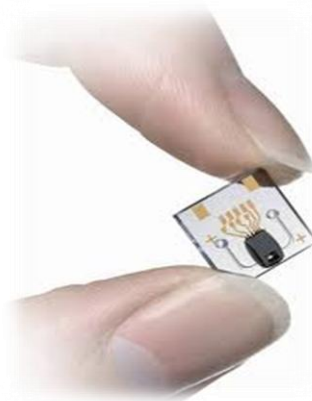


# Bài giảng Kỹ Thuật Cảm Biến (sensors)

**Hoang Si Hong**

**-----2011-----**

**Faculty of Electrical Eng., Hanoi Univ. of Science and Technology (HUST),  
Hanoi, VietNam**





# Nguồn tham khảo

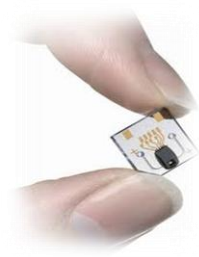
**Note: Bài giảng môn học này được tham khảo, trích dẫn và lược dịch từ các nguồn sau:**

## ✓ Sách

- Kỹ thuật đo lường các đại lượng điện tập 1, 2- Phạm Thượng Hàn, Nguyễn Trọng Quế....
- Các bộ cảm biến trong đo lường-Lê Văn Doanh...
- Các bộ cảm biến-Nguyễn Tăng Phô
- Đo lường điện và các bộ cảm biến: Ng.V.Hoà và [Hoàng Sĩ Hồng](#)
- Sensor technology handbook (edited by JON WILSON)
- Elements of Electronic Instrumentation and Measurement (Prentice-Hall Company)
- Sách giải thích đơn vị đo lường hợp pháp của Việt Nam

## ✓ Bài giảng và website:

- Bài giảng kỹ thuật cảm biến-[Hoàng Sĩ Hồng-BKHN\(2005\)](#)
- Bài giảng Cảm biến và kỹ thuật đo:P.T.N.Yến, Ng.T.L.Hương –BKHN (2010)
- Bài giảng MEMs ITIMS – BKHN
- Một số bài giảng về cảm biến và đo lường từ các trường đại học KT khác ở Việt Nam
- Website: sciendirect/sensors and actuators A and B



# Nội dung môn học và mục đích

## Nội dung

- Chapter 1: Khái niệm chung về Cảm biến (2b)
- Chapter 2: Cảm biến điện trở (2b)
- Chương 3: Cảm biến đo nhiệt độ (2b)
- Chương 4: **Cảm biến quang (2b)**
- Chương 5: Cảm biến tĩnh điện (2b)
- Chương 6: Cảm biến Hall và hoá điện
- Chương 6: Cảm biến và PLC(1b)

**Mục đích:** nắm được cấu tạo, nguyên lý hoạt động và ứng dụng của các loại cảm biến thông dụng trong công nghiệp và đời sống. Nắm được xu thế phát triển chung của công nghệ cảm biến trên thế giới.



# Chương 3: Cảm biến quang

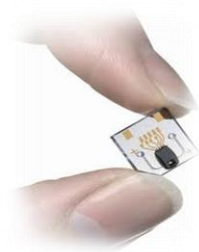
---

## Nội dung

- Khái niệm chung về ánh sáng và nguồn sáng
- Quang điện trở, tế bào quang điện và bộ nhân quang điện
- Photodiode
- Phototranzito
- Tế bào quang điện

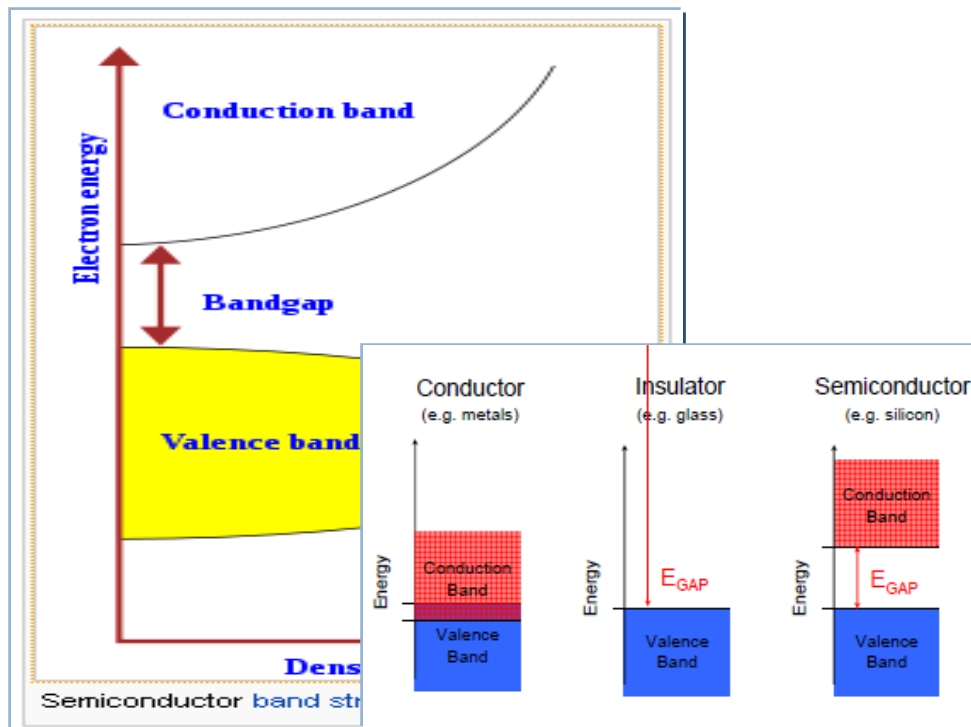


**Nguồn sáng  
hay nguồn thu  
ánh sáng?**

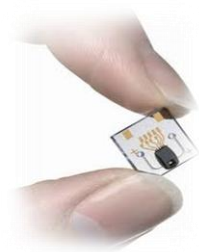


# Khái niệm về bandgap

- Vật liệu dẫn bandgap gần như bằng 0, vật liệu cách điện bandgap lớn
- The energy difference between valence and conduction bands of semiconductor materials. This parameter defines the electrical properties of a semiconductor material (carrier mobility, free carrier density, temperature behavior). Epitaxy of compound **semiconductors** is used to engineer bandgaps.



Material	Symbol	Band gap (eV) @ 302K	Reference
Silicon	Si	1.11	[6]
Selenium	Se	1.74	
Germanium	Ge	0.67	[6]
Silicon carbide	SiC	2.86	[6]
Aluminium phosphide	AlP	2.45	[6]
Aluminium arsenide	AlAs	2.16	[6]
Aluminium antimonide	AlSb	1.6	[6]
Aluminium nitride	AlN	6.3	
Diamond	C	5.5	
Gallium(III) phosphide	GaP	2.26	[6]
Gallium(III) arsenide	GaAs	1.43	[6]
Gallium(III) nitride	GaN	3.4	[6]
Gallium(II) sulfide	GaS	2.5	
Gallium antimonide	GaSb	0.7	[6]
Indium(III) nitride	InN	0.7	[7]
Indium(III) phosphide	InP	1.35	[6]
Indium(III) arsenide	InAs	0.36	[6]
Zinc oxide	ZnO	3.37	



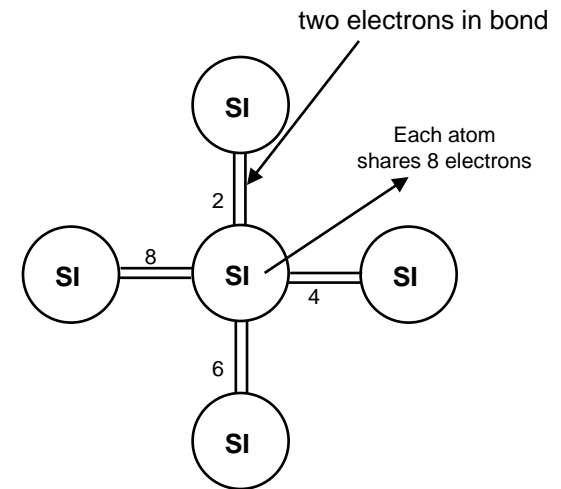
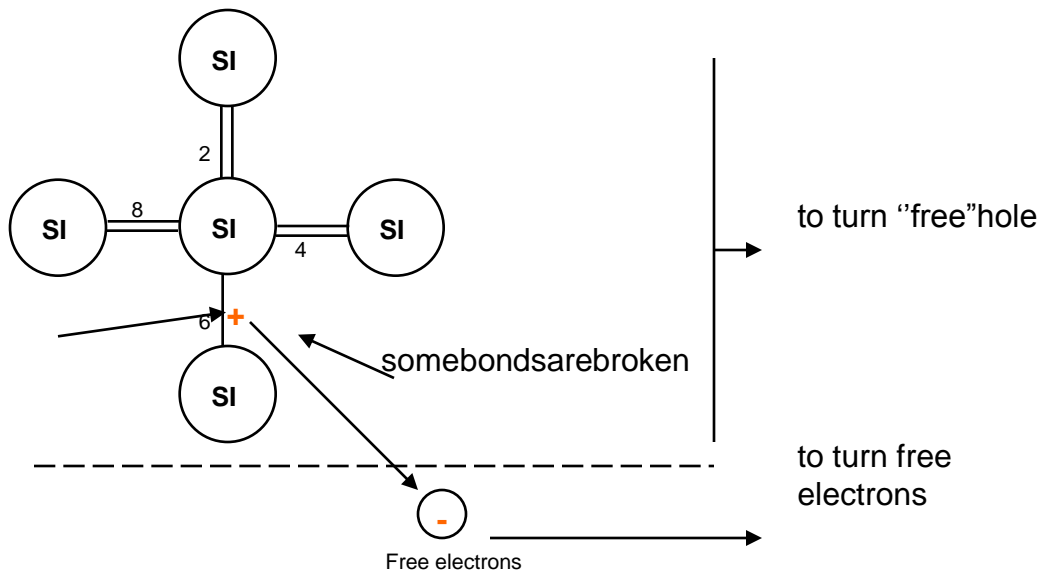
# Tại sao Si là vật liệu bán dẫn?

