



센서의 원리 및 응용

# 음향 센서



한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

---

## ■ 음향 센서의 개요

### 1. 음향 센서란?

- 센서 중에서도 '소리', 즉 음향 신호를 를 감지할 수 있는 센서
- 음파의 강도나 고저, 음속, 초음파를 통한 거리, 결함, 위상 등을 감지
- 음색이나 소음, 기타 특수 합성음 등 다양한 소리들을 감지
- 음향 센서의 응용 범위
  - 소음이나 진동을 측정
  - 초음파 등을 활용해 거리나 위치를 측정
  - 고체에서의 기계적 진동 검출
  - 화학량 측정
  - 바이오 센서

## ■ 음향 센서의 개요

### 2. 소음센서

- 공사장이나 공장 등에서 나는 소음을 측정함으로써 쾌적한 주변환경과 근로자의 안전을 보호하기 위한 센서
- 소음은 데시벨(dBA) 단위로 측정
  - 도서관과 같은 조용한 장소의 소음 : 40dBA
  - 지하철이나 기차 : 100dBA
  - 공사장 : 110dBA
- 일정 데시벨 이상의 소음은 불쾌감과 스트레스, 환경과 건강에 악영향을 줄 수 있기 때문에 소음 센서를 이용해 수치를 측정하고 관리

### \* 더 알아보기

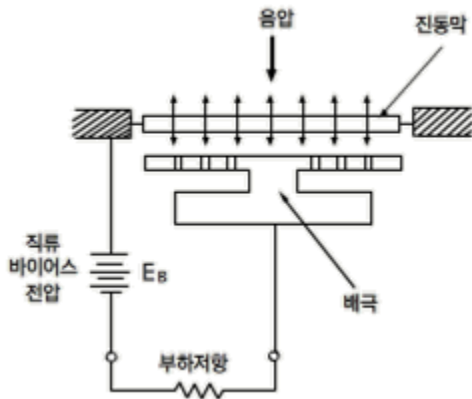
#### 소음별 데시벨

Source	Sound Pressure Level(dBA)	Source	Sound Pressure Level(dBA)
가까운 거리의 로켓	180 to 194	도로, 라디오 소리	70
제트기	150	일반적인 대화, 식기세척기 소리	60
총소리	145	조용한 사무실	50
가까운 거리의 헬리콥터	140	도서관	40
통증을 느끼는 수치	130	숙박임	30
록 콘서트, 천둥	120	나뭇잎 바삭거리는 소리	20
공사장	110	일반적인 숨소리	10
지하철, 기차	100	최소가청역치	0
트럭 지나가는 소리	90		
복잡한 식당	80		

## ■ 음향 센서의 개요

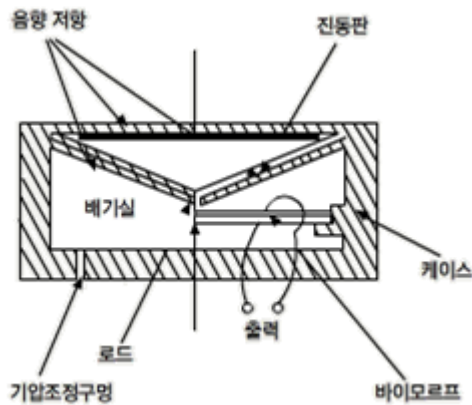
### 2. 소음센서

#### 정전형



- 음압에 따라 진동변위하는 가동 전극(진동막)과 대단히 좁은 간격으로 대항하는 고정전극(배극)으로 평행판 콘덴서 구성
- 음압에 따라 진동막이 변위하면 이의 정전 용량이 약간 변화
- 가장 일반적인 방법

