

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4802100号
(P4802100)

(45) 発行日 平成23年10月26日(2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月12日(2011.8.12)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 17/56 (2006.01)
A 6 1 B 19/00 (2006.01)A 6 1 B 17/56
A 6 1 B 19/00 502

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2006-531015 (P2006-531015)
 (86) (22) 出願日 平成16年10月5日 (2004.10.5)
 (65) 公表番号 特表2007-507279 (P2007-507279A)
 (43) 公表日 平成19年3月29日 (2007.3.29)
 (86) 國際出願番号 PCT/IL2004/000919
 (87) 國際公開番号 WO2005/032325
 (87) 國際公開日 平成17年4月14日 (2005.4.14)
 審査請求日 平成19年10月1日 (2007.10.1)
 (31) 優先権主張番号 60/508,288
 (32) 優先日 平成15年10月6日 (2003.10.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 504464047
 メイザー サージカル テクノロジーズ
 リミテッド
 イスラエル 38900 カエサリア ピ
 ーオーボックス 3104 ハエシェル
 ストリート 7
 (74) 代理人 100070024
 弁理士 松永 宣行
 (72) 発明者 ショハム、モシエ
 イスラエル 17915 エムビーハモヴ
 イル ホシャヤ バイト 110
 (72) 発明者 シルバースタイン、ボリス
 イスラエル 34750 ハイファ シェ
 インキン ストリート 34

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】脊椎固定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

患者の脊椎の複数の椎骨の手術に用いる装置であって、
 前記脊椎に取り付けられた、前記脊椎にほぼ平行なブリッジと、
 前記ブリッジに該ブリッジの長さ方向に移動可能に取り付けられ、前記椎骨を手術する
 外科用ロボットとを含み、
 前記ブリッジは、前記脊椎の動きが該脊椎に対する前記外科用ロボットの位置に影響を
 及ぼさないように前記脊椎の動きに伴って動き、

前記ブリッジは、前記外科用ロボットが1つのレジストレーション工程で前記椎骨を手
 術できるように、前記ブリッジの前記長さ方向に間隔を置かれた、前記外科用ロボットを
 配置するための複数の予め決められた位置を有する、手術装置。

【請求項2】

前記ブリッジに前記外科用ロボットを取り付ける移動可能な滑動キャリッジを含み、前
 記ブリッジに対する前記滑動キャリッジの位置の調整は複数の椎骨に対する手術を可能に
 する、請求項1に記載の手術装置。

【請求項3】

前記ブリッジは、前記患者の脊椎の椎骨、頭蓋骨及び骨盤のいずれかに取り付けられて
 いる、請求項1又は2に記載の手術装置。

【請求項4】

前記ブリッジは、骨クランプ又は少なくとも1つのK-ワイヤにより前記脊椎に取り付

けられている、請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の手術装置。

【請求項 5】

コンピュータ支援手術システムと連携するナビゲーション用位置プローブを含み、前記ブリッジの位置及び前記椎骨の位置のそれぞれは前記コンピュータ支援手術システムに知らされる、請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の手術装置。

【請求項 6】

患者の脊椎の複数の椎骨の手術に用いる装置であって、

前記脊椎に取り付けられた第 1 の脊椎ブリッジセクション及び一端部が該第 1 の脊椎ブリッジセクションに取り付けられ、他端部が前記患者の骨盤又は頭蓋骨に取り付けられた第 2 の脊椎ブリッジセクションを備える、前記脊椎にほぼ平行なブリッジと、

10

前記ブリッジに該ブリッジの長さ方向に移動可能に取り付けられ、前記椎骨を手術する外科用ロボットとを含み、

前記ブリッジは、前記脊椎の動きが該脊椎に対する前記外科用ロボットの位置に影響を及ぼさないように前記脊椎の動きに伴って動き、

前記第 1 の脊椎ブリッジセクション及び前記第 2 の脊椎ブリッジセクションの少なくとも一方は、前記外科用ロボットが 1 つのレジストレーション工程で前記椎骨を手術できるように、前記ブリッジの前記長さ方向に間隔を置かれた、前記外科用ロボットを配置するための複数の予め決められた位置を有する、手術装置。

【請求項 7】

前記第 2 の脊椎ブリッジセクションは 2 つの脊椎ブリッジセクションを有し、該脊椎ブリッジセクションの一方は前記患者の骨盤に取り付けられ、他方は前記患者の頭蓋骨に取り付けられ、前記ブリッジは前記脊椎の全体に亘って該脊椎の近傍に配置されている、請求項 6 に記載の手術装置。

20

【請求項 8】

前記ブリッジは、腰部ブリッジセクションと、頸部ブリッジセクションと、少なくとも 1 つの胸部ブリッジセクションとを備える、請求項 7 に記載の手術装置。

【請求項 9】

前記第 1 の脊椎ブリッジセクション及び前記第 2 の脊椎ブリッジセクションの少なくとも一方に前記外科用ロボットを取り付ける移動可能な滑動キャリッジを含み、前記ブリッジに対する前記滑動キャリッジの位置の調整は複数の椎骨に対する手術を可能にする、請求項 6 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の手術装置。

30

【請求項 10】

コンピュータ支援手術システムと連携するナビゲーション用位置プローブを含み、前記ブリッジの位置及び前記椎骨の位置のそれぞれは前記コンピュータ支援手術システムに知らされる、請求項 6 ないし 9 のいずれか 1 項に記載の手術装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、単一の手順で複数の椎骨についての外科手術を容易に行うための装置及び方法の分野に関し、特に、前記手順のロボットによる実施、コンピュータ支援技術又は手作業によるフレーム整列 (frame-aligned) 外科手術を用いる装置及び方法の分野に関する。

