



센서의 원리 및 응용

광 센서의 기본 이해



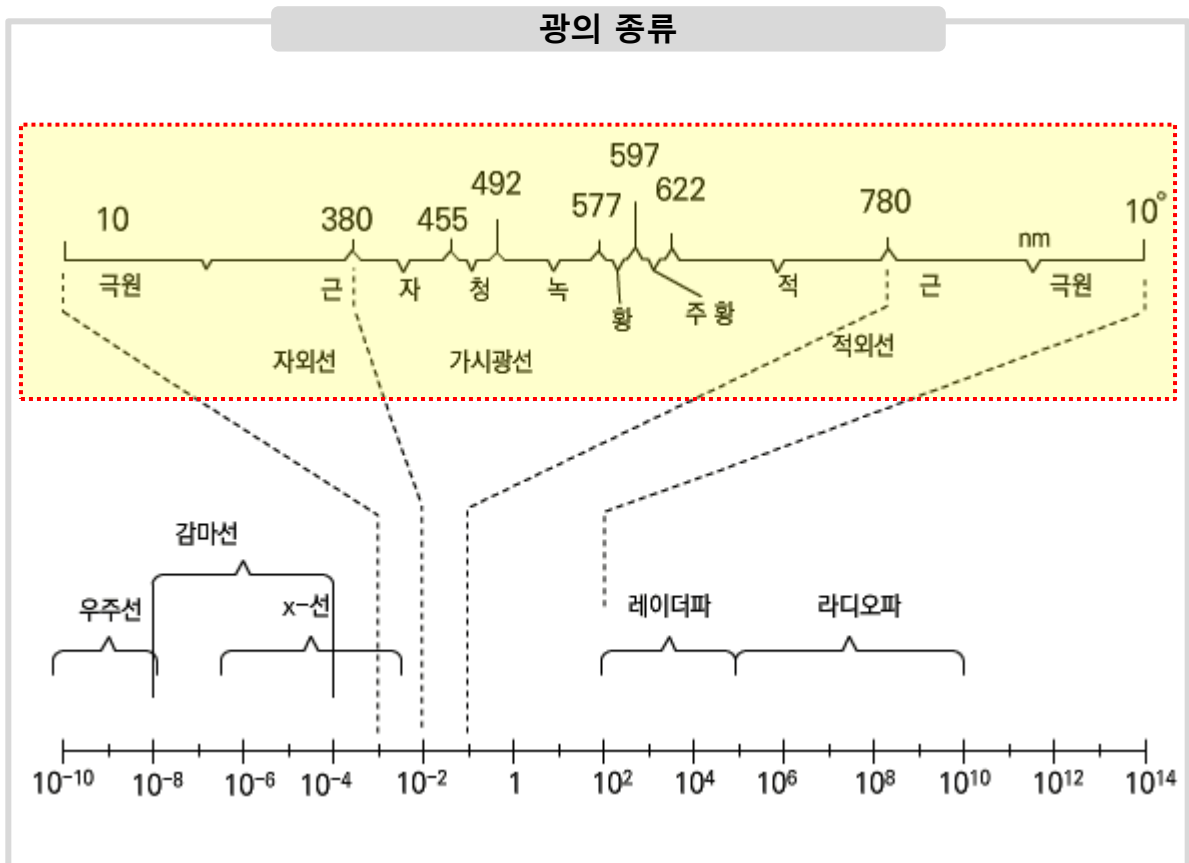
한국기술교육대학교
온라인평생교육원

■ 광 센서의 개요

1. 광 센서의 개요

1) 광 센서(Photo Sensor)

- 광 센서 : 자외광에서 적외광까지의 광 파장 영역의 빛을 검출하여 전기적 신호로 변환하는 소자
- 광
 - 전자파의 일종으로서 전자파는 파장에 따라 우주선,감마선, 자외선, 가시광선, 적외선, 레이더 파, 라디오 파 등 여러 가지로 분류
 - 광 센서는 일반적으로 자외선부터 적외선까지의 파장을 사용



