

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 27 日(27.09.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/127865 A1

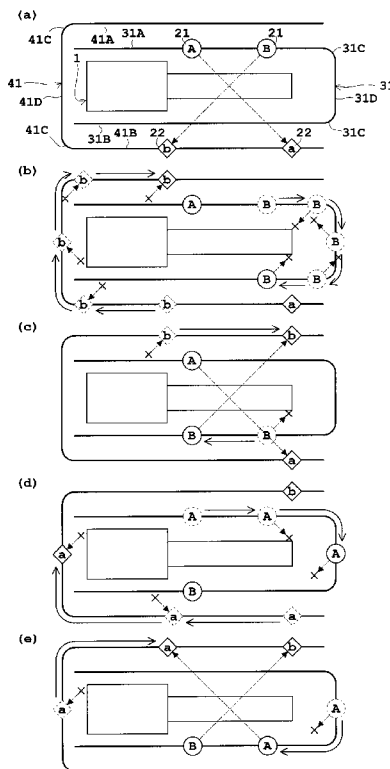
- (51) 国際特許分類:
A61B 6/00 (2006.01) *A61N 5/10* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001959
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 21 日(21.03.2012)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2011-062631 2011 年 3 月 22 日(22.03.2011) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立大学法人北海道大学(NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION HOKKAIDO UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒0600808 北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 Hokkaido (JP). 株式会社島津製作所(SHIMADZU CORPORATION) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 Kyoto (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 石川 正純(ISHIKAWA, Masayori) [JP/JP]; 〒0600808 北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 国立大学法人北海道大学内 Hokkaido (JP). 宮本 直樹(MIYAMOTO, Naoki) [JP/JP]; 〒0600808 北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目 国立大学法人北海道大学内 Hokkaido (JP). 篠川 毅(SASAGAWA, Tsuyoshi) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 山崎 純一(YAMANAKA, Seiji) [JP/JP]; 〒6048511 京都府京都市中京区西ノ京桑原町 1 番地 株式会社島津製作所内 Kyoto (JP). 山崎 純一(YAMAZAKI, Junichi) [JP/JP]; 〒6048445 京都府京都市中京区西ノ京徳大寺町 1 番地 島津エンジニアリング株式会社内 Kyoto (JP). 山地 昌行(YAMAJI, Masayuki) [JP/JP]; 〒6048445 京都府京都市中京区西ノ京徳大寺町 1 番地 島津エンジニアリング株式会社内 Kyoto (JP). 山脇 浩一(YAMAWAKI, Hirokazu) [JP/JP]; 〒6048445 京都府京都市中京区西ノ京徳

[続葉有]

(54) Title: MOVING BODY TRACKING DEVICE FOR RADIATION THERAPY

(54) 発明の名称: 放射線治療用動体追跡装置

[図3]



(57) Abstract: When the orientation of an x-ray tube (21) and an x-ray detector (22) (orientation of the radiating direction and detection surface) are immobile, by providing two rails that are for the x-ray tube (21) and for the x-ray detector (22) and that have a U-shaped path comprising two linear paths disposed facing each other and a curved path connected to the linear paths, it is possible to perform x-ray radiography from a variety of directions. Also, by disposing a U-shaped path rail (31) for the x-ray tube (21) and a U-shaped path rail (41) for the x-ray detector (22) facing each other in a plan view, it is possible to assume many directions of x-ray radiography.

(57) 要約: X線管 21 や X線検出器 22 の向き(照射方向や検出面の向き)が固定されている場合において、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線状の軌道からなる U 字型軌道のレールを X線管 21 用および X線検出器 22 用に 2 つ備えることで、様々な方向から X線透視撮影を行うことができる。また、平面視したときに X線管 21 用の U 字型軌道のレール 31 および X線検出器 22 用の U 字型軌道のレール 41 を互いに対向に配置することで、X線透視の方向を多くとることができる。



大寺町 1 番地 島津エンジニアリング株式会
社内 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 杉谷 勉 (SUGITANI, Tsutomu); 〒
5300047 大阪府大阪市北区西天満 1 丁目 10 番
8 号 西天満第 11 松屋ビル Osaka (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR,
LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW,
MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラ
シア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：放射線治療用動体追跡装置

技術分野

[0001] この発明は、治療部位に放射線を照射するために、治療部位に関する動体をX線透視撮影により追跡する放射線治療用動体追跡装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、動かない頭部を対象とした頭部の定位放射線治療が先ず開発され、次に、全身を対象として体幹部を固定した状態で治療部位の腫瘍も動かないと見なして放射線治療を行う体幹部の定位放射線治療が開発されてきた。しかし、全身を対象として体幹部を固定した状態で放射線治療を行う場合には、被検体に対して肉体的苦痛や精神的苦痛を強いることになる。また、体幹部を固定したとしても、治療部位の腫瘍が実際に動かずに定位置にあるとは限らない。

[0003] そこで、被検体の体表面にマーカを置いて、被検体の呼吸同期を利用して体表面に置かれたマーカを追跡して、呼吸により所定位置に来たとき（例えば呼期）に治療部位に放射線を照射して放射線治療を行う定位放射線治療が近年開発されてきている。しかし、体表面に置かれたマーカの動きと体内の腫瘍の動きとが必ずしも一致しない。

[0004] そこで、体内の腫瘍の近くにマーカを埋め込んで、そのマーカをX線透視撮影により追跡することにより、治療部位の腫瘍も追跡する放射線治療用動体追跡装置が近年開発されてきている。この放射線治療用動体追跡装置では、マーカが所定位置に来たときに治療部位に放射線を照射して放射線治療を行う（例えば、特許文献1参照）。

[0005] 従来の放射線治療用動体追跡装置では、動体追跡を行うためのX線透視撮影として映像系を備え、映像系は、X線を照射するX線管およびそのX線を検出するX線検出器（例えばイメージンテンシファイアまたはフラットパネル型X線検出器）からなる。従来の固定式の放射線治療用動体追跡装置で

は、天井および床に映像系を固定配置する。例えば、映像系のうち、X線管を床に配置し、X線検出器を天井に配置する。この固定式の場合には、X線透視撮影の方向や位置が固定されてしまうので、様々なX線透視撮影の方向から行うために映像系は複数セット（例えば4セット）必要になる。

[0006] 映像系のセット数を減らすために、映像系を円形の可動台座に載せて移動させる。あるいは、円弧軌道（例えば円弧レール）に沿ってX線管およびX線検出器をそれぞれ移動させる（例えば、非特許文献1参照）。このように固定式に替えてX線管およびX線検出器からなる映像系を移動させることで、映像系のセット数を減らして、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。

[0007] なお、映像系を駆動させる駆動系が複雑になるのを避けるために、X線管は照射方向が固定され、X線検出器も検出面の向きが固定されている。したがって、上述の非特許文献1のように、図8の平面図に示すような円弧軌道上のどの位置にあっても、X線管Tは、腫瘍中心（これを治療の「アイソセンター」とする）に向けて照射方向が固定され、X線検出器Dはアイソセンターから通ったX線を検出するように検出面の向きが固定されて、それぞれが配置されている。したがって、これらの向きが固定されていても、円弧軌道に沿ってX線管TおよびX線検出器Dをそれぞれ移動させることで、円弧軌道上において様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第3053389号公報

非特許文献

[0009] 非特許文献1：TM-M132031B 「三菱電子管類保持装置 RT-S TAND 取扱説明書」三菱電機株式会社、平成14年11月

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、円弧軌道以外の軌道では、映像系の向きが固定されていれば、様々な方向からX線透視撮影を行うことができない。例えば、図9の側面図に示すような直線状の軌道Rでは、円弧軌道のような曲線状の軌道でないので、X線透視撮影（X線管DおよびX線検出器D）の向きが常に一定となってしまう。このように、向きが固定されている場合に、映像系のセット数を少なくして、かつ様々な方向からX線透視撮影を行いたいという主たる課題がある。

