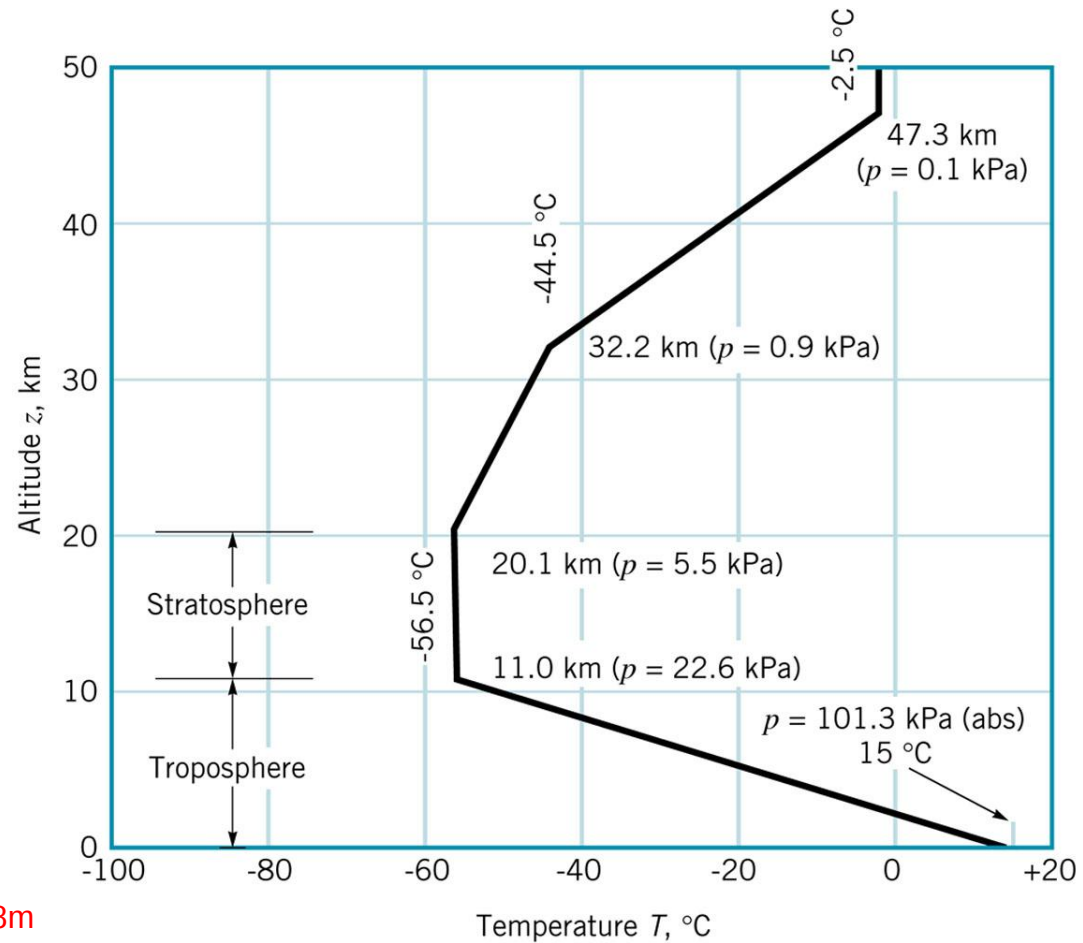
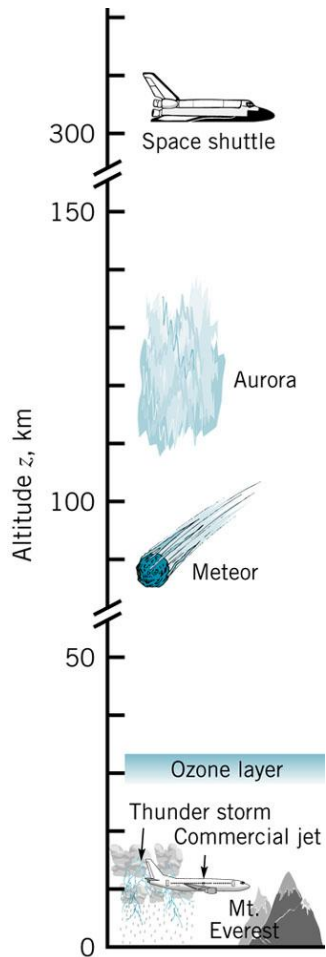


