



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Chlazení polovodičových součástek

Úvod do problematiky

Autorem materiálu a všech jeho částí, není-li uvedeno jinak, je Alexandr Fales.

Dostupné ze Školského portálu Karlovarského kraje www.kvkskoly.cz, materiál vznikl v rámci projektu
Gymnázia Cheb s názvem Rozvoj školského portálu Karlovarského kraje

Chlazení součástek

Polovodičové součástky nesmějí při činnosti překročit přípustné teplotní limity. Závěrná vrstva polovodičového krystalu může dosáhnout nejvýše max. přípustné teploty.

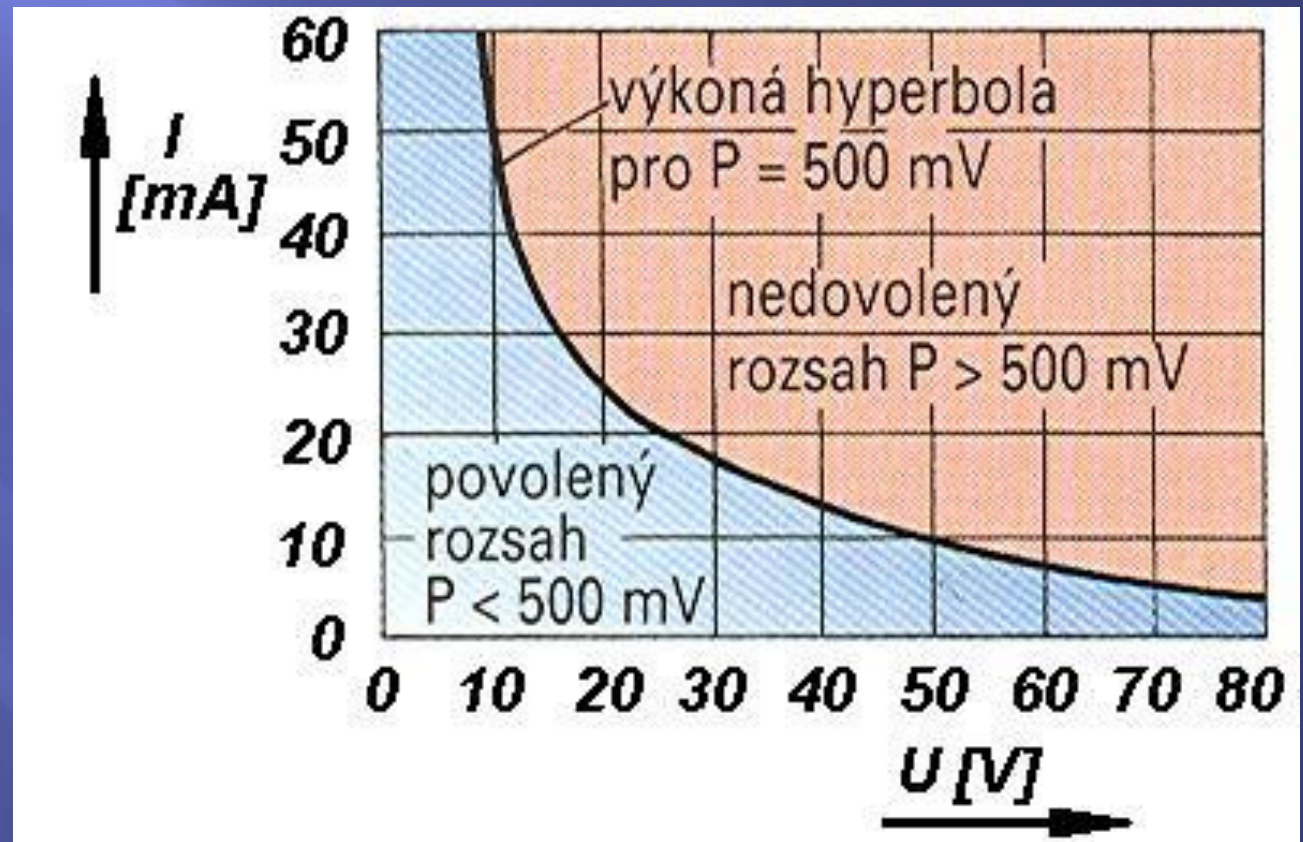
Při jejím překročení se zničí přechod a tím celá polovodičová součástka. Přípustná teplota přechodu křemíkových polovodičů je 150°C , germaniových 75°C .