[0011] その一方で、映像系の向きが固定されているので、上述の非特許文献1のように、図8の平面図に示すような円弧軌道上のどの位置にあっても、アイソセンター付近でしかX線透視撮影が行えないという問題点がある。通常、動体追跡を行う際に追跡対象として金で形成された金マーカを埋め込むことがあるが、腫瘍近辺に金マーカを埋め込むことができない場合がある。具体例として、肺癌治療に際し金マーカを気管支内視鏡で気管支内に留置するが、留置したい場所が気管支末端で、実際には留置できない場合などである。このような場合、アイソセンターから離れた場所に留置した金マーカをX線透視撮影により追跡することになり、アイソセンター以外の位置でも動体追跡を行うためにX線透視範囲を広げるようにしたい。

[0012] 円弧軌道以外の軌道で、上述の図9の側面図に示すような直線状の軌道Rでは、X線透視撮影の向きは常に一定となるが、直線状の軌道に沿ってX線透視撮影を行いやすい位置に移動させて、様々な位置からX線透視撮影を行うことができる。したがって、アイソセンター以外の位置でも動体追跡を行うためにX線透視範囲を広げることができる。そこで、直線状の軌道以外の軌道で、向きが固定されている場合に、映像系のセット数を少なくして、かつ様々な位置からX線透視撮影を行って、X線透視範囲を広げるようにしたいという課題もある。

[0013] この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、X線管やX線検出手段の向きが固定されている場合に、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる放射線治療用動体追跡装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0014] この発明は、このような目的を達成するために、次のような構成をとる。

すなわち、この発明に係る放射線治療用動体追跡装置は、治療部位に放射線を照射するために、前記治療部位に関する動体をX線透視撮影により追跡する放射線治療用動体追跡装置であって、前記X線透視撮影を行うためのX線の照射方向が固定されたX線管と、検出面の向きが固定され、前記X線管から照射されたX線透視撮影を行うためのX線を検出するX線検出手段とを備え、互いに対向に配置された2つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線状の軌道からなるU字型軌道をX線管用およびX線検出手段用に2つ備え、平面視したときに前記X線管用のU字型軌道および前記X線検出手段用のU字型軌道を互いに対向に配置することを特徴とするものである。

[0015] [作用・効果] この発明に係る放射線治療用動体追跡装置によれば、互いに対向に配置された2つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線状の軌道からなるU字型軌道をX線管用およびX線検出手段用に2つ備えることで、図9の側面図に示すような単なる直線状の軌道Rと相違して、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。また、図5の平面図に示すように、平面視したときにX線管用のU字型軌道およびX線検出手段用のU字型軌道を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置したときと比較すると、図3や図4の平面図に示すように、平面視したときにX線管用のU字型軌道およびX線検出手段用のU字型軌道を互いに対向に配置したときの方が、X線透視の方向を多くとることができる。その結果、X線管およびX線検出手段からなる映像系のセット数を少なくして、かつ様々な方向からX線透視撮影を行いたいという主たる課題を解決することができ、X線管やX線検出手段の向き（照射方向や検出面の向き）が固定されている場合に、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。

[0016] 上述した発明において、X線管用のU字型軌道およびX線検出手段用のU字型軌道における各々の直線状の軌道に沿って、X線管およびX線検出手段を同一方向に移動させて制御する制御手段を備えるのが好ましい。図9の側

面図に示すような単なる直線状の軌道Rと同様に、図6の平面図に示すように、X線管用のU字型軌道およびX線検出手段用のU字型軌道における各々の直線状の軌道では、当該軌道に沿ってX線管およびX線検出手段を同一方向に移動させることができる。したがって、当該軌道に沿ってX線透視撮影を行いやすい位置に移動させることができる。その結果、上述の主たる課題に加えて、図9の側面図に示すような単なる直線状の軌道R以外の軌道で、X線管やX線検出手段の向き（照射方向や検出面の向き）が固定されている場合に、X線管およびX線検出手段からなる映像系のセット数を少なくして、かつ様々な位置からX線透視撮影を行って、X線透視範囲を広げるようにしたいという課題をも解決することができる。

発明の効果

[0017] この発明に係る放射線治療用動体追跡装置によれば、互いに対向に配置された2つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線状の軌道からなるU字型軌道をX線管用およびX線検出手段用に2つ備え、平面視したときにX線管用のU字型軌道およびX線検出手段用のU字型軌道を互いに対向に配置することで、X線管やX線検出手段の向き（照射方向や検出面の向き）が固定されている場合に、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施例に係る放射線治療用動体追跡装置の概略図であり、（a）は平面図、（b）は正面図、（c）は右側面図である。

[図2]実施例に係る放射線治療用動体追跡装置のブロック図である。

[図3]（a）～（e）は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置したときを概略的に示した一実施態様の平面図である。

[図4]（a）～（e）は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置したときを概略的に示した図3とは別の実施形態の平面図である。

[図5]（a）～（c）は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置したときを概略的に示した図3や図4の比較のために用いられる平面図である。

[図6] (a) ~ (d) は、U字型軌道における各々の直線状の軌道で、当該軌道に沿ってX線管およびX線検出器を同一方向に移動させたときを概略的に示した平面図である。

[図7]変形例に係る各々のU字型軌道を互いに対向に配置したときを概略的に示した平面図である。

[図8]従来の円弧軌道上にX線管およびX線検出器を配置したときを概略的に示した平面図である。

[図9]従来の直線状の軌道上にX線管およびX線検出器を配置したときを概略的に示した側面図である。

実施例

[0019] 以下、図面を参照してこの発明の実施例を説明する。

図1は、実施例に係る放射線治療用動体追跡装置の概略図であり、図2は、実施例に係る放射線治療用動体追跡装置のブロック図である。

[0020] 図1に示すように、放射線治療用動体追跡装置は、映像系2（図1（a）の平面図を参照）を備え、放射線治療装置1と組み合わせて使用される。放射線治療装置1は、リニアックあるいはライナックと称される直線加速器タイプや、陽子線や炭素線などの粒子線装置タイプであり、X線や粒子線などの放射線を治療部位に照射する放射線源11と、その放射線源11を内部に有して図1（c）に示すy軸心周りに図1（b）に示す方向に回転可能なガントリ12と、そのガントリ12を支持して床面や壁面に配置される基台13と、治療の対象となる被検体（図示省略）を載置するベッド14とを備えている。ベッド14は、鉛直方向に昇降可能な昇降台14Aと、その昇降台14Aに対して水平方向にスライド可能で、被検体を載置する天板14Bとを備えている。

[0021] 図1（a）の平面図に示すように、映像系2は、X線透視撮影を行うためにX線を照射するX線管21と、X線透視撮影を行うためにX線を検出するX線検出器22とを備えている。図1に示すように、X線管21は、治療のアイソセンターに相当する腫瘍中心に向けてX線を照射し、X線検出器22

は、アイソセンターから通ったX線を検出する。なお、X線検出器22については、イメージンテンシファイアやフラットパネル型X線検出器などに例示されるように、通常において用いられる検出器であれば、特に限定されない。X線管21は、この発明におけるX線管に相当し、X線検出器22は、この発明におけるX線検出手段に相当する。

[0022] 図1では、映像系2（図1（a）の平面図を参照）を2セット分備えている。具体的には、2つのX線管21を備えるとともに、2つのX線検出器22を備えている。映像系2のセット数については特に限定されない。

