

(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
2015 年 10 月 29 日(29.10.2015)



(10) 国際公開番号

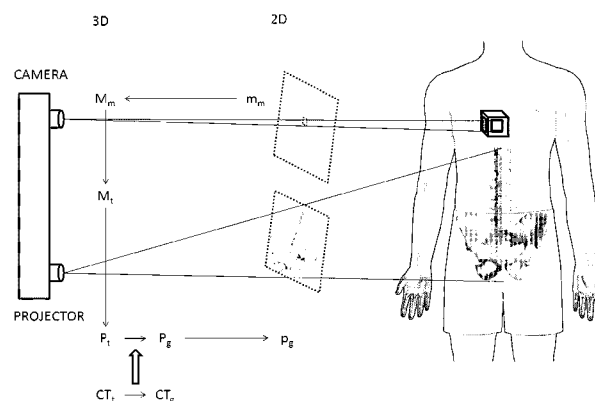
WO 2015/162665 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 19/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061160
- (22) 国際出願日: 2014 年 4 月 21 日(21.04.2014)
- (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: アドバンスヘルスケア株式会社(ADVANCED HEALTHCARE CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1730004 東京都板橋区板橋一丁目 6 番 5 号 Tokyo (JP). 国立大学法人千葉大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION CHIBA UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒2638522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1 番 3 3 号 Chiba (JP).
- (72) 発明者: 中口 俊哉(NAKAGUCHI Toshiya); 〒2638522 千葉県千葉市稲毛区弥生町 1 番 3 3 号 国立大学法人千葉大学大学院工学研究科内 Chiba (JP).
- (74) 代理人: 前島 大吾, 外(MAEJIMA Daigo et al.); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町 1-1 4 第二東ビル 5 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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))

(54) Title: SURGERY ASSISTANCE SYSTEM, PROJECTOR SYSTEM, MEDICAL IMAGE PROJECTION METHOD

(54) 発明の名称: 手術支援システム、プロジェクタシステム、医療画像投影方法

【図4】



(57) Abstract: Provided is a surgery assistance system that can carry out registration of a projector completely automatically. The surgery assistance system comprises a camera (1), a projector (2), a registration tracker (3), and an image processing device (4). A medical image is acquired in advance. The registration tracker (3) is placed on a specific position on the surface of a body. The camera (1) captures an image of the registration tracker (3). The image processing device (4) carries out registration on the basis of an image (m_m) of the registration tracker (3) captured by the camera (1) and registration tracker information (ct) acquired at the same time as when the medical image which was acquired in advance was acquired. The image processing device also acquires target information (p_g) which the projector uses to project onto the object of projection. On the basis of the target information (p_g), the projector (2) projects a target image onto the object of projection.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/162665 A1



全自動でプロジェクタのレジストレーションを行うことができる手術支援システムを提供する。手術支援システムは、カメラ 1 と、プロジェクタ 2 と、レジストレーショントラッカー 3 と、画像処理装置 4 とを備える。医療画像は予め取得されている。レジストレーショントラッカー 3 が体表の所定位置に設置される。カメラ 1 は、レジストレーショントラッカー 3 を撮影する。画像処理装置 4 は、カメラ 1 によるレジストレーショントラッカー 3 の撮影画像 m_m と、予め医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報 C_t と、基づいて、レジストレーションを行い、プロジェクタが被投影対象に投影するためのターゲット情報 p_g を取得する。プロジェクタ 2 は、ターゲット情報 p_g に基づいて、ターゲット画像を被投影対象に投影する。

明 細 書

発明の名称：

手術支援システム、プロジェクタシステム、医療画像投影方法

技術分野

[0001] 本発明は、プロジェクタシステムを活用した手術支援技術である。

背景技術

[0002] 近年、プロジェクトマッピングに係る技術が注目されている。東京駅駅舎や大阪城などの壁面に、非現実的な映像を投影することにより、幻想的な空間を演出できる。また、ビル壁面に芸術的な映像を投影することにより、都市景観に変化を付けることができる。プロジェクトマッピングを利用したイベントは、観客の目を楽しませ、大きな集客力を見込める。これにより、大きな経済効果を期待できる。

[0003] また、非現実的な映像を投影し、観客の目を楽しませることができる為、娯楽の分野にも適用されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-010362号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方で、医療の分野でもプロジェクタを用いた手術支援技術の研究が行われている。CTやMRIで撮影した医療画像を体表や臓器に投影する。投影により直感的な内部構造の把握を容易にし、手術ミスの低減が見込める。

[0006] このとき、投影画像と被投影対象の位置合わせ（レジストレーション）が重要となる。レジストレーションのやり方は様々な方法が検討され、確立した技術がない。

[0007] 例えば、予め医療画像と一緒に体表の画像も取得し、体表画像を体表に投影し、位置合わせを行い、位置の一致を確認した後、ターゲット画像（医療

画像に基づく投影対象画像)を投影する。

[0008] ところで、上述のプロジェクトマッピング技術の実務では、専門知識を持った映像技術者が特殊な機械を用いている。一方で、手術者は、映像技術に関する専門知識が乏しい場合も多い。レジストレーションに不具合があると、適切な手術支援ができないだけでなく、逆に、手術現場が混乱するおそれもある。

[0009] 手術に少しの失敗も許されない。手術者は想像以上の緊張を強いられる。したがって、少しの追加負担も手術者に課すことは好ましくない。

[0010] 本発明は上記課題を解決するものであり、全自動でプロジェクタのレジストレーションを行う手術支援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

[0011] 上記課題を解決する本発明の手術支援システムは、カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、前記画像処理装置は、前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像と、予め医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報と、基づいて、レジストレーションを行い、前記プロジェクタが被投影対象に投影するためのターゲット情報を取得する。

[0012] 上記課題を解決する本発明の手術支援システムは、カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、前記画像処理装置は、前記カメラから見た3次元座標系を設定するカメラ座標系設定機能部と、前記プロジェクタから見た3次元座標系を設定するプロジェクタ座標系設定機能部と、前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーショントラッカー情報変換機能部と、予め取得された医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報とを入力する医療画像入力機能部と、前記医療画像

座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得するターゲット撮影画像取得機能部と、プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換する次元変換機能部と、を有する。

[0013] 上記構成により全自動でプロジェクタのレジストレーションを行うことができる。

[0014] 上記発明において、好ましくは、前記カメラは、前記レジストレーショントラッカーを撮影し、前記画像処理装置は、前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーショントラッカー撮影機能部を有する。

[0015] 上記発明において、好ましくは、前記レジストレーショントラッカーにはレジストレーションマーカが設けられ、前記カメラは、前記レジストレーションマーカを撮影し、前記画像処理装置は、レジストレーションマーカの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報を取得し、前記レジストレーショントラッカーとレジストレーションマーカとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報と、に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーションマーカ撮影機能部を有する。

[0016] 上記発明において、好ましくは、前記プロジェクタは、前記ターゲット情報に基づいて、被投影対象内部にあるターゲットに関する画像であるターゲット画像を被投影対象に投影する。

[0017] 上記発明において、好ましくは、前記医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報は、該レジストレーショントラッカーが被投影対象の表面の所定位置に設置された状態で取得される。

[0018] 上記本発明の手術支援システムは、前記カメラとプロジェクタとを含むユニットを移動するユニット移動機構を更に備える。

- [0019] 上記発明において、前記レジストレーショントラッカーは多面体である。
- [0020] 上記発明において、前記画像処理装置は、前記カメラの移動を検出すると、繰り返し制御指令を出力する移動検出機能部を有する。
- [0021] これにより、多方向からターゲット画像を投影できる。これにより、手術者が投影の障害となることを避けることができる。さらに、疑似3次元画像が得られる。
- [0022] 上記課題を解決する本発明のプロジェクタシステムは、カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、前記画像処理装置は、前記カメラから見た3次元座標系を設定するカメラ座標系設定機能部と、前記プロジェクタから見た3次元座標系を設定するプロジェクタ座標系設定機能部と、前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーショントラッカー情報変換機能部と、予め取得された事前画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と事前画像座標系のターゲット情報とを入力する事前画像入力機能部と、前記事前画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と事前画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得するターゲット撮影画像取得機能部と、プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換する次元変換機能部と、を有する。
- [0023] 本発明のプロジェクタシステムは、手術支援以外の用途にも適用可能である。
- [0024] 上記課題を解決する本発明の医療画像投影方法は、医療画像作成装置が、ターゲットに係る医療画像作成と同時にレジストレーショントラッカー情報を作成し、カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備える手術支援システムのうち、該カメラと該プロジェクタとを含むユニットが、被投影対象に対応

