(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
F02D 13/02

(45) 공고일자 2003년09월19일
(11) 등록번호 10-0398493
(24) 등록일자 2003년09월03일

(21) 출원번호 10-2001-0010421
(22) 출원일자 2001년02월28일

(65) 공개번호 특2001-0087242
(43) 공개일자 2001년09월15일

(30) 우선권주장 2000-055558 2000년03월01일 일본(JP)
2001-1553 2001년01월09일 일본(JP)

(73) 특허권자 도요다 지도샤 가부시끼가이샤
일본 아이찌껭 도요다시 도요다쪼 1반지

(72) 발명자 모리야요시히토
일본국아이치켄도요타시도요타쵸1,도요다지도샤가부시끼가이샤내

가와세히로유키
일본국아이치켄도요타시도요타쵸1,도요다지도샤가부시끼가이샤내

나가오사히데오
일본국아이치켄도요타시도요타쵸1,도요다지도샤가부시끼가이샤내

(74) 대리인 송재련
김양오

심사관 : 조희래

(54) 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치

요약

본 발명에 있어서, 내연기관의 밸브 타이밍이 소정 영역에 있을 때, 그 밸브 타이밍이 소정 상태가 되도록 힘을 가하는 가세(加勢)장치를 구비하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치는, 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 컨트롤러에 의하여 제어된다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 제 1 실시형태의 밸브 타이밍 제어장치가 적용되는 엔진의 전체 구성을 나타낸 개략도,
도 2는 밸브 타이밍 가변기구에 대한 작동유의 공급 구조를 나타낸 단면도,
도 3은 상기 밸브 타이밍 가변기구의 내부 구조를 나타낸 단면도,

도 4는 상기 밸브 타이밍 제어장치의 전기적 구성을 나타낸 블럭도,
도 5는 실제 진각량(θrk)의 변화에 대한 보정값(h1)의 추이를 나타낸 그래프,
도 6은 제어이득(P)의 산출순서를 나타낸 플로우차트,
도 7은 최대 지각 학습값(G)의 산출순서를 나타낸 플로우차트,
도 8은 유지듀티비(H)의 산출순서를 나타낸 플로우차트,
도 9는 실제 진각량(θrk)의 변화에 대한 보정값(h4)의 추이를 나타낸 그래프,
도 10은 제 2 실시형태에 있어서의 유지듀티비(H)의 산출순서를 나타낸 플로우차트,
도 11은 제 2 실시형태에 있어서의 유지듀티비(H)의 산출순서를 나타낸 플로 우차트.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치에 관한 것이다.
종래부터 차량탑재용 엔진 등의 내연기관에 있어서는, 출력의 향상이나 에미션 개선 등을 의도하여 그 기관의 밸브 타이밍을 제어하는 밸브 타이밍 제어장치가 설치되어 있다. 이러한 밸브 타이밍 제어장치는 유압에 의하여 작동되어 내연기관의 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 구비하고 있다. 이 밸브 타이밍 가변기구는 예를 들어 내연기관의 흡기 캠 샤프트에 연결된 가동부재와, 가동부재를 사이에 두도록 설치되는 진각(進角)쪽 유입실 및 지각(遲角)쪽 유압실을 구비하고 있다. 그리고, 그들 유압실에 선택적으로 작동유를 공급하여 유압으로 가동부재를 이동시킴으로써, 그 기관의 크랭크 샤프트에 대한 캠 샤프트의 상대회전위상을 변경한다. 이와 같이 캠 샤프트의 상대회전위상을 변경함으로써, 그 기관에 있어서의 흡기밸브의 밸브 타이밍이 변경되게 된다.
그런데, 내연기관의 시동시에는 유압실로부터 작동유가 빠진 상태가 되어 있어, 기관 시동 개시와 동시에 유압실에 작동유를 공급하기 시작하더라도 가동부재가 유압에 의하여 이동 가능하게 되는 데에 소정의 시간을 필요로 한다. 그 때문에, 그 동안에는 흡기밸브의 밸브 타이밍을 제어할 수 없게 되는 동시에, 가동부재에 유압이 작용하지 않기 때문에, 흡기밸브의 개폐 구동에 따른 반력(反力)에 의하 여 캠 샤프트의 상대 회전 위상(밸브 타이밍)이 최대 지각상태가 된다. 따라서, 기관시동시의 운전을 양호한 것으로 하기 위해서는 흡기밸브의 밸브 타이밍이 최대 지각상태가 되었을 때, 기관시동시에 적합한 밸브 타이밍(이하, 시동 타이밍이라 함)이 얻어지도록 그 밸브 타이밍의 제어범위를 설정할 필요가 생긴다.
그러나, 이러한 요구가 만족시켜지도록 밸브 타이밍의 제어범위를 설정하면, 그 제어범위가 좁아져서 내연기관의 전 운전영역에 걸쳐 밸브 타이밍을 최적으로 제어하기가 곤란해진다. 그래서, 기관시동시의 밸브 타이밍을 최적으로 하면서 밸브 타이밍 제어의 제어범위의 축소를 억제하는 기술로서, 기관시동시에는 흡기밸브의 밸브 타이밍을 최대 지각상태보다 소정량만큼 진각(각도전진)한 상태에서 고정하는 것이 제안되어 있다. 이와 같이 밸브 타이밍을 고정하는 장치로서는 예를 들어 일본국 특개평11-241608호 공보에 기재된 밸브 타이밍 제어장치가 알려져 있다.
상기 구성에 기재된 장치는 흡기밸브의 밸브 타이밍이 최대 지각상태와 최대 진각상태 사이의 소정 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 그 밸브 타이밍이 상기 소정 상태가 되도록 가동부재에 힘을 가하는 스프링을 구비하고 있다. 그리고, 밸브 타이밍의 상기 소정 상태가 시동타이밍이 되도록 밸브 타이밍 제어의 제어범위가 설정된다. 또한, 상기 장치에는 흡기밸브의 밸브 타이밍이 상기 스프링에 의해 가해지는 힘에 의하여 소정 상태(시동 타이밍)가 되었을 때, 그 밸브 타이밍을 고정하는 스토퍼기구가 설치되어 있다.
상기 공보에 기재된 밸브 타이밍 제어장치에서는 기관시동시에는 흡기밸브의 밸브 타이밍이 스프링에 의해 가해지는 힘에 의하여 시동타이밍으로 되고, 이 상태에서 밸브 타이밍이 스토퍼기구에 의하여 고정된다. 이와 같이 기관시동시에는 흡기밸브의 밸브 타이밍이 시동타이밍에 고정되기 때문에, 기관시동시의 운전을 양호한 것으로 할 수 있다. 또, 기관시동개시 후에 밸브 타이밍 가변기구의 유압실에 작동유가 채워지면, 이 유압에 의거하여 스토퍼기구에 의한 밸브 타이밍의 고정이 해제된다. 밸브 타이밍의 고정이 해제된 상태에서는 밸브 타이밍 제어의 전 제어범위를 이용하여 그 제어를 실행함으로써, 내연기관의 전 운전영역에 걸쳐 밸브 타이밍을 최적으로 제어하는 것이 가능하게 된다.
그런데, 상기 공보에 기재된 밸브 타이밍 제어장치에 있어서, 밸브 타이밍을 시동타이밍보다 지각쪽으로 제어할 때에는 캠 샤프트(가동부재)에 상기 스프링에 의한 진각 방향으로 가해지는 힘이 작용하게 된다. 이 스프링에 의해 가해지는 힘은 캠 샤프트의 상대 회전 위상(밸브 타이밍)이 지각쪽의 상태가 될수록 서서히 커진다. 이와 같이 스프링에 의해 가해지는 힘이 작용한 상태에서 밸브 타이밍을 제어하는 경우, 캠 샤프트의 상대 회전 위상에 따라 변화되는 상기 가해지는 힘이 밸브 타이밍 제어에 악영향을 미치게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이와 같은 실정을 감안하여 이루어진 것으로서, 그 목적은 밸브 타이밍을 최대 지각 상태와 최대 진각 상태 사이의 소정 상태로 힘을 가하는 스프링 등의 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 관계없이, 밸브 타이밍의 적확한

제어를 행할 수 있는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치를 제공하는 데에 있다.

발명의 구성 및 작용

상기의 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은 내연기관의 밸브 타이밍이 소정 영역에 있을 때, 그 밸브 타이밍이 소정 상태가 되도록 힘을 가하는 가세(加勢)장치를 구비하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치로서, 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 컨트롤러를 구비하는 제어장치를 제공한다.
상기의 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용한 상태에 있더라도 그 가해지는 힘을 가하여 밸브 타이밍의 제어가 행하여지기 때문에, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.
상기 발명의 바람직한 형태에서는, 상기 소정 상태가 최대 지각 상태와 최대 진각 상태 사이에 있고, 상기 가세(加勢)장치는 내연기관의 밸브 타이밍이 그 소정 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 그 밸브 타이밍이 상기 소정 상태가 되도록 힘을 가하는 것이다. 상기 컨트롤러는 적어도 상기 밸브 타이밍이 상기 소정 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행한다.
상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍이 상기 소정 상태보다 지각쪽의 상태일 때에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하나, 이 힘을 가하여 밸브 타이밍 제어를 행함으로써, 그 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.
본 발명의 다른 형태에서는, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍의 목표값을 기관운전상태에 따라 설정하고, 상기 밸브 타이밍이 상기 목표값에 근접하도록 그 밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량을 산출한다. 그리고, 상기 컨트롤러는 제어량을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 산출한다.
이와 같이 하여, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘을 가하여 산출되는 제어량에 의거하여 밸브 타이밍의 제어가 행해지기 때문에, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.
상기의 형태에서는 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍의 실측값이 상기 목표값에 근접하도록, 상기 제어량의 산출에 이용되는 제어이득을 상기 실측값 및 상기 목표값에 의거하여 증감시키고, 상기 제어이득을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하여, 이 제어이득에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출해도 된다.
밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량은 제어이득에 의거하여 밸브 타이밍의 실측값이 목표값에 근접하도록 산출된다. 밸브 타이밍을 목표값을 향하여 변화시킬 때의 변화속도의 특성은 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때와 그 영역 밖에 있을 때에 다른 것이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역으로부터 그 가해지는 힘이 작용하는 영역으로 변화되었을 경우, 밸브 타이밍의 변화속도의 특성이 부적절한 것이 되어, 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다.
그러나, 상기의 구성에 의하면 밸브 타이밍의 변화속도의 특성에 관계되는 상기 제어이득을 가세(加勢)장치에 의한 힘에 따라 보정하여, 이 제어이득에 의거하여 제어량이 산출되기 때문에, 가세(加勢)장치에 의한 힘에 관계없이 상기 변화속도의 특성을 적정하게 유지하여 적확한 밸브 타이밍의 제어를 행할 수 있다.
상기의 형태에서는 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에만 상기 제어이득을 상기 가해지는 힘에 따라 보정해도 된다. 이 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 「0」인데도 제어이득을 그 가해지는 힘에 따라 보정하는 등, 이 보정이 불필요하게 행해지는 것을 방지할 수 있다.
또한, 상기 컨트롤러는 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 따른 상기 제어이득의 보정에 이용되는 보정값을, 그 때 밸브 타이밍에 따라 산출해도 된다.
가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘은 그 때의 밸브 타이밍이 지각쪽으로 향할수록 커진다. 그 밸브 타이밍에 따라 산출되는 보정값을 제어이득의 산출에 이용하는 상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍의 변화에 따라 가세(加勢)장치에 의한 힘이 변화되더라도 상기 제어이득 등으로부터 산출되는 제어량에 의거하여 밸브 타이밍을 제어함으로써, 그 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 적정한 상태로 유지할 수 있다.
적합하게는, 상기 밸브 타이밍의 변화속도에 영향을 주는 파라미터 중 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파리미터에 의거하여 상기 제어이득을 변경한다.
밸브 타이밍을 목표값으로 제어하고 있을 때에, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외에 밸브 타이밍의 변화속도에 영향을 주는 파라미터가 변화되는 것도 생각할 수 있다. 그러나, 상기의 구성에 의하면, 그 파라미터에 의거하여 변경되는 제어이득 등으로부터 제어량을 산출하고, 이 제어량에 의거하여 밸브 타이밍을 제어하기 때문에, 그 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 적정한 상태로 유지할 수 있다.
상기 컨트롤러는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고, 상기 제어이득을 변경 시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함해도 된다.
상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍 가변기구를 작동시키는 유체의 상태에 관계되는 파라미터가 변화되더라도, 그 파라미터에 의거하여 변경되는 제어이득 등으로부터 제어량을 산출하여, 이 제어량에 의거하여 밸브 타이밍을 제어하기 때문에, 그 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 적정한 상태로 유지할 수 있다.
본 발명의 또다른 형태에 의하면, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때의 그 타이밍의 실측값과 미리 정해진 소정 기준값과의 어긋남을 학습값으로서 학습하는 최대 지각 학습을 실행하고, 상기 컨트롤러는 상기 학습값에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출한다. 또, 상기 컨트롤러는 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 최대 지각 학습의 실행을 제어하는 것이다.

통상은 최대 지각 학습을 실행하여 얻어지는 학습값을 이용하여 제어량을 산출하고, 이 제어량에 의거하여 밸브 타이밍을 제어함으로써, 개체 차이 등에 기인한 밸브 타이밍 제어의 착오를 억제하는 것이 가능해진다. 그러나, 최대 지각 학습을 실행하기 위하여 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하기 때문에, 이 가해지는 힘의 영향에 의하여 학습값의 학습착오가 발생되어 적확한 밸브 타이밍의 제어가 곤란해질 우려가 있다. 상기의 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 최대 지각 학습의 실행이 제어되기 때문에, 그 가해지는 힘의 영향에 의하여 학습값의 학습착오가 발생될 우려가 있을 때에는 상기 최대 지각 학습을 금지시킬 수 있다. 이와 같이 최대 지각 학습의 실행을 제어함으로써, 제어량(학습값)을 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가한 값으로 하여, 상기한 바와 같이 학습값의 학습착오에 따라 적확한 밸브 타이밍 제어가 곤란해지는 것을 회피할 수 있다.

상기의 형태에 있어서, 상기 가세(加勢)장치는 내연기관의 밸브 타이밍을 진각시키는 방향으로 힘을 가하는 것이며, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 기관 상태일 때, 상기 최대 지각 학습을 금지시키는 것으로 해도 된다. 이 구성에 의하면, 상기 학습값의 학습착오에 따라 적확한 밸브 타이밍 제어가 곤란해지는 것을 회피할 수 있다.

상기의 형태에 있어서, 상기 컨트롤러는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍 가변기구의 작동에 이용되는 유체가 상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 상태일 때에 상기 최대 지각 학습을 금지시킨다.

상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍 가변기구를 작동시키는 유체가 밸브 타이밍을 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없어 학습값의 학습착오가 발생될 우려가 있는 상태일 때에는 최대 지각 학습이 금지되기 때문에, 상기 학습값의 학습착오에 따라 적확한 밸브 타이밍 제어가 곤란해지는 것을 회피할 수 있다.

상기의 밸브 타이밍 제어장치는 또한, 상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때의 상기 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 메모리를 포함해도 된다. 이러한 장치에서는 상기 컨트롤러는 상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하고, 이 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 것이다.

밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량의 산출에 있어서는, 밸브 타이밍의 실측값이 목표값에 근접하도록 행해지는 동시에, 상기 유지데이터가 이용된다. 이러한 산출을 행함으로써 제어량이 증감되게 되나, 이 증감의 중심은 상기 유지데이터에 의하여 결정된다. 또, 유지데이터는 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는 그 가해지는 힘의 영향을 받은 값이 되고, 밸브 타이밍이 상기 영역에 없을 때에는 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않는 값이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역으로부터 그 가해지는 힘이 작용하는 영역으로 변화되었을 경우, 유지데이터가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 값이 아니기 때문에, 상기 제어량의 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나서 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다. 그러나, 상기의 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정된 유지데이터에 의거하여 제어량이 산출되기 때문에, 그 제어량의 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나는 것을 억제하여 밸브 타이밍의 적확한 제어를 행할 수 있다.

상기의 제어장치에 있어서, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에만 상기 유지데이터를 상기 가해지는 힘에 따라 보정해도 된다. 이 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 「0」인데도 유지데이터를 그 가해지는 힘에 따라 보정하는 등, 이 보정이 불필요하게 행해지는 것을 방지할 수 있다.

또한, 상기 컨트롤러는 상기 제어량을 유지데이터로서 상기 메모리에 기억할 때에는 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 제거하는 보정을 상기 유지데이터에 실시한 후에 상기 기억을 행하고, 상기 제어량의 산출을 행할 때에는 상기 메모리에 기억된 유지데이터에 대하여 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 실시한 후에 상기 산출을 행해도 된다.

상기의 구성에 의하면, 메모리에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 상태의 유지데이터가 기억되어, 제어량을 유지데이터에 의거하여 산출할 때에 그 유지데이터가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 상태로 된다. 따라서, 예를 들어 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않은 영역에 있을 때에 유지데이터를 메모리에 기억시켜, 이 기억된 유지데이터를 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에 제어량의 산출에 이용하는 경우이더라도 그 제어량의 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다. 또한, 이것과는 반대로 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에서 유지데이터를 메모리에 기억시켜, 이 기억된 유지데이터를 상기 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에서 제어량의 산출에 이용하는 경우에도 그 제어량의 증감의 중심이 적정한 상태로 유지되게 된다.

또는, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역내에 있을 때, 상기 메모리에 의한 상기 유지데이터의 기억을 금지시키고, 상기 제어량의 산출을 행할 때에는 상기 기억된 유지데이터에 대하여 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 실시한 후에 상기 산출을 행해도 된다.

상기의 구성에 의하면, 메모리에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 상태의 유지데이터가 기억되어, 제어량을 유지데이터에 의거하여 산출할 때에 그 유지데이터가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 상태로 된다. 따라서, 메모리에 기억된 유지데이터를 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에 제어량의 산출에 이용하는 경우이더라도 그 제어량의 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다.

