



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년11월23일  
(11) 등록번호 10-1204558  
(24) 등록일자 2012년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**FOIL 1/34** (2006.01) **FOIL 1/34A** (2006.01)  
**F02D 13/02** (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0109733  
 (22) 출원일자 2010년11월05일  
 심사청구일자 2010년11월05일  
 (65) 공개번호 10-2011-0050380  
 (43) 공개일자 2011년05월13일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2009-254910 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 6 항

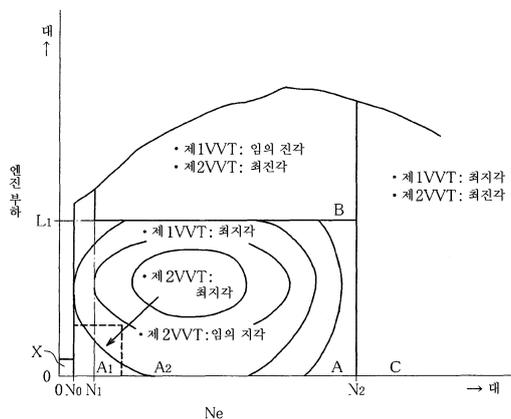
심사관 : 류태영

(54) 발명의 명칭 **내연 기관용 가변 밸브 장치**

**(57) 요약**

내연 기관용 가변 밸브 장치는 제1 및 제2 흡기 캠 모두의 위상을 작동 유압을 사용하여 가변하는 것이 가능한 제1 캠 위상 가변 기구, 및 스플릿 가변 기능을 갖고 제1 흡기 캠의 위상에 대해 제2 흡기 캠의 위상을 작동 유압을 사용하여 가변하는 것이 가능한 제2 캠 위상 가변 기구를 구비한다. 엔진이 엔진 회전 속도가 소정 회전 속도( $N_2$ ) 미만이고 동시에 엔진 부하가 소정 부하( $L_1$ ) 미만인 저속도 저부하 영역(A)에서 운전될 때에는, 제2 캠 위상 가변 기구가 제1 캠 위상 가변 기구에 우선하여 제어된다.

**대표도** - 도2



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

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

상기 제1 흡기 캠의 위상에 대해 상기 제2 흡기 캠의 위상을 가변하는 것이 가능한 제2 캠 위상 가변 기구와,

상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구를 제어하는 위상 가변 제어 유닛을 구비하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 엔진의 운전 상태에 따라서, 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 하나를 다른 하나에 대해 우선하여 제어하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 엔진이 작동하고 상기 엔진의 회전 속도와 부하 중 적어도 하나에 의해 정해지는 영역에 따라서, 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 하나를 다른 하나에 대해 우선하여 제어하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 엔진이 회전 속도가 소정 회전 속도 미만 또한 부하가 소정 부하 미만인 저속도 저부하 영역에서 운전하는 경우, 상기 제2 캠 위상 가변 기구를 우선하여 제어하고,

상기 위상 가변 제어 유닛은, 부하가 상기 소정 부하 이상인 고부하 영역에서 상기 엔진이 운전하는 경우, 상기 제1 캠 위상 가변 기구를 우선하여 제어하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 위상 가변 제어 유닛은, 회전 속도가 소정 회전 속도 이상인 고속도 영역에서 상기 엔진이 운전하는 경우, 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 하나를 다른 하나에 대해 우선하여 제어하는 것을 중시하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서, 상기 위상 가변 제어 유닛은,

상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 각각의 제어 목표치를 설정하는 목표치 설정 유닛과,

상기 목표치 설정 유닛에 의해 설정된 각각의 제어 목표치에 대한 불감대를 설정하는 불감대 설정 유닛을 구비하고,

상기 불감대 설정 유닛은, 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 우선하여 제어하는 한쪽과 연관된 불감대가 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 다른 한쪽과 연관된 불감대 보다 좁도록 상기 불감대를 설정하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 4**

제1항에 있어서, 상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 우선하여 제어하는 한쪽의 제어 개시 타이밍을 다른 한쪽에 대해 선행하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 5**

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 엔진의 운전이 소정 회전 속도 미만 및 소정 부하 미만의 저속도 저부하 영역에 있을 때는, 상기 제1 캠 위상 가변 기구로 상기 제1 흡기 캠의 위상을 고정하고, 상기 제2 캠 위상 가변 기구로 상기 제2 흡기 캠의 위상 차를 제어하고,

상기 엔진의 운전이 상기 소정 부하 이상의 고부하 영역에 있을 때는, 상기 제2 캠 위상 가변 기구로 상기 제2 캠의 위상을 고정하고, 상기 제1 캠 위상 가변 기구로 상기 제1 흡기 캠의 위상을 제어하는 것을 특징으로 하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서, 상기 위상 가변 제어 유닛은, 상기 엔진의 운전이 소정 회전 속도 미만 및 소정 부하 미만의

저속도 저부하 영역에 있을 때는, 상기 제1 캠 위상 가변 기구로 상기 제1 흡기 캠의 위상을 최지각 위치에 고정하고,

상기 엔진의 운전이 상기 소정 부하 이상의 고부하 영역에 있을 때는, 상기 제2 캠 위상 가변 기구로 상기 제2 흡기 캠의 위상을 최지각 위치에 고정하는 것을 특징으로 하는, 내연 기관용 가변 밸브 장치.

**청구항 7**

삭제

**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] 캠 위상 가변 기구용 액추에이터로서는, 일반적으로는 작동 유압의 유닛에 의해 작동하는 유압 액추에이터가 사용되고 있다. 또한, 전술된 공개 문헌에 있어서도, 흡기 밸브의 전부를 작동시키는 액추에이터 및 흡기 밸브 중 일부만을 작동시키는 액추에이터에 대해 베인식 유압 액추에이터가 사용되고 있다.

