



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년11월23일
 (11) 등록번호 10-1204604
 (24) 등록일자 2012년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 FOIL 1/34 (2006.01) FOIL 1/344 (2006.01)
 F02D 9/08 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0109812
 (22) 출원일자 2010년11월05일
 심사청구일자 2010년11월05일
 (65) 공개번호 10-2011-0050385
 (43) 공개일자 2011년05월13일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-254909 2009년11월06일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2009221867 A*
 JP2009228640 A*
 KR1019970070418 A
 KR1020080011405 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 미쯔비시 지도샤 고교 가부시끼가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 시바 5-33-8
 (72) 발명자
 무라타 신이찌
 일본 도쿄도 미나토쿠 시바 5-33-8 미쯔비시 지도샤 고교 가부시끼가이샤 내
 (74) 대리인
 성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 4 항

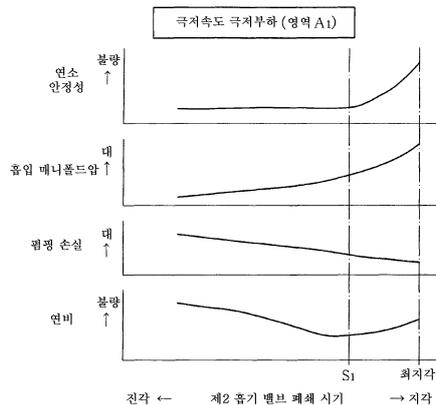
심사관 : 류태영

(54) 발명의 명칭 **내연 기관용 가변 밸브 장치**

(57) 요약

스플릿 가변 기능을 갖는 캠 위상 가변 기구를 구비한 내연 기관용 가변 밸브 장치에 있어서, 내연 기관의 운전이 소정의 극저속도 극저부하 영역에 있을 때에는, 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 최지각 위치가 되는 위상보다도 더 진각된 위치(S₁)로 제2 흡기 캠의 위상이 제어된다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

내연 기관을 위한 가변 밸브 장치이며,

각각의 기통에 제1 흡기 캠에 의해 구동되는 제1 흡기 밸브와 제2 흡기 캠에 의해 구동되는 제2 흡기 밸브를 갖고, 상기 제1 흡기 캠에 대해 상기 제2 흡기 캠의 위상을 가변하는 것이 가능한 캠 위상 가변 기구와,

상기 캠 위상 가변 기구를 제어하는 위상 가변 제어 유닛을 포함하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 내연 기관의 운전이 소정의 극저속도 극저부하 영역에 있는 경우, 상기 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 상기 제1 흡기 밸브의 폐쇄 시기에 대해서 최지각 위치가 되는 위상보다도 더 진각된 위치로 상기 제2 흡기 캠의 위상을 제어하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기는, 상기 소정의 극저속도 극저부하 영역보다도 속도 및 부하가 큰 저속도 저부하 영역에서 상기 최지각 위치로 되는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 내연 기관은 흡입 공기량을 조절하고 흡기 통로에 개재되는 스로틀 밸브를 구비하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 스로틀 밸브를 상기 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 최지각 위치로 되는 경우보다도 더 폐쇄 측인 위치를 향하도록 제어하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 캠 위상 가변 기구는, 파이프 부재로 형성된 아우터 캠 샤프트 내에 인너 캠 샤프트를 회전 가능하게 배치함으로써 형성되고, 상기 내연 기관의 크랭크 출력에 의해 구동 가능한 샤프트 부재를 갖고, 상기 아우터 캠 샤프트의 외주부에 상기 제1 흡기 캠이 설치되고, 상기 아우터 캠 샤프트의 축 둘레로 회전 가능하도록 상기 제2 흡기 캠이 설치되고, 상기 아우터 및 인너 캠 샤프트의 상대 변위에 의해, 상기 제2 흡기 캠의 위상을 상기 제1 흡기 캠을 기준으로 가변시키고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 제2 흡기 캠의 위상을 상기 최지각 위치보다도 더 진각된 상기 샤프트 부재의 구동 토크 변동이 상기 최지각 위치에 있어서의 구동 토크 변동보다도 작아지는 소정의 위상 범위 내로 제어하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은, 내연 기관의 가변 밸브 장치에 관한 것으로, 더 구체적으로는 흡배기 밸브의 밸브 개폐 시기의 최적화를 도모하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 밸브의 개폐 시기(캠의 위상)를 변화시키는 가변 밸브 장치로서, 캠 위상 가변 기구를 구비한 내연 기관(엔진)이 점점 더 많이 나오고 있다. 또한, 각각의 기통에 복수의 흡기 밸브가 구비된 엔진에 상기 캠 위상 가변 기구를 채용하고, 엔진의 운전 상태에 따라서 흡기 밸브 중 일부만은 물론 모든 흡기 밸브의 밸브 개폐 시기를 변화(스플릿)시키는 기술이 개발되어 있다(일본 특허 출원 공개 제2009-144521호).

