(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[7]
F02B 23/10

(45) 공고일자 2001년04월16일
(11) 등록번호 10-0286995
(24) 등록일자 2001년01월18일

| | | | |
|---|---|---|---|
| (21) 출원번호 | 10-1998-0018146 | (65) 공개번호 | 특1998-0087223 |
| (22) 출원일자 | 1998년05월20일 | (43) 공개일자 | 1998년12월05일 |
| (30) 우선권주장 | 97-131200 1997년05월21일 일본(JP) | | |

(73) 특허권자 닛산 지도우샤 가부시키가이샤 하나와 요시카즈
일본 가나가와껭 요코하마시 가나가와꾸 다까라쵸 2반지
(72) 발명자 마쯔무라 모또히로
일본 가나가와껭 요꼬하마시 가나가와꾸 다까라쪼2반지 닛산 지도샤가부시끼가이샤 내
(74) 대리인 이상희, 장수길

*심사관 : 이재갑*

# (54) 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진

## 요약

본 발명은 점화 플러그에 의해 점화되도록 연료가 연소실 내로 직접 분사되는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 관한 것이다. 엔진은 다수의 실린더를 갖는 실린더 블록을 포함한다. 실린더 헤드는 실린더 블록의 블록 데크 위에 고정 장착되어 있다. 실린더 헤드는 각각의 실린더에 제1 및 제2 흡기 포트와 제1 및 제2 배기 포트를 갖는다. 각각의 실린더에 대응하여 형성된 연소실 내로 연료를 직접 분사하기 위한 연료 분사 밸브가 구비되어 있다. 연소실 내로 돌출된 선단부를 갖는 점화 플러그가 구비된다. 피스톤은 피스톤과 실린더 헤드 사이의 연소실을 형성하기 위해 실린더 내에 이동 가능하게 배치되어 있다. 피스톤은 피스톤의 중심축에서 흡기 밸브 방향으로 오프셋(offset)된 중심축을 갖는 통상의 원형 공동을 갖는 피스톤 크라운에 형성되어 있다. 스월(swirl) 제어 밸브는 엔진 작동 조건에 따라 제1 흡기 포트 내의 공기의 유동을 제어하도록 배치되어 있다. 이렇게 배열된 엔진에 있어서, 제2 흡기 포트는 적어도 주요부가 제1 설정각을 형성하는 제2 수직 평면에 대해 기울어진 제1 수직 평면에 포함되는 축을 갖고, 제1 수직 평면은 수직 교차 유동 평면에 대해 연소실 방향으로 피스톤의 중심축에 서서히 접근한다. 제1 및 제2 수직 평면은 실린더 블록의 블록 데크에 수직이다. 제2 수직 평면은 제1 흡기 및 배기 밸브를 통과하고 실린더의 중심축을 포함하는 제3 수직 평면에 수직이고 블록 데크에 수직이다. 제1 흡기 및 배기 밸브는 제3 수직 평면의 대향면 위에 각각 위치된다.

## 대표도

도1

## 명세서

## 도면의 간단한 설명

도1은 본 발명에 따른 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진의 한 실시예의 개략 평면도.

도2는 도1의 엔진의 확대 평면도.

도3은 도1의 엔진의 확대 수직 단면도.

〈도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명〉

1 : 연소실

5A, 5B : 제1 및 제2 흡기 포트

6A, 6B : 제1 및 제2 흡기 밸브

7A, 7B : 제1 및 제2 배기 밸브

8 : 원형 공동

9 : 점화 플러그

10 : 연료 분사 밸브

11 : 스월 제어 밸브

E1, E2 : 제1 및 제2 배기 포트

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 (가솔린과 같은) 연료가 실린더로 직접 분사되는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진의 개선에 관한 것으로, 특히 이러한 엔진에 있어서 효과적인 성층 연소를 얻기 위한 개선에 관한 것이다.

1997년 5월 21일자 일본 특허 출원 제9-131200호의 내용이 본원에서 참고로 사용된다.

