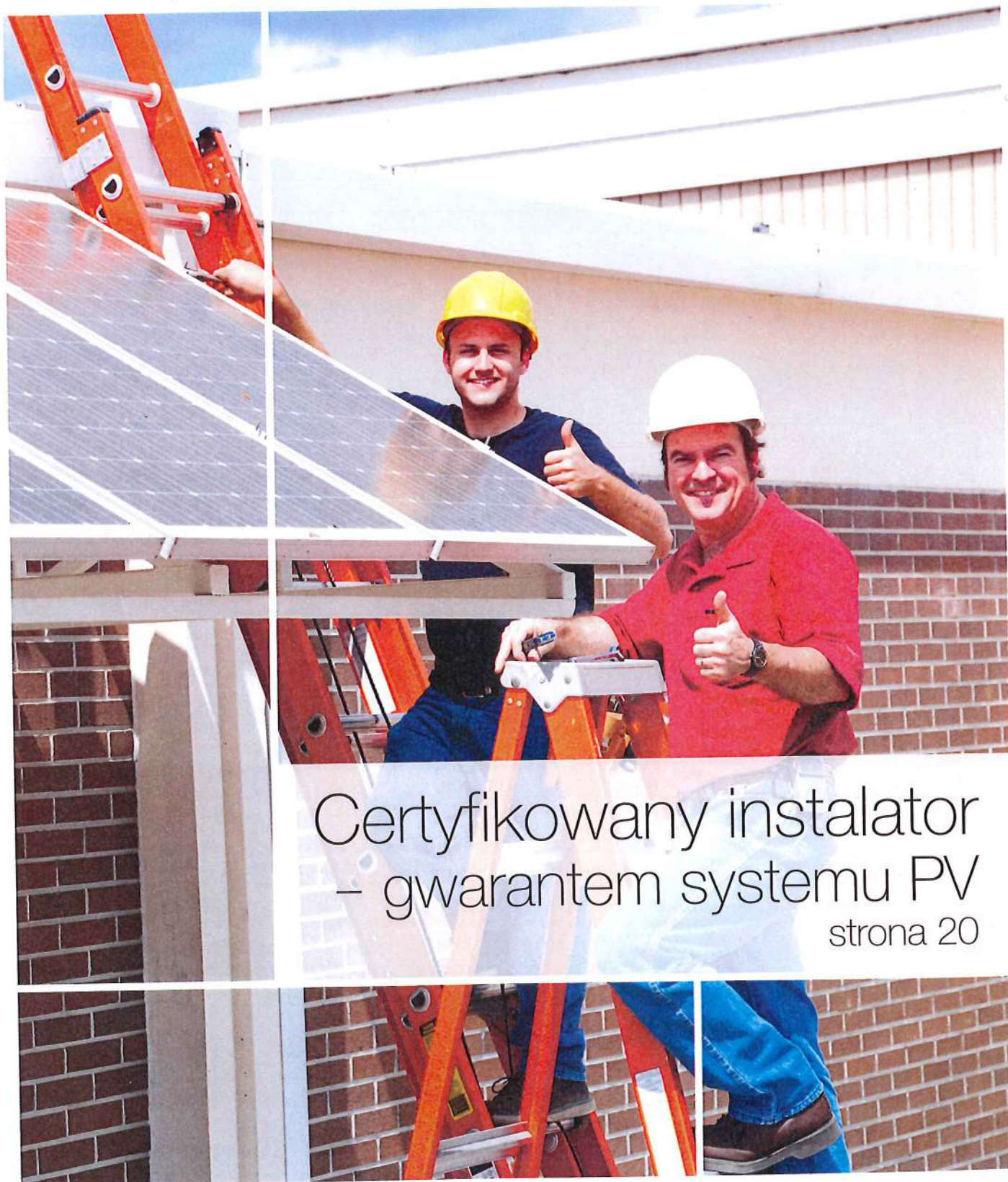


CZYSTA ENERGIA

LIPIEC – SIERPIEŃ 2014

7-8(155-156)/2014 • ISSN 1643-126X • NAKŁAD 6700 egz. • Cena 33,60 zł (w tym 5% VAT) • WWW.CZYSTAENERGIA.PL



