blog.naver.com

유량계(Flowmeter)의 종류, 원리 및 특징

ECO 전도사 2019. 8. 10. 18:18

19~24분

먼저 '유량계[Flowmeter, 流量計]'가 무엇인지 알아볼까요?

유량계는 액체 또는 기체의 선형, 비선형, 질량 또는 체적 유량율을 측정하는데 사용되는 장비.

그리고 **유량계**는 배관을 통하여 단위시간 당 흐르는 액체 또는 기체를 부피(N㎥), 질량(kg), 열량(GJ) 단위로 측정하는 설비.

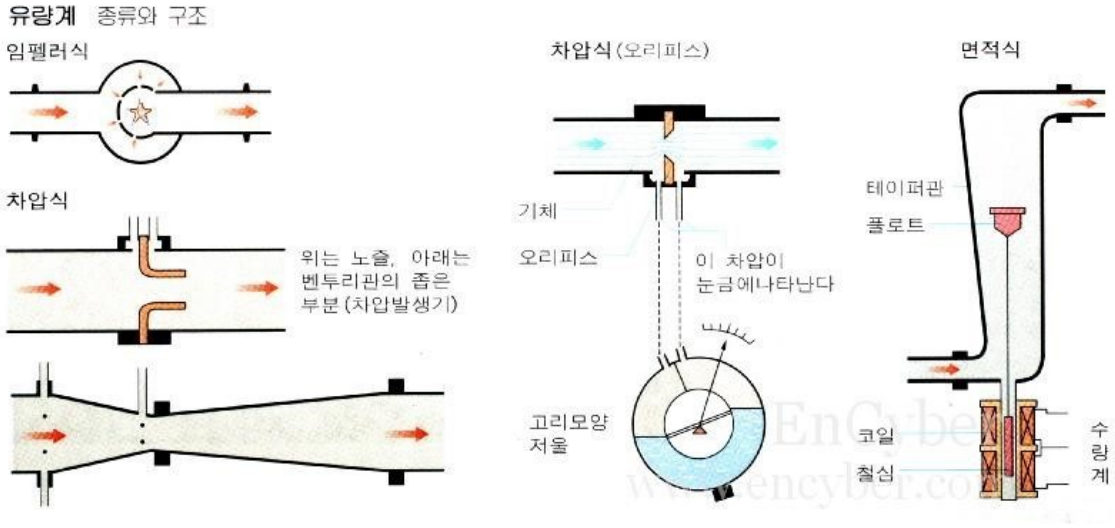
		Process									
		Clean Liquid	Dirty Liquid	Abbrassive	Corrosive	Low Pressure	Low Velocity	Steam	Gas	High Temp	Low Temp
Technology	Vortex Flow Meter	•	○		•	○		•	•	•	•
	Magnetic Flowmeter	•	•	•	•	•	•			○	○
	Coriolis Flow Meter	•	•	•	•	○	•	○	•	•	•
	RotaMeter Flow Meter (Variable Area)	•	○		•	•	•	•	•	•	•
	Differential Pressure	•	○		•		•	•	•	○	○

• = OK ○ = Typically OK; but, consult representative Blank = Not OK

유량계 종류별 적합 프로세스

또한 **유량계**는 기체 또는 액체가 단위시간에 흐르는 양(체

적 또는 질량)을 측정하는 계기로서, 대별하면 유체의 양을 체적으로 나타내는 유량계를 **체적유량계**라 하고, 질량으로 나타내는 유량계를 **질량유량계**라 한다.



유량계 종류와 구조

1. 차압식 유량계

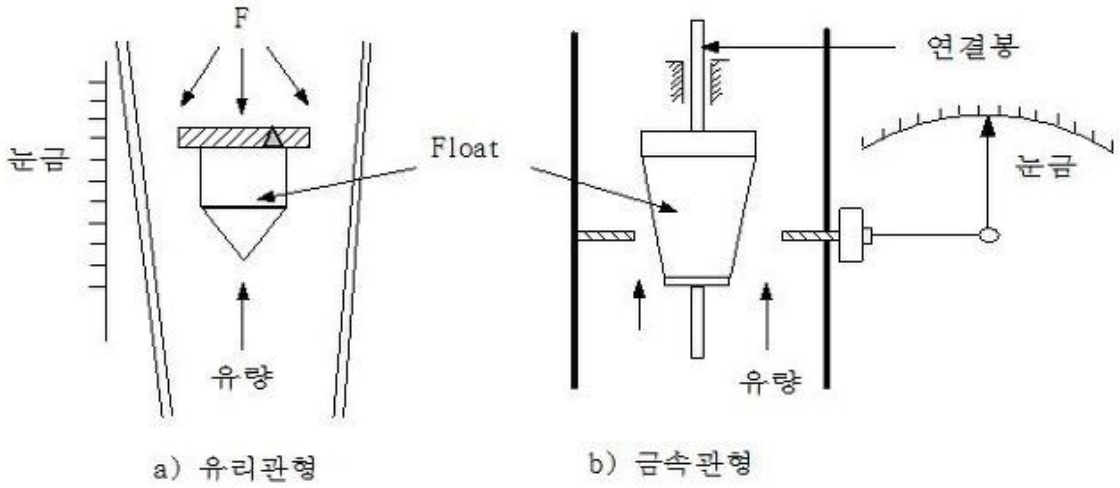
비압축성 유체가 관내를 중력으로만 흐를 경우 관내의 임의 점에서 베르누이 정리가 성립하고 이때 압력차로서 유속을 측정한다. 벤츄리식, 오리피스식이 존재한다.

벤츄리미터는 긴 관의 일부로서 단면이 작은 목부분과 점점 축소 및 점점 확대되는 단면을 가진 관으로축소부분 압력수두의 일부는 속도수두로 변하게 되어 관의 목 부분 압력수두가 적게되는데, 이러한 수두차에 의해 유량을 측정한다.

