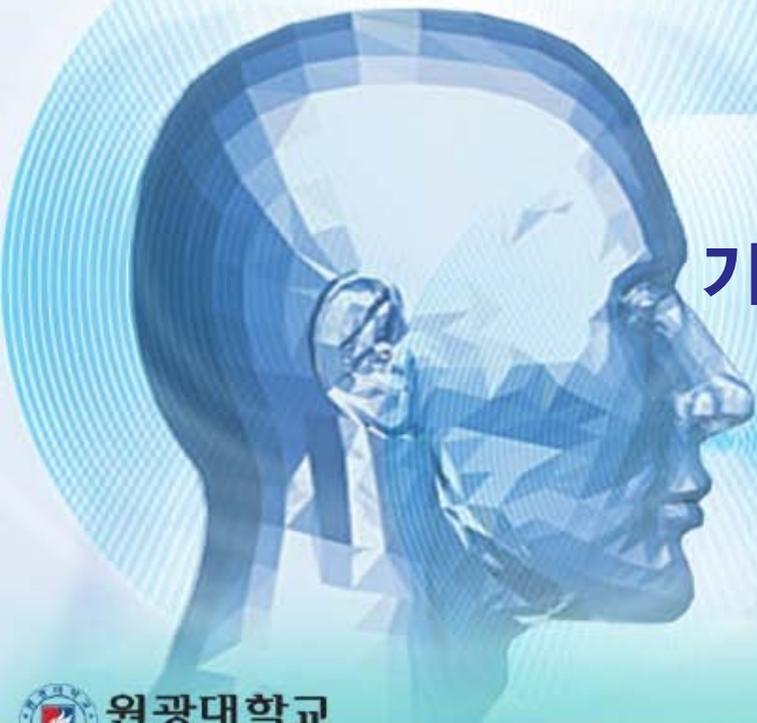


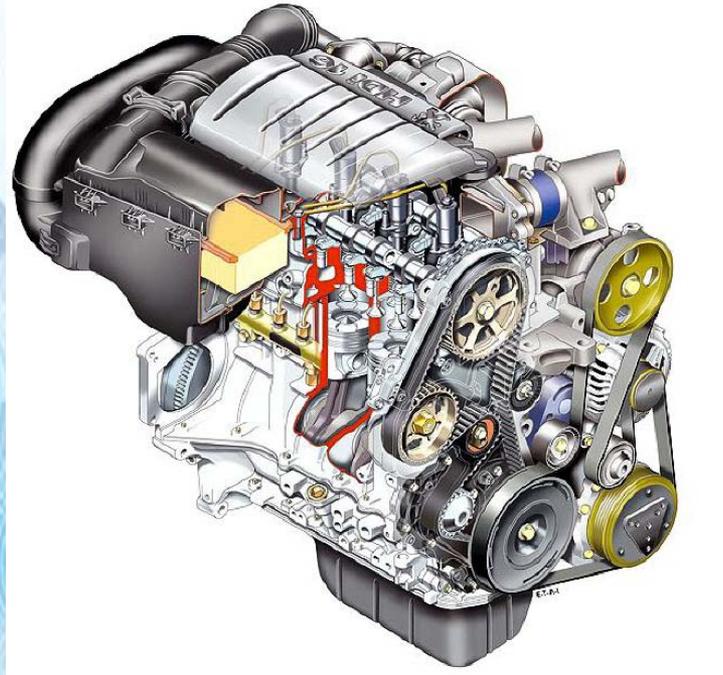
내연기관 (Internal Combustion Engine)

2012년도 1학기(제 9주)

기계자동차공학부
박승운



제5장 가솔린 기관



DV6C_1.6HDi 엔진 by carfeteria.hani.co.kr

◆ 학습목표

○ 가솔린기관의 연료계통과 연료공급장치에 대한 이해

◆ 학습성과

○ 가솔린기관의 연료계통 및 연료공급계통에 대한 구성원리와 구성품들의 기능을 설명할 수 있어야 함.

강의 내용 및 순서

■ 연료계통

■ 연료공급 장치

■ 개론

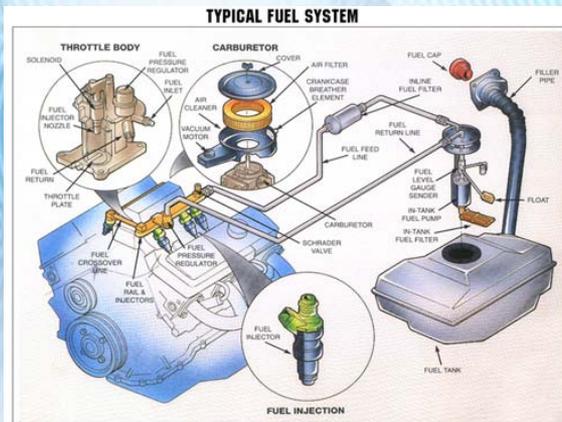
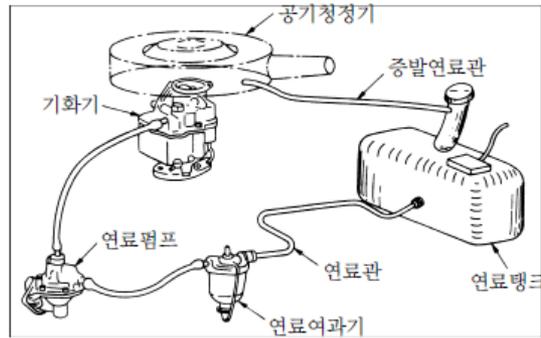
※ 가솔린기관과 디젤기관의 주요특성 비교

특성항목	회전수 (rpm)	출력 (PS/L)	출력중량 (kg/PS)	연소가스압력 (kg/cm ²)	압축비	연료소비율 (g/PS h)
가솔린기관	3600~4400	50~80	0.8~2	30~50	6~9	180~250
디젤기관	1800~2600	20~30	3.2~4	50~140	12~22	160~220

■ 연료계통

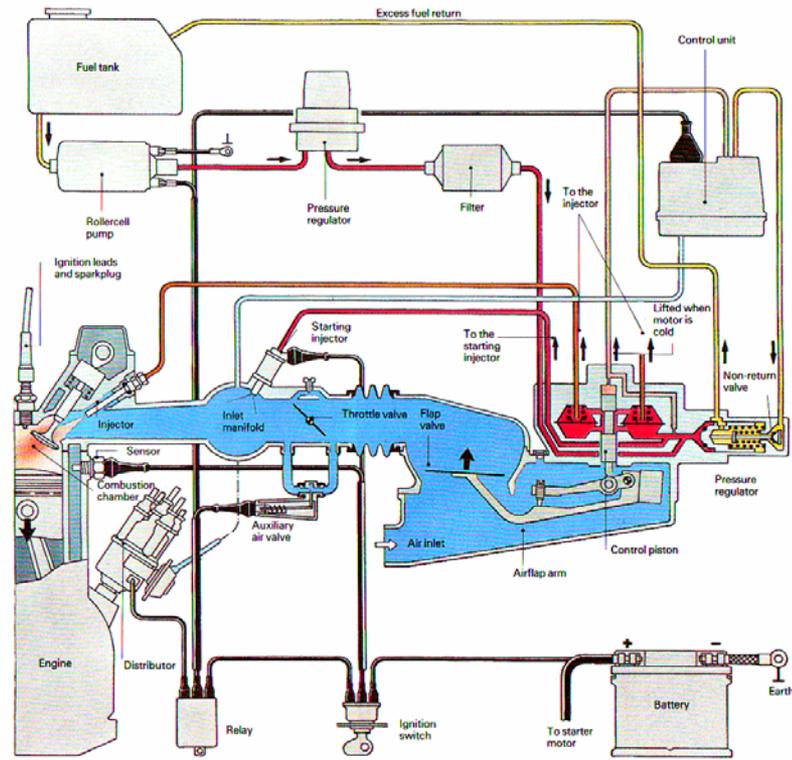
: 연료탱크에서 출발하여 실린더까지 들어가는 연료 통로

※ 연료탱크 → 연료여과기 → 연료펌프 → 기화기 → 흡기다기관 → 흡기밸브 → 실린더
(→ 배기밸브 → 배기다기관 → 소음기)



<http://www.discountfuelpump.com>

A mechanical fuel injection system



The fuel is pumped from the tank, through a filter, to the fuel-injection system. A small pressure regulator maintains an even pressure in the system.