するように設置され、前記カメラが、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーを撮影し、前記画像処理装置が、前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像と、予め医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、レジストレーションを行い、被投影対象内部にあるターゲットに関する画像情報であるターゲット情報を取得し、前記プロジェクタが、前記ターゲット情報に基づいて、ターゲット画像を被投影対象に投影する。

[0025] 上記課題を解決する本発明の医療画像投影方法は、医療画像作成装置が、医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報とを予め作成し、カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備える手術支援システムのうち、該カメラと該プロジェクタとを含むユニットが、被投影対象に対応するように設置され、前記カメラが、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーを撮影し、前記画像処理装置が、前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得し、前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得し、前記医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得し、プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換し、前記プロジェクタが、前記2次元ターゲット情報に基づいて、ターゲット画像を被投影対象に投影する。

[0026] 上記発明において、前記カメラと該プロジェクタとを含むユニットが移動され、前記ユニット移動の度に、前記カメラによる撮影と、前記画像処理装置による画像処理と、前記プロジェクタによる投影と、が繰り返される。

発明の効果

[0027] 本発明の手術支援システムは、全自動でプロジェクタのレジストレーションを行うことができる。その結果、手術者の負担が大幅に軽減される。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]システムの機能ブロック図（第1実施形態）

[図2]レジストレーショントラッカー

[図3]レジストレーショントラッカー（変形例）

[図4]本システムの動作概念図

[図5]システムの処理フロー図

[図6]医療画像作成時の動作説明図

[図7]ターゲット画像投影時の動作説明図

[図8]システムの機能ブロック図（第2実施形態）

[図9]システムの処理フロー図

[図10]疑似3次元画像原理説明図

[図11]疑似3次元画像動作説明図

[図12]システムの機能ブロック図（第2実施形態）（変形例）

[図13]レジストレーショントラッカー（変形例）

[図14]ターゲット画像投影時の動作説明図（第3実施形態）

発明を実施するための形態

[0029] <第1実施形態>

～構成～

図1は、システムの機能ブロック図である。本実施形態の手術支援システムに係る構成について説明する。手術支援システムは、カメラ1と、プロジェクタ2と、レジストレーショントラッカー3と、画像処理装置4とを備える。

[0030] カメラ1とプロジェクタ2はユニット5になっている。したがって、カメラ1とプロジェクタ2の位置関係は既知であり、画像処理装置4に記憶されている。

[0031] カメラ1とプロジェクタ2の光学的特性（レンズ特性）は既知である。

- [0032] カメラ 1 は、レジストレーショントラッカー 3 を撮影する。プロジェクタ 2 はターゲット画像を被投影対象に投影する。ターゲット画像は、被投影対象内部にあるターゲットに関する画像であり、別途取得される医療画像に基づき取得される。
- [0033] 図 2 は、レジストレーショントラッカーの一例である。レジストレーショントラッカー 3 は多面体であることが好ましい（第 2 実施形態参照）。図示では六面体である。
- [0034] 医療画像作成時、レジストレーショントラッカー 3 は、体表の任意位置に設置される（図 6 参照）。ただし、ターゲット画像投影時も、同じ位置に設置される（図 7 参照）。
- [0035] なお、CT画像としてレジストレーショントラッカー 3 を撮影する場合には、レジストレーショントラッカー 3 は生体皮膚組織より固めの素材（例えば木材）であることが好ましい。
- [0036] レジストレーショントラッカー 3 の 3 次元形状情報は既知であり、画像処理装置 4 に記憶されている。
- [0037] レジストレーショントラッカー 3 の表面には反射型のレジストレーションマーカ 6 が設けられている。レジストレーションマーカ 6 は、カメラ 1 に対向するように少なくとも一面に設けられるが、図示のように複数面に設けられと尚よい（第 2 実施形態参照）。
- [0038] レジストレーショントラッカー 3 におけるレジストレーションマーカ 6 の位置関係は既知であり、画像処理装置 4 に記憶されている。
- [0039] 図 3 は、レジストレーショントラッカーの変形例である。図 2 のレジストレーショントラッカー 3 が六面体であるのに対し、変形例はプレート形状である。すなわち多面体でなくとも良い。また、図 2 では、レジストレーショントラッカー 3 の表面にレジストレーションマーカ 6 が設けられているのに対し、変形例では、レジストレーショントラッカー 3 の四隅がレジストレーションマーカ 6 として機能する。
- [0040] すなわち、レジストレーショントラッカーは、3 次元形状情報が取得でき

、かつ、カメラにより識別できれば、これらに限定されない。

[0041] 図 1 に戻り、画像処理装置 4 の各機能部 4 1 ~ 4 7 について説明する。

[0042] カメラ座標系設定機能部 4 1 は、カメラ 1 の光学的特性に基づき、カメラ 1 から見た 3 次元座標系を設定する。

[0043] プロジェクタ座標系設定機能部 4 2 は、プロジェクタ 2 の光学的特性に基づき、プロジェクタ 2 から見た 3 次元座標系を設定する。

[0044] レジストレーションマーカ撮影機能部 4 3 は、レジストレーションマーカ 6 の撮影画像情報 m_m (2 次元) に基づいて、カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報 M_m (例えばマーカの四隅の 4 点の 3 次元座標) を取得する。さらに、レジストレーショントラッカー 3 とレジストレーションマーカ 6 との位置関係と、カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報 M_m と、に基づいて、カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報 M_t (例えば対向する一面の四隅の 4 点の 3 次元座標) を取得する。

[0045] なお、説明の便宜のため、レジストレーショントラッカーの一面のみを用いたが、複数面にレジストレーションマーカがある場合 (図 2 参照) は、カメラ 1 は、複数面のレジストレーションマーカをそれぞれ識別する。これにより、レジストレーションの精度が向上する。

[0046] レジストレーショントラッカー情報変換機能部 4 4 は、カメラ 1 とプロジェクタ 2 との位置関係と、カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報 M_t と、に基づいて、プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報 P_t を取得する。

[0047] 医療画像入力機能部 4 5 は、予め取得された医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報 CT_t と医療画像座標系のターゲット情報 CT_g とを入力する。

[0048] ターゲット撮影画像取得機能部 4 6 は、医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報 CT_t と医療画像座標系のターゲット情報 CT_g との位置関係と、プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報 P_t と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報 P_g を取得する。

[0049] 次元変換機能部47は、プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標 P_g から2次元座標 p_g に変換する。

[0050] ～動作～

図4は本システムの動作概念図であり、図5は、システムの処理フロー図である。本実施形態の手術支援システムに係る動作について説明する。

[0051] 予め、医療画像作成装置（図6参照）により、医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報 CT_t と医療画像座標系のターゲット情報 CT_g とを作成する（ステップS1）。医療画像には、CT画像やMRI画像等がある。2次元画像を何層にも重ねることで、3次元情報が得られる。

[0052] 図6は、医療画像作成時の動作説明図である。図示はCTスキャン装置である。CTスキャン時に、レジストレーショントラッカー3を体表の任意位置に設置する。ただし、ターゲット画像投影時のレジストレーショントラッカー3の設置位置（図7参照）と、同じ位置とする必要がある。したがって、ターゲット画像投影の障害とならないように考慮する。

[0053] 通常、手術の前日に医療画像を作成する。医療画像作成後、レジストレーショントラッカー3の設置位置を体表にマークした後、レジストレーショントラッカー3を取り外す。

[0054] 医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報 CT_t と医療画像座標系のターゲット情報 CT_g を画像処理装置4に入力する。

