

(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2012-517312

(P2012-517312A)

(43) 公表日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>A 6 1 B 19/00</b> (2006.01)	A 6 1 B 19/00 5 0 2	4 C 1 6 7
<b>A 6 1 M 25/00</b> (2006.01)	A 6 1 M 25/00 3 1 2	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 34 頁)

(21) 出願番号 特願2011-549708 (P2011-549708)  
 (86) (22) 出願日 平成22年2月4日 (2010.2.4)  
 (85) 翻訳文提出日 平成23年8月9日 (2011.8.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2010/050515  
 (87) 国際公開番号 W02010/092512  
 (87) 国際公開日 平成22年8月19日 (2010.8.19)  
 (31) 優先権主張番号 09152652.5  
 (32) 優先日 平成21年2月12日 (2009.2.12)  
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 オランダ国 5 6 2 1 ベーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェッハ 1  
 (74) 代理人 100070150  
 弁理士 伊東 忠彦  
 (74) 代理人 100091214  
 弁理士 大貫 進介  
 (74) 代理人 100107766  
 弁理士 伊東 忠重

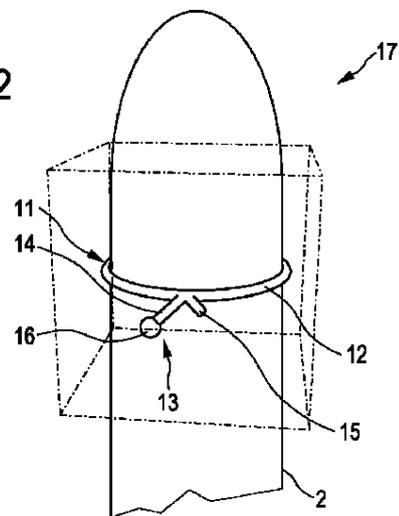
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カテーテルの方向を決定するシステム

(57) 【要約】

本発明は、カテーテル(2)の方向を決定するシステムに関する。そのシステムは、カテーテル(2)、そのカテーテル(2)に付着した非対称マーカ(11)、及びその非対称マーカ(11)の投影像を生成する撮像ユニット(25)を含み、その撮像ユニット(25)は、非対称マーカ(11)を投影面に投影するための放射線を生成する放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ(11)の投影像を生成する検出ユニットを含む。そのシステムは、さらに、非対称マーカ(11)の方向を、その非対称マーカ(11)の投影像から決定し、カテーテル(2)の方向を、その非対称マーカ(11)の決定された方向から決定する方向決定ユニットを含む。非対称マーカ(11)は、その非対称マーカ(11)の方向が、その非対称マーカ(11)の投影像のみから決定することが可能であるようになっている。

FIG. 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

カテーテルの方向を決定するシステムであり：

カテーテル、

該カテーテルに付着した非対称マーカ-

該非対称マーカ-の投影像を生成する撮像ユニットであり、投影面に前記非対称マーカ-を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ-の投影像を生成する検出ユニットを含む撮像ユニット、

前記非対称マーカ-の投影像から前記非対称マーカ-の方向を決定し、前記カテーテルの方向を前記非対称マーカ-の決定された方向から決定する、方向決定ユニット、

を含み、前記非対称マーカ-は、該非対称マーカ-の方向が、該非対称マーカ-の投影像のみから決定可能であるようにされている、システム。

10

## 【請求項 2】

前記非対称マーカ-は、全ての空間軸に関する鏡映において非対照的である、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記非対称マーカ-は、リング要素及び該リング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を含む、請求項1に記載のシステム。

## 【請求項 4】

請求項3に記載のシステムであり、前記少なくとも1つの非対称要素はv形状であり、前記数無くとも1つのv形状の非対称要素の2つの足は、前記投影像において区別可能である、システム。

20

## 【請求項 5】

請求項3に記載のシステムであり、前記方向決定ユニットは、前記投影面におけるリング要素の離心率から、該投影面に関する角部分の度合いを決定し、該投影面における前記少なくとも1つの比多角要素の配置から該投影面に関する角部分の方向を決定するようにされている、システム。

## 【請求項 6】

請求項5に記載のシステムであり、

2つの非対称要素はv形状であり、

v形状の非対称要素の各々の2つの足は前記投影像において区別可能であり、

両方の非対称要素に対し、前記2つの足の接続点が前記リング要素に付着し、

前記2つの非対称要素は、前記リング要素が位置する平面に関して、該リング要素の反対側に配置され、

時計回りの方向の場合、前記非対称要素のうち1方の第1の足は、第2の足の前に位置し、半時計回りの方向の場合、前記非対称要素のうち他方の第1の足は、前記第2の足の前に位置し、

前記方向決定ユニットは、前記カテーテルが、

a) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足が、前記第2の足の左側に現れる場合、又はb) 前記非対称要素が前記リング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足は前記第2の足の右側に現れる場合、前記投影面から離れる方向に傾斜していると決定し、

c) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足が、前記第2の足の右側に現れる場合、又はb) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足は前記第2の足の左側に現れる場合、前記投影面へ向かう方向に傾斜していると決定する、

システム。

## 【請求項 7】

前記システムが多数の非対称マーカ-を含み、該多数の非対称マーカ-は、前記カテーテルに沿って所定の間隔において付着している、請求項1に記載のシステム。

50

## 【請求項 8】

請求項7に記載のシステムであり、前記多数の非対称マーカ－は、前記カテ－テルの複数の部分に付着し、前記方向決定ユニットは、前記投影像から該多数の非対称マーカ－の方向を決定し、該多数の非対称マーカ－の決定された方向から前記カテ－テルの複数の部分の方向を決定するようにされており、前記方向決定ユニットは、前記カテ－テルのモデルを供給するカテ－テル・モデル供給ユニット及び該カテ－テルの供給されたモデルを、該カテ－テルが、該カテ－テルの複数の部分の決定された方向に対応するように配置することによって該カテ－テルの経路を決定するカテ－テル経路決定ユニットをさらに含む、システム。

## 【請求項 9】

非対称マーカ－の決定された方向からカテ－テルの方向を決定するために該カテ－テルに付着させるための非対称マーカ－であり、撮像ユニットによって生成された該非対称マーカ－の投影像のみから該非対称マーカ－の方向を決定することを可能にするようにされた非対称マーカ－であり、前記撮像ユニットは、投影面に該非対称マーカ－を投影されるための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ－の投影像を生成する検出ユニットを含む、非対称マーカ－。

## 【請求項 10】

請求項9に記載の非対称マーカ－を含むカテ－テル。

## 【請求項 11】

非対称マーカ－の方向を該非対称マーカ－の投影像から決定し、カテ－テルの方向を該非対称マーカ－の決定された方向から決定する方向決定ユニットであり、該非対称マーカ－は、前記カテ－テルに付着しており、前記投影像は撮像ユニットによって生成され、該撮像ユニットは、投影面に前記非対称マーカ－を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ－の投影像を生成する検出ユニットを含み、前記非対称マーカ－は、該非対称マーカ－の方向が、該非対称マーカ－の投影像のみから決定することが可能である、方向決定ユニット。

## 【請求項 12】

非対称マーカ－を含むカテ－テルの方向を決定する方法であり：

該非対称マーカ－の投影像を撮像ユニットによって生成するステップであり、該撮像ユニットは、投影面に前記非対称マーカ－を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ－の投影像を生成する検出ユニットを含む、ステップ、

前記非対称マーカ－の方向を該非対称マーカ－の投影像のみから決定するステップ、  
前記カテ－テルの方向を前記非対称マーカ－の決定された方向から決定するステップ

を含む方法。

## 【請求項 13】

方向決定方法であり：

非対称マーカ－の方向を、該非対称マーカ－の投影像から決定するステップ、

カテ－テルの方向を、該非対称マーカ－の決定された方向から決定するステップ、

を含み、該非対称マーカ－は前記カテ－テルに付着し、前記投影像は撮像ユニットによって生成され、該撮像ユニットは、投影面に前記非対称マーカ－を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ－の投影像を生成する検出ユニットを含み、前記非対称マーカ－は、該非対称マーカ－の方向が、該非対称マーカ－の投影像のみから決定することが可能である、方法。

## 【請求項 14】

非対称マーカ－を含むカテ－テルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムであり、請求項1に記載のシステムが、該コンピュータ・プログラムが該システムを制御するコンピュータで実行されるとき、請求項12に記載の方法のステップを実施するようにするプログラム・コード手段を含む、コンピュータ・プログラム。

## 【請求項 15】

非対称マーカを含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムであり、請求項11に記載の方向決定ユニットが、該コンピュータ・プログラムが該方向ユニットを制御するコンピュータで実行されるとき、請求項13に記載の方法のステップを実施するようにするプログラム・コード手段を含む、コンピュータ・プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、カテーテルの方向を決定するシステム、そのカテーテルの方向を決定するためにそのカテーテルに付着させるための非対称マーカ、その非対称マーカを含むカテーテル、方向決定ユニット、及びその非対称マーカを含むカテーテルの方向を決定する方法及びコンピュータ・プログラムに関する。

10

## 【背景技術】

## 【0002】

特許文献1は、カテーテルの方向を決定するためのシステムを開示している。放射状マーカ・バンドは、所定の間隔でそのカテーテルの遠位端を取り囲む。さらに、V字形の非対称マーカは、そのカテーテルの遠位端の近くに付着している。そのカテーテルの方向を決定するために、その放射状マーカ・バンド、非対称マーカ及びそのカテーテル自体の遠位端の投影像が必要である。

## 【0003】

20

これは、その投影像における単一のマーカを検出することは、そのカテーテルの方向を決定することを可能にしないことを意味する。すなわち、少なくともその放射状マーカ・バンド、カテーテルの遠位端及び非対称的マーカを撮像しなければならない。これらの異なる要素は、認識ユニットによってその投影像において認識されなければいけなく、これらの異なる要素の各々に対して、他の認識アルゴリズムが使用されなければいけなく、さらに、その異なる認識された要素の形状及び方向は、カテーテルの方向を決定するために組み合わせられなければならない。このカテーテルの方向の決定は、非常に複雑であり、時間がかかる。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

30

## 【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第6,493,575 B1号明細書

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

本発明の目的は、カテーテルの方向を決定するシステム、そのカテーテルの方向を決定するためにそのカテーテルに付着させるための非対称マーカ、その非対称マーカを含むカテーテル、方向決定ユニット、及び非対称マーカを含むカテーテルの方向を決定する方法及びコンピュータ・プログラムを提供することであり、それらは、カテーテルの方向のより単純で時間のかからない決定を可能にする。

40

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明の1態様において、カテーテルの方向を決定するシステムが提供され、そのシステムは：

カテーテル、

そのカテーテルに付着した非対称マーカ、

その非対称マーカの投影像を生成するための撮像ユニットであり、その撮像ユニットは、非対称マーカを投影面に投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカの投影像を生成するための検出ユニット、

非対称マーカの投影像からその非対称マーカの方向を決定し、決定された非対称

50

マーカーの方向からカテーテルの方向を決定するための方向決定ユニット、

を含み、その非対称マーカーは、その非対称マーカーの方向をその非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能であるように適合されている。

【0007】

非対称マーカーは、その非対称マーカーの方向がその非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能であるようになっており、その投影像において異なる要素を認識する必要はなく、特に、放射状マーカー・バンド、くさび形非対称マーカー、及びカテーテル自体の遠位端を認識する必要はない。1つ又は数個の非対称マーカーをそのカテーテルに付着させることができ、この又はこれらの非対称マーカーだけがその投影像において認識されなければいけない。すなわち、異なる種類の要素に対して異なる認識アルゴリズムを供給する必要は無い。これは、複雑さ及びカテーテルの方向を決定するために必要な時間を減らす。

