



센서의 원리 및 응용

# 근접 센서와 가속도 센서

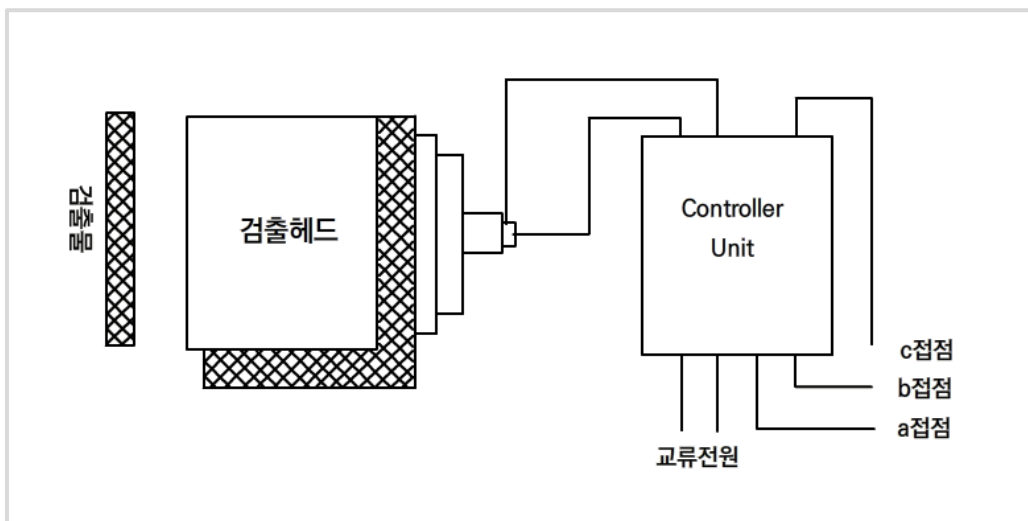


한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

## ■ 근접 센서

### 1. 근접 센서란?

- 근접 센서(Proximity Sensor) : 센서의 검출면에 접근하는 물체, 혹은 근방에 접근하는 물체의 유무를 자력이나 빛과 같은 전자계 에너지를 이용해서 접촉 없이 검출하는 센서
- 검출물을 검출 헤드가 검출한 뒤 제어 유닛으로 입력하여 제어하고자 하는 점점으로 출력을 나타나게 되는 방식



- 근접 센서의 특징
  - 비접촉식으로 물체 검출이 가능하여 센서나 대상물체를 손상시킬 우려가 없음
  - 절삭유 등이 튀는 환경에서도 검출이 확실함
  - 반복 정밀도가 매우 높아 위치 결정용으로 가장 적합
  - 응답 주파수가 높아 고속으로 이동하는 물체라도 안정적으로 검출이 가능
  - 비접촉식 무접점 출력이므로 센서의 수명이 길고 유지보수도 거의 필요 없음
  - 포토 센서에 비해 검출거리가 짧다는 단점

---

## ▣ 근접 센서

### 2. 근접 센서의 분류

#### 1) 검출 방식에 의한 분류

- 자체 이용 방식
  - 고주파 발진형 : 자성체(금속) 검출
  - 차동코일형 : 장거리 금속체 검출
  - 자기형 : 자성체(금속) 검출
- 전계 이용 방식
  - 정전용량형 : 비자성체(액체, 나무, 플라스틱 등) 검출

#### 2) 구성에 의한 분류

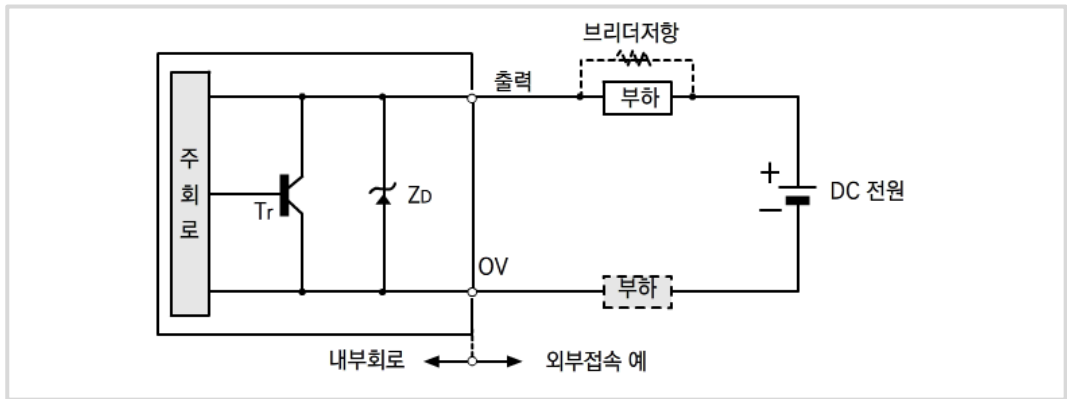
- 엠프 내장형
  - 직류 전원용, 교류 전원형
  - 엠프 내장으로 직류전원을 투입하는 것만으로 릴레이 드라이버 출력 가능
  - 탁월한 내노이즈성이 장점
- 엠프 분리형
  - 검출코일을 센서헤드로 하여 분리
  - 검출부의 크기를 줄일 수 있음
  - 떨어진 장소에서도 원격으로 엠프 강도 조정 가능
  - 엠프 내장형에 비해 내노이즈성이 떨어짐