■ 광 센서의 개요

1. 광 센서의 개요

2) 광 센서의 파장

- 광 센서의 수광부 응답은 파장의 종류에 따라 달라짐
- 낮은 파장을 사용하면 주변에서 발생하는 노이즈나, 충격에 의한 데이터손실이 발생할 우려가 있으므로 가급적이면 사용하지 않고 있음

2. 광 센서의 이용 형태에 따른 분류

- 광을 이용하는 형태에 따라 1차 변환형과 2차 변환형으로 나눔
- 1차 변환형
 - 광 그 자체를 감지하여 전기신호로 변환하는 과정
 - 광기전력 효과, 광도전 효과, 광전자 방출효과
- 2차 변환형
 - 다른 광을 하나의 수단으로 하여 다른 대상물을 간접적으로 감지하는 방법으로서 1차로 광 열변환하고 2차로 열전 변환함으로써 간접적으로 광전변환의 효과를 얻는 방식
 - 광뿐만 아니라 자기, 초음파에서도 동일하게 사용되는 방식

3. 광 센서의 설치 방법에 따른 분류

- 투과형 방식 : 설치 방식에 따라 광원에서 발생한 빛을 직접 광검출기에서 검출
 - 발광부와 수광부를 두고 그 사이에 물체가 이동되도록 하여 광선의 빛을 차단 시키게 되면 수광부의 입사광이 차단되어 물체의 감지 신호를 얻게 하는 방식
- 반사형 방식 : 물체의 반사를 통해 검출
 - 발광부와 수광부를 같은 위치에 설치시킨 후 발광부에서 감지물체에 조사한 빛이 반사되어 수광부에 전달되어 감지하도록 하는 방식

▣ 광 센서의 개요

4. 광전 효과

1) 광전 효과란?

- 광 센서는 광전효과를 이용
- 광전 효과 : 금속 등의 물질에 일정한 진동수 이상의 빛을 비추었을 때, 물질이 광 에너지를 흡수하여 물질의 표면에서 전자가 튀어나오는 현상
- 광전 효과는 튀어나온 광전자의 상태에 따라 광기전력, 광도전 효과, 광전자 방출 효과로 분류

광 기전력 효과

- Pn 접합에서 공핍층에 빛을 조사하면 광전효과로 인하여 전자 정공쌍이 생성
- 전자는 n 영역으로 정공은 p 영역으로 이동하여 기전력이 발생하는 현상

광 도전 효과

- 반도체에 빛이 닿으면 자유전자와 자유정공이 증가
- 광량에 비례한 전류증가(반도체의 저항변화)가 일어나는 현상

광전자 방출 효과

- 금속이나 반도체의 고체 표면에 충분한 빛을 조사
→ 전자가 고체표면에서 외부로 방출

5. 광전 효과에 따른 분류

1) 광 기전력 형

- 원리 : 조사된 광에 의해 조사된 부분과 그렇지 않은 부분 사이의 전위차 발생 현상을 이용
- 장점 : ① 응답속도가 빠름
② 광대역 파장 사용
③ 잡음이 적고 입사광에 대한 직선성 우수
- 종류 : 포토 다이오드 / 포토 트랜지스터 / 포토 사이리스터
- 활용 : 카메라의 노출계 등 측광에 사용

▣ 광 센서의 개요

5. 광전 효과에 따른 분류

2) 광 도전 형

- 광도전 형에 반도체에 빛을 조사하면 반도체 중의 전자와 정공 밀도가 증가하여 도전률이 증가하는 현상
- 외부로부터 빛의 에너지에 의해 가전자대의 전자가 전도대에 여기 되어 가전자대에서는 정공이 캐리어에 관여함으로 도전성을 나타내는 효과
→ 광도전 효과란 반도체에 빛을 조사하면 전자와 정공이 증가하여 저항율이 변화하는 성질
- 종류 : 광 도전 셀 / CdS(황화카드뮴) 셀
- 장점 : 가격이 저렴
- 단점 : 응답속도가 느림
- 활용 : ① 가로등의 자동점멸기
② 자동카메라의 노출계
③ 텔레비전 자동휘도 조정장치

