

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2018-79011

(P2018-79011A)

(43) 公開日 平成30年5月24日(2018.5.24)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 6/00 (2006.01) A 6 1 B 6/00 3 5 0 C 4 C 0 9 3
 A 6 1 B 6/00 3 5 0 D

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-222465 (P2016-222465)	(71) 出願人	000001993 株式会社島津製作所 京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地
(22) 出願日	平成28年11月15日(2016.11.15)	(71) 出願人	301032942 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号
		(74) 代理人	100101753 弁理士 大坪 隆司
		(72) 発明者	▲高▼橋 涉 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

最終頁に続く

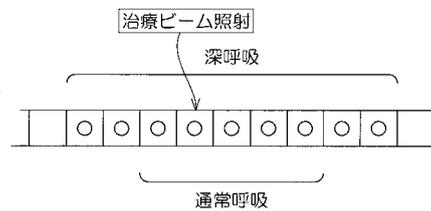
(54) 【発明の名称】 X線透視方法およびX線透視装置

(57) 【要約】

【課題】 被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能なX線透視方法およびX線透視装置を提供する。

【解決手段】 画像収集工程においては、被検者が深呼吸をした状態において、所定のフレームレートでマーカまたは特定部位を含む画像を収集する。この被検者による深呼吸時には、被検者の通常呼吸時より広い範囲でマーカまたは特定部位が移動する。このマーカまたは特定部位の移動は、全ストロークにおいて撮影され、その画像が収集される。これにより、被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

X線管から照射され被検者を通過したX線をX線検出器により検出し、前記被検者の体内に留置されたマーカを含む画像または前記被検者の特定部位を含む画像を収集することにより、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出し、前記特定部位の動きを追跡するX線透視方法であって、

被検者が深呼吸をしている状態において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する画像収集工程と、

前記画像収集工程において収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像に基づいて、前記マーカまたは前記特定部位を示す基本画像を作成して記憶する基本画像記憶工程と、

前記X線管から照射され前記被検者を通過したX線を前記X線検出器により検出し、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する透視工程と、

前記透視工程で得た画像と前記基本画像記憶工程において記憶された基本画像とを使用して、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する位置検出工程と、

を含むことを特徴とするX線透視方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のX線透視方法において、

前記基本画像はテンプレートであり、前記位置検出工程においてはテンプレートマッチングにより前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出するX線透視方法。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のX線透視方法において、

前記基本画像は機械学習に使用される正解画像であり、前記位置検出工程においては機械学習を利用して前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出するX線透視方法。

【請求項 4】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のX線透視方法において、

前記画像収集工程においては、前記被検者の吸気工程または前記被検者の呼気工程のいずれか一方において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集するX線透視装置。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 3 のいずれかに記載のX線透視方法において、

前記画像収集工程においては、前記被検者の吸気工程および前記被検者の呼気工程の両方において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集するX線透視装置。

【請求項 6】

X線管と、前記X線管から照射され被検者を通過したX線を検出するX線検出器とを備え、前記被検者の特定部位を含む画像を収集することにより、前記特定部位の位置を検出し、前記特定部位の動きを追跡するX線透視装置であって、

被検者が深呼吸をした状態において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する画像収集部と、

前記画像収集部により収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像に基づいて、前記マーカまたは前記特定部位を示す基本画像を作成して記憶する基本画像記憶部と、

前記X線管と前記X線検出器とにより収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像と前記基本画像記憶部に記憶された複数の基本画像とを使用して、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する位置検出部と、

を備えたことを特徴とするX線透視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、X線管から照射され被検者を通過したX線をX線検出器により検出し、被

10

20

30

40

50

検者の特定部位を含む画像を収集することにより、特定部位の位置を検出し、特定部位の動きを追跡するX線透視方法およびX線透視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

