

(19)대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

F01L 13/00 (2006.01)

F01L 1/34 (2006.01)

F02D 13/00 (2006.01)

(45) 공고일자

2006년05월22일

(11) 등록번호

10-0581683

(24) 등록일자

2006년05월12일

(21) 출원번호

10-2005-0004277

(65) 공개번호

10-2005-0076632

(22) 출원일자

2005년01월17일

(43) 공개일자

2005년07월26일

(30) 우선권주장

JP-P-2004-00012496

2004년01월20일

일본(JP)

(73) 특허권자

혼다 기켄 고교 가부시키키가이샤

일본국 도쿄도 미나토쿠 미나미아오야마 2쵸메 1반 1고

(72) 발명자

이노모토유타카

일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4반 1고가부시키키가이샤 혼다 기

쥬즈 켄큐쇼 내

구로키마사히로

일본국 사이타마켄 와코시 츄오 1쵸메 4반 1고가부시키키가이샤 혼다 기

쥬즈 켄큐쇼 내

(74) 대리인

한양특허법인

심사관 : 김형근

(54) 내연 기관의 작동 밸브 장치

요약

작동 밸브 캠이 캠 축을 중심으로 요동하여 기관 밸브의 개폐 시기가 제어되는 작동 밸브 장치에 있어서, 개폐 시기의 제어에 따라, 밸브 개방 시 또는 밸브 폐쇄 시에 기관 밸브의 타음(打音)이 발생하는 것을 방지하는 것으로서, 작동 밸브 장치의 밸브 특성 가변 기구는, 캠 축에 피벗 지지되는 작동 밸브 캠과, 캠 축과 일체의 구동 캠에 의해 작동 밸브 캠을 요동시키는 연동 기구를 캠 축을 중심으로 요동시키는 구동 기구를 구비한다. 기관 밸브는 작동 밸브 캠의 완충부에서 밸브 개방 및 밸브 폐쇄가 개시되고, 구동 기구가 연동 기구를 통해 작동 밸브 캠을 요동시킴으로써 기관 밸브의 개폐 시기가 제어된다. 구동 캠의 캠 산부는 리프트 속도가 일정한 정속부(Sc)를 가지고, 정속부(Sc)는 기관 밸브의 개방 시기의 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax})에 있어서 개방 시기가 포함되고, 또한 개방 시기의 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin})에 있어서 개방 시기가 포함되는 각도폭(Θ_w)에 걸쳐 설치된다.

대표도

도 14

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 내연 기관이 탑재된 자동 이륜차의 개략 우측면도,

도 2는 도 1의 내연 기관에 있어서, 도 4의 개략 II-II 화살표에서 본 단면도로, 부분적으로, 흡기 밸브와 배기 밸브의 밸브 스템의 중심축선, 제어축의 중심축선을 통과하는 면에서의 단면도,

도 3은 도 1의 내연 기관에 있어서, 도 8의 개략 IIIa-IIIa 화살표에서 본 단면도로, 부분적으로, 개략 IIIb-IIIb 화살표에서 본 단면도,

도 4는 도 1의 내연 기관에 있어서, 헤드 커버를 제거한 상태에서, 작동 밸브 장치의 도 2의 개략 IV-IV 화살표에서 본 단면도로, 부분적으로, 작동 밸브 장치의 구성 부재를 적절히 단면으로 도시한 도면,

도 5는 도 1의 내연 기관에 있어서, 실린더 헤드에 부착되는 캠 축 홀더를 실린더 축선에 따라 헤드 커버측에서 본 도면,

도 6은 도 1의 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, (A)는, 밸브 특성 가변 기구의 배기 구동 캠을 캠 축 방향에서 본 도면이고, (B)는, 밸브 특성 가변 기구의 배기 링크 기구 및 배기 캠을 적절히 피벗 구동시킨 상태를 도시하는 도면,

도 7 (A)는, 도 6의 VIIA 화살표에서 본 단면도이고, (B)는, 도 6의 VIIB 화살표에서 본 도면이고, (C)는, 도 6의 VIIC 화살표에서 본 단면도이고, (D)는, 도 6의 VIID 화살표에서 본 도면,

도 8은 도 1의 내연 기관에 있어서, 헤드 커버를 전방에서 실린더 축선에 따라 본 도면으로, 부분적으로 파단하고, 밸브 특성 가변 기구의 구동 기구를 도시하는 도면,

도 9는 도 1의 내연 기관의 작동 밸브 장치에 의한 흡기 밸브 및 배기 밸브의 밸브 작동 특성을 설명하는 도면,

도 10은 도 1의 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, (A)는, 흡기 밸브에 대해 최대 밸브 작동 특성이 얻어질 때의 밸브 특성 가변 기구의 요부 설명도이고, (B)는, 배기 밸브에 대해서 최대 밸브 작동 특성이 얻어질 때의 밸브 특성 가변 기구의 요부 설명도로, 도 2의 요부 확대도에 상당하는 도면,

도 11 (A)는, 흡기 밸브에 대해 최소 밸브 작동 특성이 얻어질 때의 도 10(A)에 대응하는 도면이고, (B)는, 배기 밸브에 대해서 최소 밸브 작동 특성이 얻어질 때의 도 10(B)에 대응하는 도면,

도 12(A)는, 흡기 밸브에 대해 감압 작동 특성이 얻어질 때의 도 10(A)에 대응하는 도면이고, (B)는, 배기 밸브에 대해서 감압 작동 특성이 얻어질 때의 도 10(B)에 대응하는 도면,

도 13은 도 1의 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, 캠 축의 회전각에 대한 배기 구동 캠(흡기 구동 캠)의 캠 산부의 높이, 리프트 속도 및 리프트 가속도에 각각 대응하는 배기 캠(흡기 캠)의 요동각, 요동각속도 및 요동각가속도의 변화와, 종래 기술에서의 회전 캠의 캠 산부의 높이, 리프트 속도 및 리프트 가속도에 각각 대응하는 요동 캠의 요동각, 요동각속도 및 요동각가속도의 변화를 설명하는 도표,

도 14는 도 1의 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, 최대 밸브 작동 특성 및 최소 밸브 작동 특성에서의, 캠 축의 회전각에 대한 배기 캠(흡기 캠)의 요동각의 변화와 배기 밸브(흡기 밸브)의 리프트량의 변화를 설명하는 도표,

도 15는 종래 기술에 있어서, 요동 캠의 완충부와 구동축의 회전각의 관계를 설명하는 도면이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

1 : 차체 프레임 2 : 헤드 파이프

3 : 프론트 포크 4 : 핸들

5 : 스윙 아암 6 : 리어 쿠션

7 : 전륜 8 : 후륜

9 : 차체 커버 10 : 크랭크 케이스

11 : 실린더 12 : 실린더 헤드

13 : 헤드 커버 14 : 피스톤

15 : 크랭크축 16 : 연소실

17 : 흡기 포트 18 : 배기 포트

19 : 점화 플러그 20i, 20e : 밸브 가이드

21 : 밸브 용수철 22 : 흡기 밸브

23 : 배기 밸브 24 : 밸브 시트

25 : 작동 밸브실 26 : 에어 클리너

27 : 스로틀 바디 28 : 배기관

29 : 캠 축 홀더 40 : 작동 밸브 장치

41, 42 : 메인 로커 아암 43 : 로커 축

44 : 베어링 50 : 캠 축

51, 52 : 구동 캠 53 : 흡기 캠

53b1 : 완충부 54 : 배기 캠

54b1 : 완충부 55 : 가압 용수철

56 : 베어링 57 : 캠 스프로킷

59 : 전동실 60e, 60i : 홀더

61e, 61i, 62e, 62i : 플레이트 63e, 63i : 칼라

64 : 리벳 66i, 66e : 서브 로커 아암

67e, 67i : 연결 링크 68 : 제어 용수철

69 : 베어링 70 : 제어축

71i, 71e : 제어 링크 72, 73 : 연결 핀

76, 77, 78, 79 : 용수철 지지부 76a, 77a, 78a, 79a : 용수철 가이드

80 : 전동 모터 80b : 출력축

81 : 감속 기어 82 : 출력 기어

83 : 커버 84 : 지지축

88 : 지지통 89 : 베어링

90 : 안내축 91 : 관통 구멍

92 : ECU 93 : 운전상태 검출수단

94 : 요동위치 검출수단 E : 내연 기관

V : 자동 이륜차 U : 파워 유닛

L1 : 실린더 축선 L2 : 회전 중심선

L3 : 요동 중심선 A1 : 실린더 축선 방향

A2 : 캠 축 방향 M : 밸브 특성 가변 기구

Mli, Mle : 링크 기구 M2 : 구동 기구

M3 : 제어 기구 M4 : 전달 기구

H0 : 기준 평면 H1, H2 : 직교 평면

C : 밸브 간극 R1 : 회전 방향

R2 : 반회전 방향

Kimax, Kemax : 최대 밸브 작동 특성

Kimin, Kemin : 최소 밸브 작동 특성

Θ_{imax} , Θ_{icmin} , Θ_{eomax} , Θ_{ecmin} : 최진각 위치

Θ_{icmax} , Θ_{iomin} , Θ_{ecmax} , Θ_{eomin} : 최지각 위치

Sc : 정속부 Θ_w : 각도폭

Θ_s : 각도 범위

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은, 내연 기관의 작동 밸브 장치에 관한 것으로, 상세하게는, 흡기 밸브 또는 배기 밸브로 이루어지는 기관 밸브의 개방 시기를 포함하는 밸브 작동 특성을 제어하는 밸브 특성 가변 기구를 구비하는 작동 밸브 장치에 관한 것이다.

이러한 종류의 작동 밸브 장치로서, 예를 들면 특허문헌 1에 개시된 가변 작동 밸브 기구는, 크랭크축에 연동하여 회전하는 캠 축과, 흡기 밸브 또는 배기 밸브를 개폐하기 위해 캠 축에 요동 가능하게 지지되는 요동 캠과, 캠 축과 일체로 회전하

는 회전 캠에 의해 요동되어 요동 캠을 요동시키는 로커 레버가 피벗 지지되는 제어 부재와, 캠 축에 요동 가능하게 지지되는 제어 부재를 요동시키는 액츄에이터를 구비한다. 그리고, 액츄에이터가 제어 부재를 통해 요동 캠을 캠 축을 중심으로 요동시킴으로써, 흡기 밸브 또는 배기 밸브의 개폐 시기 및 최대 리프트량이 제어된다.

<특허문헌 1> 미국 특허 제 6, 019, 076호 명세서

일반적으로, 기관 밸브를 개폐하는 작동 밸브 캠의 캠 산(山)부는, 기관 밸브의 밸브 개방 개시 시에 밸브 간극(clearance)으로 인하여 캠 또는 캠 팔로워(follower)가 기관 밸브에 충돌할 때의 타음을 저감시키기 위해서, 및 밸브 폐쇄 시에 기관 밸브가 밸브 시트(24)에 장착될 때의 타음을 저감시키기 위해, 캠 축의 회전각의 변화량에 대한 캠 산부 높이의 변화량인 리프트 속도가 미소하고, 또한 정속부를 포함하는 완충부를 갖는다.

그런데, 특허문헌 1에 개시된 종래 기술의 요동 캠(작동 밸브 캠에 상당)에 이 완충부가 설치되는 경우, 요동 캠의 완충부의 요동각속도가 타음의 발생에 관여한다. 이하, 이를, 기관 밸브의 개방 시기에 대해서, 상기 종래 기술에 관련시켜, 도 13, 도 15를 참조하여 설명한다. 완충부의, 캠 축의 회전각에 대한 위치는, 제어 부재의 요동 위치(G1, G2)에 따라 변화한다. 여기서, 요동 위치(G1)일 때는, 요동 위치(G2)일 때에 비해 기관 밸브의 개방 시기가 진각(進角)으로 된다. 회전 캠(구동 캠에 상당)의 캠 산부에서, 제어 부재가 요동 위치(G1, G2)에 있을 때의 요동 캠의 완충부에서의 기관 밸브의 개방 시기(밸브 간극이 0이 되는 시기)에 대응하는 회전 위치(α_1 , α_2)에서, 도 13에 도시되는 바와 같이, 회전 캠의 캠 산부의 리프트 속도(여기서, 리프트 속도는, 로커 레버를 통해 회전 캠에 의해 요동되는 요동 캠의 요동각속도에 대응한다)가 정(正)의 가속도를 가지고, 이 때문에 리프트 속도가 캠 축의 회전에 따라서 점차로 증가하는 경우, 요동 위치(G1)에서는, 요동 위치(G1)에서의 회전 캠의 리프트 속도에 의거하는 요동 각속도로 요동 캠이 요동함으로써, 밸브 간극에 의거하는 기관 밸브의 밸브 개방 개시 시의 타음이 저감되도록 설정되어 있다고 해도, 요동 위치(G2)에서는, 회전 캠의 리프트 속도가 요동 위치(G1)일 때보다도 크기 때문에, 요동 캠의 요동각속도도 요동 위치(G1)의 경우에 비해 커진다. 이 때문에, 요동 위치(G2)에서는, 완충부에서의 완충 기능이 충분히 발휘되지 않아, 밸브 간극에 기인하는 타음이 발생하는 경우가 있다. 동일한 현상은 기관 밸브의 폐쇄 시기에도 발생하고, 기관 밸브가 밸브 시트에 장착될 때에 타음이 발생하는 경우가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은, 이러한 사정에 비추어 이루어진 것으로, 작동 밸브 캠이 캠 축을 중심으로 요동함으로써 기관 밸브의 개폐 시기가 제어되는 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, 개폐 시기의 제어에 따라, 밸브 개방 개시 시 또는 밸브 폐쇄 개시 시에 기관 밸브의 타음이 발생하는 것을 방지하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

