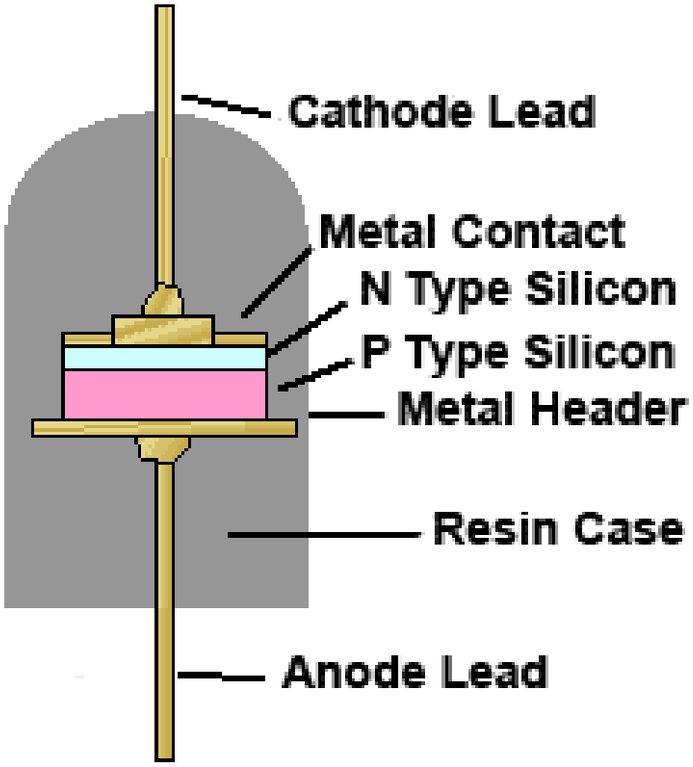
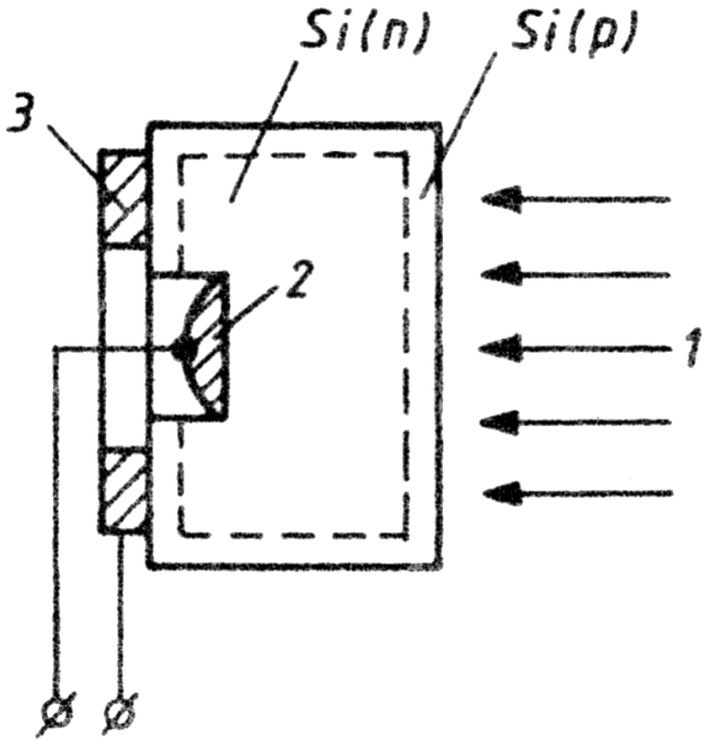
Dioda krzemowa



Szkic warstwowej diody krzemowej

Fotodioda krzemowa



Schemat fotodiody krzemowej;

