

A1 Titolo dell'attività di ricerca

Materiali magnetici nanostrutturati multifunzionali

A2 Responsabile

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

Responsabile L. Lanotte (associato CNR)
Referenti per il Dip. V. Iannotti; G. Ausanio

A3 Personale Dipartimento di Fisica (Professori e Ricercatori)

Prof. Associati: G. Ausanio; V. Iannotti

A4 Collaborazioni con altri enti

1. CNR [Istituto SPIN, Istituto IPCB (V. Guarino, L. Ambrosio), Istituto INSTEC (A. Tampieri), Istituto ISM (D. Fiorani)];
2. Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Fisica (A. Lascialfari);
3. Université Montpellier 2 & CNRS UMR 5587, Département de Colloïdes, Verres et Nanomatériaux, Laboratoire Charles Coulomb;
4. Trinity College, School of Physics, Dublin (J.M.D. Coey);
5. NCSR "Demokritos", Institute of Nanoscience and Nanotechnology, Athens (K.N. Trohidou);
6. Foundation for Research and Technology – Hellas (FORTH), Institute of Electronic Structure and Laser (IESL), Heraklion, Crete (A. Lappas);
7. National Technical University of Athens, School of Mining & Metallurgical Engineering, Athens (E. V. Hristoforou).

A5 Personale strutturato ricercatore o tecnologo altri enti convenzionati

xxx

A6 Altro personale di ricerca (Assegnisti, Borsisti)

Assegnisti: xxx

Borsisti Post-doc: xxx

Borsisti: xxx

A7 Dottorandi di Ricerca

xxx

B1 Breve descrizione della linea di ricerca

(max 1000 caratteri)

Il gruppo di magnetismo si occupa dello studio dei materiali magnetici nanostrutturati multifunzionali. I principali temi di ricerca comprendono:

1. **Produzione e caratterizzazione di compositi elasto-magnetici innovativi**, costituiti da micro o nano-particelle ferromagnetiche uniformemente disperse in una matrice elastica, con elevata sensibilità sia piezo-resistiva che magneto-meccanica. L'obiettivo è di comprendere i meccanismi fisici che sono alla base dell'accoppiamento di queste proprietà nello stesso materiale,

al fine di realizzare sia sensori di spostamento o deformazione, sia sensori dell'intensità e verso di un moderato campo magnetico localizzato;

- 2. Caratterizzazione e studio di nanoparticelle magnetiche** prodotte mediante sintesi chimica e ablazione laser a femtosecondi, con l'obiettivo di indagare le potenzialità offerte da questo regime dimensionale nello sviluppo di materiali magnetici innovativi per applicazioni in campo bio-medico o come apparati di immagazzinamento dati, sensori e testine di lettura magnetica.

B2 Descrizione attività svolta nel triennio 2014-2016

(max 2000 caratteri)

1. Produzione e caratterizzazione di compositi elasto-magnetici innovativi:

L'attività di ricerca sui materiali compositi elasto-magnetici innovativi, costituiti da micro o nano-particelle magnetiche, e conduttive, uniformemente disperse in una matrice elastica, si è focalizzata sull'ottimizzazione dell'accoppiamento piezo-resistivo e magneto-elastico. In particolare sono stati realizzati nuovi compositi, concepiti in modo da poter avere attraverso l'applicazione di un campo magnetico una deformazione ed a seguito di questa una variazione gigante di resistività, ossia l'ottimizzazione del nuovo effetto denominato magneto-piezo-resistivo. È stato dimostrato come i nuovi compositi magneto-piezo-resistivi da noi concepiti, realizzati e caratterizzati, sono in grado di funzionare come sensori di posizione, di gradiente di campo magnetico, e come sensori di intensità e verso della magnetizzazione locale, aprendo nuovi interessanti prospettive per la lettura di memorie magnetiche.

2. Caratterizzazione e studio di nanoparticelle magnetiche:

L'attività di ricerca ha riguardato la caratterizzazione e studio di nanoparticelle magnetiche prodotte per sintesi chimica ed ablazione laser a femtosecondi. In dettaglio:

2.1 Nanoparticelle magnetiche prodotte per sintesi chimica: Sono state studiate e caratterizzate le proprietà magnetiche di: (i) nuove nanoparticelle di idrossiapatite drogate con ioni di ferro, intrinsecamente biocompatibili e biorisorbibili, in vista di loro applicazioni bio-medicali in alternativa alle nanoparticelle di ossido di ferro per l'incerto profilo di sicurezza di quest'ultime; (ii) nanoparticelle di ossido di ferro core/shell ($\text{FeO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$) indagando la possibile correlazione tra trasformazioni strutturali locali e proprietà magnetiche al variare della loro morfologia (dimensione: 8-17 nm; forma: sferica, cubica), in modo da poter realizzare un "tuning" chimico della loro risposta magnetica.