Certyfikowany instalator
– gwarantem systemu PV
strona 20

Od redaktora

Po kolejnej przerwie doczekaliśmy się kontynuacji naszego dyżurnego tematu. Bo oto projekt ustawy o OZE został podpisany przez premiera i trafił na sejmową – nie, jeszcze nie sądową – wokandę. Na kolejny odcinek tego bardzo już nudnego serialu znów poczekamy dość długo. Wszak teraz wakacje, urlopy, upały... więc ta sprawa będzie mogła być „procedowana” zapewne najwcześniej jesienią. Ale to i tak wariant optymistyczny, bo historia tej wciąż niegotowej ustawy uczy nas przecież, że bynajmniej nie jest to priorytet i... niech sobie czeka!

Przyczyna naszego opóźnienia zawsze się znajdzie, a jej kaliber może być dużo mniejszy niż kwestia Ukraina czy „podsluchy”.

Tak czy owak, nie ustają wysiłki lobbystów z różnych stron naszego „środowiska”, aby nawet na tym etapie coś jeszcze w projekcie zmienić. Są to postulaty liczących się w branży OZE organizacji i stowarzyszeń, a także Konwentu Marszałków, reprezentującego lokalne władze samorządowe. Wszyscy wytrwale zapowiadają, naciskają, zabiegają... Jednak jak dotychczas efekt tych wysiłków dobrze wpisuje się w charakterystykę... sezonu ogórkowego, który właśnie trwa. I nie ma choćby

dwóch jaskółek, które zapowiadałyby jakieś wiosenne przesilenie. A wiosna tego projektu dawno minęła i realne nadzieje na jego poprawę już zapewne przekwitły.

Najpoważniejszym zarzutem wobec projektu tej ustawy ze strony środowiska OZE – owszem, niejednolitego



Cd. i cdn.

– jest to, że, w naszej ocenie, głównym jej beneficjentem będą koncerny energetyczne. Ale zniecierpliwienie potencjalnych inwestorów i właścicieli firm zainteresowanych odnawialnymi źródłami energii jest już tak wielkie, że większość z nich ustawę, nawet w jej obecnie zaprojektowanym kształcie, powitałaby z poczuciem ulgi, ponieważ wreszcie udało się coś uchwalić! Bo na ulgę, że jest OK, już chyba nikt rozsądny nie liczy. W biznesie nawet złe wiadomości są jednak lepsze niż niewiedza, niepewność, niestabilność... A obecne władze właśnie to od kilku lat oferują

przedsiębiorcom – nie tylko z naszej „męczeńskiej” branży.

A więc stanęło na tym, że... leżymy i czekamy. Aktualnie niektórzy na plaży, inni w ogródku czy na działce. Najgorsza jest świadomość, że gdy skończą się urlopy, to... nadal będziemy czekać. Może aż do wyborów i jeszcze długo

po wyborach, gdyż nowa (stara?) władza będzie miała ważniejsze tematy. A gdy ustawa zostanie wreszcie przegłosowana, to zacznie się kolejny wieloodcinkowy serial pt. „Nowelizacje”. I w ten sposób zawsze cdn.

Już za ok. miesiąc nadejdzie czas targów, kongresów i konferencji. Ich liczba i frekwencja uczestników będą dobrym miernikiem tego, czy w branży OZE tli się jeszcze nadzieja i... energia. Bo w opisaną wcześniej sytuację mogła zgasnąć nie tylko iskra, ale i największa pochodnia.

Urszula Wojciechowska
redaktor naczelna

CZYSTA ENERGIA

Miesięcznik ogólnopolski 7-8(156-157)/2014
Wydanie lipcowo-sierpniowe: 15.07.2014-14.09.2014

60-124 Poznań, ul. Daleka 33
tel.: 61 655 81 50, 61 655 81 51, fax: 61 655 81 01
e-mail: redakcja@czystaenergia.pl, www.czystaenergia.pl

Redaguje zespół:

Urszula Wojciechowska, redaktor naczelna
Marta Siatka, redaktor
Mikołaj Maternik, adiustacja
Dagmara Boltrukiewicz, korekta
Infografika: AMA, Poznań
Projekt graficzny: Black Hog Design Studio
Konsultacja – współpraca:
prof. dr hab. inż. Dorota Chwieduk
Polskie Towarzystwo Energetyki Słonecznej
prof. dr hab. inż. Anna Grzybek
Polskie Towarzystwo Biomasy
prof. dr hab. inż. Wojciech Nowak
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
dr inż. Edmund Wach
Bałtycka Agencja Poszanowania Energii, Gdańsk
prof. dr inż. Tomasz Wiltowski
Uniwersytet Pd Illinois USA
Grzegorz Wiśniewski
prezes Zarządu, Instytut Energetyki Odnawialnej

Wydawca:
Abrys Sp. z o.o.
Wydawnictwa Komunalne

ABRYS

60-124 Poznań, ul. Daleka 33, www.abrys.pl
e-mail: biuro@abrys.pl, NIP 781-00-23-628

Tomasz Szymkowiak,
dyrektor – redaktor naczelny wydawnictwa
Sprzedaż i dystrybucja
Karolina Jankowiak, tel. 61 655 81 82

Reklama
Przemysław Kostrzewa, tel. 61 655 81 71

Rada Programowa Wydawnictw Komunalnych
prof. dr hab. Ryszard Błażejowski
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
dr inż. Emilia Den Boer
Politechnika Wroclawska
prof. dr hab. Sławozew Denczew
Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa
prof. zw. dr hab. Marek Górski
Uniwersytet Szczeciński
prof. zw. dr hab. Adam Gula
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
prof. dr hab. Krzysztof Kasprzak
– przewodniczący
Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

dr inż. Barbara Kozłowska
Politechnika Łódzka
dr inż. Piotr Manczarski
Politechnika Warszawska
dr hab. inż. Tadeusz Pająk
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków
prof. dr hab. Wojciech Radecki
Instytut Nauk Prawnych Polskiej Akademii Nauk
prof. dr hab. Beata Raszka
Uniwersytet Przyrodniczy, Wrocław
prof. dr hab. Marek Siewniak
Wyższa Szkoła Ekologii i Zarządzania, Warszawa
dr hab. Włodzimierz Urbaniak, prof. UAM
Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań
Urszula Wojciechowska
– sekretarz Rady Programowej
Druk: www.afdruk.pl
Oddano do druku: 5.08.2014
Nakład: 6700 egz.
Prenumerata roczna: 201,60 zł brutto

Materiały graficzne wykorzystane w numerze, nie posiadające podpisów autora, dostarczone są przez reklamodawców i autorów tekstów. Redakcja nie zwraca materiałów niezamierzonych, zastrzega sobie prawo skrócenia artykułów, a także zmiany ich tytułów. Przedruk artykułów lub ich fragmentów wymaga zgody wydawcy. Artykuły nie zawsze odzwierciedlają poglądy redakcji. Treść ogłoszeń jest zamieszczana na odpowiedzialność PT Zamawiających. Redakcja zastrzega sobie możliwość odmówienia zamieszczenia ogłoszenia niezgodnego z interesem wydawcy.

Znak towarowy CZYSTA ENERGIA jest zastrzeżony i prawnie chroniony.
© Copyright by ABRYS

Spis treści

6 Informator



Władze Delhi zamierzają powtórzyć program zainicjowany przez obecnego premiera Indii Narendra Modi, który polega na wynajmowaniu dachu pod instalację słoneczną.

10 Z pierwszej ręki

- 10 Magazynowanie energii jako remedium na problemy z OZE
- 12 Różne stanowiska wewnątrz KE

14 Prawo

- 14 Czy rolnik może być prosumentem?

