



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년 12월 07일
(11) 등록번호 10-0783345
(24) 등록일자 2007년 12월 03일

(51) Int. Cl.

F02M 21/02 (2006.01) *F02M 25/00* (2006.01)

F02M 27/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7007626

(22) 출원일자 2006년04월20일

심사청구일자 2006년04월20일

번역문제출일자 2006년04월20일

(65) 공개번호 10-2006-0066747

(43) 공개일자 2006년06월16일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2004/015104

국제출원일자 2004년10월06일

(87) 국제공개번호 WO 2005/038228

국제공개일자 2005년04월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2003-00360152 2003년 10월 21일 일본(JP)

JP-P-2004-00116609 2004년04월12일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP06159096 A

JP15184667 A

JP12213444 A

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 권이종

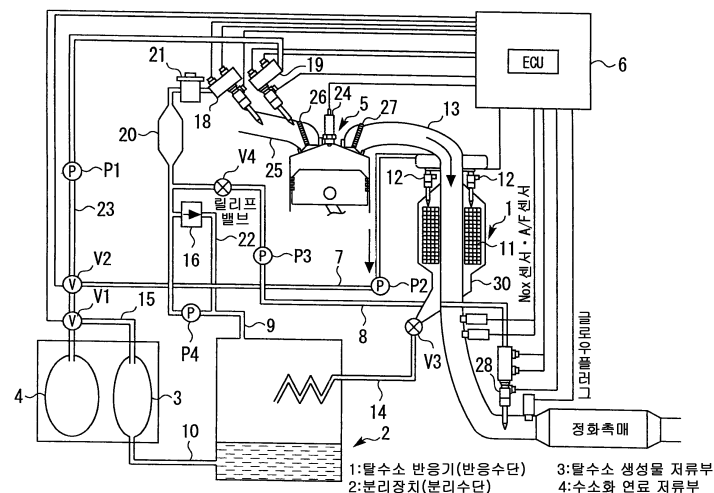
(54) 수소이용 내연기관

(57) 요약

본 발명은 1종 또는 2종 이상의 연료를 자유롭게 선택하여 내연기관에 공급할 수 있는 시스템에 관한 것이다.

수소화 연료, 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물 및 수소에서 선택되는 1종 이상의 연료가 공급되어 작동하는 수소이용 내연기관에 있어서, 수소화 연료 저류부와, 탈수소 반응시키는 반응수단과, 수소풍부 가스와 탈수소 생성물을 분리하는 분리수단과, 그 탈수소 생성물을 저류하는 탈수소 생성물 저류부를 구비하는 것을 특징으로 한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린을 저류하는 수소화 가솔린 탱크와,

상기 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리하는 연료분리수단과,

상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중, 적어도 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린을 각각 단독으로 또는 동시에 연료로서 내연기관에 공급하는 연료공급수단을 구비하는 수소이용 내연기관에 있어서,

상기 연료공급수단은,

상기 수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 수소화 가솔린 공급수단과,

상기 수소풍부 가스를 내연기관에 공급하기 위한 수소풍부 가스 공급수단과,

상기 탈수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 탈수소화 가솔린 공급수단과,

상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중에서, 연료로서 사용해야 할 1종 이상의 연료를 선택하는 연료 선택수단과,

선택된 연료가 내연기관에 공급되도록 상기 수소화 가솔린 공급수단, 상기 수소풍부 가스 공급수단 및 상기 탈수소화 가솔린 공급수단을 제어하는 연료공급 제어수단을 구비하고,

가솔린 공급의 필요성을 판단하는 가솔린 공급 필요성 판단수단과,

상기 탈수소화 가솔린의 공급 가부를 판단하는 탈수소화 가솔린 공급 가부 판단수단을 구비하고,

상기 연료공급 제어수단은, 가솔린 공급의 필요성이 인정되고, 또한 상기 탈수소화 가솔린의 공급을 할 수 없는 상황하에서만, 상기 수소화 가솔린을 내연기관에 공급하는 것을 허가하는 것을 특징으로 하는 수소이용 내연기관.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 수소풍부 가스의 공급 가부를 판단하는 수소풍부 가스 공급 가부 판단수단을 구비하고, 상기 연료공급 제어수단은, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린의 쌍방을 공급할 수 있는 상황하에서는, 항상 그들 조합을 연료로 하여 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 하는 수소이용 내연기관.

청구항 10

삭제

청구항 11

유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린을 저류하는 수소화 가솔린 탱크와,

상기 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리하는 연료분리수단과,

상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중, 적어도 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린을 각각 단독으로 또는 동시에 연료로서 내연기관에 공급하는 연료공급수단을 구비하는 수소이용 내연기관에서,

상기 연료공급수단은,

상기 수소풍부 가스를 내연기관에 공급하기 위한 수소풍부 가스 공급수단과,

상기 탈수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 탈수소화 가솔린 공급수단과,

상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중에서 연료로서 사용해야 할 1종 이상의 연료를 선택하는 연료선택수단과,

선택된 연료가 내연기관에 공급되도록, 상기 수소풍부 가스 공급수단 및 상기 탈수소화 가솔린 공급수단을 제어하는 연료공급 제어수단을 구비하고,

상기 수소풍부 가스를 저류하는 수소풍부 가스 탱크와,

상기 수소풍부 가스의 잔량이 공급가능 판정량을 넘었는지 아닌지를 판단하는 수소풍부 가스 잔량 판정수단을 구비하고,

상기 연료공급 제어수단은,

상기 탈수소화 가솔린만이 내연기관에 공급되는 것을 전제로, 그 탈수소화 가솔린의 연료공급량을 산출하는 연료공급량 산출수단을 구비하고,

상기 수소풍부 가스의 잔량이 상기 공급가능 판정량 이하인 상황하에서는, 상기 연료공급량 산출수단에 의해 산출된 연료공급량에 따라 상기 탈수소화 가솔린만을 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 하는 수소이용 내연기관.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 탈수소화 가솔린을 저류하는 탈수소화 가솔린 탱크와,

상기 탈수소화 가솔린의 잔량이 저류 상한량에 이르렀는지 아닌지를 판단하는 탈수소화 가솔린 잔량 판정수단을 구비하고,

상기 연료분리수단은, 상기 수소풍부 가스의 소비량이 보충되도록 상기 수소화 가솔린을 상기 수소풍부 가스와 상기 탈수소화 가솔린으로 분리하는 처리를 실행하고,

상기 연료공급 제어수단은, 상기 탈수소화 가솔린의 잔량이 상기 저류 상한량에 이르는 상황하에서는, 상기 탈수소화 가솔린만을 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 하는 수소이용 내연기관.

명 세 서

기술 분야

<1> 본 발명은 수소이용 내연기관에 관한 것으로, 특히 수소화 연료, 차량 내에서 생성된 수소풍부 가스 및 탈수소 생성물을 연료로서 이용할 수 있는 수소이용 내연기관에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 자동차를 구동하기 위한 동력원으로서, 종래부터 가솔린을 연료로 하는 가솔린엔진이 널리 이용되고 있다. 가솔린엔진은, 일반적으로 주연료인 가솔린에 공기를 혼합한 혼합 기체를 연소시켜 발동하는 것이지만, 최근 이 혼합 기체에 수소를 더 첨가하는 기술의 실용화가 검토되고 있다.

<3> 또한 자동차용 연료로는, 이후 가솔린엔진이나 디젤엔진, 수소엔진을 비롯한 내연기관뿐만 아니라 전기자동차 등에 탑재되는 연료전지 등 엔진 이외의 예에서도 수소의 이용이 증가하는 것으로 추정된다.

<4> 그런데, 수소의 공급방법에 관한 기술은 아직 확립되어 있지 않은 것이 현상이고, 내연기관이나 연료전지 등에 수소를 공급하고자 하는 경우에는 차량에 수소 또는 수소를 생성시키기 위한 원연료를 탑재할 필요가 있다.

즉, 수소를 탑재하는 경우에는, 수소풍부 가스를 압축하여 고압으로 또는 액상충전한 봄베 (고압 탱크나 액체수소 탱크 등), 또는 수소를 흡장하는 수소흡장 합금이나 수소흡착 재료에 의해 탑재하고, 원연료를 탑재하는 경우에는, 원연료로서의 메탄올 또는 가솔린 등의 탄화수소와 이 원연료를 수증기 개질하여 수소풍부 가스를 생성하는 수소 생성장치가 탑재된다.

<5> 그러나, 차량에 수소 자체를 탑재하는 경우, 고압 탱크에 압축한 상태로 탑재하면 고압 탱크는 크기에 비해 벽 두께가 두꺼워 내용적을 크게 할 수 없기 때문에 수소 충전량이 적다. 액체수소로서 탑재하는 경우에는, 기화 손실이 있는 것 외에 액화에 막대한 에너지를 요하기 때문에 종합적인 에너지효율의 관점에서 바람직하지 않다. 또한, 수소흡장 합금이나 수소흡착 재료에서는 필요로 되는 수소저장밀도가 불충분하고, 또한 수소의 흡장이나 흡착 등을 제어하는 것이 매우 곤란하다. 그리고 또한, 수소를 고압화, 액화하거나 흡장하는데 설비를 별도로 정비할 필요도 있다.

<6> 한편, 원연료를 탑재하는 경우에는, 수소를 탑재하는 경우에 비하여 1회의 연료보급으로 주행 가능한 거리가 길다는 이점을 갖고 있고, 탄화수소계의 원연료에서는 수소풍부 가스와의 비교에서 수송 등의 취급이 용이하다는 이점도 갖고 있다. 또한, 수소는 연소되더라도 공중의 산소와 결합하여 물이 될 뿐 공해의 우려는 없다.

<7> 예를 들어 탄화수소계 물질 중 하나인 데칼린 (데카히드로나프탈렌) 은 상온에서는 거의 증기압이 제로 (비점이 200℃ 근방) 로서 다루기 쉽다는 점에서, 원연료로서의 사용 가능성이 기대되고 있다.

<8> 데칼린의 탈수소화방법으로는, 데칼린을 코발트, 로듐, 이리듐, 철, 텔루륨, 니켈 및 백금 중에서 선택되는 적어도 1종의 천이금속을 함유하는 천이금속착물의 존재 하에서 광조사하여 데칼린으로부터 수소를 이탈시키는 방법이 알려져 있다 (예를 들어 특허문헌 1 참조). 또한, 유기인 화합물의 로듐착물의 존재하, 또는 유기인 화합물과 로듐 화합물의 존재하에 데칼린에 광조사함으로써 데칼린으로부터 수소를 제조하는 방법이 알려져 있다 (예를 들어 특허문헌 2 참조). 데칼린의 탈수소 반응은 아래와 같이 실시된다.

<9> $C_{10}H_{18}$ (데칼린) $\rightarrow C_{10}H_8$ (나프탈렌) + 5H₂ (수소)

<10> 또한, 원연료로서 데칼린이나 시클로헥산 등의 유기 하이드라이드를 사용한 수소연료 공급시스템이 개시된 것이 있다 (예를 들어 특허문헌 3, 4 참조).

<11> [특허문헌 1] 일본 특허공고공보 평3-9091호

<12> [특허문헌 2] 일본 특허공고공보 평5-18761호

<13> [특허문헌 3] 일본 공개특허공보 2001-110437호

<14> [특허문헌 4] 일본 공개특허공보 2002-255503호

발명의 상세한 설명

<15> 발명의 개시

<16> 따라서, 본 발명의 제 1 목적은, 상기 유기 하이드라이드나 가솔린, 경유 등을 수소화한 것 (이하 「수소화 연료」라 함) 을, 직접 또는 분해하여 가솔린엔진이나 디젤엔진, 수소엔진 등의 내연기관에 제공하는 시스템을 제공하는 것에 있다.

