

Wojtek Wlodarski, DSc, PhD, MScEE,
Professor of Sensor Technology
RMIT University
School of Electrical and Computer
Systems Engineering,
City Campus
GPO Box, 2476V
Melbourne 3001, Victoria, AUSTRALIA
Tel + 61 3 9925 3169

Melbourne, 20th of November, 2014

Project Proposal "Novel Hybrid 2D MoS₂/Graphene Based Gaseous Hydrogen Sensor"

Hydrogen (H₂) is a clean, portable and potentially inexhaustible energy source, with the potential to become a panacea for clean energy generation. However, H₂ has a wide explosion concentration range (4–75%), a low ignition energy (0.02 mJ) and a large flame propagation velocity. Due to its molecular size, confinement and containment of the H₂ gas are difficult. Safety regulations emphasize the importance of high sensitivity H₂ sensing to assist in risk minimization. Development of low-cost and high-performance H₂ sensors is therefore critical, considering the need for large-scale H₂ storage in renewable energy implementation and has been a topic that has received intensive research activities recently.

It is proposed to develop a novel hybrid 2D MoS₂/graphene based gaseous hydrogen sensor. The hybrid 2D MoS₂/graphene nanostructures would be ideal for gas sensing applications considering the advantages of high sensitivity due to large sensing surface area on the 2D molybdenum sulfide (MoS₂) and fast response and recovery due to high charge mobility of graphene. In addition, the well-formed interface between graphene and 2D MoS₂ is important to achieve high signal-to-noise ratio.

One of the major disadvantages of pristine graphene is a lack of bandgap. Bandgap can be engineered in graphene using nanostructuring, chemical functionalisation and applying a high electric field to bilayer graphene, but these methods add complexity and diminish carrier mobility. Fortunately with the rise of two-dimensional (2D) transition metal dichalcogenides, (TMDC), graphene is no longer the only 2D crystal attracting significant interest in the research community. In contrast to graphene, several 2D TMDCs possess sizable bandgaps around 1-2eV, promising interesting new Field Effect Transistors (FET) and optoelectronic devices.

One of the TMDCs, MoS₂ has sizable band gap that change from indirect to direct in single layers, allowing applications such as transistors, photodetectors and electroluminescent devices. The direct bandgap also results in photoluminescence from monolayer MoS₂.

2D materials have considerable potential for hydrogen sensing and storage systems. If the surface of the 2D material has an affinity to hydrogen gas, the gas molecules can either be physisorbed or

chemisorbed (at elevated temperatures) as a result of its dissociation into H^+ ions. For the later, the existence of quantum confinement in 2D material facilitates the transport of electrons, which can potentially improve the systems response and recovery kinetics. In addition, the spacing between the layers provides an enhanced surface area environment with large reactive sites for interaction and storage of hydrogen atoms. 2D MoS_2 can be especially useful for hydrogen gas interaction since the small H_2 molecules can diffuse across the layers, spill over and readily intercalate into the layers.

Different transducing platforms will be considered as a candidates to design the proposed sensor. Among them: conductometric, acoustic waves based such as Bulk Wave (BW), Surface Acoustic Waves (SAW), Schottky diodes, FET, mass sensitive such as nanoplates, nanocantilevers, Thin Film Bulk Acoustic Resonators (TFBAR) and optical such as based on light absorption, reflection, refractive index, luminescence including photo- and chemiluminescence change due to the interaction of hydrogen molecules with the proposed hybrid 2D MoS_2 /graphene structure as well as based on the surface plasmon resonance.

