

(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
2018年5月17日(17.05.2018)



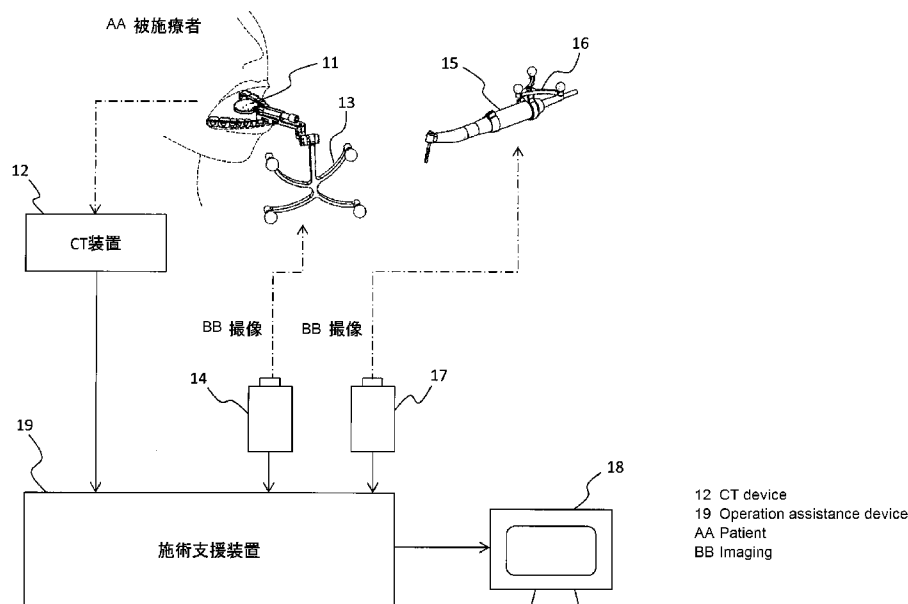
(10) 国際公開番号

WO 2018/088146 A1

- (51) 国際特許分類:
A61C 8/00 (2006.01) A61C 19/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/037635
- (22) 国際出願日: 2017年10月18日(18.10.2017)
- (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 2016-218000 2016年11月8日(08.11.2016) JP
- (71) 出願人: 国立大学法人九州大学 (KYUSHU UNIVERSITY, NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION) [JP/JP]; 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 Fukuoka (JP).
- (72) 発明者: チョ ビョンヒョン (CHO Byunghyun); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 大内田 理一 (OUCHIDA Riichi); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 橋爪 誠 (HASHIZUME Makoto); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP). 小栗 晋 (OGURI Susumu); 〒8128581 福岡県福岡市東区箱崎六丁目10番1号 国立大学法人九州大学内 Fukuoka (JP).
- (74) 代理人: 平井 安雄 (HIRAI Yasuo); 〒8120011 福岡県福岡市博多区博多駅前2丁目20-1 大博多ビル10階 Fukuoka (JP).

(54) Title: OPERATION ASSISTANCE SYSTEM, OPERATION ASSISTANCE METHOD, AND OPERATION ASSISTANCE PROGRAM

(54) 発明の名称: 施術支援システム、施術支援方法及び施術支援プログラム



(57) Abstract: An operation assistance system for perceiving, intuitively and in real time, the appropriate position for embedding an implant is provided with: a CT device (12) for capturing an image together with a reference marker (11) for indicating a reference position of a tooth in a CT image; a first position marker (13), the position of which relative to the reference marker (11) is fixed; a second position marker (16) for specifying the position and direction of a manipulation part (15); a three-dimensional-model storage part (73) for storing three-dimensional-model information based on the CT image



(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, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

and three-dimensional-model information of a virtual implant mounted in the direction perpendicular to the longitudinal direction of the manipulation part (15); a display control part (78) for performing positional alignment from position information of the three markers (11, 13, 16) and displaying the three-dimensional-model information in accordance with movement of the manipulation part (15) and a patient; and a capture part (76) for storing the position and angle as design information when a state occurs in which the three-dimensional model of the virtual implant is displayed at the desired position and angle.

(57) 要約: インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握して設計情報を作成する施術支援システムが、歯の基準位置を示す基準マーカ(11)と共にCT画像で撮像するCT装置(12)と、基準マーカ(11)との相対位置が固定された第1の位置マーカ(13)と、操作部(15)の位置及び方向を特定する第2の位置マーカ(16)と、CT画像に基づいた3次元モデル情報と、操作部(15)の長手方向に対して垂直方向に装着される仮想のインプラントの3次元モデル情報とを記憶する3次元モデル記憶部(73)と、3つのマーカ(11、13、16)の位置情報から位置合わせをして3次元モデル情報を操作部(15)及び被施術者の動きに応じて表示する表示制御部(78)と、仮想のインプラントの3次元モデルが所望の位置及び角度で表示された状態となった時に、当該位置及び角度を設計情報として記憶するキャプチャ部(76)とを備えている。

明 細 書

発明の名称：

施術支援システム、施術支援方法及び施術支援プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、歯のインプラント施術を支援する施術支援システム等に関する。

背景技術

[0002] 従来の歯科インプラントは、インプラントの位置を目視で確認し、手術用のドリルを利用して顎に穴を穿けていた。しかしながら、この方法は医師の経験に依存するため、未熟な医師が施術した場合に問題が起こり得る。

[0003] そこで、石膏模型とサージカルガイドを用いてインプラントの位置を正確に誘導する技術が広がっている。また、他の方法として、口腔内の状態を3次元で表現し、映像を見ながらインプラントの設計したり施術することも行われている。

[0004] しかしながら、サージカルガイドを用いた場合は、正確な位置にインプラントを挿入することが可能であるが、サージカルガイド自体に厚みがあり、さらにドリルの深さを考慮すると、患者の顎の大きさによっては奥深くの位置を施術することができないという問題がある。また、3次元映像を見ながらのインプラントの設計、施術では、目視に比べて口腔内の状態を把握しやすいものの、直観的な3次元映像でリアルタイムに施術状態を把握するのが難しいという問題がある。

[0005] 歯科施術や歯科インプラント方法に関する技術として、例えば、特許文献1～3に示す技術が開示されている。特許文献1に示す技術は、所定の位置マーカ1、3を設置した歯顎模型2、治療器具4と、この歯顎模型2と治療器具4の3次元データからそれらの任意の断面または斜視の再構成画像を生成する画像再構成手段5と、位置マーカ1、3を検知することによって歯顎模型2と治療器具4との3次元的位置と傾きを測定する位置測定手段6と

、位置測定手段6によって得られたデータから算出した歯顎模型2と治療器具4との3次元的な相対関係にしたがって、歯顎模型2の再構成画像と治療器具4の再構成画像とを重畳して表示する画像表示手段7とを用い、画像表示手段7に表示された画像によって歯科実習を行うものである。

[0006] 特許文献2に示す技術は、走査線を利用した検査により得られた上顎又は下顎の一部を少なくとも含んだ3D画像情報を入力する3D画像情報入力手段20と、口腔内表面の形状・位置を認識する認識手段30と、認識手段30により認識された形状・位置と前記3D画像情報とに基づいて、両者を位置決めする位置決め手段40と、該位置決めされた3D画像情報の全部又は一部を、網膜操作ディスプレイ80に出力する出力手段50と、を備えるものである。

[0007] 特許文献3に示す技術は、患者の口腔内の粘膜に接着させるマーカーであって、当該マーカーは、X線非透過物質を含み、前記患者の口腔内の粘膜に接着する接着面を有し、口腔内計測器での計測の際、前記患者の口腔内の粘膜と区別できる素材で作製されており、(1)患者の口腔内の粘膜に当該マーカーが接着された状態での、X線CT機器によるCT撮影によって、当該患者の顎骨と当該マーカーとを含んだCT3次元データを取得でき、(2)患者の口腔内の粘膜に当該マーカーが接着された状態での、口腔内計測器による計測によって、当該患者の口腔内の粘膜と当該マーカーとを含んだ口腔内計測器3次元データを取得できる構成とするものである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2001-51593号公報

特許文献2：特開2011-212367号公報

特許文献3：特開2013-322号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献 1 に示す技術は、歯顎模型と治療器具との位置合わせをし、3 次元的な相対関係にしたがって 3 次元画像を重畳して表示するものであるが、歯科インプラントの設計段階において、インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握して設計情報として作成できるものではない。

[0010] また、特許文献 2、3 においても同様に、3 次元画像を用いて施術のシミュレーション等を行うことが可能であるが、歯科インプラントの設計段階において、インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握して設計情報として作成できるものではない。

[0011] 本発明は、簡単な操作のみで仮想的に 3 次元表示されたインプラントをキャプチャして保存することで、インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握して設計情報を作成する施術支援システム等を提供する。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明に係る施術支援システムは、被施術者の歯を基準位置を示す基準マーカと共に C T 画像で撮像する C T 撮像手段と、前記被施術者に装着され、前記基準マーカとの相対位置が予め固定された位置を示す第 1 の位置マーカと、施術者が操作する操作部に装着され、当該操作部の位置及び方向を特定する第 2 の位置マーカと、少なくとも前記 C T 画像に基づいて生成された 3 次元モデル情報と、前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に装着される仮想のインプラントの 3 次元モデル情報とを記憶する 3 次元モデル情報記憶手段と、前記基準マーカ、前記第 1 の位置マーカ及び前記第 2 の位置マーカの位置情報から、前記 C T 画像の位置と前記仮想のインプラントとの位置合わせをし、前記 3 次元モデル情報を前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて表示する表示制御手段と、前記仮想のインプラントの 3 次元モデルが所望の位置及び角度で表示された状態となった時に、当該位置及び角度を設計情報として記憶するキャプチャ手段とを備えるものである。

[0013] このように、本発明に係る施術支援システムにおいては、被施術者のＣＴ画像と施術者が操作する操作部とを第１及び第２の位置マーカで位置合わせし、施術時に操作部に装着されるインプラントの仮想的な３次元モデル情報をＣＴ画像と共に表示し、仮想のインプラントの３次元モデルが所望の位置及び角度で表示された状態となった時に、当該位置及び角度を設計情報として記憶するため、歯科インプラント施術の設計段階において、インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握しながら設計情報を作成することができるという効果を奏する。

[0014] 本発明に係る施術支援システムは、前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に弾性力を生じる弾性体を有するものである。

[0015] このように、本発明に係る施術支援システムにおいては、操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に弾性力を生じる弾性体を有するため、被施術者の歯茎又は当該被施術者のＣＴ画像を元に作成された歯模型の施術位置に、弾性体の先端部分をある程度固定させて安定した状態で、この弾性体の弾性力を利用して仮想のインプラントの位置及び角度を自由に変化させつつ、適正な位置を視覚的に認識することで、操作性を格段に向上させると共に、インプラントの位置を正確に設計することができるという効果を奏する。