#### 압전형



- 물질에 외력을 가하여 변형이 생기면 그 변형에 비례한 전하가 생겨서 전압을 발생시키는 압전 효과 이용

## ■ 음향 센서의 개요

### 3. 진동센서

- 기계나 구조물 등에 장착해 진동 상태를 계측하기 위해 사용되는 센서
- 진동은 동역학적 현상으로 시간에 따른 변위의 변화 또는 속도, 가속도 및 운동학적 관점에서 힘으로 나타냄
- 이러한 양적 관계를 측정하여 진폭과 진동수, 위상 등으로 측정하여 계측
- 진동의 측정
  - 진동체를 위에 두고 진동을 측정하는 경우
    - ① 지진, 건조물의 진동, 배/비행기/차 등의 동요
    - ② 외부에 정지점을 구해서 측정하기 불가능함
  - 진동체의 외부 정지점에서 진동을 측정하는 경우
    - ① 기계류의 진동
    - ② 가까운 곳에 움직이지 않는 기준이 되는 점을 발견할 수도 있음
- 진동센서의 종류

#### 관성 센서

- 대상물체와 결합하여 진동을 측정하는 것
- 센서 내부의 질량 운동을 측정함으로써 센서 외부의 진동을 측정하는 간접적인 방법 사용

#### 고정형 센서

- 대상물체와 별도로 움직이지 않는 지지대에 설치해 측정하는 것
- 진동체와 센서 간의 상대운동을 측정하는 원리 사용

---

## ■ 음향 센서의 개요

### 4. 초음파 센서

- 인간의 귀로 들을 수 있는 20Hz~20kHz범위의 가청음 보다 높은 주파수를 계측하는 센서
- 20kHz이상의 주파수의 소리를 검출하는 진동자의 종류에 따라 달라짐
- 진동자 : 압전 진동자, 자왜 진동자, 전자유도 진동자
- 어느 것이든 전기 에너지와 탄성 에너지의 변환을 하며 전기신호를 초음파로 변환하는 송파기(스피커)와 그 역변환을 하는 수파기(마이크로폰)가 있음
- 송파기 + 수파기 → 초음파 트랜스듀서 → 동일 구조로 초음파의 발생과 검지가 가능
- 용도별 초음파 센서
  - 속도 측정용 : 초음파 유속계, 유량계
  - 거리 측정용 : 초음파 거리계나 초음파식 근접각 센서, 초음파 레벨 센서
  - 농도 /점성도 측정용 : 초음파 점성도계나 초음파 탁도계
  - 기타 : 초음파 탐상자, 초음파 두께계, 초음파 현미경



센서의 원리 및 응용

# 음향 센서



한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

---

## ■ 초음파 센서

### 1. 초음파의 특성과 측정 원리

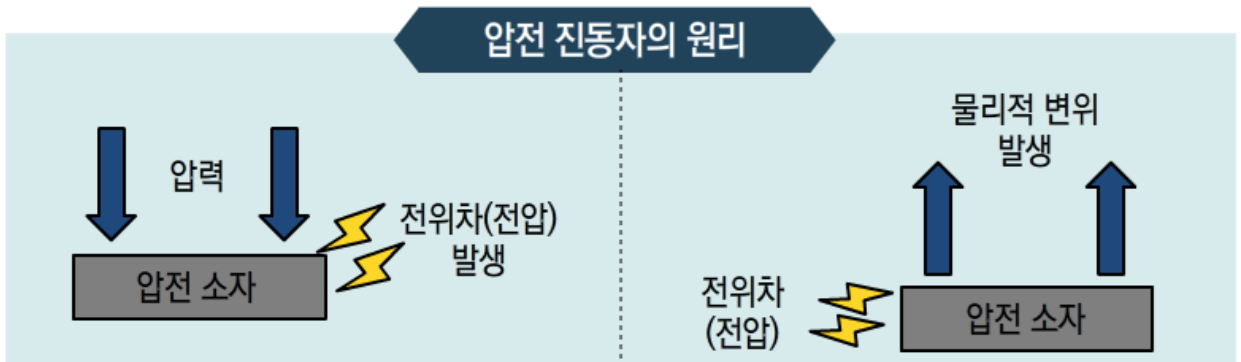
- 초음파는 매초 2만 회 이상으로 진동하는 들리지 않는 음파
- 실제로 초음파에 사용되는 주파수는 사용 용도에 따라 그 대역이 다름
  - 공기 중에서 물체를 감지하기 위해 이용되는 초음파 센서의 주파수 범위 :  
9kHz에서 50kHz
    - 강력한 초음파 펄스를 생성하기 쉬움
    - 지향 특성을 용이하게 얻을 수 있기 때문에 많이 사용
- 초음파 센서는 음파의 메아리 현상을 이용한 것
- 기본적인 원리 : 음파를 발생 → 음파가 되돌아온 시간차를 분석 → 물체의 유무를 감지하거나 대상물의 거리를 측정
- 초음파를 감지하여 측정하는 데는 여러 가지 초음파의 물리적 성질이나 대상물체의 음향적 성질이 이용
  - 대체로 대상 물체로부터의 초음파 반사, 산란을 이용
  - 초음파 전달 시 음속이나 감쇠가 매질에 따라 정해지는 성질을 이용
  - 공간의 음원에서 발사된 파를 관측하여 음원의 위치 계산 가능한 성질을 이용