## At finite temperature:

- +incomplete bond (mobile hole)–mobile electron
- finite thermal energy
- some bonds are broken
- "free" electrons (mobile negative charge,  $-1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ )
- "free" holes (mobile positive charge,  $1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ )

## At 0K:

- all bonds satisfied  $\rightarrow$  all valence electrons engaged in bonding
- no "free" electrons  $\rightarrow$  insulator





# Cơ sở chung về photodiode

- Photodiode nói riêng và các phần tử quang điện nói chung là thiết bị chuyển đổi tín hiệu quang thành tín hiệu điện thông qua biến đổi năng lượng quang thành năng lượng điện
- Photodiode được sản xuất bằng nhiều vật liệu, tuy nhiên phổ cập nhất là các vật liệu bán dẫn như silicon (Si) or gallium arsenide (GaAs), and others include indium antimonide (InSb), indium arsenide (InAs), lead selenide (PbSe), and lead sulfide (PbS). Tùy theo bản chất vật liệu sẽ có dải bước sóng hấp thụ khác nhau. Ví dụ 250 nm to 1100 nm for silicon, and 800 nm to 2.0  $\mu\text{m}$  for GaAs.

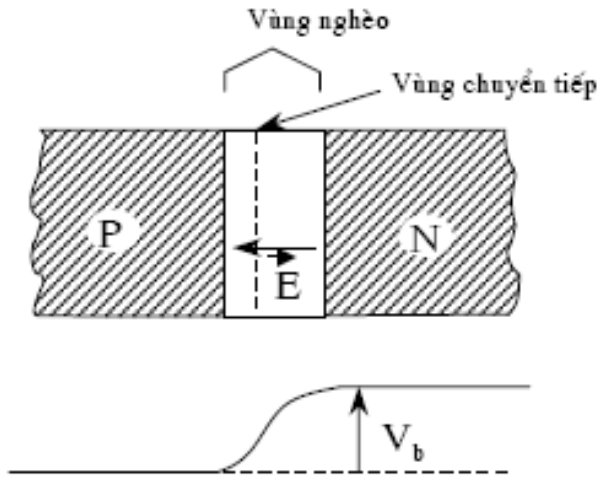
## • PIN Photo Diode

PD which has the intrinsic semiconductor between the P type and the N type=PIN.

## • Avalanche Photo Diode: Generally, APD

PD which gives the internal current gain by utilizing the avalanche multiplication which takes place in the semiconductor.

# Nguyên lý của photodiode



- Xét hai tấm bán dẫn, một thuộc loại N và một thuộc loại P, ghép tiếp xúc nhau. Tại mặt tiếp xúc hình thành một vùng nghèo hạt dẫn vì tại vùng này tồn tại một điện trường và hình thành hàng rào thế  $V_b$ .
- Khi không có điện thế ở ngoài đặt lên chuyển tiếp ( $V=0$ )**, dòng điện chạy qua chuyển tiếp  $I = I_{cb} + I_{kcb} = 0$ , thực tế dòng  $I$  chính là dòng tổng cộng của hai dòng điện bằng nhau và ngược chiều bao gồm:
  - Dòng khuếch tán các **hạt cơ bản** ( $I_{cb}$ ) sinh ra khi ion hoá các tạp chất (lỗ trống trong bán dẫn loại P, điện tử trong bán dẫn loại N) do năng lượng nhiệt của các hạt dẫn cơ bản đủ lớn để vượt qua hàng rào thế.
  - Dòng hạt dẫn **không cơ bản** ( $I_{kcb}$ ) sinh ra do kích thích nhiệt (điện tử trong bán dẫn P, lỗ trống trong bán dẫn N) chuyển động dưới tác dụng của điện trường  $E$  trong vùng nghèo.



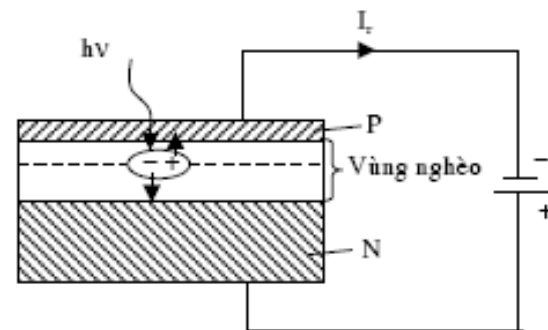


# Nguyên lý của photodiode

- Khi đặt vào 2 cực điện áp ng-ợc  $U_d$
- > Hàng rào điện thế  $V_b$  thay đổi kết quả kéo theo :
- > Độ rộng vùng nghèo thay đổi và thay đổi dòng là  $I_{cb}$

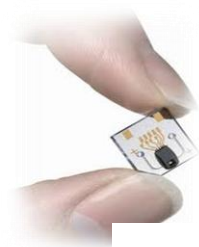
Kết quả dòng qua chuyển tiếp

$$I = I_0 \exp\left[\frac{qV_d}{kT}\right] - I_0$$



Khi điện áp ngược đủ lớn ( $V_d \ll -\frac{kT}{q} = -26\text{mV}$  ở 300K), chiều cao hàng rào thế lớn đến mức dòng khuếch tán của các hạt cơ bản trở nên rất nhỏ và có thể bỏ qua và chỉ còn lại dòng ngược của điốt, khi đó  $I = I_0$ .

Khi chiếu sáng điốt bằng bức xạ có bước sóng nhỏ hơn bước sóng ngưỡng, sẽ xuất hiện thêm các cặp điện tử - lỗ trống. Để các hạt dẫn này tham gia dẫn điện cần phải ngăn cản sự tái hợp của chúng, tức là nhanh chóng tách rời cặp điện tử - lỗ trống. Sự tách cặp điện tử - lỗ trống chỉ xảy ra trong vùng nghèo nhờ tác dụng của điện trường.



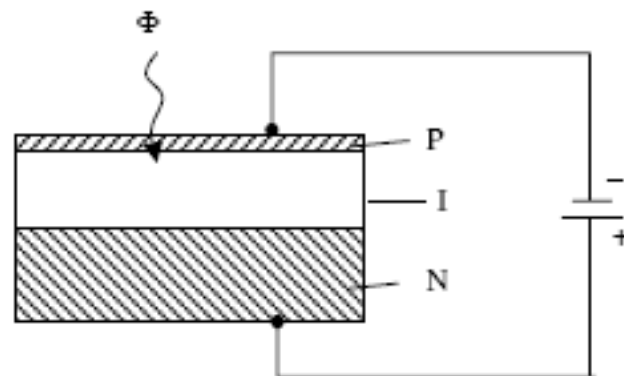
# Nguyên lý của photodiode

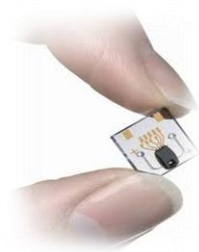
Số hạt dẫn được giải phóng phụ thuộc vào thông lượng ánh sáng đạt tới vùng nghèo và khả năng hấp thụ của vùng này. Thông lượng ánh sáng chiếu tới vùng nghèo phụ thuộc đáng kể vào chiều dày lớp vật liệu mà nó đi qua:

$$\Phi = \Phi_0 e^{-\alpha x}$$

Trong đó hệ số  $\alpha \approx 10^5 \text{ cm}^{-1}$ . Để tăng thông lượng ánh sáng đến vùng nghèo người ta chế tạo điốt với phiên bán dẫn chiều dày rất bé.

Khả năng hấp thụ bức xạ phụ thuộc rất lớn vào bề rộng vùng nghèo. Để tăng khả năng mở rộng vùng nghèo người ta dùng điốt PIN, lớp bán dẫn riêng I kẹp giữa hai lớp bán dẫn P và N, với loại điốt này chỉ cần điện áp ngược vài vôn có thể mở rộng vùng nghèo ra toàn bộ lớp bán dẫn I.

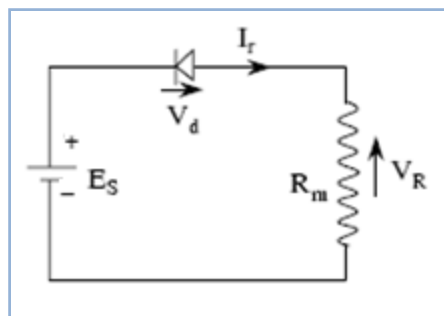




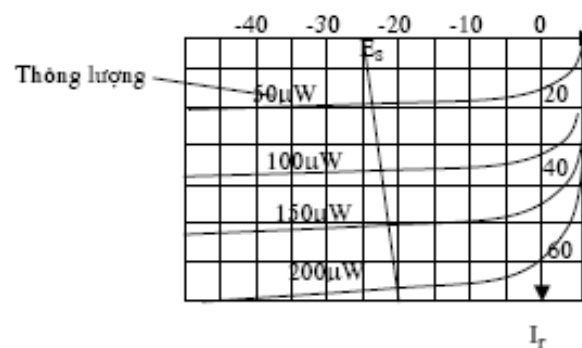
# Photodiode với hiệu ứng quang dẫn

Hiệu ứng quang dẫn (hay còn gọi là hiệu ứng quang điện nội) là hiện tượng giải phóng những hạt tải điện (hạt dẫn) trong vật liệu dưới tác dụng của ánh sáng làm tăng độ dẫn điện của vật liệu.

