

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6582128号
(P6582128)

(45) 発行日 令和1年9月25日(2019.9.25)

(24) 登録日 令和1年9月6日(2019.9.6)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 N 5/10 (2006.01)
 A 6 1 N 5/10 M
 A 6 1 N 5/10 H
 A 6 1 N 5/10 S

請求項の数 5 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2018-511549 (P2018-511549)	(73) 特許権者	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(86) (22) 出願日	平成28年4月11日 (2016.4.11)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/061678	(72) 発明者	坂本 裕介 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87) 国際公開番号	W02017/179091	(72) 発明者	大塚 奈津子 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(87) 国際公開日	平成29年10月19日 (2017.10.19)	(72) 発明者	角尾 卓紀 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	平成30年5月23日 (2018.5.23)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子線治療システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

照射対象である患者の患部に照射する粒子線を発生する粒子線発生装置と、前記粒子線発生装置により発生された粒子線を前記照射対象に照射する照射ノズルと、前記粒子線発生装置および前記照射ノズルを制御する機器制御装置と、前記照射対象に X 線を照射して X 線画像を撮像する X 線撮像装置と、前記 X 線撮像装置により撮像された X 線画像を解析して前記患者の患部を有する臓器の位置を推定する X 線画像解析臓器位置推定装置とを備え、前記機器制御装置は、前記 X 線画像解析臓器位置推定装置により推定された前記臓器の位置が、予め設定された範囲の位置にあるときに、前記粒子線発生装置および前記照射ノズルを制御して前記粒子線を前記照射対象に照射する粒子線治療システムにおいて、当該粒子線治療システムは、前記照射対象に対して粒子線を出射できる治療ビーム出射可期間と、前記照射対象に対して粒子線を出射できない治療ビーム出射不可期間とを有し、前記 X 線撮像装置は、前記治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間である X 線撮像期間に前記照射対象の X 線画像の撮像フレームレートを第一のフレームレートとし、前記 X 線撮像期間以外の期間には、前記撮像フレームレートを前記第一のフレームレートよりも低い 0 でないフレームレートとすることを特徴とする粒子線治療システム。

【請求項 2】

前記治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間が、前記治療ビーム出射可期間であることを特徴とする請求項 1 に記載の粒子線治療システム。

【請求項 3】

前記治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間の開始は、当該治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間における前記治療ビーム出射可期間の開始前であり、当該治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間の終了は、該治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間における前記治療ビーム出射可期間の終了前であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の粒子線治療システム。

【請求項 4】

前記患者の体表位置を検知する体表位置検知器を備え、前記 X 線撮像期間は、前記治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間であって、かつ前記体表位置検知器により検知された体表位置が予め設定された範囲の位置にある期間であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の粒子線治療システム。

【請求項 5】

照射対象である患者の患部に照射する粒子線を発生する粒子線発生装置と、前記粒子線発生装置により発生された粒子線を前記照射対象に照射する照射ノズルと、前記粒子線発生装置および前記照射ノズルを制御する機器制御装置と、前記照射対象に X 線を照射して X 線画像を撮像する X 線撮像装置と、前記 X 線撮像装置により撮像された X 線画像を解析して前記患者の患部を含む臓器の位置を推定する X 線画像解析臓器位置推定装置とを備え、前記機器制御装置は、前記 X 線画像解析臓器位置推定装置により推定された前記臓器の位置が、予め設定された範囲の位置にあるときに、前記粒子線発生装置および前記照射ノズルを制御して前記粒子線を前記照射対象に照射して前記患者の患部を治療する粒子線治療システムにおいて、前記患者の体表位置を検知する体表位置検知器を備え、前記 X 線撮像装置は、前記体表位置検知器により検知された体表位置が予め設定された範囲の位置にあるときに、前記照射対象の X 線画像の撮像フレームレートを第一のフレームレートとし、前記体表位置検知器により検知された体表位置が予め設定された範囲外の位置にあるときには、前記撮像フレームレートを前記第一のフレームレートよりも低い 0 でないフレームレートとすることを特徴とする粒子線治療システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、X 線画像による画像誘導を用いた粒子線治療システムに関するものである。

【背景技術】

【0002】

放射線治療において、治療用の放射線を患部に精度良く照射するために、患部の位置を X 線画像などの画像で確認しながら治療用の放射線を照射する、画像誘導放射線治療 (IGRT: Image Guided Radiation Therapy) が提案されている (例えば特許文献 1) 。IGRT において X 線画像を用いる場合、患者は治療用放射線以外に画像取得用の X 線を被ばくすることになる。この被ばくはできるだけ少ないことが望ましい。

