센서공학

광센서 및 광전스위치

2018년 1학기

2nd class

Jihoon Jang

*. 광전 센서

■ 광센서 (photo-sensor)

: 빛을 매개체로 하여 물체의 유무검출에서부터 색채 검출 및 색농도 검출, 이미지 검출 등에 사용되는 검출기

→ 빛의 광전효과를 이용한 센서

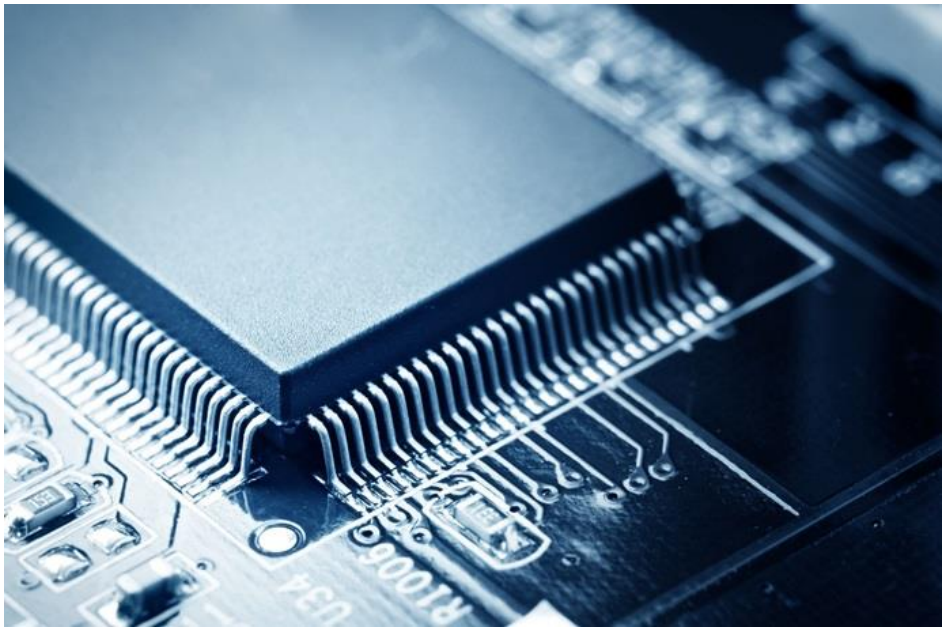
http://www.noteforum.co.kr/news/index.htm?nm=21554

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 반도체 (semiconductor, 半導體)

- 전기전도도를 제어할 수 있는 물질
- 전자소자, 광섬유 등

  → 전기·전자기기의 핵심 소재

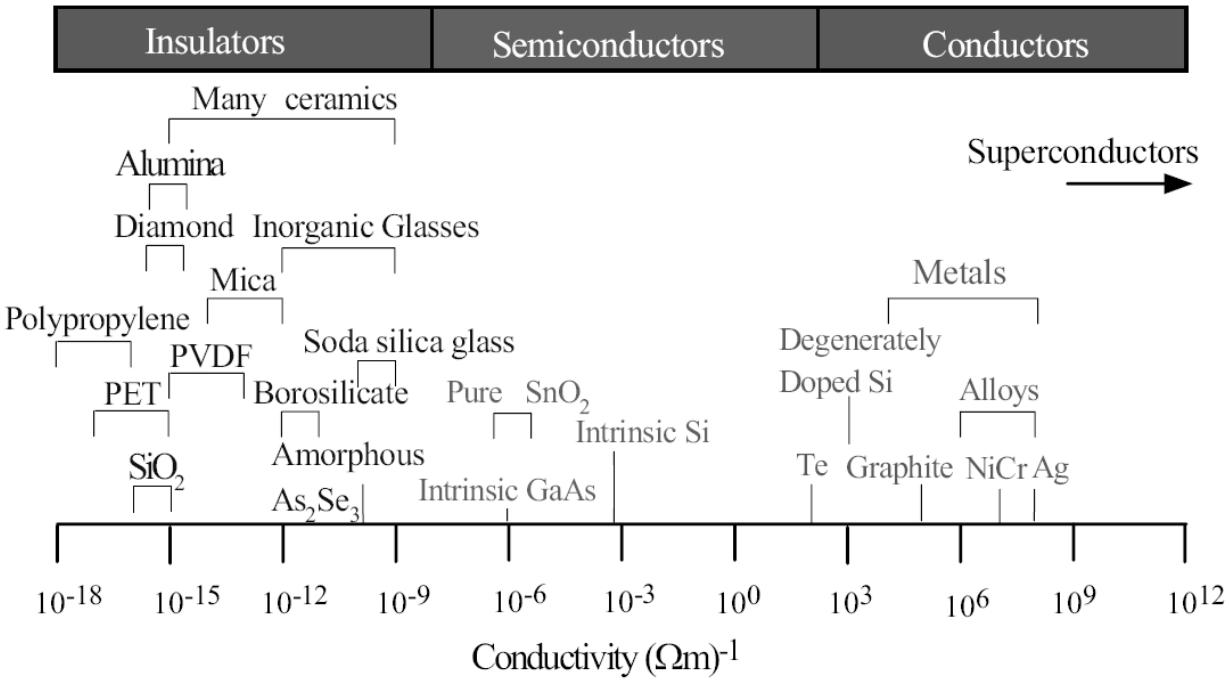


이미지 출처 : 산업일보, 2016, 2, 27 (http://www.kidd.co.kr/news/184269)

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 물질의 전기적 특성

- 도체 : 전기를 잘 통한다.
- 반도체 : 전기전도에 대한 제어가 쉽다.
- 부도체 : 전기를 통하기 어렵다.

