

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.

F02D 45/00 (2006.01)
F02D 13/02 (2006.01)
F01L 13/00 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년10월16일
(11) 등록번호 10-0634764
(24) 등록일자 2006년10월10일

(21) 출원번호 10-2005-7004907

(65) 공개번호 10-2005-0074449

(22) 출원일자 2005년03월22일

(43) 공개일자 2005년07월18일

번역문 제출일자 2005년03월22일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/008825

(87) 국제공개번호 WO 2005/008052

국제출원일자 2004년06월17일

국제공개일자 2005년01월27일

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00199819 2003년07월22일 일본(JP)

(73) 특허권자 도요다 지도샤 가부시끼가이샤
일본 아이찌켄 도요다시 도요다쵸 1반지

(72) 발명자 오츠카 가오루
일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1반지 도요다 지도샤가부시끼가이샤
나이

츠노오카 다카시
일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1반지 도요다 지도샤가부시끼가이샤
나이

히라쿠 게이조
일본 아이치켄 도요다시 도요다쵸 1반지 도요다 지도샤가부시끼가이샤
나이

(74) 대리인 특허법인코리아나

심사관 : 김형근

(54) 내연기관의 기통간 격차 검출 장치 및뱅크간 격차 검출장치

요약

각 기통 (#1~#4) 또는 각 뱅크 (BL, BR) 별로 흡기 밸브 (9) 의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단 (57) 과, 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 뱅크별 연소 상태의 지표 검출하는 지표 검출 수단과, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 지표 검출 수단에 의해 검출된 지표 (Xfn) 를 사용하여 각 뱅크별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단 (27) 과, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 지표 검출 수단에 의해 검출된 지표 (Xsn) 와 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해

검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 각뱅크별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단 (27) 을 구비하는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치가 제공된다. 각 기통 또는 각뱅크별 밸브 개방 특성 격차가 배제되도록, 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 해도 된다.

대표도

도 5

명세서

기술분야

본 발명은, 내연기관, 특히 기통에 유입되는 공기량을 변경하기 위한 밸브 개방 특성 설정 수단을 구비한 내연기관의 기통간에 있어서의 밸브 개방 특성, 예를 들어 작용각 및/또는 리프트량의 격차 (variation) 와 연료 분사량의 격차를 검출하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치 및 뱅크간 격차 검출 장치에 관한 것이다.

배경기술

최근에는, 복수의 기통에 설치된 흡기 밸브의 작용각 및/또는 리프트량을 포함하는 밸브 개방 특성을 가변으로 함으로써 내연기관의 흡기량을 제어하는 밸브 개방 특성 제어 장치의 개발이 진행되고 있다. 예를 들어 일본 공개특허공보 2002-155779호에 개시되는 내연기관에서는, 작용각 및/또는 리프트량을 비교적 작게 설정함으로써 종래의 내연기관보다도 펌프 손실을 저감시키는 것과 함께 연료 소비율의 향상을 꾀할 수 있다.

그런데, 전술한 밸브 개방 특성을 변경하는 밸브 개방 특성 제어 장치를 구비한 내연기관에 있어서나 종래 기술의 내연기관에 있어서, 기통간에 있어서의 작용각 및/또는 리프트량이 조정 불량에 의해서 벗어나는 경우, 또는 기통마다 다른 양의 디포짓(deposit)이 각 기통의 밸브 등에 부착되는 경우가 생길 수 있다. 여기서, 전술한 밸브 개방 특성 제어 장치를 구비한 내연기관에 있어서 밸브 개방 특성 제어 장치에 의해서 작용각 및/또는 리프트량을 비교적 작게 설정한 경우에는, 조정 불량 등에 근거하는 흡입 공기량에 대한 변화량이 기통간에서 무시할 수 없을 정도까지 커지고, 결과적으로 드라이브어빌리티(driveability) 및 에미션에까지 악영향을 미치는 경우가 있다. 따라서, 작용각 및/또는 리프트량도 포함한 밸브 개방 특성의 격차를 기통간에 있어서 정확히 검출할 필요가 있다.

한편, 기통간에 있어서의 연소 상태의 지표의 편차 (deviation) 는 연료 분사량의 격차도 포함하고 있다. 이 때문에, 연료 분사량의 기통간 격차를 고려하지 않으면, 작용각 및/또는 리프트량을 포함하는 밸브 개방 특성의 격차를 정확하게 검출하는 것이 불가능하다. 따라서, 기통간에 있어서의 연료 분사량의 격차가 생긴 경우에는, 이것을 정확하게 검출한 다음에 밸브 개방 특성의 격차를 검출할 필요가 있다.

본 발명은 이러한 사정을 감안하여 이루어진 것으로, 기통간에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차와 연료 분사량의 격차의 발생을 검출할 수 있는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치 및 뱅크간 격차 검출 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 상세한 설명

전술한 목적을 달성하기 위해서 제 1 발명에 의하면, 흡기 밸브의 작용각 또는 리프트량을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단을 구비하고, 그 밸브 개방 특성 설정 수단은 제 1 밸브 개방 특성과 그 제 1 밸브 개방 특성시보다도 작용각 또는 리프트량이 작은 제 2 밸브 개방 특성을 설정할 수 있도록 되어 있고, 또, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 각 기통 내의 연소 상태의 지표를 검출하는 것과 함께 이들 지표와 기준치와의 편차를 기통별로 산출하는 산출 수단과, 상기 산출 수단에 의해 산출된 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차를 사용하여 기통간의 격차를 검출하는 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치가 제공된다.

즉 제 1 발명에 의해서, 밸브 개방 특성 격차를 검출할 때에는, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 기준치에 대한 편차를 산출할 뿐만 아니라, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 기준치에 대한 편차도 산출하고 있다. 이와 같이, 상이한 2 개의 밸브 개방 특성에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 각 기통의 편차를 산출하고, 이들 편차를 사용하여 보정함으로써, 기통간의 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 2 발명에 의하면, 흡기 밸브의 작용각 또는 리프트량을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단을 구비하고, 그 밸브 개방 특성 설정 수단은 제 1 밸브 개방 특성과 그 제 1 밸브 개방 특성시보다도 작용각 또는 리프트량이 작은 제 2 밸브 개방 특성을 설정할 수 있도록 되어 있고, 또, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 각 기통 내의 연소 상태의 지표를 검출하는 것과 함께 이들 지표와 연소 상태의 지표의 평균치와의 편차를 기통별로 산출하는 산출 수단과, 상기 산출 수단에 의해 산출된 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차를 사용하여 기통간의 격차를 검출하는 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치가 제공된다.

즉 제 2 발명에 의해서, 밸브 개방 특성을 검출할 때에는, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 기통간의 평균치에 대한 편차를 산출할 뿐만 아니라, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 기통간의 평균치에 대한 편차도 산출하고 있다. 이와 같이, 상이한 2개의 밸브 개방 특성에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 각 기통의 편차를 산출하고, 이들 편차를 사용하여 보정함으로써, 기통간의 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 3 발명에 의하면, 제 1 또는 제 2 발명에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 연료 분사량의 격차를 검출하고, 상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 밸브 개방 특성의 격차를 검출한다.

즉 제 3 발명에 의해서, 밸브 개방 특성의 격차뿐만 아니라 분사량의 격차의 발생 유무도 검출할 수 있다.

제 4 발명에 의하면, 제 3 발명에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 밸브 개방 특성의 격차를 검출할 때에, 제 1 밸브 개방 특성시에 검출된 각 기통별 연료 분사량의 격차량을 보정한다.

즉 제 4 발명에 의해서, 연료 분사량의 격차를 제거하고 밸브 개방 특성의 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 5 발명에 의하면, 제 1 내지 제 4 발명 중 어느 하나의 발명에 있어서, 상기 검출 장치에 의해 기통간의 격차를 검출하는 경우에는, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 및 제 2 밸브 개방 특성시의 운전 조건이 동일해지도록 제어된다.

즉 제 5 발명에 있어서는, 연소 상태의 지표를 거의 동일하게 함으로써 보다 정확하게 격차를 보정·검출할 수 있기 위해서 운전 조건을 동일하게 하도록 하고 있고, 이것에 의해, 제 1 내지 제 5 발명과 거의 동일한 작용 및 효과를 얻을 수 있다.

제 6 발명에 의하면, 제 5 발명에 있어서, 상기 운전 조건은 회전수 및 토크이다.

즉 제 6 발명에 의해서, 제 1 내지 제 5 발명과 거의 동일한 작용 및 효과를 얻을 수 있다.

제 7 발명에 의하면, 제 5 또는 제 6 발명에 있어서, 상기 검출 장치에 의해 기통간의 격차를 검출하는 경우에는 내연기관의 아이들 상태에서 실시한다.

즉 제 7 발명에 의해서, 검출의 빈도 및 검출성의 퀄리티 (회전 변동이 크게 검출된) 를 위해 아이들 상태에서 검출하는 것이 보다 바람직하고, 이것에 의해, 제 1 내지 제 6 발명과 거의 동일한 작용 및 효과를 얻을 수 있다.

제 8 발명에 의하면, 제 1 또는 제 2 발명에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함한다.

제 8 발명에 의해서, 비교적 간단한 구성에 의해 밸브 개방 특성의 격차 및 연료 분사량의 격차의 유무를 정확하게 검출할 수 있다.

제 9 발명에 의하면, 제 1 또는 제 2 발명에 있어서, 상기 검출 수단에 의해 검출된 기통간의 격차가 배제되도록, 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 하였다.

즉 제 9 발명에 의해서, 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 검출된 기통간의 밸브 개방 특성 격차의 분만큼 밸브 개방 특성을 변경하고 있기 때문에, 보다 정밀한 제어가 가능해지고, 그것에 의해, 드라이브어빌리티 및 에미션에 대한 악영향을 회피하는 것이 가능해진다.

제 10 발명에 의하면, 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과, 그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 기통별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과, 상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각 기통별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과, 상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치가 제공된다.

즉 제 10 발명에 의해서, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 기통별 연료 분사량 격차를 검출하고, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 하고 있기 때문에 기통별 밸브 개방 특성 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 11 발명에 의하면, 제 10 발명에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단은 각 기통별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키고, 상기 밸브 개방 특성 격차 검출 수단에 의해 검출된 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차가 배제되도록, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해서 상기 각 기통별 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 하였다.

즉 제 11 발명에 의해서, 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 검출된 기통간의 밸브 개방 특성 격차의 분만큼 밸브 개방 특성을 변경하고 있기 때문에, 보다 정밀한 제어가 가능해지고, 그것에 의해, 드라이브어빌리티 및 에미션에 대한 악영향을 회피하는 것이 가능해진다.

제 12 발명에 의하면, 제 10 또는 제 11 발명에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함한다.

즉 제 12 발명에 의해서, 비교적 간단한 구성에 의해 밸브 개방 특성의 격차 및 연료 분사량의 격차의 유무를 정확하게 검출할 수 있다.

제 13 발명에 의하면, 각뱅크별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과, 그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 기통별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과, 상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각 기통별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과, 상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차를 검출하고, 이들 기통별 밸브 개방 특성 격차를 뱅크별로 평균화 처리함으로써 뱅크별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치가 제공된다.

즉 제 13 발명에 의해서, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 기통별 연료 분사량 격차를 검출하고, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 하여 기통별 밸브 개방 특성 격차를 검출하고 있기 때문에, 이들 기통별 밸브 개방 특성 격차를 뱅크마다 평균화 처리함으로써, 뱅크간의 밸브 개방 특성 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 14 발명에 의하면, 각뱅크별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과, 그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 뱅크별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과, 상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각 뱅크별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과, 상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각 뱅크별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치가 제공된다.

즉 제 14 발명에 의해서, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터뱅크별 연료 분사량 격차를 검출하고, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 하고 있기 때문에,뱅크별 밸브 개방 특성 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

제 15 발명에 의하면, 제 13 또는 제 14 발명에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 격차 검출 수단에 의해 검출된 상기 각뱅크별 밸브 개방 특성 격차가 배제되도록, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 상기 각뱅크별 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 하였다.

즉 제 15 발명에 의해서, 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 검출된뱅크간의 밸브 개방 특성 격차의 분만큼 밸브 개방 특성을 변경하고 있기 때문에, 보다 정밀한 제어가 가능해지고, 그것에 의해, 드라이브어빌리티 및 에미션에 대한 악영향을 회피하는 것이 가능해진다.

제 16 발명에 의하면, 제 13 또는 제 14 발명에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함한다.

즉 제 16 발명에 의해, 비교적 간단한 구성에 의해 밸브 개방 특성의 격차 및 연료 분사량의 격차의 유무를 정확하게 검출할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1 은, 본 발명의 밸브 개방 특성 제어 장치가 탑재된 불꽃 점화식 내연기관의 단면도이다.

도 2 는, 도 1 에 나타난 내연기관의 흡기계 등을 포함한 개략 구성도이다.

도 3 은, 중개 구동 기구의 사시도이다.

도 4 는, 밸브 개방 특성 제어 장치의 개략 구성을 나타내는 설명도이다.

도 5 는, 본 발명에 있어서의 내연기관의 기통간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다.

도 6a 는, 본 발명에 있어서의 연소 상태의 지표의 예를 설명하기 위한 도면으로, 크랭크각 속도가 나타나 있다.

도 6b 는, 본 발명에 있어서의 연소 상태의 지표의 예를 설명하기 위한 도면으로, 크랭크각이 90° 회전하는 데에 소요되는 시간이 나타나 있다.

도 7a 는, 본 발명에 있어서의 연소 상태의 지표의 예를 설명하기 위한 도면으로, 배기 공연비가 나타나 있다.

도 7b 는, 본 발명에 있어서의 연소 상태의 지표의 예를 설명하기 위한 도면으로, 통내 압력이 나타나 있다.

도 8a 는, 소정의 값 (C1) 의 맵을 나타내는 도면이다.

도 8b 는, 소정의 값 (C2) 의 맵을 나타내는 도면이다.

도 9a 는, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (Xfn) 를 나타내는 도면이다.

도 9b 는, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (Xsn) 를 나타내는 도면이다.

도 10a 는, 다른 경우의 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (Xfn) 를 나타내는 도면이다.

도 10b 는, 다른 경우의 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (Xsn) 를 나타내는 도면이다.

도 11 은, 도 5 의 단계 102 에 있어서 YES 판정되었을 때의 또 다른 3 가지 패턴을 설명하기 위한 플로우차트이다.

도 12a 는, 도 11 의 단계 203 으로 진행하는 경우의 지표 (Xfn) 를 나타내는 도면이다.

도 12b 는, 도 11 의 단계 203 으로 진행하는 경우의 지표 (Xsn) 를 나타내는 도면이다.

도 12c 는, 도 11 의 단계 203 으로 진행하는 경우의 새로운 지표 (Xsn') 를 나타내는 도면이다.

도 13a 는, 도 11 의 단계 204 로 진행하는 경우의 지표 (Xfn) 를 나타내는 도면이다.

도 13b 는, 도 11 의 단계 204 로 진행하는 경우의 지표 (Xsn) 를 나타내는 도면이다.

도 13c 는, 도 11 의 단계 204 로 진행하는 경우의 새로운 지표 (Xsn') 를 나타내는 도면이다.

도 14a 는, 도 11 의 단계 205 로 진행할 수 있는 임의의 어느 한 경우의 지표 (Xfn) 를 나타내는 도면이다.

도 14b 는, 도 11 의 단계 205 로 진행할 수 있는 임의의 어느 한 경우의 지표 (Xsn) 를 나타내는 도면이다.

도 14c 는, 도 11 의 단계 205 로 진행할 수 있는 임의의 어느 한 경우의 새로운 지표 (Xsn') 를 나타내는 도면이다.

도 15 는, 본 발명의 밸브 개방 특성 제어 장치가 탑재된 다른 불꽃 점화식 내연기관의 횡단면도이다.

도 16 은, 도 15 에 나타내는 내연기관의 정면에서 본 종단면도이다.

도 17 은, 도 15 및 도 16 에 나타내는 내연기관의 बैं크간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다.

도 18a 는, 편차 (ΔXsL) 및 편차 (ΔXsR) 를 구하는 모습을 설명하는 도면이다.

도 18b 는, 편차 (ΔXsL) 및 편차 (ΔXsR) 를 구하는 모습을 설명하는 다른 도면이다.

도 19 는, 도 15 및 도 16 에 나타내는 내연기관의 बैं크간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 다른 플로우차트를 나타내는 도면이다.

도 20 은, 도 15 및 도 16 에 나타내는 내연기관의 बैं크간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 다른 플로우차트를 나타내는 도면이다.

도 21 은, 도 15 및 도 16 에 나타내는 내연기관의 경우에 있어서 बैं크간의 격차를 배제하기 위해 이루어지는 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다.

도 22 는, 4 기통 내연기관으로서 각 기통에 대하여 밸브 개방 특성 제어 장치가 구비되어 있는 경우에 있어서의 기통간 격차를 배제하기 위해 이루어지는 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다.

실시예

발명을 실시하기 위한 최선의 형태

이하, 첨부 도면을 참조하여 본 발명의 실시형태를 설명한다. 이하의 도면에 있어서 동일한 부재에는 동일한 참조 부호가 붙여져 있다. 이해를 쉽게 하기 위해, 이들 도면은 축척이 적당히 변경되어 있다.

도 1 은 본 발명의 기통간 격차 검출 장치가 탑재된 불꽃 점화식 내연기관의 단면도이고, 도 2 는 도 1 에 나타난 내연기관의 흡기계 등을 포함한 개략 구성도이다. 또, 본 발명의 기통간 격차 검출 장치는 통내 분사형의 불꽃 점화식 내연기관이나 압축 자(自)착화식 디젤 내연기관에도 탑재 가능하다.

도 1 및 도 2 를 참조하면, 기관 본체 (1) 는 실린더 블록 (2) 과, 이 실린더 블록 (2) 내에서 왕복 이동하는 피스톤 (3) 과, 실린더 블록 (2) 상에 장착된 실린더 헤드 (4) 를 구비한다. 또한, 실린더 헤드 (4) 에는 점화전(栓) (55) 이 설치되어 있다. 실린더 블록 (2) 에는 후술하는 바와 같이 4 개의 기통 (5) 이 형성되고, 각 기통 (5) 내에는 실린더 블록 (2), 피스톤 (3), 실린더 헤드 (4) 에 의해서 구획되어 이루어지는 연소실 (6) 이 형성된다.

각 연소실 (6) 은 실린더 헤드 (4) 내에 형성된 흡기 포트 (7) 및 배기 포트 (8) 에 통해 있다. 연소실 (6) 과 흡기 포트 (7) 사이에는 흡기 밸브 (9) 가 배치되고, 흡기 밸브 (9) 는 연소실 (6) 과 흡기 포트 (7) 사이의 유로를 개폐하고 있다. 한편, 연소실 (6) 과 배기 포트 (8) 사이에 배기 밸브 (10) 가 배치되고, 배기 밸브 (10) 는 연소실 (6) 과 배기 포트 (8) 사이의 유로를 개폐하고 있다. 흡기 밸브 (9) 는, 후술하는 중개 구동 기구 (11) 와 로커 암 (12) 을 통하여 흡기 캠 (13) 에 의해 리프트되고, 배기 밸브 (10) 는 로커 암 (14) 을 통하여 배기 캠 (15) 에 의해 리프트된다. 흡기 캠 (13) 은 흡기 캠 샤프트 (16) 에 장착되고, 한편, 배기 캠 (15) 은 배기 캠 샤프트 (17) 에 장착된다.

