



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0023908  
(43) 공개일자 2015년03월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
F02D 15/02 (2006.01) F02B 75/04 (2006.01)  
F02B 75/28 (2006.01) F02D 35/02 (2006.01)  
F02D 41/40 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2015-7002356  
(22) 출원일자(국제) 2013년07월02일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2015년01월28일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2013/049160  
(87) 국제공개번호 WO 2014/008309  
국제공개일자 2014년01월09일  
(30) 우선권주장  
61/667,369 2012년07월02일 미국(US)

(71) 출원인  
피너클 엔진스 인크.  
미국 94070 캘리포니아주 산 카를로스 스위트 1에  
이 인터스트리얼 로드 1300  
(72) 발명자  
클리브스 제임스 엠.  
미국 94070 캘리포니아주 샌 카를로스 스위트 1에  
이 인터스트리얼 로드 1300  
(74) 대리인  
양영준, 안국찬

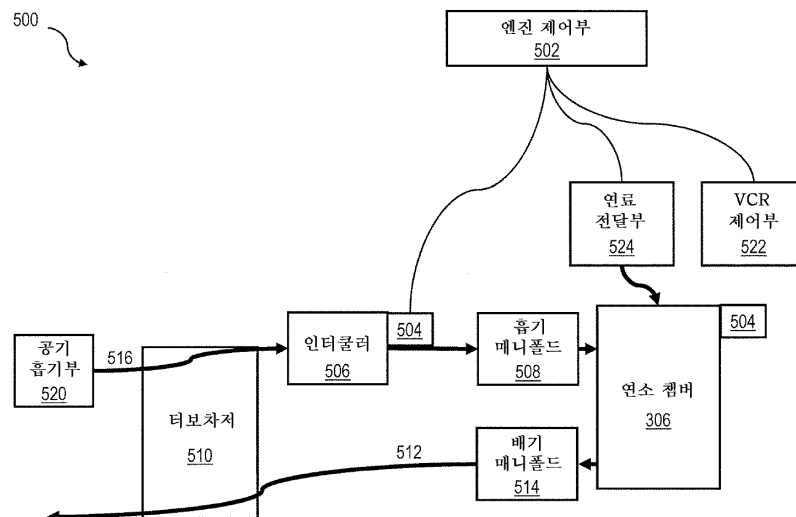
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 가변 압축비 디젤 엔진

(57) 요약

선택 사항으로 가변 압축비 및/또는 터보차징을 갖는 디젤 대향 피스톤 엔진은 더 큰 압축비가 더 작은 부하에 사용되고 더 작은 압축비가 더 큰 부하에 사용되도록 엔진 부하에 따라 엔진의 압축비를 조정함으로써 개선된 연료 효율을 제공할 수 있다. 터보차징은 더 작은 압축비 동작 조건에서 개선된 효율을 제공할 수 있다. 선택 사항으로, 1개 이상의 현재의 엔진 파라미터가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물(NO<sub>x</sub>)이 형성될 것으로 예측되는 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 변경될 수 있다. 1개 이상의 스월 유도 특징부가 대향 피스톤 엔진 내의 피스톤 크라운 상에 포함될 수 있다. 방법, 시스템 및 제조 물품 등이 기재되어 있다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비로써 디젤 대향 피스톤 엔진을 동작시키는 단계로서, 디젤 대향 피스톤 엔진은 2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 연소 챔버를 포함하는, 단계와;

제2 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비를 제2 압축비로 변경하는 단계로서, 제2 엔진 부하는 제1 엔진 부하보다 크고, 제2 압축비는 제1 압축비보다 작은, 단계

를 포함하는 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 압축비의 변경 단계는 2개의 피스톤의 위상의 위상 변화 그리고 2개의 크랭크샤프트 사이의 거리의 변화 중 적어도 하나를 사용하여 수행되는 방법.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 공급된 공기의 압력을 주변보다 높은 압력으로 상승시키는 터보차저를 통해 입구 공기가 연소 챔버로 공급되는 방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 터보차저는 제2 압축비가 사용되는 동안에 제2 압력으로써 그리고 제1 압축비가 사용되는 동안에 제1 압력으로써 입구 공기를 공급하고, 제2 압력은 제1 압력보다 큰, 방법.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 2개의 피스톤의 크라운은 1개 이상의 스윙 상쇄 특징부를 포함하는 방법.

### 청구항 6

제5항에 있어서, 1개 이상의 스윙 상쇄 특징부는 연소 챔버로의 입구 공기가 강한 스윙을 갖게 하고 연소 챔버로 연료를 전달하는 각각의 분사기의 전방에 형성되는 적어도 2개의 공동-회전 스윙로 분리되게 하는 방법.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 엔진 동작 정보를 기초로 하여 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계와;

예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물( $\text{NO}_x$ )이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와;

1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계

를 추가로 포함하는 방법.

### 청구항 8

엔진 동작 정보를 기초로 하여 디젤 내연 기관의 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계와;

예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물( $\text{NO}_x$ )이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와;

1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록

목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계  
를 포함하는 방법.

#### 청구항 9

제7항 또는 제8항에 있어서, 엔진 동작 정보는 터보차저에 의해 압축된 공기를 수용하여 냉각시키는 인터쿨러의 출구에서 또는 그 근처에서 측정되는 인터쿨러 출구 온도 그리고 엔진 내의 압축비를 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제7항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 목표 세트의 엔진 파라미터는 연료 전달 파라미터를 포함하는 방법.

#### 청구항 11

제7항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 연료 전달 파라미터는 주어진 엔진 사이클 동안 연소 챔버 내로 분사되는 연료의 양, 엔진의 사이클 중의 연료의 1회 이상의 분사의 시기 그리고 엔진의 사이클 중에 일어나는 연료의 분사의 횟수 중 하나 이상을 포함하는 방법.

#### 청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 목표 세트의 엔진 파라미터는 연소 챔버 내의 에너지 밀도를 감소시키고 그에 의해 피크 온도를 하강시키도록 더 작은 압축비로써의 현재의 압축비의 변경을 포함하는 방법.

#### 청구항 13

제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 결정 단계, 구득 단계 및 적용 단계는 엔진 제어기에 의해 수행되는 방법.

#### 청구항 14

2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 연소 챔버와;

엔진 제어기

를 포함하고, 엔진 제어기는,

제1 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비로써 디젤 대향 피스톤 엔진을 동작시키는 단계와;

제2 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비를 제2 압축비로 변경하는 단계로서, 제2 엔진 부하는 제1 엔진 부하보다 크고, 제2 압축비는 제1 압축비보다 작은, 단계

를 포함하는 동작을 수행하는,

디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 15

제14항에 있어서, 압축비 변경 기구를 추가로 포함하고, 압축비 변경 기구는 2개의 피스톤의 위상을 변화시키는 위상 변화기 그리고 2개의 크랭크샤프트 사이의 거리를 변화시키는 변화 기구 중 적어도 하나를 포함하는, 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 16

제14항 또는 제15항에 있어서, 연소 챔버로 공급되는 입구 공기의 압력을 상승시키는 터보차저를 추가로 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 17

제16항에 있어서, 터보차저는 제2 압축비가 사용되는 동안에 제2 압력으로써 그리고 제1 압축비가 사용되는 동안에 제1 압력으로써 입구 공기를 공급하고, 제2 압력은 제1 압력보다 큰, 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 18

제14항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서, 2개의 피스톤의 크라운은 1개 이상의 스윙 상쇄 특징부를 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 1개 이상의 스윙 상쇄 특징부는 연소 챔버로의 입구 공기가 강한 스윙을 갖게 하고 연소 챔버로 연료를 전달하는 각각의 분사기의 전방에 형성되는 적어도 2개의 공동-회전 스윙로 분리되게 하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 20

제14항에 있어서, 엔진 제어기에 의해 수행되는 동작은,

엔진 동작 정보를 기초로 하여 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계와;

예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물( $\text{NO}_x$ )이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와;

1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계

를 추가로 포함하는,

디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 21

2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 형성되는 연소 챔버와;

엔진 제어기

를 포함하고, 엔진 제어기는,

엔진 동작 정보를 기초로 하여 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계와;