Sơ đồ nguyên lý (hình 2.12a) gồm một nguồn  $E_s$  phân cực ngược điốt và một điện trở  $R_m$  để đo tín hiệu.



a)



b)

Hình 2.12 Sơ đồ nguyên lý và chế độ làm việc

Dòng ngược qua điốt:

$$I_r = -I_0 \exp\left[\frac{qV_d}{kT}\right] + I_0 + I_p \quad (2.40)$$

# Photodiode với hiệu ứng quang dẫn

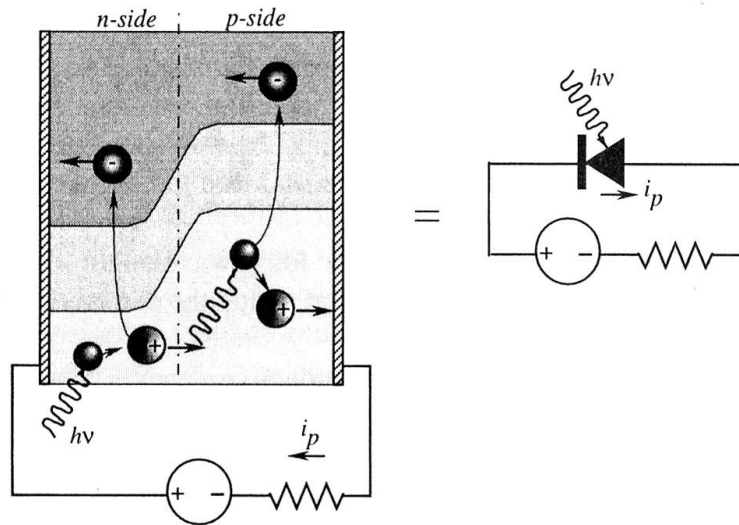


FIGURE 13.3. Structure of a photodiode.

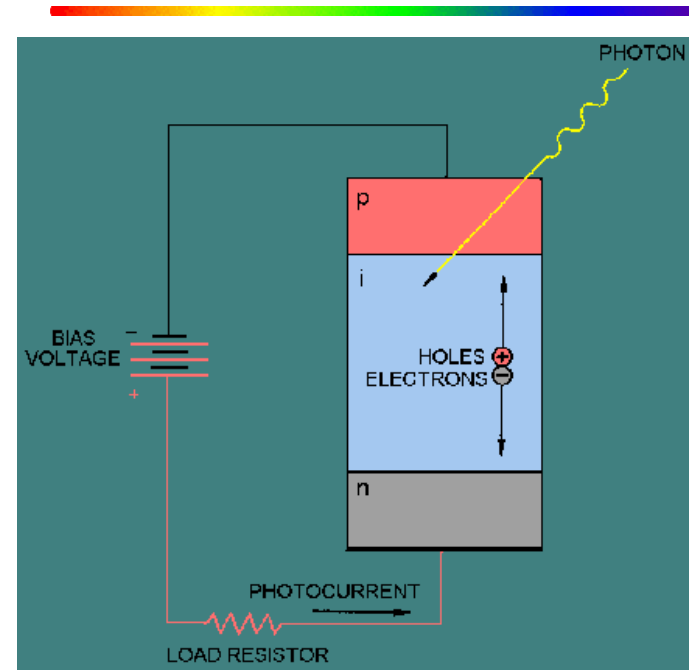


Figure 1-1 Photodiode cross section

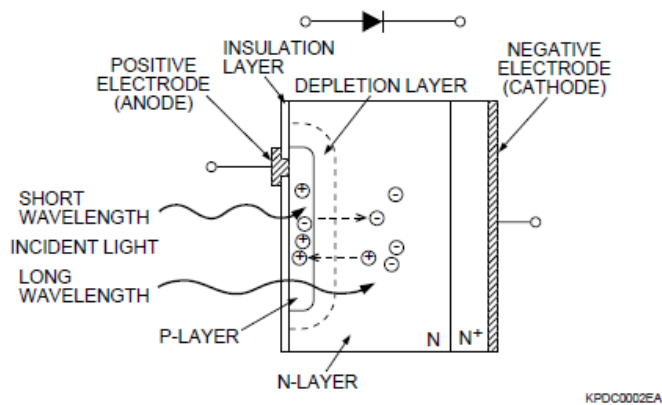
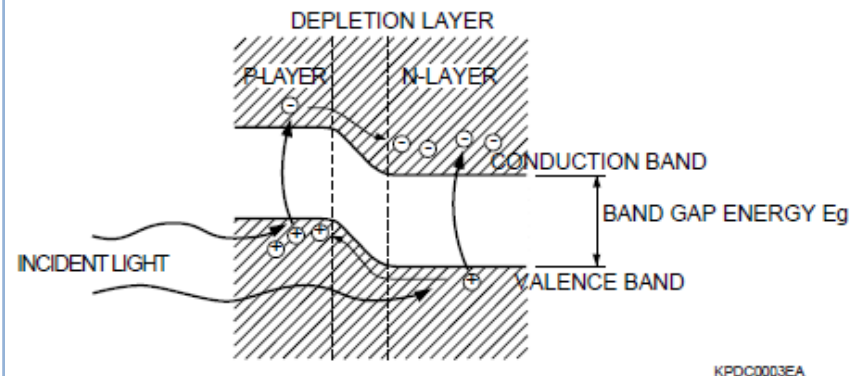
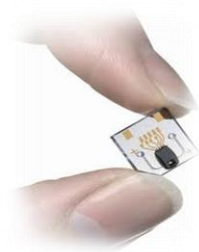


Figure 1-2 Photodiode P-N junction state





# Photodiode với hiệu ứng quang dẫn

Trong đó  $I_p$  là dòng quang điện:

$$I_p = \frac{q\eta(1-R)\lambda}{hc} \Phi_0 \exp(-\alpha X) \quad (2.41)$$

Khi điện áp ngược  $V_d$  đủ lớn, thành phần  $\exp\left[\frac{qV_d}{kT}\right] \rightarrow 0$ , ta có:

$$I_R = I_0 + I_p$$

Thông thường  $I_0 \ll I_p$  do đó  $I_R \approx I_p$ .

Phương trình mạch điện:

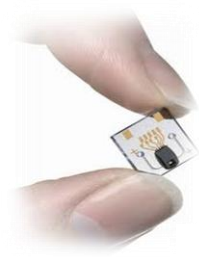
$$E = V_R - V_D$$

Trong đó  $V_R = R_m I_r$  cho phép vẽ đường thẳng tải  $\Delta$  (hình 2.11b).

Dòng điện chạy trong mạch:

$$I_r = \frac{E}{R_m} + \frac{V}{R_m}$$

Điểm làm việc của điốt là điểm giao nhau giữa đường thẳng tải  $\Delta$  và đường đặc tuyến I-V với thông lượng tương ứng. Chế độ làm việc này là tuyến tính,  $V_R$  tỉ lệ với thông lượng.



# Photodiode với hiệu ứng quang thế

Trong chế độ này không có điện áp ngoài đặt vào điốt. Điốt làm việc như một bộ chuyển đổi năng lượng tương đương với một máy phát và người ta đo thế hở mạch  $V_{oc}$  hoặc đo dòng ngắn mạch  $I_{sc}$ .

Đo thế hở mạch: Khi chiếu sáng, dòng  $I_p$  tăng làm cho hàng rào thế giảm một lượng  $\Delta V_b$ . Sự giảm chiều cao hàng rào thế làm cho dòng hạt dẫn cơ bản tăng lên, khi đạt cân bằng  $I_r = 0$ .

Ta có:

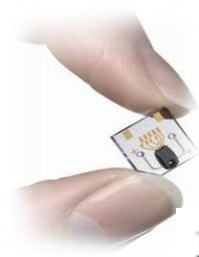
$$-I_0 \exp\left[\frac{qV_d}{kT}\right] + I_0 + I_p = 0$$

Rút ra:

$$\Delta V_b = \frac{kT}{q} \log\left[1 + \frac{I_p}{I_0}\right]$$

Độ giảm chiều cao  $\Delta V_b$  của hàng rào thế có thể xác định được thông qua đo điện áp giữa hai đầu điốt khi hở mạch.

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \log\left[1 + \frac{I_p}{I_0}\right]$$



# Photodiode với hiệu ứng quang thể

Khi chiếu sáng yếu  $I_p \ll I_0$ :

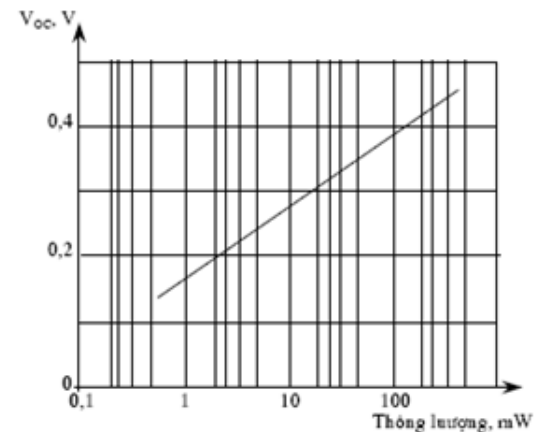
$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \cdot \frac{I_p}{I_0}$$

Trong trường hợp này  $V_{oc}$  ( $kT/q=26\text{mV}$  ở  $300\text{K}$ ) nhỏ nhưng phụ thuộc tuyến tính vào thông lượng.

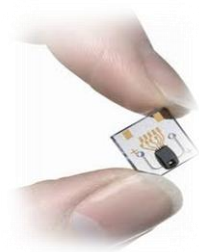
Khi chiếu sáng mạnh,  $I_p \gg I_0$  và ta có:

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \log \frac{I_p}{I_0}$$

Trong trường hợp này  $V_{oc}$  có giá trị tương đối lớn (cỡ  $0,1 - 0,6 \text{ V}$ ) nhưng phụ thuộc vào thông lượng theo hàm logarit.