1 - strumień światła,

2 - elektroda kołowa,

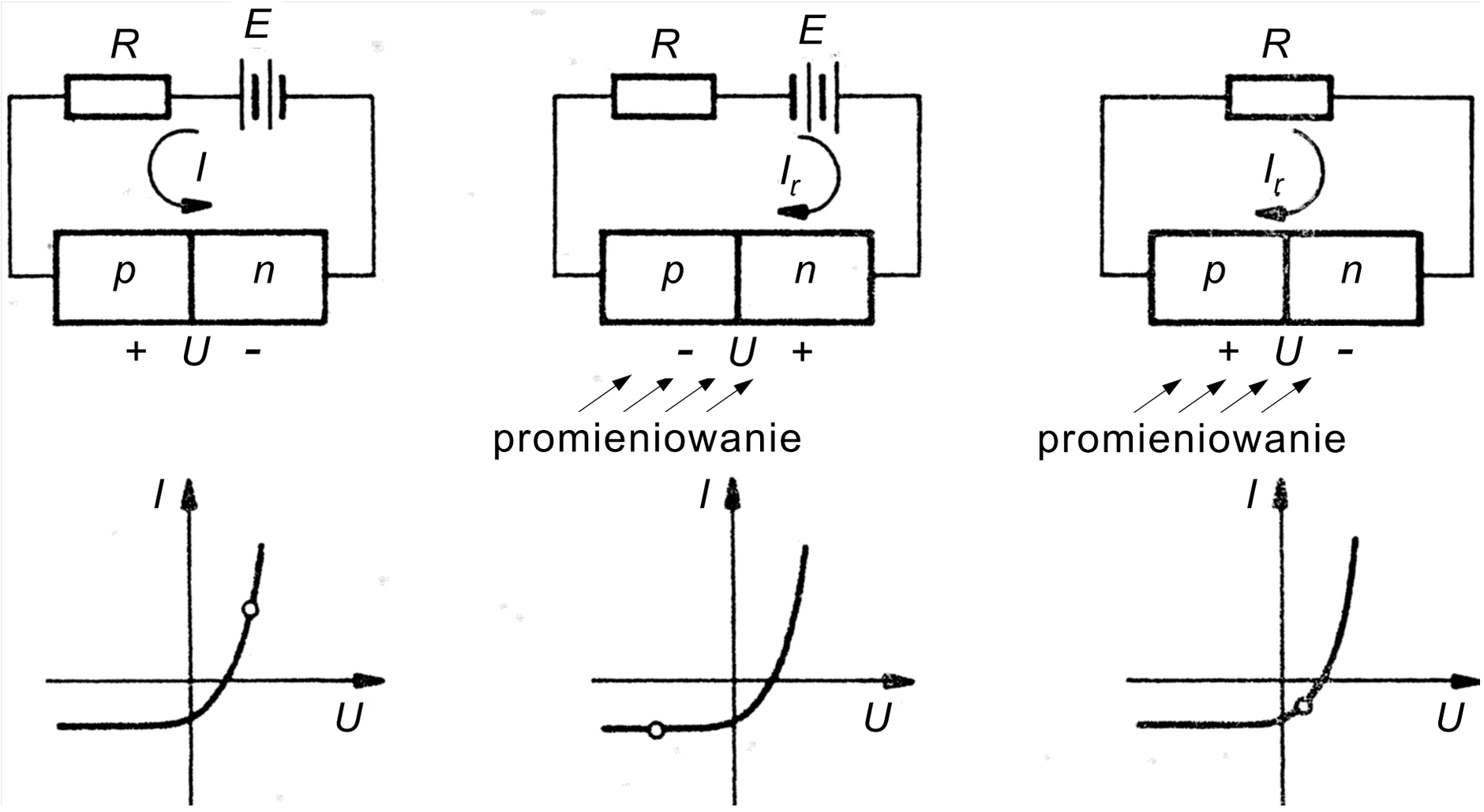
3 - elektroda pierścieniowa

Fotodioda krzemowa:

- spolaryzowana wstępnie w kierunku zaporowym,
- generowanie elektronów i dziur przez naświetlanie,
- przetwarzanie promieniowania na prąd wsteczny.

Ogniwo fotoelektryczne

- zasada działania i konstrukcja, takie jak fotodiody,
- różnica - brak polaryzacji,
- bariera potencjałów rozdziela elektrony i dziury,
- powstaje zewnętrzne napięcie - siła fotoelektryczna.



Dioda Fotodioda Ogniwo fotoelektryczne

Ogniwa słoneczne

Ogniwa I generacji (grubowarstwowe):

monokrystaliczne:

- najwydajniejsze,
- sprawność 20 - 25 %,
- wytwarzane z monokryształu krzemu,
- wysoka sprawność i długa żywotność,
- czasochłonny proces produkcji,
- najdroższy rodzaj ogniw,
- mają charakterystyczny czarny kolor.

polikrystaliczne:

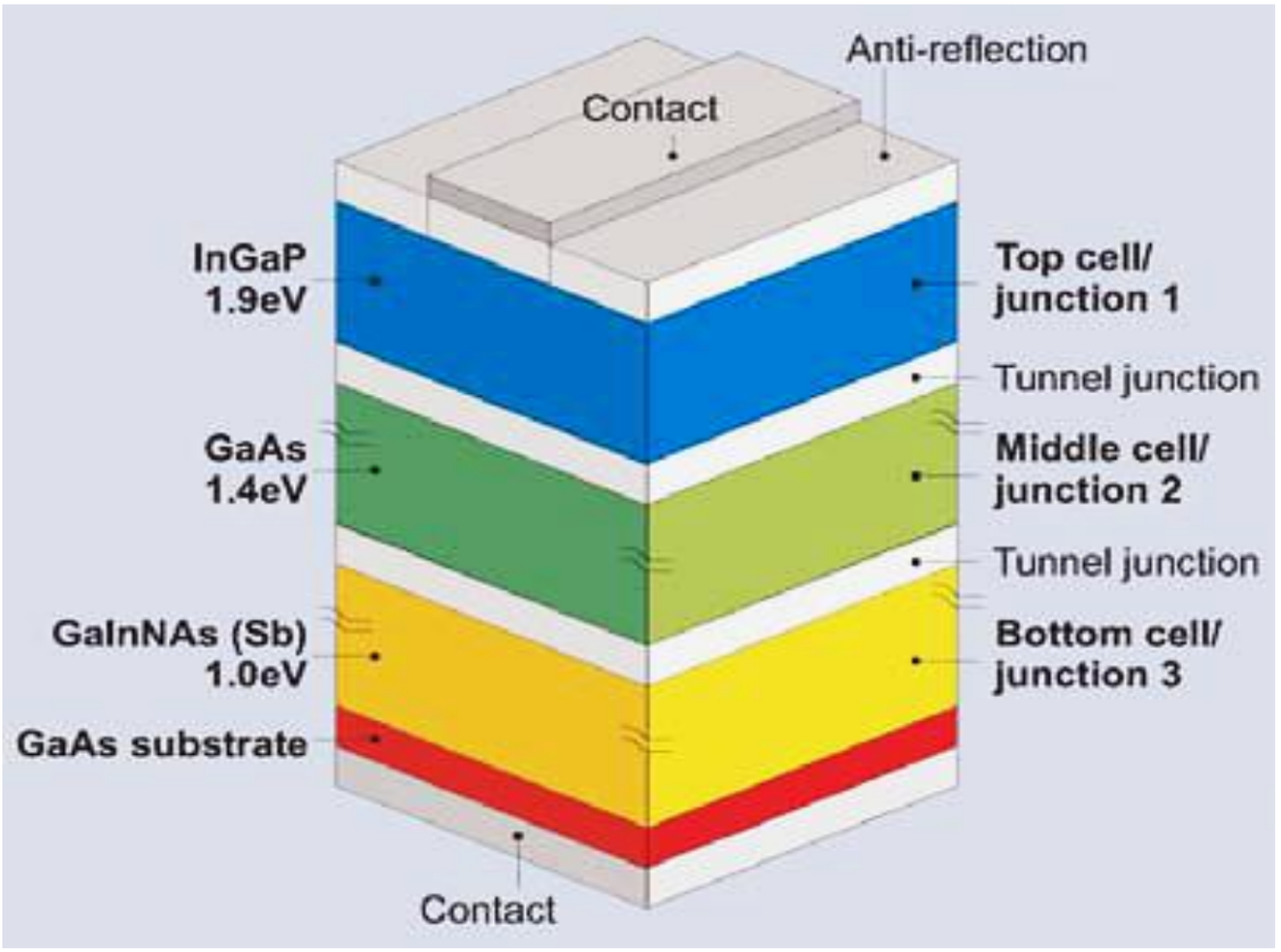
- wytwarzane z krzemu polikrystalicznego,
- tańsze w produkcji,
- mniej wydajne niż ogniwa monokrystaliczne,
- sprawność 15 - 18 %,
- niebieski kolor, widoczna struktura kryształów krzemu przypominająca szron.