40

【背景技術】

【0002】

従来の外科手術では、外科医は、自分の手及び手術器具を正しく配置するために自分の視覚及び触覚を用いて臓器を手術する。しかし、コンピュータ支援手術 (CAS) では、手術器具の動きは術前の計画によって決定されるのが一般的で、実際の手術位置は術前の X 線、CT、MRI その他の画像を用いて前もって計画される。しかし手術の際、一般的に、患者の座標系と、前記手術器具の位置と、術前計画によって提供されるデータとを相互に参照することによって、この計画情報を手術部位に移す必要がある。これは、レジス

50

トレーション作業として知られている。

【0003】

しがたって、ナビゲーション／ロボットシステムに対する患者の位置についての正確な情報をコンピュータに提供することが重要である。これは、現在の C A S 装置では、手術が施される身体の部分を前記レジストレーション工程の後、固定位置に保持することか、手術が施される身体の部分とともに移動して、専用追尾ソフトウェアにより望ましくない動きを補償する、動的参照装置を取り付けることかによって達成される。

【0004】

脊椎外科の C A S 作業では、該作業が 2 個又は 3 個以上の椎骨について施される場合には、従来技術によれば、脊椎の異なる領域の間か、異なる椎骨間かでの相対的な動きが検出及び補償可能なように、動的参照センサーを脊椎の各レベルか又は各椎骨に固定する必要がある。代替的には、明確に定められた位置を確保するために、手術予定の全ての椎骨が静止フレーム (stationary frame) に固定される。これらの選択肢の両方とも複雑で不便な作業である。

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、単一の装置によって単一の作業で複数の椎骨について C A S を実行できる方法を提供することに重要な必要性がある。

【0006】

20

さらに、脊椎湾曲に関する病状を矯正又は治療するために外科手術が施されるときには、従来技術の方法によれば、外科医は、背中の異なるレベルの椎骨の位置を推定するために視覚的手段を用いるのが一般的である。かかる視覚的推定は、手術器具の手作業による操作に基づくものであれ、その C A S による案内に基づくものであれ、不正確である可能性があり、外科医の技量に大きく依存する。したがって、脊椎の全長にわたって椎骨の相対位置についての情報を外科医に提供する参考方法を提供する必要性がある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

発明の概要

本発明のさまざまな好ましい実施態様によると、新規なフレーム装置が提供され、該フレーム装置は、複数の椎骨を前記フレームに対して一義的に定められる位置にまとめて固定するのに使用される。かかる固定は、以下の 2 つの脊椎外科の用途に特に有用である。

30

【0008】

(i) 手術される椎骨に対する外科医の器具の相対位置を追跡するために、手作業による (manual) ナビゲーションと追尾システムとを使うことか、予めプログラムされたロボットを使って手術を行うことかのいずれかにより、1 つの作業で複数の椎骨について施される、コンピュータ支援外科手術用の参考フレームとしての用途。

【0009】

(i i) 脊椎の大部分又は脊椎全体の整列のための参考位置を提供することが必要なときに、患者の脊椎の全長か、その大部分かに沿った位置で手術作業を行うための参考フレームとしての用途。

40

【0010】

本発明の第 1 の好ましい実施態様によると、複数の椎骨をまとめて固定して、これらの椎骨の全てについて単一の参考フレームを作る、参考ブリッジが提供される。このブリッジは、脊椎の上で固定され、前記椎骨に対して固定されるが、空間的に一体として移動でき、脊椎の動きは手術台に対する相対的なものである点で、従来技術の脊椎固定装置とは異なる。動的な参考センサーか、超小型ロボットか、機械的デジタイザとして作動する受動的な測定アームかが、この参考ブリッジに取り付け可能で、関係のある各椎骨は前記ブリッジに固定されるため、単一のレジストレーション作業が、術前の C T 又は M R I 画像、術中の X 線透視画像その他のいずれであるかに関係なく、手術計画環境に対する各椎骨

50

及び前記フレーム自体の相対位置及び配向を定めるのに使用可能である。したがって、これは、各椎骨を個別にレジストレーションすることか、手術台に対して全ての椎骨を固定することかのいずれかの従来技術の必要性をなくす。

【0011】

前記参照ブリッジは限られた数の椎骨にだけ固定されるのが一般的であるので、前記ブリッジに何らかの手段で固定された椎骨だけが該ブリッジに対して積極的に定められた位置を有するものと考えられる。しかし、隣接する椎骨間で許容される相対的な動きは小さいので、前記ブリッジに固定された椎骨の隣又は近傍にある固定されない椎骨であっても、前記ブリッジに対して十分明確に定められた位置を有すると考えられる場合がある。実施されるべき手術作業で要求される精度が、かかる固定されない「近隣の椎骨」の位置が十分正確に知られるべき程度を決定する。

10

【0012】

本明細書及び請求の範囲で用いられる、「脊椎の上」、「椎骨の上」その他これらに類する用語は、絶対空間での位置を定めることを意図するのではなく、脊椎又は椎骨に対する一般的な相対的位置を示すことを意図するものである。脊椎外科の作業を行うための通常の体位は背臥位であるから、「上」という用語はこの一般的な配置を説明するために用いられるが、互いに垂直な相対位置の使用に本発明を限定することを意図するものではない。

【0013】

椎骨は、相対的な位置がわかると、ナビゲーションシステムか、骨又はブリッジに取り付けられたロボットかのいずれかを使うことによって、正確に手術できる。骨又はブリッジに取り付けられたロボットが有利な実施態様であるが、それは、椎骨又はブリッジのいずれかに対する前記ロボットの位置がわかるため、この実施態様は椎骨が環境に対してどこにあるかを知る必要性がないからである。

