



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0048805
(43) 공개일자 2020년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61N 5/10 (2006.01) A61N 2/02 (2006.01)
A61N 2/06 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61N 5/1042 (2013.01)
A61N 2/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0131305
(22) 출원일자 2018년10월30일
심사청구일자 2019년01월02일

(71) 출원인
한국전기연구원
경상남도 창원시 성산구 불모산로10번길 12 (성주동)
(72) 발명자
김근주
경기도 안산시 상록구 화랑로 527, 1005동 507호 (성포동, 주공10단지아파트)
김정일
경기도 안산시 상록구 해양1로 11 (사동, 안산고잔6차푸르지오)
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치

(57) 요약

본 발명은 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 있어 자기장을 방사선의 조사 방향과 수직인 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하는 자기장 발생부와 자기장 발생부에서 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킬 수 있는 자기장 (뒷면에 계속)

대표도 - 도1

10



차폐부를 가지는 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 관한 것이다.

본 발명에서는, 방사선을 피조사체의 환부 조직으로 조사하는 방사선 조사부; 자기장을 상기 환부 조직에 형성하는 자기장 발생부; 및 상기 자기장 발생부를 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 자기장 차폐부;를 포함하며, 상기 자기장 발생부에서는 상기 자기장을 상기 방사선이 조사되는 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 형성하며, 나아가 자기장 방향 및 세기를 조절하여 조사되는 방사선 경로상에 발생된 하전 입자를 제어 하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치를 개시한다.

(52) CPC특허분류

- A61N 2/06 (2013.01)
- A61N 5/1001 (2013.01)
- A61N 5/1045 (2013.01)
- A61N 5/1048 (2013.01)
- A61N 2005/1085 (2013.01)

이정훈

인천광역시 남구 주승로 253, 103동 1406호(관교동, 동부아파트)

(72) 발명자

이용석

경기도 수원시 장안구 서부로2198번길 44-9, 203호 (천천동)

김상훈

경기도 안산시 단원구 당곡로 33 (고잔동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	18-12-N0101-42
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	국가과학기술연구회
연구사업명	전기융합 첨단 의료기기 기술개발
연구과제명	암치료기용 LINAC 및 마그네트론 개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국전기연구원
연구기간	2018.01.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

방사선을 피조사체의 환부 조직으로 조사하는 방사선 조사부;

자기장을 상기 환부 조직에 형성시키는 자기장 발생부; 및

상기 자기장 발생부를 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 자기장 차폐부;를 포함하며,

상기 자기장 발생부에서는 상기 자기장을 상기 방사선이 조사되는 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 형성하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 자기장 차폐부는 원통형의 자상체(magnetic material)를 구비하여 구성되며, 상기 자기장 발생부로부터 형성되는 자기장에 대한 자기 회로 구조를 이롭고 동시에, 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 자기장 차폐부의 내부 영역의 양측 종단에 구비되어 상기 내부 영역의 자기장을 집중(focusing)시켜 상기 환부 조직에 형성되는 자기장의 세기를 증가시키는 자기장 집중부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 자기장 집중부는,

상기 자기장 발생부의 측부에 위치하는 제1 외경의 외측부와,

상기 자기장 발생부의 내부에 위치하는 제2 외경의 내측부를 포함하며,

상기 제1 외경은 상기 제2 외경보다 큰 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 자기장 발생부는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 전자석 또는 영구 자석을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 자기장 발생부는 전자석을 이용하여 구성되며,

상기 전자석의 제어를 통해 자기장의 방향과 세기를 조절하여 조사되는 방사선의 경로 상에 발생된 하전 입자를 제어하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 자기장 발생부는 영구 자석을 이용하여 구성되며,

상기 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 자석 사이에 영구 자석이 추가 배치되어 할바흐 배열(Halbach array) 구조를 이루는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 자기장 차폐부는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우로 배치되는 두 개의 원통형 자성체를 포함하여 구성되며,

상기 방사선 조사부는 상기 두 개의 원통형 자성체 사이를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 자기장 차폐부는 상기 방사선이 투과할 수 있는 개구 구조를 구비하는 원통형 자성체를 포함하여 구성되며,

상기 방사선 조사부는 상기 개구 구조를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사하는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 자기장 차폐부는,

상기 방사선이 상기 개구 구조를 통해 조사될 수 있도록 상기 방사선 조사부와 연동하여 구동되는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 자기장 발생부는,

상기 자기장 차폐부 및 상기 방사선 조사부와 연동하여 구동되는 것을 특징으로 하는 방사선 치료 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 있어 자기장을 방사선의 조사 방향과 수직인 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하는 자기장 발생부와 자기장 발생부에서 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킬 수 있는 자기장 차폐부를 가지는 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 고령화 시대의 도래와 더불어 국민 생활수준이 향상됨에 따라 건강한 삶을 영위하기 위한 질병의 조기 진단과 치료에 대한 관심이 점점 높아지고 있는 추세에 있다. 특히, 방사선 치료 장치는 질병의 치료에 방사선을 사용하는 의료 장비로서, X선, 감마선과 같은 광자 또는 양성자선 등의 방사선을 이용하여 암과 같은 악성 종양 조직의 성장을 지연시키거나 파괴하는 치료 장치이다.

[0003] 그런데, 인체의 정상 조직에 고 에너지를 갖고 있는 방사선량이 과다하게 조사되는 경우, 정상 조직 세포가 사

멸하거나, 유전적인 결함을 초래하기도 하고, 암을 발생시키기도 한다. 정상 조직과 종양 조직이 근접해 있을 경우, 방사선 부작용으로 인하여 방사선 치료 선량을 충분히 조사하지 못하는 경우가 발생한다. 예로, 인체내의 점막 조직은 방사선에 가장 민감한 부위 중 하나로서, 점막 구조에 일정 방사선량 이상이 전달될 때 부작용이 발생하게 된다. 따라서, 방사선 치료 시, 파괴할 종양이 충분한 방사선을 받도록 하고, 종양을 둘러싸고 있는 정상 조직에 대한 손상을 최소화하도록 조절되어야 한다.