After careful selecting the proper transducer the 2D MoS_2 /graphene hybrid structure will be fabricated and deposited on the transducer surface. The chemical vapor deposition (CVD) technology will be employed to obtain the graphene monolayer. A two-dimensional crystal MoS_2 monolayer is a direct gap semiconductor in striking contrast to its bulk counterpart. Exfoliation of bulk MoS_2 via Li intercalation is an attractive route to large-scale synthesis of monolayer crystals. However, this method results in loss of pristine semiconducting properties of MoS_2 due to structural changes that occur during Li intercalation. Here, it is proposed to employ the chemical exfoliation method for obtaining a MoS_2 . The metastable metallic phase that emerges from Li intercalation was found to dominate the properties of as-exfoliated material, but mild annealing leads to gradual restoration of the semiconducting phase. It is envisaged that after an annealing at proper temperature, chemically exfoliated MoS_2 exhibit prominent band gap, similar to mechanically exfoliated monolayers, indicating that their semiconducting properties are largely restored. It is also envisaged that it will result in a high yield of nanoflakes that will be highly crystalline across the planes.

Different techniques such as TEM, SEM, XPS, Raman, FT-IR, XRD, etc. will be used in order to characterize and understand the developed hybrid structure. As a result it will help to optimise the sensing performance towards hydrogen.

Finally the gas testing will take a place. Static and dynamic properties of the developed sensor will be examined. The gas testing will take a place at presence of other than hydrogen gases in order to assess the developed sensor selectivity. Sensing mechanism will be considered what also will help to optimize the sensing performance.

It is strongly believed that the proposed hybrid 2D MoS_2 /graphene based gaseous hydrogen sensor will provide a higher sensitivity towards hydrogen than graphene itself as well as 2D MoS_2 itself. The comparison studies will be conducted in order to prove it.

Seminars with students and faculty members of the University of Messina will be held for illustrating this project and on general themes regarding chemical sensors.

Zimbra

ccaruso@unime.it

esempi delibere SA

Da : Giuseppe Lucchese <glucchese@unime.it>

gio, 09 apr 2015, 15:34

Oggetto : esempi delibere SA

3 allegati

A : Caterina Caruso <ccaruso@unime.it>**Cc :** Agostino Bartolone <abartolone@unime.it>

1) delibera di autorizzazione alla firma del *Research Internship Agreement* (accordo specifico per stage di ricerca) tra l'Università di Messina e la "Alexandru Ioan Cuza" University of Iasi (Romania)

2) delibera ratifica Memorandum con la Eastern Washington University (è ratifica, perchè già stato firmato)

3) delibera di autorizzazione alla firma di accordo-quadro con Università di Sfax (accordo-quadro, generico)

--

Dr. Giuseppe Lucchese
Resp. Unità Operativa Cooperazione Internazionale
Università di Messina
Via Consolato del Mare, 41
98100 Messina
Tel.: +39 (0)90 676 - 8534
Fax: +39 (0)90 676 - 8332

Dr.ssa Grazia De Tuzza
Resp. Unità Organizzativa Relazioni Internazionali

Dr. Carmelo Trommino
Dirigente
DIP.AMM. Servizi Didattici, Ricerca e Alta Formazione

 **Delibera Romania.docx**
33 KB

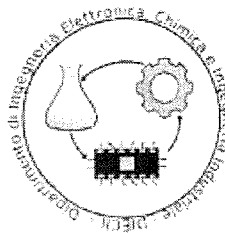
 **Delibera EWU.docx**
32 KB

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA
DIPARTIMENTO AMMINISTRATIVO SERVIZI DIDATTICI,
RICERCA ED ALTA FORMAZIONE
Unità Organizzativa Relazioni Internazionali –
Unità Operativa Cooperazione Internazionale

Tel. Ufficio 090 - 6768534/8354

Atti inviati per la firma:

- **Rettore/Pro Rettore**
- **Direttore Generale**
- **Dirigente DIP. AMM. Servizi Didattici
Ricerca e Alta Formazione**



UNIVERSITA' DEGLI STUDI di MESSINA
Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Chimica e Ingegneria Industriale
Contrada Di Dio, 98166 - Messina (ITALIA)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRONICA,
CHIMICA E INGEGNERIA INDUSTRIALE - DIECII
PROT. N. 79262 DEL 22/11/2014
(2014 - UNMECLE - 0079262)
CL. III/26

Al Magnifico Rettore
Università degli Studi di Messina
Prof. Pietro Navarra

Al Settore Relazioni Internazionali
Università degli Studi di Messina
Dott.ssa Valeria D'Audino

e p.c.