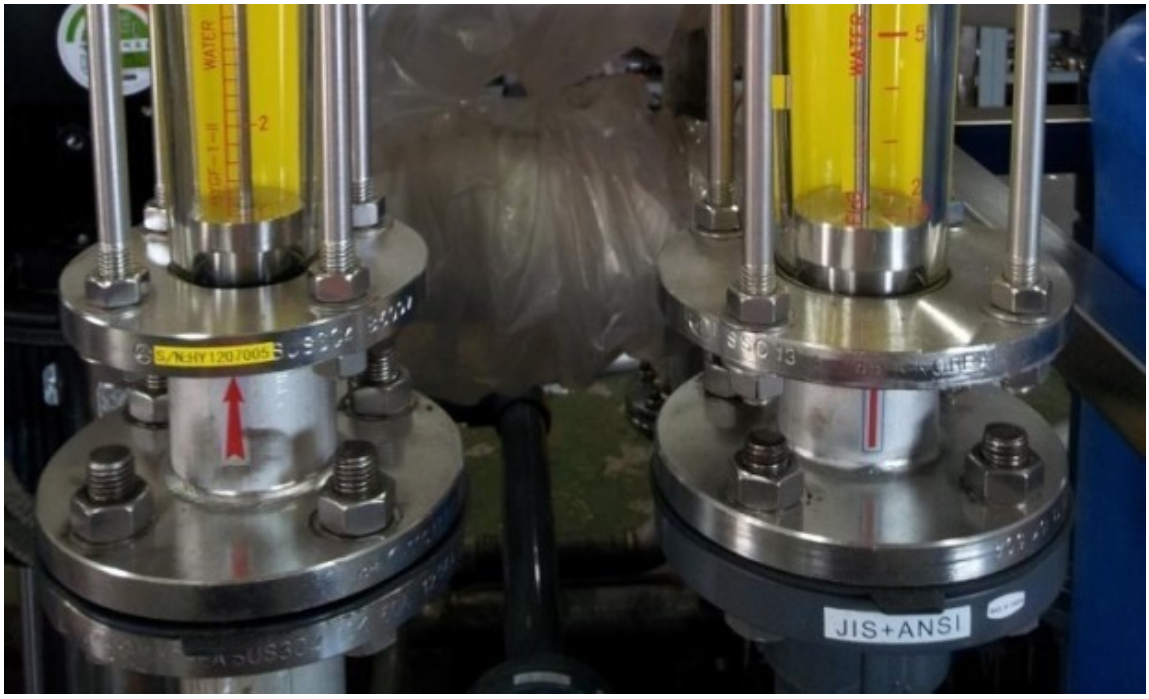
차압식 유량계는 구조가 간단하고 가동부가 거의 없으므로 견고하고 내구성이 크며, 고온, 고압, 과부하에 견디고 압력손실도 적다. 정밀도도 매우 높고 공업용으로 현재 많이 쓰이고 있다.

2. 면적식 유량계

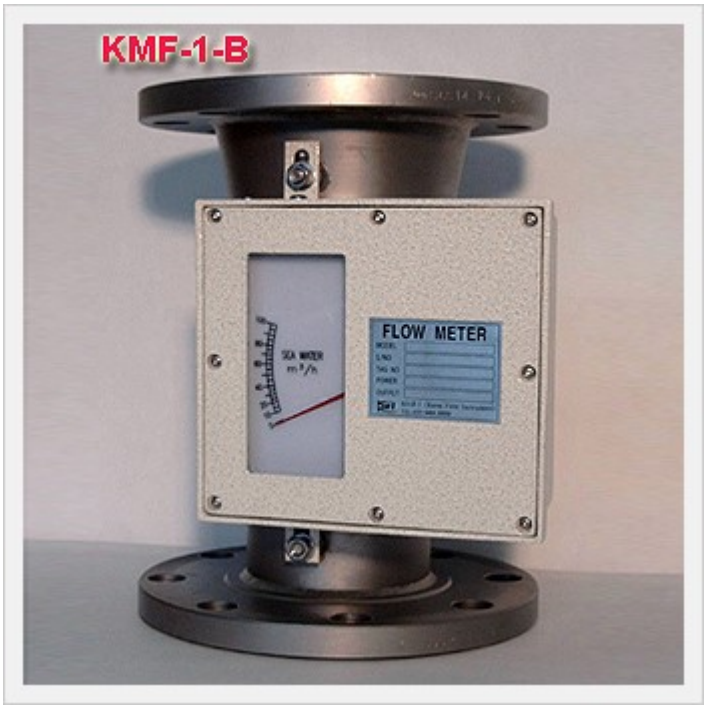
유체가 흐르는 단면적을 조정하고 수위나 Float 움직임에 따라 유속을 측정하여 면적과 유속의 곱으로 유량을 측정한다. Float 식은 수직으로 설치된 Taper관의 사이를 측정 유체가 밑에서 위로 흐르면 Taper관내에 설치된 Float는 유량의 변화에 따라 상하로 이동된다. 이 Float 움직임을 검출하여 유량을 구하게 된다. 차압식 유량계에 비해 적은 유량 및 고점도의 유량 측정이 가능하다.



