

(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7月27日(27.07.2017)



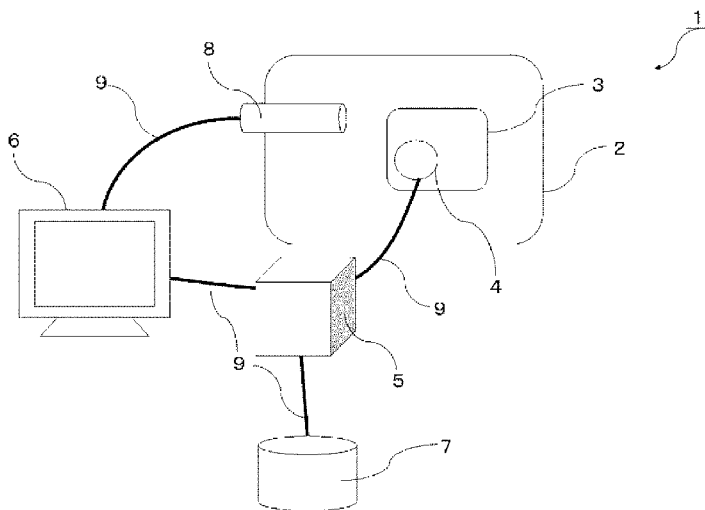
(10) 国際公開番号
WO 2017/126313 A1

- (51) 国際特許分類:
G09B 23/30 (2006.01) G09B 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/089189
- (22) 国際出願日: 2016年12月28日(28.12.2016)
- (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 2016-008349 2016年1月19日(19.01.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社ファソテック (FASOTEC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2618501 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目3番地幕張テクノガーデンB棟21階 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 渡辺 欣一 (WATANABE, Kinic); 〒2618501 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目3番地幕張テクノガーデンB棟21階 株式会社ファソテック内 Chiba (JP). 宮本 貴文 (MIYAMOTO, Takafumi); 〒2618501 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目3番地幕張テクノガーデンB棟21階 株式会社ファソテック内 Chiba (JP). 安楽 武志 (ANRAKU, Takeshi); 〒2618501 千葉県千葉市美浜区中瀬一丁目3番地幕張テクノガーデンB棟2
- 1階 株式会社ファソテック内 Chiba (JP). 磯部陽 (ISOBE, Yoh); 〒2160033 神奈川県川崎市宮前区宮崎2-1-2-14-409 Kanagawa (JP). 遠藤 和洋 (ENDO, Kazuhiro); 〒3200048 栃木県宇都宮市北一の沢町15-4 Tochigi (JP). 佐田 尚宏 (SATA, Naohiro); 〒3210118 栃木県宇都宮市インターパーク3-1-2-14 Tochigi (JP). 杉本真樹 (SUGIMOTO, Maki); 〒6500027 兵庫県神戸市中央区中町通3-1-1-501 Hyogo (JP). 西原 佑一 (NISHIHARA, Yuichi); 〒1540002 東京都世田谷区下馬5-9-19 Tokyo (JP). 森川 利昭 (MORIKAWA, Toshiaki); 〒1080023 東京都港区芝浦2丁目7-11-1602 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人グローバル知財 (THE PATENT CORPORATE BODY GLOBAL INTELLECTUAL PROPERTY); 〒6500024 兵庫県神戸市中央区海岸通4番地 新明海ビル3F Hyogo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN,

[続葉有]

(54) Title: SURGERY TRAINING AND SIMULATION SYSTEM EMPLOYING BIO-TEXTURE MODELING ORGAN

(54) 発明の名称: 生体質感臓器を用いる手術トレーニング及びシミュレーションシステム



(57) Abstract: Provided is a surgery training system employing a bio-texture modeling organ that is reproduced or deformed in accordance with a surgery scenario. Provided is a system for performing surgery training or surgery simulation by using a bio-texture modeling organ in which the texture and external appearance of an actual organ are reproduced or deformed, the system provided with: a bio-texture modeling organ that is reproduced or deformed in accordance with a surgery scenario that serves as a training or simulation subject; a determining means for determining pass/fail at checkpoints in the surgery scenario; and an assessing means for assessing surgical skills on the basis of the determination results. With the bio-texture modeling organ, the texture or the morphology thereof is deformed by changing, in accordance with the surgery scenario, the three-dimensional structure of the organ interior, the amount of fat surrounding the organ, and the structure or physical properties of membranes including skin, those of blood vessels, or those of nerves.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/126313 A1



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

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

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

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器を用いる手術トレーニングシステムを提供する。実際の臓器の質感及び外観を再現あるいはデフォルメした生体質感臓器を用いて、手術トレーニング又は手術シミュレーションするシステムであって、トレーニング又はシミュレーション対象の手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器と、手術シナリオのチェックポイントの良否を判別する判別手段と、判別結果によって手術スキルを評価する評価手段とを備える。生体質感臓器は、臓器内部の三次元構造、臓器を取り囲む脂肪量、皮膜を含む膜、血管、又は、神経の構造もしくは物性を、手術シナリオに応じて変化させ、質感又は形態をデフォルメする。

明 細 書

発明の名称：

生体質感臓器を用いる手術トレーニング及びシミュレーションシステム

技術分野

[0001] 本発明は、手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器を用いて、手術のトレーニングおよび手術のシミュレーションを行うシステムに関するものである。

背景技術

[0002] 従来から、手術を行う専門医を育成する為のトレーニングは、患者を対象にした臨床試験、動物実験、キャダバー（解剖用の人の死体）の使用により行われてきた。しかし、社会的、道徳的な観点より、動物実験の頻度を抜本的に減らし、臨床試験の安全性の向上とその件数を減ずることが求められ、その代替となり得る医療技術と安全性向上を実現するトレーニングシステムへの要求が高まっている。

一方で、医療分野における患部や身体の特定位の3次元視覚化は、インフォームドコンセント、診療方針の決定、医療教育、医学研究の場などでのニーズが高まっている。特に、3次元造形モデルを利用した3次元視覚化の場合、視覚だけでなく、立体形状を実際に手に触れて見ることで、コンピュータ画像では伝えきれない多くの情報を伝えることができる。近年、複数樹脂の同時噴射により、硬性樹脂と柔軟性樹脂を組み合わせ、機械的性質の異なる樹脂を用いた3次元造形モデルを作製できる3次元プリンタが知られており、3次元プリンタ及び軟質、ゲル素材で成形した臓器を用いて、その形状構造に関して表面や内部構造まで再現できるようになっている。

[0003] また、切開や皮膚縫合といった、医療現場における手技について、感覚的に実際の手技に近似した研修を通して、臨床経験が無い場合でも、高度な手技の習得を可能にする経皮手技シミュレータが知られている（例えば、特許文献1を参照）。

特許文献1に開示された経皮手技シミュレータは、凸状で曲面部を有する本体と、気管（人体臓器代替物）を載置する載置部と、気管の一部を覆うように皮膚（人体皮膚代替物）を本体に固定する皮膚固定部と、載置部を曲面部の面直方向に進退させる載置部変位機構とを有する。この経皮手技シミュレータを用いることで、臓器を皮膚が覆っている人体の構成と同様に、気管を皮膚が覆っている構成が実現される。また曲面部が人体表面の代替物となる。代替物の表面及び内部の形状や構成、硬さや質感などを人体に近似させることにより、実際の手技と同様のシミュレーションを行える。

[0004] しかしながら、既存トレーニングを置き換えるには生体に類似した環境を作ることが必須であり、生体質感臓器、シミュレータおよびその周辺技術などのハードウェア部分が開発されるが、これだけでは、生体を使用する従来のトレーニング手法と比べて、十分なトレーニング成果を得ることができるトレーニングシステムを開発することは難しい。

また、如何にトレーニング効果の高いシステムを構築できたとしても、費用があまりに高ければ、頻繁にトレーニングを行うことはできず、十分なトレーニング効果が発揮できないという問題がある。そこで、トレーニングにかかるコストを抑えつつ、高い教育効果を発揮できるトレーニングシステムの開発が求められている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-085512号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] かかる状況に鑑みて、本発明は、手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器を用い、高いトレーニング効果と低コスト化を実現する手術トレーニング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] 上記課題を解決すべく、本発明者らは、鋭意検討した結果、手術トレーニングのハードウェア部分とソフトウェア部分を総合的に捉え、そのソフトウェア部分、特にベテラン専門医のもつ蓄積されたノウハウに着目し、そのノウハウから手術シナリオを作成し、生体質感臓器、シミュレータおよびトレーニング環境を生み出す周辺機器の仕様を定義してハードウェア開発を行うことにより、上記課題を解決する。

[0008] すなわち、本発明の手術トレーニングシステムは、実際の臓器の質感及び外観を再現あるいはデフォルメした生体質感臓器を用いて、手術トレーニング又は手術シミュレーションするシステムであって、以下の1)～3)の構成から成る。

- 1) トレーニング又はシミュレーション対象の手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器
- 2) 手術シナリオのチェックポイントの良否を判別する判別手段
- 3) 判別結果によって手術スキルを評価する評価手段

[0009] 上記の構成によれば、手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた生体質感臓器を用いることで、実際の手術シナリオに沿った手術トレーニングや手術シミュレーションが可能である。

本明細書において、シミュレーションとは、具体的な手術を前提に、手術の精度を高めるために行われるものであるのに対して、トレーニングとは、具体的な手術を前提とせず、術者の技術向上のみを目的として行われるものであるとして区別する。本発明の手術トレーニングシステムは、手術トレーニングと手術シミュレーションの両方に好適に用いられるものである。

[0010] また、手術シナリオとは、例えば腹腔鏡下胆嚢摘出術といった医学上の手術術式をベースとして、トレーニング又はシミュレーション対象となる術者等のスキルに応じた難易度設定を行って決定されるものである。そして、難易度設定は、手術対象となる患者の年齢、BMI (Body Mass Index : ボディマス指数) 又は手術歴等を調整することによって決定される。例えば、過去に同様の手術を行ったことのある患者を想定した場合には、癒着が多く設け

