

## **Vývoj komponent FVE**

Rozdělení fotovoltaických článků na jednotlivé generace může být v některých případech subjektivní, a proto reprezentuje pouze názor autorů. V jiných publikacích se může toto rozdělení lišit.

### **První generace**

První generací se nazývají fotovoltaické články využívající jako základ křemíkové desky. Jsou dnes nejrozšířenější technologií na trhu (cca 90 %) a dosahují poměrně vysoké účinnosti přeměny (v sériové výrobě 16 až 19 %, speciální struktury až 24 %). Komerčně se začaly prodávat v sedmdesátých letech. Přestože je jejich výroba relativně drahá (a to zejména z důvodu drahého vstupního materiálu – krystalického křemíku), budou ještě v několika dalších letech na trhu dominovat.

### **Druhá generace**

Impulesem pro rozvoj článků druhé generace byla především snaha o snížení výrobních nákladů úsporou drahého základního materiálu – křemíku. Články druhé generace se vyznačují 100 krát až 1000 krát tenčí aktivní absorbující polovodičovou vrstvou (thin-film) a jejichmi představiteli jsou např. články z amorfního a mikrokystalického křemíku (případně silicon-germania, či silicon-karbidu, ale také tzv. směsné polovodiče z materiálů jako Cu, In, Ga, S, Se, označované obecně jako CIS struktury). S úsporou materiálu došlo v porovnání s články první generace k poklesu výrobních nákladů (a tedy za předpokladu velkosériové výroby i k poklesu ceny), nicméně dosahovaná účinnost je obvykle nižší (v sériové výrobě obecně pod 10%). Nespornou výhodou tenkovrstvých článků je možnost volby substrátu (na něž se tenkovrstvé struktury deponují) a v případě použití flexibilních materiálů (organické, kovové či textilní folie) i značně širší aplikační sféra. Komerčně se začaly články druhé generace prodávat v polovině osmdesátých let.

### **Třetí generace**

Pokus o „fotovoltaickou revoluci“ představují solární články třetí generace. Zde je hlavním cílem nejen snaha o maximalizaci počtu absorbovaných fotonů a následně generovaných párů elektron - díra („proudový“ zisk), ale i maximalizace využití energie dopadajících fotonů („napěťový“ zisk fotovoltaických článků). Existuje řada směrů, kterým je ve výzkumu věnována pozornost:

- vícevrstvé solárních články (z tenkých vrstev)
- články s vícenásobnými pásy
- články, které by využívaly „horké“ nosiče náboje pro generaci více párů elektronů a děr

- termofotovoltaická přeměna, kde absorbér je současně i radiátorem vyzařujícím selektivně na jedné energii
- termofotonická přeměna, kde absorbér je nahrazen elektroluminiscencí
- články využívají kvantových jevů v kvantových tečkách nebo kvantových jamách
- prostorově strukturované články vznikající samoorganizací při růstu aktivní vrstvy
- organické články (např. na bázi objemových heteropřechodů)

Zatím jediným komerčním příkladem, známým autorům, dobře fungujících článků třetí generace (přímo navazující na FV druhé generace) jsou vícevrstvé struktury (dvojvrstvé – tzv. tandemy a trojvrstvé články), z nichž každá sub-struktura (p-i-n) absorbuje určitou část spektra a maximalizuje se tak energetická využitelnost fotonů. 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 ( $\mu\text{c-Si:H}$ ). Amorfní křemík má vysokou absorpci v oblasti modré, zelené a žluté části spektra, mikrokrytalický křemík pak dobře absorbuje i v oblasti červené a infračervené. Mikrokrytalický křemík může být nahrazen i „slitinou“ křemíku s germániem a dle zvoleného poměru obou materiálů se dají upravovat jejich optické (i elektrické) vlastnosti. Tohoto materiálů se např. využívá komerčně právě pro trojvrstvé solární články, kde dva spodní články jsou vyrobeny s různou koncentrací Si a Ge. Základní podmínkou pro dobrou funkci vícevrstvých článků je, aby každý z článků generoval stejný proud. V opačném případě, horší (příp. nejhorší) z článků limituje dosažitelnou účinnost. Výsledné napětí je pak dané součtem obou (příp. všech) článků.