



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월07일
(11) 등록번호 10-2359232
(24) 등록일자 2022년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02B 75/04 (2006.01) F02B 75/40 (2006.01)
F02F 3/00 (2021.01) F16F 1/04 (2006.01)
F16J 1/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02B 75/044 (2013.01)
F02B 75/40 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0099899
(22) 출원일자 2020년08월10일
심사청구일자 2020년08월10일
(56) 선행기술조사문헌
KR2019980045537 U*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산과학기술원
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50
(72) 발명자
박운영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
정무영
울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50 울산과
학기술원
(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 4 항

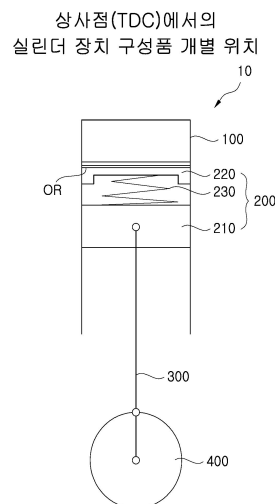
심사관 : 장기정

(54) 발명의 명칭 최대압력 저감을 위한 실린더 장치

(57) 요약

본 발명은 최대압력 저감을 위한 실린더 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 측면에 따르면, 일 방향으로 연장되고 내부에서 연료가 폭발할 수 있는 내부공간이 구비된 실린더; 상기 실린더의 내부공간에서 상기 실린더가 연장하는 방향을 따라 왕복 이동하도록 구성되는 피스톤; 소정의 길이를 가지며, 일단이 상기 피스톤에 연결된 커넥팅로드; 및 상기 커넥팅로드의 타단에 연결되며, 상기 피스톤의 이동에 따라 회전하는 크랭크축을 포함하고, 상기 피스톤은, 상기 커넥팅로드가 타 측에 배치되고, 상기 커넥팅로드에 연결된 제1 피스톤 헤드; 상기 제1 피스톤 헤드의 일 측에 배치되며, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임에 따라 상기 실린더 내부에서 이동하는 제2 피스톤 헤드; 및 상기 제1 피스톤 헤드와 상기 제2 피스톤 헤드사이에서 탄성력을 제공하는 탄성부재를 포함하는, 실린더 장치가 제공될 수 있다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

F02F 3/0015 (2013.01)

F16F 1/04 (2013.01)

F16J 1/005 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

일 방향으로 연장되고 내부에서 연료가 폭발할 수 있는 내부공간이 구비된 실린더;

상기 실린더의 내부공간에서 상기 실린더가 연장하는 방향을 따라 왕복 이동하도록 구성되는 피스톤;

소정의 길이를 가지며, 일단이 상기 피스톤에 연결된 커넥팅로드; 및

상기 커넥팅로드의 타단에 연결되며, 상기 피스톤의 이동에 따라 회전하는 크랭크축을 포함하고,

상기 피스톤은,

상기 커넥팅로드가 타 측에 배치되고, 상기 커넥팅로드에 연결된 제1 피스톤 헤드;

상기 제1 피스톤 헤드의 일 측에 배치되며, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임에 따라 상기 실린더 내부에서 이동하는 제2 피스톤 헤드; 및

상기 제1 피스톤 헤드와 상기 제2 피스톤 헤드사이에서 탄성력을 제공하는 스프링을 포함하고,

상기 실린더의 순간 내부압력(P)은 하기의 수학식 6에 의해 산정되는,

실린더 장치.

[수학식 6]

$$P_0 V_0^\gamma = P[(V_0 + sA) - A(x_{\max} - \frac{A}{k}P)]^\gamma$$

상기 P_0 는 상기 실린더 내부의 최대압력이고, 상기 V_0 는 상기 실린더 최소 내부체적(상기 제1 피스톤 헤드가 상사점이 위치할 때 상기 실린더의 내부 체적)이며, 상기 P 는 임의 시간에서 상기 실린더의 내부압력이고, 상기 γ 는 연소가스의 비열비이며, 상기 s 는 상기 제1 피스톤 헤드의 이동거리(스트로크)이고, 상기 A 는 상기 실린더 또는 상기 제2 피스톤 헤드의 단면적이며, 상기 k 는 스프링 상수이고, 상기 $x_{\max}$ 는 상기 스프링의 최대 이동거리임.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제2 피스톤 헤드는, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임 또는 상기 실린더 내부에서의 폭발에 따라 상기 제1 피스톤 헤드와 접촉되거나 이격되도록 상기 실린더 내부에서 이동하는,

실린더 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 탄성부재는 일단이 상기 제2 피스톤 헤드의 하단에 결합되고, 타단이 상기 제1 피스톤 헤드의 상단에 연결된 스프링인,

실린더 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제1 피스톤 헤드의 이동거리는, 하기의 수학적 4에 의해 산정되는,
실린더 장치.