[0005] 그러나, 복수의 유압 액추에이터를 사용하도록 하면, 양쪽의 유압 액추에이터에 작동 유압을 동시에 공급하려고 한 경우, 일시적인 전체 작동 유압의 저하에 기인하여, 작동 유압의 공급 변동이 발생하는 문제가 있다. 이와 같은 작동 유압의 공급 변동은 결과적으로 밸브의 개폐 시기(캠의 위상)를 고정밀도로 제어할 수 없게 만들기 때문에, 바람직하지 않다.

[0006] 본 발명의 목적은, 캠의 위상을 고정밀도로 제어할 수 있어, 엔진의 운전 성능의 향상을 도모하는 것이 가능한 내연 기관용 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 및 제2 흡기 캠 모두의 위상을 가변하는 것이 가능한 제1 캠 위상 가변 기구, 제1 흡기 캠의 위상에 대해 제2 흡기 캠의 위상을 가변하는 것이 가능한 제2 캠 위상 가변 기구, 및 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구를 제어하는 위상 가변 제어 유닛을 구비하고, 위상 가변 제어 유닛은, 엔진의 운전 상태에 따라서, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 하나를 다른 하나에 대해 우선하여 제어하는 내연 기관용 가변 밸브 장치를 제공한다.

[0008] 따라서, 내연 기관용 가변 밸브 장치에는, 제1 및 제2 흡기 캠 모두의 위상을 작동 유압을 사용하여 가변하는 것이 가능한 제1 캠 위상 가변 기구 및 스플릿 가변 기능을 가져서 제1 흡기 캠의 위상에 대해 제2 흡기 캠의 위상을 작동 유압을 사용하여 지각시키는 것이 가능한 제2 캠 위상 가변 기구가 제공되고, 엔진의 운전 상태에 따라서, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구 중 하나가 다른 하나에 대해 우선으로 제어된다. 이에 의해, 엔진의 운전 상태에 따라서, 제1 또는 제2 캠 위상 가변 기구를 안정적으로 제어할 수 있어, 제1 또는 제2 흡기 캠의 위

상을 고정밀도로 제어하여 엔진의 출력 향상과 연비의 저감을 도모할 수 있어, 엔진의 운전 성능의 향상을 도모할 수 있다.

[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 실시예에 관한 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 밸브 폐쇄 시기와 연소 안정성, 흡입 매니폴드압, 펌핑 손실 및 연비와의 관계를 나타내는 도면.
- 도 5는 스트리백 선도.
- 도 6은 엔진 회전 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.
- 도 8은 제2 실시예에 관한 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구의 작동 제어를 행하기 위한 맵.
- 도 9는 제1 캠 위상 가변 기구와 제2 캠 위상 가변 기구 사이에서의 제어의 우선 관계를 나타내는 도면.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0011] 이하, 첨부 도면에 기초하여 본 발명의 실시예에 대해 설명한다.
- [0012] 제1 실시예가 먼저 설명될 것이다.
- [0013] 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.
- [0014] 엔진(1)은, 예를 들어 DOHC식 밸브 트레인을 갖는 직렬 4기통의 엔진이다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 캠 스프로킷(5, 6)은 실린더 헤드(2)의 내부에 회전 가능하게 지지된 배기 및 흡기 캠 샤프트(3, 4)에 각각 접속되고, 체인(7)을 통해 도시하지 않은 크랭크 샤프트에도 연결되어 있다.
- [0015] 엔진(1)의 각각의 기통(8)에는, 2개의 흡기 밸브(9, 10)와 도시하지 않은 2개의 배기 밸브가 설치되어 있다. 두 개의 흡기 밸브(9, 10)는, 흡기 캠 샤프트(4)에 교대로 배치된 제1 및 제2 흡기 캠(11, 12)에 의해 개별적으로 구동된다. 상세하게는, 두 개의 흡기 밸브 중 제1 흡기 밸브(9)는 제1 흡기 캠(11)에 의해, 그리고 제2 흡기 밸브(10)는 제2 흡기 캠(12)에 의해 구동된다. 반면에, 2개의 배기 밸브는, 배기 캠 샤프트(3)에 고정된 각각의 배기 캠(13)에 의해 구동된다.
- [0016] 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.
- [0017] 제1 흡기 캠(11)은 아우터 캠 샤프트에 고정되고, 제2 흡기 캠(12)은 아우터 캠 샤프트에 회전 가능하게 지지된다. 제2 흡기 캠(12)은 아우터 캠 샤프트를 통해 형성된 주위 방향으로 연장된 긴 구멍을 통해 끼워진 고정 핀에 의해 인너 캠 샤프트에 고정되어 있다. 이것으로부터, 제1 흡기 캠(11)은 아우터 캠 샤프트의 회전에 의해 구동되고, 제2 흡기 캠(12)은 인너 캠 샤프트의 회전에 의해 구동된다.
- [0018] 흡기 캠 샤프트(4)에는, 제1 캠 위상 가변 기구(30) 및 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 설치되어 있다. 각각의 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)에는, 예를 들어, 본 기술 분야에서 공지된 베인식 유압 액추에이터가 사용되고 있다. 베인식 유압 액추에이터는, 원통 형상의 하우징(커버) 및 하우징 내에 회전 가능하게 배열된 베인 로터를 포함하고, 유압 유닛(50)으로부터 슬레노이드 작동식 유압 밸브(52, 54)를 거쳐서 하우징 내로 공급

되는 작동 유량, 즉 작동 유압에 따라서, 하우징에 대한 베인의 회전 각도를 가변시키는 기능을 갖는다.

