



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0143861
(43) 공개일자 2015년12월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02B 75/04 (2006.01) F01B 9/02 (2006.01)
F16C 3/04 (2006.01) F16C 3/10 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02B 75/047 (2013.01)
F01B 9/02 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7034054
(22) 출원일자(국제) 2014년05월02일
심사청구일자 2015년12월08일
(85) 번역문제출일자 2015년11월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/036683
(87) 국제공개번호 WO 2014/179758
국제공개일자 2014년11월06일
(30) 우선권주장
61/819,032 2013년05월03일 미국(US)
61/822,802 2013년05월13일 미국(US)

(71) 출원인
블랙스탁 스캇
미국 30286 조지아주 토마스톤 우드랜드 알디.
1839
(72) 발명자
블랙스탁 스캇
미국 30286 조지아주 토마스톤 우드랜드 알디.
1839
(74) 대리인
양영준, 안국찬

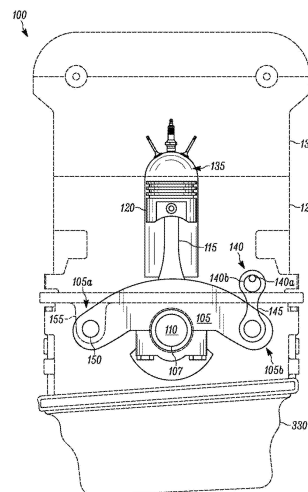
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 발명의 명칭 가변 압축비 엔진

(57) 요약

가변 압축비 내연기관을 제공하는 시스템 및 방법이 개시된다. 시스템은 복수의 피벗식 주 베어링 캡을 사용하는 표준 엔진 블록에 피벗식으로 결합되는 크랭크샤프트를 포함할 수 있다. 시스템은 주 베어링 캡 및 이에 따라 크랭크샤프트를 피벗시켜 엔진의 압축비를 증감시킬 수 있다. 시스템은 또한 주 베어링 캡의 일 단부를 이동시키는 복수의 액추에이터를 포함할 수 있다. 크랭크샤프트는 크랭크샤프트의 출력(부)가 종래의 밀봉 및 동력 인출을 가능하게 하도록 고정 상태로 유지되는 동안 크랭크샤프트를 이동시킬 수 있는 하나 이상의 가요성 조인트를 포함할 수 있다. 압축비는 사용 도중 지속적으로 변할 수 있고, 전체적인 엔진 관리 시스템에 포함될 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

F16C 3/04 (2013.01)

F16C 3/10 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

내연기관용 크랭크샤프트이며,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하며, 하나 이상의 크랭크핀 및 둘 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부,

상기 제1 출력부의 제2 단부를 상기 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하기 위한 제1 플렉스 조인트, 및

상기 제2 출력부의 제1 단부를 상기 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하기 위한 제2 플렉스 조인트를 포함하고,

상기 제1 및 제2 출력부는 고정된 길이방향 축을 중심으로 회전하고,

상기 중앙부는 제1 반경을 중심으로 피벗 가능한, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 출력부는 크랭크샤프트가 중간 압축비(MCR) 위치에 있을 때 중앙부의 둘 이상의 주 베어링 저널과 실질적으로 동축인, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 플렉스 조인트는 유니버설 조인트인, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 플렉스 조인트는 더블 카단 조인트인, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 플렉스 조인트는 귀보스인, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 및 제2 플렉스 조인트는 등속 조인트인, 내연기관용 크랭크샤프트.

청구항 7

블록 및 실린더 헤드를 포함하는 내연기관에 가변 압축비를 제공하는 크랭크샤프트 시스템이며, 상기 시스템은 크랭크샤프트로서,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하며, 하나 이상의 크랭크핀 및 둘 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부,

상기 제1 출력부의 제2 단부를 상기 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하기 위한 제1 플렉스 조인트, 및

상기 제2 출력부의 제1 단부를 상기 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하기 위한 제2 플렉스 조인트를 포함하는, 크랭크샤프트,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 복수의 주 베어링 캡으로서, 주 베어링 저널을 회전식으로 지지하기 위해 제1 단부가 블록에 피벗식으로 결합되는, 복수의 주 베어링 캡,

제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트의 중앙부를 이동시키기 위해 복수의 주 베어링 캡의 제2 단부에 근접하여 각각 배치되는 복수의 액추에이터를 포함하고,

상기 제1 및 제2 출력부는 고정된 길이방향 축을 중심으로 회전하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 복수의 액추에이터는 유압 리프터를 포함하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 복수의 액추에이터는

각각 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 복수의 종동부로서, 제1 단부가 복수의 주 캡의 제2 단부에 회전식으로 연결되는, 복수의 종동부, 및

샤프트 및 하나 이상의 로브를 포함하는 캠샤프트로서, 제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트를 이동시키기 위해 복수의 종동부와 회전식으로 맞물리는 캠샤프트를 포함하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 복수의 액추에이터는 서보 모터를 포함하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제1 및 제2 출력부는 크랭크샤프트가 중앙 압축비(MCR) 위치에 있을 때 둘 이상의 주 베어링 저널과 실질적으로 동축인, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 블록에 피벗식으로 결합하기 위한 주 베어링 캡 지지 샤프트를 더 포함하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 복수의 주 베어링 캡의 정렬을 유지하기 위해 복수의 주 베어링 캡의 부분에 근접하여 배치되며 이에 착탈식으로 결합되는 주 베어링 캡 정렬 샤프트를 더 포함하는, 크랭크샤프트 시스템.

청구항 14

가변 압축비 엔진을 제공하는 슛 블록 시스템이며,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 크랭크샤프트로서,

제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부,
제1 단부 및 제2 단부를 구비하며, 하나 이상의 크랭크핀 및 둘 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부,
제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부,
상기 제1 출력부의 제2 단부를 상기 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하기 위한 제1 플렉스 조인트, 및
상기 제2 출력부의 제1 단부를 상기 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하기 위한 제2 플렉스 조인트를 포함하는,
크랭크샤프트,
제1, 전방 단부 및 제2, 후방 단부를 갖는 주 엔진 블록,
제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 복수의 주 베어링 캡으로서, 주 베어링 저널을 회전식으로 지지하기 위해 제1 단부가 엔진 블록에 피벗식으로 결합되는, 복수의 주 베어링 캡, 및
제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트의 중앙부를 이동시키기 위해 복수의 주 베어링 캡의 제2 단부에 근접하여 각각 배치되는 복수의 액추에이터를 포함하고,
상기 제1 및 제2 출력부는 고정된 길이방향 축을 중심으로 회전하는, 샷 블록 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서,
상기 제1 및 제2 출력부의 길이방향 축은 크랭크샤프트가 MCR 위치에 있을 때 크랭크샤프트와 실질적으로 동축이고,
상기 제1 및 제2 출력부의 길이방향 축은 LCR 및 HCR 위치에서 크랭크샤프트의 길이방향 축으로부터 0.5" 이하만큼 오프셋되는, 샷 블록 시스템.

청구항 16

제14항에 있어서,
상기 제1 출력부는
상기 주 엔진 블록의 전방에서 제1 오리피스를 통해 돌출하는 제1 크랭크샤프트 스너우트, 및
상기 제1 크랭크샤프트 스너우트와 제1 오리피스 사이의 간극을 밀봉하는 제1 립 시일을 더 포함하는, 샷 블록 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 제2 출력부는
상기 주 엔진 블록의 후방에서 제2 오리피스를 통해 돌출하는 제2 크랭크샤프트 스너우트, 및
상기 제2 크랭크샤프트 스너우트와 제2 오리피스 사이의 간극을 밀봉하는 제2 립 시일을 더 포함하는, 샷 블록 시스템.

청구항 18

제17항에 있어서,
상기 제1 크랭크샤프트 스너우트는 부속 구동 폴리 및 평형장치 중 하나 이상에 착탈식으로 결합되고,
상기 제2 크랭크샤프트 스너우트는 플라이휠에 착탈식으로 결합되는, 샷 블록 시스템.

청구항 19

제14항에 있어서,
상기 블록은 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 지지하는 복수의 지지 받침대, 및

상기 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 복수의 지지 받침대에 피벗식으로 결합하는 주 베어링 캡 지지 샤프트를 더 포함하는, 샷 블록 시스템.

청구항 20

제14항에 있어서,

상기 주 베어링 캡의 정렬을 유지하기 위해 복수의 주 베어링 캡에 착탈식으로 결합되는 주 베어링 거들을 더 포함하는, 샷 블록 시스템.

청구항 21

제14항에 있어서,

상기 복수의 주 베어링 캡 각각은 가압 오일을 복수의 액추에이터 및 주 베어링 저널의 하나 이상에 제공하기 위한 하나 이상의 오일 통로를 더 포함하는, 샷 블록 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련 출원에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 35 USC § 119(e) 하에서 발명의 명칭이 모두 "가변 압축비 엔진"인, 2013년 5월 3일 출원된 미국 가 특허 출원 번호 제61/819,032호 및 2013년 5월 13일 출원된 미국 가 특허 출원 번호 제61/822,802호의 우선권을 주장한다. 양 출원은 이하에서 완전히 설명되는 것처럼 여기에 참조로 통합된다.

[0003] 본 발명의 실시예는 일반적으로 가변 압축비(VCR) 내연기관, 특히 압축비를 변화시키기 위해 가동 크랭크샤프트를 갖는 VCR 내연기관에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 왕복 내연기관에서, 엔진의 압축비는 피스톤이 하사점(BDC)에 위치할 때의 실린더의 자유 체적과 피스톤이 상사점(TDC)에 위치할 때의 자유 체적 사이의 비율로서 규정된다. 다른 모든 점이 동일한 경우, 엔진은 높은 압축비에서 작동될 때 보다 효율적이고 더 많은 동력을 생성하는 경향이 있는데, 이는 높은 열 효율을 발생시키기 때문이다. 예를 들어, 디젤 엔진은 매우 높은 압축비(18:1 이상)에서 작동하고, 그 결과 압축 점화된다(즉, 연료를 점화하기 위해 점화 플러그 또는 다른 점화원이 요구되지 않음). 디젤 연료의 약간 높은 열 함량과 함께 디젤 엔진의 높은 압축비로 인해 엔진은 비교 대상인 가솔린 엔진보다 상당히 우수한 연비(30% 이상)를 제공한다.

[0005] 그러나, 가솔린 엔진에서, 압축비를 증가시키는 것은 조기 점화 및/또는 "노킹"에 의해 제한된다. 즉, 디젤과 같이 압축비가 충분히 높은 경우, 연료의 압축은 점화 플러그가 발화하기 전에 연료가 점화(또는 조기 점화)되도록 한다. 이는 연료/공기 혼합물이 다중 프론트(multiple front) 상에서 폭발할 때 균일하게 연소하기보다는 실린더 온도 및 압력 스파이크가 발생하기 때문에 엔진에 대한 손상이 발생할 수 있다. 엔진에서 최대 허용 가능한 압축비는 연소실 및 피스톤 설계, 실린더 및 피스톤 냉각, 엔진 부하, 및 공기 온도와 습도를 포함하지만 이로 한정되지 않는 다수의 인자에 의해 제한된다. 생산 엔진에서 사용되는 최대 압축비는 일반적으로 예를 들어 매우 다양한 작동 조건 및 연료 품질을 고려하여 비교적 보수적이다(차량에 대해 대략 10.5:1, 오토바이에 대해 대략 12.5:1).

[0006] 그러나, 작동하는 내연기관 내의 신뢰성 있게 이동하는 구성요소와 관련된 어려움으로 인해, 현재 대량 생산되는 모든 엔진은 고정된 압축비로 작동한다. 그 결과, 표준적(stock) 압축비는, 더욱 효율적이지만 상술된 노킹을 발생시킬 수 있는 고압축비와, 예를 들어 낮은 품질의 연료, 높은 부하, 및/또는 높은 온도에 대해 더욱 관대하지만 낮은 효율을 갖는 저압축비 엔진 사이에서 손상되는 경향이 있다.

[0007] 작동 도중 압축비를 변경하는 성능은 연료 효율을 35 내지 40% 이상 향상시킬 수 있다. 차량이 고속도로를 순항할 때와 같이 경부하 상태에 있는 경우, 예를 들어 압축비는 연비를 증가시키기 위해 크게 증가될 수 있다. 한편, 엔진이 중부하 상태에 있거나, 주변 대기 온도가 매우 높거나, 연료 품질이 낮은 경우, 압축비는 노킹을 방지하기 위해 감소될 수 있다. 작동 도중 압축비를 변경하는 성능은 또한 터보 차징, 수퍼 차징, 및 다른 파

워 가산 장치(power adder)가 더욱 더 효율적으로 통합되도록 한다.

