

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6587826号  
(P6587826)

(45) 発行日 令和1年10月9日 (2019. 10. 9)

(24) 登録日 令和1年9月20日 (2019. 9. 20)

(51) Int. Cl.

A 6 1 N 5/10 (2006.01)

F I

A 6 1 N 5/10

M

A 6 1 N 5/10

T

請求項の数 15 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2015-98743 (P2015-98743)  
 (22) 出願日 平成27年5月14日 (2015. 5. 14)  
 (65) 公開番号 特開2016-214273 (P2016-214273A)  
 (43) 公開日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)  
 審査請求日 平成30年4月26日 (2018. 4. 26)

(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  
 (74) 代理人 110000350  
 ポレール特許業務法人  
 (72) 発明者 滝沢 賢一  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株  
 式会社日立製作所内  
 (72) 発明者 浅野 英仁  
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株  
 式会社日立製作所内  
 審査官 細川 翔多

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 粒子線照射システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

イオンビームを加速する加速器と、  
 前記加速器から出射される前記イオンビームが導かれる照射装置とを備え、  
 前記照射装置は、前記照射装置の中心軸と交差する方向から加わる力を検知する第1タ  
 ッチセンサ装置を含んでおり、  
 前記第1タッチセンサ装置は、前記照射装置の側壁となるカバーと、及び前記照射装置  
 に取り付けられた固定部材、前記カバーに回転可能に取り付けられると共に前記固定部材  
 に回転可能に取り付けられたリンク部材、及び前記リンク部材に取り付けられたカウンタ  
 ウェイトを含む複数のカバー支持装置とを有し、  
 前記リンク部材は、このリンク部材の、前記カウンタウェイトが取り付けられた一端部  
 が前記固定部材側に反り返るように曲がっており、  
 前記カバーは、前記カバーの下端と前記照射装置の中心軸との間の間隔が前記カバーの  
 上端と前記中心軸との間の間隔よりも狭くなるように、前記中心軸に対して傾斜して配置  
 され、  
 前記カバー支持装置は、さらに、前記力の前記カバーへの作用によって回転する前記リ  
 ンク部材により作動するスイッチを含み、前記固定部材に取り付けられたセンサ部を有す  
 ることを特徴とする粒子線照射システム。

【請求項 2】

前記照射装置が取り付けられてこの照射装置をその中心線の周りに旋回させる回転ガン

10

20

トリーを備え、前記第1タッチセンサ装置の前記カバーは前記照射装置の旋回方向に面している請求項1に記載の粒子線照射システム。

【請求項3】

前記第1タッチセンサ装置は、前記照射装置の中間筐体部及び下部筐体部に設置されている請求項1に記載の粒子線照射システム。

【請求項4】

第2タッチセンサ装置は、前記照射装置の先端部に設けられた丸棒状の接触検出部を有する接触検出装置を含んでいる請求項3に記載の粒子線照射システム。

【請求項5】

前記照射装置が取り付けられてこの照射装置をその中心線の周りに旋回させる回転ガントリーと、

前記照射装置の先端部に設けられた第2タッチセンサ装置とを備え、

前記第1タッチセンサ装置の前記カバーが前記照射装置の旋回方向に面しており、

前記第2タッチセンサ装置が丸棒状の接触検出部を有する接触検出装置を含んでいる請求項1に記載の粒子線照射システム。

【請求項6】

前記カバーは、物体または患者との接触により移動するカバーである請求項5に記載の粒子線照射システム。

【請求項7】

前記固定部材に回転可能に取り付けられた前記リンク部材において、前記リンク部材の一端部が前記カバーに回転可能に取り付けられ、前記固定部材側に反り返るように曲がっている、前記リンク部材の他端部に前記カウンタウェイトが取り付けられている請求項5に記載の粒子線照射システム。

【請求項8】

前記カウンタウェイトは、前記リンク部材の他端部で前記照射装置の前記中心軸に面する側に取り付けられる請求項7に記載の粒子線照射システム。

【請求項9】

前記第1タッチセンサ装置の前記固定部材は、前記照射装置の筐体部に取り付けられ、前記照射装置の中心軸に垂直な方向における前記カバーの移動を許容する前記複数のカバー支持装置を有する請求項5に記載の粒子線照射システム。

【請求項10】

前記照射装置は、前記照射装置の先端部に配置されて前記照射装置の筐体部に取り付けられたコリメータ収納部を含んでおり、

前記第2タッチセンサ装置は、前記コリメータ収納部に保持され、前記照射装置の中心軸方向において前記コリメータ収納部の先端面から離されて配置される請求項5に記載の粒子線照射システム。

【請求項11】

前記接触検出装置は検出部支持装置によって前記コリメータ収納部に保持される請求項10に記載の粒子線照射システム。

【請求項12】

前記検出部支持装置は、前記コリメータ収納部の側面にバネ部材を介して取り付けられる第1支持部材、及び前記接触検出装置に取り付けられて前記第1支持部材に取り付けられる第2支持部材を有する請求項11に記載の粒子線照射システム。

【請求項13】

タッチセンサ部を有し、

前記タッチセンサ部は、前記第1支持部材に取り付けられた第1センサ部、及び前記第1センサ部に接触し、前記コリメータ収納部に取り付けられた第2センサ部を有する請求項12に記載の粒子線照射システム。

【請求項14】

ガイド部材及び位置決め部材を含むスライド機構を有し、

10

20

30

40

50

前記ガイド部材は前記第 1 支持部材に取り付けられ、  
前記位置決め部材は前記コリメータ収納部に取り付けられ、  
前記位置決め部材が、前記ガイド部材に形成された、内面にガイド面を形成している孔部に挿入されている請求項 1 2 に記載の粒子線照射システム。

【請求項 1 5】

ガイド部材及び位置決め部材を含むスライド機構を有し、  
前記ガイド部材は前記コリメータ収納部に取り付けられ、  
前記位置決め部材は前記第 1 支持部材に取り付けられ、  
前記位置決め部材が、前記ガイド部材に形成された、内面にガイド面を形成している孔部に挿入されている請求項 1 2 に記載の粒子線照射システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、粒子線照射システムに係り、特に、がんの治療に適用するのに好適な粒子線照射システムに関する。

【背景技術】

【0002】

粒子線照射システムは、大きく分けて、加速器としてシンクロトロンを有する粒子線照射システム（例えば、特開 2 0 0 4 - 3 5 8 2 3 7 号公報参照）、及び加速器としてサイクロトロンを有する粒子線照射システム（例えば、特開 2 0 1 1 - 9 2 4 4 4 号公報参照）が知られている。

20

【0003】

シンクロトロンを有する粒子線照射システムは、イオン源、直線加速器、シンクロトロン、高エネルギービーム輸送系（以下、H E B T 系という）、ガントリービーム輸送系（以下、G A B T 系という）、回転ガントリー及び照射装置を備える。直線加速器を経てシンクロトロンで設定エネルギーまで加速された陽子イオンビーム（または炭素イオンビーム）が、H E B T 系に出射され、G A B T 系を経て回転ガントリーに取り付けられた照射装置に達する。陽子イオンビーム（以下、イオンビームという）は、照射装置から治療台に横たわっている患者のがんの患部に照射される。

【0004】

30

また、サイクロトロンを有する粒子線照射システムは、イオン源、サイクロトロン、H E B T 系、G A B T 系、回転ガントリー及び照射装置を備える。サイクロトロンを有する粒子線照射システムにおける H E B T 系、G A B T 系、回転ガントリー及び照射装置は、実質的に、シンクロトロンを有する粒子線照射システムにおけるこれらの構造と同じである。サイクロトロンで加速されて出射されたイオンビームは、H E B T 系及び G A B T 系を通過して照射装置から患部に照射される。

【0005】

ところで、X 線 C T 装置は、特開平 8 - 2 5 7 0 2 3 号公報の図 1 に示されるように、水平方向に開口部を形成しているガントリー及びベッドを有する。X 線を発生する X 線管が、ガントリーに形成された開口部の周囲を旋回するようにガントリー内に設置されている。ベッドは、ベッド基台、及びベッド基台の上部に水平方向でその開口部に向かって移動する天板を有する。被検者が天板上に横たわった状態で天板を被検者と共にその開口部内に挿入し、X 線管を開口部の周囲に旋回しながら X 線管から放出される X 線を被検者に照射する。特開平 9 - 1 4 0 7 0 0 号公報にも同様な X 線 C T 装置が記載されている。

40

【0006】

これらの公開公報に記載された X 線 C T 装置は、それぞれ、ガントリーの、ベッド側の側面で開口部付近にタッチセンサを設けている。このタッチセンサは、特に、ガントリーが傾いているとき、水平方向に移動する天板または天板上に横たわっている被検者のタッチセンサへの接触を検出する。タッチセンサがこの接触を検出したとき、天板の移動が停止される。

50

## 【 0 0 0 7 】

さらに、粒子線照射システムでは、加速器から出射されたイオンビームを照射装置からベッドに横たわっている患者の患部に照射する前に、ベッド上の患者の患部を照射装置に対して位置決めする必要がある。照射装置に対する患部の位置決めの方法の一例が、特開平 1 - 2 0 9 0 7 7 号公報に記載されている。特開平 1 - 2 0 9 0 7 7 号公報における患部の位置決めでは、患部の位置決めの前に X 線 CT 装置により予め得られた断層画像情報に基づいて作成された基準画像情報、及びイオンビームの照射前に患者が横たわったベッドをこの患者の患部が照射装置に対向するように移動させた状態で照射装置に設けられた X 線源と対向してベッドの下方に位置している X 線検出装置からの X 線検出信号を基に作成された直交する二方向の現在の各 X 線画像情報を用いて、患部の位置決めのためのベッドの移動量を算出している。算出されたベッドの移動量に基づいてベッドを手動により移動させ、照射装置に対する患部の位置決めが行われる。特開平 1 - 2 0 9 0 7 7 号公報には、その算出されたベッドの移動量に基づいてベッドを自動的に移動させることが記載されている。なお、特開 2 0 0 6 - 2 3 9 4 0 3 号公報にも、ベッドの移動量及びベッドの回転角度を算出し、算出された移動量及び回転角度に基づいてベッド制御装置により照射装置に対する患部の位置決めを自動で行うことが記載されている。

10

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 8 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 3 5 8 2 3 7 号公報

20

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 1 - 9 2 4 4 4 号公報

【 特許文献 3 】 特開平 8 - 2 5 7 0 2 3 号公報

【 特許文献 4 】 特開平 9 - 1 4 0 7 0 0 号公報

【 特許文献 5 】 特開平 1 - 2 0 9 0 7 7 号公報

【 特許文献 6 】 特開 2 0 0 6 - 2 3 9 4 0 3 号公報

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 9 】

粒子線照射システムでは、ベッド上に横たわっている患者の患部に照射装置からイオンビームを照射する前に、照射装置の中心軸を、回転ガントリーの回転によって、治療計画において計画された、その患者の患部へのイオンビームの照射方向に設定する必要がある。患部の位置決めを手動でベッドを移動させる場合には、回転ガントリーの治療室内に入った技師が、ベッドの移動を監視し、回転ガントリーにより旋回する照射装置とベッド等の干渉をチェックしている。

30

## 【 0 0 1 0 】

患部の位置決めを行うために、前述したように、ベッドを制御により自動的に移動させることが検討されている。ベッド移動の自動制御において、万が一、自動制御に異常が生じ、ベッドが旋回する照射装置の先端の軌跡よりも外側に位置した場合には、旋回する照射装置がベッド（または患者）に接触する恐れがある。照射装置が配置される、回転ガントリーに形成された治療室内に監視カメラを設置し、自動制御で移動されるベッドの動き及びベッドが所定の位置に達したかを監視し、上記のような照射装置とベッド（または患者）との接触を抑制することが検討されている。しかしながら、監視カメラによる監視だけでは、それらの接触を未然に防ぐことができない恐れがある。

40

## 【 0 0 1 1 】

このため、ベッドの移動を自動で制御する場合においてもそのような接触の恐れを回避できる粒子線照射システムの実現が望まれている。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、タッチセンサ装置によりベッドまたは患者との接触を精度良く検出することができ、照射装置とベッドまたは患者との接触の恐れを避けることができる粒子線照射システムを提供することにある。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0013】

上記した目的を達成する本発明の特徴は、イオンビームを加速する加速器と、加速器から出射されるイオンビームが導かれる照射装置とを備え、照射装置は、照射装置の中心軸と交差する方向から加わる力を検知するタッチセンサ装置を含んでおり、

第1タッチセンサ装置は、照射装置の側壁となるカバーと、及び照射装置に取り付けられた固定部材、カバーに回転可能に取り付けられると共に固定部材に回転可能に取り付けられたリンク部材、及びリンク部材に取り付けられたカウンタウェイトを含む複数のカバー支持装置とを有し、

リンク部材は、このリンク部材の、カウンタウェイトが取り付けられた一端部が固定部材側に反り返るように曲がっており、

カバーは、カバーの下端と照射装置の中心軸との間の間隔がカバーの上端とその中心軸との間の間隔よりも狭くなるように、その中心軸に対して傾斜して配置され、

カバー支持装置は、さらに、その力のカバーへの作用によって回転するリンク部材により作動するスイッチを含み、固定部材に取り付けられたセンサ部を有することにある。

## 【0014】

照射装置の側壁となるカバーは、このカバーの下端と照射装置の中心軸との間の間隔がそのカバーの上端とその中心軸との間の間隔よりも狭くなるように、その中心軸に対して傾斜して配置され、カバーに回転可能に取り付けられると共に照射装置に取り付けられた固定部材に回転可能に取り付けられたリンク部材は、このリンク部材の、カウンタウェイトが取り付けられた一端部が固定部材側に反り返るように曲がっているため、リンク部材の、カバーに連結されるその一端部に作用するカバーの重量をカウンタウェイトによって相殺することができ、照射装置に取り付けられたタッチセンサ装置によりベッドまたは患者との接触を精度良く検出することができる。そして、患者が横たわっているベッドまたは患者が照射装置のタッチセンサ装置に接触したとき、このタッチセンサ装置がその接触を検出し、ベッドの移動を停止させることができる。このため、照射装置及びベッドのうち少なくとも1つの損傷を避けることができ、治療を受ける患者の安全性をより向上させることができる。