청구항 1기재의 발명은, 내연 기관의 크랭크축에 연동하여 회전하는 캠 축과, 흡기 밸브 또는 배기 밸브로 이루어지는 기관 밸브를 개폐 작동시키기 위해 상기 캠 축에 피벗 지지되는 작동 밸브 캠과, 상기 캠 축과 일체로 회전하는 구동 캠에 의해 상기 작동 밸브 캠을 상기 캠 축을 중심으로 요동시키는 연동 기구와, 상기 연동 기구를 상기 캠 축을 중심으로 요동시키는 구동 기구를 구비하는 밸브 특성 가변 기구를 구비하고, 상기 작동 밸브 캠의 완충부에서 상기 기관 밸브의 밸브 개방 및 밸브 폐쇄가 개시되고, 상기 구동 기구가 상기 연동 기구를 통해 상기 작동 밸브 캠을 상기 캠 축을 중심으로 요동시킴으로써 상기 기관 밸브의 개폐 시기가 제어되는 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서, 상기 구동 캠의 캠 산부는 상기 캠 축의 회전각의 변화량에 대한 캠 산부 높이의 변화량인 리프트 속도가 일정한 정속부를 가지고, 상기 정속부는 적어도 상기 기관 밸브의 개방 시기의 최진각 위치에 있어서 상기 개방 시기가 포함되고, 또한, 상기 기관 밸브의 개방 시기의 최지각 위치에 있어서 상기 개방 시기가 포함되는 각도폭에 걸쳐 설치되는 내연 기관의 작동 밸브 장치이다.

이에 의하면, 기관 밸브의 개방 시기 및 폐쇄 시기가 최진각 위치, 최지각 위치 및 최진각 위치와 최지각 위치 사이의 임의의 위치에 있을 때, 기관 밸브는, 정속부에 의해 동일한 요동각속도로 요동되는 작동 밸브 캠의 완충부에 의해 개폐되기 때문에, 개폐 시기의 제어에 의한 개방 시기 및 폐쇄 시기의 변경에 상관없이, 항상 동일한 요동각속도를 갖는 완충부에 의해 밸브 개방 또는 밸브 폐쇄가 개시된다.

이하, 본 발명의 실시 형태를 도 1내지 도 14를 참조하여 설명한다.

도 1을 참조하면, 본 발명이 적용된 내연 기관(E)은, 차량으로서의 자동 이륜차(V)에 탑재된다. 자동 이륜차(V)는, 전방 프레임(1a) 및 후방 프레임(1b)을 갖는 차체 프레임(1)과, 전방 프레임(1a)의 전단에 결합된 헤드 파이프(2)에 회전가능하게 지지된 프론트 포크(3)의 상단부에 고정되는 핸들(4)과, 프론트 포크(3)의 하단부에 회전가능하게 지지되는 전륜(7)과, 차

체 프레임(1)에 지지되는 파워 유닛(U)과, 차체 프레임(1)에 요동 가능하게 지지된 스윙 아암(5)의 후단부에 회전가능하게 지지되는 후륜(8)과, 후방 프레임(1b)과 스윙 아암(5)의 후부를 연결하는 리어 쿠션(6)과, 차체 프레임(1)을 덮는 차체 커버(9)를 구비한다.

파워 유닛(U)은, 자동 이륜차(V)의 좌우 방향으로 연장되는 크랭크축(15)을 가지는 가로로 배치되는 내연 기관(E)과, 변속기를 가지고 내연 기관(E)의 동력을 후륜(8)에 전달하는 전동 장치를 구비한다. 내연 기관(E)은, 크랭크축(15)이 수용되는 크랭크실(15a)을 형성하는 동시에 변속기 케이스를 겸하는 크랭크 케이스(10)와, 크랭크 케이스(10)에 결합되어 전방으로 연장되는 실린더(11)와, 실린더(11)의 전단부에 결합되는 실린더 헤드(12)와, 실린더 헤드(12)의 전단부에 결합되는 헤드 커버(13)를 구비한다. 실린더(11)의 실린더 축선(L1)은, 전방을 향해 수평 방향에 대해 약간 상향으로 경사져 연장되는데(도 1 참조), 또는 수평 방향에 거의 평행하게 연장한다. 그리고, 피스톤(14)(도 2 참조)에 의해 회전 구동되는 크랭크축(15)의 회전이 상기 변속기에 의해 변속되어 후륜(8)에 전달되어, 후륜(8)이 구동된다.

도 2를 함께 참조하면, 내연 기관(E)은 SOHC형의 공냉식 단기통 4스트로크 내연 기관으로, 실린더(11)에는, 피스톤(14)이 왕복 운동 가능하게 끼워지는 실린더 구멍(11a)이 형성되고, 실린더 헤드(12)에는, 실린더 축선 방향(A1)에서 실린더 구멍(11a)에 대향하는 면에 연소실(16)이 형성되고, 또한 연소실(16)에 각각 개구하는 흡기구(17a)를 갖는 흡기 포트(17) 및 배기구(18a)를 갖는 배기 포트(18)가 형성된다. 또한, 연소실(16)로 향하는 점화 플러그(19)는, 실린더 헤드(12)에 형성된 부착 구멍(12c)에 삽입되어 실린더 헤드(12)에 장착된다. 여기서, 연소실(16)은, 피스톤(14)과 실린더 헤드(12) 사이의 상기 실린더 구멍(11a)과 함께 연소 공간을 구성한다.

또한, 실린더 헤드(12)에는, 밸브 가이드(20i, 20e)에 왕복 운동 가능하게 지지되고, 밸브 용수철(21)에 의해 밸브 폐쇄 방향으로 항상 힘을 받는 기관 밸브인 1개의 흡기 밸브(22) 및 1개의 배기 밸브(23)가 설치된다. 흡기 밸브(22) 및 배기 밸브(23)는, 내연 기관(E)에 구비되는 작동 밸브 장치(40)에 의해 개폐 작동되고, 밸브 시트(24)에 의해 형성되는 흡기구(17a) 및 배기구(18a)를 각각 개폐한다. 작동 밸브 장치(40)는, 전동 모터(80)(도 3 참조)를 제외하고, 실린더 헤드(12)와 헤드 커버(13)로 형성되는 작동 밸브실(25) 내에 배치된다.

흡기 포트(17)의 입구(17b)가 개구되는 실린더 헤드(12)의 일측면인 상면(12a)에는, 외부로부터 들어온 공기를 흡기 포트(17)로 인도하기 위해, 에어 클리너(26)(도 1 참조)와 스로틀 바디(27)(도 1 참조)를 구비하는 흡기 장치가 부착되고, 배기 포트(18)의 출구(18b)가 개구되는 실린더 헤드(12)의 타측면인 하면(12b)에는, 연소실(16)로부터 배기 포트(18)를 통과해 유출되는 배기 가스를 내연 기관(E)의 외부로 인도하는 배기관(28)(도 1 참조)을 구비하는 배기 장치가 부착된다. 또한, 상기 흡기 장치에는, 흡입 공기에 액체 연료를 공급하는 연료 공급 장치인 연료 분사 밸브가 구비된다.

그리고, 에어 클리너(26) 및 스로틀 바디(27)를 통과해 흡입된 공기는, 피스톤(14)이 하강하는 흡기 행정에서 밸브 개방된 흡기 밸브(22)를 거쳐 흡기 포트(17)로부터 연소실(16)로 흡입되고, 피스톤(14)이 상승하는 압축 행정에서 연료와 혼합된 상태로 압축된다. 혼합기는 압축 행정의 종기(終期)에 점화 플러그(19)에 의해 점화되어 연소하고, 피스톤(14)이 하강하는 팽창 행정에서 연소 가스의 압력에 의해 구동되는 피스톤(14)이 크랭크축(15)을 회전 구동한다. 연소 가스는, 피스톤(14)이 상승하는 배기 행정에서 밸브 개방된 배기 밸브(23)를 거쳐, 배기 가스로서, 연소실(16)로부터 배기 포트(18)로 배출된다.

도 2~도 5, 도 10을 참조하면, 작동 밸브 장치(40)는, 흡기 밸브(22)를 개폐 작동시키기 위해 그 밸브 스템(22a)에 접하는 흡기 캠 팔로워로서의 흡기 메인 로커 아암(41)과, 배기 밸브(23)를 개폐 작동시키기 위해 그 밸브 스템(23a)에 접하는 배기 캠 팔로워로서의 배기 메인 로커 아암(42)과, 흡기 밸브(22) 및 배기 밸브(23)의 개폐 시기 및 최대 리프트량을 포함하는 밸브 작동 특성을 제어하는 밸브 특성 가변 기구(M)를 구비한다.

흡기 메인 로커 아암(41) 및 배기 메인 로커 아암(42)은, 각각, 중앙부의 지점부(41a, 42a)에서 캠 축 홀더(29)에 고정되는 1쌍의 로커 축(43)에 요동 가능하게 지지되고, 일단부의 작용부를 구성하는 조정 나사(41b, 42b)에서 밸브 스템(22a, 23a)에 접하고, 타단부의 접촉부를 구성하는 롤러(41c, 42c)에서 흡기 캠(53) 및 배기 캠(45)에 접촉한다. 또한, 조정 나사(41b, 42b)와 흡기 밸브(22) 및 배기 밸브(23)와의 사이에는, 조정 나사(41b, 42b)에 의해 조정가능한 소정량의 밸브 간극(C)(도 10 참조)이 형성되어 있다.

밸브 특성 가변 기구(M)는, 작동 밸브실(25)에 수용되는 내부 기구와, 작동 밸브실(25) 외에 배치되는 외부 기구로서 상기 내부 기구를 구동하는 전동 액츄에이터인 전동 모터(80)를 구비한다. 상기 내부 기구는, 실린더 헤드(12)에 회전가능하게 지지되는 동시에 크랭크축(15)에 연동하여 회전 구동되는 1개의 캠 축(50)과, 캠 축(50)에 설치되어 캠 축(50)과 일체로 회전하는 구동 캠인 흡기 구동 캠(51) 및 배기 구동 캠(52)과, 캠 축(50)에 피벗 지지되어 캠 축(50)을 중심으로 요동 가능한 연동 기구로서의 링크 기구(Mli, Mle)와, 링크 기구(Mli, Mle)에 연결되어 흡기 메인 로커 아암(41) 및 배기 메인 로커

아암(42)을 각각 작동시키기 위해 캠 축(50)에 피벗 지지된 작동 밸브 캠인 흡기 캠(53) 및 배기 캠(54)과, 링크 기구(Mli, Mle)를 캠 축(50)을 중심으로 하여 요동시키기 위해 전동 모터(80)를 구동원으로서 구비하는 구동 기구(M2)(도 3 참조)와, 구동 기구(M2)와 링크 기구(Mli, Mle)의 사이에 개재하여 전동 모터(80)의 구동력에 따라 링크 기구(Mli, Mle)의 캠 축(50) 주위의 요동을 제어하는 제어 기구(M3)와, 링크 기구(Mli, Mle)를 제어 기구(M3)에 가압하기 위해 캠 축(50) 주위의 토크를 링크 기구(Mli, Mle)에 작용시키는 가압용 가압 수단으로서의 가압 용수철(55)을 구비한다.

도 2~도 4를 참조하면, 캠 축(50)은 그 양 단부에 배치된 1쌍의 베어링(56)을 통해, 실린더 헤드(12)와 실린더 헤드(12)에 결합되는 캠 축 홀더(29)에 회전 가능하게 지지되고, 작동 밸브용 전동 기구를 통해 전달되는 크랭크축(15)(도 1 참조)의 동력에 의해, 크랭크축(15)에 연동하여 그 2분의 1의 회전 속도로 회전 구동된다. 상기 작동 밸브용 전동 기구는 캠 축(50)의 일단부인 좌단부의 선단으로 치우쳐 일체로 결합된 캠 스프로킷(57)과, 크랭크축(15)에 일체로 결합된 구동 스프로킷과, 캠 스프로킷(57) 및 상기 구동 스프로킷에 걸쳐지는 타이밍 체인(58)을 구비한다. 상기 작동 밸브용 전동 기구는 실린더(11) 및 실린더 헤드(12)에 의해 형성되어 실린더(11) 및 실린더 헤드(12)의, 제1 직교 평면(H1)에 대해 일측인 좌측에 위치하는 전동실에 수용된다. 그리고, 상기 전동실중 실린더 헤드(12)에 형성되는 전동실(59)은, 실린더 축선(L1)을 중심으로 하는 직경 방향(이하, 「직경 방향」이라고 한다)에서, 또한 캠 축(50)의 회전 중심선(L2)의 방향(A2)(이하, 「캠 축 방향(A2)」이라고 한다)에서 작동 밸브실(25)에 인접해 있다. 여기서, 제1 직교 평면(H1)은, 실린더 축선(L1)을 포함하는 동시에 후술하는 기준 평면(H0)에 직교하는 평면이다.