[0055] 次いで、手術時の動作について説明する。図7は、ターゲット画像投影時の動作説明図である。

[0056] 患者の体表には、レジストレーショントラッカー3の設置位置がマークされている。レジストレーショントラッカー3を所定の位置に設置する。

[0057] カメラ1とプロジェクタ2とを含むユニット5を被投影対象（患者体表の所定範囲）に対応するように設置する（ステップS2）。より具体的には、カメラ1がレジストレーショントラッカー3を撮影可能なように、プロジェクタ2がターゲット画像を被投影対象に投影可能なようにする。

[0058] カメラ1は、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカ

ー3を撮影する（ステップS3）。

[0059] 画像処理装置4は、カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像と、医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報と、基づいて、レジストレーションを行い、被投影対象内部（体表下）にあるターゲットに関する画像情報であるターゲット情報を取得する（ステップS4）。以下、画像処理の詳細について説明する。

[0060] まず、カメラ1によるレジストレーショントラッカー3の撮影画像に基づいて、カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報 M_t を取得する（ステップS41）。

[0061] カメラ1はレジストレーショントマーカ6を識別する。実際のレジストレーショントマーカ6は寸法既知の正方形を形成する（図2参照）のに対し、2次元である撮影画像におけるレジストレーショントマーカ6は押し潰された四角形 m_m を形成する。この変形程度に基づいて、カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報 M_m （3次元座標）を取得する。

[0062] また、レジストレーショントラッカー3とレジストレーションマーカ6との位置関係は既知であり、これにより、カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報 M_t を取得できる。

[0063] さらに、カメラ1とプロジェクタ2との位置関係は既知であり、プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報 P_t を取得する（ステップS42）。

[0064] これにより、レジストレーションが完了する。確認のために、テスト画像をレジストレーショントラッカー3に投影しても良い。

[0065] 医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報 CT_t と医療画像座標系のターゲット情報 CT_g との位置関係は既知であり、プロジェクタ座標系のターゲット情報 P_g を取得する（ステップS43）。

[0066] プロジェクタ2の投影画像は2次元である。したがって、プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標 P_g から2次元座標 p_g に変換する（ステップS44）。

[0067] プロジェクタ 2 は、2 次元ターゲット情報 p_g に基づいて、ターゲット画像を被投影対象に投影する（ステップ S5）。

[0068] 手術者は、ターゲット画像により直感的に内部構造を容易に把握できる。これにより、手術が開始される。

[0069] ～効果～

以上のように、本システムでは、全自動でプロジェクタのレジストレーションを行うことができる。レジストレーションの不具合で、手術現場が混乱するおそれはない。その結果、システム導入に対する手術者の負担が大幅に軽減され、手術者は手術に集中できる。

[0070] さらに、ターゲット画像の支援により、手術者は直感的に内部構造を容易に把握できる。その結果、手術に対する手術者の負担は大幅に軽減され、手術ミスの低減が期待できる。

[0071] <第 2 実施形態>

～構成・動作～

図 8 は、第 2 実施形態のシステムの機能ブロック図である。本実施形態の手術支援システムに係る構成について説明する。手術支援システムが、カメラ 1 と、プロジェクタ 2 と、レジストレーショントラッカー 3 と、画像処理装置 4 とを備える点は、第 1 実施形態と共通する。第 2 実施形態は更に、ユニット 5 を移動するユニット移動機構 7 を備える。

[0072] たとえば、図 7 において、ユニット移動機構 7 はユニット 5 を移動するレールと駆動装置である。レールは、手術台上部に環状に設けられている。理解のため、一部レール断面を表示する。ユニット 5 がレール上を一周することにより、プロジェクタ 2 は全方向から投影できる。

[0073] 画像処理装置 4 は、さらに、移動検出機能部 48 を有する。移動検出機能部 48 は、ユニット移動機構 7 から移動情報を入力し、カメラ 1 の移動を検出すると、繰り返し制御指令を出力する。

[0074] 図 9 は、第 2 実施形態のシステムの処理フロー図である。本実施形態の手術支援システムに係る動作について説明する。ステップ S1～S5 までの動作は

、第1実施形態と共通する。第2実施形態は更に、ステップS6に係る処理を行う。

[0075] ユニット移動機構7がユニット5を移動すると、プロジェクタ2の位置が変わり、再度レジストレーションをする必要がある。画像処理装置4は、ユニット移動機構7が出力する移動情報を入力し、繰り返し制御指令を出力する（ステップS6）。

[0076] 再度、カメラ1は、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーを撮影し（ステップS3）、画像処理装置4は、レジストレーションを行い、投影のためのターゲット情報を取得し（ステップS4）、プロジェクタ2は、ターゲット画像を被投影対象に投影する（ステップS5）一連の動作が繰り返される。

[0077] レジストレーショントラッカー3は多面体であり、複数面にレジストレーションマーカがある（図2参照）。ユニット5が大きく移動した場合、カメラ1は別面のレジストレーションマーカを認識し、画像処理装置4は再度レジストレーションをおこなう。

[0078] ～効果～

手術中、手術者の位置が変わることもあり、手術者が障害となって、ターゲット画像を被投影対象に投影できないおそれもある。

[0079] 本実施形態では、手術者位置の変動に伴い、ユニット5を移動する。リアルタイムにレジストレーションを行うため、再度、別の方向からターゲット画像を投影できる。これにより、手術者が投影の障害となることを避けることができる。

[0080] さらに、本実施形態では、疑似3次元画像が得られる。以下詳述する。

[0081] 図10は、疑似3次元画像の原理説明図である。同一視線上に2つの対象物があり、視線を左右に動かす場合、近くの対象物は大きく動くように見え、遠くの対象物は小さく動くように見える。この現象は、視覚の運動視差と呼ばれる。これにより、奥行きが認識可能となる。

[0082] 図11は、疑似3次元画像を得る動作の説明図である。ユニット5が移動

することにより、プロジェクタ 2 からの投影方向が変化する。これにより、視覚の運動視差と同様な現象が生じる。すなわち、体表から深部にある対象は動きが小さく、体表近傍にある対象は大きく動く。図示の例では、背骨の動きに比べて胸骨の動きが大きい。これにより、直感的に奥行きを認識できる。

[0083] プロジェクタ 2 からの投影画像は 2 次元情報であるが、ユニット 5 の移動により、疑似 3 次元画像が得られる。

[0084] ～変形例～

図 1 2 は、変形例に係る機能ブロック図である。図 8 において、移動検出機能部 4 8 は、ユニット移動機構 7 から移動情報を入力するのに対し、図 1 2 では、移動検出機能部 4 8 は、レジストレーションマーカ撮影機能部 4 3 から移動情報を入力する。

[0085] すなわち、ユニット 5 が移動するとカメラ 1 の視野も移動し、カメラ 1 は既知のレジストレーションマーカを認識できなくなる。画像処理装置 4 は、カメラ 1 による撮影画像の変化に基づいて、繰り返し制御指令を出力する（ステップ S6）。

[0086] 図 7 および図 8 では、ユニット移動機構 7 によりユニットを移動したが、カメラおよびプロジェクタを小型化することにより、ユニット 5 をポータブルとすることができる。たとえば、手術補助者がユニット 5 を持って移動することで、第 2 実施形態と同様の効果が得られる。

[0087] 図 1 3 はレジストレーショントラッカーの変形例である。第 2 実施形態においては、レジストレーショントラッカー 3 は多面体であることが好ましい旨について説明した。図 2 では六面体であるのに対し、図 1 3 では十二面体である。これによりレジストレーションの精度が向上する。

[0088] <第 3 実施形態>

本発明は手術支援システムであるが、医療や手術に限定されず、プロジェクタにより内部構造を投影することを目的とする場合に、適用可能である。

[0089] 図 1 4 は、プロジェクタシステムの非破壊検査への適用例である。システ

ム構成やシステムの処理フローは、手術支援システムと同様である。

[0090] たとえば、地震後、目視確認ではコンクリート構造物に被害がない場合でも、内部の鉄筋が損傷している場合がある。これに対し、コンクリート表面から、鉄筋の超音波探査を行い、鉄筋が健全であることを確かめる。以下、適用例の動作について説明する。

