に対して、狭窄動作を指示する第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示それぞれを出力可能に構成される。

[0071] 詳細には、図６に示すように、管理者端末３０Ａは、指示入力部３１０Ａと、狭窄指示部３２０Ａと、情報受付部３３０Ａと、表示部３４０Ａと、を備える。

指示入力部３１０Ａは、第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示を入力可能に構成される。具体的には、指示入力部３１０は、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置

２９６および第７狭窄装置２９７のいずれかを選択する不図示の選択部と、選択部により選択された狭窄装置における狭窄度合いを指定する不図示の狭窄度合い指定部と、狭窄動作の実行を指示する不図示の実行指示部と、を有する。

[0072] 狭窄指示部３２０Ａは、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７それぞれに対して、第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示それぞれを出力可能に構成される。具体的には、狭窄指示部３２０Ａは、上述の指示入力部３１０Ａにより選択された狭窄装置に対して、狭窄度合い指定部により指定された狭窄度合いで狭窄させる指示（第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示）を出力する。

[0073] 情報受付部３３０Ａは、模擬循環装置１０において検出された検出結果を受け付ける。

表示部３４０Ａは、模擬循環装置１０に出力した指示の内容を表示する。

[0074] 訓練者端末４０Ａは、管理者端末３０Ａまたは模擬循環装置１０から出力される血圧等の情報を表示可能に構成される。より具体的には、訓練者端末４０は、表示部４２０を備え、この表示部４２０には、模擬循環装置１０において模擬された患者の状態を示す各種情報（例えば、静脈コンプライアンス、抹消血管抵抗、動脈圧、中心静脈圧、肺動脈圧、循環血液流量、心拍数、不整脈、心拍出量等の血行動態、および血液ガス、ヘマトクリット、体温等の情報）が表示される。

[0075] 訓練者は、訓練者端末４０に表示される患者の状態を示す情報、並びに人工心肺装置２９０に表示された第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６からの圧力情報、および流量センサ２８０からの流量情報を確認し、体外循環装置２０Ａを構成する要素の不具合を認識する。

[0076] 続けて、図７および図８により、体外循環訓練システム１Ａのトラブル訓練時における作用を説明する。基本的な流れは、第１実施形態と同様である

。

まず、図７に示すように、体外循環訓練中における所定のタイミングで、トラブル訓練が開始される。トラブル訓練は、以下の手順で進められる。

図７に示すように、ステップＳＴ１１において、管理者は、管理者端末３０Ａに対して、いずれかの狭窄装置に対する狭窄指示を入力する。具体的には、ステップＳＴ１１において、管理者端末３０Ａは、指示入力部３１０Ａを介して、管理者からの狭窄指示を受け付ける。

ここで、管理者は、想定する不具合の箇所に応じて、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７のうち、いずれかの狭窄装置を選択する。管理者は、例えば、図８に示す表に基づいて、狭窄動作をさせる狭窄装置を選択する。

[0077] 続けて、ステップＳＴ１２において、管理者端末３０Ａ（狭窄指示部３２０Ａ）は、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７のいずれかに対して、狭窄指示である第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示のいずれかを出力する。

[0078] 続けて、ステップＳＴ１３において、第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７のいずれかは、狭窄指示である第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示のいずれかを受け付ける。

[0079] 続けて、ステップＳＴ１４において、第１指示、第２指示、第５指示、第６指示および第７指示のいずれかを受け付けた第１狭窄装置２９１、第２狭窄装置２９２、第５狭窄装置２９５、第６狭窄装置２９６および第７狭窄装置２９７のいずれかは、第１位置Ｋ１、第２位置Ｋ２、第５位置Ｋ５、第６位置Ｋ６および第７位置Ｋ７のいずれかを狭窄させるよう動作する。

[0080] 続けて、ステップＳＴ１５において、体外循環装置２０Ａのいずれかの構成要素を不具合とするトラブルが模擬的に発生する。

[0081] 続けて、ステップＳＴ１６において、第１圧力センサ２７１、第２圧力セ

ンサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６それぞれは、第１圧力センサ位置Ｓ１、第２圧力センサ位置Ｓ２、第５圧力センサ位置Ｓ５、第６圧力センサ位置Ｓ６それぞれにおける模擬血液の圧力を検出する。

また、ステップＳＴ１６において、流量センサ２８０は、流量センサ位置ＳＦにおける模擬血液の流量を検出する。

[0082] 続けて、ステップＳＴ１７において、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６それぞれは、検出結果を人工心肺装置２９０に出力する。

また、ステップＳＴ１７において、流量センサ２８０は、検出結果を人工心肺装置２９０に出力する。

[0083] 続けて、ステップＳＴ１８において、人工心肺装置２９０は、第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６による検出結果（圧力情報）、および流量センサ２８０による検出結果（流量情報）を表示する。

ここで、訓練者は、訓練者端末４０（表示部４２０）に表示される患者の状態を示す各種情報を確認しつつ、人工心肺装置２９０に表示された第１圧力センサ２７１、第２圧力センサ２７２、第５圧力センサ２７５および第６圧力センサ２７６による検出結果（圧力情報）、および流量センサ２８０による検出結果（流量情報）に基づいて、トラブル内容（トラブル箇所）を認識する。訓練者は、例えば、図８の現象欄に示される圧力や流量の変化を把握し、トラブルの内容（トラブル箇所）を認識する。