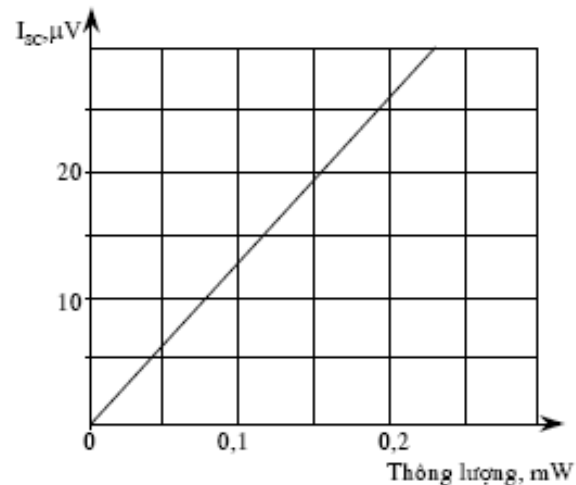
Hình 2.13 Sự phụ thuộc của thế hở mạch vào thông lượng



# Photodiode với chế độ ngắn mạch

Đo dòng ngắn mạch: Khi nối ngắn mạch hai đầu điốt bằng một điện trở nhỏ hơn  $r_d$  nào đó, dòng đoản mạch  $I_{SC}$  chính bằng  $I_P$  và tỉ lệ với thông lượng (hình 2.14):

$$I_{SC} = I_P$$



Hình 2.14 Sự phụ thuộc của dòng ngắn mạch vào thông lượng ánh sáng

Đặc điểm quan trọng của chế độ này là không có dòng tối, nhờ vậy có thể giảm nhiễu và cho phép đo được thông lượng nhỏ.





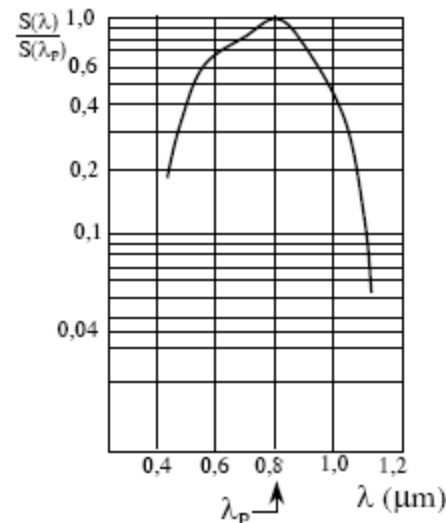
# Độ nhạy Photodiode

Đối với bức xạ có phổ xác định, dòng quang điện  $I_p$  tỉ lệ tuyến tính với thông lượng trong một khoảng tương đối rộng, cỡ 5 - 6 decad. Độ nhạy phổ xác định theo công thức:

$$S(\lambda) = \frac{\Delta I_p}{\Delta \Phi} = \frac{q\eta(1-R)\exp(-\alpha X)}{hc} \lambda$$

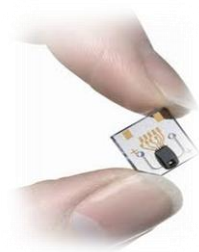
Với  $\lambda \leq \lambda_s$ .

Độ nhạy phổ phụ thuộc vào  $\lambda$ , hiệu suất lượng tử  $\eta$ , hệ số phản xạ  $R$  và hệ số hấp thụ  $\alpha$ .



Hình 2.15 Phổ độ nhạy của photodiode

Hoang Si Hong-HUST



# Mạch đo Photodiode ở chế độ quang dẫn

- Sơ đồ làm việc ở chế độ quang dẫn:

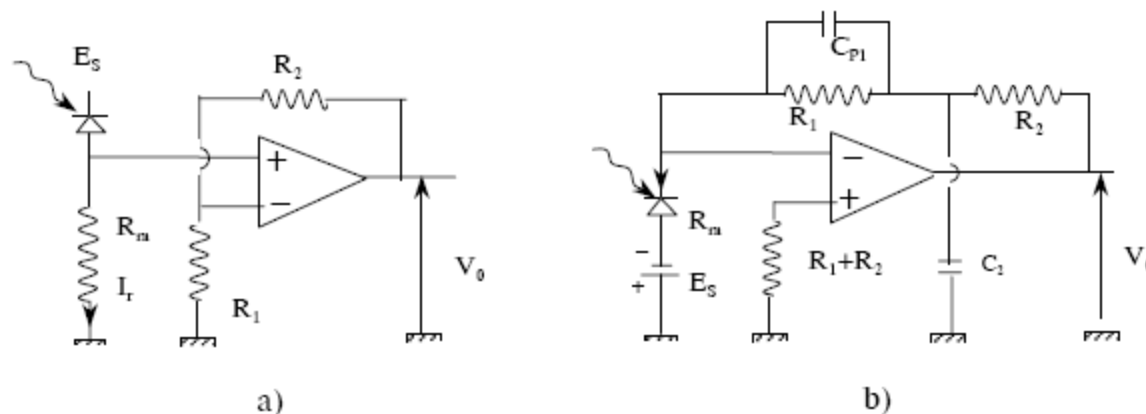
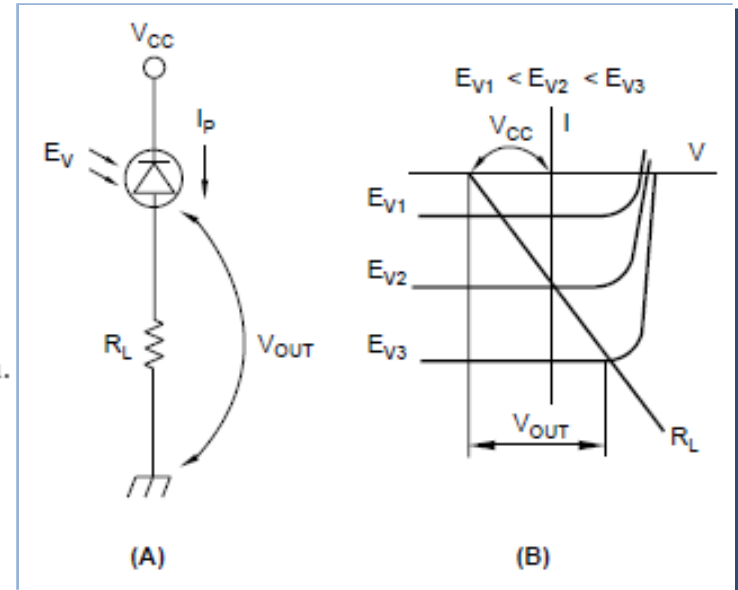
Đặc trưng của chế độ quang dẫn:

- + Độ tuyến tính cao.
- + Thời gian hồi đáp ngắn.
- + Dải thông lớn.

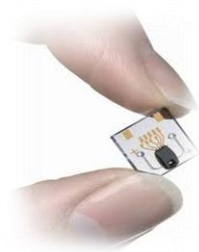
Hình 2.16 trình bày sơ đồ đo dòng ngược trong chế độ quang dẫn.

Sơ đồ cơ sở (hình 2.17a):

$$V_0 = R_m \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} \right] I_r$$



Hình 2.17 Sơ đồ mạch đo dòng ngược trong chế độ quang dẫn



# Mạch đo Photodiode ở chế độ quang thế

- Sơ đồ làm việc ở chế độ quang thế:

Đặc trưng của chế độ quang thế:

+ Có thể làm việc ở chế độ tuyến tính hoặc logarit tùy thuộc vào tải.

+ Ít nhiễu.

+ Thời gian hồi đáp lớn.

+ Dải thông nhỏ.

+ Nhạy cảm với nhiệt độ ở chế độ logarit.

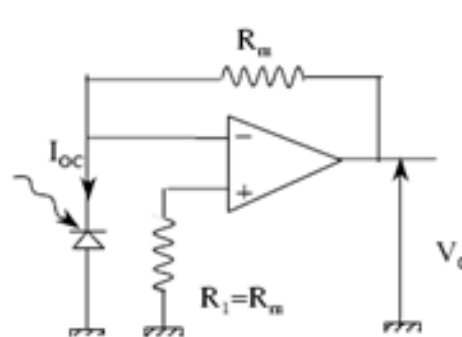
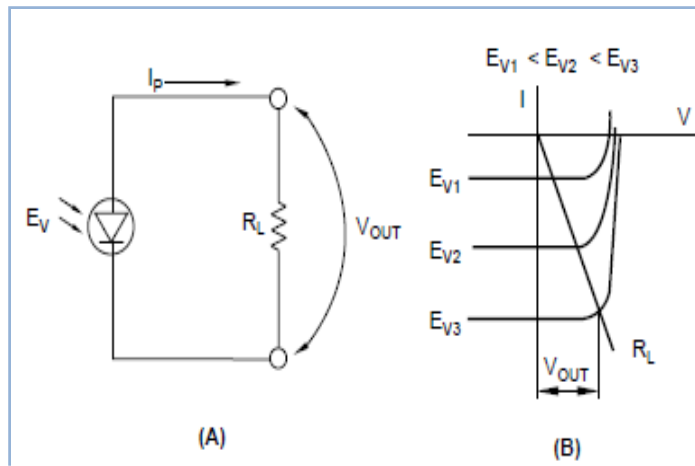
Sơ đồ tuyến tính (hình 2.18a): đo dòng ngắn mạch  $I_{sc}$ .