전자 제어 유닛 (27: ECU) 은, 리드 온리 메모리 (ROM), 랜덤 액세스 메모리 (RAM), 마이크로프로세서 (CPU), 입력 포트, 출력 포트를 서로 쌍방향성 버스에 의해 접속한 공지된 구성의 마이크로 컴퓨터로 구성된다. ECU (27) 에는 에어 플로우미터 (19) 외에, 액셀러레이터 페달의 밟음량 (이하, 「액셀러레이터 밟음량」 이라고 한다) 에 비례한 출력 전압을 발생하는 부하 센서 (29) 나 크랭크 샤프트가 예를 들어 30° 회전할 때마다 출력 펄스를 발생하는 크랭크각 센서 (30) 등의 각종 센서가 접속된다. 또한, 점화전 (55) 이나 연료 분사 밸브 (도시 생략), 스로틀 밸브 (56) 등도 접속되어 그 작동이 제어된다. 본 실시형태에 있어서, 스로틀 밸브 (56) 의 개도는 액셀러레이터 밟음량과는 관계없이 변경할 수 있고, 스로틀 밸브 개도를 조정함으로써 흡기압이 제어된다. 또 ECU (27) 은, 후술하는 바와 같이 중개 구동 기구 (11) 를 포함하여 구성되는 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 와도 신호를 주고 받아 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 를 제어하고, 흡기 밸브 (9) 의 밸브 개방 특성인 작용각 및 리프트량도 제어한다. 또, 도 2 에 있어서, 부호 52 는 흡기관, 부호 53 은 서지(surge) 탱크를 나타내고 있다.

도 2 에 나타낸 바와 같이, 본 실시형태에 있어서의 내연기관 (1) 은 4 기통이고, 그 배기 통로는, 우선 제 1 기통 (#1) 으로부터의 배기 통로 (41) 와 제 4 기통 (#4) 으로부터의 배기 통로 (44), 및 제 2 기통 (#2) 으로부터의 배기 통로 (42) 와 제 3 기통 (#3) 으로부터의 배기 통로 (43) 가 각각 합류하여 2 개의 배기 통로 (45, 46) 가 되고, 그 후 이들이 합류하여 하나의 배기 통로 (47) 로 되어 있다. 그리고, 제 1 기통으로부터의 배기 통로 (41) 와 제 4 기통으로부터의 배기 통로 (44) 가 합류된 부분, 즉 2 개가 된 배기 통로 (45, 46) 중 일방의 배기 통로 (45) 에는 제 1 공연비 센서 (58a) 가 설치되어 있다. 마찬가지로, 제 2 기통으로부터의 배기 통로 (42) 와 제 3 기통으로부터의 배기 통로 (43) 가 합류된 부분, 즉 2 개가 된 배기 통로 (45, 46) 중 일방의 배기 통로 (46) 에는 제 2 공연비 센서 (58b) 가 설치되어 있다. 이들 공연비 센서 (58a, 58b) 는 ECU (27) 에 접속되어 있고, 검출된 공연비의 정보가 ECU (27) 에 공급되도록 되어 있다. 또한, 배기 통로가 하나가 된 부분 (47) 에는 배기 정화 장치 (59) 가 설치되어 있다.

다음에, 도 3 및 도 4 를 참조하여, 상기 중개 구동 기구 (11) 및 그것을 포함하여 구성되는 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 에 대해서 설명한다. 도 3 은 상기 중개 구동 기구 (11) 의 사시도이고, 도 4 는 상기 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 의 개략 구성을 나타내는 설명도이다. 여기서 상기 중개 구동 기구 (11) 는 일본 공개특허공보 2001-263015호에 기재된 중개 구동 기구와 동일한 구성을 갖는 것으로, 소위 요동 캠 기구로서 이미 공지된 것이기 때문에, 이하에서는 간단하게 설명한다. 도 3 에 나타낸 중개 구동 기구 (11) 는 내연기관의 기통마다 설치된다. 따라서, 4 기통의 내연기관의 경우인 본 실시형태에서는, 4 개의 중개 구동 기구 (11) 를 갖게 된다.

중개 구동 기구 (11) 는 원통형의 입력부 (21) 와, 이 입력부 (21) 의 축선방향에서 입력부 (21) 의 일방측에 배치되는 원통형의 제 1 요동 캠 (22) 과, 입력부 (21) 의 축선방향에서 입력부 (21) 의 상기 일방측과는 반대측에 배치되는 원통형의 제 2 요동 캠 (23) 을 구비한다. 이들 입력부 (21), 요동 캠 (22, 23) 은 그 축선을 중심으로 하여 축선방향으로 연장되는 원통형의 관통구멍을 갖고, 이 관통구멍을 지지 파이프 (24) 가 관통한다. 입력부 (21), 요동 캠 (22, 23) 은 각각 지지 파이프 (24) 에 의해 지지되고, 또한 각각 지지 파이프 (24) 를 중심으로 회전운동할 수 있다. 지지 파이프 (24) 는 실린더 헤드 (4) 에 고정된다. 또한, 지지 파이프 (24) 는 그 축선을 중심으로 하여 축선방향으로 연장되는 원통형의 관통구멍을 갖고, 이 관통구멍을 제어 샤프트 (25) 가 관통한다. 제어 샤프트 (25) 는 지지 파이프 (24) 의 관통구멍 내에서, 지지 파이프 (24) 의 축선방향으로 슬라이딩 가능하다.

입력부 (21) 의 외주면으로부터는 입력부 (21) 의 직경방향을 향하여 아암 (21a, 21b) 이 연장되고, 이들 아암 (21a, 21b) 의 선단 사이에 롤러 (21c) 가 배치된다. 롤러 (21c) 는, 도 1 에 나타낸 바와 같이 흡기 캠 (13) 의 캠면 (13a) 에 맞닿고,

이것에 의해 입력부 (21) 는 캠면 (13a) 의 형상을 따라서 지지 파이프 (24) 둘레를 회전운동한다. 한편, 요동 캠 (22, 23) 의 외주면으로부터는 요동 캠 (22, 23) 의 직경방향을 향하여 노우즈 (nose: 22a, 23a) 가 연장되고, 이들 노우즈 (22a, 23a) 는 로커 암 (12) 에 맞닿을 수 있다.

그리고, 입력부 (21) 및 요동 캠 (22, 23) 과 제어 샤프트 (25) 사이는 일정한 제어 기구 (도시 생략) 에 의해 결합되어 있다. 이 제어 기구는, 제어 샤프트 (25) 를 지지 파이프 (24) 에 대하여 상대적으로 이동시키면, 입력부 (21) 와 요동 캠 (22, 23) 을 서로 반대 방향으로 회전운동시키도록 구성되어 있다. 특히, 본 실시형태에서는, 제어 샤프트 (25) 를 지지 파이프 (24) 에 대하여 방향 D_1 으로 이동시키면, 입력부 (21) 의 롤러 (21c) 와 요동 캠 (22, 23) 의 노우즈 (22a, 23a) 사이의 상대 각도가 커지도록 입력부 (21) 와 요동 캠 (22, 23) 이 회전운동하고, 제어 샤프트 (25) 를 지지 파이프 (24) 에 대하여 상기 방향 D_1 과는 반대 방향인 방향 D_2 로 이동시키면, 입력부 (21) 의 롤러 (21c) 와 요동 캠 (22, 23) 의 노우즈 (22a, 23a) 사이의 상대 각도가 작아지도록 입력부 (21) 와 요동 캠 (22, 23) 이 회전운동한다. 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 상대 각도가 커지면, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 길어지고, 반대로 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 상대 각도가 작아지면 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 짧아진다.

한편, 도 1 에서 알 수 있듯이, 흡기 밸브 (9) 가 흡기 캠 (13) 에 의해 리프트되는 양은 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격에 의해 변화한다. 즉, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 길어지면, 롤러 (21c) 가 흡기 캠 (13) 의 캠 산(山) 부 (13b) 와 맞닿을 때에, 노우즈 (22a, 23a) 가 흡기 밸브 (9) 를 리프트하는 시간이 길어지는 것과 함께 리프트하는 양이 많아진다. 반대로, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 짧아지면, 롤러 (21c) 가 흡기 캠 (13) 의 캠 산부 (13b) 와 맞닿을 때에, 노우즈 (22a, 23a) 가 흡기 밸브 (9) 를 리프트하는 시간이 짧아지는 것과 함께 리프트하는 양도 적어진다. 즉, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 길어지면, 흡기 밸브 (9) 의 작용각이 커지면서 동시에 흡기 밸브 (9) 의 리프트량도 커지고, 한편, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격이 짧아지면, 흡기 밸브 (9) 의 작용각이 작아지면서 동시에 흡기 밸브 (9) 의 리프트량도 작아진다.

따라서, 중개 구동 기구 (11) 에서는, 제어 샤프트 (25) 를 제 1 방향 D_1 으로 이동시키면, 흡기 밸브 (9) 의 작용각이 커지면서 동시에 흡기 밸브 (9) 의 리프트량도 커지고, 제어 샤프트 (25) 를 제 2 방향 D_2 로 이동시키면 흡기 밸브 (9) 의 작용각이 작아지면서 동시에 흡기 밸브 (9) 의 리프트량도 작아진다. 또, 본 실시형태에서는, 이와 같이 밸브 개방 특성인 작용각과 리프트량에 일정한 관계가 있지만, 다른 실시형태에서는 밸브 개방 특성으로서 작용각만 또는 리프트량만 변경하도록 해도 된다.

전술한 바와 같이 본 실시형태는 4 기통의 내연기관인 경우이기 때문에, 상기 중개 구동 기구 (11) 를 4 개 갖고 있다. 4 개의 중개 구동 기구 (11) 는 도 4 에 나타낸 바와 같이 직렬로 정렬하여 배치되고, 모든 중개 구동 기구 (11) 가 하나의 지지 파이프 (24) 와 하나의 제어 샤프트 (25) 상에 설치된다. 따라서, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 가 정상적으로 작동하고 있는 경우에는, 모든 기통에서 동일한 밸브 개방 특성을 얻을 수 있다.

도 4 에 나타낸 바와 같이, 상기 제어 샤프트 (25) 의 일방의 단부에는 전동 액츄에이터 (26) 가 연결되고, 이것에 의해서 제어 샤프트 (25) 의 위치를 제어할 수 있도록 되어 있다. 이 전동 액츄에이터 (26) 는 ECU (27) 에 접속되어 있고, 이것에 의해 제어된다. 즉, 본 실시형태에서는 ECU (27) 에 의해 전동 액츄에이터 (26) 를 제어하여 제어 샤프트 (25) 의 위치를 그 축선방향으로 이동시킬 수 있고, 이것에 의해서, 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격을 변화시켜 흡기 밸브 (9) 의 밸브 개방 특성인 작용각과 리프트량을 연속적으로 제어할 수 있다.

제어 샤프트 (25) 의 타방의 단부 근방에는, 제어 샤프트 (25) 의 축선방향의 위치를 검출하기 위한 위치 센서 (28) 가 배치된다. 이 위치 센서 (28) 에 의해 제어 샤프트 (25) 의 위치를 검출할 수 있다. 이 위치 센서 (28) 는 ECU (27) 에 접속되어 있어, 위치 센서 (28) 에 의해 검출된 제어 샤프트 (25) 의 위치 정보가 ECU (27) 에 공급된다. 또, 전술한 바와 같이 본 실시형태에 있어서는, 제어 샤프트 (25) 의 위치를 제어함으로써 롤러 (21c) 와 노우즈 (22a, 23a) 의 간격을 변화시키고, 그것에 의하여 흡기 밸브 (9) 의 밸브 개방 특성인 작용각과 리프트량을 제어하기 때문에, 상기 위치 센서 (28) 는, 상기 밸브 개방 특성을 검출하는 밸브 개방 특성 센서라고 할 수 있다.

본 실시형태의 내연기관에서는, 이상과 같은 구성에 있어서, 각종 센서로부터의 신호에 근거하여 ECU (27) 에 의해 연료 분사량 제어, 점화 시기 제어, 흡기량 제어 등의 각종 제어가 실시된다. 특히 흡기량 제어에 대해서는, 보다 상세하게는 ECU (27) 가 상기 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 와 상기 스로틀 밸브 (56) 의 양쪽을 제어함으로써 이루어진다. 즉, 본 실

시형태에서는 상기 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 에 의해 흡기 밸브 (9) 의 밸브 개방 특성인 작용각과 리프트량을 연속적으로 제어할 수 있고, 또한, 스로틀 밸브 (56) 에 의해 흡기압을 제어할 수 있기 때문에, 통상은 밸브 개방 특성 (리프트량, 작용각) 과 흡기압을 협조 제어함으로써 흡기량이 제어된다.

도 5 는 본 발명에 있어서의 내연기관의 기통간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다. 도 5 에 나타내는 프로그램 (100) 은 흡기량이 일정해지는 통상 운전의 경우, 예를 들어 워밍업 후의 아이들링 운전시에 ECU (27) 에 의해 실시된다. 프로그램 (100) 의 단계 101 에 있어서는 밸브 개방 특성을 제 1 밸브 개방 특성 (이하, 제 1 밸브 개방 특성이라고 한다) 으로 했을 때의 연소 상태의 지표, 즉 연소 상태에 관련되어 변동하는 지표 (Xfn: 이하, 「연소 상태의 지표」 또는 「지표」 라고 한다) 가 기통별로 검출된다 (이하, 제 1 밸브 개방 특성에 있어서의 제 1 기통의 연소 상태의 지표를 Xf1 로 나타내고, 제 2, 제 3, 제 4 기통의 상기 지표를 각각 Xf2, Xf3, Xf4 로 나타낸다. 또한, 이들을 통합하여 나타내는 경우에는 Xfn 으로 나타낸다). 이 제 1 밸브 개방 특성에는 작용각 및/또는 리프트량이 비교적 큰 경우로서, 밸브 개방 특성의 격차를 무시할 수 있는 정도로 작은 경우가 선택된다. 따라서, 제 1 밸브 개방 특성에 있어서는 흡기량은 비교적 많아진다. 또, 밸브 개방 특성 제어 장치에 의해 작용각과 리프트량 중 일방만을 제어하는 실시형태인 경우에는 작용각 또는 리프트량이 비교적 큰 경우가 된다.

여기서, 연소 상태의 지표에 관해서 설명한다. 도 6a 및 도 6b 그리고 도 7a 및 도 7b 는 각각 본 발명에 있어서의 연소 상태의 지표의 예를 설명하기 위한 도면으로, 이들 도면 내에는 각각 기관 회전수 변동, 크랭크각이 90° 회전하는 데에 소요되는 시간 (이하, 「T90」 이라고 칭한다), 배기 공연비 (이하, 적절히 「A/F」 라고 칭한다) 및 통내 압력이 나타나 있다.

우선 도 6a 에 나타나는 바와 같이 기관 회전수 변동을 연소 상태의 지표로 한 경우에 관해서 설명한다. 기관 회전수 변동에 대해서는, 크랭크각 센서 (30) 로부터의 신호에 근거하여 기관 회전수의 시간 경과에 따른 변화가 구해지기 때문에, 이것을 크랭크각도와의 관계에 의해 해석함으로써 각 기통에서의 폭발에 대응하는 회전수의 변동 (예를 들어 각 기통에서의 점화 직전의 기관 회전수와 점화 후의 피크·회전수와 차) 을 구할 수 있다. 그리고 이 값을 각 기통에 대응하는 기관 회전수 변동으로 할 수 있다. 도 6a 에서는 세로축은 크랭크각 속도를 나타내고 있고, 가로축은 상사점 (TDC) 으로부터의 크랭크각도를 나타내고 있다. 도 6a 에 나타내는 실선 (YA0) 은 정상 운전일 때의 크랭크각 속도를 나타내고 있고, 두 개의 점선 (YA1, YA2) 은 통상 운전시로부터 각각 지각측 (遲角側) 및 진각측 (進角側) 으로 벗어난 경우의 크랭크각 속도를 나타내고 있다. 도 6a 에 나타내는 바와 같이, 실선 (YA0) 및 점선 (YA1, YA2) 에 있어서의 상사점 (TDC) 에서부터 90°까지의 크랭크각 속도의 변위를 각각 기관 회전수 변동 (XA0, XA1, XA2) 으로서 나타낸다. 여기서, XA0 는 후술하는 기준치 (X) 에 상당한다. 그리고, 통상 운전시에 있어서의 기관 회전수 변동 (XA0) 과 지각측에 있을 때의 기관 회전수 변동 (XA1) 과의 차를 $\Delta XA1$, 통상 운전시에 있어서의 기관 회전수 변동 (XA0) 과 진각측에 있을 때의 기관 회전수 변동 (XA2) 과의 차를 $\Delta XA2$ 로 나타낸다. 기관 회전수 변동을 연소 상태의 지표로서 채용할 때에는, 도 5 의 단계 101 에 있어서의 지표 (Xfn) 는 도 6a 에서의 XA1, XA2 에 상당한다. 또한, 후술하는 단계 104 에 있어서 밸브 개방 특성을 변경한 경우의 지표 (Xsn) 도 도 6a 에서의 XA1, XA2 에 상당한다.

마찬가지로 도 6b 에 나타나는 바와 같이 크랭크각이 90° 회전하는 데에 소요되는 시간인 T90 을 연소 상태의 지표로서 채용하는 경우에 관해서 설명한다. 이들 T90 은 도 2 에 나타내는 크랭크각 센서 (30) 에 의해 얻어진 크랭크각으로부터 ECU (27) 에서 산출된다. 도 6b 에서는 세로축은 피스톤 (3) 의 위치를 나타내고 있고, 상사점 (TDC) 과 하사점 (BDC) 이 일점 쇄선에 의해 나타나 있다. 도 6b 의 가로축은 상사점 (TDC) 으로부터의 시간을 나타내고 있다. 도 6b 에 나타내는 실선 (YB0) 은 정상 운전일 때의 피스톤 (3) 의 위치를 나타내고 있고, 2 개의 점선 (YB1, YB2) 은 통상 운전시로부터 각각 시간 지연측 및 시간 진행측으로 벗어난 경우의 피스톤 (3) 위치를 나타내고 있다. 도 6b 에서 상사점 (TDC) 과 하사점 (BDC) 사이의 중심에는 상사점 (TDC) 으로부터의 크랭크각도 90°에 있어서의 피스톤 (3) 의 위치가 점선으로 나타나 있다. 도 6b 에 나타나는 바와 같이, 실선 (YB0) 및 점선 (YB1, YB2) 에서의 상사점 (TDC) 에서 90°까지의 변위인 T90 을 각각 XB0, XB1, XB2 로 나타낸다. 여기서, XB0 는 후술하는 기준치 (X) 에 상당한다. 그리고, 통상 운전시에 있어서의 변위 (XB0) 와 시간 지연측에 있을 때의 T90 인 XB1 과의 차를 $\Delta XB1$, 통상 운전시에 있어서의 변위 (XB0) 와 시간 진행측에 있을 때의 T90 인 XB2 와의 차를 $\Delta XB2$ 로 나타낸다. 도 6b 에는 크랭크각이 90° 회전하는 데에 소요되는 시간인 T90 이 나타나 있지만, 크랭크각이 예를 들어 120°, 180°, 360° 회전하는 데에 소요되는 시간 T120, T180, T360 등을 채용할 때에도 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 한다. T90 을 연소 상태의 지표로서 채용할 때에는, 도 5 의 단계 101 에 있어서의 지표 (Xfn) 는 도 6b 에서의 XB1, XB2 에 상당한다. 또한, 후술하는 단계 104 에 있어서의 밸브 개방 특성을 변경한 경우의 지표 (Xsn) 도 도 6b 에서의 XB1, XB2 에 상당한다.

