

(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2011-504769  
(P2011-504769A)

(43) 公表日 平成23年2月17日(2011.2.17)

(51) Int.Cl.

A61B 19/00 (2006.01)  
A61B 17/56 (2006.01)

F 1

A 61 B 19/00 502  
A 61 B 17/56

テーマコード(参考)

4 C 16 O

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-535186 (P2010-535186)  
 (86) (22) 出願日 平成20年11月28日 (2008.11.28)  
 (85) 翻訳文提出日 平成22年4月28日 (2010.4.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2008/002102  
 (87) 国際公開番号 WO2009/067817  
 (87) 国際公開日 平成21年6月4日 (2009.6.4)  
 (31) 優先権主張番号 60/991,393  
 (32) 優先日 平成19年11月30日 (2007.11.30)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

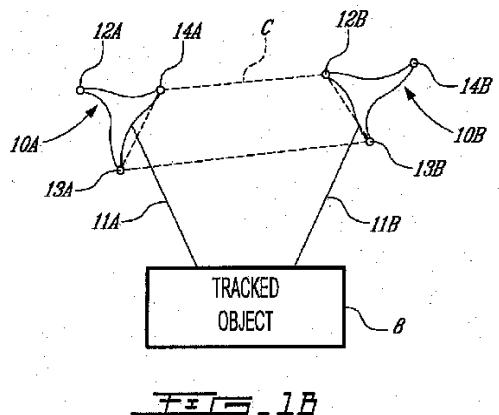
(71) 出願人 504385502  
 オーソソフト インコーポレイテッド  
 カナダ, ケベック H3C 2N6, モン  
 トリオール, シート 3300, クイ  
 ンストリート 75  
 (74) 代理人 100092956  
 弁理士 古谷 栄男  
 (74) 代理人 100101018  
 弁理士 松下 正  
 (74) 代理人 100120824  
 弁理士 鶴本 祥文  
 (72) 発明者 エマニュエル ダイネオルト  
 カナダ, ケベック H2R 1X9, モン  
 トリオール, 7960エスティードミニク  
 F ターム(参考) 4C160 LL21 LL70

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光学追跡CASシステム

## (57) 【要約】

外科手術の間、対象物を追跡するためのコンピュータ支援手術システムが、対象物の2個の部分に固定された2個の追跡可能装置を含む。装置はそれぞれ幾何学的パターンに配置される光学素子を有する。所定の方向の範囲において、各装置が同時に重複して検出可能であるよう、各装置が別個に対象物に固定されており、組み合わされた幾何学的パターンは、追跡可能装置の光学素子の少なくとも一部の組み合わせから決定される。検知ユニットは、いずれかの追跡された幾何学的パターンの追跡データを検知する。パターン識別部は、幾何学的パターンの既知のパターンデータから、幾何学的パターンのうち追跡されているものを特定する。位置および方向演算部は、特定された幾何学的パターンの追跡データと、特定された幾何学的パターンおよび対象物との間の既知の空間的関係との関数として、対象物の位置および方向を演算する。対象物を追跡するための方法もまた提供される。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

外科手術の間、対象物を追跡するためのコンピュータ支援手術システムであり、前記システムは、

前記対象物の第1部分に固定されるよう適合された第1の追跡可能装置であり、第1幾何学的パターンに配置される第1の複数の光学素子を有する第1の追跡可能装置、

前記対象物の第2部分に固定されるよう適合された第2の追跡可能装置であり、第2幾何学的パターンに配置された第2の複数の光学素子を有する第2の追跡可能装置、

第1および第2の追跡可能装置は、組み合わされた幾何学的パターンを前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置の光学素子の少なくとも一部の組み合わせから決定するように、前記第1および第2の追跡可能装置が、重複方向範囲において、少なくとも部分的に検出可能であるような方法で、前記対象物に別個に固定され、

前記第1、第2、および組み合わされた幾何学的パターンのうちの何れか一つ追跡されたものの追跡データを検知するための検知ユニット、

前記幾何学的パターンの既知のパターンデータから、前記第1、第2および組み合わされた幾何学的パターンのうち追跡されているものを特定するパターン識別部、および、

前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものの追跡データと、前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものおよび前記対象物の間の既知の空間的な関係との関数として、前記対象物の位置および方向を演算する位置および方向演算部を備えたコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 2】**

請求項1に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

二次的な第1および二次的な第2の複数の光学素子が、他の重複方向範囲において、少なくとも検知可能となるように、前記第1の追跡可能装置は、二次的な第1幾何学パターンに配置された二次的な複数の第1光学素子を有し、前記第2追跡可能装置は、二次的な第2幾何学パターンに配置された二次的な複数の第2光学素子を有し、二次的な幾何学的パターンの組合せが、前記二次的な第1および前記二次的な第2の複数の光学素子中の少なくとも光学素子の一部の組合せから決定されることを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 3】**

請求項1に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記第1の複数の光学素子は、前記第1幾何学的パターンを第1の三角形のパターンとして決定する3個の光学素子を含み、

前記第2の複数の光学素子は、前記第2幾何学的パターンを第2の三角形のパターンとして決定する3個の光学素子を含むことを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 4】**

請求項1に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記組み合わされた幾何学的パターンならびに少なくとも前記第1および前記第2幾何学的パターンの1つが同時に特定された場合、前記パターン識別部は、前記組み合わされた幾何学的パターンを優先することを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 5】**

請求項1に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記パターン識別部は、データベースから前記第1および第2幾何学的パターンに関する前記既知のパターンデータを受信することを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 6】**

請求項5に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記パターン識別部は、原位置において較正された前記組み合わされた幾何学的パターンに係る前記既知のパターンデータを受信することを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

10

20

30

40

50

**【請求項 7】**

請求項 1 に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記第 1 の追跡可能装置と前記第 2 の追跡可能装置は、コンピュータ支援手術の間、外科手術器械に固定されて前記外科手術器械を追跡することを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 8】**

