

Egy Marie Curie IOF ösztöndíj története

és ami mögötte van...

UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM



Veritas
Virtus
Libertas



UNIVERSITY OF
TEXAS
ARLINGTON

*University of Szeged
Department of Physical Chemistry
and Materials Science*

*University of Texas at Arlington
Department of Chemistry
and Biochemistry*

Rövid bemutatkozás

Curriculum Vitae

Dr. Csaba Janáky

Date of Birth: 13. 07. 1984

Address: 6726, Szeged, Derkovits Fasor 4/A, I em/3

Tel.: +36-70-361-8038

E-mail: janakycsaba@yahoo.com



JOB

- 2011- University of Szeged, Department of Physical Chemistry & Materials Science
Assistant Professor
- 2013-2014 University of Szeged, Department of Physical Chemistry & Materials Science
Marie Curie Fellow (MC-IOF reintegration)
- 2011-2013 University of Texas at Arlington
Marie Curie Fellow (MC-IOF outgoing phase)
- 2010-2011 University of Szeged, Department of Physical Chemistry & Materials Science
Research Associate

EDUCATION

- 2007-2010 University of Szeged, Faculty of Sciences
PhD in Chemistry (electrochemistry, material science)
Theses defended: 2010. 06. 21
- 2003-2009 University of Szeged, Faculty of Economics and Business Administration
MA in Economics and Business Administration
- 2002-2007 University of Szeged, Faculty of Sciences
MSc in chemistry
- 2007 1 month internship in Finland, University of Turku

Ötlet és motiváció

- Találkozás egy konferencián
- Szakmai és személyes kapcsolódási pontok
- Források keresése
- Marie Curie IOF?
- Rendszerben, próbáljuk meg...
- Jól mutatna egy közös előtanulmány!



Electrochemical Grafting of Poly(3,4-ethylenedioxythiophene) into a Titanium Dioxide Nanotube Host Network

Csaba Janáky, Gábor Benesik, Árpád Rácz, and Csaba Visy*

Department of Physical Chemistry and Materials Science, University of Szeged, Szeged, H6720, Hungary

Norma R. de Tacconi, Wilaiwan Chanmanee, and Krishnan Rajeshwar*

Department of Chemistry and Biochemistry, University of Texas at Arlington, Arlington, Texas 76019

Received April 1, 2010. Revised Manuscript Received June 24, 2010

This study focuses on electrodeposition for infiltrating in situ a conducting polymer such as poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) into a host titanium dioxide (TiO₂) nanotube array (NTA) framework. The TiO₂ NTA was electro synthesized on titanium foil in turn by anodization in a fluoride-containing medium. The PEDOT layer was electrografted into the TiO₂ NTA framework using a two-step potentiostatic growth protocol in acetonitrile containing supporting electrolyte. The nanoscopic features of oligomer/polymer infiltration and deposition in the NTA interstitial voids were monitored by field-emission scanning electron microscopy. Systematic changes in the nanotube inner diameter and the wall thickness afforded insights into the evolution of the TiO₂-NTA/PEDOT hybrid assembly. This assembly was subsequently characterized by UV-visible diffuse reflectance, cyclic voltammetry, and photoelectrochemical measurements. These data serve as a prelude to further use of these hybrids in heterojunction solar cells.

Introduction

Heterojunction hybrid solar cells, consisting of an organic electron donor and an inorganic oxide semiconductor electron acceptor, have attracted much attention in the past decade.^{1,2} An effective approach to building the heterojunction is to infiltrate the electron acceptor host network with the organic polymer. In particular, the use of an oxide nanotube array (NTA) framework for this purpose has several key advantages: (a) The highly oriented, vertically aligned NTA affords an efficient pathway for vectorial electron transfer; (b) light propagation through the architecture can be optimized by controlling the pore diameter, wall thickness, and nanotube length; (c) the NTA offers substantial surface area while maintaining structural order; and (d) carrier collection is optimized by the proximity of excitation diffusion distances (5–20 nm) to the oxide nanotube diameter. Thus, it is not surprising that a number of studies have utilized oxide semiconductor (in particular, titanium dioxide or TiO₂) NTAs as the host framework for the organic polymer.^{3–12}

