

I. 머리말

지난 20년간 자동차공업은 매우 눈부시게 큰 발전을 이룩하였다.

이 발전과정에서 가장 힘들고 어려웠던 일종의 하나가 엔진 연료장치의 개선과 개량에 대한 문제였다.

자동차의 에너지절약

— 전자제어 연료장치를 중심으로 —

정 달 옥
〈현대자동차 정비이사〉

油價 상승으로 인한 에너지절약은 소비자 개인의 문제 뿐만 아니라, 국가의 정책적인 문제로 다루어졌고, 이로 인해 자동차 메이커는 연료가 적게 소비되는 엔진의 개발에 심혈을 기울였다.

또한 이와 더불어 요구되는 또다른 조건은 날로 심각해지는 자동차 배출가스에 의한 환경오염의 방지대책이었다.

각국의 政府는 자동차 배출가스에 의한 환경오염 방지를 위해 배출가스의 배출규제를 해를 거듭할수록 엄격하게 규제하게 되었다.

이와 같이 자동차 메이커는 연비의 개선과 배출가스 감소라는 어려운 난제를 동시에 해결해야 하는 어려움에 직면하게 되었다.

이 어려운 문제를 해결하여 현재와 같이 연료가 적게

이 자료는 지난 11월 27일 언론회관에서 열린 한국석유품질검사소 주최의 석유제품 세미나에서 발표된 내용을 옮긴 것임. 〈편집자주〉

각국의 배기가스 규제치

		HC	CO	NO _x	EVAP	비 고
美國	캘리포니아	0.41	7.0	0.7	2.0	LA-4 C/H (g/mile)
	기 타 지 역	0.41	3.4	1.0	2.0	" (")
캐 나 다		2	25	3.1	24	" (")
日 本		0.39	2.7	0.48	2.0	CVS-10 (g/KM)
韓 國		2.8	18.1	2.5		" (")
유 럽		CO : 58, HC+NO _x : 19				ECE-15 (g/TEST)

註 : 1984년 현재

들고 배출물질을 극히 적게 배출하는 엔진이 탄생할 수 있었던 것은, 電子産業, 즉 컴퓨터에 의한 엔진의 전자 제어방법이 도입되어 가능하게 되었다.

自動車 엔진에 제어용 컴퓨터를 최초로 사용한 회사는 美國의 GM사로 1977년 MISAR (Micro Processed Sensing and Automotive Regulation) 라고 하는 장치를 부착하여 엔진의 부하, 엔진의 회전수, 수온등을 감안하여, 점화진각을 최적화하는 전자제어 진각장치를 부착한 것을 시초로 하여 그후 눈부신 발전을 거듭한 결과 1980년에는 현재 사용하는 것과 같은 훌륭한 엔진 제어시스템이 탄생되어 일반적으로 널리 사용되고 있다.

그러나 국내의 경우, 전자제어엔진이 극히 일부의 고급차량에만 적용되고 있는 실정이나, 1987년 1월1 일

새 배기가스 기준치(1987. 7. 1 시행예정)

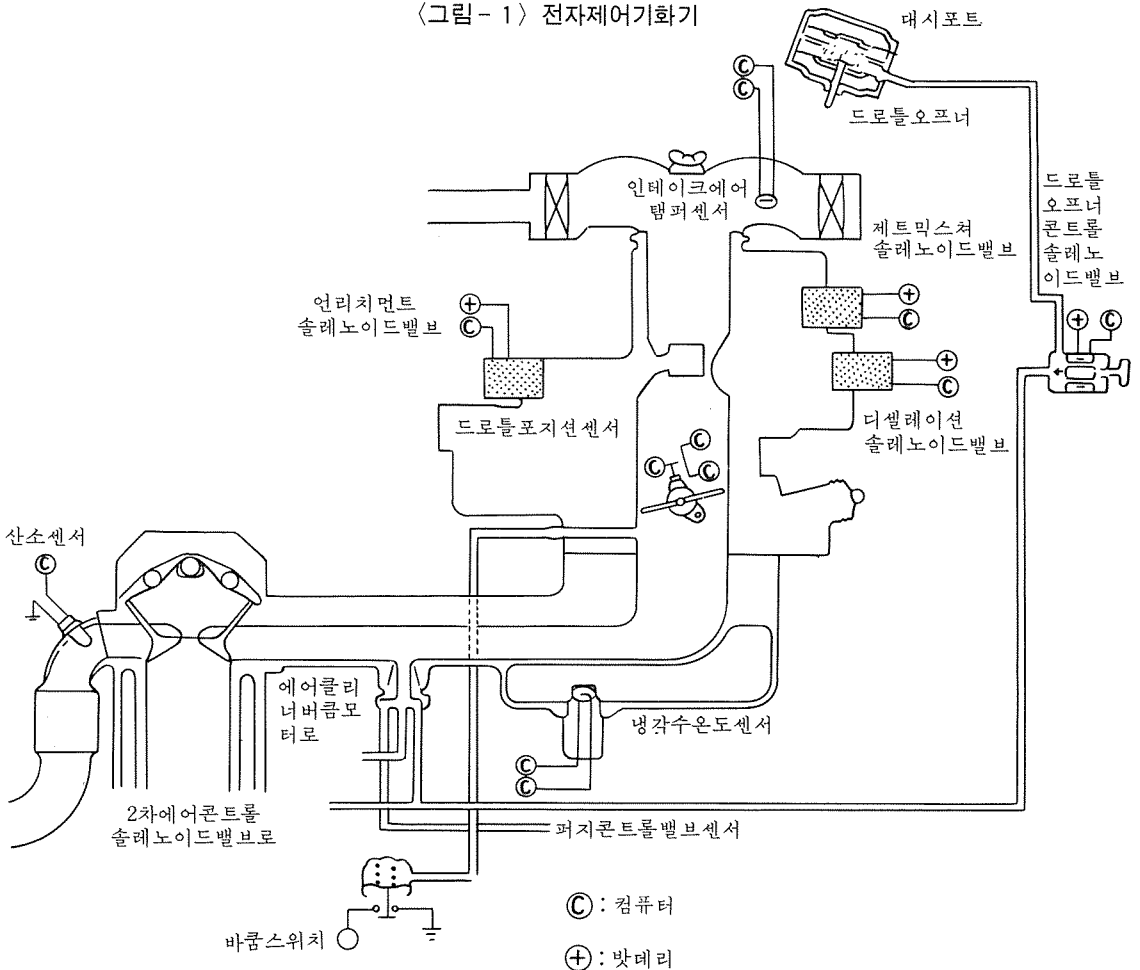
	현 재	신 규 제 치
CO	18g/km	2.11g/km
HC	2.8g/km	0.25g/km
NOx	2.5g/km	0.62g/km

이후부터 실시예정인 배출가스에 대한 규제가 강화되면 국내에서도 전자제어연료장치의 도입은 불가피하게 된다.

II. 전자제어 연료장치의 종류

전자제어 연료장치란 마이크로 컴퓨터(Micro-Com-

〈그림 - 1〉 전자제어기화기



puter)와 각종의 센서(Sensor)를 이용하여, 엔진에 공급하는 연료를 최적의 상태로 조절하는 장치를 말하며, 현재 실용화되어 일반적으로 사용되고 있는 장치는 다음과 같다.

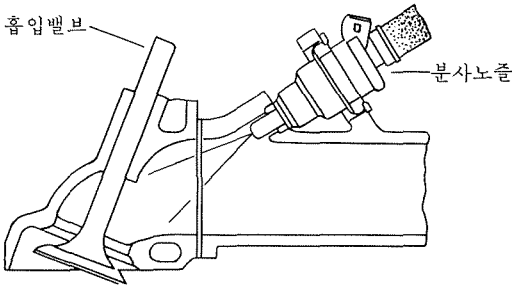
1. 전자제어 기화기 (Computer Controlled Carburator)

전자제어 기화기란 종래의 일반기화기내의 연료통로에 컴퓨터로 제어하는 몇개의 연료량 조정밸브를 설치한 후 엔진의 운전상태에 따라, 이 밸브를 열거나 닫아주어 일정한 혼합기를 공급하도록 한 장치이며, 부수장치로서는 각종의 센서와 배기가스정화장치 등으로 구성되어 있다.