Trong chế độ này:

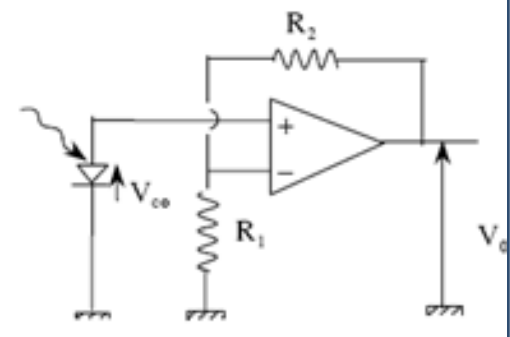
$$V_0 = R_m \cdot I_{sc}$$

Sơ đồ logarit (hình 2.18b): đo điện áp hở mạch  $V_{oc}$ .

$$V_0 = \left[ 1 + \frac{R_2}{R_1} \right] V_{oc}$$



a)



b)

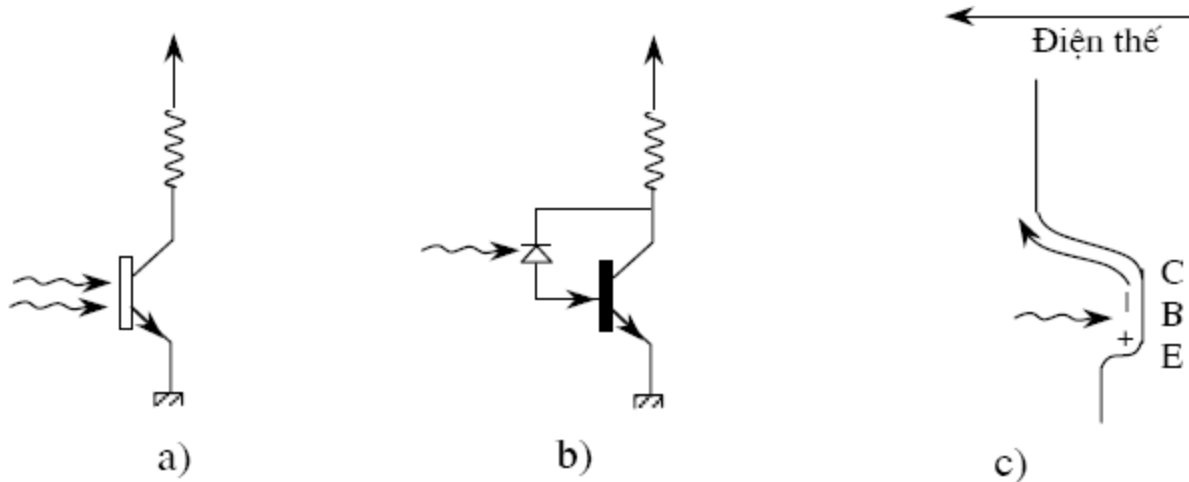
Hình 2.18 Sơ đồ mạch đo ở chế độ quang áp



# Phototransistor

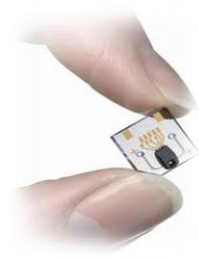
## Cấu tạo và nguyên lý hoạt động

Phototranzito là các tranzito mà vùng bazơ có thể được chiếu sáng, không có điện áp đặt lên bazơ, chỉ có điện áp trên C, đồng thời chuyển tiếp B-C phân cực ngược.



Hình 2.19 Phototranzito

- a) Sơ đồ mạch điện b) Sơ đồ tương đương  
c) Tách cặp điện tử lỗ trống khi chiếu sáng bazơ



# Nguyên lý Phototransistor

Điện áp đặt vào tập trung hầu như toàn bộ trên chuyển tiếp B-C (phân cực ngược) trong khi đó chênh lệch điện áp giữa E và B thay đổi không đáng kể ( $V_{BE} \approx 0,6-0,7 \text{ V}$ ). Khi chuyển tiếp B-C được chiếu sáng, nó hoạt động giống như photodiode ở chế độ quang thế với dòng ngược:

$$I_r = I_0 + I_p$$

Trong đó  $I_0$  là dòng ngược trong tối,  $I_p$  là dòng quang điện dưới tác dụng của thông lượng  $\Phi_0$  chiếu qua bề dày  $X$  của bazơ (bước sóng  $\lambda < \lambda_s$ ):

$$I_p = \frac{q\eta(1-R)\exp(-\alpha X)}{hc} \lambda \Phi_0$$

Dòng  $I_r$  đóng vai trò dòng bazơ, nó gây nên dòng collector  $I_c$ :

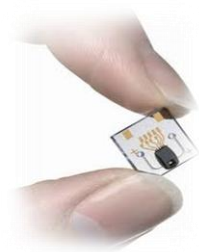
$$I_c = (\beta + 1)I_r = (\beta + 1)I_0 + (\beta + 1)I_p$$

$\beta$  - hệ số khuếch đại dòng của tranzito khi đấu chung emitter.

Có thể coi phototranzito như tổ hợp của một photodiode và một tranzito (hình 2.19b).

Photodiode cung cấp dòng quang điện tại bazơ, còn tranzito cho hiệu ứng khuếch đại  $\beta$ .

Các điện tử và lỗ trống phát sinh trong vùng bazơ (dưới tác dụng của ánh sáng) sẽ bị phân chia dưới tác dụng của điện trường trên chuyển tiếp B - C.

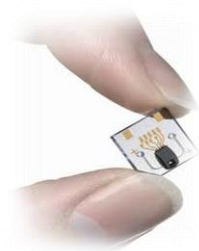


# Độ nhạy Phototransistor

Khi nhận được thông lượng  $\Phi_0$ , diot bazơ-colector sinh ra dòng quang điện  $I_p$ , dòng này gây nên trong phototranzito một dòng  $I_{cp} = (\beta + 1)I_p$ , trong đó giá trị của  $I_{cp}$  được rút ra từ công thức của  $I_p$ :

$$I_{cp} = \frac{(\beta + 1)q\eta(1 - R)\exp(-\alpha X)}{hc} \lambda \Phi_0$$

LED TYPE	COLOR	$\lambda_p$
SiC	BLUE	500 nm
GaP	GREEN	569 nm
GaAsP/GaP	YELLOW	585 nm
GaAsP/GaP	ORANGE	635 nm
GaAsP/GaAs	RED	655 nm
AlGaAs	RED	660 nm
GaP/GaP	RED	697 nm
GaAlAs	INFRARED	820 nm
GaAlAs	INFRARED	880 nm
GaAs	INFRARED	940 nm
GaAlAsInP ALLOYS	INFRARED	1300-1500 nm

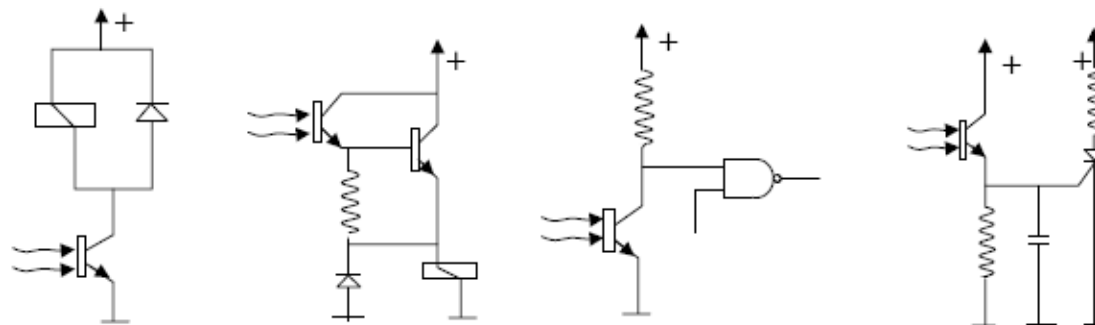


# Mạch đo

Phototranzito có thể dùng làm bộ chuyển mạch, hoặc làm phần tử tuyến tính. Ở chế độ chuyển mạch nó có ưu điểm so với photodiode là cho phép sử dụng một cách trực tiếp dòng chạy qua tương đối lớn. Ngược lại, ở chế độ tuyến tính, mặc dù cho độ khuếch đại nhưng người ta thích dùng photodiode vì nó có độ tuyến tính tốt hơn.

- Phototranzito chuyển mạch:

Trong trường hợp này sử dụng thông tin dạng nhị phân: có hay không có bức xạ, hoặc ánh sáng nhỏ hơn hay lớn hơn ngưỡng. Tranzito chặn hoặc bảo hoà cho phép điều khiển trực tiếp (hoặc sau khi khuếch đại) như một role, điều khiển một cổng logic hoặc một thyristo (hình 2.21).

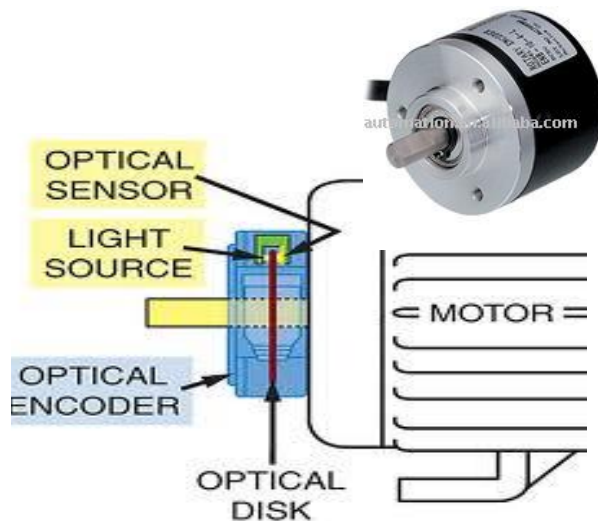
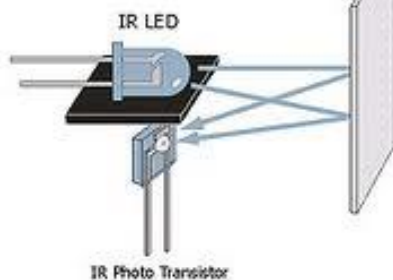


Hình 2.21 Phototranzito trong chế độ chuyển mạch  
a) Role b) Role sau khuếch đại c) Cổng logic d) Thyristo