## ■ 근접 센서

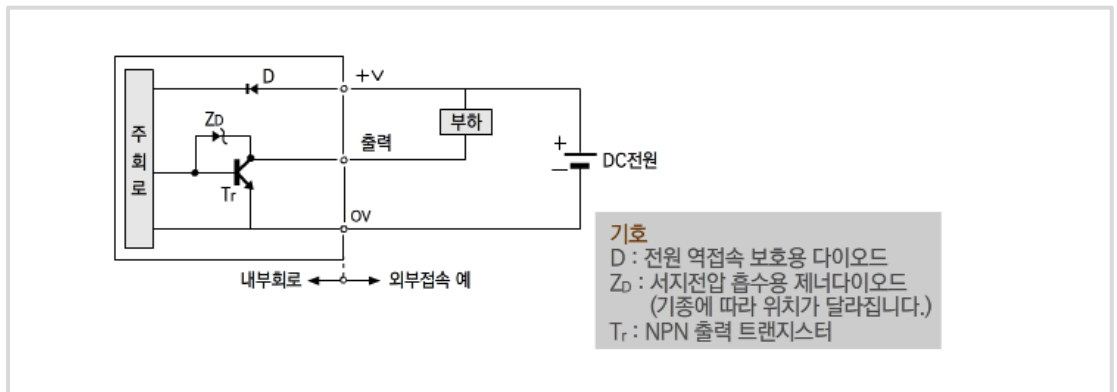
### 2. 근접 센서의 분류

#### 3) 출력회로에 의한 분류

- 직류 2선식
  - 저소비 전류식 방식으로 배선이 절약되며 수명이 반영구적
  - 고속 응답이 가능함



- NPN 트랜지스터 오픈 컬렉터
  - 릴레이는 물론 PLC, TTL, 로직회로 등 대부분의 기기에 접속 가능
  - 부하용 전원과 서지용 전원 분리 가능
  - 반영구적인 수명
  - 고속응답 가능
  - 일본과 미국에서 주로 사용

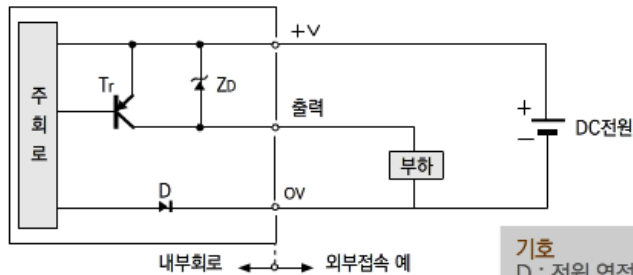


## ■ 근접 센서

### 2. 근접 센서의 분류

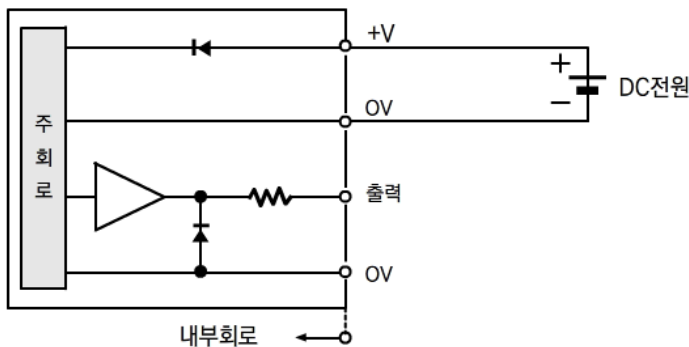
#### 3) 출력회로에 의한 분류

- PNP 트랜지스터 오픈 컬렉터
  - 유럽에서 널리 사용되고 있는 출력방식
  - 부하용 전원 불필요
  - 반영구적인 수명
  - 고속 응답 가능



**기호**  
D : 전원 역접속 보호용 다이오드  
ZD : 서지전압 흡수용 제너다이오드  
(기종에 따라 위치가 달라집니다.)  
Tr : PNP 출력 트랜지스터

- 아날로그 전압
  - 설정거리에 비례한 아날로그 전압 출력

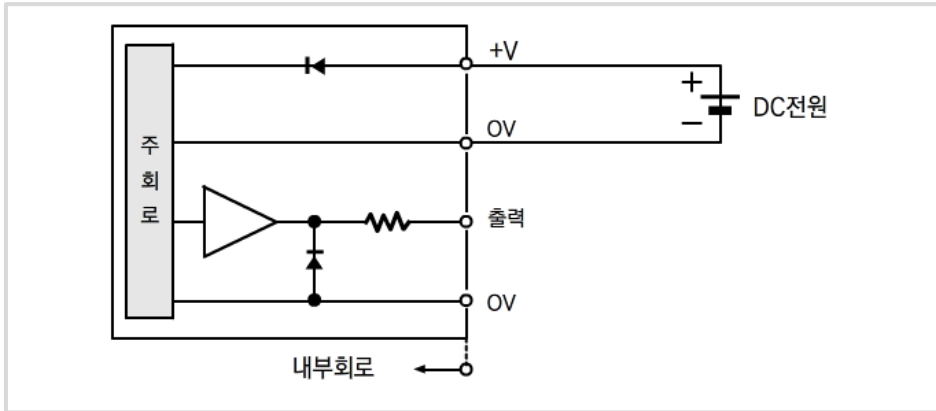


## ■ 근접 센서

### 2. 근접 센서의 분류

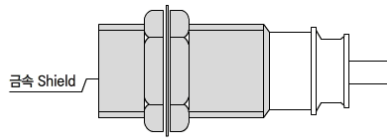
#### 3) 출력회로에 의한 분류

- 아날로그 전류
  - 설정거리에 비례한 아날로그 전류 출력



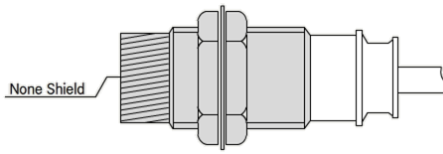
- 검출 헤드에 의한 분류

#### 실드형 (Shield Type)



- 검출코일의 측면이 금속케이스로 씌워져 있는(실드된 상태) 타입
- 측면으로부터 전해오는 전기적 노이즈로부터 보호하기 위해 검출면(기준면)을 제외한 대부분이 금속으로 둘러 쌓인 형태

