



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년06월13일  
(11) 등록번호 10-1274557  
(24) 등록일자 2013년06월07일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>F02B 75/02 (2006.01) F02B 75/18 (2006.01)<br/>F02B 75/32 (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2011-7005353</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2010년03월31일<br/>심사청구일자 2011년03월07일</p> <p>(85) 번역문제출일자 2011년03월07일</p> <p>(65) 공개번호 10-2011-0051232</p> <p>(43) 공개일자 2011년05월17일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2010/029304</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2010/120499<br/>국제공개일자 2010년10월21일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>61/170,452 2009년04월17일 미국(US)</p> <p>(56) 선행기술조사문헌<br/>W02009020488 A1*<br/>*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자<br/>스쿠데리 그룹 엘엘씨<br/>미국 01089 매사추세츠주 웨스트 스프링필드 스위트 33 엘름 스트리트 1111</p> <p>(72) 발명자<br/>스쿠데리, 스티븐<br/>미국 01085 매사추세츠주 웨스트필드 셰이커 로드 1023</p> <p>(74) 대리인<br/>박영우</p> |
|---|--|

전체 청구항 수 : 총 39 항

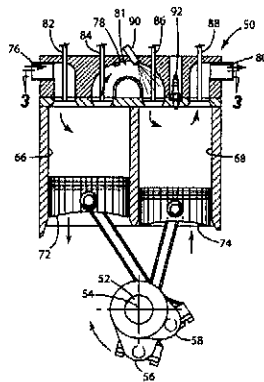
심사관 : 임석연

(54) 발명의 명칭 스플릿-사이클 엔진의 부분-부하 제어

(57) 요약

엔진은 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트를 포함한다. 압축 피스톤은 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 압축 피스톤은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동할 수 있다. 팽창(파워) 피스톤은 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 팽창 피스톤은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동할 수 있다. 최소 두개 이상의 교차 통로들은 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결한다. 최소 두개 이상의 각각의 교차 통로들은 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함한다. 상기 엔진은 오직 선택된 교차 통로들만을 이용함으로써, 부분-부하에서, 엔진 효율을 제어하고 최대화 한다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트;

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤; 및

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하고,

상기 압축 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 공기 차지(charge)를 흡입하고 상기 차지를 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로로 압축할 수 있고,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하는 엔진.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 팽창 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로로부터 유체를 수용할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

각각이 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 더 포함하고,

상기 엔진은 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 엔진.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때 상기 압축 실린더 내에서 상기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정되는 것을 특징으로 하는 엔진.

### 청구항 6

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트;

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트

트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤; 및

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하고,

상기 팽창 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로로부터 유체를 수용할 수 있고,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 압축 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 공기 차지를 흡입하고 상기 차지를 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로 압축할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 8**

제 6 항에 있어서,

각각이 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 더 포함하고,

상기 엔진은 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 9**

제 6 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 10**

제 6 항에 있어서,

상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 공기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정되는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 11**

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트;

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤;

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들; 및

각각이 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 포함하고,

부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이

지만 전체 개수보다 작은 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있고,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 12**

제 11 항에 있어서,

상기 압축 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 공기 차지를 흡입하고 상기 차지를 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로 압축할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 팽창 실린더는 부분 부하 조건에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로로부터 유체를 수용할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 15**

제 11 항에 있어서,

상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 공기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정되는 것을 특징으로 하는 엔진.

**청구항 16**

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트;

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤; 및

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하고,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 압축 밸브를 작동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 17**

제 16 항에 있어서,

상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 18**

제 16 항에 있어서,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 팽창 밸브를 작동하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 19**

제 18 항에 있어서,

상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 20**

제 16 항에 있어서,

상기 엔진은 각각이 상기 적어도 2개의 상기 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 더 포함하고,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 21**

제 20 항에 있어서,

상기 연료 분사기들 중에서 어떤 것을 상기 연료를 추가하는 데 이용할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 22**

제 16 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 23**

제 16 항에 있어서,

상기 엔진은 상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 공기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정되는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 24**

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트:

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤; 및

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하고,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 적어도 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은

교차 팽창(XovrE) 밸브들을 작동하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 25**

제 24 항에 있어서,

상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 26**

제 24 항에 있어서,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 팽창 밸브들을 작동하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 27**

제 26 항에 있어서,

상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 28**

제 24 항에 있어서,

상기 엔진은 각각이 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 더 포함하고,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 29**

제 28 항에 있어서,

상기 연료 분사기들 중에서 어떤 것을 상기 연료를 추가하는 데 이용할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 30**

제 24 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 31**

제 24 항에 있어서,

상기 엔진은 상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 공기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정되는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 32**

크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트;

압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤;

팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트

트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤;

상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들; 및

각각이 적어도 2개의 상기 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,

상기 교차 통로들의 이용되는 부피가 상기 교차 통로들의 전체 부피보다 작도록, 부분 부하 조건에서 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로들을 이용하는 것을 특징으로 하고,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 33**

제 32 항에 있어서,

상기 연료 분사기들 중에서 어떤 것을 상기 연료를 추가하는 데 이용할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 34**

제 32 항에 있어서,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 압축 밸브들을 작동하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 35**

제 34 항에 있어서,

상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 36**

제 32 항에 있어서,

상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 교차 팽창 밸브를 작동하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 37**

제 33 항에 있어서,

상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 적어도 하나를 고려하여 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법.