[0023] また、X線管21は、照射方向が固定されており、X線検出器22は、検出面の向きが固定されている。このように、向きが固定されていることにより、後述する図3や図4や図6に示すように、X線管21は各図に示す方向にX線を照射し、X線検出器22は各図に示す方向でX線を検出する。

[0024] その他に、放射線治療用動体追跡装置は、床下に埋め込まれて敷設されたX線管21用のレール31を備えている。そのレール31に沿ってX線管21を移動させる。レール31は、後述する図3や図4や図6に示すように互いに対向に配置された2つの直線状の軌道31A、31Bおよびそれらに接続された曲線状の軌道31CからなるU字型軌道である。また、放射線治療用動体追跡装置は、天井面に敷設されたX線検出器22用のレール41を備えている。そのレール41に沿ってX線検出器22を移動させる。レール41は、後述する図3や図4や図6に示すように互いに対向に配置された2つの直線状の軌道41A、41Bおよびそれらに接続された曲線状の軌道41CからなるU字型軌道である。図示の便宜上、図1や後述する図3や図4や図6ではレールを1本のみ図示しているが、2本以上のレールに沿ってX線管21やX線検出器22からなる映像系2（図1（a）の平面図を参照）を移動させる構成であってもよい。X線管21用のレール31は、X線管用のU字型軌道に相当し、X線検出器22用のレール41は、X線検出手段用のU字型軌道に相当する。

[0025] また、図1（a）の平面図に示すように、平面視したときにX線管21用

のU字型軌道であるレール3 1 およびX線検出器2 2用のU字型軌道であるレール4 1 は互いに対向に配置されている。図1 (a)では、X線管2 1用のレール3 1 を内側に、X線検出器2 2用のレール4 1 を外側に図示しているが、これに限定されず、後述する図4に示すようにX線管2 1用のレール3 1 を外側に、X線検出器2 2用のレール4 1 を内側にしてもよい。また、レール3 1 は床下に配置され、レール4 1 は天井面に配置されているので、平面視したときに上下に重なるように各々のレール3 1, 4 1 を配置してもよい。

[0026] その他に、図2に示すように、放射線治療動体追跡装置は、動体追跡処理する動体追跡処理部5を備えている。動体追跡処理部5は、画像収集部5 1とパターン認識部5 2と腫瘍座標計算部5 3と照射可能位置判断部5 4と照射指示部5 5とを備えている。

[0027] その他に、図2に示すように、放射線治療動体追跡装置は、映像系2を制御する同期コントローラ6やシーケンス制御装置7を備えている。上述した動体追跡処理部5や同期コントローラ6やシーケンス制御装置7は、中央演算処理装置(CPU)などで構成されている。同期コントローラ6は、映像系2のX線管2 1およびX線検出器2 2が互いに同期して動作するように制御する。シーケンス制御装置7は、X線管2 1を動かす可動台座3 1 a、X線検出器2 2を動かす可動台座4 1 aを介して、X線管2 1用のレール3 1 (図1を参照)およびX線検出器2 2用のレール4 1 (図1を参照)における各々の直線状の軌道3 1 A, 4 1 A (図3や図4や図6を参照)に沿って、X線管2 1およびX線検出器2 2を同期させつつ同一方向に移動させて制御する。また、シーケンス制御装置7は、レール3 1, 4 1における各々の直線状の軌道3 1 B, 4 1 B (図3や図4や図6を参照)に沿って、X線管2 1およびX線検出器2 2を同期させつつ同一方向に移動させて制御することも可能である。シーケンス制御装置7は、この発明における制御手段に相当する。

[0028] 動体追跡処理部5の画像収集部5 1は、映像系2のX線管2 1から照射さ

れてX線検出器22で検出されたX線に基づくX線透視撮影によって得られたX線画像を収集する。動体追跡処理部5のパターン認識部52は、予め撮影されたマーカの画像情報と対象となるX線画像とのマッチングを行って、マッチング結果に基づいて当該対象となるX線画像にマーカが映り込んでいるか否かのパターン認識を行う。動体追跡処理部5の腫瘍座標計算部53は、埋め込まれたマーカと腫瘍との位置関係に基づいて腫瘍の座標を演算により求める。動体追跡処理部5の照射可能位置判断部54は、腫瘍の座標が所定位置（例えば呼期の位置）にあるか否かで照射可能位置を判断する。動体追跡処理部5の照射指示部55は、腫瘍の座標が所定位置に来たとき（例えば呼期）に、放射線治療装置1の放射線源11（図1を参照）から放射線の照射を許可する許可信号を、放射線治療装置1に送り込む。

[0029] 続いて、各々のレールの具体的な配置について、図3あるいは図4を参照して説明するとともに、図3や図4の比較のために従来の各々のレールの配置について、図5を参照して説明する。図3は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置したときを概略的に示した一実施態様の平面図であり、図4は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置したときを概略的に示した図3とは別の実施形態の平面図であり、図5は、各々のU字型軌道を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置したときを概略的に示した図3や図4の比較のために用いられる平面図である。

[0030] 図3～図5では、映像系2（図1（a）の平面図または図2を参照）を2セット分備えたときの平面図である。また、図3～図5では、映像系2のX線管21を管球の形状で表した丸で図示し、映像系2のX線検出器22をフラットパネル型X線検出器の形状で表した方形で図示する。また、2セット分の映像系2のうち、一方の映像系2のX線管21を大文字の「A」で表し、当該映像系2のX線検出器22を小文字の「a」で表し、他方の映像系2のX線管21を大文字の「B」で表し、当該映像系2のX線検出器22を小文字の「b」で表す。また、X線管21の照射方向とX線検出器22の検出面とが互いに向いていないときには、図3～図5では「×」で図示する。

[0031] X線管 2 1 用のレール 3 1 は、図 3 (a) や図 4 (a) や後述する図 6 に示すように、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 3 1 A, 3 1 B、それらに接続された曲線状の軌道 3 1 C および当該軌道 3 1 C に接続された直線状の軌道 3 1 D からなる U 字型軌道である。X線検出器 2 2 用のレール 4 1 は、図 3 (a) や図 4 (a) や後述する図 6 に示すように、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 4 1 A, 4 1 B、それらに接続された曲線状の軌道 4 1 C および当該軌道 4 1 C に接続された直線状の軌道 4 1 D からなる U 字型軌道である。図 3 や図 4 や後述する図 6 に示すように、平面視したときに X線管 2 1 用のレール 3 1 および X線検出器 2 2 用のレール 4 1 は互いに対向に配置されている。

[0032] 先ず、図 3 について説明する。図 3 に示すように、放射線治療装置 1 (図 3 (a) を参照) の前面を回って X線管 2 1 用のレール 3 1 は U 字型軌道を描き、放射線治療装置 1 の背面を回って X線検出器 2 2 用のレール 4 1 は U 字型軌道を描いている。図 3 では、X線管 2 1 用のレール 3 1 を内側に、X線検出器 2 2 用のレール 4 1 を外側に配置している。上述したように、X線管 2 1 用のレール 3 1 を外側に、X線検出器 2 2 用のレール 4 1 を内側にしてもよいし、レール 3 1 は床下に配置され、レール 4 1 は天井面に配置されて関係上、平面視したときに上下に重なるように各々のレール 3 1, 4 1 を配置してもよい。

[0033] 図 3 (a) に示すように、それぞれの向きが固定された状態で、一方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X線管 2 1 から照射された X線を当該映像系 2 の X線検出器 2 2 が検出するように配置する (図 3 (a) の「A」および「a」を参照)。同様に、他方の映像系 2 の X線管 2 1 から照射された X線を当該映像系 2 の X線検出器 2 2 が検出するように配置する (図 3 (a) の「B」および「b」を参照)。