請求項 1 に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記第 1 の追跡可能装置と前記第 2 の追跡可能装置は、コンピュータ支援手術の間、骨エレメントに固定されて前記骨を追跡することを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

10

**【請求項 9】**

請求項 1 に記載のコンピュータ支援手術システムにおいて、

前記組み合わされた幾何学的パターンは、前記光学素子を前記 3 個よりも多く有していることを特徴とするコンピュータ支援手術システム。

**【請求項 10】**

コンピュータ支援手術の間、対象物を追跡するための方法であって、前記方法は、

第 1 幾何学的パターンに配置される第 1 の複数の光学素子を有する第 1 の追跡可能装置と、第 2 幾何学的パターンに配置される第 2 の複数の光学素子を有する第 2 の追跡可能装置とを用意し、

20

前記第 1 および第 2 の追跡可能装置の少なくともいくつかの光学素子が、所与の方向範囲において検出可能であるような方法で、前記対象物の第 1 部分および第 2 部分に前記第 1 の追跡可能装置と前記第 2 の追跡可能装置とを別個に固定し、

所与の方向範囲において可視的である前記第 1 および前記第 2 の追跡可能装置の光学素子の組合せによる組み合わされた幾何学的パターンを決定し、

前記第 1 、前記第 2 および前記組み合わされた幾何学的パターンのいずれか追跡されているものの追跡データを検知し、

前記幾何学的パターンの既知のパターンデータから、前記第 1 、前記第 2 および前記組み合わされた幾何学的パターンのうち追跡されているものを特定し、

前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものの前記追跡データと、前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものおよび前記対象物との間の既知の空間的な関係とから、前記対象物の位置および方向を演算することを含むコンピュータ支援手術システム。

30

**【請求項 11】**

請求項 10 に記載の方法において、

追跡される前記幾何学的パターンの特定は、少なくとも 2 個の前記幾何学的パターンが同時に検知された場合、前記第 1 および前記第 2 幾何学的パターンのいずれよりも、前記組み合わされた幾何学的パターンの特定を優先することを含む方法。

**【請求項 12】**

請求項 10 に記載の方法において、

前記組み合わされた幾何学的パターンの決定には、3 個よりも多い光学素子から、前記組み合わされた幾何学的パターンを決定することを含む方法。

40

**【請求項 13】**

請求項 10 に記載の方法において、

前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することには、外科手術器械に前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することを含む方法。

**【請求項 14】**

請求項 10 に記載の方法において、

前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することには、骨部に前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することを含む方法。

**【請求項 15】**

50

請求項 10～14 に記載のいずれかの方法において、

前記骨部に前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することには、骨部模型または検体に前記第 1 の追跡可能装置および前記第 2 の追跡可能装置を固定することを含む方法。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

本特許出願は、2007年11月30日に出願された米国特許仮出願第 60/991,393 号に基づく優先権を主張する。

【出願の分野】

【0002】

本願明細書はコンピュータ支援手術に関連し、特にコンピュータ支援手術の間に外科手術器具またはその他の対象物の追跡のために使用される計測機器に関連する。

【背景技術】

【0003】

外科手術器械または器具の追跡は、コンピュータ支援手術（以下「CAS」）の不可欠な部分である。器具は、身体部位に係る情報を得るような方法で、位置および／または方向について追跡される。こうして情報は、骨部の改変、移植片の位置決め、切開術等、身体に対する処置に使用される。

【0004】

一般的に 2 種類の追跡システムが使用される。能動追跡システムは追跡されるべき器具に送信機を備え、その送信機は CAS システムのプロセッサで受信される信号を発信し、その CAS システムは受信された信号の関数として、器具の位置および／または方向を演算する。能動追跡システムの送信機は、例えば、CAS システムに結線されることにより、または独立電源を備えることによって電源が供給され、信号を発信する。

【0005】

受動追跡システムは器具に能動的な送信機を備えていないため、滅菌について生じる問題が少ない。受動追跡に関連付けられた CAS システムは、器具上の光学素子を視覚的に検知するための光学センサ装置を備えている。光学素子は受動的であるため、光学素子には何の電源も関連付けられていない。

【0006】

位置および／または方向についての値を得るために、光学素子は、光学センサ装置の照準線上になければならない。このため、受動追跡システムでは、外科手術は、光学センサ装置と光学素子との間に必要とされる視認性との関係から、所与の方向で行われる。

【0007】

いくつかの受動追跡システムでは、追跡される対象物に接続された光学的追跡可能装置を使用する。追跡可能装置の追跡では、対象物の位置および方向データの演算が可能とされる。

【0008】

しかしながら、光学的追跡可能装置では、光学素子の間の比較的短い間隔において、光学素子の幾何学的パターンを決定する。光学素子間の間隔は、前記のように比較的短いので、許容誤差が増大し精度が低下することになる。

【概要】

【0009】

したがって、本願の目的は、従来の技術に係る問題の解決を図る追跡装置を提供することである。

【0010】

このため、第 1 の実施の形態によれば、外科手術の間、対象物を追跡するためのコンピュータ支援手術システムが提供され、前記システムは、前記対象物の第 1 部分に固定されるよう適合された第 1 の追跡可能装置であり、第 1 幾何学的パターンに配置される第 1 の

10

20

30

40

50

複数の光学素子を有する第1の追跡可能装置、前記対象物の第2部分に固定されるよう適合された第2の追跡可能装置であり、第2幾何学的パターンに配置された第2の複数の光学素子を有する第2の追跡可能装置、第1および第2の追跡可能装置は、組み合わされた幾何学的パターンを前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置の光学素子の少なくとも一部の組み合わせから決定するように、前記第1および第2の追跡可能装置が、重複方向範囲において、少なくとも部分的に検出可能であるような方法で、前記対象物に別個に固定され；前記第1、第2、および組み合わされた幾何学的パターンのうちの何れか一つ追跡されたものの追跡データを検知するための検知ユニット；前記幾何学的パターンの既知のパターンデータから、前記第1、第2および組み合わされた幾何学的パターンのうち追跡されているものを特定するパターン識別部；および前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものの追跡データと、前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものおよび前記対象物の間の既知の空間的な関係との関数として、前記対象物の位置および方向を演算する位置および方向演算部を備えている。

