

(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  
2014 年 9 月 4 日(04.09.2014)

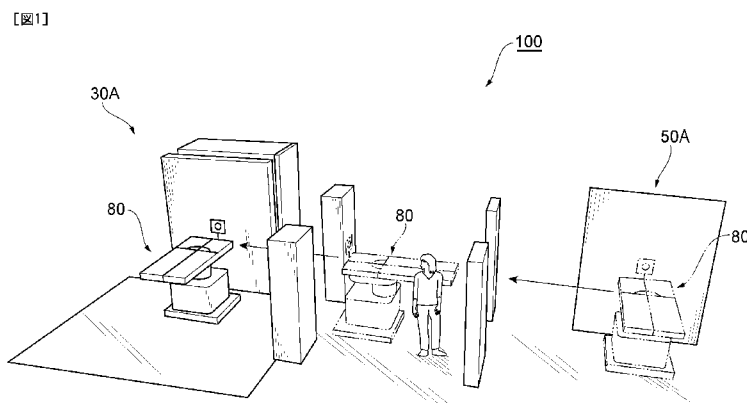


(10) 国際公開番号  
**WO 2014/132501 A1**

- (51) 国際特許分類:  
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/081511
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 22 日(22.11.2013)
- (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 2013-037210 2013 年 2 月 27 日(27.02.2013) JP
- (71) 出願人: 住友重機械工業株式会社 (SUMITOMO HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1416025 東京都品川区大崎二丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 菊地 雄司 (KIKUCHI Yuuji); 〒7928588 愛媛県新居浜市惣開町 5 番 2 号 住友重機械工業株式会社愛媛製造所内 Ehime (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (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, BN, 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, IR, IS, KE, KG, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: NEUTRON CAPTURE THERAPY SYSTEM

(54) 発明の名称: 中性子捕捉療法システム



(57) Abstract: Provided is a neutron capture therapy system with which irradiation-chamber preparation time can be shortened. This neutron capture therapy system (100) irradiates a patient (S) with a neutron beam (N). The neutron capture therapy system (100) is provided with: irradiation chambers (30A, 30B) which are each provided with a chamber interior capable of having the patient (S) disposed therein in order to irradiate the patient (S) with the neutron beam (N), and which are surrounded by shielding walls (W1) for blocking chamber-exterior-bound radiation of the neutron beam (N) from the chamber interiors; a neutron beam generation unit (10) which is capable of irradiating the chamber interiors of the irradiation chambers (30A, 30B) with the neutron beam (N); and a treatment table (80) upon which the patient (S) is placed, and which is configured so as to be capable of moving between chamber exteriors and the chamber interiors of the irradiation chambers (30A, 30B).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/132501 A1

---

照射室における準備時間を短縮することができる中性子捕捉療法システムを提供する。中性子捕捉療法システム100は、中性子線Nを患者Sに照射するシステムである。中性子線Nを患者Sに照射するために患者Sが室内に配置可能であり、室内から室外への中性子線Nの放射を遮断するための遮蔽壁W1に覆われた照射室30A、30Bと、照射室30A、30Bの室内に中性子線Nを照射可能な中性子線発生部10と、患者Sを載置し照射室30A、30Bの室内と室外との間で移動可能に構成された治療台80と、を備える。

## 明 細 書

発明の名称：中性子捕捉療法システム

### 技術分野

[0001] 本発明は、中性子線を被照射体に照射する中性子捕捉療法システムに関する。

### 背景技術

[0002] 特許文献1には、患者における照射目標に中性子線を照射する中性子線照射装置が記載されている。この中性子線照射装置は、コリメータの中性子取出口と照射目標との位置合わせを容易に行い、照射精度の向上を図ることを可能にする。中性子線照射装置は、患者を載置する載置台と、中性子を減速する減速装置と、中性子を収束するコリメータとを備えている。載置台及びコリメータは、中性子の取出方向に沿って減速装置に対して相対的に移動可能に設けられている。

[0003] 特許文献1に記載された中性子線照射装置では、減速装置が照射室の壁に埋め込まれ、載置台及びコリメータが照射室内に配置されている。中性子線照射装置を用いて治療を行う場合には、コリメータと載置台上の患者との位置合わせといった準備作業を実施した後に、中性子線を照射する。コリメータ及び載置台は照射室内に配置されているので、位置合わせ作業は照射室内で実施する。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2009-189725号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、中性子線を用いた放射線治療法は、他の放射線治療法と比較して、患者に中性子線を照射するための照射室内の放射線量が高くなる傾向がある。したがって、中性子線を用いた放射線治療の分野では、照射室の

室内における準備時間を短縮することが望まれている。

[0006] 上記事情に鑑み、本発明は、照射室における準備時間を短縮することができる中性子捕捉療法システム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

[0007] 本発明の一実施形態に係る中性子捕捉療法システムは、中性子線を被照射体に照射する中性子捕捉療法システムであって、中性子線を被照射体に照射するために被照射体が室内に配置可能であり、室内から室外への中性子線の放射を遮断するための遮蔽壁に覆われた照射室と、照射室の室内に中性子線を照射可能な中性子線発生部と、被照射体を載置し照射室の室内と室外との間で移動可能に構成された載置台と、を備える。

[0008] 本発明の一実施形態に係る中性子捕捉療法システムでは、載置台が照射室の室内と室外との間を移動可能であるので、被照射体に中性子線を照射するための準備作業を、載置台を照射室の室外に移動させた後に照射室の室外において実施することができる。従って、照射室の室内における準備作業の一部を照射室の室外で実施できるため、照射室の室内における準備作業に要する時間を短縮することができる。

[0009] 本発明の一実施形態に係る中性子捕捉療法システムは、照射室に並設された準備室を更に備え、準備室の室内には、被照射体の位置合わせのための目印が設けられている。このような構成によれば、準備室において目印に対して被照射体を位置合わせすることにより、照射室における被照射体の位置合わせを模擬することができる。従って、照射室における被照射体の位置合わせ作業の時間を短縮することができる。

[0010] また、照射室の室内には、中性子線の照射範囲を規定するためのコリメータ及び照射室の室内における載置台の位置を規定するための第1位置規定部が設けられ、準備室の室内には、準備室の室内における載置台の位置を規定するための第2位置規定部が更に設けられ、目印と第2位置規定部との間の位置関係は、コリメータと第1位置規定部との間の位置関係と同じである。このような構成によれば、準備室の室内において第2位置規定部により位置

決めされた載置台に被照射体を載置した後に、目印に対して被照射体を位置合わせする。そして、被照射体を載置した載置台を照射室に移動させ、載置台の位置を第1位置規定部により位置決めすると、コリメータと被照射体との位置合わせがなされた状態になる。従って、照射室におけるコリメータと被照射体との位置合わせ作業を準備室において模擬的に実施することができるので、照射室における被照射体の位置合わせ作業の時間を更に短縮することができる。

[0011] また、載置台は、土台部と、土台部上に配置され被照射体を支持する天板と、を有し、天板は、土台部に対して鉛直軸回りに回転可能である。このような構成によれば、土台部に対して天板を回転させることにより、天板の長手方向を載置台の移動方向に合わせることができる。このため、載置台が通過する出入り口等の大きさは、天板部の長手方向の長さではなく、土台部の大きさにより規定されることになる。従って、載置台が通過する出入り口等の大きさの拡大を抑制することができる。

### 発明の効果

[0012] 本発明の中性子捕捉療法システムによれば、照射室における準備時間を短縮することができる。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムを示す模式図である。  
[図2]第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。  
[図3]第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムの配置を示す図である。  
[図4]第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムの中性子線出力部の近傍を示す図である。  
[図5]第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムの治療台を示す斜視図である。  
[図6]患者とコリメータとの位置合わせを説明するための図である。  
[図7]変形例に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。  
[図8]第2実施形態に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。

[図9]変形例に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。

[図10]第3実施形態に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。

[図11]第3実施形態に係る中性子捕捉療法システムの配置を示す図である。

[図12]患者とコリメータとの位置合わせを説明するための図である。

[図13]変形例に係る中性子捕捉療法システムの構成を示す図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の説明において、同一又は相当要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。また、後述する中性子線出力部12Aから出射される中性子線Nの出射方向にX軸、中性子線出力部12Aから出射される中性子線Nの出射方向と直交する方向にY軸、床面に対して垂直方向にZ軸を取ったXYZ座標系を設定し（図3参照）、各構成要素の位置関係の説明にX、Y、Zを用いるものとする。

#### [0015] <第1実施形態>

第1実施形態に係る中性子捕捉療法システムについて説明する。図1は、第1実施形態に係る中性子捕捉療法システム100を示す模式図である。中性子捕捉療法システム100は、ホウ素中性子捕捉療法（BNCT：Boron Neutron Capture Therapy）を用いたがん治療を行う装置である。中性子捕捉療法は、ホウ素（ $^{10}\text{B}$ ）が投与された患者（被照射体）に対して中性子線を照射することによりがん治療を行うものである。図1に示すように、中性子捕捉療法システム100を用いた中性子捕捉療法では、患者を治療台（載置台）80に拘束する等の準備作業を準備室50Aの室内で実施し、患者ごと治療台80を照射室30Aへ移動させる。照射室30Aの室内において、患者に中性子線を照射する。

[0016] 図2は、中性子捕捉療法システム100の構成を示す図である。図3は、中性子捕捉療法システム100の配置を示す図である。図2及び図3に示すように、中性子捕捉療法システム100は、治療用の中性子線Nを発生させて照射するための中性子線発生部10と、患者に中性子線Nを照射するため

の照射室 30A、30B と、照射準備を行うための準備室 50A、50B と、作業工程を管理するための管理室 70 とを備えている。

[0017] 中性子線発生部 10 は、後述する照射室 30A、30B の室内に中性子線 N を発生させて患者 S へ中性子線 N を照射可能に構成されている。中性子線発生部 10 は、加速器 11（例えば、サイクロトロン）と、荷電粒子線 P から中性子線 N を生成する中性子線出力部 12A 及び中性子線出力部 12B と、荷電粒子線 P を中性子線出力部 12A 又は中性子線出力部 12B まで輸送するビーム輸送路 13 と、を備えている。加速器 11 及びビーム輸送路 13 は、Y 字状をなす荷電粒子線生成室 10a の室内に配置されている（図 3 参照）。荷電粒子線生成室 10a は、コンクリート製の遮蔽壁 W に覆われた閉鎖空間である。

[0018] 加速器 11 は、荷電粒子（例えば、陽子）を加速して、荷電粒子線 P（例えば、陽子線）を作り出し、出射する。加速器 11 は、例えば、ビーム半径 40mm、60kW（＝30MeV×2mA）の荷電粒子線 P を生成する能力を有している。

[0019] ビーム輸送路 13 は、荷電粒子線 P を中性子線出力部 12A 又は中性子線出力部 12B のうちのいずれか一方に選択的に出射する。ビーム輸送路 13 は、加速器 11 に接続された第 1 輸送部 14 と、荷電粒子線 P の進行方向を切り替えるビーム方向切替器 15 と、荷電粒子線 P を中性子線出力部 12A に輸送するための第 2 輸送部 16A と、荷電粒子線 P を中性子線出力部 12B に輸送するための第 3 輸送部 16B と、を有している。第 2 輸送部 16A は、ビーム方向切替器 15 及び中性子線出力部 12A に接続されている。第 3 輸送部 16B は、ビーム方向切替器 15 及び中性子線出力部 12B に接続されている。すなわち、ビーム輸送路 13 は、ビーム方向切替器 15 において第 2 輸送部 16A と、第 3 輸送部 16B とに分岐している。

[0020] ビーム方向切替器 15 は、スイッチング電磁石を利用して荷電粒子線 P の進行方向を制御するものである。なお、ビーム方向切替器 15 には、荷電粒子線 P を正規の軌道から外してビームダンプ（不図示）に導くことが可能に

