



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0151183
(43) 공개일자 2024년10월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F16K 31/122 (2006.01) F16K 1/12 (2006.01)
F16K 39/02 (2006.01) F16K 47/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F16K 31/122 (2013.01)
F16K 1/126 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2024-7030095
(22) 출원일자(국제) 2023년02월14일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2024년09월06일
(86) 국제출원번호 PCT/CA2023/050186
(87) 국제공개번호 WO 2023/154998
국제공개일자 2023년08월24일
(30) 우선권주장
63/268,045 2022년02월15일 미국(US)

(71) 출원인
제너럴 퓨전 아이엔씨.
캐나다 브리티쉬 콜롬비아 브이7비 1비4 리치몬드
러스 베이커 웨이 6020
(72) 발명자
에사우 코디 존 파벨
캐나다 브리티쉬 콜롬비아 브이7비 1씨3 리치몬드
리샌더 레인 스위트 320 - 3600
짐머만 외르그
캐나다 브리티쉬 콜롬비아 브이7비 1씨3 리치몬드
리샌더 레인 스위트 320 - 3600
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

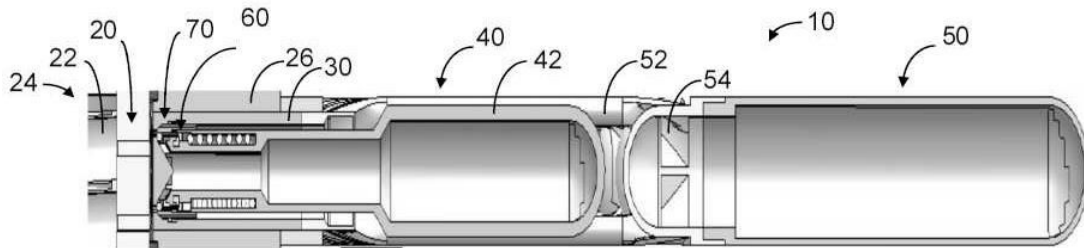
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 빠른 개방, 작은 힘의 포핏 밸브

(57) 요약

밸브는 몸체(body), 가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구, 상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 출구, 상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 영역을 포함한다. 상기 밸브는, 길이방향 축을 가지며 상기 길이방향 축을 따라 상기 몸체 내에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된 플러그(plug)를 더 포함한다. 상기 플러그는 밀봉 위치와 적어도 하나의 비-밀봉 위치 사이에서 이동 가능하다. 상기 플러그는 밀봉 위치에서 상기 몸체와 제1 씰(seal) 및 제2 씰을 형성하며, 상기 제1 씰은 상기 입구와 상기 출구 사이에 있고, 상기 제2 씰은 상기 입구와 상기 영역 사이에 있다. 상기 플러그는 밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치 쪽으로 바이어스된다. 상기 플러그는 적어도 하나의 비-밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치로부터 멀어지도록 바이어스된다.

대표도



(52) CPC특허분류

F16K 39/022 (2013.01)

F16K 47/01 (2021.08)

(72) 발명자

윌키 제임스 헤스팅스

캐나다 브리티쉬 컬롬비아 브이7비 1썸3 리치몬드
리샌더 레인 스위트 320 - 3600

서마스 닉

캐나다 브리티쉬 컬롬비아 브이7비 1썸3 리치몬드
리샌더 레인 스위트 320 - 3600

명세서

청구범위

청구항 1

몸체(body);

가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구;

상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 출구;

상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 영역; 및

길이방향 축을 가지며, 상기 길이방향 축을 따라 상기 몸체 내에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된 플러그(plug);를 포함하는 밸브로서,

상기 플러그는 밀봉 위치와 적어도 하나의 비-밀봉 위치 사이에서 이동 가능하고, 상기 플러그는 밀봉 위치에서 상기 몸체와 제1 씰(seal) 및 제2 씰을 형성하며, 상기 제1 씰은 상기 입구와 상기 출구 사이에 있고 상기 제2 씰은 상기 입구와 상기 영역 사이에 있으며, 상기 플러그는 밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치 쪽으로 바이어스되고, 상기 플러그는 적어도 하나의 비-밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치로부터 멀어지도록 바이어스되는, 밸브.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 플러그는:

상기 입구와 상기 출구 사이에 상기 제1 씰을 형성하기 위해 상기 몸체의 제1 몸체 부분과 기계적으로 연통하도록 구성된 제1 플러그 부분; 및

상기 입구와 상기 영역 사이에 상기 제2 씰을 형성하기 위해 상기 몸체의 제2 몸체 부분과 기계적으로 연통하도록 구성된 제2 플러그 부분;을 포함하는, 밸브.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 씰은, 상기 제1 플러그 부분과 제1 몸체 부분 중 하나가 제1 씰을 포함하고 상기 제1 플러그 부분과 제1 몸체 부분 중 다른 하나가 상기 제1 씰에 대해 가압하도록 구성된 제1 밀봉 표면을 포함함으로써 형성되는 제1 면 씰(first face seal)을 포함하는, 밸브.

청구항 4

제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 제2 씰은, 상기 제2 플러그 부분과 제2 몸체 부분 중 하나가 제2 씰을 포함하고 상기 제2 플러그 부분과 제2 몸체 부분 중 다른 하나가 상기 제2 씰에 대해 가압하도록 구성된 제2 밀봉 표면을 포함함으로써 형성되는 제2 면 씰(second face seal)을 포함하는, 밸브.

청구항 5

제3항 또는 제4항에 있어서,

상기 제1 밀봉 표면은 상기 플러그의 길이방향 축에 대해 실질적으로 직각이고, 및/또는 상기 제2 밀봉 표면은 상기 길이방향 축에 대해 실질적으로 직각인, 밸브.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 플러그 부분은 제1 면적을 가지는 제1 영역의 제1 둘레를 따라 상기 제1 몸체 부분에 대해 가압하도록

구성되고, 상기 제2 플러그 부분은 제2 면적을 가지는 제2 영역의 제2 둘레를 따라 상기 제2 몸체 부분에 대해 가압하도록 구성되며, 상기 제2 면적은 상기 제1 면적보다 작은, 밸브.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 둘레는 실질적으로 원형이고 90 밀리미터 내지 150 밀리미터 범위의 제1 직경을 가지며, 상기 제2 둘레는 실질적으로 원형이고 90 밀리미터 내지 150 밀리미터 범위의 제2 직경을 가지는, 밸브.

청구항 8

제2항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밸브는 액추에이터를 더 포함하며, 상기 액추에이터는 상기 플러그를 밀봉 위치로부터 제어 가능하게 이동시켜, 상기 제1 플러그 부분을 상기 제1 몸체 부분으로부터 분리시키면서 동시에 상기 제2 플러그 부분을 상기 제2 몸체 부분으로부터 분리시키도록 구성됨으로써, 가압 가스가 상기 입구로부터 상기 출구로 그리고 상기 입구로부터 상기 영역으로 흐르도록 허용하는, 밸브.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 액추에이터는 전자기 액추에이터; 압전 액추에이터; 자기 액추에이터; 기계적 플런저; 파일릿 밸브로 이루어진 군으로부터 선택되는, 밸브.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가압 가스는 밀봉 위치에 있는 상기 플러그의 제1 표면에 제1 힘을 가하고, 상기 가압 가스는 적어도 하나의 비-밀봉 위치에 있는 상기 플러그의 제2 표면에 제2 힘을 가하는, 밸브.

청구항 11

제2항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 몸체 부분은 상기 입구와 상기 출구 사이에 상기 제1 씨일을 형성하기 위해 상기 제1 플러그 부분과 기계적으로 연통하도록 구성된 제1 스프링-장착 표면(spring-loaded surface)을 포함하고, 및/또는 상기 제2 몸체 부분은 상기 입구와 상기 영역 사이에 상기 제2 씨일을 형성하기 위해 상기 제2 플러그 부분과 기계적으로 연통하도록 구성된 제2 스프링-장착 표면을 포함하는, 밸브.

청구항 12

제2항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밸브는 상기 제1 씨일 및/또는 상기 제2 씨일과 유체 연통되는 적어도 하나의 포트(port)를 더 포함하며, 상기 적어도 하나의 포트는 상기 플러그를 밀봉 위치로부터 이동시키도록 구성된 공압 임펄스(pneumatic impulse)를 받아들이도록 구성되는, 밸브.

청구항 13

제2항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밸브는 상기 영역 내의 가스와 압력을 균등화하기 위해 상기 제2 플러그 부분과 상기 제2 몸체 부분 사이에 가스를 위한 경로(pathway)를 더 포함하는, 밸브.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플러그는 길이방향 축을 가지는 링 부분을 포함하며, 상기 링 부분은 상기 몸체의 내부 부분을 실질적으로

둘러싸는, 밸브.

청구항 15

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플러그는, 길이방향 축을 가지며 상기 몸체의 오리피스를 통해 연장되는 피스톤 부분, 상기 피스톤 부분의 제1 단부로부터 길이방향 축에 대해 실질적으로 직각으로 연장되는 제1 립(lip), 및 상기 피스톤 부분의 제2 단부로부터 길이방향 축에 대해 실질적으로 직각으로 연장되는 제2 립을 포함하는, 밸브.

청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서,

상기 플러그와 상기 몸체는 밀봉 위치로부터 멀어지는 상기 플러그의 이동 및/또는 밀봉 위치를 향한 상기 플러그의 이동을 제동시키기 위해 가압 가스의 일부를 포획하고 압축하도록 구성되는, 밸브.

청구항 17

제15항에 있어서,

상기 피스톤 부분은 외측 치수를 가지고, 상기 몸체는 내측 치수를 포함하며, 상기 외측 치수 및/또는 상기 내측 치수는 길이방향 축을 따라 변하는, 밸브.

청구항 18

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밸브는 적어도 하나의 배기 포트(vent port)를 더 포함하며, 상기 플러그가 밀봉 위치에 있을 때 및 상기 플러그가 상기 밀봉 위치와 상이한 제1 비-밀봉 위치에 있을 때, 상기 플러그는 가압 가스가 상기 입구로부터 상기 적어도 하나의 배기 포트에 흐르는 것을 방지하고, 상기 플러그가 상기 밀봉 위치 및 상기 제1 비-밀봉 위치와 상이한 제2 비-밀봉 위치에 있을 때, 상기 플러그는 가압 가스가 상기 출구로부터 상기 적어도 하나의 배기 포트를 통해 흐르도록 허용하는, 밸브.

청구항 19

전기한 항들 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밸브는, 가압 가스가 상기 입구에 인가되기 전에, 상기 플러그를 밀봉 위치로 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 스프링을 더 포함하는, 밸브.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 밸브는 상기 폐쇄 액추에이터(closing actuator)를 더 포함하며, 상기 적어도 하나의 스프링은 상기 폐쇄 액추에이터와 상기 플러그 사이에 끼워지고, 상기 폐쇄 액추에이터는 상기 플러그가 밀봉 위치에 있도록 상기 적어도 하나의 스프링과 상기 플러그를 제어 가능하게 이동시키도록 구성되는, 밸브.

청구항 21

가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구;

상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 주 출구(primary outlet);

상기 주 출구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 배기 출구(vent outlet); 및

적어도 3개의 구성들 사이에서 제어 가능하게 조절되도록 구성된 플러그 조립체;를 포함하는 밸브로서,

상기 적어도 3개의 구성들은:

상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 주 출구 및/또는 상기 배기 출구로 흐르는 것을 방지하는 제1 구성;

상기 제1 구성과 상이한 제2 구성으로서, 상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 입구로부터 상기 주 출구로

흐르도록 허용하되 가압 가스가 상기 배기 출구로 흐르는 것을 방지하는 제2 구성; 및

상기 제1 구성 및 제2 구성과 상이한 제3 구성으로서, 상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 주 출구로부터 상기 배기 출구로 흐르도록 허용하는 제3 구성;을 포함하는, 밸브.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 플러그 조립체는, 길이방향 축을 가지며 상기 몸체의 오리피스를 통해 연장되는 피스톤 부분을 포함하며, 상기 피스톤 부분은 길이방향 축을 따라 상기 제1, 제2, 및 제3 구성들에 각각 대응되는 제1, 제2, 및 제3 위치들 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성되는, 밸브.

청구항 23

제21항에 있어서,

상기 플러그 조립체는, 상기 밸브의 실질적으로 원통형의 몸체 부분을 둘러싸고 길이방향 축을 가지는 링 부분을 포함하며, 상기 링 부분은 길이방향 축을 따라 상기 제1, 제2, 및 제3 구성들에 각각 대응되는 제1, 제2, 및 제3 위치들 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성되는, 밸브.

청구항 24

제21항에 있어서, 상기 플러그 조립체는:

상기 밸브의 실질적으로 원통형의 몸체 부분을 둘러싸는 실질적으로 링-형상의 구동 플러그(drive plug)로서, 상기 몸체 부분은 길이방향 축을 가지고, 상기 구동 플러그는 길이방향 축을 갖는 몸체 부분, 상기 구동 플러그는 상기 길이방향 축을 따라 적어도 제1 위치 및 제2 위치 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성되는, 구동 플러그; 및

상기 밸브의 실질적으로 원통형의 몸체 부분을 둘러싸는 실질적으로 링-형상의 리바운드 플러그(rebound plug)로서, 상기 리바운드 플러그는 길이방향 축을 따라 적어도 제3 위치 및 제4 위치 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성되는, 리바운드 플러그;를 포함하며,

상기 제1 구성은 상기 제1 위치에 있는 상기 구동 플러그와 상기 제3 위치에 있는 상기 리바운드 플러그를 가지고, 상기 제2 구성은 상기 제2 위치에 있는 상기 구동 플러그와 상기 제3 위치에 있는 리바운드 플러그를 가지며, 상기 제3 구성은 상기 제4 위치에 있는 상기 리바운드 플러그를 가지는, 밸브.

청구항 25

제21항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 플러그 조립체는, 가압 가스가 상기 입구에 인가되기 전에, 상기 플러그 조립체를 상기 제1 구성으로 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 스프링을 포함하는, 밸브.

청구항 26

순환하는 금속 액체 매체에 의해 적어도 부분적으로 경계지어진 볼륨 내에 플라스마를 받아들여 수용하며, 플라스마 주위의 액체 매체를 제어 가능하게 압축하여 상기 볼륨을 감소시키고 플라스마를 압축하도록 구성된 플라스마 압축 시스템(plasma compression system)으로서, 상기 플라스마 압축 시스템은:

상기 액체 매체에 임펄스를 가하도록 구성된 복수의 구동기들(drivers); 및

압축 가스를 수용하는 공급원 및 상기 복수의 구동기들 중 적어도 하나의 구동기와 유체 연통되는 적어도 하나의 밸브;를 포함하며,

상기 적어도 하나의 밸브는 플러그를 포함하고,

상기 공급원으로부터의 가스 압력 및/또는 상기 적어도 하나의 밸브의 스프링에 의해 상기 플러그가 안착되는 폐쇄 상태; 및

상기 공급원으로부터의 가스 압력에 의해 상기 플러그가 구동되어 개방되는 개방 상태;를 가지는, 플라스마 압

축 시스템.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 플라즈마 압축 시스템은 상기 액체 매체가 리바운드하며 적어도 일부 가스를 상기 적어도 하나의 밸브를 통해 상기 공급원으로 재압축하는 리바운드 회복 단계(rebound recovery phase)를 가지는, 플라즈마 압축 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 일반적으로 포핏 밸브(poppet valve)에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 작은 개방력으로 빠르게 개방되도록 구성되고 고압에서 사용되도록 구성된 포핏 밸브에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 직접-작용 포핏 밸브(예를 들어, 밸브를 개방 또는 폐쇄하기 위해 오리피스에 대해 축방향을 따라 이동할 수 있는 플러그를 가지는 밸브)에서, 상류의 고압 가스는 이동 가능한 플러그에 힘을 가하여 밸브를 폐쇄된 상태로 유지한다. 밸브를 개방하는 데 가해지는 큰 힘은 포핏 밸브가 작동될 있는 압력과 직경을 제한한다. 몇몇의 대안적인 밸브 디자인들은 파일럿 플러그(piloted plug)를 사용하며, 이는 밸브가 작동될 수 있는 압력과 직경의 범위를 증가시키지만 파일럿 오리피스(pilot orifice)를 통한 흐름 제한으로 개방 시간이 더 느리다. 몇몇의 다른 대안적인 밸브 디자인들은 레이디얼 씰들(radial seals)을 사용하며, 이는 마찰과 변동성의 원인이 되고, 높은 표면 속도와 높은 압력을 처리하는 능력이 제한된다.

발명의 내용

[0003] 여기에서 설명되는 특정 양태들에서, 밸브는 몸체(body), 가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구, 상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 출구, 상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 영역을 포함한다. 상기 밸브는, 길이방향 축을 가지며 상기 길이방향 축을 따라 상기 몸체 내에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된 플러그(plug)를 더 포함한다. 상기 플러그는 밀봉 위치와 적어도 하나의 비-밀봉 위치 사이에서 이동 가능하다. 상기 플러그는 밀봉 위치에서 상기 몸체와 제1 씰(seal) 및 제2 씰을 형성하며, 상기 제1 씰은 상기 입구와 상기 출구 사이에 있고, 상기 제2 씰은 상기 입구와 상기 영역 사이에 있다, 상기 플러그는 밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치 쪽으로 바이어스된다. 상기 플러그는 적어도 하나의 비-밀봉 위치에서 가압 가스에 의해 밀봉 위치로부터 멀어지도록 바이어스된다.

[0004] 여기에서 설명되는 다른 특정 양태들에서, 밸브는 가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구, 상기 입구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 주 출구(primary outlet), 및 상기 주 출구로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 배기 출구(vent outlet)를 포함한다. 상기 밸브는 적어도 3개의 구성들 사이에서 제어 가능하게 조절되도록 구성된 플러그 조립체를 더 포함하며, 상기 적어도 3개의 구성들은 상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 주 출구 및/또는 상기 배기 출구로 흐르는 것을 방지하는 제1 구성을 포함한다. 상기 적어도 3개의 구성들은 상기 제1 구성과 상이한 제2 구성으로서, 상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 입구로부터 상기 주 출구로 흐르도록 허용하되 가압 가스가 상기 배기 출구로 흐르는 것을 방지하는 제2 구성을 더 포함한다. 상기 적어도 3개의 구성들은 상기 제1 구성 및 제2 구성과 상이한 제3 구성으로서, 상기 플러그 조립체가 가압 가스가 상기 주 출구로부터 상기 배기 출구로 흐르도록 허용하는 제3 구성을 더 포함한다.

[0005] 여기에서 설명되는 다른 특정 양태들에서, 플라즈마 압축 시스템(plasma compression system)은 순환하는 금속 액체 매체에 의해 적어도 부분적으로 경계지어진 볼륨 내에 플라즈마를 받아들여 수용하며, 플라즈마 주위의 액체 매체를 제어 가능하게 압축하여 상기 볼륨을 감소시키고 플라즈마를 압축하도록 구성된다. 상기 시스템은 상기 액체 매체에 임펄스를 가하도록 구성된 복수의 구동기들(drivers)을 포함한다. 상기 시스템은 압축 가스를 수용하는 공급원 및 상기 복수의 구동기들 중 적어도 하나의 구동기와 유체 연통되는 적어도 하나의 밸브를 더 포함한다. 상기 적어도 하나의 밸브는 플러그를 포함하고, 상기 공급원으로부터의 가스 압력 및/또는 상기 적어도 하나의 밸브의 스프링에 의해 상기 플러그가 안착되는 폐쇄 상태, 및 상기 공급원으로부터의 가스 압력에 의해 상기 플러그가 구동되어 개방되는 개방 상태를 가진다.