Ogniwa II generacji (cienkowarstwowe)

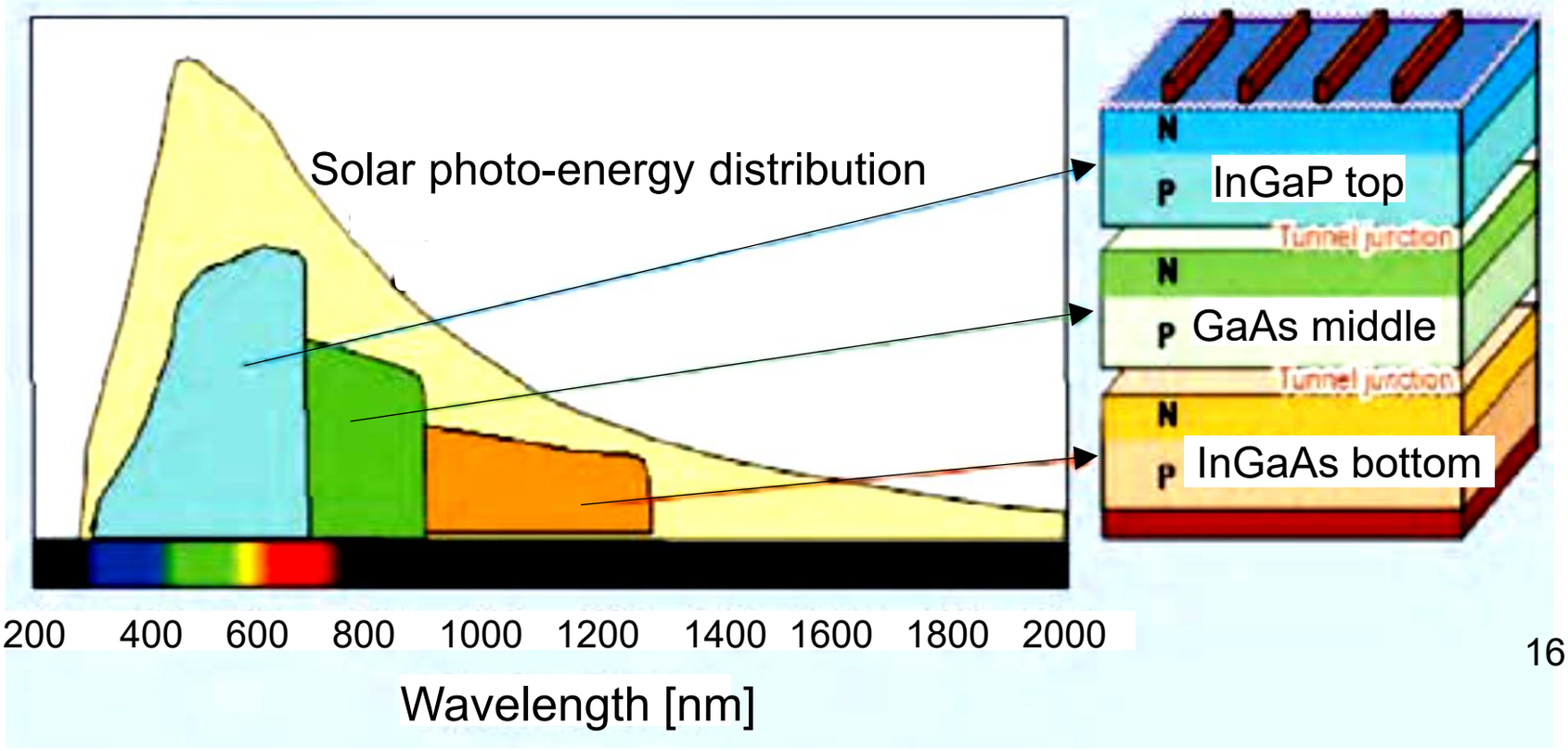
- wykonywane z tellurku kadmu, krzemu amorficznego, z mieszanki miedzi, indu, galu i selenu.
- grubość warstwy półprzewodnika: od 0,001 do 0,08 mm,
- znacznie tańsze od ogniw z krzemu krystalicznego,
- formowane za pomocą naparowywania, napylania i epitaksji,
- mogą być bardzo elastyczne,
- można je instalować na elewacjach budynków.

Ogniwa III generacji (w trakcie badań)