예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물( $\text{NO}_x$ )이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와;

1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계

를 포함하는 동작을 수행하는,

디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 22

제20항 또는 제21항에 있어서, 엔진 동작 정보는 터보차저에 의해 압축된 공기를 수용하여 냉각시키는 인터쿨러의 출구에서 또는 그 근처에서 측정되는 인터쿨러 출구 온도 그리고 엔진 내의 압축비를 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 23

제20항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서, 목표 세트의 엔진 파라미터는 연료 전달 파라미터를 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

#### 청구항 24

제20항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서, 연료 전달 파라미터는 주어진 엔진 사이클 동안 연소 챔버 내로 분사되는 연료의 양, 엔진의 사이클 중의 연료의 1회 이상의 분사의 시기 그리고 엔진의 사이클 중에 일어나는

연료의 분사의 횟수 중 하나 이상을 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

## 청구항 25

제20항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서, 목표 세트의 엔진 파라미터는 연소 챔버 내의 에너지 밀도를 감소시키고 그에 의해 피크 온도를 하강시키도록 더 작은 압축비로의 현재의 압축비의 변경을 포함하는 디젤 대향 피스톤 엔진.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 "가변 압축비 디젤 엔진"의 발명의 명칭으로서 2012년 7월 2일자로 출원된 미국 임시 출원 제 61/667,369호에 대한 우선권을 주장한다. 우선권 출원은 본 출원에서 상호 참조된 문서와 같이 적용 가능한 법률 하에서 허용 가능한 정도로 온전히 참조되어 함체된다.

[0002] 본 발명은 가변 압축비 능력을 갖는 디젤 엔진에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 디젤 엔진은 상당히 최근해야 경부하 듀티(light duty) 및 승객 운송 적용 분야에서의 사용을 위해 널리 용인되기 시작하였다. 특히, 터보차징형 디젤 엔진(turbocharged diesel)이 오랫동안 유럽에서 널리 사용되었다. 근년의 북미에서의 저-유황 디젤 연료의 상승된 이용 가능성으로 인해, 이러한 엔진이 또한 미국 및 캐나다 시장에서도 널리 이용 가능해지고 있다.

[0004] 일반적으로, (디젤, 다른 압축 착화 또는 불꽃 점화 기관 중 어느 하나의) 터보차징형 엔진은 (예컨대, 체적 변위의 관점에서) 유사한 크기의 자연 흡입 엔진(naturally aspirated engine)보다 높은 동력 출력, 낮은 방출 수준 및 개선된 효율을 생성할 수 있다. 출력 및 효율 개선은 일반적으로 대기압이 단독으로 성취할 수 있는 것보다 많은 공기 그리고 비례적으로 많은 연료를 엔진의 연소 챔버 또는 챔버들 내로 가압하는 것으로부터 기인된다. 터보차징형 엔진의 흡기 매니폴드 압력(intake manifold pressure)이 대기압을 초과하는 양은 일반적으로 부스트 레벨로서 불리고, 가압 유도의 사용 없이 성취 가능한 압력에 대한 엔진의 흡기 매니폴드 내의 추가의 공기 압력을 나타낸다.

[0005] 내연 기관의 연소 챔버 내의 최고 압력은 일반적으로 엔진에 의해 성취 가능한 출력 밀도를 제한한다. 여기에서 사용된 것과 같이, "연소 챔버"는 일반적으로 이러한 엔진의 실린더가 그 최소 체적에 있을 때에 그 내에 존재하고 실린더의 벽들, 밸브 표면, 피스톤 크라운 등 중 하나 이상에 의해 한정되는 체적부를 말한다.

[0006] 내연 기관의 압축비는 그 최소 용량에 대한 그 최대 용량에서의 체적의 비율을 나타낸다. 유효 팽창비는 배기 밸브의 개방에 대한 연소의 완료 시의 실린더 체적의 비율이다. 유효 압축비는 최소 체적에 대한 흡기 밸브가 폐쇄될 때의 실린더의 체적의 비율이다. 대향 피스톤 엔진에서, 압축비는 일반적으로 피스톤 크라운이 서로 가장 근접될 때의 연소 챔버 체적에 의해 계산된 피스톤 크라운이 가장 멀리 떨어져 있을 때의 실린더 체적으로서 계산된다. 일부의 엔진은 서로 상이한 유효 압축비 및 팽창비를 갖는다. 여기에서 사용된 것과 같이, 유효 압축비는 압축 행정의 종료 시의 연소 챔버 체적에 의해 계산된 압축 행정의 시작 시의 실린더 체적의 몫이고, 기하 팽창비는 팽창 행정의 시작 시의 연소 챔버 체적에 의해 계산된 팽창 행정의 종료 시의 실린더 체적의 몫이다. 엔진의 유효 압축비 및 유효 팽창비가 동일할 필요는 없다. 예컨대, 입구 밸브가 늦게 폐쇄되어 피스톤이 이미 상승 중이면, 유효 압축비가 기하 압축비보다 작다. 연소가 상사점 훨씬 뒤에서 일어나면, 유효 팽창비가 기하 팽창비보다 작다. 또한, 흡기 및 배기 밸브의 폐쇄 및 개방의 시기에 따라, 각각, 압축 행정의 시작 시의 연소 챔버 체적 및 팽창 행정의 종료 시의 연소 챔버 체적이 피스톤 하사점 위치에서의 실린더 체적일 필요는 없다.

[0007] 디젤 엔진을 신뢰 가능하게 가동하기 위해, 연소 챔버 내의 압축비는 일반적으로 연소 챔버 내에 전달되어 압축 가스와 혼합되는 디젤 연료의 자연-점화를 유발하여 연소 혼합물을 형성할 정도로 충분히 높은 온도를 연소 챔버 내에 생성하는 데 필요한 임계치 위로 유지된다. 여기에서 사용된 것과 같은 연소 혼합물은 연소 챔버 내의 (예컨대, 분사기에 의해 전달되는 연료의) 가스 그리고 선택 사항으로 에어로졸(aerosol)을 말한다. 가스는 공기, 증발된 연료 그리고 아마도 다른 가스(예컨대, 재순환된 배기 가스, 다른 희석물 등)를 포함할 수 있다.

## 발명의 내용

### 과제의 해결 수단

[0008]

대향 피스톤 엔진 구성이 경부하 듀티 차량 적용 분야에서의 사용을 위해 구성되는 디젤 엔진에서 유리한 결과를 제공할 수 있다는 것이 여기에서의 설명으로부터 이해될 것이다. 이러한 엔진은 선택 사항으로 여기에서의 다양한 실시예와 관련하여 논의된 것과 같은 터보차저 및 인터쿨러를 포함할 수 있다. 본 발명의 다양한 실시예에서, 이러한 엔진은 각각의 공정이 독립적으로 제어될 수 있도록 흡기, 압축, 출력(예컨대, 팽창) 및 배기가 엔진의 크랭크샤프트의 2회 회전에 걸쳐 일어나는 4-행정 기관일 수 있다. 이러한 엔진에서의 가변 압축비의 사용은 (대향 피스톤 엔진에서의 피스톤 시기의 위상 변화, 이러한 엔진에서의 크랭크샤프트들 사이의 거리의 변화 등을 포함하지만 이들에 제한되지 않는) 1개 이상의 기술을 사용하여 적용될 수 있다. 불꽃-점화 기관에서, 압축비는 자연-점화 또는 엔진의 점화 시스템에 의해 제어되지 않는 다른 연소 이벤트를 피하여야 하는 필요성에 의해 제한될 수 있다. 본 발명에 따른 디젤 엔진에서, 높은 압축비가 비교적 더 낮은 토크가 요구되는 구동 사이클의 일부 동안 효율을 상승시키도록 유리하게 적용될 수 있다. 더 높은 토크량이 상승된 엔진 부하를 제공하도록 필요할 때에, 압축비는 위에서 논의된 것과 같이 감소될 수 있다. 이러한 접근법과 연계하여 또는 그 대신에 단독 접근법으로서, 1개 이상의 엔진 동작 상태에 대한 정보가 연소 챔버 온도를 예상하는 데 사용될 수 있고, 1개 이상의 엔진 동작 파라미터가 임계 온도 아래로 연소 챔버 내의 피크 온도를 유지하여 질소 산화물 발생을 제한하도록 조정될 수 있다. 추가로, 스윙(swirl) 그리고 연소 챔버 내로 분사된 연료의 빠른 혼합을 촉진시키는 피스톤 크라운 구성이 디젤 적용 분야 및 불꽃-점화 구성의 양쪽 모두를 위해 대향 피스톤 엔진에서 사용될 수 있다.

