



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0063784
(43) 공개일자 2020년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/04 (2006.01) G01M 3/38 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01M 3/047 (2013.01)
G01M 3/38 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0149929
(22) 출원일자 2018년11월28일
심사청구일자 2018년11월28일

(71) 출원인
국방과학연구소
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(72) 발명자
정승택
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
이종훈
대전광역시 유성구 북유성대로488번길 160 (수남동)
(74) 대리인
특허법인 무한

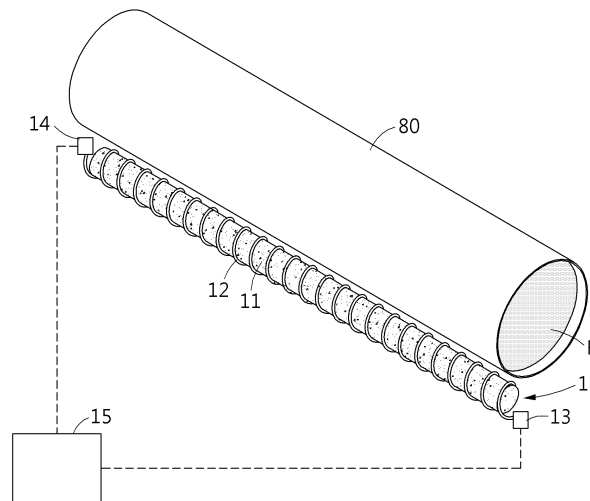
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 연료 누설 감지 장치 및 방법

(57) 요약

일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는, 상기 연료 라인과 평행하게 배치되는 반응 스펀지; 상기 반응 스펀지에 감겨 있고, 상기 반응 스펀지의 외표면에 부착되어 있는 광 파이버; 및 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 출구 감지부를 포함할 수 있다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

연료 라인으로부터 누설되는 연료를 감지하기 위한 연료 누설 감지 장치에 있어서,

상기 연료 라인과 평행하게 배치되는 반응 스펀지;

상기 반응 스펀지에 감겨 있고, 상기 반응 스펀지의 외표면에 부착되어 있는 광 파이버; 및

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 출구 감지부를 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 연료 라인으로부터 누설된 연료가 상기 반응 스펀지에 닿을 경우, 상기 반응 스펀지는 수축하고, 상기 광 파이버는 상기 반응 스펀지의 수축에 기초하여 변형되는 연료 누설 감지 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 출구 감지부에서 감지된 레이저의 세기 변화에 기초하여, 연료 누설 여부를 결정하는 제어부를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 반응 스펀지 중 수축된 부분과, 상기 광 파이버 중 변형된 부분은 교체 가능한 연료 누설 감지 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 반응 스펀지의 외표면에 구비되고, 상기 광 파이버를 상기 반응 스펀지에 고정시키는 접착 레이어를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 입구 감지부의 레이저 감지 여부에 기초하여, 연료 누설 여부를 결정하는 제어부를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

외부로부터 진입하는 레이저의 일부는 통과시켜 상기 광 파이버의 입구로 안내하고, 나머지는 반사시키는 스플리터를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출된 후, 상기 스플리터에 의해 반사되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 광 파이버는,

레이저의 이동을 안내하는 코어;

상기 코어를 감싸는 클래드;

상기 클래드를 감싸는 내부 피복;

상기 내부 피복을 감싸는 케블라; 및

상기 케블라를 감싸는 외부 피복을 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 반응 스펜지는 상기 연료 라인의 하방에 위치하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 반응 스펜지는 상기 연료 라인의 둘레를 따라 복수 개가 구비되고,

상기 광 파이버는 상기 복수 개의 반응 스펜지 각각에 감기도록 복수 개가 구비되는 연료 누설 감지 장치.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 광 파이버에 광 펄스를 입사시킨 후, 반사광을 검출 가능한 광 측정기를 더 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 14

연료 라인으로부터 누설되는 연료를 감지하기 위한 연료 누설 감지 장치에 있어서,

상기 연료 라인과 평행하게 배치되는 반응 스펜지;

상기 반응 스펜지에 감겨 있고, 상기 반응 스펜지의 외표면에 부착되어 있는 광 파이버; 및

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 포함하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 연료 라인으로부터 누설된 연료가 상기 반응 스펜지에 닿을 경우, 상기 반응 스펜지는 수축하고, 상기 광 파이버는 상기 반응 스펜지의 수축에 기초하여 변형되는 연료 누설 감지 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

외부로부터 진입하는 레이저의 일부는 통과시켜 상기 광 파이버의 입구로 안내하고, 나머지는 반사시키는 스플리터를 더 포함하고,

상기 입구 감지부는, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되고, 상기 스플리터에 의해 반사되는 레이저를 감지하는 연료 누설 감지 장치.

청구항 17

반응 스펀지의 외표면을 따라 광 파이버를 감는 단계;

상기 광 파이버가 감긴 상기 반응 스펀지를 연료 라인의 주변에 배치시키는 단계; 및

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구 또는 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 단계;

를 포함하는 연료 누설 감지 방법.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저의 세기 변화에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 연료 누설 감지 방법.

청구항 19

제 17 항에 있어서,

상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저가 감지되었는지 여부에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 연료 누설 감지 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 반응 스펀지 중 수축된 부분과, 상기 광 파이버 중 변형된 부분을 교체하는 단계를 더 포함하는 연료 누설 감지 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 연료 누설 감지 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 연료를 사용하거나 운송하는 항공기, 석유화학 배관 또는 송유관 등에서 연료 누설은 화재, 환경 오염 및 경제적 손실로 이어질 수 있다. 연료 누설을 감지하기 위한 여러 가지 방법들이 개발되고 있다. 항공기에서는 연료 라인에 가스를 주입하여 연료 누설 여부를 확인하는 방식으로 연료 누설을 감지한다. 석유화학 배관이나 송유관에서는 센서 역할을 하는 전용 센서 케이블을 배관이나 송유관을 따라 포설하여 연료 누설을 감지하고 있다.

[0003] 항공기는 비행 중에 연료 누설 감지가 불가능하다. 항공기는 지상 점검 시에서만 연료 누설을 감지할 수 있다. 종래의 연료 누설 감지 방법은 다음과 같다. 먼저, 연료 라인에 있는 연료를 모두 배출한 후 가스를 주입할 수 있게 연료 라인의 한 부분을 탈거한다. 다음으로, 가스 주입 후 압력계나 전용 장비를 연결하여 일정 시간 유지한 뒤 압력변화를 감지한다. 이러한 종래의 연료 누설 감지 방법은 압력변화 유무를 판단하여야 하므로 시간이 오래 걸린다.