[0091] まず、コンクリート構造物および配筋の3次元CAD情報を、設計図面に基づいて事前に作成しておく。さらに、レジストレーショントラッカー3の設置位置を予め決めておき、3次元CAD情報に追加する（ステップS1）。これにより、3次元CAD座標系のレジストレーショントラッカー情報CDtと3次元CAD座標系のターゲット情報CDgとの位置関係は既知となる。

[0092] コンクリート構造物表面の所定位置にレジストレーショントラッカー3を設置する。また、カメラ1とプロジェクタ2とを含むユニット5を被投影対象（コンクリート構造物の調査範囲）に対応するように設置する（ステップS2）。より具体的には、カメラ1がレジストレーショントラッカー3を撮影可能なように、プロジェクタ2がターゲット画像を被投影対象に投影可能なようにする。カメラ1がレジストレーショントラッカー3を適切に撮影しているか、モニタにより確認しても良い。

[0093] 以上の準備が終わり次第、配筋画像をコンクリート構造物に投影する。カメラ1は、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカー3を撮影し（ステップS3）、画像処理装置4は、レジストレーションを行い、投影用のターゲット情報を取得し（ステップS4）、プロジェクタ2は、ターゲット画像（配筋画像）を被投影対象に投影する（ステップS5）。

[0094] さらに、ユニット5の移動により、疑似3次元画像を得ても良い（ステップS6）。

[0095] 投影画像を参照しながら、対象鉄筋位置を推定し、超音波探査をおこなう。配筋を可視化することで、調査対象を特定でき、探査精度が向上する。

[0096] 調査現場では、全自動でプロジェクタのレジストレーションを行うことができるので、投影作業に手間取ることなく、調査員は調査に集中できる。

符号の説明

- [0097]
- 1 カメラ
 - 2 プロジェクタ
 - 3 レジストレーショントラッカー
 - 4 画像処理装置
 - 5 ユニット
 - 6 レジストレーションマーカ
 - 7 ユニット移動機構
 - 4 1 カメラ座標系設定機能部
 - 4 2 プロジェクタ座標系設定機能部
 - 4 3 レジストレーションマーカ撮影機能部
 - 4 4 レジストレーショントラッカー情報変換機能部
 - 4 5 医療画像入力機能部
 - 4 6 ターゲット撮影画像取得機能部
 - 4 7 次元変換機能部
 - 4 8 移動検出機能部

請求の範囲

- [請求項1] カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、
前記画像処理装置は、
前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像と、
予め医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報と、基づいて、レジストレーションを行い、
前記プロジェクタが被投影対象に投影するためのターゲット情報を取得する
ことを特徴とする手術支援システム。
- [請求項2] カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、
前記画像処理装置は、
前記カメラから見た3次元座標系を設定するカメラ座標系設定機能部と、
前記プロジェクタから見た3次元座標系を設定するプロジェクタ座標系設定機能部と、
前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーショントラッカー情報変換機能部と、
予め取得された医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報とを入力する医療画像入力機能部と、
前記医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得するターゲット撮影画像取得機能部

と、

プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換する次元変換機能部と、

を有する

ことを特徴とする手術支援システム。

[請求項3]

前記カメラは、前記レジストレーショントラッカーを撮影し、

前記画像処理装置は、

前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーショントラッカー撮影機能部

を有する

ことを特徴とする請求項1または2記載の手術支援システム。

[請求項4]

前記レジストレーショントラッカーにはレジストレーションマーカが設けられ、

前記カメラは、前記レジストレーションマーカを撮影し、

前記画像処理装置は、

レジストレーションマーカの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報を取得し、前記レジストレーショントラッカーとレジストレーションマーカとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーションマーカ情報と、に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレーションマーカ撮影機能部

を有する

ことを特徴とする請求項1または2記載の手術支援システム。

[請求項5]

前記プロジェクタは、前記ターゲット情報に基づいて、被投影対象内部にあるターゲットに関する画像であるターゲット画像を被投影対象に投影する

ことを特徴とする請求項1または2記載の手術支援システム。

- [請求項6] 前記医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報は、該レジストレーショントラッカーが被投影対象の表面の所定位置に設置された状態で取得される
- ことを特徴とする請求項1または2記載の手術支援システム。
- [請求項7] 前記カメラとプロジェクタとを含むユニットを移動するユニット移動機構
- を更に備える
- ことを特徴とする請求項1～6いずれかに記載の手術支援システム。
- [請求項8] 前記レジストレーショントラッカーは多面体である
- ことを特徴とする請求項1～7いずれかに記載の手術支援システム。
- [請求項9] 前記画像処理装置は、
- 前記カメラの移動を検出すると、繰り返し制御指令を出力する移動検出機能部
- を有する
- ことを特徴とする請求項1～8いずれかに記載の手術支援システム。
- [請求項10] カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されるレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備え、
- 前記画像処理装置は、
- 前記カメラから見た3次元座標系を設定するカメラ座標系設定機能部と、
- 前記プロジェクタから見た3次元座標系を設定するプロジェクタ座標系設定機能部と、
- 前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得するレジストレ

ーショントラッカー情報変換機能部と、

予め取得された事前画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と事前画像座標系のターゲット情報とを入力する事前画像入力機能部と、

前記事前画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と事前画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得するターゲット撮影画像取得機能部と、

プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換する次元変換機能部と、

を有する

ことを特徴とするプロジェクタシステム。

[請求項11]

医療画像作成装置が、ターゲットに係る医療画像作成と同時にレジストレーショントラッカー情報を作成し、

カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備える手術支援システムのうち、該カメラと該プロジェクタとを含むユニットが、被投影対象に対応するように設置され、

前記カメラが、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーを撮影し、

前記画像処理装置が、

前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像と、予め医療画像を取得するときと同時に取得されたレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、レジストレーションを行い、

被投影対象内部にあるターゲットに関する画像情報であるターゲット情報を取得し、

前記プロジェクタが、前記ターゲット情報に基づいて、ターゲット

画像を被投影対象に投影する

ことを特徴とする医療画像投影方法。

[請求項12] 医療画像作成装置が、医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報とを予め作成し、

カメラと、プロジェクタと、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーと、画像処理装置と、を備える手術支援システムのうち、該カメラと該プロジェクタとを含むユニットが、被投影対象に対応するように設置され、

前記カメラが、被投影対象の表面に設置されたレジストレーショントラッカーを撮影し、

前記画像処理装置が、

前記カメラによるレジストレーショントラッカーの撮影画像に基づいて、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得し、

前記カメラとプロジェクタとの位置関係と、前記カメラ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報を取得し、

前記医療画像座標系のレジストレーショントラッカー情報と医療画像座標系のターゲット情報との位置関係と、前記プロジェクタ座標系のレジストレーショントラッカー情報と、に基づいて、プロジェクタ座標系のターゲット情報を取得し、