[0003] 이러한 방식으로 개별 기통 관련 흡기 밸브 중 일부만의 밸브 개폐 시기를 변화시키는 것이 가능하면, 복수의 흡기 밸브를 전체적으로 연속으로 개방시키도록 할 수 있어, 흡기 밸브에 있어서 전체적인 밸브의 개방 기간을 길게 하여 자유도가 높은 밸브 제어를 실시할 수 있어, 엔진의 운전 성능의 향상을 도모할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 통상, 내연 기관이 저속도 저부하 상태인 경우에는, 흡기 밸브의 폐쇄 시기를 보다 지각(遲角)시킴으로써 펌핑 손실을 저감시킬 수 있으므로, 흡기 밸브의 폐쇄 시기에 대해서는 최지각 위치로 설정하는 것이 바람직하다고 여겨지고 있다. 이러한 견지에 기초하여, 전술된 공개 문헌에 따르면, 내연 기관이 시동이나 아이들링 등의 기간 중에 관찰되는 저속도 저부하 상태에 있을 때에는, 복수의 밸브 중 개폐 시기가 변화 가능한 하나(본 명세서에서는 2개의 밸브 중 하나)를 최지각 위치로 제어하도록 하고 있다.

[0005] 그러나 발명자들의 연구에 따르면, 열간 아이들링 상태와 같이 내연 기관의 난기(暖機 : warm-up) 후의 극저속도 극저부하 기간 중에 있어서, 밸브 중 개폐 시기가 변화 가능한 하나를 상기와 같은 최지각 위치로 제어하도록 하면, 펌핑 손실은 저감되지만, 오히려 연소가 불안정해지거나 연비가 악화되는 현상이 일어나는 것이 확인되었다. 내연 기관의 난기 후의 극저속도 극저부하 기간 중에 있어서 연소 안정성 및 연비의 악화는 바람직하지 못하다. 아이들링의 실시 빈도가 높은 것을 고려하면, 내연 기관의 운전 성능의 향상을 충분히 도모할 수 없다.

[0006] 본 발명의 목적은, 내연 기관의 난기 후의 극저속도 극저부하 기간 중에 있어서의 연소 안정성이나 연비의 악화를 방지할 수 있어, 내연 기관의 운전 성능의 향상을 도모하는 것이 가능한 내연 기관의 가변 밸브 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명은, 각각의 기통에 제1 흡기 캠에 의해 구동되는 제1 흡기 밸브와 제2 흡기 캠에 의해 구동되는 제2 흡기 밸브를 갖고, 제1 흡기 캠에 대해 제2 흡기 캠의 위상을 가변하는 것이 가능한 캠 위상 가변 기구 및 캠 위상 가변 기구를 제어하는 위상 가변 제어 유닛을 구비하고, 위상 가변 제어 유닛은 내연 기관의 운전이 소정의 극저속도 극저부하 영역에 있는 경우, 제2 흡기 캠의 위상을 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 최지각 위치가 되는 위상보다도 더 진각된 위치로 제어하는 내연 기관용 가변 밸브 장치를 제공한다.

[0008] 제1 흡기 캠에 대해 제2 흡기 캠의 위상을 가변하는 스플릿 가변 기능을 갖는 캠 위상 가변 기구를 구비한 내연 기관용 가변 밸브 장치에 있어서, 내연 기관의 운전이 소정의 극저속도 극저부하 영역에 있을 때에는, 제2 흡기 캠의 위상은 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 최지각 위치로 되는 위상보다도 더 진각된 위치로 제어된다. 이에 의해, 극저속도 극저부하 영역에 있어서는, 스플릿 가변 기능을 갖는 캠 위상 가변 기구를 사용하여 제2 흡기 캠의 위상을 지각되면, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시킬 수 있는 반면, 연소 안정성이나 연비가 악화된다. 그러나, 극저속도 극저부하 영역에 있어서 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기가 최지각 위치로 되는 위상보다도 더 진각된 위치로 제2 흡기 캠의 위상이 제어됨으로써, 연소 안정성이나 연비의 악화를 방지할 수 있다. 결과적으로, 내연 기관의 운전 성능이 향상된다.