- [0019] 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 하우징에는 캠 스프로킷(6)이 고정되고 베인 로터에는 아우터 캠 샤프트가 고정된 상태로 흡기 캠 샤프트(4)의 전단부에 설치된다.
- [0020] 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 흡기 캠 샤프트(4)의 후단부에 설치되고, 아우터 및 인너 캠 샤프트는 각각 하우징 및 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 베인 로터에 고정되어 있다.
- [0021] 이러한 구성에 의해, 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 캠 스프로킷(6)에 대해 아우터 캠 샤프트의 회전각을 가변시키는 기능을 제공하는 한편, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 아우터 캠 샤프트에 대해 인너 캠 샤프트의 회전각을 가변시키는 기능을 제공한다. 구체적으로, 제1 캠 위상 가변 기구(30)는 배기 밸브의 밸브 개폐 시기에 대해 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10) 전체의 밸브 개폐 시기를 가변시키는 기능을 갖고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 스플릿 가변 기능, 즉 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)의 밸브 개폐 시기 사이의 위상차(스플릿량)를 가변시키는 기능을 갖는다.
- [0022] 실린더 헤드(2)에는 아우터 캠 샤프트의 실 회전각을 검출하는 제1 캠 센서(32)가 장착되어 있다. 이 제1 캠 센서(32)로부터의 정보에 따라, 유압 밸브(52)의 개방도를 조정하여, 제1 캠 위상 가변 기구(30)의 작동을 제어한다.
- [0023] 흡기 캠 샤프트(4)의 후단부는 실린더 헤드(2)의 후방벽(2a)을 통해 연장하고, 따라서 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 실린더 헤드(2)의 외측에 배치된다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 액추에이터 커버(40)로 덮여 있다.
- [0024] 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.
- [0025] 따라서, 제1 및 제2 캠 센서(32, 45)로부터의 정보에 기초하여, 인너 캠 샤프트와 아우터 캠 샤프트 사이의 실 회전각 차이를 검출할 수 있고, 실 회전각 사이의 차이에 기초하여, 솔레노이드 작동식 유압 밸브(54)의 개방도를 조정하여, 제2 캠 위상 가변 기구(31)의 작동 제어를 행하는 것이 가능하다.
- [0026] 전자 컨트롤 유닛(ECU)(60)은, 엔진(1)의 각종 제어를 행하는 제어 장치이며, CPU, 메모리 등으로 구성되어 있다. ECU(60)의 입력측에는 제1 및 제2 캠 센서(32, 45) 외에, 엔진(1)의 액셀러레이터 위치를 검출하는 액셀러레이터 위치 센서(APS)(62), 엔진(1)의 크랭크각을 검출하는 크랭크각 센서(64)를 포함하는 각종 센서류가 접속된다. ECU(60)의 출력측에는 솔레노이드 작동식 유압 밸브(52, 54) 외에, 흡입 공기량을 조절하도록 엔진(1)의 흡기 통로에 설치된 스로틀 밸브(66)를 포함하는 각종 디바이스류가 접속되어 있다. APS(62)에 의해 검출되는 액셀러레이터 위치 정보에 기초하여 엔진 부하가 검출되고, 크랭크각 센서(64)에 의해 검출되는 크랭크각 정보에 기초하여 엔진 회전 속도(Ne)가 검출된다.
- [0027] 이하, 이와 같이 구성된 본 발명의 제1 실시예의 가변 밸브 장치의 작용에 대해 설명한다.
- [0028] 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)의 작동은, 도 2에 나타내는 맵에 기초하여, 즉, 엔진 부하와 엔진 회전 속도(Ne)에 의해 표시되는 엔진(1)의 운전 상태에 따라서 ECU(60)에 의해 제어된다(위상 가변 제어 유닛).
- [0029] 도 2의 맵에 나타내는 바와 같이, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)의 작동 제어는, 엔진(1)의 시동 및 난기 운전을 행하는 영역 X, 엔진 부하 및 엔진 회전 속도(Ne)가 모두 작은 영역 A(저속도 저부하 영역), 엔진 부하가 크고 엔진 회전 속도(Ne)가 작은 영역 B(고부하 영역) 및 엔진 회전 속도(Ne)가 큰 영역 C(고속도 영역)를 포함하는 4개의 영역으로 분류되는 엔진 운전 상태에 대해 실시된다.
- [0030] 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)는 최지각 위치에서 유지되고, 제2 캠 위상 가변 기구(도 2에서 "제2 VVT"로 나타냄)(31)는 최진각 위치에서 로크 핀에 의해 유지되는 위상을 가진다.
- [0031] 영역 A에서는, 엔진(1)의 시동 및 난기 시에 대응하는 영역 X1에서와는 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 회전 속도(Ne)가 소정치  $N_0$  이상 동시에 소정치  $N_1$  미만인 경우는, 유압 유닛(50)으로부터의 유압 공급이 여전히 충분히 크지 않고 따라서, 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 제1 캠 위상 가변 기구(30)보다 위상 가변하는 밸브의 수가 적게 구성되기 때문에, 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 제1 캠 위상 가변 기구(30)보다 비교적 높은 제어성을 가진다. 따라서, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 로크 핀에 의해 결정되는 위상으로 유지하거나 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 회전 속도(Ne)가 소정치  $N_1$  이상 동시에 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.

[0032] 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 의해 표시되는 엔진 부하가 소정치  $L_1$  이상 또한 엔진 회전 속도(Ne)가 소정치  $N_1$  이상 동시에 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.

[0033] 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 회전 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.

[0034] 따라서, 엔진 부하 및 엔진 회전 속도(Ne) 모두가 작은 영역 A에서는, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 고정된 상태에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 우선적으로 제어한다. 반대로, 엔진 부하가 크고 엔진 회전 속도(Ne)가 작은 영역 B에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최진각 위치로 고정된 상태에서 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 우선적으로 제어한다. 엔진 회전 속도(Ne)가 큰 영역 C에서는, 이러한 우선 제어가 정지되고, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 각각 최지각 위치, 최진각 위치에 고정하도록 하고 있다.