이어서 도 7a 를 사용하여 공연비 (A/F) 를 연소 상태의 지표로서 채용하는 경우에 관해서 설명한다. 공연비에 관해서는, 본 실시형태에서는 전술한 바와 같이 배기계에 2 개의 공연비 센서 (58a, 58b) 가 설치되어 있기 때문에, 이들에 의해 검출되는 공연비의 시간 경과에 따른 변화를 크랭크각도와의 관계에 의해 해석함으로써 각 기통에 있어서의 공연비를 구할 수 있다. 또, 기통별 배기 통로 (41, 42, 43, 44) 에 각각 공연비 센서를 설치하고, 그것에 의해 기통별 공연비를 구하도록 해도

된다. 도 7a 에서는 세로축은 공연비 (A/F) 를 나타내고 있고, 가로축은 크랭크각도를 나타내고 있다. 도 7a 에 나타내는 실선 (YC0) 은 정상 운전일 때의 공연비 (A/F) 를 나타내고 있고, 2 개의 점선 (YC1, YC2) 은 통상 운전시로부터 각각 린측 및 리치측으로 벗어난 경우의 공연비 (A/F) 를 나타내고 있다. 도 7a 에 나타나는 바와 같이, 실선 (YC0) 및 점선 (YC1, YC2) 에 있어서 임의의 크랭크각도에서의 공연비 (A/F) 를 각각 XC0, XC1, XC2 로 나타낸다. 여기서, XC0 는 후술하는 기준치 (X) 에 상당한다. 그리고, 통상 운전시에 있어서의 공연비 (XC0) 와 리치측에 있을 때의 공연비 (XC1) 와의 차를 $\Delta XC1$, 통상 운전시에 있어서의 공연비 (XC0) 와 린측에 있을 때의 공연비 (XC2) 와의 차를 $\Delta XC2$ 로 나타낸다. 공연비를 연소 상태의 지표로서 채용할 때에는, 도 5 의 단계 101 에 있어서의 지표 (Xfn) 는 도 7a 에서의 XC1, XC2 에 상당한다. 또한, 후술하는 단계 104 에 있어서의 밸브 개방 특성을 변경한 경우의 지표 (Xsn) 도 도 7a 에서의 XC1, XC2 에 상당한다.

마찬가지로 도 7b 를 사용하여 통내 압력을 연소 상태의 지표로서 채용하는 경우에 관해서 설명한다. 도 7b 에서는 세로축은 통내 압력을 나타내고 있고, 가로축은 크랭크각도를 나타내고 있다. 도 7b 에 나타내는 실선 (YD0) 은 정상 운전일 때의 통내 압력을 나타내고 있고, 2 개의 점선 (YD1, YD2) 은 통상 운전시로부터 각각 고압측 및 저압측으로 벗어난 경우의 통내 압력을 나타내고 있다. 도 7b 에 나타나는 바와 같이, 실선 (YD0) 및 점선 (YD1, YD2) 에 있어서 기통내 최대 압력 (연소압) 이 얻어질 때의 통내 압력을 각각 XD0, XD1, XD2 로 나타낸다. 여기서, XD0 는 후술하는 기준치 (X) 에 상당한다. 그리고, 통상 운전시에 있어서의 통내 압력 (XD0) 과 고압측에 있을 때의 통내 압력 (XD1) 과의 차를 $\Delta XD1$, 통상 운전시에 있어서의 통내 압력 (XD0) 과 저압측에 있을 때의 통내 압력 (XD2) 과의 차를 $\Delta XD2$ 로 나타낸다. 통내 압력을 연소 상태의 지표로서 채용할 때에는, 도 5 의 단계 101 에 있어서의 지표 (Xfn) 는 도 7b 에서의 XD1, XD2 에 상당한다. 또한, 후술하는 단계 104 에 있어서의 지표 (Xsn) 도 밸브 개방 특성을 변경한 경우에 도 7b 에서의 XD1, XD2 에 상당한다.

이와 같이 본 발명에 있어서는 연소 상태의 지표로서, 기관 회전수 변동, T90, 공연비, 및 통내 압력 (연소압) 을 채용할 수 있고, 이것에 의해, 후술하는 바와 같이 비교적 간단한 구성에 의해 밸브 개방 특성의 격차 유무를 정확하게 검출할 수 있다. 또한, 이들 중의 복수의 지표를 동시에 검출하고, 각각을 상기 연소 상태의 지표로서 사용하도록 해도 된다.

도 5 에 나타내는 단계 101 에 있어서 기통별로 제 1 밸브 개방 특성에서의 상기한 바와 같은 연소 상태의 지표 (Xfn) 가 검출되면, 단계 102 로 진행한다. 단계 102 에 있어서는, 단계 101 에서 얻어진 상기 지표 (Xfn) 와 그 지표에 관해서 미리 정한 기준치 (Xfr) 와의 차 (보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) 의 절대값이 산출되고, 이 차의 절대값이 소정의 값 (C1) 보다 큰지 아닌지가 판정된다. 이 기준치 (Xfr) 는, 그 연소 상태의 지표에 관해서 각 운전 상태에 있어서의 정상인 값 또는 목표로 하는 값으로서, 사전에 실험 등에 의해 구하고 맵화하여 ECU (27) 에 기억시켜 둔다. 즉, 예를 들어 기관 회전수, 액셀러레이터 개도 등으로부터 그 때의 연소 상태의 지표의 기준치 (Xfr) 가 얻어지도록 해 둔다. 또한, 상기 단계 101 에 있어서의 소정의 값 (C1) 은 제로보다 큰 값이다. 도 8a 는 소정의 값 (C1) 의 맵을 나타내는 도면이고, 도 8a 에 나타나는 바와 같이, 소정의 값 (C1) 은 부하 (L) 및 기관 회전수 (N) 의 함수로서 맵의 형태로 ECU (27) 내에 기억되어 있다. 후술하는 다른 측정값도 마찬가지로 맵화되어 ECU (27) 에 기억되어 있는 것으로 한다. ECU (27) 에 있어서, 지표 (Xfn) 과 기준치 (Xfr) 와의 차의 절대값 ($|Xfn-Xfr|$) 이 소정의 값 (C1) 보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 103 으로 진행하고, 이 차의 절대값 ($|Xfn-Xfr|$) 이 소정의 값 (C1) 보다도 작다고 판정된 경우에는 단계 104 로 진행한다. 또, 소정의 기준치 (Xfr) 가 지표 (Xf1) 에서 지표 (Xf4) 까지의 평균값 ($Xfavg (= \sum Xfn/n)$) 이어도 된다.

단계 103 에 있어서는 단계 101 에 있어서 얻어진 상기 지표 (Xfn) 와 그 지표에 관해서 미리 정한 기준치 (Xfr) 와의 차 (ΔXfn : 보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) 가 기통별로 산출된다. 이 기준치 (Xfr) 는, 그 연소 상태의 지표에 관해서 각 운전 상태에 있어서의 정상인 값 또는 목표로 하는 값으로서, 사전에 실험 등에 의해 구하고 맵화하여 ECU (27) 에 기억시켜 둔다. 즉, 예를 들어 기관 회전수, 액셀러레이터 개도 등으로부터 그 때의 연소 상태의 지표의 기준치 (Xfr) 가 얻어지도록 해 둔다. 단계 103 에 의해, 각 기통 (제 1 내지 제 4 기통) 의 연소 상태의 지표 (Xfn) 와 기준치 (Xfr) 와의 차 (ΔXfn : 즉, 기통별 편차) (요컨대, $\Delta Xf1=Xf1-Xfr$, $\Delta Xf2=Xf2-Xfr$, $\Delta Xf3=Xf3-Xfr$, $\Delta Xf4=Xf4-Xfr$) 가 얻어진다. 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (Xfn) 는 후술하는 바와 같이 연료 분사량의 격차의 영향을 나타내고 있기 때문에, 기준치 (Xfr) 로부터의 편차 (ΔXfn) 를 산출함으로써 연료 분사량의 격차를 알 수 있다.

본 실시형태에서는, 도 6a 내지 도 7b 에 있어서 통상 운전시에 있어서의 값, 예를 들어 XA0 가 기준치 (Xfr) 에 상당한다. 그리고 이 XA0 와 각 기통에서의 값, 예를 들어 XA1 과의 차, 예를 들어 $\Delta XA1$ 이 편차 (ΔXfn) 로서 산출된다. 따라서, 도 6a 에서의 $\Delta XA1$, $\Delta XA2$ 가 단계 103 에 있어서의 편차 (ΔXfn) 에 상당한다. 마찬가지로 도 6b 에서의 $\Delta XB1$, $\Delta XB2$, 도 7a 에서의 $\Delta XC1$, $\Delta XC2$, 및 도 7b 에서의 $\Delta XD1$, $\Delta XD2$ 도 편차 (ΔXfn) 에 상당한다. 또한, 도 6a, 도 6b, 도 7a 및 도 7b 에서는 2 개의 기통에 관해서만 나타나 있지만, 실제로는 다른 기통, 예를 들어 4 기통인 경우에는 나머지 2 개의 기통에 관해서도 동일한 편차가 산출된다. 또, 다른 실시형태에 있어서는 각 기통에 대하여 얻어진 상기 지표 (Xfn) 의 평균값 ($Xfavg (= \sum Xfn/n)$) 을 산출하여, 평균값 ($Xfavg$) 과 각 지표 (Xfn) 와의 편차 ($=Xfavg-Xfn$) 를 편차 (ΔXfn) 또는 후술하는 편차 (ΔXsn) 로 해도 된다.

이어서 단계 104에 있어서는, 밸브 개방 특성을 제 2 밸브 개방 특성으로 했을 때의 연소 상태의 지표 (X_{sn})가 기통별로 검출된다. 이것은 도 5의 제어 루틴의 단계 101과 동일한 제어 단계이다. 본 제어 루틴에 의한 제어에 있어서도, 이 제 2 밸브 개방 특성에 있어서는 상기 제 1 밸브 개방 특성의 경우보다도 작용각 및/또는 리프트량이 작아진다. 따라서, 제 2 밸브 개방 특성시에는 흡기량은 비교적 작아진다. 또, 밸브 개방 특성 제어 장치에 의해 작용각과 리프트량의 일방만을 제어하는 실시형태의 경우에는 작용각 또는 리프트량이 상기 제 1 밸브 개방 특성의 경우보다도 작아진다.

또, 단계 104에 있어서 밸브 개방 특성을 제 2 밸브 개방 특성으로 했을 때의 흡기량, 그리고 회전수 및 기관 부하는, 단계 101에 있어서 밸브 개방 특성이 제 1 밸브 개방 특성이었을 때와 동일하게 되도록 된다. 즉, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57)가 정상적으로 작동하고 있다고 한다면 각 밸브 개방 특성의 경우에 동일한 흡기량 등이 되도록 서로 밸브 (56)가 제어된다. 또, 당연한 일이지만, 단계 104에서 검출하는 연소 상태의 지표 (X_{sn})는 단계 101에서 검출한 연소 상태의 지표 (X_{fn})와 동일한 종류의 것이 된다.

단계 104에 있어서 기통마다 제 2 밸브 개방 특성에서의 상기 연소 상태의 지표 (X_{sn})가 검출되면, 단계 105로 진행된다. 단계 105에 있어서는 지표 (X_{fn})와 기준치 (X_{fr})와의 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)를 구하고, 이어서, 이 차의 절대값 ($|X_{fn}-X_{fr}|$)이 소정의 값 ($C1'$)보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 단계 105에 있어서의 소정의 값 ($C1'$)은 제로보다 큰 값이다. 전술한 소정의 값 ($C1$)의 경우와 마찬가지로, 소정의 값 ($C1'$)도 부하 (L) 및 기관 회전수 (N)의 함수로서 맵의 형태로 ECU (27) 내에 기억되어 있다. 또, 단계 103을 통과하고 있는 경우에는 편차 (ΔX_{fn})의 절대값을 직접적으로 사용하도록 해도 된다. 단계 105에 있어서 절대값 ($|X_{fn}-X_{fr}|$)이 소정의 값 ($C1'$)보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 106으로 진행하고, 절대값 ($|X_{fn}-X_{fr}|$)이 소정의 값 ($C1'$)보다도 크지 않다고 판정된 경우에는 단계 107로 진행한다.

여기서, 상기 단계 105에 있어서의 전술한 판정에 대해서 설명한다. 밸브 개방 특성 제어 장치 (57)에 격차가 있는 경우, 즉 밸브 개방 특성에 격차가 있는 경우에는 기통간의 흡기량에 차가 발생하지만, 작용각이나 리프트량이 작을수록 그 영향이 커지는 것을 알고 있다. 한편, 작용각이나 리프트량이 클수록, 밸브 개방 특성의 격차에 근거하는 지표에 대한 영향은 작다. 그리고, 작용각이나 리프트량이 어떤 정도 이상의 값이면, 밸브 개방 특성의 격차의 영향은 거의 무시할 수 있는 것으로 생각할 수 있다. 이 때문에, 작용각이나 리프트량이 비교적 클 때, 즉 제 1 밸브 개방 특성시에 전술한 지표에 대한 영향이 검출되는 경우에는, 이 원인은, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57)의 격차에 의한 것이 아니라, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 이외의 부분, 본 발명에서는 연료 분사 장치에 의한 연료 분사량의 격차에 의한 것이라고 판단할 수 있다. 즉, 단계 105와 같이 지표 (X_{fn})와 기준치 (X_{fr})와의 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)의 절대값 ($|X_{fn}-X_{fr}|$)이 소정의 값 ($C1'$)보다도 큰 경우에는, 연료 분사량의 격차가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 한편, 작용각이나 리프트량이 비교적 작을 때, 즉 제 2 밸브 개방 특성시에 전술한 지표에 대한 영향이 발생한 경우에는, 이 원인은 밸브 개방 특성 제어 장치 (57)에 의한 밸브 개방 특성의 격차가 발생되어 있을 뿐 아니라 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 이외의 부분인 연료 분사 장치에 의한 연료 분사량의 격차가 혼재되어 있다.

그리고 지표 (X_{fn})과 기준치 (X_{fr})와의 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)의 절대값 ($|X_{fn}-X_{fr}|$)이 소정의 값 ($C1'$)보다도 큰 경우에는 단계 106으로 진행한다. 단계 106에 있어서는, 단계 104에서 산출한 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (X_{sn})로부터, 지표 (X_{fn})과 기준치 (X_{fr})와의 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)를 뺀으로써, 제 2 밸브 개방 특성에 관한 새로운 지표 (X_{sn}') ($=X_{sn}-(X_{fn}-X_{fr})$)를 각 기통별로 산출한다. 예를 들어 내연기관이 4기통인 경우에는 X_{s1}' ($=X_{s1}-(X_{f1}-X_{fr})$)~ X_{s4}' ($=X_{s4}-(X_{f4}-X_{fr})$)까지의 4개의 새로운 지표가 산출된다. 여기서, 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)는 절대값이 아니라, 플러스 마이너스 부호를 포함한 상태인 채이다. 따라서, 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)가 플러스 값인 경우에는 새로운 지표 (X_{sn}')는 원래의 지표 (X_{sn})보다도 작아지고, 차 ($X_{fn}-X_{fr}$)가 마이너스 값인 경우에는 새로운 지표 (X_{sn}')는 원래의 지표 (X_{sn})보다도 커진다. 이와 같이, 연료 분사량의 격차분 ($X_{fn}-X_{fr}=\Delta X_{fn}$)을 보정해 줌으로써, 연료 분사량의 격차의 영향을 포함하고 있지 않은 새로운 지표 (X_{sn}')를 산출할 수 있다. 따라서, 새로운 지표 (X_{sn}')는 밸브 개방 특성의 격차만의 영향을 나타내게 된다.

이어서 단계 107에 있어서는, 단계 104에서 얻어진 지표 (X_{sn}) 또는 단계 106에서 얻어진 새로운 지표 (X_{sn}')와 이들 지표에 관해서 미리 정한 기준치 (X_{sr})와의 차 (보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기)의 절대값이 산출된다. 즉 새로운 지표 (X_{sn}')가 산출되지 않은 경우 (단계 105에서 NO 판정된 경우)에는 지표 (X_{sn}) (4기통의 경우에는 $X_{s1}\sim X_{s4}$)와 기준치 (X_{sr})와의 차의 절대값 ($|X_{sn}-X_{sr}|$)이 산출된다. 그리고, 단계 106에서 새로운 지표 (X_{sn}')가 기통별로 산출된 경우에는, 새로운 지표 (X_{sn}') (4기통인 경우에는 $X_{s1}'\sim X_{s4}'$)와 기준치 (X_{sr})와의 차의 절대값 ($|X_{sn}'-X_{sr}|$)이 산출된다. 이 기준치 (X_{sr})는, 상기 기준치 (X_{fr})와 마찬가지로 각 운전 상태에 있어서의 그 지표에 관한 정상인 값 또는 목표로 하는 값이다. 그리고 단계 107에서는 이들 차의 절대값 ($|X_{sn}-X_{sr}|$, 또는 $|X_{sn}'-X_{sr}|$)이 소정의 값 ($C2$)보다도 큰지 아닌지 여부가 판정된다. 상기 단계 107에 있어서의 소정의 값 ($C2$)은 제로보다 큰 값이다. 도 8b는 소정의 값 ($C2$)의 맵을 나타내는 도면이다. 도 8b에 나타나는 바와 같이, 소정의 값 ($C2$)은 부하 (L) 및 기관 회전수 (N)의 함수로서 맵의 형태로 ECU (27) 내에 기억되어 있다. 단계 107에 있어서, 차의 절대값 ($|X_{sn}-X_{sr}|$, 또는 $|$

$|X_{sn}' - X_{sr}|$) 이 소정의 값 (C2) 보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 108 로 진행한다. 한편, 단계 107 에 있어서 전술한 차의 절대값이 소정의 값보다도 크지 않다고 판정된 경우에는, 밸브 개방 특성의 격차가 존재하고 있지 않다고 판정되어 처리를 종료한다. 또, 소정 기준치 (X_{sr}) 가 지표 (X_{s1}) 에서 지표 (X_{s4}) 까지의 평균값 ($X_{savg} (= \sum X_{sn}/n)$) 이어도 된다.

단계 108 에 있어서는, 단계 104 에서 얻어진 지표 (X_{sn}) 또는 단계 106 에서 얻어진 새로운 지표 (X_{sn}') 와 이들 지표에 관해서 미리 정한 기준치 (X_{sr}) 와의 차 (ΔX_{sr} : 보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) 가 기통별로 산출된다. 이 기준치 (X_{sr}) 는, 상기 기준치 (X_{fr}) 와 마찬가지로 각 운전 상태에 있어서의 그 지표에 관한 정상인 값 또는 목표로 하는 값이다. 예를 들어 전술한 제 1 밸브 개방 특성의 경우와는 다른 제 2 밸브 개방 특성시에 관한, 도 6a 에 나타내는 관계가 얻어졌다고 하면, 통상 운전시에 있어서의 값, 예를 들어 X_{A0} 가 기준치 (X_{sr}) 에 상당한다. 그리고 이 X_{A0} 와 각 기통에서의 값, 예를 들어 X_{A1} 과의 차, 예를 들어 ΔX_{A1} 이 편차 (ΔX_{sn}) 로서 산출된다. 따라서, 이 경우에는 도 6a 에서의 ΔX_{A1} , ΔX_{A2} 가 단계 108 에 있어서의 편차 (ΔX_{sn}) 에 상당한다. 전술한 경우와 같이, 도 6b 에서의 ΔX_{B1} , ΔX_{B2} , 도 7a 에서의 ΔX_{C1} , ΔX_{C2} , 및 도 7b 에서의 ΔX_{D1} , ΔX_{D2} 도 편차 (ΔX_{sn}) 에 상당할 수 있다. 단계 108 에 의해, 각 기통 (제 1 내지 제 4 기통) 의 연소 상태의 지표 (X_{sn}) 또는 새로운 지표 (X_{sn}') 와 기준치 (X_{sr}) 와의 차 (ΔX_{sn} : 즉, 기통별 편차) (요컨대, $\Delta X_{s1} = X_{s1} - X_{sr}$, $\Delta X_{s2} = X_{s2} - X_{sr}$, $\Delta X_{s3} = X_{s3} - X_{sr}$, $\Delta X_{s4} = X_{s4} - X_{sr}$, 또는 $\Delta X_{s1} = X_{s1}' - X_{sr}$, $\Delta X_{s2} = X_{s2}' - X_{sr}$, $\Delta X_{s3} = X_{s3}' - X_{sr}$, $\Delta X_{s4} = X_{s4}' - X_{sr}$) 가 얻어지고, 처리를 종료한다. 전술한 바와 같이 제 2 밸브 개방 특성시의 지표 (X_{sn}) 에서는, 연료 분사량의 격차와 밸브 개방 특성의 격차가 혼재할 수 있지만, 본 발명에 있어서는 연료 분사량의 격차가 존재하는 경우에는 이를 보정하고 있기 (지표 (X_{sn}) 로부터 차 ($X_{fn} - X_{fr}$) 를 뺀) 때문에, 기준치 (X_{sr}) 로부터의 편차 (ΔX_{sn}) 를 산출함으로써 밸브 개방 특성의 격차만을 산출할 수 있다.