[0009] 본 발명은 예시로서만 제공되어 본 발명을 한정하지 않는 첨부 도면 및 이후 제공되는 상세한 설명으로부터 더 상세하게 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명에 관한 내연 기관의 가변 밸브 장치의 개략 구성도.
- 도 2는 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구의 작동 제어에 사용되는 맵.
- 도 3의 (a), 도 3의 (b) 및 도 3의 (c)는 작동 제어가 저속도 저부하 영역에서 행해지는 동안의 엔진의 크랭크 각과 제1, 제2 흡기 밸브 및 배기 밸브의 리프트량과의 관계를 개별적으로 나타내는 도면.
- 도 4는 제2 흡기 밸브의 폐쇄 시기와 연소 안정성, 흡입 매니폴드압, 펌핑 손실 및 연비와의 관계를 나타내는 도면.
- 도 5는 스트리벡 선도.
- 도 6은 엔진 속도(Ne)와 밸브 구동 마찰 및 윤활유의 온도와의 관계를 나타내는 도면.
- 도 7은 제1 흡기 밸브와 제2 흡기 밸브 사이의 스플릿량과 흡기 캠 샤프트에 걸리는 토크와의 관계를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 첨부 도면에 기초하여 본 발명의 일 실시예에 대해 설명한다.
- [0012] 도 1은 본 발명에 관한 내연 기관의 가변 밸브 장치의 구성을 개략적으로 도시하고 있다. 더 구체적으로, 도 1은 엔진(1)의 실린더 헤드(2)의 내부 구조를 도시하는 상면도이다.
- [0013] 엔진(1)은, 예를 들어 DOHC식 밸브 트레인을 갖는 직렬 4기통의 엔진이다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 실린더 헤드(2)의 내부에 회전 가능하게 지지된 배기 캠 샤프트(3) 및 흡기 캠 샤프트(4)에는, 각각 캠 스프로킷(5, 6)이 접속된다. 캠 스프로킷(5, 6)은 체인(7)을 통해 도시하지 않은 크랭크 샤프트에 연결되어 있다.
- [0014] 엔진(1)의 각각의 기통(8)에는, 2개의 흡기 밸브(9, 10)와 도시하지 않은 2개의 배기 밸브가 설치되어 있다. 모든 흡기 밸브(9, 10) 쌍은, 흡기 캠 샤프트(4)에 고대로 배치된 제1 흡기 캠(11) 및 제2 흡기 캠(12)에 의해 구동된다. 상세하게는, 한 쌍의 흡기 밸브 중 제1 흡기 밸브(9)는 대응하는 제1 흡기 캠(11)에 의해, 그리고 제2 흡기 밸브(10)는 대응하는 제2 흡기 캠(12)에 의해 구동된다. 2개의 배기 밸브는, 배기 캠 샤프트(3)에 고정된 각각의 배기 캠(13)에 의해 구동된다.
- [0015] 흡기 캠 샤프트(4)는 중공 형상의 아우터 캠 샤프트와, 이 아우터 캠 샤프트에 삽입된 인너 캠 샤프트를 구비한 2중 구조로 되어 있다. 아우터 및 인너 캠 샤프트는, 서로 사이에 약간의 간극을 가지면서 동심 형상으로 배치되고, 엔진(1)의 실린더 헤드(2)에 형성된 복수의 캠 저널(23)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다.
- [0016] 아우터 캠 샤프트에는 제1 흡기 캠(11)이 고정되어 있다. 아우터 캠 샤프트에 의해 제2 흡기 캠(12)은 회전 가능하게 지지된다. 제2 흡기 캠(12)과 인너 캠 샤프트는 아우터 캠 샤프트의 주위 방향으로 연장된 긴 구멍을 관통하는 고정 핀에 의해 고정되어 있다. 따라서, 제1 흡기 캠(11)은 아우터 캠 샤프트의 회전에 의해 구동되고, 제2 흡기 캠(12)은 인너 캠 샤프트의 회전에 의해 구동된다.
- [0017] 흡기 캠 샤프트(4)에는, 제1 캠 위상 가변 기구(30) 및 제2 캠 위상 가변 기구(본 발명에 따른 캠 위상 가변 기구)(31)가 설치되어 있다. 제1 캠 위상 가변 기구(30) 및 제2 캠 위상 가변 기구(31)로서는, 예를 들어 공지의 베인식 유압 액추에이터가 사용되고 있다. 베인식 유압 액추에이터는, 원통 형상의 하우징(커버) 내에 베인 로터가 회전 가능하게 설치되도록 구성되어 있다. 베인식 유압 액추에이터는, 유압 유닛(50)으로부터 솔레노이드 작동식 유압 밸브(52, 54)를 거쳐서 하우징 내로 공급되는 작동유량, 즉 유압에 따라서, 하우징에 대한 베인의 회전 각도를 가변시키는 기능을 갖는다.
- [0018] 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 흡기 캠 샤프트(4)의 전단부에 설치된다. 제1 캠 위상 가변 기구(30)의 하우징에는 캠 스프로킷(6)이 고정된다. 제1 캠 위상 가변 기구(30)의 베인 로터에는 아우터 캠 샤프트가 고정되어 있다.
- [0019] 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 흡기 캠 샤프트(4)의 후단부에 설치된다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 하우징에는 아우터 캠 샤프트가 고정된다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 베인 로터에는 인너 캠 샤프트가 고정되어 있다.
- [0020] 이러한 구성에 의해, 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 캠 스프로킷(6)에 대해 아우터 캠 샤프트의 회전각을 가변시키는 기능을 갖는 한편, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 아우터 캠 샤프트에 대해 인너 캠 샤프트의 회전각을 가변시키는 기능을 갖는다. 즉, 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 배기 밸브의 개폐 시기에 대해 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10) 전체의 개폐 시기를 가변시키는 기능을 갖는다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 제1 흡기 밸브(9)의 개폐 시기와 제2 흡기 밸브(10)의 개폐 시기 사이의 위상차(스플릿량)를 가변시키는 스플릿 가변 기능을 갖는다.
- [0021] 실린더 헤드(2)에는 아우터 캠 샤프트의 실 회전각을 검출하는 제1 캠 센서(32)가 장착되어 있다. 이 제1 캠 센서(32)로부터의 정보에 기초하여, 유압 밸브(52)의 개방도를 조정하여, 제1 캠 위상 가변 기구(30)의 작동 제어가 수행된다.
- [0022] 흡기 캠 샤프트(4)의 후단부는 실린더 헤드(2)의 후방벽(2a)을 통해 연장한다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 실린더 헤드(2)의 외측에 배치되어, 액추에이터 커버(40)로 덮여 있다.
- [0023] 액추에이터 커버(40)에는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 베인 로터의 회전 타이밍을 검출함으로써 인너 캠 샤프트의 실 회전각을 검출하는 제2 캠 센서(45)가 장착되어 있다.