또한, 밸브 특성 가변 기구(M)에서, 흡기 밸브(22)에 관련되는 부재 및 배기 밸브(23)에 관련되는 부재는 서로 대응하는 부재를 포함하므로, 흡기 구동 캠(51), 배기 구동 캠(52), 링크 기구(Mli, Mle), 흡기 캠(53) 및 배기 캠(54)은, 동일한 기본적인 구조를 가지므로, 이하의 설명에서는, 배기 밸브(23)에 관련되는 부재를 중심으로 설명하고, 흡기 밸브(22)에 관련되는 부재 및 관련 설명 등을 필요에 따라 괄호 내에 기입한다.

도 2, 도 3, 도 6, 도 7, 도 10을 참조하면, 캠 축(50)에 압입되어 고정되는 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))은, 외주면의 전 둘레에 걸쳐 형성된 캠면을 갖는다. 상기 캠면은, 링크 기구(Mle(Mli))를 통해 배기 캠(54)(흡기 캠(53))을 요동시키지 않는 베이스 원(圓)부(52a)(51a)와, 링크 기구(Mle(Mli))를 통해 배기 캠(54)(흡기 캠(53))을 요동시키는 캠 산부(52b)(51b)로 구성된다. 베이스 원부(52a)(51a)는, 회전 중심선(L2)으로부터의 반경이 일정한 원호로 이루어지는 단면 형상을 가지고, 캠 산부(52b)(51b)는, 회전 중심선(L2)으로부터의 반경이 캠 축(50)의 회전 방향(R1)으로 증가한 후에 감소하는 단면 형상을 갖는다. 그리고, 베이스 원부(52a)(51a)는, 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))이 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 베이스부(54a)(53a)에 접촉하도록 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 요동 위치를 설정하고, 캠 산부(52b)(51b)는, 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))이 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 베이스부(54a)(53a) 및 캠 산부(54b)(53b)에 접촉하도록 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 요동 위치를 설정한다.

링크 기구(Mli, Mle)는, 흡기 캠(53)에 연결되는 흡기 링크 기구(Mli)와, 배기 캠(54)에 연결되는 배기 링크 기구(Mle)로 구성된다. 더불어 도 3, 도 4를 참조하면, 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))는 캠 축(50)에 피벗 지지되어 캠 축(50)을 중심으로 요동 가능한 홀더(60e)(60i)와, 홀더(60e)(60i)에 피벗 지지되어 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 의해 구동되어 요동하는 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))과, 일단부에서 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))에 피벗 장착되는 동시에 타단부에서 배기 캠(54)(흡기 캠(53))에 피벗 장착되는 연결 링크(67e)(67i)와, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))을 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 가압하는 제어 용수철(68)을 구비한다.

캠 축(50)이 삽입되는 베어링(69)을 통해 캠 축(50)에 지지되는 홀더(60e)(60i)는, 캠 축 방향(A2)으로 이격된 1쌍의 제1, 제2 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i)와, 제1 플레이트(61e)(61i) 및 제2 플레이트(62e)(62i)를 캠 축 방향(A2)에서의 소정 간격을 두고 연결하는 동시에 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))을 피벗 지지하는 연결 부재를 구비한다. 그리고, 상기 연결 부재는, 양 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i) 사이의 상기 소정 간격을 규정하는 동시에 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))을 피벗 지지하는 지지축이기도 한 칼라(63e)(63i)와, 칼라(63e)(63i)에 삽입되어 양 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i)를 일체로 결합하는 리벳(64)을 구비한다. 도 6, 도 4에 도시되는 바와같이, 각 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i)에는, 각 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i)를 캠 축(50)에 요동 가능하게 지지하는 베어링(69)이 장착되는 장착 구멍(61e3)(61i3), (62e3)(62i3)이 형성되어 있다.

도 3을 함께 참조하면, 제1 플레이트(61e)(61i)에는 제어 기구(M3)의 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))가 피벗 장착되고, 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))와 제1 플레이트(61e)(61i)가 양자의 연결부(71e2)(71i2), (61e1)(61i1)에서 상대 운동가능하게 연결된다. 구체적으로는, 제어 기구측 연결부로서의 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))의 연결부(71e2)(71i2)의 구멍에, 홀더측 연결부로서의 제1 플레이트(61e)(61i)의 연결부(61e1)(61i1)의 구멍에 압입되어 고정된 연결 핀(61e1a)(61i1a)이 상대 회전가능하게 삽입된다.

또한, 제2 플레이트(62e)(62i)에는, 내연 기관(E)의 시동 시에 압축 행정에서 흡기 밸브(22) 및 배기 밸브(23)를 약간 개방함으로써 압축 압력을 저하시켜 시동을 용이하게 하기 위한 감압(デコンプ) 캠(62e1)(62i1)(도 6, 도 10 참조)이 형성된다. 또한, 제2 플레이트(62e)에는, 요동 위치 검출 수단(94)(도 12 참조)의 검지부(94a)에 검지되는 피검지부(62e2)가 설치된다. 피검지부(62e2)는, 검지부(94a)를 구성하는 톱니부와 맞물림으로써 제2 플레이트(62e) 요동 방향으로 끼워지는 톱니부에 의해 구성된다. 또한, 이 실시 형태에서는 사용되지 않지만, 제2 플레이트(61i)에도, 피검지부(62e2)에 상당하는 부분(62i2)이 설치된다.

칼라(63e)(63i)에는, 자연 상태에서 직원통 형상의 압축 코일 용수철로 이루어지는 제어 용수철(68)의 일단부를 지지하는 제1 용수철 지지부(76)와, 자연 상태에서 직원통 형상의 압축 코일 용수철로 이루어지는 가압 용수철(55)의 일단부를 지지하는 가동측 용수철 지지부(78)가 일체 성형되어 설치된다. 양 용수철 지지부(76, 78)는, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))의 지점부(66ea)(66ia)에 캠 축 방향(A2)으로 인접하여 배치되는 동시에 칼라(63e)(63i)의 둘레 방향으로 간격을 두고 배치된다(도 4 참조).

또한, 칼라(63e)(63i)에는, 제2 플레이트(62e)(62i)에 형성된 구멍(62e4)(62i4)에 끼워지는 볼록부(63e1)(63i1)가, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))의 요동 중심선(L3)으로부터 떨어진 위치에 형성된다. 볼록부(63e1)(63i1)와 구멍(62e4)(62i4)은, 제2 플레이트(62e)(62i)와 칼라(63e)(63i)와의 사이의, 요동 중심선(L3) 주위의 상대 회전을 저지하기 위한 걸림부를 구성한다. 이 걸림부에 의해, 1쌍의 용수철 지지부(76, 78)가 설치됨으로써, 제어 용수철(68) 및 가압 용수철(55)의 탄성력에 의한 동일 방향의 토크가 작용하는 칼라(63e)(63i)가, 제1, 제2 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i)에 대해 상대 회전하는 것이 저지되므로, 가압 용수철(55)에 의한 링크 기구(Mli, Mle)로의 캠 축(50) 주위의 토크 부여 작용 및 제어 용수철(68)에 의한 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))으로의 가압 작용이 확실하게 행해진다.

도 2~도 4, 도 6, 도 7, 도 10을 참조하면, 캠 축 방향(A2)에서, 배기 캠(54)(흡기 캠(53)) 및 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))과 함께 제1, 제2 플레이트(61e)(61i), (62e)(62i) 사이에 배치되는 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))은, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 접촉하는 접촉부로서의 롤러(66eb)(66ib)에서 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))과 접촉하고, 일단부의 지점부(66ea)(66ia)에서 칼라(63e)(63i)에 요동 가능하게 지지되고, 타단부의 연결부(66ec)(66ic)에서 연결 링크(67e)(67i)의 일단부에 고정된 연결 핀(72)에 피벗 지지된다. 그러므로, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))은, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))이 캠 축(50)과 함께 회전함으로써 칼라(63e)(63i)를 요동 중심으로서 요동한다.

연결 링크(67e)(67i)의 타단부에 고정된 연결 핀(73)에 피벗 지지되는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))은, 캠 축(50)에 베어링(44)을 통해 지지됨으로써 캠 축(50)을 중심으로 요동 가능한 요동 캠으로 구성되고, 그 외주면의 일부에 캠면이 형성된다. 상기 캠면은, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))를 밸브 폐쇄 상태로 유지하는 베이스 원부(54a)(53a)와, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))를 가압하여 밸브 개방시키는 캠 산부(54b)(53b)로 구성된다. 베이스 원부(54a)(53a)는, 회전 중심선(L2)으로부터의 반경이 일정한 원호로 이루어지는 단면 형상을 가지고, 캠 산부(54b)(53b)는, 회전 중심선(L2)으로 부터의 반경이 캠 축(50)의 반회전 방향(R2)(회전 방향(R1))으로 증가하는 단면 형상을 갖는다. 그러므로, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 캠 산부(54b)(53b)는, 반회전 방향(R2)(회전 방향(R1))으로 점차 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 리프트량이 커지는 형상을 갖는다.

그리고, 캠 산부(54b)(53b)는, 밸브 간극(C)으로 인해 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 밸브 개방 개시 시 및 밸브 시트(24)와의 접촉에 의한 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 밸브 폐쇄 개시 시에 발생하는 타음을 저감시키기 위해, 베이스 원부(54a)(53a)에 연속해 있는 완충부(54b1)(53b1)를 가진다(도 6, 도 10 참조). 베이스 원부(54a)(53a)로부터의 높이가 0 부터 완만하게 높아지는 완충부(54b1)(53b1)는, 캠 산부(54b)(53b)에서, 캠 축(50)의 회전각의 변화량에 대한 캠 산부 높이의 변화량인 리프트 속도가 미소하고, 또한 정속 부분을 포함하는 부분이다.

배기 캠(54)(흡기 캠(53))은, 제어 기구(M3)를 통해 전달되는 구동 기구(M2)의 구동력에 의해, 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))와 함께 동일한 요동량으로 캠 축(50)을 중심으로 요동시키는 한편, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 의해 요동되는 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))에 의해 캠 축(50)을 중심으로 요동시킨다. 그리고, 캠 축(50)에 대해 요동하는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))이 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))을 요동시켜, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))를 개폐 작동시킨다. 그러므로, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))은, 홀더(60e)(60i), 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i)) 및 연결 링크(67e)(67i)를 순차로 통해 전달되는 구동 기구(M2)의 구동력에 의해 요동되고, 또한 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i)) 및 연결 링크(67e)(67i)를 순차로 통해 전달되는 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))의 구동력에 의해 요동된다.

배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))의 롤러(66eb)(66ib)를 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 가압하는 탄성력을 발생시키는 제어 용수철(68)은, 칼라(63e)(63i)와 배기 캠(54)과의 사이에 배치되고, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))의 요동에 따라 캠 축(50)의 둘레 방향으로 신축가능하다. 일단부가 제1 용수철 지지부(76)에 지지되는 제어 용수철(68)의 타단부는, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))에 일체 성형된 선반 형상의 돌출부에 설치되는 제2 용수철 지지부(77)에 지지된다.

배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))에, 그 요동 방향에서의 한쪽 방향을 향한 토크를 작용시키는 탄성력을 항상 작용시키는 가압 용수철(55)은, 일단부가 홀더(60e)(60i)의 가동측 용수철 지지부(78)에 지지되고, 타단부가 실린더 헤드(12)에 고정되는 고정 부재인 캠 축 홀더(29)에 설치된 고정측 용수철 지지부(79)에 지지된다.

배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))를 실린더(11)측에 가압하는 가압 용수철(55)의 탄성력은 홀더(60e)(60i)에 직접 작용하여 상기 홀더(60e)(60i)를 실린더(11)에 향하는 방향으로 가압하고, 상기 탄성력에 의해 홀더(60e)(60i)에 작용하는 토크는 상기 한쪽 방향을 향한다. 그리고, 상기 한쪽 방향은 배기 캠(54)(흡기 캠(53))이 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))를 밸브 개방할 때 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))로부터 배기 캠(54)(흡기 캠(53))에 작용하는 반력에 의해 배기 캠(54)(흡기 캠(53))에 작용하는 토크와 동일한 방향으로 설정된다. 이 때문에, 가압 용수철(55)의 탄성력이 연결부(61e1)(61i1)를 연결부(71e2)(71i2)에 항상 요동 방향으로 가압하는 방향과, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))으로부터 연결 링크(67e)(67i) 및 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))을 통해 홀더(60e)(60i)에 작용하는 토크에 의거해, 상기 반력이 연결부(61e1)(61i1)를 연결부(71e2)(71i2)에 요동 방향으로 가압하는 방향이 동일하다.

