

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2014-508549

(P2014-508549A)

(43) 公表日 平成26年4月10日(2014.4.10)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 F 2/46 (2006.01)	A 6 1 F 2/46	4 C 0 9 7
A 6 1 F 2/32 (2006.01)	A 6 1 F 2/32	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2013-543903 (P2013-543903) (86) (22) 出願日 平成23年12月16日 (2011.12.16) (85) 翻訳文提出日 平成25年8月16日 (2013.8.16) (86) 国際出願番号 PCT/IB2011/003246 (87) 国際公開番号 W02012/080840 (87) 国際公開日 平成24年6月21日 (2012.6.21) (31) 優先権主張番号 61/424, 447 (32) 優先日 平成22年12月17日 (2010.12.17) (33) 優先権主張国 米国 (US)	(71) 出願人 513152632 アヴェニール メディカル インコーポレ イテッド カナダ国 エヌ2エル 6アール5 オン タリオ州 ウォータールー ハーゲイ ブ ルーバード 295 アクセラレーター センター (74) 代理人 100079049 弁理士 中島 淳 (74) 代理人 100084995 弁理士 加藤 和詳 (74) 代理人 100085279 弁理士 西元 勝一
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 手術中のプロテーゼ整列方法およびシステム

(57) 【要約】

手術中に2つの剛体の相対位置を決定、監視及び表示する方法及びシステムが開示される。特に、本開示は手術中に骨に対するプロテーゼの位置決めをするための方法とシステム、並びに結果として得られた隣接する骨同士との相対位置を検証するシステムと方法に関する。

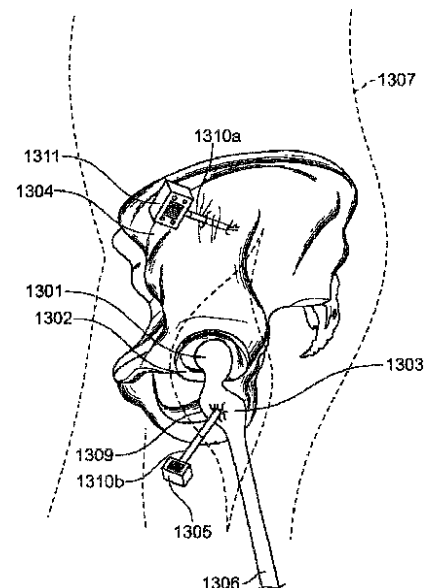


FIG. 13

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

人工股関節置換術を遂行するためのシステムであって、
患者の骨盤に連結されるように適合された、骨盤センサユニットと、
登録センサユニットと、
寛骨臼挿入ツールに連結されるように適合された、挿入ツールセンサユニットと、
患者の大腿骨に連結されるように適合された、大腿骨センサユニットと、
少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体
と、を備え、

前記命令は実行されると、処理装置が、

10

(a) 前記骨盤センサユニットと前記患者の骨盤との位置関係を、少なくとも 3 つの参照ポイントに基づく、前記骨盤センサユニットと前記登録センサユニットとの間の登録測定に基づいて計算し、

(b) 前記骨盤センサユニットと前記大腿骨センサユニットとの間の初期の位置関係を測定し、

(c) 前記骨盤センサユニットと前記挿入ツールセンサユニットとの間の位置関係に基づいて移植処置中の前記寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、

(d) 前記寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて、外転角及び前傾角を計算し、

(e) 移植処置中の前記外転角と前記前傾角を表す、実時間表示を提供し、

(f) 前記骨盤センサユニットと前記大腿骨センサユニットとの間の整復後の位置関係を測定し、

20

(g) 前記初期の位置関係と、前記整復後の位置関係と、前記骨盤センサユニットと前記患者の骨盤との間の位置関係とに基づいて、脚位置の変化を計算し、

(h) 脚位置変化の表示を提供する、

ことを行う、システム。

【請求項 2】

前記初期の位置関係は、初期の脚の並進測定を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記初期の位置関係は、初期の脚の向き測定を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

30

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含み、前記命令は実行されると処理装置が、

前記骨盤センサユニットと前記大腿骨センサユニットとの間の位置関係に基づいて脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、

前記脚位置調整処置中の前記大腿骨の向きを表す実時間表示を提供する、
ことを行う、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含み、前記命令は実行されると処理装置が前記患者の大腿骨の回転中心を計算する、
請求項 1 に記載のシステム。

40

【請求項 6】

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと前記登録センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算される、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと前記大腿骨センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 5 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記脚位置の変化は、前記初期位置関係と前記整復後の位置関係との間の比較に基づいて計算される、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

50

前記脚位置の変化は、前記骨盤センサユニットと前記大腿骨センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記脚位置の変化は、脚長測定、オフセット測定、及び / 又は前後方向の位置測定を含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 11】

人工股関節置換術を遂行するためのシステムであって、
患者の骨盤に連結されるように適合された、骨盤センサユニットと、
参照センサユニットと、

少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体と、を備え、

前記命令は実行されると、処理装置が、

(a) 前記骨盤センサユニットと前記患者の骨盤との位置関係を、少なくとも 3 つの参照ポイントを含む、前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の登録測定に基づいて計算し、

(b) 前記骨盤センサユニットと、移植処置中に前記寛骨臼挿入ツールに連結されている前記参照センサユニットとの間の位置関係に基づいて移植処置中の寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、

(c) 前記寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて移植パラメータを計算し、

(d) 前記移植処置中の前記移植パラメータの実時間表示を提供する、
ことを行う、システム。

【請求項 12】

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含み、前記命令は実行されると、処理装置が、

(e) 前記骨盤センサユニットと、前記患者の大腿骨に連結された前記参照センサユニットとの間の初期位置関係測定に基づいて初期脚位置を計算し、

(f) 前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の整復後の位置関係に基づいて整復後脚位置を測定し、

(g) 前記初期脚位置と前記整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、

(h) 前記脚位置変化の表示を提供する、
ことを行う、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記初期脚位置は、部分的には初期脚長測定に基づいて計算される、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 14】

前記初期脚位置は、部分的には初期脚向き測定に基づいて計算される、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記初期脚位置は、前記参照センサユニットが前記患者の大腿骨に連結されている場合、前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の位置関係に部分的に基づいて計算される、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 16】

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、実行すると処理装置が前記患者の大腿骨の回転中心を計算する、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含む、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 17】

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと、前記寛骨臼表面上の 3 か所以上のポイントに接触している前記参照センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算される、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は前記患者の大腿骨に連結されている前記参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 19】

前記脚位置の変化は、前記骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は前記患者の大腿骨に連結されている前記参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 20】

前記脚位置の変化は、脚長測定、オフセット測定、及び / 又は前後方向の位置測定を含む、請求項 12 に記載のシステム。

10

【請求項 21】

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含み、前記命令は実行されると、処理装置が、

前記骨盤センサユニットと、前記患者の大腿骨に連結された前記参照センサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、

前記脚位置調整処置中の前記大腿骨の向きを表す実時間表示を提供する、
ことを行う、請求項 12 に記載のシステム。

【請求項 22】

人工股関節置換術を遂行するためのシステムであって、

患者の骨盤に連結されるように適合された、骨盤センサユニットと、
参照センサユニットと、

20

少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体と、を備え、

前記命令は実行されると、前記処理装置が、

(a) 前記骨盤センサユニットと前記患者の骨盤との位置関係を、前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の少なくとも 3 つの参照ポイントを含む登録測定に基づいて計算し、

(b) 前記骨盤センサユニットと、前記患者の大腿骨に連結された前記参照センサユニットとの間の初期位置関係測定に基づいて初期脚位置を計算し、

(c) 前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の位置関係に基づき、
脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、

30

(d) 前記脚位置調整処置中の前記大腿骨の向きを表す実時間表示を提供し、

(e) 前記骨盤センサユニットと前記参照センサユニットとの間の位置関係に基づいて
整復後の脚位置を測定し、

(f) 前記初期脚位置と前記整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、

(g) 脚位置変化の表示を提供する、

ことを行う、システム。

【請求項 23】

前記コンピュータ可読記憶媒体は更に、実行すると処理装置が前記患者の大腿骨の回転中心を計算する、少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を含む、請求項 22 に記載のシステム。

40

【請求項 24】

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと、前記寛骨臼表面上の 3 か所以上のポイントに接触している前記参照センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算される、請求項 23 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記回転中心は、前記骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は前記患者の大腿骨に連結されている前記参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 23 に記載のシステム。

【請求項 26】

50

前記脚位置の変化は、前記骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は前記患者の大腿骨に連結されている前記参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算される、請求項 23 に記載のシステム。

【請求項 27】

前記脚位置の変化は、脚長測定、オフセット測定、及び / 又は前後の位置測定を含む、請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 28】

少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を有する、人工股関節置換術用のコンピュータ可読記憶媒体であって、

前記命令は実行されると、処理装置が、

(a) 骨盤センサユニットが患者の骨盤の第 1 のポイントに連結されている場合には、骨盤センサユニットと患者の骨盤との間の位置関係を計算し、

(b) 前記骨盤センサユニットと、前記患者の大腿骨に連結された前記センサユニットとの間の位置関係に基づいて初期脚位置を計算し、

(c) 前記骨盤センサユニットと前記寛骨臼挿入ツールに連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて、移植処置中の前記寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、

(d) 前記寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて移植パラメータを計算し、

(e) 前記移植処置中の前記移植パラメータを表示する実時間表示を提供し、

(f) 前記骨盤センサユニットと前記患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の患者の大腿骨を追跡し、

(g) 前記骨盤センサユニットと、前記患者の大腿骨に連結された前記センサユニットとの間の位置関係に基づいて整復後脚位置を測定し、

(h) 前記初期脚位置と前記整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、

(i) 脚位置変化の表示を提供する、

ことを行うコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 29】

前記移植パラメータは、外転角及び前傾角を含む、請求項 28 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【請求項 30】

少なくとも 1 つの処理装置により実行可能な命令を更に備え、

前記命令は実行されると、前記処理装置が、

(j) 前記骨盤センサユニットと前記患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の前記患者の大腿骨の向きを追跡し、

(k) 前記脚位置調整処置中の前記患者の大腿骨の向きを示す実時間表示を提供する、ことを行う、請求項 28 に記載のコンピュータ可読記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は米国特許法第 119 条 (e) に基づき、2010 年 12 月 17 日に提出された米国仮特許出願第 61/424,447 号の利益を主張するものであり、その開示の全体が参照により本明細書に組み込まれるものとする。

【0002】

本発明は一般的に手術中に 2 つの剛体の相対位置を判定、監視及び表示することに関する。特に、本発明は手術中に骨に対してプロテーゼを位置決めする方法とシステム、並びにその結果の隣接する骨同士との相対位置を検証するシステムと方法に関する。

【背景技術】

【0003】

関節置換手術には、既存の関節を人工のプロテーゼ部品で置き換えることが含まれる。一般的な関節置換術には、人工股関節置換術と人工膝関節置換術が含まれる。人工股関節

10

20

30

40

50

置換術は、本来の人工股関節全置換術と、再置換術（レビジョン）と、表面置換型人工関節術の3つのタイプに区分される。本来の人工股関節置換術は、全人工股関節置換術（THA）とも呼ばれ、大腿骨の骨頭と近位頸部の外科切除と、寛骨臼軟骨と軟骨下骨の除去を含む。一般に、大腿骨の近位骨髓部に人工管が設けられ、金属製の大腿骨プロテーゼが大腿骨骨髓管内に挿入される。次に、寛骨臼部品すなわちインプラントが拡大された寛骨臼空間の近位側に挿入される。

【0004】

表面置換型人工股関節術は、THAと同様に、寛骨臼軟骨と軟骨下骨を外科除去し、その後寛骨プロテーゼを挿入する。THAと異なるのは、表面置換型人工股関節術では大腿骨骨頭の切除は行わず、元からある大腿骨骨頭をプロテーゼキャップで覆い、これを寛骨臼プロテーゼに嵌合させる。表面置換型人工股関節術は比較的若い患者に施術して、大腿骨を将来の再置換術のために残しておくことが多い。

10

【0005】

人工股関節再置換術は通常、感染、弛み、破損、機械的故障、あるいは不安定さなどの要因によって人工股関節が故障した際に実施される。人工股関節再置換術は、故障の原因によるが、通常1つまたは複数の故障した人工プロテーゼを交換する。

【0006】

北アメリカとヨーロッパでは年間約1,000,000件の人工股関節手術が行われる。その約75%は本来の人工股関節置換術であり、15%が再置換術で、10%が表面置換型人工股関節術である。調査結果によると、多くの要因により今後数年間は人工股関節置換術の件数が増加するものと見られている。

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

人工股関節置換術の重要な一側面は、寛骨臼部品すなわちインプラントを骨盤に対して確実に適切な整列となるようにすることである。特に、研究結果によれば、骨盤に対する寛骨臼部品すなわちインプラントの適切な整列に失敗すると、早期摩耗や脱臼傾向や患者の不快感に至る可能性が高い。

【0008】

人工股関節置換術の別の重要な側面は、施術に起因する脚長とオフセットの変化を許容範囲内に収めることである。典型的には、手術の結果として脚の長さとオフセットが何ら変化しないことが目標である。しかし、医師による修復処置の結果として、少々脚長の変化を来しやすいものである。

30

【0009】

本明細書に記載のシステム、方法、及び装置の実施形態をよりよく理解し、その実行の仕方をより明確に示すために、添付の図面を一例として参照する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】健常な股関節の正面図である。

【図2】THAを行った後の股関節の正面図である。

40

【図3A】外転角を示す、骨盤の正面図である。

【図3B】前傾角を示す、骨盤の正面図である。

【図3C】前傾角を示す、骨盤の正面図である。

【図4A】人工関節置換術の手術前後の股関節を比較するための、手術前の脚長とオフセットの寸法を示す図である。

【図4B】人工関節置換術の手術前後の股関節を比較するための、手術後の脚長とオフセットの寸法を示す図である。

【図5】少なくとも1つの実施形態による、人工股関節置換術用の手術ナビゲーションシステムのブロック図である。

【図6】皮膚又は他の柔軟組織を介して骨盤に挿入されたピン又は骨ネジを有する患者の

50

腰の側面図である。

【図 7 A】センサユニットの一実施形態の図である。

【図 7 B】センサユニットの別の実施形態の図である。

【図 7 C】センサユニットの別の実施形態の図である。

【図 7 D】センサユニットの別の実施形態の図である。

【図 7 E】センサユニットの別の実施形態の図である。

【図 7 F】マーカアレイの一実施形態を示す図である。

【図 8】骨盤内のピン又は骨ネジを介して骨盤に連結されたセンサユニットを持つ患者の腰の側面図である。

【図 9 A】針の等角図である。

10

【図 9 B】センサユニットが連結された、図 9 A の針の等角図である。

【図 10】針とセンサユニットが取り付けられた、寛骨臼インプラント挿入ツールの等角図である。

【図 11】一実施形態による、装置の 1 つの腕にセンサユニットを持ち、骨盤に接触する骨盤登録装置を示す図である。

【図 12】骨盤上の標識点に接触したセンサユニットを有する針によって取り付けられたセンサユニットを持つ患者の骨盤の側面図である。

【図 13】センサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、骨ネジ又はピンによってセンサユニットが取り付けられた患者の大腿骨の図である。

【図 14】センサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、センサユニットが取り付けられ、患者の寛骨臼の近くに配置された寛骨臼拡孔ツールの図である。

20

【図 15】センサユニットが取り付けられた患者の骨盤と、センサユニットが取り付けられた寛骨臼インプラント挿入ツールの側面図である。

【図 16】センサユニットが取り付けられた患者の骨盤と、大腿骨プロテーゼ部品を据え付けて人工関節を組み立てた後に骨ネジ又はピンでセンサユニットが取り付けられた患者の大腿骨の側面図である。

【図 17】骨盤内のピン又は骨ネジを介して骨盤に連結されたセンサユニットの一実施形態を持つ患者の骨盤の側面図である。

【図 18 A】別の針の等角図である。

【図 18 B】マーカアレイが連結された、図 18 A の針の等角図である。

30

【図 19】マーカアレイが取り付けられた、寛骨臼インプラント挿入ツールの等角図である。

【図 20】1 つの腕にマーカアレイを有する別の骨盤登録装置を、骨盤に接触させた状態で示した図である。

【図 21】センサユニットを取り付けられた患者の骨盤の側面図と、マーカアレイが取り付けられて、骨盤上の標識点に接触した針の図である。

【図 22】一実施形態によるセンサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、骨ネジ又はピンによってマーカアレイが取り付けられた患者の大腿骨の図である。

【図 23】一実施形態によるセンサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、マーカアレイが取り付けられた寛骨臼拡孔ツールの図である。

40

【図 24】一実施形態によるセンサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、マーカアレイが取り付けられた寛骨臼インプラント挿入ツールの図である。

【図 25】一実施形態によるセンサユニットが取り付けられた患者の骨盤の側面図と、大腿骨プロテーゼ部品を据え付けた後に骨ネジ又はピンでマーカアレイが取り付けられた患者の大腿骨の図である。

【図 26】一実施形態による、T H A 実行方法のフロー図である。

【図 27】一実施形態による、人工関節置換手術において手術用ナビゲーションツールを含むシステムを利用する方法のフロー図である。

【図 28 A】一実施形態による、骨の既定の幾何配置に対して第 1 のセンサユニットの相對位置を決定する方法のフロー図である。

50

【図 28B】別の実施形態による、骨の既定の幾何配置に対して第 1 のセンサユニットの相対位置を決定する方法のフロー図である。

【図 29】一実施形態による、骨と剛体との相対位置を決定する方法のフロー図である。

【図 30】提示されたシステムと方法を実装するために使用される計算機システムの模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