[0004] 석유화학 배관이나 송유관에는 설치된 배관을 따라 전용 센서 케이블을 포설하여 사용하고 있으나, 센서 케이블의 내부 구조를 살펴보면 전원, 접지, 통신, 절연, 센싱 리턴 와이어 등 복잡한 구조로 구성되어 있기 때문에

구성이 복잡하고 무겁고 비싸다. 또한, 일정 길이별로 모듈화 되어 있기 때문에 감시해야 되는 길이가 길어질 경우 수많은 모듈을 연결하여 사용해야 하므로 접속 손실을 무시할 수 없으며, 시간이 오래 걸린다.

[0005] 항공기 사고 사례를 살펴보면 전복 후 화재가 발생하는 경우가 많다. 화재가 발생하면 비행기록장치에 비행기록은 남지만, 화염에 의한 사고 원인을 알 수 있는 기체 구성품들이 소실되는 경우도 많다. 그 중 연료는 주 화염원이기 때문에 화재의 직접적인 원인으로 오해를 받는 경우도 있다.

[0006] 전술한 배경기술은 발명자가 본 발명의 도출과정에서 보유하거나 습득한 것으로서, 반드시 본 발명의 출원 전에 일반 공중에 공개된 공지기술이라고 할 수는 없다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 일 실시 예에 따른 목적은 스펀지에 연료가 접촉되면 수축하는 특성을 이용하여, 실시간으로 빠른 시간 내에 연료 누설 여부를 감지하고, 모니터링 할 수 있는 연료 누설 감지 장치 및 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는, 상기 연료 라인과 평행하게 배치되는 반응 스펀지; 상기 반응 스펀지에 감겨 있고, 상기 반응 스펀지의 외표면에 부착되어 있는 광 파이버; 및 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 출구 감지부를 포함할 수 있다.

[0009] 상기 연료 라인으로부터 누설된 연료가 상기 반응 스펀지에 닿을 경우, 상기 반응 스펀지는 수축하고, 상기 광 파이버는 상기 반응 스펀지의 수축에 기초하여 변형될 수 있다.

[0010] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 출구 감지부에서 감지된 레이저의 세기 변화에 기초하여, 연료 누설 여부를 결정하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0011] 상기 반응 스펀지 중 수축된 부분과, 상기 광 파이버 중 변형된 부분은 교체 가능하다.

[0012] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 반응 스펀지의 외표면에 구비되고, 상기 광 파이버를 상기 반응 스펀지에 고정시키는 접착 레이어를 더 포함할 수 있다.

[0013] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 더 포함할 수 있다.

[0014] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 입구 감지부의 레이저 감지 여부에 기초하여, 연료 누설 여부를 결정하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[0015] 상기 연료 누설 감지 장치는, 외부로부터 진입하는 레이저의 일부는 통과시켜 상기 광 파이버의 입구로 안내하고, 나머지는 반사시키는 스플리터를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출된 후, 상기 스플리터에 의해 반사되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 더 포함할 수 있다.

[0017] 상기 광 파이버는, 레이저의 이동을 안내하는 코어; 상기 코어를 감싸는 클래드; 상기 클래드를 감싸는 내부 피복; 상기 내부 피복을 감싸는 케블라; 및 상기 케블라를 감싸는 외부 피복을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 반응 스펀지는 상기 연료 라인의 하방에 위치할 수 있다.

[0019] 상기 반응 스펀지는 상기 연료 라인의 둘레를 따라 복수 개가 구비되고, 상기 광 파이버는 상기 복수 개의 반응 스펀지 각각에 감기도록 복수 개가 구비될 수 있다.

[0020] 상기 연료 누설 감지 장치는, 상기 광 파이버에 광 펄스를 입사시킨 후, 반사광을 검출 가능한 광 측정기를 더 포함할 수 있다.

[0021] 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는, 상기 연료 라인과 평행하게 배치되는 반응 스펀지; 상기 반응 스펀지에 감겨 있고, 상기 반응 스펀지의 외표면에 부착되어 있는 광 파이버; 및 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 입구 감지부를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 연료 라인으로부터 누설된 연료가 상기 반응 스펀지에 닿을 경우, 상기 반응 스펀지는 수축하고, 상기 광

파이버는 상기 반응 스펜지의 수축에 기초하여 변형될 수 있다.

- [0023] 상기 연료 누설 감지 장치는, 외부로부터 진입하는 레이저의 일부는 통과시켜 상기 광 파이버의 입구로 안내하고, 나머지는 반사시키는 스플리터를 더 포함하고, 상기 입구 감지부는, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되고, 상기 스플리터에 의해 반사되는 레이저를 감지할 수 있다.
- [0024] 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법은, 반응 스펜지의 외표면을 따라 광 파이버를 감는 단계; 상기 광 파이버가 감긴 상기 반응 스펜지를 연료 라인의 주변에 배치시키는 단계; 및 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 입구 또는 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0025] 상기 연료 누설 감지 방법은, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저의 세기 변화에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 연료 누설 감지 방법은, 상기 광 파이버의 내부로부터 상기 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저의 세기 변화에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 연료 누설 감지 방법은, 상기 반응 스펜지 중 수축된 부분과, 상기 광 파이버 중 변형된 부분을 교체하는 단계를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치 및 방법은 실시간으로 빠른 시간 내에 연료 누설 여부를 감지하고 모니터링 할 수 있다.
- [0029] 또한, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는 간단한 구조를 가지므로, 연료 라인을 따라 용이하게 배치할 수 있다. 또한, 광 파이버 특성상 거리 제한이 적기 때문에, 적은 비용으로도 장거리 연료 라인 및/또는 송유관에도 용이하게 적용될 수 있다.
- [0030] 또한, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는, 지상 점검 시에 제한되지 않으며, 항공기 운용 중에도 실시간으로 연료 누설을 감지할 수 있다.
- [0031] 또한, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는, 실시간으로 정확한 위치까지 찾아낼 수 있고, 석유화학 배관이나 송유관에서도 적은 비용으로 짧은 시간 내에 연료 누설을 감지할 수 있다.
- [0032] 또한, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는 스펜지와 광 파이버로 구성하여 연료 누설을 감지하고 있으므로, 가볍고 간단하며 제작 비용이 적게 든다.
- [0033] 또한, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는 광 파이버가 센서 역할을 하기 때문에 전자기 영향을 적게 받을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.

도 1은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치 및 연료 라인을 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 2는 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치가 연료 라인으로부터 누설된 연료에 의해 수축되고 변형된 상태를 개략적으로 도시하는 사시도이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 반응 스펜지 및 광 파이버의 단면도이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 광 파이버의 단면도이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 반응 스펜지의 수축된 부분과, 광 파이버의 변형된 부분이 교체되는 모습을 순서대로 도시하는 측면도이다.

도 6은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치가 연료 라인의 둘레를 따라 배치된 모습을 개략적으로 도시하는 단면도이다.

