

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4545400号
(P4545400)

(45) 発行日 平成22年9月15日 (2010. 9. 15)

(24) 登録日 平成22年7月9日 (2010. 7. 9)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 17/58 (2006. 01)

A 6 1 B 17/58 3 1 5

請求項の数 15 外国語出願 (全 27 頁)

(21) 出願番号	特願2003-276236 (P2003-276236)	(73) 特許権者	508080229
(22) 出願日	平成15年7月17日 (2003. 7. 17)		バイオセンス・ウェブスター・インコーポ
(65) 公開番号	特開2004-130094 (P2004-130094A)		レーテッド
(43) 公開日	平成16年4月30日 (2004. 4. 30)		アメリカ合衆国カリフォルニア州9 1 7 6
審査請求日	平成18年6月15日 (2006. 6. 15)		5ダイヤモンドバー・ダイヤモンドキヤニ
(31) 優先権主張番号	198514		オンロード3 3 3 3
(32) 優先日	平成14年7月18日 (2002. 7. 18)	(74) 代理人	100088605
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 加藤 公延
		(72) 発明者	アッサフ・ゴバリ
			イスラエル、3 4 4 0 0 ハイファ、ピッ
			ゾ 1
		(72) 発明者	アビノーム・ダイアン
			イスラエル、3 0 9 0 0 ジクロン・ヤコ
			ブ、ヘイテナ 1 4
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 髄内釘に対する止めねじの遠位ターゲッティング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターゲット (1 0) に対する器具 (2 0) の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置 (1 4 4) であって、

前記ターゲット (1 0) に対して前記器具 (2 0) を案内するための可動ガイド組立体 (7 4) と、

前記ガイド組立体 (7 4) に設けられた 1 或いは複数の第 1 の磁界要素 (3 0 ; 1 2 8 ; 1 4 0) と、

前記ターゲット (1 0) に対して既知の位置に配置され、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有している、1 或いは複数の第 2 の磁界要素 (2 4 ; 1 1 4 ; 1 3 2 ; 1 3 6) と、

を含み、

前記第 1 の磁界要素 (3 0 ; 1 2 8 ; 1 4 0) 及び前記第 2 の磁界要素 (2 4 ; 1 1 4 ; 1 3 2 ; 1 3 6) の少なくとも 1 つがセンサであり、

前記遠位ターゲッティング装置は、更に、駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を発生する磁界発生器を含み、

前記少なくとも一つのセンサが前記磁界に応答してセンサ信号を生成し、

当該遠位ターゲッティング装置は、更に、

位置合わせ磁界検出器を有し、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置される、複数の位置合わせ要素 (1 4 6) と、

10

20

前記駆動信号及び前記センサ信号に応答して、前記ガイド組立体上の或る点の3つの位置座標と前記ガイド組立体(74)の軸(72)の2つの方位座標とを生成する信号処理装置(68)と、

前記信号処理装置(68)に응答して、前記ターゲット(10)に対する前記点の位置並びに前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のアライメントの指示を表示するディスプレイ(36)と、

—を含み、

前記信号処理装置(68)は、位置合わせ要素(146)に응答して、前記点の位置の補正された指示を決定する、遠位ターゲッティング装置。

【請求項2】

10

請求項1において、

前記第1の磁界要素(30; 128; 140)が前記磁界発生器であり、前記第2の磁界要素(24; 114; 132; 136)が前記センサであり、前記第2の磁界要素が前記第1の磁界要素の区別可能な磁界に응答する、遠位ターゲッティング装置。

【請求項3】

請求項1において、

前記第1の磁界要素(30; 128; 140)が前記センサであり、前記第2の磁界要素(24; 114; 132; 136)が前記磁界発生器であり、前記第1の磁界要素が前記第2の磁界要素の区別可能な磁界に응答する、ターゲッティング装置。

【請求項4】

20

請求項1～3のいずれかにおいて、

制御ユニット(126)と、この制御ユニットの制御信号に응答する少なくとも1つの第3の磁界要素(124)とをさらに含む、制御ユニット

【請求項5】

請求項4において、

前記第1の磁界(30; 128; 140)及び前記第2の磁界(24; 114; 132; 136)が前記センサである、遠位ターゲッティング装置。

【請求項6】

請求項5において、

前記第1の磁界要素(30; 128; 140)及び前記第2の磁界要素(24; 114; 132; 136)が無線式であって、前記第3の磁界要素の磁界によって動力が供給される、遠位ターゲッティング装置。

30

【請求項7】

請求項1～6のいずれかにおいて、

前記ディスプレイ(36)が前記ガイド組立体(74)と一体である、遠位ターゲッティング装置。

【請求項8】

請求項1～7のいずれかにおいて、

前記ディスプレイ(36)が丸と十字線の表示(76)を含む、遠位ターゲッティング装置。

40

【請求項9】

請求項1～8のいずれかにおいて、

前記センサが無線センサである、遠位ターゲッティング装置。

【請求項10】

請求項1～9のいずれかにおいて、

前記指示が5つの位置及び方位座標を含む、遠位ターゲッティング装置。

【請求項11】

請求項1～10のいずれかにおいて、

前記ターゲットが中空の矯正装具(10)を含み、第2の磁界要素(24; 114; 132; 136)は前記矯正装具内に挿入可能である、遠位ターゲッティング装置。

50

【請求項 1 2】

請求項 1 ~ 1 1 において、

第 2 の磁界要素 (2 4 ; 1 1 4 ; 1 3 2 ; 1 3 6) は前記ターゲット (1 0) と一体である、遠位ターゲッティング装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれかにおいて、

前記ターゲットはボア (1 8) を有する髓内釘 (1 0) を含む、遠位ターゲッティング装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれかにおいて、

前記可動ガイド組立体 (7 4) は手に持って用いられる、遠位ターゲッティング装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 4 のいずれかにおいて、

前記ディスプレイ (3 6) は、前記ガイド組立体 (7 4) の前記軸 (7 2) と前記ターゲット (1 0) の前記軸 (6 4) との間のアライメントの質的な指示を表示する、遠位ターゲッティング装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、骨折の管理に用いるための髓内釘に関連する。本発明は、特に、改善された手術中の遠位ターゲッティングによって髓内釘内に固定部材を配置することに関する。

【背景技術】**【0002】**

骨折を管理するための整形外科手術に使用する髓内釘の改良が進み、釘に対して横断方向に穿孔された孔に整合するように皮質骨に穿孔された孔に固定部材を配置して、釘に対して骨を固定するのが一般的な方法である。この方法には、通常は医師が釘に穿孔された孔を確認できないという技術的な問題があり、釘が固定部材を受容できるように外科用ドリル及び配置用装置を位置合わせしたり、整合したりするのが困難である。

【0003】

これまで、皮質骨に孔を設ける場合は、大抵は C アームや定位フレームなどの複雑な機械的整合装置を用いて X 線透視撮影下で行われてきた。この方法は、正確に整合させることが困難であり、また操作者、他の手術室内の医療スタッフ、及び患者が過度に放射線に曝露されることなく整合を維持するのが困難であるため十分な方法ではない。X 線ビームからドリルをずらして放射線曝露を制限する方法があるが、これは十分には満足できるものではない。更に、このような方法を用いると、手術時間が長くなり、手術のリスクや致死率が増大してしまう。

【0004】

以前からセンサ類が、外科用器具やマニプレータの位置合わせに用いられてきた。例えば、特許文献 1 に、患者の体に発光ビーコンを配置して基準フレームを設け、ビーコンに対する相対位置を 3 次元で決定する方法が開示されている。この開示は、例えばロボットマニプレータなど、直接視認できるような場合に有用である。

【0005】

近年、固定孔の位置を求め易くするため及び固定部材を整合するために、髓内釘と共に磁界センサが用いられるようになってきた。

【0006】

特許文献 2 に、釘などの中空の副子内に挿入可能なプローブ内に設けた 2 つ以上の磁界発生用コイルを使用する方法が開示されている。副子の反対側に検出コイルを有するヨークが磁界を検出する。最大信号が、副子における孔との整合を表す。

【0007】

特許文献 3 に、ロッドに 2 つの電磁ドライバを固定してから、これを髓内釘に沿って導

10

20

30

40

50

入する方法が開示されている。この方法の別の例では、ネオジウム磁石がロッドに配置されるか、或いは釘孔に対するプラグとして用いられる。4つのコイルを有する検出器を用いて、プローブを釘孔の中心に配置するための方向を決定する。第2の検出器を第1の検出器に対して45度に配置して、プローブの3次元の位置を求めることができる。

【0008】

特許文献4に、骨折が整えられ釘が移植された後に髄内釘内に挿入されるプローブの使用法が開示されている。外科医が移動させるハンドヘルド型ガイドを用いて、横方向に止めねじを配置するために用いられるドリルや他の装置を正確に整合させ、その整合を維持する。配線によってプローブ及びガイドに接続された表示ユニットが、正確に整合させるためにガイドを動かす要領をグラフィック表示する。2つの直交する電磁駆動コイルが釘の一端の近傍に埋め込まれ、それぞれのコイルが、横断方向の孔の軸に並行でその軸から所定距離離間した磁界軸を有する。コイルは、重複しない時間間隔で断続的に駆動される。複数の受容コイル或いはホール効果変換器がガイド内に配置されており、ゼロ信号によってガイドの整合が示される。

