

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2020-43902

(P2020-43902A)

(43) 公開日 令和2年3月26日(2020.3.26)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 17/16 (2006.01)</b>	A 6 1 B 17/16	4 C 1 6 0
<b>A 6 1 B 1/317 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/317	4 C 1 6 1
<b>A 6 1 B 1/00 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/00 5 5 1	
<b>A 6 1 B 17/56 (2006.01)</b>	A 6 1 B 17/56	
<b>A 6 1 B 34/30 (2016.01)</b>	A 6 1 B 34/30	
審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 22 頁)		

(21) 出願番号 特願2018-172580 (P2018-172580)  
 (22) 出願日 平成30年9月14日 (2018.9.14)

(71) 出願人 504147254  
 国立大学法人愛媛大学  
 愛媛県松山市道後樋又10番13号  
 (74) 代理人 100115255  
 弁理士 辻丸 光一郎  
 (74) 代理人 100129137  
 弁理士 中山 ゆみ  
 (74) 代理人 100154081  
 弁理士 伊佐治 創  
 (74) 代理人 100194515  
 弁理士 南野 研人  
 (72) 発明者 高橋 敏明  
 愛媛県東温市志津川 国立大学法人愛媛大  
 学医学部附属病院内

最終頁に続く

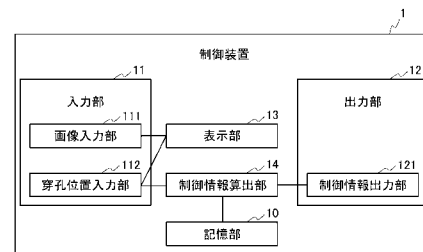
(54) 【発明の名称】 骨孔作製用ドリルの制御装置、および制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ドリルによる穿孔の自動化が可能となる、ドリルの制御装置およびドリリングシステムを提供する。

【解決手段】記憶部が、三次元空間の定点に対する固定された膝の三次元位置情報、およびセット位置におけるドリルの三次元位置情報を記憶し、画像入力部が前記固定された膝の内部の関節画像を入力し、表示部が前記関節画像を表示し、穿孔位置入力部が前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を前記大腿骨の第1穿孔位置および前記脛骨の第2穿孔位置として入力し、制御情報算出部が三次元空間における、前記第1穿孔位置と前記第2穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとのずれをドリル位置を制御するドリル制御情報として算出し、制御情報出力部が、前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力することを特徴とする。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

記憶部、  
画像入力部、  
表示部、  
穿孔位置入力部、  
位置情報算出部、および  
制御情報出力部を含み、  
前記記憶部は、  
三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報、および  
前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報を記憶し、  
前記画像入力部は、  
前記固定された膝の内部の関節画像を入力し、  
前記表示部は、  
前記関節画像を表示し、  
前記穿孔位置入力部は、  
ユーザが選択した前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を、それぞれ、前記大腿骨の第 1 穿孔位置および前記脛骨の第 2 穿孔位置として入力し、  
前記制御情報算出部は、  
前記三次元空間における、前記第 1 穿孔位置と前記第 2 穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、  
前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとのずれを、ドリル位置を制御するドリル制御情報として算出し、前記制御情報出力部は、  
前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力することを特徴とする骨孔作製用ドリルの制御装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 2】**

前記画像入力部は、  
内視鏡と接続可能であり、  
前記内視鏡により撮影された前記関節画像を入力する、請求項 1 記載の制御装置。

**【請求項 3】**

さらに、タッチ認識部を含み、  
前記画像表示部および前記タッチ認識部は、ユーザインターフェイスであり、  
前記タッチ認識部は、  
前記画像表示部へのユーザのタッチを認識し、  
前記穿孔位置入力部は、  
前記タッチ認識部により認識された、前記画像表示部に表示された前記関節画像における前記大腿骨の一部へのタッチ位置および前記脛骨へのタッチ位置を、それぞれ、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力し、  
前記制御情報算出部は、  
前記膝の三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する、請求項 1 または 2 記載の制御装置。

**【請求項 4】**

前記記憶部は、さらに、  
前記定点に対する、セット位置におけるプローブ装置のプローブの三次元位置情報を記憶し、  
前記穿孔位置入力部は、  
前記プローブ装置と接続可能であり、  
前記膝関節に挿入された前記プローブによる前記大腿骨の一部への指示点および前記

脛骨の一部への指示点を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力し、  
前記制御情報算出部は、

前記プローブの三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の制御装置。

【請求項 5】

記憶部、画像入力部、表示部、穿孔位置入力部、制御情報算出部、および制御情報出力部を含む制御装置を使用し、

前記記憶部は、

三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報、および

10

前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報を記憶し、

画像入力工程、

表示工程、

穿孔位置入力工程、

制御情報算出工程、および

制御情報出力工程を含み、

前記画像入力工程は、前記画像入力部により、

前記固定された膝の内部の関節画像を入力し、

20

前記表示工程は、前記表示部により、

前記関節画像を表示し、

前記穿孔位置入力工程は、前記穿孔位置入力部により、

ユーザが選択した前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を、それぞれ、前記大腿骨の第 1 穿孔位置および前記脛骨の第 2 穿孔位置として入力し、

前記制御情報算出工程は、前記制御情報算出部により、

前記三次元空間における、前記第 1 穿孔位置と前記第 2 穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、

前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置におけるドリルとのずれを、ドリル位置を制御するドリル制御情報として算出し、

30

前記制御情報出力工程は、前記制御情報出力部により、

前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力する

ことを特徴とする骨孔作製用ドリルの制御方法。

【請求項 6】

前記画像入力部は、

内視鏡と接続可能であり、

前記画像入力工程は、

前記内視鏡により撮影された前記関節画像を入力する、請求項 5 記載の制御方法。

【請求項 7】

前記制御装置は、さらに、タッチ認識部を含み、

40

前記画像表示部および前記タッチ認識部は、ユーザインターフェイスであり、

さらに、タッチ認識工程を含み、

前記タッチ認識工程は、

前記画像表示部へのユーザのタッチを認識し、

前記穿孔位置入力工程は、

前記タッチ認識部により認識された、前記画像表示部に表示された前記関節画像における前記大腿骨の一部へのタッチ位置および前記脛骨へのタッチ位置を、それぞれ、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力し、

前記制御情報算出工程は、

前記膝の三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第 1 穿孔位置および前

50

記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する、請求項 5 または 6 記載の制御方法。

【請求項 8】

前記記憶部は、さらに、

前記定点に対する、セット位置におけるプローブ装置のプローブの三次元位置情報を記憶し、

前記穿孔位置入力部は、

前記プローブ装置と接続可能であり、

前記穿孔位置入力工程は、

前記膝関節に挿入された前記プローブによる前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力し、

前記制御情報算出工程は、

前記プローブの三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する、請求項 5 から 7 のいずれか一項に記載の制御方法。

【請求項 9】

請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の骨孔作製用ドリルの制御方法をコンピュータに実行させることを特徴とするプログラム。

【請求項 10】

請求項 9 記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【請求項 11】

内視鏡装置、制御装置、およびドリル装置を含み、

前記内視鏡および前記ドリル装置は、前記制御装置と接続可能であり、

前記内視鏡装置は、

撮像部、および出力部を含み、

前記出力部は、前記撮像部で撮像した、固定された膝の内部の関節画像を、前記制御装置に出力し、

前記制御装置は、

前記制御装置は、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の骨孔作製用ドリルの制御装置であり、

前記内視鏡装置からの関節画像を入力し、

前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力し、

前記ドリル装置は、

骨孔作製用ドリル、入力部、および駆動部を含み、

前記入力部は、前記制御装置からの前記ドリル制御情報を入力し、

前記駆動部は、前記ドリル制御情報に基づいて、前記ドリルの位置を制御することを特徴とする骨孔作製用ドリリングシステム。

【請求項 12】

前記制御装置の記憶部は、さらに、前記定点に対する、セット位置におけるプローブの三次元位置情報を記憶し、

さらに、プローブ装置を含み、

前記プローブ装置は、前記制御装置と接続可能であり、

前記プローブ装置は、前記プローブと出力部とを含み、

前記プローブは、対象物の表面を指示し、

前記出力部は、前記プローブによりユーザが選択した前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記制御装置に出力し、