도면의 간단한 설명

[0006]

도 1a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 단일-단계 압축 구동기의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 1b는 도 1a의 압축 구동기에 대한 예시적인 제어 시스템을 개략적으로 도시한다.

도 2a와 2b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 밀봉 위치에서, 가동 플러그를 가진 2개의 예시적인 밸브들의 단면도들을 개략적으로 도시한다.

도 3a와 3b는 밀봉 위치에서, 입구로부터의 압축 가스 압력에 의해 도 2a의 예시적인 플러그에 가해지는 모든 힘들과 순 힘들을 각각 개략적으로 도시한다.

도 3c와 3d는 밀봉 위치에서, 입구로부터의 압축 가스 압력에 의해 도 2b의 예시적인 플러그에 가해지는 모든 힘들과 순 힘들을 각각 개략적으로 도시한다.

도 4a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 피스톤 부분을 포함하는 가동 플러그 및 플로팅 씨일을 포함하는 제2 면 씨일을 가지는 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 4b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 플로팅 씨일을 개략적으로 도시한다.

도 5a와 5b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 비-밀봉 위치에서, 피스톤 부분을 가지는 예시적인 플러그와 링 부분을 가지는 예시적인 플러그의 단면도들을 각각 개략적으로 도시한다.

도 6a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 플러그가 링 부분과 제3 플러그 부분을 포함하는 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 6b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 플러그가 피스톤 부분을 포함하고, 볼륨이 플로팅 씨일의 가동부에 의해 적어도 부분적으로 경계지어지고 제2 플러그 부분에 의해 적어도 부분적으로 경계지어지는, 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 7a와 7b는 5a와 5b의 예시적인 플러그들을 각각 개략적으로 도시하며, 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따라 플러그와 몸체는 밀봉 위치로부터 멀어지는 플러그의 이동을 제동시키기 위해 압축 가스의 일부를 포획하고 압축하도록 구성된다.

도 8a-8h는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 밸브의 예시적인 작동 순서를 개략적으로 도시한다.

도 9a와 9b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 위치와 파괴 위치에 있는 가동 플러그를 포함하는 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 10a와 10b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 위치와 파괴 위치에 있는 가동 플러그를 포함하는 다른 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 11a-11e는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 적어도 하나의 배기 포트를 포함하는 다른 예시적인 밸브의 예시적인 작동 순서의 일부를 개략적으로 도시한다.

도 12a-12d는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 적어도 3개의 구성들 사이에서 제어 가능하게 조절되도록 구성된 플러그 조립체를 포함하는 또 다른 예시적인 밸브의 예시적인 작동 순서의 일부를 개략적으로 도시한다.

도 13은 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 가스 브레이크를 포함하는 예시적인 밸브의 단면도를 개략적으로 도시한다.

도 14a와 14b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 구성과 파괴 구성에서, 독립형 플러그 구동 어큐뮬레이터를 포함하는 예시적인 밸브의 2개의 단면도들을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007]

여기에서 설명되는 특정 구현예들은 밸브의 가동 플러그(movable plug)가 (예를 들어, 어큐뮬레이터(accumulator)로부터의) 상류 압력 및/또는 스프링에 의해 안착되는 폐쇄 상태와, 밸브의 플러그가 (예를 들어,

어큐레이터(accumulator)로부터의) 상류 압력에 의해 구동되어 개방되는 개방 상태를 가지는 밸브를 제공한다.

[0008] 여기에서 설명되는 특정 구현예들은 고압(예를 들어, 15MPa 내지 60MPa의 범위)에서 작동하고, 높은 유량(예를 들어, 큰 흐름 경로)을 가지며, 최소의 변동성(예를 들어, 밸브의 상이한 사이클들에 대한 개방 시간들이 50마이크로초 이내에서 서로 다름)으로 빠르게 개방(예를 들어, 밸브가 완전히 폐쇄된 상태에서부터 완전히 개방되기까지의 개방 시간이 1 밀리초 내지 4 밀리초의 범위 내)되도록 구성된 포핏 밸브(poppet valve)를 제공한다. 예를 들어, 플라스마 압축 시스템(plasma compression system)의 길이방향 축 둘레에 대칭적으로 동등한 위치들에 배치된 복수의 포핏 밸브들 중 하나의 포핏 밸브는 상기 복수의 포핏 밸브들 중 다른 포핏 밸브들의 개방 시간들과 비교하여 50 마이크로초 이내에서 다른 개방 시간을 가질 수 있다(예를 들어, 밸브 개방들은 서로의 ± 25 마이크로초 이내에서 변한다). 여기에서 설명되는 특정 구현예들은, 순환하는 금속 액체 매체(예를 들어, 9m x 9m x 5m보다 큰 치수를 가진 압력 용기 내에서 직경이 3m인 회전하는 금속 액체 코어)에 의해 적어도 부분적으로 경계지어진 볼륨 내에 플라스마를 받아들여 수용하며 플라스마 주위의 액체 매체를 제어 가능하게 압축하여 볼륨을 감소시키고 플라스마를 압축하도록 구성된 플라스마 압축 시스템과 함께 사용하도록 구성된다. 상기 시스템은 액체 매체에 임펄스를 가하도록 구성된 복수의 압축 구동기들(compression drivers)을 포함할 수 있으며, 이러한 압축 구동기들은 적어도 하나의 가압 가스 공급원과, 볼륨을 안쪽으로 붕괴시키기 위해 가압 가스를 제어 가능하게 인가하도록 (예를 들어, 피스톤을 액체 매체 쪽으로 밀거나 가압 가스를 액체 매체에 인가하도록) 구성된 복수의 포핏 밸브들을 포함할 수 있다. 특정 구현예들에서, 가압 가스는 액체 매체를 와류 공동(vortex cavity) 내부로 내폭시키도록 구성된 내폭 구동기들(implosion drivers)에 힘을 가함으로써 그렇게 한다. 상기 내폭 구동기들은 푸셔 피스톤 보어들 내부의 푸셔 피스톤들(pushers pistons)을 포함할 수 있으며, 상기 푸셔 피스톤들은 가압 가스에 의해 액체 매체를 향해 가압된다. 또는, 상기 내폭 구동기들은 푸셔 피스톤들 없이 액체 매체를 와류 공동 내부로 내폭시키기 위한 다른 수단을 포함할 수 있다.

[0009] 도 1a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 단일-단계 압축 구동기(single-stage compression driver)(10)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 1b는 도 1a의 압축 구동기(10)에 대한 예시적인 제어 시스템(12)을 개략적으로 도시한다. 상기 압축 구동기(10)는 가압된 압축 유체(예컨대, 가스; 헬륨; 아르곤; 건증기(dry steam); 플라스마를 둘러싸는 액체 매체를 압축하도록 구성된 다른 유체 및/또는 압축되도록 구성된 다른 유체)를 사용하여 압력 펄스를 환형 갭(annular gap)(20) 내부로 전달하여 액체 매체 주위에 위치한 로터(rotor)(24) 내에 수용된 내폭 구동기들(22)을 작동시키도록 구성된다. 도 1a의 압축 구동기(10)는 일반적으로 원통형인 밸브 하우징(30)과, 압축 유체를 제공하도록 구성된 어큐레이터(accumulator)(40)를 포함한다. 상기 밸브 하우징(30)은 일단부에서 용기 벽(26)의 외부 표면에 고정적으로 장착되고 타단부에서 상기 어큐레이터(40)에 고정적으로 장착된다. 상기 어큐레이터(40)는 가압된 압축 유체를 수용하는 압력 용기(42)를 포함한다. 특정 구현예들에서, 도 1a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 각각의 압축 구동기(10)는 그 자신의 어큐레이터(40)를 포함하는 반면, 다른 특정 구현예들에서는, 다수의 압축 구동기들(10)은 단일의 어큐레이터(40)를 공유한다. 예를 들어, 각각의 압축 구동기(10)에 대해 하나의 어큐레이터(40)가 제공되거나 모든 압축 구동기들(10)에 대해 단일의 어큐레이터(40)가 제공될 수 있다.

[0010] 특정 구현예들에서, 상기 압축 구동기(10)는, 압력 펄스가 내폭 구동기들(22)을 작동시킨 후에 환형 갭(20)로부터 압축 유체를 수용하도록 구성된 압력 완화 탱크(50)를 더 포함한다. 상기 압력 완화 탱크(50)는 압축 유체 복귀 도관(52)에 의해 상기 용기 벽(26)의 개구(28)에 유체적으로 연결되며, 상기 압축 유체 복귀 도관(52)은 용기 벽(26)의 개구와 압력 용기(42) 사이에서 길이방향으로 연장되는 환형 통로와, 압력 완화 탱크(50)의 원위 단부에 있는 개구들(54)까지 압력 용기(42)의 외부를 따라 길이방향으로 연장되는 다수의 매니폴드들을 포함한다.

[0011] 도 1a의 압축 구동기(10)는, 상기 용기 벽 개구(28) 및 어큐레이터(40)와 유체 연통된 구동 밸브(drive valve)(60), 및 압축 유체 복귀 도관(52)의 원위 단부에 위치하고 용기 벽 개구(28) 가까이에 위치하는 리바운드 밸브(rebound valve)(70)를 더 포함하며, 압축 동작의 끝에서 압력 완화 탱크(50)가 압축 유체를 수용할 수 있도록 상기 리바운드 밸브(70)를 개방하도록 프로그래밍된 제어기(미도시)와 통신한다. 상기 제어기는 제어 회로(예를 들어, 적어도 하나의 마이크로프로세서), 및 압축 구동기(10)를 작동시키기 위해 상기 제어 회로에 의해 실행가능한 명령들이 인코딩된 컴퓨터 판독가능 메모리를 포함할 수 있다. 도 1b에 개략적으로 도시된 바와 같이, 상기 제어 시스템(12)은, 구동 밸브 파일럿 메커니즘(82), 리바운드 밸브 파일럿 메커니즘(84), 구동 밸브(60)의 밸브 잠금장치(85), 및 압력 완화 탱크(50) 상의 압력 완화 밸브들(86, 88)을 각각 더 포함할 수 있다.

- [0012] 예를 들어, 상기 제어 시스템(12)은 압축 샷(compression shot)의 4개의 단계들에 걸쳐 구동 밸브(60)와 리바운드 밸브(70)의 개방 및 폐쇄를 제어하도록 구성될 수 있다. 프리-샷 단계(pre-shot phase) 중에, 상기 구동 밸브(60)와 리바운드 밸브(70)는 둘 다 폐쇄되고, 압력 용기(42)는 고압 압축 유체로 채워진다. 압축 단계 중에, 상기 구동 밸브(60)는 개방되고(리바운드 밸브(70)는 폐쇄된 상태로 유지됨), 어큐뮬레이터(40)로부터의 압축 유체는 환형 갭(20) 내부로 직접 배출되며, 이는 환형 갭(20) 내에 급속한 압력 펄스를 생성하여 내폭 구동기들(22)에 동력을 제공하며, 이는 결국 액체 매체를 붕괴시켜 플라즈마를 압축한다. 리바운드 회복 단계 중에, 상기 구동 밸브(60)는 개방된 상태로 유지되고 상기 리바운드 밸브(70)는 폐쇄된 상태로 유지되며, 액체 매체는 리바운드하고 압축 유체의 일부는 압력 용기(42) 내부로 환류된다. 에너지 소산 단계에서, 상기 구동 밸브(60)는 폐쇄되고 리바운드 밸브(70)는 개방되어 나머지 압축 유체가 환형 갭(20)으로부터, 리바운드 밸브(70)를 지나, 압축 유체 복귀 도관(52)을 통해, 압력 완화 탱크(50) 내부로 흐르도록 허용한다. 그 결과, 상기 환형 갭(20) 내의 압력은 다음 압축 샷을 위해 내폭 구동기들(22)이 리셋될 수 있는 수준으로 감소한다. 압력이 균등화된 때, 상기 제어 시스템(12)은 리바운드 밸브(70)를 폐쇄하여 시스템 리셋 상태를 유지하고 다음 압축 샷을 위한 준비를 시작한다.
- [0013] 도 2a와 2b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 밀봉 위치에서, 가동 플러그(movable plug)(150)를 가진 2개의 예시적인 밸브들(100)(예를 들어, 구동 밸브들(60))의 단면도들을 개략적으로 도시한다. 도 2a와 2b의 예시적인 밸브들(100)은 상기 밸브(100)의 신속한 개방을 용이하게 할 수 있으며 및/또는 파일릿 오리피스(pilot orifice)의 사용을 생략할 수 있는 다수의 면 씌일들(face seals)을 사용하며, 이는 유압 또는 공압 증폭기를 생성하고 누설 흐름을 제한하기 위해 좁은 간극(tight clearance) 또는 레이디얼 씌일을 사용하는 상이한 씌일 직경들을 가지며 작동을 위해 파일릿 오리피스들을 사용하는(예를 들어, 자동차의 압전 연료 분사기들 내의) 종래의 밸브들과 비교된다.
- [0014] 도 2a와 2b에 개략적으로 도시된 바와 같이, 상기 밸브(100)는 몸체(110), 가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구(120), 상기 입구(120)로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 출구(130), 및 상기 입구(120)로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 영역(예를 들어, 챔버)을 포함한다. 예를 들어, 상기 입구(120)와 출구는 각각 5000mm 내지 30000mm(예를 들어, 7500mm 내지 20000mm)의 범위 내의 단면적을 가질 수 있다. 상기 밸브(100)는, 길이방향 축(152)을 가지며 길이방향 축(152)을 따라 몸체(110) 내에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된 플러그(150)를 더 포함한다. 상기 플러그(150)는 밀봉 위치와 적어도 하나의 비-밀봉 위치 사이에서 이동 가능하다. 상기 플러그(150)는 밀봉 위치에서 상기 몸체(110)와 제1 씌일(예를 들어, 제1 면 씌일(164)) 및 제2 씌일(예를 들어, 제2 면 씌일(166))을 형성한다. 상기 제1 씌일은 입구(120)와 출구(130) 사이에 있고, 상기 제2 씌일은 입구(120)와 영역(140) 사이에 있다. 밀봉 위치에 있는 플러그(150)는 가압 가스에 의해 밀봉 위치를 향해 바이어스되고, 적어도 하나의 비-밀봉 위치에 있는 플러그(150)는 가압 가스에 의해 밀봉 위치로부터 멀어지도록 바이어스된다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 씌일들이 파괴되어 개방된 때(예를 들어, 상기 제1 및 제2 씌일들이 가압 가스가 제1 및 제2 씌일들을 파괴하여 입구(120)로부터 출구(130)로 그리고 입구(120)로부터 영역(140)으로 흐르기 시작하는 제1 비-밀봉 위치에 있을 때), 가압 가스는 상기 플러그(150)를 밸브(100)가 완전히 개방되는 제2 비-밀봉 위치로 추진시킨다. 가압 가스는 밀봉 위치에 있는 상기 플러그(150)의 제1 표면적에 제1 힘을 가하며, 상기 제1 및 제2 씌일들이 파괴되어 개방된 때 가압 가스는 상기 플러그(150)의 제2 표면적에 제2 힘을 가한다.
- [0015] 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154) 및 제2 플러그 부분(156)을 포함한다. 상기 제1 플러그 부분(154)은 입구(120)와 출구(130) 사이에 제1 면 씌일(164)을 형성하기 위해 상기 몸체(110)의 제1 몸체 부분(114)과 기계적으로 연통하도록 구성된다. 상기 플러그(150)가 밀봉 위치에 있을 때, 상기 제1 면 씌일(164)은 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130)로 흐르는 것을 방지한다. 상기 제2 플러그 부분(156)은 입구(120)와 영역(140) 사이에 제2 면 씌일(166)을 형성하기 위해 상기 몸체(110)의 제2 몸체 부분(116)과 기계적으로 연통하도록 구성된다. 상기 플러그(150)가 밀봉 위치에 있을 때, 상기 제2 면 씌일(166)은 가압 가스가 입구(120)로부터 영역(140)으로 흐르는 것을 방지한다.
- [0016] 특정 구현예들에서, 상기 제1 플러그 부분(154)과 제1 몸체 부분(114) 중 하나는(예를 들어, 압축력이 가해질 때 탄성 변형되고 압축력이 제거될 때 변형되지 않은 상태로 복귀하도록 구성된 적어도 하나의 재료를 포함하는) 제1 탄성 씌일(resilient seal)(174)을 포함할 수 있으며, 상기 제1 플러그 부분(154)과 제1 몸체 부분(114) 중 다른 하나는 상기 제1 탄성 씌일(174)에 대해 가압하도록 구성된 제1 밀봉 표면(184)을 포함할 수 있다. 또한, 상기 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 중 하나는(예를 들어, 압축력이 가해질 때 탄성 변형되고 압축력이 제거될 때 변형되지 않은 상태로 복귀하도록 구성된 적어도 하나의 재료를 포함하는) 제2 탄

성 씨일(176)을 포함할 수 있으며, 상기 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 중 다른 하나는 상기 제2 탄성 씨일(176)에 대해 가압하도록 구성된 제2 밀봉 표면(186)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176) 각각은 적어도 섭씨 250도의 온도를 견디도록 구성된 적어도 하나의 탄성 재료를 포함할 수 있으며, 이 탄성 재료의 예들은 금속 C-씨일(예를 들어, 니켈 합금; 인코넬 718), O-링 씨일(예를 들어, 실리콘), 가압 씨일(pressure energized seal)(예를 들어, PEEK)을 포함할 수 있지만, 이에 제한되지는 않는다.

[0017] 특정 구현예들에서, 상기 제1 먼 씨일(164) 및/또는 제2 먼 씨일(166)은, 상기 플러그(150)가 밀봉 위치에 있는 동안 동일한 밀봉 표면에 있는 2개의 탄성 씨일들 사이의 작은 볼륨이 더 낮은 압력(예를 들어, 진공 압력; 입구(120) 내의 압력보다 낮은 압력)으로 펌핑되는 차동 펌핑 씨일(differentially pumped seal)을 포함할 수 있다. 상기 차동 펌핑 씨일은 작은 볼륨이 더 낮은 압력으로 펌핑되지 않는 구성과 비교하여 입구(120)와 출구(130) 사이 및/또는 입구(120)와 영역(140) 사이에 더 높은 압력 차이를 유지하도록 구성될 수 있다.

[0018] 특정 구현예들에서, 도 2a와 2b에 의해 개략적으로 도시된 바와 같이, 상기 제1 밀봉 표면(184)은 플러그(150)의 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각이며 및/또는 상기 제2 밀봉 표면(186)은 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각이다. 다른 특정 구현예들에서, 상기 제1 밀봉 표면(184) 및/또는 제2 밀봉 표면(186)은 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각이 아니다.

