



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0121529
(43) 공개일자 2017년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
F02B 53/06 (2006.01) F01C 20/10 (2006.01)
F02B 55/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
F02B 53/06 (2013.01)
F01C 20/10 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0050086
(22) 출원일자 2016년04월25일
심사청구일자 2016년04월25일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
이창언
경기도 부천시 원미구 중동로280번길 63, 606동 302호(중동, 중흥마을 두산극동)
(74) 대리인
특허법인세원

전체 청구항 수 : 총 7 항

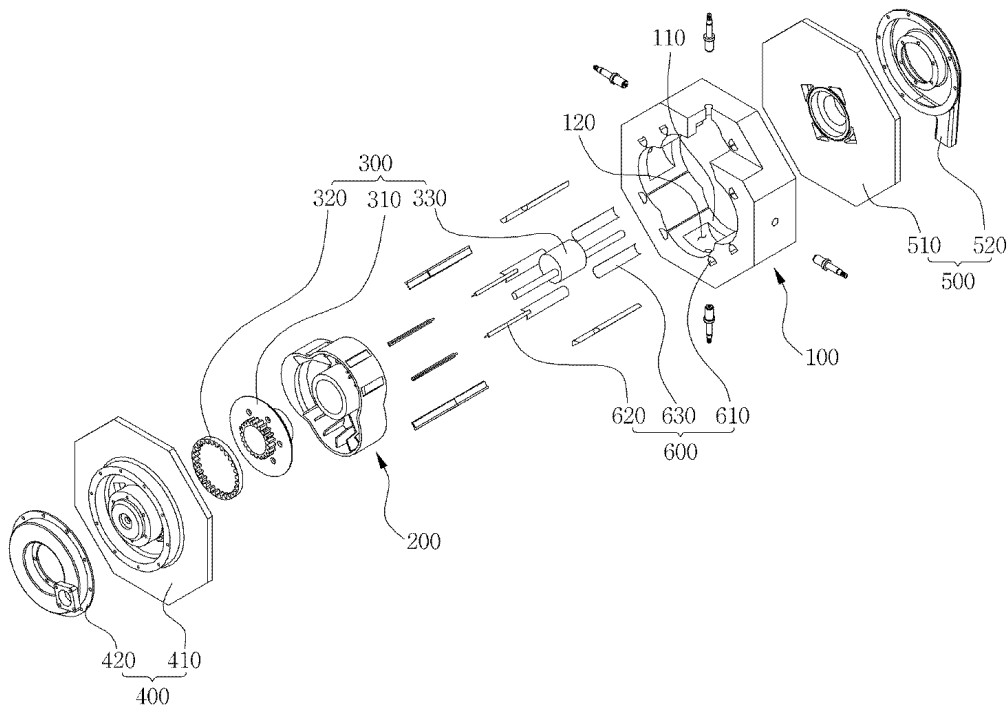
(54) 발명의 명칭 6행정 로터리 엔진

(57) 요약

본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진은, 내부에 4개의 로브 수용부 및 각각의 상기 로브 수용부와 연통된 연소실을 구비하고, 전면부 및 후면부가 개방된 하우징; 상기 로브 수용부의 중심을 기준으로 편심되어 회전하며, 편심 회전 시 각각의 상기 로브 수용부에 연속적으로 수용되는 3개의 로브를 구비한 로터; 상기 로터의 회전에 따라 생

(뒷면에 계속)

대표도



성되는 동력을 외부로 전달하는 구동력 전달부; 상기 하우징의 전면부를 밀폐하여 주고, 연료와 공기의 혼합기를 상기 로터로 전달하는 흡기부; 상기 하우징의 후면부를 밀폐하여 주고, 상기 하우징에서 생성되어 상기 로터를 통해 배기되는 배기가스를 외부로 배출하는 배기부; 및 상기 하우징에 구비되어 상기 연소실에서의 연소를 제어하는 연소제어부; 를 포함하고, 상기 로터의 회전 과정에서 상기 혼합기를 흡입하는 흡입행정, 흡입된 혼합기를 압축하는 압축행정, 압축된 혼합기를 발화시켜 팽창시키는 팽창행정, 발화의 결과 발생한 배기가스를 배출하는 배출행정, 새로운 혼합기를 흡입하는 신기흡입행정 및 흡입된 새로운 혼합기와 상기 배기가스로 배출되지 않은 잔류가스를 배출하는 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되도록 구성된다.

(52) CPC특허분류

F02B 55/14 (2013.01)

F02B 2075/02 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	B0010565
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술진흥원
연구사업명	지역혁신센터조성사업
연구과제명	고기능성 밸브 기술지원 지역혁신센터사업
기 여 율	1/1
주관기관	동아대학교 산학협력단
연구기간	2016.03.01 ~ 2017.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

내부에 4개의 로브 수용부(110) 및 각각의 상기 로브 수용부(110)와 연통된 연소실(120)을 구비하고, 전면부 및 후면부가 개방된 하우징(100);

상기 로브 수용부(110)의 중심을 기준으로 편심되어 회전하며, 편심 회전 시 각각의 상기 로브 수용부(110)에 연속적으로 수용되는 3개의 로브를 구비한 로터(200);

상기 로터(200)의 회전에 따라 생성되는 동력을 외부로 전달하는 구동력 전달부(300);

상기 하우징(100)의 전면부를 밀폐하여 주고, 연료와 공기의 혼합기를 상기 로터(200)로 전달하는 흡기부(400);

상기 하우징(100)의 후면부를 밀폐하여 주고, 상기 하우징(100)에서 생성되어 상기 로터(200)를 통해 배기되는 배기가스를 외부로 배출하는 배기부(500); 및

상기 하우징(100)에 구비되어 상기 연소실(120)에서의 연소를 제어하는 연소제어부(600);를 포함하고,

상기 로터(200)의 회전 과정에서 상기 혼합기를 흡입하는 흡입행정, 흡입된 혼합기를 압축하는 압축행정, 압축된 혼합기를 발화시켜 팽창시키는 팽창행정, 발화의 결과 발생한 배기가스를 배출하는 배출행정, 새로운 혼합기를 흡입하는 신기흡입행정 및 흡입된 새로운 혼합기와 상기 배기가스로 배출되지 않은 잔류가스를 배출하는 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되도록 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 2

제1항에서,

상기 로터(200)에 구비된 하나의 로브는 회전 각도가 0° , 90° , 180° 및 270° 일 때 상기 로브 수용부(110)에 수용되고,

상기 로터(200)는,

전면부에 형성된 혼합기 수용부(210);

후면부에 형성된 배기가스 수용부(220);

측면에 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 흡기포트(211);

측면에 상기 흡기포트(211)와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 소기배출포트(212);

측면에 상기 소기배출포트(212)와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 소기흡입포트(213); 및

측면에 상기 소기흡입포트(213)와 소정 각도를 이루며 상기 배기가스 수용부(220)와 연통되어 형성된 배기포트(221);를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 3