前記制御装置は、前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力する、請求項 11 記載のドリリングシステム。

【請求項 13】

内視鏡装置、制御装置、およびドリル装置を使用し、

10

20

30

40

50

前記内視鏡および前記ドリル装置は、前記制御装置と接続可能であり、  
撮像工程、  
画像出力工程、および  
ドリル制御工程を含み、  
前記撮像工程は、

前記内視鏡装置により、固定された膝の内部の関節画像を撮像し、  
前記画像出力工程は、

撮像した関節画像を、前記内視鏡装置から前記制御装置に出力し、  
前記ドリル制御工程は、

前記制御装置に前記関節画像を入力し、請求項 5 から 8 のいずれか一項に記載の骨孔  
作製用ドリルの制御方法によりドリル制御情報を算出し、前記ドリル制御情報を前記ドリ  
ル装置に出力し、

前記ドリル装置に前記ドリル制御情報を入力し、前記ドリル制御情報に基づいて、前  
記ドリルの位置を制御する  
ことを特徴とする骨孔作製用ドリリング方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載の骨孔作製用ドリリング方法をコンピュータに実行させることを特徴と  
するプログラム。

【請求項 15】

請求項 14 記載のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、骨孔作製用ドリルの制御装置、および制御方法、さらに、骨孔作製ドリリン  
グシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

膝関節の前十字靱帯は、大腿骨と脛骨とをつなぐ靱帯であり、スポーツ等における損傷  
としてよく知られている。前十字靱帯が断裂した場合、自然治癒することはほとんどなく  
、放置しておく、と、関節が不安定になるため、骨どうしの接触による剥離、軟骨の損傷等  
につながるおそれがある。このため、断裂した靱帯にかわる新たな靱帯を再建する靱帯再  
建術が広く用いられている。靱帯再建術では、例えば、大腿骨と脛骨とにトンネルとなる  
孔を開け、そこに代用する靱帯を通すことで、移植が行われている。

【0003】

具体的に、前記靱帯再建術は、一般的に、患者の膝関節が観察しやすいように、膝が自  
由にまがる未固定の状態で行われる。まず、医師は、膝の内部に内視鏡を挿入し、膝関節  
のうち、大腿骨の画像をみながら、大腿骨の目的の位置を定め、自らドリル装置を手に持  
ち、操縦しながら、前記目的の位置を貫通する孔をあける。つぎに、膝関節のうち、脛骨  
の画像を見ながら、脛骨の目的の位置を定め、同様に自ら操縦するドリル装置により、脛  
骨を貫通する孔をあける。そして、医師は、大腿骨の骨孔と脛骨の骨孔に、前記靱帯の代  
用品を通している。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、近年、多くの病院では医師不足が問題となっており、複数の医師が必要  
とされる手術の実施が困難な場合がある。また、経験不足の医師の場合、関節画像を確認  
しながら、穿孔位置を決め、さらに自らがドリルを操縦して、前記穿孔位置に正しく貫通  
する孔をあけることも困難である。

【0005】

そこで、本発明は、操作が簡便であり、ドリルによる穿孔の自動化が可能となる、ドリルの制御装置およびドリリングシステムの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記目的を達成するために、本発明の骨孔作製用ドリルの制御装置は、

記憶部、

画像入力部、

表示部、

穿孔位置入力部、

位置情報算出部、および

制御情報出力部を含み、

前記記憶部は、

三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報、および

前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報を記憶し、

前記画像入力部は、

前記固定された膝の内部の関節画像を入力し、

前記表示部は、

前記関節画像を表示し、

前記穿孔位置入力部は、

ユーザが選択した前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を、それぞれ、前記大腿骨の第1穿孔位置および前記脛骨の第2穿孔位置として入力し、

前記制御情報算出部は、

前記三次元空間における、前記第1穿孔位置と前記第2穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、

前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとのずれを、ドリル位置を制御するドリル制御情報として算出し、前記制御情報出力部は、

前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力することを特徴とする

【0007】

本発明の骨孔作製用ドリルの制御方法は、

記憶部、画像入力部、表示部、穿孔位置入力部、制御情報算出部、および制御情報出力部を含む制御装置を使用し、

前記記憶部は、

三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報、および

前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報を記憶し、

画像入力工程、

表示工程、

穿孔位置入力工程、

制御情報算出工程、および

制御情報出力工程を含み、

前記画像入力工程は、前記画像入力部により、

前記固定された膝の内部の関節画像を入力し、

前記表示工程は、前記表示部により、

前記関節画像を表示し、

前記穿孔位置入力工程は、前記穿孔位置入力部により、

ユーザが選択した前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を、それぞれ、前記大腿骨の第1穿孔位置および前記脛骨の第2穿孔位置として入力し、

前記制御情報算出工程は、前記制御情報算出部により、

10

20

30

40

50

前記三次元空間における、前記第 1 穿孔位置と前記第 2 穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、

前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置におけるドリルとのずれを、ドリル位置を制御するドリル制御情報として算出し、

前記制御情報出力工程は、前記制御情報出力部により、

前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力することを特徴とする

【0008】

本発明の骨孔作製用ドリリングシステムは、

内視鏡装置、制御装置、およびドリル装置を含み、

前記内視鏡および前記ドリル装置は、前記制御装置と接続可能であり、

前記内視鏡装置は、

撮像部、および出力部を含み、

前記出力部は、前記撮像部で撮像した、固定された膝の内部の関節画像を、前記制御装置に出力し、

前記制御装置は、

前記制御装置は、前記本発明の骨孔作製用ドリルの制御装置であり、

前記内視鏡装置からの関節画像を入力し、

前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力し、

前記ドリル装置は、

骨孔作製用ドリル、入力部、および駆動部を含み、

前記入力部は、前記制御装置からの前記ドリル制御情報を入力し、

前記駆動部は、前記ドリル制御情報に基づいて、前記ドリルの位置を制御することを特徴とする。

【0009】

本発明の骨孔作製用ドリリング方法は、

内視鏡装置、制御装置、およびドリル装置を使用し、

前記内視鏡および前記ドリル装置は、前記制御装置と接続可能であり、

撮像工程、

画像出力工程、および

ドリル制御工程を含み、

前記撮像工程は、

前記内視鏡装置により、固定された膝の内部の関節画像を撮像し、

前記画像出力工程は、

撮像した関節画像を、前記内視鏡装置から前記制御装置に出力し、

前記ドリル制御工程は、

前記制御装置に前記関節画像を入力し、前記本発明の骨孔作製用ドリルの制御方法によりドリル制御情報を算出し、前記ドリル制御情報を前記ドリル装置に出力し、

前記ドリル装置に前記ドリル制御情報を入力し、前記ドリル制御情報に基づいて、前記ドリルの位置を制御することを特徴とする。

【0010】

本発明のプログラムは、前記本発明の骨孔作製用ドリルの制御方法または前記本発明の骨孔作製用ドリリング方法をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0011】

本発明の記録媒体は、前記本発明のプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体である。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、簡便な操作でドリル装置の制御が可能であり、このため、例えば、経験が浅い医師であっても、膝関節における骨孔作製が可能となる。また、本発明によれば

10

20

30

40

50

、例えば、ドリル装置の自動制御、骨孔作製におけるドリリングの自動化も可能である。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】図1は、実施形態1の制御装置の一例を示すブロック図である。

【図2】図2は、実施形態1の制御装置のハードウェア構成の一例を示す模式図である。

【図3】図3は、実施形態1のドリリングシステムの一例を示すブロック図である。

【図4】図4は、実施形態1のドリリングシステムの使用状態の一例を示す概略図である。

【図5】図5は、実施形態1の駆動ユニットの一例を示す概略図である。

【図6】図6は、実施形態1におけるドリリング方法の一例を示すフローチャートである。

10

【図7】図7は、実施形態1において、膝関節の状態を示す概略図である。

【図8】図8は、実施形態1において、膝関節の状態を示す概略図である。

【図9】図9は、実施形態2のドリリングシステムの一例を示すブロック図である。

【図10】図10は、実施形態2のドリリングシステムの使用状態の一例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の制御装置において、例えば、前記画像入力部は、内視鏡と接続可能であり、前記内視鏡により撮影された前記関節画像を入力する。