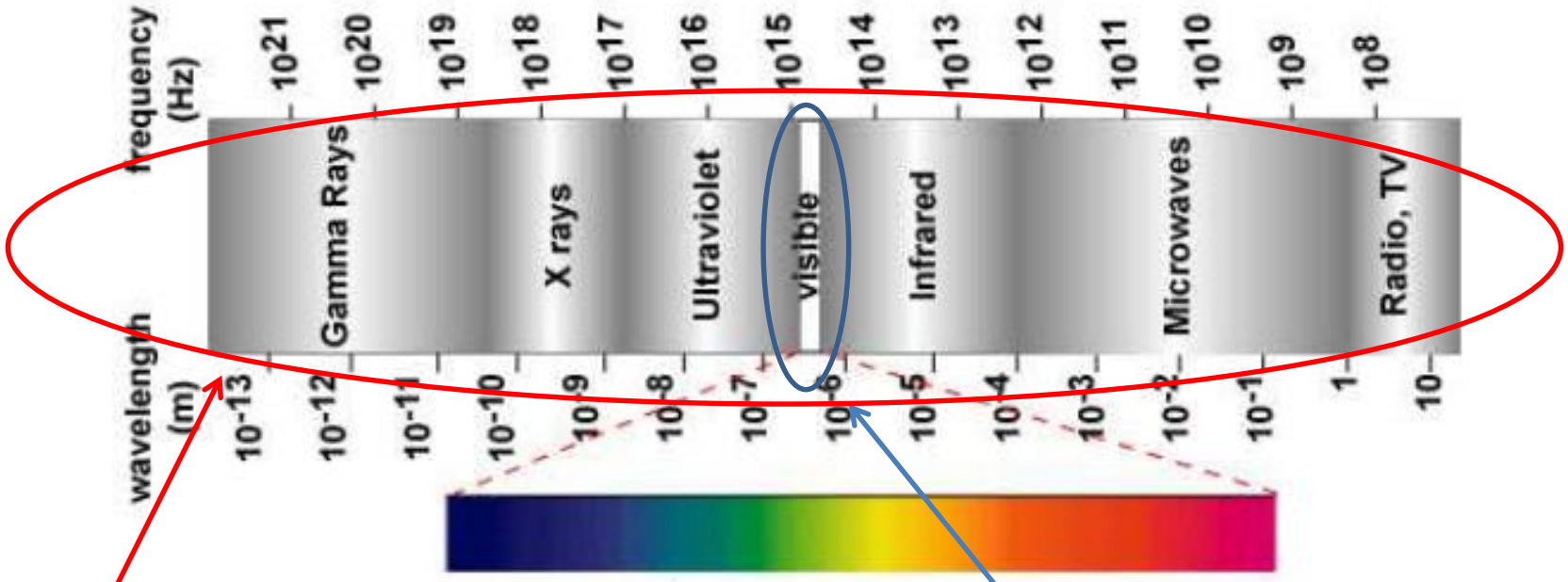


1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 전자기파의 스펙트럼

- 전자기파 (電磁氣波, electromagnetic wave)

: 주기적으로 세기가 변화하는 전자기장이 공간 속으로 전파해 나가는 현상



[전자기파 스펙트럼]

넓은 의미의 빛

좁은 의미의 빛

http://www.pveducation.org/pvcdrom

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 전자기파의 이중성

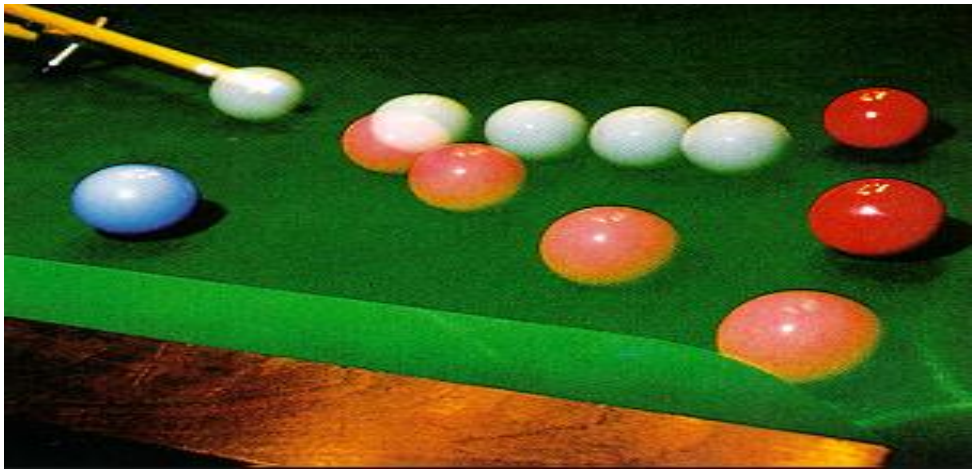
1. 입자 (粒子, particle)

: 아주 작고 거의 눈에 보이지 않을 정도의 작은 물체

: 공간상 한 점에 위치하도록 이상적으로 모형화된 실체

→ 이상적으로는 크기가 없고 질량, 위치와 속도 등의 성질만을 가짐

→ 에너지를 가진다!!



■ 전자기파의 이중성

2. 파동 (波動, wave)

: 공간이나 물질의 한 부분에서 생긴 주기적인 진동이 시간의 흐름에 따라 주위로 멀리 퍼져나가는 현상

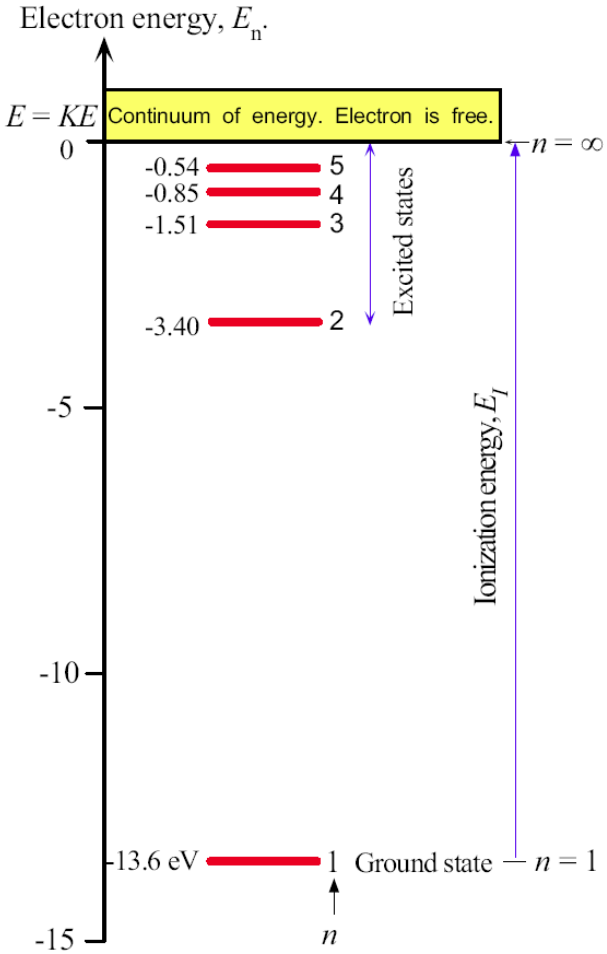
: 매질의 성질이 전파되어 나가는 현상

→ 매개물 자체는 움직이지 않음

http://m.blog.daum.net/woini1234/316259

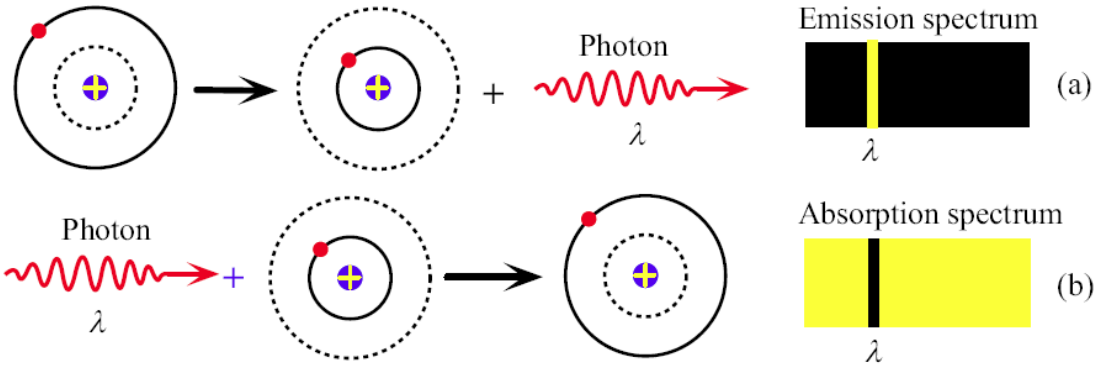
1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 수소원자의 에너지 준위및 에너지의 전자기파의 흡수/방출



