(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월20일
(11) 등록번호 10-2411015
(24) 등록일자 2022년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01M 3/04 (2006.01) *F15B 1/08* (2006.01)
F16L 39/00 (2006.01) *F16L 41/02* (2006.01)
F16L 55/07 (2019.01) *F16L 57/00* (2019.01)
F16L 58/00 (2019.01) *F16L 9/18* (2019.01)
G01D 3/08 (2006.01) *G01M 3/00* (2006.01)
G01N 29/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01M 3/04 (2013.01)
F15B 1/083 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-7038065
(22) 출원일자(국제) 2017년06월05일
심사청구일자 2020년04월27일
(85) 번역문제출일자 2018년12월28일
(65) 공개번호 10-2019-0015728
(43) 공개일자 2019년02월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/035942
(87) 국제공개번호 WO 2017/214031
국제공개일자 2017년12월14일
(30) 우선권주장
62/346,195 2016년06월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US02937520 B
US20100294021 A1

(73) 특허권자
헥사곤 테크놀로지 에이에스
노르웨이 엔-6001 알레순드 피.오.박스 836
(72) 발명자
에이후센 존
미국 68516 네브래스카주 링컨 매너서스 플레이스 3310
(74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 백재홍

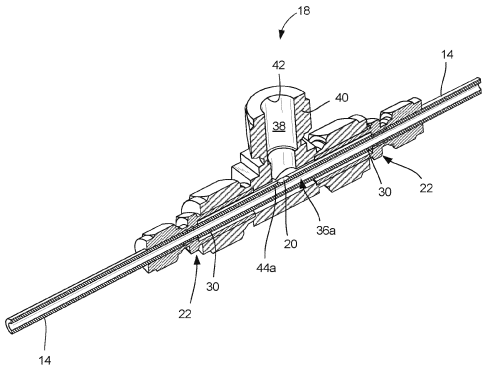
(54) 발명의 명칭 **인라인 사이클 퓨즈**

(57) 요 약

본 발명은, 압력 용기(12), 유체 공급원(16), 상기 압력 용기(12)와 상기 유체 공급원(16)에 결합된 라인(14), 장치(18), 센서(24), 및 컨트롤러(26)를 포함하는 시스템(10)과, 압력 용기(12)의 임박한 파손을 예측하는 방법을 제공한다. 상기 장치(18)는 도관(36) 및 격납 구조체(40)를 포함한다. 상기 격납 구조체(40)는, 상기 도관

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도3



(36)의 도관 벽(44)의 일부분에 의해 상기 도관(36)의 내부로부터 분리된 캐비티(38)를 포함한다. 상기 센서(24)는 상기 캐비티(38)에 있어서의 물리적 특성의 값을 결정하도록 구성되어 있다. 상기 컨트롤러(26)는 상기 센서(24)와 통신하고 상기 값의 변화를 검출하도록 구성되어 있다. 상기 방법은, 상기 캐비티(38)에 있어서의 물리적 특성의 제1 값을 결정하는 단계, 상기 도관 벽(44)의 파손을 경험하는 단계, 상기 캐비티(38)에 있어서의 물리적 특성의 제2 값을 결정하는 단계, 및 상기 제1 값과 상기 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류
F16L 39/00 (2013.01)
F16L 41/021 (2013.01)
F16L 55/07 (2019.01)
F16L 57/00 (2019.01)
F16L 58/00 (2019.01)
F16L 9/18 (2019.01)
G01D 3/08 (2013.01)
G01M 3/007 (2013.01)
G01N 29/14 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

시스템으로서,

압력 용기;

유체 공급원;

가압 유체가 통과하며, 상기 압력 용기 및 상기 유체 공급원에 결합된 라인;

퓨즈로서,

상기 압력 용기의 압력 사이클링에 노출되는 도관 벽을 구비하며, 상기 압력 용기와 상기 유체 공급원의 사이에서 상기 가압 유체가 통과하도록 상기 라인에 연결된 도관;

상기 도관 벽의 일부분에 의해 상기 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함하는 격납 구조체; 및

상기 도관 벽의 일부분의 취약부로서, 상기 압력 사이클링이 상기 취약부에서 상기 도관 벽의 파손을 야기하여, 유체가 상기 도관의 내부로부터 상기 격납 구조체의 캐비티 안으로 유동하는 것을 허용하도록 구성되어 있는 것인 취약부

를 포함하는 것인 퓨즈;

상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 값을 결정하도록 구성된 센서; 및

상기 센서와 통신하고 상기 값의 변화를 검출하도록 구성된 컨트롤러

를 포함하는 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 물리적 특성은 압력, 온도, 음향 방출, 전도율, 저항, 커패시턴스, 광학적 값 및 물질 농도로 이루어진 그룹에서 선택되는 것인 시스템.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 컨트롤러와 통신하는 표시기를 더 포함하는 시스템.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 유체 공급원과 상기 압력 용기의 사이에 배치된 밸브를 더 포함하는 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 밸브는 상기 컨트롤러와 통신하는 것인 시스템.

청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 취약부는 상기 도관 벽의 일부분에 위치해 있는 불연속적 구조인 것인 시스템.

청구항 7

압력 용기의 임박한 파손을 예측하는 방법으로서,

가압 유체가 라인을 통과하도록 상기 압력 용기를 가압 유체의 공급원에 라인을 통해 유동 관계로 연결하는 단계;

상기 압력 용기와 상기 공급원 사이의 라인에 퓨즈를 유동 관계로 연결하는 단계로서, 상기 퓨즈는,

상기 압력 용기의 압력 사이클링에 노출되는 도관 벽을 구비하며, 상기 가압 유체가 통과하도록 상기 라인에 연결된 도관; 및

상기 도관 벽의 일부분에 의해 상기 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함하는 격납 구조체

를 포함하는 것인 단계;

상기 격납 구조체의 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제1 값을 결정하는 단계;

가압 유체가 상기 도관의 내부로부터 상기 캐비티 안으로 유동하는 것을 허용하는 상기 도관 벽의 파손을 경험하는 단계;

상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제2 값을 결정하는 단계;

상기 제1 및 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계; 및

상기 압력 용기의 예상 유효 수명 이전에 발생하도록 도관 벽의 파손을 교정하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계 이후에, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는지의 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계 이후에, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는 것으로 결정하는 단계; 및

시그널링을 사용자에게 중계하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 제1 및 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계 이후에, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는 것으로 결정하는 단계; 및

상기 공급원과 상기 압력 용기 사이의 밸브를 폐쇄하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 밸브를 폐쇄하는 단계는, 컨트롤러에 의해 자동적으로 달성되는 것인 방법.