- [0024] 이것으로부터, 제2 캠 센서(45)로부터의 정보와 제1 캠 센서(32)로부터의 정보에 기초하여, 인너 캠 샤프트의 실 회전각과 아우터 캠 샤프트의 실 회전각 사이의 차이를 검출할 수 있다. 실 회전각 사이의 차이에 기초하여, 솔레노이드 작동식 유압 밸브(54)의 개방도를 조정하고, 따라서 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 작동 제어를 행하는 것이 가능하다.
- [0025] 전자 컨트롤 유닛(ECU)(60)은, 엔진(1)의 각종 제어를 행하는 제어 장치로, CPU, 메모리 등으로 구성되어 있다. ECU(60)의 입력측에는 제1 캠 센서(32) 및 제2 캠 센서(45) 외에, 엔진(1)의 액셀러레이터 위치를 검출하는 액셀러레이터 위치 센서(APS)(62), 엔진(1)의 크랭크각을 검출하는 크랭크각 센서(64) 등을 포함하는 각종 센서류가 접속된다. ECU(60)의 출력측에는 솔레노이드 작동식 유압 밸브(52, 54) 등 외에, 흡입 공기량을 조절하도록 흡기 통로에 설치된 스로틀 밸브(66) 등을 포함하는 각종 디바이스류가 접속되어 있다. APS(62)에 의해 검출되는 액셀러레이터 위치 정보에 기초하여 엔진 부하가 검출된다. 크랭크각 센서(64)에 의해 검출되는 크랭크각 정보에 기초하여 엔진 속도(Ne)가 검출된다.
- [0026] 이하, 이와 같이 구성된 본 발명에 관한 내연 기관의 가변 밸브 장치의 작용에 대해 설명한다.
- [0027] 제1 캠 위상 가변 기구(30)와 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 작동은, 도 2에 나타내는 맵에 기초하여, 엔진(1)의 운전 상태, 즉 엔진 부하와 엔진 속도(Ne)에 따라서 ECU(60)에 의해 제어된다(위상 가변 제어 유닛).
- [0028] 도 2의 맵에 나타내는 바와 같이, 제1 캠 위상 가변 기구(30)와 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 작동 제어는, 다음의 영역, 엔진(1)의 시동 및 난기 운전을 행하는 영역 X, 엔진 부하 및 엔진 속도(Ne)가 모두 작은 저속도 저부하 영역 A, 엔진 부하가 크고 엔진 속도(Ne)가 작은 저속도 고부하 영역 B 및 엔진 속도(Ne)가 큰 고속도 영역 C, 각각에 대해 실시된다.
- [0029] 엔진(1)의 시동 및 난기 운전에 대응하는 영역 X에서는, 유압 유닛(50)으로부터 충분한 유압 공급이 없다. 따라서, 제1 캠 위상 가변 기구(도 2에서 "제1 VVT"로 나타냄)(30)의 위상은 최지각 위치에서, 제2 캠 위상 가변 기구(도 2에서 "제2 VVT"로 나타냄)(31)의 위상은 최진각 위치에서 로크 핀에 의해 고정된다.
- [0030] 영역 A에서는, 상기 영역 X에서의 엔진(1)의 시동 및 난기시와는 달리, APS(62)로부터의 액셀러레이터 위치 정보에 기초하여, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 임의의 위상으로 제어한다. 구체적으로는, 엔진 속도(Ne)가 소정치 N_0 이상 소정치 N_1 미만인 경우는, 유압 유닛(50)으로부터의 총 유압 공급이 적다. 제1 캠 위상 가변 기구(30)와 제2 캠 위상 가변 기구(31) 사이를 비교하면, 위상 가변하는 밸브의 수가 적은 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 높은 제어성을 가지는 것이 가능하다. 이러한 이유로, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 로크 핀에 의한 위상 유지, 혹은 유압에 의해 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 임의의 위상으로 제어한다. 또한, 엔진 부하가 소정치 L_1 미만 또한 엔진 속도(Ne)가 소정치 N_1 이상 소정치 N_2 미만인 경우라도, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 임의의 위상으로 제어한다.
- [0031] 영역 B에서는, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 임의의 지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다. 구체적으로는, APS(62)로부터의 액셀러레이터 위치 정보에 기초하여, 엔진 부하가 소정치 L_1 이상 또한 엔진 속도(Ne)가 소정치 N_1 이상 소정치 N_2 미만인 경우에, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 임의의 지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다.
- [0032] 영역 C에서는, 상기 영역 X에서의 경우와 마찬가지로, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다. 구체적으로는, 엔진 속도(Ne)가 소정치 N_2 이상인 경우에, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다.
- [0033] 즉, 엔진 부하 및 엔진 속도(Ne) 모두가 작은 영역 A에서는, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 고정하여 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 우선적으로 제어한다. 엔진 부하가 크고 엔진 속도(Ne)가 작은 영역 B에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최진각 위치로 고정하여 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 우선적으로 제어한다. 엔진 속도(Ne)가 큰 영역 C에서는, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 각각 최지각 위치, 최진각 위치로 고정한다.
- [0034] 이와 같은 방식으로 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 중 적어도 어느 한쪽을 고정하여 다른 쪽을 제어하도록 하면, 유압이 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)로 동시에 공급되지 않는다. 대신에, 제1 및 제2 캠

위상 가변 기구(30, 31) 중 적어도 한쪽으로 한정하여 유압이 공급된다. 따라서, 영역 A, B, C 중 어디에 있어서도, 유압의 공급 변동을 억제하여, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 안정적으로 및 고정밀도로 제어할 수 있다.