흡수 에너지, 방출 에너지의 크기가 정해져 있다

✓여기 (activation)에 이은 광방출, 광흡수

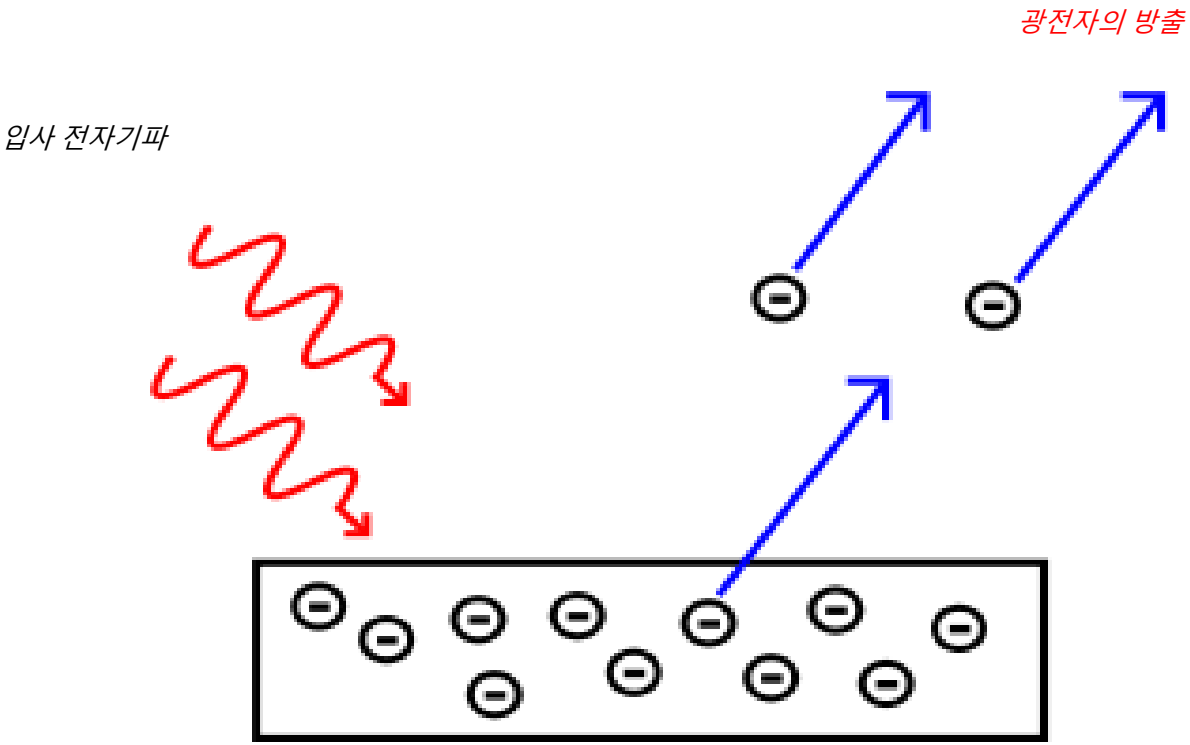


방출 : 디스플레이의 원리
흡수 : 태양전지의 원리

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 광전효과 (光電效果, photoelectric effect)

: 금속 등의 물질에 일정한 진동수 이상의 빛(전자기파)를 비추었을 때,
물질의 표면에서 전자가 튀어나오는 현상

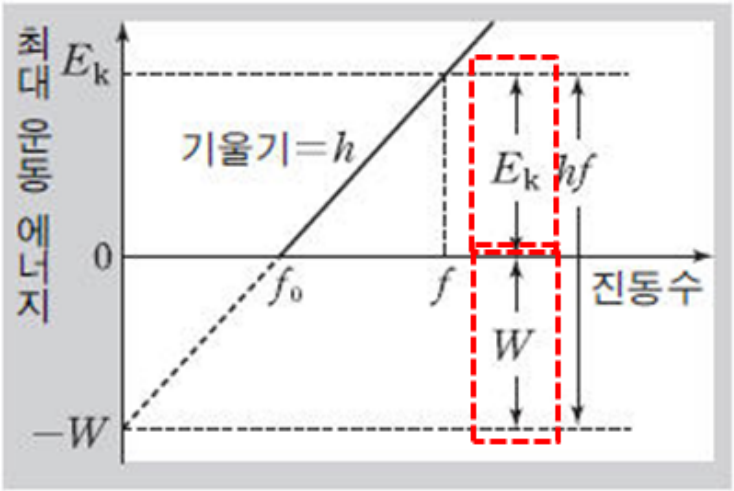


1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 광전효과 (光電效果, photoelectric effect)

: 금속 등의 물질에 일정한 진동수 이상의 빛(전자기파)를 비추었을 때,
물질의 표면에서 전자가 튀어나오는 현상

▪ 운동에너지 식



* 일함수 (work function, W)
: 물질 내에 있는 전자 하나를 외부로 끌어내는데 필요한 최소의 일 또는 에너지
→ 물질 고유의 값

$$E_k = hf - W = h(f - f_0)$$

→ 광전효과로 발생된 전자의 운동에너지와 입사 전자기파의 주파수에서 일함수 유추

→ 일함수는 물질 고유의 값

E_k : 광전자의 운동에너지
h : 플랑크 상수
f : 입사 전자기파의 진동수
W : 일함수
f_0 : 한계 진동수 (일함수와 운동에너지를 같게 만드는 진동수)

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 광전효과 (光電效果, photoelectric effect)

: 금속 등의 물질에 일정한 진동수 이상의 빛(전자기파)를 비추었을 때,
물질의 표면에서 전자가 튀어나오는 현상

$$E = \frac{hc}{\lambda} \left(J = \frac{J \cdot s \,/\, m \cdot s}{m} \right)$$

h : 플랑크 상수 (전자기파의 에너지와 파장의 변환을 위한 상수)

→ $6.626 \times 10^{-34}\ J \cdot s = 6.626 \times 10^{-34}\ J / s$

J : 일의 SI 단위 (1 N의 힘으로 물체를 1 m 이동하였을 때 필요한 에너지)

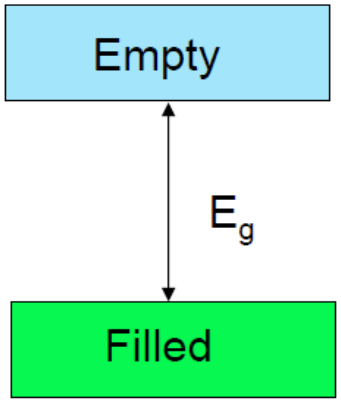
→ $1J = 1\ kg \cdot m^2 / s^2$

eV : 1개의 전자가 1V의 전위를 거슬러 움직일 때 드는 일

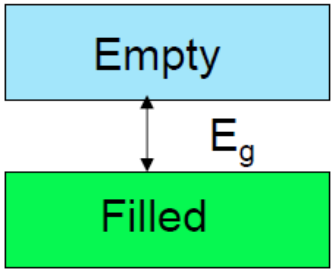
→ $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

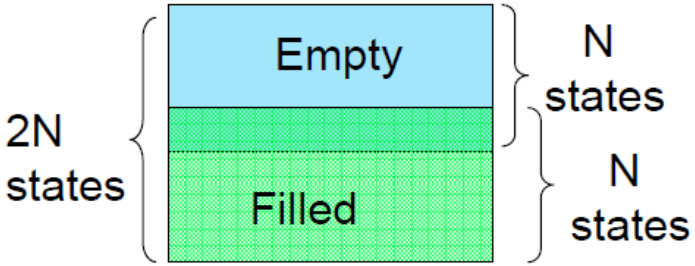
■ 물질의 밴드갭과 전기전도



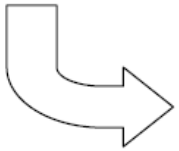
Insulator : E_g > 2~5eV
Ex.: SiO_2 ~ 9eV