【0003】

X 線撮像装置を用いて臓器位置を確認しながら治療放射線の照射を行う画像誘導放射線治療において、特に肺や肝臓等、患者呼吸により動く範囲にある照射対象の場合、撮像 X 線による撮像の頻度が高いほどよりリアルタイムに臓器位置を把握することが可能であるが、被曝線量も増えるというトレードオフがある。

【0004】

放射線治療の中で、炭素イオンあるいは陽子などのビーム、すなわち粒子線を患部の臓器に照射して治療する粒子線治療が最近注目されている。粒子線治療においては、高エネルギーの荷電粒子の束である粒子線を発生させるために粒子の加速器が用いられる。この加速器は、照射する粒子線を連続して発生できない形態のものも多い。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2013-252420号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のように、X線画像を用いたIGRTにおいて患者呼吸により動く部位を含む範囲を照射対象とする場合、なるべくX線被曝線量を少なくしながらリアルタイムに臓器位置を把握することが望まれている。

【0007】

この発明は、粒子線治療システムにおいて、X線撮像による臓器位置把握の精度を損なわずに、かつX線撮像による被曝線量を減少させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の粒子線治療システムは、照射対象である患者の患部に照射する粒子線を発生する粒子線発生装置と、粒子線発生装置により発生された粒子線を照射対象に照射する照射ノズルと、粒子線発生装置および照射ノズルを制御する機器制御装置と、照射対象にX線を照射してX線画像を撮像するX線撮像装置と、X線撮像装置により撮像されたX線画像を解析して患者の患部を有する臓器の位置を推定するX線画像解析臓器位置推定装置とを備え、機器制御装置は、X線画像解析臓器位置推定装置により推定された臓器の位置が、予め設定された範囲の位置にあるときに、粒子線発生装置および照射ノズルを制御して粒子線を照射対象に照射する粒子線治療システムにおいて、この粒子線治療システムは、照射対象に対して粒子線を出射できる治療ビーム出射可期間と、照射対象に対して粒子線を出射できない治療ビーム出射不可期間とを有し、X線撮像装置は、治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間であるX線撮像期間に照射対象のX線画像の撮像フレームレートを第一のフレームレートとし、X線撮像期間以外の期間には、撮像フレームレートを前記第一のフレームレートよりも低い0でないフレームレートとするものである。

【発明の効果】

【0009】

この発明によれば、X線撮像による臓器位置把握の精度を損なわずに、かつX線撮像による被曝線量を減少させることのできる粒子線治療システムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施の形態1による粒子線治療システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施の形態1による粒子線治療システムの動作の一例を示すタイムチャートである。

【図3】本発明の実施の形態1による粒子線治療システムの動作の他の例を示すタイムチャートである。

【図4】本発明の実施の形態2による粒子線治療システムの動作の一例を示すタイムチャートである。

【図5】本発明の実施の形態3による粒子線治療システムの構成を示すブロック図である。

【図6】本発明の実施の形態3による粒子線治療システムの動作の一例を示すタイムチャートである。

【図7】本発明の実施の形態3による粒子線治療システムの動作の他の例を示すタイムチャートである。

【図8】本発明の実施の形態3による粒子線治療システムの動作のさらに他の例を示すタイムチャートである。

10

20

30

40

50

【図9】本発明の実施の形態4による粒子線治療システムの動作の一例を示すタイムチャートである。

【図10】本発明の各実施の形態による粒子線治療システムの計算機構成の一例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

実施の形態1.

図1は本発明の実施の形態1による粒子線治療システムの一例の構成を概念的に示すブロック図である。荷電粒子を加速する加速器1から高エネルギー荷電粒子ビームとして出射された粒子線2は、粒子線輸送路である真空ダクト3内を通過して、真空ダクト3の下流に設けられた照射ノズル4に輸送される。ここで、真空ダクト3が曲がっている部分には、粒子線2の進行方向を変化させるための偏向電磁石が設けられるが、図1では省略して図示している。粒子線2は、照射ノズル4に備えられた走査電磁石によって、粒子線2の進行方向に垂直な2次元方向に走査される。走査された粒子線2aは治療台に載せられた照射対象である患者6の患部60に照射される。照射する際の、種々の照射パラメータは治療計画装置10で設定され、その照射パラメータで照射するための加速器1および照射ノズル4の各機器のパラメータが、機器制御装置21へ送信され、加速器1、照射ノズル4などの各機器に対して指令が出力される。