[0035] 이와 같은 방식으로, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 중 한쪽을 다른 쪽이 고정된 상태에서 제어하면, 작동 유압이 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 모두에 동시에 공급되지 못하고, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 중 적어도 한쪽으로부터만 공급되어야만 한다. 따라서, 영역 A, B, C 중 어디에 있어서도, 작동 유압의 공급 변동을 억제하여, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 모두를 안정적으로 고정밀도로 제어할 수 있다.

[0036] 이에 의해, 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)를 연속으로 원활하게 작동시켜 원하는 만큼 전체 밸브 개방 기간을 길게 할 수 있고, 엔진(1)에 있어서, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시킬 수 있어, 엔진 출력의 향상과 연료 비용의 저감을 도모할 수 있다.

[0037] 한편, 엔진 부하 및 엔진 회전 속도(Ne)가 모두 작은 영역 A에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 영역 A의 중심 부분에서는 최지각 위치로 제어되고, 제어 지점이 영역 A의 외주 부분을 향해 화살표로 도시된 바와 같이 중심 부분으로부터 이격될수록 임의의 지각 위치로 점진적으로 진각되는 방식으로 제어된다.

[0038] 또한, 도 2에 파선으로 나타내는 바와 같이, 영역 A는 엔진 부하 및 엔진 회전 속도(Ne)가 모두 매우 작은 영역  $A_1$ 과 그 이외의 영역  $A_2$ 로 나뉘어져 있다. 영역  $A_1$ 이 열간 아이들링 영역도 포함하는 난기 후의 극저속도 극저부하 영역을 나타내고, 영역  $A_2$ 가 통상의 저속도 저부하 영역을 나타내고 있다.

[0039] 극저속도 극저부하 영역  $A_1$ 은, 중심 부분으로부터 이격된 영역 A의 외주 부분에 위치한다. 따라서, 극저속도 극저부하 영역  $A_1$ 에서는, 상술한 바와 같이 제1 캠 위상 가변 기구(30)에 대해서는 최지각 위치로 제어되는 한편, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 최지각 위치로 제어되지 않고, 임의의 지각 위치로 진각된다.

[0040] 도 3의 (a), 도 3의 (b) 및 도 3의 (c)를 참조하면, 작동 제어가 영역 A에서 행해지는 동안의 엔진(1)의 크랭크 각과 제1, 제2 흡기 밸브(9, 10) 및 배기 밸브의 밸브 리프트량의 관계를 나타내고 있다. 도 3의 (a)는 예를 들어 엔진(1)의 시동 및 난기 시에 대응하는 영역 X에서와 마찬가지로 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최진각 위치로 제어하여 제2 흡기 밸브(10)의 밸브 폐쇄 시기를 진각시켜 제1 흡기 밸브(9)의 밸브 폐쇄 시기와 일치시킴으로써, 실 압축비가 증가되어, 착화성을 높여 연소 안정을 도모하는 경우를 도시한다. 도 3의 (b)는 극저속도 극저부하 영역  $A_1$ 에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 임의의 지각 위치로 제어하여 제2 흡기 밸브의 밸브 폐쇄 시기를 지각시킴으로써, 펌핑 손실이 저감될 뿐만 아니라, 제1 및 제2 흡기 밸브의 이동된 밸브 개방 시기에 의해 통 내 유동 강화가 야기되고, 밸브 폐쇄 시기에 중속하는 실 압축비의 밸런스가 이루어져, 연소 안정화가 향상되고 이에 의해 연비가 향상되는 경우를 도시한다. 도 3의 (c)는 영역 A의 중심 부분(영역  $A_2$ )에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치로 제어하여, 스플릿량, 즉 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)의 밸브 개폐 시기

사이의 위상차를 최대화하여, 제2 흡기 밸브의 밸브 폐쇄 시기 지연에 의한 실 압축비를 최소화시키고, 추가로, 펌핑 손실도 최저로 저감시키고, 통내 유동 강화가 이루어져, 연비를 향상시키는 경우를 도시한다.