10

【0008】

その非対称マーカーは、その非対称マーカーの方向をその非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能であるようになっており、そのカテーテルに付着している各非対称マーカーに対し、3、4個の非対称マーカーがカテーテルに付着している場合、それぞれの非対称マーカーがカテーテルに付着している位置においてそれぞれの非対称マーカーの方向を決定することができる。非対称マーカーのカテーテルに関する位置及び方向は既知であることから、その方向決定ユニットは、決定された非対称マーカーの方向に基づいてカテーテルの方向を決定することができる。

20

【0009】

そのカテーテルは、電気生理学的介入、特に電気生理学的アブレーション介入の間に使用されるようになってきているカテーテルであるのが優先的である。例えば、そのカテーテルは、それが心臓内に位置する場合は、物体、特に心壁の心臓組織の切断を可能にするアブレーション・カテーテルである。さらに、又はその代わりに、そのカテーテルは、そのカテーテルを配置することが可能な物体を感知及び/又は洗浄するための要素を含み得る。例えば、そのカテーテルは、人間又は動物の心臓、又は他の臓器又は技術的物体などの他の物体内に配置可能であってよい。

【0010】

撮像ユニットは、その非対称マーカーの投影像を生成することを可能にする投影ユニットである。その撮像ユニットは、特にカテーテルが人間又は動物の心臓などの物体内に位置する間に非対称マーカーの2次元投影像を供給するためのX線蛍光透視装置であるのが優先的である。その撮像ユニットは、電気生理学的介入の間の投影像を供給するようになってきている。これは、そのような電気生理学的介入の間にカテーテルの方向を決定することを可能にする。

30

【0011】

その非対称マーカーは、その非対称マーカーの方向を、その非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能であるようにされる。これは、投影面に関する少なくとも角度の度合い及び方向が、非対称マーカーだけで決定することが可能であることを優先的に意味する。

40

【0012】

その非対称マーカーは、全ての空間軸に関する鏡映(mirroring)において非対称であるのがさらに好ましい。

【0013】

その非対称マーカーは、リング要素及びそのリング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を有するのがさらに好ましい。そのリング要素は、カテーテルを取り囲んでいるのが望ましい。優先的に、そのリング要素には2つの非対称要素が付着している。

【0014】

その少なくとも1つの非対称要素は、v形状であるのがさらに好ましく、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の2つの足は、投影像において区別可能である。好ましくは、そ

50

の少なくとも1つのv形状の非対称要素の足の1つは、投影像においてその2つの足を区別するために、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の他方の足よりも短い。

【0015】

その少なくとも1つの非対称要素は、v形状であることがさらに好ましく、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の1つの足の端部には、2つの足を区別するために端部要素が配置されている。その端部要素は、その端部要素が位置する側において、その足の縦方向を横切る方向、特にそれに直交する方向において、この足の直径よりも大きい寸法を有するのが好ましい。その端部要素は、その端部要素が位置する足の直径よりも大きい直径を有する球状要素であるのが好ましい。その端部要素は、v形状の非対称要素のより長い足の端部に位置しているのがさらに好ましい。

10

【0016】

方向決定ユニットは、その投影面に関する角度を投影像におけるリング要素の離心率から決定し、その投影面に関する角度の方向をその投影像における少なくとも1つの非対称要素の配置から決定するようになっている。

【0017】

例えば、その非対称マーカが位置するカテーテルの投影面又は検出ユニットに平行に走る一部分に対し、リング要素はラインとしてだけ見なしてよい一方、そのカテーテルの投影面又は検出ユニットに直交するこの部分に対し、そのリングは、円として見なしてよい。全ての他の角度に対し、そのリング要素は楕円として見なしてよく、その離心率は、投影面又は検出ユニットに関するカテーテル角度を決定する。そのカテーテルの関連する部分が投影面又は検出ユニットに向かって傾いているか、又はそれから離れて傾いているかに関する残っている不確実性は、少なくとも1つの非対称要素を分析することによって、特に、v形状の少なくとも1つの非対称要素の2つの足の位置を分析することによって解決される。そのシステムは、カテーテルが既知の傾斜位置にある場合、その少なくとも1つの非対称要素の出現を投影像において検出することによって較正することができる。従って、較正によって、その少なくとも1つの非対称要素の出現は、投影面に向かう又はその投影面から離れる傾斜に割り当てることができ、この割り当ては、そのカテーテルの傾斜を決定するために方向決定ユニットによって使用されることができる。

20

【0018】

2つの非対称要素はv形状であり、  
v形状の各非対称要素の2つの足は、投影像において区別可能であり、  
両方の非対称要素に対して、2つの足の接続点がリング要素に付着しており、  
その2つの非対称要素は、リング要素が位置する平面に関してそのリング要素の反対側に配置され、

30

時計回り方向の場合、非対称要素のうち1つの第1の足は、第2の足の前に位置し、反時計回り方向の場合、その非対称要素のうち他方の第1の足は、第2の足の前に位置し、

方向決定ユニットは、カテーテルが傾いているかを決定するようになっており、そのカテーテルが、

a) 非対称要素がリング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に関して第1の足が第2の足の左側に現れる場合、又はb) その非対称要素がそのリング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に関して第1の足が第2の足の右側に現れる場合、投影面から離れて傾いていると決定し、

40

c) 非対称要素がリング要素内に現れ、両方のリング要素に対して、第1の足がその非対称要素の第2の足の右側に現れる場合、又はd) 非対称要素がリング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に対して、その非対称要素の第1の足が第2の足の左側に現れる場合には、その投影面に向かって傾いていると決定する。

【0019】

そのシステムは、多数の非対称マーカを含み、その非対称マーカは、カテーテルに沿って所定の間隔で付着しているのがさらに好ましい。

【0020】

50

その多数の非対称マーカ―は、カテーテルの複数の部分に付着しているのがさらに好ましく、その方向決定ユニットは、その多数の非対称マーカ―の方向を投影像から決定し、カテーテルの複数の部分の方向を、その決定された多数の非対称マーカ―の方向から決定するようになっており、その方向決定ユニットは、さらに、カテーテルのモデルを供給するためのカテーテル・モデル供給ユニット及びそのカテーテルの経路を、その供給されたカテーテルのモデルがそのカテーテルの複数部分の決定された方向に対応するように、そのカテーテルのモデルを配置することによって、決定するためのカテーテル経路決定ユニットを含むのがさらに好ましい。そのカテーテル・モデルは、例えば、そのカテーテルの弾性力学的モデルであり、そのカテーテルは、よじれることがなく滑らかに曲げることだけが可能だと推定されている。

10

## 【0021】

数個の非対称マーカ―が存在する場合、数個の非対称マーカ―に対して方向を決定することができ、それによってカテーテル経路の方向を特に、3次元において、場合によってはそのカテーテル・モデルと協働して決定することが可能になる。

## 【0022】

そのカテーテル経路決定ユニットは、そのカテーテルの経路を投影像におけるカテーテルの経路に基づいて決定するようになっているのがさらに好ましい。

## 【0023】

撮像ユニットは、投影面における多数の非対称マーカ―を投影し、その投影面において投影された多数の非対称マーカ―の投影像を生成するようになっているのがさらに好ましく、そのカテーテル経路決定ユニットは、その多数の非対称要素の投影像から、投影面に投影されたカテーテルの経路を決定するようになっているのがさらに好ましい。

20

## 【0024】

線形マーキング要素が、そのカテーテルの長さに沿って配置されているのがさらに好ましい。その線形マーキング要素は、そのカテーテルの中心に沿って配置されていることが優先的である。その線形マーキング要素はワイヤであるのが好ましい。

## 【0025】

撮像ユニットは、その線形マーキング要素を投影面において投影し、その投影面に投影された線形マーキング要素の投影像を生成するのがさらに好ましく、そのカテーテル経路決定ユニットは、その投影面に投影されたカテーテルの経路を、線形マーキング要素の投影像から決定するようになっている。

30

## 【0026】

そのカテーテル経路決定ユニットは、そのカテーテルの経路の位置を、その投影像を生成する放射線の経路に沿って、その放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める所定の制約 (constraint) に基づいて決定するようになっている。特に、そのカテーテル経路決定ユニットは、カテーテル全体の投影面に直角な方向における絶対シフトをそのカテーテル経路の所定の制約に基づいて決定するようになっているのがさらに好ましい。例えば、そのカテーテルが心臓のような期間内に配置されている場合、解剖学的拘束が存在し得る。もし、例えば、そのカテーテルが既知の物体内に配置され、その物体、例えば、既知の人体の心臓内などの位置及び方向が既知である場合、そのカテーテル全体の可能な位置、特にと投影面に垂直な方向における可能な位置は既知であり、そのカテーテル全体のこの方向における絶対シフトを決定するのに使用することができる。

40

## 【0027】

少なくとも2つの非対称マーカ―が互いに関して回転され、カテーテルの中心の長さに沿って及びその中心に沿って位置する回転軸に関して回転されるのがさらに好ましい。これは、いくつかの非対称要素が、その軸の周りのカテーテルの回転に関係なく常に縮小をほぼせずに見ええることを保証する。

## 【0028】

本発明のさらなる態様において、カテーテルの方向を、非対称マーカ―の決定された方向から決定するためにカテーテルに付着された非対称マーカ―が供給され、その非対称マ

50

ーカーは、その非対称マーカ-の方向を、投影面にその非対称マーカ-を投影するために放射線を生成する放射線源を含む撮像ユニット及びその投影面に投影された非対称マーカ-の投影像を生成するための検出ユニットによって生成される非対称マーカ-の投影像のみから決定することを可能にするようになっている。

【0029】

本発明のさらなる態様において、請求項9において定められるような非対称マーカ-を有するカテーテルが提供される。

【0030】

本発明のさらなる態様において、方向決定ユニットが供給され、その方向決定ユニットは、非対称マーカ-の方向を、その非対称マーカ-の投影像から決定し、カテーテルの方向をその決定された非対称マーカ-の方向から決定するようになっており、その非対称マーカ-は、カテーテルに付着しており、投影像は、撮像ユニットによって生成され、その撮像ユニットは、投影面においてその非対称マーカ-を投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ-の投影像を生成するための検出ユニットを含み、その非対称マーカ-は、その非対称マーカ-の投影像のみからその方向を決定することが可能であるようになっている。

10

【0031】

本発明のさらなる態様において、非対称マーカ-を含むカテーテルの方向を決定する方法が供給され、その方法は：

非対称マーカ-の投影像を撮像ユニットによって生成するステップであり、その撮像ユニットは、その非対称マーカ-を投影面に投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ-の投影像を生成するための検出ユニットを含む、ステップ、

20

その非対称マーカ-の方向を、その非対称マーカ-の投影像のみから決定するステップ、

カテーテルの方向をその非対称マーカ-の決定された方向から決定するステップ、を含む。

【0032】

本発明のさらなる態様において、その方向決定方法が提供され、その方法は：

非対称マーカ-の方向を、その非対称マーカ-の投影像から決定するステップ；

30

カテーテルの方向を、その非対称マーカ-の決定された方向から決定するステップ、を含む、

その非対称マーカ-は、カテーテルに付着しており、その投影像は、撮像ユニットによって生成され、その撮像ユニットは、その非対称マーカ-を投影面に投影するための放射線を生成する放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ-の投影像を生成するための検出ユニットを含む。その非対称マーカ-は、その非対称マーカ-の方向が、その非対称マーカ-の投影像のみから決定することが可能であるようになっている。

【0033】

本発明のさらなる態様において、非対称マーカ-を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムが供給される。そのコンピュータ・プログラムは、システムを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項1において定義されたシステムが請求項12において定義される方法のステップを実行するようにさせるコード手段を含む。