연료가 점화 플러그에 의해 점화되도록 엔진 실린더 내로 직접 분사되는 차량용 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진이 제안되어 실용화되고 있다. 이러한 엔진들 중의 하나는 "스파크 점화를 위해 직접 실린더로 연료를 분사하는 엔진"이라는 제목을 가진 미국 특허 제5,553,588호에 개시되어 있으며 다음과 같이 형성되어 있다. 엔진은 각각의 실린더마다 2개의 흡기 포트를 갖고, 이들 포트 중의 하나는 스월 제어 밸브를 구비한다. 게다가, 피스톤은 연소실의 일부에 형성된 공동을 갖는 피스톤 크라운에 형성되어 있다. 스월 제어 밸브가 폐쇄되면, 흡입 공기는 연소실 내에 가스의 유동을 생성하기 위해서 스월 제어 밸브에 의해 다른 흡기 포트를 통해 연소실 내로 유입된다. 압축 행정에서, 연료가 점화 플러그 주위에 공기 연료 혼합기의 층을 부분적으로 형성하기 위해 공동 내로 분사되어 성층 연소가 얻어진다.

이제, 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 있어, 효과적인 열 발생 시기를 얻기 위한 점화시기에 층상화된 공기 연료 혼합기를 점화 플러그의 근처로 전달하는 것이 요구된다.

그러나, 전술된 종래의 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 있어, 연소실 내의 가스의 유동은 외향으로 또는 수직 교차 유동 평면에 대해 실린더 보어의 외면부의 방향으로 향하는 흡기 포트의 영향을 받아 형성되고, 그러므로 가스의 유동은 피스톤 크라운에 형성된 공동의 존재 유무에 관계없이 실린더 보어의 외면부를 따라 형성된다. 따라서, 희박 공기 연료 혼합기가 연소될 수 있도록 공기 연료 혼합기의 기화 및 전송을 순조롭게 달성하기 위해서, 분리 제어 인자를 이용한 제어가 필요하게 되어 연소실의 형상 및 엔진의 제어를 복잡하게 할 수 있다.

#### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명의 목적은 종래의 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 발생되는 문제점을 극복하기 위한 개선된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진을 제공하는데 있다.

본 발명의 다른 목적은 희박 공기 연료 혼합기의 안정된 연소를 달성하기 위하여 성층 연소를 효과적으로 얻기 위한 개선된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진을 제공하는데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 흡입 공기의 스월이 원형 공동의 외면부에 통상 접하도록 배열된 흡기 포트의 영향을 받아 피스톤 크라운 내에 형성된 상기 공동 내에 생성되도록 개선된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진을 제공하는데 있다.

본 발명의 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진은 다수의 실린더를 갖는 실린더 블록을 포함한다. 실린더 헤드는 실린더 블록의 블록 데크 위에 고정 장착되어 있다. 실린더 헤드는 각각의 실린더에 제1 및 제2 흡기 포트와 제1 및 제2 배기 포트를 갖는다. 연료 분사 밸브는 각각의 실린더에 대응하여 형성된 연소실 내로 연료를 직접 분사하도록 구비되어 있다. 점화 플러그는 연소실 내로 돌출된 선단부를 구비한다. 피스톤은 이것과 실린더 헤드 사이의 연소실을 형성하기 위해 실린더 내에 이동 가능하게 배치되어 있다. 피스톤은 피스톤의 중심축에서 흡기 밸브 방향으로 오프셋된 중심축을 갖는 통상의 원형 공동을 갖는 피스톤 크라운에 형성되어 있다. 스월 제어 밸브는 엔진 작동 조건에 따라 제1 흡기 포트 내의 공기의 유동을 제어하도록 배치되어 있다. 이렇게 배열된 엔진에 있어, 제2 흡기 포트는 적어도 주요부가 제1 설정각을 형성하는 제2 수직 평면에 대해 기울어진 제1 수직 평면에 포함되는 축을 갖고, 제1 수직 평면은 수직 교차 유동 평면에 대해 연소실 방향으로 피스톤의 중심축에 서서히 접근한다. 제1 및 제2 수직 평면은 실린더 블록의 블록 데크에 수직이다. 제2 수직 평면은 제1 흡기 및 배기 밸브를 통과하고 실린더의 중심축을 포함하는 제3 수직 평면에 수직이고 블록 데크에 수직이다. 제1 흡기 및 배기 밸브는 제3 수직 평면의 대향면 위에 각각 위치된다.