제2장 유체정역학

2.4 미국 표준대기

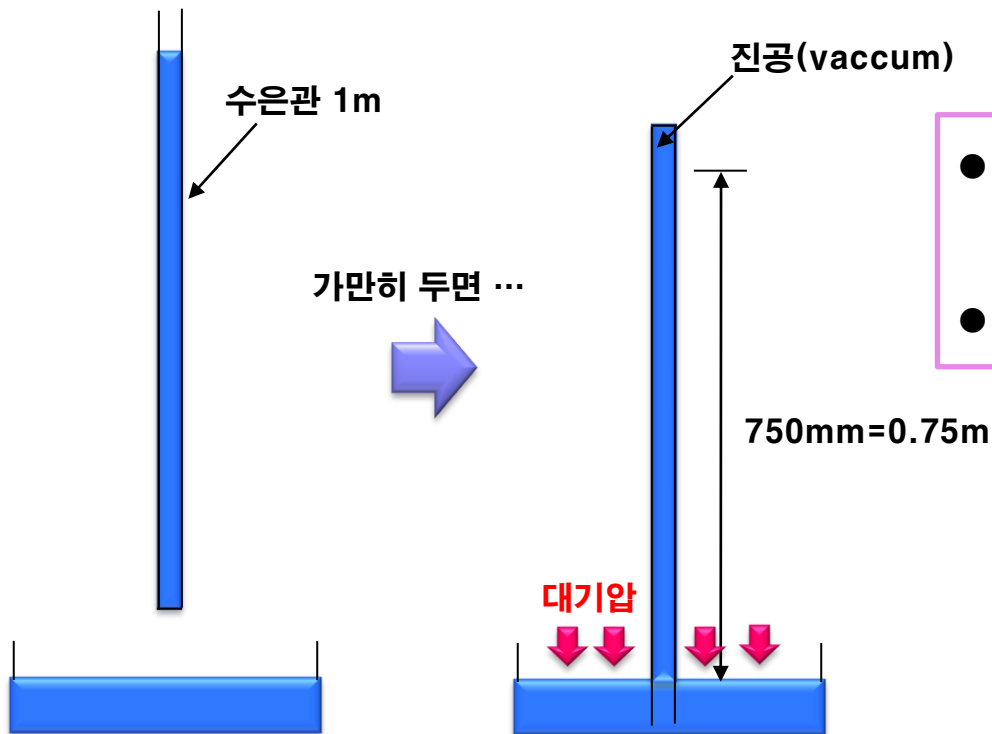


제2장 유체정역학

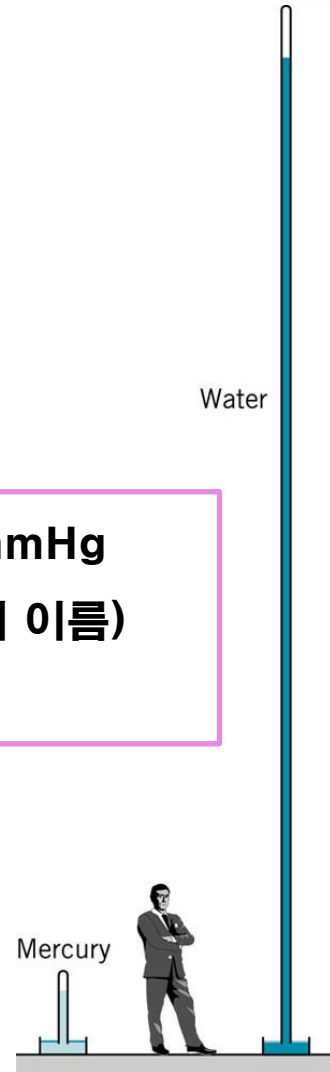
2.5 압력의 측정

◆ 대기압

- 대기압(大氣壓)은 공기의 무게 때문에 생기는 지구 대기의 압력
- 토리첼리의 실험



- 1 기압 = 1atm = 750 mmHg
= 750 Torr (토리첼리의 이름)
- 물의 경우, 10.4m



제2장 유체정역학

◆ 여러가지 압력의 단위

- Pa (파스칼) : 파스칼의 이름을 따서 만든 대기압 측정단위
 - $1\text{Pa} = 1\text{N/m}^2$ → 단위 크기가 작기 때문에 기상에서는 100배 단위인 hPa 사용
 - $1\text{hPa} = 1\text{mb} = 1/1000 \text{ bar} = 100 \text{ N/m}^2 = 0.75 \text{ mmHg}$
 - $1\text{bar} = 1000\text{hPa} = 100\text{kPa} = 750\text{mmHg}$

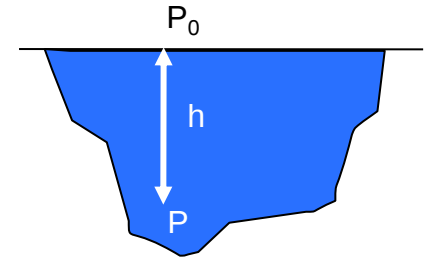
위의 값들은 대기압을 절대압력으로 표시한 것임, 계기압력으로
표시하면 대기압 = 0bar