[0009]

본 발명의 하나의 양태에서, 제1 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비로써 디젤 대향 피스톤 엔진을 동작시키는 단계를 포함하는 방법이 제공된다. 디젤 대향 피스톤 엔진은 2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 한정되는 연소 챔버를 포함한다. 이 방법은 제2 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비를 제2 압축비로 변경하는 단계를 추가로 포함한다. 제2 엔진 부하는 제1 엔진 부하보다 크고, 제2 압축비는 제1 압축비보다 작다.

[0010]

제2 관련 양태에서, 디젤 대향 피스톤 엔진은 2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 한정되는 연소 챔버와, 엔진 제어기를 포함한다. 엔진 제어기는, 제1 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비로써 디젤 대향 피스톤 엔진을 동작시키는 단계와; 제2 엔진 부하에 대응하여 엔진 출력을 공급하도록 제1 압축비를 제2 압축비로 변경하는 단계를 포함하는 동작을 수행한다. 제2 엔진 부하는 제1 엔진 부하보다 크고, 제2 압축비는 제1 압축비보다 작다.

[0011]

또 다른 관련 양태에서, 일 방법은 디젤 내연 기관의 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계를 포함한다. 결정 단계는 엔진 동작 정보를 기초로 한다. 이 방법은, 예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물(NOX)이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와; 1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계를 추가로 포함한다.

[0012]

또 다른 관련 양태에서, 디젤 대향 피스톤 엔진은 2개의 크랭크샤프트에 결합되는 2개의 피스톤의 크라운에 의해 적어도 부분적으로 한정되는 연소 챔버와; 엔진 제어기를 포함한다. 엔진 제어기는, 엔진 동작 정보를 기초로 하여 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정하는 단계와; 예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물(NOX)이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 구하는 단계와; 1개 이상의 현재의 엔진 파라미터를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 목표 세트의 엔진 동작 파라미터를 적용하는 단계를 포함하는 동작을 수행한다.

[0013]

일부의 변형예에서, 1개 이상의 추가의 특징이 선택 사항으로 어떤 실현 가능한 조합에 포함될 수 있다. 압축비의 변경 단계는 2개의 피스톤의 위상들의 위상 변화 그리고 2개의 크랭크샤프트 사이의 거리의 변화 중 적어도 하나를 사용하여 수행될 수 있다. 공급된 공기의 압력을 주변보다 높은 압력으로 상승시키는 터보차저를 통해 입구 공기가 연소 챔버로 공급될 수 있다. 터보차저는 제2 압축비가 사용되는 동안에 제2 압력으로써 그리고 제1 압축비가 사용되는 동안에 제1 압력으로써 입구 공기를 공급할 수 있다. 제2 압력은 제1 압력보다 클 수 있다. 2개의 피스톤의 크라운은 1개 이상의 스윙 상쇄 특징부(swirl canceling feature)를 포함할 수 있다.

1개 이상의 스윙 상쇄 특징부는 연소 챔버로의 입구 공기가 강한 스윙(high swirl)을 갖게 하고 연소 챔버로 연료를 전달하는 각각의 분사기의 전방에 형성되는 적어도 2개의 공동-회전 스윙로 분리되게 할 수 있다.

[0014]

엔진 동작 정보는 터보차저에 의해 압축된 공기를 수용하여 냉각시키는 인터쿨러의 출구에서 또는 그 근처에서 측정되는 인터쿨러 출구 온도 그리고 엔진 내의 압축비를 포함할 수 있다. 목표 세트의 엔진 파라미터는 연료 전달 파라미터를 포함할 수 있다. 연료 전달 파라미터는 주어진 엔진 사이클 동안 연소 챔버 내로 분사되는 연료의 양, 엔진의 사이클 중의 연료의 1회 이상의 분사의 시기 그리고 엔진의 사이클 중에 일어나는 연료의 분사의 횟수 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 목표 세트의 엔진 파라미터는 연소 챔버 내의 에너지 밀도를 감소시키고 그에 의해 피크 온도를 하강시키도록 더 작은 압축비의 현재의 압축비의 변경을 포함할 수 있다.

[0015]

여기에서 설명된 본 발명의 1개 이상의 변형예의 세부 사항이 아래의 첨부 도면 및 상세한 설명 내에 기재되어 있다. 여기에서 설명된 본 발명의 다른 특징 및 장점이 상세한 설명 및 도면으로부터 그리고 특허청구범위로부터 명확해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0016]

본 명세서 내에 함체되어 그 일부를 구성하는 첨부 도면은 여기에서 개시된 본 발명의 임의의 양태를 도시하고 있고, 상세한 설명과 함께 개시된 실시예와 관련된 원리들 중 일부를 설명하는 것을 돕는다.

도 1은 유효 팽창비 및 압축비 조합의 2개의 예를 비교하는 차트이다.

도 2a 및 도 2b는 2개의 대향 피스톤 크라운을 위한 설계의 사시도이다.

도 3a, 도 3b 및 도 3c는 내연 기관의 실린더 내의 3개의 상이한 위치에서의 2개의 대향 피스톤 크라운의 단면도이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 1개 이상의 특징을 갖는 방법의 양태를 도시하는 공정 흐름도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 엔진 시스템의 양태를 도시하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 실시예에 따른 1개 이상의 특징을 갖는 또 다른 방법의 양태를 도시하는 공정 흐름도이다.

가능하다면, 유사한 도면 부호가 유사한 구조물, 특징부 또는 요소를 나타낸다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017]

승용차, 경부하 듀티 트럭 등에서의 사용을 위해 구성되는 것들과 같은 현대의 작은 디젤 엔진에서, 분사된 연료의 자연-점화를 가능케 할 정도로 충분한 압축비는 전형적으로 적어도 대략 16:1일 수 있다. 일단 엔진이 그 동작 온도를 성취하면, 이러한 크기의 압축비가 (예컨대, 위에서 논의된 이유들 중 하나 이상의 이유로) 높은 효율에 적절할 수 있다. 그러나, 디젤 엔진에서의 높은 압축비는 예컨대 높은 압축비 하에서의 더 큰 질량의 연료의 연소가 바람직하지 못한 결과를 가질 수 있는 상당한 열 및 압력을 발생시키기 때문에 높은 출력 밀도에 덜 적절할 수 있다.

[0018]

과부하-듀티(예컨대, 큰 엔진 부하) 적용 분야는 높은 압축비로써 출력되는 요구 엔진 출력을 성취하는 데 필요한 압력을 견디도록 매우 견고한 구조를 요구할 수 있다. 추가로, 높은 압축비는 일부의 경우에 크랭크샤프트에 피스톤 크라운을 연결하는 커넥팅 로드가 크랭크샤프트 상에 최고 토크를 발생시키기 충분한 각도에 도달하기 전에 연소 챔버 내의 압력이 빠르게 하락되게 할 수 있다. 더 낮은 압축비는 더 긴 시간 동안 더 높은 수준으로 연소 챔버 압력을 유지할 수 있고, 그에 의해 토크를 개선하지만, 뜨거운 연소 가스가 배기되기 전에 완전히 팽창되지 않을 수 있기 때문에 배기 밸브 또는 밸브들 외부로 에너지를 낭비시킬 수 있다.