#### 【0011】

さらに第1の実施形態によれば、二次的な第1および二次的な第2の複数の光学素子が、他の重複方向範囲において、少なくとも検知可能となるように、前記第1の追跡可能装置は、二次的な第1幾何学パターンに配置された二次的な複数の第1光学素子を有し、前記第2追跡可能装置は、二次的な第2幾何学パターンに配置された二次的な複数の第2光学素子を有し、二次的な幾何学的パターンの組合せが、前記二次的な第1および前記二次的な第2の複数の光学素子中の少なくとも光学素子の一部の組合せから決定される。

#### 【0012】

第1の実施形態によれば、さらに、前記第1の複数の光学素子は、前記第1幾何学的パターンを第1の三角形のパターンとして決定する3個の光学素子を含み、前記第2の複数の光学素子は、前記第2幾何学的パターンを第2の三角形のパターンとして決定する3個の光学素子を含む。

#### 【0013】

第1の実施形態によれば、さらに、前記組み合わされた幾何学的パターンならびに少なくとも前記第1および前記第2幾何学的パターンの1つが同時に特定された場合、前記パターン識別部は、前記組み合わされた幾何学的パターンを優先する。

#### 【0014】

第1の実施形態によれば、さらに、前記パターン識別部は、データベースから前記第1および第2幾何学的パターンに関する前記既知のパターンデータを受信する。

#### 【0015】

第1の実施形態によれば、さらに、前記パターン識別部は、原位置において実施された較正から、前記組み合わされた幾何学的パターンに係る前記既知のパターンデータを受信する。

#### 【0016】

第1の実施形態によれば、さらに、前記第1の追跡可能装置と前記第2の追跡可能装置は、コンピュータ支援手術の間、外科手術器械に固定されて前記外科手術器械を追跡する。

#### 【0017】

第1の実施形態によれば、さらに、前記第1の追跡可能装置と前記第2の追跡可能装置は、コンピュータ支援手術の間、骨エレメントに固定されて前記骨を追跡する。

#### 【0018】

第1の実施形態によれば、さらに、前記組み合わされた幾何学的パターンは、前記光学素子を前記3個よりも多く有している。

#### 【0019】

第2の実施の形態によれば、外科手術の間、対象物を追跡するためのコンピュータ支援手術システムが提供され、前記システムは、前記対象物の第1部分に固定されるよう適合された第1の追跡可能装置であり、第1幾何学的パターンに配置される第1の複数の光学

素子を有する第1の追跡可能装置、前記対象物の第2部分に固定されるよう適合された第2の追跡可能装置であり、第2幾何学的パターンに配置された第2の複数の光学素子を有する第2の追跡可能装置、第1および第2の追跡可能装置は、組み合わされた幾何学的パターンを前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置の光学素子の少なくとも一部の組み合わせから決定するように、前記第1および第2の追跡可能装置が、重複方向範囲において、少なくとも部分的に検出可能であるような方法で、前記対象物に別個に固定され；前記第1、第2、および組み合わされた幾何学的パターンのうちの何れか一つ追跡されたものの追跡データを検知するための検知ユニット；前記幾何学的パターンの既知のパターンデータから、前記第1、第2および組み合わされた幾何学的パターンのうち追跡されているものを特定するパターン識別部；および前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものの追跡データと、前記幾何学的パターンのうち前記特定されたものおよび前記対象物の間の既知の空間的な関係との関数として、前記対象物の位置および方向を演算する位置および方向演算部を備えている。

## 【0020】

第2の実施形態によれば、さらに、追跡される前記幾何学的パターンの特定は、少なくとも2個の前記幾何学的パターンが同時に検知された場合、前記第1および前記第2幾何学的パターンのいずれよりも、前記組み合わされた幾何学的パターンの特定を優先することを含む。

## 【0021】

第2の実施形態によれば、さらに、前記組み合わされた幾何学的パターンの決定には、3個よりも多い光学素子から、前記組み合わされた幾何学的パターンを決定することを含む。

## 【0022】

第2の実施形態によれば、さらに、前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することには、外科手術器械に前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することを含む。

## 【0023】

第2の実施形態によれば、さらに、前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することには、骨部に前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することを含む。

## 【0024】

第2の実施形態によれば、さらに、前記骨部に前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することには、骨部模型または検体に前記第1の追跡可能装置および前記第2の追跡可能装置を固定することを含む。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1A】図1Aは、第1の実施形態に係るそれぞれの幾何学的パターンをそれぞれ有する1組の追跡可能装置を示す対象物の概略図である。

【図1B】図1Bは、双方の追跡可能装置によって決定される幾何学的パターンを付した図1の対象物の概略図である。

【図2】図2は、第2の実施形態において使用される、他の追跡可能装置の斜視図である。

【図3A】図3Aは、第2の実施の形態に係る幾何学的パターンを決定する図2の2個の追跡可能装置の概略図である。

【図3B】図3Bは、第2の実施の形態に係る幾何学的パターンを決定する図2の2個の追跡可能装置の概略図である。

【図4】図4は、図1Aおよび図1Bならびに図2の追跡可能装置を使用するコンピュータ支援手術(CAS)システムである。

【図5】図5は、CASの間、対象物を追跡するための方法を図示するフローチャートである。

## 【好適な実施形態の説明】

## 【0026】

図面、具体的には図1Aを参照すると、追跡される対象物8（例えば、被追跡素子）が1組の追跡可能装置、すなわち追跡可能装置10Aおよび10Bを有するものとして示されている（同時に追跡可能装置10とも呼ぶ）。