られ、難易度が高いものとして設定される。

ここで、術者とは、執刀する術者に限らず、執刀する術者を支援する助手、スコピスト、看護師などの関係者も含む。したがって、手術シナリオは、執刀する術者だけではなく、助手等も含めた形で設定されることができ、チーム全体でのトレーニングが可能な構成となっている。

[0011] 本発明における生体質感臓器とは、臓器モデルの材質を実際の臓器と近似する柔軟性や弾力性があるもので作製され、かつ、モデルの全体形状や重量を実際の臓器に近似するものにされ、実際の臓器の質感及び外観が再現された臓器モデルである。また一方、生体質感臓器には、手術シナリオに必要な部位について実際の臓器の質感及び外観が再現され、手術シナリオに必要とされない部位について実際の臓器の質感及び外観がデフォルメされた臓器モデルがある。

[0012] 本発明の手術トレーニングシステムは、生体質感臓器を格納し、かつ解剖学的体腔構造を再現した腹腔モデル、胸腔モデル、及びその他生体近似部位モデルを含む生体モデルを更に備えたことが好ましい。生体モデルとは、生体質感臓器を格納でき、かつ解剖学的体腔構造を再現した腹腔モデルや胸腔モデルを含むものであり、それら以外に、鼻腔モデル、眼窩周囲を含む頭蓋骨モデル、甲状腺モデル、関節モデルなどがある。なお、市販されているドライボックスを用いて、生体質感臓器を格納し、生体モデルとして用いることも可能である。

[0013] 手術シナリオ毎にチェックポイントが幾つか設けられ、それぞれのチェックポイントの良否を判別して、手術スキルが評価される。チェックポイントの良否は良し悪しの2段階であってもよいし、良否の度合い（例えば、10段階のレベル）であってもよい。また、チェックポイントによって良否の度合いが異なるものであってもよい。なお、チェックポイントは、例えば、手術の術式毎に設けられたフェーズ毎に設けられる。

[0014] 本発明の手術トレーニングシステムにおける生体質感臓器は、臓器内部の三次元構造、臓器を取り囲む脂肪量、皮膜を含む膜、血管、又は、神経の構

造もしくは物性を、手術シナリオに応じて変化させ、質感又は形態をデフォルメしたことが好ましい。例えば、生体質感臓器の内、トレーニングに必要な箇所を特に精緻に作製し、逆に、トレーニングに不要な箇所を簡略化して作製するなど、手術シナリオに合わせて生体質感臓器の構造や物性等を変化させ、デフォルメを行うことで、効率的かつ効果的なトレーニングを実現することができる。

特に、臓器を取り囲む脂肪量、皮膜を含む膜、血管、又は、神経の構造もしくは物性を変化させることにより、実際の手術を行う患者の体質に合わせたトレーニングが可能である。ここで物性とは、機械的性質だけではなく、熱的性質、電気的性質等も広く含む意味で用いている。

[0015] 本発明の手術トレーニングシステムにおける腹腔モデルの腹壁は、平均腹壁膨張変化率にあった軟性を有し、手術時の腹壁変形及び変化に伴う鉗子角度を再現し得ることが好ましい。鉗子等の医療機器は、腹壁のポートを支点に操作されるため、腹壁が変化すると支点もずれる。また、気腹状態における腹壁の軟性度合いに応じて、反撥力も異なる。したがって、トレーニングでは腹壁の変化を再現させて、実際の手術に近い環境を構築するのである。ここで、平均腹壁膨張変化率とは、年齢が54～81才の男性6人、女性4人について、臍周りや臍からみぞおちまでといった項目を7つ設定し、項目ごとに通常状態と気腹状態の差を計測して、平均値を算出したものである。具体的には、例えば、臍からみぞおちまでの長さの平均値は、通常状態は16.25cm、気腹状態は18.42cmであり、かかる数値を基に平均腹壁膨張変化率を算出している。

[0016] 本発明の手術トレーニングシステムにおける腹腔モデル又は胸腔モデルは、内視鏡下手技もしくは開腹・開胸手技の術野スペースを変化させるための素材が内蔵されたことが好ましい。術野スペースを変化させるための素材が内蔵されることによって、腹腔モデル又は胸腔モデルの内腔領域を狭め、実際の手術と類似の術野スペースが狭められた状況を作出することができる。

なお、素材は、ウェット素材であってもウェット素材でなくともどちらで

も構わない。術野スペースを変化させるための素材としては、例えば、脂肪、膜、周囲の臓器などの模擬したものであり、これらの素材が腹腔モデル又は胸腔モデルの内腔に詰められ、内腔領域を狭める。

[0017] 本発明の手術トレーニングシステムにおける生体質感臓器は、臓器の腫瘍または癒着を含む病変状態を模擬するデフォルメを加えたことでもよい。実際の手術では、臓器に腫瘍や癒着が存在する場合が存在するため、かかる病変状態を模擬する手段を備えることで、より効果的なトレーニングを可能にする。また、例えば、過去に同様の手術を行ったことのある患者を想定した場合には、癒着を多く設けて難易度を高く設定するというように、トレーニングの難易度設定を行うための要素として利用することも可能である。

[0018] 本発明の手術トレーニングシステムにおける生体質感臓器の表面、腹腔モデルの内壁、又は胸腔モデルの内壁には、臓器の変形に追従しない立体臓器画像が周辺臓器として投影されたことでもよい。立体臓器画像を周辺臓器として、生体質感臓器の表面、腹腔モデルの内壁、又は胸腔モデルの内壁に投影させることにより、使用者の視覚面でリアルな環境を模擬することができ、より臨場感のあるトレーニングを実現することが可能となる。

[0019] 本発明の手術トレーニングシステムは、生体モデルの内部に挿入した内視鏡スコープ映像と、過去で行われた実際の内視鏡手術のスコープ映像を、モニタ画面上で合成し表示することでもよい。映像を合成することにより、より臨場感のあるトレーニングを実現することが可能となる。

[0020] 本発明の手術トレーニングシステムは、上記の合成画面に、テキスト表示又は音声出力を加え、手術シナリオの手順の指示、手技のアドバイス、手技の注意点、もしくは手技解説を加えたことでもよい。テキスト表示又は音声出力を加えることで、より効果的なトレーニングを実現することができる。

[0021] 本発明の手術トレーニングシステムにおいて、上記の手術スキルの評価は、ベテラン術者の手術におけるチェックポイントの良否レベルが予め指標として記憶され、指標との比較により評価されることが好ましい。ベテラン術者のチェックポイントの良否レベルが予め指標として記憶されることで、術

者はベテラン術者の技量と自身の技量とを比較し、効率的に学ぶことができる。

[0022] 本発明の手術トレーニングシステムは、生体質感臓器に内蔵され或は外付けされたセンサからの信号によって生体質感臓器の変形度合いを検知する手段が設けられ、上記の手術スキルの評価は、ベテラン術者の手術における医療術具の把持力、医療術具の操作速度、移動量または移動方向を含む軌跡が予め指標として記憶され、指標との比較により評価されることでもよい。センサを用いることによって、定性的な評価ではなく、定量的な評価が可能となる。ベテラン術者の技量が記憶されることで、術者とベテラン術者の定量的な比較が可能となり、効果的なトレーニングが実現できる。ここで、センサとは、カメラセンサ、圧力センサ、温度センサ、速度センサなどであり、信号伝送のタイプは有線と無線の何れでもよい。

[0023] 本発明の手術トレーニングシステムは、術者が実施すべき手術プロセスが各々パターンとして予め登録されたシナリオデータと、手術プロセスの開始時もしくは進行途中で、パターンから外れる状況変化を発生させる手段が設けられたことが好ましい。実際の手術では、予期しない事態が発生することもあるので、本発明の手術トレーニングシステムにおいても、本来のパターンから外れる状況が発生させることができるようにし、予想外の事態への対応力を磨くトレーニングも可能にしたものである。

[0024] 本発明の手術トレーニングシステムにおいて、状況変化は、対象とする生体質感臓器の切り替え、生体質感臓器における切除する部位の切り替え、生体質感臓器の癒着状態の有無の切り替え、術野スペースの変更、拍動の変化、出血の有無、又は、内視鏡視野の阻害状態の切り替えであることが好ましい。

通常の手術トレーニングでは、シナリオに従って質感臓器に対して、適切な医療器具を使用し手技を行うことで状況は変化する。しかしながら、使用する医療器具は一般に高価であり、しかも使い捨ての器具が多い。そこで、高価かつ使い捨ての医療器具を使用せず、状況変化の起こる前の臓器と起こ

った後の臓器を切り替えて使用することで状況変化を擬似的に起こすことを可能にしたものである。これにより、トレーニングにかかるコストを抑えることが可能となる。

[0025] 本発明の手術トレーニングシステムは、シナリオデータ及び状況変化に応じて手術の難易度が設定された難易度データと、達成すべき内容、回避すべき内容および制限内容が登録されたルールデータと、ベテラン術者の意思決定プロセス及び手術プロセスと、使用される医療機器及び使用対象臓器の情報と、が登録された基準データを少なくとも要素とするデータベースを備え、データベースを用いて術者のスキルを評価することが好ましい。データベースを基に術者のスキルが評価されることで、多様なトレーニングシナリオに合わせた、より適切な評価が可能となる。

[0026] 本発明の手術トレーニングシステムにおけるデータベースには、シナリオデータに沿った生体質感臓器の配置及び組合せが予め登録されていることが好ましい。トレーニングに使用する生体質感臓器の配置及び組合せを登録することで、多様なパターンのトレーニングシナリオを設定できるようになる。