※ 용어사전

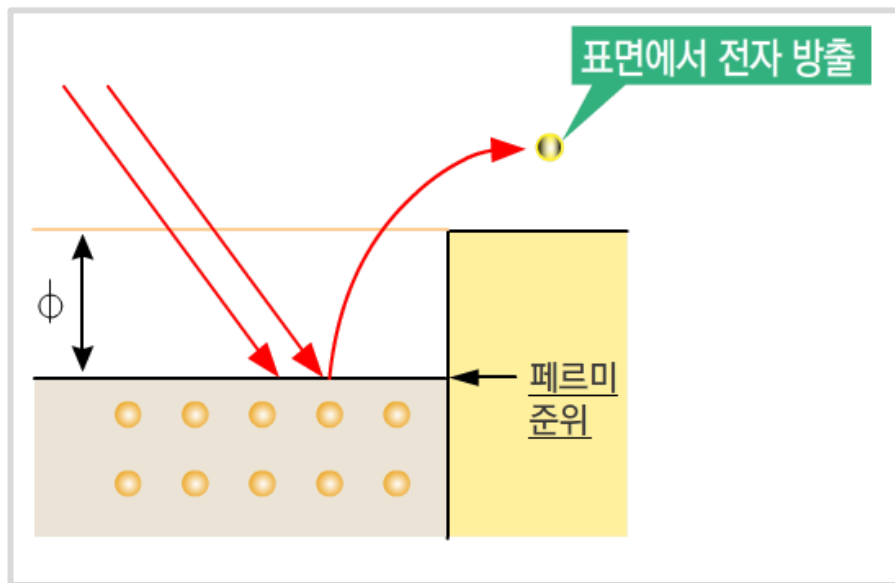
- 광도전 효과(Photoconductive Effect)
 - 물질의 도전율이 빛의 흡수로 인해서 증대하는 성질을 광도전(光導電)효과 혹은 광전도(光傳導)효과라 함
 - 물질의 빛 흡수특성은 그 물질의 에너지대 구조에 따라 다르므로 물질고유의 파장영역에서 광도전효과를 나타냄

▣ 광 센서의 개요

5. 광전 효과에 따른 분류

3) 광전자 방출 형

- 도체에 빛을 비추면 그 표면에서 전자를 방출하는 현상을 이용한 광센서
- 빛이 비추어 졌을 때 표면에서 전자가 방출
- 광전자 방출 시 빛의 세기가 셀 수록 물질에서 방출되는 전자의 양도 같이 늘어남 → 광자의 양과 방출되는 전자의 양은 서로 비례
- 종류 : 광전자, 광전자 증배관
- 원리 : 진공 속에 놓여있는 금속이나 반도체에 빛을 조사 할 때 표면으로부터 전자가 방출되는 현상 이용
- 장점 : 응답속도가 빠르고 감도가 안정적
- 활용 : TV 브라운관의 전자총



※ 용어사전

➤ 페르미 준위

- 절대 영도에서 전자가 가질 수 있는 가장 높은 에너지 준위
- 어떤 온도에서 전자가 가득 찰 확률과 비어 있을 확률이 같은 에너지 준위



센서의 원리 및 응용

광 센서의 기본 이해



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

▣ 광 센서의 종류별 특성과 용도

1. 광 소자 종류별 특징

1) 광 소자 종류별 특징

광전관

- 미약한 광검출이 가능
- 응답속도가 큼

광전자 증배관

- 미약한 검출
- S/N비가 양호하며 출력이 큼
- 펄스카운터가 가능
- 응답속도가 빠름

광도전 셀

- 소형, 고감도
- 감도최대 CdS(520nm)

