

(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2004-507331
(P2004-507331A)

(43) 公表日 平成16年3月11日(2004.3.11)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 5/055	A 6 1 B 5/05 3 7 0	4 C 0 9 6
G 0 1 R 33/28	G 0 1 N 24/02 Y	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

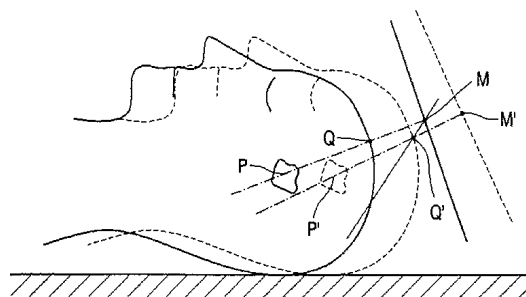
<p>(21) 出願番号 特願2002-523635 (P2002-523635)</p> <p>(86) (22) 出願日 平成13年8月17日 (2001.8.17)</p> <p>(85) 翻訳文提出日 平成14年4月26日 (2002.4.26)</p> <p>(86) 国際出願番号 PCT/EP2001/009502</p> <p>(87) 国際公開番号 W02002/018967</p> <p>(87) 国際公開日 平成14年3月7日 (2002.3.7)</p> <p>(31) 優先権主張番号 00203019.5</p> <p>(32) 優先日 平成12年8月30日 (2000.8.30)</p> <p>(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)</p> <p>(81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP</p>	<p>(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 Koninklijke Philips Electronics N. V. オランダ国 5621 ペーアー アインドーフェン フルーネヴァウツウェeg 1 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands</p> <p>(74) 代理人 100070150 弁理士 伊東 忠彦</p> <p>(74) 代理人 100091214 弁理士 大貫 進介</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 動きを受ける平面の画像をMRIによって捕捉する方法及び装置

(57) 【要約】

磁気共鳴装置において平面の画像を捕捉する方法において、画像は患者に対して直接的に決められる撮像されるべき平面上で得られる。従って、磁気共鳴装置は、撮像体積と、この撮像体積中に配置されうる患者支持台とを含み、患者の位置をリアルタイムで確定し維持するために設けられる位置測定手段と、患者に対して直接的に決められる撮像平面から連続的な画像が捕捉されるよう、位置測定手段によって与えられる信号に応じて傾斜コイルを制御する制御手段とを更に含む。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴装置における平面の画像を捕捉する方法であって、磁気共鳴装置中に配置された患者の基準点に対して直接的に決められる撮像平面上で画像が捕捉されることを特徴とする方法。

【請求項 2】

処置されるべき組織の位置と医用器具のための入口の位置とが 3 次元で決定される磁気共鳴装置において患者の体の中に医用器具を導入する方法であって、上記医用器具がとるべき経路は磁気共鳴装置における上記各位置を通る体の断面の少なくとも 2 つの異なる画像によって決められ、上記医用器具は処置されるべき組織に到達するよう上記経路に沿って案内され、撮像されるべき平面は磁気共鳴装置における更なる画像によって決められ、上記医用器具がとるべき経路と上記撮像されるべき平面との交点は上記更なる画像中に示され、上記医用器具は導入されている間は上記撮像されるべき平面上で見たときに上記交点にあるよう維持され、上記画像は上記画像共鳴装置において上記磁気共鳴装置中に配置された患者の基準点に対して直接的に決められる撮像平面上に形成されることを特徴とする方法。

10

【請求項 3】

上記位置測定手段は、患者の体の当該部分の位置をリアルタイムで決めるため及び更新するために用いられ、上記位置は撮像平面が繰り返し決められることを可能とすることを特徴とする、請求項 1 又は 2 記載の方法。

20

【請求項 4】

傾斜コイルを含む磁気共鳴装置であって、患者の体の部分の位置をリアルタイムで決める及び更新する位置測定手段が設けられ、上記位置測定手段からの信号に応答して、磁気共鳴装置において連続的に捕捉された画像が患者の基準点に対して直接的に決められた撮像平面上に形成されるよう上記傾斜コイルを制御する制御手段が設けられることを特徴とする磁気共鳴装置。

【請求項 5】

上記位置測定手段は、患者の体の当該部分に取り付けられるセンサによって形成されることを特徴とする、請求項 4 記載の磁気共鳴装置。

【請求項 6】

上記磁気共鳴装置は、針案内材に関連付けられる針ホルダを位置決めするよう配置され、上記位置測定手段は、上記針のための入口点に中心を置くよう体の部分の当該部分に取り付けられうる針ホルダカムの針案内材に取り付けられるセンサによって形成されることを特徴とする、請求項 4 記載の磁気共鳴装置。

