

Alternatívni zdroje energie, solárni energie

Chrobák Pavel · Elektrotechnika

05.12.2012



Článek se zabývá jedním z obnovitelných zdrojů energie, který nám nabízí solární energie. V první části je shrnut vývoj fotovoltaických panelů od minulosti až po současnost a je zde popsán samotný proces přeměny sluneční energie na elektrickou energii. V další části jsou rozebrány jednotlivé typy fotovoltaických panelů, jejich účinnost a zastoupení na trhu. Poslední část se zabývá očekávaným vývojem fotovoltaických panelů.

Úvod

Dlouhá léta využívá lidstvo fosilní paliva jako je uhlí, ropa, zemní plyn, rašelina, k výrobě tepelné a elektrické energie čímž dochází k velkému zatížení životního prostředí a k jejich postupnému vyčerpání. Spalováním fosilních paliv navíc dochází k nežádoucí nadprodukci kysličníku uhličitého. Obdobně se při těžbě zemního plynu a ropy uvolňuje velké množství metanu do atmosféry. Tyto plyny v atmosféře planety způsobují ohřívání tím, že snadno propouštějí sluneční záření, ale tepelné záření o větších vlnových délkách zpětně vyzařované z povrchu planety účinně absorbují a brání tak jejich okamžitému úniku do prostoru.

Z tohoto důvodu se v současné době velice intenzivně hledá způsob jak tyto paliva efektivně nahradit. Jednou z možností je získat energii tzv. obnovitelných zdrojů energie, které mají schopnost se při postupném spotřebovávání částečně nebo úplně obnovovat a to samy nebo za přispění člověka. Do takových to zdrojů řadíme energii biomasy, geotermální energii, energii přílivu, vodní energii, větrnou energii a sluneční záření.

Fotovoltaika

V roce 1839 byl objeven Francouzem Antoine César Becquerelem fotoelektrický jev. V práci svého otce poté pokračovali jeho synové Alexandre Edmond a Henri a v roce 1896 Henry Becquerel objevil jev radioaktivity při zkoumání fluorescence solí uranu. První funkční solární článek se podařilo sestavit americkému vynálezci Charlesu Frittsovi v roce 1884. Fritts vyrobil fotovoltaický článek ze seleniového polovodiče, který potáhl velmi tenkou vrstvou zlata přičemž dosáhl účinnosti cca 1%. Vzhledem k velmi nízké účinnosti a vysoké ceně nenašly tyto seleniové články uplatnění při výrobě elektrické energie, ale byly používány jako světelný senzor pro určování času expozice snímku ve fotoaparátech až do roku 1960.

Solární článek jak jej známe dnes, vyrobil americký inženýr Russell Ohl, který pracoval ve 30. letech 20. století na výzkumu materiálů pro telekomunikační firmu AT&T Bell Labs. Ten sestavil tzv. P-N přechod, což je oblast na rozhraní polovodiče typu P a polovodiče typu N. P-N přechod se chová jako hradlo což znamená, že propouští elektrický proud jen jedním směrem a využívá se v polovodičových součástkách, jako jsou diody nebo tranzistory.

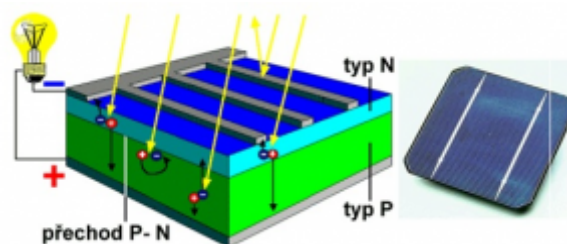
Právě při výrobě tranzistoru vznikl jako vedlejší produkt solární článek s konverzní účinností kolem 5 %. Tento vynález si nechal Russell Ohl patentovat v roce 1946. Křemíkové solární články pak byly 50. letech 20. století vylepšeny v Bell Laboratories, kde zjistili, že křemíkový polovodič výrazně reaguje s některými příměsi na světlo. Pro výrobu elektrické energie začaly být solární články používány od druhé poloviny 80. let 20. století.

Princip

Fotovoltaický článek je ve v podstatě velkoplošná polovodičová fotodioda. Fotony slunečního záření dopadají na P - N přechod a svou energií vyrážejí elektrony z valenčního pásu do vodivostního (uvolňují je z pevných vazeb na atomy krystalové mřížky). Takto vzniklé volné elektrony se u nejjednodušších systémů odvedou přímo ke spotřebiči, případně do akumulátoru.

