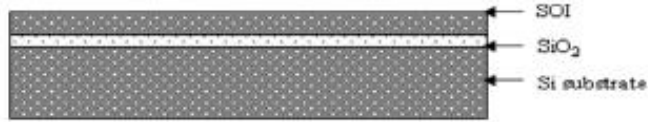


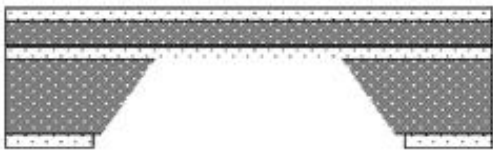
Kỹ thuật đo lường (4)

GV: Hoàng Sĩ Hồng

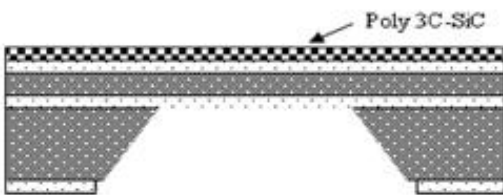
Ứng dụng hiệu ứng tenzo cho việc chế tạo cảm biến đo áp suất



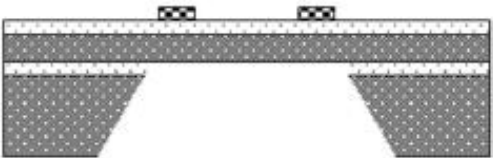
(a)



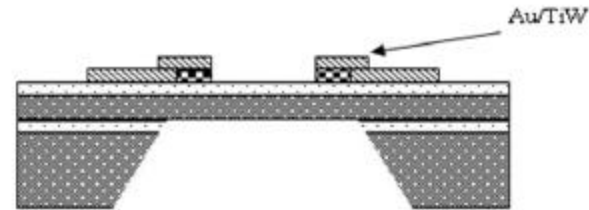
(b)



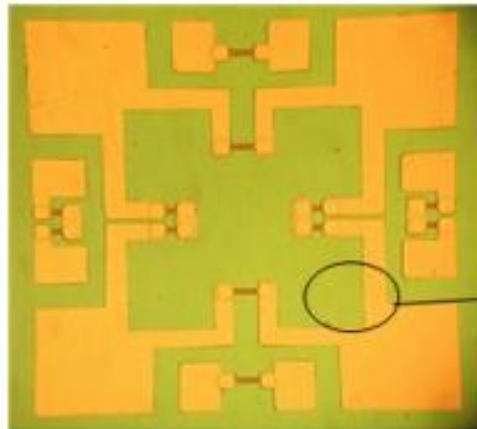
(c)



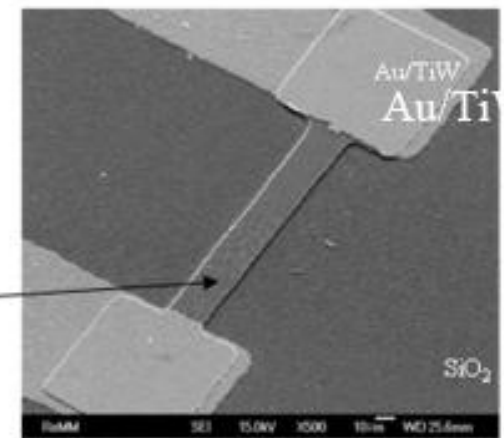
(d)



(e)

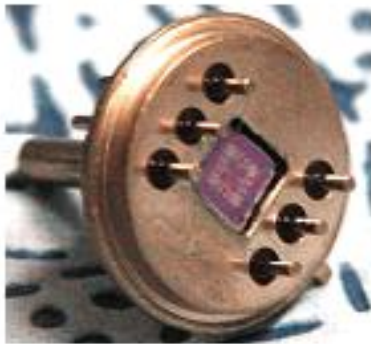


(a)



(b)

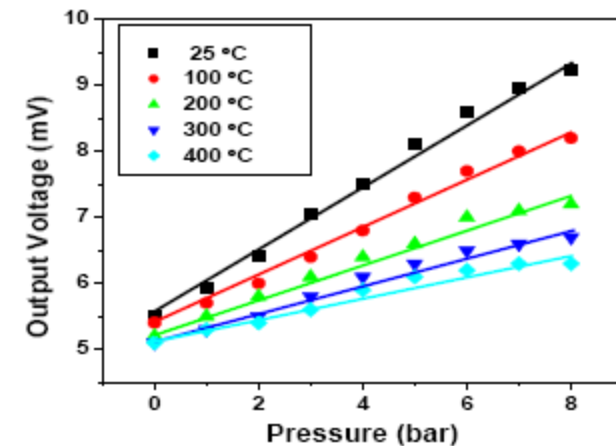
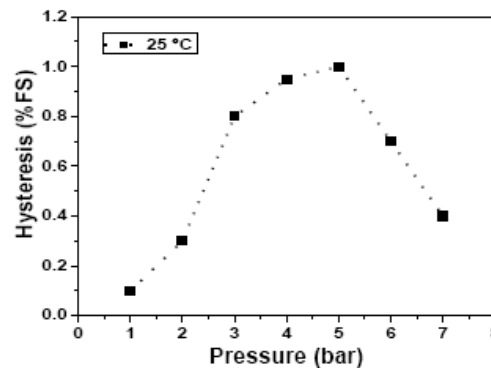
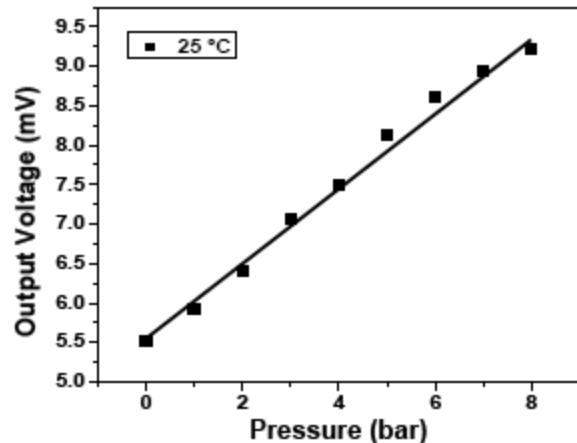
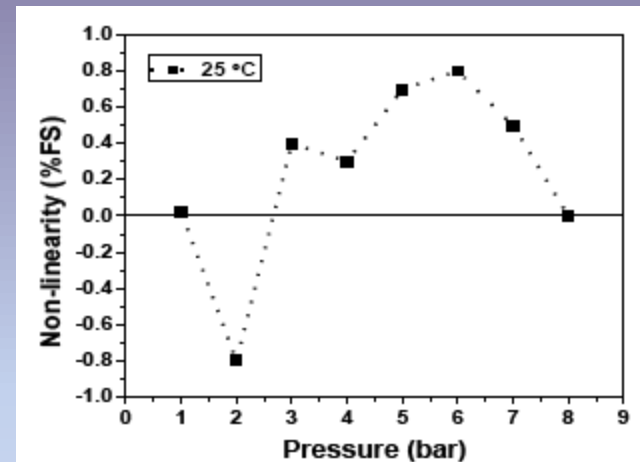
Ứng dụng hiệu ứng tenzo cho việc chế tạo cảm biến đo áp suất