[0084] 具体的には、図８に示すように、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が低下傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が低下傾向にあり、第５圧力センサ２７５により検出される圧力（第５圧力）が上昇傾向にあり、第６圧力センサ２７６により検出される圧力（第６圧力）が低下傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、送血ポンプ２４０の不具合に

よるトラブルが発生したことを認識する。

[0085] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が上昇傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が低下傾向にあり、第５圧力センサ２７５により検出される圧力（第５圧力）が上昇傾向にあり、第６圧力センサ２７６により検出される圧力（第６圧力）が低下傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、人工肺２５０の不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0086] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が変化なく、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が変化なく、第５圧力センサ２７５により検出される圧力（第５圧力）が変化なく、第６圧力センサ２７６により検出される圧力（第６圧力）が変化なく、流量センサ２８０により検出される流量が変化ない場合において貯血部２３０に貯留された模擬血液レベル（液位）が低下した場合、脱血回路２１０の不具合や脱血カニューレに関する不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0087] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が上昇傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が上昇傾向にあり、第５圧力センサ２７５により検出される圧力（第５圧力）が上昇傾向にあり、第６圧力センサ２７６により検出される圧力（第６圧力）が低下傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下傾向にあった場合、動脈フィルター２６０の不具合によるトラブルが発生したことを認識する。

[0088] また、訓練者は、第１圧力センサ２７１により検出される圧力（第１圧力）が上昇傾向にあり、第２圧力センサ２７２により検出される圧力（第２圧力）が上昇傾向にあり、第５圧力センサ２７５により検出される圧力（第５圧力）が上昇傾向にあり、第６圧力センサ２７６により検出される圧力（第６圧力）が上昇傾向にあり、流量センサ２８０により検出される流量が低下

傾向にあった場合、送血回路２２０の不具合や送血カニューレに関する不具合によるトラブルが発生したことを認識する。そして、トラブル訓練は終了する。

[0089] 本実施形態によれば、第１実施形態と同様に、体外循環訓練システムは、体外循環装置を構成する要素の不具合を原因とするトラブルを模擬的に発生させることができる。これにより、本実施形態によれば、体外循環装置を構成する装置の不具合によるトラブルを再現可能な体外循環訓練システムを提供することができる。これにより、体外循環訓練システムは、生体側ではなく、体外循環装置側の不具合を原因とするトラブルに対する訓練に利用するこができる。

また、本実施形態によれば、狭窄装置や圧力センサの数と配置とを調整することで、体外循環装置を構成する要素が増加した場合でも、当該要素の不具合を特定可能に構成される。これにより、本実施形態によれば、体外循環訓練システムは、多くの構成要素を備える体外循環装置における体外循環装置側の不具合を原因とするトラブルに対する訓練に利用するこができる。

[0090] 上述の実施形態においては、体外循環訓練システムは、圧力センサにおける検出結果および流量センサにおける検出結果が各端末において表示されるよう構成されるが、これに限定されない。体外循環訓練システムは、例えば、圧力センサにおける検出結果および流量センサにおける検出結果が各端末において音声により外部に報知されるよう構成されていてもよい。

[0091] また、上述の実施形態においては、狭窄装置は、各回路を構成する回路チューブに対して外部から力を加えて変形させることで狭窄させているが、これに限定されず、各回路を構成する回路チューブ等の内部に配置され、模擬血液が通る内径の大きさを調整するよう構成されていてもよい。

[0092] また、上述の実施形態においては、流量センサＳＦは、送血回路２２０における送血ポンプ２４０と第１位置Ｋ１との間に配置されているが、これに限定されず、送血回路２２０における送血ポンプよりも下流側のいずれの位置（例えば、人工肺２５０よりも下流側）に配置されていてもよい。

符号の説明

[0093]

１	体外循環訓練システム
１０	模擬循環装置
２０	体外循環装置
３０	管理者端末
４０	訓練者端末
２１０	脱血回路
２２０	送血回路
２３０	貯血部
２４０	送血ポンプ
２５０	人工肺
２６０	動脈フィルター
２７１	第１圧力センサ
２７２	第２圧力センサ
２７３	第３圧力センサ
２８０	流量センサ
２９１	第１狭窄装置
２９２	第２狭窄装置
２９３	第３狭窄装置
２９４	第４狭窄装置
３２０	狭窄指示部
３４０	表示部
４１０	情報受付部
４２０	表示部

請求の範囲

[請求項1] 生体の血行動態を模擬する模擬循環装置と、

前記模擬循環装置に対して脱血可能かつ送血可能に接続される体外循環装置であって、

前記模擬循環装置から模擬血液を脱血する脱血回路と、

前記脱血回路からの模擬血液を模擬循環装置に戻す送血回路と、

前記送血回路上に配置される人工肺と、

前記送血回路と前記脱血回路とを連結すると共に、前記脱血回路からの模擬血液を前記送血回路に送血することで前記人工肺を通して前記模擬循環装置に模擬血液を戻す送血ポンプと、を備える体外循環装置と、

前記送血回路上における前記人工肺よりも前記送血ポンプ側の第１位置に配置され、第１指示により前記送血回路における前記第１位置を狭窄させる第１狭窄装置と、

前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側の第２位置に配置され、第２指示により前記送血回路における前記第２位置を狭窄させる第２狭窄装置と、

前記第１狭窄装置および／または前記第２狭窄装置に対して、前記第１指示および／または前記第２指示を出力可能な狭窄指示部と、

前記送血回路における前記第１位置と前記人工肺との間の第１圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第１圧力センサと、