なっている。ビームダンプによれば、治療前などにおいて荷電粒子線Pの出力確認を行うことができる。なお、中性子捕捉療法システム100は、ビームダンプを備えていない構成であってもよく、この場合、ビーム方向切替器15は、ビームダンプには接続されていないことになる。

[0021] 第1輸送部14、第2輸送部16A及び第3輸送部16Bのそれぞれは、荷電粒子線Pのためのビーム調整部17を含んでいる。ビーム調整部17は、荷電粒子線Pの軸調整のための水平型ステアリング及び水平垂直型ステアリング、荷電粒子線Pの発散を抑制するための四重極電磁石、及び荷電粒子線Pの整形のための四方向スリット等を含んでいる。なお、第1輸送部14、第2輸送部16A及び第3輸送部16Bのそれぞれは、ビーム調整部17を備えていない構成であってもよい。

[0022] なお、第2輸送部16A及び第3輸送部16Bは、必要に応じて電流モニタを含んでもよい。電流モニタは、中性子線出力部12A及び中性子線出力部12Bに照射される荷電粒子線Pの電流値（つまり、電荷、照射線量率）をリアルタイムで測定するものである。また、第2輸送部16A及び第3輸送部16Bは、必要に応じて荷電粒子線走査部18（図4参照）を含んでもよい。荷電粒子線走査部18は、荷電粒子線Pを走査し、ターゲットT（図4参照）に対する荷電粒子線Pの照射制御を行うものである。荷電粒子線走査部18は、例えば、荷電粒子線PのターゲットTに対する照射位置を制御する。

[0023] 図4は、中性子捕捉療法システム100の中性子線出力部12Aの近傍を示す図である。ここで、中性子線出力部12Aと中性子線出力部12Bとは互いに同様の構成を有する。従って、以下より中性子線出力部12Aについて説明をし、中性子線出力部12Bの説明を省略する。図4に示すように、中性子線出力部12Aは、中性子線Nを生成するためのターゲットTと、中性子線Nを減速するための減速材12aと、遮蔽体12bとを含んでいる。なお、減速材12a及び遮蔽体12bは、モデレータを構成する。

[0024] ターゲットTは、荷電粒子線Pの照射を受けて中性子線Nを発生させるも

のである。ターゲットTは、例えば、ベリリウム（Be）により形成され、直径160mmの円板状をなしている。

[0025] 減速材12aは、ターゲットTから出射される中性子線Nを減速させるものである。減速材12aにより減速されて所定のエネルギーに低減された中性子線Nは治療用中性子線とも呼ばれる。減速材12aは、例えば異なる複数の材料から成る積層構造とされている。減速材12aの材料は、荷電粒子線Pのエネルギー等の諸条件によって適宜選択される。例えば、加速器11（図2参照）からの出力が30MeVの陽子線であり、ターゲットTとしてベリリウムターゲットを用いる場合には、減速材12aの材料は、鉛、鉄、アルミニウム、又はフッ化カルシウムとすることができる。また、加速器11からの出力が11MeVの陽子線であり、ターゲットTとしてベリリウムターゲットを用いる場合には、減速材12aの材料は、重水（D<sub>2</sub>O）又はフッ化鉛とすることができる。また、加速器11からの出力が2.8MeVの陽子線であり、ターゲットTとしてリチウムターゲットを用いる場合には、減速材12aの材料は、フルエンタール（商品名；アルミニウム、フッ化アルミ、フッ化リチウムの混合物）とすることができる。また、加速器11からの出力が50MeVの陽子線であり、ターゲットTとしてタングステンターゲットを用いる場合には、減速材12aの材料は、鉄又はフルエンタールとすることができる。

[0026] 遮蔽体12bは、中性子線N及び当該中性子線Nの発生に伴って生じたガンマ線等の放射線が外部へ放出されないよう遮蔽するものであり、荷電粒子線生成室10aと照射室30Aとを隔てる壁W1（図3参照）に少なくともその一部が埋め込まれている。

[0027] 中性子線出力部12Aにおいては、荷電粒子線PがターゲットTに照射され、これにより中性子線Nが発生する。発生した中性子線Nは、減速材12aで減速される。そして、減速材12aから出射された中性子線Nが、コリメータ86を通過して治療台80上の患者Sへ照射される。中性子線N中には、速中性子線、熱外中性子線、及び熱中性子線が含まれており、またガン

マ線も伴っている。このうちの熱中性子線が、主に、患者Sの体内の腫瘍中に取り込まれたホウ素と核反応して有効な治療効果を発揮する。なお、中性子線Nのビームに含まれる熱外中性子線の一部も、患者Sの体内で減速されて上記治療効果を発揮する熱中性子線となる。熱中性子線は、 $0.5\text{ eV}$ 以下のエネルギーの中性子線である。

[0028] [照射室]

照射室30A、30Bについて説明する。図3に示すように、中性子捕捉療法システム100は、2つの照射室30A、30Bを備えている。照射室30Aは、第2輸送部16Aが延びた方向の延長線上に配置されている。照射室30Bは、第3輸送部16Bが延びた方向の延長線上に配置されている。なお、中性子線Nは、第2輸送部16A又は第3輸送部16Bが延びた方向と交差する方向に取り出すこともできる。この場合には、照射室30Aの配置は、第2輸送部16Aが延びた方向の延長線上に制限されることはなく、中性子線Nの取り出し方向に対応する位置に照射室30Aを配置することができる。同様に、照射室30Bの配置も、第3輸送部16Bが延びた方向の延長線上に制限されることはなく、中性子線Nの取り出し方向に対応する位置に照射室30Bを配置することができる。ここで、照射室30Bは照射室30Aと同様の構成を有する。従って、以下より照射室30Aについて説明し、照射室30Bの説明を省略する。

[0029] 照射室30Aは、中性子線Nを患者Sに照射するために、患者Sが室内に配置される部屋である。照射室30Aの大きさは、一例として幅 $3.5\text{ m}$ ×奥行 $5\text{ m}$ ×高さ $3\text{ m}$ である。照射室30Aは、遮蔽壁W2に囲まれた遮蔽空間30Sと、治療台80を出入りさせるための扉D1とを備えている。

[0030] また、図4に示すように、照射室30Aと遮蔽体12bとの間には、カバー（壁体）31が設けられている。カバー31は、照射室30Aの側壁面の一部をなす。このカバー31には、中性子線Nの出力口となるコリメータ取付部31aが設けられている。コリメータ取付部31aは、後述するコリメータ86をはめ込むための開口である。

[0031] 図3に示すように、遮蔽壁W2は、照射室30Aの室外から室内へ放射線が侵入すること、及び、室内から室外へ放射線が放出されることが抑制された遮蔽空間30Sを形成する。すなわち、遮蔽壁W2は、照射室30Aの室内から室外への中性子線Nの放射を遮断するものである。この遮蔽壁W2は、荷電粒子線生成室10aを画成する遮蔽壁Wと一体に形成されていてもよい。また、遮蔽壁W2は、厚さが2m以上のコンクリート製の壁であってもよい。荷電粒子線生成室10aと照射室30Aの間には、荷電粒子線生成室10aと照射室30Aとを隔てる壁W1が設けられている。この壁W1は、遮蔽壁Wの一部をなしている。

[0032] 扉D1は、遮蔽空間30Sにおける放射線が連絡室40Aに放射されることを抑制するためのものである。連絡室40Aについては後述する。扉D1は、連絡室40Aに連通する出入口を塞ぐように設けられている。扉D1は、鉛等の放射線遮蔽部材からなるとともに所定の厚さを有している。扉D1は、照射室30Aの室内に設けられたレール上をモータ等により駆動力を与えられて移動する。扉D1が重量物であるため、扉D1を駆動するための機構には、高トルクモータや減速器等が用いられる。また、扉D1は、照射室30Aへの作業者の出入りを報知する機能を有していてもよい。例えば、照射室30Aの室内に治療台80が配置された状態で、扉D1を閉めることにより照射室30Aからの作業者の退避を確認するものであってもよい。

[0033] また、照射室30Aの室内には、カメラ32が配置されている。カメラ32は、照射室30Aの室内における患者Sの様子を観察するためのものである。カメラ32は、照射室30Aの室内において患者Sを撮影可能な位置に配置されている。カメラ32は、高精度の画像を取得する必要はなく、患者Sの状態を確認可能な画像を取得できればよい。カメラ32には、例えばCCDカメラを用いることができる。

[0034] [準備室]

準備室50A、50Bについて説明する。中性子捕捉療法システム100は、2つの準備室50A、50Bを備えている。準備室50Aは、Y軸方向

に沿って照射室30Aから離間するように配置されている。ここで、準備室50Bは準備室50Aと同様の構成を有する。従って、以下より準備室50Aについて説明し準備室50Bの説明を省略する。

[0035] 準備室50Aは、照射室30Aにおいて患者Sに中性子線Nを照射するために必要な作業を実施するための部屋である。準備室50Aでは、例えば、治療台80への患者Sの拘束や、コリメータ86と患者Sとの位置合わせが実施される(図6参照)。従って、準備室50Aは、治療台80が配置可能であり、治療台80の周囲で作業者が容易に準備作業をすることができる程度の大きさを有している。

[0036] 準備室50Aと照射室30Aとの間には、準備室50Aと照射室30Aとを隔てる壁W3が設けられている。壁W3の厚さは、例えば3.2mである。すなわち、準備室50Aと照射室30Aとは、Y軸方向に沿って3.2mだけ離間している。

[0037] 壁W3には、準備室50Aから照射室30Aまで連通する連絡室40Aが設けられている。連絡室40Aは、患者Sを拘束した治療台80を準備室50Aと照射室30Aとの間で移動させるための部屋である。連絡室40Aは、治療台80が通過可能な幅を有している。また、連絡室40Aは、作業者が歩いて通行可能な高さを有している。従って、連絡室40Aの大きさは、一例として幅1.5m×奥行3.2m×高さ2.0mである。準備室50Aと連絡室40Aの間には、扉D2が配置されている。なお、準備室50Bと照射室30Bとを隔てる壁W3には、連絡室40Bが設けられている。連絡室40Bは連絡室40Aと同様の構成を有する。

[0038] なお、準備室50A、50Bは、照射室30A、30Bのように遮蔽壁Wに囲まれた遮蔽空間であってもよい。また、準備室50A、50Bは、遮蔽壁Wに囲まれていない空間であってもよい。

[0039] [管理室]

中性子捕捉療法システム100は、1つの管理室70を備えている。管理室70は、中性子捕捉療法システム100を用いて実施される全体工程を管

理するための部屋である。管理室 70 には、少なくとも 1 名の管理者が入室し、管理室 70 の室内に配置された監視機器及び中性子線発生部 10 を操作するための制御装置 71 を用いて全体工程を管理する。例えば、管理室 70 に入室した管理者は、準備室 50A, 50B における準備作業の様子を管理室 70 の室内から目視により確認する。また、管理室 70 に入室した管理者は、制御装置 71 を操作して、例えば、中性子線 N を照射すべき照射室 30A に対応するターゲット T に荷電粒子線 P を照射するようにビーム輸送路 13 を制御する。さらに、管理室 70 に入室した管理者は、制御装置 71 を操作して、中性子線 N の照射の開始と停止とを制御する。なお、中性子捕捉療法では、患者 S には準備室 50A, 50B に入室する前にも種々の準備（例えば、PET 検査や、ホウ素 ( $^{10}\text{B}$ ) 等の投与など）が行われる。管理室 70 では、このような前準備の工程も管理することにより、中性子捕捉療法システム 100 による照射治療を含めた中性子捕捉療法の全体工程を管理するものであってもよい。