[0004] 이에 대하여, 대한민국 등록특허 제10-1689130호에서는 자기장을 이용한 체내 점막조직 선량 제어 광자빔 방사선 치료장치를 개시하고 있으나, 외부 누설 자기장으로 인한 방사선 치료 장치의 오작동 뿐만 아니라 상기 방사선 치료 장치를 구성하는 선형 가속기 내의 전자빔에 영향을 주면서 방사선 선량에 변화를 초래하거나 종양 조직에 정확한 빔 타겟팅을 방해하여 정확한 방사선 치료를 어렵게 하는 문제가 따를 수 있다. 또한, 개시된 자기장 발생 구조의 경우 중심에서 높은 자기장을 얻기 어려울 뿐만 아니라, 치료영역에서 균일한 자기장을 얻기 어렵다.

[0005] 또한, 최근 방사선 치료 장치에는 정상 조직에 대한 방사선 조사를 최소화하면서도 종양 조직만을 집중적으로 치료하기 위하여 다엽 콜리메이터(Multi-Leaf Collimator, MLC)를 채택하고 있는데, 이러한 다엽 콜리메이터(MLC)는 모터를 이용하여 구동되는 바 모터의 오동작을 방지하기 위해서는 모터에서의 자기장을 최대 600 가우스(Gauss, G) 이하로 억제할 수 있어야 한다.

[0006] 이에 따라, 방사선 조사에 의해 인체 내 종양 조직 등에서 발생할 수 있는 하전 입자를 제어함과 동시에 나아가 선형 가속기, 다엽 콜리메이터(MLC) 등에 대한 자기장의 영향을 효과적으로 억제할 수 있는 구조의 방사선 치료 장치의 개발이 절실히 요구되고 있다. 특히, 발생된 하전 입자를 제어하기 위해서는 일정 값 이상의 자기장과 함께 점막 위치에 따라 자기장 방향 제어가 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1689130호(2016년 12월 23일 공고)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 자기장을 방사선의 조사 방향과 수직한 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하여 인체 내 종양 조직 등에서 산란된 하전 입자를 제어하여 산란된 하전 입자에 의한 정상 조직의 손상을 최소화 할 수 있으며, 나아가 상기 자기장 발생부를 자기장 차폐부 내부 영역에 배치하여 선형 가속기, 전자총, 다엽 콜리메이터(MLC) 등에 대한 자기장의 영향을 효과적으로 억제할 수 있는 자기장 생성 장치 및 이를 구비하는 체내 선량 제어 방사선 치료 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 그 외 본 발명의 세부적인 목적은 아래에 기재되는 구체적인 내용을 통하여 이 기술 분야의 전문가나 연구자에게 자명하게 파악되고 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 측면에 따른 방사선 치료 장치는, 방사선을 피조사체의 환부 조직으로 조사하는 방사선 조사부; 자기장을 상기 환부 조직에 형성하는 자기장 발생부; 및 상기 자기장 발생부를 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 자기장 차폐부;를 포함하며, 상기 자기장 발생부에서는 상기 자기장을 상기 방사선이 조사되는 제1 방향과 수직한 제2 방향으로 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 이때, 상기 자기장 차폐부는 원통형의 자상체(magnetic material)를 구비하여 구성되어, 상기 자기장 발생부로부터 형성되는 자기장에 대한 자기 회로 구조를 이룸과 동시에, 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킬 수 있다.

[0012] 또한, 상기 자기장 차폐부의 내부 영역의 양측 종단에 구비되어 상기 내부 영역의 자기장을 집중(focusing)시켜 상기 환부 조직에 형성되는 자기장의 세기를 증가시키는 자기장 집중부를 더 포함할 수 있다.

- [0013] 여기서, 상기 자기장 집속부는, 상기 자기장 발생부의 측부에 위치하는 제1 외경의 외측부와, 상기 자기장 발생부의 내부에 위치하는 제2 외경의 내측부를 포함하며, 상기 제1 외경은 상기 제2 외경보다 큰 것이 바람직하다.
- [0014] 또한, 상기 자기장 발생부는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 전자석 또는 영구 자석을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 자기장 발생부는 전자석을 이용하여 구성되며, 상기 전자석의 제어를 통해 자기장의 방향과 세기를 조절하여 조사되는 방사선의 경로 상에 발생된 하전 입자를 제어할 수 있다.
- [0016] 이때, 상기 자기장 발생부는 영구 자석을 이용하여 구성되며, 상기 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 자석 사이에 영구 자석이 추가 배치되어 할바흐 배열(Halbach array) 구조를 이룰 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 자기장 차폐부는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우로 배치되는 두 개의 원통형 자성체를 포함하여 구성되며, 상기 방사선 조사부는 상기 두 개의 원통형 자성체 사이를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사할 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 자기장 차폐부는 상기 방사선이 투과할 수 있는 개구 구조를 구비하는 원통형 자성체를 포함하여 구성되며, 상기 방사선 조사부는 상기 개구 구조를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사할 수 있다.
- [0019] 이때, 상기 자기장 차폐부는, 상기 방사선이 상기 개구 구조를 통해 조사될 수 있도록 상기 방사선 조사부와 연동하여 구동될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 자기장 발생부는, 상기 자기장 차폐부 및 상기 방사선 조사부와 연동하여 구동될 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치에서는, 자기장 발생부에서 자기장을 방사선의 조사 방향과 수직인 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하면서 자기장 방향 및 세기를 조절하여 방사선 빔 경로상에 발생된 하전 입자를 제어할 수 있어 방사선 치료 효과를 높일 수 있으며, 자기장 차폐부 내부 영역에 자기장 발생부를 배치하여 방사선 치료 장치에서 자기장에 민감한 부품들에 대한 자기장 영향을 최소화할 수 있으며 외부 누설 자기장을 내부로 집속함으로써 중심 자기장을 높일 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 블록도이다.
 도 2a와 도 2b는 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 구성도이다.
 도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 외부 영역에서의 자기장 분포를 설명하는 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 내부 영역에서의 자기장 분포를 설명하는 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 자기장 차폐부의 구성을 설명하는 도면이다.
 도 7과 도 8은 본 발명의 일 실시 예에 따른 방사선 치료 장치의 자기장 차폐부의 종류에 따른 자기장 분포를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 첨부된 도면을 기초로 상세히 설명하고자 한다.
- [0024] 이하의 실시예는 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- [0025] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수