청구항 12

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 압력, 온도, 음향 방출, 전도율, 저항, 커패시턴스, 광학적 값 및 물질 농도로 이루어진 그룹에서 선택되는 것인 방법.

청구항 13

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도관 벽의 파손을 교정하는 단계는, 상기 압력 용기의 상기 예상 유효 수명의 미리 정해놓은 백분율에 대응하는 퓨즈 기대 수명 기간을 산출하는 것과, 상기 퓨즈 기대 수명 기간에 상기 도관 벽이 파괴되도록 상기 퓨즈를 구성하는 것을 포함하는 것인 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

배 경 기 술

[0001] 통상적으로 압력 용기는, 예를 들어 수소, 산소, 천연 가스, 질소, 프로판 및 다른 연료 등과 같은 다양한 가스 또는 유체를 압력 하에 수용하는 데 사용된다. 일반적으로, 압력 용기는 임의의 크기 또는 형태일 수 있다. 압력 용기는 예를 들어 무겁거나 가벼울 수 있고, 1회용(예컨대, 사용 후 버리게 되어 있는)일 수 있고, 재사용 가능할 수 있고, 고압(예를 들어 50 psi 초과), 저압(예를 들어 50 psi 미만)을 받을 수 있고, 또는 유체를 고온이나 극저온으로 저장하는 데 사용될 수 있다.

[0002] 적절한 압력 용기 쉘 재료는 강철 등과 같은 금속; 열경화성 또는 열가소성 수지에 의해 결합되는 와인딩 섬유 유리 또는 다른 합성 필라멘트의 적층된 층들로 형성될 수 있는 복합재를 포함한다. 압력 용기를 밀봉하여 유체 투과 차단막의 역할을 하도록, 라이너 또는 블래더가 대개 압력 용기 쉘 내에 배치된다.

[0003] 일반적으로, 압력 용기는 제한된 수명을 갖고, 파손이 치명적일 수 있으며 손상 또는 부상을 야기할 수 있으므로, 압력 용기가 파손되기 전에, 압력 용기를 정비를 위해 분리하는 것이 바람직하다. 반복 피로와 정적 피로(응력 파열) 양자 모두가 피로 하중에 영향을 미치고 그리고 이에 따라 압력 용기의 파손에 영향을 미친다. 특정 압력 범위(예를 들어, 거의 비어 있는 상태에서부터 가득찬 상태까지의 범위)에 대한 압력 용기의 캘린더 수명 또는 피로 사이클의 수는 통상적으로, 압력 용기를 정비를 위해 분리할 때를 결정하는 데 사용된다. 그러나, 일부 용례에서, 압력 용기에 적용된 압력 범위와 사이클의 수는 일관적이지 않거나 및/또는 미지의 것이다. 추가적으로, 반복 피로 수명과 정적 피로 수명 사이의 상호 작용은 잘 알려지지 않았다. 반복의 영향은, 반복없이 전압력(全壓力)에서 압력 용기가 소비되는 기간의 영향과 알려지지 않은 방식으로 조합된다.

[0004] 통상적으로, 용기의 수명을 수학적으로 추정하는 것은, 압력 용기의 피로 수명을 평가하는 데 사용된다. 이는 사이클의 수를 세거나 추산한 후, 평균 응력 레벨 및 응력 범위에 따라 분류하는 것을 필요로 한다. 이들 사이클은 잔여 용기 수명을 추산하도록, 동등한 수의 전체-범위 사이클에 조합된다. 그 후에, 이러한 정보를 정적 피로와 조합하는 방법을 결정해야 한다. 불확실성은 사이클의 산출과 추산, 반복 효과의 조합, 및 압력 용기의 전체 수명과 잔여 수명의 평가에 있어서 내재되어 있는 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0005] 일 양태에서, 본원은 압력 용기, 유체 공급원, 상기 압력 용기와 상기 유체 공급원에 결합된 라인, 장치, 센서 및 컨트롤러를 포함하는 시스템을 기술한다. 상기 장치는 도관 및 격납 구조체를 포함한다. 상기 도관은 도관 벽을 구비하고, 도관은 상기 라인에 대해 유체 연결하도록 구성되어 있다. 상기 격납 구조체는, 도관 벽의 일부분에 의해 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함한다. 상기 센서는 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 값을 결정하도록 구성되어 있다. 상기 컨트롤러는 상기 센서와 통신하고 상기 값의 변화를 검출하도록 구성되어 있다.

[0006] 다른 양태에서, 본원은 압력 용기의 임박한 파손을 예측하는 방법을 기술한다. 이 방법은, 압력 용기를 가압 유체의 공급원에 라인을 통해 유체 연결하는 단계와, 상기 압력 용기와 상기 공급원 사이의 라인에 장치를 유체 연결하는 단계를 포함한다. 상기 장치는 도관 및 격납 구조체를 포함한다. 상기 도관은 도관 벽을 구비하고, 도관은 상기 라인에 대해 유체 연결하도록 구성되어 있다. 상기 격납 구조체는, 도관 벽의 일부분에 의해 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함한다. 상기 방법은, 상기 격납 구조체의 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제1 값을 결정하는 단계, 유체가 상기 도관의 내부로부터 상기 캐비티 안으로 유동하는 것을 허용하는 상기 도관 벽의 파손을 경험하는 단계, 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제2 값을 결정하는 단계, 및 상기 제1 값과 상기 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계를 더 포함한다.

[0007] 본원은 또한, 장치 또는 방법 형태의 다양한 조합으로, 하기의 항목들의 목록들에 의해 특징지어질 수 있다.

[0008] [항 1] 시스템으로서:

[0009] 압력 용기;

[0010] 유체 공급원;

[0011] 상기 압력 용기 및 상기 유체 공급원에 결합된 라인;

[0012] 장치로서: 도관 벽을 구비하며, 상기 라인에 대해 유체 연결하도록 구성된 도관; 및 상기 도관 벽의 일부분에 의해 상기 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함하는 격납 구조체를 포함하는 장치;

[0013] 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 값을 결정하도록 구성된 센서; 및

[0014] 상기 센서와 통신하고 상기 값의 변화를 검출하도록 구성된 컨트롤러를 포함하는 시스템.