Efficient infiltration from solution of a high molecular weight polymer into the NTA host can be challenging, although both dip-coating⁴ and spin-coating^{5,6} have been utilized for this purpose. The polymer species are subsequently thermally driven into the host framework by incorporating a baking step. On the other hand, in situ approaches for infiltrating the polymer by using the corresponding monomer precursor are more attractive, and either chemical¹³ or UV polymerization^{10,14} has been deployed to synthesize poly(1-methoxy-4-(2-ethylhexyloxy)-p-phenylenevinylene) (MEH-PPV) or polythiophene, respectively, in the oxide host. However, the intrinsic electroactivity of a monomer precursor molecule¹⁵ can also be exploited to electrochemically infiltrate the polymer in situ^{6,11} into the oxide NTA framework. In this paper, we elaborate this approach and build on the two prior studies contained in refs 6 and 11 by using poly(3,4-ethylenedioxythiophene) (PEDOT) as the organic polymer and TiO₂ NTA as the host framework.

As a candidate for the organic donor component in hybrid heterojunction solar cells, PEDOT possesses many favorable attributes such as high chemical stability (especially in the oxidized or doped state), small band gap energy, and good optical transparency in the electronically conducting state.^{16–18} Other than PEDOT and the two polymers identified above (i.e., polythiophene and MEH-PPV), poly(3-hexylthiophene) (or derivatives thereof)^{13–17–19} has been a popular polymer of choice in the earlier studies using other methods for polymer infiltration.

To our knowledge, there have been only two prior studies^{6,11} on in situ electrochemical grafting (or electrodeposition) of a

*To whom correspondence should be addressed. E-mail: visy@chem.u-szeged.hu (CV) or rajeshwar@uta.edu (KR).

(1) Review: Coakley, K. M.; McGehee, M. D. *Chem. Mater.* 2004, 16, 4533.(2) Review: Boude, J.; Ravirajan, P.; Nelson, J. J. *Mater. Chem.* 2007, 17, 3141.(3) Zhang, Y.; Wang, C.; Rothberg, L.; Ng, M.-K. *J. Mater. Chem.* 2006, 16, 3721.(4) Shankar, K.; Mor, G. K.; Prakasham, H. E.; Varghese, O. K.; Grimes, C. A. *Langmuir* 2007, 23, 12445.(5) Mor, G. K.; Shankar, K.; Paulose, M.; Varghese, O. K.; Grimes, C. A. *Appl. Phys. Lett.* 2007, 91, 152111.(6) Zhang, Z.; Yuan, Y.; Liang, L.; Cheng, Y.; Xu, H.; Shi, G.; Jin, L. *Thin Solid Films* 2008, 516, 8663.(7) Yu, B.-Y.; Tsai, A.; Tsai, S.-P.; Wong, K.-T.; Yang, Y.; Chu, C.-C.; Shyue, J.-J. *Nanotechnology* 2008, 19, 255202.(8) Shankar, K.; Mor, G. K.; Paulose, M.; Varghese, O. K.; Grimes, C. A. *J. Non-Cryst. Solids* 2008, 354, 2767.(9) Lu, M.-D.; Yang, S.-M. *J. Colloid Interface Sci.* 2009, 333, 128.(10) Tepavcic, S.; Darling, S. B.; Dmitrijevic, N. M.; Rajh, T.; Sibener, S. J. *Small* 2009, 5, 1776.(11) Wang, D.; Liu, Y.; Wang, C.; Zhou, F.; Liu, W. *ACS Nano* 2009, 3, 1249.(12) Mor, G. K.; Kim, S.; Paulose, M.; Varghese, O. K.; Shankar, K.; Grimes, C. A. *Nano Lett.* 2009, 9, 4250.(13) Atienzar, P.; Ishwara, T.; Horic, M.; Durrant, J. B.; Nelson, J. J. *Mater. Chem.* 2009, 19, 5377.(14) Hasman, C. L.; Huijser, A.; Donker, H.; Schoonman, J.; Goossens, A. *Macromolecules* 2004, 37, 5557.(15) Dohlböcher, K.; Rajeshwar, K. *Electrochemistry of Conducting Polymers. In Handbook of Conducting Polymers*; Skotheim, T.; Elsenbaumer, R.; Reynolds, J. R., Eds.; Marcel Dekker: New York, 1997; Chapter 20, pp 531–588.(16) Hällman, A. R.; Däskley, S. J.; Bruckenstein, S. *Electrochim. Acta* 2008, 53, 3763.