[0027] 本発明の手術トレーニング方法は、手術トレーニングシステムを用いる手術トレーニング方法であって、手術トレーニングシステムをベテラン術者が執刀する傍らに設置し、トレーニング者が、ベテラン術者の手術プロセス進行にシンクロした形で、ベテラン術者の手術手順と意思決定プロセスを目の当たりにしながら学習し、臨場感を持ってトレーニングを行うことでもよい。手術トレーニングのみを行う場合と異なり、実際の手術に際して、近接した場所でトレーニングを行うことで、緊迫感・臨場感のあるトレーニングが可能となる。

発明の効果

[0028] 本発明の生体質感臓器を用いる手術トレーニング及びシミュレーションシステムによれば、胸腔鏡下手術、腹腔鏡下手術、内視鏡下手技、又は、開腹・開胸手技のトレーニングやシミュレーション用として利用できるといった

効果がある。

図面の簡単な説明

- [0029] [図1]実施例1のトレーニングシステムのシステム構成図
- [図2]実施例1の生体質感臓器を用いる手術トレーニングシステムのフロー
- [図3]実施例1の生体質感臓器の作製フロー
- [図4]実施例1の腹腔シミュレータの斜視図
- [図5]実施例1の生体質感臓器の斜視図
- [図6]実施例1の腹腔鏡下胆嚢摘出術のフロー
- [図7]実施例1の異常値発生に関する状態を示した図
- [図8]トレーニングシナリオの内容決定と決定内容に基づく機器設定に関する説明図であり、(1)はトレーニングシナリオの内容決定について、(2)は決定内容に基づく機器設定について示している。
- [図9]生体質感臓器以外のトレーニング難易度設計テーブルの説明図であり、(1)は手術体位設計テーブル、(2)は付加的設定情報テーブルを示している。
- [図10]生体質感臓器のトレーニング難易度設計テーブルの説明図であり、(1)は患者個体情報テーブル、(2)は付加的設定情報テーブルを示している。
- [図11]トレーニングシナリオと機器設定の関係図であり、(1)は既に定義されたシナリオからトレーニングを実施する場合、(2)は新たな術式を開発する場合を示している。
- [図12]手術トレーニングおよび手術シミュレーションシステムの全体構成図
- [図13]実施例2の生体質感臓器の斜視図
- [図14]実施例2の生体質感臓器の腹腔シミュレータへの取付図であり、(1)は斜視図、(2)は正面図を示している。
- [図15]実施例2の腹腔鏡下鼠径ヘルニア手術のフロー

発明を実施するための最良の形態

- [0030] 以下、本発明の実施形態の一例を、図面を参照しながら詳細に説明してい

く。なお、本発明の範囲は、以下の実施例や図示例に限定されるものではなく、幾多の変更及び変形が可能である。

実施例 1

[0031] 図12は、手術トレーニングおよび手術シミュレーションシステムの全体構成図を示している。図12に示すように、手術トレーニングおよび手術シミュレーションシステムを構成する各部位は機能単位で分類され、設計上もモジュール化されている。これにより、トレーニングやシミュレーションを実施する際に、事前に定義されたシナリオに従い任意の組み合わせを選択し、そのスキルレベルに応じた設定が可能となる。

そして、トレーニング結果を蓄積されたトレーニング結果のデータベースと対比して、客観的で、かつ、定量的又は定性的なスキル評価を行うことが可能となる。なお、以下の説明において、ケースとはシミュレータのことであり、臓器モデルとは生体質感臓器のことである。

[0032] 図1は、実施例1のトレーニングシステムのシステム構成図を示している。

図1に示すように、トレーニングシステム1は、腹腔シミュレータ2、生体質感臓器3、センサ4、コンピュータ5、モニタ6およびサーバ7から成り、コンピュータ5は、センサ4、モニタ6およびサーバ7とケーブル9を介してそれぞれ接続されている。腹腔シミュレータ2の中には生体質感臓器3が配置され、生体質感臓器3の内部にはセンサ4が設けられている。また、腹腔鏡8は、ケーブル9を介してモニタ6と接続されており、腹腔鏡8の先端に設けられたカメラ部（図示せず）で撮影した映像をモニタ6で表示することが可能である。

[0033] サーバ7には、シナリオデータ及び状況変化に応じ、手術の難易度が設定された難易度データと、達成すべき内容、回避すべき内容および制限内容が登録されたルールデータと、ベテラン術者の意思決定プロセス及び手術プロセスと、使用される医療機器及び使用対象臓器の情報とが登録された基準データを要素とするデータベースが備えられている。ここで、達成すべき内容

とは、手術プロセス毎に当該プロセスを完了とする内容のことであり、制限内容とは、例えば、手術プロセス毎に使える器具や視野の広さなど、手術プロセス毎に受ける制限のことをいう。また、回避すべき内容とは、手術プロセス毎にやってはいけない内容のことである。

[0034] 図8は、トレーニングシナリオの内容決定と決定内容に基づく機器設定に関する説明図であり、(1)はトレーニングシナリオの内容決定について、(2)は決定内容に基づく機器設定について示している。

トレーニング対象となる手術プロセスを手順毎に分解し、図8(1)に示すように、達成すべき内容、回避すべき内容および制限内容を決定する。決定された内容に従って、図8(2)に示すように、シミュレータの設定変更や生体質感臓器の設計を行う。また、サーバ7には、シナリオデータに沿った生体質感臓器の配置及び組合せが予め登録されている。

[0035] 図2は、実施例1の生体質感臓器を用いる手術トレーニングシステムのフローを示している。図2に示すように、まず、トレーニング対象となる手術の概要を決定する(S101)。決定した手術概要について、具体的に、トレーニングシナリオを決定する(S102)。トレーニングシナリオに適合するシミュレータを選択する(S103)。決定したトレーニングシナリオの難易度に合わせてシミュレータを設定する(S104)。決定したトレーニングシナリオの難易度に合わせて生体質感臓器を作製する(S105)。トレーニングを実行する(S106)。センサにより生体質感臓器の変形度合いを検知する(S107)。検知された生体質感臓器の変形度合いから、手術スキルを定量評価する(S108)。

[0036] 上記システムを利用した手術トレーニングについて詳しく説明する。まず、トレーニング対象となる手術の概要を決定する。これは、どの臓器に関する手術を行うかといったことであり、本実施例では、胆嚢に関する手術である腹腔鏡下胆嚢摘出術を行う。

決定された手術の概要に従って、トレーニングに用いられるシミュレータが選択される。本実施例では、胆嚢に関する手術トレーニングを行うため、

腹腔シミュレータが用いられる。図4は、実施例1の腹腔シミュレータの斜視図を示している。図4に示すように、腹腔シミュレータ2には多数のポート10が設けられている。

[0037] 次に、トレーニング難易度を決定する。トレーニング難易度は、各々の手術プロセスごとに、初級、中級および上級の3つに分かれており、術者は自身のスキルに合わせて、トレーニング対象となる手術を手順毎に具体的に決定する。例えば、胆嚢の場合であれば、「カロー三角部の十分な剥離（クリティカルビュー）が作られるまで」といった具体的な手術プロセスを明確にする。

[0038] ここで、カロー三角部とは、肝臓下面、総肝管、胆嚢管から成る三角のことをいう。「カロー三角部の十分な剥離が作られるまで」であれば、比較的難易度は低いといえる。本実施例ではこれよりも難易度は高く、「胆嚢から膜、カロー三角部を剥離し、クリティカルビューを確認後、胆管および血管を切離し、胆嚢を摘出する」というプロセスを設定する。

図5は、実施例1の生体質感臓器の斜視図を示している。図5に示すように、生体質感臓器3は、胆嚢部31と肝臓部32から成り、図示しないが、胆嚢部31は膜で覆われている。

また、ここでは、異常値発生時の対応シナリオも同様に作成する。

[0039] 初級、中級および上級の難易度設定は、シミュレータの設定を変えるだけでなく、生体質感臓器の仕様を変更して、手術プロセス毎の異常値発生頻度を高めることを行うことも可能である。すなわち、初級では基本的に異常値は発生しないが、中級或は上級においては、術中の異常値発生が起こり得る設定となっている。上級では、中級よりも異常値発生が起こる可能性が高く、また、複数の異常値が発生しやすい設定である。

[0040] 図7は、実施例1の異常値発生に関する状態を示した図である。

ここで、トレーニングシナリオは、まるで紙芝居のように、手術プロセスの各ステップが描かれ、ステップ毎で行われる意思決定結果を受けて、複数の場合分けされたシナリオが事前に網羅的に描かれ、それらを組み合わせて

、時間経過を含めて、手術全体のプロセスを再現することが可能とする。すなわち、図7に示すように、正常値 A_1 から正常値 A_2 ，正常値 A_4 ，正常値 A_5 へと常に正常値を保つ場合も存在するが、正常値 A_1 から異常値 B_1 となり、さらに、異常値 B_2 ，異常値 A_5 へと異常値レベルが高くなる場合も存在する。これは、異常事態への対応による時間経過、手術時間の延長が起こることによって、侵襲性が高まったような場合である。また、一旦、異常値 B_1 を示しても、正常値 A_3 へと戻り、正常値 A_4 ，正常値 A_5 へと正常値を保つ場合も存在する。このように、異常事態に対応するには、意思決定が必要であり、その意思決定プロセスにはいくつかの選択肢が必要であるため、複数のシナリオが準備される。また、その意思決定より想定される結果についても複数のシナリオが準備される。

[0041] また、必要に応じて、生体質感臓器を作製するための目標コストを設定する。手術プロセスの種類によっては、ある臓器の一部しか使用されない場合も存在し、その場合には、生体質感臓器の内、使用されない箇所をデフォルメすることで、コストを削減することが可能である。

[0042] 上記で決定されたトレーニングシナリオに従って、生体質感臓器以外の設計、すなわち、トレーニングに用いられるシミュレータの設定や、助手・スコピスト配置の設定等が決定される。