<http://www.arthursclipart.org>

■ 연료계통

1) 연료탱크(fuel tank)

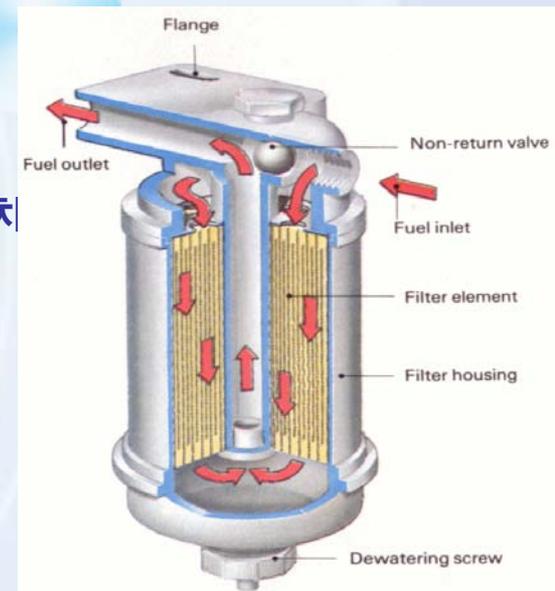
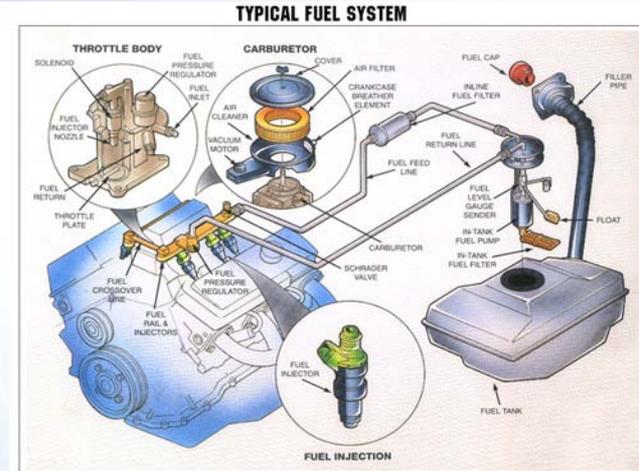
; 기관이 필요로 하는 연료의 저장소.

- 용량 : 1일 운전에 필요한 양
- 재질 : 강판 상하 용접구조, 내부 아연도금
- 내부구조 : 격판 2~3개 설치
- 배출구 : 하부에 설치
- 증발연료관 : 상부에 설치하여 연료증기 제거

2) 연료 여과기(fuel filter), 일명 fuel strainer

; 연료에 함유되어 있는 부유물과 불순물을 제거하는 장치

- 내부에 여과지나 금속망이 설치됨



<http://www.arthursclipart.org>

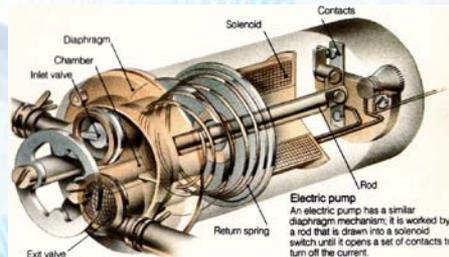
■ 연료계통

3) 연료펌프(fuel pump)

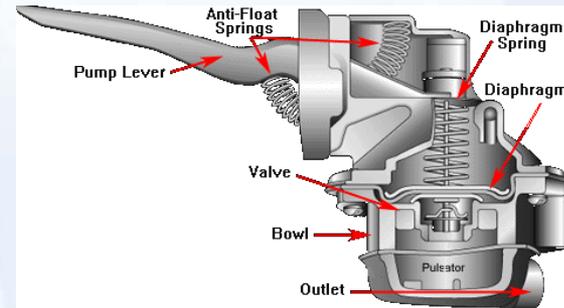
; 연료를 연료탱크로부터 기화기의 float chamber까지 이송시키는 장치.

- 펌프식과 중력주유식
- 중요 역할 : 기화기 float chamber 내의 연료의 양을 일정하게 유지시켜주는 것.
- 차량용 연료펌프 : diaphragm식 펌프 사용

* 기계식, 전기식, 전자식, 진공식



aa1car.com

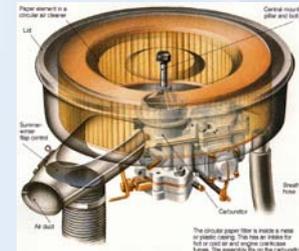


aa1car.com

4) 공기청정기(air cleaner)

; 흡입되는 공기중에 함유되어 있는 불순물을 제거하는 장치

- 건식과 습식



■ 연료계통

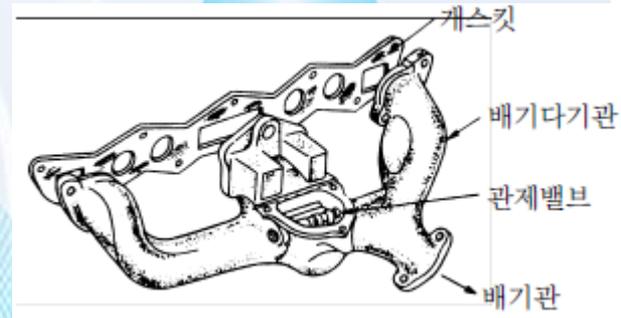
5) 흡 배기장치

; 흡기밸브, 흡기다기관, 배기밸브, 배기다기관, 배기관, 배기가스정화장치, 소음기.

o 흡기다기관(suction manifold or intake manifold)

; 다실린더 기관에서 1개의 기화기에서의 혼합기체를 각 실린더로 분배하는 역할..

- 모양과 길이에 따라 혼합기체의 관성력에 영향을 미침.
- 단면적은 급격한 변화가 없을 것.



o 배기다기관(exhaust manifold)

; 각각의 실린더에서 나온 배기가스를 모아 배기관으로 보내는 역할.

- 가단주철로 주조
- 가능한한 굴곡이 없어야 함.



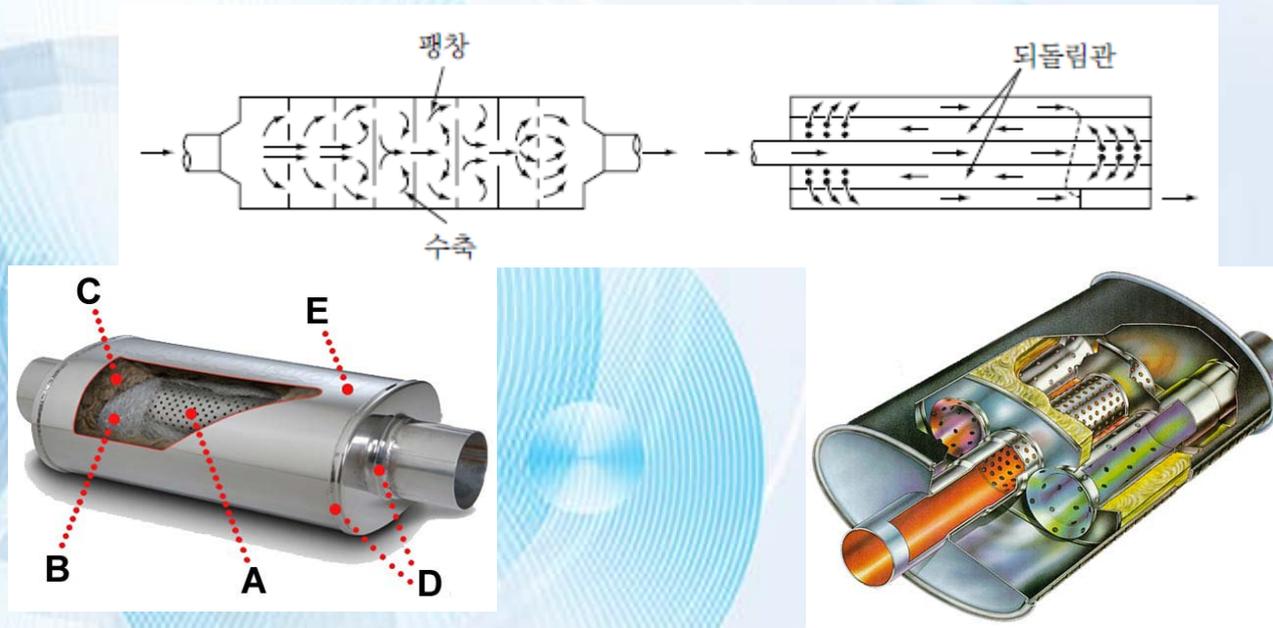
■ 연료계통

5) 흡 배기장치

; 흡기밸브, **흡기다기관**, 배기밸브, **배기다기관**, 배기관, 배기가스정화장치, **소음기**.

o 소음기(muffler)