#### 비실드형 (None Shield Type)

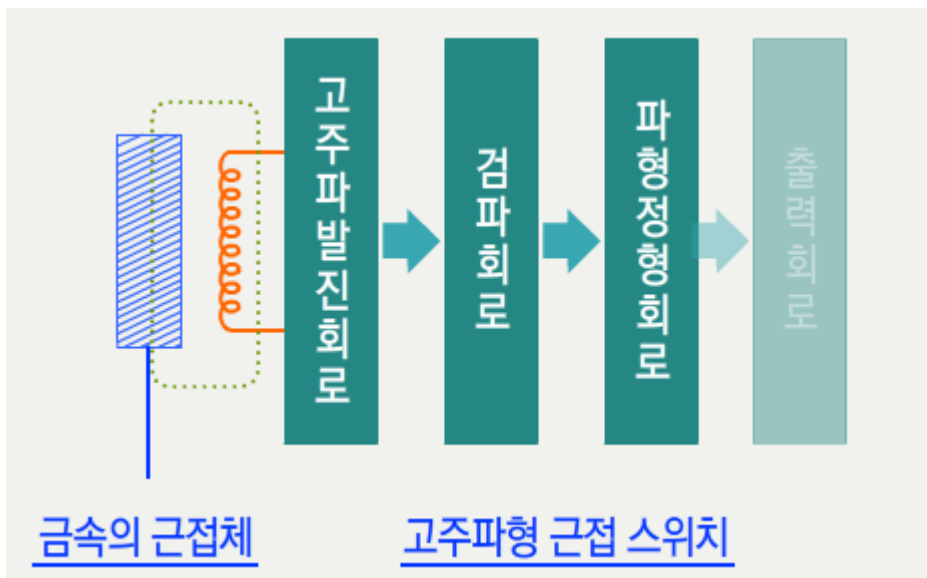
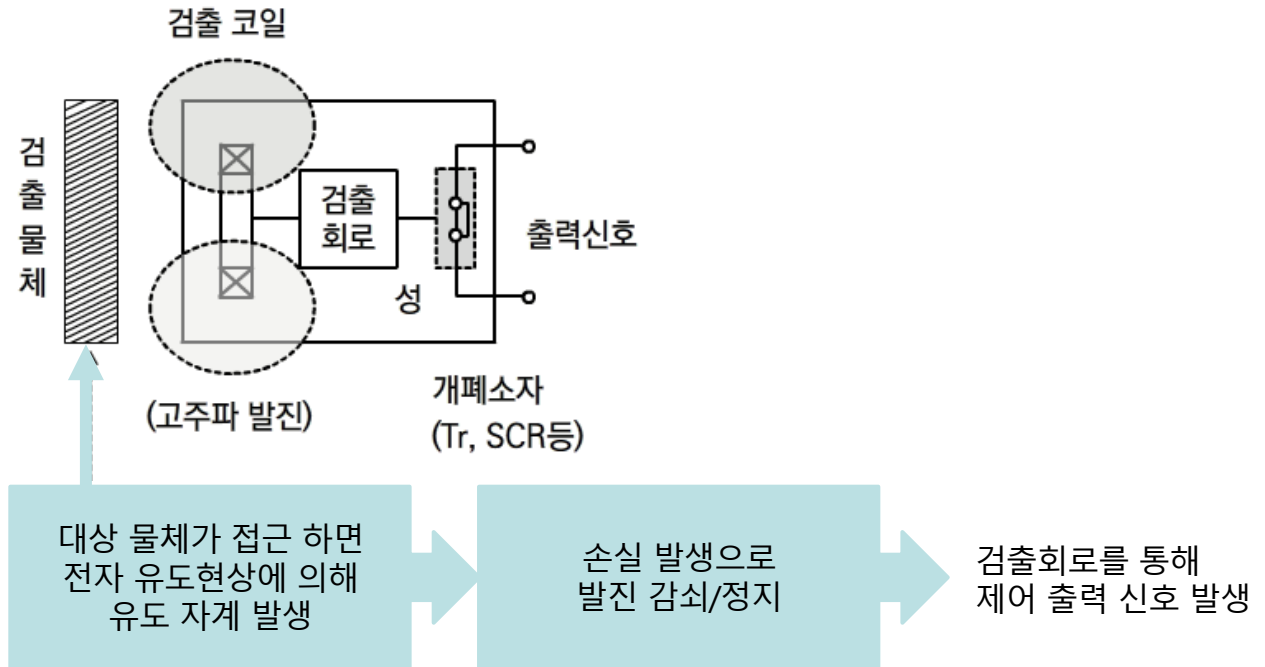


- 검출코일의 측면이 금속 케이스로 씌워져 있지 않은 타입
- 전기적 노이즈가 발생할 수 있어 오목한 부분에 설치 시 검출면 지름의 3배 이상의 거리를 두고 부착