16 Finanse

- 16 Możliwości finansowania OZE w latach 2014-2020

- 18 Efektywność energetyczna przedsiębiorstw

20 Edukacja

- 20 Certyfikacja instalatorów systemów PV
- 24 Plany gospodarki niskoemisyjnej – obecna sytuacja

- 26 Konflikty społeczne w energetyce wiatrowej

- 30 LCA produkcji i transportu wierzby

34 Projekty

- 34 Uwierzytelnienie pochodzenia biomasy – na cele energetyczne

36 Technologie

- 36 Architektoniczne walory ogniw DSSC

40 Półka z książkami

42 Wydarzenia

- 42 VI Forum Nowej Gospodarki

- 43 Wielowątkowe Forum

- 44 O OZE i energetyce konwencjonalnej

- 44 Zostań prosumentem i zarabiaj

- 45 O energetyce wiatrowej w Serocku

- 45 Renesans kogeneracji

46 Forum

- 46 Lokalne fora energetyczne
- 47 Instalator PV z certyfikatem



Montaż modułów fotowoltaicznych

- 48 Nadzieja w prezydencie

- 49 Atut pracownika – multidyscyplinarność

- 50 Pierwszy krzyżyk w UE za nami, dalej krzyż na drodze?

WYDAWNICTWA KOMUNALNE:

PRZECIĄG
Komunalny RECYKLING CZYSTA ENERGIA

**WODOCIĄGI
KANALIZACJA**

**Zielona
miejska**

KOMUNALNY.pl **ecomanager.pl** **zielonalekcja.pl**
przemysł • biznes • środowisko portal edukacji ekologicznej



Depositphotos/
6516813



W porównaniu do ogniw krzemowych, ogniwa DSSC nie posiadają złącza p-n. Konwersja energii słonecznej w energię elektryczną zachodzi na skutek ciągu przemian fotoelektrochemicznych, podobnych do procesu fotosyntezy u roślin. Tego typu ogniwa należą do tzw. III generacji ogniw słonecznych. Od momentu opublikowania przez M. Grätzla w 1991 r. przełomowej pracy dotyczącej budowy i zasady działania ogniw DSSC stały się one przedmiotem intensywnych prac doświadczalnych prowadzonych przez laboratoria badawcze na całym świecie.

tanu (TiO_2), wykazującą właściwości półprzewodnikowe. Warstwa TiO_2 odznacza się niską absorpcją fotonów, dlatego pokryta jest światłoczułym, metaloorganicznym barwnikiem. Taki układ stanowi fotoanodę ogniwa. Z kolei szkło TCO, pokryte nanokatalityczną warstwą platyny, pełni funkcję katody w ogniwie. Elektrody połączone są ze sobą za pomocą odpowiedniego materiału uszczelniającego (enkapsulant). Może to być folia poliuretanowa, np. surlyn lub bynel lub spieczona fryta szklana. Przestrzeń pomiędzy elektrodami wypełniona jest ciekłym elektrolitem opartym na układzie redoks I/I_3^- . Schemat

stopień przezroczystości ogniwa. Wykorzystanie nowoczesnych metod badawczych z dziedziny inżynierii materiałowej umożliwi dokładne zobrazowanie struktury tej warstwy półprzewodnikowej. Znajomość wielkości cząstek TiO_2 , rozwinięcia powierzchni, ilości defektów, jak również porowatości tej warstwy pozwala modelować końcowe właściwości elektryczne i optyczne ogniw DSSC.

Testowe ogniwa DSSC

Obecnie w Laboratorium Firmy ML System trwają prace nad ogniwami III generacji, ze szczególnym naciskiem na uzyskanie ogniw o interesujących walorach estetycznych i wysokim stopniu transparentności. Testowe ogniwa wytworzono w następujący sposób: płytki szkła TCO ($10 \Omega/\text{sq}$) poddano procesowi strukturyzacji laserem w celu utworzenia przerwy elektrycznych na warstwie TCO, a tym samym oddzielania poszczególnych ogniw od siebie, a następnie na płytkach wykonano otwory, przez które w późniejszym etapie wprowadzany był barwnik oraz elektrolit. Przed naniesieniem warstw aktywnych szkło zostało odtuszczone w rozpuszczalnikach organicznych. Kolejnym etapem było nanoszenie na szklane podłoże techniką sitodruku warstw Pt, TiO_2 i Ag. Dobierając odpowiednie parametry procesu sitodruku otrzymano warstwy TiO_2 , różniące się między sobą wysokością, a tym samym uzyskano różne stopnie transparentności fotoanody. Warstwy suszono i wypalano w piecu fusingowym wg zadanych profili temperaturowych. Proces barwienia warstwy TiO_2 prowadzono przy użyciu pompy perystaltycznej, stosując roztwór barwnika N719 w etanolu. Elektrody ogniwa zlamowano razem z pomocą folii Surlyn. Ostatnim etapem było napełnienie wolnej przestrzeni międzyelektrodowej ciekłym roztworem elektrolitu i uszczelnienie ogniwa.