제2장 유체정역학

예제 2.3 : 기압

산속, 호수 평균온도 10°C , 최대깊이 40m, 대기압 598mmHg
호수 가장 깊은 곳의 절대압력(Pa)?

단, $\gamma_{Hg} = 133\text{kN} / \text{m}^3$, $\gamma_{H_2O} = 9.804\text{kN} / \text{m}^3$



$$P = \gamma h + p_0$$

$$\frac{p_0}{\gamma_{Hg}} = 598\text{mm} = 0.598\text{m}$$

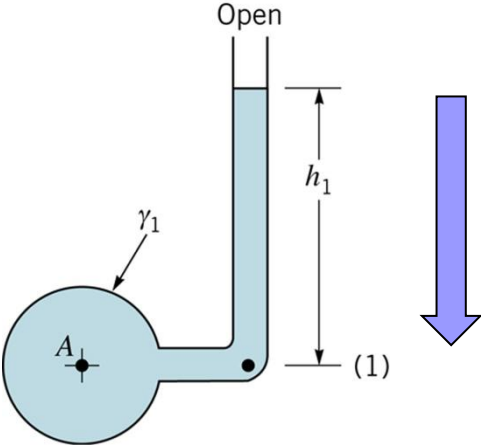
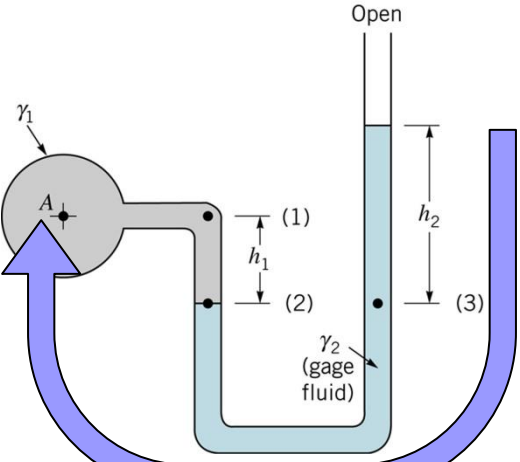
$$p_0 = 0.598\text{m} \times \gamma_{Hg} = 0.598\text{m} \times 133\text{kN} / \text{m}^3 = 79.5\text{kN} / \text{m}^2$$

$$\begin{aligned} \therefore p_0 &= (9.804\text{kN} / \text{m}^3)(40\text{m}) + 79.5\text{kN} / \text{m}^2 \\ &= 472\text{kN} / \text{m}^2 = 472\text{kPa(abs)} \end{aligned}$$

