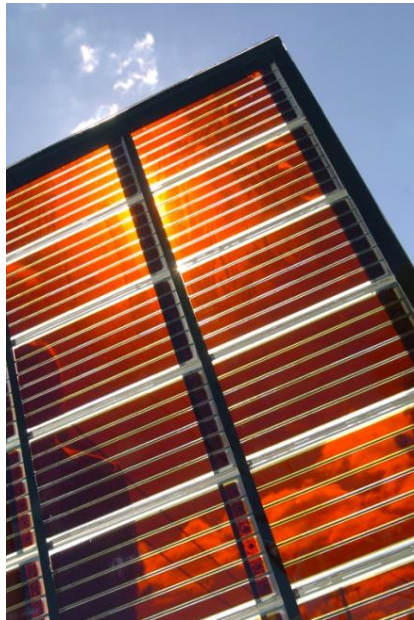


Słoneczne Innowacje 2012

Najnowsze trendy technologiczne w fotowoltaice



Katarzyna Siuzdak

**Instytut Maszyn Przepływowych
Ośrodek Techniki Laserowej i Plazmowej
Zakład Fizycznych Aspektów Ekoenergii**



Gdańsk, 20.06.2012

Plan prezentacji

Rodzaje ogniw fotowoltaicznych

Ogniwa krzemowe - co dalej?

Rozwiązania konstrukcyjne

Nowe materiały

Nowe zastosowania

Nowe technologie produkcji

Odkrycie zjawiska fotowoltaicznego - A. Becquerel - 1939

Pierwsze ogniwo fotowoltaiczne (laboratorium Bella) 1954 - wydajność 6 %

Trzy generacje ogniw fotowoltaicznych

Ogniwa pierwszej generacji

Monokrystaliczne ogniwa Si lub Ge domieszkowane B lub P

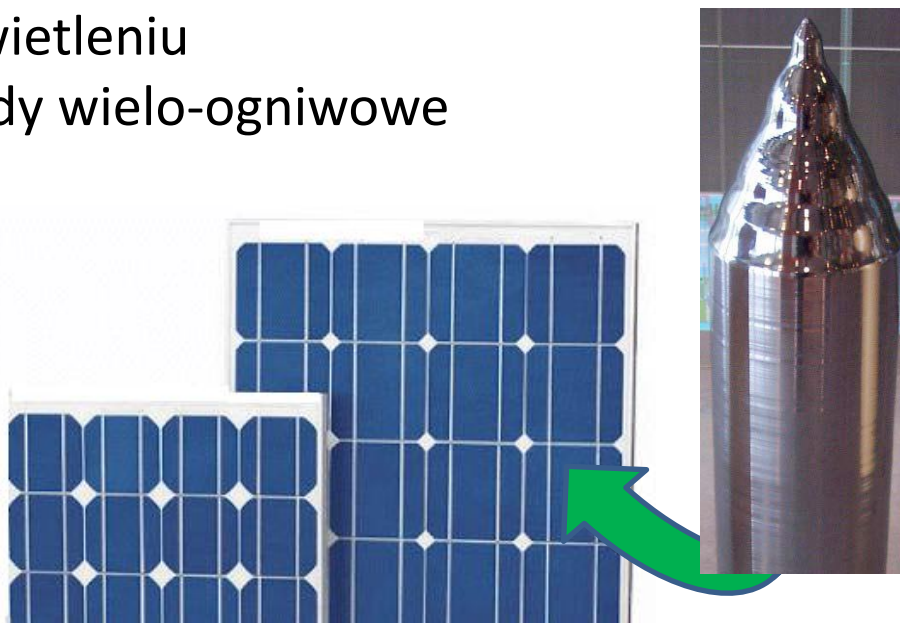
Grubość: 5 – 50 μm

Droga produkcja ale dosyć wysoka wydajność **ok. 25%** (**18%** w przemyśle)

Niska wydajność przy słabym oświetleniu

Rekord: 43 % (Spectrolab) : układy wielo-ogniwowe

86% rynku fotowoltaicznego



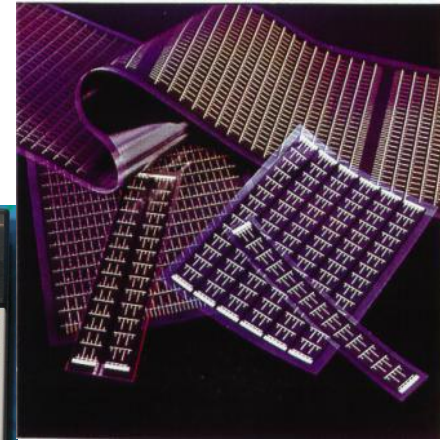
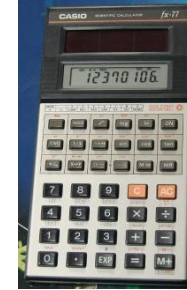
Ogniwa drugiej generacji

Amorficzne Si (a-H-Si) , wydajność: ok. 8 - 13 %

wodór związany ze strukturą Si

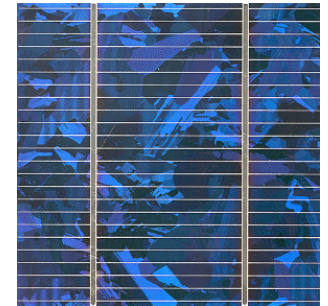
podłoża elastyczne

Grubość: 0,3 – 0,7 μm



Polikrystaliczne Si , wydajność: ok. 13 - 15 %

warstwa antyrefleksyjna



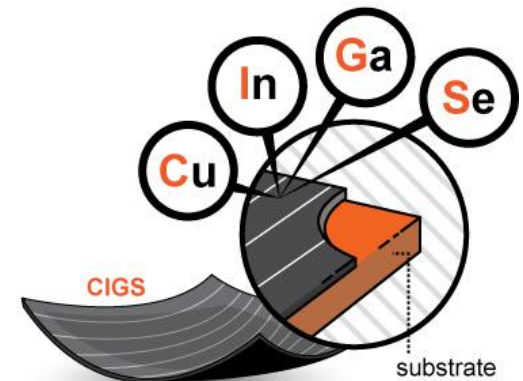
Ogniwa cienkowarstwowe, wydajność: ok. 10 - 19,3 %

