

(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
2017年10月5日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/170909 A1

- (51) 国際特許分類:
A61N 5/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/013353
- (22) 国際出願日: 2017年3月30日(30.03.2017)
- (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 2016-070411 2016年3月31日(31.03.2016) 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: 武川 哲也(MUKAWA Tetsuya); 〒2378555 神奈川県横須賀市夏島町19番地 住友重機械工業株式会社 横須賀製造所内 Kanagawa (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).

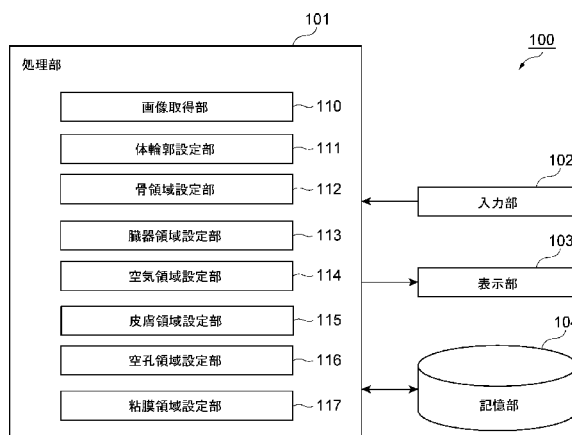
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, 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, ST, 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: THERAPY PLANNING SYSTEM FOR NEUTRON CAPTURE THERAPY

(54) 発明の名称: 中性子捕捉療法治療計画システム



- 101 Processing unit
102 Input unit
103 Display unit
104 Storage unit
110 Image-acquiring unit
111 Body outline setting unit
112 Bone region setting unit
113 Organ region setting unit
114 Air region setting unit
115 Skin region setting unit
116 Vacancy region setting unit
117 Mucosa region setting unit

(57) Abstract: The present therapy planning system for neutron capture therapy creates therapy plans for neutron capture therapy, in which a subject is irradiated with a neutron beam, wherein the system is provided with: an image-acquiring unit for acquiring an image of the subject; a body outline setting unit for setting a body outline of the subject on the basis of an image acquired by the image-acquiring unit; a vacancy region setting part that sets a portion inside the body outline set by the body outline setting unit and in which image pixel values are within a predetermined range as a vacancy region in which a vacancy is disposed; and a mucosa region setting unit that sets a portion inside the body outline and encompassing a first thickness outside of the surface of the vacancy region set by the vacancy region setting part as a mucosa region in which a mucosa is disposed.

(57) 要約: 中性子捕捉療法治療計画システムは、被照射体へ中性子線を照射する中性子捕捉療法の治療計画を行う中性子捕捉療法治療計画システムであって、被照射体の画像を取得する画像取得部と、画像取得部で取得された画像に基づいて被照射体の体輪郭を設定する体輪郭設定部と、体輪郭設定部で設定された体輪郭の内側において、画像の画素の値が予め定められた範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域として設定する空孔領域設定部と、体輪郭の内側において、空孔領域設定部によって設定された空孔領域の表面より第1の厚みだけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域として設定す

る粘膜領域設定部と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 中性子捕捉療法用治療計画システム

技術分野

[0001] 本発明は、中性子捕捉療法用治療計画システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、放射線を用いた放射線治療が行われている。このような放射線治療を行う前段階において、患部に対する放射線の照射についての計画を行う治療計画システムが知られている（例えば、特許文献1参照）。ここで、放射線を用いた治療方法として、中性子線を照射してがん細胞を死滅させる中性子捕捉療法であるホウ素中性子捕捉療法（BNCT：Boron Neutron Capture Therapy）が知られている。ホウ素中性子捕捉療法では、がん細胞に予め取り込ませておいたホウ素に中性子線を照射し、これにより生じる重荷電粒子の飛散によってがん細胞を選択的に破壊する。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平11-290466号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 放射線治療では患部のみならず、正常な組織に対して照射される放射線の影響も把握しておく必要がある。また、中性子捕捉療法では、正常な組織に対する影響を把握する為には、組織毎に異なる原子組成を考慮する必要がある。従って、特許文献1のような従来の放射線治療の治療計画システムを中性子捕捉療法にそのまま用いることはできず、中性子補足療法に適した治療計画システムが要請されていた。

[0005] そこで本発明は、中性子捕捉療法に適した治療計画を行うことのできる中性子捕捉療法用治療計画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

- [0006] 上記課題を解決するため、本発明の一形態に係る中性子捕捉療法用治療計画システムは、被照射体へ中性子線を照射する中性子捕捉療法の治療計画を行う中性子捕捉療法用治療計画システムであって、被照射体の画像を取得する画像取得部と、画像取得部で取得された画像に基づいて被照射体の体輪郭を設定する体輪郭設定部と、体輪郭設定部で設定された体輪郭の内側において、画像の画素の値が予め定められた範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域として設定する空孔領域設定部と、体輪郭の内側において、空孔領域設定部によって設定された空孔領域の表面より第1の厚みだけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域として設定する粘膜領域設定部と、を備える。
- [0007] ここで、中性子捕捉療法は、中性子線と照射対象の原子核との核反応を利用する治療方法であるため、被照射体の原子組成に基づいた領域を考慮したモデルを用いて線量分布を計算する必要がある。また、被照射体のうち、粘膜に該当する部分は、放射線に対する感受性が高いため、治療計画の際は、粘膜が配置された領域を設定した上で治療計画を行うことが必要となる。
- [0008] そこで、本発明の一形態に係る中性子捕捉療法用治療計画システムは、体輪郭設定部で設定された体輪郭の内側において、画像の画素の値が所定の範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域として設定する空孔領域設定部を備えている。画像取得部で取得された画像のうち、画素の値が所定の範囲内となるのは、被照射体の体輪郭よりも外側の部分、又は被照射体内部の空孔が配置された部分である。従って、体輪郭設定部で体輪郭を設定し、空孔領域設定部が体輪郭の内側の画素の値を判定することで、空孔領域を設定することができる。ここで、空孔の内壁部分の表面付近には粘膜が配置されている。よって、粘膜領域設定部は、空孔領域設定部によって設定された空孔領域の表面より第1の厚みだけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域として設定することができる。このように、空孔領域を設定することによって、容易に粘膜領域を設定できる。当該粘膜領域に対する中性子線の線量に基づいて治療計画を行うことができる。以上により、中性子捕捉療法に適した治療計画を行うことができる。

[0009] 中性子捕捉療法用治療計画システムは、体輪郭の内側において、骨が配置された部分を骨領域として設定する骨領域設定部と、体輪郭の内側において、臓器が配置された部分を臓器領域として設定する臓器領域設定部と、を更に備え、粘膜領域設定部は、設定した粘膜領域において、骨領域及び臓器領域の少なくとも一方と重複する部分を粘膜領域から削除してよい。骨や臓器は、粘膜とは異なる原子組成で形成されているため、粘膜領域は骨領域や臓器領域とは異なる領域として設定される。従って、骨領域及び臓器領域の少なくとも一方と重複する部分を粘膜領域から削除することで、粘膜領域をより正確に設定できる。

[0010] 中性子捕捉療法用治療計画システムは、体輪郭から第2の厚みだけ内側の部分を皮膚が配置された皮膚領域として設定する皮膚領域設定部を更に備えてよい。粘膜のみならず皮膚も照射してよい中性子線の線量が限られる部分である。また、皮膚は体輪郭から第2の厚みだけ内側の部分に配置される。このように、体輪郭を設定することによって、容易に皮膚領域を設定できる。当該皮膚領域に対する中性子線の線量に基づいて治療計画を行うことができる。従って、皮膚領域を設定することにより、より適した治療計画を行うことができる。