Segreteria del Senato Accademico
Dott.ssa Flavia De Salvo

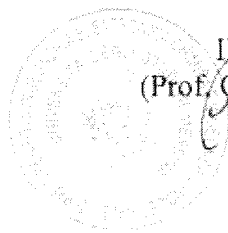
Segreteria del Consiglio d'Amministrazione
Dott.ssa Elvira Santoro

Oggetto: Richiesta visita e riconoscimento titolo di Visiting Professor – Wojtek Wlodarski

Si trasmette l'estratto del verbale del Consiglio di Dipartimento del DIECII seduta del 27.11.2014 relativo ad una richiesta di visita e riconoscimento titolo di Visiting Professor per il Professore Wojtek Wlodarski.

Si allega il progetto di ricerca, ai sensi dell'art. 2 comma lettera e) del Regolamento relativo a visite di docenti o esperti operanti all'estero.

Il Direttore
(Prof. Candida Milone)



C. Milone

WOJCIECH WLODARSKI, D. Sc., Ph.D, M.Sc.E.E

Wojtek Wlodarski, Professor, D.Sc., PhD

CONFIDENTIAL SUMMARY OF THE CURRICULUM VITAE

Address: RMIT University
School of Electrical & Computer Engineering
GPO Box 2476V, Melbourne, Vic, 3001, Australia
Fax: +61 3 9925 2007
Ph: +61 3 9925 2620

Position Held: Professor

Citizenship: Australian

Qualifications: Full Professor – Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland (1983 – 1988).
D. Sc. – Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland (1981).
Ph.D – Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland (1977).

Research and Teaching Appointments: Full Professor – Warsaw University of Technology, Warsaw, Poland (1983 – 1988).
Visiting Professor, (1984 – 1992) – University of Utah, Salt Lake City, USA; Toronto University, Toronto, Canada.; Ecole Centrale de Lyon, Lyon, France; University de Rouen, Rouen, France.; University Autonoma de Barcelona, Barcelona, Spain; University of South Australia, Adelaide, Australia.
Visiting Researcher, Twente University of Technology, Enschede, Netherlands.
Associate Professor – Warsaw University of Technology, Warsaw, University, Warsaw, Poland (1977 – 1983).
Senior Lecture and Group Manager – Warsaw, University of Technology, Poland (1975 -1977).

Research Experience: 44 years of work in the field of microelectronics and nanotechnology, especially for sensor and transducer applications at 9 Universities in the USA, Canada, Australia, Holland, France, Spain and Poland. Provided successful leadership of over 50 significant research projects during professional appointments in Europe, the USA, Canada and Australia.

Grants, Industrial Contracts: Recipient of research grants and industrial contracts in Europe, the USA and Australia for total dollar value of over \$8,000,000.

Patents: Hold 26 patents.

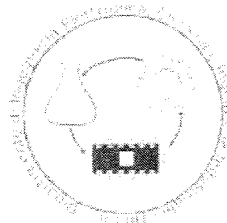
Summary of Publications: Published 5 books and monographs (one of them in the U.S.A., one in Germany) as well as 8 book chapters. Published over 380 papers in refereed journals. Presented over 200 papers at International Conferences. Many of these papers are cited widely around the world. Delivered over 400 invited lectures at various Universities around the world.

Teaching Experience: 44 years of teaching experience (undergraduate, higher degree students, industrial courses). Lectured in microelectronics, sensors technology, nanotechnology and instrumentation.

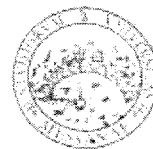
Experience of Supervision of Higher Degree Students: Ph.D(38) M.Eng(59)
Thesis completed: Ph.D(35) M.Eng(59)

Membership of Professional Organizations: IEEE, USA, Institute of Engineers, Australia.