Semiconductor : E_g< 2eV
Ex.: Si ~ 1.12eV



Conductor

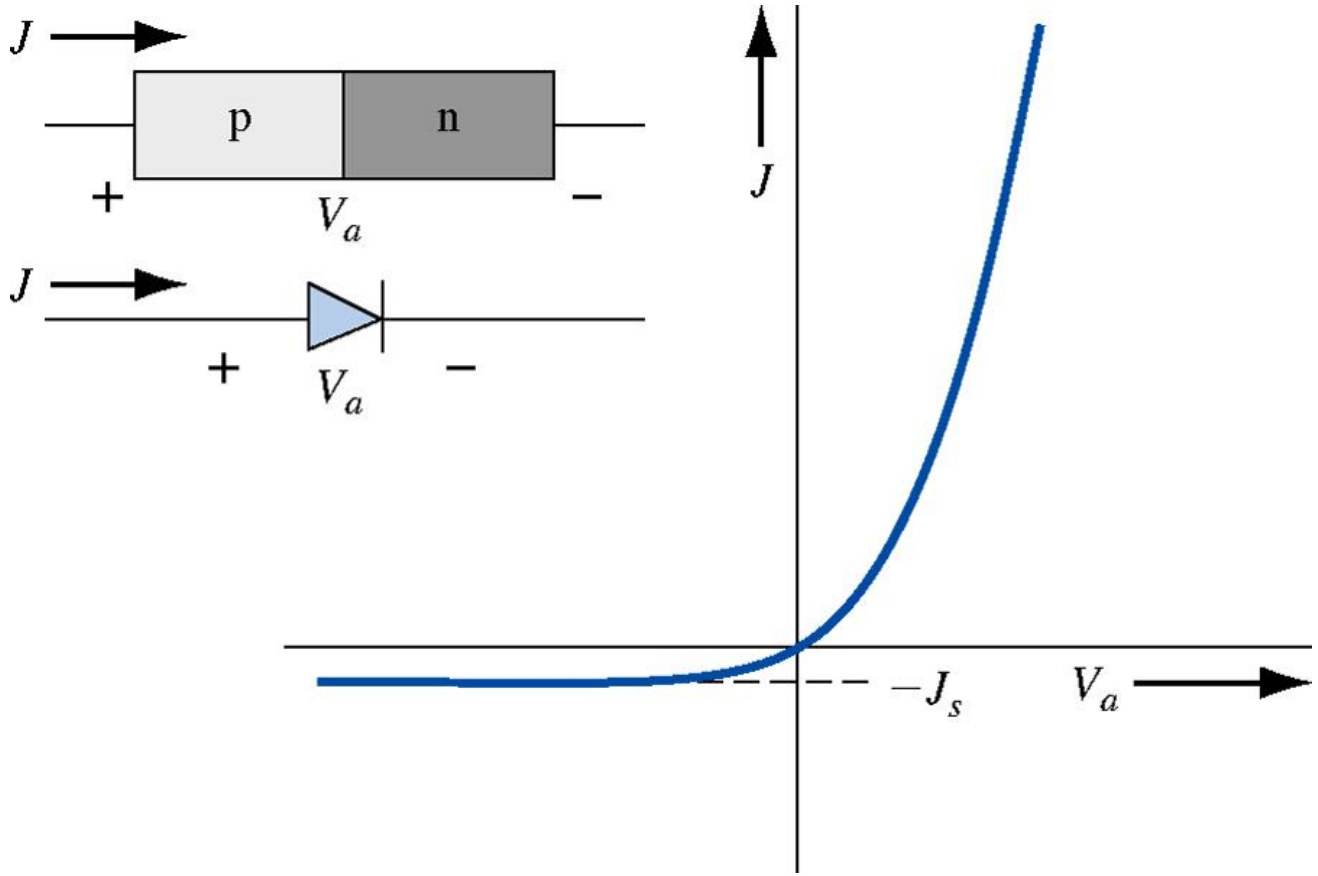


Semiconductor

Ge	0.67eV
Si	1.12
InP	1.34
GaAs	1.42
GaP	2.24
GaN	3.5
SiC	2.2~3.3
Diamond	5.5

1. 광전센서의 개요 (다이오드의 기본이론)

■ 이상적인 pn접합 전류 (이상적인 다이오드 방정식)



2. 광전스위치

■ 광전 스위치 (photoelectric switch, 光電 switch)

: 빛을 내는 투광부와 그 빛이 대상물에 의해서 반사, 투과, 흡수, 차광 등의 변화를 수광부에서 수광하여 ON/OFF 신호를 내는 것

https://www.ia.omron.co.kr/products/product_detail.asp?list_code2=006002001&cat_name=&prodPk=1124&prodCode=RTNaLUw=&prodName=%BE%DA%C7%C1+%B3%BB%C0%E5%C7%FC+%B1%A4%C0%FC%BD%BA%C0%A7%C4%A1+(%BE%E3%C0%BA%BA%F6+%C5%B8%C0%D4)

2. 광전스위치

■ 광전 스위치 (photoelectric switch, 光電 switch)

: 빛을 내는 투광부와 그 빛이 대상물에 의해서 반사, 투과, 흡수, 차광 등의 변화를 수광부에서 수광하여 ON/OFF 신호를 내는 것

1. 투광부 : 전기 → 빛
   - GaAs, CaAlAs, GaP 등의 PN 접합소자 (LED)
   - 빛의 발생 및 조사

2. 수광부 : 빛 → 전기
   - 포토다이오드, 포토트랜지스터 등의 소자로 이루어진 센서
   - 전기적 신호의 발생 및 증폭

2. 광전스위치

■ 광전 스위치의 특성

1. 장점

   1) 비접촉으로 검출할 수 있다.

   2) 검출거리가 길다.

   3) 대부분의 대상물을 검출할 수 있다.

   4) 응답시간이 빠르다.

   5) 색의 판별이 가능하다.

   6) 수광의 넓이와 굵기를 자유로이 설정하기 쉽다.

   7) 고정도로 검출 할 수 있다.