図を簡略化しかつ分かり易くするために、図中の要素は必ずしも寸法通りにはなっていないことを理解されたい。例えば、分かり易くするために、要素のあるものの寸法は他のものより誇張されている場合がある。また、必要な場合には、複数の図において類似の参照番号を用いて、対応または類似の要素であることを示した（例えば、図 8 の参照センサ 811 は、図 12 の参照センサ 1211 に類似している）。

10

【0012】

本明細書に記述の例示的实施形態を完全に理解できるようにするために、数多くの特定の詳細を説明する。ただし、本明細書で記述する実施形態はこれらの特定の詳細なしで実行可能であることを当業者は理解するであろう。他の例では、本明細書の実施形態が不明確とならないようにするために、周知の方法、手順および部品に関しては詳細な説明をしなかった。更には、以下の説明は本明細書の実施形態の範囲をいかなる形であれ制限するものではなく、単に本明細書で記述される様々な実施形態の実装を説明するものである。

20

【0013】

以下の実施形態は、手術中におけるプロテーゼの整列と位置決めと寸法調整のための方法とシステムに関する。例示する方法とシステムは、体部位とプロテーゼ、体部位と体の他の部位、体部位とツール、及びプロテーゼとツール、との位置関係の決定に関するものである。“位置関係”という用語は剛体の座標系間での変換（例えば同次変換）を指す。直交座標空間（すなわち 3 次元空間）において、剛体の変換は 6 つの自由度（DOF）から成る。すなわち位置の並進に関する 3 つの自由度と、位置の回転つまり方向に関する 3 つの自由度である。本明細書において、“位置関係”又は“相対位置”という用語は、1 ~ 6 の自由度を包含する。位置関係を示す自由度の数は、明示的に記述されてもよいし（例えば 2 自由度）、又は内容で暗示されてもよい（例えば、一般的に方向を記述するには 3 自由度が必要）。ある例では、先ず 6 自由度で位置を決定し、次いで 6 より少ない自由度の所望の位置情報を抽出することで位置関係を決定する。より一般的には、“位置関係”ということは、2 つの剛体とそれらに対応する座標系の間の位置決めを行うことであり、ここで、剛体はいずれもグローバル座標系に“固定”されてはいないとする。

30

【0014】

一実施形態において、第 1（又は参照用）のセンサユニットが、例えば骨盤などの体部位に取り付けられる。第 1 のセンサユニットに対する体部位（例えば骨盤）の相対位置を決定しなければならない。これは通常、当業者には“登録（registration）”と呼ばれる。骨盤登録を行うための既知の方法は複数ある。1 つの登録方法としては、内部操作画像法（intra-operative imaging）の利用が含まれる。別の登録方法としては、体部位上の少なくとも 3 つの標識点（又は参照位置）を用いてセンサユニットの位置を測定する方法がある。第 2 のセンサユニットを持つ手術器具が 3 か所の標識点（又は参照位置）に同時にあるいは順番に接触する。体部位に取り付けられた第 1 のセンサユニットと、手術器具上の第 2 のセンサユニットとを組み合わせ、体部位上の第 1 のセンサユニットの、少なくとも 3 つの標識点又は参照位置（従って体部位そのもの）に対する相対位置の決定が可能となる。一実施形態においては、登録では骨盤に対する第 1 のセンサの 3 自由度の相対回転位置（すなわち、向き）のみが決定される。

40

【0015】

別の実施形態においては、プロテーゼの体部位に対する向きが、複数のセンサユニットを用いて決定される。そのようなセンサユニットは、これに限定はされないが、エミッタ又はマーカ、及び / 又はセンサであってよい。センサユニットの 1 つが体部位に取り付け

50

られ、別のセンサユニットが手術器具に取り付けられてもよい。センサノマーカの組合せは、（プロテーゼ付きの）手術器具と体部位の相対的な３次元の向きの測定を可能とし得る。

【００１６】

別の実施形態においては、２つの体部位の相対的な位置関係は、２つのセンサユニットを用いて決定される。例えば、人工股関節置換術において、大腿骨又は大腿骨上のポイントに対する骨盤の相対位置を決定することが望まれる場合がある。これは、第１（又は参照用）のセンサユニットを１つの体部位（例えば、骨盤）に取り付け、もう１つのセンサユニットを別の体部位（例えば、大腿骨）に取り付けて、センサユニットの組合せによって２つの体部位間の相対的な位置関係が計測可能となるようにすることで達成し得る。

10

【００１７】

説明を簡単にするために、ＴＨＡを行う際の寛骨臼と大腿骨インプラントを整列させる場合について説明する。ただし、ここで記述する方法とシステムは他のタイプの人工股関節置換術、すなわち表面置換型人工関節手術、人工股関節の再置換術、並びに例えば人工膝関節置換術などのようなプロテーゼを移植するその他の外科手術に適用可能であることは、当業者であれば明らかであろう。

【００１８】

I．人工股関節全置換術の説明

【００１９】

プロテーゼ部品すなわちインプラントを整列させるための方法およびシステムの実施形態の詳細を説明する前に、人工股関節全置換術（ＴＨＲ）またはＴＨＡを図１～４を参照して簡単に説明する。

20

【００２０】

先ず図１を参照すると、健常者の股関節１００が示されている。図１から分かるように、股関節１００には、骨盤骨１０４内に寛骨臼と呼ばれる臼窩１０２があり、これが寛骨臼軟骨１０６で内張りされている。健常者は、大腿骨１１０の上端の大腿骨骨頭１０８が寛骨臼１０２内に収納されている。

【００２１】

次に図２を参照すると、ＴＨＲ又はＴＨＡ手術後のヒトの股関節２００が示されている。ＴＨＲ又はＴＨＡの手術中に、寛骨臼２０２が拡孔されて（すなわち、図１の寛骨臼軟骨が除去されて）、寛骨臼部品つまりインプラント２２０が寛骨臼２０２に取り付けられる。大腿骨２１０の大腿骨骨頭（例えば、図１の大腿骨骨頭１０８）も除去される。具体的には、大腿骨２１０が既知の方法で開孔され、大腿骨部品と称されるボール／ステム部品２１１が開孔された大腿骨２１０内部に挿入される。

30

【００２２】

ＴＨＡの重要な側面は、寛骨臼部品すなわちインプラントの骨盤に対する適切な整列を確保することである。具体的に言うと、骨盤に対する寛骨臼部品すなわちインプラントの適切な整列に失敗すると、早期摩耗や脱臼傾向や患者の不快感に至る可能性があることを研究結果が示している。

【００２３】

骨盤骨格に対する寛骨臼部品すなわちインプラントの配置方向は、外転角と前傾角によって定義される。図３Ａ、３Ｂ、３Ｃはすべて寛骨臼インプラント３２０のある骨盤の正面図であり、外転角と前傾角を示している。図３Ａでは、外転の方向を矢印３３０で、外転角は角度３３２で示されている。一般的に外転は、寛骨臼３０２内における寛骨臼部品すなわちインプラント３２０の横方向枢動に関係する。

40

【００２４】

図３Ａ～３Ｃにおいて、前傾方向が矢印３３３で示されている。図３Ｂは、前傾角が０度の場合の寛骨臼インプラントを示している。読者側からインプラントの臼窩が見えるような、軸３４０を中心とする寛骨臼インプラント３２０の回転は、正の角度の前傾となっている。例えば、図３Ｃの寛骨臼インプラント３２０は、正の角度の前傾である。一般的

50

に、前傾は寛骨臼部品すなわちインプラント 3 2 0 の寛骨臼 3 0 2 内での垂直方向（つまり、手術台の上に仰向けに寝ている患者に対する垂直方向）への傾斜に関係する。外転と前傾は、動作的、X線写真的、かつ解剖学的に定義されてもよい。

【0025】

研究によると、標準的な健康人の外転は理想的には 30 ~ 50 ° の範囲であり、前傾は理想的には 5 ~ 25 ° の範囲にある。

【0026】

また、人工股関節置換術の成功結果として非常に望まれるのは、脚長とオフセットと大腿骨の回転中心とに所望通りの結果が達成されることである。人体の解剖学的見地から見た脚長とオフセットの定義は文献に記載されており、当業者には周知である。図 4 A、4 B には、置換術前 4 0 0 a（図 4 A）と置換術後 4 0 0 b（図 4 B）の腰と大腿骨が前後方向の図で示されている。元々の脚長 4 0 5 a とオフセット 4 0 7 a は、骨盤 4 0 1 上の標識点（又は参照位置）と大腿骨 4 0 3 上の標識点との間のベクトルの成分である。術後の脚長 4 0 5 b とオフセット 4 0 7 b は、骨盤 4 0 1 と大腿骨 4 0 3 の上の同じ標識点同士との間のベクトルの成分である。術後の脚長 4 0 5 b とオフセット 4 0 7 b は、大腿骨の 4 0 8 b の回転中心（C O R）の位置と大腿骨インプラントの寸法とで決まる。元々の脚長 4 0 5 a とオフセット 4 0 7 a は、術前の撮影（例えば、X線、C T スキャン、及び M R I）、並びに元々の大腿骨 C O R 4 0 8 a を用いて測定されてもよい。所望の結果的な脚長とオフセットと、元々の脚長 4 0 5 a とオフセット 4 0 7 a とから、脚長とオフセットの所望の変化量を算出することができる。

【0027】

手術を確実に成功させて関節プロテーゼの所望の易動度と耐久性を得られるように支援するためには、術後の脚長 4 0 5 b とオフセット 4 0 7 b を、元々の脚長 4 0 5 a とオフセット 4 0 7 a に関して術前に決定した所望値に合致させることが重要であろう。術後の所望の脚長とオフセットは、術中に（センサユニットを利用して）脚長とオフセットをモニタして、脚長とオフセットの所望の変化量を実現することにより達成し得る。また、術前、術後の大腿骨 C O R の位置を、大腿骨 C O R 位置の前後方向の変化も含めて決定することが望ましい。これはセンサユニットを利用して実現させてもよい。

【0028】

I I . システムレベルでの装置の説明

【0029】

次に図 5 を参照すると、本発明の実施形態による、体部位と体部位、体部位とプロテーゼ、体部位とツール、及びツールとプロテーゼ、との相対位置関係を事前に測定するためのシステム 5 0 0 が示されている。この例示的なシステム 5 0 0 には、複数のセンサユニット 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5、5 0 6 があり、それらが相互に作用しあって、センサが接続された部品同士間の相対位置関係を測定する（ここで、図 5 に示す接続は有線または無線伝送を表す）。第 1 のセンサユニット（又は参照センサユニット）5 0 2 は、患者の骨盤にピン又は骨ネジを固定し、そのピン又は骨ネジに第 1 の（参照用の）センサユニット 5 0 2 をねじ留めかクリップ留めかまたはその他の取付方法で患者 5 0 7 の骨盤に動作可能に接続されるが、詳細は以下で説明する。第 2 のセンサユニット 5 0 3 はセンサ位置測定装置 5 0 8 に動作可能に接続される。その他のセンサユニット 5 0 4、5 0 5、5 0 6 は患者 5 0 7 の大腿骨と、寛骨臼プロテーゼ挿入ツール 5 0 9 と、リーマ（拡孔器）5 3 0 とにそれぞれ動作可能に接続される。以下で詳細を述べるように、各センサ 5 0 3、5 0 4、5 0 5、5 0 6 は、マーカ又はマーカアレイで置き換えてもよい。

【0030】

寛骨臼プロテーゼ挿入ツール 5 0 9 とリーマ 5 3 0 は、システム 5 0 0 の一部を成し得る手術器具（すなわち剛体）の単なる例であって、人工股関節置換術において普通に利用されるものである。当業者であれば、他の医療用プロテーゼを対応する体部位又は患者の骨に取り付けるために利用される手術器具も本明細書において考慮されることは理解されるであろう。システム 5 0 0 には計算装置 5 1 1 も含まれ、そこにはプロセッサ 5 1 2、

ディスプレイ装置 5 1 4、及びデータベース 5 1 6 が含まれてもよい。

【0031】

ディスプレイ装置 5 1 4 は手術手順に関する情報を表示してもよい。通常、表示される情報は、人工股関節置換術中に医師、例えば整形外科医に向けたものである。ディスプレイ装置 5 1 4 はコンピュータ用モニタ、テレビジョン、LCD タッチスクリーン、7 セグメントディスプレイ、タブレット、スマートフォン、又はその他の任意の種類のディスプレイであってよい。ディスプレイ装置 5 1 4 は、その時手術室内に統合されている独立型ユニットであってよいし、又は例えば 5 0 9、5 3 0 の手術器具に取り付けられていてもよい。表示される情報としては、これに限るものではないが、体部位や器具やプロテーゼの相対的な位置関係情報であってよい。一実施形態において、ディスプレイ装置 5 1 4 は寛骨臼部品の外転と前傾の角度を示す。別の実施形態においては、ディスプレイ装置 5 1 4 は拡孔の深さと角度に関する情報を表示する。また別の実施形態では、ディスプレイ装置 5 1 4 は脚長とオフセットの変化を表示する。手術に関連するその他の情報が表示されてもよい。例えば、医療画像が入手可能な場合には、手術手順に含まれる様々な手術器具及び骨の実時間運動を追跡する表示（例えば拡張現実表示）と共に表示されてもよい。

【0032】

例示的な実施形態においては、計算装置 5 1 1 が、センサユニット 5 0 2、5 0 3、5 0 4、5 0 5、5 0 6 の少なくとも 1 つ及びディスプレイ装置 5 1 4 とのインタフェースとなっている。計算装置 5 1 1 がセンサのデータを受信し、それを処理して相対的な位置情報を決定する。一実施形態においては、処理には拡張カルマンフィルタ（EKF）又はその一変形（すなわち反復 EKF）の利用が含まれる。別の実施形態では、プロセッサ 5 1 2 にレーベンバーグ・マーカート法（Levenberg-Marquardt method）のような非線形反復解法器が含まれている。計算装置 5 1 1 が受信するセンサのデータには、十分な情報が含まれていて所望の相対位置関係データを決定できる（言い換えれば、所望の相対的位置関係データは好ましくは少なくとも局所的に可観測性のあるセンサ情報である。ここで、“局所的可観測”という用語は、制御および推定の分野における通常の意味で使用されている）。計算装置 5 1 1 はデータをフォーマットし、実施形態のあるものではフォーマットされたデータをデータベースに転送して記憶する。相対位置関係を決定することには必ずしも必要ではないが手術手順に関する追加情報（例えば、日付、時間、患者の個人情報）が、データベース 5 1 6 に送信されて記憶されてもよい。データベース 5 1 6 は、手術室内、病院内、中央医療情報保管施設内、又はデータを安全に記憶可能なその他の任意の場所内に配置されてよい。

【0033】

計算装置 5 1 1 はまた、処理済みデータをディスプレイ 5 1 4 へ送信してもよいし、また例えばキーボードやマウス（図示せず）などのような他の入力装置を備えていてもよい。これらは 5 1 4 上に表示された情報とインタラクトするのに使用されてもよい。さらに、計算装置 5 1 1 は（例えば、X 線、CT スキャン、MRI などの）医療画像データとのインタフェースとなっていてよい。そうしてこれらのデータをディスプレイ 5 1 4 上に表示してもよい。

【0034】

A．人工股関節整列システムと方法

【0035】

整形外科医の多くは人工股関節置換術時に骨盤にピン又は骨ネジを固定する。図 6 を参照すると、患者 6 0 7（破線で示す）の骨盤 6 0 4 の腸骨 6 0 1 にしっかりと固定されたピン又は骨ネジ 6 1 0 の一例が示されている。この例では、ピン又は骨ネジ 6 1 0 は患者 6 0 7 の皮膚又はその他の軟組織を通して挿入され、ねじ留め又は衝撃によって患者の腸骨 6 0 1 に固定されている。ただし、骨盤上の（例えば手術創内の）他の場所においては動作可能な接続 6 1 0 となっていてよい。以下で更に説明するように、ピン又は骨ネジ 6 1 0 は、センサユニットを取り付けるためのインタフェースとして利用されてもよい。例えば、ピン又は骨ネジ 6 1 0 を利用して、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニッ

ト（例えば図5のセンサユニット502）が患者607の骨盤604に取り付けられる。同様のピン又は骨ネジを用いて、別の（又は第2の）センサユニット（例えば図5のセンサ504）を患者607の大腿骨（図示せず）に取り付けられてもよい。センサユニットは、例えば、患者の骨盤から延びるピン又は骨ネジのねじの切られた端部の上にセンサをねじ留めして取り付けられてもよい。または、ピン又は骨ネジの端の上にセンサをクリップ留め又は他の方法で固定してもよい。センサユニットを動作可能に接続する他の手段を利用して（例えば生物学的適合性のある接着剤により）骨にセンサユニットを接続してもよいことは当業者には明らかであろう。

【0036】

図7A～7Dには、4つの異なるセンサユニット701、711、721、731が示されている。図7A、7B、7Dには、少なくとも1つの光学センサ（それぞれ704、714、734）が埋め込まれたセンサユニット（それぞれ701、711、731）の例が示されている。

【0037】

光学センサは、受光可能で、光源の方向を判定できる任意のセンサを指す。典型的な光学センサは、CMOSやCCDやそのほかのタイプのカメラであり得る。光学センサの他の例としては、感光装置（PSD）がある。光学センサの他の例は、バアント（Baant）社（ミシソガ（Mississauga）市、オンタリオ州）から発売されている、Shadow Sense（登録商標）という商品がある。他の光学センサの例は当業者には明らかであろう。一実施形態において、光学センサは赤外（IR）光を受信する。ただし、本明細書において光学センサをIRスペクトル領域の光を検出するものに限るわけではない。

