

CHARACTERIZATION BACKSIDES OF SOLAR CELLS

Luděk Winkler

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xwinkl02@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Dolenský
E-mail: jan.dolensky@phd.feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This article discusses the structure of the solar cell. Especially back side of silicon solar cells is examined. The experimental section then analyzes backside solar cell using electroluminescence method.

1. ÚVOD

Fotovoltaiku lze chápat jako technologii s neomezeným růstovým potenciálem a časově neomezenou možností výroby elektrické energie. Nejedná se však pouze o zajímavou technologii, ale také o vyspělé (hi-tech) průmyslové odvětví, které ve světě zažívá neobvyklý rozvoj a pozitivně ovlivňuje nejen obchodní aktivity, ale např. také zaměstnanost nebo kvalifikaci vědeckých pracovníků. Tuto skutečnost pochopily již mnohé vyspělé země světa včetně zemí Evropské unie, snaží se fotovoltaiku podporovat a v delším časovém horizontu jí přisuzují nezastupitelné místo v energetickém „mixu“. Tento aspekt nabývá na významu zejména vzhledem k narůstající energetické závislosti mnohých zemí. Dále zejména ekologickými a bezpečnostními otázkami klasických způsobů výroby energie a dalším negativním aspektům současné i budoucí energetiky. V tomto kontextu lze tedy fotovoltaiku po odstranění některých překážek, zejména ekonomických, vnímat jako jedno z dostupných řešení, jako univerzálně použitelný energetický zdroj, jako technologii, která jde ruku v ruce s trvale udržitelným rozvojem a dnes tolik probíranou ekologií.

2. PRAKTICKÁ ČÁST

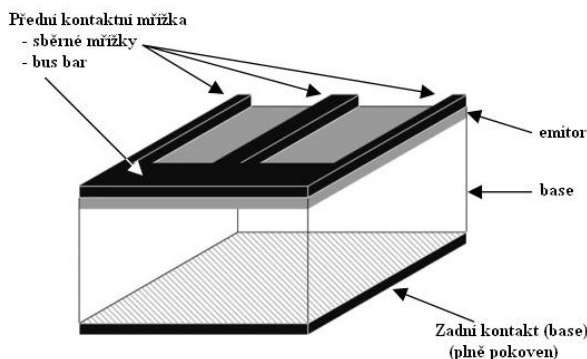
2.1. MOŽNOSTI ZADNÍCH STRAN SOLÁRNÍCH ČLÁNKŮ (SČ)

V dnešní době do vývoje a výzkumu solárních článků jdou nemalé investice. Cílem tohoto počínání je vývin nové struktury, která bude mít pokud možno co nejvyšší účinnost přeměny sluneční energie na energii elektrickou. Jeden z problémů nízké účinnosti solárních článků je zastínění přední strany kontaktní mřížkou solárních článků. Na obrázcích 1 - 4 je možné sledovat grafické znázornění vývoje SČ. Snaha při tomto výzkumu je přesunout obě kontaktní mřížky na zadní stranu solárních článků.

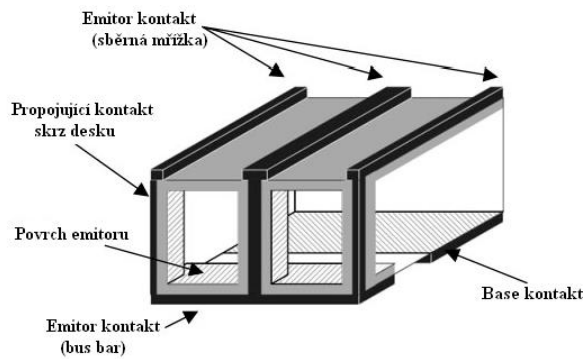
Na obr. 1 je znázorněna struktura konvenčního monokrystalického křemíkového solárního článku. Křemík je hlavní stavební prvek SČ. Základní materiál křemíku (base) je typu P a

dotovaná vrstva (emitor) je typu N. Na emitoru je umístěna kovová mřížka SČ (přední plocha). Slouží k propojení se SČ. Zadní plocha bývá často kompletně pokovená tenkou vrstvou.