[0015] [항 2] 항 1에 있어서, 상기 물리적 특성은 압력, 온도, 음향 방출, 전도율, 저항, 커패시턴스, 광학적 값 및 물질 농도로 이루어진 그룹에서 선택되는 것인 시스템.

[0016] [항 3] 항 1 또는 항 2에 있어서, 상기 컨트롤러와 통신하는 표시기를 더 포함하는 시스템.

[0017] [항 4] 항 1 내지 항 3 중 어느 한 항에 있어서, 상기 유체 공급원과 상기 압력 용기의 사이에 배치된 밸브를 더 포함하는 시스템.

[0018] [항 5] 항 4에 있어서, 상기 밸브는 상기 컨트롤러와 통신하는 것인 시스템.

[0019] [항 6] 항 1 내지 항 5 중 어느 한 항에 있어서, 상기 도관 벽의 일부분에 위치해 있는 취약부로서, 상기 도관 벽이 취약부에서 파손되어, 유체가 상기 도관의 내부로부터 상기 격납 구조체의 캐비티 안으로 유동하는 것을 허용하도록 구성되어 있는 것인 취약부를 더 포함하는 시스템.

[0020] [항 7] 압력 용기의 임박한 파손을 예측하는 방법으로서:

[0021] 상기 압력 용기를 가압 유체의 공급원에 라인을 통해 유체 연결하는 단계;

[0022] 상기 압력 용기와 상기 공급원 사이의 라인에 장치를 유체 연결하는 단계로서, 상기 장치는:

[0023] 도관 벽을 구비하며, 상기 라인에 대해 유체 연결하도록 구성된 도관; 및

[0024] 상기 도관 벽의 일부분에 의해 상기 도관의 내부로부터 분리된 캐비티를 포함하는 격납 구조체를 포함하는 것인 단계;

[0025] 상기 격납 구조체의 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제1 값을 결정하는 단계;

[0026] 유체가 상기 도관의 내부로부터 상기 캐비티 안으로 유동하는 것을 허용하는 상기 도관 벽의 파손을 경험하는 단계;

[0027] 상기 캐비티에 있어서의 물리적 특성의 제2 값을 결정하는 단계; 및

[0028] 상기 제1 값과 제2 값 사이의 차이를 검출하는 단계를 포함하는 방법.

[0029] [항 8] 항 7에 있어서, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는지의 여부를 결정하는 단계를 더 포함하는 방법.

[0030] [항 9] 항 8에 있어서, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는 것으로 결정하는 단계; 및

[0031] 시그널링을 사용자에게 중계하는 단계를 더 포함하는 방법.

[0032] [항 10] 항 8 또는 항 9에 있어서, 상기 차이가 미리 정해놓은 임계 차이를 초과하는 것으로 결정하는 단계; 및

[0033] 상기 공급원과 상기 압력 용기 사이의 밸브를 폐쇄하는 단계를 더 포함하는 방법.

[0034] [항 11] 항 10에 있어서, 상기 밸브를 폐쇄하는 단계는, 컨트롤러에 의해 자동적으로 달성되는 것인 방법.

[0035] [항 12] 항 7 내지 항 11 중 어느 한 항에 있어서, 상기 물리적 특성은 압력, 온도, 음향 방출, 전도율, 저항, 커패시턴스, 광학적 값 및 물질 농도로 이루어진 그룹에서 선택되는 것인 방법.

[0036] [항 13] 항 7 내지 항 12 중 어느 한 항에 있어서, 상기 압력 용기의 예상 유효 수명의 미리 정해놓은 비율로 발생하도록 도관 벽의 파손을 교정하는 단계를 더 포함하는 방법.

[0037] 본 개요는 발명의 상세한 설명에서 더 후술되는 개념을 간단한 형태로 소개하도록 제공된다. 본 개요는 개시되는 또는 청구되는 대상의 핵심적인 특징 또는 본질적인 특징을 식별하는 것을 의도하고 있지 않고, 개시되는 또는 청구되는 대상의 각각의 개시된 실시형태 또는 모든 구현예를 기술하는 것을 의도하고 있지 않다. 구체적으로, 일 실시형태에 관하여 본원에 개시된 특징들은 다른 실시형태에 동등하게 적용될 수 있다. 또한, 본 개요

는 청구되는 대상의 범위를 결정하는 데 도움을 주는 것으로서 사용되도록 의도되어 있다. 본 명세서가 진행됨에 따라, 다수의 다른 신규 이점, 특징 및 관계들이 분명해질 것이다. 이하의 도면과 설명은 예시적인 실시형태들을 보다 구체적으로 예시한다.

도면의 간단한 설명

[0038] 개시되는 대상은 첨부 도면을 참조로 하여 더 설명될 것인데, 첨부 도면에서 유사한 구조 또는 시스템 요소는 여러 도면들에 걸쳐서 유사한 도면 부호들에 의해 참조된다.

도 1은 압력 용기와 유체 공급원에 직렬로 연결된 예시적인 퓨즈를 포함하는 예시적인 시스템의 개략도이다.

도 2는 예시적인 퓨즈의 사시도이다.

도 3은 도 2의 선 3-3을 따라 취한 퓨즈의 단면 사시도이다.

도 4는 본원의 퓨즈의 도관의 제2 예시적인 실시형태의 단면 사시도이다.

도 5는 개시된 퓨즈에 사용 가능한 도관의 제3 예시적인 실시형태의 단면 사시도이다.

도 6은 개시된 퓨즈에 사용하기 위한 도관의 제4 예시적인 실시형태의 단면 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 위에서 알아본 도면들은 개시되는 대상의 하나 이상의 실시형태를 제시하지만, 본원에 언급된 바와 같이, 그 밖의 실시형태도 또한 고려된다. 모든 경우에, 본원은 개시되는 대상을 제한이 아닌 대표로 제시한다. 본원의 원리의 범위 및 정신 내에 속하는 수많은 변형 및 실시가 당업자에 의해 고안될 수 있는 것으로 이해되어야 한다.