CIS : Miedź-Ind-Selen

CIGS : Miedź-Ind-Gal-Selen

CdTe: Kadm-Tellur

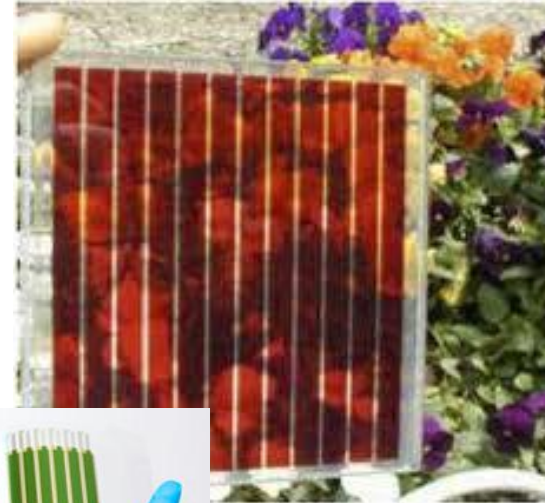
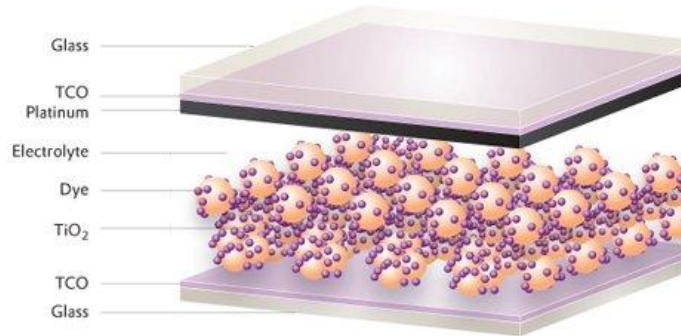
Absorbują ok. 99% promieniowania na grubości 1 μm



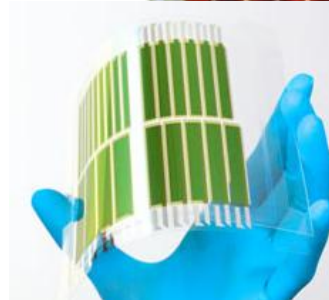
Ogniwa trzeciej generacji

wyższa wydajność przy małym oświetleniu

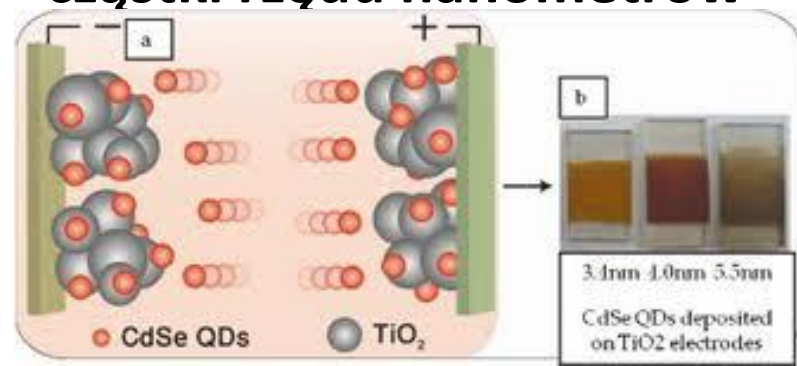
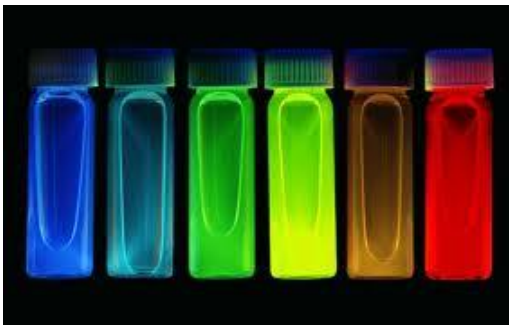
Barwnikowe (Grätzel) : **12,8 %**



Organiczne: **ok. 10,7 %**



Ogniwa kropek kwantowych – cząstki rzędu nanometrów



NREL
NATIONAL RENEWABLE ENERGY LABORATORY



Ogniwa krzemowe – co dalej ?

Krzem, Si

- stanowi podstawę produkcji ogniw krzemowych
- poza tlenem, Si to najczęściej występujący pierwiastek (**27,6 %**)

Nie występuje jako czysty krzem ale **w postaci związków chemicznych**:

- tlenek krzemu : piasek, kwarc, krystobalit
- krzemiany: kaolinit, skalenie

Różne stopnie czystości Si:

Metalurgiczny , 99,9%

Elektroniczny < 0,1 ppm

Do ogniw słonecznych < 1ppm



Ogniwa krzemowe – co dalej???

Zalety

Przerwa energetyczna 1,2 eV

Powszechnie dostępne i względnie niedrogie

Nietoksyczne i stabilne (amorficzne - niestabilne)