[0034] 一方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X線管 2 1 および X線検出器 2 2 を固定した状態で、図 3 (b) の矢印の方向にレール 3 1, 4 1 (図 3 (a) を参照) に沿って他方の映像系 2 の X線管 2 1 および

X線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、各々の移動位置において X 線管 2 1 の照射方向と X 線検出器 2 2 の検出面とが互いに向いていない。さらに、X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、図 3 (c) に示す位置にて X 線管 2 1 から照射された X 線を X 線検出器 2 2 が検出する。

[0035] 今度は、他方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 を固定した状態で、図 3 (d) の矢印の方向にレール 3 1, 4 1 (図 3 (a) を参照) に沿って一方の映像系 2 の X 線管 2 1 および X 線管 2 2 をそれぞれ移動させると、各々の移動位置において X 線管 2 1 の照射方向と X 線検出器 2 2 の検出面とが互いに向いていない。さらに、X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、図 3 (e) に示す位置にて X 線管 2 1 から照射された X 線を X 線検出器 2 2 が検出する。

[0036] このように、X 線管 2 1 において照射方向が固定され、X 線検出器 2 2 において検出面の向きが固定されている場合には、図 3 のように映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) を 2 セット分備えたときには、図 3 (a) に示す X 線透視の方向の組み合わせ、図 3 (c) に示す X 線透視の方向の組み合わせ、図 3 (e) に示す X 線透視の方向の組み合わせが実現される。したがって、後述する図 6 に示すように X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 を同一方向に移動させる場合を除いては、合計 3 通りの組み合わせが実現される。

[0037] 次に、図 4 について説明する。図 4 に示すように、放射線治療装置 1 (図 4 (a) を参照) の背面を回って X 線管 2 1 用のレール 3 1 は U 字型軌道を描き、放射線治療装置 1 の前面を回って X 線検出器 2 2 用のレール 4 1 は U 字型軌道を描いている。図 4 では、X 線管 2 1 用のレール 3 1 を外側に、X 線検出器 2 2 用のレール 4 1 を内側に配置している。放射線治療装置 1 の背面を回って X 線管 2 1 用のレール 3 1 が U 字型軌道を描き、放射線治療装置 1 の前面を回って X 線検出器 2 2 用のレール 4 1 が U 字型軌道を描く図 4 の場合においても、図 3 のように X 線管 2 1 用のレール 3 1 を内側に、X 線検

出器 2 2 用のレール 4 1 を外側にしてもよいし、レール 3 1 は床下に配置され、レール 4 1 は天井面に配置されて関係上、平面視したときに上下に重なるように各々のレール 3 1, 4 1 を配置してもよい。

[0038] 図 4 (a) に示すように、それぞれの向きが固定された状態で、一方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X 線管 2 1 から照射された X 線を当該映像系 2 の X 線検出器 2 2 が検出するように配置する (図 4 (a) の「B」および「b」を参照)。同様に、他方の映像系 2 の X 線管 2 1 から照射された X 線を当該映像系 2 の X 線検出器 2 2 が検出するように配置する (図 4 (a) の「A」および「a」を参照)。

[0039] 一方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 を固定した状態で、図 4 (b) の矢印の方向にレール 3 1, 4 1 (図 4 (a) を参照) に沿って他方の映像系 2 の X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、各々の移動位置において X 線管 2 1 の照射方向と X 線検出器 2 2 の検出面とが互いに向いていない。さらに、X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、図 4 (c) に示す位置にて X 線管 2 1 から照射された X 線を X 線検出器 2 2 が検出する。

[0040] 今度は、他方の映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) の X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 を固定した状態で、図 4 (d) の矢印の方向にレール 3 1, 4 1 (図 4 (a) を参照) に沿って一方の映像系 2 の X 線管 2 1 および X 線管 2 2 をそれぞれ移動させると、各々の移動位置において X 線管 2 1 の照射方向と X 線検出器 2 2 の検出面とが互いに向いていない。さらに、X 線管 2 1 および X 線検出器 2 2 をそれぞれ移動させると、図 4 (e) に示す位置にて X 線管 2 1 から照射された X 線を X 線検出器 2 2 が検出する。

[0041] このように、X 線管 2 1 において照射方向が固定され、X 線検出器 2 2 において検出面の向きが固定されている場合には、図 4 のように映像系 2 (図 1 (a) の平面図または図 2 を参照) を 2 セット分備えたときには、図 4 (a) に示す X 線透視の方向の組み合わせ、図 4 (c) に示す X 線透視の方向

の組み合わせ、図4（e）に示すX線透視の方向の組み合わせが実現される。したがって、後述する図6に示すようにX線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させる場合を除いては、合計3通りの組み合わせが実現される。

[0042] 以上、図3や図4に示すように、放射線治療装置1（図3（a）または図4（a）を参照）の前面あるいは背面に関係なく、さらに内側あるいは外側に関係なく、平面視したときにX線管21用のレール31およびX線検出器22用のレール41を互いに対向に配置した場合には、映像系2（図1（a）の平面図または図2を参照）を2セット分備えたときに、合計3通りの組み合わせが実現される。

[0043] これに対して、図5に示すように、平面視したときにX線管21用のレール31およびX線検出器22用のレール41を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置したときについて説明する。

[0044] 図5に示すように、放射線治療装置1（図5（a）を参照）の前面を回ってレール31、41はともにU字型軌道を描いている。図5では、X線管21用のレール31を内側に、X線検出器22用のレール41を外側に配置している。放射線治療装置1の背面を回ってレール31、41がともにU字型軌道を描く場合においても同様であるので、その説明を省略する。また、X線管21用のレール31を外側に、X線検出器22用のレール41を内側にする場合や、平面視したときに上下に重なるように各々のレール31、41を配置する場合においても同様であるので、その説明を省略する。

[0045] 図5（a）に示すように、それぞれの向きが固定された状態で、一方の映像系2（図1（a）の平面図または図2を参照）のX線管21から照射されたX線を当該映像系2のX線検出器22が検出するように配置する（図5（a）の「A」および「a」を参照）。同様に、他方の映像系2のX線管21から照射されたX線を当該映像系2のX線検出器22が検出するように配置する（図5（a）の「B」および「b」を参照）。

[0046] 図3や図4の場合と相違して図5の場合には、平面視したときにX線管2

1用のレール31およびX線検出器22用のレール41を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置する関係上、各々のレール31, 41の端部は、同じ側に解放(図5では図面の左側に解放)している。したがって、解放端よりも先にX線管21やX線検出器22は回り込むことができず、さりとて「b」のX線検出器22が「a」のX線検出器22を追い抜くことができない。以上の理由により図3(c)や図4(c)のような形態でX線管21の照射方向とX線検出器22の検出面とを向き合わせて配置することができない。そして、図5(b)の矢印の方向にレール31, 41(図5(a)を参照)に沿ってX線管21およびX線検出器22を移動させると、最終的に図5(c)に示す位置にてX線管21から照射されたX線をX線検出器22が検出する。

[0047] このように、X線管21において照射方向が固定され、X線検出器22において検出面の向きが固定されている場合には、図5のように映像系2(図1(a)の平面図または図2を参照)を2セット分備えたときには、図5(a)に示すX線透視の方向の組み合わせ、図5(c)に示すX線透視の方向の組み合わせが実現される。したがって、X線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させる場合を除いては、合計2通りの組み合わせが実現される。

[0048] 以上、図5に示すように、放射線治療装置1(図5(a)を参照)の前面あるいは背面に関係なく、さらに内側あるいは外側に関係なく、平面視したときにX線管21用のレール31およびX線検出器22用のレール41を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置した場合には、映像系2(図1(a)の平面図または図2を参照)を2セット分備えたときに、合計2通りの組み合わせが実現される。

