



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년07월27일  
(11) 등록번호 10-2560281  
(24) 등록일자 2023년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01T 1/20 (2006.01) G01T 1/22 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01T 1/201 (2013.01)  
G01T 1/22 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2023-0012157  
(22) 출원일자 2023년01월30일  
심사청구일자 2023년01월30일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP10153663 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
경북대학교 산학협력단  
대구광역시 북구 대학로 80 (산격동, 경북대학교)  
(뒷면에 계속)  
(72) 발명자  
김동욱  
서울시 서대문구 증가로2길 48 목화연립 나동 20 1호  
유휘동  
서울시 종로구 통일로 18길 9, 인왕산아이 파크 112동 903호  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인비엘티

전체 청구항 수 : 총 10 항

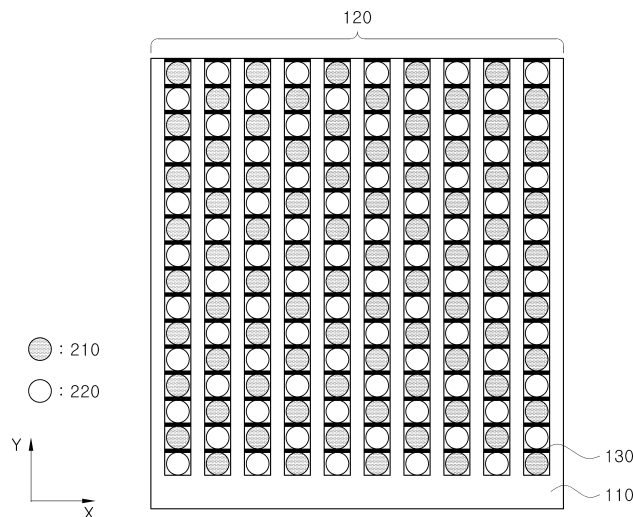
심사관 : 김정락

(54) 발명의 명칭 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈에 균일하게 배열되는 광섬유를 활용한 열량 검출 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 열량 검출 장치는, 구리 베이스, 구리 베이스와 일체이면서 종방향(Y)으로 연장되는 적어도 하나의 구리핀 및 적어도 하나의 구리핀 사이에 배치되는 적어도 하나의 구리선에 의해 형성되는 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈; 매트릭스 구조 내에 형성되는 각각의 셀에 수용되는 적어도 하나의 광섬유; 적어도 하나의 광섬유에 의해 전송된 광을 증폭하는 광전증배부; 및 광전증배부로부터 출력되는 신호를 입력받는 관독부를 포함한다.

대표도 - 도7



(73) 특허권자

**강릉원주대학교산학협력단**

강원도 강릉시 죽헌길 7(지변동)

**서울시립대학교 산학협력단**

서울특별시 동대문구 서울시립대로 163 (전농동,  
서울시립대학교내)

(72) 발명자

**하승규**

서울시 성북구 고려대로17가길 64 안암래미안 108  
동 601호

**이세욱**

대구시 북구 동북로 345, 108동 603호

**류민상**

대구시 동구 동촌로 190 영남네오빌 106동 108호

**김민석**

대구시 수성구 청수로 274

**이상훈**

서울시 동대문구 서울시립대로 75 전농 신성미소지  
움 아파트 102동 704호

(56) 선행기술조사문헌

JP04116491 A

US20040140431 A1

US20220326398 A1

JP2002022836 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711179206
과제번호	00144201
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	방사선 이용 미래핵심 기반 기술연구(R&D)
연구과제명	첨단 입자빔 치료에 대응하는 실시간 초고속 단입자 검출 기술 개발 (분석기술)
기 여 율	70/100
과제수행기관명	연세대학교산학협력단
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711190013
과제번호	2020R1A2C3013540
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	차세대 열량계 검출기 개발
기 여 율	10/100
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711183228
과제번호	2019R1A2C1008544
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	전자-양전자 쌍소멸을 이용한 자기 홀극 탐색
기 여 율	10/100
과제수행기관명	경북대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711187261
과제번호	2022R1A2C2011345
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)
연구과제명	초정밀한 탐 퀴크 질량 측정과 제트 에너지 스케일 보정 연구
기 여 율	10/100
과제수행기관명	강릉원주대학교
연구기간	2023.03.01 ~ 2024.02.29

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

구리 베이스, 상기 구리 베이스와 일체이면서 종방향(Y)으로 연장되는 적어도 하나의 구리핀 및 상기 적어도 하나의 구리핀 사이에 배치되는 적어도 하나의 구리선에 의해 형성되는 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈;

상기 매트릭스 구조 내에 형성되는 각각의 셀에 수용되는 적어도 하나의 광섬유;

상기 적어도 하나의 광섬유에 의해 전송된 광을 증폭하는 광전증배부; 및

상기 광전증배부로부터 출력되는 신호를 입력받는 판독부;를 포함하는,

열량 검출 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 하나의 광섬유는,

적어도 하나의 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber) 및 적어도 하나의 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)를 포함하고,

상기 셀은,

상기 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)가 배치되는 제1 셀 및 상기 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)가 배치되는 제2 셀을 포함하는,

열량 검출 장치.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 셀 및 상기 제2 셀은,

횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성되는,

열량 검출 장치.

#### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1 셀 및 상기 제2 셀은,

종방향(Y)으로 서로 번갈아 교대로 형성되는,

열량 검출 장치.

#### 청구항 5

제2항에 있어서,

상기 제1 셀 및 상기 제2 셀은,

횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성되고,

종방향(Y)으로 서로 번갈아 교대로 형성되는,

열량 검출 장치.

## 청구항 6

제2항에 있어서,

상기 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)의 개수와 상기 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)의 개수가 일치하는,

열량 검출 장치.

## 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 구리핀의 두께는 상기 적어도 하나의 광섬유의 직경보다 작은,

열량 검출 장치.

## 청구항 8

제1항에 있어서,

상기 판독부는,

신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제1 신호와 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제2 신호를 비교하는,

열량 검출 장치.

## 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 판독부는,

상기 제1 신호 및 상기 제2 신호를 기반으로 중입자 분포 이미지를 도출하는,

열량 검출 장치.

## 청구항 10

제9항에 있어서,

상기 판독부는,

상기 중입자 분포 이미지와 미리 저장된 의료 영상의 유사도를 측정하는,

열량 검출 장치.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001]

본 발명은 광섬유를 활용한 열량 검출 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈에 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber) 및 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)를 균일하게 배열함으로써, 차세대 입자물리실험 및 암치료 등에 활용되는 입자빔 측정의 정밀도와 효율성을 향상시키는 열량 검출 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002]

이중정보판독 열량계(Dual-readout calorimeter)는 강입자가 물질과 상호 작용할 때 생성되는 다양한 입자 중 빛의 속도에 가깝게 움직이는 전자와 상대적으로 매우 느리게 운동하는 강입자 성분이 만드는 신호를 비교하여 정밀한 에너지 분해능 및 입자의 위치 측정과 쉬운 캘리브레이션(calibration)을 제공하는 차세대 열량 검출 장치이다.