그리고, 가압 용수철(55)에 의해, 피벗 장착에 의한 미소한 간극이 존재하는 각 연결부(71e2)(71i2), (61e1)(61i1)에서, 한쪽 연결부(61e1)(61i1)가 다른 쪽 연결부(71e2)(71i2)에 항상 요동 방향으로 가압되므로, 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))에 의해 제1 플레이트(61e)(61i)가 요동될 때, 연결부(71e2)(71i2)와 연결부(61e1)(61i1) 사이의 간극(틈새)의 영향이 해소되어, 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))의 운동이 홀더(60e)(60i)에 정밀도 좋게 전달된다.

도 2, 도 3, 도 10을 참조하면, 제어 기구(M3)는 구동 기구(M2)에 의해 구동되는 제어 부재로서의 원통형상의 제어축(70)과, 제어축(70)의 운동을 링크 기구(Mli, Mle)에 전달하고, 캠 축(50)을 중심으로 링크 기구(Mli, Mle)를 요동시키는 제어 링크(71i, 71e)를 구비한다.

제어축(70)은, 실린더 축선(L1)에 평행인 방향으로 이동 가능하고, 따라서 캠 축(50)의 회전 중심선(L2)을 포함하는 동시에 실린더 축선(L1)에 평행한 기준 평면(H0)에 대해 평행한 방향으로 이동 가능하다.

제어 링크(71i, 71e)는, 흡기 제어 링크(71i)와 배기 제어 링크(71e)로 구성된다. 흡기 제어 링크(71i)는 연결부(71i1)에서 제어축(70)에 피벗 장착되고, 연결부(71i2)에서 흡기 링크 기구(Mli)의 제1 플레이트(61i)의 연결부(61i1)에 피벗 장착된다. 배기 제어 링크(71e)는 연결부(71e1)에서 제어축(70)에 피벗 장착되고, 연결부(71e2)에서 배기 링크 기구(Mle)의 제1 플레이트(61e)의 연결부(61e1)에 피벗 장착된다. 흡기 제어 링크(71i)의 연결부(71i1) 및 제어축(70)의 연결부(70a)는 각각 배기 제어 링크(71e)의 연결부(71e1) 구멍에 압입되어 고정된 1개의 연결 핀(71e3)이 상대 회전 가능하게 삽입되는 구멍을 가지고, 연결 핀(71e3)에 피벗 지지되고, 2개의 연결부(71i2, 71e2)는, 각각 연결부(71i2, 71e2)의 연결 핀(61i1a, 61e1a)이 상대 회전가능하게 삽입되는 구멍을 가지고, 연결 핀(61i1a, 61e1a)에 피벗 지지 된다. 그리고, 가압 용수철의 탄성력이, 피벗 장착에 의한 미소한 간극이 존재하는 각 연결부(71e1)(71i1), (70a)에서, 연결부(71e1)(71i1)가 연결부(70a)에 항상 가압되므로, 연결부(71e1)(71i1)와 연결부(70a) 사이의 간극(빈틈)의 영향이 해소되어, 제어축(70)의 운동이 배기 제어 링크(71e)(흡기 제어 링크(71i))에 정밀도 좋게 전달된다.

도 3, 도 8을 참조하면, 제어축(70)을 구동하는 구동 기구(M2)는, 헤드 커버(13)에 부착되는 역회전 가능한 전동 모터(80)와, 전동 모터(80)의 회전을 제어축(70)에 전달하는 전달 기구(M4)를 구비한다. 그리고, 제어 기구(M3) 및 구동 기구(M2)는 회전 중심선(L2)을 포함하는 동시에 기준 평면(H0)에 직교하는 제2 직교 평면(H2)에 대해, 실린더(11) 및 연소실(16)과는 반대측에 배치된다.

전동 모터(80)는, 코일부 등의 발열부가 수용되는 동시에 실린더 축선(L1)에 평행한 중심축선을 가지는 원통 형상의 본체(80a)와, 실린더 축선(L1)에 평행하게 연장하는 출력축(80b)을 구비한다. 전동 모터(80)는 실린더 헤드(12) 및 헤드 커버(13)에 관해, 작동 밸브실(25)의 직경 방향에서 바깥쪽으로 배치된다. 그리고, 제1 직교 평면(H1)에 대해 좌측에, 전동실(59)이 배치되고, 제1 직교 평면(H1)에 대해 다른쪽측인 우측에, 본체(80a) 및 점화 플러그(19)가 배치된다. 본체(80a)에서, 헤드 커버(13)에 직경 방향으로 돌출되어 덮도록 형성된 장착부(13a)에 결합되는 피장착부(80a1)에는 관통 구멍

(80a2)이 형성되고, 출력축(80b)은, 상기 관통 구멍(80a2)을 관통하여 본체(80a)의 외부로 돌출하여 작동 밸브실(25) 내로 연장한다. 본체(80a)는 헤드 커버(13)측으로부터 실린더 축선 방향(A1)으로 봐서, 또는 헤드 커버(13)의 전방으로부터 봐서, 그 전체가 장착부에 의해 덮여지는 위치에 배치된다(도 8 참조).

도 2, 도 3, 도 8을 참조하면, 작동 밸브실(25) 내에서, 실린더 축선 방향(A1)에서 캠 축 홀더(29)와 헤드 커버(13)와의 사이에 배치되는 전달 기구(M4)는, 헤드 커버(13)를 관통하여 작동 밸브실(25) 내로 연장하는 출력축(80b)에 형성된 구동 기어(80b1)에 맞물리는 감속 기어(81)와, 감속 기어(81)와 맞물리는 동시에 실린더 헤드(12)에 캠 축 홀더(29)를 통해 회전 가능하게 지지되는 출력 기어(82)로 구성된다. 감속 기어(81)는 헤드 커버(13)와 헤드 커버(13)에 형성된 개구(13c)를 덮는 커버(83)에 지지되는 지지축(84)에 회전 가능하게 지지되고, 구동 기어(80b1)와 맞물리는 대(大) 기어(81a)와 출력 기어(82)와 맞물리는 소(小) 기어(81b)를 가진다. 출력 기어(82)는 캠 축 홀더(29)에 홀더에 의해 결합된 지지통(88)에 베어링(89)을 통해 회전 가능하게 지지되는 원통 형상의 보스부(82a)를 가진다.

출력 기어(82)와 제어축(70)은, 출력 기어(82)의 회전 운동을, 제어축(70)의, 실린더 축선(L1)에 평행한 직선 왕복 운동으로 변환하는 운동 변환 기구로서의 이송 나사 기구를 통해 구동 연결된다. 상기 이송 나사 기구는, 보스부(82a)의 내주면에 형성된 사다리꼴 나사로 이루어지는 암 나사부(82b)와, 제어축(70)의 외주면에 형성되어 수 나사부(70b)로 조여지는 사다리꼴 나사로 이루어지는 수 나사부(70b)를 구비한다. 제어축(70)은 보스부(82a)에 고정된 안내축(90)의 외주에 슬라이드 가능하게 끼워져 있고, 상기 안내축(90)에 의해 이동 방향으로 안내된 상태에서, 캠 축 홀더(29)에 형성된 관통 구멍(91)(도 5도 참조)을 통해, 실린더 축선 방향(A1)에서 캠 축(50)에 대해 진출 및 후퇴가능하다.

도 3을 참조하면, 전동 모터(80)는, 전자 제어 유닛(이하, ECU라고 한다)(92)에 의해 제어된다. 이 때문에, ECU(92)에는, 내연 기관(E)의 시동 시(時)를 검출하는 시동 검출 수단, 기관 부하를 검출하는 부하 검출 수단, 기관 회전 속도를 검출하는 기관 회전 속도 검출 수단 등으로 구성되어 내연 기관(E)의 운전 상태를 검출하는 운전상태 검출수단(93)과, 전동 모터(80)에 의해 요동되는 배기 링크 기구(Mle)의 홀더(60e) 나아가서는 배기 캠(54)의, 캠 축(50)에 대한 요동각인 요동 위치를 검출하는 요동위치 검출수단(94)(예를 들면 전위차계(potentiometer)로 구성된다)으로부터의 검출 신호가 입력된다.

이 때문에, 전동 모터(80)에 의해 구동되는 제어축(70)의 위치가 변경되면, 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli)) 및 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 캠 축(50)에 대한 상대적인 회전 위치인 요동 위치가, 운전 상태에 따라 변경되므로, ECU(92)에 의해 제어되는 밸브 특성 가변 기구(M)에 의해, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 밸브 작동 특성이 내연 기관(E)의 운전 상태에 따라 제어된다.

구체적으로는, 이하와 같다.

도 9에 도시되는 바와같이, 흡기 밸브 및 배기 밸브는, 각각, 개폐 시기 및 최대 리프트량을 변경하는 밸브 특성 가변 기구(M)에 의해 제어되는 밸브 작동 특성(K_i , K_e)의 기본 작동 특성으로서, 최대 밸브 작동 특성(K_{imax} , K_{emax}) 및 최소 밸브 작동 특성(K_{imin} , K_{emin})을 경계치로 하여, 최대 밸브 작동 특성(K_{imax} , K_{emax})과 최소 밸브 작동 특성(K_{imin} , K_{emin}) 사이의 임의의 중간 밸브 작동 특성으로 개폐 작동된다. 이 때문에, 흡기 밸브(22)에 대해서는, 그 개방 시기가 연속적으로 지각됨에 따라, 폐쇄 시기가 연속적으로 진각되어 밸브 개방 기간이 연속적으로 짧아지고, 또한 최대 리프트량이 얻어지는 캠 축(50)의 회전각(또는 크랭크축(15)의 회전 위치인 크랭크각)이 연속적으로 지각되는 동시에 최대 리프트량이 연속적으로 작아진다. 그리고, 흡기 밸브(22)의 밸브 작동 특성의 변경과 동시에, 배기 밸브(23)에 대해서는, 그 개방 시기가 연속적으로 지각됨에 따라, 폐쇄 시기가 연속적으로 진각되어 밸브 개방 기간이 연속적으로 짧아지고, 나아가 최대 리프트량이 얻어지는 캠 축(50)의 회전각이 연속적으로 진각되고, 최대 리프트량이 연속적으로 작아진다.

도 10을 함께 참조하면, 구동 기구(M2)에 의해 구동되는 제어축(70) 및 흡기 제어 링크(71i)가 도 10(A), (B)에 도시되는 제1 위치를 점유할 때, 흡기 밸브(22)의 개방 시기가 최진각 위치(θ_{imax})로 되고, 그 폐쇄 시기가 최지각 위치(θ_{icmax})로 되고, 또한 그 밸브 개방 기간 및 최대 리프트량이 모두 최대로 되는 최대 밸브 작동 특성(K_{imax})이 얻어지고, 동시에 배기 밸브(23)의 개방 시기가 최진각 위치(θ_{eomax})로 되고, 그 폐쇄 시기가 최지각 위치(θ_{ecmax})로 되고, 또한 그 밸브 개방 시기 및 최대 리프트량이 모두 최대로 되는 최대 밸브 작동 특성(K_{emax})이 얻어진다.

또한, 도 10, 도 11에서는, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))가 밸브 폐쇄할 때의 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli)) 및 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))의 상태가 실선 및 파선으로 표시되고, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))가 최대 리프트량으로 밸브 개방했을 때의 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli)) 및 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41)) 상태의 개략이 2점 쇄선으로 표시되어 있다.

내연 기관(E)의 운전 상태에 따라, 밸브 특성 가변 기구(M)에 의해 최대 밸브 작동 특성(Kimax, Kemax)이 얻어지는 상태에서부터 최소 밸브 작동 특성(Kimin, Kemin)이 얻어지는 상태로 이행할 때는, 전동 모터(80)가 출력 기어(72)를 회전 구동하고, 상기 이송 나사 기구에 의해 제어축(70)이 캠 축(50)을 향해 진출한다. 이 때 전동 모터(80)의 구동량에 의거해, 제어축(70)은 흡기 제어 링크(71i)를 통해 흡기 링크 기구(Mli) 및 흡기 캠(53)을, 캠 축(50)을 중심으로 회전 방향(R1)으로 요동시키고, 동시에, 배기 제어 링크(71e)를 통해 배기 링크 기구(Mle) 및 배기 캠(54)을, 캠 축(50)을 중심으로 반회전 방향(R2)으로 요동시킨다.

그리고, 제어축(70) 및 배기 제어 링크(71e)가 도 11(A), (B)에 도시되는 제2 위치를 점유할 때, 흡기 밸브(22)의 개방 시기가 최지각 위치(Θ_{iomin})로 되고, 그 폐쇄 시기가 최진각 위치(Θ_{icmin})로 되고, 또한 그 밸브 개방 시기 및 최대 리프트량이 모두 최소로 되는 최소 밸브 작동 특성(Kimax)이 얻어지고, 동시에, 배기 밸브(23)의 개방 시기가 최지각 위치(Θ_{eomin})로 되고, 그 폐쇄 시기가 최진각 위치(Θ_{ecmin})로 되고, 또한 그 밸브 개방 기간 및 최대 리프트량이 모두 최소로 되는 최소 밸브 작동 특성(Kemin)이 얻어진다.