- [0035] 이에 의해, 제1 흡기 밸브(9)와 제2 흡기 밸브(10)를 연속 방식으로 원활하고 자유롭게 작동시켜 밸브 개방 기간을 길게 할 수 있다. 엔진(1)에 있어서, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시키도록 할 수 있다. 즉, 엔진 출력의 향상과 연비의 저감을 도모할 수 있다.
- [0036] 엔진 부하 및 엔진 속도(Ne)가 모두 작은 영역 A에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 영역 A의 중심 부분에서는 최지각 위치로 제어된다. 영역 A의 외주 부분에서는, 기구(31)가 화살표로 도시된 바와 같이 중심 부분으로부터 이격될수록 진각되어, 임의의 지각 위치로 제어하도록 하고 있다.
- [0037] 또한, 도 2에 파선으로 나타내는 바와 같이, 영역 A는 엔진 부하 및 엔진 속도(Ne)가 모두 매우 작은 영역 A₁과 그 이외의 영역 A₂로 나뉘어져 있다. 영역 A₁이 열간 아이들링 영역도 포함하는 엔진의 난기 후의 극저속도 극저부하 영역을 나타내고, 영역 A₂가 통상의 저속도 저부하 영역을 나타내고 있다.
- [0038] 극저속도 극저부하 영역, 혹은 영역 A₁은, 영역 A의 중심 부분으로부터 이격된 영역 A의 외주 부분에 위치한다. 이러한 이유로, 극저속도 극저부하 영역인 영역 A₁에서는, 상술한 바와 같이 제1 캠 위상 가변 기구(30)에 대해서는 최지각 위치로 제어하는 한편, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최지각 위치가 아니라 최지각 위치보다도 더 진각인 지점에 위치하는 임의의 지각 위치로 제어한다.
- [0039] 도 3의 (a), 도 3의 (b) 및 도 3의 (c)는, 작동 제어가 영역 A에서 행해지는 경우 엔진(1)의 크랭크각과 제1, 제2 흡기 밸브(9, 10) 및 배기 밸브의 밸브 리프트량의 관계가 나타내고 있다. 도 3의 (a)는 예를 들어 영역 X에서의 엔진(1)의 시동 및 난기시와 마찬가지로 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최진각 위치로 제어하여 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)의 폐쇄 시기를 진각시킴으로써 실 압축비가 증가되어, 착화성을 높여 연소 안정을 도모하는 경우를 도시한다. 도 3의 (b)는 영역 A₁의 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 임의의 지각 위치로 제어하여 흡기 밸브의 폐쇄 시기를 지각시킴으로써, 펌핑 손실이 저감되는 경우를 도시한다. 동시에, 제1 흡기 밸브의 개방 시기와 제2 흡기 밸브의 개방 시기 사이의 시간차에 의해 야기되는 통 내 유동 강화, 및 폐쇄 시기에 의해 반영되는 실 압축비의 밸런스에 의해 달성되는 연소 안정화 향상에 의해, 연비가 향상된다. 도 3의 (c)는 영역 A₂ 중 영역 A의 중심 부분에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치로 제어하는 경우를 도시한다. 이는, 제1 흡기 밸브(9)의 개폐 시기와 제2 흡기 밸브(10)의 개폐 시기 사이의 위상차, 즉 스플릿량을 최대로 하여, 흡기 밸브의 폐쇄 시기 지연에 의한 실 압축비를 최소화시킨다. 추가로, 펌핑 손실도 최저로 저감시키고, 통내 유동 강화가 이루어져, 연비를 향상시킨다.
- [0040] 극저속도 극저부하 영역, 혹은 영역 A₁에 있어서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아닌 임의의 지각 위치로 제어하는 이유는, 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치로 제어함으로써 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)의 스플릿량을 최대로 하면, 오히려 연소 안정성이 악화되고, 이것이 연비를 악화시키는 것을 발견하였기 때문이다.
- [0041] 도 4를 참조하면, 제2 흡기 밸브(10)의 폐쇄 시기와 연소 안정성, 흡입 매니폴드압, 펌핑 손실 및 연비와의 관계가 실험값으로서 나타내어져 있다. 도 4에 따르면, 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 폐쇄 시기 또는 제2 흡기 밸브(10)의 폐쇄 시기를 지각측을 향해 이동시키면, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시킬 수 있다. 한편, 연소 안정성의 악화와 함께 연비가 악화된다.
- [0042] 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 지각에 의해 야기되는 연소 안정성이나 연비의 악화에 기여하는 가능 요인으로서, 펌핑 손실 저감 보다도 큰, 실 압축비 저하에 기인한 연소 악화나 통 내 유동의 지나친 강화에 의한 열손실 증대가 있다.
- [0043] 이것으로부터, 극저속도 극저부하 영역에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아닌 임의의 지각 위치, 즉, 예를 들어 도 4에 있어서 연소 안정성이나 연비가 가장 좋아지는 위치 S₁ 혹은 위치 S₁ 부근의 소정의 위상 범위 내의 위치로 제어하도록 하고 있다.
- [0044] 덧붙여, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치 대신 임의의 지각 위치, 즉, 예를 들어 도 4에 있어서 연소 안정성이나 연비가 가장 좋아지는 위치 S₁ 혹은 위치 S₁ 부근의 소정의 위상 범위 내의 위치로 제어하는 경우에

서는, 스로틀 밸브(66)도 폐쇄 위치로 제어한다. 이에 의해 흡입 매니폴드압, 나아가서는 연소실 내의 부압이 커져, 연료의 기화를 촉진시킬 수 있어, 연소 안정성을 더욱 향상시킨다.

