



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년08월22일  
(11) 등록번호 10-2568345  
(24) 등록일자 2023년08월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61N 5/10 (2006.01) A61B 6/00 (2006.01)  
G01T 1/161 (2006.01) G01T 1/20 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
A61N 5/1075 (2013.01)  
A61B 6/583 (2020.08)  
(21) 출원번호 10-2020-0149678  
(22) 출원일자 2020년11월10일  
심사청구일자 2020년11월10일  
(65) 공개번호 10-2022-0063620  
(43) 공개일자 2022년05월17일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020100132835 A\*  
KR1020200002918 A\*  
US08610077 B2\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
사회복지법인 삼성생명공익재단  
서울특별시 용산구 이태원로55길 48 (한남동)  
(72) 발명자  
김동욱  
서울특별시 서대문구 증가로 27-5, 103호 (연희동)  
신한백  
서울특별시 마포구 마포대로11길 (공덕동)  
(74) 대리인  
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 11 항

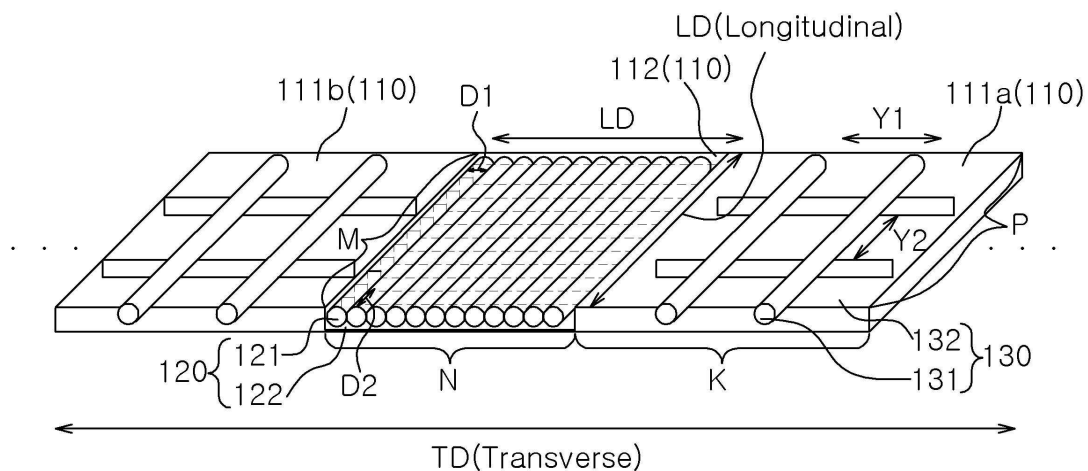
심사관 : 민아름

(54) 발명의 명칭 방사선 치료 장비 품질 검증 장치, 품질 검증용 팬텀 및 이의 신틸레이터 구조체

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따르면, 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하는 신호 수신부를 이용하여 방사선 빔의 조사야 및 선량 측정을 수행하는 방사선 치료 장비 품질 검증 장치, 품질 검증용 팬텀 및 이의 신틸레이터 구조체가 개시된다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

*G01T 1/161* (2013.01)

*G01T 1/20* (2013.01)

*A61N 2005/1076* (2013.01)

(72) 발명자

**노유윤**

서울특별시 강서구 곰달래로 122 (화곡동, 디아인스)

**김호재**

경기도 김포시 유현로 200 (풍무동, 풍무푸르지오)

**한수철**

서울특별시 서대문구 정가로 4, 402호

**김진성**

서울특별시 서대문구 통일로 395 (홍제동, 홍제 센트럴 IPARK)

**박광우**

서울특별시 서대문구 연세로 50-1 (신촌동)

**이호**

서울특별시 강남구 언주로 211 (도곡동)

**김호진**

서울특별시 서대문구 북아현로1길 50, 202동 603호 (북아현동, 신촌푸르지오)

**홍채선**

경기도 광명시 디지털로 64 (철산동, 철산한신아파트)

**신희순**

경기도 성남시 분당구 미금로 177, 303동 1102호 (구미동, 까치마을신원아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1075001068
과제번호	2003013-0120-SB120
부처명	원자력안전위원회
과제관리(전문)기관명	(재단)한국원자력안전재단
연구사업명	안전규제요소·융합기술개발(R&D)
연구과제명	치료용 선행가속기 사용시설 차폐 평가 및 관리를 위한 안전규제 기술 개발
기 여 율	1/4
과제수행기관명	연세대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345314455
과제번호	2018R1D1A1B07050217
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(교육부)(R&D)
연구과제명	고-분해능 방사선치료선량 평가를 위한 방사선 고강도 반도체 센서 개발 및 이용
기 여 율	1/4
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1425136405
과제번호	S2796688
부처명	중소벤처기업부
과제관리(전문)기관명	중소기업기술정보진흥원
연구사업명	창업성장기술개발(R&D)
연구과제명	반려동물의 암치료를 위한 AI 기술 기반의 방사선 치료계획 서비스 개발
기 여 율	1/4
과제수행기관명	(주)아우라케어
연구기간	2019.11.25 ~ 2020.11.24