제2항에서,

상기 흡기포트(211)는 상기 로터가 0° 내지 75° 회전하는 동안 상기 혼합기를 흡기할 수 있는 위치에 형성되고,

상기 배기포트(221)는 상기 로터가 180° 내지 240° 회전하는 동안 상기 배기가스를 배기할 수 있는 위치에 형

성되고,

상기 소기흡입포트(213)는 상기 로터가 240° 내지 300° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기를 흡기할 수 있는 위치에 형성되고,

상기 소기배출포트(212)는 상기 로터가 300° 내지 360° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기 및 상기 잔류가스를 배출할 수 있는 위치에 형성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 4

제1항에서,

상기 연소제어부(600)는,

상기 연소실(120)의 양측에 구비된 장착실(610); 및

상기 장착실(610)에 탄성지지되는 형태로 설치된 T자형 단면을 가진 길이부재로서 그 하단부가 상기 로브 수용부(110) 내로 돌출되어 있되 상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 로터(200)의 로브에 접촉하여 거동하는 제어기(620); 를 포함하고,

상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 연소실, 상기 로터(200)의 로브 및 상기 제어기(620)의 하단부로 제한되는 폐공간이 형성되도록 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 5

제1항에서,

상기 구동력 전달부(300)는,

상기 로터(200)의 중심에 구비된 로터기어(310);

상기 하우징(100)에 고정되어 설치되되 상기 로터기어(310)에 외접하여 회전하는 로터외접기어(320); 및

상기 로터(200)의 중심부에서 편심되어 설치되되 상기 로터기어(310)에 맞물려 회전하며 외부로 회전력을 전달하는 크랭크축(330); 을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 6

제1항에서,

상기 흡기부(400)는,

상기 혼합기 전달 통로를 구비하고 상기 하우징(100)의 전면부를 밀폐하여 주는 흡기측 하우징 덮개(410); 및

상기 흡기측 하우징 덮개(410) 외측에 구비되어 상기 혼합기를 흡입하는 흡기 매니폴드(420); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

청구항 7

제1항에서,

상기 배기부(500)는,

상기 배기가스 전달 통로를 구비하고 상기 하우징(100)의 후면부를 밀폐하여 주는 배기측 하우징 덮개(510); 및

상기 배기측 하우징 덮개(510) 외측에 구비되어 상기 배기가스를 배출하는 배기 매니폴드(520); 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 6행정 로터리 엔진에 관한 것으로 더욱 상세하게는, 로터리 엔진 내부의 로터의 회전 과정에서 흡입행정, 압축행정, 팽창행정, 배출행정, 신기흡입행정 및 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되도록 구성된 것을 특징으로 하는 6행정 로터리 엔진에 관한 것이다.

배경 기술

- [0003] 로터리 엔진은 회전운동으로 동력을 생산하는 엔진으로서, 단순한 구조를 가지고 있어 소형화가 용이하고, 고출력을 낼 수 있는 엔진이다. 또한 회전력이 균일하여 진동 및 소음이 적고, 질소산화물을 적게 배출한다는 장점도 지니고 있다. 로터리 엔진은 이와 같은 특징으로 인해 히트 펌프 시스템, 자동차, 자전거, 항공기, 제트스키 등 다양한 장치에 적용되고 있다.
- [0004] 다만, 로터리 엔진은 행정체적에 비해 넓은 표면적을 가짐에 따라 소염면적이 확대되어 미연탄화수소(UHC: Unburned Hydrocarbon)를 다량 배출시키고, 연비 및 효율이 다소 낮은 단점을 가지고 있기도 한다.
- [0005] 이러한 로터리 엔진의 단점을 개선하기 위하여 많은 연구가 진행되고, 다양한 선행기술들이 선보이고 있으나 그 대부분이 흡기, 압축, 폭발(팽창) 및 배기로 이루어지는 4행정 로터리 엔진의 기본적인 틀을 벗어나지 못하고 있으며, 실질적인 엔진 효율의 향상이나 미연탄소의 과다 배출 문제의 근본적인 해결에는 이르지 못하고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0007] (특허문헌 0001) 등록특허 10-1396755 “분할사이클 체적가변형 스파크점화 로터리엔진”, 2014. 05. 16.
(특허문헌 0002) 등록특허 10-1235083 “하이브리드 로터리 엔진 및 시스템”, 2013. 02. 28.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 로터리 엔진 내부의 로터의 회전 과정에서 흡입행정, 압축행정, 팽창행정, 배출행정, 신기흡입행정 및 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되도록 구성되어 엔진의 내구성 및 열효율을 향상시켜 주는 6행정 로터리 엔진을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0010] 전술한 과제의 해결을 위해 본 발명은, 내부에 4개의 로브 수용부 및 각각의 상기 로브 수용부와 연통된 연소실을 구비하고, 전면부 및 후면부가 개방된 하우징; 상기 로브 수용부의 중심을 기준으로 편심되어 회전하며, 편심 회전 시 각각의 상기 로브 수용부에 연속적으로 수용되는 3개의 로브를 구비한 로터; 상기 로터의 회전에 따라 생성되는 동력을 외부로 전달하는 구동력 전달부; 상기 하우징의 전면부를 밀폐하여 주고, 연료와 공기의 혼합기를 상기 로터로 전달하는 흡기부; 상기 하우징의 후면부를 밀폐하여 주고, 상기 하우징에서 생성되어 상기 로터를 통해 배기되는 배기가스를 외부로 배출하는 배기부; 및 상기 하우징에 구비되어 상기 연소실에서의 연소를 제어하는 연소제어부; 를 포함하고, 상기 로터의 회전 과정에서 상기 혼합기를 흡입하는 흡입행정, 흡입된 혼합기를 압축하는 압축행정, 압축된 혼합기를 발화시켜 팽창시키는 팽창행정, 발화의 결과 발생한 배기가스를 배출하는 배출행정, 새로운 혼합기를 흡입하는 신기흡입행정 및 흡입된 새로운 혼합기와 상기 배기가스로 배출되지 않은 잔류가스를 배출하는 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되도록 구성된 것을 특징으로 하는 6행정

정 로터리 엔진을 제공한다.