【0038】

図7A～7Cはセンサユニット701、711、721の例であり、それぞれにマーカ（705、715、725）を持っている。（特に、IR光学センサが利用される）一実施形態においては、マーカはIRマーカである。マーカは必ずしもIR関係のものである必要はなく、対応する光学センサで撮影された像の上で識別可能な特徴として見える任意の物体であってよいことは、当業者であれば分かるであろう。マーカの他の例としては、逆反射マーカ（これは好ましくはマーカに向けられた光エネルギーを伴っている）及び発光ダイオード（LED）がある。ただしこれに限定するものではない。マーカ705、715、725は、点光源として図示されている。点光源以外の光源も使用可能であり、かつ点光源よりも利点を持つ場合があることは当業者には明らかであろう。

【0039】

図7Aのセンサユニット701を参照すると、センサユニット701は取付ブラケット702を介して剛体（例えば骨又は手術器具）に連結されていてもよい。例えば、センサユニット701は取付ブラケット702を介して骨ネジ又はピン（例えば図6の610）へ連結されていてもよい。センサユニット701はハウジング703で囲まれている。センサユニット701は、ハウジング703で遮られていない、少なくとも1つの光学センサ704を含んでいる。センサユニット701は2つのマーカ705を含んでいる。センサユニット701は、ハウジング内に追加のセンサ706を含んでいてもよい。追加のセンサ706は、加速度計、ジャイロスコープ、磁力計を含んでいてもよいが、ただしこれに限られるものではない。

【0040】

プロセッサ707がセンサユニット701の内部に埋め込まれていてもよい。埋め込まれたプロセッサ707は、アナログデータをデジタルデータに変換し、そのデータにフィルタを掛けるかその他の調整を行って、通信チャネル709による送信に備えてもよい。通信チャネル709は、有線又は無線であってよく、任意の好適なプロトコル（例えば、RS-232、ブルートゥース（登録商標）、WiFi、USB、SPI、I2C、IR）によって通信されてよい。センサユニット701は電源708によって給電される。電源としては、これに限定されるものではないが、内部電池、又は外部電力線が含まれてよ

い。電源 708 として電池が使用される実施形態においては、センサユニット 701 は再充電端子（図示せず）を備えていてもよい。

【0041】

センサユニットは一般的に複数のマーカを持っている。例えば、図 7 B は例示的なセンサユニット 811 を示し、ここには 4 つのマーカ 715 がある。センサユニット 711 はそれ以外についてはセンサユニット 701 と同じである。センサユニット上に 3 つを超えるマーカが配置される場合、マーカのすべてが同一面上とはならないように配置すると有利になる場合がある（例えば、検出がよりロバストになり得る）。

【0042】

図 7 C はマーカ 725 を 4 つ持っているが光学センサを持っていないセンサユニット 721 を示す。センサユニット 721 はそれ以外ではセンサユニット 701、711 と同じである。既に述べたように、3 つを超えるマーカを利用する場合、すべてのマーカが必ずしも同一面ではないことが有利となることがある。

【0043】

図 7 D は光学センサを持っているがマーカのないセンサユニット 731 を示す。それ以外においては、センサユニット 731 はセンサユニット 701、711、721 と同じである。

【0044】

一般的に 2 つのセンサユニット間の 6 自由度の相対位置関係を測定するためには、2 つのセンサユニット間に、少なくとも 1 つの光学センサと少なくとも 3 つのマーカが必要である。光学センサとマーカの最小限の組合せより多い組合せを有することが好ましい。6 自由度よりも少ない相対位置関係を計測するためには必要とするマーカは少なくともよい。

【0045】

次に図 8 を参照すると、患者 807（破線で示す）の骨盤 804 が図示されている。患者の骨盤 804 にピン又は骨ネジ 810 が取り付けられ、そこにセンサユニット 811 が取り付けられて第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニットとして機能する。センサユニット 711（図 7）が例示の目的で第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 811 として選択されている。

【0046】

第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 811 の目的は、（骨盤の参照枠内で）センサ測定値を計算装置（例えば図 5 の 511）に提供し、他のシステム部品（例えば骨盤骨、大腿骨、手術器具、プロテーゼなど）との間の相対的位置関係を最終的に決定することである。参照の骨盤フレームは、登録などのような方法によってセンサユニット 811 に関連付けられる。一実施形態において、登録は、患者の骨盤上に複数の標識点又は参照位置（例えば上前腸骨棘（ASIS）803 と、下前腸骨棘（AIIIS）817 と、腸骨稜 806 に沿ったポイントなど）を第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサ 811 に対して配置することにより遂行される。

【0047】

図 9 A、9 B では、一実施形態において、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば図 8 の 811）に対する、患者の骨盤上の標識点（又は参照点）を配置するために（センサと共に）使用され得る、針 901 が記述されている。針 901 は近位端 902 と遠位端 903 を有する剛体から成る。遠位端 903 は、体部位及び / 又は他の特徴点又は標識点（又は参照点）への接触のための、輪郭の明瞭な接触点を持ち、近位端 902 はセンサユニット 905 を収納できるようになっている。センサユニット 905 は図 7 のセンサユニット 701、711、721、又は 731 のうちの 1 つであってよく、また、ボタン 906 のようなヒトとのインタフェースセンサを少なくとも 1 つ追加的に備えていてもよい。ボタン 906 はセンサユニット 905 内のプロセッサ（図示せず）とのインタフェースとなっていてよい。一実施形態において、針 901 は、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 811（図 8）に対する、骨盤上の標識点又は参照位置（例えば

10

20

30

40

50

図 8 の 8 0 3、8 1 7、8 0 6) の位置を決定するために使用される。ボタン 9 0 6 を押すと、計算装置 (例えば図 5 の 5 1 1)、及び / 又は第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサ (例えば図 8 の 8 1 1) に、針が標識点又は参照位置に接触したこと、従ってセンサユニット 9 0 5 が標識点又は参照位置に対して既定の位置にあることを送信する。ボタン 9 0 6 を押すことで、センサユニット 9 0 5 の相対的位置が登録 / 保存されてもよい。

【 0 0 4 8 】

図 1 0 には、一実施形態により、センサユニット 1 0 0 5 が取り付けられた寛骨臼カップ挿入ツール 1 0 0 0 が示されている。センサユニット 1 0 0 5 はツール 1 0 0 0 に固定されている。一実施形態においては、センサユニット 1 0 0 5 はセンサ 9 0 5 (図 9) と同じセンサである。一実施形態において、センサユニット 1 0 0 5 はセンサ 9 0 5 と同じセンサであって、針 9 0 1 (図 9) に取り付けられており、針 9 0 1 は寛骨臼カップ挿入ツール 1 0 0 0 に直接取り付けられている。この実施形態においては、針 9 0 1 は針 9 0 1 の自由端 9 0 3 が連結部 1 0 1 3 内に例えば固定ネジ (図示せず) を用いて固定されることによってツール 1 0 0 0 に固定されていてもよい。別の実施形態において、ツール 1 0 0 0 に一体的に形成されていてもよい連結部 1 0 1 3 にはネジ溝が切られていて、連結部 (例えばピン) 1 0 0 1 の一端にある相補的なネジ溝と噛み合うようになっていてもよい。この連結部 (例えばピン) 1 0 0 1 のもう一端には、センサユニット 1 0 0 5 の相補的なねじ溝と噛み合うねじ溝があってもよい。ネジ溝を利用する代わりに、センサユニット 1 0 0 5 を連結部 1 0 0 1 に、また連結部 1 0 0 1 をツール 1 0 0 0 の連結部 1 0 1 3 に連結するために、例えば機械的な留め具を用いてもよい。センサユニット 1 0 0 5 は、図 7 に示したセンサユニット 7 0 1、7 1 1、7 2 1、7 3 1 の内の任意の 1 つであってよい。更に、センサ 1 0 0 5 は、一実施形態においては針 9 0 1 である連結部 1 0 0 1 を介して、挿入ツール 1 0 0 0 に連結されてもよい。挿入ツール 1 0 0 0 の端部には寛骨臼プロテ - ゼ・インプラント (すなわち寛骨臼カップ) 1 0 1 5 が保持される。センサユニット 1 0 0 5 はツール 1 0 0 0 に既知あるいは測定可能な向きで接続され、挿入ツール 1 0 0 0 に対するセンサユニット 1 0 0 5 の相対位置が、2 つの要素を接続すると分かるようになっている。例えば、挿入ツールと連結部とセンサが既知の寸法仕様で製造されていて、かつ 3 つの部品が 1 つの特定の仕方では組み立てられないようになっている場合、3 つの部品は計算された相対位置関係に従って予測可能なやり方で組み立てることができる。使用される 1 つまたは複数の部品の寸法が調整可能な場合 (例えば、次に述べる骨盤登録装置)、部品間の相対位置は、部品同士の距離と角度方向を計測することで決定され得る。

【 0 0 4 9 】

図 1 1 を参照して記述される別の実施形態において、骨盤登録装置 1 1 0 0 は骨盤上の 3 つの標識点 (又は参照点) に接触するように用いられてもよい。一実施形態において、第 1 と第 2 の接触部材 1 1 1 7、1 1 0 6 が、接触部材 1 1 1 7 と 1 1 0 6 上のそれぞれの第 1 の接触点 1 1 0 7 と第 2 の接触点 1 1 0 9 において、それぞれの A S I S ポイント 1 1 0 3 に接触するように用いられ、そして第 3 の接触部材 1 1 1 0 を用いて腸骨稜 1 1 0 5 上の触診可能な位置が第 3 の接触部材 1 1 1 0 上の第 3 の接触点 1 1 1 1 において接触される。他の骨盤標識点 (参照位置) (例えば下前腸骨棘、恥骨結節、寛骨臼縁、円索の連結点、など) が使用されてもよく、それは当業者には明らかであろう。装置の例が P C T 出願公開 W O / 2 0 1 0 / 0 6 3 1 1 7 号に開示されており、参照によりその全体を本明細書に援用する。第 1 と第 2 の接触部材 1 1 1 7、1 1 0 6 は、第 1 と第 2 の調節可能な支持棒 1 1 1 4、1 1 1 6 に取り付けられており、それらは交叉部材 1 1 2 4 に固定されている。剛体部材 (すなわちシャフト) 1 1 0 2 は、その長手軸を中心に自由に回転できるか、または回転しないように固定されて支持棒 1 1 1 4 を越えて延びていてもよい (支持棒 1 1 1 4 の先に延びている剛体部材又はシャフトの部分は 1 1 2 2 で表示されている)。第 3 の接触部材 1 1 1 0 は第 3 の支持棒 1 1 0 8 に取り付けられており、これは剛体部材 (すなわちシャフト) 1 1 0 2 の延長部分 1 1 1 4 に、ジョイント 1 1 1 8 を介して連結されている。第 3 の支持棒 1 1 0 8 は好ましくは剛体部材 (すなわちシャフト)

1102に動作可能に連結され、剛体部材(すなわちシャフト)1102が長手軸を中心に回転すると第3の支持棒1108もその軸を中心に同様の回転をするようになっている。非限定的な実施例として、第3の支持棒は、剛体部材(すなわちシャフト)1102(または、支持棒1114を越えた剛体部材すなわちシャフトの延長部分1122)と一体的に形成又は溶接されていてもよい。

【0050】

第3の接触部材1110は、腸骨稜1105沿いの触診可能点に接触するのに好適な形状となっている。連結部1131は、第3の支持棒1108に結合され、第2のセンサユニット1130は連結部1131に結合されている。非限定的な実施例として、連結部1131は両端にねじが切られたピンであって、第3の支持棒1108と第2のセンサ1105にある相補的なねじ溝と噛み合うようになっている。この連結部1131は第3の支持棒1114に結合されるのが好ましいが、この連結部1131(及び連結部1131に結合された第2のセンサ1130)が結合されている登録装置の別の部品が、第3の支持棒1108に動作可能に結合されている(つまり、第3の支持棒1108が回転軸の周りを回転すると、別部品が同一回転軸の周りを同様に回転させられる)場合には、この連結部は代わりに登録装置1100の別部品に接続されていてもよいことは、当業者は理解するであろう。また、第2のセンサユニット1130が、連結部1131を介して骨盤整列1100の部品に結合されている場合、第1、第2、第3の接触点1107、1109、1111に対する第2のセンサユニット1130の相対位置が分かっていることが望ましい(つまり、第2のセンサユニット1130が骨盤登録装置1100に連結されている場合に、第2のセンサユニットは第1、第2、第3の接触点1107、1109、1111のそれぞれに対して既定の関係を有している)。

【0051】

そのように、骨盤登録装置1100のすべての機械的寸法は、固定されて既知であるか、調整可能かつ測定可能であるかのいずれかである。更に、骨盤登録装置1100上のどこにあってもよいが、少なくとも1つのヒューマンインタフェース・センサ(例えばボタン1132)がセンサユニット1130へのインタフェースとなっていて、装置1100が患者の骨盤に対して定位置にあることを計算装置(例えば図5の511)に通信できるようになっていてもよい。実施形態において、ボタン1132は、それぞれ第1、第2、第3の接触点107、1109、1111における3つの圧力センサを備え、各ポイントにおける特定の圧力が、骨盤登録装置1100が骨盤に対して所望の位置にあることを計算装置に知らせるようになっている。

【0052】

骨盤登録装置1100は、図9Aと図9Bで説明した針の実施形態の代わりに、第1の(又は参照又は骨盤)のセンサユニット811に対する、骨盤上の標識点又は参照位置(例えば図8の803、817、806)の位置関係の決定に使用されてもよい。図9の第2のセンサユニット905と同様に、第2のセンサ1130は、図7に示されたセンサユニット701、711、721、731の1つであってよい。

【0053】

図12は、図9に示した針/センサユニットの組合せを利用した、患者1207(破線で示す)の骨盤1204に対する第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット1211の相対位置を決定する方法を示している。患者1207の骨盤1204に動作可能に結合された第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット1211(例えば上述したような)があれば、(図12に示すように)針1201の遠位端1202を利用して、針1201が恥骨結節1208(骨盤1204上の骨の1つの標識点)に接触させられる。針1201が(骨に直接でも、皮膚や他の軟組織を介してでも)適切に骨の標識点に係合されると、ボタン1212を押して針1201に係合されたことを合図してよく、これにより、第2のセンサユニット1205から計算装置(例えば図5の511)又は第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット1211への通信伝送が開始される。一実施形態において、第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット1211と第2のセンサユニット1205

が選択されて、一方のセンサが少なくとも1つのカメラを備え、もう一方のセンサが、通信伝送時に少なくともそのカメラの1視野内に存在する対応するマーカを備えるようにして配置される。通信伝送時に、センサユニット1211と1205で得られる統合情報で、センサユニット1211と1205間の6自由度の相対的位置関係を十分に決定できる。従って、通信伝送時に、針1201と接触している骨の標識点に対して第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211の6自由度の位置を相対的に決定することができる。

【0054】

一実施形態において、大腿骨を登録することが（しばしば脚長/オフセットの決定に利用するために）望ましい場合がある。そのような実施形態においては、針1201を利用して大腿骨に沿う標識点に接触することが可能である。

【0055】

相対的な位置関係を決定するためには、センサユニット1211と1205の特定の組合せでは不十分であることを当業者は理解するであろう。例えば、図7のセンサユニット721（マーカのみを備え、カメラがない）がセンサユニット1211として使用された場合、このセンサユニット721をセンサユニット1205としては使用できないし、その逆も同様である。センサユニット731（カメラのみを備え、マーカがない）がセンサユニット1211あるいは1205のいずれかとして使用された場合、もう一方のセンサユニットは711か721のタイプ（すなわち好ましくは少なくとも3つのマーカを備えるもの）であることが望ましい。相対的位置関係を決定するための十分な統合情報を提供できないセンサユニットの種類の組合せが多くあり、これらに対応する測定のできないセンサを含んでいることもある（すなわち一方のセンサにカメラがあるが、相手のセンサにマーカがない、というような）。どのセンサユニットの組合せが適切（すなわち、所望の相対的位置関係が局所的可観測）であるかは、当業者には明らかであろう。

【0056】

患者の骨盤1204に対する第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211の相対位置を決定するために、骨盤上の少なくとも3つの別々の既知の標識点（又は参照点）の位置が特定されて計算装置（例えば図5の511）内に記憶される。骨の標識点（又は参照点）になり得るものの例としては、恥骨結節1208、ASISポイント1203、AIIISポイント1217、腸骨稜1206に沿うポイント、又は円索の連結点などのような寛骨臼1216に関連する骨の標識点（又は参照点）、などがある。

【0057】

次に図11と図12を参照する。別の実施形態において既に述べたように、図11の骨盤登録装置1100は患者1207（図12に破線で示す）の骨盤1204に対する第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211の相対的位置を決定するために使用されてもよい。第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211が患者1207の骨盤1204に（例えば上記のように）動作可能に結合された状態で、骨盤登録装置1100が骨盤上の少なくとも3つの既知の標識点（又は参照点）に接触させられる。第2のセンサユニット1130が、第1、第2、第3の接触点1107、1109、1111のそれぞれに対して既定の関係があるか、それぞれに対して測定可能であることにより、骨盤登録装置1100が少なくとも3つの標識点（又は参照点）と接触している場合には、第2のセンサ1130に対する第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211の相対位置を利用して、第1の（又は参照又は骨盤の）センサユニット1211に対する骨盤骨1204の相対的位置を決定することができる。

【0058】

図4A、4Bに関して既に述べたように、人工股関節置換術においては、手術前後での脚長とオフセットに所望の変化を得ることが極めて望ましい。次に人工股関節置換術を通してどのようにして所望の脚長とオフセット（例えば405bと407b）を得るかを示す図13を参照する。患者の骨盤1304と大腿骨1306が示されている。ここでは大腿骨骨頭1301と寛骨臼1302の領域が手術創内に露出されている。骨盤1304に

