

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0012906

(43) 공개일자 2023년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61N 5/10 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)

A61B 6/06 (2006.01)

(52) CPC특허분류

A61N 5/1071 (2013.01)

A61B 6/06 (2020.08)

(21) 출원번호 10-2021-0093744

(22) 출원일자 2021년07월16일

심사청구일자 2021년07월16일

(71) 출원인

연세대학교 원주산학협력단

강원도 원주시 흥업면 연세대길 1

서울대학교산학협력단

서울특별시 관악구 관악로 1 (신림동)

(72) 발명자

최현준

강원도 원주시

민철희

강원도 원주시 혁신로 400 푸른숨엘에이치11단지
1102동 1203호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오영진

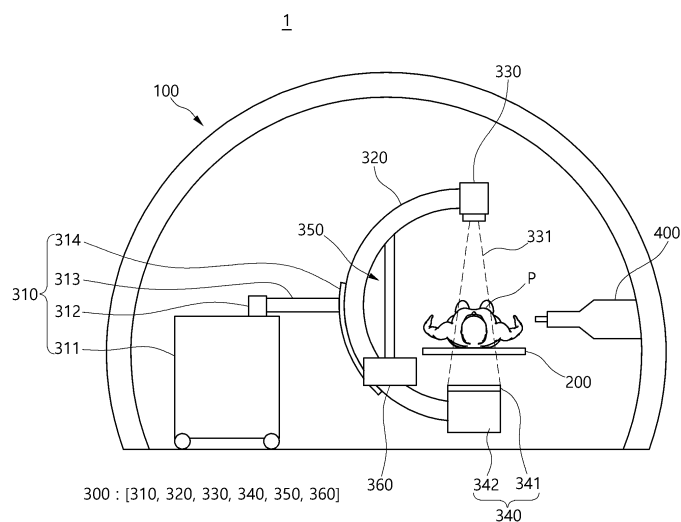
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 C-암 영상유도 중입자 치료장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치는, 대상체를 지지하는 테이블, 상기 테이블 일측에서 제1 방향으로 회전가능하게 배치되는 C-암 프레임, 상기 C-암 프레임의 일단에 연결되어 엑스선을 대상체에 조사하는 엑스선조사부, 중입자선을 상기 대상체에 조사하는 중입자선조사부, 상기 C-암 프레임의 타단에 연결되어 상기 대상체에 조사된 엑스선 중에서 상기 대상체를 투과하는 엑스선을 검출하거나 상기 대상체에 조사된 중입자선에 의해 상기 대상체에서 방출된 감마선을 검출하는 검출부 및 상기 검출부 상부에 위치하는 콜리메이터를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 6/4441 (2013.01)
A61N 5/1049 (2013.01)
A61N 5/1067 (2013.01)
A61N 5/1081 (2013.01)
A61N 2005/1061 (2013.01)
A61N 2005/109 (2013.01)

유세환

강원도 원주시 무실로 415 세영리첼2차아파트 207동 1102호

(72) 발명자

김정인

서울특별시 강북구 솔샘로 174 SK북한산시티아파트 144동 704호

천보위

강원도 원주시 흥업면 세동길 13 현대아파트 103동 908호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345332922
과제번호	2021R111A1A01059875
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명	영상유도 근접방사선치료에서 환자 체내 선량 검증을 위한 C-arm CT/SPECT 융합 영상 기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교(원주의대)
연구기간	2021.06.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711110197
과제번호	2020R1A2C2011576
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	즉발감마선/양전자방출체 측정기술 및 기계학습 알고리즘을 이용한 중입자치료 시 환자 체내 선량 분포의 정밀 평가기술 개발
기 여 율	1/2
과제수행기관명	연세대학교(미래캠퍼스)
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

대상체를 지지하는 테이블;

상기 테이블 일측에서 제1 방향으로 회전가능하게 배치되는 C-암 프레임;

상기 C-암 프레임의 일단에 연결되어 엑스선을 대상체에 조사하는 엑스선조사부;

중입자선을 상기 대상체에 조사하는 중입자선조사부;

상기 C-암 프레임의 타단에 연결되어 상기 대상체에 조사된 엑스선 중에서 상기 대상체를 투과하는 엑스선을 검출하거나 상기 대상체에 조사된 중입자선에 의해 상기 대상체에서 방출된 감마선을 검출하는 검출부; 및

상기 검출부 상부에 위치하는 콜리메이터를 포함하는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 C-암 프레임에 연결되어 상기 콜리메이터를 회전시키는 회전부를 더 포함하는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 회전 가능하게 형성된 회전부는,