[0011] 中性子捕捉療法用治療計画システムは、体輪郭から外側の領域を全て空気領域として設定する空気領域設定部を更に備えてよい。これにより、治療台などが配置されている場合であっても、空気領域設定部が体輪郭から外側の領域を全て空気領域として設定することで、演算の負荷を低減することができる。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、中性子捕捉療法に適した治療計画を行うことができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本実施形態の中性子捕捉療法用治療計画システム、及び中性子捕捉療法装置の配置を示す図である。

[図2]図1の中性子捕捉療法装置における中性子線照射部近傍を示す図である

。

[図3]図1の中性子捕捉療法用治療計画システムのブロック構成図である。

[図4]画像中における各領域を示す図である。

[図5]皮膚領域の設定方法を示す概略図である。

[図6]粘膜領域の設定方法を示す概略図である。

[図7]治療計画の手順を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、添付図面を参照しながら本発明に係る中性子捕捉療法用治療計画システム、及びそれを備えた中性子捕捉療法装置について説明する。なお、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0015] まず、図1及び図2を用いて、本実施形態に係る中性子捕捉療法装置の概要を説明する。図1及び図2に示すように、ホウ素中性子捕捉療法を用いたがん治療を行う中性子捕捉療法装置1は、ホウ素(^{10}B)が投与された患者(被照射体)Sのホウ素が集積した部位に中性子線を照射してがん治療を行う装置である。中性子捕捉療法装置1は、治療台3に拘束された患者Sに中性子線Nを照射して患者Sのがん治療を行う照射室2を有している。

[0016] 患者Sを治療台3に拘束する等の準備作業は、照射室2外の準備室(不図示)で実施され、患者Sが拘束された治療台3が準備室から照射室2に移動される。また、中性子捕捉療法装置1は、治療用の中性子線Nを発生させる中性子線発生部10と、照射室2内で治療台3に拘束された患者Sに中性子線Nを照射する中性子線照射部20と、を備えている。なお、照射室2は遮蔽壁Wに覆われているが、患者や作業等が通過するために通路及び扉45が設けられてよい。

[0017] 中性子線発生部10は、荷電粒子を加速して荷電粒子線Lを出射する加速器11と、加速器11が出射した荷電粒子線Lを輸送するビーム輸送路12と、荷電粒子線Lを走査してターゲット8に対する荷電粒子線Lの照射位置の制御を行う荷電粒子線走査部13と、荷電粒子線Lが照射されることで核

反応を起こして中性子線Nを発生させるターゲット8と、荷電粒子線Lの電流を測定する電流モニタ16と、を備えている。加速器11及びビーム輸送路12は、略長方形形状を成す荷電粒子線生成室14の室内に配置されており、この荷電粒子線生成室14は、コンクリート製の遮蔽壁Wで覆われた空間である。なお、荷電粒子線生成室14には、メンテナンスのための作業者が通過するための通路及び扉46が設けられてよい。なお、荷電粒子線生成室14は略長方形形状に限定されず、他の形状であってもよい。例えば、加速器からターゲットまでの経路がL字状の場合には、荷電粒子線生成室14もL字状にしてよい。また、荷電粒子線走査部13は例えば荷電粒子線Lのターゲット8に対する照射位置を制御し、電流モニタ16はターゲット8に照射される荷電粒子線Lの電流を測定する。

[0018] 加速器11は、陽子等の荷電粒子を加速して陽子線等の荷電粒子線Lを生成するものである。本実施形態では、加速器11としてサイクロトロンが採用されている。なお、加速器11として、サイクロトロンに代えて、シンクロトロン、シンクロサイクロトロン又はライナック等の他の加速器を用いてもよい。

[0019] ビーム輸送路12の一端（上流側の端部）は、加速器11に接続されている。ビーム輸送路12は、荷電粒子線Lを調整するビーム調整部15を備えている。ビーム調整部15は、荷電粒子線Lの軸を調整する水平型ステアリング電磁石及び水平垂直型ステアリング電磁石と、荷電粒子線Lの発散を抑制する四重極電磁石と、荷電粒子線Lを整形する四方スリット等を有している。なお、ビーム輸送路12は荷電粒子線Lを輸送する機能を有していればよく、ビーム調整部15は無くてもよい。

[0020] ビーム輸送路12によって輸送された荷電粒子線Lは、荷電粒子線走査部13によって照射位置を制御されてターゲット8に照射される。なお、荷電粒子線走査部13を省略して、常にターゲット8の同じ箇所に荷電粒子線Lを照射するようにしてもよい。

[0021] ターゲット8は、荷電粒子線Lが照射されることによって中性子線Nを発

生させる。ターゲット8は、例えば、ベリリウム（Be）、リチウム（Li）、タンタル（Ta）又はタングステン（W）で構成されており、板状を成している（ただし、ターゲット8の材質の詳細については後述する）。ターゲット8が発生させた中性子線Nは、中性子線照射部20によって照射室2内の患者Sに向かって照射される。

[0022] 中性子線照射部20は、ターゲット8から出射された中性子線Nを減速させる減速材21と、中性子線N及びガンマ線等の放射線が外部に放出されないように遮蔽する遮蔽体22とを備えており、この減速材21と遮蔽体22とでモデレータが構成されている。

[0023] 減速材21は例えば異なる複数の材料から成る積層構造とされており、減速材21の材料は荷電粒子線Lのエネルギー等の諸条件によって適宜選択される。具体的には、例えば加速器11からの出力が30MeVの陽子線でありターゲット8としてベリリウムターゲットを用いる場合には、減速材21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。

[0024] 遮蔽体22は、減速材21を囲むように設けられており、中性子線N、及び中性子線Nの発生に伴って生じたガンマ線等の放射線が遮蔽体22の外部に放出されないように遮蔽する機能を有する。遮蔽体22は、荷電粒子線生成室14と照射室2とを隔てる壁W1に少なくともその一部が埋め込まれていてもよく、埋め込まれていなくてもよい。また、照射室2と遮蔽体22との間には、照射室2の側壁面の一部を成す壁体23が設けられている。壁体23には、中性子線Nの出力口となるコリメータ取付部23aが設けられている。このコリメータ取付部23aには、中性子線Nの照射野を規定するためのコリメータ31が固定されている。なお、コリメータ取付部23aを壁体23に設けずに、後述する治療台3にコリメータ31を取り付けてもよい。

[0025] 以上の中性子線照射部20では、荷電粒子線Lがターゲット8に照射され、これに伴いターゲット8が中性子線Nを発生させる。ターゲット8によって発生した中性子線Nは、減速材21内を通過している際に減速され、減速

材 2 1 から出射された中性子線 N は、コリメータ 3 1 を通過して治療台 3 上の患者 S に照射される。ここで、中性子線 N としては、比較的エネルギーが低い熱中性子線又は熱外中性子線を用いることができる。

[0026] 治療台 3 は、中性子捕捉療法で用いられる載置台として機能し、患者 S を載置したまま準備室（不図示）から照射室 2 へ移動可能となっている。治療台 3 は、治療台 3 の土台を構成する土台部 3 2 と、土台部 3 2 を床面上で移動可能とするキャスタ 3 3 と、患者 S を載置するための天板 3 4 と、天板 3 4 を土台部 3 2 に対して相対的に移動させるための駆動部 3 5 とを備えている。なお、キャスタ 3 3 を用いず、土台部 3 2 を床に固定しても良い。