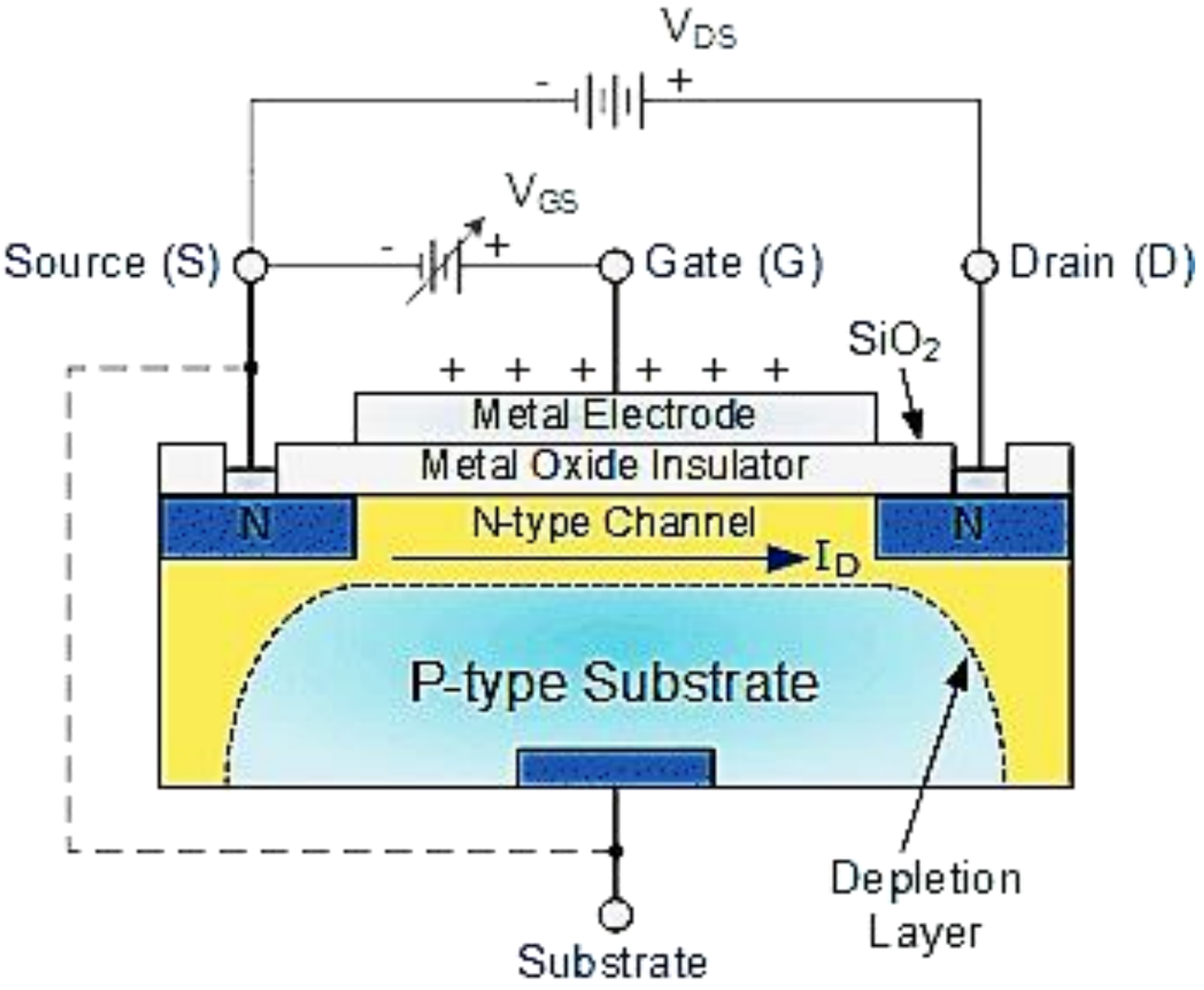
- bazują na bardzo różnych technologiach,
- nie są oparte o złącza półprzewodnikowe p-n,
- są w trakcie badań,
- charakteryzują się jeszcze niską sprawnością i żywotnością,
- największa zaleta: niski koszt produkcji i nietoksyczność,
- przykładowe ogniwa w trakcie badań:
    - barwnikowe,
    - polimerowe.



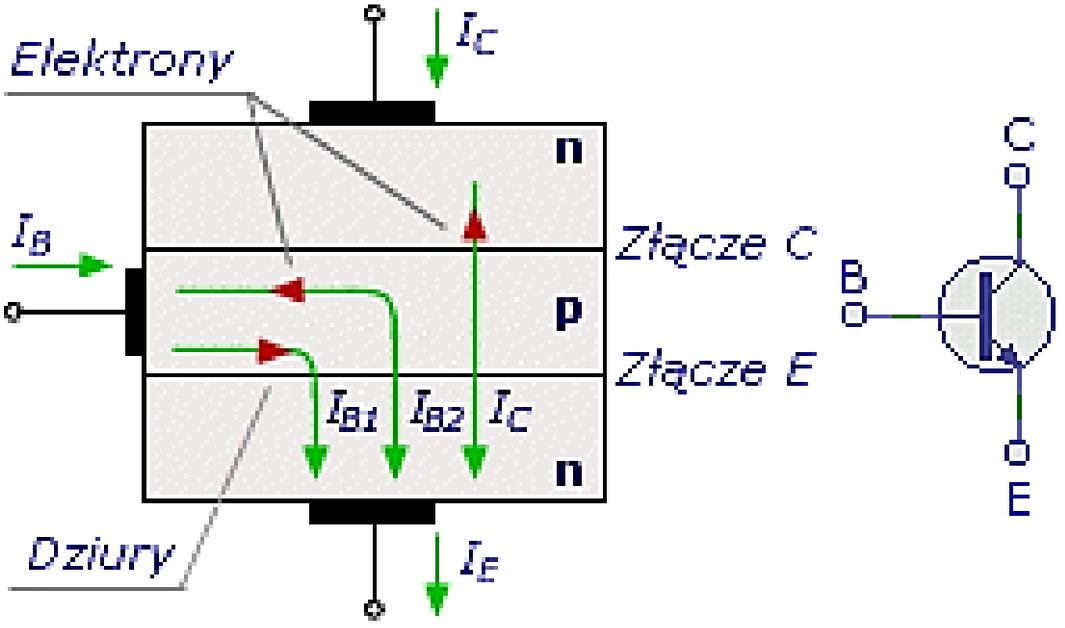
Struktura epitaksjalna trójzłączowego ogniwa słonecznego



Tranzystory



Schemat tranzystora unipolarnego



Schemat i symbol tranzystora bipolarnego

Diody elektroluminescencyjne

LED - *Light Emitting Diode*

Emituje światło pod wpływem przepływającego przez nią prądu.

LED-y wykonuje się z bardzo wielu półprzewodników złożonych.

Energia fotonów zależy od szerokości pasma zabronionego:

ZnS (3,6 eV, ultrafiolet), InSb (0,18 eV, podczerwień)

Mieszaniny półprzewodników złożonych.

Proporcje składników decydują o barwie światła, np.:

GaAs (1,43 eV, podczerwień) + GaP (2,26 eV, zieleń),

$GaAs_{1-x}P_x$, szerokość pasma zabronionego zależy liniowo od x.

Zalety LED:

- małe wymiary,
- mała moc,
- załączanie w czasie nanosekund,
- możliwe wykonanie technologią układów scalonych.