10

【0009】

特許文献5に、髄内釘の中空内部に挿入されるプローブにネオジウム磁石を配置する方法が開示されている。このプローブは複数の高エネルギー磁石を有する。これらの磁石の磁極は、プローブの長手方向の軸を横断する軸に沿った向きであり、髄内釘の遠位固定孔の軸と同軸である。インジケータにより、磁石の軸と遠位固定孔とが整合するように、整合する位置に挿入部材と磁石とを配置する。遠位固定孔を通る整合した高エネルギー磁石により発生した磁界を検出するために、1つの検出器磁石を骨の外部に配設して、操作者が固定孔の位置を特定できるようにする。この構成では、外科器具を動かすために望ましい方向が示されず、外科器具が最適な位置に近いと変位に対する感度が比較的低い。

20

【0010】

特許文献6に、横断方向の固定孔の軸に沿って最大となり、その軸から径方向外向きに磁力が弱まる磁界を髄内釘内に生成するための構成が開示されている。ドリルガイドが、軸方向に離間して取り付けられた2つのセンサ構造を有する。それぞれのセンサ構造は、そのドリルガイドを通る孔から径方向に離間し、角度がずれて配置された複数のセンサを有する。この構成は、固定孔の軸からのドリルガイドのドリル開口の軸の変位に応答し、ドリル開口からその軸への径方向の知覚できる表示を提供する。

30

【0011】

特許文献7に、遠位ターゲッティングを達成するために少なくとも2つの磁界通信ユニット有するターゲッティング装置を用いる方法が開示されている。この装置は、受信機と、直交する3つの面のそれぞれに多軸パルス直流磁気信号を生成する送信機とからなる。一方の通信ユニットは、ドリルガイドによって固定位置に配置され、他方の通信ユニットは、移植コネクタからオフセットした固定位置にある。移植コネクタに対するドリルガイドの位置及び向きは、送信ユニットから送信され受信機で受信されるパルス直流磁気信号の送信によって決定される。この信号が、互いに対する各通信ユニットの位置及び向きを提供する。ドリルガイドとコネクタとの整合は、固定位置を有するコンソール上のコネクタ及びドリルガイドの位置及び向きの仮想表示により助けられる。この構成は、ディスプレイを常に見る、或いは固定コンソールを見ているアシスタントから声をかけてもらわなければならないため利用者には不都合である。

40

【特許文献1】米国特許第5,279,309号明細書

【特許文献2】国際公開第93/02626号パンフレット

【特許文献3】国際公開第97/13467号パンフレット

【特許文献4】米国特許第5,411,503号明細書

【特許文献5】米国特許第5,127,913号明細書

【特許文献6】米国特許第5,584,838号明細書

【特許文献7】米国特許第6,074,394号明細書

【発明の開示】

50

【発明が解決しようとする課題】**【0012】**

従って、本発明の或る態様の主な目的は、髄内釘などの矯正装具におけるボアの位置を求めるための磁界発生装置を含むコンパクトなハンドヘルドユニットを提供することである。

【0013】

本発明の或る態様の別の目的は、手術領域において磁気応答材料に応答しないハンドヘルド位置合わせパッドを有する遠位ターゲッティング装置を提供することである。

【0014】

本発明の或る態様の更に別の目的は、利用者が知覚できる、矯正装具のボアに対するドリルや他の外科器具のためのガイドの相対的な変位及び方向のアライメントについての指示を提供するハンドヘルド位置合わせパッドを有する遠位ターゲッティング装置を提供することである。

10

【0015】

本発明の或る態様の更なる目的は、利用者が知覚できる、矯正装具のボアに対する外科器具のためのガイドの位置及び方向のアライメントについての指示を提供するハンドヘルド位置合わせパッドを有する遠位ターゲッティング装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】**【0016】**

本発明のこれらの及びその他の目的は、ハンドヘルド位置合わせパッドがドリルや類似の外科器具のためのガイド部分と一体である遠位ターゲッティング装置によって達成することができる。この装置は、磁界発生器及び有線或いは無線の磁界センサを利用する。センサ或いは磁界発生器の何れかが髄内釘等の矯正装具に配設される。センサは、磁界の強さ及び方向を検出及び識別することができる。好ましくは位置合わせパッドに配置される制御回路が、センサの信号に응答して、ガイド部分の軸と矯正装具のボアとの変位及び相対方向を決定する。位置合わせパッドのスクリーンディスプレイ及びオプションのスピーカーが、ガイド部分の位置及び方向がボアに整合するようにガイド部分の位置を操作者が調節できるようにする操作者が知覚できる指示を提供する。

20

【0017】

本発明は、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置を提供する。この装置は、ターゲットに対して器具を案内するための可動ガイド組立体と、駆動信号に응答して既知の区別可能な磁界を生成する、ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、磁界に응答してセンサ信号を生成する、ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数のセンサとを含む。センサは、ターゲットの軸と既知のアライメントを有する。この装置はまた、駆動信号及びセンサ信号に응答して、ガイド組立体上の或る点の3つの位置座標並びにガイド組立体の軸の2つの方位座標を生成する信号処理装置を含む。この装置は更に、信号処理装置に응答して、ターゲットに対する点の位置並びにガイド組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントの指示を表示するディスプレイを含む。

30

【0018】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、ディスプレイはガイド組立体と一体である。

40

【0019】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、ディスプレイは丸と十字線の表示を含む。

【0020】

この遠位ターゲッティング装置の或る態様に従えば、センサは無線センサである。

【0021】

この遠位ターゲッティング装置の一態様は、制御ユニットと、この制御ユニットの制御信号に응答する複数の外部磁界発生器とを含み、この外部磁界発生器によって生成される

50

外部磁界がセンサに動力を供給する。

【 0 0 2 2 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、外部磁界が更に、駆動信号をガイド組立体の磁界発生器に供給する。

【 0 0 2 3 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、指示が5つの位置及び方位座標を含む。

【 0 0 2 4 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、ターゲットが中空の矯正装具であり、センサをその矯正装具内に挿入可能である。

【 0 0 2 5 】

この遠位ターゲッティング装置の更に別の態様に従えば、このターゲットは髄内釘である。

【 0 0 2 6 】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、センサはターゲットと一体である。

【 0 0 2 7 】

この遠位ターゲッティング装置の更に別の態様は、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含む。これらの位置合わせ要素は、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置される。信号処理装置は、位置合わせ要素に応答して、その点の位置の補正された指示を決定する。

【 0 0 2 8 】

本発明はまた、ターゲットに対する器具の位置及び方位を決定するための別の遠位ターゲッティング装置を提供する。この装置は、ターゲットに対して器具を案内するための可動ガイド組立体と、駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を生成する、ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、その磁界に応答してセンサ信号を生成する、ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数のセンサとを含む。これらのセンサは、ターゲットの軸と既知のアライメントを有する。この装置はまた、駆動信号及びセンサ信号に応答して、ガイド組立体上の或る点の位置座標並びにガイド組立体の軸の2つの方位座標を生成する信号処理装置を含む。この装置は更に、ガイド組立体に取り付けられ、それと共に移動可能な位置合わせパッドを含む。この位置合わせパッドは、信号処理装置に応答して、ターゲットに対するその点の距離及び位置並びにガイド組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントの量的な指示を提供する。

【 0 0 2 9 】

この遠位ターゲッティング装置の或る態様に従えば、センサは無線センサである。

【 0 0 3 0 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様は、制御ユニットと、この制御ユニットの制御信号に応答する複数の外部磁界発生器とを含み、この外部磁界発生器によって生成される外部磁界がセンサに動力を供給する。

【 0 0 3 1 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、外部磁界が更に、駆動信号をガイド組立体の磁界発生器に供給する。

【 0 0 3 2 】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、量的な指示が5つの位置及び方位座標を含む。

【 0 0 3 3 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、ターゲットが中空の矯正装具であり、センサをその矯正装具内に挿入可能である。

【 0 0 3 4 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、矯正装具は髄内釘である。

【 0 0 3 5 】

10

20

30

40

50

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、センサがターゲットと一体である。

【 0 0 3 6 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様は、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含む。これらの位置合わせ要素は、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されている。信号処理装置は、位置合わせ装置に応答して、その点の位置の補正された指示を決定する。

【 0 0 3 7 】

本発明は、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための別の遠位ターゲッティング装置を提供する。この装置は、ターゲットに対して器具を案内するためのハンドヘルド可動ガイド組立体と、駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を生成するガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、その磁界に応答してセンサ信号を生成する、ターゲットに対して所定の位置に配置された複数のセンサとを含む。これらのセンサは、ターゲットの軸と既知のアライメントを有する。この装置はまた、駆動信号及びセンサ信号に応答して、ガイド組立体上の或る点の3つの位置座標並びにガイド組立体の軸の2つの方位座標を生成するガイド組立体に配置された信号処理装置と、信号処理装置に応答して、ターゲットに対するその点の距離及び位置並びにガイド組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントの量的な指示を提供する、ガイド組立体に配置された位置合わせパッドとを含む。この位置合わせパッドは、その量的な指示を提供するためのディスプレイを含む。

【 0 0 3 8 】

この遠位ターゲッティング装置の或る態様に従えば、ディスプレイはガイド組立体と一体である。

【 0 0 3 9 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、このディスプレイは丸と十字線の表示を含む。