- [0041] 따라서, 극저속도 극저부하 영역  $A_1$ 에 있어서, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아닌 임의의 지각 위치로 제어하는 이유는 다음과 같다. 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치로 제어하여 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10) 사이의 스플릿량을 최대화하면, 오히려 연소 안정성이 향상되는 대신 악화되고, 이에 대응하여 연비를 악화시키는 것을 실험적으로 확인하였다.
- [0042] 이제 도 4를 참조하면, 제2 흡기 밸브(10)의 밸브 폐쇄 시기와 연소 안정성, 흡입 매니폴드 내의 압력(흡입 매니폴드압), 펌핑 손실 및 연비와의 관계가 모두 실험값으로서 나타내어져 있다. 도 4는 다음을 보여준다. 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 지각시켜 제2 흡기 밸브(10)의 밸브 폐쇄 시기를 지각시킴으로써, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시킬 수 있지만, 연소 안정성의 악화와 함께 연비가 악화된다.
- [0043] 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)가 지각됨에 따라 연소 안정성이나 연비가 악화되는 이유는, 추측컨대 펌핑 손실 저감 효과에도 불구하고, 실 압축비 저하에 기인한 연소 성능 악화 및 통 내 유동의 지나친 강화에 의한 열손실 증대 때문이다.
- [0044] 따라서, 극저속도 극저부하 영역에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아닌 임의의 지각 위치, 예를 들어, 도 4에 있어서 연소 안정성이나 연비가 최적인 위치  $S_1$ , 혹은 위치  $S_1$ 을 포함하는 부근의 소정의 위상 범위 내에 놓여지는 위치로 제어하도록 하고 있다.
- [0045] 덧붙여, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아닌 도 4에 있어서 연소 안정성이나 연비가 최적인  $S_1$ , 혹은 위치  $S_1$ 을 포함하는 부근의 소정의 위상 범위 내에 놓여지는 위치와 같은 임의의 지각 위치로 제어하는 경우, 스로틀 밸브(66)도 폐쇄 위치를 향하도록 제어된다. 이에 의해 흡입 매니폴드압, 나아가서는 연소실 내의 부압이 커져, 연료의 기화를 촉진시킬 수 있어, 연소 안정성을 더욱 향상시키는 것이 가능하다.
- [0046] 극저속도 극저부하 영역에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 지각시킬 때 직면하는 연소 안정성이나 연비의 악화는, 추측컨대 후술 되는 바와 같이, 윤활유에 의해 윤활되는 흡기 캠 샤프트(4) 및 흡기 밸브(9, 10)의 윤활 상태가 변동되는 것에 의한 마찰 증대에 기인하여서도 야기된다고 할 수 있다.
- [0047] 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( $\mu$ )가 커진다.
- [0048] 도 6에 도시된 바와 같이, 엔진 회전 속도(Ne)가 극저속이 될수록, 밸브 작동에 저항하는 밸브 구동 마찰은 쉽게 상승하고, 극저속도 영역에서는 윤활유의 온도가 높고, 그에 따라 윤활유의 점도가 낮은 상태에서 밸브 구동 마찰이 커지게 되며, 이는 일반적인 마찰과 반대인 특성을 보인다.
- [0049] 특성 영향이 도 5를 기준으로 설명될 것이다. 난기 후의 극저속도 영역에서는, 낮은 엔진 회전 속도(Ne) 때문에 미끄럼 속도가 느려서, 윤활 상태가 경계 윤활 혹은 혼합 윤활 내로 들어가기 쉽다. 윤활유의 온도가 높고 그에 따라 윤활유의 점도가 낮을수록, 윤활 상태는 경계 윤활 혹은 혼합 윤활로 이동하기 쉽기 때문에, 마찰 계수( $\mu$ )가 증가되고, 그 결과 밸브 구동 마찰도 증가된다. 결과적으로, 더욱 연비가 악화된다.
- [0050] 이에 덧붙여, 극저속도 극저부하 영역에 있어서 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하기 위해 필요한 하중이 변동하게 된다. 도 7은, 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10) 사이의 스플릿량과 흡기 캠 샤프트(4)에 걸리는 흡기 캠 샤프트 구동 토크 사이의 관계를 나타내고, 최대 토크를 실선으로, 그리고 최소 토크를 파선으로 나타내고 있다. 도 7은, 밸브 폐쇄 시기가 스플릿량이 큰 최지각 위치로 설정되는 경우보다도, 제2 흡기 밸브(10)의 밸브 폐쇄 시기가 스플릿량이 그다지 크지 않은 위치  $S_1$ 에 설정되는 경우에, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는데 필요한 최대 토크 및 토크 진폭, 즉 변동 하중이 작음을 보여준다.
- [0051] 도 5를 기준으로, 상기 현상을 살펴보기로 한다. 스플릿량이 큰 최지각 위치에서는, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하기 위해 가해지는 토크가 커서, 변동 하중이 크다. 따라서, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하는 시스템, 또는 흡기 캠 샤프트(4)를 회전 지지하는 부위의 윤활 상태가 경계 윤활 혹은 혼합 윤활이 되기 쉽고, 그 결과 마찰 계수( $\mu$ )가 증가하고 밸브 구동 마찰이 증가하여, 연비도 악화시킨다. 한편, 스플릿량이 그다지 크지 않은 위치  $S_1$ 에서는, 흡기 캠 샤프트(4)를 구동하기 위해 가해지는 토크가 작아서, 변동 하중도 작다. 따라서, 유체 윤활

을 유지하기 쉽고, 마찰 계수( $\mu$ )가 작게 유지되기 때문에, 밸브 구동 마찰이 작아짐으로써, 연비의 악화가 방지된다.