[0027] 中性子捕捉療法装置 1 は、各種制御処理を行うための制御部 4 0 を備えている。中性子捕捉療法装置 1 の制御部 4 0 は、例えば、CPU、ROM、及び RAM 等により構成されている。制御部 4 0 は、加速器 1 1、ビーム調整部 1 5、荷電粒子線走査部 1 3、電流モニタ 1 6 と電氣的に接続されている。また、制御部 4 0 は、本実施形態に係る治療計画システム 1 0 0 と電氣的に接続されている。治療計画システム 1 0 0 は、患者 S へ中性子を照射する中性子捕捉療法の治療計画を行う。治療計画システム 1 0 0 は、治療計画に関するデータを制御部 4 0 へ出力する。以上により、制御部 4 0 は、治療計画システム 1 0 0 から出力された治療計画、及び電流モニタ 1 6 から出力された検出結果に基づいて、加速器 1 1、ビーム調整部 1 5、及び荷電粒子線走査部 1 3 を制御する。

[0028] 次に、図 3 を参照して、治療計画システム 1 0 0 の構成について詳細に説明する。図 3 は、治療計画システム 1 0 0 のブロック構成を示すブロック構成図である。治療計画システム 1 0 0 は、各種情報処理を行う処理部 1 0 1 と、操作者が各種情報を入力する入力部 1 0 2 と、操作者に対して各種情報を表示する表示部 1 0 3 と、処理部 1 0 1 との間で各種情報の送受信を行う記憶部 1 0 4 と、を備えている。入力部 1 0 2 は、キーボード、マウス等の各種インターフェイスによって構成されている。表示部 1 0 3 は、モニタ等によって構成されている。記憶部 1 0 4 は、CT による画像を記憶してよく

、処理部１０１によって演算された治療計画のデータ等を記憶してよい。

[0029] 処理部１０１は、患者Ｓの画像に基づいて各種領域を設定すると共に、当該領域設定に基づいて患者Ｓに対する中性子線の線量分布等を演算する機能を有している。ここで、中性子捕捉療法による治療は、がん細胞に予め取り込ませておいたホウ素に中性子線を照射し、中性子線とホウ素の核反応により生じる重荷電粒子の飛散によってがん細胞を選択的に破壊する治療法である。このように、核反応を伴う治療法であるため、患者Ｓが写された画像中の線量分布を把握するためには、患者Ｓの画像中の各領域における原子組成を把握しておく必要がある。従って、処理部１０１は、原子組成に基づいて画像中の領域を設定する。具体的には、処理部１０１は、画像の中に、骨が配置された骨領域と、臓器が配置された臓器領域と、空気で占められた空気領域と、皮膚が配置された皮膚領域と、空孔が配置された空孔領域と、粘膜が配置された粘膜領域と、を設定する。

[0030] 具体的に、処理部１０１は、画像取得部１１０と、体輪郭設定部１１１と、骨領域設定部１１２と、臓器領域設定部１１３と、空気領域設定部１１４と、皮膚領域設定部１１５と、空孔領域設定部１１６と、粘膜領域設定部１１７と、を備えている。

[0031] 画像取得部１１０は、患者Ｓの画像を取得する。画像取得部１１０は、記憶部１０４に記憶された画像を読み出すことによって、当該画像を取得する。ただし、画像取得部１１０は、外部の機器から直接画像を取り込んでもよい。取得される画像としては、ＣＴ画像等が採用される。図４に患者Ｓの画像の一例を示す。図４（ａ）は、患者Ｓの頭部を上方から見て輪切りにした時の様子を示す画像である。図４（ｂ）は、患者Ｓの頭部を横方向から見て輪切りにした時の様子を示す画像である。図４（ｃ）は、患者Ｓの頭部を正面から見て輪切りにした時の様子を示す画像である。なお、患者Ｓの画像として、患者Ｓを所定ピッチで輪切りにした画像が複数枚存在している。

[0032] 体輪郭設定部１１１は、画像取得部１１０で取得された画像に基づいて患者Ｓの体輪郭５０を設定する。体輪郭５０は、患者Ｓの体の最外部の輪郭を

示している。体輪郭設定部 111 は、公知の方法によって画像中の体輪郭 50 を設定することができる。例えば、体輪郭設定部 111 は、1 次微分、2 次微分、テンプレートマッチング等の輪郭抽出法によって体輪郭 50 を設定する。なお、体輪郭設定部 111 が体輪郭 50 を設定することにより、後述の骨領域設定部 112、臓器領域設定部 113、空孔領域設定部 116 は、体輪郭 50 の内側の領域のみで各領域を設定するための処理を行えばよい。

[0033] 骨領域設定部 112 は、体輪郭 50 の内側において、骨が配置された部分を骨領域 51 として設定する。例えば、頭蓋骨、歯等が配置されて部分が骨領域 51 として設定される。骨領域設定部 112 は、公知の方法によって画像中の骨領域 51 を設定することができる。例えば、骨領域設定部 112 は、グレースケール（CT 値）に対する閾値処理によって骨領域 51 を設定する。なお、骨領域 51 の原子組成として、例えば、H、C、N、O、P、Ca、Na、Mg、S 等が挙げられる。

[0034] 臓器領域設定部 113 は、体輪郭 50 の内側において、臓器が配置された部分を臓器領域 52 として設定する。例えば、脳、目等が配置されている部分が臓器領域 52 として設定される。臓器領域設定部 113 は、公知の方法によって画像中の臓器領域 52 を設定することができる。例えば、臓器領域設定部 113 は、Model Based Segmentation という方法や Smart Segmentation (Knowledge-Based Segmentation) という方法によって臓器領域 52 を設定する。なお、臓器領域 52 の原子組成として、H、C、N、O、Na、P、S、Cl、K 等が挙げられる。

[0035] 空気領域設定部 114 は、患者 S の周囲において空気で占められている領域を空気領域 53 として設定する。空気領域設定部 114 は、体輪郭 50 から外側の領域を全て空気領域 53 として設定する。なお、画像中において、体輪郭 50 よりも外側の領域には、治療台 3 や機器等が写りこんでいる場合がある。このような場合であっても、空気領域設定部 114 は、治療台 3 や機器等の部分も空気領域 53 とみなすことで処理の負荷の軽減を図っている。

- [0036] 図5に示すように、皮膚領域設定部115は、体輪郭50から第2の厚み t_2 だけ内側の部分を皮膚が配置された皮膚領域54として設定する。また、皮膚領域設定部115は、皮膚領域54において、骨領域51及び臓器領域52の少なくとも一方と重複する部分を当該皮膚領域54から削除する。例えば、図5(a)に示すように、皮膚領域設定部115は、体輪郭50から第2の厚み t_2 だけ内側に境界線L1を設定する。図5(b)に示すように、皮膚領域54は、体輪郭50と境界線L1との間の領域を皮膚領域54として設定する。この時、境界線L1よりも外側にまで骨領域51又は臓器領域52が及んでいる部分については、骨領域51又は臓器領域52として設定する。なお、皮膚領域54の原子組成として、H、C、N、O、Na、P、S、Cl、K等が挙げられる。
- [0037] 空孔領域設定部116は、体輪郭設定部111で設定された体輪郭50の内側において、画像の画素の値が所定の範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域56として設定する(図4参照)。例えば、画素の閾値(CT値)は、-1000程度に設定してよい。また、例えば、鼻、耳、口等の内部空間が空孔領域56として設定される。空孔領域56は、 N_2 、 O_2 、 CO_2 等の空気の原子組成によって構成される領域として設定される。
- [0038] 図6に示すように、粘膜領域設定部117は、空孔領域56から第1の厚み t_1 だけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域57として設定する。また、粘膜領域設定部117は、粘膜領域57において、骨領域51及び臓器領域52の少なくとも一方と重複する部分を当該粘膜領域57から削除する。例えば、図6(a)に示すように、粘膜領域設定部117は、空孔領域56の外縁から第1の厚み t_1 だけ外側に境界線L2を設定する。図6(b)に示すように、粘膜領域57は、空孔領域56と境界線L2との間の領域を粘膜領域57として設定する。この時、境界線L2よりも内側にまで骨領域51又は臓器領域52が及んでいる部分については、骨領域51又は臓器領域52として設定する。
- [0039] 次に、図7を参照して、治療計画システム100を用いた治療計画の手順