상기 C-암 프레임의 내측 두지점을 연결하도록 형성되는 제1 회전부재; 및

일단은 상기 제1 회전부재에 연결되고 타단은 상기 콜리메이터에 고정되며, 상기 제1 회전부재의 회전에 의해 회전되는 제2 회전부재를 포함하는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제2 회전부재는 상기 검출부의 상면과 수평한 방향으로 회전하는 포함하는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 5

제 3 항에 있어서,

상기 제1 회전부재와 상기 제2 회전부재는 봉 형상으로 형성되는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 콜리메이터는,

내부에 일정간격으로 나란히 배치되는 복수개의 제1 격벽; 및

상기 제1 격벽과 수직하게 연결되며 일정간격으로 나란히 배치되는 복수개의 제2 격벽을 포함하되,

상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이에서 통과되는 상기 엑스선 또는 상기 감마선을 상기 검출부로 입사되도록 하는 관통부가 형성되는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 검출부는,

상기 엑스선을 검출하는 제1 검출부; 및

상기 제1 검출부 하부에 배치되고 상기 C-암 프레임에 결합되며, 상기 감마선을 검출하는 제2 검출부를 포함하는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제2 검출부는,

두께가 상기 제1 검출부의 두께보다 크게 형성되는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 콜리메이터는,

상기 검출부가 상기 감마선을 검출할 때 상기 검출부 상부로 이동되고, 상기 검출부가 상기 감마선을 검출하지 않을 때 상기 검출부 상부를 벗어나도록 이동되는 C-암 영상유도 중입자 치료장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 C-암 영상유도 중입자 치료장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현재 암치료를 사용하는 방사선치료의 대부분을 차지하는 X-선치료와 감마선치료는 치료과정에서 일어나는 정상 조직에 방사선피폭을 남기기 때문에 후속 암 발생 등 후유증을 남기는 경우가 많다. 이는 X-선이나 감마선은 인체 내부로 입사할 때 표피 부분에서 많은 양이 흡수되고 깊이 들어갈수록 흡수량이 감소하기 때문이다.

[0003] 이에 비해 높은 에너지로 가속된 입자 빔(e.g. 수소, 탄소)은 물질을 통과할 때 초기에 낮은 선량을 전달하며 서서히 에너지를 잃다가, 특정 깊이에서 최대 선량을 전달한 후 정지하는 Bragg peak라는 독특한 방사선량 분포의 특성을 나타낸다.

[0004] 이러한 무거운 탄소 등의 입자를 이용한 중입자치료는, 양성자치료보다 상대적 생물학적 효과비, 즉 세포사를 일으키는 효과가 크고, 암 조직에 더욱 정교한 선량을 전달할 수 있다. 이에 따라, 중입자치료는 상대적으로 암 치료 후 부작용이 적고 치료 효과가 크기 때문에 치료 횟수와 기간을 대폭 줄일 수 있다.

[0005] 그러나, 중입자치료 시 빔 전달 장치, 치료계획, 환자 셋업 등에서 발생하는 오차에 의해서 Bragg peak의 선량 급락지점이 정확하게 예측되지 못한 경우, 암 조직에 계획된 선량이 충분히 전달되지 못하거나 주변의 방사선에 민감한 장기에 과도한 선량이 전달되어 암 치료에 실패하거나 주요 장기에 부작용을 유발할 수 있다.

[0006] 즉, 환자의 인체에 생물학적인 손상을 방지하여 환자의 안전과 치료효과 제고를 위해 정교한 빔 전달 및 정확한 체내 선량분포 검증 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 일 실시예는, 영상유도 중입자 치료 및 환자 체내 선량분포의 실시간 검증이 가능한 C-암 영상유도