20

【0014】

本発明の別の好ましい実施態様によると、ブリッジはブリッジの外部にあるナビゲーションシステムと併用され、該ナビゲーションシステムでは、各椎骨の他の椎骨に対する相対的な参照位置がわかるだけでなく、各椎骨の絶対空間での参照位置もわかり、それによつて、前記外部ナビゲーションシステムに対する相対的な参照位置もわかるることをブリッジが担保する。

30

【0015】

上記の用途 (i) のために用いられるとき、これらの好ましい実施態様によるブリッジは、該ブリッジに対して一般的に隣接するか、あるいは、近傍に配置された複数の椎骨の位置を固定するために機能する。上記の用途 (ii) のために用いられるとき、前記ブリッジは骨盤から頭蓋骨まで、最大の形状 (configuration) に伸びる長いフレームの形をとることが好ましく、頭蓋骨及び骨盤と、頭蓋骨及び骨盤の間の選択された複数の椎骨の点とで固定されることが好ましい。本発明のさらに好ましい実施態様によれば、前記長いフレームのブリッジは、脊椎の全長にわたって伸びない場合には、頭蓋骨から胸のレベルまでか、骨盤から頸椎レベルの底部までかのような、少なくとも脊椎の大部分にわたって伸びる場合がある。前記長いフレームの実施態様のいずれにおいても、ブリッジは複数の部分に分かれていることが好ましく、脊椎の胸部セクションをほぼカバーする少なくとも 1 個の中央セクションと、腰部領域をカバーする下部セクションと、頸部セクションをカバーする上部セクションとに分かれていることが好ましい。

40

【0016】

本発明が有利に適用できる徴候が複数あるが、かかる徴候は、以下のとおり、適用される脊椎の領域ごとに列挙される。

【0017】

A. 頸部領域の外科的徴候

1. 環軸椎不定症 (Atlantoaxial Instability)、(C1 - C2 損傷)、経関節 C1 - C2 スクリュー固定の Magel 1 法。

50

2. 虚脱した神経孔内に出て行く神経根が捕捉するために発症する神経根障害 (Radiculopathy)

3. 頸椎分節不安定性 (segmental cervical spine instability) を原因とする椎骨動脈症候群 (Syndrom a vertebralis)

4. 椎体骨折

5. 隣接椎体癒着を伴う椎体腫瘍 (Spinal vertebral body tumor with adjacent vertebral body fusion)

6. 頸椎不安定症候群を伴う減圧手術の失敗 (椎弓切除術後状態 (status post laminectomy))

10

【0018】

B. 胸腰部領域の外科的徴候

1. 物理的要因による腰痛

2. 虚脱した神経孔内に出て行く神経根が捕捉するために発症する神経根障害 (Radiculopathy)

3. 脊椎すべり症

4. 椎体骨折

5. 隣接椎体癒着を伴う椎体腫瘍 (Spinal vertebral body tumor with adjacent vertebral body fusion)

6. 以前の癒着不全 (Failed previous fusion、偽関節)

20

7. 胸椎不安定症候群を伴う減圧手術の失敗

8. 脊柱側湾症の矯正

【0019】

したがって、患者の脊椎の椎骨での外科手術に用いられるブリッジが本発明の実施態様によって提供され、該ブリッジは、(i)一方の端を患者の脊椎の第1の椎骨に取り付けるための第1の支持部材と、(ii)一方の端を患者の第2の骨に取り付けるための少なくとも第2の支持部材と、(iii)患者に取り付けられる前記支持部材の端から隔たった位置で第1及び第2の支持部材に取り付けられる交差部材とを含み、該交差部材は患者の脊椎の近傍に位置する。患者の第2の骨は、患者の第2の椎骨か、頭蓋骨か、骨盤かであることが好ましい場合がある。本発明の上記の実施態様のいずれにおいても、ブリッジは、患者の脊椎の動きに伴って自由に動くことができることが望ましい。さらに、上記の実施態様のいずれにおいても、第1の支持部材は骨クランプによって患者の脊椎の第1の椎骨に取り付けられるか、第1の支持部材はKワイヤかの場合がある。

30

【0020】

さらなる好ましい実施態様によると、前記ブリッジは、前記交差部材を少なくとも1個の追加の脊椎の椎骨に取り付けるための少なくとも1個の追加の支持構成要素を含む場合もあり、第1の椎骨と、第2の骨と、前記少なくとも1個の追加の椎骨とは前記ブリッジに対する相対位置が固定される。前記少なくとも1個の追加の支持構成要素は好ましくはKワイヤの場合がある。

【0021】

本発明のさらに別の好ましい実施態様によると、前記ブリッジにおいて、前記交差部材は外科用ロボットを搭載するように適合され、該ロボットは椎骨の少なくとも1個について手術作業を施すことができる事が好ましい場合がある。好ましくは、前記外科用ロボットは、前記交差部材の複数の予め定められた位置のいずれかに搭載可能で、該ロボットが前記複数の椎骨に手術作業を施すことが可能である。かかる場合に、前記ロボットは単一のレジストレーション工程で複数の椎骨にこれらの手術作業を施すことができる事が好ましい。代替的には、外科用ロボットは、前記椎骨の少なくとも1個について手術作業を施すことができるよう、前記椎骨の少なくとも1個に取り付けられる場合がある事が好ましい。これらの手術作業は、単一のレジストレーション工程で複数の椎骨について実行できる事が好ましい。

40

50

【0022】

本発明のさらに別の好ましい実施態様によると、前記ブリッジは、前記ブリッジ及び椎骨の位置がコンピュータ支援外科システムにわかるように、該システムと連携するナビゲーション位置プローブを備える場合がある。