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711107351
과제번호	2019R1F1A1060190
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	레디오믹스분석을 위한 딥러닝 기반 중앙분할 방법의 최적화
기 여 율	1/4
과제수행기관명	삼성서울병원
연구기간	2019.06.01 ~ 2021.02.28

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

방사선 치료 장비의 품질 검증에 사용되는 품질 검증용 팬텀에 있어서,

상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 신틸레이터 섬유를 포함하는 신호 수신부;

일측이 상기 신호 수신부의 일측에 연결되어, 상기 섬광의 전달 경로를 마련하는 신호 전달부; 및

상기 신호 전달부의 타측에 연결되어, 상기 섬광을 전기적 신호로 변환하여 상기 방사선의 조사 상태를 분석하는 신호 분석부;를 포함하고,

상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하며,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 신호 수신부의 중앙부에 위치하는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 중앙부의 양측에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함하고,

상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 N개(여기서, N은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 M개(여기서, M은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며,

상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수(N)는, 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고,

상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수(M)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정되는 품질 검증용 팬텀.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신호 분석부는, 상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 횡단면과 종단면에서의 조사 상태를 분석하는 품질 검증용 팬텀.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 품질 검증용 팬텀.

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 신호 수신부는, 내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부;를 더 포함하며,

상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 실장 공간에 실장되고,

상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 베이스부의 상단에 위치하는 품질 검증용 팬텀.

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 K개(여기서, K는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 P개(여기서, P는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며,

상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y1)는 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 패턴에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고,

상기 측부 제2 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y2)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 패턴에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정되는 품질 검증용 패턴.

## 청구항 8

방사선을 조사하는 방사선 조사부;

표면에 품질 검증용 패턴이 위치하며, 상기 방사선 조사부에 의하여 조사된 방사선을 검출하는 방사선 검출부; 및

상기 방사선 검출부에서 검출한 정보를 서버에 저장하는 데이터 획득부;를 포함하며,

상기 품질 검증용 패턴은,

상기 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 신틸레이터 섬유를 포함하는 신호 수신부;

일측이 상기 신호 수신부의 일측에 연결되어, 상기 섬광의 전달 경로를 마련하는 신호 전달부; 및

상기 신호 전달부의 타측에 연결되어, 상기 섬광을 전기적 신호로 변환하여 상기 방사선의 조사 상태를 분석하는 신호 분석부;를 포함하고,

상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하며,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 신호 수신부의 중앙부에 위치하는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 중앙부의 양측에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함하고,

상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 N개(여기서, N은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 M개(여기서, M은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며,

상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수(N)는, 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 패턴에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고,

상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수(M)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 패턴에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정되는 방사선 치료 장비 품질 검증 장치.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 신호 분석부는, 상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 횡단면과 종단면에서의 조사 상태를 분석하는 방사선 치료 장비 품질 검증 장치.

## 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 방사선 치료 장비 품질 검증 장치.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제8항에 있어서,

상기 신호 수신부는, 내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부;를 더 포함하며,

상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 실장 공간에 실장되고,

상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 베이스부의 상단에 위치하는 방사선 치료 장비 품질 검증 장치.

#### 청구항 13

방사선 치료 장비의 품질 검증에 사용되는 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체에 있어서,

내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부; 및

상기 베이스부의 내측 또는 상단에 위치하는 신틸레이터 섬유;를 포함하며,

상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하고,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직하며,

상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 실장 공간에 실장되는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 베이스부의 상단에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함하고,

상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서  $N$ 개(여기서,  $N$ 은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서  $M$ 개(여기서,  $M$ 은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며,

상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수( $N$ )는, 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경( $D1$ )을 기초로 결정되고,

상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수( $M$ )는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경( $D2$ )을 기초로 결정되는 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체.

#### 청구항 14

삭제

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

제13항에 있어서,

상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서  $K$ 개(여기서,  $K$ 는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서  $P$ 개(여기서,  $P$ 는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며,

상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리( $Y1$ )는 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질

검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고,

상기 측부 제2 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y2)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정되는 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 방사선 치료 장비의 품질 검증을 위한 장치, 품질 검증용 팬텀 및 이의 구조체에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 단층방사선치료 장비의 품질 관리의 경우, 일간, 월간, 분기별 및 연간항목이 정해져 있으며, 부품 교체에 따라서 각각 관리항목을 달리하고 있다.

[0003] 예를 들어, 단층방사선치료 장비 중 하나인 토모테라피(Tomotherapy)의 경우, 품질 관리를 위해 방사선 빔의 파라미터를 측정하기 위한 방안으로는, 워터 팬텀(Water phantom)을 설치하여 측정하는 방법, EBT3 Film을 사용하는 방법, ion chamber를 이용하는 방법 및 diode array를 이용한 상용화 팬텀을 사용하는 방법이 있다.