[0019]

자동차의 전형적인 구동 사이클에 대해, 대부분의 연료 소비는 일반적으로 낮은 부하 그리고 차량의 내연 기관의 아이들링 동작 중에 일어난다. 낮은 부하의 동작 조건은 일정한 또는 거의 일정한 속도로의 순항 주행, 감속, 내리막 주행, 완만한 가속 등을 포함할 수 있다. 그러나, 예컨대 급격한 가속, 과부하 차량 또는 많은 승객의 운반 또는 견인, 오르막 주행 등의 어떤 조건 하에서, 차량 엔진은 운전자 기대를 충족시키도록 상승된 출력을 제공할 수 있어야 한다. 종래의 디젤 엔진은 일반적으로 전형적인 차량 사용 패턴에 잘 맞지 않는 효율 및 동력 출력 응답을 제공한다.

[0020]

경부하 듀티 차량 적용 분야를 위한 디젤 엔진의 적절성을 개선하는 하나의 접근법이 터보차징의 함체였다. 종래의 터보차징형 디젤 엔진에서, 효율 면에서의 개선이 부스트 레벨을 상승시키고 또한 공기-연료 혼합물의 회



석의 수준을 상승시킴으로써 성취될 수 있다. 상승된 부스트는 디젤 점화를 지원할 정도로 충분한 공기 온도 및 밀도를 제공하고, 한편 연소 혼합물의 희석은 각각의 사이클에서 방출되는 에너지의 양을 감소시킴으로써 연소 챔버 온도를 하강시키는 것을 도울 수 있다. 하강된 연소 챔버 온도는 공통의 연소-발생 오염물이고 대류권 공기 오염(예컨대, "스모그") 면에서의 주요 성분인 질소 산화물[예컨대, 질소 일산화물( $\text{NO}$ ) 및 질소 이산화물( $\text{NO}_2$ ), 집합적으로  $\text{NO}_x$ 로서 불림]의 발생을 감소시킨다는 측면에서 바람직할 수 있다.

[0021]

부스트 면에서의 상승의 결과로서, 경부하 듀티 적용 분야를 위한 전형적인 터보차징형 디젤 엔진은 150 바 또는 훨씬 더 높은 피크 압력을 경험할 수 있다. 상당히 무거운 엔진 구조 구성 요소는 일반적으로 이러한 압력을 견딜 것이 요구된다. 이들 특징부가 디젤 엔진의 중량 및 비용에 추가된다. 추가로, 일반적인 디젤 엔진 및 특정한 터보차징형 디젤 엔진이 종래의 불꽃-점화 기관에 의해 성취 가능한 효율 및 성능의 수준을 개선할 수 있지만, 이러한 엔진에 의해 발생하는 공기 오염물의 제어가 중요한 도전 과제일 수 있다. 예컨대, 위에서 논의된 접근법을 사용하여도,  $\text{NO}_x$ 의 생성이 종종 디젤 연소에서 고유한 높은 온도 때문에 상당히 증가되고, 이것은 높은 압축비 및 터보차징의 사용에 의해 더욱 악화될 수 있다.

[0022]

압축 행정의 종료 시의 실린더 내의 유체의 온도는 일반적으로 실린더로 전달될 때의 유체의 출발 온도, 이들 유체가 피스톤의 압축 행정 중에 경험하는 압축의 양(예컨대, 압축비) 그리고 벽으로의 열 손실의 함수이다. 낮은 엔진 속도 및 엔진 부하에서, 실린더 내로 진입되는 유체(예컨대, 공기)는 터보차저가 낮은 속도로 매우 작은 부스트를 공급하기 때문에 기본적으로 주변 온도에 있다. 따라서, 엔진의 저온 시동을 위해, 상승된 압축비가 분사된 연료의 점화를 유발할 정도로 충분히 연소 챔버 내의 유체를 가열하는 데 필요할 수 있다. 엔진이 예열되어 실린더 벽이 더 이상 연소 챔버 내의 열을 위한 상당한 열 흡수부(heat sink)로서 작용하지 않게 된 후에, 더 낮은 압축비가 점화를 유발할 정도로 충분한 압축 행정의 종료 시의 유체 온도를 제공할 수 있다.

[0023]

추가로, 일단 터보차저가 적어도 중간 부스트 레벨을 공급하기 시작하면, 터보차저를 통과한 공기가 터보차저 내에서 일어나는 압축에 의해 그리고 터보차저의 비효율성으로 인해 가열된다. 터보차저를 통과한 이러한 공기가 상승된 온도에 있기 때문에, 그 밀도는 공기가 상승된 터보차저 출구 압력에서 주변 온도(예컨대, 터보차저 내로 진입되는 공기의 온도)까지 재차 냉각되면 성취 가능한 것보다 낮다. 인터쿨러 또는 다른 열 교환 기구가 전형적으로 터보차저에 의해 입구 공기에 추가된 열 중 적어도 일부를 제거하도록 터보차저와 연계하여 사용된다. 그러나, 인터쿨러는 전형적으로 주변 온도까지 줄곤 재차 압축된 입구 공기를 냉각시키지 않는다. 엔진이 업되어 (즉, 시동처럼 저온이 아닌 온도에서) 가동되지만, 실린더 벽은 일반적으로 충분히 예열된다. 압축된 입구 공기에 의해 제공되는 추가의 열 부하의 추가는 용이하게 연소 챔버 온도가 충분한 연소를 지속하는 데 필요한 온도를 상당히 초과하게 할 수 있다. 그러므로, 연소 챔버 내의 열 균형은 엔진이 계속하여 동작됨에 따라 연소 온도의 상승을 향해 편향될 수 있다. 이와 같이, 상승된 공기 입구 온도로부터 출발하고 압축 행정 시에 연소 챔버 내에서 압축을 경험하고 그 다음에 중간 내지 심한 엔진 부하를 위한 출력을 제공하도록 상당한 양의 연료를 연소시키는 것은 용이하게 연소 챔버 내의 상당히 상승된 온도로 이어질 수 있고, 이것은  $\text{NO}_x$ 의 증가된 생성으로 이어질 수 있다.

[0024]

디젤 엔진 내의 오염물 방출 제어에 대한 현재에 이용 가능한 접근법은 일반적으로 연소-발생  $\text{NO}_x$ 의 비-오염 화합물로의 변환을 포함한다. 1개 이상의 후-처리 시스템 예컨대 선택적 환원 촉매의 존재 하에서  $\text{NO}_x$ 와 반응되어 질소 가스( $\text{N}_2$ ) 및 수증기( $\text{H}_2\text{O}$ )를 생성하도록 요소 등을 함유한 "디젤 배기 유체"의 주입을 위한 시스템이 일반적으로 포함된다. 이러한 시스템의 예는 바이에리셰 모토렌 베르케 아게(Bayerische Motoren Werke AG)[독일 바바리아 뮌헨(Munich, Bavaria, Germany)]로부터 이용 가능한 "진보된 디젤(Advanced Diesel)" 차량, 폭스바겐(Volkswagen)[독일 로베르 삭소니 볼프스부르크(Wolfsburg, Lower Saxony, Germany)]로부터 이용 가능한 터보차징형 직접 분사(TDI)<sup>TM</sup> 차량 그리고 다임러 아게(Daimler AG)[독일 바덴-뷔르템베르크 슈트트가르트(Stuttgart, Baden-Wuerttemberg, Germany)]로부터 이용 가능한 메르세데스 블루테크(Mercedes BlueTech)<sup>TM</sup> 차량에서 그 특징을 찾아볼 수 있다. 이들 후-처리 시스템은 복잡하고 고가일 수 있다.

[0025]

본 발명의 1개 이상의 실시예에 따른 디젤 엔진은 높은 압축비가 경부하 및 높은 효율의 동작에 사용되고 더 낮은 압축비가 더 높은 출력을 제공하도록 터보차징과 조합하여 사용되는 가변 압축비 능력을 특징으로 할 수 있다. 더 낮은 압축비 및 더 높은 출력의 동작 모드는 전형적으로 감소된 연료 효율 성능을 포함할 수 있다.