Architektoniczne walory ogniw DSSC

Barwnikowe ogniwa słoneczne (ang. dye-sensitized solar cells) to dynamicznie rozwijająca się gałąź fotowoltaiki.

Ogniwa DSSC, oprócz tego, że produkują energię elektryczną, posiadają unikatowe walory estetyczne. Stosowana technika nanoszenia warstw aktywnych umożliwia kreowanie różnorodnych wzorów – od prostych figur geometrycznych po skomplikowane motywy (fot. 1).

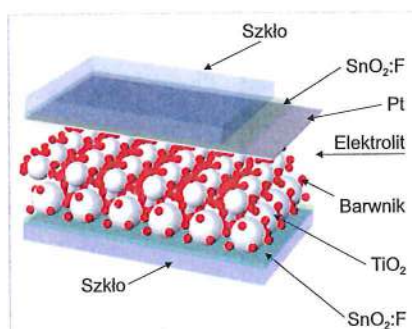
Ogniwa te dodatkowo mogą być wytwarzane w szerokiej gamie kolorów dzięki możliwości stosowania różnobarwnych komponentów, takich jak barwnik organiczny, elektrolit czy fryta szklana. Ponadto, zmieniając grubość warstw aktywnych, można wpływać na stopień ich transparentności. Szczególne walory dekoracyjne ogniw DSSC pozwalają na ich integrację z nowoczesnym budownictwem, gdzie mogą być wykorzystane jako fasady, świetliki dachowe, ścianki i przegrody wewnętrzne.

Klasyczne barwnikowe ogniwo słoneczne zbudowane jest z dwóch płyt ze szkła TCO ($\text{SnO}_2:\text{F}$). Na jedną z nich nanosi się mezooporowatą warstwę nanocząstek ditlenku ty-



Fot. 1. Przykładowe możliwości architektoniczne ogniw DSSC (www.greendary.com/good-bad-ugly-dye-sensitized-solar-cells.html)

tanu budowy ogniwa DSSC przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat przedstawiający warstwową budowę ogniwa DSSC

Klasyczne ogniwa Grätzela charakteryzują się niższą sprawnością w porównaniu do ogniw krzemowych I generacji i porównywalną do II generacji. Z uwagi na postęp techniczny w wielu dziedzinach i dostęp do nowych materiałów aktualne trendy rozwoju DSSC zmierzają w kierunku zastosowania materiałów o strukturze perowskitu, grafenu czy też kropek kwantowych w celu poprawy ich efektywności, jak również walorów architektonicznych.

W niniejszym artykule przedstawiono wyniki badań testowych ogniw DSSC wytworzonych w Laboratorium Firmy ML System, dotyczących wpływu grubości warstw aktywnych na stopień transparentności i parametry elektryczne tych ogniw.

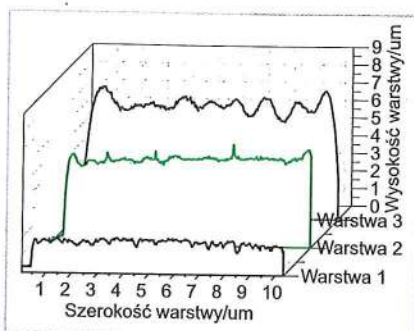
Głównym komponentem DSSC odpowiedzialnym za jego transparentność jest warstwa ditlenku tytanu, której grubość wraz z rozmiarem krystalitów TiO_2 determinuje

Wyniki badań

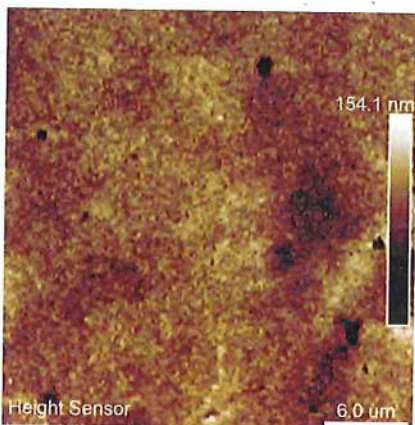
Badania własności optycznych i elektrycznych ogniw DSSC przeprowadzono dla ogniw różniących się między sobą wysokością warstwy TiO_2 .