40

【0034】

本発明のさらなる態様において、非対称マーカ-を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムが供給され、そのコンピュータ・プログラムは、方向付けユニットを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項11において定義されたような方向付けユニットが請求項13において定義されるような方向付け方法のステップを実行するようにさせるコード手段を含む。

【0035】

当然のことながら、請求項1におけるシステム、請求項9の非対称マーカ-、及び請求項

50

10のカテーテル、請求項11の方向決定ユニット、請求項12及び13の方法、及び請求項14及び15のコンピュータ・プログラムは、従属項において定義されるように類似の及び/又は同一の望ましい実施形態を有する。

【0036】

当然のことながら、本発明の望ましい実施形態は、従属項と関連する独立項との如何なる組み合わせであってもよい。

【0037】

本発明のこれら及び他の態様は、以下に記載される実施形態を参照して明らかになり解明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】カテーテルの方向を決定するためのシステムを概略的且つ模範的に示す図である。

【図2】非対称マーカが付着したカテーテルの遠位端を概略的且つ模範的に示す図である。

【図3】非対称マーカを概略的且つ模範的に示す図である。

【図4】3つのカテーテルの非対称マーカ及び線形要素を概略的且つ模範的に示す図である。

【図5】3つのカテーテルの非対称マーカを示す投影像を概略的且つ模範的に示す図である。

【図6】カテーテルの方向を決定するための方法を模範的に示すフローチャートである。

【図7】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【図8】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【図9】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0039】

図1は、カテーテル2の方向を決定するためのシステム1を概略的且つ模範的に示す。このシステム1は、カテーテル2及びそのカテーテルに付着した非対称マーカを含む。その非対称マーカは、例えば図2及び3を参照して以下にさらに説明される。カテーテル2の方向を決定するためのシステム1は、さらに、その非対称マーカの投影像を生成するための撮像ユニット25を含み、その撮像ユニット25は、その非対称マーカを投影面に投影するための放射線4を生成する放射線源3及びその投影面に投影された非対称マーカの投影像を生成するための検出ユニット5を含む。

【0040】

検出ユニット5は、2次元検出面を有するのが優先的であり、その投影面は、その2次元検出面に位置する。

【0041】

放射線源3及び検出ユニット5を含む撮像ユニット25は、この実施形態において、2次元X線投影像を生成するためのX線蛍光透視撮像ユニットである。

【0042】

システム1は、さらに、非対称マーカの投影像からその非対称マーカの方向を決定し、カテーテル2の方向をその決定された非対称マーカの方向から決定するための方向決定ユニット6を含む。

【0043】

カテーテル2は、カテーテル制御ユニット7によって制御される。カテーテル2は、心壁の心臓組織を切断するためのアブレーション・カテーテルであるのが優先的である。図1において、カテーテル2の遠位端は、電気生理学的アブレーション介入を実施するための人間9の心臓8の中へと導入されている。人間9は、患者台(patient table)10の上に位置している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 4 4 】

カテーテル制御ユニット7及びカテーテル2は、そのカテーテル2を人間9の心臓8の中へ及びその中でステアリングするようになっている。さらに、そのアブレーション制御ユニット7及びカテーテル2は、心臓組織にアブレーション・エネルギーを加えるようになっている。例えば、そのカテーテルは、ラジオ周波エネルギー（radio frequency energy）などの電気エネルギーを心臓組織に加えるためのアブレーション要素を含む。その代わりに、又はさらに、カテーテル2及びカテーテル制御ユニット7は、例えば、アブレーションのためのレーザー源及び/又はマイクロ波などの光エネルギーを使用する及び/又は冷凍アブレーションを実施するようにしてもよい。そのカテーテル制御ユニット7及びカテーテル2は、さらに、例えば心臓の電気信号を測定するための感知電極などの感知素子を使用することによってその心臓組織を感知するようになっていることができる。そのカテーテル制御ユニット7及びカテーテル2は、さらに、心臓組織、特に切断された心臓組織を洗浄及び/又は冷却するようになっていることができる。

10

## 【 0 0 4 5 】

図2は、カテーテル2の遠位端17を概略的且つ模範的に示す。非対称マーカ-11は、カテーテル2の遠位端17に付着している。そのカテーテル無しの非対称マーカ-11は、図3において概略的且つ模範的に示されている。

## 【 0 0 4 6 】

非対称マーカ-11は、リング要素12及び少なくとも1つの非対称要素13を含む。この実施形態において、2つの非対称要素13がリング要素12に付着している。リング要素12は、カテーテル2の遠位端17を取り囲む。

20

## 【 0 0 4 7 】

非対称要素13は、v形状であり、そのv形状の非対称要素の一方の足はそのv形状の非対称要素13の他方の足よりも長い。すなわち、非対称要素13は、より長い足14及びより短い足15を有する。端部要素16は、2つの足14、15の接続から離れる方向に向いて、より長い足13の端部に位置する。もう1つの実施形態において、その端部要素16は、欠けているか又は2つの足14、15が同じ長さを有し得る。

## 【 0 0 4 8 】

端部要素16は、足14の長さ方向に対して横方向の、特に直角な方向において寸法を有し、それは、足14の直径よりも大きい。端部要素16は、足14の直径よりも大きい直径を有する球状要素であるのが好ましい。

30

## 【 0 0 4 9 】

非対称要素13の2つの足14、15の接続点は、その2つの足14、15及び端部要素16が、リング要素12の内径に似た外径を有し、そのリング要素12に囲まれている仮想円筒形の中に突起しないようにそのリング要素12に付着している。

## 【 0 0 5 0 】

好ましくは、その非対称マーカ-11は、2つの非対称要素13を含み、その2つの非対称要素13は、リング要素12が位置する平面に関してそのリング要素12の反対側に配置されている。時計回り方向の場合、より長い足及び/又は非対称要素のうち1つの端部要素を持つ足が他方の足の前に位置し、反時計回り方向の場合、より長い足及び/又は非対称要素の他方の端部要素を持つ足は、他方の足の前に位置しているのがさらに好ましい。

40

## 【 0 0 5 1 】

非対称マーカ-11は、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的である。もう1つの実施形態において、非対称要素11の代わりに、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的な他の如何なる非対称要素も使用することができる。他の非対称要素の例は、図7乃至9を参照して以下にさらに記載されている。

## 【 0 0 5 2 】

カテーテルは、数個の非対称マーカ-を含むことができる。さらに、数個のカテーテルは、人間9の心臓8内における電気生理学的介入の間に使用することができる。数個の非対称マーカ-11を持つカテーテル及び線形マーキング要素19は、概略的且つ模範的に図4に

50

示されている。

【0053】

線形マーキング要素19は、関連するカテーテルの中心に沿って配置されるのが好ましく、ワイヤであるのが好ましい。

【0054】

方向決定ユニット6は、非対称マーカの投影像からその非対称マーカ11の方向を決定するようになっている。その方向決定ユニット6は、そのカテーテルの関連する非対称マーカが位置する部分の角部分の度合いを、投影面、すなわち、例えば、2次元検出面が位置する平面と、その関連する非対称マーカが位置するカテーテルの部分との間の角度として、その投影像におけるリング要素12の離心率から決定するようにされている。心臓8を横切る放射線の形状及びリング要素12の形状は既知であり、この角部分の度合いは、投影像におけるリング要素12の離心率に基づいて決定することができる。例えば、カテーテルの関連する非対称マーカが位置する部分が、2次元検出面に平行である場合、リング要素12は、ラインとしてだけ見なしてよいが、一方、その非対称マーカが位置するカテーテルの部分が2次元検出面に垂直に走る場合、そのリング要素12は、円形として見なしてよい。全ての他の角部分に対し、そのリング要素は、楕円として見えてもよく、その離心率は、カテーテルの非対称要素が位置する部分と2次元検出面との間の角度を決定する。撮像ユニット及び方向決定ユニットは、リング要素12の離心率を投影像において非対称マーカの異なる既知の角度位置に対して決定することによって校正することができる。これは、角部分の度合い、すなわち、非対称マーカが位置するカテーテルの部分の2次元検出面に関する角度を、非対称マーカ11のリング要素12の離心率を分析することによって決定することを可能にする。カテーテルの関連する部分が2次元検出面に向かって傾斜しているか、又はその2次元検出面から離れる方向に傾斜しているかに関して残る不確実性は、非対称要素13を分析することによって解決される。撮像ユニット及び方向決定ユニットは、非対称マーカを有するカテーテルの部分を、その2次元検出面に向かう且つ2次元検出面から離れる方向へ傾け、その非対称要素の投影像における方向を、その非対称マーカが位置するカテーテルの部分の関連する傾斜に割り当てることによって校正することができる。これは、そのカテーテルの関連する非対称マーカが位置する部分がその2次元検出面に前方向に又は後ろ方向に傾いているかを、投影像における非対称要素の方向を分析することによって決定することを可能にする。

10

20

30

【0055】

1実施形態において、方向決定ユニットは、非対称要素13がリング要素12の内部又は外部にあるか、及び、より長い足14及び/又は端部要素16を含む足14がより短い足15の左又は右にあるかを決定するようにされている。方向決定ユニットは、a) 非対称要素がリング要素の内部にあり、より長い足及び/又は端部要素を含む足がより短い足の左にある場合、又はb) 非対称要素がリング要素の外側にあり、より長い足及び/又は端部要素を含む足がより長い足の右側にある場合、関連する非対称要素が位置するカテーテルの部分が2次元検出面から離れて傾斜していることを決定するようにさらになっているのが好ましい。その方向決定ユニットは、c) 非対称要素がリング要素の内部に現れ、より長い足及び/又は端部要素を含む足がその非対称要素のより短い足の右に現れる場合、又はd) その非対称要素が、リング要素の外側に現れ、より長い足及び/又はその非対称要素の端部要素を含む足がより短い足の左に現れる場合、関連する非対称要素が位置するカテーテルの部分が2次元検出面に向かって傾斜していることを決定するようにされているのがさらに好ましい。

40

【0056】

カテーテルの付着した数個の非対称マーカ11が、これらの非対称マーカが位置するカテーテルの部分が互いに関して回転しない場合、互いに関して回転する。これは、その非対称マーカが位置するカテーテルの部分が互いに関して回転していない場合、少なくとも2つの隣の非対称マーカの非対称要素13は、カテーテルに平行な方向において一致しないことを意味する。方向決定ユニットは、縦方向のカテーテル方向によって定義され

50

る回転軸及び/又はリング要素内において中心に配置された軸の周りの非対称マーカの回転位置が既知である場合、投影像における非対称マーカを検出することによって較正することが出来る。従って、投影像における非対称マーカの異なる外見は、較正によって異なる回転位置に割り当てられ、これらの割り当ては、その非対称マーカの回転位置を決定するための方向決定ユニットによって使用され得る。カテーテルの数個の部分に付着した数個の非対称マーカの回転位置が決定される場合、そのカテーテルのねじれを決定することができる。

【0057】

多数の非対称マーカ11がカテーテル2の部分に付着し、方向決定ユニット6は、投影像からその多数の非対称マーカ11の方向を決定し、その決定された多数の非対称マーカ11の方向から、カテーテル2の複数部分の方向を決定するようにされている。その方向決定ユニット6は、カテーテル2のモデルを供給するためのカテーテル・モデル供給ユニット29及びその供給されたカテーテル2のモデルを、カテーテル2の複数部分の決定された方向に対応するように配置することによってカテーテル2の経路を決定するカテーテル経路決定ユニット21を含む。そのカテーテル・モデルは、例えば、そのカテーテルの弾性力学的モデルであり、そのカテーテルは、滑らかに、すなわちねじれずに曲げられると考えられている。