(a)



(b)



Nhiệt điện trở (RTD)

- Đ/N: là chuyển đổi có điện trở thay đổi theo sự thay đổi điện trở của nó.
- Nhiệt điện trở dây: thường được chế tạo từ đồng, platin và niken với đường kính dây từ 0.02-0.06 mm.



Điện trở kim loại (RTD) theo nhiệt độ

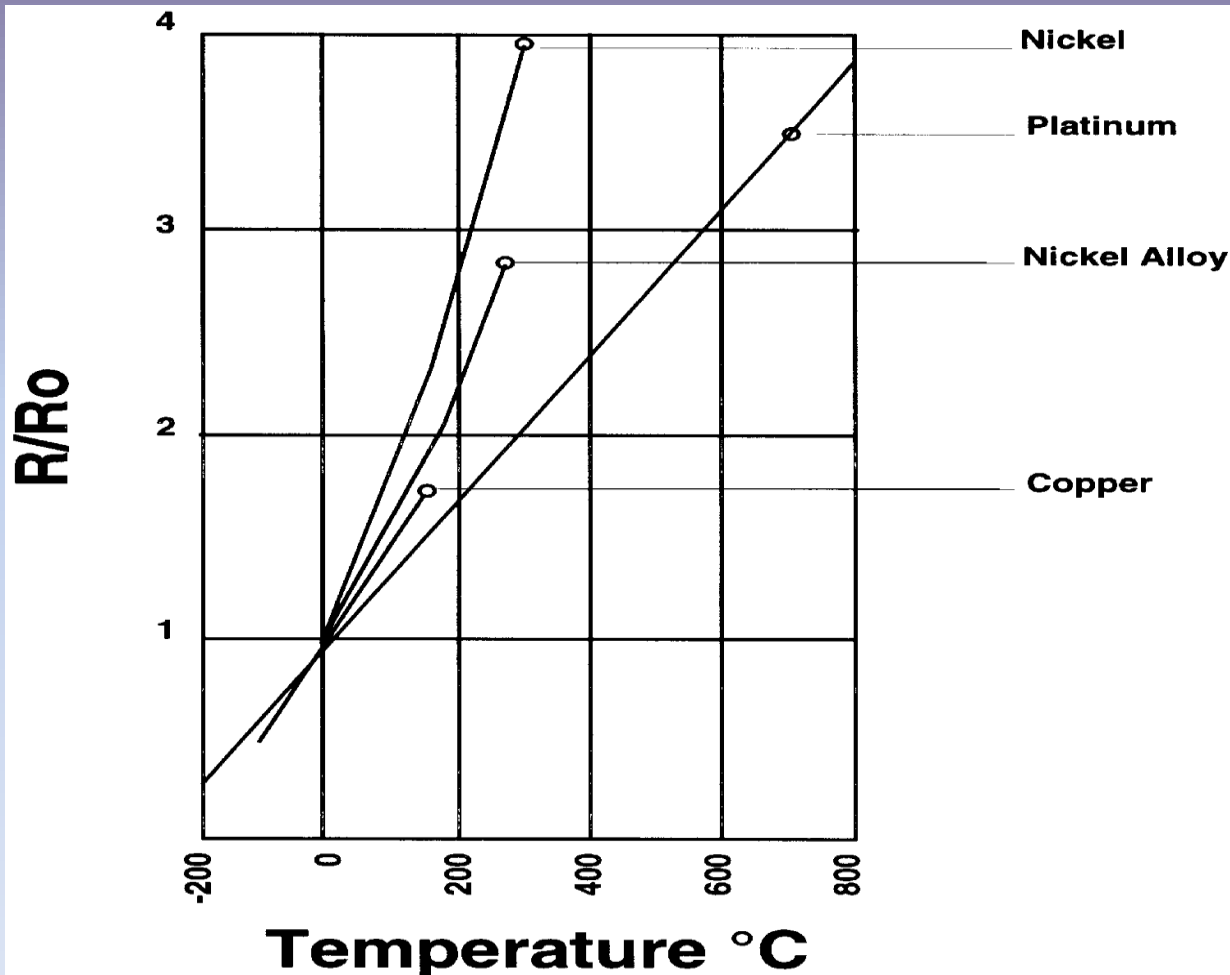
$$R_T = R_0(1 + \alpha t + \beta t^2 + \gamma t^3)$$

Với Pt:

$$\alpha = 3.940 \cdot 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

$$\beta = -5.8 \cdot 10^{-7} / ^\circ\text{C}^2; \gamma \approx 0 \text{ trong khoảng } 0-600^\circ\text{C}; \gamma = -4 \cdot 10^{-12} / ^\circ\text{C}^3$$

Đặc tính của RTD



- Cu tuyến tính nhưng sử dụng ở nhiệt độ thấp
- Platinum is the best metal for RTD elements for three reasons. It follows a very linear resistance-to temperature relationship; it follows its resistance-to-temperature relationship in a highly repeatable manner over its temperature range; and it has the widest temperature range among the metals used to make RTDs. Platinum is not the most sensitive metal; however, it is the metal that offers the best longterm stability.

The accuracy of an RTD is significantly better than that of a thermocouple within an RTD's normal temperature range of -184.44°C (-300°F) to 648.88°C (1200°F).

