

【圧力測定の基礎知識】

1. 압력의 정의, 종류, 그리고 단위

(1) 압력의 정의, 종류

압력은 단위면적당 힘으로 정의된다. 산업계측에서 유체압은 시간적 변화의 유무에 따라 정압력과 변동압력으로 크게 나뉜다. 변동압력은 협의의 변동압력, 맥동압으로 세분된다.

[1] 정압력

시간적인 변화없이 압력 또는 압력 Span 1% / sec, 동시에 압력 Span 5% / minute 이하의 압력. 간단하게 압력을 말한다든 이를 의미한다.

[2] 변동압력

시간적 변화가 정압력을 초과한 압력 Span 1 ~ 10% / sec 의 압력. 협의 의미로는 변화에 주기성이 없는 압력을 말한다. 항상 불연속적으로 크게 변화하는 경우를 충격압력이라고 말한다.

[3] 맥동압력

시간적 변화가 정압력을 초과하고 주기적으로 변화하는 압력을 말한다.

압력의 종류는 Zero 기준을 어떻게 하느냐에 따라 절대압, 게이지압, 차압 세종류가 있다.

[1] 절대압

완전진공을 제로 기준으로 표시한 압력. 일반적으로 단위기호의 뒤에 기호 abs를 붙인다. 항상 대기압보다 낮은 압력을 절대압으로 표시할 때, 진공도로 불린다.

[2] 게이지압

대기압을 제로 기준으로 표시한 압력. 일반적으로 단위기호의 뒤에 G를 붙인다. 항상 무의 게이지압, 소위 대기압보다 낮은 압력을 게이지압으로 표시할 때 진공압으로 불린다. 정 또는 부의 측정하는 압력계를 연성계라 부른다.

[3] 차압

대기압 이외의 임의의 압력을 제로 기준으로 하여 표시한 압력 이상의 관계를, 그림 1로 표시하면,

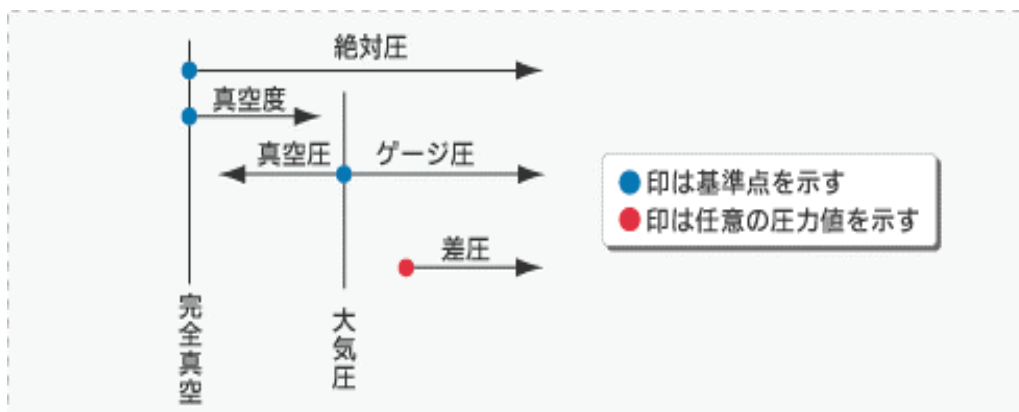


그림 1 압력의 종류와 관계

(2) 단위



종래 MKS중량단위계에서는 kgf / cm^2 로 표시하였지만 최근 국제단위계인 SI 로 파스칼 Pa를 사용하고 있다.