도 7은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치의 개략도이다.

도 8은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치의 개략도이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법의 순서도이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법에서 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 구체적으로 도시한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 이하, 실시 예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 실시 예에 대한 이해를 방해한다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0036] 또한, 실시 예의 구성 요소를 설명하는 데 있어서, 제 1, 제 2, A, B, (a), (b) 등의 용어를 사용할 수 있다. 이러한 용어는 그 구성 요소를 다른 구성 요소와 구별하기 위한 것일 뿐, 그 용어에 의해 해당 구성 요소의 본질이나 차례 또는 순서 등이 한정되지 않는다. 어떤 구성 요소가 다른 구성요소에 "연결", "결합" 또는 "접속" 된다고 기재된 경우, 그 구성 요소는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되거나 접속될 수 있지만, 각 구성 요소 사이에 또 다른 구성 요소가 "연결", "결합" 또는 "접속"될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0037] 어느 하나의 실시 예에 포함된 구성요소와, 공통적인 기능을 포함하는 구성요소는, 다른 실시 예에서 동일한 명칭을 사용하여 설명하기로 한다. 반대되는 기재가 없는 이상, 어느 하나의 실시 예에 기재한 설명은 다른 실시 예에도 적용될 수 있으며, 중복되는 범위에서 구체적인 설명은 생략하기로 한다.
- [0038] 도 1은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치 및 연료 라인을 개략적으로 도시하는 사시도이고, 도 2는 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치가 연료 라인으로부터 누설된 연료에 의해 수축되고 변형된 상태를 개략적으로 도시하는 사시도이고, 도 3은 일 실시 예에 따른 반응 스펀지 및 광 파이버의 단면도이다.
- [0039] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치(1)는 연료 라인(80)으로부터 누설되는 연료(F)를 감지할 수 있다. 여기서, 연료(F)는 기름(oil) 등 스펀지 부재의 변형을 일으키는 물질일 수 있다. 연료(F)는 연료 라인(80)의 내부를 따라 유동할 수 있다. 연료(F)는 연료 라인(80)의 벽에 크랙이 발생할 경우, 연료 라인(80)의 내부로부터 외부로 누설될 수 있다. 연료 누설 감지 장치(1)는 반응 스펀지(11), 광 파이버(12), 출구 감지부(13), 입구 감지부(14), 제어부(15) 및 접촉 레이어(19)를 포함할 수 있다.
- [0040] 반응 스펀지(11)는 연료(F)에 반응하여 수축될 수 있다. 반응 스펀지(11)는 연료 라인(80) 주변에 배치되고, 연료 라인(80)으로부터 연료(F)가 누설될 경우 수축될 수 있다. 다시 말하면, 연료 라인(80)으로부터 누설된 연료가 반응 스펀지(11)에 닿을 경우, 반응 스펀지(11)는 수축할 수 있다. 반응 스펀지(11)는 연료 라인(80)과 평행하게 배치될 수 있다. 반응 스펀지(11)는 연료 라인(80)의 길이와 대략 유사하거나, 연료 라인(80)의 길이보다 길 수 있다. 예를 들어, 연료 라인(80)은 복수 개의 파이프를 볼팅 또는 용접하는 등의 방식으로 형성될 수 있으며, 예를 들면, 진동에 의해 볼팅 부분이 느슨해지는 문제 등으로 인하여, 이와 같은 복수 개의 파이프가 서로 연결되는 부분에서 연료의 누설이 발생될 가능성이 높다. 이와 같은 문제를 고려하여, 반응 스펀지(11)는 연료 라인(80)을 따라서 전체적으로 배치되거나, 연료 라인(80)을 구성하는 복수 개의 파이프가 서로 연결되는 부분마다 배치될 수도 있음을 밝혀 둔다. 한편, 대부분의 연료의 누설은 복수 개의 파이프가 서로 연결되는 부분에서 발생하지만, 연료 라인(80)의 일부에서 크랙이 발생될 가능성도 고려할 수 있다. 예를 들어, 연료 라인(80)의 입구 부근에서 크랙(C)이 발생할 경우, 반응 스펀지(11)의 전방부가 연료에 접촉하여 수축될 수 있다. 도 2에서 A부분은 연료에 접촉하여 수축된 반응 스펀지(11)의 일부를 표시한 것이다. 다른 예로, 연료 라인(80)의 출구 부근에서 크랙이 발생할 경우, 반응 스펀지(11)의 후방부가 연료에 접촉하여 수축될 수 있다. 여기서, 반응 스펀지(11)의 전방부는 입구 감지부(14) 부근일 수 있으며, 반응 스펀지(11)의 후방부는 출구 감지부(13) 부근일 수 있다.
- [0041] 반응 스펀지(11)는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 연료 라인(80)의 하방에 위치할 수 있다. 연료 라인(80)의 크랙이 하방이 아닌 상방 또는 측방에 발생하더라도, 연료 라인(80)으로부터 방출되는 연료(F)는 중력에 의해 하방으로 이동할 수 있다. 하방으로 이동한 연료(F)는 중력에 의해 연료 라인(80)으로부터 낙하하여 반응 스펀지(11)에 닿을 수 있고, 그에 따라 반응 스펀지(11)는 수축할 수 있다.
- [0042] 광 파이버(12, optical fiber)는 반응 스펀지(11)에 감겨 있고, 반응 스펀지(11)의 외표면에 부착되어 있을 수 있다. 광 파이버(12)는 레이저를 안내할 수 있다. 예를 들어, 광 파이버(12)는 광 파이버(12)의 입구로부터

광 파이버(12)의 출구로 레이저를 안내할 수 있다. 여기서, 광 파이버(12)의 입구는 외부로부터 레이저를 전달 받는 부분이고, 광 파이버(12)의 출구는 광 파이버(12) 내부에서 진행한 레이저가 외부로 방출되는 부분일 수 있다. 광 파이버(12)의 입구 부근에는 입구 감지부(14)가 배치될 수 있으며, 광 파이버(12)의 출구 부근에는 출구 감지부(13)가 배치될 수 있다. 광 파이버(12)는 반응 스펀지(11)에 일정 간격으로 감겨 있을 수 있다. 광 파이버(12)는 반응 스펀지(11)의 둘레 방향 및 길이 방향으로 연장될 수 있다. 이와 같은 구조에 의하면, 광 파이버(12)가 일직선 형태로 배치되는 경우에 비교하여, 광 파이버(12)의 자중에 의해 광 파이버(12)가 변형되어 센싱 오차를 일으키는 문제를 방지하는 등, 전체 연료 누설 감지 장치(1)의 내구성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 한편, 후술하는 바와 같이 광 파이버(12)에 케블라가 적용되어 있을 경우, 길이 방향 인장 특성이 좋기 때문에, 광 파이버(12)를 일직선으로 포설하면 불리하다. 따라서, 측정 민감도와 정확도를 높이고 일정 반경을 갖는 반응 스펀지(11)에 대하여 회전 반경을 크게 하기 위하여, 광 파이버(12)를 일직선으로 포설하지 않고, 반응 스펀지(11)의 길이 방향을 따라 일정 간격으로 감아서 포설할 수 있다.