Pt100



- Sự khác nhau giữa Pt100 (100Ω, tại 0°C), 500 và Pt1000 ?
- The most common type (PT100) has a resistance of 100 ohms at 0 °C and 138.4 ohms at 100 °C. There are also PT1000 sensors that have a resistance of 1000 ohms at 0 °C and 1385 ohms tại 100°C.
- Tại sao Platinum được sử dụng chủ yếu để chế tạo RTD: bởi vì nó có thể hoạt động ổn định trong thời gian dài tại môi trường có nhiệt độ cao. Hơn nữa Pt là sự lựa chọn tốt hơn so với Cu hoặc Ni bởi vì sự trơ về mặt hoá học của nó và có khả năng chống lại sự ôxi hoá .
- Mạch đo có thể dùng nguồn dòng, mạch cầu hoặc time 555

$$RT = 100 (1 + 0.00392T)$$

For a PT100 sensor, a 1 °C temperature change will cause a 0.384 ohm change in resistance

Một số kiểu Pt

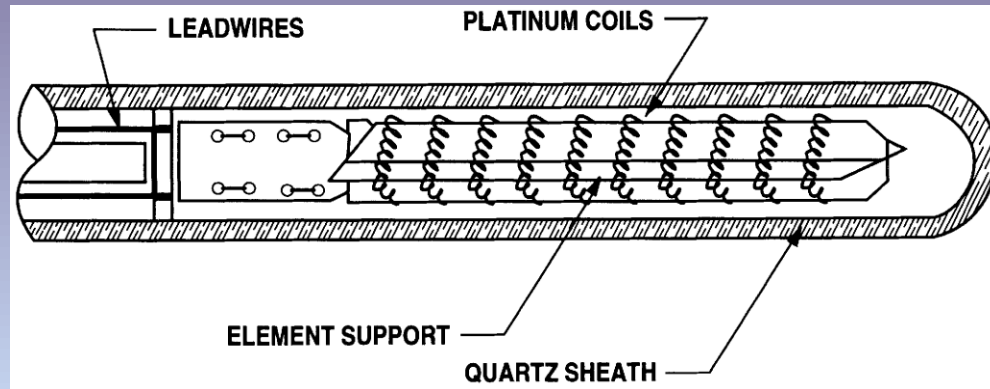
There are three main classes of Platinum Resistance Thermometers (PRTs): Standard Platinum Resistance Thermometers (SPRTs), Secondary Standard Platinum Resistance Thermometers (Secondary SPRTs), and Industrial Platinum Resistance Thermometers (IPRTs). Table 32.6 presents information about each. (Rugged :chắc chắn, Fragile: dễ gãy)

TABLE 32.6

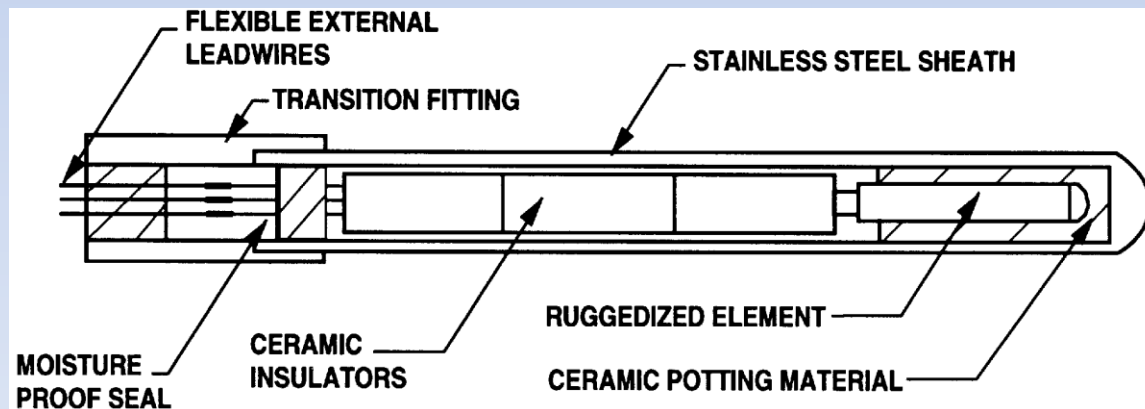
Probe	Basic application	Temperature	Cost	Probe style ^a	Handling
SPRT	Calibration of Secondary SPRT	−200 to 1000°C (−328 to 1832°F)	\$5000	I	Very fragile
Secondary SPRT	Lab use	−200 to 500°C (−328 to 932°F)	\$700	I, A	Fragile
Wirewound IPRT	Industrial field use	−200 to 648°C (−328 to 1200°F)	\$60–\$180	I, S, A	Rugged
Thin-film IPRT	Industrial field use	−50 to 260°C (−200 to 500°F)	\$40–\$140	I, S, A	Rugged

^aI = immersion; A = air; S = surface.

Cấu tạo

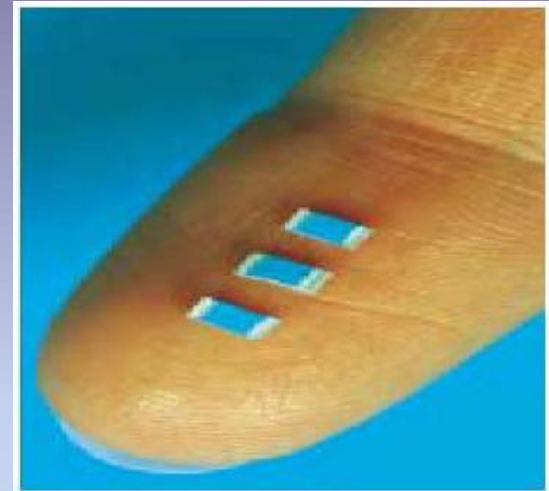
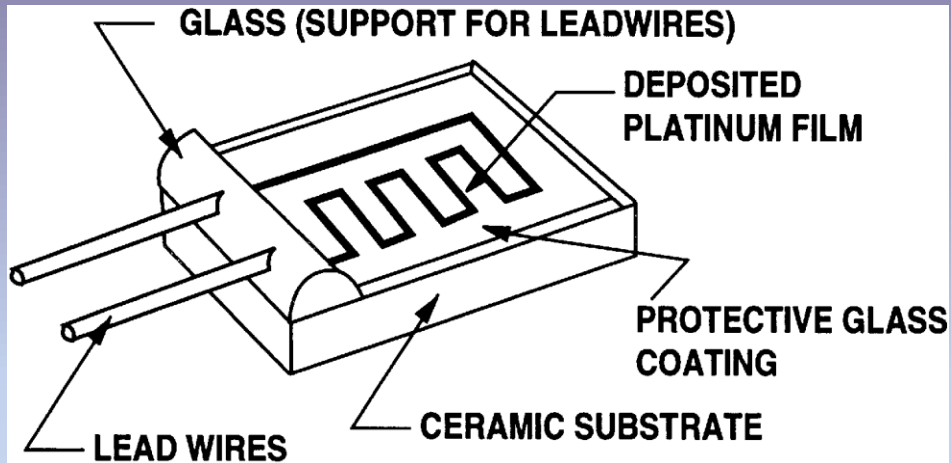