[0008] 내연기관의 압축비를 변경하기 위해 시도되었던 다수의 설계가 존재한다. 지난 110년 동안 가변 압축비 엔진(VCRE)에 대한 특허가 출원되었다. 제안된 몇몇 VCRE는 엔진의 실린더 블록/헤드 조립체부를 크랭크케이스에 대해 승강시키는 개념에 기초한다. 이 구성에서, 상사점(TDC)에서의 피스톤과 실린더 헤드 사이의 거리가 변할 수 있고, 따라서 엔진의 압축비가 변한다.

[0009] 2011년 3월 24일 출원되고 발명의 명칭이 "가변 압축을 위한 크랭크 기구를 갖는 차량 엔진"("Vehicle Engine with a Crank Mechanism for a Variable Compression")인, 제너럴 모터의 DE 10 2009 038 180 A1('180 특허) 및 US 6,990,933 B2 등의 여러 설계는 실린더 헤드에 대해 크랭크샤프트를 수직으로(또는 실질적으로 수직으로) 이동시킴으로써 가변 압축을 달성한다. 그러나, 이 구성은 엔진의 동력을 오프 상태로 하는 것에 대한 과제를 제공한다. 즉, 종래의 고정비 엔진은 엔진 후방의 클러치 또는 토크 컨버터 및 엔진 전방의 부속 구동부(즉, 구동 얼터네이터, 동력 조향 펌프 등을 위한)에 연결된다. 그러나, 양단부에서 크랭크 샤프트를 효율적으로 결합 및 밀봉하기 위해서는, 일반적으로 크랭크샤프트를 고정 축을 중심으로 회전시키는 것이 필요하다. '180 특허는 이 이동을 고려한 기어 구동식 슬레이브 샤프트를 제안한다. 이는 크랭크샤프트로부터의 동력을 180도(기어당 90도) 전환하는 것을 필요로 하고 시스템에 관성 및 복잡성을 부가한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 엔진의 중량 또는 복잡성을 불필요하게 증가시키지 않고 내연기관의 압축비를 변경시키는 시스템이 요구된다. 시스템은 크랭크핀을 포함한 크랭크샤프트의 부분(즉 커넥팅 로드 근접 부분)이 실린더 헤드에 대해 수직으로 이동될 수 있으나, 고정된 축을 중심으로 회전하는 크랭크샤프트의 부분을 계속해서 제공할 수 있어야 한다. 이 방식으로, 크랭크샤프트의 단부는 엔진 블록을 통해 연장되어 종래 방식으로 밀봉될 수 있다. 본질적으로, 가변 압축비를 생성하지만, 과거 125년 동안 종래 엔진에서와 같이 블록 내의 고정된 위치에서 고정된 축을 중심으로 크랭크샤프트의 부분이 적어도 회전하게 되는 것을 제공하는 엔진이 요구된다. 시스템은 종래 제조 기술을 사용하여 용이하게 제조 가능하고, 다른 것 중에서도 개선된 출력대비 중량비 및 연비를 갖는 신뢰성 있는 엔진을 제공해야 한다. 이러한 시스템이 본 발명의 실시예가 주로 지향하는 바이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예는 일반적으로 가변 압축비 내연기관, 더 구체적으로 크랭크핀을 포함하는 크랭크샤프트의 부분이 승강될 수 있으면서 크랭크샤프트의 출력부가 고정 상태로 유지되는 내연기관을 제공하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 시스템은 병진 또는 회전에서 승강될 수 있도록(예를 들어, 축을 중심으로 피벗될 수 있음) 장착된 크랭크샤프트를 포함한다. 다양한 기구가 엔진을 저압축비(LCR) 모드, 고압축비(HCR) 모드, 또는 그 사이의 많은 위치에 배치하기 위해 크랭크샤프트/베어링 조립체를 수직으로 이동시키는데 사용될 수 있다.

[0012] 본 발명의 실시예는 내연기관용 크랭크샤프트를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 크랭크샤프트는 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하며 하나 이상의 크랭크핀 및 둘 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부, 제1 출력부의 제2 단부를 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하기 위한 제1 플렉스 조인트, 및 제2 플렉스 조인트의 제1 단부를 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하기 위한 제2 플렉스 조인트를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 출력부는 고정된 길이방향 축을 중심으로 회전할 수 있다. 다른 실시예에서, 중앙부는 제1 반경을 중심으로 이동 가능하다.

[0013] 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 출력부는 크랭크샤프트가 중간 압축비(MCR) 위치에 있을 때 둘 이상의 주 베어링 저널과 실질적으로 동축일 수 있다. 플렉스 조인트는 예를 들어 유니버설 조인트, 더블 카단 조인트, 귀보스(guibos) 또는 등속 조인트를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0014] 본 발명의 실시예는 또한 블록 및 실린더 헤드를 포함하는 내연기관에 가변 압축비를 제공하기 위한 크랭크샤프트 시스템을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하며 하나 이상의 크랭크핀 및 하나 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부, 제1 출력부의 제2 단부를 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하기 위한 제1 플렉스 조인트, 및 제2 플렉스 조인트의 제1 단부를 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하기 위한 제2 플렉스 조인트를 포함하는 크랭크샤프트를 포함할 수 있다. 시스템은 제1 단부 및 제2 단부를 구비한 복수

의 주 베어링 캡으로서, 주 베어링 저널을 회전식으로 지지하기 위해 제1 단부가 블록에 피벗식으로 결합되는, 복수의 주 베어링 캡, 및 제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트의 중앙부를 이동시키기 위해 복수의 주 베어링 캡의 제2 단부에 근접하여 각각 배치되는 복수의 액추에이터를 더 포함할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 제1 및 제2 출력부는 고정된 길이방향 축을 중심으로 회전한다.

[0015] 몇몇 실시예에서, 복수의 액추에이터는 유압 리프터를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 액추에이터는 복수의 종동부로서, 각각 제1 단부 및 제2 단부를 구비하고, 제1 단부가 복수의 주 캡의 제2 단부에 회전식으로 연결되는 복수의 종동부, 및 샤프트와 복수의 로브를 포함하는 캡 샤프트로서, 제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트를 이동시키기 위해 복수의 종동부와 회전식으로 맞물리는 캡 샤프트를 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 액추에이터는 서보 모터를 포함할 수 있다.

[0016] 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 출력부는 크랭크샤프트가 중앙 압축비(MCR) 위치에 있을 때 둘 이상의 주 베어링 저널과 실질적으로 동축일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 블록에 피벗식으로 결합하기 위한 주 베어링 캡 지지 샤프트를 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 시스템은 복수의 주 베어링 캡의 정렬을 유지하기 위해 복수의 주 베어링 캡의 부분에 근접하여 배치되며 이에 착탈식으로 결합되는 주 베어링 캡 정렬 샤프트를 더 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예는 또한 가변 압축비 엔진을 제공하는 숏(short) 블록 시스템을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 제1 단부 및 제2 단부를 갖는 크랭크샤프트를 포함할 수 있다. 크랭크샤프트는 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제1, 고정 출력부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하며 하나 이상의 크랭크핀 및 하나 이상의 주 베어링 저널을 포함하는 중앙부, 제1 단부 및 제2 단부를 구비하는 제2, 고정 출력부, 제1 출력부의 제2 단부를 중앙부의 제1 단부에 가요성 결합하는 제1 플렉스 조인트, 및 제2 플렉스 조인트의 제1 단부를 중앙부의 제2 단부에 가요성 결합하는 제2 플렉스 조인트를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 제1, 전방 단부 및 제2, 후방 단부를 갖는 주 엔진 블록, 제1 단부 및 제2 단부를 갖는 복수의 주 베어링 캡으로서, 주 베어링 저널을 회전식으로 지지하기 위해 제1 단부가 엔진 블록에 피벗식으로 결합되는, 복수의 주 베어링 캡, 및 제1, 저압축비(LCR) 위치와 제2, 고압축비(HCR) 위치 사이에서 크랭크샤프트의 중앙부를 이동시키기 위해 복수의 주 베어링 캡의 제2 단부에 각각 배치되는 복수의 액추에이터를 더 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 플렉스 조인트의 출력부는 고정된 길이방향 축을 가질 수 있다.

[0018] 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 출력부의 길이방향 축은 크랭크샤프트가 MCR 위치에 있을 때 크랭크샤프트와 실질적으로 동축이고, 제1 및 제2 출력부의 출력부의 길이방향 축은 LCR 및 HCR 위치에서 크랭크샤프트의 길이방향 축으로부터 0.5" 이하만큼 오프셋된다.

[0019] 몇몇 실시예에서, 제1 출력부는 주 엔진 블록의 전방에서 제1 오리피스스를 통해 돌출하는 제1 크랭크샤프트 스너우트(snout), 및 제1 크랭크샤프트 스너우트와 제1 오리피스 사이의 간극을 밀봉하는 제1 립 시일을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 제2 출력부는 주 엔진 블록의 후방에서 제2 오리피스스를 통해 돌출하는 제2 크랭크샤프트 스너우트, 및 제2 크랭크샤프트 스너우트와 제2 오리피스 사이의 간극을 밀봉하는 제2 립 시일을 더 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 크랭크샤프트 스너우트는 부속 구동 폴리 및 평형장치(balancer) 중 하나 이상에 착탈식으로 결합될 수 있고, 제2 크랭크샤프트 스너우트는 플라이휠에 착탈식으로 결합될 수 있다.

[0020] 몇몇 실시예에서, 블록은 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 지지하는 복수의 지지 받침대, 및 복수의 주 베어링 캡의 제1 단부를 복수의 지지 받침대에 피벗식으로 결합하는 주 베어링 캡 지지 샤프트를 더 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 주 베어링 캡의 정렬을 유지하기 위해 복수의 주 베어링 캡에 착탈식으로 결합되는 주 베어링 거들(girdle)을 더 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 복수의 주 베어링 캡의 각각은 가압 오일을 주 베어링 저널 및 복수의 액추에이터 중 하나 이상에 제공하기 위한 오일 통로를 더 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명의 이들 목적, 특징, 및 장점과 다른 목적, 특징, 및 장점은 첨부 도면과 함께 이후 상세한 설명으로부터 더 명확해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 저압축비(LCR) 모드의 제1 가변 압축비 엔진(VCRE)의 부분 단면 상세도를 도시한다.

도 2는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 고압축비(HCR) 모드의 도 1의 VCRE의 부분 단면 상세도를 도시한다.

도 3a는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 6개의 실린더 블록을 구비한 VCRE의 저부 사시도를 도시한다.

도 3b는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 오일 팬 및 두 개의 액세스 패널을 구비한 도 3a의 VCRE의 저부 사시도를 도시한다.

도 3c는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 출력 샤프트 하우징 및 4개의 실린더 블록을 구비한 VCRE의 저부 사시도를 도시한다.

도 4a는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 저 압축비(LCR) 모드의 제2 가변 압축비 엔진(VCRE)의 부분 단면 상세도를 도시한다.

도 4b는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 고압축비(HCR) 모드의 도 4의 VCRE의 부분 단면 상세도를 도시한다.

도 5는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 내부 지지 샤프트를 구비한 VCRE의 저부도를 도시한다.

도 6은 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 정렬 바아를 구비한 VCRE에 대한 저부 단부의 사시도를 도시한다.

도 7은 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 스테드 거들을 구비한 VCRE에 대한 저부 단부의 사시도를 도시한다.

도 8a 및 도 8b는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, VCRE에 대한 예시적인 오일 유동 경로를 도시하는 개략도이다.

도 9는 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, 예시적인 부속장치 및 변속기와 조립된 VCRE의 사시도이다.

도 10은 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, VCRE의 일 실시예에 대한 기하학적 형상의 개략도이다.

도 11은 본 발명의 몇몇 실시예에 따르는, VCRE에 대한 예시적인 제어 시스템의 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023]

본 발명의 실시예는 일반적으로 가변 압축비 내연기관, 더 구체적으로 내연기관 내에서 하나 이상의 축을 따라 이동 가능한 크랭크샤프트를 제공하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 시스템은 가동 주 베어링 캡에 수용되는 크랭크샤프트를 포함할 수 있다. 시스템은 피스톤의 상부로부터의 헤드의 거리, 및 이에 따라 압축비를 조정하기 위해 크랭크샤프트를 y축에서 상하로 이동시킬 수 있고, 종래의 엔진 설계에서와 같이 블록 상의 고정된 위치 내에 하나 이상의 실질적으로 고정된 동력 인출점을 제공한다.

[0024]

시스템은 크랭크샤프트의 이동에 영향을 주기 위해 다양한 기계, 전기, 유압, 또는 공압 장치를 사용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 시스템은 모든 주 베어링 캡을 일제히 이동시키기 위해 로브를 갖 캠프샤프트 유형 시스템을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 시스템은 유압 리프터, 서보 모터, 또는 기어를 이용할 수 있다. 또 다른 실시예에서, 시스템은 주 베어링에 연결되는 편심 샤프트를 사용할 수 있다.