그리고, 제어축(70)이 상기 제2 위치로부터 상기 제1 위치로 이행할 때는, 전동 모터(80)가 출력 기어(82)를 역방향으로 회전 구동하고, 상기 이송 나사 기구에 의해 제어축(70)이 캠 축(50)으로부터 멀어지도록 후퇴한다. 이 때, 제어축(70)은, 흡기 제어 링크(71i)를 통해 흡기 링크 기구(Mli) 및 흡기 캠(53)을, 캠 축(50)을 중심으로 반회전 방향(R2)으로 요동시키고, 동시에, 배기 제어 링크(71e)를 통해 배기 링크 기구(Mle) 및 배기 캠(54)을, 캠 축(50)을 중심으로 회전 방향(R1)으로 요동시킨다.

또한, 제어축(70)이 상기 제1 위치와 상기 제2 위치 사이의 위치를 점유할 때, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))에 대해, 최대 밸브 작동 특성(Kemax)(Kimax) 및 최소 밸브 작동 특성(Kemin)(Kimin)의 개방 시기, 폐쇄 시기, 밸브 개방 기간 및 최대 리프트량 사이의 값이 되는 개방 시기, 폐쇄 시기, 밸브 개방 기간 및 최대 리프트량이 설정되는 무수히 많은 상기 중간 밸브 작동 특성이 얻어진다.

그리고, 흡기 밸브 및 배기 밸브는, 상기 기본 작동 특성 이외에, 각각, 밸브 특성 가변 기구(M)에 의해 보조 작동 특성으로 개폐 작동된다. 구체적으로는, 상기 보조 작동 특성으로서의 감압 작동 특성이 얻어지는 것을 도 12(A), (B)을 참조하여 설명한다. 내연 기관(E)의 시동 개시 시의 압축 행정 시에, 전동 모터(80)가 출력 기어(82)를 역방향으로 회전 구동하고, 제어축(70)이 상기 제1 위치를 넘어 캠 축(50)으로부터 멀어지도록 후퇴한 위치인 감압 위치를 점유한다. 이 때, 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli)) 및 배기 캠(54)(흡기 캠(53))이, 회전 방향(R1)(반회전 방향(R2))으로 요동하고, 제2 플레이트(62e)(62i)의 감압 캠(62e1)(62i1)이, 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))의 롤러(42c)(41c) 근방에 설치된 감압부(42d)(41d)에 접촉하고, 롤러(42c)(41c)가 배기 캠(54)(흡기 캠(53))으로부터 떨어지고, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))가 소(小) 개방도의 감압 개방도로 밸브 개방한다.

그런데, 도 13을 참조하면, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))의 캠 산부(52b)(51b)는, 캠 산부(52b)(51b)의 높이가 증가하는 전반부에 대해서, 베이스 원부(52a)(51a)에서의 리프트 속도가 0(제로)인 상태에서부터 캠 산부(52b)(51b)로의 이행에 따라 리프트 속도가 증가하는 이행부(Sa1)와 리프트 속도가 일정한 완충 정속부(Sa2)를 가지는 완충부(Sa)와, 완충부(Sa)에 연속하는 부분으로서 리프트 속도가 증가하는 증속부(Sb)와, 리프트 속도가 일정한 정속부(Sc)와, 리프트 속도가 감소하는 감속부(Sd)를 가진다. 이 때문에, 완충 정속부(Sa2) 및 정속부(Sc)는, 캠 축(50)의 회전각의 변화량에 대한 리프트 속도의 변화량인 리프트 가속도가 0(제로)인 구간이고, 이행부(Sa1) 및 증속부(Sb)는, 리프트 가속도가 정(正)의 구간이고, 감속부(Sd)는 리프트 가속도가 부(負)의 구간이다. 여기서, 도 13에서는, 세로축은, 배기 서브 로커 아암(66e)(흡기 서브 로커 아암(66i))을 통해 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 의해 요동되는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 요동각, 요동각속도 및 요동각가속도이고, 이들 요동각, 요동각속도 및 요동각가속도는, 각각, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))의 캠 산부(52b)(51b)의 높이, 리프트 속도 및 리프트 가속도에, 1대 1로 대응한다.

도 14를 함께 참조하면, 정속부(Sc)는, 적어도, 최대 밸브 작동 특성(Kemax)(Kimax)에서의 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax})에 있어서 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 포함되고, 최소 밸브 작동 특성(Kemin)(Kimin)에서의 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin})에 있어서 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 포함되는 각도폭(Θ_w)에 걸쳐 연속하여 설치된다. 이 실시형태에서, 각도폭(Θ_w)은, 최진각 위치에서의 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기로부터 최지각 위치에서의 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 개방 시기까지의 각도 범위(Θ_s)를 적어도 포함하고, 각도 범위(Θ_s)보다도 커지도록, 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax})에 있어서 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 완충부의 개시 위치(Θ_1)를 포함하고, 또한 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin})에 있어서 완충부의 종료 위치(Θ_2)를 포함하는 각도폭으로 설정된다.

또한, 캠 산부(52b)(51b)의 높이가 감소하는 후반부에 대해서는, 높이의 변화 형태 및 리프트 가속도의 변화 형태는, 전반부에 대해 선 대칭의 특성으로 되고, 리프트 속도(즉, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 요동각속도)는, 전반부에 대해 점 대칭의 변화 형태가 된다. 그리고, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 폐쇄 시기에 대해서, 최대 밸브 작동 특성(Kemax)(Kimin)에서의 최지각 위치(Θ_{ecmax})(Θ_{icmax}) 및 최소 밸브 작동 특성(Kemin)(Kimin)에서의 최진각 위치(Θ_{ecmin})(Θ_{icmin})에 대응하고, 전반부와 동일한 각도폭(Θ_w)이 설정된다.

따라서, 기관 회전 속도(즉, 캠 축(50)의 회전 속도)가 동일한 경우, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax})로 되는 최대 밸브 작동 특성(Kemax)(Kimax)으로부터 시작되고, 모든 상기 중간 밸브 작동 특성을 포함하고, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin})로 되는 최소 밸브 작동 특성(Kemin)(Kimin)에 이르는 모든 밸브 작동 특성에서, 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))은 동일한 요동각속도로 요동하는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 완충부(54b1)(53b1)에 접하고, 상기 완충부(54b1)(53b1)에 의해 요동되는 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))은, 동일한 요동각속도로 요동된다. 따라서, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 완충부(54b1)(53b1)의 종료 위치에서의 캠 산(54b)(53b)의 높이보다도 작은 값으로 설정되는 밸브 간극(C)이 없어지고, 배기 메인 로커 아암(42)(흡기 메인 로커 아암(41))이 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))에 접할 때 및 밸브 시트(24)에 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))가 접할 때는, 밸브 특성 가변 기구(M)에 의해 제어되는 밸브 작동 특성에 상관없이 항상 동일한 속도로 접한다.

다음에, 상술과 같이 구성된 실시 형태의 작용 및 효과에 대해서 설명한다.

배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))를 개폐 작동시키기 위해 캠 축(50)에 피벗 지지되는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))과, 캠 축(50)과 일체로 회전하는 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))에 의해 배기 캠(54)(흡기 캠(53))을 캠 축(50)을 중심으로 요동시키는 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))와, 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))를 캠 축(50)을 중심으로 요동시키는 구동 기구(M2)를 구비하고, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 완충부(54b1)(53b1)에서 배기 밸브(흡기 밸브)의 밸브 개방 및 밸브 폐쇄가 개시되고, 구동 기구(M2)가 배기 링크 기구(Mle)(흡기 링크 기구(Mli))를 통해 배기 캠(54)(흡기 캠(53))을 캠 축(50)을 중심으로 요동시킴으로써 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개폐 시기가 제어되는 밸브 특성 가변 기구(M)에 있어서, 배기 구동 캠(52)(흡기 구동 캠(51))의 캠 산부(52b)(51b)는, 리프트 속도(즉, 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 요동각속도)가 일정한 정속부(Sc)를 가지고, 정속부(Sc)는, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기의 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax})에 있어서 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 포함되고, 또한 개방 시기의 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin})에 있어서 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기가 포함되는 각도폭(Θ_w)에 걸쳐 설치됨으로써, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 개방 시기 및 폐쇄 시기가 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax});(Θ_{ecmin})(Θ_{icmin}), 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin});(Θ_{ecmax})(Θ_{icmax}) 및 최진각 위치(Θ_{eomax})(Θ_{iomax});(Θ_{ecmin})(Θ_{icmin})와 최지각 위치(Θ_{eomin})(Θ_{iomin});(Θ_{ecmax})(Θ_{icmax})와의 사이의 임의의 위치에 있을 때, 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))는, 정속부(Sc)에 의해 동일한 요동각속도로 요동되는 배기 캠(54)(흡기 캠(53))의 완충부(54b1)(53b1)에 의해 개폐되고, 개폐 시기의 제어에 의한 개방 시기 및 폐쇄 시기의 변경에 상관없이, 항상 동일한 요동각속도를 갖는 완충부(54b1)(53b1)에 의해 밸브 개방 또는 밸브 폐쇄가 개시되므로, 개폐 시기의 변경에 따라, 밸브 간극(C) 및 밸브 시트(24)에의 장착에 기인하는 배기 밸브(23)(흡기 밸브(22))의 타음 발생이 방지된다.

이하, 상술한 실시 형태의 일부의 구성을 변경한 실시 형태에 대해, 변경한 구성에 관해서 설명한다.

내연 기관(E)은, 다기통 내연 기관이라도 좋다. 또한, 1개의 기통에 복수의 흡기 밸브와 1개 또는 복수의 배기 밸브가 설치되는 내연 기관, 또는 1개의 기통에 복수의 배기 밸브와 1개 또는 복수의 흡기 밸브가 설치되는 내연 기관이라도 좋다.

발명의 효과

청구항 1기재의 발명에 의하면, 다음 효과가 발휘된다. 즉, 밸브 특성 가변 기구에 의해 기관 밸브의 개폐 시기가 제어되어, 최진각 위치, 최지각 위치, 최진각 위치 및 최지각 위치와의 사이의 임의의 위치에서, 기관 밸브의 개방 시기 및 폐쇄 시기가 변경된 경우에도, 기관 밸브는, 그 임의의 개방 시기 및 폐쇄 시기에서, 항상 동일한 요동각속도를 갖는 완충부에 의해 밸브 개방 또는 밸브 폐쇄가 개시되는 개폐 시기의 제어에 수반해, 밸브 개방 개시 시 또는 밸브 폐쇄 개시 시에 기관 밸브의 타음이 발생하는 것이 방지된다.

(57) 청구의 범위

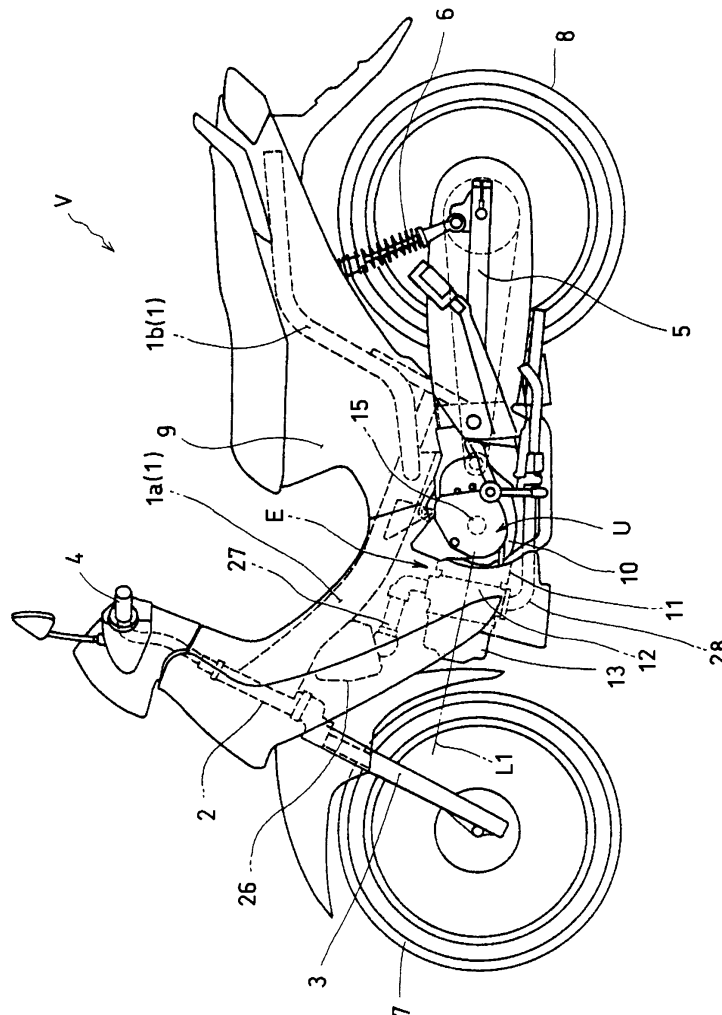
청구항 1.