[0016] また、弾性体の弾性力が操作部の押し込み動作をある程度吸収することで、例えば、歯茎に厚みがあるような被施術者であっても、位置合わせの情報のみで仮想のインプラントを正確な位置まで押し込んだ３次元表示を行うことが可能になる。

[0017] 本発明に係る施術支援システムは、前記３次元処理手段が、前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に取り付けられ、施術において使用されるドリル又はインプラントの３次元モデルを生成し、前記表示制御手段が、前記ＣＴ画像の３次元モデル及び前記仮想インプラントの３次元モデルを表示した状態で、前記ドリル又は前記インプラントの３次元モデルを前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて重畳させて表示するもの

である。

[0018] このように、本発明に係る施術支援システムにおいては、操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に取り付けられ、施術において使用されるドリル又はインプラントの3次元モデルを生成し、前記CT画像の3次元モデル及び前記仮想インプラントの3次元モデルを表示した状態で、前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて重畳させて表示するため、視覚的な情報を利用して直観的で且つリアルタイムに操作を行うことができるという効果を奏する。

[0019] 本発明に係る施術支援システムは、前記表示制御手段が、施術開始前において、前記キャプチャ手段にて記憶された前記設計情報を表示すると共に、前記ドリル又は前記インプラントの先端部分を開始点とする仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを表示し、施術開始後から所定の深さまで前記ドリル又は前記インプラントを進行した時点で、仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを消去し、現実の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを位置合わせして表示切り替えするものである。

[0020] このように、本発明に係る施術支援システムにおいては、施術開始前において、前記キャプチャ手段にて記憶された前記設計情報を表示すると共に、前記ドリル又は前記インプラントの先端部分を開始点とする仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを表示し、施術開始後から所定の深さまで前記ドリル又は前記インプラントを進行した時点で、仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを消去し、現実の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを位置合わせして表示切り替えするため、被施術者は、表示されている設計情報にドリル又はインプラントの3次元モデルを合わせる動作を行うだけで、正確にインプラントの施術を行うことが可能になるという効果を奏する。

[0021] 本発明に係る施術支援システムは、前記基準マーカが、前記被施術者の任意の一の歯の位置に固定される箇所から所定の長さを有する支持部と、前記

支持部に接続し、任意の他の歯に着接しない位置に配設されるマーカ部とを有するものである。

[0022] このように、本発明に係る施術支援システムにおいては、基準マーカが、前記被施術者の任意の一の歯の位置に固定される箇所から所定の長さを有する支持部と、前記支持部に接続し、任意の他の歯に着接しない位置に配設されるマーカ部とを有するため、被施術者のいずれの歯に装着した場合であっても、マーカ部を被施療者の舌上付近に配置することが可能となり、ＣＴ撮像において銀歯などで起こり得るハレーション等のアーチファクトを避けて、マーカを明瞭に撮像して正確な基準位置を特定することが可能になるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]第１の実施形態に係る施術支援システムのシステム構成図である。

[図2]基準マーカ及び第１の位置マーカの構造を示す第１の図である。

[図3]基準マーカ及び第１の位置マーカの構造を示す第２の図である。

[図4]基準マーカ及び第１の位置マーカを前歯以外の歯に固定した場合の状態を示す図である。

[図5]操作部の構造を示す図である。

[図6]設計用部品の構造を示す図である。

[図7]設計方法の具体例を示す図である。

[図8]設計用部品の押し込み前の状態と押し込み後の状態とを示す図である。

[図9]第１の実施形態に係る施術支援システムにおける施療支援装置のハードウェア構成図である。

[図10]第１の実施形態に係る施術支援システムにおける施療支援装置の構成を示す機能ブロック図である。

[図11]施療時における表示態様の変化を示す図である。

[図12]第１の実施形態に係る施療支援システムの動作を示すフローチャートである。

発明を実施するための最良の形態

[0024] 以下、本発明の実施の形態を説明する。また、本実施形態の全体を通して同じ要素には同じ符号を付けている。

[0025] (本発明の第1の実施形態)

本実施形態に係る施術支援システムについて、図1ないし図11を用いて説明する。本実施形態に係る施術支援システムは、歯科インプラントの施術に関するものであり、3次元インターフェースを用いて施術者の支援を行うものである。

[0026] 図1は、本実施形態に係る施術支援システムのシステム構成図である。施術支援システム1は、被施療者の歯に固定され、当該被施療者の歯の位置を特定するための基準位置となる基準マーカ11と、基準マーカ11を装着した状態で被施療者の上顎から下顎の全体又は一部を断層撮影するCT装置12と、被施療者の歯に固定され、基準マーカ11との相対位置を特定するための赤外線マーカである第1の位置マーカ13と、当該第1の位置マーカ13を赤外線で撮像する第1の撮像部14と、施療者が操作する操作部15に装着され、当該操作部15の位置及び方向を第1の位置マーカ13との関係で特定するための赤外線マーカである第2の位置マーカ16と、当該第2のマーカ16を赤外線で撮像する第2の撮像部17と、第1の撮像部14及び第2の撮像部17から取得した位置情報に基づいて、被施術者の3次元CT画像、操作部15の少なくとも先端部分及びドリル等の施術部品を位置合わせして、3次元モデルでディスプレイ18に表示する施術支援装置19とを備える。

[0027] 施術者は、ディスプレイ18に表示された3次元画像を見ながら、インプラントの設計や施術を行うことで、3次元で直観的に操作することが可能となる。

[0028] 図2及び図3は、基準マーカ11及び第1の位置マーカ13の構造を示す第1及び第2の図である。ここで、図2においては、被施療者の歯に固定される固定部21に対して、基準マーカ11と第1の位置マーカ13とが連結して一体となっている構造を示している。これに対して図3に示すように、

実際に使用する際には、ＣＴ撮像時には、第１の位置マーカ１３が排除された状態で使用され（図３（Ａ））、設計及び施術時には、基準マーカ１１が排除された状態で使用される（図３（Ｂ））。

[0029] ＣＴ撮像時において、固定部２１が被施療者の歯に装着される。固定部２１は、被施療者の歯に合わせて予め作成されているものである。ＣＴ撮像時においては、固定部２１に基準マーカ１１のみが固着されており、被施療者の下顎から上顎にかけて全体又は一部がＣＴスキャンによりＣＴ画像が撮像される。基準マーカ１１は、固定部２１から所定の長さを有する支持部２２が歯の内側方向に延在しており、この支持部２２に金属片が挿入されたマーカ部２３が接続している。図２においては、支持部２２は被施療者の前歯部分に固定され、そこから歯の内側方向に延在しているが、図４に示すように、支持部２２は前歯以外のいずれの歯の部分にも固定することが可能であり、その固定された箇所から歯の内側方向に延在することで、マーカ部２３を舌上近傍に配置することが可能となっている。

[0030] 基準マーカ１１は正確な位置を決めをするために、極めて明確にＣＴ画像に撮像される必要がある。図２においては、マーカ部２３に金属片が挿入されているため、ＣＴスキャンをした際に、この金属片が明瞭に撮像されて、基準位置とすることが可能となる。また、いずれの歯を施療する場合であっても、支持部２２を自由な位置に固定することが可能であるため、施術の邪魔にならない位置に支持部２２を固定した状態で金属片の基準位置を明確に取得することが可能となっている。さらに、被施療者に銀歯などの金属が装着されている場合には、マーカ部２３が常に舌上近傍に配置されることで、ハレーション等のアーチファクトを避けて、金属片を明瞭に撮像することが可能となる。

[0031] ＣＴ画像の撮像が完了すると、マーカ部２３は不要となるため除去される。なお、マーカ部２３は支持部２２に対して着脱可能にて配設されてもよいし、ＣＴスキャン後に曲折して除去するようにしてもよい。そして、マーカ部２３が排除されると第１の位置マーカ１３が連結部２４に装着されて図３

(B)の状態となる。第1の位置マーカ13は、連結部24に連結する第1支持部25と、当該第1支持部25に対してヨー軸を回転軸とする第1ヒンジ部26と、当該第1ヒンジ部26に接続する第2支持部27と、当該第2支持部27に対してピッチ軸を回転軸とする第2ヒンジ部28と、当該第2ヒンジ部28に接続する第3支持部29と、位置情報を特定するために配設される少なくとも3個以上の赤外線マーカ30とを備える。この赤外線マーカ30は、3次元座標上での位置を特定するために、3個以上のマーカが非直線上で同一平面に配置されている。

[0032] 第1の位置マーカ13における可動箇所は、第1ヒンジ部26及び第2ヒンジ部28のみであり、それ以外は可動できないように位置が固定されている。第1ヒンジ部26及び第2ヒンジ部28には、それぞれ回転角度を示すメモリが表示されており、各メモリに応じて基準マーカ11との位置関係が予め特定されてデータ化されている。すなわち、赤外線マーカ30の座標を特定することで、CT画像上の座標に容易に変換することが可能となる。

[0033] 図5は、施療者が施術する際に使用する操作部15、すなわちハンドピースの構造を示す図である。ハンドピース31自体は、施療者が一般的に使用するものであるが、持手部32近傍に、ハンドピース31の位置及び角度を特定するために3個以上の赤外線マーカ33を備える。ハンドピース31の先端部34には、当該ハンドピース31の長手方向に垂直な方向を軸として回転しながら、施療者の歯茎や骨を切削するドリル35が装着される。

[0034] なお、歯茎や骨を切削する際には、ドリル35が装着されるが、人工歯根を埋め込む際にはその人口歯根が装着される。すなわち、先端部34に装着される部品は、着脱可能となっている。

[0035] ハンドピース31に対して赤外線マーカ33は固定された位置に配設されており、赤外線マーカ33の位置が特定されれば、先端部34及びそこに装着されたドリル35等の部品の位置を正確に特定することが可能となる。したがって、ハンドピース31に配設されている赤外線マーカ33と第1の位置マーカ13に配設されている赤外線マーカ30との相対的な位置関係が特

定されると、ドリル３５等の部品の位置と施療者の歯顎の位置とを位置合わせすることが可能となる。

[0036] なお、本実施形態においては、このハンドピース３１を使ってインプラントの設計作業を行う。設計作業では、被施療者の歯顎を模った石膏模型を利用してもよいし、被施療者の歯顎そのものを利用するようにしてもよい。また、設計作業においては、先端部３４にドリル３５ではなく設計用の部品を装着する。図６は、設計時に用いる設計用部品の構造を示す図である。