図9は、生体質感臓器以外のトレーニング難易度設計テーブルの説明図であり、(1)は手術体位設計テーブル、(2)は付加的設定情報テーブルを示している。

図9(1)に示すように、手術体位設計テーブルは、ポート設定、腹壁、助手・スコピスト配置から成り、ポート設定については、挿入数および位置が設計因子となり、腹壁については、気腹状態が設計因子となる。ここで、スコピストとは、腹腔鏡カメラを持って腹腔内の映像を映し出す役割を担う者のことである。

[0043] 一般に、手術においては、最も安全かつ効率的に手術を行うために、手術術式、病変の位置などにより、患者が手術時に手術台上で置かれる体位は決

定される。仰臥位、側臥位、腹臥位などがそれに当たる。その体位により、ポート設定および腹壁の形状が、手術の安全性と効率性を高めるために最適化されて、設定される。また、内視鏡の鉗子を挿入するポート数（孔）は、ゴム蓋をするかしないかで調整する。例えば、より患者に対する低侵襲性を狙う難易度の高い設定を用いる場合には、内視鏡の鉗子を挿入するポート数（孔）は、より少なくなる。

[0044] このように、シミュレータの設定をトレーニング難易度設計因子として利用する。また、シミュレータの設定以外でも、助手やスコピストの配置は、その配置の位置や人数の設定が難易度を変化させる要素となりうるものであるから、手術体位設計テーブルに含まれている。すなわち、本手術トレーニングおよびシミュレーションシステムは執刀する術者のみならず、助手・スコピスト、看護師、といった手術チーム全体のトレーニングを目的としているため、それらの担当者の立ち位置などが、難易度に合わせて設定される。また、ロボット手術においては、各機器の配置なども対象となる。

[0045] 図9（2）に示すように、付加的設定情報テーブルは、付加的な設定条件から成り、呼吸性移動・拍動の様子や、突発性出血の有無・量といったものが設計因子となる。例えば、突発性出血が発生するシナリオを作成した場合には、図12に示す灌流・突発出血システムを調整して設定する。

ここで、シミュレータの腹壁は、平均腹壁膨張変化率にあった軟性を有し、手術時の腹壁変形及び変化に伴う鉗子角度を再現し得るものとなっている。

[0046] また、上記で決定されたトレーニングシナリオに従って、トレーニングに用いられる生体質感臓器の仕様も決定される。

図3は、実施例1の生体質感臓器の作製フローを示している。図3に示すように、まず、トレーニング対象となる臓器を決定する（S201）。トレーニングする手術プロセスを決定する（S202）。トレーニング難易度を決定する（S203）。決定されたトレーニング難易度を基に臓器の大きさ、色、質感を設定する（S204）。BMI情報から、脂肪量の多さを設定

する（S205）。既往歴から、臓器癒着が有る場合（S206）には、臓器癒着の設定を行う（S207）。病変が有る場合（S208）には、病変の設定を行う（S209）。血管走行パターンを設定を行う（S210）。メルクマールを設定を行う（S211）。設定されたデフォルメ情報を基に生体質感臓器のモデル成形を行う（S212）。

[0047] 以下、生体質感臓器の作製方法について詳しく説明する。生体質感臓器の作製は、トレーニングシナリオの難易度によって、生体質感臓器の仕様を設計して行われる。

まず、トレーニング対象となる臓器の決定についてであるが、トレーニングに用いられる生体質感臓器の数は、トレーニングシナリオによって、1つである場合もあれば、2つ以上である場合もある。例えば、複数の臓器に癒着がある状態でトレーニングを行う場合には、2つ以上の生体質感臓器が使用されることになる。また、製造コストを削減するため、実施する手術プロセスにとって必要な箇所だけ作製したり、必要な箇所だけを精緻に作製しそれ以外を簡略化して作製したり、或は、複数回使用可能な構造として作製することも可能である。

トレーニングする手術プロセスの決定や、トレーニング難易度の決定については、前述したとおりである。

臓器の大きさ、色、質感の設定については、生体質感臓器の仕様は、臓器内部の三次元構造、生体質感臓器を取り囲む脂肪量、皮膜を含む膜、血管、又は、神経の構造もしくは物性をトレーニングシナリオに合わせ変化させて決定される。

[0048] 脂肪量の多さ、臓器癒着および病変は、それぞれ生体質感臓器の設計因子の1つであり、生体質感臓器の設計因子を調整することで、難易度の調整を行う。以下、生体質感臓器の設計因子について説明する。

図10は、生体質感臓器のトレーニング難易度設計テーブルの説明図であり、(1)は患者個別情報テーブル、(2)は付加的設定情報テーブルを示している。図10に示すように、生体質感臓器の設計因子としては、(1)

患者個体情報テーブルと（２）付加的設定情報テーブルが存在する。

患者個体情報テーブルは、患者固有の特徴により臓器の主たる仕様特性を決定するテーブルであり、初級、中級および上級の各トレーニングレベルに合わせた基本的な臓器構造を設計する際に使用される。図１０（１）に示すように、患者個体情報テーブルでは、患者の個体属性が設計因子となる。具体的には、BMI（Body Mass Index）や既往歴といったものが設計因子となり、脂肪量の多さ、手術歴による臓器癒着や臓器の色・質感への影響が設計仕様化される。ここで、BMIとは、体重と身長の関係から人の肥満度を示す体格指数のことである。既往歴については、例えば、胆嚢炎の既往を有する場合は難易度が高くなる。また、脂肪量の多さは、脂肪の量が多いと、臓器が埋め込まれていたり、視野が狭まったりするので、難易度が高くなる。

[0049] また、図１０（１）に示すように、患者の臓器的特徴も設計因子とされ、特に、病変が設計因子となる。ここで、病変とは、対象となる臓器が胆嚢である場合、胆嚢の病変、結石、関連臓器の病変を指す。胆嚢の病変としては、胆管、胆嚢管の解剖学的な変異の有無や、胆嚢炎などの炎症の有無、被膜の硬さや厚さ、脂肪の柔らかさなどが考慮される。例えば、脂肪が柔らかいほど、メスの扱いの難易度が高くなる。結石については、その位置や個数が考慮される。関連臓器については、例えば、肝硬変の有無が考慮される。肝硬変が有ると、手術中に出血しやすくなり、止血も困難になる。これにより、結石が設計仕様化され、血管や胆道の走行或は質感特性、対象臓器である胆嚢や背景臓器である肝臓の色や質感への影響が設計仕様化される。

[0050] 生体質感臓器のトレーニング難易度設計テーブルにおける付加的設定情報テーブルとは、予め解剖学的に分類され、予見されるパターンから仕様特性を決定するテーブルをいう。図１０（２）に示すように、付加的設定情報テーブルでは、付加的な設定条件が設計因子となる。具体的には、胆道・血管走行パターンおよびメルクマール設定である。胆道・血管走行パターンについては、患者個体情報テーブルにおいて、初級、中級および上級の各トレーニングレベルに合わせた基本的な臓器構造を設計する際の設計因子として使

用されるが、付加的設定情報テーブルにおいても、更に難易度を微調整する目的で、解剖学的に正しい範囲での胆道・血管走行が設計因子として使用される。同様に、メルクマール設定も、難易度を微調整する目的で設計因子として使用される。具体的には、メルクマールの数や色などを調整し、また、ルビエール溝の状態が調整されることで、メルクマールを識別困難とすることも可能である。

[0051] 付加的設定情報テーブルにおける設計因子である付加的な設定条件は、胆道・血管走行パターンおよびメルクマール設定以外にも設けることは可能であるが、他のパラメータを入れ過ぎると品質的なバラつきが多くなりノイズが多くなる。これでは評価の信憑性と統計的分析の実現に影響を与えることになってしまう。したがって、付加的設定情報テーブルにおける設計因子である付加的な設定条件は、胆道・血管走行パターンおよびメルクマール設定の2つであることが好ましい。

[0052] 作製された生体質感臓器を用いてトレーニングを実行し、センサにより生体質感臓器の変形度合いを検知する。

図6は、実施例1の腹腔鏡下胆嚢摘出術のフローを示している。図6に示すように、まず、胆嚢と肝臓の解剖学的位置関係を確認する(S301)。膜を剥離する(S302)。カロー三角部を剥離してクリティカルビューを確認する(S303)。胆管・血管を切離する(S304)。胆嚢を摘出する(S305)。

[0053] 検知された生体質感臓器の変形度合いは、コンピュータによって解析され、手術スキルを定量評価する。評価データは、サーバ上のデータベースに蓄積され、蓄積されたデータを基に、トレーニングシナリオを改善することも可能である。

生体質感臓器の変形度合いの検知および手術スキルの定量評価は、手術プロセス毎に行われ、生体質感臓器の変形度合いの数値や、ベテラン術者が行った場合との差異が、図1に示すモニタ6の画面上に適時表示される。術者は、モニタ6の画面を見て手術を行うため、評価を確認しながらトレーニン

グを行うことが可能である。

[0054] モニタ6の画面上には、現在の映像と過去の手術映像が合成されて表示されてもよいし、指示矢印、指示コメント、注意点等のテキストが表示されてもよい。また、指示、アドバイス、注意点、解説等を音声で伝えるものでもよい。

図1に示すサーバ7には、ベテラン術者の手術における医療術具の把持力、医療術具の操作速度、移動量及び移動方向を含む軌跡が予め指標として記憶されており、手術スキルの定量評価は、上記指標との比較により評価される。

[0055] 図11は、トレーニングシナリオと機器設定の関係図であり、(1)は既に定義されたシナリオからトレーニングを実施する場合、(2)は新たな術式を開発する場合を示している。図11(1)に示すように、既に定義されたシナリオからトレーニングを実施する場合には、生体質感臓器の設計、シミュレータ設定および実施する手術トレーニングシナリオを決定して行う。順序としては、手術トレーニングシナリオを決定し、その内容に従って、シミュレータを設定し、生体質感臓器を設計する。