Chlazení součástí

Bez přídavného chlazení lze udržet teplotu přechodu na přípustné úrovni při nepatrných výkonech. Pro velké výkony se musí prvky opatřit chladiči, které teplo odvádějí a tím součástku chrání před tepelným zničením. Při provozu prvků na chladičích je třeba uvažovat tepelný odpor od místa vzniku tepla na přechodu až po místo předání tepla do okolí.

Chlazení součástek

Výkonová hyperbola – je vztah mezi proudem a napětím při konstantním výkonu.



Obr. Výkonová hyperbola - převzato a upraveno [1]

Chlazení součástek

Vnitřní tepelný odpor se uplatňuje při předávání tepla z přechodu na pouzdro, přechodový při přenosu tepla z pouzdra na chladič a tepelný odpor chladiče z chladiče chladicímu médiu (vzduch). Pro zmenšení přechodového odporu lze užít tepelně vodivou pastu (silikonová vazelína). Celkový tepelný odpor je dán součtem jednotlivých tepelných odporů.

Chlazení součástek

Vnitřní odpor R_{t1} je neměnný, je daný konstrukcí. Ovlivnit lze tepelný odpor chladiče R_{tchl} : tvar, velikost, materiál, úprava povrchu a způsob montáže. Pro výběr vhodného chladiče se bere v úvahu tvar pouzdra, prostorové možnosti a R_{tchl} , musí se dimenzovat tak, aby nedošlo k překročení max. přípustné teploty přechodu součástky (polovodičového prvku).

Chlazení součástek

Příklad:

Spočtete potřebný tepelný odpor chladiče R_{tchl} výkonového tranzistoru, kdy maximální teplota přechodu je dána křemíkem t_1 (150°C). Vnitřní tepelný odpor je $R_{t1} = 15 \text{ [K.W}^{-1}\text{]}$, přechodový tepelný odpor $R_{t2} = 0,2 \text{ [K.W}^{-1}\text{]}$ a ztrátový výkon $P_z = 30 \text{ [W]}$. Teplota okolí je $t_2 = 45^{\circ}\text{C}$.

Chlazení součástí

Řešení:

$$R_{tchl} \leq \frac{t_1 - t_2}{P_z} - R_{t1} - R_{t2} =$$
$$= -1,5 - 0,2 = 1,8 [K \cdot W^{-1}]$$

Chlazení součástek

Druhy:

1) Pasivní chlazení

- Kovový chladič
- Heatpipe technologie
- Uhlíkové nanotrubičky

2) Aktivní chlazení

- Chlazení ventilátory
- Vodní chlazení
- Chlazení tekutým dusíkem
- Peltierovy články

Pasivní chlazení

Označuje se jako pasiv, využívá přirozeného oběhu chladicího média. Kovový hliníkový či měděný chladič hvězdicového či žebrového tvaru. Teplo se předává okolí přirozeným prouděním vzduchu. Tímto způsobem se chladí převážně výkonové součástky menších a středních výkonů, pro vysoké hodnoty výkonů vychází rozměrově chladič obrovský.

Pasivní chlazení

Chladič by měl z hlediska své hmotnosti nabídnout největší plochu vystavenou proudícímu vzduchu. Velkou roli hraje aerodynamika. Pasiv je na součástce nasazen, případně přišroubován a je teplovodně spojen s pouzdem tepelně vodivou pastou, ta slouží k zarovnání a vyhlazení styčné plochy chladiče. Provedení chladičů je jedno či oboustranné.