있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시 예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

- [0026] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0027] 아래에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치에 대한 예시적인 실시 형태들을 첨부된 도면을 참조하여 차례로 설명한다.
- [0028] 먼저, 도 1에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 블록도가 도시되어 있다. 도 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)는, 방사선을 피조사체의 환부 조직으로 조사하는 방사선 조사부(100), 자기장을 상기 환부 조직으로 형성하는 자기장 발생부(200) 및 상기 자기장 발생부(200)를 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 자기장 차폐부(300)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이때 상기 자기장 발생부(200)에서는 상기 자기장을 상기 방사선이 조사되는 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 형성하게 된다.
- [0029] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)는, 도 1에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 방사선 조사부(100), 자기장 발생부(200), 자기장 차폐부(300)의 구동을 제어할 수 있는 제어부(500)를 더 포함할 수 있으며, 나아가 상기 자기장 차폐부(300)의 내부 영역의 양측 종단에 구비되어 상기 내부 영역의 자기장을 집중(focusing)시켜 상기 환부 조직에 형성되는 자기장의 세기를 증가시키는 자기장 집중부(400)를 더 포함하여 구성될 수 있다.
- [0030] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는, 상기 자기장 발생부(200)에서 자기장을 상기 방사선 조사부(100)에서 조사되는 방사선의 조사 방향과 수직인 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하면서 자기장 발생부(200)의 자기장 방향 및 세기를 조절하여 방사선 빔 경로상에 발생된 하전 입자를 제어할 수 있어 방사선 치료 효과를 높일 수 있다. 또한 상기 자기장 발생부(200)를 자기장 차폐부(300) 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킴으로써 자기장의 누설에 의해 나타날 수 있는 오동작을 효과적으로 억제할 수 있게 된다.
- [0031] 또한, 도 2a와 도 2b에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 구체적인 구성을 예시하고 있다.
- [0032] 이때, 도 2a에서는 상기 자기장 발생부(200)로서 전자석(electromagnet)을 사용하는 경우를 예시하고 있고, 도 2b에서는 상기 자기장 발생부(200)로서 영구 자석(permanent magnet)을 사용하는 경우를 예시하고 있다.
- [0033] 이하, 도 2a와 도 2b를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)를 각 구성별로 나누어 보다 자세하게 살핀다.
- [0034] 먼저, 상기 방사선 조사부(100)에서는 방사선을 피조사체의 환부 조직으로 조사하게 된다.
- [0035] 보다 구체적으로, 도 2a 및 도 2b에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 방사선 조사부(100)는, 전자빔을 생성하는 전자총(110), 상기 전자총(110)에서 생성된 전자빔을 가속하는 선형 가속기(120), 상기 가속된 전자빔의 방향을 틀어주는 휨 자석(bending magnet)(130), 상기 전자빔이 충돌하면서 X선 등 방사선을 생성하는 타겟(target)(140) 및 상기 타겟(140)에서 생성된 방사선이 조사되는 영역을 제한하는 다엽 콜리메이터(Multi-Leaf Collimator, MLC)(150)를 포함하여 구성될 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는 상기 방사선 조사부(100)에서 생성된 방사선을 환자 등 피조사체의 환부 조직으로 조사하여 치료를 수행할 수 있게 된다.
- [0036] 그런데, 상기 방사선이 조사되는 궤적에 방사선에 민감한 부위가 있을 일정 방사선량 이상이 전달될 때 부작용이 발생하게 된다. 특히, 방사선에 민감한 정상 조직과 종양 조직이 근접해 있을 경우 종양 조직에 충분한 치료 방사선 선량을 전달 할 수 없어 치료효과가 낮아 질 수 밖에 없다. 따라서, 방사선 치료 시, 파괴할 종양이 충분한 방사선을 받도록 하고, 종양을 둘러싸고 있는 정상 조직에 대한 손상을 최소화하도록 조절되어야 한다.