Interests: History of Art, Literature, Music, Family Activities, Travel, Sport.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI di MESSINA
Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Chimica e Ingegneria Industriale
Contrada Di Dio I, 98166 - Messina (ITALIA)



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRONICA,
CHIMICA E INGEGNERIA INDUSTRIALE - DIECII
PROF. N. 77959 DEL 25/11/2014
(201 - UNMECLE - 0077959)
CL. III/16

Al Direttore,
Dip. di Ingegneria Elettronica, Chimica
e Ingegneria Industriale (DIECII)
SEDE

Oggetto: Richiesta approvazione visita prof. Wlodarski in qualità di Visiting Professor.

Il sottoscritto Prof. Giovanni NERI, docente di codesto Dipartimento

CHIEDE

di sottoporre all'approvazione del Consiglio, secondo quanto stabilito dal D.R. n. 741 del 27.03.2014, la richiesta per:

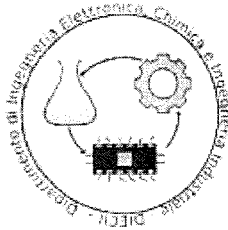
- la visita, della durata di **1 mese** da concordarsi nel periodo **Gennaio-Luglio 2015**, c/o i laboratori del sottoscritto, del **prof. Wojtek Wlodarski - School of Electrical & Computer Engineering, RMIT University, Melbourne (Australia)** - e al conseguente riconoscimento dello stesso del titolo di **Visiting Professor**;
- la concessione del finanziamento nella misura di **euro 5.000** (cinquemila), comprensivo dell'eventuale rimborso delle spese di viaggio, vitto e alloggio e dell'eventuale compenso al lordo delle ritenute e dei contributi a carico, in relazione alle risorse stanziare da UniME per ciascuna Macroarea scientifico-disciplinare.

Il sottoscritto ritiene che la visita del prof. Wlodarski, autorità a livello mondiale per quanto riguarda la sensoristica chimica, già visiting professor in prestigiose Università e centri di ricerca in US ed Europa, oltre a promuovere lo sviluppo scientifico, rappresenti un riconoscimento per l'attività che in questo settore tecnologico di avanguardia viene svolta nel ns. Ateneo. La visita del prof. Wlodarski non potrà che rafforzare la collaborazione di ricerca già in atto e rappresenta un'occasione per programmare la partecipazione a progetti di ricerca in collaborazione con uno dei centri di riferimento a livello internazionale.

Si allegano alla presente il **curriculum vitae** del prof. Wlodarski e l'**attività di ricerca e seminariale**, proposta dallo stesso e concordata con il sottoscritto, nel periodo della visita.

Messina, 20/11/2014

Prof. Giovanni Neri



ESTRATTO DEL VERBALE DEL CONSIGLIO
DEL DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRONICA, CHIMICA E INGEGNERIA INDUSTRIALE
seduta del 27.11.2014

Il giorno 27.11.2014, alle ore 16,00 nell'aula 325 del Polo ex Ingegneria, si è riunito il Consiglio di Dipartimento su convocazione del Direttore in data 21.11.2014, con i seguenti argomenti all'o.d.g.:

1. Comunicazioni
2. Approvazione verbali delle sedute precedenti
3. Pratiche studenti
4. Convenzioni di Tirocinio di Formazione ed Orientamento
5. Approvazione Decreti del Direttore
6. Richiesta di associatura
7. Affidamento compito didattico e compito didattico integrativo e di servizio agli studenti A.A. 2014/2015
8. Offerta didattica (RAD) A.A. 2015/2016
9. Proposta su corsi di nuova attivazione A.A. 2015/2016
10. Copertura insegnamenti A.A. 2014/2015: richiesta di contratti sostitutivi d'insegnamento
11. Assegni di ricerca, contratti di collaborazione, borse di studio
12. Prestazioni c/t, Convenzioni e Contratti
13. Varie ed eventuali.

O.d.G. aggiuntivo:

14. Approvazione progetto scientifico e didattico Master II livello "RESET" e relativa Convenzione O.R.S.A.
15. Richiesta visita e conferimento titolo di Visiting Professor per il Prof. Wojtek Wlodarski
16. Autorizzazione a spesa.