중입자 치료장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치는 대상체를 지지하는 테이블, 상기 테이블 일측에서 제1 방향으로 회전가능하게 배치되는 C-암 프레임, 상기 C-암 프레임의 일단에 연결되어 엑스선을 대상체에 조사하는 엑스선조사부, 중입자선을 상기 대상체에 조사하는 중입자선조사부, 상기 C-암 프레임의 타단에 연결되어 상기 대상체에 조사된 엑스선 중에서 상기 대상체를 투과하는 엑스선을 검출하거나 상기 대상체에 조사된 중입자선에 의해 상기 대상체에서 방출된 감마선을 검출하는 검출부 및 상기 검출부 상부에 위치하는 콜리메이터를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 C-암 프레임에 연결되어 상기 콜리메이터를 회전시키는 회전부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 회전 가능하게 형성된 회전부는, 상기 C-암 프레임의 내측 두지점을 연결하도록 형성되는 제1 회전부재 및 일단은 상기 제1 회전부재에 연결되고 타단은 상기 콜리메이터에 고정되며, 상기 제1 회전부재의 회전에 의해 회전되는 제2 회전부재를 포함할 수 있다.
- [0011] 상기 제2 회전부재는 상기 검출부의 상면과 수평한 방향으로 회전할 수 있다.
- [0012] 상기 제1 회전부재와 상기 제2 회전부재는 봉 형상으로 형성될 수 있다.
- [0013] 상기 콜리메이터는, 내부에 일정간격으로 나란히 배치되는 복수개의 제1 격벽 및 상기 제1 격벽과 수직하게 연결되며 일정간격으로 나란히 배치되는 복수개의 제2 격벽을 포함하되, 상기 제1 격벽 및 상기 제2 격벽 사이에서 통과되는 상기 엑스선 또는 상기 감마선을 상기 검출부로 입사되도록 하는 관통부가 형성될 수 있다.
- [0014] 상기 검출부는, 상기 엑스선을 검출하는 제1 검출부 및 상기 제1 검출부 하부에 배치되고 상기 C-암 프레임에 결합되며, 상기 감마선을 검출하는 제2 검출부를 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 제2 검출부는, 두께가 상기 제1 검출부의 두께보다 크게 형성될 수 있다.
- [0016] 상기 콜리메이터는, 상기 검출부가 상기 감마선을 검출할 때 상기 검출부 상부로 이동되고, 상기 검출부가 상기 감마선을 검출하지 않을 때 상기 검출부 상부를 벗어나도록 이동될 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치는, 엑스선 조사부와 검출부가 C-암에 연결되어 있어 환자 자세 변화 및 치료 테이블 이동에 따라 유연하게 설치 가능하며, 낮은 피폭선량으로 단층 영상을 촬영하여 환자의 상태를 평가할 수 있다.
- [0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치는, 중입자 치료 중 체내 선량분포를 실시간으로 검출할 수 있어 환자의 안전 확보 및 치료효과 향상이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치의 정면도이다.
- 도 2는 도 1에 도시된 C-암의 사시도이다.
- 도 3의 (a)는 도 2에 도시된 콜리메이터의 평면도이고, (b)는 도 2의 A-A' 단면도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치의 사용상태를 나타내는 정면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 이하, 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일한 참고부호를 붙였다.
- [0021] 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계,

동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "위에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "아래에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