## 【0027】

それぞれの追跡可能装置10は、追跡部材12、13、14を被追跡対象物8に相互に関係付ける支持部11を有する（例えば、C A Sに使用される計器および手術器具、骨工レメント、骨エレメントに関連付けられる参照用の軸または枠、透視検査のためのCアームなど）。以下、詳細に記載しないが、支持部11は、様々な機械的手段によって被追跡対象物に固着されることにより、被追跡対象物8に固定される。

10

## 【0028】

位置および方向について、空間的に対象物を追跡するためには、対象物に関連付けられる少なくとも2点が既知である必要がある。2点により、一定の条件の下（例えば、対象物および2個の被追跡点が同一直線上にあること、ならびに較正後に視野の遮蔽がないこと）、対象物8を、位置と方向に関し追跡することができる。3個の直線上にない追跡可能点の幾何学的パターンは、6自由度追跡に一般的に使用され、より多くの追跡可能点を使用すれば、追跡精度を向上させることができる。

## 【0029】

支持部11は、C A Sシステムの光学センサ装置が所与の幾何学的配置を視覚的に認識するように、所与の幾何学的配置の追跡部材12、13、14を支持する。追跡装置10のパターンの追跡により、C A Sシステムは、追跡装置10に関連付けられた被追跡対象物の位置および／または方向を演算する。

20

## 【0030】

追跡部材12～14は、幾何学的パターンを構成する光学素子であり、よって、C A Sシステムの光学センサ装置によって視覚的に検出可能となっている。一実施形態では、追跡部材12～14は再帰反射球面であるが、例えば後述の図2で説明するように、他の形状および種類の追跡部材も使用できる。

## 【0031】

図1Aを参照すると、追跡可能装置10Aの追跡部材12A～14Aは、三角形の幾何学的パターンAを形成する一方、追跡可能装置10Bの追跡部材12B～14Bは、三角形の幾何学的パターンBを形成する。幾何学的パターンAとBは平面図において異なる幾何学的配置を示しており、三角形の幾何学的パターンAとBは、平面図において、ともに不等辺三角形である。

30

## 【0032】

このため、C A Sシステムは、三角形の幾何学的パターンAおよびBのどちらかの光学追跡から被追跡対象物8の位置と方向を演算する。追跡が光学的であるので、光学センサ装置と追跡可能装置10Aまたは10Bの間に照準線がある必要がある。したがって、2個の追跡可能装置10Aおよび10Bを有することで、被追跡対象物8を視認できる範囲を大きくするというメリットを得ることができる。

40

## 【0033】

図1Bを参照すると、別の検出可能な幾何学的パターンCが、追跡可能装置10Aおよび10Bの両方の追跡部材から形成されることがわかる。幾何学的パターンCは、追跡可能装置10Aの追跡部材13Aおよび14Bならびに追跡可能装置10Bの追跡部材12Bおよび13Bによって形成されており、四角形である。このため、C A Sの光学センサ装置（後述）が、3種類のパターンA、B（図1A）またはC（図1B）のいずれか一つを認識および追跡することで、C A Sシステムが、被追跡対象物8の位置および方向を演算することを可能とする。

## 【0034】

第3のパターンすなわち組み合わされた幾何学的パターンCを決定する際、C A Sは、

50

第3のパターンCが平面図において他の2個のパターンA、Bとは異なることを確かにす  
る(上述のように、他の2つのパターンは互いに異なっている)。図1Aおよび図1Bに  
図示する実施形態においては、幾何学的パターンは、2個の異なる不等辺三角形(Aお  
よびB)ならびに四角形(C)である。

## 【0035】

第3の幾何学的パターンCは、好ましくは、その光学素子の間の、より長い距離を有す  
る。このため、より長い距離により、対象物8の追跡において誤差が低減する。また、五  
角形、六角形、およびその他の多角形の幾何学的パターンを追跡することも考えられる。

## 【0036】

図2、図3Aおよび図3Bを参照すると、再帰反射球面の代替手段が説明されている。  
図2、図3Aおよび図3Bにおいて、パターンA、BおよびCは、多面追跡装置20Aお  
よび20Bから得られ、対象物すなわち被追跡対象物8は明瞭化のために示されていない  
。Jutras他により2007年5月3日に公開された米国特許出願公開第2007/010  
0325号に開示された多面追跡装置20を参照のこと。

## 【0037】

図3Aにおいて、パターンA'は、追跡可能装置20Aの光学素子22A'、23A'お  
よび24A'によって決定されている。パターンB'は、追跡可能装置20Bの光学素子2  
2B'、23B'および24B'によって決定されている。図3Bにおいて、パターンC'は  
、追跡可能装置20Aおよび20Bの光学素子22A'、24A'、22B'および23B'  
によって決定されている。他の光学素子(例えば、23A''、23A''')を使用した、  
いかなる他の組合せも考えることができる。

## 【0038】

図2、図3Aおよび図3Bの実施形態において、各追跡装置20は、3個の検出可能素  
子を3組有する。検出可能素子は円形の再帰反射面であるが、他の形状も考えられる。再  
帰反射面は、CASシステムと関連付けられる光学センサ装置によって検出可能である再  
帰反射材で作られている。例えば、スコッチライト(商標)素材は、再帰反射面としての  
使用に適している。

## 【0039】

光学素子は、CASシステムの光学センサ装置によって認識される所与の幾何学的パ  
ターンでなければならないため、一実施形態では、光学素子は3つの組に再グループ化さ  
れる。

## 【0040】

追跡装置20Aおよび20Bの視認できる範囲を最適化するため、光学素子の組は、お  
互いとの関係において効果的に配置される。具体的には、CASシステムの光学センサ装  
置が各組のうちの1組を認識できなくなった場合、他の組が認識されるように各組が配置  
される。このようにして、所与の視野の範囲内で追跡可能装置20Aおよび20Bの連続  
追跡が確保される。