【 0 0 4 0 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、センサは無線センサである。

【 0 0 4 1 】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、このディスプレイは更に、ガイド組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントの質的な指示を表示する。

【 0 0 4 2 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様は、制御ユニットと、この制御ユニットの制御信号に応答する複数の外部磁界発生器とを含み、この外部磁界発生器によって生成される外部磁界がセンサに動力を供給する。

【 0 0 4 3 】

本発明はまた、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための別の遠位ターゲッティング装置を提供する。この装置は、ターゲットに対して器具を案内するための可動ガイド組立体と、駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を生成するガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、その磁界に応答してセンサ信号を生成する、ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数のセンサとを含む。これらのセンサは、ターゲットの軸と既知のアライメントを有する。本発明は更に、駆動信号及びセンサ信号に応答するガイド組立体に配置された信号処理装置を含む。この信号処理装置は、ターゲットの位置とガイド組立体の位置との間の差に応答する第1の出力と、ガイド組立体の軸の方向とターゲットの軸の方向との間の差に応答する第2の出力とを有する。この装置は更に、信号処理装置に応答して、第1の出力及び第2の出力の量的な指示を表示するガイド組立体に配置されたディスプレイを含む。

【 0 0 4 4 】

この遠位ターゲッティング装置の或る態様に従えば、このディスプレイはガイド組立体と一体である。

【 0 0 4 5 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、このディスプレイは丸と十字線の表示を含む。

【 0 0 4 6 】

本発明は更に、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための別の遠位ターゲッティング装置を提供する。このターゲッティング装置は、ターゲットに対して器具を案内するための可動ガイド組立体と、ターゲットに対して所定の位置に配置された、ターゲットの軸と所定のアライメントを有する磁石と、その磁石の磁界に応答して磁界検出器信号を生成する、ガイド組立体に設けられた複数の磁界検出器とを含む。磁界検出器信号に応答する信号処理装置が、ガイド組立体に配置されており、ターゲットの位置とガイド組立体の位置との間の差を表わす出力と、ガイド組立体の軸の方向とターゲットの軸の方向との間の差を表わす出力とを有する。この装置は更に、信号処理装置に応答して、ターゲットの位置とガイド組立体の位置との間の差を表わす第1の指示と、ガイド組立体の軸の方向とターゲットの軸の方向との間の差を表わす第2の指示とを表示する、ガイド組立体に配置されたディスプレイを含む。

10

【 0 0 4 7 】

本発明は更に、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための別の遠位ターゲッティング装置を提供する。この装置は、ターゲットに対して器具を案内するための可動ガイド組立体と、ガイド組立体に設けられた1或いは複数の第1の磁界要素と、ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数の第2の磁界要素とを含む。第1の磁界要素及び第2の磁界要素は、センサ或いは磁界発生器の何れかであり、第1の磁界要素及び第2の磁界要素の少なくとも1つがセンサである。磁界発生器は、駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を生成し、センサがこの磁界に応答してセンサ信号を生成する。これらのセンサは、ターゲットの軸と既知のアライメントを有する。この装置は更に、磁界発生器である1或いは複数の第3の磁界要素を含む。この装置は更に、駆動信号及びセンサ信号に応答して、ガイド組立体上のある点の3つの位置座標及びガイド組立体の軸の2つの方位座標を生成する信号処理装置を含む。この装置はまた、信号処理装置に応答して、ターゲットに対するその点の位置並びにガイド組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントの指示を表示するディスプレイを含む。

20

【 0 0 4 8 】

この遠位ターゲッティング装置の或る態様に従えば、第1の磁界要素が磁界発生器であり、第2の磁界要素はセンサである。第2の磁界要素は、第1の磁界要素及び第3の磁界要素の区別可能な磁界に応答する。

30

【 0 0 4 9 】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、第1の磁界要素がセンサであり、第2の磁界要素は磁界発生器である。第1の磁界要素は、第2の磁界要素及び第3の磁界要素の区別可能な磁界に応答する。

【 0 0 5 0 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、第1の磁界要素及び第2の磁界要素はセンサである。

40

【 0 0 5 1 】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、第1の磁界要素及び第2の磁界要素は無線式であって、第3の磁界要素によって動力が供給される。

【 0 0 5 2 】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、ディスプレイはガイド組立体と一体である。

【 0 0 5 3 】

この遠位ターゲッティング装置の一態様に従えば、ディスプレイは丸と十字線の表示を含む。

【 0 0 5 4 】

50

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、センサは無線センサである。

【0055】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、指示は5つの位置及び方位座標を含む。

【0056】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、ターゲットは中空の矯正装具であり、センサをその矯正装具内に挿入可能である。

【0057】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様に従えば、ターゲットは髄内釘である。

【0058】

この遠位ターゲッティング装置の更なる態様に従えば、センサはターゲットと一体である。

【0059】

この遠位ターゲッティング装置の別の態様は、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含む。これらの位置合わせ要素は、固定された基準フレームに対して所定の位置に配置されており、信号処理装置が、これらの位置合わせ要素に応答してその点の位置の補正された指示を決定する。

【0060】

本発明は、ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための方法を提供する。この方法は、1 或いは複数の区別可能な磁界を生成するステップと、ターゲットに対して所定の位置におけるそれぞれの磁界の強さ及び向きを検出するステップと、ターゲットに対して器具を向けるためのハンドヘルド可動ガイド組立体を用意するステップと、その組立体上にディスプレイを設けるステップとを含む。このディスプレイは、ターゲットに対する組立体の或る点の位置並びに組立体の軸とターゲットの軸との間のアライメントを表示する。検出ステップの後、この方法は、ターゲットに対するその点の3つの位置座標を計算するステップを含む。

【0061】

この方法の一態様に従えば、このディスプレイは、丸と十字線の表示を用いてその点の位置を示す。

【0062】

この方法の別の態様では、検出ステップは無線センサを用いて行われる。

【0063】

この方法の一態様に従えば、ターゲットは中空の矯正装具であり、無線センサをその矯正装具内に挿入可能である。

【0064】

この方法の別の態様に従えば、ターゲットは髄内釘である。

【0065】

この方法の更なる態様に従えば、無線センサがターゲットと一体である。

【0066】

この方法の更なる態様に従えば、ディスプレイは5つの位置及び方位座標を表示する。

【0067】

この方法の別の態様では、磁界がターゲットの近傍に生成され、検出ステップがターゲットから離れた位置で行われる。

【0068】

この方法の更なる態様では、磁界がターゲットから離れた位置で生成され、検出ステップがターゲットの近傍で行われる。

【発明の効果】

【0069】

髄内釘などの矯正装具におけるボアの位置を求めるための磁界発生装置を含むコンパクトなハンドヘルドユニットが提供される。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための最良の形態】

【0070】

本発明を理解し易いように添付の図面を用いて詳細を以下に説明する。以下の説明では、本発明を完全に理解できるように様々な詳細を記載する。しかしながら、このような詳細がなくても本発明を実施できることが当業者には明らかであろう。また、従来のアルゴリズム及び処理に用いる周知の回路、制御理論、及びコンピュータプログラムの命令の詳細は、本発明が不明瞭にならないようにするために詳細は説明しない。

【実施例1】

【0071】

図1を参照すると、本発明の好適な実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲッティング装置が模式的に例示されている。好ましくは髄内釘10である中空の矯正装具は、骨折部16を安定させるために骨14の髄腔12に対して好適な寸法である。髄内釘10には、固定部材20を受容するための少なくとも1つのボア18が設けられている。固定部材20には、通常はワイヤーや止めねじが用いられ、ボア18の直接的な視覚化を用い

10

【0072】

磁界位置合わせ装置22により、操作者が、固定部材20を挿入する前にボア18の位置を求めてその固定部材20をボア18と整合させることができる。小型磁気センサ24が、ボア18の主軸64からオフセットした所定の位置及び回転位置で髄内釘10内に配設されている。本発明の好適な実施形態では、センサ24は、磁界の存在及び磁束線の方

20

【0073】

好ましくは、センサ24は髄内釘10内に摺動可能に挿入することができ、外科手術が終了した後に必要に応じて取り出すことができる。別法では、センサ24は、髄内釘10と一体とすることができる。

【0074】

センサ24は、患者の体の外部から放射されるエネルギーによって動力が供給される独立した無線ユニットであるのが好ましい。センサ24には、詳細を後述する複数の無線トランスポンダーが設けられている。位置合わせパッド28には、アンテナ66と、駆動及び受信回路を有する制御ユニット68とが設けられている。これらは、センサ24と無線信号70を交換するように構成されている。センサ24の出力は、外部から加えられた磁束の強さ及び方向に応答する。位置合わせパッド28のガイド部分74の主軸72が、図1の「y」によって示されている。位置合わせパッド28は、詳細を後述するガイド部分74に固定されるのが好ましい。

30

【0075】

磁界位置合わせ装置22の動作の妨害を最小にするために、髄内釘10は、例えばチタンなどの非干渉材料から構成されるのが好ましい。しかしながら、後述する開示から明らかのように、たとえ磁気に反応する釘であっても、本発明の開示を用いて利用可能である。