[0040] 도면들은 축척에 맞춰 도시되지 않을 수 있다. 특히, 명료성을 위해, 일부 특징들이 다른 특징들에 비해 확대될 수 있다. 또한, 위, 아래, 상위, 하위, 상단, 하단, 측방, 우측, 좌측 등과 같은 용어가 사용되는 경우, 이들 용어는 단지 설명의 이해를 용이하게 위해 사용된 것으로 이해되어야 한다. 구조는 다른 방식으로 배향될 수 있는 것으로 고려된다.

[0041] 본 개시 내용은, 용기 파손을 예측하여, 용기가 파손되기 전에 용기를 정비를 위해 예방적으로 분리하는 것을 허용하는 것이 바람직하다는 것을 인정한다. 예시적인 실시형태에서, 퓨즈가, 유체 유동을 따라, 예를 들어 압력 용기 안으로의 또는 밖으로의 유동 라인을 따라, 배치되어 있다. 상기 퓨즈는 최대-허용 사이클 부하를 안전하게 표시하도록 구성되어 있다. 일 실시형태에서, 퓨즈는, 격납 캐비티를 통과하는 도관의 일부분에 있어서, 노치 또는 디보트와 유사한 결함 등과 같은 취약부를 갖도록 스코어링 또는 기계 가공되어 있는 격납 캐비티 및 소형 도관을 포함한다. 다른 실시형태에서, 퓨즈는, 연결된 압력 용기의 예상되는 파손 이전에 파손되도록 되어 있는 구조 및/또는 재료로 형성된 도관을 포함한다. 유체는 도관을 통해 압력 용기의 안으로 그리고 밖으로 유동한다. 최대-허용 사이클 부하에 노출된 후에는, 압력 사이클링으로 인한 응력이, 예를 들어 결함의 위치 등에서, 도관의 파손을 야기한다. 도관이 파괴된 경우, 캐비티의 내부 압력 등과 같은 물리적 특성이 도관의 물리적 특성과 매칭될 때까지, 도관은 격납 캐비티를 향해 벤팅된다. 캐비티의 증가된 압력은, 최대 사이클 부하에 도달했음을 나타내는 알람을 트리거하는 데 사용될 수 있다. 또한, 누출은 벤트 시스템에 안전하게 보내어질 수 있다. 따라서, 개시된 시스템과 방법은, 사용자가 연결된 압력 용기의 임박한 파손을 예측하는 것을 허용한다. 예시적인 실시형태에서, 퓨즈는 압력 용기의 예상 유효 수명의 미리 정해놓은 비율로 파손되도록 교정된다.

[0042] 도 1은 소스 라인(14) 등과 같은 도관에 (예를 들어, 유체 연통 관계로) 결합된 압력 용기(12)를 포함하는, 압력 용기 파손 표시 시스템(10)의 예시적인 실시형태의 개략도를 도시한다. 소스 라인(14)은, 예를 들어 금속 및/또는 폴리머 도관 또는 튜브일 수 있다. 압력 용기(12)는 액체 또는 기체 유체를 압력 하에 수용하도록 구성되어 있고, 금속 및/또는 복합 구조를 포함한다. 적절한 금속은, 예를 들어 스테인리스강 및 니켈 합금을 포함한다. 적절한 복합 재료는, 예를 들어 섬유 유리 또는 탄소 섬유를 포함한다. 소스 라인(14)은, 압력 용기(12)에 채워지는 유체를 제공하는 가압 유체의 공급원(16)과 압력 용기(12)를 유체 연통시키는 것을 허용한다. 유체 공급원(16)과 압력 용기(12) 사이의 소스 라인(14)에 밸브(34)가 배치된다. 밸브(34)가 개방되어 있을 때, 압력 용기(12)와 유체 공급원(16)은 유체 연통 관계이다. 이와는 반대로, 밸브(34)가 폐쇄되어 있을 때, 유체 공급원(16)과 압력 용기(12) 사이에는 유동이 발생하지 않는다.

[0043] 예시된 실시형태에서, 퓨즈(18)는 유체 공급원(16)에 대하여 압력 용기(12)와 직렬로 배치된다. 그러나, 다른 배치 구성도 또한 적합할 수 있다. 통상적으로, 압력 용기(12)는 압력 용기(12)의 보스(13)를 통해 라인(14)에 결합되지만, 라인(14) 내의 유체가 압력 용기(12)의 안으로 그리고 밖으로 선택적으로 유동하는 것을 허용하는 임의의 결합 기구가 사용될 수 있다. 예시적인 압력 용기(12)의 형성에 관련된 세부 사항은, 발명의 명칭이 "Filament Winding Process and Apparatus"인 미국 특허 제4,838,971호; 및 발명의 명칭이 "Filament Wound Vessels"인 미국 특허 제4,369,894호에 개시되어 있는데, 상기한 두 특허문헌은 모두 본원에 참조로 인용되어 있다.

[0044] 시스템(10)의 예시적인 실시형태에서는, 퓨즈(18)가 압력 용기(12)의 임박한 파손을 신호화하는 것을 허용하는 양만큼, 압력 용기(12)의 예상 고장 수명보다 작은 소정의 고장 수명(예를 들어, 기대 수명 기간)을 갖도록, 퓨즈(18) 등과 같은 장치가 구성될 수 있다. 압력 용기(12)의 예상 수명은, 하나 이상의 정압에 있어서의, 예를 들어 압력 용기(18)의 구조적 무결성이 고장을 야기하기에 충분하게 손상되기 전의, 지속 시간 및/또는 압력 사이클의 수에 의해 정해질 수 있다.

[0045] 도 3에 도시된 바와 같이, 퓨즈(18)의 예시적인 실시형태는, 도관(14)을 통과하는 유체가 또한 도관(36a)을 통과하도록, 도관(14)에 대해 유체 연결하도록 구성된 도관(36a)을 포함한다. 도관(36)은 도 3~도 5에 원통형 도관으로 예시되어 있지만, 다른 관 형태 및 형상도 또한 사용될 수 있는 것으로 고려된다. 예시적인 실시형태에서, 도관(36a)은 도관 벽(44a)을 구비한다. 노치 또는 디보트 등과 같은 적어도 하나의 취약부(20)가 도관 벽(44a) 상에 배치될 수 있다. 따라서, 퓨즈(18) 상의 다른 위치에서 기계적 고장이 발생하기 전에, 취약부(20)에서 기계적 고장이 일어난다. 예시적인 실시형태에서, 도관(36)에는 취약부(20)가 금속 도관 벽(44)에 정확한 깊이로 스코어링 또는 기계 가공되어 있다. 압력 용기(12)가, 예를 들어 압력 용기의 예상 유효 수명의 소정 백분율 등으로, 파손되기 전에, 도관 벽(44a)이 파괴되도록, 취약부(20)가 교정된다. 예를 들어 다른 두께, 구성, 구조, 부식 발생 가능성, 또는 퓨즈(18)의 나머지 부분보다 취약부를 더 파손되기 쉽게 만드는 그 밖의 특성을 갖는 도관 벽(44a)의 영역 등과 같은, 임의의 취약부(20)가 채용될 수 있는 것으로 고려된다.