[0025]

설명의 간략화 및 명확화를 위해, 시스템은 이하에서 가술된 내연기관용 시스템으로서 설명되고 엔진 작동 도중 필요에 따라 압축비의 변경예를 제공한다. 그러나, 관련 기술 분야의 통상의 기술자는 본 발명이 이에 한정되지 않는 점을 인식할 것이다. 시스템은 예를 들어, 연료의 각 유형에 대해 최적 압축비를 제공하는 플렉스 연료 차량에 사용될 수 있다. 시스템은 예를 들어, 가솔린을 채용하는 경우 최적 압축비를 제공하기 위해 크랭크샤프트를 (y축 상의) 제1 위치에 위치설정할 수 있으나, 크랭크샤프트는 메탄, 에탄올, 또는 다른 연료가 선택되는 경우 최적 압축비를 제공하기 위해 제2 위치로 이동될 수 있다. 이 방식으로 시스템을 사용하는 것은 예를 들어, 엔진이 작동하지 않는 동안 크랭크샤프트가 이동되게 할 수 있고, 따라서 제어 시스템이 압축 및 연소의 힘을 극복하는 필요성을 제거한다. 시스템은 또한 디젤 엔진의 압축비를 변화시키도록 배치될 수 있다. 시스템은 또한 터보차저, 수퍼차저, 아산화질소, 및 알코올 또는 물 주입을 포함하지만, 이에 한정되지 않는 기타 파워 엔진 파워 가산 장치와 함께, 또는 대신에 배치될 수 있다.

[0026]

본 발명의 다양한 요소를 구성하는 것으로서 이후 설명되는 재료는 예시적이지만 제한적이지 않도록 의도된다. 본 개시 내용에 설명된 재료와 동일 또는 유사한 기능을 실행할 수 있는 많은 적절한 재료가 본 발명의 범위 내에 포함되도록 의도된다. 본 개시 내용에 설명되지 않은 다른 재료는 예를 들어, 본 발명의 개시 이후 개시되는 재료를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 여러 도면에 기입된 임의의 치수는 단지 예시적인 목적을 위한 것으로 한정하도록 의도되지 않는다. 다른 치수 및 비율이 본 발명의 범위 내에 포함되도록 고려되고 의도된다.

[0027]

상술된 바와 같이, 엔진 내의 압축비를 변화시키는 종래의 시스템 및 방법에 의한 문제점은 너무 무겁고, 복잡하며 불안정하다는 점이다. 압축비를 변화시키기 위해 크랭크샤프트를 승강시키는 것에 대해 해결되어야 하는 하나의 주 문제점은 크랭크샤프트가 승강될 때 엔진 상에서 크랭크케이크를 밀봉하는 방법이다. 종래의 고정된

크랭크샤프트는 일반적으로 니트릴 고무 립 시일 또는 유사한 것에 의해 양단부 상에서 밀봉된다. 크랭크샤프트 상의 정합면이 비교적 깨끗하고 매끄러운 경우 이들 시일은 오일 및 다른 유체의 밀봉에 매우 효과적이다. 그러나, 이들 시일은 크랭크샤프트 상에 임의의 손상(예를 들어, 시간이 경과함에 따라 시일에 의해 마모되는 홈)이 있는 경우 또는 이들 시일이 오염면에 걸쳐 설치되는 경우, 덜 효과적이다. 이들 시일은 실제로 적용 가능한 거리를 이동하는 크랭크샤프트의 밀봉에 있어서 완전히 비효과적이다.

[0028] 동력 인출이 고정 상태로 유지되면서 크랭크핀을 포함한 크랭크샤프트의 부분을 이동시키는 방법이 요구된다. 마찬가지로, 다른 것 중에서도, Y축 상에서 이동하는 크랭크샤프트를 동력 타이밍 벨트, 부속 구동 벨트에 성공적으로 통합하고, 클라이휠(및 스타터)을 부착하고, 변속기에 동력을 전달하는 방법이 요구된다. 지난 125년의 종래 차량 설계는 이들 장치에 대한 동력이 엔진 블록 내의 고정된 위치의 고정된 축을 중심으로 회전하는 크랭크샤프트에 의해 제공되는 것에 기초한다. 따라서 이들 과제는 크랭크샤프트를 승강시키는 것에 의한 가변 압축비 엔진의 성공적인 실시를 크게 방해하였다.

[0029] 가동 크랭크샤프트를 채용하는 종래 기술의 노력은 이들 사안을 해결하는 두 개의 기본 방법을 시도했다. 여러 종래 특허, 예를 들어, DE 3 601 528 A1('528 특허) 등은 편심 형상의 베어링 하우징에 크랭크샤프트 베어링을 장착함으로써 오일 시일 과제를 해결하려고 시도했다. 이 방식으로, 편심부가 이동될 때, 크랭크샤프트의 회전 축도 이동된다. 그러나, 다른 것 중에서 이동하는 크랭크샤프트와 타이밍 벨트, 플라이휠, 및 변속기와의 맞물림이라는 더 큰 과제는 '528 특허에 의해서는 해결될 것으로 보이지 않는다.

[0030] 상술된 바와 같이, '180 특허를 포함한 여러 종래 특허는 크랭크샤프트로부터 오프셋되는 부속 슬레이브 샤프트를 제공함으로써 이 문제점을 해결하려 시도하였다. 참조예에서, 부속 슬레이브 샤프트는 일반적으로 기어세트에 의해 크랭크샤프트에 정합된다. 그러나, 이 해결책에 대해 여러 문제점이 존재한다. 예를 들어, 가압된 오일이 '180 특허의 크랭크샤프트에 제공되는 방법이 명확하지 않다. 추가로, 크랭크샤프트와 부속 샤프트 사이의 기어 결합을 유지하는 것은 크랭크샤프트의 비선형 이동 및 회전 속도(6000-7000 RPM) 모두로 인해 어렵다. 부속 샤프트의 오프셋은 변속기 및 전방 부속 구동부가 오프셋되게 할 수 있고, 또는 출력부를 재위치시키기 위해 복잡하고 무거운 기어 세트를 요구한다. 이는, 차례로, 다른 것 중에서도 차량 내의 패키징 및 중량 및 균형을 해결하기 어렵게 한다. 마지막으로, 이 설계는 또한 크랭크샤프트 90도로부터 회전력을 구동 기어로 전달하고 다시 90도를 부속 슬레이브 샤프트로 전달할 때 토크, 운동량 및 관성에 대한 과제를 생성한다. 따라서, 상기 과제들은 유사한 설계가 실행 가능한 엔진에서 발생하는 것을 방해하였다.

[0031] 크랭크핀을 포함하는 크랭크샤프트의 부분이 실린더 헤드까지 Y축 상에서 승강되도록 하고, 크랭크샤프트의 부분이 단일 고정 축을 중심으로 회전하는 고정 위치에서 블록을 통해 연장하는 것을 유지하는 크랭크샤프트를 채용한 설계가 요구된다. 이는 가변 압축비 엔진을 가능하게 할 수 있고, 종래 엔진 설계에서와 같이 고정 위치의 타이밍 벨트, 부속 벨트, 플라이휠, 및 변속기에 대한 동력을 제공한다.

[0032] 이에 대해, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예는 내연기관의 압축비를 변화시키면서 이로부터 안정된 동력 인출을 제공하는 시스템 및 방법에 관한 것이다. 이를 위해, 도 1은 저압축비(LCR) 구성의 가변 압축비 엔진(VCRE)(100)용 주 베어링 캡(105)의 단부도를 도시하고, 도 2는 고압축비(HCR) 구성의 동일한 엔진을 도시한다. 종래 엔진에서와 같이, VCRE(100)는 회전하는 크랭크샤프트(110), 커넥팅 로드(115), 및 피스톤(120)을 포함한다. 유사하게, 블록(125, 130)은 종래 방식으로, 즉 대형 볼트("헤드 볼트") 및 압축 가능 가스켓("헤드 가스켓")을 사용하여 함께 볼트 결합될 수 있다.

[0033] 그러나, 종래 엔진과 달리, VCRE(100) 상의 주 베어링 캡(105)은 실린더 헤드(130)에 대해 이동될 수 있다. 이 방식으로, 피스톤(120)의 상부와 연소실(135)의 상부 사이의 거리는 전체 연소 체적(예를 들어, 헤드 + 헤드 가스켓 + 피스톤 위쪽의 공간 내의 연소실(135)의 체적, 등)을 증감시키도록 변화될 수 있다. 이는, 차례로 VCRE(100)의 압축비를 변화시킨다.

[0034] VCRE(100)의 압축비를 변경하기 위해, 크랭크샤프트(110)의 부분 (및, 이에 따라 로드 및 피스톤)은 헤드(130)에 대해 수직으로 이동될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이는 일 단부를 중심으로 주 베어링 캡(105)을 피벗시킴으로써 달성될 수 있다. 이는 다른 것 중에서도, 중력(비교적 작은 힘), 관성력, 압축력 및 특히 연소력을 극복하는 것을 요구한다. 이들 힘의 제어는 가변 압축비를 갖는 종래 설계에 대해 주 장애물이었다. 그러나, 이 상적으로, 왕복 파트(115, 120)의 기하학적 형상을 유지하기 위해, 헤드/블록 조립체(125, 130)의 이동은 오직 y축에서의 이동(즉, 완전히 수직 이동)으로 실질적으로 한정되어야 하고, 후술되는 바와 같이, 몇몇 최소 측부 이동은 다른 것 중에서도 로드(115) 기하학적 형상 및 피스톤 링에 의해 흡수될 수 있다.

- [0035] 이에 대해, 본 발명의 실시예는 크랭크샤프트(110)의 이동을 제어하는 다중 장치를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 예를 들어, 크랭크샤프트(110)는 적절한 베어링(107)을 사용하여 피벗식 주 베어링 캡(105)에 장착될 수 있다. 종래 설계에서와 같이, 주 베어링(107)은, 예를 들어, 플레인 베어링, 니들 베어링, 또는 롤러 베어링을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 피벗식 주 베어링 캡(105)은 제1 단부(105a) 상의 블록(125)에 피벗식으로 결합되고 제2 단부(105b) 상의 액추에이터(140)에 결합될 수 있다. 도 1 및 도 2를 비교하여 알 수 있는 바와 같이, 이는 주 베어링 캡(105)이 제1 반경(R1) 주위로 회전 가능하도록 하고, 이는 차례로 크랭크샤프트(110)를 제2 반경(R2)을 따라 회전시킨다. 대칭적인 엔진 설계에서, 즉, 크랭크샤프트(110)가 캡(105) 상에 중심 설정되는 곳은, R2는 R1의 절반일 수 있다. 물론, 다른 기하학적 형상이 이 비율(R2/R1)을 증감시키기 위해, 예를 들어, 압축비 변경, 기계적 이점, 또는 위치설정 정확도를 증가시키기 위해 사용될 수 있다.
- [0036] 몇몇 실시예에서, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 베어링 캡(105)의 제1 단부(105a)는 샤프트(150) 및 받침대(155)(즉, 로커 아암에 장착된 샤프트와 유사함)를 사용하여 블록(125)에 피벗 가능하게 장착될 수 있다. 다른 실시예에서, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 샤프트(150) 및 베어링 캡(105)에 대한 제공은 일련 또는 다중편의 블록(125)에 직접적으로 주조될 수 있다.
- [0037] 몇몇 실시예에서, 베어링 캡(105)의 제1 단부는 매우 약간 회전하기 때문에, 베어링 캡(105)의 제1 단부(105a)는 단순히 샤프트(150) 상에 장착되는 기계 가공된 표면일 수 있다. 다른 실시예에서, 베어링 캡(105)의 제1 단부(105a)는 예를 들어, 플레인 베어링, 롤러 베어링 및 니들 베어링을 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 또 다른 실시예에서, 베어링 캡(105)은 종래 스탬핑 가공된 로커 아암에 대해 사용된 바와 유사하게, 볼 및 소켓 조인트 및 로크 너트에 의해 장착될 수 있다.
- [0038] 캡(105)의 제2 단부(105b)는 캡(105)이 샤프트(150)를 중심으로 피벗되게 하도록 피벗 기구(140)에 연결될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 캡(105)의 제2 단부(105b)는 도그 본(dog bone)(145) 또는 다른 적절한 링크를 통해 편심부 또는 캡(140)에 연결될 수 있다. 종래와 같이, 캡(140)은 중앙 샤프트(140a) 및 편심부(140b)를 포함할 수 있다. 이 방식으로, 캡(140)이 회전될 때, 도그본(145)은 그 정렬 상태를 유지하기 위해 베어링 캡(105)을 일제히 승강시킬 수 있다. 몇몇 실시예에서, 캡(140)은 내부 또는 외부 기어(147), 또는 다른 적절한 수단에 의해 회전될 수 있다. 도 6 참조.
- [0039] 물론, 다른 기구 또는 액추에이터(140)가 캡(105)을 피벗시키는데 사용될 수 있다. 각각의 캡(105)이 예를 들어, 유압 리프터 상에 장착될 수 있고, (예를 들어, 엔진 오일 압력 또는 개별적인 유압 또는 공압 회로를 사용하여) 모든 리프터는 공통의 유압 또는 공압 회로 상에 위치된다. 이 방식으로, 유압 또는 공압이 캡(105)을 일제히 이동시키는데 사용될 수 있다. 다른 실시예에서, 캡(105)은 예를 들어, 서모 모터, 리니어 서보, 유압 또는 공압 램, 형상 기억 합금(SMA), 또는 자성 유동 액추에이터를 사용하여 이동될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 몇몇 실시예에서, 액추에이터(140)는 또한 베어링 캡(105)을 "디폴트" 위치(예를 들어, HCR 또는 LCR 위치)로 반송시키는 스프링을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 스프링은 예를 들어, 종래 권회식 스프링, SMA, "마우스(mouse)" 유형 스프링, 또는 토션 바아를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0040] 상술된 바와 같이, 크랭크샤프트(110)를 승강시키는 것과 관련된 여러 문제점이 존재한다. 하나의 문제점은 종래의 일련의 크랭크샤프트가 사용될 때, 블록으로부터 돌출하는 크랭크샤프트(110)의 단부를 밀봉하는 것은 불가능하지 않더라도 어렵다는 점이다. 예를 들어, 종래의 립 시일은 간단하지만 이 작은 이동(적용예에 따라서, 대략 0.2")이라도 밀봉할 정도로 충분히 가요성이지 않다. 그 결과, 이들 유형의 시일은 곧 누설되고 그리고/또는 파손될 수 있다. 두 번째 문제점은 크랭크샤프트(110)가 고정 상태가 아닐 때, 예를 들어 후방의 변속기 및 전방의 부속 구동부에 대해, 크랭크샤프트(110)의 동력을 신뢰성 있게 인출하는 방법이다. 예를 들어, 다른 것 중에서도 변속기의 중량 및 복잡성으로 인해 크랭크샤프트(110)와 함께 변속기를 상하로 이동시키는 것은 실현 가능하지 않다. 이를 위해, 본 발명의 실시예는 또한 크랭크샤프트(110)에 하나 이상의 가동 구성요소 및 하나 이상의 고정 출력 지점을 제공하는 시스템 및 방법을 포함한다.
- [0041] 도 3a에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 몇몇 실시예에서, 시스템(300)은 본질적으로 하나 이상의 플렉스 조인트(310)를 포함하는 일련의 크랭크샤프트(110)를 포함할 수 있다. 크랭크샤프트(110)의 주 베어링 저널은 상술된 바와 같이, 즉 상술된 피벗식 베어링 캡(105)을 사용하여 장착될 수 있다. 이는 크랭크핀(즉, 커넥팅 로드)(115)가 고정되는 크랭크샤프트(110)의 중심을 포함하는 크랭크샤프트(110)의 부분이 실린더 헤드(130)에 대해 상대적으로 승강되도록 한다. 차례로, 플렉스 조인트(310)는 종래 엔진에서와 같이 크랭크샤프트(110)가 엔진(100)의 전방 및 후방으로 고정된 길이방향 축을 따라서 동력을 직접 공급하도록 할 수 있다. 이 구성에서, 크랭크샤프트(110)는 공유된, 고정 축(L₁) 상의 고정된 위치에서 블록(125)을 통해 연장하고, 기어 구동부 또는