- <17> 또한, 본 발명의 제 2 목적은, 유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린으로부터 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린을 생성하여, 그것들을 연료로서 내연기관에 제공하는 시스템을 제공하는 것에 있다.
- <18> 상기 제 1 목적을 달성하는 수소이용 내연기관은, 수소화 연료, 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물 및 수소에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 연료가 공급되어 작동하는 수소이용 내연기관으로서, 수소화 연료 저류부와, 가열 가능하게 배치된 촉매를 구비하고, 그 수소화 연료 저류부에서 공급된 수소화 연료를 가열된 상기 촉매상에서 탈수소 반응시키는 반응수단과, 그 탈수소 반응에 의해 생긴 수소풍부 가스와 탈수소 생성물을 분리하는 분리수단과, 분리된 그 탈수소 생성물을 저류하는 탈수소 생성물 저류부를 구비하여 구성한 것이다.
- <19> 또한, 상기 제 2 목적을 달성하는 수소이용 내연기관은, 유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린을 저류하는 수소화 가솔린 탱크와, 상기 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리하는 연료분리수단과, 상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중, 적어도 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린을 각각 단독으로 또는 동시에 연료로서 내연기관에 공급하는 연료공급수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

산업상 이용 가능성

- <190> 본 발명의 수소이용 내연기관에 의하면, 수소화 연료, 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물 및 수소에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 연료를 자유롭게 선택하여 내연기관에 공급할 수 있고, 엔진 등 내연기관의 흡기계나 배기계, 연소실에 수소를 공급하는 경우, 고압 탱크나 액체수소 탱크 등의 탑재나 수소의 흡착·흡장, 연료의 개질에 상관없이 수소의 공급을 수소화 연료의 탈수소 반응에 의해 생성된 수소를 사용하여 실시하여, 에너지 이용의 효율화, 장치 전체의 소형화, 경량화를 도모할 수 있음과 함께, 깨끗한 시스템을 구축할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- <20> 도 1 은 본 발명의 제 1 실시형태를 나타내는 개략구성도이다.
- <21> 도 2 는 본 발명의 제 1 실시형태에 관련된 탈수소 반응기를 확대하여 나타내는 개략도이다.
- <22> 도 3 은 본 발명의 제 2 실시형태의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- <23> 도 4 는 수소화 가솔린과 탈수소화 가솔린 사이에서 일어나는 수소화 반응 및 탈수소화 반응의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- <24> 도 5 는 본 발명의 제 2 실시형태에서 실행되는 루틴의 순서도이다.
- <25> 도 6 은 본 발명의 제 2 실시형태의 변형예의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- <26> 발명을 실시하기 위한 최선의 형태
- <27> 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 수소이용 내연기관의 실시형태를 설명한다. 또, 아래 실시형태에 있어서, 차량에 가솔린엔진을 탑재함과 함께 수소화 연료로서 수소화 가솔린을 사용한 경우를 중심으로 설명한다. 단 본 발명은 이들 실시형태에 제한되는 것은 아니다.
- <28> (제 1 실시형태)
- <29> 본 실시형태는, 가솔린을 연료로 하는 가솔린엔진이 탑재된 자동차에 탈수소 반응기를 탑재하여 수소화 가솔린을 직접 엔진에 보낼 수 있으며, 수소화 가솔린을 고온촉매의 존재 하에서 반응시켜 수소풍부 가스와 탈수소 생성물(가솔린)로 하여 이들을 분리하고 임의로 선택하여 엔진에 공급할 수 있는 것이다. 또, 본 실시형태에서는, 탈수소 반응에 의해 발생한 수소풍부 가스를 배기 가스에 혼합하고 촉매를 통과시켜 배기 가스를 정화하는 것도 가능하다.
- <30> 본 실시형태는 도 1 에 나타내는 바와 같은 구성으로 되어 있다. 이하, 이 도면에 따라 상세하게 설명한다.
- <31> 수소화 가솔린은 외부로부터 수소화 연료 저류부(4)에 공급된다. 수소화 연료 저류부(4)는, 후술하는 수소 분리후의 탈수소 생성물 저류부(3)와의 공유 탱크로 되어 있다.
- <32> 본 양태에서는, 수소화 연료 저류부(4)로부터 밸브(V1 와 V2)를 경유하여 펌프(P1)에 의해 인젝터(19)

로부터 내연기관에 직접 수소화 가솔린을 공급할 수도 있으며, 수소화 가솔린을 직접 내연기관의 연료로 할 수 있다.

- <33> 또한, 수소화 가솔린은 V1 과 V2 를 경유하여 공급배관 (7) 에 있는 펌프 (P2) 에 의해 탈수소 반응기 (반응수단 ; 1) 에 공급할 수도 있다.
- <34> 본 양태에서는, 엔진으로부터 배출된 배출가스를 배기하는 배기관을 둘러 싸 도록 하여 탈수소 반응기 (반응수단 ; 1) 를 형성하였고, 그 속에 촉매 (11) 가 있으며, 이것은 도넛형 허니컴 담체의 각 셀의 내벽에 알루미늄나코트층을 형성하여 그 코트층에 촉매인 금속미립자를 담지시킨 것이다. 그리고, 탈수소 반응기 (1) 는 촉매 (11) 에 수소화 가솔린을 공급하는 인젝터 (연료공급장치 ; 12) 를 구비하고, 공급된 수소화 가솔린을 배기가스의 열 (배기열) 로 가열된 촉매 (11) 속에서 탈수소 반응시킨다.
- <35> 탈수소 반응기 (1) 에 대하여, 다시 도 2 를 참조하여 설명한다. 도 2 는 탈수소 반응기의 촉매 (11) 의 사시도이다. 이 도면에 나타내는 바와 같이, 촉매 (11) 는 원통에 구멍을 뚫은 도넛 형상이고, 그 구멍에 배기관 (13) 을 관통시킬 수 있는 구조로 되어 있다.
- <36> 배기관 (13) 은 일 단부에서 엔진의 실린더 (5) 와 배기밸브 (27) 를 통하여 접속되고, 다른 단부로부터 정화촉매를 통하여 배출가스를 배기하게 되어 있다 (도 1 참조).
- <37> 수소화 가솔린 인젝터 (12) 는, 촉매 (11) 상에 수소화 가솔린을 넓은 각으로 분무하거나 하여 수소풍부 가스를 효율적으로 생성할 수 있다.
- <38> 한편, 배기관 (13) 의 하류측에는 배기관 (13) 을 따르도록 하여 혼합 기체가 통과하기 위한 유로 (30) 가 형성되어 있고, 발생한 혼합 기체를 흡입 통과시키는 경우, 특히 혼합 기체 중의 탈수소 생성물이 식어 응축되지 않고 기체상태 그대로 흡입 통과시킬 수 있게 되어 있다.
- <39> 또한 탈수소 반응기 (1) 에는, 밸브 (V3) 와 수소 및 탈수소 생성물을 배출하기 위한 복귀 배관 (14) 의 일단이 접속되어 있고, 복귀 배관 (14) 에 의해 분리장치 (2) 와 연통되어 있다.
- <40> 분리장치 (2) 에서는 수소 및 탈수소 생성물이 냉각되고 탈수소 생성물이 액화되어 탱크하부에 피어 수소와 분리된다.
- <41> 분리장치 (2) 의 상부에는 펌프 (P4) 와 체크밸브를 구비한 수소풍부 가스를 흡입 통과시키기 위한 배관 (17) 의 일 단부가 접속되어 있고, 저부에 배관 (10) 이 접속되고, 탈수소 생성물 저류부 (3) 에 접속하고 있다. 분리된 수소풍부 가스는, 배관 (17) 을 흡입 통과하여 분리장치 (2) 로부터 배출되고, 또한 분리장치 (2) 에 저류된 탈수소 생성물은 배관 (10) 을 통하여 탈수소 생성물 저류부 (3) 에 도입할 수 있게 되어 있다.
- <42> 엔진의 실린더 (5) 에는, 연료를 공기나 수소와 함께 혼합가스로서 실린더 내에 공급하기 위한 흡기관 (25) 과 배출가스를 배기하기 위한 배기관 (13) 이 각각 흡기밸브 (26), 배기밸브 (27) 를 통하여 접속되어 있다. 또한, 실린더헤드에는 실린더 내의 혼합가스에 점화하기 위한 점화플러그 (24) 가 형성되어 있다.
- <43> 흡기관 (25) 에는, 배관 (17) 의 다른 단부에 접속된 수소 공급용 인젝터 (18) 와, 펌프 (P1) 를 구비한 수소화 가솔린 (또는 탈수소 생성물인 가솔린) 을 공급하기 위한 공급배관 (23) 의 일 단부에 접속된 가솔린 공급용 인젝터 (19) 가 형성되어 있다. 수소 공급용 인젝터 (18) 는, 배관 (17) 에 의해 분리장치 (2) 와 연통되어 흡기관 (25) 내에 수소를 첨가할 수 있게 되어 있고, 또한 가솔린 공급용 인젝터 (19) 는, 공급배관 (23) 과 연통되어 흡기관 (25) 내에 가솔린을 공급할 수 있게 되어 있다. 이로써, 수소 및 가솔린을 함유하는 혼합가스를 실린더 내에 공급할 수 있다.
- <44> 배관 (17) 에는, 수소를 저장함과 함께 수소 공급용 인젝터 (18) 에 수소를 공급하는 버퍼 탱크 (20) 와, 수소 공급용 인젝터 (18) 에 대한 수소공급압을 원하는 압력으로 제어하기 위한 레귤레이터 (21) 가 형성되어 있다. 또, 펌프 (P1) 와 버퍼 탱크 (20) 사이에는 수소공급압이 과대해지지 않도록 릴리프 밸브 (relief valve) 를 구비한 우회로가 형성되어 있다.
- <45> 수소화 연료 저류부 (4) 는, 주연료인 수소화 가솔린을 저류하여 상부에 형성된 공급배관 (23) 을 통해 가솔린 공급용 인젝터 (19) 에 수소화 가솔린을 공급할 수 있게 되어 있지만, 수소 분리후의 탈수소 생성물 저류부 (3) 로부터도 밸브 (V1) 를 경유하여, 마찬가지로 가솔린 공급용 인젝터 (19) 에 가솔린 (탈수소 생성물) 을 공급할 수 있게 되어 있다.
- <46> 또한, 배기관 (13) 에서의 탈수소 반응기 (1) 의 하류에는, 배출가스 속의 질소 산화물 (NO_x) 농도를 검출하는

NO_x 센서 및 공연비 계측을 위한 A/F 센서, 3원 촉매 (정화촉매) 의 상류측에서 배출가스 중에 수소풍부 가스를 첨가하기 위한 수소첨가 인젝터 (28) 및 글로우 플러그가 형성되어 있다.

- <47> 수소첨가 인젝터 (24) 는, 배관 (17) 과 연통하는 밸브 (V4) 와 펌프 (P3) 를 구비한 배관 (8) 의 일 단부에서 접속되어 있고, 분리장치 (2) 에 의해 분리된 수소풍부 가스의 일부를 배기관 (13) 에 공급할 수 있게 되어 있다. 배기관 (13) 중의 배출가스에 수소풍부 가스를 첨가함과 함께 글로우 플러그로 연소시킴으로써, 배기되는 배출가스를 더욱 정화할 수 있다.
- <48> 상기 수소화 가솔린 인젝터 (12), 수소 공급용 인젝터 (18), 가솔린 공급용 인젝터 (19), 점화플러그 (24), NO_x 센서 및 A/F 센서, 수소첨가 인젝터 (24) 및 글로우 플러그 등은 각각 제어장치 (ECU ; 6) 와 전기적으로 접속되어 있고, ECU (6) 에 의해 제어되고 있다.
- <49> 이하, 본 실시형태의 제어장치 (ECU ; 6) 에 의한 제어에 대하여 설명한다. 또, 여기에서는 본 발명에 관련된 수소풍부 가스 발생 제어만을 설명한다.
- <50> 먼저, IG 스위치가 온되면 먼저 엔진이 시동되고 온도센서를 사용하여 촉매 (11) 의 온도 (T) 를 입력하고, 촉매온도 (T) 가 미리 정해진 소정 온도 (T0) 이하인지 아닌지를 판단한다. 이 때, 촉매온도 (T) 가 소정 온도 (T0) 이하인 경우에는 다시 촉매온도 (T) 를 입력하여, 촉매온도 (T) 가 소정 온도 (T0) 를 넘었거나 또는 온도 (T0) 를 초과한 경우에는 ECU (6) 와 전기적으로 연결되는 도시하지 않은 제어용 드라이버에 의해 각각의 인젝터 (12) 로부터 미리 정한 소정량으로 수소화 가솔린이 공급된다.
- <51> 상기 소정 온도는 250~500℃, 바람직하게는 250~350℃ 사이의 온도이다. 그 이유는, 소정 온도가 250℃ 미만이면 목적으로 하는 탈수소 반응이 높은 반응속도, 바꾸어 말하면 내연기관이나 다른 이용 장치의 고성능이 얻어지지 않는 경우가 있고, 350℃ 를 넘으면 카본 침전물이 생길 가능성이 있으며 500℃ 를 넘으면 실용적이지 않기 때문이다.
- <52> 본 실시형태에서는, IG 스위치가 온되면, 가솔린 공급용 인젝터 (19) 로부터 공급된 가솔린 (또는 수소화 가솔린) 에 공기와 함께 수소첨가 인젝터 (18) 로부터 버퍼 탱크 (20) 내의 수소가 첨가된 혼합가스에 의해 엔진이 시동된다. 시동후 실린더로부터 배출된 배출가스에 의해 배기관 (13) 이 가열되어, 담지된 촉매가 소정 온도에까지 도달하면, 펌프 (P2) 를 구동하여 수소화 연료 저류부 (4) 로부터 수소화 가솔린이 공급배관 (7) 을 삽입 통과하여 탈수소 반응기 (1) 의 촉매 (11) 상에 공급된다. 탈수소 반응하여 발생한 수소풍부 가스 (증발한 잔존수소화 가솔린을 함유할 수 있음) 는 탈수소 생성물과 함께 배출관 (14) 을 삽입 통과하여 분리장치 (2) 에 보내진다.
- <53> 분리장치 (2) 에 공급된 수소풍부 가스는, 냉각됨과 함께 가스 속의 탈수소 생성물은 액화되어 수소풍부 가스와 분리된다. 분리된 수소풍부 가스는, 배관 (17) 을 삽입 통과하여 버퍼 탱크 (20) 에 공급, 저장됨과 함께, 배관 (17) 으로부터 분기되는 배관 (8) 과 연결되는 수소첨가 인젝터 (24) 로부터 배기관 (13) 속으로도 공급된다. 버퍼 탱크 (20) 에 공급, 저장된 수소풍부 가스는, 가솔린의 공급타이밍에 맞춰 수소 공급용 인젝터 (18) 로부터 흡기관 (25) 에 공급된다. 이상과 같이 엔진의 배기열을 이용하여 차량 내에서의 수소 생성이 가능하고, 고순도의 수소풍부 가스를 계속적으로 엔진에 공급함으로써 배출가스의 정화, 저연비화가 실현됨과 함께, 동시에 배출가스에 수소를 첨가하여 연소시킴으로써 배출가스를 더욱 정화할 수 있다.
- <54> 차량을 정지시켜 점화 (IG) 스위치를 오프한 경우에는, 엔진이 정지됨과 함께 펌프 (P2) 의 구동을 정지하여 수소화 가솔린 인젝터 (12) 로부터의 수소화 가솔린 공급을 정지시킴으로써 수소풍부 가스의 생성을 정지시킨다. 수소화 가솔린 공급을 정지시킨 후에도 소량의 수소풍부 가스가 발생하기 때문에, 밸브 (V3) 를 열어 발생한 수소풍부 가스를 분리장치 (2) 를 경유하여 버퍼 탱크 (20) 에 저장한다.
- <55> 엔진 정지후 탈수소 반응기 내가 냉각된 후, 탈수소 생성물이 액화하여 용기 내에 남은 액은, 밸브 (V3) 를 열어 분리장치 (2) 에 도입된다. 탈수소 생성물은 여기에서 냉각, 응축되어 탱크 저부에 침강, 저류된다.
- <56> 상기 서술한 실시형태에서는, 연료로서 수소화 가솔린을 사용한 예를 중심으로 설명하였지만, 이미 서술한 수소화 가솔린 이외의 연료를 사용한 경우에서도 마찬가지이다. 또한, 내연기관으로서 가솔린엔진을 예로 설명하였지만, 본 발명은 가솔린엔진 이외의 디젤엔진이나 수소엔진 등의 내연기관에 적용할 수도 있다.
- <57> 또한, 본 발명에서의 수소풍부 가스 생성장치에 의해 생성된 수소는, 가솔린이나 경유 등의 연료에 수소첨가하여 연소시키는 내연기관 (가솔린엔진, 디젤엔진 등) 이나 수소엔진의 연료로서, 또는 차량에 탑재된 연료전지