[0056] 図11(2)に示すように、新たな術式を開発する場合は、新たな手術方式のトレーニングシナリオ、シミュレータの設定および生体質感臓器の設計が要素となる。シミュレータの設定や生体質感臓器の設計を任意に変更して、最も安全かつ効率的な術式を模索し、その結果として新たな手技シナリオと術式を考案することが可能である。また、シミュレータの設定や生体質感臓器の設計だけでなく、図12に示すその他の機器等の設定変更を行うことで、新たな手技シナリオと術式を考案することも可能である。

実施例 2

[0057] 図13は、実施例2の生体質感臓器の斜視図を示している。

図13に示すように、実施例2の生体質感臓器11は、腹膜16から成る鼠径ヘルニアのモデルである。生体質感臓器11には、2つのヘルニア門12、内側臍襞部13、正中臍襞部14、動脈部15a、静脈部15b、膀胱

16および精管17が設けられ、これらは、生体質感臓器11の表面に設けられたゲル膜18によって覆われている。

ゲル膜18は、1層のゲル状組織であり、腹膜前筋膜の剥離層の質感を再現したものとなっている。また、ゲル膜18は、張り替えて再使用することが可能であるため、トレーニングコストを低減することができる。動脈部15aおよび静脈部15bは、トレーニングにおいてメルクマールとなるものであり、動脈部15a、静脈部15bおよび筋肉などの生体構造を取捨選択し再現することが可能となっている。

[0058] 図14は、実施例2の生体質感臓器の腹腔シミュレータへの取付図であり、(1)は斜視図、(2)は正面図を示している。図14(1)(2)に示すように、腹腔シミュレータ2は、骨盤部42、背中部43、背骨46、モデル把持部50から成り、モデル把持部50には生体質感臓器11が設置されている。図示しないが、生体質感臓器11には、腹腔シミュレータ2に取り付けるための取付部材が設けられている。生体質感臓器11と取付部材が一体としてモジュール化されていることで解剖学的な位置関係を担保しつつ、着脱交換を容易にし、トレーニング開始までの所要時間を短縮することにつながっている。

[0059] 図15は、実施例2の腹腔鏡下鼠径ヘルニア手術のフローを示している。図15に示すように、まず、腹腔鏡のポート挿入位置を決定し、ポートを挿入する(S401)。ヘルニア門と周辺の解剖学的構造を確認する(S402)。メッシュ挿入のための前処理を行う(S403)。メッシュを挿入する(S404)。腹膜を閉創する(S405)。

[0060] ポート挿入に当たっては、内視鏡の動作確認も行う。

また、前処理とは、具体的には以下のことをいう。ヘルニア門外側約3cmより内側臍襞の手前まで腹膜を切開する。ヘルニア門近傍では下腹壁動静脈、精索、精巣動静脈を壁側に温存し、背側および腹側に回り込む。ヘルニア門内側で腹膜前筋膜を切開し、腹膜前腔に入る。腹膜前腔を鈍的に剥離し、恥骨、クーパー靭帯、腹直筋を確認する。前腹壁側の腹膜、腹膜前筋膜の

剥離を進める。背側の腹膜の剥離を進め、精索等の壁在化を十分に行う。

メッシュの挿入は以下の方法で行う。メッシュを腹腔内に挿入し、筋恥骨孔をすべて覆うように腹膜前腔に展開する。メッシュをクーパー靭帯、腹直筋筋膜、下腹壁動静脈内外側、腹横筋腱膜等にタッカーで固定する。閉創は、針付き吸収糸を用いて、腹膜を連続縫合で閉鎖することによって行う。

[0061] (その他の実施例)

(1) 手術トレーニングは、シミュレータを使用せずに行うことも可能である。

(2) センサを用いて生体質感臓器の変形度合いを検知するのではなく、指導医がモニタを見て判断ポイントを手術プロセス毎に明示し、定性的な評価を行うことも可能である

(3) 手術トレーニングシナリオで本来使用が必要となる医療機器や術具が準備できない環境においては、その機器の使用前と使用後で異なる形状又は質感の生体質感臓器をシナリオの進行に従って切り替え、シナリオに沿ったトレーニングを行うことが可能である。

[0062] (4) トレーニングシステム内にセンサだけではなく、別途カメラを設置し、実施されるトレーニング中の鉗子挙動と位置、臓器にかかる力、それによる変形を計測しながら、内視鏡モニタとは別に設置されたトレーニングガイダンスモニタにトレーニングシナリオに沿った作業手順や作業すべき場所、注意を喚起する為の文言、問題発生時の対応指示などを自動的に表示し、トレーニングを受ける医師にトレーニングガイダンスを行うことも可能である。

(5) 手術トレーニングシステムは、腹腔、胸腔、骨盤、関節もしくは鼻腔を含む内視鏡下手技、又は、開腹・開胸手技の術野スペースを変化させる手段を更に備えたことでもよい。

[0063] (6) 手術トレーニングシステムをベテラン術者が執刀する傍らに設置し、トレーニング者が、ベテラン術者の手術プロセス進行にシンクロした形で、ベテラン術者の手術手順と意思決定プロセスを目の当たりにしながら学習し

、臨場感を持ってトレーニングを行うことでもよい。手術トレーニングのみを行う場合と異なり、実際の手術に際して、近接した場所でトレーニングを行うことで、緊迫感・臨場感のあるトレーニングが可能となる。

産業上の利用可能性

[0064] 本発明は、腹腔鏡や胸腔鏡を用いた手術のトレーニング又はシミュレーション用のシステムとして有用である。

符号の説明

- [0065]
- 1 トレーニングシステム
 - 2 腹腔シミュレータ
 - 3, 11 生体質感臓器
 - 4 センサ
 - 5 コンピュータ
 - 6 モニタ
 - 7 サーバ
 - 8 腹腔鏡
 - 9 ケーブル
 - 10 ポート
 - 12 ヘルニア門
 - 13 内側臍襞部
 - 14 正中臍襞部
 - 15 a 動脈部
 - 15 b 静脈部
 - 16 膀胱
 - 17 精管
 - 18 ゲル膜
 - 31 胆嚢部
 - 32 肝臓部
 - 42 骨盤部

4 3 背中部

4 6 背骨

5 0 モデル把持部

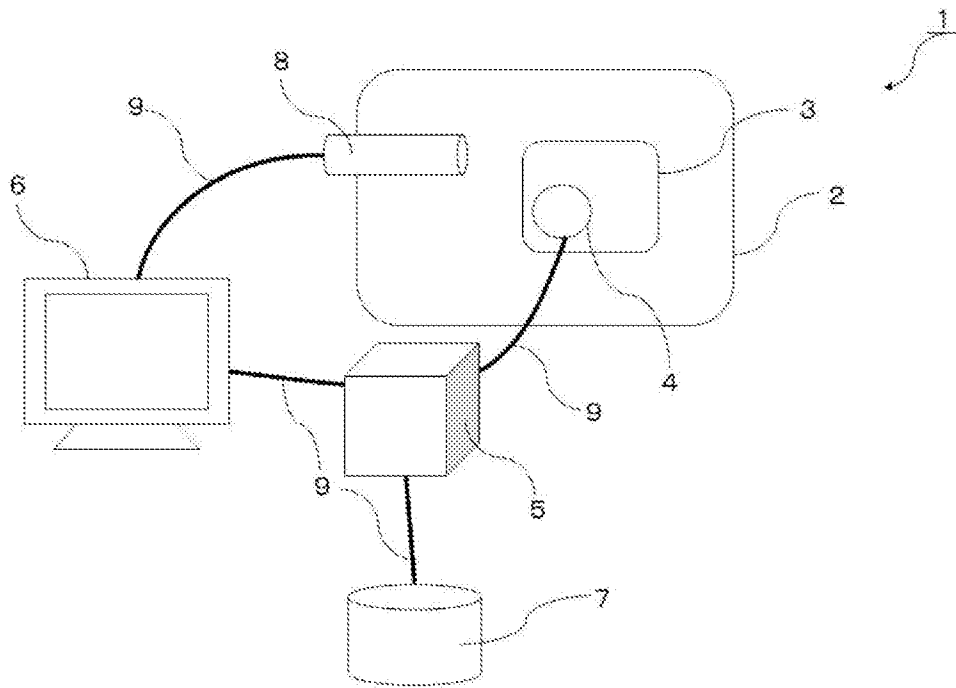
請求の範囲

- [請求項1] 実際の臓器の質感及び外観を再現あるいはデフォルメした生体質感臓器を用いて、手術トレーニング又は手術シミュレーションするシステムであって、
- 1) トレーニング又はシミュレーション対象の手術シナリオに応じて再現あるいはデフォルメされた前記生体質感臓器と、
 - 2) 前記手術シナリオのチェックポイントの良否を判別する判別手段と、
 - 3) 判別結果によって手術スキルを評価する評価手段と、
- を備えたことを特徴とする手術トレーニングシステム。
- [請求項2] 前記生体質感臓器を格納し、かつ解剖学的体腔構造を再現した腹腔モデル、胸腔モデル、及びその他生体近似部位モデルを含む生体モデルを更に備えたことを特徴とする請求項1に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項3] 前記生体質感臓器は、臓器内部の三次元構造、臓器を取り囲む脂肪量、皮膜を含む膜、血管、又は、神経の、構造もしくは物性を、前記手術シナリオに応じて変化させ、質感又は形態をデフォルメしたことを特徴とする請求項1又は2に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項4] 前記腹腔モデルの腹壁は、平均腹壁膨張変化率にあった軟性を有し、手術時の腹壁変形及び変化に伴う鉗子角度を再現し得ることを特徴とする請求項1～3の何れかに記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項5] 前記腹腔モデル又は前記胸腔モデルは、内視鏡下手技もしくは開腹・開胸手技の術野スペースを変化させるための素材が内蔵されたことを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項6] 前記生体質感臓器は、臓器の腫瘍または癒着を含む病変状態を模擬するデフォルメを加えたことを特徴とする請求項1～4の何れかに記載の手術トレーニングシステム。