또는, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍의 목표값을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 이외에 설정하고, 상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하여, 이 유지데이터를 이용하

여 상기 제어량을 산출해도 된다.
상기의 구성에 의하면, 메모리에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 상태의 유지데이터가 기억되어, 제어량을 유지데이터에 의거하여 산출할 때에 그 유지데이터가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 상태로 된다. 따라서, 메모리에 기억된 유지데이터를 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에 제어량의 산출에 이용하는 경우이더라도 그 제어량 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다.
또한, 상기 컨트롤러는 상기 유지데이터의 보정에 이용되는 보정값을 그 때의 밸브 타이밍에 의거하여 산출해도 된다. 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘은 그 때의 밸브 타이밍이 최대 지각으로 향할수록 커진다. 상기의 구성에 의하면, 그 밸브 타이밍에 의거하여 산출되는 보정값을 이용하여 유지데이터가 보정되기 때문에, 밸브 타이밍의 변화에 따라 가세(加勢)장치에 의한 힘이 변화되더라도 상기 유지데이터 등으로부터 산출되는 제어량 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다.
본 발명의 또다른 적합한 형태에서는, 밸브 타이밍 제어장치는 또한 상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 제 1 메모리, 및 상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 제 2 메모리를 구비해도 된다. 이 형태에서는, 상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는 상기 제 1 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하고, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있을 때에는 상기 제 2 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 것이다.
밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량의 산출에 있어서는, 밸브 타이밍의 실측값이 목표값에 근접하도록 행해지는 동시에 상기 유지데이터가 이용된다. 이러한 산출을 행함으로써 제어량이 증감되게 되나, 이 증감의 중심은 상기 유지데이터에 의하여 결정된다. 또, 유지데이터는 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는 그 가해지는 힘의 영향을 받은 값이 되고, 밸브 타이밍이 상기 영역에 없을 때에는 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않는 값이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역으로부터 그 가해지는 힘이 작용하는 영역으로 변화되었을 경우, 유지데이터가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 값이 아니기 때문에, 상기 제어량 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나서 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다. 상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는 그 가해지는 힘의 영향을 받은 유지데이터를 제 1 메모리에 기억시키고, 이 유지데이터를 이용하여 밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량이 산출된다. 또, 밸브 타이밍이 상기 영역에 없을 때에는 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 유지데이터를 제 2 메모리에 기억시키고, 이 유지데이터를 이용하여 제어량이 산출된다. 이와 같이 유지데이터의 기억 및 그 데이터를 이용한 제어량의 산출은 밸브 타이밍이 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때와 그 영역에 없을 때에 따로따로 행해진다. 그 때문에, 제어량의 산출에 이용되는 유지데이터를 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘을 가한 값으로 할 수 있어, 상기 제어량 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나는 것을 억제하여 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.
적합하게는, 상기 컨트롤러는 상기 유지데이터에 영향을 주는 파라미터 중 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 유지데이터를 변경한다. 이 구성에 의하면, 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외에 유지데이터에 영향을 주는 파라미터가 변화되더라도 그 파라미터에 의거하여 변경되는 유지데이터 등으로부터 제어량을 산출함으로써, 밸브 타이밍을 목표값으로 제어할 때의 제어량 증감의 중심을 적절한 상태로 유지할 수 있다.
상기의 제어장치에 있어서, 상기 컨트롤러는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고, 상기 유지데이터를 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함해도 된다.
상기의 구성에 의하면, 밸브 타이밍 가변기구를 작동시키는 유체의 상태에 관계되는 파라미터가 변화되더라도 그 파라미터에 의거하여 변경되는 유지데이터 등으로부터 제어량을 산출하고, 이 제어량에 의거하여 밸브 타이밍을 제어하기 때문에, 밸브 타이밍을 목표값으로 제어할 때의 제어량 증감의 중심을 적절한 상태로 유지할 수 있다.
(제 1 실시형태)
다음으로, 본 발명을 자동차용 엔진에 적용한 제 1 실시형태를 도 1 도 9에 따라 설명한다.
도 1에 나타낸 바와 같이, 엔진(11)의 실린더 블럭(11a)에는 각 기통마다 합계 네 개의 피스톤(12)(도 1에는 하나만 도시함)이 왕복이동 가능하게 설치되어 있다. 각 피스톤(12)은 커넥팅 로드(13)를 거쳐 엔진(11)의 출력축인 크랭크 샤프트(14)에 연결되어 있다. 그리고, 피스톤(12)의 왕복이동은 커넥팅 로드(13)에 의하여 크랭크 샤프트(14)의 회전으로 변환되게 되어 있다.
크랭크 샤프트(14)에는 시그널 로터(14a)가 설치되어 있다. 이 시그널 로터(14a)의 외주부에는 복수의 돌기(14b)가 크랭크 샤프트(14)의 축선을 중심으로하는 소정 각도마다 설치되어 있다. 또, 시그널 로터(14a)의 옆쪽에는 크랭크 포지션 센서(14c)가 설치되어 있다. 그리고, 크랭크 샤프트(14)가 회전하여 시그널 로터(14a)의 각 돌기(14b)가 순차적으로 크랭크 포지션 센서(14c)의 옆쪽을 통과함으로써, 그 센서(14c)로부터는 그들 각 돌기(14b)의 통과에 대응한 펄스형상의 검출신호가 출력되게 된다.
상기 실린더 블럭(11a)에는 엔진(11)의 냉각수 온도를 검출하기 위한 수온센서(11b)가 설치되어 있다. 또, 실린더 블럭(11a)의 상단에 설치된 실린더 헤드(15)와 상기 피스톤(12) 사이에는 연소실(16)이 설치되어 있다. 이 연소실(16)에는 실린더 헤드(15)에 설치된 흡기포트(17) 및 배기포트(18)가 연결되어 통하고, 흡기포트(17) 및 배기포트(18)에

는 흡기통로(32) 및 배기통로(33)가 연결되어 통하고 있다. 그들 흡기포트(17) 및 배기포트(18)에는 각각 흡기밸브(19) 및 배기밸브(20)가 설치되어 있다.
또, 실린더 헤드(15)에는 상기 흡기밸브(19) 및 배기밸브(20)를 개폐 구동시키기 위한 흡기 캠 샤프트(21) 및 배기 캠 샤프트(22)가 회전 가능하게 지지되어 있다. 이들 흡기 및 배기 캠 샤프트(21, 22)에는 크랭크 샤프트(14)의 회전이 기어 및 체인 등을 거쳐 전달된다. 그리고, 흡기 캠 샤프트(21)가 회전되면, 흡기밸브(19)가 개폐 구동되어 흡기포트(17)와 연소실(16)이 연결되어 통하거나 차단된다. 또, 배기 캠 샤프트(22)가 회전하면, 배기밸브(20)가 개폐 구동되어 배기포트(18)와 연소실(16)이 연결되어 통하거나 차단된다.
실린더 헤드(15)에 있어서, 흡기 캠 샤프트(21)의 옆쪽에는 그 샤프트(21)의 외주면에 설치된 돌기(21a)를 검출하여 검출신호를 출력하는 캠 포지션 센서(21b)가 설치되어 있다. 그리고, 흡기 캠 샤프트(21)가 회전되면, 그 샤프트(21)의 돌기(21a)가 캠 포지션 센서(21b)의 옆쪽을 통과한다. 이 상태에 있어서는, 캠 포지션 센서(21b)로부터 상기 돌기(21a)의 통과에 대응하여 소정 둘레 간격마다 검출신호가 출력되게 된다.
한편, 흡기통로(32)에는 엔진(11)의 흡기압을 검출하기 위한 진공센서(36)가 설치되어 있다. 또, 흡기통로(32)의 하류끝에는 흡기포트(17) 내에 연료를 분사하기 위한 연료분사밸브(37)가 설치되어 있다. 이 연료분사밸브(37)는 엔진(11)의 흡기행정에 의해 흡기통로(32) 내의 공기가 연소실(16)로 흡입될 때, 흡기포트(17) 내에 연료를 분사하여 연료 및 공기로 이루어지는 혼합기를 형성한다.
또, 실린더 헤드(15)에는 연소실(16) 내에 충전된 혼합기에 대하여 점화를 행하기 위한 점화플러그(38)가 설치되어 있다. 그리고, 연소실(16) 내의 혼합기에 대하여 점화가 행해져서 혼합기가 연소되면, 그 연소에너지에 의하여 피스톤(12)이 왕복이동되어 크랭크 샤프트(14)가 회전되어 엔진(11)이 구동된다. 연소실(16) 내에서 연소된 혼합기는 엔진(11)의 배기행정중에 피스톤(12)의 상승에 의하여 배기로서 배기통로(33)로 배출된다.
다음으로, 상기 엔진(11)에 있어서의 흡기밸브(19)의 개폐타이밍(밸브 타이밍)을 가변으로 하는 밸브 타이밍 가변기구(24)에 대하여 도 2를 참조하여 설명한 다.
도 2에 나타낸 바와 같이, 밸브 타이밍 가변기구(24)가 설치되는 흡기 캠 샤프트(21)는 그 저널(21c)이 실린더 헤드(15)의 베어링부(15a)에 의하여 회전 가능하게 지지되어 있다. 밸브 타이밍 가변기구(24)는 크랭크 샤프트(14)의 회전이 체인 등을 거쳐 전달되는 기어(24a)와, 흡기 캠 샤프트(21)의 축방향 끝면(도면에서의 좌단면)에 볼트(42)에 의하여 고정된 회전부재(가동부재)(41)를 구비하고 있다. 상기 기어(24a)는 그 중심부를 관통하는 흡기 캠 샤프트(21)에 대하여 상대회전 가능하게 되어 있다.
또, 기어(24a)의 축방향 끝면에는 회전부재(41)를 둘러싸도록 설치된 링 커버(44)가 맞닿아, 그 링 커버(44)의 선단 개구부는 폐색판(45)에 의하여 가려져 있다. 그리고, 기어(24a), 링 커버(44) 및 폐색판(45)은 볼트(46)에 의하여 일체회전 가능하게 고정되어 있다. 따라서, 흡기 캠 샤프트(21)와 회전부재(41)는 그 샤프트(21)의 축선(L)을 중심으로 일체회전 가능하게 되어 있고, 이들에 대하여 상기 기어(24a), 링 커버(44) 및 폐색판(45)은 축선(L)을 중심으로 흡기 캠 샤프트(21)와 회전부재(41)에 대하여 상대회전 가능하게 되어 있다.
밸브 타이밍 가변기구(24)에는 상기 베어링부(15a)나 흡기 캠 샤프트(21) 등에 도시한 바와 같이 형성된 진각쪽 유로(47) 및 지각쪽 유로(48)로부터 선택적으로 작동유가 공급된다. 이와 같이 작동유가 공급되어 밸브 타이밍 가변기구(24)가 작동되면, 크랭크 샤프트(14)에 대한 흡기 캠 샤프트(21)의 상대 회전 위상이 진각쪽 또는 지각쪽으로 변경되어, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 변경되게 된다.
상기 진각쪽 유로(47) 및 지각쪽 유로(48)는 오일 컨트롤 밸브(OCV)(49)가 접속되어 있다. 또, OCV(49)에는 공급통로(50) 및 배출통로(51)가 접속되어 있다. 그리고, 공급통로(50)는 크랭크 샤프트(14)의 회전에 따라 구동되는 오일 펌프(52)를 거쳐 엔진(11)의 하부에 설치된 오일 팬(11c)에 연결되어 있고, 배출통로(51)는 직접 오일 팬(11c)에 연결되어 있다.
OCV(49)는 네 개의 밸브부(64)를 가지고 코일 스프링(62) 및 전자 솔레노이드(65)에 의하여 각각 반대 방향으로 가세되는 스풀(63)을 구비하고 있다. 그리고, 전자 솔레노이드(65)의 소자(消磁)상태에 있어서는 스풀(63)이 코일 스프링(62)에 의해 가해지는 힘에 의하여 한쪽 끝쪽(도면에서의 오른쪽)에 배치되어, 진각쪽 유로(47)와 공급통로(50)가 연결되어 통하는 동시에 지각쪽 유로(48)와 배출통로(51)가 연결되어 통한다. 이 경우, 오일 팬(11c) 내의 작동유가 오일 펌프(52)에 의하여 진각쪽 유로(47)로 배출되는 동시에 지각쪽 유로(48) 내에 있던 작동유가 오일 팬(11c) 내로 리턴된다.
또, 전자 솔레노이드(65)가 여자되었을 때에는 스풀(63)이 코일 스프링(62)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 다른쪽 끝쪽(도면에서의 왼쪽)에 배치되어, 진각쪽 유로(47)와 배출통로(51)가 연결되어 통하는 동시에 지각쪽 유로(48)와 공급통로(50)가 연결되어 통한다. 이 경우, 오일 팬(11c) 내의 작동유가 오일 펌프(52)에 의하여 지각쪽 유로(48)로 배출되는 동시에 진각쪽 유로(47) 내에 있던 작동유가 오일 팬(11c) 내로 리턴된다.
또한, 공급통로(50) 내를 흐르는 작동유에 있어서는 그 압력(유압)이 유압센 서(34)에 의하여 검출되는 동시에, 유온(油溫)이 유온센서(35)에 의하여 검출되게 되어 있다.
다음으로, 밸브 타이밍 가변기구(24)에 있어서의 회전부재(41) 및 링 커버(44)의 상세한 구조에 대하여 도 3을 참조하여 설명한다.
도 3에 나타낸 바와 같이, 링 커버(44)의 내주면(44a)에는 흡기 캠 샤프트(21)(도 2)의 축선(L)을 향하여 돌출하는 네 개의 돌출부(66)가, 링 커버(44)의 둘레방향에 대하여 소정 간격마다 형성되어 있다. 이 각 돌출부(66) 사이에는 각각 홈부(67)가 링 커버(44)의 둘레방향에 대하여 소정 간격마다 형성되어 있다. 또, 회전부재(41)는 그 외주면으로부터 각 홈부(67)에 삽입되도록 바깥쪽으로 돌출되는 네 개의 베인(68a 68d)을 구비하고 있다. 이들 베인(68a 68d)이 삽입된 각 홈부(67) 내는 그 베인(68a 68d)에 의하여 진각쪽 유압실(69) 및 지각쪽 유압실(70)로 구획지어져 있다. 이들 진각쪽 유압실(69) 및 지각쪽 유압실(70)은 베인(68a 68d)을 회전부재(41)의 둘레방향 양쪽으로부터 사이에

끼우도록 위치하고 있다. 그리고, 진각쪽 유압실(69)에는 회전부재(41) 내를 통과하도록 형성된 상기 진각쪽 유로(47)가 연결되어 통하고, 지각쪽 유압실(70)에는 기어(24a) 내를 통과하도록 형성된 상기 지각쪽 유로(48)가 연결되어 통하고 있다.

이러한 밸브 타이밍 가변기구(24)에 있어서, 상기 OCV(49)의 전자 솔레노이드(65)가 소자되면, 진각쪽 유로(47)로부터 진각쪽 유압실(69)로 작동유가 공급되는 동시에, 지각쪽 유압실(70)로부터 지각쪽 유로(48)를 거쳐 작동유가 배출된다. 그 결과, 각 베인(68a 68d)이 화살표 A 방향으로 상대이동함으로써 회전부재(41) 가 도면에서의 오른쪽방향으로 상대회동하여, 기어(24a)(크랭크 샤프트 14)에 대한 흡기 캠 샤프트(21)의 상대 회전 위상이 변경된다. 이와 관련하여 그 밸브 타이밍 가변기구(24)에 있어서는 크랭크 샤프트(14)의 회전이 체인 등을 거쳐 기어(24a)에 전달되면, 이 기어(24a) 및 흡기 캠 샤프트(21)는 함께 도면에서의 오른쪽방향으로 회전한다. 따라서, 상기 화살표 A 방향에 대한 각 베인(68a 68d)의 상대이동이 행해지면, 흡기 캠 샤프트(21)가 크랭크 샤프트(14)에 대하여 진각되고, 그 결과, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍도 진각되게 된다.

또, OCV(49)의 전자 솔레노이드(65)가 여자되면, 지각쪽 유로(48)로부터 지각쪽 유압실(70)로 작동유가 공급되는 동시에, 진각쪽 유압실(69)로부터 진각쪽 유로(47)를 거쳐 작동유가 배출된다. 그 결과, 각 베인(68a 68d)이 화살표 A와 반대방향으로 상대이동함으로써 회전부재(41)가 도면에서의 왼쪽방향으로 상대회동하여, 기어(24a)(크랭크 샤프트 14)에 대한 흡기 캠 샤프트(21)의 상대 회전 위상이 상기와 반대방향으로 변경된다. 상기 밸브 타이밍 가변기구(24)에 있어서는, 이 경우, 흡기 캠 샤프트(21)가 크랭크 샤프트(14)에 대하여 지각(각도지연)되고, 그 결과, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍도 지각되게 된다.

따라서, 전자 솔레노이드(65)에 대한 전압인가를 듀티 제어하여, 진각쪽 유압실(69) 및 지각쪽 유압실(70)에 대한 작동유의 공급을 제어하면, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 변경시키거나 그 밸브 타이밍을 소정의 상태로 유지하는 것도 가능하게 된다.

다음으로, 엔진(11)의 시동시 등에, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 최대 지 각 상태와 최대 진각 상태 사이의 소정 상태로 고정하기 위한 구조에 대하여 설명한다. 또한, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍의 제어범위는 그 밸브 타이밍이 상기 소정 상태가 되었을 때에 기관시동시에 적합한 밸브 타이밍(시동타이밍)이 얻어지도록 설정되어 있다.

도 3에 나타낸 바와 같이, 회전부재(41)의 각 베인(68a 68d) 중 축선(L)에 대하여 선대칭이 되도록 위치하는 두 개의 베인(68b, 68d)에는 각각 압출기구(53)가 설치되어 있다. 이들 압출기구(53)는 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 상기 소정 상태보다 지각쪽에 있을 때, 그 밸브 타이밍이 당해 소정 상태가 되도록 흡기 캠 샤프트(21)(회전부재 41)를 진각쪽으로 가세하기 위한 것이다.