[0045] 또한, 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 지각시킨 후 연소 안정성이나 연비를 악화시키는 다른 가능한 요인으로서, 흡기 캠 샤프트(4)나 흡기 밸브(9, 10)에서의 윤활 상태가 변동되는 것에 의한 마찰 증대가 있다. 이하 상세히 설명한다.

[0046] 도 5를 참조하면, 윤활유의 점도, 미끄럼 속도 및 변동 하중{(점도)×(미끄럼 속도)/(변동 하중)}과 윤활 상태의 관계를 나타내는 소위 스트리벡 선도가 도시되어 있다. 도 5로부터 알 수 있는 바와 같이, 윤활유의 점도가 작아질수록, 미끄럼 속도가 작아질수록, 또는 변동 하중이 커질수록, 윤활 상태가 유체 윤활로부터 혼합 윤활 또는 나아가 경계 윤활로 변화되어, 그 결과 마찰 계수(μ)가 커진다.

[0047] 도 6에 도시된 바와 같이, 엔진 속도(Ne)가 극저속도로 감소 될수록, 밸브 구동 마찰은 상승한다. 극저속도 영역에서는 윤활유의 온도가 높고, 윤활유의 점도가 낮을수록 밸브 구동 마찰이 커지게 된다. 이는, 일반적인 마찰과 반대가 된다.

[0048] 도 5에 기초하면, 엔진의 난기 후의 극저속도 극저부하 영역에서는, 애당초 엔진 속도(Ne) 및 미끄럼 속도가 느려서, 경계 혹은 혼합 윤활이 발생하기 쉽다. 윤활유의 온도가 높고 윤활유의 점도가 낮을수록, 경계 혹은 혼합 윤활이 쉽게 발생된다. 이는 마찰 계수(μ)를 증가시키고, 이어서 밸브 구동 마찰도 증가시킨다. 이에 의해, 더욱 연비가 악화된다.

[0049] 이에 덧붙여, 극저속도 극저부하 영역에 있어서 흡기 캠 샤프트(4)를 구동할 때에 변동 하중이 발생한다. 흡기 캠 구동 토크와 관련된 도 7은, 제1 흡기 밸브(9)와 제2 흡기 밸브(10)의 스플릿량과, 흡기 캠 샤프트(샤프트부재)(4)에 걸리는 토크의 진폭 내에서 최대 토크값(실선) 및 최소 토크값(파선)을 나타내고 있다. 스플릿량이 큰 최지각 위치에 제2 흡기 밸브(10)의 폐쇄 시기가 위치한 경우보다도, 스플릿량이 그다지 크지 않은 위치 S₁ 부근에 제2 흡기 밸브(10)의 폐쇄 시기가 위치한 경우에, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는 최대 토크는 작고, 토크 진폭 또는 변동 하중은 크다.

[0050] 도 5에 따르면, 스플릿량이 큰 최지각 위치에서는 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는 토크의 변동 하중이 크다. 따라서, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는 시스템, 또는 흡기 캠 샤프트(4)를 회전 지지하는 부위의 윤활 상태가 경계 혹은 혼합 윤활이 되기 쉽다. 이는 마찰 계수(μ) 및 밸브 구동 마찰을 증대시켜, 연비도 악화시킨다. 한편, 스플릿량이 그다지 크지 않은 위치 S₁에 근접한 영역에서는, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는 토크 변동 하중이 작아서, 유체 윤활을 유지하기 쉽다. 결과적으로, 마찰 계수(μ)가 작게 유지되어 구동 마찰은 작아짐으로써, 연비의 악화가 방지된다.

[0051] 이러한 이유로부터도, 극저속도 극저부하 영역에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아니라 최지각 위치보다도 더 진각측인 임의의 지각 위치, 예를 들어 도 4에 도시된, 제2 흡기 밸브(10)의 폐쇄 시기 지연에 의해 펌핑 손실이 저감되고, 제1 흡기 밸브(9) 및 제2 흡기 밸브(10)의 개방 기간의 시간차에 의해 야기되는 통 내 유동 강화와 폐쇄 시기를 조정함으로써 얻어지는 실 압축비의 양호한 밸런스에 의해 연소 안정성이 향상되고, 그리고 작은 밸브 구동 마찰에 기인하여 연비가 가장 좋아지는 위치 S₁ 혹은 위치 S₁ 부근의 소정의 위상 범위 내의 위치로 제어한다. 이렇게 함으로써, 저속도 저부하 영역, 특히 극저속도 극저부하 영역에 있어서, 엔진(1)의 저연비와 운전 성능 사이의 밸런스를 향상시킬 수 있다.

[0052] 도 7은 흡기 캠 구동 토크만이 구동되는 경우를 도시한다. 그러나, DOHC식 엔진에서는, 흡기 및 배기 캠 구동 토크 모두가 크랭크에 의해 구동된다. 게다가, V형 엔진에서는, 캠 구동 토크가 함께 합성되어 크랭크에 의해 구동된다. 이러한 경우, 이들 합성한 구동 토크에 따라 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 제어할 수도 있다.

[0053] 본 발명에 관한 내연 기관의 가변 밸브 장치의 설명을 마치지만, 본 발명은 상기 실시예에 한정되는 것은 아니다.