**청구항 38**

제 32 항에 있어서,

상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 하나의 교차 통로의 부피가 상기 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 다른 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이인 것을 특징으로 하는 엔진의 제어 방법.

**청구항 39**

제 32 항에 있어서,

상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 공기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설

정되는 것을 특징으로 하는 엔진의 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 부분-부하 조건들에서 작동하는 스플릿-사이클 엔진의 효율을 제어하고, 최대화하는 것에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 명확한 이해를 위해, 본 출원에서 사용되는 "종래의 엔진"이라는 용어는 오토(Otto) 사이클 또는 디젤(Diesel) 사이클로 널리 알려진 4행정(즉, 흡입, 압축, 팽창 및 배기 행정)이 상기 엔진의 각각의 피스톤/실린더 결합에 포함된 내부 연소 엔진을 의미할 때, 사용된다. 각각의 행정들은 상기 크랭크샤프트의 일회전(180도 크랭크 각도)을 필요로 하고, 상기 크랭크샤프트의 완전한 2회전(720도 크랭크 각도)이 종래 엔진의 각각의 실린더에서 전체의 오토 사이클 또는 디젤 사이클을 완료하기 위해서 필요로 된다. 또한 명확한 이해를 위해 선행기술로서 개시되고, 본 출원에서 참조되는 "스플릿-사이클 엔진"이라는 용어에 대해 다음과 같은 정의가 제공된다.

[0003] 스플릿-사이클 엔진은 일반적으로,

[0004] 크랭크샤프트 축에 대해서 회전가능한 크랭크샤프트;

[0005] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복운동할 수 있는 압축 피스톤;

[0006] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복운동할 수 있는 팽창(파워) 피스톤; 그리고

[0007] 상기 압축 및 팽창 실린더들을 상호 연결시키고, 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의하는 교차 압축(XovrC) 밸브 및 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 교차 통로를 포함한다.

[0008] 스플릿-사이클 엔진은 종래 엔진의 인접한 두개의 실린더들을 한 개의 압축 실린더와 한 개의 팽창 실린더의 결합으로 대체한다. 상기 오토 사이클 또는 디젤 사이클의 4행정들은 상기 두개의 실린더들에 나누어져서, 상기 압축 실린더는 상기 흡입 및 압축 행정들을 가능하게 하고, 상기 팽창 실린더는 상기 팽창 및 배기 행정들을 가능하게 한다. 따라서 상기 오토 또는 디젤 사이클은 상기 두개의 실린더들에서 크랭크샤프트의 각 일회전(360도 크랭크 각도)에 대하여, 일회씩 완료된다. 2003. 4. 8에 Carmelo J. Scuderi 에 허여된 미국등록특허 제 6,543,225호("Scuderi 특허")와 2005. 10. 11에 David P. Branyon 등에 허여된 미국등록특허 제 6,952,923호("Branyon 특허")는 각각 스플릿-사이클 엔진 및 유사한 유형의 엔진들에 대한 광범위한 논의를 포함한다. 더욱이, 상기 Scuderi 특허와 Branyon 특허는 본 발명이 추가적으로 개선요소를 부가한 엔진의 선행기술에 대한 세부적인 내용을 개시하고 있다.

[0009] 스플릿-사이클 엔진들은 전형적으로 상기 오토 또는 디젤 사이클의 모든 4 행정 동안 상기 교차 통로의 압력을 최소 고압(전형적으로 20bar 또는 그 이상)으로 유지하는 것에 의존한다. 상기 교차 통로에서 최고 압력 수준을 유지하면, 일반적으로 최고 효율 수준을 얻는다.

[0010] 또한, 스파크 점화(또는 오토) 스플릿-사이클 엔진들은 바람직하게는, 스파크 점화 전, 상기 팽창 실린더 내에서 적절한 공기와 연료의 혼합물을 유지한다. 화학량론적인 공기/연료 혼합물(공기 무게가 연료 무게의 약 14.7 배)이 이상적이다. 짙은 혼합(공기 무게가 연료 무게의 약 14.7배보다 작음)은 과잉의 연료를 남길 수 있어, 효율이 감소한다. 옅은 혼합(공기 무게가 연료 무게의 약 14.7배보다 큼)은 촉매 컨버터가 처리하기에 파다한 산화질소(NOx)를 생산하여, 받아들일 수 없는 수준의 산화질소를 방출한다.

[0011] 종래의 스플릿-사이클 엔진들에서, 상기 교차 압축 밸브들, 상기 교차 팽창 밸브들, 및 각각이 하나 또는 그 이상의 교차 통로들에 대응하는 연료 분사기들은 동시에 작동한다. 즉, 만약 복수의 교차 통로들이 있다면, 상기 교차 압축 밸브들은 대략적으로 동시에 열리고 닫히며, 상기 교차 팽창 밸브들은 대략적으로 동시에 열리고 닫히며, 상기 연료 분사기들은 대략적으로 동시에 각각의 교차 통로들로 대략적으로 같은 양의 연료를 주입한다.