도 9a 는 예로서 4 개의 기통 (#1~#4) 을 구비한 내연기관 중의 임의의 기통 #1 및 기통 #2 에 있어서 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (X_{fn}) 를 나타내는 도면이다. 또한, 도 9b 는 임의의 기통 #1, #2 에 있어서 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (X_{sn}) 를 나타내는 도면이다. 이들 도면에 나타내는 점선 X 는 기준치이고, 도 6a 에서의 X_{A0} , 도 6b 에서의 X_{B0} , 도 7a 에서의 X_{C0} 및 도 7b 에서의 X_{D0} 에 상당한다. 도 9a 에 나타나는 바와 같이 기통 #1 및 기통 #2 에 있어서의 제 1 밸브 개방 특성시의 지표 (X_{fn}) 가 대략 동일하거나, 또는 도시하지 않았지만 이들이 소정의 값 (C1) 을 넘지 않을 정도로 약간이나마 벗어나 있는 경우에는, 도 5 의 단계 102 에 있어서 지표 (X_{fn}) 와 기준치 (X_{fr}) 와의 차의 절대값 ($|X_{fn} - X_{fr}|$) 이 소정의 값 (C1) 보다 크지 않다고 판정 (NO 판정) 된다. 따라서, 이 경우에는 단계 103 을 통과하지 않고 단계 104 로 진행하게 된다. 그리고, 지표 (X_{fn}) 와 기준치 (X_{fr}) 와의 차 ($X_{fn} - X_{fr}$) 의 절대값 ($|X_{fn} - X_{fr}|$) 이 소정의 값 (C1') 보다도 크지 않은 경우에는, 단계 106 에 있어서 연료 분사량의 격차분을 보정하는 일이 없다. 즉 연료 분사량의 격차가 발생되지 않은 것으로 판단된다. 그리고, 도 9b 에 나타나는 바와 같이 기통 #1 및 기통 #2 에 있어서의 제 2 밸브 개방 특성시의 지표 (X_{sn}) 가 대략 동일하거나, 또는 도시하지 않았지만 이들이 소정의 값 (C2) 을 넘지 않을 정도로 약간이나마 벗어나 있는 경우에는, 단계 107 에 있어서 지표 (X_{sn}) 와 기준치 (X_{sr}) 와의 차의 절대값 ($|X_{sn} - X_{sr}|$) 이 소정의 값 (C2) 보다 크지 않다고 판정 (NO 판정) 된다. 요컨대, 이 경우에는 밸브 개방 특성의 격차도 발생되지 않은 것으로 판단된다.

도 10a 및 도 10b 는, 다른 경우의 임의의 기통 #1, #2 에 있어서 제 1 및 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (X_{sn}) 를 나타내는 도 9a 및 도 9b 와 동일한 도면이다. 점선 X 에 대해서는 전술한 바와 같다. 도 10a 에 나타나는 바와 같이 기통 #1 및 기통 #2 에 있어서의 제 1 밸브 개방 특성시의 지표 (X_{fn}) 가 대략 동일하거나, 또는 도시하지 않았지만 이들이 소정의 값 (C1) 을 넘지 않을 정도로 약간이나마 벗어나 있는 경우에는, 전술한 바와 같이 단계 102 에 있어서 NO 판정되고, 단계 104 로 진행한다. 그리고, 지표 (X_{fn}) 와 기준치 (X_{fr}) 와의 차 ($X_{fn} - X_{fr}$) 의 절대값 ($|X_{fn} - X_{fr}|$) 이 소정의 값 (C1') 보다도 크지 않은 경우에는, 단계 106 에 있어서 연료 분사량의 격차분을 보정하는 일이 없다. 즉 연료 분사량의 격차는 발생되지 않은 것으로 판단된다. 한편, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표 (X_{sn}) 가 도 10b 에 나타나는 바와 같이 지표 (X_{s1} , X_{s2}) 는 기준치 (X) 으로부터 서로 반대 방향으로 벗어나 있다. 이러한 경우에는 도 5 에 나타내는 프로그램 (100) 의 단계 107 에 있어서 지표 (X_{sn}) 와 기준치 (X_{sr}) 와의 차의 절대값 ($|X_{sn} - X_{sr}|$) 이 소정의 값 (C2) 보다 크다고 판정 (YES 판정) 될 수 있다. 그리고, 단계 108 에 있어서 편차 (ΔX_{sn} : ΔX_{s1} 및 ΔX_{s2}) 가 산출된다. 즉, 이 경우에는 밸브 개방 특성의 격차만이 발생하는 것으로 판단된다.

그런데, 도 5 의 프로그램 (100) 의 단계 102 에 있어서 제 1 밸브 개방 특성시의 지표 (X_{fn}) 와 기준치 (X_{fr}) 와의 차의 절대값 ($|X_{fn} - X_{fr}|$) 이 소정의 값 (C1) 보다 크다고 판정되는 (YES 판정) 경우에는, 적어도 3 가지 패턴으로 분류할 수 있다. 도 11 은, 도 5 의 단계 102 에 있어서 YES 판정되었을 때의 또 다른 3 가지 패턴을 설명하기 위한 플로우차트이다. 따라서, 도 11 을 참조하면서, 이들 3 가지 패턴에 관해서 설명한다.

우선, 도 11 에 나타내는 단계 201 에 있어서 도 5 의 단계 103 에서 산출한 편차 (ΔX_{fn}) 의 플러스 마이너스 부호와 단계 108 에서 산출되는 편차 (ΔX_{sn}) 의 플러스 마이너스 부호가 동일하지 아닌지가 판정된다. 이들 편차 (ΔX_{fn}) 와 편차

(ΔX_{sn})의 부호가 같은 경우에는, 단계 202로 진행한다. 단계 202에 있어서는, 이들 편차(ΔX_{fn})의 절대값($|\Delta X_{fn}|$)과 편차(ΔX_{sn})의 절대값($|\Delta X_{sn}|$)이 서로 동일하지, 즉 $|\Delta X_{fn}| = |\Delta X_{sn}|$ 인지 여부가 판정된다. 그리고, 단계 202에 있어서 $|\Delta X_{fn}| = |\Delta X_{sn}|$ 이라고 판정된 경우에는, 단계 203으로 진행한다.

도 12a 내지 도 12c는 도 11의 단계 203으로 진행되는 경우의 지표(X_{fn}), 지표(X_{sn}), 및 보정 후의 새로운 지표(X_{sn}')를 각각 나타내는 도면이다. 도 12a에 나타내는 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{f1} , X_{f2})는 기준치(X)로부터 각각 ΔX_{f1} , ΔX_{f2} 만큼 서로 반대 방향으로 벗어나 있다. 한편, 도 12b에 나타나는 바와 같이 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{s1} , X_{s2})도 기준치(X)로부터 각각 ΔX_{s1} , ΔX_{s2} 만큼 서로 반대 방향으로 벗어나 있다. 그리고, ΔX_{s1} , ΔX_{s2} 의 벗어남 방향은, 도 12a에 나타내는 ΔX_{f1} , ΔX_{f2} 의 벗어남 방향과 동일하게 되어 있고, 따라서, 단계 201에 있어서 YES 판정된다. 또한, 도 12a 및 도 12b에서 알 수 있듯이, 이들 ΔX_{f1} 의 절대값($|\Delta X_{f1}|$)과 ΔX_{s1} 의 절대값($|\Delta X_{s1}|$)이 동일하게 되어 있는 것과 함께, ΔX_{f2} 의 절대값($|\Delta X_{f2}|$)과 ΔX_{s2} 의 절대값($|\Delta X_{s2}|$)이 동일하게 되어 있다. 즉 $|\Delta X_{fn}| = |\Delta X_{sn}|$ 이 성립하고 있어, 단계 202에 있어서 YES 판정된다. 그리고, $|\Delta X_{fn}| = |\Delta X_{sn}|$ 이 성립하고 있기 때문에, 도 5의 단계 106에 있어서의 보정에 의해 얻어진 새로운 지표(X_{sn}')에 관한 ΔX_{sn} 은 도 12c에 나타내는 바와 같이 대강 제로가 된다. 즉, 이 경우에는 보정 전(도 12b)에 있어서는 편차(ΔX_{sn})가 존재하고 있어, 밸브 개방 특성의 격차가 존재하고 있는 것처럼 보이지만, 전술한 보정을 실시함으로써, 실제로는 편차(ΔX_{sn})는 존재하고 있지 않고, 따라서, 밸브 개방 특성의 격차는 발생되지 않은 것을 알 수 있다(도 12c를 참조 바람).

다시 도 11을 참조하면, 단계 202에 있어서 편차(ΔX_{fn})의 절대값($|\Delta X_{fn}|$)과 편차(ΔX_{sn})의 절대값($|\Delta X_{sn}|$)이 같지 않다고, 즉 $|\Delta X_{fn}| \neq |\Delta X_{sn}|$ 라고 판정된 경우에는 단계 204로 진행하게 된다. 도 13a 내지 도 13c는 단계 204로 진행되는 경우의 지표(X_{fn}), 지표(X_{sn}), 및 보정 후의 새로운 지표(X_{sn}')를 각각 나타내는 도면이다. 도 13a는 도 12a와 거의 동일하기 때문에 설명을 생략한다. 한편, 도 13b에 나타나는 바와 같이 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{s1} , X_{s2})도 기준치(X)로부터 각각 ΔX_{s1} , ΔX_{s2} 만큼 서로 반대 방향으로 벗어나 있고, 이들 ΔX_{s1} , ΔX_{s2} 의 벗어남 방향은, 도 13a에 나타내는 ΔX_{f1} , ΔX_{f2} 의 벗어남 방향과 각각 동일하게 되어 있다. 따라서, 단계 201에 있어서 YES 판정된다.

그러나, 도 13a 및 도 13b에서 알 수 있듯이, ΔX_{s1} 의 절대값($|\Delta X_{s1}|$)은 ΔX_{f1} 의 절대값($|\Delta X_{f1}|$)보다도 크게 되어 있고, 또한 ΔX_{s2} 의 절대값($|\Delta X_{s2}|$)도 ΔX_{f2} 의 절대값($|\Delta X_{f2}|$)보다 크게 되어 있다. 즉, 이 경우에는, $|\Delta X_{fn}| \neq |\Delta X_{sn}|$ 로 되고, 따라서, 단계 202에 있어서 NO 판정된다. 그리고, 이 경우에 도 5의 단계 106에 있어서의 보정에 의해 새로운 지표(X_{sn}')(= $X_{sn} - (X_{fn} - X_{fr})$)를 산출하면, 새로운 지표(X_{sn}')는 도 13c에 나타낸 바와 같이 된다. 즉, 보정 후의 새로운 지표(X_{sn}')에 근거하는 ΔX_{sn} (도 13c)은, 보정 전의 ΔX_{sn} (도 13b)의 벗어남 방향과 같게 되어 있지만, 보정 후의 ΔX_{sn} 의 절대값($|\Delta X_{sn}|$)은, 보정 전의 ΔX_{sn} 의 절대값($|\Delta X_{sn}|$)보다도 작아져 있다. 즉, 이 경우에는 보정 전(도 13b)에 있어서는 편차(ΔX_{sn})가 비교적 커져 있고, 따라서, 밸브 개방 특성의 격차와 연료 분사량의 격차와의 합계가 비교적 크게 보이지만, 실제로는 보정 후에 있어서의 새로운 편차(ΔX_{sn})는 비교적 작아져 있는 것을 알 수 있다. 즉, 이 경우에는 보정 전의 편차(ΔX_{sn})중의 대부분은 연료 분사량의 격차에 근거하는 것으로, 밸브 개방 특성의 격차 자체는 실제로는 비교적 작았던 것을 알 수 있다.

다시 도 11을 참조하면, 전술한 단계 201에 있어서 편차(ΔX_{fn})의 플러스 마이너스 부호와 편차(ΔX_{sn})의 플러스 마이너스 부호 부호가 같지 않다고 판정된 경우에는 단계 205로 진행한다. 도 14a 내지 도 14c는 단계 205로 진행할 수 있는 임의의 어느 한 경우의 지표(X_{fn}), 지표(X_{sn}), 및 보정 후의 새로운 지표(X_{sn}')를 각각 나타내는 도면이다. 도 14a에 나타나는 바와 같이 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{f1} , X_{f2})는 기준치(X)로부터 각각 ΔX_{f1} , ΔX_{f2} 만큼 서로 반대 방향으로 벗어나 있다. 한편, 도 14b에서는 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{s1} , X_{s2})는 기준치(X)로부터 벗어나 있지 않거나, 또는 이들 지표(X_{s1} , X_{s2})가 도 14a에서의 ΔX_{f1} , ΔX_{f2} 의 벗어남 방향에 대하여 각각 반대 방향으로 약간이나마 벗어나 있어도 된다. 다음으로, 전술한 단계 106에 있어서의 지표(X_{sn})에 관하여 보정하면, 보정 후의 새로운 지표(X_{sn}')는 도 14c에 나타낸 바와 같이 된다. 즉, 도 14a에 나타내는 연료 분사량의 격차분이 보정되기 때문에, 보정 후의 새로운 지표(X_{s1}' , X_{s2}')는 기준치(X)로부터 ΔX_{s1} , ΔX_{s2} 만큼 벗어나게 된다. 특히, 이 경우에는 도 14b에 나타나는 바와 같이 일견하면 제 2 밸브 개방 특성시의 지표(X_{sn})의 벗어남이 존재하지 않기 때문에 밸브 개방 특성의 격차가 발생하지 않은 것처럼 보이지만, 전술한 보정을 함으로써 지표(X_{sn})의 격차, 즉 밸브 개방 특성의 격차가 실제로는 발생하고 있었음을 알 수 있다.

또, 이상에서는 밸브 개방 특성을 2개의 다른 밸브 개방 특성(제 1 밸브 개방 특성 및 제 2 밸브 개방 특성)으로 변화시키는 경우를 예로 들어 설명했지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것이 아니라, 밸브 개방 특성을 3가지 이상의 다른 밸브 개방 특성으로 변화시키고, 그 때의 상기 지표의 상기 편차나 상기 기준치와의 차의 변화에 근거하여 밸브 개방 특성 격차 및 연료 분사량의 격차를 검출하도록 해도 된다.

이와 같이, 본 발명에 있어서는 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차뿐만 아니라, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차도 고려하고 있다. 이와 같이, 상이한 2 가지 밸브 개방 특성에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 각 기통의 편차를 산출하고, 이들 편차를 사용하여 보정함으로써, 기통간의 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다. 특히, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차 (ΔX_{sn})의 실측치가 제로에 가까운 경우에는, 밸브 개방 특성의 격차가 검출되지 않을 가능성이 있었지만, 본 발명에서는 이러한 경우라도 밸브 개방 특성 격차의 발생 여부를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다. 또한 당연한 일이지만, 기술한 실시형태 중의 몇 개를 적절히 조합시키는 것은 본 발명의 범위에 포함된다.

도 15는, 본 발명의 밸브 개방 특성 제어 장치가 탑재된 다른 불꽃 점화식 내연기관의 횡단면도이다. 도 15에 나타나는 바와 같이, 내연기관(1)의 흡기 통로가 그 흡기 통로의 양측에 각각 배치된 흡기 매니폴드(71, 72)에 접속되어 있다. 그리고, 흡기 매니폴드(71)의 각 통로는 내연기관(1)의 좌(左)뱅크(BL)에서 일렬로 배치된 제 1 기통(#1), 제 3 기통(#3), 제 5 기통(#5)의 각각에 연결되어 있다. 마찬가지로, 흡기 매니폴드(72)의 각 통로는 내연기관(1)의 우(右)뱅크(BR)에서 일렬로 배치된 제 2 기통(#2), 제 4 기통(#4), 제 6 기통(#6)의 각각에 연결되어 있다. 즉, 본 발명에 있어서는 홀수(uneven number, UN) 번호의 기통이 좌뱅크(BL)에 배치되는 것과 함께, 짝수(even number, EN) 번호의 기통이 우뱅크(BR)에 배치되어 있다. 또, 도 15에 있어서는 각 뱅크에 3개의 기통이 배치되어 있지만, 각 뱅크(BL, BR)에서의 기통 수가 달라도 된다.

도 16은 도 15에 나타내는 내연기관을 정면에서 본 종단면도이다. 도 16에서 알 수 있듯이, 이 경우의 내연기관(1)은, 좌뱅크(BL)의 제 1 기통(#1)과 우뱅크(BR)의 제 2 기통(#2)이 V자 형상을 이루고 있는 소위 V형 내연기관이다. 그리고, 도 16에 나타나는 바와 같이, 좌뱅크(BL)의 각 기통 #1, #3, #5의 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 설정하는 밸브 개방 특성 제어 장치(57L)와, 우뱅크(BR)의 각 기통 #2, #4, #6의 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 설정하는 밸브 개방 특성 제어 장치(57R)가 내연기관(1)에 설치되어 있다. 여기서, 밸브 개방 특성 제어 장치(57L, 57R)는 도 3 및 도 4를 참조하여 설명한 밸브 개방 특성 제어 장치(57)와 동일하기 때문에 설명을 생략한다.

이하, 이러한 V형 내연기관에 있어서의 각 뱅크간 격차 검출에 관해서 설명한다. 도 17은, 도 15 및 도 16에 나타내는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다. 도 17에 나타내는 프로그램(300)은 흡기량이 일정해지는 통상 운전의 경우, 예를 들어 워밍업 후의 아이들링 운전시에 ECU(27)에 의해 실시된다. 도 17에 나타내는 프로그램(300)중, 단계 301 내지 단계 308에 관해서는, 도 5의 단계 101 내지 108과 동일하기 때문에 설명을 생략한다. 단계 308에 있어서 산출되는 편차(ΔX_{sn})는, 제 1 기통(#1)에 관한 편차(ΔX_{s1}), 제 2 기통(#2)에 관한 편차(ΔX_{s2}), 제 3 기통(#3)에 관한 편차(ΔX_{s3}), 제 4 기통(#4)에 관한 편차(ΔX_{s4}), 제 5 기통(#5)에 관한 편차(ΔX_{s5}), 및 제 6 기통(#6)에 관한 편차(ΔX_{s6})를 포함하고 있다. 그리고, 단계 309에 있어서, 이들 편차를 각 뱅크에 관해서 각각 평균화한다. 즉 단계 309에 있어서는, 좌뱅크(BL)에 관한 편차(ΔX_{s1} , ΔX_{s3} , ΔX_{s5}), 즉 홀수(UN) 번호의 기통의 편차($\Delta X_{sn}(UN)$)의 평균값($avg\Delta X_{sn}(UN)$)을 산출하는 것과 함께, 우뱅크(BR)에 관한 편차(ΔX_{s2} , ΔX_{s4} , ΔX_{s6}), 즉 짝수(EN) 번호의 기통의 편차($\Delta X_{sn}(EN)$)의 평균값($avg\Delta X_{sn}(EN)$)을 산출한다. 그리고, 평균값($avg\Delta X_{sn}(UN)$)을 좌뱅크(BL)에 관한 편차(ΔX_{sL})로 하는 동시에, 평균값($avg\Delta X_{sn}(EN)$)을 우뱅크(BR)에 관한 편차(ΔX_{sR})로 한다.