상기 배열된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 있어, 흡입 공기는 스월 제어 밸브와 함께 제1 흡기 포트를 차단함으로써 제2 흡기 포트를 통해 유입되어, 가스의 유동이 연소실 내에 생성된다. 제2 흡기 포트는 수직 교차 유동 평면에 대해 내부로 향하고 피스톤 크라운에 형성된 공동의 외면부에 접하도록 배열되어 있고, 따라서 가스의 유동은 피스톤 크라운에 형성된 공동 내의 스월과 같이 확실히 형성된다. 결과적으로, 가스의 유동은 희박 연소가 가능하도록 공기 연료 혼합기를 기화시킬 수 있고 점화 플러그의 근처로 공기 연료 혼합기를 이동시킬 수 있다.

### 발명의 구성 및 작용

도1 내지 도3에는, 본 발명에 따른 실린더 직접 분사식 스파크 점화 (가솔린 연료식) 엔진의 한 실시예가 참조 부호 E로 도시되어 있다. 상기 실시예의 엔진(E)은 비록 하나의 실린더만 도시되고 있으나 실린더 블록(3) 내에 형성된 다수의 엔진 실린더(C)를 갖는다. 피스톤은 이것과 하부 평면에서 블록 데크(실린더 상부 데크) 또는 실린더 블록(3)의 상부 평면(T)에 고정 장착되는 실린더 헤드(2) 사이의 연소실(1)을 형성하기 위한 각각의 실린더(C)내에 이동 가능하게 배치되어 있다.

실린더 헤드(2)는 각각의 실린더(C) 또는 각각의 연소실(1)에 (도2에 도시된) 2개(제1 및 제2)의 흡기 포트(5A, 5B) 및 2개의 배기 포트(E1, E2)와 함께 형성되어 있다. 2개의 흡기 포트(5A, 5B)는 수직 실린더 축 평면(P)이 다수의 실린더(C)의 (도시되지 않은) 중심축을 포함하는 2개의 배기 포트(E1, E2)에 대해

수직 실린더 축 평면(P)의 대향 면에 위치되어 있다. 흡기 포트(5A, 5B)는 흡기 밸브(6A, 6B)가 각각 이동 가능하게 배치되어 있는 [연소실(1)로 개방된] 각각의 하류 단부를 갖는다. 배기 포트(E1, E2)는 배기 밸브(7A, 7B)가 각각 이동 가능하게 배치되어 있는 [연소실(1)로 개방된] 각각의 상류 단부를 갖는다.

피스톤(4)은 연소실(1)의 일부를 형성하는 함몰부(depression) 또는 원형 공동(8)과 함께 피스톤 크라운에 형성되어 있다. 특히, 공동(8)은 피스톤 크라운의 상부 표면에 얕게 또는 평평하게 형성되어 공동의 하부면(B)은 통상 평평하다. 공동(8)의 중심축(C2)은 흡기 밸브(6A, 6B) 방향으로 피스톤(4)의 중심축(C1)에서 오프셋되어 평행을 이루어, 즉 배기 밸브(7A, 7B) 보다 흡기 밸브(6A, 6B)에 더 가깝게 위치되어 있다.

점화 플러그(9)는 실린더 헤드(2)에 장착되어 있어 (전극을 갖는) 점화 플러그의 선단부는 연소실(1) 내로 돌출되고 원형 공동(8)의 외면의 환형부 위에 배치되어 있다. 연료 분사 밸브(10)는 도2에 도시된 바와 같이 위에서 내려다보았을 때 제1 및 제2 흡기 포트(5A, 5B)의 사이에 배치되어 있고 연소실(1) 내로 직접 연료(가솔린)를 분사할 수 있게 위치되어 있다. 연료 분사 밸브(10)가 위치되어 (점선으로 도시된) 밸브축은 실린더 블록(3)의 상부 평면(T)에 [또는 실린더 헤드(2)의 하부 평면에] 대해 설정각(θ3)을 형성하고 공동(8)의 하부면(8b)을 향한다. 설정각(θ3)은 35도에서 45도 사이의 범위 내에 있고, 양호하게는 약 45도이다. 따라서, 연료 분사 밸브(10)는 비스듬히 하향으로 또는 공동(8)을 향해 연료를 분사한다. 연료 분사 밸브(10)는 성층 연소를 얻기 위한 경우에 있어서, 압축 행정에서 연료 분사시기에 연료를 분사하기 위해 배열되어 있다.