Nejjednodušší solární články jsou tvořeny 2 vrstvami s rozdílným typem vodivosti. V jedné z vrstev materiálu typu N převažují negativně nabité elektrony, kdežto v druhé vrstvě materiálu typu P převažují „díry“, v podstatě jsou to prázdná místa, která snadno akceptují elektrony. V místě kde se tyto 2 vrstvy setkávají P - N přechod dochází ke spárování elektronů s dírami čímž se vytvoří elektrické pole, které zabrání dalším elektronům v pohybu z N - vrstvy do P - vrstvy. Za normálních okolností jsou elektrony v polovodičovém materiálu pevně vázány k atomům krystalové mřížky, materiál je nevodivý.

Přidáním velmi malého množství prvku s větším počtem valenčních elektronů dojde k vytvoření oblasti s vodivostí typu N, v níž se vyskytují volné elektrony, které mohou přenášet elektrický náboj. Naopak příměs prvku s menším počtem valenčních elektronů vytvoří oblast s vodivostí typu P, v níž se krystalovou mřížkou pohybují „díry“ místa kde chybí elektron. Pokud dojde k zachycení fotonu o dostatečné energii v polovodičovém materiálu vznikne jeden pár elektron díra. Pokud je tento obvod uzavřen začnou se pohybovat tyto nositele náboje opačným směrem, elektrony k záporné elektrodě, díry ke kladné.



Obrázek 1: Princip fotovoltaického článku

Typy fotovoltaických článků

Nejčastěji se v dnešní době setkáváme s takzvanou první generací fotovoltaických článků, které využívají křemíkové desky. Jejich účinnost se nejčastěji pohybuje kolem 16 % mezi jejich nevýhody patří hlavně vysoké výrobní náklady, které jsou zapříčiněné velkou spotřebou křemíku. Druhou generaci tvoří tzv. tenkovrstvé články, které se snaží odstranit nevýhody první generace a to tím, že jejich absorpční vrstva je několikrát tenčí, čímž dochází ke značné úspoře materiálu. Jejich nedostatkem je, že mají nižší účinnost cca 10 %, avšak mezi jejich nesporné výhody patří například, že můžou být nanášeny na ohebnou fólii a sdílet její pružnost.

Třetí generace solárních článků zahrnuje současný vývoj. U všech typů článků většina výrobců garantuje průměrný pokles výkonu maximálně o 0,8 % ročně. V praxi se však ukázalo, že je pokles výkonu u monokrystalických článků nižší než u tenkovrstvých. Účinnost tenkovrstvých článků rychle klesá v prvním roce života, následně se pokles účinnosti zpomaluje na úroveň poklesu účinnosti krystalických článků. Životnost fotovoltaických elektráren je nejméně 25 let.

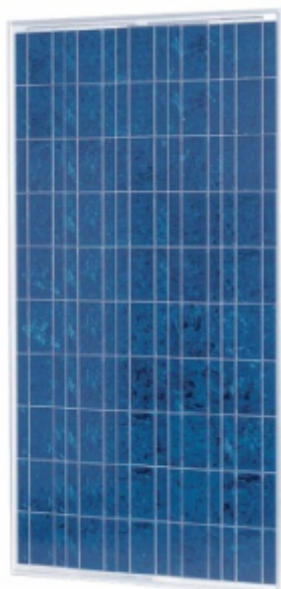
První generace článků

Krystalické články jsou vytvořeny na tenkých deskách polovodičového materiálu. Rozdělujeme je na monokrystalické a polykrystalické. Monokrystalické články se vyrábí lisováním a jsou tvořeny jedním křemíkovým krystalem a jejich účinnost se pohybuje kolem 11 až 15 % při přímém svitu krátkodobě 17 %. Barva článku je temně modrá bez barevných odlišností viz obrázek.



Obrázek 2: Monokrystalický článek

Polykrystalické články se vyrábí litím krystalových bloků, jejich účinnost se pohybuje mezi cca 11 až 13% a jsou tvořeny krystalickou mřížkou. Jejich barva je modrá, světlejší než u monokrystalických článků, uvnitř lze vidět tzv. „ledový květ“. Na výrobu těchto článků je potřeba daleko menší množství energie, což se odráží na pořizovacích nákladech a i když mají menší účinnost dokáží lépe zpracovávat rozptýlené (difuzní) světlo, čímž se vyrovnávají článkům monokrystalickým.



Obrázek 3: Polykrystalický článek

První generace fotovoltaických článků v dnešní době tvoří 85 % všech článků dodaných na trh i když je jejich výroba relativně drahá.