20

【0015】

本発明の制御装置は、例えば、さらに、タッチ認識部を含み、前記画像表示部および前記タッチ認識部は、ユーザインターフェイスであり、前記タッチ認識部は、前記画像表示部へのユーザのタッチを認識し、前記穿孔位置入力部は、前記タッチ認識部により認識された、前記画像表示部に表示された前記関節画像における前記大腿骨の一部へのタッチ位置および前記脛骨へのタッチ位置を、それぞれ、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置として入力し、前記制御情報算出部は、前記膝の三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置の三次元情報を算出する。

30

【0016】

本発明の制御装置において、例えば、前記記憶部は、さらに、前記定点に対する、セット位置におけるプローブ装置のプローブの三次元位置情報を記憶し、前記穿孔位置入力部は、前記プローブ装置と接続可能であり、前記膝関節に挿入された前記プローブによる前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置として入力し、前記制御情報算出部は、前記プローブの三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置の三次元情報を算出する。

【0017】

本発明の制御方法において、例えば、前記画像入力部は、内視鏡と接続可能であり、前記画像入力工程は、前記内視鏡により撮影された前記関節画像を入力する。

40

【0018】

本発明の制御方法は、例えば、御情報出力部により、前記穿孔軌道情報を含むドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力する。

【0019】

本発明の制御方法において、例えば、前記制御装置は、さらに、タッチ認識部を含み、前記画像表示部および前記タッチ認識部は、ユーザインターフェイスであり、さらに、タッチ認識工程を含み、前記タッチ認識工程は、前記画像表示部へのユーザのタッチを認識し、前記穿孔位置入力工程は、前記タッチ認識部により認識された、前記画像表示部に表示された前記関節画像における前記大腿骨の一部へのタッチ位置および前記脛骨へのタッチ位

50



置を、それぞれ、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力し、  
前記制御情報算出工程は、前記膝の三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記  
第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する。

【 0 0 2 0 】

本発明の制御方法において、例えば、前記記憶部は、さらに、前記定点に対する、セッ  
ト位置におけるプローブ装置のプローブの三次元位置情報を記憶し、  
前記穿孔位置入力部は、前記プローブ装置と接続可能であり、  
前記穿孔位置入力工程は、前記膝関節に挿入された前記プローブによる前記大腿骨の一部  
への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位  
置として入力し、  
前記制御情報算出工程は、前記プローブの三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する  
、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の三次元情報を算出する。

10

【 0 0 2 1 】

本発明のドリリングシステムにおいて、例えば、前記制御装置の記憶部は、さらに、前  
記定点に対する、セット位置におけるプローブの三次元位置情報を記憶し、  
さらに、プローブ装置を含み、  
前記プローブ装置は、前記制御装置と接続可能であり、前記プローブと出力部とを含み、  
前記プローブは、対象物の表面を指示し、前記出力部は、前記プローブによりユーザが選  
択した前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記制御装置に  
出力し、  
前記制御装置は、前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、前記  
第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として入力する。

20

【 0 0 2 2 】

以下、本発明の骨孔作製用ドリルの制御装置を「ドリル制御装置」または「制御装置」、  
本発明の骨孔作製用ドリルの制御方法を「ドリル制御方法」または「制御方法」、本発  
明の骨孔作製ドリリングシステムを「ドリリングシステム」、前記骨孔作製用ドリルを「  
ドリル」ともいう。

【 0 0 2 3 】

本発明は、患者の膝を曲げた状態で固定し、その固定された膝の膝関節について、大腿  
骨と脛骨とに、一回のドリリングで骨孔を開けるための技術である。本発明において、「  
一回のドリリング」とは、例えば、大腿骨の骨孔および脛骨の骨孔を形成するにあたって  
、大腿骨への穿孔と脛骨への穿孔とを、別々のドリリングにより行うのではなく、ドリル  
を一軸方向に沿って進行させる処理によって、大腿骨への穿孔と脛骨への穿孔とを連続し  
て行うことを意味する。前記ドリルの進行は、一軸方向に沿っていればよく、例えば、ド  
リル先端を前方とした場合、前方への進行のみでもよいし、前方への進行と後方への進行  
との両方であってもよい。

30

【 0 0 2 4 】

本発明のドリル制御方法は、例えば、本発明のドリル制御装置により実行でき、本発明  
のドリリング方法は、例えば、本発明のドリリングシステムにより実行できる。また、本  
発明のドリル制御装置は、例えば、本発明のドリリングシステムに適用できる。以下にお  
いて、本発明のドリル制御装置およびドリル制御方法、ならびに本発明のドリリングシ  
ステムおよびドリリング方法についての記載は、それぞれ援用できる。

40

【 0 0 2 5 】

つぎに、本発明の実施形態について説明する。なお、本発明は、以下の実施形態には限  
定されない。なお、以下の各図において、同一部分には、同一符号を付している。また、  
各実施形態の説明は、特に言及がない限り、互いの説明を援用できる。さらに、各実施形  
態の構成は、特に言及がない限り、組合せ可能である。

【 0 0 2 6 】

[ 実施形態 1 ]

( 1 ) ドリル制御装置

50

まず、本発明の制御装置の一例について、図を用いて説明する。図 1 は、本実施形態の制御装置の一例を示すブロック図である。制御装置 1 は、記憶部 10、入力部 11、出力部 12、表示部 13、および制御情報算出部 14 を含み、入力部 11 は、画像入力部 111、および穿孔位置入力部 112 を含み、出力部 12 は、制御情報出力部 121 を含む。制御装置 1 は、例えば、前記各部を含む 1 つの装置でもよいし、前記各部が接続可能な装置でもよい。前記接続形式は、特に制限されず、通信回線網を介していない電気的な接続でもよいし、通信回線網を介した電気的な接続でもよい。前者の場合、例えば、ケーブルを用いた接続形式でもよく、具体例として、例えば、USB ポート等のポートを有し、USB ケーブル等のケーブルを接続することで、前記各部と接続できる。また、後者の場合、前記通信回線網は、特に制限されず、例えば、有線でも無線でもよく、公知の通信回線網を使用でき、具体例として、インターネット回線、電話回線、LAN (Local Area Network)、Wi-Fi (Wireless Fidelity)、Bluetooth (登録商標) 等があげられる。制御装置 1 は、例えば、制御システムともいう。

10

#### 【0027】

記憶部 10 は、三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報、および前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報を記憶する。前記膝の三次元位置情報は、例えば、実際に固定された患者の膝の位置から求めた情報でよいし、膝を固定するための固定具の位置から間接的に求めた情報でもよい。前記セット位置とは、前記ドリル装置の移動を制御する前の基準となるセット位置であり、任意に設定でき、前記ドリルの三次元位置情報は、セット位置ごとに設定できる。

20

#### 【0028】

入力部 11 における画像入力部 111 は、前記固定された膝の内部の関節画像を入力する。表示部 13 は、前記関節画像を表示する。入力部 11 における穿孔位置入力部 112 は、ユーザが選択した前記関節画像における大腿骨の一部および前記脛骨の一部を、それぞれ、前記大腿骨の第 1 穿孔位置および前記脛骨の第 2 穿孔位置として入力する。

#### 【0029】

制御情報算出部 14 は、前記三次元空間における前記第 1 穿孔位置と前記第 2 穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成し、前記膝の三次元位置情報および前記ドリルの三次元位置情報に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとのずれを、ドリル位置を制御するドリル制御情報として算出する。前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとのずれ（以下、ギャップともいう）は、例えば、前記仮想穿孔軌道の傾きと、前記セット位置のドリルの傾きとのずれ、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとの距離等である。

30

#### 【0030】

制御情報出力部 121 は、前記ドリル制御情報を、前記ドリル装置に出力する。

#### 【0031】

図 2 に、制御装置 1 のハードウェア構成のブロック図の一例を示す。制御装置 1 は、例えば、CPU (中央処理装置) 100、メモリ 101、バス 102、入力装置 103、ディスプレイ 104、通信デバイス 105、記憶装置 106 等を有する。制御装置 1 の各部は、例えば、それぞれのインターフェイス (I/F) により、バス 102 を介して、相互に接続される。

40

#### 【0032】

CPU 100 は、制御装置 1 の全体の制御を担う。制御装置 1 において、CPU 100 により、例えば、プログラム 107 (本発明のプログラムを含む) が実行され、また、各種情報の読み込みや書き込みが行われる。