[0043] 광 파이버(12)의 직경은 예를 들어 반응 스펀지(11)의 직경의 1/25 내지 1/15, 예를 들면, 1/20일 수 있다. 이러한 크기 관계에 따르면, 광 파이버(12)를 충분히 촘촘히 감으면서도 광 파이버(12)가 충분히 큰 회전 반경을 갖도록 하여 광 파이버(12) 내의 광손실이 지나치게 발생되는 것을 방지할 수 있다.

[0044] 광 파이버(12)는 접착 레이어(19)에 의해 반응 스펀지(11)에 고정될 수 있다. 접착 레이어(19)는 반응 스펀지(11)의 외표면의 적어도 일부를 감싸는 접착 부재일 수 있다. 예를 들어, 접착 레이어(19)는 광 파이버(12) 및 반응 스펀지(11) 사이에 접촉하는 부분에만 설치될 수 있다. 예를 들어, 접착 레이어(19)는 본드 또는 양면 테이프 등일 수 있다. 연료 라인(80)으로부터 누설된 연료가 반응 스펀지(11)에 닿을 경우, 반응 스펀지(11)는 수축하고, 광 파이버(12)는 반응 스펀지(11)의 수축에 기초하여 변형될 수 있다. 구체적으로, 광 파이버(12)는 반응 스펀지(11)가 수축되는 표면 형상에 따라 구부러지거나 휘어지게 된다. 이때, 광 파이버(12) 내부를 지나가는 레이저는, 광 파이버(12)의 변형이 발생한 지점에서 레일리 산란(Rayleigh scattering)에 의해 손실되거나, 입사 방향으로 다시 반사될 수 있다. 또는, 광 파이버(12)가 파단될 경우, 광 파이버(12) 내부를 지나가는 레이저는 파단면에서 프레넬 반사(Fresnel reflection)에 의해 손실되거나, 입사 방향으로 다시 반사될 수 있다.

[0045] 출구 감지부(13)는 광 파이버(12)의 내부로부터 광 파이버(12)의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지할 수 있다. 예를 들어, 출구 감지부(13)는 광 센서일 수 있다. 예를 들어, 광 파이버(12)가 연료(F)의 누설에 의해 변형될 경우, 레일리 산란 및/또는 프레넬 반사에 의해 출구 감지부(13)에서 감지되는 레이저의 세기는 감소할 수 있다. 예를 들어, 연료 누설 전 출구 감지부(13)가 감지하는 레이저의 세기를 100이라고 할 때, 연료 누설이 발생하여 광 파이버(12)가 변형된 상태에서 출구 감지부(13)가 감지하는 레이저의 세기는 50 이하일 수 있다. 이러한 세기 관계는 일 예시에 불과하며, 이에 제한되지 않음을 밝혀 둔다.

[0046] 입구 감지부(14)는 광 파이버(12)의 내부로부터 광 파이버(12)의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지할 수 있다. 예를 들어, 입구 감지부(14)는 광 센서일 수 있다. 광 파이버(12) 내부에서 전반사만 정상적으로 발생할 경우, 입구 감지부(14)는 레이저를 감지할 수 없다. 그러나, 광 파이버(12)가 연료(F)의 누설에 의해 변형될 경우, 레일리 산란 및/또는 프레넬 반사에 의해 레이저는 입사 방향으로 다시 반사할 수 있다. 그 결과, 입구 감지부(14)는 레이저를 감지할 수 있다.

[0047] 제어부(15)는 출구 감지부(13) 및/또는 입구 감지부(14)에서 감지된 레이저에 기초하여 연료 누설 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(15)는 출구 감지부(13)에서 감지된 레이저의 세기 변화에 기초하여, 연료 누설 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(15)는 출구 감지부(13)에서 감지된 레이저의 세기가 절반 이하로 감소할 경우, 연료 누설 상태로 판단할 수 있다. 또는, 제어부(15)는 입구 감지부(14)의 레이저 감지 여부에 기초하여 연료 누설 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(15)는 입구 감지부(14)에서 레이저가 감지되면, 연료 누설 상태로 판단하고, 입구 감지부(14)에서 레이저가 감지되지 않으면, 연료가 누설되지 않는다고 판단할 수 있다.

[0048] 제어부(15)는 연료 감지 조건에 따라, 다양한 방식으로 연료 누설 여부를 결정할 수 있다. 예를 들어, 연료 감지를 보다 민감하게 보수적으로 감지해야 하는 조건에서, 제어부(15)는 출구 감지부(13)에서 감지된 레이저 세기 변화 조건을 상대적으로 작은 값으로 조정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(15)는 출구 감지부(13)에서 감지된 레이저 세기가 30%만 감소하여도 연료 누설 상태로 판단할 수 있다.

[0049] 도 4는 일 실시 예에 따른 광 파이버의 단면도이다.

[0050] 도 4를 참조하면, 광 파이버(12)는, 레이저의 이동을 안내하는 코어(125)와, 코어(125)를 감싸는

클래드(126)와, 클래드(126)를 감싸는 내부 피복(127)과, 내부 피복(127)을 감싸는 케블라(128)와, 케블라(128)를 감싸는 외부 피복(129)을 포함할 수 있다. 광 파이버(12)는 케블라(128) 및 외부 피복(129)을 통해 내구성을 높일 수 있다. 케블라(128)는 광 파이버(12)의 길이 방향 인장 특성을 높여줄 수 있다. 레이저가 통과하는 코어(125)의 굴절률보다 레이저가 밖으로 나가지 못하게 하는 차단층인 클래드(126)의 굴절률은 작을 수 있다. 내부 피복(127)은 클래드(126)를 보호할 수 있다. 외부 피복(129)은 주변에서 발생하는 습기 등으로부터 케블라(128) 등 광 파이버(12)의 내부 구성들을 보호할 수 있다. 외부 피복(129) 등에 의하면, 수분 등 외부에서 발생된 물질이 광 파이버(12)를 통과하는 레이저의 진행에 영향을 미침에 따라서, 연료 누설 감지 장치(1)에 오차를 일으키는 문제를 방지하고, 누설된 연료(F)에 의해 변형되는 반응 스펀지(11)의 영향을 정확하게 센싱할 수 있다.