[수학적식 4]

$$s = L + r - [rcos\theta - \sqrt{L^2 - (rsin\theta)^2}]$$

상기 L 은 상기 커넥팅로드의 길이이고, 상기 r 은 상기 크랭크축의 길이(상기 크랭크축의 반경)이며, 상기 θ 는 상기 크랭크축의 각위치임.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 최대압력 저감을 위한 실린더 장치에 관한 것으로, 실린더에서 피스톤의 왕복운동을 하는 동안 실린더 내부에서 발생하는 최대압력을 줄여 실린더 장치의 수명과 연소효율을 높일 수 있는 최대압력 저감을 위한 실린더 장치에 대한 발명이다.

배경 기술

[0002] 내연기관에 이용되는 실린더 장치는, 실린더 내부에서 피스톤이 왕복운동을 하기 위해, 피스톤, 커넥팅로드 및 크랭크축이 상호 구속된 상태에서 지속적으로 운동한다. 여기서 크랭크축의 회전운동은 실린더 내부의 체적변화를 유발시키고 그에 따라 내부 압력의 변화도 결정된다.

[0003] 따라서 피스톤이 상사점(TDC, top dead center)에 위치하는 경우, 실린더 내부 체적이 최소가 된다. 이때, 순간 연소가 발생하여 최대압력을 이루고, 이 압력을 기준으로 실린더의 두께 및 발생열 제거용 냉각장치 등이 설계된다.

[0004] 종래에는 실린더 내부에서 최대압력을 줄일 수 있는 별도의 장치가 마련되어 있지 않은데, 최대압력이 클수록 실린더 내부에서 불완전 연소현상이 심화될 수 있다. 이렇게 실린더 내부의 최대압력에 기인한 불완전 연소현상으로 인해 엔진 효율이 줄어드는 문제가 있다.

[0005] 또한, 실린더 내부의 최대압력이 클수록 발생한 열을 제거하기 위한 냉각장치 또한 크기가 커져 내연기관의 물리적인 규모가 커지는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2008-0055421호 (2008.06.19.)

(특허문헌 0002) 미국 등록특허 제9995212호 (2018.01.12.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예들은 상기와 같은 배경에서 발명된 것으로서, 실린더의 내부 압력을 조절하여 불완전 연소 환경을 개선해서 엔진의 효율을 높일 수 있는 최대압력 저감을 위한 실린더 장치를 제공하고자 한다.

[0008] 또한, 실린더 내부의 최대압력을 줄여 열 발생을 경감시킴으로써, 열 제거를 위한 냉각장치의 규모를 축소시킬 수 있는 최대압력 저감을 위한 실린더 장치를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 측면에 따르면, 일 방향으로 연장되고 내부에서 연료가 폭발할 수 있는 내부공간이 구비된 실린더; 상기 실린더의 내부공간에서 상기 실린더가 연장하는 방향을 따라 왕복 이동하도록 구성되는 피스톤; 소정의 길이를 가지며, 일단이 상기 피스톤에 연결된 커넥팅로드; 및 상기 커넥팅로드의 타단에 연결되며, 상기 피스톤의 이동에 따라 회전하는 크랭크축을 포함하고, 상기 피스톤은, 상기 커넥팅로드가 타 측에 배치되고, 상기 커넥팅로드에 연결된 제1 피스톤 헤드; 상기 제1 피스톤 헤드의 일 측에 배치되며, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임에 따라 상기 실린더 내부에서 이동하는 제2 피스톤 헤드; 및 상기 제1 피스톤 헤드와 상기 제2 피스톤 헤드사이에서 탄성력을 제공하는 탄성부재를 포함하는, 실린더 장치가 제공될 수 있다.

[0010] 상기 제2 피스톤 헤드는, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임 또는 상기 실린더 내부에서의 폭발에 따라 상기 제1 피스톤 헤드와 접촉되거나 실린더 내부 압력 변화에 따라 이격되도록 상기 실린더 내부에서 이동할 수 있다.

[0011] 상기 탄성부재는 일단이 상기 제2 피스톤 헤드의 하단에 결합되고, 타단이 상기 제1 피스톤 헤드의 상단에 연결된 스프링일 수 있다.

[0012] 상기 실린더의 순간 내부압력(P)은 하기의 수학식 6에 의해 산정될 수 있다.

[0013] [수학식 6]

$$P_0 V_0^\gamma = P[(V_0 + sA) - A(x_{\max} - \frac{A}{k}P)]^\gamma$$

[0014]

[0015] 상기 P_0 는 상기 실린더 내부의 최대압력이고, 상기 V_0 는 상기 실린더 최소 내부체적(상기 제1 피스톤 헤드가 상사점이 위치할 때 상기 실린더의 내부 체적)이며, 상기 P 는 임의 시간에서 상기 실린더의 내부압력이고, 상기 γ 는 연소가스의 비열비이며, 상기 s 는 상기 제1 피스톤 헤드의 이동거리(스트로크)이고, 상기 A 는 상기 실린더 또는 상기 제2 피스톤 헤드의 단면적이며, 상기 k 는 스프링 상수이고, 상기 $x_{\max}$ 는 상기 스프링의 최대 이동거리임.