【0023】

患者の脊椎外科用のブリッジ組立体が、さらに別の本発明の好ましい実施態様にしたがつて提供され、該ブリッジ組立体は、(i)少なくとも2個の支持部材と、該支持部材を連結する交差部材とを含み、前記支持部材のそれぞれが脊椎の1個の椎骨に取り付けられ、前記交差部材は前記支持部材が椎骨に取り付けられる端から隔たった位置で前記支持部材に取り付けられる、第1の脊椎ブリッジセクションと、(ii)少なくとも第1の脊椎ブリッジセクションに取り付けられる第1の端と、支持部材によって患者の骨盤構造か、頭蓋骨かのいずれかに取り付けられる第2の端との2つの端を有する少なくとも1個の第2の脊椎ブリッジセクションとを含み、前記支持部材は、前記ブリッジ組立体が前記脊椎の椎骨の近傍に位置するように配置される。本発明のさらに別の好ましい実施態様によると、かかるブリッジ組立体では、前記少なくとも1個の第2の脊椎ブリッジセクションは、2個の脊椎ブリッジセクションを含み、一方は第2の端で患者の骨盤構造に取り付けられ、他方は第2の端で患者の頭蓋骨に取り付けられて、前記ブリッジ組立体が脊椎の全長にわたって椎骨の近傍に配置される場合がある。かかる場合には、前記ブリッジは、胸部セクションと、頸部セクションと、少なくとも1個の胸部ブリッジセクションとを含む。本発明の前記実施態様のいずれにおいても、前記ブリッジ組立体は、患者の脊椎の動きに伴って自由に動くことが好ましい。

10

【0024】

本発明のさらに別の好ましい実施態様によると、前記ブリッジ組立体では、前記ブリッジセクションは外科用ロボットを搭載するように適合され、該ロボットが前記椎骨の少なくとも1個に手術作業を施すことができる事が好ましい場合がある。好ましくは、前記外科用ロボットは、該ロボットが前記複数の椎骨に手術作業を施すことができるよう、前記ブリッジ組立体のブリッジセクションに沿った複数の予め定められた位置のいずれかに搭載できる。かかる場合には、前記ロボットは単一のレジストレーション工程で複数の椎骨にこれらの手術作業を行うことができる事が好ましい。代替的には、外科用ロボットは、該ロボットが少なくとも1個の椎骨に手術作業を施すことができるよう、椎骨の1つに取り付けられる場合があることが好ましい。これらの手術作業は、単一のレジストレーション工程で複数の椎骨について実施できることが好ましい。

20

【0025】

本発明のさらに別の好ましい実施態様によると、前記ブリッジ組立体は、前記ブリッジ組立体及び椎骨の位置がコンピュータ支援外科システムにわかるように該システムと連携するナビゲーション位置プローブを備える場合がある。

30

【0026】

本明細書のこの項目及び他の項目で言及される文献の開示内容はその全体が引用により本明細書に取り込まれる。

40

【0027】

患者の脊椎全体のモデルの概念図である図1を参照して、患者の脊椎10に施す手術作業を容易にするために本発明のさまざまな好ましい実施態様に従って構築及び作動する、2個の参照ブリッジを示す。図1は、前述の用途(i)で言及された第1の参照ブリッジ12と、前述の用途(ii)で言及された第2の参照ブリッジ組立体とを示し、第1の参照ブリッジ12は単一の作業で複数の椎骨の治療を可能にするために複数の腰椎骨を連結し、第2の参照ブリッジ組立体は、頭蓋骨20及び骨盤22とともに、脊椎の全長に沿った複数の椎骨18に連結されるのが好ましい。図示される2個のブリッジは、互いの間では相対的な動きのない一体の連結したシステムとして用いられるか、あるいは、分離して独立に動くように用いられるかのいずれかであるのが一般的である。これらの実施態様のそれぞれが以下の図で説明される。

50

【0028】

患者の脊椎の腰部セクションの概念図である図2を参照して、本発明の第1の好ましい実施態様に従った、複数の腰椎骨をいっしょに連結するブリッジを示す。本実施態様は腰椎骨に関して例示されるが、背中のどのレベルの椎骨のグループにでも適用できることを理解すべきである。図に示された好ましい実施態様では、参考孔32を有する交差部材30と、2個の垂直支持アーム34とを含むブリッジ12が、4個の隣接する椎骨14の棘突起に連結される。実際の患者に適用されるとき、取り付ける作業は、患者の皮膚及び背中の組織の小さな切開（いずれの図にも示されない）を通しての侵襲が最小限になるよう実施されるのが好ましい。本発明の例示される実施態様のほとんどでは交差部材30は単純な平坦な構成要素として示されるが、レール、角度のついた輪郭形状、二重の細片（double strips）のようないかなる他の好ましい形状の場合もありうることを理解すべきであり、本発明で特許請求の範囲に記載される交差部材という用語はこのように理解されるべきである。2つの好ましい取り付け方法が図2に示され、支持アーム34はクランプ36によって外側の対の椎骨の棘突起上に取り付けられるのが好ましく、内側の椎骨は対応する棘突起に1.5-2mmのK-ワイヤで交差部材30に連結されるのが好ましい。10