스월 제어 밸브(11)는 제1 흡기 포트(5A)를 차단하기 위해 이동 가능하게 배치되어 있고 엔진의 작동 조건에 따라 제어 가능하게 개방 또는 폐쇄되도록 배열되어 있다. 본 실시예에서, 스월 제어 밸브(11)는 성층 연소가 실행되는 설정된 엔진 작동 조건에서 통상 완전히 폐쇄되도록 제어된다. 스월 제어 밸브(11)는 또 다른 소정의 엔진 작동 조건에서 제1 흡기 포트(5A) 내의 공기의 유동을 제어하기 위해 부분적으로 폐쇄될 수 있다. 제2 흡기 포트(5B)는 공동의 외면부(8a)에 통상 접하여 연장되어 형성된다. 특히, 제2 흡기 포트(5B)의 축(X1)[또는 적어도 축(X1)의 주요부]을 포함하는 수직 포트의 축 평면(L)은 연소실(1) 방향으로 피스톤(4)의 중심축(C1)에 서서히 접근하는 방식으로 수직 교차 유동 평면(V1) 대하여 기울어져 있고, 여기에서 (포트 내향각인) 설정각(θ1)은 수직 포트의 축 평면(L)과 수직 교차 유동 평면(V1) 사이에 형성된다. 설정각(θ1)은 5도보다 작지 않고 15도보다 작은 범위 내에 있고, 양호하게는 약 8도이다. 게다가, 수직 포트의 축 평면(L)은 가상 수평면 또는 실린더 블록(3)의 블록 데크(H) 위의 공동(8)의 외면부(8a)의 접선을 포함하는 수직 평면(V2)에 통상 평행이다. 상기 실시예에서, 수직 포트의 축 평면(L)은 수직 평면(V2) 내부에 위치되어 있고 점화 플러그(9)의 외부 및 원형 공동(8)의 외면부(8a)에 대한 내부 공간을 통하여 연장된다. 수직 포트의 축 평면(L)과, 수직 교차 유동 평면(V1)과, 수직 평면(V2)이 블록 데크(H) 또는 실린더 블록(3)의 상부 평면(T)에 수직이라는 것이 이해될 것이다. 수직 교차 유동 평면(V1)은 흡기 밸브(6B) 및 배기 밸브(7B)를 지나가고 실린더(C)의 축을 포함하는 실린더 축 평면(P)에 수직이다. 실린더 축 평면(P)이 블록 데크(H)에 수직이라는 것이 이해될 것이다. 따라서, 다시 말해, 설정각(θ1)은 단면 유동의 수평 방향(V1)에 대해 흡기 포트(5B)의 [특히, 흡기 포트 축(X1)의] 내향 경사진 각이다. 다중 실린더 엔진에 있어, 또한 설정각(θ1)은 흡기 포트 축(X1)과 흡기 밸브(6B) 및 배기 밸브(7B) 둘 모두를 통하여 연장되고 인접한 실린더의 중심축을 포함한 수직 실린더 축 평면에 수직인 수직 평면 내의 선(V1) 사이에 형성된 수평으로 측정된 각으로 정의될 수 있다.

추가로, 제2 흡기 포트(5B)의 축(X1)의 직선부의 주요부는 연소실(1)을 향해 하향으로 기울어져 있고, 여기에서 축(X1)은 실린더 블록(3)의 블록 데크 또는 상부 평면(T)에 대하여 또는 실린더 헤드(2)의 하부 평면에 대하여 (포트 경사각인) 설정각(θ2)을 형성한다. 설정각(θ2)은 30도보다 크고 40도보다 작은 범위 내에 있고, 양호하게는 38도이다. 따라서, 다시말해, 설정각(θ2)은 흡기 포트 축(X1)과 실린더 블록의 상부 평면(T) 사이의 각이므로 흡기 포트각으로 고려될 수 있다. 스월 제어 밸브(11)로 차단 가능한 제1 흡기 포트(5A)는 공동(8)의 중심축(C2) 및 피스톤(4)의 중심축(C1)을 포함하는 수직 중심 평면(V3)에 대해 제2 흡기 포트(5B)와 통상 대칭되게 그리고 수직 교차 유동 평면(V1)에 평행하게
형성되어서, 제1 및 제2 흡기 포트(5A, 5B)의 축은 도2에 명확히 도시된 바와 같이 연소실(1)을 향하는 방향으로 서로 점차 접근한다는 사실에 주의하여야 한다.

도2에 도시된 바와 같이, 점화 플러그(9)의 (전극을 갖는) 선단은 제2 흡기 포트(5B)의 축(X1)을 포함하는 수직 포트의 축 평면(L)에 대해 내부에 위치된다. 상기 실시예에서, 점화 플러그(9)는 위치되어 수직 중심 평면(V3)은 점화 플러그(9)의 선단부를 통해 지나간다.