#### 【0033】

バス 102 は、例えば、CPU 100、メモリ 101 等のそれぞれの機能部間を接続する。バス 102 は、例えば、外部機器とも接続できる。前記外部機器は、例えば、後述する内視鏡装置およびドリル装置等があげられる。制御装置 1 と前記外部機器との接続形式は、特に制限されず、通信回線網を介していない電気的な接続でもよいし、通信回線網を

50

介した電氣的な接続でもよい。前者の場合、例えば、ケーブルを用いた接続形式でもよく、具体例として、例えば、USBポート等のポートを有し、USBケーブル等のケーブルを接続することで、前記外部機器と接続できる。また、後者の場合、制御装置1は、例えば、バス102に接続された通信デバイス105により、通信回線網に接続でき、前記通信回線網を介して、前記外部機器と接続できる。前記通信回線網は、特に制限されず、例えば、有線でも無線でもよく、公知の通信回線網を使用でき、具体例として、インターネット回線、電話回線、LAN(Local Area Network)、Wi-Fi(Wireless Fidelity)、Bluetooth(登録商標)等があげられる。

#### 【0034】

メモリ101は、例えば、メインメモリを含み、前記メインメモリは、主記憶装置ともいう。CPU100が処理を行う際には、例えば、後述する補助記憶装置に記憶されている、本発明のプログラム等の種々の動作プログラム107を、メモリ101が読み込み、CPU100は、メモリ101からデータを受け取って、プログラム107を実行する。前記メインメモリは、例えば、RAM(ランダムアクセスメモリ)である。メモリ101は、例えば、さらに、ROM(読み出し専用メモリ)を含む。

#### 【0035】

記憶装置106は、例えば、前記メインメモリ(主記憶装置)に対して、いわゆる補助記憶装置ともいう。記憶装置106は、例えば、記憶媒体と、前記記憶媒体に読み書きするドライブとを含む。前記記憶媒体は、特に制限されず、例えば、内蔵型でも外付け型でもよく、HD(ハードディスク)、FD(フロッピー(登録商標)ディスク)、CD-ROM、CD-R、CD-RW、MO、DVD、フラッシュメモリー、メモリーカード等があげられ、前記ドライブは、特に制限されない。記憶装置108は、例えば、記憶媒体とドライブとが一体化されたハードディスクドライブ(HDD)も例示できる。記憶装置106は、例えば、記憶部10であり、前述の三次元位置情報の他、各部で取得された情報が格納されてもよい。

#### 【0036】

ディスプレイ104は、例えば、表示部13であり、具体例として、LEDディスプレイ、液晶ディスプレイ等があげられる。入力装置103は、例えば、入力部11であり、前記外部機器との接続インターフェイス、キーボード等のユーザインターフェイスがあげられる。また、入力装置103およびディスプレイ13は、例えば、それらを組み合わせたタッチパネル等のユーザインターフェイスでもよい。

#### 【0037】

前記タッチパネルの場合、制御装置1は、例えば、さらに、表示部13へのユーザのタッチを認識するタッチ認識部を含み、表示部13および前記タッチ認識部が、例えば、ユーザインターフェイスである。前記タッチは、特に制限されず、例えば、タッチの他、スワイプ、ピンチイン、ピンチアウト等を含む。

#### 【0038】

### (2) ドリリングシステム

つぎに、本発明のドリリングシステムの一例について、図を用いて説明する。図3は、本実施形態のドリリングシステムの一例を示すブロック図である。また、図4は、本実施形態のドリリングシステムを使用する際における、固定された患者の膝4と、ドリル装置3との位置関係を示す概略図であり、内視鏡装置2および制御装置1については、図示していない。なお、図4においては、フラットな一つの平面上に、患者とドリル装置3とが載っている状態であるが、後述するx軸、y軸、およびz軸を説明するにあたっての概略であり、これには制限されない。

#### 【0039】

図3に示すように、前記ドリリングシステムは、前述の制御装置1、内視鏡装置2、およびドリル装置3を含む。内視鏡装置2およびドリル装置3は、それぞれ、制御装置1と接続可能であり、その接続形式は、特に制限されず、通信回線網を介していない電氣的な接続(図3におけるA)でもよいし、通信回線網を介した電氣的な接続(図3におけるB

）でもよく、制御装置 1 における前述の例示があげられる。図 3 において、通信回線網を介していない電氣的な接続（A）と、通信回線網を介した電氣的な接続（B）の両方を示したが、これには制限されず、いずれか一方のみでもよいし、制御装置 1 と内視鏡装置 2 との接続、および制御装置 1 とドリル装置 3 との接続が、それぞれ異なる接続形式でもよい。

#### 【0040】

内視鏡装置 2 は、撮像部 2 1 と出力部 2 2 とを含む。本実施形態における内視鏡装置 2 は、膝の内部の関節の観察に使用することから、膝関節用内視鏡（関節鏡）ともいう。内視鏡装置 2 は、体内の膝関節に挿入され、前記膝関節における大腿骨および脛骨を撮像部 2 1 により撮影でき、撮像部 2 1 で撮影した画像を出力部 2 2 から外部に出力できればよい。本実施形態においては、具体的には、撮像部 2 1 により、固定された膝の内部の関節画像が撮像され、出力部 2 2 により、前記関節画像が制御装置 1 に出力される。出力部 2 2 は、例えば、ケーブル等により制御装置 1 と接続（A）する接続部でもよいし、通信回線網と接続（B）する通信デバイスでもよい。

10

#### 【0041】

内視鏡装置 2 は、特に制限されず、一般的な内視鏡装置が使用でき、ファイバースコープ、ビデオスコープ等があげられる。内視鏡装置 2 の構成は、例えば、一般的な内視鏡装置が備える構成があげられる。内視鏡装置 2 は、例えば、内視鏡、操作部、電源部、および光源部を含み、それぞれがケーブルで連結されている。

20

#### 【0042】

内視鏡装置 2 において、前記内視鏡は、撮像部 2 1、体内に挿入される挿入部を含み、撮像部 2 1 は、前記挿入部の先端に位置し、レンズ、CCD 等の撮像素子、ライト等の発光部等を含む。前記挿入部の先端領域には、例えば、鉗子等の処置具、後述するプローブ等が収容されてもよく、前記挿入部の先端に設けられた穴（チャンネル）から、前記処置具または前記プローブを外部に導出することもできる。前記プローブについては、後述する。前記内視鏡は、例えば、金属管により形成された硬性鏡でもよく、軟性鏡でもよく、先端のみが軟性鏡でもよい。

#### 【0043】

内視鏡装置 2 において、前記操作部は、例えば、前記内視鏡の先端領域の方向の制御、前記内視鏡の撮像部の駆動の制御等を行う。前記電源は、例えば、各部に電源を供給し、前記光源部は、前記発光部に光を供給する。

30

#### 【0044】

ドリル装置 3 は、入力部 3 1、制御部 3 2、および骨孔作製用ドリル 3 3 を含む。ドリル 3 3 は、例えば、図 4 に示すように、ドリルビット（ブレードともいう）3 3 1 と、駆動本体 3 3 2 とを含み、駆動本体 3 3 2 は、セットされたドリルビット 3 3 1 を回転させる。入力部 3 1 は、制御装置 1 からの前記ドリル制御情報を入力する。ドリル装置 3 において、入力部 3 1 は、例えば、ケーブル等により制御装置 1 と接続する接続部でもよいし、通信回線網 A と接続する通信デバイスでもよい。制御部 3 2 は、前記ドリル制御情報に基づいて、ドリル 3 3 の位置を制御し、具体的には、例えば、ドリル 3 3 の進行方向、進行角度、進行距離等を制御する。また、制御部 3 2 は、例えば、ドリル 3 3 の駆動本体 3 3 2 を制御することにより、ドリルビット 3 3 1 の回転速度等を制御してもよい。本発明において、ドリルビット 3 3 1 は、特に制限されないが、例えば、ドリルビット機能を備える特許第 5 8 7 7 5 0 8 号等の靱帯再建術用具等があげられ、その構造および使用方法等については、前記特許公報を援用できる。