면적식 유량계 종류



유리관 면적식 유량계

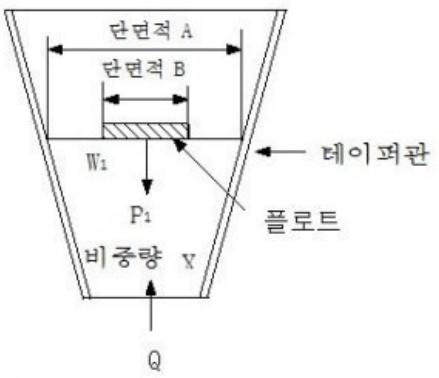


$W_1 + AW_2 = AP_1 \quad Q = \alpha F_0 = \sqrt{\frac{2g\,(P_1-P_2)}{X}}$

W_1 : 플로트 중량유량

A : 플로트 단면적

P_1, P_2 : 상류측, 하류측 유체의 압력



<면적식 유량계의 계산식>

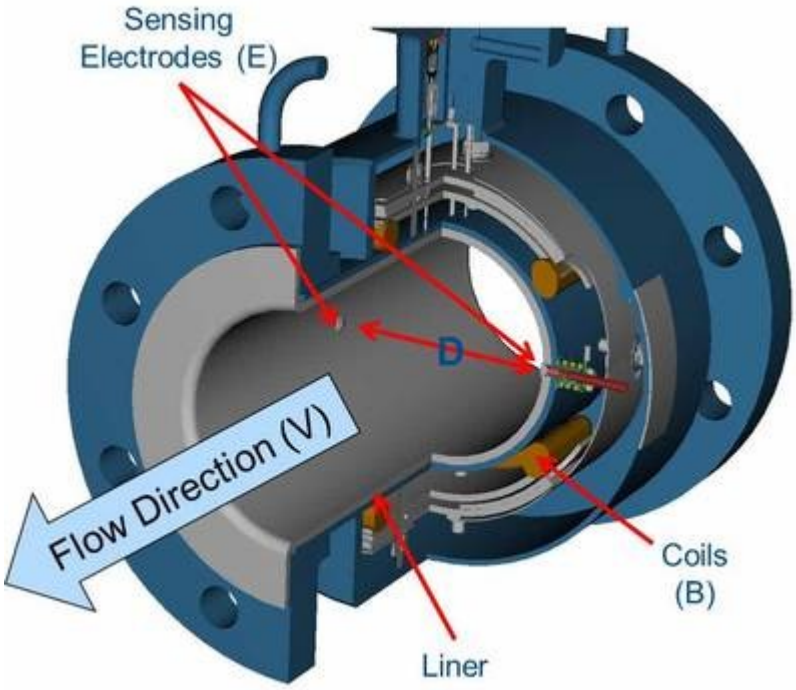
수학공식을 이해하시면 좋지만 그 보다는
'이러한 공식으로 평행을 맞추게 되는구나'
정도로 생각해 주시면 되겠습니다.

면적식 유량계의 계산식

3. 전자식 유량계

자계중에 측정관을 관축방향이 자계와 직교하도록 전극간에 전압이 발생하는 페러데이법칙을 이용한다. 유체의 온도, 압력, 밀도, 점도의 영향을 받지 아니하고 넓은 측정범위에 걸쳐서 체적유량에 비례한 출력신호가 얻어진다.

검출기는 흐름을 막는 것이나 가동부가 없으므로 적절한 Lining재질을 선정하면 Slurry나 부식성 액체의 측정이 용이하다. 압력손실은 없고 다른 유량계에 비해서 상류측 직관부도 짧아서 좋다.



전자식 유량계 내부 구조

4. 초음파 유량계

관로의 외부에서 유체의 흐름에 초음파를 방사하고 유속에 따라 변화를 받는 투과파나 반사판 관외에서 받아들여 유

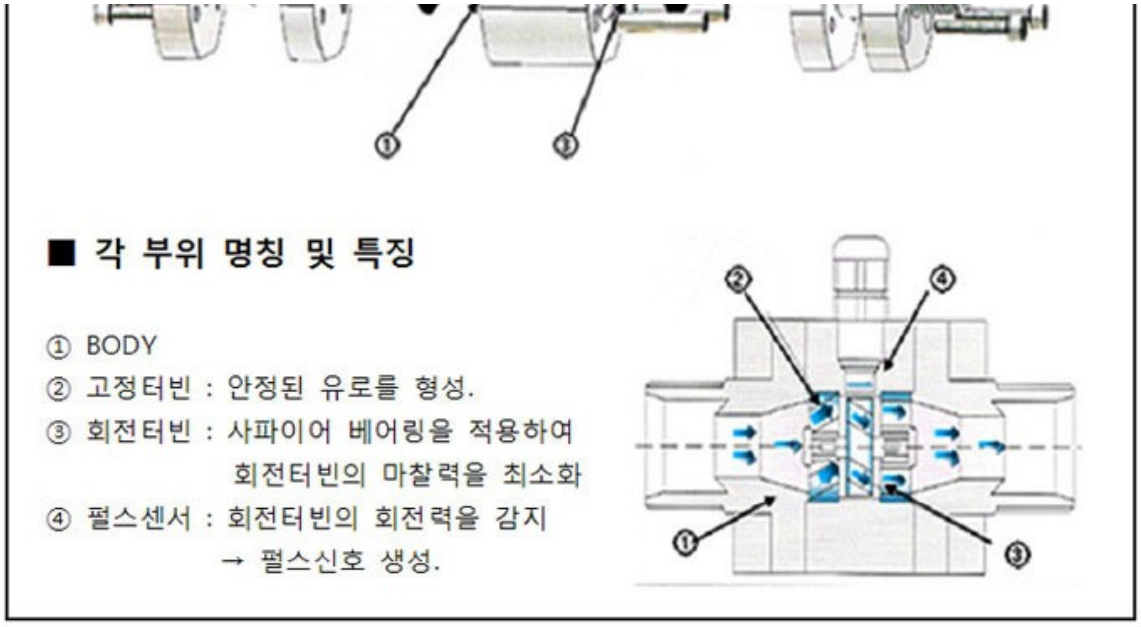
량을 구하는 것이다. 전달시간차 방식은 초음파가 유체내를 통과하는 속도는 유체의 평균유속과 일정한 관계를 가지게 되는데, 이 통과시간을 측정한 다음 유속과 관지름에 의해 유량을 구하게 된다.

도플러 방식은 진동원과 관측점의 상대운동에 의해 음, 광 등의 주파수가 변화 한다고 하는 도플러 효과를 이용하여 초음파에 의해 유량을 측정한다. 관로의 외벽에 검출기를 부착하는 방식으로 이미 설치된 배관를 훼손하지 않고 유체의 흐름을 멈추지 않고 유량측정이 가능하며 검출기는 유체와 비접촉하므로 부식이나 부착물의 걱정이 없고 유체의 흐름을 방해하지 않기때문에 압력손실이 적다.

유속분포의 혼란이 측정 정도에 영향을 주는데, 검출기 부착부에는 상류측(10D), 하류측(5D) 정도의 직관부가 필요하다.

5. 터빈 유량계

원통상의 유로속에 로터(회전날개)를 설치하고 이것에 유체가 흐르게되면 통과하는 유체의 속도에 비례한 회전속도로 로터가 회전하게 된다. 이 로터의 회전속도를 측정하여 흐르는 유체의 유량을 구하는 방식이다.