자외선 광감도 포토 다이오드

- 특히 100 μm 이하의 감도

가시광 감도 포토 다이오드

- 시감도에 맞추어 만들어짐
- 전원이 불필요

증폭회로 내장 가시광감도 포토 다이오드

- 카메라용은 대수적으로 동작
- 넓은 렌지(범위)에서 큰 출력

▣ 광 센서의 종류별 특성과 용도

1. 광 소자 종류별 특징

1) 광 소자 종류별 특징

- 광 센서의 다양한 특성 더 살펴보기

근적외 광감도 포토 다이오드

- 소형, 저가, 완전고정화, 전원불필요, Tr의 접속이 간단

고속도용 동상 다이오드

- PIN으로 고속응답, 소형

포토 트랜지스터

- 대출력 전류를 얻을 수 있음, 저가, Tr과 접속이 용이

포토 싸이리스터

- 대전류 제어 가능, 고전압 회로에 사용 가능

증폭회로 내장 포토 싸이리스터

- 고감도, 대전류 제어 가능

포토 다이오드 어레이

- 구동회로 취부 가능, 수광 면적이 다양

자기주사형 포토 다이오드 어레이

- 축적형으로 대출력을 얻을 수 있음, 다소자 어레이 가능

CCD, MOS 차원 어레이

- 동화상 촬영가능, 구동이 가능

전력용 태양 전지

- (-150~+100℃)용의 인공위성부터 일반 전원용으로 고효율

민생 전자기기용 태양전지

- 직렬 접속으로 2.1~5.6V를 얻음, 과충전 방지 IC 부착

포토 커플러

- 발광소자와 조합한 전기적으로 완전분리, 아날로그량 취급

포토 인터럽터

- 발광소자와 조합하여 광로가 노출되어 광로에 의한 검출 가능

▣ 광 센서의 종류별 특성과 용도

2. 광 센서의 용도

1) 광 센서를 사용하려면?

- 광 센서를 사용하려면 센서의 특징과 사용 가능한 장소를 선택해서 필요한 출력을 검출하여 응용회로에 사용될 수 있도록 구성하여 설계해야 함
- 광전관 : 정밀 광측정계측기, 고속, 미약한 광검출기에 사용되며
- 광전자 증배관 : 적외선 검출 장치, 고속도 미약광 검출용, 각종 레이더에 사용
- 광도전 셀 : 광제어기, 포토커플러, 포토릴레이, 카메라 노출계에 사용
- 자외선 영역 포토 다이오드 : 공해분석기기, 의료용기기, 자외선 검출기기로 사용
- 가시광 영역 포토 다이오드 : 조도계, 비색계, 분광광도계 등에 사용
- 증폭기내장 가시영역 포토 다이오드 : 전자 샷터, 카메라 TE시스템 등에 활용
- 포토 다이오드 : 광전스위치, 카드리더, 레벨제어, 테이프리더, 엣지(코너) 센서
- 고속도용 다이오드 : 광 통신, 바코드 리더, 화상접속
- 포토 트랜지스터 : 광전스위치, 광전자카운터, 연기탐지기, 적외선 응용장치, 스트로브
- 포토 싸이리스 : 광 릴레이, 조광시스템, 스트로브, 광전SW
- 증폭회로 내장 포토 싸이리스터 : 광전스위치, 경보장치, 레벨제어

3. 광 센서를 사용하기 위한 요구 조건

- 광원 : 광원과 조합한 센서의 감도 효율 검토
- 출력레벨 : 입사광량, 수광면적, 파장에 대한 검토 고려
- S/N비 : 신호 S대비 노이즈(잡음), 광 신호 대책
- 직선성 : 신호종류 및 요구 출력 형식에 따른 선형성 고려
- 동작속도 : 완화시간, CR시간 상수
- 신뢰성 : 온도특성 경시 변화