압출기구(53)는 둘레방향으로 신축되는 코일 스프링(54)에 의하여 가세되어 진각쪽 유압실(69) 내로 돌출하는 누름핀(55)을 구비하고 있다. 그리고, 엔진(11) 정지시에는 누름핀(55)의 선단이 진각쪽 유압실(69)의 안쪽면에 맞닿아, 코일 스프링(54)에 의해 가해지는 힘에 의하여 회전부재(41)가 최대 지각 상태보다 소정량만큼 진각쪽(도면에서의 화살표 A쪽)으로 변위한 상태가 된다. 이 상태에 있어 서는 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍이 된다. 따라서, 흡기밸브(19)에 있어서는 그 밸브 타이밍의 제어범위의 지각쪽의 한계가 상기 시동타이밍보다 더욱 지각쪽으로 설정되게 된다. 그 때문에, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍의 제어범위가 광범위해져서, 엔진(11)의 모든 운전영역에 걸쳐 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 최적으로 제어하는 것이 가능하게 된다.

또, 밸브 타이밍 가변기구(24)에 있어서는 그 링 커버(44)의 돌출부(66)에 스토퍼기구(56)가 설치되어 있다. 이 스토퍼기구(56)는 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 시동타이밍이 된 상태에서 고정하기 위한 것이다.

스토퍼기구(56)는 링 커버(44)의 돌출부(66)에 설치되어 코일 스프링(57)에 의하여 축선(L)을 향하여 가세되는 스토퍼 핀(58)과, 회전부재(41)에 설치되어 스토퍼 핀(58)의 선단이 삽입되는 구멍(59)을 구비하고 있다. 그리고, 엔진(11)이 정지한 상태에 있어서, 상기 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 의하여 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍이 되면, 상기 코일 스프링(57)에 의해 가해지는 힘에 의하여 스토퍼 핀(58)의 선단이 구멍(59)에 삽입된다. 이 상태에 있어서는, 크랭크 샤프트(14)에 대한 흡기 캠 샤프트(21)의 상대 회전 위상이 고정되어, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍에 고정된다.

또, 스토퍼기구(56)에는 진각쪽 유압실(69)이나 지각쪽 유압실(70)로부터 작동유가 공급되게 되어 있다. 그리고, 스토퍼기구(56)에 공급되는 작동유의 유압에 의하여, 코일 스프링(57)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 스토퍼 핀(58)이 구멍(59)으로부터 빼내어져서, 스토퍼기구(56)에 의한 상기 밸브 타이밍의 고정이 해제되게 된다. 엔진(11)의 운전중에는 진각쪽 유압실(69)과 지각쪽 유압실(70) 중의 적어도 한쪽으로부터 스토퍼기구(56)에 작동유가 공급되어, 스토퍼 핀(58)이 구멍(59)으로부터 빼내어진 상태로 유지된다.

다음으로, 본 실시형태에 있어서의 밸브 타이밍 제어장치의 전기적 구성에 대하여 도 4를 참조하여 설명한다.

이 밸브 타이밍 장치는 엔진(11)의 운전상태를 제어하기 위한 전자제어유닛(이하, ECU라 함)(92)을 구비하고 있다. 이 ECU(92)는 ROM(93), CPU(94), RAM(95) 및 백업 RAM(96) 등을 구비하는 산술논리연산회로로서 구성되어 있다.

여기서, ROM(93)은 각종 제어프로그램이나 그들 각종 제어프로그램을 실행할 때에 참조되는 맵 등이 기억된 메모리이며, CPU(94)는 ROM(93)에 기억된 각종 제어프로그램이나 맵에 의거하여 연산처리를 실행한다. 또, RAM(95)은 CPU(94)에서의 연산결과나 각 센서로부터 입력된 데이터 등을 일시적으로 기억시키는 메모리이며, 백업 RAM(96)은 엔진(11)의 정지시에 그 기억된 데이터 등을 저장하는 비휘발성 메모리이다. 그리고, ROM(93), CPU(94), RAM(95) 및 백업 RAM(96)은 버스(97)를 거쳐 서로 접속되는 동시에, 외부입력회로(인터페이스)(98) 및 외부출력회로(인터페이스(99)와 접속되어 있다.

외부입력회로(98)에는 수온센서(11b), 크랭크 포지션 센서(14c), 캠 포지션 센서(21b), 유압센서(34), 유온센서(35) 및 진공센서(36) 등이 접속되어 있다. 또, 외부출력회로(99)에는 OCV(49)나 기타 피제어부품이 접속되어 있다.

이와 같이 구성된 ECU(92)는 엔진(11)의 운전상태에 따른 듀티비(D)에 의거하여 OCV(49)의 전자 솔레노이드(65)에 대한 전압인가를 듀티 제어하여, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 제어한다. 이러한 밸브 타이밍 제어에서는 흡기밸브(19)에 있어서의 밸브 타이밍의 진각량이 제어된다. 이 진각량이란, 밸브 타이밍이 최대 지각 상태가 되었을 때를 기준으로 하여 그 밸브 타이밍이 어느 정도 진각한 상태에 있는가를 나타내는 값이다.
그리고, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍은 통상 상기 듀티비(D)가 「50%」가 될 때에 소정의 상태로 유지된다. 이것은 듀티비(D)가 「50%」가 되면, 진각쪽 유압실(69) 및 지각쪽 유압실(70)에 대한 작동유의 급배(級排)가 OCV(49)에 의하여 금지되기 때문이다.
또한, 듀티비(D)가 「50%」보다 커지는 경우, 듀티비(D)가 「100%」에 근접할수록 밸브 타이밍의 지각쪽으로의 변화 속도가 서서히 빠른 것이 된다. 이것은 듀티비(D)가 「100%」에 근접할수록 지각쪽 유압실(70)에 대한 작동유의 공급량이 많아지기 때문이다. 또, 듀티비(D)가 「50%」 미만이 되는 경우, 듀티비(D)가 「0%」에 근접할수록 밸브 타이밍의 진각쪽으로의 변화속도가 서서히 빠른 것이 된다. 이것은 듀티비(D)가 「0%」에 근접할수록 진각쪽 유압실(69)에 대한 작동유의 공급량이 많아지기 때문이다.
흡기밸브(19)의 밸브 타이밍 제어에 이용되는 상기 듀티비(D)는 나중에 설명하는 제어이득(P) 및 유지듀티비(H)를 이용하여 하기의 식 (1)에 의하여 산출된다.

수학식 1

$$D = P + H$$

상기 식 (1)에 있어서 제어이득(P)은 흡기밸브(19)의 실제 밸브 타이밍이 엔진(11)의 운전상태에 따라 설정되는 목표값에 근접하도록 증감되는 값이다.
ECU(92)는 제어이득(P)의 산출에 있어서, 크랭크 포지션 센서(14c) 및 캠 포지션 센서(21b)로부터의 검출신호에 의거하여 흡기밸브(19)에 있어서의 밸브 타이밍의 실제 진각량을 구하는 동시에, 엔진(11)의 운전상태에 의거하여 그 진각량의 목표값을 산출한다. 그리고, 실제 진각량과 목표값의 편차 등에 의거하여 제어이 득(P)을 맵 등으로부터 산출함으로써, 듀티비(D)에 의거하여 OCV(49)를 제어하였을 때에 실제 진각량이 목표값에 근접하도록 상기 제어이득(P)을 증감시킨다.
이러한 제어이득(P)의 증감량은 실제 진각량과 목표값의 편차가 커질수록 큰 것이 되어, 흡기밸브(19)에 있어서의 밸브 타이밍의 변화 속도의 특성에 관계되게 된다. 즉, 실제 진각량을 목표값에 근접시킬 때의 밸브 타이밍의 변화속도는 제어이득(P)의 증감량이 커질수록 큰 것이 된다.
한편, 상기 식 (1)에 있어서, 유지듀티비(H)는 흡기밸브(19)의 실제 밸브 타이밍(진각량)과 그 밸브 타이밍의 목표값(진각량의 목표값)의 편차가 소정값 미만으로 유지될 때의 듀티비(D)를 유지데이터로서 기억한 값이다. 이렇게 해서 기억되는 유지데이터는 「50%」가 될 것이나, 밸브 타이밍 가변기구(24)의 개체 차이 등에 의하여 「50%」보다 약간 크거나 또는 작은 값이 되는 것이 보통이다.
또, 상기 유지듀티비(H)는 실제 진각량을 목표값에 근접시키기 위하여 듀티비(D)를 제어이득(P)의 증감에 맞추어 증감시킬 때, 이러한 증감의 중심을 결정하기 위한 값이 된다. 즉, 실제 진각량을 목표값에 근접시킬 때에는 듀티비(D)가 유지듀티비(H)를 중심으로 증감되게 된다.
그런데, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽의 상태에 있을 때에는 흡기 캠 샤프트(21)(회전부재 41)에 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 진각 방향으로 작용하게 된다. 이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘은 상기 밸브 타이밍이 지각쪽의 상태가 될수록 서서히 커진다. 이와 같이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용한 상태에서 밸브 타이밍을 제어하는 경우, 그 밸브 타이밍이 지각쪽으로 변화될수록 커지는 상기 가해지는 힘에 의하여 밸브 타이밍 제어에 악영향이 생긴다.
즉, 실제 진각량을 목표값으로 변화시킬 때의 밸브 타이밍의 변화속도의 특성은 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에 있을 때와 지각쪽에 있을 때에는 제어이득(P)이 동일하더라도 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 유무에 따라 다른 것이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽(상기 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역)으로부터 그 시동타이밍보다 지각쪽(상기 가해지는 힘이 작용하는 영역)으로 변화되었을 경우, 실제 진각량을 목표값에 근접시킬 때의 밸브 타이밍의 변화속도의 특성이 부적절한 것이 되어, 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다.
한편, 유지듀티비(H)는 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 영향을 받은 값이 되고, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에 있을 때에는 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않은 값이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽(상기 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역)으로부터 그 시동타이밍보다 지각쪽(상기 가해지는 힘이 작용하는 영역)으로 변화되었을 경우, 유지듀티비(H)가 상기 가해지는 힘의 부가에 대응한 값이 아니기 때문에, 실제 진각량을 목표값에 근접시킬 때의 듀티비(D) 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나서 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다.
그래서, 본 실시형태에서는 제어이득(P) 및 유지듀티비(H)를 산출할 때에 압출기구(53)에 의한 힘을 가하여 상기 산출을 행하도록 하고 있다.
제어이득(P)에 있어서는 실제 진각량과 목표값과의 편차 등에 의거하여 산출될 때, 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 값이 되고, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에는 통상과 다른 값이 된다. 즉, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽의 상태에서 실제 진각량을 목표값에 근접시키기 위하여 지각쪽으로 변화되고 있을 때, 제어이득(P)은 상기 편차 등에 따라 「0%」 「50%」 사이의 값이 된다. 이와 같이 「0%」 「50%」 사이의 값이 되는 제어이득(P)은 상기 가해지는 힘을 가하여 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에서 지각하는 경우

에 비하여 「50%」에 가까운 값이 되도록 산출된다. 또, 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽의 상태에서 실제 진각량을 목표값에 근접시키기 위하여 진각쪽으로 변화되고 있을 때, 제어이득(P)은 상기 편차 등에 따라 「-50%」 「0%」 사이의 값이 된다. 이와 같이 「-50%」 「0%」 사이의 값이 되는 제어이득(P)은 상기 가해지는 힘을 가하여 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에서 진각하는 경우에 비하여 「0%」에 가까운 값이 되도록 산출된다.

한편, 유지듀티비(H)에 있어서는, 듀티비(D)가 유지데이터로서 기억될 때, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에는 상기 진각량이 지각쪽의 값이 될수록 상기 유지데이터를 실제 듀티비(D)보다 밸브 타이밍 진각쪽의 값(「0%」에 가까운 값)으로 한다. 또한, 기억된 유지데이터를 유지듀티비(H)로서 이용할 때, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에는 상기 진각량이 지각쪽의 값이 될수록 상기 유지듀티비를 실제 유지데이터보다 밸브 타이밍 지각쪽의 값(「100%」에 가까운 값)으로 한다. 이렇게 해서 유지듀티비(H)는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 것이된다.

이와 같이 제어이득(P) 및 유지듀티비(H)가 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 것으로 되기 때문에, 그들 제어이득(P) 및 유지듀티비(H)로부터 산출되는 듀티비(D)도 상기 가해지는 힘을 가한 값이 된다. 그리고, 이 듀티비(D)에 의거하여 OCV(49)를 구동제어하여 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 제어함으로써, 상기 가해지는 힘에 관계없이 적확하게 밸브 타이밍을 제어할 수 있게 된다.

다음으로, 상기 제어이득(P)의 산출순서에 대하여 도 6을 참조하여 설명한다. 도 6은 제어이득(P)을 산출하기 위한 제어이득 산출 루틴을 나타낸 플로우차트이다. 이 제어이득 산출 루틴은 ECU(92)을 통하여 예를 들어 소정 시간마다의 시간 인터럽트에 의해 실행된다.

제어이득 산출 루틴에 있어서, 제어이득(P)은, 단계 S109의 처리에 의하여 나중에 설명하는 기본제어이득(Pb) 및 보정값(h1 h3)을 이용하여 하기의 식 (2)에 의거하여 산출된다.

수학식 2

$$P = Pb * h1 * h2 * h3$$

상기 식 (2)에 있어서, 기본제어이득(Pb)은 흡기밸브(19)에 있어서의 밸브 타이밍의 실제 진각량과 그 진각량의 목표값과의 편차를 소정값 미만으로 하기 위하여 증감시키는 값이다. 이 기본제어이득(Pb)은 상기 실제 진각량과 목표값과의 편차 및 크랭크 포지션 센서(14c)로부터의 검출신호에 의거하여 구해지는 엔진회전수(NE)를 이용하여 맵 등으로부터 산출된다. 또, 보정값(h1 h3)은 상기 실제 진각량을 목표값에 근접시키기 위한 밸브 타이밍 제어시에 그 밸브 타이밍의 변화속 도의 특성에 영향을 미치는 각종 파라미터에 의거하여 산출된다.

제어이득(P)은 이들 보정값(h1 h3)을 기본제어이득(Pb)에 승산하여 산출되게 된다. 따라서, 이 제어이득(P) 등으로부터 산출되는 듀티비(D)에 의거하여 OCV(49)를 구동제어함으로써, 상기 각종 파라미터에 관계없이 실제 진각량을 목표값에 근접시킬 때의 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 최적의 것으로 할 수 있다.

제어이득 산출 루틴의 단계 S101 단계 S105의 처리는 상기 기본제어이득(Pb)을 산출하기 위한 것이다. ECU(92)는 단계 S101에 있어서, 엔진회전수(NE)와 진공센서(36)의 검출신호로부터 구해지는 흡기압(PM)에 의거하여 목표 진각량(θt)(진각량의 목표값)을 산출한다.

계속해서 ECU(92)는 단계 S102에 있어서 최대 지각 학습값(G)을 산출하고, 단계 S103에 있어서 크랭크 포지션 센서(14c) 및 캠 포지션 센서(21b)로부터의 검출신호에 의거하여 실제 진각량(θr)을 산출한다. 이 실제 진각량(θr)은 흡기밸브(19)에 있어서의 밸브 타이밍의 최대 지각 상태를 기준(「0」)으로 하여 밸브 타이밍이 진각할수록 커지는 값이다.

밸브 타이밍의 최대 지각 상태에서는 제품 오차 등에 의하여 밸브 타이밍 가변기구(24)의 개체마다 불균일이 발생되어, 이러한 불균일에 의하여 밸브 타이밍의 최대 지각 상태가 적정상태로부터 과도하게 어긋날 우려가 있다. 그리고, 이 어긋남이 과도한 것이 되면, 실제 진각량(θr)이 밸브 타이밍의 최대 지각 상태로부터의 진각량으로서는 잘못된 값이 되기 때문에, 실제 진각량(θr) 등에 의거하여 밸브 타이밍 제어를 행한 경우에는 밸브 타이밍이 부적절한 상태가 된다.

그래서, 계속되는 단계 S104의 처리에서, 상기 실제 진각량(θr)으로부터 상기 최대 지각 학습값(G)을 감산하여 얻어지는 실제 진각량(θrk)(실제 진각량)을 이용하여 밸브 타이밍 제어를 행함으로써 상기와 같은 문제점을 회피하도록 하고 있다. 즉, 최대 지각 학습값(G)은 단계 S102의 처리에 의하여, 밸브 타이밍의 최대 지각 상태의 적정상태로부터의 어긋남을 학습값으로서 학습한 값으로서, 이 최대 지각 학습값(G)이 가미된 실제 진각량(θrk)을 이용하여 밸브 타이밍 제어를 행함으로써 상기 문제점을 회피하는 것이 가능하게 된다.

그리고, ECU(92)는 단계 S105의 처리로서, 목표 진각량(θt)과 실제 진각량(θrk)과의 편차 및 엔진회전수(NE)에 의거하여 기본제어이득(Pb)을 산출한다. 이와 같이 산출되는 기본제어이득(Pb)은 상기 편차가 커질수록 밸브 타이밍을 재빠르게 변화시키는 값이 되고, 엔진회전수(NE)가 높아질수록 밸브 타이밍을 천천히 변화시키는 값이 된다. 이것은 엔진회전수(NE)가 높아지면, 크랭크 샤프트(14)의 회전에 의거하여 구동되는 오일 펌프(52)로부터의 오일의 토출량이 증가되어, 상기 편차가 일정한 조건 하에서는 밸브 타이밍의 변화속도가 빨라지기 때문이다.

이와 같이 엔진회전수(NE)는 밸브 타이밍 가변기구(24)를 작동시키는 작동유의 상태(유압) 및 밸브 타이밍의 변화속도에 영향을 미치는 파라미터로서, 이 파라미터에 따라서도 기본제어이득(Pb)(제어이득 P)이 변경되게 된다.