10

【0012】

一方、X線画像を取得して照射対象である患者6の患部60の動きなどを確認するために、X線管51a、51b、フラットパネル検出器(FPD)52a、52bによって構成されるX線撮像装置50が設置されている。X線管51aから照射されたX線はFPD52aで検出され、X線管51bから照射されたX線はFPD52bで検出される。X線管51a、51b、FPD52a、52bはX線撮像制御・画像情報取得装置22により制御され、X線画像情報を取得する。

20

【0013】

以上の粒子線治療システムにより患者6の患部60に治療用の放射線である粒子線を照射して腫瘍などの患部を治療する方法を簡単に説明する。まず、治療計画装置10において、患部60に照射する照射線量を決定する。照射線量は、患部60の形状に合わせた3次元の分布、すなわち照射線量分布として決定される。照射線量分布が決定されると、治療計画装置10において、患部60に照射線量分布を与えるための加速器1や照射ノズル4の種々のパラメータのセットである照射パラメータを決定することができる。ただし、粒子線の強度やビームの径などによって照射パラメータのセットは一意には決定できない。このため、医師などのユーザーが適切と考える照射パラメータを決定する。

30

【0014】

粒子線治療の場合、患部60への粒子線の照射は1日1回、数十回に分けて行われる。照射当日は、例えば、X線撮像制御・画像情報取得装置22により取得された患者6の患部60の画像中の、予め設定された患者アイソセンタが、照射ノズル4により決定されている機器のアイソセンタに合うように、治療台の位置を制御して、治療台に載っている患者の位置が位置決めされる。位置決めが終わると、加速器1や照射ノズル4の予め決定されたパラメータにより、機器制御装置21を介して各機器が制御され、患部60に粒子線が照射される。このとき、画像解析・臓器位置推定装置23がX線撮像制御・画像情報取得装置22により取得されたX線画像をリアルタイムに解析して、患部60の位置があらかじめ決定された特定の範囲内にあるときのみ粒子線を照射するように、機器制御装置21に指令する。ここで、特定の範囲とは、一般的に治療計画立案時において例えば患部60の動き速度が小さくなるような呼吸位相における患部60を有する臓器の位置を施術者(医師または放射線技師または医学物理士)が指定するものとする。その日予定されている照射線量が患部60に照射されるとその日の照射は終了する。

40

【0015】

粒子線を照射する照射方法のうち、スキャニング照射法においては患者1回の照射のな

50

かで粒子のエネルギーを複数回変更する必要がある。加速器 1 がシンクロトロンである場合は、シンクロトロンのリング中に蓄積された粒子線を減速して廃棄し、再度イオン源にて新しい粒子線を発生させ次のエネルギーまで加速する方法と、シンクロトロンのリング中に蓄積された粒子線をそのまま加減速して次のエネルギーに調整する方法があるが、前者の場合は減速を始めてから次の加速が完了するまで、後者では加減速をしてエネルギーの調整が終わるまでの間、照射対象である患者 6 の患部 6 0 に対して粒子線を出射することができない。

【 0 0 1 6 】

加速器 1 がサイクロトロンである場合など、加速器 1 でエネルギー変更を行わず、デグレダと呼ばれるエネルギー吸収体を粒子線輸送経路の途中、あるいは照射ノズルに挿入し、デグレダの厚みを調整することでエネルギーの調整をする。この場合もデグレダが動作している間は照射対象である患者 6 の患部 6 0 に対して粒子線を出射することができない。このように、加速器および粒子線輸送路、照射ノズルを含めた粒子線治療システムには何らかの要因で照射対象である患者 6 の患部 6 0 に対して粒子線を出射できる期間と、粒子線を出射できない期間とが存在することが多い。本文では便宜上、粒子線治療システムが照射対象に対して粒子線を出射できる期間にあるときのことを、治療ビーム出射可状態であると呼ぶことにする。また、照射対象に対して粒子線を出射できる期間を治療ビーム出射可期間、粒子線を出射できない期間を治療ビーム出射不可期間と称する。