## ■ 초음파 센서

### 2. 초음파 센서의 종류 : 압전 진동자

- 압전 진동자
  - 음압이나 응력 등 압력을 가하면 전압이 발생
  - 전계를 주면 신축하거나 진동
    - 압력에 의해 전위차(전압)가 발생되고 반대로 자극을 받은 물질에 전위차(전압)가 인가되면 물리적 변위가 생기는 원리를 이용한 것
- 압전 현상 : 기본적으로 압력과 전기력이 서로 상호적으로 변할 수 있다는 것이 가장 중요
  - 배터리 없는 디바이스를 만들 수 있음
  - 압전체에서 전기를 생산할 수 있음



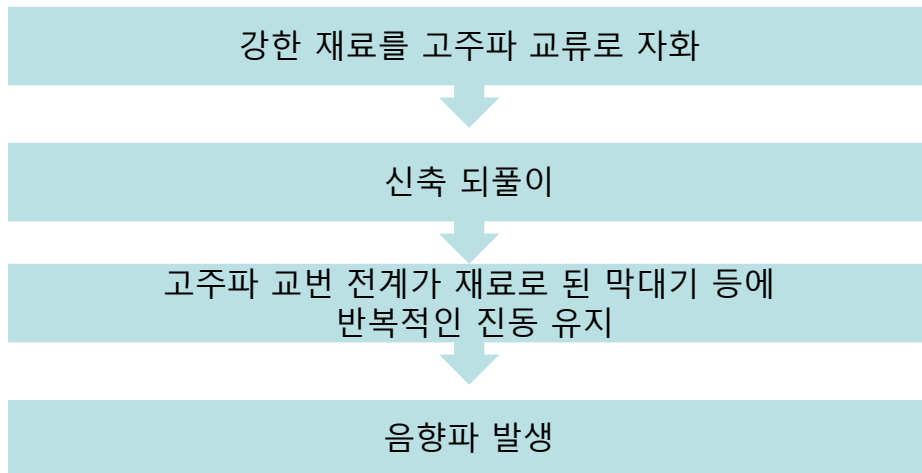
- 단자 출력 극성의 결정 : 초음파 센서에 힘을 가하면 압전 진동자의 분극 방향과 힘을 주는 방향으로 단자 출력 극성 결정
  - 압력라이터용 소자, 초음파 센서 중 마이크로폰 : 직접효과 이용
- 진동자의 신장, 수축의 결정 : 압전 진동자의 분극 방향과 인가 전압의 극성
  - 압전부저용 진동자, 트위터용 진동자, 초음파 센서 중 송신기(역효과 이용)

---

## ■ 초음파 센서

### 2. 초음파 센서의 종류 : 압전 진동자

- Bimorph 진동자 : 2매의 피에조 소자를 맞붙여 한 쪽이 늘어나면 다른 쪽이 줄어들도록 하여 왜곡 진동을 하도록 한 진동자
  - 출력전압이 큼
  - 구조가 간단하며 소형
  - 기계적 강도도 있음
  - 온도 특성이나 습도 특성도 양호
  - 가격이 저렴→ 소형 타입의 초음파 센서로서는 가장 많이 사용
- 자왜 진동자 : 자성체에 코일을 감은 다음 코일에 고주파 전류를 가하여 초음파진동을 발생시키는 진동자로 자왜 효과를 활용한 진동자
- 자왜 효과