다음으로, 이렇게 배열된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진의 작동 방법을 설명한다.

성층 연소가 실행되는 엔진의 작동 조건 상태(예를 들어, 저 부하 상태의 엔진 작동 조건)에서, 스월 제어 밸브(11)는 제1 흡기 포트(5A)를 차단하기 위해 통상 완전 폐쇄되도록 제어된다. 따라서, 흡기 밸브(6A, 6B)는 피스톤(4)이 하강하는 흡입 행정에서 들어올려져 개방되면, 흡입 공기는 스월 제어 밸브(11)에 의해 차단되지 않는 제2 흡기 포트(5B)를 통해 연소실(1) 내로 빨려 들어가고, 여기에서 흡입 공기는 포트 내향각(θ1) 및 포트 경사각(θ2)의 영향으로 그 유동의 방향 내에서 조절된다. 이렇게 빨려 들어간 흡입 공기는 도2에서 해칭된 화살표(W)에 의해 표시된 바와 같이 연소실(1) 내에 경사진 스월의 형태로 가스의 유동을 생성한다. 포트 내향각(θ1) 및 포트 경사각(θ2)은 상기 가스의 유동이 피스톤(4)의 피스톤 크라운에 형성된 공동(8) 내에서 최적화 되도록 선택된다는 사실에 주의하여야 한다. 상기 가스의 유동은 피스톤 작동이 압축 행정에 이를 때까지 유지된다. 그 다음으로, 압축 행정에서 가스의 유동은 연료 분사 밸브(10)에서 분사된 분무 형태의 연료를 기화시키고 분무 형태의 연료를 점화 플러그(9) 근처로 이동시킨다.

따라서, 본 발명에 따른 상기 배열된 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에 따라, 비교적 작은 선회 반경을 갖는 스월이 피스톤 크라운에서 공동(8) 내에 생성되어 연료 분사 밸브(10)에서 분사된 분무 형태의 연료는 기화되고 점화 플러그(9)의 근처로 이동된다. 그러므로, 희박 공기 연료 혼합기의 연소가 엔진의 넓은 작동 범위 전체를 통하여 달성될 수 있다. 이에 반하여, 통상의 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진에서, 비교적 큰 선회 반경을 갖는 스월은 주로 연소 중 난류의 영향을 주로 받아 연소실 내의 공기

연료 혼합기의 연소를 향상시키기 위해 엔진 실린더 내에 생성된다.

### *발명의 효과*

특히, 본 발명에 따라, 가스의 유동은 피스톤(4) 내의 원형 공동(8)의 외면부(8a)를 따라 생성된다. 상기 가스의 유동은 희박 공기 연료 혼합기가 용이하게 연소되고 점화 플러그(9)의 전극 근처로 공기 연료 혼합기를 이동시키기 위해서 공기 연료 혼합기를 기화시키고, 따라서 엔진의 단순한 형상에서 희박 공기 연료 혼합기의 연소가 가능하게 만든다. 이에 반하여, 전술된 미국 특허 제5,553,588호에 개시된 종래의 엔진에서, 흡기 포트는 수직 교차 유동 평면에 대해 외향하는 형상으로 형성되므로, 가스의 유동은 피스톤 크라운에 형성된 공동의 존재 유무와 관계없이 실린더의 보어의 외부 표면을 따라 생성된다.

또한 스월 제어 밸브(11)로 차단 가능한 제1 흡기 포트(5A)가 제2 흡기 포트(5B)에 대칭 되도록 하기 위해 포트 내향각(θ1)을 갖도록 형성되는 것과 같이 도시되고 설명될 때, 제1 흡기 포트(5A)는 포트 내향각(θ1)을 갖도록 형성될 수 있는 것이 이해될 것이다. 그러나, 포트 내향각(θ1)을 갖고 제2 흡기 포트(5B)에 대칭되는 제1 흡기 포트(5A)의 형성은 흡입 공기가 제1 및 제2 흡기 포트를 통하여 빨려 들어가는 균질 연소시 제1 및 제2 흡기 포트 모두에서 유입되는 공기의 유동이 연소실 내에서 서로 맞부딪혀서 공기와 흡입 행정에서 연료 분사기에서 분사된 연료의 혼합을 향상시키는 것과 같은 장점을 제공할 수 있음에 주의하여야 한다.