[0040] 管理室 70 は、2つの準備室 50A, 50B に隣接するように、準備室 50A と準備室 50B との間に配置されている。管理室 70 は、一の角部において準備室 50A と隣接し、別の角部において準備室 50B と隣接している。管理室 70 と準備室 50A との間には、準備室 50A の室内を目視するための窓 72A が配置されている。管理室 70 と準備室 50B との間には、準備室 50B の室内を目視するための窓 72B が配置されている。管理室 70 には、照射室 30A, 30B の室内に設けられたカメラ 32 の画像を表示するためのモニタ 73 が配置されている。管理者は、このモニタ 73 に表示されたカメラ画像により、照射室 30A の室内における患者 S の様子を確認することができる。

[0041] [治療台]

治療台（載置台）80 について説明をする。図 5 は、中性子捕捉療法システム 100 の治療台 80 を示す斜視図である。治療台 80 は、中性子捕捉療法用の載置台である。治療台 80 は、患者 S を所定の姿勢に拘束すると共に

、姿勢を拘束したまま準備室５０Ａから照射室３０Ａへ移動させるためのものである。図５に示すように、治療台８０は、土台部８１と、土台部８１を床面上で移動させるための駆動部８２と、患者Ｓを載置するための天板（載置部）８３と、天板８３を土台部８１に対して相対的に移動させるためのロボットアーム８４と、中性子線Ｎの照射視野を規定するためのコリメータ８６と、コリメータ８６を土台部８１に固定するためのコリメータ固定部８７とを備えている。

[0042] 土台部８１は、治療台８０の基体部をなす。土台部８１は、基礎部８１ａと基礎部８１ａ上に配置された支持部８１ｂとを有している。基礎部８１ａは、平面視して第１の辺８１ｃと第２の辺８１ｄとを含む矩形状の形状を有している。例えば、第１の辺８１ｃは、第２の辺８１ｄよりも長くされている。この基礎部８１ａの第１の辺８１ｃ又は第２の辺８１ｄの少なくとも一方の長さは、連絡室４０Ａ、４０Ｂの幅よりも小さくされている。支持部８１ｂは、直方体状の外形形状を有している。支持部８１ｂの下面は基礎部８１ａの上面に固定されている。支持部８１ｂの上面には、ロボットアーム８４とコリメータ固定部８７とが配置されている。

[0043] 駆動部８２は、土台部８１における基礎部８１ａの下面側に設けられている。駆動部８２は、土台部８１、ロボットアーム８４、天板８３、コリメータ８６、コリメータ固定部８７及び患者Ｓの全ての重量を支持すると共に、それらを床面上で移動可能にする。駆動部８２は、例えば、４つの車輪を用いることができる。これら車輪には、床面上で移動させるための駆動力がモータ等により与えられる。

[0044] ロボットアーム８４は、天板８３を土台部８１に対して相対的に移動させるためのものである。すなわち、ロボットアーム８４は、天板８３の上に拘束された患者Ｓを、土台部８１に固定されたコリメータ８６に対して相対的に移動させるためのものである。床面から天板８３までの高さには特に制限はないが、天板８３上の患者Ｓの拘束等を容易に実施できる程度の高さに設定されていることが好ましい。ロボットアーム８４は、土台部８１の上面側

に配置された昇降部 8 4 a と、一端側が昇降部 8 4 a に対して鉛直回転軸 A 1 回りに回転可能に設けられた第 1 のアーム 8 4 b と、一端側が第 1 のアーム 8 4 b の他端側に対して鉛直回転軸 A 2 回りに回転可能に設けられた第 2 のアーム 8 4 c と、を含んでいる。すなわち、ロボットアーム 8 4 は、水平方向に互いに離間した 2 つの鉛直回転軸 A 1, A 2 を有している。

[0045] 天板 8 3 は、長手方向を有する平板状の外形形状を有している。この天板 8 3 は、土台部 8 1 に対する位置が調整可能に構成されている。天板 8 3 の長手方向の長さは、患者 S が身体を横たえることが可能な長さ、例えば 2 m の長さとしてされている。天板 8 3 の一端側は、第 2 のアーム 8 4 c の他端側において鉛直軸 A 3 回りに回転可能に取り付けられている。この天板 8 3 には、患者 S の体を固定するための拘束具（不図示）が設けられている。なお、拘束具は、天板 8 3 に取り付けられていてもよい。

[0046] このようなロボットアーム 8 4 によれば、第 1 のアーム 8 4 b を昇降部 8 4 a に対して鉛直回転軸 A 1 回りに回転させ、第 2 のアーム 8 4 c を第 1 のアーム 8 4 b に対して鉛直回転軸 A 2 回りに回転させ、天板 8 3 を第 2 のアーム 8 4 c に対して鉛直回転軸 A 3 回りに回転させることにより、XY 平面内において所望の位置に天板 8 3 を移動させることができる。さらに、中性子線 N の照射方向に対して患者 S の身体を鉛直軸回りに回転させることができる。また、昇降部 8 4 a を支持部 8 1 b に対して上下動させることにより、天板 8 3 を Z 軸方向に移動させることができる。従って、このようなロボットアーム 8 4 によれば、土台部 8 1 に固定されたコリメータ 8 6 に対する患者 S の姿勢の自由度を高めることができる。

[0047] コリメータ 8 6 は、中性子線 N の照射範囲を規制するためのものである。コリメータ 8 6 には、照射範囲を規定するための例えば円形の開口 8 6 a が設けられている。以下、コリメータ 8 6 で規定される照射野の中心（開口 8 6 a の中心）を通り、治療台 8 0 を照射室 3 0 A, 3 0 B に配置して中性子線 N を照射したときに、中性子線 N の上下流方向に延在する仮想の軸線を「照射中心軸線」と称し、符号「C」を付して示す。また、コリメータ 8 6 は

、例えば四角形の平板状をなしている。コリメータ８６の外形形状は、照射室３０Ａにおけるコリメータ取付部３１ａの内面形状に対応している。

[0048] コリメータ固定部８７は、土台部８１の支持部８１ｂにおける上面に固定されている。コリメータ固定部８７は、コリメータ８６を土台部８１に対して一定の位置に保持するためのものである。コリメータ固定部８７は、水平片８７ａと起立片８７ｂとを有し、略Ｌ字状の形状をなしている。水平片８７ａは、一端部が支持部８１ｂに固定され、他端部が支持部８１ｂの側面８１ｅからＸ軸に沿った方向に突出している。水平片８７ａの水平方向（Ｙ軸）の幅は、土台部８１の水平方向（Ｙ軸）の幅よりも小さくされている。起立片８７ｂは、一端部が水平片８７ａの他端部に固定され上方向に延びた先の他端部にはコリメータ８６が取り付けられている。

[0049] 起立片８７ｂは、土台部８１の側面８１ｅよりもＸ軸に沿った方向に突出した水平片８７ａに固定されているので、コリメータ８６は、土台部８１の側面８１ｅよりも水平方向に突出した位置に保持されている。このような位置にコリメータ８６を保持することにより、コリメータ８６をカバー３１のコリメータ取付部３１ａに取り付ける際に、土台部８１及び天板８３等がカバー３１に干渉することを抑制することができる。

[0050] コリメータ固定部８７の水平方向の幅Ｈ１は、土台部８１の水平方向の幅Ｈ２よりも小さくされている。ここで、コリメータ固定部８７の水平方向の幅Ｈ１とは、Ｙ軸に沿った方向におけるコリメータ固定部８７の最大幅をいう。すなわち、幅Ｈ１は、照射中心軸線Ｃの方向（Ｘ軸）と鉛直方向（Ｚ軸）とに直交する方向（Ｙ軸）における最大幅である。また、土台部８１の水平方向の幅Ｈ２とは、Ｙ軸に沿った方向における土台部８１の最大幅をいう。すなわち、幅Ｈ２は、基礎部８１ａの第１の辺８１ｃの長さである。また、コリメータ８６の水平方向の幅Ｈ３は、土台部８１の水平方向の幅Ｈ２よりも小さくされている。ここでコリメータ８６の水平方向の幅Ｈ３とは、Ｙ軸に沿った方向におけるコリメータ８６の最大幅をいう。

[0051] 治療台８０には、土台部８１に固定されたコリメータ８６が取り付けられ

ていると共に、土台部 8 1 に対して相対的に移動可能な天板 8 3 が取り付けられている。このため、コリメータ 8 6 の開口 8 6 a に対して、天板 8 3 の上において拘束された患者 S の姿勢を所定の位置に保持することができる。従って、患者 S における所定の照射目標にコリメータ 8 6 の開口 8 6 a を通過した中性子線 N を照射することが可能となる。

[0052] 治療台 8 0 には、駆動部 8 2 が設けられているので、コリメータ 8 6 に対する患者 S の姿勢を保持したまま移動することができる。従って、患者 S における照射目標と、コリメータ 8 6 の照射中心軸線 C との位置合わせを照射室 3 0 A において実施することなく、予め準備室 5 0 A, 5 0 B において実施することが可能となる。また、治療台 8 0 を照射室 3 0 A の室外に移動させて治療台 8 0 のメンテナンスを行うことにより、放射線量の高い場所における治療台 8 0 のメンテナンスに要する作業時間を低減することができる。

[0053] 治療台 8 0 は、コリメータ固定部 8 7 の最大幅 H 1 が土台部 8 1 の最大幅 H 2 以下とされているので、治療台 8 0 が通過する場所において、治療台 8 0 が通過するために必要な幅は土台部 8 1 の最大幅 H 2 により決定される。従って、治療台 8 0 が通過する場所に付帯設備を設ける場合であっても、治療台 8 0 を通過させるために付帯設備を大型化することを抑制できる。すなわち、連絡室 4 0 A, 4 0 B の幅の拡大を抑制することができると共に、扉 D 1 及び扉 D 2 といった付帯設備の大型化を抑制することができる。さらに、扉 D 1 及び扉 D 2 の大型化が抑制されるため、扉 D 1 及び扉 D 2 の開閉時における安全性を高めることができると共に、扉 D 1 及び扉 D 2 を駆動機構の高出力化を抑制して駆動機構を簡易化することができる。そのうえ、扉 D 1 及び扉 D 2 の大型化が抑制され、扉 D 1 及び扉 D 2 の駆動機構が簡素化されるため、中性子捕捉療法システム 1 0 0 全体の施工コストの増加を抑制することができる。

[0054] 治療台 8 0 は、コリメータ固定部 8 7 が土台部 8 1 の側面 8 1 e から突出しているので、コリメータ固定部 8 7 に固定されたコリメータ 8 6 は土台部 8 1 の側面 8 1 e から突出した位置に保持される。従って、コリメータ 8 6

をカバー 31 のコリメータ取付部 31 a に取り付けるときに、土台部 81 がカバー 31 に干渉することがないので、コリメータ 86 をコリメータ取付部 31 a に容易に取り付けることができる。

[0055] 治療台 80 は、土台部 81 に対して天板 83 を回転軸 A1, A2, A3 回りに回転させることにより、天板 83 の長手方向を治療台 80 の移動方向に合わせることができる。このため、治療台 80 が通過する出入り口等の大きさは、天板 83 の長手方向の長さではなく、土台部 81 の大きさにより規定されることになる。従って、治療台 80 が通過する出入り口等の大きさの拡大を一層抑制することができる。すなわち、治療台 80 が移動する連絡室 40 A, 40 B の幅は、治療台 80 の土台部 81 の第 1 の辺 81 c 又は第 2 の辺 81 d により規定されることになる。

[0056] [治療の流れ]

中性子捕捉療法システム 100 を用いた治療の流れを説明する。まず、中性子捕捉療法システム 100 に入室する前の所定の準備を患者 S に対して行う。続いて、患者 S 及び作業者を準備室 50 A へ誘導し、患者 S を天板 83 の上に横たわらせる。そして、作業者は、拘束具を用いて天板 83 に対して患者 S の身体を拘束する。次に、患者 S と、コリメータ 86 との位置合わせを実施する。より詳細には、患者 S における照射目標と、コリメータ 86 の照射中心軸線 C との位置合わせを実施する。