対する大腿骨 1306 の位置を測定するために、大腿骨センサユニット 1305 が大腿骨 1306 に連結されている（これは例えば、両端にねじの切られたピンを用いて、一端を大腿骨の中にねじ留めし、もう一端を大腿骨センサユニット 1305 の相補的なねじに噛み合わせるか、あるいはピンを大腿骨中に打ち込んでセンサをピン上に機械的にクリップすることによって行う。ただしこれに限定されるものではない）。一実施形態において、センサユニット 1305 はピン又は骨ネジ 1310b を用いて大腿骨 1306 の大転子 1309 付近に連結される。別の実施形態においては、センサユニット 1305 は、機械的または解剖学的な大腿骨軸に沿うように配置される（例えば、大腿遠位付近に経皮的に連結されてもよい）。

【0059】

手術前後の脚長とオフセットの変化を測定する方法はいくつかある。股関節ナビゲーション技術においては、大腿骨骨頭の回転中心（骨頭中心と称する）の位置決定を基にする方法がある。そのような方法では大腿骨を関節接合し、あるいは大腿骨骨頭及び／又は寛骨臼を登録することが含まれる。ある方法では、距離測定結果を脚長とオフセットを表す成分に分解する方法を取る。そのような方法では、大腿骨登録を行って、機械的、及び／又は解剖学的な大腿骨軸を決定することが含まれる。

【0060】

大腿骨センサユニット 1305 と第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 1311 とで測定された情報は、計算装置（例えば図 5 の 511）へ送信され、センサユニット同士の相対的位置関係、従って大腿骨 1306 と骨盤 1304 との相対的位置を決定するための十分な情報を含んでいる。この情報は、可能であれば大腿骨骨頭中心、及び／又は大腿骨軸に関する情報と併せて、手術の前と後の両方で測定されてもよい。手術（すなわち、プロテーゼ部品による股関節整復）後の測定情報を手術前の測定情報と比較することで、手術結果としての実際の脚長とオフセットの変化が得られる。同様に、大腿骨位置の前後方向の変化も判定され得る。脚長とオフセットの実際の変化量が、既定の所望の脚長とオフセットに合致していれば、所望の最終的な脚長とオフセットが実現されていると言える。大腿骨センサユニット 1305 に対するセンサユニットの選択肢は、（図 9 の）針センサユニット 905 として選択可能なものとして前述したものと同一選択肢である。

【0061】

図 14 を見ると、寛骨臼インプラント（すなわち図 10 の 1015）を挿入する前に、寛骨臼 1402 が拡孔され、これは必然的に骨、軟骨及び組織の除去を伴う。寛骨臼の拡孔は、例えば拡孔ツール 1401 を用いて実行されてもよい。拡孔センサユニット 1405 が拡孔ツール 1401 に連結され、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 1411 と拡孔センサ 1405 との組合せで十分な情報が測定され、骨盤 1404 に対する拡孔ツール 1401 の相対位置を決定できるようになってよい（このためには、所与の第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 1411 に対して、拡孔センサユニット 1405 が大腿骨センサ 1305 と同じようにして選択されなければならない）。骨盤 1401 に対する拡孔ツール 1401 の相対位置を測定する例示的目的の 1 つは、拡孔処理の深さや角度を決定することである。一方が拡孔ツール 1401 上の相補的なねじに連結され、別の一方が拡孔センサユニット 1405 の相補的なねじに噛み合わされた、両端にねじの切られたピンを用いて拡孔センサユニット 1405 が連結されてもよい。あるいは、ピンが拡孔センサユニット 1405 またはマーカアレイ（例えば、図 23 拡孔ツール 2301 を参照）と一体的に形成されていて、拡孔ツール 1401 のねじに合うねじを持っていてもよい。別の代替物としては、拡孔センサユニット 1405 のねじに合うねじを持った、拡孔ツールと一体となったピンとなっていてよい。ねじの代わりに機械的なクリップを利用してもよい。

【0062】

人工股関節置換術におけるもう 1 つの重要な因子は、骨盤（特に外転角（例えば図 3 A の 332）と前傾角（例えば図 3 C の 333））に対する寛骨臼インプラント（例えば図 10 の 1015）の整列である。図 15 において、寛骨臼 1502 が適切に拡孔されると

10

20

30

40

50

、寛骨臼インプラント 1 5 1 5 が挿入ツール 1 5 1 0 を用いて寛骨臼 1 5 0 2 に挿入され、手術用ハンマ（図示せず）を用いて寛骨臼（1 5 0 2）の中に打ち込まれる。寛骨臼 1 5 0 2 に挿入されるまでは、寛骨臼インプラント 1 5 1 5 は挿入ツール 1 5 1 0 の既知の位置に連結されている（ツール 1 5 1 0 の位置が既知ということは、寛骨臼インプラント 1 5 1 5 の位置が既知ということを示している）。図 1 0 のツール挿入ツール 1 0 0 0 と同様に、ツールセンサユニット 1 5 0 5 は挿入ツール 1 5 1 0 の既知の位置に連結されている。計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信するセンサユニット 1 5 1 1 と 1 5 0 5 からの情報を利用して、骨盤 1 5 0 4 に対する管腔臼インプラント 1 5 1 5 の相対位置が決定されてもよい。具体的には、寛骨臼インプラント 1 5 1 5 の骨盤 1 5 0 4 に対する相対的な方向（すなわち、外転角と前傾角）が決定され得る。骨盤に対する寛骨臼インプラント 1 5 1 5 の所望の方向を実現すれば、外科医はインプラント 1 5 1 5 を寛骨臼 1 5 0 2 の中に固定してよい。

10

【0 0 6 3】

複数のセンサを用いた、脚長とオフセットの変化の測定は、図 1 3 を参照して既に議論した。繰り返して言うと、手術中に脚長又はオフセットのいかなる変化をも測定することは重要である。図 1 6 は、複数のセンサユニットを利用して最終的に所望の脚長とオフセットを実現する方法を示している。寛骨臼プロテゼ 1 6 1 5 と大腿骨プロテゼ 1 6 0 8（図 2 の 2 0 8 も参照）とをインプラントした後、人工関節が組み立てられる、つまり（典型的には先ず寸法変化を許容する試行部品を用いて）整復される。結果的に得られる位置には、実際の最終的な脚長（例えば図 4 B の 4 0 5 b）と実際の最終的なオフセット（例えば図 4 B の 4 0 7 b）が含まれる。骨盤に対する大腿骨上の 1 点の位置の初期参照測定と、人工関節を組上げた後の同一点の位置との間の変化を計算することが可能である。このことは、手術の前と後とで記録された（骨盤 1 6 0 4 内の）センサ 1 6 1 1 と（大腿骨内の）センサ 1 6 0 5 とから集められた情報から、脚長とオフセットの変化が決定される、ということの意味している。脚長とオフセットを正確に決定するために、大腿骨骨頭の中心位置を計算すること、あるいは、大腿骨位置同定手順（これは骨頭中心位置の決定も含む）を利用して、初期測定と整復後の測定値の比較をできるようにすること（例えば、初期の大腿骨の向きを復元させるように医師を導くこと）も有利である。

20

【0 0 6 4】

B．立体的な 1 つのアクティブセンサユニットの実施形態

30

【0 0 6 5】

前節においては、ツールと体部位、体部位と他の体部位、及び体部位とプロテゼとの相対的位置関係を測定する装置について、とりわけ人工股関節置換術におけるプロテゼ部品の整列と寸法調整の関連において開示した。本節においては、同様の機能を有する装置の一実施形態を開示する。

【0 0 6 6】

この実施形態においては 1 つのセンサユニットのみが光学センサを有する。図 7 E には、ハウジング 7 4 3 と、ハウジング 7 4 3 に妨げられずに既知の距離だけ離間した 2 つの光学センサ 7 4 2 a と 7 4 2 b とを有するセンサユニット 7 4 1 が示されている。このセンサユニット 7 4 1 は、ハウジング 7 4 3 内に加速度計やジャイロスコープなどの他の種類のセンサ（図示せず）を含んでいてもよい。更に、センサユニット 7 4 1 には、内部プロセッサとのインタフェースとなる、ヒューマンインタフェース・センサ（例えばボタン）7 4 6（複数のヒューマンインタフェース・センサも考えられる）が含まれてよい。このセンサユニット 7 4 1 は、手術器具上の相補的な取付ブラケットに（例えばスナップフィットかねじ留めで）合体するように適合された取付ブラケット 7 4 4 を介して、例えば骨盤に取り付けられてもよい。図 7 F には、3 つの異なるマーカ構成 7 5 1 a、7 5 1 b、7 5 1 c が示されている。それぞれの構成は、それぞれのマーカ 7 5 3 a、7 5 3 b、7 5 3 c を結合する剛体 7 5 2 a、7 5 2 b、7 5 2 c を持つセンサユニットである。マーカは電磁エネルギー（例えば可視光、赤外光）を放出又は反射してもよい。一実施形態において、マーカが放出又は反射するエネルギーの種類は、使用されるセンサユニット 7 4 1

40

50

の種類に対応する。マーカを含むが、処理または検出能力を持たないセンサユニットは、代わりに“アレイ”と呼ばれる。任意の数のマーカ 7 5 3 が一つの“アレイ” 7 5 1 を構成してもよい。これはそのアプリケーションが決定に必要とする位置の自由度に依存する（例えば、6 自由度の全てを決定するためには、アレイごとに少なくとも 3 つのマーカを必要とする）。

【0067】

図 17 を参照して、患者 1707 の骨盤骨 1704 に取り付けられたピン又は骨ネジ 1710 に取り付けられたセンサユニット 1711 について議論する。実際には、センサユニットは好ましくは骨に結合されて、センサユニット 1711 の視野が手術創の全体領域をカバーするようになっている。

【0068】

図 18 A は、図 9 A の針 901 と類似の針 1801 を示している。図 18 B は、図 18 A の針に、マークアレイ 1805 が結合されたものである。本例示的实施形態においては 6 自由度の位置決めが必要なので、アレイ 1805 には 3 つのマーカがある（ただしそれより多くてもよい）。

【0069】

図 19 には、図 10 の寛骨臼カップ挿入ツール 1000 と類似の寛骨臼カップ挿入ツール 1900 を示す。挿入ツール 1900 は、前述した連結手法と同じようにして連結部 1913 を介して連結されたマーカアレイ 1905 を備えている。アレイ 1905 は好ましくは、少なくとも 2 つのマーカポイントを備えている（寛骨臼カップ（すなわちインプラント）の適切な位置決めが、2 つの方向角、すなわち外転角 332（図 3 A）と前傾角 333（図 3 C）にしか依存しないので、2 つのポイントしか必要でない）。

【0070】

図 20 には、骨盤登録装置 2000 の一実施形態が示されている。この装置は図 11 の骨盤登録装置 1100 と同一であり、唯一の違いはセンサユニット 1130 の代わりに、好ましくは少なくとも 3 つのマーカから成る 1 つのマーカアレイ 2030 を使用していることである。一実施形態においては、装置 2000 は装置 1100（図 11）と同じ目的で使用される。装置 2000 を使用する場合には、装置 2000 上ではなく、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば図 17 の 1711）上にヒューマンインタフェース・センサ（例えばボタン）を有し、装置 2000 には通信チャネルを持たないようにすることが好ましいこともある。

【0071】

図 21 では、骨盤上の骨の標識点（又は参照点）の位置が第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 2111 に対して決定できるようになったシステムが示されている。針 2101 とアレイ 2105 は、骨盤上の様々な標識点（又は参照点）（例えば A S I S ポイント 2103 と A I I S ポイント 2117）に接触するように用いられてもよい。骨の標識点（又は参照点）に接触している場合、センサユニット 2111 上のボタン（図示せず）を押して、針 2101 が標識点（又は参照点）に接触していることを示してもよい。一実施形態において、少なくとも 3 つの標識点（又は参照点）に接触させて、その位置をセンサユニット 2111 によるアレイ 2105 の位置測定から決定する。別の実施形態においては、大腿骨の登録が必要な場合に大腿骨に沿った標識点が記録される。

【0072】

別の実施形態において、図 20 の骨盤登録装置 2000 を利用して、少なくとも 3 つの標識点（又は参照点）に同時に接触することにより、骨盤上の骨の標識点（又は参照点）を、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット 2111 に対して決定してもよい。

【0073】

前に議論したように、手術前の脚長（例えば図 4 A の 405 a）とオフセット（例えば図 4 A の 407 a）から、プロテーゼがインプラントされた後の、脚長（例えば図 4 B の 405 b）とオフセット（例えば図 4 B の 407 b）への変化を測定することは重要である。図 22 を参照すると、この実施形態において、参照とする手術前の脚長（例えば 40

10

20

30

40

50

5 a) とオフセット (例えば 4 0 7 a) は、(前述したような) ピン又は骨ネジ 2 2 1 0 b を用いてアレイ 2 2 0 5 を大腿骨 2 2 0 6 に動作可能に連結することにより測定してもよい。第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 2 1 1 を利用して、アレイ 2 2 0 5 上のマーカをトレースすることにより骨盤 2 2 0 4 に対する大腿骨 2 2 0 6 の手術前の参照位置を決定してもよい。

【0074】

本実施形態による寛骨臼の拡孔を次に図 2 3 を参照して説明する。拡孔は、プロテーゼのインプラントーションのための寛骨臼の準備の段階で行われる。ツール 2 3 0 1 の例が示されており、好ましくは少なくとも 3 つのマーカを持つアレイ 2 3 0 5 の例がそこに連結されている。そうして第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 3 1 1 が、アレイ 2 3 0 5 の各マーカの位置を特定することによって拡孔ツールの位置を測定することが可能となる。アレイ 2 3 0 5 は、例えば前述した連結方法によって、ツール 2 3 0 1 に連結されていてもよい。

【0075】

本明細書において既に説明した、人工股関節置換術におけるもう一つの重要な考慮すべき点は、骨盤に対する寛骨臼インプラントの向きである。図 2 4 を用いて、第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 4 1 1 に対する寛骨臼インプラント 2 4 1 5 の相対的な向きを決定するための例示的システムを説明する。第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 4 1 1 はアレイ 2 4 0 5 を光学的に追跡して十分な情報を測定し、アレイ 2 4 0 5 の相対位置を決定することが可能である。アレイ 2 4 0 5 は既知の (すなわち既定の) 相対位置 (例えば、前述したような) で挿入ツールに 2 4 1 0 連結され、挿入ツール 2 4 1 0 は、既知の相対位置で寛骨臼インプラント 2 4 1 5 に連結されている。寛骨臼カップは、例えば合体用ネジ溝を介して対応する手術用挿入ツールに連結されてもよい。その結果、(例えば手術前の骨盤のスキャンで測定された) 骨盤 2 4 0 4 の既定の幾何配置に対して既知の関係で骨盤に (例えば前述したように) 連結された、第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 4 1 1 により、計算装置 (図 2 4 には表示せず) が骨盤の幾何配置に対する寛骨臼インプラント 2 4 1 5 の位置を決定することが可能となる。

【0076】

次に図 2 5 では、人工関節を組上げた後 (一般的には、恒久的な部品を移植する前に適切な寸法を決定するために試行部品を用いて組上げた後)、脚長 (例えば図 4 B の 4 0 5 b) とオフセット (例えば図 4 B の 4 0 7 b) をこの実施形態で測定する方法を示す。第 1 の (又は参照又は骨盤の) センサユニット 2 5 1 1 を用いて、マーカアレイ 2 5 0 5 の相対位置を測定してもよい (マーカアレイ 2 5 0 5 は図 2 2 のマーカアレイ 2 2 0 5 と一般的には同一である)。マーカアレイ 2 5 0 5 (手術後) の相対位置を、マーカアレイ 2 2 0 5 (手術前) の相対位置と比較して、人工関節 (2 5 0 8 と 2 5 1 5 の組合せ) が組上げられた後の脚長とオフセットの変化を算出することができる。

【0077】

III. 使用方法

【0078】

次に、人工股関節置換術の方法の一例が概略的に示された図 6 を参照する。また、本明細書に記述の方法とシステムの背景を与える図 1、2 も参照する。ブロック 2 6 0 2 において、患者の手術準備 (すなわち、清浄、鎮静、体位取り、など) を行う。手術手順はブロック 2 6 0 4 の切開で始まる。これは最終的に股関節 1 0 0 を (異なる数層の組織を通して) 露出させる。ブロック 2 6 0 6 で、患者の股関節を脱臼させ、大腿骨骨頭 1 0 8 を寛骨臼 1 0 2 の外に出す。人工股関節全置換術においては、ブロック 2 6 0 8 で示唆するように、大腿骨骨頭 1 0 8 が除去 (すなわち切除) される (大腿骨骨頭 1 0 8 はブロック 2 6 0 6 で脱臼させる前に切除されてもよい)。典型的には、次の手術手順において寛骨臼 1 0 2 の拡孔を行い (ブロック 2 6 1 0)、寛骨臼 1 0 2 に寛骨臼インプラント 2 2 0 を挿入できるように準備する。寛骨臼が拡孔されると、寛骨臼インプラント・プロテーゼ 2 2 0 がブロック 2 6 1 2 に従って移植されてよい。大腿骨もまた拡孔を必要とし (プロ

ック2614)、大腿骨プロテーゼ部品(大腿骨ボールとステムから成る)211が大腿骨210内に収納できるようにする。大腿骨拡孔は、大腿骨ブローチを用いて行われてもよい。大腿骨210の拡孔が終わると、試行用の大腿骨プロテーゼが、ブロック2616に従って大腿骨内に移植されてもよい。ブロック2618において、試行用のネックとボール部品を用いて、試行用の大腿骨インプラントが組み立てられる。ブロック2620で、人工関節(208と211の組合せ)が組み立てられ、患者の関節の運動範囲がテストされてもよい。試行部品がよく合わない場合には、(寸法の異なる)別のネックとボールを取り付けて、テストを行い、所望の嵌合が達成されるまで繰り返す。所望の嵌合が達成されると、次に、ブロック2622に従って、移植用の実際のプロテーゼ(試行用のものではなく)の寸法が合わせられる。ブロック2624において、試行用の大腿骨部品を実際のプロテーゼと交換して移植する。ブロック2626において、人工関節が組み立てられ関節の嵌合がもう一度検証される。最終的にブロック2628で、手術創が縫合される。