[0012] 스파크 점화(또는 오토) 스플릿-사이클 엔진들은 상기 압축 실린더에 들어가는 공기의 무게를 변화시켜서, 부하를 제어할 수 있다. 부하의 제어는 비록 스톱 밸브도 이용되지만, 상기 흡입 밸브의 가변 밸브 작동을 이용하



여 이루어진다. 전형적으로 부분-부하 조건들에서, 압축 피스톤이 하향 행정(즉, 상기 압축 피스톤이 상기 실린더 헤드로부터 멀어질 때)일 때, 상기 압축 실린더의 상기 흡입 밸브는 닫힌다. 결과적으로 상기 압축 실린더는 최대 공기 차지를 흡입하지 않는다. 즉 부분-부하 조건들에서, 상기 압축 피스톤이 하사점(bottom dead center) 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더의 압력은 전형적으로 1기압보다 낮다.

[0013] 상기 압축 실린더에 들어가는 공기의 무게를 변경하여 부하를 제어하는 것은 스파크 점화(또는 오토) 스플릿-사이클 엔진들이 상기 팽창 실린더에서 적절한 공기와 연료의 혼합물을 유지하도록 한다. 하지만 상술한 방식으로 부하를 제어하는 것은 부작용들을 가질 수 있다. 종래의 스플릿-사이클 엔진들에서, 상기 압축 실린더에서 최대 공기 차지보다 작은 양을 압축하는 것은 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로들에서의 압력을 감소시킨다. 왜냐하면, 전-부하(full-load)때의 하나 또는 그 이상의 교차 통로들로 이동/압축되는 공기의 무게와 같은 무게의 공기가 하나 또는 그 이상의 교차 통로들로 이동/압축되지 않기 때문이다. 이 경우 물론 상기 교차 통로들에서 바람직한 최대 압력 수준들을 유지할 수 없고, 앞서 언급한 스플릿-사이클 엔진들의 최소 고압 요건(전형적으로 20bar 또는 그 이상) 이하로 상기 압력이 감소할 수 있다.

[0014] 따라서 부분-부하 조건들에서 스플릿-사이클 엔진의 하나 또는 그 이상의 교차 통로의 최소 고압 조건들을 충족할 필요가 있다. 보다 구체적으로, 부분-부하에서 작동하는 스파크 점화 스플릿-사이클 엔진들의 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로들의 압력을 최대화할 필요가 있다.

*발명의 내용*

*해결하려는 과제*

[0015] 본 발명은 앞서 언급한 부분-부하에서 작동하는 스플릿-사이클 엔진들의 교차 통로 압력 문제들에 대한 해결책을 제시한다. 특히 본 발명은 복수의 교차 통로들을 제공하고, 부분-부하에서 오직 선택된 교차 통로들만을 이용하여 이들 문제들을 해결한다. 상기 선택된 교차 통로들은 모든 교차 통로들일 필요는 없다.

*과제의 해결 수단*

[0016] 본 발명의 예시적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은

[0017] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,

[0018] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,

[0019] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤, 및

[0020] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하고,

[0021] 상기 압축 실린더는 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 공기 차지를 흡입할 수 있고, 상기 차지를 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로 압축할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진을 제공하여 성취된다.

[0022] 본 발명의 추가적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은

[0023] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,

[0024] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,

[0025] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤, 및

[0026] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하고,

[0027] 상기 팽창 실린더는 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로부터 유체를 수용할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진을 제공하여 성취된

다.

- [0028] 본 발명의 추가적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은
- [0029] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,
- [0030] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,
- [0031] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤,
- [0032] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들, 및
- [0033] 각각이 적어도 2개의 상기 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 포함하고,
- [0034] 상기 엔진은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 것을 특징으로 하는 엔진을 제공하여 성취된다.
- [0035] 추가적으로, 상기 세 개의 실시예들에서, 상기 팽창 실린더는 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로부터 유체를 수용할 수 있다. 상기 압축 실린더는 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 공기 차지를 흡입할 수 있고, 상기 차지를 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로로 압축할 수 있다. 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 제1 교차 통로의 부피가 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 제2 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이일 수 있다. 상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 상기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 엔진을 설정할 수 있다.
- [0036] 본 발명의 추가적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은
- [0037] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,
- [0038] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,
- [0039] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤, 및
- [0040] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,
- [0041] 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 최소 한 개 이상이고, 최소 두 개 이상인 전체보다 작은 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들을 작동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법을 제공하여 성취된다.
- [0042] 본 발명의 추가적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은
- [0043] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,
- [0044] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,
- [0045] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤, 및
- [0046] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,