[0054] 예를 들어, 실시예에서는, 제1 흡기 밸브(9)의 개폐 시기와 제2 흡기 밸브(10)의 개폐 시기 사이의 위상차(스플릿량)를 가변시키는 제2 캠 위상 가변 기구(31) 외에, 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10) 전체의 개폐 시기를 가변시키는 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 구비하고 있다. 그러나, 제2 캠 위상 가변 기구(31)만을 구비한 엔진에도 본 발명을 양호하게 적용 가능하다.

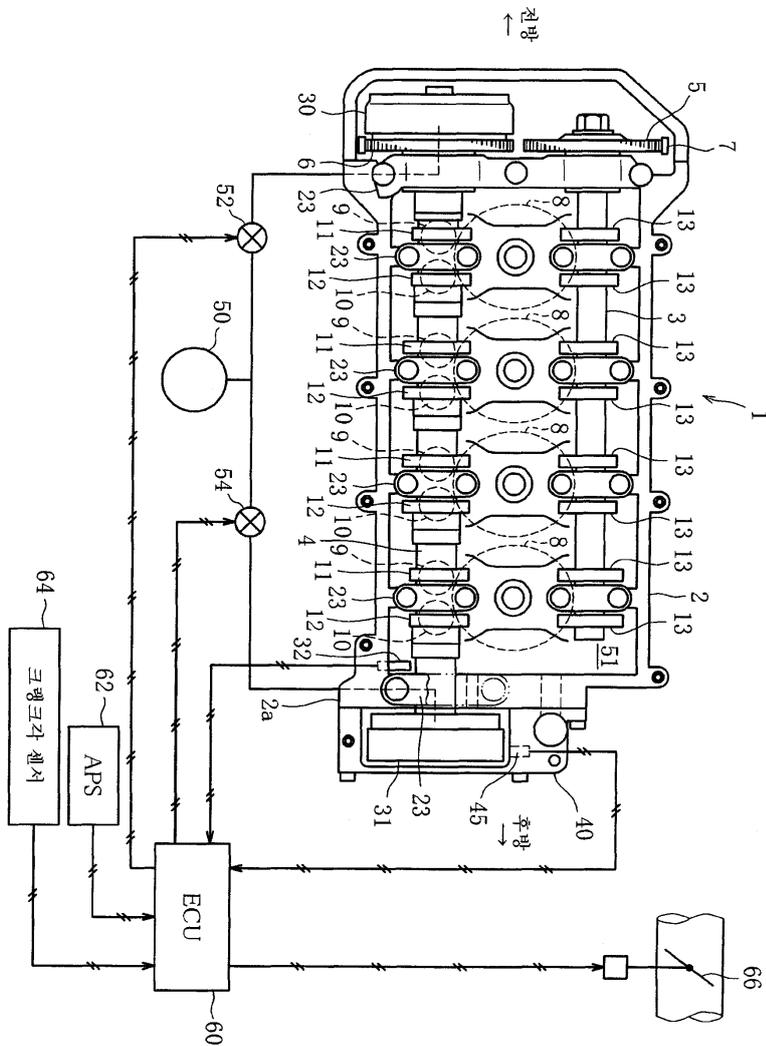
부호의 설명

[0055]

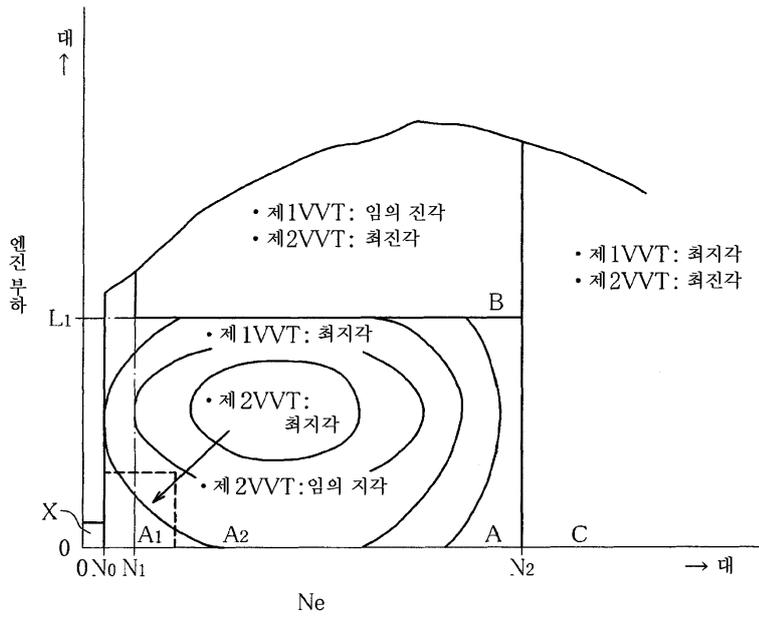
- 1 : 엔진
- 2 : 실린더 헤드
- 4 : 흡기 캠 샤프트
- 9 : 제1 흡기 밸브
- 10 : 제2 흡기 밸브
- 11 : 제1 흡기 캠
- 12 : 제2 흡기 캠
- 30 : 제1 캠 위상 가변 기구
- 31 : 제2 캠 위상 가변 기구(본 발명에 관한 캠 위상 가변 기구)
- 50 : 유압 유닛