C. Janáky, G. Benesik, A. Rácz, C. Visy, N. R. de Tacconi, W. Chanmanee and K. Rajeshwar, *Langmuir*, 2010, 26, 13697-13702.

Ötletből valóság

- 2010-ben pályáztam MC-IOF ösztöndíjra
- 2011 – 2013 USA
- Nagyon fontos: **kutatóképzési** ösztöndíj
Olyan kutatóhelyet célszerű választani, ahol új dolgokat lehet tanulni / Mindenhol szívesen látják a MC ösztöndíjasokat, bátornak kell lenni /
- Kellő időt kell hagyni a pályázat elkészítésére (közhely, de mégis...)
- A pályázatírás során már részben eldől a projekt sikere (emberi és tudományos oldal...)
- El kell dönteni kiben bízunk az ember, és az ő segítségét időben kérni
- Legyünk ténszerüek, de nem visszafogottak...

A pályázás folyamata I.

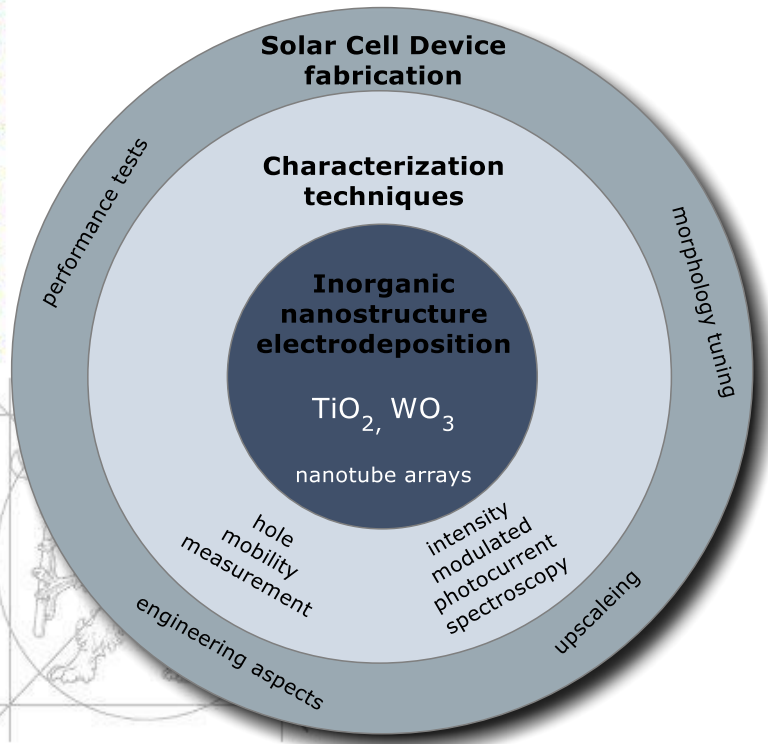
- Kutatóhely, kutatócsoport kiválasztása
- Kutatási és kutatóképzési terv vázlatos elkészítése
- Ezen tervek javítása iterációs lépésekben
- Pályázat elkészítése:
 - Szerkezet
 - Nyelvezet, hangsúlyok
 - Illusztrációk
 - Hivatkozások
 - Értékelési útmutatónak való megfelelés...
 - Fenti tervek integrálása a pályázatba
- Pályázat „belső bírálata”, javítás
- Félretenni két hétre
- Újraolvasás, finomhangolás