について説明する。なお、以下の説明における操作者によって行われる処理とは、治療計画システム１００が表示部１０３に情報入力を要求する表示を行い、それに基づいて入力部１０２にて操作者の入力を受けることである。

[0040] 図７に示すように、操作者によって、治療計画システム１００に対して画像の入力が行われる（ステップＳ１００）。Ｓ１００では、ＤＩＣＯＭ規格の医用画像が入力される。次に、治療計画システム１００の処理部１０１のプログラムによって、被照射体の各部分に対する輪郭の作成が行われる（ステップＳ１１０）。Ｓ１１０では、前述のような体輪郭５０、空孔領域５６、粘膜領域５７、皮膚領域５４、骨領域５１及び臓器領域５２が設定される。

[0041] 次に、操作者によってＳ１１０で設定した各輪郭に対する幾何学パラメータの設定が行われる（ステップＳ１２０）。Ｓ１２０では、各領域の原子組成、中性子線に対する耐性などを設定してよい。また、操作者によって、又は治療計画システム１００の処理部１０１のプログラムによって照射する中性子線量の設定が行われる（ステップＳ１３０）。Ｓ１３０では、中性子捕捉療法装置１から患者へ照射される中性子線の線量が設定される。また、処理部１０１のプログラムによって中性子線の線量分布の算出が行われる（ステップＳ１４０）。Ｓ１４０では、Ｓ１３０以前に設定した項目に基づいて、中性子線を患者へ照射した場合の線量分布の算出が行われる。

[0042] 次に、処理部１０１のプログラムによって各種情報の表示をする（ステップＳ１５０）。ここでは、各部分における原子組成に基づいて、中性子線との核反応を考慮した線量分布を表示してよく、線量分布の解析と解析結果を表示してよい。

[0043] 次に、操作者によって治療計画の妥当性についての判断が行われる（ステップＳ１７０）。操作者が妥当ではないと判断したら、再びＳ１２０の処理へ戻る。一方、操作者が妥当であると判断したら、処理部１０１のプログラムによって、制御部４０に対して治療計画の結果の記録・出力が行われる（ステップＳ１８０）。以上によって、治療計画が完了する。

[0044] 次に、本実施形態に係る治療計画システム 100 の作用・効果について説明する。

[0045] ここで、中性子捕捉療法は、中性子線と照射対象の原子核との核反応を利用する治療方法であるため、被照射体の原子組成に基づいた領域を考慮したモデルを用いて線量分布を計算する必要がある。また、被照射体のうち、粘膜に該当する部分は、放射線に対する感受性が高いため、治療計画の際は、粘膜が配置された領域を設定した上で治療計画を行うことが必要となる。しかしながら、操作者が画像を目視しながら粘膜領域を設定する場合、操作者の手間が増えるという問題がある。

[0046] そこで、本実施形態に係る治療計画システム 100 は、体輪郭設定部 111 で設定された体輪郭 50 の内側において、画像の画素の値が所定の範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域 56 として設定する空孔領域設定部 116 を備えている。画像取得部 110 で取得された画像のうち、画素の値が所定の範囲内となるのは、被照射体の体輪郭 50 よりも外側の部分、又は被照射体内部の空孔が配置された部分である。従って、体輪郭設定部 111 で体輪郭 50 を設定し、空孔領域設定部 116 が体輪郭 50 の内側の画素の値を判定することで、空孔領域 56 を設定することができる。ここで、空孔の内壁部分の表面付近には粘膜が配置されている。よって、粘膜領域設定部 117 は、空孔領域設定部 116 によって設定された空孔領域 56 の表面より第 1 の厚み t_1 だけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域 57 として設定することができる（図 6 参照）。このように、空孔領域 56 を設定することによって、容易に粘膜領域 57 を設定できる。当該粘膜領域 57 に対する中性子線の線量に基づいて治療計画を行うことができる。また、複数枚にわたる画像の粘膜領域 57 を操作者の目視による判断に代えて、システム側で設定することができる。従って、操作者は設定された粘膜領域 57 の最終的な確認を行うだけの作業を行えばよい。以上により、中性子捕捉療法に適した治療計画を行うことができる。

[0047] 本実施形態に係る治療計画システム 100 は、体輪郭 50 の内側において

、骨が配置された部分を骨領域 5 1 として設定する骨領域設定部 1 1 2 と、体輪郭 5 0 の内側において、臓器が配置された部分を臓器領域 5 2 として設定する臓器領域設定部 1 1 3 と、を更に備える。粘膜領域設定部 1 1 7 は、設定した粘膜領域 5 7 において、骨領域 5 1 及び臓器領域 5 2 の少なくとも一方と重複する部分を粘膜領域 5 7 から削除する。骨や臓器は、粘膜とは異なる原子組成で形成されているため、粘膜領域 5 7 は骨領域 5 1 や臓器領域 5 2 とは異なる領域として設定される。従って、骨領域 5 1 及び臓器領域 5 2 の少なくとも一方と重複する部分を粘膜領域 5 7 から削除することで、粘膜領域 5 7 をより正確に設定できる。

[0048] 本実施形態に係る治療計画システム 1 0 0 は、体輪郭 5 0 から第 2 の厚み t_2 だけ内側の部分を皮膚が配置された皮膚領域 5 4 として設定する皮膚領域設定部 1 1 5 を更に備えている。粘膜のみならず皮膚も照射してよい中性子線の線量が限られる部分である。また、皮膚は体輪郭 5 0 から所定の厚みだけ内側の部分に配置される。このように、体輪郭 5 0 を設定することによって、容易に皮膚領域 5 4 を設定できる。当該皮膚領域 5 4 に対する中性子線の線量に基づいて治療計画を行うことができる。従って、皮膚領域 5 4 を設定することにより、より適した治療計画を行うことができる。

[0049] 本実施形態に係る治療計画システム 1 0 0 は、体輪郭 5 0 から外側の領域を全て空気領域 5 3 として設定する空気領域設定部 1 1 4 を更に備える。これにより、治療台 3 などが配置されている場合であっても、空気領域設定部 1 1 4 が体輪郭 5 0 から外側の領域を全て空気領域 5 3 として設定することで、演算の負荷を低減することができる。

[0050] 本発明は上述の実施形態に限定されるものではない。例えば、上述の実施形態では、粘膜領域 5 7 に加え、骨領域 5 1、臓器領域 5 2、皮膚領域 5 4 を設定していたが、少なくとも粘膜領域 5 7 を設定すればよい。

[0051] また、上述の治療計画において、体輪郭 5 0 及び粘膜領域 5 7 の設定以外の処理の内容及び手順は特に限定されるものではなく、適宜変更してもよい。