- [0047] 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 최소 한 개 이상이고, 최소 두 개 이상인 전체보다 작은 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들을 작동하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법을 제공하여 성취된다.
- [0048] 본 발명의 추가적인 실시예에서 이런 이점들 및 다른 이점들은
- [0049] 크랭크샤프트 축에 대해 회전가능한 크랭크샤프트,
- [0050] 압축 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동하는 압축 피스톤,
- [0051] 팽창 실린더 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며, 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동하는 팽창(파워) 피스톤,
- [0052] 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더를 상호 연결하며, 각각이 그 사이에 위치한 압력 챔버를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브와 교차 팽창(XovrE) 밸브를 포함하는 적어도 2개의 교차 통로들, 및
- [0053] 상기 엔진은 각각이 적어도 2개의 상기 교차 통로들 중에 하나에 대응하며, 상기 대응하는 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가할 수 있는 적어도 2개의 연료 분사기들을 포함하는 엔진의 작동 방법에 있어서,
- [0054] 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 최소 하나 이상이지만 전체 개수보다 작은 상기 교차 통로의 출구 단부로 연료를 추가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 부분-부하에서 엔진의 제어 방법을 제공하여 성취된다.
- [0055] 추가적으로, 상기 세 개의 실시예들에서, 상기 방법은 상기 연료 분사기들 중에서 어떤 것을 상기 연료를 추가하는 데 이용할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 하나 이상을 고려하여 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 방법은 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들 중에서 어떤 것을 작동할지를 상기 엔진의 부하와 속도 중에서 하나 이상을 고려하여 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다. 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 제1 교차 통로의 부피가 적어도 2개의 교차 통로들 중에서 제2 교차 통로의 부피의 40%에서 60%사이일 수 있다. 상기 엔진은 상기 압축 피스톤이 하사점 위치에 있을 때, 상기 압축 실린더 내에서 상기 차지의 압력이 1기압보다 낮도록 설정될 수 있다.
- [0056] 상기 발명의 이런 특징들 및 다른 특징들과 이점들은 수반되는 도면들과 함께 하기의 실시예들을 통해 더욱 완전하게 이해될 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0057] 본 발명의 특징들 및 기타 이점들은 상세한 설명 및 첨부된 도면들을 참조하여 다양한 실시예들을 상세하게 기술함으로써 더욱 명확하게 이해될 것이다.
- 도 1은 본 발명에 따른 스플릿-사이클 엔진의 단면도이다.
- 도 2 및 도 3은 도 1의 3-3라인을 따라 절단한 상기 스플릿-사이클 엔진의 평면도들이다.
- 도 4 내지 도 10은 본 발명의 제2 실시예에 따른 스플릿-사이클 엔진의 평면도들이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0058] 이하, 본 발명의 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하지만, 본 발명이 하기의 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 또한, 하기 실시예들에 설명되는 모든 조합들(combinations)이 본 발명에 있어서 필수 불가결한 것은 아니다.
- [0059] 도 1에 의하면, 참조 부호 50은 일반적으로 본 발명에 따른 스플릿-사이클 엔진을 나타낸다. 상기 스플릿-사이클 엔진은 크랭크샤프트 축(54)에 대해서 회전가능한 크랭크샤프트(52)를 포함한다. 압축 피스톤(72)은 압축 실린더(66) 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 압축 피스톤은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 흡입 행정 및 압축 행정을 통해 왕복 운동할 수 있다. 팽창(파워) 피스톤(74)은 팽창 실린더(68) 내에 슬라이딩 가능하게 수용되며 상기 크랭크샤프트에 작동 가능하게 연결되어 상기 팽창 피스톤은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 팽창 행정 및 배기 행정을 통해 왕복 운동할 수 있다. 최소 두개 이상의 교차 통로들(78)은 상기 압축 및 팽창 실린더들을 상호 연결한다. 각각의 교차 통로는 그 사이에 위치한 압력 챔버(81)를 정의할 수 있는 교차 압축(XovrC) 밸브(84)와 교차 팽창(XovrE) 밸브(86)를 포함한다. 상기 흡

입 행정 동안 흡입된 공기는 흡입 통로(76)로부터, 내측 개방(상기 실린더의 내부로 개방) 포핏 흡입 밸브(82)(poppet intake valve)를 통해서 상기 압축 실린더로 이동한다. 상기 압축 행정 동안 상기 압축 피스톤은 상기 공기 차지에 압력을 가하고, 상기 공기 차지를 상기 교차 통로들을 통해서 몰아간다. 상기 교차 통로들은 상기 팽창 실린더의 흡입 통로들로 역할을 한다.

[0060] 이하, 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 압축 실린더의 부피 압축비는 상기 스플릿-사이클 엔진의 "압축비"라고 한다. 이하, 상기 스플릿-사이클 엔진의 상기 팽창 실린더의 부피 압축비는 상기 스플릿-사이클 엔진의 "팽창비"라고 한다. 상기 압축 실린더에서의 매우 높은 압축비들(예를 들어, 40 대1, 80 대1, 또는 그 이상) 때문에, 하나 또는 그 이상의 교차 통로들 각각의 입구에 위치한 외측 개방(상기 실린더의 외측으로 개방) 포핏 교차 압축(XovrC) 밸브들(84)이 상기 압축 실린더로부터, 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로들로 가는 흐름을 제어하는데 이용된다. 상기 팽창 실린더에서의 매우 높은 팽창비들(예를 들어, 40 대1, 80 대1, 또는 그 이상) 때문에, 하나 또는 그 이상의 교차 통로들 각각의 입구에 위치한 외측 개방(상기 실린더의 외측으로 개방) 포핏 교차 팽창(XovrE) 밸브들(84)이 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로들로부터, 상기 팽창 실린더로 가는 흐름을 제어하는데 이용된다. 일반적으로 상기 오토 또는 디젤 사이클의 모든 4행정 동안 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로들의 압력이 최소 고압(전형적으로 20bar 또는 그 이상)을 유지하도록, 상기 교차 압축 및 교차 팽창 밸브들의 위상과 작동속도가 타이밍 된다.