2. 단점

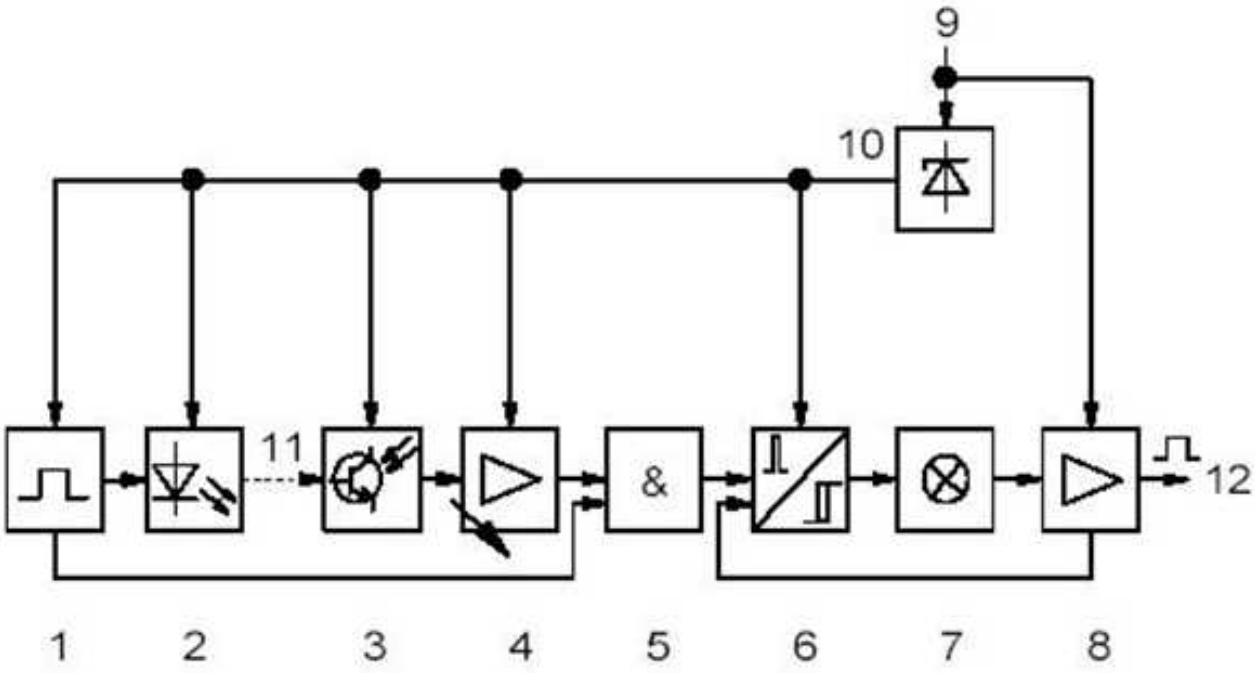
   1) 렌즈 면의 먼지나 유분에 의한 투, 수광이 방해 받는다.

   2) 외란광에 주의하여야 한다.

      (보통 10만 룩스 정도까지는 문제시되지 않는다.)

3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조



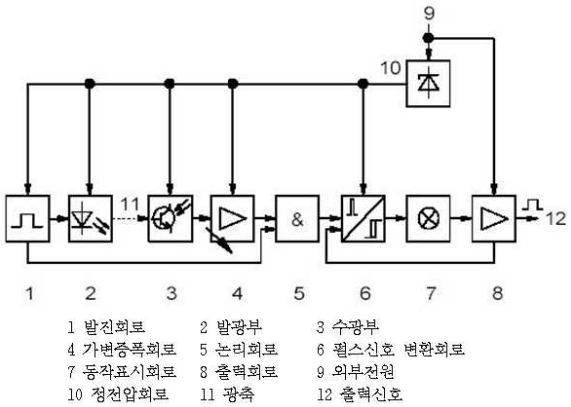
1 발진회로　　2 발광부　　3 수광부
4 가변증폭회로　　5 논리회로　　6 펄스신호 변환회로
7 동작표시회로　　8 출력회로　　9 외부전원
10 정전압회로　　11 광축　　12 출력신호

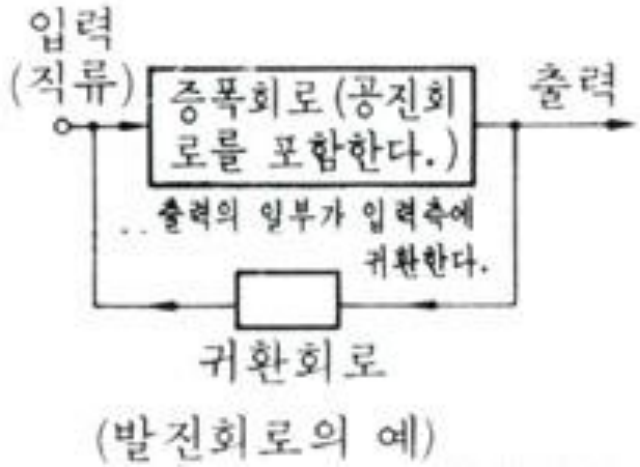
3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조

1. 발진회로

: 외부로부터 가해진 신호에 의하지 않고,
전원으로부터의 전력으로 지속되는
전기 진동(교류 전압 또는 전류)을 발생시키는 회로
→ 발광부의 일정 전류를 공급해주는 역할



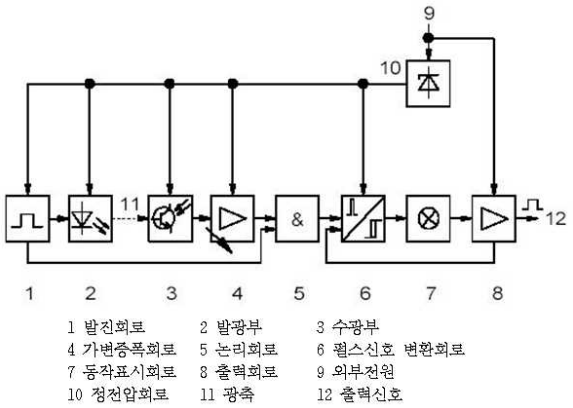


(발진회로의 예)

http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=411984&cid=42327&categoryId=42327

3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조



2. 발광부 : 반도체의 특성을 활용하여
전기적 에너지를 빛으로 변환하여
방출하는 장치
→ 반도체의 종류에 따라 다양한 에너지의
전자기파(빛)을 방출 가능

3. 수광부 : 반도체의 특성을 활용하여 전자기파(빛)를 수광하여
전기적 신호로 변환하는 장치

11. 광축 : 빛의 경로 (일반적으로 공기)

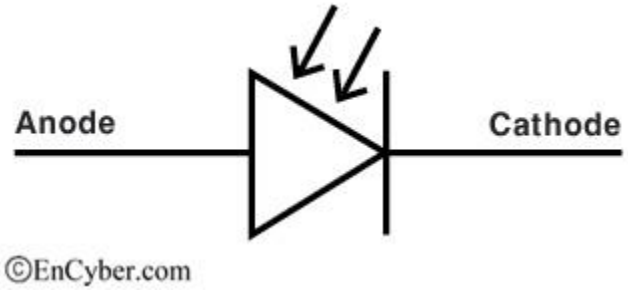
3. 광전스위치의 구조

* 포토 다이오드

: 빛에너지를 전기에너지로 변환하는 광센서의 한 종류

→ 반도체의 PN 접합부에 광검출 기능을 추가한 것

→ 빛이 다이오드에 닿으면 전자와 양의 전하 정공이 생겨서 전류가 흐르며, 전압(광기전력)의 크기는 빛의 강도에 거의 비례



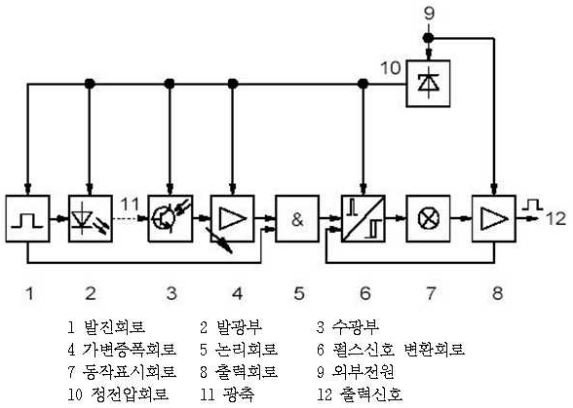
http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1158490&cid=40942&categoryId=32372