제2장 유체정역학

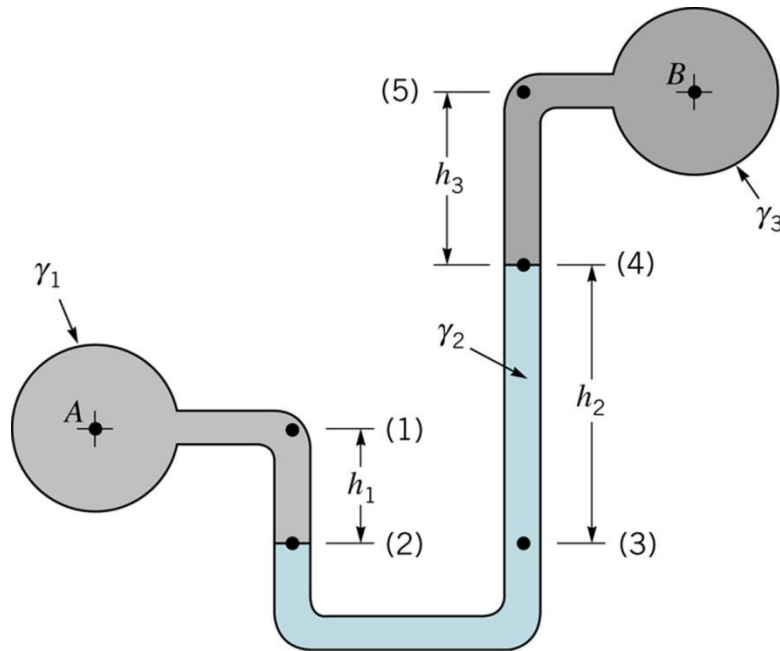
2.6 액주계

- 액주계(manometer) : 수직이나 경사진 액체기둥을 이용하여 압력을 측정하는 장치

구분	설명
1. 피에조미터관	 $P_A = P_1 = P_0 + \gamma_1 h_1$ • 용기 속의 압력이 대기압보다 높아야 한다. (아니면, 공기 유입) • 측정하는 압력이 비교적 낮아야 한다. (아니면, 액주 높이가 너무 커짐) • 용기 속의 유체는 기체가 아닌 액체여야 한다.
2. U튜브 액주계	 $P_A = P_0 + \gamma_2 h_2 - \gamma_1 h_1$ • 용기 속의 유체가 기체이면, $P_A = P_2$가 되고, $P_A = \gamma_2 h_2$

제2장 유체정역학

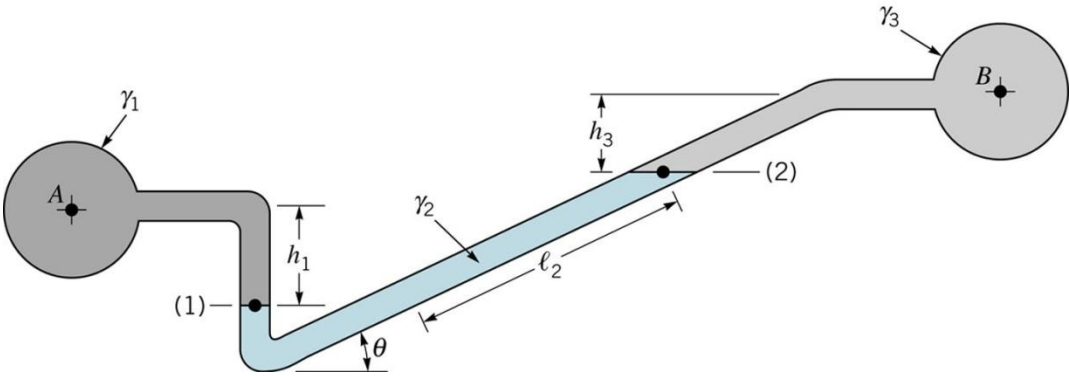
◆ U튜브 액주계의 응용 예 : 두 용기 사이의 압력차 측정



$$P_A + \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 - \gamma_3 h_3 = P_B$$