## ■ 근접 센서

### 3. 근접 센서의 종류별 특징

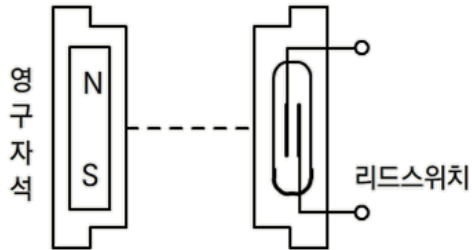
- 고주파형 근접 센서



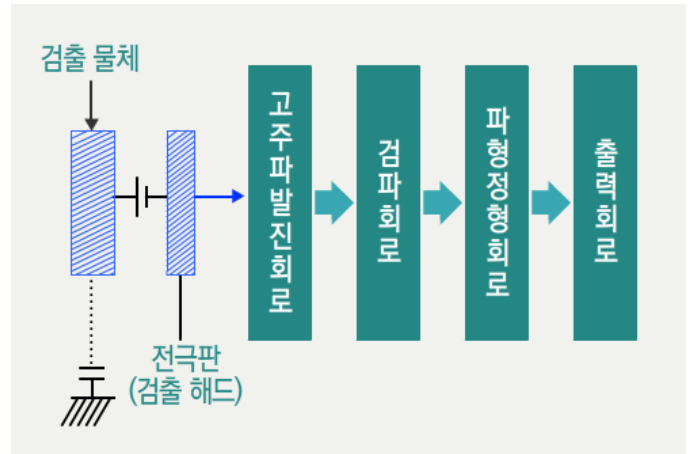
## ■ 근접 센서

### 3. 근접 센서의 종류별 특징

- 자기형 근접 센서

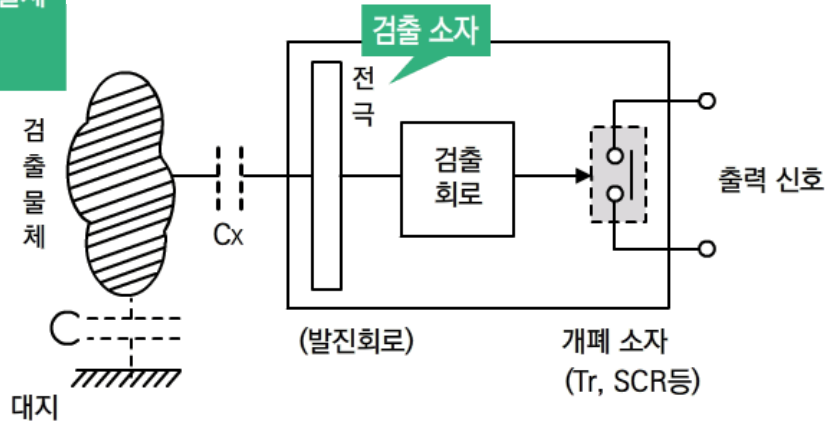


영구자석이 검출거리까지  
접근하면 리드스위치가  
온(on)되어 출력신호 발생



- 정전용량형 근접 센서

- 마그네틱 또는 강자성 물체
- 비자성 금속
- 비금속



검출 물체 접근 시 검출부  
유도전극과 대지간  
정전용량 크게 변화

변화된 정전용량 값 검출

제어 출력 신호 발생



---

## ▣ 근접 센서

### 3. 근접 센서의 종류별 특징

- 정전용량형 근접 센서
  - 전계가 검출매체로 사용: 금속 및 유전체 검출가능
  - 유전체의 차이로 검출: 비금속 용기(종이, 유리, 플라스틱) 속에 들어있는 물체검지 가능
  - 검출물의 표면상태(광택, 색)에 영향을 받지 않음
  - 투명체 검출가능



센서의 원리 및 응용

# 근접 센서와 가속도 센서



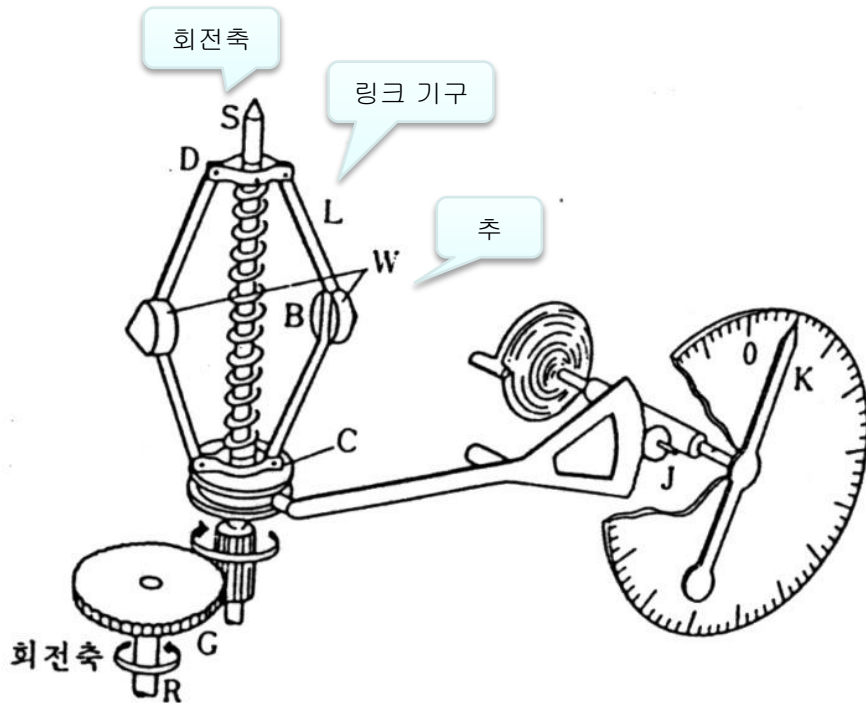
한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 1. 속도 센서

#### 1) 원심력을 이용한 회전속도계

- 회전 물체의 속도를 검출하는 가장 간단한 방법



- 장점 : 간단한 구조, 우수한 신뢰성
  - 엔진의 조속기구와 같은 개별적인 자동제어 장치에 많이 채택
- 단점 : 전기적 신호처리가 어렵고, 수 %에 달하는 높은 오차

## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 1. 속도 센서

#### 2) 스트로보스코프(stroboscope)

- 일정한 주기로 점멸되는 펄스형 조명을 비출 때, 회전하는 물체가 정지한 것과 같은 상태로 관찰되는 현상을 이용하여 회전속도를 측정하는 기기



- 물체의 회전수:  $N(\text{rev/s})$
- 조명의 점멸 주파수:  $f(\text{Hz})$
- 도형 1회전 반복수:  $m$ (6각형이면 6)

$$mN = nf(\text{단, } n = 1, 2, 3, \dots) \rightarrow \text{도형 정지}$$

- 정지상이 관찰되는 최소 주파수를 알면 회전수가 구해짐

- 장점 : 회전물체에 센서를 접촉 시키지 않은 상태에서 속도를 간편하게 측정할 수 있음
- 단점 : 자동 측정 어렵고 속도가 계속 변화하는 경우 적용 불가능

### 2. 가속도 센서

#### 1) 개요

- 가속도(Acceleration) 센서 : 단위 시간 당 속도의 변화를 검출하기 위한 센서
- 대표적으로 자동차의 에어백에 사용함
  - 자동차가 충돌과 같은 큰 충격이 발생할 경우 순간적으로 충격을 감지하여 에어백을 펼침
  - 에어백에 탑재되는 가속도 센서는 일반적으로 전후방의 1차원적 검출기능을 가짐
  - 다른 방향의 충격을 감지하기 위해서는 여러 개의 가속도 센서를 채용해야 함
- 최근 2차원이나 3차원 가속도 센서가 개발되어 휴대전화 및 정보기기에 활용

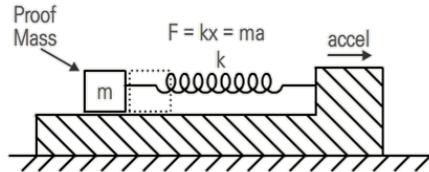
## ■ 속도 및 가속도 센서

### 2. 가속도 센서

#### 1) 개요

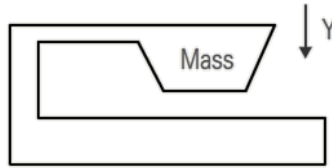
- 가속도 센서는 현재 반도체식 제품이 주로 이용

#### 기계식 가속도 센서



- 가속도에 따라서 프루프 매스 위치 변화로부터 가속도가 구해지는 방법
- 제한된 범위의 가속도만 측정가능
- 소형화 어려움

#### 반도체식 가속도 센서



- 실리콘을 이용하여 주로 제조
- 주로 압저항, 압전 효과를 이용하여 제작

#### • 센서의 검출방식

- 응력검출 방식 센서 : 관성형, 진자형, 압저항형, 압전형, 스트레인 게이지형
- 변위검출 방식 센서 : 정전용량형, 전위차계형, 자기형, 서보형, 광학형

#### 2) 가속도 센서의 종류별 원리와 특징

##### • 관성형 가속도 센서

- 질량을 가진 진자 혹은 스프링 시스템을 가진 센서
- 질량에 작용하는 가속도에 의한 관성력을 이용해 가속도 계산

#### 가속도 환산 공식

$$a = \frac{i}{t^2} \quad a(\text{가속도}) \quad i(\text{거리}) \quad t^2(\text{시간})$$

## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 2. 가속도 센서

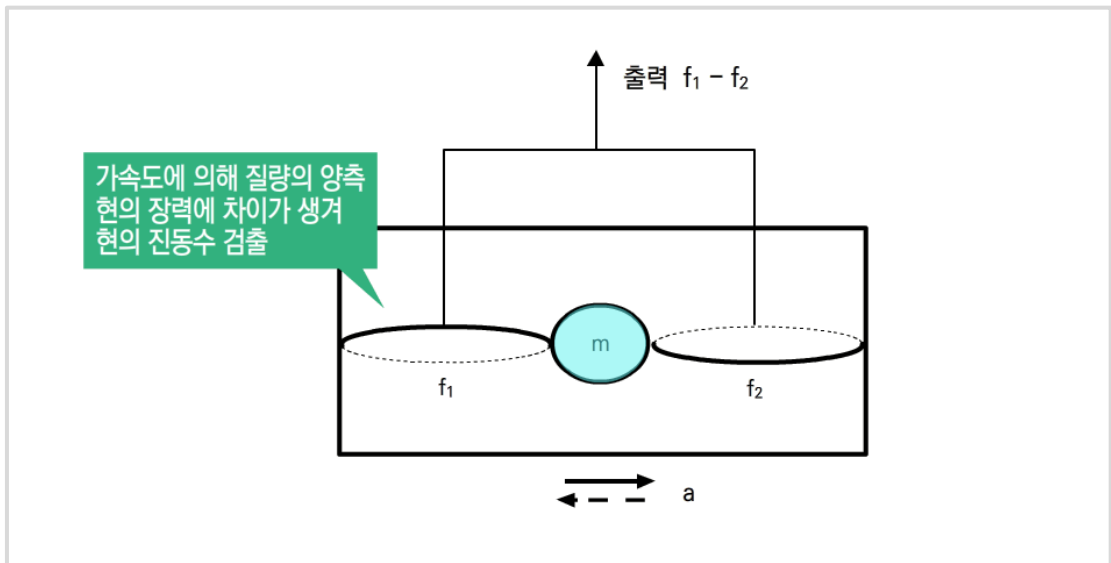
#### 2) 가속도 센서의 종류별 원리와 특징

- 진동을 이용한 가속도 센서

소자 내의 질량은 양측에 현으로 고정되어 있는데 가속도가 가해지면  
질량의 양측에 있는 현의 장력에 차이가 생김

현의 진동수가  $f_1$ 과  $f_2$ 로 각각 검출

진동수의 차는 가속도로 환산



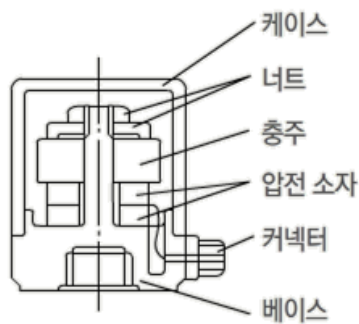
## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 2. 가속도 센서