[0019] 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)는 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 대칭(예를 들어, 실질적으로 원통형 대칭; 회전 대칭; 적어도 하나의 평면에서 반사 대칭)이지만, 다른 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)는 길이방향 축(152)에 대해 비대칭이다. 특정 구현예들에서, 도 2a에 도시된 바와 같이, 상기 플러그(150)는, 길이방향 축(152)을 가지며 몸체(110)의 오리피스(112)를 통해 연장되는 피스톤 부분(153)을 포함하며, 상기 오리피스(112)는 입구(120)와 영역(140) 사이에 있다(예를 들어, 상기 영역(140)은 밀봉 위치로부터 비-밀봉 위치로의 제2 플러그 부분(156)의 이동을 수용하도록 구성된다). 상기 피스톤 부분(153)은 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원통형 대칭일 수 있거나 또는 길이방향 축(152)에 대해 직각인 평면에서 비원형 단면을 가질 수 있다. 상기 피스톤 부분(153)을 위한 재료의 예들은 티타늄 합금; 니켈 합금; 마레이징 스틸(maraging steel); 탄소 복합재를 포함하지만 이에 제한되지는 않는다. 상기 제1 플러그 부분(154)(예를 들어, 제1 립(lip))과 제2 플러그 부분(156)(예를 들어, 제2 립)은 길이방향 축(152)으로부터 그리고 피스톤 부분(153)로부터 반경방향 바깥쪽으로 연장될 수 있으며(예를 들어, 제1 립은 피스톤 부분(153)의 제1 단부로부터 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각으로 연장되고, 제2 립은 피스톤 부분(153)의 제2 단부로부터 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각으로 연장됨), 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)은 오리피스(112)의 양측에 위치한다. 도 2a는 상기 제1 플러그 부분(154)과 제2 플러그 부분(156)이 피스톤 부분(153)로부터 실질적으로 동일한 길이로 연장된 것을 보여주지만, 다른 특정 구현예들에서, 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)의 길이는 서로 상이할 수 있다.

[0020] 다른 예를 들어, 도 2b에 도시된 바와 같이, 상기 플러그(150)는 길이방향 축(152)을 가지는 링 부분(155)을 포함하며, 상기 링 부분(155)은 입구(120)와 영역(140)(예를 들어, 밀봉 위치로부터 비-밀봉 위치로의 제2 플러그 부분(156)의 이동을 수용하도록 구성됨) 사이의 오리피스(112)를 통해 연장되고, 상기 밸브(100)의 몸체 부분(118)(예를 들어, 실질적으로 원통형)을 실질적으로 둘러싼다. 상기 링 부분(155)은 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원통형 대칭될 수 있거나 또는 길이방향 축(152)에 대해 직각인 평면에서 비원형 단면을 가질 수 있다. 상기 링 부분(155)을 위한 재료의 예들은 티타늄 합금, 니켈 합금, 마레이징 스틸, 탄소 복합재를 포함할 수 있지만 이에 제한되지는 않는다. 상기 제1 플러그 부분(154)(예를 들어, 제1 립)과 제2 플러그 부분(156)(예를 들어, 제2 립)은 상기 링 부분(155)으로부터 길이방향 축(152)을 향해 반경방향 안쪽으로 연장될 수 있으며, 상기 오리피스(112)의 양측에 있을 수 있다. 도 2b는 상기 제1 플러그 부분(154)과 제2 플러그 부분(156)이 링 부분(155)으로부터 실질적으로 동일한 길이로 연장되는 것을 보여주지만, 다른 특정 구현예들에서, 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)의 길이는 서로 상이할 수 있다. 특정 구현예들에서, 상기 링 부분(155)은 감소된 중량으로 구조적 강도를 제공하도록 구성된 탄소 섬유 슬리브를 포함한다.

[0021] 특정 구현예들에서, 상기 제1 플러그 부분(154)은 제1 면적을 가지는 제1 영역의 제1 둘레를 따라 제1 몸체 부분(114)에 대해 가압하도록 구성되고, 상기 제2 플러그 부분(156)은 제2 면적을 가지는 제2 영역의 제2 둘레를 따라 제2 몸체 부분(116)에 대해 가압하도록 구성되며, 상기 제2 면적은 제1 면적보다 작다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 상기 제1 밀봉 표면(184)은, 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원형 대칭일 수 있고 (예를 들어, 제1 면적을 가지는 제1 플러그 부분(154)의 실질적으로 원형의 제1 영역의 외측 둘레를 형성하는) 제1 직경(D1)을 가지는 제1 탄성 씨일(174)에 대해 가압하도록 구성되고, 상기 제2 밀봉 표면(186)은, 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원형 대칭일 수 있고 (예를 들어, 제2 면적을 가지는 제2 플러그 부분(156)의 실질적으로 원형

의 제2 영역의 외측 둘레를 형성하는) 제2 직경(D2)을 가지는 제2 탄성 씨일(176)에 대해 가압하도록 구성되며, 상기 제2 직경(D2)은 제1 직경(D1)보다 작다. 예를 들어, 상기 제1 직경(D1)은 100 밀리미터 내지 150 밀리미터의 범위일 수 있고, 상기 제2 직경(D2)은 90 밀리미터 내지 95 밀리미터의 범위일 수 있으며, 및/또는 상기 제1 직경(D1)과 제2 직경(D2) 사이의 차이는 1 밀리미터 내지 60 밀리미터의 범위일 수 있다.

[0022] 도 2b에 도시된 바와 같이, 상기 제1 밀봉 표면(184)은, 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원형 대칭될 수 있고 (예를 들어, 제1 면적을 가지는 제1 플러그 부분(154)의 실질적으로 환형의 제1 영역의 내측 둘레를 형성하는) 제1 직경(D1)을 가지는 제1 탄성 씨일(174)에 대해 가압하도록 구성되고, 상기 제2 밀봉 표면(186)은, 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 원형 대칭될 수 있고 (예를 들어, 제2 면적을 가지는 제2 플러그 부분(156)의 실질적으로 환형의 제2 영역의 내측 둘레를 형성하는) 제2 직경(D2)을 가지는 제2 탄성 씨일(176)에 대해 가압하도록 구성되며, 상기 제2 직경(D2)은 제1 직경(D1)보다 크다. 예를 들어, 상기 제1 직경(D1)은 90 밀리미터 내지 95 밀리미터의 범위일 수 있고, 상기 제2 직경(D2)은 100 밀리미터 내지 150 밀리미터의 범위일 수 있으며, 및/또는 상기 제1 직경(D1)과 제2 직경(D2) 사이의 차이는 1 밀리미터 내지 60 밀리미터의 범위일 수 있다.

[0023] 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)의 부분들은 입구(120)로부터 밸브(100)에 의해 수용된 압축 가스의 가스 압력에 의해 가압되며(예를 들어, 상기 플러그(150)는 외부에서 가압되거나 내부에서 가압됨), 결과적인 순 힘(net force)은, 밸브(100)가 밀봉될 때, 상기 플러그(150)를 밀봉 위치를 향해 바이어스시킨다. 특정 구현예들에서, 가스 압력은 가스 압력에 의해 가압되는 제1 플러그 부분(154)의 (예를 들어, 제1 면 씨일(164)에 의해 경계지어진) 면적보다 작은 제2 플러그 부분(156)의 (예를 들어, 제2 면 씨일(166)에 의해 경계지어진) 면적에 대해 가압함으로써, 그렇지 않으면 제1 면 씨일(164)만을 가지는 플러그(150)에 가해지게 될 플러그(150)에 대한 순 안착력(net seating force)을 감소시킨다. 감소된 안착력은 더 다양한 작동 메커니즘들이 사용되도록 허용할 수 있다. 또한, 상기 영역(140)이 낮은 (예를 들어, 입구(120)의 가스 압력보다 실질적으로 작은) 가스 압력에 있는 특정 구현예들에서, 감소된 안착력은 상기 밸브(100)가 매우 신속하게 개방되도록 허용할 수 있으며, 이는 개방된 때(예를 들어, 밀봉 위치에 있지 않은 때) 상기 플러그(150) 전체에 걸쳐 상당한 압력 차이가 있기 때문이다. 특정 구현예들에서, 상기 제1 및 제2 면 씨일들(164, 166)은 상기 밸브(100)의 작동 중의 마찰 및/또는 다수의 밀봉/비-밀봉 사이클들에 걸친 상기 밸브(100)의 작동의 변동성을 감소(예를 들어, 최소화)시킬 수 있다.

[0024] 예를 들어, 도 3a와 3b는 밀봉 위치에서, 입구(120)로부터의 압축 가스 압력에 의해 도 2a의 예시적인 플러그에 가해지는 모든 힘들과 순 힘들을 각각 개략적으로 도시한다. 상기 제1 플러그 부분(154)의 제1 면적과 상기 제2 플러그 부분(156)의 제2 면적이 둘 다 입구(120)로부터 밸브(100)에 의해 수용된 압축 가스의 가스 압력에 의해 가압되는 동안, 상기 제1 직경(D1)이 제2 직경(D2)보다 크고, 상기 제1 면적(예를 들어, 제1 플러그 부분(154) 상의 원형 면적)이 제2 면적(예를 들어, 제2 플러그 부분(156) 상의 원형 면적)보다 크기 때문에, 상기 플러그(150)에는(예를 들어, 제1 플러그 부분(154)의 환형 면적 내에는) 제1 플러그 부분(154)을 제1 몸체 부분(114)에 대해 가압하고 제2 플러그 부분(156)을 제2 몸체 부분(116)에 대해 가압하는 순 힘이 작용한다. 다른 예를 들어, 도 3c와 3d는 밀봉 위치에서, 입구(120)로부터의 압축 가스 압력에 의해 도 2b의 예시적인 플러그(150)에 가해지는 모든 힘들과 순 힘들을 각각 개략적으로 도시한다. 상기 제1 플러그 부분(154)의 제1 면적과 제2 플러그 부분(156)의 제2 면적이 둘 다 입구(120)로부터 밸브(100)에 의해 수용된 압축 가스의 가스 압력에 의해 가압되는 동안, 상기 제1 직경(D1)이 제2 직경(D2)보다 작고, 상기 제1 면적(예를 들어, 제1 플러그 부분(154) 상의 환형 면적)이 제2 면적(예를 들어, 제2 플러그 부분(156) 상의 환형 면적)보다 크기 때문에, 상기 플러그(150)에는(예를 들어, 제1 플러그 부분(154)의 환형 면적 내에는) 제1 플러그 부분(154)을 제1 몸체 부분(114)에 대해 가압하고, 제2 플러그 부분(156)을 제2 몸체 부분(116)에 대해 가압하는 순 힘이 작용한다. 도 3a-3d는 입구(120)로부터의 압축 가스 압력으로부터의 힘들만을 보여주지만, 다양한 표면들이 출구(130) 및/또는 영역(140) 내의 가스로부터의 압력에 노출될 수 있다. 그러나, 상기 밸브(100)가 밀봉 상태에 있기 때문에, 이러한 압력들은 입구(120) 내의 압축 가스 압력보다 실질적으로 낮고, 플러그(150)의 이동 및/또는 위치에 눈에 띄는 영향을 미치지 않는다는. 여기에서 설명되는 바와 같이, 상기 밸브(100)의 다른 작동 단계들에서, 출구(130) 및/또는 영역(140)으로부터 플러그(150)에 가해지는 가스 압력들은 입구(120)로부터의 가스 압력과 유사할 수 있으며, 플러그(150)의 이동 및/또는 위치에 실질적으로 영향을 미칠 수 있다.

[0025] 특정 구현예들에서, 상기 제1 면 씨일(164)과 제2 면 씨일(166) 중 적어도 하나는 플로팅 씨일(floating seal)(200)을 포함한다. 예를 들어, 상기 제1 몸체 부분(114)은 입구(120)와 출구(130) 사이에 제1 면 씨일(164)을 형성하기 위해 제1 플러그 부분(154)과 기계적으로 연통하도록 구성된 제1 스프링-장착 표면(spring-

loaded surface)을 포함할 수 있으며, 및/또는 상기 제2 몸체 부분(116)은 입구(120)와 챔버(140) 사이에 제2 면 씨일(166)을 형성하기 위해 제2 플러그 부분(156)과 기계적으로 연통하도록 구성된 제2 스프링-장착 표면을 포함할 수 있다.

[0026] 도 4a는 피스톤 부분(153)을 포함하는 플러그(150) 및 플로팅 씨일(200)을 포함하는 제2 면 씨일(166)을 가지는 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시하며, 도 4b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 플로팅 씨일(200)을 개략적으로 도시한다. 도 4a와 4b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면을 도시하지는 않는다. 도 4a와 4b의 플로팅 씨일(200)은 제2 몸체 부분(116)의 고정부(202), 제2 몸체 부분(116)의 가동부(204), 및 상기 고정부(fixed portion)(202)와 가동부(movable portion)(204) 사이에 압축된 스프링(206)을 포함한다. 상기 제1 플러그 부분(154)과 제2 플러그 부분(156)은 서로로부터 고정된 거리에 있기 때문에, 상기 가동부(204)는 제1 면 씨일(164)과 제2 면 씨일(166)을 둘 다 형성하기 위해 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)과 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)의 충분한 접촉을 허용함으로써 상기 밸브(100) 내의 제조 공차를 수용하도록 이동 또는 "플로팅"하도록 구성된다. 상기 스프링(206)은 제2 플러그 부분(156)에 대해 가동부(204)에 초기 예압(initial preload)을 인가하도록 구성된다.

[0027] 특정 구현예들에서, 상기 가동부(204)는 (예를 들어, 고정부(202)와 가동부(204) 사이의 제3 씨일(208)을 통해) 고정부(202)와 밀봉되고, 입구(120) 내의 가압 가스는 제2 플러그 부분(156)에 대해 가동부(204)를 가압한다. 예를 들어, 상기 제3 씨일(208)은 길이방향 축(152)으로부터 제3 거리(예를 들어, 반경(R_3))를 가질 수 있으며, 상기 제3 거리는 가압 가스가 제3 씨일(208)과 제2 탄성 씨일(176) 사이의 가동부(204)의 환형 영역에 대해 가압하도록 길이방향 축(152)으로부터 제2 탄성 씨일(176)의 제2 거리(예를 들어, 반경(R_2))보다 크다. 특정 구현예들에서, 길이방향 축(152)으로부터 제3 씨일(208)의 제3 거리(예를 들어, 반경(R_3))는 길이방향 축(152)으로부터 제1 탄성 씨일(174)의 제1 거리(예를 들어, 반경(R_1))보다 작다.

[0028] 특정 구현예들에서, 가압 가스는 밀봉 위치에 있는 플러그(150)에 제1 힘을 인가하고, 상기 제1 힘은 플러그(150)를 밀봉 위치를 향해 바이어스시키도록 구성되며, 가압 가스는 밀봉 위치에 있지 않은 플러그(150)에 제2 힘을 인가하고, 상기 제2 힘은 플러그(150)를 밀봉 위치로부터 멀어지도록 바이어스시키도록 구성된다. 도 5a와 5b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 비-밀봉 위치에서, 피스톤 부분(153)을 가지는 예시적인 플러그(150)와 링 부분(155)을 가지는 예시적인 플러그(150)의 단면도들을 각각 개략적으로 도시한다. 도 5a와 5b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 상기 플러그(150)가 밀봉 위치로부터 비-밀봉 위치로 이동할 때(예를 들어, 제1 면 씨일(164)과 제2 면 씨일(166)을 파괴할 때), 상기 입구(120)는 출구(130)와 유체 연통되고, 입구(120)로부터의 가압 가스는 출구(130)로 흐른다. 또한, 상기 플러그(150)와 몸체(110) 사이에 레이디얼 씨일이 없기 때문에, 상기 입구(120)는 또한 영역(140)과 유체 연통되고, 입구(120)로부터의 가압 가스의 적어도 일부는 영역(140) 내부로 흐른다(예를 들어, 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 사이로 누출된다). 특정 구현예들에서, 누출은 입구(120)와 영역(140) 사이에 압력 차이가 존재하도록 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 사이에 충분히 작은 간극을 가짐으로써 감소(예를 들어, 최소화)될 수 있다. 상기 제2 플러그 부분(156) 전체에 걸친 압력 차이 및 제1 플러그 부분(154) 전체에 걸친 유사한 압력 차이의 결여 때문에, 이러한 비-밀봉 위치에 있는 동안 플러그(150)에 대한 순 힘은 플러그(150)를 계속 이동시키고 밸브(100)를 더 개방한다. 특정 구현예들에서, 상기 제2 플러그 부분(156)의 면적의 크기는 플러그(150)의 미리 결정된 개방 속도를 제공하도록 구성된다.

[0029] 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 액추에이터(190)를 더 포함하며, 상기 액추에이터(190)는 (예를 들어, 제1 및 제2 면 씨일들(164, 166)을 파괴하여 개방하기 위해) 플러그(150)를 밀봉 위치로부터 제어 가능하게 이동시켜 제1 몸체 부분(114)으로부터 제1 플러그 부분(154)을 분리시키면서 동시에 제2 몸체 부분(116)으로부터 제2 플러그 부분(156)을 분리시키도록 구성되며, 이에 의해 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130) 및 영역(140)으로 동시에 흐르도록 허용한다. 상기 액추에이터(190)는 (예를 들어, 도 2a와 2b에 도시된 바와 같이) 제1 면 씨일(164) 및/또는 제2 면 씨일(166)에 위치할 수 있으며, (예를 들어, 가압 가스로부터 플러그(150)에 가해지는 순 힘에 대항하여) 플러그(150)를 길이방향 축(152)을 따라 작은 거리만 이동시키도록 구성될 수 있다. 대안적으로, 상기 액추에이터(190)는 (예를 들어, 길이방향 축(152)에 대해 실질적으로 직각으로 연장된 플러그(150)의 단차 표면에 있는) 플러그(150)의 다른 외부 표면 대해 가압하도록 위치할 수 있다. 여기에서 설명된 특정 구현예들과 호환 가능한 액추에이터들(190)의 예들은 전자기 액추에이터; 압전 액추에이터; 자기 액추에이터(예를 들어, 플러그(150)를 이동시키기 위해 자기적 인력 또는 척력을 사용하는 것; 펄스 코일에 의해 감자기 생성되는 자기장); 기계적 플런저(예를 들어, 솔레노이드 코일에 의해 전자기적으로 또는 외부에서 인가된

압력에 의해 공압적으로 작동되는 것); 열 액추에이터(예를 들어, 제1 또는 제2 면 씨일(164, 166) 근처에서 가스를 가열하기 위한 아크(arc))를 포함하지만, 이에 제한되지는 않는다.

[0030] 특정 구현예들에서, 상기 액추에이터(190)는 상기 제1 면 씨일(164) 및/또는 제2 면 씨일(166)과 유체 연통되는 (예를 들어, 몸체(110)의 일부를 관통하여 연장되는) 적어도 하나의 포트(port)(192)를 포함하며, 상기 적어도 하나의 포트(192)는 플러그(150)를 밀봉 위치로부터 이동시키도록 구성된 공압 임펄스를 받아들이도록 구성된다. 예를 들어, 상기 액추에이터(190)는 파일럿 밸브(pilot valve), 및 제1 및/또는 제2 면 씨일(164, 166) 가까이에서 그리고 입구(120)로부터 제1 및 제2 면 씨일(164, 166)의 반대측에 볼륨(194)을 더 포함할 수 있다. 상기 파일럿 밸브는 상기 적어도 하나의 포트(192)를 통해 가압 가스(예를 들어, 공압 임펄스)를 상기 볼륨(194) 내부로 주입하도록 구성될 수 있으며, 이에 의해 밀봉 위치를 향해 바이어스되지 않도록 밀봉 위치에 있는 플러그(150)에 대한 순 힘을 변경한다. 특정 구현예들에서, 상기 볼륨(194)은 작고, 플러그(150)를 개방하기 위해 신속하게 가압되도록 구성된다.

[0031] 도 6a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 플러그(150)가 링 부분(155)과 제3 플러그 부분(196)(예를 들어, 립(lip))을 포함하는 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 6a는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 상기 제3 플러그 부분(196)은 파일럿 밸브로부터 (예를 들어, 반경방향 포트(192)를 통해) 가압 가스를 수용하고 플러그(150)를 개방하기 위해 신속하게 가압되도록 구성된 볼륨(194)을 적어도 부분적으로 경계짓는다. 도 6b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 플러그(150)가 피스톤 부분(153)을 포함하고, 볼륨(194)이 플로팅 씨일(200)의 가동부(204)에 의해 적어도 부분적으로 경계지어지고 제2 플러그 부분(156)에 의해 적어도 부분적으로 경계지어지는, 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 6b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)가 밀봉 위치에 있는 동안 가압 가스에 노출되는 플러그(150)의 면적은, 파일럿 압력이 볼륨(194) 내에 인가될 때 플러그(150)에 대한 순 힘이 플러그(150)를 밀봉 위치로부터 비-밀봉 위치를 향해 이동시키도록 제어된다.