[0016] 상기 제1 피스톤 헤드의 이동거리는, 하기의 수학식 4에 의해 산정될 수 있다.

[0017] [수학식 4]

$$s = L + r - [rcos\theta - \sqrt{L^2 - (rsin\theta)^2}]$$

[0018]

[0019] 상기 L 은 상기 커넥팅로드의 길이이고, 상기 r 은 상기 크랭크축의 길이(상기 크랭크축의 반경)이며, 상기 θ 는 상기 크랭크축의 각위치임.

[0020] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 일 방향으로 연장되고 내부에서 연료가 폭발할 수 있는 내부공간이 구비된 실린더; 상기 커넥팅로드가 타 측에 배치되고, 상기 커넥팅로드에 연결된 제1 피스톤 헤드; 상기 제1 피스톤 헤드의 일 측에 배치되며, 상기 제1 피스톤 헤드의 움직임에 따라 상기 실린더 내부에서 이동하는 제2 피스톤 헤드; 상기 제1 피스톤 헤드와 상기 제2 피스톤 헤드 사이에서 탄성력을 제공하는 스프링; 소정의 길이를 가지며, 일단이 상기 제1 피스톤 헤드에 연결된 커넥팅로드; 및 상기 커넥팅로드의 타단에 연결되며, 상기 제1 피스톤 헤드의 이동에 따라 회전하는 크랭크축을 포함하고, 상기 실린더의 순간 내부압력(P)은 하기의 수학식 6에 의해 산정되는, 실린더 장치가 제공될 수 있다.

[0021] [수학식 6]

$$P_0 V_0^\gamma = P[(V_0 + sA) - A(x_{\max} - \frac{A}{k}P)]^\gamma$$

[0022]

[0023] 상기 P_0 는 상기 실린더 내부의 최대압력이고, 상기 V_0 는 상기 실린더 최소 내부체적(상기 제1 피스톤 헤드와 상사점이 위치할 때 상기 실린더의 내부 체적)이며, 상기 P 는 임의 시간에서 상기 실린더의 내부압력이고, 상기 γ 는 연소가스의 비열비이며, 상기 s 는 상기 제1 피스톤 헤드의 이동거리(스트로크)이고, 상기 A 는 상기 실린더 또는 상기 제2 피스톤 헤드의 단면적이며, 상기 k 는 스프링 상수이고, 상기 $x_{\max}$ 는 상기 스프링의 최대 이동거리임.

발명의 효과

[0024] 본 발명의 실시예들에 따르면, 실린더의 내부 압력을 조절하여 불완전 연소율을 감소시킬 수 있어, 엔진의 효율을 높일 수 있다.

[0025] 또한, 실린더 내부에서 발생하는 최대압력을 감소시킬 수 있어, 발생하는 열을 경감시켜 엔진에 포함되는 냉각 장치를 소형화할 수 있으므로, 엔진의 효율을 증대시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0026] 도 1은 내연기관의 실린더 장치의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 내연기관에서 피스톤의 스트로크에 따른 압력변화를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 실린더 장치의 피스톤이 상사점(TDC)에 배치된 상태를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 실린더 장치의 피스톤이 폭발 시점(최대 압력 지점)에 배치된 상태를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 실린더 장치의 피스톤이 스트로크 진행(TDC와 BDC 사이)할 때, 임의 위치에 배치된 상태를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 실린더 장치의 피스톤이 하사점(BDC, bottom dead center)에 배치된 상태를 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 실린더 장치의 실린더 내부 압력 변화를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0027] 이하에서는 본 발명을 구현하기 위한 구체적인 실시예에 대하여 도면을 참조하여 상세히 설명하도록 한다.

[0028] 아울러 본 발명을 설명함에 있어서 관련되어 공지된 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.

[0029] 또한, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 '연결', '지지', '접속', '공급', '전달', '접촉'된다고 언급된 때에는 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결, 지지, 접속, 공급, 전달, 접촉될 수도 있지만 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0030] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로 본 발명을 한정하려는 의도로 사용된 것은 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한 복수의 표현을 포함한다.

[0031] 또한, 본 명세서에서 상측, 하측, 측면 등의 표현은 도면에 도시를 기준으로 설명한 것이며 해당 대상의 방향이 변경되면 다르게 표현될 수 있음을 미리 밝혀둔다. 마찬가지로 이유로 첨부 도면에 있어서 일부 구성요소는 과장되거나 생략되거나 또는 개략적으로 도시되었으며, 각 구성요소의 크기는 실제 크기를 전적으로 반영하는 것이 아니다.

[0032] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 해당 구성요소들은 이와 같은 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 이 용어들은 하나의 구성요소들을 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0033] 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은

아니다.