[0049] 続いて、X線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させる場合について、図6を参照して説明する。図6は、U字型軌道における各々の直線状の軌道で、当該軌道に沿ってX線管およびX線検出器を同一方向に移動させたときを概略的に示した平面図である。

[0050] 図3のように放射線治療装置1（図3（a）を参照）の前面を回ってX線管21用のレール31はU字型軌道を描き、放射線治療装置1の背面を回ってX線検出器22用のレール41はU字型軌道を描いたのが、図6（a）および図6（b）である。また、図4のように放射線治療装置1（図4（a）を参照）の背面を回ってX線管21用のレール31はU字型軌道を描き、放射線治療装置1の前面を回ってX線検出器22用のレール41はU字型軌道を描いたのが、図6（c）および図6（d）である。

[0051] 図6（a）に示すように、それぞれの向きが固定された状態で、一方の映像系2（図1（a）の平面図または図2を参照）のX線管21から照射されたX線を当該映像系2のX線検出器22が検出するように配置する（図6（a）の「B」および「b」を参照）。同様に、他方の映像系2のX線管21から照射されたX線を当該映像系2のX線検出器22が検出するように配置する（図6（a）の「A」および「a」を参照）。

[0052] X線管21用のレール31のU字型軌道における各々の直線状の軌道31A、31B（図6（a）を参照）、X線検出器22用のレール41のU字型軌道における各々の直線状の軌道41A、41B（図6（a）を参照）で、当該軌道31A、31B、41A、41Bに沿ってX線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させる。このように同一方向に移動させるには、上述したようにシーケンス制御装置7（図2を参照）により、X線管21およびX線検出器22を同期させつつ同一方向に移動させて制御すればよい。

[0053] 図6（c）および図6（d）については、放射線治療装置1の前面・背面を除けば、図6（a）および図6（b）と同じであるので、その説明を省略する。図6のように移動させることにより、例えばアイソセンターから離れた場所に留置した金マーカをX線透視撮影により追跡する場合には、当該金マーカの位置までオフセット量だけX線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させればよい。

[0054] 上述の構成を備えた本実施例に係る放射線治療用動体追跡装置によれば、互いに対向に配置された2つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線

状の軌道からなるU字型軌道のレールをX線管21用およびX線検出器22用に2つ備えることで、図9の側面図に示すような単なる直線状の軌道Rと相違して、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。また、図5の平面図に示すように、平面視したときにX線管21用のU字型軌道のレール31およびX線検出器22用のU字型軌道のレール41を互いに対向に配置せずに互いに同じ方向に配置したとき（図5の場合には2通りの組み合わせ）と比較すると、図3や図4の平面図に示すように、平面視したときにX線管21用のU字型軌道のレール31およびX線検出器22用のU字型軌道のレール41を互いに対向に配置したときの方が、X線透視の方向を多くとることができる（図3や図4の場合には3通りの組み合わせ）。その結果、X線管21およびX線検出器22からなる映像系2のセット数を少なくして、かつ様々な方向からX線透視撮影を行いたいという主たる課題を解決することができ、X線管21やX線検出器22の向き（照射方向や検出面の向き）が固定されている場合に、様々な方向からX線透視撮影を行うことができる。

[0055] 本実施例では、好ましくは、X線管21用のU字型軌道のレール31およびX線検出器22用のU字型軌道のレール41における各々の直線状の軌道31A、31B、41A、41Bに沿って、X線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させて制御している。図9の側面図に示すような単なる直線状の軌道Rと同様に、図6の平面図に示すように、X線管21用のU字型軌道のレール31およびX線検出器22用のU字型軌道のレール41における各々の直線状の軌道31A、31B、41A、41Bでは、当該軌道31A、31B、41A、41Bに沿って、X線管21およびX線検出器22を同一方向に移動させることができる。したがって、当該軌道31A、31B、41A、41Bに沿ってX線透視撮影を行いやすい位置に移動させることができる。その結果、上述の主たる課題に加えて、図9の側面図に示すような単なる直線状の軌道R以外の軌道で、X線管21やX線検出器22の向き（照射方向や検出面の向き）が固定されている場合に、X線管21および

X線検出器 2 2 からなる映像系 2 のセット数を少なくして、かつ様々な位置から X 線透視撮影を行って、X 線透視範囲を広げるようにしたいという課題をも解決することができる。

[0056] この発明は、上記実施形態に限られることはなく、下記のように変形実施することができる。

[0057] (1) 上述した実施例では、床側に X 線管用のレールを、天井面に X 線検出器用のレールをそれぞれ配置したが、逆に、床側に X 線検出器用のレールを、天井面に X 線管用のレールをそれぞれ配置してもよい。

[0058] (2) 上述した実施例では、U 字形軌道としてレールを例に採って説明したが、レール以外に溝で U 字形軌道を形成してもよい。

[0059] (3) 上述した実施例では、例えば図 3 の場合には、X 線管 2 1 用のレール 3 1 は、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 3 1 A, 3 1 B、それらに接続された曲線状の軌道 3 1 C および当該軌道 3 1 C に接続された直線状の軌道 3 1 D からなる U 字型軌道であったが、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道およびそれらに接続された曲線状の軌道からなる U 字型軌道であれば、軌道 3 1 D を有さずに、軌道 3 1 A, 3 1 B およびそれらに接続された曲線状の軌道 3 1 C のみからなる U 字型軌道であってもよい。例えば、図 7 に示すように、X 線管 2 1 用のレール 3 1 を、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 3 1 A, 3 1 B およびそれらに接続された曲線状の軌道 3 1 C のみからなる U 字型軌道で形成し、X 線検出器 2 2 用のレール 4 1 を、図 3 と同じように互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 4 1 A, 4 1 B、それらに接続された曲線状の軌道 4 1 C および当該軌道 4 1 C に接続された直線状の軌道 4 1 D からなる U 字型軌道で形成してもよい。また、外側の X 線検出器 2 2 用のレール 4 1 についても、曲線状の軌道の径を大きくすることで、互いに対向に配置された 2 つの直線状の軌道 4 1 A, 4 1 B およびそれらに接続された曲線状の軌道 4 1 C のみからなる U 字型軌道で形成してもよい。

符号の説明

[0060] 2 1 ... X線管
2 2 ... X線検出器
3 1, 4 1 ... レール
7 ... シーケンス制御装置

請求の範囲

[請求項1]