2. 전자제어 연료분사 장치

전자제어 연료분사장치란 기화기를 사용하지 않고, 연료분사 노즐을 이용하여 흡기관내에 연료를 분사하는 장치를 말하며, 다음과 같은 특징이 있다

<그림-2> 연료 분사



(1) 엔진의 열효율이 향상된다.

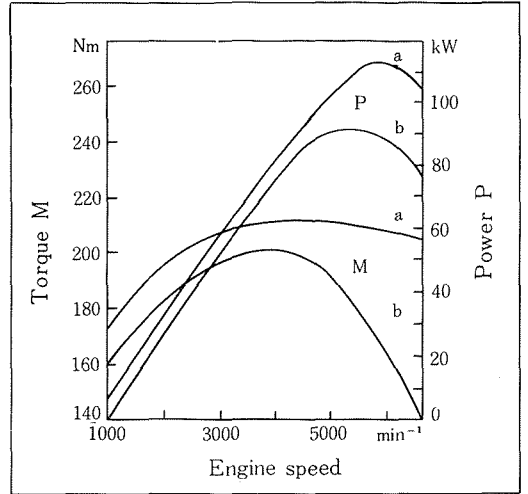
연료분배가 균일하므로 흡기 다기관을 길이를 최적화할 수 있어 흡입효율이 상승되고 이로 인해 출력이 향상된다.

또한 각 실린더간의 연료분배가 균일하므로 엔진의 파워 밸런스(Power Balance)가 양호해져 엔진의 진동이 적고 운전이 매우 정숙하다.

(2) 연비가 향상된다.

컴퓨터는 엔진에 꼭 필요한 양의 연료를 계산한 후 공

<그림-3> 연료분사식과 기화식의 出力비교

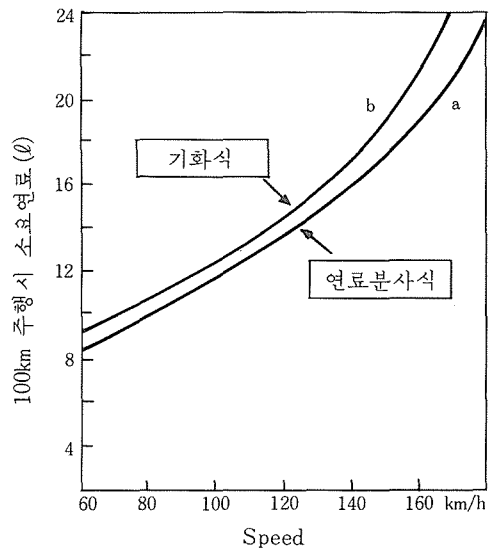


급하기 때문에 불필요한 연료가 실린더 내로 유입되지 않는다.

(3) 응답성이 신속하다.

컴퓨터는 엔진의 상태변동을 일천분의 몇초 이내로 감

<그림-4> 연료분사식과 기화식의 연비 비교



지한 후, 이에 대응하는 연료를 즉시 분사하기 때문에 응답성이 좋다.

(4) 배기가스의 감소

일정한 공연비의 공급이 가능하므로 연소가 균일하고 양호하다.

Ⅲ. 전자제어 연료분사장치

1. 종류

(1) 연료분사방법에 의한 분류

가. 연속 분사식(Continues Fuel Injection)

분사 노즐에 규정압력의 연료를 공급하면 노즐에서 계속 연료가 분사되는 형식으로 일명 기계식 연료분사 장치라고도 한다.

나. 전자제어 분사식

연료분사 노즐에 전기적인 신호가 인가되면 노즐이 열리면서 연료가 분사되는 장치를 말하며, 현재 사용되는 거의 모든 연료분사장치는 이러한 형식이 사용된다.

(2) 분사노즐의 설치방법에 의한 분류

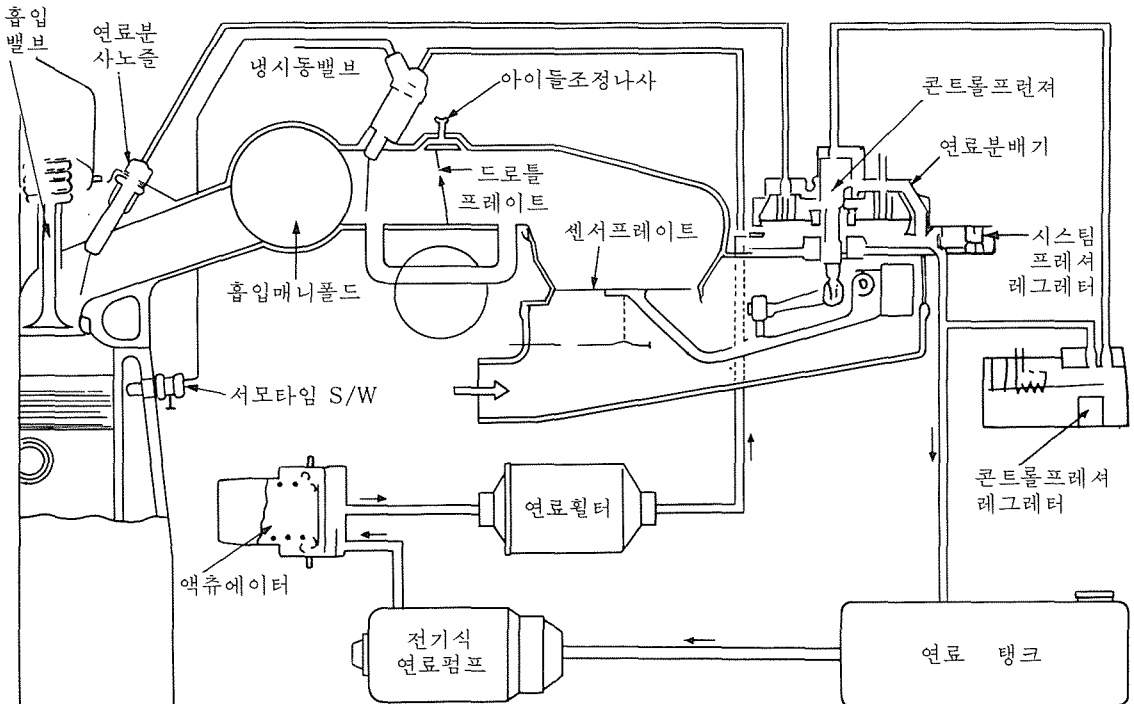
가. 싱글 포인트 인젝션(Single Point Injection. SPI)
1 개 또는 2 개의 연료분사 노즐을 한 곳(Throttle Body)에 설치한 형식을 말하며, 일명 TBI(Throttle body Injection)이라고도 한다.

나. 멀티 포인트 인젝션(Multi point Injection MPI)
본 형식은 각각의 실린더마다 연료분사 노즐이 설치된 형식을 말하며, 연료의 분사는 흡입행정 전에 실시된다.