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、粒子線治療システムにおいて、タッチセンサ装置によりベッドまたは患者との接触を精度良く検出することができ、照射装置及びベッドのうち少なくとも1つの損傷を避けることができる。さらに、治療を受ける患者の安全性をより向上させることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本発明の好適な一実施例である実施例1の粒子線照射システムの構成図である。

【図2】図1に示された回転ガントリーの拡大縦断面図である。

【図3】図2のIII-III矢視図である。

【図4】図1に示された照射装置の詳細構成図である。

【図5】図4及び図6のV-V矢視図である。

【図6】図5のVI-VI矢視図である。

【図7】図4に示された、照射装置の側面に配置されたタッチセンサ装置の拡大図である。

【図8】図4に示された、照射装置の先端に配置された他のタッチセンサ装置の拡大図である。

【図9】図8のIX-IX矢視図である。

【図10】図8のX-X矢視図である。

【図11】図9のXI部の拡大図である。

【図12】図11のXI-XI矢視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 3】照射装置の中心軸が水平方向を向いている状態における、図 7 に示されたタッチセンサ装置における重りの作用を示す説明図である。

【図 1 4】図 7 に示されたタッチセンサ装置によって照射装置の干渉を検出している状態を示す説明図である。

【図 1 5】照射装置の中心軸が水平方向に対して垂直になっている状態における、図 7 に示されたタッチセンサ装置における重りの作用を示す説明図である。

【図 1 6】本発明の好適な他の実施例である実施例 2 の粒子線照射システムの構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明の各実施例を以下に説明する。

【実施例 1】

【0018】

本発明の好適な一実施例である実施例 1 の粒子線照射システムを、図 1 ~ 図 3 を用いて以下に説明する。

【0019】

本実施例の粒子線照射システム 1 は、建屋（図示せず）内に配置されて建屋の床面に設置される。この粒子線照射システム 1 は、図 1 に示すように、イオンビーム発生装置 2、高エネルギービーム輸送系（HEBT系）15、ガントリービーム輸送系（GABT系）20、回転ガントリー 27、照射装置 34 及び制御システム 108 を備えている。粒子線照射システム 1 では、がんの患部（ビーム照射対象）に照射するイオンビームとして、陽子イオンビームが用いられる。陽子イオンビームの替りに炭素イオンビームを用いてもよい。

【0020】

イオンビーム発生装置 2 は、イオン源（図示せず）、前段加速器である直線加速器 14 及びシンクロトロン加速器 3 を有する。シンクロトロン加速器 3 は、イオンビームの周回軌道を構成する環状のビームダクト 4、入射器 5、イオンビームに高周波電圧を印加する高周波加速空洞（高周波加速装置）8、複数の偏向電磁石 6、複数の四極電磁石 7、出射用の高周波印加装置 9、出射用のセプタム電磁石 13 を有する。ビームダクト 4 に連絡される入射器 5 は、真空ダクトにより直線加速器 14 に接続される。イオン源も直線加速器 14 に接続される。高周波印加装置 9 は、出射用高周波電極 10、高周波電源 11 及び開閉スイッチ 12 を有する。出射用高周波電極 10 は、環状のビームダクト 4 に取り付けられ、そして、開閉スイッチ 12 を介して高周波電源 11 に接続される。各偏向電磁石 6、各四極電磁石 7、高周波加速空洞 8 及びセプタム電磁石 13 は、図 1 に示すように、ビームダクト 4 に沿って配置されている。

【0021】

HEBT系（第 1 ビーム輸送系）15 は、シンクロトロン加速器 13 のセプタム電磁石 13 に接続されるビーム経路（ビームダクト）16 を有しており、このビーム経路 16 に沿って、シンクロトロン加速器 3 から照射装置 34 に向かって複数の 4 極電磁石 18、偏向電磁石 17 及び複数の 4 極電磁石 19 を配置して構成される。

【0022】

GABT系（第 2 ビーム輸送系）20 は、ビーム経路（ビームダクト）21 を有しており、このビーム経路 21 に沿って、シンクロトロン加速器 3 から照射装置 34 に向かって偏向電磁石 22、4 極電磁石 25、26、及び偏向電磁石 23 及び 24 を配置して構成される。GABT系 20 のビーム経路 21 及び各電磁石は回転ガントリー 27 に取り付けられる。ビーム経路 21 は、HEBT系 15 と GABT系 20 の取り付け部 127 においてビーム経路 16 に連絡される。ビーム経路 21 は回転ガントリー 27 によって回転されるため、ビーム経路 21 はビーム経路 16 に直接接続されていない。

【0023】

照射装置 34 は、2 つの走査電磁石（イオンビーム走査装置）35 及び 36、ビーム位

10

20

30

40

50

置モニタ 37 及び線量モニタ 38 を備える。照射装置 34 は、回転ガントリー 27 に取り付けられ、偏向電磁石 24 の下流に配置される。走査電磁石 35 及び 36、ビーム位置モニタ 37 及び線量モニタ 38 は、この順に、照射装置 34 において偏向電磁石 24 から照射装置 34 のイオンビーム出口に向かって照射装置 34 の中心軸 107 (図 4 参照) に沿って配置される。走査電磁石 35 はイオンビームを照射装置 34 の中心軸 107 に垂直な平面内において偏向させて X 方向に走査し、走査電磁石 36 はイオンビームをその平面内において偏向させて X 方向と直交する Y 方向に走査する。患者 102 が横たわる治療台 39 が、照射装置 34 の先端に対向するように配置される。

#### 【0024】

制御システム 108 は、ノズル制御装置 83、中央制御装置 109、加速器・輸送系制御装置 112、ガントリー制御装置 113、走査制御装置 114、ベッド制御装置 115 及びデータベース 116 を有する (図 1 参照)。中央制御装置 109 は、中央演算装置 (CPU) 110 及び CPU 110 に接続されたメモリ 111 を有する。CPU 110 は、加速器・輸送系制御装置 112、走査制御装置 114、ガントリー制御装置 113 及びベッド制御装置 115 にそれぞれ接続される。データベース 116 は CPU 110 に接続される。粒子線照射システム 1 は治療計画装置 117 を有し、治療計画装置 117 はデータベース 116 に接続される。ノズル制御装置 83 は、ガントリー制御装置 113 及びベッド制御装置 115 にそれぞれ接続される。さらに、ノズル制御装置 83 は、照射装置 34 に設けられる後述の各センサ部 76 及びタッチセンサ 94A 及び 94B にそれぞれ接続される。

#### 【0025】

回転ガントリー 27 を、図 2 及び図 3 を用いて説明する。回転ガントリー 27 は、リング状のフロントリング 29 及びリアリング 30 を有する円筒状の回転胴 27 を備える。フロントリング 29 が建屋の床面 46 に設置された支持装置 31A によって支持され、リアリング 30 がその床面 46 に設置された支持装置 31B によって支持される。支持装置 31A は、一対のロール支持部材 32 及び複数のサポートローラ 33A を含む。複数のサポートローラ 33A は、各ロール支持部材 32 に回転可能に取り付けられる。フロントリング 29 はこれらのサポートローラ 33A で支持される。支持装置 31B も、支持装置 31A と同様に、一対のロール支持部材 32 (図示せず) 及び複数のサポートローラ 33B を含む。複数のサポートローラ 33B は、各ロール支持部材 32 に回転可能に取り付けられる。リアリング 30 はこれらのサポートローラ 33B で支持される。回転ガントリー 27 を回転させる回転装置 (例えば、モータ) 44 が、リアリング 30 を支持する複数のサポートローラ 33B のうちの一つのサポートローラ 33B の回転軸に連結される。回転ガントリー 27 の回転角度を測定する角度検出器 45 が、フロントリング 29 を支持する複数のサポートローラ 33A のうちの一つのサポートローラ 33A の回転軸に連結される。

#### 【0026】

回転胴 27 の内面に取り付けられた複数の支持部材 42 によって支持された治療室 40 が回転胴 27 内に設けられる。治療室 40 のフロントリング 29 側は開放されており、治療室 40 のリアリング 30 側は隔壁 41 によって封鎖されている。照射装置 34 は、回転胴 27 に取り付けられて回転胴 27 の中心に向かって伸びており、治療室 40 内の治療ケージ 43 に達している。照射装置 34 に接続された、GABT 系 20 のビーム経路 21 は、図 2 に示すように、リアリング 30 側に向かって伸びており、回転ガントリー 27 の外側に位置する取り付け部 127 において HEBT 系 15 のビーム経路 16 に連絡される。なお、回転ガントリー 27 の中心線 28A (図 1 及び図 2 参照) は、回転ガントリー 27 の回転中心であり、取り付け部 127 においてビーム経路 21 の入口の中心を通る。

#### 【0027】

治療台 39 は、図 2 に示すように、ベッド 48、X 方向駆動機構 49、Y 方向駆動機構 50、上下方向駆動機構 51 及び回転駆動機構 52 を備える。これらの駆動機構は回転胴 27 の外側に配置される。上下方向駆動機構 51 は X 方向駆動機構 49 上に、Y 方向駆動機構 50 は上下方向駆動機構 51 上に、及び回転駆動機構 52 は Y 方向駆動機構 50 上に

10

20

30

40

50

、それぞれ設置される。ベッド４８は、回転駆動機構５２上に設置され、各駆動機構によって支持される。

【００２８】

照射装置３４のより詳細な構成を、図４～図１２を用いて以下に説明する。照射装置３４は、前述した走査電磁石３５及び３６、ビーム位置モニ３７及び線量モニタ３８以外に、筐体である上部筐体部５３Ａ、中間筐体部５３Ｂ、下部筐体部５３Ｃ、及びタッチセンサ装置６１Ａ、６１Ｂ、６１Ｃ及び６１Ｄを有する。上部筐体部５３Ａ、中間筐体部５３Ｂ及び下部筐体部５３Ｃは、この順番で、ＧＡＢＴ系２０において最も下流に位置する偏向電磁石２４から照射装置３４の先端に向かって配置される。

【００２９】

中間筐体部５３Ｂは、矩形状の上部フランジ５８、矩形状の下部フランジ５９及び４本の支柱部材５６を有する。４本の支柱部材５６のそれぞれの一端部が上部フランジ５８に取り付けられ、これらの支柱部材５６のそれぞれの下端部が下部フランジ５９に取り付けられている。対向する一对の支持部材６０Ａが、一对の支柱部材５６の間で相互間に間隔を有して平行に配置され、上部フランジ５８及び下部フランジ５９に取り付けられている。対向する一对の支持部材６０Ｂが、他の一对の支柱部材５６の間で相互間に間隔を有して平行に配置され、上部フランジ５８及び下部フランジ５９に取り付けられている。走査電磁石３６は、４本の支柱部材５６の間に配置され、複数の支持部材１２９によって一对の支持部材６０Ａのそれぞれに取り付けられ、さらに、複数の支持部材１３０によって一对の支持部材６０Ｂのそれぞれに取り付けられる。

【００３０】

上部筐体部５３Ａは矩形状のフランジ５５を有し、走査電磁石３５が複数の支持部材１２８によってフランジ５５に取り付けられる。フランジ５５は、上部フランジ５８上に配置され、上部フランジ５８に取り外し可能に取り付けられる。カバー５４が取り外し可能にフランジ５５に取り付けられる。カバー５４は、走査電磁石３５を取り囲んで互いにつながっている４つの側壁を有し、照射装置３４の中心軸１０７方向において走査電磁石３５を覆っている。なお、カバー５４の走査電磁石３６側は開放されている。

【００３１】

下部筐体部５３Ｃは、矩形状の上部フランジ６２、矩形状の下部フランジ６３、一对の支持部材６４Ａ、一对の支持部材６４Ｂ及びコリメータ収納部６５を備える。一对の支持部材６４Ａは相互間に間隔を有して平行に配置され、これらの支持部材６４Ａの両端部が上部フランジ６２及び下部フランジ６３に取り付けられる。一对の支持部材６４Ｂは相互間に間隔を有して平行に配置され、これらの支持部材６４Ａの両端部も上部フランジ６２及び下部フランジ６３に取り付けられる。ビーム位置モニタ３７及び線量モニタ３８は、一对の支持部材６４Ａ及び支持部材６４Ｂのそれぞれに取り付けられて保持される。コリメータ収納部６５は、下部フランジ６３に取り付けられる。上部フランジ６２が、下部フランジ５９の下面に接触されて下部フランジ５９に取り外し可能に取り付けられる。

【００３２】

下部筐体部５３Ｃにおいて、照射装置３４の隔壁４１側には照射装置３４の一つの側壁を形成するカバー１０４Ａが配置され（図５及び図６参照）、このカバー１０４Ａは上部フランジ６２及び下部フランジ６３にそれぞれ固定される。さらに、下部筐体部５３Ｃにおいて、照射装置３４の隔壁４１とは反対側には照射装置３４の他の一つの側壁を形成するカバー１０４Ｂが配置され（図３、図５及び図６参照）、このカバー１０４Ｂも上部フランジ６２及び下部フランジ６３にそれぞれ固定される。カバー１０４Ａ及び１０４Ｂは、下部筐体部５３Ｃが存在する領域における、照射装置３４の対向する一对の側壁を形成している。

【００３３】

中間筐体部５３Ｂにおいて、照射装置３４の隔壁４１側には照射装置３４の一つの側壁を形成するカバー１０５Ａが配置され（図６参照）、このカバー１０５Ａは上部フランジ５８及び下部フランジ５９にそれぞれ固定される。さらに、中間筐体部５３Ｂにおいて、

10

20

30

40

50

照射装置 3 4 の隔壁 4 1 とは反対側には照射装置 3 4 の他の一つの側壁を形成するカバー 1 0 5 B が配置され ( 図 3 及び図 6 参照 ) 、このカバー 1 0 5 B も上部フランジ 6 2 及び下部フランジ 6 3 にそれぞれ固定される。カバー 1 0 5 A 及び 1 0 5 B は、中間筐体部 5 3 B が存在する領域における、照射装置 3 4 の対向する一对の側壁を形成している。