- [0022] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치의 정면도이고, 도 2는 도 1에 도시된 C-암의 사시도이며, 도 3의 (a)는 도 2에 도시된 콜리메이터의 평면도이고, (b)는 도 2의 A-A' 단면도이며, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치의 사용상태를 나타내는 정면도이다.
- [0023] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치(1)는 치료실(100), 테이블(200), C-암(300) 및 중입자선조사부(400)를 포함할 수 있다.
- [0024] 치료실(100)은 내부에 소정의 공간을 형성할 수 있다. 이러한 치료실(100)에는 대상체(P)를 지지하는 테이블(200), 대상체의 단층영상을 촬영하기 위한 C-암(300) 및 특정부위에 입자선을 조사하여 치료하기 위한 중입자선조사부(400)가 설치될 수 있다.
- [0025] 테이블(200)은 치료실(100) 내부공간에 배치되며, 검사 및 치료를 진행할 대상체(P)를 지지할 수 있다. 이때, 테이블(200)은 판 형상으로 상부면에는 대상체(P)가 안착될 수 있다. 이러한 테이블(200)과 인접하게 C-암(300) 및 중입자선조사부(400)가 배치되어, 테이블(200) 상의 대상체(P)로 엑스선(331) 또는 중입자선(410)을 조사할 수 있다.
- [0026] 도 1 및 도 2를 참고하면, C-암(300)은 본체부(310), C-암 프레임(320), 엑스선조사부(330), 검출부(340), 회전부(350) 및 콜리메이터(360)를 포함할 수 있다.
- [0027] 본체부(310)는 본체(311), 고정부(312), 연결부(313) 및 지지부(314)를 포함할 수 있다.
- [0028] 본체(311)는 테이블(200) 일측에 배치되며 전방에는 C-암 프레임(320)이 연결될 수 있다. 예를 들어, 본체(311)는 C-암(300)을 원하는 위치로 이동시킬 수 있도록 바퀴가 설치되거나 또는 바닥면에 형성된 궤도에 연결될 수 있다.
- [0029] 고정부(312)는 본체(311)의 상면에 형성되며, 본체(311)와 고정될 수 있다.
- [0030] 연결부(313)는 지면과 수평한 방향으로 배치되는 바 형상으로, 후단은 고정부(312)에 연결되고 전단에는 지지부(314)가 연결될 수 있다.
- [0031] 지지부(314)는 연결부(313)의 전단에 연결되며, 전방이 개방된 C자 형태의 원호 형상일 수 있다. 이러한 지지부(314)의 전면에는 C-암 프레임(320)이 안착되어 이를 지지할 수 있다.
- [0032] C-암 프레임(320)은 전방이 개방된 C자 형태의 원호 형상일 수 있고, 지지부(314)의 전면에 결합될 수 있다. C-암 프레임(320)은 원호 곡률 중심을 기준으로 상호 대칭되는 형태일 수 있다. C-암 프레임(320)은 본체(311)에 의해 이동됨에 따라 내측에 테이블(200)이 위치될 수 있다.
- [0033] 또한, C-암 프레임(320)은 지지부(314)에 대해 회전 가능하게 연결될 수 있다. 예를 들어, 도 2에 도시된 바와 같이 C-암 프레임(320)은 지지부(314)를 따라 슬라이딩 하면서 제1 방향(R1)으로 회전할 수 있다. 이에 따라, C-암 프레임(320)은 테이블(200) 주위를 회전할 수 있다.
- [0034] 이때 C-암 프레임(320)은 상부측 단부 및 하부측 단부에 각각 엑스선조사부(330) 및 검출부(340)가 설치되어, 엑스선조사부(330) 및 검출부(340)가 서로 마주보면서 상호 이격되게 배치될 수 있다.
- [0035] 엑스선조사부(330)는 C-암 프레임(320)의 상부측 단부에 설치되어 대상체(P)를 향해서 엑스선(331)을 조사할 수 있다. 이를 위해서 엑스선조사부(330)는 내부에 엑스선(331)을 발생하는 엑스선 소스를 포함할 수 있다.
- [0036] 이때, 엑스선 소스는 고전압에 의해 가속된 고속의 전자를 물체에 충돌시킬 때 방출되는 파장이 짧고, 투과력이 강한 전자기파인 엑스선(331)을 발생시킬 수 있다. 이러한 엑스선(331)은 대상체(P)를 통과하여 검출부(340)로 입사될 수 있다.
- [0037] 검출부(340)는 제1 검출부(341) 및 제2 검출부(342)를 포함할 수 있다.
- [0038] 제2 검출부(342)는 C-암 프레임(320)의 하부측 단부에 설치되고, 제1 검출부(341)는 제2 검출부(342)의 상부에

배치될 수 있다.