30

【請求項 7】

上記センサは、コイルの領域における磁場の強度を測定するコイルと、上記磁気共鳴装置に関連付けられる傾斜コイルの傾斜磁場を補正する手段とによって形成され、上記補正はコイルの位置の変化によって生ずる磁場の強度の変化に基づくことを特徴とする、請求項 5 又は 6 記載の磁気共鳴装置。

【請求項 8】

上記センサは患者に取り付けられる発光素子と上記発光素子と協働するカメラとによって形成されることを特徴とする、請求項 5 又は 6 記載の磁気共鳴装置。

40

【請求項 9】

上記位置測定手段は、患者の体の当該部分からある距離において配置されるビデオカメラと、上記ビデオカメラに結合される画像識別及び解析手段とによって形成される位置測定手段とによって形成されることを特徴とする、請求項 4 記載の磁気共鳴装置。

【請求項 10】

上記位置測定手段は、患者の体の当該部分からある距離において配置されるレーザと、上記レーザに結合されるレーザ信号処理手段とによって形成されることを特徴とする、請求項 4 記載の磁気共鳴装置。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

本発明は、磁気共鳴装置における平面の画像を捕捉する方法に関連し、特に処置されるべき組織の位置と医用器具のための入口の位置とが3次元で決定される磁気共鳴装置において患者の体の中に医用器具を導入する方法であって、医用器具がとるべき経路は磁気共鳴装置における各位置を通る体の断面の少なくとも2つの異なる画像によって決められ、医用器具は処置されるべき組織に到達するよう経路に沿って案内され、撮像されるべき平面は磁気共鳴装置における更なる画像によって決められ、医用器具がとるべき経路と撮像されるべき平面との交点は更なる画像中に示され、医用器具は導入されている間は撮像されるべき平面上で見たときに交点にあるよう維持される方法に関連する。

10

【0002】

上述の種類の方法は、S. G. Silverman c. s. , による以下の文献、Interactive MR-guided Biopsy in an Open-Configuration MR Imaging System; Radiology, Vol. 197, October 1995, pp. 175-181に記載されている。この公知の方法によれば、捕捉平面は互いに直交し、撮像されるべき平面は針が取るべき経路に対して垂直に延びる。カメラと協働するLED(発光ダイオード)の形式の、又は例えば針ホルダといった医用器具に取り付けられた1つ以上のコイルの形式の位置測定手段を含む光学トラッキングシステムは、針が体の当該の部分に導入されているときに所望の方向に一定に維持されうることを確実に提供するために提供される。換言すれば、針は、磁気共鳴装置に対して厳しく決められた撮像平面に基づいて制御される。

20

【0003】

患者、又は、少なくとも体の当該の部分は、上述の方法を実行している間は動かないようにされることが非常に重要である。例えば、脳の中の腫瘍を処置する場合は、頭部は留め具を用いて磁気共鳴装置中で動かないようにされる。しかしながら、これは患者にかなりの負担を与えることとなる。この例のように頭部が動かないようにされていなければ、位置が変化した場合、即ち頭部の変位及び/又は向きの変化の場合に腫瘍は撮像平面の視野から消えることがある。すると、反復的に、即ち腫瘍の中心が2つの関連する撮像平面の光線上に再び配置されるまで撮像平面を連続的に変化させることにより、再び腫瘍を見つける必要がある。多くの場合、このような状況ではかかる処置はあまりにも時間がかかりすぎ、あまりにも危険である。

30

【0004】

本発明は体の当該の部分を実動かないようにすることなく迅速且つ正確な処置を可能とする磁気共鳴装置中の平面の画像を捕捉する方法を提供することを目的とする。

【0005】

このために、本発明による方法は、画像は、画像共鳴装置において上記磁気共鳴装置中に配置された患者の基準点に対して直接的に決められる撮像平面上に捕捉されることを特徴とする。このような基準点としては、人体の特定の領域、例えば特徴的な骨構造が使用されうる。また、人工的なマーカを取り付けることも可能である。従って、基準となる系は従来技術のように磁気共鳴装置によって形成されるのではなく、患者自身に直接的に関連付けられた座標系によって、即ち磁気共鳴装置の座標系を含む中間的な段階なしに形成される。このような方法は、特に、例えば患者の頭部といった体の当該の部分の位置、即ち場所と向き、をリアルタイムで位置測定手段によって決められ及び更新され、上記位置は撮像平面が繰り返し決められることを可能とすることによって可能となる。従って撮像平面上に配置される画像は、体の当該の部分の変化する位置及び向きに常に適合される。

40

【0006】

本発明は、磁気共鳴装置上の平面の画像を捕捉する方法だけでなく、傾斜コイルを含む磁気共鳴装置にも関連する。本発明による磁気共鳴装置は、患者の体の部分の位置をリアルタイムで決める及び更新する位置測定手段が設けられ、位置測定手段からの信号に応答して、磁気共鳴装置において連続的に捕捉された画像が患者の基準点に対して直接的に決め