【 0 0 3 4 】

タッチセンサ装置 ( 第 1 タッチセンサ装置 ) 6 1 A 及び 6 1 B が、中間筐体部 5 3 B に設置される。タッチセンサ装置 6 1 A は、カバー 7 0 A 、一对のカバー支持装置 7 2 A 、一对のカバー支持装置 7 2 B 及び複数のセンサ部 7 6 を有する。一对のカバー支持装置 7 2 A 及び一对のカバー支持装置 7 2 B のそれぞれはカバー 7 0 A の裏面に取り付けられる。一つのカバー支持装置 7 2 A 及び一つのカバー支持装置 7 2 B は、図 4 に示すように中心軸 1 0 7 方向において互いに離されて中間筐体部 5 3 B の一つの支持部材 6 0 A に取り付けられる。残りの一つのカバー支持装置 7 2 A 及び残りの一つのカバー支持装置 7 2 B も、図示されていないが、中心軸 1 0 7 方向において互いに離されてもう一つの支持部材 6 0 A に取り付けられる。このため、カバー 7 0 A は、一对のカバー支持装置 7 2 A 及び一对のカバー支持装置 7 2 B によって中間筐体部 5 3 B に保持される。

10

【 0 0 3 5 】

タッチセンサ装置 6 1 B は、カバー 7 0 B 、一对のカバー支持装置 7 2 C 、一对のカバー支持装置 7 2 D 及び複数のセンサ部 7 6 を有する。一对のカバー支持装置 7 2 C 及び一对のカバー支持装置 7 2 D のそれぞれはカバー 7 0 B の裏面に取り付けられる。一つのカバー支持装置 7 2 C 及び一つのカバー支持装置 7 2 D は、図 4 に示すように中心軸 1 0 7 方向において互いに離されて中間筐体部 5 3 B の一つの支持部材 6 0 B に取り付けられる。残りの一つのカバー支持装置 7 2 C 及び残りの一つのカバー支持装置 7 2 D も、図示されていないが、中心軸 1 0 7 方向において互いに離されてもう一つの支持部材 6 0 B に取り付けられる。このため、カバー 7 0 B は、一对のカバー支持装置 7 2 C 及び一对のカバー支持装置 7 2 D によって中間筐体部 5 3 B に保持される。

20

【 0 0 3 6 】

中間筐体部 5 3 B に保持されるカバー 7 0 A 及びカバー 7 0 B は、中間筐体部 5 3 B が存在する領域における、照射装置 3 4 の対向する他の一对の側壁を形成している。カバー 7 0 A 及びカバー 7 0 B は、照射装置 3 4 の旋回方向に面している、照射装置 3 4 の側壁である。照射装置 3 4 の、中間筐体部 5 3 B が存在する領域には、カバー 7 0 A 、 1 0 5 A 、 7 0 B 及び 1 0 5 B によって形成される四つの側壁が存在する。

30

【 0 0 3 7 】

カバー支持装置 7 2 A の構造を、図 7 を用いて説明する。カバー支持装置 7 2 A は、カウンタウェイト 7 3 、リンク 7 4 及び固定部材 7 7 を有する。リンク 7 4 は一方に曲げられて反り返った形状をしている。カウンタウェイト 7 3 が、リンク 7 4 の反り返っている方向に突出するように、リンク 7 4 の一つの端部に取り付けられる。リンク 7 4 の、カウンタウェイト 7 3 が取り付けられた一端部とリンク 7 4 の他端部の間で、リンク 7 4 の、反り返っている側の一面に形成された突出部 7 8 が、固定部材 7 9 に設けられた支持部 7 9 にピン ( 軸部材 ) 8 0 により回転可能に取り付けられる。固定部材 7 9 の支持部 7 9 に回転可能に取り付けられたリンク 7 4 は、リンク 7 4 の、カウンタウェイト 7 3 が取り付けられた一端部が固定部材 7 7 側に反り返るように曲がっている。

40

【 0 0 3 8 】

リンク 7 4 の他端部はカバー 7 0 A の裏面に取り付けられた連結部 7 5 にピン 7 5 A により回転可能に取り付けられる。固定部材 7 9 は、中間筐体部 5 3 B の一つの支持部材 6 0 A に取り付けられた一つの支持板 5 7 に取り付けられる。

【 0 0 3 9 】

カバー支持装置 7 2 B 、 7 2 C 及び 7 2 D も、カバー支持装置 7 2 A と同様な構造を有する。スイッチ 7 6 A を有するセンサ部 7 6 が、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間に位置するように、カバー支持装置 7 2 A 、 7 2 B 、 7 2 C 及び 7 2 D のそれぞれの固定部材 7 9 に取り付けられる。スイッチ 7 6 A は、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間でリンク 7 4 に対向し

50

ている。

【 0 0 4 0 】

カバー 7 0 A の裏面の、もう一つのカバー支持装置 7 2 A 及び一対のカバー支持装置 7 2 B のそれぞれを取り付ける三箇所の各位置にも、連結部 7 5 がそれぞれ取り付けられている。もう一つのカバー支持装置 7 2 A のリンク 7 4 の一端部が、このカバー支持装置 7 2 A を取り付け位置でカバー 7 0 A の裏面に取り付けられた連結部 7 5 にピン 7 5 A により回転可能に取り付けられる。同様に、一対のカバー支持装置 7 2 B の各リンク 7 4 の一端部が、それぞれのカバー支持装置 7 2 B を取り付け位置でカバー 7 0 A の裏面に取り付けられた各連結部 7 5 に、別々のピン 7 5 A によりそれぞれ回転可能に取り付けられる。

10

【 0 0 4 1 】

さらに、前述のもう一つのカバー支持装置 7 2 A の固定部材 7 9 は、別の支持部材 6 0 A に取り付けられた支持板 5 7 に取り付けられる。一対のカバー支持装置 7 2 B の各固定部材 7 9 は、中間筐体部 5 3 B の一対の支持部材 6 0 A にそれぞれ取り付けられた各支持板 5 7 に別々に取り付けられる。

【 0 0 4 2 】

タッチセンサ装置 6 1 B では、一対のカバー支持装置 7 2 C 及び一対のカバー支持装置 7 2 D のそれぞれは、リンク 7 4 の一端部をカバー 7 0 B の裏面の四個所に取り付けられた各連結部 7 5 にピン 7 5 A により回転可能に取り付けることによりカバー 7 0 B に取り付けられる。一つのカバー支持装置 7 2 C 及び一つのカバー支持装置 7 2 D のそれぞれの固定部材 7 7 は、一つの支持部材 6 0 B に取り付けられた各支持板 5 7 に取り付けられる。残りのカバー支持装置 7 2 C 及びカバー支持装置 7 2 D のそれぞれの固定部材 7 7 は、他の支持部材 6 0 B に取り付けられた各支持板 5 7 に取り付けられる。

20

【 0 0 4 3 】

このようにして、カバー 7 0 A が前述したように一対のカバー支持装置 7 2 A 及び一対のカバー支持装置 7 2 B によって中間筐体部 5 3 B に保持され、カバー 7 0 B が前述したように一対のカバー支持装置 7 2 C 及び一対のカバー支持装置 7 2 D によって中間筐体部 5 3 B に保持される。

【 0 0 4 4 】

タッチセンサ装置（第 1 タッチセンサ装置）6 1 C 及び 6 1 D が、下部筐体部 5 3 C に設置される。タッチセンサ装置 6 1 C は、カバー 7 1 A、一対のカバー支持装置 7 2 E、一対のカバー支持装置 7 2 F 及び複数のセンサ部 7 6 を有する。カバー支持装置 7 2 E 及び 7 2 F はカバー支持装置 7 2 A と同様な構成を有する。スイッチ 7 6 A を有するセンサ部 7 6 は、カバー支持装置 7 2 A の場合と同様に、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間に位置するように、カバー支持装置 7 2 E 及び 7 2 F のそれぞれの固定部材 7 9 に取り付けられる。スイッチ 7 6 A は、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間でリンク 7 4 に対向している。一対のカバー支持装置 7 2 E 及び一対のカバー支持装置 7 2 F のそれぞれは、カバー支持装置 7 2 A と同様に、カバー 7 1 A の裏面に取り付けられる。一つのカバー支持装置 7 2 E 及び一つのカバー支持装置 7 2 F は、図 4 に示すように中心軸 1 0 7 方向において互いに離されて下部筐体部 5 3 C の一つの支持部材 6 4 A に取り付けられる。具体的には、カバー支持装置 7 2 E の固定部材 7 9 は、その一つの支持部材 6 4 A に取り付けられた支持部材 1 0 3 A に取り付けられる支持板 5 7 に取り付けられる。カバー支持装置 7 2 F の固定部材 7 9 は、その一つの支持部材 6 4 A に取り付けられた支持部材 1 0 3 B に取り付けられる別の支持板 5 7 に取り付けられる。さらに、残りの一つのカバー支持装置 7 2 E 及び残りの一つのカバー支持装置 7 2 F のそれぞれも、図示されていないが、中心軸 1 0 7 方向において互いに離されてもう一つの支持部材 6 4 A に同様に取り付けられる。このため、カバー 7 1 A は、一対のカバー支持装置 7 2 E 及び一対のカバー支持装置 7 2 F によって下部筐体部 5 3 C に保持される。

30

40

【 0 0 4 5 】

タッチセンサ装置 6 1 D は、カバー 7 1 B、一対のカバー支持装置 7 2 G、一対のカバ

50

ー支持装置 7 2 H 及び複数のセンサ部 7 6 を有する。カバー支持装置 7 2 G 及び 7 2 H はカバー支持装置 7 2 A と同様な構成を有する。スイッチ 7 6 A を有するセンサ部 7 6 は、カバー支持装置 7 2 A の場合と同様に、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間に位置するように、カバー支持装置 7 2 G 及び 7 2 H のそれぞれの固定部材 7 9 に取り付けられる。スイッチ 7 6 A は、突出部 7 8 とピン 7 5 A の間でリンク 7 4 に対向している。一対のカバー支持装置 7 2 G 及び一対のカバー支持装置 7 2 H のそれぞれは、カバー支持装置 7 2 A と同様に、カバー 7 1 B の裏面に取り付けられる。一つのカバー支持装置 7 2 G 及び一つのカバー支持装置 7 2 H は、図 4 に示すように中心軸 1 0 7 方向において互いに離されて下部筐体部 5 3 C の一つの支持部材 6 4 B に取り付けられる。すなわち、カバー支持装置 7 2 G の固定部材 7 9 は、その一つの支持部材 6 4 B に取り付けられた支持部材 1 0 3 C に取り付けられる支持板 5 7 に取り付けられる。カバー支持装置 7 2 H の固定部材 7 9 は、その一つの支持部材 6 4 B に取り付けられた支持部材 1 0 3 D に取り付けられる別の支持板 5 7 に取り付けられる。さらに、残りの一つのカバー支持装置 7 2 G 及び残りの一つのカバー支持装置 7 2 H も、図示されていないが、中心軸 1 0 7 方向において互いに離されてもう一つの支持部材 6 4 B に同様に取り付けられる。このため、カバー 7 1 B は、一対のカバー支持装置 7 2 G 及び一対のカバー支持装置 7 2 H によって下部筐体部 5 3 C に保持される。

10

#### 【 0 0 4 6 】

下部筐体部 5 3 C に保持されるカバー 7 1 A 及びカバー 7 1 B は、下部筐体部 5 3 C が存在する領域における、照射装置 3 4 の対向する他の一対の側壁を形成している。カバー 7 1 A 及びカバー 7 1 B も、照射装置 3 4 の旋回方向に面している、照射装置 3 4 の側壁である。照射装置 3 4 の、下部筐体部 5 3 C が存在する領域には、カバー 7 1 A , 1 0 4 A , 7 1 B 及び 1 0 4 B によって形成される四つの側壁が存在する。

20

#### 【 0 0 4 7 】

タッチセンサ装置 6 1 A のカバー 7 0 A 、タッチセンサ装置 6 1 B のカバー 7 0 B 、タッチセンサ装置 6 1 C のカバー 7 1 A 及びタッチセンサ装置 6 1 D のカバー 7 1 B は、それぞれ、照射装置 3 4 の側壁であると同時に接触検出部である。さらに、カバー支持装置 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D , 7 2 E , 7 2 F , 7 2 G 及び 7 2 H は、接触検出部の支持装置である。カバー支持装置 7 2 A , 7 2 B , 7 2 C , 7 2 D , 7 2 E , 7 2 F , 7 2 G 及び 7 2 H のそれぞれのセンサ部 7 6 は、ノズル制御装置 8 3 に接続される。

30

#### 【 0 0 4 8 】

コリメータ収納部 6 5 は、下部筐体部 5 3 C の下部フランジ 6 3 に取り付けられて照射装置 3 4 の先端部であるコリメータ収納部 6 5 は内部にコリメータ ( 図示せず ) を設置している。コリメータ収納部 6 5 には、イオンビームが通過する矩形の開口部 6 9 が形成される。

#### 【 0 0 4 9 】

さらに、タッチセンサ装置 8 5 が、照射装置 3 4 の先端部に位置している。タッチセンサ装置 8 5 の構造を、図 8 、図 9 、図 1 0 、図 1 1 及び図 1 2 を用いて説明する。

#### 【 0 0 5 0 】

タッチセンサ装置 ( 第 2 タッチセンサ装置 ) 8 5 は、接触検出装置 8 2 、検出部支持装置 8 7 A 及び 8 7 B 、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B 及びタッチセンサ ( タッチセンサ部 ) 9 4 A 及び 9 4 B を有する。タッチセンサ装置 8 5 は、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B をそれぞれ一対、及びタッチセンサ 9 4 A 及び 9 4 B もそれぞれ一対含んでいる。接触検出装置 8 2 は、一対の丸棒状の接触検出部 8 2 A 及び一対の丸棒状の接触検出部 8 2 B を有する ( 図 8 及び図 9 参照 ) 。各接触検出部 8 2 A 及び各接触検出部 8 2 B は、コリメータ収納部 6 5 の下面 ( 先端面 ) 6 5 C と平行になってこの下面 6 5 C よりも下方に配置される。一対の接触検出部 8 2 A のそれぞれは両端部を除く大部分を占める直線部を有しており、これらの直線部は、コリメータ収納部 6 5 の対向する長尺のそれぞれの側面 6 5 A に沿って配置される。一対の接触検出部 8 2 B のそれぞれは両端部を除く大部分を占める直線部を有しており、これらの直線部は、コリメータ収納部 6 5 の、側面 6 5 A