터빈 유량계 내부 구조도

6. 용적식 유량계

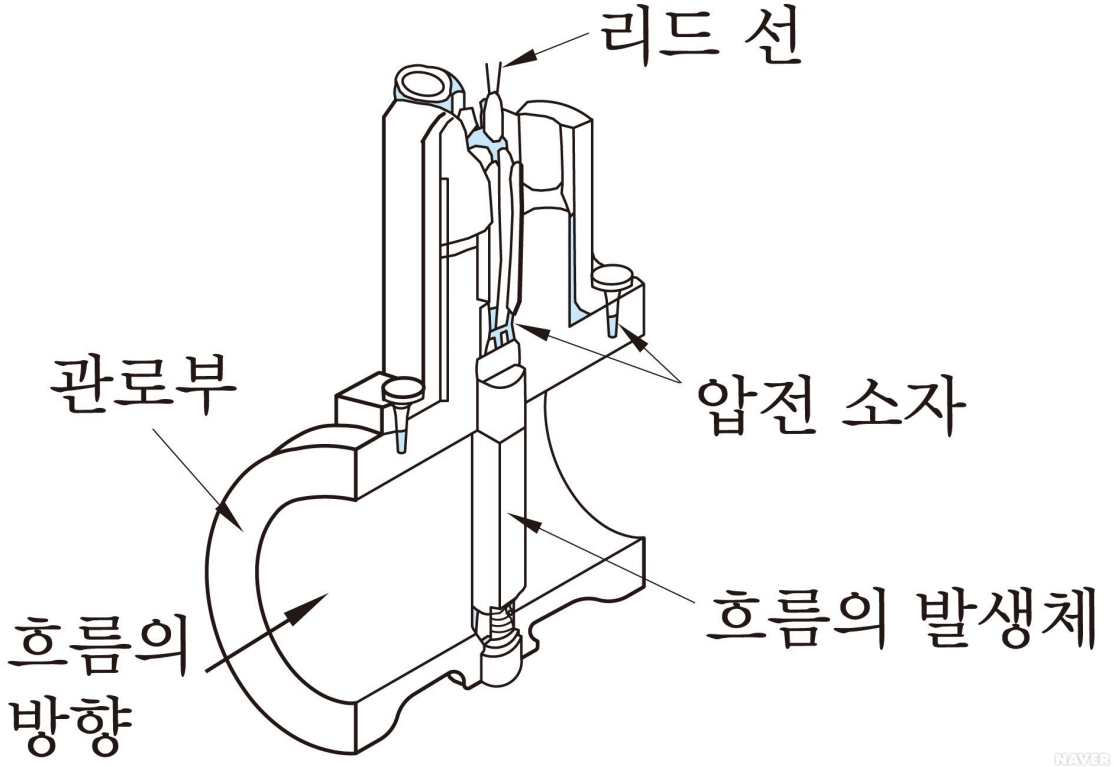
회전자의 피스톤 등의 가동부와 그것을 둘러싼 케이스 사이에 형성되는 일정 용적의 공간부를 통 모양으로 그안에 유체를 가득채워 그것을 연속적으로 유출구로 보내는 구조로서 계량 회수로부터 유량을 측정한다.

용적식 유량계

7. 소용돌이 유량계 또는 볼텍스(와류) 유량계

소용돌이 유량계

유체의 흐름에 수직으로 주상물체를 눌러 끼우면 그 물체의 양쪽에서 서로 역회전의 소용돌이가 서로 교대로 발생하고 소용돌이의 주파수는 유속에 비례하는 특성을 가지고 있기 때문에 소용돌이 주파수를 검출하는 것으로 부터 유량을 측정할 수 있다.



소용돌이 유량계

볼텍스 (와류) 유량계

와류(Vortex)라 함은 쉽게 소용돌이 정도로 이해하시면 될 것 같습니다. 배관 내에서 유체가 흐를 때 어떠한 장애물이 있다면 와류가 발생하게 됩니다. 사실, 와류는 원치않는 흐름이지만 이 현상을 이용해서 유량을 측정할 수 있습니다.

와류로 인해 발생하는 압력을 압전소자를 이용하여 전하량으로 변화시키고, 이를 통해 배관을 흐르는 유체의 유속, 유량을 구할 수 있습니다.

볼텍스 유량계 - 단관형 및 삽입식

볼텍스 유량계에서 한단계 더 발전하여 더욱 정밀한 측정을 하기 위해서는 유량계의 설치현장과 환경변화, 유체의 온도 압력조건 변화에 대응하여 전체 측정값에 온도의 변화량과 압력의 변화량을 보정하여 측정값에 반영하여 주는 방법이 가장 최선의 방법이라고 볼 수 있다.

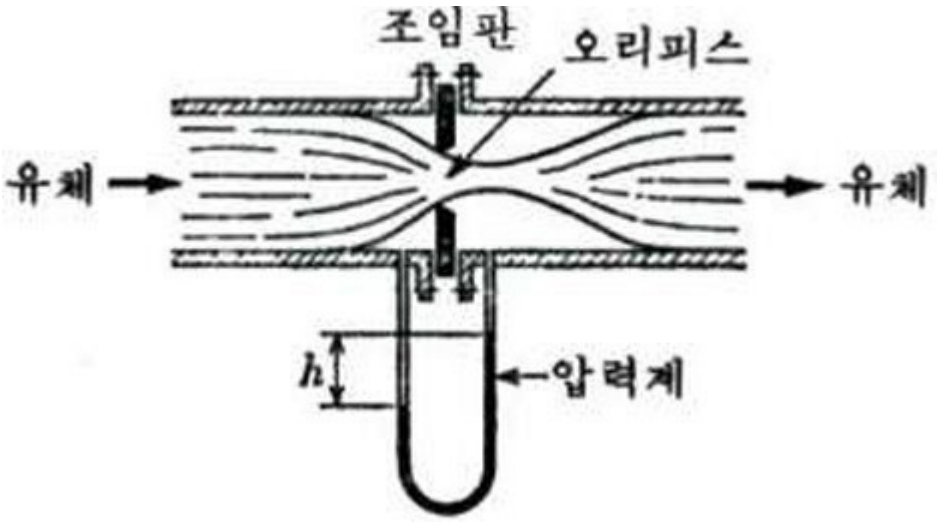
기존의 방법으로 유량계 외에 별도로 온도전송기와 압력전송기를 설치하여 측정값에 반영하는 방법을 사용하였으나, Flow Computer가 적용된 볼텍스 유량계는 **유량센서, 온도센서, 압력센서를 일체화**하여 최상의 정밀도를 제공하면서 설치비용과 유지관리비용을 획기적으로 줄여준다.