50

られた撮像平面上に形成されるよう傾斜コイルを制御する。本発明による磁気共鳴装置の更なる実施例は、位置測定手段は、患者の体の当該の部分に取り付けられるセンサによって形成されることを特徴とする。本発明による磁気共鳴装置の更なる実施例は、磁気共鳴装置は、針案内材に関連付けられる針ホルダを位置決めするよう配置され、上記位置測定手段は、上記針のための入口点に中心を置くよう体の部分の当該の部分に取り付けられうる針ホルダカムの針案内材に取り付けられるセンサによって形成されることを特徴とする。磁気共鳴装置において利用可能な限られた空間を考慮すると、センサは、コイルの領域における磁場の強度を測定するコイルと、上記磁気共鳴装置に関連付けられる傾斜コイルの傾斜磁場を補正する手段とによって形成され、上記補正はコイルの位置の変化によって生ずる磁場の強度の変化に基づくことが望ましい。明らかに、他の位置決め手段及びセンサが使用されうる。コイルの数は、患者に許される自由度に依存する。一般的には、頭部のために3つのコイルが必要であり、人体の他の変形可能な部分については3つ以上のコイルが必要な場合があるのに対して、縦方向に自由に移動しうる台に固定された患者に対しては1つのコイルで十分であり得る。

10

【0007】

本発明について、以下、例として添付の図面を参照して詳述する。図1は、患者台1を示す。図中、患者台に載せられた患者の頭部が図式的に示されている。患者台は、医療目的に適した磁気共鳴装置の通常のトンネル状の測定空間中に配置されうる。この種類の磁気共鳴装置は、磁気共鳴撮像(MRI)装置とも称され、長年にわたって周知となっているため、その動作を簡単に説明するだけで十分であろう。このような装置は、撮像されることが意図される体積、即ち撮像体積中に強い安定した均一な磁場を発生する。このような撮像体積は、上述したような測定空間のうちのわずかな部分のみを占める。このような装置のために設けられる傾斜コイルは、撮像平面上の撮像されるべき患者の断面の位置を示すために、上述の均一な磁場に傾斜磁場を重畳する。撮像体積中に存在する組織中の原子は、RF場によって励起される。励起された原子を緩和したときに放出されるスピン共鳴信号は、傾斜磁場によって示される断面の画像を再構成するために使用される。

20

【0008】

以下説明する例では、患者の脳の中には超音波によって処置されるべき腫瘍があり、超音波は通常はこのために使用される針の先端において発生すると想定する。また、脳の中の腫瘍の位置Pは既知であると想定する。この位置は、例えばX線装置によって予め決定されている。更に、担当医師によって決定されるべき針が頭蓋骨へ入る入口点の位置、ここでは入口位置Q、もまた既知であると想定する。針ホルダカムの針案内材2は、入口位置Qの領域に配置される。針ホルダカムの針案内材2は、例えばネジによって頭蓋骨に固定される筐体3と、針案内材4とを含む。ボールジョイントは、針案内材4が筐体3に対して全ての方向にある程度に亘り回転することを可能とする。これは、針がまだ頭蓋骨を通過していないかぎり針案内材4によって針を脳の中の腫瘍へ案内するための或る程度の操作性を与える。

30

【0009】

さしあたって患者の頭部は磁気共鳴装置の測定空間中で動かないようにされていると想定すると、装置の中での位置P及びQは既知であり、脳の画像はP及びQを通る2つの撮像平面上で捕捉することができ、一方の撮像平面は例えば図の平面であるとし、他方の撮像平面は図に垂直な平面でありうる。これらの画像がモニタ上に表示されるとき、導入されるべき針がとるべき経路を見ることができる。例えば上述の他方の平面に垂直に伸び得る撮像されるべき平面である所定の第3の平面上で、上述の経路とこの撮像されるべき平面との交点が決定されマークされうる。この測定平面はモニタ上に表示される。針は、上述の撮像されるべき平面の画像中で、針の操作性を表わすためマーカの周りの円の中に配置された点として見ることができる。針の導入中に上述の点がマーカ上に維持されれば、針は所定の経路をとり続けることが確実とされる。針の再調整は、自動的に、又は例えばロボットにより自動的に行われうる。針案内材4に位置測定手段を設けることが知られている。