治療部位に放射線を照射するために、前記治療部位に関する動体を
X線透視撮影により追跡する放射線治療用動体追跡装置であって、

前記X線透視撮影を行うためのX線の照射方向が固定されたX線管
と、

検出面の向きが固定され、前記X線管から照射されたX線透視撮影
を行うためのX線を検出するX線検出手段と

を備え、

互いに対向に配置された2つの直線状の軌道およびそれらに接続さ
れた曲線状の軌道からなるU字型軌道をX線管用およびX線検出手段
用に2つ備え、

平面視したときに前記X線管用のU字型軌道および前記X線検出手
段用のU字型軌道を互いに対向に配置する

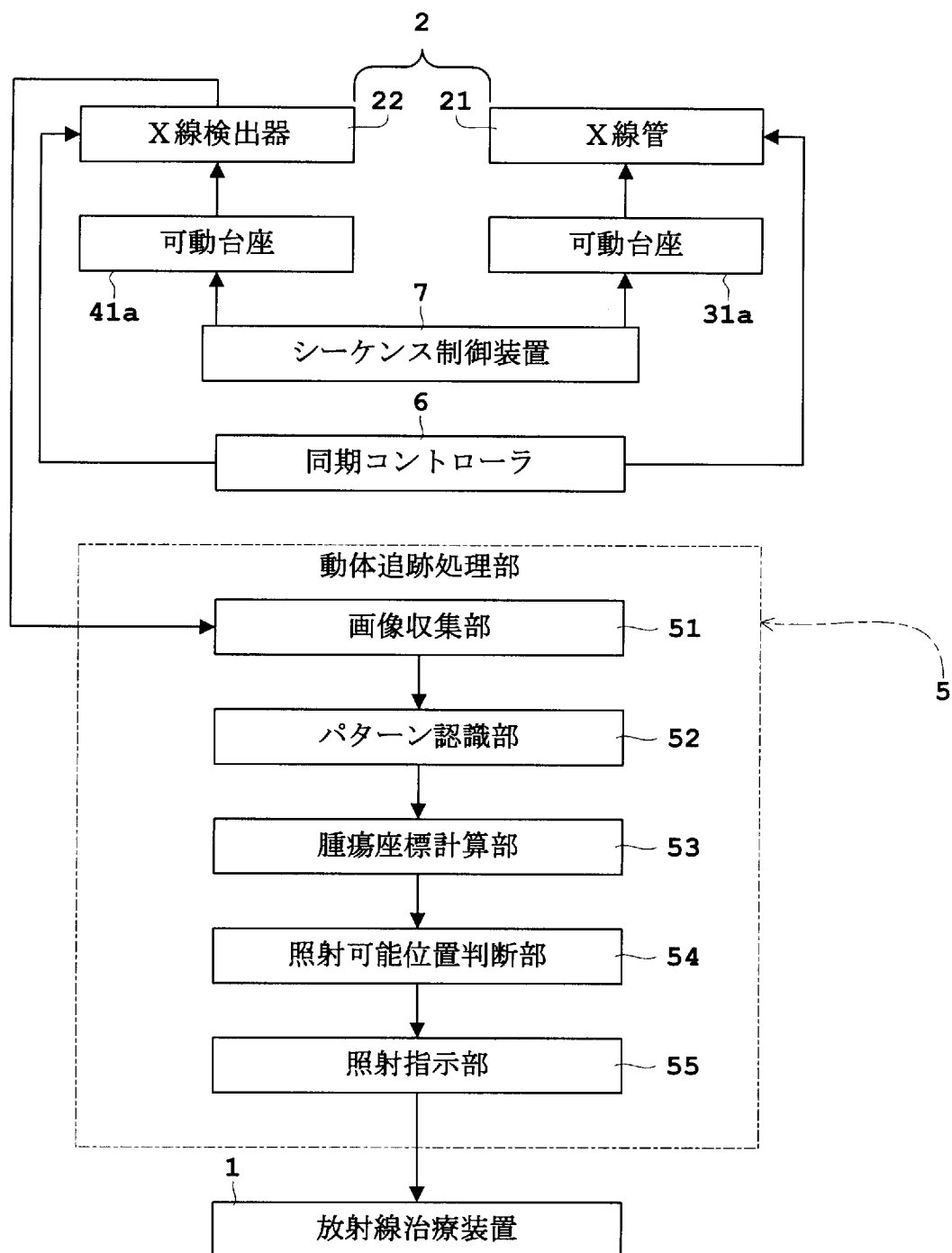
ことを特徴とする放射線治療用動体追跡装置。

[請求項2]

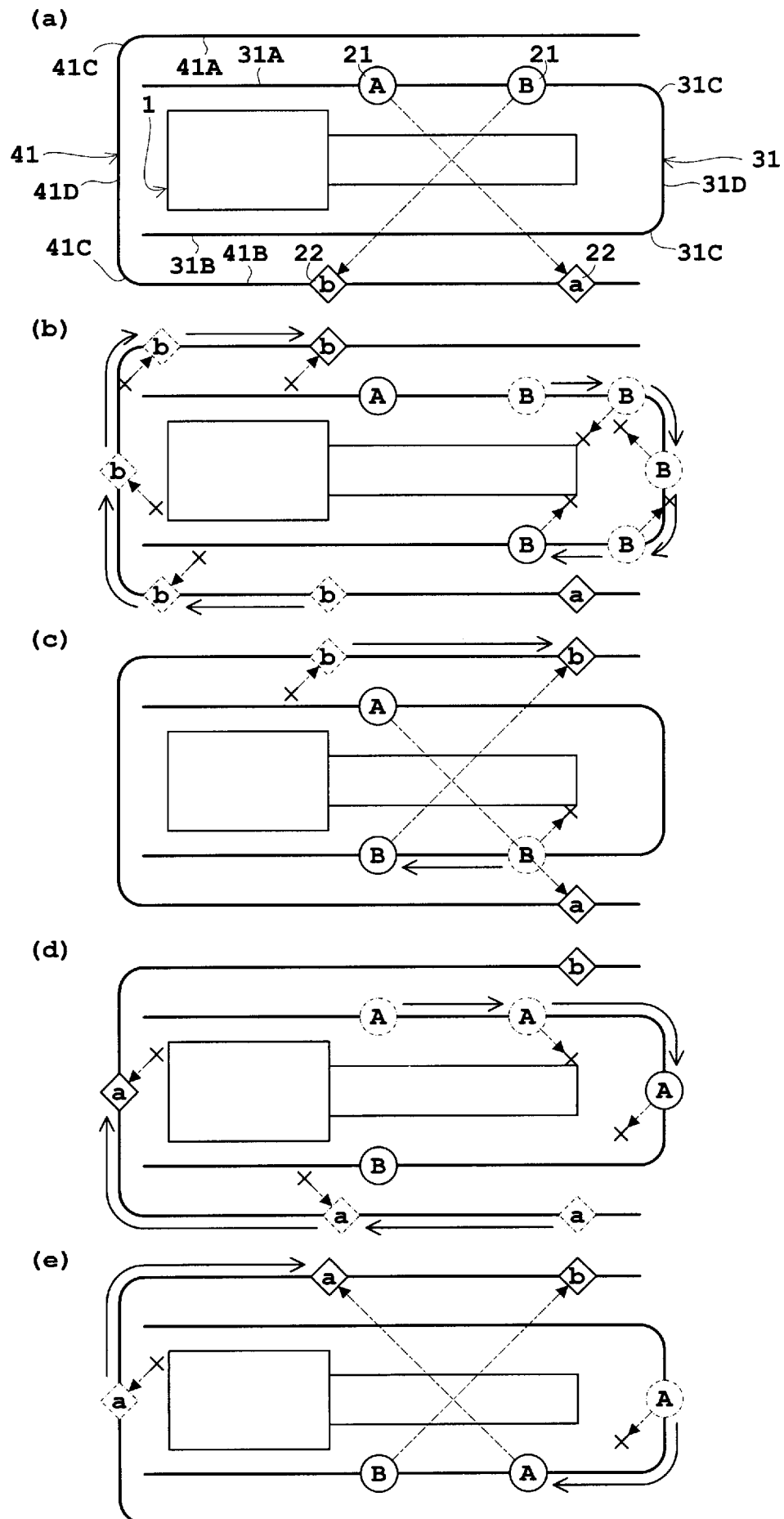
請求項1に記載の放射線治療用動体追跡装置において、

前記X線管用のU字型軌道および前記X線検出手段用のU字型軌道
における各々の前記直線状の軌道に沿って、前記X線管および前記X
線検出手段を同一方向に移動させて制御する制御手段を備えることを
特徴とする放射線治療用動体追跡装置。