40

【0076】

好適な実施形態では、ハンドヘルド位置合わせパッド28は複数の磁界発生用モジュール30を含む。磁界発生用モジュール30は通常、それぞれが異なった周波数或いは異なった時間に動作する複数のコイルを含む。磁界発生用モジュール30の数は、好ましくは4つである。更に、位置合わせパッド28には、固定部材20を受容するための開口34が設けられている。センサ24は、位置合わせパッド28のアンテナ66から送信される無線出力によって動力が供給される。

【0077】

50

制御ユニット 68 により、それぞれの磁界発生用モジュール 30 に対するセンサ 24 の位置及び向きを決定することができる。次に、ボア 18 に対する位置合わせパッド 28 の開口 34 の相対位置、従ってボア 18 に対する固定部材 20 の相対位置を計算することができる。

【0078】

位置合わせパッド 28 とセンサ 24 との相対位置の計算に対応する読出しが、スクリーンディスプレイ 36 に表示される。スクリーンディスプレイ 36 に表示されたフィードバックを用いて、センサ 24 の位置を正確に求めることができる。センサ 24 の位置決定により、ボア 18 とセンサ 24 との間のオフセットを適切に補正してボア 18 の位置を正確に決定することができる。センサ 24 が、磁界発生用モジュール 30 によって発生した磁界の方向に応答するため、ボア 18 に対する位置合わせパッド 28 の方向の整合を決定できる。

10

【0079】

スクリーンディスプレイ 36 及びガイド部分 74 は共に、位置合わせパッド 28 と一体である。スクリーンディスプレイ 36 は、好ましくは丸と十字線の表示 76 によって、あらゆる量の量及び種類をリアルタイムで表示する。位置及び角度の整合を操作者に知らせる他の多くのインジケータを用いることができる。位置合わせパッド 28 にはまた、オーディオ回路及び小さなスピーカ 38 が設けられている。スピーカ 38 は、リアルタイムでずれを音で知らせる。別法として或いはこれに加えて、スクリーンディスプレイ 36 は、コンピュータに接続されたコンピュータモニタとして或いは制御ユニット 68 に直接接続して具現することができる。

20

【0080】

図 2 を参照すると、本発明の好適な実施形態に従ったセンサ 24 (図 1 を参照) の構成要素であるトランスポンダー 78 の細部が模式的に示されている。図 2 に示されているように、トランスポンダー 78 は、制御チップ 84 に接続された出力コイル 80 及びセンサコイル 82 を含む。チップ 84 は、高周波信号を生成する電圧 / 周波数 (V / F) 変換器 86 を含むのが好ましい。高周波信号の周波数は、負荷 (不図示) の前後を流れセンサコイル 82 を流れる電流によって生成される電圧に比例する。出力コイル 80 は、1 MHz の範囲の高周波信号を受信及び送信するように最適化されるのが好ましい。一方、センサコイル 82 は、磁界発生用モジュール 30 (図 1 を参照) が発生させた磁界における周波数である 1 ~ 3 kHz の範囲で動作するようにデザインされるのが好ましい。或いは、用途によって他の周波数範囲を用いることもできる。全トランスポンダー 78 は、通常は長さが 2 mm ~ 5 mm の範囲で、直径が 2 mm ~ 3 mm の範囲であり、髄内釘 10 (図 1 を参照) 内に十分に受容され得る。

30

【0081】

図 3 を参照すると、本発明の好適な実施形態に従ったトランスポンダー 78 (図 2 を参照) のための駆動及び処理回路が模式的に示されている。この回路は、好ましくは位置合わせパッド 28 (図 1) と一体であって、通常は制御ユニット 68 内に含まれる。或る実施形態では、この回路を位置合わせパッド 28 の外部に設けることができる。位置合わせパッド 28 は、好ましくは 2 ~ 10 MHz の範囲の出力信号をアンテナ 66 から放出させる高周波出力ドライバ 88 を含む。この出力信号により出力コイル 80 に電流が流れ、この電流がチップ 84 によって整流され、その内部回路に動力を供給するために用いられる。一方、ここでは磁界発生用コイル 90 として具現される磁界発生用モジュール 30 (図 1) によって発生した電磁界により、センサコイル 82 に電流が流れる。この電流は、磁界発生用コイルを流れる駆動電流と同じ周波数の周波数成分を有する。この電流成分は、センサコイルの軸に平行な方向に磁界発生用コイル 90 によって発生したそれぞれの磁界の成分の強さに比例する。従って、この電流の振幅は、磁界発生用コイル 90 に対するセンサコイル 82 の位置及び向きを表わす。

40

【0082】

クロックシンクロナイザー 92 を用いて、制御回路 94 とドライバ 88 とを同期するの

50

が好ましい。クロックシンクロナイザー 92 は後述するように、位置合わせパッド 28 と一体とする、或いは位置合わせパッド 28 の外部に設けることができる。最も好ましくは、ドライバ 88 によって生成される高周波駆動信号の周波数が、磁界発生用コイル 90 (図 1) の磁界の周波数の整数倍に設定される。同期することにより、センサコイル 82 からの信号の S/N 比を高めるために、チップ 84 (図 2) が位相応答検出を用いることができる。また、センサ信号の位相を用いて、センサコイル 82 の軸の 180 度逆の信号に生じるアンビギュイティを解決することが好ましい。

【0083】

図 2 を参照すると、チップ 84 が、様々な磁界周波数におけるセンサコイル 82 に流れる電流を測定する。チップ 84 は、この測定値を高周波信号に符号化し、出力コイル 80 を介してアンテナ 66 に送り戻す。好ましくは、チップ 84 によって生成される高周波信号は、50 ~ 150 MHz の範囲の周波数を有する。この要領で生成される高周波信号は、磁界発生用コイル 90 (図 3) が発生する磁界のそれぞれの周波数において時間で変化する 3 つの異なった周波数変調 (FM) 成分で変調される。変調の大きさは、3 つの周波数における電流成分に比例する。センサコイル 82 の振幅測定値をトランスポンダー 78 からアンテナ 66 に送信する際に振幅変調ではなく周波数変調を用いる利点は、信号の情報が、その信号が通過しなければならない体組織の可変減衰による影響を受けないことである。

【0084】

別法では、チップ 84 は、サンプリング回路と、センサコイル 82 に流れる電流の振幅をデジタル化するアナログ/デジタル (A/D) 変換器 (不図示) とを含み得る。この場合、チップ 84 が、デジタル変換された信号を生成し、出力コイル 80 によって送信するために信号を高周波変調する。デジタル符号化及び変調のあらゆる好適な方法を用いてこの目的を達成することができる。信号処理及び変調のその他の方法は、当業者には明らかであろう。

【0085】

出力コイル 80 によって送信される周波数変調またはデジタル変調された信号が、アンテナ 66 に接続された受信機 96 によって受信される。受信機 96 はその信号を復調して、位置及び向き処理装置 98 に対する好適な入力を生成する。通常は、受信機 96 は、トランスポンダー 78 からの信号 70 (図 1) を増幅、フィルタリング、及びデジタル化する。位置及び向き処理装置 98 がこのデジタル化された信号を受け取り、これを用いてトランスポンダー 78 の位置及び向きを計算し、この計算値からポア 18 (図 1) の位置及び向きを求める。トランスポンダー 78 の位置及び向きは、磁界発生用コイル 90 に対して決定される。磁界発生用コイル 90 が、ポア 18 に対して所定の位置及び向きにあるため、ポア 18 の位置及び向きを容易に決定することができる。通常は、位置及び向き処理装置 98 は、汎用コンピュータ (不図示)、或いは制御ユニット 68 (図 1) に組み込まれたマイクロプロセッサで具現することができる。このマイクロプロセッサは、受信機 96 からの信号を処理するためにプログラミングされ、好適な入力回路を備えている。位置及び向き処理装置 98 によって得た情報を用いて、例えばスクリーンディスプレイ 36 (図 1) 上にイメージを生成したり、或いは他の診断情報やガイダンスを利用者に提供することができる。

【0086】

図 1 及び図 4 を参照すると、本発明の好適な実施形態に従ったセンサ 24 (図 1) の一部が拡大されて模式的に示されている。この実施形態では、同一の 3 つのトランスポンダー 78 がセンサ 24 内に配置されており、好ましくは図 4 の座標軸によって示されているように互いに直交するような位置にある。従って、言及することをもって本明細書の一部とする国際公開第 WO 94 / 04938 号に開示されているアルゴリズムに従って、6 つの位置及び方位座標を明確に決定することができる。これらの座標は、ガイド部分 74 上の所定の点の X 座標、Y 座標、Z 座標、並びに XY 面、YZ 面、及び XZ 面における主軸 64 と主軸 72 との間の角度を含む。別法では、センサ 24 は、1 つのトランスポンダー

10

20

30

40

50

78のみを含み得る。このトランスポンダー78は、複数の磁界発生用コイル90と共に、X座標、Y座標、Z座標、並びにYZ面及びXZ面における主軸64と主軸72との間の角度を十分に決定することができる。

【0087】

センサ24の更なる詳細が、2001年12月21日出願の特許出願第10/029,473号、名称「無線位置センサ(Wireless Position Sensor)」に開示されている。この特許出願は本出願の譲渡人に譲渡されたものであり、言及することをもってその内容を本明細書の一部とする。