2.2 Nanoparticelle magnetiche prodotte mediante ablazione laser a femtosecondi:

E' stata indagata l'influenza dello spessore del target sulla distribuzione dimensionale delle nanoparticelle. I risultati ottenuti hanno mostrato che l'ablazione laser di film sottili con impulsi ultrabrevi è una tecnica valida per ottenere una distribuzione dimensionale delle nanoparticelle più uniforme, con dimensioni delle nanoparticelle più piccole, rispetto a quanto si ottiene usando target bulk. Questa attività è stata condotta in collaborazione con il gruppo dipartimentale di 'Ablazione laser'.

B3 Descrizione attività programmata nel triennio 2017-2019

(max 2000 caratteri)

1. Produzione e caratterizzazione di compositi elasto-magnetici innovativi:

L'attività di ricerca sui materiali compositi elasto-magnetici innovativi sarà orientata su due versanti: 1°) riprodurre l'effetto magneto-piezo-resistivo in scala nanometrica, tramite strutture innovative prodotte attraverso la tecnica di elettrospinning coassiale, in collaborazione con l'Istituto IPCB del CNR, e il Laboratorio Charles Coulomb dell'Università Montpellier 2; 2°) approfondire, sia con modelli teorici sia con nuove applicazioni sensoristiche, il ruolo della dimensione, orientazione e natura fisico-chimica delle particelle magnetiche, indagando anche nuove matrici elastomeriche.

2. Caratterizzazione e studio di nanoparticelle magnetiche:

L'attività di ricerca sulle nanoparticelle magnetiche prodotte per sintesi chimica ai fini biomedicali verterà sull'aggiunta di una forte funzionalità magnetica a nanoparticelle intrinsecamente biocompatibili e biorisorbibili, quali l'idrossiapatite, per applicazioni come agenti di contrasto nelle immagini di risonanza magnetica nucleare, con indagini sui tempi di rilassamento T1 e T2 attraverso i test in vitro e in vivo. Questa attività sarà condotta in collaborazione con il gruppo della Dott.ssa A. Tampieri dell'Istituto INTEC del CNR e del Prof. A. Lasciari del Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Milano.

L'attività sulle nanoparticelle magnetiche di ossido di ferro core/shell prodotte mediante sintesi chimica riguarderà l'approfondimento della correlazione tra proprietà magnetiche e struttura locale al variare della morfologia e stechiometria nei campioni di composizione $\text{FeO}@Co_x\text{Fe}_{2-x}\text{O}_4$, ottenuti mediante il drogaggio del sistema $\text{FeO}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ con ioni di Cobalto. A tal fine il ruolo della struttura in tali sistemi verrà indagato mediante misure di trasmissione elettronica ad alta risoluzione e attraverso le grandi facilities di radiazione di sincrotrone. Questo verrà svolto in collaborazione con il gruppo del Dr. A. Lappas dell'Institute of Electronic Structure and Laser (IESL), Foundation for Research and Technology – Hellas (FORTH), Heraklion, Crete .

C1 Pubblicazioni scientifiche nel triennio 2014-2016/7

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

N. complessivo: 16

Pubblicazioni più significative:

- V. Iannotti, A. Adamiano, G. Ausanio, L. Lanotte, G. Acquilanti, J.M.D. Coey, M. Lantieri, G. Spina, M. Fittipaldi, G. Margaritis, K. Trohidou, S. Sprio, M. Montesi, S. Panseri, M. Sandri, M. Iafisco, A. Tampieri, *Inorg. Chem.* **56**, 4446-4458 (2017);