40

50

【 0 0 1 0 】

この手順において患者が位置の変化、即ち変位及びノ又は向きの変化を受けるときに、問題が生ずる。この状況は、図 2 に示される。頭部が第 1 の位置にあるとき、P と Q を通る線によって経路が再び決定され、撮像されるべき平面上のマーカは M によって表わされる。なんらの手段も講じられなければ、頭が第 2 の位置にあるとき、マーカは同じ位置に保たれるのに対して針の入口点は点 Q ' に配置され、従って針は M と Q ' を通る線に沿って導入され、これは非常に悲惨な結果を招きうる。

【 0 0 1 1 】

この問題を解決するために、本発明によれば、センサ 5 の形の位置測定手段は、患者自身の体の柔軟でない部分及びノ又は筐体 3 上に設けられる。図中、筐体 3 に取り付けられた 2 つのかかるセンサ 5 が示されている。しかしながら、頭部の自由度が限られていないかぎり、頭部の位置を決定するために 3 つのセンサが必要となる。本実施例において各センサは、局部磁場を測定することが可能なコイル（マイクロコイル）によって形成される。位置の変化は、局部磁場の強度の変化に基づいて決定されうる。このために、センサ 5 によって出力される信号は、磁気共鳴装置のコンピュータシステム 6 に印加される。頭部の位置に変化が生ずると、このような位置の変化はセンサによって出力された信号を用いてコンピュータシステムで決定され、局部磁場を再調整する信号を出力するために、得られた位置の変化を用いて傾斜コイルの傾斜磁場に生じさせねばならない変化が計算される。従って、点 P 及び Q で優勢である磁場と同じ磁場が点 P ' 及び Q ' に印加されるため、P と Q を通る撮像平面上の画像の代わりに、P ' と Q ' を通る撮像平面上で、即ち補正された腫瘍の位置と入口点を通る撮像平面上で画像が捕捉される。明らかに、測定平面の位置もまた、マーカが M ' の領域に配置されるよう再調整されねばならない。次に、針は P ' と Q ' を通る線に沿って導入されうる。針は、マーカ M ' に基づいて再調整される。これは、針が、磁気共鳴装置に関連する座標系ではなく患者の頭部に関連付けられた座標系において再調整されることを意味する。

【 0 0 1 2 】

本発明は、図を参照して説明される実施例に限られるものではなく、請求の範囲にある限り種々の変更に関連するものである。例えば、コイルの代わりに、カメラと協働する LED といった発光素子が患者の頭部及びノ又は筐体 3 上に取り付けられうる。更に、位置測定手段もまた、頭部からある距離をおいて配置され画像識別及び解析手段が結合されたビデオカメラによって形成されうる。本発明による方法及び磁気共鳴装置は脳腫瘍の処置に限られるものでなく、例えば肝臓といった種々の器官の処置に適している。尚、この点について、頭部は留め金で留められうるが、このように留めることは他の器官の場合は困難であるため、患者に対して決められる座標系を用いることが特に有利である。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 処置されるべき患者と頭蓋骨に固定された針ホルダカムの針案内材とを示す図である。

【 図 2 】 患者の変位による影響を示す概略図である。

【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

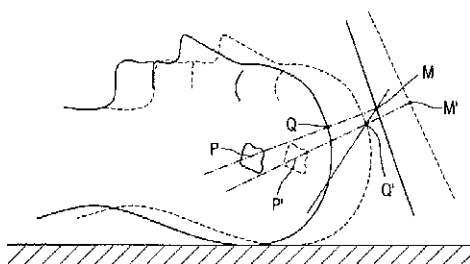
(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
7 March 2002 (07.03.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/18967 A1

- (51) International Patent Classification: G01R 33/563 (74) Agent: SCHOUTEN, Marcus, M., International Oecombureau B.V., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (21) International Application Number: PCT/EP01/00502
- (22) International Filing Date: 17 August 2001 (17.08.2001) (81) Designated State (national): JP.
- (25) Filing Language: English (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 00203019.5 30 August 2000 (30.08.2000) EP Published: — with international search report
- (71) Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELEKTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenenewegweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL).
For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.
- (72) Inventor: VAN VAALS, Johannes, J., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).

(54) Title: ACQUISITION BY MRI OF IMAGES OF A PLANE SUBJECT TO MOTION



(57) Abstract: In a method for acquiring an image of a plane in a magnetic resonance apparatus the images are obtained in planes to be imaged which are defined directly with respect to the patient. Therefore, the magnetic resonance apparatus comprises an imaging volume and a patient support table which can be positioned in this imaging volume, position measuring means being provided so as to establish and maintain in real time the position of the patient as well as control means for controlling gradient coils in response to the signals provided by the position measuring means in such a manner that the consecutive images are acquired from imaging planes which are defined directly with respect to the patient.