【0088】

図1及び図3を再び参照すると、上記した特許文献WO96/05768及びWO94/04938に開示されているアルゴリズム並びにセンサ24から受け取った情報を用いる位置及び向き処理装置98が、ボア18と位置合わせパッド28の開口34との間の相対変位、並びにボア18の主軸64とガイド部分74の主軸72との間の角変位を決定する。読出し及び表示がスクリーンディスプレイ36に表示される。この読出しは、直線変位及び両主軸間の角変位の両方の量的数値を示し得る。

【0089】

図1及び図5を参照されたい。図5には、スクリーンディスプレイ36(図1)に表示されたスクリーン100が例示されている。十字線交差部102が、ボア18(図1)或いは別のターゲットの位置を表わす。丸104の位置は、ボア18の主軸64に対するガイド部分74の主軸72の直線変位を表わす。ベクトル106が、2つの主軸を表わすベクトル間の角度のずれを操作者に示す。図5における大きさが0でないベクトル106は、ガイド部分74とボア18との間の実際の角度のずれを表わす。また、XY面、XZ面、及びYZ面における2つの主軸間の差のベクトルの成分を表わすこともできる。

【0090】

図1及び図6を参照すると、スクリーン100に類似した別のスクリーン108が示されている。これらの図面において、同じ要素には同一の参照符号が付されている。スクリーン100と比べると、スクリーン108は、ガイド部分74の主軸72及びボア18の主軸64の直線変位が変わっていないことを示す。しかしながら、ガイド部分74が回転して両主軸が平行になっている。ベクトル106(図5)は、スクリーン108に対して直交しているため、単に点110として示されている。

【0091】

動作

磁界位置合わせ装置22を使用するために初めに、必要な全ての外科的切除、骨14の入口の形成、並びに髄腔12の準備を、従来の侵襲性技術或いは最小侵襲性技術を利用者が適宜用いて行う。髄内釘10を、骨折部16の前後に延在するように髄腔12内に挿入する。上記したように金属が反応しないようにする金属イミュニティ技術を用いるが、磁氣的に影響を与える物体を手術現場から取り除く。操作者が、位置合わせパッド28に必要な全てのオフセット情報を入力し、位置合わせパッド28をボア18の推定位置に配置し、開口34をボア18の方向に向ける。センサ24及び磁界発生用モジュール30に動力を供給する。スクリーンディスプレイ36及びスピーカ38による表示及び音を操作者が利用して、位置合わせパッド28の位置及び向きを最適化する。最適な整合が得られたら、位置合わせパッド28をその位置に保持して、好ましくは位置合わせパッド28の開口34を穿孔のガイドとして用いて骨14の皮質内に孔を開ける。固定部材20をボア18内に挿入して固定する。次に、位置合わせパッド28を固定部材20から取り外して、手術現場から除去する。次に、外科手術を通常通り行って終了する。

【0092】

この実施形態及び以下の実施形態に用いられるセンサ24は、ボア18に対するセンサ24の位置が既知であれば、髄内釘10内に永久的に移植するのではなく挿入プローブに同様に取り付けることができる。

【実施例2】

【0093】

図7を参照すると、本発明の別の実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲッティング装置が模式的に例示されている。図1の要素と同一の図7の要素には同じ参照符号が付されている。この実施形態では、磁界位置合わせ装置112は、無線センサ24(図1)の代わりに配線式磁気センサ114を有する。センサ114に動力を供給するため、読出しのため、またその他のデータを得るためにリード線26が設けられている。センサ114から位置合わせパッド118に信号を送るためにリード線32が設けられている。位置合わせパッド118は、位置合わせパッド28(図1)に類似しているが、位置合わせパッド118にはアンテナや無線受信回路が必要ない。

【0094】

図8を参照すると、センサ114(図7)の一部が拡大されて模式的に示されている。エアコア或いは磁気コアに巻くことができる3つの同一のセンサコイル120が、センサ114内に配置されており、図8の座標軸に示されているように互いに直交するのが好ましい。リード線26は、好ましくは対線であって、浮遊電流を拾わないように電氣的に被覆することができる。センサ114の動作は、その他の点はセンサ24(図1)と同様である。センサ114の更なる詳細については上記した特許文献WO96/05768に開示されている。

【実施例3】

【0095】

図9を参照すると、本発明の別の実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲッティング装置が模式的に示されている。図1の要素と同一の図9の要素には同じ参照符号が付されている。磁界位置合わせ装置122は、磁界位置合わせ装置22(図1)に類似しているが、制御ユニット126によって駆動される3つ以上の外部磁界発生器124が設けられている点異なる。磁界発生器124は、好ましくは手術台あるいは別の固定取付具に取り付けられ、絶対基準フレームを提供する。この実施形態では、センサの絶対値を得ることができる。詳細を後述するように、この実施形態の様々な変更例が可能である。センサと磁界発生用モジュールの役割を変えることが可能である。従って、一例では、磁界発生用モジュール及びセンサは、図1の実施形態に示されているように配置することができる。別の例では、髄内釘内或いはその近傍で磁界を発生させ、複数のセンサを位置合わせパッド内に配置することができる。

【0096】

磁界位置合わせ装置122は、位置合わせパッド130に複数の無線磁界要素128を有するという特徴がある。小型磁界要素132が、ボア18の主軸64からオフセットした所定の位置及び向きにある髄内釘10内に配置される。一例では、磁界要素128が磁界発生用要素であり、磁界要素132はセンサである。別の例では、磁界要素128がセンサであり、磁界要素132は磁界発生用要素である。

【0097】

更なる例では、磁界要素128及び磁界要素123の両方がセンサであり、その全てが、磁界発生器124によって生じた磁界を検出する。

【0098】

更に別の例では、磁界要素128及び磁界要素132の一部或いは全ては、磁界発生器124によって生じた強い高周波磁界によって動力が供給される。このような場合、磁界要素128及び磁界要素132の一部或いは全てを無線とすることができる。この実施形態の更なる利点は、位置合わせパッド130に必要な回路の大きさ及び重量を最小化できるという点である。

【実施例4】

【0099】

図10を参照すると、本発明の別の実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲッティング装置が模式的に例示されている。図1の要素に同一の図10の要素には同じ参照符号が付されている。磁界位置合わせ装置134は、図1の磁界位置合わせ装置22に類似

10

20

30

40

50

している。しかしながら、センサ 24 の代わりに永久磁石 136 が髄内釘 10 内に配置されている。磁石 136 は、外径を 1.5 ~ 2 mm、長さを 5 mm とすることができる。NB45 磁石が好適である。磁石 136 を髄内釘 10 内に永久的に配置することができるが、好適な機械的ストッパー（不図示）を有する較正プローブ 138 に取り付けて挿入するのが好ましい。プローブ 138 が髄内釘 10 内に挿入された場合、ボア 18 に対する磁石 136 の動作位置は既知の位置である。

【0100】

4つの磁界検出器 140 が、図 1 の位置合わせパッド 28 に概ね類似した位置合わせパッド 142 に設けられている。磁界検出器 140 は、磁石 136 の磁界の強さ及び向きを検出する。好ましくは制御ユニット 68 内に配置される信号処理回路が、磁界検出器 140 に接続されている。上記した国際公開第 WO94/04938 号に開示されているアルゴリズム及び技術を用いて、ボア 18 に対する位置合わせパッド 142 の配置、並びに主軸 72 と主軸 64 との間の角度のずれを決定して、上記したように量的或いは質的表示としてスクリーンディスプレイ 36 に表示することができる。

【実施例 5】

【0101】

金属或いは磁氣的に反応性の物品が追跡するターゲットに近づく、或いは例えば髄内釘 10 等のターゲット自体が磁氣的に反応性であると、ターゲット付近の磁界が、寄生磁界を生成するうず電流によって歪んでしまう。このような寄生磁界による歪み及び他のタイプの歪みは、追跡する物体の位置決定に誤差を生じさせ得る。これに対して、上記した米国特許第 6,074,394 号に、「金属イミュニティ」を得るためのパルス直流電流の使用が開示されており、本発明のこの実施形態は、交流を用いてこの問題を克服して金属イミュニティを達成することができる。「金属イミュニティ」とは、磁界の歪みにも拘らず物体の位置を正確に決定できる能力のことである。

【0102】

図 11 を参照すると、本発明の別の実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲットイング装置が模式的に示されている。図 1 の要素に同一の図 11 の要素には同じ参照符号が付されている。磁界位置合わせ装置 144 は、図 1 の磁界位置合わせ装置 22 に類似しているが、複数の位置合わせ要素 146 が設けられているという点で異なる。それぞれの位置合わせ要素 146 の絶対位置は、例えば手術台等に取り付けることができる基準フレーム（不図示）に取り付ける等して既知の位置であるのが好ましい。位置合わせ要素 146 は、センサ 24 に類似の無線センサ或いは従来のホール効果センサとすることができる。位置合わせ要素 146 の位置は、上記した技術と同様の技術を用いて決定することができる。従って、位置合わせ要素 146 の測定位置を変えると、その後の測定に誤差に影響を与える。これは通常、手術の領域における磁気物体による磁界の歪みによる。次に、固定された位置合わせ要素 146 の位置座標の変化を用いて、空間補間法でセンサ 24 の座標における歪みの影響を補償することができる。4つの位置合わせ要素 146 が図 11 に示されているが、線形或いは非線形の補間の確度を高めるために、好ましくは同じ平面に位置しない別の位置合わせ要素を追加することができる。位置合わせ要素 146 は、その 1つが磁気物体とセンサ 24 との間に常に位置するように 3 次元的にセンサ 24 を囲むべきである。