[0026]

도 1은 두 개의 상이한 모드의 엔진 동작에 대한 실린더 압력 대 실린더 체적의 2개의 곡선을 보여주는 차트(100)이다. 도 1에서의 데이터는 디젤에서 가변 압축비가 더 낮은 압축비에서 동일한 피크 압력이지만 45% 더



큰 출력을 제공할 수 있는 예를 보여준다. 더 낮은 압축비가 높은 출력에 사용될 수 있고, 더 높은 압축비가 시동 및 대부분의 동작(예컨대, 구동 사이클의 더 낮은 출력 및 높은 효율의 부분)에 사용될 수 있다. 제1 모드에서, 높은 압축비(이러한 예에서, 대략 16:1)가 경부하에서의 더 높은 효율의 동작을 위해 14:1의 유효 팽창비와 연계하여 제공될 수 있다.

[0027] 더 큰 엔진 부하에 대응하여 더 큰 출력을 추출하기 위해, 제2 모드는 8:1의 유효 팽창비와 연계하여 제공되는 더 낮은 압축비(이러한 예에서, 대략 10:1)를 특징으로 할 수 있다. 도 1에서의 데이터는 2개의 잠재적인 압축비 상황의 예시 목적을 위해 제공된다는 것이 이해되어야 한다. 본 발명의 실시예에 따른 디젤 엔진은 최고 출력을 위한 최저 압축비와 더 높은 효율을 위한 최고 압축비 사이의 연속 압축비를 포함할 수 있다. 대체예에서, 한정된 세트의 압축비 옵션이 제공될 수 있다.

[0028] 본 발명의 일부 실시예에서, 대향 피스톤 엔진 구성이 가변 압축비 및 4-행정 동작을 특징으로 하는 디젤 엔진에서 사용될 수 있다. 대향 피스톤 엔진 구성 그리고 본 발명의 1개 이상의 실시예와 관련하여 사용될 수 있는 다른 엔진 특징의 비-제한 예는 다음의 공동-소유 미국 특허 및 특허 출원 공개 제7,559,298호["내연 기관(Internal Combustion Engine)"], 제8,413,619호["대향-피스톤 및 다른 내연 기관을 위한 가변 압축비 시스템 그리고 관련된 제조 방법 및 사용(Variable Compression Ratio System for Opposed-Piston and Other Internal Combustion Engines, and Related Methods of Manufacture and Use)"], 제US2010/0212622A1호["슬리브 밸브 조립체(Sleeve Valve Assembly)"], 제US2011/0041799A1호["강한 스윙 엔진(High Swirl Engine)"] 및 제US2012/0158273A1호["다중-모드의 고효율 내연 기관(Multi-Mode High Efficiency Internal Combustion Engine)"]를 포함한다.

[0029] 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 위에서 인용된 것들과 같은 대향 피스톤 엔진은 도 2a 및 도 2b의 도면에 도시된 것들(200, 250)과 유사한 피스톤 크라운을 포함할 수 있다. 2개의 대향 피스톤 상에 배향되어 상승 돌출부(202, 204)가 피스톤 크라운(200, 250)의 가장 근접한 접근 시에 서로 중첩되도록 구성되는 이들 피스톤 크라운은 연소 챔버 내에 2개의 포켓(206, 210)을 형성할 수 있다. (예컨대, 위에서 인용된 문서들 중 하나 이상에 기재된 것과 같은) 스윙 유도 입구 포트와 조합하여 사용될 때에, 단일 유동장으로서 진입되는 스윙 입구 공기는 피스톤들이 상사점 근처에서 집합될 때 2개의 공동-회전 스윙로 분할될 수 있다.

[0030] 이러한 분리는 예컨대 단면도를 참조하여 추가로 도시된 것과 같은 피스톤(도 3a, 도 3b 및 도 3c의 300, 330 및 360) 상의 중첩 크라운 형상 특징부에 기인될 수 있다. 대향 피스톤 크라운의 각각의 표면으로부터 위로 돌출된 상승 돌출부(202, 204)의 구조는 선택 사항으로 모래 시계의 절반부와 유사한 형상을 가질 수 있다. 2개의 대향 피스톤은 피스톤 크라운이 서로 가장 근접할 때에(예컨대, 상사점 위치에서) 상승 돌출부(202, 204)가 도 3a, 도 3b 및 도 3c에 도시된 것과 같이 중첩되도록 피스톤 크라운의 양쪽 측면 상에 이러한 "팝-업(pop-up)" 형상을 각각 가질 수 있다.

[0031] 도 3a에서, 그 크라운이 각각 상승 돌출부(202, 204)를 포함하는 2개의 대향 피스톤(302, 304)은 이들 사이의 연소 챔버(306)를 압축하도록 접근 중이다. 도 3b 및 도 3c는 최고 압축비 조건(도 3b) 및 최저 압축비 조건(도 3c)을 위한 상사점에서의 이들 피스톤 크라운 돌출부의 중첩을 도시하고 있다. 이들 도면에 도시된 것과 같이, 압축비가 변경됨에 따라, 상승 돌출부(202, 204)의 중첩의 양이 변경된다. 최저 압축비 조건에서도, 상승 돌출부(202, 204)는 여전히 중첩되어 위에서 언급된 것과 같이 입구 유동을 2개의 공동-회전 스윙로 분할한다. 이러한 방식으로, 공동-회전 스윙은 강한 스윙 포트에 의해 유도된 스윙을 효과적으로 상쇄할 수 있다. 따라서, 상승 돌출부는 피스톤 크라운 상의 스윙 상쇄 특징부로서 불릴 수 있다.

[0032] 피스톤이 분리됨에 따라, 2개의 공동-회전 스윙 유동이 챔버의 중심에서 서로 강한 전단력을 경험할 수 있고, 이것은 스윙의 거시 운동을 난류(eddy turbulence)의 미시 운동으로 변화시킬 수 있다. 이러한 특징부는 공기 및 분사 연료의 혼합을 완료시킬 수 있다. 미시 운동은 빠르게 감쇠되고 그에 의해 피스톤이 뜨거운 연소 가스에 더 큰 실린더 벽 영역을 노출시킴에 따라 연소 챔버의 벽으로의 열 전달을 감소시킬 수 있다.

[0033] 본 발명의 일부 실시예에서, 공동-회전 스윙 중 제1 스윙이 연소 챔버 내의 제1 연료 분사기의 전방에 형성될 수 있고, 공동-회전 스윙 중 제2 스윙이 연소 챔버 내의 제2 연료 분사기의 전방에 형성될 수 있다.

[0034] 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 가변 압축비가 터보차징 또는 수퍼차징(supercharging)과 조합될 수 있다. 높은 부스트에서, 입구 공기 덕트 내의 공기 온도는 주변보다 상당히 높을 수 있다. 이러한 높은 온도의 공기에 대한 초기 압축은 낮은 압축비에서도 압축 후의 공기의 온도가 안정된 연소를 보증할 정도로 충분히 높고 그에 의해 높은 출력으로 일관된 연소를 지원하는 것을 보증할 수 있다.