- [0034] 도 1 내지 도 6에 도시된 도면을 참조하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 최대압력 저감을 위한 실린더 장치(10)에 대해 설명한다. 본 실시예에 따른 실린더 장치(10)는, 실린더(100) 내부에서 발생하는 압력을 조절할 수 있으며, 특히, 실린더(100) 내부에서의 최대압력을 줄일 수 있다. 이를 위해, 실린더 장치(10)는, 실린더(100), 피스톤(200), 커넥팅로드(300) 및 크랭크축(400)을 포함한다.
- [0035] 도 1에 도시된 바와 같이, 가솔린 엔진과 같은 내연기관에 사용되는 피스톤(200) 및 실린더(100)의 구조를 갖는 실린더 장치(10)는, 실린더(100) 내부에서 연료의 순간적인 연소에 의해 폭발압력이 발생하여 피스톤(200)이 실린더(100)의 내면을 따라 하강 운동한다. 그에 따라 피스톤(200)의 운동에 구속되어 커넥팅로드(300)와 연결된 크랭크축(400)이 회전하면서 차량의 바퀴에 동력을 발생시킨다.
- [0036] 이러한 실린더 장치(10)는 실린더(100)의 상단에, 흡입밸브(500), 배출밸브(600) 및 점화플러그(700)가 각각 설치된다.
- [0037] 피스톤(200)의 위치에 따라 커넥팅로드(300)를 통해 크랭크축(400)에 전달되는 힘(토크)의 크기가 시간에 따라 다르게 작용하여 바퀴의 회전속도가 일정하지 않지만, 실질적으로 차량의 바퀴에서 마찰 저항, 엔진 구조에 따른 기어 간의 마찰 및 복수 개의 실린더(100)가 설치됨에 따라 차량의 바퀴는 거의 일정한 각속도를 유지하며 회전될 수 있다.
- [0038] 역으로 다시 설명하면, 피스톤(200)의 상하운동이 크랭크축(400)의 각속도에 종속되고, 실린더(100)의 내부 공간의 체적도 결정된다. 실린더 장치(10)의 흡입, 압축, 폭발 및 배기의 4단계로 구성된 내연기관의 경우, 가스 폭발과 함께 거의 상사점에 위치하는 피스톤(200)이 하강을 시작하고 그에 따라 실린더(100) 내부 체적이 증가한다. 이때, 단열팽창을 가정할 경우, 체적변화에 따른 내부 압력변화는 수학적 식 1과 같다.
- [0039] [수학적 식 1]
- [0040]
$$P_0 V_0^\gamma = P V^\gamma$$
- [0041] 여기서, P_0 는 실린더(100) 내부의 최대압력이고, V_0 는 실린더(100) 최소 내부체적(피스톤(200)이 상사점이 위치할 때 실린더(100)의 내부 체적)이다. 그리고 P 와 V 는 각각, 임의의 시간에서 내부압력 및 내부 체적이며, γ 는 연소가스의 비열비이다.
- [0042] 수학적 식 1에서 피스톤(200)의 위치(또는 실린더(100)의 내부체적)는 크랭크축(400)의 회전각에 의해 결정되며, 실린더(100)의 내부 압력변화는 체적변화에 종속된다.
- [0043] 본 실시예에서, 실린더(100)의 내부 압력을 임의로 조절하기 위해, 피스톤(200)은, 제1 피스톤 헤드(210), 제2 피스톤 헤드(220) 및 스프링(230)을 포함한다.
- [0044] 제1 피스톤 헤드(210)는, 커넥팅로드(300)와 물리적으로 연결될 수 있다. 따라서 크랭크축(400)의 회전에 따라 커넥팅로드(300)가 동작하면서, 제1 피스톤 헤드(210)는 실린더(100) 내부에서 상하 방향을 이동할 수 있다. 이때, 제1 피스톤 헤드(210)에는 오링(OR)이 설치되지 않을 수 있다.
- [0045] 제2 피스톤 헤드(220)는, 제1 피스톤 헤드(210)의 상부에 배치되고, 제1 피스톤 헤드(210)와 분리된 상태로 배치될 수 있다. 제2 피스톤 헤드(220)는, 제1 피스톤 헤드(210)의 움직임에 따라 실린더(100) 내부에서 상하 방향으로 이동할 수 있다.
- [0046] 그리고 제2 피스톤 헤드(220)는 외주면에 하나 이상의 오링(OR)이 배치될 수 있다. 그에 따라 제2 피스톤 헤드(220)의 움직임으로 인해 실린더(100) 내부의 체적이 결정될 수 있다.
- [0047] 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 피스톤 헤드(210)와 제2 피스톤 헤드(220)가 접촉된 상태일 때, 제1 피스톤 헤드(210)와 제2 피스톤 헤드(220)의 높이 합은 종래의 피스톤의 높이보다 작아서 실린더(100)의 내부 체적이 커질 수 있다.
- [0048] 제2 피스톤 헤드(220)는 상단이 종래의 피스톤 헤드 형상을 가질 수 있으며, 하부에 스프링(230)이 배치될 수 있는 홈이 형성될 수 있다.
- [0049] 스프링(230)은, 원뿔 형상의 나선선 스프링(conical helical spring)이 이용될 수 있고, 제1 피스톤 헤드(21

0)와 제2 피스톤 헤드(220)를 물리적으로 연결한다. 즉, 스프링(230)의 하단은 제1 피스톤 헤드(210)의 상단에 결합되고, 스프링(230)의 상단은 제2 피스톤 헤드(220)의 하단에 결합될 수 있다.