Két fontos dolog a pályázatban

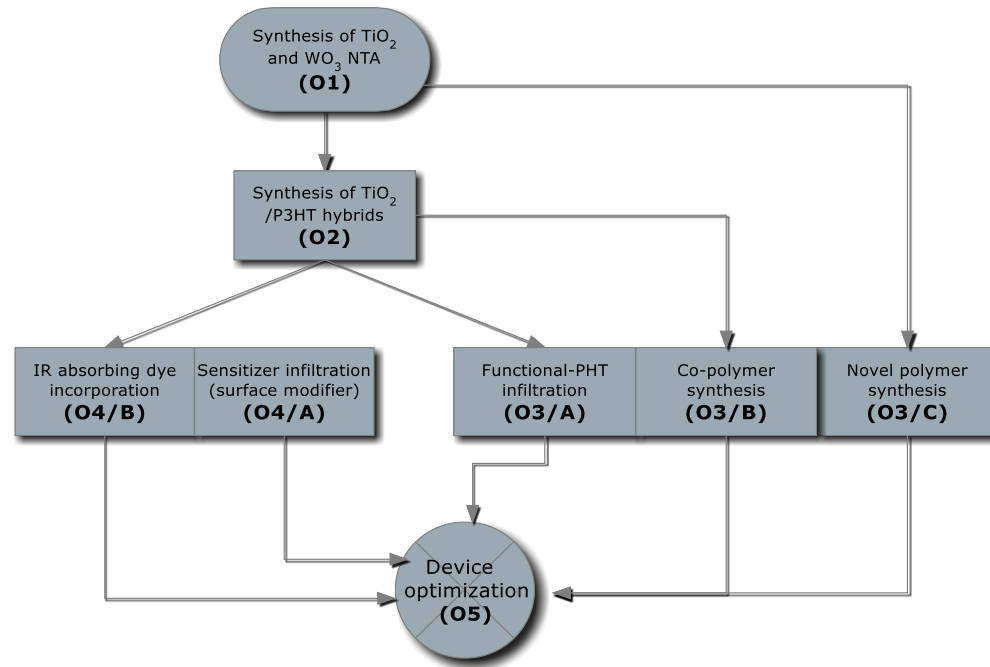
Kutatóképzés szintjei

Levels of training objectives



Munkaprogram vázlata

Working plan scheme for the outgoing phase, Marie Curie IOF



Egy jó ábra sokszor többet mond...

A szerződéskötés folyamata

- December/január körül jött az értesítés, hogy nyert a pályázat
- Szerződéskötés kezdete
- Kell hozzá mindkét egyetem rugalmassága és együttműködő készsége
- Nem árt ha van adminisztrációs tapasztalat az egyetemen
- NCP segítsége technikai kérdésekben nagyon hasznos lehet
- A hazai egyetemmel kötött szerződés kiemelten fontos, mert a visszatérést követően az lesz az irányadó (még ha a személyzet azóta változott is)
- A két egyetem között az ún. Partnership Agreement szabályozza a viszonyokat



Kalandozások a szervetlen és szerves félvezetők határán - tapasztalatok és tervek-

IARLUM SZEGEDIENSIS
SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM



UNIVERSITAS SCIENTIARUM SZEGEDIENSIS
SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM



*Veritas
Virtus
Libertas*

UNIVER



*Szegedi Tudományegyetem
Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék*