- [0051] 도 5는 일 실시 예에 따른 반응 스펀지의 수축된 부분과, 광 파이버의 변형된 부분이 교체되는 모습을 순서대로 도시하는 측면도이다.
- [0052] 도 5를 참조하면, 이하 설명의 편의를 위해 반응 스펀지 및 광 파이버를 3부분으로 나누어 설명하기로 한다. 반응 스펀지는 순서대로 배치되는 제 1 스펀지 파트(111), 제 2 스펀지 파트(112) 및 제 3 스펀지 파트(113)를 포함하고, 광 파이버는 순서대로 배치되는 제 1 파이버 파트(121), 제 2 파이버 파트(122) 및 제 3 파이버 파트(123)를 포함할 수 있다. 제 1 파이버 파트(121), 제 2 파이버 파트(122) 및 제 3 파이버 파트(123)는 각각 제 1 스펀지 파트(111), 제 2 스펀지 파트(112) 및 제 3 스펀지 파트(113)의 외표면에 고정된다.
- [0053] 반응 스펀지 중 수축된 부분과, 광 파이버 중 변형된 부분은 교체될 수 있다. 이하 교체 과정을 구체적으로 설명하기로 한다.
- [0054] 먼저, 연료 누설에 의해 제 2 스펀지 파트(112)는 수축하고, 제 2 스펀지 파트(112)의 외표면에 고정되어 있는 제 2 파이버 파트(122)는 제 2 스펀지 파트(112)의 표면 형상에 따라 변형될 수 있다. 사용자는 제 2 스펀지 파트(112) 및 제 2 파이버 파트(122)를 분리할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 제 1 스펀지 파트(111) 및 제 2 스펀지 파트(112)의 경계면과, 제 2 스펀지 파트(112) 및 제 3 스펀지 파트(113)의 경계면을 절삭할 수 있다. 이와 함께, 광 파이버도 3부분으로 분리될 수 있다. 사용자는 수축 또는 변형된 부분만을 분리할 수 있다.
- [0055] 다음으로, 사용자는 수축 또는 변형되지 않은 새로운 제 4 스펀지 파트(114)를 제 1 스펀지 파트(111) 및 제 3 스펀지 파트(113) 사이에 삽입할 수 있다. 제 4 스펀지 파트(114)의 외표면에는 제 4 파이버 파트(124)가 고정되어 있을 수 있다.
- [0056] 다음으로, 사용자는 제 4 스펀지 파트(114)를 제 1 스펀지 파트(111) 및 제 3 스펀지 파트(113)에 고정시킬 수 있다. 또한, 사용자는 제 4 파이버 파트(124)의 일단부(124a)를 제 1 파이버 파트(121)에 스플라이싱(Splicing)하고, 제 4 파이버 파트(124)의 타단부(124b)를 제 2 파이버 파트(122)에 스플라이싱할 수 있다. 이와 같은 방식으로, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는 쉽게 재활용될 수 있다.
- [0057] 한편, 광 파이버의 경우, 반응 스펀지와 달리 연료 누설에 의하더라도 손상되지 않을 수 있다. 따라서, 이 경우에는 광 파이버로부터 전체 반응 스펀지를 분리 및 교체하거나, 상술한 방식으로 반응 스펀지 중 손상된 부분만을 잘라서 일부를 분리 및 교체하여 사용할 수도 있다. 이와 같은 경우, 광 파이버의 스플라이싱 과정에서 발생하는 광 파이버의 광 손실 문제를 줄여줄 수 있다.
- [0058] 도 6은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치가 연료 라인의 둘레를 따라 배치된 모습을 개략적으로 도시하는 단면도이다.
- [0059] 도 6을 참조하면, 반응 스펀지는 연료 라인(80)의 둘레를 따라 복수 개가 구비될 수 있다. 복수 개의 반응 스펀지(11A, 11B, 11C, 11D)는 예를 들어 90도 간격을 두고 배치될 수 있다. 복수 개의 반응 스펀지(11A, 11B, 11C, 11D) 각각은 연료 라인(80)과 평행할 수 있다. 광 파이버도 마찬가지로 복수 개가 구비될 수 있고, 복수 개의 광 파이버(12A, 12B, 12C, 12D) 각각은 복수 개의 반응 스펀지(11A, 11B, 11C, 11D) 각각에 감길 수 있다.
- [0060] 예를 들어, 제 1 반응 스펀지(11A)와 제 1 광 파이버(12A)는 연료 라인(80)의 하방에 위치하여, 연료 라인(80)의 하측으로부터 방출되는 연료에 의해 변형될 수 있다. 제 2 반응 스펀지(11B)와 제 2 광 파이버(12B)는 연료 라인(80)의 좌측에 위치하여, 연료 라인(80)의 좌측으로부터 방출되는 연료에 의해 변형될 수 있다. 제 3 반응 스펀지(11C)와 제 3 광 파이버(12C)는 연료 라인(80)의 우측에 위치하여, 연료 라인(80)의 우측으로부터 방출되는 연료에 의해 변형될 수 있다. 제 4 반응 스펀지(11D)와 제 4 광 파이버(12D)는 연료 라인(80)의 상측에 위치하여, 연료 라인(80)의 상측으로부터 상방으로 방출되는 연료에 의해 변형될 수 있다. 이와 같이 복수 개의

반응 스펀지 및 광 파이버를 통해 다양한 방향으로 방출되는 연료를 감지할 수 있다.