Lasery półprzewodnikowe

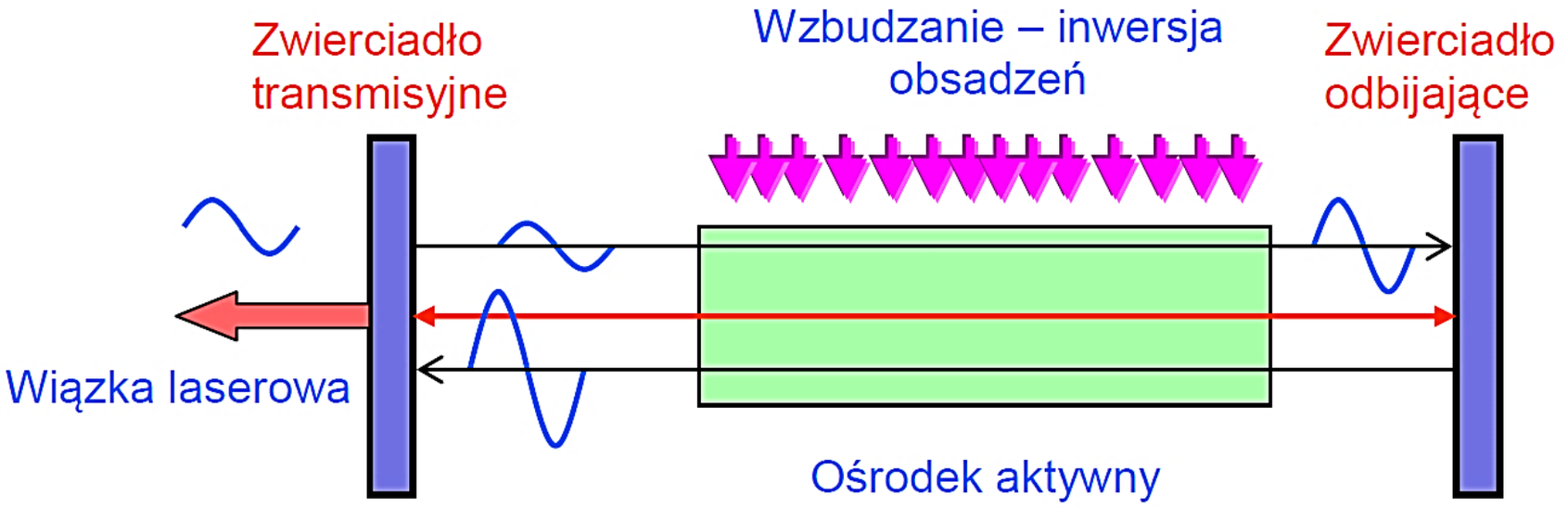
LASER - *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*

Kwantowy generator światła:

- monochromatycznego - fotony mają jednakowe energie,
- koherentnego - wszystkie fotony są w tej samej fazie,
- skierowanego - fotony poruszają się w tym samym kierunku.

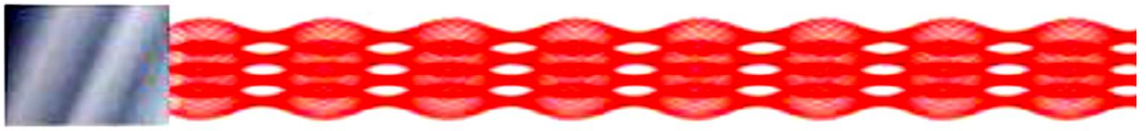
Zasadnicze części lasera:

- ośrodek czynny,
- rezonator optyczny,
- układ pompujący.



Akcja laserowa:

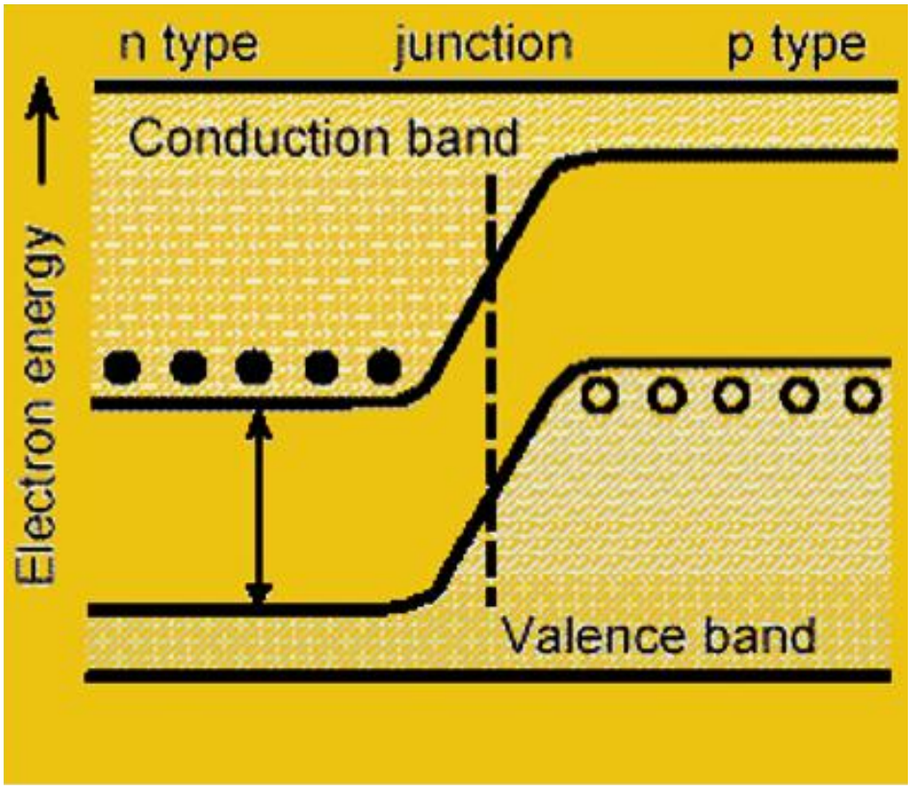
- pompowanie: przenoszenie elektronów z pasma walencyjnego do pasma przewodnictwa (wymuszone wzbudzenie warstwy *n*),
- dochodzi do inwersji obsadzeń poziomów energetycznych,
- dyfuzja elektronów w paśmie przewodzenia do warstwy *p*,
- przejście rekombinacyjne elektronów do pasma walencyjnego,
- emisja promieniowania o energii zależnej od pasma zabronionego,
- promieniowanie oscyluje między zwierciadłami wymuszając kolejne przejścia rekombinacyjne,
- wiązka światła przechodzi przez lustro półprzezroczyste,
- fale świetlne odpowiadające fotonom mają taką samą częstotliwość, są w tej samej fazie i biegną w tym samym kierunku.