Il Consiglio è composto da:

Proff. Ordinari (13): Azzerboni Bruno, Centi Gabriele, Ciofi Carmine, Galvagno Signorino, Girlanda Raffaello, Guglielmino Eugenio, Lister David George, Milone Candida, Neri Giovanni, Primerano Patrizia, Proverbio Edoardo, Sili Andrea, Testa Antonio.

Proff. Associati (9): Arena Antonella, Arena Francesco, Cavallaro Stefano, Donato Nicola, Gallo Raffaele, Martino Giovanna, Montanini Roberto, Perathoner Siglinda, Visco Annamaria.

Ricercatori (25): Abate Salvatore, Ampelli Claudio, Bonaccorsi Lucio, Brusca Sebastian, Calabrese Luigi, Campobello Giuseppe, Crupi Vincenzo, Cucinotta Filippo, De Caro Salvatore, Epasto Gabriella, Espro Claudia, Finocchio Giovanni, Galvagno Antonio, Garesci Francesca, Giusi Gino, Iannazzo Daniela, Lanzafame Paola, Milazzo Maria Francesca, Passalacqua Rosalba, Piperopoulos Elpida, Pistone Alessandro, Risitano Giacomo, Ruggiero Valerio, Scandurra Graziella, Serrano Salvatore.

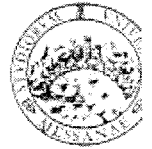
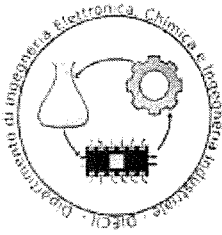
Segretario Amministrativo: Ziino Giuseppa.

Rappresentante del Personale tecnico-amministrativo (1): Fazio Marianna.

Sono presenti alla seduta:

Proff. Ordinari (9): Galvagno Signorino, Girlanda Raffaello, Guglielmino Eugenio, Lister David George, Milone Candida, Neri Giovanni, Primerano Patrizia, Sili Andrea, Testa Antonio.

Proff. Associati (8): Arena Antonella, Arena Francesco, Cavallaro Stefano, Gallo Raffaele, Martino Giovanna, Montanini Roberto, Perathoner Siglinda, Visco Annamaria.



Ricercatori (20): Abate Salvatore, Bonaccorsi Lucio, Brusca Sebastian, Calabrese Luigi, Campobello Giuseppe, Crupi Vincenzo, Cucinotta Filippo, De Caro Salvatore, Epasto Gabriella, Espro Claudia, Finocchio Giovanni, Galvagno Antonio, Giusi Gino, Iannazzo Daniela, Lanzafame Paola, Passalacqua Rosalba, Piperopoulos Elpida, Pistone Alessandro, Risitano Giacomo, Scandurra Graziella.

Segretario Amministrativo: Ziino Giuseppa.

Rappresentante del Personale tecnico-amministrativo (1): Fazio Marianna.

Sono assenti giustificati:

Proff. Associati (1): Donato Nicola

Ricercatori (4): Garesci Francesca, Milazzo Maria Francesca, Ruggiero Valerio, Serrano Salvatore.

Sono Assenti ingiustificati:

Proff. Ordinari (4): Azzerboni Bruno, Centi Gabriele, Ciofi Carmine, Proverbio Edoardo.

Ricercatori (1): Ampelli Claudio.

Alle ore 16.20, constatato che si è raggiunto il numero legale, il Direttore, Prof.ssa C.Milone, dichiara aperta la seduta e passa all'ord. g.

Verbalizza il Segretario Amministrativo, Dott.ssa G.Ziino.

OMISSIS

15) RICHIESTA VISITA E CONFERIMENTO TITOLO DI VISITING PROFESSOR PER IL PROF. WOJTEK

WLODARSKI

Il Direttore dà lettura della richiesta del Prof. Giovanni Neri volta ad ottenere l'approvazione da parte del Consiglio della visita del Prof. Wojtek Wlodarski e del riconoscimento per lo stesso del titolo di Visiting Professor.