10

【0079】

次に図27を参照する。ここでは人工股関節置換術における本開示システムの利用の概略を示す方法2700を説明している。図27の方法2700は、一般的には図26の方法2600と同時に遂行される。従って図26を継続して参照する。ブロック2702はブロック2710に先立つ任意の時間に遂行されてよいが、一般的には手術の準備時に行われる。手術を受ける患者の骨盤の既定の幾何配置が計算装置に入力される。患者の骨盤の幾何配置はそれぞれに固有であるので、このステップは、骨盤の標識点(又は参照点)が、計算装置(例えば図5の511)によって実際の骨盤の幾何配置に関連付けられる。任意の好適な医療画像手順により得られる患者の骨盤の幾何配置が入手できない場合には、既定の骨盤テンプレートを利用してもよい。患者の準備が整うと(例えばブロック2602)、第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット(例えば図12の1211)が動作可能に骨盤(例えば図12の1204)に結合される。これは例えばブロック2704と2706において、骨盤(例えば1204)に取り付けられて固定されたピン又は骨ネジ(例えば1210)に第1の(又は参照又は骨盤の)センサ(例えば1211)を結合することで実現されてもよい。

20

【0080】

ブロック2602(患者準備)の後でかつブロック2606(股関節脱臼)の前のブロック2708では、針と第2のセンサユニットの組合せ(すなわち図12の1201と1205、あるいは図21の2101と2105)がまたは骨盤登録装置(例えば1100又は2000)を用いて、少なくとも3つの骨盤標識点(又は参照点)に接触が行われ、第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット(例えば1211)に対する標識点(又は参照点)の位置を測定する。ブロック2710では、標識点(又は参照点)の位置は計算装置(例えば図5の511)により手術前の画像データ又はステップ2702の既定の幾何配置テンプレートに対する関連付けが行われ、骨盤(例えば1204)に対する骨盤センサユニット(例えば1211)の相対位置が決定されるようにする。

30

【0081】

ブロック2712と2714において、センサユニット又はマーカアレイ(例えば図16の1605または図22の2205)が、例えば前述したようにして患者の大腿骨(例えば1606)に動作可能に結合される。動作可能な結合は、大腿骨(例えば1606)にピン又は骨ネジ(例えば1610b)を介して行われてもよい。ブロック2716において、第1の(又は参照又は骨盤の)センサユニット(例えば図16の1611または図22の2211)と恐らくは大腿骨センサユニット又はマーカアレイ(例えば1605または2205)が計算装置(例えば図5の511)と通信し、まだ関節に処置がされていない状況で大腿骨の元の相対位置が決定されて記憶される。人工股関節置換術のこの段階で、ブロック2606(股関節脱臼)が行われてもよい。

40

【0082】

一般的に、人工股関節置換術のブロック2610(寛骨臼拡孔)と同時に遂行されるブ

50

ロック 2 7 1 8 において、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば 1 6 1 1 または 2 2 1 1）と恐らくは拡孔器センサユニット又はマーカアレイ（例えば図 1 4 の 1 4 0 5 または図 2 3 の 2 3 0 5）とが計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信し、それぞれの測定を通して、拡孔中の拡孔ツール（例えば図 1 4 の 1 4 0 1 と図 2 3 の 2 3 0 1）と骨盤との相対位置を判定し、例えばディスプレイ（例えば図 5 の 5 1 4）を介して外科医に対して表示する。この位置データは拡孔角と拡孔深さを示すような形式となっていてよい。更に、このデータはデータベース（例えば図 5 の 5 1 6）に保存されてもよい。

【0083】

人工股関節置換術のブロック 2 6 1 2（寛骨臼インプラントの移植）に関連して遂行されるブロック 2 7 2 0 において、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば 1 5 1 1 または 2 4 1 1）と恐らくは挿入ツールセンサユニット又はマーカアレイ（例えば図 1 5 の 1 5 0 5 または図 2 4 の 2 4 0 5）とが計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信し、それぞれの測定を通して、寛骨臼インプラント（例えば図 1 5 の 1 5 1 5 と図 2 2 の 2 2 1 5）と骨盤（例えば 1 5 0 4 と 2 4 0 4）との整列中の相対位置を判定し、例えばディスプレイ（例えば図 5 の 5 1 4）を介して外科医に対して表示する。この位置データは外転角と前傾角（例えば図 3 A の 3 3 2 と図 3 C の 3 3 3）を示すような形式となっていてよい。更に、このデータはデータベース（例えば図 5 の 5 1 6）に保存されてもよい。位置が外科医の満足できるものであれば、寛骨臼インプラント（例えば図 1 5 の 1 5 1 5 と図 2 2 の 2 2 1 5）が移植されてもよい（ブロック 2 6 1 2）。

【0084】

ブロック 2 6 1 4、2 6 1 6、2 6 1 8、2 6 2 0 は人工股関節全置換術に特有のものであろう。他のタイプの人工股関節置換術又は他の種類の整形外科手術における対応するステップは、通常、遂行される手術の性質に依存した適切なものであり得ることは当業者であれば理解されるであろう。

【0085】

ブロック 2 7 2 2 において、試行プロテーゼで関節の嵌り具合を検査する場合（ブロック 2 6 1 8 と 2 6 2 0）、第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば図 1 6 の 1 6 1 1 または図 2 5 の 2 5 1 1）と恐らくは大腿骨センサユニット又はマーカアレイ（例えば 1 6 0 5 または 2 5 0 5）が計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信し、記憶されている参照大腿骨位置と新しい測定値とに基づいて、大腿骨位置の変化を判定する。この情報は、例えばディスプレイ（例えば図 5 の 5 1 4）を介して、好ましくは脚長の変化（すなわち 4 0 5 b - 4 0 5 a）とオフセットの変化（すなわち 4 0 7 b - 4 0 7 a）の形式で外科医に対して表示されてもよい。外科医はこの情報を利用して、大腿骨プロテーゼの寸法合わせを行ってもよい（ステップ 2 6 2 2）。更に、この情報はデータベース（例えば図 5 の 5 1 6）内に記憶されてもよい。

【0086】

移植用の大腿骨プロテーゼが選択されると、ブロック 2 6 2 4 に従ってそれが移植され、ブロック 2 6 2 6 に従って人工関節が組み立てられる。この段階で、ブロック 2 7 2 4 に示されるように、関節に対する大腿骨の位置を検証することが可能となる。第 1 の（又は参照又は骨盤の）センサユニット（例えば図 1 6 の 1 6 1 1 または図 2 5 の 2 5 1 1）と恐らくは大腿骨センサユニット又はマーカアレイ（例えば 1 6 0 5 または 2 5 0 5）が計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信し、記憶されている参照大腿骨位置及び / 又は試行大腿骨の測定値と新しい測定値とに基づいて、実際の大腿骨位置の変化を判定する。この情報は、例えばディスプレイ（例えば図 5 の 5 1 4）を介して、好ましくは脚長の変化（すなわち 4 0 5 b - 4 0 5 a）とオフセットの変化（すなわち 4 0 7 b - 4 0 7 a）の形式で外科医に対して表示される。外科医はこの情報を利用して最終的な関節の整列が満足のいくものであることを検証することができる。更に、この情報はデータベース（例えば図 5 の 5 1 6）内に記憶されてもよい。この段階で手術創は縫合されてよい（ブロック 2 6 2 8）。

【0087】

図 28 A、28 B には、骨の既定の幾何配置に対する第 1 のセンサの相対位置を決定するための方法 2800 a と 2800 b が示されている。図 11 と図 12 もまた参照する。この例示的实施形態によると、骨は患者の骨盤（例えば 1104 と 1204）である。図 28 A の方法は、例えば、第 2 のセンサユニット（例えば 1205）を有する針（例えば 1201）を利用して骨の上にある骨標識点（又は参照点）の位置情報を収集する場合に適用可能である。

【0088】

次に具体的に図 28 A と図 12 を参照する。ブロック 2802 A において、骨（例えば骨盤 1204）の既定の幾何配置が計算装置（例えば図 5 の 511）に入力される。幾何配置は患者を手術前に（例えば X 線、CT スキャン及び MRI で）撮影することで前以って決定しておいてもよいし、キーボードやマウスなどの計算装置（例えば図 5 の 511）と通信する入力装置を利用して入力してもよい。患者の手術前の撮影（あるいはその骨の配置を前以って決定又は測定できるその他の好適なデータ）が入手できない場合、骨の既定のテンプレート（例えば骨盤テンプレート）を使用してもよい。

【0089】

ブロック 2804 a で、第 1 の（又は参照の）センサユニット 1211 が、例えば前述した方法で、骨 1204 に動作可能に結合される。この結合は、例えばピン又は骨ネジ 1210 を骨 1204 に固定し、参照センサユニット 1211 をそのピン又は骨ネジ 1210 に既知の方向に取り付けることで達成されてもよい。

【0090】

ブロック 2806 で、第 2 のセンサユニット 1205 が、第 1 の参照ポイントに対して既定の関係を有する第 1 のセンサユニット位置に配置される。図 12 に示す実施形態において、既知の位置に第 2 のセンサユニット 1205 が取り付けられた針 1201 を利用して恥骨結節 1208（第 1 の参照位置）に接触する。針 1201 の端部と第 1 の参照位置を接触したままにして、（従って、第 2 のセンサユニット 1205 を第 1 のセンサ位置に保持したまま）、参照センサユニット 1211 に対する第 2 のセンサユニット（従って第 1 の参照位置）の相対的位置に関する第 1 の情報が、ブロック 2808 に従って計算装置（例えば図 5 の 511）へ通信される。この情報は、第 2 のセンサユニット 1205 と参照センサユニット 1211 のいずれで通信されてもよい。他の例示的参照位置としては、ASIS ポイント 1203、AIIIS ポイント 1217、及び腸骨稜 1206 沿いのポイント、または円索の連結点などがあるが、これに限るものではない。

【0091】

ブロック 2810 と 2812、またブロック 2814 と 2816 ではそれぞれ、ブロック 2806 と 2808 でのステップと同様のステップが実行される。ただしここでは第 2 と第 3 の参照位置についてである。例えば第 2 のセンサユニット 1205 が取り付けられた針 1201 が、それぞれ第 2 の参照位置と第 3 の参照位置に接触するのに利用されてもよい。針が第 2 の参照位置に接触しているとき、第 2 のセンサユニットは、第 2 の参照位置に対して既定の第 2 の関係を有する第 2 のセンサ位置にある。同様に、針が第 3 の参照位置に接触しているとき、第 2 のセンサユニットは、第 3 の参照位置に対して既定の第 3 の関係を有する第 3 のセンサ位置にある。

【0092】

第 2 のセンサユニットがそれぞれ第 2、第 3 のセンサ位置にある場合、参照センサ 1211 に対する第 2 のセンサユニットの相対位置（従ってそれぞれ第 2 と第 3 の参照位置）に関連する第 2 及び第 3 の情報がそれぞれ計算装置（例えば図 5 の 511）に通信される。第 2 と第 3 の情報は、第 2 のセンサユニット 1205 と参照センサユニット 1211 のいずれで通信されてよいことを再度述べておく。第 2 及び第 3 の参照位置の更なる例として、ASIS ポイント 1203、AIIIS ポイント 1217、及び腸骨稜 1206 に沿ったポイントがある。ただしこれに限るものではない。登録精度を上げるために、3 ポイントより多い参照位置を利用することが望ましい場合がある。参照位置の選択に関する 1 つの制約は、参照位置は同一直線上にはない分離された参照位置でなければならない、また骨

10

20

30

40

50

の幾何配置を事前に確定するために、識別可能な標識点でなければならない、ということである。

【 0 0 9 3 】

ブロック 2 8 1 8 a で、計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）は第 1 と第 2 と第 3 の情報を、計算装置内に記憶されている事前確定された幾何配置を持つ第 1 と第 2 と第 3 の既定の関係との相関を取る。この相関関係により、他の剛体（これは当業者には明らかなように、所要のセンサとマーカを所有している）に対する骨の相対位置を、第 1 のセンサユニット 1 2 1 1 と剛体上の第 2 のセンサユニットとを利用して決定しかつモニタすることが可能となる。

【 0 0 9 4 】

次に図 2 8 B と図 1 1 を具体的に参照する。方法 2 8 0 0 b は好ましくは方法 2 8 0 0 a と同じ目的で遂行される。つまり、骨とその骨に動作可能に結合された参照センサユニットとの間の相対位置を決定することを目的とする。ただし、方法 2 8 0 0 b は、登録装置（例えば骨盤登録装置 1 1 0 0 と 2 0 0 0）を利用して、第 2 のセンサユニットを、少なくとも第 1 と第 2 と第 3 の参照位置に対して同時に既知の関係で配置する、という点が方法 2 8 0 0 a とは異なっている。

【 0 0 9 5 】

ブロック 2 8 0 2 b において、骨（例えば骨盤 1 2 0 4）の既定の幾何配置が計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）に入力される。幾何配置は患者を手術前に撮影することで前以って決定しておいてよいし、キーボードやマウスなどの計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）と通信する入力装置を利用して入力してもよい。患者の手術前の撮影（あるいはその骨の幾何配置を測定可能なその他の好適なデータ）が入手できない場合、骨の既定のテンプレート（例えば骨盤テンプレート）を使用してもよい。

【 0 0 9 6 】

ブロック 2 8 0 4 b で、参照用センサユニット（例えば図 1 2 の 1 2 1 1）が、例えば前述したようにして骨 1 1 0 4 に動作可能に結合される。この結合は、例えばピン又は骨ネジ（例えば図 1 2 の 1 2 1 0）を骨 1 1 0 4 に固定し、参照センサユニット（例えば図 1 2 の 1 2 1 1）をそのピン又は骨ネジ（例えば図 1 2 の 1 2 1 0）に既知の方向に取り付けることで達成されてよい。

【 0 0 9 7 】

ブロック 2 8 0 5 で、第 2 のセンサユニットがセンサユニット位置に配置される。センサユニット位置内にある場合、第 2 のセンサユニットは、骨 1 1 0 4 上の第 1、第 2、第 3 の参照位置のそれぞれに対して、第 1、第 2、第 3 の既定の関係を有している。図 1 1 に示す例示的实施形態においては、第 1 の参照位置は第 1 の接触部材 1 1 1 7 に接触しているように示された A S I S ポイント 1 1 0 3 であり、第 2 の参照位置は第 2 の接触部材 1 1 0 6 に接触している A S I S ポイント 1 1 0 3 であり、第 3 の参照ポイント 1 1 1 5 は、腸骨稜 1 1 0 5 に沿うポイントである。参照位置としては、これに限定されるものではないが、A S I S ポイント 1 1 0 3、A I I S ポイント（例えば図 1 2 の 1 2 1 7）、腸骨稜 1 1 0 5 に沿う触診可能点、及び恥骨結節 1 1 1 3（1 つだけを図示）が含まれてよい。

【 0 0 9 8 】

第 2 のセンサユニットを適切に配置するために、第 1、第 2、第 3 の接触部材 1 1 1 7、1 1 0 6、1 1 1 0 はそれぞれ、登録装置 1 1 0 0 にある第 1、第 2、第 3 の接触ポイント 1 1 0 7、1 1 0 9、1 1 1 1 を介して、骨 1 1 0 4 上の第 1、第 2、第 3 の参照位置 1 1 0 3、1 1 0 3、1 1 1 5 に接触させられる。

【 0 0 9 9 】

第 2 のセンサユニット 1 1 3 0 が適切に配置されると、ブロック 2 8 0 7 に従って情報が計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）へ通信される。図 2 8 A の方法 2 8 0 0 a と同様に、この情報は、参照センサユニット（例えば図 1 2 の 1 2 1 1）に対する第 2 のセンサの相対位置に関する。ここでもこの情報は、第 2 のセンサユニット 1 1 3 0 と参照センサユニ

10

20

30

40

50

ット（例えば図１２の１２１１）のいずれかで通信されてよい。

【０１００】

第２のセンサユニット１１３０と３つの接触点１１０７、１１０９、１１１１のそれぞれとの間の位置関係が既知であるために、参照センサユニット（例えば図１２の１２１１）に対する骨１１０４の相対位置は、第２のセンサユニット１１３０、及び／又は参照センサユニット（例えば図１２の１２１１）と、計算装置（例えば図５の５１１）との間で通信される情報から算出することができる。

【０１０１】

ブロック２８１８ｂにおいて、センサ位置と、第１、第２、第３の参照位置のそれぞれとの間の第１、第２、第３の既定の関係が、計算装置（例えば図５の５１１）に入力される。ブロック２８２０ａと同様にブロック２８２０ｂにおいて、計算装置（例えば図５の５１１）が第１、第２、第３の情報を計算装置内に記憶された既定の幾何配置と関連付けを行う。この関連から、骨１１０４の位置を参照センサユニット（例えば図１２の１２１１）に対して決定することができる。

【０１０２】

剛体に対する骨の相対位置を決定する方法２９００を次に図２９を参照して説明する。図１３も参照すると、骨が患者１３０７の骨盤１３０４であり、剛体が患者の大腿骨１３０６である例示的实施形態が図示されている。ブロック２９０２で、第１の（又は参照又は骨盤）センサユニット１３１１が、例えば前述した方法で、骨（骨盤１３０４）に動作可能に結合される。動作可能な結合は、当業者に周知の手法に従って、ピン又は骨ネジ１３１０ａによって行われてもよい。