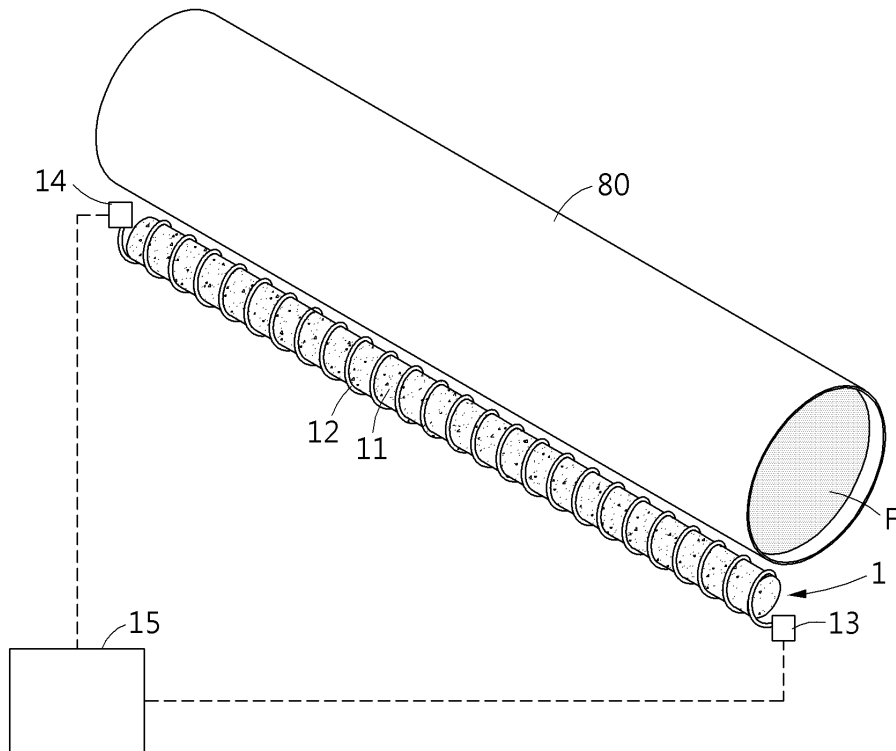
- [0061] 도 7은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치의 개략도이다.
- [0062] 도 7을 참조하면, 연료 누설 감지 장치는 반응 스펀지(11), 광 파이버(12), 출구 감지부(13), 입구 감지부(14), 제어부(15) 및 스플리터(17)를 포함할 수 있다.
- [0063] 스플리터(17)는 외부로부터 진입하는 레이저의 일부는 통과시켜 광 파이버(12)의 입구로 안내하고, 나머지는 반사시킬 수 있다. 스플리터(17)를 이용하여 기체에 장착되어 레이저를 사용하는 다른 레이저 전용장비에서 통신에 영향을 주지 않는 범위의 레이저를 분기하여 활용할 수 있다. 통상적으로 항공기에는 거리 감지 센서 등 레이저 광원을 이용하는 레이저 전용 장비를 구비하고 있으며, 이와 같이 스플리터(17)를 활용할 경우, 별도의 레이저 공급 장치가 없어도, 기존 레이저 전용 장비의 레이저 광원을 활용함으로써 연료 누설 감지 장치가 그 역할을 수행하도록 할 수 있다. 예를 들어 광 파이버(12)가 원래 형태의 반응 스펀지(11)에 감긴 반경보다 작게 벤딩되거나, 심한 벤딩으로 인해 광 파이버(12)가 과단될 경우, 레이저는 입사 방향으로 반사될 수 있다. 광 파이버(12)의 변형에 의해, 광 파이버(12)의 내부에서 진행하는 레이저는 광 파이버(12)의 입구를 통해 외부로 방출될 수 있다.
- [0064] 입구 감지부(14)는, 광 파이버(12)의 내부를 통해 외부로 방출된 후 스플리터(17)에 의해 반사되는 레이저를 감지할 수 있다. 예를 들어, 입구 감지부(14)는, 스플리터(17)에 최초로 입사되는 레이저 광이 스플리터(17)에 의해 반사되는 방향(도 7을 기준으로 좌측 방향)의 반대 방향(도 7을 기준으로 우측 방향)에 위치할 수 있다.
- [0065] 제어부(15)는 입구 감지부(14) 및/또는 출구 감지부(13)에서 감지된 레이저에 기초하여 연료 누설 여부를 결정할 수 있다.
- [0066] 도 8은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치의 개략도이다.
- [0067] 도 8을 참조하면, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 장치는 반응 스펀지(11), 광 파이버(12), 출구 감지부(13), 제어부(15) 및 광 측정기(18)를 포함할 수 있다.
- [0068] 광 측정기(18)는 광 파이버(12)에 광 펄스를 입사시킨 후, 반사광을 검출할 수 있다. 광 측정기(18)는 예를 들어 OTDR(Optical Time Domain Reflectometer) 또는 OFDR(Optical Frequency Domain Reflectometry)일 수 있다. 광 측정기(18)는 광 파이버(12)의 장애점, 즉 광 파이버(12)가 비정상적으로 변형된 부분을 검색할 수 있다. 사용자는 광 측정기(18)를 통해 연료 누설 위치를 정확하게 파악할 수 있다.
- [0069] 도 9는 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법의 순서도이고, 도 10은 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법에서 연료 누설 여부를 결정하는 단계를 구체적으로 도시한 순서도이다. 한편, 실시 예에 있어서 각 단계들의 수행 순서가 반드시 순서도의 흐름에 따라 제한되는 것은 아니며, 일부 단계가 생략될 수도 있음을 밝혀 둔다.
- [0070] 도 9 및 도 10을 참조하면, 일 실시 예에 따른 연료 누설 감지 방법은, 반응 스펀지의 외표면을 따라 광 파이버를 감는 단계(910)와, 광 파이버가 감긴 반응 스펀지를 연료 라인의 주변에 배치시키는 단계(920)와, 광 파이버의 내부로부터 광 파이버의 입구 또는 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지하는 단계(930)와, 감지된 레이저에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계(940)를 포함할 수 있다.
- [0071] 단계(910)에서, 사용자는 반응 스펀지의 외표면을 따라 광 파이버를 감을 수 있다. 광 파이버는 반응 스펀지의 둘레 방향 및 길이 방향으로 진행할 수 있다. 광 파이버는 일정한 간격으로 감길 수 있다. 광 파이버는 반응 스펀지의 외표면에 접촉 부재 등을 통해 고정될 수 있다.
- [0072] 단계(920)에서, 사용자는 광 파이버가 감긴 반응 스펀지를 연료 라인의 주변에 배치시킬 수 있다. 광 파이버가 감긴 반응 스펀지는 예를 들어 연료 라인의 하방에 위치할 수 있다.
- [0073] 단계(930)에서, 입구 감지부 및/또는 출구 감지부는 광 파이버의 내부로부터 광 파이버의 입구 또는 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저를 감지할 수 있다.
- [0074] 단계(940)에서, 제어부는 감지된 레이저에 기초하여 연료 누설 여부를 결정할 수 있다. 단계(940)는, 광 파이버의 내부로부터 광 파이버의 출구를 통해 외부로 방출되는 레이저의 세기 변화에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계(941)와, 광 파이버의 내부로부터 광 파이버의 입구를 통해 외부로 방출되는 레이저가 감지되었는지 여부에 기초하여 연료 누설 여부를 결정하는 단계(942)를 포함할 수 있다. 제어부는 출구 감지부에서 감지된 레이저의 세기 변화 및/또는 입구 감지부에서의 레이저 감지 여부에 기초하여 연료 누설 여부를 결정할 수 있다.

[0075] 연료 누설 감지 방법은, 연료 누설이 감지될 경우, 반응 스펀지 중 수축된 부분과 광 파이버 중 변형된 부분을 교체하는 단계(미도시)를 더 포함할 수 있다.