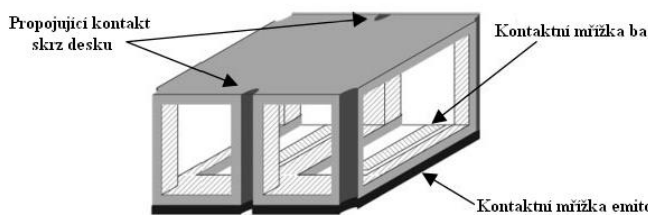
Na obr. 2 je možno vidět strukturu MWT. Jedná se o koncept, kde emitor je umístěn na přední plochu. Dále je možno sledovat převedení části předního kontaktu na zadní stranu SČ, což je zajištěno pomocí otvorů skrze destičku. Tím se odkryje přední plocha a silný budvar se přesune na zadní stranu SČ.



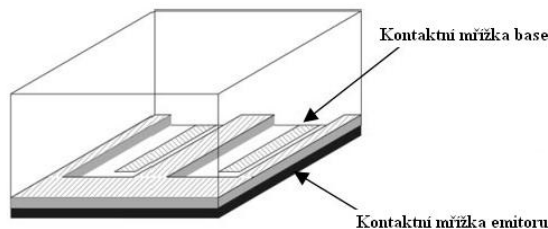
Obr. 1: Schématické znázornění konvenčních solárních článků[3]



Obr. 2: Schématické znázornění MWT solárních článků[3]



Obr. 3: Schématické znázornění EWT solárních článků[3]



Obr. 4: Schématické znázornění BJ solárních článků[3]

U konceptu EWT článku je stále zachována vrstva emitoru na přední stěně SČ, ovšem již bez jakéhokoli pokovení (stínění). Všechny kontakty jsou umístěny na zadní ploše SČ. Na obr. 3 je znázorněno, jakým způsobem je připojen kontakt na emitor a přesun na zadní stranu pomocí jamek v substrátu obalených vrstvou emitoru.

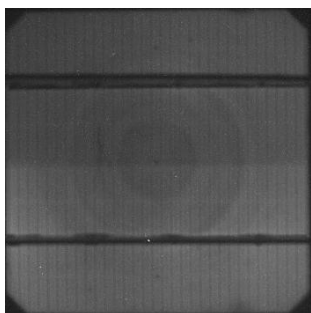
Posledním konceptem je BJ, kde se již emitor nenachází v blízkosti přední plochy, ale je přesunut spolu s kontakty na zadní plochu (obr. 4).

2.2. ANALÝZA ZADNÍCH STRAN SČ

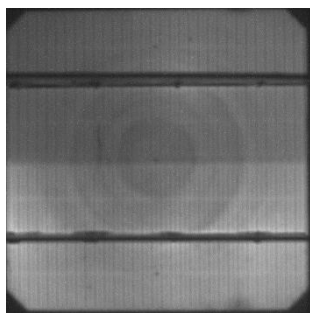
Za pomoci metody elektroluminiscence bylo analyzováno rozložení struktur SČ. Tento SČ je zapojen v propustném směru pro zadní stranu SČ (závěrný směr pro přední stranu). Díky tomuto je možno pozorovat rozložení proudové hustoty v SČ ze zadní strany a tak zjistit vady SČ. Poškozený SČ je například díky průrazu PN přechodu. Ten je znázorněn tmavým místem na snímku a daná část SČ je nefunkční. Oproti tomu místa, kde je proudová hustota vysoká (světlá). Místa s vyšší proudovou hustotou mohou být způsobeny například nižším odporem SČ než v okolí těchto míst.