Pasivní chlazení

Pro bezeztrátový přenos tepla mezi chladičem a pouzdem součástky je nezbytná tepelně vodivá pasta.

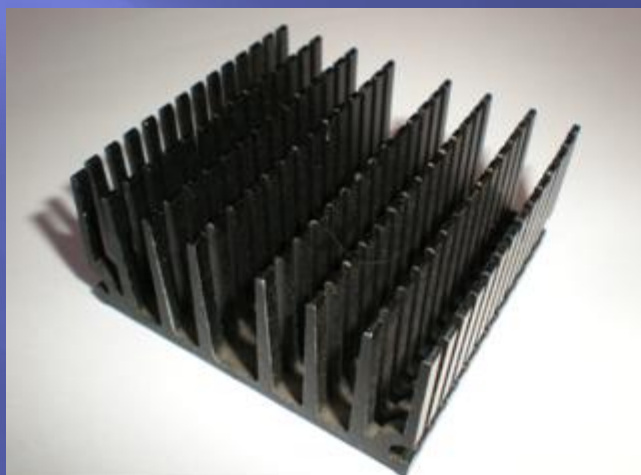


Pasivní chlazení

Provedení chladičů je jedno či oboustranné. Patří sem chladiče (Folded Fin Heatsinks), jejichž žebra jsou tvořena z jednoho kusu plechu a ten je následně spojen s hlavním masivem chladiče, resp. plech je zohýbán dle potřeby a připojen na základnu chladiče $\Rightarrow$ vzduch prochází skrz celý chladič. Velké využití těchto chladičů je v kombinovaném chlazení.