내연 기관의 크랭크축에 연동하여 회전하는 캠 축과, 흡기 밸브 또는 배기 밸브로 이루어지는 기관 밸브를 개폐 작동시키기 위해 상기 캠 축에 피벗 지지되는 작동 밸브 캠과, 상기 캠 축과 일체로 회전하는 구동 캠에 의해 상기 작동 밸브 캠을 상기 캠 축을 중심으로 요동시키는 연동 기구와, 상기 연동 기구를 상기 캠 축을 중심으로 요동시키는 구동 기구를 구비하는 밸브 특성 가변 기구를 구비하고, 상기 작동 밸브 캠의 완충부에서 상기 기관 밸브의 밸브 개방 및 밸브 폐쇄가 개시되고, 상기 구동 기구가 상기 연동 기구를 통해 상기 작동 밸브 캠을 상기 캠 축을 중심으로 요동시킴으로써 상기 기관 밸브의 개폐 시기가 제어되는 내연 기관의 작동 밸브 장치에 있어서,

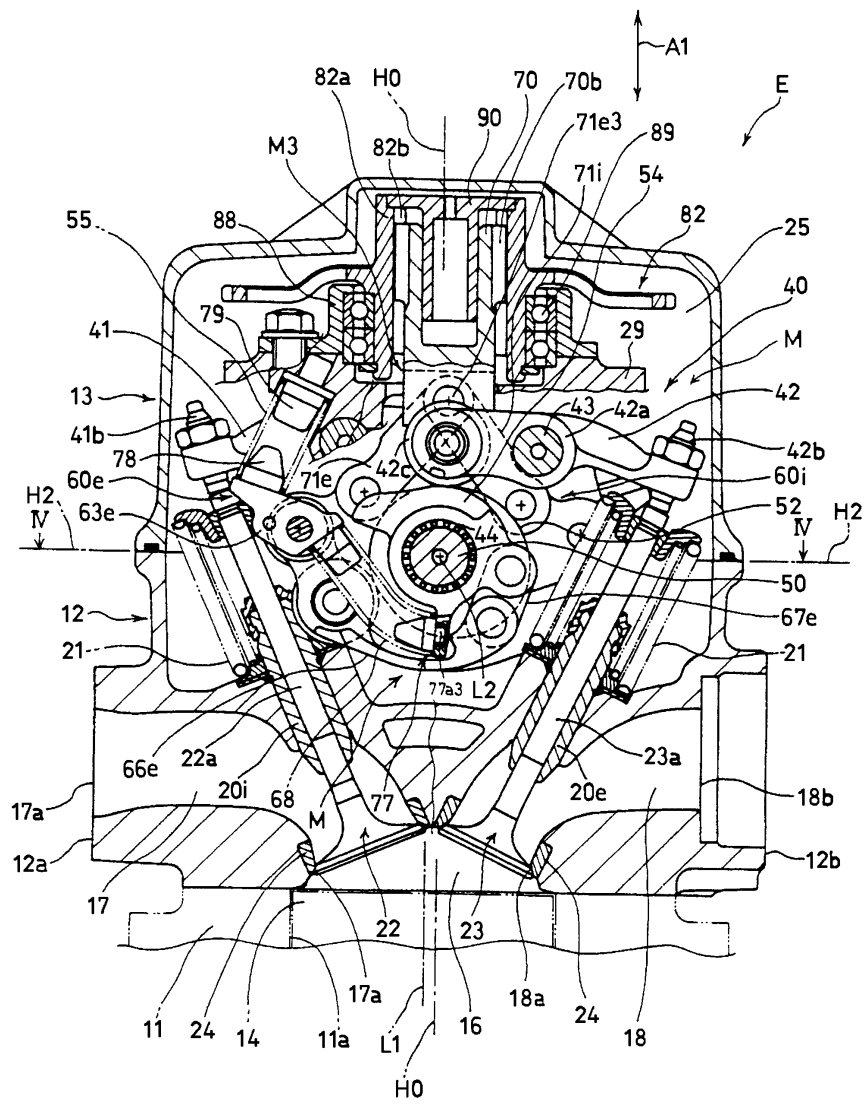
상기 구동 캠의 캠 산부는, 상기 캠 축의 회전각의 변화량에 대한 캠 산부 높이의 변화량인 리프트 속도가 일정한 정속부를 가지고, 상기 정속부는, 적어도, 상기 기관 밸브의 개방 시기의 최진각 위치에 있어서 상기 개방 시기가 포함되고, 또한 상기 기관 밸브의 개방 시기의 최지각 위치에 있어서 상기 개방 시기가 포함되는 각도폭에 걸쳐 설치되는 것을 특징으로 하는 내연 기관의 작동 밸브 장치.