40

50

と直交している短尺の他の側面 6 5 B に沿って配置される。接触検出装置 8 2 は、一対の接触検出部 8 2 A のそれぞれの一端部を 1 つの接触検出部 8 2 B で連結し、これらの接触検出部 8 2 A のそれぞれの他端部を他の接触検出部 8 2 B で連結して矩形状のリングを形成している。

【 0 0 5 1 】

平板を直角に曲げて構成された L 字状の支持部材 ( 第 3 支持部材 ) 8 4 A の平板部 8 4 A a が、コリメータ収納部 6 5 の一つの側面 6 5 A に接触した状態でコリメータ収納部 6 5 に取り付けられる。平板を直角に曲げて構成された L 字状の支持部材 8 4 ( 第 4 支持部材 ) B も、同様に、コリメータ収納部 6 5 の他の側面 6 5 A に接触した状態でコリメータ収納部 6 5 に取り付けられる。

10

【 0 0 5 2 】

接触検出装置 8 2 は、検出部支持装置 8 7 A 及び 8 7 B によってコリメータ収納部 6 5 に取り付けられる。検出部支持装置 8 7 A 及び 8 7 B ( 図 1 0 参照 ) は、それぞれ、支持ロッド 1 3 1 A 及び 1 3 1 B、支持部材 8 8 及びコイルバネ ( バネ部材 ) 9 7 A 及び 9 7 B を有する。

【 0 0 5 3 】

検出部支持装置 8 7 A ( 第 1 検出部支持装置 ) はコリメータ収納部 6 5 に取り付けられた支持部材 8 4 A に取り付けられる。検出部支持装置 8 7 A では、支持ロッド ( 第 2 支持部材 ) 1 3 1 A 及び 1 3 1 B は、接触検出部 8 2 A の直線部に取り付けられ、支持部材 8 4 A の、平板部 8 4 A b に形成された二箇所の貫通孔 1 0 1 を別々に通ってコリメータ収納部 6 5 に向って伸びている。各貫通孔 1 0 1 の内径は、支持ロッド 1 3 1 A 及び 1 3 1 B のそれぞれの外径よりも大きく、支持ロッド 1 3 1 A 及び 1 3 1 B のそれぞれの、それぞれの中心軸と直交する方向への動きをあまり制約しない。支持ロッド 1 3 1 A 及び 1 3 1 B のそれぞれの、支持部材 8 4 A の平板部 8 4 A b と下部フランジ 6 3 の間に配置された板状の支持部材 8 8 ( 第 1 支持部材 ) に取り付けられる。支持部材 8 8 の一端部は、一つのコイルバネ 9 7 A によって支持部材 8 4 A の平板部 8 4 A b に取り付けられる。具体的には、コイルバネ 9 7 A の一端が、平板部 8 4 A b に取り付けられた取り付け部 1 0 0 A にネジによってと噛み合っているピン部材 9 9 A に取り付けられる。また、そのコイルバネ 9 7 A の他端が、支持部材 8 8 の一端部に取り付けられた取り付け部 1 0 0 B にネジによってと噛み合っているピン部材 9 9 B に取り付けられる。支持部材 8 8 の他端部は、他のコイルバネ 9 7 B によって、コイルバネ 9 7 A と同様に、支持部材 8 4 A の平板部 8 4 A b に取り付けられる。

20

30

【 0 0 5 4 】

スライド機構 1 3 2 A は、ガイド部材 9 0 及び位置決め部材 9 2 を有する。ガイド部材 9 0 は、平板部 8 4 A b に対向するように、支持部材 8 8 に取り付けられる。ガイド部材 9 0 は、ガイド部材 9 0 の、平板部 8 4 A b に対向する平面側に丸孔 9 0 A を形成しており、さらに、この丸孔 9 0 A から支持部材 8 8 に向かう円錐状の孔部 9 0 C を形成している。円錐状の孔部 9 0 C の形成により、丸孔 9 0 A の内面から、丸孔 9 0 A の中心線上に位置する支持部材 8 8 側の一点に向かう傾斜面 ( ガイド面 ) 9 0 B がガイド部材 9 0 内に形成される。位置決め部材 9 2 を形成したベース部材 9 1 が平板部 8 4 A b に取り付けられる。位置決め部材 9 2 は、ベース部材 9 1 から支持部材 8 8 に向って伸びる突出部であり、丸孔 9 0 A 及び円錐状の孔部 9 0 C 内に挿入される。位置決め部材 9 2 の先端部は半球の形状をしている。位置決め部材 9 2 の先端部である半球部がその一点に向かう傾斜面 9 0 B に接触している。

40

【 0 0 5 5 】

スライド機構 1 3 2 B はスライド機構 1 3 2 A と同じ構造を有する。スライド機構 1 3 2 B のガイド部材 9 0 は支持部材 8 8 に取り付けられ、スライド機構 1 3 2 B の、位置決め部材 9 2 を形成しているベース部材 9 1 は平板部 8 4 A b に取り付けられる。

【 0 0 5 6 】

スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B において、ガイド部材 9 0 を平板部 8 4 A b に取り

50

付け、位置決め部材 9 2 を支持部材 8 8 に取り付けてもよい。

【 0 0 5 7 】

タッチセンサ 9 4 A 及び 9 4 B は、スライド機構 1 3 2 A 付近で並んで配置される（図 1 1 及び図 1 2 参照）。タッチセンサ 9 4 A はセンサ部 9 5 A 及び 9 5 B を含み、タッチセンサ 9 4 B はセンサ部 9 5 C 及び 9 5 D を含んでいる。センサ部（第 1 センサ部）9 5 A 及び 9 5 C は支持部材 8 8 に取り付けられ、センサ部（第 2 センサ部）9 5 B 及び 9 5 D は平板部 8 4 A b に取り付けられた支持部材 9 3 に取り付けられる。センサ部 9 5 A はセンサ部 9 5 B に対向しており、センサ部 9 5 C はセンサ部 9 5 D に対向している。タッチセンサ 9 4 A、具体的にはセンサ部 9 5 A、及びタッチセンサ 9 4 B、具体的にはセンサ部 9 5 C のそれぞれが、ノズル制御装置 8 3 に接続されている。

10

【 0 0 5 8 】

コイルバネ 9 7 A 及び 9 7 B のそれぞれは、支持部材 8 8 を支持部材 8 4 A の平板部 8 4 A b 側に引っ張っている。このため、位置決め部材 9 2 の先端部である半球部が、その一点に向かう傾斜面 9 0 B の全面に接触し、安定して保持される。このようなコイルバネ 9 7 A 及び 9 7 B の作用により、通常、センサ部 9 5 A はセンサ部 9 5 B に、及びセンサ部 9 5 C はセンサ部 9 5 D にそれぞれ接触している。

【 0 0 5 9 】

他のタッチセンサ 9 4 A はスライド機構 1 3 2 B 付近に配置され（図 9 参照）、このタッチセンサ 9 4 A の側には、図示されていないが、並んで配置されたタッチセンサ 9 4 B が存在する。

20

【 0 0 6 0 】

検出部支持装置 8 7 B（第 2 検出部支持装置）（図 1 0 参照）が、コリメータ収納部 6 5 に取り付けられた支持部材 8 4 B に、検出部支持装置 8 7 A と同様に、取り付けられ、検出部支持装置 8 7 A と同じ構造を有している。検出部支持装置 8 7 B の支持部材 8 8（第 4 支持部材）にも、検出部支持装置 8 7 A と同様に、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B のそれぞれのガイド部材 9 0、一对のタッチセンサ 9 4 A の各センサ部 9 5 A 及び一对のタッチセンサ 9 4 B の各センサ部 9 5 C が取り付けられる。なお、支持部材 8 8 に取り付けられた、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B のそれぞれのガイド部材 9 0 に対向する位置決め部材 9 2 を形成した、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B のそれぞれの各ベース部材 9 1 は、支持部材 8 4 B の平板部 8 4 A b に取り付けられる。また、一对のタッチセンサ 9 4 A の各センサ部 9 5 B 及び一对のタッチセンサ 9 4 B の各センサ部 9 5 D は、支持部材 8 4 B の平板部 8 4 A b に取り付けられた各支持部材 9 3 に取り付けられる。

30

【 0 0 6 1 】

本実施例の粒子線照射装置 1 を用いた患者の患部へのイオンビームの照射方法を、以下に説明する。患部にイオンビームを照射する前に、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 に対する患部の位置決めが実施される。本実施例では、例えば、特開 2 0 0 6 - 2 3 9 4 0 3 号公報に記載されたように、回転ガントリー 2 7 の回転による X 線 C T 撮影及び患部の位置決めが実施される。

【 0 0 6 2 】

患部の位置決めを実施する前に、患者 1 0 2 の患部の X 線 C T 撮影が実施される。この X 線 C T 撮影は、患者 1 0 2 に対する治療計画立案前に実施される。X 線 C T 撮影によって得られた断層像情報（以下、基準断層像情報をいう）は、中央制御装置 1 0 9 のメモリ 1 1 1 に格納される。

40

【 0 0 6 3 】

さらに、イオンビームの照射前で患部の位置決めを実施する前に、患者 1 0 2 が横たわる、治療台 3 9 のベッド 4 8 を治療室 4 0 内の治療ケージ 4 3 内の所定位置まで移動させる。このベッド 4 8 の移動は、オペレータが、制御室（図示せず）内で、ベッド 4 8 を所定位置まで移動させるベッド操作指令をこの制御室内に設置された操作盤（図示せず）に設けられて C P U 1 1 0 に接続された入力装置（図示せず）に入力することによって行われる。このベッド操作指令に基づいて C P U 1 1 0 から出力された制御指令は、ベッド制

50

御装置 1 1 5 に入力される。ベッド制御装置 1 1 5 はこの制御指令に基づいて X 方向駆動機構 4 9、Y 方向駆動機構 5 0、上下方向駆動機構 5 1 及び回転駆動機構 5 2 をそれぞれ駆動し、ベッド 4 8 を所定の位置まで自動的に移動させる。

【 0 0 6 4 】

その後、患部の位置決めに必要な現在断層像情報を得るために、回転ガントリー 2 7 の回転による X 線 CT 撮影が行われる。この X 線 CT 撮影には、照射装置 3 4 に設置された X 線管（図示せず）及び X 線透視画像撮影装置（図示せず）が用いられる。オペレータが制御室内の上記入力装置から CPU 1 1 0 に X 線照射指令を入力したとき、CPU 1 1 0 から出力された X 線照射制御指令が X 線源制御装置（図示せず）及び撮影部移動制御装置（図示せず）にそれぞれ出力される。X 線源制御装置は、特開 2 0 0 6 - 2 3 9 4 0 3 号公報に記載されたように、照射装置 3 4 に設置されて X 線管を取り付けた X 線源駆動装置（図示せず）を駆動し、その X 線管を中心軸 1 0 7 まで移動させる。撮影部移動制御装置は、X 線検出装置を取り付けた撮影部移動装置を駆動し、X 線検出装置をベッド 4 8 の下方で X 線管に対向する、中心軸 1 0 7 の位置まで移動させる。

10

【 0 0 6 5 】

X 線源制御装置は X 線照射制御指令に基づいて X 線管から X 線を放出させる。オペレータが上記入力装置から CPU 1 1 0 に回転指令を入力したとき、CPU 1 1 0 から出力された回転制御指令がガントリー制御装置 1 1 2 に出力される。このとき、ガントリー制御装置 1 1 2 は、回転装置 4 4 を駆動し、回転ガントリー 2 7 を、中心線 2 8 A を中心に、例えば、図 3 において時計方向に 0 ° から 1 8 5 ° まで回転させる。回転ガントリー 2 7 の回転により、照射装置 3 4 に取り付けられて X 線を放出している X 線管、及び X 線検出装置がベッド 4 8 に横たわっている患者 1 0 2 の周囲を巡回する。このため、その X 線が患者 1 0 2 の患部に対して照射される。X 線管から放出された X 線は、患者 1 0 2 の患部等を透過し、X 線検出装置で検出される。X 線検出装置は透過した X 線の検出により多数の X 線検出信号を出力する。これらの X 線検出信号は、画像情報作成装置（図示せず）に入力される。この画像情報作成装置には、前述の角度検出器 4 5 で検出された回転ガントリー 2 7 の回転角度の測定値が入力される。

20

【 0 0 6 6 】

回転ガントリー 2 7 が上記の時計方向に 1 8 5 ° まで回転したとき、すなわち、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が 1 8 5 ° の位置に達したとき、角度検出器 4 5 の角度検出信号を入力するガントリー制御装置 1 1 2 は、回転装置 4 4 に回転停止制御指令を出力し、回転装置 4 4 の駆動を停止させる。このとき、回転ガントリー 2 7 の回転も停止され、X 線管からの X 線の放出も停止される。その後、回転ガントリー制御装置 1 1 3 は、回転装置 4 4 を逆回転させる。回転ガントリー 2 7 は図 3 において半時計方向に回転し、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が 1 8 0 ° の位置に達したとき、回転ガントリー制御装置 1 1 3 は回転装置 4 4 を停止させる。そして、回転ガントリー制御装置 1 1 3 は、回転装置 4 4 を再駆動して回転ガントリー 2 7 を上記の時計方向に 1 8 0 ° から 5 ° まで回転させる。この回転ガントリー 2 7 の回転の間、X 線管から X 線が放出され、この X 線はベッド 4 8 上の患者 1 0 2 の患部に照射される。この患部を透過した X 線は X 線検出装置で検出され、回転ガントリー 2 7 の回転角度も角度検出器 4 5 で検出される。

30

40

【 0 0 6 7 】

上記のように、X 線が放出している X 線管、及び X 線検出装置を、ベッド 4 8 に横たわっている患者 1 0 2 の周囲に巡回させることは、患者 1 0 2 に対して 3 6 0 ° の範囲で X 線 CT を行っていることになる。

【 0 0 6 8 】

画像情報作成装置は、特開 2 0 0 6 - 2 3 9 4 0 3 号公報に記載されたように、X 線検出装置から出力された X 線検出信号及び角度検出器 4 5 で検出された回転ガントリー 2 7 の回転角度に基づいて患者 1 0 2 の患部等の現在断像情報を作成する。