[0032] 특정 구현예들에서, 도 6b에 도시된 바와 같이, 상기 밸브(100)는 (예를 들어, 가스 압력이 입구(120), 출구(130), 및 영역(140) 사이에서 균등화된 때 플러그(150)를 다시 밀봉하여 가스 압력이 더 이상 플러그(150)를 개방하도록 작용하지 않게 하도록 하기 위해) 플러그(150)와 기계적으로 연통하고 플러그(150)를 밀봉 위치로 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 (예를 들어, 실질적으로 원통형으로 감긴; 나선형의) 적어도 하나의 스프링(210)을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 밸브(100)의 개방 중에 플러그(150) 상의 압력 불균형에 의해 제압되었던(overpowered) 상기 적어도 하나의 스프링(21)은 상기 플러그(150)를 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176)에 다시 안착시킬 수 있다.

[0033] 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 입구(120)의 신속하게 개방되고, 상류 볼륨을 완전히 배출하기 위해 장시간 개방된 상태로 유지되도록 구성된다. 예를 들어, 상기 적어도 하나의 스프링(210)은 가압 가스가 입구(120)에 인가되기 전에(예를 들어, 밸브(100)가 개방된 후에 그리고 가압 가스가 입구(120)에 재도입되기 전에) 플러그(150)에 초기 예압력(initial preload force)을 인가하도록 구성된다. 예를 들어, 상기 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176)의 직경들은 스프링(210)에 의해 플러그(150)에 인가되는 초기 예압력이 가압 가스가 입구(120)에 재도입되기 전에 밀봉 위치에 플러그(150)를 유지하기에 충분한 힘보다 크지 않도록 구성될 수 있다. 상기 입구(120) 내에서 증가하는 압력은 플러그(150)에 대한 힘을 증가시키고, 스프링(210)과 가압 가스로부터의 결합된 힘은 적절한 크기의 예압력이 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176)에 인가될 정도로 충분하다. 상기 스프링(210) 단독으로는 밸브(100)를 밀봉할 필요가 없으며, 그래서 스프링(210)은 이에 따라 구성될 수 있다.

[0034] 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 플러그(150)의 모션의 범위의 끝을 향한 플러그(150)의 속도를 감소시키도록 구성된 제동 구조물(braking structure)을 더 포함한다. 예를 들어, 상기 플러그(150)는, 몸체(110)와 함께, 가스를 수용하고 플러그(150)가 밀봉 위치로부터 더 멀어지도록 이동함에 따라 더 작아지는 볼륨을 가지는 영역(220)을 적어도 부분적으로 경계짓도록 구성된 형상을 가질 수 있다. 상기 플러그(150)와 몸체(110)는 상기 영역(220) 내에 가압 가스의 일부를 포획 및 압축함으로써, 밀봉 위치로부터 멀어지는 플러그(150)의 이동을 제동시킬 수 있다.

[0035] 도 7a와 7b는 5a와 5b의 예시적인 플러그들(150)을 각각 개략적으로 도시하며, 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따라 상기 플러그(150)와 몸체(110)는 밀봉 위치로부터 멀어지는 플러그의 이동을 제동시키기 위해 압축 가스의 일부를 포획하고 압축하도록 구성된다. 도 7a와 7b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 도 7a에 도시된 바와 같이, 상기 피스톤 부분(153)은 외

측 치수(예를 들어, 외측 반경(R_o) 및/또는 외측 직경($2R_o$))를 포함하고, 상기 몸체(110)의 오리피스(112)는 내측 치수(예를 들어, 내측 반경(R_i) 및/또는 내측 직경($2R_i$))을 포함하며, 상기 외측 치수 및/또는 내측 치수는 길이방향 축(152)을 따라 변한다. 예를 들어, 상기 피스톤 부분(153)은 피스톤 부분(153)의 2개의 상이한 섹션들을 따라 제1 값(R_{o1}) 및 제2 값(R_{o2})을 가지는 단차진 외측 반경을 가질 수 있다. 상기 플러그(150)가 밀봉 위치로부터 더 멀어지도록 (예를 들어, 도 5a의 구성으로부터 도 7a의 구성으로) 이동함에 따라, 제2 값(R_{o2})의 외측 반경을 가지는 피스톤 부분(153)의 섹션은 내측 반경(R_i)을 가지는 오리피스(112)로 들어가며, 제1 몸체 부분(116), 피스톤 부분(153), 및 제1 플러그 부분(154)은 영역(220) 내에 가스를 포획하고 플러그(150)가 밀봉 위치로부터 더 멀어지도록 계속 이동함에 따라 포획된 가스를 압축한다. 압축된 가스는 플러그(150)에 대한 제동력을 생성하며, 이는 플러그(150)의 이동에 대항한다.

[0036] 도 7b에 도시된 바와 같이, 상기 링 부분(155)은 내측 치수(예를 들어, 내측 반경(R_o) 및/또는 내측 직경($2R_o$))를 포함하고, 상기 몸체(110)의 오리피스(112)는 외측 치수(예를 들어, 외측 반경(R_i) 및/또는 외측 직경($2R_i$))를 포함하며, 상기 내측 치수 및/또는 외측 치수는 길이방향 축(152)을 따라 변한다. 상기 플러그(150)가 밀봉 위치로부터 더 멀어지도록 (예를 들어, 도 5b의 구성으로부터 도 7b의 구성으로) 이동함에 따라, 상기 영역(220)의 볼륨은 감소되고 영역(220) 내의 압축 가스는 플러그(150)에 제동력을 발생시킨다.

[0037] 특정 구현예들에서(예를 들어, 도 7a 및 7b), 상기 제동 구조물은 가스 브레이크로서 사용될 가스를 포획 및/또는 압축하기 위해 제1 플러그 부분(154)을 사용하는 반면, 다른 특정 구현예들에서는, 상기 제동 구조물은 가스 브레이크로서 사용될 가스를 포획 및/또는 압축하기 위해 제2 플러그 부분(156)을 사용한다. 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 플러그(150)의 추가적인 이동으로부터 임의의 잔류 운동 에너지를 흡수하도록 구성된 추가적인 댐퍼 요소(예를 들어, 스프링)를 포함한다.

[0038] 도 8a-8h는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른 예시적인 밸브(100)의 예시적인 작동 순서를 개략적으로 도시한다. 도 8a-8h는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 도 8a-8h의 예시적인 밸브(100)는 제1 플러그 부분(154), 링 부분(155), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함하는 플러그(150)를 포함한다(예를 들어, 도 2b, 5b, 6a, 및 7b 참조). 다른 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154), 피스톤 부분(153), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함한다(예를 들어, 도 2a, 4a, 5a, 6b, 및 7a 참조). 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)은 각각 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)과 함께 제1 면 씨일(164)과 제2 면 씨일(166)을 형성한다. 도 8a-8h의 예시적인 밸브(100)는 플러그(150)와 기계적으로 연통하는 스프링(210)을 더 포함한다.

[0039] 도 8a는 상기 플러그(150)가 밀봉 위치에 있는(예를 들어, 제1 플러그 부분(154)과 제1 몸체 부분(114)이 제1 면 씨일(164)을 형성하고, 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116)이 제2 면 씨일(166)을 형성하는) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 상기 입구(120)는 가압 가스를 받아들이며, 이 가압 가스는 제1 면 씨일(164)에 의해 출구(130)로 흐르는 것이 방지되고, 제2 면 씨일(166)에 의해 영역(140)으로 흐르는 것이 방지된다.

[0040] 도 8b는 플러그(150)가 밀봉 위치에 있지 않은(예를 들어, 제1 플러그 부분(154)은 제1 몸체 부분(114)으로부터 이격되고, 제2 플러그 부분(156)은 제2 몸체 부분(116)으로부터 이격된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 예를 들어, 상기 액추에이터(190)(도 8a-8g에는 미도시)는 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130)로 그리고 입구(120)로부터 영역(140)으로 흐를 수 있도록 플러그(150)를 밀봉 위치로부터 이동시킬 수 있으며, 및/또는 제1 및 제2 면 씨일들(164, 166)을 파괴할 수 있다.

[0041] 도 8c는 상기 플러그(150)가 도 8b에서보다 밀봉 위치로부터 더 멀리 이동된(예를 들어, 플러그(150)의 길이방향 축(152)을 따라 이동된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 8c에서, 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)은 각각 도 8b에서보다 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)로부터 더 멀리 떨어져 있고, 도 8c에서 입구(120)로부터 유출(130)로의 가압 가스의 흐름은 도 8b에서보다 더 크다. 가압 가스에 의해 플러그(150)에 가해지는 순 힘은 스프링(210)으로부터의 복원력보다 상당히 더 커서, 플러그(150)가 스프링(210)으로부터의 복원력에 대항하여 이동한다. 또한, 상기 영역(220)은 몸체(110)와 플러그(150)에 의해 적어도 부분적으로 경계지어지며, 가압 가스의 일부는 영역(220) 내에 있다.

[0042] 도 8d는 상기 플러그(150)가 도 8c에서보다 밀봉 위치로부터 더 멀리 이동된(예를 들어, 플러그(150)의 길이방향 축(152)을 따라 이동된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 8d에서, 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)은 각각 도 8c에서보다 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)로부터 더 멀리 떨어져 있고, 상기 몸체(110)와 플러그(150)는 영역(220)과 그 안에 수용된 가스를 완전히 경계짓는다. 도 8d에서,

플러그(150)가 스프링(210)으로부터의 복원력에 대항하여 계속 이동하는 동안, 영역(220) 내의 압축 가스로부터 플러그(150)에 가해지는 제동력은 길이방향 축(152)을 따라 밀봉 위치로부터 멀어지는 플러그(150)의 이동에 대항하기 시작한다.

[0043] 도 8e는 상기 플러그(150)가 도 8d에서보다 밀봉 위치로부터 더 멀리 이동된(예를 들어, 플러그(150)의 길이방향 축(152)을 따라 이동된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 8e에서, 상기 영역(220)은 도 8d에서보다 더 작은 볼륨을 가지고, 도 8e에서 상기 영역(220) 내의 압축 가스로부터의 제동력은 도 8d에서보다 더 크며, 길이방향 축(152)을 따른 플러그(150)의 이동을 중단시킨다. 도 8e에서, 상기 입구(120)와 출구(130) 내의 가압 가스는 실질적으로 평형을 이루어 입구(120)로부터 출구(130)로의 가스 흐름이 중단된다.

[0044] 도 8f는 상기 플러그(150)가 길이방향 축(150)을 따라 밀봉 위치를 향해 다시 이동된(예를 들어, 도 8b의 구성과 유사한 구성이 된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 폐쇄 액추에이터(closing actuator)(미도시)를 더 포함할 수 있으며, 상기 스프링(210)은 상기 폐쇄 액추에이터와 플러그(150) 사이에 끼워지고, 상기 폐쇄 액추에이터(예를 들어, 전자기 액추에이터; 압전 액추에이터; 자기 액추에이터; 기계적 플런저)는 스프링(210)과 플러그(150)를 밀봉 위치를 향해(예를 들어, 플러그(150)가 밀봉 위치에 또는 밀봉 위치 가까이에 있도록) 다시 제어 가능하게 이동시키도록 구성된다.

[0045] 도 8g는 상기 플러그(150)가 다시 밀봉 위치로 이동된(예를 들어, 도 8a에 도시된 바와 같이 재밀봉된) 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 8g에서, 가압 가스는 다시 입구(120)로 도입될 수 있으며, 가압 가스는 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)을 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)에 대해 각각 바이어스시켜 제1 및 제2 먼 씨일들(164, 166)을 형성할 수 있다.

[0046] 특정 구현예들에서, 안정적인 재-안착(re-seating)을 달성하기 위해, 상기 밸브(100)는 플러그(150)를 둘러싸는 더 큰 볼륨의 가스와 압력을 균등화하기 위해 제2 탄성 씨일(176)과 제2 플러그 부분(156) 사이에 가스를 위한 경로(212)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 8h는 제1 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 사이에 경로(212)(예를 들어, 갭(gap))를 포함하는 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시하며, 상기 경로(212)는 그렇지 않으면 제2 탄성 씨일(176)과 제2 플러그 부분(156) 사이의 영역(예를 들어, 도 8h에서 점선의 원으로 표시된 영역) 내에 갇힐 수 있는 가스가 상기 영역(140) 내의 가스와 평형을 이룰 수 있도록 구성된다. 다른 예를 들어, 상기 경로(212)는 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116) 사이의 슬라이딩 표면을 따라 하나 이상을 채널들(예를 들어, 홈; 구멍)을 포함할 수 있다.

[0047] 상기 밸브(100)가 플라즈마 압축 시스템의 구성요소인 특정 구현예들에서, 액체 라이너(liquid liner)가 리바운드하는 상기 시스템의 리바운드 회복 단계 중에, 출구(130) 내의 가스 중 일부는 밸브(100) 내부로 재압축된다. 이러한 특정 구현예들에서, (예를 들어, 출구(130) 또는 외부 볼륨 내의) 하류 압력이 (예를 들어, 입구(120) 또는 내부 볼륨 내의) 상류 압력보다 위로 상승함에 따라, 상기 플러그(150)는 개방되어 재압축된 가스가 상류 어큐뮬레이터(40) 내부로 재지향되도록 함으로써 재압축된 가스를 회수하도록 구성된다. 상기 액체 라이너가 진동하는(예를 들어, 추가적으로 리바운드)하는 특정 구현예들에서, 재압축된 가스 중 적어도 일부는 압력 완화 탱크(50) 내부로 재지향될 수 있다. 상류 압력과 하류 압력이 균등화된 때, 상기 적어도 하나의 스프링(210)은 플러그(150)를 재폐쇄할 수 있다. 이러한 방식으로, 상기 밸브(100)는 리바운드하는 액체 라이너가 가스를 상류 어큐뮬레이터(40) 및/또는 압력 완화 탱크(50) 내부로 다시 재압축하도록 구성될 수 있다.

[0048] 도 9a와 9b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 위치와 파괴 위치(cracked position)에 있는 플러그(150)를 포함하는 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 9a와 9b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 도 9a와 9b의 플러그(150)는 개방된 후방 캐비티 개념을 사용하여 하류 가스가 출구(130) 내부로 흘러서 출구(130)(예를 들어, 플러그(150)를 둘러싸는 외부 볼륨)를 가압할 수 있도록 구성된다. 가스 압력으로부터의 순 힘이 적어도 하나의 스프링(210)(도 9a와 9b에는 도시되지 않음)으로부터의 스프링력을 극복하도록, 상기 출구(130) 내의 압력이 입구(120) 내의 압력 위로 증가함에 따라, 상기 밸브(100)는 가스가 출구(130)로부터 입구(120) 내부로(예를 들어, 어큐뮬레이터(40) 내부로) 흐를 수 있도록 파괴되어 개방된다(플러그(150)가 도 9a에 도시된 위치로부터 도 9b에 도시된 위치로 이동한다).

[0049] 도 10a와 10b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 위치와 파괴 위치에 있는 플러그(150)를 포함하는 다른 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 10a와 10b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 도 10a와 10b의 플러그(150)는 폐쇄된 후방 캐비티 개념을 사용하여 하류 가스가 출구(130) 내부로 흘러서 출구(130)(예를 들어, 플러그(150)

를 둘러싸는 외부 볼륨)를 가압할 수 있도록 구성된다. 도 10a와 10b의 예시적인 밸브(100)는 플러그(150)가 밀봉 위치에 있는 동안 하류의 역류 가스 흐름이 플러그(150) 뒤(플러그(150)의 우측)의 캐비티로 유입되는 것을 방지하도록 구성된 제3 탄성 씨일(214)을 포함한다. 상기 플러그(150)가 파괴 위치에 있을 때, 가스는 플러그(150)를 지나서 이동할 수 있으며 플러그(150) 주위의 압력을 균등화하여, 플러그(150)가 밀봉 위치로 다시 이동될 수 있도록 한다. 상기 제3 탄성 씨일(214)은 균등한 하류 압력이, 도 9a와 9b의 예시적인 밸브(100)와 비교할 때, 플러그(150)에 더 큰 힘을 생성하도록 허용한다. 특정 구현예들에서, 도 10a와 10b의 예시적인 밸브(100)는 하류 압력에 대해 증가된 감도를 제공하고 예시적인 밸브(100)가 더 많은 가스를 어큐뮬레이터(40)로 다시 회수할 수 있도록 한다.

[0050] 도 11a-11e는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 적어도 하나의 배기 포트(vent port)(230)를 포함하는 다른 예시적인 밸브(100)의 예시적인 작동 순서의 일부를 개략적으로 도시한다. 도 11a-11e는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 특정 구현예들에서, 도 11a-11e에 도시된 바와 같이, 상기 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154), 링 부분(155), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함하지만, 다른 특정 구현예들에서, 상기 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154), 피스톤 부분(153), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함한다. 제1 구성(예를 들어, 밀봉 위치; 도 11a 참조)에서, 상기 제1 및 제2 플러그 부분들(154, 156)은 제1 및 제2 몸체 부분들(114, 116)과 각각 제1 면 씨일(164)과 제2 면 씨일(166)을 형성하여, 가압 가스가 입구(120)로부터 적어도 하나의 배기 포트(230)로 흐르는 것을 방지한다. 상기 제1 구성과 상이한 제2 구성(예를 들어, 제1 비-밀봉 위치; 도 11b-11d 참조)에서, 상기 플러그(150)는 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130)로 흐르도록 허용하고, 가압 가스가 적어도 하나의 배기 포트(230)로 흐르는 것을 방지한다. 상기 제1 구성 및 제2 구성과 상이한 제3 구성(예를 들어, 제2 비-밀봉 위치; 도 11e 참조)에서, 상기 플러그(150)는 가압 가스가 출구(130)로부터 적어도 하나의 배기 포트(230)로 흐르도록 허용한다. 특정 구현예들에서, 상기 예시적인 밸브(100)는 예시적인 밸브(100)를 개방한 후에 출구(130)로부터 입구(120)에 도달하는 과도한 하류 압력을 배기시키도록 구성된다.

[0051] 도 11a는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 상기 플러그(150)가 밀봉 위치(예를 들어, 제1 구성에 대응됨)에 있는 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 상기 제1 플러그 부분(154)과 제1 몸체 부분(114)은 제1 면 씨일(164)을 형성하고, 상기 제2 플러그 부분(156)과 제2 몸체 부분(116)은 제2 면 씨일(166)을 형성한다. 상기 입구(120)는 가압 가스를 받아들이며, 이 가압 가스는 제1 면 씨일(164)에 의해 출구(130)로 흐르는 것이 방지되고, 제2 면 씨일(166)에 의해 영역(140)으로 흐르는 것이 방지된다.

[0052] 도 11b-11d는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 상기 플러그(150)가 다양한 제1 비-밀봉 위치들(예를 들어, 제2 구성에 대응됨)에 있는 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도들을 개략적으로 도시한다. 도 11b와 11c에서, 상기 밸브(100)는 완전히 개방되어(예를 들어, 제1 플러그 부분(154)은 제1 몸체 부분(114)으로부터 이격되고 제2 플러그 부분(156)은 제2 몸체 부분(116)으로부터 이격됨) 입구(120)로부터 출구(130)로의 플러그(150)와 몸체(110) 사이의 가스 흐름 경로가 실질적으로 제한되지 않는다. 도 11d에서, 상기 밸브(100)는 개방되지만, 입구(120)로부터 출구(130)로의 플러그(150)와 몸체(110) 사이의 (예를 들어, 영역(232) 내의) 가스 흐름 경로는 실질적으로 제한된다. 예를 들어, 제한된 가스 흐름 경로는 입구(120)로부터 출구(130)로의 가스의 흐름을 감소시키도록 구성될 수 있다.