40

#### 【0045】

ドリル装置 3 は、制御装置 1 からの前記ドリル制御情報に基づいて、制御部 3 2 により、例えば、ドリル 3 3 の進行の方向、角度、距離等が制御される。ドリル装置 3 は、前記ドリル制御情報に基づいて、ドリル 3 3 をフレキシブルに移動させるため、例えば、図 4 に示すように、駆動ユニット 3 4 にドリル 3 3 が配置されたロボット型の装置が好ましい。

50

## 【 0 0 4 6 】

図 5 に、駆動ユニット 3 4 の概略の一例を示す。駆動ユニット 3 4 は、いわゆるスチュワートプラットフォームであり、ベース 3 4 1 上に、独立して駆動する複数のアクチュエータ 3 4 2 が設置され、アクチュエータ 3 4 2 で一つのプレート 3 4 3 が支持され、アクチュエータ 3 4 2 の制御により、三次元空間内におけるプレート 3 4 3 の位置と傾きとが制御される。ドリル 3 3 は、使用時において、プレート 3 4 3 上に固定化される。このように、駆動ユニット 3 4 のプレート 3 4 3 上に、ドリル 3 3 を固定することによって、プレート 3 4 3 の制御を介して、ドリル 3 3 の位置および傾きを、任意に制御できる。駆動ユニット 3 4 は、例えば、図 5 に示すように、プレート 3 4 3 の上面とベース 3 4 1 の上面とが水平な状態を基準位置とした場合、 $x$  軸方向、 $y$  軸方向、および  $z$  軸方向への移動の制御、軸回転の制御を行うことができる。図 5 において、 $z$  軸方向は、上下方向であり、 $x$  軸方向は、プレート 3 4 3 の上面に固定したドリル 3 3 のドリルビット 3 3 1 の先端側の方向であり、 $y$  軸方向は、プレート 3 4 3 の上面と水平な方向であり、 $x$  方向および  $z$  方向に垂直な方向である。アクチュエータ 3 4 2 の数は、特に制限されず、一般的に 6 本であるが、フレキシブルな移動が可能である限り、6 本未満でも 6 本以上でもよい。

10

## 【 0 0 4 7 】

## ( 3 ) 三次元位置情報

本発明において、三次元位置情報とは、対象物の三次元空間における位置を示す情報であり、例えば、三次元空間における座標として表すことができる。前述のように、制御装置 1 の記憶部 1 0 には、三次元空間の定点に対する、固定された膝の三次元位置情報 1 0 8、前記定点に対する、セット位置におけるドリル装置のドリルの三次元位置情報 1 0 9 が記憶されている。

20

## 【 0 0 4 8 】

前記ドリリングシステムを使用する際、図 4 に示すように、手術室内において、患者は、手術台に仰向けで横たわり、患者の膝 4 は、例えば、固定具 5 等を利用し、曲がった状態で固定されている。制御装置 1、内視鏡装置 2 およびドリル装置 3 は、同様に、前記手術室内に配置されており、ドリル装置 3 は、前記固定された膝 4 に対して、所定のセット位置に配置されている。そして、制御装置 1 は、ドリル装置 3 および内視鏡装置 2 と、接続されている。

## 【 0 0 4 9 】

本実施形態においては、図 4 に示す点  $O$  を、三次元空間における定点  $O$  として設定する。具体的には、前記手術台の上面と、ドリル装置 3 の底面とを、同じ水平面に設定し、ドリル装置 3 の中心軸と前記水平面との交点を、定点  $O$  とする。定点  $O$  は、任意に設定でき、図 4 に示す定点  $O$  は、例示であり、本発明は、この例には何ら制限されない。

30

## 【 0 0 5 0 】

定点  $O$  が設定されると、さらに、定点  $O$  を通るドリル装置 3 の中心軸を  $Z$  軸、定点  $O$  を通る前記手術台の長手方向と平行な軸を  $X$  軸、定点  $O$  を通る前記  $Z$  軸と前記  $X$  軸とに直交する軸を  $Y$  軸、に設定できる。このように、定点  $O$  を基準とし、 $X$  軸、 $Y$  軸、および  $Z$  軸で規定される三次元空間が設定されると、前記三次元空間における様々な位置は、例えば、 $X$  軸、 $Y$  軸、 $Z$  軸の座標として表すことができる。つまり、定点  $O$  の設定により、前記三次元空間における対象部の座標が設定できるため、例えば、固定された膝 4 の座標が、膝 4 の三次元位置情報 1 0 8 となり、また、ドリル 3 3 の座標が、ドリル 3 3 の三次元位置情報 1 0 9 となる。制御装置 1 の記憶部 1 0 には、例えば、このようにして設定された膝 4 の三次元位置情報 1 0 8、およびドリル 3 3 の三次元位置情報 1 0 9 を、予め記憶できる。膝 4 の三次元位置情報 1 0 8 は、例えば、膝の内部構造に基づいて算出された膝関節の三次元位置情報でもよい。

40

## 【 0 0 5 1 】

前記手術室においては、例えば、前記手術台、膝の固定具 5、およびドリル装置 3 の位置を予め固定しておくことで、この固定した状態について設定された、膝 4 の三次元位置情報 1 0 8、およびドリル 3 3 の三次元位置情報 1 0 9 を、初期設定情報として記憶させ

50

てもよい。そして、例えば、患者の体格、各機器等の設置位置の変更に応じて、初期設定情報から変更した三次元位置情報を、新たな更新設定情報として記憶させてもよい。

【0052】

(4) 制御方法およびドリリング方法

つぎに、本実施形態のドリリングシステムを用いたドリリング方法について、より詳細に説明する。なお、本実施形態のドリリングシステムには、本実施形態の制御装置が含まれるため、本実施形態のドリリング方法において、あわせて本実施形態の制御方法についても説明する。

【0053】

図6に、本実施形態のドリリングシステムを用いたドリリング方法のフローチャートを示す。図6のフローチャートにおいて、A工程は、内視鏡装置1による工程であり、B工程は、制御装置10による工程であり、C工程は、ドリル装置3による工程である。このため、前記B工程は、例えば、本実施形態の制御装置を用いた制御方法のフローチャートと言える。

【0054】

前述のように、患者の膝4を固定し、各機器を所定の位置に設置する。医師は、内視鏡装置2を使用し、前記内視鏡の先端を膝の内部に挿入し、膝関節の画像を撮像する(A1工程)。前記内視鏡は、通常、膝4の膝蓋骨の下方の内側または外側から、膝4の内部に挿入される。前記ドリリングシステムにおいて、内視鏡装置2の撮像部21で撮像された膝関節の関節画像は、出力部22から制御装置1に出力される(A2工程)。

【0055】

そして、制御装置1は、画像入力部111により、内視鏡装置2からの前記関節画像を入力し(B1工程)、表示部13に、前記関節画像を表示する(B2工程)。

【0056】

医師は、表示部13に関節画像が表示されると、前記関節画像において、大腿骨と脛骨とを一直線に貫通させるための穿孔位置として、大腿骨の一部を前記第1穿孔位置として決定し、脛骨の一部を前記第2穿孔位置として決定し、これらを、制御装置1に入力する。前記大腿骨の第1穿孔位置および前記脛骨の第2穿孔位置の位置関係を、図7および図8の概略図に例示する。図7は、いずれも、左足の膝を曲げた状態の関節を、膝正面から表した膝関節の正面図であり、図8は、前記関節の内部を示す斜視図であり、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置の概略を示す模式図である。図7(A)は、膝関節の大腿骨41と脛骨42であり、円M1で囲んだ領域の大腿骨41表面が、前記第1穿孔位置であり、円M2で囲んだ領域の脛骨42の表面が、前記第2穿孔位置である。具体的に、図8に示すように、膝を曲げた状態において、大腿骨41と脛骨42とが対向する付近において、それぞれ、第1穿孔位置M1および第2穿孔位置M2とが、医師により決定される。

【0057】

医師は、決定した大腿骨の前記第1穿孔位置、および脛骨の前記第2穿孔位置を、制御装置1に入力する。医師の入力に伴い、制御装置1は、穿孔位置入力部112において、前記第1穿孔位置、前記第2穿孔位置を入力する(B3工程)。入力の方法は、特に制限されず、例えば、入力装置103として前記タッチパネルを用いた入力でもよいし、前記キーボードを用いた入力でもよい。前記タッチパネルの場合、表示部13に表示された前記関節画像について、前記第1穿孔位置および前記第2穿孔位置をタッチすることで、入力できる。前記キーボード入力の場合、例えば、表示部13に、前記関節画像とあわせて二次元座標を示し、前記関節画像における前記第1穿孔位置の二次元座標および前記第2穿孔位置の二次元座標を入力することもできる。