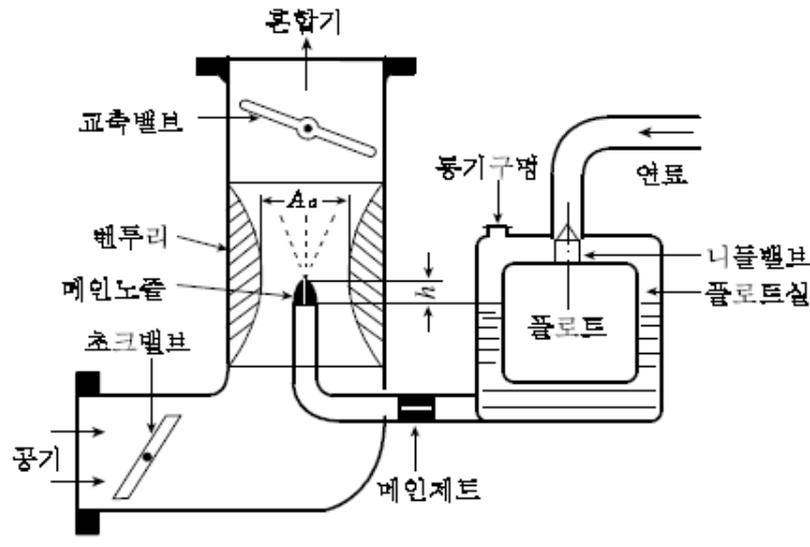
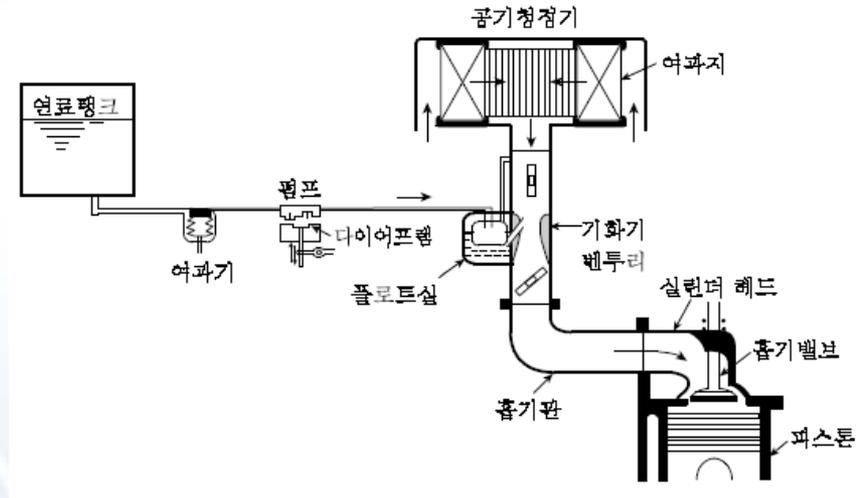
; 고압의 연소가스가 대기중에 배출될 때 폭발음이 발생하고, 이 폭발음을 제거하는 장치.
- 내부에는 몇 개의 격막 또는 되돌림 관 설치.



■ 연료공급 장치

: 기화기, 전자제어 연료분사장치.

▶ 기화기(carburetor)



■ 연료공급 장치

: 기화기, 전자제어 연료분사장치.

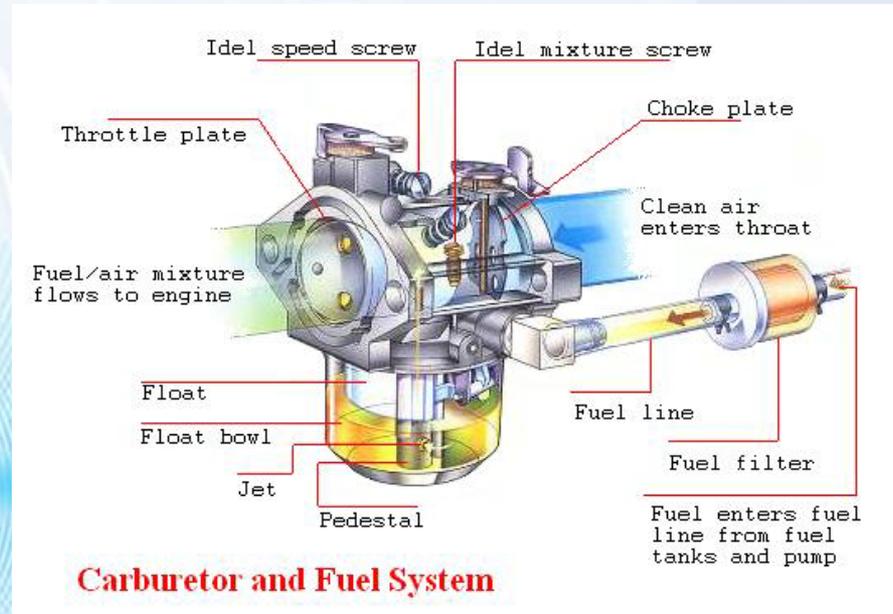
▶ 기화기(carburetor)

1) 기화기의 역할

- 연료와 공기를 혼합한 혼합기를 만들고, 이 혼합기의 양을 가감하여 출력을 조절하는 장치.

※ 구비조건

- 정확한 혼합비가 조성될 것.
- 연료의 무화가 잘 될 것.
- 출력에 민감하게 순응할 것.
- 내부에서의 유동저항이 작을 것.
- 공기와 연료가 잘 혼합될 것.
- 제작 및 조정이 쉬울 것.



출처 : WIKIPEDIA

■ 연료공급 장치

: 기화기, 전자제어 연료분사장치.

▶ 기화기(carburetor)

2) 기관이 요구하는 혼합비 : $M = \frac{G_e}{G_f}$

① 가연혼합비 : 6~22

- 6 이하일 경우, 연료의 양이 너무 많아 점화시켜도 점화되지 않음(miss fire , 실화)

- 22 이상일 경우, 희박연소가 일어남.

* lean burn : 혼합비가 25~28인 경우

② 시동 혼합비 : 1~5

- 겨울철 : 1, 여름철 : 5

③ 저속운전 혼합비 : 7~8

- 연료소모 급증, 매연발생

④ 최대출력 혼합비 : 12.8

⑤ 이론 혼합비 : 14.8 (≒ 15) (이소옥탄의 이론 혼합비를 기준)

⑥ 경제운전 혼합비 : 16~18

- 연료소비율이 가장 낮은 상태로 운전하는 것.

■ 연료공급 장치

: 기화기, 전자제어 연료분사장치.

▶ 기화기(carburetor)

※ 혼합비의 지나친 농후/희박의 경우 :

혼합비가 너무 농후할 경우($M < 6$ 이하)	혼합비가 너무 희박할 경우($M > 22$ 이상)
<ul style="list-style-type: none"> - 출력 저하 - 연료소비량 많음 - 매연발생, 가솔린 냄새 발생 - 기관 과열 - 플러그 돌출부에 탄소퇴적물 쌓임 - 고속회전 불가능 - 윤활유의 희석 초래 	<ul style="list-style-type: none"> - 출력 저하 - 가속시 역화 발생 - 기관 과열 - 기관 시동곤란 - 고속회전시 실화 초래 - 저속회전 곤란 - 배기가스의 색이 담황색

■ 연료공급 장치

: 기화기, 전자제어 연료분사장치.

▶ 기화기(carburetor)

3) 기화기의 원리

○ 공기량

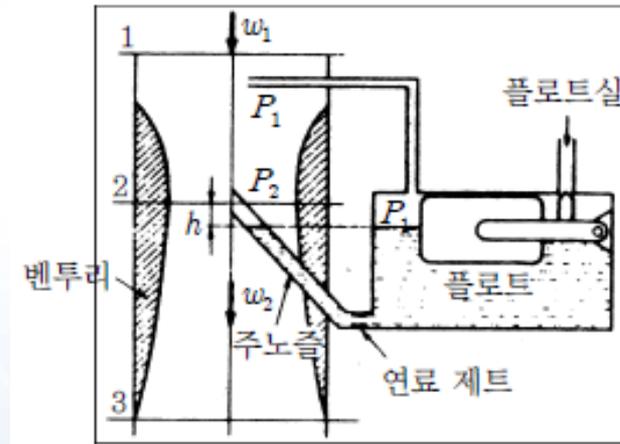
$$\frac{P_1}{\gamma_a} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_a} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$Z_1 = Z_2, \quad V_2 \gg V_1$$

$$\frac{P_1}{\gamma_a} = \frac{P_2}{\gamma_a} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2)}{\gamma_a}} = \sqrt{\frac{2g\Delta P}{\gamma_a}}$$

$$G_e = C_a \gamma_a A_2 V_2 = C_a A_2 \sqrt{2g\gamma_a \Delta P}$$



G_e : 흡입공기량 [kg]

C_a : venturi 목에서의 유량계수

γ_a : 공기의 비중량 [kg/m^3]

V_2 : venturi 목에서의 공기속도 [m/s]

A_2 : venturi 목의 단면적 [m^2]

ΔP : ($= P_1 - P_2$)

P_1 : 흡입관내의 공기압력 [kg/m^2]

P_2 : venturi 목에서의 압력 [kg/m^2]