등의 수소 이용 장치 공급용으로서 사용할 수 있다.

- <58> 또한, 상기 서술한 제 1 실시형태에서는, 수소화 가솔린, 수소풍부 가스 및 탈수소 생성물의 사용에 대하여 특별히 언급하지 않았지만, 그것은 아래와 같이 구분하여 사용될 수 있다. 즉, 내연기관 시동시에는 수소풍부 가스만이 연료로서 공급될 수 있다. 냉간시에 연료로서 가솔린이 사용되는 경우에는, 저온환경 하에서의 낮은 기화성이 배출 특성이나 시동성을 악화시키는 원인이 된다. 이에 반하여, 시동시에 수소풍부 가스만을 연료로 하면, 그 영향을 배제시켜 매우 양호한 시동성과 배출 특성을 실현할 수 있다.
- <59> 또한 내연기관의 시동후에는 원칙적으로 수소풍부 가스와 탈수소 생성물을 연료로서 내연기관에 공급할 수 있다. 보다 구체적으로는, 탈수소 생성물의 잔량을 감시한 뒤에, 그 공급이 가능하고, 가솔린의 공급이 요구되는 상황하에서는 항상 수소화 가솔린이 아니라 탈수소 생성물을 공급할 수 있다. 또한 수소풍부 가스의 잔량을 감시한 뒤에, 그 공급이 가능한 경우에는, 항상 내연기관에 수소풍부 가스를 공급할 수 있다.
- <60> 수소화 가솔린은 일반적인 가솔린에 수소를 첨가한 것이다. 한편, 탈수소 생성물은 그 수소화 가솔린으로부터 수소를 탈리시킨 것으로, 일반적인 가솔린과 실질적으로 동일한 성분을 갖는다. 연료의 옥탄가는 함유성분에 수소가 첨가됨에 따라서 일반적으로 저하된다. 이 때문에, 수소화 가솔린은 탈수소 생성물에 비하여 낮은 옥탄가를 나타내어, 내연기관의 노킹을 보다 발생시키기 쉽다는 특성을 갖고 있다.
- <61> 상기 서술한 바와 같이, 가솔린 공급이 요구되는 상황하에서 원칙적으로 탈수소 생성물을 연료로 하는 것에 의하면, 내연기관의 노킹을 억제하는 것이 가능하다. 이 때문에, 이러한 연료공급의 방법에 의하면 내연기관의 정숙성이나 출력특성 등을 가능한 한 향상시키는 것이 가능하다.
- <62> 또한, 가솔린연료에 수소를 첨가하는 것에 의하면, 연료의 연소성을 현저하게 개선할 수 있어 안정적인 연소를 확보할 수 있는 공기 과잉률의 상한을, 그 첨가가 없는 경우에 비하여 대폭 높일 수 있다. 이 때문에, 상기 서술한 바와 같이 가솔린 연료에 수소첨가를 원칙적으로 실시하도록 하면, 내연기관의 연비 특성을 획기적으로 개선하는 것이 가능하다.
- <63> (제 2 실시형태)
- <64> [제 2 실시형태의 구성]
- <65> 다음으로, 도 3 내지 도 5 를 참조하여 본 발명의 제 2 실시형태에 대하여 설명한다. 도 2 는 본 실시형태의 수소이용 내연기관의 구성을 설명하기 위한 도면이다. 본 실시형태의 시스템은 내연기관 (40) 을 구비하고 있다. 내연기관 (40) 에는 흡기관 (42) 및 배기관 (44) 이 소통되어 있다.
- <66> 흡기관 (42) 에는 흡입공기량을 제어하기 위한 스로틀 밸브 (46) 가 장착되어 있다. 스로틀 밸브 (46) 의 하류에는 수소 공급용 인젝터 (48) 가 배치되어 있다. 또한, 내연기관 (40) 의 흡기포트에는 가솔린 공급용 인젝터 (50) 가 배치되어 있다. 이들 인젝터 (48, 50) 는 각각 제 1 실시형태에서의 수소 공급용 인젝터 (48) 및 가솔린 공급용 인젝터 (50) 와 동일한 구성 및 기능을 갖고 있다.
- <67> 즉, 수소 공급용 인젝터 (48) 는, 후술하는 바와 같이 소정 압력으로 수소풍부 가스를 공급받고 있고, 외부에서 공급되는 구동신호를 받아 밸브를 열므로써 그 밸브를 연 시간에 따른 양의 수소풍부 가스를 흡기관 (42) 의 내부에 분사할 수 있다. 또한, 가솔린 공급용 인젝터 (50) 도, 후술하는 바와 같이 소정 압력으로 가솔린을 공급받고 있고, 외부에서 공급되는 구동신호를 받아 밸브를 열므로써 그 밸브를 연 시간에 따른 양의 가솔린을 흡기포트 내에 분사할 수 있다.
- <68> 배기관 (44) 에는 탈수소 반응기 (52) 가 장착되어 있다. 또한, 탈수소 반응기 (52) 의 상부에는 수소화 가솔린 인젝터 (54) 가 장착되어 있다. 이들은 모두 제 1 실시형태에서의 탈수소 반응기 (1) 및 수소화 가솔린 인젝터 (12) 와 실질적으로 동일하게 구성되어 있다.
- <69> 즉, 수소화 가솔린 인젝터 (54) 는, 후술하는 바와 같이 소정 압력으로 수소화 가솔린을 공급받고 있고, 외부에서 공급되는 구동신호를 받아 밸브를 열므로써 그 밸브가 열린 시간에 따른 양의 수소화 가솔린을 탈수소 반응기 (52) 의 내부에 공급할 수 있다. 또한 탈수소 반응기 (52) 는, 배기관 (44) 으로부터 방사되는 배기열을 이용하여 상기와 같이 공급되는 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리하여, 그것들을 그 하부로부터 유출시키는 기능을 갖고 있다.
- <70> 배기관 (44) 에는, 탈수소 반응기 (52) 의 하류에 위치되는 O_2 센서 (56) 및 NO_x 센서 (58) 가 장착되어 있다. O_2 센서 (56) 는 배기가스 중의 산소의 유무를 기초로 하여 배기 공연비에 따른 출력을 발생시키는

센서이다. 또한, NO_x 센서 (58) 는 배기가스 중의 NO_x 농도에 따른 출력을 발생시키는 센서이다. 이들 센서 (56, 58) 의 하류에는 배기가스를 정화하기 위한 촉매 (60) 가 배치되어 있다.

- <71> 본 실시형태의 시스템은 수소화 가솔린 탱크 (62) 를 구비하고 있다. 수소화 가솔린 탱크 (62) 는, 제 1 실시형태에서의 수소화 연료 저류부 (3) 에 대응하는 것으로, 그 속에는 일반적인 가솔린에 비하여 유기 하이드라이드를 다량으로 함유하는 수소화 가솔린이 저류된다. 여기에서 「유기 하이드라이드」 는 300℃ 정도의 온도에서 탈수소 반응을 일으키는 HC 성분이고, 구체적으로는, 이미 서술한 바와 같이 테칼린이나 시클로hex산이 이것에 해당한다.
- <72> 통상의 고옥탄 가솔린에는 톨루엔이 40% 정도 함유되어 있다. 톨루엔을 수소화하면 유기 하이드라이드인 메틸시클로hex산을 생성할 수 있다. 다시 말해, 통상의 가솔린을 원료로 하여 그 속에 함유되는 톨루엔을 수소화하면, 메틸시클로hex산을 40% 정도 함유하는 수소화 가솔린을 생성할 수 있다. 본 실시형태에서는, 편의상 수소화 가솔린 탱크 (62) 에는 이러한 조성을 갖는 수소화 가솔린이 급유되는 것으로 한다.
- <73> 수소화 가솔린 탱크 (62) 에는 수소화 가솔린 공급관 (64) 이 소통되어 있다. 수소화 가솔린 공급관 (64) 은 그 도중에 펌프 (66) 를 구비하며, 그 단부에서 수소화 가솔린 인젝터 (54) 에 소통되어 있다. 수소화 가솔린 탱크 (62) 내의 수소화 가솔린은, 내연기관 운전 중에 펌프 (66) 에 의해 펌핑되어 소정 압력으로 수소화 가솔린 인젝터 (54) 에 공급된다.
- <74> 수소화 가솔린 인젝터 (54) 는 상기 서술한 바와 같이 탈수소 반응기 (52) 의 상부에 장착되어 있다. 탈수소 반응기 (52) 는 배기열을 이용하여 수소화 가솔린을 처리하기 위한 장치이다. 이 때문에, 내연기관 운전 중에는 탈수소 반응기 (52) 의 내부는 300℃ 를 초과하는 온도로 상승한다.
- <75> 수소화 가솔린 인젝터 (54) 는 그 내부온도에 직접 노출되는 것을 피하기 위해 탈수소 반응기 (52) 의 상방 공간에 주요부분이 돌출되도록 장착되어 있다. 이 때문에, 본 실시형태의 시스템에 의하면 수소화 가솔린 인젝터 (54) 의 온도가 부당하게 고온이 되는 일은 없다.
- <76> 또, 도 3 에 나타내는 시스템에서는 수소화 가솔린 인젝터 (54) 를 공랭하는 것으로 하고 있지만, 그 냉각 방법은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 내연기관 (40) 의 냉각수를 수소화 가솔린 인젝터 (54) 의 주위로 유도하기 위한 냉각수 통로를 마련하여 수소화 가솔린 인젝터 (54) 를 수랭할 수도 있다.
- <77> 탈수소 반응기 (52) 의 내부에는 반응실이 형성되어 있다. 수소화 가솔린 인젝터 (54) 로부터 분사된 연료는 그 반응실의 내부에서 수소풍부 가스와 탈수소 가솔린으로 분리되어 그 저부로 유도된다. 반응실의 저부에는 관로 (68) 를 통하여 분리장치 (70) 가 소통되어 있다.
- <78> 이미 서술한 바와 같이, 본 실시형태에서 사용되는 수소화 가솔린은 통상의 가솔린에 함유되어 있는 톨루엔을 유기 하이드라이드화한 것이다. 따라서, 그 수소화 가솔린에 탈수소 처리를 실시하면, 그 결과 생성되는 것은 수소풍부 가스와 통상의 가솔린이다. 이 때문에, 탈수소 반응기 (52) 로부터 분리장치 (7) 에는, 구체적으로는 수소풍부 가스와 통상의 가솔린의 혼합물이 공급되게 된다.
- <79> 분리장치 (70) 는 제 1 실시형태에서의 분리장치 (2) 와 동일한 구조 및 기능을 갖고 있다. 즉, 분리장치 (70) 는 탈수소 반응기 (52) 로부터 공급되는 고온의 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린 (통상의 가솔린) 을 냉각하여 그것들을 분리하는 기능을 갖고 있다. 분리장치 (70) 는 내연기관 (40) 과 마찬가지로 냉각수의 순환에 의해 수랭된다. 이 때문에, 분리장치 (70) 는 효율적으로 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린을 냉각할 수 있다.
- <80> 분리장치 (70) 의 저부에는, 냉각됨으로써 액화된 탈수소화 가솔린을 저류해 두기 위한 액체저류 공간이 형성되어 있다. 또한, 그 저류 공간의 상방에는 기체인 상태로 잔존하는 수소풍부 가스를 저류하기 위한 기체저류 공간이 확보되어 있다. 분리장치 (70) 에는 액체저류 공간에 소통하도록 가솔린 관로 (72) 가 소통되어 있음과 함께, 기체저류 공간에 소통하도록 수소 관로 (74) 가 소통되어 있다.
- <81> 가솔린 관로 (72) 는 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에 소통되어 있다. 가솔린 버퍼 탱크 (76) 는 제 1 실시형태에서의 탈수소 생성물 저류부 (4) 에 상당하는 탱크이다. 도 3 에는 수소화 가솔린 탱크 (62) 와 가솔린 버퍼 탱크 (76) 가 떨어진 위치에 배치된 구성이 나타나 있지만, 그 구성은 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 제 1 실시형태에 따른 수소화 연료 저류부 (3) 및 탈수소 생성물 저류부 (4) 의 경우와 마찬가지로, 이들은 단일 하우징에 포함될 수 있다.