- [0052] 이러한 이유로부터도, 극저속도 극저부하 영역에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최지각 위치가 아니라 전술된 바와 같이 최지각 위치로부터 진각된 임의의 지각 위치로 제어되어야만 하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는, 도 4에 도시된, 제2 흡기 밸브(10)의 밸브 폐쇄 시기 지연에 기인한 펌핑 손실의 저감이 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)의 이동된 밸브 개방 기간에 의해 달성되는 통 내 유동 강화와 밸브 폐쇄 시기에 중속하는 실 압축비와 양호한 밸런스를 이루기 때문에 연소가 안정화되고, 작은 밸브 구동 마찰 때문에 연비도 최적화되는 위치  $S_1$ 로 양호하게 제어된다. 또한, 제2 캠 위상 가변 기구(31)는 위치  $S_1$ 를 포함하는 부근의 소정의 위상 범위 내에 들어가는 위치로 제어될 수도 있다. 이러한 방식으로 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 제어함으로써, 저속도 저부하 영역, 특히 극저속도 극저부하 영역에 있어서, 엔진(1)의 연료 비용 저감과 운전 성능의 밸런스가 가능하다.
- [0053] 도 7에서는 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 구동되고, 따라서, 구동 토크의 합에 기초하여 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 제어할 수도 있다.
- [0054] 다음에, 제2 실시예를 설명한다.
- [0055] 제2 실시예는, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)가, 도 2에 나타내는 맵 대신에 도 8에 나타내는 맵을 사용하여 제어되는 점이 제1 실시예와 다르다. 따라서, 이하에서는 제1 실시예와 제2 실시예 사이에서 다른 점에 대해서만 설명한다.
- [0056] 도 8에 도시된 맵에 나타내는 바와 같이, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)의 작동 제어는, 도 2에 도시된 영역 X와 동일한 영역 X, 도 2에 도시된 영역 A와 동일한 영역 A(저속도 저부하 영역), 엔진 부하 또는 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 큰 고부하 또는 고속도 영역 B'(고부하 또는 고속도 영역) 및 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 더욱 큰 고속도 영역 C'로 나누어지는 엔진 운전 상태에 대해 실시된다.
- [0057] 영역 X 및 A에 대해서는 상술한 바와 같으므로 설명을 생략한다.
- [0058] 영역 B'에서는, 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 의해 표시되는 엔진 부하가 소정치  $L_1$  이상 동시에 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 소정치  $N_1$  이상 소정치  $N_2$  미만인 경우, 또는 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 소정치  $N_2$  이상 소정치  $N_3$  미만인 경우에, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 임의의 지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다.
- [0059] 반면, 영역 C'에서는, 전술된 영역 X와 마찬가지로, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다. 구체적으로는, 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 소정치  $N_3$  이상인 경우에, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치로 제어하고, 제2 캠 위상 가변 기구(31)에 대해서는 최진각 위치로 제어한다.
- [0060] 따라서, 제2 실시예에 있어서도, 엔진 부하 및 엔진 회전 속도( $N_e$ ) 모두가 작은 영역 A에서는, 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 최지각 위치에 고정된 상태에서 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 우선적으로 제어한다. 엔진 부하가 크거나 혹은 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 큰 영역 B'에서는, 제2 캠 위상 가변 기구(31)를 최진각 위치로 고정된 상태에서 제1 캠 위상 가변 기구(30)를 우선적으로 제어한다. 엔진 회전 속도( $N_e$ )가 더욱 큰 영역 C'에서는, 이러한 우선 제어를 중지하고, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 각각 최지각 및 최진각 위치에 고정하도록 되어 있다.
- [0061] 따라서, 제1 실시예와 마찬가지로, 영역 A, B', C' 중 어디에 있어서도, 작동 유압의 공급 변동을 억제하여, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 모두 안정적으로 고정밀도로 제어할 수 있다.
- [0062] 이에 의해, 제2 실시예에 있어서도, 제1 및 제2 흡기 밸브(9, 10)를 원하는 데로 연속적으로 원활하게 작동시켜 전체 밸브 개방 기간을 길게 할 수 있고, 엔진(1)에 있어서, 흡입 매니폴드압을 정밀하게 제어하면서 펌핑 손실을 양호하게 저하시키도록 할 수 있어, 엔진 출력의 향상과 연료 비용의 저감을 도모할 수 있다.
- [0063] 앞선 실시예의 설명에서는, 각각의 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)에는, 예를 들어 본 기술 분야에서 공지된 베인식 유압 액추에이터가 사용되고 있는 것으로 설명하였다. 그러나, 본 발명에서 사용되는 캠 위상 가

변 기구는 특정 타입에 한정되지 않고, 예를 들어 솔레노이드 작동식 액추에이터를 대신 사용할 수도 있다.

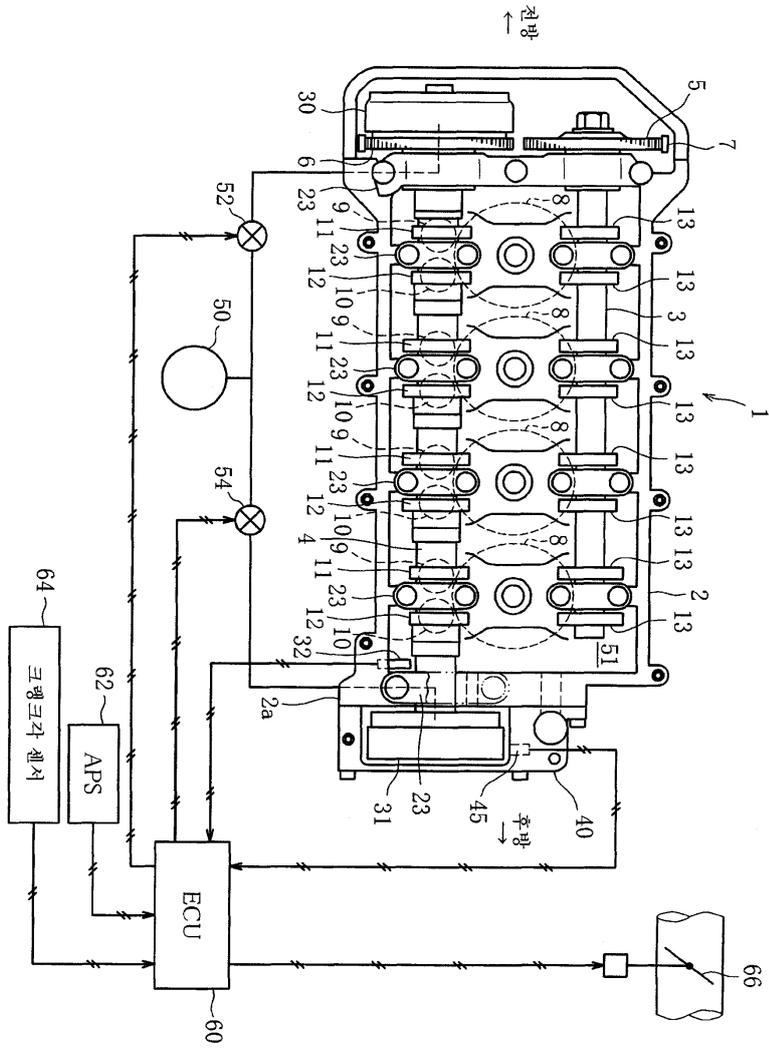
[0064] 우선 제어 모드도, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31) 중 어느 하나를 최진각 혹은 최지각의 고정 위상 제어하여, 다른 한쪽을 우선적으로 가변 제어하는 진술된 제어 모드에 한정되는 것은 아니다. 도 9에 제1 캠 위상 가변 기구(도면 중 "제1 VVT"로 나타냄)(30)와 제2 캠 위상 가변 기구(도 9에 있어서 "제2 VVT"로 나타냄)(31) 사이에서의 제어 우선 관계를 나타내고 있다. 도 9에 도시된 제어 우선 관계로부터 알 수 있는 바와 같이, 두 개의 캠 위상 가변 기구(30, 31)는, 그 허용 어긋남 폭 또는 불감대가 두 개의 캠 위상 가변 기구 중 하나에 대한 불감대가 다른 캠 위상 가변 기구에 대한 불감대 보다 폭이 작게(좁게) 설정되도록 하는 방식으로 불감대 설정 수단에 의해 설정된 상태에서, 목표치 설정 수단에 의해 설정된 개별의 중간 위상(제어 목표치)으로 제어될 수도 있다. 즉, 불감대는, 우선 제어될 캠 위상 가변 기구가 더 좁은 불감대와 연관되도록 사용될 수도 있다. 다르게는, 도 9에 도시된 바와 같이, 제어 우선은 두 개의 캠 위상 가변 기구 중 우선으로 제어될 한 쪽에 대한 제어 지시 타이밍을 선행시킴으로써 구현될 수도 있다.