Na wstępie określono dokładną wysokość naniesionych warstw po procesie spiekania przy użyciu profilometru optycznego (Sensorfar PLU Neox) – rysunek 2. Przykładową topografię uzyskanych powierzchni z wykorzystaniem mikroskopu sił atomowych AFM (ang. Dimension FastScan) przedstawiono na fotografii 2. Wyniki obydwu pomiarów wskazują na dużą jednorodność naniesionych warstw, co potwierdza skuteczność metody sitodruku.

Wysokość warstwy półprzewodnikowej TiO_2 wpływa na transparentność całego ogniwa. W celu określenia, w jakim stopniu te dwa parametry są ze sobą związane, wyko-

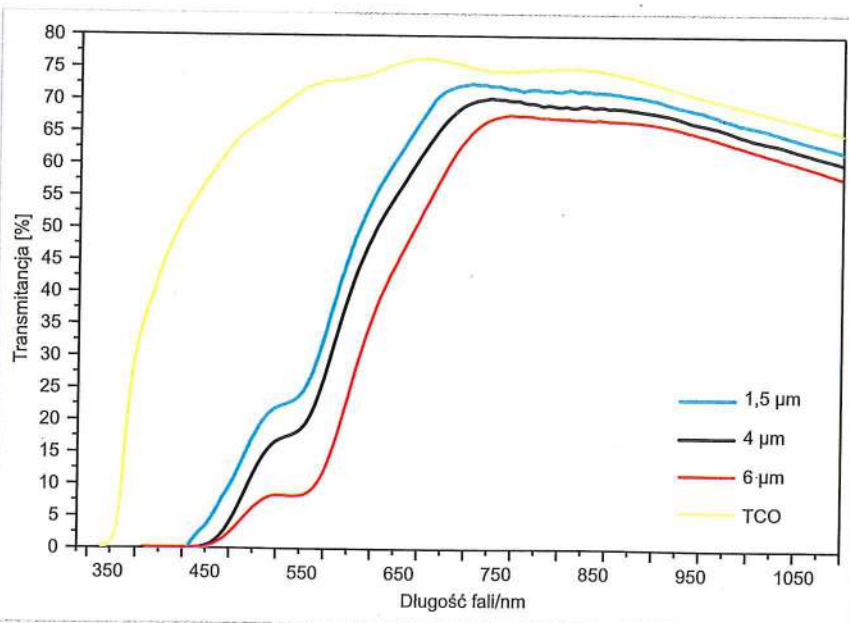


Rys. 2. Profile powierzchni przedstawiające wysokości warstwy TiO_2 : warstwa 1-1,5 μm , warstwa 2-4 μm , warstwa 3-6 μm

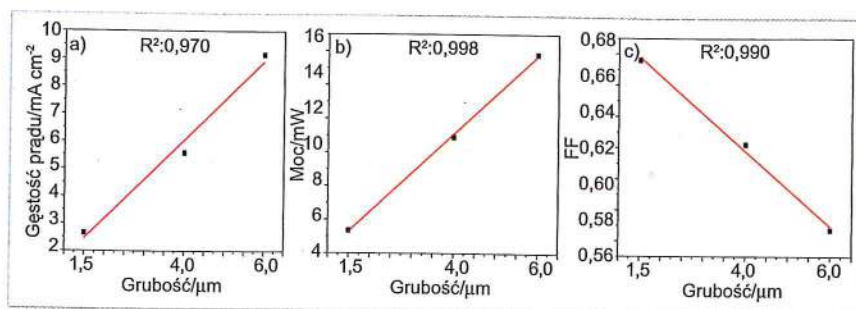


Fot. 2. Topografia powierzchni warstwy TiO_2 wykonana przy użyciu mikroskopu AFM (fotografia dzięki uprzejmości firmy LABSOFT)

nano badania spektrofotometryczne wytworzonych ogniw testowych DSSC. Pomiary transmisji światła przez ogniwo przeprowadzono za pomocą spektrofotometru UV-VIS-NIR (Jasco V670 z kulą całkującą) w zakresie 350-1100 nm (rys. 3). Pomimo że obecność warstw w ogniwie zmienia przepuszczalność światła w porównaniu do czystego szkła TCO, ogniwo w dużym stopniu nadal pozostaje transparentne. Uzyskane



