

# *Curriculum vitae di Melissa Tamisari*

## **Titoli di studio**

**Diploma:** Diploma di maturità scientifica presso il Liceo Scientifico A. Roiti, Ferrara, con votazione 94/100 nel luglio 1999.

**Laurea:** Laurea in Fisica, indirizzo Fisica della Materia, conseguita il 17 Marzo 2005 presso l'Università degli Studi di Ferrara con la votazione 108/110 con una tesi dal titolo: "Correlazione tra proprietà elettroniche e magnetiche del sistema nanogranulare Fe-Ag"

**Dottorato:** Dottorato in Fisica, conseguito il 12 Marzo 2009 presso l'Università degli Studi di Ferrara, con una tesi dal titolo: "Spin-dependent scattering of the conduction electrons in nanogranular Fe-Ag films"

## **Borse di studio e contratti**

1 aprile 2005 - 31 maggio 2005: contratto di collaborazione occasionale con l'Istituto Nazionale di Fisica della Materia presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Ferrara. Tema dell'incarico: "Legame tra conducibilità elettronica dipendente dallo spin e proprietà magnetiche di un sistema nanogranulare Fe-Ag" .

1 gennaio 2009 – 31 gennaio 2012: assegno di ricerca presso il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Ferrara nel settore scientifico FIS/01 dal titolo: "Magnetoresistenza dipendente dallo spin nei sistemi magnetostrittivi"

## **Attività didattica**

- Tutorato didattico di Fisica per gli studenti di Scienze Motorie (80 ore) a.a. 2007/2008
- Tutorato didattico di Fisica per gli studenti di Scienze Motorie (80 ore) a.a. 2008/2009
- Teoria ed esercitazioni di Tribologia per il corso di Fisica Generale I per il corso di laurea di Ingegneria Meccanica a.a. 2008/2009
- Teoria ed esercitazioni di Tribologia per il corso di Fisica Generale I per il corso di laurea di Ingegneria Meccanica a.a. 2009/2010
- Laboratorio di Fisica per il corso di Fisica II + Laboratorio di Fisica per il corso di laurea in Chimica a.a. 2009/2010
- modulo di Logica matematica per il corso integrato di Fisica Medica e Matematica per il corso di laurea in Medicina e Chirurgia a.a. 2009/2010
- Teoria ed esercitazioni di Tribologia per il corso di Fisica Generale I per il corso di laurea di Ingegneria Meccanica a.a. 2010/2011
- modulo di Logica matematica per il corso integrato di Fisica Medica e Matematica per il corso di laurea in Medicina e Chirurgia a.a. 2010/2011
- modulo di Fisica applicata per il corso integrato di Fisica e Informatica per il corso di laurea in Infermieristica ed Ostetricia a.a. 2010/2011
- modulo di Fisica per il corso di Fisica, Informatica e Analisi dati per il corso di laurea in Scienze Motorie a.a. 2010/2011
- modulo di Aspetti applicativi della fisica alla biologia per il corso di Fisica, per il corso di laurea in Scienze Biologiche a.a. 2010/2011

- contratto di collaborazione coordinata e continuativa per lo svolgimento dell'attività di tecnico ex art. 26 DPR382/80 per il corso di Fisica, per il corso di laurea in Scienze Biologiche a.a. 2010/2011
- modulo di Logica matematica per il corso integrato di Fisica Medica e Matematica per il corso di laurea in Medicina e Chirurgia a.a. 2011/2012
- modulo di Fisica applicata per il corso integrato di Fisica e Informatica per il corso di laurea in Infermieristica ed Ostetricia a.a. 2011/2012
- modulo di Fisica per il corso di Fisica, Informatica e Analisi dati per il corso di laurea in Scienze Motorie a.a. 2011/2012

## **Attività di ricerca**

**Laurea** Il lavoro di tesi è stato svolto presso il Dipartimento di Fisica dell'Università di Ferrara nel gruppo del prof. Franco Ronconi; 2° relatore della mia tesi è stato il dott. Federico Spizzo. Titolo della tesi: "Correlazione tra proprietà elettroniche e magnetiche del sistema nanogranulare Fe-Ag".