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

3) 기화기의 원리

○ 연료량

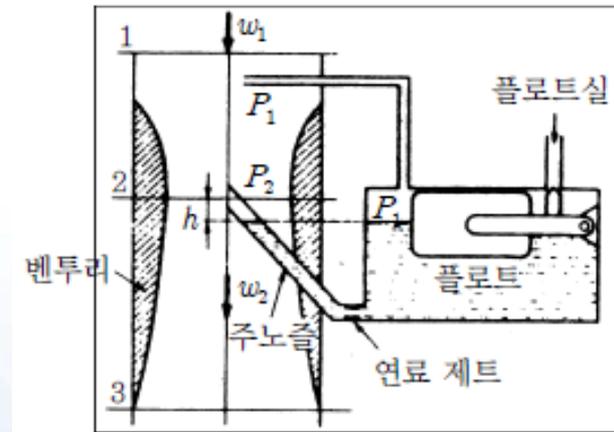
$$\frac{P_1}{\gamma_f} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 = \frac{P_2}{\gamma_f} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2$$

$$Z_2 - Z_1 = h, \quad V_2 \gg V_1$$

$$\frac{P_1}{\gamma_f} = \frac{P_2 + \gamma_f h}{\gamma_f} + \frac{V_2^2}{2g}$$

$$V_2 = \sqrt{\frac{2g(P_1 - P_2 - \gamma_f h)}{\gamma_f}} = \sqrt{\frac{2g(\Delta P - \gamma_f h)}{\gamma_f}}$$

$$G_f = C_f \gamma_f A_f V_2 = C_f A_f \sqrt{2g \gamma_f (\Delta P - \gamma_f h)}$$



G_f : 연료량 [kg]

C_f : 노즐에서의 유량계수

γ_f : 연료의 비중량 [kg/m^3]

V_2 : 노즐에서의 연료속도 [m/s]

A_2 : 노즐의 단면적 [m^2]

ΔP : ($= P_1 - P_2$)

P_1 : 플로터 내의 압력 [kg/m^2]

P_2 : 노즐에서의 압력 [kg/m^2]

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

3) 기화기의 원리

$$M = \frac{G_e}{G_f} = \frac{C_a}{C_f} \frac{A_a}{A_f} \sqrt{\frac{\gamma_a}{\gamma_f}} \sqrt{\frac{\Delta P}{(\Delta P - \gamma_f h)}}$$

M : 혼합비

h : 노즐 립 (nozzle lip) (= 5 ~ 10) [mm]

$C_a = 0.83 \sim 0.85$

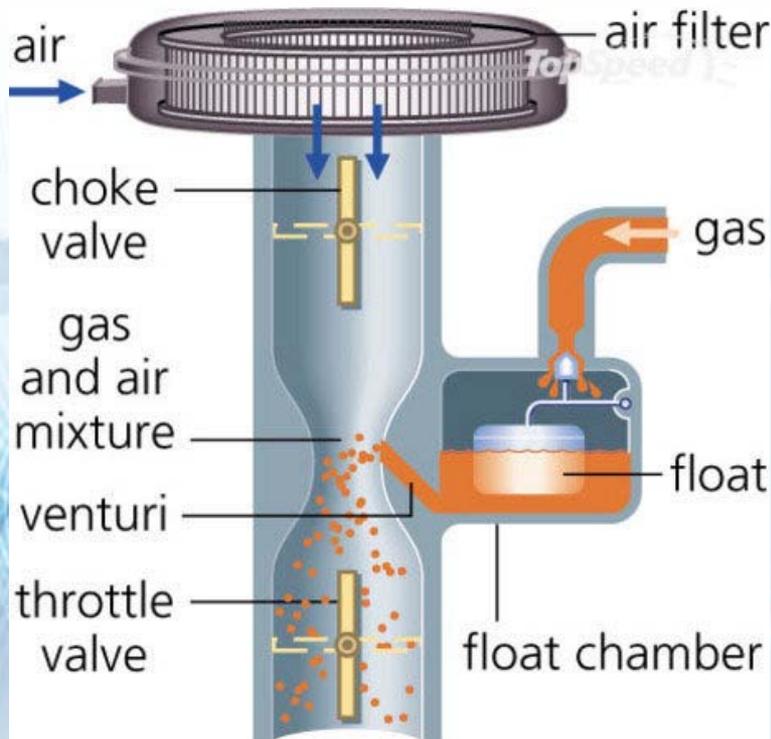
$C_f = 0.6 \sim 0.9$

※ 기관의 운전중에 C, A, ρ, γ, h 는 변하지 않으므로 흡기관과 venturi 목의 압력차에 의해 변함.
즉, 피스톤의 속도에 따라 변함.

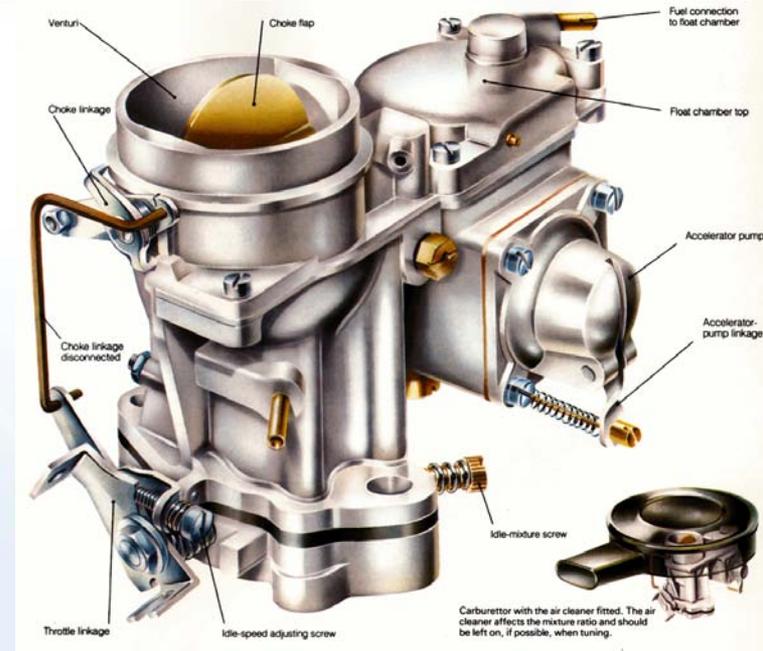
■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

4) 기화기의 구조



<http://www.google.co.kr>

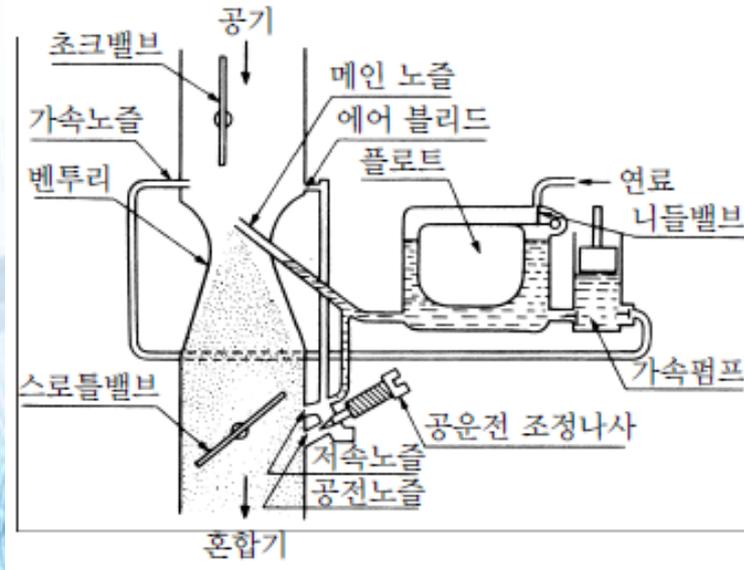


<http://www.arthursclipart.org>

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

4) 기화기의 구조



※ 구성 :

venturi 관, 주 노즐(main nozzle), 플로트실(float chamber), 플로트(float), 니들밸브(needle valve), 초크밸브(choke valve), 교축밸브(throttle valve), 에어블리드(air bleed), 공전노즐, 저속노즐 등.

※ 재료 : 알루미늄 합금, 주조

※ 보정장치 :

- 고부하 보정장치
- 전력 보정장치
- 가속 보정장치

※ 주요 구성품의 역할

- o 플로트 실(float chamber) : 연료펌프에서 들어오는 연료의 양을 일정하게 유지시킴.
 - 플로트, 니들 밸브
 - 연료 제트(fuel jet) : 노즐의 연료량을 가감함.
 - 에어벤트 : 벤츄리의 압력이 급격히 감소되었을 때 많은 량의 연료가 흡출되는 것 방지.

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

4) 기화기의 구조

※ 주요 구성품의 역할

o 벤츄리(venturi) : 지나는 혼합기의 속도를 빠르게 함.

- 주 노즐 : 벤츄리의 목에 설치

- 쇼크밸브 : 공기의 양을 가감

- 교축밸브(throttle valve) : 혼합기의 양을 가감 → 출력증감

o 노즐(nozzle) : 플로트실과 노즐 출구의 압력차에 의해 연료가 분출되는 곳.