前記送血回路における前記第２位置と前記模擬循環装置との間の第２圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第２圧力センサと、

前記送血回路における流量センサ位置において模擬血液の流量を検出する流量センサと、

前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサおよび前記流量センサの検出結果を報知する報知部と、を備える体外循環訓練システム。

[請求項2] 前記脱血回路における第３位置に配置され、第３指示により前記脱血回路における前記第３位置を狭窄させる第３狭窄装置と、

前記送血回路における前記第２圧力センサ位置より前記模擬循環装置側の第４位置に配置され、第４指示により前記送血回路における前記第４位置を狭窄させる第４狭窄装置と、

前記脱血回路における前記第３位置と前記送血ポンプとの間の第３圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第３圧力センサと、を更に備え、

前記狭窄指示部は、前記第３狭窄装置および／または前記第４狭窄装置に対して、前記第３指示および／または前記第４指示を更に出力可能であり、

前記報知部は、前記第３圧力センサの検出結果を更に報知する請求項１に記載の体外循環訓練システム。

[請求項3] 前記第１指示、前記第２指示、前記第３指示、および前記第４指示が入力可能な指示入力部、および前記狭窄指示部を有する管理者端末と、

前記模擬循環装置または前記管理者端末から出力された情報の一部を表示する表示部を有する訓練者端末と、を更に備える請求項２に記載の体外循環訓練システム。

[請求項4] 前記報知部により報知された前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサ、前記第３圧力センサおよび前記流量センサによる検出結果に基づいて、前記体外循環装置におけるトラブルを認識可能に構成される請求項２または３に記載の体外循環訓練システム。

[請求項5] 生体の血行動態を模擬する模擬循環装置と、

前記模擬循環装置に対して脱血可能かつ送血可能に接続される体外循環装置であって、

前記模擬循環装置から模擬血液を脱血する脱血回路と、

前記脱血回路からの模擬血液を模擬循環装置に戻す送血回路と、

前記脱血回路上に配置され、前記模擬循環装置から脱血された模擬血液を貯血する貯血部と、

前記送血回路上に配置される人工肺と、

前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側に配置される動脈フィルターと、

前記脱血回路と前記送血回路とを連結すると共に、前記脱血回路からの模擬血液を前記送血回路に送血することで前記人工肺および前記動脈フィルターを通して前記模擬循環装置に模擬血液を戻す送血ポンプと、を備える体外循環装置と、

前記送血回路上における前記人工肺よりも前記送血ポンプ側の第１位置に配置され、第１指示により前記送血回路における前記第１位置を狭窄させる第１狭窄装置と、

前記送血回路上における前記人工肺よりも前記模擬循環装置側の第２位置に配置され、第２指示により前記送血回路における前記第２位置を狭窄させる第２狭窄装置と、

前記第１狭窄装置および／または前記第２狭窄装置に対して、前記第１指示および／または前記第２指示を出力可能な狭窄指示部と、

前記送血回路における前記第１位置と前記人工肺との間の第１圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第１圧力センサと、

前記送血回路における前記第２位置と前記動脈フィルターとの間の第２圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第２圧力センサと、

前記送血回路における流量センサ位置において模擬血液の流量を検出する流量センサと、

前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサおよび流量センサの検出結果を報知する報知部と、を備える体外循環訓練システム。

[請求項6] 前記脱血回路における前記貯血部よりも模擬循環装置側の第５位置に配置され、第５指示により前記脱血回路における前記第５位置を狭

窄させる第５狭窄装置と、

前記送血回路における前記動脈フィルターよりも前記模擬循環装置側の第６位置に配置され、第６指示により前記送血回路における前記第６位置を狭窄させる第６狭窄装置と、

前記送血回路における前記第６位置より前記模擬循環装置側の第７位置に配置され、第７指示により前記送血回路における前記第７位置を狭窄させる第７狭窄装置と、

前記送血回路における前記貯血部と前記送血ポンプとの間の第５圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第５圧力センサと、

前記送血回路における前記動脈フィルターと前記第７位置との間の第６圧力センサ位置において模擬血液の圧力を検出する第６圧力センサと、を更に備え、

前記狭窄指示部は、前記第５狭窄装置、前記第６狭窄装置および前記第７狭窄装置のいずれか１以上に対して、前記第５指示、前記第６指示および第７指示のいずれか１以上を更に出力可能であり、