[0037] 設計用部品４０は、ハンドピース３１の先端部３４に連結部４１を嵌合させて取り付けられる。設計用部品４０の先端部分は被施療者の歯もしくは歯茎又は石膏模型の歯に当接させて固定する固定部４２を有しており、施療者は、固定部４２が被施療者の歯もしくは歯茎又は石膏模型の歯に当接した状態でハンドピース３１の方向や角度を調整する。また、設計用部品４０の中間位置には、当該設計用部品４０の長手方向に弾性力を有する弾性体４３が配設されており、ハンドピース３１を押し込むことができるようになっている。

[0038] 図７は、具体的な設計方法を示す図である。図７（Ａ）に示すように、設計用部品４０先端の固定部４２を石膏模型の歯に当接させた状態でハンドピース３１の方向や角度を調整する。上記で説明した位置合わせの処理等が施術支援装置１９により実行されて（施術支援装置１９の処理については、詳細を後述する）、ディスプレイ１８に図７（Ｂ）に示すような３次元モデルが表示される。

[0039] 図７（Ｂ）において、設計が終わり３次元モデル上で既に埋め込まれている仮想人工歯根（ａ）、設計用の仮想人工歯根（ｂ）、設計用部品４０（ドリル）（ｃ）が表示されており、施術者（又は設計者）は、この表示内容に基づいて、設計用の仮想人工歯根（ｂ）をハンドピース３１の操作で動かし、それに伴って設計用の仮想人工歯根（ｂ）の位置や角度の表示が変化し、ディスプレイ１８上で人工歯根が所望の位置に配置されたら画面をキャプチャする。このとき、人工歯根を歯茎のより奥深くに配置したい場合には、ハ

ンドピース 31 を深さ方向に押し込むことで設計用部品 40 の弾性体 43 が収縮し、人工歯根を奥深くに表示することが可能となる（図 8 を参照）。キャプチャした画像は設計情報として記憶される。人工歯根を埋め込む箇所（a）について、全ての箇所で所望の位置に仮想人工歯根が表示されたキャプチャ画像を取得したら設計作業を終了する。

[0040] 次に、施療支援装置 19 について説明する。図 9 は、施療支援装置のハードウェア構成図である。施療支援装置 19 は、一般的なコンピュータで実現することが可能である。施療支援装置 19 は、CPU 61、RAM 62、ROM 63、ハードディスク（HD とする）64、通信 I/F 65、及び入出力 I/F 66 を備える。ROM 63 や HD 64 には、オペレーティングシステム、プログラム、3 次元モデルデータ等が格納されており、必要に応じてプログラムが RAM 62 に読み出され、CPU 61 により実行される。

[0041] 通信 I/F 65 は、装置間の通信を行うためのインタフェースである。入出力 I/F 66 は、タッチパネル、キーボード、マウス、カメラ等の入力機器からの入力を受け付けたり、プリンタやディスプレイ等にデータを出力するためのインタフェースである。この入出力 I/F 66 は、必要に応じて外付けのデバイス等を接続することができる。各処理部はバスを介して接続され、情報のやり取りを行う。なお、上記ハードウェアの構成はあくまで一例であり、必要に応じて変更可能である。

[0042] 図 10 は、施療支援装置の構成を示す機能ブロック図である。施療支援装置 19 は、CT 装置 12 で撮像された CT 画像を取得して記憶する CT 画像記憶部 71 と、CT 画像記憶部 71 に記憶されている CT 画像を 3 次元モデル化する 3 次元処理部 72 と、CT 画像、ドリル 35、ハンドピース 31 及び人工歯根等のディスプレイ 18 に表示される 3 次元モデル化されたオブジェクトを記憶する 3 次元モデル記憶部 73 と、第 1 撮像部 14 で撮像された第 1 のマーカ 13 の位置情報、及び、第 2 撮像部 17 で撮像された第 2 のマーカ 16 の位置情報を取得する位置情報取得部 74 と、第 1 のマーカ 13 の位置情報と第 2 のマーカ 16 の位置情報とから、CT 画像、ドリル 35、ハ

ンドピース 31 及び人工歯根等の位置合わせを行う位置合わせ部 75 と、施療者の操作に基づいて、ディスプレイ 18 に表示されている人工歯根の位置をキャプチャし、設計情報として取得するキャプチャ部 76 と、キャプチャされた設計情報を記憶する設計情報記憶部 77 と、位置合わせした情報に基づいて、CT 画像、ドリル 35、ハンドピース 31 及び人工歯根等の 3 次元モデルをディスプレイ 18 に表示すると共に、必要に応じて設計情報記憶部 77 に記憶されている設計情報をディスプレイ 18 に表示する表示制御部 78 とを備える。

[0043] 図 7 において説明したように、設計時には CT 画像、設計用部品 40、ハンドピース 31 及び仮想の人工歯根の 3 次元モデルを位置合わせ部 75 で位置合わせして表示し、施療者がハンドピース 31 の方向や角度を調整し、所望の位置及び角度で仮想の人工歯根が表示された状態でキャプチャ部 76 が被施療者の操作に基づいてキャプチャ処理を行う。キャプチャされた画像は設計情報として設計情報記憶部 77 に記憶される。全てのインプラントについて設計情報が記憶されると設計処理を終了する。

[0044] 施療時においては、CT 画像、ドリル 35、ハンドピース 31 及び人工歯根の 3 次元モデルを位置合わせ部 75 で位置合わせして表示し、さらに、設計情報記憶部 77 に記憶されている設計情報を重ねて表示する。図 11 は、施療時における表示態様の変化を示す図である。図 11 (A) に示すように、施療開始時には、ドリル 35 の先端部分にさらに人工歯根が仮想的に配置された状態の 3 次元モデルが表示される。当然、このとき、実際にはドリル 35 の先端に人工歯根などは配置されておらず、表示上加工しているだけである。施療者は、図 11 (B) に示すように、仮想的に配置されている人工歯根を設計情報の人工歯根と重なるようにハンドピース 31 を操作する。つまり、この状態でドリル 35 での切削を行うことで、施術を設計情報に正確に適合させることが可能となる。

[0045] 施術開始後は、ドリル 35 での切削作業を進めることで、ディスプレイ 18 上では仮想の人工歯根が次第に設計情報としての人工歯根とズレを生じ、

仮想の人工歯根のみが奥深くに入り込む形となる（図 1 1（C））。このとき、実際の施療においては、ドリル 3 5 が人工歯根を埋め込む位置の途中まで切削を進めている状態である。そして、実際の施療において、ドリル 3 5 が所定の深さ（例えば、人工歯根を埋め込む最深位置の $1/3$ ～半分程度の位置）まで切削したら、表示制御部 7 8 が図 1 1（D）に示すように表示を切り替える。すなわち、仮想的に表示していた人工歯根を削除し、実際のドリル 3 5 の位置に当該ドリル 3 5（又はディスプレイ 1 8 上は人工歯根でもよい（図 1 1 においては人工歯根を表示））の 3 次元モデルを表示する。つまり、ある程度の深さまで切削したら、実際の施療状態を表示状態が一致するため、それ以降の施療は設計情報に合わせるように進めることで、施療を設計に正確に適合させることが可能となる（図 1 1（E））。

[0046] 以上のように、実際の施療作業において、施療者は、ドリル 3 5 による切削前の段階で仮想の人工歯根が設計情報として人工歯根に合致するようにハンドピース 3 1 の操作を行えばよく、また、切削段階にあっても、ある程度切削が進んだ段階で表示状態と施療状態が一致するため、表示されている人工歯根又はドリル 3 5 が、設計情報としての人工歯根の位置に合致するようにハンドピース 3 1 の操作を行えばよく、施療者の負担を軽減しつつ正確な施療を行うことが可能になる。

[0047] なお、ドリル 3 5 による切削が完了した後、実際に人工歯根を埋め込む施療においても、同様の作業で本実施形態に係る施療支援システムを適用することが可能である。

[0048] 次に、本実施形態に係る施療支援システムの動作について説明する。図 1 2 は、本実施形態に係る施療支援システムの動作を示すフローチャートである。まず、被施療者の歯に基準マーカ 1 1 が装着される（S 1）。その状態で C T 装置 1 2 により被施療者の施療箇所の C T 画像が基準マーカ 1 1 と共に撮像される（S 2）。撮像された C T 画像は C T 画像記憶部 7 1 に記憶され、3 次元処理部 7 2 により 3 次元モデル化される（S 3）。3 次元モデル化された情報は 3 次元モデル記憶部 7 3 に記憶される。このとき、ディスプ

レイ 18 に表示される他のオブジェクト（例えば、人工歯根、ドリル、ハンドピース等）についても、予め 3 次元モデル化された情報が 3 次元モデル記憶部 73 に記憶されている。

[0049] なお、CT 画像の 3 次元モデル化は、必ずしも施療支援装置 19 にて行う必要はなく、CT 装置 12 側で 3 次元モデル化した情報を施療支援装置 19 が取得するようにしてもよい。

[0050] CT の撮像が終了すると、基準マーカ 11 を取り外すと共に第 1 の位置マーカ 13 が取り付けられる。第 1 の撮像部 14 が、第 1 の位置マーカ 13 を撮像してその位置情報を取得し、また、第 2 の撮像部 17 が、操作部 15 に装着された第 2 の位置マーカ 16 を撮像してその位置情報を取得する（S4）。取得した位置情報に基づいて、位置合わせ部 75 が、CT 画像における歯の位置と操作部 15 におけるドリル 35 や人工歯根の位置合わせを行い（S5）、表示制御部 78 が、位置合わせされた状態で 3 次元モデルをディスプレイ 18 に表示する（S6）。なお、ここまでの処理は、設計時でも施療時でも共通の表示処理である。以降、設計時の処理及び施療時の処理について説明する。

[0051] 位置合わせされた 3 次元モデルがディスプレイ 18 に表示された状態で、設計作業が開始される。設計作業において、図 7 に示すように、石膏模型又は施療者に対して、ハンドピース 31 を操作して人工歯根を埋め込む適正な位置を搜索する。このとき、表示制御部 78 が、ハンドピース 31 の操作にマッチングするように人工歯根の 3 次元モデルを表示する（S7）。人工歯根が適正な位置となるようにハンドピース 31 が操作されると、施療者からの操作でキャプチャ部 76 が人工歯根のキャプチャ画像を取得する（S8）。取得したキャプチャ画像は設計情報として設計情報記憶部 77 に記憶される（S9）。全ての施療箇所について設計情報がキャプチャされると設計処理を終了する。