- [0035] 높은 압축비는 엔진 입구 공기 온도가 낮을 때에, 저온 시동으로부터 또는 낮은 부스트에서 동작될 때에 사용될 수 있다. 이러한 조건 하에서의 높은 압축비의 사용은 비교적 낮은 입구 공기 온도 및/또는 경부하 출력을 갖더라도 안정된 연소를 지원할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예에서, 가변 압축비가 예컨대 (위에서 인용된) 미국 특허 제8,413,619호에 기재된 것과 같이 대향 피스톤 상에서의 크랭크 위상 변화를 사용하여 성취될 수 있다. 이러한 접근법은 낮은 압축비/높은 출력 토크 상황에서 2개의 크랭크샤프트 사이에서 반송되는 데 필요한 토크 크기의 감소로 인해 유리할 수 있다.
- [0036] 도 1에 도시된 (예컨대, 상승된 연소 챔버 압력으로부터 기인되는) 상당히 더 높은 토크는 높은 엔진 부하 조건에 사용되는 더 낮은 팽창비와 관련하여 효율이 대체로 더 낮기 때문에 그 결과의 토크 상승보다 적어도 약간 높은 질량 유동 증가를 요구할 수 있다는 것이 주목되어야 한다.
- [0037] 엔진의 낮은 팽창비 동작으로부터 배기물 내에 남겨진 높은 에너지가 터보차징에서의 사용을 위해 이용 가능할 수 있다. 이러한 특징은 더 높은 입구 매니폴드 압력까지 더 높은 질량 유동을 제공할 것이 요구될 수 있는 더 높은 수준의 작업 중 일부를 제공할 수 있다. 본 발명의 일부 실시예에 따르면, 엔진으로부터의 배기 가스 내의 추가의 열이 터보차저 내의 1개 이상의 터빈 구성 요소에 해로울 수 있는 과도한 온도 조건을 피하도록 터보차저 내로의 진입 전에 냉각을 요구할 수 있다.
- [0038] 입구 가스(예컨대, 터보차저에 의해 압축된 공기) 및 배기 가스의 양쪽 모두는 선택 사항으로 각각의 가스 스트림의 온도에 따라 인터쿨러에 통과되거나 인터쿨러에 통과되지 않을 수 있다. 디젤 엔진을 위한 동작 요건에 따르면, 입구 가스 온도는 일반적으로 점화를 유발할 정도로 충분히 높지만 (예컨대, 연소 챔버 내로의 공기의 가능한 최고 밀도의 충전을 가능케 함으로써) 최고 출력 밀도를 제공할 정도로 낮아야 한다. 배기 가스는 필요하다면 위에서 언급된 것과 같은 터보차저의 터빈 앞에서 냉각기에 통과될 수 있다. 이와 같이, 인터쿨러는 충전 밀도가 높을 수 있지만 연소가 희생될 정도로 차갑지 않은 것을 보증하도록 조정될 수 있다.
- [0039] 도 4는 본 발명의 1개 이상의 실시예 내에 존재할 수 있는 특징을 보여주는 공정 흐름도(400)이다. 402에서, 디젤 엔진이 제1 엔진 부하에서 제1 압축비로써 동작될 수 있다. 제1 엔진 부하보다 높은 제2 엔진 부하에서, 엔진은 404에서 제1 압축비보다 작은 제2 압축비로써 동작될 수 있다. 본 발명의 일부 실시예에서, 엔진은 대향 피스톤 엔진일 수 있고, 선택 사항으로 부스트 레벨을 상승시키는 터보차저를 포함할 수 있다. 바꿔 말하면, 공급된 공기의 압력을 주변보다 높은 압력으로 상승시키는 터보차저를 통해 공기가 연소 챔버로 공급된다. 대향 피스톤 엔진은 선택 사항으로 공통 축을 따라 왕복되거나[예컨대, "인라인" 대향 피스톤 엔진] 공선 상에 있지 않은 2개의 축을 따라 왕복되는[예컨대, "벤트(bent)" 대향 피스톤 엔진] 대향 피스톤을 가질 수 있다.
- [0040] 406에서, 예컨대 도 2a, 도 2b, 도 3a, 도 3b 및 도 3c를 참조하여 위에서 논의된 것과 같은 스윙 유도 특징부가 선택 사항으로 연소 챔버로의 입구 공기가 강한 스윙을 갖게 하고 연소 챔버로 연료를 전달하는 각각의 분사기의 전방에 형성되는 적어도 2개의 공동-회전 스윙로 분리되게 하도록 제공될 수 있다. 410에서, 터보차징 또는 수퍼차징이 선택 사항으로 특히 높은 엔진 부하에서 연소 챔버로의 입구 공기의 질량 유동을 증가시켜 더 낮은 압축비 및 팽창비에서 경험되는 더 낮은 효율을 상쇄 또는 보상하도록 제공될 수 있다. 바꿔 말하면, 터보차저는 제2 압축비가 사용되는 동안에 제2 압력으로써 그리고 제1 압축비가 사용되는 동안에 제1 압력으로써 입구 공기를 공급하고, 제2 압력은 제1 압력보다 크다.
- [0041] 방출 제어 시스템의 비용 및 복잡성이 전형적으로 기존의 디젤 기술과 관련하여 요구되면, NO<sub>x</sub>의 생성을 감소시키거나 심지어 없애는 방식으로 동작을 수행할 수 있는 구동-사이클 호환 디젤 엔진이 바람직하다. 본 발명의 일부 실시예에서, 터보차징형 디젤 엔진은 연소 챔버 내의 온도를 제어하여 NO<sub>x</sub> 생성이 미리 결정된 수준으로 제한되도록 1개 이상의 엔진 동작 조건을 조정하는 엔진 제어기를 포함할 수 있다.
- [0042] 예컨대, 터보차징형 디젤 엔진의 인터쿨러 출구에서의 입구 공기의 온도가 연소 챔버 내의 연료의 충분한 점화 및 연소에 필요한 압축비의 결정에서 적어도 1개의 파라미터로서 사용될 수 있다. 이러한 방식으로, 더 낮은 연소 온도가 최소의 NO<sub>x</sub> 발생을 위해 유지된다. 연소 가스 온도의 하강은 NO<sub>x</sub> 형성의 감소를 가져온다.
- [0043] 터보차징형 디젤 엔진과 연계하여 가변 압축비 특징을 사용하는 것은 압축 행정의 종료 시에 성취되는 연소 챔버 온도를 제어하여 목표 임계치 아래로 NO<sub>x</sub> 생성을 유지하는 데 필요한 상한 연소 챔버가 초과되지 않으면서 분사된 연료의 연소를 지원하는 데 필요한 하한 연소 챔버 온도가 유지되도록 압축비의 동적 변경을 가능케 할 수 있다. 예컨대, 승용차 적용 분야 등의 경부하 엔진에서, 감소된 압축비는 차량 크랭크샤프트 상에 토크를 가하

는 데 이용 가능한 더 큰 양의 팽창 작업 때문에 개선된 출력 밀도를 가능케 할 수 있다.

[0044]

위에서 논의된 것과 같은 제2 모드의 감소된 압축비에서의 동작이 (예컨대, 위에서 논의된 제1 모드에서와 같은) 더 높은 압축비에서의 동작보다 덜 연료 효율적이다. 그러나, 엔진이 동작 사이클(예컨대, 전형적인 승용차 또는 경부하 듀티 트럭 구동 사이클에서)의 제한되고 단속적인 부분에 대해서만 상승된 동력 출력을 요구하면, 이러한 기간 중에 상승된 동력 출력을 공급하는 데 필요한 일시적으로 감소된 효율은 차량의 전체 효율에 상당한 영향을 미치지 않는다. 논의된 더 낮은 압축비 제2 모드를 통해 요구 시에 더 높은 출력 밀도를 성취할 수 있는 엔진을 제조함으로써, 더 작은(예컨대, 더 가벼운, 더 저렴한 등의) 엔진이 일정한 상승된 압축비로 작동되는 더 무거운 엔진과 동일한 피크 출력을 공급하도록 제공될 수 있다. 소형 엔진은 그 동작 수명의 대부분 동안 동작 곡선의 더 효율적인 부분에서 동작될 수 있고, 그에 의해 상당한 양의 연료를 절감한다.