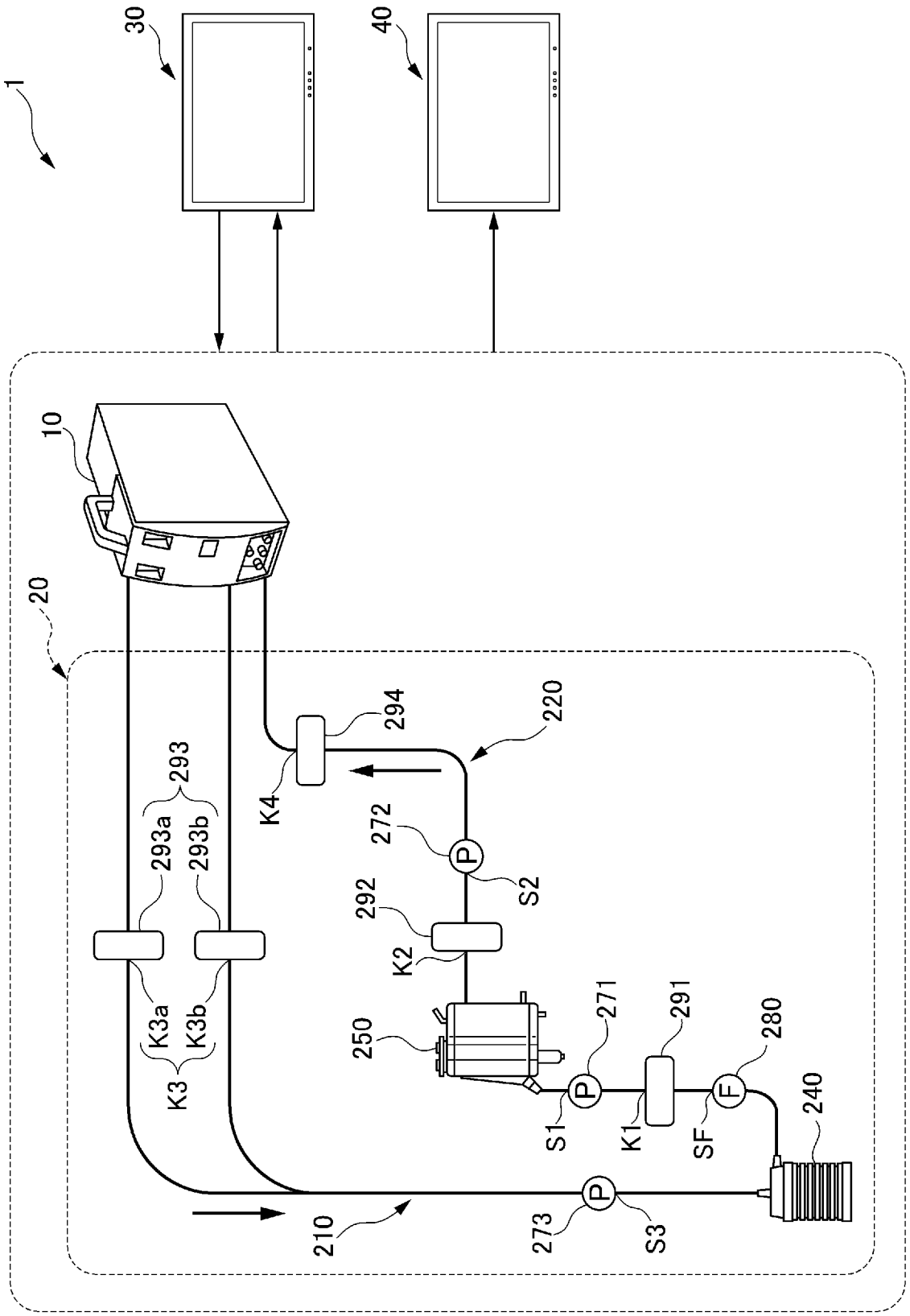
前記報知部は、前記第５圧力センサおよび前記第６圧力センサの検出結果を更に報知する請求項５に記載の体外循環訓練システム。

[請求項7] 前記第１指示、前記第２指示、前記第５指示、前記第６指示および第７指示が入力可能な指示入力部、および前記狭窄指示部を有する管理者端末と、

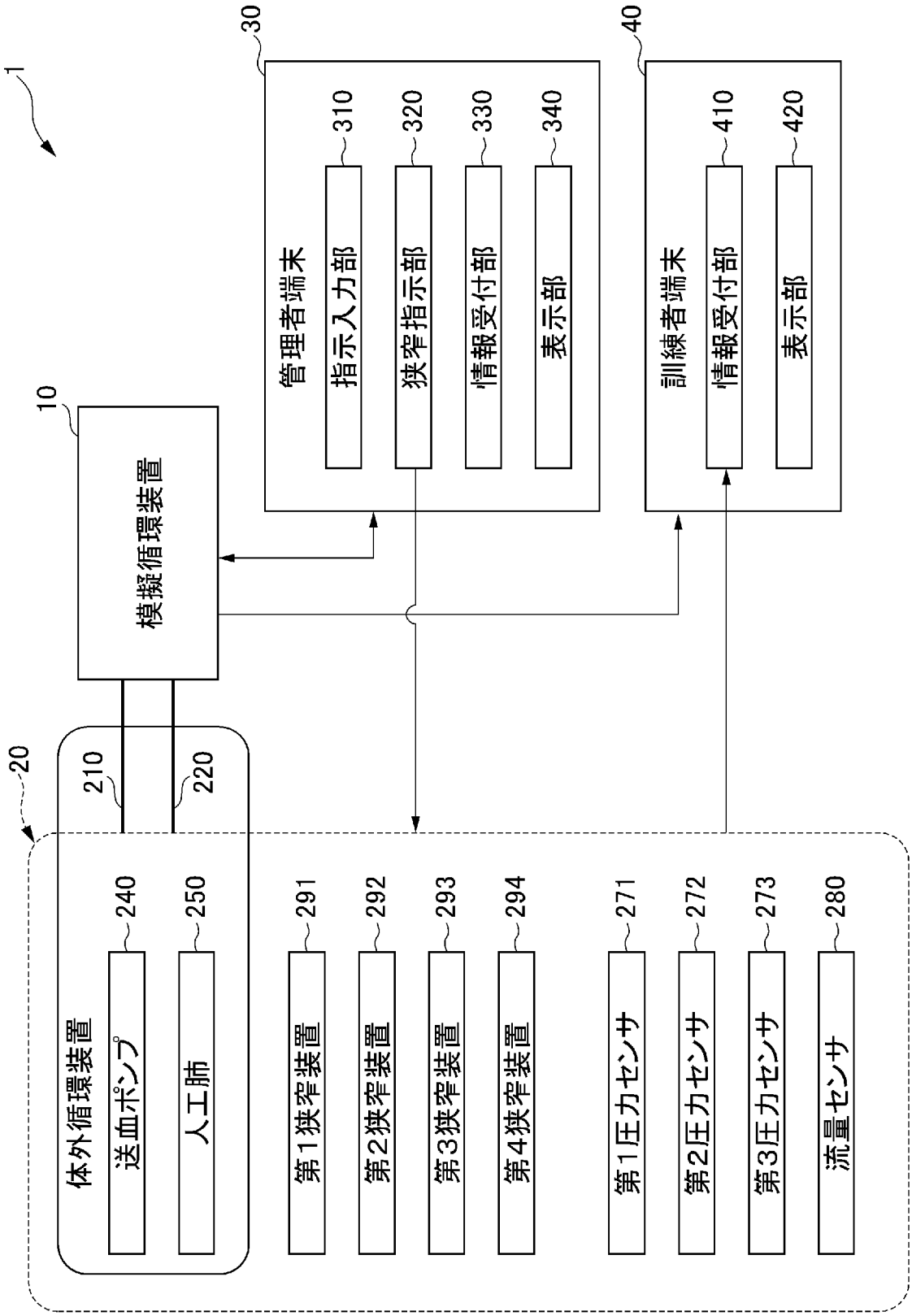
前記模擬循環装置または前記管理者端末から出力された情報の一部を表示する表示部を有する訓練者端末と、を更に備える請求項６に記載の体外循環訓練システム。