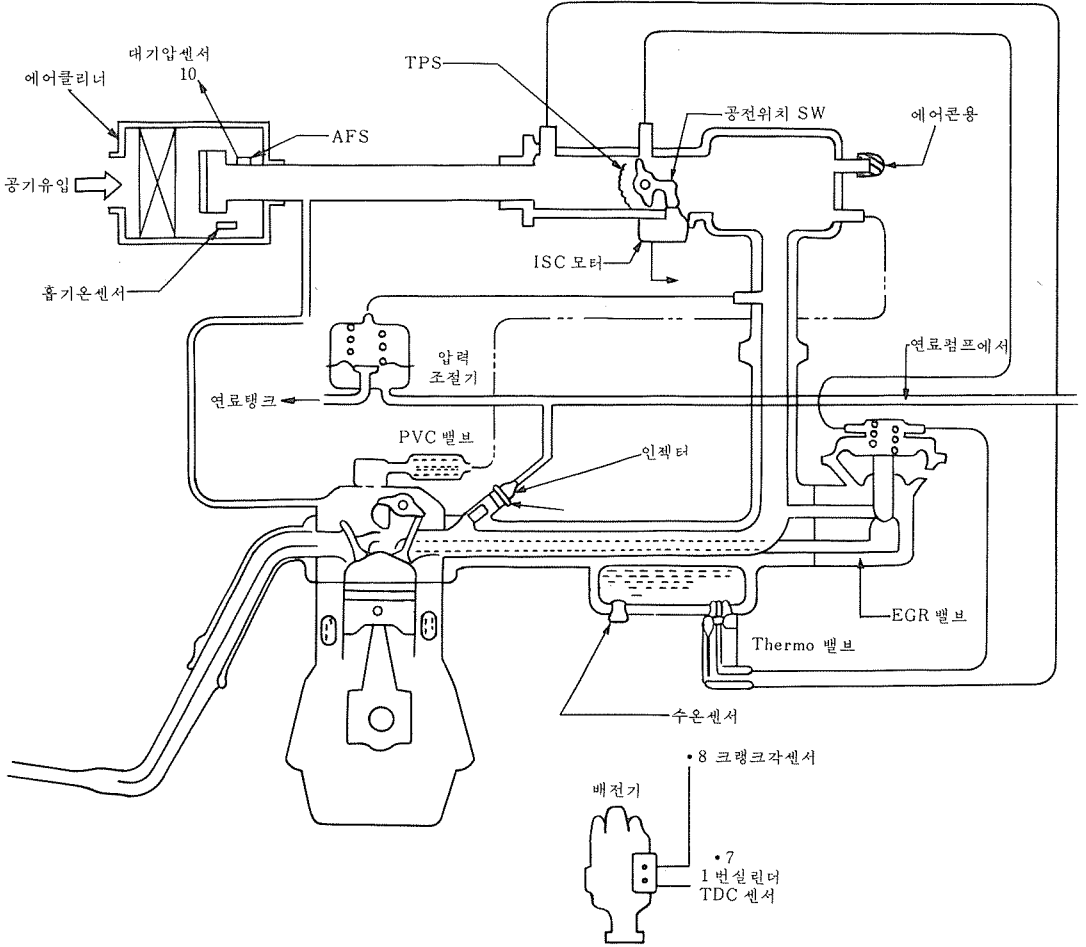
2. 구조

전자제어 연료분사장치의 구조는 각 자동차 메이커마다 구조와 특징이 상이하나, 그 기본구조는 연료계통, 공기계통, 제어계통으로 구성되어 있다.