- [0039] 제1 검출부(341)는 엑스선조사부(330)와 마주보게 배치되어, 엑스선조사부(330)로부터 조사되어 대상체(P)를 투과한 엑스선을 검출할 수 있다. 제2 검출부(342)는 후술할 중입자선조사부(400)의 중입자선(410)이 대상체(P)에 조사되었을 때, 대상체(P)로부터 방출되는 감마선(420)을 검출할 수 있다.
- [0040] 이때, 제1 검출부(341)의 두께보다 제2 검출부(342)의 두께가 더 크게 형성될 수 있다. 이에 따라, 비교적 얇은 제1 검출부(341)를 통해 저에너지의 엑스선(331)을 검출하고, 비교적 두꺼운 제2 검출부(342)를 통해 고에너지의 감마선(420)을 검출할 수 있다. 즉, 제1 검출부(341) 및 제2 검출부(342)의 두께에 차등을 두어 에너지량의 차이가 있는 엑스선(331) 및 감마선(420)을 용이하게 검출할 수 있다.
- [0041] 이때, 제1 검출부(341) 및 제2 검출부(342)는 검출한 엑스선(331) 및 감마선(420)을 전기적 신호로 변환시키며, 검출부(340)에서 발생된 신호를 바탕으로 3차원 영상을 재구성할 수 있다.
- [0042] 회전부(350)는 제1 방향(R1) 및 제2 방향(R2)으로 회전가능하게 형성되며, 제1 회전부재(351) 및 제2 회전부재(352)를 포함할 수 있다.
- [0043] 제1 회전부재(351)는 봉 형상으로 C-암 프레임(320)에 회전 가능하게 연결될 수 있다. 예를 들어, 제1 회전부재(351)는 C-암 프레임(320) 내측을 가로지르게 배치되어 양단이 C-암 프레임(320)의 내측면 두 지점에 연결될 수 있다.
- [0044] 다른 예로, 제1 회전부재(351)의 양단부는, C-암 프레임(320)의 내측면 중 C-암 프레임(320)의 원호 곡률 중심을 기준으로 상호 대칭되는 부분에 각각 연결될 수 있다.
- [0045] 이에 따라, 제1 회전부재(351)는 C-암 프레임(320)이 제1 방향(R1)으로 회전함에 따라 함께 제1 방향(R1)으로 회전될 수 있고, 또한 제1 회전부재(351) 자체가 제2 방향(R2)으로 회전할 수 있다. 이때, 제1 방향(R1) 및 제2 방향(R2)은 수직할 수 있다.
- [0046] 제2 회전부재(352)는 봉 형상으로 일단이 제1 회전부재(351)에 연결되고 타단은 콜리메이터(360)가 연결될 수 있다. 예를 들어, 제2 회전부재(352)는 제1 검출부(341) 상면과 수평하게 배치될 수 있다. 다른 예로, 제2 회전부재(352)는 제1 회전부재(351)와 수직하게 배치될 수 있다.
- [0047] 제2 회전부재(352)는 C-암 프레임(320)이 제1 방향(R1)으로 회전함에 따라 함께 제1 방향(R1)으로 회전될 수 있고, 또한 제1 회전부재(351)가 제2 방향(R2)으로 회전함에 따라 함께 제2 방향(R1)으로 회전될 수 있다. 이때, 제1 방향(R1) 및 제2 방향(R2)은 수직할 수 있다.
- [0048] 이때, 제1 회전부재(351)가 회전됨에 따라, 제2 회전부재(352)가 제1 검출부(341)의 상면과 수평한 방향으로 함께 회전될 수 있다. 이에 따라, 제2 회전부재(352)는 콜리메이터(360)를 제1 검출부(341) 상면에 위치시키거나 제1 검출부(341) 외측에 위치시킬 수 있다.
- [0049] 콜리메이터(360)는 회전부(350)에 의해 C-암 프레임(320)에 연결될 수 있다. 콜리메이터(360)는 대상체(P)로부터 방출되는 감마선(420) 중 특정 방향의 감마선만을 통과시키고, 다른 방향에서 오는 감마선은 차단하여 조준기로 기능을 수행할 수 있다. 이에 따라, 콜리메이터(360)는 특정 방향의 감마선만을 검출부(340)에 입사시킬 수 있다.
- [0050] 또한, 콜리메이터(360)는 회전부(350)에 의해 회전될 수 있다. 예를 들어, 콜리메이터(360)는 제1 검출부(341)의 상면과 수평한 방향으로 회전함에 따라, 제1 검출부(341)와 마주보게 배치되거나 또는 제1 검출부(341)의 외측에 위치할 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 검출부(340)가 감마선(420)을 검출하는 과정이 아닌 경우에는 콜리메이터(360)를 검출부(340) 상부로부터 벗어나도록 이동시키고, 검출부(340)가 감마선(420)을 검출하는 과정일 경우에는 콜리메이터(360)를 검출부(340) 상부로 이동시킬 수 있다. 콜리메이터(360)의 회전동작에 대한 자세한 내용은 후술하도록 한다. 콜리메이터(360)의 회전동작에 대한 자세한 내용은 후술하도록 한다.
- [0052] 도 1 및 도 4를 참고하면, 중입자선조사부(400)는 C-암(300)과 이격된 위치에 설치되어, 중입자(heavy-ion)를 높은 에너지로 가속화하여 중입자선(410)을 대상체(P)에 조사할 수 있다.
- [0053] 예를 들어, 치료실(100) 내측 벽면에는 갠트리(Gantry) 혹은 레일이 설치되며, 이와 연결되는 이동부(미도시)에 의해 중입자선조사부(400)가 치료실(100) 내측 벽면을 따라 이동될 수 있다. 이때, 이동부는 모터, 실린더 등

중입자선조사부(400)의 이동을 위한 동력을 제공하는 수단일 수 있다.