[0057] 図 6 は、患者 S とコリメータ 86 との位置合わせを説明するための図である。図 6 (a) 及び図 6 (b) に示すように、患者 S が天板 83 の上に拘束された直後は、照射目標 R と照射中心軸線 C とは、YZ 平面内においてずれていることがある。この説明では、照射目標 R は、照射中心軸線 C に対して Y 軸方向に Y d だけずれており、Z 軸方向に Z d だけずれているものとする。そこで、図 6 (c) 及び図 6 (d) に示すように、作業者は、ロボットアーム 84 の昇降部 84 a を駆動して天板 83 を Z 軸方向に距離 Z d だけ移動させると共に、ロボットアーム 84 の第 1 のアーム 84 b 及び第 2 のアーム 84 c を駆動して天板 83 を Y 軸方向に距離 Y d だけ移動させる。この移動

により、照射目標 R を照射中心軸線 C 上に位置合わせすることができる。なお、必要に応じて、ロボットアーム 84 を駆動して、コリメータ 86 から照射目標 R までの間の X 軸方向に沿った距離を調整してもよい。さらに、必要に応じて、ロボットアーム 84 を鉛直回転軸 A1 ~ A3 回りに回転駆動して、患者 S に対する中性子線 N の照射方向を調整してもよい。この準備室 50A の室内において実施される作業の様子は、隣接する管理室 70 に入室した管理者により監視される。

[0058] 図 3 に示すように、患者 S とコリメータ 86 との位置合わせが終了した後に、治療台 80 を照射室 30A へ移動させる。このとき、照射室 30A への入室の可否は、管理室 70 の管理者が決定してもよい。例えば、準備室 50A おける作業が完了した旨を、作業者が管理者に報告する。報告を得た管理者は、照射室 30A への入室が可能であると判断すると、準備室 50A と連絡室 40A とを隔てる扉 D2 を開放する。そして、作業者は、治療台 80 の駆動部 82 を操作して治療台 80 を連絡室 40A へ移動させる。このとき、作業者は、治療台 80 に付き添って、治療台 80 と共に連絡室 40A に移動する。

[0059] 作業者と治療台 80 とが連絡室 40A に入室すると、管理者は扉 D2 を閉鎖する。閉鎖した後に、管理者は、連絡室 40A と照射室 30A とを隔てる扉 D1 を開放する。なお、扉 D1, D2 の開閉順序はこの順に限定されることはなく、例えば、扉 D1 と扉 D2 とを同時に開放してもよい。作業者は、治療台 80 の駆動部 82 を操作して、治療台 80 を照射室 30A の室内へ移動させるとともに、作業者自身も照射室 30A の室内に移動する。照射室 30A の室内で実施される作業は、主として、コリメータ 86 をカバー 31 に設けられたコリメータ取付部 31a に取り付ける作業である（図 6（e）参照）。コリメータ 86 の取り付けが完了すると、作業者は、連絡室 40A へ移動し、連絡室 40A の室内に設けられたスイッチ等を用いて、扉 D1 を閉鎖する。この閉鎖により、作業者が照射室 30A から退避したことが管理室へ報告される。

- [0060] 作業者が準備室50Aまで退避したことを管理室70の管理者が目視で確認した後に、管理者は、制御装置71を操作して、中性子線Nの照射を開始する。照射時間は、一例として1時間程度である。照射中の患者Sの様子は、照射室30Aの室内に設けられたカメラ32の画像を管理室70のモニター73を用いて監視する。なお、管理者が、治療中の患者Sに異常を認めた場合には照射中止の判断を行う。
- [0061] 制御装置71に予め入力された照射時間が経過すると、制御装置71は自動的に中性子線Nの照射を停止する。そして、作業者が照射室30Aの室内へ入室し、治療台80を準備室50Aまで移動させる。準備室50Aの室内において、拘束具による患者Sの固定を解除し、患者Sを準備室50Aの室外へ誘導する。以上により、中性子捕捉療法システム100を用いた中性子捕捉療法が完了する。
- [0062] 中性子捕捉療法システム100によれば、複数の照射室30A, 30Bのそれぞれに選択的に中性子線Nを照射することができる。また、中性子捕捉療法システム100によれば、それぞれの準備室50A, 50Bでは、患者Sに中性子線Nを照射するための準備作業が実施されるので、照射室30A, 30Bにおける準備作業の時間が短縮される。従って、患者Sが照射室30A, 30Bに配置されている時間における中性子線Nの照射時間が占める割合が高まるので、照射室30A, 30Bの利用効率を高めることができる。さらに、中性子捕捉療法は、X線治療や陽子線治療といった放射線治療よりも照射時間が長い。このため、中性子捕捉療法システム100において、例えば一方の照射室30Aにおける治療と並行して、他方の照射室30B又は準備室50Bにおいて準備作業を実施することによる効率化は、システム全体の稼働効率の向上に大きく貢献する。そして、中性子捕捉療法システム100によれば、中性子線Nを照射室30A, 30Bへ照射するための制御が一の管理室70において実施されるので、中性子線占有の調整を効率化して、加速器11の利用効率を高めることができる。従って、中性子捕捉療法システム100によれば、照射室30A, 30Bの利用効率を高めると共に

加速器 11 の利用効率を高めることができるので、システム全体の稼働効率を高めることができる。

[0063] 中性子捕捉療法システム 100 は、管理室 70 から準備室 50 A, 50 B の室内を観察可能な窓 72 A, 72 B を備えている。この構成によれば、管理室 70 からそれぞれの準備室 50 A, 50 B の室内を観察可能であるので、それぞれの準備室 50 A, 50 B に対する患者 S の出入り及び準備室 50 A, 50 B の室内における準備作業の進行度合いを把握することができる。従って、中性子捕捉療法システム 100 の稼働効率をさらに高めることができる。

[0064] 中性子捕捉療法システム 100 は、管理室 70 から照射室 30 A, 30 B の室内を観察するためのカメラ 32 を更に備えている。この構成によれば、カメラ 32 を通じて管理室 70 からそれぞれの照射室 30 A, 30 B の室内を観察可能であるので、それぞれの照射室 30 A, 30 B における患者 S の様子を把握することができる。従って、中性子捕捉療法システム 100 の安全性を高めることができる。

[0065] 中性子捕捉療法システム 100 は、治療台 80 が照射室 30 A, 30 B の室内と室外との間を移動可能であるので、患者 S に中性子線 N を照射するための準備作業を、治療台 80 を照射室 30 A, 30 B の室外に移動させた後に照射室 30 A, 30 B の室外において実施することができる。従って、照射室 30 A, 30 B の室内における準備作業の一部を照射室 30 A, 30 B の室外で実施できるため、照射室 30 A, 30 B の室内における準備作業に要する時間を短縮することができる。

[0066] 中性子捕捉療法システム 100 は、加速器 11 で発生させた荷電粒子線 P をターゲット T に照射して中性子を発生させる。このような中性子線発生部 10 によれば、中性子捕捉療法システム 100 を小型化することができる。

[0067] 本発明の中性子捕捉療法システムでは、準備室及び照射室の数は 2 つに限定されることはない。図 7 は、変形例に係る中性子捕捉療法システム 101 の構成を示す図である。図 7 に示すように、中性子捕捉療法システム 101

は、3つの照射室30A、30B、30Cと3つの準備室50A、50B、50Cとを備えていてもよい。この場合には、中性子線発生部10は、照射室30A、30B、30Cのそれぞれに対応する3つの中性子線出力部12A、12B、12Cを含んでいる。ビーム輸送路13は、荷電粒子線Pを中性子線出力部12Aに輸送する第2輸送部16Aと、荷電粒子線Pを中性子線出力部12Bに輸送する第3輸送部16Bと、荷電粒子線Pを中性子線出力部12Cに輸送する第4輸送部16Cと、を有している。さらに、管理室70は、全ての準備室50A、50B、50Cに隣接するように配置されている。また、管理室70と準備室50Aとの間には窓72Aが設けられ、管理室70と準備室50Bとの間には窓72Bが設けられ、管理室70と準備室50Cとの間には窓72Cが設けられている。

[0068] 変形例に係る中性子捕捉療法システム101は、中性子捕捉療法システム100と同様の効果を奏することができる。すなわち、中性子捕捉療法システム101は、中性子線Nを照射室30A、30B、30Cへ選択的に照射するための制御が一の管理室70において実施されるので、加速器11の利用効率が高まる。従って、システム全体の稼働効率を高めることができる。

[0069] <第2実施形態>

第2実施形態に係る中性子捕捉療法システムについて説明する。図8は、第2実施形態に係る中性子捕捉療法システム102の構成を示す図である。図8に示すように、中性子捕捉療法システム102は、準備室を備えていない点、及び管理室70が2つの照射室30A、30Bに隣接して配置されている点で第1実施形態に係る中性子捕捉療法システム100と相違する。その他の構成は中性子捕捉療法システム100と同様であるため、以下、重複する説明を省略する。

[0070] 第1実施形態に係る中性子捕捉療法システム100では、準備室50A、50Bの室内において、治療台80への患者Sの拘束と、コリメータ86と患者Sとの位置合わせを実施した。これらの作業は、照射室30A、30Bに並設された準備室50A、50Bとは別の場所で実施されてもよい。第2

実施形態に係る中性子捕捉療法システム１０２では、治療台８０を遮蔽壁Ｗに囲まれた照射室３０Ａ、３０Ｂの室内から遮蔽壁Ｗに囲まれていない室外へ搬出した後に、所定の場所へ移動させる。そして、所定の場所において、治療台８０への患者Ｓの拘束と、コリメータ８６と患者Ｓとの位置合わせ等の準備作業を実施する。従って、中性子捕捉療法システム１０２は、準備室５０Ａ、５０Ｂを備えない構成とすることができる。

[0071] 中性子捕捉療法システム１０２では、中性子線Ｎを照射室３０Ａ又は照射室３０Ｂへ照射するための制御が一の管理室７０において実施されるので、中性子線Ｎの占有の調整を効率化して加速器１１の利用効率を高めることができる。従って、中性子捕捉療法システム１０２によれば、加速器１１の利用効率が高まるので、システム全体の稼働効率を高めることができる。

[0072] 図９は、変形例に係る中性子捕捉療法システム１０３の構成を示す図である。図９に示すように、中性子捕捉療法システム１０３は、３つの照射室３０Ａ、３０Ｂ、３０Ｃを備えていてもよい。この場合には、中性子線発生部１０は、照射室３０Ａ、３０Ｂ、３０Ｃのそれぞれに対応する３つの中性子線出力部１２Ａ、１２Ｂ、１２Ｃを含んでいる。さらに、管理室７０は、全ての照射室３０Ａ、３０Ｂ、３０Ｃに隣接するように配置されている。

[0073] 中性子捕捉療法システム１０３は、中性子捕捉療法システム１０２と同様の効果を奏することができる。すなわち、中性子捕捉療法システム１０３は、中性子線Ｎを照射室３０Ａ、３０Ｂ、３０Ｃへ選択的に照射するための制御が一の管理室７０において実施されるので、加速器１１の利用効率が高まる。従って、システム全体の稼働効率を高めることができる。

[0074] <第３実施形態>

第３実施形態に係る中性子捕捉療法システムについて説明する。図１０は、第３実施形態に係る中性子捕捉療法システム１０４の構成を示す図である。図１１は、中性子捕捉療法システム１０４の配置を示す図である。図１０及び図１１に示すように、中性子捕捉療法システム１０４では、治療台８０にコリメータ８６が取り付けられていない点、コリメータ８６が照射室３０

A, 30Bに設けられている点、及びダミーコリメータ51が準備室50A, 50Bに設けられている点で第1実施形態に係る中性子捕捉療法システム100と相違する。上記相違する点の他、以下、第1実施形態に係る中性子捕捉療法システム100と異なる構成について詳細に説明をする。