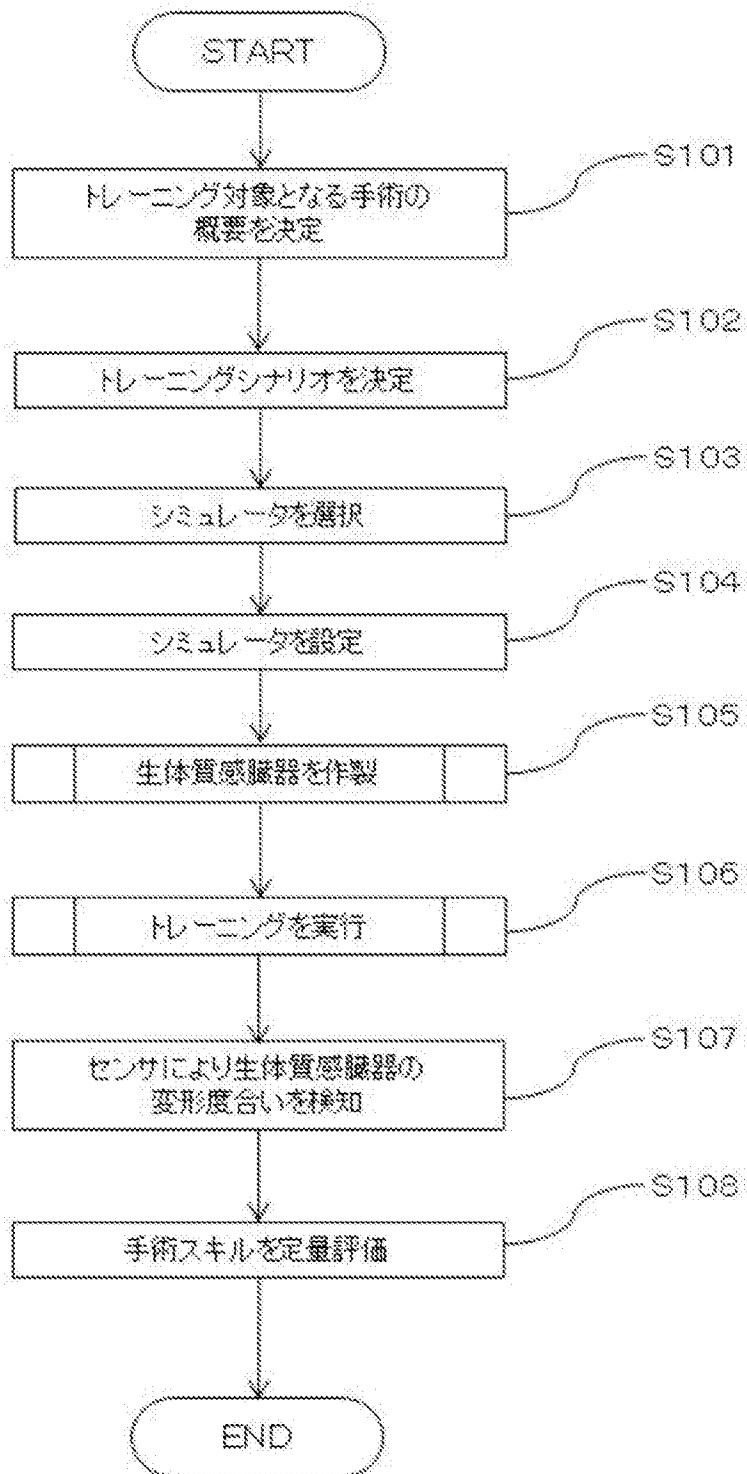
- [請求項7] 前記生体質感臓器の表面、前記腹腔モデルの内壁、又は前記胸腔モデルの内壁には、臓器の変形に追従しない立体臓器画像が周辺臓器として投影されたことを特徴とする請求項1～6の何れかに記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項8] 前記生体モデルの内部に挿入した内視鏡スコープ映像と、過去で行われた実際の内視鏡手術のスコープ映像を、モニタ画面上で合成し表示することを特徴とする請求項1又は2に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項9] 上記の合成画面に、テキスト表示又は音声出力を加え、前記手術シナリオの手順の指示、手技のアドバイス、手技の注意点、もしくは手技解説を加えたことを特徴とする請求項8に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項10] 上記の手術スキルの評価は、ベテラン術者の手術における前記チェックポイントの良否レベルが予め指標として記憶され、前記指標との比較により評価されることを特徴とする請求項1～9の何れかに記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項11] 前記生体質感臓器に内蔵され或は外付けされたセンサからの信号によって前記生体質感臓器の変形度合いを検知する手段が設けられ、
上記の手術スキルの評価は、ベテラン術者の手術における医療術具の把持力、医療術具の操作速度、移動量または移動方向を含む軌跡が予め指標として記憶され、前記指標との比較により評価されることを特徴とする請求項1～9の何れかに記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項12] 術者が実施すべき手術プロセスが各々パターンとして予め登録されたシナリオデータと、
前記手術プロセスの開始時もしくは進行途中に、前記パターンから外れる状況変化を発生させる手段が設けられたことを特徴とする請求項1～11の何れかに記載の手術トレーニングシステム。

- [請求項13] 前記状況変化は、対象とする前記生体質感臓器の切り替え、前記生体質感臓器における切除する部位の切り替え、前記生体質感臓器の癒着状態の有無の切り替え、術野スペースの変更、拍動の変化、出血の有無、又は、内視鏡視野の阻害状態の切り替えであることを特徴とする請求項12に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項14] 前記シナリオデータ及び前記状況変化に応じて手術の難易度が設定された難易度データと、
達成すべき内容、回避すべき内容および制限内容が登録されたルールデータと、
ベテラン術者の意思決定プロセス及び手術プロセスと、
使用される医療機器及び使用対象臓器の情報と、が登録された基準データを少なくとも要素とするデータベースを備え、
前記データベースを用いて術者のスキルを評価することを特徴とする請求項12又は13に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項15] 前記データベースには、前記シナリオデータに沿った前記生体質感臓器の配置及び組合せが予め登録されていることを特徴とする請求項14に記載の手術トレーニングシステム。
- [請求項16] 請求項1～9の何れかの手術トレーニングシステムを用いる手術トレーニング方法であって、
前記手術トレーニングシステムを、ベテラン術者が執刀する傍らに設置し、
トレーニング者が、ベテラン術者の手術プロセス進行にシンクロした形で、ベテラン術者の手術手順と意思決定プロセスを目の当たりにしながら学習し、臨場感を持ってトレーニングを行うことを特徴とする手術トレーニング方法。

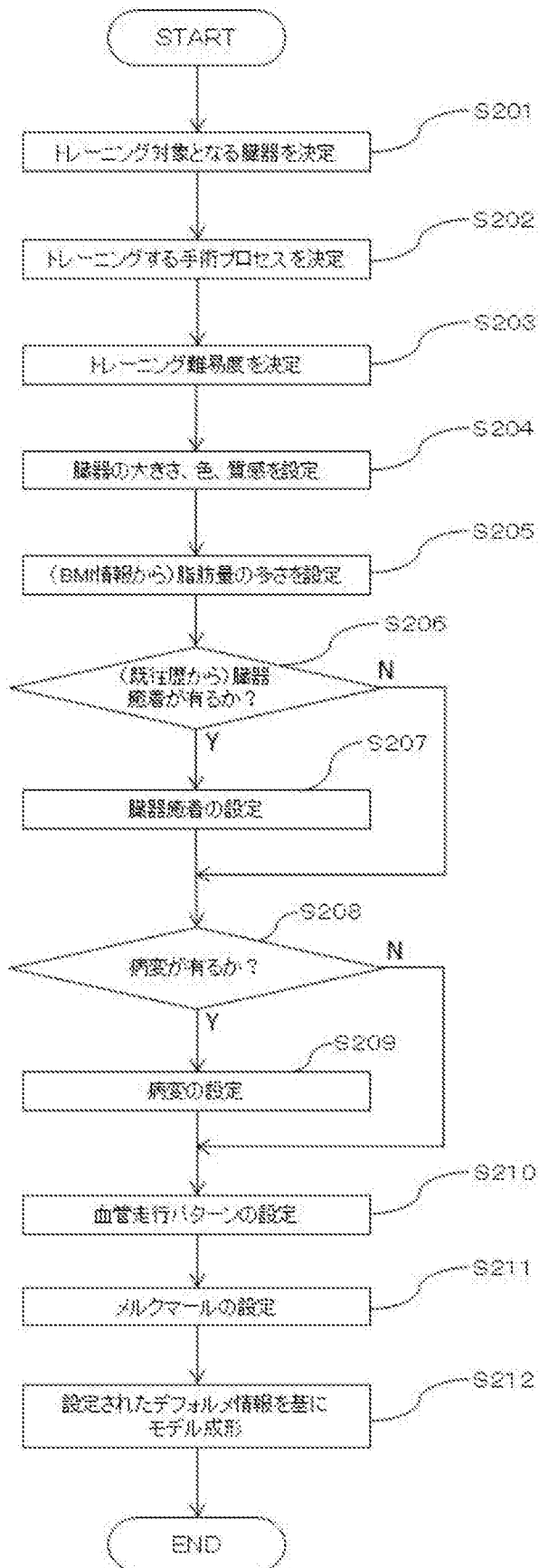
[図1]