[0012] 이때, 상기 로터에 구비된 하나의 로브는 회전 각도가 0° , 90° , 180° 및 270° 일 때 상기 로브 수용부에 수용되고, 상기 로터는, 전면부에 형성된 혼합기 수용부; 후면부에 형성된 배기가스 수용부; 측면에 상기 혼합기 수용부와 연통되어 형성된 흡기포트; 측면에 상기 흡기포트와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부와 연통되어 형성된 소기배출포트; 측면에 상기 소기배출포트와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부와 연통되어 형성된 소기흡입포트; 및 측면에 상기 소기흡입포트와 소정 각도를 이루며 상기 배기가스 수용부와 연통되어 형성된 배기포트; 를 포함하여 구성된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0013] 이 경우 더욱 구체적으로, 상기 흡기포트는 상기 로터가 0° 내지 75° 회전하는 동안 상기 혼합기를 흡기할 수 있는 위치에 형성되고, 상기 배기포트는 상기 로터가 180° 내지 240° 회전하는 동안 상기 배기가스를 배기할 수 있는 위치에 형성되고, 상기 소기흡입포트는 상기 로터가 240° 내지 300° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기를 흡기할 수 있는 위치에 형성되고, 상기 소기배출포트는 상기 로터가 300° 내지 360° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기 및 상기 잔류가스를 배출할 수 있는 위치에 형성된 것을 특징으로 할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 연소제어부가, 상기 연소실의 양측에 구비된 장착실; 및 상기 장착실에 탄성지지되는 형태로 설치된 T자형 단면을 가진 길이부재로서 그 하단부가 상기 로브 수용부 내로 돌출되어 있되 상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 로터의 로브에 접촉하여 거동하는 제어기; 를 포함함으로써, 상기 6행정 로터리 엔진은 상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 연소실, 상기 로터의 로브 및 상기 제어기의 하단부로 제한되는 폐공간이 형성되도록 구성될 수 있다.

[0017] 또한, 상기 구동력 전달부는, 상기 로터의 중심에 구비된 로터기어; 상기 하우징에 고정되어 설치되되 상기 로터기어에 외접하여 회전하는 로터외접기어; 및 상기 로터의 중심부에서 편심되어 설치되되 상기 로터기어에 맞물려 회전하며 외부로 회전력을 전달하는 크랭크축; 을 포함하여 구성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 흡기부는, 상기 혼합기 전달 통로를 구비하고 상기 하우징의 전면부를 밀폐하여 주는 흡기측 하우징 덮개; 및 상기 흡기측 하우징 덮개 외측에 구비되어 상기 혼합기를 흡입하는 흡기 매니폴드; 를 포함하여 구성될 수 있다.

[0021] 또한, 상기 배기부는, 상기 배기가스 전달 통로를 구비하고 상기 하우징의 후면부를 밀폐하여 주는 배기측 하우징 덮개; 및 상기 배기측 하우징 덮개 외측에 구비되어 상기 배기가스를 배출하는 배기 매니폴드; 를 포함하여 구성될 수 있다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진에 의하면, 로터리 엔진 내부의 로터의 회전 과정에서 흡입행정, 압축행정, 팽창행정, 배출행정, 신기흡입행정 및 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 구현될 수 있게 되어, 엔진의 내구성 및 열효율을 향상시킬 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 분해 사시도이다.

도 2는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 내부 구조를 나타낸 개념도이다.

도 3은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 로터의 전면 및 후면 사시도다.

도 4는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 로터의 형상 설계 개념도이다.
 도 5는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 내부에서 이루어지는 로터의 회전 개념도이다.
 도 6은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 흡입행정의 개념도이다.
 도 7은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 압축행정의 개념도이다.
 도 8은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 팽창행정의 개념도이다.
 도 9는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 배출행정의 개념도이다.
 도 10은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 신기흡입행정의 개념도이다.
 도 11은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 신기배출행정의 개념도이다.
 도 12 내지 도 14는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 연소제어부의 제어기의 작동 모식도이다.
 도 15는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 제어기 유무에 따른 연소실 체적 변화를 나타낸 그래프이다.
 도 16은 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 P-V선도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하에서는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진에 관하여 첨부한 도면을 참조하면서 상세하게 설명한다.
- [0028] 도 1 및 도 2를 살펴보면, 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진은, 내부에 4개의 로브 수용부(110) 및 각각의 상기 로브 수용부(110)와 연통된 연소실(120)을 구비하고, 전면부 및 후면부가 개방된 하우징(100), 상기 로브 수용부(110)의 중심을 기준으로 편심되어 회전하며, 편심 회전 시 각각의 상기 로브 수용부(110)에 연속적으로 수용되는 3개의 로브를 구비한 로터(200), 상기 로터(200)의 회전에 따라 생성되는 동력을 외부로 전달하는 구동력 전달부(300), 상기 하우징(100)의 전면부를 밀폐하여 주고, 연료와 공기의 혼합기를 상기 로터(200)로 전달하는 흡기부(400), 상기 하우징(100)의 후면부를 밀폐하여 주고, 상기 하우징(100)에서 생성되어 상기 로터(200)를 통해 배기되는 배기가스를 외부로 배출하는 배기부(500) 및 상기 하우징(100)에 구비되어 상기 연소실(120)에서의 연소를 제어하는 연소제어부(600)를 포함하여 구성되어 있음을 확인할 수 있다.
- [0030] 상기 로터(200)의 회전 과정에서 상기 혼합기를 흡입하는 흡입행정, 흡입된 혼합기를 압축하는 압축행정, 압축된 혼합기를 발화시켜 팽창시키는 팽창행정, 발화의 결과 발생한 배기가스를 배출하는 배출행정, 새로운 혼합기를 흡입하는 신기흡입행정 및 흡입된 새로운 혼합기와 상기 배기가스로 배출되지 않은 잔류가스를 배출하는 신기배출행정으로 이루어진 6행정이 진행되게 된다.
- [0032] 상기 하우징(100)은 4개의 로브 수용부(110)를 구비하고 있으며, 각 로브 수용부(110)의 중앙에는 연소를 위한 연소실(120)이 구비되어 있다. 상기 연소실(120)의 크기는 엔진의 압축비에 따라 설계되고, 각 상기 연소실(120)에는 점화플러그가 설치되어 있다.
- [0034] 도 3에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 로터(200)의 전면 및 후면 사시도가 도시되어 있는데, 이를 살펴보면 상기 로터(200)에 구비된 하나의 로브는 회전 각도가 0°, 90°, 180° 및 270° 일 때 상기 로브 수용부(110)에 수용되도록 구성되어 있으며, 상기 로터(200)는, 전면부에 형성된 혼합기 수용부(210), 후면부에 형성된 배기가스 수용부(220)를 구비하고 있다. 또한 상기 로터(200)는 측면에 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 흡기포트(211), 측면에 상기 흡기포트(211)와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 소기배출포트(212), 측면에 상기 소기배출포트(212)와 소정 각도를 이루며 상기 혼합기 수용부(210)와 연통되어 형성된 소기흡입포트(213) 및 측면에 상기 소기흡입포트(213)와 소정 각도를 이루며 상기 배기가스 수용부(220)와 연통되어 형성된 배기포트(221)를 구비하고 있다.
- [0035] 더욱 구체적으로, 상기 흡기포트(211)는 상기 로터(200)가 0° 내지 75° 회전하는 동안 상기 혼합기를 흡기할

수 있는 위치에 형성되어 있고, 상기 배기포트(221)는 상기 로터(200)가 180° 내지 240° 회전하는 동안 상기 배기가스를 배기할 수 있는 위치에 형성되어 있고, 상기 소기흡입포트(213)는 상기 로터(200)가 240° 내지 300° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기를 흡기할 수 있는 위치에 형성되어 있으며, 상기 소기배출포트(212)는 상기 로터가 300° 내지 360° 회전하는 동안 상기 새로운 혼합기 및 상기 잔류가스를 배출할 수 있는 위치에 형성되어 있다.