WO 02/18967 A1

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

1

ACQUISITION BY MRI OF IMAGES OF A PLANE SUBJECT TO MOTION

The invention relates to a method of acquiring images of a plane in a magnetic resonance apparatus, notably to a method of introducing a medical instrument into the body of a patient in a magnetic resonance apparatus where a position of a tissue to be treated has been determined in three dimensions and also a position of entry for the medical instrument, in which method a path to be followed by the medical instrument is defined by way of at least two different images of body cross-sections through said positions in the magnetic resonance apparatus, said medical instrument being guided along said path so as to reach the tissue to be treated, a plane to be imaged being defined by means of a further image in the magnetic resonance apparatus and the point of intersection of the path to be followed by the medical instrument and said plane to be imaged being indicated in said further image, the medical instrument being maintained at said point of intersection, viewed in the plane to be imaged, during its introduction.

A method of this kind is known from an article by S.G. Silverman *et al.*, Interactive MR-guided Biopsy in an Open-Configuration MR Imaging System; Radiology, Vol. 197, October 1995, pp. 175-181. According to this known method the acquisition planes are orthogonal to one another, the plane to be imaged extending perpendicularly to the path to be followed by the needle. An optical tracking system which includes position measuring means in the form of LEDs (Light Emitting Diode) that co-operate with cameras, or in the form of one or more coils that are mounted on a medical instrument, for example a needle holder, is provided so as to ensure that the needle can be constantly maintained in the desired direction during its introduction into the relevant part of the body. In other words, the needle is controlled on the basis of the imaging planes that are rigidly defined relative to the magnetic resonance apparatus.

It is very important that the patient, or at least the relevant part of the body, is immobilized during the execution of the described method. For example, in the practice of treatment of tumors in the brain the head is immobilized in the magnetic resonance apparatus with the aid of clamping means. However, this constitutes a substantial burden to the patient.

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

2

If the head were not immobilized in this example, the tumor could disappear from view in the imaging planes in the case of a change of position, that is, a displacement and/or change of orientation of the head; it would then be necessary to find the tumor again in an iterative manner, that is, by varying the imaging planes continuously until the center of the tumor is
5 once more situated on the line of intersection of two relevant imaging planes. In many cases such treatment will become too long and too risky in those circumstances.

It is an object of the invention to avoid said drawbacks and to provide a
10 method of acquiring images of a plane in a magnetic resonance apparatus which enables fast and accurate treatment without immobilizing the relevant part of the body.

To this end, the method in accordance with the invention is characterized in that the images are acquired in the magnetic resonance apparatus in imaging planes which are defined directly relative to reference points of a patient arranged in the magnetic resonance
15 apparatus. Specific areas of the human anatomy can be used as such reference points, for example characteristic bone structures. It is also possible to fit artificial markers. Consequently, the reference system used is not formed by the magnetic resonance apparatus as is customary according to the present state of the art, but by a co-ordinate system which is linked directly to the patient per se, that is, without the intermediate step involving the co-
20 ordinate system of the magnetic resonance apparatus. Such a method becomes possible notably when a position, that is to say a location and the orientation, of a relevant part of the body, for example the head of a patient, is defined and updated by means of position measuring means on a "real-time" basis, said position enabling the imaging planes to be defined time and again. The images situated in the imaging planes, therefore, are constantly
25 adapted to the changing position and orientation of the relevant part of the body.

The invention relates not only to a method of acquiring images of a plane in a magnetic resonance apparatus, but also to a magnetic resonance apparatus which includes gradient coils. The magnetic resonance apparatus in accordance with the invention is provided with position measuring means for defining and updating a position of a part of the
30 body of a patient on a "real-time" basis, and with control means which, in response to signals from said position measuring means, control the gradient coils in such a manner that images successively acquired in the magnetic resonance image are formed in imaging planes that are defined directly relative to reference points of the patient. A further embodiment of the magnetic resonance apparatus in accordance with the invention is characterized in that the

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

3

position measuring means are formed by sensors to be attached to a relevant part of the body of a patient. A further embodiment of the invention is characterized in that the magnetic resonance apparatus is arranged to position a needle holder which is associated with a needle guide member, the position measuring means being formed by sensors fitted on the needle holder cum needle guide member which can be attached to the relevant part of the body of the patient so as to be centered relative to the entry position for the needle. With a view to the limited space available in a magnetic resonance apparatus, the sensors are preferably formed by coils for measuring the strength of the magnetic field at the area of the coils and by means for making corrections in a gradient field of the gradient coils associated with the magnetic resonance apparatus, said corrections being based on the variations of the strength of the magnetic field that are caused by changes in position of the coils. Evidently, use can also be made of other positioning means and sensors. The number of coils will be dependent on the number of degrees of freedom granted to the patient. In principle three coils are required for the head; more than three coils may be necessary for other, deformable parts of the body, whereas one coil may already suffice for a patient who is secured on a table that can be freely displaced in the longitudinal direction.