【 0 0 1 7 】

図 2 に本発明の粒子線治療システムによる I G R T 照射における治療ビーム照射のタイムチャートの例を示す。前記のとおり、粒子線治療システムには粒子線が出射可の期間（治療ビーム出射可 on、治療ビーム出射可期間）と出射不可の期間（治療ビーム出射可 off、治療ビーム出射不可期間）とが存在する。このとき X 線撮像期間を治療ビーム出射可期間と同期させて、治療ビーム出射可期間のみ X 線撮像を実施するようにする。なお、厳密には 1 回の X 線撮像は瞬間的であり、予め設定されたフレームレート（撮影頻度）、例えば 7.5 ~ 30 f p s (frame per second) で撮像を繰り返すことになるのでタイムチャートはパルスのように書かれるべきであるが、図 2 では、予め設定されたフレームレートで X 線撮像を実施する期間を X 線撮像 on の期間（X 線撮像期間）として表現している。

【 0 0 1 8 】

X 線撮像制御・画像情報取得装置 2 2 は、X 線撮像 on の間、予め設定されたフレームレートで X 線画像を取得し、取得した画像を画像解析・臓器位置推定装置 2 3 により解析して、患部 6 0 を有する臓器の現在位置を推定する。臓器の現在位置があらかじめ決定された照射範囲内にあるとき（臓器位置信号 on）、治療ビーム照射信号を機器制御装置 2 1 に送る。機器制御装置 2 1 は、照射信号を受け取ったときのみ粒子線を患部 6 0 に対して照射するように、加速器 1、照射ノズル 4 などの機器を制御する。

【 0 0 1 9 】

上記では、治療ビーム出射可が on のときのみ X 線撮像を実施し、それ以外の期間では X 線撮像を実施しないように、すなわちフレームレートを 0 とした。しかし、一定期間 X 線撮像を行わない場合、臓器によっては、画像解析・臓器位置推定装置 2 3 が臓器位置を見失ってしまう可能性がある。このような場合、図 3 に示すように、X 線撮像 off の期間に、X 線撮像期間のフレームレート（第一のフレームレートとも称する）よりも、フレームレートを低下させ、撮像頻度を落として X 線撮像を実施するのが好ましい。

【 0 0 2 0 】

以上のように、治療ビーム出射不可期間には治療ビーム出射可期間よりも X 線撮像の撮像フレームレートを低下させる（フレームレートが 0、すなわち撮像しない場合も含む）ように構成したため、常時一定のフレームレートで X 線撮像を行う場合に比較して、X 線による患者の被曝線量を低減することができ、かつ、治療ビームが出射可である期間には常に X 線撮像により臓器位置を確認するため高い位置精度で治療ビームの照射をすることが可能になる。

【 0 0 2 1 】

実施の形態 2 .

図 4 は実施の形態 2 による粒子線治療システムの治療ビーム照射のタイムチャートの一例である。現実には、X 線画像解析・臓器位置推定装置 2 3 が臓器位置を推定し、治療ビームの照射可否を判定してから実際に治療ビームの照射が開始あるいは停止されるまでの間には必ず時間遅れが存在する。本実施の形態 2 ではこの時間遅れを考慮して、X 線撮像期間の開始時間、終了時間を治療ビーム出射可期間の開始時間、終了時間よりも早めにする。

【 0 0 2 2 】

X 線撮像期間の開始時間を早めに設定することで、治療ビーム出射可期間開始時に既に臓器が照射範囲内にあるようなケースにおいて、治療ビーム出射可期間の最初から治療ビームを照射することが可能になる。また、X 線撮像期間の終了時間を早めに設定することで、無駄な X 線照射を低減することができる。

10

【 0 0 2 3 】

実施の形態 3 .

図 5 は、本発明の実施の形態 3 による粒子線治療システムの構成を示すブロック図である。本実施の形態 3 では実施の形態 1 における粒子線治療システムの構成に加え、X 線を用いずに患者 6 の体表位置を検知する体表位置検知器 5 3 を備えている。体表位置検知器 5 3 は、例えば赤外線センサー等の手段により患者 6 の腹部の体表面の位置情報をリアルタイムに取得することが可能である。