腫瘍などの患部に対してX線や電子線等の放射線を照射する放射線治療においては、放射線を患部に正確に照射する必要がある。しかしながら、被検者が体を動かしてしまう場合があるばかりではなく、患部自体に動きが生ずる場合がある。例えば、肺の近くの腫瘍は呼吸に基づき大きく移動する。このため、腫瘍のそばに球形状を有する金製のマーカを留置し、このマーカの位置をX線透視装置により検出して、治療放射線の照射を制御する構成を有する放射線治療装置が提案されている（特許文献1参照）。

10

【0003】

このような放射線治療装置においては、第1X線管と第1X線検出器から成る第1X線透視機構と、第2X線管と第2X線検出器から成る第2X線透視機構とを使用して体内に留置されたマーカを撮影し、第1X線透視機構による二次元の透視画像と第2X線透視機構による二次元の透視画像を利用して三次元の位置情報を得る。そして、連続してX線透視を行い、リアルタイムでマーカの三次元の位置情報を演算することで、移動を伴う部位のマーカを高精度で検出する。そして、検出されたマーカの位置情報に基づいて治療放射線の照射を制御することで、腫瘍の動きに応じた高精度の放射線照射を実行することが可能となる。このマーカの位置情報を得るときには、テンプレート画像を利用したテンプレートマッチングが実行される。

20

【0004】

ところで、上述したようにマーカを利用して腫瘍の動きを検出するためには、被検者の体内に、予めマーカを留置する必要がある。このため、近年、患者の腫瘍の領域などの特定部位をマーカのかわりに使用することで、マーカの留置を省略する方法も提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特許第3053389号公報

【発明の概要】

30

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このような放射線治療装置に使用される従来のX線透視装置においては、被検者が通常の呼吸を行っている状態において、マーカまたは特定部位を含む画像を所定のフレームレートで取得し、これに基づいてテンプレートを作成している。しかしながら、実際に被検者に対する治療を実行しているときには、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となる場合がある。このような場合においては、テンプレートマッチング時にマーカまたは特定部位の位置を見失ってしまうという問題が生ずる。

【0007】

この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能なX線透視方法およびX線透視装置を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

第1の発明は、X線管から照射され被検者を通過したX線をX線検出器により検出し、前記被検者の体内に留置されたマーカを含む画像または前記被検者の特定部位を含む画像を収集することにより、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出し、前記特定部位の動きを追跡するX線透視方法であって、被検者が深呼吸をしている状態において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する画像収集工程と、前記画像収集工程において収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像に基づいて、前記マーカまたは前

50

記特定部位を示す基本画像を作成して記憶する基本画像記憶工程と、前記X線管から照射され前記被検者を通過したX線を前記X線検出器により検出し、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する透視工程と、前記透視工程で得た画像と前記基本画像記憶工程において記憶された基本画像とを使用して、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する位置検出工程と、を含むことを特徴とする。

【0009】

第2の発明は、前記基本画像はテンプレートであり、前記位置検出工程においてはテンプレートマッチングにより前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する。

【0010】

第3の発明は、前記基本画像は機械学習に使用される正解画像であり、前記位置検出工程においては機械学習を利用して前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する。

10

【0011】

第4の発明は、前記画像収集工程においては、前記被検者の吸気工程または前記被検者の呼気工程のいずれか一方において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集する。

【0012】

第5の発明は、前記画像収集工程においては、前記被検者の吸気工程および前記被検者の呼気工程の両方において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集する。

【0013】

第6の発明は、X線管と、前記X線管から照射され被検者を通過したX線を検出するX線検出器とを備え、前記被検者の特定部位を含む画像を収集することにより、前記特定部位の位置を検出し、前記特定部位の動きを追跡するX線透視装置であって、被検者が深呼吸をした状態において、前記マーカまたは前記特定部位を含む画像を収集する画像収集部と、前記画像収集部により収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像に基づいて、前記マーカまたは前記特定部位を示す基本画像を作成して記憶する基本画像記憶部と、前記X線管と前記X線検出器とにより収集された前記マーカまたは前記特定部位を含む画像と前記基本画像記憶部に記憶された複数の基本画像とを使用して、前記マーカまたは前記特定部位の位置を検出する位置検出部と、を備えたことを特徴とする。