【0058】

制御装置1における制御情報算出部14は、前述のように、前記三次元空間における前記第1穿孔位置と前記第2穿孔位置とを通る仮想穿孔軌道を生成する(B4工程)。前記仮想穿孔軌道は、例えば、図8において、大腿骨41の第1穿孔位置M1と、脛骨42の

第 2 穿孔位置 M 2 とを通る線であり、前記仮想穿孔軌道にそって穿孔されれば、図 7 ( B ) に示すように、大腿骨 4 1 には、第 1 穿孔位置 M 1 を通る骨孔 H 1 が穿孔され、脛骨 4 2 には、第 2 穿孔位置 M 2 を通る骨孔 H 2 が穿孔され、骨孔 H 1 と骨孔 H 2 とは直線状の関係になる。

【 0 0 5 9 】

そして、膝 4 の三次元位置情報 1 0 8 およびドリル装置 3 の三次元位置情報 1 0 9 に基づいて、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリル 3 3 とのずれを、ドリル 3 3 の位置の制御情報として選出する ( B 5 工程 )。

【 0 0 6 0 】

前記仮想穿孔軌道と同一線上に、ドリル装置 3 のドリル 3 3 が位置すれば、ドリル装置 3 のドリル 3 3 を一軸方向に沿って進行させるのみで、大腿骨の前記第 1 穿孔位置および脛骨の前記第 2 穿孔位置の両方に穿孔できる。前述のように、ドリル 3 3 の進行方向は、一軸方向に沿っていればよく、前進のみでもよいし、前進と後進の両方であってもよい。前記制御情報は、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリル 3 3 のずれを含むため、この制御情報に基づけば、ずれを相殺する補正位置が設定できるため、前記セット位置から前記補正位置にドリル 3 3 を移動するようにドリル 3 装置を制御すれば、前述のような穿孔が可能となる。

10

【 0 0 6 1 】

前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリル 3 3 とのずれは、例えば、前述のように、例えば、前記仮想穿孔軌道の傾きと、前記セット位置のドリルの傾きとのずれ、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリルとの距離等である。前記距離としては、例えば、前記仮想穿孔軌道と前記ドリルの中心軸との距離、ドリル 3 3 の先端と前記第 1 穿孔部位との距離、ドリル 3 3 の先端と前記第 2 穿孔部位との距離等があげられる。

20

【 0 0 6 2 】

前記仮想穿孔軌道の生成は、特に制限されず、例えば、前記三次元空間において、前記第 1 穿孔位置の三次元座標と、前記第 2 穿孔位置の三次元座標とから、両者を通る軌道として生成できる。前記第 1 穿孔位置の三次元座標および前記第 2 穿孔位置の三次元座標は、例えば、前記入力された第 1 穿孔位置および第 2 穿孔位置の情報から、前記関節画像と、膝 4 の前記三次元位置情報とに基づいて、算出できる。すなわち、前記関節画像は、固定された膝 4 の内部の画像であることから、膝 4 の前記三次元位置情報に基づいて、前記関節画像の画像解析を行うことで、前記関節画像の三次元位置情報が設定できる。このため、前記関節画像の三次元位置情報に基づいて、前記第 1 穿孔位置の三次元座標および前記第 2 穿孔位置の三次元座標を決定できる。これは、前述のように、例えば、前記タッチパネル等により、前記関節画像上で直接、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置を特定し入力した場合でも、前記キーボード等により、前記関節画像における前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置を、二次元座標として特定し入力した場合でも、同様に三次元座標を決定できる。

30

【 0 0 6 3 】

このように、前記膝の三次元位置情報と前記関節画像に基づいて、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 先行位置の三次元位置情報が決定でき、また、ドリル 3 3 の前記三次元位置情報が記憶部 1 0 に記憶されていることから、例えば、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリル 3 3 とのずれを、三次元座標を利用して算出できる。前記ドリル制御情報は、例えば、さらに、大腿骨および脛骨の厚み情報等を含んでもよい。

40

【 0 0 6 4 】

そして、制御装置 1 の制御情報出力部 1 2 1 は、制御情報算出部 1 4 で算出した前記ドリル制御情報を、ドリル装置 3 に出力する ( B 6 工程 )。

【 0 0 6 5 】

つぎに、前記ドリリングシステムにおいて、ドリル装置 3 は、制御装置 1 の制御情報出力部 1 2 1 から出力されたドリル制御情報を、入力部 3 1 により入力する ( C 1 工程 )。そして、ドリル装置 3 の制御部 3 2 は、前記ドリル制御情報に基づいて、ドリル 3 3 の位

50

置を制御する（Ｃ２工程）。

【００６６】

前述のように、前記ドリル制御情報は、前記仮想穿孔軌道と前記セット位置のドリル３３とのずれに関する情報である。このため、前記ドリル制御情報に基づけば、前述のように、前記ずれを相殺する補正位置が設定できる。このため、ドリル装置３の制御部３２は、ドリル３３の位置を、例えば、前記セット位置から前記補正位置に移動するように制御することができる。このように、ドリル装置３におけるドリル３３の位置を、前記補正位置に移動させた後は、ドリル３３を回転させながら、前記仮想穿孔軌道と同一軸方向に沿ってドリル３３を進行させることによって、図７（Ｃ）に示すように、第１穿孔部位Ｍ１を通るように大腿骨４１を穿孔し、第２穿孔部位Ｍ２を通るように脛骨４２を穿孔できる。

10

【００６７】

ドリル３３の進行により大腿骨および脛骨のそれぞれに穿孔を行う際、ドリル３３の進行方向は、前述のように前記仮想穿孔軌道の一軸方向に沿っていればよく、大腿骨から穿孔を開始しても、脛骨から穿孔を開始してもよく、特に制限されない。ドリル３３を前記一軸方向に沿って一方向に進行させる場合、例えば、ドリル３３を大腿骨の外側から関節内部側に進行させ、大腿骨を穿孔し、そのまま進行させて、さらに、ドリル３３を脛骨の関節内部側から脛骨の外側に進行させ、脛骨を穿孔してもよい。また、反対に、例えば、ドリル３３を脛骨の外側から関節内部側に進行させ、脛骨を穿孔し、そのまま進行させて、さらに、ドリル３３を大腿骨の関節内部側から大腿骨の外側に進行させ、大腿骨を穿孔してもよい。

20

【００６８】

また、ドリル３３のドリルビット３３１が、特許５８７７５５０８号の靱帯再建術用具の場合は、例えば、以下のようにドリル３３を進行させることもできる。図７（Ｃ）において、ドリルビット３３１は、特許５８７７５５０８号の靱帯再建術用具の概略図であり、本体３３１ａ（錐本体ともいう）とリーマー３３１ｂとを含む。

【００６９】

ドリルビット３３１は、使用時において、まず、本体３３１ａの先端を、大腿骨４１の外側にあて、前記仮想穿孔軌道に沿って進行させていき、大腿骨４１を貫通させる。つぎに、例えば、内視鏡装置２が備える前記鉗子等を用いて、関節内部にリーマー３３１ｂを入れ、本体３３１ａの先端に、リーマー３３１ｂの中心孔を通してから、さらに、本体３３１ａを前進させ、脛骨４２を貫通させる。そして、関節内、具体的には大腿骨４１と脛骨４２との間隙に位置するリーマー３３１ｂを本体３３１ａに固定し、さらに本体３３１ａを前進させ、固定されたリーマー３３１ｂを脛骨４２に進行させる。これによって、脛骨４２の関節内部側の孔をリーマー３３１ｂで押し広げることができる。つぎに、本体３３１ａを後進させ、固定されたリーマー３３１ｂを大腿骨４１に進行させる。これによって、大腿骨４１の関節内部側の孔をリーマー３３１ｂで押し広げることができる。リーマー３３１ｂを大腿骨４１および脛骨４２に進行させる距離は、適宜設定できる。この形態の場合、ドリル３３は、前記一軸方向に沿って、前方だけでなく、後方にも進行するが、前述のように、一軸方向に沿った進行であり、一回のドリリングとなる。