[0046] 하나 이상의 센서(24)가 퓨즈(18) 내에, 상에 배치되거나, 또는 퓨즈(18)에 연결될 수 있고, 퓨즈(18)의 하나 이상의 상태를 검출하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 센서(24)는 퓨즈(18)에 있어서의 하나 이상의 물리적 상태, 예를 들어 온도, 압력, 음향 방출, 전도율, 또는 도관 벽(44), 예를 들어 취약부(20) 등에 있어서의 파손의 임의의 다른 표시기 등을 검출하도록 구성될 수 있다. 센서(24)는 신호 통신 라인(32)을 통해 컨트롤러(26)에 연결될 수 있다.

[0047] 설명의 용이를 위해, 알려진 프로세서, 마이크로 프로세서, 마이크로 컨트롤러 및 프로그램 가능한 논리 컨트롤러(PLC)를 포함할 수 있는 컴퓨터 컨트롤러(26)와 관련하여 언급이 이루어질 것이다. 예시적인 실시형태에서, 컨트롤러(26)는 소프트웨어를 실행하고, 그리고 이에 따라 센서(24), 표시기(28), 밸브(34) 및 임의의 다른 외부 디바이스 등과 같은 외부 디바이스와, 신호 통신 라인(32)을 통해 통신한다. 예시적인 실시형태에서, 이러한 신호 통신은, 스탠다드 RS-485/모드버스 프로토콜을 사용하는, 유선 및/또는 무선 통신 수단을 사용하는 것 등과 같은 인터페이스(도시 생략)를 통해 수행될 수 있다.

[0048] 컨트롤러(26)는 물리적 상태의 하나 이상의 감지된 값에 관한 센서(24)로부터의 신호를 수신하고, 감지된 값(들)에 따라, 도관(36)의 파손이 일어났는지의 여부를 결정하기 위해 소프트웨어(도시 생략)를 실행한다. 예시적인 실시형태에서, 표시기(28)와 밸브(34) 중 어느 하나 또는 양자 모두가 신호 통신 라인(32)을 통해 컨트롤러(26)와 신호 통신한다. 컨트롤러(26)는, 예를 들어 신호를 사용자에게 중계하도록 표시기(28)를 트리거하거나 및/또는 압력 용기(12)를 정비를 위해 분리함으로써, 소스 라인(14)의 고장에 응답하도록 구성되어 있다. 일례에서, 표시기(28)를 트리거하는 것은, 도관(36)에 있는 소스 라인(14)의 파괴에 관한 가시 및/또는 가청 신호 또는 사용자에 대한 알람을 작동시키도록 컨트롤러(26)로부터 신호를 송신하는 것을 포함한다. 다른 예에서, 압력 용기(12)를 정비를 위해 분리하는 것은, 예를 들어 압력 용기(12)와 유체 공급원(16)의 사이에 있는 밸브(34)를 자동적으로 폐쇄하도록 컨트롤러(26)로부터 신호를 송신하여, 유체 공급원(16)과 압력 용기(12) 사이의 유체 흐름을 정지시킴으로써, 압력 용기(12)를 유체 공급원(16)으로부터 분리하는 것을 포함한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 압력 용기(12)는 수동으로 장착 해제되거나, 또는 그렇지 않으면 정비를 위해, 점검을 목적으로 파손에 대한 경보 이전 혹은 이후에 분리될 수 있다.

[0049] 도 2와 도 3을 참조해 보면, 일부 실시형태에서, 퓨즈(18)는 소스 라인(14)과 일체로 형성된다. 다른 실시형태에서, 퓨즈(18)는, 예시적인 실시형태에서 샤프트(30)에 나사식으로 부착되는 너트와 와셔를 포함하는, 패스너(22) 등과 같은, 소스 라인(14)의 세그먼트들에 연결될 수 있는 별도의 구성요소로서 형성된다. 도 3에 도시된

바와 같이, 예시적인 실시형태에서, 퓨즈(18)는 도관 벽(44a) 상에 형성된 취약부(20)를 갖는 도관(36a)을 포함한다. 소스 라인(14)을 통해 유동하는 가스는 또한 도관(36)을 통해 유동한다. 소스 라인(14)을 통과하는 소정의 압력 사이클 부하에서 도관(36a)이 취약부(20)에서 파손되도록, 취약부(20)의 형태와 도관(36a)의 재료가 교정되는데, 이러한 소정의 압력 사이클 부하는 소스 라인(14)에 부착된 압력 용기(12)의 예상 수명을 반영하도록 산출되는 것이다. 취약부(20)에서 도관(36a)이 파손될 때, 소스 라인(14)에서 유동하는 가스는 도관(36a)의 내부로부터 격납 구조체(40)의 캐비티(38) 안으로 빠져나간다. 도 1과 도 2에 도시된 바와 같이, 센서(24)는, 캐비티(38)에 있어서의 물리적 상태의 하나 이상의 값을 감지하도록, 예를 들어 개구(42)에 연결하는 것을 통해, 퓨즈(18)의 캐비티(38)에 연결된다. 격납 구조체(40)의 특정 형태가 예시되어 있지만, 격납 구조체(40)는 예시된 실시형태와 크기 및 형상이 다를 수 있는 것으로 고려된다. 그러나, 격납 구조체(40)의 형태가 어떠하더라도, 소스 라인(14)과 캐비티(38) 사이의 유체 연통은, 예를 들어 취약부(20)에서의, 도관(36a)의 파열에 의해 제공된다. 도 2와 도 3에서는, 격납 구조체(40)가 개구(42)에서 개방되어 있는 것으로 보이지만, 예시적인 실시형태에서는, 센서(24)가 개구(42)에서, 예를 들어 커플러 또는 그 밖의 공지의 연결부에 의해, 퓨즈(18)에 부착된다.