제어이득 산출 루틴에 있어서, 단계 S106 단계 S108의 처리는 상기 보정값(h1 h3)을 산출하기 위한 것이다. ECU(92)는 단계 S106의 처리로서, 실제 진각량(θrk)에 의거하여 보정값(h1)을 산출한다. 보정값(h1)은 실제 진각량(θrk)의 변화에 대하여 도 5에 나타낸 바와 같이 추이된다. 즉, 보정값(h1)은 실제 진각량(θrk)이 밸브 타이밍의 최대 진

각 상태에 대응하는 값으로부터, 시동타이밍에 대응하는 실제 진각량(θrk)에 도달할 때까지는 기준값인 「1.0」이 된다. 그리고, 실제 진각량(θrk)이 시동타이밍에 대응하는 값으로부터 「0(최대 지각)」에 근접할수록 보정값(h1)은 서서히 「1.0」보다 큰 값으로 변화된다.
실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시키기 위하여 밸브 타이밍을 지각시키는 경우, 밸브 타이밍이 시동타이밍을 초과하여 최대 지각 상태에 도달할 때까지는 밸브 타이밍이 지각할수록 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 서서히 커진다. 이 때, 상기 보정값(h1)은 「1.0」부터 서서히 큰 값으로 변화된다. 따라서, 기본제어이득(Pb)에 보정값(h1)을 승산하여 제어이득(P)의 보정을 행함으로써 「0%」 「50%」 사이의 값으로 되어있는 제어이득(P)이 「50%」에 가까운 값으로 보정된다. 이에 따라, 상기 가해지는 힘에 의하여 지각쪽에 대한 밸브 타이밍의 변화속도가 과도하게 늦어지는 것은 억제된다.
또, 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시키기 위하여 밸브 타이밍을 진각시키는 경우, 밸브 타이밍이 최대 지각 상태로부터 시동타이밍에 도달할 때까지는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 의하여 밸브 타이밍이 진각쪽으로 가세되게 된다. 그리고, 이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘은 밸브 타이밍이 진각할수록 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 서서히 작아진다. 이 때, 상기 보정값(h1)은 「1.0」보다 큰 값으로부터 서서히 「1.0」을 향하여 서서히 작은 값으로 변화된다. 따라서, 기본제어이득(Pb)에 보정값(h1)을 승산하여 제어이득(P)의 보정을 행함으로써 「-50%」 「0%」 사이의 값으로 되어 있는 제어이득(P)이 「0%」에 가까운 값으로 보정된다. 이에 따라, 상기 가해지는 힘에 의하여 진각쪽에 대한 밸브 타이밍의 변화속도가 과도하게 빨라지는 것은 억제된다.
상기한 바와 같이 실제 진각량(θrk)에 따라 추이되는 보정값(h1)을 기본제어이득(Pb)에 승산하여 제어이득(P)을 산출함으로써, 그 제어이득(P)이 가해지는 힘에 따라 보정된 것이 된다. 이렇게 해서 제어이득(P)은 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 것이 된다. 그리고, 이 제어이득(P) 등으로부터 구해지는 듀티비(D)에 의거하여 OCV(49)를 구동제어함으로써, 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시킬 때의 그 밸브 타이밍의 변화속도의 특성이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 관계없이 적절하게 유지된다. 그 결과, 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 흡기 캠 샤프트(21)(회전부재 41)에 작용하는 경우이더라도 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있게 된다.
ECU(92)는 계속해서 단계 S107의 처리에서 수온센서(11b)의 검출신호로부터 구해지는 엔진(11)의 냉각수 온도(THW)에 의거하여 보정값(h2)을 산출하고, 단계 S108의 처리에서 유압센서(34)의 검출신호로부터 구해지는 작동유의 유압(Po)에 의거하여 보정값(h3)을 산출한다. 이와 같이 산출되는 보정값(h2, h3)은 제어이득(P)을 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)에 따라 변경시키기 위한 것이다. 즉, 보정값(h2, h3)을 기본제어이득(Pb)에 승산하여 제어이득(P)을 산출함으로써, 그 제어이득(P)은 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)에 따라 변경된다.
냉각수 온도(THW)에 의거하는 보정값(h2)은 예를 들어 맵 등을 참조하여 산출되고, 냉각수 온도(THW)가 높아질수록 밸브 타이밍의 변화속도를 빠르게 하는 값(「1.0」보다 큰 값)이 된다. 이것은 냉각수 온도(THW)(기관온도)가 높아질수록 작동유의 점도가 저하되어 그 작동유의 누설량이 증대되기 때문에, 냉각수 온도(THW)가 높을 때에는 유압실(69, 70) 내의 유압이 저하되어 밸브 타이밍의 변화속도가 느린 것이 되기 때문이다. 또한, 보정값(h2)을 산출하기 위한 맵은 점도가 다른 복수 종류의 작동유에 대응하여 복수개 준비되어 있고, 이 작동유의 종류에 따라 적절하게 선택하여 사용된다. 한편, 유압(Po)에 의거하는 보정값(h3)은 그 유압(Po)이 높아질수록 밸브 타이밍의 변화속도를 느리게 하는 값(「1.0」에 가까운 값)이 된다. 이것은 유압(Po)이 높을 때에는 밸브 타이밍의 변화속도가 빨라지기 때문이다.
각종 보정값(h1-h3)은 미리 실험적으로 구해져서 테이블이나 맵으로서 메모리에 기억된다. 그리고, 도 6의 플로우차트의 실행중 h1, h2, h3이 되는 적절한 값이 각각 θrk, THW, Po에 의거하여 선택된다.
단계 S106 S108의 처리에 의하여 산출되는 보정값(h1 h3)은 계속되는 단계 S109의 처리에서 제어이득(P)을 산출할 때에 이용된다. 그리고, 제어이득(P)을 산출한 후, ECU(92)는 제어이득 산출 루틴을 일단 종료한다.
다음으로, 제어이득 산출 루틴에 있어서의 단계 S102의 처리에 대하여 도 7을 참조하여 상세하게 설명한다. 도 7은 최대 지각 학습값(G)을 산출하기 위한 최대 지각 학습값 산출 루틴을 나타낸 플로우차트이다. 이 최대 지각 학습값 산출 루틴은 제어이득 산출 루틴의 단계 S102로 진행될 때마다 ECU(92)를 통하여 실행된다.
최대 지각 학습값 산출 루틴에 있어서는 단계 S207 S211의 처리에서, 목표 진각량(θt)을 「0(최대 지각)」으로 하였을 때의 실제 진각량(θr)과, 이 때의 그 실제 진각량(θr)의 적정값과의 어긋남을 최대 지각 학습값(G)으로서 학습(기억)한다. 이렇게 해서 학습한 최대 지각 학습값(G)과 상기 실제 진각량(θr)에 의거하여, 최대 지각 학습값(G)을 가미한 실제 진각량(θrk)이 산출되게 된다(단계 S104). 그리고, 이 실제 진각량(θrk)을 실제 진각량(θr) 대신에 제어이득(P)의 산출에 이용함으로써, 밸브 타이밍의 최대 지각 상태가 제품 오차 등에 기인하여 적정 상태로부터 과도하게 어긋났다고 하더라도 제어이득(P)(듀티비 D)에 의거하는 밸브 타이밍 제어가 부적절해지는 것은 억제된다.
그러나, 목표 진각량(θt)이 「0(최대 지각)」이 되어 최대 지각 학습값(G)의 학습이 행해질 때에는, 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때에 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 흡기 캠 샤프트(21)에 작용하기 때문에, 이 가해지는 힘에 의한 영향에 의하여 최대 지각 학습값(G)의 학습착오가 발생될 우려가 있다. 즉, 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 없는 상황일 때에 최대 지각 학습이 실행되면, 최대 지각 학습값(G)을 학습착오하게 된다.
그래서, 본 실시형태에서는 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 없는 상황이라고 판단될 때에는 목표 진각량(θt)이 「0」이더라도 최대 지각 학습값(G)의 학습을 금지시켜서 그 최대 지각 학습값(G)의 학습오차를 회피한다. 최대 지각 학습값 산출 루틴에 있어서의 단계 S203 S206의 처리는 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 상황인지의 여부를 판단하여, 이 판단결과에 의거하여 최대 지각 학습의 실행을 제어하기 위한 것이다. 이와 같이 상기 가해지는 힘을 가하여 최대 지각 학습의 실행을 제어함으로써, 밸브 타이밍 제어가 그 가해지는 힘을 가한 것으로 되어, 그 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍을

적확하게 제어할 수 있게 된다.
최대 지각 학습값 산출 루틴에 있어서 ECU(92)는 단계 S201의 처리에서 목표 진각량(θt)이 「0(최대 지각)」인지의 여부를 판단하여, 「θt = 0」이 아니면 당해 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다. 이 경우, 최대 지각 학습값(G)을 가미한 실제 진각량(θrk)의 산출에는 이전 회에 학습된 최대 지각 학습값(G)이 이용되게 된다.
또, 상기 단계 S201에 있어서 「θt = 0」이라는 취지가 판단되면, 단계 S202로 진행된다. ECU(92)는 단계 S202의 처리로서 엔진회전수(NE)의 안정상태가 소정 시간 이상 계속되었는지 여부를 판단한다. 그리고, 부정판정(NO)이면 당해 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴하고, 긍정판정(YES)이면 단계 S203으로 진행된다.
ECU(92)는 단계 S203에 있어서 유압(Po)이 소정값(a)보다 높은지 여부, 즉 유압(Po)이 밸브 타이밍을 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 값보다 높은지 여부를 판단한다. 그리고, 「Po > a」가 아니라 작동유의 상태가 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시키는 것이 아닌 상태라는 취지가 판단되면, ECU(92)는 이 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다. 따라서, 이 경우에는 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)이 실행되는 일은 없어, 유압(Po)이 부족한 상태에서 최대 지각 학습값(G)의 학습이 행해짐으로써 그 학습값(G)의 학습착오가 발생되는 것을 회피할 수 있다.
또, 단계 S203에 있어서 「Po > a」에서 작동유의 유압이 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 상태라는 취지가 판단되면 단계 S204로 진행된다. 이 단계 S204 S206의 처리는 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 상황인지 여부를 재확인하기 위한 것이다. 단계 S204는 다음 단계 S205, S206를 건너뛰어, 최대 지각 학습값(G)의 학습을 실행할 수 있는 기관상태인지 여부를 판단하기 위한 것이다. 또, 단계 S205, S206은 작동유의 상태(기관상태)가 밸브 타이밍을 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 상태인지 여부를 판단하기 위한 것이다.
ECU(92)는 단계 S204에 있어서 엔진회전수(NE)가 소정값(b)(예를 들어 700rpm 800rpm) 미만인지 여부를 판단한다. 또한, ECU(92)는 단계 S205에서 냉각수 온도(THW)가 소정값(c)보다 큰 지 여부를 판단하고, 단계 S206에서 유온센서(35)의 검출신호로부터 구해지는 작동유의 유온(THO)가 소정값(d)보다 큰 지 여부를 판단한다. 또한, 상기 소정값(c, d)은 각각 예를 들어 엔진(11)이 오버히트하기 직전의 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO)에 대응하는 값으로 설정된다. 이들 냉각수 온도(THW) 및 유온(TH0)이 과도하게 높을 때에는 작동유의 점도가 저하됨으로써 필요한 유압(Po)을 확보하기가 어려워져서, 밸브 타이밍을 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 없게 될 우려가 있다.
상기 단계 S204에 있어서 「NE < b」가 아니라는 취지가 판단되었을 경우에는 오일 펌프(52)로부터 토출되는 오일의 양이 많아져서, 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO)에 관계없이 상기 가해지는 힘에 대항하여 밸브 타이밍 최대 지각 상태까지 지각시키는 것이 가능하게 된다. 따라서, 단계 S204에서 「NE < b」가 아니라는 취지가 판단되면, 단계 S205, S206을 건너뛰어 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)을 실행한다.
또, 상기 단계 S204에 있어서 「NE < b」라는 취지가 판단되었을 경우에는 오일 펌프(52)로부터 토출되는 오일의 양이 적어져서, 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO)의 값에 따라서는 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 없게 될 우려가 있다. 따라서, 단계 S204에서 「NE < b」라는 취지가 판단되면, 순차적으로 단계 S205, S206의 처리를 실행한다.
그리고, 단계 S205에 있어서 「THW > c」라는 취지가 판단되었을 경우에는 기관온도가 과도하게 높기 때문에 작동유의 점도가 저하되어 필요한 유압(Po)을 확보하기가 어려워진다. 따라서, 이 경우에는 밸브 타이밍을 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시키는 것이 불가능하다는 취지를 판단하여, ECU(92)는 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)을 실행하지 않고 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다.
또, 단계 S206에 있어서 「THO > d」라는 취지가 판단되었을 경우에는 작동유의 유온(THO)이 과도하게 높기 때문에 작동유의 점도가 저하되어 필요한 유압(Po)을 확보하기가 어려워진다. 따라서, 이 경우에는 밸브 타이밍을 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시키는 것이 불가능하다는 취지를 판단하여, ECU(92)는 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)을 실행하지 않고 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다.
한편, 상기 단계 S204, S205에서 모두 YES라고 판단되었을 경우에는 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)을 실행한다. 단계 S207 단계 S210에서는 밸브 타이밍을 최대 지각 상태로 하였을 때의 실제 진각량(θr)으로부터 나중에 설명하는 어긋남량(Gm)을 감산한다. 그리고, 그 값 「θr-Gm」이 이 때의 실제 진각량(θr)의 적정값인 「0」을 포함하는 소정 범위(-e e) 내의 값이 되도록, 상기 어긋남량(Gm)을 증감시킨다. 또한, 「-e < (θr-Gm) < e」이 되었을 때의 상기 어긋남량(Gm)은 밸브 타이밍을 최대 지각 상태로 하였을 때의 실제 진각량(θr)의 적정값 「O」에 대한 어긋남을 나타내는 것이 된다. 그리고, 「-e < (θr-Gm) < e」이 되었을 때의 상기 어긋남량(Gm)은 단계 S211의 처리에서 최대 지각 학습값(G)으로서 학습(기억)된다.
ECU(92)는 단계 S207에 있어서 실제 진각량(θr)으로부터 어긋남량(Gm)을 감산한 값이 「-e」보다 작은지 여부를 판단한다. 이 어긋남량(Gm)의 초기값으로서는 예를 들어 「0」이 채용된다. 그리고, 「(θr-Gm) < -e」이면 단계 S208에 있 어서 상기 어긋남량(Gm)으로부터 소정값(f)을 감산한 후, 이 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다. 또, 「(θr-Gm) < -e」가 아니면 단계 S209로 진행된다.

ECU(92)는 단계 S209의 처리로서 실제 진각량(θr)으로부터 어긋남량(Gm)을 감산한 값이 「e」보다 큰 지 여부를 판단한다. 그리고, 「(θr-Gm) > e」이면 단계 S210의 처리로서 상기 어긋남량에 소정값(f)을 가산한 후, 이 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다. 또, 「(θr-Gm) > e」가 아니면 「-e < (θr-Gm) < e」라는 취지를 판단하여 단계 S211로 진행된다.

ECU(92)는 단계 S211의 처리로서 어긋남량(Gm)을 최대 지각 학습값(G)으로서 백업 RAM(96)에 기억한 후, 이 최대 지각 학습값 산출 루틴을 일단 종료시키고 제어이득 산출 루틴(도 6)으로 리턴한다. 이렇게 해서 학습된 최대 지각 학습값(G)은 제어이득 산출 루틴에 있어서의 단계 S104의 처리에서 실제 진각량(θrk)의 산출에 이용된다.

다음으로, 유지듀티비(H)의 산출순서에 대하여 도 8을 참조하여 설명한다. 이 도 8은 유지듀티비(H)를 산출하기 위한 유지듀티비 산출 루틴을 나타낸 플로우차트이다. 유지듀티비 산출 루틴은 ECU(92)를 통하여 소정 시간마다의 시간 인터럽트에 의해 실행된다.

유지듀티비(H)는 유지듀티비 산출 루틴에 있어서의 단계 S309에서, 백업 RAM(96)에 기억되는 유지듀티비(Hv) 및 보정값(h4 h7)에 의거하여 하기의 식 (3) 을 이용하여 산출된다.

수학식 3

$$H = Hv + h4 + h5 + h6 + h7$$

식 (3)에 있어서 보정값(h4 h7)은 유지듀티비(H)에 영향을 미치는 각종 파라미터에 의거하여 산출된다. 또, 유지듀티비(Hv)는 유지듀티비(H)로부터 보정값(h4 h7)을 감산하여 상기 각종 파라미터에 의한 영향을 제거한 값으로서, 백업 RAM(96)의 소정 영역에 기억되는 것이다. 그리고, 유지듀티비(H)는 백업 RAM(96)에 기억된 유지듀티비(Hv)에 보정값(h4 h7)을 가산함으로써, 상기 각종 파라미터에 의한 영향을 가미한 값으로서 산출된다.

이와 같이 백업 RAM(96)에는 항상 상기 각종 파라미터의 영향을 제거한 유지듀티비(Hv)가 기억되고, 듀티비(D)의 산출에는 백업 RAM(96)에 기억된 유지듀티비(Hv)에 보정값(h4 h7)에 의한 보정(가산)을 부가하여 얻어지는 유지듀티비(H)가 이용된다. 따라서, 유지데이터로서 유지듀티비(Hv)를 기억할 때와, 그 유지듀티비(Hv)를 이용하여 듀티비(D)를 산출할 때에, 상기 각종 파라미터가 변화되었다고 하더라 이들 파라미터에 관계없이 유지듀티비(H)(듀티비 D의 증감의 중심)를 적정한 상태로 할 수 있다.

유지듀티비 산출 루틴에 있어서 단계 S301 S304는 유지듀티비(H)에 영향을 미치는 파라미터인 실제 진각량(θrk)(밸브 타이밍), 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)에 의거하여 상기 보정값(h4 h7)을 산출하기 위한 것이다.

ECU(92)는 단계 S301의 처리로서 실제 진각량(θrk)에 의거하여 보정값(h4)을 산출한다. 이 보정값(h4)은 실제 진각량(θrk)의 변화에 대하여 예를 들어 도 9에 나타낸 바와 같이 추이되게 된다. 이 도면에서 알 수 있는 바와 같이 보정값(h4)은 실제 진각량(θrk)이 시동타이밍에 대응하는 값보다 진각쪽의 값일 때 「O」이 되고, 실제 진각량(θrk)이 시동타이밍보다 지각쪽의 값으로 변화될수록 서서히 큰 값이 된다. 이것은 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽이 될수록 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 서서히 커지는 것에 의거하여, 그 가해지는 힘에 의한 유지듀티비(H)에 대한 영향이 커지기 때문이다.