$$\therefore P_A - P_B = -\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3$$

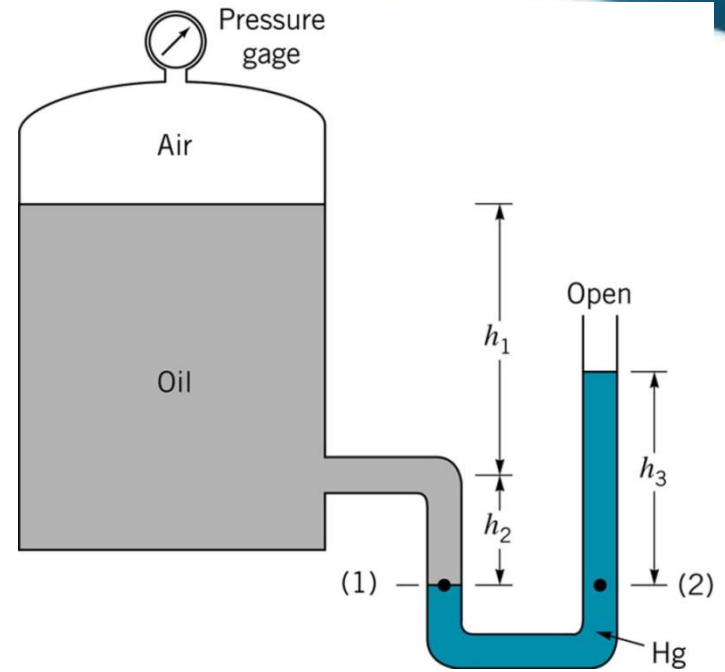
제2장 유체정역학

구분	설명
3. 경사관 액주계	• 작은 압력변화 측정 $P_A + \gamma_1 h_1 - \gamma_2 l_2 \sin \theta - \gamma_3 h_3 = P_B$ $\therefore P_A - P_B = -\gamma_1 h_1 + \gamma_2 l_2 \sin \theta + \gamma_3 h_3$ 

제2장 유체정역학

예제 2.4 : 간단한 U튜브 액주계

밀폐된 탱크, 압축공기+기름 ($SG_{oil}=0.9$), 수은 ($SG_{Hg}=13.6$)을 사용하는 U튜브 액주계,
 $h_1=91.4\text{cm}$, $h_2=15.2\text{cm}$, $h_3=22.9\text{cm}$ 일 때
 탱크 위 압력계의 압력(N/cm^2)은?



$$P_{open} = 0;$$

$$0 = P_{air} + \gamma_{oil}(h_1 + h_2) - \gamma_{Hg}h_3$$

$$0 = P_{air} + (SG_{oil}\gamma_{H_2O})(h_1 + h_2) - (SG_{Hg}\gamma_{H_2O})h_3$$

$$\begin{aligned} \therefore P_{air} &= -(0.9)(9800\text{N} / \text{m}^3) \left(\frac{91.4 + 15.2}{100} \text{m} \right) + (13.6)(9800\text{N} / \text{m}^3) \left(\frac{22.9}{100} \text{m} \right) \\ &= 21\text{kPa} = 2.1\text{N} / \text{cm}^2 \quad (\text{here, } 1\text{Pa} = 1\text{N} / \text{m}^2) \end{aligned}$$