[0053] 도 11e는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 상기 플러그(150)가 제2 비-밀봉 위치(예를 들어, 제3 구성에 대응됨)에 있는 상태의 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 11e에서, 상기 플러그(150)는 입구(120)가 더 이상 출구(130)와 유체 연통되지 않고 출구(130)는 적어도 하나의 배기 포트(230)와 유체 연통되도록 위치한다. 예를 들어, 상기 출구(130)로부터의 가스의 역류는 적어도 하나의 배기 포트(230)로(예를 들어, 압력 완화 탱크(50)로) 흐를 수 있다.

[0054] 도 12a-12d는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 적어도 3개의 구성들 사이에서 제어 가능하게 조절되도록 구성된 플러그 조립체(240)는 또 다른 예시적인 밸브(100)의 예시적인 작동 순서의 일부를 개략적으로 도시한다. 도 12a-12d는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 특정 구현예들에서, 상기 플러그 조립체(240)는 플러그(150)(예를 들어, 구동 플러그; 구동 밸브(60)의 일부) 및 제2 플러그(250)(예를 들어, 리바운드 플러그; 리바운드 밸브(70)의 일부)를 포함하며, 상기 플러그(150)와 제2 플러그(250)는 둘 다 출구(130)에 연결되고 서로 독립적이고 병렬로 작동된다. 상기 밸브(100) 내의 축방향 구멍들(미도시)은 출구(130)로부터 배기 출구(vent outlet)(260)(예를 들어, 미국 특허 제 8,336,849호 참조)로 배기 흐름을 허용할 수 있다. 특정 구현예들에서, 도 12a-12d에 도시된 바와 같이, 상기 제1 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154), 링 부분(155), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함하지만, 다른 특정 구

현예들에서, 상기 플러그(150)는 제1 플러그 부분(154), 피스톤 부분(153), 및 제2 플러그 부분(156)을 포함한다. 도 12a-12d의 예시적인 밸브(100)는 가압 가스를 받아들이도록 구성된 입구(120), 상기 입구(120)로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 출구(130), 및 상기 출구(130)로부터 가압 가스를 받아들이도록 구성된 배기 출구(260)를 더 포함한다.

[0055] 도 12a-12d에 개략적으로 도시된 바와 같이, 실질적으로 링 형상의 플러그(150)는 상기 밸브(100)의 실질적으로 원통형의 몸체 부분(270)을 둘러싸고, 상기 몸체 부분(270)은 길이방향 축(272)(예를 들어, 플러그(150)의 길이방향 축(152)에 실질적으로 평행하고 및/또는 공통 직선임)을 가지며, 상기 플러그(270)는 길이방향 축(272)을 따라 적어도 제1 위치와 제2 위치 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된다. 상기 제2 플러그(250)는 실질적으로 링-형상이고 상기 밸브(100)의 실질적으로 원통형의 몸체 부분(270)을 둘러싸며, 상기 제2 플러그(150)는 길이방향 (272)을 따라 적어도 제3 위치와 제4 위치 사이에서 제어 가능하게 이동되도록 구성된다.

[0056] 도 12a에서, 상기 플러그 조립체(240)가 제1 구성에 있도록, 상기 플러그(150)는 제1 위치(예를 들어, 밀봉 위치)에 있고, 상기 제2 플러그(250)는 제3 위치에 있다. 상기 플러그 조립체(240)가 제1 구성에 있는 동안, 상기 입구(120)는 가압 가스에 노출될 수 있고(예를 들어, 어큐물레이터(40)는 가압 가스로 채워질 수 있고), 상기 플러그(150)는 입구(120) 내의 가압 가스가 출구(130)로 흐르는 것을 방지한다. 도 12b에서, 상기 플러그 조립체(240)가 제2 구성에 있도록, 상기 플러그(150)는 제2 위치(예를 들어, 비-밀봉 위치)에 있고, 상기 제2 플러그(250)는 제3 위치에 있다. 상기 플러그 조립체(240)가 제2 구성에 있는 동안, 가압 가스는 입구(120)로부터 출구(130)로 배출된다(예를 들어, 흐른다). 특정 구현예들에서, 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130)로 배출된 후, 상기 플러그(150)는 연속적인 가압을 방지하기 위해 제1 위치(예를 들어, 도 12a와 유사하게 보이지만 밸브(100)의 작동 사이클의 상이한 단계인 도 12c 참조)로 복귀될 수 있으나, 다른 특정 구현예들에서는, 가압 가스가 입구(120)로부터 출구(130)로 배출된 후, 상기 플러그(150)는 제2 위치에 남아 있거나 제1 위치와 제2 위치 사이의 중간 위치에 있다. 도 12d에서, 상기 플러그 조립체(240)가 제3 구성에 있도록, 상기 제2 플러그(250)는 제4 위치에 있다. 상기 플러그 조립체(240)가 제3 구성에 있는 동안, 상기 출구(130)는 가압 가스가 출구(130)로부터 배기 출구(260)로(예를 들어, 압력 완화 탱크(50)로)로 배출되도록(예를 들어, 흐르도록) (예를 들어, 도 12d의 단면도에 도시되지 않은 구멍들을 통해) 배기 출구(260)와 유체 연통된다.

[0057] 가압 가스가 출구(130)로부터 배기 출구(260)로 배출된 후, 상기 플러그 조립체(240)는 제1 구성으로 복귀될 수 있다. 예를 들어, 상기 플러그 조립체(240)는 가압 가스가 입구(120)에 인가되기 전에 플러그 조립체(240)를 제1 구성으로 제어 가능하게 이동시키도록 구성된 적어도 하나의 스프링을 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 스프링은 (예를 들어, 입구(120)에 가압 가스가 인가되기 전에) 상기 플러그(150)를 제2 위치로부터 제1 위치로 이동시킬 수 있으며, 및/또는 (예를 들어, 밸브(100)가 리셋될 수 있도록 배기 출구(260)를 폐쇄하기 위해) 상기 제2 플러그(250)를 제4 위치로부터 제3 위치로 이동시킬 수 있다.

[0058] 특정 구현예들에서, 상기 밸브(100)는 밸브(100)가 개방되는 것을 방지하도록(예를 들어, 플러그(150)가 제1 위치로부터 멀어지는 것을 물리적으로 방지하도록; 입구(120), 출구(130), 및/또는 배기 출구(260)를 가압 가스로부터 밀봉하도록) 구성된 안전 잠금 메커니즘(예를 들어, 밸브 잠금장치(85))을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 잠금 메커니즘은 움직임을 방지하도록 구성된 핀 또는 래칫(ratchet)/멈춤쇠(pawl)를 포함할 수 있다. 다른 예를 들어, 상기 잠금 메커니즘은 입구 또는 출구 중 임의의 것을 밀봉하기 위한 밸브(예를 들어, 미국 특허 제8,336,849호 참조)를 포함할 수 있다.

[0059] 특정 구현예들에서, 상기 출구(130)는 진공 압력(예를 들어, 10^{-6} torr 미만; 10^{-7} torr 미만)으로 펌핑되도록 구성되며, 및/또는 상기 상류 어큐물레이터(40)는 대략적인 진공 레벨(예를 들어, 10^{-3} torr 미만)로 펌핑될 수 있다. 다른 특정 구현예들에서, 작동들이 상기 어큐물레이터(40)가 가압될 것임을 지시할 때, 압력 차동을 감소시키기 위해 연속적인 씰 스테이지들(successive seal stages)이 사용될 수 있다. 예를 들어, 스테이지들은 독립적으로 펌핑되는 중간 볼륨들을 가지도록 상기 플러그(150)에 대해 밀봉될 수 있다. 안전 잠금 메커니즘을 가지는 특정 구현예들에서, 연속적인 씰 스테이지들은 플러그(150)와 안전 잠금 메커니즘 둘 다에 통합될 수 있으며, 플러그(150)와 안전 잠금 메커니즘 사이의 중간 볼륨은 씰 압력 차동을 감소시키도록 펌핑된다.

[0060] 도 13은 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 가스 브레이크(gas brake)(280)를 포함하는 예시적인 밸브(100)의 단면도를 개략적으로 도시한다. 도 13은 도 8f의 밸브(100)의 일부를 보여준다. 도 13은 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 상기 가스 브레이크(280)는 상기 제1 및 제2 탄성 씰들(174, 176)에 대한 플러그(150)의 충격 속도를 감소시키는데 사용될 수 있다(예를 들어, 감쇠된 폐쇄(damped closing)). 예를 들어, 상기 가스 브레이크(280)는 가스 포켓(pocket)이 포

획되는 작은 볼륨을 포함할 수 있으며, 밀봉 위치를 향해 이동하는 플러그(150)에 의한 압축으로부터의 상기 볼륨 내의 증가하는 가스 압력은 (예를 들어, 여기에서 설명된 바와 같이, 상기 밸브(100)의 개방 중의 제동과 유사한 방식으로) 플러그(150)의 모션을 느리게 한다.

[0061] 도 14a와 14b는 여기에서 설명되는 특정 구현예들에 따른, 각각 밀봉 구성과 파괴 구성에서, 독립형 플러그 구동 어큐뮬레이터(independent plug drive accumulator)(290)를 포함하는 예시적인 밸브(100)의 2개의 단면도들을 개략적으로 도시한다. 도 14a와 14b는 단면도이기 때문에 몸체(110), 플러그(150), 또는 다른 구성요소들의 모든 표면들을 보여주지는 않는다. 특정 구현예들에서, 도 14a와 14b의 예시적인 밸브(100)는, 플러그(150)가 (예를 들어, 밀봉된 위치에) 안착된 때 적어도 입구(120)와 출구(130)로부터 격리되는(예를 들어, 밀봉되는) 볼륨(294)(예를 들어, 영역(140))을 밀봉하도록 구성된 제3 탄성 씨일(292)을 포함한다. 상기 볼륨(294) 내의 가스 압력은 플러그(150)를 개방시키도록 작용할 수 있으며, 입구(120) 내의 가스 압력 및/또는 출구(130) 내의 가스 압력과 상이할 수 있다. 상기 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176)이 (예를 들어, 제1 및 제2 탄성 씨일들(174, 176)의 시트들로부터 분리됨으로써 개방되기 시작하는 플러그(150)에 의해) 파괴될 때, 가스는 볼륨(294), 입구(120), 및 출구(130) 사이에서 흐를 수 있다. 상기 볼륨(294) 내의 가스 압력의 독립적인 제어는 도 14a와 14b의 예시적인 빠른 개방 밸브(100)를 위한 플러그(150)의 모션을 더 잘 제어할 수 있게 한다.

[0062] 용이한 이해를 위해 특정 구현예들의 시스템들과 방법들을 설명하는 데 일반적으로 사용되는 용어들이 사용되지만, 이러한 용어들은 여기에서 광범위하고 합리적인 해석을 가지도록 사용된다. 본 발명의 다양한 양태들이 도시된 예들 및 구현예들과 관련하여 설명되지만, 개시된 예들과 구현예들은 제한적인 것으로 해석되어서는 안 된다. "can", "could", "might" 또는 "may"와 같은 조건부 언어는, 특별히 달리 명시되지 않거나 사용된 맥락 내에서 달리 이해되지 않는 한, 일반적으로 특정 구현예들은 특정 특징들, 요소들 및/또는 단계들을 포함하지만 다른 구현예들은 포함하지 않는다는 것을 전달하기 위한 것이다. 따라서, 이러한 조건부 언어는 일반적으로 특징들, 요소들 및/또는 단계들이 하나 이상의 구현예들을 위해 임의의 방식으로 요구된다거나 또는 하나 이상의 구현예들이, 사용자 입력 또는 프롬프팅(prompting)이 있든 없든, 임의의 특정 구현예에 이러한 특징들, 요소들 및/또는 단계들이 포함되거나 또는 수행되어야 하는지 여부를 결정하기 위한 로직을 필연적으로 포함한다는 것을 의미하지는 않는다. 특히, "포함하다" 및 "포함하는"이라는 용어들은 비-배타적인 방식으로 요소들, 구성요소들, 또는 단계들을 지칭하는 것으로 해석되어야 하며, 참조된 요소들, 구성요소들, 또는 단계들이 명시적으로 언급되지 않은 다른 요소들, 구성요소들, 또는 단계들과 함께 존재하거나, 사용되거나, 또는 결합될 수 있다는 것을 나타낸다.

[0063] 여기에서 개시된 구현예들은 상호 배타적이지 않으며 다양한 구성으로 서로 결합될 수 있음을 인식해야 한다. 또한, 개시된 방법들 및 장치들이 주로 플라스마 압축 시스템들의 맥락에서 설명되었지만, 여기에서 설명된 다양한 구현예들은 다양한 다른 적합한 장치들, 방법들, 및 맥락들에 통합될 수 있다. 보다 일반적으로, 인식할 수 있는 바와 같이, 여기에서 설명된 특정 구현예들은 빠른 개방, 작은 힘의 포켓 밸브를 가지는 것으로부터 이익을 얻을 수 있는 다양한 맥락들에서 사용될 수 있다.

[0064] 여기에서 사용되는 정도의 언어(language of degree), 예컨대, "대략적으로", "대략", "일반적으로" 및 "실질적으로"는 여전히 원하는 기능을 수행하거나 원하는 결과를 달성하는 명시된 값, 양 또는 특성에 가까운 값, 양 또는 특성을 나타낸다. 예를 들어, "대략적으로", "대략", "일반적으로" 및 "실질적으로"라는 용어들은 명시된 양의 $\pm 10\%$ 이내, $\pm 5\%$ 이내, $\pm 2\%$ 이내, $\pm 1\%$ 이내, 또는 $\pm 0.1\%$ 이내의 양을 지칭할 수 있다. 다른 예로서, "일반적으로 평행" 및 "실질적으로 평행"이라는 용어들은 정확한 평행으로부터 $\pm 10^\circ$, $\pm 5^\circ$, $\pm 2^\circ$, $\pm 1^\circ$ 또는 $\pm 0.1^\circ$ 벗어난 값, 양 또는 특성을 지칭하고, "일반적으로 수직" 및 "실질적으로 수직"이라는 용어들은 정확한 수직으로부터 $\pm 10^\circ$, $\pm 5^\circ$, $\pm 2^\circ$, $\pm 1^\circ$ 또는 $\pm 0.1^\circ$ 벗어난 값, 양 또는 특성을 지칭한다. 여기에서 개시된 범위들도 이들의 임의의 그리고 모든 중첩, 하위 범위들, 및 조합들을 포괄한다. "최대", "적어도", "보다 큰", "보다 작은", "사이" 등과 같은 언어는 언급된 숫자를 포함한다. 여기에서 사용되는 "a", "an" 및 "상기"의 의미는, 문맥이 명확하게 달리 지시하지 않는 한, 복수의 참조를 포함한다. 또한, 여기에서 사용되는 "in"의 의미는, 문맥이 명확하게 다르게 지시하지 않는 한, "into" 및 "on"을 포함한다.

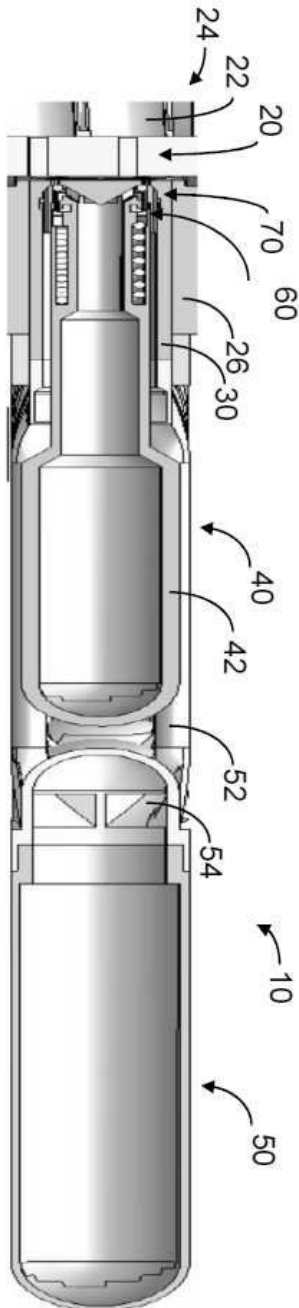
[0065] 상기 방법들과 시스템들은 여기에서 순서형 형용사로 표시된 요소들(예를 들어, 제1, 제2 등)과 관련하여 논의되지만, 순서형 형용사는 단지 하나의 요소를 다른 요소와(예를 들어, 하나의 신호를 다른 신호와 또는 하나의 회로를 다른 회로와) 구별하기 위한 표시(예를 들어, 다른 요소의 신호 또는 한 회로의 신호)로서 사용되며, 순서형 형용사는 이러한 요소들의 순서 또는 이들의 사용 순서를 나타내는 데 사용되지 않는다.

[0066] 여기에서 설명되고 청구된 발명은 여기에서 개시된 특징의 예시적인 구현예들에 의해 범위가 제한되지 않는 바,

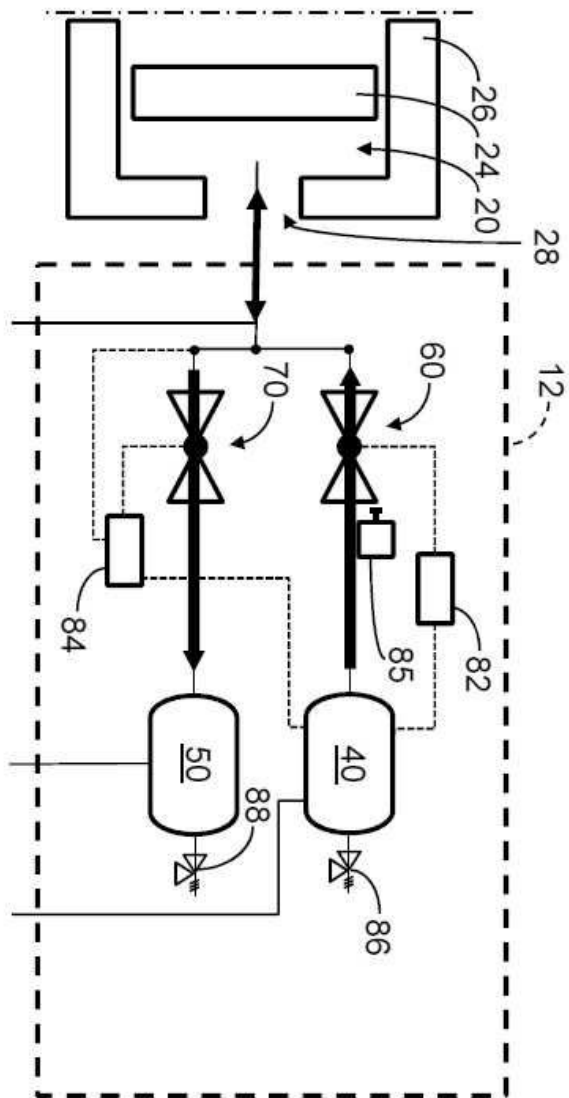
이러한 구현예들은 본 발명의 몇몇 양태들의 제한이 아니라 예시로서 의도되었기 때문이다. 임의의 동등한 구현예들은 본 발명의 범위 내에 있도록 의도된다. 실제로, 여기에서 도시되고 설명된 것들 외에도, 형태 및 세부 사항에서 본 발명의 다양한 수정들이 전술한 설명으로부터 당업자에게 명백해질 것이다. 이러한 수정들도 청구항들의 범위 내에 속하는 것으로 의도된다. 본 발명의 폭과 범위는 여기에서 설명된 예시적인 구현예들 중 임의의 것에 의해 제한되어서는 안 되며, 청구항들과 그 등가물들에 따라서만 정의되어야 한다.

