

## CV di Riccardo Polini (Italiano)

Riccardo Polini è nato a Roma il 13 aprile 1961.

Dopo la Maturità Classica, ottenuta nel 1979 con voti 60/60, ha conseguito nel marzo 1985 la Laurea in Chimica con voti 110/110 e lode.

Dal 1985 al 1987 ha lavorato in qualità di Ricercatore presso il Centro Sviluppo Materiali (CSM) SpA di Roma.

Dal 1987 al 1989 si è occupato di Organizzazione Aziendale presso la Direzione del Personale dell'Agip Petroli SpA.

Dal 1989 è Ricercatore di Chimica Generale e Inorganica presso la Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali (M F N) dell'Università degli Studi di Roma Tor Vergata. Nel 1992 è stato confermato nel ruolo dei Ricercatori Universitari per il gruppo disciplinare CHIM/03.

Riccardo Polini è attualmente Professore Aggregato ai sensi dell'art. 1 comma 11 della legge 4/11/2005, n. 230 e della legge 30/12/2010, n. 240, art. 6 comma 4.

Riccardo Polini ha ottenuto l'Abilitazione Scientifica Nazionale (ASN) a Professore Associato per i settori concorsuali 03/B1 (Fondamenti delle Scienze Chimiche e Sistemi Inorganici) e 03/B2 (Fondamenti Chimici delle Tecnologie) in data 23/12/2013 e 17/2/2014, rispettivamente.

### ATTIVITA' DI RICERCA SCIENTIFICA

È autore di oltre 90 pubblicazioni su riviste indicizzate a diffusione internazionale, di due brevetti italiani ed uno internazionale, nonché di oltre 30 comunicazioni a congressi internazionali (h-index = 19, a febbraio 2014). Le principali linee di ricerca sono riassunte di seguito.

#### 1 - CRESCITA DI DIAMANTE MEDIANTE CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION

Dal 1989 al 1993 il Dott. Polini ha studiato i processi fondamentali di nucleazione e crescita di film di carbonio con struttura diamante cresciuti con *Chemical Vapour Deposition* (CVD) su substrati di interesse tecnologico. I risultati hanno evidenziato la necessità della presenza sulla superficie di idonei siti per la nucleazione eterogenea del carbonio sp<sup>3</sup> ed alla formulazione di un modello cinetico per la nucleazione da fase vapore di diamante su superfici solide.

Dal 1993 si occupa di rivestimenti 'superduri' di diamante CVD su utensili e manufatti in carburo di tungsteno legato (WC-Co) caratterizzati da elevatissima resistenza all'usura.

In particolare, si sono studiati 1) l'efficacia di diversi trattamenti superficiali (trattamenti chimici di corrugamento, trattamenti con laser a diodi, uso di *interlayer* di diversa natura quali nitruri e carburi di silicio o di metalli di transizione), 2) il ruolo dei parametri di processo CVD in abbinamento ai pre-trattamenti sull'adesione dei rivestimenti e sul loro comportamento in condizioni reali di impiego.

Nel 1995 e nel 1996, il Dott. Polini è stato Responsabile Scientifico di un Programma Galileo Franco-Italiano avente come oggetto: "Nucleazione e crescita mediante CVD di film di diamante su substrati di interesse tecnologico". Il Programma, finanziato per due anni consecutivi, è stato svolto in collaborazione con l'Institut de Physique et Chimie des Materiaux de Strasbourg (IPCMS) del CNRS di Strasburgo.

Il Dott. Polini ha svolto la propria attività di ricerca sulla deposizione di diamante CVD micro- e nano-strutturato collaborando con prestigiose istituzioni accademiche e scientifiche internazionali quali: 1)

Dipartimento di Ingegneria Meccanica della Tohoku University di Sendai (Giappone), 2) Department of Chemistry and Materials della Manchester Metropolitan University (MMU) di Manchester (UK), 3) Dipartimento di Ingegneria Meccanica dell'Università di Aveiro (Portogallo), 4) Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films (Braunschweig, Germania), 5) Commissariat à l'Energie Atomique (CEA, Laboratoire Capteurs Diamant) di Saclay (Francia).