도면

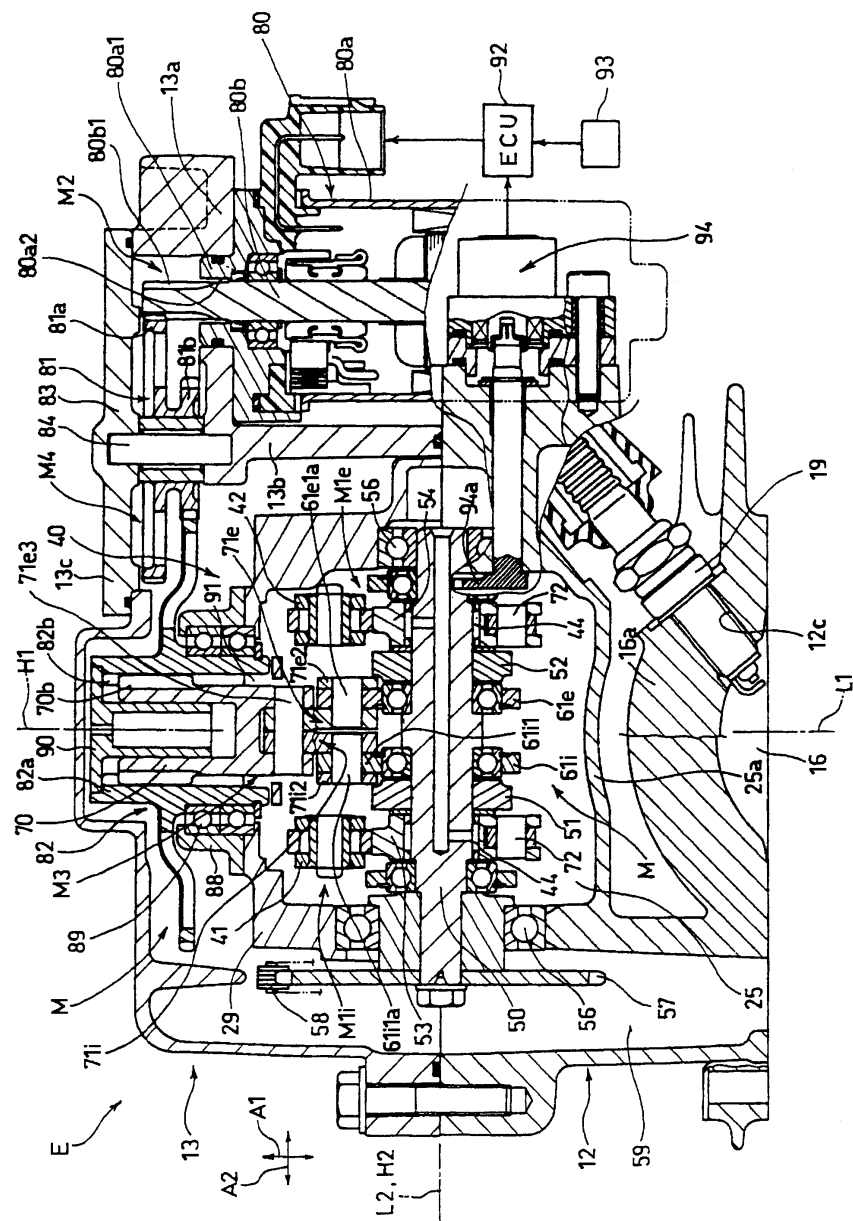
도면1



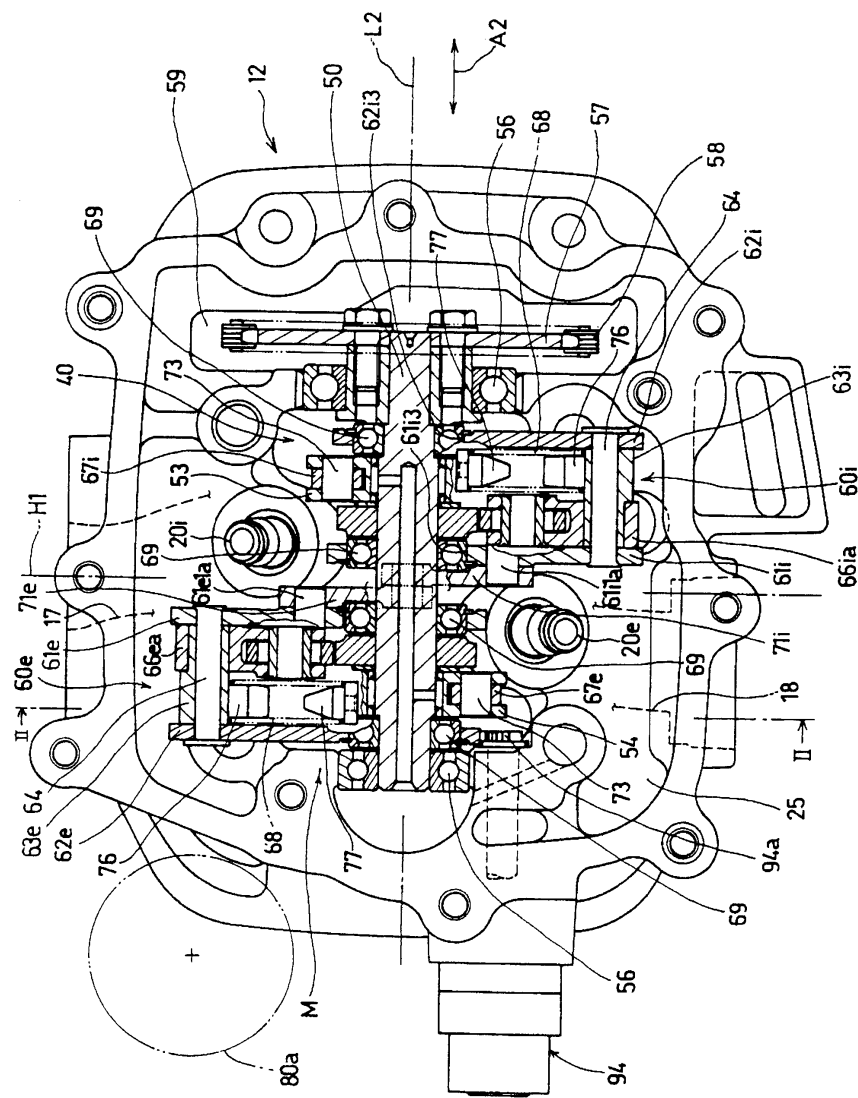
도면2



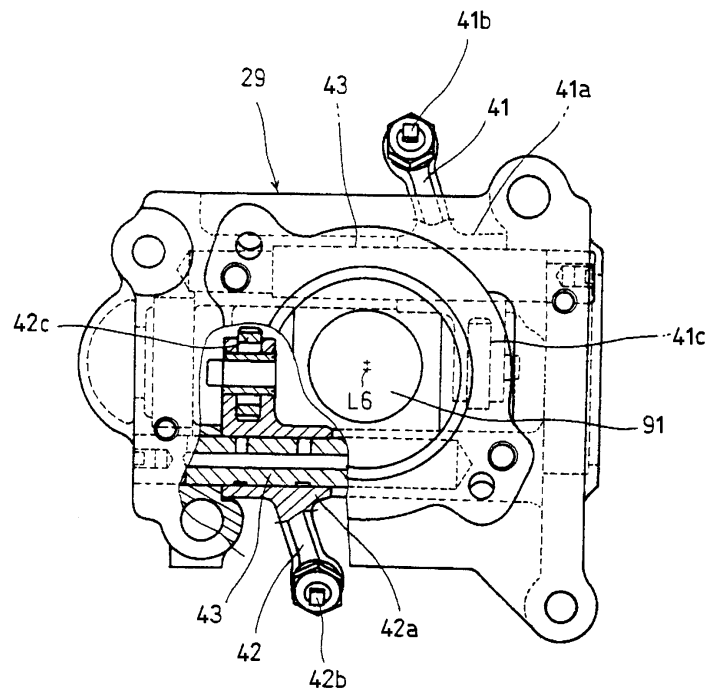
도면3



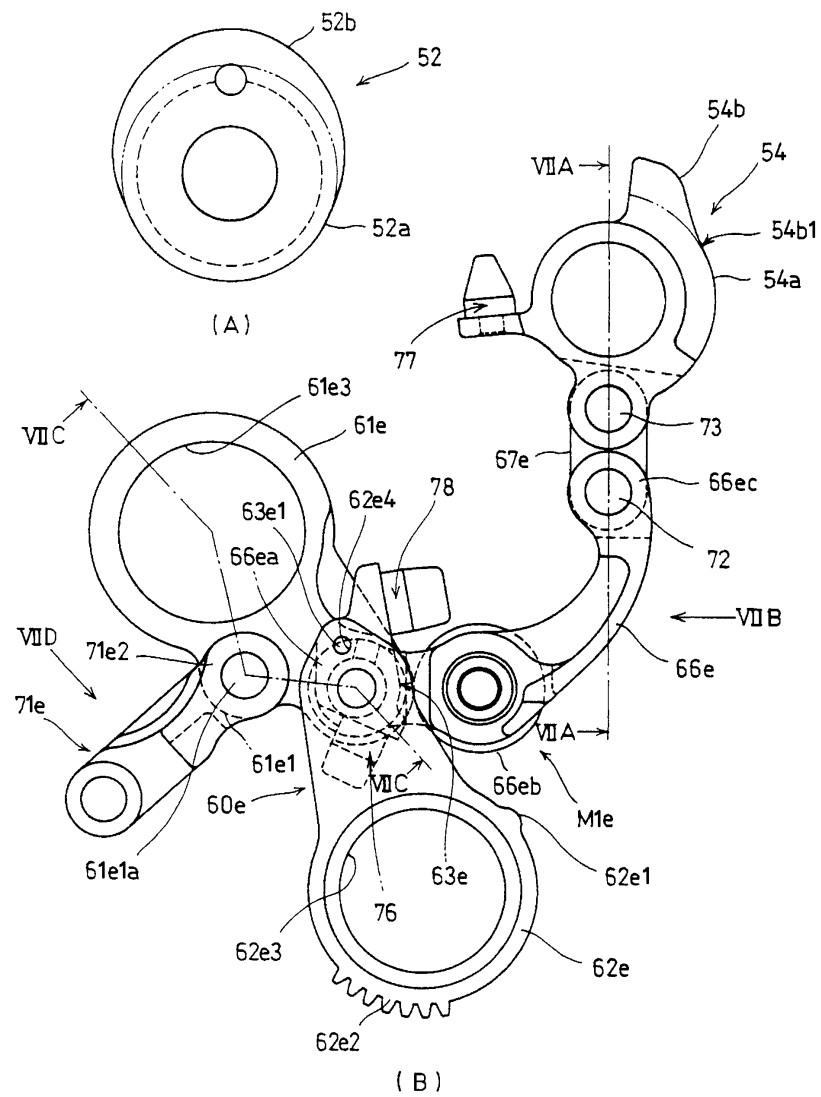
도면4



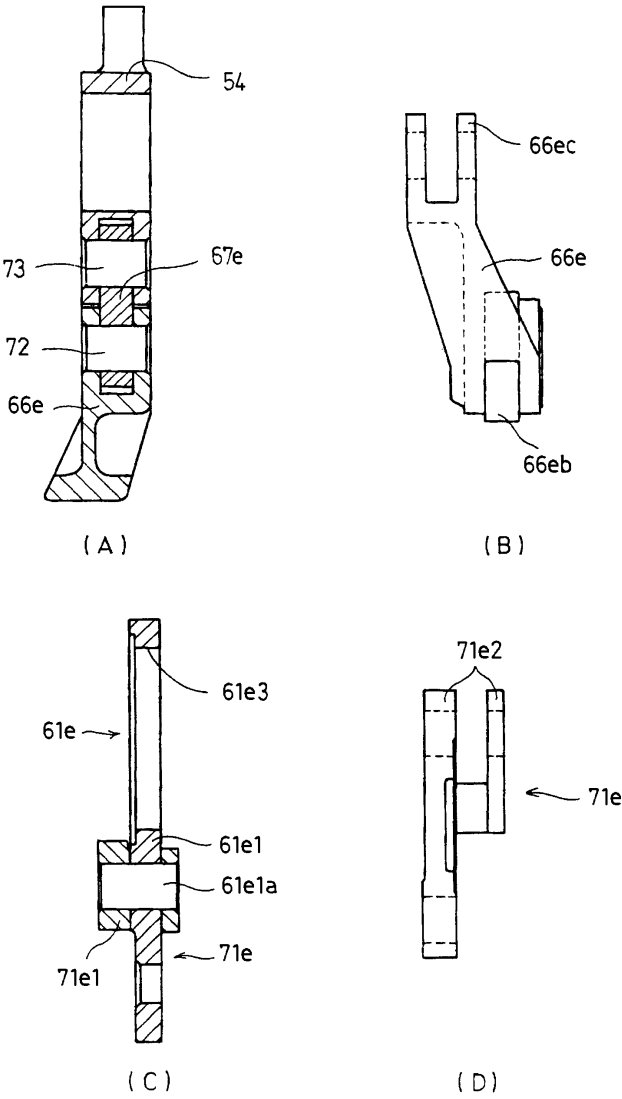
도면5



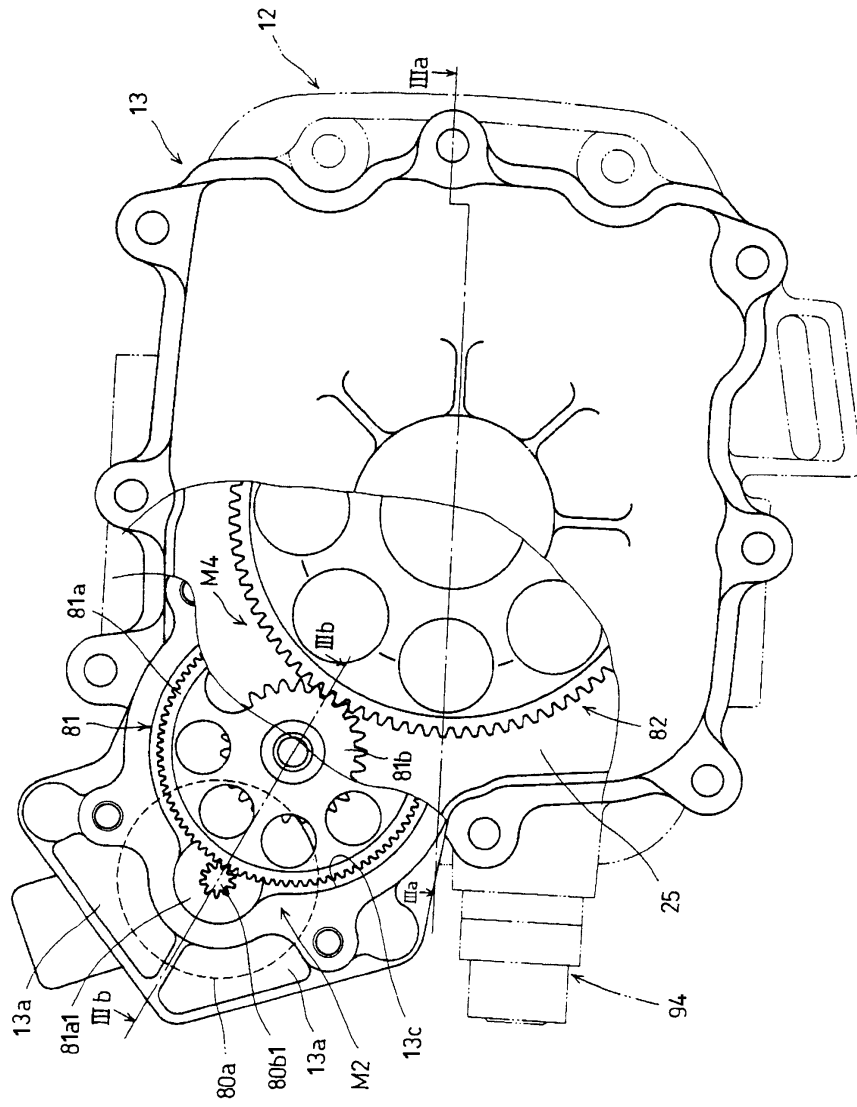
도면6