[0061] 하나 또는 그 이상의 연료 분사기들(90)(각각의 교차 통로(78)에 대해서 하나씩)은 상기 하나 또는 그 이상의 교차 통로의 출구 끝에서, 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브(들)의 개방에 대응하여, 상기 가압된 공기에 연료를 주입한다. 이러한 연료의 주입은 상기 팽창 피스톤이 상기 팽창 피스톤의 상사점(top dead center) 위치에 도달하기 직전에 발생한다. 상기 팽창 피스톤이 상사점 위치에 도달한 직후에, 상기 연료-공기 차지가 상기 팽창 실린더로 충분히 들어간다. 상기 팽창 피스톤이 그것의 상사점 위치로부터 내려가기 시작하고, 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브가(밸브들이) 여전히 개방된 동안 스파크 플러그(92)는 점화되어 연소를 개시한다(전형적으로 상기 팽창 피스톤의 상사점 이후, 10도에서 20도 사이의 크랭크 각도(CA)). 그 후 결과적인 연소 상황(combustion event)이 하나 또는 그 이상의 상기 교차 통로들에 들어가기 전에, 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브는(밸브들은) 닫힌다. 상기 연소 상황은 출력 행정에서 상기 팽창 피스톤을 아래방향을 향하도록 만든다. 배기 가스들은 상기 배기 행정동안 상기 팽창 실린더에서, 내측으로 개방 포핏 배기 밸브(88)를 통해서, 배기 통로(80)로 빠져나간다.

[0062] 상기 스플릿-사이클의 엔진 개념에서, 상기 압축 및 팽창 실린더들의 기하학적인 엔진 변수들(즉, 구경, 행정, 연결 봉 길이, 압축 비율 등)은 일반적으로 상호 독립적이다. 예를 들면, 상기 압축 실린더와 상기 팽창 실린더 각각의 크랭크 쓰로우(throws)들(56, 58)은 서로 다른 반지름을 가질 수 있으며, 상기 압축 피스톤의 상사점(TDC)보다 선행하여 일어나는 상기 팽창 피스톤의 상사점에 대하여 서로 위상이 달라질 수 있다. 상기 독립성은 상기 스플릿-사이클 엔진이 전형적인 4행정 엔진들에 비하여 잠재적으로 더 높은 효율 수준과 더 큰 토크를 획득할 수 있게 한다.

[0063] 제1 실시예

[0064] 도 2 및 도 3으로 넘어가서, 본 발명에 따른 제1 실시예는 대략적으로 같은 부피를 가지는 두개의 교차 통로들을 제공한다. 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 각각의 상기 교차 통로들이 처리(즉, 교차 압축(XovrC) 밸브를 통한 입력 또는 교차 팽창(XovrE) 밸브 통한 출력)하도록 설계되어진 공기의 최대 무게는 대략적으로 동일하다.

[0065] 전-부하(full load)에서, 모든 교차 통로들(78)이 이용된다. 이것은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 모든 교차 통로들(78)에 대응하는 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들이 작동(즉 열림과 닫힘)되고, 모든 연료 분사기들(90)이 각각의 상기 교차 통로들의 출구 단부로 연료를 주입하고, 모든 교차 통로들(78)에 대응하는 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들이 열리고 닫히는 것을 의미한다. 모든 교차 통로들의 이용이 도 3에서 모든 연료 분사기들(90)이 각각의 상기 교차 통로들의 출구 단부로 연료를 주입하는 것으로 묘사된다.

[0066] 부분-부하에서, 상기 엔진의 전자제어장치(ECU)(도시되지 않음)는 적어도 하나 이상의 교차 통로들을 선택하여 이용한다. 예를 들면, 반-부하(half-load)에서 상기 압축 실린더는 일정량의 공기를 흡입(또는 수송)한다. 반-부하에서 상기 공기의 질량은 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 하나의 상기 교차 통로가 처리하도록 설계되어진 공기의 최대 무게와 대략적으로 일치할 수 있다. 즉, 상기 전자제어장치는 두 개의 교차 통로 중에서 하나를 선택하여 이용한다. 오직 한 개의 교차 통로를 이용하는 것은 도 2에서, 오직 한 개의 연료 분무가 상기 연료 분무기의 끝에서 교차 팽창(XovrE) 밸브(86)로 바깥 방향으로 퍼지는 점선으로 표시된다. 이용되지 않는 상기

교차 통로(도 2에서 그에 대응하는 연료 분사기(90)는 연료 분무를 주입하지 않는 것으로 표시됨)는 이용되지 않는 상기 교차 통로의 상기 압축(XovrC) 밸브와 상기 팽창(XovrE) 밸브 모두를 작동하지 않는 것으로 비활성화된다. 상기 실시예에서 상기 교차 통로들은 대략 같은 크기를 가지고 있다는 점에서, 앞서 언급한 선택은 엔진(50)의 선행 사이클들이 상기 엔진에 어떤 영향을 미치는가와 같은 요인들에 바탕을 둔다. 예를 들면, 만약 상기 엔진이 상기 실시예와 같이 대략적으로 같은 크기를 가지는 오직 두 개의 교차 통로들을 포함한다면, 각각의 두 개의 교차 통로들을 번갈아서 이용하는 것이 유리하다. 왜냐하면, 그렇게 하는 것이 상기 팽창 실린더에서 상기 실린더 벽들을 웨팅(wetting)하는 데 더 바람직할 수 있기 때문이다.