- <82> 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에는 액량센서 (78) 가 장착되어 있다. 액량센서 (78) 는 그 내부에 저류되어 있는 탈수소화 가솔린의 액량에 따른 출력을 발생시키는 센서이다. 또한, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에는 가솔린 공급관 (80) 이 소통되어 있다. 가솔린 공급관 (80) 은 그 도중에 펌프 (82) 를 구비하며, 그 단부에서 가솔린 공급용 인젝터 (50) 에 소통되어 있다. 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 탈수소화 가솔린은, 내연기관 운전 중에 펌프 (82) 에 의해 펌핑되어 소정 압력으로 가솔린 공급용 인젝터 (50) 에 공급된다.
- <83> 수소관로 (74) 는 수소 버퍼 탱크 (84) 에 소통되어 있다. 또한, 수소관로 (74) 에는 분리장치 (70) 내의 수소풍부 가스를 수소 버퍼 탱크 (84) 에 압송하기 위한 펌프 (86) 와, 펌프 (86) 의 토출측 압력이 과대해지는 것을 막기 위한 릴리프 밸브 (88) 가 장착되어 있다. 펌프 (86) 및 릴리프 밸브 (88) 에 의하면, 수소 버퍼 탱크 (84) 내에 그 내압이 과잉이 되지 않는 범위에서 수소풍부 가스를 보낼 수 있다.
- <84> 수소 버퍼 탱크 (84) 는 제 1 실시형태에서의 버퍼 탱크 (20) 에 상당하는 탱크이다. 단, 본 실시형태에서는 수소 버퍼 탱크 (84) 에 압력 센서 (90) 가 부착되어 있다. 압력 센서 (90) 는 수소 버퍼 탱크 (84) 의 내압에 따른 출력을 발생시키는 센서이다. 압력 센서 (90) 의 출력에 의하면, 수소 버퍼 탱크 (84) 내에 저류되어 있는 수소풍부 가스의 양을 추정할 수 있다.
- <85> 수소 버퍼 탱크 (84) 에는 수소 공급관 (92) 이 소통되어 있다. 수소 공급관 (92) 은 그 도중에 레귤레이터 (94) 를 구비하며, 그 단부에서 수소 공급용 인젝터 (48) 에 소통되어 있다. 이러한 구성에 의하면, 수소 공급용 인젝터 (48) 에는 수소 버퍼 탱크 (84) 에 수소풍부 가스가 충분히 저류되어 있는 것을 조건으로 하여 레귤레이터 (94) 에 의해 조정되는 압력에 의해 수소풍부 가스가 공급된다.
- <86> 본 실시형태의 시스템은, 도 3 에 나타내는 바와 같이 ECU (96) 를 구비하고 있다. ECU (96) 는 제 1 실시형태에서의 ECU (6) 와 마찬가지로 본 실시형태의 시스템을 제어하는 기능을 갖고 있다. 즉, ECU (96) 에는 상기 서술한 O₂ 센서 (56), NO_x 센서 (58), 액량센서 (78) 및 압력센서 (90) 등 각종 센서의 출력이 공급되어 있다. 또한, ECU (96) 에는 상기 서술한 펌프 (66, 82, 86) 및 인젝터 (48, 50, 54) 등의 액츄에이터가 접속되어 있다. ECU (96) 는 이들 센서출력을 기초로 하여 소정 처리를 함으로써, 상기 서술한 각종 액츄에이터를 적당히 구동할 수 있다.
- <87> [제 2 실시형태의 동작의 개요]
- <88> 도 4 는, 본 실시형태에서 사용되는 수소화 가솔린과 탈수소화 가솔린 사이에서 발생하는 기본 반응을 설명하기 위한 도면이다. 이미 서술한 바와 같이, 본 실시형태에서는 40% 정도의 메틸시클로hex산을 함유하는 수소화 가솔린이 사용된다. 메틸시클로hex산 C₇H₁₄ 를 300℃ 정도로 가열하면, 다음 식에 나타내는 바와 같은 탈수소화 반응이 생겨 톨루엔 C₇H₈ 과 수소 H₂ 가 생성된다.
- <89>
$$C_7H_{14} \rightarrow C_7H_8 + 3H_2 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$
- <90> 반대로, 톨루엔 C₇H₈ 에 수소화 처리를 실시하면, 다음 식에 나타내는 바와 같은 반응이 생겨 메틸시클로hex산 C₇H₁₄ 이 생성된다.
- <91>
$$C_7H_8 + 3H_2 \rightarrow C_7H_{14} \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$
- <92> 본 실시형태의 시스템에서는, 배기관 (44) 의 온도가 충분히 상승한 상태에서 수소화 가솔린 인젝터 (54) 로부터 탈수소 반응기 (62) 에 수소화 가솔린을 공급함으로써 그 속에서 상기 (1) 의 탈수소 반응을 일으킬 수 있다. 그 결과, 1mol 의 메틸시클로hex산 C₇H₁₄ 로부터 1mol 의 톨루엔 C₇H₈ 과 3mol 의 수소 H₂ 를 생성할 수 있다.
- <93> 그런데, 본 실시형태의 시스템은, 상기 서술한 바와 같이 내연기관 (40) 에 탈수소화 가솔린 (통상의 가솔린) 과 수소풍부 가스를 공급할 수 있다. 가솔린에 적량의 수소를 혼합하여 연소시키는 것으로 하면, 수소가 첨가되지 않은 경우에 비하여 통 내에서의 연소를 충분히 안정화시킬 수 있어, 혼합기 중의 공기 과잉률을 대폭 높일 수 있다.
- <94> 연료의 소비량은 혼합기의 공기 과잉률이 높을수록 소량이 된다. 또한, 연료의 소비량이 적을수록 당연히 배기 배출은 양호해진다. 이 때문에, 혼합기 중에 수소를 첨가하는 것으로 하면, 그 첨가되지 않은 경우에 비하여 내연기관 (40) 의 연비 특성 및 배출 특성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

- <95> 그런데, 혼합기 중에 수소를 첨가함으로써 상기 효과를 얻기 위해서는, 어느 정도 양의 수소를 첨가할 필요가 있다. 구체적으로는, 예를 들어 가솔린에 의한 공급열량의 20% 정도를 수소에 의해 공급하는 것으로 하면 연비 특성이나 배출 특성은 효과적으로 개선될 수 있다.
- <96> 그러나 그러한 비율을 실현하기 위해서는, 가솔린 1mol 에 대하여 3.36mol 의 수소 H_2 가 필요해진다. 통상의 가솔린 중에 포함되는 톨루엔 비율이 40% 이면, 그 가솔린을 수소화함으로써 얻어지는 수소화 가솔린 중 1mol 에 함유되는 메틸시클로hex산은 0.4mol 이다. 그리고, 0.4mol 의 메틸시클로hex산으로부터 생성할 수 있는 수소 H_2 의 양은 1.2mol 이다.
- <97> 다시 말해, 1mol 의 수소화 가솔린을 탈수소 반응기 (52) 에 공급하면, 1mol 의 통상 가솔린과 1.2mol 의 수소 H_2 가 생성된다. 그리고, 생성된 1mol 의 통상 가솔린을 20% 의 수소첨가의 조건으로 소비하려고 하면 3.36mol 의 수소 H_2 가 필요해지고, 결국 $3.36-1.2=2.16mol$ 의 수소 H_2 가 부족해진다.
- <98> 수소화 가솔린이 만약 메틸시클로hex산만 함유하는 것이었다고 해도, 다시 말해 100% 의 메틸시클로hex산이었다고 해도, 1mol 의 수소화 가솔린으로부터 생성할 수 있는 수소량은 3mol 에 불과하다. 상기 서술한 수소첨가 비율에 의하면, 이 경우에도 $3.36-3=0.36mol$ 의 수소 H_2 가 부족해진다. 이와 같이, 수소화 가솔린을 원료로 하여 수소 H_2 와 탈수소화 가솔린을 생성하여 그 쌍방을 내연기관 (40) 에 공급하고자 한 경우에는, 탈수소화 가솔린의 생성량에 대하여 수소의 생성량이 부족해지는 경향이 생기기 쉽다.
- <99> 본 실시형태에서는, 원칙적으로 소비되는 수소 H_2 가 탈수소 반응기 (52) 에 의해 새로 생성되도록 수소화 가솔린 인젝터 (54) 에 의한 수소화 가솔린의 분사량이 결정된다. 이 때문에, 본 실시형태의 시스템에서는, 원칙적으로 내연기관 (40) 의 운전 중에 수소가 부족해지는 사태가 일어나는 일은 없다.
- <100> 그런데, 상기 경향하에서 충분한 양의 수소를 생성하고자 하면, 필연적으로 탈수소화 가솔린이 과잉 생성되게 된다. 다시 말해, 혼합기 중에 적량의 수소 H_2 를 첨가하면서, 그곳에서 소비되는 수소 H_2 가 보충되도록 수소화 가솔린의 탈수소화 처리를 계속한 경우에는, 탈수소화 가솔린의 잉여분이 축적되어, 마침내는 가솔린 버퍼 탱크 (76) 가 가솔린으로 채워진 상태가 된다.
- <101> 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에 탈수소화 가솔린이 가득 저류된 후에는, 가장 빠른 탈수소화 가솔린을 과잉으로 계속 생성할 수는 없다. 그래서 본 실시형태의 시스템은, 이러한 상황이 형성된 경우에는 일단 내연기관 (40) 에 대한 수소의 공급을 정지시키고, 또 수소화 가솔린의 새로운 탈수소화 처리를 정지시켜, 어느 정도 기간은 탈수소화 가솔린만을 연료로 하여 내연기관 (40) 을 운전시키는 것으로 하였다. 그리고, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내에 적당한 공간이 확보된 단계에서 다시 수소화 가솔린의 탈수소 처리와 혼합기에 대한 수소첨가를 재개하는 것으로 하였다.
- <102> [제 2 실시형태의 구체적 처리]
- <103> 도 5 에 나타내는 루틴에서는, 차량의 IG 스위치가 ON 으로 되어 있는지가 판별된다 (단계 100). 그 결과, IG=ON 의 성립이 인정되지 않은 경우에는 신속하게 이번 루틴이 종료된다.
- <104> 한편, IG=ON 의 성립이 인정된 경우에는, 다음에 내연기관 (40) 의 온도 (T) 가 탈수소화 처리의 실행조건을 만족하고 있는지, 구체적으로는 $T1 \geq T \geq T0$ 의 조건을 만족하고 있는지가 판단된다 (단계 102). 본 실시형태의 시스템에서는, 제 1 실시형태의 경우와 동일한 이유에 의해 내연기관 (40) 의 온도 (T) 가 350℃ 이하이고 250℃ 이상인 경우에만 탈수소 반응기 (52) 에 의한 탈수소화 처리를 실행하는 것으로 하고 있다. 여기에서는, 구체적으로는 온도 (T) 가 그 조건을 만족하고 있는지가 판별된다.
- <105> 상기 단계 102 의 처리에 의해 $T1 \geq T \geq T0$ 의 조건이 성립되지 않았다고 판별된 경우에는, 탈수소화 처리를 실행하기 위한 조건이 갖춰져 있지 않다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 먼저 탈수소화 처리가 OFF 가 되고 (단계 104). 본 단계 104 의 처리가 실행되면 수소화 가솔린 인젝터 (54) 에 대한 구동신호의 공급이 정지되어 탈수소 반응기 (52) 에 대한 수소화 가솔린의 공급이 금지된다. 그 결과, 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린의 새로운 생성이 금지된다.
- <106> 다음에, 수소 H_2 의 분사가 가능한지가 판별된다 (단계 106). 구체적으로는, 압력 센서 (90) 의 출력에 기초하여 추정되는 수소 H_2 의 잔량이 공급 가능 판정량을 넘었는지가 판별된다. 여기에서 「공급 가능 판정량」

이란, 수소 공급용 인젝터 (48) 에 레귤레이터 (94) 를 통하여 안정적인 압력으로 수소 H_2 를 공급하기에 충분한 잔량으로서 정해진 값이다.