プロジェクタ座標系のターゲット情報を3次元座標から2次元座標に変換し、

前記プロジェクタが、前記2次元ターゲット情報に基づいて、ターゲット画像を被投影対象に投影する

ことを特徴とする医療画像投影方法。

[請求項13] 前記カメラと該プロジェクタとを含むユニットが移動され、前記ユニット移動の度に、

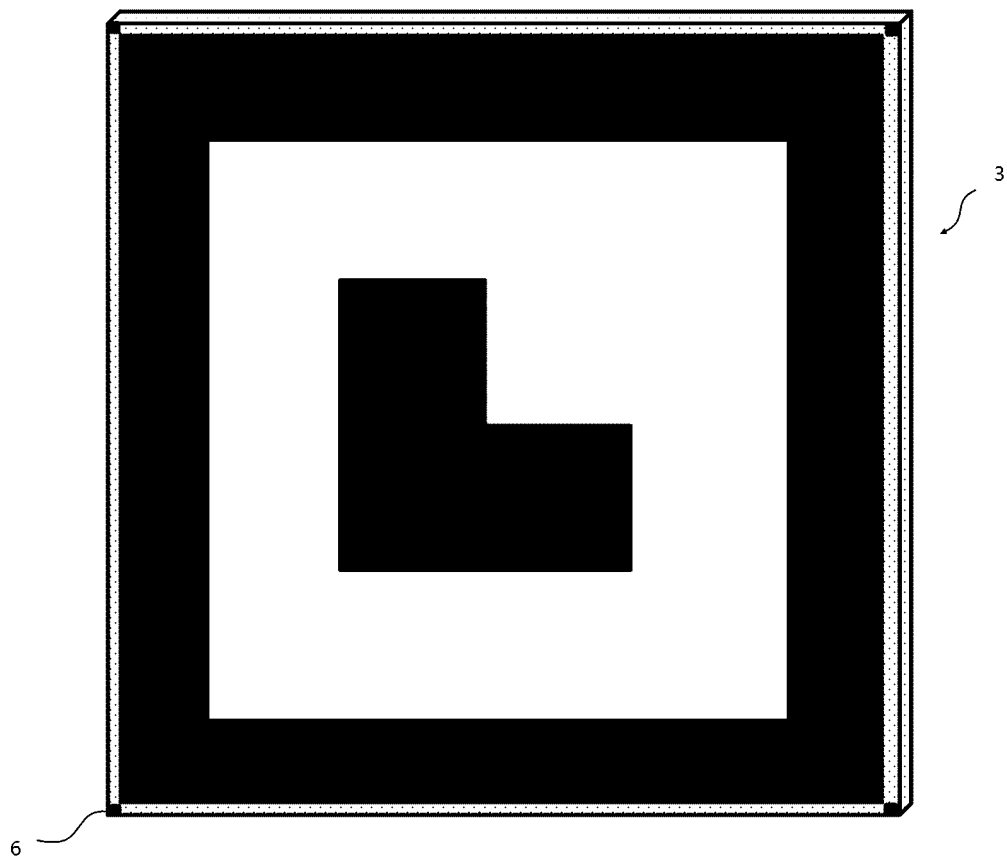
前記カメラによる撮影と、前記画像処理装置による画像処理と、前記プロジェクタによる投影と、が繰り返されることを特徴とする請求項 11 または 12 記載の医療画像投影方法。

The diagram illustrates the system architecture with the following components and connections:

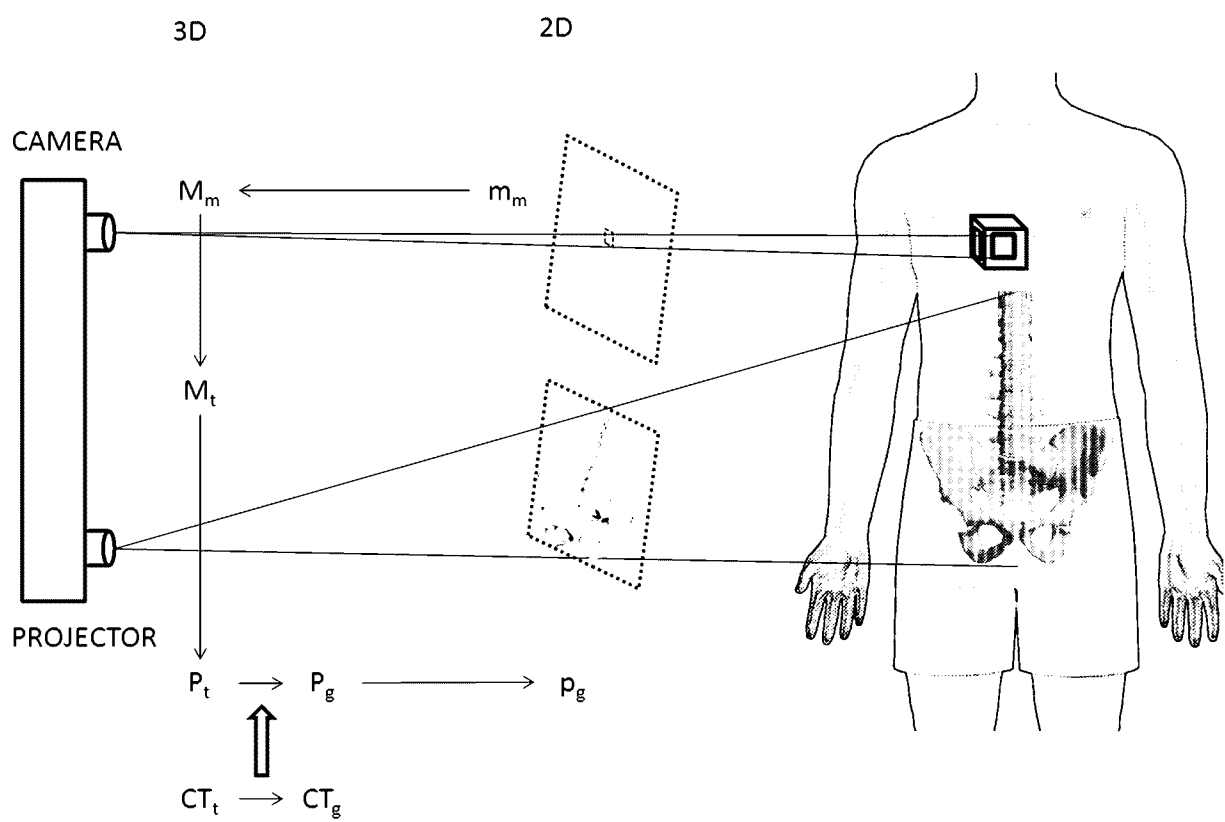
- External Components:** 1, 2, 3,6, 45.
- Internal Components (within box 4):** 41, 42, 43, 44, 46, 47.
- Data Flows:**
 - Component 1 sends data to 41 and 43.
 - Component 2 sends data to 42.
 - Component 3,6 sends data to 43.
 - Component 41 sends data to 44 (labeled 3D).
 - Component 42 sends data to 44 (labeled 3D).
 - Component 43 sends data to 44.
 - Component 44 sends data to 46.
 - Component 45 sends data to 46.
 - Component 46 sends data to 47.
 - Component 47 sends data to 2 (labeled 2D).
- Operations:** A sequence of operations is shown: $m_m \rightarrow M_m \rightarrow M_t \rightarrow P_t$.
- Labels:** Dimensions 2D and 3D are used to label specific data flows. A label $CT_t \leftrightarrow CT_g$ is associated with component 45.

Figure 3 is a perspective view of a cube 3. The cube has a square opening 6 on its front face. The opening contains a black L-shaped pattern. The cube's surface is textured with a halftone dot pattern.

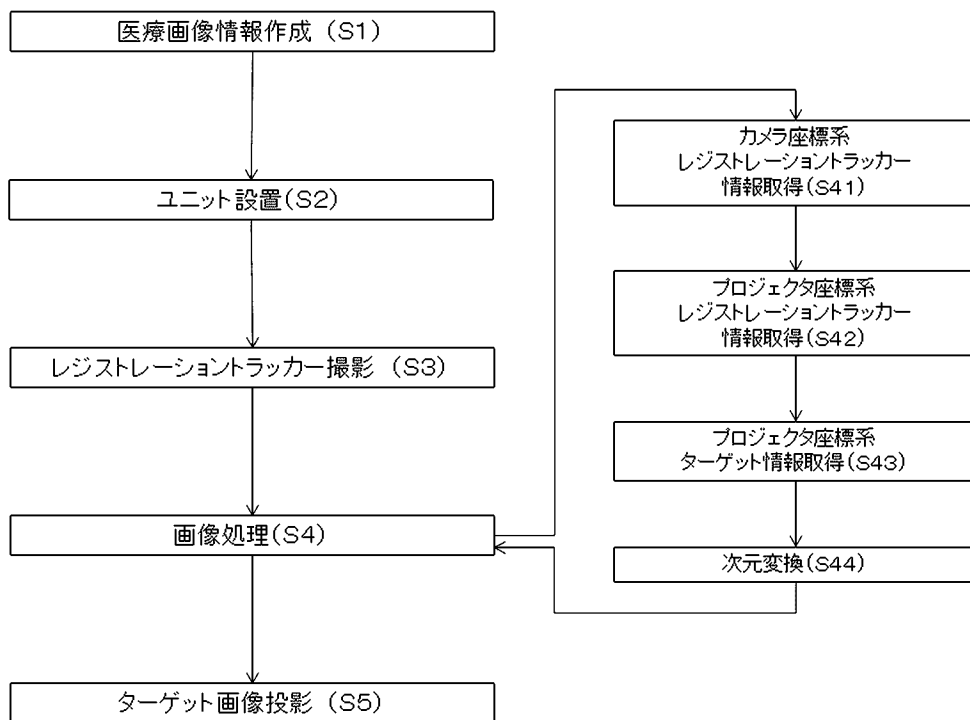
[図3]