[請求項8] 前記報知部により報知された前記第１圧力センサ、前記第２圧力センサ、前記第５圧力センサ、前記第６圧力センサおよび前記流量センサによる検出結果に基づいて、前記体外循環装置におけるトラブルを認識可能に構成される請求項６または７に記載の体外循環訓練システム。

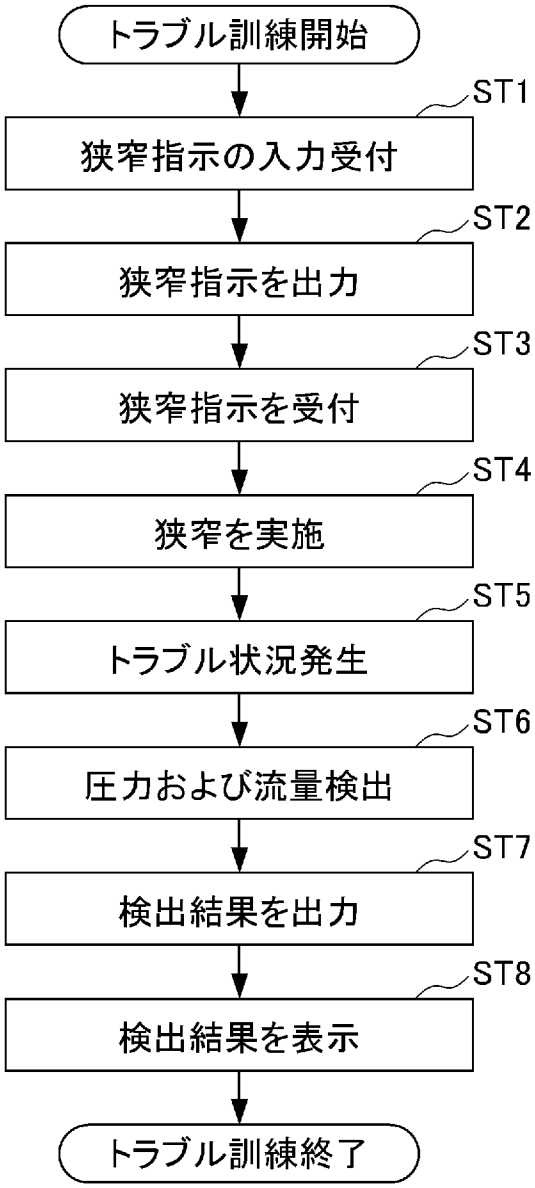
[図1]


1
30
40
10
20
294
220
293
293a
293b
K4
272
P
S2
292
K2
K3a
K3b
K3
250
271
291
280
S1
K1
SF
F
240
210
273
S3

[図2]


1
10
模擬循環装置
20
体外循環装置
210
220
送血ポンプ
240
人工肺
250
30
管理者端末
指示入力部
310
狭窄指示部
320
情報受付部
330
表示部
340
40
訓練者端末
情報受付部
410
表示部
420
第1狭窄装置
291
第2狭窄装置
292
第3狭窄装置
293
第4狭窄装置
294
第1圧力センサ
271
第2圧力センサ
272
第3圧力センサ
273
流量センサ
280