- <107> 상기 단계 106 의 처리에 의해 수소 H_2 의 분사가 가능하지 않다고 판별된 경우에는, 내연기관 (40) 을 탈수소화 가솔린, 요컨대 통상의 가솔린만을 연료로 하여 작동시킬 필요가 있다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 이후 가솔린 분사 제어가 실행된다 (단계 108).
- <108> ECU (96) 에는, 탈수소화 가솔린만이 연료로서 공급되는 상황하에서 내연기관 (40) 을 안정적으로 작동시키기 위한 제어규칙과, 탈수소화 가솔린과 수소 H_2 가 연료로서 공급되는 상황하에서 내연기관 (40) 을 안정적으로 작동시키기 위한 제어규칙이 기억되어 있다. 가솔린 분사 제어에서는, 전자의 규칙에 따라 연료분사량 등의 제어파라미터가 결정됨과 함께, 가솔린 공급용 인젝터 (50) 에만 작동지령이 발해진다. 즉, 수소 공급용 인젝터 (48) 가 정지상태로 유지된 상태에서 탈수소화 가솔린만이 공급된다는 전제하에서 내연기관 (40) 이 제어된다. 이 경우, 내연기관 (40) 에서 수소를 이용하지 않는 일반적인 내연기관과 동일한 운전상태를 실현할 수 있다.
- <109> 본 실시형태에서 사용되는 탈수소화 가솔린은, 이미 서술한 바와 같이 통상의 가솔린과 동일한 조성을 갖는 것이다. 단, 통상의 가솔린에는 미량이지만 유기 하이드라이드가 함유되어 있다. 이에 반하여, 여기에서 사용되는 탈수소화 가솔린은 탈수소의 처리가 실시된 것이므로 유기 하이드라이드를 실질적으로 함유하고 있지 않다. 즉, 본 실시형태에서 사용되는 탈수소화 가솔린은 통상의 가솔린에 비하여 더욱 높은 옥탄가를 갖는 것이다. 이 때문에, 본 실시형태의 시스템에 의하면, 상기 서술한 가솔린 분사 제어의 실행하에서도 엄밀하게는 일반적인 내연기관에 비하여 더욱 우수한 출력 특성을 얻을 수 있다.
- <110> 도 5 에 나타내는 루틴 중, 상기 단계 106 에 있어서 수소 H_2 의 분사가 가능하다고 판단된 경우에는 수소·가솔린 분사 제어가 실행된다 (단계 110). 수소·가솔린 분사 제어에서는, ECU (96) 는 수소 H_2 가 첨가되는 것을 전제로 하여 내연기관 (40) 의 제어파라미터를 연산하고, 또한 그 연산의 결과에 따라 수소 공급용 인젝터 (48) 와 가솔린 공급용 인젝터 (50) 쌍방을 구동한다.
- <111> 보다 구체적으로는, 여기에서는 내연기관 (40) 의 운전상태를 소정 규칙에 맞추므로써 수소풍부 가스의 목표공급량과 탈수소화 가솔린의 목표공급량이 산출된다. 그리고, 이들 산출결과에 기초하여 수소 공급용 인젝터 (48) 및 가솔린 공급용 인젝터 (50) 쌍방이 산출된다. 이러한 제어에 의하면, 혼합기에 적량의 수소 H_2 가 첨가됨으로써 가솔린 분사 제어가 실행되는 경우에 비하여 현저히 우수한 연비 특성, 출력 특성 및 배출 특성을 실현할 수 있다.
- <112> 도 5 에 나타내는 루틴 중, 상기 단계 102 에 있어서 내연기관 (40) 의 온도 (T) 가 $T1 \geq T \geq T0$ 의 조건을 만족한다고 판별된 경우에는, 탈수소 반응기 (52) 에 의해 수소화 가솔린을 처리하기 위한 온도조건이 갖춰져 있다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 다음에 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 가솔린량이 과잉이 아닌지가 판별된다 (단계 112). 보다 구체적으로는, 액량센서 (78) 의 출력에 기초하여 추정되는 탈수소화 가솔린의 양이 가솔린 버퍼 탱크 (76) 의 저류 상한량에 달하지 않았는지가 판별된다.
- <113> 이미 서술한 바와 같이, 본 실시형태의 시스템에서는, 내연기관 (40) 에 수소 H_2 와 탈수소화 가솔린의 쌍방이 공급되는 경우에는 탈수소화 가솔린의 생성량이 과잉이 되어, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 저류량이 서서히 증가되는 경향이 생기기 쉽다. 상기 단계 112 에 있어서, 가솔린량이 과잉이라고 판단된 경우에는 더 이상 탈수소화 가솔린의 저류량을 늘릴 수 없다고 판단할 수 있다. 이 경우, 먼저 탈수소화 처리가 OFF 로 된다 (단계 114).
- <114> 탈수소화 처리가 OFF 로 되면, 탈수소 반응기 (52) 에 대한 새로운 수소화 가솔린의 공급이 금지되고, 탈수소화 가솔린 및 수소풍부 가스의 새로운 생성이 정지된다. 이 때문에, 상기 처리에 의하면 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 탈수소화 가솔린이 더욱 증량되는 것을 확실히 방지할 수 있다.
- <115> 다음으로, 가솔린 우선 플래그가 ON 이 된다 (단계 116). 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에 과잉으로 가솔린이 저류되어 있는 경우에는, 탈수소화 가솔린의 소비를 촉진시키는 것이 바람직하다. 가솔린 우선 플래그는, 그러한 상황하에서 ON 이 되는 플래그이다. 따라서, ECU (96) 는 가솔린 우선 플래그가 ON 이 되어 있는 경우에는, 혼합기에 대한 수소 H_2 의 첨가를 정지시키고, 탈수소화 가솔린을 우선적으로 사용해야 할 사정이 생겼다는 것을 인지할 수 있다.

- <116> 도 5 에 나타내는 루틴에서는, 상기 단계 116 의 처리에 이어서 가솔린 우선 플래그가 ON 이 되어 있는지가 판별된다 (단계 118). 그 결과, 가솔린 우선 플래그가 ON 이 아니라고 판단된 경우에는 반드시 탈수소화 가솔린의 소비를 우선시킬 필요가 없다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 이후 단계 106 이후의 처리가 실행되어 수소 H₂ 의 공급이 가능한지 아닌지에 기초하여 가솔린 분사 제어 또는 수소·가솔린 분사 제어가 실행된다.
- <117> 한편, 상기 단계 118 에 있어서, 가솔린 우선 플래그가 ON 이라고 판별된 경우에는 수소 H₂ 의 공급을 정지시켜 탈수소화 가솔린의 소비를 촉진시킬 필요가 있다고 판단할 수 있다. 이 경우는, 이후 무조건 단계 108 의 처리, 다시 말해 가솔린 분사 제어가 실행된다.
- <118> 도 5 에 나타내는 루틴 중 상기 단계 112 의 조건이 부정된 경우에는, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 에 추가적인 탈수소화 가솔린의 유입을 허용하는 공간이 존재한다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 다음으로 수소 버퍼 탱크 (84) 내의 수소풍부 가스량이 과잉이 아닌지가 판별된다 (단계 120). 보다 구체적으로는, 압력 센서 (90) 의 출력에 기초하여 추정되는 수소풍부 가스의 양이 수소 버퍼 탱크 (76) 의 저류 상한량에 달하지 않았는지가 판별된다.
- <119> 본 실시형태의 시스템은, 원칙적으로 수소의 소비량이 보충되도록 탈수소화의 처리를 진행시킨다. 이 때문에, 통상의 운전 상황하에서는 수소 버퍼 탱크 (84) 내의 수소풍부 가스량이 과잉이 되는 일은 없다. 그러나, 어떠한 사정에 의해 수소풍부 가스의 저류량이 과잉이 된 경우에는, 새로운 수소풍부 가스의 생성을 정지시킬 필요가 있다. 이 때문에, 상기 단계 120 에 있어서 수소 H₂ 의 저류량이 과잉이라고 판별된 경우에는 탈수소화 처리가 OFF 로 된다 (단계 122).
- <120> 또한 이 경우에는, 수소 버퍼 탱크 (84) 에 저류되어 있는 수소풍부 가스의 소비를 촉진해야 하므로 가솔린 우선 플래그가 OFF 가 된다 (단계 124). 이 경우, 계속되는 단계 118 에서 가솔린 우선 플래그가 ON 이 아니라고 판단되고, 이어서 단계 106 에서 H₂ 의 분사가 가능하다고 판단되기 때문에, 수소·가솔린 분사 제어가 실행된다. 그 결과, 수소풍부 가스가 과잉 저류된 상태가 해소된다.
- <121> 도 5 에 나타내는 루틴 중 상기 단계 120 의 조건판정이 부정된 경우에는, 탈수소화 처리를 실행해야 되는 조건이 갖춰져 있다고 판단할 수 있다. 이 경우에는, 다음에 탈수소화 처리가 ON 이 된다 (단계 126). 탈수소화 처리가 ON 이 되면 수소화 가솔린 인젝터 (54) 에 구동신호가 공급되고 탈수소 반응기 (52) 에 적량의 수소화 가솔린이 공급된다. 그 결과, 내연기관 (40) 에서 연료로서 소비되는 수소풍부 가스량을 보충하는 양만큼의 수소풍부 가스가 새롭게 생성되고, 또한 그 수소풍부 가스의 생성량에 대응한 탈수소화 가솔린이 새롭게 생성된다.
- <122> 여기에서는, 다음에 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 탈수소화 가솔린의 처리가 완료되었는지가 판별된다 (단계 128). ECU (96) 는, 상기 단계 112 의 처리에 의해 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 가솔린량이 과잉이라고 판단된 경우에는, 그 후 가솔린의 저류량이 처리완료 판정치를 밀돌 때까지는 탈수소화 가솔린의 처리가 미완이라고 판단한다. 이렇게 판단된 경우에는, 다음에 가솔린 우선 플래그가 ON 이 된다 (단계 130). 이 경우, 이후 단계 108 에서 가솔린 분사 제어가 실행되기 때문에, 탈수소화 가솔린의 우선처리가 계속된다.
- <123> ECU (96) 는, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 내의 가솔린량이 상기 서술한 처리완료 판정치를 밀돌면, 상기 단계 128 에서 탈수소화 가솔린의 처리가 완료되었다고 판단한다. 이 경우, 다음에 단계 124 의 처리가 실행되어 가솔린 우선 플래그가 OFF 로 된다. 그 결과, 이후 수소의 분사가 가능한지 아닌지에 따라 어떻게 제어할 것인지가 선택되는 상태가 된다.
- <124> 이상 설명한 바와 같이 도 5 에 나타내는 루틴에 의하면, 내연기관 (40) 의 상태 및 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린의 저류상태에 기초하여 탈수소화 가솔린만을 연료로 하는 운전 모드와, 수소 및 탈수소화 가솔린을 연료로 하는 운전 모드를 적절히 전환할 수 있다. 그리고, 이러한 전환을 함으로써, 2 종류의 연료를 사용하면서 그 소비량의 불균형에 영향을 받지 않고 내연기관 (40) 의 출력 특성, 연비 특성 및 배출 특성을 계속적으로 양호하게 유지하는 것이 가능하게 되어 있다.
- <125> 즉, 본 실시형태의 시스템에 의하면, 급유 대상을 단일 연료 (수소화 가솔린) 로 하면서 2개의 연료 (수소풍부 가스와 탈수소화 연료) 를 사용하는 것에 의한 효과를 유효하게 도출할 수 있다. 또, 이 시스템에 의하면 2 종류의 연료의 소비량이 불균형이라 해도 그 불균형을 차량상에서 해소할 수 있다. 그 결과, 여기에서는 번잡한 메인テナンス 작업을 필요로 하지 않고, 또한 각 연료의 소비량을 맞추기 위한 제한을 두지 않고 2 종류의 연료의 계속적인 사용이 가능하게 되어 있다.

