**POLOVODIČE**

Jsou to prvky 4. skupiny Mendělejevovy tabulky ( kysličníky a sirníky kovů, selen a nejpoužívanější křemík

a germánium).

**Nízké teploty –** chová se jako izolant

**Vysoké teploty –** chová se jako vodič

S rostoucí teplotou odpor polovodičů klesá a sklesající teplotou odpor polovodičů roste.

**Vlastní vodivost polovodičů**

Budeme sledovat pouze valenční elektrony atomu. Atom křemíku ( **Si** ) má 14 elektronů . z toho 4 valenční ).

Na obrázku je nakresleno 5 atomů křemíku mezi kterými se vytváří takzvaná dvojná vazba, po které obíhají vždy dva valenční elektrony sousedních atomů. Každý elektron tedy obíhá dvě jádra atomů křemíku . Na obrázku jsou zakresleny valenční elektrony, které obíhají prostřední jádro atomu křemíku (4 vlastní a 4 od sousedních atomů).



Neobsahuje žádné volné elektrony, Vlivem tepla se z dvojné vazby vytrhne elektron,

všechny valenční elektrony jsou a zůstane po něm kladná díra. Volný elektron je

ve dvojných vazbách schopen vést elektrický proud. Chová se jako

Chová se jako izolant. vodič.

**Vlastní vodivost je malá a závisí na teplotě.**

**Nevlastní vodivost polovodičů** - vzniká znečištěním čistého polovodiče **:**

Pětimocným prvkem –**DONOREM** Třímocným prvkem – **AKCEPTOREM**

( fosfor, arzén, antimon ) ( indium, gálium, hliník )



**Majoritní** (většinoví ) **nosiče náboje Majoritní** (většinoví ) **nosiče náboje**

záporné elektrony kladné díry

**Minoritní** (menšinoví ) **nosiče náboje Minoritní** (menšinoví ) **nosiče náboje**

kladné díry záporné elektrony

**ELEKTRONOVÁ VODIVOST DĚROVÁ VODIVOST**

Minoritní nosiče náboje – objevují se pouze vlivem nečistot a vlastní vodivostí – je jich velmi málo.

**Nevlastní vodivost je podstatně větší a nezávisí na teplotě.**

**Princip polovodičové diody**

Polovodičová dioda vznikne vytvořením přechodu **NP** ,nebo **PN** v jednom kousku monokrystalu polovodiče, v kterém na sebe navazuje oblast typu **P** a oblast typu **N.**

značka polovodičové diody anoda katoda

**+ -**



**Přechod PN bez napětí** V oblasti typu **P** jsou majoritní nosiče náboje

kladné díry a v nepatrné míře se vyskytují minoritní elektrony. V oblasti typu **N** je to opačně.

Na rozhraní **P** a **N** dochází k rekombinaci kladných děr z oblasti **P** se zápornými elektrony

z oblasti **N** .Tím vznikne potenciálová přehrada **ΔU** s polaritou vyznačenou na obrázku. Přehrada

brání dalšímu přemísťování elektronů a napětí mezi oblastmi se ustálí.

+ - + rekombinace - jestliže se elektron

pohybuje naznačeným směrem, kladná díra se pohybuje opačně

**Přechod PN v propustném směru**

Po připojení napětí s vyznačenou polaritou nejdříve dojde k  potlačení potenciálové přehrady, protože připojené napětí má opačnou polaritu, než potenciálová přehrada. Záporné elektrony jsou odpuzovány záporným pólem z oblasti **N** směrem do oblasti **P .** Kladné díry z oblasti **P** jdou k přechodu opačným směrem. Na rozhraní **P** a **N** dochází k rekombinaci elektronů a děr. Jak vidíme z obrázku, přechodem procházejí všechny majoritní i minoritní nosiče náboje.

**Přechodem prochází proud IF** (proud v propustném směru ). **Odpor přechodu je malý – dioda vede proud.**



**Přechod PN v závěrném směru** Připojíme napětí s opačnou polaritou než-li v propustném směru. Nyní má připojené napětí stejnou polaritu, jako potenciálová přehrada. Znamená to , že se rozšíří. Přechodem neprochází žádné majoritní nosiče náboje.

Přechodem prochází pouze minoritní nosiče náboje, kterých je velmi málo. Ty vytváří nepatrný proud v závěrném směru, který označujeme **IR**

( jeho hodnota bývá v  mA **,** nebo v μA ).

**Odpor přechodu je velký.**

**Přechod PN nebo NP má usměrňující účinek.**

**DRUHY DIOD A JEJICH VOLTAMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA**

**Diody jsou dvouvrstvové polovodičové součástky s jedním polovodičovým přechodem NP, nebo PN.**



1. **Plošná dioda** ( výkonová dioda ) - používá se pro usměrňovaní střídavých proudů. Maximálně do

frekvencí desítek kilohertzů

**UTO** … **prahové napětí** - při kterém je překonána

potenciálová přehrada

a dioda začne propouštět

proud.