제2장 유체정역학

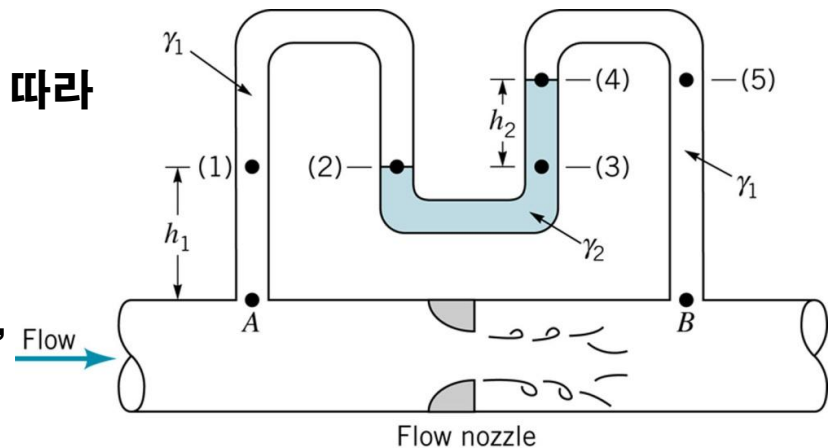
예제 2.5 : U튜브 액주계

유동노즐을 이용하여 유체의 유량Q 측정,

$Q = K\sqrt{P_A - P_B}$, K는 파이프와 노즐의 크기에 따라 결정되는 상수

(a) $P_A - P_B = f(\gamma_1, \gamma_2, h_1, h_2)$?

(b) $\gamma_1 = 9.8 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_2 = 15.6 \text{ kN/m}^3$, $h_1 = 1 \text{ m}$,
 $h_2 = 0.5 \text{ m}$ 일 때 $P_A - P_B = ?$



$$(a) P_B = P_A - \gamma_1 h_1 - \gamma_2 h_2 + \gamma_1 (h_1 + h_2)$$

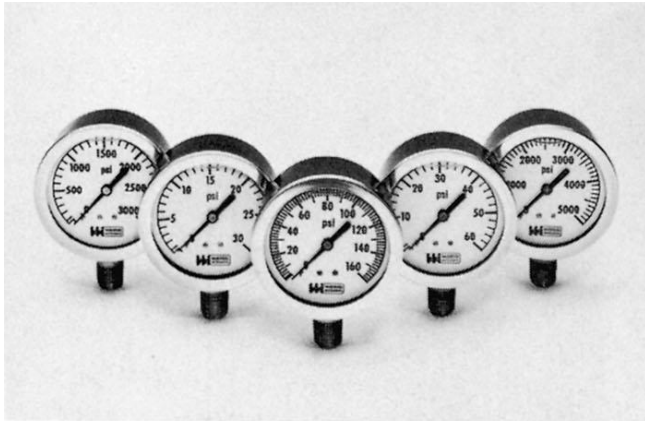
$\therefore P_A - P_B = h_2(\gamma_2 - \gamma_1) \Rightarrow h_2$ 에 의해서만 영향을 받는다. h_1 의 높이는 영향 없음

$$(b) P_A - P_B = (0.5 \text{ m})(15.6 \text{ N/m}^3 - 9.8 \text{ N/m}^3) = 2.9 \text{ kPa}$$