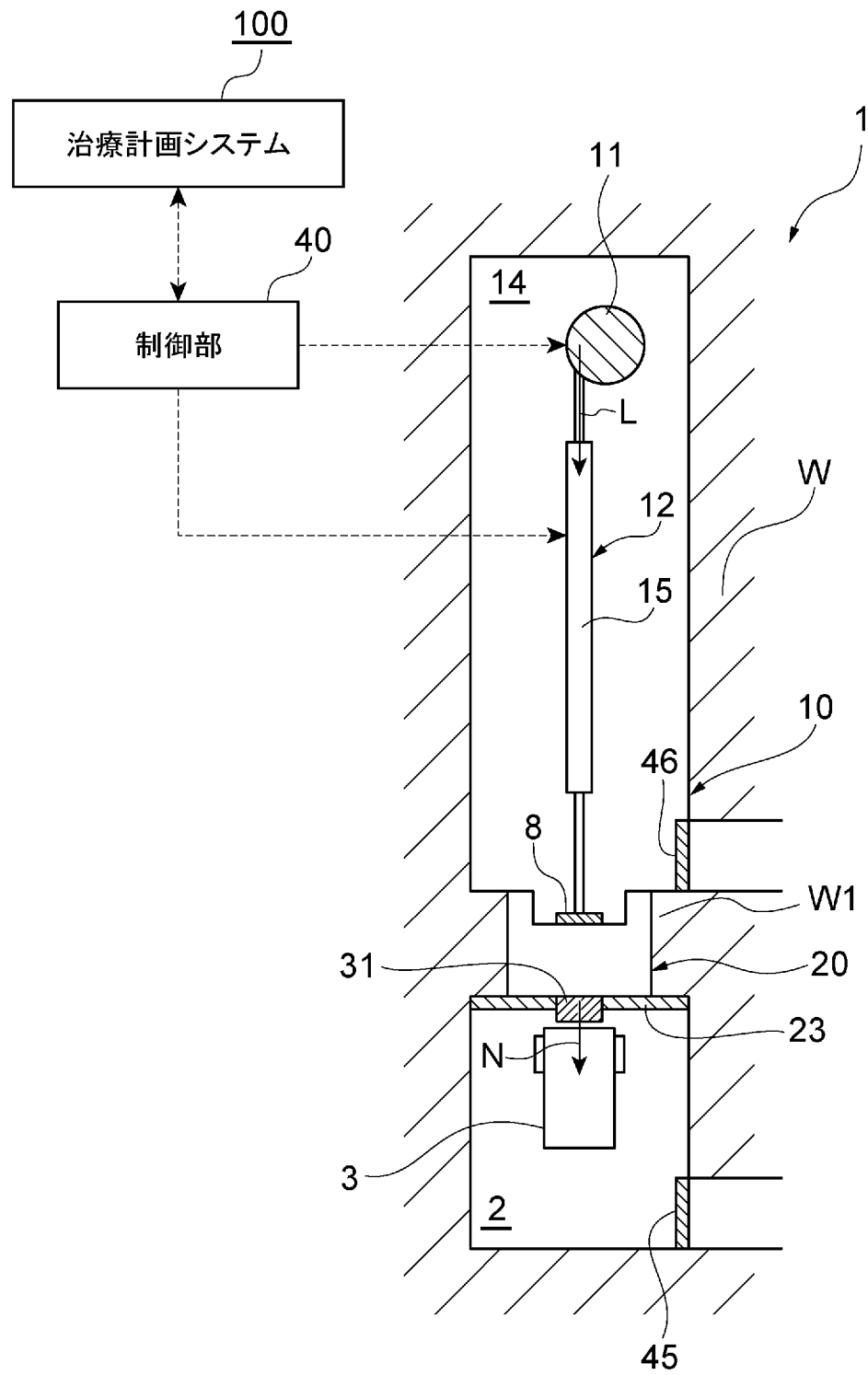
符号の説明

[0052] 1…中性子捕捉療法装置、50…体輪郭、51…骨領域、52…臓器領域、53…空気領域、54…皮膚領域、56…空孔領域、57…粘膜領域、100…治療計画システム、110…画像取得部、111…体輪郭設定部、112…骨領域設定部、113…臓器領域設定部、114…空気領域設定部、115…皮膚領域設定部、116…空孔領域設定部、117…粘膜領域設定部。