20

【発明の効果】

30

【0014】

第1および第6の発明によれば、被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

【0015】

第2の発明によれば、テンプレートマッチングにより正確にマーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

【0016】

第3の発明によれば、機械学習により効率的にマーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

40

【0017】

第4の発明によれば、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合のマーカまたは特定部位の画像を、治療ビームを照射する呼吸位相に対応させて収集することが可能となる。

【0018】

第5の発明によれば、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合のマーカまたは特定部位の画像を、呼吸位相の全領域において収集することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】この発明に係るX線透視装置を、放射線照射装置90とともに示す斜視図である

50

。

【図 2】この発明の第 1 実施形態に係る X 線透視装置の主要な制御系を示すブロック図である。

【図 3】この発明の第 1 実施形態に係る X 線透視装置を使用した動体追跡動作を示すフローチャートである。

【図 4】被検者の呼吸状態と、X 線透視および治療ビームの照射状態との関係を示す模式図である。

【図 5】この発明の第 2 実施形態に係る X 線透視装置の主要な制御系を示すブロック図である。

【図 6】この発明の第 2 実施形態に係る X 線透視装置を使用した動体追跡動作を示すフローチャートである。

10

【発明を実施するための形態】

【0020】

以下、この発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 は、この発明に係る X 線透視装置を、放射線照射装置 90 とともに示す斜視図である。これらの X 線透視装置と放射線照射装置 90 とにより、放射線治療装置が構成される。

【0021】

放射線照射装置 90 は、カウチとも呼称される検診台 29 上の被検者に対して放射線照射を行うものであり、治療室の床面に設置された基台 91 に対して揺動可能に設置されたガントリー 92 と、このガントリー 92 に配設された治療ビームを出射するヘッド 93 とを備える。この放射線照射装置 90 によれば、ガントリー 92 が基台 91 に対して揺動することにより、ヘッド 93 から照射される治療ビームの照射方向を変更することができる。このため、被検者における腫瘍等の患部に対して様々な方向から治療ビームを照射することが可能となる。

20

【0022】

この放射線照射装置 90 とともに使用される X 線透視装置は、被検者の患部の位置を特定する動体追跡を行うための X 線透視を実行するものである。すなわち、上述した放射線照射装置 90 を使用した放射線治療時においては、放射線を被検者の体動に伴って移動する患部に正確に照射する必要がある。このため、腫瘍のそばに留置された球形状等の形状を有する金製のマーカを予め登録し、このマーカを含む領域を連続的に X 線透視して、このマーカの三次元の位置情報を演算することで、マーカを高精度で検出する、所謂、動体追跡を行う構成となっている。

30

【0023】

なお、マーカに変えて被検者における腫瘍等の特定の形状を有する部位を特定部位として予め登録し、この特定部位の三次元の位置情報を演算することで、特定部位を高精度で検出する手法も提案されている。このように、従来の被検者における患部付近にマーカを設置する代わりに、被検者における腫瘍等の特定部位の画像をマーカとして使用する動体追跡の手法は、マーカレストラッキングと呼称されている。

【0024】

この X 線透視装置は、第 1 X 線管 11a および第 2 X 線管 11b と、第 1 フラットパネルディテクタ 21a および第 2 フラットパネルディテクタ 21b とを備える。第 1 X 線管 11a から照射された X 線は、検診台 29 上の被検者を透過した後、第 1 フラットパネルディテクタ 21a により検出される。また、第 2 X 線管 11b から照射された X 線は、検診台 29 上の被検者を透過した後、第 2 フラットパネルディテクタ 21b により検出される。

40

【0025】

図 2 は、この発明の第 1 実施形態に係る X 線透視装置の主要な制御系を示すブロック図である。なお、この第 1 実施形態に係る X 線透視装置は、テンプレートマッチングを利用して動体追跡を実行するものである。

