

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Caratterizzazione di materiali innovativi per l'elettronica e la sensoristica

A2 Responsabile

(aggiungere eventuale referente del Dipartimento se il Responsabile non è un afferente ad esso)

Attività divisa in più linee:

Ossidi per l'elettronica:

Responsabile *Marco Salluzzo (CNR)*

Referente per il Dip. *Roberto Di Capua*

Materiali ibridi per sensori e Sistemi fortemente correlati:

Responsabile *Roberto Di Capua*

Materiali multiferroici e possibili applicazioni:

Responsabile *Gabriella Maria De Luca*

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Ordinari:

Prof. Associati:

Ricercatori universitari: *Roberto Di Capua*

RTDA: *Gabriella Maria De Luca*

RTDB:

A4 Collaborazioni con altri enti

Interateneo:

Dipartimento di Chimica

Nazionali:

Istituto CNR-SPIN

Istituto CNR-IRC

Politecnico di Milano

Università di Genova

Seconda Università di Napoli

Internazionali:

European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble, FR)

Paul Scherrer Institute (Villigen, CH)

University of Twente (Enschede, NL)

Université de Genève (Genève, CH)

Oak Ridge National Laboratory (Oak Ridge TN, US)

Temple University (Philadelphia PA, US)

Argonne National Laboratory (Argonne IL, US)

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

Marco Salluzzo (CNR-SPIN)

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti:

Borsisti Post-doc:

Borsisti:

A7 Dottorandi di Ricerca

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

L'attività di ricerca si sviluppa su più linee distinte: ciascuna di esse coinvolge i componenti del gruppo in maniera variabile, con collaborazioni con altri membri del Dipartimento e di altri enti di ricerca.

- Fabbricazione e caratterizzazione di ossidi per l'elettronica e la spintronica (superfici ed interfacce in eterostrutture) e di materiali multiferroici. Sono utilizzate tecniche di misura di trasporto, morfologiche (AFM, STM), spettroscopiche (tunnel, fotoemissione), strutturali (diffrattometria X e tecniche synchrotron-based).

- Studio morfologico, di trasporto e spettroscopico di materiali grafenici, e di strutture ibride con elementi metallici (MOF, Metallic Organic Frame) e con materiali biologici (in particolare eumelanina). L'attività è chiaramente multidisciplinare e si giova dell'interazione con chimici, ingegneri, medici.

- Studio di sistemi a forte correlazione: fenomeni di Charge Density Waves, superconduttività non convenzionale alle interfacce tra materiali ossidi.

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

Sono state studiate le proprietà di trasporto, elettroniche e strutturali delle interfacce $\text{LaAlO}_3/\text{SrTiO}_3$ e $\text{LaAlO}_3/\text{EuTiO}_3/\text{SrTiO}_3$, e le superfici di cristalli di SrTiO_3 con diverse orientazioni. Con misure di trasporto e tecniche basate su luce di sincrotrone (XAS, ARPES, GXID), si è determinato che è possibile creare un gas di elettroni, spin-polarizzato e superconduttivo, con proprietà modulabili tramite l'applicazione di un campo elettrico. Misure su film di BiMnO_3 hanno rivelato la presenza di ferroelettricità e indicato l'insorgere di effetti magnetoelettrici.

È stato studiato l'interplay tra superconduttività e magnetismo in eterostrutture tra ossidi/cuprati ($\text{La}_{2-x}\text{Sr}_x\text{CuO}_4$) e manganiti ($\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$). L'effetto di prossimità è stato analizzato con tecniche basate su radiazione di sincrotrone (XAS, XMCD, XLD), tecniche di microscopia di elettroni ad alta energia (HRTEM, STEM) e di spettroscopia di elettroni risolte atomicamente (EELS).