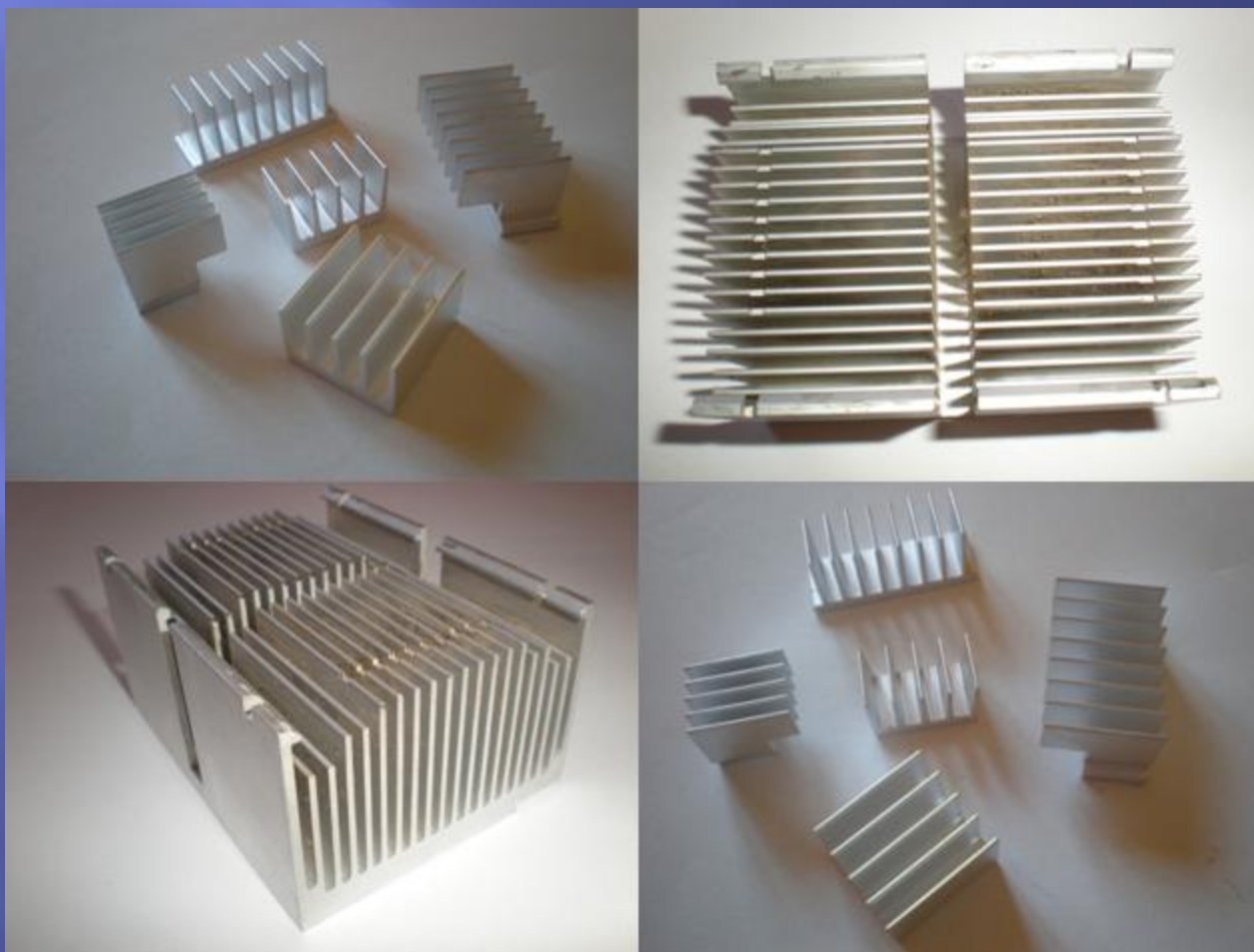
Pasivní chlazení

Díky žebřům získává kovový chladič velkou chladicí plochu vzhledem ke hmotnosti.



Pasivní chlazení

Vytváří se různým tvary pro zvýšení proudění chladícího vzduchu.



Pasivní chlazení

Heatpipe technologie – jedná se o hermeticky uzavřené měděné trubičky s komplikovanou vnitřní houbovitou případně sít'ovitou strukturou. Tyto trubičky jsou naplněné deionizovanou vodou pod nízkým tlakem, která zajišťuje přenos tepla z horkého konce na konec studený.