【 0 0 6 9 】

もし、現在断像情報の作成のために X 線を放出する X 線管を回転ガントリー 2 7 の回転

50

により旋回させる前のベッド４８の移動によって、万が一、照射装置３４が、ベッド４８に横たわっているベッド４８または患者１０２に接触した場合には、患者１０２の安全性を考慮して照射装置３４の旋回を停止する必要がある。照射装置３４の旋回停止は、タッチセンサ装置６１Ａ、６１Ｂ、６１Ｃまたは６１Ｄ、またはタッチセンサ装置６５または６５から出力された接触信号に基づいて行われる。

【００７０】

まず、タッチセンサ装置６１Ａ、６１Ｂ、６１Ｃ及び６１Ｄによる、照射装置３４とベッド４８に横たわっているベッド４８または患者１０２の接触の検出について説明する。タッチセンサ装置６１Ａ、６１Ｂ、６１Ｃ及び６１Ｄによるその接触の検出の機能は同じであるため、タッチセンサ装置６１Ｄによるその接触の検出について説明する。

10

【００７１】

現在断像情報の作成のためにＸ線を放出するＸ線管を回転ガントリー２７の回転により旋回させる前に、前述したように、ベッド４８を治療ケージ４３内の所定の位置まで移動させなければならない。患者１０２が横たわっているベッド４８のその移動では、ベッド４８または患者１０２が旋回する照射装置３４と接触しないように、患者１０２及びベッド４８を、中心線２８Ａを中心とする、旋回により照射装置３４の先端が描く軌跡よりも内側に位置させる必要がある。しかしながら、万が一、ベッド制御装置１１５等に異常が生じ、患者１０２及びベッド４８がその軌跡の外側の位置に位置されたとする。

【００７２】

その後、前述したように、回転ガントリー２７が回転され、Ｘ線管からＸ線を放出しながら照射装置３４が旋回する（例えば、照射装置３４の旋回は図３において時計方向）。やがて、旋回する照射装置３４がベッド４８または患者１０２に接触し、この接触が、例えば、照射装置３４に設置されたタッチセンサ装置６１Ｄによって検出されたと仮定する。この場合には、照射装置３４の旋回によってタッチセンサ装置６１Ｄのカバー７１Ｂがベッド４８または患者１０２に接触する。この接触により、カバー７１Ｂが下部筐体部５３Ｃ側に移動する。

20

【００７３】

カバー７１Ｂの下部筐体部５３Ｃ側への移動により、タッチセンサ装置６１Ｄの一对のカバー支持部材７２Ｇ及び７２Ｈのそれぞれのリンク７４が、ピン８０を中心に回転され、各リンク７４の、連結部７５側の端部が固定部材７７側に移動する（図１４参照）。この結果、カバー支持部材７２Ｇ及び７２Ｈのそれぞれの固定部材７７に取り付けられた各センサ部７６のスイッチ７６Ａが各リンク７４の、連結部７５側の端部によって押されるため、これらのセンサ部７６から接触信号が出力される。出力された各接触信号は、ノズル制御装置８３に入力されて制御室内の制御盤に設けられた表示装置に警報として表示され、さらに、ノズル制御装置８３からガントリー制御装置１１３及びＸ線源制御装置にそれぞれ入力される。接触信号を入力したガントリー制御装置１１３は回転装置４４を停止して回転ガントリー２７の回転を停止させ、接触信号を入力したＸ線源制御装置はＸ線管からのＸ線の放出を停止させる。

30

【００７４】

その後、ガントリー制御装置１１３は回転装置４４を逆回転させる。回転ガントリー２７も逆回転され、タッチセンサ装置６１Ｄのカバー７１Ｂがベッド４８または患者１０２から離される。カバー７１Ｂは接触前の位置に戻される。このため、カバー支持部材７２Ｇ及び７２Ｈのそれぞれのリンク７４は、図１４に示された状態から図７に示された状態に戻り、カバー支持部材７２Ｇ及び７２Ｈの各センサ部７６からの接触信号の出力が停止される。

40

【００７５】

カバー７１Ｂがベッド４８または患者１０２に接触する原因が取り除かれて（例えば、異常状態にあるベッド制御装置１１５の修理完了）、ベッド４８が、中心線２８Ａを中心とする、旋回により照射装置３４の先端が描く軌跡よりも内側に位置されているとき、Ｘ線管からＸ線を放出しながら回転ガントリー２７を回転させ、そのＸ線がベッド４８に横

50

たわっている患者 102 の患部に対して周囲から照射される。

【0076】

なお、回転ガントリー 27 が前述の時計方向に回転しているときに、タッチセンサ装置 61B のカバー 70B がベッド 48 または患者 102 に接触したとき、タッチセンサ装置 61B の一対のカバー支持部材 72C 及び 72D のそれぞれに設けられた各センサ部 76 から接触信号が出力される。

【0077】

回転ガントリー 27 が前述した反時計方向に回転しているときに、タッチセンサ装置 61C のカバー 71A がベッド 48 または患者 102 に接触したとき、タッチセンサ装置 61C の一対のカバー支持部材 72E 及び 72F のそれぞれに設けられた各センサ部 76 から接触信号が出力される。さらに、回転ガントリー 27 が前述した反時計方向に回転しているときに、タッチセンサ装置 61A のカバー 70A がベッド 48 または患者 102 に接触したとき、タッチセンサ装置 61A の一対のカバー支持部材 72A 及び 72B のそれぞれに設けられた各センサ部 76 から接触信号が出力される。

【0078】

次に、タッチセンサ装置 85 による、照射装置 34 とベッド 48 に横たわっているベッド 48 または患者 102 の接触の検出について説明する。

【0079】

前述したように、X線を放出しているX線管を旋回させる前における、治療ケージ 43 内の所定の位置へのベッド 48 の移動において、万が一、ベッド制御装置 115 等に異常が発生し、患者 102 及びベッド 48 がその軌跡上に位置されたとする。そして、X線管からX線を放出しながら照射装置 34 を図 3 において時計方向に旋回させたとき、タッチセンサ装置 85 の接触検出装置 82（例えば、支持部材 84B 側に位置する接触検出部 82A）がベッド 48 または患者 102 に接触したとする。

【0080】

ベッド 48 または患者 102 の接触検出部 82A への接触により、支持部材 84B に取り付けられた検出部支持装置 87B の支持ロッド 131A 及び 131B が、下部筐体部 53C の下部フランジ 63 側に移動する。検出部支持装置 87B の構造は検出部支持装置 87A の構造と同じであるので、検出部支持装置 87B の作用は、図 9 及び図 11 に示された検出部支持装置 87A を用いて説明する。さらに、検出部支持装置 87B の作用に伴う、支持部材 84B 側に配置されたスライド機構 132A 及び 132B、一対のタッチセンサ 94A 及び一対のタッチセンサ 94B のそれぞれの動作も、図 9 及び図 11 を用いて説明する。

【0081】

検出部支持装置 87B の支持ロッド 131A 及び 131B が下部筐体部 53C の下部フランジ 63 側に移動したとき、コイルバネ 97A 及び 97B によって支持部材 84B の平板部 84Ab 側に引っ張られる、検出部支持装置 87B の支持部材 88 は、コイルバネ 97A 及び 97B のそれぞれの引っ張り力に逆らって下部フランジ 63 側に移動する。この結果、この支持部材 88 に取り付けられた各タッチセンサ 94A のセンサ部 95A 及び各タッチセンサ 94B のセンサ部 95C が、支持部材 84B の平板部 84Ab に設置された支持部材 93 に取り付けられてこれらのセンサ部に接触していた各タッチセンサ 94A のセンサ部 95B 及び各タッチセンサ 94B のセンサ部 95D から離される。センサ部 95A とセンサ部 95B が接触状態のときにはセンサ部 95A 及び 95B は通電状態になっているが、センサ部 95A とセンサ部 95B が非接触状態になったときにはこれらのセンサ部は非通電状態になる。また、センサ部 95C とセンサ部 95D が接触状態のときにはセンサ部 95C 及び 95D も通電状態になっているが、センサ部 95C とセンサ部 95D が非接触状態になったときにはこれらのセンサ部は非通電状態になる。

【0082】

センサ部 95A とセンサ部 95B が非接触状態になってこれらのセンサ部間における通電が停止されたとき、センサ部 95A に接続された電流計（図示せず）で測定される電流

が 0 になる。同様に、センサ部 9 5 C とセンサ部 9 5 D の間における通電が停止されたとき、センサ部 9 5 C に接続された電流計（図示せず）で測定される電流が 0 になる。電流計から出力された電流測定値 0 の信号、すなわち、接触信号は、制御盤に設けられた表示装置に警報として表示され、さらに、ノズル制御装置 8 3 を経てガントリー制御装置 1 1 3 及び X 線源制御装置にそれぞれ入力される。接触信号を入力したガントリー制御装置 1 1 3 は回転装置 4 4 を停止して回転ガントリー 2 7 の回転を停止させ、接触信号を入力した X 線源制御装置は X 線管からの X 線の放出を停止させる。

#### 【 0 0 8 3 】

その後、ガントリー制御装置 1 1 3 は回転装置 4 4 を逆回転させ、回転ガントリー 2 7 を逆回転させる。接触検出部 8 2 A が接触したベッド 4 8 または患者 1 0 2 から離される。このとき、検出部支持装置 8 7 B の支持部材 8 8 は、コイルバネ 9 7 A 及び 9 7 B のそれぞれの引っ張り力によって支持部材 8 4 B の平板部 8 4 A b 側に移動する。

10

#### 【 0 0 8 4 】

接触検出部 8 2 A がベッド 4 8 または患者 1 0 2 に接触して検出部支持装置 8 7 B の支持部材 8 8 が下部フランジ 6 3 側に移動しているときにおいても、スライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B のそれぞれにおいて、位置決め部材 9 2 は、常に、ガイド部材 9 0 の丸孔 9 0 A 及び円錐状の孔部 9 0 C 内に存在している。このため、上記したように、支持部材 8 8 がコイルバネ 9 7 A 及び 9 7 B の作用によって支持部材 8 4 B の平板部 8 4 A b 側に移動すると、円錐状の孔部 9 0 C の傾斜面 9 0 B が位置決め部材 9 2 の、半球状の先端部に接触する。検出部支持装置 8 7 B の支持部材 8 8 がコイルバネ 9 7 A 及び 9 7 B によって引っ張られているため、傾斜面 9 0 B が位置決め部材 9 2 の、半球状の先端部に接触して滑り、ガイド部材 9 0 の中心軸が位置決め部材 9 2 の中心軸に一致するまでスライド機構 1 3 2 A 及び 1 3 2 B のそれぞれのガイド部材 9 0 が移動する。ガイド部材 9 0 の中心軸が位置決め部材 9 2 の中心軸に一致したとき、位置決め部材 9 2 の、半球状の先端部の全周が円錐状の孔部 9 0 C の傾斜面 9 0 B に接触してガイド部材 9 0 の移動が停止され、支持部材 8 8 に取り付けられた、各タッチセンサ 9 4 A のセンサ部 9 5 A が各センサ部 9 5 B に接触する。また、支持部材 8 8 に取り付けられた、各タッチセンサ 9 4 B のセンサ部 9 5 C が各センサ部 9 5 D に接触する。センサ部 9 5 A とセンサ部 9 5 B 及びセンサ部 9 5 C とセンサ部 9 5 D が、それぞれ通電状態になる。

20

#### 【 0 0 8 5 】

タッチセンサ装置 8 5 の前述した接触検出部 8 2 A がベッド 4 8 または患者 1 0 2 に接触する原因が取り除かれて（例えば、異常状態にあるベッド制御装置 1 1 5 の修理完了）、ベッド 4 8 が、中心線 2 8 A を中心とする、旋回により照射装置 3 4 の先端が描く軌跡よりも内側に位置されているとき、X 線管から放出された X 線が現在断層像情報作成のためにベッド 4 8 に横たわっている患者 1 0 2 の患部に対して周囲から照射される。

30

#### 【 0 0 8 6 】

ここで、カバー支持装置 7 2 A 等に設けられているカウンタウエイト 7 3 の作用について説明する。回転ガントリー 2 7 が 9 0 ° 回転し、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が水平になったとする（図 1 3 参照）。偏向電磁石 2 4 は図 1 3 において右側に位置している。この状態では、上方に位置するカバー 7 0 B の重量がカバー支持装置 7 2 C のリンク 7 4 のピン 7 5 A 側の端部に加わるため、このリンク 7 4 のピン 7 5 A 側の端部が押し下げられ、カバー支持装置 7 2 C に取り付けられたセンサ部 7 6 のスイッチ 7 6 A がリンク 7 4 のこの端部によって押されてしまう。この結果、カバー 7 0 B がベッド 4 8 または患者 1 0 2 に接触していないにもかかわらず、そのセンサ部 7 6 から接触信号が出力される。また、下方に位置するカバー 7 0 A の重量がカバー支持装置 7 2 A のリンク 7 4 のピン 7 5 A 側の端部に加わるため、このリンク 7 4 のピン 7 5 A 側の端部が下方に移動し、カバー支持装置 7 2 A に取り付けられたセンサ部 7 6 のスイッチ 7 6 A がこのリンク 7 4 から離される。この結果、ベッド 4 8 または患者 1 0 2 がカバー 7 0 A に接触したときにおいてもスイッチ 7 6 A が作動しない可能性がある。スイッチ 7 6 A が作動しない場合には、カバー 7 0 A がベッド 4 8 または患者 1 0 2 がカバー 7 0 A に接触したにもかかわらず、その