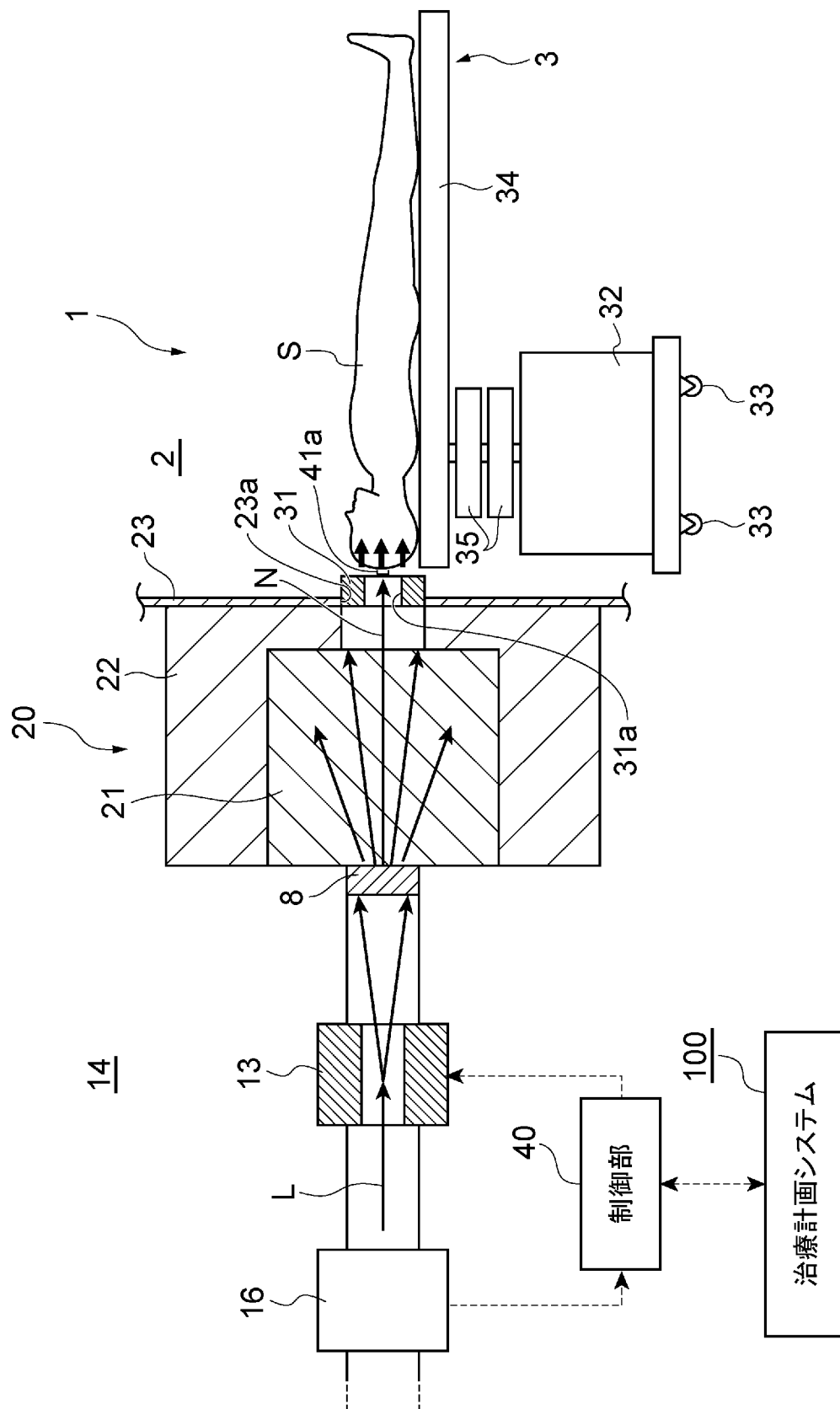
請求の範囲

- [請求項1] 被照射体へ中性子線を照射する中性子捕捉療法の治療計画を行う中性子捕捉療法用治療計画システムであって、
- 前記被照射体の画像を取得する画像取得部と、
- 前記画像取得部で取得された前記画像に基づいて前記被照射体の体輪郭を設定する体輪郭設定部と、
- 前記体輪郭設定部で設定された前記体輪郭の内側において、前記画像の画素の値が所定の範囲内である部分を空孔が配置された空孔領域として設定する空孔領域設定部と、
- 前記体輪郭の内側において、前記空孔領域設定部によって設定された前記空孔領域の表面より第1の厚みだけ外側の部分を粘膜が配置された粘膜領域として設定する粘膜領域設定部と、を備える、中性子捕捉療法用治療計画システム。
- [請求項2] 前記体輪郭の内側において、骨が配置された部分を骨領域として設定する骨領域設定部と、
- 前記体輪郭の内側において、臓器が配置された部分を臓器領域として設定する臓器領域設定部と、を更に備え、
- 前記粘膜領域設定部は、設定した前記粘膜領域において、前記骨領域及び前記臓器領域の少なくとも一方と重複する部分を前記粘膜領域から削除する、請求項1に記載の中性子捕捉療法用治療計画システム。
- [請求項3] 前記体輪郭から第2の厚みだけ内側の部分を皮膚が配置された皮膚領域として設定する皮膚領域設定部を更に備える、請求項1又は2に記載の中性子捕捉療法用治療計画システム。
- [請求項4] 前記体輪郭から外側の領域を全て空気領域として設定する空気領域設定部を更に備える、請求項1～3の何れか一項に記載の中性子捕捉療法用治療計画システム。

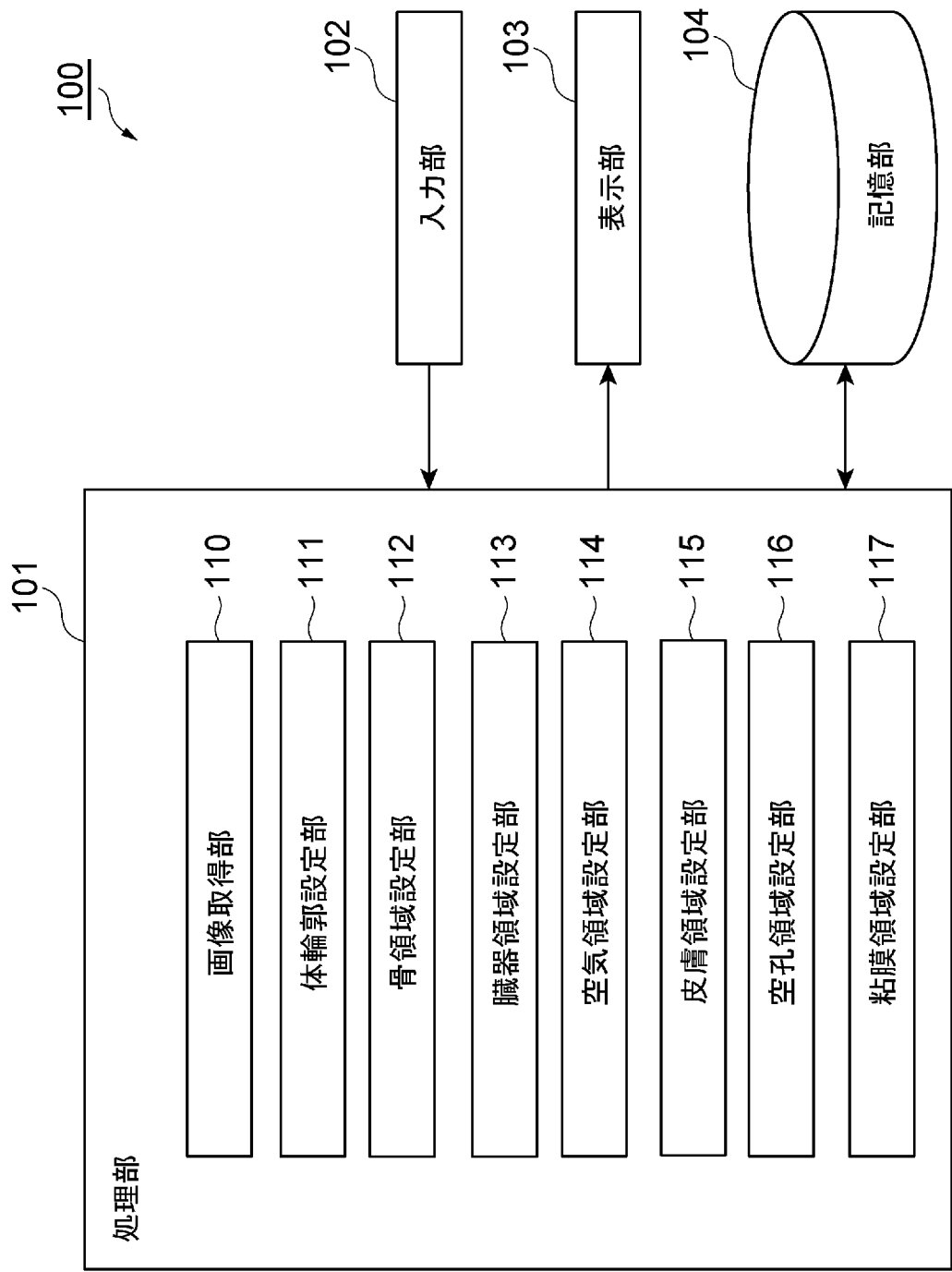
[図1]