- <126> 본 실시형태의 시스템은, 이상 설명한 바와 같은 특성을 갖고 있는 점에서 일반적인 내연기관과 동등한 취급의 용이성을 실현할 수 있다. 그리고, 본 실시형태의 시스템에 의하면, 일반적인 내연기관에 비하여 매우 우수한 연비 특성, 출력 특성 및 배출 특성을 실현할 수 있다.
- <127> 그런데, 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, 수소화 가솔린에 함유되는 유기 하이드라이드를 설명의 편의상 메틸 시클로hex산에 한정하고 있지만, 여기에서 사용할 수 있는 수소화 가솔린은 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 수소화 가솔린에 함유되는 유기 하이드라이드는 300℃ 정도에서 탈수소 반응을 일으키는 것이면 되고, 비환식이나 환식의 탄화수소 및 비환식이나 환식의 합산소 탄화수소 등이면 된다. 구체적으로는, n-헥산이나 iso-옥탄 등의 비환식 탄화수소, 또는 시클로hex산이나 데칼린 등의 환식 화합물, 그리고 시클로hex산올이나 시클로hex산메탄올 등의 알코올류나 메틸-t-부틸에테르 등의 에테르류 등이어도 된다.
- <128> 또, 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, 내연기관 (40) 에 수소풍부 가스를 단독으로 분사하는 모드를 사용하고 있지 않지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 내연기관 (40) 의 시동시 등에 수소풍부 가스를 단독으로 내연기관 (40) 에 공급하는 운전모드를 채용하는 것으로 해도 된다.
- <129> 또한 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, 분리장치 (70) 와는 별도로 탈수소화 가솔린을 저류하기 위한 가솔린 버퍼 탱크 (76) 를 형성하는 것으로 하고 있지만, 본 발명은 이것에 한정되는 것은 아니다. 즉, 분리장치 (70) 의 내부에 충분한 액체저류 공간을 확보할 수 있는 경우에는 가솔린 버퍼 탱크 (76) 를 생략하는 것으로 해도 된다.
- <130> 도 6 은 상기 변형예의 구성을 나타낸 것이다. 도 6 에 나타내는 구성은 가솔린 버퍼 탱크 (76) 가 삭제되어 있고, 가솔린 공급관 (80) 이 분리장치 (70) 에 직접 접속되어 있는 점, 및 탈수소화 가솔린의 저류량을 검출하기 위한 액량센서 (78) 가 분리장치 (70) 에 장착되어 있는 점을 제외하고는 도 3 에 나타내는 구성과 동일하다. 이러한 구성에 의하면, 가솔린 버퍼 탱크 (76) 가 존재하지 않는 분만큼 시스템을 소형화하는 것이 가능하다.
- <131> 본 발명의 내용 및 효과는 아래와 같이 요약할 수 있다.
- <132> 즉, 제 1 발명에 관련된 수소이용 내연기관은, 수소화 연료, 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물 및 수소에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 연료가 공급되어 작동하는 수소이용 내연기관으로서, 수소화 연료 저류부와, 가열가능하게 배치된 촉매를 구비하고, 그 수소화 연료 저류부에서 공급된 수소화 연료를 가열된 상기 촉매상에서 탈수소 반응시키는 반응수단과, 그 탈수소 반응에 의해 생긴 수소풍부 가스와 탈수소 생성물을 분리하는 분리수단과, 분리된 그 탈수소 생성물을 저류하는 탈수소 생성물 저류부를 포함하여 구성한 것이다.
- <133> 또한 제 2 발명은, 제 1 발명에 있어서, 상기 수소화 연료 저류부에 저류되는 수소화 연료, 상기 분리수단에 의해 분리된 수소풍부 가스, 및 상기 탈수소 생성물 저류부에 저류되는 탈수소 생성물 중에서 1종 이상의 연료를 임의로 선택하여 내연기관에 공급할 수 있는 연료공급수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <134> 또한, 제 3 발명은, 제 1 또는 제 2 발명에 있어서 촉매의 담체가 허니컴 담체인 것을 특징으로 한다.
- <135> 또한 제 4 발명은, 제 3 발명에 있어서, 허니컴 담체가 셀수 45~310셀/cm² 이고, 또한 유기 하이드라이드 입구 직경과 깊이 길이의 비 (직경/깊이) 가 0.1~0.5 인 촉매담지용 허니컴 담체인 것을 특징으로 한다.
- <136> 또한 제 5 발명은, 제 1 내지 제 4 발명 중 어느 하나에 있어서, 상기 수소화 연료 저류부 및 상기 탈수소 생성물 저류부는 모두 신축성 수지 재료를 사용한 것임을 특징으로 한다.
- <137> <수소화 연료>
- <138> 제 1 내지 제 5 발명의 수소이용 내연기관에는 수소화 연료를 사용한다.
- <139> 제 1 내지 제 5 발명에 있어서, 수소화 연료는 유기 하이드라이드 및 경유·가솔린 등의 내연기관 연료에 수소를 부가한 것에서 선택되는 1종, 또는 2종 이상의 혼합물을 말한다.
- <140> 여기에서 유기 하이드라이드란, 탈수소 반응에 의해 수소를 발생시킬 수 있는 포화 탄화수소를 함유하는 연료를 의미하여, 비환식이나 환식의 탄화수소 및 비환식이나 환식의 합산소 탄화수소 등이 이것에 해당한다. 비환식 탄화수소에는, 예를 들어 n-헥산이나 iso-옥탄이 포함된다. 또한, 환식 탄화수소에는, 예를 들어 시클로hex산, 메틸시클로hex산 등의 단환식 화합물, 데칼린 등의 2환식 화합물이 포함된다. 그리고, 합산소 탄화수소에는 시클로hex산올이나 시클로hex산메탄올 등의 알코올류나 메틸-t-부틸에테르 등의 에테르류 등이 포함된다.

- <141> 상기 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물은 상기 유기 하이드라이드를 탈수소 반응하여 수소를 방출한 후의 반응생성물이고, 예를 들어 시클로hex산의 경우에는 수소와 함께 주로 생성되는 벤젠이 상당한다.
- <142> 상기 유기 하이드라이드를 탈수소 반응시키면, 수소풍부 gas와 함께 수소의 방출에 의해 불포화 결합을 가지는 환형 불포화물이 반응생성물로서 생성된다. 예를 들어 시클로hex산으로 이루어지는 연료 또는 시클로hex산을 주성분으로 하는 연료를 사용한 경우에는, 시클로hex산의 탈수소 반응에 의해 수소풍부 gas와 함께 환형 불포화물로서 벤젠이 생성된다.
- <143> 한편, 수소화 연료는 석유 정제 프로세스에 있어서, 상기한 바와 같은 유기 하이드라이드를 많이 함유하는 유분을 개질 또는 블렌드 조제함으로써 생성할 수 있다. 또한, 경유·가솔린 등의 내연기관 연료는 환식, 비환식의 불포화 탄화수소를 함유하고 있기 때문에, 그것에 수소를 부가함으로써 수소화 연료를 생성할 수 있다.
- <144> 수소부가 방법은 특별히 한정되지 않지만, 가열된 촉매 상에서 불포화물 등과 수소풍부 gas를 반응시키는 방법을 들 수 있다 (일본 공개특허공보 2000-255503호 등).
- <145> 그리고, 그 환형 불포화물인 벤젠을 수소첨가에 의해 수소화 반응시켰을 때에는 벤젠의 수소화물인 시클로hex산이 생성 (재생) 된다.
- <146> 수소화 연료는 수소화 연료 저류부에 공급된다. 수소화 연료 저류부는 수소화 연료 단독의 탱크이어도 되고, 후술하는 수소 분리후의 탈수소 생성물과의 공유 탱크이어도 된다.
- <147> 제 1 내지 제 5 발명에서는, 수소화 연료 저류부에서 내연기관에 직접 수소화 연료를 공급할 수 있어, 수소화 연료를 직접 내연기관의 연료로 할 수 있다.
- <148> <반응수단>
- <149> 한편, 수소화 연료는 가열 가능하게 배치된 촉매를 구비하며, 그 촉매상에서 탈수소 반응시키는 반응수단에 유도할 수도 있다.
- <150> 이러한 반응수단은 특별히 한정되지 않지만, 가열 가능한 허니컴 담체의 각 셀 내에 금속촉매층을 형성하고, 또한 그 촉매에 수소화 연료를 공급하는 연료공급장치를 갖는 것을 바람직한 것으로 들 수 있다.
- <151> 여기에서 사용하는 허니컴 담체는, 스테인리스 등의 금속, 세라믹, 카본 등의 재질인 것을 들 수 있고, 셀수는 45~310셀/cm² 이고, 수소화 연료 입구 직경과 깊이 길이의 비 (직경/깊이) 가 0.1~0.5 인 촉매담지용 허니컴 담체가 바람직하다. 또, 셀 1개의 단면형상은 특별히 한정되지 않고, 사각, 육각, 삼각 등을 들 수 있다.
- <152> 금속촉매층은 백금, 팔라듐, 로듐, 레늄, 루테튬 및 니켈 등에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 염 또는 착물을 함유하여 이루어지지만, 이러한 촉매와 허니컴 담체 사이에는 코트층을 형성하는 것이 바람직하다. 코트층은 알루미늄, 세리아, 지르코니아, 카본, 제올라이트, 세피오라이트 및 몰데나이트 등에서 선택되는 1종 또는 2종 이상과 바인더 (알루미나 등을 구성하는 금속원소의 수산화염 또는 산화염) 과 물을 혼련하여 도포하거나 함으로써 형성할 수 있다.
- <153> 금속촉매의 사용량은 적절히 결정하면 되지만, 허니컴 담체용량 1리터당 1g~20g 으로 하는 것이 바람직하다.
- <154> 촉매의 가열수단은 특별히 한정되지 않고, 내연기관의 발열을 이용해도 되며, 배출가스의 열을 이용해도 되며, 독자적인 가열수단에 의해 가열해도 되지만, 내연기관으로부터의 배출가스의 열을 이용하는 것이, 에너지의 유효이용의 관점에서 바람직하다.
- <155> 예를 들어, 촉매가 배출가스를 배기하는 배기관을 둘러싸 형성되어 있는 경우, 촉매는 배기열이 배기관을 열전달하여 가열된다. 이것에 의해, 내연기관의 폐열인 배기열, 즉 열에너지의 유효이용이 가능해지는데, 예를 들어 가솔린엔진 등 내연기관으로부터 배출되는 배출가스는 대강 400℃ 이상이 되기도 하기 때문에, 배기열의 이용에 의하면 탈수소 반응을 담당하는 촉매온도를 탈수소화에 필요한 250℃ 이상으로 안정적으로 유지할 수 있다. 그 결과, 별도 열원을 형성할 필요가 없어 장치 전체의 소형·경량화를 도모할 수 있음과 함께, 내연계통에서의 에너지 이용 효율을 높일 수 있다. 게다가, 배기관 내에서 배기저항이 되는 것이 가해지는 경우도 없기 때문에 내연기관의 성능저하를 초래하는 일도 없다. 또한, 일반적으로 배기관은 금속으로 이루어지기 때문에 열전도성이 높아, 배출가스의 배기열을 효과적으로 촉매에 전달할 수 있다.
- <156> 연료공급장치는 촉매에 수소화 연료를 공급할 수 있는 위치에 형성되고, 셀 입구에 수소화 연료를 넓은 각으로 분무하거나 하여 공급 가능하도록 구성할 수 있다. 예를 들어 인젝터 (분사장치) 등이 바람직하고, 이것은

제어용 드라이버를 접속하여 개개의 공급장치마다 분사량을 적절히 컨트롤할 수 있다. 또한 단일 반응수단에 복수의 연료공급장치를 형성할 수 있으며, 바람직하게는 촉매상에 수소화 연료의 액막상태가 형성되도록 공급된다.

- <157> 반응수단에는, 반응수단과 소통시키고 또한 반응수단에서의 탈수소 반응에 의해 생긴 혼합 기체가 통과하는 유로를, 배기관을 따르도록 하여 더 형성할 수 있다. 이로써, 반응수단에서 생긴 수소풍부 가스 및 탈수소 생성물을 포함하는 혼합가스(수소풍부 가스)를 고온상태 그대로, 즉 탈수소 생성물을 기체상태 그대로 할 수 있어 용이하게 관내를 삽입 통과시킬 수 있다.
- <158> 내연기관의 배출가스를 배기하는 배기관은 통상 단일의 관으로 구성할 수 있지만, 단일의 관으로부터 복수로 분기시켜 형성할 수도 있다. 이 경우, 분기된 각각의 배기관마다 반응수단을 구비하는 것이 가능하고, 차량 내에 복수의 반응수단을 형성할 수 있다. 그 결과, 공급 가능한 수소량을 증가시킬 수 있다.
- <159> <분리수단>
- <160> 분리수단은, 반응수단에 있어서 수소화 연료의 탈수소 반응으로 생긴 수소풍부 가스와 탈수소 생성물의 혼합 기체로부터 수소풍부 가스를 분리하는 것이다.
- <161> 분리수단으로는, 그 혼합 기체를 열교환이나 단열팽창 등으로 냉각시켜 탈수소 생성물을 중력이나 원심력으로 분리하는 방법이나, 그 혼합 기체를 고분자나 Pd 막막 등의 수소투과막으로 분리하는 방법이나, 그 혼합 기체를 활성탄 등의 유기물흡착제에 통기하여 탈수소 생성물을 분리하는 방법 등을 들 수 있다.
- <162> <탈수소 생성물>
- <163> 수소풍부 가스와 분리된 탈수소 생성물은 탈수소 생성물 저류부에 저류된다.
- <164> 탈수소 생성물 저류부는 단독으로 탱크를 형성하는 대신, 수소화 연료를 저류하는 수소화 연료 저류부를 포함하는 복설 저류 탱크로 하는 것이 바람직하다. 이 경우, 수소화 연료 저류부와 수소풍부 가스를 분리한 탈수소 생성물 저류부 각각이 신축성 수지 재료를 사용한 것으로 하는 것이 바람직하다. 이렇게 하면 단일 탱크로 통괄할 수 있어 차량 등 한정된 장소에서도 설치가 가능해져, 경량화도 도모할 수 있다. 또한, 수소풍부 가스가 제거된 탈수소 생성물이 저류되기 때문에, 수소풍부 가스를 배출하는 배출구를 형성할 필요가 없다.
- <165> 탈수소 생성물은, 내연기관에 보내면 종래의 가솔린 등의 연료와 동일하게 연료로서 사용할 수 있다. 또한 탈수소 생성물을 회수하여 수소화하여 수소화 연료로서 다시 사용할 수도 있다.
- <166> <수소풍부 가스>
- <167> 분리수단에 의해 분리된 수소풍부 가스는 내연기관에 공급할 수 있다. 또한, 수소화 연료 또는 탈수소 생성물과 함께 내연기관에 공급해도 된다. 이 때문에, 내연기관의 흡기계, 연소실 및 배기계의 적어도 하나에 공급하는 수소공급수단을 형성할 수 있다. 수소공급수단은 경우에 따라 적절히 선택할 수 있고, 예를 들어 인젝터(분사장치) 등이 바람직하다.
- <168> 상기 목적을 달성하기 위하여, 제 6 발명은 수소이용 내연기관으로서, 유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린을 저류하는 수소화 가솔린 탱크와, 상기 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리하는 연료분리수단과, 상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중, 적어도 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린을 각각 단독으로 또는 동시에 연료로서 내연기관에 공급하는 연료공급수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <169> 또한 제 7 발명은, 제 6 발명에 있어서 상기 연료공급수단은 상기 수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 수소화 가솔린 공급수단과, 상기 수소풍부 가스를 내연기관에 공급하기 위한 수소풍부 가스 공급수단과, 상기 탈수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 탈수소화 가솔린 공급수단과, 상기 수소화 가솔린, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중에서, 연료로서 사용해야 할 1종 이상의 연료를 선택하는 연료 선택수단과, 선택된 연료가 내연기관에 공급되도록 상기 수소화 가솔린 공급수단, 상기 수소풍부 가스 공급수단 및 상기 탈수소화 가솔린 공급수단을 제어하는 연료공급 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <170> 또한 제 8 발명은, 제 7 발명에 있어서, 가솔린 공급의 필요성을 판단하는 가솔린 공급 필요성 판단수단과, 상기 탈수소화 가솔린의 공급 가부를 판단하는 탈수소화 가솔린 공급 가부 판단수단을 구비하고, 상기 연료공급 제어수단은 가솔린 공급의 필요성이 인정되고, 또한 상기 탈수소화 가솔린을 공급할 수 없는 상황하에서만 상기 수소화 가솔린을 내연기관에 공급하는 것을 허가하는 것을 특징으로 한다.