[0065] 이런 경우에도, 제1 및 제2 캠 위상 가변 기구(30, 31)를 모두 안정적으로 고정밀도로 제어할 수 있다.

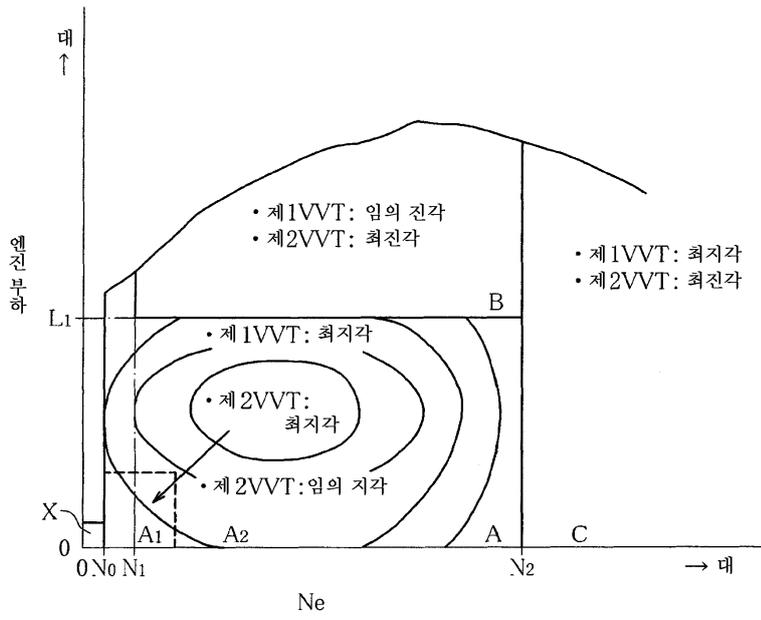
### 부호의 설명

- [0066]
- 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
  - 50 : 유압 유닛

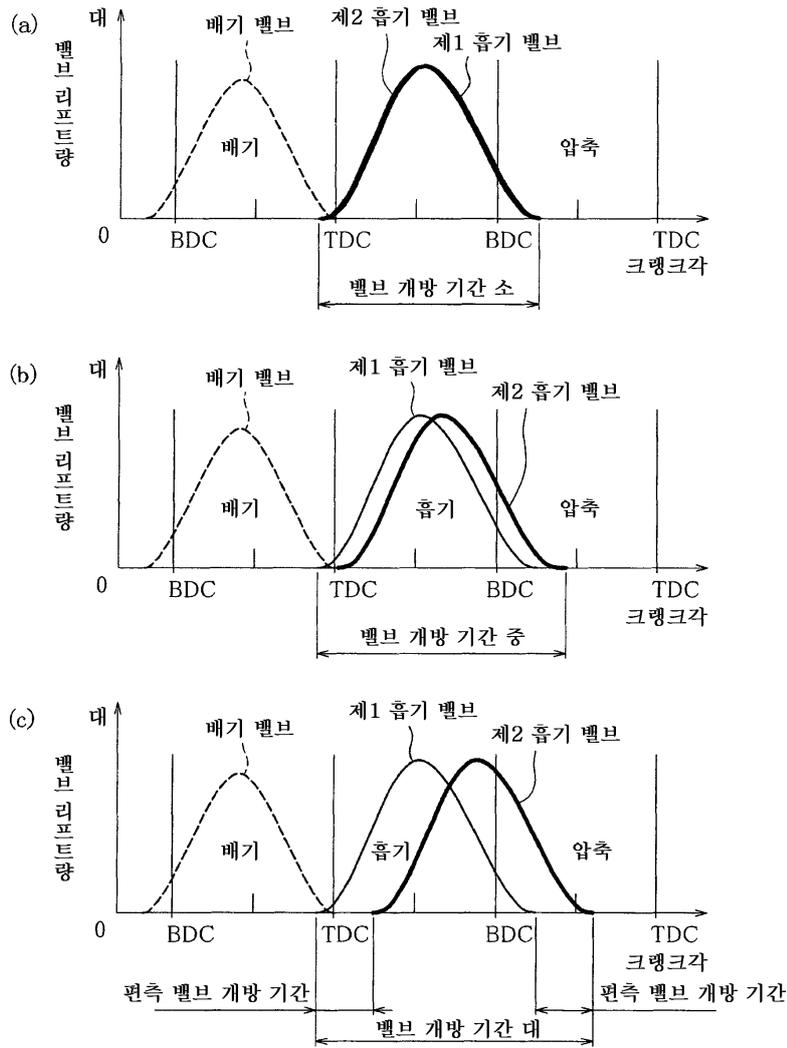
도면  
도면1