#### 2) 가속도 센서의 종류별 원리와 특징

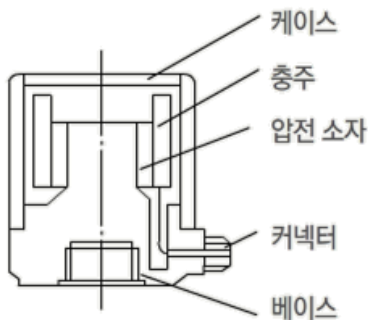
- 압전형 가속도 센서 : 압전 세라믹(수정, BaTiO<sub>3</sub> 등)이 외력 인가 시 내부에서 전기 분극 발생으로 결정표면에 전하가 나타나고, 반대로 전계를 가하면 압전체가 기계적 변형을 일으키는 원리를 이용한 가속도 센서

#### 압축형 (normal type)



- 심한 충격을 견뎌야 하는 환경 등 특수한 경우에 활용

#### 전단형 (sheer type)



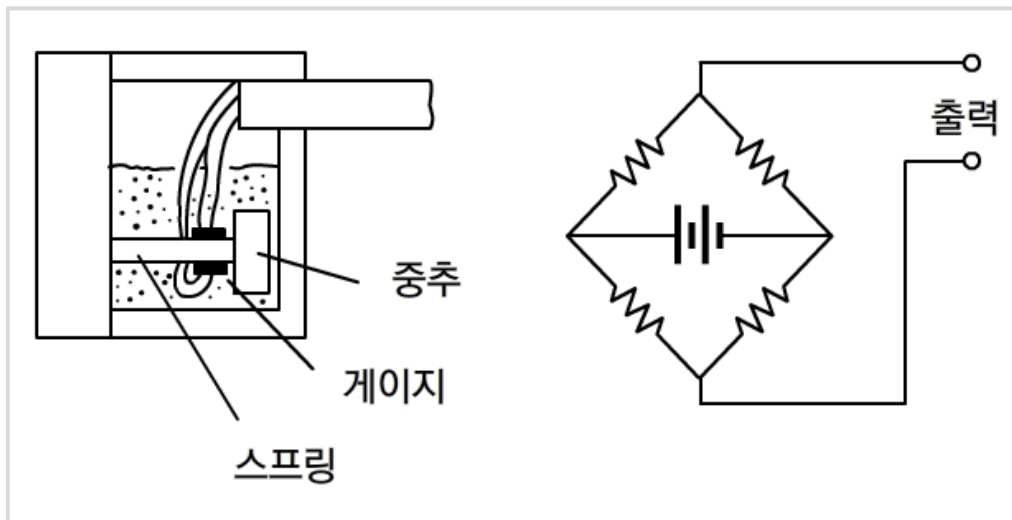
- 매우 작게 만들 수 있는 이점
- 가벼운 구조물의 진동측정, 제한된 공간에서의 진동 측정에 사용

## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 2. 가속도 센서

#### 2) 가속도 센서의 종류별 원리와 특징

- 스트레인 게이지형 가속도 센서 : 스프링과 질량체로 이루어진 진동계의 스프링부에 금속 박막이나 피에조 저항체로 제작된 스트레인 게이지를 부착하여 브릿지 형태로 결선한 형태
  - 장점
    - 정적(靜的) 상태에서도 측정 가능
    - 소형 경량
    - 저렴한 가격
- 정적 가속도, 다점(多點) 측정에 많이 사용