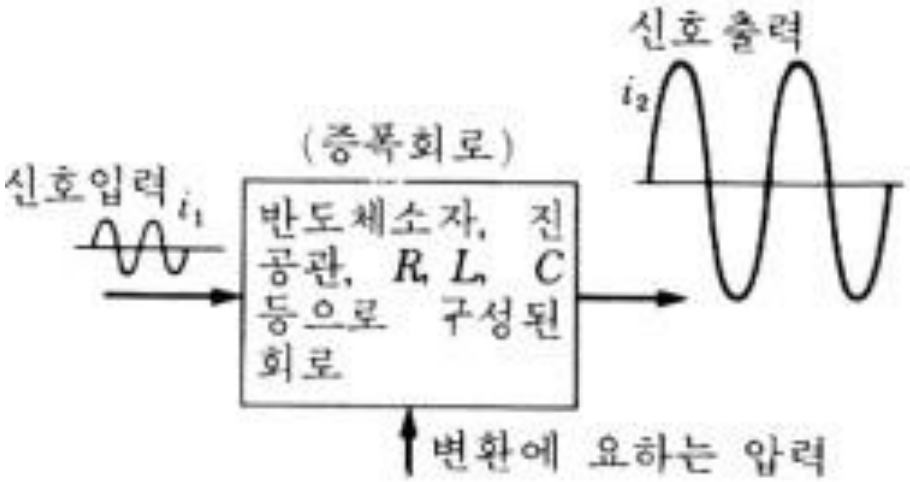
3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조

4. 가변증폭회로

: 전압·전류·전력 등의 미약한 입력을 보다 큰 출력으로 변환하는 회로





http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=411984&cid=42327&categoryId=42327

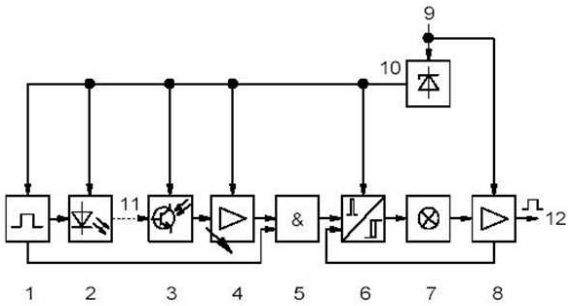
3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조

5. 논리회로

: 1 또는 0의 두 값 신호로 주어진 입력에 대응한 두 값 신호의 출력을 얻는 회로

→ OR게이트, AND게이트, NOR게이트, NAND게이트, 인버터



1 발진회로 2 발광부 3 수광부
4 가변증폭회로 5 논리회로 6 펄스신호 변환회로
7 동작표시회로 8 출력회로 9 외부전원
10 정전압회로 11 광축 12 출력신호

그림 5.5 OR 게이트의 기호.

표 5.3 OR 게이트가 입력 A와 B를 가질 때의 진리표.

A	B	$F = A + B$
1	1	1
1	0	1
0	1	1
0	0	0

그림 5.6 AND 게이트에서 사용되는 기호.

표 5.4 AND 게이트가 입력 A와 B를 가질 때의 진리표.

A	B	$F = A \cdot B$
1	1	1
1	0	0
0	1	0
0	0	0

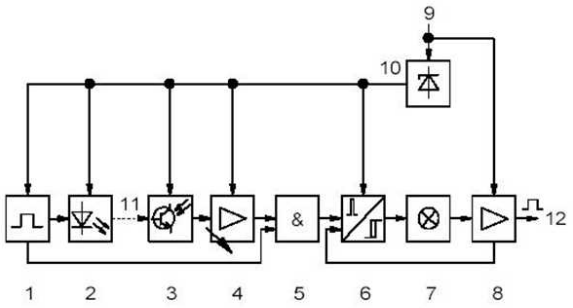
공학수학 (한티미디어,Croft, 이연석 외 공역)

3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조

5. 논리회로

: 1 또는 0의 두 값 신호로 주어진 입력에 대응한 두 값 신호의 출력을 얻는 회로



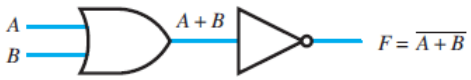


그림 5.8 OR 게이트와 직렬로 연결된 NOT 게이트.

그림 5.9 NOR 게이트를 위한 기호.

표 5.6 NOR 게이트를 위한 진리표.

A	B	$F = \overline{A+B}$
1	1	0
1	0	0
0	1	0
0	0	1

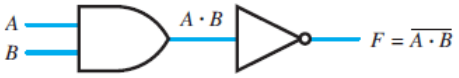


그림 5.10 AND 게이트와 연결된 NOT 게이트.

그림 5.11 NAND 게이트를 위한 기호.

표 5.7 NAND 게이트를 위한 진리표.

A	B	$F = \overline{A \cdot B}$
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

그림 5.7 인버터에서 사용되는 기호.

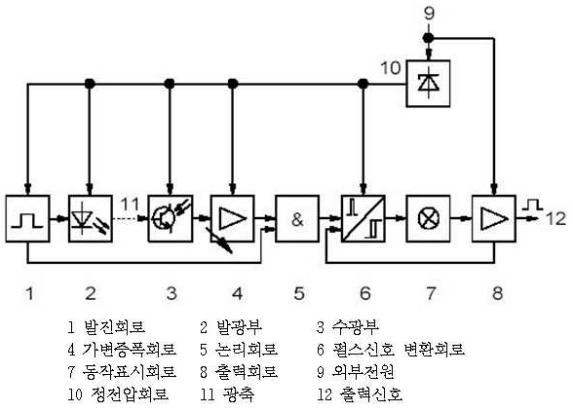
표 5.5 NOT 게이트에 대한 진리표.

A	$F = \overline{A}$
1	0
0	1

공학수학 (한티미디어,Croft, 이연석 외 공역)

3. 광전스위치의 구조

■ 미러 반사형 광전 스위치의 구조



6. 펄스신호 변환회로

: 주어진 디지털 신호를 펄스신호로 변환해주는 회로

7. 동작표시회로

: 스위치(센서)의 동작을 외부에 표시해주는 회로 (LED)