30

40

【００７０】

一般に、骨の外側から関節内部に向かってドリルを進行させることを「順行性にドリルを進行させる」といい、関節の内部から骨の外側に向かってドリルを進行させることを「逆行性にドリルを進行させる」という。リーマー３３１ｂによる孔を押し広げるための穿孔は、例えば、大腿骨４１および脛骨４２のいずれも、逆行性のドリルの進行である。

【００７１】

本実施形態においては、前記手術室に、制御装置１、内視鏡装置２、およびドリル装置３が配置されている例をあげたが、これには制限されず、例えば、遠隔操作が可能な形態であってもよい。すなわち、例えば、前記手術室には、内視鏡装置２およびドリル装置３が配置され、前記手術室外に、制御装置１が配置され、内視鏡装置２およびドリル装置３

50



と、制御装置 1 とが、通信回線網を介して接続可能な形態であってもよい。この場合、前記手術室では、術者が、患者の膝に内視鏡装置 2 の内視鏡を挿入し、関節画像を撮像し、他方、遠隔の医師が、制御装置 1 の表示部 1 3 に表示された関節画像を見て、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置を入力してもよい。そして、制御装置 1 において前記ドリル制御情報が算出されると、通信回線網を介して、前記ドリル制御情報が、前記手術室のドリル装置 3 に送信され、前記ドリル制御情報に基づいて、ドリル装置 3 のドリル 3 3 の位置が制御される。

#### 【0072】

##### [実施形態 2]

本実施形態は、前記ドリリングシステムが、さらにプローブ装置を含む形態である。本実施形態は、前記プローブ装置を含む以外は、特に制限されず、前記実施形態 1 の記載を援用できる。

10

#### 【0073】

図 9 は、本実施形態のドリリングシステムの一例を示すブロック図である。また、図 10 は、本実施形態のドリリングシステムを使用する際における、固定された患者の膝 4 と、ドリル装置 3 と、プローブ装置 6 との位置関係を示す概略図であり、内視鏡装置 2 および制御装置 1 については、図示していない。

#### 【0074】

プローブ装置 6 は、制御装置 1 と接続可能であり、プローブ 6 1 と出力部 6 2 とを含む。プローブ 6 1 は、対象物の表面を指示できればよく、具体的には、体内の膝関節に挿入され、前記大腿骨の一部および前記脛骨の一部を指示できればよい。また、出力部 6 2 は、プローブ 6 1 によりユーザが選択した、前記大腿骨の一部への指示点および前記脛骨の一部への指示点を、制御装置 1 に出力できればよい。

20

#### 【0075】

プローブ装置 6 の構成は、特に制限されず、一般的なプローブ装置が備える構成があげられる。プローブ装置 6 は、例えば、アーム 6 3 の先端にプローブ 6 1 を有し、アーム 6 3 の複数のジョイントには、回転角度センサ 6 4 a ~ 6 4 d (例えば、ロータリーエンコーダー等)を備える。回転角度センサ 6 4 により、例えば、各ジョイントにおける回転角度に対応するシグナルが取得されるため、各ジョイントにおけるシグナルと、アームの長さまたはジョイント間の長さに基づいて、アーム 6 3 先端に配置されたプローブ 6 1 先端の三次元位置情報を得ることができる。プローブ 6 1 先端の三次元位置情報が、例えば、対象物に対する指示点の三次元位置情報となる。前記三次元位置情報は、前述のように、例えば、三次元空間における座標として表すことができる。

30

#### 【0076】

前記ドリリングシステムの使用時において、医師は、例えば、前述のように、内視鏡装置 2 の内視鏡を膝関節内に挿入して、膝関節を撮像し、制御装置 1 の表示部 1 3 に表示された膝関節の関節画像を見ながら、プローブ装置 6 のプローブ 6 1 を膝関節内に挿入し、前記大腿骨および脛骨の目的の位置を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として、プローブ 6 1 の先端で指示する。プローブ装置 6 は、医師がプローブ 6 1 により指示した大腿骨の指示点および脛骨の指示点を、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置として、制御装置 1 に出力する。

40

#### 【0077】

一方、制御装置 1 は、記憶部 1 0 において、予め、前記定点 (例えば、定点 O) に対する、セット位置におけるプローブ装置 6 のプローブ 6 1 の三次元位置情報を記憶しておく。そして、制御装置 1 は、プローブ装置 6 から出力された前記第 1 穿孔位置情報および前記第 2 穿孔位置情報を入力し、前記プローブの三次元位置情報に基づいて、前記定点に対する、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置情報を算出する。

#### 【0078】

前記ドリリングシステムにおいて、プローブ装置 6 は、例えば、前記第 1 穿孔位置および前記第 2 穿孔位置の他に、ドリリングにおいて参照できる位置についても、指示点の情

50

報を取得し、制御装置 1 に出力してもよい。

【 0 0 7 9 】

プローブ装置 6 は、例えば、内視鏡装置 2 と別個の装置でもよいし、内視鏡装置 2 と一体となった装置でもよい。後者の場合、前述のように、内視鏡装置 2 の前記挿入部の先端領域に、前記プローブが収容され、前記挿入部の先端のチャンネルから、前記プローブを導出した形態でもよい。

【 0 0 8 0 】

[ 実施形態 3 ]

本発明の実施形態 3 によるプログラムは、前記本発明の制御方法またはドリリング方法を、コンピュータ上で実行可能なプログラムである。または、本実施形態のプログラムは、例えば、コンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されてもよい。前記記録媒体としては、特に限定されず、例えば、前述のような記憶媒体等があげられる。

10

【 0 0 8 1 】

以上、実施形態を参照して本願発明を説明したが、本願発明は、上記実施形態に限定されるものではない。本願発明の構成や詳細には、本願発明のスコープ内で当業者が理解し得る様々な変更をすることができる。

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 8 2 】

前述のように、本発明によれば、簡便な操作でドリル装置の制御が可能であり、このため、例えば、経験が浅い医師であっても、膝関節における骨孔作製が可能となる。また、本発明によれば、例えば、ドリル装置の自動制御、骨孔作製におけるドリリングの自動化も可能である。

20

【 符号の説明 】

【 0 0 8 3 】

- 1 制御装置
- 1 0 記憶部
- 1 1 入力部
- 1 1 1 画像入力部
- 1 1 2 穿孔位置入力部
- 1 2 出力部
- 1 2 1 制御情報出力部
- 1 3 表示部
- 1 4 制御情報算出部
- 1 0 0 C P U
- 1 0 1 メモリ
- 1 0 2 バス
- 1 0 3 入力装置
- 1 0 4 ディスプレイ
- 1 0 5 通信デバイス
- 1 0 6 記憶装置
- 1 0 7 プログラム
- 1 0 8 膝関節三次元位置情報
- 1 0 9 ドリル三次元位置情報
- 2 内視鏡装置
- 2 1 撮像部
- 2 2 出力部
- 3 ドリル装置
- 3 1 入力部
- 3 2 制御部
- 3 3 ドリル

30

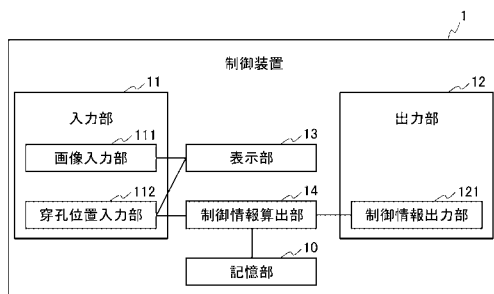
40

50

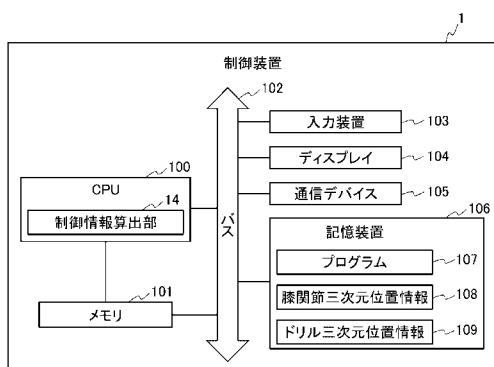
- 3 3 1 ドリルビット（ブレード）
- 3 3 2 駆動本体
- 3 4 駆動ユニット
- 3 4 1 ベース
- 3 4 2 アクチュエータ
- 3 4 3 プレート
- 4 膝
- 4 1 大腿骨
- 4 2 脛骨
- 6 プロブ装置
- 6 1 プロブ
- 6 2 出力部
- 6 3 アーム
- 6 4 回転角度センサ