[0075] 照射室30A, 30Bは、カバー31のコリメータ取付部31aに取り付けられたコリメータ86を有している。また、照射室30A, 30Bは、照射室30A, 30Bの室内において治療台80を所定の位置に位置決めするための基準部（第1位置規定部）33を有している。この基準部33と治療台80の所定の場所に設けられた目印とを合わせることで、治療台80を常に同じ位置に配置することが可能となる。すなわち、コリメータ86に対する治療台80の位置を中性子線Nの照射毎に一定にすることができる。

[0076] 準備室50A, 50Bは、ダミーコリメータ（目印）51を有している。ダミーコリメータ51は、患者Sの位置合わせのための目印である。ダミーコリメータ51は、照射室30A, 30Bのコリメータ86の開口86aと略同形状の開口を有している。また、準備室50A, 50Bは、準備室50A, 50Bの室内において治療台80を所定の位置に位置決めするための基準部（第2位置規定部）52を有している。この基準部52と治療台80の所定の場所に設けられた目印とを合わせることで、治療台80を常に同じ位置に配置することが可能となる。なお、ダミーコリメータ51は、コリメータ86の形状を模擬した立体的な物体でなくてもよく、コリメータ86を平面視した形状を表す図形であってもよい。例えば、スクリーンに投影されたコリメータ86の投影像であってもよく。モニタに表示されたコリメータ86の画像であってもよい。また、ダミーコリメータ51は、準備室50Aの壁面に描画された目印であってもよい。

[0077] ここで、照射室30A, 30Bにおけるコリメータ86及び基準部33の関係と、準備室50A, 50Bにおけるダミーコリメータ51及び基準部52の関係とについて説明する。ダミーコリメータ51に対する基準部52の位置関係は、コリメータ86に対する基準部33の位置関係と同じとされて

いる。すなわち、中性子捕捉療法システム１０４の準備室５０Ａ，５０Ｂでは、照射室３０Ａ，３０Ｂにおけるコリメータ８６と治療台８０との位置関係を模擬することができる。このため、準備室５０Ａ，５０Ｂにおいてダミーコリメータ５１に対して患者Ｓの位置合わせを実施することと、照射室３０Ａ，３０Ｂにおいてコリメータ８６に対して患者Ｓの位置合わせを実施することとは、同じ意味を有する。

[0078] 中性子捕捉療法システム１０４における患者Ｓとコリメータ８６との位置合わせについてさらに説明をする。以下の説明では、照射室３０Ａ及び準備室５０Ａにおける作業を例に説明をする。

[0079] 図１２は、患者Ｓとコリメータ８６との位置合わせを説明するための図である。はじめに、コリメータ８６を治療台８０に配置すると共にダミーコリメータ５１を準備室５０Ａのダミーコリメータ取付位置に配置する。コリメータ８６及びダミーコリメータ５１は、患者Ｓ毎に準備する。続いて、図１２（ａ）及び図１２（ｂ）に示すように、治療台８０を基準部５２ａ，５２ｂを用いて位置決めを行い、治療台８０を固定する。ここで、基準部５２ａは、Ｘ軸方向における治療台８０の位置を規定するものである。また、基準部５２ｂは、Ｙ軸方向における治療台８０の位置を規定するものである。

[0080] 次に、患者Ｓを天板８３の上で拘束する。拘束直後は、ダミーコリメータ５１の照射中心軸線Ｃに対して患者Ｓの照射目標Ｒの位置がずれている。そこで、図１２（ｃ）及び図１２（ｄ）に示すように、治療台８０の昇降部８４ａを操作して天板８３をＺ軸に沿った方向に移動させることにより、照射中心軸線Ｃと患者Ｓの照射目標ＲとのＺ軸方向の位置を合せる。続いて、治療台８０のロボットアーム８４を操作して天板８３をＸＹ平面に沿った方向に移動させることにより、照射中心軸線Ｃと患者Ｓの照射目標ＲとのＹ軸方向の位置を合せる。

[0081] 準備室５０Ａでの位置合わせが完了すると、治療台８０を照射室３０Ａに移動させる。そして、治療台８０を、基準部３３ａ，３３ｂを用いて位置決めを行った後に固定する。ここで、基準部３３ａは、Ｘ軸方向における治療

台 80 の位置を規定するものである。また、基準部 33 b は、Y 軸方向における治療台 80 の位置を規定するものである。基準部 33 a, 33 b を用いた位置決めにより、準備室 50 A で調整されたダミーコリメータ 51 と患者 S との位置関係が、照射室 30 A の室内において再現される。すなわち、コリメータ 86 の照射中心軸線 C の位置に対して、患者 S の照射目標 R が位置合わせされた状態が再現される。このように、中性子捕捉療法システム 104 によれば、照射室 30 A では基準部 33 を用いた位置決め作業を行うだけで、コリメータ 86 の照射中心軸線 C の位置に対して、患者 S の照射目標 R が位置合わせされた状態とすることができる。従って、照射室 30 A の室内における作業時間を短縮することができる。

[0082] 中性子捕捉療法システム 104 によれば、第 1 実施形態に係る中性子捕捉療法システム 100 と同様の効果を奏することができる。すなわち、中性子捕捉療法システム 104 は、照射室 30 A, 30 B における作業の一部を予め準備室 50 A, 50 B で実施することが可能であるため、照射室 30 A, 30 B の利用効率を高めることができる。また、中性子捕捉療法システム 104 は、中性子線 N を照射室 30 A, 30 B, 30 C へ選択的に照射するための制御が一の管理室 70 において実施されるので、加速器 11 の利用効率が高まる。従って、システム全体の稼働効率を高めることができる。

[0083] 中性子捕捉療法システム 104 によれば、準備室 50 A, 50 B においてダミーコリメータ 51 に対して患者 S を位置合わせすることにより、照射室 30 A, 30 B における患者 S の位置合わせを模擬することができる。従って、照射室 30 A, 30 B における患者 S の位置合わせ作業の時間を短縮することができる。

[0084] 中性子捕捉療法システム 104 によれば、準備室 50 A, 50 B の室内において基準部 52 a, 52 b により位置決めされた治療台 80 に患者 S を載置した後に、ダミーコリメータ 51 に対して患者 S を位置合わせする。そして、患者 S を載置した治療台 80 を照射室 30 A, 30 B に移動させ、治療台 80 の位置を基準部 33 a, 33 b により位置決めすると、コリメータ 8

6と患者Sとの位置合わせがなされた状態になる。従って、照射室30A, 30Bにおけるコリメータ86と患者Sとの位置合わせ作業を準備室50A, 50Bにおいて模擬的に実施することができるので、照射室30A, 30Bにおける患者Sの位置合わせ作業の時間を更に短縮することができる。

[0085] 以上、本発明の中性子捕捉療法システムについて説明したが、本発明は、上記実施形態に限られるものではない。例えば、上記実施形態で例示した構成要素の具体的な寸法、距離等の数値は、説明の理解を容易にするための一例であり、本発明を限定するものではない。

[0086] また、治療台80は、天板83に代えて、患者Sが座る座部と、座部に対して立設された背もたれと、背もたれの上端に設置された頭部保持部とを備える椅子であってもよい。

[0087] 例えば、中性子捕捉療法システムは、加速器11及びターゲットTにより発生させた中性子線Nを用いるものではなく、原子炉から直接出射される中性子線Nを用いてもよい。すなわち、中性子線発生部10は、原子炉により構成されてもよい。図13は、変形例に係る中性子捕捉療法システム105を示す図である。図13に示すように、中性子捕捉療法システム105では、中性子線発生部10が、加速器11、ビーム輸送路13及び中性子線出力部12A, 12Bを有する構成に代えて、原子炉91を有している。原子炉91からは直接に中性子線Nを出射させることができる。原子炉91を有する中性子線発生部10によれば、中性子捕捉療法システムの稼働に要する消費電力を抑制できる。なお、第1～第3実施形態のように加速器11及びターゲットTを用いて中性子線Nを発生させる構成によれば、原子炉91を有する中性子線発生部10と比較して小型化することができる。

[0088] また、中性子線発生部10には、中性子源として、中性子線を放出する放射線同位体や小型核融合炉を用いてもよい。

### 産業上の利用可能性

[0089] 本発明の一実施形態に係る中性子捕捉療法システムによれば、照射室における準備時間を短縮することができる。

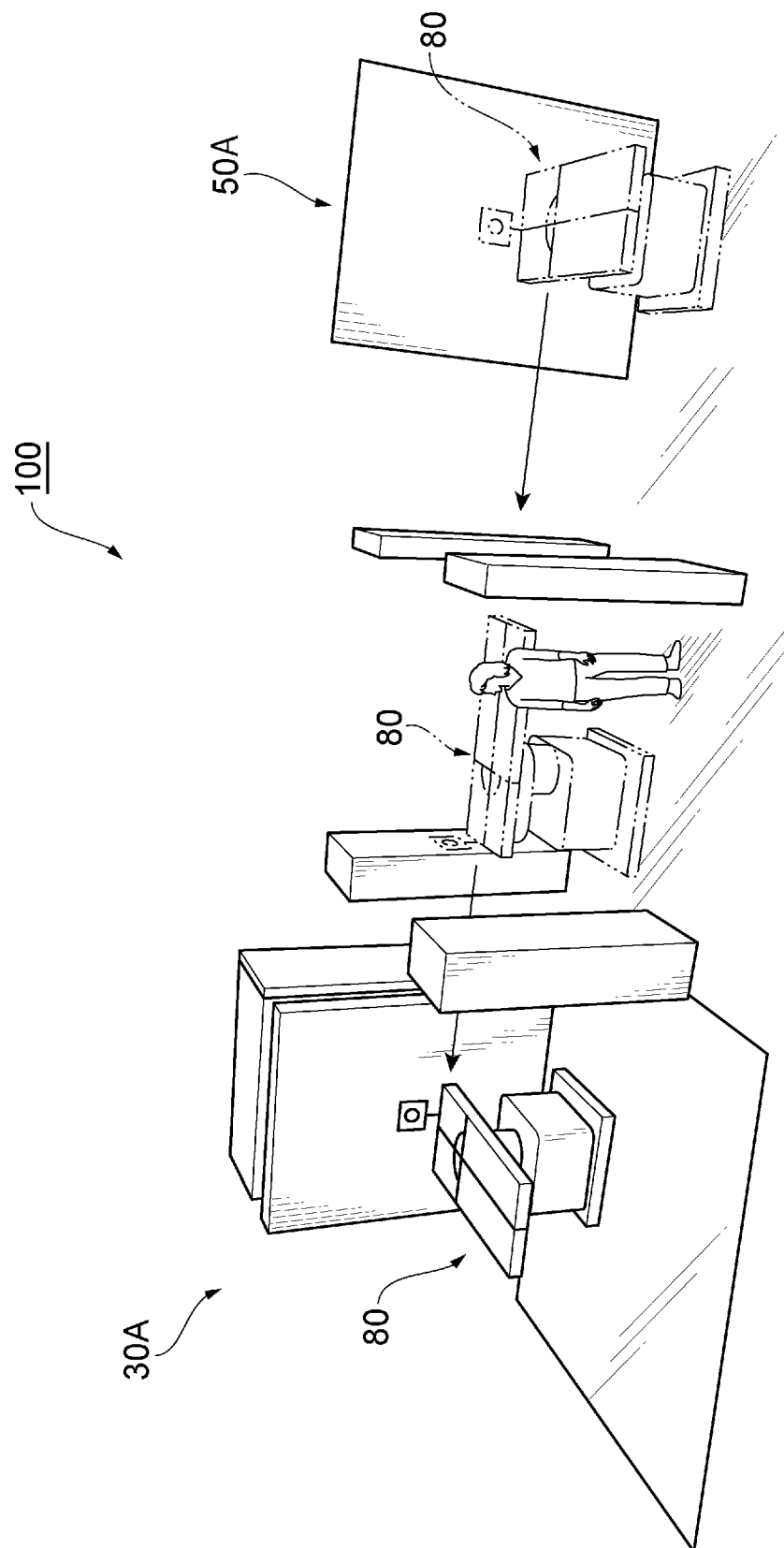
## 符号の説明

[0090] 10…中性子線発生部、11…加速器、12A, 12B, 12C…中性子線出力部、13…ビーム輸送路、14…第1輸送部、15…ビーム方向切替器、16A…第2輸送部、16B…第3輸送部、16C…第4輸送部、17…ビーム調整部、18…荷電粒子線走査部、30A, 30B, 30C…照射室、31…カバー（壁体）、32…カメラ、33…基準部（第1位置規定部）、40A, 40B…連絡室、50A, 50B, 50C…準備室、51…ダミーコリメータ（目印）、52…基準部（第2位置規定部）、70…管理室、71…制御装置、72A, 72B, 72C…窓、73…モニタ、80…治療台、81…土台部、82…駆動部、83…天板、84…ロボットアーム、86…コリメータ、87…コリメータ固定部、91…原子炉、100, 101, 102, 103, 104, 105…中性子捕捉療法システム、A1, A2, A3…回転軸、C…照射中心軸線、D1, D2…扉、N…中性子線、P…荷電粒子線、R…照射目標、S…患者、T…ターゲット、W…遮蔽壁、W1, W2, W3…壁。