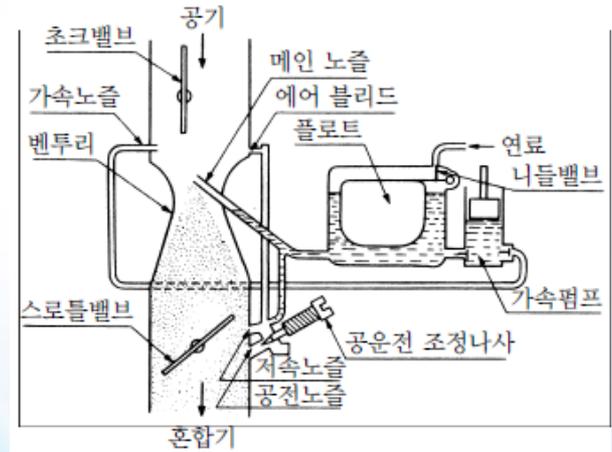
- 주 노즐, 저속 노즐, 가속 노즐

- 노즐 립(nozzle lip) : 연료가 실린더 내로 넘쳐 흐르는 것을 방지. 5~10mm

- 에어 블리더(air bleeder) : 연료의 무화를 촉진.

o 쇼크 밸브(choke valve) : 시동시 공기량을 감소시켜 혼합비를 농후하게 하는 장치

o 교축 밸브(throttle valve) : 혼합기의 양을 가감시켜 출력을 변화시키는 장치.



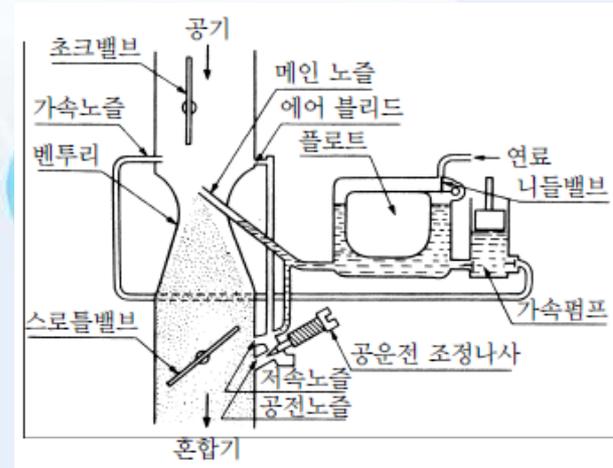
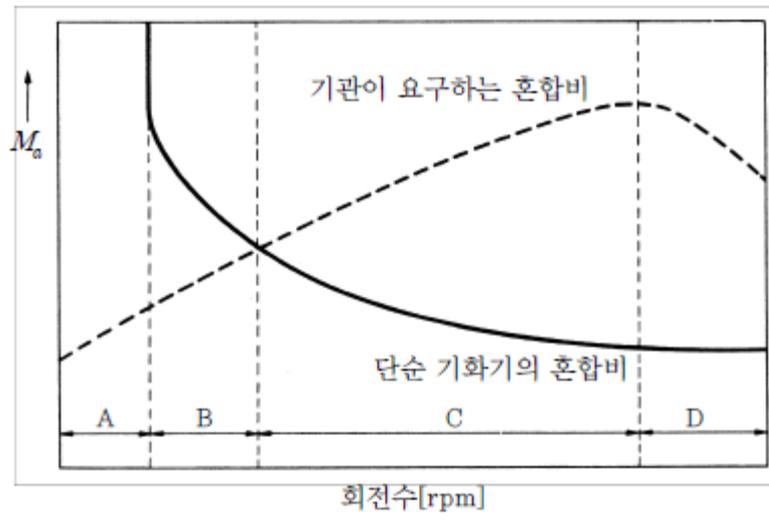
■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

5) 단순 기화기(simple carburetor)

; 혼합기를 구성하기 위한 최소한의 장치만을 구비한 혼합기.

⇒ 벤츄리(venturi), 주 노즐(main nozzle), 플로트실(float chamber)만 구비됨.



※ 단순기화기만으로 운전이 불가 ⇒ 여러 가지 보정장치 추가 설치 필요

A 구간 : 공운전 보정장치(공운전 노즐)

B 구간 : 저속 보정장치(저속 노즐)

C 구간 : 고부하 보정장치(혼합비 조절장치)

D 구간 : 전부하 보정장치(추가연료공급장치) 또는 전력보정장치

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

5) 단순 기화기(simple carburetor)

A) 공운전 및 저속 보정장치

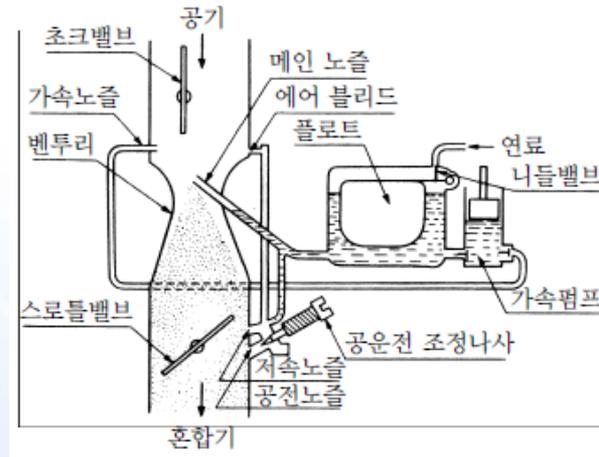
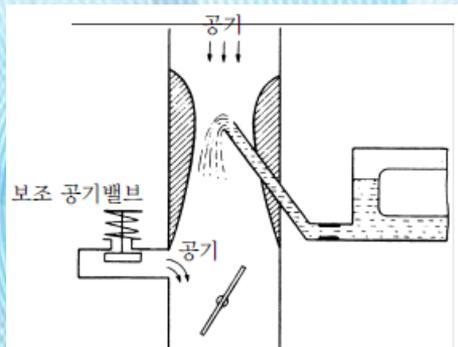
- 공운전 노즐(공운전 포트)
- 저속 노즐(저속 포트)
- 공운전 조정나사
- 에어 블리더(air bleeder)

B) 고부하 보정장치

; 혼합비를 증가시키기 위한 장치

- 연료량을 감소시키는 방법
- 공기량을 증가시키는 방법

① 보조공기밸브식



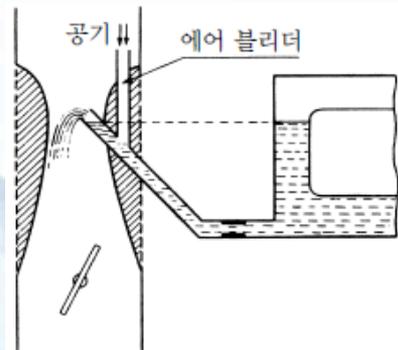
■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

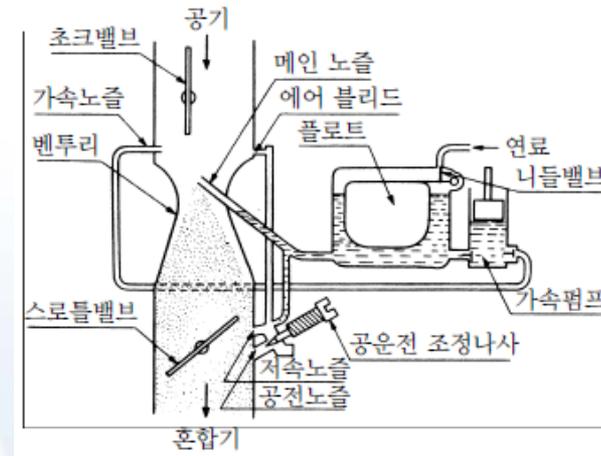
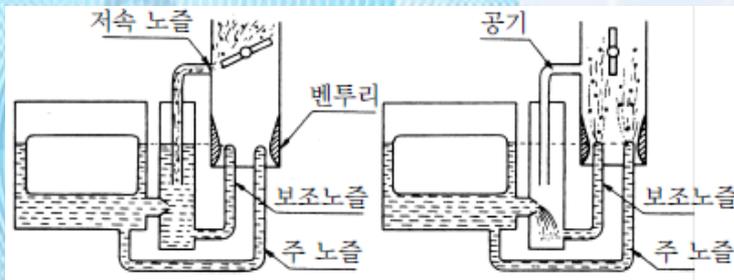
5) 단순 기화기(simple carburetor)

B) 고부하 보정장치

② 에어 블리더 방식



③ 2중 노즐 방식



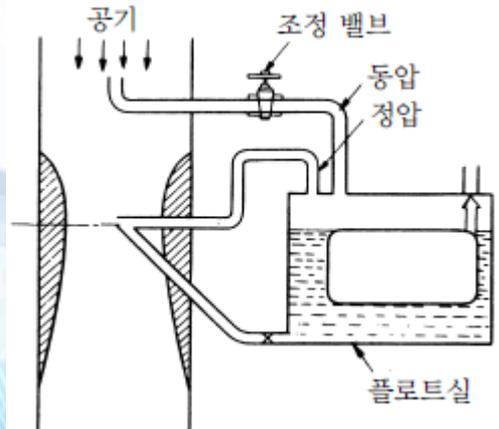
■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

5) 단순 기화기(simple carburetor)

B) 고부하 보정장치

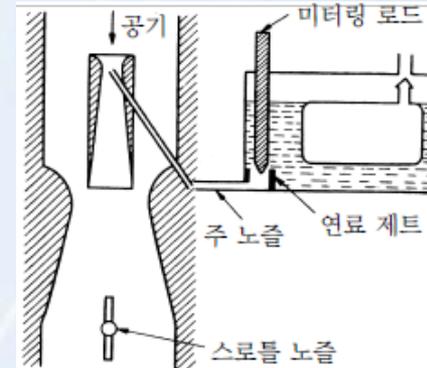
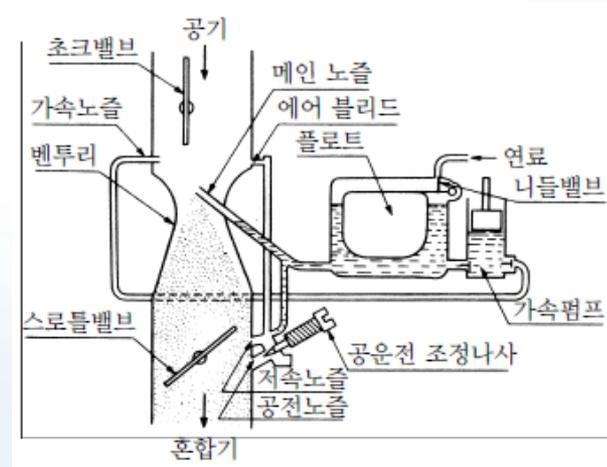
④ 플로트실 압력제어 방식



C) 전부하 보정장치

; 혼합비를 감소시킬 목적으로 연료제트와 미터링 로드 에 의한 연료 추가공급 방식.