‘Wiedza’ przemysłu mikroelektronicznego

Dobre właściwości elektryczne

Wady

Stała przerwa energetyczna

Wysoki koszt wytwarzania

Wykorzystanie toksycznych substancji w procesie produkcji

Nie przepuszczają promieniowania

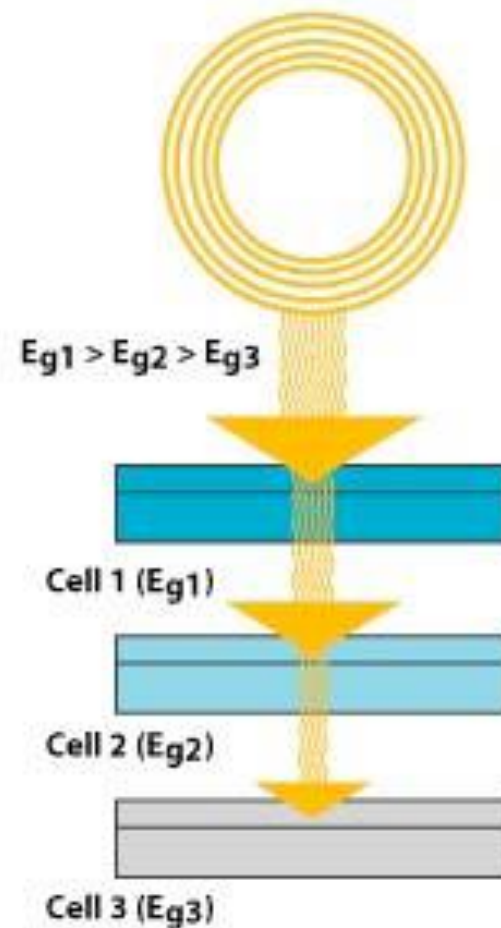
Monokrystaliczne - problemy w produkcji wielkopowierzchniowej



Rozwiązania technologiczne

Układy wielo-ogniowe

Złożenie 2-3 ogniw o innych zdolnościach do pochłaniania światła

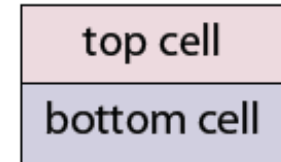
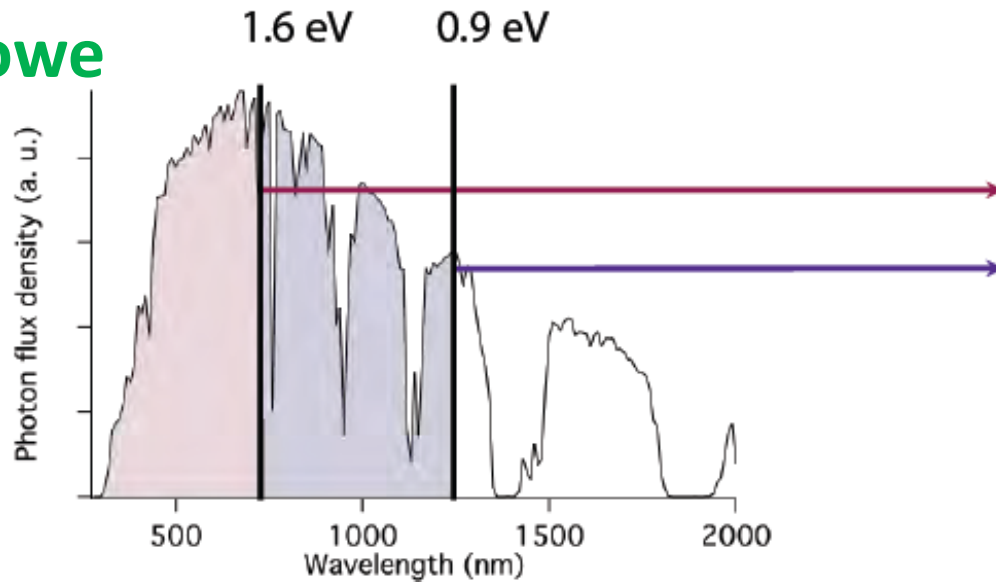


Wykorzystanie luster, soczewek

Skupienie światła na powierzchni ogniwa
Wzrost wydajności o **ok. 35%**

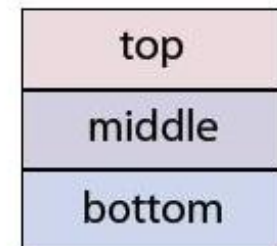
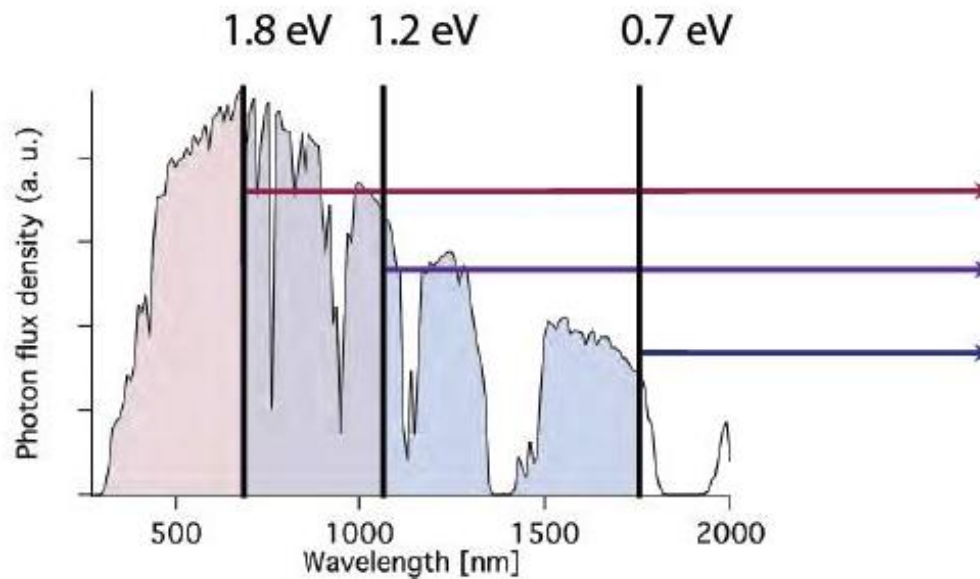
Układy wielo-ogniwe