[0050] 예시적인 실시형태에서, 도관(36)의 "파손"은, 도관으로부터 유체가 임계값보다 크게 누출되는 것을 야기하는 보다 소규모의 파괴 또는 도관의 파열을 포함한다. 이러한 임계값은 사용자에 의해 설정되거나 및/또는 예를 들어 하나 이상의 센서(24)에 의해 결정되는 값을 갖는 감지된 물리적 상태 등을 비롯한 인자들을 고려하는 컨트롤러(26)에 의한 소프트웨어 실행에 의해 결정될 수 있다. 센서(24)는 캐비티(38)에 있어서의 물리적 특성의 값을 결정하도록 구성되어 있다. 예시적인 물리적 특성의 값으로는, 예를 들어 온도 판독 값, 압력 값, 전도율 값, 음향 방출 파장 또는 주파수, 및 전기 커패시턴스 또는 저항 값, 광학적 값, 및 물질 농도 백분율 등이 있다. 컨트롤러(26)는 신호 통신 라인(32)을 통해 센서(24)와 신호 통신한다. 컨트롤러(26)는, 예를 들어 정기적 간격으로, 센서(24)로부터 복수의 판독 값을 수신하고, 센서(24)에 의해 검출된 값들에 있어서의 변화를 검출하도록 구성되어 있다.

[0051] 일례에서, 시스템(10)에 있어서의 가압 유체는 극저온 유체이다. 센서(24)는 캐비티(38)의 제1 온도 값과 캐비티(38)의 제2 온도 값을 회신한다. 컨트롤러(26)는 제1 값과 제2 값 사이의 차이를 산출한다. 컨트롤러(26)는 소프트웨어를 실행할 수 있거나 또는 그렇지 않으면 상기 차이가 소정의 임계 차이를 상회하는 경우 취약부(20)에서 도관 벽(44)의 파열이 발생하였는가를 결정하도록 프로그래밍될 수 있다. 다른 방법에서는 보다 더 간단하게, 임의의 감지된 온도 값이 소정의 하나 이상의 임계 온도 값을 하회하거나 상회하는 경우에 퓨즈(18)의 고장이 발생하였는가를 결정할 수 있다.

[0052] 다른 예에서, 시스템(10)에 있어서의 가압 유체가 수소인 경우, 센서(24)가 소정의 임계 수소 농도를 상회하는 격납 구조체(40)의 캐비티(38)에 있어서의 수소의 농도 값을 회신할 때 또는 물질 농도 값에 있어서의 차이가 소정의 임계 차이를 초과할 때, 소스 라인(14)의 파손이 발생한 것으로 결정할 수 있다. 또 다른 예에서, 센서(24)가 소정의 임계 압력을 상회하는 격납 구조체(40)의 캐비티(38)에 있어서의 가스의 압력 값을 회신할 때 또는 측정된 압력 값에 있어서의 차이가 소정의 임계 차이를 초과할 때, 소스 라인(14)의 파손이 발생한 것으로 결정할 수 있다. 컨트롤러(26)에 의해 실행되는 소프트웨어는 또한, 소스 라인(14)의 파손이 발생하였는지의 여부를 결정하기 위해 센서(24)에 의해 회신되는 물리적 상태의 값들의 임의의 조합을 고려하도록 프로그래밍될 수 있다.

[0053] 도 4~도 6은 퓨즈(18)에 사용될 수 있는 도관(36)의 다른 형태들의 예시적인 실시형태를 보여준다. 도 4에 도시된 바와 같이, 예시적인 실시형태에서, 도관(36b)은 폴리머 등과 같은 재료로 형성될 수 있는 도관 벽(44b)을 포함한다. 도관 벽(44b)을 둘러싸도록 형성된 오버랩(overwrap) 층(46)이, 보호받는 압력 용기(12)의 복합 쉘 재료와 구성 및 구조 면에서 유사할 수 있는 필라멘트-와인딩 복합 재료로서 형성될 수 있다. 오버랩 층(46)은 압력 용기(12)의 예상되는 파손 이전에 파손되도록 그 구성 및/또는 구조가 구성되어 있다. 도 3의 도관(36a)과 달리, 도 4의 도관(36b)은 불연속적인 취약 지점을 갖는 것이 아니라, 도관 벽(44b) 및/또는 오버랩 층(46)을 따라 임의의 지점에서 파손될 수 있다. 따라서, 도관(36b)과 함께 사용하기 위한 격납 구조체(40)는, 패스너들(22) 사이에 있는 도관(36b)의 모든 부분을 에워싸는 보다 큰 캐비티(38)를 포함할 수 있다. 도 4에 도시된 바와 같은 도관(36b)은 압력 용기(12)의 복합 쉘의 정적 피로 한계를 예측하는 데 가장 유용할 수 있다. 이에 반해, 불연속적인 기계 가공된 취약부(20)를 도관 벽(44a)에 갖는 도 3의 도관(36a)은, 소정 수의 압력 사이클에 대한 파손을 예측하는 데 가장 유용할 수 있다.

[0054] 도 5의 도관(36c)에는 도 3의 도관(36a)의 특징과 도 4의 도관(36b)의 특징이 조합되어 있다. 도관(36b)과 함께 사용하기 위한 격납 구조체(40)는, 예시적인 실시형태에서, 외부 패스너들(22) 사이에 있는 전체 도관(36c)

을 둘러싸는 캐비티(38a)를 포함할 것이다. 사용시, 오버랩 층(46)의 정적 피로 한계에 도달한 경우, 도관 벽(44b)이 파괴될 것으로 예상되는데, 이러한 파괴는 압력 용기(12)의 복합 쉘의 파손 시점 이전이 되도록 교정된다. 또한, 설정된 횟수의 압력 사이클이 도관 벽(44a)에서 겪게 된 경우, 도관 벽(44a)은 취약부(20)에서 파괴될 것으로 예상된다. 따라서, 조합형 도관(36c)은 예상되는 정적 피로 및 압력 사이클 한계에 대해 압력 용기(12)를 보호하는 데 효과적이다.