The invention will be described in detail hereinafter, by way of example, with reference to the accompanying drawing. Therein:

Fig. 1 shows a patient to be treated and a needle holder cum needle guide member secured in the skull, and

Fig. 2 shows a sketch illustrating the effect of a displacement of the patient.

Fig. 1 shows a patient table 1. The head of a patient arranged thereon is diagrammatically represented. The patient table can be positioned in the usually tunnel-shaped measuring space of a magnetic resonance apparatus that is suitable for medical purposes. A magnetic resonance apparatus of this kind is also referred to as a Magnetic Resonance Imaging (MRI) apparatus and has since long been known, so that it suffices to provide only a superficial description of its operation. Such an apparatus generates a strong, steady, uniform magnetic field in a volume which is intended to be imaged, that is, the imaging volume. Said imaging volume occupies only a small part of said measuring space. Gradient coils provided for this purpose superpose a magnetic gradient field on said uniform

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

4

field in order to indicate the location of the cross-section of a patient to be imaged in an imaging plane. The atoms in the tissue that is present in the imaging volume are excited by means of an RF field. The spin resonance signal released upon relaxation of the excited atoms is used to reconstruct an image of the cross-section indicated by means of the gradient field.

5 In the example to be described hereinafter a patient is assumed to have a tumor in the brain which is to be treated by way of ultrasound waves that are to be generated in the tip of a needle normally used for this purpose. It is also assumed that the position P of the tumor in the brain is known; it may have been determined in advance, for example by means of an X-ray apparatus. Furthermore, the position of the point of entry, being the entry position Q, for the needle into the skull, to be determined by an attending surgeon, is also assumed to be known. A needle holder cum needle guide member 2 is arranged at the area of the entry position Q. The needle holder cum needle guide member 2 includes a housing 3 which is secured in the skull, for example by way of screws, and also a needle guide section 4. A ball joint enables rotation of the needle guide section 4 to some extent in all directions relative to the housing 3. This offers some degree of maneuverability for the needle to be guided to the tumor in the brain by the needle guide section 4, that is, for as long as the needle has not yet passed the skull.

20 When it is assumed for the time being that the head of the patient is immobilized in the measuring space of the magnetic resonance apparatus, the positions P and Q in this apparatus are known and images of the brain can be acquired in two imaging planes through P and Q, one imaging plane being formed, for example by the plane of drawing whereas the other imaging plane extends perpendicularly thereto. When these images are displayed on a monitor, the path to be followed by the needle to be introduced can also be seen. In a defined third plane, being the plane to be imaged which extends, for example perpendicularly to said other planes, the point of intersection of the path and this plane to be imaged can be determined and marked. This measuring plane is displayed on a monitor. The needle is visible in the image of said plane to be imaged in the form of a point which is situated within a circle around the marker because of the maneuverability of the needle.

25 30 When said point is maintained on the marker during the introduction of the needle, it is ensured that the needle will continue to follow the defined path. Readjustment of the needle can be performed manually as well as automatically, for example by means of a robot. It is known to provide the needle guide section 4 with position measuring means.

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

5

A problem is encountered when the patient is subject to a change of position during this procedure, that is, a displacement and/or a change of orientation. This situation is shown in Fig. 2. In a first position of the head the path is determined again by the line through P and Q, the marker in the plane to be imaged being represented by M. If no steps
5 are taken, in a second position of the head the marker M remains in the same location whereas the position of the point of entry of the needle is then situated in the point Q', so that the needle is introduced along a line through M and Q'; this could very well have disastrous consequences.

In order to solve this problem, in accordance with the invention position
10 measuring means in the form of sensors 5 are provided on non-soft parts of the body of the patient per se and/or on the housing 3. The drawing shows two of such sensors 5 that are fitted on the housing 3. However, three sensors will be required so as to determine the position of the head, that is, unless the number of degrees of freedom of movement of the head is limited. Each of said sensors in the present embodiment is formed by a coil
15 (microcoil) which is capable of measuring the local magnetic field. A change of location can be determined on the basis of the variation of the strength of the local magnetic field. To this end, the signals output by the sensors 5 are applied to the computer system 6 of the magnetic resonance apparatus. When changes have occurred in the position of the head, such changes of position are determined in the computer system by means of the signals output by the
20 sensors, and the changes to be made in the gradient field of the gradient coils are calculated therefrom so as to output signals that readjust the local magnetic field accordingly. Consequently, the same magnetic field which prevailed in the points P and Q is then applied to the points P' and Q', so that images are acquired in imaging planes through P' and Q' instead of images in the imaging planes through P and Q, that is, through the corrected
25 position of the tumor and the point of entry. Evidently, the position of the measuring plane should also be readjusted, so that the marker is situated at the area of M'. The needle can then be introduced along the line through P' and Q'. The needle is then readjusted on the basis of the marker M'. This means that the needle is readjusted in a co-ordinate system that is linked to the head of the patient instead in a co-ordinate system that is linked to the magnetic
30 resonance apparatus.