[0004] 그러나, 워터 팬텀(Water phantom)을 이용한 측정의 경우 월간 및 주요 부품 교체 이후 측정방법으로는 선호되지 않으며, EBT3 Film을 이용하는 측정방법의 경우, 실시간 측정이 불가능하며 필름 사용시마다 비용이 발생한다. 또한, ion chamber를 이용하는 방법은 품질관리 항목 중 beam field만 측정 가능한 방법이며, couch 움직임에 대한 품질관리를 우선적으로 수행해야 하는 문제 및 ion chamber 움직임에 의한 에러 등으로 문제점이 존재한다. 마지막으로, diode array를 이용한 상용화 팬텀을 사용하는 방법은 flattening filter-free빔을 이용하는 단층방사선치료 장비의 경우 빔의 형태가 평탄하지 않기 때문에 오차가 발생할 수 있다.

### 선행기술문헌

(특허문헌) 등록특허 제10-1617773호 (2016년05월03일 등록공고)

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따른 해결하고자 하는 과제는, 단층방사선치료 장비의 품질 관리를 위해 방사선 빔의 조사야 및 선량 측정을 수행하는 것을 포함한다.

[0006] 또한, 신틸레이터 구조체를 포함한 품질 검증용 팬텀을 이용하여 실시간으로 고해상도의 모니터링 결과를 얻는 것을 포함한다.

[0007] 본 명세서에 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

#### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비의 품질 검증에 사용되는 품질 검증용 팬텀은, 상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 신틸레이터 섬유를 포함하는 신호 수신부, 일측이 상기 신호 수신부의 일측에 연결되어, 상기 섬광의 전달 경로를 마련하는 신호 전달부 및 상기 신호 전달부의 타측에 연결되어, 상기 섬광을 전기적 신호로 변환하여 상기 방사선의 조사 상태를 분석하는 신호 분석부를 포함하고, 상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함한다.

[0009] 여기서, 상기 신호 분석부는, 상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 횡단면과 종단면에서의 조사 상태를 분석할 수 있다.

[0010] 여기서, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 방향일 수 있다.

- [0011] 여기서, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 신호 수신부의 중앙부에 위치하는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 중앙부의 양측에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함할 수 있다.
- [0012] 또한, 상기 신호 수신부는, 내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부를 더 포함하며, 상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 실장 공간에 실장되고, 상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 베이스부의 상단에 위치할 수 있다.
- [0013] 여기서, 상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 N개(여기서, N은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 M개(여기서, M은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며, 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수(N)는, 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수(M)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정될 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 K개(여기서, K는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 P개(여기서, P는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며, 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y1)는 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y2)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정될 수 있다.
- [0015] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치는, 방사선을 조사하는 방사선 조사부, 표면에 품질 검증용 팬텀이 위치하며, 상기 방사선 조사부에 의하여 조사된 방사선을 검출하는 방사선 검출부 및 상기 방사선 검출부에서 검출한 정보를 서버에 저장하는 데이터 획득부를 포함하며, 상기 품질 검증용 팬텀은, 상기 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 신틸레이터 섬유를 포함하는 신호 수신부, 일측이 상기 신호 수신부의 일측에 연결되어, 상기 섬광의 전달 경로를 마련하는 신호 전달부 및 상기 신호 전달부의 타측에 연결되어, 상기 섬광을 전기적 신호로 변환하여 상기 방사선의 조사 상태를 분석하는 신호 분석부를 포함하고, 상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함한다.
- [0016] 여기서, 상기 신호 분석부는, 상기 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선의 횡단면과 종단면에서의 조사 상태를 분석할 수 있다.
- [0017] 여기서, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 방향일 수 있다.
- [0018] 여기서, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 신호 수신부의 중앙부에 위치하는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 중앙부의 양측에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 신호 수신부는, 내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부를 더 포함하며, 상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 실장 공간에 실장되고, 상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 베이스부의 상단에 위치할 수 있다.
- [0020] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 방사선 치료 장비의 품질 검증에 사용되는 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체는, 내측에 실장 공간이 포함되는 베이스부 및 상기 베이스부의 내측 또는 상단에 위치하는 신틸레이터 섬유를 포함하며, 상기 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하고, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 적층 구조로 배치되며, 상기 제1 길이 방향 및 상기 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 방향일 수 있다.
- [0021] 여기서, 상기 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는, 각각 상기 실장 공간에 실장되는 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹과 상기 베이스부의 상단에 위치하는 측부 신틸레이터 섬유 그룹을 포함할 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 N개(여기서, N은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 M개(여기서, M은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며, 상



기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수(N)는, 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수(M)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정될 수 있다.

[0023] 여기서, 상기 측부 신틸레이터 섬유 그룹은, 상기 제2 길이 방향을 따라서 K개(여기서, K는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제1 신틸레이터 섬유들과 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 상기 제1 길이 방향을 따라서 P개(여기서, P는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제2 신틸레이터 섬유들을 포함하며, 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y1)는 상기 제2 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y2)는 상기 제1 길이 방향에 있어서 상기 방사선의 상기 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 상기 측부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정될 수 있다.