[0052] そして、次に実際の施療が行われる。施療作業において、図 11 に示すように、表示制御部 78 が、ドリル 35 の先端部分に仮想の人工歯根を表示す

る（S10）。また、同時に、設計情報記憶部77に記憶されている設計情報の人工歯根をCT画像に重ねて表示する（S11）。施療者は、仮想の人工歯根と設計情報の人工歯根との位置や方向が一致するようにハンドピース31を操作し、施術を開始する（S12）。ハンドピース31の先端部に取り付けられたドリル35が所定の深さまで切削したかどうかを判定し（S13）、所定の深さまで切削している場合は、仮想の人工歯根を削除すると共に、ドリル35の3次元モデル又は人工歯根の3次元モデルを実際のドリル35の位置（ハンドピース31の先端部の位置）に表示するように表示態様を切り替える（S14）。表示が切り替わったら設計情報の人工歯根とハンドピース31の先端部に表示されているドリル35又は人工歯根の3次元モデルとが合致するように施療を進め（S15）、合致した時点でドリル35での切削又は人工歯根の埋め込みを終了する。

[0053] 以上のように、本実施形態に係る施療支援システムにおいては、歯科インプラント施術の設計段階において、インプラントを埋設する適正な位置を直観的で且つリアルタイムに把握しながら設計情報を作成することができる。また、施術開始後から所定の深さまでドリル又はインプラントを進行した時点で、仮想のドリル又はインプラントの3次元モデルを消去し、現実のドリル又はインプラントの3次元モデルを位置合わせして表示切り替えするため、被施術者は、表示されている設計情報にドリル又はインプラントの3次元モデルを合わせる動作を行うだけで、正確にインプラントの施術を行うことが可能になる。

符号の説明

- [0054]
- 1 施療支援システム
 - 11 基準マーカ
 - 12 CT装置
 - 13 第1の位置マーカ
 - 14 第1の撮像部
 - 15 操作部

- 1 6 第2の位置マーカ
- 1 7 第2の撮像部
- 1 8 ディスプレイ
- 1 9 施術支援装置
- 2 1 固定部
- 2 2 支持部
- 2 3 マーカ部
- 2 4 連結部
- 2 5 第1支持部
- 2 6 第1ヒンジ部
- 2 7 第2支持部
- 2 8 第2ヒンジ部
- 2 9 第3支持部
- 3 0 赤外線マーカ
- 3 1 ハンドピース
- 3 2 持手部
- 3 3 赤外線マーカ
- 3 4 先端部
- 3 5 ドリル
- 4 0 設計用部品
- 4 1 連結部
- 4 2 固定部
- 4 3 弾性体
- 6 1 C P U
- 6 2 R A M
- 6 3 R O M
- 6 4 ハードディスク
- 6 5 通信 I / F

- 6 6 入出力 I / F
- 7 1 C T 画像記憶部
- 7 2 3 次元処理部
- 7 3 3 次元モデル記憶部
- 7 4 位置情報取得部
- 7 5 位置合わせ部
- 7 6 キャプチャ部
- 7 7 設計情報記憶部
- 7 8 表示制御部

請求の範囲

- [請求項1] 被施術者の歯を基準位置を示す基準マーカと共にＣＴ画像で撮像するＣＴ撮像手段と、
- 前記被施術者に装着され、前記基準マーカとの相対位置が予め固定された位置を示す第１の位置マーカと、
- 施術者が操作する操作部に装着され、当該操作部の位置及び方向を特定する第２の位置マーカと、
- 少なくとも前記ＣＴ画像に基づいて生成された３次元モデル情報と、前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に装着される仮想のインプラントの３次元モデル情報とを記憶する３次元モデル情報記憶手段と、
- 前記基準マーカ、前記第１の位置マーカ及び前記第２の位置マーカの位置情報から、前記ＣＴ画像の位置と前記仮想のインプラントとの位置合わせをし、前記３次元モデル情報を前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて表示する表示制御手段と、
- 前記仮想のインプラントの３次元モデルが所望の位置及び角度で表示された状態となった時に、当該位置及び角度を設計情報として記憶するキャプチャ手段とを備えることを特徴とする施術支援システム。
- [請求項2] 請求項１に記載の施術支援システムにおいて、
- 前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に弾性力を生じる弾性体を有することを特徴とする施術支援システム。
- [請求項3] 請求項１又は２に記載の施術支援システムにおいて、
- 前記３次元処理手段が、前記操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に取り付けられ、施術において使用されるドリル又はインプラントの３次元モデルを生成し、
- 前記表示制御手段が、前記ＣＴ画像の３次元モデル及び前記仮想インプラントの３次元モデルを表示した状態で、前記ドリル又は前記インプラントの３次元モデルを前記操作部及び前記被施術者の動きに応

じて重畳させて表示することを特徴とする施術支援システム。

[請求項4]

請求項3に記載の施術支援システムにおいて、

前記表示制御手段が、施術開始前において、前記キャプチャ手段にて記憶された前記設計情報を表示すると共に、前記ドリル又は前記インプラントの先端部分を開始点とする仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを表示し、施術開始後から所定の深さまで前記ドリル又は前記インプラントを進行した時点で、仮想の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを消去し、現実の前記ドリル又は前記インプラントの3次元モデルを位置合わせして表示切り替えることを特徴とする施術支援システム。

[請求項5]

請求項1ないし4のいずれかに記載の施術支援システムにおいて、前記基準マーカが、

前記被施術者の任意の一の歯の位置に固定される箇所から所定の長さを有する支持部と、

前記支持部に接続し、任意の他の歯に着接しない位置に配設されるマーカ部とを有することを特徴とする施術支援システム。

[請求項6]

コンピュータが、

被施術者の歯を基準位置を示す基準マーカと共に撮像されたCT画像と、施術者が操作する操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に装着される仮想のインプラントとを3次元モデル化する3次元処理ステップと、

前記基準マーカと、前記被施術者に装着され、前記基準マーカとの相対位置が予め固定された位置を示す第1の位置マーカと、前記操作部に装着され、当該操作部の位置及び方向を特定する第2の位置マーカとの位置情報から、前記CT画像の位置と前記仮想のインプラントとの位置合わせをし、前記3次元モデルを前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて表示する表示制御ステップと、

前記仮想のインプラントの3次元モデルが所望の位置及び角度で表

示された状態となった時に、操作者の指示に基づいて、前記位置及び角度を設計情報として記憶するキャプチャステップとを実行することを特徴とする施術支援方法。

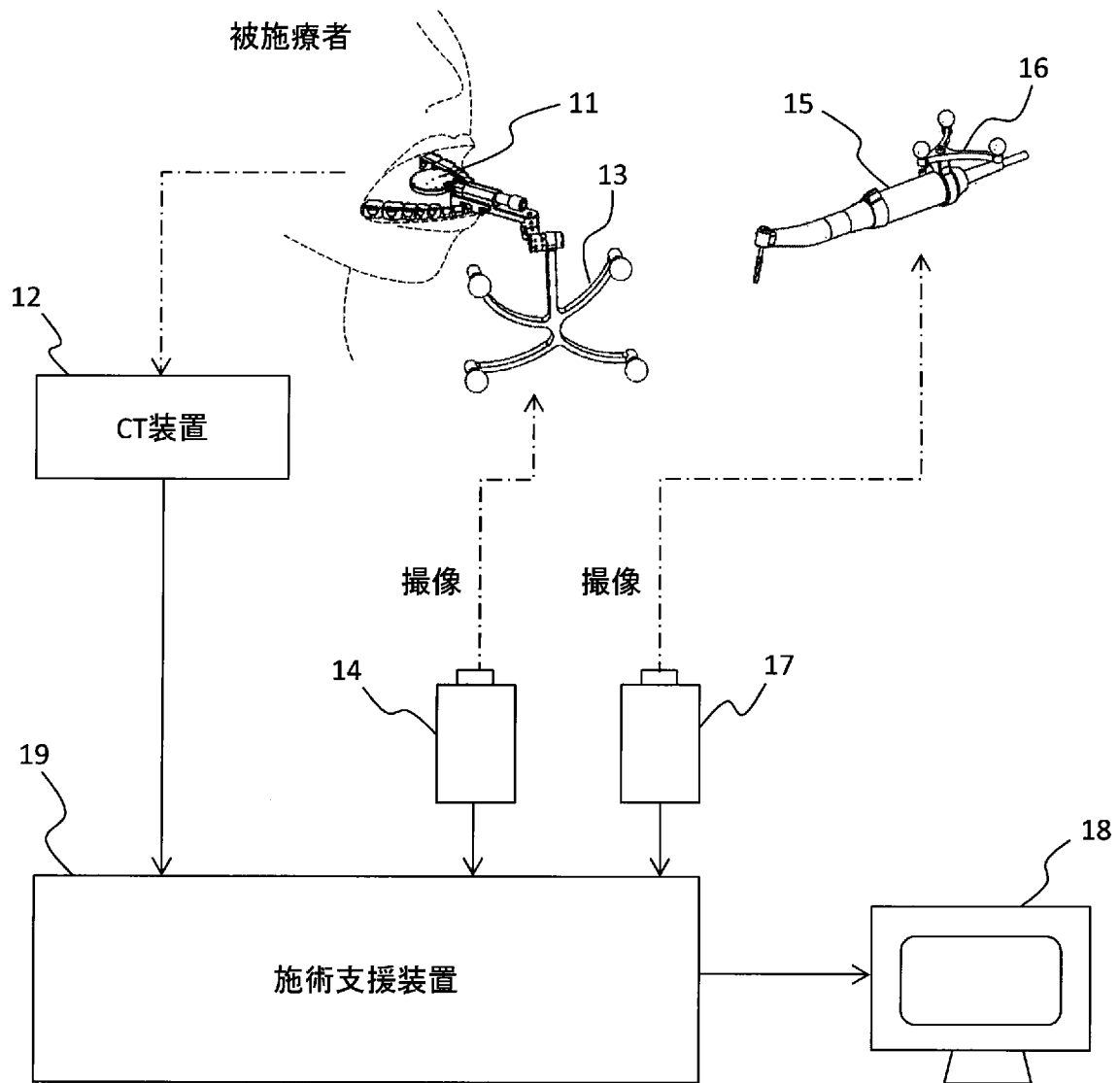
[請求項7]

被施術者の歯を基準位置を示す基準マーカと共に撮像されたＣＴ画像と、施術者が操作する操作部の先端部分に当該操作部の長手方向に対して垂直方向に装着される仮想のインプラントとを３次元モデル化する３次元処理手段、