다른 복잡하고 비효과적인 수단의 필요없이 종래 방식(예를 들어, 허브 조립체, 균형장치, 구동 폴리, 플라이휠 동력화, 또는 직접적인 변속기 동력화)으로 동력을 제공한다. 도시된 바와 같이, 크랭크샤프트(110)의 스너우트(315)는 종래 방식으로 그리고 종래 오일 시일(320)을 사용하여 블록을 통해 돌출할 수 있다.

[0042] 또한 도 3a에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 4개의 실린더 VCRE(100)에 대한 블록(125)은 6개의 실린더 종래 엔진에 대한 블록과 실질적으로 유사하다. 이 방식으로, 종래의 발달된 제조 기술이 비교적 낮은 제조 비용으로 고품질을 제공하도록 사용될 수 있다. 이 구성에서, 조인트(310)는 종래의 6개의 실린더의 실린더(1 및 6)의 피스톤 및 로드와 의해 이전에 점유된 위치를 실질적으로 점유한다.

[0043] 이 구성에서, 실린더 헤드(130), 밸브 커버, 및 블록은 예를 들어 4개의 실린더 엔진에 대한 크기일 수 있으나, 크랭크케이스는 본질적으로 6개의 실린더 엔진의 크기이다. 그러나, 이 공간은 예를 들어, 엔진(100) 전방 상의 이 영역에 걸쳐 부속장치를 배치함으로써 효율적으로 사용될 수 있다. 추가로, 이들 돌출부의 상부 또는 저부는 유지보수 비용을 최소화하기 위해 플렉스 조인트(310)를 대체 또는 서비스하기 위한 플레이트 또는 서비스 포트를 포함할 수 있다.

[0044] 도 3b에 도시된 바와 같이, 도 3a에 도시된 구성에서, 시스템(300)은 하나 이상의 서비스 커버(325) 및 종래 오일 팬(330)을 포함할 수 있다. 서비스 커버(325)는 차량으로부터의 엔진의 제거없이 필요에 따라 플렉스 조인트(310)가 편리하게 검사되고 서비스되게 할 수 있다. 오일 팬(330)은 예를 들어, 종래 오일 팬에서와 같이 오일 펌프용 섀프트, 드레인 플러그, 배플, 및 다른 구성요소를 포함할 수 있다. 커버(325) 및 오일 팬(330)은 종래 방식으로(예를 들어, 실리콘 또는 가스켓을 사용하여) 밀봉될 수 있고, 볼트 또는 다른 적절한 수단을 사용하여 블록(125)에 고정될 수 있다.

[0045] 추가로, 출력 샤프트 베어링에 인가되는 연소 또는 압축력이 없기 때문에, 엔진 블록은 플렉스 조인트를 수용하기 위해 블록의 전방 및 후방에 위치되는 "노즈 콘(nose cone)"이 추가된 4개의 실린더 엔진과 본질적으로 동일하게 크기 설정될 수 있다. 이 설계는 유지 또는 교체가 요구되는 경우 플렉스 조인트에 대한 액세스를 더욱 용이하게 하는 추가 이점을 갖는다.

[0046] 도 3c에 도시된 바와 같이, 시스템(350)은 하나 이상의 출력 테일샤프트 하우징(360)을 갖는 4개의 실린더 블록(355)을 포함할 수 있다. 이 방식으로, 엔진(350)은 4개의 실린더 엔진과 실질적으로 동일한 크기 및 중량을 가질 수 있다. 추가로, 테일샤프트 하우징(360)은 예를 들어, 볼트 및 적절한 시일(예를 들어, 실리콘, o-링, 가스켓등)에 의해 엔진(350)에 착탈식으로 결합될 수 있다. 본 구성에서, 테일샤프트 하우징(360)은 플렉스 조인트(310)가 서비스될 수 있도록 제거될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 테일샤프트 하우징은 또한 테일샤프트 하우징(360)을 통해 돌출하는 크랭크샤프트 스너우트(315)를 밀봉하는 시일(365)(예를 들어, 종래 립 시일)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 테일샤프트 하우징(360)은 크랭크샤프트 스너우트(315)를 지지하는 부싱 또는 베어링을 더 포함할 수 있다. 부싱은, 예를 들어 변속기 테일샤프트에서 사용되는 바와 유사한 청동 부싱일 수 있다. 베어링은 예를 들어, 플레인 베어링, 롤러 베어링, 또는 테이퍼 베어링일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0047] 몇몇 실시예에서, 도 4a-4b 및 도 5에 도시된 바와 같이, 블록(125)은 주 베어링 캡(105)이 블록(125) 내에서 피벗 가능하게 하는 포켓(520a, 520b)을 포함하도록 주조되거나 밀렛으로부터 기계 가공될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 블록(125)은 또한 피벗 샤프트(150) 및 액추에이터 샤프트(140a)를 각각 수용하기 위해 하나 이상의 보스(525a, 525b)를 포함할 수 있다. 이 방식으로, 예를 들어, 피벗 샤프트(150)는 주 베어링 캡(105)이 그 위에서 피벗할 수 있도록 블록(125)의 전방의 보스(525a)를 통해 그리고 주 베어링 캡(105)을 통해 삽입될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 샤프트(150)는 나사산부(510)를 포함할 수 있고, 블록(125)과 나사식으로 맞물릴 수 있다. 몇몇 실시예에서, 블록(125)은 또한 피벗 샤프트(150), 주 베어링 캡(105), 주 베어링(107), 및/또는 액추에이터(140)에 가압 오일을 제공하는 오일 통로(515)를 포함할 수 있다.

[0048] 몇몇 실시예에서, 액추에이터 샤프트(140a)는 블록(125) 뒤쪽의 보스(525b)를 통해, 그리고 도그본(또는 종동부)(145)을 통해, 또는 다른 작동 수단을 통해 삽입될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 보스(525b)는 또한 액추에이터 샤프트(140a), 액추에이터(140), 도그본(145), 주 베어링 캡(105), 주 베어링(107), 및 또는 피벗 샤프트(150)를 통해 가압 오일을 공급하는 오일 통로로서 작용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 피벗 샤프트(150) 및 액추에이터 샤프트(140a) 중 하나는 오일 공급원으로서 작용할 수 있고, 피벗 샤프트(150) 및 액추에이터 샤프트(140a) 중 다른 하나는 오일 회수부로서 작용할 수 있다.

[0049] 몇몇 실시예에서, 도 3a, 도 6, 및 도 7에 도시된 바와 같이, 이들 조인트(310)는 도시된 바와 같이, 더블 카단

조인트를 포함할 수 있고, 입력부(310a), 중앙 요크(310c)와 연결된 두 개의 유니버설 조인트(310b), 및 출력부(310d)를 포함할 수 있다. 이 방식으로, 크랭크샤프트(110)는 본질적으로 일련의 크랭크샤프트(110)로서 작용할 수 있고(즉, 동력이 축을 통해 직접 전달됨), 출력부(310d)는 고정 상태로 유지되게 할 수 있다. 이 방식으로, 종래의 시일, 구동 시스템, 플라이휠, 및 다른 구성요소는 본질적으로 종래 엔진에서와 동일한 상태로 유지될 수 있다. 이는 다른 것 중에서도 다중 슬레이브 샤프트, 기어 또는 다른 연동장치의 중량, 복잡성, 및 기계적 비효율성을 제거한다.

[0050]

물론, 플렉스 조인트(310)는 또한 예를 들어, 하나의 유니버설 조인트, 트랙터 조인트, 제파 조인트, 바이스(Weiss) 조인트, 트리포트 조인트, 톰슨 커플링, 말페지(Malpezzi) 조인트, 플렉스-디스크(또는 "쿠보스"), 조오 커플링, 및 임의의 다른 가요성 구동 조인트를 포함할 수 있으나, 이에 한정되지 않는다. 설명의 용이성을 위해, 더블 카단 유형 조인트가 도시되었으나, 다른 것 중에서도, 엔진 출력, 실린더 개수, 고조파 및 진동에 기초하여 최적 조인트가 각각의 제조사에 의해 결정될 수 있다.

[0051]

이들 조인트(310)를 사용하는 것은 출력부(310d)가 블록(125) 내에 고정된 위치에서 전형적으로 장착되게 한다. 이는 예를 들어 출력부(310d)가 가압된 오일링(oiling)에 의해 종래의 플레인 또는 롤러 베어링에 회전 가능하게 장착되게 한다. 이 고정된 장착은 또한 종래의 립 또는 로프 시일을 사용하여(예를 들어, 종래의 "전방 및 후방의 주 시일"을 사용하여), 또는 다른 적절한 수단을 사용하여 출력부(310d)가 밀봉되게 한다. 몇몇 실시예에서, 조인트(310)는 엔진의 셉프로부터의 오일에 의해 오일이 될 수 있다. 다른 실시예에서, 피스톤 냉각을 위해 사용되는 것과 같은 하나 이상의 가압 오일 제트가 조인트(310)를 윤활하도록 제공될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 출력 샤프트는 블록 상의 고정된 위치에 위치된 허브 조립체에 동력을 공급할 수 있다. 이는 허브 베어링에의 가압 오일 공급원에 대한 필요성을 제거할 수 있다. 이 실시예는 일반적으로 주 베어링(107) 상에 작용되는 연소 및 압축 부하를 제거하고, 따라서 허브 조립체에서 흔히 확인되는 종래 롤러 베어링, 또는 기타의 사용을 가능하게 한다.