La collaborazione con la Tohoku University ha consentito di valutare, per la prima volta in modo quantitativo, la tenacità dell'interfaccia tra film di diamante CVD e substrati di carburo di tungsteno cementato con cobalto (WC-Co), materiale impiegato per la produzione di manufatti antiusura e utensili particolarmente performanti. I dati hanno permesso di validare diversi pretrattamenti superficiali del WC-Co, necessari per garantire l'adesione del film di diamante depositato successivamente mediante CVD. La collaborazione con la MMU di Manchester si è protratta per un quinquennio a partire dal 2001, anno in cui il Dott. Polini, in virtù della rilevanza internazionale delle sue ricerche, fu invitato in qualità di *Visiting Researcher* presso l'Università britannica. Le attività svolte in collaborazione con la MMU hanno riguardato il rivestimento con diamante CVD di utensili rotativi per applicazioni odontoiatriche ed alla valutazione delle proprietà tribologiche e delle forze di taglio in lavorazioni ad alta velocità e senza lubrificante.

La collaborazione con l'Università di Aveiro è iniziata nel settembre 2004, anno in cui il Dott. Polini è stato invitato in qualità di *Visiting Research Scientist*, e si è protratta fino al 2008. La collaborazione ha portato allo sviluppo di inserti per tornio in WC-Co rivestiti in diamante CVD per lavorazioni gravose di materiali altamente abrasivi. Grazie anche alla collaborazione avviata con il Fraunhofer Institute (Braunschweig, Germania), per la prima volta è stato usato un interstrato (*interlayer*) di  $\beta$ -SiC ottenuto mediante lo stesso reattore utilizzato per la successiva deposizione CVD di diamante. L'uso di tale interstrato ha consentito di migliorare le proprietà di taglio degli inserti rivestiti con diamante CVD rispetto ad inserti rivestiti usando approcci più convenzionali.

## 2 - ELETTROLITI CERAMICI PER CELLE A COMBUSTIBILE A OSSIDI SOLIDI (SOFC)

Dal 2000 al 2009, il Dott. Polini si è occupato anche di sintesi, caratterizzazione e valutazione delle proprietà funzionali di materiali ceramici nanostrutturati e di materiali elettroceramici, con particolare riguardo alla sintesi sol-gel di conduttori ionici a struttura perovskitica e *processing* di film di elettrolita ottenuti con deposizione elettroforetica (EPD) per lo sviluppo di celle a combustibile ad ossidi solidi (SOFC) da impiegarsi a temperature intermedie ( $T < 800$  °C).

I risultati ottenuti hanno permesso di ottenere, per la prima volta, una cella a combustibile a ossidi solidi di tipo anodo-supportato con elettrolita in film di gallato di lantanio drogato depositato mediante EPD.

## 3 - ELETTROLITI POLIMERICI PER CELLE A COMBUSTIBILE A MEMBRANA POLIMERICA (PEMFC)

Dal 2010 il Dott. Polini si occupa di sintesi e valutazione delle proprietà meccaniche e di trasporto di ionomeri da impiegarsi come elettroliti in celle a combustibile con membrana polimerica (PEMFC) operanti a  $T > 100$  °C. In particolare, sono oggetto di studio 1) l'evoluzione temporale del grado di reticolazione di polietereeterchetone solfonato (S-PEEK) sottoposto a opportuni trattamenti termici per indurre *cross-link* interno, 2) l'impiego di *nanofiller* di carbonio  $sp^3$  (nanodiamante) e 3) la conseguente modifica delle proprietà funzionali del materiale (modulo elastico, resistenza, temperatura di transizione vetrosa, capacità di scambio ionico e conducibilità protonica in un ampio intervallo di temperature e umidità relative). I risultati hanno permesso di individuare le condizioni adatte per trasformare un polimero altamente idrofilo e idroliticamente instabile, quale lo S-PEEK con grado di solfonazione prossimo a 1, in uno ionomero reticolato, con elevata capacità di scambio ionico (IEC = 2.0-2.2 meq/g) e presa d'acqua tollerabile, dotato di elevata conducibilità protonica (fino a 0,1 S/cm) a temperature particolarmente elevate ( $T = 140$  °C, umidità relativa 90 %), e dunque altamente promettente per lo sviluppo su larga scala di PEMFC per

applicazioni stazionarie. Le attività sono svolte in collaborazione con vari partner europei, in particolare con l'Università Aix-Marseille - CNRS, Laboratoire Chimie Provence (UMR 626, Marsiglia, Francia).