【0026】

50

このX線透視装置は、論理演算を実行するCPU、装置の制御に必要な動作プログラムが格納されたROM、制御時にデータ等が一時的にストアされるRAM等を備え、装置全体を制御する制御部30を備える。この制御部30は、上述した第1X線管11aおよび第2X線管11bと、第1フラットパネルディテクタ21aおよび第2フラットパネルディテクタ21bとに接続されている。

【0027】

この制御部30は、画像収集部31とテンプレートマッチング部32とを備える。画像収集部31は、被検者が深呼吸をした状態において、被検者の体内に留置されたマーカまたは被検者の特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集する。また、テンプレートマッチング部32は、画像収集部31により収集されたマーカまたは特定部位を含む画像に基づいて、マーカまたは特定部位を示す複数のテンプレートを作成するテンプレート作成部33と、これらのテンプレートを記憶するテンプレート記憶部34と、透視工程で収集されたマーカまたは特定部位を含む画像に対してテンプレート記憶部34に記憶された複数のテンプレートを適用するマルチテンプレートマッチングによりマーカまたは特定部位の位置を検出するマッチング部35とを備える。

10

【0028】

次に、以上のような構成を有するX線透視装置を使用することにより、被検者の体動に伴って移動する特定部位の位置を検出する動体追跡を実行する動作について説明する。図3は、この発明の第1実施形態に係るX線透視装置を使用した動体追跡動作を示すフローチャートである。なお、以下の動作は、第1X線管11aと第1フラットパネルディテクタ21aとからなるX線撮影系と第2X線管11bと第2フラットパネルディテクタ21bとからなるX線撮影系の両方を使用して実行されるが、以下においては、それらのうちの一方についてのみ説明を行う。以下の動作は、2つのX線撮影系に対して同様に実行される。

20

【0029】

この発明に係るX線透視装置により動体追跡を実行するときには、最初に、図2に示す画像収集部31により、画像収集工程を実行する(ステップS11)。この画像収集工程においては、被検者を検診台29上に載置し、被検者が深呼吸をした状態において、被検者のマーカまたは特定部位を含む画像を所定のフレームレートで撮影することにより、複数の画像を収集する。

30

【0030】

図4は、被検者の呼吸状態と、X線透視および治療ビームの照射状態との関係を示す模式図である。

【0031】

この発明に係るX線透視装置における上述した画像収集工程においては、図4において丸印を付して示すように、被検者が深呼吸をした状態において、所定のフレームレートでマーカまたは特定部位を含む画像を収集する。この被検者による深呼吸時には、被検者の通常呼吸時より広い範囲でマーカまたは特定部位が移動する。このマーカまたは特定部位の移動は、全ストロークにおいて撮影され、その画像が収集される。

40

【0032】

なお、この画像収集工程は、被検者の吸気工程または呼気工程のうち、後述する治療ビームを照射する呼吸位相を含むいずれか一方の工程でのみ実行される。これにより、被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合のマーカまたは特定部位の画像を、治療ビームを照射する呼吸位相に対応させて収集することが可能となる。このため、収集する画像の数をより少ないものとしながら、治療ビームの照射時においてはマーカまたは特定部位の位置を正確に検出することが可能となる。

【0033】

なお、他の実施形態として、画像の収集工程を、被検者の吸気工程および呼気工程の両方において実行するようにしてもよい。このような構成を採用した場合においては、被検者の呼吸状態が、通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合に、常に、マーカま

50

たは特定部位の位置を正確に検出することが可能となる。

【0034】

次に、この画像収集工程により得た複数のX線画像に基づいて、テンプレートマッチング用の複数のテンプレートを作成する(ステップS12)。作成されたテンプレートマッチング用の複数のテンプレートは、この発明における基本画像に相当するものであり、図2に示すテンプレート記憶部34に記憶される(ステップS13)。このテンプレートは、被検者が深呼吸をすることによりマーカまたは特定部位が移動した全工程にわたるものである。