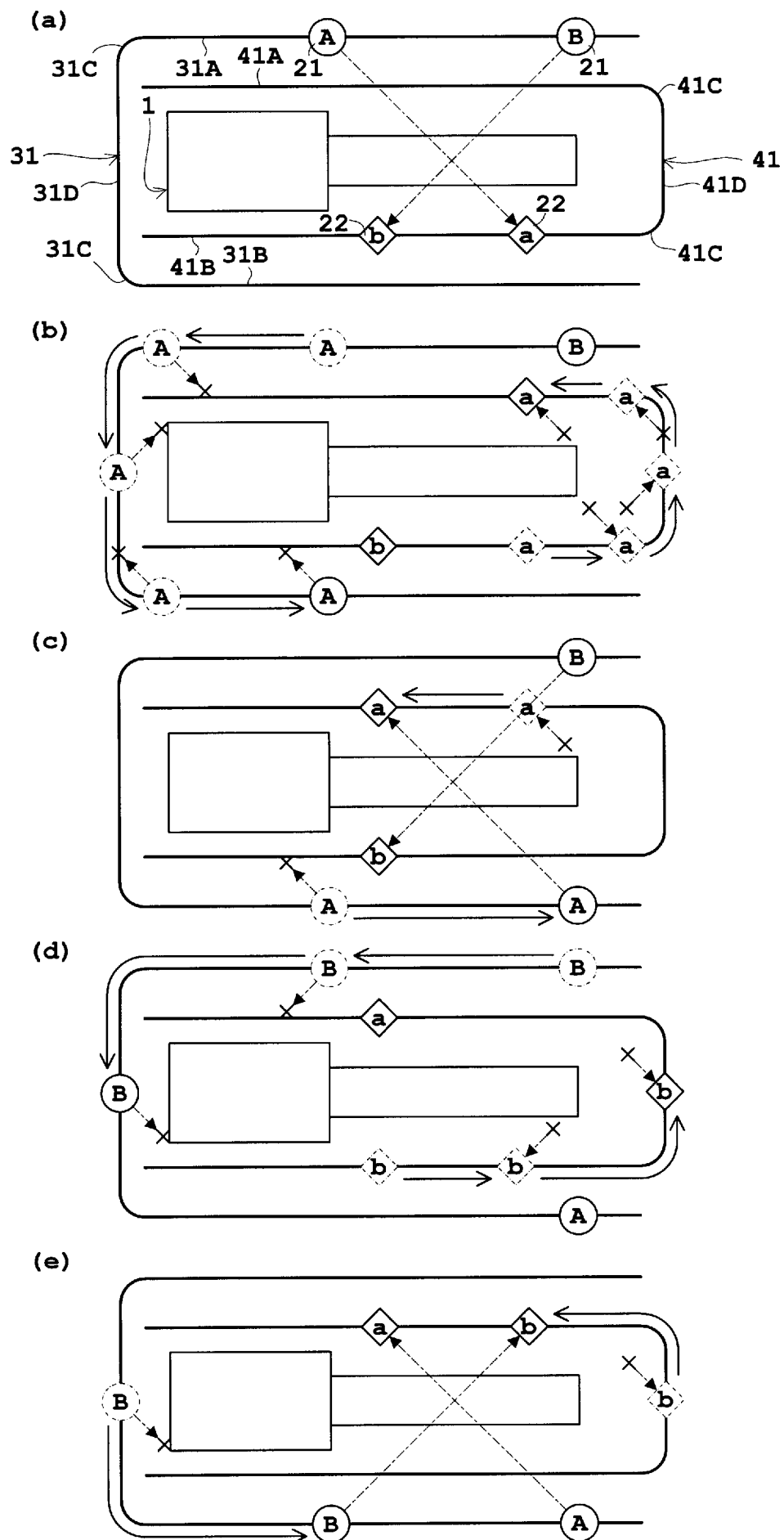
[図2]



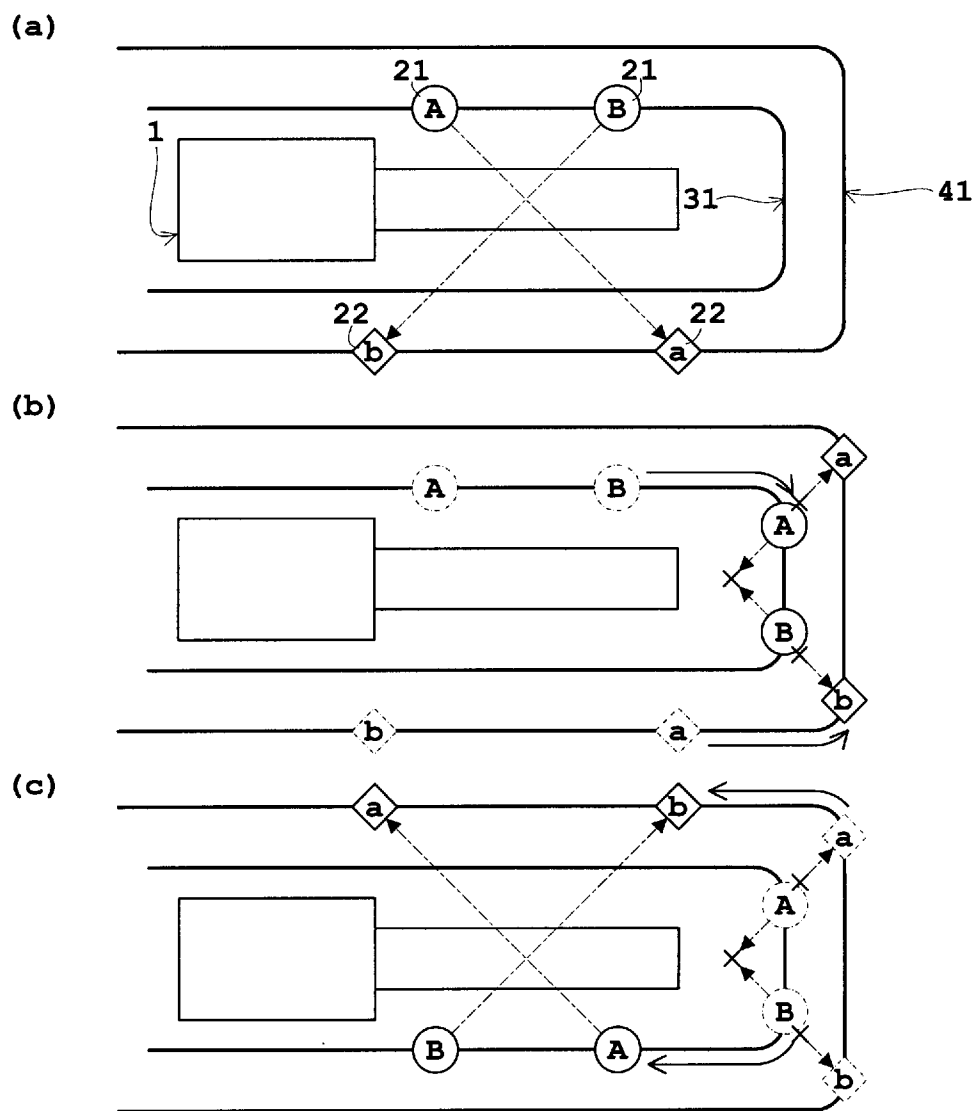
[図3]