도면

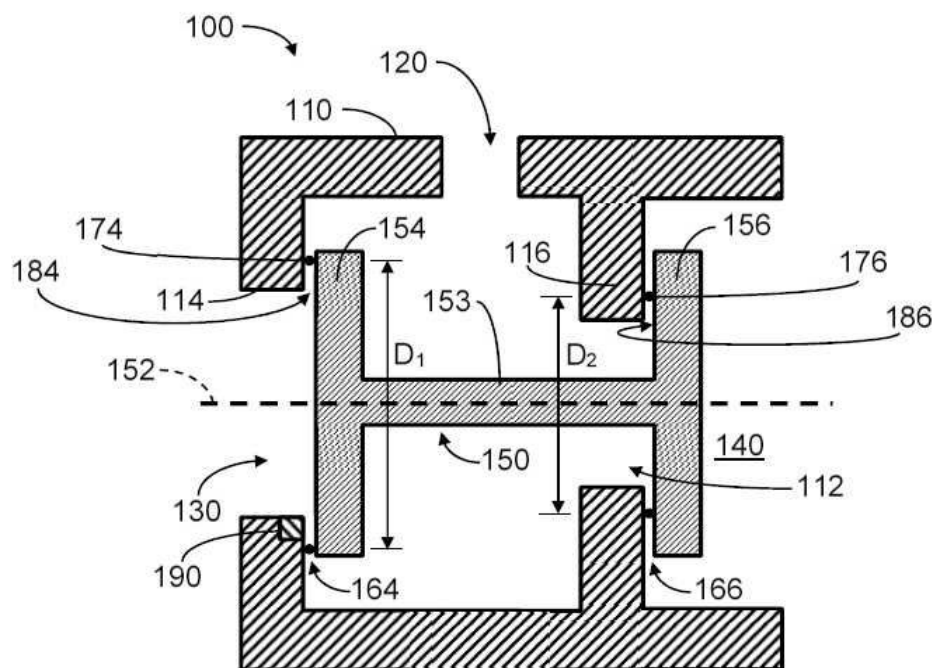
도면1a



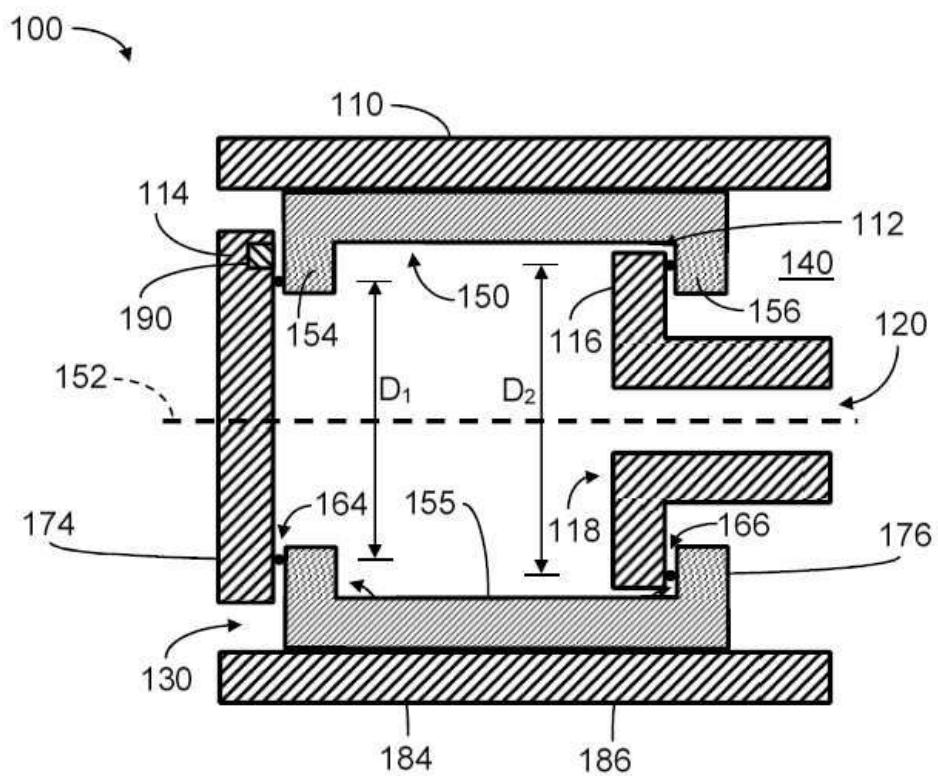
도면1b



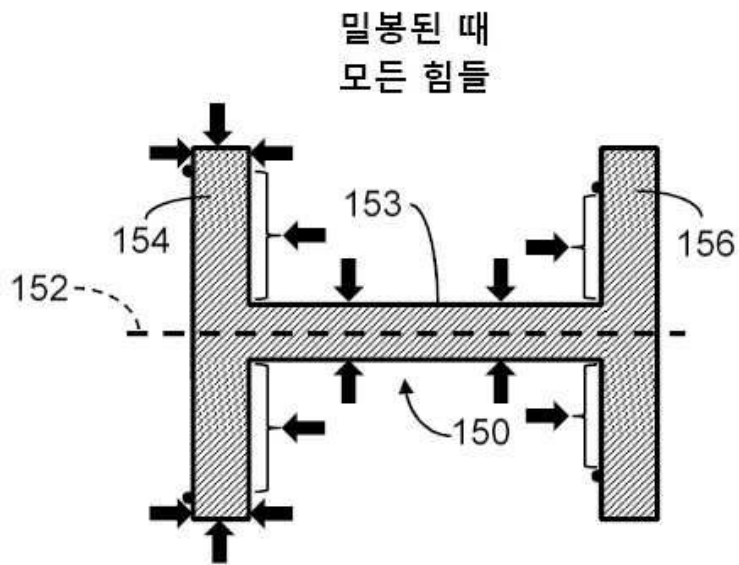
도면2a



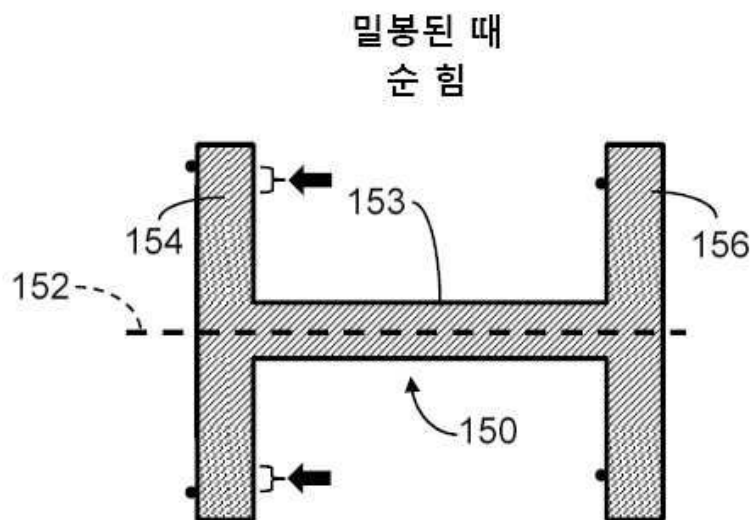
도면 2b



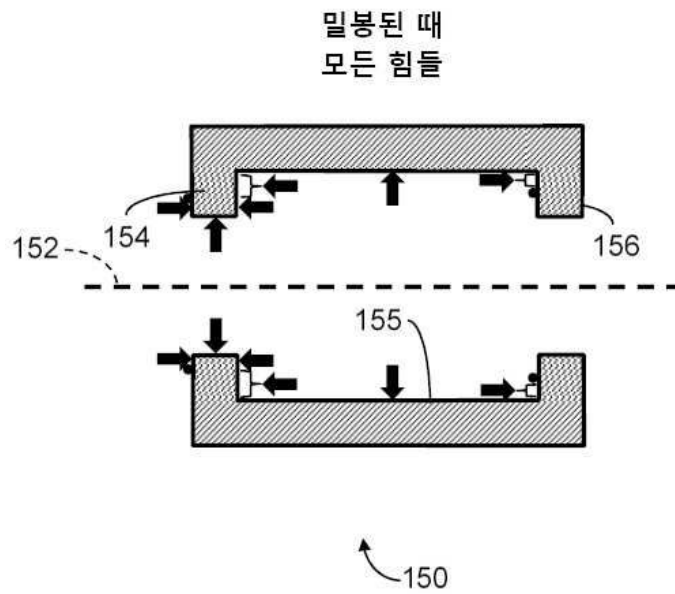
도면3a



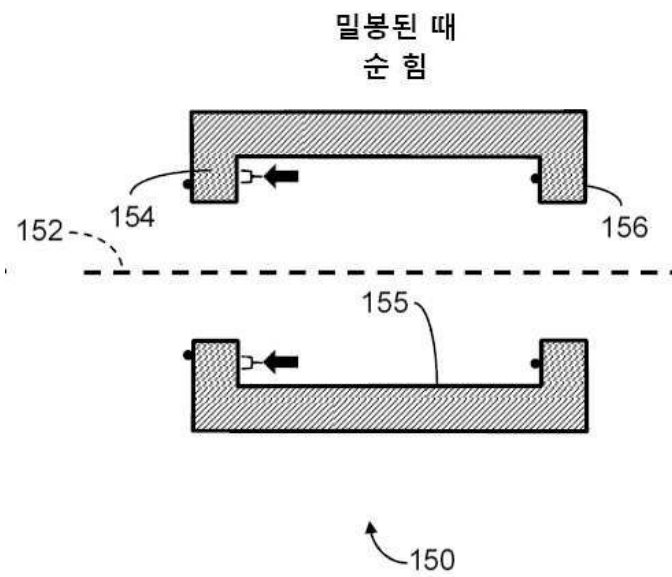
도면3b



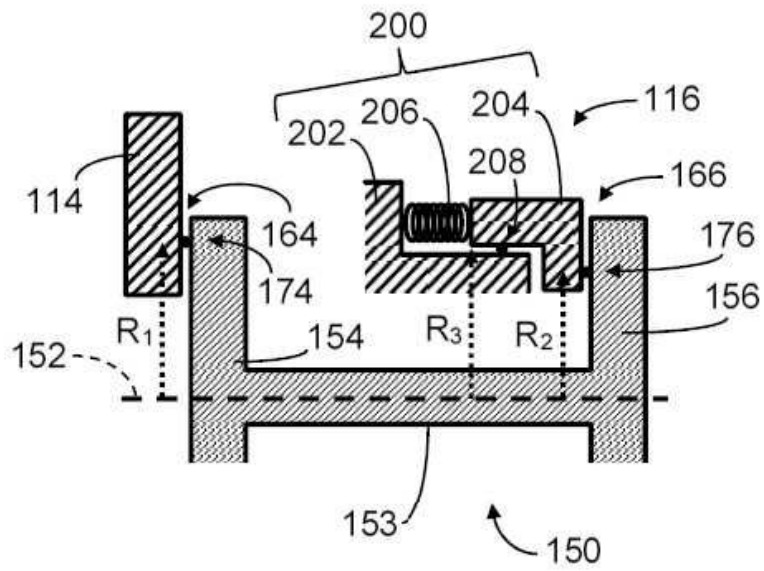
도면3c



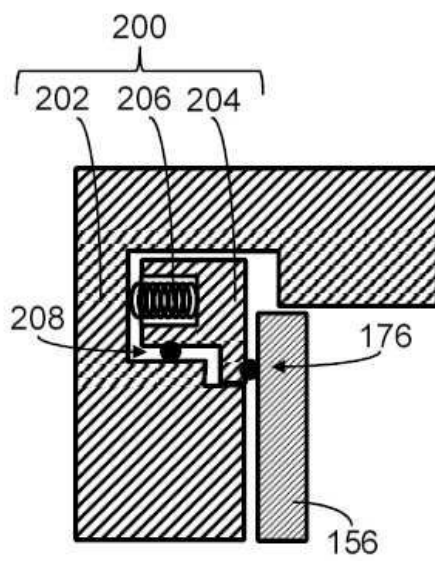
도면3d



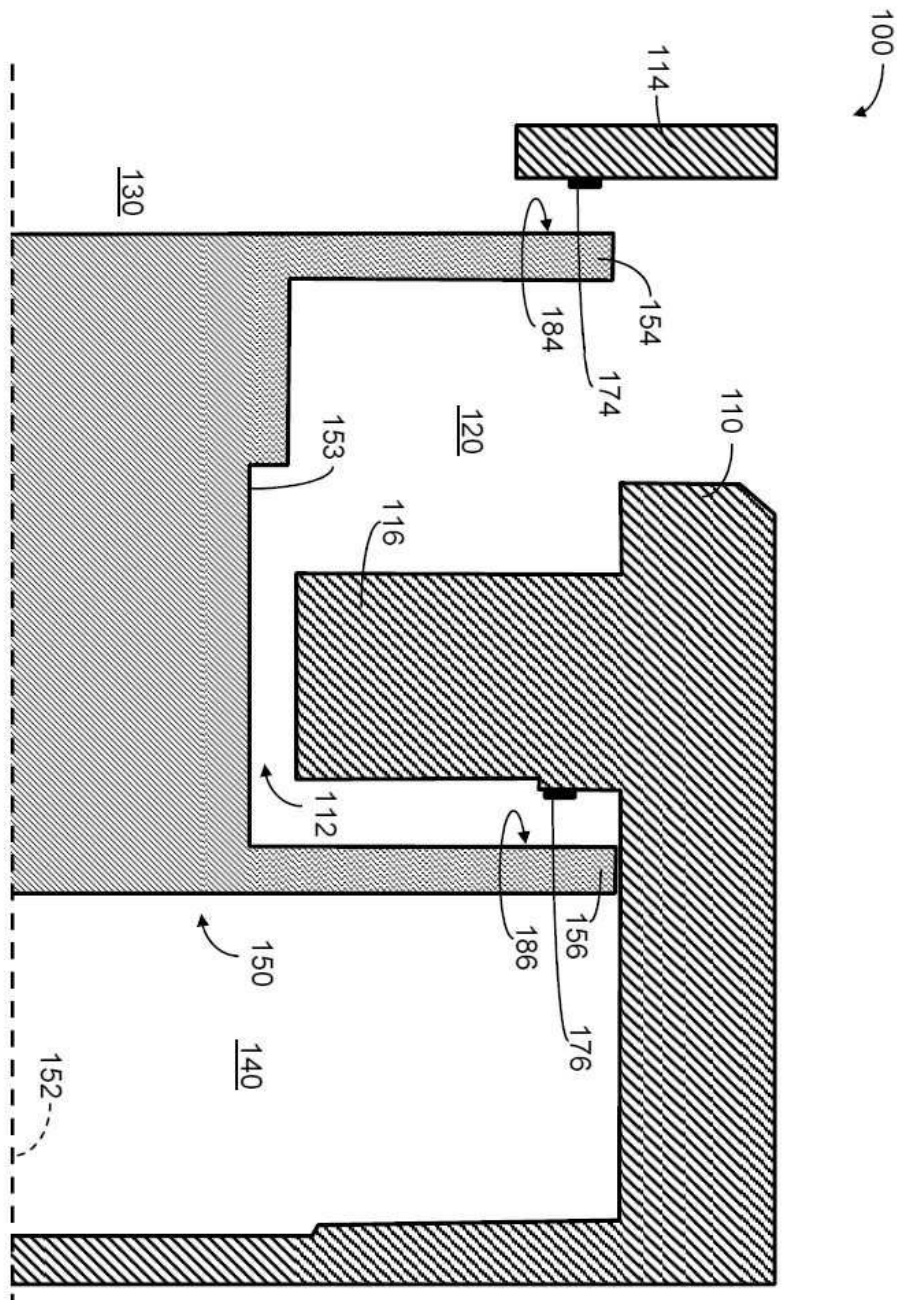
도면4a



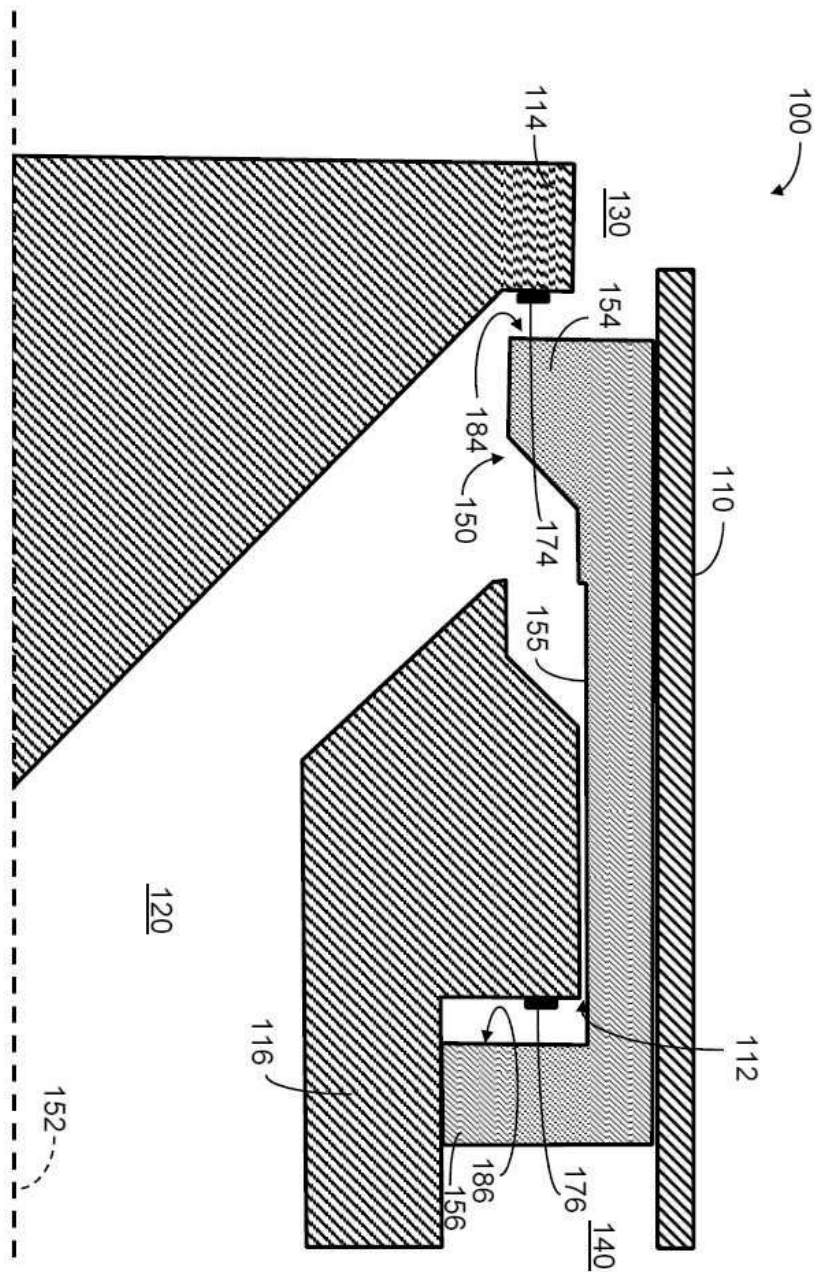
도면4b



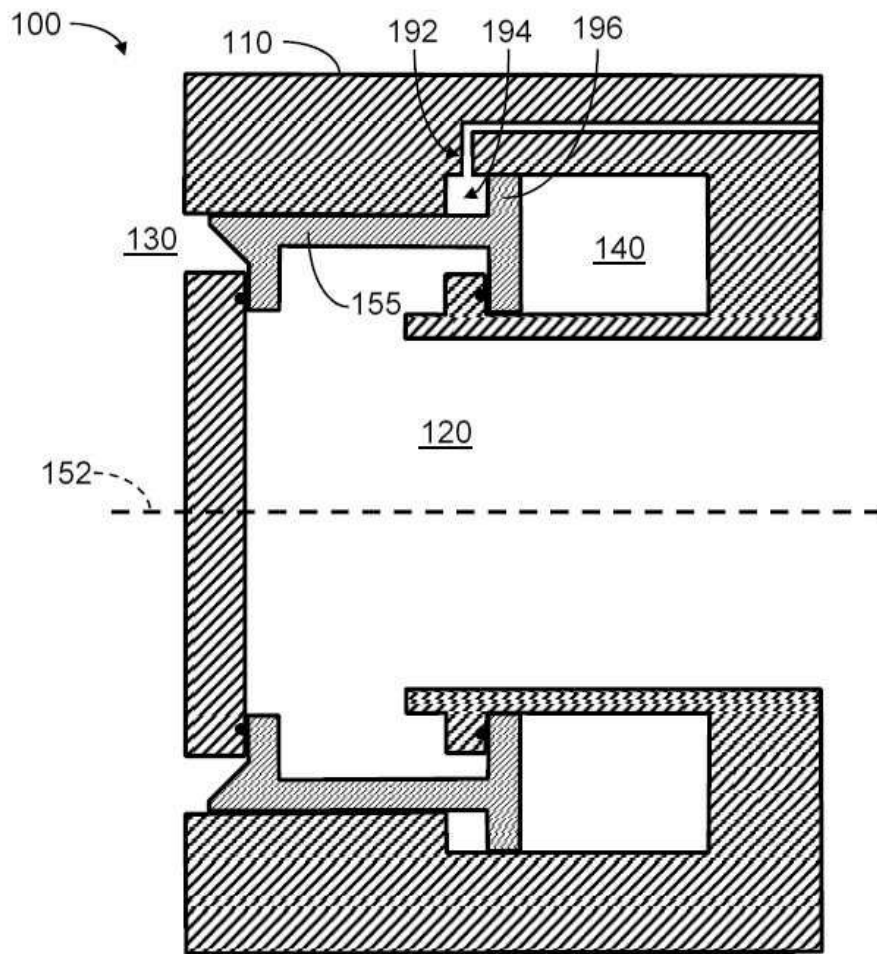
도면5a



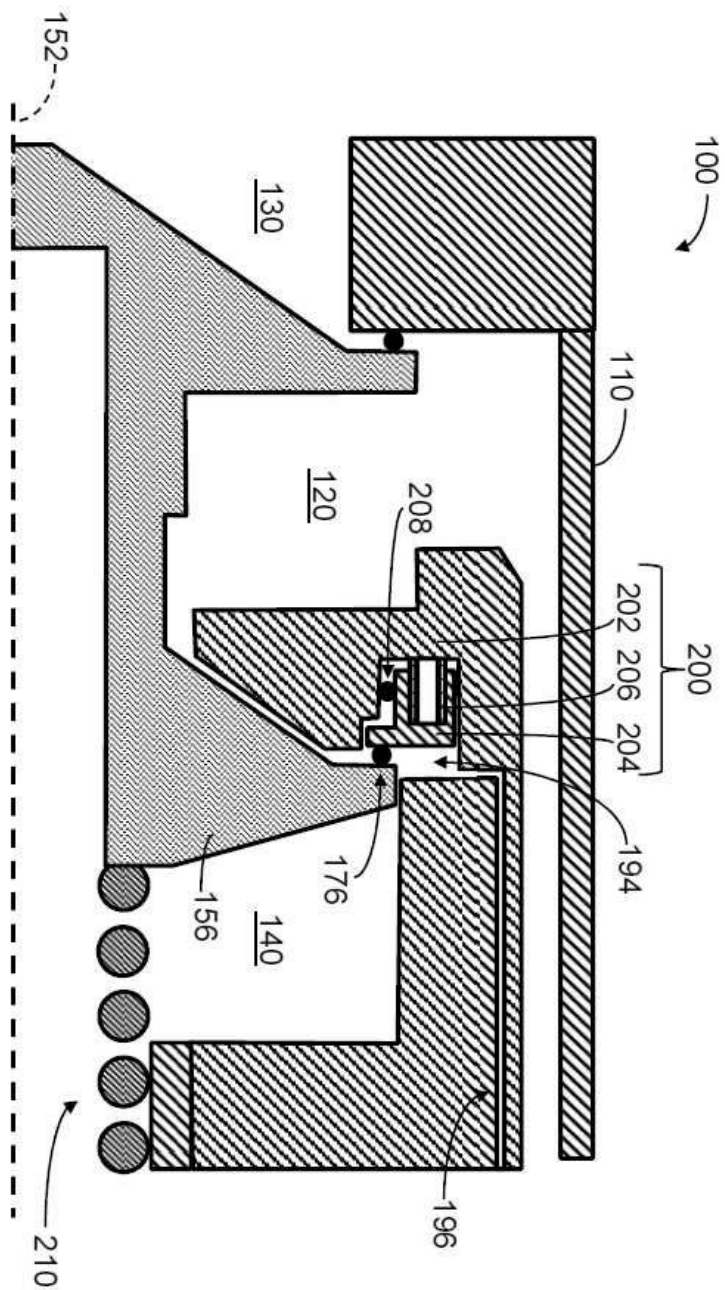
도면 5b



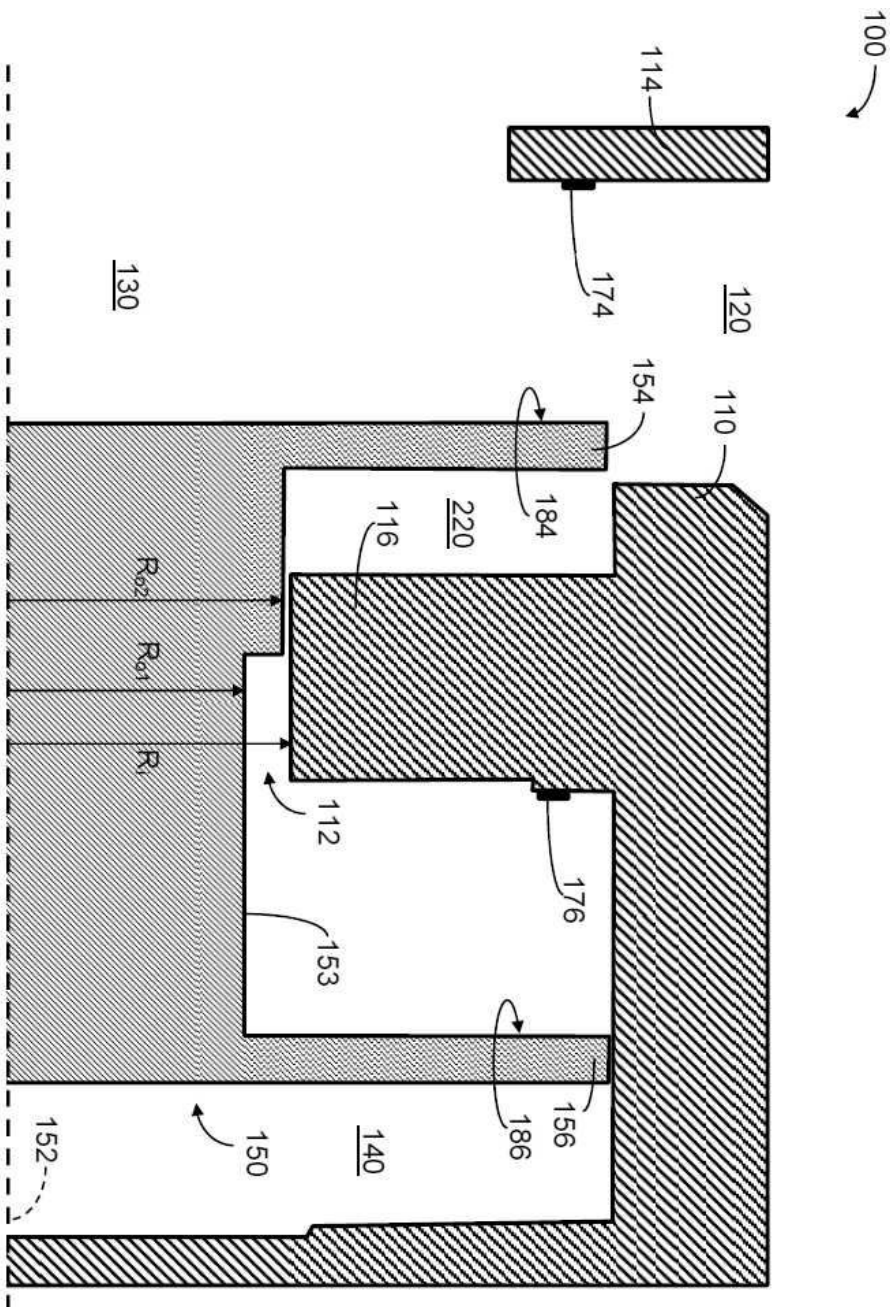