[1] 국제단위계와 관련된 단위

Pascal(Pa), N / m^2 , bar

$1\text{N} / \text{m}^2 = 1\text{Pa}$, $1\text{bar} = 100\text{kPa}$

[2] SI단위에서는 없지만 사용이 가능한 단위

기압(atm)

$1\text{atm} = 101.325\text{kPa}$

[3] SI단위에서는 없지만 한정된 용도로 사용되는 단위

Torr : 생체내압력 측정, 수은주 밀리미터(mmHg) : 혈압의 측정

$1\text{Torr} = 133.322\text{Pa}$, $1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$

표1에 주요한 압력단위의 환산관계를 표시하면,

표1. 압력단위간 환산표

Pa	Bar	Kgf/cm ²	atm	mmH ₂ O	mmHg or Torr
1	1×10^{-5}	1.020×10^{-5}	0.987×10^{-5}	1.020×10^{-1}	7.50×10^{-3}
1×10^5	1	1.02	0.987	1.020×10^4	7.50×10^2
0.981×10^5	0.981	1	0.968	1.000×10^4	7.36×10^2
1.013×10^5	1.013	1.033	1	1.033×10^4	7.60×10^2
0.981×10	0.981×10^{-4}	1.000×10^{-4}	0.968×10^{-4}	1	7.36×10^{-2}
1.333×10^2	1.333×10^{-3}	1.360×10^{-3}	1.316×10^{-3}	1.360×10	1

2. 압력의 측정방법

압력계는 탄성체를 매개체로, 탄성체가 받는 압력을 그 매체의 탄성변형에 의한 응력을 측정하는 탄성압력계, 액체를 매개체로 하여 그 액체가 받는 압력을 그 액주 또는 물체의 무게로 측정하는 액주압력계로 크게 나뉜다.

현재 공업용 압력계로는 거의 대부분이 탄성압력계이며, 그것에는 부르돈관 압력계, 다이어프램 압력계, 벨로우즈 압력계, 챔버 압력계로 분류된다. 이러한 압력계는 측정압력의 종류와 압력범위에 따라 게이지 압력계, 절대 압력계, 차압계의 세종류로 분류된다. 또한 게이지 압력계는 압력계, 진공계, 연성계로 나뉜다. 그외 기능, 용도, 형태, 정도에 따라 압력계를 분류할 수도 있다.

일방액주식 압력계는 공업용 압력계는 아니며 압력발생기, 표준기, 기준기 등으로 사용된다. 주요한 것으로는 기준액주형 압력계와 기준중추형 압력계가 있다.

3. 부르돈관 압력계



(1) 원리

단면이 편평한 C형, 나선형, 그리고 달팽이집형의 금속 파이프 내의 개구고정단으로부터 측정압력을 가져오면, 압력에 대응한 파이프의 곡률이 변화하고 밀폐자유단(관선)이 변위된다. 이 금속 파이프를 프랑스의 부르돈이 고안했기 때문에 부르돈관이라고 한다. 관선에 연결된 넓은 기구에 의해 지침이 회전하여 그 위치의 눈금판 상의 눈금이 측정압력이 된다.

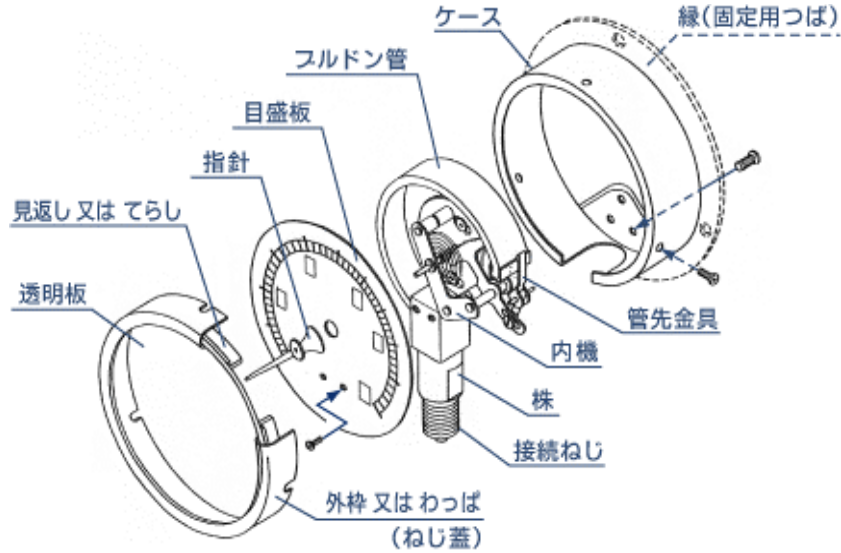


그림 2 부르돈관 압력계의 기본구조

(2) 구조

관선의 변위(이동)량은 탄성 한계 안에서 압력에 비례한다. C형 부르돈관은 이동량이 최대 최대 눈금으로 2~5mm 정도가 된다. 이동량을 크게 하기 위하여 나선형(Spiral)과 달팽이집형(Helical)을 이용한다.