[0052]

조인트(310)는 엔진의 토크를 출력부(310d)로 전달하도록 적절하게 크기 설정될 수 있다. 그러나, 후륜 구동 차량의 종래의 u-조인트는 토크를 엔진으로부터 차동 장치로 신뢰성 있게 전달하고, 이후 변속기에 의해 증대(예를 들어, 일반적으로 제1 기어에서 3X 초과)되는 점에 유의해야 한다. 그 결과, 조인트(310)는 종래의 구동 샤프트 u-조인트 또는 CV 조인트에 비교할 때 비교적 소형이고 경량일 수 있다. 추가로, 후술되는 바와 같이, 적어도 크랭크샤프트(110)가 이동되어야 하는 거리가 매우 짧기 때문에, 조인트는 매우 깨끗한 환경에서 위치되고, 조인트(310)에 윤활이 제공될 수 있고, 조인트(310)의 서비스 수명은 대략 100,000 마일 이상인 종래의 구동샤프트 u-조인트의 수명을 충족 또는 초과해야 한다.

[0053]

몇몇 실시예에서, 블록(125)은 종래의 6개의 실린더에서와 같이, 크랭크샤프트(110)의 출력부(310d) 부분을 회전식으로 지지하는 제1 및 제7 베어링(105)을 갖는 7개의 주 베어링 캡(105)을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 도 5에 도시된 바와 같이, 블록(125)은 크랭크샤프트(110)의 주 베어링(107)을 지지하는 5개의 주 베어링 캡(105)을 포함할 수 있고, 크랭크샤프트(110)의 출력부(310d) 부분(들)은 개별 베어링(530)에 지지될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 저속 또는 저마력 적용예에 대해, 예를 들어, 겨우 3개의 주 베어링 캡(105)이 개별 베어링(530)에 지지되는 출력부(310d)를 갖는 종래의 V8 엔진(즉, 크랭크샤프트(110)의 각각의 쌍에 대해 하나의 베어링 캡(105)이 투입됨)에 사용될 수 있다. 주 베어링 캡(107) 및 출력 베어링(317)은 플레인 베어링, 롤러 베어링 및 니들 베어링을 포함하지만 이에 한정되지 않는, 관련 기술 분야의 통상의 기술자에게 공지된 많은 유형의 베어링을 포함할 수 있다.

[0054]

몇몇 실시예에서, 도 6에 도시된 바와 같이, 캡(105)은 하나 이상의 정렬 바아(605)를 더 포함할 수 있다. 정렬 바아(들)(605)는 예를 들어 캡(105)이 일체로 이동하는 것을 보장하기 위해 액추에이터(140) 위쪽에 위치되고 볼트 연결(또는 캡(105)에 착탈식으로 결합)될 수 있다. 다른 실시예에서, 시스템은 예를 들어, 그 정렬 상태를 유지하기 위해 캡의 제1 단부(105a), 중간, 및 제2 단부(105b)에 위치되는 복수의 정렬 바아(605)를 포함할 수 있다. 정렬 바아(들)(605)는 예를 들어, 알루미늄, 강, 주철, 복합재, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 캡(105)의 정렬 상태를 유지하는 것은 다른 것 중에서도 진동 및 베어링 마모를 줄이는데 노력할 수 있다.

[0055]

몇몇 실시예에서, 도 7에 도시된 바와 같이, 캡(105)의 정렬은 고성능 엔진에서 확인되는 바와 같이, 외부 스티드 거들(705)을 사용하여 유지될 수 있다. 스티드 거들(705)은 비교적 높은 인장 강도 및 높은 강성을 갖는 주조물 또는 기계 가공된 버팀대(brace)를 포함할 수 있다. 스티드 거들(705)은 예를 들어, 알루미늄, 강, 주철, 복합재, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 도시된 바와 같이, 거들(705)은 연장된 스티드 상에 장착되거나 캡(105)에 볼트 연결될 수 있고, 캡(105)의 강성 및 안정성을 증가시킬 수 있고, 실질적으로 일체형

(monolithic) 유닛을 생성한다. 종래 적용예에서와 같이, 거들(705)은 다른 것 중에서도 정렬 문제 및 측부 부하의 방식을 조력하고, 베어링 수명을 증가시키고, 진동을 감소시킬 수 있다.

[0056]

도 8a 및 도 8b에 도시된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 샤프트(150) 및 또는 받침대(155)는 베어링 캡(105) 및/또는 베어링(107)에 가압 오일을 제공하는데 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 가압 오일은 블록(125) 내의 오일 통로를 거쳐서 그리고 받침대(155), 샤프트(150), 및 베어링 캡(105)을 통해 직접 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 가압 오일은 엔진의 일단부로부터 중공 샤프트(150)를 통해 제공될 수 있고 (종래의 주 베어링에서 확인되는 바와 유사하게) 오일링 구멍 및 통로를 통해 베어링 캡(105)에 공급될 수 있다. 이 방식에서, 가압 오일은 주 베어링(107) 및/또는 캡(105)의 제2 단부(105b) 및 피벗 기구(140)까지 주 캡(105) 내의 통로를 통해 제공될 수 있다. 다른 실시예에서, 가압 오일은 제2 단부(105b)와 관련된 샤프트(140a) 또는 다른 수단을 통해 공급될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 피벗 샤프트(150) 및 액추에이터 샤프트(140a) 중 하나는 오일 공급원으로서 작용할 수 있고, 피벗 샤프트(150) 및 액추에이터 샤프트(140a) 중 다른 하나는 오일 회수부로서 작용할 수 있다.

[0057]

도 9에 도시된 바와 같이, 시스템(100) 구성은 종래 방식으로 밀봉될 수 있고 종래 방식의 종래 구성요소와 간섭하는 가변 압축비 엔진(900)을 가능하게 한다. 도시된 바와 같이, 균형장치(905) 및 전방 풀리(910)는 필요에 따라 전방 부속장치(예를 들어, 얼터네이터(915))에 대한 편리한 동력 인출을 가능하게 하고 타이밍 벨트(920)를 구동하도록 고정 상태이다. 추가로, 후방 출력부(310d)가 고정 상태이기 때문에, 크랭크샤프트(110)는 종래 방식으로 종래 변속기(925)에 용이하게 연결될 수 있다.

[0058]

예 1

[0059]

이하의 표 1은 다양한 엔진 구성에 대해 적절한 치수를 포함한다. 이하에 사용된 정확한 치수는 제너럴 모터스(General Motors)에 의해 생산된 유비쿼터스 350 c.i. (5.7L) "소형 블록" 쇠보레 엔진에 대해 공통된다.

표 1

	<u>LCR</u>	<u>MCR</u>	<u>HCR</u>
보어	4.00"	4.00"	4.00"
스트로크	3.500"	3.500"	3.500"
헤드 가스켓 보어 직경	4.030"	4.030"	4.030"
압축된 헤드 가스켓 높이	0.021"	0.021"	0.021"
실린더 헤드 연소실 체적	80cc	80cc	80cc
피스톤 돔	19.5cc	19.5cc	19.5cc
피스톤 높이(테크 아래 높이)	-0.2"	-0.1"	0.0"
전체 연소실 체적	106.07cc	85.48cc	64.89cc
압축비	7.79	9.43	12.11

[0060]

[0061]

엔진의 전체 연소실 체적, 즉 피스톤이 상사점(TDC)에 있을 때 피스톤 위쪽의 전체 체적, V_{TDC} 은 다음과 같다.

[0062]

$$V_{TDC} = V_{CC} + V_{HG} - V_{PD} + V_{PH} \quad (1)$$

[0063]

여기서, V_{CC} = 실린더 헤드 연소실 체적, V_{HG} = 실린더 헤드 가스켓 체적, V_{PD} = 피스톤 돔 체적, 및 V_{PH} = 피스톤 높이로 인한 체적(즉, 실린더 블록 아래의 피스톤 높이에 대해 양성이고 위쪽에 대해 음성). 상기 LCR 예에서, 예를 들어, 전체 연소실 체적은 다음에 의해 제공된다.

[0064]

$$V_{TOT} = 80cc + \left[\pi \left(\frac{4.030}{2} \right)^2 \times 0.021 \times 16.387 \right] - 19.5cc + \left[\pi \left(\frac{4.000}{2} \right)^2 \times 0.2 \times 16.387 \right] = 106.07cc$$

[0065] 여기서, 16.387은 세제곱 인치로부터 cc로의 환산 계수이다. 유사하게, 피스톤이 하사점(BDC)에 있을 때 실린더의 체적, V_{BDC} 은 다음과 같다.

$$[0066] \quad V_{BDC} = V_{TDC} + (보어 \times 스트로크)$$

[0067] 위의 LCR 예에 대해 산출하면,

$$[0068] \quad V_{BDC} = 106.07cc + \left[\left[\pi \left(\frac{4.000}{2} \right)^2 \times 3.5 \right] \times 16.387 \right] = 826.81cc$$

[0069] 최종적으로, 압축비는 다음과 같이 산출될 수 있다.

$$[0070] \quad CR = \frac{V_{BDC}}{V_{TDC}} = \frac{826.81cc}{106.07cc} = 7.79$$

[0071] 표 1에 도시된 바와 같이, 피스톤(120)의 넓은 면적으로 인해, 피스톤 높이의 비교적 작은 변화가 전체 연소실 체적(및 이에 따른 압축비)의 상당한 변화를 야기한다. 상술된 바와 같이, 이는 엔진이 부하, 온도, 연료 품질에 따라 더욱 더 효율적으로 작동하게 할 수 있다. 상기 예에서, 예를 들어, 7.79:1 압축비는 상당히 낮고 이상폭발의 우려없이 거의 임의의 연료에 대해 작동할 수 있다. 이 저압축비는 예를 들어, 중부하 하에서 그리고 가끔씩 저품질의 "오프 로드" 연료에서 작동하는 구형 픽업 트럭 엔진에 대해 동일하다. 추가로, 이 저압축비는 이상폭발 없이 매우 효율적인 터보 차징 또는 수퍼 차징을 제공하도록 이용될 수 있다. 이는 예를 들어, 4개의 실린더 2.5L 엔진이 5.0 리터 V-8보다 더 높은 토크 및 마력을 생성하게 할 수 있다.

[0072] 한편, 9.43:1 압축비의 중간 압축비(MCR)는 우수한 중간-부하/중간-품질 연료 압축비이다. 이는 9.0:1 내지 10.5:1로 되는 경향이 있는 많은 현대의 엔진의 압축비의 범위 내에 있다. 이는 엔진이 다양한 상황에서 또는 매우 다양한 범위의 연료 품질에 대해 매우 효율적으로 작동하게 할 수 있다. 적당한 냉각(예를 들어, 사후-또는 중간 냉각)에 의해, 이 MCR은 또한 증가된 동력 및 효율을 제공하도록 터보- 또는 수퍼 차저로부터 적당한 양의 부스트(예를 들어, 5-6 PSI)에 의해 사용될 수 있다.

[0073] 마지막으로, 12.11:1의 고-압축 위치는 종래 엔진의 표준 "펌프" 가솔린에 대한 압축비의 한계에 접근한다. 현 시점에서 높은 압축비는 일반적으로 이국적인 스포츠 카 및 오토바이를 위한 것이다. 12:1 부근의 "표준" 압축비 한계는 불꽃 및 연료 전달의 제어에 의해 이상폭발을 감소시킬 수 있는, 예를 들어 직접 분사 및 노크(knock) 센서 등이지만 이에 한정되지 않는 특별 제어 및 세심한 연소실 설계에 의해 증가될 수 있다. 그러나, 이들 특징부는 이 성능을 달성하기 위해 고가의 전자 기기, 펌프, 및 연료 인젝터를 요구할 수 있다. 그러나, 본 발명의 실시예는 고가의 구성요소 및 제어에 의해서가 아니라, 엔진이 작동하는 조건이 적절한 경우(예를 들어, 높은 품질 연료, 낮은 주위 온도 등) 매우 높은 압축비의 사용을 가능하게 한다. 이는 비교적 종래의 엔진 설계가 이상폭발 또는 다른 해로운 부작용없이 매우 높은 압축비의 효율 및 증가된 성능을 야기하도록 할 수 있다.

[0074] 높은 압축비(예를 들어, 11.5:1 이상)를 이용하는 주 이점은 교통 신호에서의 아이들링 및/또는 고속도로 속도에서의 순항과 같이 엔진이 경부하 하에 있을 때 달성되는 개선된 효율 및 연료 경제성이다. 경부하 하에서 압축비를 증가시키는 이 성능은 연료 경제성을 크게 증가시킨다(30% 이상).

[0075] 물론, 본 발명의 실시예는 단지 3개의 위치로 한정되지 않고 LCR 위치와 HCR 위치 사이에 많은 위치가 존재한다. 이 방식으로, 크랭크 높이는 성능을 최대화하고 이상폭발, 배기가스, 연료 소모 및 다른 유해한 영향을 최소화하는 추가의 엔진 파라미터로서 간단하게 제어될 수 있다. 이 방식으로, 시스템은 예를 들어, 열 축적, 이상폭발, 및 유해 배기 가스(예를 들어, 질소 산화물)를 최소화하면서 토크, 마력, 및 연료 경제성을 최대화하기 위해 산소 센서, 스로틀 위치 센서, 노크 센서, 및 흡기 및 엔진 온도 센서로부터의 피드백에 기초하여 크랭크 높이를 실질적으로 지속적으로 변경시킬 수 있다.