【０１０３】

ブロック２９０４において、第２のセンサユニット（大腿骨センサユニット１３０５）が、剛体（大腿骨１３０６）に動作可能に結合される。動作可能な結合は、第１の（又は参照又は骨盤）センサユニット１３１１を骨盤１３０４に動作可能に結合するのと同様の方法で行われてよい。

【０１０４】

ブロック２９０６において、第１と第２のセンサユニットの１つ（またはその両方）から信号が放出され、ブロック２９０８においてその信号が第１と第２のセンサユニットのもう一方（あるいは両方）によって検出される。信号は例えばセンサユニット内の赤外線送信機（例えば図７Ａ、７Ｂ、７Ｃの送信機７０５、７１５、７２５を参照）により放出された赤外線信号であってよい。そのような実施形態において、検出センサ（それが第１または第２のセンサユニットであれ、又は両方であれ）は、赤外信号を検出するように適合されている。

【０１０５】

第１と第２のセンサユニットの組合せは、所望とする信号に応じて選択されてよい。例えば、６自由度の相対位置決めが必要とされる場合、少なくとも１つの光学センサと、光学センサに見える少なくとも３つの（好ましくは相互に既知の位置関係にある）マーカ又は送信機で十分であろう。ただし、それ以上の光学センサも、視野と精度のために有益であろう。

【０１０６】

慣性センサ（すなわち加速度計とジャイロスコープ）を利用して位置情報を推定してもよい。ただし、慣性測定により位置（角度であれ並進位置であれ）を決定することは、一般的に信号の積分によるものであり、ノイズがある場合には、推定位置にドリフトを生じ易い。ドリフトは時間の関数として増大する。第１と第２のセンサユニットに慣性センサを組み込んで、計算装置により算出、表示される位置精度を向上させてもよいことは当業者には理解されるであろう。更に、第１と第２のセンサユニットの中に慣性センサを組み込むことで、少なくとも１つの光学センサ（第１及び／又は第２のセンサユニット上の）と送信機又はマーカとの間の見通し線が一時的に遮断されることが許され、その期間は第１と第２のセンサユニットの相対位置は慣性測定によって推定されてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 7 】

ブロック 2 9 1 0 で、1つの信号（または複数の信号）から生成された情報と、おそらくは他の検出された情報（例えば加速度測定値、ジャイロスコプ測定値、など）が計算装置（例えば図 5 の 5 1 1）に通信される。信号（もしくは複数の信号）から導き出された情報は、光学センサとマーカ又は送信機との間の位置関係に係わる。

【 0 1 0 8 】

ブロック 2 9 1 2 において、情報が処理されて、骨 1 3 0 4 と剛体 1 3 0 6 との間の相対位置関係が決定される。任意選択で、処理済みの情報が、例えば外科医師のために、ディスプレイ（例えば図 5 の 5 1 4）に表示されてもよい。

【 0 1 0 9 】

IV. コンピュータ実装

【 0 1 1 0 】

一実施形態において、本発明の様々な部品間の通信及び／又はデータ伝送は、物理接続又は無線接続された電子デバイスから成るネットワーク上で実行される。そのようなデバイス（例えばエンドユーザ用のデバイス、及び／又はサーバ）としては、デスクトップコンピュータ、ラップトップコンピュータ、携帯デバイスすなわち P D A、携帯電話、セットトップボックス、インターネット機器、インターネットテレビシステム、移動用デバイスすなわちタブレット、あるいはそれらと同等のシステム、がある。ただしこれに限るものではない。ネットワークの例としては、ローカルエリアネットワーク、広域ネットワーク、組織内イントラネット、インターネット、又はそれらと同等のネットワークがある。例示的なコンピュータおよびネットワークの機能とシステム部品に関しては、図 3 0 に関連してさらに説明する。

【 0 1 1 1 】

一実施形態において、例えば、本発明は、上記の機能を実行することが可能な 1 つまたは複数のコンピュータシステムに向けられている。例えば、図 3 0 はこれまでに述べた方法を実装するために利用されるコンピュータシステム 3 0 0 0 の模式図である。コンピュータシステム 3 0 0 0 は、プロセッサ 3 0 0 4 などのような 1 つまたは複数のプロセッサを含んでいる。プロセッサ 3 0 0 4 は、通信基盤 3 0 0 6（例えば、通信バス、クロスオーバー・バー、又はネットワーク）に接続されている。コンピュータシステム 3 0 0 0 にはディスプレイインタフェース 3 0 0 2 が含まれ、通信基盤 3 0 0 6（または図示されていないフレームバッファ）からのグラフィックス、テキストや他のデータを転送して、ローカル又は遠隔のディスプレイユニット 3 0 3 0 に表示することができる。

【 0 1 1 2 】

コンピュータシステム 3 0 0 0 はまた、ランダムアクセスメモリ（R A M）などのメインメモリ 3 0 0 8 を含み、また二次メモリ 3 0 1 0 も含んでよい。二次メモリ 3 0 1 0 としては、例えばハードディスク駆動装置 3 0 1 2、及び／又はフロッピディスク装置、磁気テープ装置、光ディスク装置、フラッシュメモリ装置、などのリムーバブル記憶装置 3 0 1 4 が含まれてよい。リムーバブル記憶装置 3 0 1 4 はリムーバブル記憶ユニット 3 0 1 8 からの読出し、及び／又は書き込みを行う。リムーバブル記憶ユニット 3 0 1 8 は、フロッピディスク、磁気テープ、光ディスク、フラッシュメモリデバイスなどを表し、リムーバブル記憶装置 3 0 1 4 で読み書きされる。リムーバブル記憶ユニット 3 0 1 8 には、コンピュータのソフトウェア、命令、及び／又はデータを記憶したコンピュータで利用できる記憶媒体が含まれることは理解されるであろう。

【 0 1 1 3 】

別の実施形態において、二次メモリ 3 0 1 0 には、コンピュータプログラム又は他の命令をコンピュータシステム 3 0 0 0 に読み込ますことが可能な他の類似の装置が含まれてもよい。そのような装置として、例えばリムーバブル記憶ユニット 3 0 2 2 とインタフェース 3 0 2 0 がある。その例としては、プログラムカートリッジとカートリッジ・インタフェース（ビデオゲーム装置にみられるような）、リムーバブルメモリチップ（消去可能プログラマブル R O M（E P R O M）、又はプログラマブル読出専用メモリ（P R O M）

10

20

30

40

50

）とその関連のソケット、及びその他のリムーバブル記憶装置 3 0 2 2 とインタフェース 3 0 2 0 があり、これらによりコンピュータソフトウェア、命令、及び / 又はデータがリムーバブル記憶ユニット 3 0 2 2 からコンピュータシステム 3 0 0 0 に転送可能となる。

【 0 1 1 4 】

コンピュータシステム 3 0 0 0 には通信インタフェース 3 0 2 4 も含まれてよい。通信インタフェース 3 0 2 4 は、コンピュータソフトウェア、命令、及び / 又はデータのコンピュータシステム 3 0 0 0 と外部装置との間での転送を可能とする。通信インタフェース 3 0 2 4 の例としては、モデム、ネットワークインタフェース（イーサネットカードなどの）、通信ポート、PCメモリ国際協会（PCMCIA）スロットとカード、などがある。通信インタフェース 3 0 2 4 を経由して転送されるソフトウェアとデータは、信号 3 0 2 8 の形態をしており、これらは電子信号、電磁気信号、光学信号、またはその他の通信インタフェース 3 0 2 4 で受信可能な信号であってよい。これらの信号 3 0 2 8 は、通信路（例えばチャネル）3 0 2 6 を経由して通信インタフェース 3 0 2 4 に提供される。このチャネル 3 0 2 6 は信号 3 0 2 8 を搬送し、ワイヤまたはケーブル、光ファイバ、電話線、携帯電話リンク、無線周波数（RF）リンク、無線通信リンク、およびその他の通信チャネルを用いて実装されてよい。

【 0 1 1 5 】

本明細書において、“コンピュータ可読記憶媒体”、“コンピュータプログラム媒体”、“コンピュータ使用可能媒体”という用語は、リムーバブル記憶装置 3 0 1 4、リムーバブル記憶ユニット 3 0 1 8、3 0 2 2、通信インタフェース 3 0 2 4 から伝送されたデータ、及び / 又はハードディスク駆動装置内に設置されたハードディスクなどの媒体を一般的に指すために使用される。これらのコンピュータプログラム製品は、コンピュータソフトウェア、命令、及び / 又はデータをコンピュータシステム 3 0 0 0 に提供する。これらのコンピュータプログラム製品はまた、汎用コンピュータを専用コンピュータへ変換して、コンピュータプログラム製品 / ソフトウェアからの命令に従って、特定の機能を実行するようにプログラムされている。本発明の実施形態は、そのようなコンピュータプログラム製品に向けられている。

【 0 1 1 6 】

コンピュータプログラム（コンピュータ制御ロジックとも呼ばれる）はメインメモリ 3 0 0 8 及び / 又は二次メモリ 3 0 1 0 中に格納される。コンピュータプログラムはまた通信インタフェース 3 0 2 4 を介して受信されてもよい。そのようなコンピュータプログラムは、実行されると、コンピュータシステム 3 0 0 0 が、本明細書で説明した本発明の特徴を遂行することを可能とする。具体的には、コンピュータプログラムを実行すると、プロセッサ 3 0 0 4 が提示された方法の特徴を遂行することが可能となる。従って、そのようなコンピュータプログラムはコンピュータシステム 3 0 0 0 のコントローラの役を果たす。適切な場合には、プロセッサ 3 0 0 4 と、関連部品と、等価なシステム及びサブシステムとが、選択された操作と機能の実行するための“手段”としての役割を果たす。そのような選択された操作と機能の“手段”は、汎用コンピュータを、前述の選択された操作と機能を遂行するようにプログラムされた専用コンピュータに変換する役割を果たす。

【 0 1 1 7 】

本発明がソフトウェアを利用して実装される実施形態において、そのソフトウェアはコンピュータプログラム製品中に格納されて、リムーバブル記憶装置 3 0 1 4、インタフェース 3 0 2 0、ハードディスク駆動装置 3 0 1 2、通信インタフェース 3 0 2 4、又はそれらの等価品を利用してコンピュータシステム 3 0 0 0 中に読み込まれてもよい。制御論理（ソフトウェア）は、プロセッサ 3 0 0 4 によって実行されると、本明細書に記載の機能と方法をプロセッサ 3 0 0 4 に実行させる。

【 0 1 1 8 】

別の実施形態においては、例えば、特定用途向け集積回路（ASIC）などのハードウェア部品を用いて本方法が主としてハードウェアに実装される。ハードウェア状態の機械を本明細書に記載の機能と方法を実行するように実装することは、当業者には明らかであ

10

20

30

40

50

ろう。更に別の実施形態においては、本方法がハードウェアとソフトウェアの両方の組合せを用いて実装される。

【0119】

本明細書に記載の任意のシステムと方法を含む本発明の実施形態は、1つまたは複数のプロセッサで読出し及び実行が可能な、機械可読媒体上に格納された命令として実装されてもよい。機械可読媒体としては、機械（例えば計算装置）により読出し可能な形態で情報を格納又は伝送するための任意の機構が含まれる。機械可読媒体には例えば、読出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気ディスク記録媒体、光記録媒体、フラッシュメモリ装置、（例えば搬送波、赤外信号、デジタル信号などの）電氣的、光学的、音響的又はその他の形態の伝搬信号、などが含まれてよい。更に、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令も、ある動作を実行するものとしてここに記述されてもよい。ただし、このような記述は単に便宜上のものであり、このような動作は実際には計算装置、プロセッサ、コントローラ、又はファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令などを実行するその他の装置により起きることは、理解されるであろう。

10

【0120】

V. 追加の実施形態

【0121】

一実施形態において、人工股関節置換術を遂行するためのシステムが提供される。このシステムは、（1）患者の骨盤に連結されるように適合された骨盤センサユニットと、（2）登録センサユニットと、（3）寛骨臼挿入ツールに連結されるように適合された、挿入ツールセンサユニットと、（4）患者の大腿骨に連結されるように適合された、大腿骨センサユニットと、を備える。このシステムは更に、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を有するコンピュータ可読記憶媒体を備える。この命令が実行されると、処理装置は、（a）骨盤センサユニットと患者の骨盤との位置関係を、少なくとも3つの参照ポイントに基づく、骨盤センサユニットと登録センサユニットとの間の登録測定に基づいて計算し、（b）骨盤センサユニットと大腿骨センサユニットとの間の初期の位置関係を（すなわち本来の股関節がまだ損なわれないうちに）測定し、（c）骨盤センサユニットと挿入ツールセンサユニットとの間の位置関係に基づいて移植処置中の寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、（d）骨盤に対する寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて、外転角及び前傾角を計算し、（e）移植処置中の外転角と前傾角を表す、実時間表示を提供し、（f）骨盤センサユニットと大腿骨センサユニットとの間の整復後の（すなわちプロテーゼ部品を利用した試行又は最終の整復中の）位置関係を計測し、（g）（大腿骨センサと骨盤センサとの間の）初期位置関係と、（大腿骨センサと骨盤センサとの間の）整復後の位置関係と、骨盤センサユニットと患者の骨盤との間の位置関係とに基づいて、脚位置の変化を計算し、（h）脚位置変化の表示を提供する、ことを行う。初期位置関係には、初期の脚の並進測定が含まれてもよい。初期位置関係には、初期の脚の向きの測定が含まれてもよい。脚位置の変化は、初期位置関係と整復後の位置関係との間の比較に基づいて計算することができる。脚位置の変化は、骨盤センサユニットと大腿骨センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算することもできる。脚位置の変化は、脚長測定、オフセット測定、及び/又は前後方向の位置測定が含まれてもよい。

20

30

40

【0122】

コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を含み、この命令が実行されると、処理装置は、（i）骨盤センサユニットと大腿骨センサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、（j）脚位置調整処置中の大腿骨の向きを表す実時間表示を提供し、及び/又は、（k）患者の大腿骨の回転中心を計算する、ことを行う。回転中心は、骨盤センサユニットと登録センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算されてよい。回転中心は、骨盤センサユニットと大腿骨センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算されてもよい。

【0123】

50

別の実施形態において、人工股関節置換術を遂行するためのシステムが提供される。このシステムは、(1)患者の骨盤に連結されるように適合された骨盤センサユニットと、(2)参照センサユニットと、(3)少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体と、を備え、この命令が実行されると、処理装置は、(a)骨盤センサユニットと患者の骨盤との位置関係を、少なくとも3つの参照ポイントを含む、骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の登録測定に基づいて計算し、(b)前記骨盤センサユニットと、移植処置中は寛骨臼挿入ツールに連結されている参照センサユニットとの間の位置関係に基づいて移植処置中の寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、(c)寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて移植パラメータ(移植パラメータは例えば、カップ位置、カップ位置の変化、カップの向き、又は位置関係に基づく他の任意の情報)を計算し、(d)移植処置中の移植パラメータの実時間表示を提供する、ことを行う。

10

【0124】

コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を含み、この命令が実行されると、処理装置は、(e)骨盤センサユニットと、患者の大腿骨に連結された参照センサユニットとの間の初期位置関係測定に基づいて初期脚位置を計算し、(f)骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の整復後の位置関係に基づいて整復後の脚位置を測定し、(g)初期脚位置と整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、(h)脚位置変化の表示を提供し、(i)患者の大腿骨の回転中心を計算し、(j)骨盤センサユニットと、参照センサユニットが患者の大腿骨に連結されている場合の参照センサユニットとの間の位置関係に基づいて、脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、(k)脚位置調整処置中の大腿骨の向きを伝える実時間表示を提供する、ことを行う。

20

【0125】

初期脚位置は、部分的には初期脚長測定に基づいて計算することができる。初期脚位置は、部分的には初期脚向き測定に基づいて計算することができる。初期脚位置は、参照センサユニットが患者の大腿骨に連結されている場合、骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の位置関係に部分的に基づいて計算することができる。別の実施形態では脚位置の変化は、骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は患者の大腿骨に連結されている参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算することができる。脚位置の変化には、脚長測定、オフセット測定、及び/又は前後方向の位置測定が含まれていてもよい。

30

【0126】

回転中心は、骨盤センサユニットと、寛骨臼表面上の3か所以上のポイントに接触している参照センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算されてもよい。回転中心は又、骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は患者の大腿骨に連結されている参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算されてもよい。

【0127】

更に別の実施形態において、人工股関節置換術を遂行するためのシステムが提供される。このシステムは、(1)患者の骨盤に連結されるように適合された骨盤センサユニットと、(2)参照センサユニットと、(3)少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を有する、コンピュータ可読記憶媒体と、を備える。この命令が実行されると、処理装置は、(a)骨盤センサユニットと患者の骨盤との位置関係を、少なくとも3つの参照ポイントを含む、骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の登録測定に基づいて計算し、(b)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結された参照センサユニットとの間の初期位置関係測定に基づいて初期脚位置を計算し、(c)骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の大腿骨の向きを追跡し、(d)脚位置調整処置中の大腿骨の向きを表す実時間表示を提供し、(e)骨盤センサユニットと参照センサユニットとの間の位置関係に基づいて整復後の脚位置を測定し、(f)初期脚位置と整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、(g)脚位置変化の表示を提供する、ことを行う。

40

50

【0128】

コンピュータ可読記憶媒体は、実行すると処理装置が患者の大腿骨の回転中心を計算する、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を更に含む。回転中心は、骨盤センサユニットと、寛骨臼表面上の3か所以上のポイントに接触している参照センサユニットとの間の寛骨臼表面測定に基づいて計算されてもよい。回転中心は、骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は患者の大腿骨に連結されている参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算されてもよい。