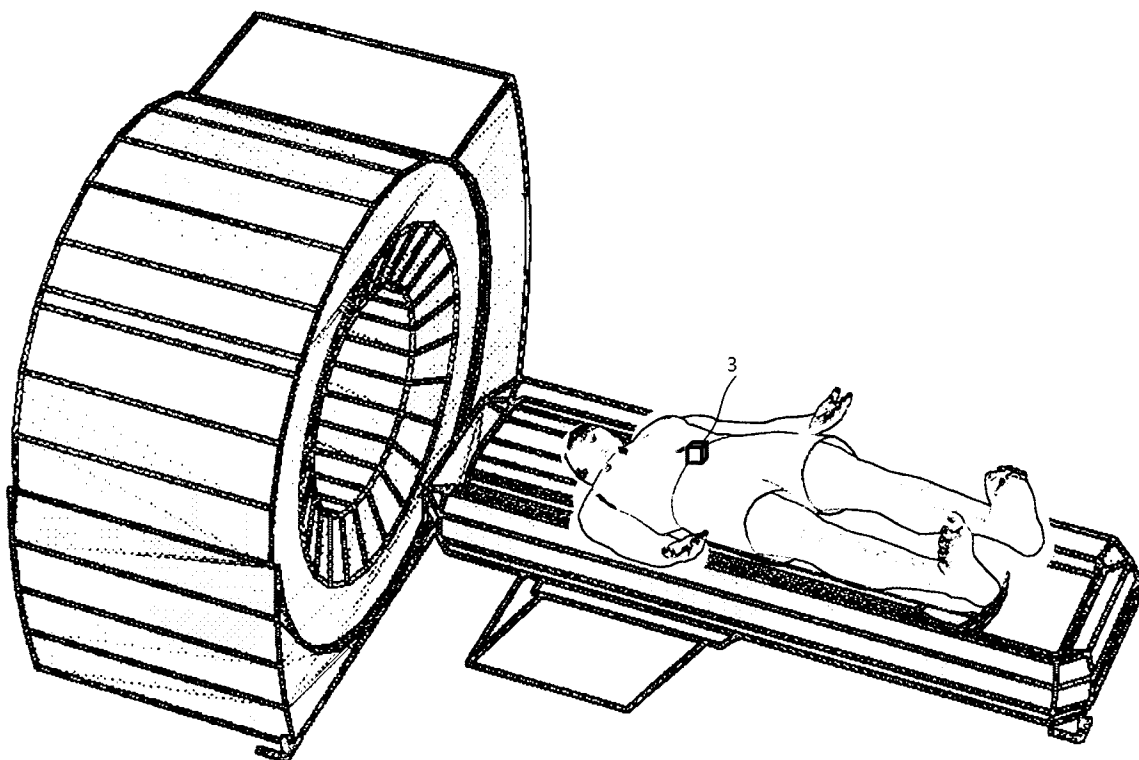
[図4]



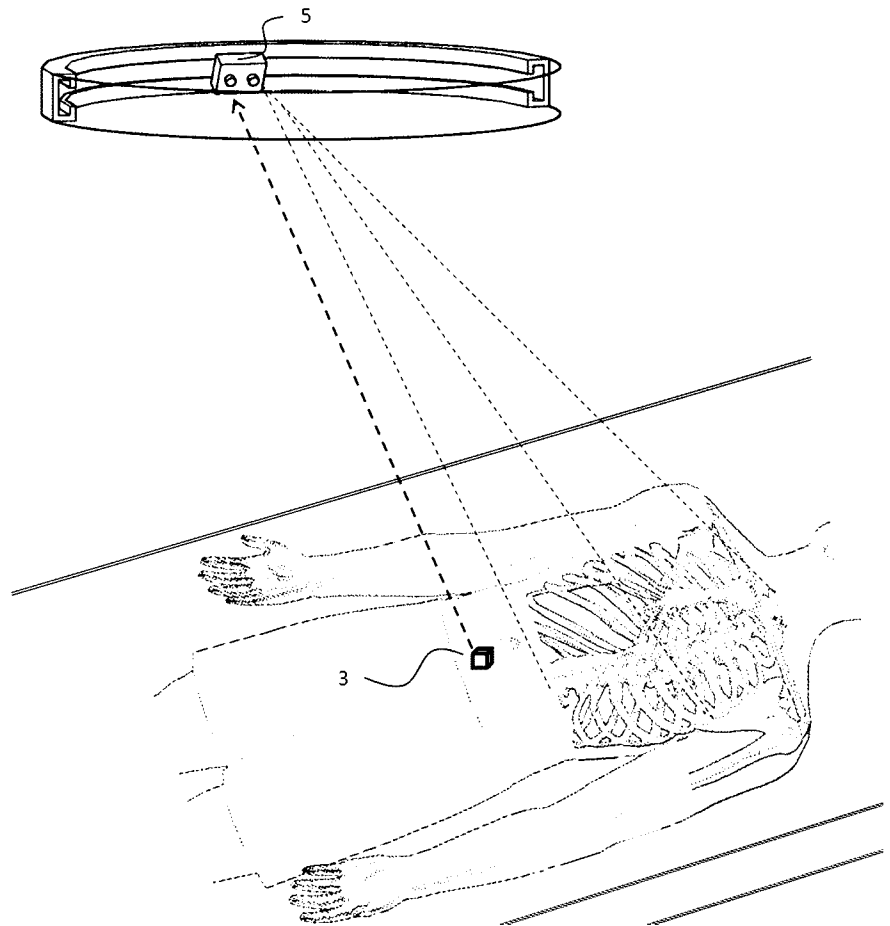
[図5]