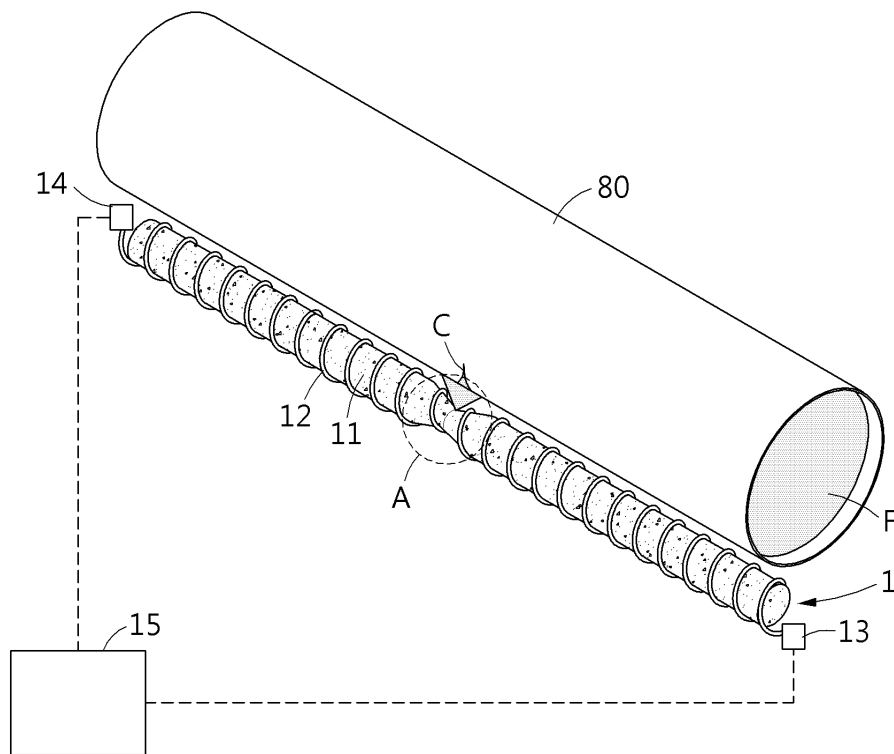
[0076] 이상과 같이 비록 한정된 도면에 의해 실시 예들이 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 구조, 장치 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