ECU(92)는 단계 S302에 있어서 엔진회전수(NE)에 의거하여 보정값(h5)을 산출한다. 엔진회전수(NE)는 그 변화에 따라 오일 펌프(52)로부터의 작동유의 토출량이 변화되기 때문에, 작동유의 상태(기관상태)에 영향을 미치는 동시에 유지듀티비(H)에도 영향을 미치게 된다. 상기 엔진회전수(NE)에 의거하여 산출되는 보정값(h5)은 엔진회전수(NE)가 높아질수록 서서히 큰 값이 된다. 이것은 엔진회전수(NE)가 높아질수록 오일 펌프(52)로부터의 작동유의 토출량이 많아져서, 그 토출량의 증가에 따른 유지듀티비(H)에 대한 영향이 커지기 때문이다.

ECU(92)는 단계 S303에 있어서 냉각수 온도(THW)에 의거하여 보정값(h6)을 산출한다. 이 보정값(h6)의 산출은 작동유의 종류에 따라 다른 값으로서 산출된다. 냉각수 온도(THW)는 그 변화에 따라 작동유의 점도가 변화되기 때문에, 작동유의 상태에 영향을 미치는 동시에 유지듀티비(H)에도 영향을 미치게 된다. 상기 냉각수 온도(THW)에 의거하여 산출되는 보정값(h6)은 냉각수 온도(THW)가 낮아질수록 서서히 큰 값이 된다. 이것은 냉각수 온도(THW)(기관온도)가 낮아질수록 작동 유의 점도가 상승되어, 그 작동유의 점도 상승에 따른 유지듀티비(H)에 대한 영향이 커지기 때문이다. 또, 냉각수 온도(THW)에 의거하여 산출되는 보정값(h6)은 그 산출이 작동유의 종류에 따라 행해져서 작동유마다 다른 값이 된다. 이것은 작동유의 점도가 냉각수 온도(THW) 뿐만 아니라 작동유의 종류별에 따라서도 다르기 때문이다.

ECU(92)는 단계 S304에 있어서 유압(Po)에 의거하여 보정값(h7)을 산출한다. 유압(Po)은 그 변화에 따라 작동유에 의하여 흡기 캠 샤프트(21)를 회전방향에 대하여 변위시키는 힘이 변화되기 때문에, 작동유의 상태에 영향을 미치는 동시에 유지듀티비(H)에도 영향을 미치게 된다. 상기 유압(Po)에 의거하여 산출되는 보정값(h7)은 유압(Po)이 높아질수록 서서히 큰 값이 된다. 이것은 유압(Po)이 높아질수록 그 유압(Po)의 상승에 따른 유지듀티비(H)에 대한 영향이 커지기 때문이다.

각종 보정값(h4-h7)은 미리 실험적으로 구해져서 테이블이나 맵으로서 메모리에 기억된다. 그리고, 도 8의 플로우차트의 실행 중 h4, h5, h6, h7이 되는 적절한 값이 각각 θrk, NE, THW, Po에 의거하여 선택된다.

상기 단계 S301 S304의 처리를 실행하여 보정값(h4 h7)을 산출한 후, 단계 S305로 진행된다. 단계 S305의 처리는 백업 RAM(96)에 대한 유지듀티비(Hv)의 기억을 행해야 할 상황인지 여부를 판단하기 위한 것이다. 즉, ECU(92)는 단계 S305에 있어서 목표 진각량(θt)과 실제 진각량(θrk)의 편차(어긋남)가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었는지 여부를 판단한다. 그리고, 「(θt-θrk) < α」의 상태 가 계속되고 있지 않으면, 단계 S309로 진행되어 상기 식 (3)에 의거하여 유지듀티비(H)의 산출이 행해진다. 이 때, 유지듀티비(Hv)로서는 이전 회에 백업 RAM(96)에 기억된

것이 이용된다.
또, 상기 단계 S305의 처리에 있어서 「(θt-θrk) < α」의 상태가 계속되고 있다는 취지가 판단되면 단계 S306으로 진행된다. 단계 S306 S308의 처리는 이 때의 듀티비(D) 등에 의거하여 상기한 유지듀티비(Hv)를 산출하고, 이것을 유지데이터로서 백업 RAM(96)의 소정 영역에 기억시키기 위한 것이다.
ECU(92)는 단계 S306의 처리에서 「(θt-θrk) < α」의 상태가 계속되고 있을 때의 듀티비(D)를 유지듀티비로 하고, 단계 S307의 처리에서 유지듀티비(H) 및 보정값(h4 h7)에 의거하여 하기의 식 (4)를 이용하여 유지듀티비(Hv)를 산출한다.

수학식 4

$$Hv = H - h4 - h5 - h6 - h7$$

식 (4)에서는 실제 진각량(θrk), 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po) 등의 파라미터의 영향을 받은 유지듀티비(H)로부터 보정값(h4 h7)이 감산되고, 이에 따라 상기 각종 파라미터의 영향을 제거한 값인 유지듀티비(Hv)가 산출된다. ECU(92)는 계속되는 단계 S308의 처리에서 상기 유지듀티비(Hv)를 백업 RAM(96)의 소정 영역에 기억시키고, 단계 S309의 처리에서 그 유지듀티비(Hv)를 이용하여 유지듀티비(H)를 산출한 후, 이 유지듀티비 산출 루틴을 일단 종료한다.
유지듀티비 산출 루틴에서는 단계 S307에 있어서의 보정값(h4 h7)의 감산처리에서, 유지듀티비(H)로부터 실제 진각량(θrk), 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)의 영향을 제거하는 보정이 이루어진다. 이 보정에 있어서, 예를 들어 보정값(h5 h7)을 「0」이라고 가정하였을 경우에는 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에 유지듀티비(Hv)가 유지듀티비(H)보다 밸브 타이밍 진각쪽의 값(「0%」에 가까운 값)이 된다. 이 유지듀티비(Hv)와 유지듀티비(H)의 차이는 실제 진각량(θrk)이 「0(최대 지각)」에 근접할수록 커진다.
또한, 단계 309에 있어서의 보정값(h4 h7)의 가산처리에서, 유지듀티비(Hv)에 대한 실제 진각량(θrk), 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)의 영향을 부가하는 보정이 이루어진다. 이 보정에 있어서, 예를 들어 보정값(h5 h7)을 「0」이라고 가정하였을 경우에는 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에 유지듀티비(H)가 유지듀티비(Hv)보다 밸브 타이밍 지각쪽의 값(「100%」에 가까운 값)이 된다. 이 유지듀티비(Hv)와 유지듀티비(H)의 차이는 실제 진각량(θrk)이 「0(최대 지각)」에 근접할수록 커진다.
이와 같이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 관계되는 실제 진각량(θrk)(밸브 타이밍) 등, 유지듀티비(H)에 영향을 미치는 각종 파라미터에 의거하여 유지듀티비(H)(유지듀티비 Hv)의 보정이 이루어진다. 그리고, 이러한 보정이 이루어지는 유지듀티비(H)(유지듀티비 Hv) 등에 의거하여 듀티비(D)가 산출된다. 그 때문에, 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시키기 위하여 듀티비(D)를 증감시킬 때, 그 듀티비(D) 증감의 중심이 상기 각종 파라미터(θrk, NE, THW, Po)의 영향에 의하여 적정값으로부터 어긋나는 것을 억제하여, 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있게 된다.
이상으로 상세하게 설명한 처리가 행해지는 본 실시형태에 의하면, 이하에 나타낸 효과를 얻을 수 있게 된다.
(1) 밸브 타이밍 제어(OCV 49의 구동제어)에 이용되는 듀티비(D)는, 제어이득(P)을 이용하여 밸브 타이밍의 실제 진각량(θrk)이 목표 진각량(θt)에 근접하도록 산출된다. 이 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시킬 때의 밸브 타이밍의 변화속도의 특성은 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 크기에 따라 변화되게 된다. 단, 상기 밸브 타이밍의 변화속도의 특성에 관계되는 제어이득(P)은 그 때의 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘에 대응한 값인 밸브 타이밍(실제 진각량 θrk)에 따라 보정된다. 따라서, 밸브 타이밍의 변화에 따라 상기 가해지는 힘이 변화되더라도 상기 제어이득(P) 등으로부터 산출되는 듀티비(D)에 의거하여 밸브 타이밍을 제어함으로써, 그 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 적정한 상태로 유지하여, 밸브타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.
(2) 밸브 타이밍의 변화속도의 특성에 영향을 주는 파라미터로서는, 실제 진각량(θrk)(압출기구 53에 의해 가해지는 힘) 외에 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)이 제어이득(P) 등의 파라미터가 있고, 이들도 제어이득(P)을 산출할 때에 가미되어 있다. 즉, 이들 파라미터는 작동유의 상태에 영향을 미침으로써 밸브 타이밍의 변화속도의 특성에 영향을 미치나, 제어이득(P)을 산출할 때에는 가미된다. 그 때문에, 상기 제어이득(P)을 이용하여 산출되는 듀티비(D)에 의거하여 밸브 타이밍을 제어함으로써, 상기 각 파라미터의 변화에 관계없이 밸브 타이밍의 변화속도의 특성을 적정한 상태로 유지할 수 있어, 한층더 적확하게 밸브 타이밍을 제어할 수 있다.
(3) 제어이득(P)의 산출에 이용되는 기본제어이득(Pb)은 목표 진각량(θt)과 실제 진각량(θrk)의 편차 등에 의거하여 산출된다. 이 실제 진각량(θrk)은 크랭크 포지션 센서(14c) 및 캠 포지션 센서(21b)의 검출신호에 의거하여 구해지는 실제 진각량(θr)으로부터 최대 지각 학습값(G)을 감산하여 얻어지게 된다. 또, 최대 지각 학습값(G)은 목표 진각량(θt)이 「0(최대 지각)」이 되어 밸브 타이밍이 최대 지각 상태로 되었을 때의 상기 실제 진각량(θr)과, 이 때의 실제 진각량(θr)의 적정값 「O」과의 어긋남을 학습값으로서 학습한 값이다. 이러한 최대 지각 학습을 실행하기 위하여 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때에는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하기 때문에, 이 가해지는 힘의 영향에 의하여 최대 지각 학습값의 학습착오가 발생될 우려가 있다. 즉, 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 상황일 때에 최대 지각 학습값(G)의 학습을 실행하면, 실제의 밸브 타이밍이 최대 지각 상태가 아니라 실제 진각량(θr)이 「O」에 도달하지 않고 있을 때에 실제 진각량(θr)과 적정값(「O」)과의 어긋남이 학습값으로서 학습되게 된다. 그러나, 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 상황일 때에 최대 지각 학습값(G)의 학습을 금지시킴으로써, 상기와 같은 최대 지각 학습값(G)의 학습착오를 회피할 수 있다. 이에 따라 밸브 타이밍 제어가 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 것이 되어, 상기 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있게 된다.

(4) 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 수 있는 상황인지 여부는, 유압(Po), 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO) 등의 작동유의 상태(기관상태)에 관계되는 파라미터에 의거하여 판단된다. 그리고, 이들 파라미터에 의거하여 작동유의 상태(기관상태)가 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 수 있는 상태가 아니라는 취지가 판단되었을 경우에는 최대 지각 학습값(G)의 학습이 금지되어 그 최대 지각 학습값(G)의 학습착오가 회피된다. 그 때문에, 최대 지각 학습값(G)의 학습착오에 따라 적확한 밸브 타이밍 제어가 곤란해지는 것을 방지할 수 있다.

(5) 밸브 타이밍 제어(OCV 49의 구동제어)에 이용되는 듀티비(D)는 밸브 타이밍의 실제 진각량(θrk)이 목표 진각량(θt)에 근접하도록 산출된다. 그리고, 실제 진각량(θrk)과 목표 진각량(θt)의 편차가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었을 때, 그 때의 듀티비(D)가 유지듀티비(H)로 된다. 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시키기 위하여 듀티비(D)를 증감시킬 때, 그 듀티비(D) 증감의 중심은 상기 유지듀티비(H)에 의하여 결정된다. 또, 유지듀티비(H)는 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 영향을 받은 값이 되고, 시동타이밍보다 진각쪽에 있을 때에는 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않는 값이 된다. 그 때문에, 예를 들어 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽(가해지는 힘이 작용하지 않는 영역)으로부터 지각쪽(가해지는 힘이 작용하는 영역)으로 변화되었을 경우, 유지듀티비(H)가 상기 가해지는 힘의 영향을 받고 있지 않아 그 가해지는 힘의 부가에 대응한 값이 아니기 때문에, 듀티비(D) 증감의 중심이 적정값으로부터 어긋나서 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 될 우려가 있다. 그러나, 유지듀티비(H)는 상기 가해지는 힘(실제 진각량 θrk)에 따라 산출되는 보정값(h4)을 이용하여 보정된다. 이렇게 해서 보정된 유지듀티비(H)에 의거하여 듀티비(D)가 산출되기 때문에, 그 듀티비(D) 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나는 것을 억제하여 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.

(6) 유지듀티비(H)는 보정값(h4)의 감산에 의하여 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 영향을 제거한 값인 유지듀티비(Hv)로 보정되어, 이 유지듀티비(Hv)가 백업 RAM(96)에 기억된다. 그리고, 백업 RAM(96)에 기억된 유지듀티비(Hv)는 상기 보정값(h4)의 가산에 의하여 상기 가해지는 힘의 영향을 부여한 값인 유지듀티비(H)로 보정되어, 이 유지듀티비(H)가 듀티비(D)의 산출에 이용된다. 따라서, 예를 들어 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽(가해지는 힘이 작용하지 않는 영역)에 있을 때에 백업 RAM(96)에 유지듀티비(Hv)를 기억시키고, 이 기억된 유지듀티비(Hv)를 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽(가해지는 힘이 작용하는 영역)에 있을 때에 듀티비(D)의 산출에 이용하는 경우이더라도, 듀티비(D) 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다. 또, 이와는 반대로 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에 백업 RAM(96)에 유지듀티비(Hv)를 기억시키고, 이 기억된 유지듀티비(Hv)를 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에 있을 때에 듀티비(D)의 산출에 이용하는 경우에도 듀티비(D) 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다.

(7) 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽의 영역에 있을 때에는, 실제 진각량(θrk)이 「0(최대 지각)」으로 향할수록 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 커진다. 그러나, 실제 진각량(θrk)에 의거하는 보정값(h4)은 도 9에 나타낸 바와 같이 실제 진각량(θrk)이 「O」에 근접할수록 큰 값이 된다. 그 때문에, 유지듀티비(H)로부터 보정값(h4)을 감산하여 얻어지는 유지듀티비(Hv)를, 적확하게 상기 가해지는 힘의 영향을 제거한 값으로 한다고 할 수 있다. 또, 유지듀티비(Hv)에 보정값(h4)을 가산하여 얻어지는 유지듀티비(H)를, 적확하게 상기 가해지는 힘의 영향을 부여한 값으로 할 수 있다. 따라서, 밸브 타이밍의 변화에 따라 상기 가해지는 힘이 변화되더라도 상기 유지듀티비(H) 등으로부터 산출되는 듀티비(D)에 대하여 그 증감의 중심을 적정한 상태로 유지할 수 있다.

(8) 유지듀티비(H)에 영향을 주는 파라미터로서는, 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘(실제 진각량 θrk) 외에 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po) 등의 파라미터를 들 수 있다. 즉, 이들 파라미터는 작동유의 상태(기관상태)에 영향을 미침으로써, 유지듀티비(H)에 영향을 미치게 된다. 그러나, 그들 파라미터에 의거하여 산출되는 보정값(h5 h7)이 상기 보정값(h4)과 함께 유지듀티비(H)로부터 감산되고, 이 감산된 값이 유지듀티비(Hv)가 되어 백업 RAM(96)에 기억된다.

또, 이 기억된 유지듀티비(Hv)에 보정값(h5 h7)을 상기 보정값(h4)와 함께 가산함으로써, 유지듀티비(H)의 산출이 행해진다. 따라서, 유지듀티비(H)에 영향을 미치는 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po) 등의 파라미터의 변화에 관계없이, 밸브 타이밍 제어에 이용되는 듀티비(D)를 최적의 값으로 할 수 있어, 한층더 적확하게 밸브 타이밍을 제어할 수 있다.

(제 2 실시형태)

다음으로, 본 발명의 제 2 실시형태에 대하여 도 10 및 도 11을 참조하여 설명한다. 본 실시형태에서는 실제 진각량(θrk)과 목표 진각량(θt)의 편차(어긋남)가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었을 때, 제 1 실시형태와 같이 유지듀티비(H)로부터 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 영향을 제거한 값을 유지듀티비(Hv)로서 기억시키는 대신에, 상기 유지듀티비(H)를 그 가해지는 힘이 작용할 때와 작용하지 않을 때에 따로따로 유지듀티비(Hv1, Hv2)로서 기억시킨다. 또한, 듀티비(D)를 산출하기 위한 유지듀티비(H)를 산출할 때에는 제 1 실시형태와 같이 상기 가해지는 힘의 영향을 부여하는 보정을 행하는 대신에, 상기 가해지는 힘이 작용하고 있는지 여부에 따라 유지듀티비(H)의 산출에 상기 유지듀티비(Hv1, Hv2) 중 어느 하나를 선택적으로 이용한다. 이렇게 해서 산출되는 유지듀티비(H)는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가한 것이 된다. 이와 같이 본 실시형태에서는 유지듀티비(H)의 상기 가해지는 힘을 가한 산출의 방법이 제 1 실시형태와는 다르다. 따라서, 본 실시형태에 있어서는 제 1 실시형태와 다른 부분에 대해서만 설명하고, 제 1 실시형태와 동일한 부분에 대해서는 상세한 설명을 생략한다.

도 10 및 도 11은 본 실시형태의 유지듀티비 산출 루틴을 나타낸 플로우차트이다. 본 실시형태의 유지듀티비 산출 루틴에 있어서는, 제 1 실시형태에 있어서의 유지듀티비 산출 루틴(도 8)의 단계 S301에 상당하는 처리가 생략되는 동시에, 단계 S307, S308에 상당하는 처리(단계 S406 S410)가 제 1 실시형태와는 다르다. 또한, 본 실시형태의 유지듀티비 산출 루틴에서는 제 1 실시형태의 유지듀티비 산출 루틴에 대하여 단계 S411 413의 처리가 부가되어 있다.