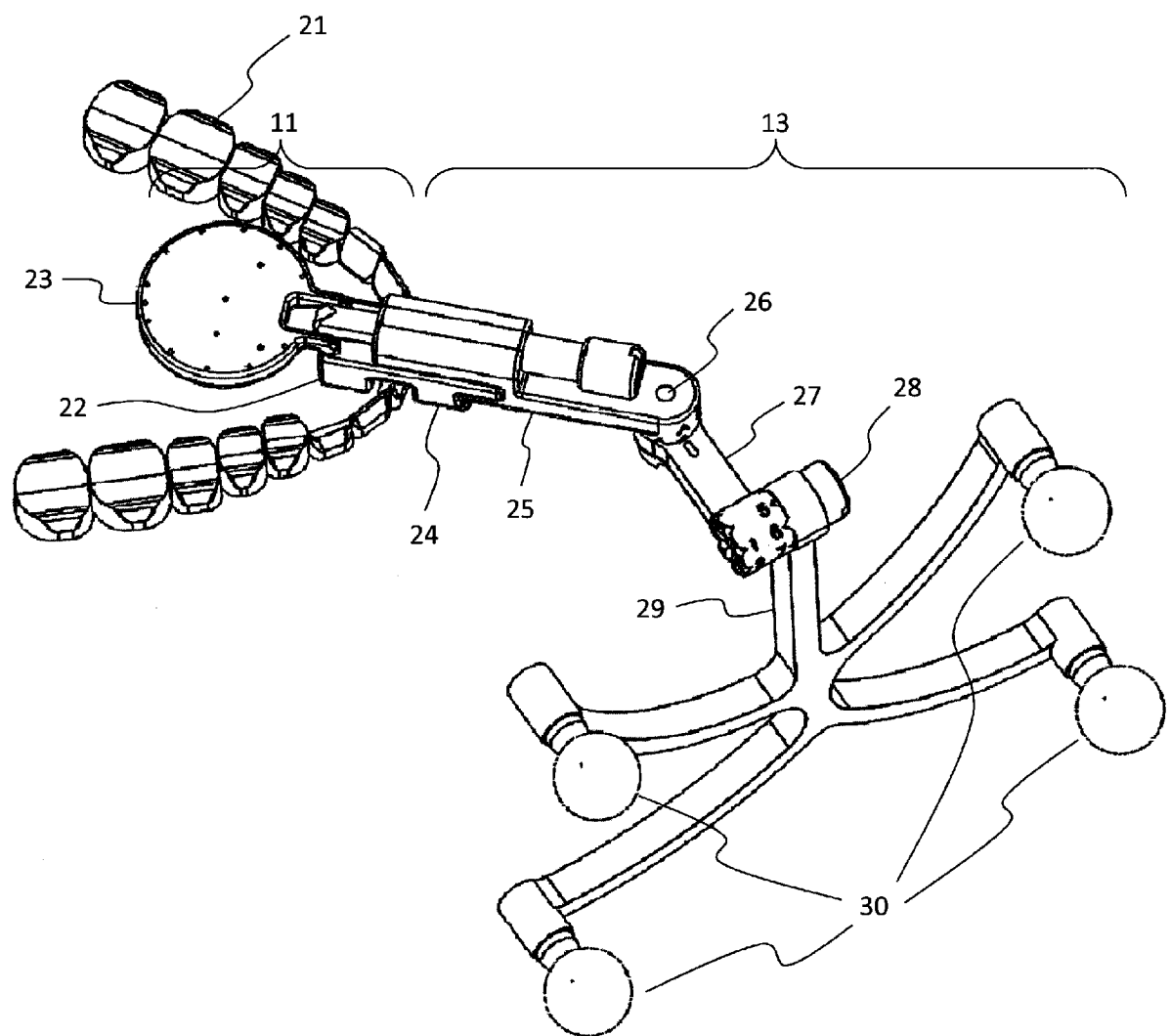
前記基準マーカと、前記被施術者に装着され、前記基準マーカとの相対位置が予め固定された位置を示す第１の位置マーカと、前記操作部に装着され、当該操作部の位置及び方向を特定する第２の位置マーカとの位置情報から、前記ＣＴ画像の位置と前記仮想のインプラントとの位置合わせをし、前記３次元モデルを前記操作部及び前記被施術者の動きに応じて表示する表示制御手段、

前記仮想のインプラントの３次元モデルが所望の位置及び角度で表示された状態となった時に、操作者の指示に基づいて、前記位置及び角度を設計情報として記憶するキャプチャ手段としてコンピュータを機能させることを特徴とする施術支援プログラム。

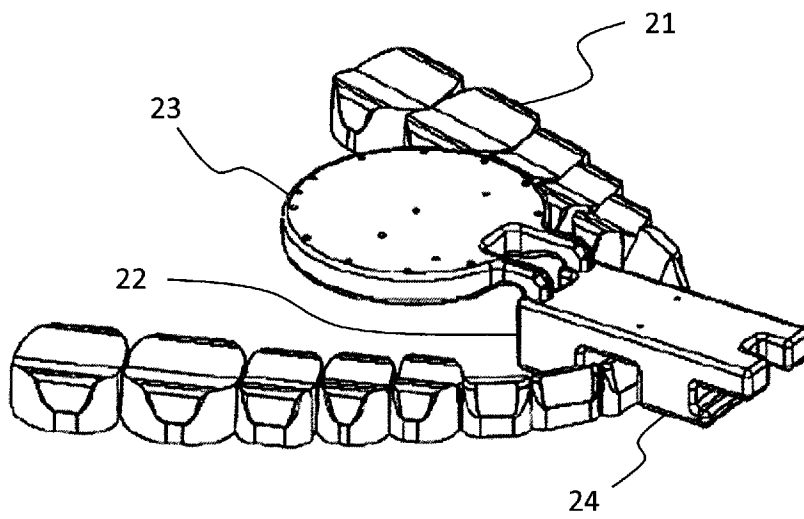
[図1]



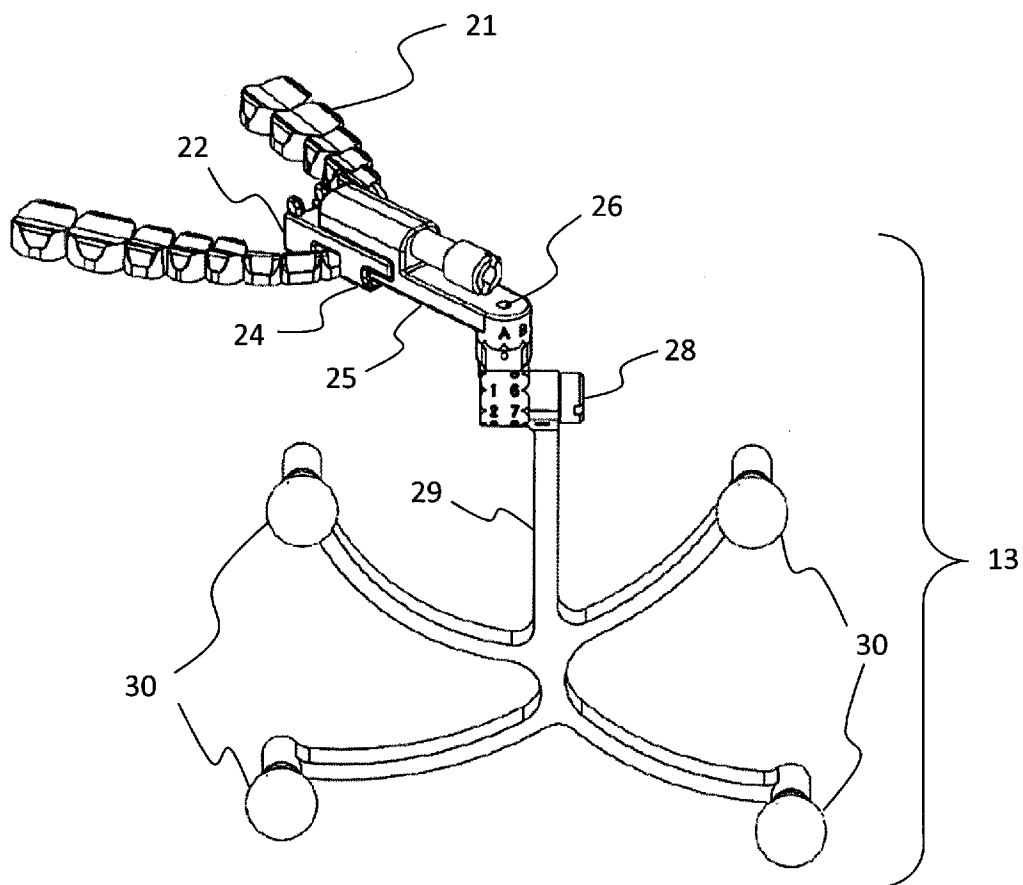
[図2]



[図3]

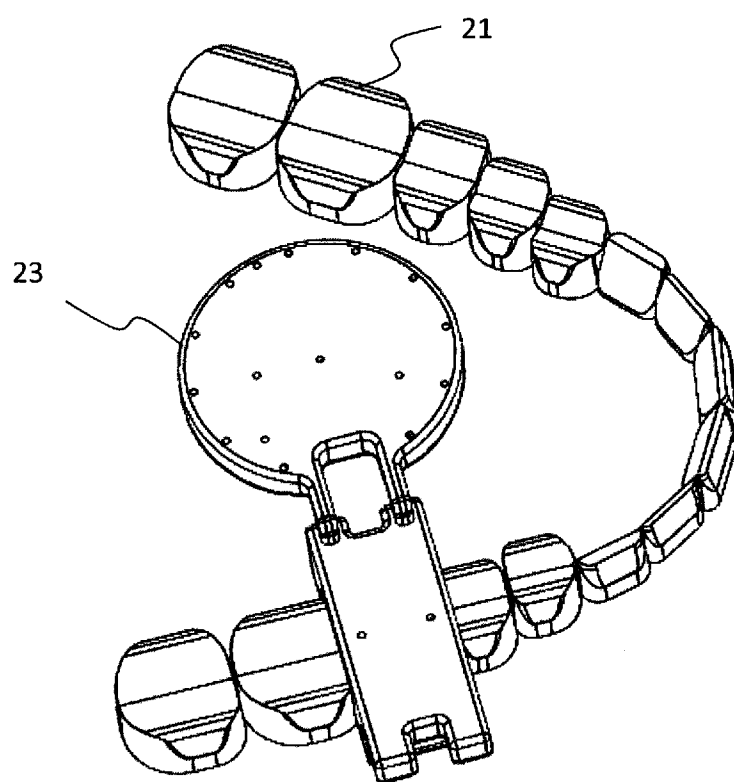


(A)