【0103】

好適な実施形態では、同じ平面に位置しない 4 つ以上の位置合わせ要素 146 の検出位置の変化が計算され、これを空間補間法アルゴリズムに対する入力として用いる。単純な直線の場合の例が表 1 に示されている。この例では、センサ 24 は初め、2つの位置合わせ要素 146 の間に位置し、ガイド部分 74 が初めの位置から最終位置に移動する。

【表 1】

	初期測定値 (cm)	最終測定値 (cm)	補正值
要素 # 1	0 cm	0.1 cm	0 cm
ガイド	0.1 cm	0.5 cm	0.4 cm
要素 # 2	10 cm	10 cm	10 cm

【 0 1 0 4 】

10

本発明のこの実施形態の技術の例は、ガイド部分 7 4 及び位置合わせパッド 2 8 がセンサ 2 4 に対して異なった距離移動することを示しており、このことから位置合わせ 1 4 6 を用いなくても決定することができる。好都合に、磁界位置合わせ装置 1 4 4 が、手術領域内の金属物体のリアルタイムの運動に対しても補正を行うことができる。手術中に器具及び支持装置が頻繁に移動するため、ガイド部分 7 4 がセンサ 2 4 に対して移動する度に位置合わせ要素 1 4 6 の測定位置を更新することが好ましい。これは、制御ユニット 6 8 の信号処理回路で自動的に行うことができる。

【 0 1 0 5 】

位置合わせ要素 1 4 6 が既知の位置にあるため、ガイド部分 7 4 及びボア 1 8 の位置に対して位置合わせ要素 1 4 6 の位置を関連付けることができる。ガイド部分 7 4 及びボア 1 8 の絶対座標、並びに固定座標系を用いた互いに対するそれぞれの変位を表示することができる。

20

【 0 1 0 6 】

ここに開示した第 2、第 3、及び第 4 の実施形態にも、金属イミュニティを達成するためにこの実施形態で開示した技術を容易に適用することができる。

【 0 1 0 7 】

当業者であれば、添付の図面を用いた上記開示に本発明が限定されるものではないことを理解できよう。むしろ、本発明の範囲は、ここに開示した様々な特徴の組み合わせ、並びに上記した説明から当業者が想到する本発明の改良及び変更が含まれる。

【 0 1 0 8 】

30

本発明の実施態様は以下の通りである。

(A) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するための可動ガイド組立体と、

駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を生成する、前記ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、

前記磁界に応答してセンサ信号を生成する、前記ターゲットに対して既知の位置に配置された 1 或いは複数のセンサであって、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有する、前記 1 或いは複数のセンサと、

前記駆動信号及び前記センサ信号に応答して、前記ガイド組立体上の或る点の 3 つの位置座標と前記ガイド組立体の軸の 2 つの方位座標とを生成する信号処理装置と、

40

前記信号処理装置に応答して、前記ターゲットに対する前記点の位置並びに前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のアライメントの指示を表示するディスプレイを含むことを特徴とする遠位ターゲッティング装置。

(1) 前記ディスプレイが前記ガイド組立体と一体であることを特徴とする実施態様 (A) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(2) 前記ディスプレイが、丸と十字線の表示を含むことを特徴とする実施態様 (A) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(3) 前記センサが無線センサであることを特徴とする実施態様 (A) に記載の遠位ターゲッティング装置。

50

(4)更に、制御ユニットと、前記制御ユニットの制御信号に応答する複数の外部磁界発生器とを含み、前記外部磁界発生器によって生成された外部磁界が前記センサに動力を供給することを特徴とする実施態様(A)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5)前記外部磁界が更に、前記駆動信号を前記ガイド組立体の前記磁界発生器に供給することを特徴とする実施態様(4)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0109】

(6)前記指示が、5つの位置及び方位座標を含むことを特徴とする実施態様(A)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(7)前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様(A)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(8)前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(7)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(9)前記センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様(A)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(10)前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(9)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0110】

(11)更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素に응答して、前記点の前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様(A)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(B) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するための可動ガイド組立体と、
駆動信号に응答して既知の区別可能な磁界を生成する、前記ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、

前記磁界に응答してセンサ信号を生成する、前記ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数のセンサであって、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有する、前記1或いは複数のセンサと、

前記駆動信号及び前記センサ信号に응答して、前記ガイド組立体上の或る点の3つの位置座標と前記ガイド組立体の軸の2つの方位座標とを生成する信号処理装置と、

前記ガイド組立体に取り付けられ、前記ガイド組立体と共に移動可能な位置合わせパッドであって、前記信号処理装置に응答して、前記ターゲットに対する前記点の距離及び位置、並びに前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のアライメントの量的な指示を提供する、前記位置合わせパッドとを含むことを特徴とする遠位ターゲッティング装置。

(12)前記センサが無線センサであることを特徴とする実施態様(B)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(13)更に、制御ユニットと、前記制御ユニットの制御信号に응答する複数の外部磁界発生器とを含み、前記外部磁界発生器によって生成された外部磁界が前記センサに動力を供給することを特徴とする実施態様(B)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(14)前記外部磁界が更に、前記駆動信号を前記ガイド組立体の前記磁界発生器に供給することを特徴とする実施態様(13)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(15)前記量的な指示が、5つの位置及び方位座標を含むことを特徴とする実施態様(B)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0111】

(16)前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様(B)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(17)前記矯正装具が髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(16)に記載の遠位ターゲッティング装置。

10

20

30

40

50

(1 8) 前記センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様 (B)に記載の遠位ターゲットング装置。

(1 9) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (1 8) に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 0) 更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素にตอบสนองして、前記点の前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様 (B)に記載の遠位ターゲットング装置。

【 0 1 1 2 】

(C) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲットング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するためのハンドヘルド可動ガイド組立体と、
駆動信号にตอบสนองして既知の区別可能な磁界を生成する、前記ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、

前記磁界にตอบสนองしてセンサ信号を生成する、前記ターゲットに対して既知の位置に配置された複数のセンサであって、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有する、前記複数のセンサと、

前記駆動信号及び前記センサ信号にตอบสนองして、前記ガイド組立体上の或る点の 3 つの位置座標と前記ガイド組立体の軸の 2 つの方位座標とを生成する、前記ガイド組立体に配設された信号処理装置と、

前記信号処理装置にตอบสนองして、前記ターゲットに対する前記点の距離及び位置、並びに前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のアライメントの量的な指示を提供する、前記ガイド組立体に配設された位置合わせパッドであって、前記量的な指示を表示するためのディスプレイを含む、前記位置合わせパッドとを含むことを特徴とする遠位ターゲットング装置。

(2 1) 前記ディスプレイが前記ガイド組立体と一体であることを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 2) 前記ディスプレイが丸と十字線の表示を含むことを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 3) 前記センサが無線センサであることを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 4) 前記ディスプレイが更に、前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のずれの量的な指示を表示することを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 5) 更に、制御ユニットと、前記制御ユニットの制御信号にตอบสนองする複数の外部磁界発生器とを含み、前記外部磁界発生器によって生成された外部磁界が前記センサに動力を供給することを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

【 0 1 1 3 】

(2 6) 前記外部磁界が更に、前記駆動信号を前記ガイド組立体の前記磁界発生器に供給することを特徴とする実施態様 (2 5) に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 7) 前記量的な指示が、 5 つの位置及び方位座標を含むことを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 8) 前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

(2 9) 前記矯正装具が髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (2 8) に記載の遠位ターゲットング装置。

(3 0) 前記センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様 (C)に記載の遠位ターゲットング装置。

【 0 1 1 4 】

(3 1) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (3 0) に記載の遠

10

20

30

40

50

位ターゲッティング装置。

(32)更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素にตอบสนองして、前記点の前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様(C)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(D) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するための可動ガイド組立体と、
駆動信号にตอบสนองして既知の区別可能な磁界を生成する、前記ガイド組立体に設けられた複数の磁界発生器と、

前記磁界にตอบสนองしてセンサ信号を生成する、前記ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数のセンサであって、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有する、前記1或いは複数のセンサと、

前記ターゲットの位置と前記ガイド組立体の位置との間の差にตอบสนองする第1の出力並びに前記ガイド組立体の軸の方向と前記ターゲットの前記軸の方向との間の差にตอบสนองする第2の出力を有する、前記センサ信号及び前記駆動信号にตอบสนองする前記ガイド組立体に配設された信号処理装置と、

前記信号処理装置にตอบสนองして前記第1の出力及び前記第2の出力の量的な指示を表示する、前記ガイド組立体に配設されたディスプレイを含むことを特徴とする遠位ターゲッティング装置。

(33)前記ディスプレイが前記ガイド組立体の一体であることを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(34)前記ディスプレイが丸と十字線の表示を含むことを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(35)前記センサが無線センサであることを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0115】