【0029】

前記ブリッジが治療されるために前記椎骨に取り付けられると、交差部材30は脊椎の近傍で脊椎の上に配置されるプラットホームを構成し、該プラットホームは連結される各椎骨に対して位置が固定され、前記椎骨とともに絶対空間で動く。以上に説明したとおり、当業者に予備的レジストレーションとして知られる作業は、動的参照センサーか、機械的デジタイザとして作動する受動的な測定アームかによって、前記フレーム自体に対する前記椎骨のそれぞれの相対位置及び配向を定めるために実施される場合がある。この作業が実施されると、前記椎骨のそれぞれの前記ブリッジに対する相対位置がわかり、適当なレジストレーション前の基準（fiducial points）が用いられる場合には、術前のCT又はMRI画像、術中のX線透視画像その他の画像のいずれかの手術計画環境に対する前記ブリッジ自体の相対位置がわかる。本実施態様のブリッジの1つの好ましい使用方法によると、本発明の発明者の1人が特許査定を受け、引用によりその全体が本明細書に取り込まれる、特許文献1に説明されるような超小型外科用ロボットが1個又は2個以上の参考孔32に取り付けられる場合がある。その後、超小型ロボットが前記レジストレーション情報をを利用して、椎骨に順番に作業する間に患者が動くか否かにかかわらず、前記椎骨のそれぞれに順番にねじ穴をドリルすることのような、正確に定位された作業を施すことができる。したがって、これは、椎骨がそれぞれ独立にレジストレーションされ手術されるか、あるいは、術前に連結される場合には、連結された椎骨が動かないようにするために、患者が手術台に対して固定されるか、といういずれかの先行技術と比べると、より便利で快適にかかる作業を施すことができる。20

【特許文献1】米国特許出願第09/912,687号明細書

【0030】

別の好ましい手順によると、手術は外科医が、手持ち式の器具と、該器具の前記ブリッジ及び各椎骨に対する位置を関連づけるために用いられる外部追尾を用いて実施される場合がある。40

【0031】

患者の脊椎の腰部セクションの概念図である図3を参照して、図2の実施態様のブリッジと類似の機能を有するが、本発明の別の好ましい実施態様に従って構築され作動されるブリッジを示す。図2の特徴と共通する特徴には同じ参照符号で標識される。図3に示すブリッジは、図2に示すブリッジとは、該ブリッジの交差部材40は、図6及び7に示されるタイプの超小型外科用ロボット46の基部48の取り付け孔に適合するように配置される取り付け孔44を有する、一連の平坦面42がある。前記ロボットは、前記ブリッジの中央位置に取り付けられる準備ができた状態で図3に示される。かかる好ましい取り付け方法は、前記レジストレーションの精度を維持しつつ、前記ロボットを必要なときにあ50

る位置から別の位置に動かすことを特に簡単にする。図3に示されるロボットは作業プラットホーム50に手術器具を何も取り付けられていない状態で示されるが、特許文献1に説明されるようないずれかのかかる器具が取り付けられるのが好ましい場合があるものと理解されるべきである。

【0032】

図3のブリッジは、該ブリッジの中央がクランプによって取り付けられ、外側の端が外側の椎骨の棘突起に取り付けられるK-ワイヤによって取り付けられるという、別の好ましい椎骨への取り付け方法を示す。

【0033】

本発明の別の好ましい実施態様による脊椎全体のブリッジの構築及び動作の詳細を説明するため、図1を再び参照する。本実施態様によれば、ブリッジは、腰部、胸部及び頸部のセクションという3個の別々の連結した構成部分セクションに分かれていることが好ましい場合がある。しかし、この分離は、かかるブリッジを構築するための単に1つの便法にすぎず、本発明はこれによって限定されるつもりはないことを理解すべきである。他の好ましい構築も想定でき、胸部セクションから骨盤までをカバーする背中の下部のブリッジか、胸部セクションから頭蓋骨までをカバーする背中の上部のブリッジかのような、脊椎の3つのセクション全てが含まれない脊椎の一部のブリッジでさえも想定できる。

10

【0034】

前記ブリッジの胸部セクション76の下端は腰部セクション60に連結され、胸部セクションの上端は1個又は2個以上のクランプ78によって脊椎胸部領域からの1個又は2個以上の選択された椎骨の棘突起に連結される。代替的には、図1に具体的に示されてはいないが、前記腰部椎穀で用いられた図2に示すK-ワイヤと同じやり方で、1本又は2本以上の1.5-2mmのK-ワイヤが脊椎胸部領域から1個または2個以上の選択された椎骨にドリル掘削されることが好ましい。以下により詳細に説明されるとおり、滑動キャリッジ(sliding carriage)が前記ブリッジに取り付けられるのが好ましく、前記ブリッジの胸部セクションに沿ったいかなる所望の位置にでも移動可能で、関心のある領域の上で蝶ねじによって堅く錠止されることが好ましい。ロボットシステム又は動的参照プローブが、前記滑動キャリッジに取り付けられて、脊椎胸部領域に沿った所望のポイントのいずれかに到達するために、脊椎胸部の複数の定められた位置のいずれかに配置される場合がある。前記超小型外科用ロボットは、図6及び7に示されるやり方と類似のやり方で前記キャリッジのプラットホームの上に取り付けられるのが好ましい場合がある。