본 실시형태의 유지듀티비 산출 루틴에 있어서, 단계 S401(도 10) S405(도 11)의 처리는 제 1 실시형태에 있어서의 유지듀티비 산출 루틴(도 8)의 단계 S302 S306에 상당한다. 즉, 단계 S401 S403(도 10)의 처리에서는 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po)에 의거하여 보정값(h5 h7)이 산출된다. 계속되는 단계 S404(도 11)의 처리에서는 목표 진각량(θt)과 실제 진각량(θrk)과의 편차(어긋남)가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었는지 여부가 판단되고, NO이면 단계 S411로 진행된다. 또, YES이면 단계 S405의 처리로서, 상기 편차가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었을 때의 듀티비(D)를 유지듀티비(H)로 한 후, 단계 S406으로 진행된다.

단계 S406 S410의 처리에서는 상기 유지듀티비(H)를 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 영향을 받은 것과 받지 않는 것에 의해 유지듀티비(Hv1, Hv2)로서 따로따로 기억시킨다. ECU(92)는 단계 S406의 처리로서, 밸브 타이밍이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있는지 여부, 즉 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있는지 여부를 판단한다.

단계 S406의 처리에 있어서, 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있다는 취지가 판단되면, 단계 S407로 진행되어 상기 유지듀티비(H)로부터 보정값(h5 h7)을 감산함으로써 유지듀티비(Hv1)를 산출한다. 이 유지듀티비(Hv1)는 계속되는 단계 S408의 처리에서 상기 가해지는 힘의 영향을 받은 값으로서 백업 RAM(96)의 소정 영역에 기억된다. 그 후, 단계 S411로 진행된다.

또, 상기 단계 S406의 처리에 있어서, 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 없다는 취지가 판단되면, 단계 S409로 진행되어 상기 유지듀티비(H)로부터 보정값(h5 h7)을 감산함으로써 유지듀티비(Hv2)를 산출한다. 이 유지듀티비(Hv2)는 계속되는 단계 S409의 처리에서 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 값으로서 백업 RAM(96)의 소정 영역에 기억된다. 그 후, 단계 S411로 진행된다.

단계 S411 S414의 처리는 상기 가해지는 힘이 작용하는지 여부에 따라 유지듀티비(H)의 산출에 상기 유지듀티비(Hv1, Hv2)를 선택적으로 사용하기 위한 것이다. ECU(92)는 단계 S411의 처리로서, 밸브 타이밍이 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있는지 여부, 즉 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있는지 여부를 판단한다.

단계 S411의 처리에 있어서, 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있다는 취지가 판단되면, 단계 S412로 진행되어 백업 RAM(96)에 기억된 유지듀티비(Hv1)를 유지듀티비(Hv)로 한다. 이 유지듀티비(H)는 상기 가해지는 힘의 영향을 받은 값이 된다. 그리고, 계속되는 단계 S414의 처리에서, 상기 유지듀티비(Hv)에 보정값(h5 h7)을 가산함으로써, 듀티비(D)의 산출에 이용되는 유지듀티비(H)의 산출이 행해진다.

또, 상기 단계 S411의 처리에 있어서, 밸브 타이밍이 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있다는 취지가 판단되면, 단계 S413로 진행되어 백업 RAM(96)에 기억된 유지듀티비(Hv2)를 유지듀티비(Hv)로 한다. 이 유지듀티비(Hv)는 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 값이 된다. 그리고, 계속되는 단계 S414의 처리에서, 상기와 동일하게 유지듀티비(Hv)에 보정값(h5 h7)을 가산함으로써, 듀티비(D)의 산출에 이용되는 유지듀티비(H)의 산출이 행해진다.

이렇게 해서 유지듀티비(H)의 산출이 행하여진 후, ECU(92)는 이 유지듀티비 산출 루틴을 일단 종료한다.

이상으로 상세하게 설명한 처리가 행해지는 본 실시형태에 의하면, 제 1 실시형태에 기재한 (1) (4) 및 (8)의 효과에 부가하여, 이하에 나타내는 효과를 얻을 수 있게 된다.

(9) 실제 진각량(θrk)과 목표 진각량(θt)과의 편차(어긋남)가 소정값(α) 미만인 상태가 계속되었을 때, 유지듀티비(H)가 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용할 때와 작용하지 않을 때에 따로따로 유지듀티비(Hv1, Hv2)로서 백업 RAM(96)에 기억된다. 또한, 듀티비(D)를 산출하기 위한 유지듀티비(H)를 산출할 때에는 상기 가해지는 힘이 작용하고 있는지 여부에 따라 유지듀티비(H)의 산출에 백업 RAM(96)에 기억된 상기 유지듀티비(Hv1, Hv2) 중 어느 하나가 선택적으로 이용된다. 이렇게 해서 산출되는 유지듀티비(H)를 이용하여 듀티비(D)를 산출함으로써, 그 듀티비(D)가 상기 가해지는 힘을 가한 것이 된다. 그 때문에, 실제 진각량(θrk)이 목표 진각량(θt)에 근접하도록 듀티비(D)를 증감시킬 때, 그 증감의 중심이 적정한 위치로부터 어긋나는 것을 억제하여 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 있다.

또한, 상기 각 실시형태는 예를 들어 이하와 같이 변경할 수도 있다.

상기 각 실시형태에서는 유지듀티비(H)에 영향을 주는 파라미터로서, 실제 진각량(θrk)(압출기구 53에 의해 가해지는 힘) 이외에 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po) 등의 파라미터에 의거하여 유지듀티비(H)의 보정을 행하도록 하였지만, 이들의 보정을 반드시 행할 필요는 없다. 예를 들어 이들 보정의 몇가지를 생략하거나 전부를 생략해도 된다.

제 1 실시형태에서는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 크기에 관계되는 파라미터인 실제 진각량(θrk)에 따라 유지듀티비(H)를 보정함으로써, 그 유지듀티비(H)에 대한 가해지는 힘의 영향을 제거하거나 부가하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 이러한 보정을 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에 실제 진각량(θrk)에 관계없이 일률적으로 행해도 된다.

상기 각 실시형태에 있어서, 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 크기에 관계되는 파라미터로서, 실제 진각량(θrk)을 채용하는 대신에 목표 진각량(θt)이나 실제 진각량(θr) 등을 채용해도 된다.

제 1 실시형태에서는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하는지 여부에 관계없이 유지듀티비(Hv)를 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 값으로서 백업 RAM(96)에 기억시키기 때문에, 단계 S307(도 9)의 처리에 있어서, 유지듀티비(H)로부터 실제 진각량(θrk)(가해지는 힘)에 의거하여 산출되는 보정값(h4)을 감산한다는 보정을 행하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 상기 가해지는 힘이 작용하지 않고 있는 것, 즉 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽인 것을 조건으로, 백업 RAM(96)에 대한 상기 유지듀티비(Hv)의 기억을 실행해도 된다. 이 경우, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽일 때(가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때)에는 백업 RAM(96)에 대한 유지듀티비(Hv)의 기억이 금지된다. 그 때문에, 기억되는 유지듀티비(Hv)를 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않고

있는 값으로 하기 위하여, 상기 단계 S307의 처리에 있어서 보정값(h4)의 감산이라는 보정을 행할 필요가 없어진다. 그리고, 듀티비(D)의 산출에 이용되는 유지듀티비(H)를 산출할 때에는 상기 기억된 유지듀티비(Hv)에 대하여 단계 S309의 처리에서 상기 보정값(h4)을 가산함으로써, 상기 가해지는 힘의 부가에 대응시키기 위한 보정이 행해진다. 유지듀티비(Hv)에 관계되는 처리를 상기한 바와 같이 행하는 경우에도 제 1 실시형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다.
제 1 실시형태에 있어서, 목표 진각량(θt)를 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 밖의 값, 즉 시동타이밍에 대응하는 값과 「0(최대 지각)」 사이 이외의 값으로 설정하고, 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에서는 백업 RAM(96)에 대한 유지듀티비(Hv)의 기억이 행해지지 않도록 해도 된다. 이 경우, 기억되는 유지듀티비(Hv)가 상기 가해지는 힘의 영향을 받지 않고 있는 값이 되기 때문에, 상기 단계 S307의 처리에 있어서 보정값(h4)의 감산이라는 상기 가해지는 힘의 영향을 제거하기 위한 보정을 행할 필요가 없어진다. 또한, 목표 진각량(θt)을 상기한 바와 같이 설정함으로써, 상기 가해지는 힘이 작용하는 영역에서 실제 진각량(θrk)을 목표 진각량(θt)에 근접시키기 위하여 듀티비(D)를 증감시키는 일도 없어진다. 그 때문에, 상기 가해지는 힘의 영향에 의하여 당해 듀티비(D) 증감의 중심이 적정한 상태로부터 어긋나서 밸브 타이밍을 적확하게 제어할 수 없게 된다는 문제점이 해소된다.
제 1 실시형태에 있어서, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에 있어 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않을 때, 보정값(h4)에 의한 상기 가해지는 힘의 영향의 제거 및 부가 등의 유지듀티비(H)에 관한 보정을 행하지 않도록 해도 된다. 이 경우, 상기 가해지는 힘이 작용하고 있지 않아 보정값(h4)이 「0」이 될 때에 그 보정값(h4)에 의거하는 유지듀티비(H)의 보정이 행해지는 등, 이 보정이 불필요하게 행해지는 것을 방지할 수 있다.
상기 각 실시형태에서는 최대 지각 학습값 산출 루틴(도 7)에 있어서, 단계 S204의 처리에서 엔진회전수(NE)가 소정값(b) 미만이라는 취지가 판단되었을 때에는 단계 S205, S206를 실행한 후 최대 지각 학습값(G)의 학습(단계 S207 S211)을 실행하도록 하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 상기 단계 S204의 처리에서 「NE < b」라는 취지가 판단되었을 때, 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO)에 관계없이 즉시 최대 지각 학습값(G)의 학습을 금지하도록 해도 된다. 또한, 이 경우에는 단계 S205, S206을 생략해도 된다.
상기 각 실시형태에 있어서, 최대 지각 학습값(G)의 학습실행을 제어하기 위하여, 유압(Po), 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO) 등에 의거하여, 밸브 타이밍을 상기 가해지는 힘에 대항하여 최대 지각 상태까지 지각시킬 수 있는 상황인지 여부를 판단하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 상기 판단을 유압(Po)에만 의거하여 행하거나, 그 유압(Po)에 관계없이 엔진회전수(NE), 냉각수 온도(THW) 및 유온(THO) 등에 의거하여 행해도 된다.
상기 각 실시형태에서는 실제 진각량(θrk)과 목표 진각량(θt)과의 편차 뿐만 아니라, 밸브 타이밍의 변화속도의 특성에 영향을 미치는 파라미터인 엔진회전수(NE)에 의거하여 기본제어이득(Pb)을 맵 등으로부터 산출하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 즉, 이 기본제어이득(Pb)의 산출에 반드시 엔진회전수(NE)라는 파라미터를 이용할 필요는 없다. 예를 들어 엔진회전수(NE)에 의거하여 산출되는 보정값을 기본제어이득(Pb)에 승산하는 등에 의해, 엔진회전수(NE)를 제어이득(P)에 반영시켜도 된다.
상기 각 실시형태에서는 제어이득(P)에 영향을 주는 파라미터로서, 실제 진각량(θrk)(압출기구 53에 의해 가해지는 힘) 이외에 냉각수 온도(THW) 및 유압(Po) 등에 의거하여 제어이득(P)의 보정을 행하도록 하였으나, 이들 보정을 반드시 행할 필요는 없다. 예를 들어 이들 보정 중 몇가지를 생략하거나 전부를 생략해도 된다.
상기 각 실시형태에서는 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘의 크기에 관계되는 파라미터인 실제 진각량(θrk)에 따라 제어이득(P)을 보정함으로써, 상기 가해지는 힘에 관계없이 밸브 타이밍의 속도변화의 특성을 적정한 것으로 하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 이러한 보정을 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있을 때에 실제 진각량(θrk)에 관계없이 일률적으로 행해도 된다.
상기 각 실시형태에서는 실제 진각량(θrk)(압출기구 53에 의해 가해지는 힘)에 의거하여 산출되는 보정값(h1)을 이용한 제어이득(P)의 보정을, 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽에 있는지 여부(가해지는 힘이 작용하는지 여부)에 관계없이 실행하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 진각쪽에 있을 때(가해지는 힘이 작용하지 않을 때)에는 상기 보정값(h1)에 의한 제어이득(P)의 보정을 행하지 않도록 해도 된다. 이 경우, 상기 가해지는 힘이 작용하고 있지 않고, 보정값(h1)이 「1.0」이 될 때에 그 보정값(h1)에 의거하는 제어이득(P)의 보정이 행해지는 등, 이 보정이 불필요하게 행해지는 것을 방지할 수 있다.
상기 각 실시형태에서는 제어이득(P)의 산출, 유지듀티비(H)의 산출 및 최대 지각 학습값(G)의 학습실행에 있어서, 이들 세 개 모두에 있어서 압출기구(53)에 의해 가해지는 힘을 가하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 즉, 제어이득(P)의 산출, 유지듀티비(H)의 산출 및 최대 지각 학습값(G)의 학습실행에 있어서, 이들 세 개 중 하나나 둘에 대하여 상기 가해지는 힘을 가하도록 해도 된다. 이 경우에도 듀티비(D)의 산출에 상기 가해지는 힘이 가되고, 이에 따라 밸브 타이밍 제어를 상기 가해지는 힘이 가해진 상태에서 행할 수 있다.
본 실시형태에서는 흡기밸브(19)의 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 제어장치에 본 발명을 적용하였으나, 배기밸브(20)의 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 제어장치에 본 발명을 적용해도 된다.
본 실시형태에서는 밸브 타이밍이 시동타이밍보다 지각쪽의 영역에 있을 때, 밸브 타이밍이 시동타이밍으로 되도록 압출기구(53)에 의한 가세를 행하는 밸브 타이밍 제어장치에 본 발명을 적용하였으나, 본 발명은 이것으로 한정되지 않는다. 예를 들어 밸브 타이밍을 최대 진각 상태나 최대 지각 상태를 향하여 힘을 가하는 경우 등, 밸브 타이밍의 전 제어영역에 걸쳐 가세가 행해지는 밸브 타이밍 제어장치에 본 발명을 적용해도 된다. 또, 밸브 타이밍을 최대 진각 상태를 향하여 힘을 가하는 밸브 타이밍 제어장치에 본 발명을 적용하는 경우에 대해서는, 밸브 타이밍의 전 제어영역에서 상기 가세를 행하는 것으로 한정되지 않고, 밸브 타이밍의 전 제어영역 중 진각에 가까운 영역에서만 상기 가세가 행해지는 것에 적용해도 된다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 밸브 타이밍을 최대 지각 상태와 최대 진각 상태 사이의 소정 상태로 힘을 가하는 스프링 등의 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 관계없이, 밸브 타이밍의 적확한 제어를 행할 수 있는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치를 제공할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.
내연기관(11)의 밸브 타이밍이 제어 영역에 있을 때, 그 밸브 타이밍이 최대 지각 상태와 최대 진각 상태 사이의 미리 정해진 상태가 되도록 힘을 가하는 가세(加勢)장치(54)를 구비하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치에 있어서,
상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 컨트롤러(92)를 구비하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 2.
제 1 항에 있어서,
상기 가세(加勢)장치는 내연기관의 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 그 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태가 되도록 힘을 가하는 것이며;
상기 컨트롤러(92)는 적어도 상기 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 3.
제 1 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는,
상기 밸브 타이밍의 목표값을 기관운전상태에 따라 설정하고,
상기 밸브 타이밍이 상기 설정된 목표값에 근접하도록 그 밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량을 산출하고,
상기 컨트롤러는 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 그 제어량을 산출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 4.
제 3 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 밸브 타이밍의 실측값이 상기 목표값에 근접하도록 상기 제어량의 산출에 이용되는 제어이득을 상기 실측값 및 상기 목표값에 의거하여 증감시키고;
상기 제어이득을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하고, 이 제어이득에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 5.
제 4 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때만 상기 제어이득을 상기 가해지는 힘에 따라 보정하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 6.
제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따른 상기 제어이득의 보정에 이용되는 보정값을, 산출시의 밸브 타이밍에 따라 산출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 7.
제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는,
상기 밸브 타이밍의 변화속도에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 엔진회전수, 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치(54)에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 제어이득을 변경시키는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 8.
제 7 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구(24)를 상기 제어량에 의거하여 제어하고;
상기 제어이득을 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 9.
제 3 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,

상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때의 그 타이밍의 실측값과 미리 정해진 소정 기준값과의 어긋남을 학습값으로서 학습하는 최대 지각 학습을 실행하고;
상기 컨트롤러는 상기 학습값에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출하고;
상기 컨트롤러는 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 최대 지각 학습의 실행을 제어하는 것임을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,
상기 가세(加勢)장치는 내연기관의 밸브 타이밍을 진각시키는 방향으로 힘을 가하는 것이며;
상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 기관 상태일 때, 상기 최대 지각 학습을 금지시키는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 11.

제 10 항에 있어서,
상기 컨트롤러는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구(24)를 상기 제어량에 의거하여 제어하고;
상기 컨트롤러는 상기 밸브 타이밍 가변기구의 작동에 이용되는 유체가 상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 상태일 때, 상기 최대 지각 학습을 금지시키는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 12.

제 3 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때의 상기 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 메모리(96)를 더욱 구비하며;
상기 컨트롤러는 상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하고, 이 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 것임을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에만 상기 유지데이터를 상기 가해지는 힘에 따라 보정하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 14.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 제어량을 유지데이터로서 상기 메모리(96)에 기억할 때에는 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 제거하는 보정을 상기 유지데이터에 실시한 후에 상기 기억을 행하고;
상기 제어량의 산출을 행할 때에는 상기 메모리(96)에 기억된 유지데이터에 대하여 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 실시한 후에 상기 산출을 행하는 것임을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 15.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 내에 있을 때, 상기 메모리(96)에 의한 상기 유지데이터의 기억을 금지시키고;
상기 제어량의 산출을 행할 때에는 상기 메모리(96)에 기억된 유지데이터에 대하여 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 실시한 후에 상기 산출을 행하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 16.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는
상기 밸브 타이밍의 목표값을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 이외로 설정하고;
상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하고, 이 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 17.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러는 상기 유지데이터의 보정에 이용되는 보정값을 그 때의 밸브 타이밍에 의거하여 산출하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장 치.