Rys. 3. Zależność transmitancji od długości fali dla różnych wysokości warstwy TiO_2 w ogniwie DSSC



Rys. 4. Wpływ grubości warstwy TiO_2 na podstawowe parametry elektryczne ogniwa DSSC: a) gęstość prądu, b) moc ogniwa, c) FF (współczynnik wypełnienia)

wartości transmitancji w zakresie 720-1100 nm dla ogniwa DSSC, w których zastosowano różne wysokości (grubości) warstw TiO_2 , potwierdzają stosunkowo niskie straty pod względem transmisji światła w porównaniu do czystego szkła TCO.

Natomiast obserwowany spadek transmitancji dla badanych ogniw testowych w zestawieniu z czystym szkłem TCO w zakresie 360-650 nm związany jest ze zjawiskiem absorpcji światła przez barwnik zaadsorbowany na TiO_2 .

Nie należy zapominać, że główną funkcją ogniwa słonecznego jest produkcja energii elektrycznej, natomiast walory architektoniczne stanowią dodatkową zaletę. W związku z tym wykonano pomiary parametrów prądowo-napięciowych ogniw testowych. Badania przeprowadzono, wykorzystując symulator słoneczny klasy AAA (PV Test Solutions) w temperaturze 25°C, przy natężeniu promieniowania wynoszącym 1000 W/m^2 dla AM 1,5 (warunki STC).

Wpływ grubości warstwy TiO_2 na wybrane parametry elektryczne przedstawiono na rysunku 4. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że gęstość prądu i moc ogniwa rośnie liniowo wraz ze wzrostem grubości warstwy TiO_2 , natomiast

współczynnik wypełnienia charakterystyki I-V (FF) wykazuje odwrotną tendencję – maleje wraz ze wzrostem grubości warstwy.

Przedstawione w artykule wyniki badań świadczą o wielu możliwościach modyfikacji ogniw DSSC pod względem architektonicznym, co powinno być skorelowane z ich parametrami prądowo-napięciowymi i optycznymi. Pod tym względem ogniwo tego typu stanowią ciekawą alternatywę dla ogniw krzemowych, a stopień zaawansowania badań naukowych pozwala sądzić, że w niedalekiej przyszłości DSSC będą w pełni komercyjnie dostępne.

Źródła

1. Norasikin A., Ludin, A.M., Alwani Mahmoud Al., Abu Bakar M., Kadhum A.A.H., Kamaruzzaman S., Nor Shazilina A.K.: *Review on the development of natural dye photosensitizer for dye-sensitized solar cells*. „Renewable and Sustainable Energy Reviews” 31/2014.
2. Regan O., Grätzel M.: „Nature” 353/1991.
3. Chiba Y., Islam A., Watanabe Y., Komiya R., Koide N., Hann L.: „Jpn. J. Appl. Phys.” 45/2006.
4. Hinsh A.: *Status of the dye solar cell technology (DSC) as a guideline for further research*. 28th European PV Solar Energy Conference and Exhibition. Paris, France 30 September – 4 October 2013.
5. Nazeeruddin M.K., Baranoff E., Grätzel M.: *Dye – sensitized solar cells: A brief overview*. „Solar Energy”.
6. Yang X., Yanagida M., Han L.: *Reliable evaluation of dye – sensitized solar cells*. „Energy Environ. Sci.” 6/2013.

dr inż. Jolanta Szlachta,
mgr inż. Ludmiła Marszałek,
mgr inż. Sławomir Chrobak
ML System, Rzeszów

Artykuł powstał w ramach projektu: Rozwój ultranowoczesnych technologii i materiałów amorficznych do spajania elektrod ogniw słonecznych. Projekt współfinansowany ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Podkarpackiego na latach 2007-2013 oraz budżetu Państwa.