40

50

センサ部 7 6 から接触信号が出力されない。

【 0 0 8 7 】

各カバー支持装置に取り付けられているカウンタウエイト 7 3 はこのような問題を解消する。図 1 3 に示された、上方に位置するカバー 7 0 B には、一対のカバー支持装置 7 2 C 及び一対のカバー支持装置 7 2 D が取り付けられており、カバー 7 0 B の重量  $W_1$  を 4 つのカバー支持装置で支持する。このため、一つのカバー支持装置 7 2 C において、連結部 7 5 にピン 7 5 A で連結される、リンク 7 4 の端部にカバー 7 0 B によって加えられる重量  $M_1$  は  $W_1 / 4$  である。カバー支持装置 7 2 C に設けられたカウンタウエイト 7 3 の重量は  $M_2$  である。照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が水平になっている状態 (図 1 3) で、ピン 8 0 とピン 7 5 A の間の距離を  $L_1$  とし、ピン 8 0 とカウンタウエイト 7 3 の重心の間の距離を  $L_2$  とする。  $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$  を満足するように、カウンタウエイト 7 3 の重量  $M_2$  が設定される。カバー 7 0 B に取り付けられた他のカバー支持装置 7 2 C 及び一対のカバー支持装置 7 2 D に設けられる各カウンタウエイト 7 3 の重量も  $M_2$  に設定される。この結果、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が水平状態のときにカバー 7 0 B に取り付けられた一対のカバー支持装置 7 2 C 及び一対のカバー支持装置 7 2 D のそれぞれに加えられるカバー 7 0 B の重量が各カバー支持装置のカウンタウエイト 7 3 の重量によって相殺され、カバー支持装置 7 2 C 及び 7 2 D のそれぞれに設けられたセンサ部 7 6 のスイッチ 7 6 A がカバー 7 0 B の重量によって作動することを防止できる。

10

【 0 0 8 8 】

図 1 3 に示された、下方に位置するカバー 7 0 A には、一対のカバー支持装置 7 2 A 及び一対のカバー支持装置 7 2 B が取り付けられており、カバー 7 0 A の重量  $W_1$  を 4 つのカバー支持装置で支持する。このため、  $M_1 \times L_1 = M_2 \times L_2$  を満足するように、カバー支持装置 7 2 A のカウンタウエイト 7 3 の重量  $M_2$  が設定される。カバー 7 0 A に取り付けられた他のカバー支持装置 7 2 A 及び一対のカバー支持装置 7 2 B に設けられる各カウンタウエイト 7 3 の重量も  $M_2$  に設定される。この結果、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が水平状態のときにカバー 7 0 A に取り付けられた一対のカバー支持装置 7 2 A 及び一対のカバー支持装置 7 2 B のそれぞれに加えられるカバー 7 0 A の重量が各カバー支持装置のカウンタウエイト 7 3 の重量によって相殺され、カバー 7 0 A がベッド 4 8 または患者 1 0 2 に接触したときに、カバー支持装置 7 2 A 及び 7 2 B のそれぞれに設けられたセンサ部 7 6 のスイッチ 7 6 A が作動しなくなることを防止できる。

20

30

【 0 0 8 9 】

図 1 3 の状態において、上方に位置するカバー 7 1 B に取り付けられたカバー支持装置 7 2 G 及び 7 2 H のそれぞれに設けられたカウンタウエイト 7 3 は、カバー支持装置 7 2 C 及び 7 2 D のそれぞれに設けられたカウンタウエイト 7 3 と同じ働きをする。また、下方に位置するカバー 7 1 A に取り付けられたカバー支持装置 7 2 E 及び 7 2 F のそれぞれに設けられたカウンタウエイト 7 3 は、カバー支持装置 7 2 A 及び 7 2 B のそれぞれに設けられたカウンタウエイト 7 3 と同じ働きをする。

【 0 0 9 0 】

回転ガントリー 2 7 が  $270^\circ$  回転し、照射装置 3 4 の中心軸 1 0 7 が水平になったとする (図 1 3 参照)。偏向電磁石 2 4 は、図 1 3 において左側に位置している。上方に位置するカバー 7 0 A に取り付けられたカバー支持装置 7 2 A 及び 7 2 B、及び上方に位置するカバー 7 1 A に取り付けられたカバー支持装置 7 2 E 及び 7 2 F のそれぞれに取り付けられたカウンタウエイト 7 3 は、回転ガントリー 2 7 が  $90^\circ$  回転したときにおけるカバー支持装置 7 2 C 及び 7 2 D のそれぞれに取り付けられた各カウンタウエイト 7 3 と同じ働きをする。下方に位置するカバー 7 0 B に取り付けられたカバー支持装置 7 2 C 及び 7 2 D、及び下方に位置するカバー 7 1 B に取り付けられたカバー支持装置 7 2 G 及び 7 2 H のそれぞれに取り付けられた各カウンタウエイト 7 3 は、回転ガントリー 2 7 が  $90^\circ$  回転したときにおけるカバー支持装置 7 2 A 及び 7 2 B のそれぞれに取り付けられたカウンタウエイト 7 3 と同じ働きをする。

40

【 0 0 9 1 】

50

回転ガントリー 27 が 180° 回転し、照射装置 34 の中心軸 107 が床面 46 に対して垂直になったとする（図 15 参照）。偏向電磁石 24 は、図 15 において下側に位置している。カバー 70A と連結部 75 の取り付け点とカバー支持装置 72A のピン 75A の間及びカバー 70B と連結部 75 の取り付け点とカバー支持装置 72C のピン 75A の間のそれぞれの距離は  $L_4$  である。カバー支持装置 72A のピン 75A とカバー支持装置 72A のカウンタウエイト 73 の重心の間及びカバー支持装置 72C のピン 75A とカバー支持装置 72C のカウンタウエイト 73 の重心の間のそれぞれの距離は  $L_3$  である。カバー 70A によってカバー 70A と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量及びカバー 70B によってカバー 70B と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量はそれぞれで  $M_1$  である。このため、カバー支持装置 72A 及び 72C において、 $M_1 \times L_4 = M_2 \times L_3$  が満足され、カバー支持装置 72A の、リンク 74 のピン 75A の端部を固定部材 77 側に回転させる、カバー 70A と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量  $M_1$  は、カバー支持装置 72A のカウンタウエイト 73 の重量  $M_2$  によって相殺される。カバー支持装置 72C の、リンク 74 のピン 75A の端部を固定部材 77 側に回転させる、カバー 70B と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量  $M_1$  は、カバー支持装置 72C のカウンタウエイト 73 の重量  $M_2$  によって相殺される。このようなカバー支持装置 72A 及び 72C のそれぞれのカウンタウエイト 73 の機能は、カバー 70A に取り付けられるカバー支持装置 72B、カバー 70B に取り付けられるカバー支持装置 72D、カバー 71A に取り付けられるカバー支持装置 72E 及び 72F、カバー 71B に取り付けられるカバー支持装置 72G 及び 72H のそれぞれのカウンタウエイト 73 でも発揮される。

#### 【0092】

図 15 の状態とは逆で、回転ガントリー 27 の回転角度が 0° であって照射装置 34 の中心軸 107 が床面 46 に対して垂直になっており、偏向電磁石 24 は、図 15 において上側に位置しているとする。このとき、カバー支持装置 72A 及び 72C において、 $M_1 \times L_4 = M_2 \times L_3$  が満足される。カバー支持装置 72A の、リンク 74 のピン 75A の端部を固定部材 77 から離す方向に作用する、カバー 70A と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量  $M_1$  は、カバー支持装置 72A のカウンタウエイト 73 の重量  $M_2$  によって相殺される。また、カバー支持装置 72C の、リンク 74 のピン 75A の端部を固定部材 77 から離す方向に作用する、カバー 70B と連結部 75 の取り付け点に加えられる重量  $M_1$  は、カバー支持装置 72C のカウンタウエイト 73 の重量  $M_2$  によって相殺される。回転ガントリー 27 の回転角度が 0° であるときに生じる、このようなカバー支持装置 72A 及び 72C のそれぞれのカウンタウエイト 73 の機能は、カバー 70A に取り付けられるカバー支持装置 72B、カバー 70B に取り付けられるカバー支持装置 72D、カバー 71A に取り付けられるカバー支持装置 72E 及び 72F、カバー 71B に取り付けられるカバー支持装置 72G 及び 72H のそれぞれのカウンタウエイト 73 でも発揮される。

#### 【0093】

現在断像情報の作成のために X 線を放出する X 線管をベッド 48 上の患者 102 の周囲を巡回させる場合において照射装置 34 がベッド 48 または患者 102 に接触しないとき、またはカバー 70A、70B、71A 及び 71B 及び接触検出部 82A がベッド 48 または患者 102 に接触したときにおいてこの接触の原因が取り除かれ、X 線を放出する X 線管をベッド 48 上の患者 102 の周囲に巡回されたとき、前述したように、患者 102 の患部の現在断層像情報が作成される。

#### 【0094】

位置決めデータ作成装置（図示せず）は、特開 2006-239403 号公報に記載されたように、画像情報作成装置から入力した現在断像情報に基づいて、X-Y 平面での位置決めデータである X 方向及び Y 方向におけるベッド 48 の移動量及びベッド 48 の回転角を算出し、さらに、X-Z 平面での位置決めデータである Z 方向（上下方向）におけるベッド 48 の移動量を算出する。算出された X 方向、Y 方向及び Z 方向におけるベッド 48 の各移動量及びベッド 48 の回転角は、CPU 110 に入力され、メモリ 111 に格納される。CPU 110 は、X 方向、Y 方向及び Z 方向におけるベッド 48 の各移動量及び

ベッド４８の回転角の各情報をベッド制御装置１１５に出力する。ベッド制御装置１１５は、入力したこれらの情報に基づいてＸ方向駆動機構４９、Ｙ方向駆動機構５０、上下方向駆動機構５１及び回転駆動機構５２をそれぞれ駆動させてベッド４８を所定の位置まで移動させ、照射装置３４に対する患部の位置決めを行う。

【００９５】

患部の位置決めが終了した後、患部にイオンビームを照射する。患部へのイオンビーム照射の概略を説明する。照射装置３４から患部に向かってイオンビームを照射するときには、Ｘ線管は、照射装置３４の中心軸に垂直な方向においてその照射されるイオンビームを遮らない位置まで移動される。

【００９６】

ガントリー制御装置１１３により回転装置４４を駆動して回転ガントリー２７を回転させ、照射装置３４の中心軸１０７を患部に対するイオンビームの照射方向に一致させる。イオン源で発生したイオン（例えば、陽子）が直線加速器１４で加速され、直線加速器１４から出射された陽子イオンビーム（イオンビームという）は、入射器５を通してシンクロトロン加速器３の環状のビームダクト４に入射される。ビームダクト４内を周回するイオンビームは、イオンビームが照射される、患部の一つの層に対応するエネルギーまで高周波加速空洞８により加速される。

【００９７】

ＣＰＵ１１０からの制御指令を入力した走査制御装置１１４は、走査電磁石３５及び３６を制御し、その層におけるイオンビームの照射位置を目標照射位置に一致させる。ＣＰＵ１１０からの制御指令を入力した加速器・輸送系制御装置１１２は、高周波印加装置９の開閉スイッチ１２を閉じる。高周波電源１１からの高周波電圧が出射用高周波電極１０から周回しているイオンビームに印加され、周回しているイオンビームがシンクロトロン加速器３からセプトム電磁石１３を通過してビーム経路１６に出射される。

【００９８】

出射されたイオンビームは、ビーム経路２１を通過して照射装置３４に到達し、走査電磁石３５及び３６により位置決めされている、層内の目標照射位置に照射される。その後、その層内の全照射位置に対してイオンビームが照射され、さらに、イオンビームが患部内の全ての層に対して照射される。全ての層に対するイオンビームの照射が終了したとき、患部へのイオンビームの照射が終了する。

【００９９】

本実施例は以下の各効果を得ることができる。

【０１００】

患者１０２が横たわっているベッド４８をベッド制御装置１１５による自動制御により所定の位置まで移動させるときに、万が一、異常状態が生じてベッド４８が旋回する照射装置の先端の軌跡よりも外側に位置したとする。照射装置３４が、図３において時計方向に旋回され、照射装置３４の側面に位置するタッチセンサ装置６１Ｄのカバー７１Ｂがベッド４８に接触した場合には、タッチセンサ装置６１Ｄのセンサ部７６によってその接触が検出され、このセンサ部７６から出力された接触信号が出力される。出力された接触信号に基づいてガントリー制御装置１１３が回転ガントリー２７の回転を停止する。このため、照射装置３４の旋回が停止され、照射装置３４がベッド４８に強く押し付けられず、照射装置３４及びベッド４８のうち少なくとも１つの損傷を避けることができる。

【０１０１】

また、照射装置３４のその旋回時において、カバー７１Ｂがベッド４８上の患者１０２に接触してその接触がタッチセンサ装置６１Ｄのセンサ部７６によって検出された場合においても、同様に、回転ガントリー２７の回転が停止され、照射装置３４の旋回も停止される。この結果、ベッド４８上の患者１０２が旋回する照射装置３４とベッド４８の間に挟まれ、照射装置３４によって押圧される事態を避けることができる。このため、イオンビームによる治療を受ける患者１０２の安全性をより向上させることができる。

【０１０２】

10

20

30

40

50

照射装置 3 4 が図 3 において時計方向に旋回されたときに、タッチセンサ装置 6 1 B のカバー 7 0 B がベッド 4 8 に接触してこの接触がタッチセンサ装置 6 1 B のセンサ部 7 6 で検出された場合においても、上記したタッチセンサ装置 6 1 D の場合と同様に、照射装置 3 4 及びベッド 4 8 のうち少なくとも 1 つの損傷を避けることができる。カバー 7 0 B がベッド 4 8 上の患者 1 0 2 に接触した場合も、上記したタッチセンサ装置 6 1 D の場合と同様に、イオンビームによる治療を受ける患者 1 0 2 の安全性をより向上させることができる。

#### 【 0 1 0 3 】

もし、照射装置 3 4 が図 3 において反時計方向に旋回された場合においても、カバー 7 1 A を有するタッチセンサ装置 6 1 C またはカバー 7 0 A を有するタッチセンサ装置 6 1 A の、タッチセンサ装置 6 1 D と同様な機能により、照射装置 3 4 及びベッド 4 8 のうち少なくとも 1 つの損傷を避けることができ、さらに、イオンビームによる治療を受ける患者 1 0 2 の安全性をより向上させることができる。