- 자왜 현상을 이용하는 재료 : 니켈, 철과 코발트 합금, 철과 알루미늄 합금, 아연페라이트 등

## ■ 초음파 센서

### 3. 초음파 센서의 종류 : 전자유도 진동자

- 전자유도 진동자 : 자계 중의 전자가 받는 힘을 이용하여 초음파를 발생, 검출하는 진동자



#### • 특징

- 금속의 상태 관찰에 응용
- 고온, 표면이 거친 재료 등의 두께 측정, 내부 결함 검출에 사용 가능
- 각종 모드의 초음파 발생, 검출 가능  
(예 : 횡파 재료에 수직으로 입사 가능)

## ■ 초음파 센서

### 4. 검출방식에 따른 구분 : 반사형과 투과형

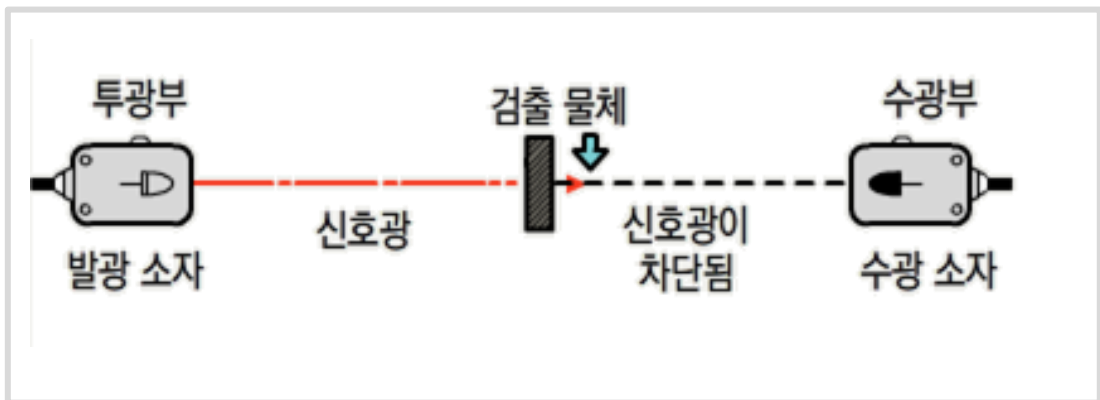
- 반사형 검출 : 에코 펄스를 받아 출력을 내보내므로 물체의 반사면이 평면일수록 잘 감지
- 송신기와 수신기를 비교적 가깝게 배치
- 반사파 유 : 물체 유
- 독립형 : 송신기, 수신기 사용
- 겸용형 : 송신기 전용 전환회로 필요, 근거리 검출 불가능
- 특징
  - 장거리 검출 가능
  - 투과형에 비해 늦은 응답시간
  - 출력 동작의 불확정 영역 존재



## ■ 초음파 센서

### 4. 검출방식에 따른 구분 : 반사형과 투과형

- 투과형 검출 : 반사면이 굴곡 또는 일정 이상 각도가 기울어져 있을 경우 사용
- 송신기와 수신기를 대향하여 배치
- 신호전압 유 : 물체 무
- 신호전압 무 : 물체 유
- 특징
  - 형상, 색상, 표면상태의 등의 영향을 거의 받지 않음
  - 초음파 센서 가운데 가장 긴 검출거리
  - 온도의 영향을 받기 쉬움



## ■ 초음파 센서

### 5. 초음파 센서를 이용한 거리 측정

- 초음파 센서가 일정한 시간 간격을 둔 짧은 고주파 펄스를 방사하면 대기 안에서 소리의 속도로 전파 → 신호가 반사되면 대상물에 부딪혀 돌아온 에코 신호로부터 시간차를 기반으로 목표점과의 거리를 산출
- 구체적인 거리 측정 방법
  - 센서에서 발사된 초음파 펄스가 측정물의 표면에서 반사되어 되돌아 올 때까지의 지연 시간 측정 → 공기 중에서 초음파의 온도에 따른 음속을 보상하여 거리를 산출

$$t = \frac{2 \times L(\text{물체와의 거리m})}{V_s(\text{음속m/s})}$$

t : 신호가 되돌아 올때까지 걸리는 시간(s)