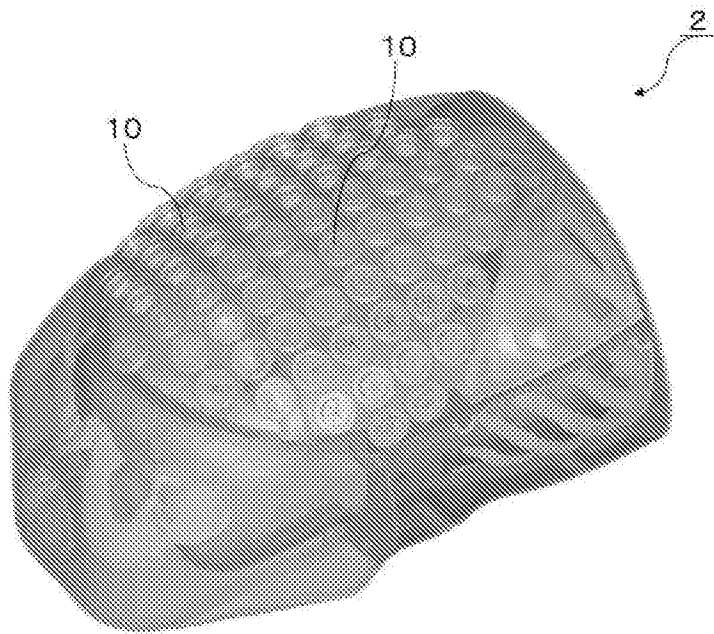
[図2]



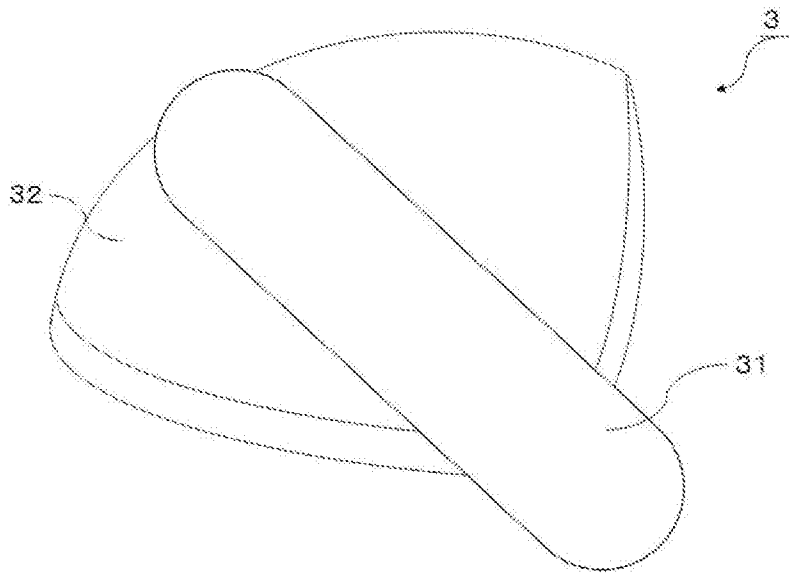
[図3]



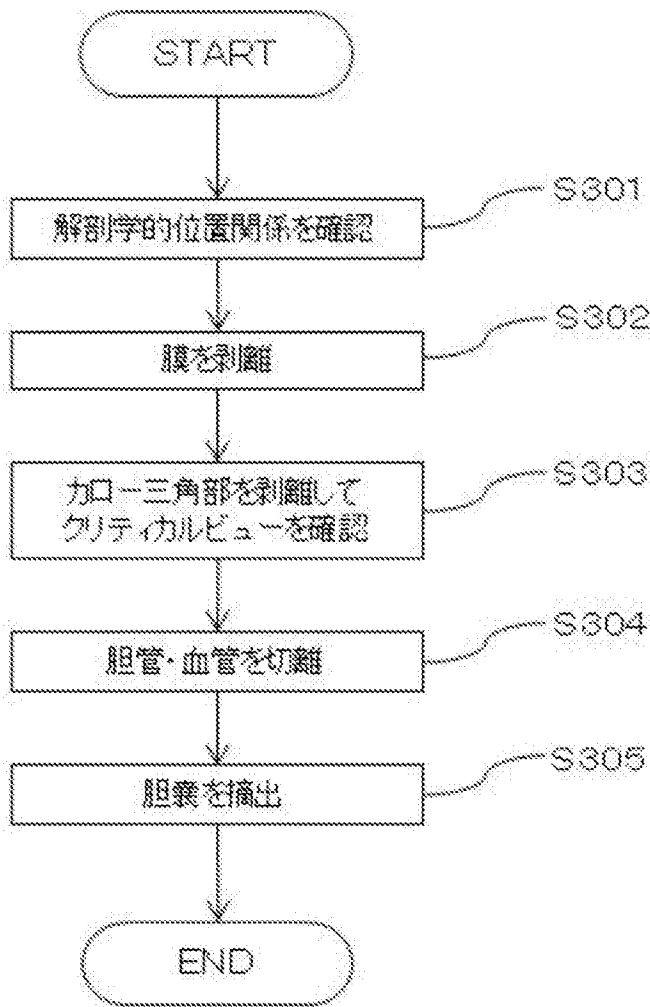
[図4]



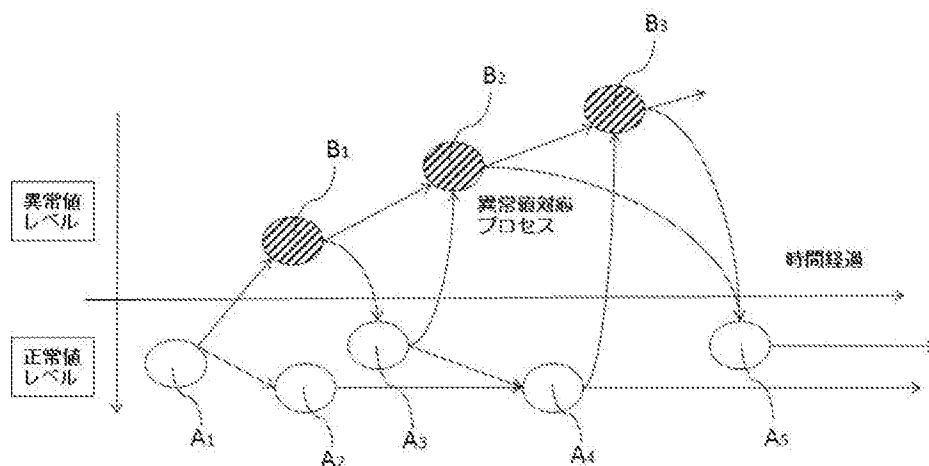
[図5]



[図6]

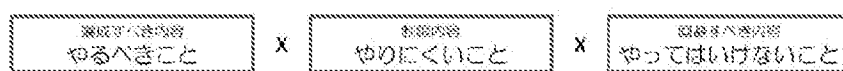


[図7]

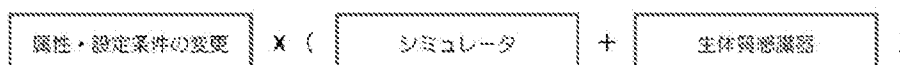


[図8]

(1)

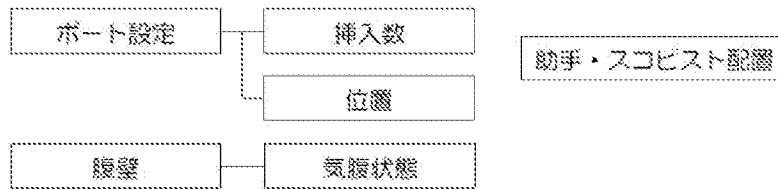


(2)

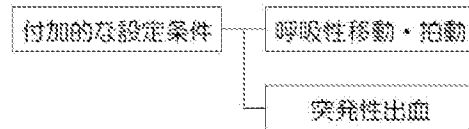


[図9]

(1)手術体位設計テーブル

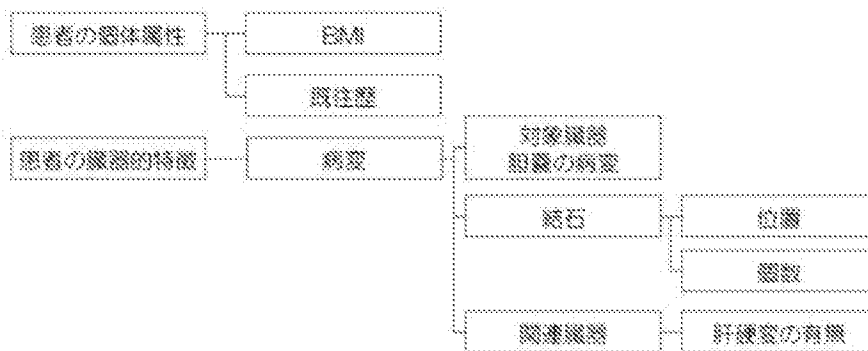


(2)付加の設定情報テーブル

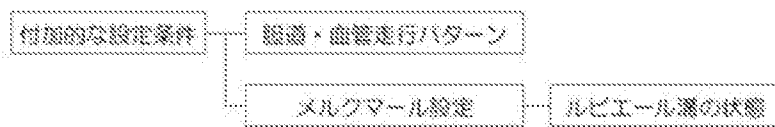


[図10]

(1)患者個体情報テーブル

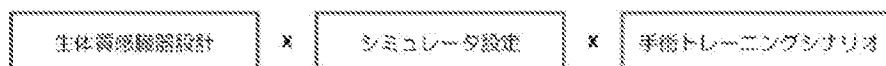


(2)付加の設定情報テーブル

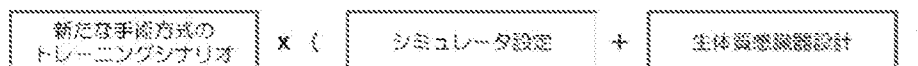


[図11]