### *(57) 청구의 범위*

#### 청구항 1

다수의 실린더를 갖는 실린더 블록과, 상기 실린더 블록의 블록 데크 위에 고정 장착되고, 각각의 실린더에 제1 및 제2 흡기 포트와 제1 및 제2 배기 포트를 갖는 실린더 헤드와, 상기 제1 및 제2 흡기 포트를 폐쇄할 수 있고 상기 실린더 헤드에 배치된 이동 가능한 제1 및 제2 흡기 밸브와, 상기 제1 및 제2 배기 포트를 폐쇄할 수 있고 상기 실린더 헤드에 배치된 이동 가능한 제1 및 제2 배기 밸브와, 각각의 실린더에 대응하여 형성된 연소실 내로 연료를 직접 분사하기 위한 연료 분사 밸브와, 선단부가 연소실 내로 돌출된 점화 플러그와, 피스톤과 실린더 헤드 사이의 연소실을 형성하기 위해 실린더 내에 이동 가능하게 배치되고, 피스톤의 중심축에서 상기 흡기 밸브 방향으로 오프셋된 중심축을 갖는 원형 공동을 갖도록 피스톤 크라운에 형성된 피스톤과, 엔진 작동 조건에 따라 상기 제1 흡기 포트 내의 공기의 유동을 제어하도록 배치된 스월 제어 밸브를 구비하며, 상기 제2 흡기 포트는 적어도 주요부가 제1 설정각을 형성하도록 제2 수직 평면에 대해 기울어진 제1 수직 평면에 포함되는 축을 갖고, 제1 수직 평면은 상기 제2 수직 평면에 대해 연소실 방향으로 상기 피스톤의 중심축에 서서히 접근하고, 제1 및 제2 수직 평면은 상기 실린더 블록의 블록 데크에 수직이고, 제2 수직 평면은 상기 제1 흡기 및 배기 밸브를 통과하고 실린더의 중심축을 포함하는 제3 수직 평면에 수직이고 블록 데크에 수직이며, 상기 제1 흡기 및 배기 밸브는 상기 제3 수직 평면의 대향면 위에 각각 위치되는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 제1 수직 평면은 상기 피스톤의 피스톤 크라운 내의 상기 원형 공동의 외면부에 통상 접하는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 제1 수직 평면은 블록 데크 위의 상기 원형 공동의 외면부의 접선을 포함하는 제4 수직 평면에 통상 평행하고, 상기 제4 수직 평면은 블록 데크에 수직인 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 점화 플러그의 선단부는 상기 원형 공동의 외면부 위에 배치되고 상기 제2 수직 평면에 대해 상기 제1 수직 평면의 대향면 위에 위치된 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 제1 수직 평면은 상기 원형 공동의 외면부와 상기 점화 플러그 사이의 공간을 지나가는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 연료 분사 밸브는 상기 피스톤의 피스톤 크라운 내에 상기 원형 공동 내부로 향하는 축을 갖고, 블록 데크를 포함하는 평면 위의 상기 제1 및 제2 흡기 포트 사이에 위치되는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 스월 제어 밸브는 연소실 내에서 성층 연소가 수행되는 소정의 엔진 작동 조건 상태에서 상기 제1 흡기 포트를 사실상 차단하기 위해 배열된 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 흡기 포트는 제1 및 제2 배기 포트에 대해 제3 수직 평면의 대향면 위에 위치하는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

**청구항 9**

제1항에 있어서, 상기 제1 설정각은 5도보다 작지 않고 15도보다 작은 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