일반 볼텍스 유량계 (와류 유량계)와 동일한 방법으로 유량을 측정하지만, 측정된 유량값에 온도센서와 압력센서를 통해 전송된 값을 Flow Computer에서 보정하여, 온.압 보정이 적용된 정밀 측정값을 표시하여 준다.

볼텍스 유량계 구성

8. 오리피스 유량계

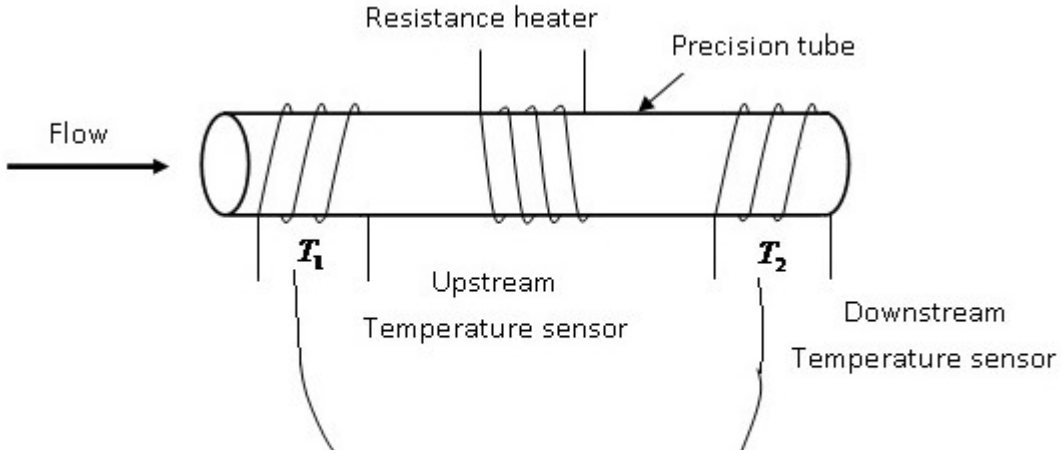
유체가 흐르는 도관에 작은 구멍이 뚫린 판을 끼워 넣으면 이 구조물 양단에는 유체의 속도차이에 의하여 차압이 발생합니다. 오리피스 유량계는 이 차압의 크기가 유체속도의 크기에 비례하기 때문에 생기는 압력 차이를 측정함으로써 유량을 유추하는 방식입니다.

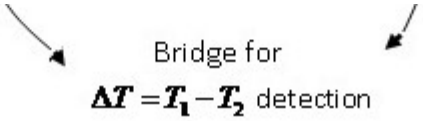


오리피스 유량계 원리

9. 열식 질량 유량계

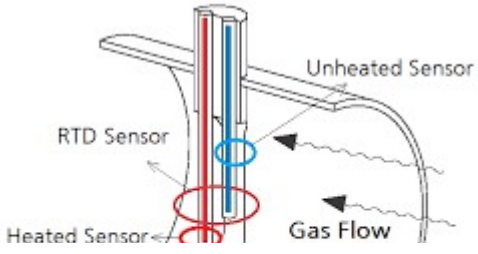
유체를 가열하여 어느 일정 온도로 높이는 데 필요한 에너지가 질량의 유량에 비례하는 것을 이용하는 방식의 유량계.

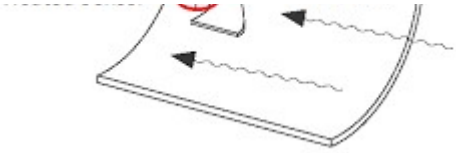




열식 질량유량계 작동 원리

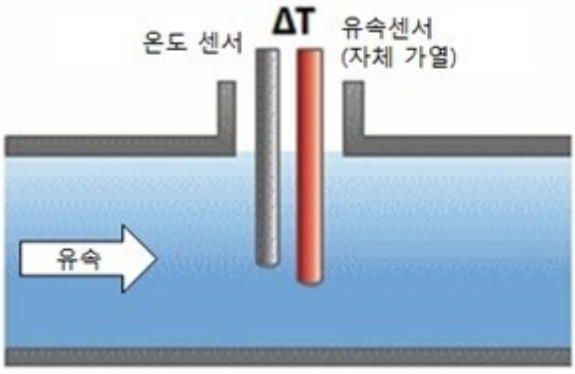
열식 질량유량계(thermal mass flowmeter, TMFM)는 주로 공기나 가스의 질량유량을 측정하기 위한 유량계이다. 흐르고 있는 유체 중에 가열된 물체를 놓으면 유체와 가열된 물체 사이에 열교환이 이루어짐에 따라 가열된 물체가 냉각된다. 이 냉각율은 유속의 함수가 되기 때문에 가열된 물체의 온도를 측정하는 것에 의해 유속을 구할 수 있다. 또 유체를 가열하여 일정한 온도로 높이기 위하여 필요한 에너지는 또한 유속의 함수가 되기 때문에 흐르고 있는 유체의 온도를 어떤 일정한 온도로 높이기 위하여 필요한 에너지를 측정하면 유속을 구할 수 있다. 열을 이용하여 기체의 흐름을 측정하는 방법으로 열선 풍속계가 있다. 열선 풍속계는 기체의 평균 유속과 속도 변화를 정확하게 측정하는 가장 좋은 방법으로 인식되었으며 낮은 유속도 충분히 측정할 수 있는 우수한 특징도 있어 광범위하게 이용되어 왔다. 그러나 열선 풍속계를 공업용으로 이용하고 낮은 유속부터 높은 유속까지 넓은 범위의 평균유속을 측정하는데 있어 장시간의 지시안정성, 유체 물성치의 변화에 따른 영향, 가는 열선의 내구성 등의 측면에서 만족할 만한 성능을 얻지 못했다. 이러한 열선 풍속계의 문제점을 해소하기 위하여 개발된 것이 열식 질량유량계이며, 이는 안정된 평균유속을 측정하고 또한 견고하여 신뢰성이 우수한 유체 측정이 가능하게 하였다.