20

【 0 0 2 4 】

図 6 に、実施の形態 3 における治療ビーム照射のタイムチャートを示す。本実施の形態 3 では、体表面の位置があらかじめ決定された特定の範囲内にあるときを体表位置 on と表現し、この期間を X 線撮像期間として、この期間においてのみ X 線撮像が実施される。あるいは、X 線撮像期間に所定の第一のフレームレートで X 線撮像を実施し、X 線撮像期間以外の期間には第一のフレームレートよりも低いフレームレートで X 線撮像するようにしてもよい。実施の形態 1 と同様に、画像解析・臓器位置推定装置 2 3 は、撮像された X 線画像を解析し、患部 6 0 を有する臓器の現在位置を推定する。臓器の現在位置があらかじめ決定された照射範囲内にあるとき、治療ビーム照射信号を機器制御装置 2 1 に送る。ただし前述の通り粒子線発生装置 3 0 は治療ビーム出射可が on のときしか治療ビームを出射できないので、結果的には X 線撮像された臓器位置 on と、治療ビーム出射可 on の双方を同時に満たすときのみ治療ビームが照射されることになる。

30

【 0 0 2 5 】

前述の体表位置 on の判断のための特定の範囲とは、X 線画像の臓器位置により治療ビームの照射可否を判定するときの範囲と対応するものであり、施術者により決定される。施術者は患者診断時において、治療に使用するものと同等の体表位置検知器 5 3 と X 線撮像制御・画像情報取得装置 2 2、画像解析・臓器位置推定装置 2 3 とを用いて、体表位置検知器 5 3 により取得される体表位置と、X 線撮像により推測される体内の患部 6 0 を有する臓器位置との相関関係をあらかじめ知っておくことが望ましい。また、体表位置と臓器位置との相関関係が常に完全に再現するわけではないことを考慮し、体表位置 on の判断のための範囲を決定する際には適切なマージンを設定し、X 線画像の臓器位置により治療ビームの照射可否を判定するときの範囲よりも広い範囲で設定することが望ましい。

40

【 0 0 2 6 】

体表位置と体内の臓器位置の相関には完全な再現性は無いが、多くの場合ある程度の再現性があることが期待されるので、前記のような構成にすることにより、明らかに患部 6 0 を有する臓器位置が特定の範囲内でない時に X 線撮像を実施しないため X 線による患者の被曝線量を低減することが期待できる。

【 0 0 2 7 】

また、図 7 に示すように、治療ビームが出射可で、かつ体表位置があらかじめ決定された特定の範囲内にあるときのみ X 線撮像を行うことで、図 6 に示した動作よりもさらに X

50

線による患者の被曝線量を低減することが期待できる。ここで、実施の形態2で説明したように、治療ビーム出射可の開始時間、終了時間として設定する時間を、実際の治療ビーム出射可期間の開始時間、終了時間よりも早めに設定してもよい。

【0028】

さらに、図3で説明したのと同様、図8に示すように、図7におけるX線撮像offの期間に、すなわちX線撮像期間以外の期間に、X線撮像期間よりもフレームレートを低下させてX線撮像を実施してもよい。あるいは、図6におけるX線撮像offの期間に、X線撮像期間よりも、フレームレートを低下させてX線撮像を実施してもよいのは言うまでもない。

【0029】

なお、図2、図3、図4、図6、図7および図8に示す動作においては、粒子線治療システムが、患者の患部に対して粒子線を出射できる治療ビーム出射可期間と、患者の患部に対して粒子線を出射できない治療ビーム出射不可期間とを有しており、X線撮像期間は、治療ビーム出射可期間の少なくとも一部を含む期間となっている。

【0030】

実施の形態4

図9は実施の形態4による粒子線治療システムの治療ビーム照射のタイムチャートの一例である。本実施の形態4は、加速器1を含む粒子線発生装置30が、患者に照射可能な粒子線を連続して発生できる粒子線治療システムの実施の形態である。粒子線治療システムの構成は、図5に示す構成と同様である。本実施の形態4による粒子線治療システムは、例えば、ポータスを用いて、粒子線発生装置30から発生される粒子線のエネルギーを変化させずに患者6の患部60全体を照射する、いわゆるブロード照射法などに適用可能である。

【0031】

体表面の位置があらかじめ決定された特定の範囲内にあるときを体表位置onと表現し、この期間において予め設定したフレームレート(第一のフレームレートとも称する)でX線撮像が実施される。体表位置on以外の期間には、X線撮像の撮像フレームレートを第一のフレームレートよりも低下させる。この場合の撮像フレームレートは0、すなわちX線撮像を行わない場合も含む。画像解析・臓器位置推定装置23は、撮像されたX線画像を解析し、患部60を有する臓器の現在位置を推定する。臓器の現在位置があらかじめ決定された照射範囲内にあるとき、治療ビーム照射信号を機器制御装置21に送る。