The Standard Platinum Resistance Thermometer is fragile and used only in laboratory environments

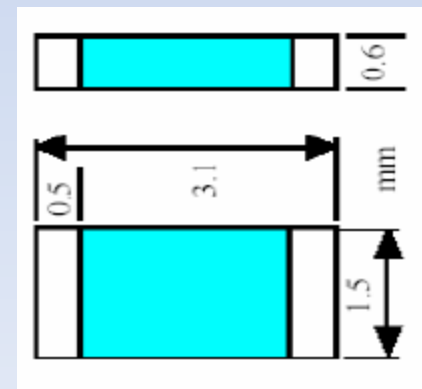


Industrial Platinum Resistance Thermometers

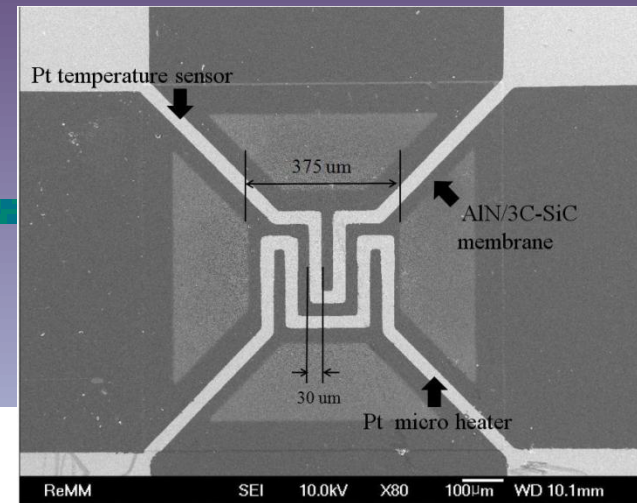
RTD kiểu thin film (màng mỏng)



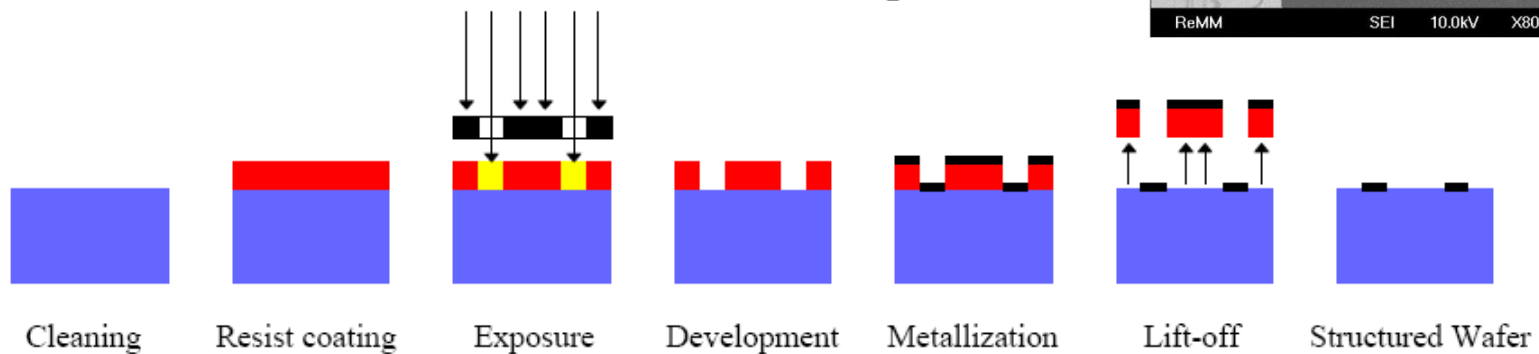
The temperature range of thin film platinum elements is -50°C (-58°F) to 400°C (752°F); accuracy is from 0.5°C (0.9°F) to 2.0°C (3.6°F). The most common thin-film element has a 100- Ω ice point resistance and a temperature coefficient of 0.00385°C .



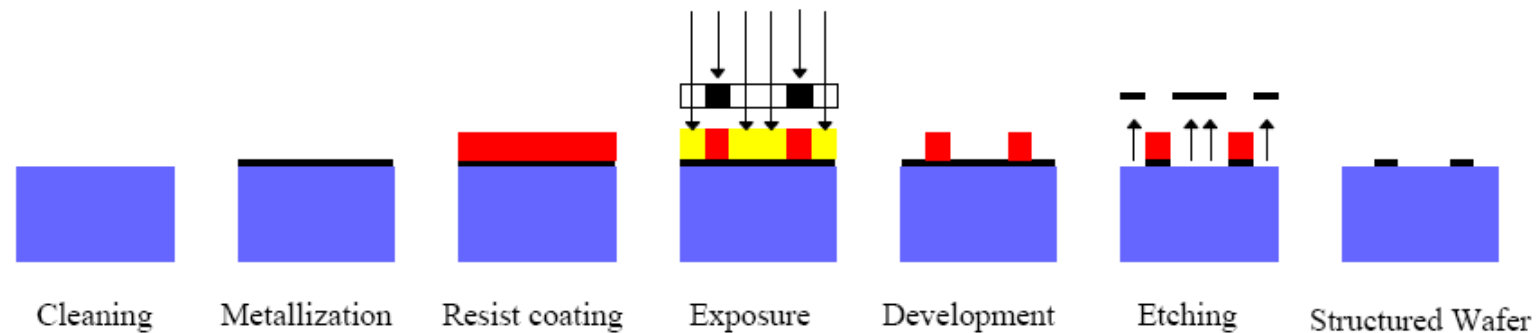
Sản xuất



Lift-off Technique



Etching Technique



Nhiệt điện trở bán dẫn (NTC-PTC)

large negative temperature coefficient of resistance (NTC)

large positive temperature coefficient of resistance (PTC)

Nhiệt điện trở bán dẫn

$$R_T = Ae^{\beta/T}$$

A và β đều không ổn định. Ta cũng có thể tính

$$\alpha = (-2.5\% + 4\%) / ^\circ\text{C}$$

Thông thường được chế tạo từ các oxit bán dẫn đa tinh thể: MgO , MgAl_2O_4 , Mn_2O_3 , Fe_3O_4 , Co_2O_3 , NiO , ZnTiO .



Các bột oxit được trộn theo một tỉ lệ thích hợp, sau đó được nén với định dạng và thiêu kết ở nhiệt độ 1000°C

A- hằng số phụ thuộc vào tính chất vật lý của bán dẫn, kích thước và hình dáng của điện trở.