2-ogniwe



$\eta_{\max} = 45\%$

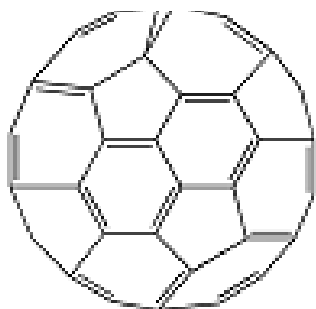
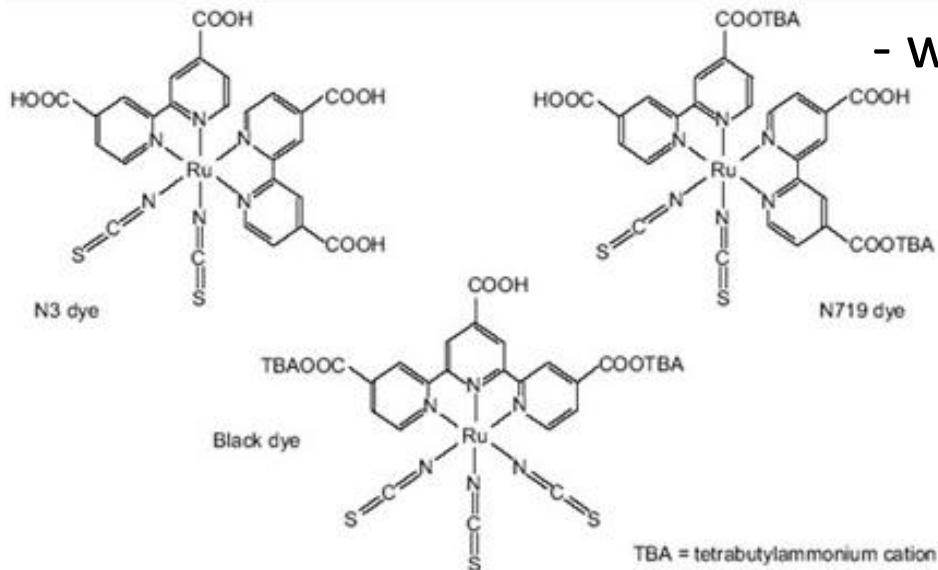
3-ogniwe



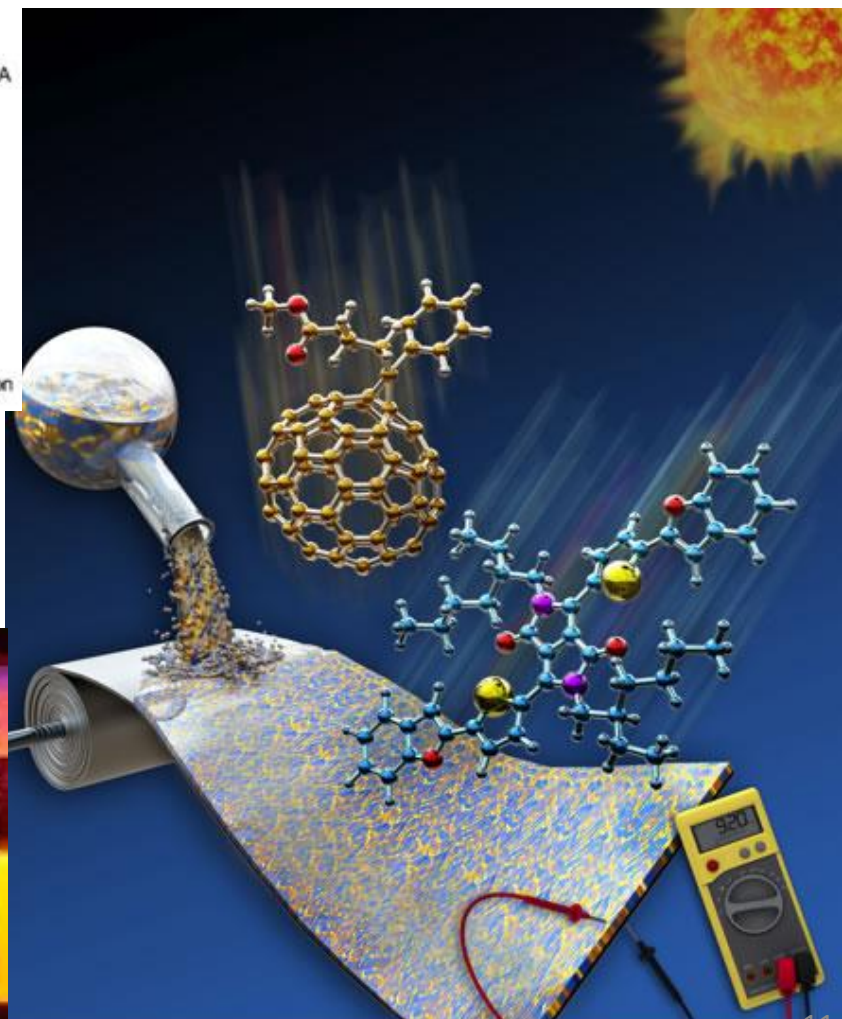
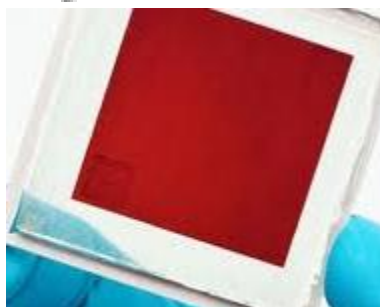
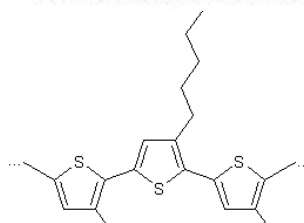
$\eta_{\max} = 50\%$

Nowe materiały...

- różne możliwości nakładania warstw
- wachlarz zastosowań



O

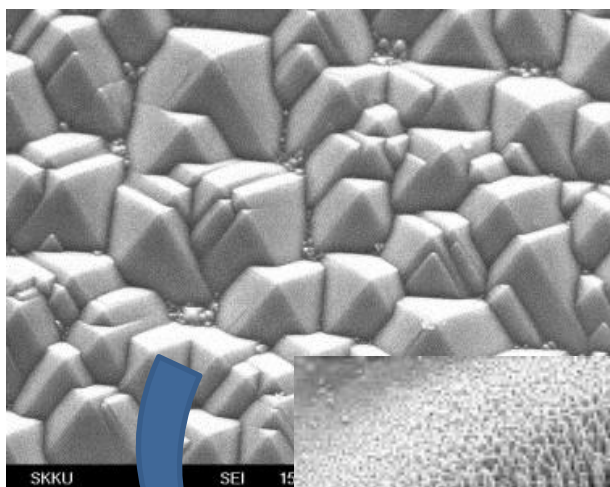


Nowe materiały...