- [0037] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는, 도 2a 및 도 2b에서 볼 수 있는 바와 같이, 자기장을 상기 환부 조직에 형성하는 자기장 발생부(200)를 구비하고, 상기 자기장 발생부(200)에서 상기 자기장을 상기 방사선이 조사되는 제1 방향과 수직인 제2 방향으로 형성하도록 함으로써, 방사선 조사에 의해 환부 조직에서 발생할 수 있는 하전 입자를 제어하여 정상 조직에 대한 방사선 선량의 감소할 수 있다.
- [0038] 보다 구체적으로, 도 2a 및 도 2b에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 발생부(200)는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 전자석(도 2a) 또는 영구 자석(도 2b)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0039] 그런데, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서 상기 자기장 발생부(200)를 사용하는 경우, 이로 인하여 발생하는 자기장이 상기 방사선 조사부(100) 등에 영향을 주어 오동작 등을 초래하는 문제가 나타날 수 있다.
- [0040] 보다 구체적으로, 상기 자기장 발생부(200)의 다엽 콜리메이터(150)에는 모터(151)가 구비되어 방사선이 조사되는 개구의 형태로 다엽(multi-leaf)을 구동하게 되는데, 상기 모터(151)의 경우 외부로 누설되는 자기장에 의하여 오동작 또는 동작 불능이 초래될 수 있으며, 특히 다엽(multi-leaf)이 잘못 구동되어 위치가 틀어질 경우 정상 조직에 다량의 방사선이 조사되는 위험한 상황이 초래될 수 있는 바, 상기 다엽 콜리메이터(150)의 모터(151)의 정상 동작을 보장하기 위하여 외부 자기장이 반드시 600 가우스(Gauss, G) 이하로 조절될 수 있도록 유지하는 것이 바람직하다.
- [0041] 또한, 상기 모터(151) 이외에 상기 전자총(110) 및 선형 가속기(120)에서도 외부 자기장에 의하여 전자빔의 경로 등이 틀어지면서 방사선 조사량 등에 오차가 발생할 수 있고 나아가 빔 타겟팅(beam targeting)도 어려워지면서 정확한 방사선 조사 및 치료도 힘들어지는 문제가 따르게 된다.
- [0042] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는, 도 2a 및 도 2b에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 발생부(200)를 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키는 자기장 차폐부(300)를 구비하여, 상기 자기장 발생부(200)에서 발생하는 자기장이 상기 방사선 조사부(100) 등에 영향을 주어 나타날 수 있는 오동작 등을 방지하게 된다.
- [0043] 이때, 상기 자기장 차폐부(300)는 순철 등의 자상체(magnetic material)로 이루어지는 원통형의 형태로 구성되는 것이 바람직하며, 이에 따라 상기 자기장 발생부(200)로부터 형성되는 자기장에 대하여 루프(loop) 형상의 자기 회로 구조를 이룸과 동시에, 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시키도록 할 수 있게 된다.
- [0044] 이어서, 도 3과 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 외부 영역에서의 자기장 분포를 예시하고 있다.
- [0045] 먼저, 도 3에서는 전자석을 사용하는 자기장 발생부(200)를 구비하는 방사선 치료 장치(10)의 외부 영역에서의 자기장 분포를 예시하고 있다.
- [0046] 이때, 도 3(a)에서는 자기장 차폐부(300)를 구비하지 않는 경우를 예시하고 있는데, 도 3(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 모터(151)에서의 외부 자기장 세기가 500 가우스(G)로 모터(151)의 정상 동작 조건(600 가우스(G) 이하)에는 만족하나 경계치에 가까워 오동작이 유발될 가능성을 배제하기 어려운 상황을 나타낸다.
- [0047] 반면, 도 3(b)에서는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경우를 예시하고 있는데, 도 3(b)에서 볼 수 있는 바와 같이 모터(151)에서의 외부 자기장 세기가 70 가우스(G)로 모터(151)의 정상 동작 조건(600 가우스(G) 이하)을 충분히 만족할 수 있음을 확인할 수 있으며, 나아가 환부 조직에 대응하는 중심 영역에서의 자기장도 2320 가우스(G)로 강화된 것을 알 수 있다(도 3(a)에서는 2100 가우스(G)).
- [0048] 또한, 도 3(c)에서는 자기장 차폐부(300)와 함께 자기장 집속부(400)도 구비하는 경우를 예시하고 있다. 도 3(c)에서 볼 수 있는 바와 같이 자기장 집속부(400)를 구비함으로써 환부 조직에 대응하는 중심 영역에서의 자기장을 집속시켜 2670 가우스(G)까지 강화되었으며, 이때 모터(151)에서의 외부 자기장 세기도 200 가우스(G)로 정상 동작 조건을 충분히 만족할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0049] 또한, 도 4에서는 영구 자석을 사용하는 자기장 발생부(200)를 구비하는 방사선 치료 장치(10)의 외부 영역에서의 자기장 분포를 예시하고 있다.
- [0050] 먼저, 도 4(a)에서는 자기장 차폐부(300)를 구비하지 않는 경우를 예시하고 있는데, 도 4(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 모터(151)에서의 외부 자기장 세기가 1000 가우스(G)로 모터(151)의 정상 동작 조건(600 가우스(G) 이

하)을 벗어나고 있어 오동작이 유발될 가능성을 매우 높은 상황임을 알 수 있다.