# Ứng dụng của Led->Photo-diode/transistor

## Phát hiện đối tượng



## Đo tốc độ quay của động cơ



## Dò đường cho ro-bot



## báo khói



## CCD-Camera



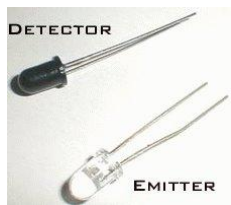
## Scanner & Printer

Hoang Si Hong-HUST



## PLC



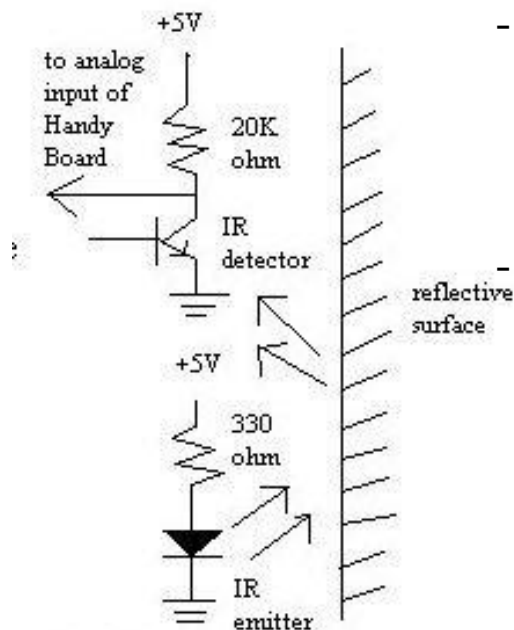


# Ứng dụng dò đường cho robot

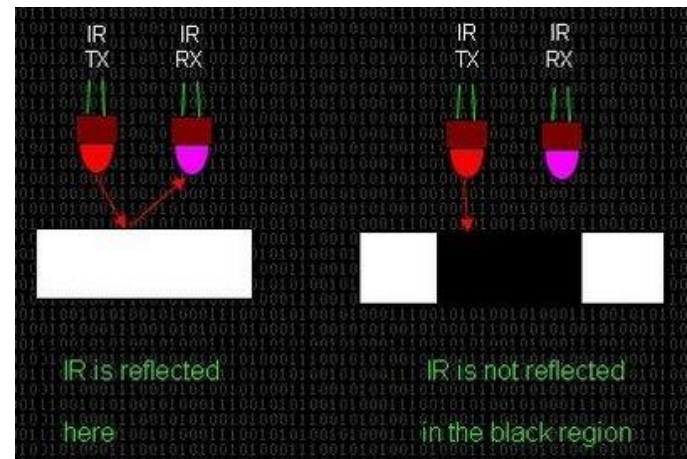
Sử dụng một cặp thu phát hồng ngoại (IR) với linh kiện phát là một IR led ([gallium arsenide](#)) bức xạ ra bước sóng khoảng 880 nm. Và bộ thu là một phototransistor. Sơ đồ thu và phát như hình dưới. Ánh sáng hồng ngoại phát ra đi đến bề mặt và phản xạ lại đến phần Ba-zo của phototranzitor. Kết quả điện áp ra thay đổi.

Lưu ý:

- bộ thu nhạy cảm với ánh sáng môi trường, do đó cần thiết có sự bảo vệ với nhiều ánh sáng môi trường xung quanh. Khoảng cách giữa cảm biến và bề mặt phản xạ khoảng 5 mm
- Bề mặt với màu trắng phản xạ tốt. Bề mặt đen có sự phản xạ nghèo.



Circuit diagram of a infrared reflectance sensor.



# Ứng dụng dò đường cho robot

## Schematic Diagram for a Single Pair of Infrared Transmitter and Receiver

To get a good voltage swing, the value of R1 must be carefully chosen. If  $R_{\text{sensor}} = a$  when no light falls on it and  $R_{\text{sensor}} = b$  when light falls on it.

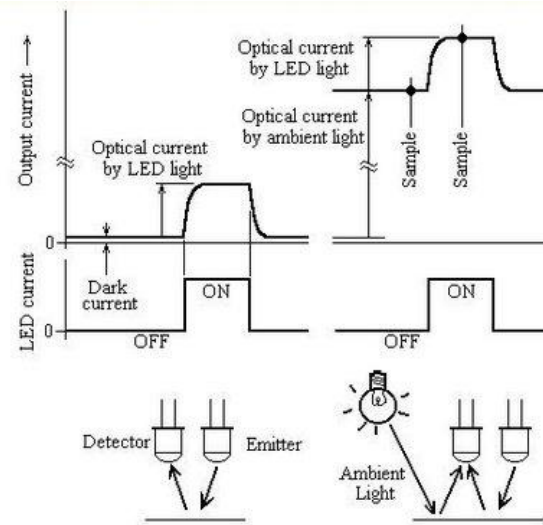
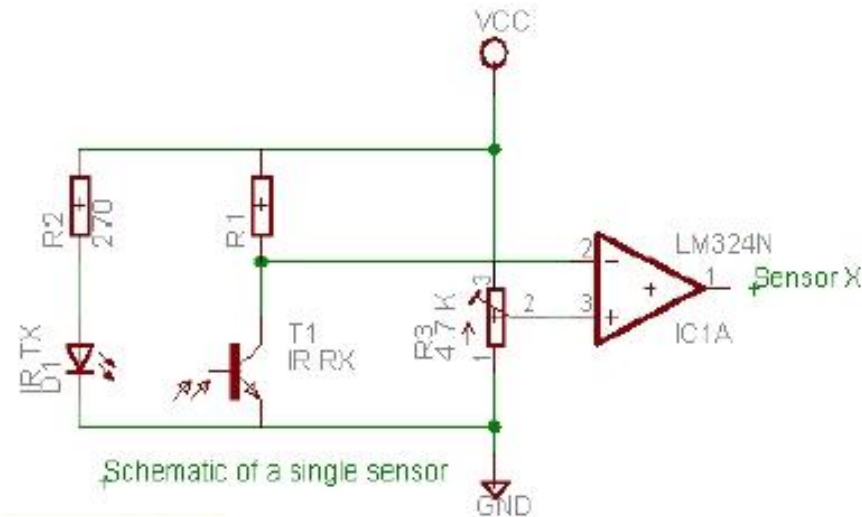
The difference in the two potentials is:

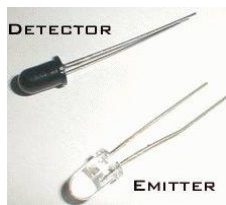
$$V_{cc} * \{ a/(a+R1) - b/(b+R1) \}$$

Relative voltage swing = Actual Voltage Swing /  $V_{cc}$

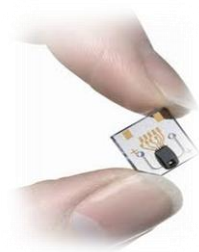
$$= V_{cc} * \{ a/(a+R1) - b/(b+R1) \} / V_{cc}$$

$$= a/(a+R1) - b/(b+R1)$$

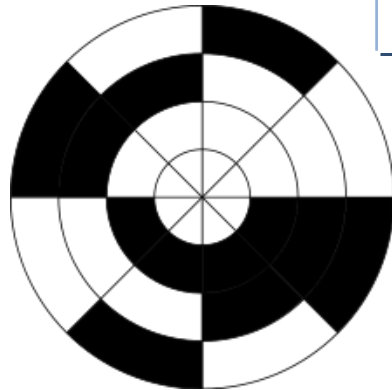




- [illegible]



- Đo vị trí



Standard Binary Encoding

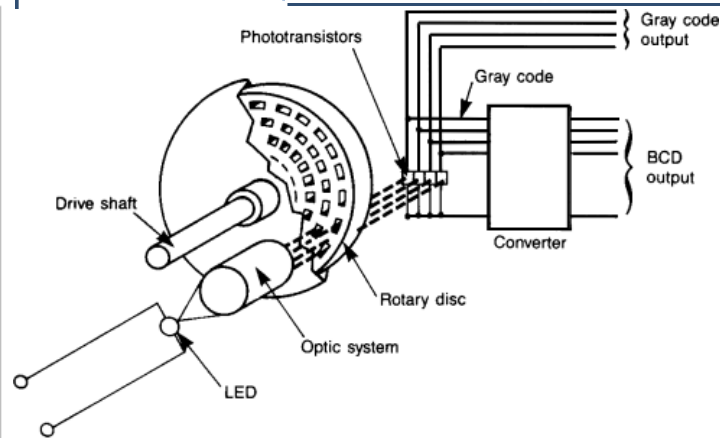
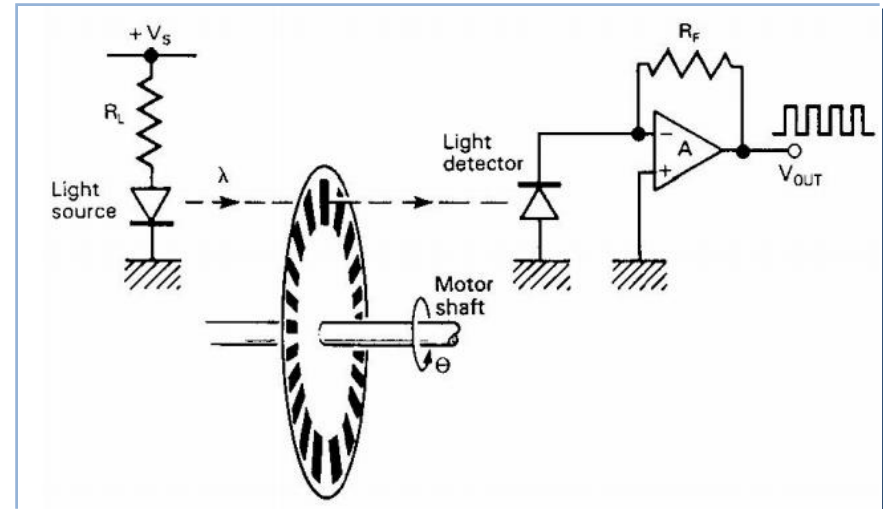
Sector	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Angle
1	off	off	off	0° to 45°
2	off	off	ON	45° to 90°
3	off	ON	off	90° to 135°
4	off	ON	ON	135° to 180°
5	ON	off	off	180° to 225°
6	ON	off	ON	225° to 270°
7	ON	ON	off	270° to 315°
8	ON	ON	ON	315° to 360°