(36)更に、制御ユニットと、前記制御ユニットの制御信号にตอบสนองする複数の外部磁界発生器とを含み、前記外部磁界発生器によって生成された外部磁界が前記センサに動力を供給することを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(37)前記外部磁界が更に、前記駆動信号を前記ガイド組立体の前記磁界発生器に供給することを特徴とする実施態様(36)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(38)前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(39)前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(38)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(40)前記センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0116】

(41)前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(40)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(42)更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素にตอบสนองして、前記ターゲットの前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様(D)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(E) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するための可動ガイド組立体と、
前記ターゲットに対して既知の位置に配置された、前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有する磁石と、

10

20

30

40

50

前記ガイド組立体に配設された、前記磁石の磁界に応答して磁界検出器信号を生成する複数の磁界検出器と、

前記ターゲットの位置と前記ガイド組立体の位置との間の差並びに前記ガイド組立体の軸の方向と前記ターゲットの前記軸の方向との間の差を表す出力を有する前記磁界検出器信号に応答する、前記ガイド組立体に配設された信号処理装置と、

前記信号処理装置に応答して、前記ターゲットの位置と前記ガイド組立体の位置との間の前記差を表す第1の指示と前記ガイド組立体の前記軸の方向と前記ターゲットの前記軸の方向との間の前記差を表す第2の指示を表示する、前記ガイド組立体に配設されたディスプレイを含むことを特徴とする遠位ターゲッティング装置。

(43) 前記ディスプレイが前記ガイド組立体と一体であることを特徴とする実施態様(E)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(44) 前記第1の指示及び前記第2の指示が、丸と十字線の表示を含むことを特徴とする実施態様(E)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(45) 前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記磁石を前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様(E)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0117】

(46) 前記矯正装具が髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(45)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(47) 前記磁石が前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様(E)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(48) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様(47)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(49) 更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素に応答して、前記ターゲットの前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様(E)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(F) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための遠位ターゲッティング装置であって、

前記ターゲットに対して前記器具を案内するための可動ガイド組立体と、

前記ガイド組立体に設けられた1或いは複数の第1の磁界要素と、

前記ターゲットに対して既知の位置に配置された1或いは複数の第2の磁界要素とを含み、前記第1の磁界要素及び前記第2の磁界要素がセンサ或いは磁界発生器であり、前記第1の磁界要素及び前記第2の磁界要素の少なくとも1つが前記センサであり、前記磁界発生器が駆動信号に応答して既知の区別可能な磁界を発生し、前記センサが前記磁界に応答してセンサ信号を生成し、前記センサが前記ターゲットの軸と既知のアライメントを有しており、更に、

前記磁界発生器である1或いは複数の第3の磁界要素と、

前記駆動信号及び前記センサ信号に応答して、前記ガイド組立体上の或る点の3つの位置座標と前記ガイド組立体の軸の2つの方位座標とを生成する信号処理装置と、

前記信号処理装置に応答して、前記ターゲットに対する前記点の位置並びに前記ガイド組立体の前記軸と前記ターゲットの前記軸との間のアライメントの指示を表示するディスプレイを含むことを特徴とする遠位ターゲッティング装置。

(50) 前記第1の磁界要素が前記磁界発生器であり、前記第2の磁界要素が前記センサであり、前記第2の磁界要素が前記第1の磁界要素及び前記第3の磁界要素の区別可能な磁界に応答することを特徴とする実施態様(F)に記載の遠位ターゲッティング装置。

【0118】

(51) 前記第1の磁界要素が前記センサであり、前記第2の磁界要素が前記磁界発生器であり、前記第1の磁界要素が前記第2の磁界要素及び前記第3の磁界要素の区別可能な磁界に応答することを特徴とする実施態様(F)に記載の遠位ターゲッティング装置。

(52) 前記第1の磁界及び前記第2の磁界が前記センサであることを特徴とする実施

10

20

30

40

50

態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 3) 前記第 1 の磁界要素及び前記第 2 の磁界要素が無線式であって、前記第 3 の磁界要素の磁界によって動力が供給されることを特徴とする実施態様 (5 2) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 4) 前記ディスプレイが前記ガイド組立体と一体であることを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 5) 前記ディスプレイが丸と十字線の表示を含むことを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

【 0 1 1 9 】

(5 6) 前記センサが無線センサであることを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 7) 前記指示が 5 つの位置及び方位座標を含むことを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 8) 前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(5 9) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (5 8) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(6 0) 前記センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

【 0 1 2 0 】

(6 1) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (6 0) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(6 2) 更に、位置合わせ磁界検出器を有する複数の位置合わせ要素を含み、前記位置合わせ要素が、固定された基準フレームに対して既知の位置に配置されており、前記信号処理装置が前記位置合わせ要素に応答して、前記点の前記位置の補正された指示を決定することを特徴とする実施態様 (F) に記載の遠位ターゲッティング装置。

(G) ターゲットに対する器具の位置及び向きを決定するための方法であって、

1 或いは複数の区別可能な磁界を生成するステップと、

前記ターゲットから所定の位置における前記各磁界の強さ及び向きを検出するステップと、

前記ターゲットに前記器具を向けるためのハンドヘルド可動ガイド組立体を用意するステップと、

前記ターゲットに対する前記組立体の或る点の位置並びに前記組立体の軸と前記ターゲットの軸との間のアライメントを表示するディスプレイを前記組立体に設けるステップと

、

前記検出するステップの後に、前記ターゲットに対する前記点の位置座標を計算するステップとを含むことを特徴とする方法。

(6 3) 前記ディスプレイが、丸と十字線の表示を用いて前記点の前記位置を示すことを特徴とする実施態様 (G) に記載の方法。

(6 4) 前記検出するステップが無線センサを用いて行われることを特徴とする実施態様 (G) に記載の方法。

(6 5) 前記ターゲットが中空の矯正装具を含み、前記無線センサを前記矯正装具内に挿入可能であることを特徴とする実施態様 (6 4) に記載の方法。

【 0 1 2 1 】

(6 6) 前記ターゲットが髄内釘を含むことを特徴とする実施態様 (6 4) に記載の方法。

(6 7) 前記無線センサが前記ターゲットと一体であることを特徴とする実施態様 (6 4) に記載の方法。

(6 8) 前記ディスプレイが、5 つの位置及び方位座標を表示することを特徴とする実施態様 (G) に記載の方法。

10

20

30

40

50

(6 9) 前記磁界を生成するステップが、前記磁界を前記ターゲットの近傍に生成して行われ、前記検出するステップが前記ターゲットから離れた位置で行われることを特徴とする実施態様 (G) に記載の方法。

(7 0) 前記磁界を生成するステップが、前記磁界を前記ターゲットから離れた位置で生成して行われ、前記検出するステップが前記ターゲットの近傍で行われることを特徴とする実施態様 (G) に記載の方法。

【図面の簡単な説明】

【 0 1 2 2 】

【図 1】本発明の好適な実施形態に従って構成され動作する遠位ターゲッティング装置の模式図である。

10

【図 2】図 1 に示されている遠位ターゲッティング装置のセンサのトランスポンダの模式図である。

【図 3】図 2 に示されているトランスポンダの駆動及び処理回路の模式的なブロック図である。

【図 4】図 1 に示されている遠位ターゲッティング装置に用いられるセンサの拡大部分模式図である。

【図 5】図 1 に示されている遠位ターゲッティング装置のスクリーンディスプレイのスクリーンの例を示す模式図である。

【図 6】図 5 に類似したスクリーンディスプレイのスクリーンの別の例を示す模式図である。

20

【図 7】本発明の別の実施形態に従って構成され動作する、センサがリード線によって動力の供給を受ける遠位ターゲッティング装置の模式図である。

【図 8】図 7 に示されている遠位ターゲッティング装置に用いられるセンサの拡大部分斜視図である。

【図 9】本発明の別の実施形態に従って構成され動作する、センサ及び磁界モジュールが外部磁界発生器からの無線出力伝達によって動力が供給される、遠位ターゲッティング装置の模式図である。

【図 1 0】本発明の別の実施形態に従って構成され動作する、センサの代わりに永久磁石が用いられた遠位ターゲッティング装置の模式図である。

【図 1 1】本発明の別の実施形態に従って構成され動作する、金属イミュニティを改善するために位置合わせ要素を備えた遠位ターゲッティング装置の模式図である。

30

【符号の説明】

【 0 1 2 3 】

- 1 0 髄内釘
- 1 2 髄腔
- 1 4 骨
- 1 6 骨折部
- 1 8 ボア
- 2 0 固定部材
- 2 2 磁界位置合わせ装置
- 2 4 磁気センサ
- 2 8 位置合わせパッド
- 3 0 磁界発生用モジュール
- 3 4 開口
- 3 6 ディスプレイ
- 3 8 スピーカ
- 6 4 ボアの主軸
- 6 6 アンテナ
- 6 8 制御ユニット
- 7 0 信号