[0076] 시스템(100)은 또한 특정 연료에 대해 또는 특정 파워 가산 장치와 함께 효율을 최대화하기 위해 사용될 수 있다. 엔진이 E85(85% 에탄올/15% 가솔린)을 연소시키도록 설계되는 경우, 예를 들어, 압축비는 더 높은 압축비(대략 14.5:1까지)를 제공하기 위해 이동(또는 확장)될 수 있다. 이는 예를 들어 E85가 가솔린보다 더 적은 에너지를 제공하고 따라서 대략 20-30% 열악한 연비를 제공하기 때문에 유용할 수 있다. 그러나, E85가 단순히 더 효율적으로(즉, 더 높은 압축비에서) 연소되는 경우 이 일부 손실이 회복될 수 있다. E85는 또한 가솔린보

다 더 낮은 온도에서 더욱 더욱 깨끗하게 연소하며, 이는 배기 가스를 감소시키고 엔진 수명을 증가시킬 수 있다. 에탄올은 또한 재생 가능한 공급원으로부터 그리고 환경 친화적인 방식으로 제조될 수 있다.

[0077] 시스템(100)은 효율을 최대화하기 위해 파워 가산 장치와 함께 사용될 수 있다. 시스템(100)은 예를 들어, 스푼(spool)-업 시간 및 "터보-래그(turbo-lag)"를 줄이기 위해 터보차저와 함께 사용될 수 있다. 이는 예를 들어, 터보 차저가 터보 래그를 감소시키기 위해 미리 정해진 양의 부스트 아래에 있을 때 비교적 높은 압축비를 유지함으로써 달성될 수 있다. 그러나, 터보 스푼-업에 대해, 압축비는 오버부스팅을 방지하기 위해 크랭크샤프트(110)에 의해 기계적으로 낮아질 수 있고, 이는 이상폭발, 헤드 가스켓의 이상(blow head gasket), 및 다른 기계적 문제를 발생시킬 수 있다.

[0078] 상술된 바와 같이, 크랭크샤프트(110)의 이동은 이상적으로 완전히 수직일 수 있다. 이는 상술된 기구의 조합을 사용하여 달성될 수 있으나, 설계는 피벗 캡(105)에 의해 약간 단순하게 될 수 있다. 그러나, 예 1에서 설명된 바와 같이, 크랭크가 이동되어야 하는 거리는 비교적 좁다. 추가로, 도 10에 도시된 바와 같이, 기하학적 형상은 크랭크샤프트(110)의 측부 이동이 매우 적도록 이루어진다.

[0079] 예 1에 대해 상술된 기하학적 형상이 제공되는 경우, 크랭크샤프트 0.2" 상승은 우수한 범위의 압축비를 제공한다. 도 10에 도시된 바와 같이, 예 1로부터의 사양을 사용하고 예를 들어 8" 넓은 주 베어링 캡(즉, 피벗(150))으로부터 크랭크샤프트(110)의 중심까지 4")를 상정할 때, 크랭크샤프트(110)의 각 이동은 다음과 같이 산출될 수 있다.

$$\theta = \sin^{-1} \frac{0.4}{8} = 2.87^\circ \quad (1)$$

[0081] 이는 비교적 작은 수이다. 추가로, 크랭크샤프트(110)를 0.2"(이에 따라 주 베어링 캡(105)의 단부(105b)를 0.4") 상승시켜 발생하는 크랭크샤프트(110)의 수평 이동은 다음과 같이 산출될 수 있다.

$$\sqrt{(x+8)^2} = \sqrt{8^2 + 0.4^2} \quad (2)$$

[0083] 이는 대략 .00999"의 크랭크샤프트(110)의 수평 이동으로 전환된다. 따라서, 이 유형의 이동은 예를 들어 주 베어링(107) 틈새에 비해 다소 크지만, 이는 피스톤 링 및 다른 틈새에 의해 용이하게 흡수될 수 있고, u-조인트, 귀보스, 및 다른 유형의 플렉스 조인트에 대해 아주 작다. 이 측부 이동은 또한 예를 들어 VCRE(100)에 용이하게 패키징될 수 있는 더욱 넓은 주 베어링 캡에 의해 더욱 감소될 수 있다.

[0084] 추가로, 도면에서는 수평 위치로부터 피벗되는 것으로 도시되었으나, 다른 구성이 사용될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 예를 들어, 주 베어링 캡(105)은 MCR 위치에서 실질적으로 수평일 수 있다. 이 방식으로, 주 베어링 캡(105)은 LCR 위치까지 0.1" 아래로, HCR 위치까지 0.1" 위로 피벗될 수 있다. 이는 크랭크샤프트(110)의 수평 이동을 대략 .0005"까지 감소시키고, 추가로 예를 들어 베어링 마모 및 고조파를 감소시킬 수 있다.

[0085] 도 11의 단순화된 개략도에 도시된 바와 같이, 예를 들어 제어 시스템(1000)은 예를 들어 상술된 바와 같이 액추에이터(140) 중 하나 및 다양한 엔진 센서로부터의 피드백을 사용하여 크랭크샤프트(110)의 위치를 모니터링 및 제어하는데 사용될 수 있다. 제어 시스템(1000)은 예를 들어, 다른 센서 중에서도, 크랭크샤프트(110)를 지속적으로 이동시켜 최적 효율을 유지하기 위해 다기관 절대 압력(MAP) 센서(1005)(또는 공기 질량(MAF) 센서), 스로틀 위치 센서(TPS)(1010), 흡기 온도(AIT) 센서(1015), 산소(O2) 센서(1020), 노크 센서(1025), 및 냉각수 온도 센서(CTS)(1030) 등이지만 이에 한정되지 않는 하나 이상의 센서로부터 정상 입력을 사용할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 액추에이터(140)는 예를 들어 제어 시스템(1000)이 크랭크샤프트의 위치를 모니터링할 수 있는 스테퍼 모터일 수 있다. 다른 실시예에서, 시스템(1000)은 크랭크샤프트(110)의 위치를 모니터링하는 위치 센서(예를 들어, 광학 또는 저항 센서)를 포함할 수 있다.

[0086] 시스템(1000)은 예를 들어, 제어기(1035)를 사용할 수 있고, 제어기는 효율을 최대화하고, 엔진 온도를 유지하고(즉, 과열 방지), 노크를 감소시키기 위해 예를 들어 점화 타이밍(1040), 연료 인젝터 펄스 폭(1045)(즉, 연료 혼합물), 및 크랭크샤프트(110) 위치(상술된 액추에이터(140) 중 하나를 사용함)등이지만 이에 한정되지 않는 엔진 파라미터를 계속 모니터링하고 변경하는 컴퓨터 또는 마이크로프로세서를 포함할 수 있다. 따라서, 예를 들어, 제어기는 실시간으로 크랭크샤프트(110)를 재위치 설정하기 위해 하나 이상의 서보, 또는 스테퍼 모터를 사용할 수 있다.

[0087] 여러 가능한 실시예가 상술되었으나, 본 발명의 실시예는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 액추에이터(140)

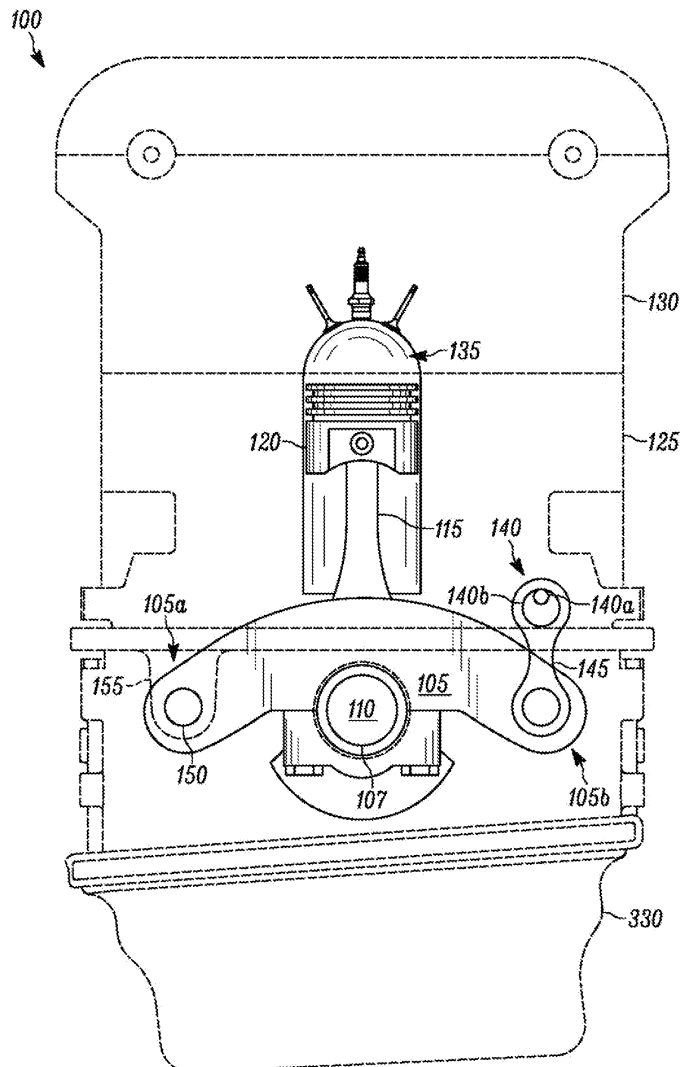
에 대한 여러 가능한 구성이 개시되었으나, 다른 적절한 액추에이터, 재료 및 재료의 조합이 본 발명의 실시예의 기술 사상 내에서 선택될 수 있다. 상술한 바에 추가로, 예를 들어 다수의 액추에이터 및 제어 시스템이 본 발명의 기술 사상 내에서 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예의 다양한 특징부에 대해 사용되는 위치 및 구성은 예를 들어, 공간 및 동력 제한으로 인해 약간의 변형예를 요구하는 특정 엔진 배치 또는 구성에 따라서 변화될 수 있다. 이러한 변경예는 본 발명의 범위 내에 포함되도록 의도된다.

[0088]

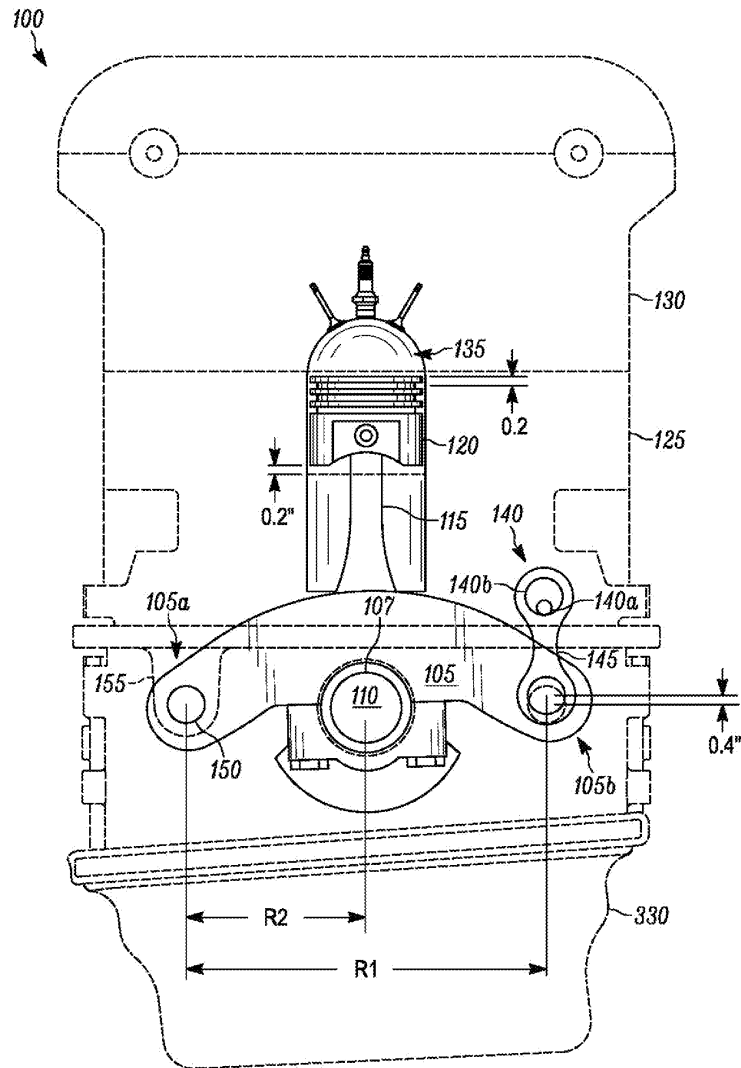
다양한 요소의, 특정 구성, 재료 선택, 및 크기와 형상은 본 발명의 원리에 따라서 구성된 장치, 시스템, 또는 방법을 필요로 하는 제약 또는 특정 설계 사양에 따라서 변화될 수 있다. 이러한 변경예는 본 발명의 범위 내에 포함되도록 의도된다. 따라서, 현재 개시된 실시예는 모든 점에 있어서 예시적인 것이고 제한적이지 않은 것으로 고려된다. 본 발명의 범위는 전술한 상세한 설명이 아니라 첨부된 청구항에 의해 나타내지며, 본 발명의 균등물의 의미 및 범위 내에 있는 모든 변경예들을 포함하고자 한다.