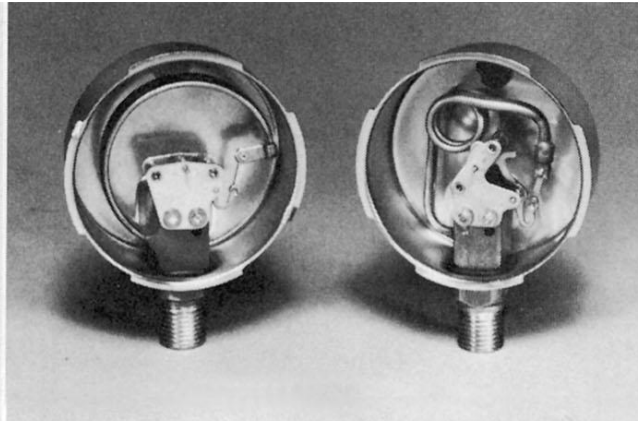
제2장 유체정역학

2.7 기계식과 전기식 압력 측정장치

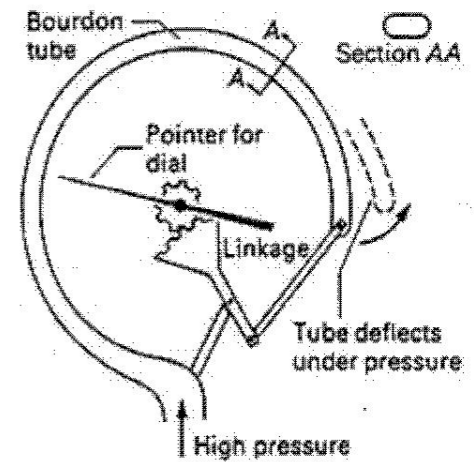
- Bourdon 압력계 : 계기압력 측정



(a)



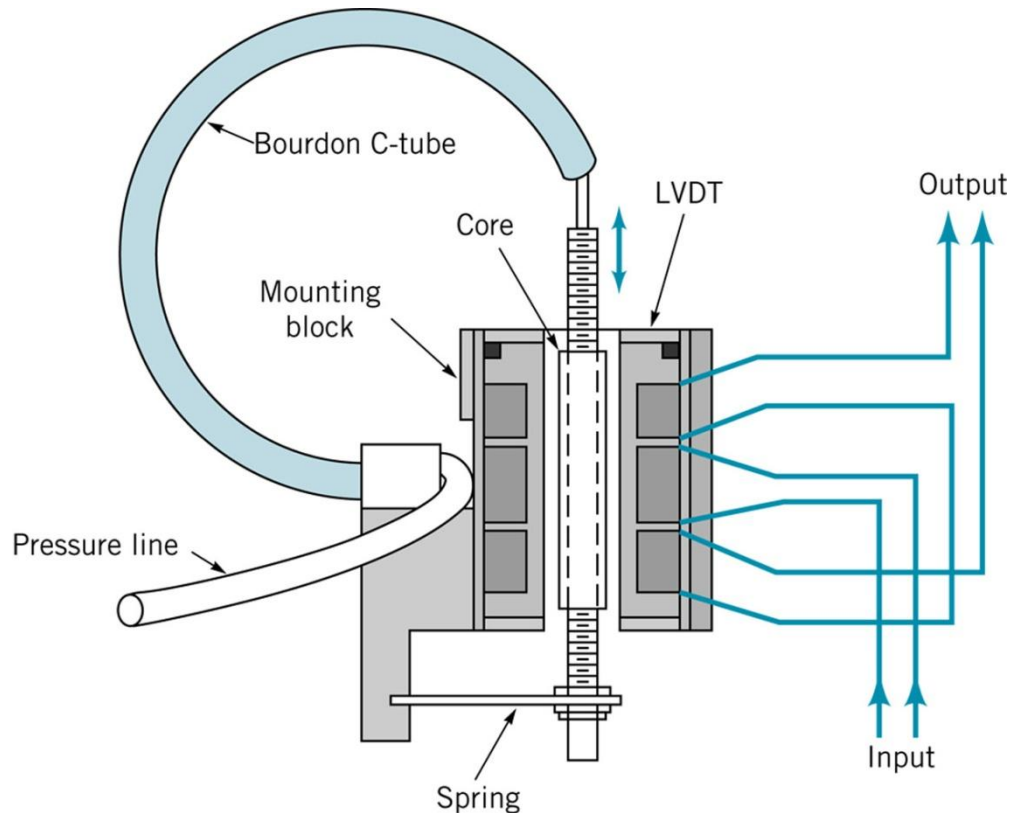
(b)