[0036] 상기 흡기포트(211)의 위치는 상기 하우징(100) 내부에서 상기 로터(200)가 반시계방향으로 75° 회전하는 동안 상기 혼합기의 흡입이 가능하도록 설계되어 있으며, 상기 배기포트(221)의 위치는 흡기된 양보다 많은 팽창이 이루어진 후 배기될 수 있도록 설계되어 있다. 이로 인해 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진은 과팽창을 할 수 있게 되어 엔진의 효율을 증가시킬 수 있게 만들어 준다.

[0038] 상기 로터(200)의 형상은 트로코이드 형상을 기초로 설계된다. $N-1$ 개의 로브 수를 갖는 로터 외형은 다음과 같은 행렬(Matrix) 형태의 [식 1]로 표현될 수 있다.

[0039] [식 1]

$$Ro(\alpha) = \begin{bmatrix} B\sin(N\alpha) + R_L\sin(\alpha) \\ B\cos(N\alpha) + R_L\cos(\alpha) \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0042] [식 1]에서 1행은 $N-1$ 개의 로브 수를 갖는 로터의 외형을 이루는 x축의 좌표를 나타내고, 2행은 y-축의 좌표를 나타내며, 3행은 하우징의 내부 형상 설계 시 필요한 아핀 변환(Affine transformation)을 적용하기 위해 임의로 잡아놓은 행을 나타낸다. α 는 기초원을 중심으로 회전한 구름원의 회전각을 의미하고, B는 구름원의 중심과 임의점 사이의 거리를 의미하며, R_L 은 기초원과 구름원의 중심사이 거리를 의미한다.

[0043] 도 4에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 로터(200)의 형상 설계 개념도가 나타나 있는데, 상기 로터(200)의 형상은 서로 다른 회전 속도와 길이를 갖는 두 막대의 움직임으로 설명이 가능하다. 즉, R_L 이라는 길이를 갖는 막대가 원점을 중심으로 α 만큼 회전할 때, B라는 길이를 갖는 막대는 R_L 의 길이를 갖는 막대의 끝점을 중심으로 N배만큼 더 회전(현재 하우징의 로브 수용부 수 N이 4이므로, 4 α 만큼 회전)하게 된다. 이 때 B라는 길이를 갖는 막대의 끝점이 그리는 궤적이 상기 로터(200)의 형상이 된다.

[0045] 이를 좀 더 간략하게 표현하기 위해 도 4에서와 같이 B라는 길이를 갖는 막대의 끝점과 R_L 의 길이를 갖는 막대의 회전 중심 사이의 거리를 $R(\alpha)$ 이라 하고, $R(\alpha)$ 이 y축을 중심으로 회전한 각을 $\theta(\alpha)$ 라 표현할 때, [식 1]은 [식 2]와 같이 간략하게 표현될 수 있다.

[0046] [식 2]

$$Ro(\alpha) = \begin{bmatrix} R(\alpha)\sin(\theta(\alpha)) \\ R(\alpha)\cos(\theta(\alpha)) \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0049] 여기서, 삼각함수를 이용하여 $\theta(\alpha)$ 와 $R(\alpha)$ 를 표현하면 각각 [식 3]과 [식 4]와 같이 나타낼 수 있다.

[0050] [식 3]

$$\theta(\alpha) = \tan^{-1}\left(\frac{B\sin(N\alpha) + R_L\sin(\alpha)}{B\cos(N\alpha) + R_L\cos(\alpha)}\right)$$

[0051]

[0053] [식 4]

$$R(\alpha) = \sqrt{(E \cos(3\alpha) + R_f \cos(\alpha))^2 + (E \sin(3\alpha) + R_f \sin(\alpha))^2}$$

[0056] 상기 로터(200)의 외형이 위와 같이 설계된 상태에서, 상기 하우징(100)의 내부 형상은 상기 하우징(100)의 중심(엔진의 크랭크축)을 기준으로 회전하는 로터(200)의 움직임을 고려하여 설계된다. 본 발명에 따른 6행정 로타리 엔진에서 상기 로터(200)는 상기 로터(200)의 중심을 기준으로 1바퀴 반시계방향으로 회전할 때, 엔진의 크랭크축은 시계 방향으로 $N-1$ 바퀴 회전하게 된다. 즉, 상기 하우징(100)의 로브 수용부(110) 수가 4일 경우, 상기 로터(200)가 1 바퀴 반시계방향으로 회전하게 되면, 크랭크축은 시계 방향으로 3 바퀴 회전하게 된다. 이때 상기 로터(200)의 중심은 상기 하우징(100)의 중심을 기준으로 편심거리 E 만큼 떨어져서 회전하게 된다.

[0057] 상기 하우징(100)의 내부 형상을 정확하게 설계하기 위해서는 상기 로터(200)가 임의 각도 β 만큼 회전할 때 크랭크축을 중심으로 상기 로터(200)의 회전된 위치를 알 필요가 있다. 이를 위해서 아핀 변환을 이용하여 [식 1]과 같이 정의된 함수를 재정의 할 필요가 있으며, 이를 위해 정의한 아핀 변환 행렬(Affine transformation matrix)이 [식 5]와 같이 나타난다.

[0058] [식 5]

$$M(\beta) = \begin{bmatrix} \cos(-\beta) & \sin(-\beta) & E \sin((N-1)\beta) \\ -\sin(-\beta) & \cos(-\beta) & E \cos((N-1)\beta) \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

[0061] 여기서 1열과 2열은 로터 좌표축의 회전을 의미하며, 3열은 로터 좌표축의 이동을 나타낸다. 따라서 상기 하우징(100)의 내부 형상을 설계하기 위한 상기 로터(200)의 움직임은 상기 로터(200)의 형상을 표현하고 있는 [식 2]와 상기 하우징(100)의 좌표축을 중심으로 편심해서 회전하는 위치를 표현하고 있는 [식 5]를 이용하여 [식 6] 및 [식 7]과 같이 나타낼 수 있다.

[0062] [식 6]

$$Rh(\beta) = M(\beta) \times Ro(\alpha)$$

[0065] [식 7]

$$Rh(\beta) = \begin{bmatrix} R(\alpha) \sin(-\beta + \theta(\alpha)) + E \sin((N-1)\beta) \\ R(\alpha) \cos(-\beta + \theta(\alpha)) + E \cos((N-1)\beta) \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0068] 또한, 상기 구동력 전달부(300)는, 상기 로터(200)의 중심에 구비된 로터기어(310), 상기 하우징(100)에 고정되어 설치되며 상기 로터기어(310)에 외접하여 회전하는 로터외접기어(320) 및 상기 로터(200)의 중심부에서 편심되어 설치되며 상기 로터기어(310)에 맞물려 회전하며 외부로 회전력을 전달하는 크랭크축(330)을 포함하여 구성되어 있다.