8. 출력회로

: 수광 및 증폭, 변환된 펄스신호를 출력해주는 회로

10. 정전압회로

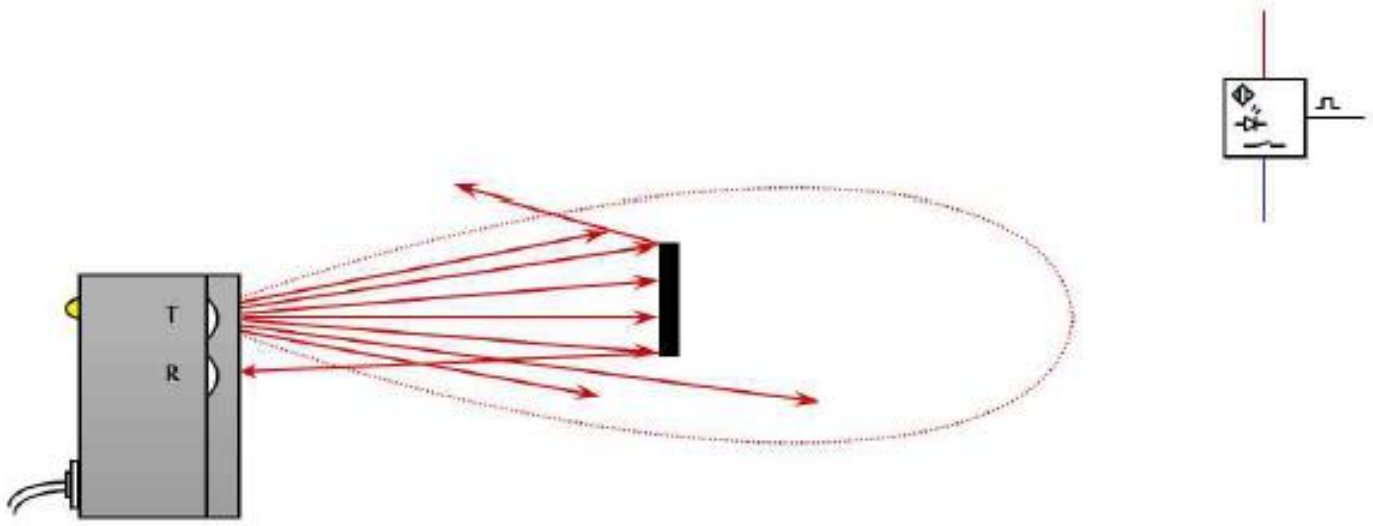
: 부하의 변동이 있어도 일정한 전압을 공급하는 회로

4. 광전스위치의 종류

■ 광전 스위치의 종류

1. 직접 반사형

: 발광부와 수광부가 하나의 케이스에 내장되어, 발광부로부터 나온 빛이 검출물체에 직접 부딪혀 그 표면에 반사하고, 반사된 빛을 수광부에서 출력신호로 발생



[그림 3-1-14] 직접 반사형 광전 스위치

4. 광전스위치의 종류

■ 광전 스위치의 종류

1. 직접 반사형

1) 장점

- 한쪽 배선만으로 배선 절약 : 한쪽 배선만으로 가능 (구조 간단)
- 설치 자유도가 높음 : 미러 설치 필요 없음
- 광축 맞추기 등의 조정이 불필요
- 투명체를 포함하여 거의 모든 물체를 검출 가능