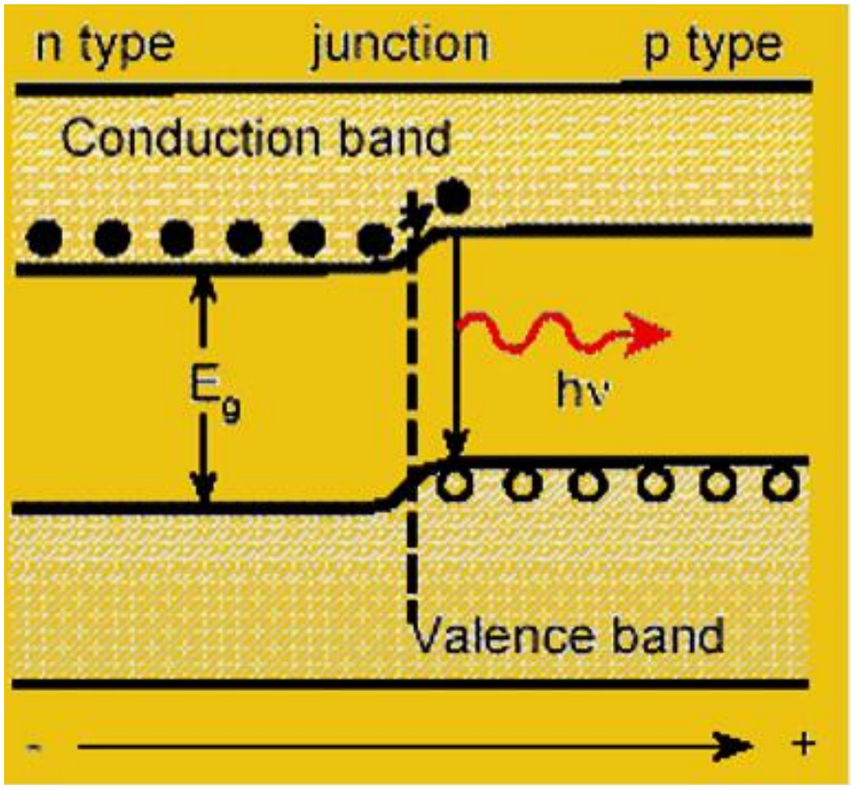


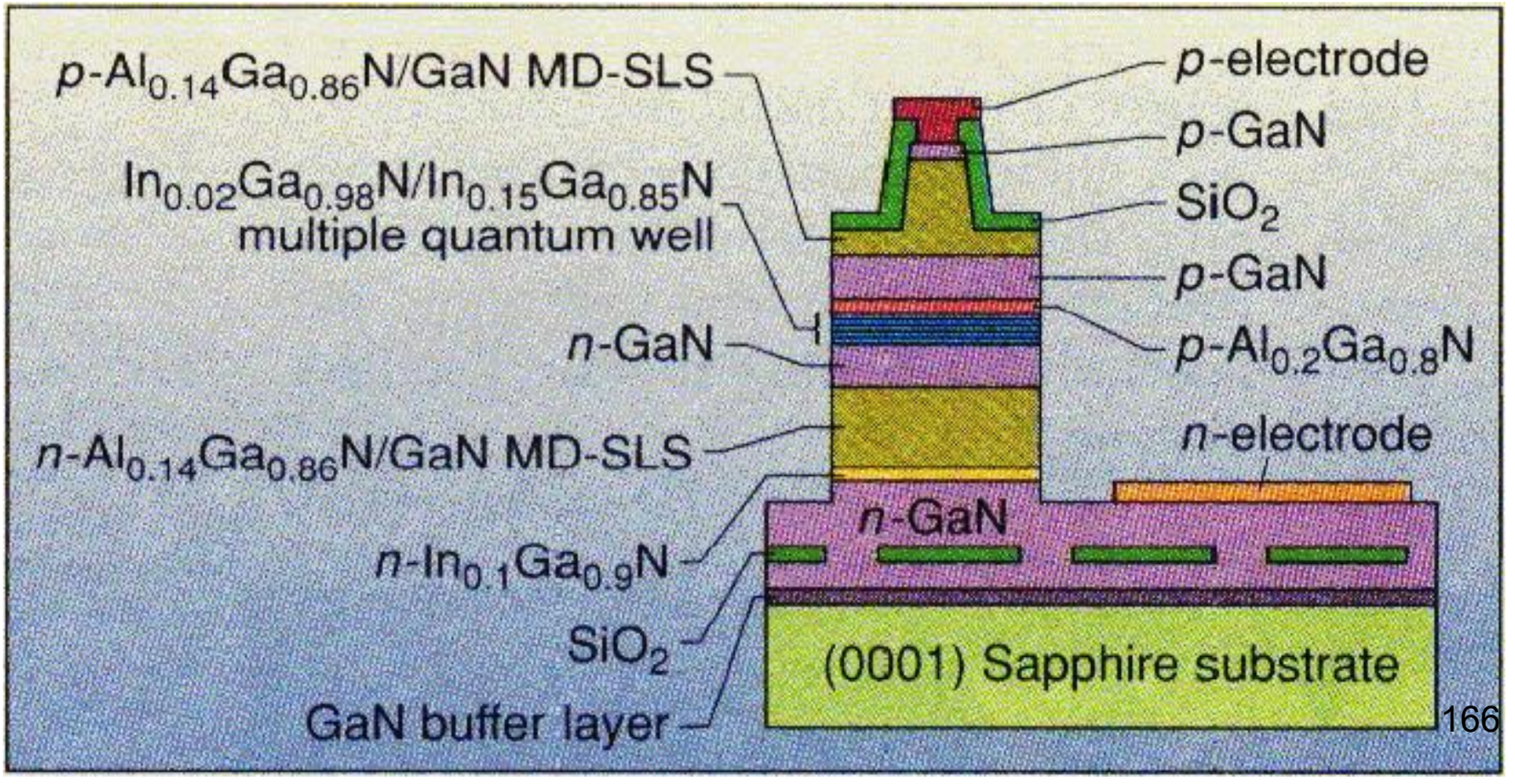
Laser



Latarka

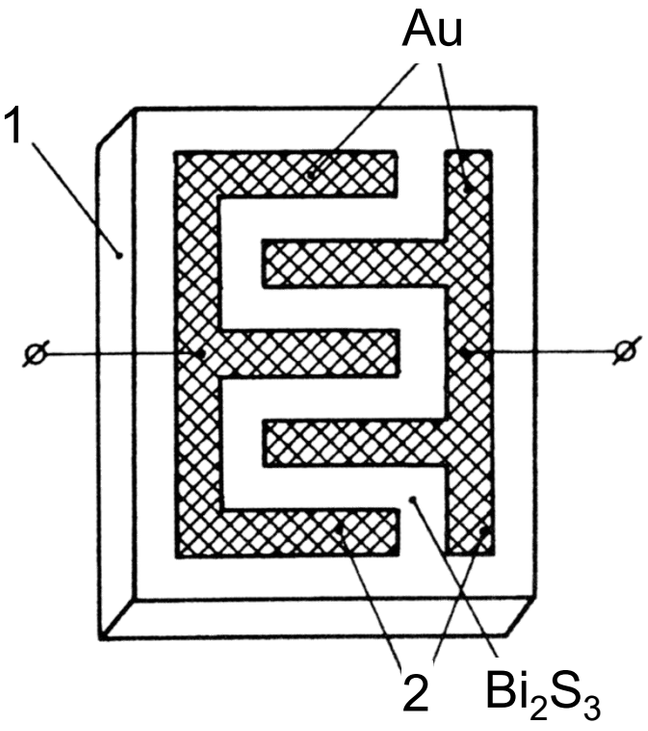

n type
junction
p type
Conduction band
Electron energy
Valence band


n type
junction
p type
Conduction band
E_g
hν
Valence band
-
+


p-Al0.14Ga0.86N/GaN MD-SLS
In0.02Ga0.98N/In0.15Ga0.85N
multiple quantum well
n-GaN
n-Al0.14Ga0.86N/GaN MD-SLS
n-In0.1Ga0.9N
SiO2
GaN buffer layer
p-electrode
p-GaN
SiO2
p-GaN
p-Al0.2Ga0.8N
n-electrode
n-GaN
(0001) Sapphire substrate

Fotorezystory

- warstwa materiału półprzewodnikowego na płytce szklanej (1) między dwiema elektrodami (2),
- rezystancja zależy od natężenia światła,
- najczęściej stosowane materiały:
  PbS, Bi_2S_3, CdS



Ogniwa termoelektryczne

- bezpośrednia przemiana energii cieplnej na elektryczną,
- półprzewodnikowe źródło energii elektrycznej, sprawność 10...15%,
- źródła ciepła: paliwa stałe, ciekłe i gazowe, promieniowanie słoneczne (ogrzewana zwora metalowa między n i p).

Materiały na ogniwa:

- niskotemperaturowe (< 400°C): ZnSb, Bi_2Te_3, Bi_2Se_3,
- średniotemperaturowe (400 - 800°C): PbTe, PbSe, GeTe,