[0069] 상기 로터기어(310)는 상기 로터(200)에 고정되어 상기 하우징(100)에 설치된 로터외접기어(320)와 내접하여 회전하게 된다. 기어의 잇수는 상기 로터(200)와 상기 크랭크축(330)의 회전비에 따라 설계되며, 중심부에는 상기 크랭크축(330)이 편심해서 설치되기 때문에 상기 로터(200)의 회전에 따라 상기 크랭크축(330)을 회전시키는 역할을 담당한다.

[0070] 상기 로터외접기어(320)는 상기 하우징(100)에 고정되어 설치되며, 상기 하우징(100)의 중심에서 편심해서 회전하는 로터(200)의 가이드 역할을 담당한다. 기어의 잇수는 상기 로터(200)와 상기 크랭크축(330)의 회전비에 따라 설계된다.

[0071] 상기 크랭크축(330)은 상기 로터(200)의 중심부에서 B만큼 편심되어 설치되며, 엔진에 의해 형성되는 동력을 타

기관(시스템)으로 전달하는 역할을 담당한다. 상기 크랭크축(330)이 설계될 수 있는 최대 지름은 2B로 제한된다.

- [0073] 또한, 상기 흡기부(400)는, 상기 혼합기 전달 통로를 구비하고 상기 하우징(100)의 전면부를 밀폐하여 주는 흡기측 하우징 덮개(410) 및 상기 흡기측 하우징 덮개(410) 외측에 구비되어 상기 혼합기를 흡입하는 흡기 매니폴드(420)를 포함하여 구성된다.
- [0074] 상기 흡기 매니폴드(420)는 연료가스와 공기의 혼합기를 흡입하는 부분으로 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진 본체의 가장 외측에 설치된다.
- [0075] 상기 흡기측 하우징 덮개(410)는 상기 흡기 매니폴드(420)를 통해 흡입되는 혼합기를 로터에 전달해주는 통로 역할을 한다. 또한 상기 하우징(100) 및 로터(200)와의 기밀 유지를 위한 실링 부품이 설치되는 부분이기도 하다.
- [0077] 또한, 상기 배기부(500)는, 상기 배기가스 전달 통로를 구비하고 상기 하우징(100)의 후면부를 밀폐하여 주는 배기측 하우징 덮개(510) 및 상기 배기측 하우징 덮개(510) 외측에 구비되어 상기 배기가스를 배출하는 배기 매니폴드(520)를 포함하여 구성된다.
- [0078] 상기 배기측 하우징 덮개(510)는 상기 하우징(100)에서 생성되는 배기가스를 엔진 외부로 배출하기 위한 구멍이 설치되어 있으며, 이 구멍을 통해 배출되는 배기가스는 상기 배기 매니폴드(520) 측으로 전달된다. 또한 상기 하우징(100) 및 상기 로터(200)와의 기밀 유지를 위한 실링 부품이 설치된다.
- [0079] 상기 배기 매니폴드(520)는 상기 하우징(100)과 상기 배기측 하우징 덮개(510)를 통해 배출되는 배기가스를 엔진 외부로 내보내는 통로 역할을 하며, 상기 흡기 매니폴드(420)와 마찬가지로 엔진 본체의 가장 외측에 설치된다.
- [0081] 도 5에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 내부에서 이루어지는 로터의 회전 개념도가 도시되어 있고, 도 6 내지 도 11에는 각각 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 흡입행정, 압축행정, 팽창행정, 배출행정, 신기흡입행정 및 신기배출행정의 개념도가 도시되어 있다.
- [0083] 도 6을 살펴보면, 상기 흡입행정은 상기 하우징(100) 내부를 반시계방향으로 회전하는 로터(200)에 의해 이루어지며, 상기 로터(200)의 회전 각도가 0° 에서 75° 까지 변하는 동안 이루어진다. 상기 로터(200)의 회전 각도가 60° 일 때 가장 많은 흡기가 이루어지나, 75° 까지 상기 혼합기를 흡입 할 수 있게 되어 있어 추후 이루어지는 팽창과정에서 과팽창이 이루어져 엔진의 효율을 향상되게 된다.
- [0084] 상기 로터(200)의 회전 각도가 60° 일 때 흡기체적은 최대가 되고, 이후는 체적이 줄어들게 되는데, 그 결과 회전 각도 60° 에서 75° 까지는 흡기된 혼합기의 일부가 상기 흡기포트(211)를 통해 다시 배출되게 된다. 이로써 실제 압축에 사용되는 혼합기의 양이 줄어들어 팽창비/압축비가 증가하게 되어 체적효율이 상승한다.
- [0086] 도 7에는 상기 압축행정의 진행과정이 나타나 있는데, 상기 압축과정은 상기 로터(200)의 회전 각도가 75° 에서 120° 까지 변화할 때 이루어진다. 상기 흡입행정이 끝난 혼합기는 로터의 회전에 의해 압축되기 시작하며, 최대 압축비를 이루는 120° 까지 진행하게 된다. 또한, 압축과정의 말기인 100° 부근에서부터는 점화가 시작하여 연소과정이 시작된다.
- [0088] 도 8에는 상기 팽창행정의 진행과정이 나타나 있는데, 상기 팽창행정은 상기 로터(200)의 회전각도가 120° 에서 180° 까지 변화할 때 이루어진다. 이 과정에서 주목할 사항은 상기 흡기행정에서는 상기 로터(200)의 회전각도가 120° 인 상태, 즉, 165° 도에 해당하는 체적만큼 혼합기의 흡입이 이루어지는 반면에 상기 팽창행정은 이보다 큰 체적인 120° 에서 180° 까지 이루어진다. 따라서 본 발명에 의하면 흡기되는 체적보다 큰 팽창을 이루는

과팽창 효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다.