Pasivní chlazení

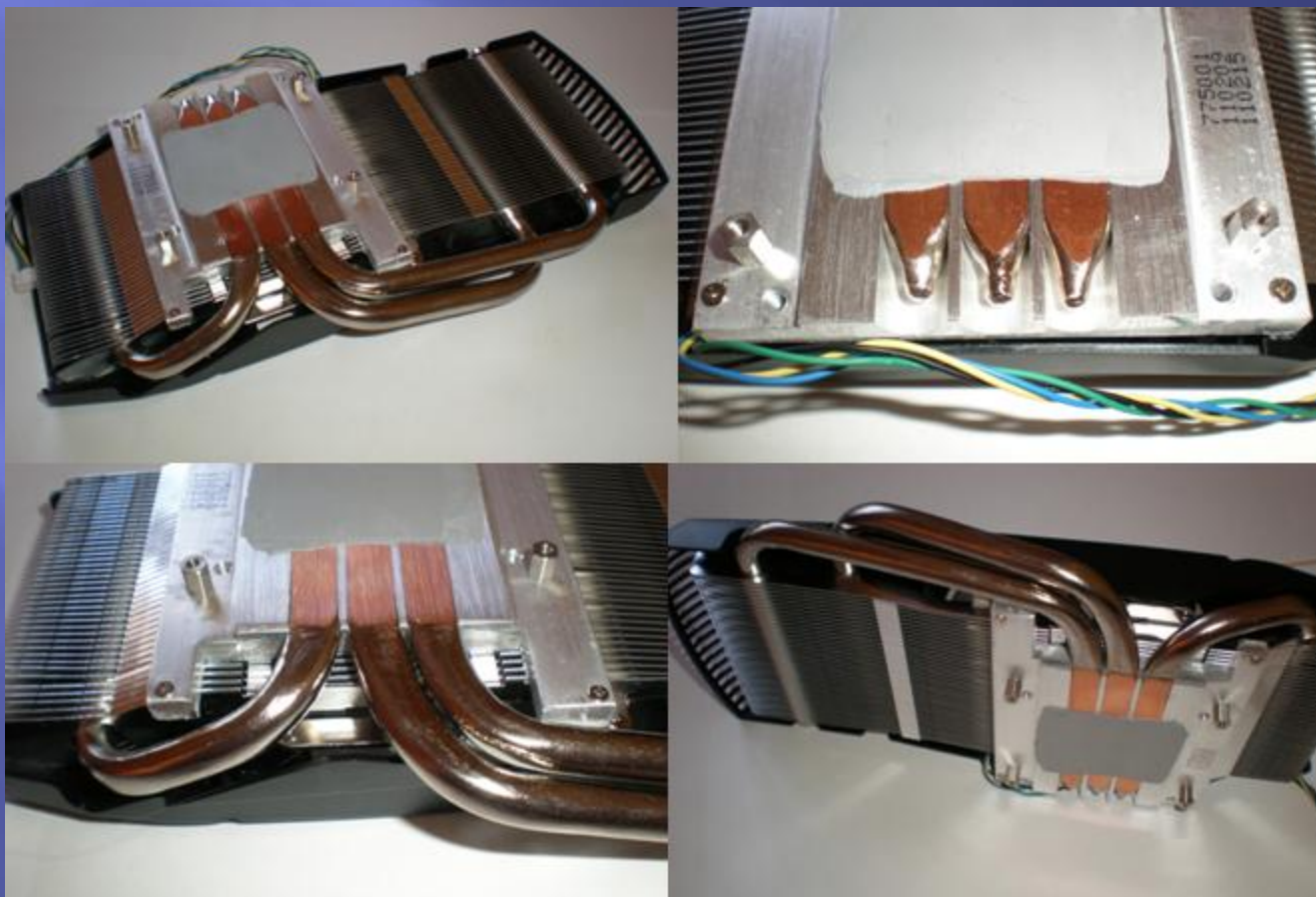
Voda se díky dané struktuře na horkém konci (místě zahřívání – např. CPU) odpařuje (odebírá teplo) a na studeném (místě chlazení – např. pasivní chladič) pára kondenzuje (odevzdává teplo), dále se skrz onu síťovou či houbovou strukturu vrací zpět. Tepelná vodivost je 100 až 1000krát lepší než u samostatné měděné tyče.

Pasivní chlazení

Heatpipe technologie umožňuje přenos tepla do míst, kde se ho lze mnohem snadněji zbavit, proto se využívá zejména jako pomocný kanál rozvodu tepla do vzdálenějších částí chladiče, dále pro odvod tepla od CPU k chladiči a v poslední řadě chlazení pevných disků. Nejúčinnější a nejefektivnější odvod tepla nastává s kombinací s měděným pasivem.

Pasivní chlazení

Heatpipe technologie se v současné době nejlepším pasivním chlazením.



Pasivní chlazení

Uhlíkové nanotrubičky – jedná se o poslední formu pasivního chlazení, jde o zcela nový směr. Japonská firma Fujitsu objevila a zkonstruovala nový trend chlazení polovodičových součástek. Uhlíkové nanotrubičky jsou rozměrově v řádu 10tek μm a mají tepelnou vodivost 1400 W/m.K (pro srovnání měď má 390 W/m.K).

Použité zdroje

Literární publikace:

[1]

Tkotz, K. a kolektiv: *Příručka pro elektrotechnika*.
2. vydání, Brno, Praha: Europa-Sobotáles cz,
2002, ISBN/EAN: 80-86706-13-3 / 9788086706139

Fotografie:

Autor – Ing. Fales Alexandr