- [0051] 반면, 도 4(b)에서는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경우를 예시하고 있는데, 도 4(b)에서 볼 수 있는 바와 같이 모터(151)에서의 외부 자기장 세기가 250 가우스(G)로 모터(151)의 정상 동작 조건(600 가우스(G) 이하)을 충분히 만족할 수 있음을 확인할 수 있으며, 나아가 환부 조직에 대응하는 중심 영역에서의 자기장도 2460 가우스(G)로 강화된 것을 알 수 있다(도 4(a)에서는 2090 가우스(G)).
- [0052] 또한, 도 4(c)에서는 자기장 차폐부(300)와 함께 자기장 발생부(200)에 할바흐 자석(210)을 구비하여 할바흐 배열(Halbach array) 구조를 이루는 경우를 예시하고 있다. 도 4(c)에서 볼 수 있는 바와 같이 상기 자기장 발생부(200)에 할바흐 자석(210)을 구비하여 할바흐 배열(Halbach array) 구조를 이루도록 함으로써 환부 조직에 대응하는 중심 영역에서의 자기장을 2890 가우스(G)까지 강화하면서도, 모터(151)에서의 외부 자기장 세기도 110 가우스(G)로 더욱 개선할 수 있음을 확인할 수 있다.
- [0053] 또한, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 내부 영역에서의 자기장 분포를 설명하고 있다.
- [0054] 보다 구체적으로, 도 5(a)에서는 전자석을 사용하여 자기장 발생부(200)를 구성하는 경우를 예시하고 있고, 도 5(b)에서는 영구 자석을 사용하여 자기장 발생부(200)를 구성하는 경우를 예시하고 있다.
- [0055] 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는 상기 자기장 차폐부(300)의 내부 영역에 자기장 발생부(200)가 구비되어 상기 방사선 조사부(100)에서 조사되는 방사선의 방향과 수직인 방향으로 자기장이 형성되게 된다.
- [0056] 이때, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서, 상기 자기장 차폐부(300)는 원통형의 자성체(magnetic material)를 구비하여 구성되며, 상기 자기장 발생부(200)로부터 형성되는 자기장에 대한 자기 회로 구조를 이룸과 동시에, 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킬 수 있게 된다.
- [0057] 또한, 상기 자기장 집속부(400)는 상기 자기장 차폐부(300)의 내부 영역의 양측 종단에 구비되어 상기 내부 영역의 자기장을 집속(focusing)시켜 상기 환부 조직에 형성되는 자기장의 세기를 증가시킬 수 있게 된다.
- [0058] 나아가, 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 집속부(400)는 상기 자기장 발생부(200)의 측부에 위치하는 제1 외경의 외측부(410)와, 상기 자기장 발생부(200)의 내부에 위치하는 제2 외경의 내측부(420)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이때 상기 제1 외경은 상기 제2 외경보다 큰 값을 가지면서 상기 자기장 발생부(200)의 형상에 대응하는 형상을 이루어 체결되는 구조를 이룰 수 있다.
- [0059] 또한, 상기 자기장 발생부(200)는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 전자석 또는 영구 자석을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0060] 나아가, 도 5(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 발생부(200)는 영구 자석을 이용하여 구성될 수 있으며, 이때 상기 자기장 발생부(200)는 상기 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 자석 사이에 영구 자석이 추가 배치되어 할바흐 배열(Halbach array) 구조를 이루도록 할 수도 있다.
- [0061] 나아가, 상기 자기장 발생부(200)에서는 상기 좌우 대칭 구조를 이루어 배치되는 복수의 자석 사이에 중심 자기장 방향과 반대의 자기장 방향을 가지는 영구 자석을 추가 배치함으로써 자기장 세기 및 외부 누설 자기장 등의 특성을 더욱 개선할 수도 있다.
- [0062] 또한, 도 6에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 자기장 차폐부(300)의 구성을 예시하고 있다.
- [0063] 먼저, 도 6(a)에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 차폐부(300)는 상기 방사선이 조사되는 축을 기준으로 좌우로 배치되는 두 개의 원통형 자성체(310, 320)를 포함하여 구성될 수 있으며(=분리형 차폐 구조), 이때 상기 방사선 조사부(100)는 상기 두 개의 원통형 자성체(310, 320) 사이를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사할 수 있게 된다.
- [0064] 또한, 도 6(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 자기장 차폐부(300)는 상기 방사선이 투과할 수 있는 제1 개구 구조(330)를 구비하는 원통형 자성체를 포함하여 구성될 수 있으며(=일체형 차폐 구조), 이때 상기 방사선 조사부(100)는 상기 제1 개구 구조를 통해 방사선을 상기 환부 조직으로 조사할 수 있게 된다. 이때, 상기 자기장 차폐부(300)는 상기 방사선이 상기 제1 개구 구조(310)를 통해 조사될 수 있도록 상기 방사선 조사부(100)와 연동하여 구동되는 것이 바람직하다. 나아가, 상기 자기장 차폐부(300)에는 환부 조직을 모니터링 하기 위한 방사

선 빔을 조사하는 제2 개구 구조(340)가 구비되는 것이 더욱 바람직하다.

- [0065] 또한, 도 7과 도 8에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)의 자기장 차폐부(300)의 종류에 따른 자기장 분포를 예시하고 있다.
- [0066] 먼저, 도 7(a)에서는 도 6(a)의 분리형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경우의 자기장 분포를 도시하고 있다. 도 7(a)에서 볼 수 있는 바와 같이, 모터(151)에서의 외부 자기장이 450 가우스(G)에 근접하는 높은 값을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0067] 또한, 도 7(b)에서는 도 6(b)의 일체형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경우의 자기장 분포를 도시하고 있다. 도 7(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 모터(151)에서의 외부 자기장이 300 가우스(G)에 근접하는 값을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0068] 나아가, 도 7(c)에서는 도 6(b)의 일체형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)와 함께 할바흐 자석(210)을 가지는 자기장 발생부(200)를 구비하는 경우의 자기장 분포를 도시하고 있다. 도 7(c)에서 볼 수 있는 바와 같이, 모터(151)에서의 외부 자기장이 100 가우스(G) 정도에 그치는 것을 확인할 수 있다.
- [0069] 보다 구체적으로 도 8에서는 위 도 7(a) 내지 도 7(c)의 경우에 대하여 각도에 따른 모터(151) 위치에서의 자기장 분포를 그래프로 표시하고 있다. 도 8에서 볼 수 있는 바와 같이, 분리형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경우(도 8의 (A))에는 약 0.041 테슬라(T)에서 0.045 테슬라(T)에 근접하는 범위의 자기장을 가질 수 있음을 알 수 있고, 일체형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)를 구비하는 경(도 8의 (B))에는 약 0.026 테슬라(T)에서 0.028 테슬라(T) 범위의 자기장을 가질 수 있음을 알 수 있다.
- [0070] 특히, 일체형 차폐 구조를 가지는 자기장 차폐부(300)와 함께 할바흐 자석(210)을 가지는 자기장 발생부(200)를 구비하는 경우(도 8의 (C))에는 약 0.01 테슬라(T) 정도의 자기장을 나타내는 바, 자기장 발생부(200)에 의한 외부 자기장을 억제하여 전자총(110), 선형 가속기(120), 모터(151) 등의 오동작 등을 효과적으로 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0071] 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장치(10)에서는, 자기장 발생부(200)에서 자기장을 방사선의 조사 방향과 수직인 방향으로 환부 조직에 형성되도록 하면서, 상기 자기장 발생부(200)를 자기장 차폐부(300) 내부 영역에 배치하여 외부 영역으로 누설되는 자기장을 감쇠시킴으로써, 방사선 조사에 의해 환부 조직에서 발생할 수 있는 하전 입자에 의한 방사선 선량의 감소를 방지하면서 나아가 자기장의 누설에 의해 나타날 수 있는 오동작을 효과적으로 억제할 수 있게 된다.
- [0072] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