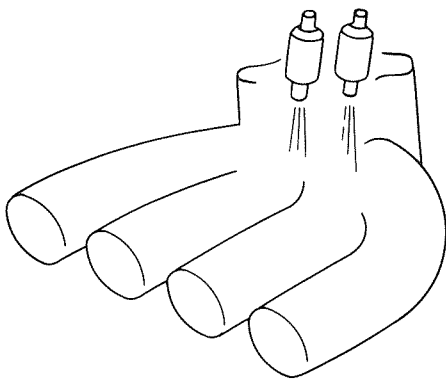
(그림 - 5) 기계식 연료분사장치



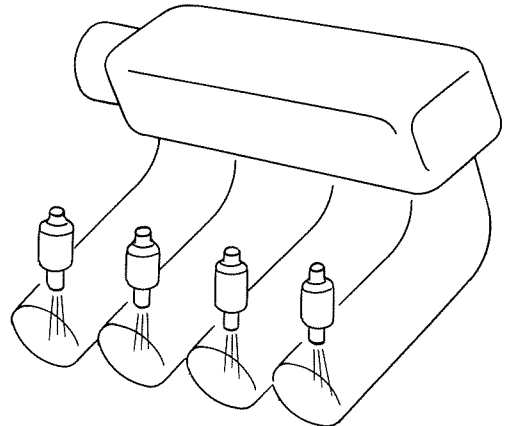
〈그림 - 6〉 전자제어 연료분사장치



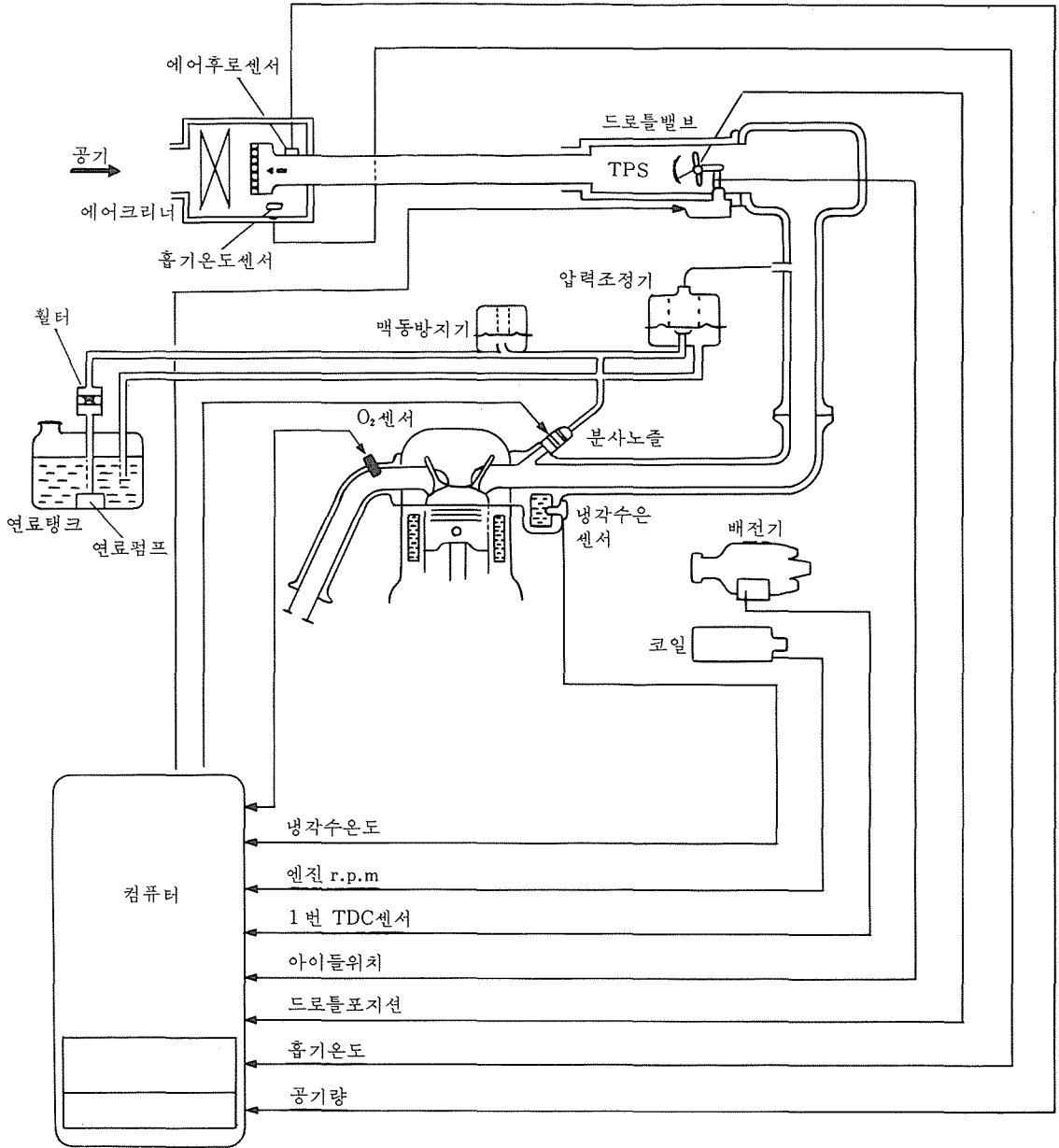
〈그림 - 7〉 싱글 포인트 인젝션



〈그림 - 8〉 멀티 포인트 인젝션



〈그림 - 9〉 MPI의 기본구조



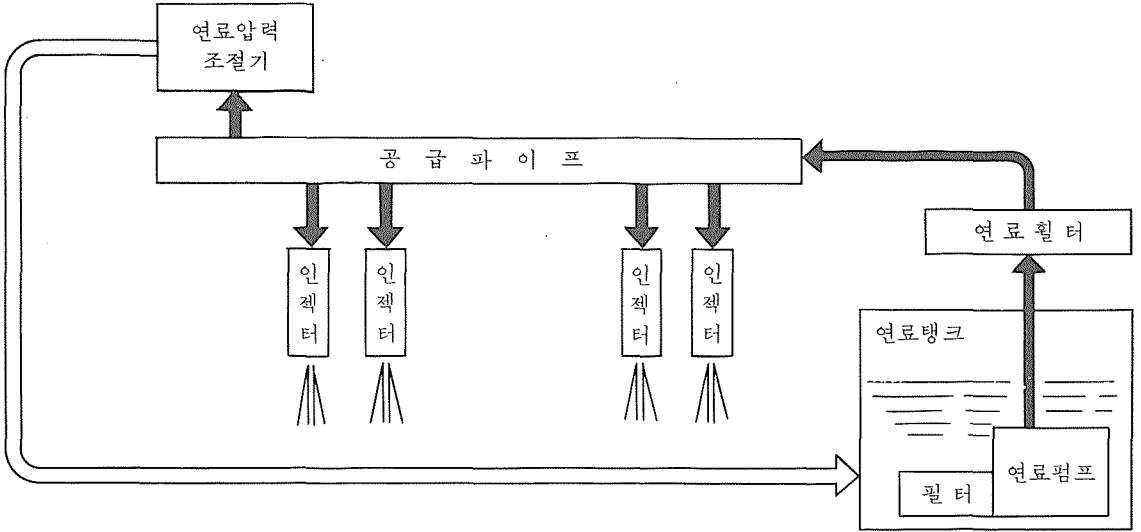
(1) 연료계통

연료계통이란 연료탱크에서 분사노즐까지 연료가 흐르는 모든 장치를 말하며, 구조는 다음과 같다.

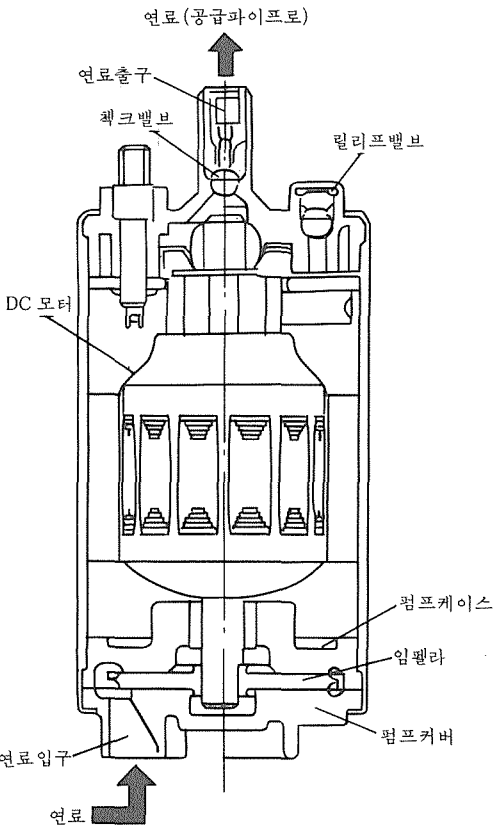
가. 공급펌프

연료탱크 내부의 연료속에 내장되어 있는 직류모터로 구동되는 원심펌프이며, 보통 압송압력은 7-8kg/cm²

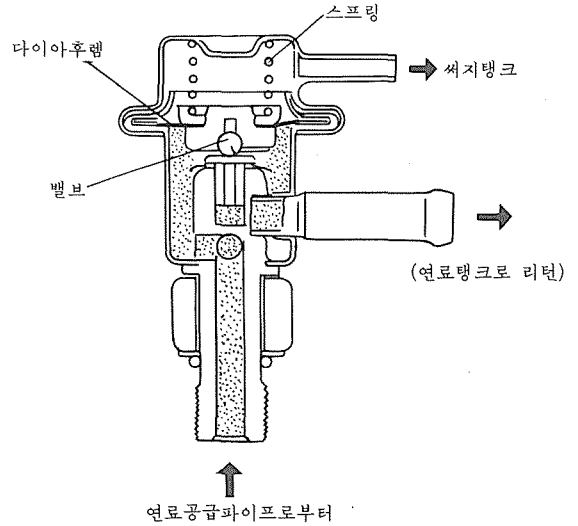
〈그림-10〉 연료계통



〈그림-11〉 연료 펌프



〈그림-12〉 압력조절기



이다.

나. 압력조절기(Pressure Regulator)

분사노즐에서 분사되는 연료의 양은 공급압력과 비례하여 증가한다. 따라서 공급파이프내의 압력을 일정하게 유지하지 않으면 분사량에 변화를 일으킨다. 본 압력조

절기는 공급파이프내의 압력은 항상 2.5kg/cm^2 가 되도록 유지하는 장치이다.

다. 연료분사노즐(Fuel Injector)

엔진의 각종 정보를 수집, 분석한 컴퓨터는 엔진에 가장 알맞는 연료를 분사하기 위하여 노즐에 전기적인 신호를 보낸다.

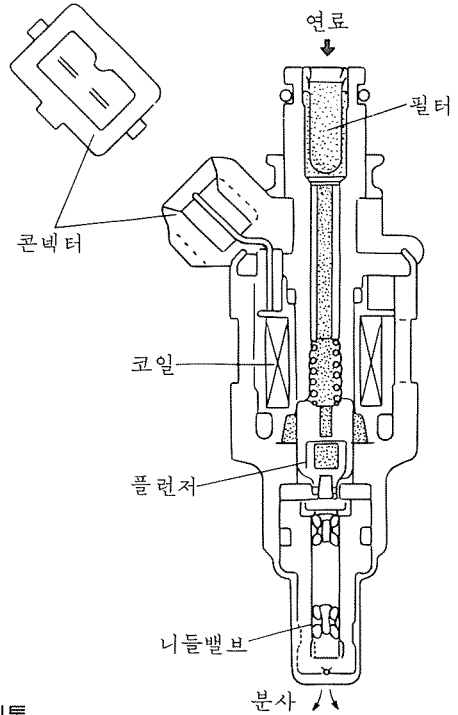
노즐 내부의 코일에 컴퓨터로부터 전기적인 신호가 인가되면 코일에 자력이 발생하고 이로 인해 플런저가 상승한다. 플런저와 니들밸브는 일체로 되어 있으므로 플런저가 상승하면 니들밸브가 열리고 연료는 분사된다.

연료분사량은 컴퓨터가 노즐에 전기를 공급하는 시간으로 조정한다. 즉 통전시간이 길면 연료분사량이 많아지고 통전시간이 짧으면 분사량이 적어진다.

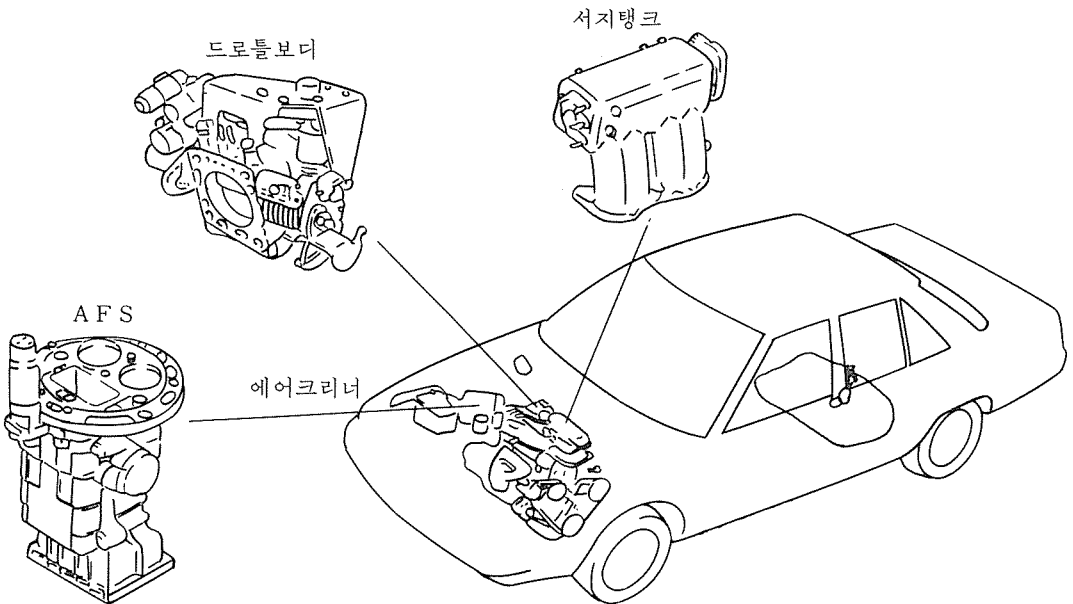
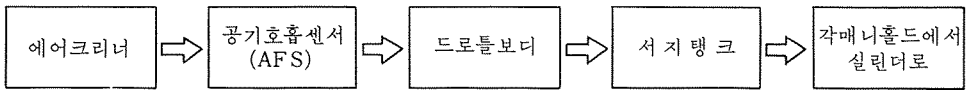
(2) 공기계통