The invention is not limited to the embodiment described with reference to the Figures, but also relates to a variety of modifications, of course, in as far as they are within the scope of the following claims. For example, instead of the coils, light-emitting elements such as LEDs which co-operate with a camera can be fitted on the head of the patient and/or

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

6

on the housing 3. Furthermore, the position measuring means can also be formed by a video camera which is arranged at a distance from the head and whereto image identification and analysis means are coupled, or by lasers which are to be arranged at a distance from the head and by laser signal processing means which are coupled thereto. The use of the method and
5 the magnetic resonance apparatus in accordance with the invention, of course, is not restricted to the treatment of brain tumors: they are suitable for the treatment of a variety of organs of the body, for example the liver; it is to be noted in this respect that, whereas the head can still be clamped, such clamping is difficult in the case of other organs, so that the use of a co-ordinate system defined relative to a patient is particularly advantageous.

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

7

CLAIMS:

1. A method of acquiring images of a plane in a magnetic resonance apparatus, characterized in that the images are acquired in imaging planes which are defined directly relative to reference points of a patient arranged in the magnetic resonance apparatus.
- 5 2. A method of introducing a medical instrument into the body of a patient in a magnetic resonance apparatus where a position of a tissue to be treated has been determined in three dimensions and also a position of entry for the medical instrument, in which method a path to be followed by the medical instrument is defined by way of at least two different
10 images of body cross-sections through said positions in the magnetic resonance apparatus, said medical instrument being guided along said path so as to reach the tissue to be treated, a plane to be imaged being defined by means of a further image in the magnetic resonance apparatus and the point of intersection of the path to be followed by the medical instrument and said plane to be imaged being indicated in said further image, the medical instrument
15 being maintained at said point of intersection, viewed in the plane to be imaged, during its introduction, characterized in that the images in the magnetic resonance apparatus are formed in imaging planes which are defined directly relative to reference points of a patient arranged in the magnetic resonance apparatus.
3. A method as claimed in claim 1 or 2, characterized in that position measuring
20 means are used to define and update a position of a relevant part of the body of a patient on a real-time basis, said position enabling the imaging planes to be defined time and again.
4. A magnetic resonance apparatus which includes gradient coils, characterized
25 in that position measuring means are provided for defining and updating a position of a part of the body of a patient on a real-time basis, and also control means which, in response to signals from said position measuring means, control the gradient coils in such a manner that successively acquired images in the magnetic resonance apparatus are formed in imaging planes that are defined directly relative to reference points of the patient.

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

8

5. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 4, characterized in that the position measuring means are formed by sensors to be attached to a relevant part of the body of a patient.
- 5 6. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 4, characterized in that the magnetic resonance apparatus is arranged to position a needle holder which is associated with a needle guide member, the position measuring means being formed by sensors fitted on the needle holder cum needle guide member which can be attached to the relevant part of the body of the patient so as to be centered relative to the entry position for the needle.
- 10 7. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 5 or 6, characterized in that the sensors are formed by coils for measuring the strength of the magnetic field at the area of the coils and by means for making corrections in a gradient field of the gradient coils associated with the magnetic resonance apparatus, said corrections being based on the variations of the strength of the magnetic field that are caused by changes in position of the coils.
- 15 8. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 5 or 6, characterized in that the sensors are formed by light-emitting elements which are to be attached to the patient and by a camera co-operating therewith.
- 20 9. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 4, characterized in that the position measuring means are formed by a video camera which is to be arranged at a distance from a relevant part of the body of a patient and by image identification and analysis means which are coupled thereto.
- 25 10. A magnetic resonance apparatus as claimed in claim 4, characterized in that the position measuring means are formed by lasers which are to be arranged at a distance from a relevant part of the body of a patient and by laser signal processing means which are coupled thereto.
- 30