- [0054] 다른 예로, 중입자는 탄소, 수소 등의 입자일 수 있으며 초기에 낮은 선량을 전달하며 서서히 에너지를 잃다가, 특정 깊이에서 최대 선량을 전달한 후 정지하는 Bragg peak라는 방사선량 분포의 특성을 나타낸다.
- [0055] 중입자가 대상체(P)의 체내 물질과 비탄성충돌 등의 상호작용을 한 직후 1 ns 이내에 해당 물질로부터 감마선(420)이 방출되며, 이를 즉발감마선(Prompt Gamma)이라 한다. 중입자에 의해 발생하는 감마선(420)은 체내 중입자 궤적의 거의 모든 영역에서 해당 상호작용이 발생하므로, 감마선(420) 방출 분포는 중입자 선량분포와 매우 밀접한 상관관계가 있다.
- [0056] 또한, 중입자선조사부(400)의 중입자선(410)이 대상체(P)에 조사됨에 따라 발생하는 감마선(420)은 콜리메이터(360)를 통해 검출부(340)로 입사될 수 있다.
- [0057] 한편, 도 3(a) 및 도 3(b)를 참고하면, 콜리메이터(360)는 콜리메이터몸체(361), 제1 격벽(362) 및 제2 격벽(363)을 포함할 수 있다.
- [0058] 콜리메이터몸체(361)는 소정의 박스형태로 상면 및 하면이 개방될 수 있다. 콜리메이터몸체(361) 측면에는 제2 회전부재(352)의 단부가 고정될 수 있다. 또한, 콜리메이터몸체(361) 내부에는 복수개의 제1 격벽(362) 및 제2 격벽(363)이 배치될 수 있다.
- [0059] 제1 격벽(362)은 콜리메이터몸체(361) 내부에서 상하방향으로 배열되며, 복수개가 일정간격으로 나란히 배치될 수 있다.
- [0060] 제2 격벽(363)은 콜리메이터몸체(361) 내부에서 상하방향으로 배열되며, 제1 격벽(362)과 수직하게 연결될 수 있다. 이때, 제2 격벽(363)은 복수개가 일정간격으로 나란히 배치될 수 있다.
- [0061] 이에 따라, 제1 격벽(362) 및 제2 격벽(363)은 격자형태를 이룰 수 있다. 이때, 제1 격벽(362) 및 제2 격벽(363)의 사이에 형성되는 관통부(364)로 감마선(420)이 통과할 수 있다. 예를 들어, 관통부(364)는 상하방향으로 연장되는 형태이고, 복수개가 일정간격으로 평행하게 배열될 수 있다. 이에 따라, 콜리메이터(360)는 관통부(364)를 통과한 감마선(420)을 검출부(340)에 입사시킬 수 있다.
- [0062] 도 1 및 도 4를 참고하여 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중 입자 치료장치(1)의 작동 과정에 대해 설명한다.
- [0063] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치(1)는 C-암(300)을 통해 대상체(P)를 CT촬영할 수 있다.
- [0064] 먼저, C-암(300)을 테이블(200)과 인접하게 배치시키고, 콜리메이터(360)는 회전부(350)에 의해 검출부(340)의 상면으로부터 벗어난 위치에 배치시킬 수 있다.
- [0065] 이후, 엑스선조사부(330)를 작동시켜 엑스선(331)을 대상체(P)에 조사할 수 있다. 이와 동시에 C-암 프레임(320)을 대상체(P) 주변으로 회전시킴에 따라, 여러 각도에서 대상체(P)를 향해 엑스선(331)을 조사할 수 있다. 예를 들어, C-암 프레임(320)의 회전각도는 200도이며, 종래의 360도 CT촬영보다 작은 각도의 회전을 통해 낮은 피폭선량을 나타낼 수 있다.
- [0066] 이때, 엑스선(331)은 대상체(P)를 통과하여 제1 검출부(341)로 입사될 수 있다. 제1 검출부(341)는 여러 각도에서 대상체(P)에 조사된 엑스선(331)을 검출함으로써, 대상체(P)에 대한 CT영상을 생성할 수 있다.
- [0067] 이에 따라, 치료 직전에 C-암(300)을 통해 대상체(P)를 저선량으로 CT촬영할 수 있다. 이후, 치료계획 초기단계에서 촬영된 CT영상과 치료직전 C-암(300)에 의해 촬영된 CT영상을 실시간을 비교하여, 대상체의 위치, 자세, 상태 변화, 치료부위 조직의 상태 등을 평가하고, 대상체(P)의 위치 및 자세와 치료부위 조직의 움직임을 보정할 수 있다.
- [0068] 도 4를 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 C-암 영상유도 중입자 치료장치(1)는, C-암(300)을 통해 대상체(P) 치료 중 실시간으로 3차원적 감마선(420) 발생 분포를 측정 및 재구성하여 대상체(P) 체내 선량분포를 측정할 수 있다.
- [0069] 먼저, 콜리메이터(360)를 회전부(350)에 의해 회전시켜 검출부(340)의 상면과 마주보는 위치에 배치시킬 수 있다.