[0067] 제2 실시예

[0068] 도 4 내지 도 10을 참조하면, 본 발명에 따른 제2 실시예는 각각 부피가 다른 세 개의 교차 통로들(94, 96, 98)을 제공한다. 상기 도면들에 나타난 상기 실시예에서, 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 가장 큰 교차 통로(94)가 처리(즉, 교차 압축(XovrC) 밸브(84)를 통한 입력 또는 교차 팽창(XovrE) 밸브(86)를 통한 출력)하도록 설계되어진 공기의 최대 무게는 대략적으로 변수 X의 4배일 수 있다(즉 4X). 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 두 번째로 큰(또는 두 번째로 작은) 교차 통로(96)가 처리(즉, 교차 압축(XovrC) 밸브를 통한 입력 또는 교차 팽창(XovrE) 밸브를 통한 출력)하도록 설계되어진 공기의 최대 무게는 대략적으로 변수 X의 2배일 수 있다(즉 2X). 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 가장 작은 교차 통로(98)가 처리(즉, 교차 압축(XovrC) 밸브를 통한 입력 또는 교차 팽창(XovrE) 밸브를 통한 출력)하도록 설계되어진 공기의 최대 무게는 대략적으로 변수 X일 수 있다(즉 X).

[0069] 제2 실시예에서 상기 교차 통로들(94, 96, 98)의 부피들은 2진수 배열로 설계되어 있어, 상기 교차 통로들(94, 96, 98)의 다른 조합들을 선택할 때, 최대 무게의 조합의 숫자를 최대화한다. 제2 실시예에서는 아래의 표1에 나타난 것처럼, 7개의 교차 통로들(94, 96, 98)의 조합들은 상기 크랭크샤프트의 일회전동안 처리할 수 있는 최대 공기 무게에 대한 별개 조합들을 가진다.

	교차 통로 94	교차 통로 96	교차 통로 98	크랭크샤프트 회전당 최대 처리가능 무게
도 4	0	0	1	1X
도 5	0	1	0	2X
도 6	0	1	1	3X
도 7	1	0	0	4X
도 8	1	0	1	5X
도 9	1	1	0	6X
도 10	1	1	1	7X

[0070]

[0071] 0 = 교차통로가 선택되지 않음

[0072] 1 = 교차통로가 선택됨

[0073] 도 4 내지 도 10은 표1의 왼쪽 열에 표시되어 있듯이, 교차 통로들의 각각의 조합을 나타낸다. 예를 들면, 도 4에서 오직 상기 교차 통로(98)만이 이용되었다(도 4에서 오직 교차 통로(98)에서 한 개의 연료 분사가 표시됨). 도 5 내지 도 10은 이용 될 수 있는 다른 교차 통로들(94, 96, 98)의 다양한 조합들을 나타낸다(각각은 상기 도면에서 연료 분사로 표시됨).

[0074] 제1 및 제2 실시예들에서의 교차 통로들의 선택

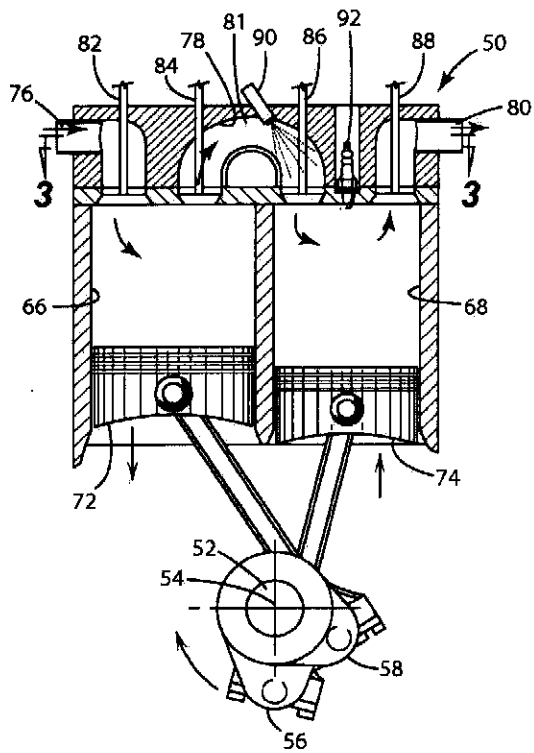
[0075] 상기 엔진의 전자제어장치(ECU)는 상기 크랭크샤프트의 각각의 일회전에 대해서, 제1 실시예의 상기 복수의 교차 통로들(78) 중에서 어떤 교차 통로를 이용할지 또는 제2 실시예의 상기 복수의 교차 통로들(94, 96, 98) 중에서 어떤 교차 통로를 이용(예를 들어 교차 통로에 상기 공기를 압축하고, 연료를 주입하여, 교차 통로를 통해서 상기 팽창 실린더에 동력을 공급함) 할지를 결정할 때, 상기 엔진 부하와 상기 엔진의 속도를 이용한다. 이상적으로, 적절한 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)이 선택되어져서(상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98) 모두가 선택되어질 필요는 없다.), 상기 엔진이 전-부하에서 작동할 때의 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에서의 압력과 비교하여, 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)의 압력 저하가 없어야 한다. 상기 이상적 상황