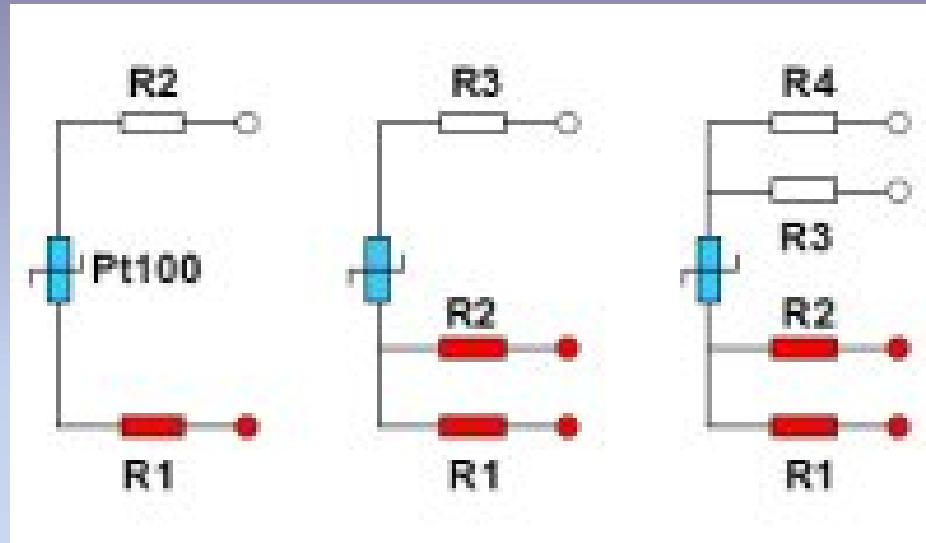
B- hằng số phụ thuộc vào tính chất vật lý của bán dẫn

T- nhiệt độ tuyệt đối
e- cơ số lôgarit tự nhiên
hệ số nhiệt độ lớn hơn RTD nhưng đặc tính phi tuyến

Sai số và Ứng dụng

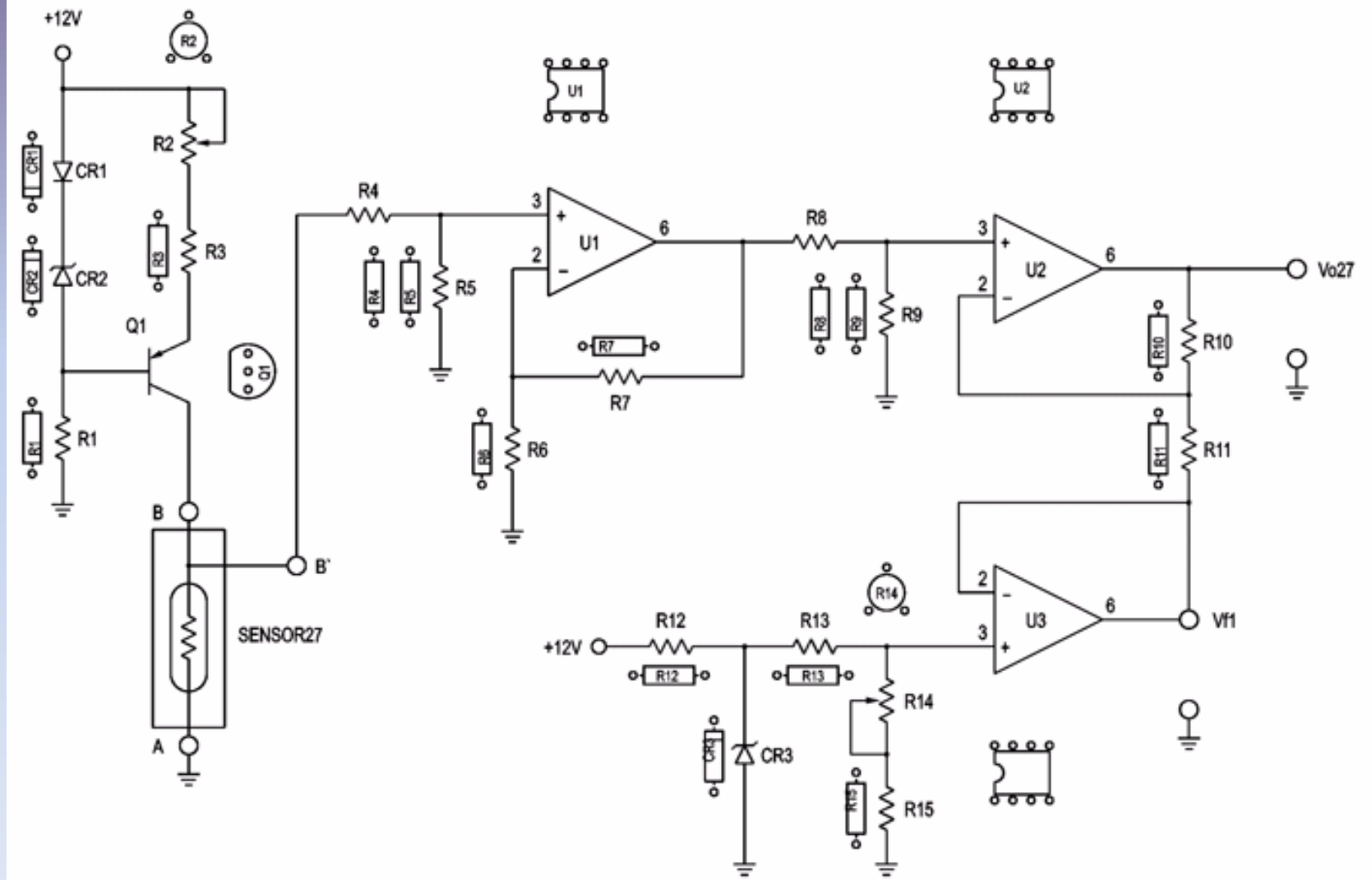
- Sai số của nhiệt kế điện trở chủ yếu là do sự thay đổi điện trở đường dây khi nhiệt độ môi trường thay đổi.
- Điện trở đường dây có thể đạt tới $5\ \Omega$ trong khi điện trở của chuyển đổi từ vài trăm Ω .
- Ngoài ra dòng điện chạy qua điện trở gây nóng cũng làm cho điện trở tăng và gây ra sai số. Thường chọn dòng khoảng vài mA .
- Ứng dụng của RTD,NTD.. chủ yếu đo nhiệt độ, đo các đại lượng không điện như đo di chuyển, áp suất, nồng độ một số chất khí..