- wysokotemperaturowe (> 800°C): SiGe.

Zastosowanie ogniw termoelektrycznych: tereny pustynne, polarne, boje morskie itp.

Termistory

(rezystory o rezystancji zależnej silnie od temperatury)

Rodzaje termistorów:

- NTC (*Negative Temperature Coefficient*)

  $\alpha = -0{,}02 \ldots -0{,}08\ K^{-1}$

  $Fe_2O_3 \cdot TiO_2$, $MgO \cdot TiO_2$, $MgO \cdot Al_2O_3$

- PTC (*Positive Temperature Coefficient*)

  $\alpha = +0{,}05 \ldots +0{,}70\ K^{-1}$

  $BaTiO_3 \cdot SrTiO_3$, $BaTiO_3 \cdot BaSnO_3$

- CTR (*Critical Temperature Resistor*)

  Gwałtowna zmiana rezystancji w zakresie kilku kelwinów materiał: VO_2, TiO_2 (plus domieszki: Ge, Sn, Fe).

  Domieszki decydują o temperaturze nagłej zmiany rezystancji.

  Na przykład, przekroczenie 68 °C czystego VO_2 powoduje skokową zmianę jego rezystancji o 4 rzędy wielkości. Powodem jest zmiana struktury krystalicznej tego tlenku.

Warystory

(rezystory o rezystancji zależnej silnie od przepływającego prądu)

$$U = C \cdot I^{\alpha}$$

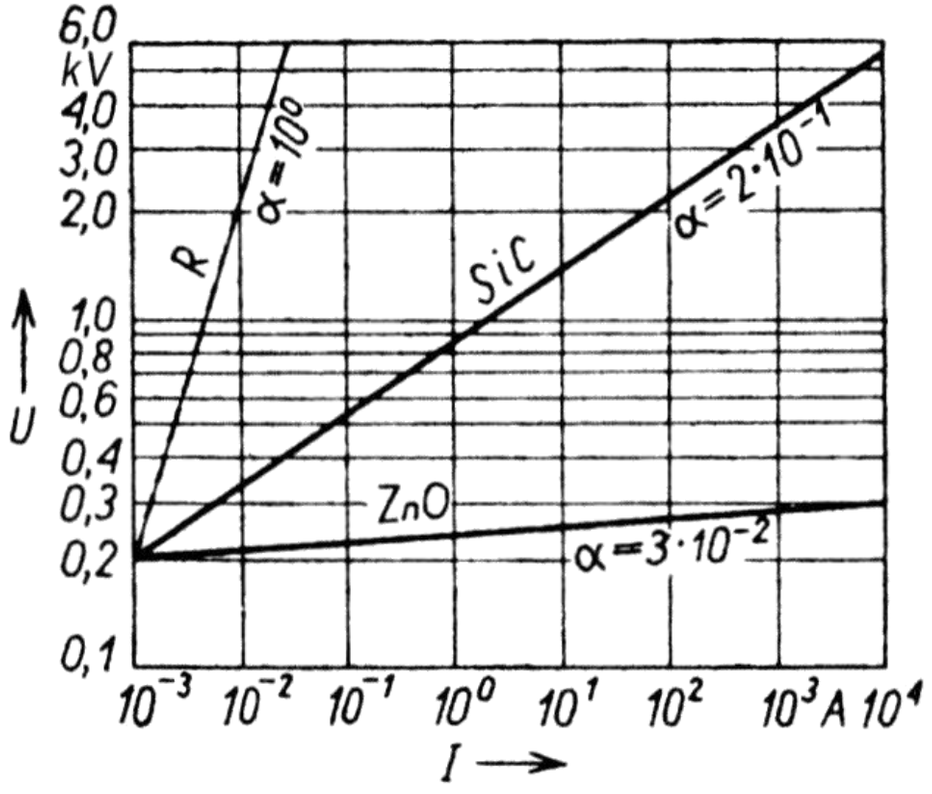
gdzie: C - stała, α - współczynnik nieliniowości.