은 항상 가능하거나 현실적이지 않을 수 있다. 그러나 본 발명은 상기 적절한 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)을(이는 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)의 전체보다 작을 수 있다.) 이용하여, 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에서의 상기 압력 저하를 최소화하는 것을 목적으로 한다. 각각의 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)은 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 그것의 교차 압축(XovrC) 밸브(84)를 통해서 특정 최대 무게의 공기를 입력(또는 수송)받고, 그것의 교차 팽창(XovrE) 밸브(86)를 통해서 특정 최대 무게의 공기를 출력하도록 설계된다. 상기 제1 실시예에서 각각의 교차 통로에 대한, 두개의 최대 무게들은 전형적으로 동일한 값을 가진다. 즉 각각의 교차 통로(78)는 일반적으로 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 같은 무게의 공기를 입력(또는 수송)하고 출력하도록 설계된다. 상기 제2 실시예에서 각각의 교차 통로들(94, 96, 98)은 일반적으로 특정 엔진 속도에서 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 무게 X(변수)의 배수에 해당하는 공기를 입력(또는 수송)하고 출력하도록 설계된다.

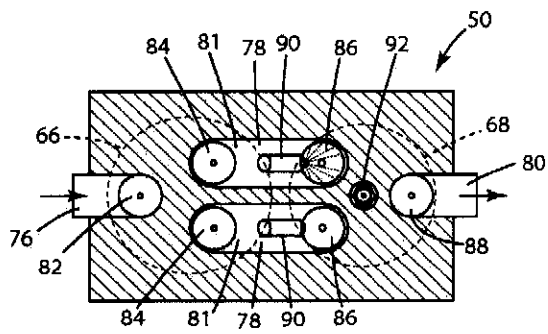
- [0076] 상기 전자제어장치는 상기 엔진의 모든 흡입 행정동안에 상기 압축 실린더가 흡입(또는 수송)하는 공기의 무게를 결정한다. 그 후 상기 전자제어장치는 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)이 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 처리할 수 있는 최대 무게를 상기 엔진의 속도와 부하를 기반으로 결정한다. 어떤 각각의 교차 통로(78 또는 94, 96, 98)가 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 처리할 수 있는 상기 최대 무게는 상기 전자제어장치에 미리 프로그램되어 있거나, 또는 반대로 상기 엔진이 동작하는 동안 상기 전자제어장치가 상기 값을 계산할 수 있다. 어떤 경우에도, 상기 전자제어장치는 모든 흡입 행정에서 상기 압축 실린더가 흡입(또는 수송)하는 공기의 무게와 상기 크랭크샤프트의 일회전동안 서로 다른 다양한 조합의 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)이 처리할 수 있는 최대 무게를 비교한다.
- [0077] 표 1은 본 발명의 제2 실시예에 따른 교차 통로(94, 96, 98)의 조합들과 최대 무게들의 예시적인 목록을 나타낸다. 상기 전자제어장치는 바람직하게는 상기 목록의 값중에서 상기 엔진의 상기 흡입 행정동안 상기 압축 실린더가 흡입(또는 수송)하는 공기의 무게를 넘어서는 최소값을 선택한다.
- [0078] 예를 들면, 변수 X의 4.5배의 공기 무게(즉 4.5X)에 대해서, 상기 크랭크샤프트의 일회전 동안 교차 통로들(94 그리고 98)은 함께 최대 무게 5X를 처리할 수 있으므로, 상기 전자제어장치는 도 8에 나타난 것처럼 교차 통로들(94 그리고 98)을 선택한다. 최대 무게 5X는 교차 통로들(94, 96, 98)의 조합에 의한 처리가능한 공기 무게중에서 4.5X를 넘는 최소값이다.
- [0079] 상기 스플릿-사이클 엔진은 상기 엔진의 상기 압축 및 출력 행정들 동안 오직 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)만을 이용한다(예를 들어 상술한 예시에서 교차 통로들(94 그리고 98)). 상기 압축 및 출력 행정들은 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)이 선택되는 상기 엔진의 상기 흡입 행정에 뒤따라온다. 이것은 상기 크랭크샤프트의 다음 회전동안 상기 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에 대응하는 상기 교차 압축(XovrC) 밸브들(84)만이 작동(예를 들어 열림 그리고/또는 닫힘)하여서, 상기 압축 피스톤에 의해서 압축된 공기는 상기 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에만 압축된다. 상기 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에 배치된 연료 분사기들(90)만이 상기 크랭크샤프트의 다음 회전동안 오직 상기 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)의 출구 단부로 연료를 주입하는데 사용된다. 그리고 오직 선택된 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)로부터 상기 팽창 실린더로의 공기/연료 공급을 가능하게 하기위해서, 오직 상기 선택된 교차통로들(78)에 대응하는 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브들(86)만이 상기 크랭크샤프트의 다음 회전동안 작동(열림 그리고/또는 닫힘)한다. 선택되지 않은 교차 통로(들)에 대응하는 상기 교차 압축(XovrC) 밸브와 상기 교차 팽창(XovrE) 밸브 모두를 작동하지 않음으로써, 상기 선택되지 않은 교차 통로(들)는 비활성화 된다.
- [0080] 상술한 시스템은 상기 스플릿-사이클 엔진의 특정 흡입 행정동안 상기 압축 실린더가 수송한 공기의 무게를 정량화하여, 상기 스플릿-사이클 엔진의 뒤따라오는 압축 및 출력 행정들에서 이용함으로써, (1) 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에서 압력 손실을 최소화하고, (2) 상기 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)에서 압력을 최대화한다. 이는 상기 스플릿-사이클 엔진이 부분-부하 조건들에서, 그것의 교차 통로들(78 또는 94, 96, 98)의 최소 고압을 유지하면서, 작동할 수 있게 한다.
- [0081] 본 발명의 상세한 실시예들을 참조하여 설명되어 왔으나, 설명된 본 발명의 사상과 범위 내에서 다수의 변화들이 일어날 수 있을 것이다. 따라서 본 발명이 상기 설명된 실시예들에 한정되려는 의도가 아니고, 하기의 청구 범위들의 언어로 정의된 모든 범위를 가질 수 있음이 예정된다.