Absolute Encoder

# Ứng dụng encoder

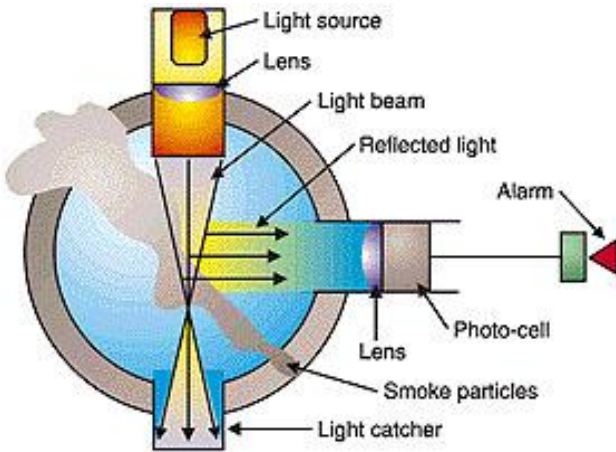
- Đo vận tốc quay



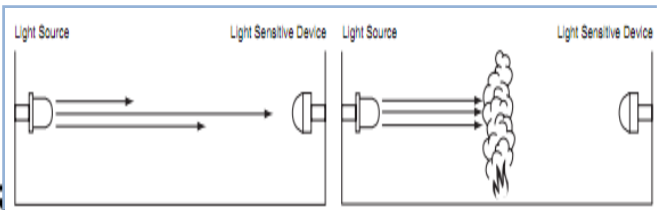
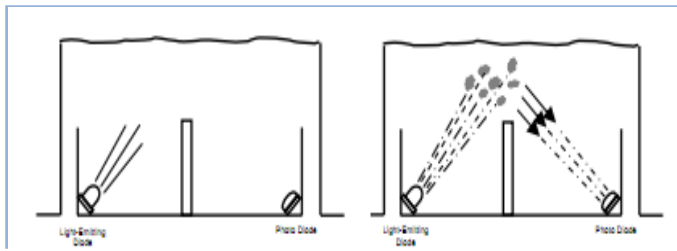
$V$  [vong/phut]  
 $1 \text{ s} \rightarrow N$  [xung]  
 $1 \text{ vong} \leftrightarrow N_o \text{ xung}$

$\rightarrow V$

# Ứng dụng cho cảm biến quang-điện báo khói



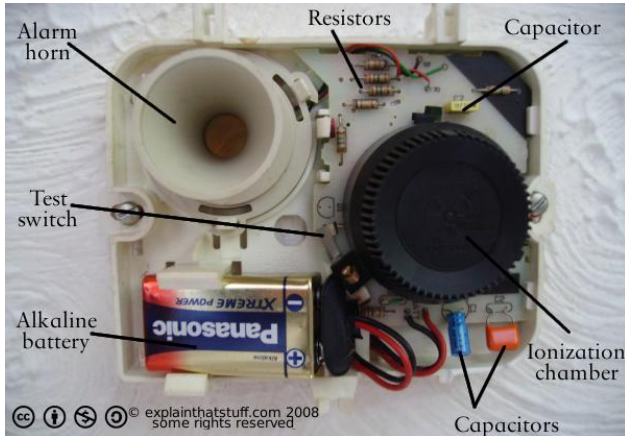
## -Photoelectric smoke detectors



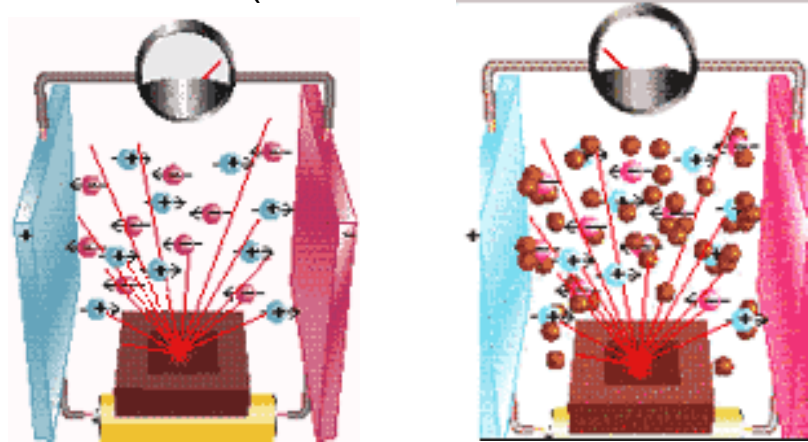
- Nguyên lý: Dựa trên sự phân tán hay phản xạ ánh sáng khi có khói, đầu thu quang điện sẽ thu được ánh sáng. Trên cơ sở đó đưa ra tín hiệu cảnh báo. Trong buồng tối có các lỗ thông ra bên ngoài. Bên trong có một nguồn sáng và thu nhằm mục đích tạo ra nguồn sáng cố định theo một hướng nhất định đồng thời tạo ra sự chênh áp để hút khói vào bên trong buồng. Khi không có khói ánh sáng luôn theo một hướng nhất định và bộ thu quang (photocell) đặt vuông góc không thu được ánh sáng. Khi có khói, các hạt khói sẽ làm phân tán hay phản xạ ánh sáng ra các hướng xung quanh. Kết quả bộ thu quang sẽ thay đổi trạng thái và đưa ra mạch cảnh báo.



# Cảm biến I-On hoá báo khói, báo cháy



## Ionization (kiểu ion hoá)

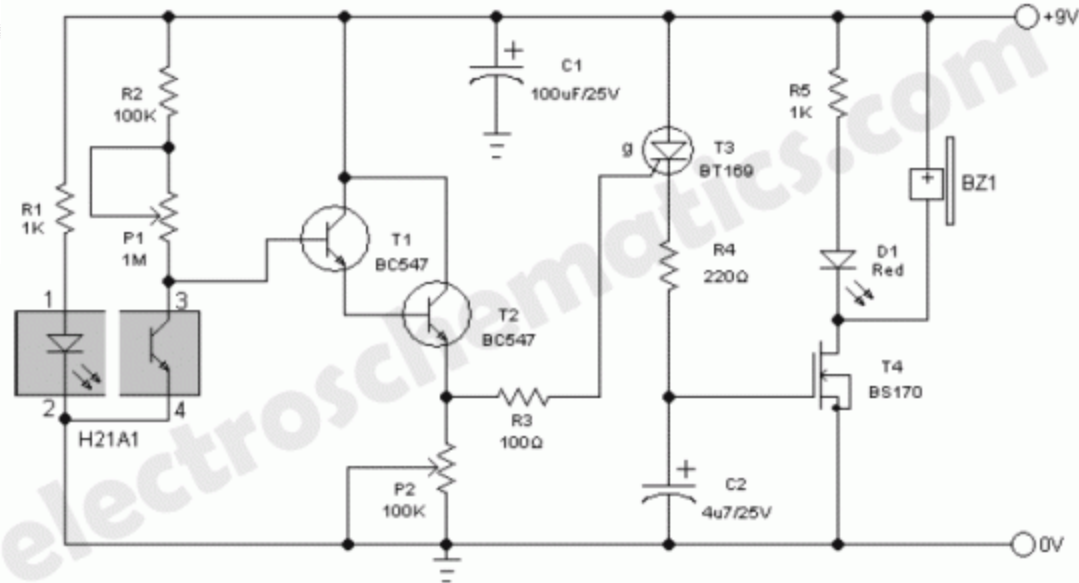
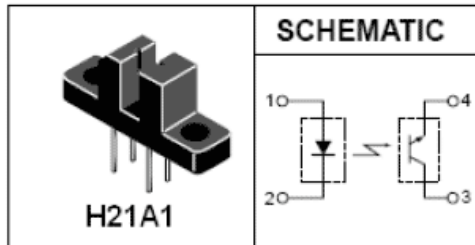
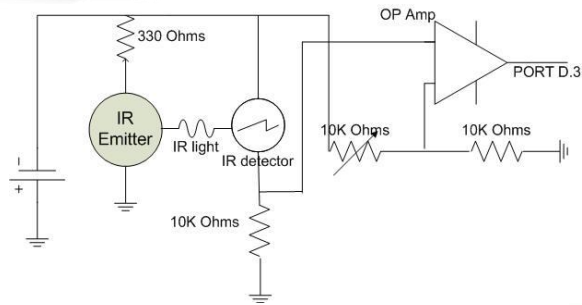


-Nguyên lý của cảm biến báo khói kiểu i-on hoá. Bên trong buồng nhạy khói có một vật liệu (tạo nguồn bức xạ) có chức năng tạo ra hay ion hoá các phân tử khí giữa hai bản cực. Các phân tử khí bị i-on hoá này tạo thành một dòng điện nhỏ giữa hai bản cực. Khi có khói vào buồng, các phân tử khói sẽ gắn kết vào các i-on khí, kết quả dòng điện giảm. Trạng thái của dòng giữa hai bản cực chính là tín hiệu cảnh báo.