도면

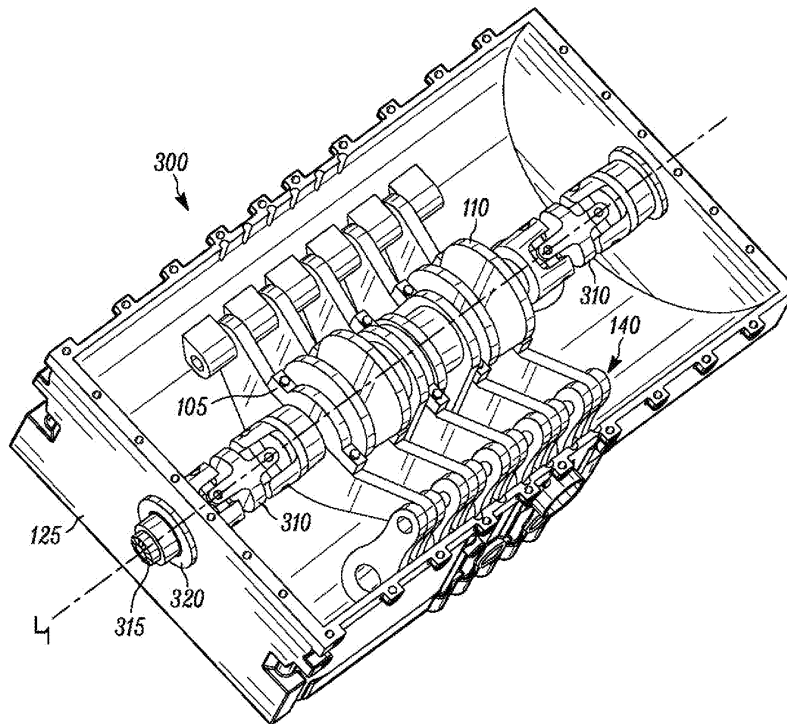
도면1



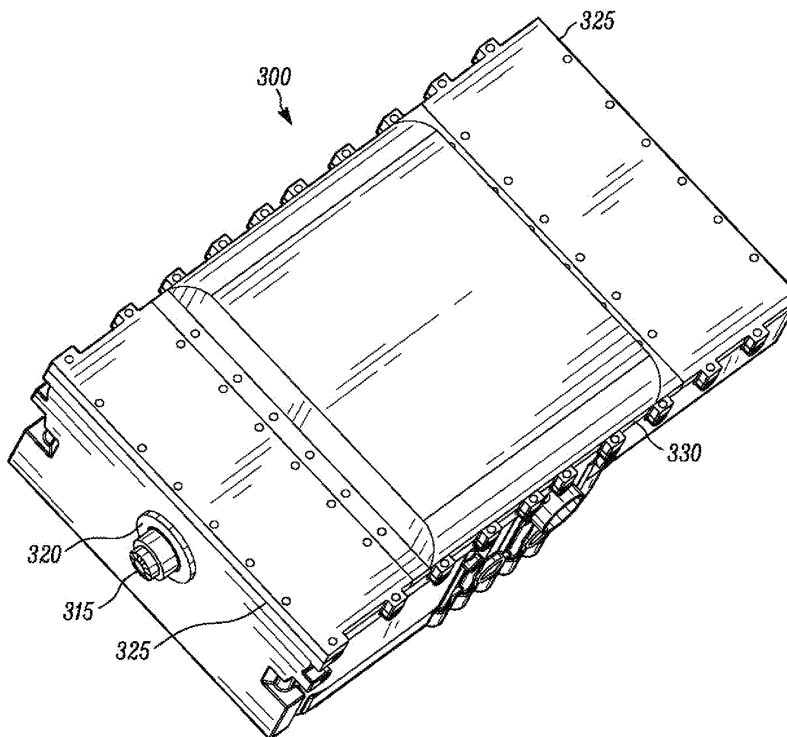
도면2



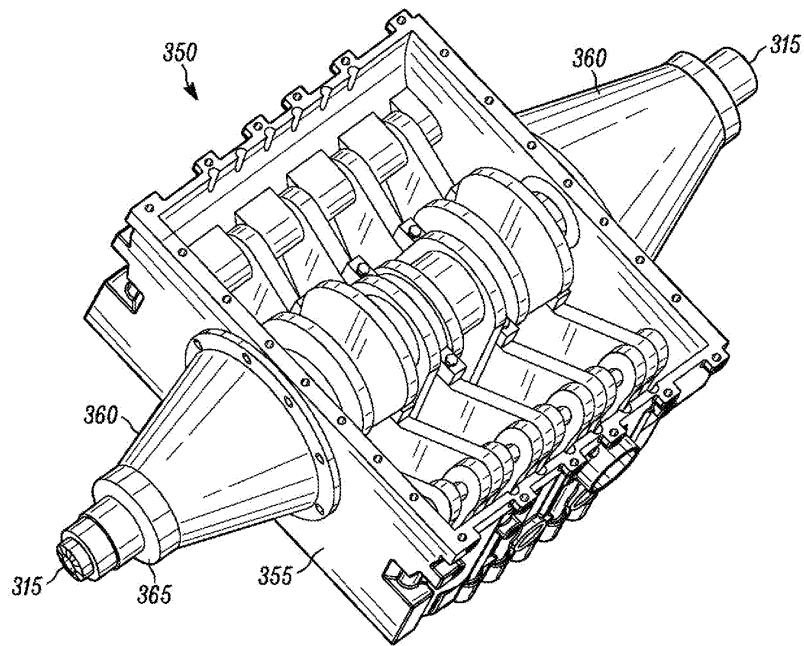
도면3a



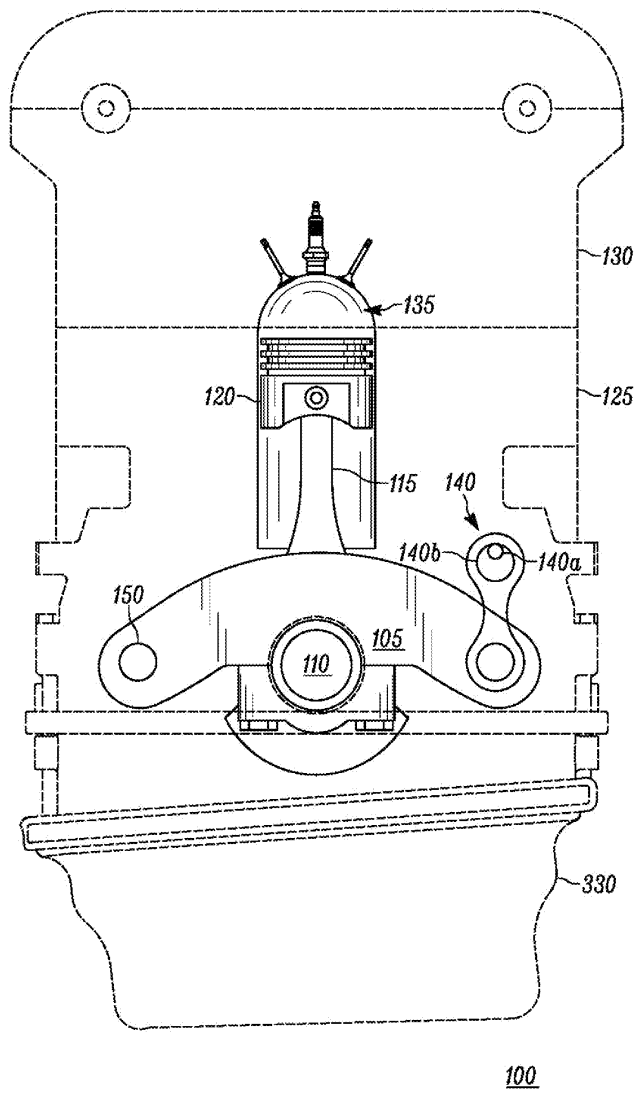
도면3b



도면3c

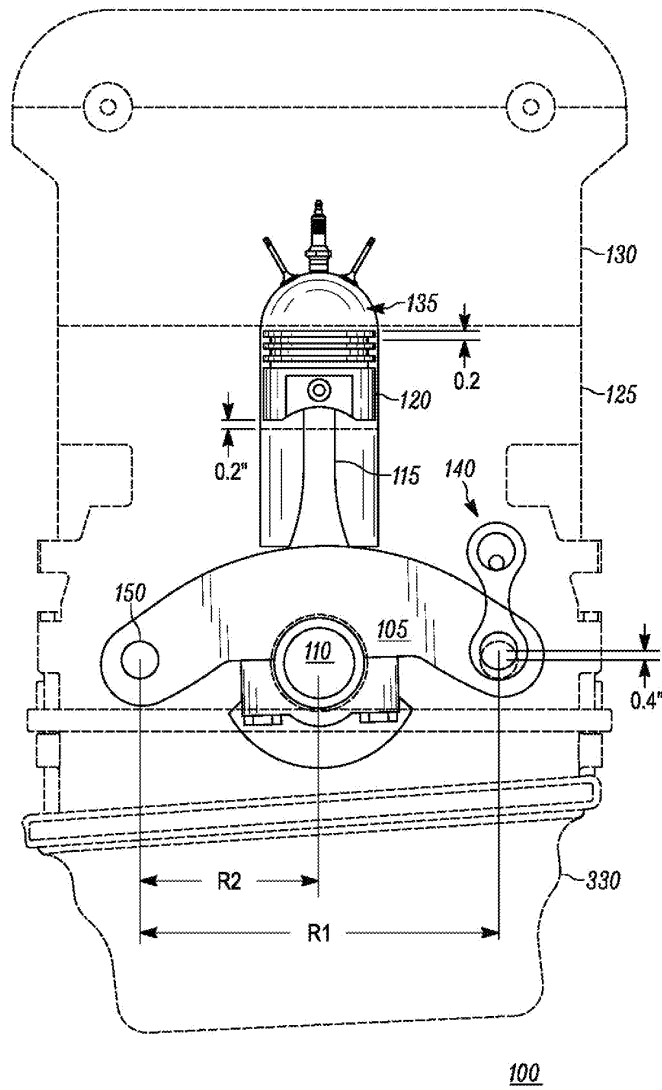


도면4a



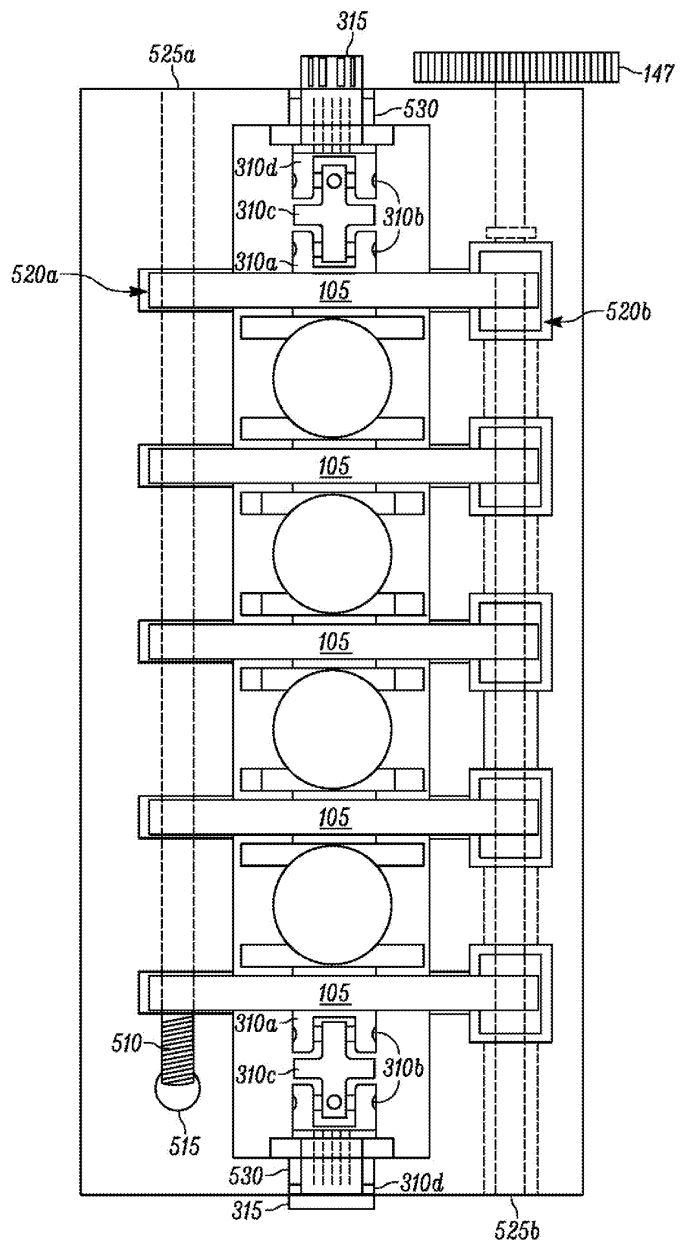