**4 - INFILTRAZIONE E FUNZIONALIZZAZIONE SUPERFICIALE LOCALIZZATA DI STRATI DI SILICIO MESOPOROSO**  
Strati di silicio mesoporoso (p-Si, con pori di 2-50 nm) sono ottenibili mediante ossidazione anodica controllata di wafer di Si(100) drogato di tipo-p. Il Dott. Polini ha studiato l'effetto dell'esposizione di strati di p-Si all'ambiente di crescita tipico dei film di diamante CVD. Lo studio ha evidenziato che la particolare morfologia superficiale del Si mesoporoso non favorisce la nucleazione da fase vapore di diamante. Per contro, nelle condizioni tipiche di crescita di diamante CVD, è stato per la prima volta osservato e riportato che i nanopori del materiale si riempiono (mediante *Chemical Vapour Infiltration*, CVI) di carbonio sp<sup>2</sup> nanostrutturato, modificando le proprietà di conduzione elettronica del materiale e aprendo così una nuova strada alla realizzazione di contatti elettrici in dispositivi a base di silicio poroso. Lo studio di materiali a base di p-Si è stato ampliato mettendo a punto un processo 'in situ' di funzionalizzazione superficiale localizzata del Si poroso, permettendo - durante la fase stessa di realizzazione dello strato poroso - il chemisorbimento di molecole organiche in strati opportunamente scelti di una struttura *multilayer*.

#### **COLLABORAZIONI INDUSTRIALI/TRASFERIMENTO TECNOLOGICO**

Alcune linee di ricerca sono state intraprese in collaborazione con il mondo industriale. Ciò ha prodotto la stipula, negli ultimi anni, di numerosi contratti di ricerca conto terzi di cui il Dott. Polini è stato Responsabile Scientifico, per un ammontare complessivo di oltre trecentoottantamila Euro (380 k€). In particolare, le attività svolte in collaborazione con le aziende del gruppo OMCD SpA hanno comportato:

- 1) sviluppo e realizzazione del primo impianto industriale italiano per la deposizione su aree estese di diamante CVD su manufatti in carburo di tungsteno cementato (WC-Co),
- 2) individuazione di un processo chimico originale per la produzione di polveri composite W-Cu con elevata sinterizzabilità da impiegarsi per la produzione di scambiatori di calore per componenti elettronici e per contatti elettrici di alta potenza (brevetto italiano n. 1302926 rilasciato il 10/10/2000, brevetto internazionale PCT/IT99/00321 e brevetto europeo EP 99954333.3),
- 3) realizzazione di un processo chimico per il recupero della materia prima (carburo di tungsteno) da rottami di manufatti a base WC-Co.

Le attività di cui al punto 1) sono state svolte nell'ambito di un progetto di 36 mesi di sostegno alla Ricerca Industriale, di cui alla Legge 488/92, finanziato dal MURST come da delibera pubblicata in Gazzetta Ufficiale, Serie Generale, n.273 del 22 novembre 2000.

#### **COMITATI EDITORIALI e ORGANIZZAZIONE CONGRESSI INTERNAZIONALI**

Dal 2006 è membro dell' Editorial Board dell' International Journal of Surface Science and Engineering (IJSurfSE) di cui è stato anche Guest Editor del fascicolo 3/4 (Vol. 2, 2008) dedicato a 'Micromachining systems and tailored surfaces'.

Dal 2013 è Review Editor di "Frontiers in Fuel Cells" ([http://www.frontiersin.org/Fuel\\_Cells/editorialboard](http://www.frontiersin.org/Fuel_Cells/editorialboard)).

Nel 2007 è stato membro dell'International Organizing Committee della 2nd International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (nanoSMat 2007), nonché organizzatore e Chair del "Nanoporous Semiconductors Symposium" all'interno della medesima conferenza tenutasi in Algarve, Portogallo (9-11 luglio 2007).

Nel 2009 è stato Co-Chair della 4th International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured materials (NanoSMat 2009, 19-22 ottobre 2009, Roma, Italia) e organizzatore e Chair della sessione 'Nanotechnology' dello stesso congresso.

#### **RELAZIONI SU INVITO a CONGRESSI INTERNAZIONALI**

I risultati originali ottenuti nei vari campi di attività (deposizione di rivestimenti CVD di diamante, sviluppo di celle a combustibile a ossidi solidi, SOFC, con film di elettrolita a base di gallato di lantanio ottenuto per EPD, e sviluppo di nuovi ionomeri a base di SPEEK reticolato per impiego in PEMFC) sono stati riconosciuti a livello internazionale con l'invito del Dott. Polini a presentare i risultati della propria attività scientifica in vari Congressi come di seguito specificato:

2014 : Invited Speaker, 5th International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2014), 2014, 2-4 July Aveiro, Portugal.

2014 : Invited Speaker, CIMTEC 2014, 13th International Ceramics Congress, 2014, 8-13 June, Montecatini Terme, Italy.

2013 : Invited Speaker, THERMEC 2013, 2-6 December 2013, Las Vegas, USA.