[0055] 도 6에 도시된 바와 같이, 도관(36d)은 도 4의 도관(36b)과 그 구성이 유사하다. 그러나, 도관 벽(44c) 및 오버랩 층(46c)의 구조적 형상은 도 3~도 5에 도시된 관형 구조체에 제한되지 않는다. 오히려, 도 6에 도시된 바와 같이, 도관(36d)은 구형 기하구조를 가질 수 있다. 게다가, 또 다른 기하학적 형태를 갖는 도관(36)이 적합할 수 있고, 본원은 구체적으로 예시된 실시형태들에 제한되지 않는 것으로 고려된다. 게다가, 도 5와 같이, 도 6의 도관(36d)도 또한, 취약부(20)가 형성되어 있는 도관 벽(44a)과 유사한 압력 사이클 예측 장치와 조합될 수 있다. 다른 거론된 실시형태들과 같이, 격납 구조체(40)는 도관(36d)을 둘러싸고 전술한 바와 같이 센서(24), 컨트롤러(26), 표시기(28) 및 신호 통신 라인(32) 등과 같은 다른 구성요소들이 갖추어질 수 있는 것으로 고려된다.

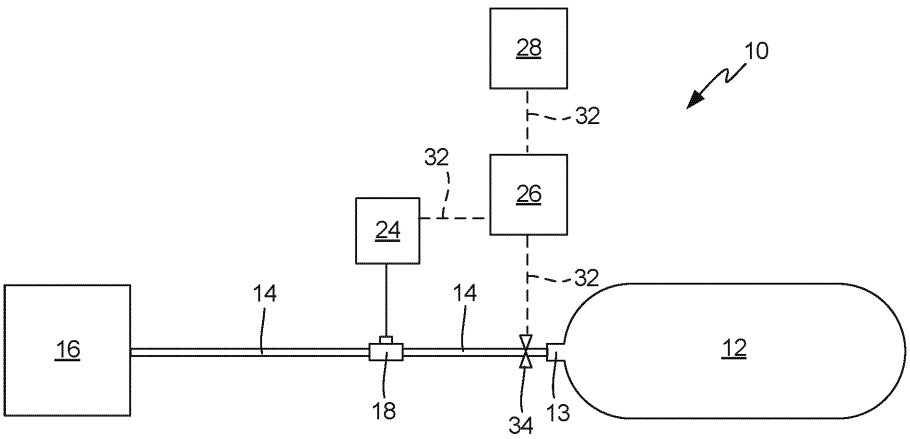
[0056] 일부 실시형태에서, 도관(36)의 기하구조는, 도관 벽(44a)의 취약부(20)와 유사하게 수행되는 응력 파손 위치를 도관 벽(44c) 및/또는 오버랩 층(46c)에 생성하는 데 사용될 수 있다.

[0057] 서로 다른 도관(36)을 갖는 개시된 퓨즈(18)는 도 1의 파손 표시 시스템(10)에 관하여 기술된 바와 같이 작동하도록 구성된 격납 구조체(40)를 포함하는 것으로 기술되었지만, 개시된 도관들(36)이 추가적으로 또는 대안적으로 벤팅 시스템과 유체 연통 관계로 설치될 수 있는 것으로도 고려된다. 이러한 벤팅 시스템은, 제어되지 않는 압력 용기의 파열 또는 유체의 방출을 방지하도록, 가압 유체를 압력 용기(12) 및/또는 유체 공급원(16)으로부터 안전하게 그리고 제어 가능하게 방출할 수 있다.

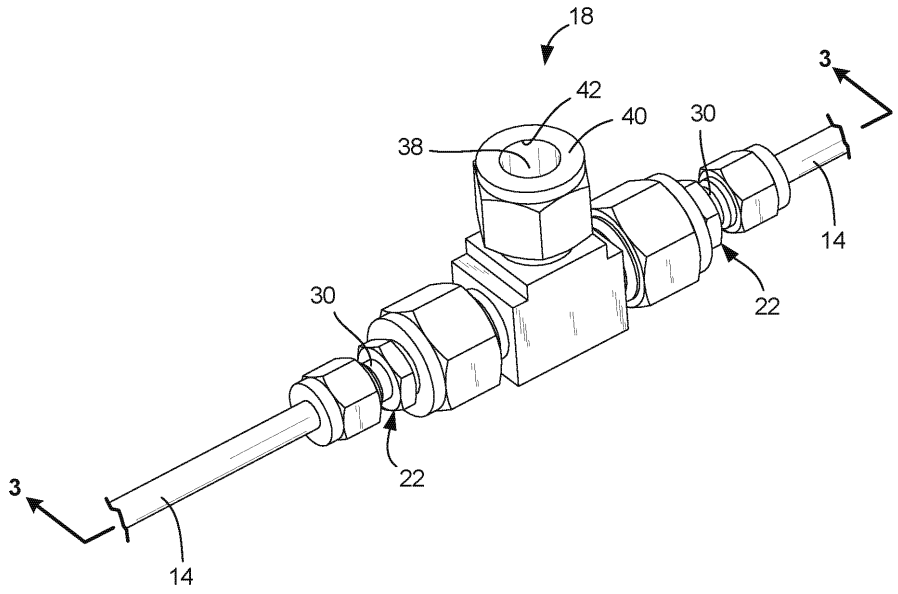
[0058] 본원의 대상을 몇몇 실시형태에 관하여 기술하였지만, 당업자는 본원의 범위를 벗어나지 않으면서 그 형태 및 세부사항에 대해 변경이 실시될 수 있는 것을 인지할 것이다. 추가적으로, 일 실시형태에 관하여 개시된 임의의 특징은 다른 실시형태에 포함될 수 있고, 그 반대의 경우도 성립된다.