센서의 원리 및 응용

광 센서의 기본 이해



한국기술교육대학교
온라인평생교육원

■ 광 센서의 종류별 검출방식과 회로

1. 포토 다이오드

- N형 기판상에 P형의 층을 형성시킨 PN 접합부에 발생하는 광기전력 효과 이용

출력 단자 개방형

- 출력 전압이 입사광량의 대수에 대해 거의 직선적으로 변화
- 온도 변화의 영향을 쉽게 받음

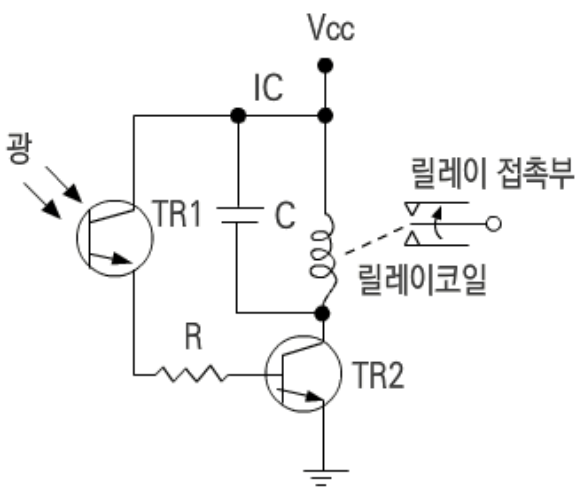
출력 단자 단락형

- 출력 전압이 입사광량의 대수에 대해 직선적으로 변화(범위 4~8)
- 일반적으로 더 많이 사용됨

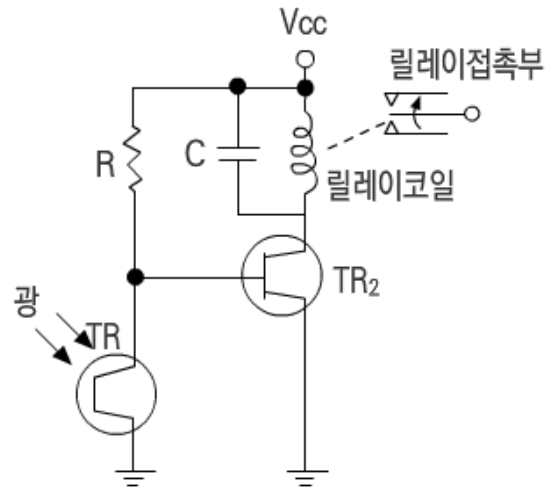
2. 포토 트랜지스터

- 형 기판상에 P형의 베이스 영역 형성
- N형의 이미터 영역 형성

빛에 의한 릴레이 구동 회로



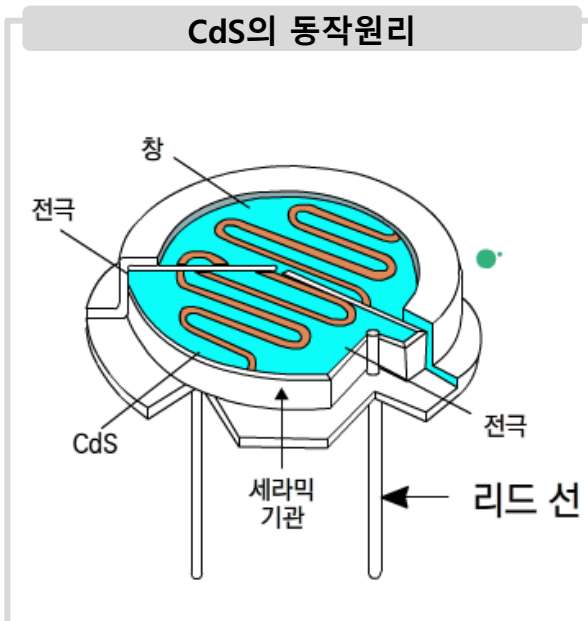
빛 차단에 의한 릴레이 복구 회로



▣ 광 센서의 종류별 검출방식과 회로

3. 광 도전 효과형 센서

- 광 도전 효과 진행 순서 : 빛 → 반도체 → 전자정공 쌍을 생성 → 반도체 도전율이 증가
- 광도전 효과형 센서의 종류
 - CdS 광도전 셀 : 황화 카드뮴을 주성분으로 한 광도전 소자의 일종이며 조사광에 의해 내부 저항이 변화하는 일종의 광 저항기
 - PbS 광도전 셀 : 광도전체로서 PbS와 PbSe를 사용하는 것으로서 주로 방사온도계 또는 적외 분광광도계 등에 사용되는 근적외선 영역의 센서
- Cds 광도전 셀
 - 대수 압축형 소자로 로그 다이오드를 사용
 - 1lux 이상의 조도 범위라면 일반 정류용 다이오드라도 어느 정도 특성을 기대
 - 조도가 낮은 쪽에서는 그 성질상 측광 정밀도가 매우 악화되기 때문에 광전류 범위는 100 μ A이상으로 설계를 해야 출력신호 검출이 용이