[0045]

도 5의 엔진 시스템(500)의 도면에 도시된 하나의 예에서, 엔진 제어기(예컨대, 엔진 제어 유닛 또는 ECU)(502)가 1개 이상의 유닛의 엔진 동작에 대한 정보를 수용한다. 하나의 형태의 정보가 흡기 매니폴드(508) 및 1개 이상의 흡기 밸브(도시되지 않음)를 통해 연소 챔버(306)로 인터쿨러(506)에 의해 전달되는 공기의 온도를 측정하는 인터쿨러 출구 센서(504)로부터 유래될 수 있다. 인터쿨러(506)는 예컨대 배기 매니폴드(514)를 통해 연소 챔버(306)로부터 제거된 배기 가스(512)에 의해 작동될 수 있고 공기 흡기부(520)로부터 흡기 공기(516)를 수용할 수 있는 터보차저(510)에 의해 압축된 공기를 냉각시킬 수 있다. 또 다른 유닛의 정보가 연소 챔버(306) 내의 현재의 압축비를 포함할 수 있다. 이러한 신호 또는 그 대신에 간단하게 연소 챔버(306)의 현재의 압축비 상태에 대한 정보는 선택 사항으로 연소 챔버 기하 형상, 연소 챔버의 유효 압축비 면에서의 변경에 영향을 미치는 밸브 시기, (예컨대, 대향 피스톤 엔진에서의 위상 변화기-구동 VCR을 위한) 피스톤 위상 시기 제어 등 중 하나 이상에 영향을 미치는 전자 및 기계 제어 중 하나 이상을 포함할 수 있는 가변 압축비 제어 시스템(522)으로부터 수용될 수 있다. 엔진 제어부(502)는 또한 터보차저(510)에 의해 제공되는 현재의 부스트 레벨, 엔진 상의 현재의 부하, 현재의 엔진 속도, 연소 챔버 온도를 나타내는 온도(예컨대, 실린더 벽 온도, 피스톤 크라운 온도 등), 주어진 엔진 사이클 동안 연소 챔버 내로 분사되는 또는 분사될 연료의 양, 엔진의 사이클 중의 분사 또는 분사들의 시기 등 중 하나 이상에 대한 정보를 수용할 수 있다. 연료 전달의 양 및 시기에 대한 정보가 연료 전달 시스템(524)으로부터 수용될 수 있다. 1개 이상의 엔진 부하 및 속도 센서 및/또는 온도 센서(도시되지 않음)가 엔진 제어부(502)에 정보를 제공하도록 포함될 수 있다. 엔진 제어부(502)는 선택 사항으로 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어 또는 이들의 어떤 조합으로 실시되는 제어 논리를 실행할 수 있는 1개 이상의 특수 목적 또는 범용 목적의 프로그래밍 가능한 프로세서를 포함할 수 있다.

[0046]

따라서, 본 발명의 1개 이상의 실시예에 따르면, 엔진의 동작 사이클의 적어도 일부 부분 동안 어떤 미리 결정된 한계 아래로  $\text{NO}_x$ 의 형성을 감소 또는 축소시키는 방식으로 터보차징 디젤 엔진을 동작시키는 방법이 제공된다. 도 6은 이러한 방법 내에 존재할 수 있는 특징을 보여주는 흐름도이다. 도 6에 따른 방법의 1개 이상의 특징이 도 4에 따른 방법의 1개 이상의 특징과 연계하여 사용될 수 있고 그 역도 또한 같다는 것이 이해될 것이다. 도 6을 재차 참조하면, 602에서, 엔진 제어기가 엔진 동작 정보를 기초로 하여 다른 곳에서 논의된 것들과 같은 디젤 엔진(선택 사항으로, 터보차징을 갖는 대향 피스톤 디젤 엔진)일 수 있는 내연 기관의 연소 챔버 내에서 일어날 예상 피크 연소 챔버 온도를 결정한다. 604에서, 예상 피크 연소 챔버 온도가 수용 가능한 수준의 질소 산화물 오염물( $\text{NO}_x$ )이 연소 챔버 내에 형성될 것으로 예측되는 임계 온도를 초과할 때에, 목표 세트의 엔진 동작 파라미터가 606에서 구해진다. 목표 세트의 엔진 파라미터는 610에서 1개 이상의 현재의 엔진 동작 파라미터(들)를 변경하고 그에 의해 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하도록 적용된다.

[0047]

하나의 예에서, 엔진 동작 정보는 인터쿨러 출구 온도 그리고 엔진의 연소 챔버 내의 압축비를 포함할 수 있다. 목표 세트의 엔진 파라미터는 예컨대 주어진 엔진 사이클 동안 연소 챔버 내로 분사되는 연료의 양, 엔진의 사이클 중의 연료의 1회 이상의 분사의 시기 등의 연료 전달 파라미터를 포함할 수 있다. 연료의 분사의 시기를 지연시키는 것은 점화를 지연시킬 수 있고, 이것은 불꽃-분사 엔진에서 불꽃 시기를 지연시키는 것에 유사한 영향을 미칠 수 있다. 연료 점화가 예컨대 연소 챔버에 의해 구동되는 피스톤 또는 피스톤들의 몇 도만큼 지난 상사점에서 일어나면, 실린더의 체적이 이미 팽창 중이고 압력 상승 및 그에 따라 온도 상승의 속도를 제한하기 때문에 감소된 피크 온도가 일어난다. 따라서, 에너지 밀도가 감소될 수 있고, 적은 열이 연소 챔버 내에서 발생된다. 엔진 사이클 중의 연료의 다수회 분사가 또한 연소 이벤트의 속도를 지연시킬 수 있고, 이것은 연소 챔버 내의 온도를 하강시키는 영향을 미칠 수 있다.

[0048]

도 6에 따른 방법의 추가의 변형에는 엔진 동작 정보의 일부로서 터보차저로부터의 부스트 레벨, 엔진 상의 현재의 부하, 현재의 엔진 속도, 연소 챔버 온도를 나타내는 온도 등 중 하나 이상의 사용을 포함할 수 있다. 터

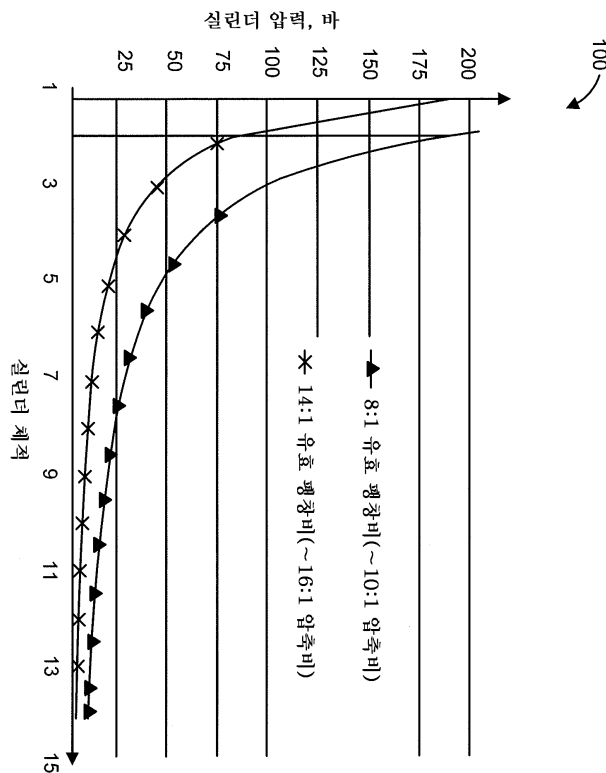
보차저의 부스트 레벨은 선택 사항으로 목표 세트의 엔진 파라미터의 일부로서 변경될 수 있다. 일부의 예에서, 엔진의 압축비가 엔진 상의 요구 부하 및 엔진 속도에 따라 적어도 부분적으로 결정될 수 있고, 연료 전달 특성(분사의 시기, 양, 횡수 등)이 연소 챔버 내의 피크 온도를 제한하도록 606에서 구해져 610에서 적용되는 목표 세트의 엔진 파라미터의 일부일 수 있다. 다른 예에서, 압축비가 임계 온도 아래로 연소 챔버 내의 피크 온도를 유지하도록 606에서 구해져 610에서 적용되는 목표 세트의 엔진 파라미터의 일부일 수 있고, 그에 따라 임계 온도 아래로 피크 연소 챔버 온도를 유지하는 것을 기초로 하여 결정 및 적용될 수 있다. 바꿔 말하면, 현재의 압축비가 연소 챔버 내의 에너지 밀도를 감소시키고 그에 의해 피크 온도를 하강시키도록 더 작은 압축비로 변경될 수 있다.