[0050] 따라서 제2 피스톤 헤드(220)는 제1 피스톤 헤드(210)의 움직임에 따라 실린더(100) 내부에서 상하 방향으로 이동함과 동시에 스프링(230)의 탄성에 따라 추가 이동할 수 있다.

[0051] 이렇게 제2 피스톤 헤드(220)가 제1 피스톤 헤드(210)의 상부에 스프링(230)에 의해 결합됨에 따라 제1 피스톤 헤드(210)의 움직임과 실린더(100) 내부에서의 폭발 압력에 의해 제2 피스톤 헤드(220)가 이동될 수 있다.

[0052] 도 3에 도시된 바와 같이, 제2 피스톤 헤드(220)가 상사점에 도달하는 것은, 제1 피스톤 헤드(210)가 최고점을 향해 상승하는 동안 실린더(200) 내부 압력이 줄어들면서 스프링(230)이 최대로 인장되기 때문에 가능하다.

[0053] 그리고 실린더(100)의 내부에서 폭발이 이루어지면, 제2 피스톤 헤드(220)는 도 4에 도시된 바와 같이, 실린더(200)의 급격한 내부 압력 증가로 인해 스프링(230)이 순간 압축되어 제1 피스톤 헤드(210)와 접촉되도록 하부로 이동할 수 있다.

[0054] 크랭크축(400)이 회전하여 제1 피스톤 헤드(210)가 하부 방향으로 이동하면, 제2 피스톤 헤드(220)가 도 5에 도시된 바와 같이, 하부 방향으로 이동할 수 있고, 스프링(230)의 인장으로 인해 제2 피스톤 헤드(220)는 제1 피스톤 헤드(210)와의 상호 간격이 벌어질 수 있다.

[0055] 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 피스톤 헤드(210)가 하사점에 배치될 수 있고, 이때, 제2 피스톤 헤드(220)는 스프링(230)이 최대로 인장된 상태에서 제 위치에 배치될 수 있다. 이후, 제1 피스톤 헤드(210)가 상부 방향으로 이동하면서, 제2 피스톤 헤드(220)도 동일한 간격을 유지하면서 제1 피스톤 헤드(210)에 종속되어 상부 방향으로 이동할 수 있다.

[0056] 상기와 같이, 제2 피스톤 헤드(220)에 의해 실린더(100)의 내부 압력을 조절할 수 있는 실린더(100) 내부의 추가적인 체적변화를 발생시킬 수 있다.

[0057] 실린더(100)의 내부에 추가적인 체적변화를 발생시킴에 따라 실린더(100)의 내부 압력을 임의로 조절할 수 있다. 이때, 실린더(100) 내부에 추가적인 체적변화는, 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0058] [수학식 2]

$$P_0 V_0^\gamma = P(V + V')^\gamma$$

[0060] 여기서, V' 는 임의로 발생시킨 추가적인 실린더(100) 내부 체적이다. 그리고 체적 V 는 수학식 3과 같이 표시할 수 있다.

[0061] [수학식 3]

$$V = V_0 + sA$$

[0063] 이때, V_0 는 피스톤(200)이 상사점에 배치될 때 실린더(100) 내부의 초기 체적이고, s 는 피스톤(200)의 이동거리(스트로크)이며, A 는 실린더(100) 또는 피스톤(200) 헤드의 단면적이다. 여기서, 피스톤(200)의 이동거리(s)를 커넥팅로드(300)와 크랭크축(400)의 각위치로 표시하면, 수학식 4와 같이 표시될 수 있다.

[0064] [수학식 4]

$$s = L + r - [rcos\theta - \sqrt{L^2 - (rsin\theta)^2}]$$

[0066] 이때, L 은 커넥팅로드(300)의 길이이고, r 은 크랭크축(400)의 길이(크랭크축(400)의 반경)이며, θ 는 크랭크축(400)의 각위치이고, 크랭크축(400)의 각위치는 $\theta = \omega t$ 로 설정될 수 있다. ω 는 크랭크축(400)의 일정 회전각속도이며, t 는 시간을 나타낸다.