- E. Ricciardi, G. Ausanio, V. Iannotti, V. Pasquino, B. Silvestri, L. Lanotte, *Struct. Control and Health Monit.* **24**, e1914 (pp.9) (2017);
- Vincenzo Iannotti, Giovanni Ausanio, Luca Lanotte, Luciano Lanotte, *eXPRESS Polymer Letters* **10**, 65-71 (2016);
- G. Staiano, A. Gloria, G. Ausanio, A. Lanzotti, C. Pensa, M. Martorelli, *Int. J. Interact Des. Manuf.*, Article in Press, (pp. 14) (2016);
- B. Della Ventura, R. Funari, K.K. Anoop, S. Amoruso, G. Ausanio, F. Gesuele, R. Velotta, C. Altucci, *Appl. Phys. B* **119**, 497-501 (2015);
- Giovanni Ausanio, Vincenzo Iannotti, Enrico Ricciardi, Luca Lanotte, Luciano Lanotte, *Sensor. Actuat. A: Phys.* **205**, 235-239 (2014);
- E. Ricciardi, G. Ausanio, V. Iannotti, V. Pasquino, L. Lanotte, In: *20th IMEKO - TC4 International Symposium*, 50-54 (2014);
- G. Carotenuto, S.D. Nicola, G. Ausanio, D. Massarotti, L. Nicolais, G.P. Pepe, *Nanoscale Research Lett.* **9**, 475 (pp. 7) (2014)
- S. Amoruso, N.N. Nedyalkov, X. Wang, G. Ausanio, R. Bruzzese, P.A. Atanasov, *Thin Solid Films* **550**, 190-198 (2014);
- N. Tsakiris, K. K. Anoop, G. Ausanio, M. Gill-Comeau, R. Bruzzese, S. Amoruso, and L. J. Lewis, *J. Appl. Phys.*, **115**, 243301 (pp. 10) (2014).

C2 Presentazioni a Conferenze internazionali e nazionali

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

- G. Ausanio, F. Branda, V. Guarino, V. Iannotti, L. Lanotte Jr., L. Ambrosio, L. Lanotte, "Magneto-piezo-resistive composites optimization in prospect of micro-devices development", Materials 2016, Aci Castello (Catania), December 12-16, 2016;
- G. Antonaropoulos, K. Brintakis, E.S. Bozin, M. Abeykoon, G. Ausanio, V. Iannotti, A. Lappas, "Evolution of Magnetic Properties Among FeO@Fe₃O₄ Nanoparticles With Different Morphological Characteristics", Invited talk at 5th International Conference on "Superconductivity and Magnetism (ICSM2016)", held in Fethiye, Ölüdeniz, at the Liberty Lykia Hotels, Turkey, April 24-30, 2016;
- V. Iannotti, G. Ausanio, L. Lanotte, K.N. Trohidou, A. Adamiano, M. Sandri, A. Tampieri, "Fe⁺²-Fe⁺³ ions doping effect on magnetic properties of hydroxyapatite nanoparticles", 101° Congresso Nazionale SIF, Roma, 21-25 Settembre 2015;
- V. Iannotti, G. Ausanio, L. Lanotte, K.N. Trohidou, A. Adamiano, M. Sandri, and A. Tampieri, "Interacting superparamagnetism and giant paramagnetism of Fe⁺²/Fe⁺³-doped hydroxyapatite nanoparticles", Invited talk at International Workshop on "Complex Magnetic Nanostructures (COMANA)", held in Agia Marina, Aegina, at the Hotel Apollo, Greece, June 02-05, 2015;

- V. Iannotti, G. Ausanio, L. Lanotte, K.N. Trohidou, M. Sandri, and A. Tampieri, "Novel Fe-doped hydroxyapatite nanoparticles with high-spin ground state", MAGNET 2015, CNR Bologna, February 17-19, 2015;
- V. Iannotti, E. Ricciardi, G. Ausanio, V. Pasquino, L. Lanotte, "Attenuation of relative oscillation by means of self-active composite elato-magnetic attenuators", 20th IMEKO TC4 International Symposium, Benevento, September 15-17, 2014.

C3 Presentazioni di brevetti internazionali e nazionali

xxx

D1 Progetti di ricerca attivi

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

Recenti progetti gestiti dal gruppo

- Progetto F.A.R.O. 2012-2014, IV Tornata, dal titolo "Attenuatori di Vibrazioni Auto-attivi di Nuova Tipologia (AVANTI)". Coordinatore e responsabile scientifico: **V. Iannotti**;
- Progetto PRIN 2010-11, "Controllo della Dinamica della Magnetizzazione in Nano-strutture Magnetiche per Applicazioni nelle Tecnologie dell'Informazione e della Comunicazione (DyNanoMag)". Responsabile per il Dipartimento di Fisica "E. Pancini": **G. Ausanio**.