Lo studio di superfici grafeniche preparate in soluzioni in differenti condizioni ha chiarito il ruolo del pH sulle caratteristiche delle superfici stesse, e ha permesso lo sviluppo di un semplice modello chimico-fisico termodinamico per descrivere la formazione delle diverse caratteristiche osservate. La combinazione di questi materiali con TiO_2 ne ha dimostrato le potenzialità nel campo della catalisi. Si sono inoltre variamente caratterizzati i sistemi ibridi grafene-melanina, comparandone le proprietà chimiche, morfologiche, di trasporto, spettroscopiche, con quelle dei componenti singoli. Presso diverse facilities internazionali, vari sistemi grafene-melanine e MOF sono stati caratterizzati tramite fotoemissione, assorbimento di raggi X e NMR.

La collaborazione con la Temple University e l'Argonne National Laboratory ha permesso, tramite l'impiego di diverse tecniche di caratterizzazione (STM, APRES,

XRD), di descrivere il ruolo delle impurezze sulle caratteristiche di coerenza dello stato CDW in cristalli di NbSe₂.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

A prosecuzione degli incoraggianti risultati già ottenuti, continueranno le attività legate allo studio dei meccanismi elettronici alla base delle proprietà delle interfacce tra materiali ossidi per l'elettronica. La collaborazione con teorici dei materiali (del Dipartimento e non) favorirà l'interpretazione, tramite opportuni modelli strutturali, elettronici e magnetici, di talune evidenze sperimentali, in particolare su aspetti fondamentali delle caratteristiche delle superfici di SrTiO₃, riguardanti le eventuali ricostruzioni strutturali o elettroniche e i riarrangiamenti chimici in superficie.

Si studierà e si interpreterà l'origine microscopica del peculiare comportamento ferromagnetico di interfacce di film di BiMnO₃ cresciuto su diversi substrati e con diverso strain. Saranno ulteriormente investigati gli effetti dell'inserimento di un layer di poche celle elementari di EuTiO₃ all'interfaccia LaAlO₃-SrTiO₃, e della conseguente interazione di scambio tra momenti magnetici di elettroni 4f dell'Eu e 3d del Ti. Sono in programma misure spettroscopiche avanzate e di magneto-trasporto per la caratterizzazione dello stato superconduttivo all'interfaccia SrTiO₃/LaAlO₃.

Lo studio di materiali grafenici proseguirà con la sistematica caratterizzazione di composti ibridi a diversa composizione e con diverso dopante metallico. Le misure di trasporto e di spettroscopia di impedenza chiariranno la natura delle interazioni tra i diversi componenti e il loro ruolo sulle proprietà di trasporto e strutturali. Si prevede ulteriore tempo macchina presso strutture internazionali per caratterizzazioni spettroscopiche avanzate.

Per quanto riguarda lo studio dei fenomeni CDW, il prossimo periodo sarà sostanzialmente dedicato all'analisi di una gran mole di dati raccolti sugli effetti del disordine locale sulla struttura globale CDW. Restano inoltre da chiarire caratteristiche spettroscopiche peculiari misurate su superconduttori non convenzionali.

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7

(indicare il numero complessivo nel triennio e elencare le più significative (max 10))

N. complessivo: 12

Pubblicazioni più significative:

1) *Signatures of unconventional superconductivity in the LaAlO₃/SrTiO₃ two-dimensional system*

*D. Stornaiuolo, D. Massarotti, R. Di Capua, P. Lucignano, G. P. Pepe, M. Salluzzo, F. Tafuri
Phys Rev. B **95** (2017) No. 14, pp. 140502(R)*

2) *Tunable spin polarization and superconductivity in engineered oxide interfaces*

D. Stornaiuolo, C. Cantoni, G.M. De Luca, R. Di Capua, E. Di Gennaro, G. Ghiringhelli, B. Jouault, D. Marrè, D. Massarotti, F. Miletto Granozio, I. Pallecchi, C. Piamonteze, S. Rusponi, F. Tafuri, M. Salluzzo

Nature Mater. **15** (2016) No. 3, 278-284

3) *Graphene-Like Layers from Unconventional Carbon Sources: New Perspectives on Hybrid Materials and π -system Synergisms*