**UBR** … **průrazné napětí** - při kterém dochází k průrazu

v závěrném směru. Elektrická

 destrukce lavinovitě přechází

**Značka diody**

v tepelnou destrukci. Je to

nevratný děj.

**IFmax** … **maximální proud v propustném směru**

**URmax** … **maximální napětí v závěrném směru rF** …. **diferenciální odpor ΔUF**

**–** v přímkové části **rF**  =

charakteristiky **ΔIF**

1. **Hrotová dioda**  - používá se pro detekci a demodulaci vysokofrekvenčních kmitočtů

( až 100 MHz ). Má malou kapacitu přechodu .

**3. Kapacitní dioda -**  VARIKAP – plošná křemíková dioda zapojená v závěrném směru. Se zvyšujícím napětím se kapacita zmenšuje ( tloušťka dielektrika = potenciálová přehrada se zvětšuje ) . Používá se jako náhrada za ladící kondenzátory.

1. **Stabilizační dioda –** ZENEROVA – má tenké rekombinační

pásmo– minoritní nosiče náboje nezískají

energii k vyražení dalších elektronů

z dvojných vazeb. Pracuje v závěrném

směru.Při zenerově napětí dochází k

zenerově průrazu,který nepůsobí destrukčně,

ale Projeví se rychlým zvětšováním proudu

při malé změně napětí v závěrném směru.

**5. Fotodioda** - Je sama zdrojem el. napětí, nebo mění

 svůj odpor Je to plošná dioda ,

která má okénko pro osvícení.

Osvitem dojde k uvolnění elektronů a

tím se zvětší proud v závěrném směru.

**6. Luminiscenční dioda -** LED – emituje světlo – používá se pro zobrazovací prvky ( má velmi malou

spotřebu, dlouhou životnost a spolehlivost).

Vyrábí se v různých barvách emitovaného světla – červená

* zelená
* žlutá

**I = 5 až 50 mA**

**U = 1,5 až 6 V**

* oranžová
* modrá
* bílá

**Polovodiče bez přechodu PN**

Jsou to polovodičové součástky jejichž vlastnosti se mění s teplotou, osvětlením, přiloženým napětím, magnetickým polem atd.

1. **TERMISTORY -** Teplotně závislé rezistory

( se vzrůstající teplotou odpor klesá). **R**

Používají se pro rychlé a přesné ( Ω )

měření teploty , měřené rychlosti

**υ**

kapalin a plynů ( ochlazení **υ** ( °C )

termistoru v potrubí ).

 **VARISTORY -** Odpor je závislý na přiloženém napětí ( karbid křemíku )

Používá se ke stabilizaci napětí, nebo jako ochrana proti přepětí ( bleskojistky )

**U**

**2. FOTOREZISTORY -** Mění odpor s intenzitou osvětlení – intenzita vzrůstá = odpor se snižuje.



**Fotoefekt –** při osvětlení např. selen uvolňuje elektrony, které neemitují, ale

zůstanou uvnitř hmoty. Více volných elektronů = větší vodivost.



**3. FOTOČLÁNEK** - Pod fotorezistor umístímeměděnou destičku a tím vytvoříme hradlovou

**světlo**  vrstvu.Uvolněné elektrony ze selenu přecházejí do mědi a tím dochází k přímé přeměně světelné energie na elektrickou.

**selen**

Používá se jako sluneční zdroj, nebo pro měření a regulaci.

**měď**

**Polovodiče**

1. Jaké dva polovodičové materiály se nejvíce používají pro výrobu polovodičových součástek ?
2. Co je to vlastní vodivost, jak vzniká a jaké má vlastnosti ?
3. Jak získáme vodivost typu **N** a jaké jsou zde majoritní nosiče náboje ?
4. Jak získáme vodivost typu **P** a jaké jsou zde majoritní nosiče náboje ?
5. Co jsou to minoritní nosiče náboje u nevlastní vodivosti a čím jsou způsobeny ?
6. Porovnejte vlastnosti vlastní a nevlastní vodivosti.
7. Nakreslete a popište přechod **PN** beznapětí a při připojení napětí v propustném a závěrném směru.
8. K čemu se používá plošná dioda a jaká je její značka ?
9. Nakreslete **VA** charakteristiku plošné polovodičové diody a vyznačte část charakteristiky využívanou pro průchod usměrněného proudu.
10. K čemu se používá Zenerova dioda a jaká je její značka ?
11. Nakreslete **VA** charakteristiku Zenerovy diody a vyznačte část charakteristiky využívanou pro stabilizaci napětí.
12. Co je to VARIKAP ?