10

【0058】

カテーテル経路決定ユニット21は、カテーテルの経路を、非対称要素の決定された方向及び投影像におけるカテーテルの経路に基づいて決定するようになっていたのがさらに好ましい。そのカテーテルの投影像における経路は、多数の非対称要素の投影像から決定されるのが好ましい。そのカテーテル経路決定ユニット21は、また、線形マーキング要素19が存在する場合、その投影像から、投影面に投影されたカテーテルの経路を決定することができる。

20

【0059】

カテーテル経路決定ユニット21は、さらに、放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める所定の制約に基づいて、投影像を生成する放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の位置を決定するようにされている。特に、そのカテーテル経路決定ユニット21は、カテーテル全体の投影面に垂直な方向における絶対シフトを、カテーテル経路の所定の制約に基づいて決定するようにされているのが好ましい。例えば、カテーテル2が心臓8のような器官内に配置されている場合、解剖学的制約が存在し得る。もし、例えば、カテーテル2が、位置及び方向が知られている既知の物体内、例えば、既知の人体の心臓内に配置されている場合、そのカテーテル全体の可能な位置、特に投影面に垂直な方向における位置は既知であり、そのカテーテル全体のこの方向における絶対シフトを決定するのに使用することができる。

30

【0060】

1実施形態において、その投影面において決定されたカテーテル経路は、各マーカ位置において、カテーテルが関連のマーカ位置に向かう投影面に平行な方向構成要素を決定するのに使用することができる。上記に記載されたように、その投影面におけるマーカ・アセンブリの出現は、その投影面に対するカテーテルの方向、すなわち、その投影面に垂直なカテーテル方向の構成要素を決定するのに使用することができる。まとめると、これは、カテーテルが3次元において関連のマーカ位置に向かう方向を定義する。特に、数個のマーカがカテーテルに付着している場合、及びそのカテーテル方向がマーカの各々に対して決定される場合、弾性力学的モデルが、そのカテーテルの3次元経路を決定するために使用され得る。そのカテーテルは、なめらかに曲げることができるのみであり、その方向は、その経路に沿って数個の地点で既知であることから、その完全な経路は、既知の方向から、その弾性力学的も出るを既知のカテーテル方向に一致させることによって再構成することができる。そのモデルを一致させる際に、投影面に平行なカテーテル経路は、投影像から知られている。その投影面に垂直な経路の構成要素は、放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める拘束を使用することによって決定するこ

40

50

とができる。

【0061】

図5は、人間の胸部の内部における異なる角度で3つのカテーテルの投影像18を概略的且つ模範的に示す。楕円21内の非対称マーカ-を含むカテーテルは、2次元検出面に実質的に平行に及ぶ。すなわち、リング要素は、実質的にラインとして見える。その非対称マーカ-を楕円23内に含むカテーテルは、検出面に実質的に垂直に及ぶ。すなわち、そのリング要素は、実質的にほぼ円形として見える。その非対称マーカ-を楕円22内に含むカテーテルは、楕円21及び23内にそれぞれ非対称マーカ-を含むカテーテルの角度間の角度を含む。すなわち、その楕円22内の非対称マーカ-は、明らかに、楕円23内の非対称マーカ-の離心率よりも大きい離心率を有する楕円形である。

10

【0062】

図5において、実質的に非対称マーカ-11だけが投影像18において見ることができるとが推定される。しかし、一般的に投影像において、カテーテルの他の部分及び物体、例えば人間の心臓の部分も示されている。

【0063】

非対称マーカ-は、カテーテルに付着していることから、非対称マーカ-の方向を決定することによって、その非対称マーカ-が位置するカテーテルの部分が決定される。これらの決定されたカテーテルの部分の方向を、例えば、カテーテルの弾性モデルを使用してつなげることによって、そのカテーテルの方向が決定でき、例えば表示部に示すことが出来る。以下において、非対称マーカ-を含むカテーテルの方向を決定する方法が、図6に

20

【0064】

カテーテル2は、患者9の心臓8の中へ導入されており、ステップ101において、撮像ユニット25が非対称マーカ-又は多数の非対称マーカ-の投影像を生成し、放射線源3は、非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-を投影面に投影するために放射線4を生成し、その投影面に投影された非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-の投影像は、その放射線を検出することによって検出ユニットによって生成される。

【0065】

ステップ102において、非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-11の方向は、その非対称マーカ-又は多数の非対称マーカ-の投影像のみから決定される。ステップ103において、カテーテルの方向は、その非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-11の決定された方向から決定され、特に、そのカテーテルの経路が、特に3次元において決定される。そのカテーテルのモデルは、そのカテーテルに付着した非対称マーカ-の決定された方向に対応するように配置されるのが望ましい。さらに、その投影像におけるそのカテーテルの経路及び/又は放射の経路に沿ったそのカテーテルの経路の可能な位置を定義する既知の制約が、さらにそのカテーテル経路を3次元において決定するために使用されるのが望ましい。

30

【0066】

カテーテルの方向の決定は、望ましくは、電気生理学的アブレーション介入の間に実施され、それによってそのアブレーション処置を実施している間にカテーテルを監視することを可能にする。

40

【0067】

非対称マーカ-は、当然、投影像において可視的である。すなわち、その非対称マーカ-は、金のような金属で望ましくは作られている放射線を通さないマーカ-であるのが望ましい。また、他の放射線を通さない材料もマーカ-材料として使用することができる。

【0068】

その方向決定ユニットは、非対称マーカ-、従って、その非対称マーカ-が付着したカテーテルの位置及び方向を決定することを可能にする。

【0069】

2次元検出面に平行な平面におけるカテーテルの経路は、非対称マーカ-のシーケンス

50

又はそのカテーテルの中心に沿って走るワイヤであるのが望ましい追加の線形マーキング要素から推論することができる。その2次元検出面に垂直な角部分は、非対称マーカの特別な形状によって推論することができる。投影像におけるリング要素の出現は、2次元検出面とカテーテルとの間の角度を決定する。その2次元検出面に平行に及ぶカテーテルに対し、そのリング要素は、ラインのみとして見られ、その2次元検出面に垂直に及ぶカテーテルに対し、そのリング要素は、円形として見られる。他の全ての角部分に対し、そのリング要素は楕円として見え、その離心率は、その検出面に関するカテーテル角度を決定する。カテーテルが2次元検出面に向かって又はその検出面から離れる方向に傾斜している場合に残る不確実性は、非対称要素を分析することによって解決される。

【0070】

上記に述べたように、望ましい実施形態において、それらの非対称要素は、カテーテルのその軸の周りの回転に関わらず、いくつかの非対称要素がほぼ縮小せずに常に目に見えるように、そのカテーテル軸の周りにおける異なる回転でカテーテルに付着する。

【0071】

方向決定ユニットは、投影像における非対称マーカを検出するようにされている。これは、それらの非対称マーカの形状が正確に知られていることから、既知の画像処理方法によって容易に可能である。

【0072】

カテーテル経路は、他に追加のX線投影からリアルタイムで3次元において、追加のトラッキング・システムを使用せずに再構築することができる。これは、介入の間のナビゲーションを簡略化し、事前に動作可能なように取得された3次元画像への登録及びその内部でのナビゲーションを可能にする。

【0073】

非対称要素がV形状であり、2つの足が異なる長さを有する場合、その非対称要素の方向は、その非対称要素のより長い足及びその端部にあると考えられる追加の球状要素によって投影像から容易に決定することができる。

【0074】

金属ワイヤ及び/又は球状端部要素は、金で作られているのが望ましい。

【0075】

上記に記載された実施形態において、非対称マーカは、ある一定の非対称要素を含むリング要素であるが、他の実施形態では、その非対称マーカは、全ての空間軸に関する鏡映(mirroring)において非対称的である他のマーカであってもよい。非対称マーカの例は、図7乃至9に示されている。これらの非対称マーカは、リング要素及びそのリング要素に付着した非対称要素を含む。当然のことながら、それらの非対称要素は、特に全ての空間軸に関して非対称的であることは強制されない。それらの非対称要素は、それらがリング要素に付着している場合、非対称マーカを非対称的にする要素である。

【0076】

上記に記載された実施形態において、その非対称マーカはリング要素を含み、2つ又はそれ以上の非対称要素はリング要素に付着しているが、他の実施形態において、単一の非対称要素だけがリング要素に付着することができるが、この単一の要素は、リング要素とその非対称要素との組み合わせが、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的である非対称マーカを形成するようになっている。そのようなリング要素及びそのリング要素に付着した非対称要素を有する非対称マーカは、例えば、リング要素、及び図2又は3に示されるV形状非対称要素のような、投影像において区別可能な足を有する単一のV形状の非対称要素を含んだ非対称マーカである。

【0077】

「カテーテルに付着した非対称マーカ」という用語は、その非対称マーカがそのカテーテルに付着した個別のマーカであり、その非対称マーカはそのカテーテルの不可欠な部分であることを含む。

【0078】

10

20

30

40

50

開示された実施形態に対する他の変化形は、請求項において請求されている発明の当業者による実施、図表、本開示、及び添付の請求項の研究から理解し、有効化することができる。

【0079】

請求項において、「含む」という用語は、他の要素又はステップを除外せず、また、単数形を表わす用語は、複数形を除外しない。

【0080】

単一のユニット又は装置は、請求項において列挙された数個の事項の機能を満たしてよい。ある一定の測定が、相互的に異なる従属項において列挙されているという単なる事実は、これらの測定の組み合わせが有利に使用できないことは示さない。

10

【0081】

コンピュータ・プログラムが、他のハードウェアの一部と一緒に供給される光学記録媒体又は固体媒体などの適切な媒体において保存/分配されてよいが、インターネット又は他の有線又は無線のテレコミュニケーション・システムを通じた他の形において分配されてもよい。

【0082】

請求項における如何なる参照符号も、その範囲を限定するものとして解釈するべきではない。

【図1】

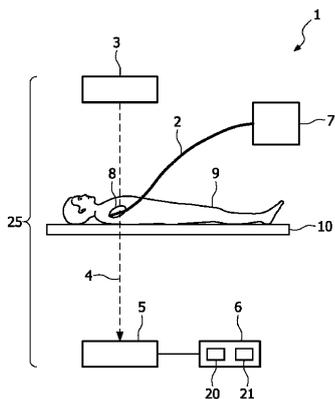


FIG. 1

【図2】

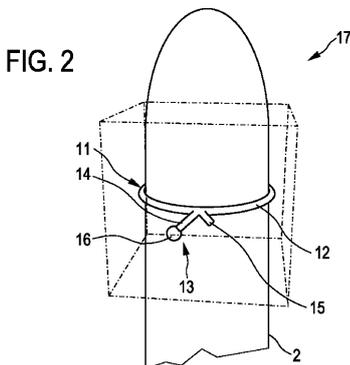


FIG. 2

【図3】

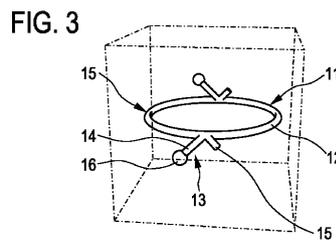


FIG. 3

【図4】

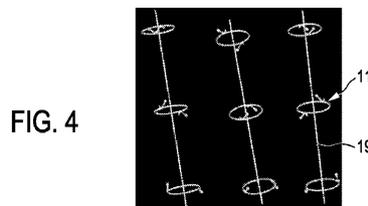
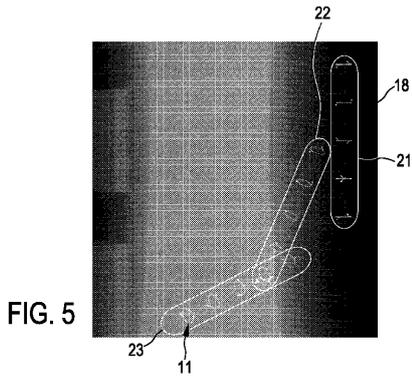