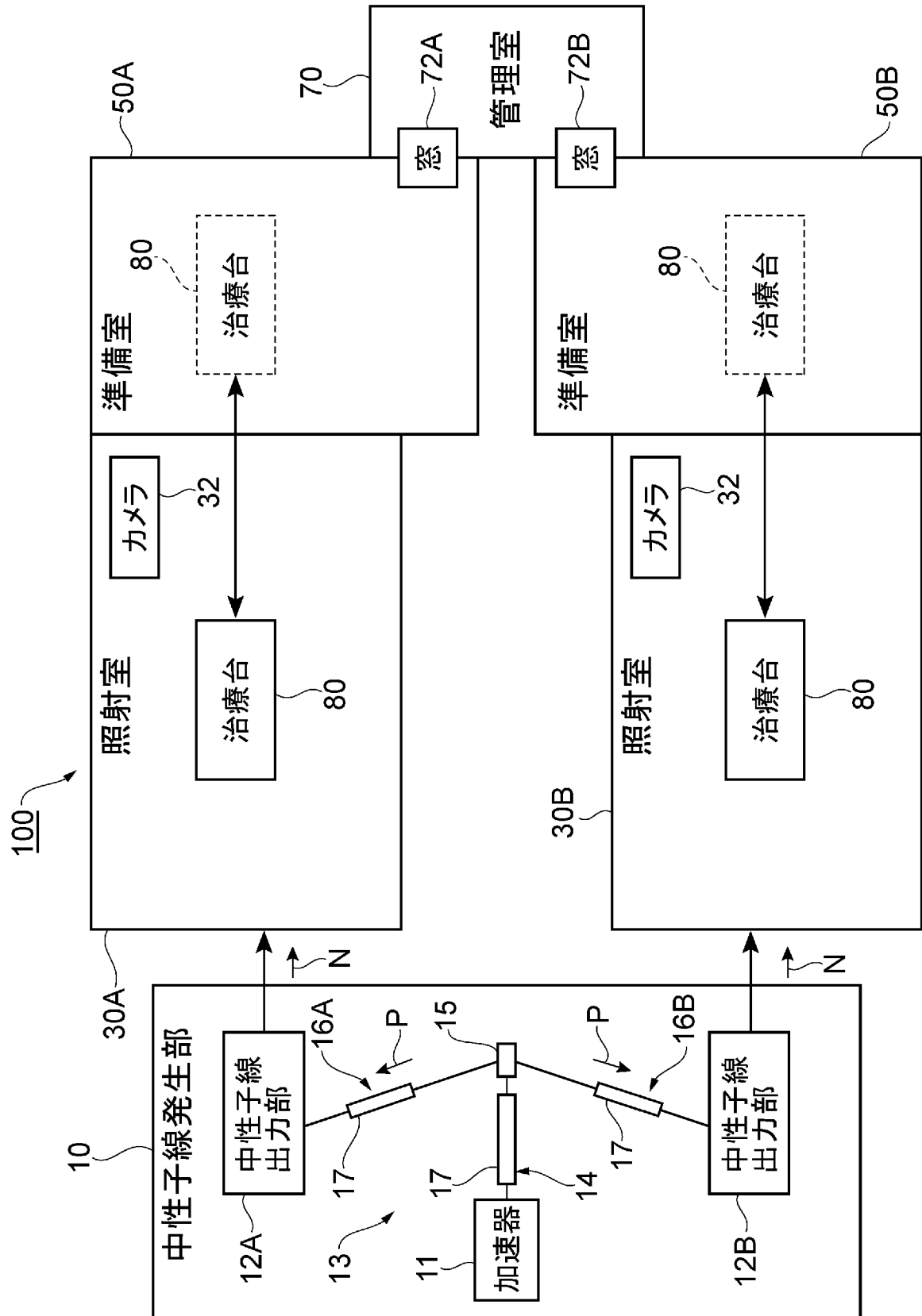
## 請求の範囲

- [請求項1]           中性子線を被照射体に照射する中性子捕捉療法システムであって、  
                  前記中性子線を前記被照射体に照射するために前記被照射体が室内に配置可能であり、室内から室外への前記中性子線の放射を遮断するための遮蔽壁に覆われた照射室と、  
                  前記照射室の室内に前記中性子線を照射可能な中性子線発生部と、  
                  前記被照射体を載置し前記照射室の室内と室外との間で移動可能に構成された載置台と、  
                  を備える、中性子捕捉療法システム。
- [請求項2]           前記照射室に並設された準備室を更に備え、  
                  前記準備室の室内には、前記被照射体の位置合わせのための目印が設けられている請求項1に記載の中性子捕捉療法システム。
- [請求項3]           前記照射室の室内には、前記中性子線の照射範囲を規定するためのコリメータ及び前記照射室の室内における前記載置台の位置を規定するための第1位置規定部が設けられ、  
                  前記準備室の室内には、前記準備室の室内における前記載置台の位置を規定するための第2位置規定部が更に設けられ、  
                  前記目印と前記第2位置規定部との間の位置関係は、前記コリメータと前記第1位置規定部との間の位置関係と同じである請求項2に記載の中性子捕捉療法システム。
- [請求項4]           前記載置台は、土台部と、前記土台部上に配置され被照射体を支持する天板と、を有し、前記天板は、前記土台部に対して鉛直軸回りに回転可能である請求項1～3のいずれか一項に記載の中性子捕捉療法システム。

[図1]



[図2]