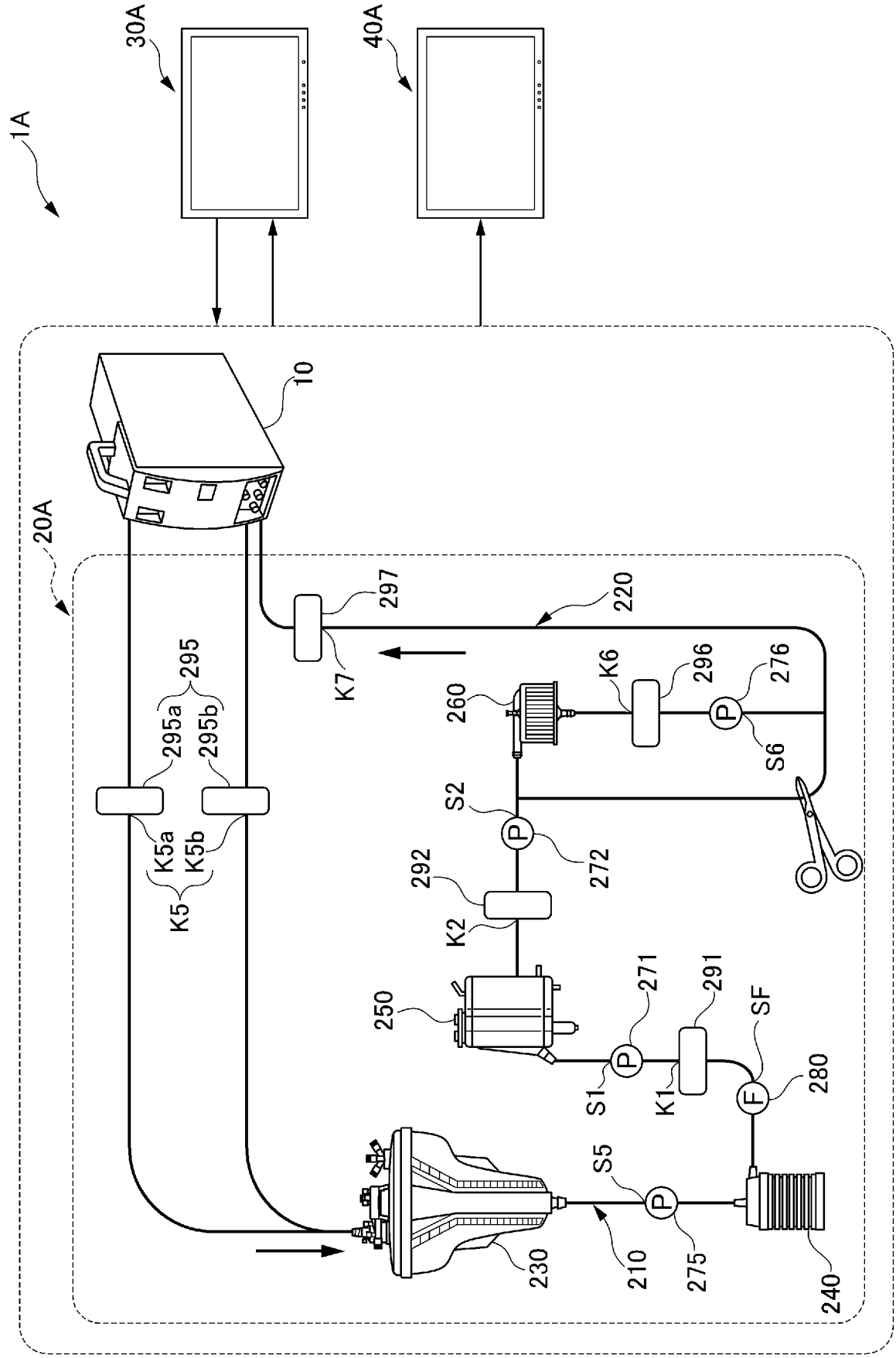
[図3]


トラブル訓練開始
ST1
狭窄指示の入力受付
ST2
狭窄指示を出力
ST3
狭窄指示を受付
ST4
狭窄を実施
ST5
トラブル状況発生
ST6
圧力および流量検出
ST7
検出結果を出力
ST8
検出結果を表示
トラブル訓練終了