공기계통이란, 흡입공기가 에어클리너로 흡입되어 실린더 내부에 유입될 때까지의 공기가 흐르는 구성품을 말하며, 에어클리너, 공기유량계(Air Flow Sensor), 드로틀 보디(Throttle body), 써지 탱크(Surge Tank)와

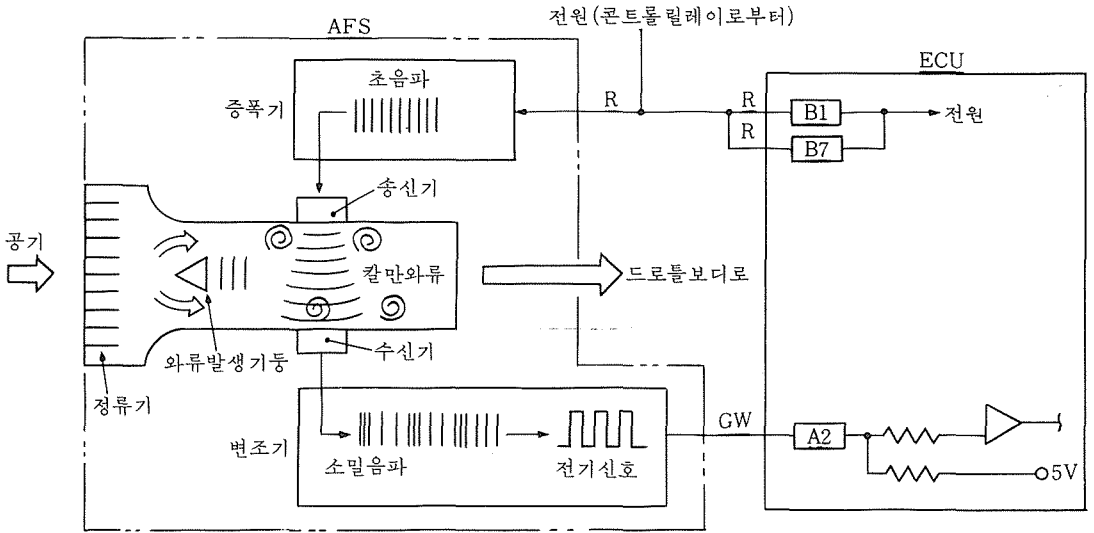
〈그림-13〉 분사노즐



〈그림-14〉 흡입계통



〈그림 - 15〉 초음파식 공기유량계



각종의 연결호스로 구성되어 있다.

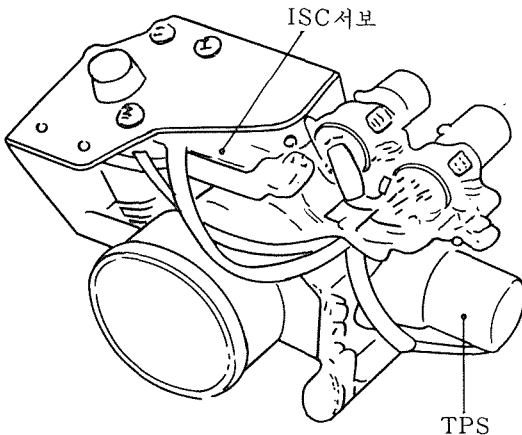
가. 공기유량계 (Air Flow Sensor)

공기유량계는 에어클리너 내부에 설치되어 있으며, 엔진에 유입되는 공기량을 측정하여 컴퓨터에 전달한다. 컴퓨터는 공기유량계에서 보내온 공기량 신호를 계산한 후 연료분사량을 결정하고 노즐에 전기신호를 보내어 연료를 분사시킨다.

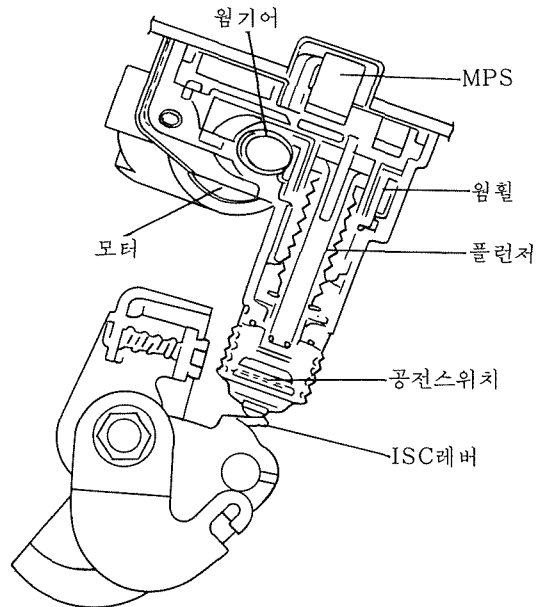
에어클리너를 통과한 흡입공기는 벌집모양의 공기정류기를 거치면서 와류가 없는 직선운동의 공기가 된다. 이

직선운동의 흡입공기는 와류발진기를 지나면서 칼만와류 (Karman-Vortex)가 생성된 후 초음파 발전기 앞을 지난다. 초음파 발전기에서 발전된 일정한 간격의 초음파는 이 칼만와류에 의해 밀집되거나 분산된 후 수신기에

〈그림 - 16〉 드로틀 보디



〈그림 - 17〉 ISC 서보장치



도달한다. 초음파 변조기는 이 변조된 초음파를 전기신호로 바꾸어 컴퓨터에 전달하고 컴퓨터는 이 신호를 연산하여 공기의 양을 계산하고 이에 알맞은 연료를 분사하도록 한다.

또한 이 공기유량계(Air Flow)에는 흡입공기의 온도를 측정하기 위한 흡입온도센서(Intake Air Temperature Sensor)와 차량의 고도를 측정하기 위한 대기압 센서가 부착되어 있다.

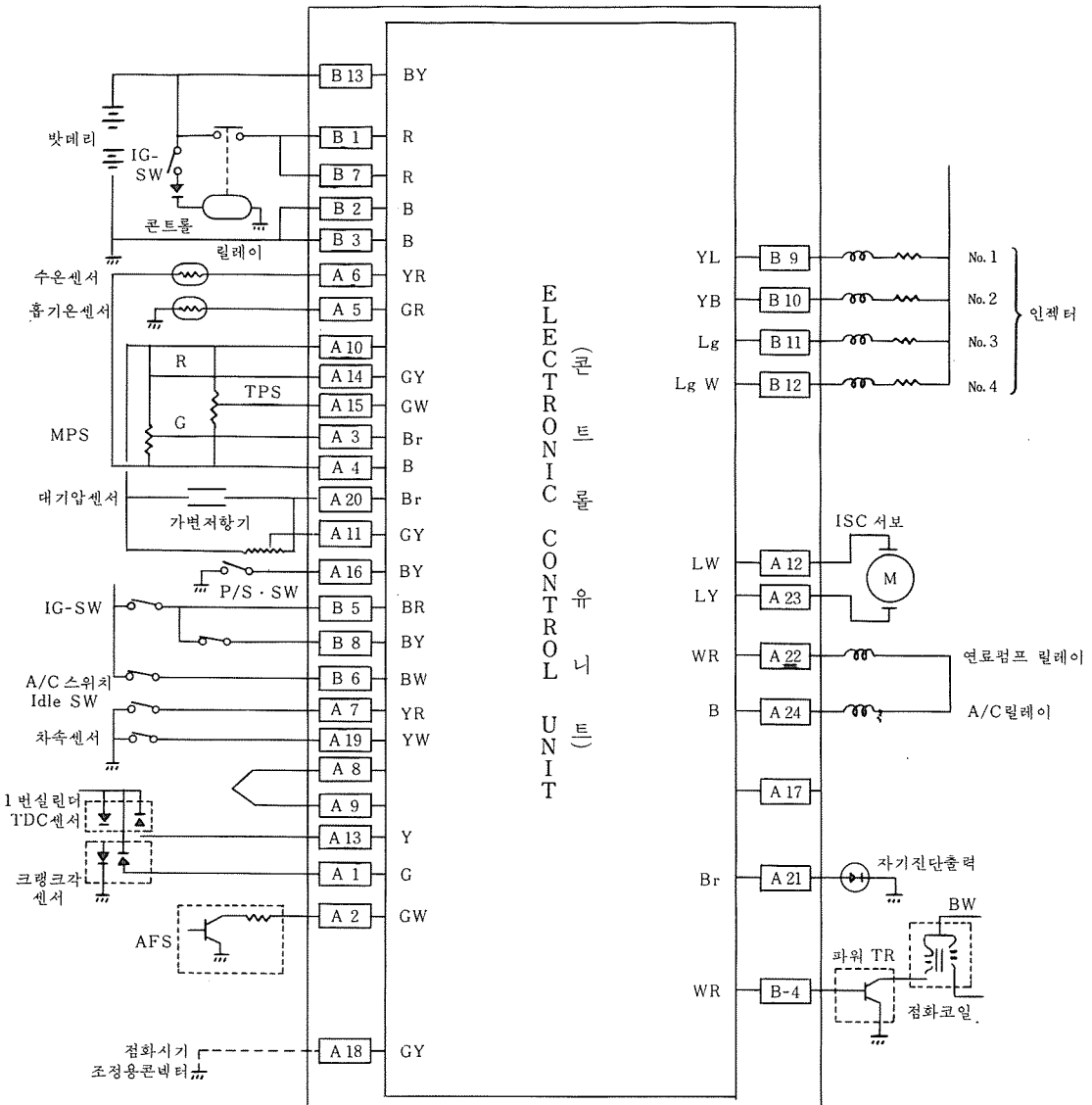
나. 드로틀 보디(Throttle Body)