이러한 편차(ΔX_{sL}) 및 편차(ΔX_{sR})를 구하는 모양을 도 18a 및 도 18b를 참조하여 설명한다. 도 18a 및 도 18b에서의 세로축은 제 2 밸브 개방 특성시의 지표(X_{sn})를 나타내고 있고, 여기서는 단계 306에서 산출된 보정 후의 지표(X_{sn}')가 나타나 있다. 도 18a에서의 가로축은 도 15 등에 나타내는 내연기관의 제 1 기통(#1) 내지 제 6 기통(#6)을 나타내고 있다. 또한, 도 18b에서의 가로축은 좌뱅크(BL) 및 우뱅크(BR)를 나타내고 있다. 또, 이들 도면에 나타내는 점선(X)은 도 9 등의 경우와 동일한 기준치이다.

도 17의 단계 308에 있어서 산출되는 편차(ΔX_{sn}), 즉 편차(ΔX_{s1})에서 편차(ΔX_{s6})는, 예를 들어 도 18a에 나타나는 바와 같이 분포하고 있는 것으로 한다. 요컨대, 도 18a에서 알 수 있듯이, 좌뱅크(BL)의 각 기통의 편차(ΔX_{s1} , ΔX_{s3} , ΔX_{s5})가 기준치(X)를 대강 상회하도록 분포하고 있다. 이에 대하여, 우뱅크(BR)의 각 기통의 편차(ΔX_{s2} , ΔX_{s4} , ΔX_{s6})는 기준치(X)를 대강 하회하도록 분포하고 있다. 그리고, 도 17의 단계 309에 있어서, 각 뱅크에서의 각 편차를 각각 평균화함으로써 좌뱅크(BL)에서의 편차(ΔX_{sL}) 및 우뱅크(BR)에서의 편차(ΔX_{sR})를 산출하면, 편차(ΔX_{sL}) 및 편차(ΔX_{sR})의 위치는 각각 도 18b에 나타나는 바와 같이 결정된다. 이와 같이, 각 뱅크에 있어서의 기통의 편차(ΔX_{sn})을 평균화함으로써, 뱅크별 편차(ΔX_{sL}) 및 편차(ΔX_{sR})를 알 수 있다. 기술한 바와 같이, 편차(ΔX_{sn})는 흡기 밸브(9)의 밸브 개방 특성의 격차를 나타내고 있기 때문에, 뱅크별 편차(ΔX_{sL}) 및 편차(ΔX_{sR})를 산출함으로써, 각 뱅크에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차의 경향을 판단하는 것이 가능해진다. 요컨대, 도 18b에 나타내는 경우에는, 좌

뱅크 (BL) 에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차는 기준치 (X) 보다도 큰 경향이 있고, 우뱅크 (BR) 에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차는 기준치 (X) 보다도 작은 경향이 있음을 알 수 있다. 특히 각 뱅크에서의 기통의 수가 많은 경우에는 밸브 개방 특성의 격차를 기통마다 판단할 필요가 없기 때문에, 뱅크간에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차를 구하기가 유리하다.

또, 도 17의 프로그램 (300) 에 있어서는, 단계 308 에 있어서 편차 (ΔX_{sn}) 를 산출한 후에 단계 309 에 있어서 이들 편차 (ΔX_{sn}) 를 뱅크마다 평균화 처리하고 있지만, 평균화 처리하지 않고, 편차 (ΔX_{sL}) 및 편차 (ΔX_{sR}) 를 구하는 다른 방법을 채용해도 된다. 예를 들어 좌뱅크 (BL) 내의 3 개의 기통 중 임의의 하나의 기통, 예를 들어 뱅크의 중앙에 위치하는 제 3 기통 (#3) 에 관한 편차 (ΔX_{s3}) 만 산출하고, 이것을 좌뱅크 (BL) 에서의 편차 (ΔX_{sL}) 로 해도 된다. 또한, 평균화 처리하지 않고, 예를 들어 좌뱅크 (BL) 의 편차 (ΔX_{s1} , ΔX_{s3} , ΔX_{s5}) 중 가운데 값을 (예를 들어 $\Delta X_{s1} < \Delta X_{s3} < \Delta X_{s5}$ 인 경우에는, 편차 ΔX_{s3}) 좌뱅크 (BL) 에 관한 편차 (ΔX_{sL}) 로서 채용할 수도 있다. 우뱅크 (BR) 에 대해서도 마찬가지로 평균화 처리하지 않고, 편차 (ΔX_{sR}) 를 결정하도록 해도 된다.

그런데, 좌뱅크 (BL) 에서의 편차 (ΔX_{sL}), 및 우뱅크 (BR) 에서의 편차 (ΔX_{sR}) 는 도 17 에 나타내는 프로그램 (300) 이외의 방법으로 산출하는 것도 가능하다. 도 19 및 도 20 은, 도 15 및 도 16 에 나타내는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치의 동작을 위한 프로그램의 다른 플로우차트를 나타내는 도면으로, 도 19 및 도 20 에 나타내는 프로그램 (500) 은 흡기량이 일정해지는 통상 운전인 경우, 예를 들어 워밍업 후의 아이들링 운전시에 ECU (27) 에 의해 실시된다. 이하, 도 19 및 도 20 을 참조하면서, 편차 (ΔX_{sL}) 및 편차 (ΔX_{sR}) 를 산출하는 다른 산출 방법에 관해서 설명한다.

도 19 의 단계 501a 에서는, 프로그램 (100) 의 경우와 동일하게 제 1 밸브 개방 특성에 있어서의 연소 상태의 지표 (X_{fn}) 가 기통별로 검출된다. 이 경우에는, 도 15 에 나타내는 내연기관 (1) 이 6 개의 기통, 즉 제 1 기통 (#1) ~ 제 6 기통 (#6) 을 포함하고 있기 때문에, 지표 (X_{f1}) ~ 지표 (X_{f6}) 가 검출되게 된다. 또, 이 제 1 밸브 개방 특성에는 작용각 및/또는 리프트량이 비교적 큰 경우로서, 밸브 개방 특성의 격차를 무시할 수 있는 정도로 작은 경우가 선택된다. 따라서, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서는 흡기량은 비교적 많아진다. 또, 밸브 개방 특성 제어 장치에 의해 작용각과 리프트량 중 일방만을 제어하는 실시형태인 경우에는 작용각 또는 리프트량이 비교적 큰 경우가 된다. 또한, 단계 501 및 후술하는 단계 504 에 있어서의 연소 상태의 지표에 관해서는, 도 6a, 도 6b, 도 7a 및 도 7b 를 참조한 경우와 동일하기 때문에 설명을 생략한다.

이어서, 단계 501b 로 진행하여, 제 1 기통 (#1) ~ 제 6 기통 (#6) 에 관한 지표 (X_{f1}) ~ 지표 (X_{f6}) 를 각 뱅크에 대해서 평균화한다. 전술한 바와 같이 좌뱅크 (BL) 에는 제 1 기통 (#1), 제 3 기통 (#3) 및 제 5 기통 (#5) 이 배치되어 있고, 우뱅크 (BR) 에는 제 2 기통 (#2), 제 4 기통 (#4) 및 제 6 기통 (#6) 이 배치되어 있다. 따라서, 단계 501b 에서는, 우선, 좌뱅크 (BL) 에 관한 지표 (X_{f1} , X_{f3} , X_{f5}), 즉 홀수 (UN) 번호의 기통의 지표 ($X_{fn}(UN)$) 의 평균값 ($avgX_{fn}(UN)$) 을 산출하여, 이 평균값을 좌뱅크 (BL) 에 관한 지표 (X_{fL}) 로 한다. 마찬가지로, 우뱅크 (BR) 에 관한 지표 (X_{f2} , X_{f4} , X_{f6}), 즉 짝수 (EN) 번호의 기통의 지표 ($X_{fn}(EN)$) 의 평균값 ($avgX_{fn}(EN)$) 을 산출하여, 이 평균값을 우뱅크 (BR) 에 관한 지표 (X_{fR}) 로 한다.

또, 단계 501a 에서 지표 (X_{fn}) 를 검출한 후에 단계 501b 에서 이들 지표 (X_{fn}) 를 뱅크마다 평균화 처리하고 있지만, 프로그램 (500) 에 있어서도, 평균화 처리하지 않고 지표 (X_{fL}) 및 지표 (X_{fR}) 를 구하는 다른 방법을 채용해도 된다. 예를 들어 좌뱅크 (BL) 내의 3 개의 기통 중 임의의 한 기통, 예를 들어 뱅크 중앙에 위치하는 제 3 기통 (#3) 에 관한 연소 상태의 지표만을 검출하여, 이것을 좌뱅크 (BL) 에서의 연소 상태의 지표 (X_{fL}) 로 해도 된다. 또한, 평균화 처리하지 않고, 예를 들어 좌뱅크 (BL) 의 지표 (X_{f1} , X_{f3} , X_{f5}) 중 가운데 값을 좌뱅크 (BL) 에 관한 지표 (X_{fL}) 로서 채용할 수도 있다. 우뱅크 (BR) 에 대해서도 동일하다.

이들 좌뱅크 (BL) 에 관한 지표 (X_{fL}) 및 우뱅크 (BR) 에 관한 지표 (X_{fR}) 가 산출되면, 단계 502 로 진행한다. 단계 502 에 있어서는, 단계 501 에 있어서 얻어진 상기 지표 (X_{fL} , X_{fR}) 와 이들 지표에 관해서 미리 정한 기준치 (X_{frL} , X_{frR}) 와의 차 (보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) 의 절대값이 산출되고, 이들 차의 절대값이 소정의 값 (D1) 보다 큰지 아닌지가 판정된다. 이들 기준치 (X_{frL} , X_{frR}) 는, 그 연소 상태의 지표에 관해서 각 운전 상태에 있어서의 정상인 값 또는 목표로 하는 값으로서, 사전에 실험 등에 의해 구하고 맵화하여 ECU (27) 에 기억시켜 둔다. 즉, 예를 들어 기관 회전수, 액셀러레이터 개도 등으로부터 그 때의 연소 상태의 지표의 기준치 (X_{frL} , X_{frR}) 가 얻어지도록 해 둔다. 또한, 상기 단계 502 에 있어서의 소정의 값 (D1) 은 제로보다 큰 값이다. ECU (27) 에 있어서, 지표 (X_{fL} , X_{fR}) 와 기준치 (X_{frL} , X_{frR}) 와의 각각의 차의 절대값 ($|X_{fL} - X_{frL}|$, $|X_{fR} - X_{frR}|$) 중 적어도 일방이 소정의 값 (D1) 보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 503 으로 진행하고, 이 차의 절대값 ($|X_{fn} - X_{frL}|$, $|X_{fL} - X_{frR}|$) 이 소정의 값 (D1) 보다도 크지 않다고 판정된 경우에는 단계 504a 로 진행한다. 또, 소정의 기준치 (X_{frL} , X_{frR}) 가 지표 (X_{f1}) 에서 지표 (X_{f6}) 까지의 평균값 ($X_{favg} (= \sum X_{fn}/n)$) 이어도 된다.

단계 503에 있어서는 단계 501b에서 얻어진 상기 지표(X_{fL} , X_{fR})와 그 지표에 관해서 미리 정한 기준치(X_{frL} , X_{frR})와의 각각의 차(보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기)(ΔX_{fL} , ΔX_{fR} : 즉, $\Delta X_{fL} = X_{fL} - X_{frL}$, $\Delta X_{fR} = X_{fR} - X_{frR}$)가뱅크별로 산출된다. 이들 기준치(X_{frL} , X_{frR})는, 그 연소 상태의 지표에 관해서 각 운전 상태에 있어서의 정상인값 또는 목표로 하는 값으로서, 사전에 실험 등에 의해 구하고 맵화하여 ECU (27)에 기억시켜 둔다. 즉, 예를 들어 기관 회전수, 액셀러레이터 개도 등으로부터 그 때의 연소 상태의 지표의 기준치(X_{frL} , X_{frR})가 얻어지도록 해 둔다. 단계 503에 의해, 각 뱅크(좌뱅크(BL) 및 우뱅크(BR))의 연소 상태의 지표(X_{fL} , X_{fR})와 기준치(X_{frL} , X_{frR})와의 차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR} : 즉, 뱅크별 편차)가 얻어진다. 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 지표(X_{fL} , X_{fR})는, 전술한 X_{fn} 과 동일하게, 연료 분사량의 격차의 영향을 나타내고 있기 때문에, 기준치(X_{frL} , X_{frR})로부터의 편차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR})를 산출함으로써 연료 분사량의 격차를 알 수 있다.

본 실시형태에서는, 도 6a 내지 도 7b에서 통상 운전시에 있어서의 값, 예를 들어 X_{A0} 이 기준치(X_{frL} , X_{frR})에 상당한다. 그리고 이 X_{A0} 와 각 뱅크에서의 값, 예를 들어 X_{A1} 과의 차, 예를 들어 ΔX_{A1} 이, 편차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR})로서 산출된다. 따라서, 도 6a에서의 ΔX_{A1} , ΔX_{A2} 가 단계 503에 있어서의 편차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR})에 상당할 수 있다. 마찬가지로 도 6b에서의 ΔX_{B1} , ΔX_{B2} , 도 7a에서의 ΔX_{C1} , ΔX_{C2} , 및 도 7b에서의 ΔX_{D1} , ΔX_{D2} 도 편차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR})에 상당할 수 있다.

이어서 단계 504a에서는, 밸브 개방 특성을 제 2 밸브 개방 특성으로 했을 때의 연소 상태의 지표(X_{sn})가 기통별로 검출된다. 이 경우에는, 도 15에 나타내는 내연기관(1)이 6개의 기통, 즉 제 1 기통(#1)~제 6 기통(#6)을 포함하고 있기 때문에, 지표(X_{s1})~지표(X_{s6})가 검출되게 된다. 본 제어 루틴에 의한 제어에 있어서도, 이 제 2 밸브 개방 특성에 있어서는 상기 제 1 밸브 개방 특성의 경우보다도 작용각 및/또는 리프트량이 작아진다. 따라서, 제 2 밸브 개방 특성시에는 흡기량은 비교적 작아진다. 또, 밸브 개방 특성 제어 장치에 의해 작용각과 리프트량 중 일방만을 제어하는 실시형태의 경우에는 작용각 또는 리프트량이 상기 제 1 밸브 개방 특성의 경우보다도 작아진다.

그리고, 단계 504a에 있어서 밸브 개방 특성을 제 2 밸브 개방 특성으로 했을 때의 흡기량, 그리고 회전수 및 기관 부하는, 단계 501에 있어서 밸브 개방 특성이 제 1 밸브 개방 특성이었을 때와 같아지도록 된다. 즉, 밸브 개방 특성 제어 장치(57L, 57R)가 정상적으로 작동하고 있는 것으로 하면 각 밸브 개방 특성시에 동일한 흡기량 등이 되도록 스톱 밸브(56)가 제어된다. 또, 당연한 일이지만, 단계 504a에서 검출하는 연소 상태의 지표(X_{sn})는 단계 501에서 검출한 연소 상태의 지표(X_{fn})과 같은 종류의 것이 된다.

이어서, 단계 504b로 진행하여, 제 1 기통(#1)~제 6 기통(#6)에 관한 지표(X_{s1})~지표(X_{s6})를 각 뱅크에 관해서 평균화한다. 전술한 바와 같이 좌뱅크(BL)에는 제 1 기통(#1), 제 3 기통(#3) 및 제 5 기통(#5)이 배치되어 있고, 우뱅크(BR)에는 제 2 기통(#2), 제 4 기통(#4) 및 제 6 기통(#6)이 배치되어 있다. 따라서, 단계 504b에서는, 좌뱅크(BL)에 관한 지표(X_{s1} , X_{s3} , X_{s5}), 즉 홀수(UN)번호의 기통의 지표($X_{sn}(UN)$)의 평균값($avgX_{sn}(UN)$)을 산출하여, 이 평균값을 좌뱅크(BL)에 관한 지표(X_{sL})로 한다. 마찬가지로, 우뱅크(BR)에 관한 지표(X_{s2} , X_{s4} , X_{s6}), 즉 짝수(EN)번호의 기통의 지표($X_{sn}(EN)$)의 평균값($avgX_{sn}(EN)$)을 산출하여, 이 평균값을 우뱅크(BR)에 관한 지표(X_{sR})로 한다.

또, 지표(X_{fL} , X_{fR})에 관해서 전술한 경우와 마찬가지로, 평균화 처리하지 않고 지표(X_{sL} , X_{sR})를 구하도록 해도 된다.

단계 504b에 있어서 뱅크마다 제 2 밸브 개방 특성에서의 상기 연소 상태의 지표(X_{sL} , X_{sR})가 검출되면, 단계 505로 진행한다. 단계 505에 있어서는 지표(X_{fL} , X_{fR})와 각각의 기준치(X_{frL} , X_{frR})와의 차($X_{fL} - X_{frL}$, $X_{fR} - X_{frR}$)를 구하고, 이어서, 이들 차의 절대값($|X_{fL} - X_{frL}|$, $|X_{fR} - X_{frR}|$)이 소정의 값($D1'$)보다도 크지 아닌지가 판정된다. 단계 505에 있어서의 소정의 값($D1'$)은 제로보다 큰 값이다. 전술한 소정의 값($D1$)의 경우와 마찬가지로, 소정의 값($D1'$)도 부하(L) 및 기관 회전수(N)의 함수로서 맵의 형태로 ECU (27)내에 기억되어 있다. 또, 단계 503를 통과하고 있는 경우에는 편차(ΔX_{fL} , ΔX_{fR})의 절대값을 직접적으로 사용하도록 해도 된다. 단계 505에 있어서 절대값($|X_{fL} - X_{frL}|$, $|X_{fR} - X_{frR}|$)중 적어도 일방이 소정의 값($D1'$)보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 506으로 진행하고, 절대값($|X_{fL} - X_{frL}|$, $|X_{fR} - X_{frR}|$)이 소정의 값($D1'$)보다도 크지 않다고 판정된 경우에는 단계 507로 진행한다.

여기서, 상기 단계 505에 있어서의 전술한 판정에 관해서 설명한다. 밸브 개방 특성 제어 장치(57L, 57R)에 격차가 있는 경우, 즉 밸브 개방 특성에 격차가 있는 경우에는 뱅크간의 흡기량에 차가 발생하지만, 작용각이나 리프트량이 작을수록 그 영향이 커지는 것을 알고 있다. 한편, 작용각이나 리프트량이 클수록, 밸브 개방 특성의 격차에 근거하는 지표에 대한 영향은 작다. 그리고, 작용각이나 리프트량이 어느 정도 이상의 값이면, 밸브 개방 특성의 격차의 영향은 거의 무시할 수 있는 것으로 생각할 수 있다. 이 때문에, 작용각이나 리프트량이 비교적 클 때, 즉 제 1 밸브 개방 특성시에 전술한 지표에

대한 영향이 검출되는 경우에는, 이 원인은, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L, 57R) 의 격차에 의한 것이 아니고, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L, 57R) 이외의 부분, 본 발명에서는 연료 분사 장치에 의한 연료 분사량의 격차에 의한 것이라고 판단할 수 있다. 즉, 단계 505 와 같이 지표 (XfL, XfR) 와 각각의 기준치 (XfrL, XfrR) 와의 차 (XfL-XfrL, XfR-XfrR) 의 절대값 (|XfL-XfrL|, |XfR-XfrR|) 이 소정의 값 (D1') 보다도 큰 경우에는, 연료 분사량의 격차가 발생한 것으로 판단할 수 있다. 한편, 작용각이나 리프트량이 비교적 작을 때, 즉 제 2 밸브 개방 특성시에 전술한 지표에 대한 영향이 발생한 경우에는, 이 원인은 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L, 57R) 에 의한 밸브 개방 특성의 격차가 발생되어 있을 뿐만 아니라 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L, 57R) 이외의 부분인 연료 분사 장치에 의한 연료 분사량의 격차가 혼재되어 있다.