[0003] 이러한 열량 검출 장치는 중입자치료시에 사용될 수 있다. 중입자치료는 방사선치료의 하나로서, 탄소 또는 헬륨과 같이 무거운 입자를 가속시켜 브래그 피크(Bragg peak)라는 물리적 특성을 이용한 차세대 방사선 치료기법이다. 탄소빔의 경우 양성자빔보다 질량이 12배 무거워 치료에 있어 우수한 물리적 특성을 보인다. 브래그 피크(Bragg peak)란 입자빔의 고유한 특성으로 입자빔이 인체 내의 정상 조직을 투과하여 암 조직에 도달하는 순간 막대한 양의 방사선을 쏟아부어 암 세포를 죽이고, 그 이후로는 방사선량이 급격히 사라지는 것을 말한다. 기존 방사선치료에 비해 2~3배 높은 치료효과를 보이기 때문에 난치암 극복을 위한 꿈의 암 치료 기법으로 불리고 있다. 이러한 중입자 치료의 안정성을 확보하기 위해서 중입자의 에너지를 정확하게 측정할 필요가 있고, 또한 실시간으로 측정할 필요가 있다.

[0004] 한편 중입자의 에너지를 측정하기 위한 수단으로 광섬유를 활용한 열량 검출 장치를 이용할 수 있다. 광섬유를 활용한 방사선계측방법은 광섬유의 유연성, 경량 및 세경, 센서부위의 전원공급의 불필요 등의 장점을 활용할 수 있다는 점에서 사용된다.

[0005] 이러한 광섬유를 활용한 열량 검출 장치는 광섬유가 배열되는 구리 모듈 구조의 정밀성, 광섬유 배치의 균일성, 두 종류의 광섬유(신틸레이션 광섬유, 체렌코프 광섬유)의 배열방식에 따라 그 성능을 향상시킬 수 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 미국 특허출원공개공보 US2022/0326398 (2022.10.13)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 목적은 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈에 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber) 및 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)를 균일하게 배열함으로써, 차세대 입자물리실험 및 암치료 등에 활용되는 입자빔 측정의 정밀도와 효율성을 향상시키는 열량 검출 장치를 제공하는 것이다.

[0008] 본 발명이 해결하고자 하는 과제들은 이상에서 언급된 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 열량 검출 장치는, 구리 베이스, 구리 베이스와 일체이면서 종방향(Y)으로 연장되는 적어도 하나의 구리핀 및 적어도 하나의 구리핀 사이에 배치되는 적어도 하나의 구리선에 의해 형성되는 매트릭스 구조를 갖는 구리 모듈; 매트릭스 구조 내에 형성되는 각각의 셀에 수용되는 적어도 하나의 광섬유; 적어도 하나의 광섬유에 의해 전송된 광을 증폭하는 광전증배부; 및 광전증배부로부터 출력되는 신호를 입력받는 판독부를 포함할 수 있다.

[0010] 그리고, 적어도 하나의 광섬유는, 적어도 하나의 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber) 및 적어도 하나의 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)를 포함하고, 셀은, 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)가 배치되는 제1 셀 및 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)가 배치되는 제2 셀을 포함할 수 있다.

[0011] 그리고, 제1 셀 및 제2 셀은, 횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.

[0012] 그리고, 제1 셀 및 제2 셀은, 종방향(Y)으로 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.

[0013] 그리고, 제1 셀 및 제2 셀은, 횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성되고, 종방향(Y)으로 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.

[0014] 그리고, 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)의 개수와 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)의 개수가 일치할 수 있다.

[0015] 그리고, 구리핀의 두께는 적어도 하나의 광섬유의 직경보다 작을 수 있다.

[0016] 그리고, 판독부는, 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제1 신호와

체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제2 신호를 비교할 수 있다.

[0017] 그리고, 판독부는, 제1 신호 및 제2 신호를 기반으로 중입자 분포 이미지를 도출할 수 있다.

[0018] 그리고, 판독부는, 중입자 분포 이미지와 미리 저장된 의료 영상의 유사도를 측정할 수 있다.

### 발명의 효과

[0019] 본 발명에 의하면, 정밀한 구리 모듈 구조와 균일한 광섬유 배치를 확보할 수 있다. 본 발명의 구리 모듈 구조는 스카이빙핀 방열판(Skived Fin Heatsink)의 구조를 활용하여 제조할 수 있으므로, 대량 생산에 유리하다는 이점이 있다.

[0020] 또한 신틸레이션 광섬유 및 체렌코프 광섬유의 두 종류의 광섬유를 활용하여 전자와 강입자 성분이 만드는 신호를 검출 및 비교함으로써, 입자의 에너지를 정확도 높게 파악할 수 있다.

[0021] 또한 중입자를 이용한 암치료에 있어, 본 발명의 열량 검출 장치를 통해 입자의 세기를 높은 정확도로 실시간 모니터링할 수 있어, 안정성 있는 암치료가 가능하다.

[0022] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급된 효과로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 열량 검출 장치가 사용되는 환경의 일 실시예를 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 열량 검출 장치를 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 모듈을 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 모듈의 매트릭스 구조를 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유의 배열 방식을 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유의 배열 방식을 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유의 배열 방식을 설명하기 위해 도시된 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 판독부의 기능을 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 제한되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

[0025] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 "포함한다(comprises)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급된 구성요소 외에 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다. 명세서 전체에 걸쳐 동일한 도면 부호는 동일한 구성 요소를 지칭하며, "및/또는"은 언급된 구성요소들의 각각 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다. 비록 "제1", "제2" 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0026] 다른 정의가 없다면, 본 명세서에서 사용되는 모든 용어(기술 및 과학적 용어를 포함)는 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 기술자에게 공통적으로 이해될 수 있는 의미로 사용될 수 있을 것이다. 또한, 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 용어들은 명백하게 특별히 정의되어 있지 않는 한 이상적으로 또는 과도하게 해석되지 않는다.

[0027] 이하 도면을 참조하여 본 발명의 일 실시예를 상세하게 설명한다.

- [0028] 도 1은 본 발명의 열량 검출 장치가 사용되는 환경의 일 실시예를 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0029] 도 1은 중입자 치료기(2) 및 환자가 위치할 수 있는 베드(3)를 도시한다. 본 발명의 열량 검출 장치(1)는 이동형 장치로서, 환자가 위치할 베드(3)에 미리 치료 전에 위치시켜 방사선량 검증용으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 종양의 깊이에 따라 조사하는 방사선의 적정 에너지 수치가 있을 수 있다. 따라서 열량 검출 장치(1)를 미리 위치시켜 중입자 치료기(2)의 방사선량을 미리 검증할 수 있다.
- [0030] 또한 치료 중에 생체 내(In-Vivo) 방사선량을 측정하는 경우에는 열량 검출 장치(1)의 선단이 관심 영역을 향하도록 위치할 수 있다. 구체적으로는 입자빔의 조사방향을 기준으로 환자의 좌측 또는 우측으로 30도 기울어진 각도로 정렬되어 위치할 수 있다. 예를 들어, 환부로부터 반사되는 방사선량을 측정함으로써 해당 환부에 대한 치료가 성공적으로 이루어지고 있는지 여부를 실시간으로 모니터링 할 수 있다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 열량 검출 장치(1)를 도시한 도면이다.
- [0032] 열량 검출 장치(1)는 구리 모듈(100), 광섬유(200), 광전증배부(300) 및 판독부(400)를 포함할 수 있다.
- [0033] 구리 모듈(100)은 적어도 하나의 광섬유(200)를 수용하며, 광섬유(200)가 특정 방식으로 배열될 수 있도록 특정 구조를 가질 수 있다.
- [0034] 광섬유(200)는 광을 전송하기 위한 매체로서, 단일의 광섬유가 복수 개 모여 광섬유(200)의 다발을 형성할 수 있다. 여러 종류의 광섬유(200)를 배열하는 경우에는, 구리 모듈(100)의 후단에서 동일한 종류의 광섬유(200)끼리 묶인 형태로 다발을 구성할 수 있다.
- [0035] 광섬유(200)를 활용한 방사선 계측 방법은 크게 두가지로 나눌 수 있다. 첫째는 광섬유(200) 자체를 방사선 센서로 활용하는 방법이고, 둘째는 섬광체와 광섬유(200)를 조합하여 발생한 광을 전송하는 매체로서 활용할 수 있다. 구체적으로 전자의 경우에는 광섬유(200)에 섬광을 일으키는 성분을 첨가함으로써, 방사선과 반응하여 섬광이 발생하고, 이 섬광을 전송하는 매체로 활용하는 방법이다. 후자는 광섬유(200) 끝에 부피가 큰 섬광체를 결합하여 여기서 발생한 광을 전송하는 매체로 활용하는 방법이다.
- [0036] 광섬유(200)는 신틸레이션 광섬유(Scintillation fiber; 210) 및 체렌코프 광섬유(Cherenkov fiber; 220)를 포함할 수 있다.
- [0037] 신틸레이션 광섬유(210)는 입자(전자, 알파 입자, 이온 또는 고에너지 광자)가 투명한 물질을 통과하여 생성되는 섬광(Scintillation)을 전송한다.
- [0038] 체렌코프 광섬유(220)는 입자 검출을 위해 사용되며, 체렌코프 방사선(가시 광선 또는 UV 광자)을 전송한다. 체렌코프 방사선은 하전 입자(예를 들어 전자)가 유전체 매체에서 빛의 위상 속도보다 빠르게 유전체 매체를 통해 이동할 때 방출되는 전자기 방사선이다. 체렌코프 방사선은 일반적으로 콤프톤 전자 또는 쌍 생성 전자 및 양전자를 통해 유전체에서 생성된다.
- [0039] 광전증배부(300)는 광섬유(200)에 의해 전송된 광을 증폭할 수 있다. 광전증배부(300)는 PMT(Photo Multiplier Tube)일 수 있다. PMT는 일반적으로 포토캐소드, 다이노드 및 어노드를 포함하고 있다. 포토캐소드는 광전효과에 의해 일정 주파수 이상의 빛을 받으면 전자를 방출하고, 이 전자는 다이노드를 거치면서 증폭되고, 어노드에 이르러 외부장비로 읽을 수 있는 정도의 전류 신호를 획득할 수 있다. 외부 장치를 거치지 않고 바로 신호를 증폭시킬 수 있기 때문에 매우 약한 광 신호를 감지하기 위해 사용된다.
- [0040] 또한 광전증배부(300)는 여러 종류의 광섬유(200)가 배열되는 경우, 동일한 종류의 광섬유(200)를 통해 전송되는 광을 하나의 묶음으로 하여 증폭시킬 수 있다.
- [0041] 판독부(400)는 광전증배부(300)로부터 출력되는 신호를 입력받을 수 있다. 또한 판독부(400)는 신틸레이션 광섬유(210)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제1 신호와 체렌코프 광섬유(220)에 의해 전송된 광을 검출하여 획득한 제2 신호를 비교할 수 있다.
- [0042] 판독부(400)는 입력 받은 신호를 기반으로 중입자 분포 이미지를 도출할 수 있다. 판독부(400)는 중입자 분포 이미지와 CT 영상 등의 미리 저장된 의료 영상을 비교하여 그 유사도를 측정할 수 있다. 측정된 유사도를 바탕으로 중입자 치료가 성공적으로 이루어지는지 여부를 판단할 수 있다.
- [0043] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 모듈(100)을 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0044] 구리 모듈(100)은 구리 베이스(110) 및 적어도 하나의 구리핀(120)을 포함할 수 있다. 구리 베이스(110) 및 구



리핀(120)은 도 2에 도시된 Z방향으로 연장될 수 있다.

- [0045] 구리핀(120)은 구리 베이스(110)와 동일한 재료이면서 일체로 형성될 수 있다. 여기서 구리 베이스(110)와 구리핀(120)이 일체로 형성된다는 의미는, 구리 베이스(110)와 구리핀(120)이 용접 혹은 추가적인 구성에 의해 결합된 것이 아니라는 의미이다. 따라서 구리 베이스(110) 및 구리핀(120) 사이에 접촉 열 저항이 없다는 효과를 발휘한다.
- [0046] 구리 베이스(110) 및 구리핀(120)에 포함된 구리(Cu)의 순도는 99.99wt%인 것이 바람직하다. 다만 이에 한정되지 않는다.
- [0047] 구리핀(120)은 횡방향(X)으로 형성된 구리 베이스(110)로부터 종방향(Y)으로 연장될 수 있다. 여기서 종방향(Y)은 반드시 횡방향(X)에 대해 직각인 경우에 한정되지 않고, 실질적으로 직각에 가까운 경우도 포함한다.
- [0048] 복수의 구리핀(120)들 사이의 간격은 일정하게 형성되는 것이 바람직하다.
- [0049] 이러한 구리 베이스(110) 및 구리핀(120)의 일체형 구조는 스카이프린 방열판(Skived Fin Heatsink)의 제조 방식에 따라 제조할 수 있다. 예를 들어 구리 전체 조각을 일정 간격에 따라 특정 두께 및 높이의 핀으로 절단하는 방식으로 제조할 수 있다. 이러한 제조 방식은 구리 모듈 구조의 정밀성을 확보하면서 대량 생산 및 비용적 측면에서 유리하다는 이점이 있다.
- [0050] 구리핀(120)의 두께(w1)는 예를 들어 0.5mm일 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않는다.
- [0051] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 구리 모듈(100)의 매트릭스 구조를 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0052] 구리 모듈(100)은 구리 베이스(110), 구리핀(120) 및 구리선(130)을 포함할 수 있다.
- [0053] 구리선(130)은 구리핀(120)들 사이에 배치될 수 있다. 이에 따라 구리 베이스(110), 구리핀(120) 및 구리선(130)에 의해 구리 모듈(100) 내에 매트릭스 구조가 형성될 수 있다. 예를 들어 도 4에 도시된 매트릭스 구조는 구리 베이스(110)부터 횡방향(X)으로 구성되는 제1 행 내지 제16 행을 포함하고, 좌측부터 종방향(Y)으로 구성되는 제1 열 내지 제10 열을 포함한다.
- [0054] 구리선(130)은 예를 들어 가로 1mm, 세로 0.5mm의 직사각형 단면을 가질 수 있다. 즉 구리선(130)의 두께(w2)는 예를 들어 0.5mm일 수 있다. 구리선(130)의 두께(w2)와 구리핀(120)의 두께(w1)는 실질적으로 동일할 수 있다. 다만, 이에 한정되지 않는다.
- [0055] 구리 모듈(100)의 매트릭스 구조에 의해 복수의 셀(140)이 형성될 수 있다. 각각의 셀(140)은 구리 베이스(110) 및 구리핀(120)과 같이 Z방향으로 연장되는 3차원의 빈 공간일 수 있다. 각각의 셀(140)에는 단일의 광섬유(200)가 수용될 수 있다.
- [0056] 도 5, 도 6 및 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 광섬유(200)의 배열 방식을 설명하기 위해 도시된 도면이다.
- [0057] 광섬유(200)는 셀(140)에 각각 수용된다. 즉 광섬유(200)는 이웃하는 광섬유(200)와 횡방향(X)으로는 구리핀(120)에 의해 분리될 수 있고, 종방향(Y)으로는 구리선(130)에 의해 분리될 수 있다.
- [0058] 셀(140)에 수용되는 신틸레이션 광섬유(210)의 전체 개수와 체렌코프 광섬유(220)의 전체 개수는 일치할 수 있다. 두 종류의 광섬유를 동일한 개수로 배치함으로써, 입자빔 측정의 정밀도와 효율성을 향상시킬 수 있다.
- [0059] 신틸레이션 광섬유(210)의 직경(d1)과 체렌코프 광섬유(220)의 직경(d2)은, 예를 들어 1mm일 수 있다. 다만 이에 한정되지 않는다. 한편 구리핀(120)의 두께(w1)는 광섬유(210, 220)의 직경(d1, d2)보다 작을 수 있다.
- [0060] 매트릭스 구조에 형성된 셀(140) 중에서 신틸레이션 광섬유(210)가 배치된 셀을 제1 셀(141)이라 정의하고, 체렌코프 광섬유(220)가 배치된 셀을 제2 셀(142)이라 정의할 수 있다.
- [0061] 도 5는 제1 셀(141) 및 제2 셀(142)이 횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성되는 일 실시예에 따른 배열을 도시한다. 구체적으로, 제1 셀(141)과 제2 셀(142)은 그 사이에 구리핀(120)을 두고 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.
- [0062] 도 5는 제1 열, 제3 열, 제5 열, 제7 열 및 제9 열에는 신틸레이션 광섬유(210)만이 수용되고, 제2 열, 제4 열, 제6 열, 제8 열 및 제10 열에는 체렌코프 광섬유(220)만이 수용된 구성을 도시한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 각각의 행 내에서 제1 셀(141) 및 제2 셀(142)이 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.
- [0063] 도 6은 제1 셀(141) 및 제2 셀(142)이 종방향(Y)으로 서로 번갈아 교대로 형성되는 일 실시예에 따른 배열을 도

시한다. 구체적으로, 제1 셀(141)과 제2 셀(142)은 그 사이에 구리선(130)을 두고 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.

[0064] 도 6은 제1 행, 제3 행, 제5 행, 제7 행, 제9 행, 제11 행, 제13 행 및 제15 행에는 체렌코프 광섬유(220)만이 수용되고, 제2 행, 제4 행, 제6 행, 제8 행, 제10 행, 제12 행, 제14 행 및 제16 행에는 신틸레이션 광섬유(210)만이 수용된 구성을 도시한다. 다만, 이에 한정되지 않고, 각각의 열 내에서 제1 셀(141) 및 제2 셀(142)이 서로 번갈아 교대로 형성될 수 있다.

[0065] 도 7은 제1 셀(141) 및 제2 셀(142)이 횡방향(X)으로 서로 번갈아 교대로 형성되면서, 동시에 종방향(Y)으로도 서로 번갈아 교대로 형성되는 일 실시예에 따른 배열을 도시한다.

[0066] 이와 같은 배열을 통해 두 종류의 광섬유를 균일하게 배치할 수 있고, 이에 따라 입자빔 측정의 정밀도와 효율성을 향상시킬 수 있다.

[0067] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 판독부(400)의 기능을 도시한 도면이다.

[0068] 판독부(400)는 입력 받은 신호를 기반으로 중입자 분포 이미지를 도출할 수 있다. 또한 판독부(400)는 CT 영상 등의 미리 저장된 의료 영상을 입력받아, 중입자 분포 이미지와 의료 영상을 비교하여 그 유사도를 측정할 수 있다. 측정된 유사도를 바탕으로 중입자 치료가 성공적으로 이루어지는지 여부를 판단할 수 있다.

[0069] 판독부(400)는 중입자 분포 이미지를 도출하고, 미리 저장된 의료 영상과의 비교 처리를 수행하기 위한 컴퓨터 프로그램을 포함할 수 있다.

[0070] 상기 기술한 프로그램은, 상기 컴퓨터가 프로그램을 읽어 들여 프로그램으로 구현된 상기 방법들을 실행시키기 위하여, 상기 컴퓨터의 프로세서(CPU)가 상기 컴퓨터의 장치 인터페이스를 통해 읽힐 수 있는 C, C++, JAVA, 기 제어 등의 컴퓨터 언어로 코드화된 코드(Code)를 포함할 수 있다. 이러한 코드는 상기 방법들을 실행하는 필요한 기능들을 정의한 함수 등과 관련된 기능적인 코드(Functional Code)를 포함할 수 있고, 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 소정의 절차대로 실행시키는데 필요한 실행 절차 관련 제어 코드를 포함할 수 있다. 또한, 이러한 코드는 상기 기능들을 상기 컴퓨터의 프로세서가 실행시키는데 필요한 추가 정보나 미디어가 상기 컴퓨터의 내부 또는 외부 메모리의 어느 위치(주소 번지)에서 참조되어야 하는지에 대한 메모리 참조관련 코드를 더 포함할 수 있다. 또한, 상기 컴퓨터의 프로세서가 상기 기능들을 실행시키기 위하여 원격(Remote)에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 통신이 필요한 경우, 코드는 상기 컴퓨터의 통신 모듈을 이용하여 원격에 있는 어떠한 다른 컴퓨터나 서버 등과 어떻게 통신해야 하는지, 통신 시 어떠한 정보나 미디어를 송수신해야 하는지 등에 대한 통신 관련 코드를 더 포함할 수 있다.

[0071] 상기 저장되는 매체는, 레지스터, 캐쉬, 메모리 등과 같이 짧은 순간 동안 데이터를 저장하는 매체가 아니라 반영구적으로 데이터를 저장하며, 기기에 의해 판독(reading)이 가능한 매체를 의미한다. 구체적으로는, 상기 저장되는 매체의 예로는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피디스크, 광 데이터 저장장치 등이 있지만, 이에 제한되지 않는다. 즉, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터가 접속할 수 있는 다양한 서버 상의 다양한 기록매체 또는 사용자의 상기 컴퓨터상의 다양한 기록매체에 저장될 수 있다. 또한, 상기 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템에 분산되어, 분산방식으로 컴퓨터가 읽을 수 있는 코드가 저장될 수 있다.

[0072] 본 발명의 실시예와 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계들은 하드웨어로 직접 구현되거나, 하드웨어에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현되거나, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM), 플래시 메모리(Flash Memory), 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM, 또는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 잘 알려진 임의의 형태의 컴퓨터 판독가능 기록매체에 상주할 수도 있다.

[0073] 이상, 첨부된 도면을 참조로 하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 기술자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 제한적이지 않은 것으로 이해해야만 한다.

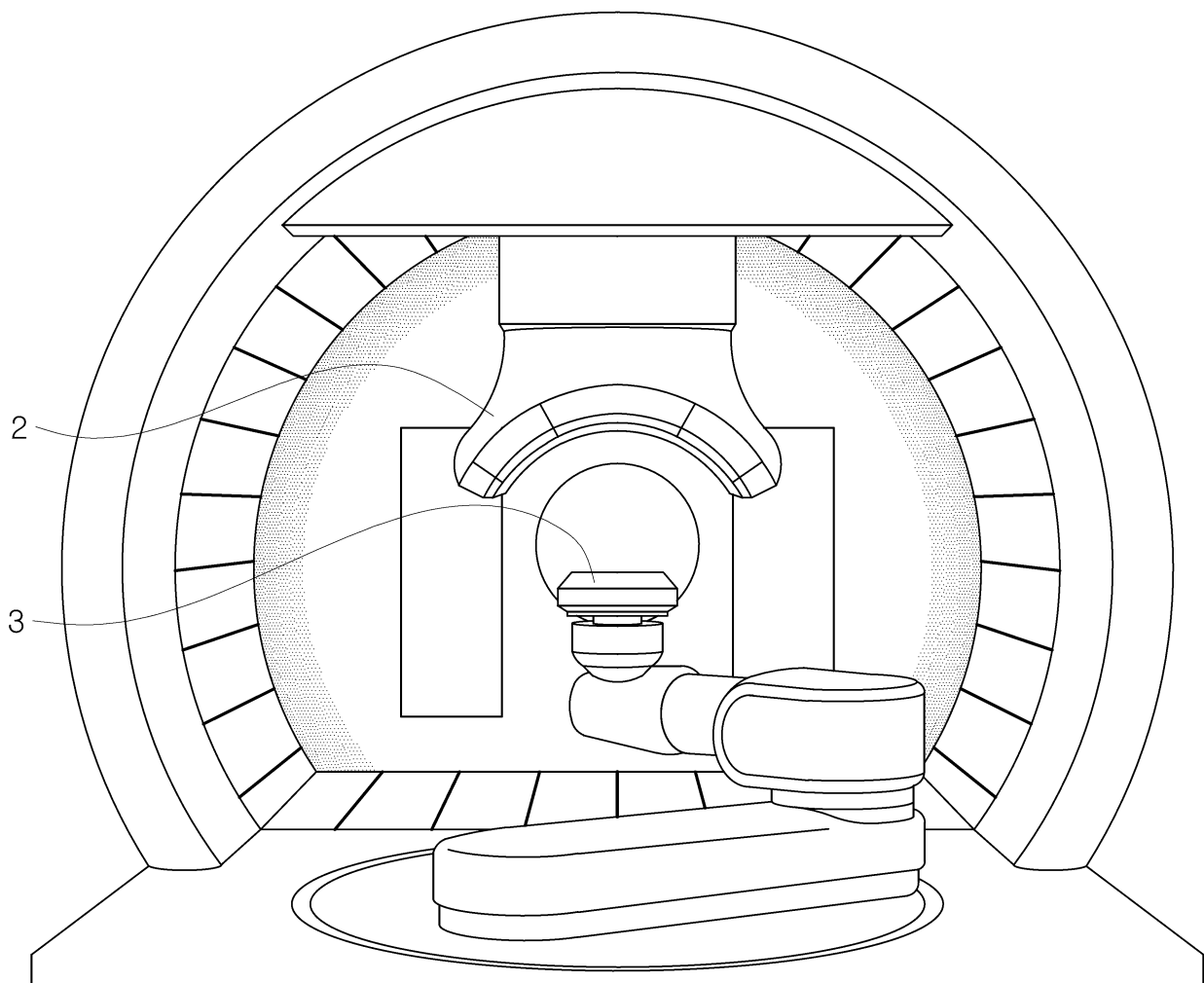
## 부호의 설명

[0074] 1: 열량 검출 장치

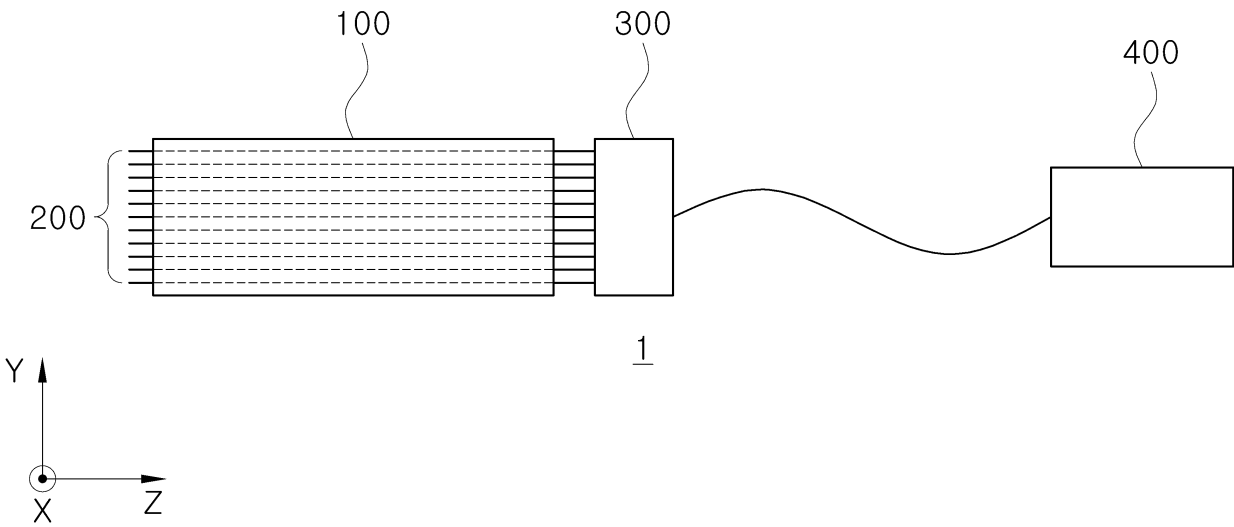
- 100: 구리 모듈
- 110: 구리 베이스
- 120: 구리핀
- 130: 구리선
- 140: 셀
- 141: 제1 셀
- 142: 제2 셀
- 200: 광섬유
- 210: 신틸레이션 광섬유
- 220: 체렌코프 광섬유
- 300: 광전증배부
- 400: 판독부

# 도면

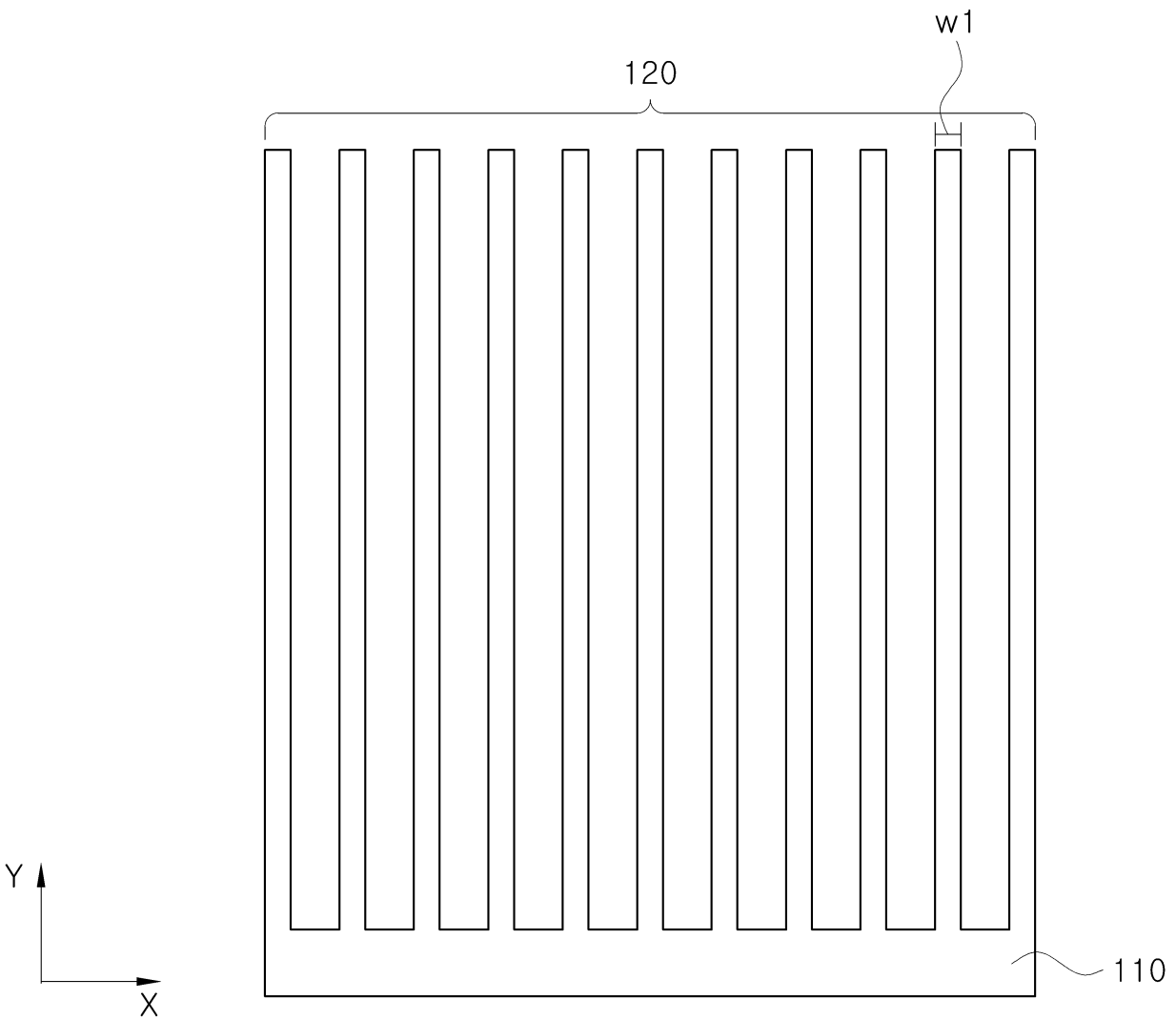
## 도면1



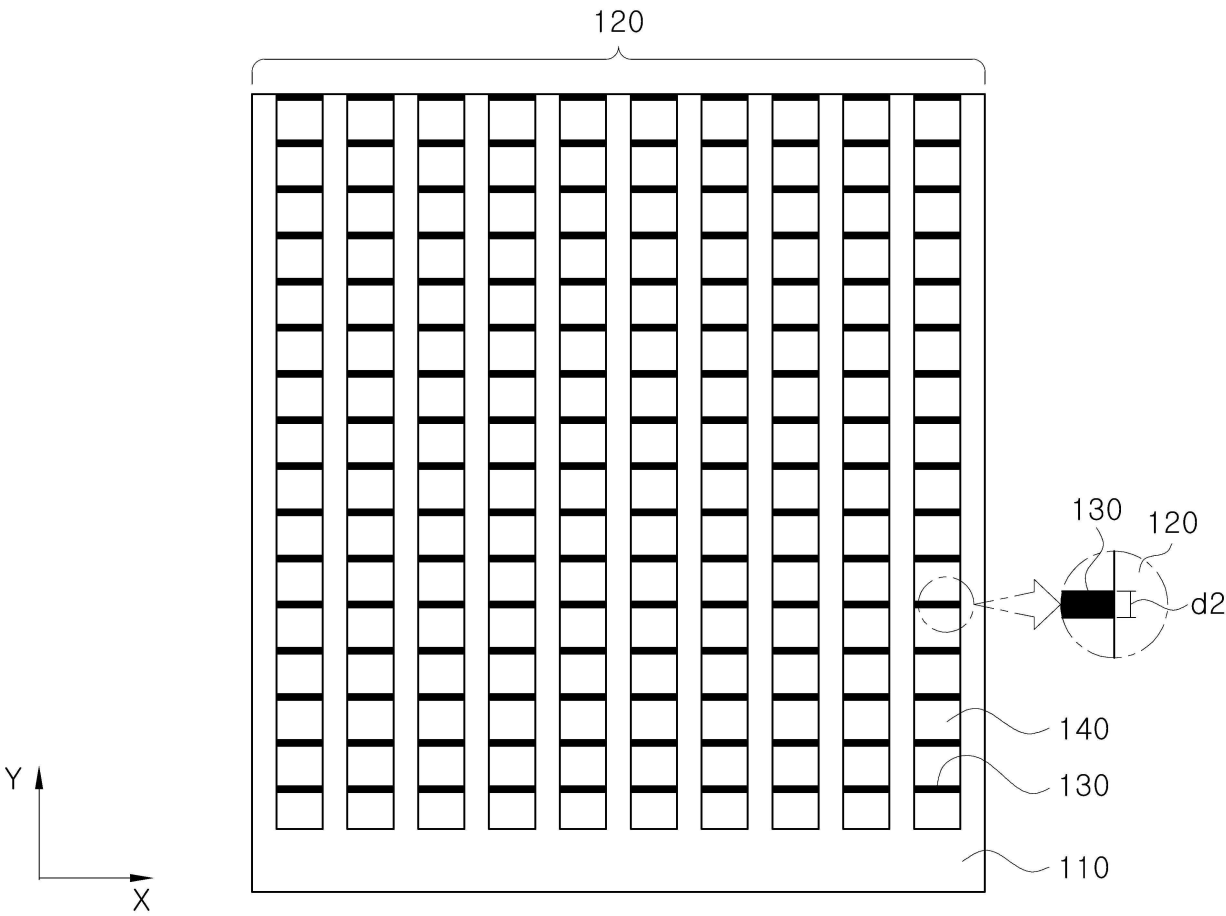
도면2



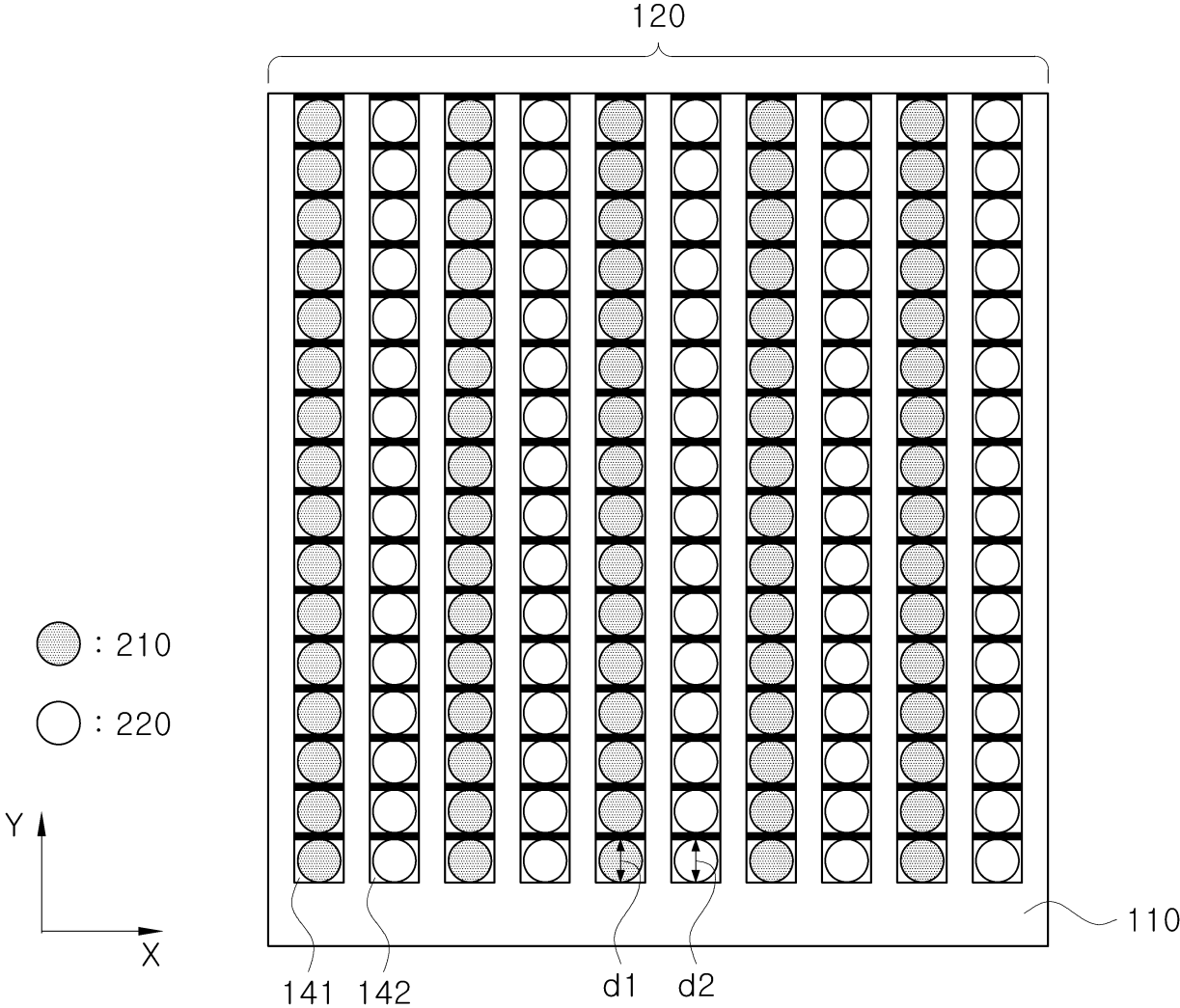
도면3



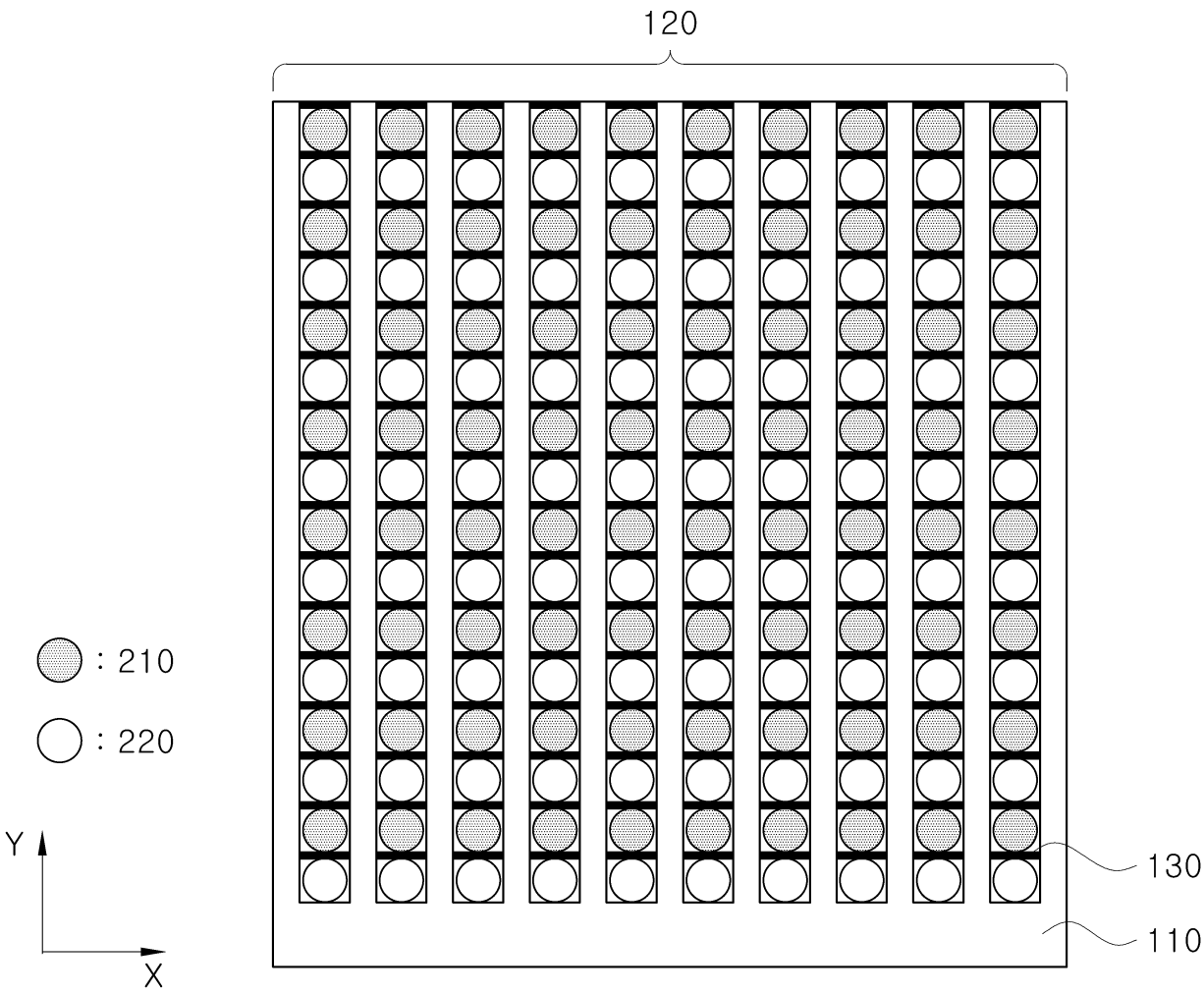
도면4



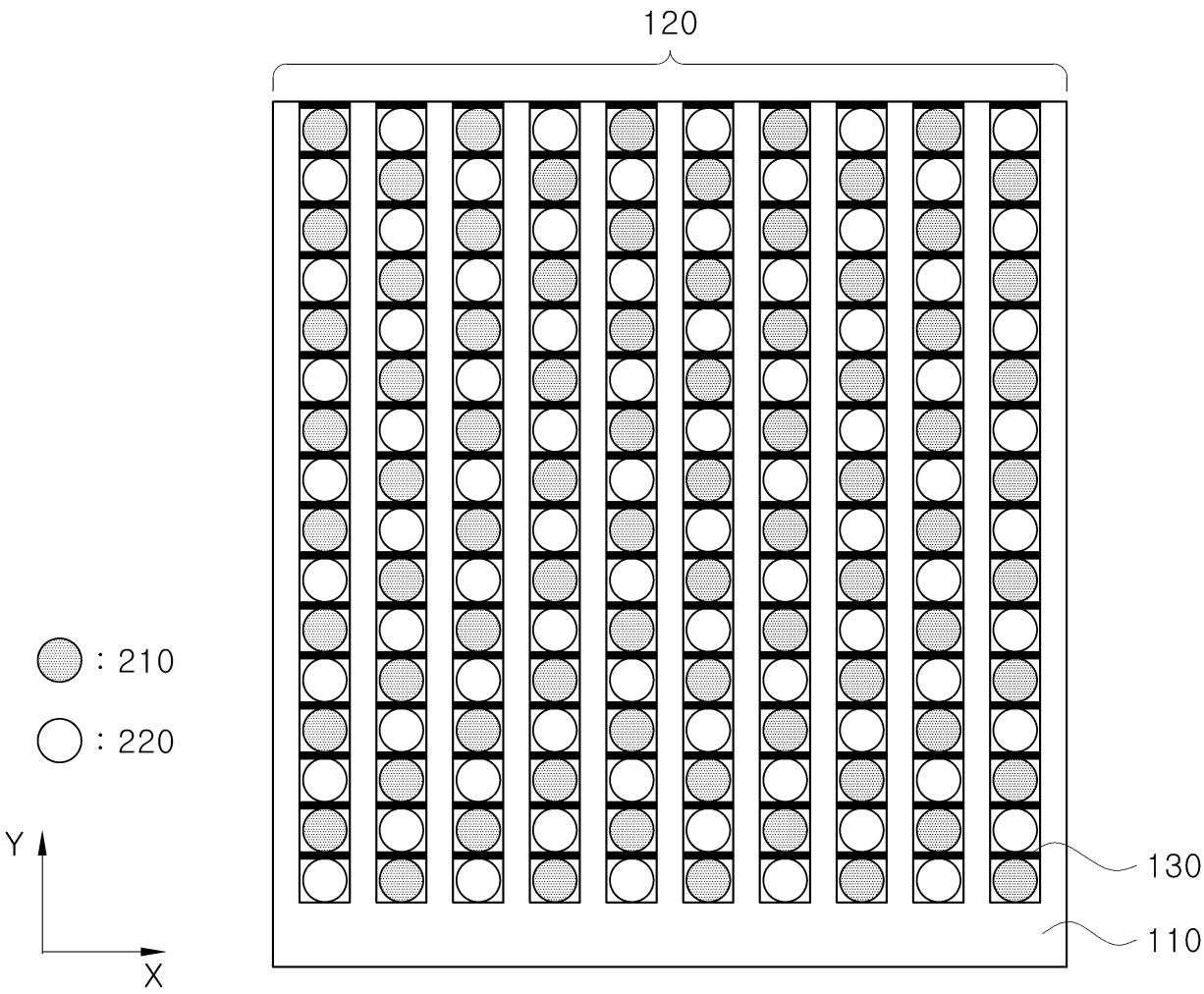
도면5



도면6



도면7



도면8