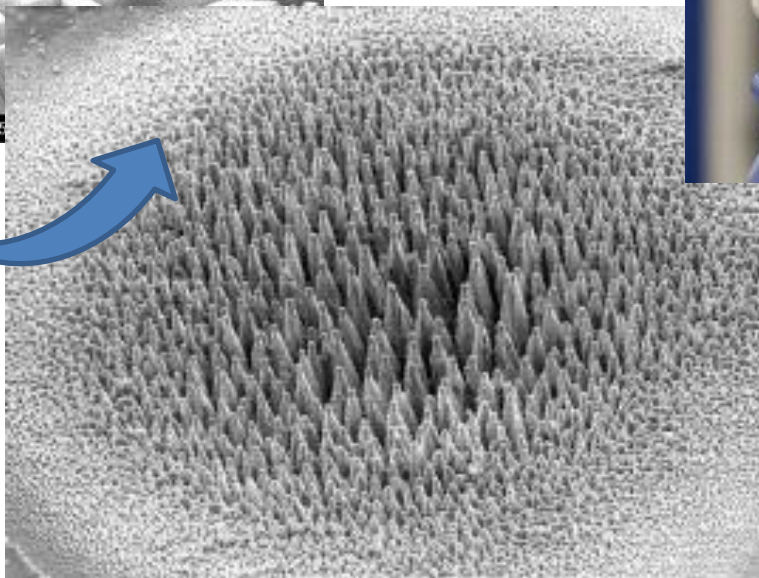
Czarny krzem

(Natcore Technology/ NREL)

Odkrycie - **1998 r.** – Uniwersytet Harvard'a



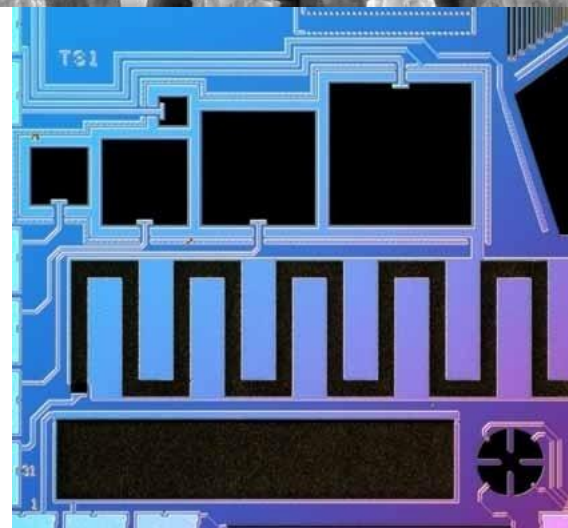
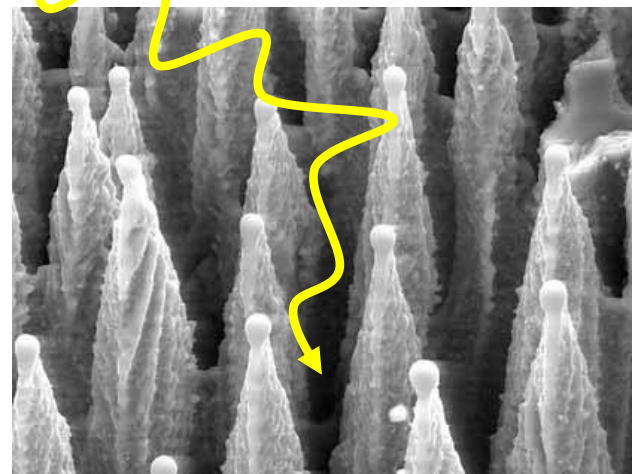
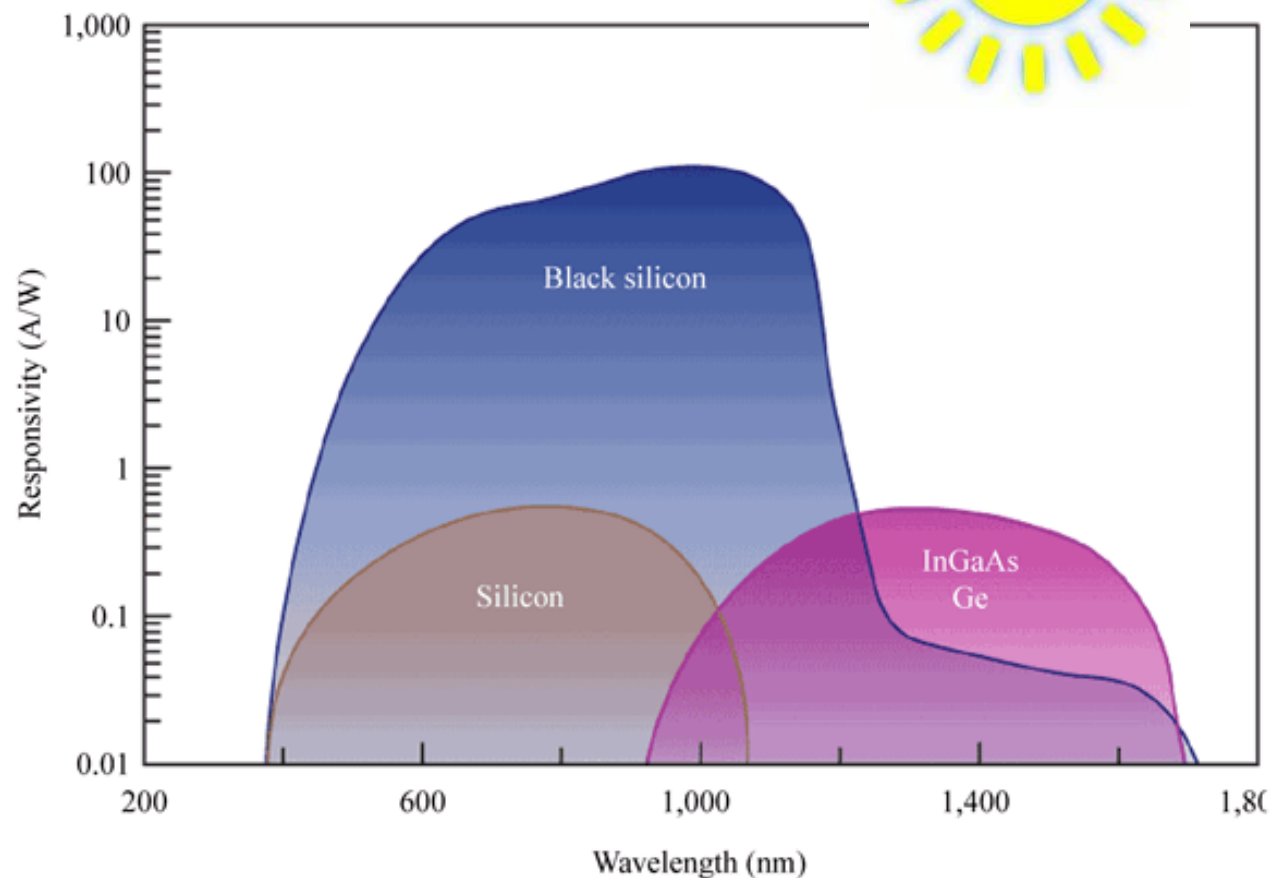
laser