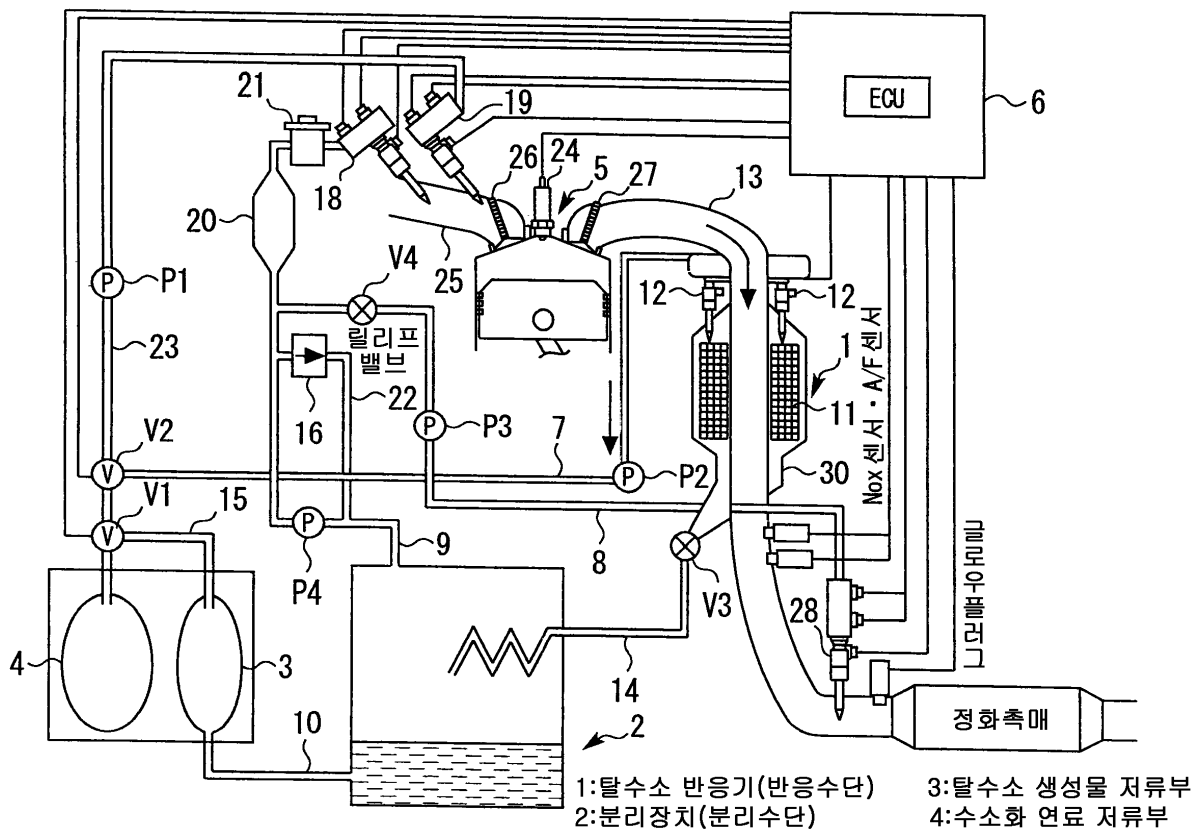
- <171> 또한 제 9 발명은, 제 8 발명에 있어서 상기 수소풍부 가스의 공급 가부를 판단하는 수소풍부 가스 공급 가부 판단수단을 구비하고, 상기 연료공급 제어수단은, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린의 쌍방을 공급할 수 있는 상황하에서는 항상 그들 조합을 연료로 하여 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- <172> 또한 제 10 발명은, 제 6 발명에 있어서, 상기 연료공급수단은, 상기 수소풍부 가스를 내연기관에 공급하기 위한 수소풍부 가스 공급수단과, 상기 탈수소화 가솔린을 내연기관에 공급하기 위한 탈수소화 가솔린 공급수단과, 상기 수소풍부 가스 및 상기 탈수소화 가솔린 중에서 연료로서 사용해야 할 1종 이상의 연료를 선택하는 연료 선택수단과, 선택된 연료가 내연기관에 공급되도록, 상기 수소풍부 가스 공급수단 및 상기 탈수소화 가솔린 공급수단을 제어하는 연료공급 제어수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.
- <173> 또한 제 11 발명은, 제 10 발명에 있어서, 상기 수소풍부 가스를 저류하는 수소풍부 가스 탱크와, 상기 수소풍부 가스의 잔량이 공급가능 판정량을 넘었는지 아닌지를 판단하는 수소풍부 가스 잔량 판정수단을 구비하고, 상기 연료공급 제어수단은, 상기 탈수소화 가솔린만이 내연기관에 공급되는 것을 전제로, 그 탈수소화 가솔린의 연료공급량을 산출하는 연료공급량 산출수단을 구비하고, 상기 수소풍부 가스의 잔량이 상기 공급가능 판정량 이하인 상황하에서는, 상기 연료공급량 산출수단에 의해 산출된 연료공급량에 따라 상기 탈수소화 가솔린만을 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- <174> 또한 제 12 발명은, 제 10 또는 제 11 발명에 있어서, 상기 탈수소화 가솔린을 저류하는 탈수소화 가솔린 탱크와, 상기 탈수소화 가솔린의 잔량이 저류 상한량에 이르렀는지 아닌지를 판단하는 탈수소화 가솔린 잔량 판정수단을 구비하고, 상기 연료분리수단은, 상기 수소풍부 가스의 소비량이 보충되도록 상기 수소화 가솔린을 상기 수소풍부 가스와 상기 탈수소화 가솔린으로 분리하는 처리를 실행하고, 상기 연료공급 제어수단은, 상기 탈수소화 가솔린의 잔량이 상기 저류 상한량에 이르는 상황하에서는 상기 탈수소화 가솔린만을 내연기관에 공급하는 것을 특징으로 한다.
- <175> 제 1 내지 제 5 발명에 따른 수소이용 내연기관에 의하면, 수소화 연료, 수소화 연료로부터 탈수소되어 얻어진 탈수소 생성물 및 수소에서 선택되는 1종 또는 2종 이상의 연료를 자유롭게 선택하여 내연기관에 공급할 수 있고, 엔진 등의 내연기관의 흡기계나 배기계, 연소실에 수소를 공급하는 경우, 고압 탱크나 액체수소 탱크 등의 탑재나 수소의 흡착·흡장, 연료의 개질에 의하지 않고 수소의 공급을 수소화 연료의 탈수소 반응에 의해 생성된 수소를 사용하여 실행하여, 에너지이용의 고효율화, 장치 전체의 소형화, 경량화를 도모할 수 있음과 함께 깨끗한 시스템을 구축할 수 있다.
- <176> 제 6 발명에 의하면, 유기 하이드라이드를 함유하는 수소화 가솔린만을 급유함으로써 차량상에서 수소화 가솔린, 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린의 3종의 연료를 사용 가능한 상태로 할 수 있다. 그리고, 본 발명에 의하면, 적어도 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린을 연료로 사용함으로써 내연기관을 양호하게 작동시킬 수 있다.
- <177> 제 7 발명에 의하면, 수소화 가솔린, 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린 중에서 임의의 연료를 선택하여 필요에 따라 내연기관에 공급할 수 있다. 이 때문에, 본 발명에 의하면, 사용연료의 종류에 관해 높은 자유도를 얻을 수 있어, 여러 가지 상황에 적절히 대처할 수 있다.
- <178> 제 8 발명에 의하면, 가솔린 공급이 요구되고 있는 경우에는 가능한 한 탈수소화 가솔린을 공급할 수 있다. 탈수소화 가솔린은 높은 옥탄가를 갖고 있다. 이 때문에, 본 발명에 의하면 내연기관의 내노킹 특성을 높일 수 있다.
- <179> 제 9 발명에 의하면, 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린의 쌍방을 공급할 수 있는 상황하에서는 항상 그 조합으로 연료를 내연기관에 공급할 수 있다. 상기 조합에 의하면, 높은 내노킹 성능을 확보하면서 우수한 연비 특성, 우수한 배출 특성을 실현할 수 있다.
- <180> 제 10 발명에 의하면, 수소화 가솔린을 원료로 내연기관에 수소풍부 가스 및 탈수소화 가솔린을 공급할 수 있다. 이 때문에, 본 발명에 의하면, 연료의 취급을 용이하게 하면서 높은 내노킹성, 우수한 연비 특성 및 우수한 배출 특성을 실현할 수 있다.
- <181> 제 11 발명에 의하면, 수소풍부 가스의 잔량을 감시해 두고, 수소풍부 가스의 공급이 불가능한 상황하에서는 탈수소화 가솔린만을 내연기관에 공급함으로써 안정된 운전상태를 실현할 수 있다.
- <182> 제 12 발명에 의하면, 수소풍부 가스의 소비량이 보충되도록 수소화 가솔린을 수소풍부 가스와 탈수소화 가솔린으로 분리시킬 수 있다. 그 결과, 탈수소가솔린이 과잉이 되어 그 잔량이 저류 상한량에 이른 경우에는, 내

연기관에 대한 수소의 공급을 멈추고 탈수소화 가솔린만 공급함으로써 탈산소화 가솔린의 과잉 발생을 막을 수 있다.