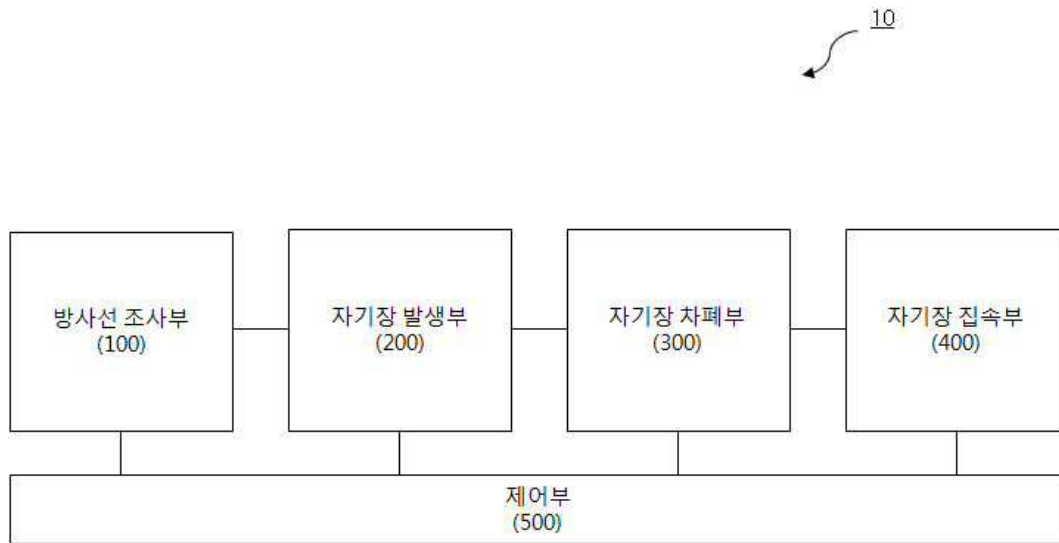
부호의 설명

- [0073] 10 : 방사선 치료 장치
- 100 : 방사선 조사부
- 110 : 전자총
- 120 : 선형 가속기
- 130 : 휨 자석
- 140 : 타겟
- 150 : 다엽 콜리메이터
- 151 : 모터
- 200 : 자기장 발생부

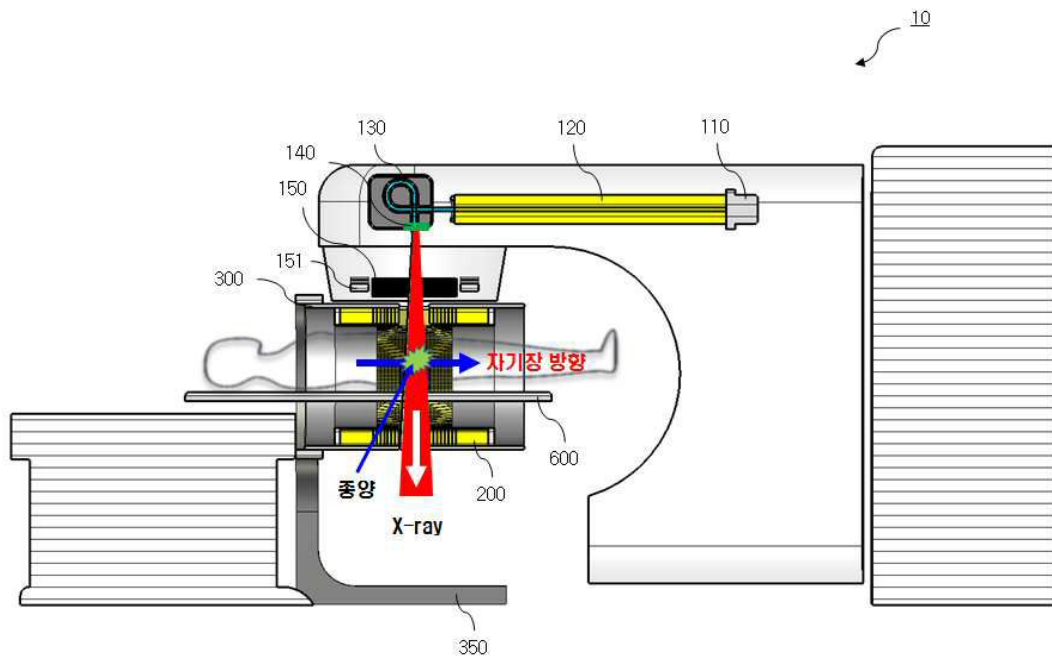
- 210 : 할바흐 자석
- 300 : 자기장 차폐부
- 310 : 우측 차폐부
- 320 : 좌측 차폐부
- 330 : 제1 개구 구조
- 340 : 제2 개구 구조
- 350 : 자기장 차폐부 지지대
- 400 : 자기장 집속부
- 410 : 외측부
- 420 : 내측부
- 500 : 제어부
- 600 : 치료대