【0129】

脚位置の変化は、骨盤センサユニットと、大腿骨関節接合測定中は患者の大腿骨に連結されている参照センサユニットとの間の大腿骨関節接合測定に基づいて計算されてもよい。脚位置の変化には、脚長測定、オフセット測定、及び/又は前後方向の位置測定が含まれる。

【0130】

さらに別の実施形態において、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を有する、人工股関節置換術用のコンピュータ可読記憶媒体が提供される。この命令は実行されると、処理装置が、(a)骨盤センサユニットが患者の骨盤の第1のポイントに連結されている場合には、骨盤センサユニットと患者の骨盤との間の位置関係を計算し、(b)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて初期脚位置を計算し、(c)骨盤センサユニットと寛骨臼挿入ツールに連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて、移植処置中の寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、(d)寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて移植パラメータを計算し、(e)移植処置中の移植パラメータを表す実時間表示を提供し、(f)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の患者の大腿骨の向きを追跡し、(g)脚位置調整処置中の患者の大腿骨の向きを表す実時間表示を提供し、(h)骨盤センサユニットと、患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて整復後脚位置を測定し、(i)初期脚位置と整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、(j)脚位置変化の表示を提供する、ことを行う。移植パラメータには外転角と前傾角が含まれる。他の実施形態では、コンピュータ可読記憶媒体は、上に列挙した機能の1つまたは複数のみしか実行しないか、又は上に列挙した機能を異なる順序で実行するか、又は並列ステップあるいは1つ1つを順番のステップで実行する。

【0131】

別の実施形態において、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を有する、人工股関節置換術用のコンピュータ可読記憶媒体が提供される。この命令は実行されると、処理装置が、(a)骨盤センサユニットが患者の骨盤の第1のポイントに連結されている場合には、骨盤センサユニットと患者の骨盤との間の位置関係を計算し、(b)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて初期脚位置を計算し、(c)骨盤センサユニットと寛骨臼挿入ツールに連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて、移植処置中の寛骨臼挿入ツールの向きを追跡し、(d)寛骨臼挿入ツールの向きに基づいて移植パラメータを計算し、(e)移植処置中の移植パラメータを表す実時間表示を提供し、(f)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の患者の大腿骨を追跡し、(g)骨盤センサユニットと、患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づいて整復後脚位置を測定し、(h)初期脚位置と整復後脚位置との間の脚位置変化を計算し、(i)脚位置変化の表示を提供する、ことを行う。移植パラメータには外転角と前傾角が含まれてよい。コンピュータ可読記憶媒体は更に、少なくとも1つの処理装置により実行可能な命令を含み、この命令が実行されると、処理装置は、(j)骨盤センサユニットと患者の大腿骨に連結されたセンサユニットとの間の位置関係に基づき、脚位置調整処置中の患者の大腿骨の向きを追跡し、(k)脚位置調整処置中の患者の大腿骨の向きを表す実時間表示を提供する、ことを行う。

【0132】

結論

【 0 1 3 3 】

本発明に関する以上の記述は、例示及び説明を目的として提示したものである。それは、網羅的であることを意図したものではなく、また本発明を開示した形態そのものに限定する意図もない。上記の教示に鑑みて、他の修正及び変形が可能である。実施形態は本発明の原理および実際の適用を最もよく説明するように選んで記述した。これにより、当業者は様々な実施形態及び想定する特定の利用に好適な種々の修正形で、本発明を最適に利用することが可能である。添付の特許請求の範囲は、等価な構造、構成要素、方法、及び手段を含む、本発明の他の実施形態を含むものと解釈されることが意図される。

【 0 1 3 4 】

従って、本発明は記載した特定の実施形態に限定されるものではなく、そのように変化し得るものであることを理解されたい。また、本明細書で使用した用語は、特定の実施形態の記述の目的のためだけに使用されており、制限的であることを意図するものではないことも理解されたい。

【 0 1 3 5 】

本開示により当業者には明らかなように、本明細書において記述及び例示された個々の実施形態は個別の構成要素と特徴を持っているが、これらは、本発明の範囲と精神から逸脱することなく、容易に分離するか、又は任意の他の複数の実施形態の特徴と結合させることが可能である。詳述した任意の方法は、その記述した順序で、又は論理的に可能な他の任意の順序で遂行することが可能である。

【 0 1 3 6 】

概要及び要約のセクションではなく、詳細な説明のセクションにより特許請求の範囲が解釈されるように意図されていることを理解されたい。概要及び要約のセクションは、発明者が考える本発明の1つまたは複数の例示的实施形態を説明するものであり、実施形態のすべてではない。従って、本発明及び添付の特許請求の範囲を制限する意図は全くない。