## 【0041】

各組は、CASシステムの光学センサ装置によって認識される幾何学的パターンを形成  
する。円形の開口部と再帰反射面の組み合わせにより、光学素子は円形の形状になる。光  
学センサ装置の視野角度により、前記の円は常に形状的に円として現れるわけではない。  
このため、光学センサ装置による視野角度から把握された形状の関数として、円の中心の  
位置を演算可能としている。

## 【0042】

3個の異なる組の光学素子の3個の三角形は、各三角形が器具について特定の方向に  
関連付けられるように、異なる形状であることが好ましい。これに代えて、3個の異なる組  
によって形成される3個の三角形は同一であってもよいが、その際、円形の反射面の把握  
形状を使用して、3組の反射面のどれが認識されているのかを特定するようにする必要が  
ある。

## 【0043】

10

20

30

40

50

三角形の幾何学的パターンが図示されてはいるが、線形や様々な多角形など、他の幾何学的パターンを使用することも考えられる。

【0044】

追跡可能装置20を付した対象物の較正は、対象物についてそれぞれの検出可能な幾何学的パターン（すなわち、他のもののうち、A、B、およびC）の位置および／または方向を較正するために、追跡可能装置20の使用の前に行われることが好ましい。

【0045】

図4を参照すると、追跡装置10Aおよび10Bを使用する光学追跡コンピュータ支援手術システムが、100として概略的に図示されている。コンピュータ支援手術システム100には、前述したように、支持部11Aおよび11Bを用いて被追跡対象物8に固定することで、追跡装置10Aおよび10Bを組み込んでいる。しかしながら、追跡可能装置20Aおよび20Bまたはその他の追跡可能装置の実施形態を適用してもよい。

10

【0046】

図1Aおよび図1Bによると、追跡装置10Aおよび10Bは、それぞれ少なくとも1個の検出可能な幾何学的パターンを備え（図1A中のそれぞれAおよびB）、同時に少なくとも別の異なる幾何学的パターンを備える（図1B中のC）。少なくとも3個の幾何学的パターンの認識は、コンピュータ支援手術システムの使用の第1段階において行われる較正の結果として行われてもよい。

【0047】

コンピュータ支援手術システム100は、典型的にはプロセッサを有するコンピュータである追跡システム101を有する。追跡システム101は、追跡可能装置10Aおよび10Bの追跡部材12～14を視覚的に追跡するために備えられた検知ユニット102（すなわち光学センサ装置）を有する。典型的には、検知ユニット102は、1組のセンサ（例えば、オーソフト株式会社のVavitrack（商標））を伴う3Dカメラを有する。検知ユニット102は、画像上の光学素子を特定し、それらの座標に関する追跡データを作成するために取得した画像を分析する画像処理ユニット（図示せず）も有する。検知ユニット102によって取得された画像は、第1の追跡可能装置および第2の追跡可能装置のすべての光学素子を含んでいなくともよく、このため、3個すべての幾何学的パターンA、B、Cが同時に検知されるわけではないことに注意が必要である。

20

【0048】

制御装置104は検知ユニット102に接続される。これにより、制御装置104は検知ユニット102から追跡データを受信する。

30

【0049】

データベース106が、幾何学的パターンデータを格納するために設けられる。具体的には、追跡装置10Aおよび10Bの様々なパターンが、データベース106に格納される。同様に、被追跡対象物とパターンとの空間的関係が、データベース106に格納される。被追跡対象物・パターンの空間的関係は、コンピュータ支援手術システムの使用の第1段階において行われる較正の結果として得るようにしてよい。

【0050】

パターン識別部107が、制御装置104に接続される。パターン識別部107は、検知ユニット102から追跡データを受信し、データベース106から幾何学的パターンデータを受信し、追跡装置10Aおよび／または10Bのパターンのうち、どのパターンが追跡されているのかを特定する。複数のパターンが可視である場合、誤差を低減するために、その光学素子間において最大の距離を有するパターン（例えば、図1B中のパターンC）あるいは最も多くの点を有するパターン（例えば、三角形よりも四角形）が選択されることが望ましい。

40

【0051】

位置および方向演算部108が、制御装置104に接続される。位置および方向演算部108は対象物の位置と方向を演算する。位置および方向演算部108は、パターン位置および方向演算部114と、被追跡対象物位置および方向演算部116とを含む。

50

## 【0052】

パターン位置および方向演算部 114 は、制御装置 104 から追跡データおよび追跡パターンの識別表示を受信し、空間における追跡パターンの位置および方向を演算する。

## 【0053】

被追跡対象物位置および方向演算部 116 は、データベース 106 に格納される追跡パターンと被追跡対象物との間の空間的な関係とともに、制御装置 104 から追跡パターンの位置および方向を受信する。次いで、被追跡対象物位置および方向演算部 116 は、これらの情報を結合し、被追跡対象物の位置および方向を演算する。

## 【0054】

被追跡対象物の位置および方向は、コンピュータ支援手術システムのユーザがコンピュータ支援手術において知られている様々な形式（例えば、視覚表示、角度、距離などの数値）で被追跡対象物の位置と方向に係る情報を得るように、ユーザインターフェイス 118 に送られる。データベース 106 は、制御装置 104、パターン識別子 107 または位置および方向演算部 108 の一部であってもよい。

10

## 【0055】

コンピュータ支援手術システム 100 は、外科手術パラメータの演算、視覚データの提示など、コンピュータ支援手術において典型的な他の機能を行うために、その他のモジュールを含んでもよい。説明を単純にするために、本明細書では、骨や手術器具のような対象物の位置および方向データを提供するための追跡可能参照物の追跡に限定している。