Druhá generace článků

Zde se výrobci snaží snížit co nejvíce výrobní náklady náhradou krystalického křemíku. Tyto články mají téměř černou barvu a jsou tvořeny podložkou ze skla, plastu nebo textilie, na kterou se nanáší tenká vrstva amorfního nebo mikrokrytalického křemíku. I když je jejich účinnost ve srovnání s krystalickými články zhruba poloviční 10% a méně v současnosti se jejich výrobní náklady dostali pod hranici 1 USD za Watt-peak. Tyto články jsou vhodné zejména pro integraci do stavebních konstrukcí u nichž jsou zhoršené možnosti chlazení článků. Jejich teplotní koeficient je přibližně poloviční 0,3%K ve srovnání s krystalickým křemíkem 0,5% K.



Obrázek 4: Amorfni článek

Třetí generace článků

Hlavním cílem třetí generace solárních článků je co možná nejvíce snížit výrobní náklady a maximalizovat jejich účinnost. Zde se konstruktéři snaží o maximalizaci počtu absorbovaných fotonů a následně generovaných párů elektron díra (jedná se o tzv. „proudový zisk“) a také o maximální využití energie dopadajících fotonů („napěťový zisk“). Je mnoho směrů, kterým se věnuje pozornost při vývoji:

- vícevrstvé solární články (z tenkých vrstev)
- články s vícenásobnými pásy
- články, které by využívali nosiče náboje pro generování většího množství párů elektron - díra
- termofotovoltaická přeměna - kde absorbér je současně i selektivně vyzařujícím radiátorem
- termofotonická přeměna, kde absorbér je nahrazen luminiscencí
- články využívající kvantových jevů v kvantových tečkách nebo v kvantových jámách
- prostorově strukturované články vznikající samoorganizací při růstu aktivní vrstvy
- organické články (např. na bázi objemových heteropřechodů)

K zajímavým úspěchům došlo i při vývoji organických článků a to zejména, že došlo k výraznému snížení výrobních nákladů, avšak účinnost se zatím pohybuje pouze okolo 2 až 4 %. Největší úspěch ve vývoji však konstruktéři zaznamenali u vícevrstevných struktur (dvojevrstvé - tzv. tandemy a trojevrstvé články), z nichž každá struktura (p-i-n) absorbuje určitou část spektra a tím se maximalizuje energetická využitelnost fotonu. Maximální účinnost se u komerčně vyráběných trojevrstevných článků pohybuje kolem 30 % a v laboratorních podmínkách je cca 40 %.

Příkladem tandemového solárního článku je struktura skládající se z p-i-n přechodu amorfního (hydrogenovaného) křemíku (a-Si:H) a p-i-n přechodu mikrokrytalického (hydrogenovaného) křemíku (μ c-Si:H). Amorfní křemík má vysokou absorpci v oblasti modré, zelené a žluté části spektra, mikrokrytalický křemík pak dobře absorbuje i v oblasti červené a infračervené. Aby vícevrstvý článek správně fungoval je důležité, aby každý z článků generoval stejný proud. V opačném případě pak ten nejhorší z článků limituje a celkově snižuje dosažitelnou účinnost.

Závěr

V tomto článku jsem se pokusil stručně shrnout vývoj fotovoltaiky od minulosti až po současnost. Kdo objevil fotoelektrický jev a sestavil první funkční solární článek, jak jej známe v současnosti. Na jakém principu jsou solární články založeny a na jaké typy je dělíme. U každého typu jsem se zabýval, z čeho se vyrábí a jakou mají účinnost a pokusil jsem se nastínit jejich budoucí vývoj. Závěrem se dá říct, že solární články jsou jednou z alternativních možností jak nahradit neobnovitelné zdroje energie a snížit tak zatížení životního prostředí.

Seznam použité literatury

1. Profi Elekrika. Historie fotovoltaiky [online]. 29.7.2009 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://elektrika.cz/data/clanky/historie-fotovoltaiky>
2. Solareni. Historie fotovoltaiky [online]. 29.8.2011 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://www.solareni.cz/slunecni-elektrarny/technicke-informace/historie-fotovoltaiky/>
3. IT serve. Historie fotovoltaiky [online]. 22.9.2011 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://www.itserve.cz/index.php/fotovltaicke-elektrarny/fotovoltaika>
4. Fotovoltaika. Fotovoltaické články [online]. 22.12.2009 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://fotovoltaika.falconis.cz/fotovoltaika/vyvoj-fotovoltaickych-clanku.php>
5. TZB Info. Fotovoltaické články [online]. 22.03.2010 [cit. 2012-10-15]. Dostupné z: <http://oze.tzb-info.cz/fotovoltaika/6327-fotovoltaika-jaka-je-nejlepsi-dostupna-technologie>

e

6. PETERA, Jiří a Jan HEŘMAN. Fotovoltaika. [online]. 2010, [cit. 2012-10- 16]. Dostupné
Z:
www.rescompass.org/IMG/pdf/Fotovoltaika.pdf
-