### 발명의 효과

[0024] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 단층방사선치료 장비의 품질 관리를 위해 방사선 빔의 조사야 및 선량 측정을 수행할 수 있다.

[0025] 또한, 신틸레이터 구조체를 포함한 품질 검증용 팬텀을 이용하여 빔의 형태가 평탄하지 않은 단층방사선치료 장비의 경우에도 실시간으로 고해상도의 모니터링 결과를 얻을 수 있다.

[0026] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

### 도면의 간단한 설명

[0027] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀을 나타내는 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체를 나타내는 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치의 측정 범위를 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치의 측정 결과의 일 예를 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이하, 본 발명에 관련된 방사선 치료 장비 품질 검증 장치, 품질 검증용 팬텀 및 이의 신틸레이터 구조체에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 설명하는 실시예에 한정되는 것이 아니다. 그리고, 본 발명을 명확하게 설명하기 위하여 설명과 관계없는 부분은 생략되며, 도면의 동일한 참조부호는 동일한 부재임을 나타낸다.

[0029] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.

[0030] 본 발명은 방사선 치료 장비 품질 검증 장치, 품질 검증용 팬텀 및 이의 신틸레이터 구조체에 관한 것이다.

[0031] 도 1 및 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치를 나타내는 도면이다.

[0032] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치(1)는 방사선 조사부(10), 방사선 검출부(20) 및 데이터 획득부(30)를 포함한다.

[0033] 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치(1)는 방사선 치료 장비의 품질 검증을 위해 조사야 및 선량을 측정하기 위한 장치이다.

[0034] 조사야는 field-size를 의미하는 것으로, 조사되는 영역 즉, 병소위치에서의 한 방향에서 조사되는 면의 범위를 의미한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치(1)는 방사선 치료 장비에서 1cm×40cm, 2.5cm×40cm, 5cm×40cm의 사이즈를 확인할 수 있다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에 적용되는 방사선 치료 장비는 토모테라피(Tomotherapy) 장비를 예로 들어 설명하였으나,

이에 한정되는 것은 아니며 flattening filter-free 빔을 이용하는 방사선 치료 장비들에 적용될 수 있다.

- [0036] 토모테라피(Tomotherapy) 장비 품질관리의 경우, 국제적인 권고인 북미의학물리학회(The American Association of Physicists in Medicine, AAPM)에서 출판하는 Task-group report 148에 근거하여 각국이 시행한다. 토모테라피(Tomotherapy) 장비 품질관리의 경우, 일간, 월간, 분기별 및 연간항목이 정해져 있다. 또한, 부품 교체에 따라서 각각 관리항목을 달리한다. 방사선치료를 시행하는 tomotherapy의 경우, 그 기준은 항목에 따라서 1~3% 차이 이내인 경우에만 치료를 진행한다. 우리나라의 경우도 AAPM TG-148에 근거한 기준을 품질관리 항목으로 지정하고 있다.
- [0037] 특히, 주요한 항목 중 하나로 Tomotherapy beam parameter 측정을 위한 월간, 연간 및 주요 부품 교체 이후 항목인 횡단(Transverse), 종단(Longitudinal) profile 측정항목이 있다. 이 측정항목 tolerance limit의 경우, 장비 설치값을 기준으로 1%이내를 권고한다. 이는 beam size에 따라서 상이하지만, Longitudinal 방향으로 1 cm를 가지는 beam field는 약 0.1 mm정도의 오차만을 허용한다.
- [0038] 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치(1)는 주요 부품 교체 이후 항목인 횡단(Transverse), 종단(Longitudinal) profile 측정을 위해 방사선 검출부에 신틸레이터 섬유를 포함하는 품질 검증용 팬텀을 부착하여 고해상도로 실시간 모니터링을 수행할 수 있다.
- [0039] 구체적으로, 방사선 조사부(10)는 기 설정한 방사선 조사 계획에 따라 품질 검증 수행을 위해 방사선 빔을 조사한다.
- [0040] 방사선 검출부(20)는 표면에 품질 검증용 팬텀(21)이 위치하며, 방사선 조사부(10)에 의하여 조사된 방사선을 검출한다.
- [0041] 품질 검증용 팬텀(21)은 방사선의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키고, 발생시킨 섬광을 전기적 신호로 변환하여 방사선의 조사 상태를 분석하는 신호 분석부(300)를 포함한다.
- [0042] 구체적으로, 신호 분석부(300)는 광신호에 따른 디텍터 데이터(D)를 이용하여 데이터 변환부(310)에서 섬광을 전기적 신호로 변환하며, 조사야 분석부(320)에서 방사선의 조사 상태를 분석하고, 분석한 결과를 데이터베이스(DB)에 저장한다.
- [0043] 이후, 데이터 획득부(30)는 방사선 검출부에서 검출한 정보를 서버에 저장한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀을 나타내는 도면이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀(21)은 신호 수신부(100), 신호 전달부(200) 및 신호 분석부(300)를 포함한다.
- [0046] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀(21)은 방사선 치료 장비의 품질 검증에 사용되는 팬텀이다.
- [0047] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀(21)은 신호 수신부의 신틸레이터 섬유를 방사선 빔의 횡단(Transverse), 종단(Longitudinal) profile 측정에 적합한 구조로 배치하여 빔의 형태가 평탄하지 않더라도 방사선 빔의 조사야와 선량을 정확히 측정할 수 있다.
- [0048] 신호 수신부(100)는 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선(11)의 적어도 일부를 흡수하여 섬광을 발생시키는 신틸레이터 섬유를 포함한다.
- [0049] 여기서, 신틸레이터 섬유는, 제1 길이 방향으로 연장되는 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 길이 방향으로 연장되는 제2 신틸레이터 섬유를 포함하고, 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유는 적층 구조로 배치되며, 제1 길이 방향 및 제2 길이 방향은 적층 방향과는 각각 수직한 방향이다.
- [0050] 구체적으로, 제1 길이 방향은 방사선이 조사되는 방향에 수직으로 위치하는 방향이며, 제2 길이 방향은 제1 길이 방향과 소정 각도로 어긋나게 위치하는 방향이다. 본 발명의 일 실시예에서는 제1 길이 방향과 제2 길이 방향이 수직으로 위치하는 방향으로 도시되었으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0051] 신틸레이터 섬유가 한 방향을 따라 배열되는 경우, 방사선 빔을 흡수하기 위해 많은 양의 섬유가 필요하나, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 신틸레이터 섬유 및 제2 신틸레이터 섬유가 서로 다른 방향으로 배치됨에 따라 비용 절감의 효과가 있다. 또한, 적층 구조에 있어서 본 발명의 일 실시예에서는 2개의 층으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 3층 이상의 배열도 가능하다.