sprawność teoretyczna: **30-40%**
2,2% - Uniwersytet Harvard'a

03.2012 – **18,6 %** (Natcore)

Nowe materiały...



Mogą zaabsorbować **99,8%** światła widzialnego padającego na ogniwo
Obecne osiągnięcie – **96%**

Wytwarzania tradycyjnych ogniw krzemowych oraz ogniw z czarnym krzemem

Tradycyjne ogniwo krzemowe

- Modyfikacja chemiczna na mokro
- Oczyszczanie chemiczne na mokro
- Wprowadzenie domieszki emitera
- Dyfuzja i nałożenie źródeł atomów domieszek
- Usunięcie prekursorów domieszek
- Pokrycie antyrefleksyjne (SiN)
- Drukowanie kontaktów
- Izolacja krawędzi

Ogniwo z czarnym krzemem

- Modyfikacja powierzchni Si fs-laserem lub chemicznie
- Wyżarzanie
- Pasywacja
- Drukowanie kontaktów



Nowe zastosowania...

Barwnikowe ogniwa fotowoltaiczne

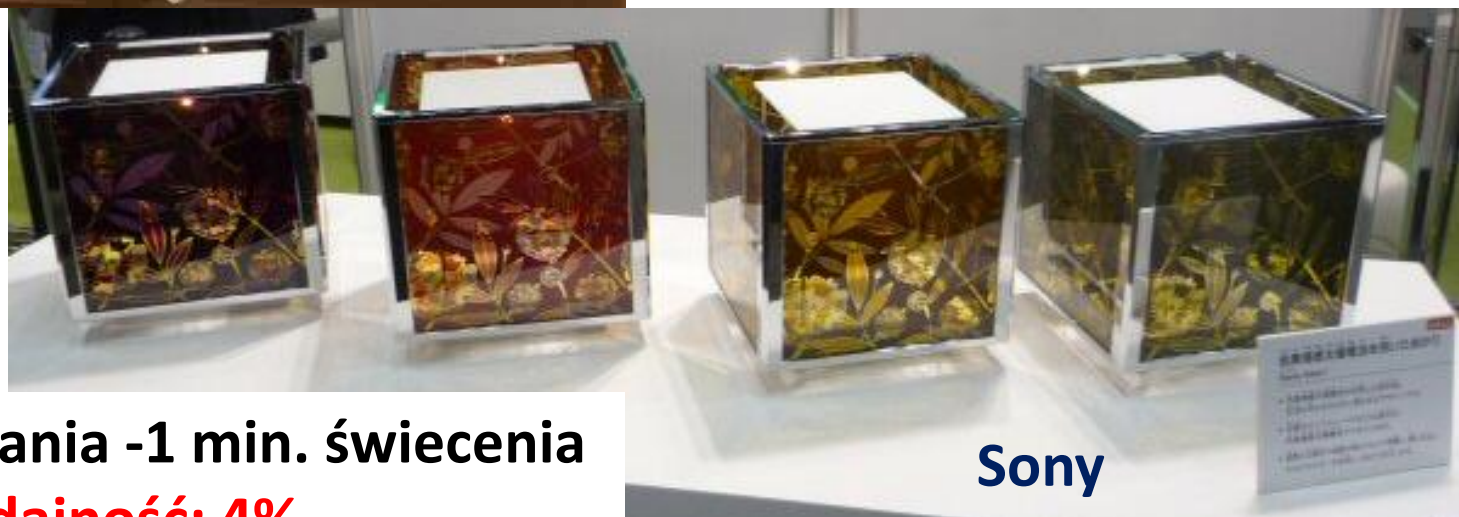
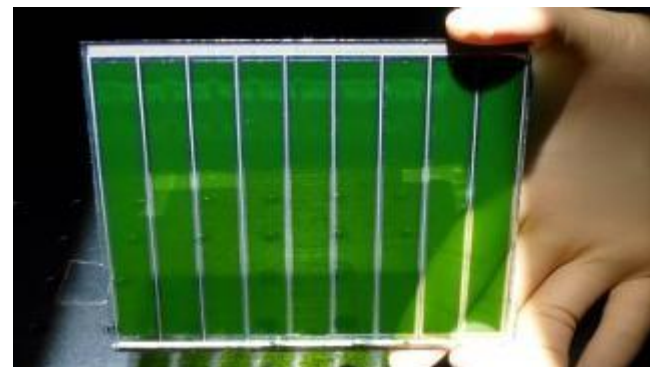


The Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE,
www.ise.fraunhofer.de/en

Nowe zastosowania...



barwnik – kolor ogniwa



15 min. ładowania -1 min. świecenia
wydajność: 4%

Sony

Nowe zastosowania...



panel
15 x 20cm

4-5 h – naładowanie telefonu komórkowego
12 h – w pomieszczeniu

Koszt - \$100 - \$ 300 (G-24i – 124,95\$)
(ok. \$25 - \$40 więcej niż cena normalnej torby)



Nowe zastosowania...