도면6a



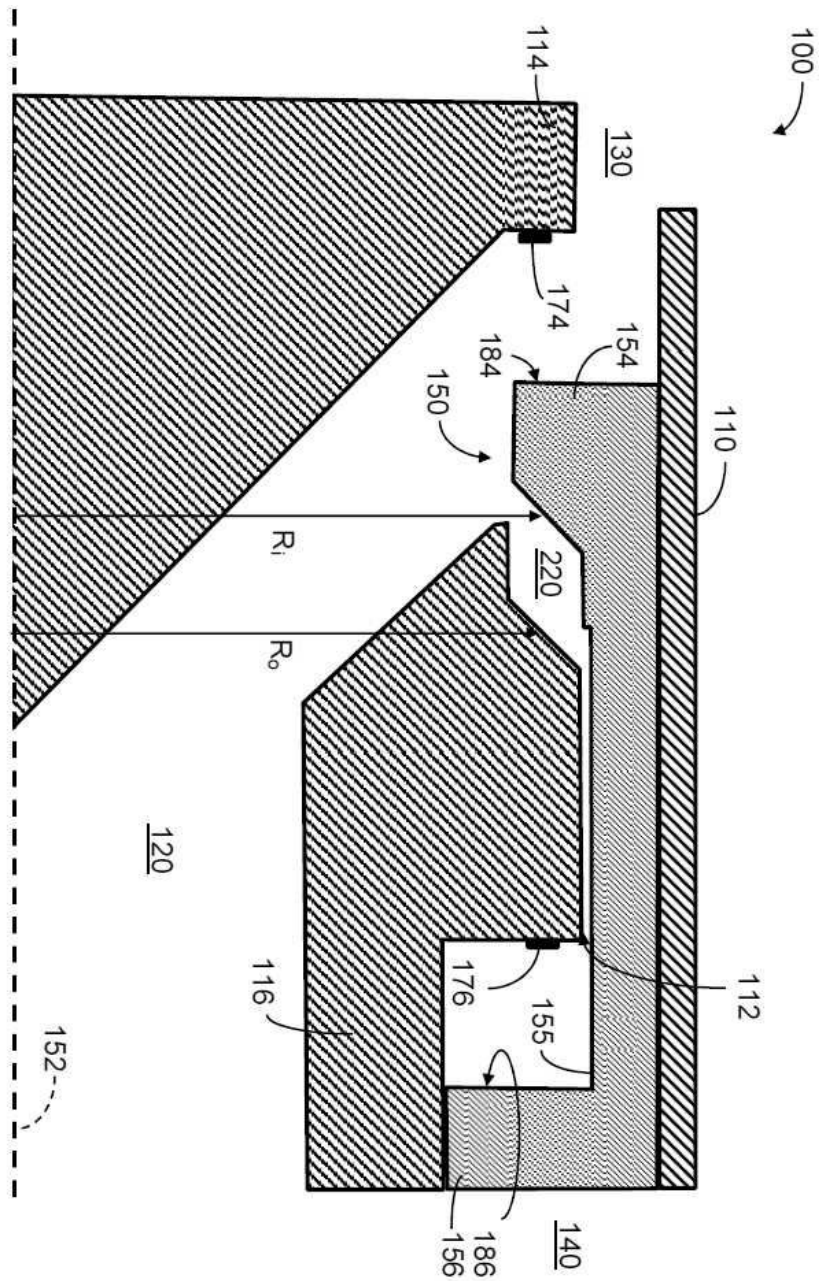
도면6b



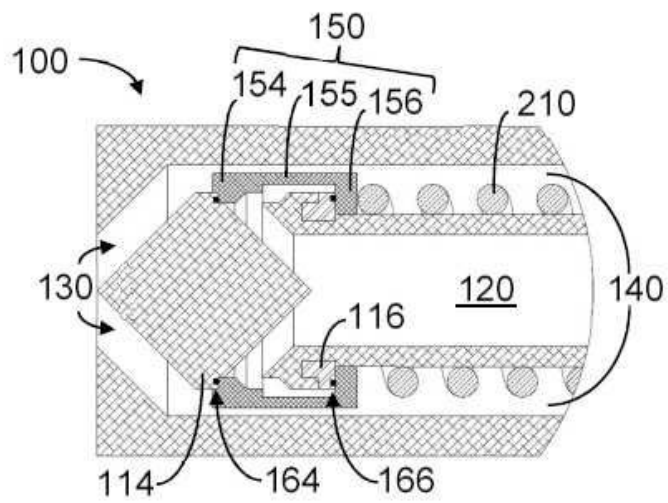
도면7a



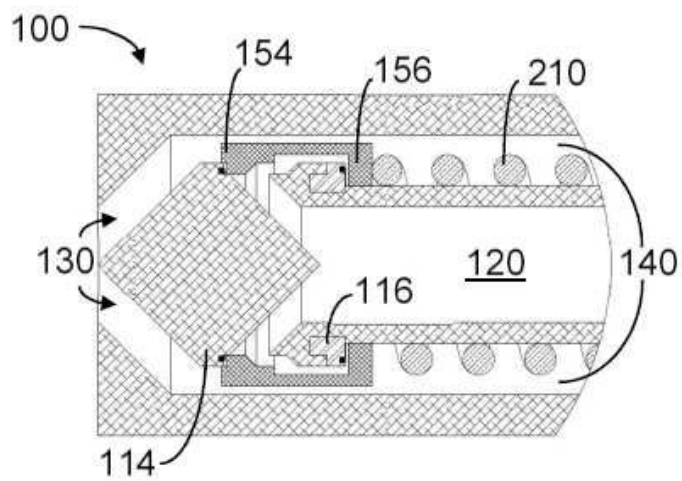
도면 7b



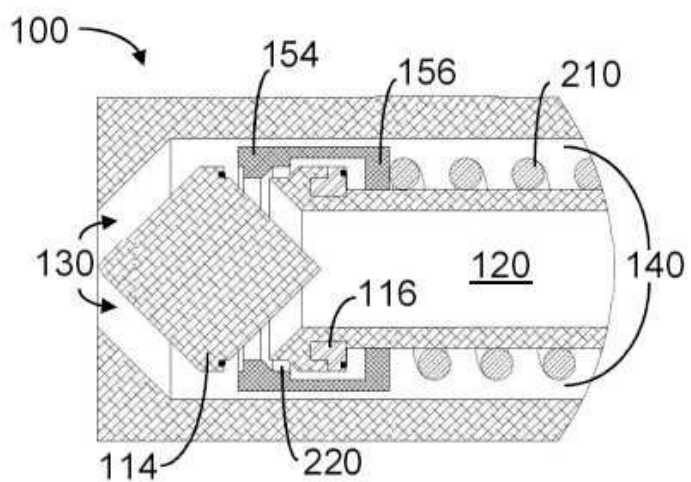
도면 8a



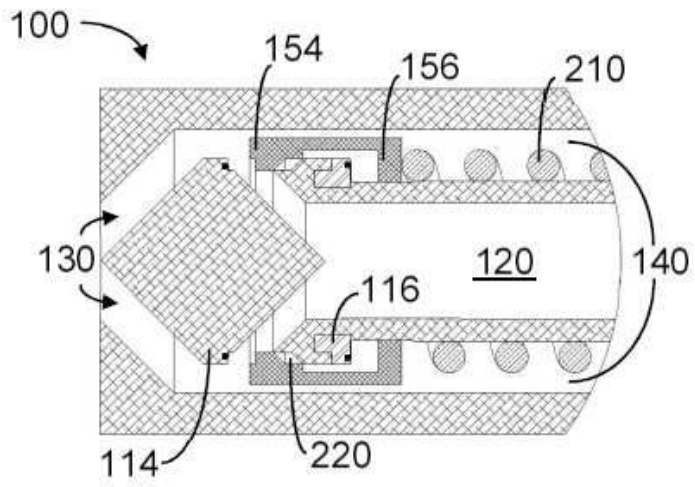
도면 8b



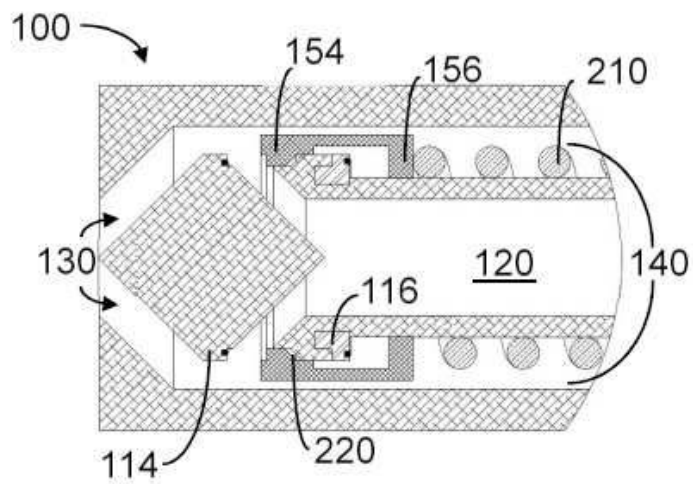
도면 8c



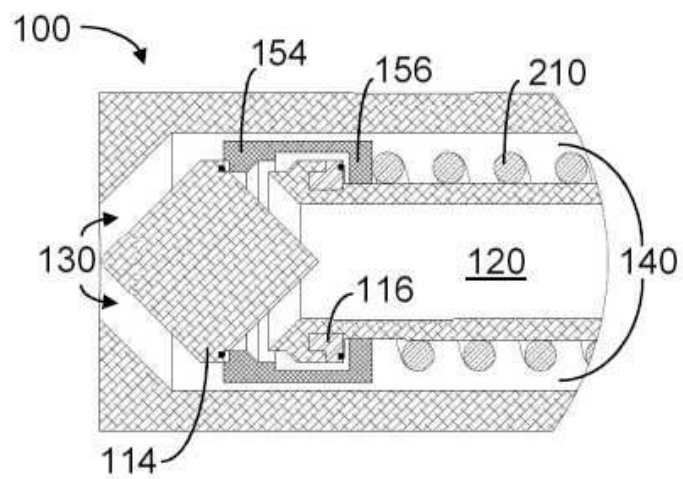
도면8d



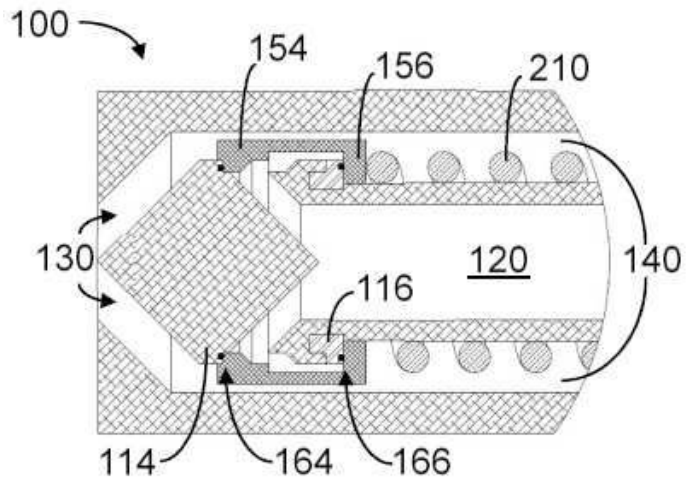
도면8e



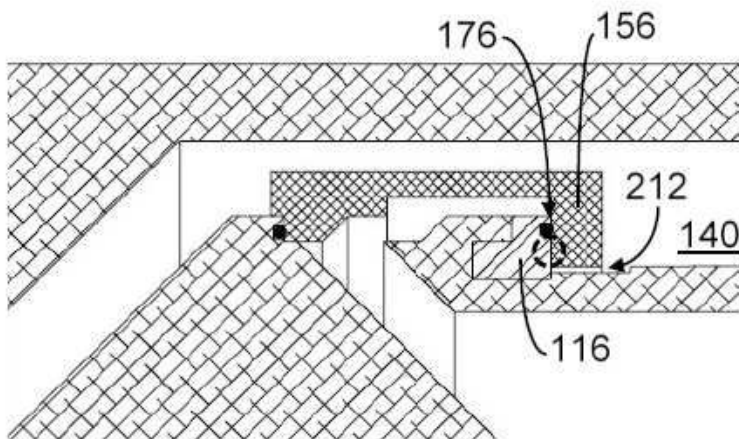
도면8f



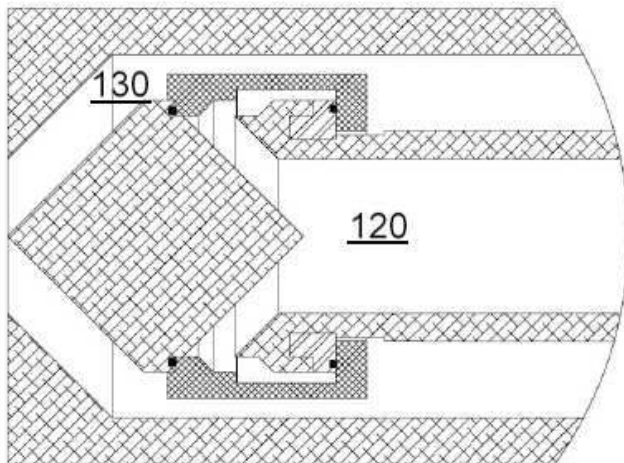
도면8g



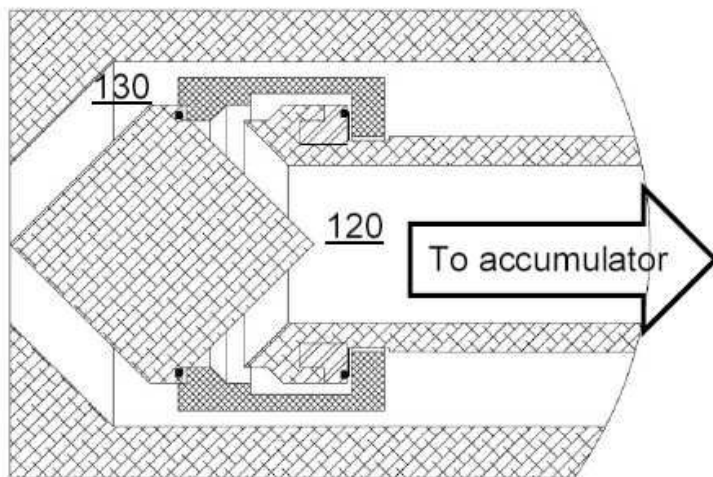
도면8h



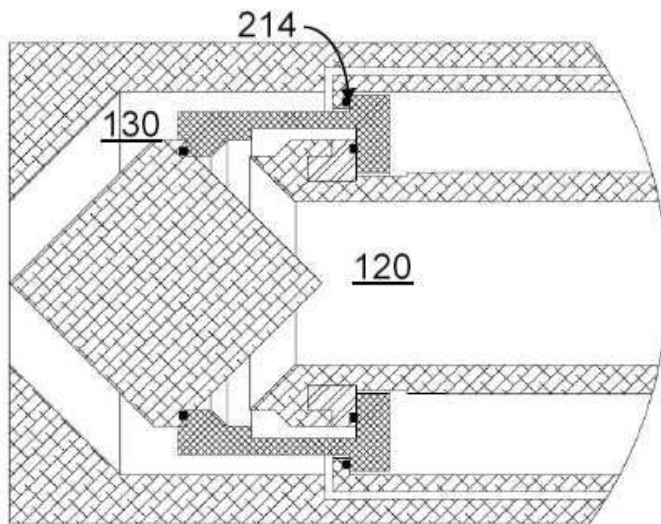
도면9a