- 미터링 로드 : 일명 economizer



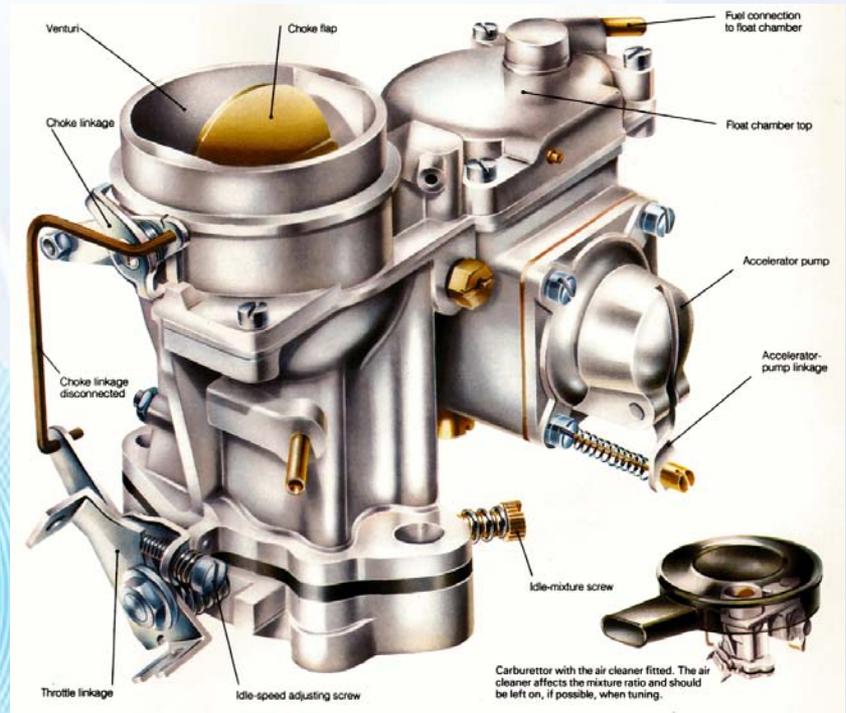
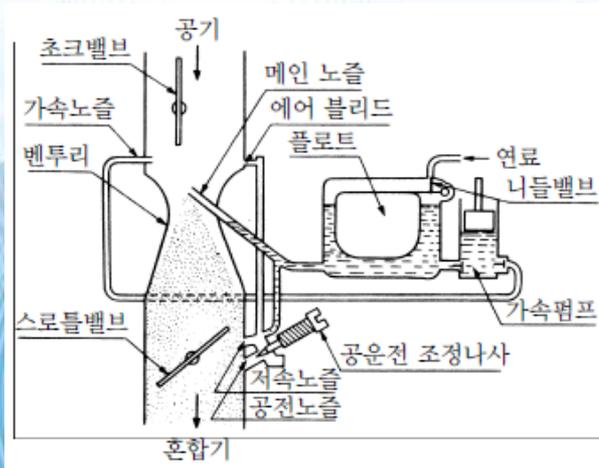
■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

5) 단순 기화기(simple carburetor)

D) 가속 보정장치

; 가속순간 가속펌프를 작동시켜 가속노즐을
통해 연료 추가공급



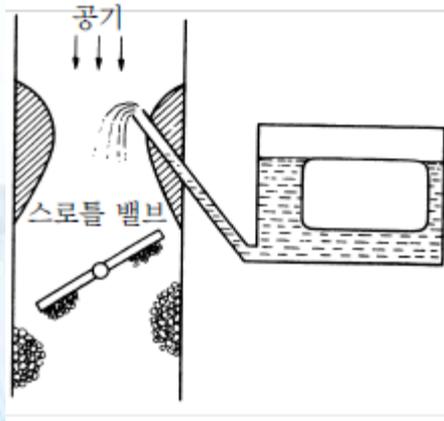
<http://www.arthursclipart.org>

■ 연료공급 장치

▶ 기화기(carburetor)

6) 기화기의 빙결현상

- 스로틀밸브가 1/4 ~ 1/2정도 열렸을 때, 밸브 후면에 어름이 형성되는 현상
- 공기의 고속유동에 따른 낮은 압력과 연료 기화에 따른 기화열에 의한 온도저하가 원인.



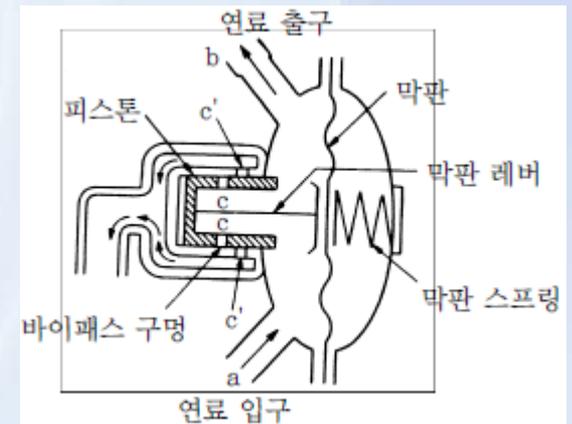
※ 빙결 방지법

- 흡기관에 알코올 분사
- 배기가스로 흡기관 주위 가열
- 스로틀 밸브를 중공으로 만들어 내부에 가열된 윤활유 순환

7) 플로트실 없는 기화기(floatless carburetor)

; 플로트실 대신에 다이어프램(diaphragm) 연료실을 사용

- 요동이 심할 경우 니들밸브에 의한 연료제어가 곤란한 경우.
- 항공기나 요동이 심한 자동차에 적용.



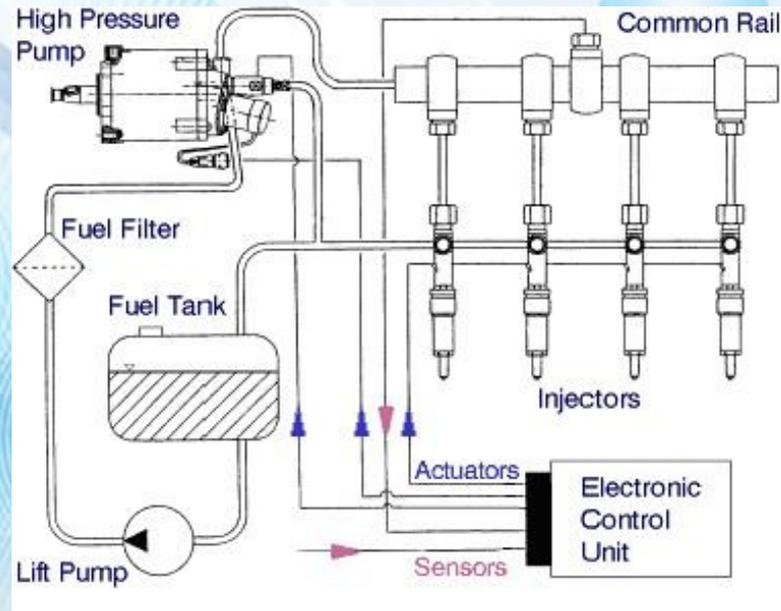
■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

1) 개요

; 연료 분사량을 전자제어유닛(Electronic Control Unit, ECU)로 제어, 엔진에서 필요한 혼합기를 효과적이고 정확하게 공급하는 장치.