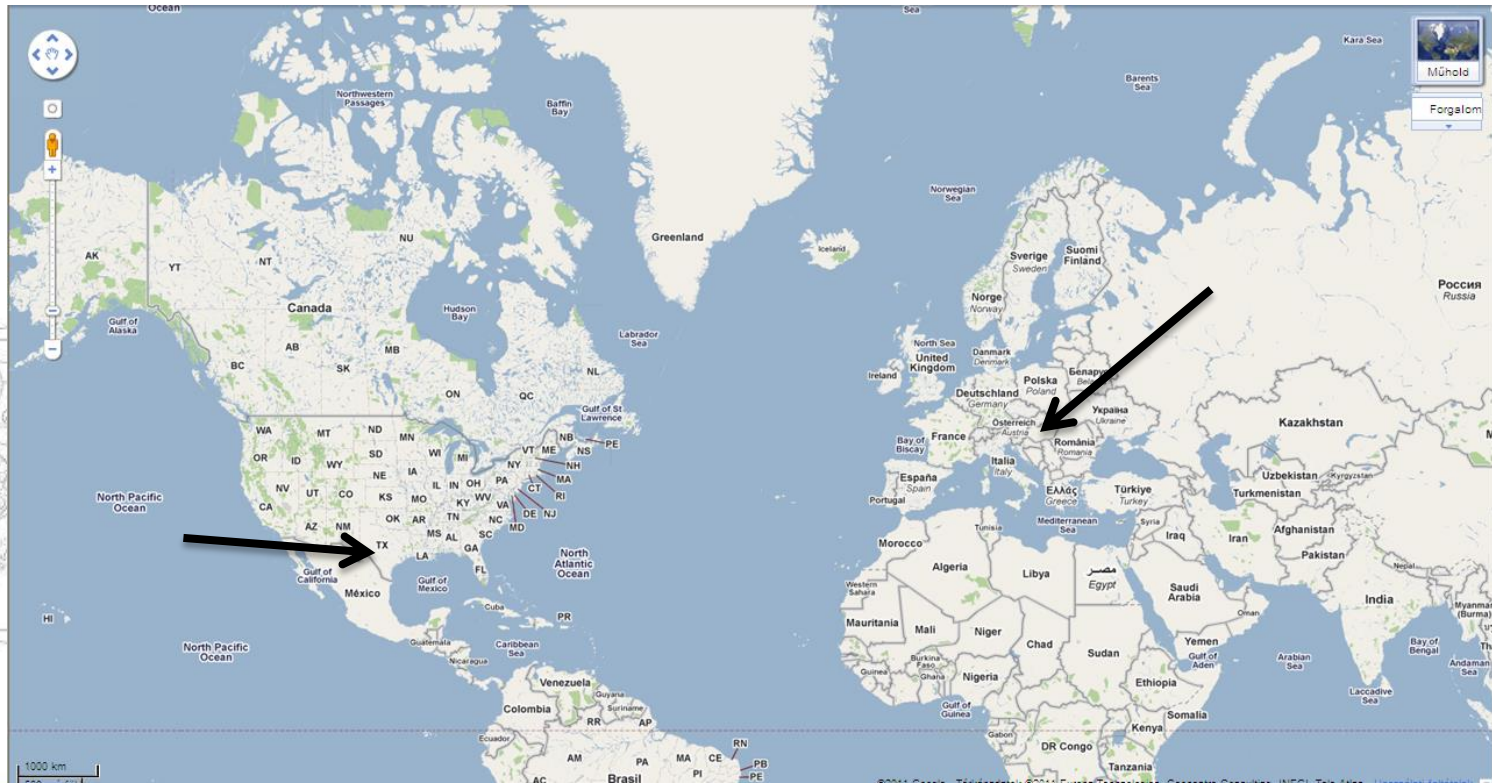
UNIVERSITY OF
TEXAS
ARLINGTON

*University of Texas at Arlington
Department of Chemistry
and Biochemistry*

Marie Curie International Outgoing Fellowship for career development

2011-2013
2013-2014

UT Arlington, USA
Univ Szeged, Hungary



The University of Texas at Arlington

- ✓ Az egyetemet 1905-ben alapították, eredetileg katonai akadémiaként
- ✓ 33500 hallgatójával a UT system második legnagyobb egyeteme
- ✓ 12 kar, 81 bachelor's, 70 master's, és 30 doktori képzés
- ✓ Erős közgazdász-, nővér-, és TTK-s képzés
- ✓ Shimadzu Center for Advanced Analytical Chemistry (25 millió USD)
- ✓ Évi 13 milliárd USD gazdasági hatás (2860 milliárd HUF)