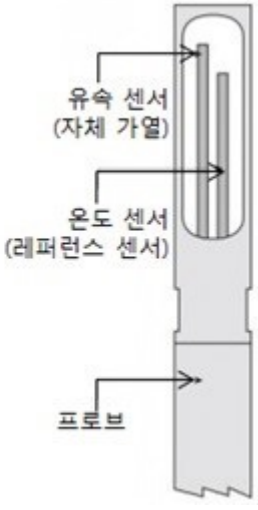




열식 질량유량계 내부 구조

열식 질량유량계는 기본적으로 대류에 의한 열 전달의 원리에 기본을 두고 있다. 아래 그림과 같이 가스온도의 변화를 자동적으로 보정하는 두 개의 센서인 유속센서(velocity sensor)와 온도센서로 구성되어 있다. 변환기는 유속센서를 가스의 온도보다 높은 일정한 온도차이로 유지할 수 있게 열을 가한다. 그리고 가스의 흐름에 따른 냉각효과를 측정한다. 일정한 온도차를 유지하기 위하여 변환기는 전기적인 에너지를 필요로 하며, 파이프 내에 가스가 흐를 경우 변환기에서 유속센서와 가스의 온도차를 일정하게 유지하기 위한 에너지는 더 많이 필요하며, 이러한 전기 에너지의 변화는 가스의 질량유속과 비례한다. 따라서 가스유속에 필요로 하는 전기 에너지를 구하여 직접적으로 질량유속을 구하는 방식이 열식 질량유량계이다.





MEMS란 Micro Electro Mechanical Systems (미세 전기 기계 시스템)의 약자로, **미세한 입체 구조 (3차원 구조)를 지니며, 다양한 입력 · 출력 신호를 취급하는 시스템의 총칭**입니다.

MEMS 공정으로 압력, 자이로스코프, 가속도계 등 다양한 형태의 센서 제작이 가능한데, 열식 유량센서도 MEMS로 제작하는 기술이 개발되었다. 이러한 열식 MEMS 센서는 부피, 속도, 또는 질량을 측정하는 용도로 사용되고 있으며, 대표적인 MEMS 유량센서의 개념은 아래 그림과 같다. 하나의 히터와 두 개의 온도센서로 구성되어 있으며, 온도센서는 각각 상류측과 하류측의 온도를 측정한다. 이러한 MEMS 유량센서의 높은 민감도, 작은 크기, 저전력 전기소모, 저가격의 장점이 있어 자동제어 공정에 사용이 확대되고 있다.

열식 질량유량계

10. 질량 유량계

유체의 체적(體積, Volume, 부피)유량이 아니라 질량유량을 측정하는 방식의 유량계. 크게 나누어 직접 질량유량에 비례하는 양을 검출하는 방식의 직접형 질량유량계와, 체적유량계와 밀도계를 조합시켜 질량유량을 측정하는 방식의 간접형 질량유량계가 있다. 직접형에는 열식 질량유량계, 차압식 질량유량계, **코리올리(Coriolis) 질량유량계**, 각(角)운동량식 질량유량계, 자이로식 질량유량계, 터빈 질량유량계가 있다. 간접형에는 여려 조합의 질량유량계가 있다. 유체의 온도나 압력이 크게 변동하는 흐름에 있어서는 밀도가 변화하기 때문에 체적 유량만을 측정해서는 정확한 질량유량을 측정할 수 없다. 그러나 온도나 압력을 동시에 측정하여 항상 기준상태로 환산하여 평가하는 것은 온도나 압력의 변화가 심한 경우, 거의 실현이 불가능하거나 매우 어렵다. 질량 유량계는 이와 같은 경우에 사용된다. 하나의 장치로 유량, 밀도, 온도를 측정할 수 있는 유량계. 특히 가동부, 영점 조정, 검교정 드리프트가 없어 유지 보수 비용이 절감되는 유량계. 높은 신뢰성, 광범위한 작동, 유량 방향과 관계 없는 양방향 계측이 가능해서 가동 시간 및 유연성을 향상시키는 유량계.