R. Di Capua, V. Gargiulo, M. Alfè

Eurasian Chem.-Technol. J. **18** (2016) No. 4, 263-274

4) *Emergence of coherence in the charge-density wave state of 2H-NbSe₂*

U. Chatterjee, J. Zhao, M. Iavarone, R. Di Capua, J. P. Castellan, G. Karapetrov, C. D. Malliakas, M. G. Kanatzidis, H. Claus, J. P. C. Ruff, F. Weber, J. van Wezel, J. C. Campuzano, R. Osborn, M. Randeria, N. Trivedi, M. R. Norman, S. Rosenkranz

Nat. Commun. **6** (2015), pp. 6313_1-7

5) *Tuning the surface morphology of self-assembled graphene-like thin films through pH variation*

M. Alfè, V. Gargiulo, R. Di Capua

Appl. Surf. Sci. **353** (2015), pp.628-635

6) *Supplementing π -systems: eumelanin and graphene-like integration towards highly conductive materials for the mammalian cell culture bio-interface*

V. Gargiulo, M. Alfè, R. Di Capua, A.R. Togna, V. Cammisotto, S. Fiorito, A. Musto, A. Navarra, S. Parisi, A. Pezzella

J. Mater. Chem. B **3** (2015) No.25, pp. 5070-5079

7) *Ubiquitous long-range antiferromagnetic coupling across the interface between superconducting and ferromagnetic oxides*

G. M. De Luca, G. Ghiringhelli, C. A. Perroni, V. Cataudella, F. Chiarella, C. Cantoni, A. R. Lupini, N.B. Brookes, M. Huijben, G. Koster, G. Rijnders, M. Salluzzo

Nat. Commun. **5**, 5626 (2014)

8) *Transport properties of a quasi-two-dimensional electron system formed in LaAlO₃/EuTiO₃/SrTiO₃ heterostructures*

G. M. De Luca, R. Di Capua, E. Di Gennaro, F. M. Granozio, D. Stornaiuolo, M. Salluzzo, A. Gadaleta, I. Pallecchi, D. Marre, C. Piamonteze, M. Radovic, Z. Ristic, S. Rusponi

Phys. Rev. B **89** (2014) No. 22, pp. 224413_1-6

9) *Synthesis and characterization of conductive copper-based metal-organic framework/graphene-like composites*

M. Alfè, V. Gargiulo, L. Lisi, R. Di Capua

Mater. Chem. Phys. **147** (2014) No. 3, pp. 744-750

10) *TiO₂/graphene-like photocatalysts for selective oxidation of 3-pyridine-methanol to vitamin B3 under UV/solar simulated radiation in aqueous solution at room conditions: The effect of morphology on catalyst performances*

M. Alfe, D. Spasiano, V. Gargiulo, G. Vitiello, R. Di Capua, R. Marotta

Appl. Catal. A **487** (2014), pp. 91-99

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

(solo se lo speaker è tra il personale elencato nel punto A3)

2016 R. Di Capua (su invito), Conference on Nanoenergetic Materials and Nanoenergetics – 13-15 Settembre 2016, Almaty, Kazakhstan

2016 R. Di Capua, SINFO III (3rd Workshop on Surfaces, Interfaces and Functionalization Processes in Organic Compounds and Applications) – 27-29 Giugno 2016, Napoli

2015 TO-BE Spring Meeting 2015-University of Aveiro – 30 Marzo-2 Aprile 2015, Aveiro, Portogallo

2014 G.M. De Luca, SuperFox (Workshop on Superconductivity and Functional

Oxides) – 24-26 Settembre 2014, Roma

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

-

D1 Progetti di ricerca attivi

(Progetti di Enti di ricerca, Progetti Europei, Progetti MIUR, PON, POR, ...)

“Electrical and Spectroscopic Properties of Eumelanin for Related Innovative Applications” (ESPERIA), nell'ambito del bando “Finanziamento della Ricerca in Ateneo 2016” dell’Università di Napoli Federico II (categoria c: progetti interdisciplinari). Finanziamento: 50 kEuro. Coordinatore: R. Di Capua