20

## 【0056】

図 5 は、コンピュータ支援手術の間、対象物を追跡するための方法 500 を示す。例えば、方法 500 は、図 4 の追跡システム 100 を使用して実施することができる。ステップ 502 において、図 1A および図 1B の追跡可能装置 10A、10B または図 2、図 3A および図 3B の追跡可能装置 20A、20B など、第 1 および第 2 の追跡可能装置が備えられる。

30

## 【0057】

ステップ 504 において、これら追跡可能装置は、第 1 の追跡可能装置の光学素子および第 2 の追跡可能装置の光学素子が、所定の方向の範囲内（重複方向範囲）において重複して検出可能となるように、追跡される対象物の第 1 および第 2 部分に別個に固定される。いくつかの方向では、検知ユニットによって取得された画像は、第 1 の追跡可能装置の光学素子だけを含んでいる。他の方向では、画像は、第 2 の追跡可能装置の光学素子だけを含んでいる。さらに他の方向では、画像は、第 1 の追跡可能装置の光学素子および第 2 の追跡可能装置の光学素子を重ねたものであり、重複している。具体的には、一実施形態によると、第 1 の追跡可能装置の光学素子の一部および第 2 の追跡可能装置の光学素子の一部を、所与の方向範囲において観ることができる。

30

## 【0058】

このため、ステップ 506 において、組み合わされた幾何学的パターン（例えば、図 1B のパターン C、または図 3B のパターン C'、C''、もしくは C'''）は、所与の方向範囲から可視である第 1 および第 2 の追跡可能装置の光学素子の組合せから決定される。

40

## 【0059】

ステップ 508 において、追跡データは、追跡された第 1、第 2 および組み合わされた幾何学的パターンのいずれか一つについて検知される。追跡データは、例えば、図 4 の検出装置 102 を使用して得られる。

## 【0060】

ステップ 510 において、追跡される幾何学的パターンは、幾何学的パターンの空間構成の既知のパターンデータから特定される。これは、例えば、図 4 のパターン識別部 107 を使用して実施される。システムは、継続的に対象物を追跡するように構成されている。このため、パターン識別部 107 は、検知ユニット 102 において観ることのできるパターンに応じて、追跡対象をあるパターンから別のパターンへと切り換える。2 個以上の幾何学的パターンがパターン識別部 107 によって検知された場合、組み合わされ

50

た幾何学的パターンは、第1および第2の幾何学的パターンよりも大きさにおいて勝っているので、優先されてもよい。

【0061】

ステップ512において、被追跡対象物の位置および方向は、幾何学的パターンのうち特定されたパターンの追跡データならびに幾何学的パターンのうちの特定されたパターンと被追跡対象物との間の既知の空間的な関係から演算される。これは、例えば、図4の位置および方向演算部108を使用して演算される。

【0062】

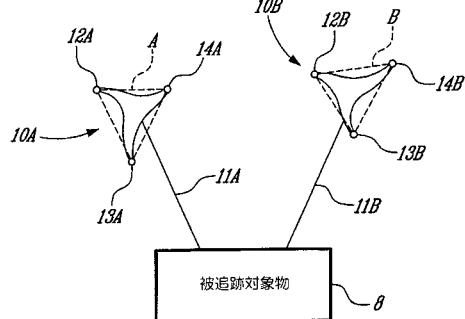
データ信号線を介して互いに通信する個別要素の集まりとしてブロック図を示したが、図示の実施形態は、ハードウェアおよびソフトウェア・コンポーネントの組み合わせによって提供されてもよく、いくつかのコンポーネントは、ハードウェアまたはソフトウェアシステムの所与の機能または処理によって実施され、図示のデータの流れの多くが、コンピュータのアプリケーションシステムまたはオペレーティングシステム内のデータ通信によって実施されてもよいことは、当業者にとっていうまでもないことである。図示の構成は、実施形態を効率的に示すためのものである。

10

【0063】

以上、説明した実施形態は、単に例示とすることを意図したものである。したがって、本発明の範囲は、添付されている請求項によってのみ制限されることが意図されている。

【図1A】



【図1B】

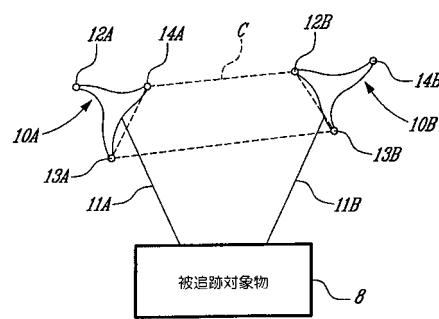
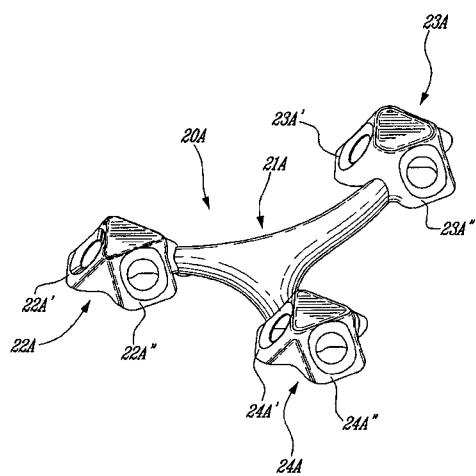