【0035】

以上の準備工程が終了すれば、被検者を、再度、検診台29上に載置し、この発明に係るX線透視装置によりX線透視による動体追跡を行うとともに、放射線照射装置90から放射線を照射して放射線治療を開始する。

【0036】

放射線治療を開始するときには、最初に、X線透視を行う(ステップS14)。このX線透視は、例えば30fps(frame per second)程度の、所定のフレームレートで実行される。これにより、マーカまたは特定部位を含む画像が所定のフレームレートで取得される。

【0037】

そして、X線透視工程で得た複数の画像に対して、各々、図2に示すマッチング部35によりマルチテンプレートマッチングを実行することにより、マーカまたは特定部位の位置を検出する(ステップS15)。すなわち、所定のフレームレートで取得された各画像に対して、テンプレート記憶部34に記憶した複数のテンプレートを適用することにより、各画像毎にマーカまたは特定部位の位置を特定する。

【0038】

このときには、上述したように、テンプレート記憶部34に記憶された複数のテンプレートは、被検者が深呼吸をした吸気工程または呼気工程あるいは全工程に対応して、マーカまたは特定部位の移動の全ストロークにおいて作成されている。このため、放射線治療を開始した後に被検者の呼吸が乱れ、被検者の呼吸状態が通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

【0039】

そして、テンプレートマッチングによりマーカまたは特定部位の位置の追跡を継続した状態で、図4に示すように、被検者の呼吸位相が予め設定した位相となったときに、被検者の患部に対して治療ビームが照射される。このマーカまたは特定部位の位置の追跡は、治療が終了するまで継続される(ステップS16)。

【0040】

次に、この発明の他の実施形態について説明する。図5は、この発明の第2実施形態に係るX線透視装置の主要な制御系を示すブロック図である。なお、この第2実施形態に係るX線透視装置は、機械学習を利用して動体追跡を実行するものである。

【0041】

この第2実施形態に係るX線透視装置の制御部30は、画像収集部31と機械学習部42とを備える。画像収集部31は、上述した第1実施形態と同様、被検者が深呼吸をした状態において、被検者の体内に留置されたマーカまたは被検者の特定部位を含む画像を所定のフレームレートで収集する。また、機械学習部42は、画像収集部31により収集されたマーカまたは特定部位を含む画像に基づいて、マーカまたは特定部位を示す複数の正解画像を作成する正解画像作成部43と、これらの正解画像を不正解画像とともに記憶する正解画像記憶部44と、正解画像記憶部44に記憶された正解画像および不正解画像に基づいて機械学習により一つの識別器を作成する学習部45と、透視工程で収集されたマーカまたは特定部位を含む画像に対して学習工程で作成された識別器を利用した機械学習によりマーカまたは特定部位の位置を検出する検出部46とを備える。

10

20

30

40

50

【0042】

図6は、この発明の第2実施形態に係るX線透視装置を使用した動体追跡動作を示すフローチャートである。なお、第1実施形態の場合と同様、以下の動作は、第1X線管11aと第1フラットパネルディテクタ21aとからなるX線撮影系と第2X線管11bと第2フラットパネルディテクタ21bとからなるX線撮影系の両方を使用して実行されるが、以下においては、それらのうちの一方についてのみ説明を行う。以下の動作は、2つのX線撮影系に対して同様に実行される。

【0043】

動体追跡を実行するときには、最初に、図5に示す画像収集部31により、画像収集工程を実行する(ステップS21)。この画像収集工程においては、被検者を検診台29上に載置し、被検者が深呼吸をした状態において、被検者のマーカまたは特定部位を含む画像を所定のフレームレートで撮影することにより、複数の画像を収集する。