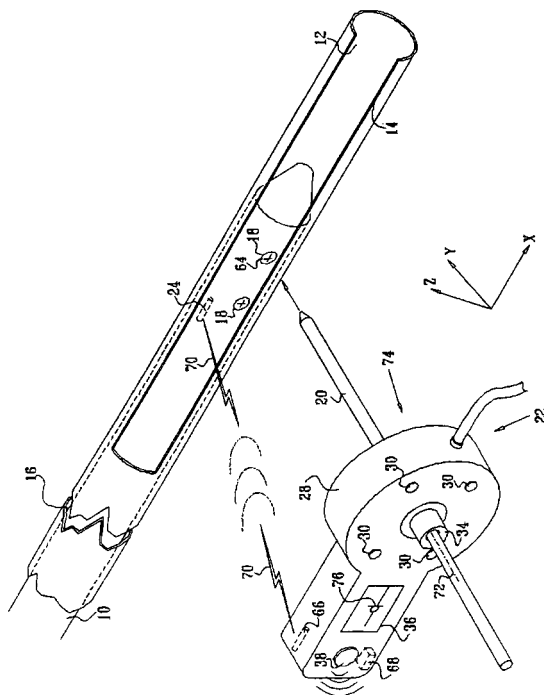
40

50

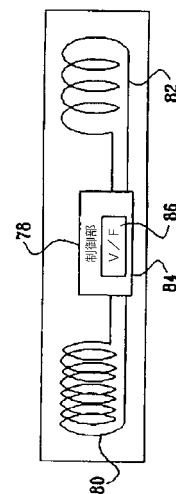
- 7 2 ガイド部分の主軸
- 7 6 丸と十字線の表示
- 7 8 トランスポンダ
- 8 0 出力コイル
- 8 2 センサコイル
- 8 4 チップ
- 8 6 電圧／周波数変換器
- 8 8 高周波出力ドライバ
- 9 2 クロックシンクロナイザー
- 9 4 制御回路
- 9 6 受信機
- 9 8 処理装置

10

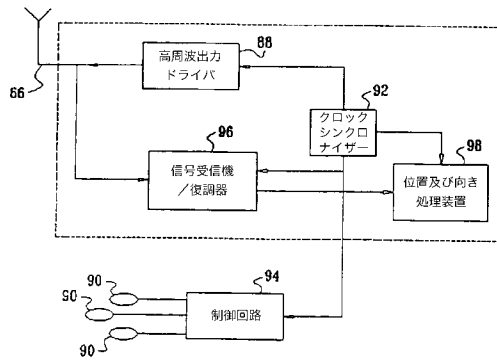
【図 1】



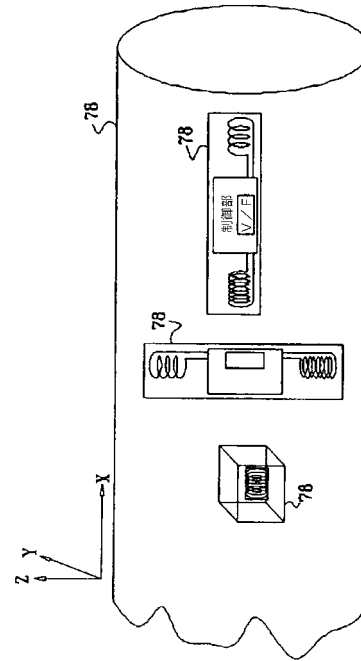
【図 2】



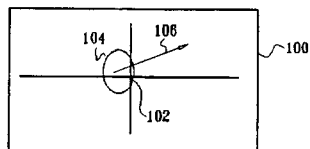
【図 3】



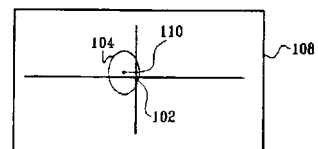
【図 4】



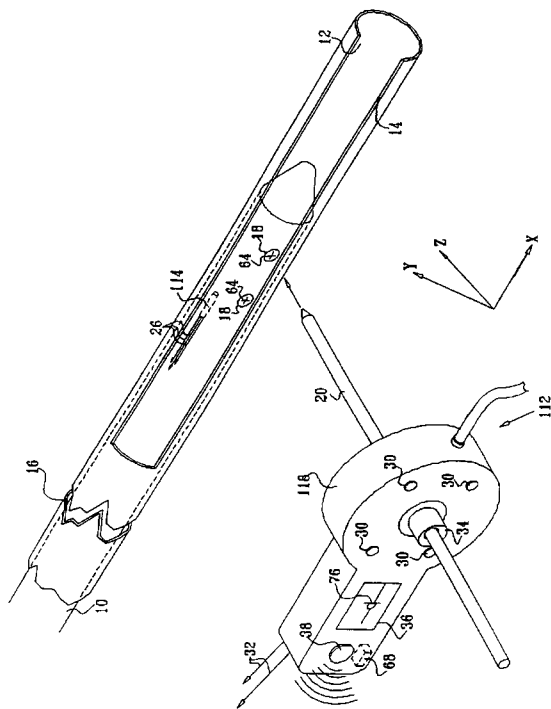
【図 5】



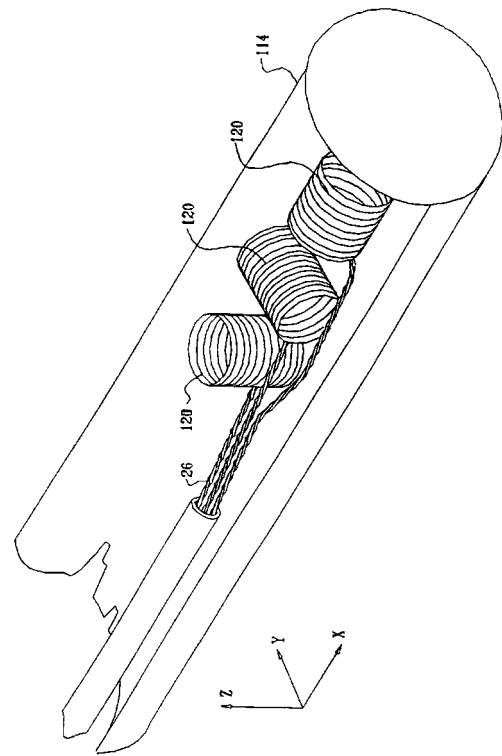
【図 6】



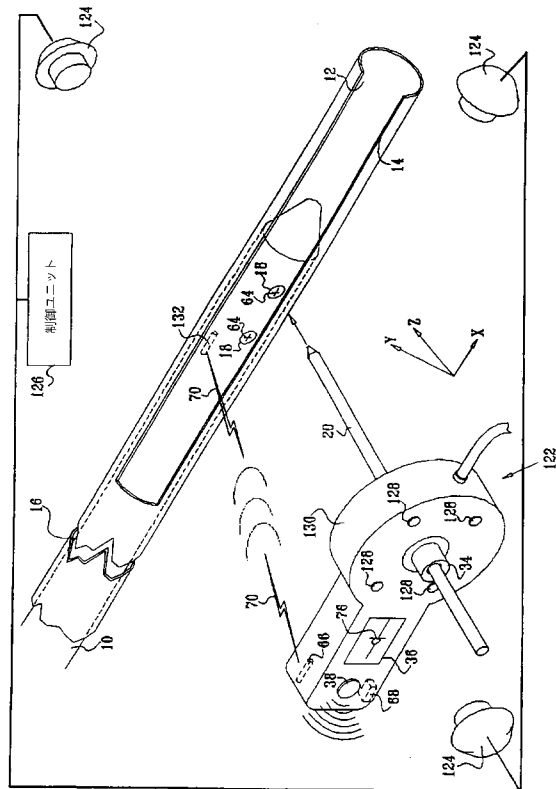
【図 7】



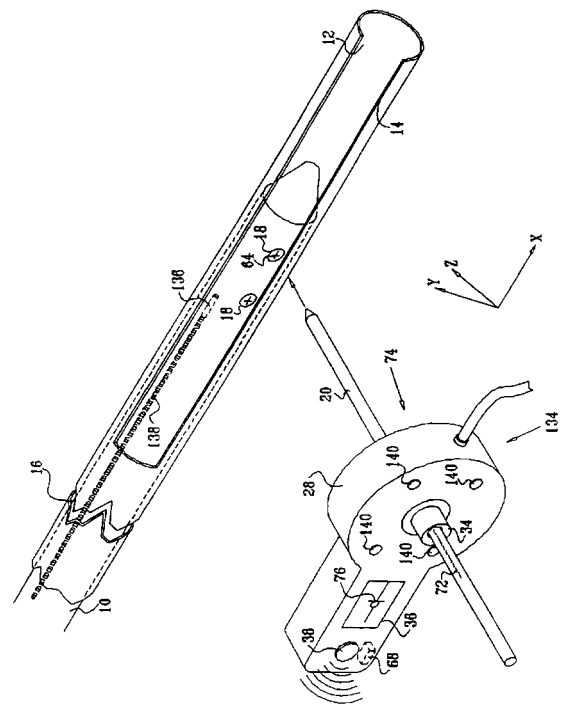
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 デイル・ジー・デイビソン

アメリカ合衆国、46580 インディアナ州、ワーソー、ホバート・コート 1827

(72)発明者 トーマス・ジー・フェロ

アメリカ合衆国、46805 インディアナ州、フォート・ウェイン、フォレスト・パーク・ブルバード 2204

審査官 瀬戸 康平

(56)参考文献 特開2002-107107(JP,A)

米国特許第05411503(US,A)

特開平06-098894(JP,A)

特表2002-513305(JP,A)

特開昭60-156443(JP,A)

特表平10-507104(JP,A)

特表平08-500441(JP,A)

米国特許第05127913(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 17/00, 19/00

G01B 7/00