다양한 형상의 질량유량계

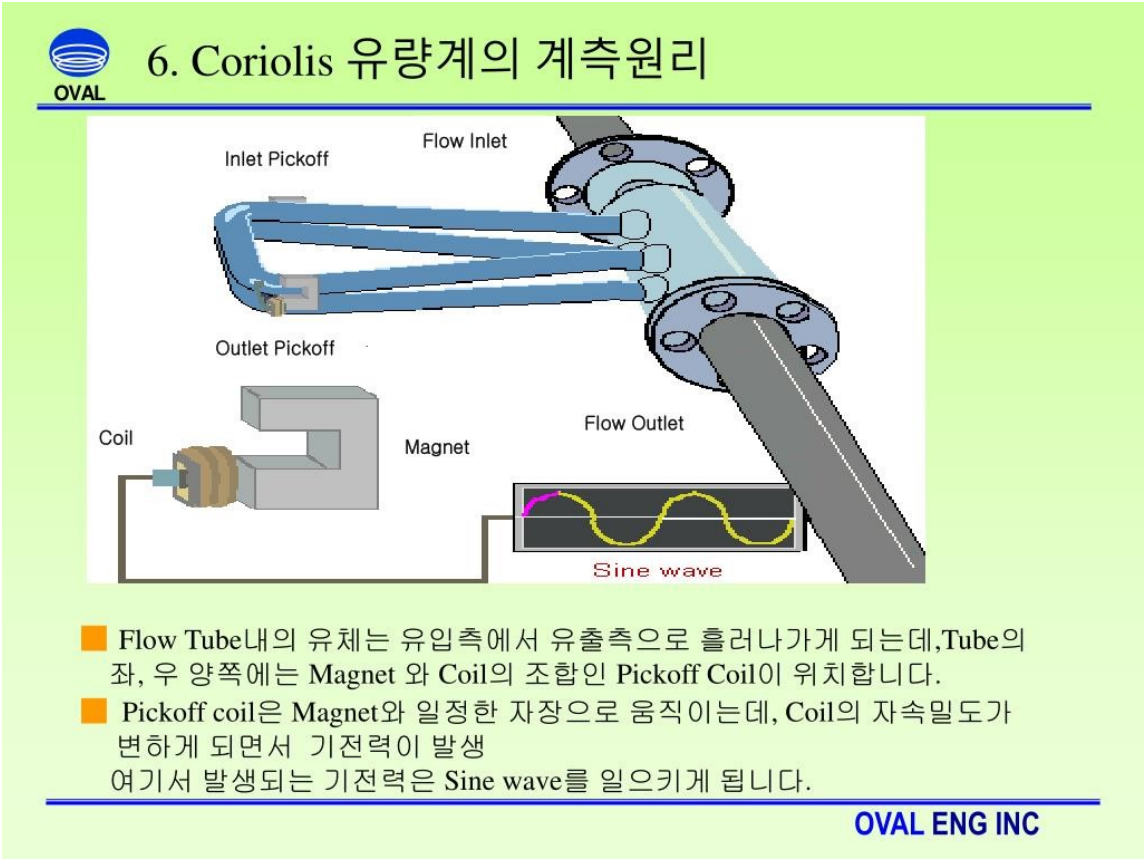
코리올리스(Coriolis) 유량계 원리

Coriolis 유량계의 기본 작동은 운동 역학의 원리를 기반으로 합니다. 진동 튜브를 통과할 때 유체는 최고 진폭 진동 지점을 향해 이동하면서 가속됩니다. 이와 반대로 유체가 튜브를 빠져나갈 때는 최대 진폭 지점에서 멀어지면서 감속합니다. 그 결과, 흐르는 상태에서 유관의 뒤틀리는 반응이 발생하며, 이것은 각 진동 주기를 가로지르며 일어납니다.

코리올리 유량계 내부 구조

코리올리스 미터의 기본 작동은 운동 역학의 원리를 기반으로 합니다. 공정 유체는 센서에 진입하면 분할됩니다. 작업 동안 구동 코일은 튜브를 시뮬레이션하여 자연 진공 주파수와 반대로 진동합니다. 튜브가 진동할 때 각 픽오프에서 생성된 전압이 사인파를 생성합니다. 이는 서로 한 튜브의 움직임이 서로 관련이 있음을 나타냅니다. 두 사인파 사이의 시간 지연을 Delta-T라고 하고 이 값은 질량 유량 속도

와 직접 비례합니다.



대표적인 유량계의 원리 및 특징		
명칭	**원리**	**특징**
차압식 유량계	관로에 설치된 스로틀 전후의 압력차의 평방근이 유량에 비례하는 것을 이용.	소유량에서 대유량까지 적용범위가 넓다. 공업용으로 많이 쓰인다.

층류 유량계	차압식 유량계의 일종이지만, 스로틀로서 세관(細管)을 사용하면 스로틀 전후의 압력차는 유량에 비례한다.	미소 유량, 점성도가 높은 유체의 측정에 알맞다. 압력차가 유량에 비례
면적식 유량계	테이퍼관과 부자, 피스톤과 슬릿 등의 조합에 의하여 스로틀의 면적을 바꾸고, 스로틀의 면적과 유량이 비례하는 것을 이용.	소유량의 계측에 적합하다. 값이 싸고, 공업계측용으로 많이 쓰인다.
용적식 유량계	로터와 케이스, 피스톤과 실린더 등을 이용하여 유체를 일정 용적 내에 가두어 넣고, 다음에 방출하기를 반복하여 단위 시간당의 횟수에서 유량을 얻는다.	적산유량계에 많이 쓰인다. 정밀도가 높다. 압력손실이 크다.
터빈 유량계	회전 날개의 회전수가 유량에 비례하는 것을 이용.	고온, 저온, 고압 등의 엄한 조건의 유체에 적용

		할 수 있다. 고정밀, 저유속에서는 오차가 크다. 주파수 출력.
전자 유량계	전도성 유체의 흐름 방향에 직각으로 자장을 가하면 두방향으로 직각인 방향에 기전력이 발생, 이 기전력은 유량(유속)에 비례한다.	가동부가 필요없다. 압력 손실 없다. 유체의 전도율과 온도, 압력, 밀도, 점성도 등에 의존하지 않는다. 고정밀도, 고가, 절연성 유체에는 사용 불가.
초음파 유량계	유속에 의한 초음파의 전파 속도의 변화를 시간차, 위상차, 도플러 효과 등에 의해서 검출.	가동부, 압력 손실 없다. 대구경의

		관로에 알맞다. 전자 유량계보다 정밀도가 못하다.
열식 질량 유량계	열선/열막 등의 발열체로부터 열방산이 유속에 의해 변화하는 현상을 이용.	비교적 간편한 구성. 질량 유량, 측정 영역 크다. 온도의 영향을 받기 쉽다.
카르만 소용돌이 유량계	흐름에 직각으로 놓인 기둥에 의하여 발생하는 칼만 소용돌이의 발생빈도 (주파수)가 유속에 비례하는 현상을 이용.	정밀도 높다. 주파수 출력. 측정 영역 크다.

수질계측기 관련 견적 및 기술 문의 환영

Working email: dsjang650628@naver.com (BOQU Instrument 한국대리점, 이앤장에코엔지니어링)

홈페이지 : www.boquinstrument.com

*** 이앤장에코엔지니어링 (LEE&JANG ECO ENGINEERING) : 온라인 수질분석기/수질계측기 (Online Water Quality Analyzer/Water Quality Meter) 및 센서 판매 전문업체**

SJG-2083CS Online Smart Digital Acid and Alkali Concentration Meter

SJG-2083CS Online Smart Digital Acid - Base Concentration Meter

(SJG-2083CS 온라인 스마트 디지털 산염기농도계)

측정 원리 : 전기 전도도(EC)와 온도를 측정하여 산염기 농도로 환산

측정 용도 : 산농도계, 염기농도계, 전도계, 염분계 및 TDS 계 등

적용 분야 : 반도체, 제철/제강, 산세/세척/세정/식각, 생명과학, 식품/음료, 양식장

SJG-2083CS 온라인 스마트 디지털 다기능 산염기농도계

1. 산농도계 및 측정범위

1) 염산농도계 (HCl, 염화수소산, 0.00~17.98% / 20.01~39.07%)

염산은 수소이온농도지수(pH 1)가 낮아서 염기성 용액을 중화 반응하는 데 사용된다. 진한 염산(식품용 염산)은 식품을 중화하는 데에 사용되며, 묽은 염산은 염기성 폐수 따위를 중화하는 데 사용된다.