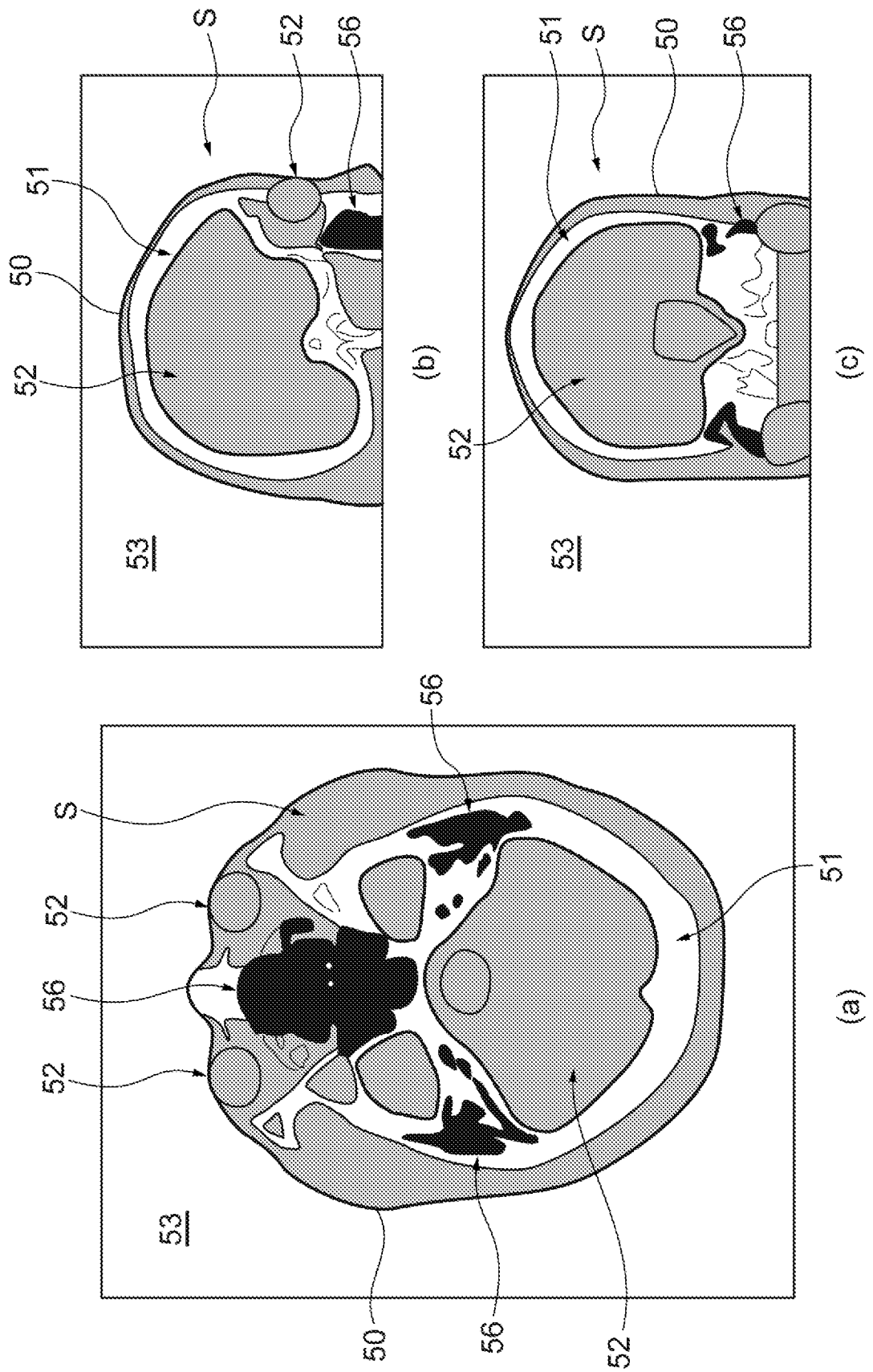
[図2]



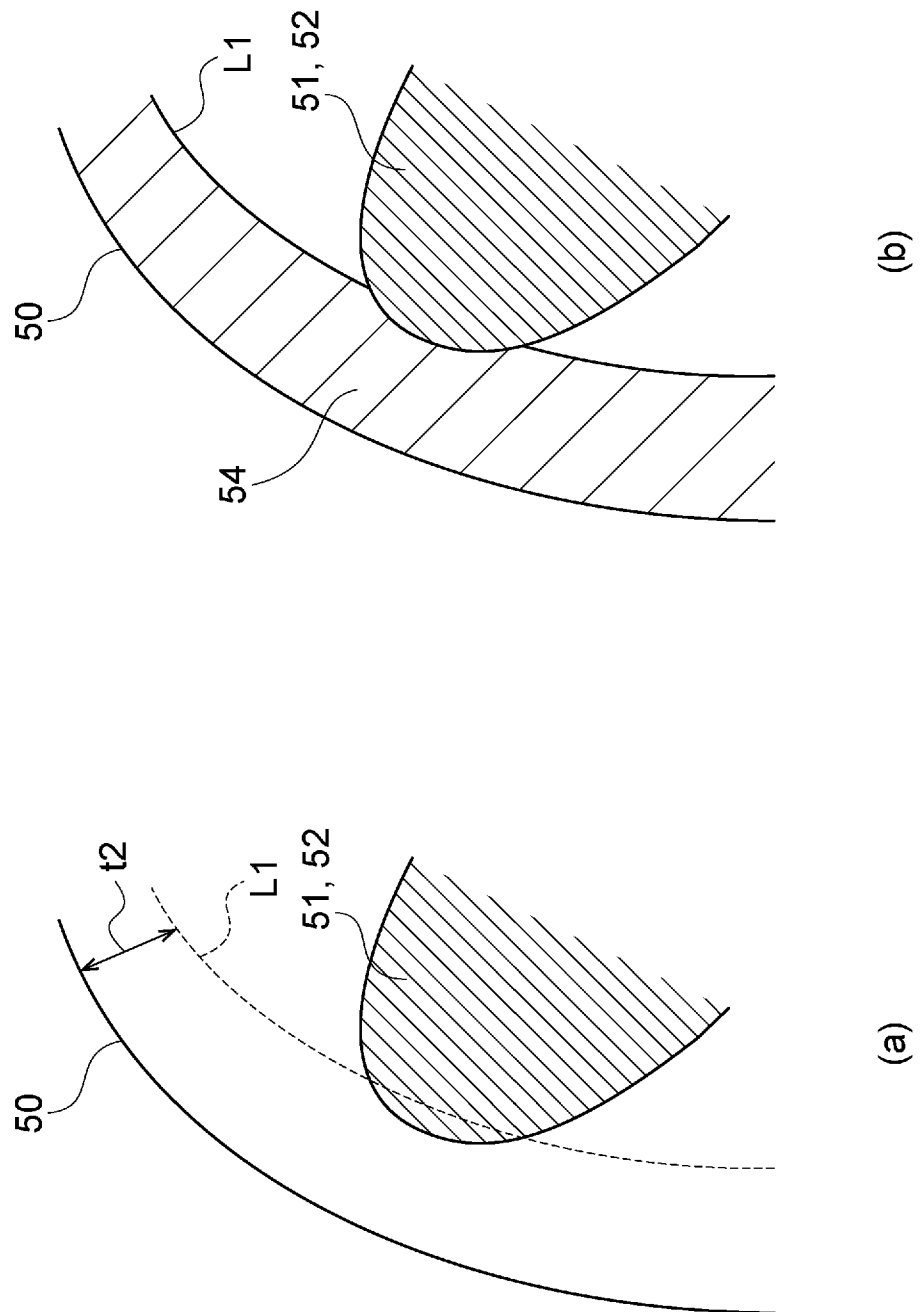
[図3]



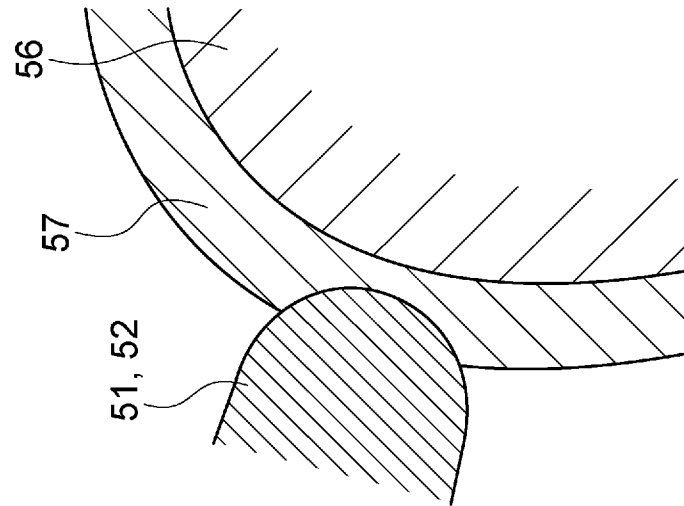
[図4]