부르돈관의 재질로는 황동, 알미늄 브래스, SUS304, SUS316, 인청동, 합금강 등 고탄성 합금이 사용된다. 고정도용으로는 Beryllium강, 니켈 span C 등이 이용된다.

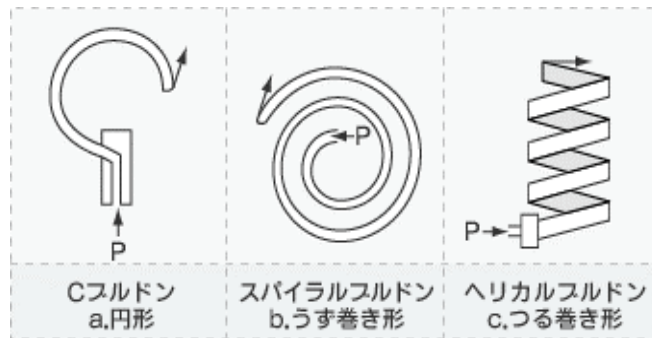


그림 3 부르돈관의 형상

부르돈관 압력계의 규격으로는 JIS B7505가 있으며 압력범위에 의해 압력계, 진공계, 연성계로 구별된다. 용도에 따라 각각의 기능을 가진 부르돈관 압력계로는 다음과 같다.

[1] 박막식 압력계



부르돈관과 기둥의 재질에 데미지를 주는 수압매개체의 경우, 수압매체와 압력계 간에 다이어프램을 설치하여 그 사이에 봉입액을 넣어 간접적으로 압력을 측정 할 수 있는 압력계

다이어프램 등 접액부의 재질은 수압매체에 데미지를 입지 않는 것을 선정할 필요가 있다.

[2] Glycerine 주입 압력계

진동, 맥동이 있는 수압매개체의 압력측정의 경우, 지침의 진폭이 크고 읽는 것이 어울 뿐 아니라 압력계의 수명도 짧다. 글리세린 압력계는 이것을 방지하기 위하여 압력계 내부에 글리세린을 채운 압력계이다.

[3] 마이크로 스위치 접점부 압력계

경보 신호를 필요로 하는 경우에 사용하며, 마이크로 스위치를 내장한 압력계이다.

상한경보, 하한경보의 1접점용, 상하한경보의 2접점용 등 다양한 동작을 선택하는 것이 필요하다.

4. 다이어프램 압력계

(1) 원 리

다이어프램은 탄성이 있는 평면에 수직방향으로 변위가 쉬운 원판형태의 수압소자가 있다. 탄성을 이용한 것과 간단한 다이어프램을 이용한 것이 있다. 일반적인 다이어프램의 변위량은 작기 때문에 확대되더라도 그 변위로 지침을 움직이는 것이 곤란하기 때문에, 전기신호로 변환하여 계기에 표시하는 경우가 많다. 최근의 압력센서, 압력변환기, 차압변환기는 이 방식을 이용한다.

공업용 다이어프램 압력계는 전기변환소자에 의해 다이어프램의 응력을 지닌 반도체 스트레인 게이지식과 다이어프램의 변위를 지닌 정전용량식 두가지로 크게 나뉜다.