Các kiểu dây RTD thông dụng



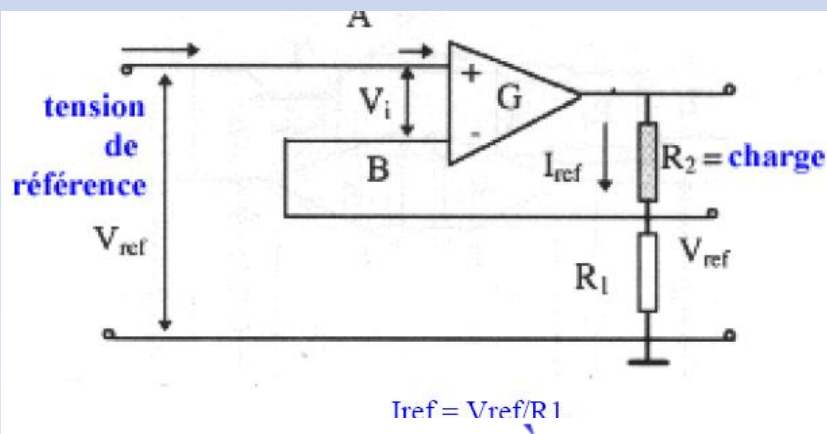
- Sự khác nhau khi sử dụng 2,3 hoặc 4 dây ?

Mạch đo phương pháp nguồn dòng

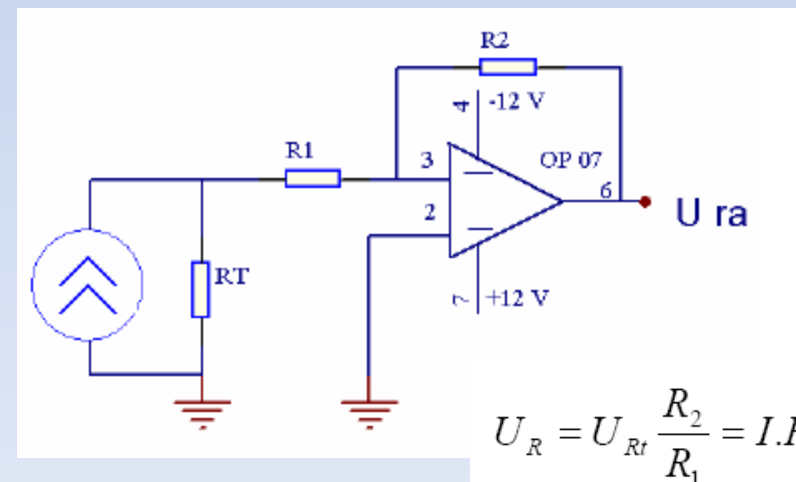


Nguồn dòng

- VR2 is used to control the constant current source to 2.25mV
- U1 is non-inverting amplifier $\rightarrow \text{Gain} = \frac{V_{16}}{V_{B'}} = \frac{R5}{R4 + R5} \cdot \left(1 + \frac{R7}{R6}\right) = 10$
 $\rightarrow V_{16} = (2550 + 10T) \text{ mV}$
- U2 is differential amplifier $\rightarrow V_{o27} = (V_{16} - V_{f1}) \cdot \frac{R10}{R11}$
- U3 is voltage follower
 \rightarrow Adjust VR14 to control V_{f1} (offset of U2)
- So if $V_{f1} = 2550 \text{ mV} \rightarrow V_{o27} = 100T \text{ mV} \rightarrow \text{Conversion Ratio} = 100 \text{ mV} / 0C$

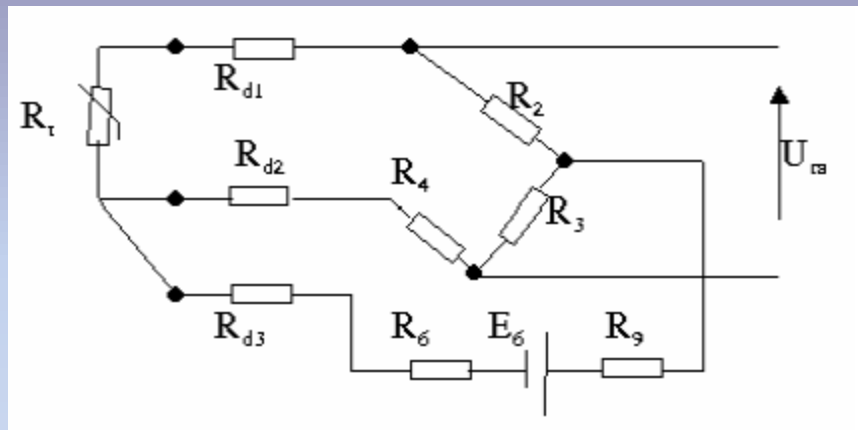


Mạch tạo nguồn dòng

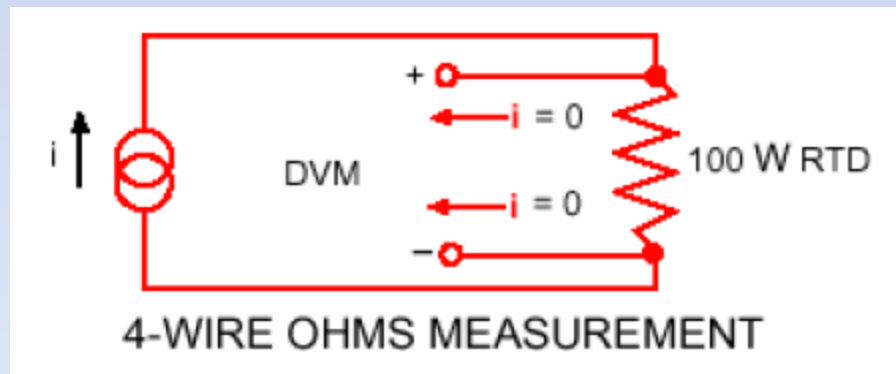


Các kiểu nguồn áp

- Bù điện trở dây khi sử dụng nguồn áp



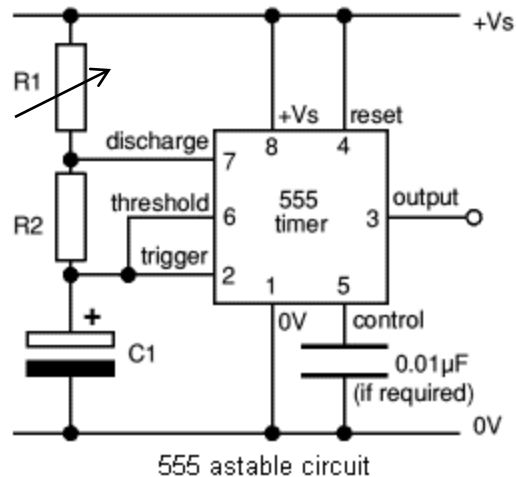
- Bù điện trở dây khi sử dụng nguồn dòng