- [0052] 신호 전달부(200)는 신호 수신부(100)의 일측에 연결되어, 섬광의 전달 경로를 마련한다.
- [0053] 본 발명의 일 실시예에서 신호 전달부(200)는 적어도 하나의 절단 단부를 갖는 광섬유를 이용할 수 있다.
- [0054] 신호 분석부(300)는 신호 전달부(200)의 타측에 연결되어, 섬광을 전기적 신호로 변환하여 방사선의 조사 상태를 분석한다.
- [0055] 신호 분석부(300)는 방사선 치료 장비에서 조사되는 방사선(11)의 횡단면과 종단면에서의 조사 상태를 분석한다.
- [0056] 본 발명의 일 실시예에서 신호 분석부(300)는 반도체 광 수광소자를 이용하여 구현될 수 있으며, 신호 전달부(200)의 광섬유를 통해 전송되어 오는 섬광에 따른 광신호를 전기신호로 변환할 수 있다.
- [0057] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀의 신틸레이터 구조체를 나타내는 도면이다.
- [0058] 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀의 신호 수신부(100)는 베이스부(110), 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120) 및 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)을 포함한다.
- [0059] 베이스부(110)는 평면 플레이트(111a, 111b)와 평면 플레이트(111a, 111b)의 내측에 위치하는 실장 공간(112)을 포함한다.
- [0060] 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)은 신호 수신부(100)의 중앙부에 위치하고, 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은 중앙부의 양측에 위치한다.
- [0061] 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)은, 실장 공간(112)에 실장되고, 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은, 베이스부(110)의 상단에 위치한다. 구체적으로, 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은 평면 플레이트(111a, 111b)의 상단에 위치하게 되며, 실장 공간(112)에 실장된 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)과 베이스부(110)의 평면 플레이트(111a, 111b)는 실질적으로 동일한 면에 위치하고, 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)과 단차를 형성하게 된다.
- [0062] 도 4를 참조하면, 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)은, 제2 길이 방향을 따라서 N개(여기서, N은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들(121)과 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 제1 길이 방향을 따라서 M개(여기서, M은 자연수)의 서로 인접하여 배치된 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들(122)을 포함한다.
- [0063] 중앙부 제1 신틸레이터 섬유들의 개수(N)는, 제2 길이 방향에 있어서 방사선의 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 중앙부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 중앙부 제2 신틸레이터 섬유들의 개수(M)는 제1 길이 방향에 있어서 방사선의 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 중앙부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정된다.
- [0064] 여기서, 방사선의 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포는 방사선 빔의 횡단(Transverse), 종단(Longitudinal) profile에 따른 분포를 지칭한다.
- [0065] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀은 방사선의 조사되는 면의 범위를 측정하기 위해 방사선이 품질 검증용 팬텀에 도달 집중 분포되는 범위를 고려하여 신틸레이터 섬유를 배치하게 된다.
- [0066] 구체적으로, 방사선의 도달 집중 분포는 profile에 따른 분포에서 중앙부와 측면부에서 gradient가 큰 부분(조사야를 정의할 수 있는 부분)을 확인하기 위한 것으로, 이를 위해 중앙부에 신틸레이터 섬유를 인접하게 설계한다.
- [0067] 도 4를 참조하면, 종단(Longitudinal) profile에 따른 길이(LD)는 10mm 내지 50mm이다. 10mm 미만인 경우, 방사선의 분포를 측정하기 어려우며, 50mm 초과인 경우, 중앙부의 크기가 커지므로 비효율적이다.
- [0068] 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은, 제2 길이 방향을 따라서 K개(여기서, K는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제1 신틸레이터 섬유들(131)과 측부 제1 신틸레이터 섬유들의 하부에 제1 길이 방향을 따라서 P개(여기서, P는 자연수)의 서로 이격되어 배치된 측부 제2 신틸레이터 섬유들(132)을 포함하며, 측부 제1 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y1)는 제2 길이 방향에 있어서 방사선의 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 측부 제1 신틸레이터 섬유의 직경(D1)을 기초로 결정되고, 측부 제2 신틸레이터 섬유들간의 이격 거리(Y2)는 제1 길이 방향에 있어서 방사선의 품질 검증용 팬텀에의 도달 집중 분포 및 측부 제2 신틸레이터 섬유의 직경(D2)을 기초로 결정된다.