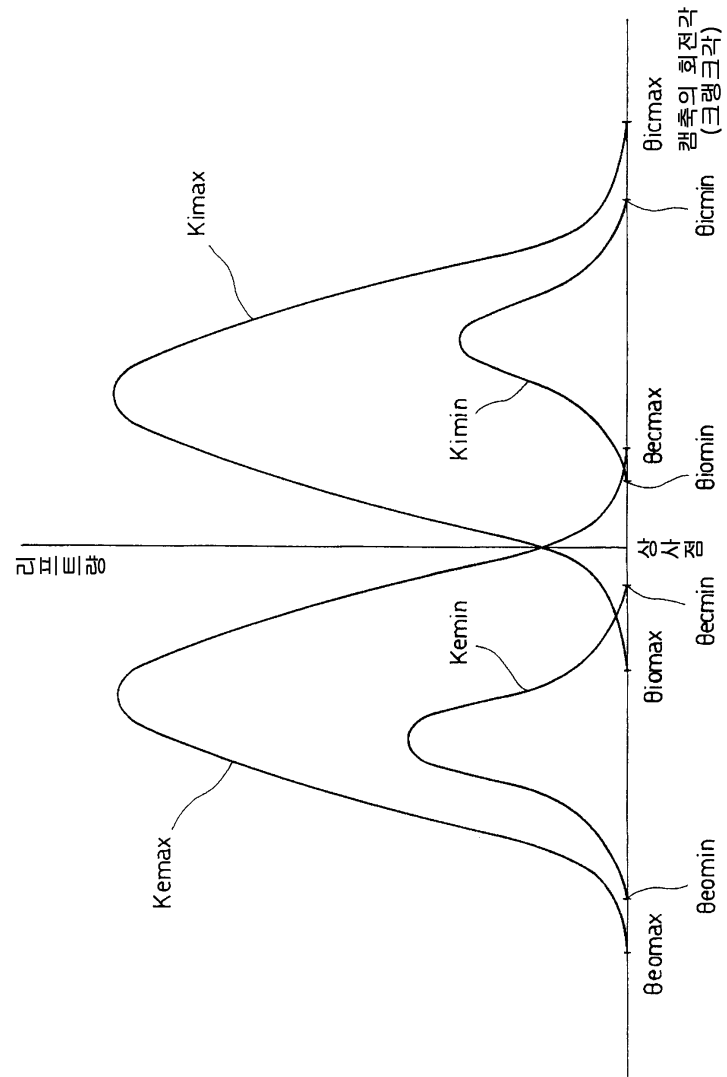
도면7



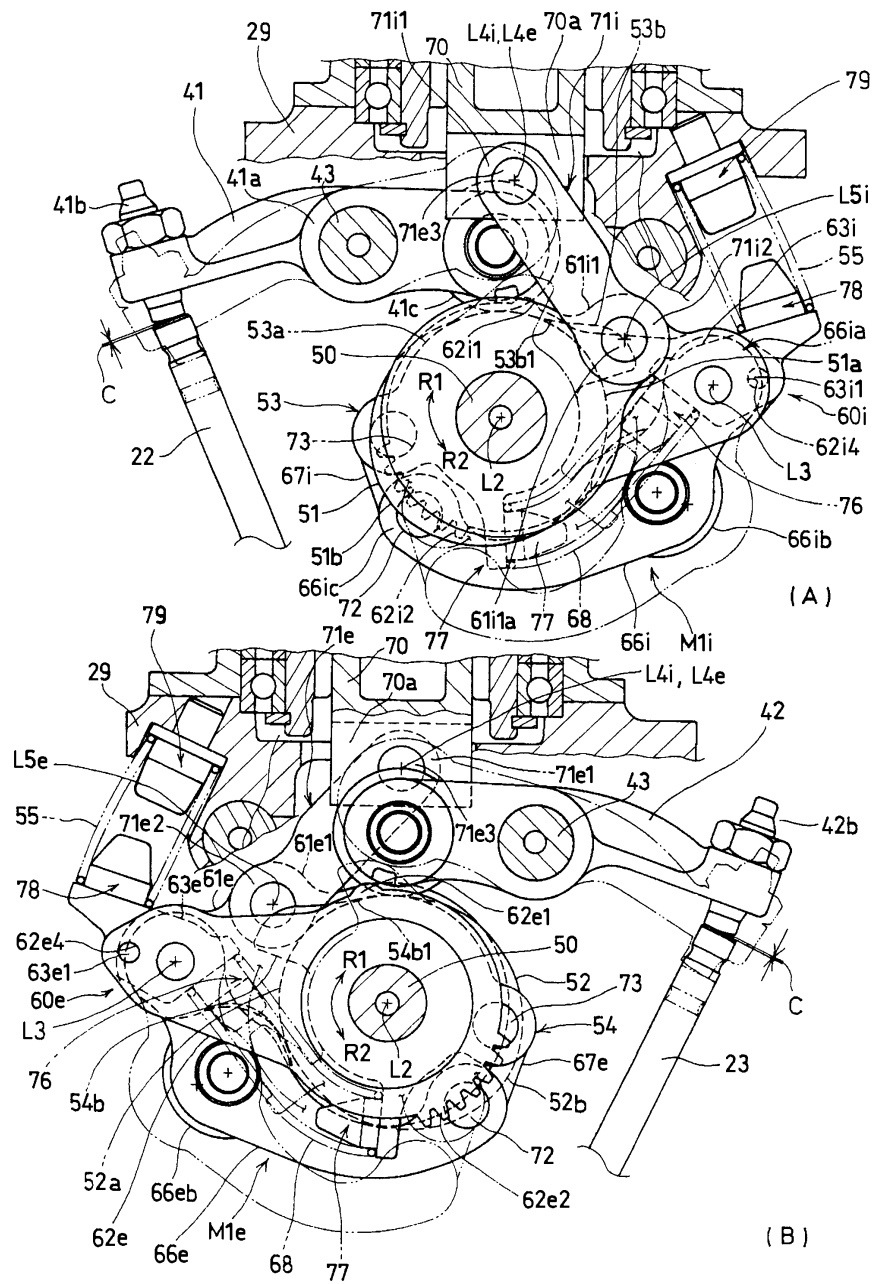
도면8



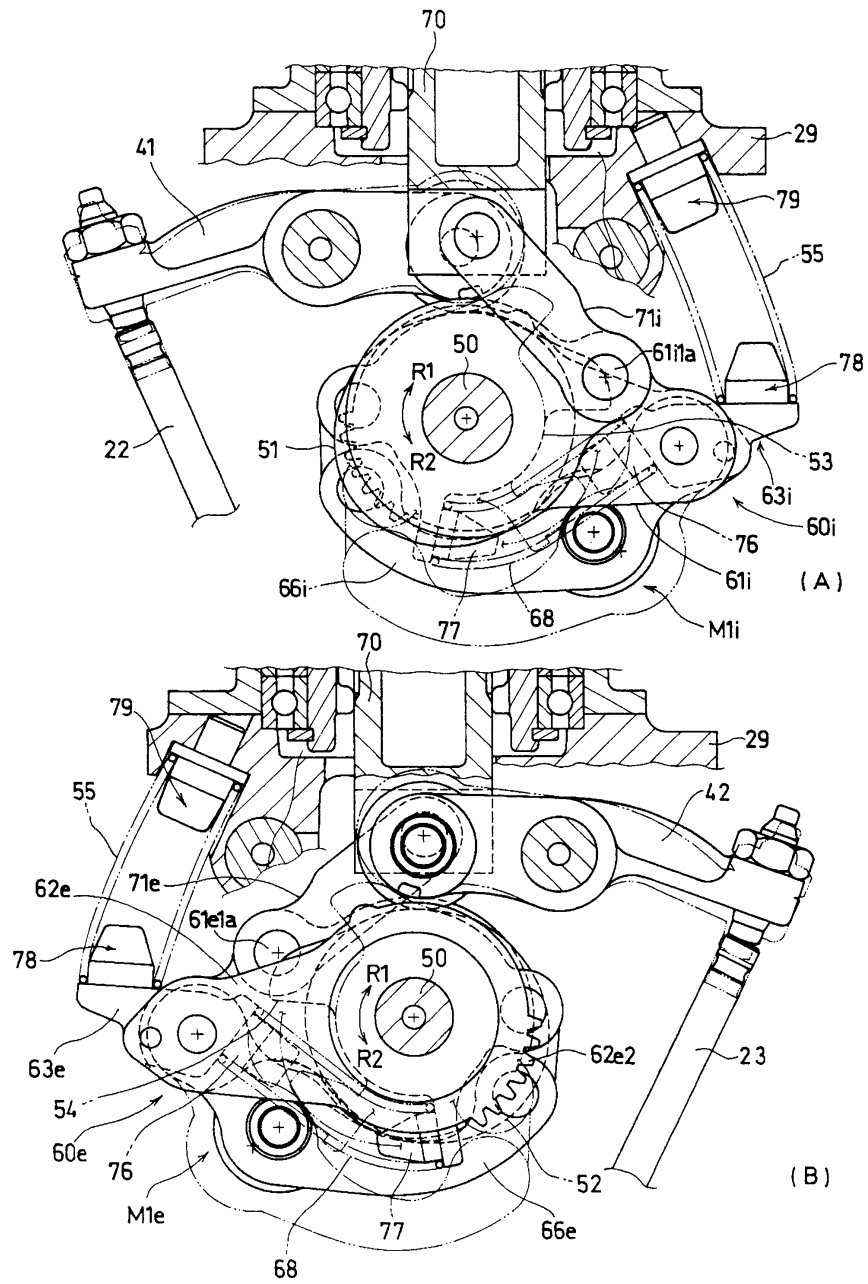
도면9



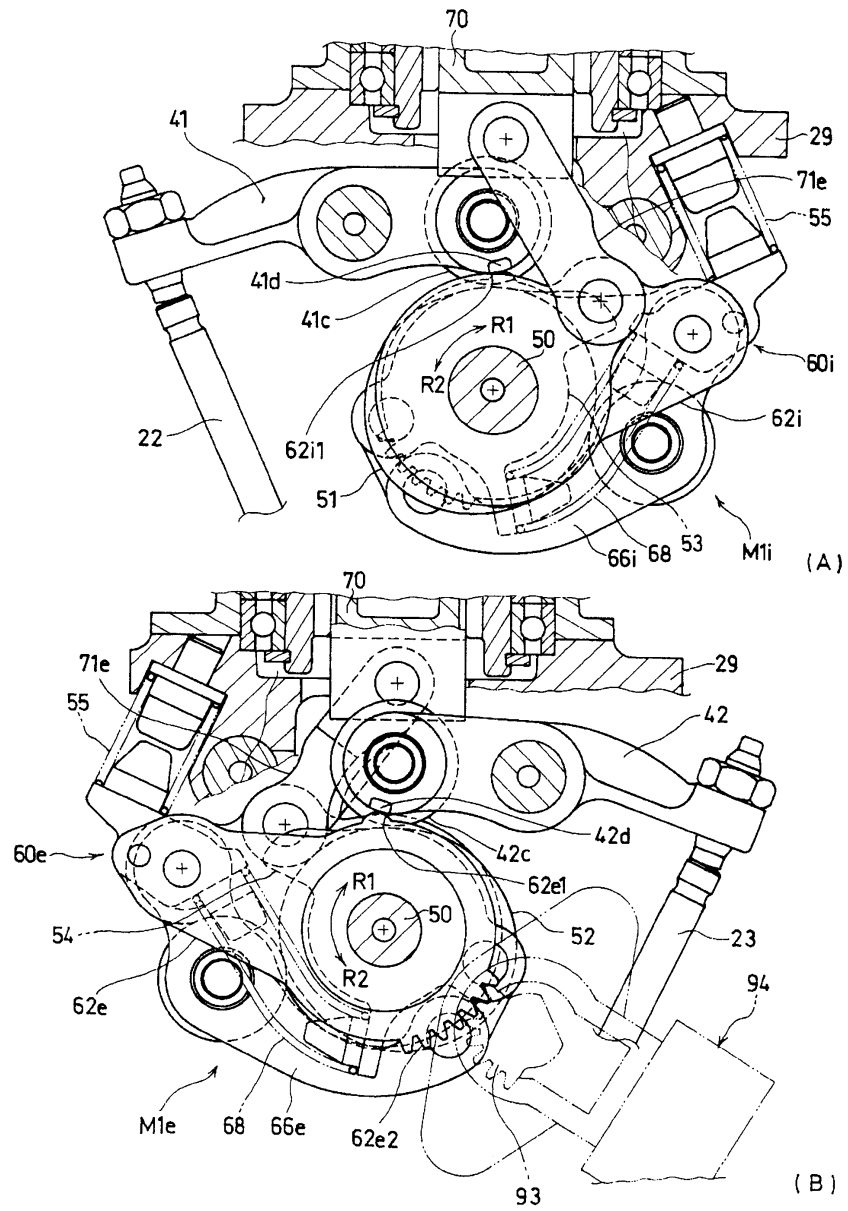
도면10



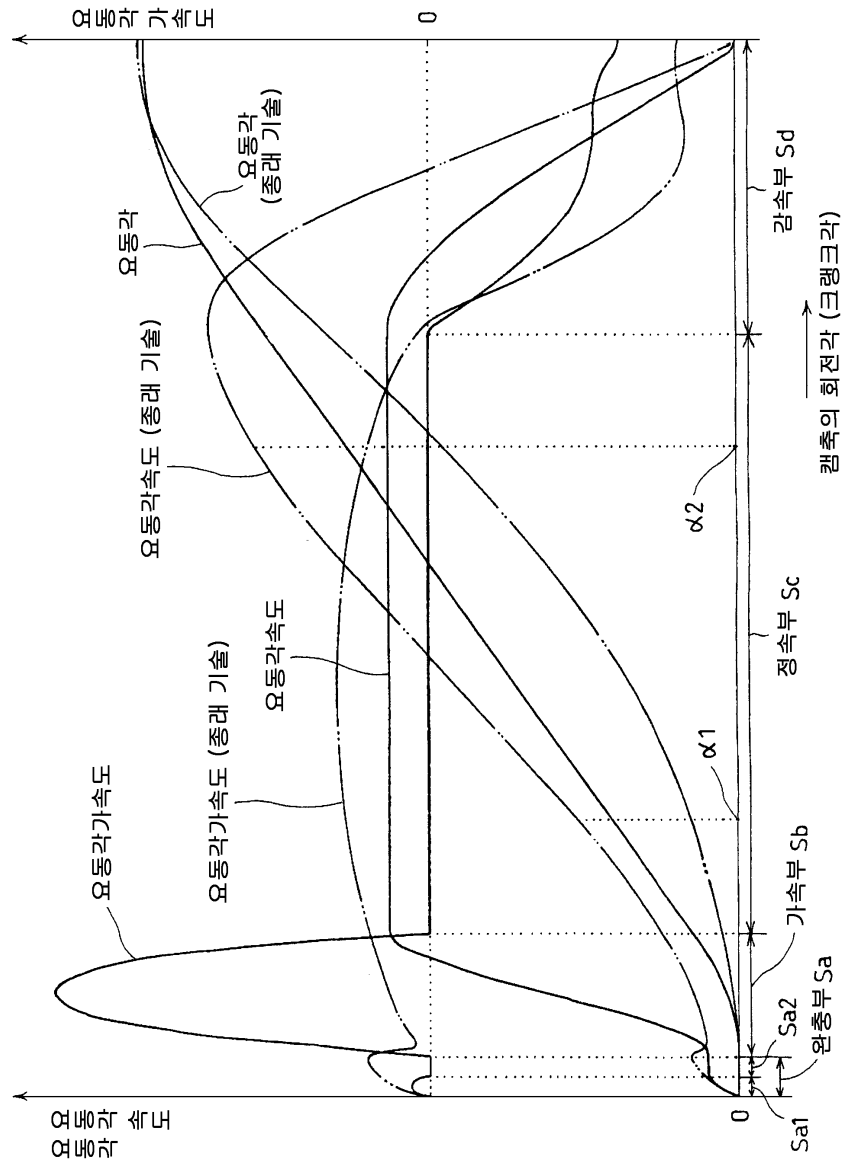
도면11



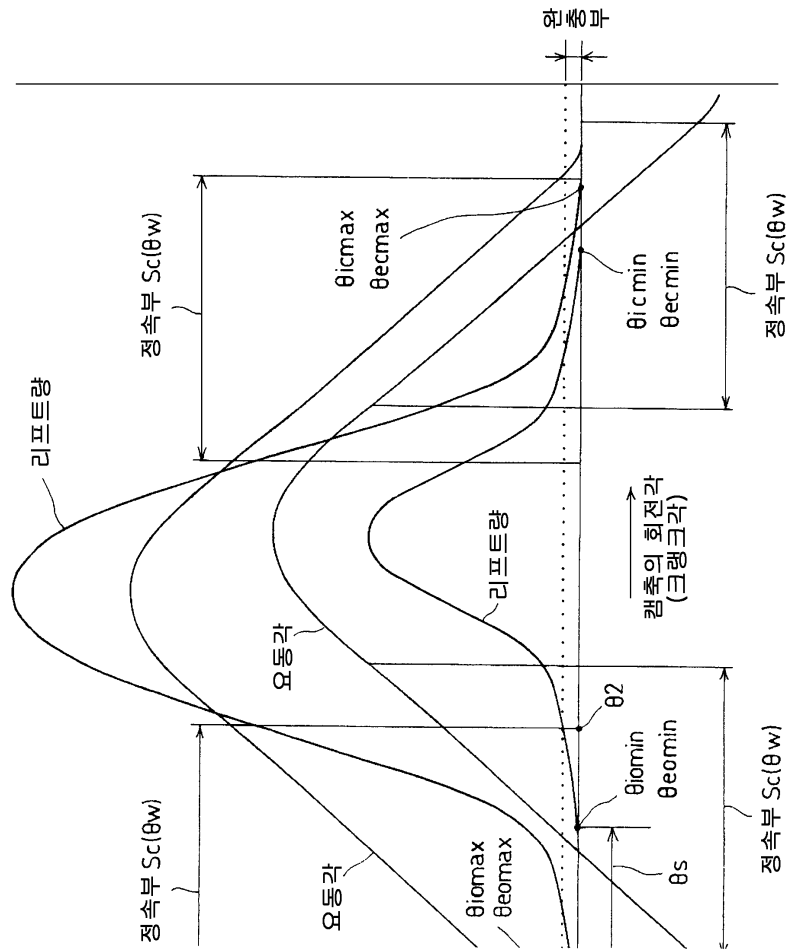
도면12



도면13



도면14



도면15