- 현재의 작동상태를 센서로 점검
- 운전조건에 최적의 혼합기 공급
- 출력 향상 및 배기가스 저감
- MPI(Multi Point Injection) 엔진이 대표적



<http://www.perkins.com>

■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

1) 개요

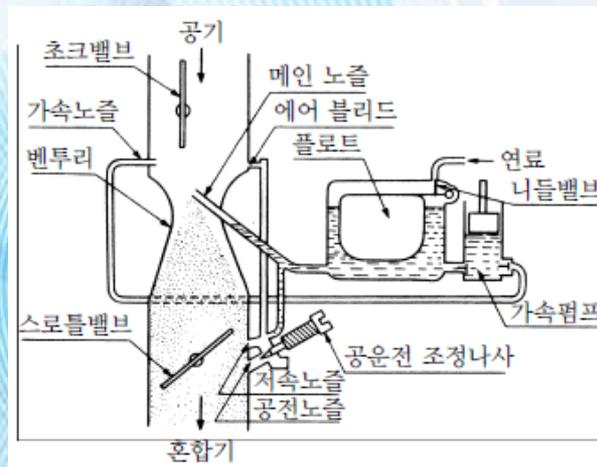
○ 벤츄리 방식 기화기에 비교한 전자제어 분사방식의 특징

① 엔진출력 향상

- * MPI 방식에 의한 연료분배 균일
- * 벤츄리가 없어 흡입공기 유동저항 작음
- * MPI엔진은 이상적인 흡기 매니폴드 형성

②유해 배기가스 감소

- * 운전조건에 따른 연료공급 조절 용이
- * 감속시 연료차단 용이
- * 고압분사에 의해 희박 혼합기 설정 가능



■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

1) 개요

○ 벤츄리 방식 기화기에 비교한 전자제어 분사방식의 특징

③ 연료 소비량의 감소

- * 최적연료 공급
- * 감속시 연료차단 용이

④ 운전성의 향상

- * 가속 및 감속에 대한 응답성 양호
- * 냉각수 온도 및 흡기 온도의 악조건 운전성 양호
- * vapor lock, percolation, 빙결현상(icing) 등에 대한 고장 없음
- * ISC(idle speed control)서보에 의해 안정된 공회전 유지

⑤ 저온 시동성 향상

- * 연료의 중량보정에 의해 시동 용이
- * ISC 서보에 의해 안정된 시동

2) 종류

① 분사량 조절방식에 따른 분류

- 매니폴드 압 조정 분사식(MPC방식):
 - ⇒ 흡기 매니폴드 압력에 의해 연료분사량 결정 및 분사.
- 공기량 조정 분사식
 - ⇒ 연소실의 공기량 측정, 적정 연료량 분사.

■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

2) 종류

② 분사노즐의 배치방식에 따른 분류

- 싱글포인트 (SPI 방식): 일명 TBI(throttle body injection) 방식

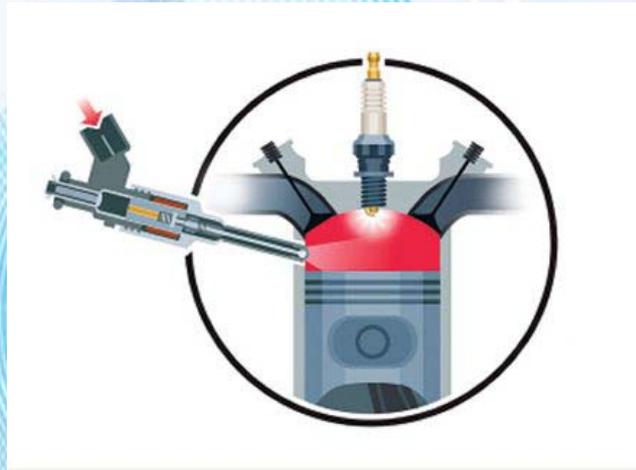
⇒ 한 개 또는 복수의 인젝터를 한곳에 설치하여 분사.

- 멀티 포인트 분사식(MPI 방식)

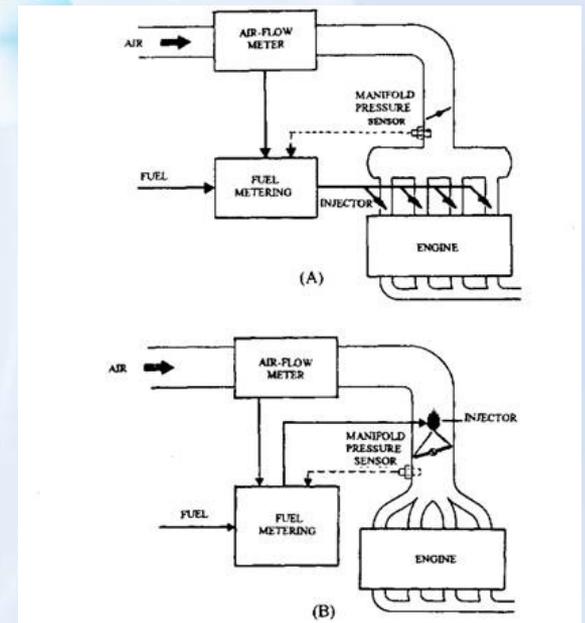
⇒ 흡기 매니폴드의 모든 실린더에 1개씩 배치하여 분사.

- 직접 분사식(DI 방식)

⇒ 연소실에 인젝터를 설치하여 직접 분사하는 방식.



<http://www.emagzin.com>



<http://what-when-how.com>

■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

2) 종류

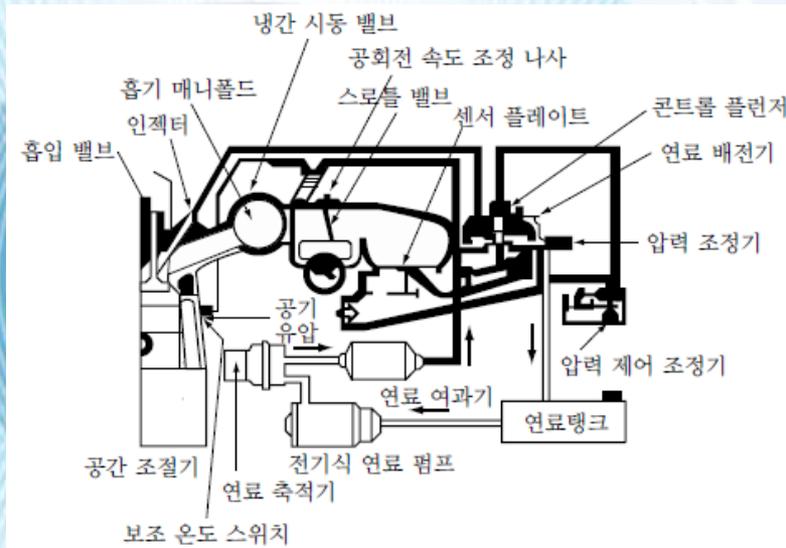
③ 분사량 제어방식에 따른 분류

- 기계식

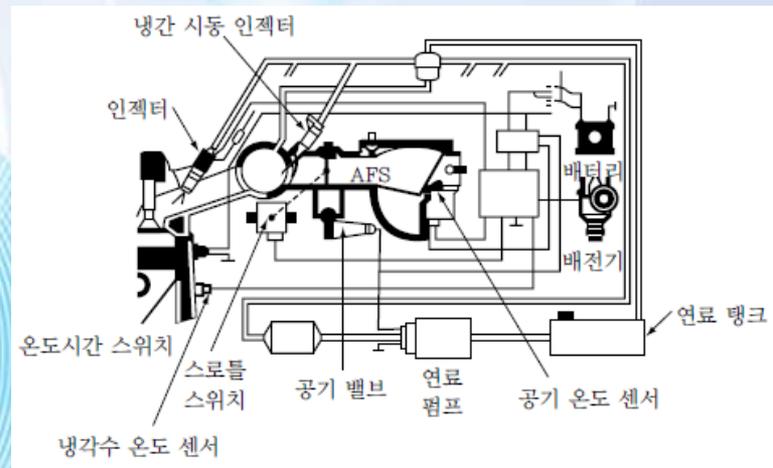
⇒ 흡기 매니폴드 통로에 설치된 센서플레이트에 의해 자동적으로 연료 분사량 조절.

- 전자제어식

⇒ 각종 센서 정보가 ECU에서 종합되어 분사량 제어.



기계식



전자제어식

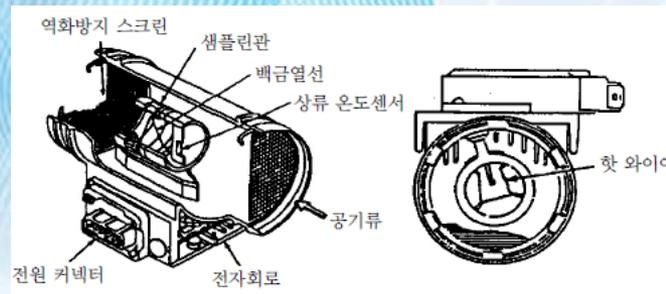
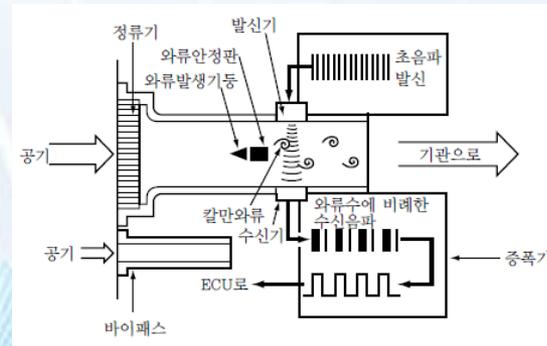
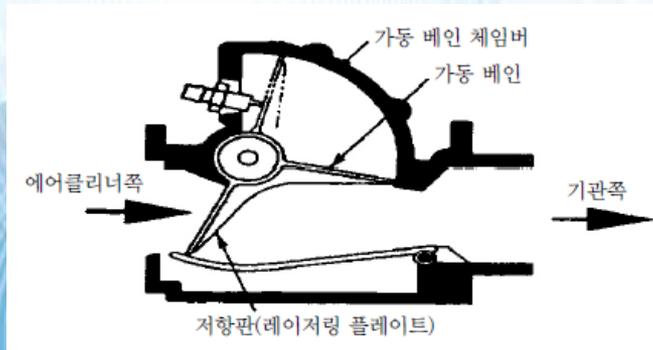
■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

2) 종류

- ④ 흡입 공기량의 측정방식에 따른 분류
 - 직접계측식

⇒ 직접 흡인 공기량 측정. 베인식, 칼만 와류식, 열선식.