Zastosowanie warystorów w układach niskiego napięcia:

- stabilizacja napięcia,
- zapobieganie iskrzeniu na stykach,
- ochrona od przepięć komutacyjnych,
- w telefonii, radiotechnice, technice obliczeniowej.

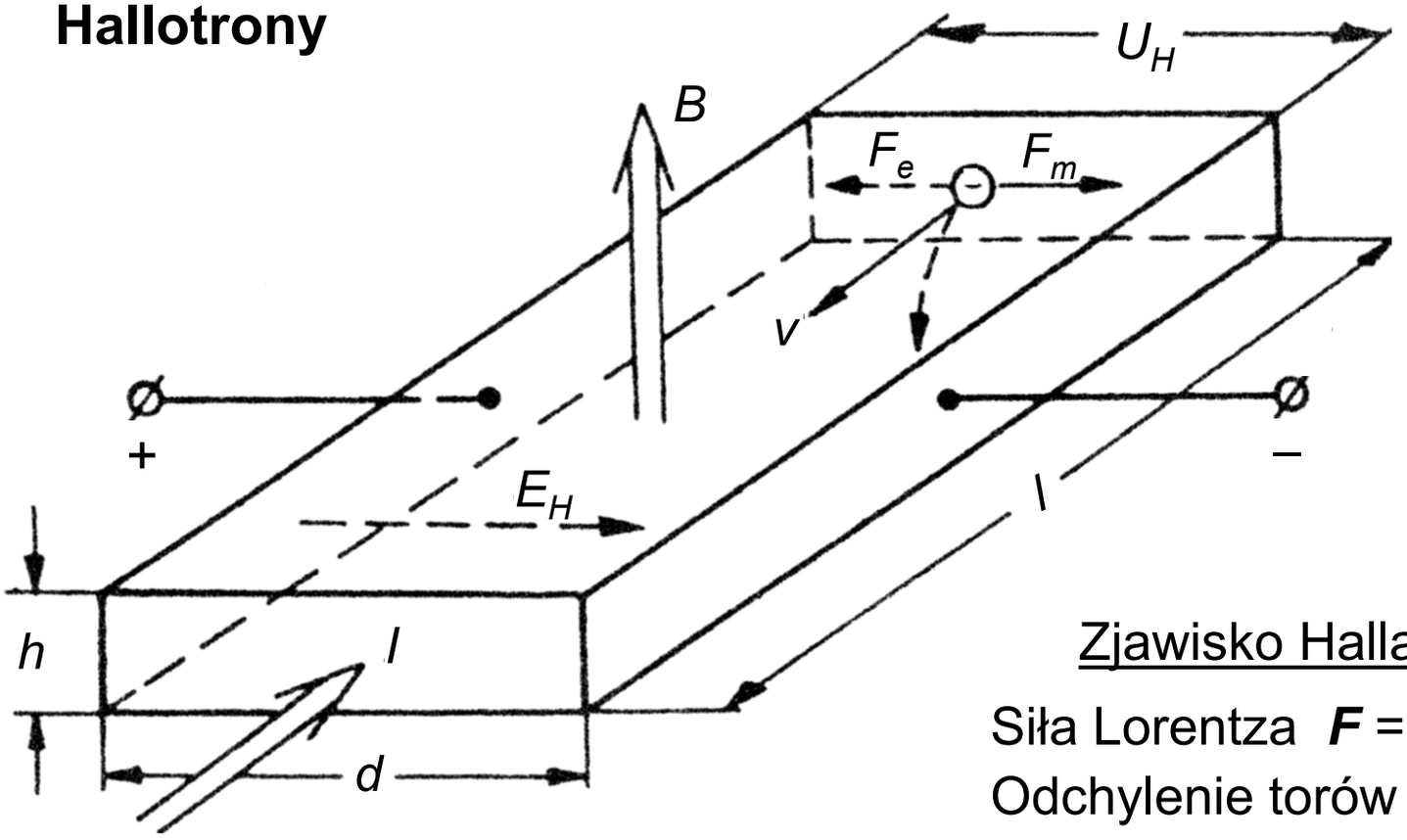
Zastosowanie warystorów w układach wysokiego napięcia:

- w ogranicznikach przepięć, warystory: SiC i ZnO.



Charakterystyki napięciowo-prądowe warystorów SiC i ZnO

Hallotrony



Zjawisko Halla

Siła Lorentza $\boldsymbol{F} = q \cdot \boldsymbol{v} \times \boldsymbol{B}$

Odchylenie torów nośników ładunku w polu magnetycznym. Powstaje siła elektromotoryczna U_H (napięcie Halla).

$$U_H = \frac{IB}{h} R_H \qquad R_H = \frac{1}{en} \quad [\mathrm{m^3/As}]$$

gdzie:

I - prąd, B - indukcja magnetyczna, h - grubość hallotronu,

R_H - stała Halla, en - ładunek i koncentracja elektronów.

Materiały na hallotrony:

- InAs, $R_H = 0{,}9 \cdot 10^{-3}$ m^3/As (dokładne hallotrony),
- InSb, $R_H = 0{,}5 \cdot 10^{-3}$ m^3/As (hallotrony dużej mocy).

Zastosowanie hallotronów: pomiary: pól magnetycznych, prądu, kąta obrotu, przesunięcia, drgań mechanicznych.