Az elektrokémiai kutatócsoport

- Az elektrokémia és a fotoelektrokémia energia célú alkalmazásai
- PI: Prof. Krishnan Rajeshwar
- 2,5 postdoc és 4 PhD hallgató
- + 2-3 vendégkutató
- + 1-2 kutató valaki más csoportjából



- ✓ **Krishnan Rajeshwar**
- ✓ **Zoltán Schelly**
- ✓ Norma Tacconi
- ✓ Wilaiwan Chanmanee
- ✓ Peter Kroll
- ✓ Munuve Mwanja
- ✓ Muhammed Huda
- ✓ Pranab Sarker
- ✓ Efstathios Meletis
- ✓ Aida M. Roshan
- ✓ Jiechao Jiang
- ✓ Muhammed Yousufuddin

- ✓ Ghazaleh Ghadimkhani
- ✓ Abegayl Thomas
- ✓ Moustafa Abou Shabana
- ✓ Daniela Becker
- ✓ Sriparna Ray
- ✓ Hari Krishna Timmaji

Folks at Sid Richardson Company



SEPTEMBER 13, 2012
VOLUME 116
NUMBER 36
pubs.acs.org/JPC

THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY

C

Light-Induced Electrodeposition: Bringing Conjugated Polymers and Oxide Nanoarchitectures into Intimate Contact (see page 5A)

TiO_2 nanotube array

Photoelectrochemical oligomerization

Electrochemical polymerization

TiO_2 nanotubes coated with polyaniline

ENERGY CONVERSION AND STORAGE, OPTICAL AND ELECTRONIC DEVICES, INTERFACES, NANOMATERIALS, AND HARD MATTER

Szakmailag eredményes... DE! Mi is az eredmény?

A EUROPEAN JOURNAL

CHEMPHYSICHEM

OF CHEMICAL PHYSICS AND PHYSICAL CHEMISTRY

CuO nanowires → CuO/Cu₂O hybrid nanorods

(1) Thermal oxidation (2) Electrodeposition for selected time periods

photoelectrosynthesis of Methanol

V/SHE

CO₂/CH₃OH

10/2013

Reviews: Glucose Monitoring (R. Gifford)
Minireviews: Biofuel Cells for Biomedical Applications (S. Shleev et al.), Similarity and Dissimilarity between Photocatalytic Water Splitting and Photocatalytic Degradation of Pollutants (S. Pasternak and Y. Paz)

WILEY-VCH www.chemphyschem.org

Special Issue
Photo- and Electrochemistry

THE JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY Letters

October 17, 2013 | Volume 4, Number 20

Metal Nanocluster-Decorated Oxide Semiconductor-Carbon Nanocomposite Catalysts for Driving Multi-Electron Transfer

ACS Publications MOST TRUSTED. MOST CITED. MOST READ.

www.acs.org

ACS Publications MOST TRUSTED. MOST CITED. MOST READ.

www.acs.org

UNIVERSITAS SCIENTIAE

Közleményeink folyóiratok borítóján

Nemzeti Innovációs Hivatal – MC Információs Nap



Nemzeti Innovációs Hivatal – MC Információs Nap





Palo Duro Canyon, Texas

Inyo National Forest
California, USA





Photo:
Csaba Janáky

Death Valley
California, USA



Tanulságok

- Időben el kell kezdeni dolgozni a pályázaton
- Kulcsfontosságú mindkét fél aktív részvétele (a megvalósítás szempontjából is)
- Meg kell próbálni kihozni a maximumot mind tanulás, mind tapasztalatszerzés szempontjából
- Nem feltétlen az eredmény a lényeg, hanem az odavezető út
- Nagy respekt jár az ösztöndíjjal, ami felelősség is egyben
- A kapcsolatépítés fontosságát nem lehet eleget hangsúlyozni
- Megalapozhatja a későbbi tudományos karriert...

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!



Dr. Janáky Csaba

janaky@chem.u-szeged.hu