FIG.1A

FIG.1B

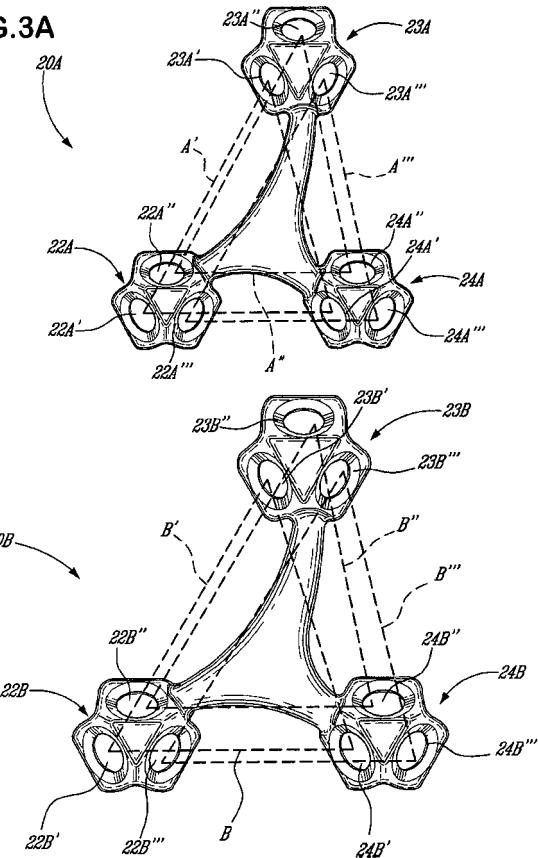
【 図 2 】

**FIG.2**



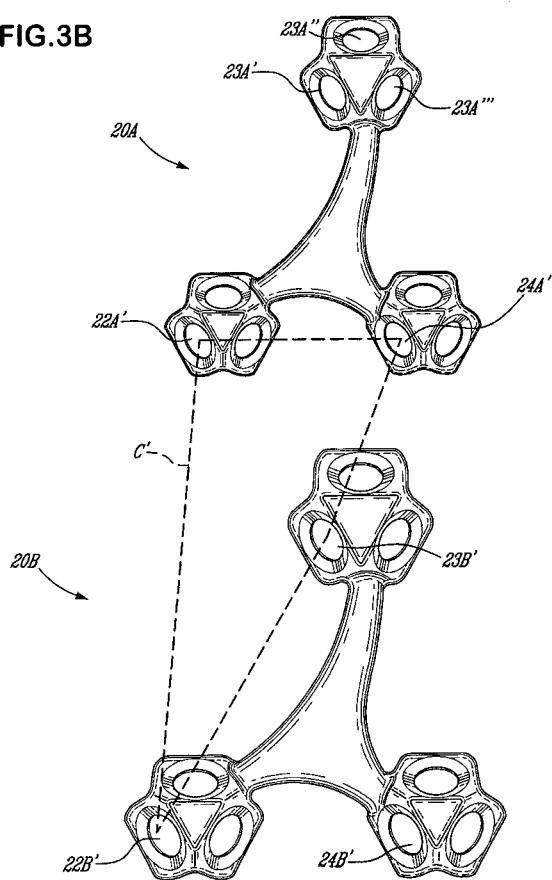
### 【図3A】

FIG.3A



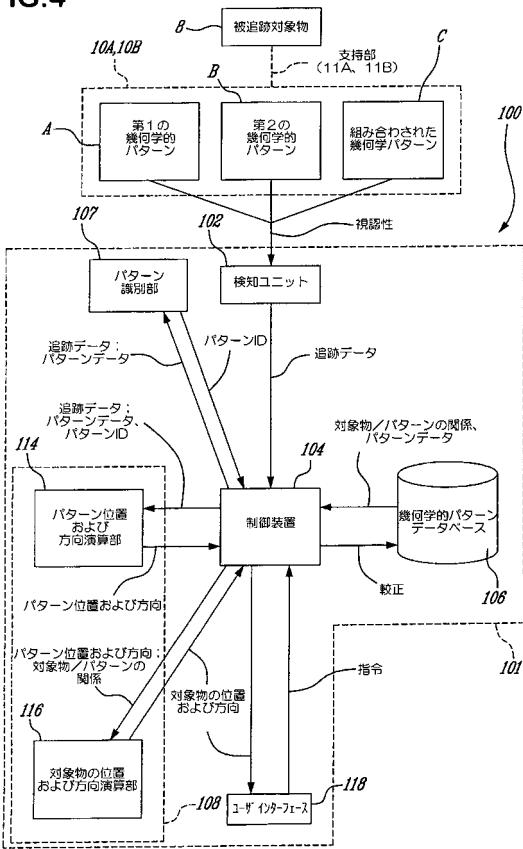
【 図 3 B 】

FIG.3B



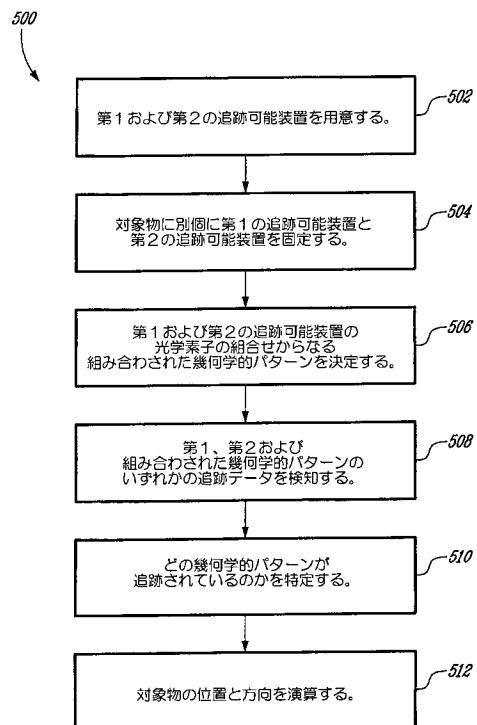
【 四 4 】

FIG.4



【図5】

FIG.5



xs000305

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2008/002102																								
<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>  <b>IPC: A61B 19/00 (2006.01), A61B 6/12 (2006.01)</b>            According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																										
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>            Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  <b>IPC (2009.01): A61B 019/00</b>  <b>USCL: 600/417, 600/424, 600/429</b></p>																										
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) Questel-Orbit (QPAT), Canadian Patents Database, USPTO (KEYWORDS: stereotactic, fiducial, computer assisted surgery, registration, registering, track, double, second, combinative, pair, pattern)																										
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2000 047103 A2 (KIENZLE, T. et al) 17 August 2000 (27-08-2000)            *Fig. 13, page 37, line 29 - page 38, line 5*</td> <td>1, 2, 4 - 7, 9 - 13            3, 8, 14, 15</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>WO 2004 100767 A2 (FITZPATRICK, M. et al) 25 November 2004 (25-11-2004)            *Fig. 1, page 4, lines 3 to 8, *</td> <td>1, 2, 4 - 7, 9 - 13            3, 8, 14, 15</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2006 0015119 A1 (PLASSKY N. et al.) 19 January 2006 (19-01-2006)            *Fig. 1, paragraphs 0022, 0024*</td> <td>3, 8, 14, 15</td> </tr> <tr> <td>P, A</td> <td>US 2008 0154262 A1 (BRUNDOBLER, M. et al.) 26 June 2008 (26-06-2008)            *Fig. 6*</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2008 0077158 A1 (HAIDER H et al.) 27 March 2008 (27-03-2008)            *Fig. 16*</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2007 0208352 A1 (HENDERSON, J. et al.) 06 September 2007 (06-09-2007)            *Fig. 1, 4A, paragraphs 0012, 0013, 0030, 0045*</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2002 0016599 A1 (KIENZLE, T. et al) 07 February 2002 (07-02-2002)            *Fig. 1, paragraph 0030*</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO 2000 047103 A2 (KIENZLE, T. et al) 17 August 2000 (27-08-2000) *Fig. 13, page 37, line 29 - page 38, line 5*	1, 2, 4 - 7, 9 - 13 3, 8, 14, 15	X	WO 2004 100767 A2 (FITZPATRICK, M. et al) 25 November 2004 (25-11-2004) *Fig. 1, page 4, lines 3 to 8, *	1, 2, 4 - 7, 9 - 13 3, 8, 14, 15	Y	US 2006 0015119 A1 (PLASSKY N. et al.) 19 January 2006 (19-01-2006) *Fig. 1, paragraphs 0022, 0024*	3, 8, 14, 15	P, A	US 2008 0154262 A1 (BRUNDOBLER, M. et al.) 26 June 2008 (26-06-2008) *Fig. 6*		A	US 2008 0077158 A1 (HAIDER H et al.) 27 March 2008 (27-03-2008) *Fig. 16*		A	US 2007 0208352 A1 (HENDERSON, J. et al.) 06 September 2007 (06-09-2007) *Fig. 1, 4A, paragraphs 0012, 0013, 0030, 0045*		A	US 2002 0016599 A1 (KIENZLE, T. et al) 07 February 2002 (07-02-2002) *Fig. 1, paragraph 0030*	
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																								
X	WO 2000 047103 A2 (KIENZLE, T. et al) 17 August 2000 (27-08-2000) *Fig. 13, page 37, line 29 - page 38, line 5*	1, 2, 4 - 7, 9 - 13 3, 8, 14, 15																								