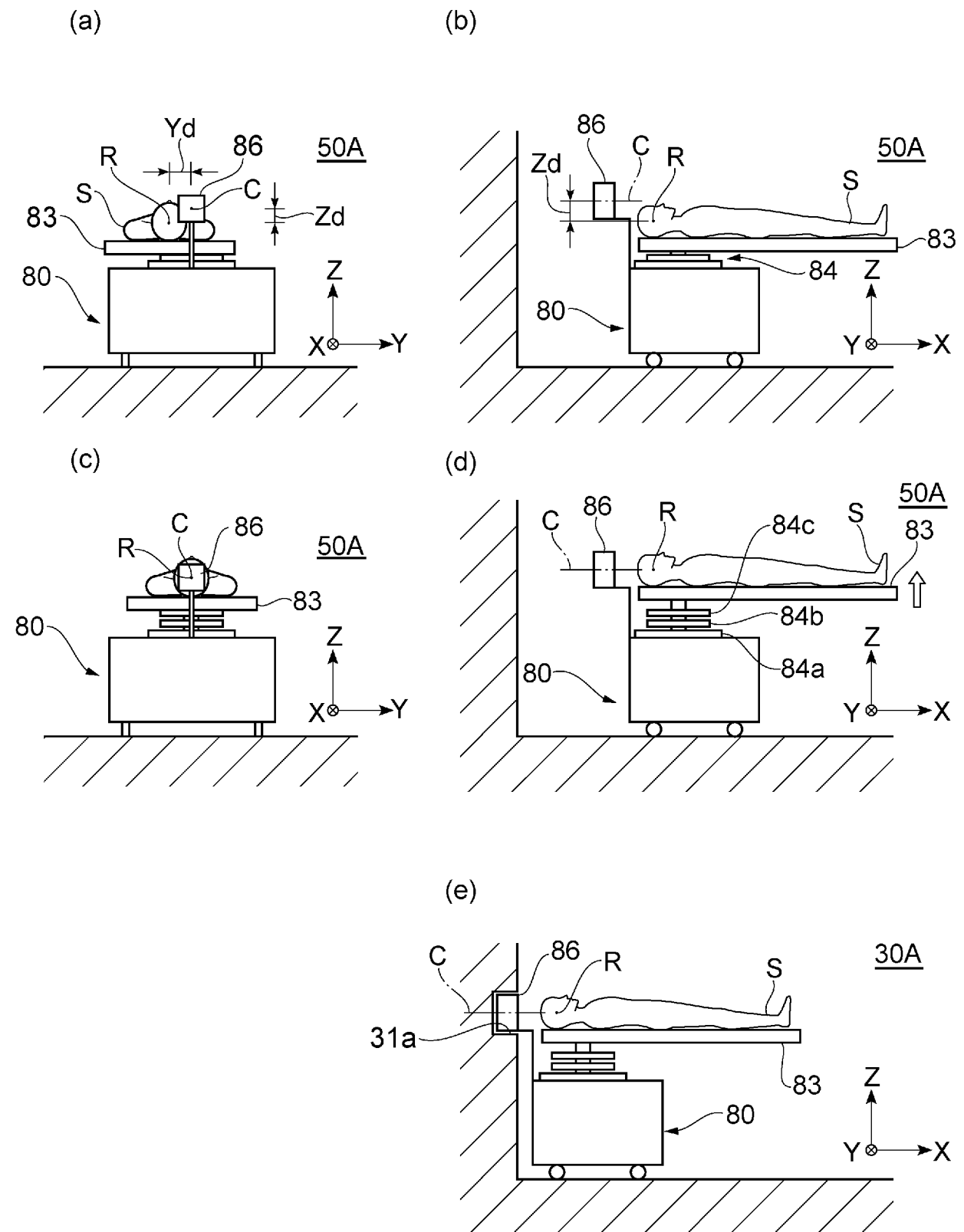




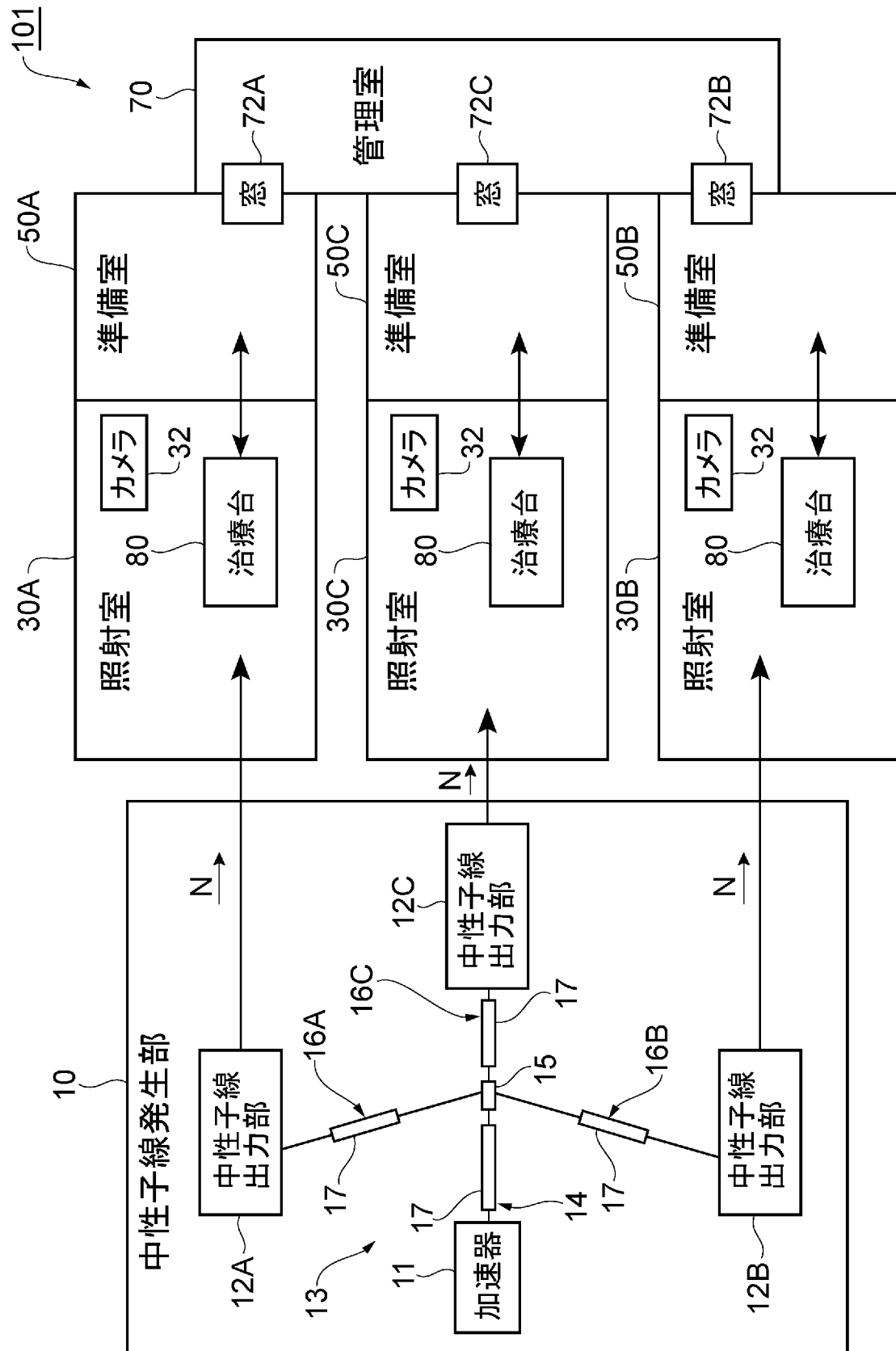


[illegible]

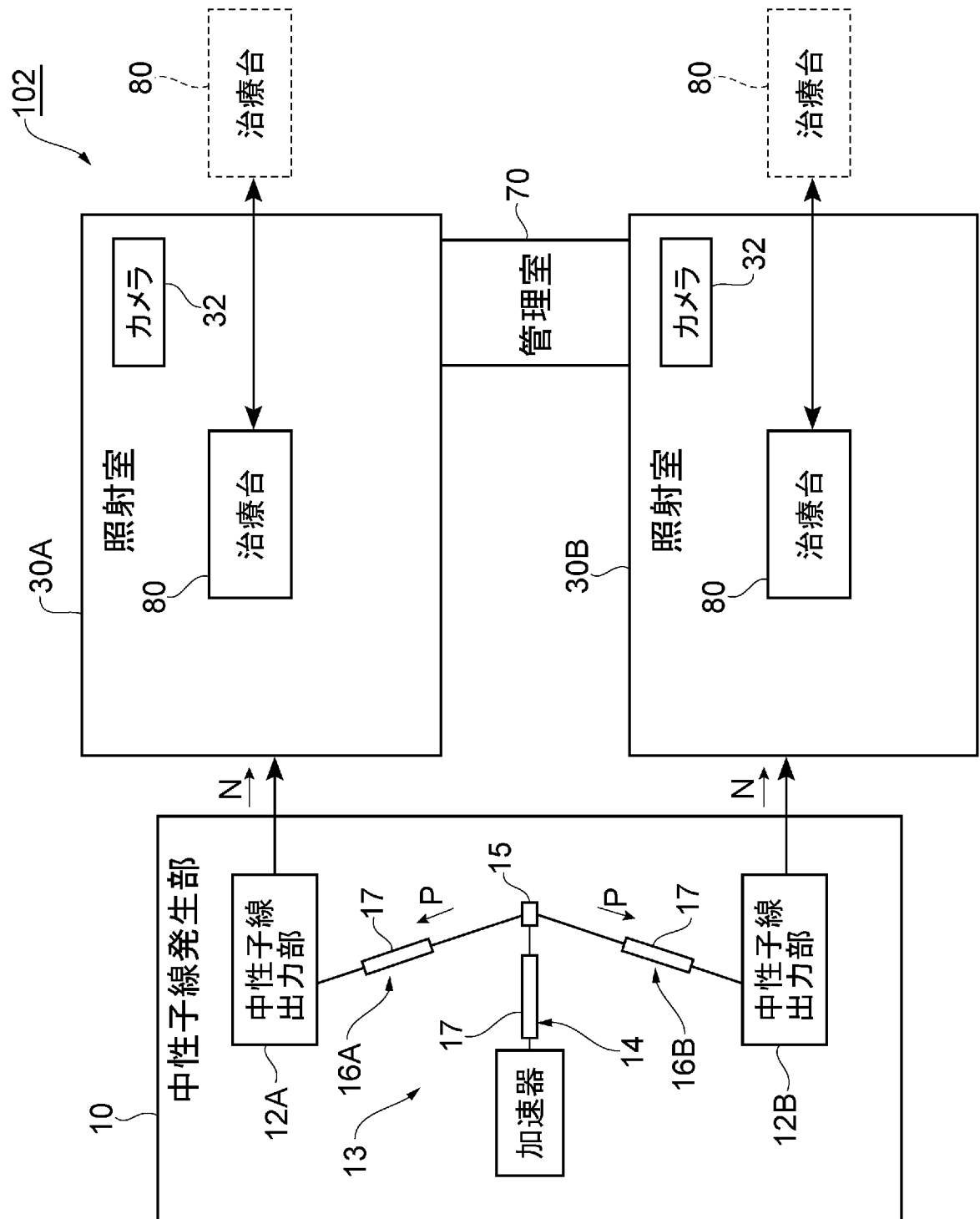
[図6]



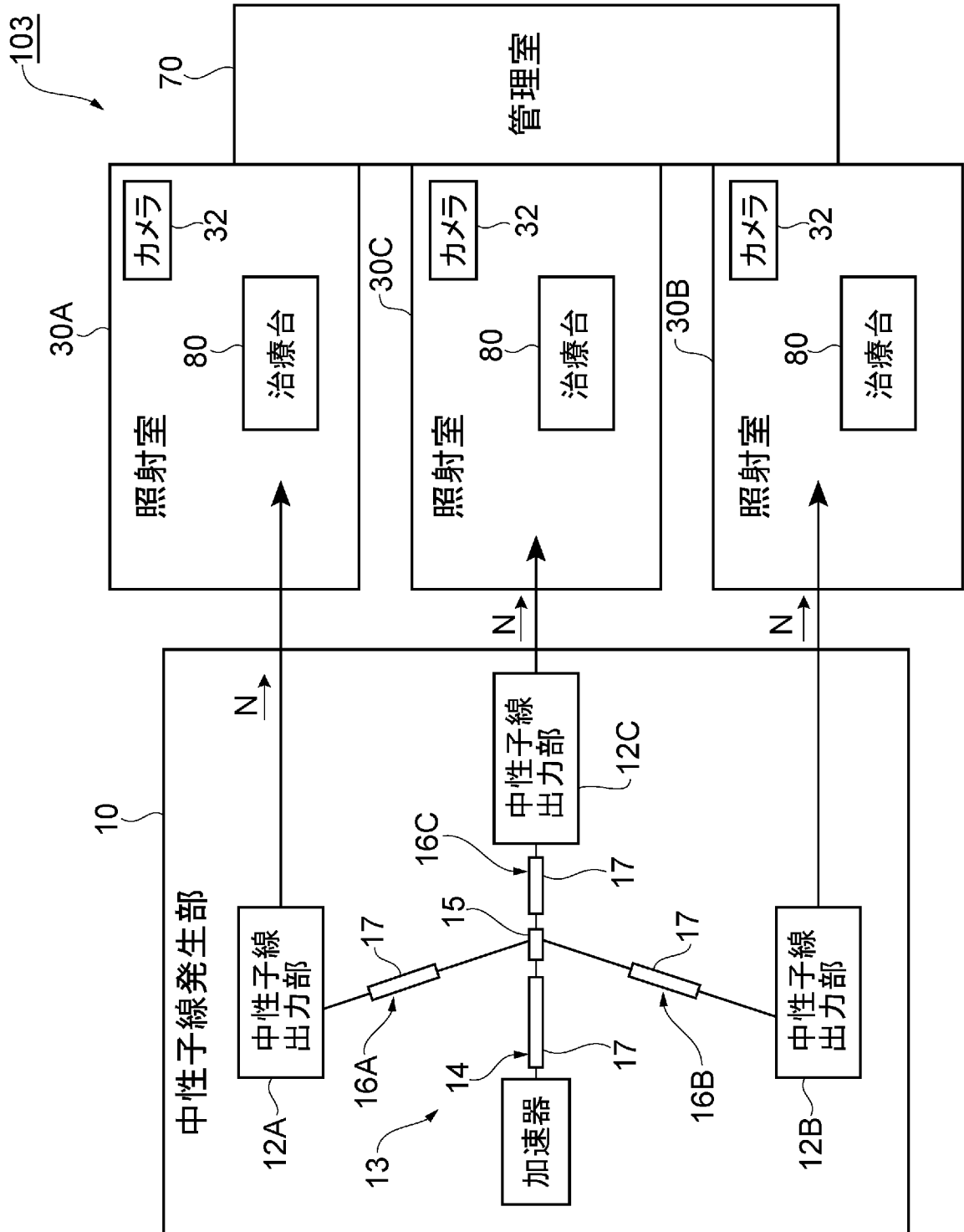
[図7]