2) 황산농도계 (H2SO4, 묽은황산 0.00~30.25% / 진한황산 92.00~100.00%)

황산은 2가산이므로, 다단계(2단계)로 이온화됩니다. 1단계 이온화 과정에서 생성되어 용액 중에 이미 존재하기 때문. 다단계로 이온화되는 산(또는 염기)의 경우, 이점에 주의해야 함. pH = -log(0.014524) = 1.8379 가 됩니다. 분석화학 등을 통해 알 수 있듯이, 황산은 1차 이온화도(pKa~10)와 2차 이온화도(pKa2=1.9)의 차이가 크다. 우리가 보통 강산으로 알고 있는 황산의 이온화는 황산(H_2SO_4)에서 황산수소이온(HSO_4^-)으로 가는 첫번째 이온화이며,

황산수소이온이 황산이온(SO_4^{2-})으로 가는 2차 이온화는 pKa가 1~2 정도로 pH 1 이하에서는 이온화가 거의 안된다. 다만 농도가 묽으면 2차 이온화도 잘 됨.

3) 질산농도계 (HNO3, 묽은질산 0.00~30.00% / 진한질산 35.01~96.00%)

질산은 거의 100% H+ 와 NO_3- 로 해리함에 따라 질산 수용액 0.1M의 pH는 1.

4) 불산농도계 (HF, 불화수소, 0.00~30.00%)

다른 할로겐 원소와 수소와의 화합물이 전부 강산인 것과는 달리, 불산은 약산이다. pK_a는 3.2 정도. 대중들에게 주로 알려진 수소이온농도지수 pH의 경우도 0.1 M 농도의 염산이 정확히 1인데 반해 **불산은 2.12** 정도이다. 고농도 불산의 경우 황산과 맞먹는 강산이다. 이는 농도가 매우 진해져서 용매가 물이 아니라 불산 분자가 되는 경우에 한해서 그렇다. 묽 불산의 경우 $HF + H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + F^-$의 일반적인 산해리반응만 일어나지만 진한불산의 경우 불산이 스스로 $2\,HF \rightleftarrows H_2F^+ + F^-$를 만들어낸 후, 주변에 널리고 깔린 해리가 안 된 HF와 반응해서 또 다른 화학평형인 $HF + F^- \rightleftarrows HF_2^-$ 를 이루기 때문이다. **Homoassociation(동형 연합)**이라 불리는 과정으로 생성된 F^-가 HF에 의해서 안정화되어 자체해리반응인 $2\,HF \rightleftarrows H_2F^+ + F^-$ 가 우변으로 확 쏠려버리기 때문. 여기에 물이 투입되면 위에서 기술된 대로

H_2F^+의 양성자가 H_3O^+로 바뀌고 이 녀석이 다시 F^-에 묶여서 얌전한 약산이 된다.

* 질불산 혼합용액인 경우 질산과 불산 농도를 각각 측정할 수는 없으나, 혼합용액의 전도도는 측정할 수 있다.

2. 염기농도계 및 측정범위

1) 수산화나트륨농도계 (NaOH, 가성소다, 0.00~25.99% / 15.13~50.00%)

0.1 M NaOH 용액의 pH는 13

2) 수산화칼륨농도계 (KOH, 가성가리, 0.00~26.00% / 26.00~42.00)

0.1 mol/L KOH 용액의 pH는 13.5

3) 염화나트륨농도계 (NaCl, 소금, 0.00~25.00%)

pH of sodium chloride(염화나트륨) is 7

3. 전도계, 염분계, TDS계 및 측정범위

1) 전도(EC, 전기 전도도, 0.00~2,000 mS/cm)계

* 산염기농도계는 표준으로 산염기 농도의 해당 전도도 값을 읽을 수 있다.

2) 염분(Salinity, 염도, 0~80psu 또는 ppt)계

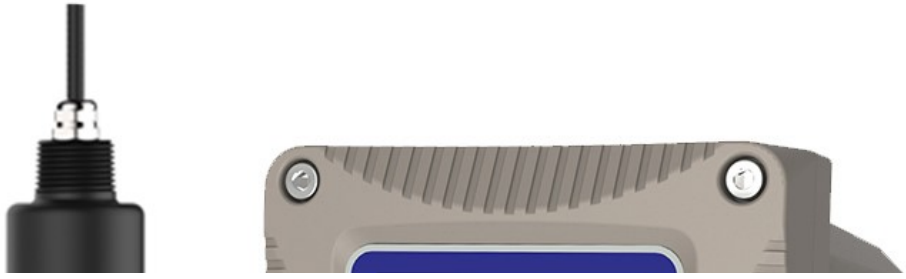
3) TDS(Total Dissolved Solids, 총용존고형물, 0~130,000 mg/L 또는 ppm)계

SJG-2083CS 온라인 스마트 디지털 수산화칼륨농도계

4. Online Ammonia Nitrogen Analyzer

(온라인 암모니아성 질소분석기)

모델(Model) : NHNK-1000



NHNK-1000 Ammonia Nitrogen Analyzer(암모니아성 질소분석기와 이온선택전극형 센서)

이온선택전극(ISE)으로 측정할 수 있는 다양한 이온 및 측정범위

1) Ammonia nitrogen(NH4N, 암모니아성 질소) : 0.1~1,000 mg/L

2) Nitrate ion(NO3N, 질산성 질소) : 0.1~1,000 mg/L

3) Potassium ion(K+, 칼륨 이온) : 0.5~1,000 mg/L

4) Fluorine ion(F-, 불소 이온) : 0.5~1,000 mg/L

5) Chloride ion(Cl-, 염소 이온) : 3~1,000 mg/L

6) Temperature : 0~40℃

7) 시료수 pH : 5~10

5. Online Nitrate Nitrogen Analyzer

(온라인 질산성질소(NO3-N) 분석기)

모델(Model) : NO3N-1000

NO3N-1000 Online Nitrate Nitrogen Analyzer(질산성 질소분석기와 이온선택전극형 센서)

수질계측기 관련 견적 및 기술 문의 환영

Working email: dsjang650628@naver.com (BOQU Instrument 한국대리점, 이앤장에코엔지니어링)

홈페이지 : www.boquinstrument.com