Následující obr. 5 – 10 byly snímány metodou elektroluminiscence, filtr nastaven na Clar a uzávěrka na 200 s. V následující matici, složené ze snímků jednoho článku, lze pozorovat vývoj proudové hustoty v závislosti na regulaci napětí a proudu. Také zde můžeme porovnat srovnání, jak se defekty a rozložení proudové hustoty projevují na přední a zadní straně solárního článku při stejném nastavení. V prvním sloupci je vždy

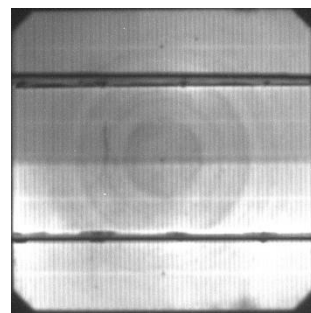
článek otočen přední stranou k CCD kameře a ve druhém sloupci je otočen zadní stranou k CCD kameře.



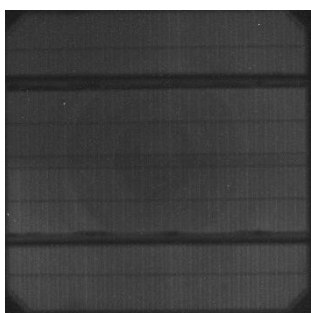
Obr.5: Čl.28 front
($U=0,8$ V; $I=1,09$ A)



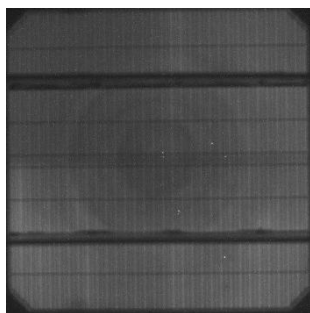
Obr.6: Čl.28 front
($U=0,9$ V; $I=1,55$ A)



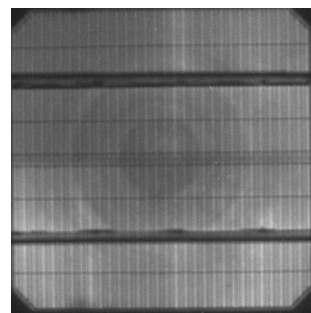
Obr.7: Čl.28 front
($U=1,2$ V; $I=2,53$ A)



Obr.8: Čl.28 back
($U=0,8$ V; $I=1,09$ A)



Obr.9: Čl.28 back
($U=0,9$ V; $I=1,55$ A)



Obr.10: Čl.28 back
($U=1,2$ V; $I=2,53$ A)

3. ZÁVĚR

Na snímcích je možno pozorovat vírový defekt, který bývá nejčastěji způsoben nehomogenitou substrátu (chybou při výrobě). U přední a zadní strany jsou vidět naprosto shodné defekty. Dále si můžeme povšimnout, že zadní strana se jeví jako více kontrastní k odhalení nestability proudové hustoty oproti přední. Teoreticky by měl mít SČ stejnou proudovou hustotu po celé ploše. Dále na zadní straně lze odhalit i menší nehomogenitu proudové hustoty (obr.9), která z přední strany není téměř znatelná. To se potvrdilo při zvýšení vstupního napětí (obr.10). Kdežto na přední straně při shodném nastavení vše splývalo do jedné svítící plochy. Problematikou zadních stran by tudíž mohla do budoucna odhalit, kde se nachází počátky slabých míst v SČ a snažit se je eliminovat. Potažmo využít ke zdokonalení výrobního postupu a technologie. Tato problematiku bude podrobněji rozebírat moje diplomová práce.

LITERATURA

- [1] K. V. ŠALIMOVOVÁ, *Fyzika polovodičů*. 1.vyd., Alfa Bratislava 1978. 448 s.
- [2] VANĚK, J., KŘIVÁK, P., NOVÁK, V. : *Alternativní zdroje energie – elektronický text*, VUT FEKT Brno 2006. 158 s.
- [3] E. VAN KERSCHAUER, G. BEAUCARNE, *Progress in photovoltaic: research and application*, [Online]. 2009 [3.4.2009] URL: < www.iee.ac.cn/fckeditor/UserFiles/File/tyndc/reference/19938777865185.pdf >
- [4] A. GOETZBERGER, J. KNOBLOCH, B. VOSS, *Crystalline silicon solar cells*, 1.vyd., 528 s. ISBN 0-471-97144-8