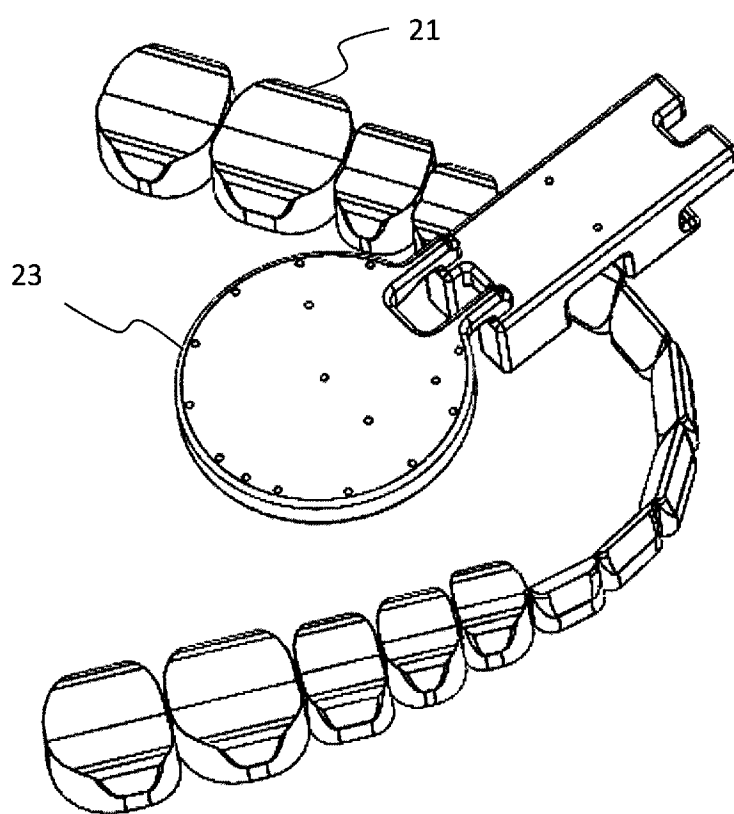


(B)

[図4]

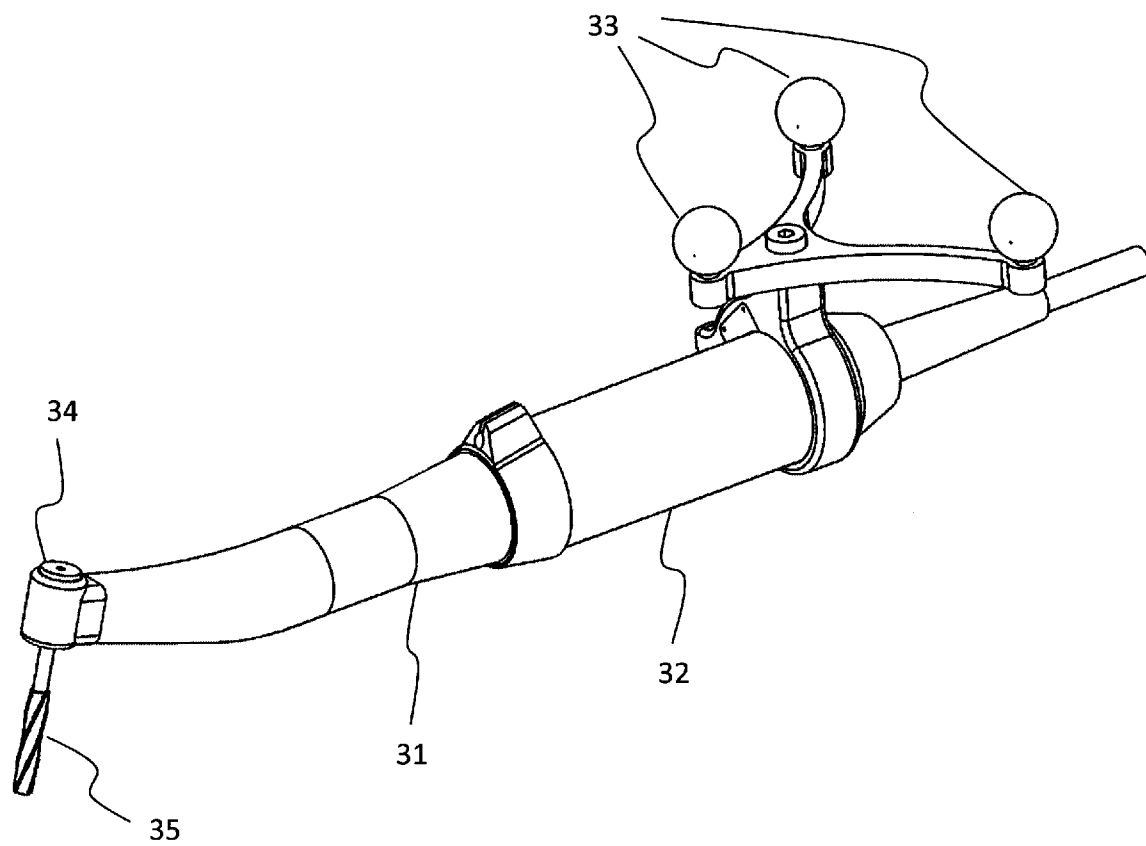


(A)

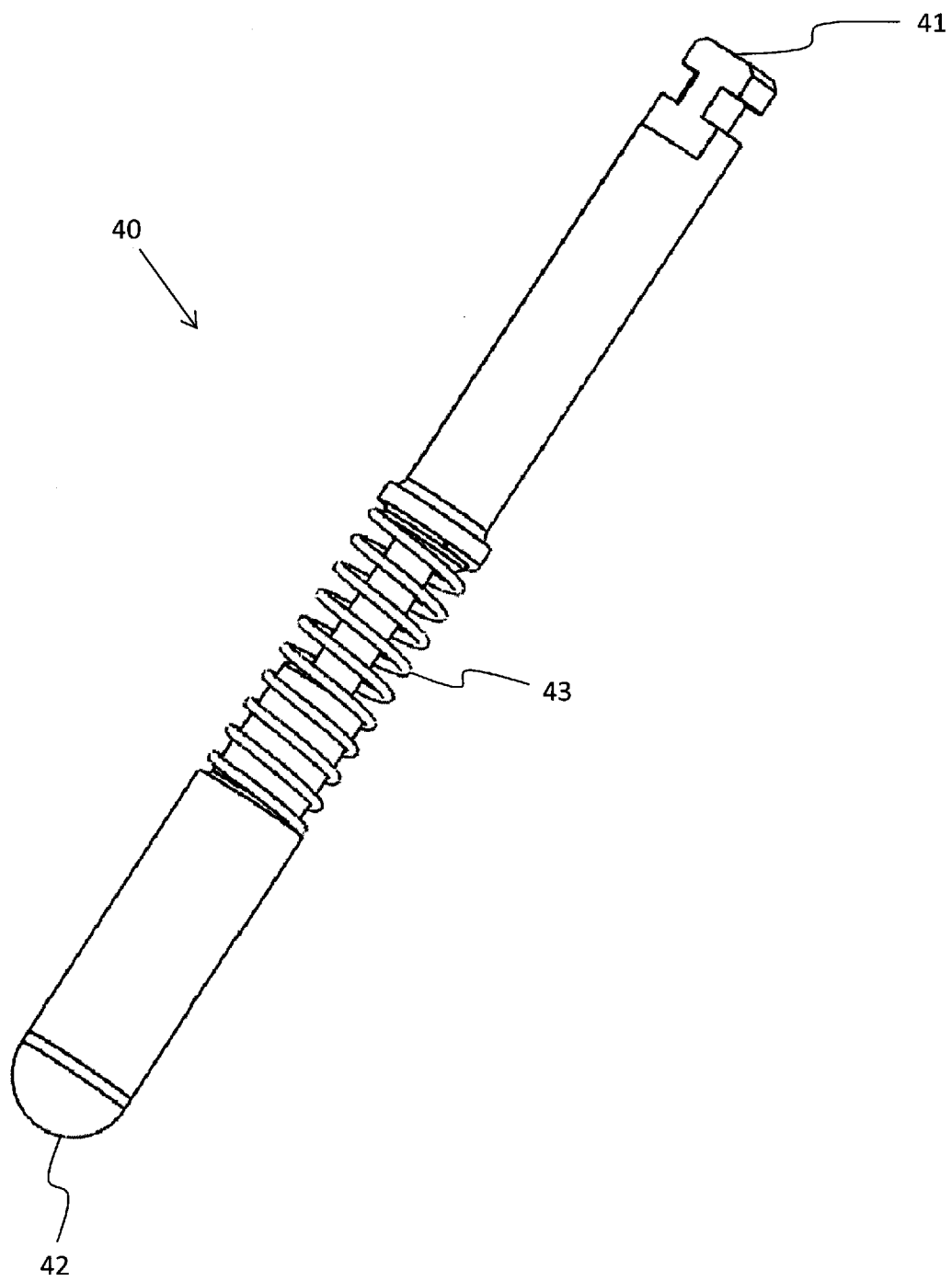


(B)

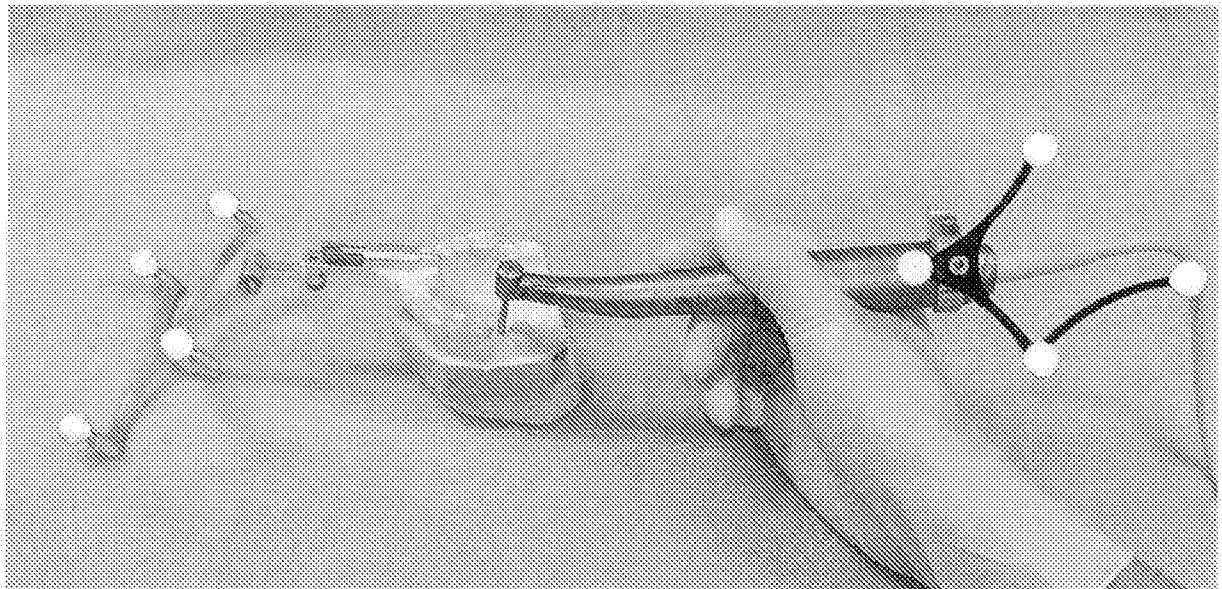
[図5]