---

## ▣ 속도 및 가속도 센서

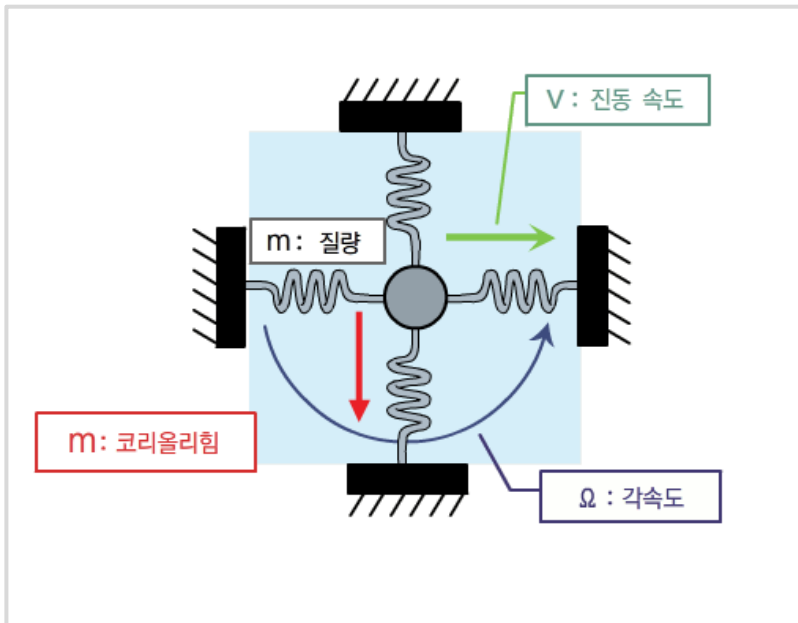
### 3. 각속도 센서

- 단위 시간당의 각 변위를 측정하기 위한 센서로 흔히 자이로 센서라고 함
- 진동형 각속도 센서
  - 자이로(Gyro)를 구성하는 질량의 운동이 일정한 각속도의 회전운동이 아니고, 음의 진동에 의한 것
  - $\Omega$ 라는 각속도가 가해진 경우 코리올리의 힘은 음의 진동수와 같은 진동수의 진동 토크 발생, 이 토크에 의한 진동을 검출하여  $\Omega$  측정
  - 단점:  $\Omega=0$ 의 경우  $\omega$ 의 각진동수를 가진 불필요 진동이 생기는
  - 장점: 베어링과 같은 마찰 부분이 없음
- 유체형 각속도 센서
  - 가스 펌프로 일정 방향의 가스류를 발생시켜, 브리지 2변의 저항체를 균등하게 냉각시킴
  - 자이로의 z축(지면에 수직)에 각속도( $\Omega$ )가 가해지면 가스 분자가 코리올리의 힘을 받아 가스류가 y방향으로 흐르고, 두 저항값이 불평형하게 됨
  - 불평형 전압이  $\Omega$ 에 비례하여 발생
  - 장점: 간단한 구조
  - 단점: 낮은 정밀도

## ▣ 속도 및 가속도 센서

### 3. 각속도 센서

- 자이로 센서는 센서 본체의 회전량을 전기신호로 변환하여 각속도로써 검출
- 엡손(EPSON)에서 센서내부의 진동을 이용한 진동자이로의 원리를 사용
- 센서 외부에서 회전력이 더해지면 센서 내의 진동하는 부위에 수직방향으로 발생하는 "코리올리힘"으로부터 센서 내의 새로운 진동을 발생시켜 이 진동으로 각속도를 검출하는 방법
- 코리올리의 힘 : 19세기 프랑스의 물리학자 Gaspard-Gustave de Coriolis가 제창한 물리량으로 회전하는 좌표계에서 작용하는 관성력을 가리킴





센서의 원리 및 응용

# 근접 센서와 가속도 센서



한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

---

## ▣ 유속 · 유량 센서

### 1. 유속 · 유량 센서란?

- 유체의 압력, 힘, 위치, 열, 주파수 등의 변화를 이용하여 유량/유속을 측정하는 센서
- 석유화학, 자동차, 항공, 에너지 등 유체관련 산업이 발전되고 규모가 대형화됨  
→ 효율적인 공정관리 및 상거래를 위해 정밀하고 정확한 유량 측정이 중요시됨
- 유량 측정은 측정대상인 유체의 종류를 비롯하여 흐름상태, 유체의 온도와 압력, 측정범위, 설치장소 등에 따라 측정조건이 매우 다양
- 유량의 측정방법도 여러 가지가 개발되어 사용
- 유량 측정 시 사전에 측정조건을 충분히 검토하고 요구되는 정확도 및 유지관리의 편의성 등을 검토하여 용도에 적합한 센서를 사용

### 2. 유속 · 유량 센서의 종류

- 산업현장에 주로 사용되는 유량 센서 : 차압식, 면적식, 용적식, 터빈, 전자식, 초음파, 코리올리, 열 선형, 와류 유량 센서 등 10여종
- 유량 센서 설치 및 사용 시 주의사항
  - 유량 센서는 측정원리가 각각 다르고 정확도, 측정범위 등이 다름  
→ 유량 측정 목적, 유체의 종류, 요구되는 정확도, 측정범위, 경제성을 고려하여 가장 적합한 유량 센서를 선정해야 함
  - 선정된 유량 센서는 유량센서가 요구하는 설치조건에 맞게 전·후단의 직관부가 잘 형성되고 기포가 생성되지 않는 지점에 설치해야 함
  - 유량 센서는 사용환경에 따라 그 특성 변화가 다르므로 일정 주기마다 교정검사를 받아야 함

---

## ▣ 유속 · 유량 센서

### 2. 유속 · 유량 센서의 종류

#### 차압식

- 관로에 설치된 스로틀 전후 압력차의 평방근이 유량에 비례하는 것을 이용
- 소유량에서 대유량까지 적용범위가 넓음
- 공업용으로 많이 사용

#### 면적식

- 테이퍼관과 부저, 피스톤과 슬릿 등의 조합에 의해 스로틀의 면적을 바꾸고 스로틀의 면적과 유량이 변화하는 것을 이용하여 미세유량계측에 사용

#### 용적식

- 로터와 케이스, 피스톤과 실린더등을 이용하여 유체를 일정용적에 가두어 놓고 일정주기마다 방출을 반복하여 단위시간당 횟수에 의해 유량을 측정하는 방식
- 적산유량계에 많이 사용

#### 회전속도 검출식

- 회전날개의 회전수가 유량/유속에 비례하는 것을 이용
- 장점
  - 고온, 고압, 의 열악한 환경하에서의 유체측정에 사용,
  - 고정도의 유량 측정 가능, 간단한 구조
- 단점
  - 상류측에 Strainer 및 Straightener의 설치 필요, 직관거리가 필요
  - 고가, 실 유량에 의한 교정 필요
  - 고속으로 회전하므로 파손 위험

#### 전자식

- 전도성 유체의 흐름에 직각으로 자계를 가하여 두 방향으로 직각인 방향에 기전력이 발생하는 원리를 이용
- 특징: 유체의 온도, 점도, 밀도 등의 영향을 받지 않음