20

【0035】

脊椎の頂端では、ブリッジ80の頸部セクションが示される。ハローリング(haling)81その他の慣用される固定装置が患者の頭蓋骨20に堅く取り付けられる。本発明のこの局面は、骨構造に侵入するねじによって頭蓋骨に直接取り付けられるか、皮膚に侵入することなく皮膚を介して圧力を頭蓋骨に加えることにより、前記固定装置を頭蓋骨に対して堅く保持するクランプ機構によって該固定装置が頭蓋骨に取り付けられるかにかかわらず、適用可能であることを理解すべきである。本明細書では、これらのタイプの装置の両方が、患者の頭蓋骨に「取り付けられる」と説明され、特許請求の範囲に記載される。前記ブリッジの頸部セクション80の頂端は、ハローリング81に取り付けられることによって支持されることが好ましい。下端は前記ブリッジの胸部セクション76の上端に取り付けられることによるか、あるいは、頸部領域下部の近傍に適当に配置される棘突起へのクランプ又は1個または2個以上のK-ワイヤによるかのいずれかで支持される。ブリッジの腰部セクション60及び胸部セクション76と同様に、滑動キャリッジが前記ブリッジに取り付けられ、前記ブリッジの胸部セクションに沿ったいかなる所望の位置に動くことができ、関心のある領域の上に堅く錠止できることが好ましい。ロボットシステム又は動的参照プローブが前記滑動キャリッジに取り付け可能で、脊椎頸部領域のいずれかの所望のポイントに到達するために複数の定められた位置のいずれかに配置できる。前記超小型外科用ロボットは、図6及び7に示すやり方と類似のやり方で前記キャリ

30

40

50

ツジのプラットホームの上に取り付けられるのが好ましい場合がある。

【0036】

前記ブリッジの頸部セクションは、前記キャリッジに取り付けられたロボットの作動ボイントが患者の脊椎の施術ボイントに近いままであるように、脊椎前湾 (cervical lordosis) を近似した形状 83 の輪郭を有することが好ましい。

【0037】

図 1 に示す脊椎ブリッジの好ましい実施態様では、該ブリッジの胸部セクション 76 は頸部セクション 80 及び腰部セクション 60 の端に繫止されるように示されるが、本発明はこれに限定されるつもりはなく、前記ブリッジの各セクションの端が隣接するセクションの端としっかりと連結され、適用可能な場合には、前記ブリッジのセクション全てが脊椎のラインにほぼ平行な 1 個の剛構造を形成し、脊椎の椎骨に対してしっかりと配置されることを理解すべきである。したがって例えば、本発明の別の好ましい実施態様によると、胸部セクションのいずれか一方の端か、両方の端かが椎骨に直接連結され、頸部及び腰部セクションが胸部セクションに取り付けられることが好ましい。さらに、本発明は脊椎全体のブリッジの 3 個のセクションを用いて説明されたが、本発明はこれに限定されるつもりはなく、前記 3 個のセクションのうち 2 個の隣接するセクションを用いる実施態様も本発明の好ましい実施態様に含まれるものと理解される。

【0038】

全脊椎ブリッジは、脊椎変形の矯正のために、かさ大腿骨 (halo femoral) 長軸及び骨盤の牽引用に従来は使用されてきた。本発明の脊椎ブリッジは、側湾変形のような脊椎変形を矯正するのが一般的な、脊椎に施される外科的手順に使用するように適合される点で異なる。本発明の脊椎ブリッジの使用は、かかる変形を矯正するための挿入を取り付けるために椎弓根 (pedicles) 内へのねじ挿入が行われる際の精度を向上することによって、作業が実施される椎骨間の解剖学的関係を改善する。さらに、本発明は、隣接する椎骨相互の動きを減らすことを通じて、ロボットによるねじ挿入の精度の向上を提供する利点がある場合もあるが、これは、かかる相互の動きがねじ挿入の精度の劣化をもたらす場合があるためである。さらに、本発明の脊椎全体のブリッジの使用は、ドリル掘削か、鋸引きか、粉碎か、脊椎全体の椎骨に対し手術器具を単に案内するか、ロボットによって適用されるか、外科医によって手作業で適用されるかにかかわらず、前記手順が手術が施される椎骨のすべてに対して正確に実行されるように、これを用いて実行される多くの手術作業の精度を改善する。

【0039】

図 4 及び 5 を参照すると、これらの図は、脊椎全体のブリッジの下端の詳細を示し、図 1 に示される詳細とともに見られるべきである。図 4 は、腰部セクションを患者の骨盤に繫止するための構成部分の部品を示す、前記ブリッジの腰部セクションの概念図である。図 5 は、図 4 に示す実施態様とは異なる代替的な前記ブリッジの腰部セクションの実施態様の概念図である。腰部ブリッジセクション 60 は、患者の右側及び左側の両方の上後腸骨棘に挿入される、端がねじになった 2 本の釘 62 を含むことが好ましい。棒 66 が、前記 2 本の釘の間に堅牢な連結を作り上げて、前記脊椎ブリッジの腰部セクション 60 のための繫止基部として機能するために、ねじ釘 62 の両方に取り付けられるのが好ましい。前記ブリッジの腰部セクションの上端は、図 1 に示すクランプ 68 か、あるいは、図 4 に示す、腰部脊椎領域の適当な位置の棘突起にドリル掘削される K ワイヤ 70 かのいずれかによって前記上部の腰椎骨の 1 つの棘突起に取り付けられることが好ましい。前記腰部ブリッジセクション及びその構成部分の部品は、個々の患者に適するように最大限の柔軟性を持って脊椎に対して前記ブリッジが配置されるように、調整可能な付属品 (fittings) によって互いに取り付けられるのが好ましい。

【0040】

前記ブリッジに取り付けられるのは、該ブリッジの腰部セクションに沿ったいずれかの所望の位置に動くことができ、関心のある腰部脊椎領域の上に蝶ねじ 74 によって強固に錠止される、滑動キャリッジ 72 である。ロボットシステム又は動的参照プローブが前記

10

20

30

40

50

滑動キャリッジに取り付けられ、腰椎に沿っていかなる所望の場所にでも到達するために、定められた複数の配向で配置される場合がある。超小型外科用ロボット又は動的参照プローブが図6及び7に示される前記キャリッジのプラットホームに取り付けられることが好ましい。