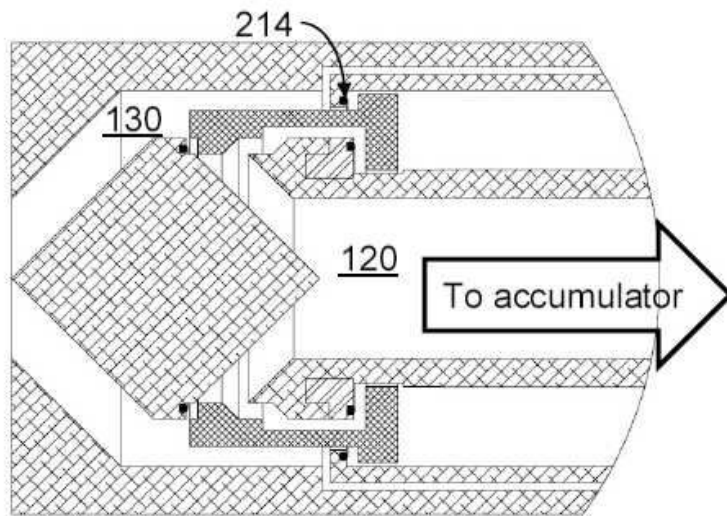
도면9b



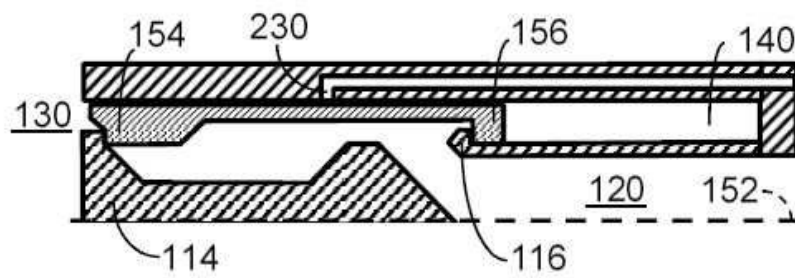
도면10a



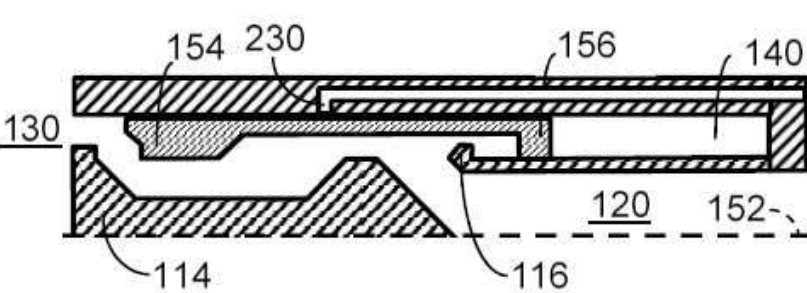
도면10b



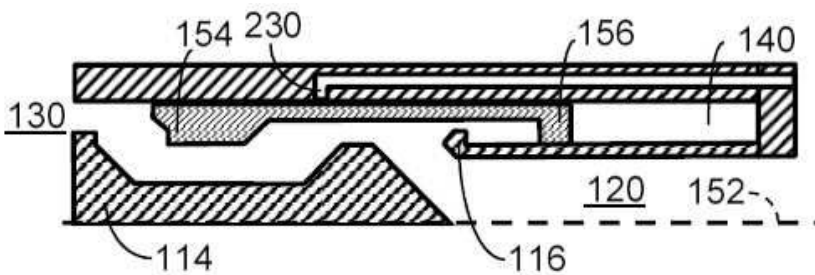
도면11a



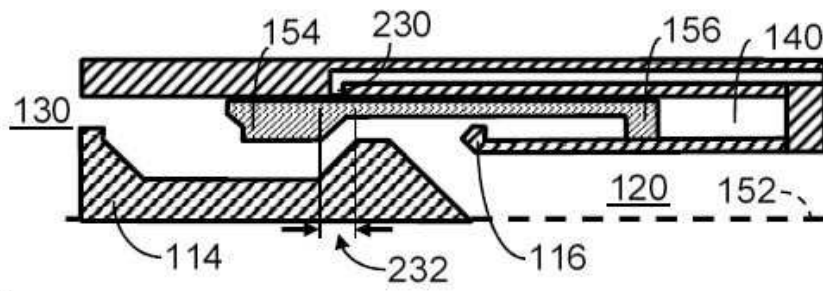
도면11b



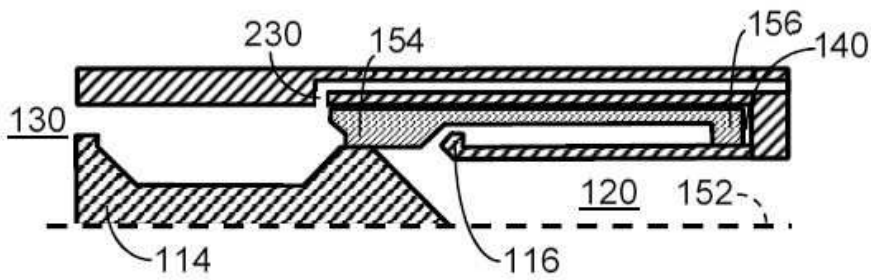
도면11c



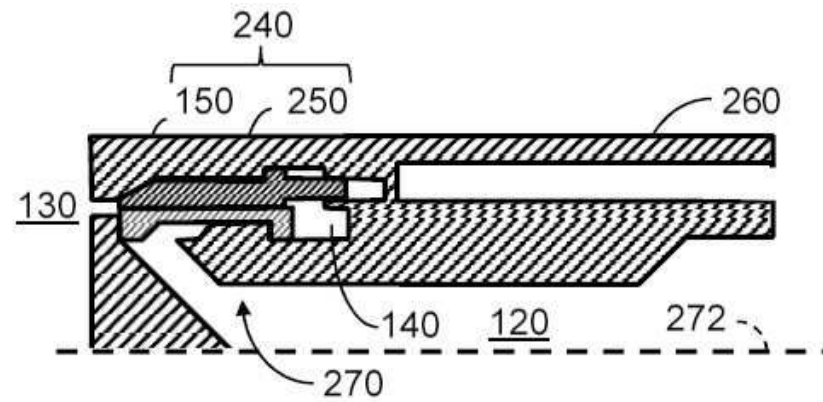
도면11d



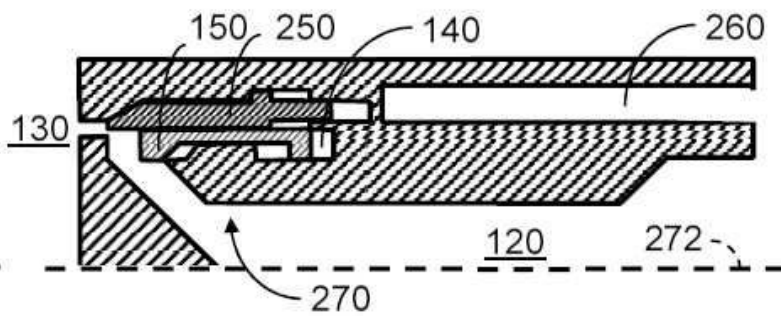
도면11e



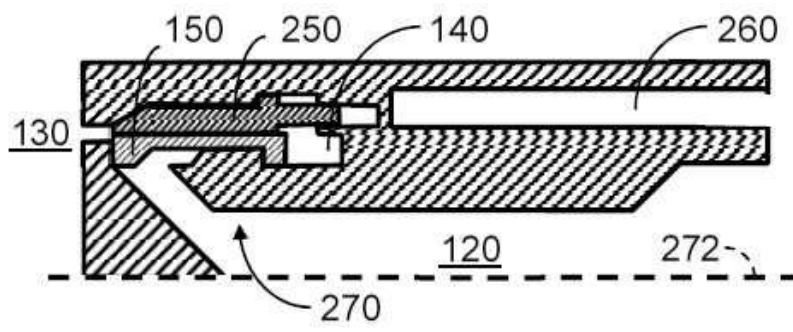
도면12a



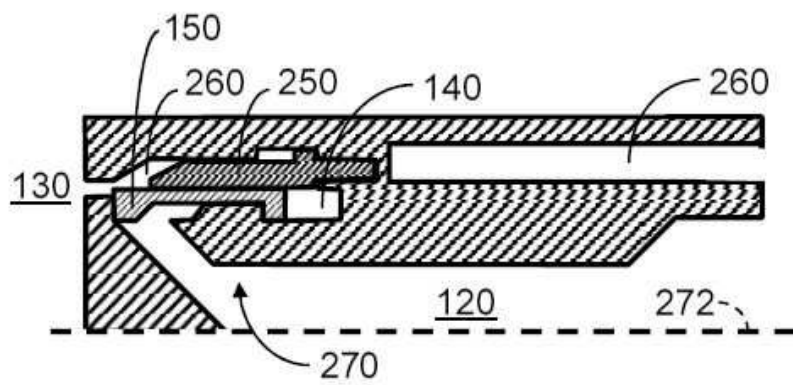
도면12b



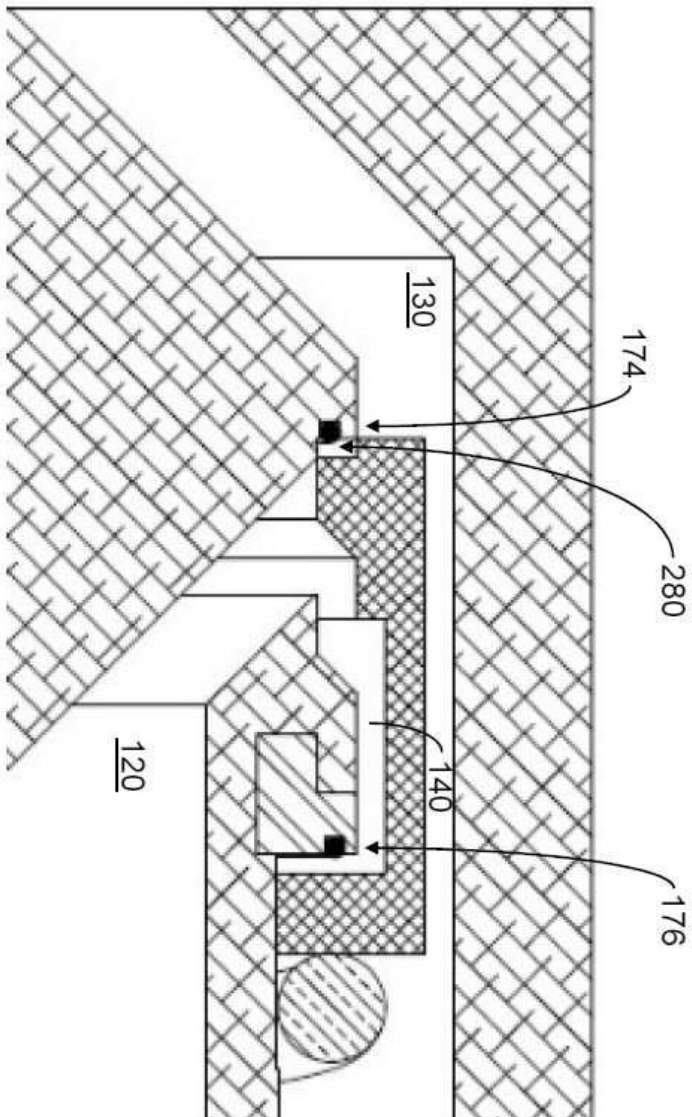
도면12c



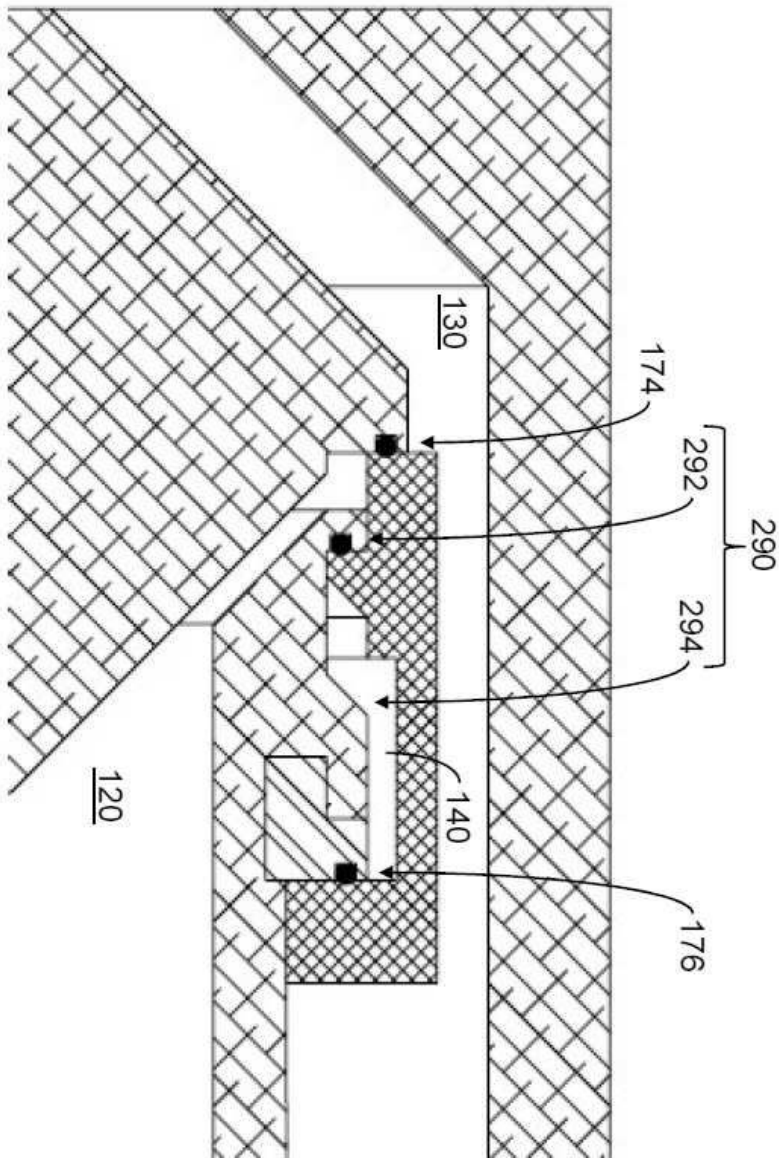
도면12d



도면 13



도면14a



도면14b