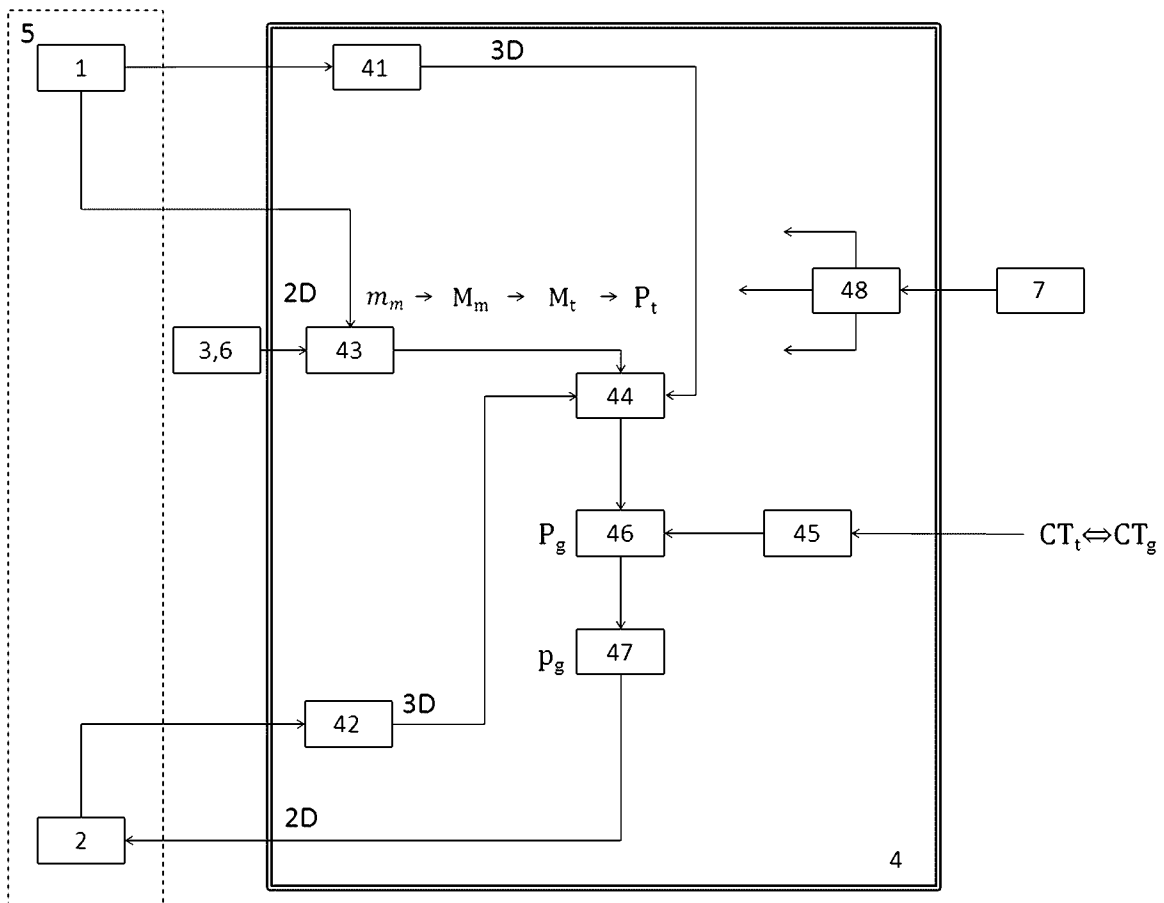
[図6]



[図7]

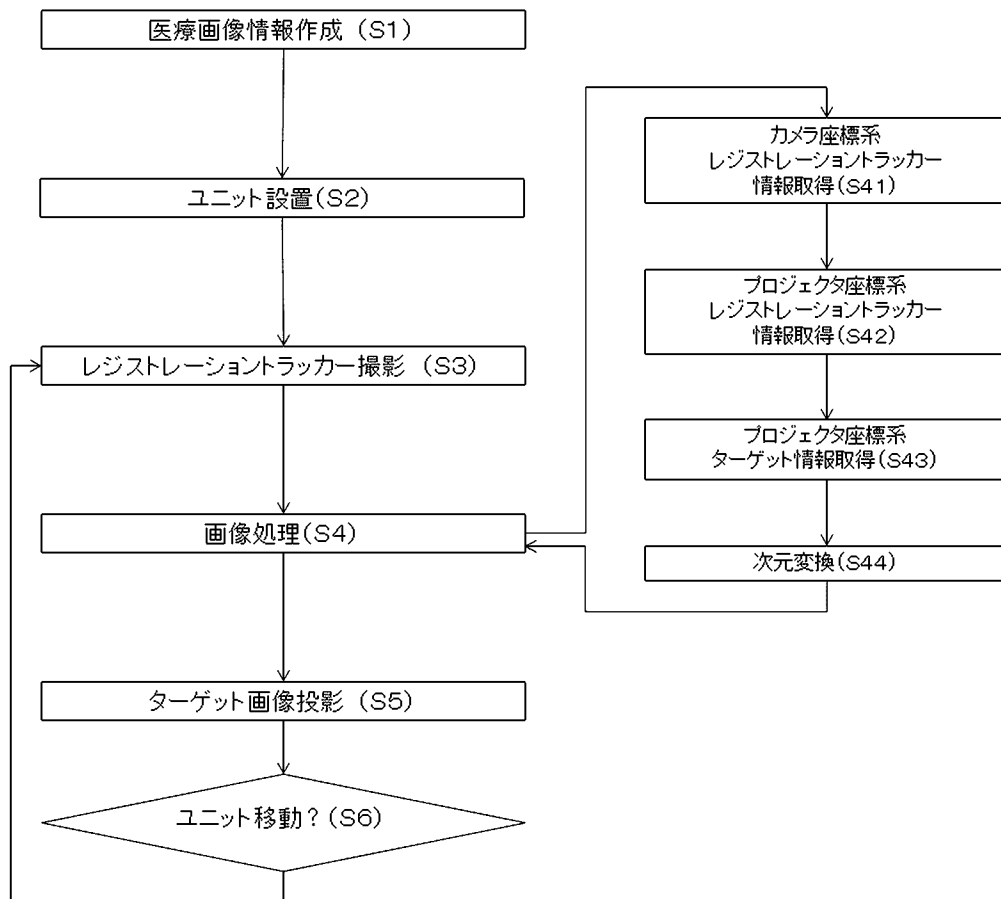


[図8]

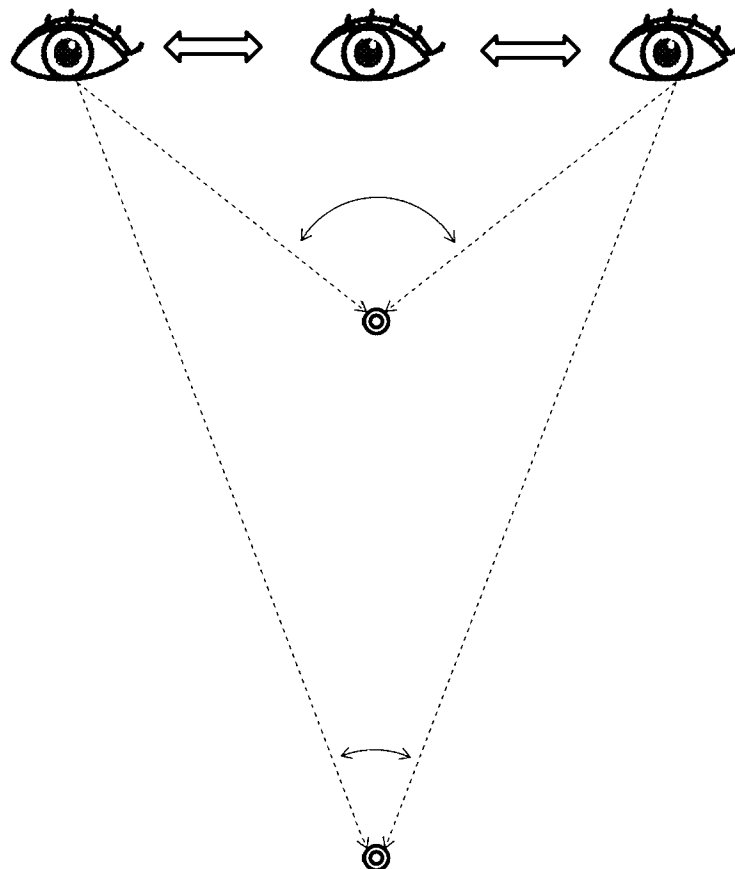


The diagram illustrates a 3D-2D-3D hybrid system. A dashed box labeled '5' contains input components 1 and 2. Component 1 feeds into block 41 (labeled 3D) and block 43 (labeled 2D). Component 2 feeds into block 42 (labeled 3D) and block 47 (labeled 2D). Block 43 also receives input from component 3,6. A central process flow is shown: $m_m \rightarrow M_m \rightarrow M_t \rightarrow P_t$. Block 41 feeds into block 44. Block 43 feeds into block 44 and block 46. Block 42 feeds into block 44. Block 44 feeds into block 46. Block 46 feeds into block 47. Block 47 feeds into block 48. Block 48 feeds into block 45. Block 45 feeds into block 46. Block 45 is labeled $CT_t \leftrightarrow CT_g$. Block 48 has three output arrows. Block 44 has two output arrows. Block 46 is labeled P_g . Block 47 is labeled p_g . The entire system is enclosed in a box labeled '4'.