청구항 18.

제 12 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 상기 유지데이터에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 엔진회전수, 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 유지데이터를 변경시키는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 19.
제 18 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고;
상기 유지데이터를 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 20.
제 3 항 내지 제 5 항 중의 어느 한 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 제 1 메모리(96); 및
상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 기억시키는 제 2 메모리(96)를 더욱 구비하며;
상기 컨트롤러(92)는, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는, 상기 제 1 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하고, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있을 때에는 상기 제 2 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 것임을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 21.
제 20 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 상기 유지데이터에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 엔진회전수, 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 유지데이터를 변경시키는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 22.
제 21 항에 있어서,
상기 컨트롤러(92)는 유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고;
상기 유지데이터를 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어장치.

청구항 23.
내연기관(11)의 밸브 타이밍이 제어 영역에 있을 때, 그 밸브 타이밍이 최대 지각 상태와 최대 진각 상태 사이의 미리 정해진 상태가 되도록 힘을 가하는 가세(加勢)장치(54)를 구비하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법에 있어서,
상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 단계을 포함하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 24.
제 23 항에 있어서,
상기 가세(加勢)장치(54)는 내연기관의 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 그 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태가 되도록 힘을 가하는 것이며;
상기 제어단계는, 적어도 상기 밸브 타이밍이 상기 미리 정해진 상태보다 지각쪽의 상태일 때, 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 밸브 타이밍의 제어를 행하는 것을 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 25.
제 23 항에 있어서,
상기 제어단계는,
상기 밸브 타이밍의 목표값을 기관운전상태에 따라 설정하는 단계;
상기 밸브 타이밍이 상기 목표값에 근접하도록 그 밸브 타이밍의 제어에 이용되는 제어량을 산출하는 단계를 포함하고, 이 제어량의 산출은 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 행하여지는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 26.
제 25 항에 있어서,
상기 제어량을 산출하는 단계는
상기 밸브 타이밍의 실측값이 상기 목표값에 근접하도록 상기 제어량의 산출에 이용되는 제어이득을 상기 실측값 및 상기 목표값에 의거하여 증감시키는 단계;
상기 제어이득을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하는 단계 및 이 제어이득에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 27.
제 26 항에 있어서,

상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에만 상기 제어이득이 상기 가해지는 힘에 따라 보정되는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 28.

제 26 항 또는 제 27 항에 있어서,
상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 따른 상기 제어이득의 보정에 이용되는 보정값을, 산출시의 밸브 타이밍에 따라 산출하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 29.

제 26 항 또는 제 27 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍의 변화속도에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 엔진회전수, 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 제어이득을 변경시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 30.

제 29 항에 있어서,
유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구(24)를 상기 제어량에 의거하여 제어하는 단계를 더욱 포함하고,
상기 제어이득을 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 31.

제 25 항 내지 제 27 항 중의 어느 한 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍을 최대 지각으로 제어할 때의 그 타이밍의 실측값과 미리 정해진 소정 기준값과의 어긋남을 학습값으로서 학습하는 최대 지각 학습을 실행하는 단계;
상기 학습값에 의거하여 밸브 타이밍 제어에 이용되는 제어량을 산출하는 단계;
상기 가세(加勢)장치에 의한 힘을 가하여 상기 최대 지각 학습의 실행을 제어하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 32.

제 31 항에 있어서,
상기 가세(加勢)장치는 내연기관의 밸브 타이밍을 진각시키는 방향으로 힘을 가하는 것이며;
상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 기관상태일 때, 상기 최대 지각 학습을 금지시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 33.

제 32 항에 있어서,
유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하고;
상기 밸브 타이밍 가변기구의 작동에 이용되는 유체가 상기 밸브 타이밍을 상기 가세(加勢)장치에 의한 힘에 대항하여 최대 지각으로 제어할 수 없는 상태일 때, 상기 최대 지각 학습을 금지시키는 것을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관용 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 34.

제 25 항 내지 제 27 항 중의 어느 한 항에 있어서,
메모리가, 상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때의 상기 제어량을 유지데이터로서 기억하고,
상기 제어량을 산출하는 단계는
상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하는 단계;
상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 35.

제 34 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에만 상기 유지데이터를 상기 가해지는 힘에 따라 보정하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 36.

제 34 항에 있어서,
상기 제어량을 유지데이터로서 상기 메모리에 기억시키기 전에 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 제거하는 보정을 상기 유지데이터에 실시하는 단계;
상기 제어량의 산출을 위하여 상기 메모리에 기억된 유지데이터를 이용하기 전에, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 그 메모리에 기억된 유지데이터에 실시하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 37.

제 34 항에 있어서,

상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 내에 있을 때, 상기 메모리에 의한 상기 유지데이터의 기억을 금지시키는 단계;
상기 제어량의 산출을 위하여 상기 메모리에 기억된 유지데이터를 사용하기 전에, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘의 영향을 부가하는 보정을 그 메모리에 기억된 유지데이터에 실시하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 38.

제 34 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍의 목표값을 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역 이외에 설정하는 단계;
상기 유지데이터를 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘에 따라 보정하는 단계;
이 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 39.

제 34 항에 있어서,
상기 유지데이터의 보정에 이용되는 보정값을 그 때의 밸브 타이밍에 의거하여 산출하는 단계을 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 40.

제 34 항에 있어서,
상기 유지데이터에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 엔진회전수, 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 유지데이터를 변경시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 41.

제 40 항에 있어서,
유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하는 단계를 더욱 포함하며;
상기 유지데이터를 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 42.

제 25 항 내지 제 27 항 중의 어느 한 항에 있어서,
상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 제 1 메모리에 기억시키는 단계;
상기 밸브 타이밍의 실측값과 상기 목표값과의 어긋남이 소정값 이하로 유지될 때, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있는 것을 조건으로, 이 때의 제어량을 유지데이터로서 제 2 메모리에 기억시키는 단계;
상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하는 영역에 있을 때에는, 상기 제 1 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하고, 상기 밸브 타이밍이 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘이 작용하지 않는 영역에 있을 때에는, 상기 제 2 메모리에 기억된 상기 유지데이터를 이용하여 상기 제어량을 산출하는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 43.

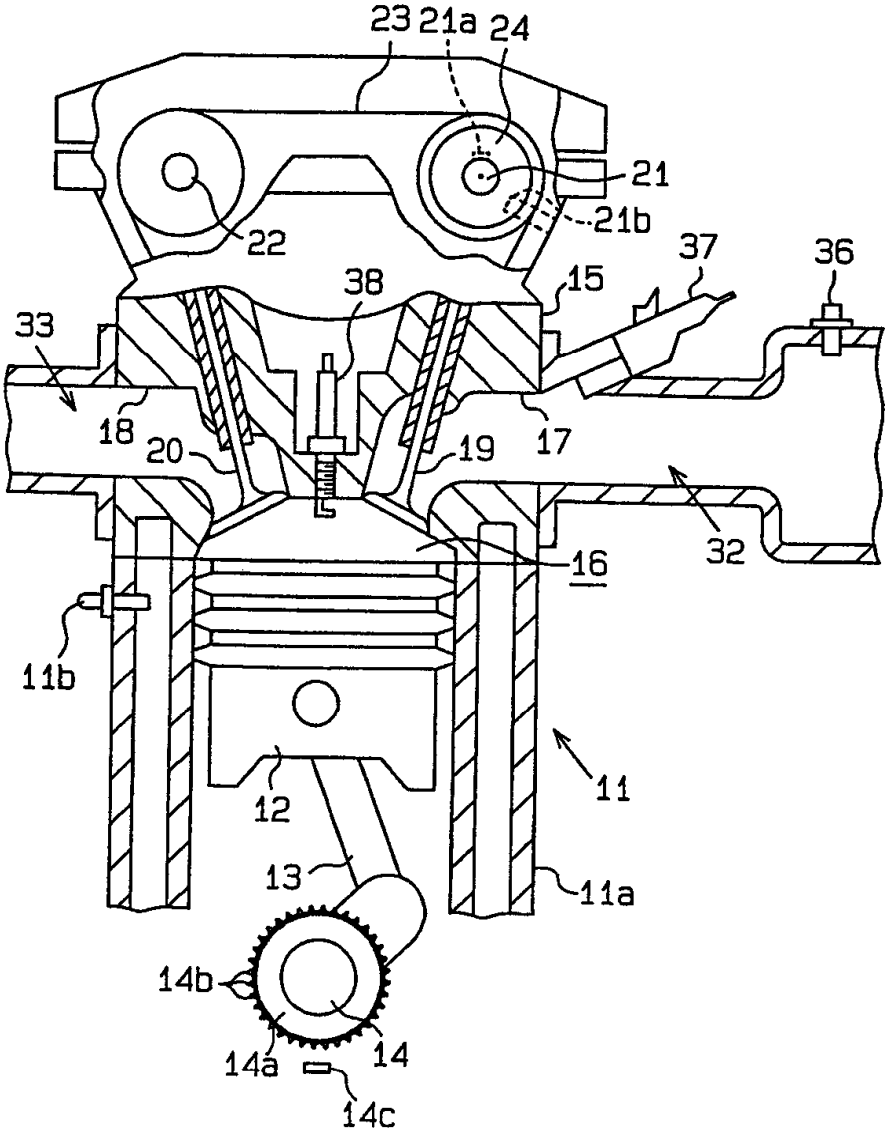
제 42 항에 있어서,
상기 유지데이터에 영향을 주는 파라미터인 실제진각량(θrk), 냉각수온도, 유압, 목표진각량(θt) 및 실제진각량(θr) 중, 상기 가세(加勢)장치에 의해 가해지는 힘 이외의 적어도 하나의 파라미터에 의거하여 상기 유지데이터를 변경시키는 단계를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

청구항 44.

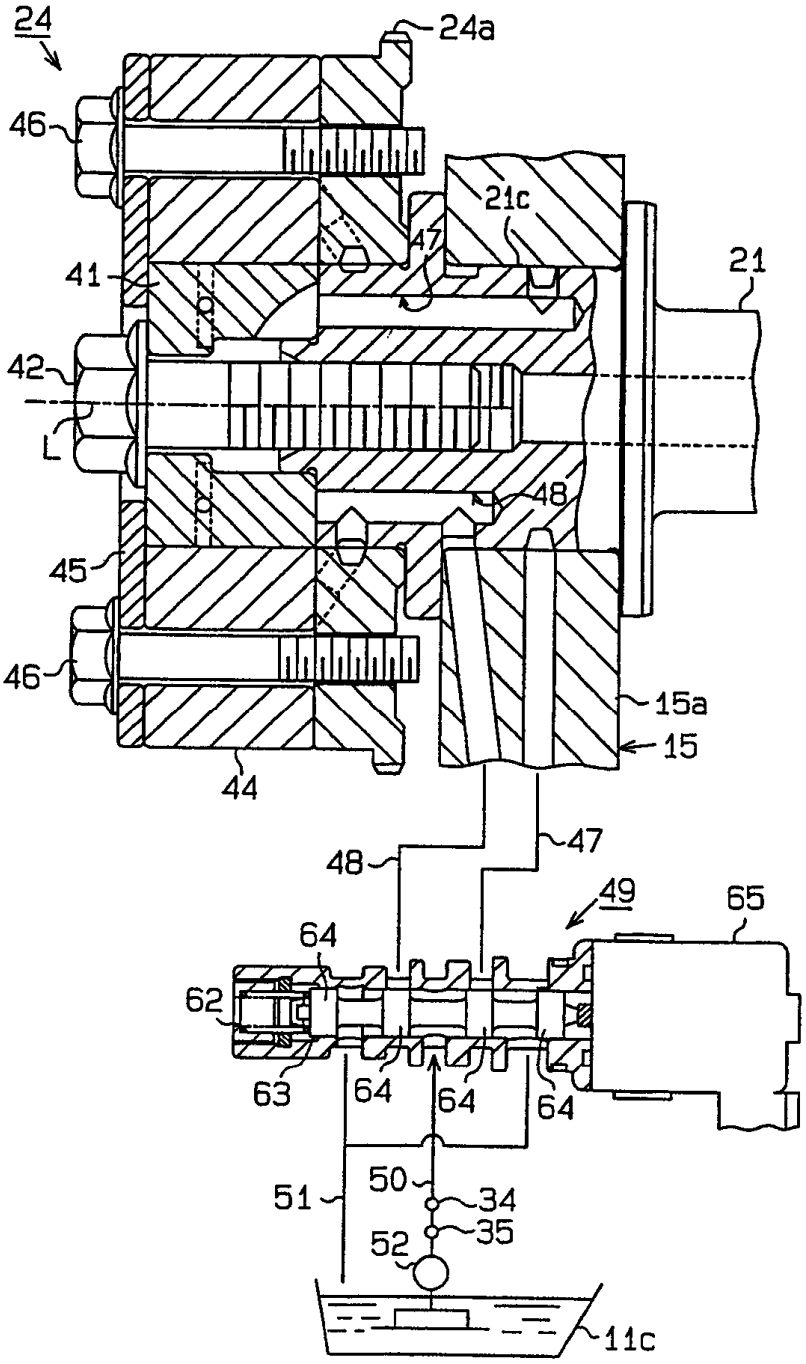
제 43 항에 있어서,
유체압에 의하여 작동되어 상기 밸브 타이밍을 변경시키는 밸브 타이밍 가변기구를 상기 제어량에 의거하여 제어하는 단계를 더욱 포함하고;
상기 유지데이터를 변경시키는 근거가 되는 적어도 하나의 파라미터는 상기 유체의 상태에 관계되는 파라미터를 하나 이상 포함하는 것을 특징으로 하는 내연기관의 밸브 타이밍 제어방법.

도면

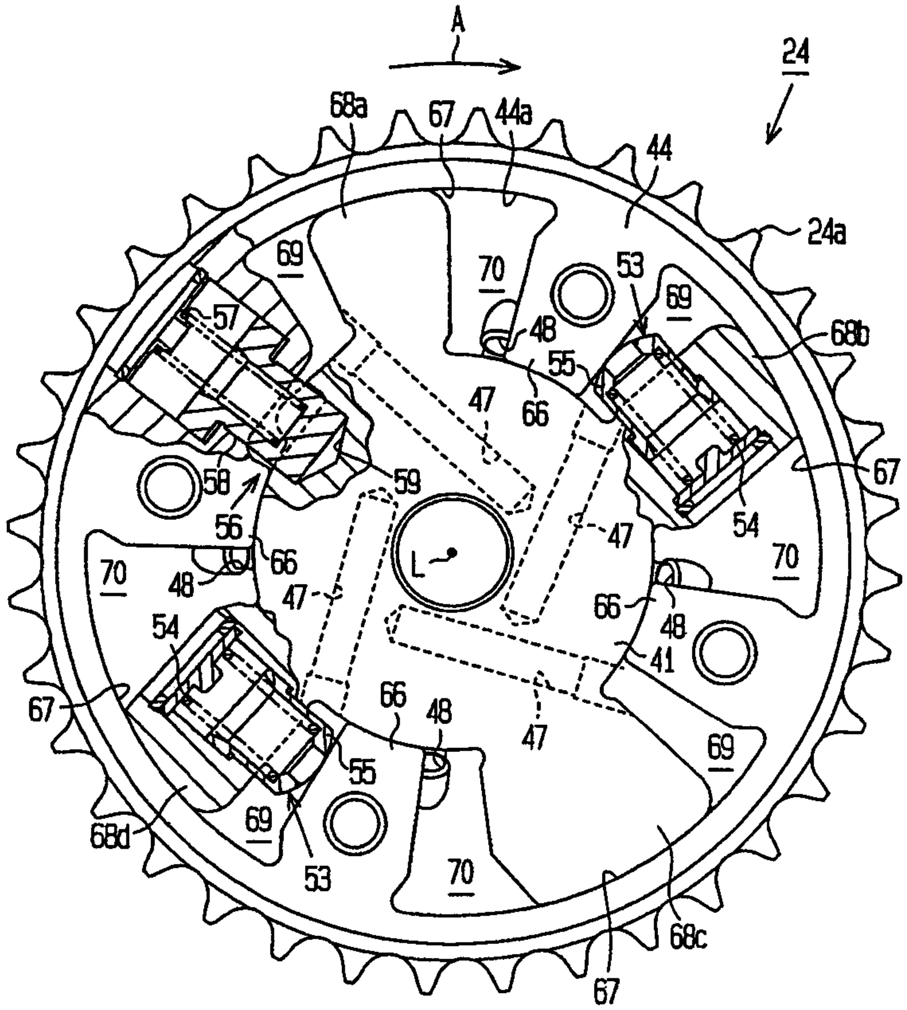
도면1


23
21a
24
21
21b
22
37
36
38
15
33
18
20
19
17
32
16
11b
11
12
13
11a
14b
14
14a
14c

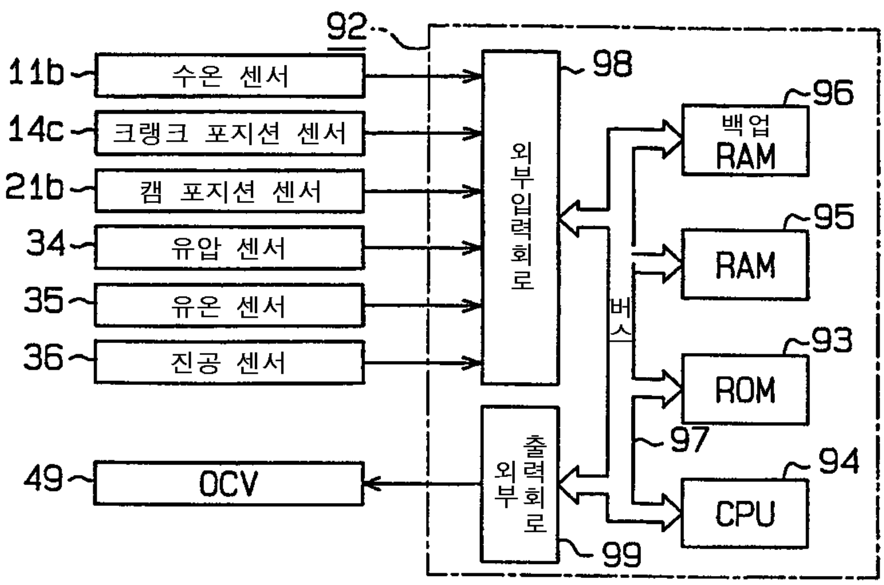
도면2


24
24a
46
21c
47
21
41
42
L
48
45
46
15a
15
44
48
47
49
65
64
62
63
64
64
64
51
50
34
35
52
11c