(2) 반도체 스트레인게이지

반도체 스트레인게이지는 단일결정 실리콘 와퍼로부터 쪽지형으로 절단된 Bulk를 폴리마이드 등의 대상물에 붙이는 '벌크형'과 금속제의 다이어프램에 진공증착하고 플라즈마 CVD 등 박막제조기술을 이용하여 반도체를 형성하는 '박막형', 그리고 단결정 실리콘 와퍼의 에칭에 의해 다이어프램을 가공하고 그에 필요한 부분에 불순물을 확산하여 스트레인게이지를 움직이는 '확산형'이 있다.

[1] Bulk형 반도체 스트레인게이지

금속 스트레인 게이지의 부착형과 동일한 금속 다이어프램에 접착하여 이용한다.

[2] 박막형 반도체 스트레인게이지

반도체 박막기술 진전에 따라 금속 다이어프램상에 직접 박막형성을 위한 접착의 악영향이 거의없는 압력센서 및 압력변환기용으로 널리 이용되고 있다.

[3] 확산형 반도체 스트레인게이지

단결정 실리콘 와퍼를 에칭하는 것에 의해 다이아프램을 만든다. 스트레인 게이지는 불순물을 고온으로 선택 확산하여 형성한다. 이 스트레인 게이지는 소형으로 실리콘 와퍼를 위해 브릿지회로와 동시에 만드는 것이 가능하다. IC를 만드는 것과 동일한 대량생산이 가능하게 되어 아주 싼값으로 제작가능하게 되었다. 그러나, 고압용은 아직 미완이다. 수압매체가 Dry air에서 제약되는 문제가 있기 때문에 시정이 필요하다. 이로부터 반도체 스트레인게이지를 브릿지 회로에 연결하여, 다이아프램의 스트레인을 Piezo 저항효과의 저항치 변화로 검출된다. 이 측정회로의 출력을 크게 하기 위하여 4절 스트레인게이지로 다이아프램상의 인장 스트레인과 압축 스트레인이 발생하는 위치에 배치한다. 4절 스트레인게이지의 주변에 맞는 측면 스트레인게이지의 저항치가 역으로 변화한다. 이에 따라 1 면의 경우보다 4배의 출력을 획득하는 것이 가능하다. 그림 6에서 웨스턴 브릿지 회로를, 그림 7에서 다이아프램의 가압변화 상황을 표시한 것이다.