[0067] 본 실시예에서, 스프링(230) 및 제2 피스톤 헤드(220)를 이용하여 실린더(100) 내부 체적에 대해 추가 체적을

생성할 수 있다. 이를 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

[0068] [수학식 5]

$$V' = \frac{-PA^2}{k}$$

[0070] 이때, k 는 스프링 상수이다. 도 3 내지 도 6에서, 피스톤(200)이 상사점에 배치되는 때부터 하사점에 배치될 때까지 제1 피스톤 헤드(210) 및 제2 피스톤 헤드(220)의 위치에 따른 실린더(100)의 체적변화가 도시된다.

[0071] 스프링 상수(k)와 스프링(230)의 최대 이동거리($x_{\max}$)가 결정되면, 크랭크축(400)의 회전각(시간 또는 피스톤(200)의 이동거리)에 따른 순간 내부압력(P)을 산정할 수 있다. 이를 정리하면, 수학식 6과 같이, 나타낼 수 있다.

[0072] [수학식 6]

$$P_0 V_0^\gamma = P[(V_0 + sA) - A(x_{\max} - \frac{A}{k}P)]^\gamma$$

[0074] 수학식 4를 통해, 크랭크축(400)의 각위치(θ)가 입력변수로 주어지면, 피스톤(200)의 이동거리(s)가 계산되고, 그에 따라 실린더(100) 내부의 순간 내부압력(P)은 시행착오법을 이용하여 산정할 수 있다.

[0075] 도 7에 도시된 바와 같이, 기존의 내부압력(original P)에 대비하여 본 실시예에 따른 내부압력(modified P)이 차이가 있는 것을 확인할 수 있다. 본 실시예에서, 스프링(230)의 압축으로 인해 실린더(100)의 내부 체적이 상대적으로 증가하여 최대 압력이 낮아지는 것을 확인할 수 있다. 또한, 스프링(230)이 인장되는 구간에서 실린더(100)의 내부 체적이 감소하여 내부압력의 증가를 확인할 수 있다. 에너지 보존법칙에 따르면 전체 시스템에서의 일의 양(work)은 마찰 및 열손실 등을 무시하면 동일하다.

[0076] 이상 본 발명의 실시예들을 구체적인 실시 형태로서 설명하였으나, 이는 예시에 불과한 것으로서, 본 발명은 이에 한정되지 않는 것이며, 본 명세서에 개시된 실시예들에 따르는 가장 넓은 범위를 갖는 것으로 해석되어야 한다. 당업자는 개시된 실시형태들을 조합/치환하여 적시되지 않은 형상의 패턴을 실시할 수 있으나, 이 역시 본 발명의 범위를 벗어나지 않는 것이다. 이외에도 당업자는 본 명세서에 기초하여 개시된 실시형태를 용이하게 변경 또는 변형할 수 있으며, 이러한 변경 또는 변형도 본 발명의 권리범위에 속함은 명백하다.