- [0090] 도 9에는 상기 배출행정 of 진행과정이 나타나 있는데, 상기 로터(200)의 회전각도가 180° 에서 240° 까지 변화할 때 이루어진다. 상기 팽창행정에서 생성된 배기가스는 상기 배기포트(221)를 통해 외부로 배출된다.
- [0092] 도 10에는 상기 신기흡입행정 of 진행과정이 나타나 있는데, 상기 신기흡입행정은 상기 로터(200)의 회전각도가 240° 에서 300° 까지 변화할 때 이루어진다. 상기 소기흡입포트(213)은 상기 혼합기 수용부(210)에 연결되어 있다. 따라서 행정실이 커지면서 상기 로터(200) 내부의 신기가 상기 소기흡입포트(213)를 통해 유입되어 연소로 인한 열을 식혀주며, 잔류가스와 신기가 혼합되게 된다.
- [0094] 도 10에는 상기 신기배출행정 of 진행과정이 나타나 있는데, 상기 신기배출행정은 상기 로터(200)의 회전각도가 270° 에서 360° 까지 변화할 때 이루어진다. 상기 소기배출포트(212)는 상기 혼합기 수용부(210)와 연결되어 있다. 따라서 행정실이 작아지면서 신기가 초반에는 상기 소기배출포트(212)와 상기 소기흡입포트(213)를 통해 배출되다가 후반에는 상기 소기배출포트(212)로만 배출된다. 이 과정을 통해 잔류가스와 혼합된 신기가 행정실을 냉각한 후 상기 로터(200) 내부로 배출된다.
- [0096] 한편, 상기 연소제어부(600)는 상기 연소실(120)의 양측에 구비된 장착실(610) 및 상기 장착실(610)에 탄성지지되는 형태로 설치된 T자형 단면을 가진 길이부재로서 그 하단부가 상기 로브 수용부(110) 내로 돌출되어 있되 상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 로터(200)의 로브에 접촉하여 거동하는 제어기(620)를 포함하여 구성되어 있다.
- [0098] 도 12 내지 도 14에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 연소제어부의 제어기의 작동 모식도가 도시되어 있는데, 이를 통해 상기 6행정 로터리 엔진은 상기 압축행정 및 상기 팽창행정 중 상기 연소실, 상기 로터의 로브 및 상기 제어기의 하단부로 제한되는 폐공간이 형성됨을 확인할 수 있다.
- [0100] 상기 연소제어부(600)는 기존 로터리 엔진이 갖고 있는 미연가스의 과다 배출 문제를 해결할 수 있고, 엔진의 효율을 높일 수 있게 해주는 구성이다. 구체적으로 살펴보면, 상기 제어기(620)는 상기 하우징(100)의 각 로브 수용부(110)마다 2개씩 설치되는데, 상기 제어기(200)는 모두 T자형의 기본 구조를 가지며, 상기 제어기(620)의 머리 부분에는 U자형의 판스프링(630)이 설치된다. 상기 제어기(620)가 로터(200)와 접촉하게 되는 순간부터 도 12에 나타난 것처럼 상기 연소실(120) 반대 측(2번)에 존재하는 혼합기를 연소실 측(1번)으로 이동시키게 된다.
- [0101] 이와 같이 상기 제어기(620)의 역할은 엔진의 연소과정 동안 혼합기와 접촉하는 엔진 내부의 표면적을 최소화하여 미연가스의 발생량을 최소화하고, 엔진의 행정체적 변화를 최소화하여 정적연소의 수행을 가능하게 하여 엔진의 효율을 높여주는 것이다. 연소과정 중 엔진의 행정체적이 변화하지 않는 정적행정이 이루어지면, 연소과정 중 엔진의 행정체적이 변하는 일반 엔진에 비해 연소실의 온도를 더욱 높일 수 있게 되어 높은 효율의 확보가 가능해진다.
- [0103] 도 13 및 도 14를 보면, 상기 제어기(620)의 작동방식을 확인할 수 있다. 우선, 도 13은 상기 하우징(100)의 내부에서 상기 로터(200)의 회전 각도를 기준으로 100° 에서 120° 사이에서 상기 제어기(620)의 움직임을 도시한 것이다. 상기 흡입행정과 압축행정 동안에 상기 제어기(620)는 설치된 판스프링(630)에 의해 하우징 내벽에서 약 3~4mm 돌출된 형태(돌출된 길이는 상기 제어기(620)의 설치 위치에 따라 변동될 수 있다.)로 설치되어 있다. 이 상태에서 상기 압축행정 말미이자 연소과정이 시작되는 지점(상기 로터의 회전각도 100°)에서는 상기 로터(200)의 외곽과 상기 제어기(620)가 접촉을 시작하게 된다. 이후 연소과정이 진행되면서 상기 로터(200)의 외곽과 상기 하우징(100)의 내벽 사이 간격이 줄어들며 따라 상기 제어기(620)는 상기 로터(200)와 접촉한 상태에서 상기 판스프링(630)의 압축에 따라 상기 하우징(100) 내벽의 장착실(610)로 들어가게 되고, 상기 로터(200)의

회전 각도가 120° 가 되는 경우 상기 장착실(610) 내부에 완전히 삽입되는 형태가 된다.

[0104] 다음으로, 도 14는 상기 로터(200)의 회전 각도를 기준으로 120° 에서 140° 사이에서 상기 제어기(620)의 움직임을 도시한 것이다. 상기 로터(200)의 회전 각도가 120° 일 때 완전하게 상기 장착실(610) 내부로 삽입된 제어기(620)는 상기 로터(200)와 상기 하우징(100) 내벽 사이의 간극이 벌어질수록 상기 판스프링(630)의 장력에 의해 상기 장착실(610)에서 돌출되게 된다. 이때, 상기 제어기(620)는 상기 로터(200)의 측면과 접촉한 상태에서 움직이게 되며, 연소가 완전히 종료되는 상기 로터(200)의 회전각도 140° 까지 상기 로터(200)의 측면과 접촉한 상태로 움직인다. 이후 연소과정이 완전히 끝나는 시점에서는 연소과정이 시작되기 전과 마찬가지로 상태로 상기 하우징(100) 내벽의 장착실(610)에서 약 3~4mm 돌출된 형태로 움직임을 멈추게 된다. 이와 같은 과정을 통해 상기 제어기(620)는 연소과정 중 혼합기와 접촉하는 엔진 내부표면을 최소화하여 미연가스의 발생량을 최소화할 수 있고, 행정체적의 변화량을 최소화할 수 있기 때문에 엔진의 효율을 높이는 역할을 할 수 있다.

[0105] 도 15에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 제어기 유무에 따른 연소실 체적 변화를 나타낸 그래프가 나타나 있고, 도 16에는 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진의 P-V선도를 나타낸 그래프가 나타나 있다.

[0107] 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진은 기존 로터리 엔진(방켈 엔진)이 갖는 단순한 구조 및 소형 크기, 회전 안정성 우수, 저 NOx 배출성능 등의 장점을 그대로 계승하면서, 연소실의 형상(체적에 비해 넓은 표면적)에 따른 미연가스의 다량 배출, 저효율의 단점을 개선한 것이다.

[0109] 도 15를 보면 상기 연소제어부(600)의 제어기(620)의 존재로 인하여 종래 로터리 엔진에 비해 연소기간 동안 연소실 체적의 변화가 적어 정적연소에 가까운 운전이 이루어질 수 있음을 확인할 수 있다.