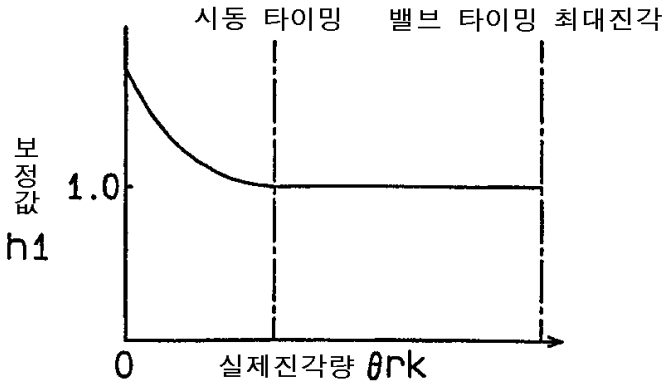
도면3


A
24
68a
67
44a
44
24a
69
70
53
69
68b
57
48
55
47
66
67
58
59
56
L
47
54
70
70
48
66
47
66
48
41
54
67
66
48
47
69
55
69
68d
53
70
68c
67

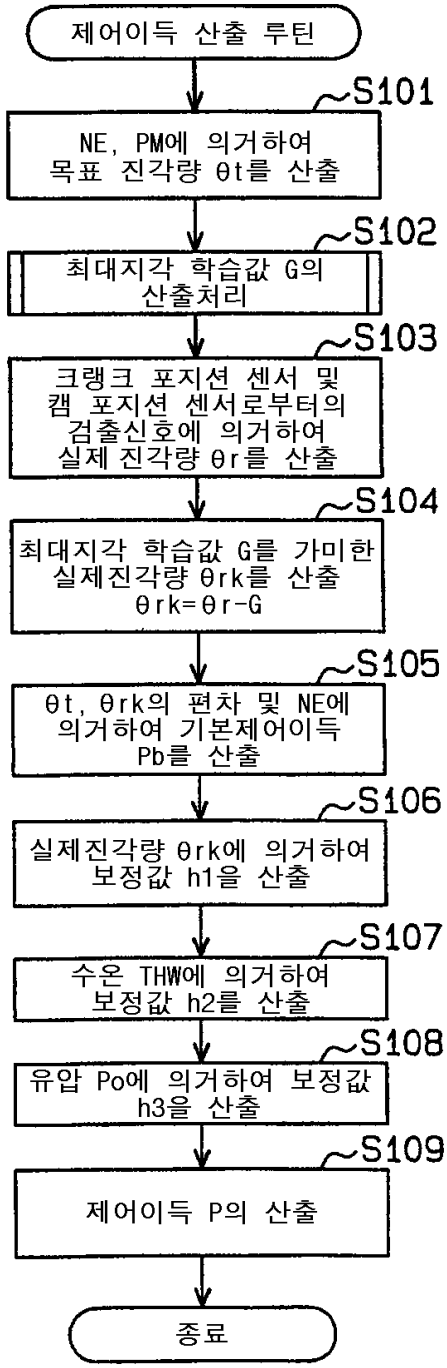
도면4


92
11b
수온 센서
14c
크랭크 포지션 센서
21b
캠 포지션 센서
34
유압 센서
35
유온 센서
36
진공 센서
49
OCV
98
외부입력회로
96
백업 RAM
95
RAM
버스
93
ROM
97
94
CPU
외부출력회로
99

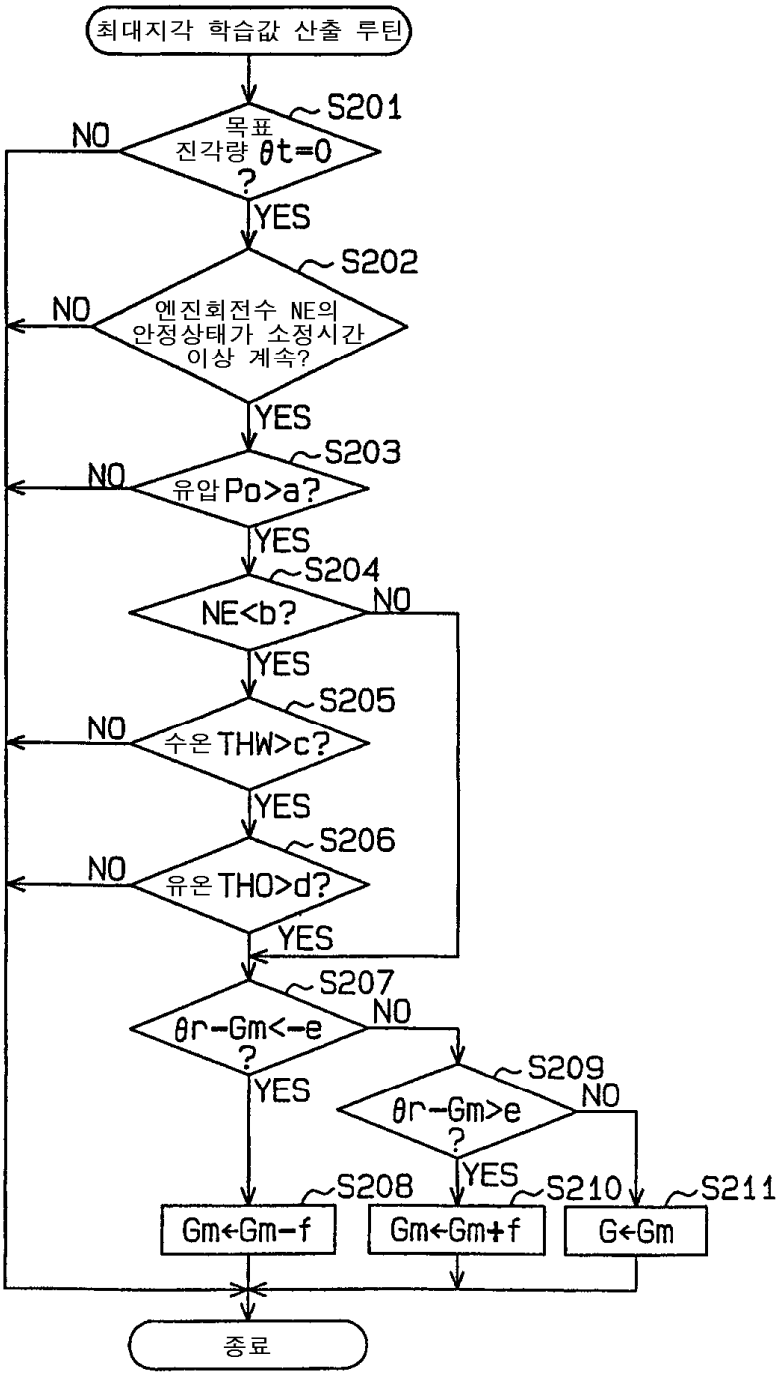
도면5


시동 타이밍
밸브 타이밍 최대진각
보정값 h1
1.0
0
실제진각량 θrk

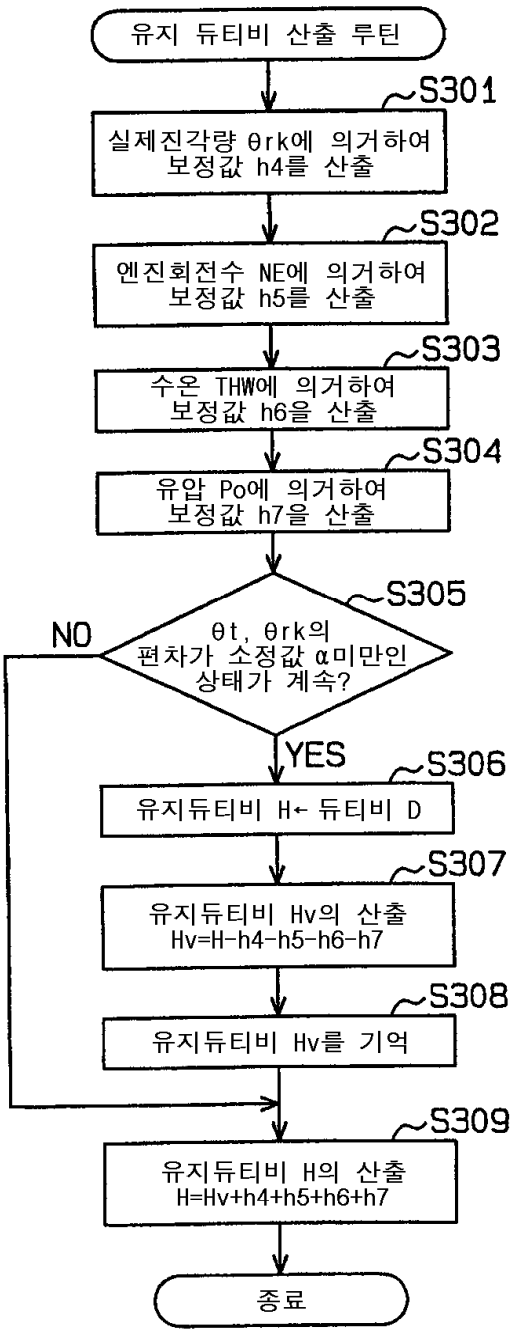
도면6


제어이득 산출 루틴
S101
NE, PM에 의거하여 목표 진각량 θt를 산출
S102
최대지각 학습값 G의 산출처리
S103
크랭크 포지션 센서 및 캠 포지션 센서로부터의 검출신호에 의거하여 실제 진각량 θr를 산출
S104
최대지각 학습값 G를 가미한 실제진각량 θrk를 산출 θrk=θr-G
S105
θt, θrk의 편차 및 NE에 의거하여 기본제어이득 Pb를 산출
S106
실제진각량 θrk에 의거하여 보정값 h1을 산출
S107
수온 THW에 의거하여 보정값 h2를 산출
S108
유압 Po에 의거하여 보정값 h3을 산출
S109
제어이득 P의 산출
종료

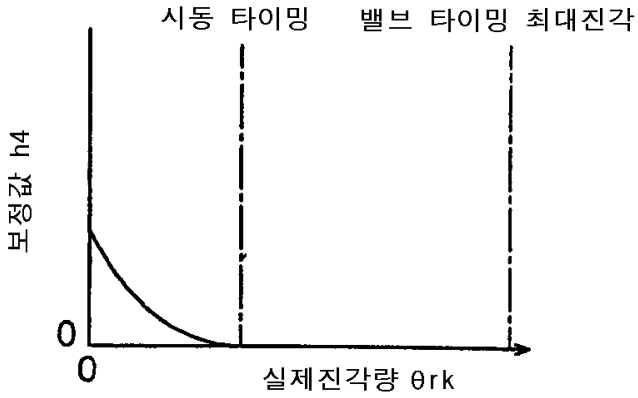
도면7


최대지각 학습값 산출 루틴
S201
목표 진각량 θt=0 ?
NO
YES
S202
엔진회전수 NE의 안정상태가 소정시간 이상 계속?
NO
YES
S203
유압 Po>a?
NO
YES
S204
NE<b?
NO
YES
S205
수온 THW>c?
NO
YES
S206
유온 THO>d?
NO
YES
S207
θr-Gm<-e ?
NO
YES
S209
θr-Gm>e ?
NO
YES
S208
Gm←Gm-f
S210
Gm←Gm+f
S211
G←Gm
종료

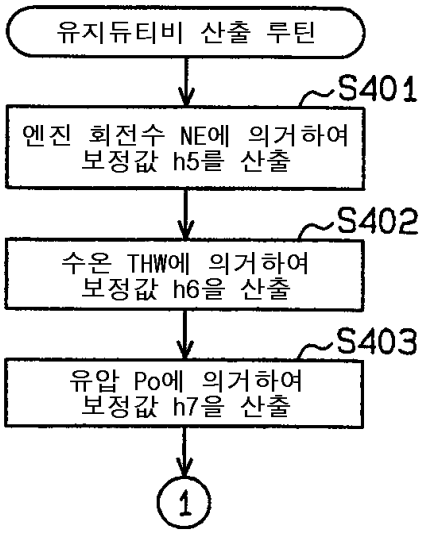
도면8


유지 듀티비 산출 루틴
S301
실제진각량 θrk에 의거하여 보정값 h4를 산출
S302
엔진회전수 NE에 의거하여 보정값 h5를 산출
S303
수온 THW에 의거하여 보정값 h6을 산출
S304
유압 Po에 의거하여 보정값 h7을 산출
S305
θt, θrk의 편차가 소정값 α미만인 상태가 계속?
NO
YES
S306
유지듀티비 H← 듀티비 D
S307
유지듀티비 Hv의 산출 Hv=H-h4-h5-h6-h7
S308
유지듀티비 Hv를 기억
S309
유지듀티비 H의 산출 H=Hv+h4+h5+h6+h7
종료

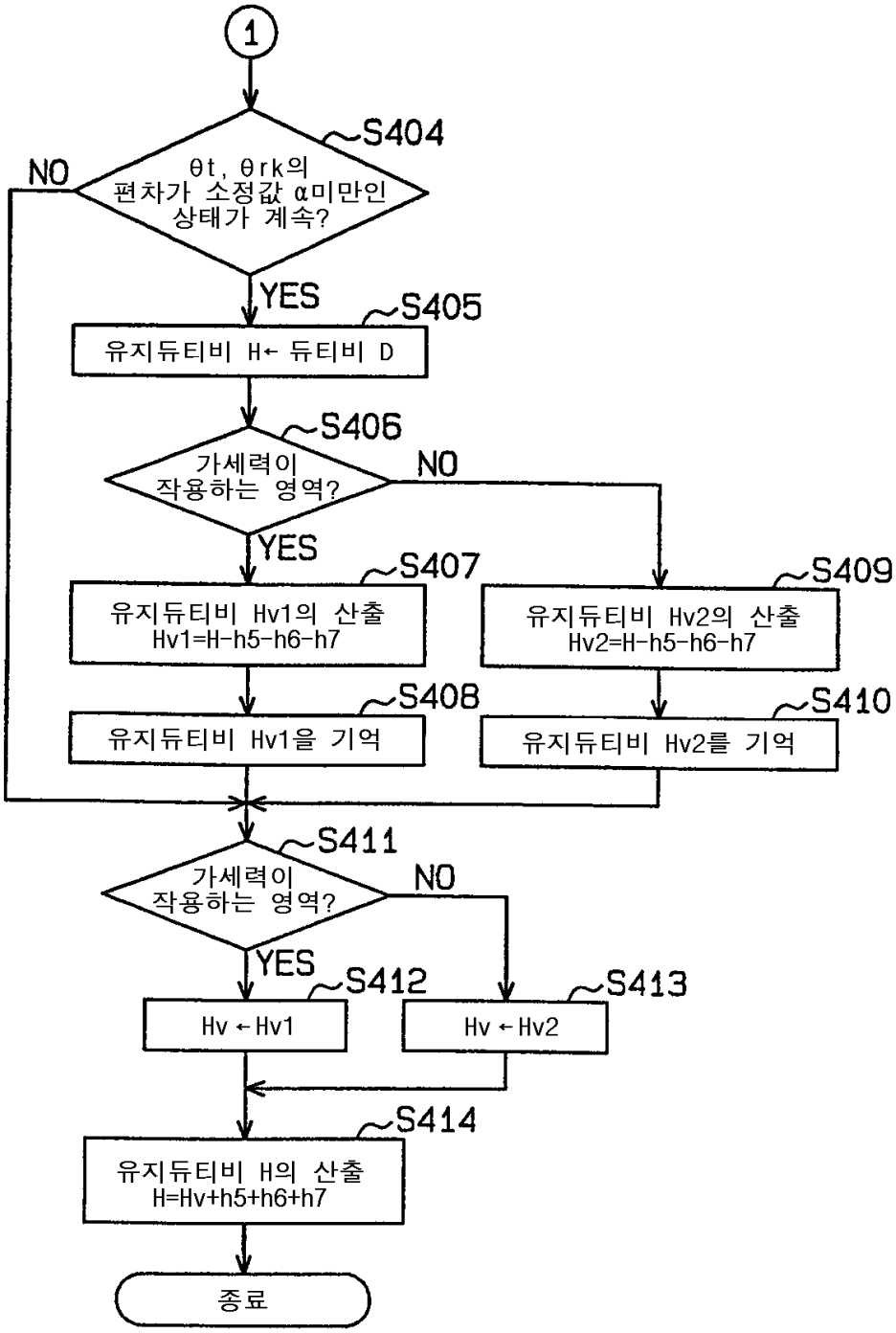
도면9


시동 타이밍
밸브 타이밍 최대진각
보정값 h4
0
0
실제진각량 θrk

도면10


유지듀티비 산출 루틴
S401
엔진 회전수 NE에 의거하여
보정값 h5를 산출
S402
수온 THW에 의거하여
보정값 h6을 산출
S403
유압 Po에 의거하여
보정값 h7을 산출
1

도면11


1
S404
θt, θrk의 편차가 소정값 α미만인 상태가 계속?
NO
YES
S405
유지듀티비 H← 듀티비 D
S406
가세력이 작용하는 영역?
NO
YES
S407
유지듀티비 Hv1의 산출 Hv1=H-h5-h6-h7
S409
유지듀티비 Hv2의 산출 Hv2=H-h5-h6-h7
S408
유지듀티비 Hv1을 기억
S410
유지듀티비 Hv2를 기억
S411
가세력이 작용하는 영역?
NO
YES
S412
Hv ← Hv1
S413
Hv ← Hv2
S414
유지듀티비 H의 산출 H=Hv+h5+h6+h7
종료