【0041】

図5を参照すると、図5は、前記ブリッジの腰部セクションの構築と、該セクションの患者の骨盤への繫止とに好ましい代替的な配置を示す概念図である。図4の実施態様に示される部品と同じ機能を有する部品は、たとえ構造形状が異なる場合であっても、同一の参考符号で標識される。滑動キャリッジ72は、超小型ロボットが取り付けられることが好ましいオフセットテーブル75を有する点で、図4の滑動キャリッジと異なるが、かかるオフセットテーブルは、椎骨の側部へのアクセスがよく、経椎弓板(translaminar)又は経関節面(transfacet)癒合術を実施するのに有利である。さらに、ブリッジの長さの調整は、骨盤側の端で実施され、上端では行われない。頂端の取り付けブロック71は図4に示されるようにK-ワイヤによるか、あるいは、図1に示されるように棘突起クランプによるかのいずれかで脊椎に固定されるように適合される場合がある。

【0042】

図6及び7を参照して、これらは、図1の実施態様に説明される脊椎全体のブリッジの好ましい実施態様の概念図であり、特許文献1に説明されるタイプの超小型外科用ロボット82を示す。

【0043】

図6では、ロボット82は前記ブリッジの胸部セクション76上の調整可能なプラットホーム72に超小型外科用ロボット84によって取り付けられている状態で示される。図示される好ましい超小型ロボットの頂板86は、その動きがロボットのアクチュエータによって制御される表面である。その表面に取り付けられるのが好ましいのはツールフレーム88で、該ツールフレームは示される実施態様では手術作業によって必要なところで外科医のドリルを正確に定位するためのドリルガイド90を搬送する。本発明の別の好ましい実施態様によると、図7では、ロボット82は、前記ブリッジの腰部セクション76上の調整可能なプラットホーム72に基部84によって取り付けられている状態で示される。示される前記ロボットの頂板86は、その動きが前記ロボットアクチュエータによって制御される表面で、この表面に取り付けられるのが好ましいのはツールフレーム88で、示される実施態様では、ツールフレーム88は手術手順で必要なときに外科医のドリルを正確に定位するためのドリルガイド90を搬送する。

【0044】

本発明は上記に具体的に示され、説明されたものに限定されることは当業者によって理解される。むしろ、本発明の範囲は、以上に説明されたさまざまな特徴の組み合わせと、該特徴の下位概念の組み合わせ(subcombination)との両方と、以上の説明を読んだ当業者が想到する変更及び改良であって、先行技術にないものとを含む。

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本発明のさまざまな実施態様によって構築され作動される2個の参考ブリッジ、すなわち、脊椎全長をカバーする全脊椎ブリッジ組立体と、脊椎の腰部セクションの複数の椎骨をカバーする短いブリッジとを示す、患者の脊椎全体の概念図。

【図2】複数の腰椎をいっしょに連結する図1の短いブリッジを示す、患者の脊椎の腰部セクションの拡大概念図。

【図3】図2の実施態様のブリッジと類似の機能を有するが、本発明の別の好ましい実施態様によって構築及び作動するブリッジを示す、患者の脊椎の腰部セクションの概念図。

【図4】患者の骨盤に腰部セクションを繫止するための構成部分の部品を示す、腰部セクションブリッジの概念図。

【図5】図4に示す腰部セクションブリッジと類似の腰部セクションブリッジの代替的な

10

20

30

40

50

好ましい実施態様の概念図。

【図6】図4及び5の実施態様の脊椎全体のブリッジ組立体の好ましい実施態様の概念図であって、該ブリッジの胸部セクションに取り付けられたロボットを示す概念図。

【図7】図4及び5の実施態様の脊椎全体のブリッジ組立体の好ましい実施態様の概念図であって、該ブリッジの腰部セクションに取り付けられたロボットを示す概念図。

【符号の説明】

【0046】

10	脊椎	
12	第1の参照ブリッジ	
14	腰椎骨	10
16	第2の参照ブリッジ組立体	
18	椎骨	
20	頭蓋骨	
22	骨盤	
30、40	交差部材	
32	参照孔	
34	垂直支持アーム	
36、68、78	クランプ	
38、70	K-ワイヤ	
42	平坦面	20
44	取り付け孔	
46、82	超小型外科用ロボット	
48、84	基部	
50	作業プラットホーム	
60	腰部セクション	
62	ねじ釘	
66	棒	
71	取り付けブロック	
72	滑動キャリッジ	
74	蝶ねじ	30
75	オフセットテーブル	
76	胸部セクション	
80	ブリッジ	
81	ハローリング	
83	脊柱前湾近似形状	
86	頂板	
88	ツールフレーム	
90	ドリルガイド	