FIG. 4

【 図 5 】



【 図 6 】

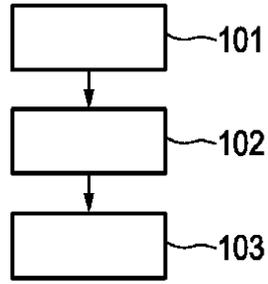


FIG. 6

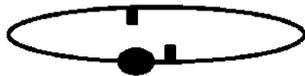
【 図 7 】

FIG. 7



【 図 8 】

FIG. 8



【 図 9 】

FIG. 9



## 【手続補正書】

【提出日】平成23年8月16日(2011.8.16)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

カテーテルの方向を決定するシステムであり：

カテーテル、

該カテーテルに付着した多数の非対称マーカ-、

該カテーテルの長さに沿って配置された線形マーキング要素、

該多数の非対称マーカ-及び該線形マーキング要素の投影像を生成する撮像ユニットであり、投影面に前記多数の非対称マーカ-及び前記線形マーキング要素を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記多数の非対称マーカ-及び前記線形マーキング要素の投影像を生成する検出ユニットを含む撮像ユニット、

前記多数の非対称マーカ-及び前記線形マーキング要素の投影像から前記多数の非対称マーカ-の方向を決定する方向決定ユニットであり、該多数の非対称マーカ-の決定された方向及び前記投影像における前記線形マーキング要素の経路に基づいて、前記カテーテルの経路を決定するカテーテル経路決定ユニットを含む、方向決定ユニット、

を含み、前記多数の非対称マーカ-は、該多数の非対称マーカ-の方向が、該多数の非対称マーカ-及び前記線形マーキング要素の投影像のみから決定可能であるようにされている、システム。

【請求項2】

前記非対称マーカ-は、全ての空間軸に関する鏡映において非対照的である、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記非対称マーカ-は、リング要素及び該リング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を含む、請求項1に記載のシステム。

【請求項4】

請求項3に記載のシステムであり、前記少なくとも1つの非対称要素はv形状であり、前記数無くとも1つのv形状の非対称要素の2つの足は、前記投影像において区別可能である、システム。

【請求項5】

請求項3に記載のシステムであり、前記方向決定ユニットは、前記投影面におけるリング要素の離心率から、該投影面に関する角部分の度合いを決定し、該投影面における前記少なくとも1つの比多角要素の配置から該投影面に関する角部分の方向を決定するようにされている、システム。

【請求項6】

請求項5に記載のシステムであり、

2つの非対称要素はv形状であり、

v形状の非対称要素の各々の2つの足は前記投影像において区別可能であり、

両方の非対称要素に対し、前記2つの足の接続点が前記リング要素に付着し、

前記2つの非対称要素は、前記リング要素が位置する平面に関して、該リング要素の反対側に配置され、

時計回りの方向の場合、前記非対称要素のうち1方の第1の足は、第2の足の前に位置し、半時計回りの方向の場合、前記非対称要素のうち他方の第1の足は、前記第2の足の前に位置し、

前記方向決定ユニットは、前記カテーテルが、

a) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足が、前記第2の足の左側に現れる場合、又はb) 前記非対称要素が前記リング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足は前記第2の足の右側に現れる場合、前記投影面から離れる方向に傾斜していると決定し、

c) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足が、前記第2の足の右側に現れる場合、又はb) 前記非対称要素が前記リング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に対し、前記第1の足は前記第2の足の左側に現れる場合、前記投影面へ向かう方向に傾斜していると決定する、

システム。

【請求項7】

前記多数の非対称マーカ―は、前記カテーテルに沿って所定の間隔において付着している、請求項1に記載のシステム。

【請求項8】

請求項7に記載のシステムであり、前記多数の非対称マーカ―は、前記カテーテルの複数の部分に付着し、前記方向決定ユニットは、前記投影像から該多数の非対称マーカ―の方向を決定し、該多数の非対称マーカ―の決定された方向から前記カテーテルの複数の部分の方向を決定するようにされており、前記方向決定ユニットは、前記カテーテルのモデルを供給するカテーテル・モデル供給ユニットを含み、前記カテーテル経路決定ユニットは、前記カテーテルが、該カテーテルの複数の部分の決定された方向に対応するように、該カテーテルの供給されたモデルを配置することによって該カテーテルの経路を決定するようになっている、システム。

【請求項9】

非対称マーカ―の決定された方向からカテーテルの方向を決定するために該カテーテルに付着させるための非対称マーカ―であり、撮像ユニットによって生成された該非対称マーカ―の投影像のみから該非対称マーカ―の方向を決定することを可能にするようにされた非対称マーカ―であり、前記撮像ユニットは、投影面に該非対称マーカ―を投影されるための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記非対称マーカ―の投影像を生成する検出ユニットを含み、該非対称マーカ―は、リング要素及び該リング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を含み、該少なくとも1つの非対称要素はv形状であり、前記のv形状の少なくとも1つの非対称要素の2つの足は、前記投影像において区別可能である、非対称マーカ―。

【請求項10】

請求項9に記載の非対称マーカ―を含むカテーテル。

【請求項11】

多数の非対称マーカ―の方向を該多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素の投影像から決定する方向決定ユニットであり、該多数の非対称マーカ―は、前記カテーテルに付着しており、前記線形マーキング要素は、該カテーテルの長さに沿って配置されており、前記投影像は撮像ユニットによって生成され、該撮像ユニットは、投影面に前記多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素の投影像を生成する検出ユニットを含み、前記多数の非対称マーカ―は、該多数の非対称マーカ―の方向が、該多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素の投影像のみから決定することが可能であり、前記方向決定ユニットは、前記多数の非対称マーカ―の決定された方向及び前記投影像における前記線形マーキング要素の経路に基づいて前記カテーテルの経路を決定するためのカテーテル経路決定ユニットを含む、方向決定ユニット。

【請求項12】

多数の非対称マーカ―を含むカテーテルの方向を決定する方法であり：

該多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素の投影像を撮像ユニットによって生成するステップであり、該撮像ユニットは、投影面に前記多数の非対称マーカ―及び線形マーキング要素を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前

記多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素の投影像を生成する検出ユニットを含む、ステップ、

前記多数の非対称マーカーの方向を前記多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素の投影像のみから決定するステップ、

前記カテーテルの経路を前記多数の非対称マーカーの決定された方向及び前記前記投影像における前記線形マーキング要素の経路から決定するステップ、

を含む方法。

【請求項 13】

方向決定方法であり：

多数の非対称マーカーの方向を、該多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素の投影像から決定するステップ、

カテーテルの経路を、該多数の非対称マーカーの決定された方向及び前記投影像における前記線形マーキング要素の経路から決定するステップ、

を含み、該非対称マーカーは前記カテーテルに付着し、前記線形マーキング要素は該カテーテルの長さに沿って配置され、前記投影像は撮像ユニットによって生成され、該撮像ユニットは、投影面に前記多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素を投影するための放射線を生成する放射線源及び該投影面に投影された前記多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素の投影像を生成する検出ユニットを含み、前記多数の非対称マーカーは、該多数の非対称マーカーの方向が、該多数の非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能である、方法。

【請求項 14】

多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムであり、請求項1に記載のシステムが、該コンピュータ・プログラムが該システムを制御するコンピュータで実行されるとき、請求項12に記載の方法のステップを実施するようにするプログラム・コード手段を含む、コンピュータ・プログラム。

【請求項 15】

多数の非対称マーカー及び線形マーキング要素を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムであり、請求項11に記載の方向決定ユニットが、該コンピュータ・プログラムが該方向ユニットを制御するコンピュータで実行されるとき、請求項13に記載の方法のステップを実施するようにするプログラム・コード手段を含む、コンピュータ・プログラム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カテーテルの方向を決定するシステム、そのカテーテルの方向を決定するためにそのカテーテルに付着させるための非対称マーカー、その非対称マーカーを含むカテーテル、方向決定ユニット、及びその非対称マーカーを含むカテーテルの方向を決定する方法及びコンピュータ・プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献1は、カテーテルの方向を決定するためのシステムを開示している。放射状マーカー・バンドは、所定の間隔でそのカテーテルの遠位端を取り囲む。さらに、V字形の非対称マーカーは、そのカテーテルの遠位端の近くに付着している。そのカテーテルの方向を決定するために、その放射状マーカー・バンド、非対称マーカー及びそのカテーテル

自体の遠位端の投影像が必要である。

【0003】

これは、その投影像における単一のマーカを検出することは、そのカテーテルの方向を決定することを可能にしないことを意味する。すなわち、少なくともその放射状マーカ・バンド、カテーテルの遠位端及び非対称的マーカを撮像しなければいけない。これらの異なる要素は、認識ユニットによってその投影像において認識されなければいけなく、これらの異なる要素の各々に対して、他の認識アルゴリズムが使用されなければいけない。さらに、その異なる認識された要素の形状及び方向は、カテーテルの方向を決定するために組み合わせられなければいけない。このカテーテルの方向の決定は、非常に複雑であり、時間がかかる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第6,493,575 B1号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の目的は、カテーテルの方向を決定するシステム、そのカテーテルの方向を決定するためにそのカテーテルに付着させるための非対称マーカ、その非対称マーカを含むカテーテル、方向決定ユニット、及び非対称マーカを含むカテーテルの方向を決定するための方法及びコンピュータ・プログラムを提供することであり、それらは、カテーテルの方向のより単純で時間のかからない決定を可能にする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の1態様において、カテーテルの方向を決定するシステムが提供され、そのシステムは：

カテーテル、

そのカテーテルに付着した多数の非対称マーカ、

そのカテーテルの長さに沿って配置された線形マーキング要素、

それらの非対称マーカ及び線形非対称要素の投影像を生成するための撮像ユニットであり、その撮像ユニットは、非対称マーカ及び線形非対称要素を投影面に投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ及び線形非対称要素の投影像を生成するための検出ユニット、

それらの非対称マーカ及び線形非対称要素の投影像からそれらの非対称マーカの方向を決定する方向決定ユニットであり、それらの非対称マーカの決定された方向及び線形マーキング要素の投影像における経路に基づいて、カテーテルの経路を決定するカテーテル経路決定ユニット、

を含み、それらの非対称マーカは、それらの非対称マーカの方向をそれらの非対称マーカ及び線形マーキング要素の投影像のみから決定することが可能であるように適合されている。

【0007】

それらの非対称マーカは、その非対称マーカの方向をその非対称マーカの投影像のみから決定することが可能であるようになっており、そのカテーテルに付着している各非対称マーカに対し、それぞれの非対称マーカがカテーテルに付着している位置においてそれぞれの非対称マーカの方向を決定することができる。非対称マーカのカテーテルに関する位置及び方向は既知であることから、その方向決定ユニットは、決定された非対称マーカの方向に基づいてカテーテルの方向を決定することができる。

【0008】

そのカテーテルは、電気生理学的介入、特に電気生理学的アブレーション介入の間に使用されるようになっているカテーテルであるのが優先的である。例えば、そのカテーテル

は、それが心臓内に位置する場合は、物体、特に心壁の心臓組織の切断を可能にするアブレーション・カテーテルである。さらに、又はその代わりに、そのカテーテルは、そのカテーテルを配置することが可能な物体を感知及び/又は洗浄するための要素を含み得る。例えば、そのカテーテルは、人間又は動物の心臓、又は他の臓器又は技術的物体などの他の物体内に配置可能であってよい。