10

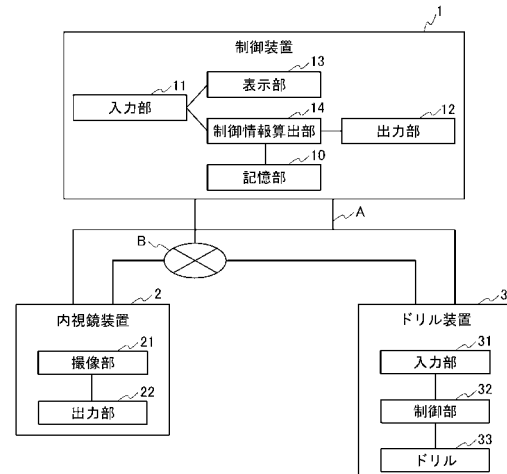
【図 1】



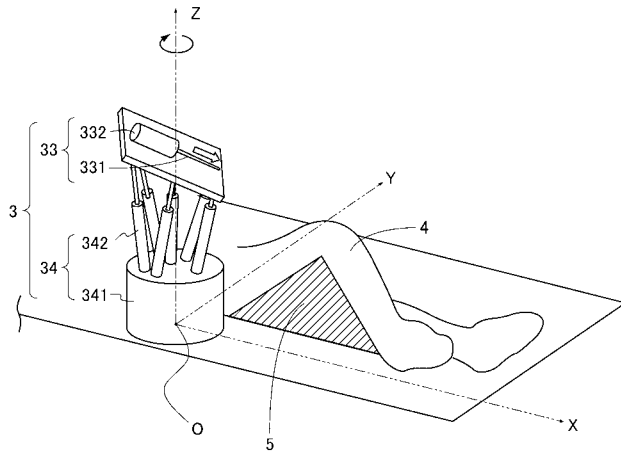
【図 2】



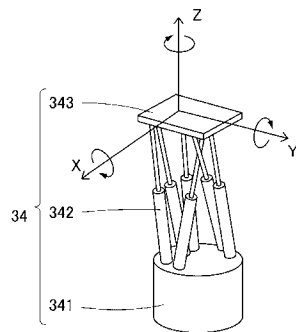
【図 3】



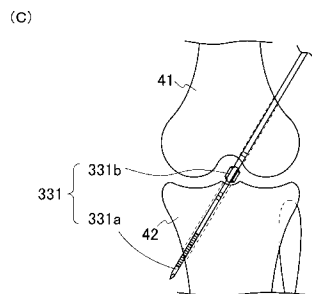
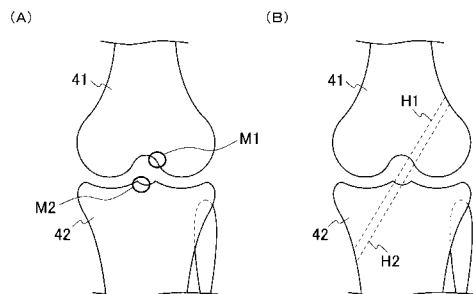
【図 4】



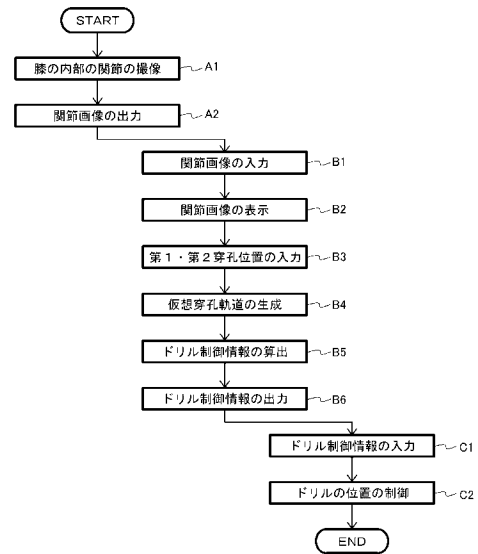
【図 5】



【図 7】



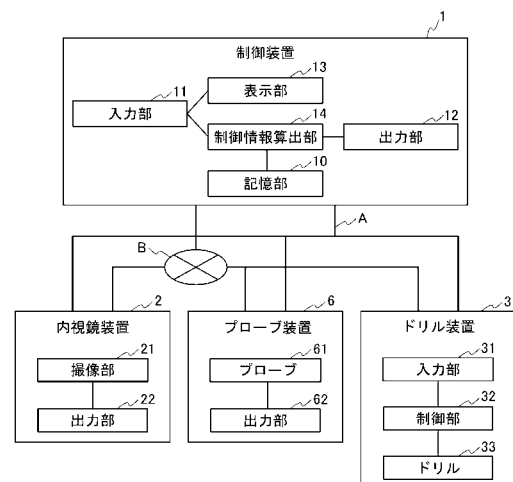
【図 6】



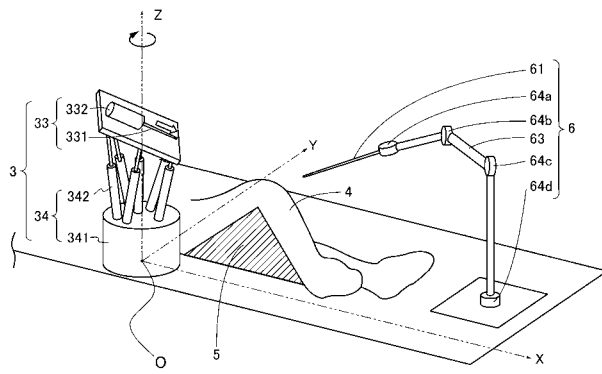
【図 8】



【図 9】



【図 10】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 山本 智規  
愛媛県松山市文京町 3 番 国立大学法人愛媛大学社会共創学部内
- (72)発明者 高橋 学  
愛媛県松山市文京町 3 番 国立大学法人愛媛大学社会共創学部内
- (72)発明者 柴田 論  
愛媛県松山市文京町 3 番 国立大学法人愛媛大学大学院理工学研究科内
- F ターム(参考) 4C160 LL09 LL28 LL30  
4C161 AA25 HH51 SS21 WW04 WW13

专利名称(译)	骨孔钻的控制装置及控制方法		
公开(公告)号	<a href="#">JP2020043902A</a>	公开(公告)日	2020-03-26
申请号	JP2018172580	申请日	2018-09-14
[标]申请(专利权)人(译)	国立大学法人爱媛大学		
申请(专利权)人(译)	国立大学法人爱媛大学		
[标]发明人	高橋敏明 山本智規 高橋学 柴田論		
发明人	高橋 敏明 山本 智規 高橋 学 柴田 論		
IPC分类号	A61B17/16 A61B1/317 A61B1/00 A61B17/56 A61B34/30		
FI分类号	A61B17/16 A61B1/317 A61B1/00.551 A61B17/56 A61B34/30		
F-TERM分类号	4C160/LL09 4C160/LL28 4C160/LL30 4C161/AA25 4C161/HH51 4C161/SS21 4C161/WW04 4C161/WW13		
代理人(译)	TsujiMaru 一郎		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

要解决的问题:提供一种能够自动进行钻头钻孔的钻头控制装置和钻孔系统。存储单元在三维空间中存储相对于固定点的固定膝盖的三维位置信息,并在设置位置存储钻头的三维位置信息,图像输入单元存储在固定膝盖内部的三维位置信息。输入关节图像,显示单元显示关节图像,并且穿孔位置输入单元使关节图像中的股骨的一部分和胫骨的一部分成为股骨的第一穿孔位置和胫骨的第一部分。如图2所示,控制信息计算单元在三维空间中输入作为钻削位置,以生成经过第一钻削位置和第二钻削位置的虚拟钻削轨迹,膝关节和第三级的三维位置信息。基于原始位置信息,将虚拟钻探轨迹与设定位置的钻头之间的偏差计算为用于控制钻头位置的钻头控制信息,并且控制信息输出单元将钻头控制信息输出到钻头装置。它的特点是做到。[选型图]图1