-Photoelectric smoke detectors (kiểu quang điện)

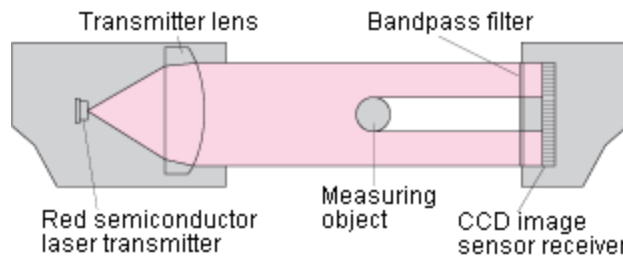
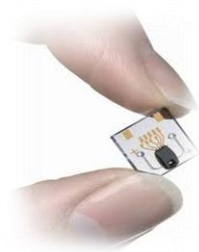
# Ví dụ mạch báo khói

## Smoke sensor alarm circuit diagram



When the darlington pair conducts, the gate voltage of SCR BT169 (T3) goes high and the SCR is fired. Consequently, the gate terminal of mosfet BS170 (T4) receives positive voltage through resistor R4 and the active piezo-sounder (BZ1) energises to latch! Visual indicator LED (D1) lights up instantly. The buzzer sounds to indicate the presence of smoke, unless you switch off the circuit by disconnecting the 9 volt dc input supply. For optimum performance, adjust trimpots P1, P2 and the value of resistor R1.

<http://electroschematics.com/5450/smart-smoke-sensor-alarm/>

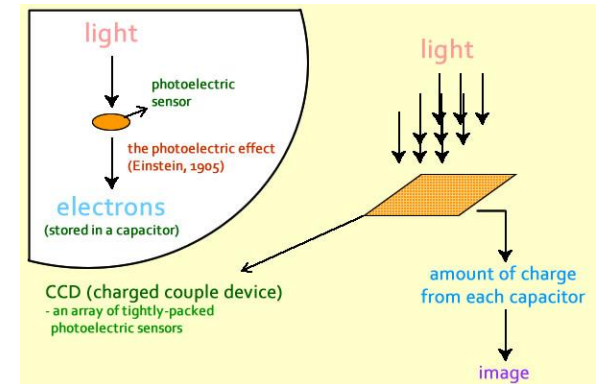


# CCD sensor

Both CCD (charge-coupled device) and CMOS (complimentary metal-oxide semiconductor) image sensors start at the same point -- they have to **convert light into electrons**.

## Solar Cells

Photovoltaic Cells: Converting Photons to Electrons



## CCD method

The visible beam emitted from the semiconductor laser diode in the transmitter converges into a parallel beam through the transmitter lens and is transmitted. The parallel beam passes through the band-pass filter in the receiver, and is received by the one-dimensional CCD image sensor in the receiver. When the laser beam is interrupted by a target, a shadow with an area proportional to the target size is projected onto the receiver. The CCD image sensor scans and calculates the shadow area and position at a 780 c/s sampling rate to measure target dimension or position.

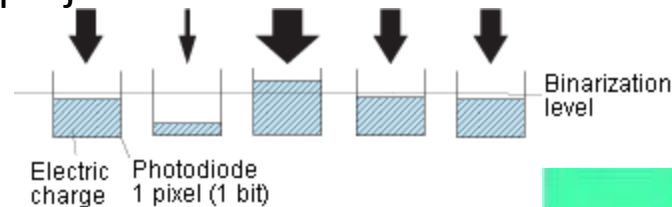




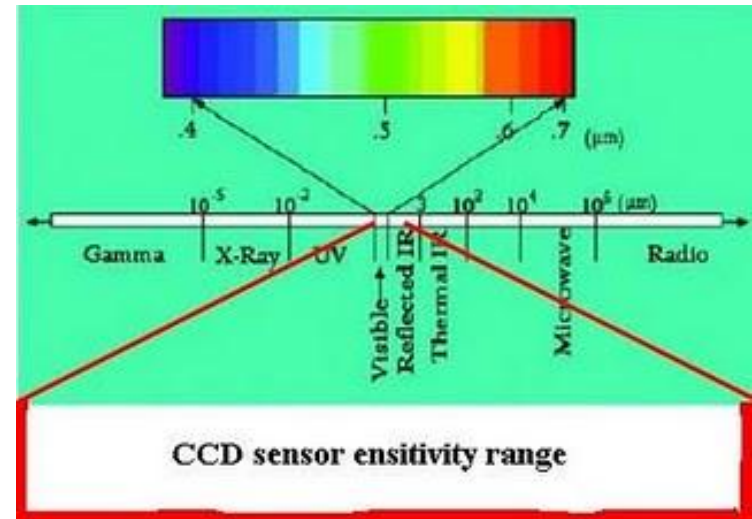
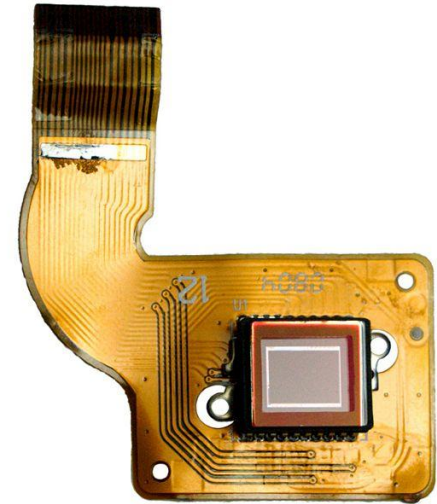
# CCD sensor

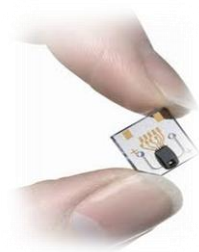
## What is a CCD image sensor?

"CCD" is the abbreviation for a Charge Coupled Device. **The CCD image sensor consists of multiple minute photodiodes**, or picture elements, forming a line, and is constructed so as to detect how much electrical charge accumulates when light is projected.



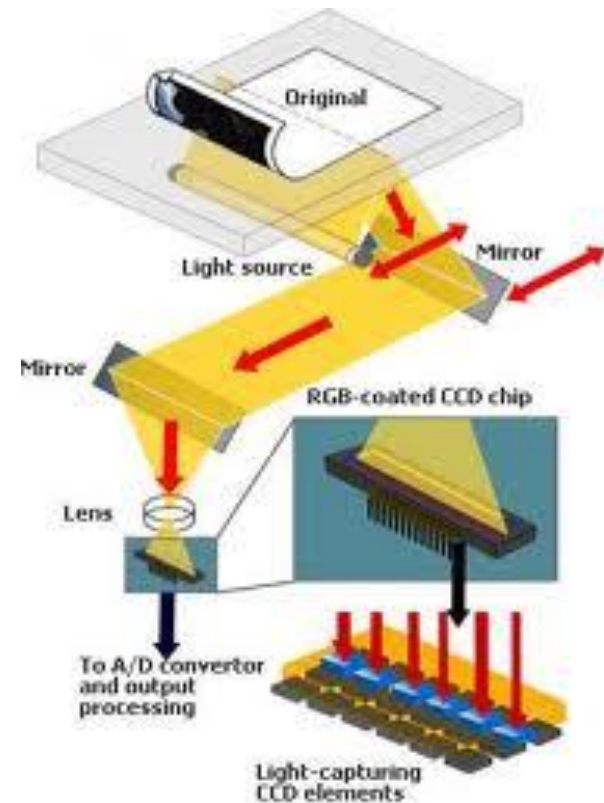
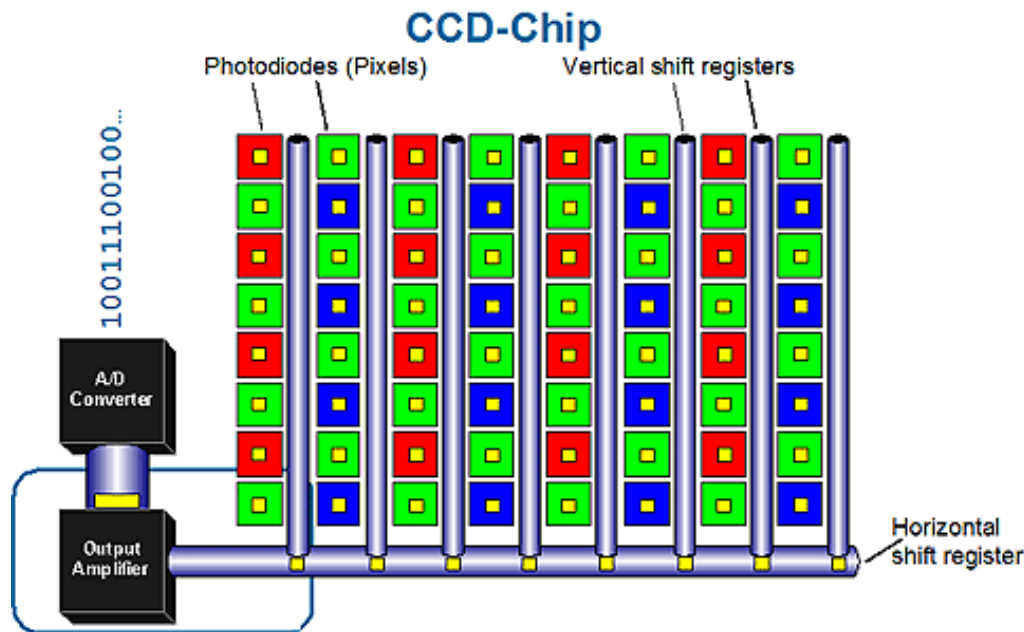
As shown below, when light is projected onto a CCD, an electrical charge proportional to the light intensity accumulates on each photodiode. The electrical charge accumulated on each picture element is sequentially detected, and binarized to "bright" or "dark", enabling position information on each picture element to be obtained.



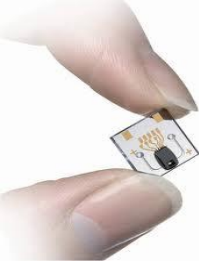


# CCD sensor for scanner

Mỗi một màu tạo ra một trạng thái về điện khác nhau trong photodiode ?



A [CCD](#) is an analog device. When light strikes the chip it is held as a small electrical charge in each photo sensor. The charges are converted to voltage one pixel at a time as they are read from the chip. Additional circuitry in the camera converts the voltage into digital information.



## Lưu ý và câu hỏi

---

- Còn tiếp phần 5-3 !!!
- - quang điện trở
- - laser sensor
- - Ultrasonic