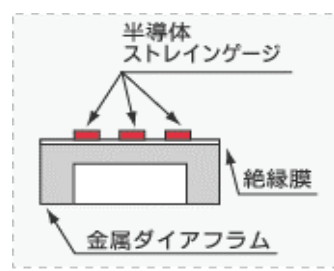


図4 蒸着型半導体歪ゲージを用いた圧力センサ

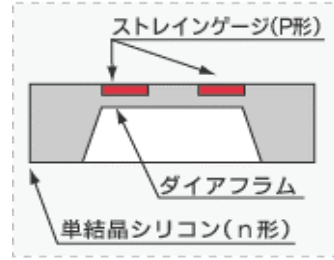


図5 拡散型半導体歪ゲージを用いた圧力センサ

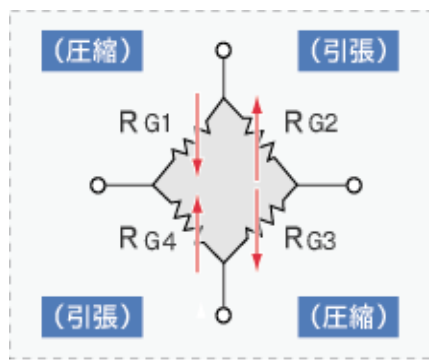


図6 ホイートストンブリッジ回路

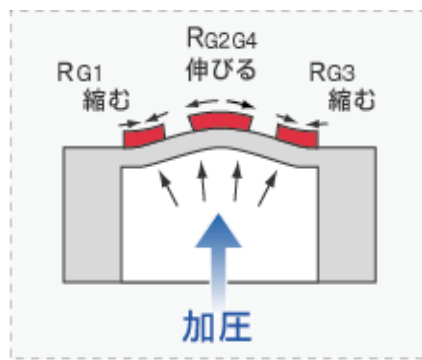


図7 ダイアフラム加圧変形

(3) 정전용량식

수압소자의 다이아프램과 좁은 Gap를 경유하여 대응하는 평면판과의 양면에 전극을 걸어, 다이아프램의 변위를 정전용량의 변화로 나타내는 방식이다. 다이아프램의 재질은 금속, 세라믹, 실리콘 등이 이용된다. 그림 8은 다이아프램의 양측에 대응하는 두개의 전극을 가진 실리콘 다이아프램 차동정전용량형의 구조를 표시한 차압센서, 차압변환기이다. 그림 8은 측정압 2를 대기압에 개방한 기본구조라면 게이지압 측정이 가능하게 된다.

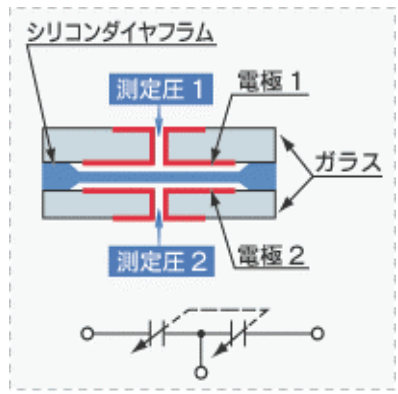


図8 静電容量型差圧センサ

5. Bellows 압력계

벨로우즈는 외부 둘레에 Paper lantern 형태의 깊은 주름을 지닌 얇은 실린더 모양으로 축방향에 신축가능한 수압소자가 있다. 내압의 한도를 위하여 저압용 압력계로 사용된다. 그림 9는 벨로우즈 압력계의 구조 예이다. 가압을 받는 벨로우즈 자유단이 변위된다. 이것이 레바를 경유하여 Rod, Sector로 전달, 지침을 움직이면서 압력을 지시한다.

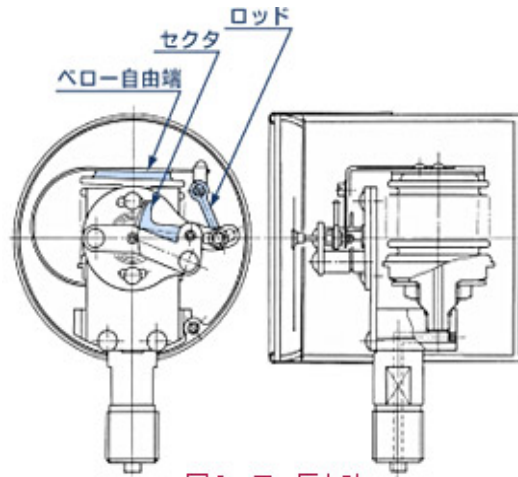


图9 벨로우즈-压力计

6. 액주압력계

액주의 높이에 따라 생기는 압력과, 측정하려고 하는 압력의 균형을 맞추고, 액주의 높이에 대응하는 것에 따라 측정하는 것이 액주압력계이다. 액주의 높이와 액체의 밀도, 또는 비중량에 의해 압력이 결정된다. U자관을 사용하면 차압을 측정할 수 있다. 그림 10에 액주압력계의 기본형을 표시한 것이다. 차압식의 기본식은

$$P_1 - P_2 = \rho \cdot g \cdot h \text{로 나타낼 수 있다.}$$

여기서, P_1 : 높은 쪽으로의 압력, P_2 : 낮은 쪽으로의 압력, ρ : 액체의 밀도

g : 중력가속도, h : 액주의 높이 라 한다. 액주압력계에 사용되는 압력계는 물과 수은이 많다.

기본식을 구성하는 각 요소를 보면 밀도는 온도에 의해 변화한다. 중력가속도는 측정위치에서의 위도와 해발에 따라 다르다. 이와 같은 온도보정과 중력보정이 필요하기 때문에 공업용으로는 거의 이용되지 않고 있다.