10

20

【 図 1 】

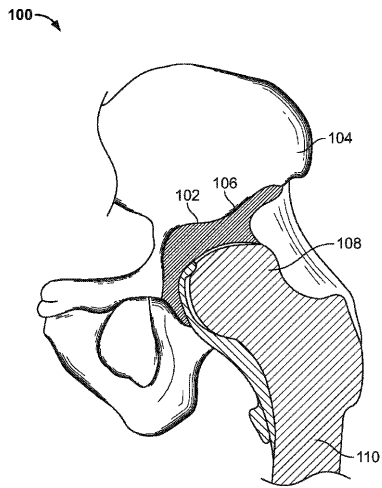


FIG. 1

【 図 2 】

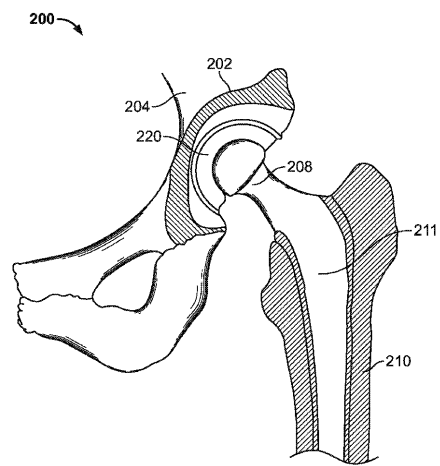


FIG. 2

【 図 3 A 】

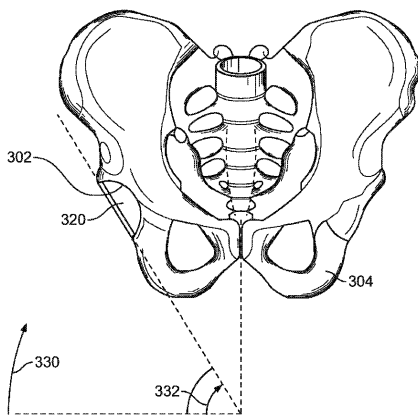


FIG. 3A

【 図 3 C 】

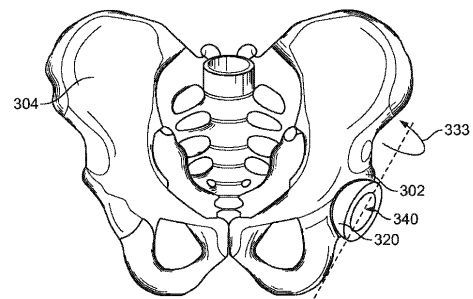


FIG. 3C

【 図 3 B 】

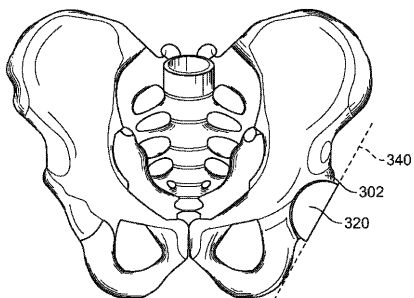


FIG. 3B

【 図 4 A 】

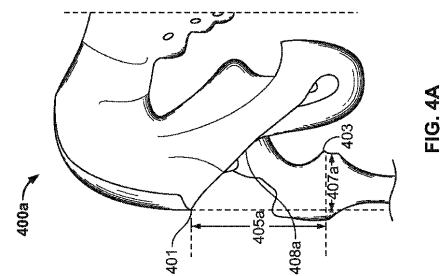


FIG. 4A

【 図 4 B 】

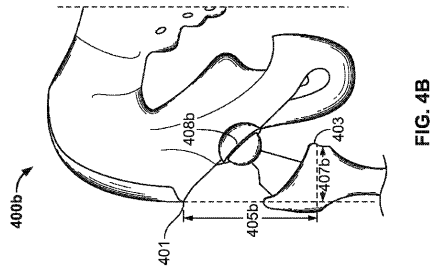


FIG. 4B

【 図 5 】

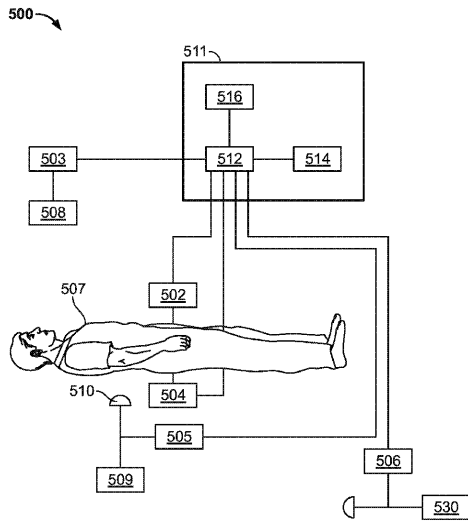


FIG. 5

【 図 7 A 】

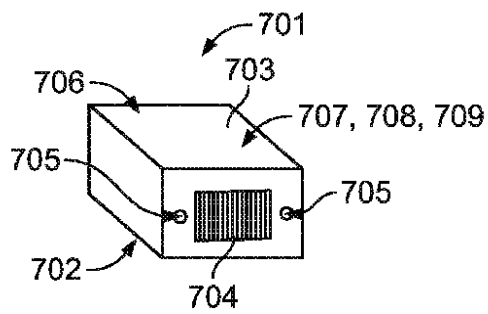


FIG. 7A

【 図 7 B 】

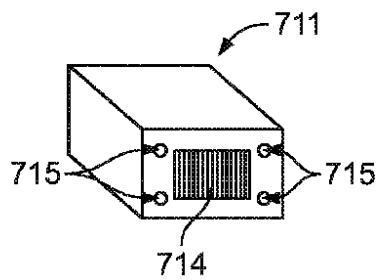


FIG. 7B

【 図 6 】

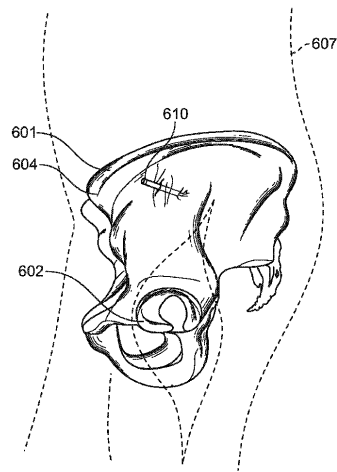


FIG. 6

【 図 7 C 】

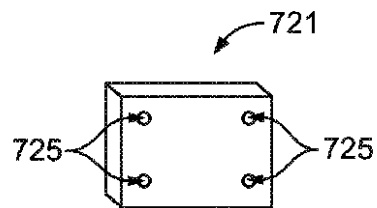


FIG. 7C

【 図 7 D 】

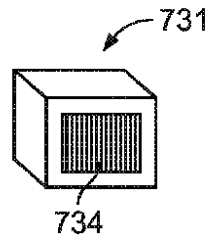


FIG. 7D

【 図 7 E 】

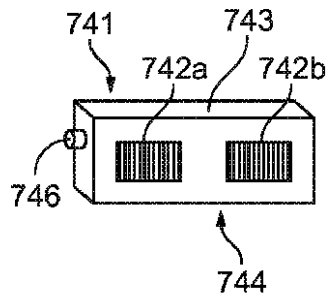


FIG. 7E

【 図 7 F 】

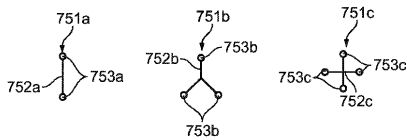


FIG. 7F

【 図 8 】

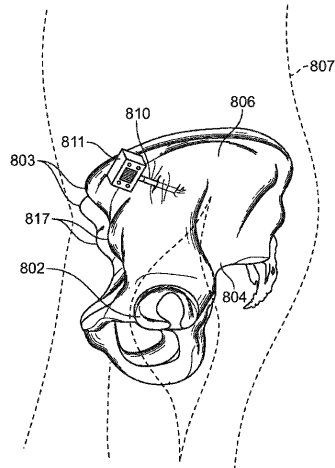


FIG. 8

【 図 9 A 】

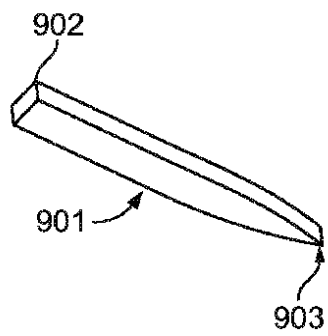


FIG. 9A

【 図 9 B 】

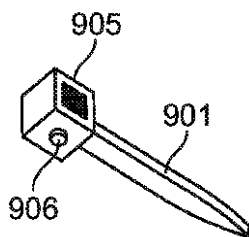


FIG. 9B

【 図 1 0 】

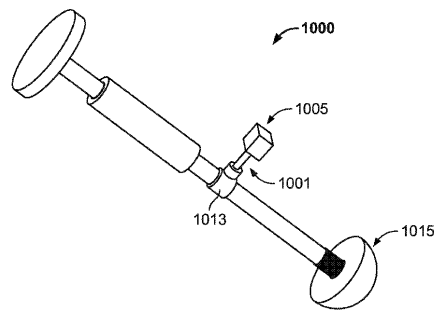


FIG. 10

【 図 1 1 】

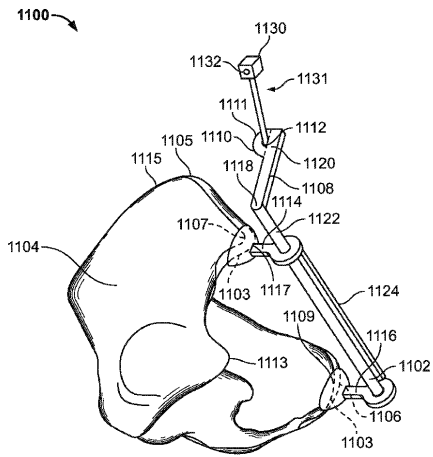


FIG. 11

【 図 1 2 】

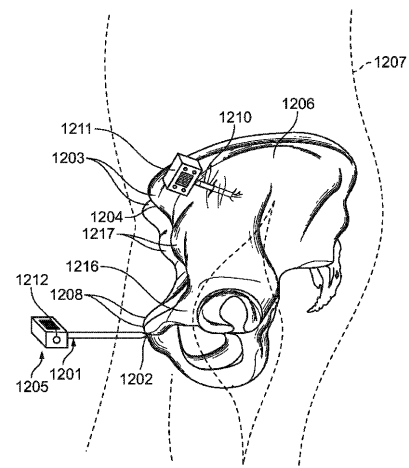


FIG. 12

【 図 1 3 】

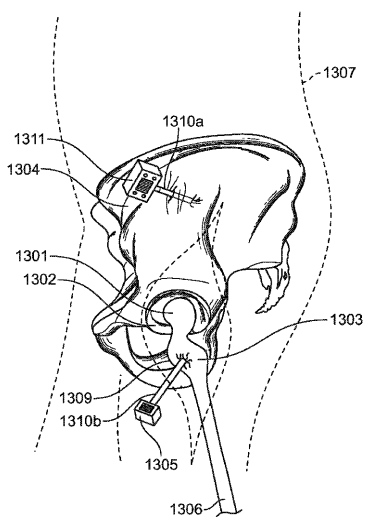


FIG. 13

【 図 1 4 】

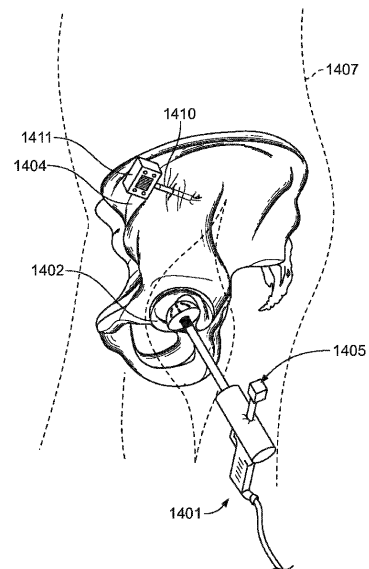


FIG. 14

【図 15】

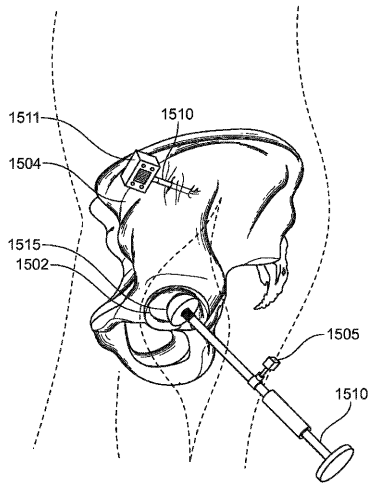


FIG. 15

【図 16】

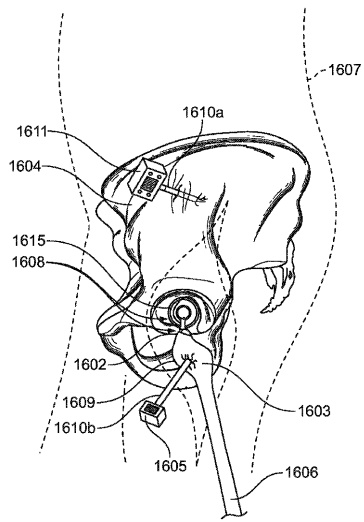


FIG. 16

【図 17】

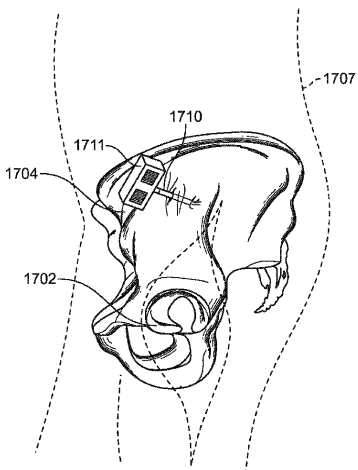


FIG. 17

【図 18 A】

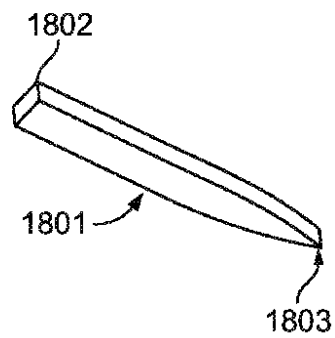


FIG. 18A

【 図 1 8 B 】

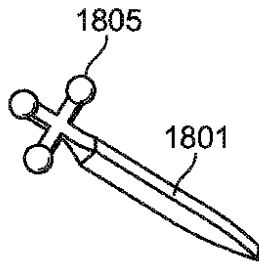


FIG. 18B

【 図 2 0 】

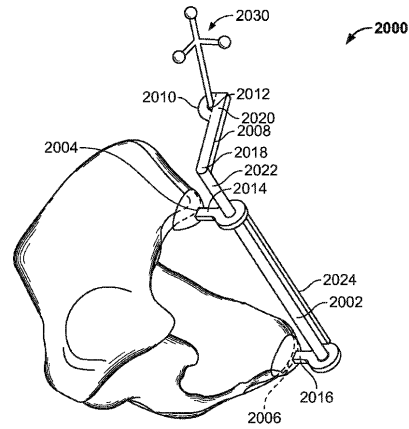


FIG. 20

【 図 1 9 】

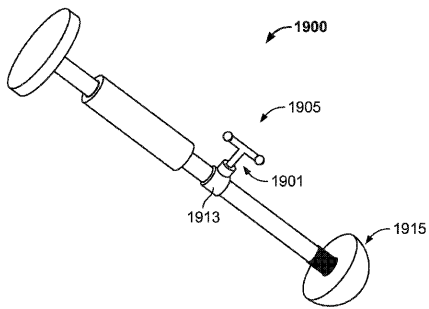


FIG. 19

【 図 2 1 】

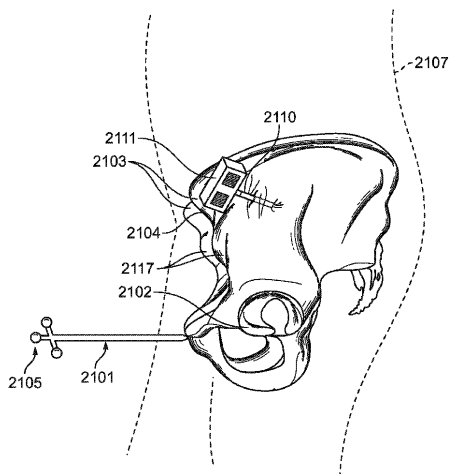


FIG. 21

【 図 2 2 】

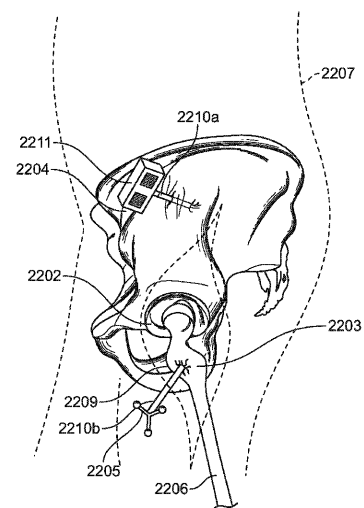


FIG. 22

【図 23】

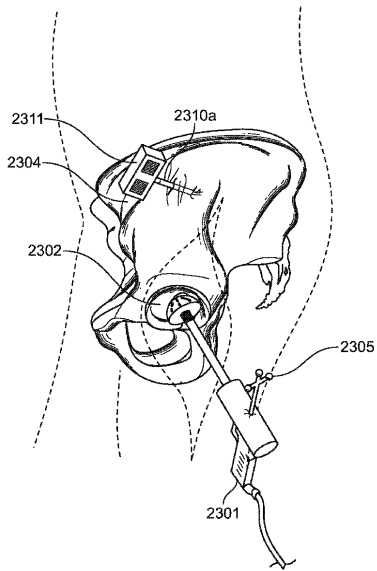


FIG. 23

【図 24】

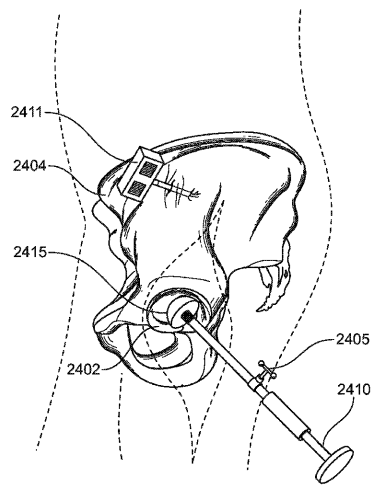


FIG. 24

【図 25】

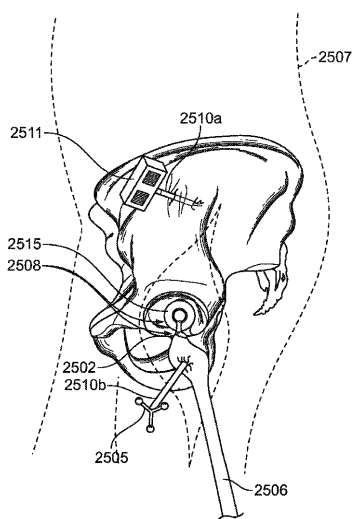
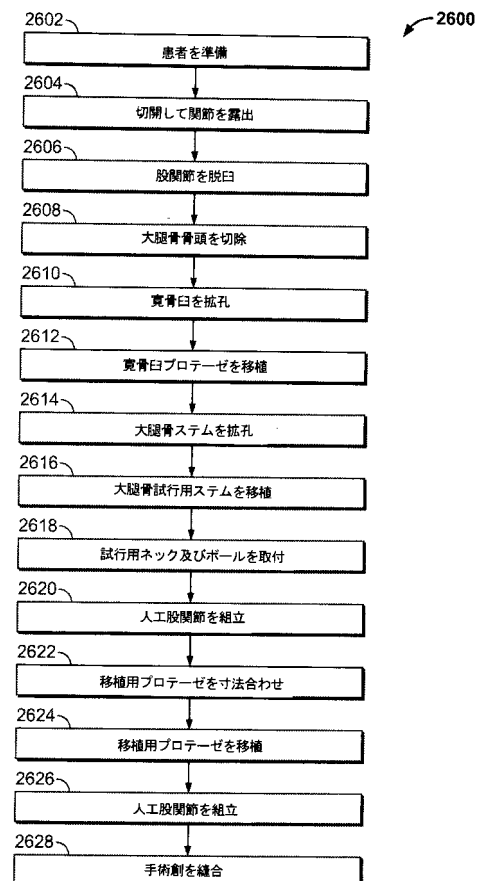
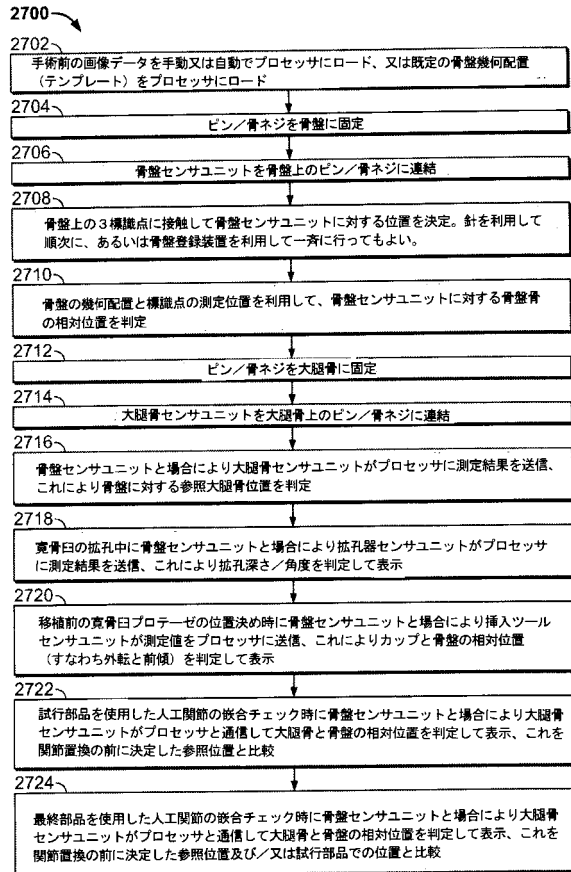


FIG. 25

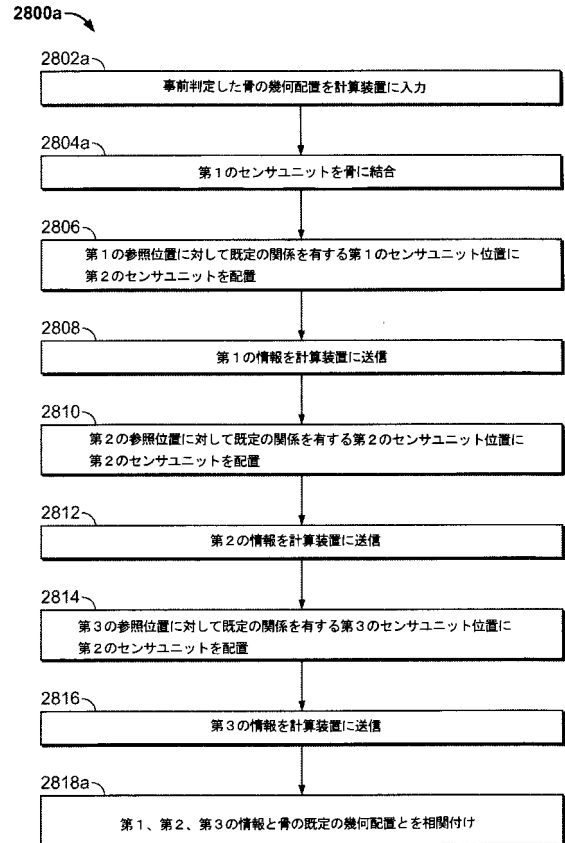
【図 26】



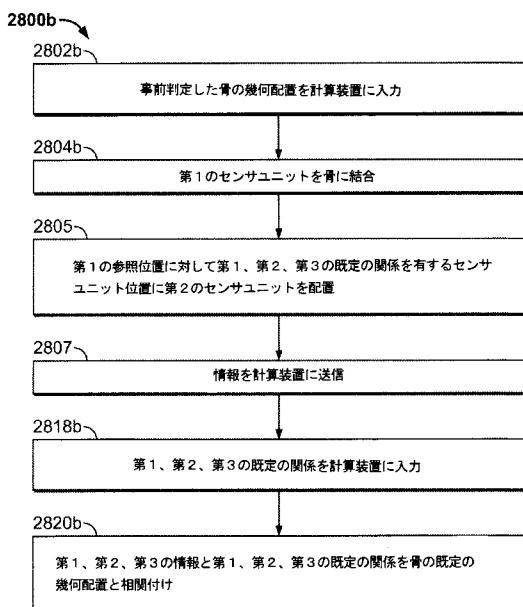
【図 27】



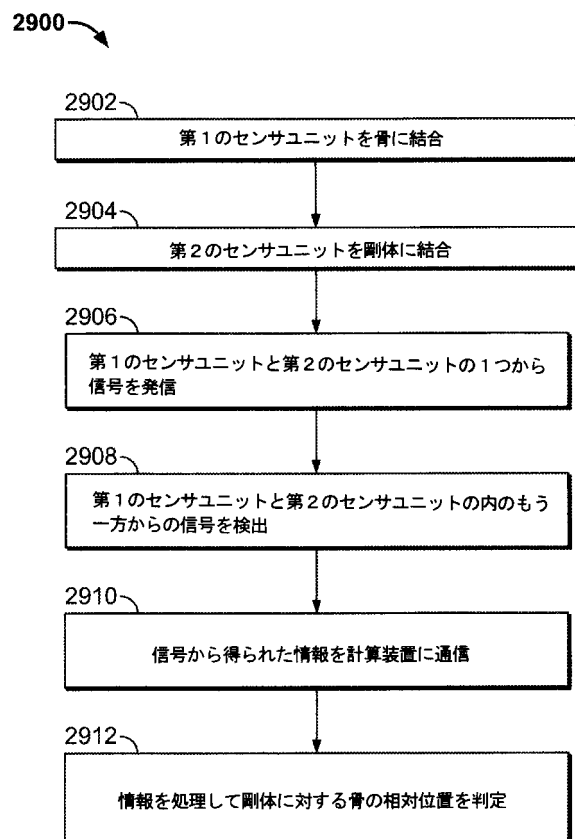
【図 28A】



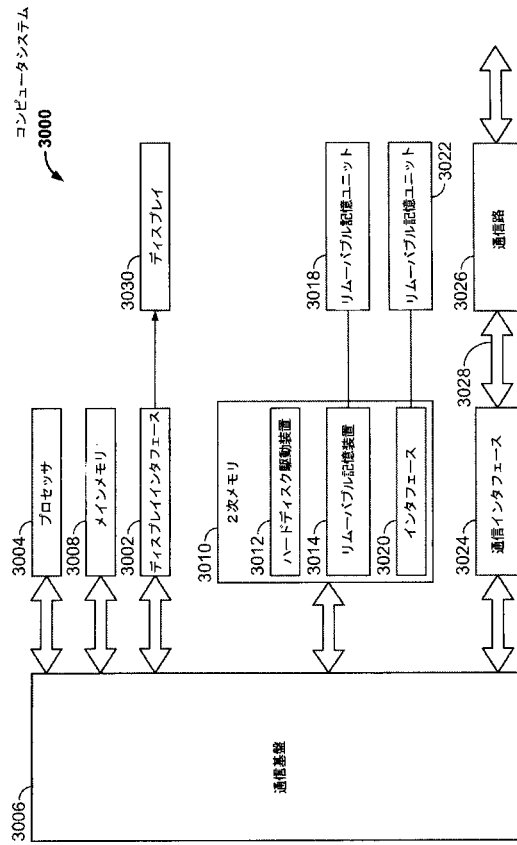
【図 28B】



【図 29】



【図 30】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB2011/003246
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: <i>A61F 2/46</i> (2006.01) , <i>A61F 2/32</i> (2006.01) , <i>G06F 19/00</i> (2011.01) 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) IPC: <i>A61F 2/46</i> (2006.01) , <i>A61F 2/32</i> (2006.01) , <i>G06F 19/00</i> (2011.01) ECLA: <i>A61F 2/46M</i>		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Database : EPOQUE (Epodoc) Keywords: Hip, THA		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	D1 WO2007095248 A1 (MURPHY, S.) 11 October 2007 (11-10-2007) *p.4, 1.3 - p.5, 1.2; Figs. 1-3; claims 5-6*	22 1-21 and 23-30
Y	D2 WO2010030809 A1 (BORJA, S.) 18 March 2010 (18-03-2010) *p.29, 1.1 - p.31, 1.20; Figs. 19-22, 30W*	1, 11, 17, 24 and 28
Y	D3 US2010100011 A1 (ROCHE, M.) 22 April 2010 (22-04-2010) *[0053-0061], Fig. 8*	1, 11 and 28
A	D4 EP1563810 B1 (LAFFARGUE, P. et al.) 31 March 2010 (31-03-2010)	
A	D5 US2002077540 A1 (KIENZLE, T. et al.) 20 June 2002 (20-06-2002)	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 "B" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 May 2012 (14-05-2012)		Date of mailing of the international search report 22 May 2012 (22-05-2012)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476		Authorized officer Zachary Rokosh (819) 956-0848

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/IB2011/003246

Patent document Cited in Search report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
WO2007095248 A1	11-10-2007	US2011112589 A1 US2007209220 A1 US7885705 B2	12-05-2011 13-09-2007 08-02-2011
WO2010030809 A1	18-03-2010	EP2358310 A1 AU2009291743 A1 CA2736525 A1 US2010076505 A1 US2010137871 A1	24-08-2011 18-03-2010 18-03-2010 25-03-2010 03-06-2010
US2010100011 A1	22-04-2010	US2012095526 A1 US2012078324 A1 US2010100154 A1 US8099168 B2	19-04-2012 29-03-2012 22-04-2010 17-01-2012
EP1563810 B1	31-03-2010	US2005203536 A1 US7927338 B2 JP2005224613 A AT462384T T FR2865928 A1 FR2865928 B1	15-09-2005 19-04-2011 25-08-2005 15-04-2010 12-08-2005 17-03-2006
US2002077540 A1	20-06-2002	US2005119561 A1 US2005148855 A1 US6917827 B2	02-06-2005 07-07-2005 12-07-2005

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. イーサネット

(72)発明者 ファンソン リチャード タイラー

カナダ国 エル8 ジェイ 2 ゼット3 オンタリオ州 ストーニー クリーク スミス ロード
3 4

(72)発明者 ラディオ アンドレ ノヴォミール

カナダ国 ケー1 エヌ 1 ケー8 オンタリオ州 オタワ ヨーク ストリート 7 0 1 - 1 3 4

(72)発明者 バキルツィアン アルメン ガロ

カナダ国 エヌ2 エヌ 3 エム4 オンタリオ州 キッチナー バンクサイド ドライブ エム7
2 - 8 5

F ターム(参考) 4C097 AA04 AA05 AA06 BB04 MM10