10

【0044】

そして、この画像収集工程により得た複数のX線画像に基づいて、機械学習用の複数の正解画像を作成する(ステップS22)。作成された機械学習用の複数の正解画像は、図5に示す正解画像記憶部44に不正解画像とともに記憶される(ステップS23)。この正解画像は、被検者が深呼吸をすることによりマーカまたは特定部位が移動した全工程にわたるものである。なおこの正解画像はこの発明の基本画像に相当するものである。

【0045】

次に、図5に示す学習部45により、正解画像記憶部44に記憶された正解画像および不正解画像に基づいて機械学習により識別器を作成する(ステップS24)。この機械学習工程においては、正解画像記憶部44に記憶された複数の正解画像を利用して学習を実行することにより、機械学習のための一つの識別器を作成する。この学習工程には、一定の時間が必要である。しかしながら、予め被検者におけるマーカまたは特定部位を含む画像の撮影が完了した後、実際に放射線治療を実行するまでの間の時間に、この学習工程を実行することにより、被検者に負担をかける必要はない。

20

【0046】

なお、この実施形態において使用される機械学習としては、例えば、SVM(Support Vector Machine/サポートベクターマシン)を利用することができる。このSVMは、パターン認識を実行するときに、多くの手法の中でも最も迅速性に優れ、かつ、認識性能の高い学習モデルの一つである。また、迅速性に優れた機械学習として、SVMにかえて、Haar like特徴量などによるAdaBoost(エイダブースト)や、Deep Learning(深層学習)などのニューラルネットワークを利用してもよい。

30

【0047】

以上の準備工程が終了すれば、被検者を、再度、検診台29上に載置し、この発明に係るX線透視装置によりX線透視による動体追跡を行うとともに、放射線照射装置90から放射線を照射して放射線治療を開始する。

【0048】

放射線治療を開始するときには、最初に、X線透視を行う(ステップS25)。このX線透視は、上述した第1実施形態と同様、例えば30fps程度の、所定のフレームレートで実行される。これにより、マーカまたは特定部位を含む画像が所定のフレームレートで取得される。

40

【0049】

そして、X線透視工程で得た複数の画像に対して、各々、図5に示す検出部46により機械学習を利用して、マーカまたは特定部位の位置を検出する(ステップS26)。すなわち、所定のフレームレートで取得された各画像に対して、学習工程で作成された識別器を利用した機械学習によりマーカまたは特定部位の位置を特定する。

【0050】

このときには、上述したように、正解画像記憶部34に記憶された複数の正解画像は、

50

被検者が深呼吸をした全工程に対応して作成されている。このため、放射線治療を開始した後に被検者の呼吸が乱れ、被検者の呼吸状態が通常の呼吸状態から逸脱した呼吸状態となった場合においても、マーカまたは特定部位の位置を検出することが可能となる。

【 0 0 5 1 】

そして、機械学習によりマーカまたは特定部位の位置の追跡を継続した状態で、図 4 に示すように、被検者の呼吸位相が予め設定した位相となったときに、被検者の患部に対して治療ビームが照射される。このマーカまたは特定部位の位置の追跡は、治療が終了するまで継続される（ステップ S 2 7）。

【 符号の説明 】

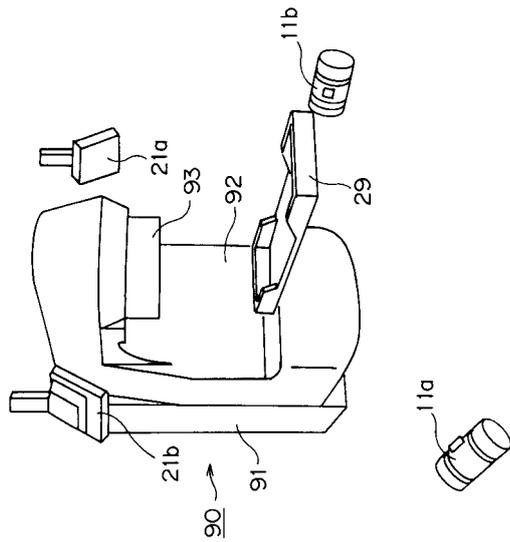
【 0 0 5 2 】

1 1 a	第 1 X 線管
1 1 b	第 2 X 線管
2 1 a	第 1 フラットパネルディテクタ
2 1 b	第 2 フラットパネルディテクタ
2 9	検診台
3 0	制御部
3 1	画像収集部
3 2	テンプレートマッチング部
3 3	テンプレート作成部
3 4	テンプレート記憶部
3 5	マッチング部
4 2	機械学習部
4 3	正解画像作成部
4 4	正解画像記憶部
4 5	学習部
4 6	検出部