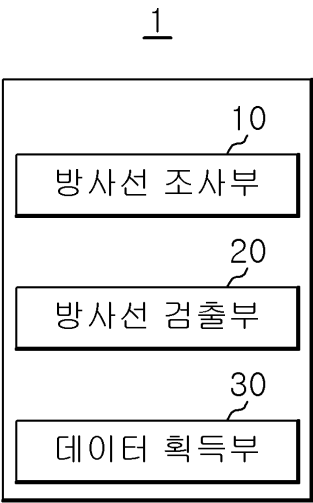
- [0069] 도 4를 참조하면, 횡단(Transverse) profile에 따른 길이(TD)는 390mm 내지 420mm이다. 390mm 미만인 경우, 방사선의 분포를 측정하기 어려우며, 420mm 초과인 경우, 측면부의 크기가 커지므로 비효율적이다.
- [0070] 이에 따라, 이격 거리(Y1, Y2)는 4mm 내지 6mm로 설계된다. 즉, beam field의 transverse profile을 측정하기 위해서 가로축은 최소 400 mm이상, longi. profile의 측정을 위해서 세로축은 50 mm이상이 되도록 구성한다.
- [0071] 중앙부 신틸레이터 섬유 그룹(120)은 beam field에서도 세밀한 측정이 필요한 부분이므로, 신틸레이터 섬유를 촘촘히 배치하고, 측부 신틸레이터 섬유 그룹(130)은 간격을 약 5 mm정도로 구성하여 측정 및 분석을 수행한다.
- [0072] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치의 측정 범위를 설명하기 위한 도면이다.
- [0073] 도 5는 종래의 diode array를 이용하는 방법의 1 cm Jaw size에서의 transverse, Longitudinal profile 측정결과를 나타낸 것이다.
- [0074] 도 5를 참조하면, 종래의 경우, diode array를 이용하는 방법은 diode array가 약 4 mm 간격을 가질 경우, 1 cm beam field의 경우 5 개 정도의 diode 값에 의해서 결정되어야 하므로 flattening filter-free 빔을 이용하는 Tomotherapy 특성상 빔의 형태가 평탄하지 않기 때문에 오차가 발생할 수 있다. 이에 따라, 토모테라피 빔의 특성상 center부분에서 maximum 값이 나타나므로 약 5개 정도의 diode 결과값에 결정되는 diode array 측정결과에 제한점이 나타날 수 있다.
- [0075] 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀(21)은 이를 해결하기 위한 것으로, 신호 수신부의 신틸레이터 섬유가 횡단(Transverse), 종단(Longitudinal) profile 측정에 적합하도록 종단(Longitudinal) profile에 따른 길이(LD)를 10mm 내지 50mm로 설정하고, 횡단(Transverse) profile에 따른 길이(TD)를 390mm 내지 420mm로 설정한 후, 각각의 길이를 고려하여 신틸레이터 섬유의 구조를 배치함으로써 빔의 형태가 평탄하지 않더라도 중앙부에서 방사선 빔을 측정할 수 있으므로 오차를 줄일 수 있다.
- [0076] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 치료 장비 품질 검증 장치의 측정 결과의 일 예를 나타낸 도면이다.
- [0077] 도 6의 (a)는 clinical 빔 축의 중앙부를 테스트한 결과이다.
- [0078] 도 6의 (b)는 회전 평면과 빔 축의 정렬을 테스트한 결과이다. y-jaw에서 갠트리 회전 평면 정렬에 대한 수치 분석을 위해 y- 프로파일은 두 빔 중 더 짧은 길이를 커버하는 여러 비축 거리에서 측정된다.
- [0079] 도 6의 (c)는 MLC 정렬 / 비틀림 테스트 결과이다.
- [0080] 도 6의 (a), (b) 및 (c)를 통해 종래의 EBT3 film test 항목의 대체가능성을 확인할 수 있다.
- [0081] 종래의 EBT3 film test 항목의 경우 실시간(real time) 측정이 불가하지만, 본 발명의 일 실시예에 따른 품질 검증용 팬텀의 경우 신틸레이터 섬유를 이용하므로 실시간 측정이 가능하다.
- [0082] 이에 따라, 기존에 토모테라피 장치 내부적으로 측정하는 output 측정항목을 본 팬텀으로 대체 가능함을 확인할 수 있다.
- [0083] 이상의 설명은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질적 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 범위는 전술한 실시예에 한정되지 않고 특허 청구 범위에 기재된 내용과 동등한 범위 내에 있는 다양한 실시 형태가 포함되도록 해석되어야 할 것이다.