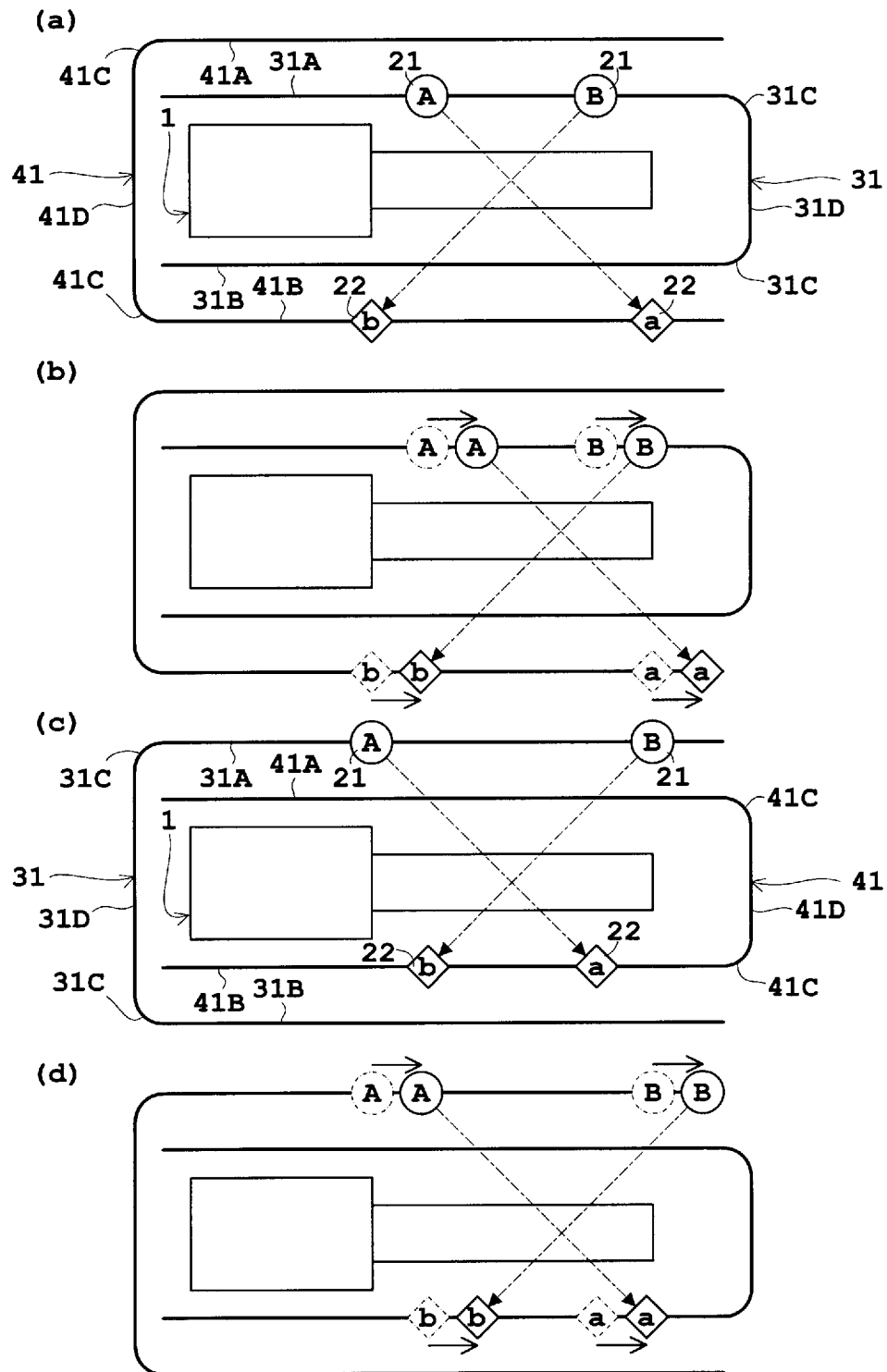
[図4]



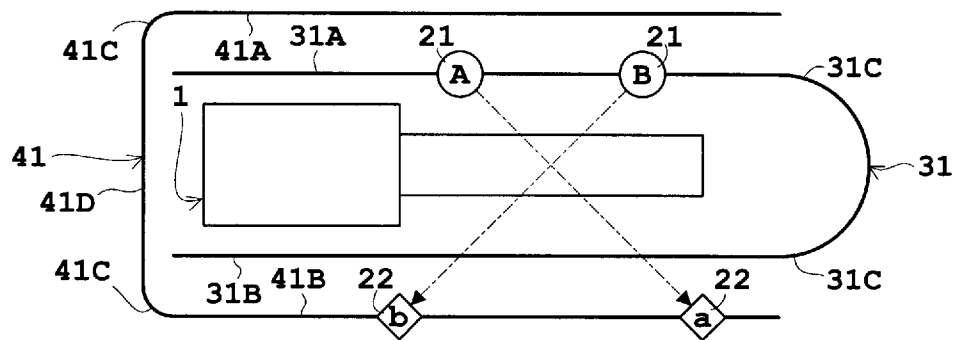
[図5]



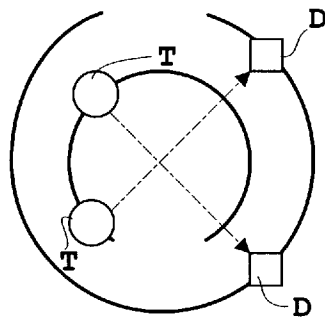
[図6]



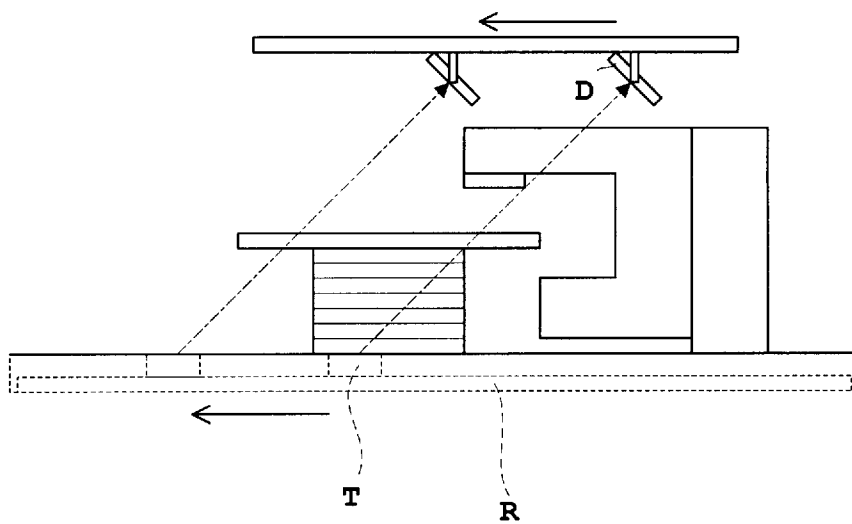
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/001959

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B6/00(2006.01) i, A61N5/10(2006.01) i

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)

A61B6/00, A61N5/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CiNii

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-167072 A (Mitsubishi Electric Corp.), 20 June 2000 (20.06.2000), entire text; all drawings & US 6307914 B1	1-2
A	JP 63-290548 A (Hitachi Medical Corp.), 28 November 1988 (28.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	1-2
A	JP 2008-544833 A (Accuray Inc.), 11 December 2008 (11.12.2008), entire text; all drawings & US 2007/0003007 A1 & EP 1902273 A & WO 2007/002927 A2 & CN 101238351 A & AT 520007 T	1-2

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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 application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 May, 2012 (07.05.12)

Date of mailing of the international search report
22 May, 2012 (22.05.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B6/00(2006.01)i, A61N5/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. A61B6/00, A61N5/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

CiNii

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-167072 A (三菱電機株式会社) 2000.06.20, 全文、全図 & US 6307914 B1	1-2
A	JP 63-290548 A (株式会社 日立メディコ) 1988.11.28, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2
A	JP 2008-544833 A (アキュレイ・インコーポレーテッド) 2008.12.11, 全文、全図 & US 2007/0003007 A1 & EP 1902273 A & WO 2007/002927 A2 & CN 101238351 A & AT 520007 T	1-2

C 欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松谷 洋平

2 Q

4 8 4 3

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2