도면

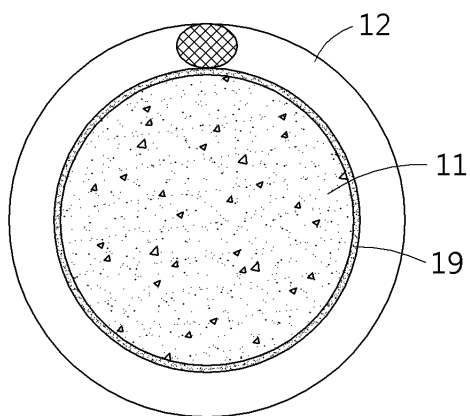
도면1



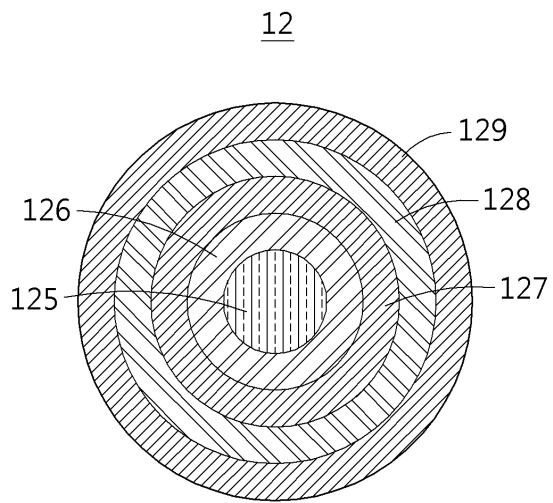
도면2



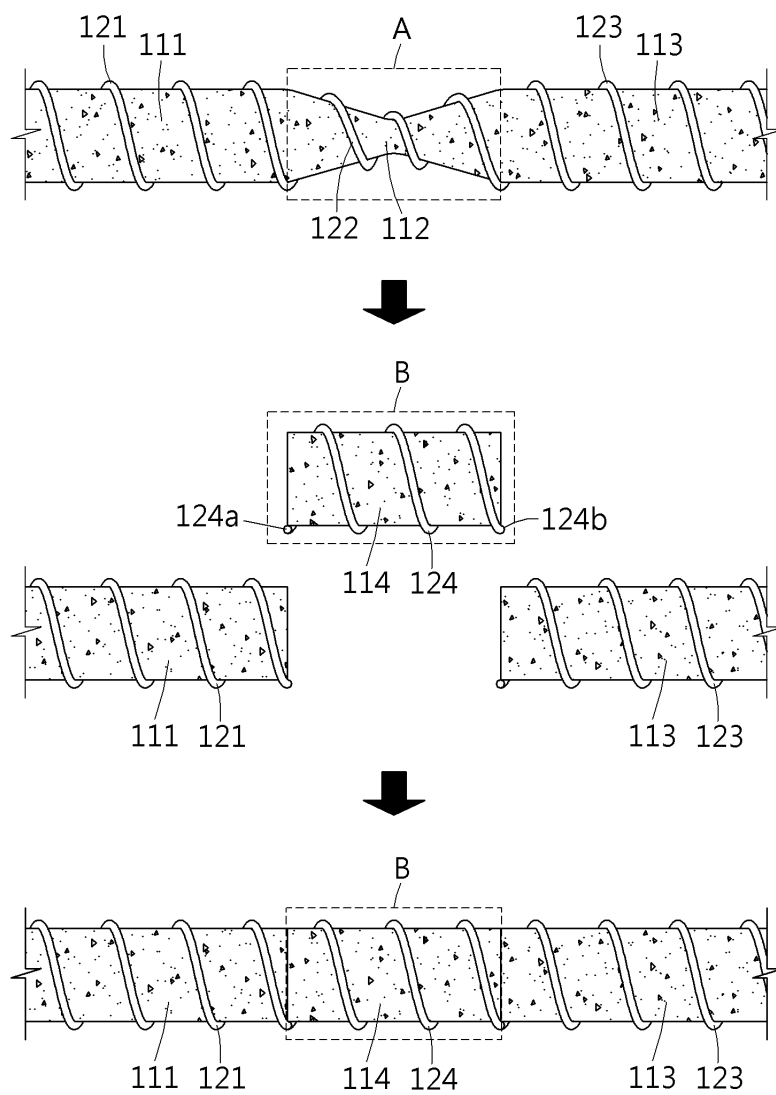
도면3



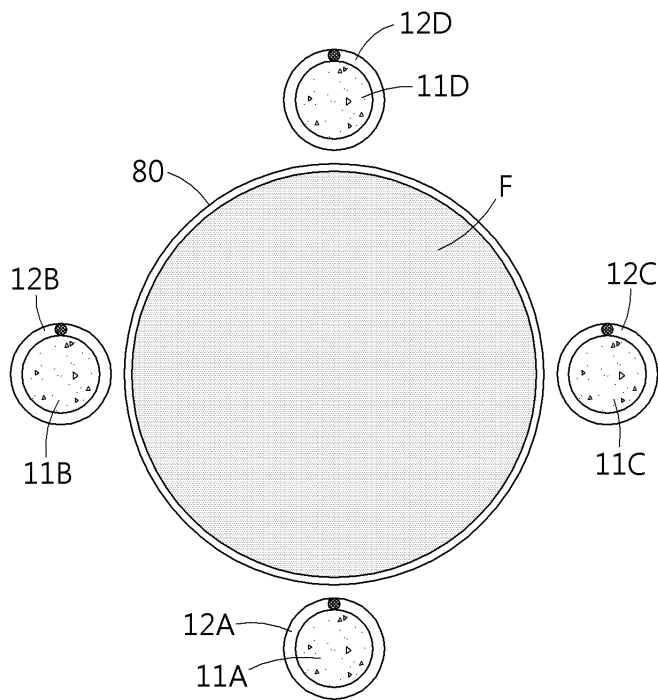
도면4



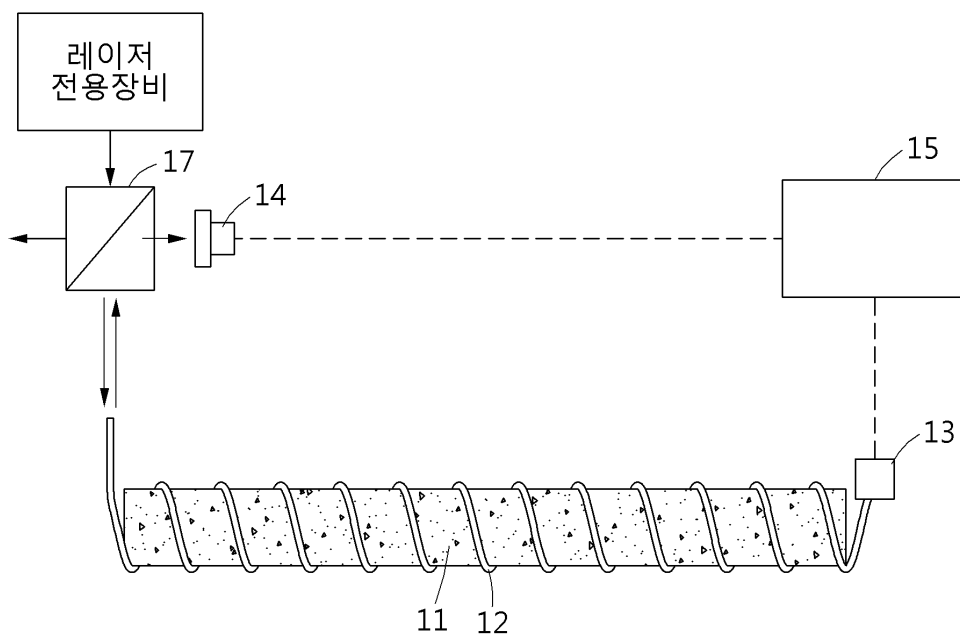
도면5



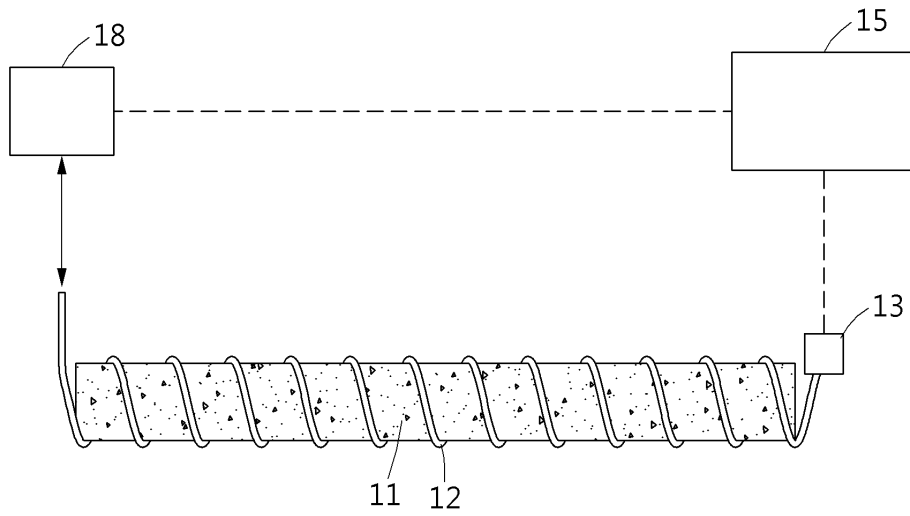
도면6



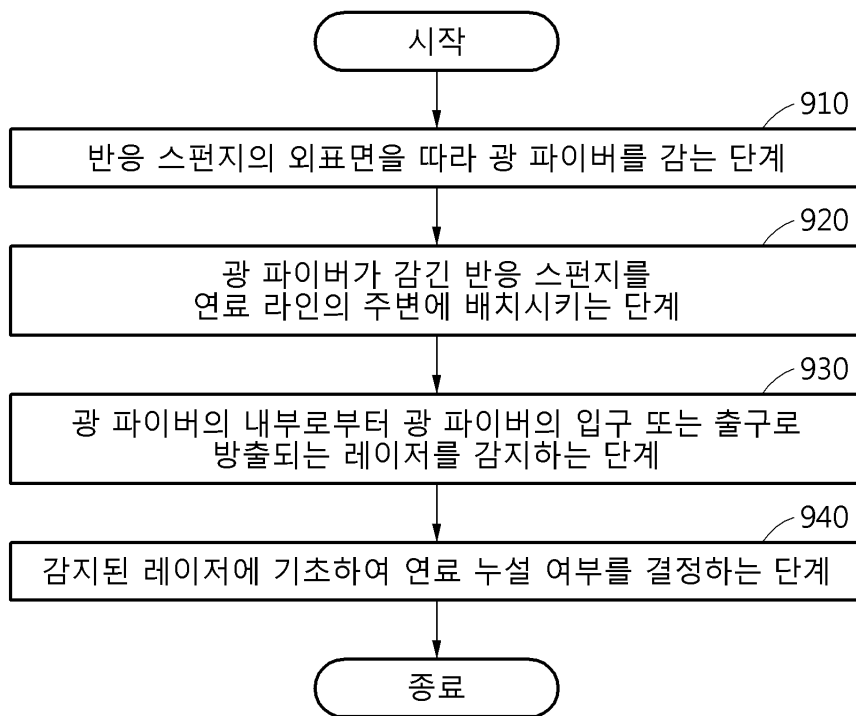
도면7



도면8



도면9



도면10