그리고 지표 (XfL, XfR) 와 각각의 기준치 (XfrL, XfrR) 와의 차 (XfL-XfrL, XfR-XfrR) 의 절대값 (|XfL-XfrL|, |XfR-XfrR|) 중 적어도 일방이 소정의 값 (D1') 보다도 큰 경우에는 단계 506 으로 진행한다. 단계 506 에 있어서는, 단계 504b 에서 산출한 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 좌뱅크 (BL) 에 관한 지표 (XsL) 로부터, 지표 (XfL) 와 기준치 (XfrL) 와의 차 (XfL-XfrL) 를 뺀으로써, 제 2 밸브 개방 특성에 관한 새로운 지표 (XsL' (=XsL-(XfL-XfrL))) 를 산출한다. 마찬가지로, 우뱅크 (BR) 에 관한 지표 (XsR) 로부터, 지표 (XfR) 와 기준치 (XfrR) 와의 차 (XfR-XfrR) 를 뺀으로써, 제 2 밸브 개방 특성에 관한 새로운 지표 (XsR' (=XsR-(XfR-XfrR))) 를 산출한다. 여기서, 차 (XfL-XfrL) 및 차 (XfR-XfrR) 는 절대값이 아니라, 플러스 마이너스 부호를 포함한 상태인 채이다. 따라서, 차 (XfL-XfrL) 및 차 (XfR-XfrR) 가 플러스 값인 경우에는 새로운 지표 (XsL', XsR') 는 원래의 지표 (XsL, XsR) 보다도 작아지고, 차 (XfL-XfrL) 및 차 (XfR-XfrR) 가 마이너스 값인 경우에는 새로운 지표 (XsL', XsR') 는 원래의 지표 (XsL, XsR) 보다도 커진다. 이와 같이, 연료 분사량의 격차분 (XfL-XfrL= Δ XfL 및 XfR-XfrR= Δ XfR) 을 보정해 줌으로써, 연료 분사량의 격차의 영향을 포함하고 있지 않은 새로운 지표 (XsL', XsR') 를 산출할 수 있다. 따라서, 새로운 지표 (XsL') 는 좌뱅크 (BL) 에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차의 영향만을 나타내고, 새로운 지표 (XsR') 는 우뱅크 (BR) 에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차의 영향만을 나타내게 된다.

이어서 단계 507 에 있어서는, 단계 504b 에서 얻어진 지표 (XsL, XsR) 또는 단계 506 에서 얻어진 새로운 지표 (XsL', XsR') 와 이들 지표에 관해서 미리 정한 각각의 기준치 (XsrL, XsrR) 와의 차 (보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) 의 절대값이 산출된다. 즉 새로운 지표 (XsL', XsR') 가 산출되지 않은 경우 (단계 505 에서 NO 판정된 경우) 에는 지표 (XsL, XsR) 와 이들 각 기준치 (XsL, XsR) 와의 차의 절대값 (|XsL-XsrL|, |XsR-XsrR|) 이 산출된다. 그리고, 단계 506 에서 뺀 새로운 지표 (XsL', XsR') 가 산출된 경우에는, 새로운 지표 (XsL', XsR') 와 이들 각 기준치 (XsrL, XsrR) 와의 차의 절대값 (|XsL'-XsrL|, |XsR'-XsrR|) 이 산출된다. 이들 기준치 (XsrL, XsrR) 는, 상기 기준치 (XfrL, XsrR) 와 마찬가지로 각 운전 상태에 있어서의 그 지표에 관한 정상인 값 또는 목표로 하는 값이다. 그리고 단계 507 에서는 이들 차의 절대값 (|XsL-XsrL| 또는 |XsL'-XsrL| 및 |XsR-XsrR| 또는 |XsR'-XsrR|) 이 소정의 값 (D2) 보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 상기 단계 507 에 있어서의 소정의 값 (D2) 은 제로보다 큰 값이다. 소정의 값 (D2) 은 부하 (L) 및 기관 회전수 (N) 의 함수로서 맵의 형태로 ECU (27) 내에 기억되어 있다. 단계 507 에 있어서, 차의 절대값 (|XsL-XsrL| 또는 |XsL'-XsrL| 및 |XsR-XsrR| 또는 |XsR'-XsrR|) 이 소정의 값 (D2) 보다도 크다고 판정된 경우에는 단계 508 로 진행한다. 한편, 단계 507 에 있어서 전술한 차의 절대값이 소정의 값보다도 크지 않다고 판정된 경우에는, 밸브 개방 특성의 격차가 존재하고 있지 않다고 판정되어 처리를 종료한다. 또, 소정의 기준치 (XsrL, XsrR) 가 지표 (Xs1) 에서 지표 (Xs6) 까지의 평균값 (Xsavg (=ΣXsn/n)) 이어도 된다.

단계 508 에 있어서는, 단계 504b 에서 얻어진 지표 (XsL, XsR) 또는 단계 506 에서 얻어진 새로운 지표 (XsL', XsR') 와 이들 지표에 관해서 미리 정한 각 기준치 (XsrL, XsrR) 와의 뺀 차이 (보다 상세하게는 미리 정한 기준치와의 차의 크기) (Δ XsL (=XsL-XsrL, 또는 =XsL'-XsrL), Δ XsR (=XsR-XsrR, 또는 =XsR'-XsrR)) 가 산출된다. 이들 기준치 (XsrL, XsrR) 는, 상기 기준치 (XfrL, XsrR) 와 마찬가지로 각 운전 상태에 있어서의 그 지표에 관한 정상인 값 또는 목표로 하는 값이다. 예를 들어 전술한 제 1 밸브 개방 특성의 경우와는 다른 제 2 밸브 개방 특성시에 관한 도 6a 에 나타내는 관계가 얻어졌다고 하면, 통상 운전시에 있어서의 값, 예를 들어 XA0 이 기준치 (XsrL, XsrR) 에 상당한다. 그리고 이 XA0 과 각 기통에서의 값, 예를 들어 XA1 과의 차, 예를 들어 Δ XA1 이, 편차 (Δ XsL, Δ XsR) 로서 산출된다. 따라서, 이 경우에는 도 6a 에서의 Δ XA1, Δ XA2 가 단계 508 에 있어서의 편차 (Δ XsL, Δ XsR) 에 상당할 수 있다. 전술한 경우와 마찬가지로, 도 6b 에서의 Δ XB1, Δ XB2, 도 7a 에서의 Δ XC1, Δ XC2, 및 도 7b 에서의 Δ XD1, Δ XD2 도 편차 (Δ XsL, Δ XsR) 에 상당할 수 있다. 단계 508 에 의해, 각 뺀 차이에서의 연소 상태의 지표 (XsL, XsR) 또는 새로운 지표 (XsL', XsR') 와 기준치 (XsrL, XsrR) 와의 차 (Δ XsL, Δ XsR) 가 얻어지고, 처리를 종료한다. 전술한 바와 같이 제 2 밸브 개방 특성시의 지표 (XsL, XsR) 에 있어서는 연료 분사량의 격차와 밸브 개방 특성의 격차가 혼재할 수 있지만, 본 발명에서는 연료 분사량의 격차가 존재하는 경우에는 이것을 보정하고 있기 (지표 (XsL, XsL') 로부터 차 (XfL-XfrL) 를 감산하는 것과 함께, 지표 (XsR, XsR') 로부터 차 (XfR-XfrR) 를 감산) 때문에, 편차 (Δ XsL, Δ XsR) 를 산출함으로써 밸브 개방 특성의 격차만을 산출할 수 있다.

이와 같이, 본 발명에서는 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차뿐만 아니라, 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차도 고려하고 있다. 이와 같이, 다른 2 개의 밸브 개방 특성에 있어서의 연소 상태의 지표로부터 각 बैं크에서의 편차를 산출하고, 이들 편차를 사용하여 보정함으로써, बैं크간 격차를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다. 특히, 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 편차 (ΔX_{sn})의 실측치가 제로에 가까운 경우에는 밸브 개방 특성의 격차가 검출되지 않을 가능성이 있었지만, 본 발명에서는 이러한 경우이더라도 밸브 개방 특성 격차의 발생 유무를 정확하게 검출하는 것이 가능해진다.

그런데, 좌뱅크 (BL)에서의 편차 (ΔX_{sL}), 우뱅크 (BR)에서의 편차 (ΔX_{sR})가 산출된 후에 있어서는, 이들 편차 (ΔX_{sL}), 편차 (ΔX_{sR})가 배제되도록 각 बैं크에 대한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L), 밸브 개방 특성 제어 장치 (57R) (도 16를 참조 바람)를 조정하는 것이 바람직하다.

도 21는, 도 15 및 도 16에 나타내는 내연기관인 경우에 있어서의 बैं크간 격차를 배제하기 위해 이루어지는 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다. 이하, 도 21을 참조하면서, 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L, 57R)를 조정함으로써 बैं크간의 밸브 개방 특성의 격차에 관한 편차 (ΔX_{sL}), 편차 (ΔX_{sR})를 배제하는 것에 대해서 설명한다. 도 21에 나타내는 프로그램 (600)의 단계 601에 있어서는, 좌뱅크 (BL)의 편차 (ΔX_{sL}) 및 우뱅크 (BR)의 편차 (ΔX_{sR})의 양쪽을 취득한다. 이들 편차 (ΔX_{sL}) 및 편차 (ΔX_{sR})는, 도 17에 나타내는 프로그램 (300)의 단계 309 또는 도 19 및 도 20에 나타내는 프로그램 (500)의 단계 508 중 어느 하나로부터 얻어져 ECU (27)에 기억되어 있는 것으로 한다. 따라서, 단계 601에 있어서는, 이들 편차 (ΔX_{sL} , ΔX_{sR})를 ECU (27)로부터 취득한다.

이어서, 단계 602에 있어서, 편차 (ΔX_{sL})가 소정의 값 (ΔX_{sL0})보다도 큰지 아닌지, 및 편차 (ΔX_{sR})가 소정의 값 (ΔX_{sR0})보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 소정의 값 (ΔX_{sL0} , ΔX_{sR0})은 실험 등에 의해 미리 정해진, 영에 가까운 값으로서, ECU (27)의 ROM 또는 RAM에 미리 투입되어 있는 것으로 한다. 편차 (ΔX_{sL})가 소정의 값 (ΔX_{sL0})보다도 크지 않고, 또 편차 (ΔX_{sR})가 소정의 값 (ΔX_{sR0})보다도 크지 않은 경우에는, 밸브 개방 특성의 격차가 약간이나마 존재하지만 무시할 수 있을 정도라고 판단하여 처리를 종료한다. 한편, 편차 (ΔX_{sL})가 소정의 값 (ΔX_{sL0})보다도 큰 경우, 및 편차 (ΔX_{sR})가 소정의 값 (ΔX_{sR0})보다도 큰 경우 중 적어도 일방이 성립하는 경우에는, 단계 603으로 진행한다. 단계 603에 있어서는, 좌뱅크 (BL)의 편차 (ΔX_{sL})가 우뱅크 (BR)의 편차 (ΔX_{sR})보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 편차 (ΔX_{sL})가 편차 (ΔX_{sR})보다도 큰 경우에는 단계 604로 진행하고, 편차 (ΔX_{sL})가 편차 (ΔX_{sR})보다도 작은 경우에는 단계 605로 진행한다.

단계 604에 있어서는, 좌뱅크 (BL)에서의 기통의 흡기 밸브 (9)에 관한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L)의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)로부터 소정의 값 (α)을 뺀으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)로 한다. 그리고, 우뱅크 (BR)에서의 기통의 흡기 밸브에 관한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57R)의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)에 소정의 값 (β)을 더함으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)로 한다. 소정의 값 (α , β)은 각각 영보다도 큰 미소한 값이고, ECU (27)에 미리 투입되어 있는 것으로 한다. 이들 소정의 값 (α , β)은 서로 같은 값이어도 된다.

한편, 단계 605으로 진행되는 경우에는, 단계 604의 경우와는 반대로, 좌뱅크 (BL)에서의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L)의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)에 소정의 값 (α)을 더함으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)로 한다. 그리고, 우뱅크 (BR)에서의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57R)의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)로부터 소정의 값 (β)을 뺀으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)로 한다.

또, 단계 604 및 단계 605에 있어서의 소정의 값 (α , β)은, 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL, VR)와 이들 소정의 값과의 각각의 차 ($VL-\alpha$, $VR-\beta$)가 제로 이상이 되는 값이다.

이어서, 단계 606에 있어서는, 단계 604 또는 단계 605에서 얻어진 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)을 미리 정해진 베이스 목표치 (VL0)에 더하여, 이것을 좌뱅크 (BL)의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57L)에 관한 새로운 밸브 개방 특성 목표치로 한다. 우뱅크 (BR)에 관해서도 마찬가지로, 단계 604 또는 단계 605에서 얻어진 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)를 미리 정해진 베이스 목표치 (VR0)에 더하여, 이것을 우뱅크 (BR)의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57R)에 관한 새로운 밸브 개방 특성 목표치로 한다. 그리고, 다시 단계 601로 되돌아가, 이들 일련의 처리를 반복 실시함으로써 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL)와 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR)를 점차로 같은 값으로 근접시킨다. 그 결과, 좌뱅크 (BL)의 편차 (ΔX_{sL})과 우뱅크 (BR)의 편차 (ΔX_{sR})가 배제, 즉 좌뱅크 (BL)과 우뱅크 (BR)사이의 밸브 개방 특성의 격차가 배제되게 된다. 이와 같이 프로그램 (600)에 있어서는, 연료 분사량 격차를 포함하지 않

도록 검출된 기통간의 밸브 개방 특성 격차의 분만큼 밸브 개방 특성을 변경하고 있기 때문에, 보다 정밀한 제어가 가능해지고, 그것에 의해, 이러한 내연기관을 탑재한 자동차의 드라이브어빌리티 및 배기계에서의 에미션에 대한 악영향을 회피하는 것이 가능해진다.

또, 도 21 에 나타내는 프로그램 (600) 에 있어서는 미소한 값 (α , β) 을 반복적으로 빼거나 및/또는 더함으로써 편차 (ΔX_{sL}) 및 편차 (ΔX_{sR}) 를 배제하도록 하고 있다. 그러나, 단계 604 및 단계 605 에 있어서, 편차 (ΔX_{sL}) 와 편차 (ΔX_{sR}) 간의 차분의 절반값 ($=(\Delta X_{sL}-\Delta X_{sR})/2$) 을 소정의 값 (α , β) 으로서 사용하도록 해도 된다. 이 경우에는, 미소한 값 (α , β) 을 사용하여 처리를 반복 실시하는 경우보다도, 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VL) 와 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (VR) 를 직접적으로 동일하게 하여, 밸브 개방 특성을 배제하는 데에 소요되는 시간을 짧게 하는 것이 가능해진다.

그런데, 도 1 및 도 2 에 나타내는 내연기관 (1) 에 포함되는 제 1 기통 (#1) 내지 제 4 기통 (#4) 은 공통이면서 단일한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 에 의해 밸브 개방 특성이 제어되도록 되어 있지만, 내연기관이 각각의 복수의 기통에 대응한 복수의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57) 를 구비하고 있어, 각 기통의 흡기 밸브에 관한 밸브 개방 특성을 개별적으로 제어할 수 있는 경우도 있을 수 있다. 이러한 내연기관 (도시 생략) 에서도, 도 21 에 나타내는 프로그램 (600) 과 동일하게 제어하는 것이 가능하다.

이하, 예를 들어 4 기통 내연기관으로서 각 기통에 관한 밸브 개방 특성 제어 장치가 구비되어 있는 내연기관에서의 제어에 대해 설명한다. 도시하지 않은 이 내연기관은, 4 개의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#1)~57(#4)) (도시 생략) 를 구비하고 있고, 이들 각각의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#1)~57(#4)) 는 제 1 기통 (#1) 내지 제 4 기통 (#4) (모두 도시 생략) 각각의 밸브 개방 특성을 제어할 수 있는 것으로 한다. 도 22 는, 4 기통 내연기관으로서 각 기통에 대해서 밸브 개방 특성 제어 장치가 구비되어 있는 경우에 있어서의 기통간 격차를 배제하기 위해 이루어지는 동작을 위한 프로그램의 플로우차트를 나타내는 도면이다. 도 22 에 나타내는 프로그램 (700) 에 있어서는, 4 개의 기통 중 2 개의 기통, 여기서는 제 1 기통 (#1) 과 제 2 기통 (#2) 에 대해서 제어하는 것으로 한다.

도 22 에 나타내는 프로그램 (700) 의 단계 701 에 있어서는, 제 1 기통 (#1) 에 관한 편차 (ΔX_{s1}) 및 제 2 기통 (#2) 에 관한 편차 (ΔX_{s2}) 를 각각 취득한다. 이들 편차 (ΔX_{s1} , ΔX_{s2}) 는, 도 5 에 나타내는 프로그램 (100) 의 단계 108 로부터 구해지는 것으로 한다.

이어서, 단계 702 에 있어서, 편차 (ΔX_{s1}) 가 소정의 값 (ΔX_{s10}) 보다도 큰지 아닌지, 및 편차 (ΔX_{s2}) 가 소정의 값 (ΔX_{s20}) 보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 소정의 값 (ΔX_{s10} , ΔX_{s20}) 은 실험 등에 의해 미리 정해진, 영에 가까운 값으로서, ECU (27) 의 ROM 또는 RAM 에 미리 투입되어 있는 것으로 한다. 편차 (ΔX_{s1}) 가 소정의 값 (ΔX_{s10}) 보다도 크지 않고, 또 편차 (ΔX_{s2}) 가 소정의 값 (ΔX_{s20}) 보다도 크지 않은 경우에는, 밸브 개방 특성의 격차가 약간이나마 존재하지만 무시할 수 있을 정도라고 판단하여 처리를 종료한다. 한편, 편차 (ΔX_{s1}) 가 소정의 값 (ΔX_{s10}) 보다도 큰 경우, 및 편차 (ΔX_{s2}) 가 소정의 값 (ΔX_{s20}) 보다도 큰 경우 중 적어도 일방이 성립하는 경우에는, 단계 703 으로 진행한다. 단계 703 에 있어서는, 제 1 기통 (#1) 의 편차 (ΔX_{s1}) 가 제 2 기통 (#2) 의 편차 (ΔX_{s2}) 보다도 큰지 아닌지가 판정된다. 편차 (ΔX_{s1}) 가 편차 (ΔX_{s2}) 보다도 큰 경우에는 단계 704 로 진행하고, 편차 (ΔX_{s1}) 가 편차 (ΔX_{s2}) 보다도 작은 경우에는 단계 705 로 진행한다.

단계 704 에 있어서는, 제 1 기통 (#1) 의 흡기 밸브 (9) 에 관한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#1)) 의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 로부터 소정의 값 (α) 을 뺀으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 로 한다. 그리고, 제 2 기통 (#2) 의 흡기 밸브에 관한 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#2)) 의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 에 소정의 값 (β) 을 더함으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 로 한다. 소정의 값 (α , β) 은 각각 영보다도 큰 미소한 값이고, ECU (27) 에 미리 투입되어 있는 것으로 한다. 이들 소정의 값 (α , β) 은 서로 같은 값이어도 된다.