100

도면4b

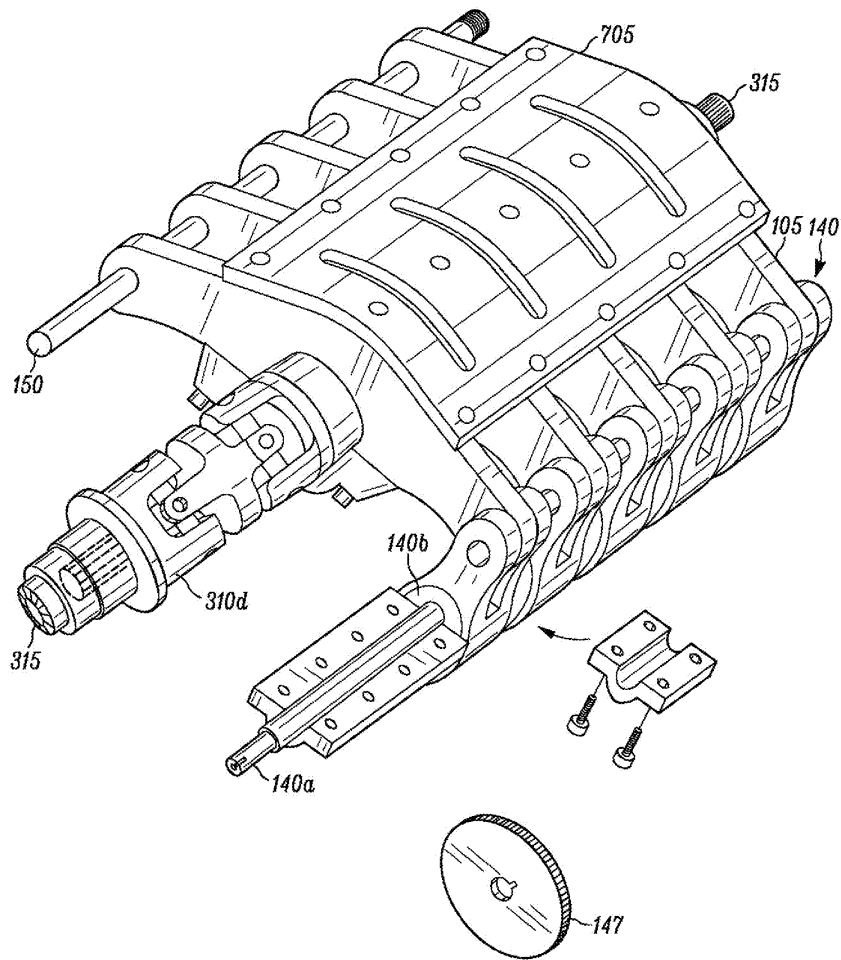


100

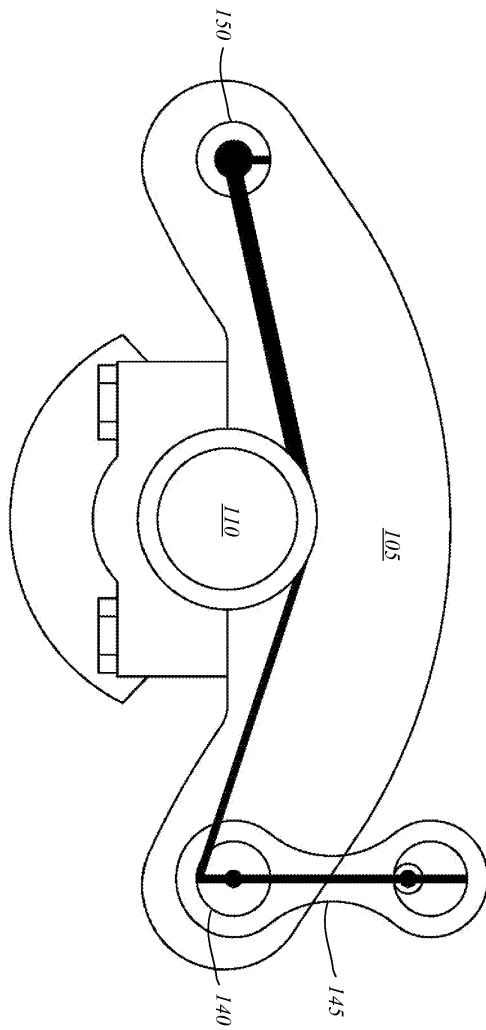
도면5



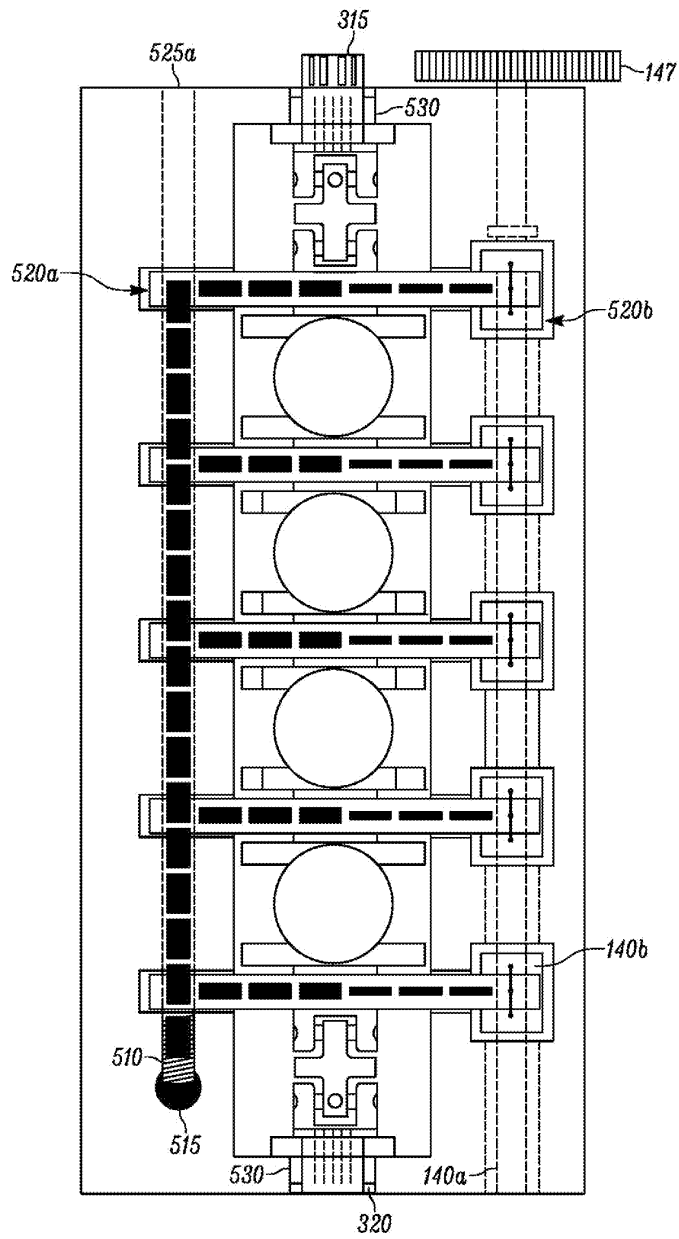
도면7



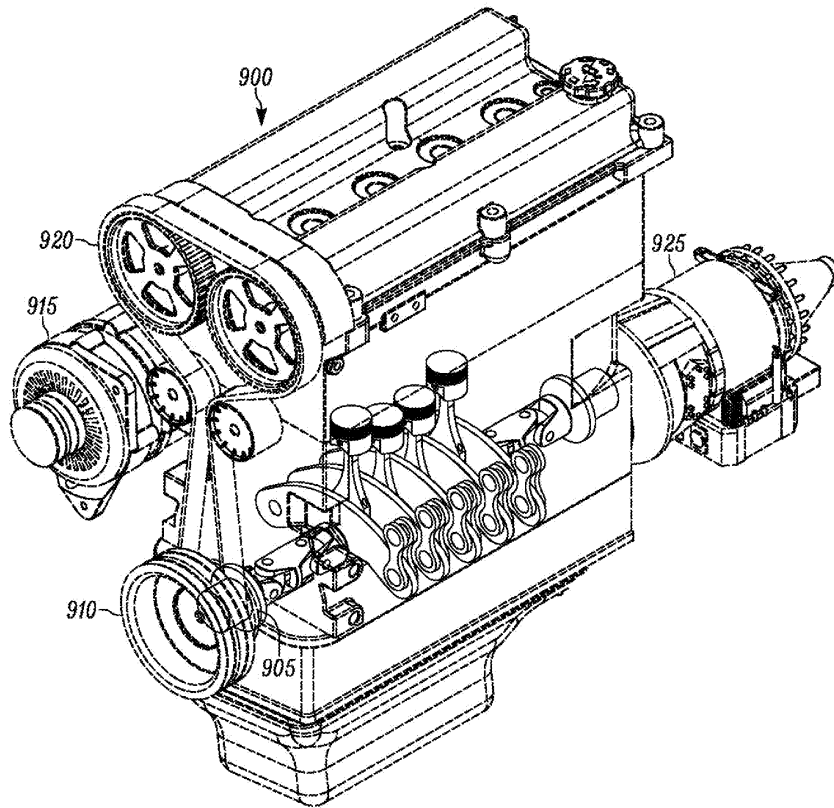
도면8a



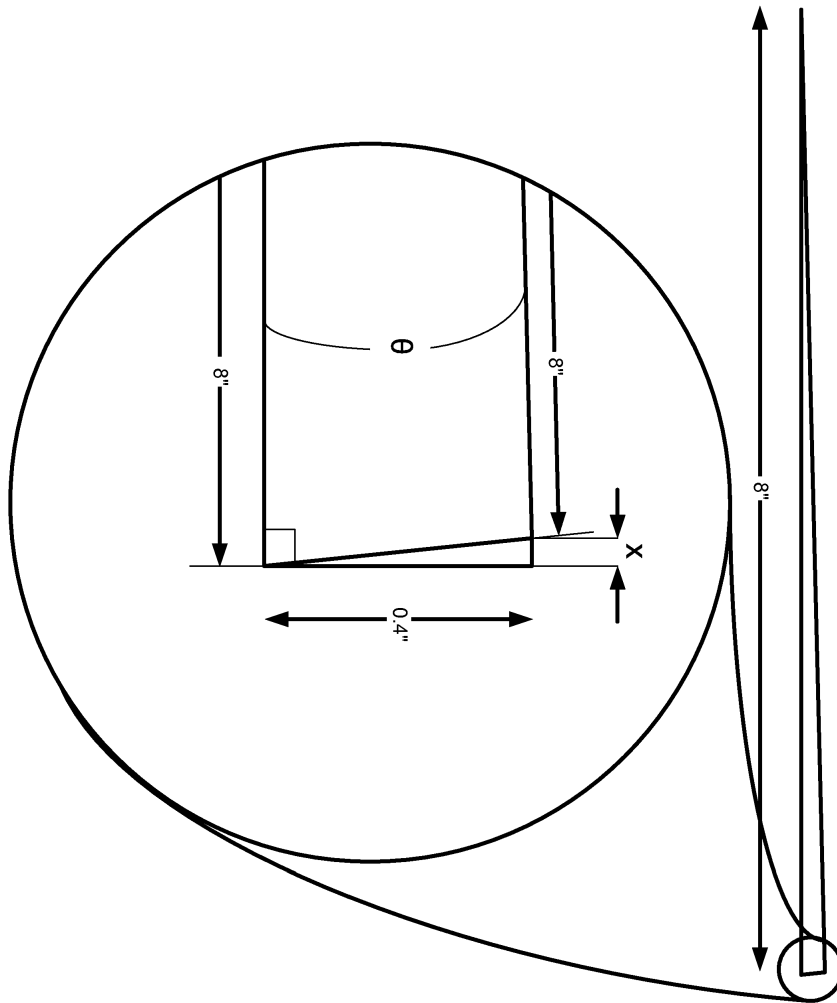
도면8b



도면9



도면10



도면11