【0009】

撮像ユニットは、その非対称マーカーの投影像を生成することを可能にする投影ユニットである。その撮像ユニットは、特にカテーテルが人間又は動物の心臓などの物体内に位置する間にそれらの非対称マーカー及び線形マーキング要素の2次元投影像を供給するためのX線蛍光透視装置であるのが優先的である。その撮像ユニットは、電気生理学的介入の間の投影像を供給するようになっている。これは、そのような電気生理学的介入の間にカテーテルの方向を決定することを可能にする。

【0010】

それらの非対称マーカーは、それぞれの非対称マーカーの方向を、その非対称マーカーの投影像のみから決定することが可能であるようにされる。これは、投影面に関する少なくとも角度の度合い及び方向が、非対称マーカーだけで決定することが可能であることを優先的に意味する。

【0011】

それらの非対称マーカーは、全ての空間軸に関する鏡映(mirroring)において非対称であるのがさらに好ましい。

【0012】

それらの非対称マーカーは、リング要素及びそのリング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を有するのがさらに好ましい。そのリング要素は、カテーテルを取り囲んでいるのが望ましい。優先的に、そのリング要素には2つの非対称要素が付着している。

【0013】

その少なくとも1つの非対称要素は、v形状であるのがさらに好ましく、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の2つの足は、投影像において区別可能である。好ましくは、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の足の1つは、投影像においてその2つの足を区別するために、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の他方の足よりも短い。

【0014】

その少なくとも1つの非対称要素は、v形状であることがさらに好ましく、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の1つの足の端部には、2つの足を区別するために端部要素が配置されている。その端部要素は、その端部要素が位置する側において、その足の縦方向を横切る方向、特にそれに直交する方向において、この足の直径よりも大きい寸法を有するのが好ましい。その端部要素は、その端部要素が位置する足の直径よりも大きい直径を有する球状要素であるのが好ましい。その端部要素は、v形状の非対称要素のより長い足の端部に位置しているのがさらに好ましい。

【0015】

方向決定ユニットは、その投影面に関する角度を投影像におけるリング要素の離心率から決定し、その投影面に関する角度の方向をその投影像における少なくとも1つの非対称要素の配置から決定するようになっている。

【0016】

例えば、その非対称マーカーが位置するカテーテルの投影面又は検出ユニットに平行に走る一部分に対し、リング要素はラインとしてだけ見なしてよい一方、そのカテーテルの投影面又は検出ユニットに直交するこの部分に対し、そのリングは、円として見なしてよい。全ての他の角度に対し、そのリング要素は楕円として見なしてよく、その離心率は、投影面又は検出ユニットに関するカテーテル角度を決定する。そのカテーテルの関連する部分が投影面又は検出ユニットに向かって傾いているか、又はそれから離れて傾いているかに関する残っている不確実性は、少なくとも1つの非対称要素を分析することによって、特に、v形状の少なくとも1つの非対称要素の2つの足の位置を分析することによって解

決される。そのシステムは、カテーテルが既知の傾斜位置にある場合、その少なくとも1つの非対称要素の出現を投影像において検出することによって較正することができる。従って、較正によって、その少なくとも1つの非対称要素の出現は、投影面に向かう又はその投影面から離れる傾斜に割り当てることができ、この割り当ては、そのカテーテルの傾斜を決定するために方向決定ユニットによって使用されることができる。

【0017】

2つの非対称要素はv形状であり、

v形状の各非対称要素の2つの足は、投影像において区別可能であり、

両方の非対称要素に対して、2つの足の接続点がリング要素に付着しており、

その2つの非対称要素は、リング要素が位置する平面に関してそのリング要素の反対側に配置され、

時計回り方向の場合、非対称要素のうち1つの第1の足は、第2の足の前に位置し、反

時計回り方向の場合、その非対称要素のうち他方の第1の足は、第2の足の前に位置し、

方向決定ユニットは、カテーテルが傾いているかを決定するようになっており、そのカテーテルが、

a) 非対称要素がリング要素の内部に現れ、両方の非対称要素に関して第1の足が第2の足の左側に現れる場合、又はb) その非対称要素がそのリング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に関して第1の足が第2の足の右側に現れる場合、投影面から離れて傾いていると決定し、

c) 非対称要素がリング要素内に現れ、両方のリング要素に対して、第1の足がその非対称要素の第2の足の右側に現れる場合、又はd) 非対称要素がリング要素の外側に現れ、両方の非対称要素に対して、その非対称要素の第1の足が第2の足の左側に現れる場合には、その投影面に向かって傾いていると決定する。

【0018】

それらの非対称マーカ-は、カテーテルに沿って所定の間隔で付着しているのがさらに好ましい。

【0019】

その多数の非対称マーカ-は、カテーテルの複数の部分に付着しているのがさらに好ましく、その方向決定ユニットは、その多数の非対称マーカ-の方向を投影像から決定し、カテーテルの複数の部分の方向を、その決定された多数の非対称マーカ-の方向から決定するようになっており、その方向決定ユニットは、さらに、カテーテルのモデルを供給するためのカテーテル・モデル供給ユニット及びそのカテーテルの経路を、その供給されたカテーテルのモデルがそのカテーテルの複数部分の決定された方向に対応するように、そのカテーテルのモデルを配置することによって、決定するためのカテーテル経路決定ユニットを含むのがさらに好ましい。そのカテーテル・モデルは、例えば、そのカテーテルの弾性力学的モデルであり、そのカテーテルは、よじれることがなく滑らかに曲げることだけが可能だと推定されている。

【0020】

数個の非対称マーカ-が存在する場合、数個の非対称マーカ-に対して方向を決定することができ、それによってカテーテル経路の方向を特に、3次元において、場合によってはそのカテーテル・モデルと協働して決定することが可能になる。

【0021】

そのカテーテル経路決定ユニットは、そのカテーテルの経路を投影像におけるカテーテルの経路に基づいて決定するようになっており、そのカテーテルの経路に基

【0022】

撮像ユニットは、投影面における多数の非対称マーカ-を投影し、その投影面において投影された多数の非対称マーカ-の投影像を生成するようになっており、そのカテーテル経路決定ユニットは、その多数の非対称要素の投影像から、投影面に投影されたカテーテルの経路を決定するようになっており、そのカテーテルの経路に基

【0023】

その線形マーキング要素は、そのカテーテルの中心に沿って配置されていることが優先的である。その線形マーキング要素はワイヤであるのが好ましい。

【0024】

撮像ユニットは、その線形マーキング要素を投影面において投影し、その投影面に投影された線形マーキング要素の投影像を生成するのがさらに好ましく、そのカテーテル経路決定ユニットは、その投影面に投影されたカテーテルの経路を、線形マーキング要素の投影像から決定するようになっている。

【0025】

そのカテーテル経路決定ユニットは、そのカテーテルの経路の位置を、その投影像を生成する放射線の経路に沿って、その放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める所定の制約 (constraint) に基づいて決定するようになっている。特に、そのカテーテル経路決定ユニットは、カテーテル全体の投影面に直角な方向における絶対シフトをそのカテーテル経路の所定の制約に基づいて決定するようになっているのがさらに好ましい。例えば、そのカテーテルが心臓のような期間内に配置されている場合、解剖学的拘束が存在し得る。もし、例えば、そのカテーテルが既知の物体内に配置され、その物体、例えば、既知の人体の心臓内などの位置及び方向が既知である場合、そのカテーテル全体の可能な位置、特にと投影面に垂直な方向における可能な位置は既知であり、そのカテーテル全体のこの方向における絶対シフトを決定するのに使用することができる。

【0026】

少なくとも2つの非対称マーカが互いに関して回転され、カテーテルの中心の長さに沿って及びその中心に沿って位置する回転軸に関して回転されるのがさらに好ましい。これは、いくつかの非対称要素が、その軸の周りのカテーテルの回転に関係なく常に縮小をほぼせずに見ええることを保証する。

【0027】

本発明のさらなる態様において、カテーテルの方向を、非対称マーカ<sub>1</sub>の決定された方向から決定するためにカテーテルに付着された非対称マーカ<sub>2</sub>が供給され、その非対称マーカ<sub>2</sub>は、その非対称マーカ<sub>2</sub>の方向を、投影面にその非対称マーカ<sub>2</sub>を投影するために放射線を生成する放射線源を含む撮像ユニット及びその投影面に投影された非対称マーカ<sub>2</sub>の投影像を生成するための検出ユニットによって生成される非対称マーカ<sub>2</sub>の投影像のみから決定することを可能にするようになっており、その非対称マーカ<sub>1</sub>は、リング要素及びそのリング要素に付着した少なくとも1つの非対称要素を含み、その少なくとも1つの非対称要素はv形状であり、その少なくとも1つのv形状の非対称要素の2つの足は、その投影像において区別可能である。

【0028】

本発明のさらなる態様において、請求項9において定められるような非対称マーカ<sub>1</sub>を有するカテーテルが提供される。

【0029】

本発明のさらなる態様において、方向決定ユニットが供給され、その方向決定ユニットは、多数の非対称マーカ<sub>1</sub>の方向を、それらの非対称マーカ<sub>1</sub>及び線形マーキング要素の投影像から決定するようになっており、それらの非対称マーカ<sub>1</sub>は、カテーテルに付着しており、その線形マーキング要素は、カテーテルの長さに沿って配置され、投影像は、撮像ユニットによって生成され、その撮像ユニットは、投影面においてそれらの非対称マーカ<sub>1</sub>及び線形マーキング要素を投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ<sub>1</sub>及び線形マーキング要素の投影像を生成するための検出ユニットを含み、その非対称マーカ<sub>1</sub>は、それらの非対称マーカ<sub>1</sub>及び線形マーキング要素の投影像のみからそれらの方向を決定することが可能であるようになっており、その方向決定ユニットは、それらの非対称マーカ<sub>1</sub>の決定された方向及び投影像における線形マーキング要素の経路に基づいてそのカテーテルの経路を決定するためのカテーテル経路決定ユニットを含む。

【0030】

本発明のさらなる態様において、多数の非対称マーカ－及び線形マーキング要素を含むカテーテルの方向を決定する方法が供給され、その方法は：

非対称マーカ－の投影像を撮像ユニットによって生成するステップであり、その撮像ユニットは、それらの非対称マーカ－及び線形マーキング要素を投影面に投影するための放射線を生成するための放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ－及び線形マーキング要素の投影像を生成するための検出ユニットを含む、ステップ、

それらの非対称マーカ－及び線形マーキング要素の方向を、それらの非対称マーカ－及び線形マーキング要素の投影像のみから決定するステップ、

カテーテルの経路を、それらの非対称マーカ－の決定された方向及び投影像における線形マーキング要素の経路から決定するステップ、を含む。

【0031】

本発明のさらなる態様において、その方向決定方法が提供され、その方法は：

多数の非対称マーカ－の方向を、それらの非対称マーカ－及び線形マーキング要素の投影像から決定するステップ；

カテーテルの経路を、それらの非対称マーカ－の決定された方向及び投影像における線形マーキング要素の経路から決定するステップ、

を含み、

それらの非対称マーカ－は、カテーテルに付着しており、その線形マーキング要素は、そのカテーテルの長さに沿って配置されており、その投影像は、撮像ユニットによって生成され、その撮像ユニットは、それらの非対称マーカ－及び線形マーキング要素を投影面に投影するための放射線を生成する放射線源及びその投影面に投影された非対称マーカ－及び線形マーキング要素の投影像を生成するための検出ユニットを含む。それらの非対称マーカ－は、その非対称マーカ－の方向が、その非対称マーカ－及び線形マーキング要素の投影像のみから決定することが可能であるようになっている。

【0032】

本発明のさらなる態様において、多数の非対称マーカ－及び線形マーキング要素を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムが供給される。そのコンピュータ・プログラムは、システムを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項1において定義されたシステムが請求項12において定義される方法のステップを実行するようにさせるコード手段を含む。