## 부호의 설명

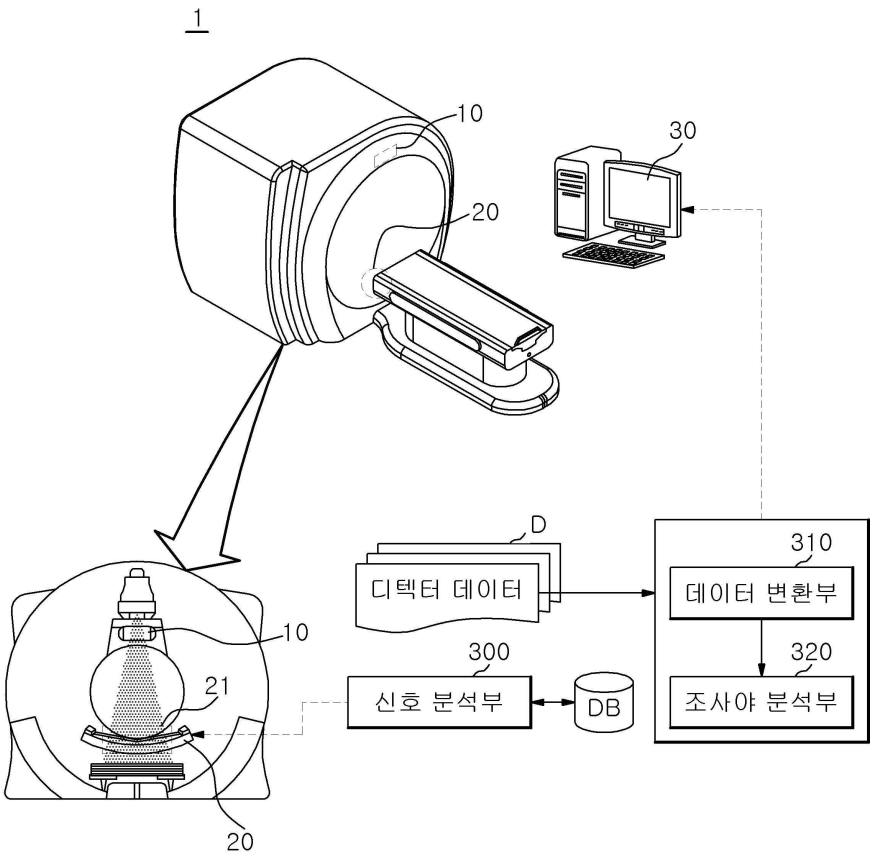
- [0084] 1: 방사선 치료 장비 품질 검증 장치
- 21: 품질 검증용 팬텀
- 100: 신호 수신부
- 200: 신호 전달부
- 300: 신호 분석부

