

Otázka: Elektrický proud v polovodičích

Předmět: Fyzika

Přidal(a): Michaela H

Polovodiče

- **pevná látka**, jejíž elektrická vodivost závisí na **vnějších** nebo **vnitřních** podmínkách a dá se **změnou** těchto podmínek **snadno ovlivnit**.
 - Změna **vnějších** podmínek – **dodání energie** tepelné nebo světelné
 - Změna **vnitřních** podmínek – **příměs** jiného prvku v polovodiči.
- Polovodiči jsou:
 - **prvky**: křemík (Si), germanium (Ge), selen (Se)
 - **sloučeniny**: arsenid galia (GaAs), sulfid olovnatý (PbS), aj.
- Většina polovodičů jsou **krystalické látky**, ale existují i polovodiče **amorfní**
 - Nositelé elektrického proudu v polovodičích jsou **volné elektrony** a **díry**

Měrný elektrický odpor polovodičů

- Polovodiče se od kovů liší především větším **měrným elektrickým odporem ρ** v intervalu: **$10^{-4} - 10^{-8} \Omega \cdot m$**
- Závislost **měrného elektrického odporu na teplotě**:
 - S rostoucí teplotou roste odpor kovů
 - S rostoucí teplotou klesá odpor polovodičů
- **Rezistivita** (též měrný elektrický odpor) je fyzikální veličina charakterizující **lokální**

(diferenciální) **vodivostní** či **odporové vlastnosti** látek vedoucích elektrický proud.

- Rezistivita je **materiálová konstanta**
- Rezistivita látek **závisí na teplotě**. U **kovových** vodičů s teplotou **roste**, u **polovodičů klesá**

Termistory

- **Teplotně závislý rezistor**, který je zhotovený ze **směsi oxidů** (např. Fe_2O_3 , TiO_2 , CuO , NiO , aj.)
- Termistor je **polovodičová** součástka, která se používá jako **teplotně citlivá součástka**
- Jeho odpor klesá s teplotou, přičemž změna odporu s teplotou je **daleko rychlejší než u kovů** $\downarrow R \dots \downarrow t$
- **Využití:**
 - Měření teploty
 - Měření teploty na dálku
 - Kompenzace odporu žhavicího vodiče v elektronkách
 - Převodník z teploty na napětí

Fotorezistor

- **polovodičová** součástka, jejíž odpor **závisí na osvětlení**
- Světlo (fotony) dodává energii elektronům ve valenčním pásu, které tak mohou překonat zakázaný pás a stát se volnými.
- **Využití:**
 - Měření osvětlení – expozimetr (ve fotografických přístrojích)
 - Ovládání přístrojů – fotobuňka – otvírání dveří, zapínání zařízení...
 - Zabezpečovací zařízení – světelná závora – proti krádeži, bezpečnostní pojistka

pro vypínání přístrojů, ...

- Detekce neviditelného infračerveného záření
- Převodník ze světla na elektrické napětí.

Vlastní a příměsové polovodiče

Vlastní polovodiče

- Vodivost způsobuje **generace elektronů a děr** (jsou vždy v páru)
- **Využití** vlastní vodivosti – termistory a fotorezistory
- Látky tvořené čistě jedním prvkem (bez příměsí)
- Při běžných teplotách je třeba dodat pouze málo energie a elektrony se mohou z vazby uvolnit, přerušením vazby vzniknou vždy dva druhy volných částic s nábojem (vždy v párech). Jsou to **elektrony** a **díry** (kladný náboj)
- **Díra**
 - uvolněný valenční elektron chybí ve vazbě mezi atomy
 - nepředstavuje skutečnou částici s kladným nábojem (jako je proton), ale prázdné místo, na které může přejít jiný elektron


Příměsové (nevlastní) polovodiče

- Volné elektrony, resp. **kladné díry** lze do polovodiče dostat také **pomocí příměsí**.
 - Elektronová vodivost (**Typu N** – negativní)
 - Děrová vodivost (**Typu P** – pozitivní)
- Jako příměsí se volí atomy s ox.č. 5 (P,As,Sb)-typu N, nebo s ox.č. 3 (B,In,Ga)-typu P
- **Elektronová vodivost** – např. **Si s příměsí P**
 - P má 5 val. el., jeho elektrony jsou vázány na elektrony Si, **pátý el. zůstává slabě vázaný**, takže již při poměrně nízké teplotě se z něj stává volný el.
 - to zapříčiňuje, že v Si s příměsí P je **nadbytek elektronů**, tyto elektrony

považujeme za **majoritní** nosiče náboje a díry za **minoritní**

- z příměsového prvku se ve struktuře krystalu polovodiče stávají kladné nepohyblivé ionty, nazýváme je **donory**
- polovodiče typu N
- **Děrová vodivost** - např. **Si s příměsí B**
 - B má 3 val. el., tím při plném obsazení vazeb se sousedními atomy Si **chybí jeden valenční elektron**, vzniká díra a to bez vzniku volného elektronu
 - díry jsou **většinovými (majoritními)** nosiči náboje a příměsí se třemi valenčními elektrony tvoří ve struktuře krystalu nepohyblivé záporné ionty zvané **akceptory**