【0033】

本発明のさらなる態様において、多数の非対称マーカ－及び線形マーキング要素を含むカテーテルの方向を決定するためのコンピュータ・プログラムが供給され、そのコンピュータ・プログラムは、方向付けユニットを制御するコンピュータ上で実行されるとき、請求項11において定義されたような方向付けユニットが請求項13において定義されるような方向付け方法のステップを実行するようにさせるコード手段を含む。

【0034】

当然のことながら、請求項1におけるシステム、請求項9の非対称マーカ－、及び請求項10のカテーテル、請求項11の方向決定ユニット、請求項12及び13の方法、及び請求項14及び15のコンピュータ・プログラムは、従属項において定義されるように類似の及び/又は同一の望ましい実施形態を有する。

【0035】

当然のことながら、本発明の望ましい実施形態は、従属項と関連する独立項との如何なる組み合わせであってもよい。

【0036】

本発明のこれら及び他の態様は、以下に記載される実施形態を参照して明らかになり解明されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】カテーテルの方向を決定するためのシステムを概略的且つ模範的に示す図である。

【図2】非対称マーカが付着したカテーテルの遠位端を概略的且つ模範的に示す図である。

【図3】非対称マーカを概略的且つ模範的に示す図である。

【図4】3つのカテーテルの非対称マーカ及び線形要素を概略的且つ模範的に示す図である。

【図5】3つのカテーテルの非対称マーカを示す投影像を概略的且つ模範的に示す図である。

【図6】カテーテルの方向を決定するための方法を模範的に示すフローチャートである。

【図7】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【図8】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【図9】非対称マーカの実施形態を概略的且つ模範的にさらに示す図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例】

【0038】

図1は、カテーテル2の方向を決定するためのシステム1を概略的且つ模範的に示す。このシステム1は、カテーテル2及びそのカテーテルに付着した非対称マーカを含む。その非対称マーカは、例えば図2及び3を参照して以下にさらに説明される。カテーテル2の方向を決定するためのシステム1は、さらに、その非対称マーカの投影像を生成するための撮像ユニット25を含み、その撮像ユニット25は、その非対称マーカを投影面に投影するための放射線4を生成する放射線源3及びその投影面に投影された非対称マーカの投影像を生成するための検出ユニット5を含む。

【0039】

検出ユニット5は、2次元検出面を有するのが優先的であり、その投影面は、その2次元検出面に位置する。

【0040】

放射線源3及び検出ユニット5を含む撮像ユニット25は、この実施形態において、2次元X線投影像を生成するためのX線蛍光透視撮像ユニットである。

【0041】

システム1は、さらに、非対称マーカの投影像からその非対称マーカの方向を決定し、カテーテル2の方向をその決定された非対称マーカの方向から決定するための方向決定ユニット6を含む。

【0042】

カテーテル2は、カテーテル制御ユニット7によって制御される。カテーテル2は、心壁の心臓組織を切断するためのアブレーション・カテーテルであるのが優先的である。図1において、カテーテル2の遠位端は、電気生理学的アブレーション介入を実施するための人間9の心臓8の中へと導入されている。人間9は、患者台(patient table)10の上に位置している。

【0043】

カテーテル制御ユニット7及びカテーテル2は、そのカテーテル2を人間9の心臓8の中へ及びその中でステアリングするようになっている。さらに、そのアブレーション制御ユニット7及びカテーテル2は、心臓組織にアブレーション・エネルギーを加えるようになっている。例えば、そのカテーテルは、ラジオ周波エネルギー(radio frequency energy)などの電気エネルギーを心臓組織に加えるためのアブレーション要素を含む。その代わりに、又はさらに、カテーテル2及びカテーテル制御ユニット7は、例えば、アブレーションのためのレーザー源及び/又はマイクロ波などの光エネルギーを使用する及び/又は冷凍アブレーションを実施するようにしてもよい。そのカテーテル制御ユニット7及びカテーテル2は、さらに、例えば心臓の電気信号を測定するための感知電極などの感知素子を使用することによってその心臓組織を感知するようになすことができる。そのカテーテル制

御ユニット7及びカテーテル2は、さらに、心臓組織、特に切断された心臓組織を洗浄及び/又は冷却するようにすることができる。

【0044】

図2は、カテーテル2の遠位端17を概略的且つ模範的に示す。非対称マーカ-11は、カテーテル2の遠位端17に付着している。そのカテーテル無し非対称マーカ-11は、図3において概略的且つ模範的に示されている。

【0045】

非対称マーカ-11は、リング要素12及び少なくとも1つの非対称要素13を含む。この実施形態において、2つの非対称要素13がリング要素12に付着している。リング要素12は、カテーテル2の遠位端17を取り囲む。

【0046】

非対称要素13は、v形状であり、そのv形状の非対称要素の1方の足はそのv形状の非対称要素13の他方の足よりも長い。すなわち、非対称要素13は、より長い足14及びより短い足15を有する。端部要素16は、2つの足14、15の接続から離れる方向に向いて、より長い足13の端部に位置する。もう1つの実施形態において、その端部要素16は、欠けているか又は2つの足14、15が同じ長さを有し得る。

【0047】

端部要素16は、足14の長さ方向に対して横方向の、特に直角な方向において寸法を有し、それは、足14の直径よりも大きい。端部要素16は、足14の直径よりも大きい直径を有する球状要素であるのが好ましい。

【0048】

非対称要素13の2つの足14、15の接続点は、その2つの足14、15及び端部要素16が、リング要素12の内径に似た外径を有し、そのリング要素12に囲まれている仮想円筒形の中に突起しないようにそのリング要素12に付着している。

【0049】

好ましくは、その非対称マーカ-11は、2つの非対称要素13を含み、その2つの非対称要素13は、リング要素12が位置する平面に関してそのリング要素12の反対側に配置されている。時計回り方向の場合、より長い足及び/又は非対称要素のうち1つの端部要素を持つ足が他方の足の前に位置し、反時計回り方向の場合、より長い足及び/又は非対称要素の他方の端部要素を持つ足は、他方の足の前に位置しているのがさらに好ましい。

【0050】

非対称マーカ-11は、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的である。もう1つの実施形態において、非対称要素11の代わりに、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的な他の如何なる非対称要素も使用することができる。他の非対称要素の例は、図7乃至9を参照して以下にさらに記載されている。

【0051】

カテーテルは、数個の非対称マーカ-を含むことができる。さらに、数個のカテーテルは、人間9の心臓8内における電気生理学的介入の間に使用することができる。数個の非対称マーカ-11を持つカテーテル及び線形マーキング要素19は、概略的且つ模範的に図4に示されている。

【0052】

線形マーキング要素19は、関連するカテーテルの中心に沿って配置されるのが好ましく、ワイヤであるのが好ましい。

【0053】

方向決定ユニット6は、非対称マーカ-の投影像からその非対称マーカ-11の方向を決定するようになっている。その方向決定ユニット6は、そのカテーテルの関連する非対称マーカ-が位置する部分の角部分の度合いを、投影面、すなわち、例えば、2次元検出面が位置する平面と、その関連する非対称マーカ-が位置するカテーテルの部分との間の角度として、その投影像におけるリング要素12の離心率から決定するようにされている。心臓8を横切る放射線の形状及びリング要素12の形状は既知であり、この角部分の度合いは

、投影像におけるリング要素12の離心率に基づいて決定することができる。例えば、カテータルの関連する非対称マーカが位置する部分が、2次元検出面に平行である場合、リング要素12は、ラインとしてだけ見なしてよいが、一方、その非対称マーカが位置するカテータルの部分が2次元検出面に垂直に走る場合、そのリング要素12は、円形として見なしてよい。全ての他の角部分に対し、そのリング要素は、楕円として見えてもよく、その離心率は、カテータルの非対称要素が位置する部分と2次元検出面との間の角度を決定する。撮像ユニット及び方向決定ユニットは、リング要素12の離心率を投影像において非対称マーカの異なる既知の角度位置に対して決定することによって校正することができる。これは、角部分の度合い、すなわち、非対称マーカが位置するカテータルの部分の2次元検出面に関する角度を、非対称マーカ11のリング要素12の離心率を分析することによって決定することを可能にする。カテータルの関連する部分が2次元検出面に向かって傾斜しているか、又はその2次元検出面から離れる方向に傾斜しているかに関して残る不確実性は、非対称要素13を分析することによって解決される。撮像ユニット及び方向決定ユニットは、非対称マーカを有するカテータルの部分を、その2次元検出面に向かう且つ2次元検出面から離れる方向へ傾け、その非対称要素の投影像における方向を、その非対称マーカが位置するカテータルの部分の関連する傾斜に割り当てることによって校正することができる。これは、そのカテータルの関連する非対称マーカが位置する部分とその2次元検出面に前方向に又は後ろ方向に傾いているかを、投影像における非対称要素の方向を分析することによって決定することを可能にする。

#### 【0054】

1実施形態において、方向決定ユニットは、非対称要素13がリング要素12の内部又は外部にあるか、及び、より長い足14及び/又は端部要素16を含む足14がより短い足15の左又は右にあるかを決定するようにされている。方向決定ユニットは、a) 非対称要素がリング要素の内部にあり、より長い足及び/又は端部要素を含む足がより短い足の左にある場合、又はb) 非対称要素がリング要素の外側にあり、より長い足及び/又は端部要素を含む足がより長い足の右側にある場合、関連する非対称要素が位置するカテータルの部分が2次元検出面から離れて傾斜していることを決定するようにさらになっているのが好ましい。その方向決定ユニットは、c) 非対称要素がリング要素の内部に現れ、より長い足及び/又は端部要素を含む足がその非対称要素のより短い足の右に現れる場合、又はd) その非対称要素が、リング要素の外側に現れ、より長い足及び/又はその非対称要素の端部要素を含む足がより短い足の左に現れる場合、関連する非対称要素が位置するカテータルの部分が2次元検出面に向かって傾斜していることを決定するようにされているのがさらに好ましい。

#### 【0055】

カテータルの付着した数個の非対称マーカ11が、これらの非対称マーカが位置するカテータルの部分が互いに関して回転しない場合、互いに関して回転する。これは、その非対称マーカが位置するカテータルの部分が互いに関して回転していない場合、少なくとも2つの隣の非対称マーカの非対称要素13は、カテータルに平行な方向において一致しないことを意味する。方向決定ユニットは、縦方向のカテータル方向によって定義される回転軸及び/又はリング要素内において中心に配置された軸の周りの非対称マーカの回転位置が既知である場合、投影像における非対称マーカを検出することによって校正することが出来る。従って、投影像における非対称マーカの異なる外見は、校正によって異なる回転位置に割り当てられ、これらの割り当ては、その非対称マーカの回転位置を決定するための方向決定ユニットによって使用され得る。カテータルの数個の部分に付着した数個の非対称マーカの回転位置が決定される場合、そのカテータルのねじれを決定することができる。

#### 【0056】

多数の非対称マーカ11がカテータル2の部分に付着し、方向決定ユニット6は、投影像からその多数の非対称マーカ11の方向を決定し、その決定された多数の非対称マーカ11の方向から、カテータル2の複数部分の方向を決定するようにされている。その方向決

定ユニット6は、カテーテル2のモデルを供給するためのカテーテル・モデル供給ユニット29及びその供給されたカテーテル2のモデルを、カテーテル2の複数部分の決定された方向に対応するように配置することによってカテーテル2の経路を決定するカテーテル経路決定ユニット21を含む。そのカテーテル・モデルは、例えば、そのカテーテルの弾性力学的モデルであり、そのカテーテルは、滑らかに、すなわちねじれずに曲げられると考えられている。