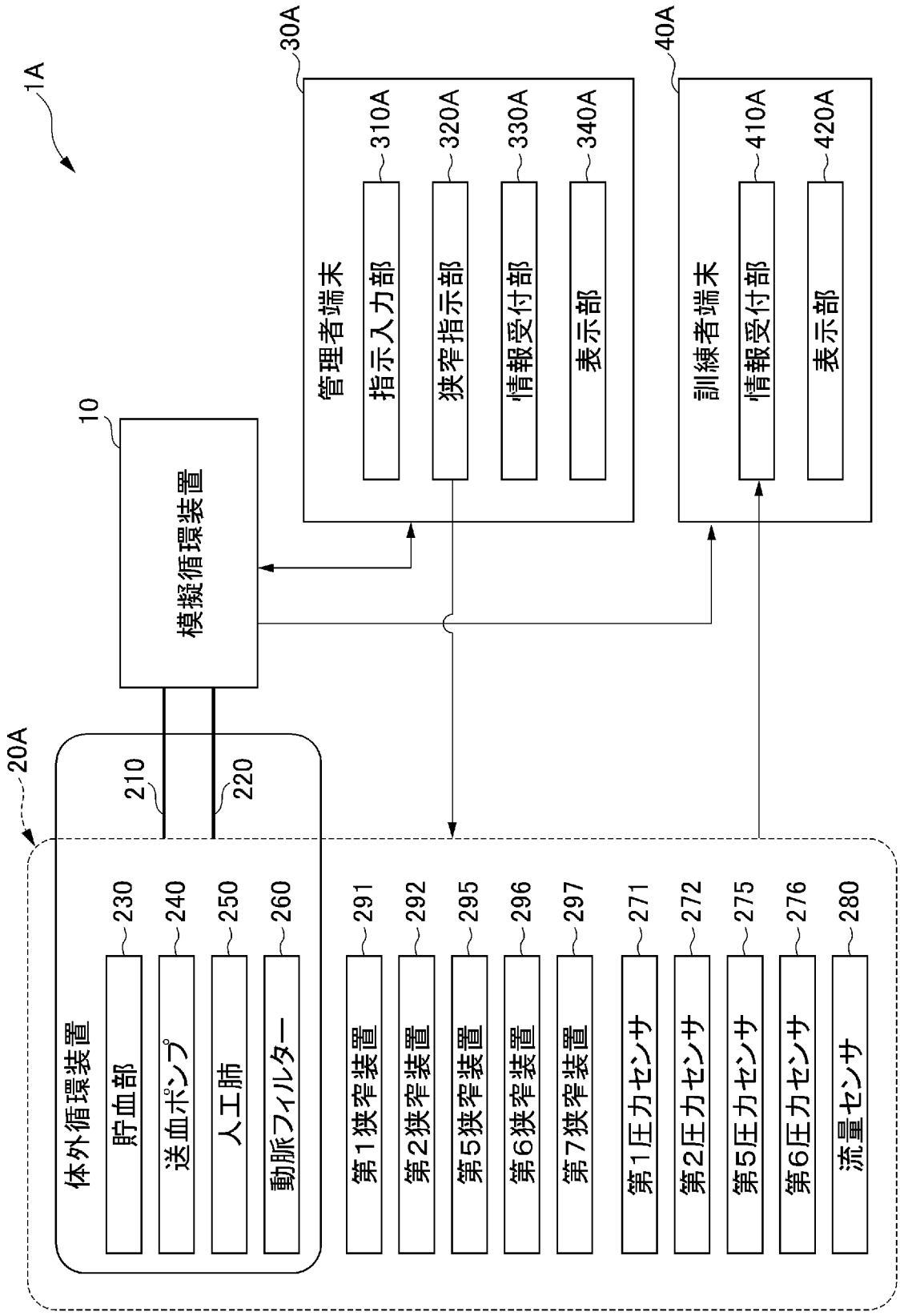
[図4]

トラブルの内容 （トラブルの箇所）	狭窄箇所 （動作）	現象			
		第1圧力	第2圧力	第3圧力	流量
送血ポンプの不具合	第1狭窄部	低下	低下	上昇	低下
人工肺の不具合	第2狭窄部	上昇	低下	上昇	低下
脱血回路の不具合 脱血力ニューレの不具合	第3狭窄部	低下	低下	低下	低下
送血回路の不具合 送血力ニューレの不具合	第4狭窄部	上昇	上昇	上昇	低下

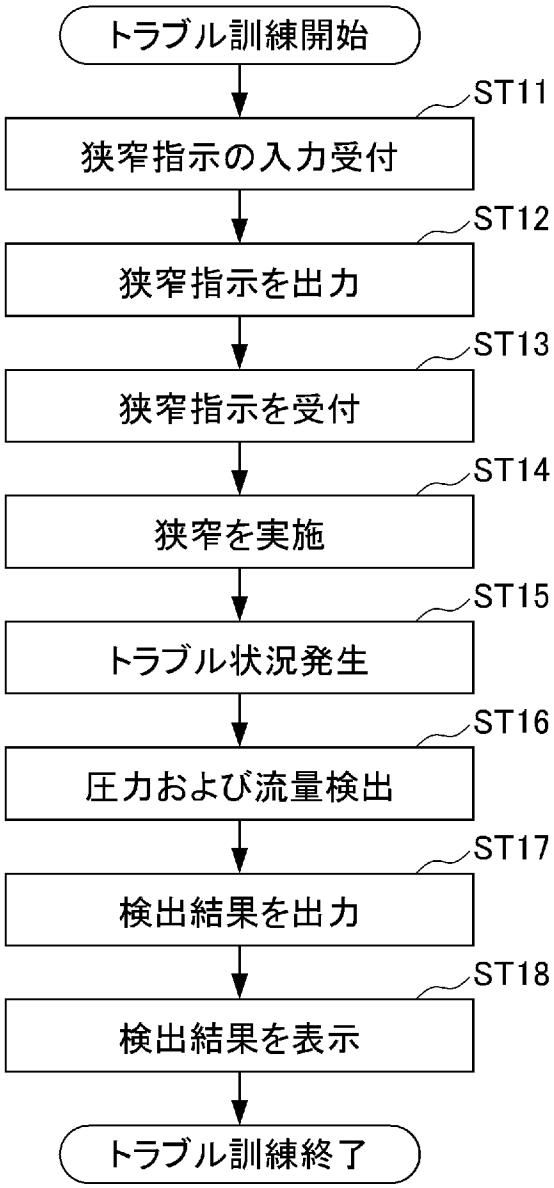
[図5]


1A
30A
40A
10
20A
297
220
K7
295
295a
295b
K6
296
276
260
P
S6
S2
K5a
K5b
K5
292
272
K2
250
271
291
SF
S1
K1
280
F
S5
210
275
230
240

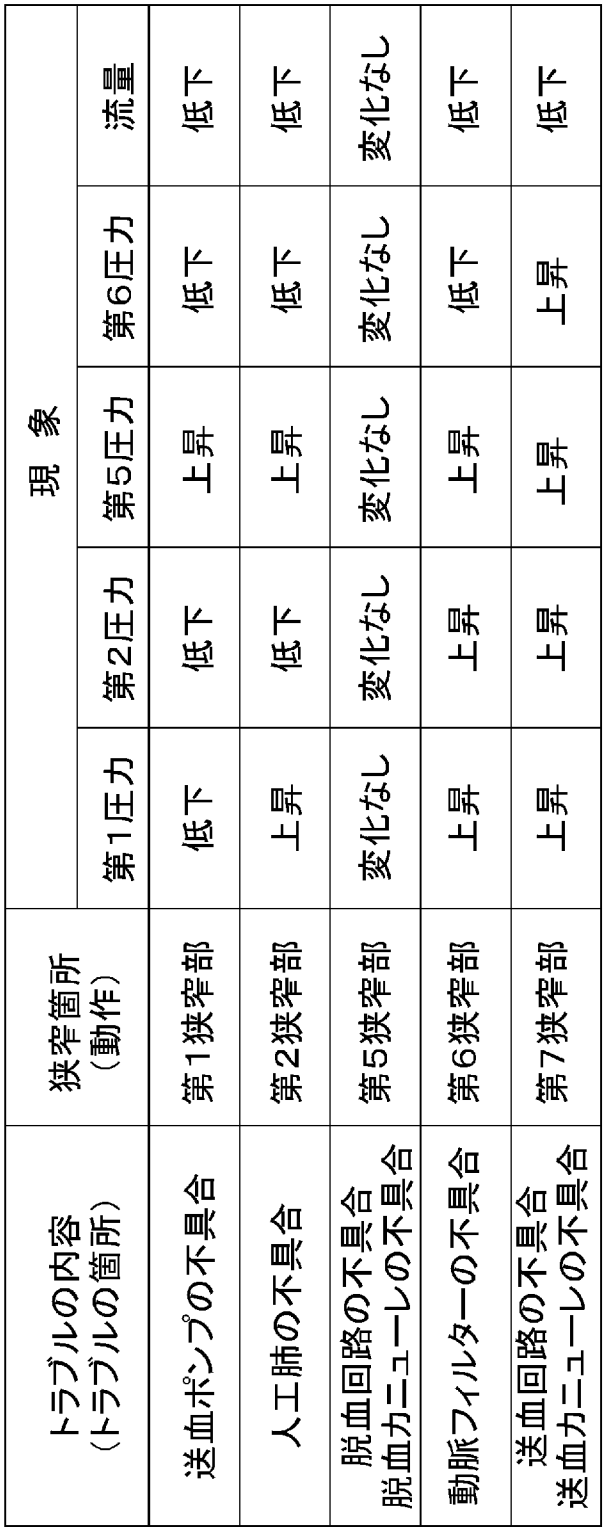
[図6]


1A
30A
管理者端末
指示入力部
310A
狭窄指示部
320A
情報受付部
330A
表示部
340A
40A
訓練者端末
情報受付部
410A
表示部
420A
10
模擬循環装置
20A
体外循環装置
210
220
貯血部
230
送血ポンプ
240
人工肺
250
動脈フィルター
260
第1狭窄装置
291
第2狭窄装置
292
第5狭窄装置
295
第6狭窄装置
296
第7狭窄装置
297
第1圧力センサ
271
第2圧力センサ
272
第5圧力センサ
275
第6圧力センサ
276
流量センサ
280

[図7]


トラブル訓練開始
ST11
狭窄指示の入力受付
ST12
狭窄指示を出力
ST13
狭窄指示を受付
ST14
狭窄を実施
ST15
トラブル状況発生
ST16
圧力および流量検出
ST17
検出結果を出力
ST18
検出結果を表示
トラブル訓練終了

[図8]



トラブルの内容 （トラブルの箇所）	狭窄箇所 （動作）	現　象				
		第1圧力	第2圧力	第5圧力	第6圧力	流量
送血ポンプの不具合	第1狭窄部	低下	低下	上昇	低下	低下
人工肺の不具合	第2狭窄部	上昇	低下	上昇	低下	低下
脱血回路の不具合 脱血力ニューレの不具合	第5狭窄部	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし	変化なし
動脈フィルターの不具合	第6狭窄部	上昇	上昇	上昇	低下	低下
送血回路の不具合 送血カニューレの不具合	第7狭窄部	上昇	上昇	上昇	上昇	低下

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/075977

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G09B9/00(2006.01)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)
G09B9/00, G09B23/28-23/34

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.
A	JP 2010-259525 A (Asahi Kasei Kuraray Medical Co., Ltd.), 18 November 2010 (18.11.2010), paragraphs [0032] to [0039] (Family: none)	1-8
A	JP 2009-217042 A (Hiroshima University), 24 September 2009 (24.09.2009), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	US 2009/0305214 A1 (ANDREW Pybus), 10 December 2009 (10.12.2009), entire text; all drawings & WO 2007/062453 A1 & EP 1958177 A0	1-8

☐ 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	Date of mailing of the international search report
10 November 2016 (10.11.16)	22 November 2016 (22.11.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７５９７７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G09B9/00(2006.01)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.　G09B9/00 , G09B23/28-23/34

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
A	JP 2010-259525 A (旭化成クラレメディカル株式会社) 2010.11.18, [0032]～[0039]段落（ファミリーなし）	１－８
A	JP 2009-217042 A (国立大学法人広島大学) 2009.09.24, 全文、全図（ファミリーなし）	１－８
A	US 2009/0305214 A1 (ANDREW Pybus) 2009.12.10, 全文、全図 & WO 2007/062453 A1 & EP 1958177 A0	１－８

☐　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	国際調査報告の発送日
１０．１１．２０１６	２２．１１．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｄ　９２２６
宮本　昭彦
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２４１