【0032】

実施の形態3で説明したように、体表位置onの判断のための特定の範囲とは、X線画像の臓器位置により治療ビームの照射可否を判定するときの範囲と対応するものであり、施術者により決定される。施術者は患者診断時において、治療に使用するものと同等の体表位置検知器53とX線撮像制御・画像情報取得装置22、画像解析・臓器位置推定装置23とを用いて、体表位置検知器53により取得される患者6の体表位置と、患者6体内のX線撮像により推測される患部60を有する臓器位置との相関関係をあらかじめ知っておくことが望ましい。また、体表位置と臓器位置との相関関係が常に完全に再現するわけではないことを考慮し、体表位置onの判断のための範囲を決定する際には適切なマージンを設定し、X線画像の臓器位置により治療ビームの照射可否を判定するときの範囲よりも広い範囲で設定することが望ましい。

【0033】

体表位置と体内の臓器位置の相関には完全な再現性は無いが、多くの場合ある程度の再現性があることが期待される。このため、本実施の形態4では、明らかに患部60を有する体内臓器位置が特定の範囲内でない時にX線撮像の頻度を低下、あるいはX線撮像を行わない構成とした。よって、患者に照射可能な粒子線を連続して発生できる粒子線治療システムにおいても、X線による患者の被曝線量を低減することが期待できる。

【0034】

以上の各実施の形態における、治療計画装置10、機器制御装置21、X線撮像制御・

10

20

30

40

50

画像情報取得装置 2 2、画像解析・臓器位置推定装置 2 3 は、それぞれ、図 1 0 に示すような、プロセッサ 1 1、メモリ 1 2、キーボードやタッチパネルなどの入力インターフェース 1 3、出力インターフェースとしてのディスプレイ 1 4 などを備えた一般的な計算機により実現される。また、治療計画装置 1 0、機器制御装置 2 1、X線撮像制御・画像情報取得装置 2 2、画像解析・臓器位置推定装置 2 3 は、全てが一台の計算機により構成されてもよい。あるいは、例えば、治療計画装置 1 0 と機器制御装置 2 1 とが一台の計算機により、X線撮像制御・画像情報取得装置 2 2 と画像解析・臓器位置推定装置 2 3 とが一台の計算機により構成されても良く、どのような計算機構成であっても構わない。