- 빛의 유입량에 따라 저항값이 변하게 되는 소자에 증폭회로를 연결하여 릴레이를 작동시켜 전등을 점멸하는 원리
- 만약에 빛이 입사되면 저항값이 증가
→ 전류가 흐르지 못하게 함
- 빛이 차단되면 저항값이 줄어듦
→ 전류가 흐름

▣ 광 센서의 종류별 검출방식과 회로

3. 광 도전 효과형 센서

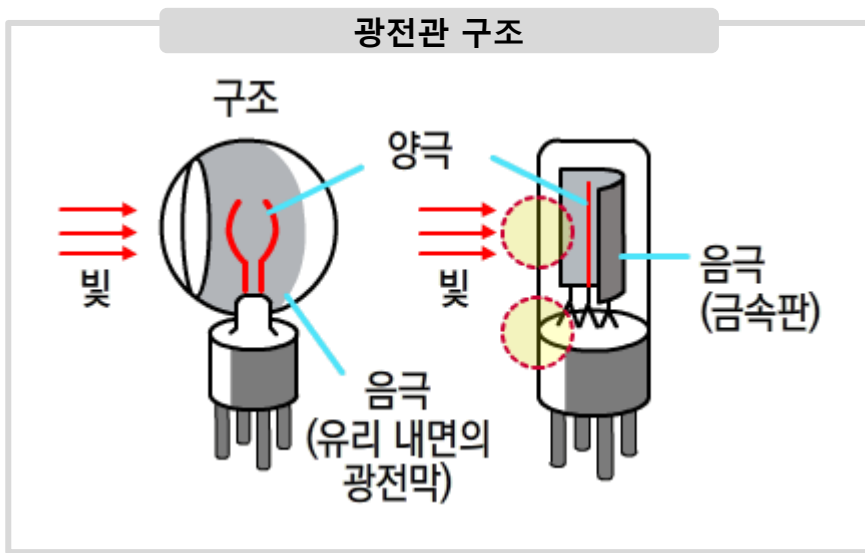
- 빛의 세기에 따라 전지저항이 변화
 - 극성이 없이 교류회로 사용이 가능
 - 고감도이고 소형으로 염가에 높은 전력용량을 가짐
 - 분광특성이 인간의 눈과 유사하여 카메라 노출계나 가로등 자동 점멸기에 이용
- Cds 광도전 셀 성질상 알아두어야 할 사항
 - 포토 트랜지스터에 비해 1자리 이상 응답 특성이 늦음
 - 광도전 셀 소자는 무극성
 - 광도전 소자에는 CdS셀 외에 CdSe셀, CdSse셀, pbs셀 등이 있음
 - 밝아지면 내부 저항이 작아짐
 - 광에너지에 대응해 내부 저항이 변화하는 광가변 저항
 - 조도지수 r값은 조도 10 lux와 100 lux 사이 내부 저항값에서 산출
 - 출력전류는 조도와 소자의 인가 전압에 의존
 - 광전류가 너무 커지면 자기발열 수반해 r지수 변화

■ 광 센서의 종류별 검출방식과 회로

4. 광전자 방출 효과형 센서

1) 광전자 방출 효과형

- 광전자 방출 효과형 : 광기전력 효과로 금속이나 반도체 표면에 빛을 조사하여 광전자가 방출되는 것
- 광전자 증배관이나 광전관에 주로 사용
- 광전관 : 광전자 방출효과를 이용해 전기적 신호를 만드는 일종의 진공관



- 광전자 방출효과를 갖는 안티몬(Sb)과 세슘의 합금이나 세슘과 은(Ag)의 복합재료를 음극으로 사용한 2극관의 구조
- 음극은 반원통형이고 빛은 측면에서 입사되며 양극은 중앙에 작은 봉 형태로 입사광을 방해하지 않도록 하고 있음
- 음극에서 광에너지를 흡수한 후 광전자를 내보내면 양극에서 광전자를 받아들여 전류를 만들어 내는 형태로 전기신호를 만들어 냄

▣ 광 센서의 종류별 검출방식과 회로

4. 광전자 방출 효과형 센서

2) 광전자 증배관

- 미약한 빛이라도 큰 전기신호를 얻을 수 있음
- 응답 속도가 빠름
- 분석기기, 의료용기기, 방사선 계측기, 통신 정보기에 이용