도면

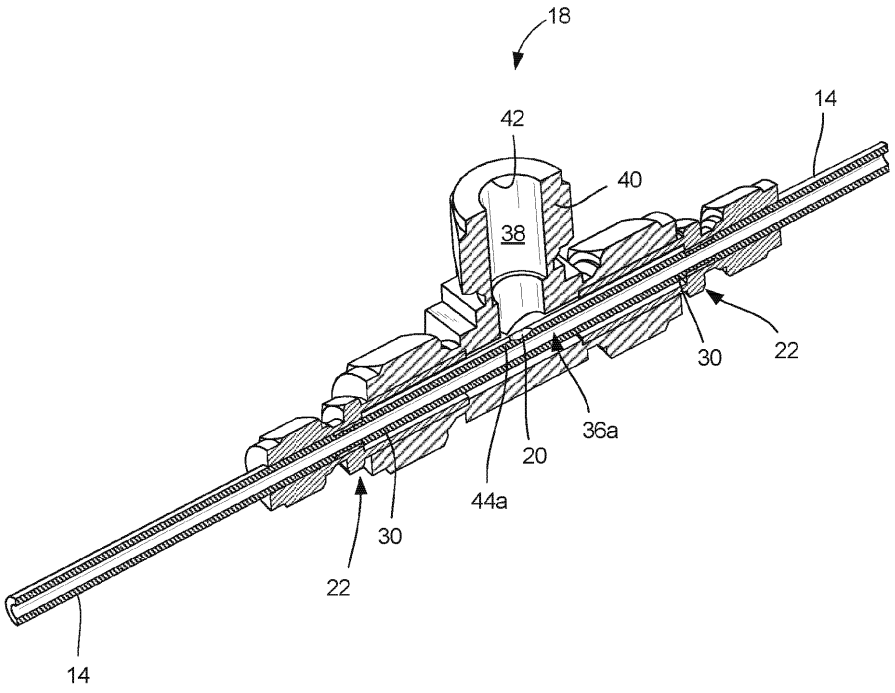
도면1



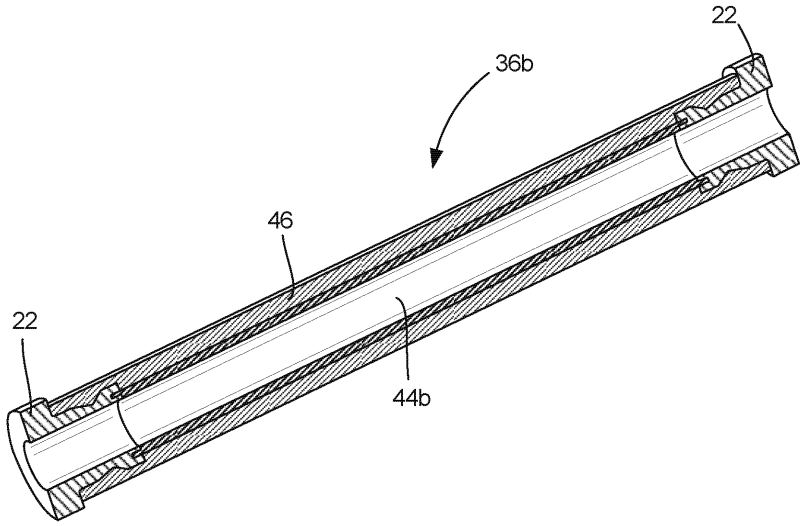
도면2


18
42
40
38
30
3
14
22
30
22
3
14

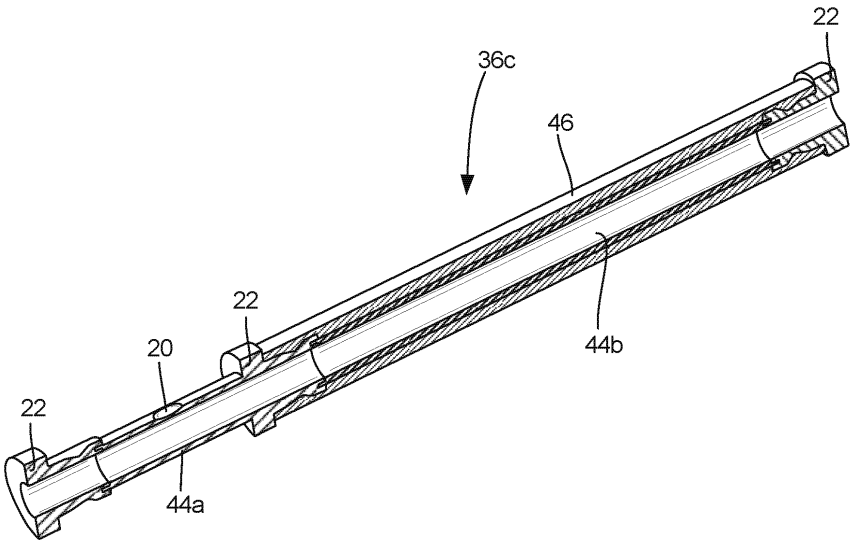
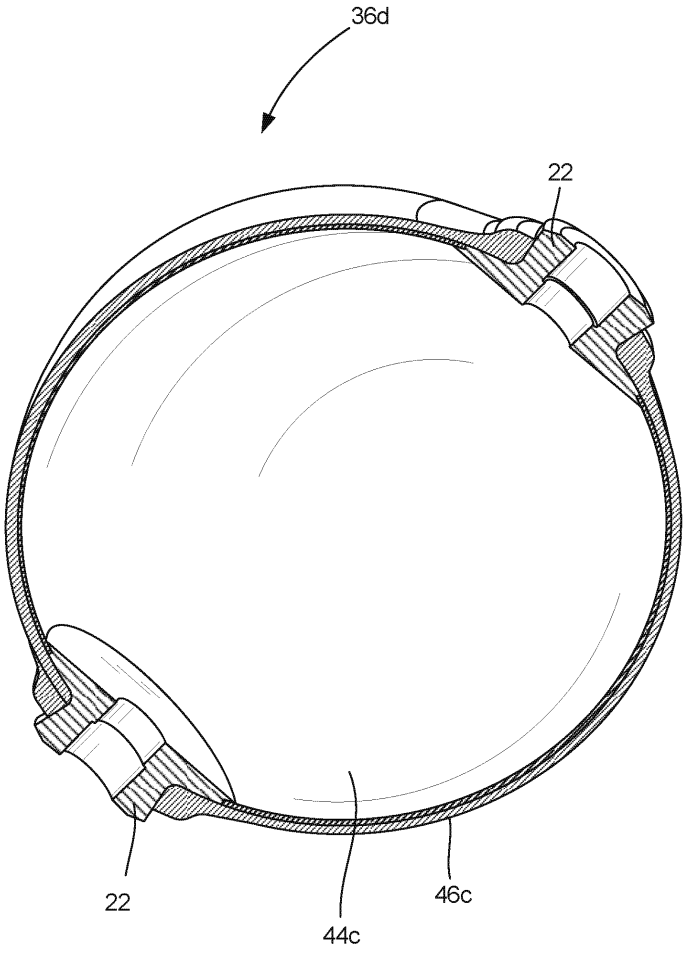
도면3


18
42
14
40
38
30
22
36a
20
44a
30
22
14

도면4



도면5



도면6