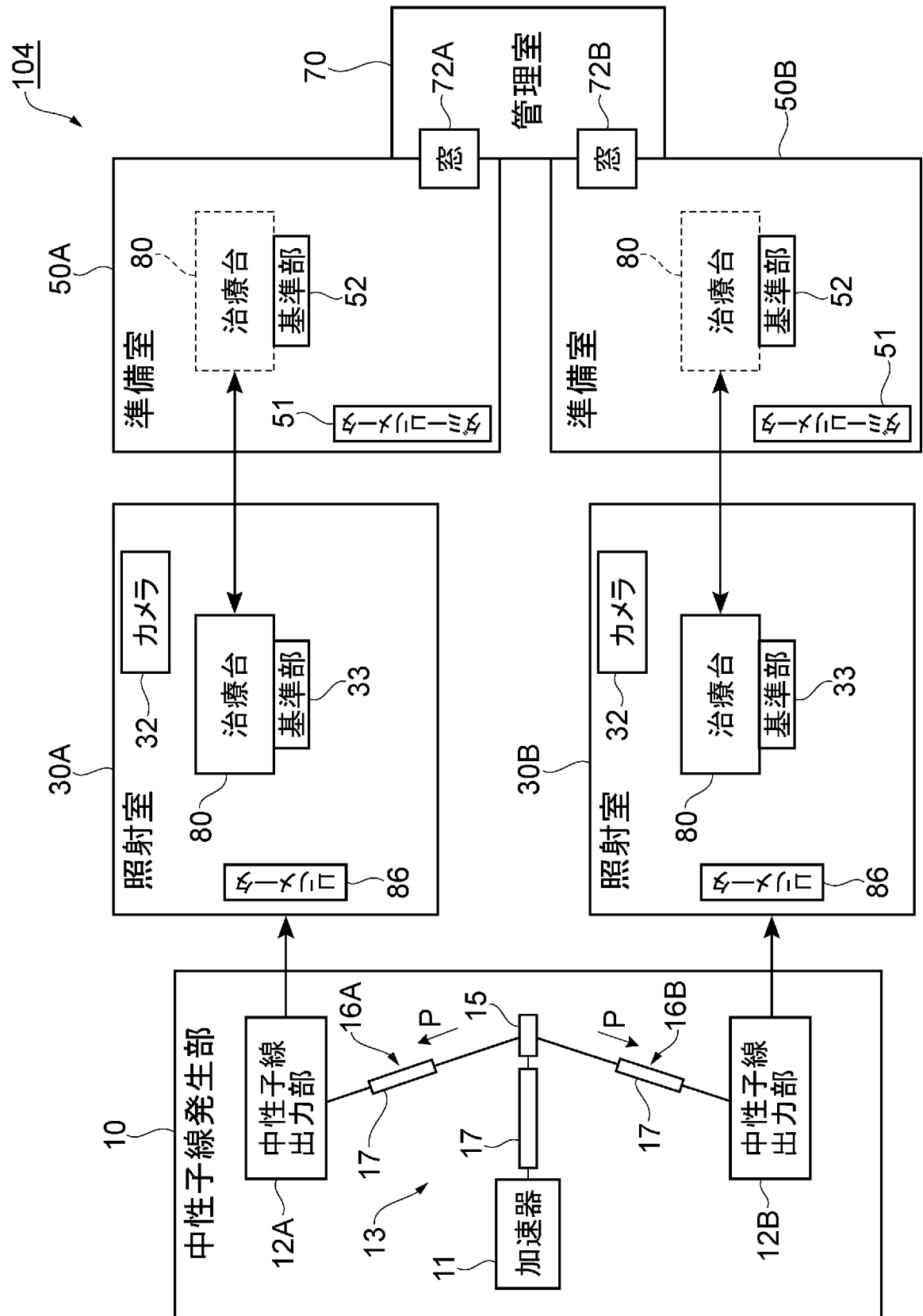
[図8]



[図9]

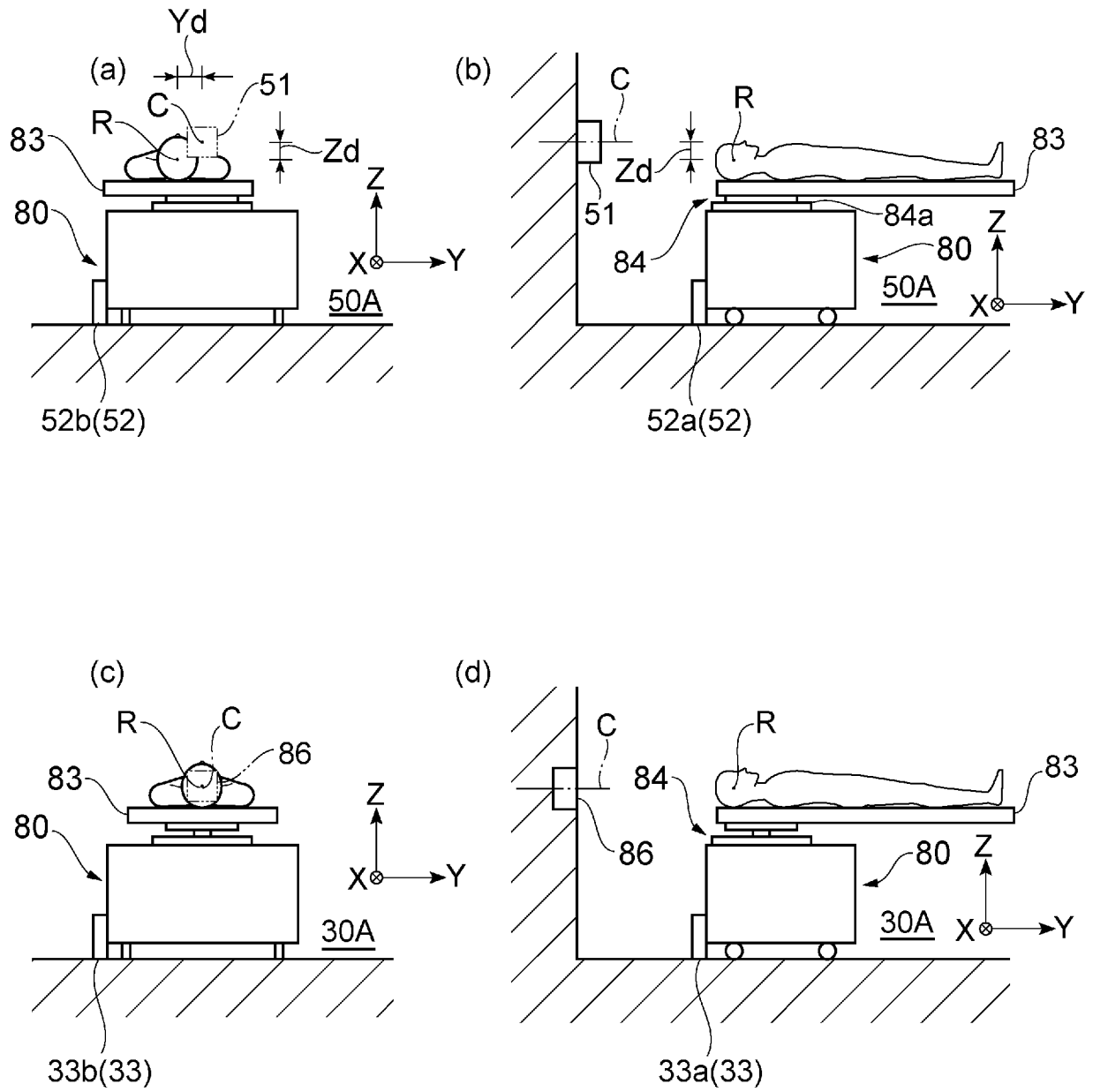


[図10]

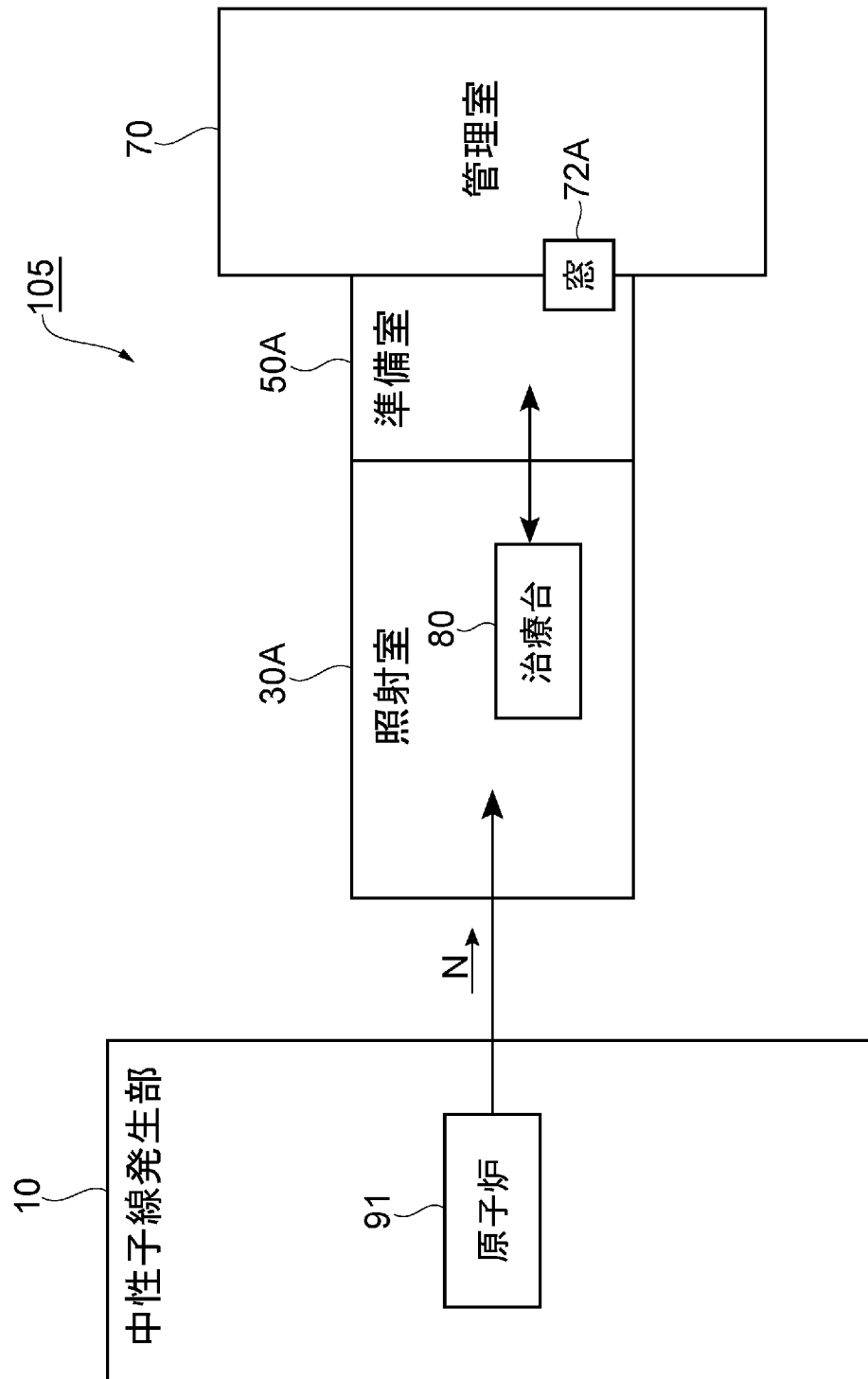




[図12]



[図13]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/081511

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

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 | 1996-2013 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2013 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2013 |

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

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                         | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X<br>Y    | JP 2007-289373 A (Hitachi, Ltd.),<br>08 November 2007 (08.11.2007),<br>paragraphs [0009] to [0012]; fig. 1 to 3<br>(Family: none)                          | 1-3<br>4              |
| Y         | JP 11-313900 A (Sumitomo Heavy Industries,<br>Ltd., Obayashi Mfg. Co., Ltd.),<br>16 November 1999 (16.11.1999),<br>fig. 2<br>& US 6094760 A & BE 1012534 A | 4                     |
| A         | JP 2000-288102 A (Toshiba Corp.),<br>17 October 2000 (17.10.2000),<br>entire text<br>(Family: none)                                                        | 1-4                   |

☒ 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  
05 December, 2013 (05.12.13)

Date of mailing of the international search report  
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/081511

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                        | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 5-161720 A (Mitsubishi Electric Corp.),<br>29 June 1993 (29.06.1993),<br>entire text<br>(Family: none) | 1-4                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. 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. 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 3 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 3 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 3 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）

## C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| X               | JP 2007-289373 A（株式会社日立製作所）2007.11.08, 段落【0009】                                        | 1-3            |
| Y               | - 【0012】, 図 1-3（ファミリーなし）                                                               | 4              |
| Y               | JP 11-313900 A（住友重機械工業株式会社、株式会社大林製作所）<br>1999.11.16, 図 2 & US 6094760 A & BE 1012534 A | 4              |
| A               | JP 2000-288102 A（株式会社東芝）2000.10.17, 全文（ファミリー<br>なし）                                    | 1-4            |
| A               | JP 5-161720 A（三菱電機株式会社）1993.06.29, 全文（ファミリー<br>なし）                                     | 1-4            |

☐ 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

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 5 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

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）

村上 聡

3 I

9 4 2 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 4 6