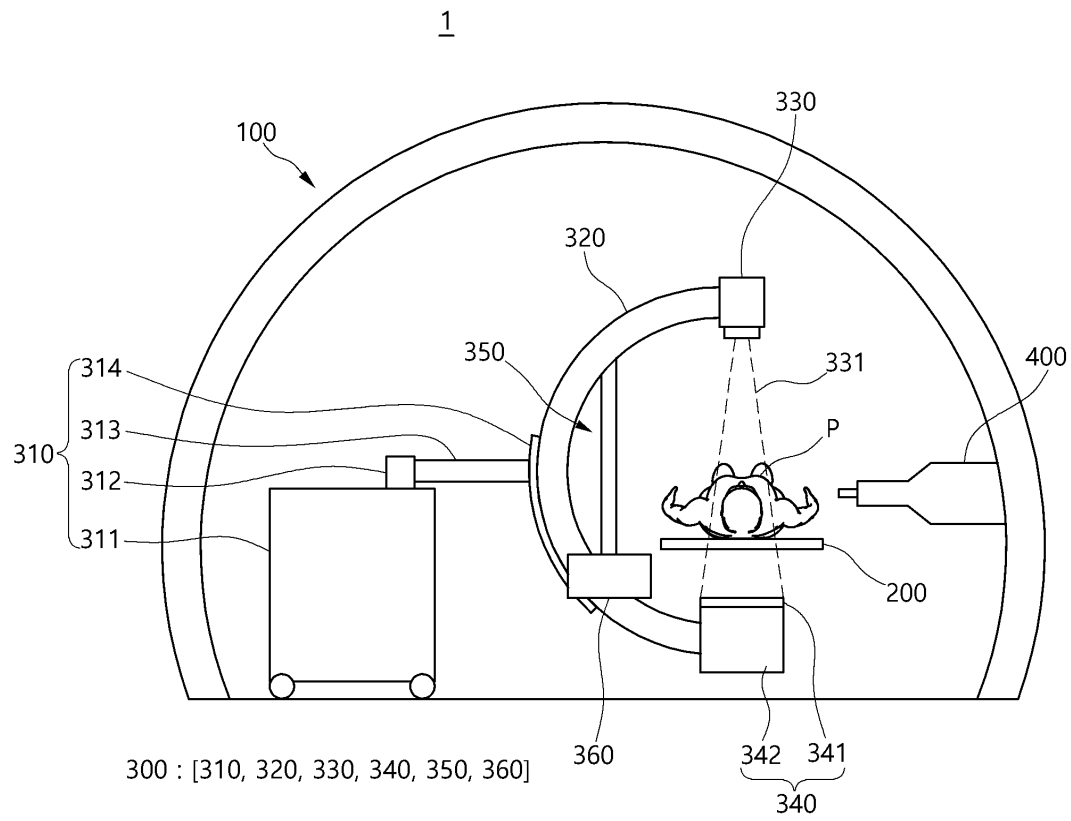
- [0070] 이후, 중입자선조사부(400)를 이동시켜 노즐이 대상체(P)의 치료부위와 인접하게 위치시킬 수 있다.
- [0071] 이후, 중입자선조사부(400)를 작동시켜 중입자선(410)을 대상체(P)의 치료부위에 조사할 수 있다. 이때, 대상체(P)에 중입자선(410)이 조사될 경우 대상체(P)로부터 감마선(420)이 방출될 수 있다.
- [0072] 이와 동시에, C-암 프레임(320)을 대상체 주변으로 회전시킬 수 있다. 이때 C-암 프레임의 회전경로는 엑스선(331)을 통한 CT촬영 시 C-암 프레임(320)의 회전경로와 동일할 수 있다.
- [0073] 이때, 대상체(P)에서 방출된 감마선(420)은 콜리메이터(360)를 통과하여 제2 검출부(342)로 입사될 수 있다. 제2 검출부(342)는 여러 각도에서 대상체(P)에서 방출된 감마선(420)을 검출함으로써, 실시간으로 3차원적 즉발감마선 발생 분포를 측정 및 이를 재구성하여 대상체의 체내 중입자 선량분포를 검증할 수 있다.
- [0074] 이후, 실시간 체내 중입자 선량분포 검증을 바탕으로 중입자선 전달위치 및 전달선량을 보정함으로써 중입자치료의 정밀도 및 치료효율이 향상되는 효과를 나타낼 수 있다.
- [0075] 이상에서 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 본 발명의 사상은 본 명세서에 제시되는 실시 예에 제한되지 아니하며, 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에서, 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 추가 등에 의해서 다른 실시 예를 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명의 사상범위 내에 든다고 할 것이다.