한편, 단계 705 로 진행하는 경우에는, 단계 704 의 경우와는 반대로, 제 1 기통 (#1) 에 있어서의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#1)) 의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 에 소정의 값 (α) 을 더함으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 로 한다. 그리고, 제 2 기통 (#2) 에 있어서의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#2)) 의 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 로부터 소정의 값 (β) 을 뺀으로써, 이것을 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 로 한다.

또, 단계 704 및 단계 705 에 있어서의 소정의 값 (α , β) 은, 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1, V2) 와 이들 소정의 값 (α , β) 과의 각각의 차 ($V1-\alpha$, $V2-\beta$) 가 영 이상이 되는 값이다.

이어서, 단계 706 에 있어서는, 단계 704 또는 단계 705 에서 얻어진 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 를 미리 정해진 베이스 목표치 (V10) 에 더하여, 이것을 제 1 기통 (#1) 의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#1)) 에 관한 새로운 밸브 개방 특성 목표치로 한다. 제 2 기통 (#2) 에 대해서도 마찬가지로, 단계 704 또는 단계 705 에서 얻어진 새로운 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 를 미리 정해진 베이스 목표치 (V20) 에 더하여, 이것을 제 2 기통 (#2) 의 밸브 개방 특성 제어 장치 (57(#2)) 에 관한 새로운 밸브 개방 특성 목표치로 한다. 그리고, 다시 단계 701 로 되돌아가, 이들 일련의 처리를 반복 실시함으로써 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V1) 와 목표 밸브 개방 특성 보정 학습치 (V2) 를 점차로 같은 값으로 근접시킨다. 그 결과, 제 1 기통 (#1) 의 편차 (ΔX_{s1}) 와 제 2 기통 (#2) 의 편차 (ΔX_{s2}) 가 배제, 즉 제 1 기통 (#1) 과 제 2 기통 (#2) 사이의 밸브 개방 특성의 격차가 배제되게 된다. 이어서, 제 1 기통 (#1) 의 편차 (ΔX_{s1}) 와 제 3 기통의 편차 (ΔX_{s3}) 에 관해서 프로그램 (700) 과 동일하게 처리한다. 이어서, 제 1 기통 (#1) 의 편차 (ΔX_{s1}) 와 제 4 기통 (#4) 의 편차 (ΔX_{s4}) 에 대해서도 프로그램 (700) 과 동일하게 처리한다. 이것에 의해, 내연기관의 모든 기통간에 있어서의 밸브 개방 특성의 격차를 배제할 수 있다. 이와 같이 프로그램 (700) 에 있어서는, 연료 분사량 격차를 포함하지 않도록 검출된 기통간의 밸브 개방 특성 격차의 분만큼 밸브 개방 특성을 변경하고 있기 때문에, 보다 정밀한 제어가 가능해지고, 그것에 의해, 이러한 내연기관을 탑재한 자동차의 드라이브어빌리티 및 배기계에서의 에미션에 대한 악영향을 회피하는 것이 가능해진다.

또한, 당연한 일이지만, 단계 704 및 단계 705 에 있어서 소정의 값 (α , β) 으로서, 편차 (ΔX_{s1}) 와 편차 (ΔX_{s2}) 간의 차분의 절반값 ($=(\Delta X_{s1}-\Delta X_{s2})/2$) 을 사용하도록 해도 된다.

또, 본 발명에 있어서는 특정한 실시형태에 근거하여 상세히 설명하고 있지만, 당업자라면, 본 발명의 범위 및 사상으로 부터 이탈하지 않고 각종 변경 및 수정을 행하는 것이 가능하다. 또한, 전술한 실시형태 중 몇 개를 적절히 조합하는 것은 본 발명의 범위에 포함된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

흡기 밸브의 작용각 또는 리프트량을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단을 구비하고, 그 밸브 개방 특성 설정 수단은 제 1 밸브 개방 특성과 그 제 1 밸브 개방 특성시보다도 작용각 또는 리프트량이 작은 제 2 밸브 개방 특성을 설정할 수 있도록 되어 있고,

또,

상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 각 기통 내의 연소 상태의 지표를 검출하는 것과 함께 이들 지표와 기준치와의 편차를 기통별로 산출하는 산출 수단과,

상기 산출 수단에 의해 산출된 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차를 사용하여 기통간의 격차를 검출하는 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 2.

흡기 밸브의 작용각 또는 리프트량을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단을 구비하고, 그 밸브 개방 특성 설정 수단은 제 1 밸브 개방 특성과 그 제 1 밸브 개방 특성시보다도 작용각 또는 리프트량이 작은 제 2 밸브 개방 특성을 설정할 수 있도록 되어 있고,

또,

상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 각 기통 내의 연소 상태의 지표를 검출하는 것과 함께 이들 지표와 연소 상태의 지표의 평균치와의 편차를 기통별로 산출하는 산출 수단과,

상기 산출 수단에 의해 산출된 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차와 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차를 사용하여 기통간의 격차를 검출하는 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 연료 분사량의 격차를 검출하고,

상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 밸브 개방 특성의 격차를 검출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 4.

제 3 항에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 각 기통별 편차에 의해 밸브 개방 특성의 격차를 검출할 때에, 제 1 밸브 개방 특성시에 검출된 각 기통별 연료 분사량의 격차량을 보정하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 5.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 검출 장치에 의해 기통간의 격차를 검출하는 경우에는, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 및 제 2 밸브 개방 특성시의 운전 조건이 동일해지도록 제어되는 것을 특징으로 하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 6.

제 5 항에 있어서, 상기 운전 조건은 회전수 및 토크인 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 7.

제 5 항에 있어서, 상기 검출 장치에 의해 기통간의 격차를 검출하는 경우는 내연기관의 아이들 상태에서 실시하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 8.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 9.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 검출 수단에 의해 검출된 기통간의 격차가 배제되도록, 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 한 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 10.

흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과,

그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 기통별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과,

상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각 기통별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과,

상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단은 각 기통별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키고,

상기 밸브 개방 특성 격차 검출 수단에 의해 검출된 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차가 배제되도록, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해서 상기 각 기통별 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 한 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 12.

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함하는 내연기관의 기통간 격차 검출 장치.

청구항 13.

각 बैं크별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과,

그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 기통별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과,

상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각 기통별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과,

상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각 기통별 밸브 개방 특성 격차를 검출하고, 이들 기통별 밸브 개방 특성 격차를 बैं크별로 평균화 처리함으로써 बैं크별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 बैं크간 격차 검출 장치.

청구항 14.

각 बैं크별로 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변화시키는 밸브 개방 특성 설정 수단과,

그 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해 설정되는 제 1 밸브 개방 특성시 및 그 제 1 밸브 개방 특성보다도 작은 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서의 상기 각 बैं크별 연소 상태의 지표를 검출하는 지표 검출 수단과,

상기 제 1 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표를 사용하여 상기 각뱅크별 연료 분사량의 격차를 검출하는 연료 분사량 격차 검출 수단과,

상기 제 2 밸브 개방 특성시에 있어서 상기 지표 검출 수단에 의해 검출된 상기 연소 상태의 지표와 상기 연료 분사량 격차 검출 수단에 의해 검출된 연료 분사량 격차를 사용하여 상기 각뱅크별 밸브 개방 특성 격차를 검출하는 밸브 개방 특성 격차 검출 수단을 구비하는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치.

청구항 15.

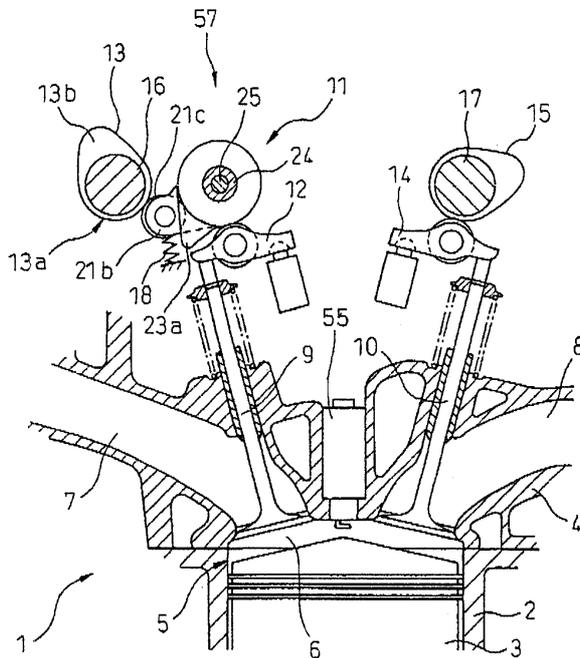
제 13 항 또는 제 14 항에 있어서, 상기 밸브 개방 특성 격차 검출 수단에 의해 검출된 상기 각뱅크별 밸브 개방 특성 격차가 배제되도록, 상기 밸브 개방 특성 설정 수단에 의해서 상기 각뱅크별 상기 흡기 밸브의 밸브 개방 특성을 변경하도록 한 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치.

청구항 16.

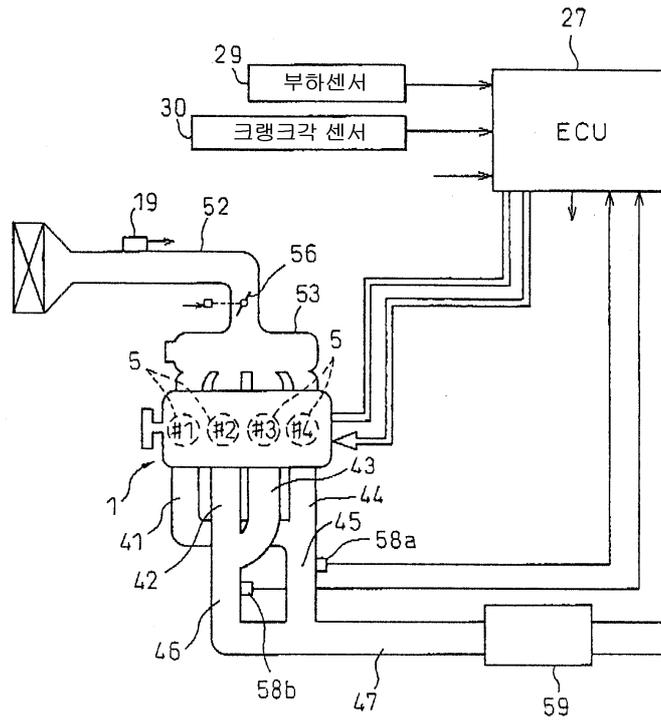
제 13 항 또는 제 14 항에 있어서, 상기 연소 상태의 지표는, 내연기관의 공연비, 회전 변동 및 연소압 중의 적어도 하나를 포함하는 내연기관의 뱅크간 격차 검출 장치.

도면

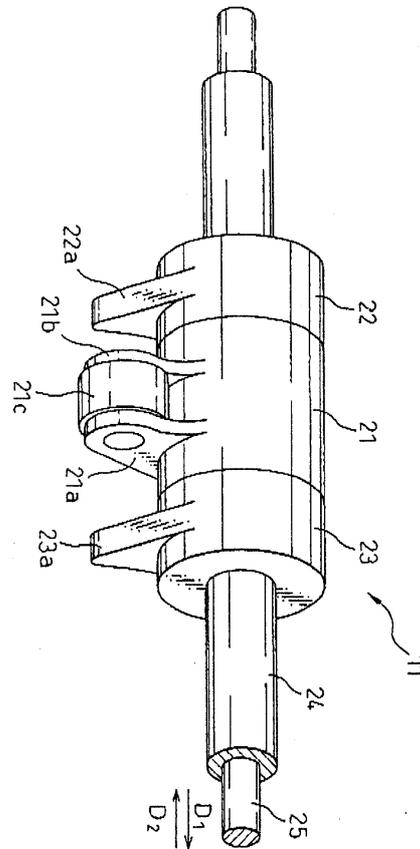
도면1



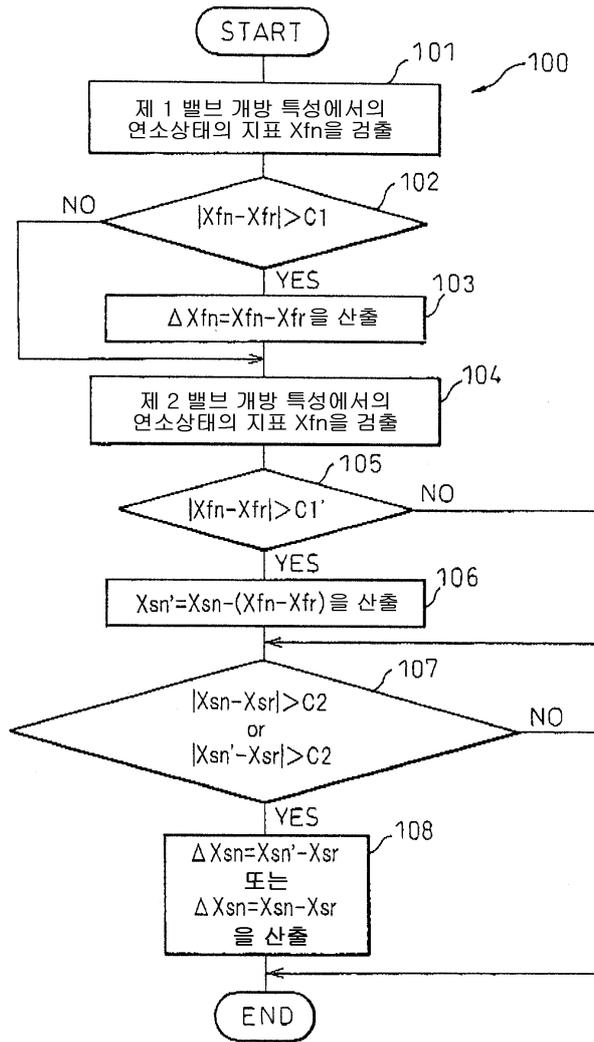
도면2



도면3

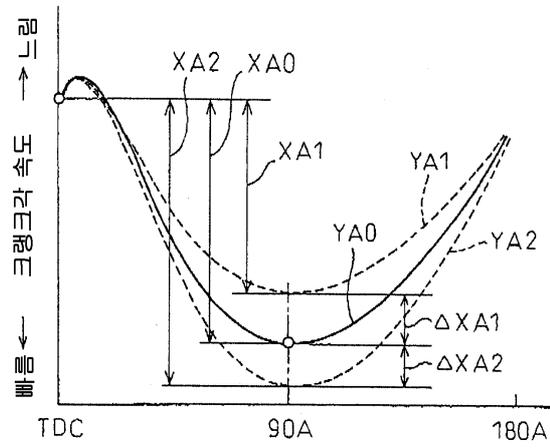


도면5

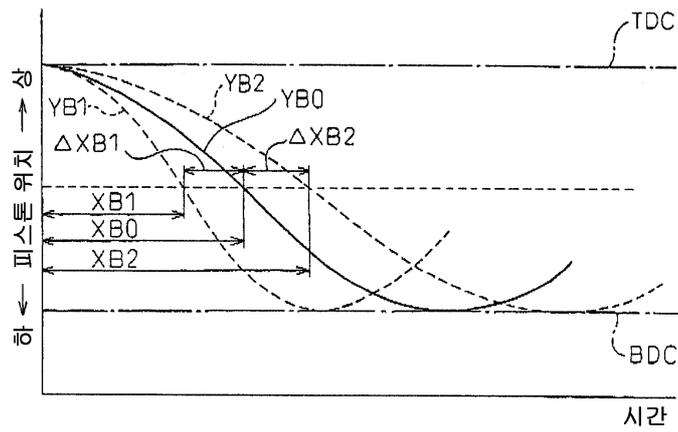


도면6

(a)

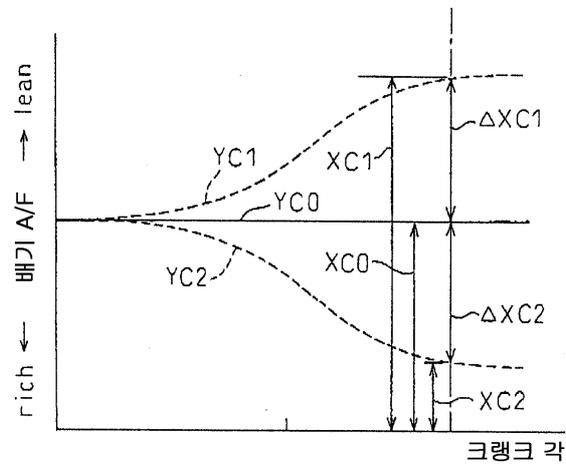


(b)

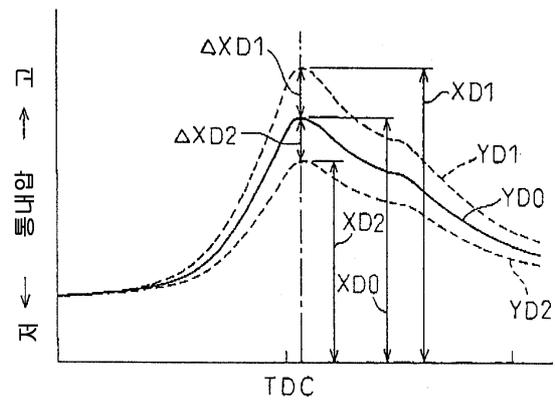


도면7

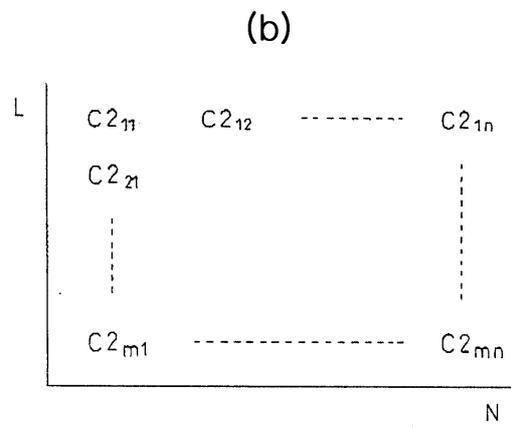
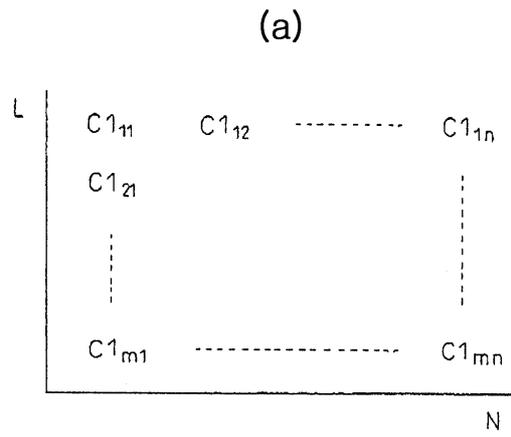
(a)



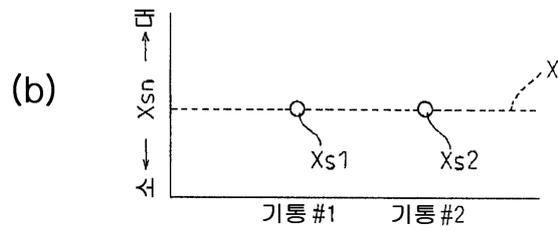
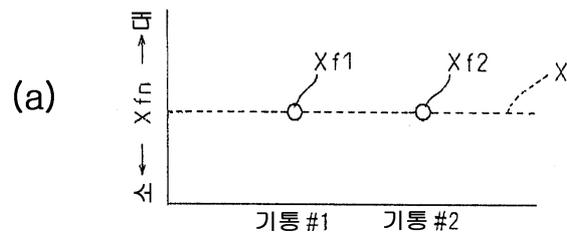
(b)