드로틀 보디에는 흡입공기량을 제어하는 드로틀 밸브, 공전시 공전속도를 조절하는 ISC(Idle Speed Control) 써보(Servo)장치와, 드로틀 밸브의 열림각도를 측정하는 TPS(Throttle Position Sensor)가 설치되어 있다.

(3) 제어 계통

제어 계통이란 엔진의 상태를 감지하는 각종의 센서

〈그림 - 18〉 제어계통 회로도



〈表-1〉 제어계통 센서 및 기능

센서명	기능과 작동
A F S	흡입되는 공기량을 측정하여 인젝터의 기본 분사시간을 결정
1번 TDL 센서	1번실린더의 압축상사점을 식별하는 센서
크랭크각 센서	크랭크 축의 회전위치를 측정하여 분사시기를 결정하는 신호로 사용
공전스위치	엔진의 공전상태 여부를 식별
TPS	드로틀 밸브의 열림 정도를 측정하여 엔진의 운전상태를 검출
대기압 센서	대기의 압력을 감지하여 연료 분사량과 점화시기를 보정한다.

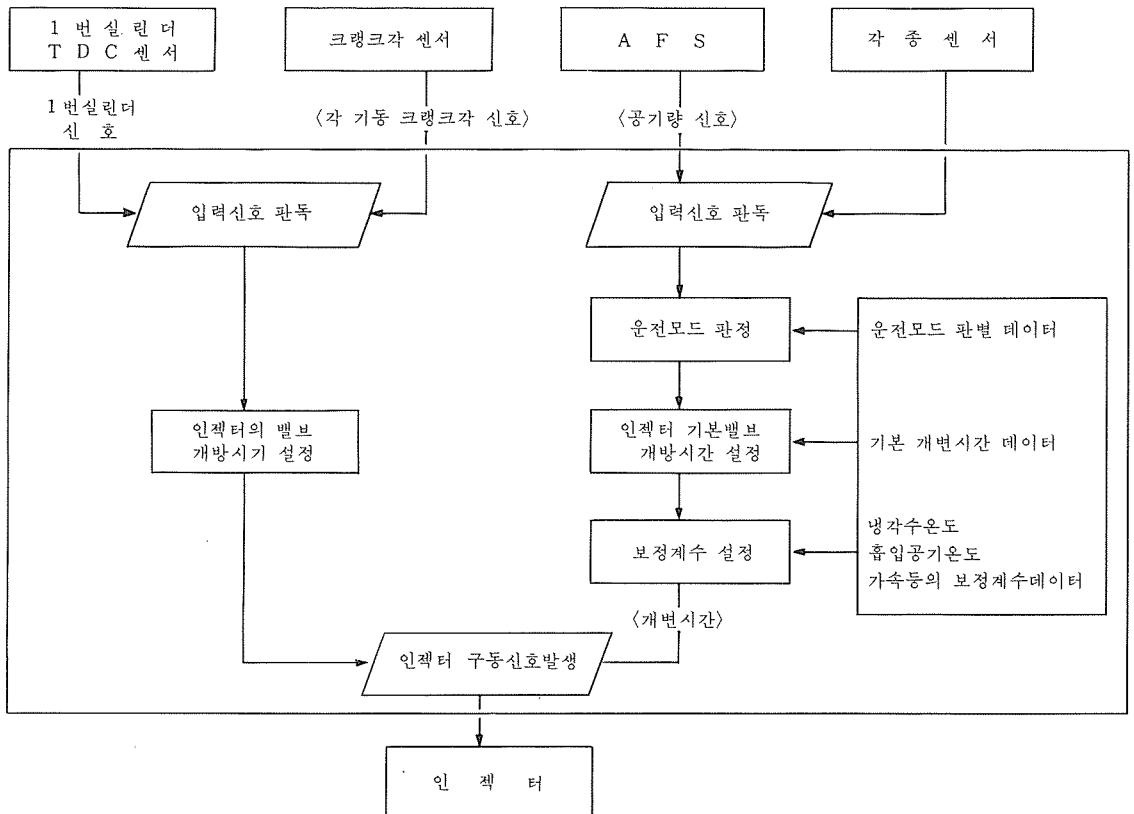
수온 센서	엔진 냉각수의 온도를 검출하여 분사량과 점화시기를 보정한다.
모터포지션센서 (MPS)	ISC-모터의 풀러지 위치를 검출하여 ISC를 제어하도록 한다.
차속 센서	차속 신호를 컴퓨터에 준다.
O ₂ 센서	배기가스 중의 O ₂ 량을 측정하여 공연비를 보정하도록 한다.

와 이를 종합분석하는 ECU(Electronic Control Unit) 즉, 컴퓨터로 구성되어 있다.

각종 센서명과 작용은 다음과 같다.

가. 연료분사 제어원리

〈그림-19〉 연료분사 제어기본



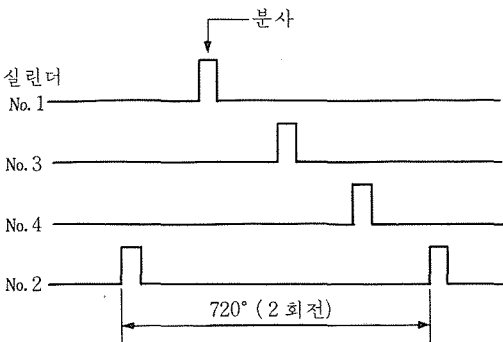
나. 연료 분사방법의 종류

인젝터에서 연료를 분사하는 방법은 엔진의 작동상태에 따라 다르다.

① 동기분사(Sequential Injection)

보통의 주행상태일 경우에는 크랭크 각 센서의 신호에 의해서 연료분사가 이루어진다. 이 때의 연료분사는 그 림과 같이 점화순서대로 이루어지며, 분사시기는 흡입행정전 75° 부근에서 시작된다.