#### 【 0 1 0 4 】

照射装置 3 4 の図 3 における時計方向への旋回時において、タッチセンサ装置 8 5 の接触検出装置 8 2 (例えば、支持部材 8 4 B 側に位置する接触検出部 8 2 A) がベッド 4 8 に接触した場合には、支持部材 8 4 B 側に配置されたタッチセンサ 9 4 A が作動して接触信号を出力する。この場合にも、上記したタッチセンサ装置 6 1 D のセンサ部 7 6 から接触信号が出力される場合と同様に、照射装置 3 4 の旋回が停止される。このため、照射装置 3 4 及びベッド 4 8 のうち少なくとも 1 つの損傷を避けることができる。照射装置 3 4 の図 3 における反時計方向への旋回時において、タッチセンサ装置 8 5 の接触検出装置 8 2 (例えば、支持部材 8 4 A 側に位置する接触検出部 8 2 A) がベッド 4 8 に接触した場合には、支持部材 8 4 A 側に配置されたタッチセンサ 9 4 A が作動して接触信号を出力する。このため、支持部材 8 4 B 側に位置する接触検出部 8 2 A がベッド 4 8 に接触した場合と同様な効果が得られる。

#### 【 0 1 0 5 】

支持部材 8 4 B 側に位置する接触検出部 8 2 A がベッド 4 8 上の患者 1 0 2 に接触した場合及び支持部材 8 4 A 側に位置する接触検出部 8 2 A がベッド 4 8 上の患者 1 0 2 に接触した場合においても、同様に、照射装置 3 4 の旋回が停止されるため、イオンビームによる治療を受ける患者 1 0 2 の安全性をより向上させることができる。

#### 【 0 1 0 6 】

患者 1 0 2 が横たわっているベッド 4 8 の移動時において、患者 1 0 2 がタッチセンサ装置 8 5 の接触検出装置 8 2 に接触したとき、タッチセンサ装置 8 5 のタッチセンサ 9 4 A から接触信号が出力される。この接触信号が出力されたとき、ベッド 4 8 の移動が停止される。したがって、イオンビームによる治療を受ける患者 1 0 2 の安全性をより向上させることができる。

#### 【 0 1 0 7 】

本実施例によれば、タッチセンサ装置 6 1 A のカバー 7 0 A、タッチセンサ装置 6 1 B のカバー 7 0 B、タッチセンサ装置 6 1 C のカバー 7 1 A 及びタッチセンサ装置 6 1 D のカバー 7 1 B のそれぞれは、実質的にベッド 4 8 または患者 1 0 2 との接触を検出する接触検出部であるとともに、照射装置 3 4 の旋回方向 (時計方向における旋回及び反時計方向における旋回) に面する、照射装置 3 4 の側壁である。このため、照射装置 3 4 の固定されたカバーの表面にタッチセンサを取り付ける場合に比べて、照射装置 3 4 の構造を単純化することができる。

#### 【 0 1 0 8 】

また、カバー 7 0 A、7 0 B、7 1 A 及び 7 1 B は側壁であって広い表面積を有しているため、タッチセンサ装置 6 1 A、6 1 B、6 1 C 及び 6 1 D のそれぞれは、照射装置 3 4 と患者 1 0 2 が横たわっているベッド 4 8 との接触または照射装置 3 4 とベッド 4 8 上の患者との接触を広い範囲で確実に検出することができる。

#### 【 0 1 0 9 】

カバーを支持するカバー支持装置（例えば、カバー 70 A を支持する、中間筐体部 53 B に取り付けられたカバー支持装置 70 A）において、照射装置 34 の筐体部（例えば、中間筐体部 53 B）にピン 80 により回転可能に取り付けられたリンク 74 の、このピン 80 を基準にしてカバーに取り付けられた連結部 75 に連結される一端部とは反対側に位置する他端部に、カウンタウエイト 73 が取り付けられている。このため、リンク 74 の、カバーに連結されるその一端部に作用するカバーの重量を カウンタウエイト 73 によって相殺することができ、照射装置 34 の筐体部に取り付けられたタッチセンサ装置（例えば、タッチセンサ装置 61 A）によりベッド 48 または患者 102 との接触を精度良く検出することができる。

#### 【0110】

前述した実施例では、現在断層像情報を得るために、前述したように、X線管からX線を放出しながら回転ガントリー 27 を回転させてX線管が取り付けられた照射装置 34 を旋回させ、X線を放出するX線管もベッド 48 上の患者 102 の周囲に旋回される。これに対して、前述の特開平 1 - 209077 号公報には、X線を放出するX線管をベッド 48 上の患者 102 の周囲に旋回させないで行う患部の位置決めが記載されている。このような患部の位置決めを行う場合にも、本実施例の粒子線照射システム 1 を適用することができる。回転ガントリー 27 を回転しないでのその回転角度を 0° に維持する。

#### 【0111】

前述したように、ベッド制御装置 115 により治療台 39 の各駆動装置を制御し、患者 102 が横たわったベッド 48 を所定の位置まで移動させる。このベッド 48 の移動時においてベッド 48 または患者 102 がタッチセンサ 85 の接触検出装置 82 に接触した場合には、前述したように、接触信号が出力される。このとき、ベッド 48 の移動が停止される。ベッド 48 または患者 102 と接触検出装置 82 との接触の原因が取り除かれた後に、ベッド制御装置 115 によるベッド 48 の移動が制御され、ベッド 48 または患者 102 と接触検出装置 82 の接触が生じない位置にベッド 48 が移動されたとする。回転ガントリー 27 の回転角度が 0° の状態において、このベッド 48 の位置で照射装置 34 に設けられたX線管から放出されたX線が患者 102 の患部に照射される。患部を透過したX線は、照射装置 34 に設けられたX線管と対向してベッド 48 の下方に位置しているX線検出装置（図示せず）で検出される。X線の検出によりX線検出装置から出力されたX線検出信号を用いて、特開平 1 - 209077 号公報に記載されているように、X - Y 平面におけるベッド 48 の移動量及びベッド 48 の回転角、及び X - Z 平面におけるベッド 48 の移動量がそれぞれ求められる。

#### 【0112】

これらのベッド 48 の移動量及びベッド 48 の回転角がベッド制御装置 115 に入力され、ベッド 48 の位置決めが行われる。その後、前述したように、照射装置 34 の中心軸 107 を患部へのイオンビームの照射方向に一致させるために、回転ガントリー 27 を回転させる。照射装置 34 の中心軸 107 を患部へのイオンビームの照射方向に一致させる回転ガントリー 27 の回転時において、照射装置 34 のカバー 70 A, 70 B, 71 A 及び 71 B、及び接触検出装置 82 のいずれかがベッド 48 または患者 102 に接触した場合には、前述したように、その接触が検出され、回転ガントリー 27 の回転またはベッド 48 の移動が停止される。この接触の原因が取り除かれて回転ガントリー 27 の回転により照射装置 34 の中心軸 107 が患部へのイオンビームの照射方向に一致された後、前述したように、シンクロトロン加速器 3 から出射されたイオンビームが照射装置 34 からベッド 48 上の患者 102 の患部に照射される。

#### 【0113】

特開平 1 - 209077 号公報に記載された患部の位置決めを行う場合においても、本実施例の粒子線照射システム 1 を適用することによって、前述した各効果を得ることができる。

#### 【実施例 2】

#### 【0114】

本発明の他の好適な実施例である実施例 2 の粒子線照射システムを、図 16 を用いて以下に説明する。

【0115】

実施例 1 の粒子線照射システム 1 はイオンビーム発生装置としてシンクロトロン加速器 3 を含むイオンビーム発生装置 2 を用いているが、本実施例の粒子線照射システム 1 A はイオンビーム発生装置としてサイクロトロン加速器 119 を含むイオンビーム発生装置 2 A を用いている。

【0116】

粒子線照射システム 1 A は、図 16 に示すように、イオンビーム発生装置 2 A、H E B T 系 15、G A B T 系 20、回転ガントリー 27、照射装置 34 及び制御システム 108 を備える。H E B T 系 15、G A B T 系 20、回転ガントリー 27 及び照射装置 34 のそれぞれの構成は、実施例 1 の粒子線照射システム 1 におけるそれらの構成と同じである。

10

【0117】

ここでは、粒子線照射システム 1 と異なっているイオンビーム発生装置 2 A について主に説明する。

【0118】

イオンビーム発生装置 2 A は、イオン源 118 及びサイクロトロン加速器 119 を含む。サイクロトロン加速器 119 は、円形の真空容器 124、偏向電磁石 120 A 及び 120 B、高周波加速装置 121 及び出射用のセプタム電磁石 122 を有する。イオン源 118 に接続された真空ダクト 125 が、真空容器 124 の中心位置まで伸びてこの真空容器 124 に接続される。水平面において湾曲している入射用電極 126 が、真空ダクト 125 の開放端付近で真空容器 124 内に配置される。偏向電磁石 120 A 及び 120 B は、それぞれ、半円形状をしており、直線部を互いに対向させるように配置され、真空容器 124 の上面及び下面を覆っている。

20

【0119】

真空容器 124 のイオンビーム出射口に設けられるセプタム電磁石 122 は、H E B T 系 15 のビーム経路 16 に接続される。金属製の複数の板を有するデグレダ 123 が、セプタム電磁石 122 と四極電磁石 18 の間で、ビーム経路 16 に取り付けられている。デグレダ 123 は、サイクロトロン加速器 119 から出射されたイオンビームのエネルギーを調節する機能を有し、厚みの異なる複数の金属製の板（図示せず）を有している。これらの金属製の板は、ビーム経路 16 に垂直な方向に移動可能である。厚みの異なるこれらの金属製の板を、1 枚または複数枚、ビーム経路 16 を横切るようにビーム経路 16 内に挿入することによって、ビーム経路 16 を通るイオンビームのエネルギーの減衰量が制御される。この結果、患者 102 の患部に照射されるイオンビームのエネルギーを変えることができ、患部の深さ方向に存在する各層にイオンビームを照射することができる。

30

【0120】

本実施例においても、照射装置 34 に設けられたタッチセンサ装置 61 A、61 B、61 C 及び 61 D 及びタッチセンサ装置 85 は、実施例 1 の粒子線照射システム 1 におけるこれらと同様に機能する。

【0121】

本実施例の粒子線照射システム 1 A は実施例 1 で生じる各効果を得ることができる。

40

【符号の説明】

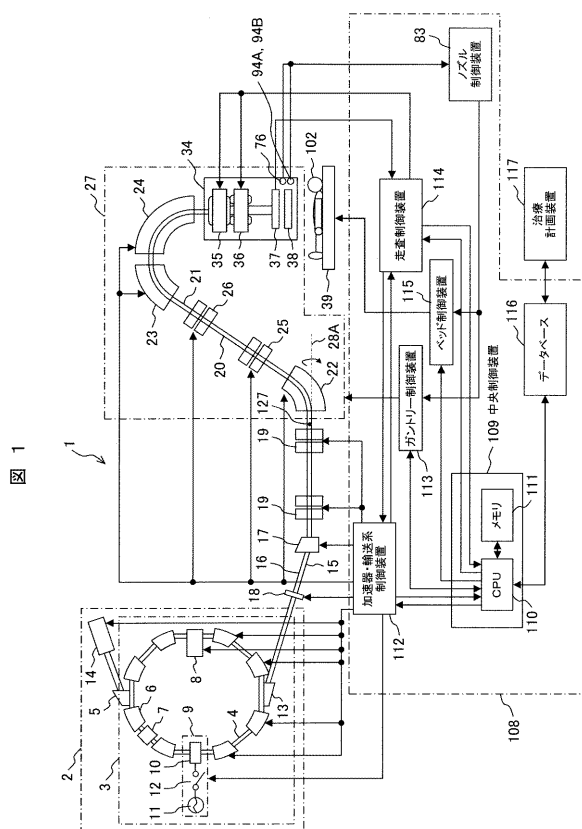
【0122】

1, 1 A ... 粒子線照射システム、2, 2 A ... イオンビーム発生装置、3 ... シンクロトロン加速器、4 ... ビームダクト、8 ... 高周波加速空洞、9 ... 高周波印加装置、15 ... 高エネルギービーム輸送系、16, 21 ... ビーム経路、20 ... ガントリービーム輸送系、27 ... 回転ガントリー、34 ... 照射装置、35, 36 ... 走査電磁石、38 ... 線量モニタ、53 A ... 上部筐体部、53 B ... 中間筐体部、53 C ... 下部筐体部、61 A, 61 B, 61 C, 61 D, 85, 94 A, 94 B ... タッチセンサ装置、65 ... コリメータ収納部、70 A, 70 B, 71 A, 71 B ... カバー、72 A, 72 B, 72 C, 72 D, 72 E, 72 F, 7

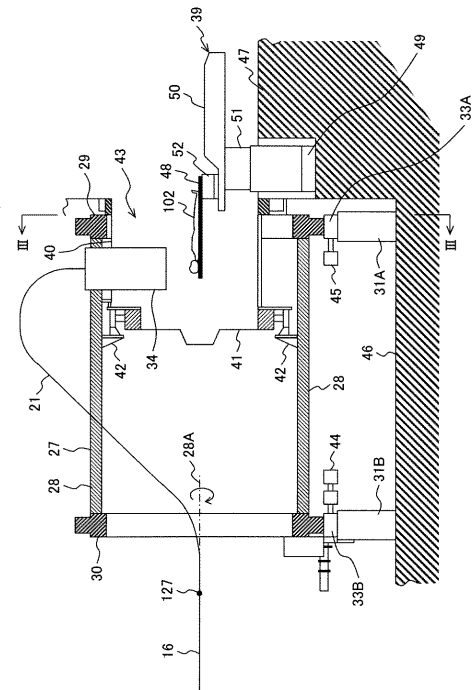
50

2 G , 7 2 H ...カバー支持装置、7 3 ...カウンタウエイト、7 4 ...リンク、7 6 , 9 5 A , 9 5 B , 9 5 C , 9 5 D ...センサ部、8 2 ...接触検出装置、8 7 A , 8 7 B ...検出部支持装置、9 4 A , 9 4 B ...タッチセンサ、1 0 8 ...制御システム、1 1 5 ...ベッド制御装置、1 1 9 ...サイクロトロン加速器、1 3 2 A , 1 3 2 B ...スライド機構。