Time 555



555 astable output, a square wave
(T_m and T_s may be different)



$$T = 0.7 \times (R1 + 2R2) \times C1 \quad \text{and} \quad f = \frac{1.4}{(R1 + 2R2) \times C1}$$

T = time period in seconds (s)

f = frequency in hertz (Hz)

$R1$ = resistance in ohms (Ω)

$R2$ = resistance in ohms (Ω)

$C1$ = capacitance in farads (F)

The time period can be split into two parts: $T = T_m + T_s$

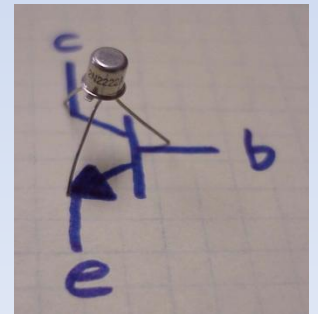
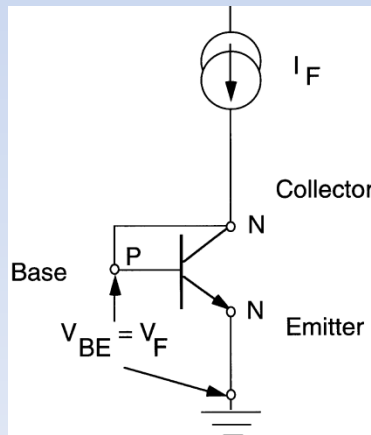
Mark time (output high): $T_m = 0.7 \times (R1 + R2) \times C1$

Space time (output low): $T_s = 0.7 \times R2 \times C1$

- Chu kì T của nhịp xung ở ngõ ra của time tỷ lệ với sự biến đổi $R1$ (R_x) khi nhiệt độ thay đổi

Cảm biến nhiệt độ dựa trên tính chất bán dẫn của điốt và tranzito

- Đặc tính của điốt phụ thuộc vào nhiệt độ. Dựa trên đặc tính đó người ta đo nhiệt độ hoặc sự thay đổi nhiệt độ của một đối tượng nào đó. Tuy nhiên sự phụ thuộc này không tuyến tính và không đủ tin cậy, do vậy người ta sử dụng tính chất phụ thuộc điện áp giữa bazo-emito của một tranzito vào nhiệt độ khi duy trì dòng điện colecto (I_C) không đổi.



Nguyên lý

Theo mẫu Ebers-Moll, dòng điện côlectơ (I_C) đối với một tranzito lí tưởng là:

$$I_C = \alpha_F I_{ES} \left(\exp \left\{ \frac{q U_{BE}}{KT} \right\} - 1 \right) - I_{CS} \left(\exp \left\{ \frac{-q U_{CB}}{KT} \right\} - 1 \right) \quad (7-31)$$

α_F – hệ số tỉ lệ;

I_{ES} – dòng emitơ bão hòa;

q – điện tích; $q = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C;

U_{BE} – điện áp bazơ - emitơ;

T – nhiệt độ tuyệt đối;

I_{CS} – dòng côlectơ bão hòa;

U_{CB} – điện áp côlectơ - bazơ;

$\alpha_F I_{ES}$ được kí hiệu là I_S ($\alpha_F I_{ES} = I_S$).

Trong vùng hoạt động thường $I_C \gg I_S$.

Với điều kiện $U_{CB} = 0$ từ công thức (7-31) ta có:

$$U_{BE} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_C}{I_S} \quad (7-32)$$

qua đó ta thấy rằng U_{BE} phụ thuộc vào nhiệt độ nhưng I_S cũng phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nguyên lý

Một cách gần đúng ta có $I_S = BT^3 \exp\left\{\frac{-qU_{go}}{KT}\right\}$ (7-33)

B – hằng số;

U_{go} – điện áp tiếp giáp.

Từ công thức (7-32) và (7-33) ta có:

$$U_{BE} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_C}{I_{CO}} \left(\frac{T_0}{T} \right)^3 + (U_{BE0} - U_{go}) \frac{T}{T_0} + U_{go}$$

U_{BE0} – điện áp bazơ-emitơ với dòng I_{CO} ở nhiệt độ T_0 ;

I_C – dòng collectơ.

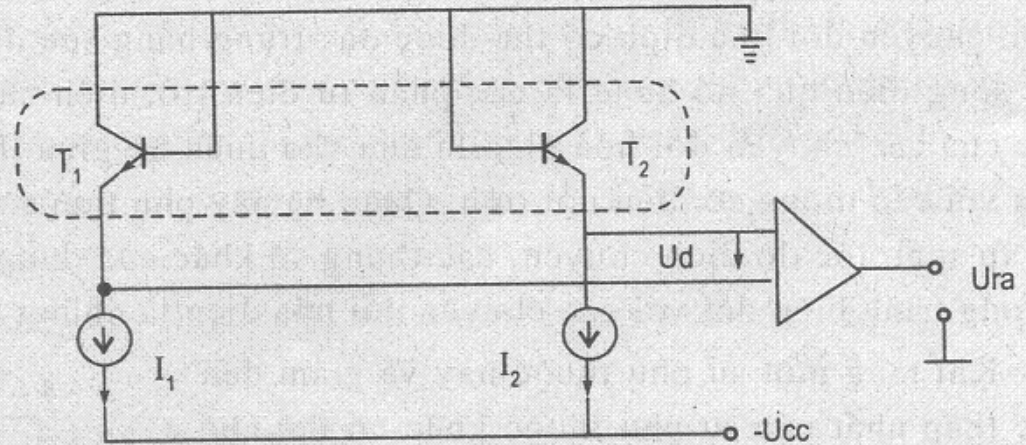
Từ công thức trên ta thấy quan hệ giữa U_{BE} và T là phi tuyến và phụ thuộc vào dòng I_C .