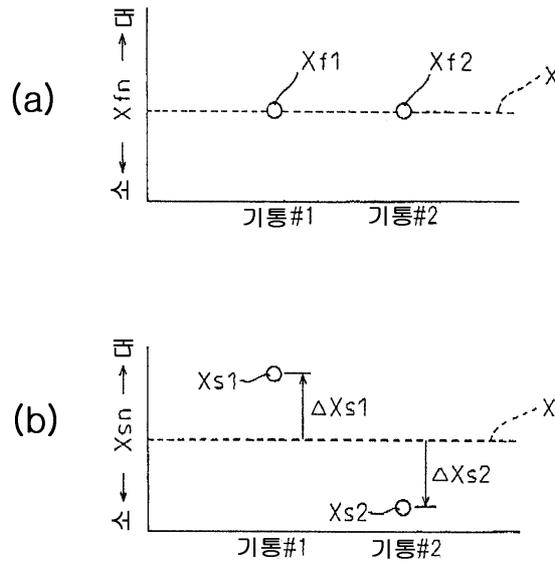
도면8



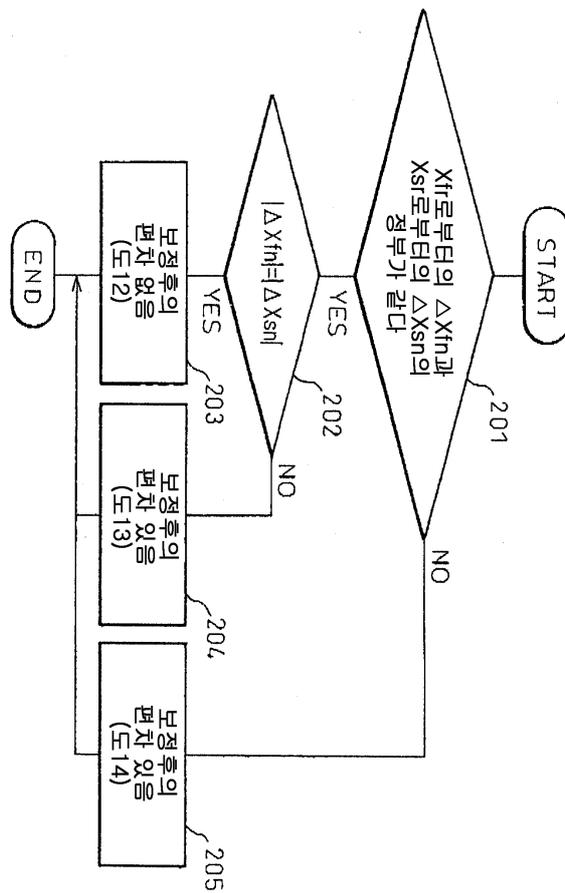
도면9



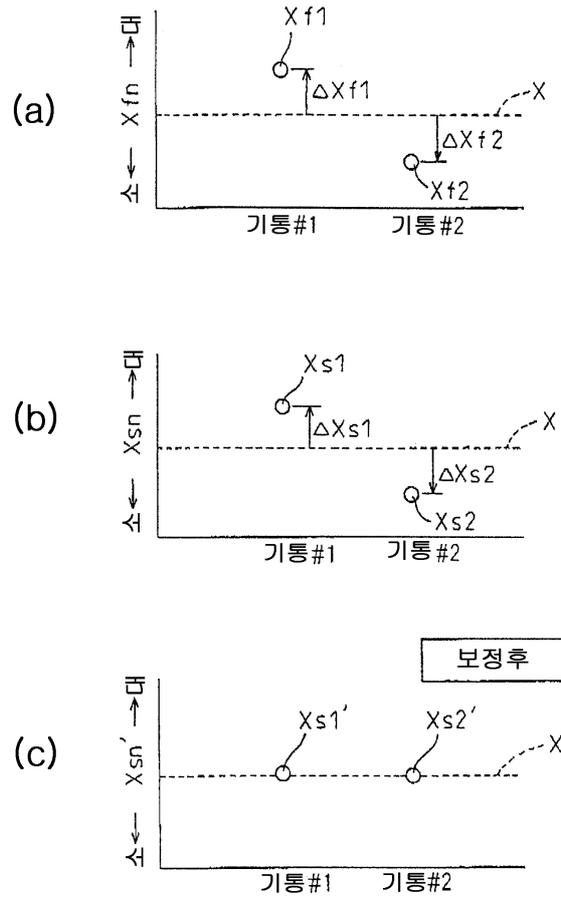
도면10



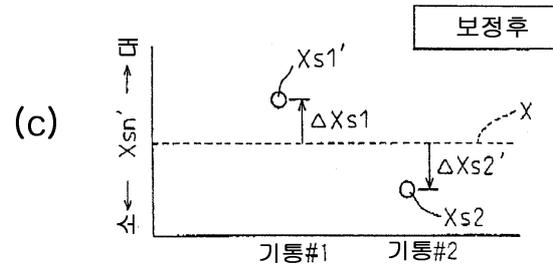
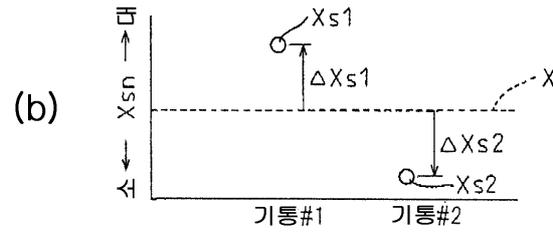
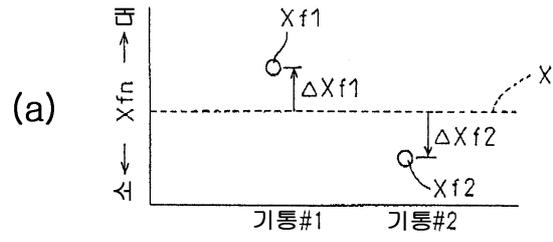
도면11



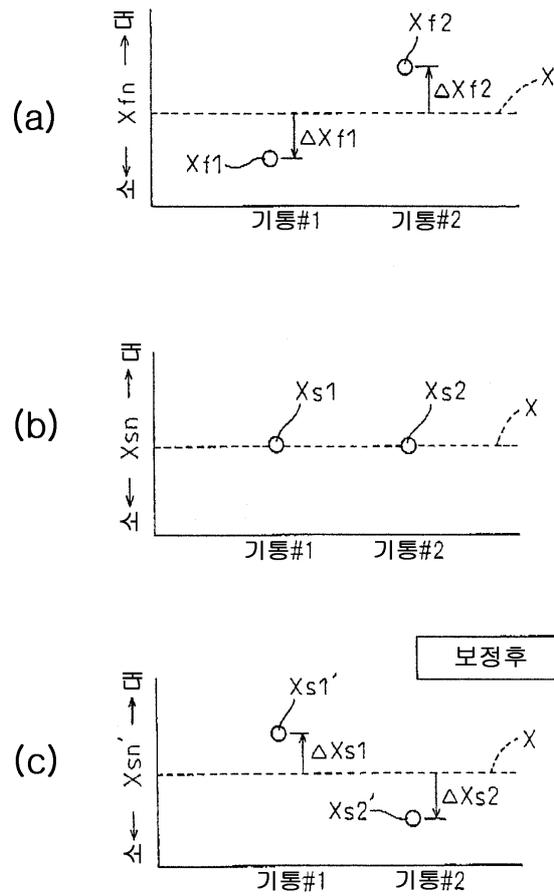
도면12



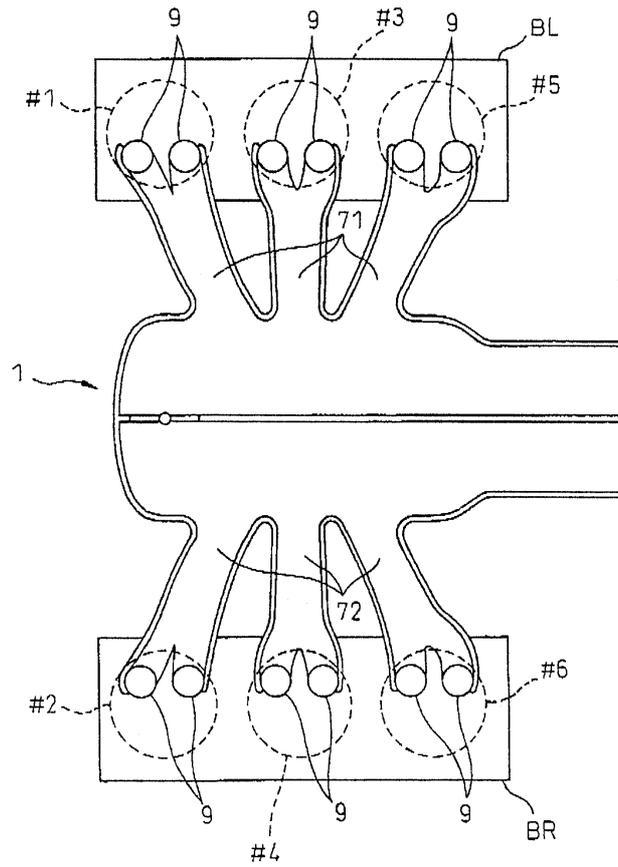
도면13



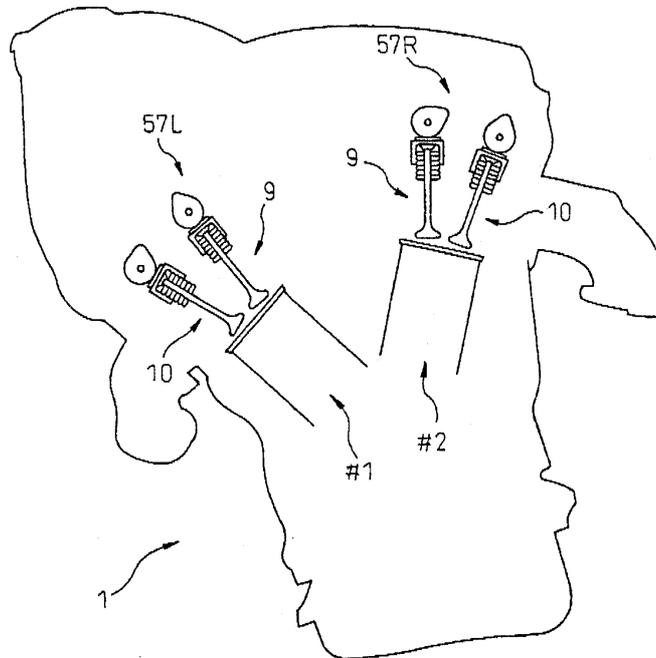
도면14



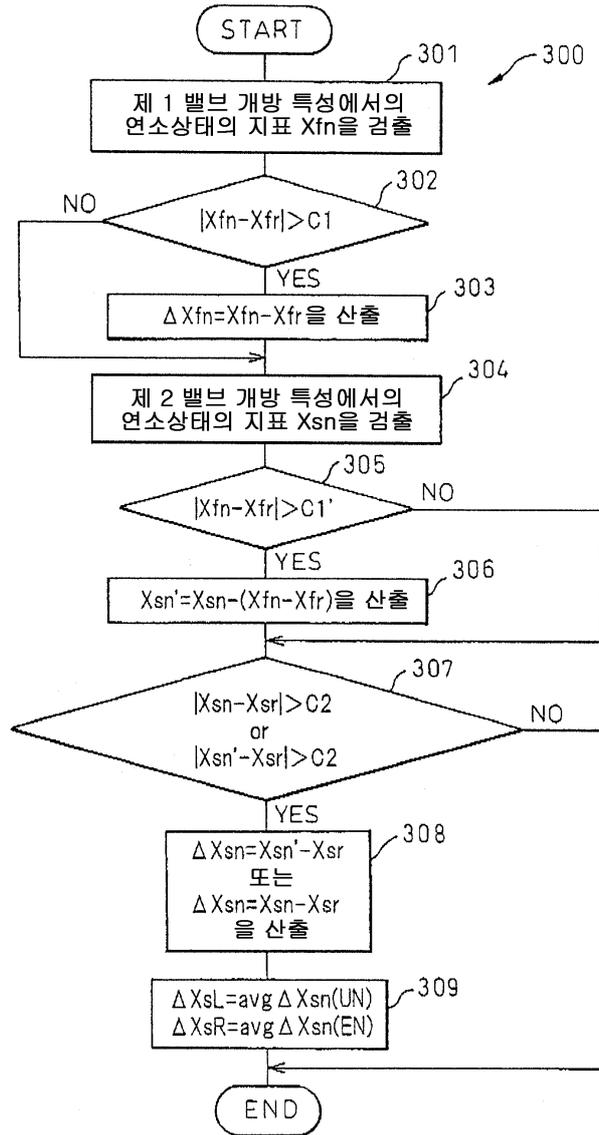
도면15



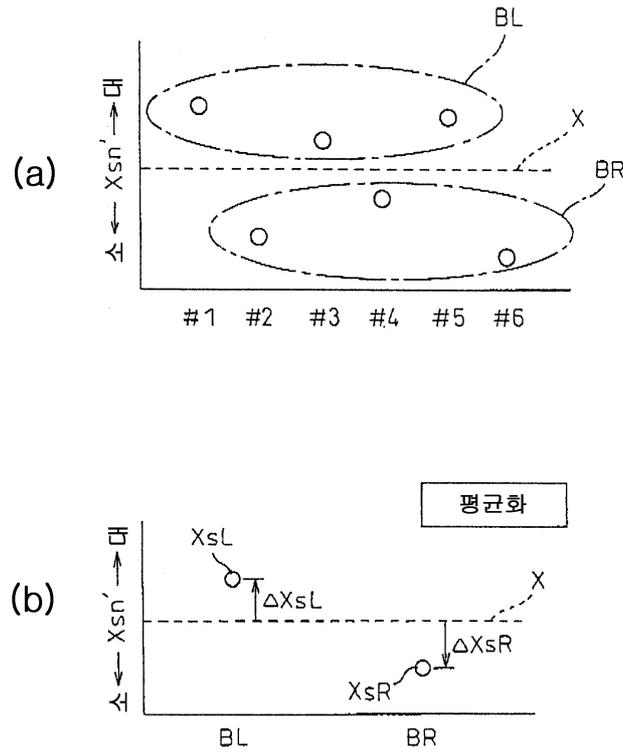
도면16



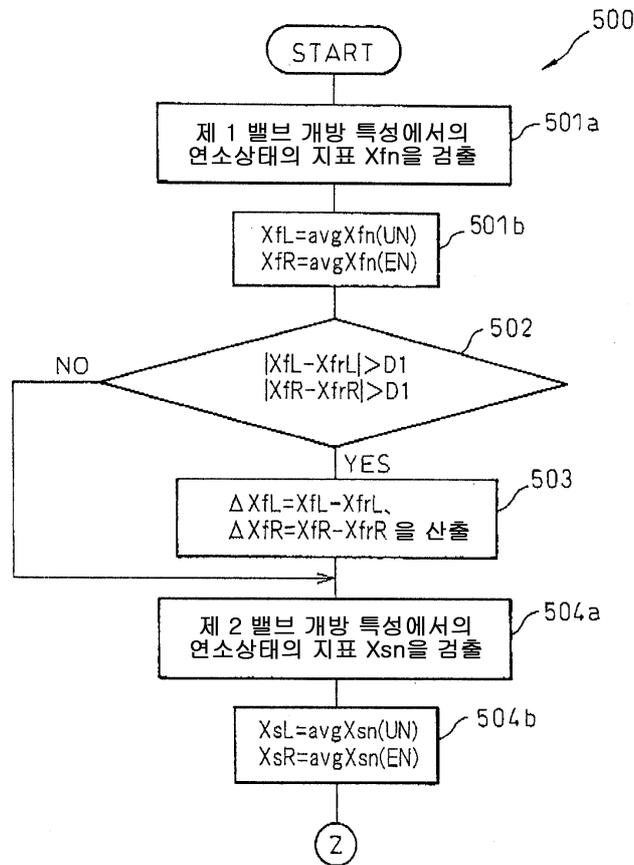
도면17



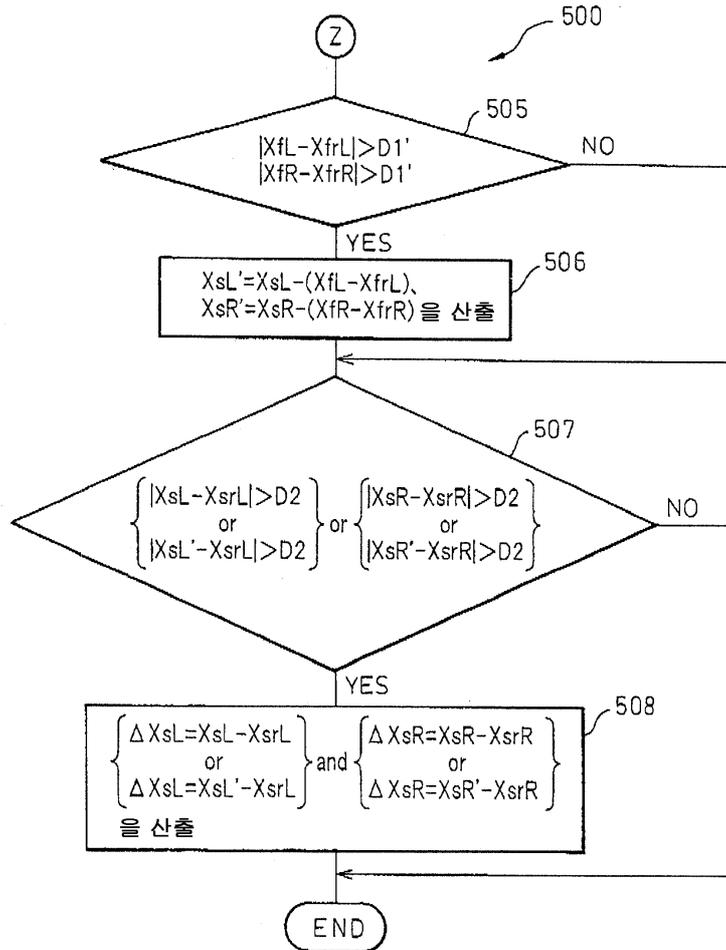
도면18



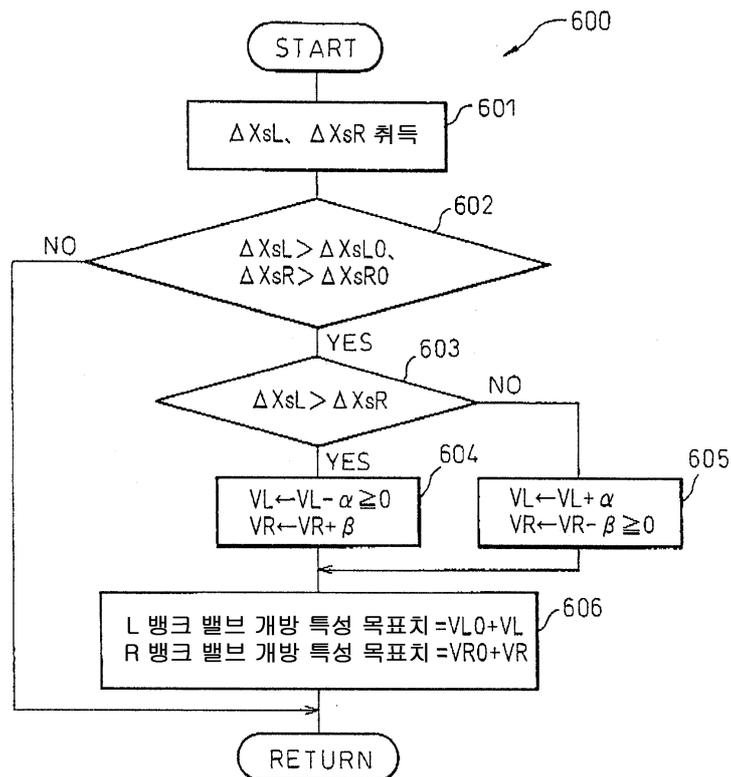
도면19



도면20



도면21



도면22