도면

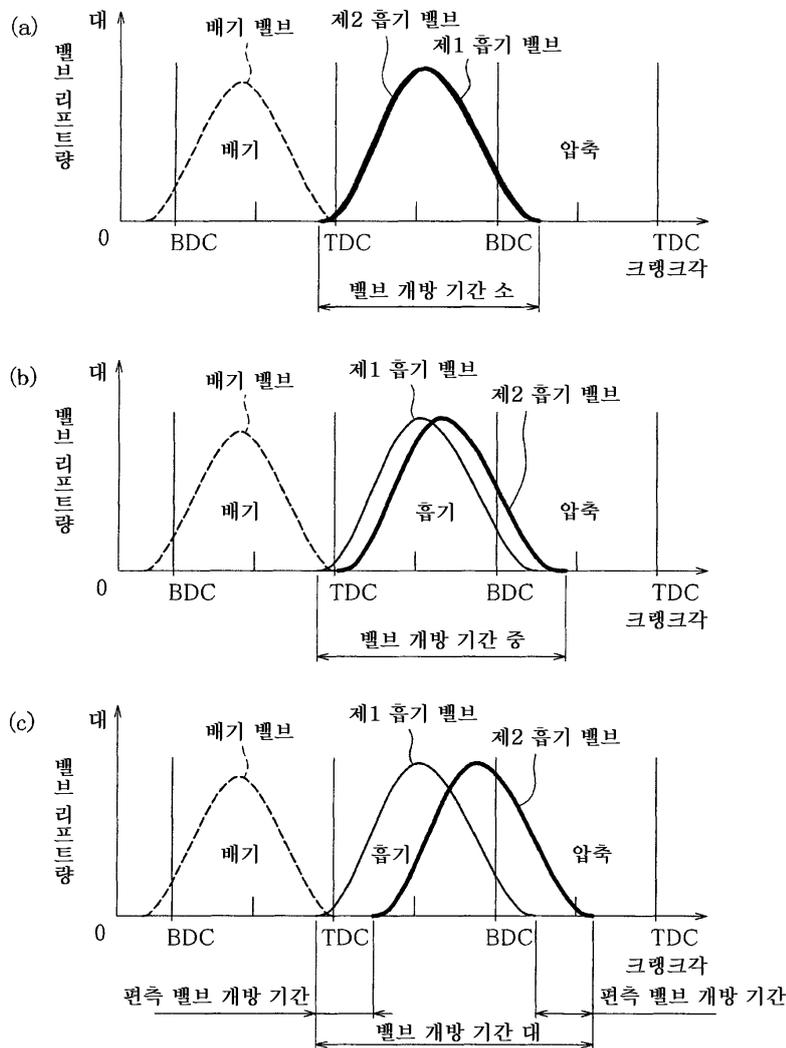
도면1



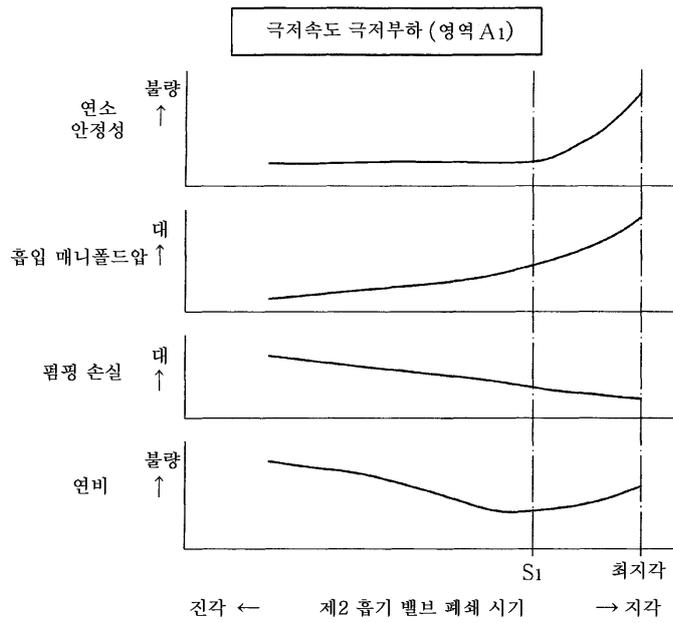
도면2



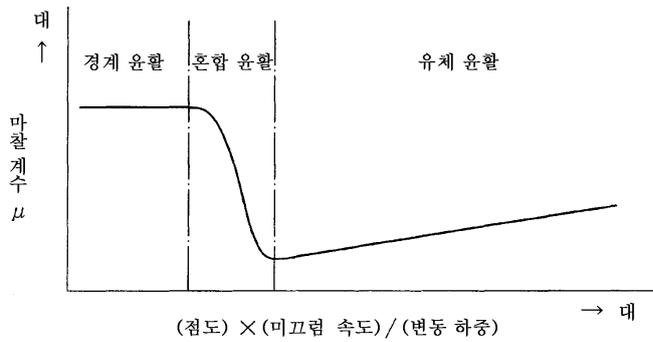
도면3



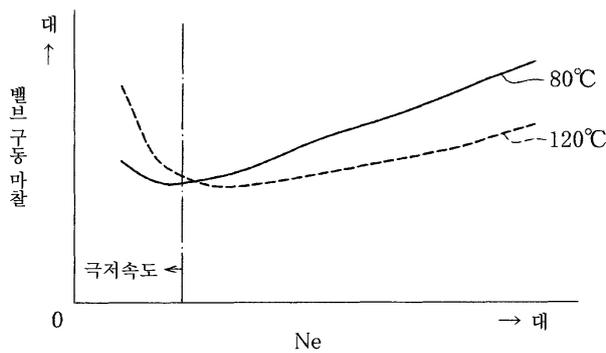
도면4



도면5



도면6



도면7