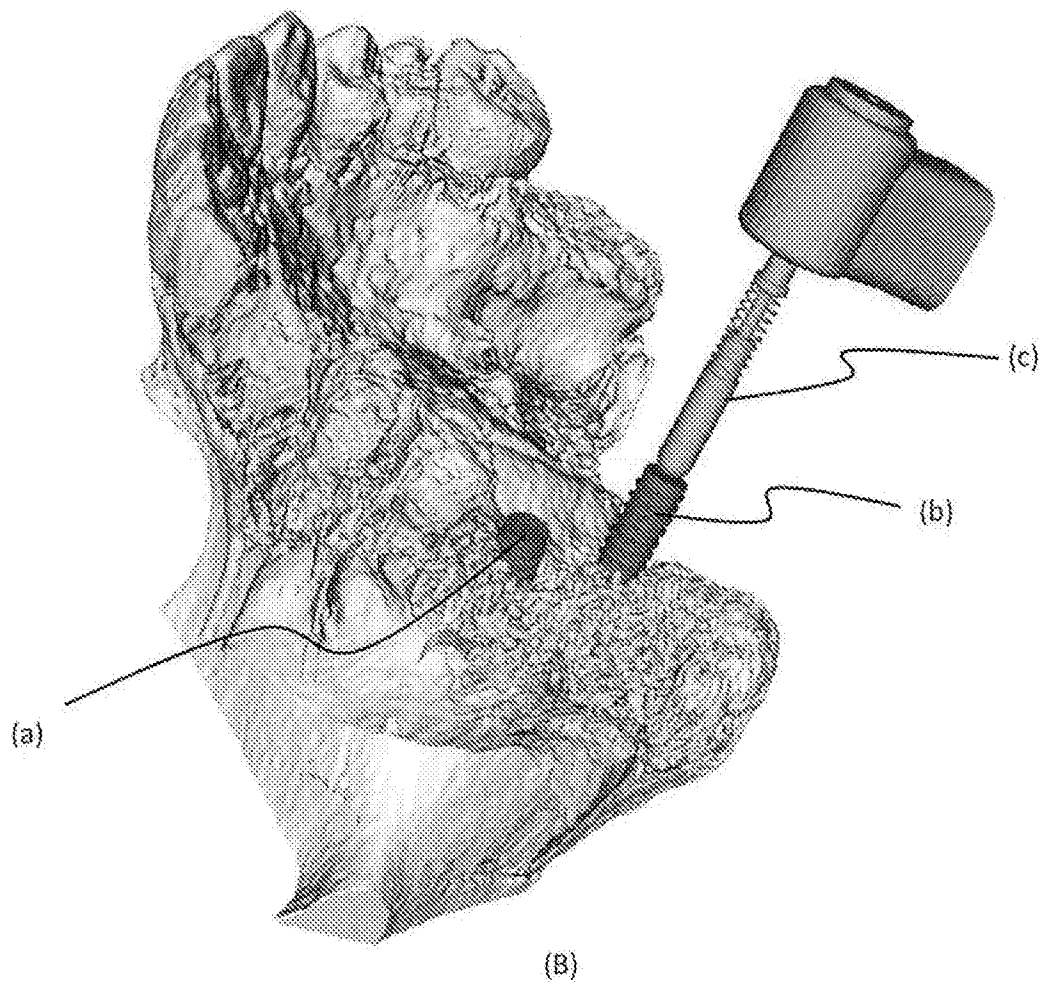
[図6]



[図7]

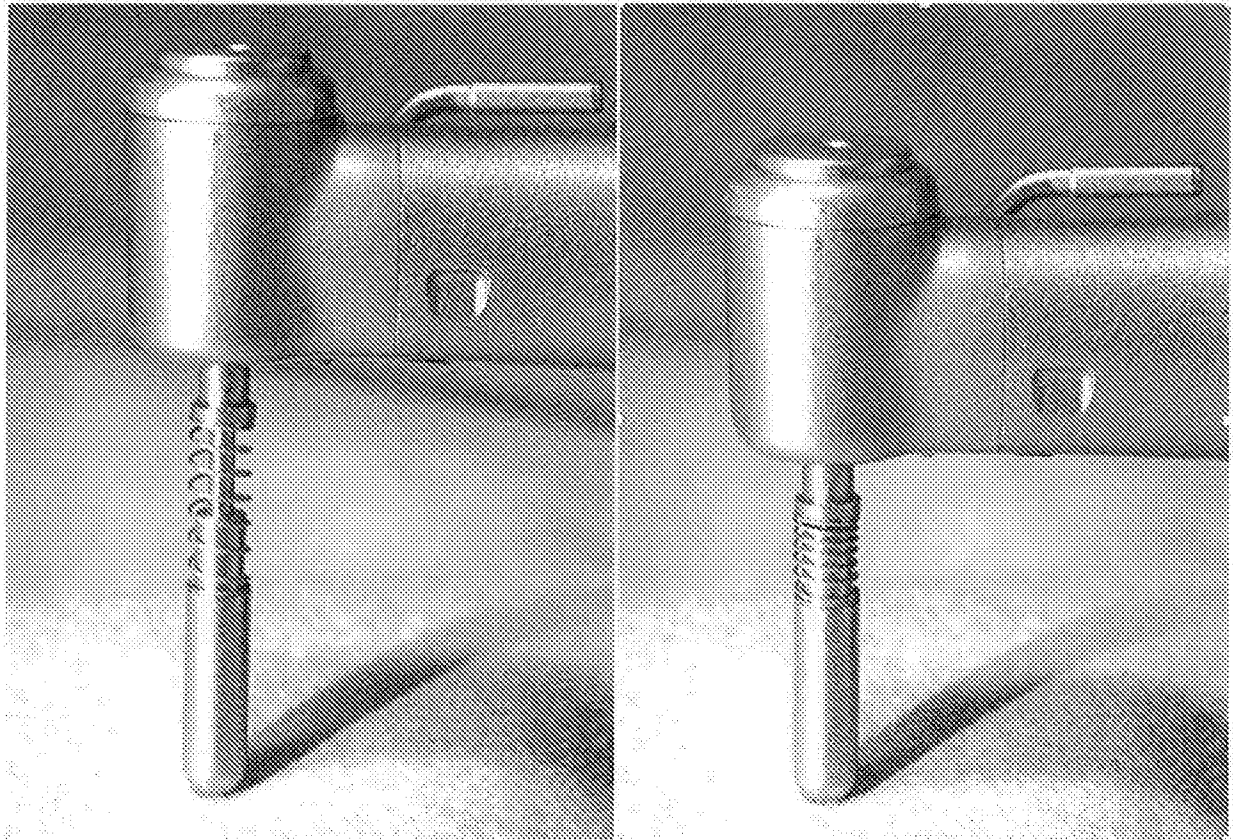


(A)



(B)

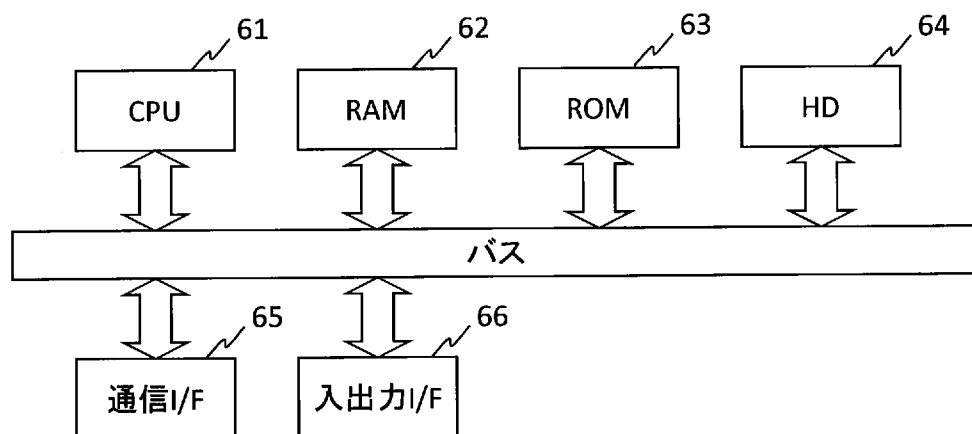
[図8]