【 四 1 】

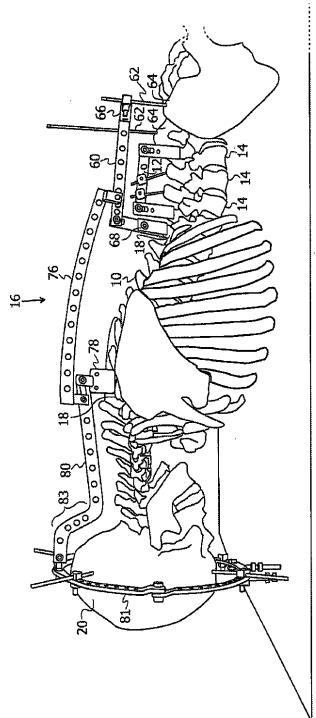


Fig. 1

【図2】

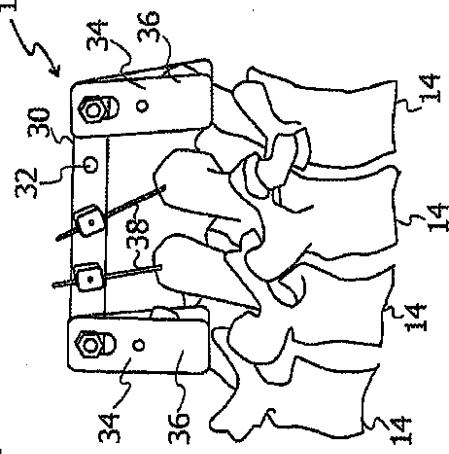


Fig. 2

【 図 3 】

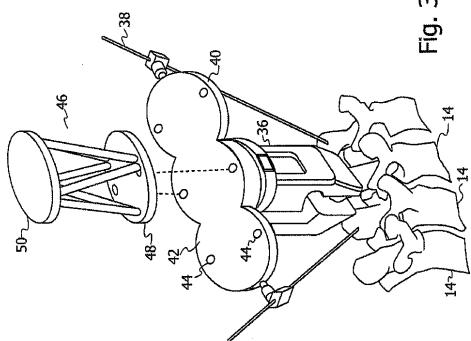
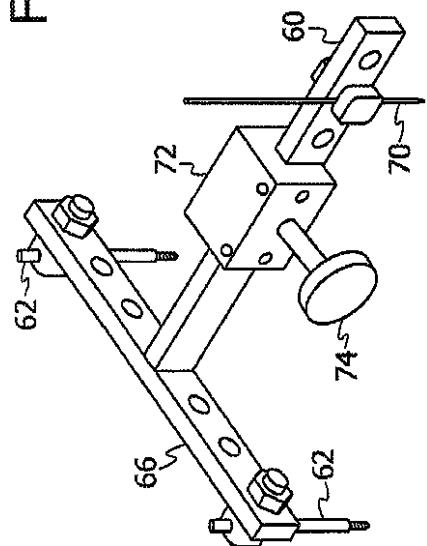


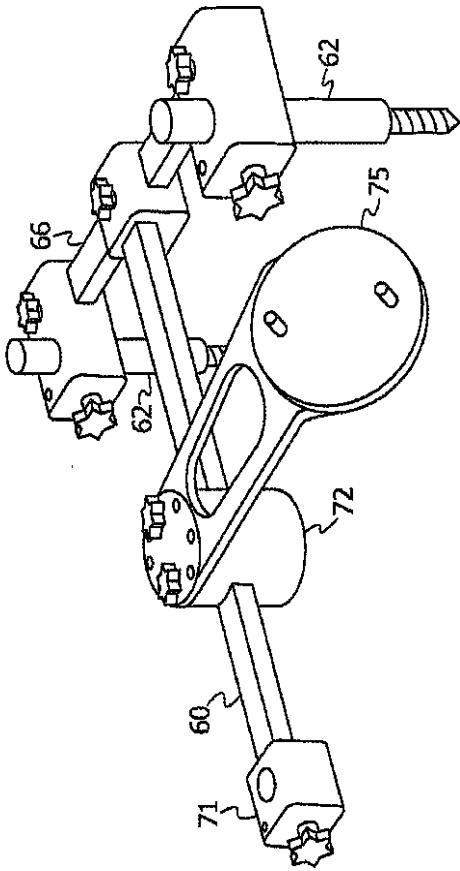
Fig. 3

Fig. 4



【 四 5 】

5



【図6】

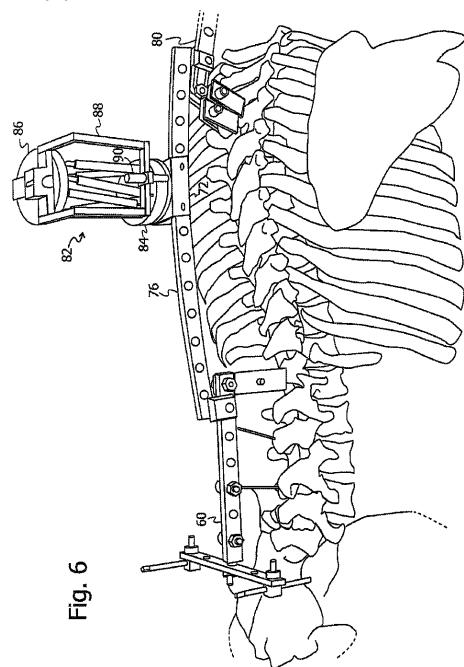


Fig. 6

【図7】

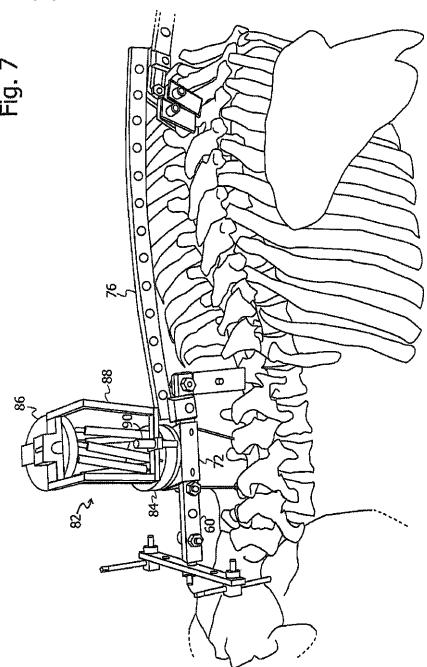


Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者 バーマン、マイケル
イスラエル 34341 ハイファ ピーオーボックス 9920 ハパルマッチ ストリート
40

審査官 村上 聰

(56)参考文献 特開2000-350731(JP, A)
特開平09-285473(JP, A)
国際公開第03/009768(WO, A1)
米国特許第05403314(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 17/56
A61B 19/00