[0111] 도 16을 보면 엔진의 연소실 체적, 압축비, 입열량, 연소율을 동일하게 적용한 상태에서 엔진의 크랭크 각도에 따른 일반 왕복동 엔진 및 본 발명에서 고안하고 있는 6행정 로터리 엔진의 성능을 비교할 수 있는데, 본 발명에 의한 경우 압축비보다 팽창비를 크게 적용한 과팽창 효과로 인해 일반 왕복동 엔진에 비해 약 4.4%의 효율이 상승하게 됨을 알 수 있다. 또한, 연소기간 동안 연소실 체적을 거의 일정하게 유지하는 정적연소 효과에 의해 일반 왕복동 엔진에 비해 약 5.2%의 효율 상승이 기대된다. 따라서 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진은 일반 왕복동 엔진에 비해 이론적으로 약 9.6%의 높은 효율을 가질 것으로 예측된다. 이러한 엔진의 효율 상승 효과는 일반적으로 엔진이 갖는 다른 손실(시간손실, 블로우 다운 손실 등)을 동일하게 고려하여 예측한 것이기 때문에 실제 상용 엔진에서도 거의 대등한 수준의 효과가 기대된다.

[0113] 또한, 본 발명에 따른 6행정 로터리 엔진 에서는 통상의 왕복동 엔진에서 일어나는 흡입-압축-팽창-배기행정을 로터 회전각 240° (60° ×4)까지 구현하며, 나머지 로터회전 120° 구간은 단순히 신기 혹은 공기의 흡입-배출을 통해 소기 냉각기능을 구현한다. 이 소기과정을 잘 이용하면 엔진내부의 냉각을 용이하게 수행하여 상기 로터(200)와 상기 하우징(100), 기타 부품들의 내구성을 증가시킬 수 있을 것으로 예상되며, 또한 엔진 냉각에 사용된 소기가 재차 행정실로 유입되어 외부로의 열손실도 감소할 것으로 예상된다.

[0115] 이상에서 본 발명에 대하여 구체적인 실시예와 함께 상세하게 살펴보았다. 그러나 본 발명은 위의 실시예에 의하여 한정되는 것은 아니며 요지를 벗어남이 없는 범위에서 수정 및 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 청구범위는 이와 같은 수정 및 변형을 포함한다.

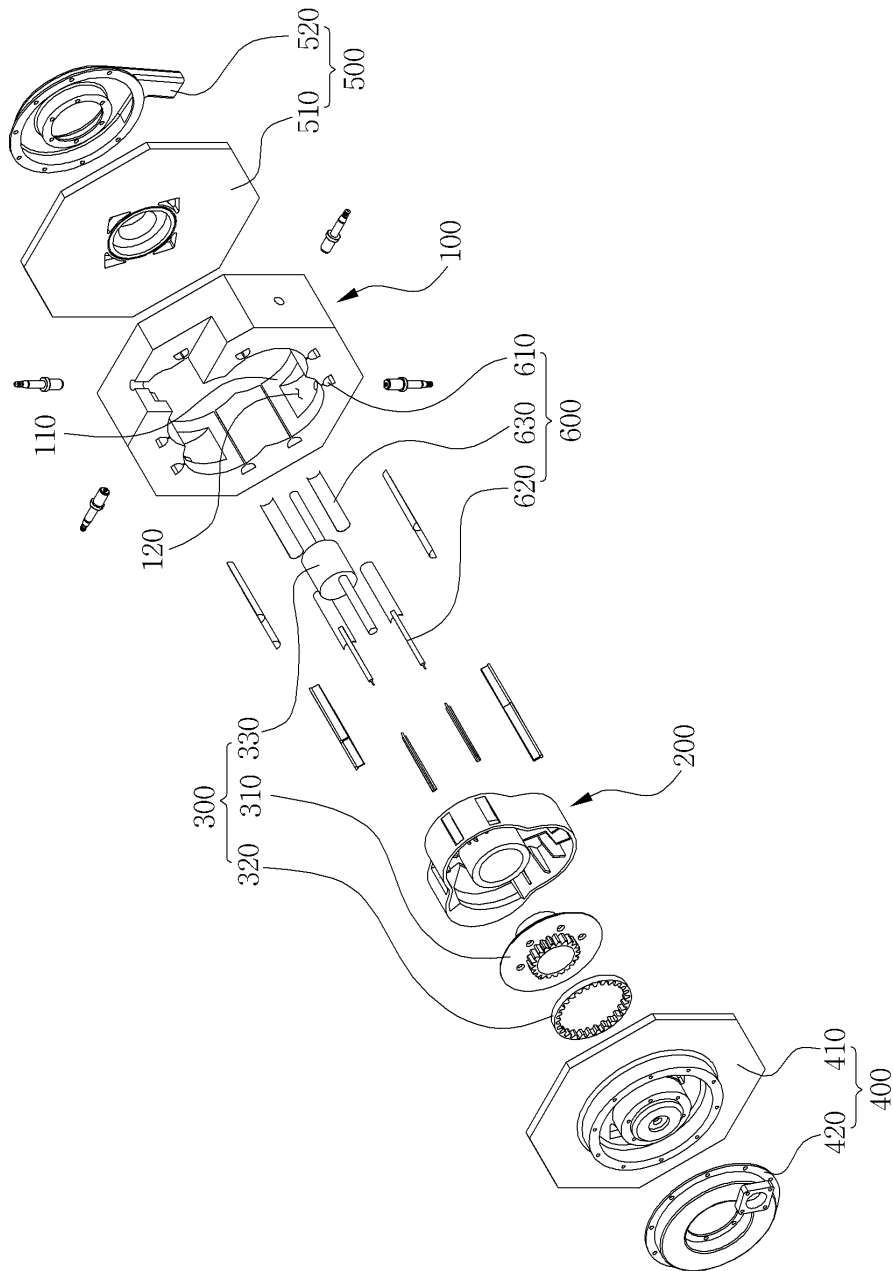
부호의 설명

[0117] 100: 하우징
110: 로브 수용부 120: 연소실
200: 로터

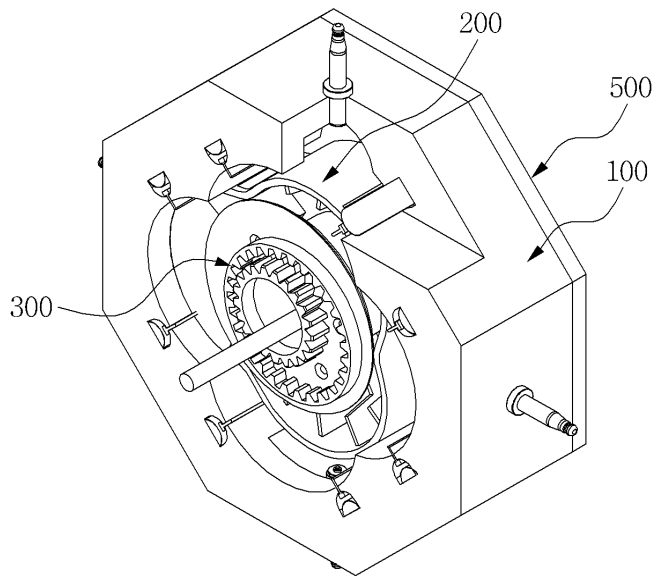
210: 혼합기 수용부 211: 흡기포트
212: 소기배출포트 213: 소기흡입포트
220: 배기가스 수용부 221: 배기포트
300: 구동력 전달부
310: 로터기어 320: 로터외접기어
330: 크랭크축
400: 흡기부
410: 흡기측 하우징 덮개 420: 흡기 매니폴드
500: 배기부
510: 배기측 하우징 덮개 520: 배기 매니폴드
600: 연소제어부
610: 장착실 620: 제어기
630: 판스프링