- <183> 또, 상기 서술한 제 1 실시형태에서는, 탈수소 반응기 (1) 가 상기 제 1 발명에서의 「반응수단」에, 분리장치 (2) 가 상기 제 1 발명에서의 「분리수단」에 각각 상당한다. 또한, 밸브 (V1, V2), 펌프 (P1, P4), 공급배관 (23), 배관 (17), 수소 공급용 인젝터 (18), 가솔린 공급용 인젝터 (19) 및 버퍼 탱크 (20) 가 상기 제 2 발명에서의 「연료공급수단」에 상당하고 있다.
- <184> 또한 상기 서술한 제 1 실시형태에서는, 수소화 연료 저류부 (4) 가 상기 제 6 발명에서의 「수소화 가솔린 탱크」에, 탈수소 반응기 (1) 및 분리장치 (2) 가 상기 제 6 발명에서의 「연료분리수단」에, 밸브 (V1, V2), 펌프 (P1, P4), 공급배관 (23), 배관 (17), 수소 공급용 인젝터 (18), 가솔린 공급용 인젝터 (19) 및 버퍼 탱크 (20) 가 상기 제 6 발명에서의 「연료공급수단」에 각각 상당하고 있다.
- <185> 또한 상기 서술한 제 1 실시형태에서는, 밸브 (V1, V2), 펌프 (P1), 공급배관 (23) 및 가솔린 공급용 인젝터 (19) 가 상기 제 7 발명에서의 「수소화 가솔린 공급수단」 및 「탈수소화 가솔린 공급수단」에, 펌프 (P4), 배관 (17), 수소 공급용 인젝터 (18) 및 버퍼 탱크 (20) 가 상기 제 7 발명에서의 「수소풍부 가스 공급수단」에 각각 상당하고 있다. 또한, ECU (6) 가 내연기관의 운전상태에 따라 공급해야 할 연료를 선택함으로써 상기 제 7 발명에서의 「연료 선택수단」이 그 선택에 따라 밸브 (V1, V2), 펌프 (P1, P2), 수소 공급용 인젝터 (18) 및 가솔린 공급용 인젝터 (19) 를 제어함으로써 상기 제 7 발명에서의 「연료공급 제어수단」이 각각 실현되고 있다.
- <186> 또, 상기 서술한 제 1 실시형태에서는, ECU (6) 에 가솔린 공급의 필요성을 판단시킴으로써 상기 제 8 발명에서의 「가솔린 필요와 불필요 판단수단」을, 탈수소 생성물이 공급 가능한 정도로 존재하고 있는지 아닌지를 판단시킴으로써 상기 제 8 발명에서의 「탈수소화 가솔린 공급 가부 판단수단」을 각각 실현할 수 있다. 그리고, 여기에서는 ECU (6) 에, 수소풍부 가스가 공급 가능한 정도로 존재하고 있는지 아닌지를 판단시킴으로써 상기 제 9 발명에서의 「수소풍부 가스 공급 가부 판단수단」을 실현할 수 있다.
- <187> 또한 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, 탈수소 반응기 (52) 및 분리장치 (70) 가 상기 제 6 발명에서의 「연료 분리수단」에, 가솔린 버퍼 탱크 (76), 가솔린 공급관 (80), 펌프 (82), 가솔린 공급용 인젝터 (50), 펌프 (86), 수소 버퍼 탱크 (84), 수소 공급관 (92) 및 수소 공급용 인젝터 (48) 가 상기 제 6 발명에서의 「연료공급수단」에 각각 상당하고 있다.
- <188> 또한, 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, 펌프 (86), 수소 버퍼 탱크 (84), 수소 공급관 (92) 및 수소 공급용 인젝터 (48) 가 상기 제 10 발명에서의 「수소풍부 가스 공급수단」에, 가솔린 버퍼 탱크 (76), 가솔린 공급관 (80), 펌프 (82), 가솔린 공급용 인젝터 (50) 가 상기 제 10 발명에서의 「탈수소화 가솔린 공급수단」에 각각 상당하고 있다. 또한, ECU (96) 가 상기 단계 106 및 112~130 의 처리를 실행함으로써 상기 제 10 발명에서의 「연료 선택수단」이, 상기 단계 108 및 110 의 처리를 실행함으로써 상기 제 10 발명에서의 「연료공급 제어수단」이 각각 실현되고 있다.
- <189> 또한, 상기 서술한 제 2 실시형태에서는, ECU (96) 가, 상기 단계 106 의 처리를 실행함으로써 상기 제 11 발명에서의 「수소풍부 가스 잔량 판정수단」이, 상기 단계 108 의 처리를 실행함으로써 상기 제 11 발명에서의 「연료공급량 산출수단」이 각각 실현되고 있다. 또한 여기에서는, ECU (96) 가, 상기 단계 112 의 처리를 실행함으로써 상기 제 12 발명에서의 「탈수소화 가솔린 잔량 판정수단」이 실현되고 있다.

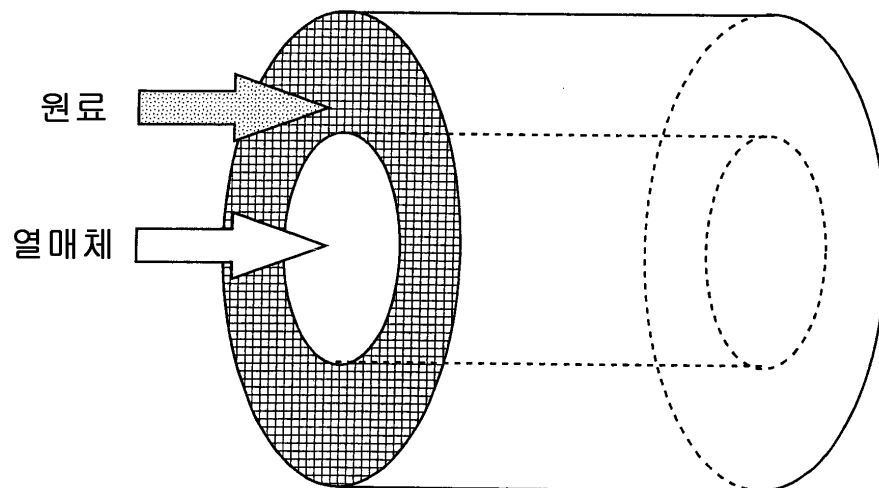
도면

도면1

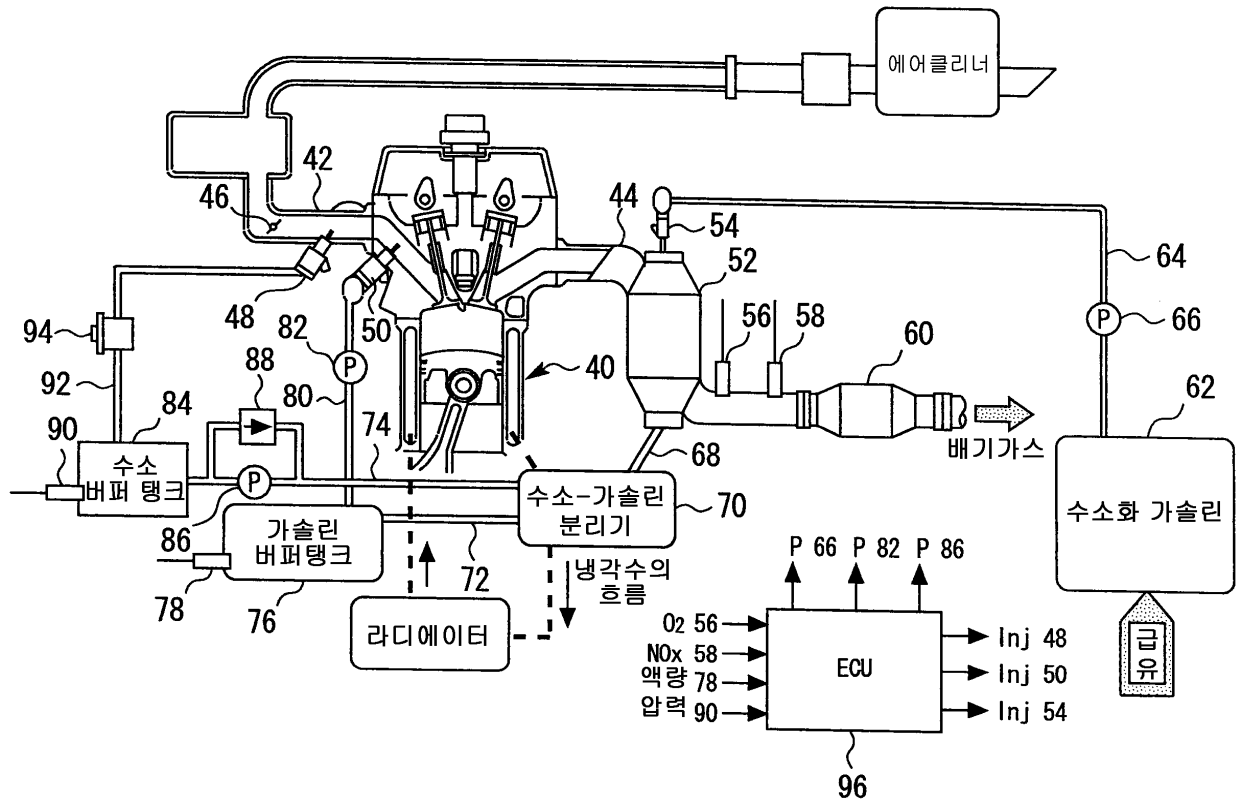


도면2

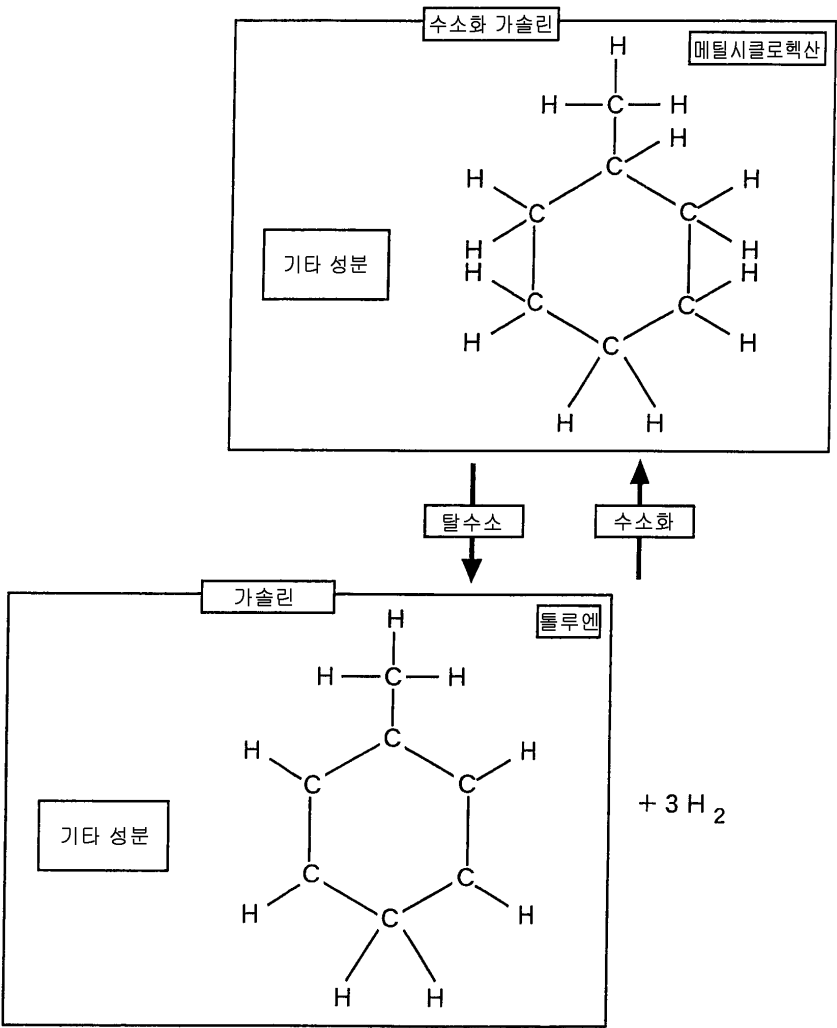
도넛형 허니콤



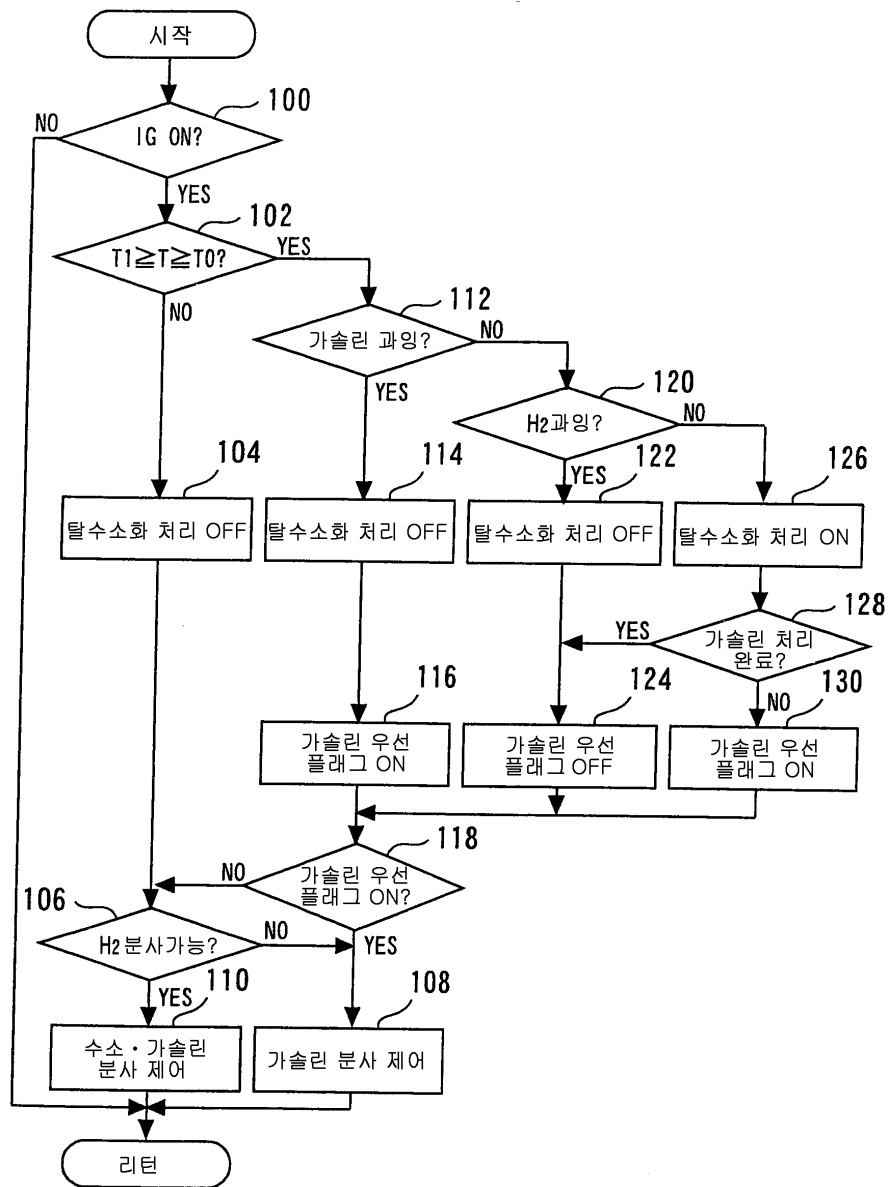
도면3



도면4



도면5



도면6