2012 : Invited Speaker, XXII International Materials Research Congress, 12-17 August 2012, Cancún, Mexico.

2011 : Invited Speaker, 2011 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting, November 28 - December 2, 2011, Boston (MA) USA.

2010 : Keynote Speaker, 3rd International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2010), Agadir, Morocco.

2008 : Invited Speaker, 5th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition (HWCVD-5), Cambridge, MA (USA).

2008 : Invited Speaker, 2nd International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2008), Aveiro, Portugal.

2005 : Invited Speaker, International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (nanoSMat2005), Aveiro, Portugal.

Il Dott. Polini è membro dell'International Advisory Board della NanoSMat Conference.

#### **ATTIVITA' DI REVISIONE EDITORIALE**

Il Dott. Polini svolge attività di *referee* per le seguenti riviste scientifiche a diffusione internazionale: Journal of the Electrochemical Society; Journal of the European Ceramic Society; Journal of Materials Research; Thin Solid Films; Surface and Coatings Technology; Diamond and Related Materials; Vacuum; Carbon; Fuel Cells; Frontiers in Fuel Cells.

## CV (English)

Riccardo Polini was born in Rome (Italy) on 1961.

He received summa cum laude "Laurea" (Italian Doctoral Degree) in Chemistry from the University of Rome La Sapienza in 1985.

In 1985 he was a Research Scientist at Centro Sviluppo Materiali SpA (CSM SpA, Italy), where he studied hardenability, microstructure and high-temperature mechanical properties of carbon steels.

1987-1989: employed in the Business Organization unit of Agip Petroli SpA.

In 1989 he joined the Department of Chemical Sciences and Technologies at the University of Roma Tor Vergata, where he is "Professore Aggregato" of General Chemistry.

Dr Riccardo Polini attained the Scientific Habilitation to Associate Professor ("Abilitazione Scientifica Nazionale", abbreviated ASN) for both 03/B1 (Fondamenti delle Scienze Chimiche e Sistemi Inorganici) and 03/B2 (Fondamenti Chimici delle Tecnologie) disciplines.

### MAIN RESEARCH ACTIVITIES.

Dr Riccardo Polini is the author of 2 Italian patents, 1 International patent, more than 90 papers published in International peer-reviewed scientific journals and tens of Conference papers (h-index = 19, February 2014 update). He has been Guest Editor of the Special Issue on "Micromachining systems and tailored surfaces" published in the International Journal of Surface Science and Engineering, vol. 2, p. 177-324, Inderscience Enterprises Ltd.

The main research activities are summarized as in the following.

1. KINETICS OF NUCLEATION AND GROWTH OF MICRO- AND NANO-STRUCTURED DIAMOND FILMS DEPOSITED ONTO TECHNOLOGICALLY IMPORTANT SUBSTRATES (Si(100), Si(111), WC-Co, high speed steels) BY CHEMICAL VAPOUR DEPOSITION (CVD). Since 1993 Riccardo Polini has been studying diamond deposition on cemented carbides (WC-Co) and High Speed Steels (HSS) for the development of 1) inserts and rotary tools to be used in turning and milling of difficult-to-machine materials (MMCs, graphite, Al-Si alloys), 2) dental burs for odontology and odontotechnics and 3) mechanical components with largely improved wear resistance and low friction coefficient.

2. EVALUATION OF ADHESION AND WEAR RESISTANCE OF HARD FILMS ONTO CEMENTED CARBIDES AND STEELS. To achieve large adhesion levels required for the most demanding mechanical applications, the deposition of hard films, namely diamond CVD, must be performed on substrates whose surface has been pre-treated properly. The development of several surface modification techniques, ranging from thermal to laser pre-treatments, has allowed the deposition of highly adherent diamond coatings on hard metals (WC-Co). The consequent development of superior performance tools for dry machining of highly abrasive materials represents a success of Dr Polini's research activity.

3. SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ADVANCED ELECTROCERAMICS FOR INTERMEDIATE TEMPERATURE SOLID OXIDE FUEL CELLS (IT-SOFCs). Synthesis via sol-gel techniques and subsequent suitable processing routes of Sr- and Mg-doped lanthanum gallate (LSGM) oxygen ion conductors has allowed the manufacturing of an anode-supported SOFC operating at intermediate temperatures. For the first time, a fuel cell employing a thin electrolyte film of LSGM deposited by electrophoretic deposition (EPD) has been manufactured successfully, and tested. Therefore, the feasibility of EPD for manufacturing anode supported SOFCs with LSGM electrolyte thin film was demonstrated.