제2장 유체정역학

◆ bourdon형 압력변환기 (pressure transducer) :

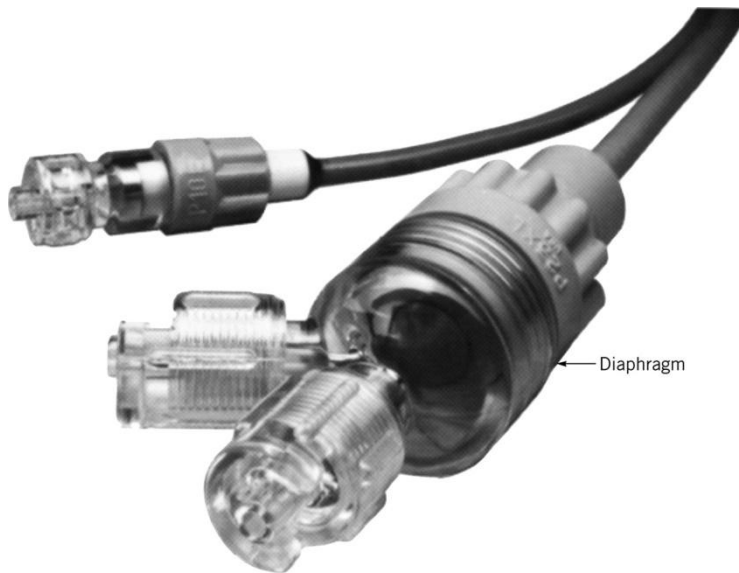
- 시간에 따라 압력을 지속적으로 측정해야 하는 경우에 사용
- 단점 : 압력이 변하지 않거나 천천히 변하는 경우에만 사용 가능(∵ 튜브질량 大)



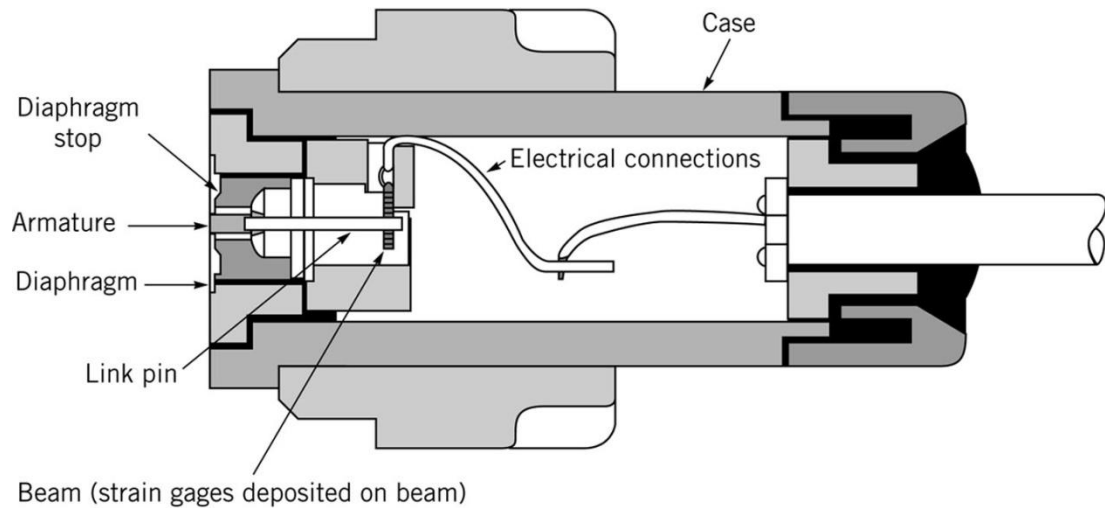
제2장 유체정역학

◆ 스트레인 게이지형 압력변환기 (pressure transducer) :

- 모든 압력측정에 최적



(a)



(b)