X	WO 2004 100767 A2 (FITZPATRICK, M. et al) 25 November 2004 (25-11-2004) *Fig. 1, page 4, lines 3 to 8, *	1, 2, 4 - 7, 9 - 13 3, 8, 14, 15																								
Y	US 2006 0015119 A1 (PLASSKY N. et al.) 19 January 2006 (19-01-2006) *Fig. 1, paragraphs 0022, 0024*	3, 8, 14, 15																								
P, A	US 2008 0154262 A1 (BRUNDOBLER, M. et al.) 26 June 2008 (26-06-2008) *Fig. 6*																									
A	US 2008 0077158 A1 (HAIDER H et al.) 27 March 2008 (27-03-2008) *Fig. 16*																									
A	US 2007 0208352 A1 (HENDERSON, J. et al.) 06 September 2007 (06-09-2007) *Fig. 1, 4A, paragraphs 0012, 0013, 0030, 0045*																									
A	US 2002 0016599 A1 (KIENZLE, T. et al) 07 February 2002 (07-02-2002) *Fig. 1, paragraph 0030*																									
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																										
<table> <tbody> <tr> <td>* Special categories of cited documents :</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"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 prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&amp;" document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			* Special categories of cited documents :	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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 prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	"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)	"&" document member of the same patent family	"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													
* Special categories of cited documents :	"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																									
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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																									
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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 prior documents, such combination being obvious to a person skilled in the art																									
"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)	"&" document member of the same patent family																									
"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																										
Date of the actual completion of the international search <b>08 February 2009 (08-02-2009)</b>	Date of mailing of the international search report <b>2 March 2009 (02-03-2009)</b>																									
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 <b>Vincent Pellerin 819- 953-3558</b>																									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				International application No. PCT/CA2008/002102
Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date	
WO 0047103A2	17-08-2000	AU 3857900A EP 1158891A2 US 6285902B1 US 6697664B2 US 2001036245A1 WO 0047103A3	29-08-2000 05-12-2001 04-09-2001 24-02-2004 01-11-2001 30-11-2000	
WO 2004100767A2	25-11-2004	US 2006281991A1 WO 2004100767A3	14-12-2006 27-01-2005	
US 2006015119A1	19-01-2006	DE502004005505D1 EP 1616540A1 EP 1616540B1	27-12-2007 18-01-2006 14-11-2007	
US 2008154262A1	26-08-2008	DE202008019649U1	16-08-2007	
US 2008077158A1	27-03-2008	US 2008009697A1	10-01-2008	
US 2007208352A1	06-09-2007	US 6491699B1 US 7217276B2 US 2003114752A1	10-12-2002 15-05-2007 19-06-2003	
US 2002016599A1	07-02-2002	US 6478802B2 US 6887245B2 US 2002193900A1	12-11-2002 03-05-2005 19-12-2002	

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW