



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2018년12월20일  
 (11) 등록번호 10-1930927  
 (24) 등록일자 2018년12월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 G01T 1/20 (2006.01) G01H 9/00 (2006.01)  
 G02B 6/02 (2006.01) G02B 6/28 (2006.01)  
 G02B 6/42 (2006.01)  
 (52) CPC특허분류  
 G01T 1/201 (2013.01)  
 G01H 9/004 (2013.01)  
 (21) 출원번호 10-2017-0072449  
 (22) 출원일자 2017년06월09일  
 심사청구일자 2017년06월09일  
 (65) 공개번호 10-2018-0134573  
 (43) 공개일자 2018년12월19일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 JP05040177 A\*  
 (뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
 한국광기술원  
 광주광역시 북구 첨단벤처로108번길 9 (월출동)  
 (72) 발명자  
 김영웅  
 경기도 고양시 덕양구 백양로 8, 1707동 702호(화정동, 옥빛마을17단지아파트)  
 김명진  
 광주광역시 광산구 풍영로170번길 39-10, 303동 201호(장덕동, 성덕마을 대방노블랜드3차)  
 노병섭  
 광주광역시 북구 우치로537번길 10, 104동 1403호 (일곡동, 동아아파트)  
 (74) 대리인  
 이재량

전체 청구항 수 : 총 3 항

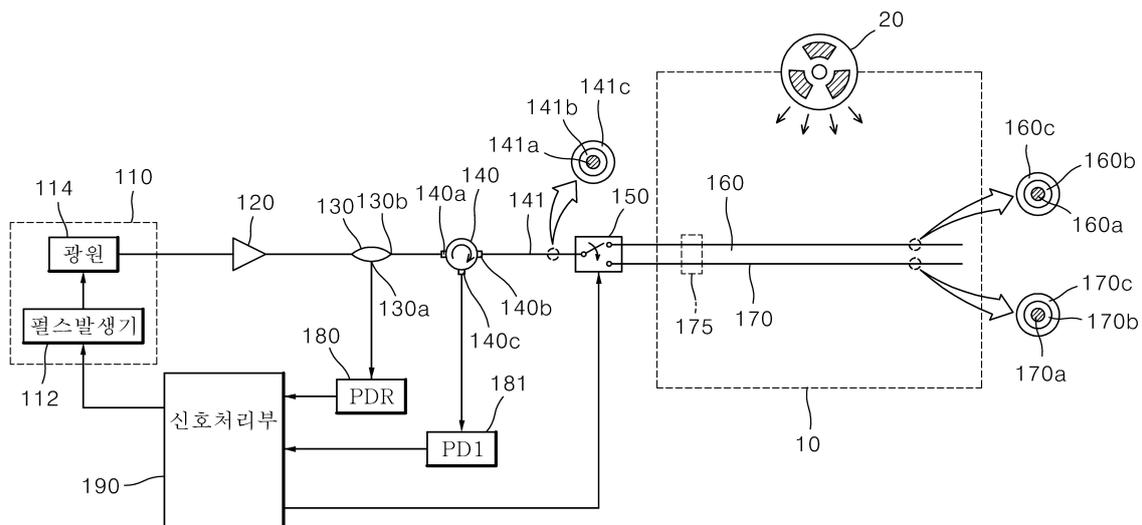
심사관 : 양성지

(54) 발명의 명칭 **광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기**

**(57) 요약**

본 발명은 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기에 관한 것으로서, 방사선에 노출되면 광손실을 발생시키는 방사선감응 광섬유와, 방사선에 대해 비반응하는 내방사선 광섬유와, 펄스광을 생성하여 출력하는 펄스광 생성부와, 펄스광 생성부에서 출사된 광을 내방사선 광섬유와 방사선 감응 광섬유에 각각 전송하고, 방사선 감응 광섬유에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 방사선을 검출하고, 내방사선 광섬유에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 진동을 검출하는 측정유닛을 구비한다. 이러한 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기에 의하면, 방사선 감응 광섬유의 위치별 노출 방사선량의 원격 실시간 모니터링이 가능함과 아울러 내방사선 광섬유를 이용한 위치별 진동 측정도 가능한 장점을 제공한다.

**대표도**



(52) CPC특허분류

G02B 6/02 (2013.01)  
G02B 6/28 (2013.01)  
G02B 6/4296 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR101465788 B1\*  
KR1020100042773 A\*  
KR1020150124604 A\*  
KR1020160150457 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 15-BR-MC-01  
부처명 산업통상자원부, 방위사업청  
연구관리전문기관 국방과학연구소 민군협력진흥원  
연구사업명 민군겸용기술개발사업  
연구과제명 음파 탐지 및 분석을 위한 광섬유 Distributed Acoustic Sensor 기술 연구  
기여율 1/1  
주관기관 한국광기술원  
연구기간 2015.06.15 ~ 2017.06.14

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

방사선에 노출되면 광손실을 발생시키는 방사선감응 광섬유와;

방사선에 대해 비반응하는 내방사선 광섬유와;

펄스광을 생성하여 출력하는 펄스광 생성부와;

상기 펄스광 생성부에서 출사된 광을 상기 내방사선 광섬유와 상기 방사선 감응 광섬유에 각각 전송하고, 상기 방사선 감응 광섬유에서 역으로 진행되는 레일레이 산란광으로부터 방사선을 검출하고, 상기 내방사선 광섬유에서 역으로 진행되는 레일레이 산란광으로부터 진동을 검출하는 측정유닛;을 구비하고,

상기 측정유닛은

상기 펄스광 생성부에서 출사된 광을 제1측정광과 제2측정광으로 분배하여 출력하는 측정광분배기와;

상기 측정광분배기로부터 제1입력단을 통해 입력된 광을 상기 방사선 감응 광섬유와 접속된 제1출력단으로 출력하고, 상기 제1출력단에서 역으로 입사되는 광을 제1검출단으로 출력하는 제1광서클레이터와;

상기 측정광분배기로부터 제2입력단을 통해 입력된 광을 상기 내방사선 광섬유와 접속된 제2출력단으로 출력하고, 상기 제2출력단에서 역으로 입사되는 광을 제2검출단으로 출력하는 제2광서클레이터와;

상기 제1검출단에서 출력되는 신호를 수신하는 제1광검출부와;

상기 제2검출단에서 출력되는 신호를 수신하는 제2광검출부와;

상기 펄스광 생성부의 펄스광의 생성을 제어하고, 상기 제1광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 방사선 감응 광섬유의 위치별 방사선량을 측정하고, 상기 제2광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 내방사선 광섬유의 위치별 진동 세기 및 주파수를 측정하는 신호 처리부;를 구비하며,

상기 방사선 감응 광섬유와 상기 내방사선 광섬유는 바인더를 통해 상호 나란하게 배치되게 결합되어 굽힘과 같은 기계적 원인에 의한 광손실을 보상하여 방사선량 측정 오차를 줄이는 것을 특징으로 하는 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

제1항에 있어서, 상기 방사선감응 광섬유의 코어에는 Al, Co, Fe, Ti, Cu, P, Yb, Er, Tm, Ge 중 적어도 하나가 함유된 것을 특징으로 하는 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기.

**청구항 6**

제1항에 있어서, 상기 내방사선 광섬유의 코어는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나, 실리카소재에 Ge, F 중 적어도 하나가 함유된 것이 적용되고, 상기 내방사선 광섬유의 클래드에는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나 실리카소재에 불소가 함유된 것을 특징으로 하는 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기.

**청구항 7**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기에 관한 것으로서, 상세하게는 방사선 감응 광섬유와 내방사선 광섬유를 통해 위치별 방사선량과 동시에 진동 세기 및 주파수를 산출할 수 있도록 된 광섬유 분포형 검출기에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 원자력 발전소, 핵폐기물 처리시설, 입자 가속기, 방사성 동위 원소 생산 취급 기관 등의 방사선 관련 시설들은 설비 노후화, 방사선 노출, 지진 등 다양한 내외적 요인에 의해 설비 오동작이나 안전사고가 발생할 경우 방사선 피폭이나, 방사능 물질 누출과 같은 심각한 인적 피해를 불러일으킬 수 있다.

[0003] 이러한 원자력 관련 설비의 사고 방지를 위해 온도, 진동, 전류, 방사선 등과 같은 각종 환경 요소를 감지하는 다양한 안전 진단용 센서가 활용되고 있다.

[0004] 그런데, 기존의 안전 진단용 센서는 일반적으로 단일 지점을 측정하는 점 센서(point sensor)나 멀티 채널 어레이 센서(arrayed sensor) 타입으로 측정범위와 정밀 측정의 한계가 있고 방사선 노출에 의한 오동작과 사고의 위험성이 있어, 최근 이러한 단점을 극복하기 위해 광섬유를 이용한 안전진단 센서 시스템 개발이 활발히 진행되고 있다.

[0005] 특히, 광섬유 내부에서 발생하는 산란 현상을 이용한 광 분포 센서 기술은 광섬유가 설치된 지점별 환경 요인의 물리적 변화를 민감하게 감지해 낼 수 있고, 전기적 및 정전기적 방해에 대한 내성, 원격 및 실시간 감시, 고안진성 등의 장점이 있어 원자력 관련 설비와 같이 방사선 노출의 위험성이 있는 극한 환경 적용에 적합한 특성을 갖춘 센서 기술이다.

[0006] 국내 공개특허 제10-2014-0137065호에 광섬유기반 방사선 센서 시스템이 게시되어 있다.

[0007] 상기 방사선 센서 시스템은 방사선 센서 프로부가 병렬적으로 다수 적용되며 종단에 방사선 민감 물질을 적용한 구조로서 채널수의 확장에 한계가 있고, 구조가 복잡한 단점이 있다.

[0008] 또한, 상기 방사선 센서 시스템은 방사선만 검출할 수 있고, 진동정보는 함께 측정할 수 없는 단점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 개선하기 위하여 창안된 것으로서, 광섬유의 위치별 진동과 방사선량을 함께 정밀하게 측정할 수 있는 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기를 제공하는데 그 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기의 목적을 달성하기 위하여 본 발명에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기는 방사선에 노출되면 광손실을 발생시키는 방사선감응 광섬유와; 방사선에 대해 비반응하는 내방사선 광섬유와; 펄스광을 생성하여 출력하는 펄스광 생성부와; 상기 펄스광 생성부에서 출사된 광을 상기 내방사선 광섬유와 상기 방사선 감응 광섬유에 각각 전송하고, 상기 방사선 감응 광섬유에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 방사선을 검출하고, 상기 내방사선 광섬유에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 진동을 검출하는 측정유닛;을 구비한다.

[0011] 본 발명의 일 측면에 따르면, 상기 측정유닛은 상기 펄스광 생성부로부터 제1입력단을 통해 입력된 광을 제1출력단으로 출력하고, 상기 제1출력단에서 역으로 입사되는 광을 제1검출단으로 출력하는 제1광서클레이터와; 상기 제1출력단에 일단이 접속되며 타단은 상기 방사선 감응 광섬유와 상기 내방사선 광섬유 중 어느 하나와 접속시킬 수 있도록 된 광스위치와; 상기 제1검출단에서 출력되는 신호를 수신하는 제1광검출부와; 상기 펄스광 생성부의 펄스광의 생성을 제어하고, 상기 광스위치를 제어하여 상기 제1출력단이 상기 방사선감응 광섬유와 접속이 유지된 상태에서 상기 제1광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 방사선 감응 광섬유의 위치별 방사선량을 측

정하고, 상기 광스위치를 제어하여 상기 제1출력단이 상기 내방사선 광섬유와 접속이 유지된 상태에서 상기 제1 광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 내방사선 광섬유의 위치별 진동 세기 및 주파수를 측정하는 신호 처리부;를 구비한다.

[0012] 또한, 상기 펄스광 생성부에서 출사된 광을 제1분기광과 제2분기광으로 분배하여 출력하는 기준광분배기와; 상기 기준광분배기에서 분배된 제1분기광을 검출하여 상기 신호처리부에 제공하는 기준광검출부;를 더 구비하고, 상기 제2분기광은 상기 제1광서클레이터의 제1입력단으로 전송하도록 된 것이 바람직하다.

[0013] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 상기 측정유닛은 상기 펄스광 생성부에서 출사된 광을 제1측정광과 제2측정광으로 분배하여 출력하는 측정광분배기와; 상기 측정광분배기로부터 제1입력단을 통해 입력된 광을 상기 방사선 감응 광섬유와 접속된 제1출력단으로 출력하고, 상기 제1출력단에서 역으로 입사되는 광을 제1검출단으로 출력하는 제1광서클레이터와; 상기 측정광분배기로부터 제2입력단을 통해 입력된 광을 상기 내방사선 광섬유와 접속된 제2출력단으로 출력하고, 상기 제2출력단에서 역으로 입사되는 광을 제2검출단으로 출력하는 제2광서클레이터와; 상기 제1검출단에서 출력되는 신호를 수신하는 제1광검출부와; 상기 제2검출단에서 출력되는 신호를 수신하는 제2광검출부와; 상기 펄스광 생성부의 펄스광의 생성을 제어하고, 상기 제1광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 방사선 감응 광섬유의 위치별 방사선량을 측정하고, 상기 제2광검출부에서 수신된 신호로부터 상기 내방사선 광섬유의 위치별 진동 세기 및 주파수를 측정하는 신호 처리부;를 구비한다.

[0014] 또한, 상기 방사선감응 광섬유의 코어는 Al, Co, Fe, Ti, Cu, P, Yb, Er, Tm, Ge 중 적어도 하나가 함유되어 있다.

[0015] 또한, 상기 내방사선 광섬유의 코어는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나, 실리카소재에 Ge, F 중 적어도 하나가 함유된 것이 적용되고, 상기 내방사선 광섬유의 클래드에는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나 실리카소재에 불소가 함유된 것을 적용한다.

**발명의 효과**

[0016] 본 발명에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기에 의하면, 방사선 감응 광섬유의 위치별 노출 방사선량의 원격 실시간 모니터링이 가능함과 아울러 내방사선 광섬유를 이용한 위치별 진동 측정도 가능한 장점을 제공한다.

**도면의 간단한 설명**

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기를 나타내 보인 도면이고, 도 2는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기를 나타내 보인 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기를 더욱 상세하게 설명한다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기를 나타내 보인 도면이다.

[0020] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기(100)는 펄스광 생성부(110), 광증폭기(120), 기준광분배기(130), 제1광서클레이터(140), 광 스위치(150), 방사선감응 광섬유(160), 내방사선 광섬유(170), 기준신호 광검출부(180), 제1광검출부(181), 신호 처리부(190)를 구비한다.

[0021] 펄스광 생성부(110)는 신호처리부(190)의 제어신호에 따라 펄스광을 생성하여 출력한다.

[0022] 펄스광 생성부(110)는 신호처리부(190)에서 출력되는 구동 제어신호에 따라 펄스를 생성하는 펄스 발생기(112)와, 펄스 발생기(112)에서 출력되는 펄스에 대응되게 펄스광을 출력하는 광원(114)으로 되어 있다.

[0023] 측정유닛은 펄스광 생성부(110)에서 출사된 광을 내방사선 광섬유(170)와 방사선 감응 광섬유(160)에 각각 전송하고, 방사선 감응 광섬유(160)에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 방사선을 검출하고, 내방사선 광섬유(170)에서 역으로 진행되는 산란광으로부터 진동을 검출한다.

[0024] 측정유닛은 광증폭기(120), 기준광분배기(130), 제1광서클레이터(140), 광 스위치(150), 기준광검출부(PDR)(180), 제1광검출부(PD1)(181), 신호 처리부(190)로 구축되어 있다.

- [0025] 광증폭기(120)는 펄스광 생성부(110)와 후술되는 기준광분배기(130) 사이에 설치되어 펄스광 생성부(110)에서 출력되는 펄스광을 증폭시켜 기준광분배기(130)로 출력한다.
- [0026] 기준광분배기(130)는 펄스광 생성부(110)에서 출력되어 광증폭기(120)를 거쳐 증폭된 펄스광을 제1분배경로와 제2분배경로를 통해 제1분기광과 제2분기광으로 각각 분배하여 출력한다.
- [0027] 기준광분배기(130)는 제1분기광을 제1분배경로인 기준단(130a)으로 출력하고, 제2분기광을 제2분배경로인 측정단(130b)을 통해 제1광서클레이터(140)의 입력단(140a)으로 출력하도록 되어 있다.
- [0028] 제1광서클레이터(140)는 펄스광생성부(110)로부터 기준광분배기(130)를 거쳐 분배된 제2분기광을 제1입력단(140a)을 통해 입력받아 제1출력단(140b)으로 출력하고, 제1출력단(140b)에서 역으로 입사되는 광을 제1검출단(140c)으로 출력한다.
- [0029] 광스위치(150)는 제1광서클레이터(140)의 제1출력단(140b)에 일단이 접속되며 타단은 방사선 감응 광섬유(160)와 내방사선 광섬유(170) 중 어느 하나와 접속시킬 수 있도록 되어 있다.
- [0030] 광스위치(150)는 신호처리부(190)에 제어되어 방사선 감응 광섬유(160)와 내방사선 광섬유(170) 중 어느 하나와 제1출력단(140b)을 접속시킨다.
- [0031] 광스위치(150)와 제1출력단(140b) 사이에 접속된 중계 광섬유(141)는 통신용 광섬유가 적용되면 된다.
- [0032] 일 예로서, 중계 광섬유(141)는 코어(141a)에 Ge 또는 F가 첨가된 것을 적용하거나, 코어(141a)가 실리카 소재로 형성된 것을 적용한다. 참조부호 141b는 중계광섬유(141)의 코어(141a)를 감싸며 코어(141a) 보다 굴절율이 낮게 형성된 클래드이고, 참조부호 141c는 피복층이다.
- [0033] 방사선 감응 광섬유(160)는 방사선에 노출되면 광손실을 발생시킬 수 있게 되어 있다.
- [0034] 방사선감응 광섬유(160)는 방사선원(20)에 의해 방사선이 노출될 수 있는 방사선 감시영역(10)에 설치되어 있다.
- [0035] 방사선 감응 광섬유(160)의 코어(160a)에는 방사선에 노출되면 광손실을 발생시키도록 Al, Co, Fe, Ti, Cu, P, Yb, Er, Tm, Ge 중 적어도 하나가 함유된 것을 적용한다.
- [0036] 참조부호 160b는 방사선 감응 광섬유(160)의 코어(160a)를 감싸며 코어(160a) 보다 굴절율이 낮게 형성된 클래드이고, 참조부호 160c는 피복층이다.
- [0037] 내방사선 광섬유(170)는 방사선에 대해 비반응하여 광손실이 발생하지 않는 것을 적용한다.
- [0038] 내방사선 광섬유(170)는 진동 감지 뿐만 아니라 케이블의 굴곡 등에 의한 기계적 원인에 의한 광손실을 파악하여 보상할 수 있게 방사선 노출시에도 광손실이 거의 없는 것으로 형성되어 방사선 감응 광섬유(160)와 상호 나란하게 배치되어 설치되어 있다.
- [0039] 내방사선 광섬유(170)의 코어(170a)는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나, 실리카소재에 Ge, F 중 적어도 하나가 함유된 것이 적용된다.
- [0040] 또한, 내방사선 광섬유(170)의 클래드(170b)는 도펀트가 함유되어 있지 않은 실리카 소재이거나 실리카소재에 불소(F)가 함유된 것을 적용한다.
- [0041] 참조부호 170c는 피복층이다.
- [0042] 내방사선 광섬유(170)를 방사선 감응 광섬유(160)와 상호 연동되어 굴신을 허용하도록 하여 측정오차를 줄이도록 하기 위한 방식으로 도시된 예에서는 방사선 감응 광섬유(160)와 내방사선 광섬유(170)를 상호 바인딩하는 바인더(175)가 적용되어 있다.
- [0043] 바인더(175)는 일정 간격으로 설치되거나 단일몸체로 튜브형태로 연장되어 방사선 감응 광섬유(151)와 내방사선 광섬유(152)를 모두 수용할 수 있게 설치될 수 있음은 물론이다.
- [0044] 기준광검출부(PDR)(180)는 기준단(130a)에서 출력되는 광을 검출하여 신호처리부(190)에 제공한다.
- [0045] 제1광검출부(PD1)(181)는 제1검출단(140c)에서 출력되는 광을 검출하여 신호처리부(190)에 제공한다.
- [0046] 즉, 제1광검출부(181)는 방사선 감응 광섬유(160) 또는 내방사선 광섬유(170)에서 산란되어 역으로 진행하여 제1검출단(140c)에서 출력되는 신호인 레일레이(Rayleigh) 산란 신호를 수신하여 전기적 신호로 신호 처리부(190)

0)에 제공한다.

- [0047] 신호처리부(190)는 펄스광 생성부(110)의 펄스광의 생성을 제어한다.
- [0048] 신호처리부(190)는 기준광검출부(180)에서 출력되는 신호를 이용하여 펄스광의 출력 시점을 결정할 수 있다.
- [0049] 또한, 신호처리부(190)는 광스위치(150)를 제어하여 제1출력단(140b)이 방사선감응 광섬유(160)와 접속이 유지된 상태에서 제1광검출부(181)에서 수신된 신호로부터 방사선 감응 광섬유(160)의 길이방향을 따르는 위치별 방사선량을 측정한다.
- [0050] 또한, 신호처리부(190)는 광스위치(150)를 제어하여 제1출력단(140b)이 내방사선 광섬유(170)와 접속이 유지된 상태에서 제1광검출부(181)에서 수신된 신호로부터 내방사선 광섬유(170)의 길이방향을 따르는 위치별 진동 세기 및 주파수를 측정한다.
- [0051] 바람직하게는 신호 처리부(190)는 내방사선 광섬유(170)로부터 제1광검출부(181)를 통해 수신된 신호를 이용하여 이후 접속되는 방사선 감응 광섬유(160)로부터 제1광검출부(181)를 통해 수신된 센싱 신호를 보정하고, 보정된 신호로부터 시간에 따른 방사선량을 산출한다.
- [0052] 한편, 도시된 예와 다르게 측정유닛을 구축할 수 있고 그 예가 도시된 도 2를 참조하여 설명한다. 앞서 도시된 예에서와 동을 기능을 하는 요소는 동일 참조부호로 표기한다.
- [0053] 도 2를 참조하면, 측정유닛은 측정광분배기(135), 제1광서클레이터(140), 제2광서클레이터(142), 제1광검출부(181), 제2광검출부(182) 및 신호처리부(290)로 구축되어 있다.
- [0054] 측정광 분배기(135)는 측정단(130b)에서 출력되는 광을 제1측정경로(135a)와 제2측정경로(135b)를 통해 제1측정광과 제2측정광으로 분배하여 출력한다.
- [0055] 제1광서클레이터(140)는 측정광분배기(135)로부터 제1측정경로(135a) 및 제1입력단(140a)을 통해 입력된 광을 방사선 감응 광섬유(160)와 접속된 제1출력단(140b)으로 출력하고, 제1출력단(140b)에서 역으로 입사되는 광을 제1검출단(140c)으로 출력한다.
- [0056] 제2광서클레이터(142)는 측정광분배기(135)로부터 제2측정경로(135b) 및 제2입력단(142a)을 통해 입력된 광을 내방사선 광섬유(170)와 접속된 제2출력단(142b)으로 출력하고, 제2출력단(142b)에서 역으로 입사되는 광을 제2검출단(142c)으로 출력한다.
- [0057] 제1광검출부(181)는 제1검출단(140c)에서 출력되는 신호를 수신하고, 제2광검출부(PD2)(182)는 제2검출단(142c)에서 출력되는 신호를 수신한다.
- [0058] 여기서 제1광검출부(181)는 방사선 감응 광섬유(160)에서 산란되어 역으로 진행하여 제1검출단(140c)에서 출력되는 레일레이(Rayleigh) 산란 신호를 수신하여 전기적 신호로 신호 처리부(290)에 제공하며, 제2광검출부(182)는 내방사선 광섬유(170)에서 산란되어 역으로 진행하여 제2검출단(142c)에서 출력되는 레일레이(Rayleigh) 산란 신호를 수신하여 전기적 신호로 신호 처리부(190)에 제공한다.
- [0059] 신호처리부(290)는 펄스광 생성부(110)를 제어하고, 제1광검출부(181)에서 수신된 신호로부터 방사선 감응 광섬유(160)의 길이방향을 따르는 위치별 방사선량을 측정하고, 제2광검출부(182)에서 수신된 신호로부터 내방사선 광섬유(170)의 길이방향을 따르는 위치별 진동 세기 및 주파수를 측정한다.
- [0060] 이하에서는 이러한 방사선 및 진동 검출과정을 보다 상세하게 설명한다.
- [0061] 먼저, 각각의 펄스광에 대해 센싱 광섬유(160, 170) 길이방향에서 연속적으로 발생하여 되돌아오는 레일레이 역산란광은 광시간 영역반사측정(OTDR: Optical Time Domain Reflectometry) 데이터로 트레이스(Trace)가 수집된다.
- [0062] 시간영역에서 수집된 레일레이 역산란광 트레이스는 광섬유 내 광신호의 전파 속도를 고려하여 거리별 광량 Trace로 변환된다.
- [0063] 방사선 감응 광섬유(160)의 OTDR Trace는 방사선 노출 전을 기준으로 하여, 방사선 노출 후에 감쇄하는 OTDR Trace를 측정하여 지점별 방사선량(Radiation dose)을 산출해낸다.
- [0064] 이를 위해, 신호처리부(190)(290)는 감쇄된 OTDR Trace를 이용하여 거리별 누적 광손실값을 거리별 방사선량값으로 변환한다. 신호처리부(190)(290)의 방사선량값 산출은 방사선 감응 광섬유(160)의 노출된 방사선량에 대응

한 광손실을 미리 실험에 의해 측정하고, 측정된 값을 산출용으로 메모리에 기록해놓은 것을 이용하면 된다.

[0065] 신호처리부(190)(290)에서 진동 측정은 내방사선 광섬유(170)의 길이방향에 대해 정의된 데이터간격에 따라 결정되는 같은 위치에서 발생한 N개의 OTDR 트레이스 데이터를 푸리에 변환하여 각 위치에 대한 진동 주파수 및 세기를 계산한다.

[0066] 이를 더욱 상세하게 설명하면, 거리의 함수로 변환된 내방사선 광섬유(170)의 레일리 역산란광의 세기는 N번의 펄스광에 대해 위치 간격 M에 따라 NxM개의 배열로 재구성하며, 각각의 위치에 대해서 N개의 데이터를 푸리에 변환하여 M개의 위치에 대한 진동 주파수 및 크기를 분석한다.