Wojtek Wlodarski è Professore della School of Electrical & Computer Engineering, RMIT University di Melbourne (Australia).

Ha conseguito le qualificazioni di Doctor of Philosophy, Doctor of Science e Full Professor presso la Warsaw University of Technology.

Gli sono stati conferiti i titoli di Visiting Researcher e Visiting Professor da prestigiose Università d'Europa, Stati Uniti, Canada e Australia.

E' membro del Institute of Electrical and Electronic Engineers (USA) e del Institute of Engineers (Australia).

Il prof. Wlodarski può pregiarsi di quarantaquattro anni di esperienza nell'insegnamento e nella ricerca, durante i quali ha prodotto 5 libri e monografie e 8 capitoli di libri, oltre 380 articoli su riviste qualificate e oltre 200 contributi a Conferenze Internazionali e 26 brevetti riconosciuti.

Il Prof. Wlodarski ha svolto e svolge la propria attività di ricerca nell'ambito della microelettronica e nanotecnologia, con particolare riguardo alla sensoristica chimica, campo nel quale è un'autorità riconosciuta a livello internazionale, con oltre 50 progetti di ricerca da lui guidati in Europa, Stati Uniti, Canada e Australia.

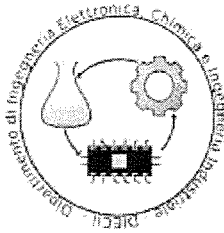
Il Prof. Giovanni Neri propone la visita del Prof. Wlodarski per rafforzare la collaborazione di ricerca già in atto con il Dipartimento e darvi nuovi impulsi con la programmazione di partecipazioni a progetti di ricerca in collaborazione con uno dei centri di riferimento a livello internazionale. Inoltre, il Prof. Neri, ritiene che la visita del Prof. Wlodarski rappresenterebbe un riconoscimento per l'attività che si svolge nell'Ateneo.

Il periodo richiesto per la visita è della durata di un mese da concordarsi nel semestre gennaio - luglio 2015.

L'ammontare del finanziamento richiesto è di € 5.000,00 (Euro cinquemila/00), comprensivo dell'eventuale rimborso delle spese di viaggio, vitto e alloggio e dell'eventuale compenso al lordo delle ritenute e dei contributi a carico, in relazione alle risorse stanziare dall'Ateneo per ciascuna Macroarea scientifico-disciplinare.

Il Direttore invita il Prof. Neri ad illustrare al Consiglio il progetto di ricerca proposto dal Prof. Wlodarski dal titolo "Novel Hybrid 2D MoS₂/Graphene Based Gaseous Hydrogen Sensor".

Il Direttore, ai sensi all'art. 2 del *Regolamento relativo a visite di docenti o esperti operanti all'estero (ultima modificazione: D.R. n. 741 del 27.03.2014)* invita il Consiglio a pronunziarsi sulla proposta del Prof. Giovanni Neri.



UNIVERSITA' DEGLI STUDI di MESSINA
Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Chimica e Ingegneria Industriale
Contrada Di Dio, 98166 - Messina (ITALIA)



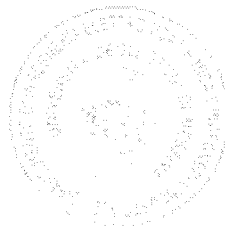
Il Consiglio, espresso un vivo apprezzamento nei confronti del profilo scientifico del Prof. Wlodarski e dell'attività svolta e riconosciuta la validità delle motivazioni del docente proponente, si **pronunzia all'unanimità favorevole** alla visita del Prof. Wojtek Wlodarski e al conseguente riconoscimento del titolo di Visiting Professor.

OMISSIS

Del che il presente verbale letto, approvato e sottoscritto, seduta stante, per la parte deliberativa.

Il Segretario Verbalizzante

Dott.ssa  Giuseppa Zilino



Il Direttore

Prof.ssa  Candida Milone