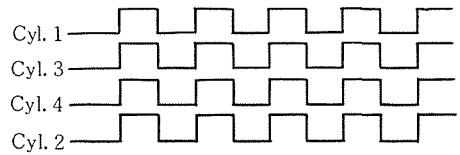
〈그림-20〉 동기분사



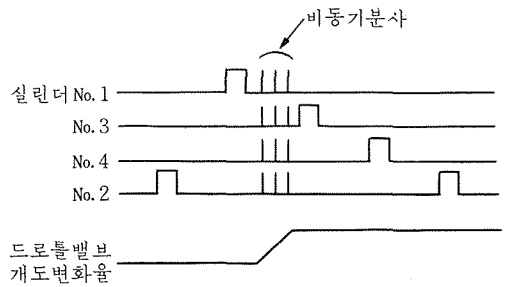
② 동시분사(Simultaneous Injection)

시동시에는 진한 혼합기를 공급하여 시동을 용이하게

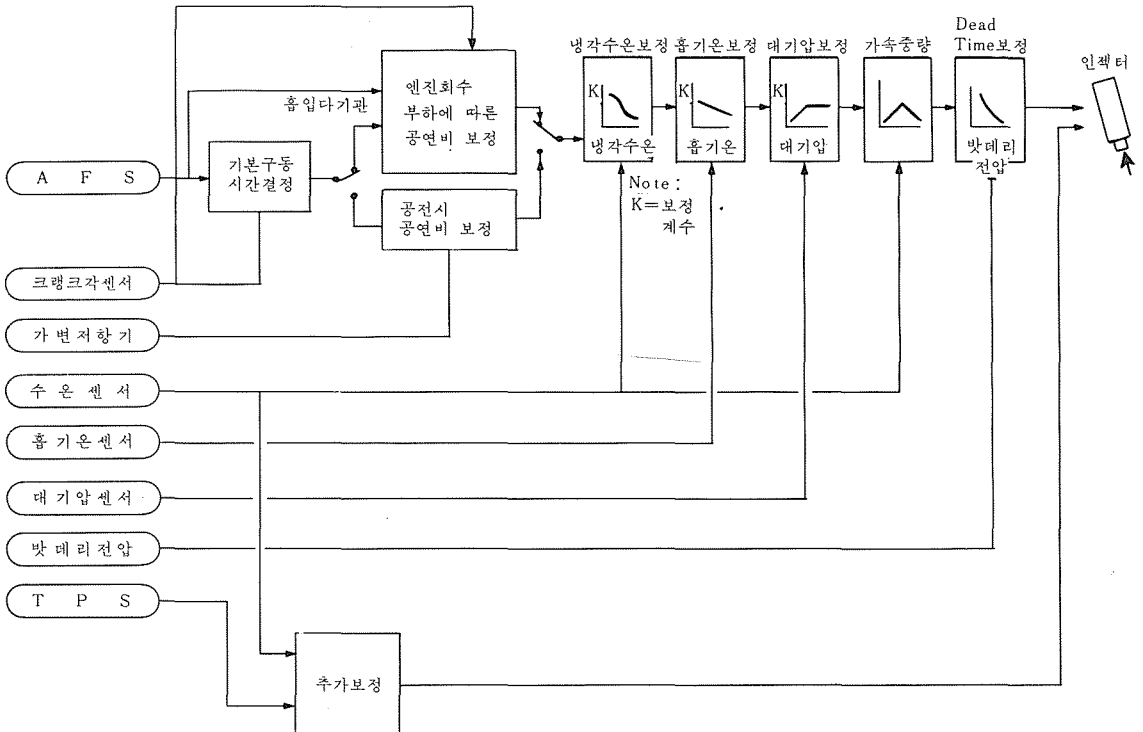
〈그림-21〉 동시분사



〈그림-22〉 비동기 분사



〈그림-23〉 연료량 보정



하기 위해 4 개의 모든 인젝터에서 동시에 연료를 분사한다.

③ 비동기 분사(Non Sequential Injection)

아이들 포지션 스위치가 OFF된 상태에서 드로틀 밸브의 열리는 속도가 규정 이상이 될 때, 즉 급가속시에는 그림과 같이 동기분사 진행중에도 4 개의 인젝터가 모두 연료를 분사하는 비동기분사가 이루어진다.

다. 분사량 보정

엔진의 운전상태는 매우 다양하다. 이 다양한 운전상태에 따라 최적의 연료를 공급하기 위해서는 각 센서의 신호를 토대로 연료공급량을 정밀하게 보정(수정) 하여야 한다.

즉, 인젝터의 기본 구동시간은 AFS에서의 흡입공기량 신호와 크랭크 각 센서신호에 의해 기본시간이 결정되고, 각 센서의 신호에 의해 기본구동시간에 보정이 실시된후 최종의 실제 인젝터 구동시간이 결정되므로 항상 주행상태에 알맞는 최적의 연료를 공급한다.

라. O₂ 센서에 의한 공연비 보정

O₂ 센서에 의한 공연비 제어장치는 혼합비를 항상 이론혼합비(14.7 : 1)로 조정하기 위해 설치되어 있다.

① 이론혼합비 공급이유

엔진에 공급하는 혼합비를 이론 혼합비로 공급하는 것이 연비에 유리할 뿐만 아니라, 배출가스의 농도도 그림과 같이 일정한 상태를 유지하게 한다.

바로 이 상태의 배기가스는 3 원촉매(3 Way-Catalytic Converter)에서 가장 높은 정화율로 정화된다.

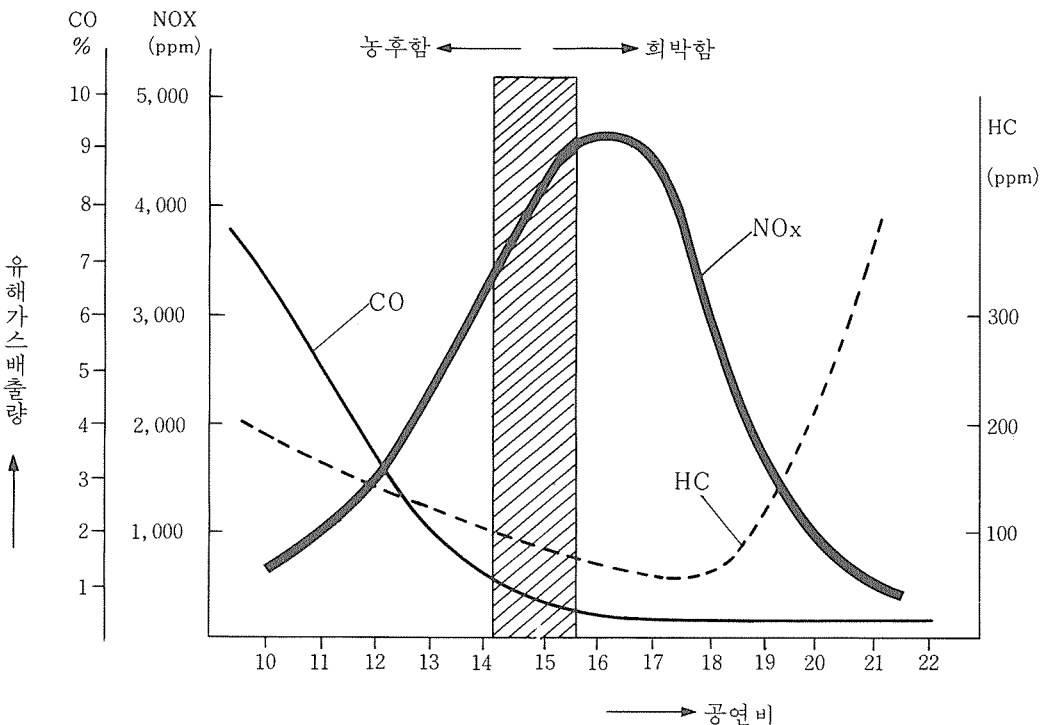
즉, 그림과 같이 이론공연비를 전후한 부근에서 배기가스의 정화율이 최고로 높으며, 이보다 진하거나 희박하여도 3 원촉매의 정화율이 급격히 저하한다.

② O₂ 센서와 피드백제어(Feed Back Control)

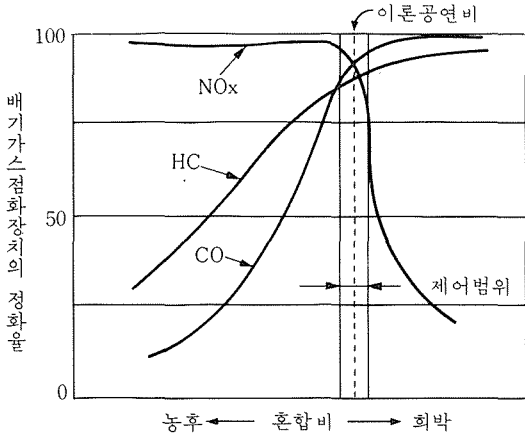
O₂ 센서는 배기밸브 직후의 배기다기관에 설치되어 배기가스중의 O₂ 함량을 측정하여 컴퓨터에 측정치를 전달한다.