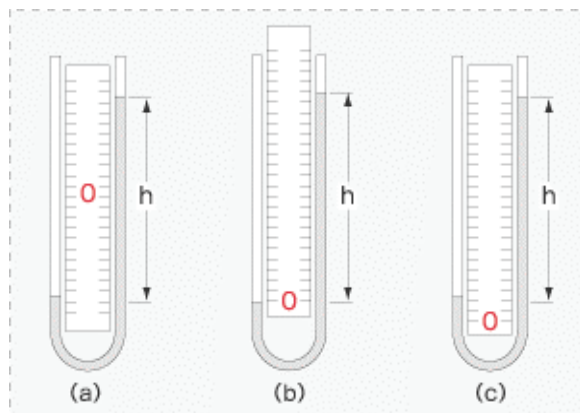


图10 液柱压力计的基本原理图

7. 압력측정에서의 유의점



배관, 설치 취급상의 일반적인 주의사항은 다음과 같다.

(1) 산소압력의 측정

압력계를 제조검사하는 공정에 있어 기름을 사용하는 경우가 있는데 기름이 있다면 산소와 반응하여 폭발할 위험성이 상존한다. 이 경우는 금속처리한 압력계를 사용해야 한다.

(2) 부식성 수압매체를 사용할 경우

압력계를 부식하는 수압매체의 경우는 압력재 자체를 내식재료를 이용하여 압력계를 제작한다. 그러나, 일반적으로 압력계 접액부를 특수재질로 제조하는 것은 곤란하며, 다이어프램 실링한 박막식 압력계를 사용한다. 다이어프램 실링 재질은 SUS, Titanium, Tantalum, Teflon 등이 있으며 수압매체에 침식되지 않는 재질의 다이어프램을 선정할 필요가 있다.

(3) 과대압의 경우

압력 Span 이상의 과잉 압력을 수압소자가 받으면 응력이 영구히 변형되어 큰 오차를 보인다. 부루돈관 압력계는 정압력에 대하여 Span 3 / 4이하, 변동압에 대하여 Span 2 / 3이하로 사용하는 것이 적절하다. 일반적으로 압력 Span은 상용압력의 1.5 ~ 2.0로 사용하는 것이 바람직하다.

(4) 맥동압의 경우

부루돈관 압력계는 기종과 압력 Span에 따르지만 도입구에 Throttle를 집어넣어 제약하는 것도 있다. 또한 텀블러를 매개로하여 사용하는 것도 효과적이다. 압력센서, 압력변환기는 과잉압 한계량이 있기 때문에 Digital 압력계에 필터를 집어 넣는다면 진동의 흡수를 용이하게 하는 것이 가능하다.


(5) 고점도와 응고성이 있는 수압매체의 경우

부루돈관 압력계는 다이어프램 실링한 박막식 압력계를 사용하는 것이 필요하다. 압력센서, 압력변환기는 플래시 다이어프램 구조를 이용한다. 이 수압매체의 경우는 고온일 경우가 많기 때문에 압력계, 압력센서의 사용온도 범위에 주의할 필요가 있다.

(6) 식품가공연관 용도의 경우

식품, 의약품 관계 제조공장에서는 압력계의 접촉부에 수압매체가 묻지 않도록 하고 생산공정 완료후 따뜻한 물로 세정하여 제거하는 것이 필요하다. 이를 위해 플래시 다이어프램의 Sanitary가 널리 사용된다. 압력계, 압력센서, 압력변환기와 다이어프램 사이의 봉입액은 만일에 식품에 혼입되었더라도 안전한 실리콘 오일, 물, 에틸렌을 주로 이용한다.

광고 에스앤케이의 고정도의 압력계이지, 디지털 압력계이지, 압력센서, 압력변환기, 그밖의 다양한 센서를 공급하고 있습니다.

연락처: 에스앤케이 기술영업부 Tel: 02-2684-2166 www.snkgroup.com 

一般圧力計



隔膜式圧力計



接点付圧力計 スイッチ



電子式圧力計



アクセサリー



温度計



*** 자세한 제품문의는 기술영업부(02-2684-2166)로.....