[0049]

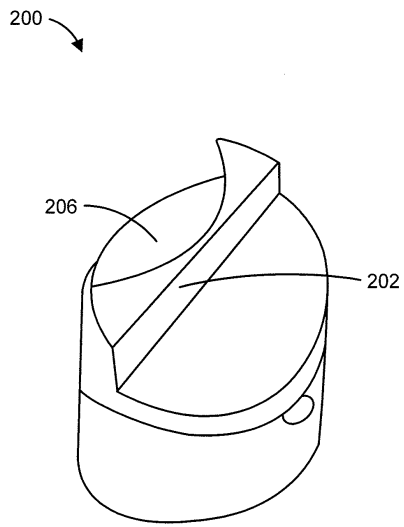
위의 상세한 설명 내에 기재된 실시예는 본 발명에 따른 모든 실시예를 나타내지 않는다. 그 대신에, 이들은 본 발명과 관련된 양태에 따른 일부의 예일 뿐이다. 소수의 변형예가 여기에서 상세하게 설명되었지만, 다른 변형예 및 추가예가 가능하다. 특히, 추가의 특징 및/또는 변형이 여기에서 기재된 것들에 추가하여 제공될 수 있다. 예컨대, 위에서 설명된 실시예는 개시된 특징들의 다양한 조합 및 하위-조합 및/또는 여기에서 개시된 것들에 추가된 1개 이상의 특징의 조합 및 하위-조합으로 지향될 수 있다. 추가로, 첨부 도면에 도시되고 및/또는 여기에서 설명된 논리 흐름은 바람직한 결과를 성취하기 위해 예시된 특정한 순서 또는 순차적인 순서를 반드시 요구하지는 않는다. 다음의 특허청구범위의 범주는 다른 실시예를 포함할 수 있다.

## 도면

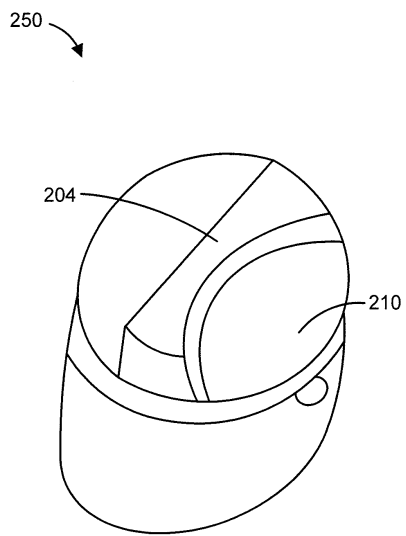
### 도면1



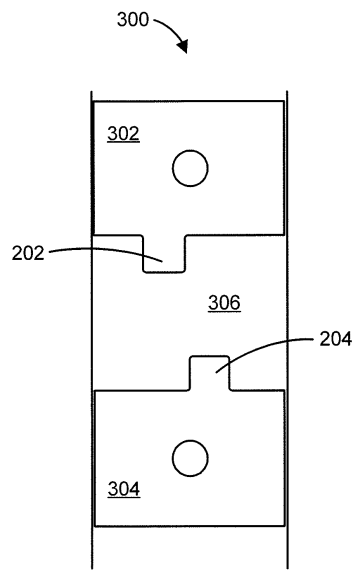
도면2a



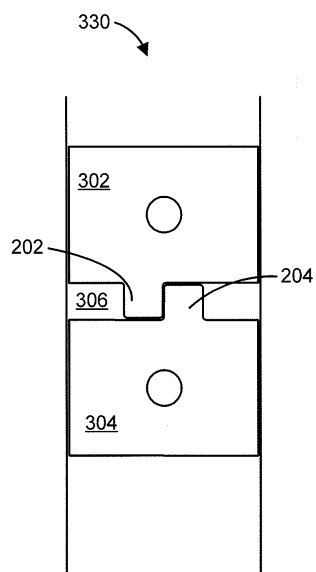
도면2b



도면3a

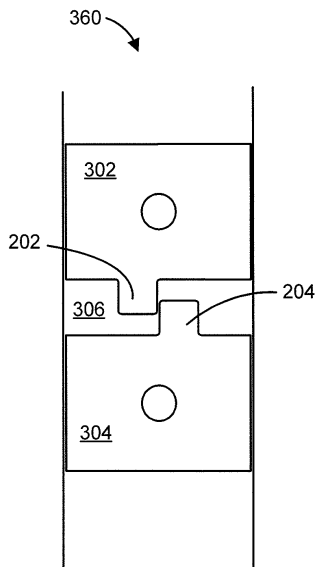


도면3b

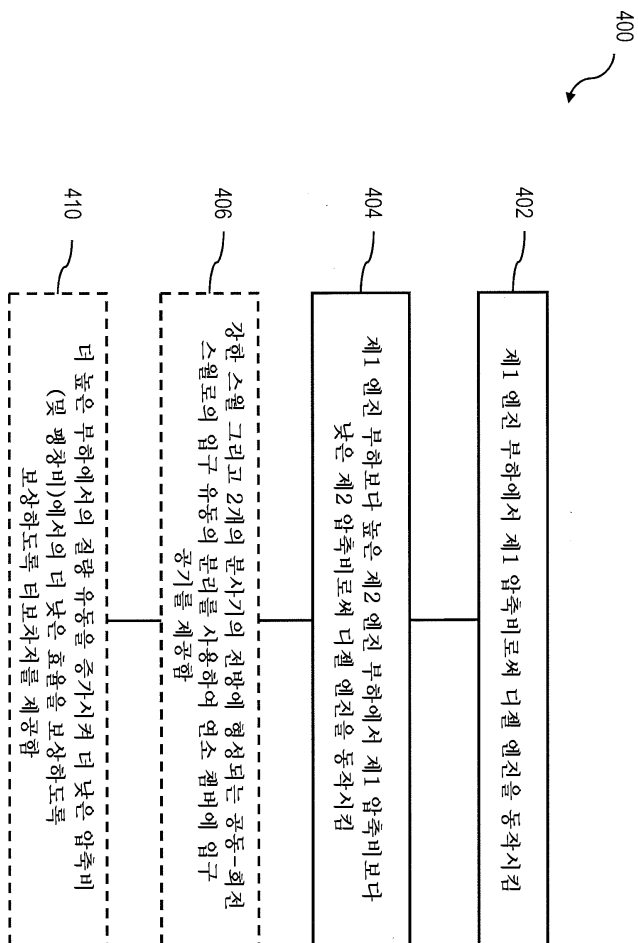




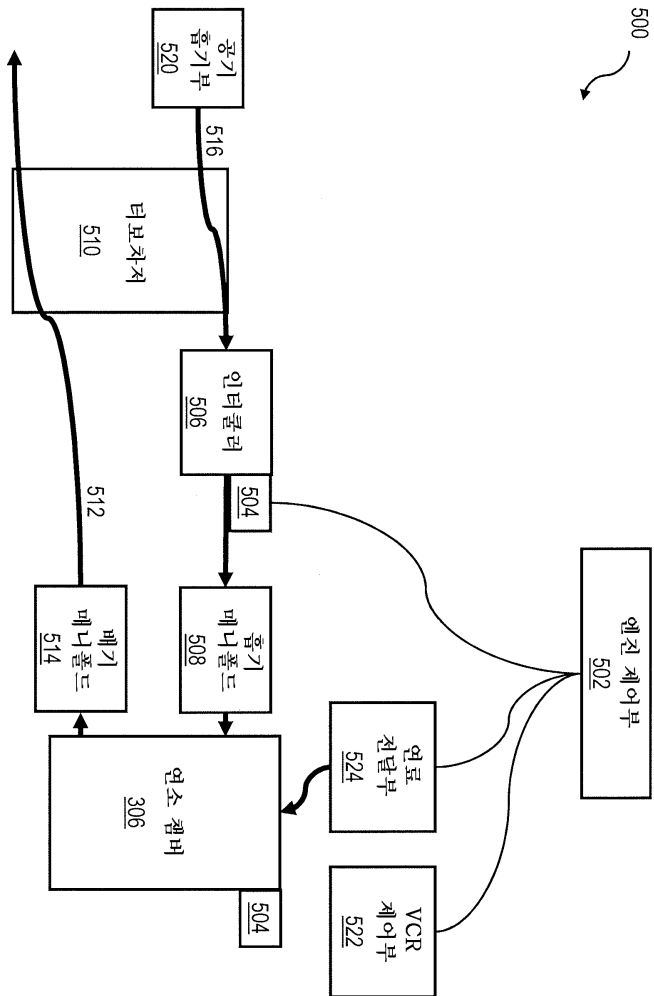
도면3c



도면4



도면5



도면6