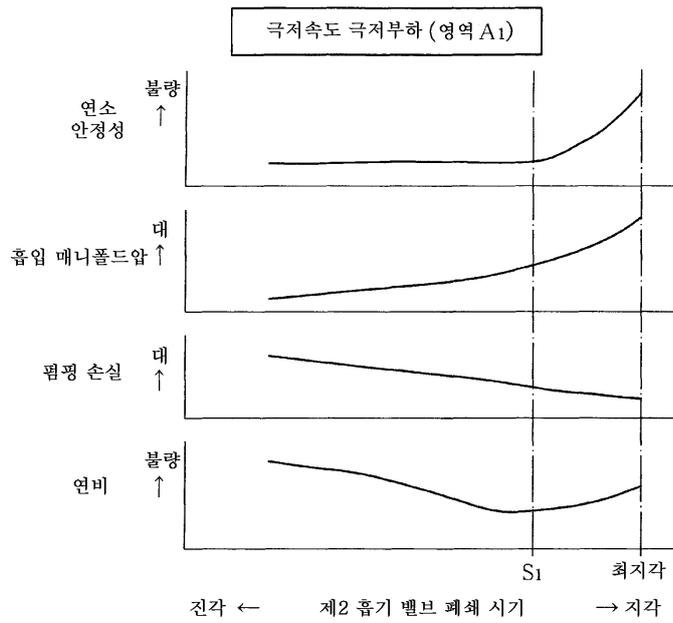
도면2



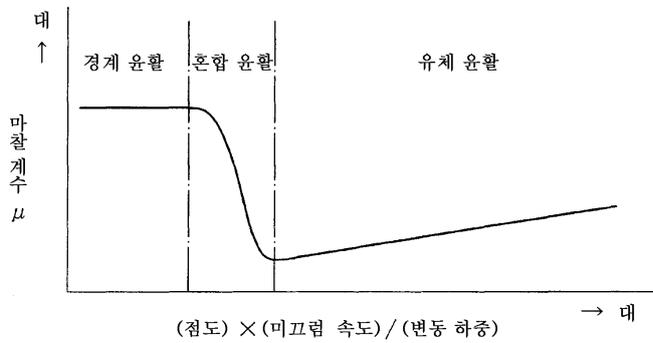
도면3



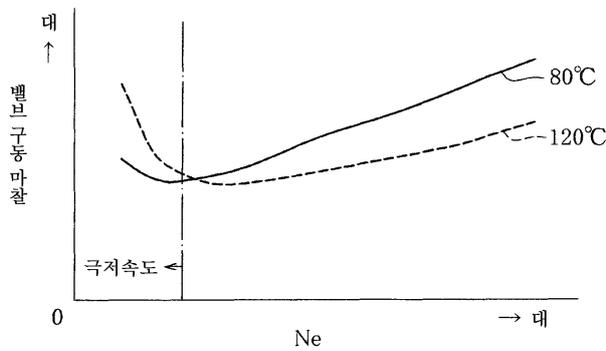
도면4



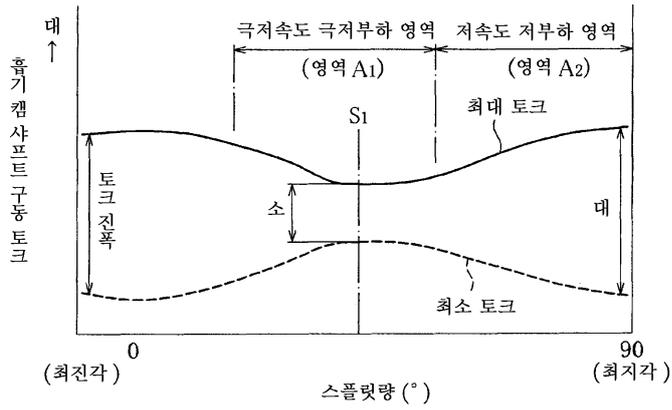
도면5



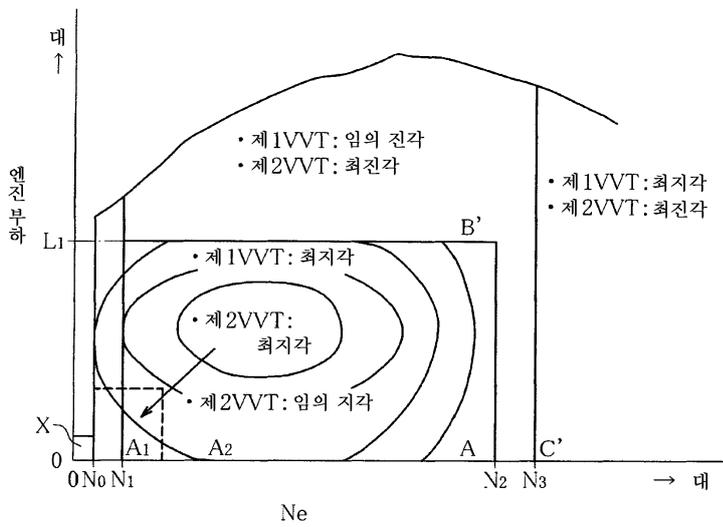
도면6



도면7



도면8



도면9