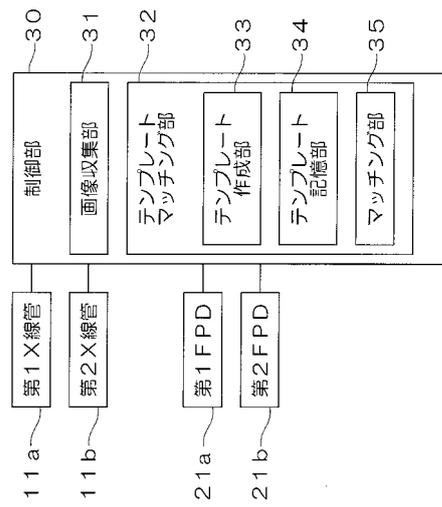
10

20

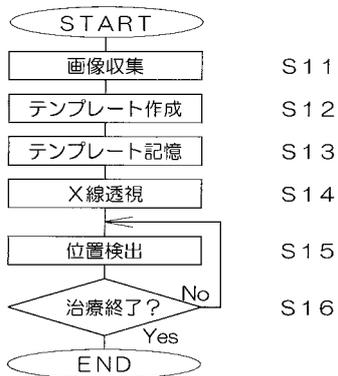
【図1】



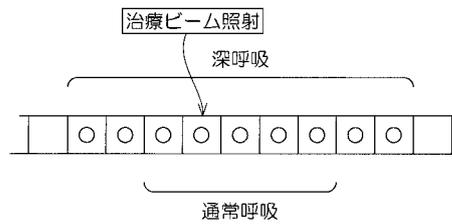
【図2】



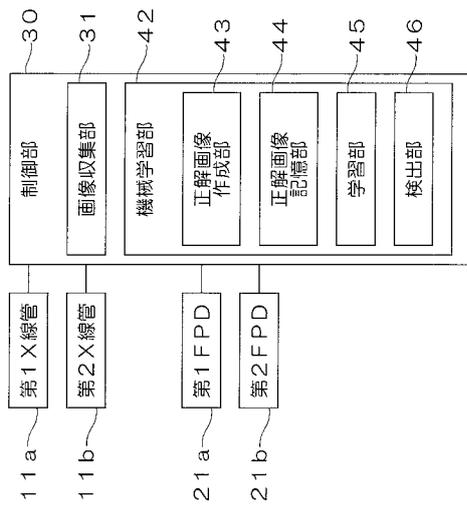
【図3】



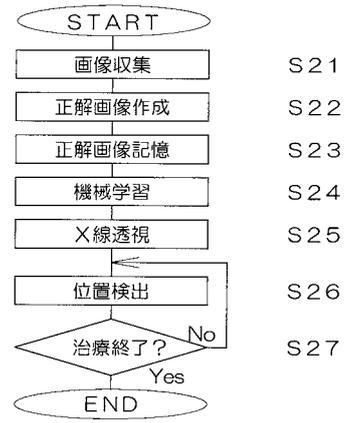
【図4】



【 図 5 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 森 慎一郎

千葉県千葉市稲毛区穴川四丁目9番1号 国立研究開発法人量子科学技術研究開発機構 放射線医学総合研究所内

Fターム(参考) 4C093 AA01 CA31 CA35 EA06 EA18 EB12 EB13 EB17 FC25 FF16
FF24 FF37 GA01