【0057】

カテーテル経路決定ユニット21は、カテーテルの経路を、非対称要素の決定された方向及び投影像におけるカテーテルの経路に基づいて決定するようになっているのがさらに好ましい。そのカテーテルの投影像における経路は、多数の非対称要素の投影像から決定されるのが好ましい。そのカテーテル経路決定ユニット21は、また、線形マーキング要素19が存在する場合、その投影像から、投影面に投影されたカテーテルの経路を決定することができる。

【0058】

カテーテル経路決定ユニット21は、さらに、放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める所定の制約に基づいて、投影像を生成する放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の位置を決定するようにされている。特に、そのカテーテル経路決定ユニット21は、カテーテル全体の投影面に垂直な方向における絶対シフトを、カテーテル経路の所定の制約に基づいて決定するようになっているのが好ましい。例えば、カテーテル2が心臓8のような器官内に配置されている場合、解剖学的制約が存在し得る。もし、例えば、カテーテル2が、位置及び方向が知られている既知の物体内、例えば、既知の人体の心臓内に配置されている場合、そのカテーテル全体の可能な位置、特に投影面に垂直な方向における位置は既知であり、そのカテーテル全体のこの方向における絶対シフトを決定するのに使用することができる。

【0059】

1実施形態において、その投影面において決定されたカテーテル経路は、各マーカー位置において、カテーテルが関連のマーカー位置に向かう投影面に平行な方向構成要素を決定するのに使用することができる。上記に記載されたように、その投影面におけるマーカー・アセンブリの出現は、その投影面に対するカテーテルの方向、すなわち、その投影面に垂直なカテーテル方向の構成要素を決定するのに使用することができる。まとめると、これは、カテーテルが3次元において関連のマーカー位置に向かう方向を定義する。特に、数個のマーカーがカテーテルに付着している場合、及びそのカテーテル方向がマーカーの各々に対して決定される場合、弾性力学的モデルが、そのカテーテルの3次元経路を決定するために使用され得る。そのカテーテルは、なめらかに曲げることができるのみであり、その方向は、その経路に沿って数個の地点で既知であることから、その完全な経路は、既知の方向から、その弾性力学的モデルを既知のカテーテル方向に一致させることによって再構成することができる。そのモデルを一致させる際に、投影面に平行なカテーテル経路は、投影像から知られている。その投影面に垂直な経路の構成要素は、放射線の経路に沿ってカテーテルの経路の可能な位置を定める拘束を使用することによって決定することができる。

【0060】

図5は、人間の胸部の内部における異なる角度で3つのカテーテルの投影像18を概略的且つ模範的に示す。楕円21内の非対称マーカーを含むカテーテルは、2次元検出面に実質的に平行に及ぶ。すなわち、リング要素は、実質的にラインとして見える。その非対称マーカーを楕円23内に含むカテーテルは、検出面に実質的に垂直に及ぶ。すなわち、そのリング要素は、実質的にほぼ円形として見える。その非対称マーカーを楕円22内に含むカテーテルは、楕円21及び23内にそれぞれ非対称マーカーを含むカテーテルの角度間の角度を含む。すなわち、その楕円22内の非対称マーカーは、明らかに、楕円23内の非対称マーカーの離心率よりも大きい離心率を有する楕円形である。

【0061】

図5において、実質的に非対称マーカ-11だけが投影像18において見ることができることが推定される。しかし、一般的に投影像において、カテーテルの他の部分及び物体、例えば人間の心臓の部分も示されている。

【0062】

非対称マーカ-は、カテーテルに付着していることから、非対称マーカ-の方向を決定することによって、その非対称マーカ-が位置するカテーテルの部分が決定される。これらの決定されたカテーテルの部分の方向を、例えば、カテーテルの弾性モデルを使用してつなげることによって、そのカテーテルの方向が決定でき、例えば表示部に示すことが出来る。以下において、非対称マーカ-を含むカテーテルの方向を決定する方法が、図6に示されるフローチャートに関して模範的に記載される。

【0063】

カテーテル2は、患者9の心臓8の中へ導入されており、ステップ101において、撮像ユニット25が非対称マーカ-又は多数の非対称マーカ-の投影像を生成し、放射線源3は、非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-を投影面に投影するために放射線4を生成し、その投影面に投影された非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-の投影像は、その放射線を検出することによって検出ユニットによって生成される。

【0064】

ステップ102において、非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-11の方向は、その非対称マーカ-又は多数の非対称マーカ-の投影像のみから決定される。ステップ103において、カテーテルの方向は、その非対称マーカ-11又は多数の非対称マーカ-11の決定された方向から決定され、特に、そのカテーテルの経路が、特に3次元において決定される。そのカテーテルのモデルは、そのカテーテルに付着した非対称マーカ-の決定された方向に対応するように配置されるのが望ましい。さらに、その投影像におけるそのカテーテルの経路及び/又は放射の経路に沿ったそのカテーテルの経路の可能な位置を定義する既知の制約が、さらにそのカテーテル経路を3次元において決定するために使用されるのが望ましい。

【0065】

カテーテルの方向の決定は、望ましくは、電気生理学的アブレーション介入の間に実施され、それによってそのアブレーション処置を実施している間にカテーテルを監視することを可能にする。

【0066】

非対称マーカ-は、当然、投影像において可視的である。すなわち、その非対称マーカ-は、金のような金属で望ましくは作られている放射線を通さないマーカ-であるのが望ましい。また、他の放射線を通さない材料もマーカ-材料として使用することができる。

【0067】

その方向決定ユニットは、非対称マーカ-、従って、その非対称マーカ-が付着したカテーテルの位置及び方向を決定することを可能にする。

【0068】

2次元検出面に平行な平面におけるカテーテルの経路は、非対称マーカ-のシーケンス又はそのカテーテルの中心に沿って走るワイヤであるのが望ましい追加の線形マーキング要素から推論することができる。その2次元検出面に垂直な角部分は、非対称マーカ-の特別な形状によって推論することができる。投影像におけるリング要素の出現は、2次元検出面とカテーテルとの間の角度を決定する。その2次元検出面に平行に及ぶカテーテルに対し、そのリング要素は、ラインのみとして見られ、その2次元検出面に垂直に及ぶカテーテルに対し、そのリング要素は、円形として見られる。他の全ての角部分に対し、そのリング要素は楕円として見え、その離心率は、その検出面に関するカテーテル角度を決定する。カテーテルが2次元検出面に向かって又はその検出面から離れる方向に傾斜している場合に残る不確実性は、非対称要素を分析することによって解決される。

【0069】

上記に述べたように、望ましい実施形態において、それらの非対称要素は、カテーテル

のその軸の周りの回転に関わらず、いくつかの非対称要素がほぼ縮小せずに常に目に見えるように、そのカテーテル軸の周りにおける異なる回転でカテーテルに付着する。

【0070】

方向決定ユニットは、投影像における非対称マーカを検出するようにされている。これは、それらの非対称マーカの形状が正確に知られていることから、既知の画像処理方法によって容易に可能である。

【0071】

カテーテル経路は、他に追加のX線投影からリアルタイムで3次元において、追加のトラッキング・システムを使用せずに再構築することができる。これは、介入の間のナビゲーションを簡略化し、事前に動作可能なように取得された3次元画像への登録及びその内部でのナビゲーションを可能にする。

【0072】

非対称要素がv形状であり、2つの足が異なる長さを有する場合、その非対称要素の方向は、その非対称要素のより長い足及びその端部にあると考えられる追加の球状要素によって投影像から容易に決定することができる。

【0073】

金属ワイヤ及び/又は球状端部要素は、金で作られているのが望ましい。

【0074】

上記に記載された実施形態において、非対称マーカは、ある一定の非対称要素を含むリング要素であるが、他の実施形態では、その非対称マーカは、全ての空間軸に関する鏡映(mirroring)において非対称的である他のマーカであってもよい。非対称マーカの例は、図7乃至9に示されている。これらの非対称マーカは、リング要素及びそのリング要素に付着した非対称要素を含む。当然のことながら、それらの非対称要素は、特に全ての空間軸に関して非対称的であることは強制されない。それらの非対称要素は、それらがリング要素に付着している場合、非対称マーカを非対称的にする要素である。

【0075】

上記に記載された実施形態において、その非対称マーカはリング要素を含み、2つ又はそれ以上の非対称要素はリング要素に付着しているが、他の実施形態において、単一の非対称要素だけがリング要素に付着することができ、この単一の要素は、リング要素とその非対称要素との組み合わせが、全ての空間軸に関する鏡映において非対称的である非対称マーカを形成するようになっている。そのようなリング要素及びそのリング要素に付着した非対称要素を有する非対称マーカは、例えば、リング要素、及び図2又は3に示されるv形状非対称要素のような、投影像において区別可能な足を有する単一のv形状の非対称要素を含んだ非対称マーカである。

【0076】

「カテーテルに付着した非対称マーカ」という用語は、その非対称マーカがそのカテーテルに付着した個別のマーカであり、その非対称マーカはそのカテーテルの不可欠な部分であることを含む。

【0077】

開示された実施形態に対する他の変化形は、請求項において請求されている発明の当業者による実施、図表、本開示、及び添付の請求項の研究から理解し、有効化することができる。

【0078】

請求項において、「含む」という用語は、他の要素又はステップを除外せず、また、単数形を表わす用語は、複数形を除外しない。

【0079】

単一のユニット又は装置は、請求項において列挙された数個の事項の機能を満たしてよい。ある一定の測定が、相互的に異なる従属項において列挙されているという単なる事実は、これらの測定の組み合わせが有利に使用できないことは示さない。

【0080】

コンピュータ・プログラムが、他のハードウェアの一部と一緒に供給される光学記録媒体又は固体媒体などの適切な媒体において保存／分配されてよいが、インターネット又は他の有線又は無線のテレコミュニケーション・システムを通じた他の形において分配されてもよい。

【 0 0 8 1 】

請求項における如何なる参照符号も、その範囲を限定するものとして解釈すべきではない。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/IB2010/050515

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. A61B19/00 ADD.  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/30254 A1 (CEDARA SOFTWARE CORP [CA]; MENHARDT WIDO [US]) 3 May 2001 (2001-05-03)	1,2,7-15
Y	page 4, line 18 - page 9, line 11; claim 1; figures 1,2,5,6	3-5
X	US 6 285 903 B1 (ROSENTHAL MICHAEL H [US] ET AL) 4 September 2001 (2001-09-04)	8,9
Y	abstract; figures 3-19d	3-5
X	WO 98/46119 A1 (TRANSVASCULAR INC [US]; MAKOWER JOSHUA [US]) 22 October 1998 (1998-10-22)	9,10,12, 13
Y	page 47, line 6 - page 49, line 2; figures 6-6c	4,5
X	US 5 054 492 A (SCRIBNER ROBERT M [US] ET AL) 8 October 1991 (1991-10-08)	9,10
	column 9, line 12 - line 28; figures 6A-7C	
<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 *E* earlier document 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  8 June 2010		Date of mailing of the international search report  16/06/2010
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Mayer-Martenson, E

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/IB2010/050515

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0130254	A1	AU 1013001 A	08-05-2001
US 6285903	B1	NONE	
WO 9846119	A1	AT 370699 T	15-09-2007
		AU 749373 B2	27-06-2002
		AU 7358198 A	11-11-1998
		CA 2285001 A1	22-10-1998
		DE 69838287 T2	03-07-2008
		EP 0964636 A1	22-12-1999
		ES 2293679 T3	16-03-2008
		JP 4019112 B2	12-12-2007
		JP 2002514111 T	14-05-2002
US 5054492	A	WO 9210972 A1	09-07-1992

## 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ハンシス, エベルハルト エス  
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング  
4 4

(72)発明者 グラス, ミハエル  
オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン, ハイ・テク・キャンパス・ビルディング  
4 4

Fターム(参考) 4C167 AA01 BB02 BB05 BB43 BB63 CC29 FF01