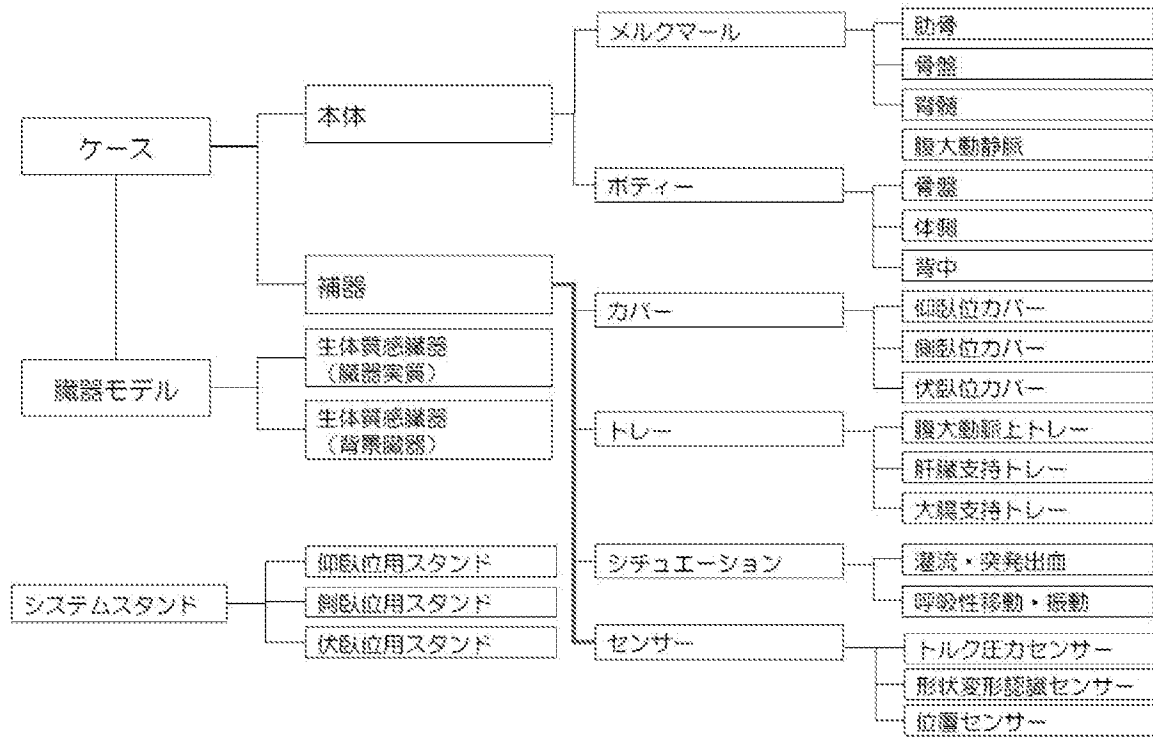
(1)



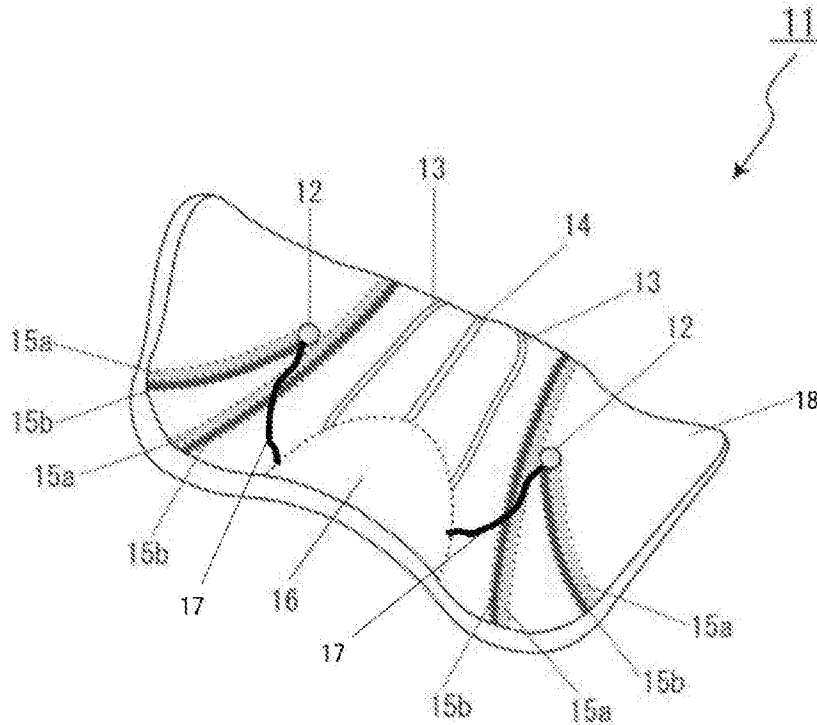
(2)



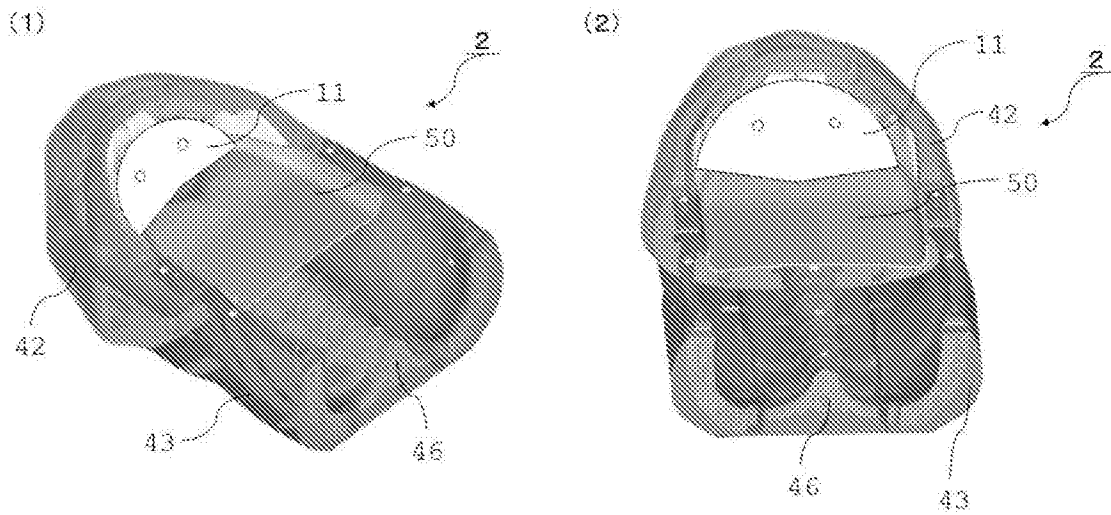
[図12]



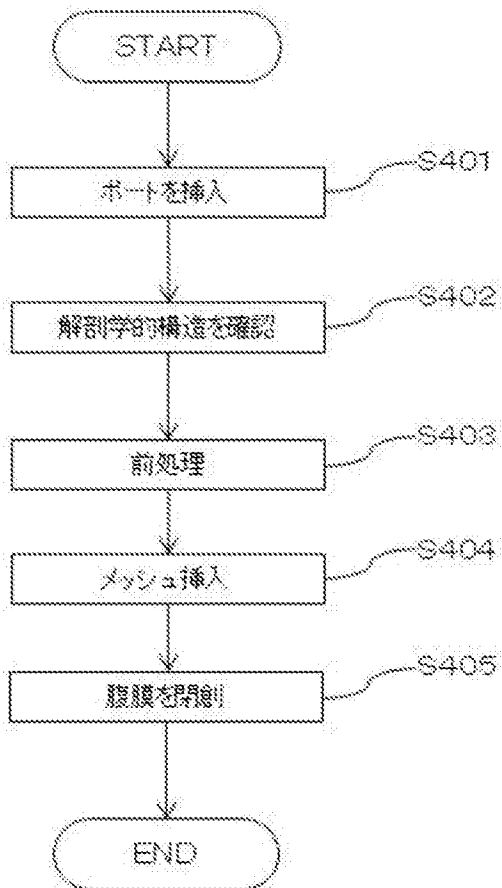
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/089189

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G09B23/30(2006.01) i, G09B19/00(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)
G09B23/30, G09B19/00

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

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2015/151503 A1 (Fasotec Co., Ltd.), 08 October 2015 (08.10.2015), paragraphs [0014] to [0016] & EP 3128502 A1 paragraphs [0026] to [0028]	1-16
Y	US 2014/0248596 A1 (Applied Medical Resources Corp.), 04 September 2014 (04.09.2014), paragraphs [0062], [0064] & JP 2016-510138 A paragraphs [0040], [0042]	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 17 March 2017 (17.03.17)	Date of mailing of the international search report 04 April 2017 (04.04.17)
---	--

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/089189

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2012/151585 A2 (The Johns Hopkins University), 08 November 2012 (08.11.2012), paragraphs [0046] to [0051] & JP 2014-520279 A paragraphs [0046] to [0051]	1-16
Y	WO 2015/114901 A1 (Olympus Corp.), 06 August 2015 (06.08.2015), paragraphs [0028] to [0029] & US 2016/0323514 A1 paragraphs [0036] to [0037]	8

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, G09B19/00(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. G09B23/30, G09B19/00

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

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2015/151503 A1 (株式会社ファソテック) 2015.10.08, 段落[0014]-[0016] & EP 3128502 A1 段落[0026]-[0028]	1-16
Y	US 2014/0248596 A1 (アプライド メディカル リソーシズ コ ーポレイション) 2014.09.04, 段落[0062], [0064] & JP 2016-510138 A 段落[0040], [0042]	1-16

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

17.03.2017

国際調査報告の発送日

04.04.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

柴田 和雄

2D

9113

電話番号 03-3581-1101 内線 3241

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2012/151585 A2 (ザ・ジョンズ・ホプキンス・ユニバーシティー) 2012. 11. 08, 段落[0046]-[0051] & JP 2014-520279 A 段落[0046]-[0051]	1-16
Y	WO 2015/114901 A1 (オリンパス株式会社) 2015. 08. 06, 段落 [0028]-[0029] & US 2016/0323514 A1 段落[0036]-[0037]	8