Diodový jev a jeho technické využití

- Propustný směr je vyznačen hrotem trojúhelníku
- —
 - A anoda
 - K katoda

Polovodičová dioda

- Dioda – polovodičový prvek se **dvěma elektrodami**
- úkolem v elektrickém obvodu je propouštět elektrický proud jen jedním směrem
- Obsahuje **přechod PN**
- **Přechod PN** – rozhraní polovodiče typu P a typu N.
- V místě styku obou polovodičů dojde k difúzi děr z polovodiče **typu P** do **N** a elektronů z polovodiče typu N do P (tzv. **hradlová vrstva**). V oblasti přechodu nejsou žádné volné elektricky nabitě částice a přechod má velký el. odpor.

Polovodič s přechodem PN v obvodu stejnosměrného proudu

1. Bez zdroje napětí:

- V oblasti styku polovodičů se část e^- z oblasti N dostane do P a část děr z oblasti P přejde do N. **Rekombinace** volných e^- s děrami – kolem přechodu PN se vytvoří nevodivá oblast bez volných nábojů (šedá barva)

2. Závěrný směr:

- Připojením záporného pólu k polovodiči P a kladného pólu k polovodiči N vzdalují se působením el. sil volné náboje od přechodu PN. Oblast bez volných nábojů se rozšíří a odpor vzroste – el. proud přechodem PN neprochází. Nevodivé oblasti bez volných nábojů = **hradlová vrstva**.

3. Propustný směr:

- Změnou polaritý zdroje, přecházejí působením elektrických sil volné e^- přes přechod PN ke kladnému pólu a díry jsou přitahovány k zápornému pólu. Výsledkem je zúžení hradlové vrstvy a zmenšení jejího odporu. Takto zapojeným přechodem PN proud prochází.

Voltampérová charakteristika diody

- v **propustném** směru indexujeme veličiny písmenem **F**, v **závěrném R**
- v propustném směru (I. kvadrant) je zpočátku **proud velmi malý** a teprve po dosažení určitého **prahového napětí U_p** se začíná **prudce zvětšovat**
- proud v **závěrném** směru (III. kvadrant) je **zanedbatelně malý** a napětí na diodě nesmí překročit **průrazné napětí U_{BR}** , jeho překročení má za následek **zničení diody**

- u tzv. **stabilizačních (Zenerových) diod** je přechod PN vyroben tak, že dioda může pracovat i po **překročení určitého napětí** v závěrném směru, **Zenerovo napětí**, po překročení tohoto napětí může diodou procházet trvale proud i v závěrném směru

Tranzistorový jev a jeho technické využití

- Tranzistor – polovodičová součástka se třemi elektrodami – **emitorem E**, **bází B** a **kolektorem**
- Základní vlastností tranzistoru je **schopnost zesilovat** – **malé změny napětí** nebo **proudu** na vstupu mohou vyvolat **velké změny napětí** nebo **proudu** na výstupu.
- Tranzistor se vyrábí ve **dvou modifikacích**:
 - **NPN**
 - (E – polovodič typu N; B – vrstva polovodiče P; C – polovodič N)
 - NPN šipka ven
 - **PNP**
 - (E – polovodič typu P; B – vrstva polovodiče N; C – polovodič P)

Polovodičová technika

- **Analogová**
 - Usměřovač
 - Operační zesilovač
 - Rádio
 - Televize
- **Číslicová (Digitální)**
 - Počítač

- Řídící jednotky strojů a automobilů

Integrované obvody

- **Integrovaný obvod (IO)** – moderní elektronická součástka, vznikla spojením (**integrací**) mnoha **jednoduchých el. součástek**, které společně tvoří **elektrický obvod** vykonávající složitější funkci.
- V křemíkové destičce malého rozměru, tzv. **čipu**, je vytvořen celý funkční elektronický systém, který obsahuje mnoho **tranzistorů, diod, rezistorů a dalších součástek**.
- **Analogové** – zpracování spojitých (analogových) signálů (signály, které se s časem mění – zvukový, teplota)
- **Digitální** – signál tvořen sledem impulsů napětí, které se mění skokem mezi logickou nulou a logickou jedničkou.
 - Signál se zpracovává logickými operacemi, v nichž proměnná veličina nabývá jen dvou hodnot.
- K nejdokonalejším integrovaným obvodům číslicové techniky patří **mikroprocesor** = integrovaný obvod, jehož **logické operace lze programovat**