Độ nhạy của U_{BE} theo T :

$$S = \left. \frac{dU_{BE}}{dT} \right|_{I_C=I_{CO}} = \frac{U_{BE0} - U_{go}}{T_0} - \frac{3K}{q} \left(1 + \ln \frac{T}{T_0} \right)$$

Bù phi tuyến

Thông thường người ta sử dụng hai tranzito có dòng emitter giống nhau và được cung cấp bởi dòng điện collector khác nhau như hình vẽ 7-27d.



Nếu cả hai tranzito ở cùng nhiệt độ thì sự khác nhau giữa dòng bazơ-emitor là:

$$U_d = U_{BE1} - U_{BE2} = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_{S1}} - \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C2}}{I_{S2}}$$

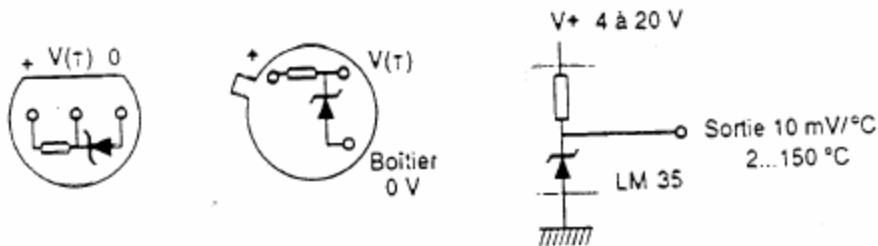
Nếu cả hai tranzito được coi là giống nhau ta có:

$$I_{S1} = I_{S2} \text{ và } U_d = \frac{KT}{q} \ln \frac{I_{C1}}{I_{C2}}$$

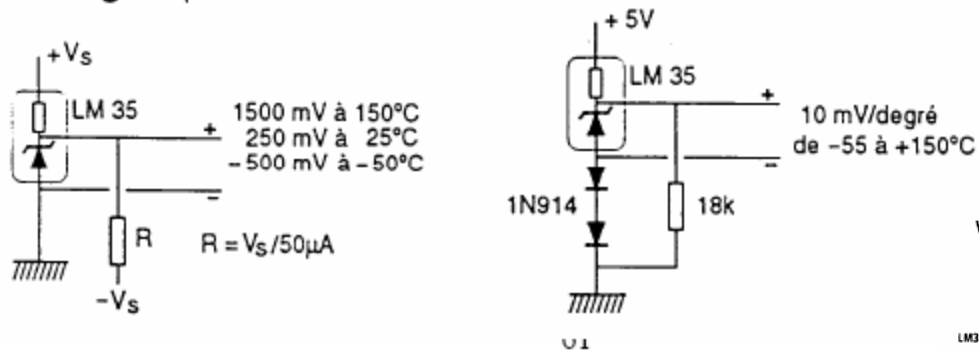
Với $\frac{I_{C1}}{I_{C2}}$ là hằng số; U_d sẽ tỉ lệ với T mà không cần đến một nguồn ổn định.

IC LM35

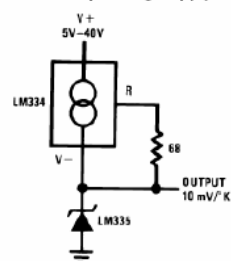
Nguồn áp : LM35



Mạch đo với nhiệt điện trở bán dẫn

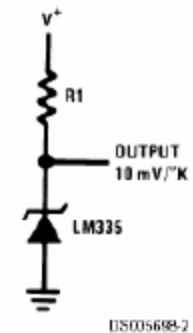


Wide Operating Supply

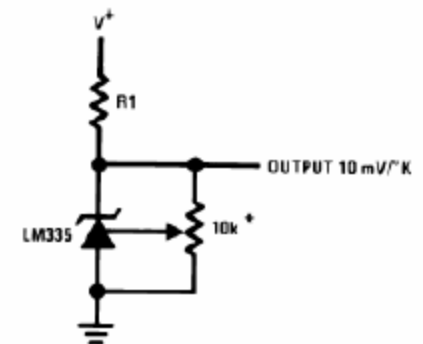


Typical Applications

Basic Temperature Sensor

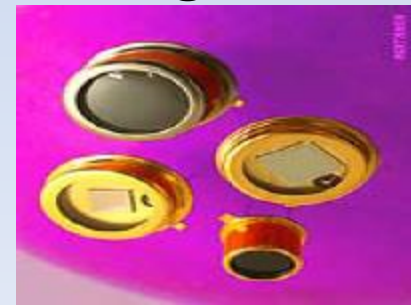


Calibrated Sensor



Chuyển đổi điện tử và ion

- Nguyên lý chung: dựa vào sự thay đổi dòng ion và dòng điện tử dưới tác dụng của đại lượng đo
- Chuyển đổi điện tử: chuyển đổi phát xạ điện tử, chuyển đổi phát xạ nhiệt điện tử và chuyển đổi phát xạ quang điện tử.
- Chuyển đổi phát xạ điện tử là đèn hai cực: dưới tác dụng của điện trường mạnh, các điện tử bị bắn ra khỏi katot, trên đường đi chúng ion hoá các phân tử khí tạo thành ion dương và âm. Và dòng điện đó phụ thuộc vào mật độ không khí trong đèn. Ứng dụng chế tạo các thiết bị đo áp suất thấp gọi là chân không kế ($2 \cdot 10^{-6}$ - $8 \cdot 10^{-4}$ mm Hg)



Chuyển đổi điện tử và ion



- Chuyển đổi có phát xạ nhiệt điện tử: được chế tạo dưới dạng đèn 2 cực và 3 cực, do catot bị đốt nóng, các điện tử bắn ra khỏi nó và dưới tác dụng của điện trường, các điện tử chuyển động từ anot sang catot. Trên đường đi cũng ion hoá chất khí tạo thành ion dương và âm, dùng để đo độ chân không đến 10^{-6} mmHg.
- Nếu giữ cho đèn có độ chân không ổn định, dòng điện chạy trong mạch phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai điện cực. Ứng dụng dùng để đo di chuyển, đo áp suất...

Chuyển đổi điện tử và ion

- Tính chất cơ bản của ánh sáng: sóng và hạt.
- Dạng sóng của ánh sáng là sóng điện từ. Bước sóng ánh sáng là λ , ν là tần số.
- Ánh sáng khi truyền qua một chất nào đó có thể bị hấp thụ hoặc tán xạ.

$$E_{ph} = h\nu = h \frac{c}{\lambda}$$

h = Plank' s constant = 6.23×10^{-34} J · s

$c = \nu\lambda$ = light velocity = 2.998×10^8 m/s