【 0 0 3 5 】

なお、本発明は、その発明の範囲内において、各実施の形態を組み合わせたり、各実施の形態を適宜、変形、省略したりすることが可能である。

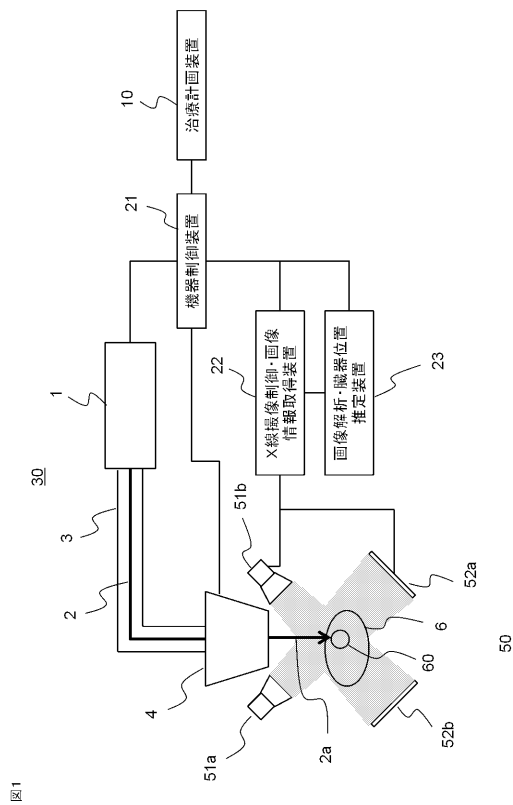
10

【符号の説明】

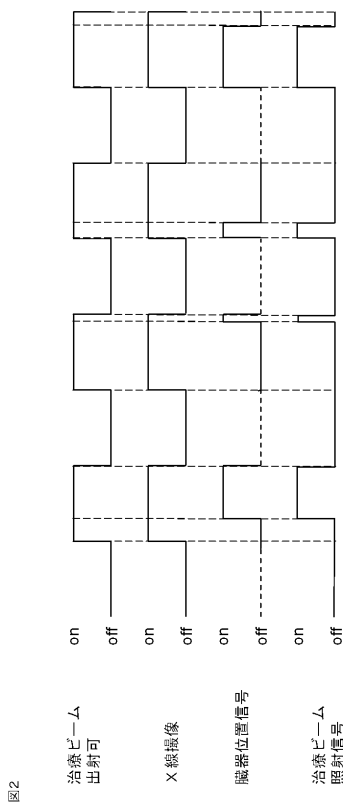
【 0 0 3 6 】

- 1 加速器、2 粒子線、3 真空ダクト、4 照射ノズル、5 照射対象、1 0 治療計画装置、2 1 機器制御装置、2 1 X線撮像制御・画像情報取得装置、2 2 画像解析・臓器位置推定装置、3 0 粒子線発生装置、5 0 X線撮像装置、5 1 a、5 1 b X線管、5 2 a、5 2 b FPD、5 3 体表位置検知器

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 7 】

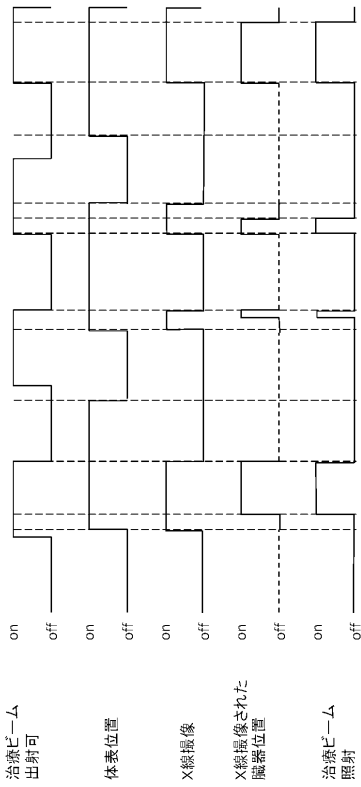


図7

【 図 8 】

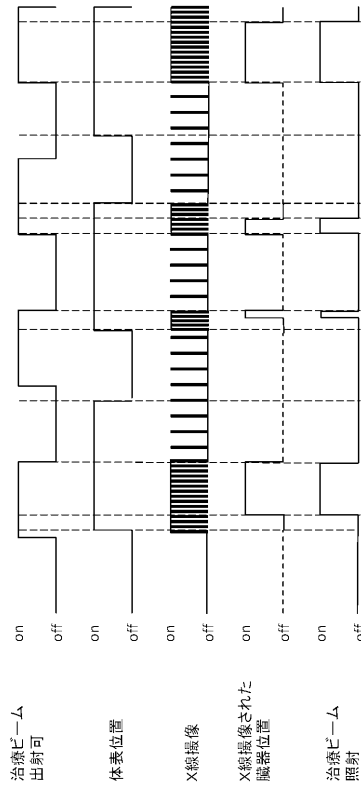


図8

【 図 9 】

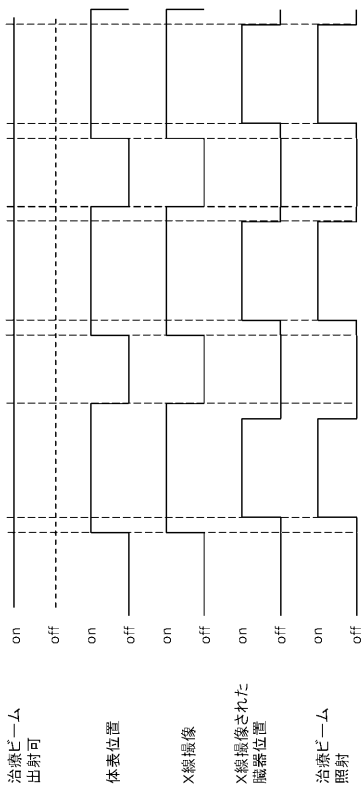
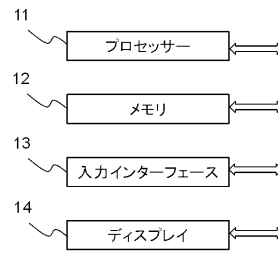


図9

【 図 10 】

図10



フロントページの続き

審査官 安田 昌司

- (56)参考文献 特開2010-154874(JP,A)
国際公開第2014/010073(WO,A1)
特表2012-501792(JP,A)
特開2013-111406(JP,A)
特開平10-328318(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61N 5/10