도면

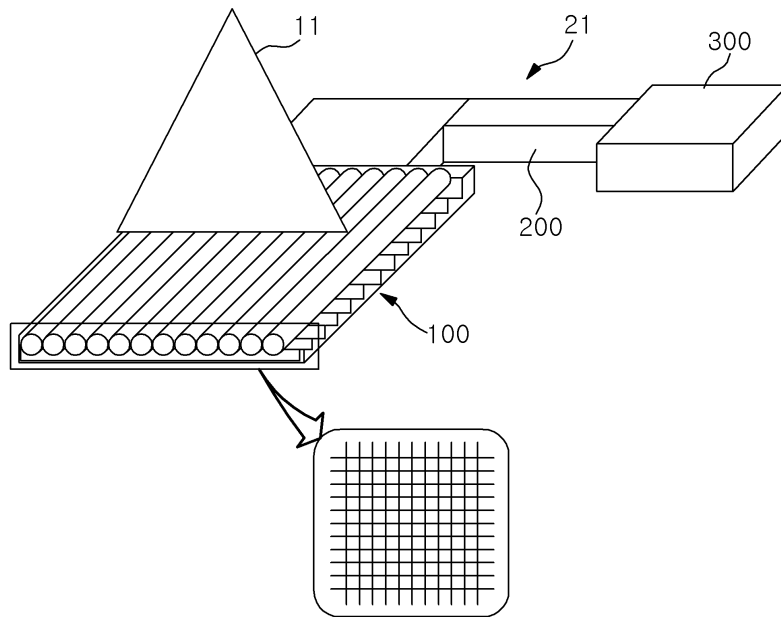
도면1



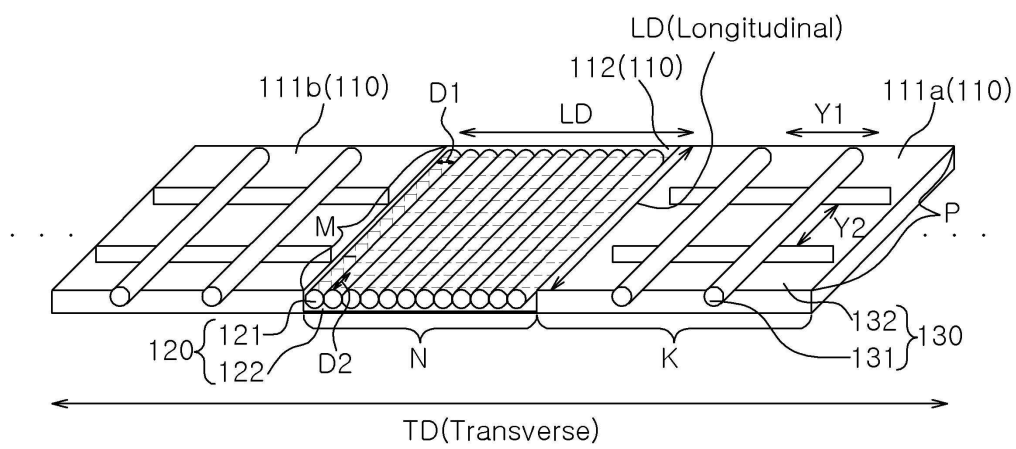
도면2



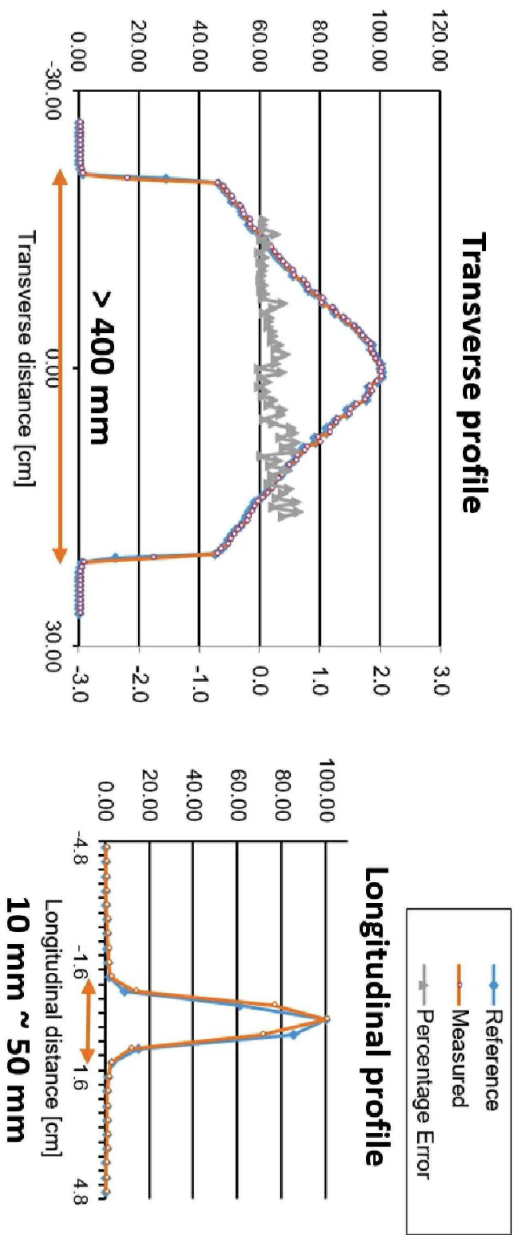
도면3



도면4



도면5

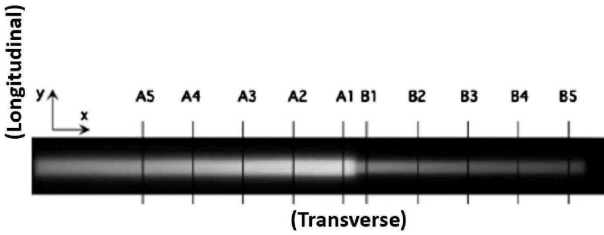




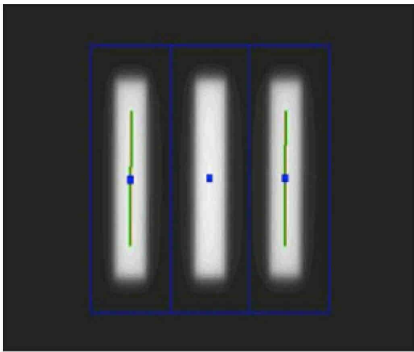
도면6



(a)



(b)



(c)