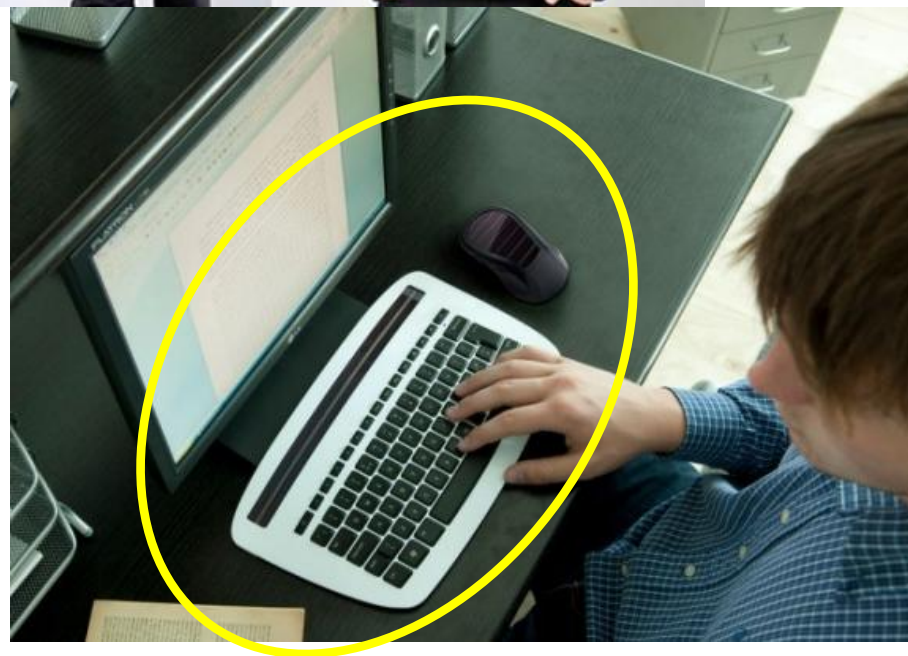
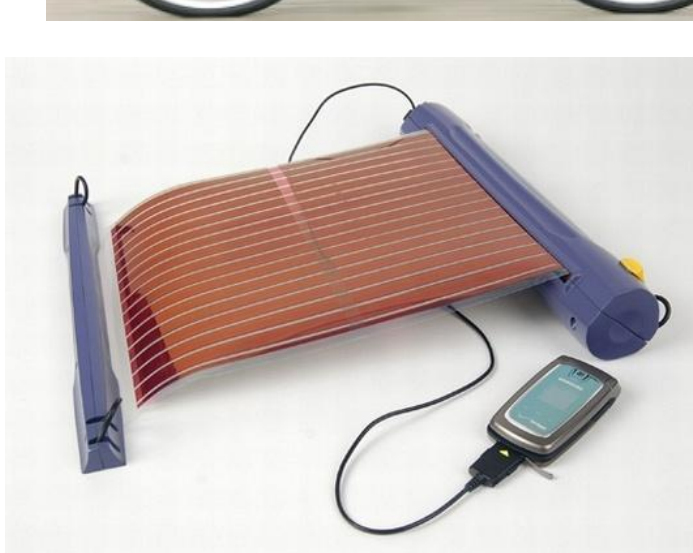
Zakres temperatur

Temperatura pracy	-20°C to 65°C [-4°F to 149°F]
Temperatura przechowywania	-40°C to 75°C [-40°F to 167°F]



	Units	1 Sun	1/2 Sun
Pmax	W	1.2	0.6
Impp	mA	156	78
Vmpp	V	7.9	7.6
Voc	V	11.3	10.9
Isc	mA	194	97

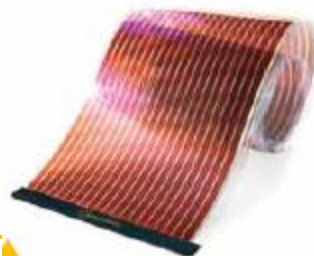
Nowe zastosowania...



www.g24i.com

Nowe zastosowania...