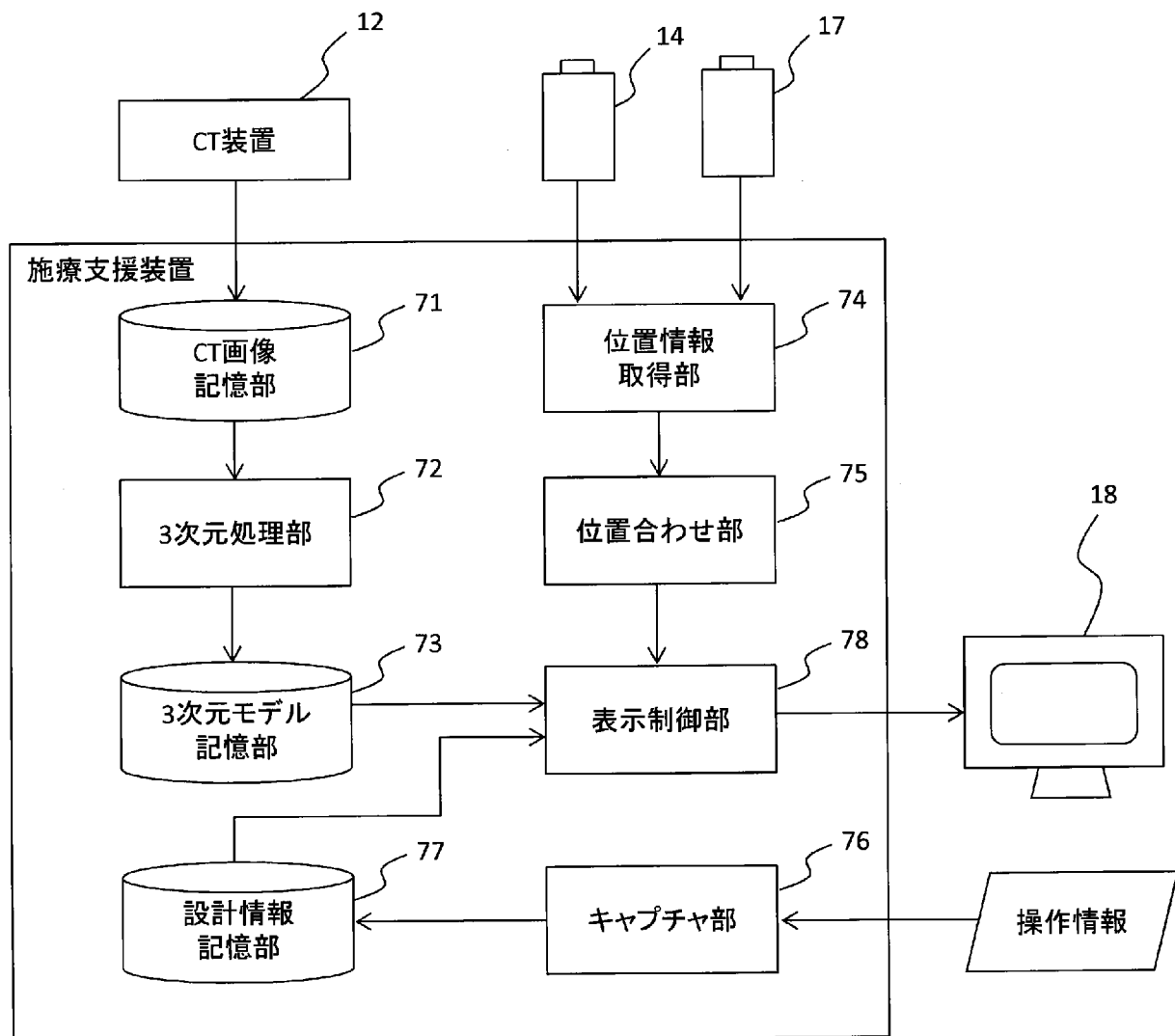
押し込み前

押し込み後

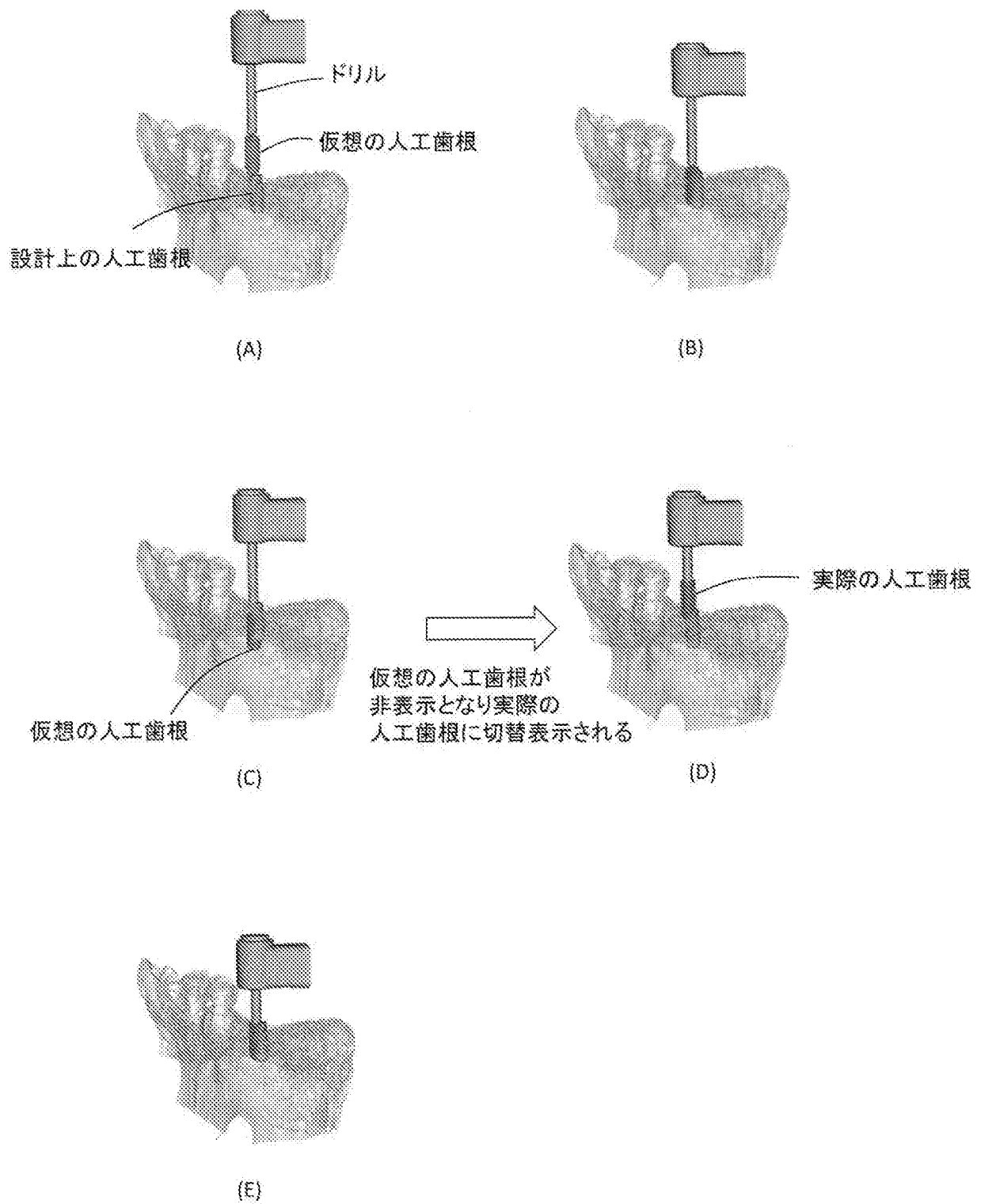
[図9]



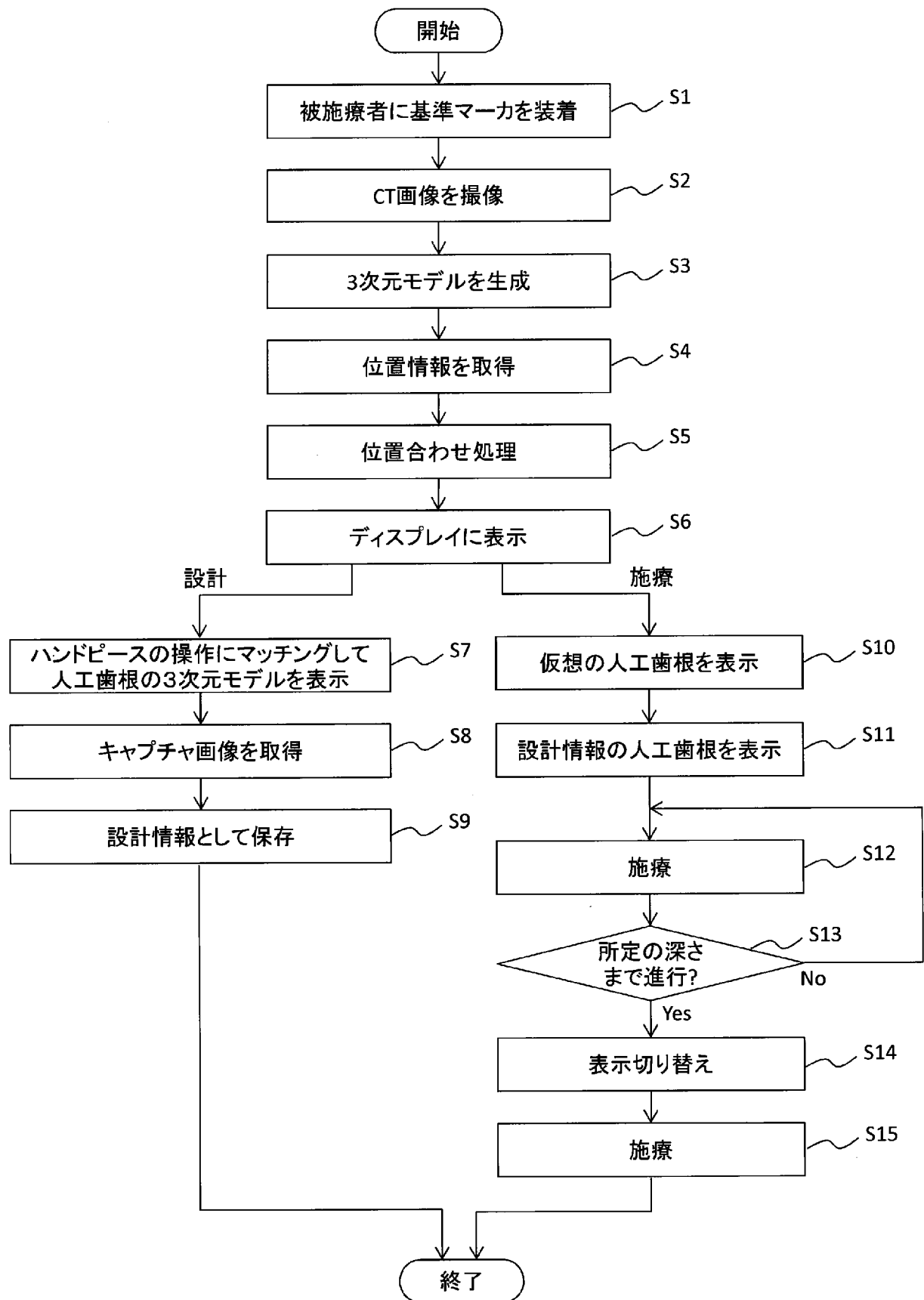
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/037635

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61C8/00 (2006.01) i, A61C19/04 (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)

Int.Cl. A61C8/00, A61C19/04

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2017
Registered utility model specifications of Japan	1996-2017
Published registered utility model applications of Japan	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.
A	JP 2015-519108 A (EPED INC.) 09 July 2015, paragraphs [0017]-[0026], fig. 1-3 & US 2014/0234804 A1, paragraphs [0022]-[0034], fig. 1-3 & WO 2013/163800 A2	1-7
A	JP 2013-236749 A (DENSO CORP.) 28 November 2013, paragraphs [0010]-[0049], fig. 1-10 & US 2013/0316298 A1, paragraphs [0024]-[0079], fig. 1-10B & GB 2504179 A & CN 103445875 A	1-7
A	US 2014/0178832 A1 (CHOI, Woncheol) 26 June 2014, paragraphs [0024]-[0044], fig. 1-6 (Family: none)	1-7

☐ 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

"I" 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
07 December 2017 (07.12.2017)

Date of mailing of the international search report
19 December 2017 (19.12.2017)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61C8/00(2006.01)i, A61C19/04(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. A61C8/00, A61C19/04

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
A	JP 2015-519108 A（医百科技股▲ふん▼有限公司）2015.07.09, [0017]-[0026], 図1-3 & US 2014/0234804 A1, [0022]-[0034], 図1-3 & WO 2013/163800 A2	1-7
A	JP 2013-236749 A（株式会社デンソー）2013.11.28, [0010]-[0049], 図1-10 & US 2013/0316298 A1, [0024]-[0079], 図1-10B & GB 2504179 A & CN 103445875 A	1-7

☑ 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

07.12.2017

国際調査報告の発送日

19.12.2017

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）

増山 慎也

3E

3642

電話番号 03-3581-1101 内線 3346

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	US 2014/0178832 A1 (CHOI Woncheol) 2014.06.26, [0024]-[0044], 図 1-6 (ファミリーなし)	1 - 7