부호의 설명

[0077] 10: 실린더 장치

100: 실린더

200: 피스톤

210: 제1 피스톤 헤드

220: 제2 피스톤 헤드

230: 스프링

300: 커넥팅로드

400: 크랭크축

500: 흡입밸브

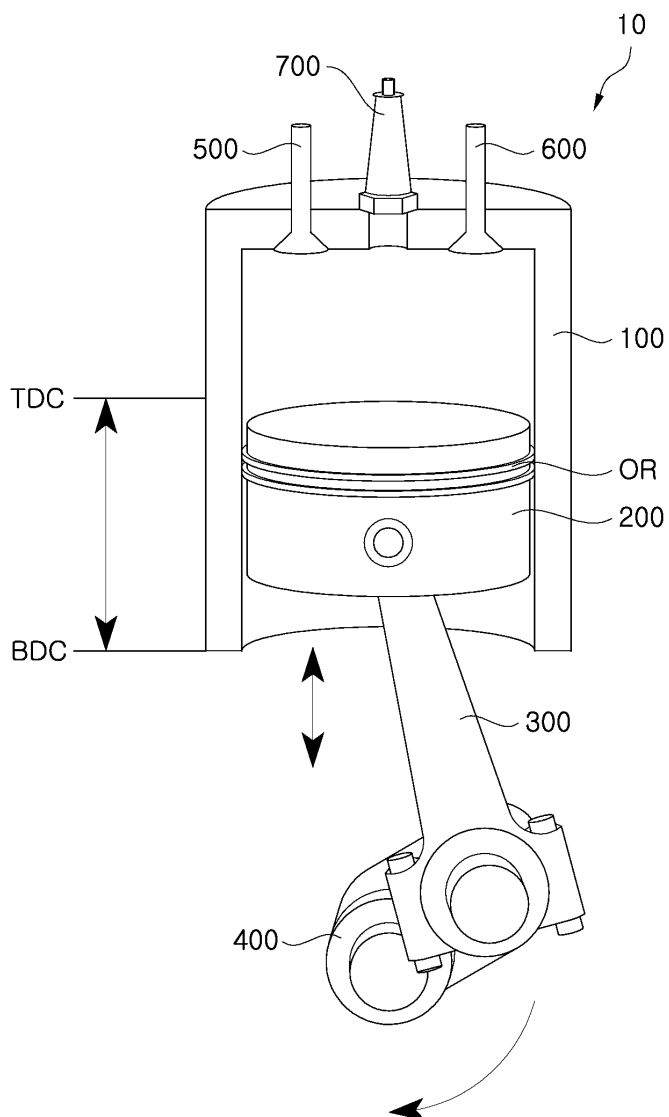
600: 배출밸브

700: 점화플러그

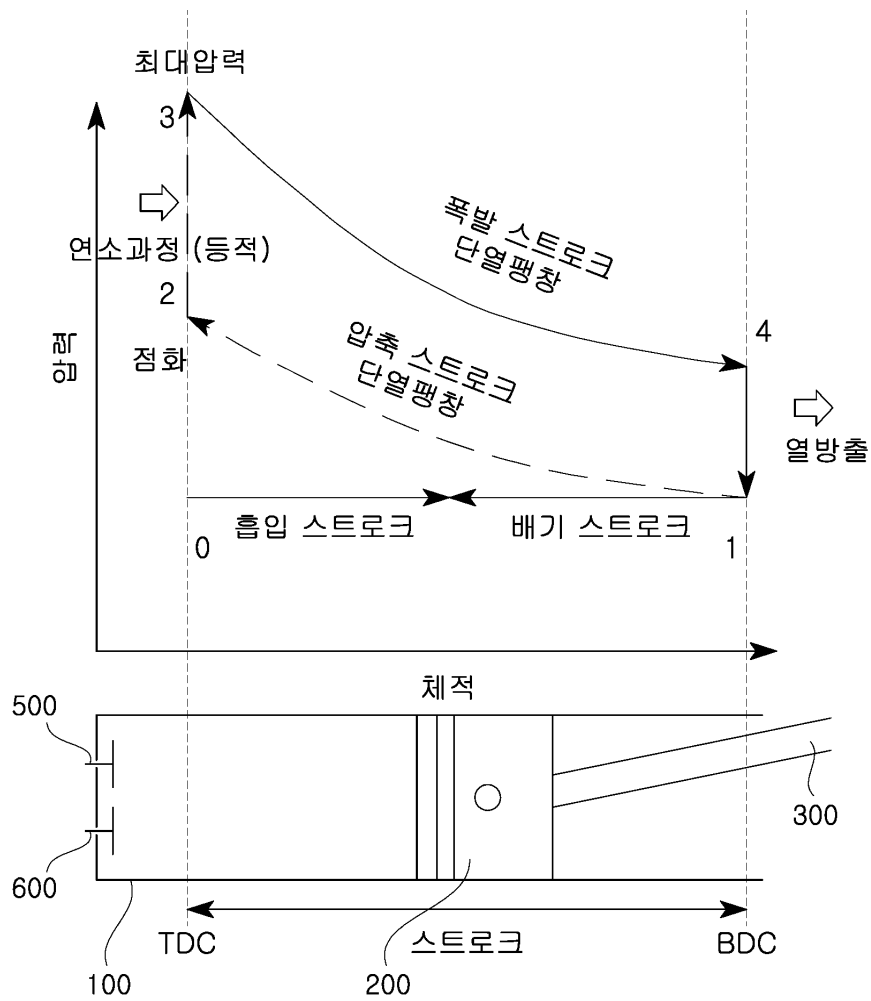
OR: 오링

도면

도면1

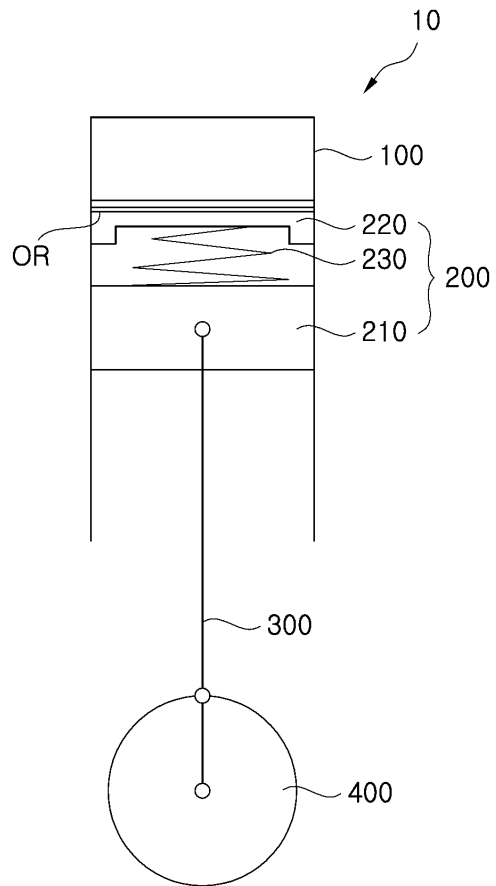