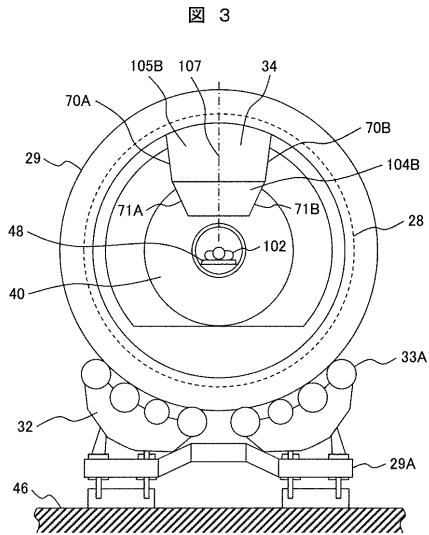
【圖 1】



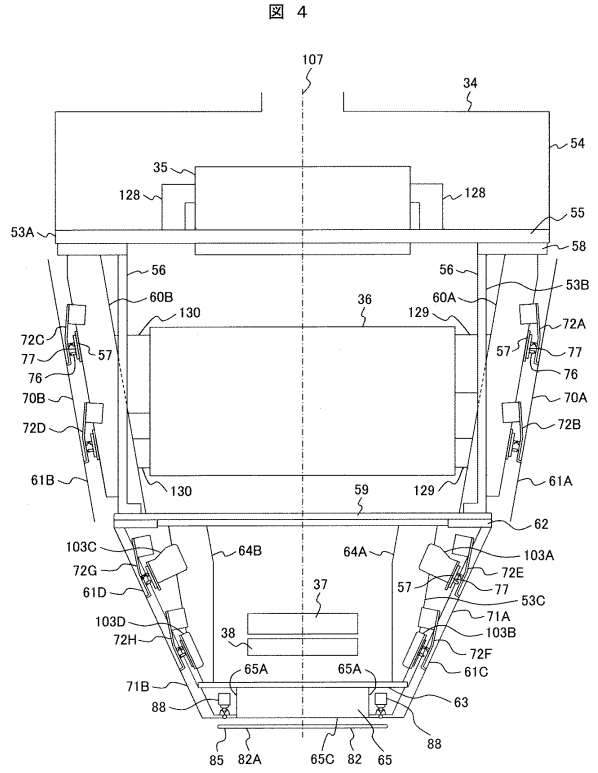
【圖 2】



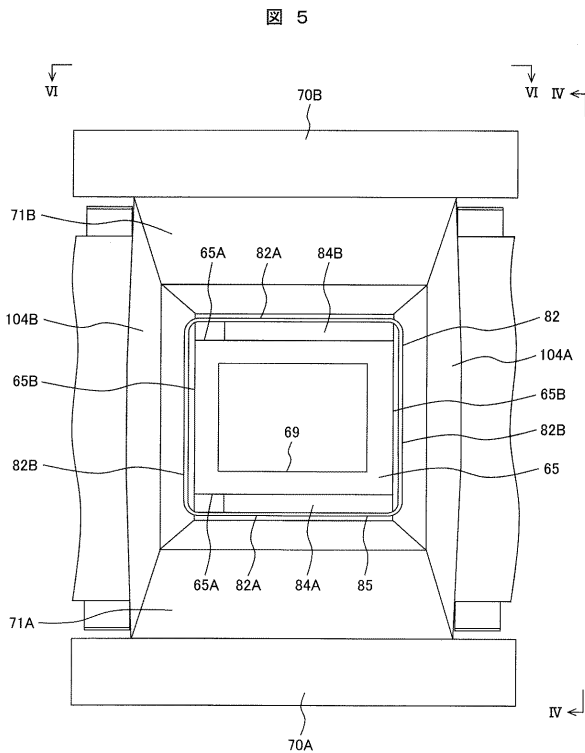
【 図 3 】



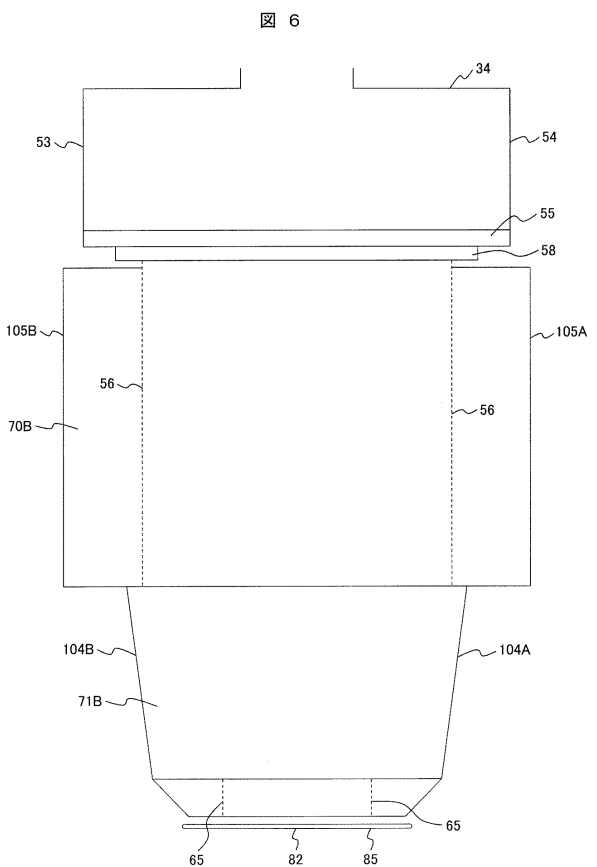
【 図 4 】



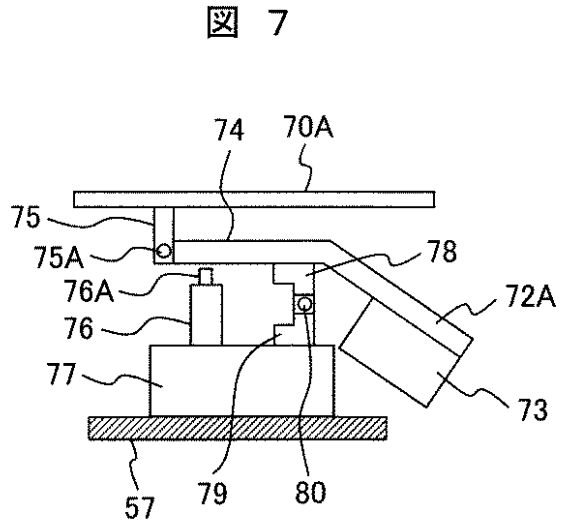
【圖 5】



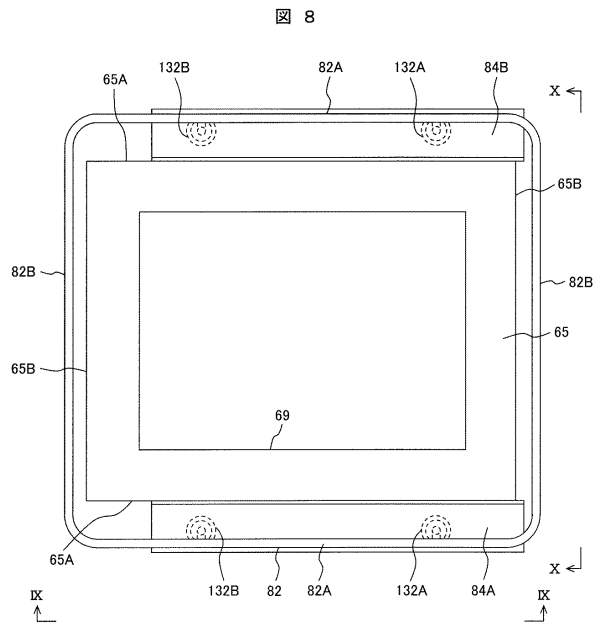
【 図 6 】



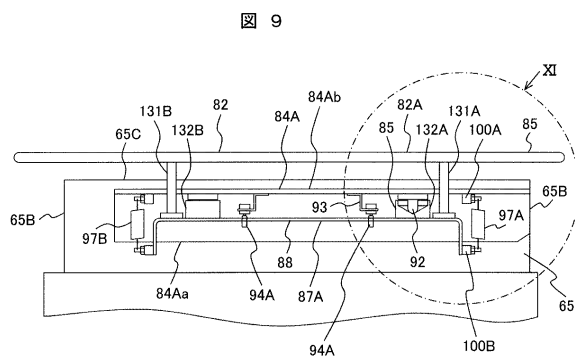
【 圖 7 】



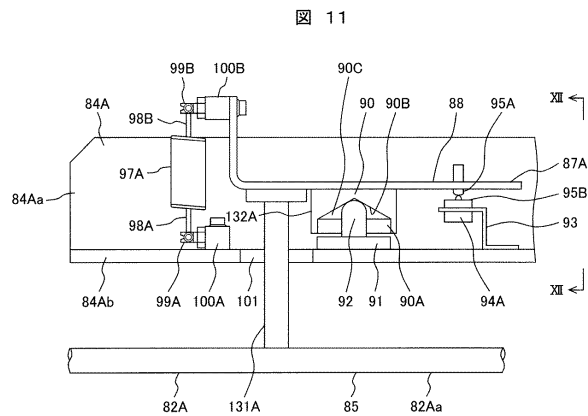
【 図 8 】



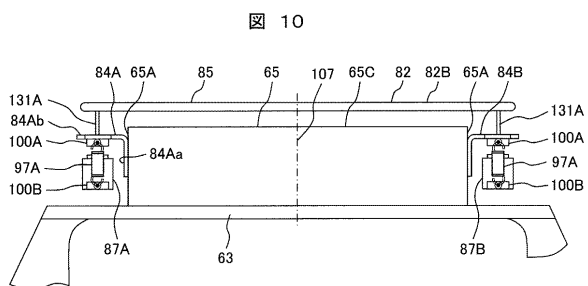
【圖 9】



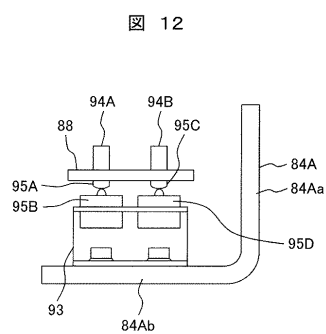
【 図 1 1 】



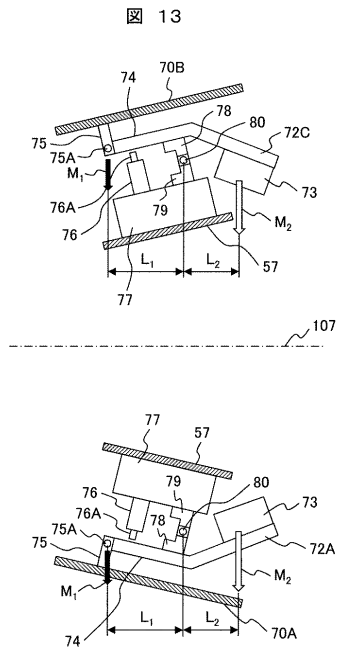
【 ㄨ 1 0 】



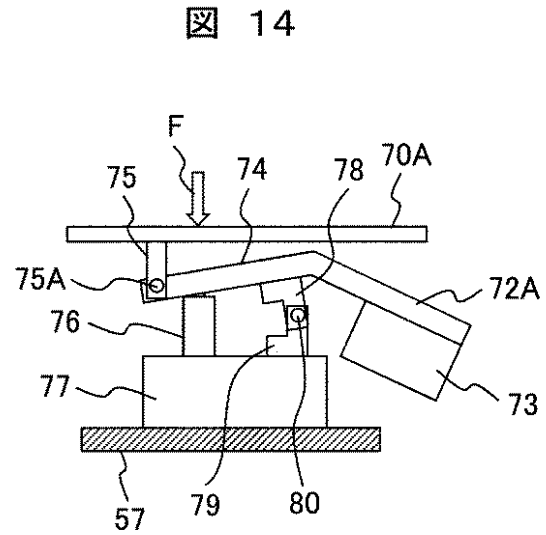
【圖 12】



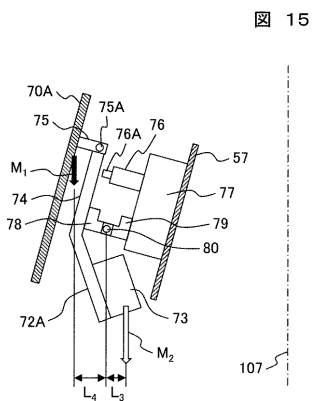
【図 13】



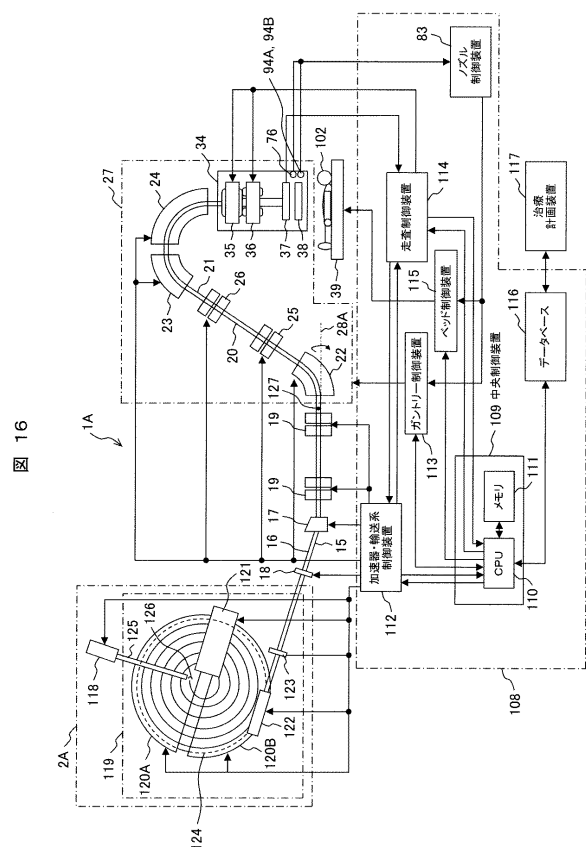
【図 14】



【図 15】



【図 16】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 0 4 7 2 9 1 ( J P , A )  
特開平 0 8 - 0 7 1 1 6 5 ( J P , A )  
実開昭 5 4 - 0 1 6 1 8 5 ( J P , U )  
特開 2 0 0 6 - 1 5 8 9 6 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 3 0 4 9 0 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
A 6 1 N      5 / 1 0