도면

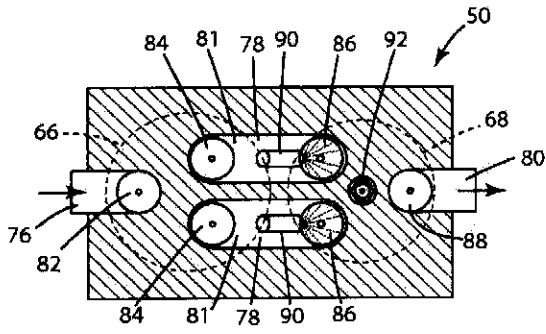
도면1



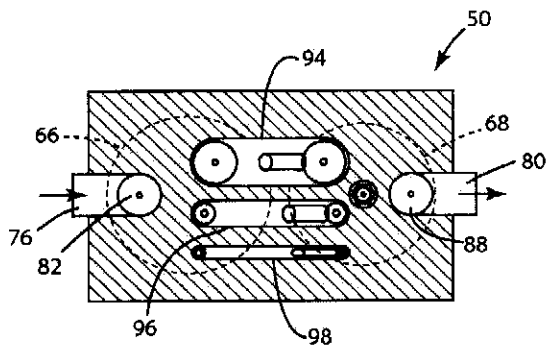
도면2



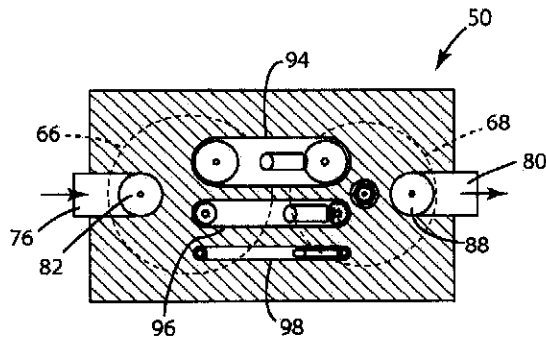
도면3



도면4

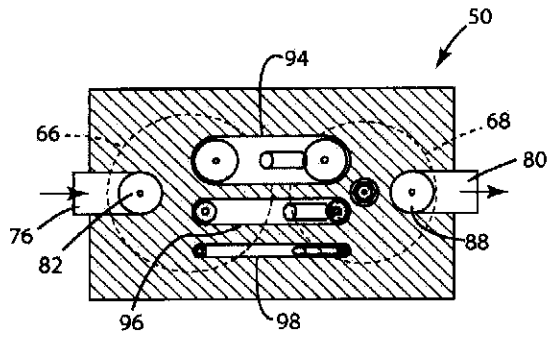


도면5

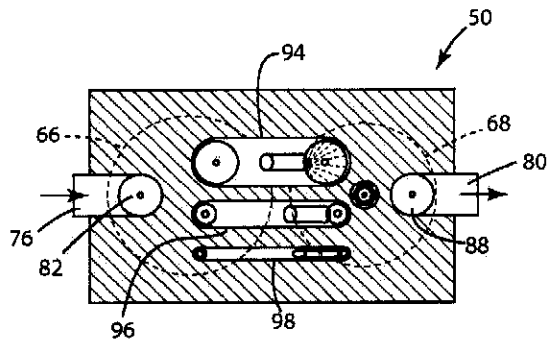




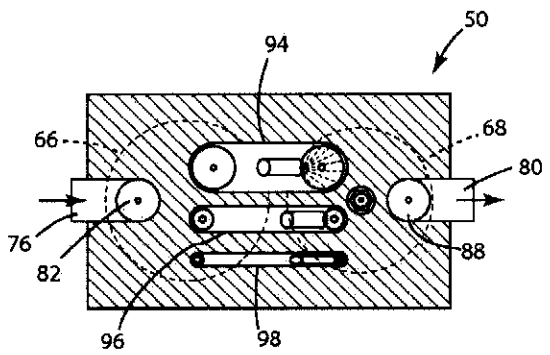
도면6



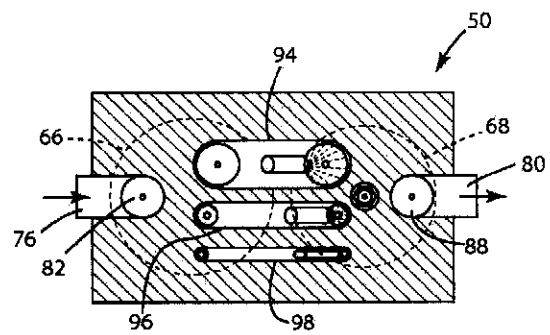
도면7



도면8



도면9



도면10