※ 초음파의 전파 속도  
- 공기 중: 340m/sec  
- 수중: 1480m/sec

- > 초음파 센서를 이용한 거리 측정 시 고려할 점
  - 매질의 특성에 따라 초음파의 전파 속도가 다름
  - 매질의 온도



센서의 원리 및 응용

# 음향 센서



한국기술교육대학교  
온라인평생교육원

---

## ■ 마이크로폰

### 1. 마이크로폰이란?

- 음향 에너지를 전기 에너지로 변환하는 음향 센서
- 마이크로폰에 응용되는 전기 음향 변환기의 변환 원리 :  
동전형, 정전형, 압전형, 접촉 저항형(탄소형) 등
- 마이크로폰은 대부분이 직류 바이어스 방식의 정전형
  - 일부에서는 초저주파음 또는 초고음압을 계측하는데 세라믹 소자를 사용한 압전형 사용
  - 최근에 안정되고 수명이 긴 일렉트레트 막이 출현
  - 일렉트레트 방식의 정전형 마이크로폰도 음향 계측에 사용
- 앞으로도 음향계측에서는 정전형 마이크로폰이 주류를 이루게 되나  
새로운 재료(압전 고분자 필름) 또는 새로운 방식(빛의 응용)에 의한 마이크로폰의  
실용화가 예상됨

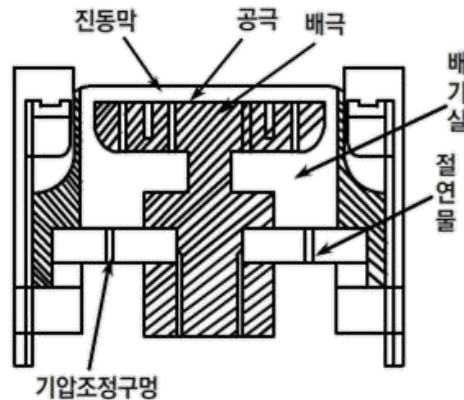


## ■ 마이크로폰

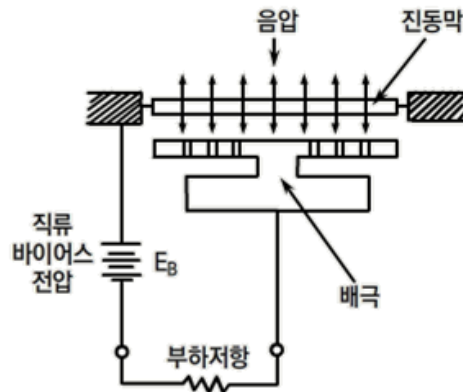
### 2. 정전형 마이크로폰

- 정전형 마이크로폰은 직류 바이어스 방식이라고도 함
- 정전형 마이크로폰의 검출 방법 : 정전 용량 변화를 전기 신호로 검출
- 출력전압은 진동막의 진동변위에 비례
  - 진동계는 주파수에 관계없이 일정한 크기의 구동력에 대하여 일정한 진동 변위가 생기도록 설계
- 계측용 마이크로폰에 요구되는 중요한 조건 : 안정성, 높은 감도, 넓은 주파수 범위

기본구조



기본원리



---

## ■ 마이크로폰

### 3. 압전형 마이크로폰

- 압전형 마이크로폰은 지르콘지탄산염 등의 자기에 의한 소자를 사용
- 세라믹 소자는 바이모르프 구조
- 굽힘 응력에 대하여 전하를 발생
- 세라믹 소자는 기계 임피던스가 높으므로 임피던스가 낮은 공기와 정합을 취하기 위하여 성형된 진동판과 로드를 통해서 소자에 외력을 가하는 구조

### 4. 일반적인 음향 계측용 마이크로폰의 조건

- 주파수 응답이 거의 평탄할 것
- 사용 주파수 범위가 넓을 것
- 특성
  - 온도, 습도, 기압 등 외부 환경의 변화 및 기계적인 충격에 대하여 안정
  - 경시 변화가 작음
  - 감도가 높음
  - 소형화 가능
  - 측정할 수 있는 음압의 범위(다이내믹 레인지)가 넓음