도면

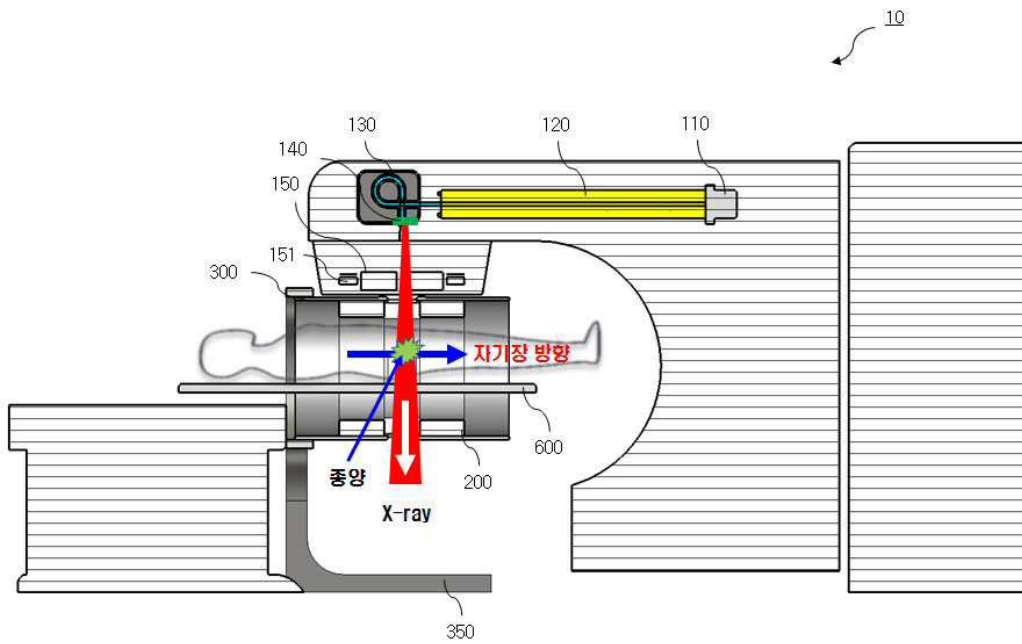
도면1



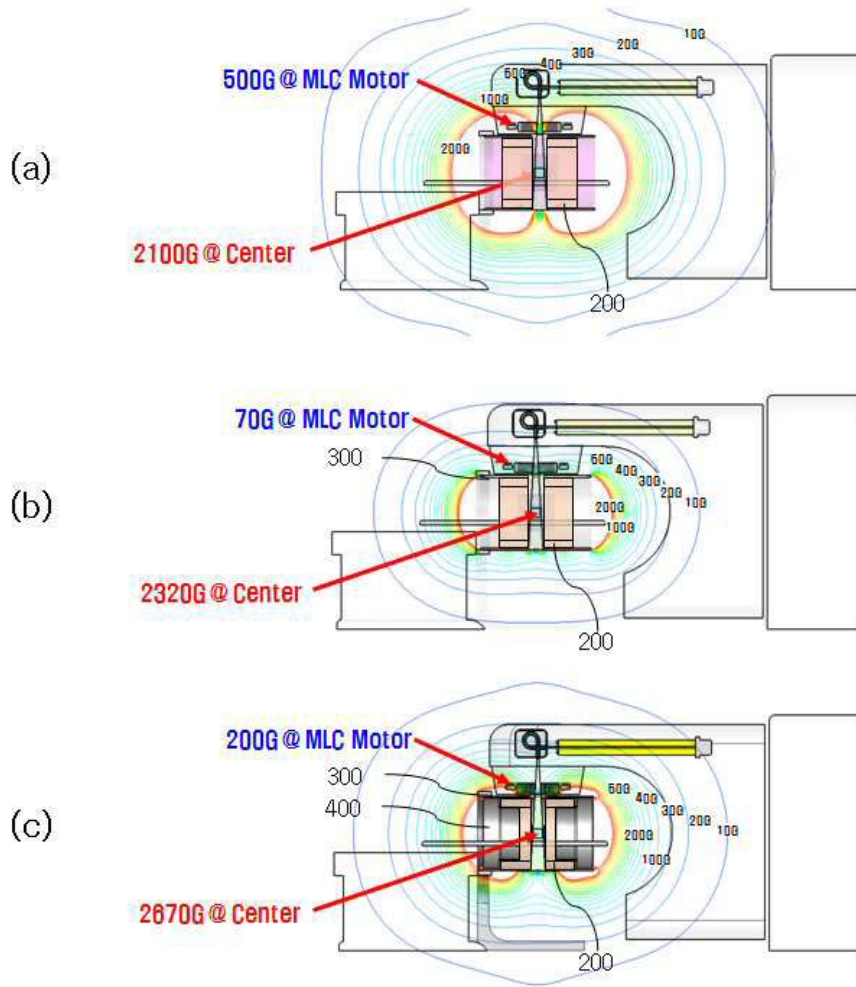
도면2a



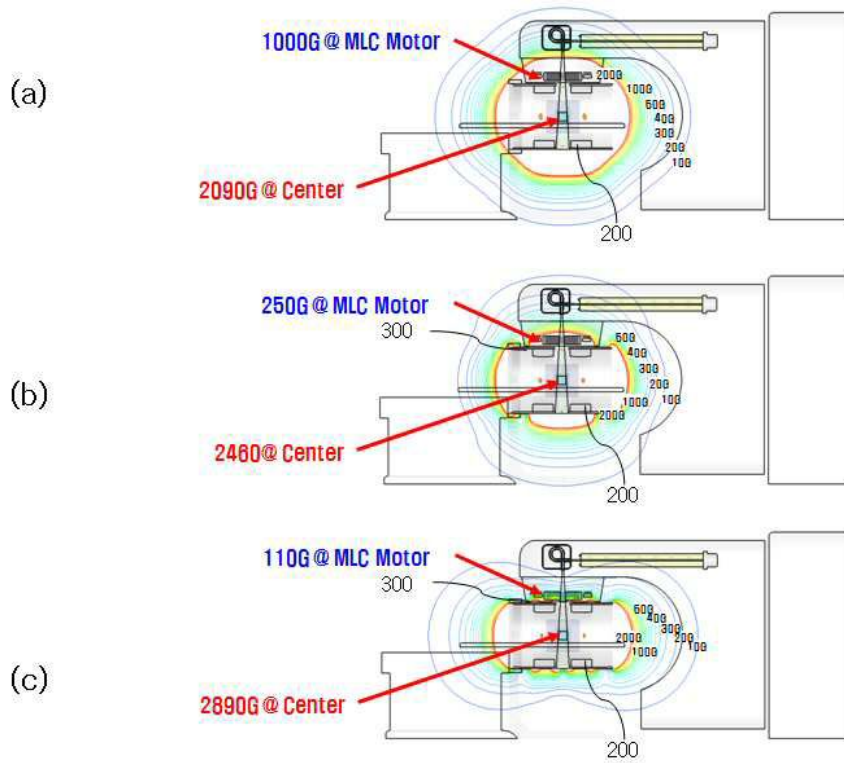
도면2b