4. DEVELOPMENT OF NEW IONOMERS FOR POLYMERIC ELECTROLYTE MEMBRANE FUEL CELLS (PEMFCs). Sulphonated poly-ether-ether-ketone (S-PEEK) is a potential alternative ionomer to Nafion in PEMFCs operating at high temperatures ( $> 90^{\circ}\text{C}$ ) and low relative humidity (RH). However, to ensure proper conductivity values, the degree of sulphonation (DS) of SPEEK must be large. SPEEK with large DS values is hydrolytically unstable. To improve the stability in terms of water uptake and swelling at  $T > 90^{\circ}\text{C}$ , a thermally-activated internal cross-link reaction has been studied. The formation of sulfone bridges has allowed to stabilize the ionomer by maintaining, at the same time, a sufficiently large DS value and, consequently, a large proton conductivity at high temperatures ( $80\text{-}140^{\circ}\text{C}$ ). Functional properties such as conductivity, Young modulus, swelling, etc., can be tailored by controlling the degree of advancement of the cross-link reaction. The use of nanofillers (namely, nanodiamond) to improve the functional properties of electrolyte membranes has been also investigated.

#### **INTERNATIONAL COLLABORATIONS**

Dr Polini has been involved in several international collaborations with Japanese (Tohoku University), French (CNRS, CEA), English (Manchester Metropolitan University), German (Fraunhofer Institute) and Portuguese (University of Aveiro) prestigious academic and research institutions.

#### **COLLABORATION WITH INDUSTRY**

Dr Polini has been the leader of several Research projects funded by Italian private companies (total budget exceeding 380 k€ + VAT) concerning nucleation, growth, adhesion and wear resistance of CVD diamond films onto cemented tungsten carbides. In collaboration with OMCD SpA group, the first large-area deposition Hot Filament CVD reactor was developed in Italy; moreover, an industrial plant to recycle cemented tungsten carbide scraps to get both tungsten carbide and binder phase has been set up, which provides 25 % of OMCD powder needs.

#### **PROFESSIONAL RECOGNITIONS**

Dr. Polini has been an **Invited Speaker** at several International Conferences:

2014 : Invited Speaker, 5th International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2014), 2014, 2-4 July Aveiro, Portugal.

2014 : Invited Speaker, CIMTEC 2014, 13th International Ceramics Congress, 8-13 June 2014, Montecatini Terme, Italy.

2013 : Invited Speaker, Thermec 2013, 2-6 December 2013, Las Vegas, USA.

2012 - Invited Speaker, XXII International Materials Research Congress, 12-17 August 2012, Cancún, Mexico.

2011 - Invited Speaker, 2011 Materials Research Society (MRS) Fall Meeting, November 28 - December 2, 2011, Boston (MA) USA.

2010 - Keynote Speaker, 3rd International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2010), Agadir, Morocco.

2008 - Invited Speaker, 5th International Conference on Hot-Wire Chemical Vapor Deposition (HWCVD-5), Cambridge, MA (USA).

2008 - Invited Speaker, 2nd International Conference on Advanced NanoMaterials (ANM 2008), Aveiro, Portugal.

2005 - Invited Speaker, International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (nanoSMat2005), Aveiro, Portugal.

Dr Polini is a member of the International Advisory Board of the NanoSMat Conference.

#### **CONFERENCE and SYMPOSIA ORGANIZATION**

Dr Polini has been the Co-Chair of the 4th International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (NanoSMat 2009), 19-22 Oct 2009, Rome (Italy).

In 2007, Dr Polini was organizer and Chair of the "Nanoporous Semiconductor" Symposium, 2nd International Conference on Surfaces, Coatings and Nanostructured Materials (nanoSMat 2007), Algarve, Portugal.

#### **RESEARCH ACTIVITIES ABROAD**

2006 - Visiting Research Scientist at the Dept. of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Portugal.

2004 - Visiting Research Scientist at the Dept. of Mechanical Engineering, University of Aveiro, Portugal.

2001 - Visiting Researcher at the Dept. of Chemistry and Materials, Manchester Metropolitan University, Manchester, UK.

#### **MEMBER OF EDITORIAL BOARDS**

Dr Polini is a member of the Editorial Board of the International Journal of Surface Science and Engineering.

#### **REFeree WORK**

Dr Polini has been acting as a referee to several international scientific journals (e.g., Journal of the Electrochemical Society, Journal of Materials Science, Journal of the European Ceramic Society, Carbon, Diamond and Related Materials, Surface and Coatings Technology, Thin Solid Films, Vacuum, Frontiers in Fuel Cells).