부호의 설명

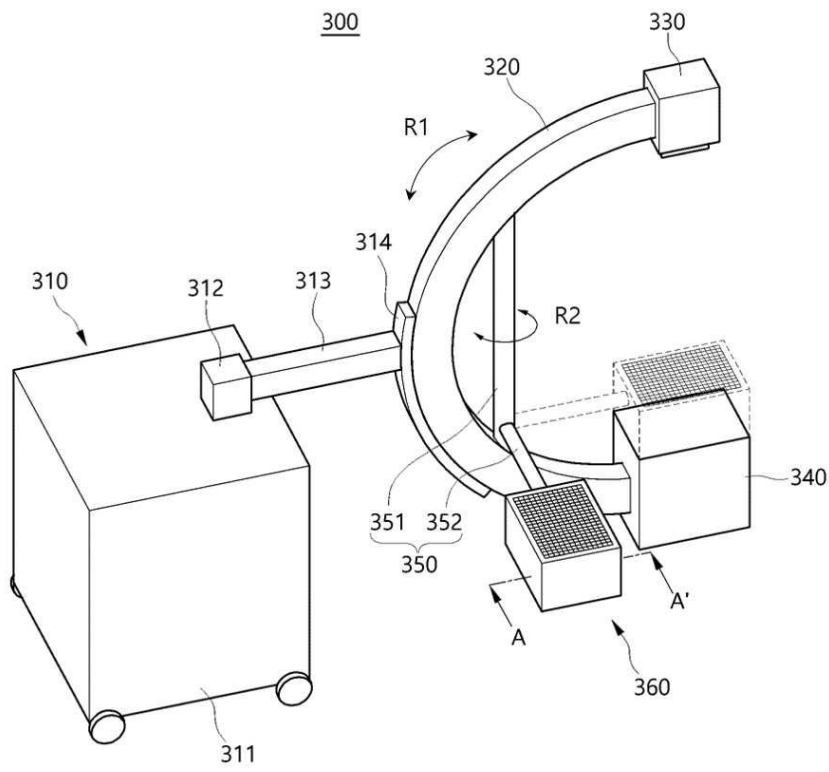
- [0076] 1: C-암 영상유도 중입자 치료장치
- 100: 치료실 200: 테이블
- 300: C-암 310: 본체부
- 311: 본체 312: 고정부
- 313: 연결부 314: 지지부
- 320: C-암 프레임 330: 엑스선조사부
- 331: 엑스선 340: 검출부
- 341: 제1 검출부 342: 제2 검출부
- 350: 회전부 351: 제1 회전부재
- 352: 제2 회전부재 360: 콜리메이터
- 361: 콜리메이터몸체 362: 제1 격벽
- 363: 제2 격벽 364: 관통부
- 400: 중입자선조사부 410: 중입자선
- 420: 감마선 P: 대상체
- R1: 제1 방향 R2: 제2 방향

도면

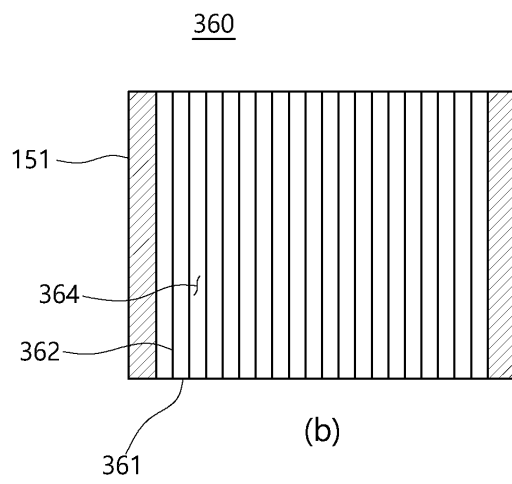
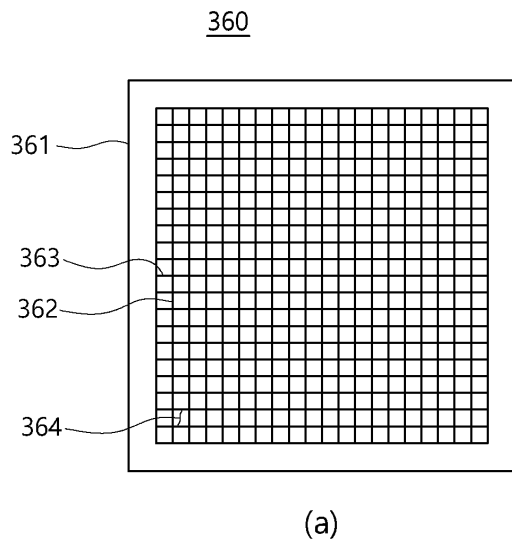
도면1



도면2



도면3



도면4