WO 02/18967

PCT/EP01/09502

1/1

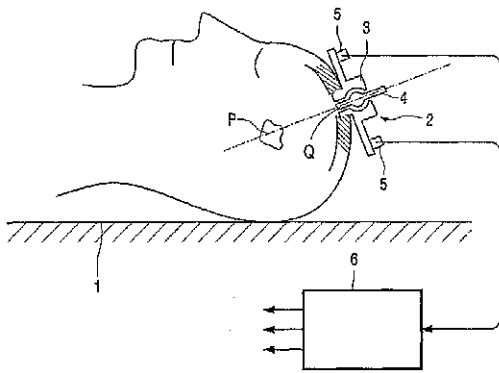


FIG. 1

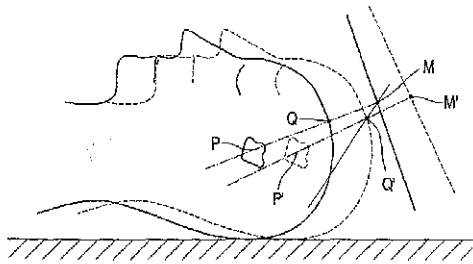


FIG. 2

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/EP 01/09502
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01R33/563		
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 7 G01R		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the field searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	J.A.DERBYSHIRE ET AL.: "Dynamic Scan Plane Tracking using MR Position Monitoring" PROCEEDINGS OF THE SOCIETY FOR MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE, SIXTH SCIENTIFIC MEETING AND EXHIBITION, SYDNEY, AUSTRALIA, APRIL 18-24, 1998, vol. 3, page 2136 XP002182781 conference abstract	1,4,5,7
X	US 5 545 993 A (TAGUCHI JUN ICHI ET AL) 13 August 1996 {1996-08-13} column 7, line 6 -column 15, line 30 column 17, line 62 -column 18, line 67; figures 1,8,13,14,16,17	1,4,5, 7-9
Y	---	6,10
	--- /---	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 claim or other technical reason (see speciality) *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 of priority date and not in conflict with the application but cited to underscore the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel for reasons to 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. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 November 2001		Date of mailing of the international search report 03/12/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 5518 Patentkanal 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2000, Tx. 31 051 490 nl Fax. (+31-70) 340-2016		Authorized officer Lersch, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 01/09502

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	H. EVIATAR ET AL.: "Motion Compensation by Gradient Adjustment" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE, FIFTH SCIENTIFIC MEETING AND EXHIBITION, VANCOUVER, B.C., CANADA, APRIL 12-18, 1997, vol. 3, page 1898 XP002182782 conference abstract ---	1,4-7
X	WO 98 55018 A (BRIGHAM & WOMENS HOSPITAL) 10 December 1998 (1998-12-10) page 16, line 5 -page 18, line 10 page 20, line 1 -page 21, line 2 page 28, line 19 -page 30, line 10 page 41, line 9 -page 41, line 22; figure 1 ---	1,4,5,8
Y	WO 98 51229 A (BAUER DEBRA F ;LIU HAIYING (US); UNIV MINNESOTA (US); TRUWIT CHARL) 19 November 1998 (1998-11-19) page 16, line 19 -page 21, line 8; figures 2-4 ---	6
Y	US 6 006 126 A (COSMAN ERIC R) 21 December 1999 (1999-12-21) column 17, line 7 -column 18, line 33; figure 10 ---	10
A	S. THESEN ET AL.: "Prospective Acquisition Correction for Head Motion with Image-based Tracking for Real-time fMRI" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE, EIGHTH SCIENTIFIC MEETING AND EXHIBITION, DENVER, COLORADO, USA, 1-7 APRIL 2000, vol. 1, page 56 XP002182783 conference abstract ---	1,4
A	H. LIU ET AL.: "A New MR Based Needle Trajectory Guidance Scheme for Neurobiopsy at 1.5 T" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR MAGNETIC RESONANCE IN MEDICINE, EIGHTH SCIENTIFIC MEETING AND EXHIBITION, DENVER, COLORADO, USA, 1-7 APRIL 2000, vol. 2, page 1327 XP002182784 conference abstract -----	1,4,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.
PCT/EP 01/09502

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5545993	A 13-08-1996	JP 7075627 A	20-03-1995
NO 9855018	A 10-12-1998	US 2001020127 A1	06-09-2001
		AU 7812998 A	21-12-1998
		EP 1003414 A1	31-05-2000
		NO 9855018 A1	10-12-1998
NO 9851229	A 19-11-1998	US 6267769 B1	31-07-2001
		US 5993463 A	30-11-1999
		AU 7686998 A	08-12-1998
		EP 1018963 A1	19-07-2000
		NO 9851229 A1	19-11-1998
		US 6267770 B1	31-07-2001
US 6006126	A 21-12-1999	US 6206890 B1	27-03-2001
		US 5662111 A	02-09-1997
		US 5848967 A	15-12-1998
		US 6275725 B1	14-08-2001

Form: G7/SA/210 (patent family) (first 1 July 1992)

フロントページの続き

(74)代理人 100107766

弁理士 伊東 忠重

(72)発明者 ファン ファールス, ヨハネス イェー

オランダ国, 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン, プロフ・ホルストラーン 6

Fターム(参考) 4C096 AA20 AB38 AB41 AB44 AB46 AC01 AD07 AD14 AD15 AD23

BB12 BB31 DA30 DC32 DD13