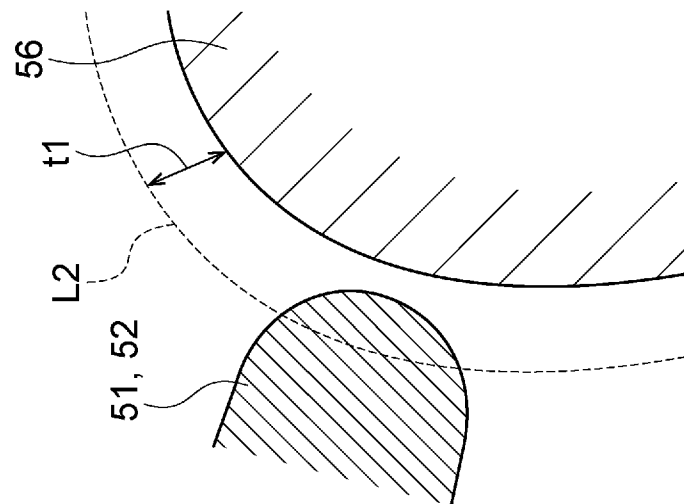
[図5]



[図6]

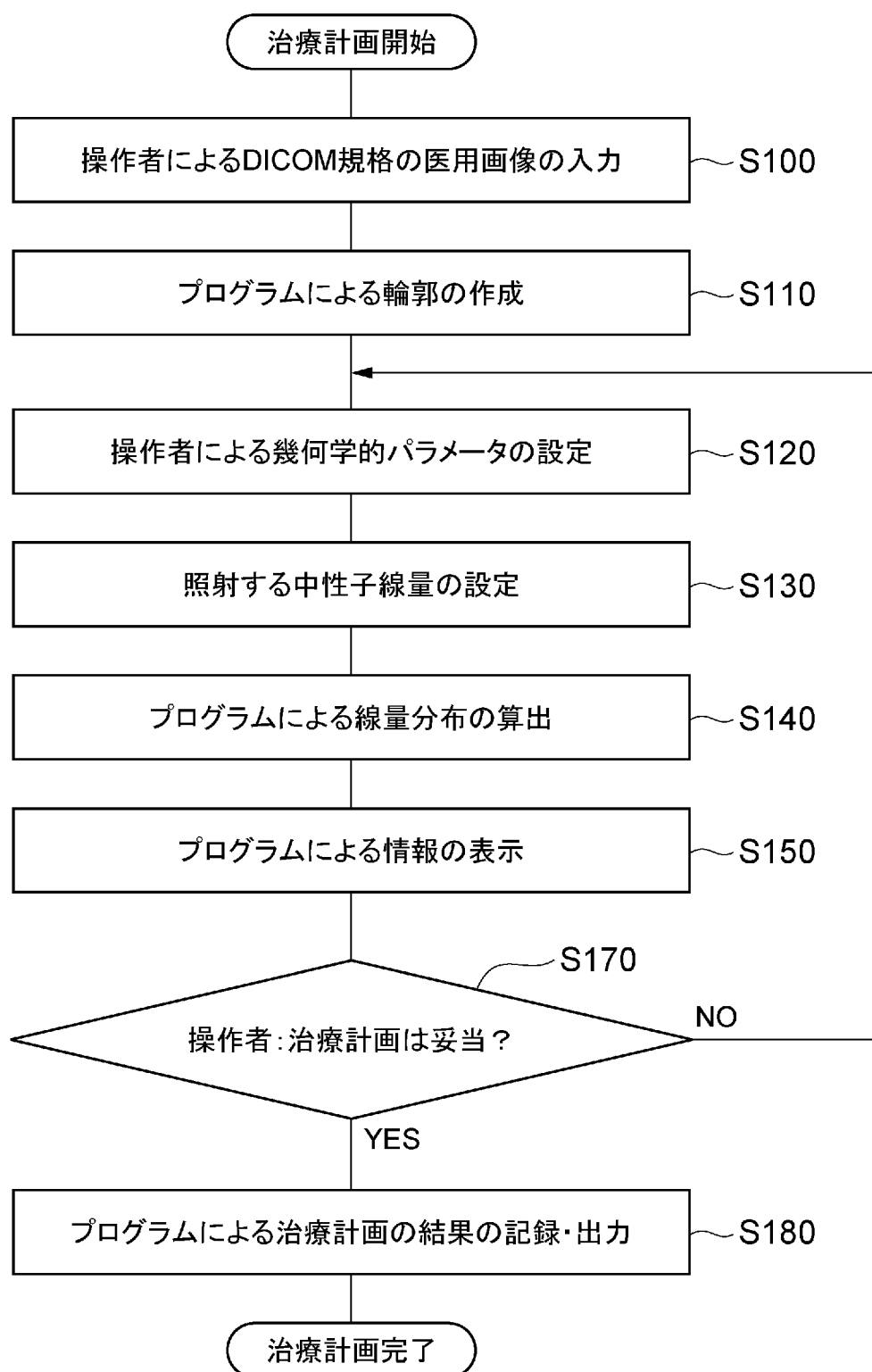


(b)



(a)

[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013353

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, G06T1/00, A61B5/055, A61B6/03

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2012-88771 A (University of Tsukuba), 10 May 2012 (10.05.2012), paragraphs [0009] to [0022]; fig. 1 to 8 (Family: none)	1-4
A	JP 2010-131127 A (Toshiba Corp.), 17 June 2010 (17.06.2010), paragraphs [0015] to [0027]; fig. 1 to 8 & US 2010/0135555 A1 paragraphs [0037] to [0051]; fig. 1 to 8 & CN 101744633 A	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
21 June 2017 (21.06.17)

Date of mailing of the international search report
04 July 2017 (04.07.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/013353

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 2011-512999 A (Tomotherapy Inc.), 28 April 2011 (28.04.2011), entire text; all drawings & US 2009/0226060 A1 entire text; all drawings & WO 2009/111580 A2 & CA 2716598 A1 & CN 101969852 A	1-4
A	JP 2002-222410 A (Hitachi Medical Corp.), 09 August 2002 (09.08.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-4
A	JP 2016-2178 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 12 January 2016 (12.01.2016), entire text; all drawings & EP 3156101 A1 entire text; all drawings & WO 2015/194554 A1	1-4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

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（IPC））

Int.Cl. A61N5/10, G06T1/00, A61B5/055, A61B6/03

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-88771 A（国立大学法人 筑波大学） 2012.05.10, 段落[0009]-[0022], 図1-8（ファミリーなし）	1-4
A	JP 2010-131127 A（株式会社東芝） 2010.06.17, 段落[0015]-[0027], 図1-8 & US 2010/013555 A1, 段落[0037]-[0051], 図1-8 & CN 101744633 A	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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」 同一パテントファミリー文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日

21.06.2017

国際調査報告の発送日

04.07.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

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）

伊藤 孝佑

31

5570

電話番号 03-3581-1101 内線 3386

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2011-512999 A (トモセラピー・インコーポレーテッド) 2011.04.28, 全文, 全図 & US 2009/0226060 A1, 全文, 全図 & WO 2009/111580 A2 & CA 2716598 A1 & CN 101969852 A	1-4
A	JP 2002-222410 A (株式会社日立メディコ) 2002.08.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4
A	JP 2016-2178 A (住友重機械工業株式会社) 2016.01.12, 全文, 全図 & EP 3156101 A1, 全文, 全図 & WO 2015/194554 A1	1-4