도면

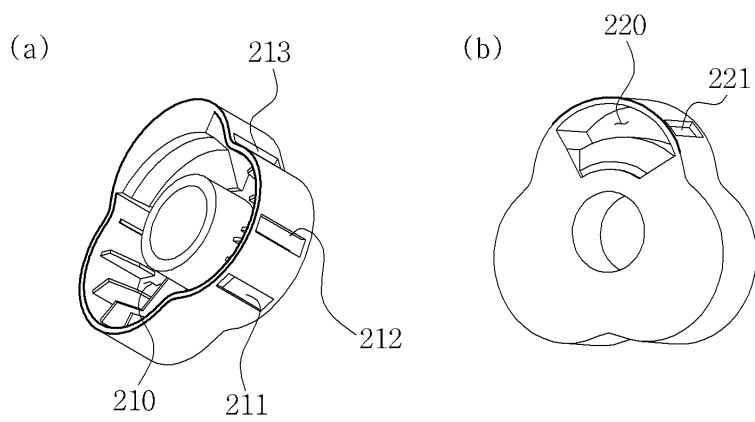
도면1



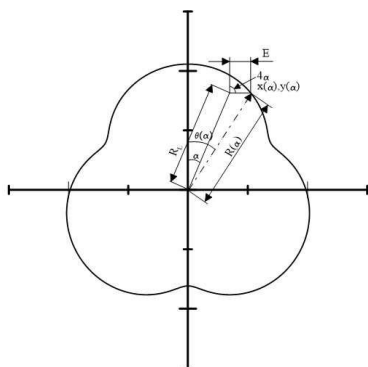
도면2



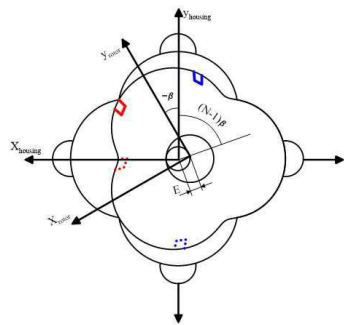
도면3



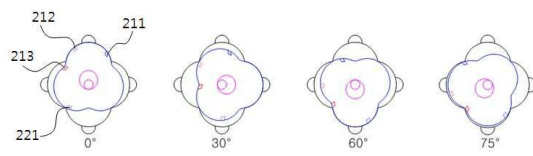
도면4



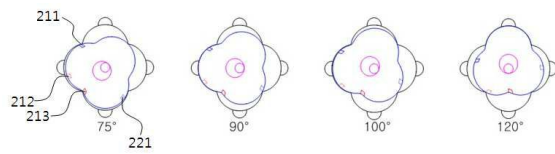
도면5



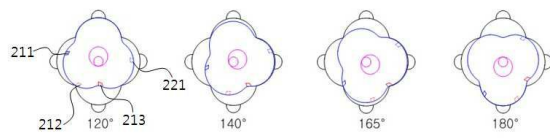
도면6



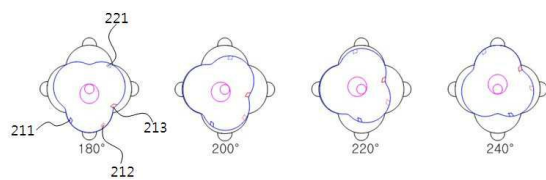
도면7



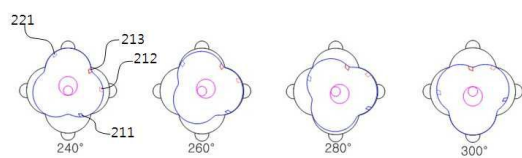
도면8



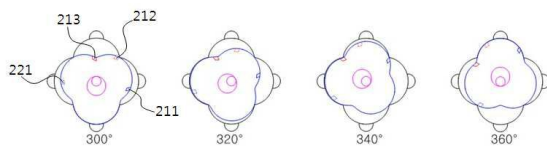
도면9



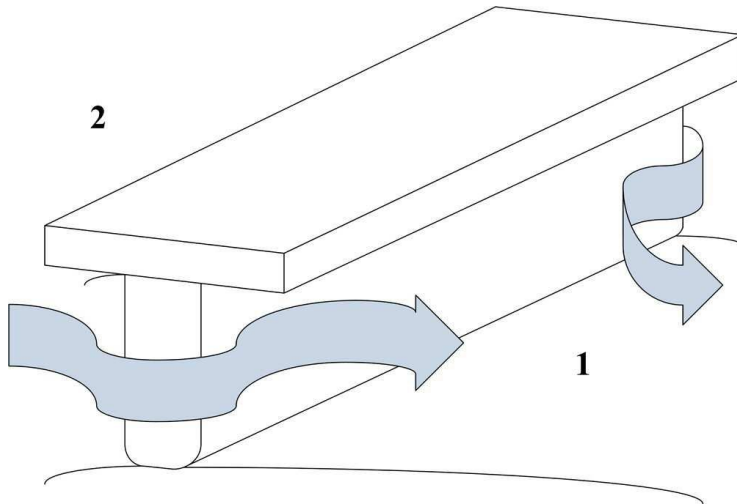
도면10



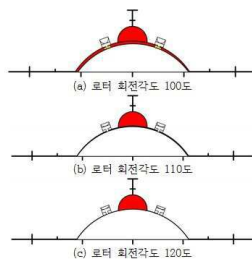
도면11



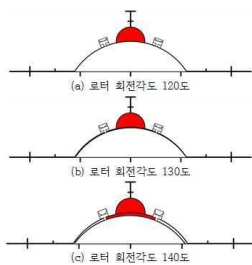
도면12



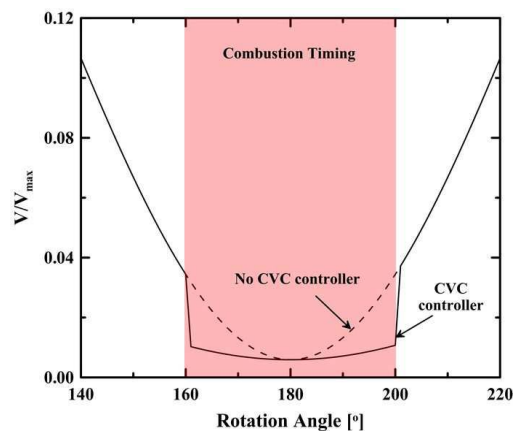
도면13



도면14



도면15



도면16