도면2



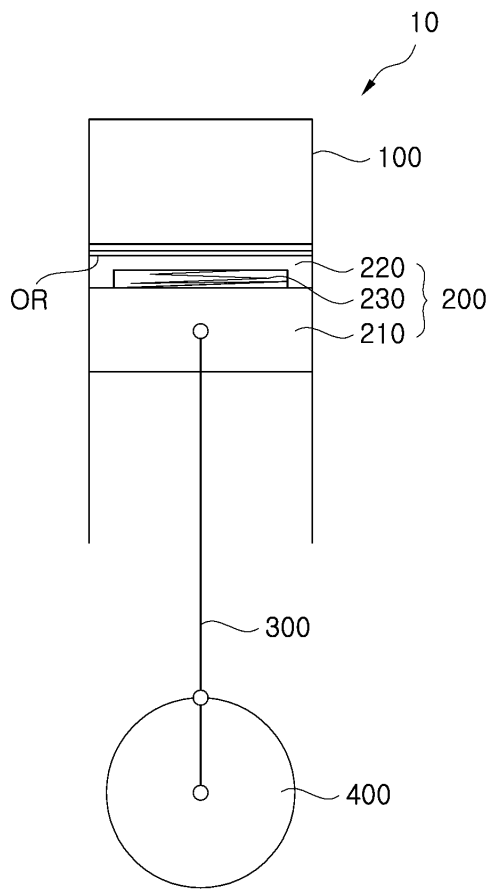
도면3

상사점(TDC)에서의
실린더 장치 구성품 개별 위치



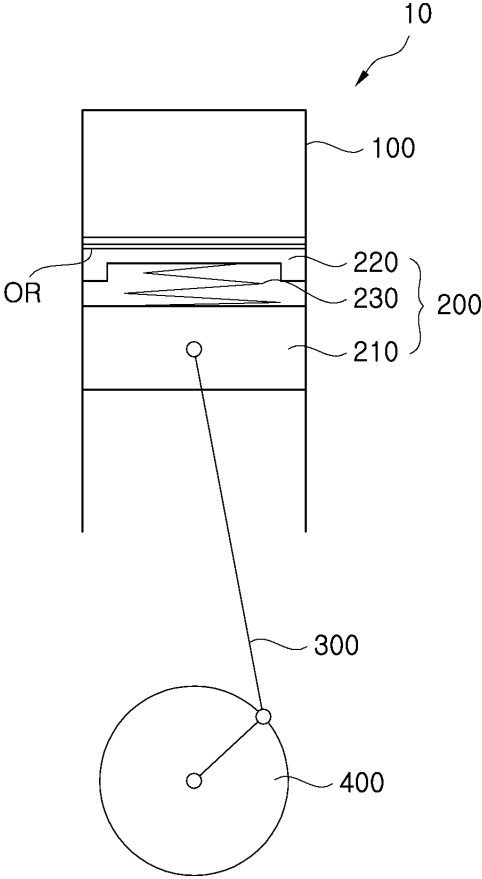
도면4

최대압력 지점 시점에서의
실린더 장치 구성품 개별 위치



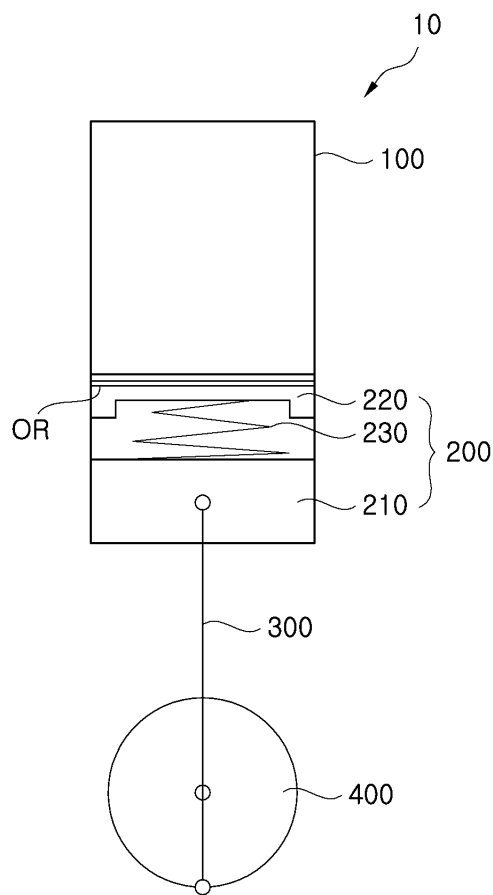
도면5

피스톤 하강운동 중
실린더 장치 구성품 개별 위치



도면6

하사점(BDC)에서의
실린더 장치 구성품 개별 위치



도면7

최대압력 변화도