**청구항 10**

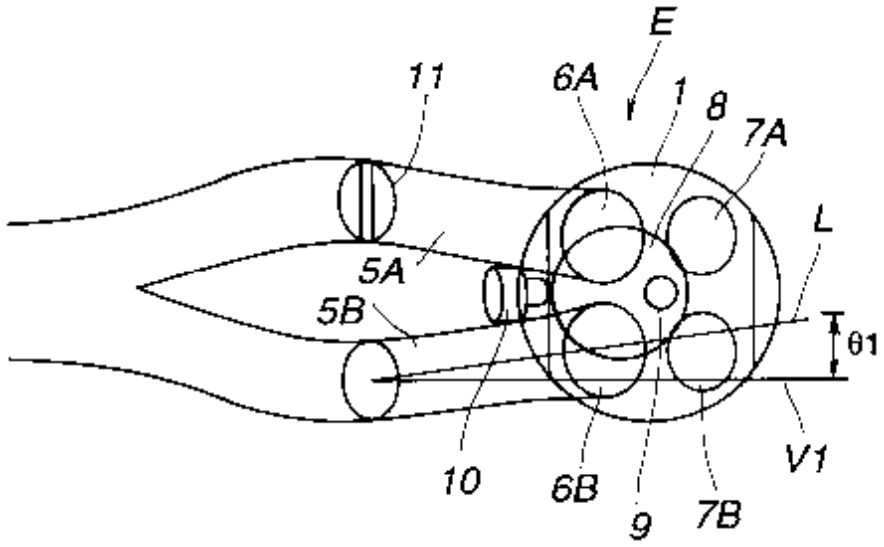
제1항에 있어서, 상기 제2 흡기 포트의 축의 적어도 주요부는 상기 실린더 블록의 상기 블록 데크의 표면에 대해 제2 설정각을 형성하고, 상기 제2 설정각은 30도보다 크고 40도보다 작은 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

**청구항 11**

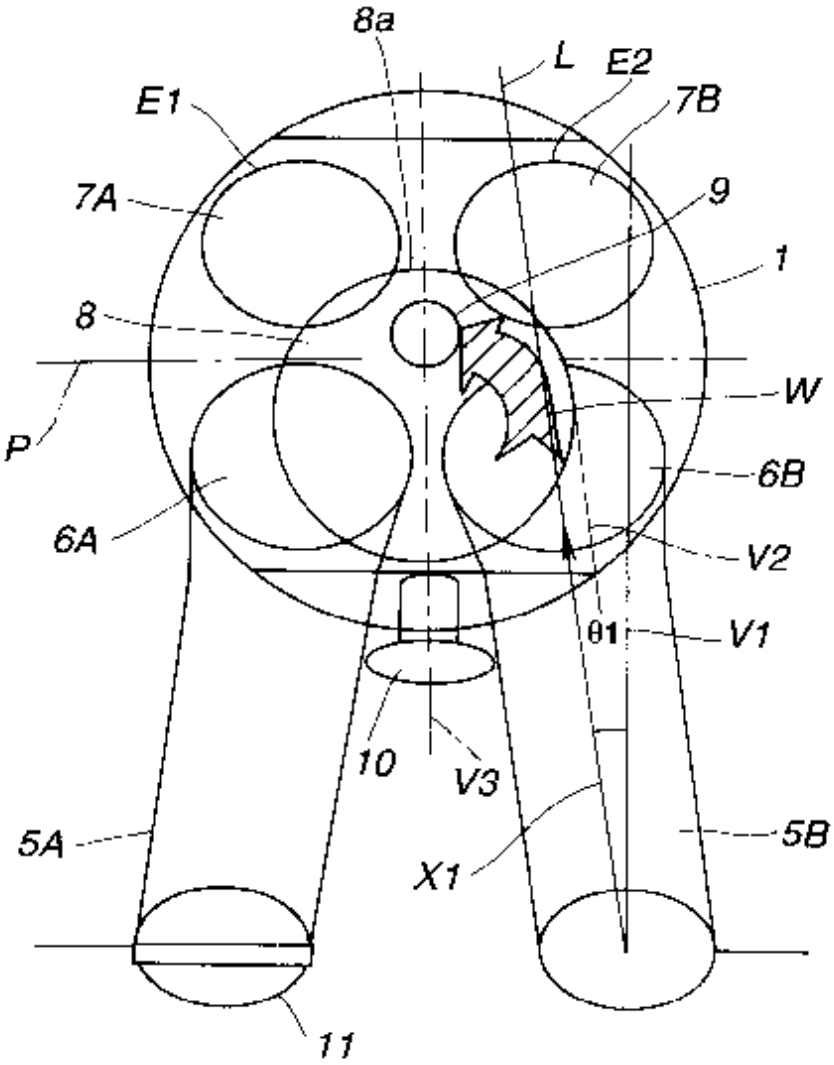
제1항에 있어서, 상기 연료 분사 밸브는 상기 실린더 블록의 상기 블록 데크의 표면에 대해 제3 설정각을 형성하고, 상기 제3 설정각은 35도에서 45도 사이의 범위 내에 있는 것을 특징으로 하는 실린더 직접 분사식 스파크 점화 엔진.

*도면*

*도면1*



도면2



도면3