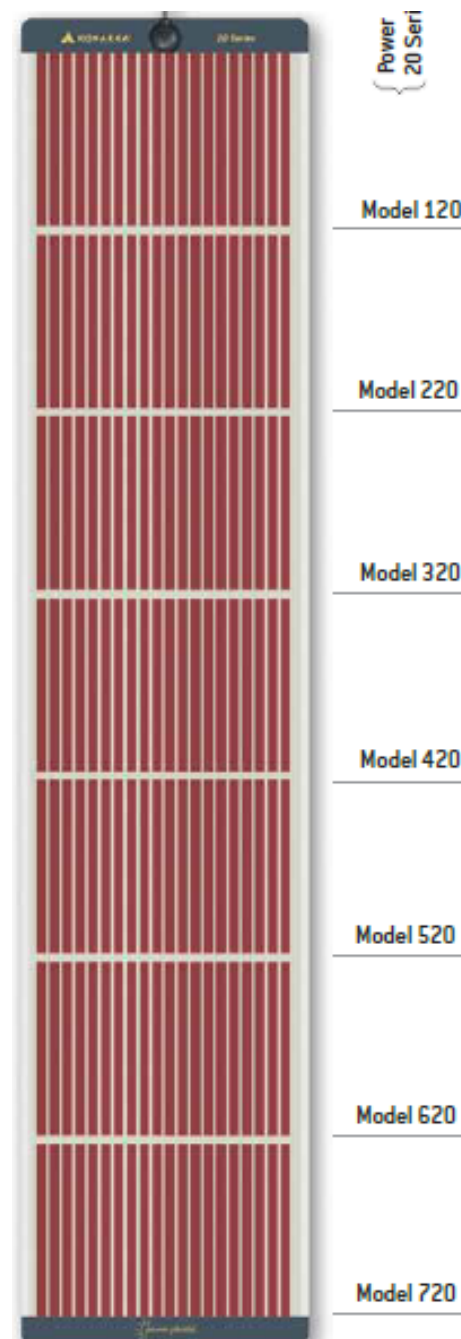
ogniwa organiczne



Electrical Data		Units	1 Sun			1/2 Sun		
All 2.0 Series	V _{mpp}	V	7.9			7.6		
	V _{oc}	V	11.3			10.9		
I _{mpp} / I _{sc}		mA	I _{mpp}	I _{sc}	Watts	I _{mpp}	I _{sc}	Watts
Power Plastic 120			156	194	1.2	77	97	0.6
Power Plastic 220			313	389	2.5	155	194	1.2
Power Plastic 320			469	583	3.7	232	292	1.8
Power Plastic 420			625	777	4.9	310	389	2.4
Power Plastic 520			782	972	6.2	387	486	2.9
Power Plastic 620			938	1166	7.4	464	583	3.5
Power Plastic 720			1095	1360	8.6	542	680	4.1

Panel Dimensions

	length (mm)	width (mm)
Power Plastic 120	273	340
Power Plastic 220	487	340
Power Plastic 320	700	340
Power Plastic 420	913	340
Power Plastic 520	1127	340
Power Plastic 620	1340	340
Power Plastic 720	1553	340

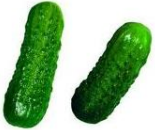


Nowe zastosowania...

Szklarnia, Brookdale Fruit Farm of Hollis, New Hampshire, USA



wydajność / lbs (czerw - wrzes, 2011)

	standard	83
	z ogniwami	80
	standard	154
	z ogniwami	152
	standard	22
	z ogniwami	23
	standard	20
	z ogniwami	24

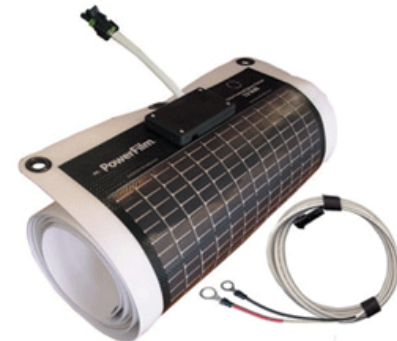


ZALETY

- półprzezroczyste
- działanie niezależnie od kąta padania promieni
- lekkie
- blokuje światło IR i UV
- łatwa instalacja
- dowolna długość
- nietoksyczne, brak metali ciężkich

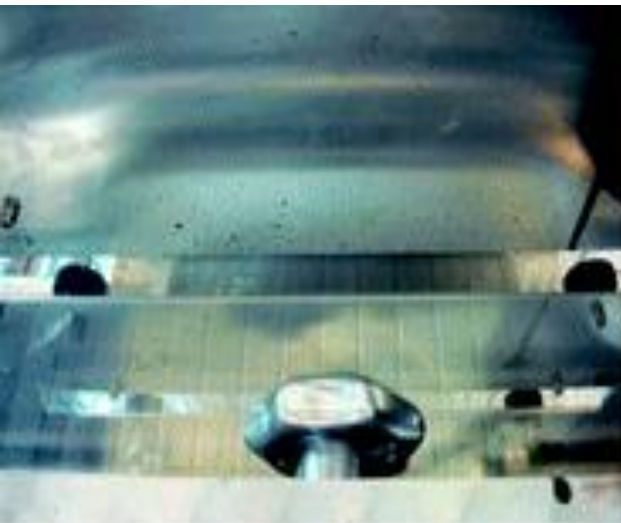
Nowe technologie...

Roll 2 Roll produkcja ogniw elastycznych



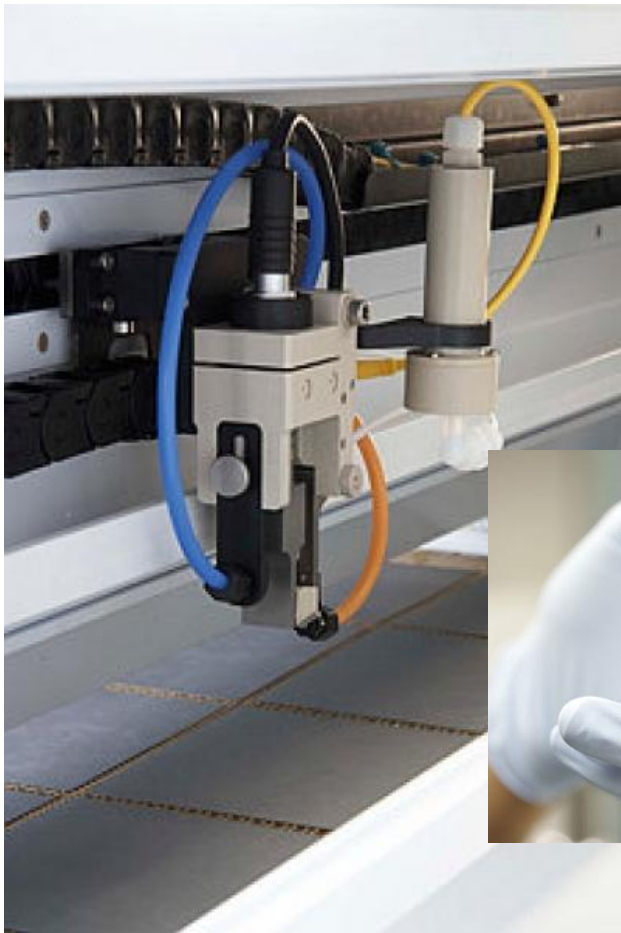
Nowe technologie...

Roll 2 Roll – produkcja ogniw elastycznych



Nowe technologie...

'Spray-coating'



'słoneczny atrament'

(nanocząstki CIGS: Miedź-Ind-Gal-Selen)

Prototypy – wydajność: **6%**

Pokrywanie budynków, dachów, okien

The Center for Next Generation Photovoltaics (2009)

Dziękuję za uwagę