2) 단점

- 검출거리가 다른 형태에 비해 가장 짧음

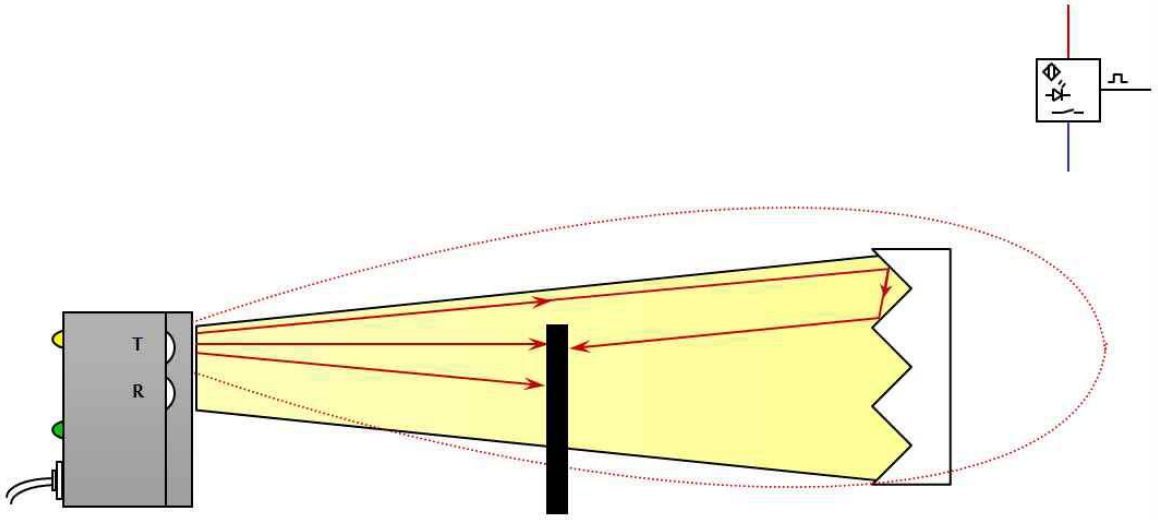
4. 광전스위치의 종류

■ 광전 스위치의 종류

2. 미러 반사형

: 발광부와 수광부가 하나의 케이스로 조립되어 있고, 반사경으로 미러를 사용

→ 발광부와 미러 사이에 미러보다 반사율이 낮은 물체가 광을 차단하면 출력신호를 발생



4. 광전스위치의 종류

■ 광전 스위치의 종류

2. 미러 반사형

1) 장점

- 설치 장소나 배선비용이 투과형에 비해 저렴
- 직접 반사형보다 검출거리가 길다.
- 광축 조정이 쉬움

2) 단점

- 반사율이 높은 물체는 검출이 곤란

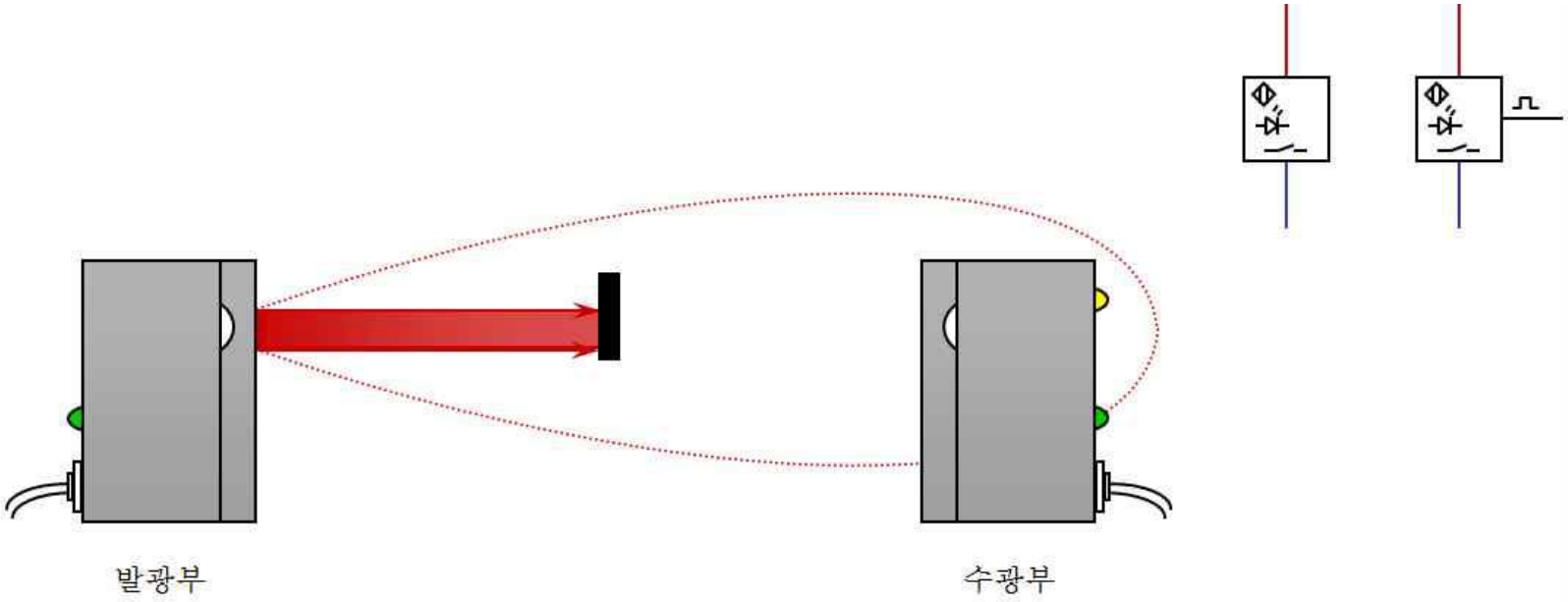
4. 광전스위치의 종류

■ 광전 스위치의 종류

3. 투과형

: 발광부와 수광부로 구성

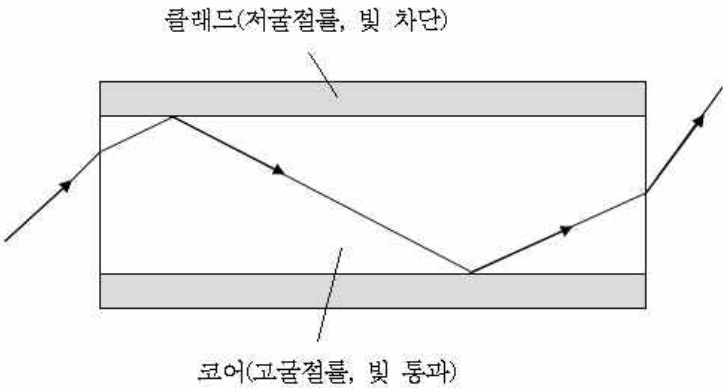
→ 검출물체가 접근하여 빛을 차단하면 수광부에서 검출신호가 발생

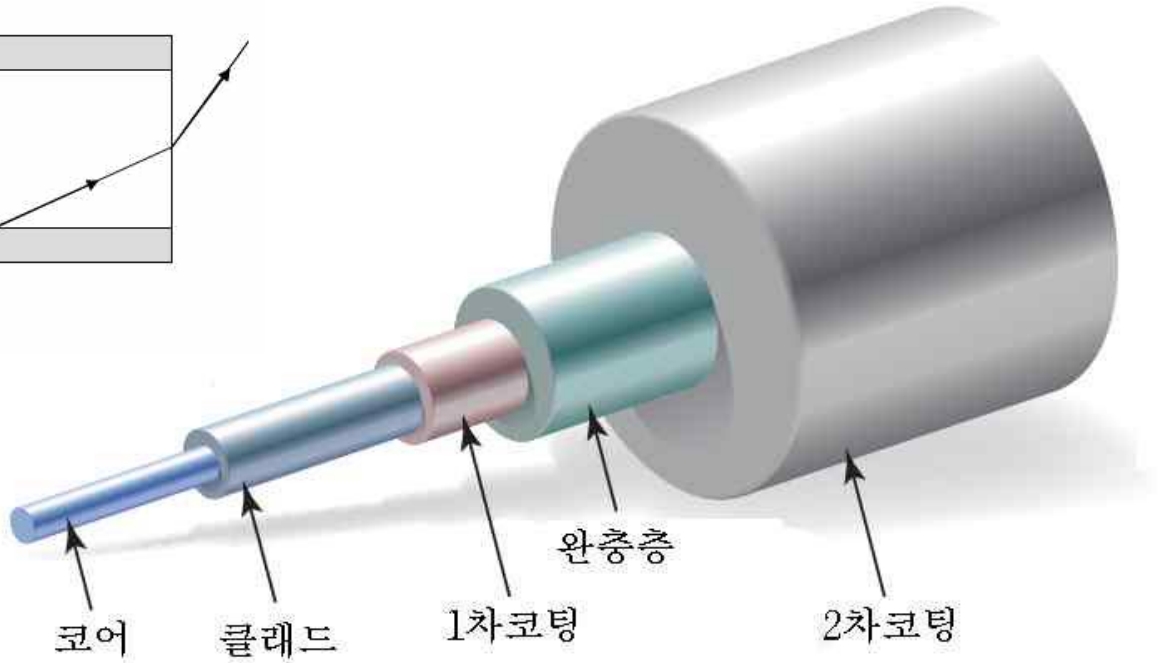


5. 광 파이버 센서

■ 광 파이버 (optical fiber)

: 내측의 굴절률은 크고, 외측은 굴절률이 작은 물질을 사용하여 전반사 특성을 이용, 빛을 손실없이 전달하는 재료

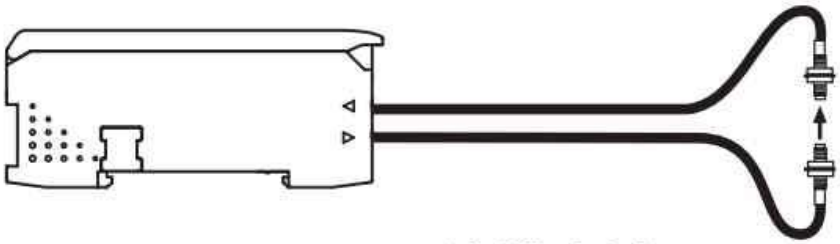




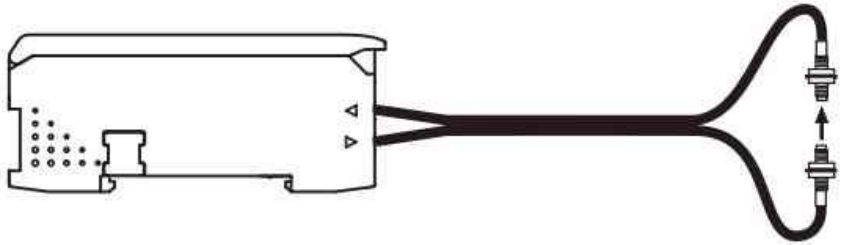
5. 광 파이버 센서

■ 광 파이버 센서

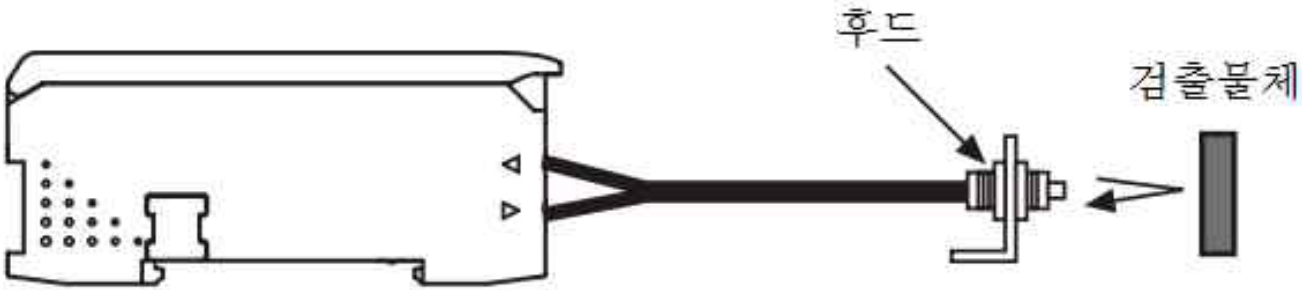
: 빛의 통로를 곡선으로 유지시키거나 광센서의 수광부 또는 외부에 노출시켜 설치 공간을 확보하기 어려운 경우에 사용



<케이블 분리형>



<케이블 평행형>



감사합니다

■ **참고 문헌**

1. NCS 학습모듈 : 센서활용기술
2. PVCDROM : http://pveducation.org/pvcdrom
3. 기타 그림자료 : 자료 밑 표기