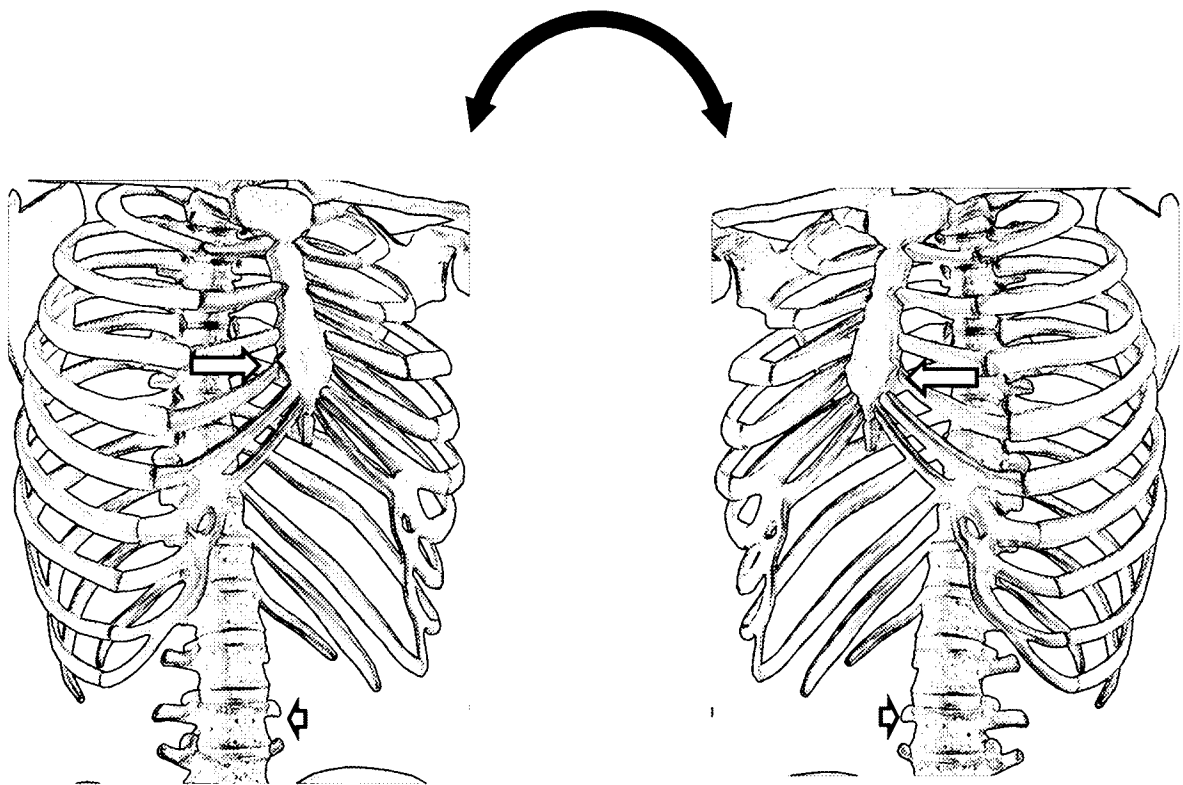
[図11]



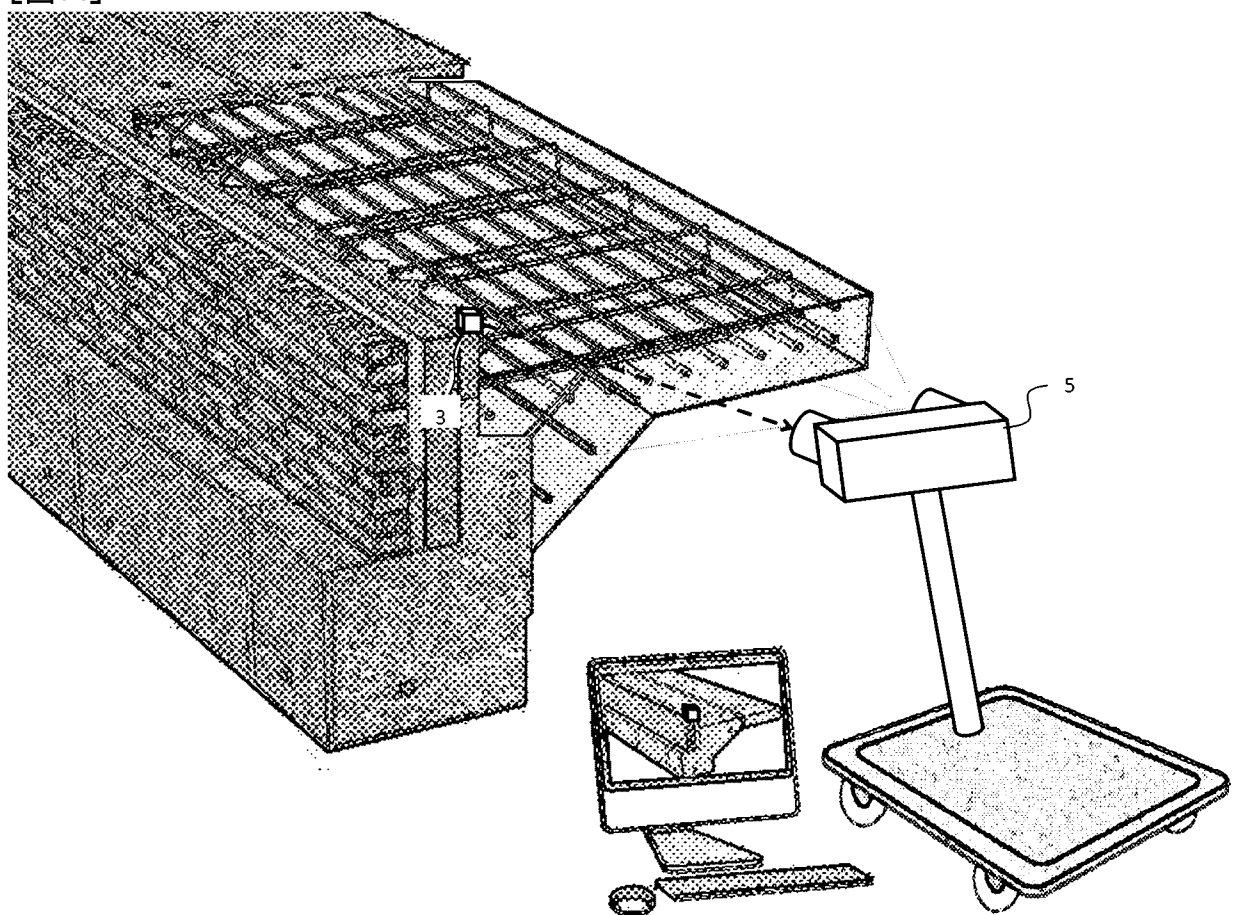
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061160

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B19/00(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)

A61B19/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 A	EP 2438880 A1 (UNIVERSITÄT BERN), 11 April 2012 (11.04.2012), paragraphs [0040], [0041], [0046]; fig. 1 to 3 & WO 2012/045626 A1	1, 3-9, 11, 13 2, 10, 12
Y A	US 2011/0015521 A1 (FAUL, Ivan), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraph [0057]; fig. 6 (Family: none)	1, 3-9, 11, 13 2, 10, 12
A	JP 2010-274044 A (Olympus Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

☒ 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
02 July, 2014 (02.07.14)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2014 (15.07.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061160

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2013-236757 A (GE Medical Systems Global Technology Company, L.L.C.), 28 November 2013 (28.11.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. A61B19/00(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（I P C））

Int.Cl. A61B19/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 A	EP 2438880 A1 (UNIVERSITÄT BERN) 2012.04.11, [0040], [0041], [0046], 第 1-3 図 & WO 2012/045626 A1	1, 3-9, 11, 13 2, 10, 12
Y A	US 2011/0015521 A1 (FAUL, Ivan) 2011.01.20, [0057], 第 6 図（ファミリーなし）	1, 3-9, 11, 13 2, 10, 12
A	JP 2010-274044 A (オリンパス株式会社) 2010.12.09, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-13

☒ 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

0 2 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 5 . 0 7 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐藤 智弥

3 I

3 7 3 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 8 6

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
A	JP 2013-236757 A (ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー) 2013.11.28, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-13