## ▣ 유속 · 유량 센서

### 2. 유속 · 유량 센서의 종류

#### 초음파식

- 유속에 의한 초음파의 전파속도변화를 시간차, 위상차, 도플러효과 등을 이용하여 검출하는 방식
- 대구경의 관로에 많이 사용

#### 와류식

- 유체의 와류주파수를 측정하여 유량을 산출하는 방식
- Vortex 유량센서가 대표적임

#### 열식

- 발열체로부터 열방산이 유속에 의해서 변화되는 현상을 이용
- 특징: 간단한 구조, 넓은 측정범위

- 동작 원리에 따른 유속 센서 : 유속 · 유량 센서의 동작 원리는 차압식, 기계식 전자기식, 초음파식, 질량으로 구분

#### 차압식

피토관 유속 센서

면적 유속 센서

#### 기계식

터빈 유속 센서

로터 유속 센서

체적 유속 센서

#### 전자기식

자기 유속 센서

와류 유속 센서

#### 초음파식

초음파 유속 센서

도플러 초음파 유속  
센서

#### 질량

열식 유속 센서  
열량측정식 유속 센서

코리올리  
질량 유속 센서

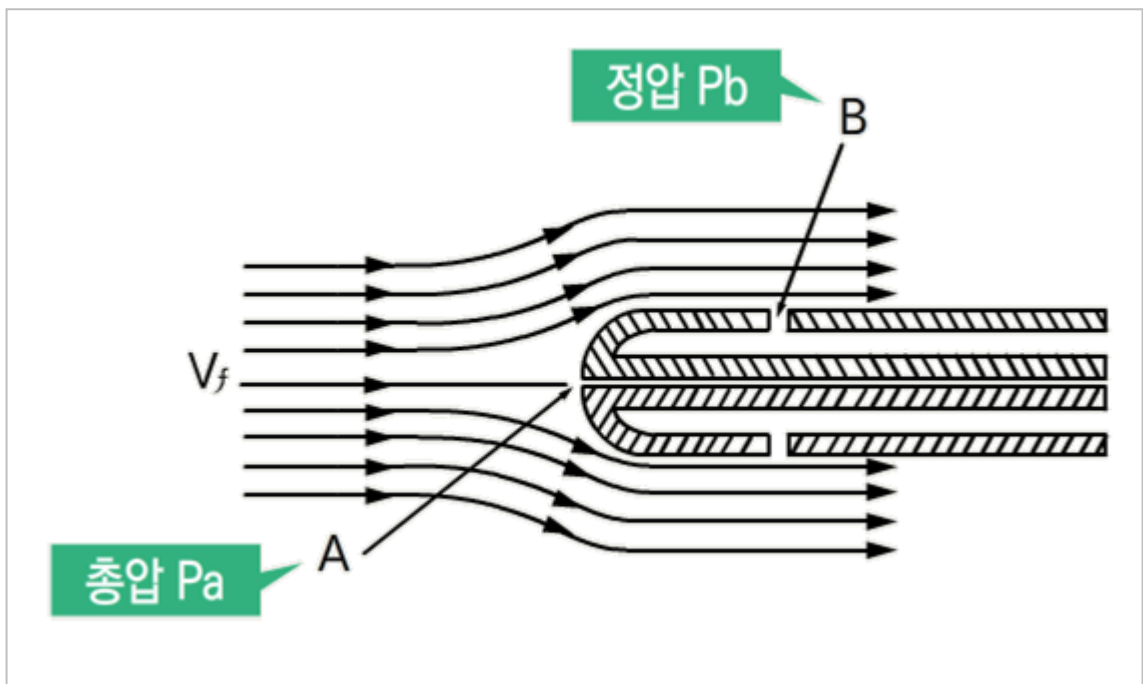
초소형 반도체  
유속 센서

## ▣ 유속 · 유량 센서

### 3. 반도체 기술을 이용한 유량 및 유속 센서

#### 1) 피토관 유속 센서

- 차압식 유속/유량 센서의 일종으로서 유동의 속도변화가 있으면 국부적으로 압력의 변화가 있다는 원리를 이용한 것
- 흐름 중에 물체가 놓여졌을 때 압력차를 이용해 유속을 계산
- 피토관 유속센서는 주로 항공기의 속도계, 풍동 등에 사용

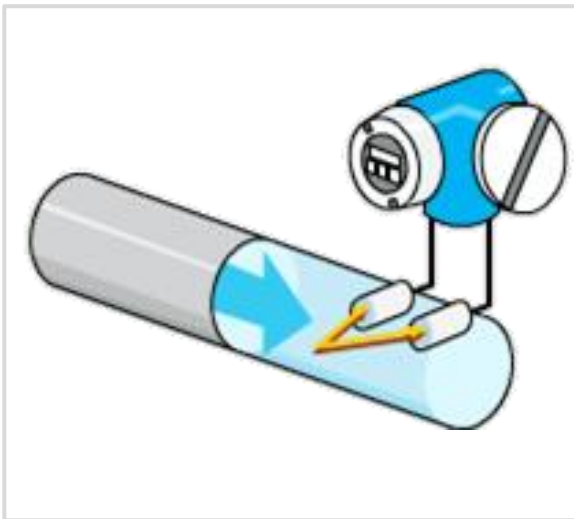


## ▣ 유속 · 유량 센서

### 3. 반도체 기술을 이용한 유량 및 유속 센서

#### 2) 초음파 유량 센서

- 시간차, 주파수차, 도플러 방법 등을 이용하여 유량을 측정하는 센서
- 정확도는 다른 유량센서에 비해 떨어짐
- 비접촉 유량 측정이 가능하여 많이 사용됨
- 장점
  - 설치 용이
  - 광범위한 사용
  - 파이프 사이즈에 관계없이 설치가능
  - 적은 압력손실
- 단점
  - 유속이 빠르지 않은 경우나 직속 배관이 아닌 경우 등에는 측정, 설치가 어려움



#### • 원리

유체중에 초음파를 전파시켜  
배관 안의 유속 측정

배관의 단면적 곱하기

유속 분포에 대응하는 보정연산을 통해  
유량 산출