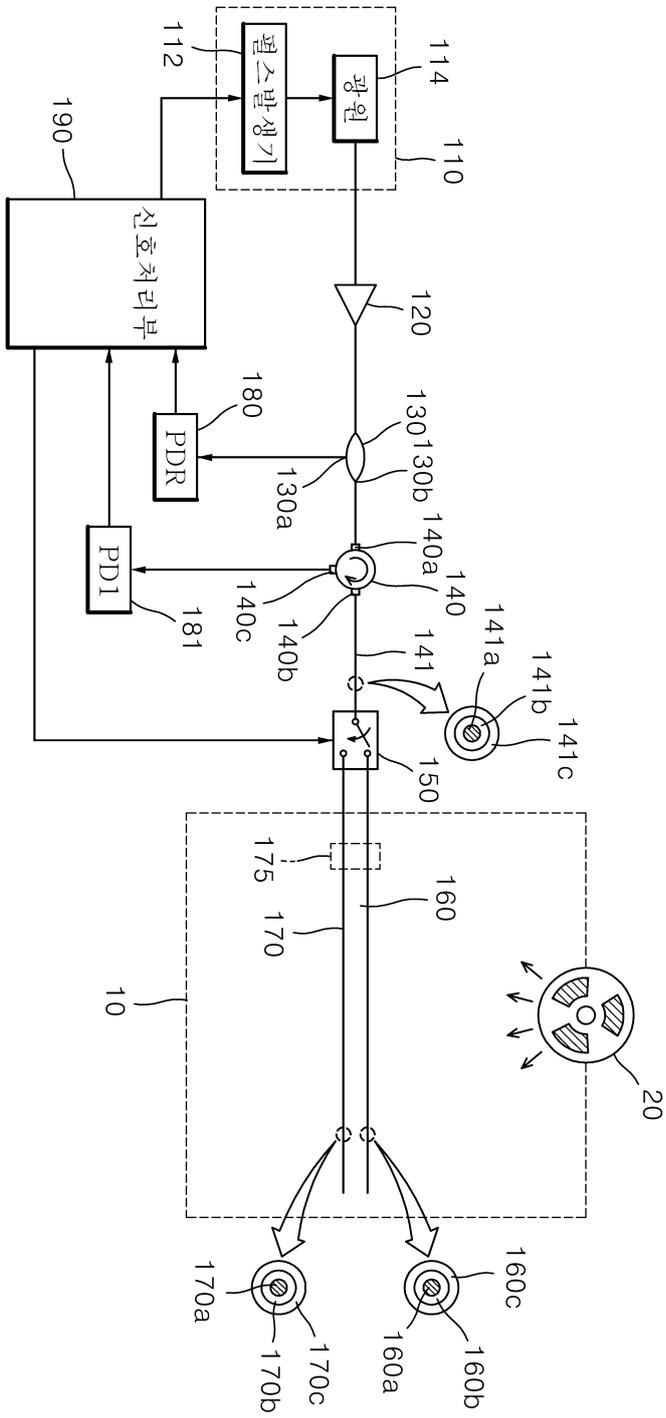
[0067] 이상에서 설명된 광섬유 분포형 방사선 및 진동 검출기에 의하면, 방사선 감응 광섬유의 위치별 노출 방사선량의 원격 실시간 모니터링이 가능하고, 동시에 내방사선 광섬유의 위치별 진동 세기 및 주파수 측정이 가능한 장점을 제공한다.

**부호의 설명**

- [0068]
- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 110: 펄스광 생성부    | 112: 펄스 발생기     |
| 114: 광원         | 120: 광증폭기       |
| 130: 기준광분배기     | 135: 측정광분배기     |
| 140: 제1광섬유클레이터  | 142: 제2광섬유클레이터  |
| 150: 광스위치       | 160: 방사선 감응 광섬유 |
| 170: 내방사선 광섬유   | 180: 기준 광검출부    |
| 181: 제1광검출부     | 182: 제2광검출부     |
| 190, 290: 신호처리부 |                 |

도면

도면1



도면2