■ 연료공급 장치

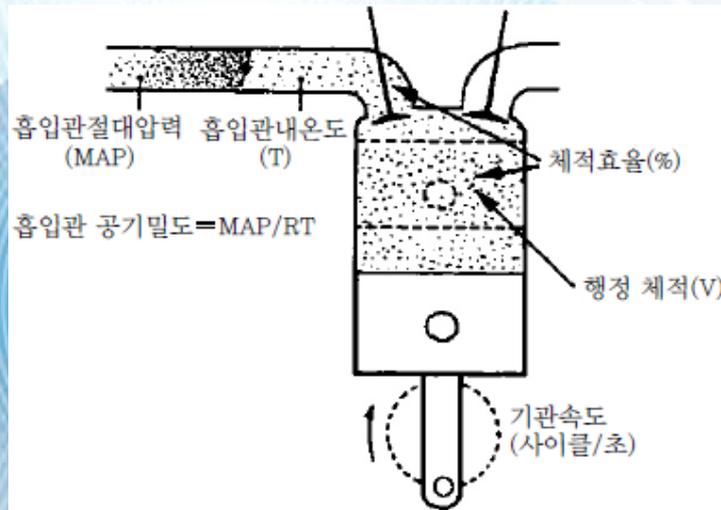
▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

2) 종류

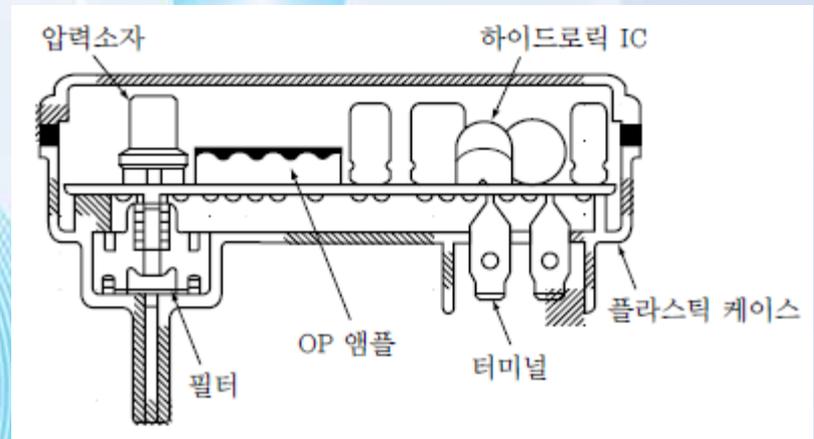
④ 흡입 공기량의 측정방식에 따른 분류

- 간접식(MAP 센서식)

⇒ 흡기 매니폴더의 공기압을 측정하여 흡입공기량 결정.
스피드 밀도 방식, 스톨 스피드 방식.



speed density 방식



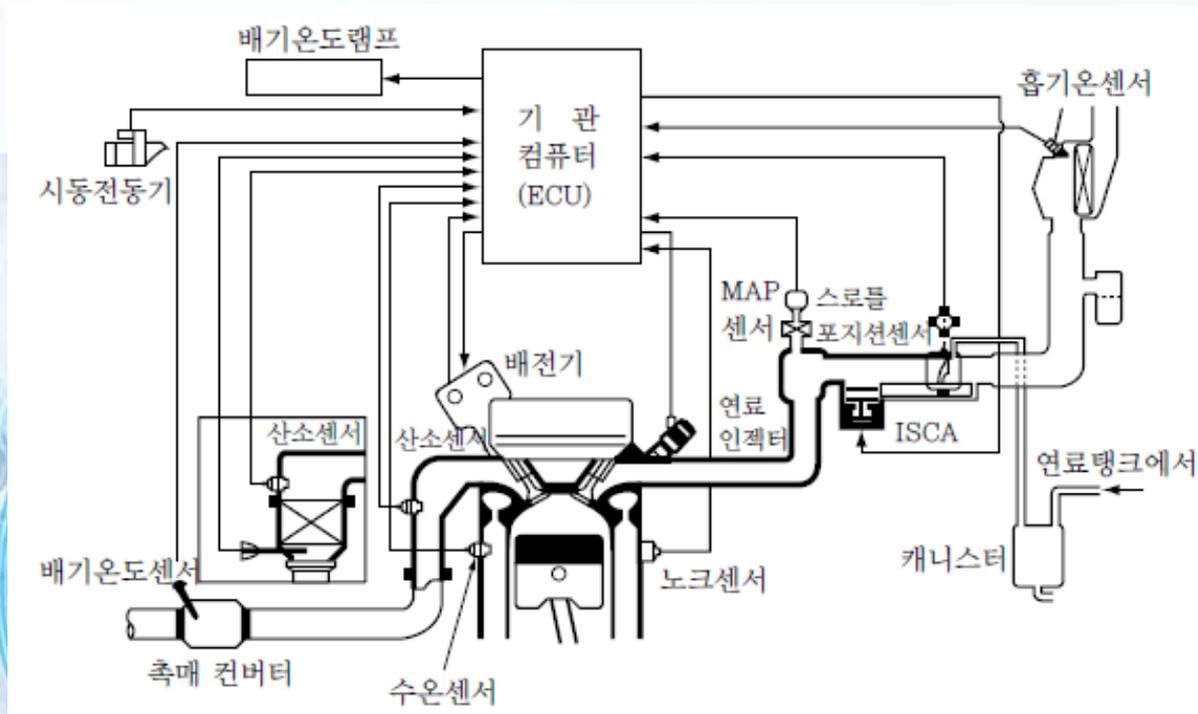
자동차용 압력센서(MAP 센서)

■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

3) 구성

; 각종 센서와 ECU 및 인젝터로 구성



■ 연료공급 장치

▶ 전자제어 연료분사장치(electronic gasoline injection system)

3) 구성

※ 연료공급장치의 각종 센서 종류와 기능

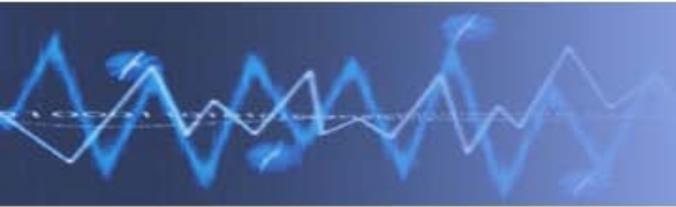
- ① 공기유동센서(AFS) : 흡입공기량 검출, 분사시간 결정
- ② 1번 실린더 TDC 센서 : 1번 실린더 압축행정 상사점 위치 검출, 이를 기준으로 순차적 분사시기 결정
- ③ 크랭크 각도 센서(CAS) : 크랭크 축의 회전 각도 검출, 분사시기 결정
- ④ 공전 스위치(idle switch) : 엔진의 공회전 상태를 검지, 적정 공전상태 제어
- ⑤ 스로틀 위치 센서(TPS) : 스로틀 밸브의 열림정도 검출, 연료분사량 보정
- ⑥ 대기압 센서(APS) : 대기압력 측정, 고도계산에 의한 연료 분사량 및 분사시기 보정
- ⑦ 냉각수 온도 센서(WTS) : 냉각수의 온도 검출, 연료 분사량, 점화 진각, 공회전 속도 보정
- ⑧ 흡기온도 센서(ITS) : 흡기온도 검출, 연료 분사량, 점화 진각, 공회전 속도 보정
- ⑨ 모터위치 센서(MPS) : ISC모터의 플런저 위치 검출, ISC 제어
- ⑩ IG-SW “ST” : 시동모터의 단자전압 측정, 분사량, 점화시기, 스로틀 개도 제어
- ⑪ 차속 센서(VSS) : 속도 검출, 공회전 또는 주행여부 파악
- ⑫ 에어컨 릴레이 : 에어컨 제어신호 검출, ISC-servo 제어신호로 사용
- ⑬ 가변저항기 : 배기 유해가스 조정
- ⑭ 산소센서 : 출력전압의 변화량 검출, 폐쇄루프(close loop) 제어



◆ 다음강의(예고)

- 가솔린 기관

* 점화계통



감사합니다.