컴퓨터는 이 측정치를 인젝터 구동시간의 최종 보정치에 반영하여 인젝터를 구동한다. 산소센서의 구조는 그림과 같은 구조로 되어있다. 이 산소센서의 가장 중요

〈그림-24〉 혼합비와 배출가스의 관계



〈그림-25〉 Cat-Con 정화율

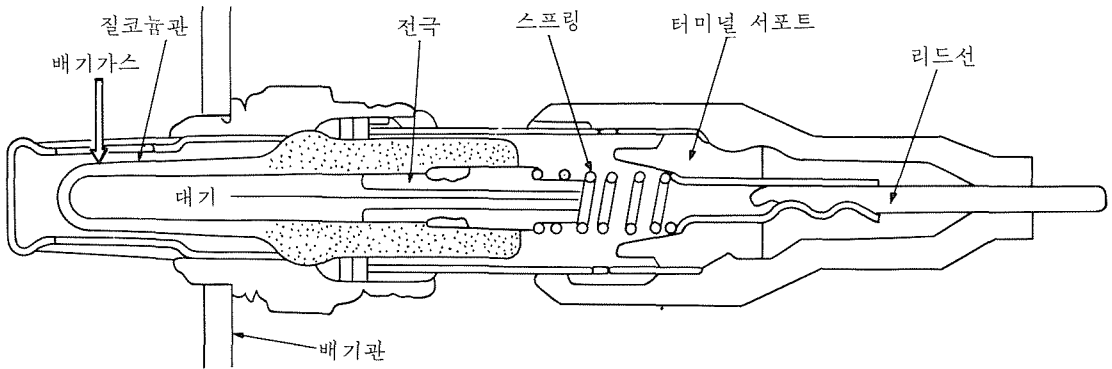


한 질코니아관은 산화질코늄(ZrO_2)에 소량의 산화이트륨(Y_2O_3)을 고용시킨 고체 전해질 소자를 이용하여 시험관 모양의 질코니아관을 만든 다음 그 표면에 다공질의 백금전극피막을 부착시킨 것으로 내부에는 공기가, 외부는 배기가스가 접촉하도록 하였다.

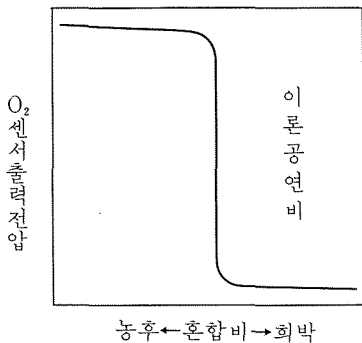
엔진이 작동하여 고온의 배기가스가 방출되면 배기가스중의 산소는 이온화된다. 이로 인해 질코니아관의 내부와 외부의 산소농도에 차이가 발생하므로 이 농도차이에 의해 산소는 대기측(내부)에서 배기측(외부)으로 확산된다.

그 결과 질코니아관은 일종의 농담전지(濃淡電池)가 되어 기전력을 발생한다. 이때 발생하는 기전력의 특징은 이론공연비 부근에서 급격히 변화하는 계단형태의 전

〈그림-26〉 질코니아관



〈그림-27〉 O_2 센서의 기전력



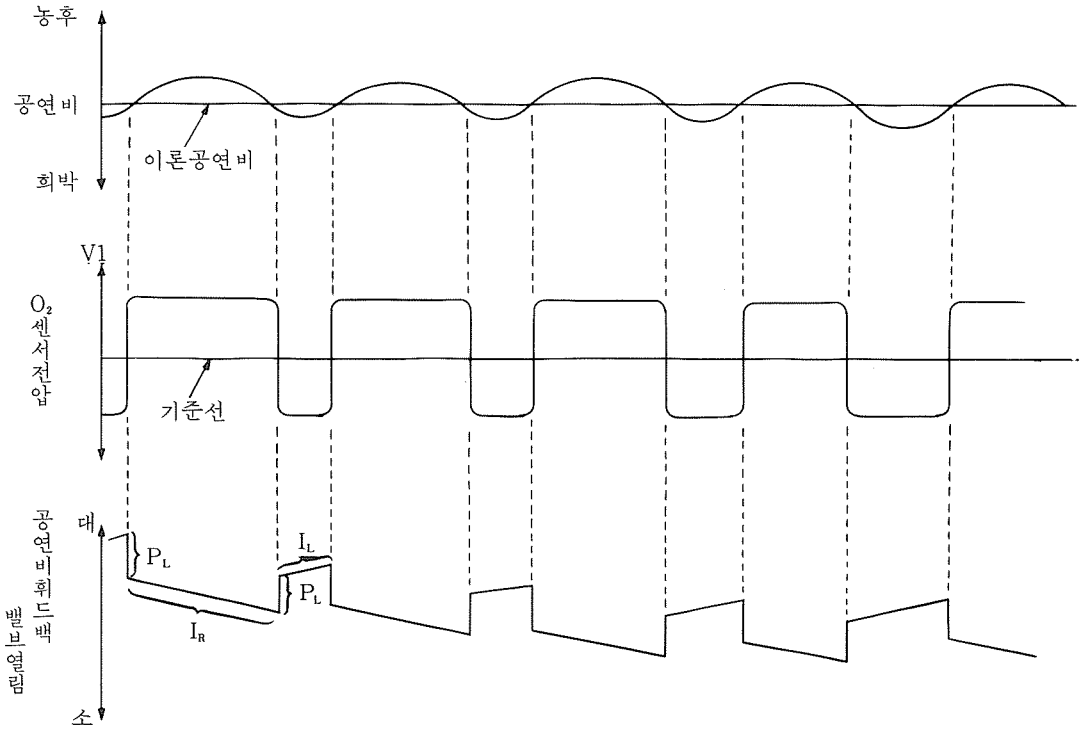
압을 발생한다. 즉, 배기가스중에 산소가 많을 때는(희박한 혼합기가 연소될 경우) O_2 센서의 출력전압은 0.1V 정도이나, 배기가스중에 산소가 적을 때는(농후한 혼합기가 연소될 경우) 0.9V 정도의 전압을 발생한다.

컴퓨터는 O_2 센서에서 발생하는 0.1V 또는 0.9V의 전압을 감지하여 혼합비의 정도를 판독하고 이에따라 연료를 보정한다.

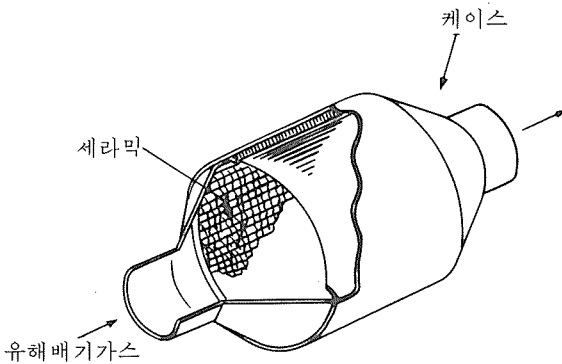
마. 3원촉매 장치(3 Way Catalytic Converter)

연소후 방출되는 배기가스중의 유해성분을 산화와 환원반응을 시켜 무해한 기스로 변화시키는 장치를 3원촉매라 한다. 3원촉매는 CO, HC를 산화시키는 산화촉매와 NO_x 를 환원시키는 환원촉매가 있으며, 이들을 모

〈그림-28〉 O₂ 센서 출력과 공연비 보정



〈그림-29〉 3원촉매



두 합친 촉매장치를 3원촉매라 한다.

3원촉매는 그림과 같이 세라믹 용기를 벌집 모양으로 만든 후 벌집의 표면부에 Pt나 Pd등의 귀금속을 분말상으로 하여 고착시켜 놓았다.

배기가스가 이 벌집을 통과할 때 귀금속의 촉매작용에 의하여 CO는 CO₂로, HC는 H₂O와 CO₂로 산화시키고, NOx는 N₂와 H₂O로 환원시켜 준다.

3원촉매나 O₂ 센서가 장착된 차량에는 반드시 무연휘발유를 사용하여야 한다. 만약 O₂ 센서나 3원촉매가 장착된 차량에 유연휘발유를 사용하면 가솔린중의 납이 백금 표면에 부착하여 촉매로서의 기능을 상실하게 된다.

가는연말 검소하게 오는새해 알뜰하게