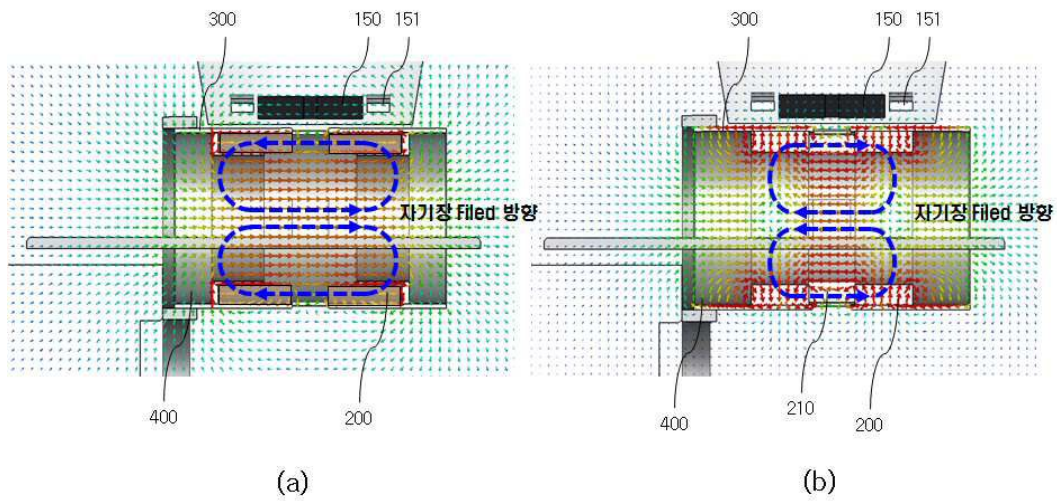
도면3



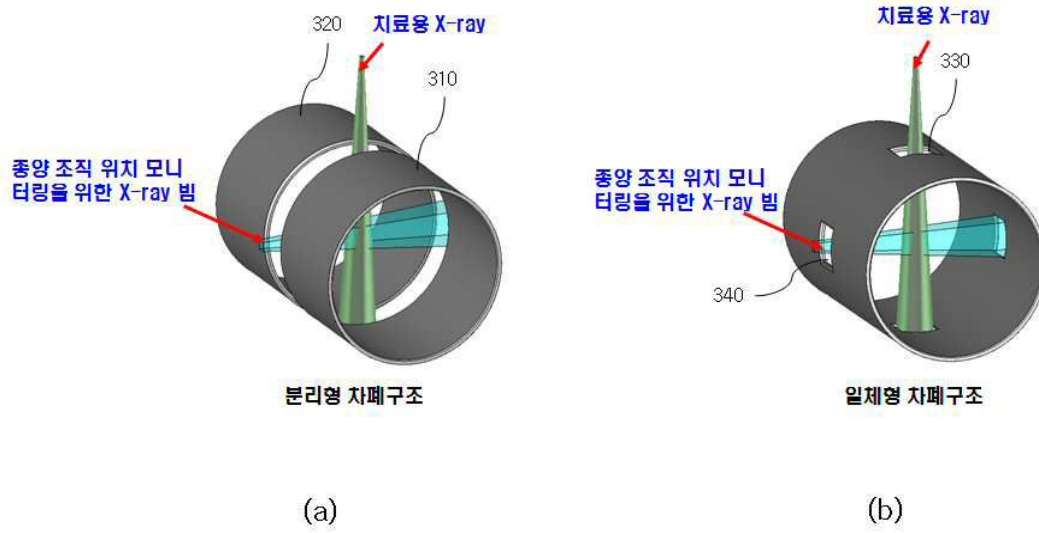
도면4



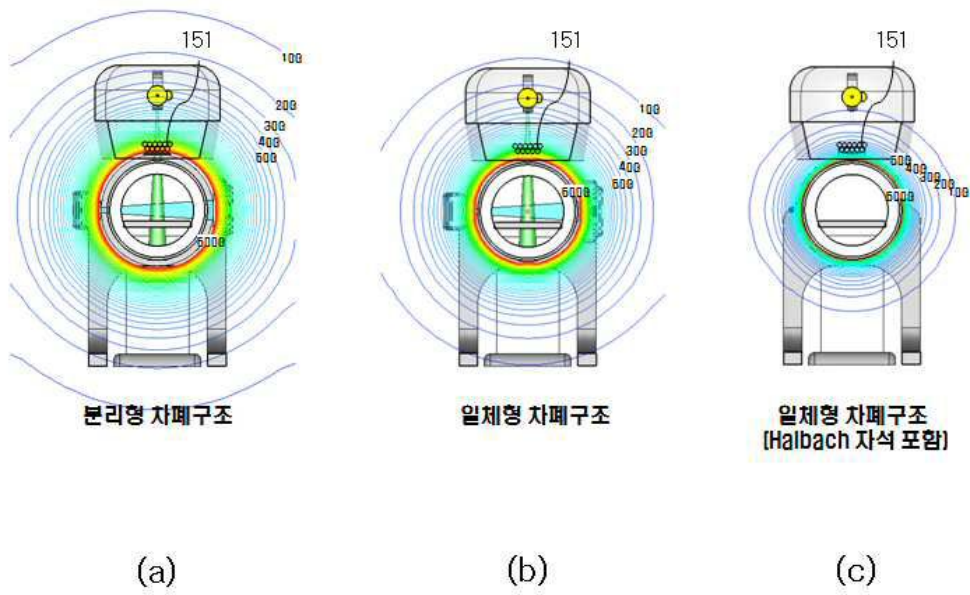
도면5



도면6



도면7



도면8