L'attività è consistita in:

- Crescita di vari sistemi superparamagnetici nanogranulari, preparati mediante la tecnica de-magnetron co-sputtering, contenenti diverse concentrazioni relative di ferro ed argento. L'interesse verso questi materiali deriva dal fatto che la loro conducibilità elettronica, a causa di effetti legati allo spin dell'elettrone di conduzione, dipende in modo marcato dall'intensità del campo magnetico ad essi applicato, tali sistemi possiedono cioè una magnetoresistenza di tipo gigante (GMR). In particolare si è scelto di analizzare come le loro proprietà magnetoresistive e magnetiche vengano alterate a seguito di trattamenti termici, comunemente utilizzati per alterare la dimensione media delle particelle che costituiscono il sistema. Essendo nel nostro caso la granulometria quasi ottimale, i trattamenti sono stati applicati per cercare di attivare processi di diffusione che, grazie alla scarsa solubilità del Fe in Ag, permettessero sia di migliorare la qualità dell'interfaccia Fe/Ag, un elemento che ha una notevole influenza sulla GMR, sia di migliorare la conducibilità della matrice di Ag. Lo studio si è articolato in due livelli, ovvero la raccolta dei dati sperimentali è stata affiancata ad un confronto dei risultati con i modelli attualmente utilizzati per la descrizione delle proprietà di questi sistemi, in modo tale da poter seguire l'evoluzione delle caratteristiche microscopiche dei materiali al variare del tipo di trattamento termico.

**PostLaurea** Ho proseguito il lavoro iniziato durante la tesi, dedicando particolare attenzione allo studio delle proprietà magnetiche dei campioni alle basse temperature. Inoltre, si è iniziato a studiare come i parametri con cui vengono preparati i campioni influiscano sulle caratteristiche microscopiche di questi ultimi. Al momento si è riusciti, in modo riproducibile, a raddoppiare la variazione percentuale di resistenza del sistema studiato modificando, grazie ad una variazione della velocità di deposizione, la granulometria delle particelle di Fe.

**Dottorato** Durante il dottorato ho affrontato lo studio delle proprietà magnetiche, strutturali e di trasporto elettronico dipendente dallo spin (GMR) dei sistemi formati da cluster di materiale magnetico (Fe) di dimensione nanometrica disperse in una matrice metallica (Ag) non magnetica. A tale scopo ho realizzato dei campioni con la tecnica "dc Magnetron Co-Sputtering con differenti valori di concentrazione atomica di Fe e Ag. La composizione atomica dei campioni è stata analizzata in situ durante la crescita dei film con un oscillatore al quarzo e, successivamente, ex situ con la tecnica Rutherford Backscattering in collaborazione con il Prof. Battaglin nei laboratori INFN di Legnaro, in grado di fornire valori decisamente più precisi. I campioni così ottenuti sono stati caratterizzati magneticamente con il magnetometro superconduttore SQUID e magnetoresistivamente utilizzando il metodo di van der Pauw. Per studiare la struttura dei sistemi è stata fatta un'analisi cristallografica, in collaborazione con il Prof. Sacerdoti, mediante diffrattometria X, e un'analisi con Spettroscopia Mössbauer.

Confrontando le misure magnetiche con quelle magnetoresistive, ha rilevato che nei campioni sono presenti cluster di Fe con interazioni magnetiche di tipo RKKY per concentrazioni di Fe minori di 0.2 e di tipo dipolare per concentrazioni uguali o superiori a 0.2. Ha visto che tali interazioni presentano un dupli-

ce effetto, ossia favorire la formazione di macro aggregati di cluster di Fe durante la crescita del film e di influenzare la conducibilità degli elettroni polarizzati in spin (GMR). L'analisi diffrattometrica ha permesso di capire l'origine strutturale di questi differenti comportamenti magnetici. Per le basse concentrazioni di Fe ( $< 0.2$ ), i campioni sono costituiti da una soluzione solida non satura di Fe-Ag dove gli atomi di Fe o occupano posizioni interstiziali nel reticolo di Ag determinandone variazioni del parametro reticolare, oppure si aggregano tra loro formando piccoli cluster le cui dimensioni sono tuttavia rilevabili indirettamente mediante misure magnetiche. Per concentrazioni di Fe superiori a 0.2, la soluzione solida diventa satura e i cluster di Fe aumentano o in dimensione e/o in numero. Per chiarire quest'ultimo punto, sono stati effettuati dei trattamenti termici su alcuni campioni con la calorimetria differenziale a scansione. Infatti, essendo noto che le due specie atomiche sono immiscibili e che i campioni prodotti sono inizialmente metastabili, era atteso che il trattamento termico favorisse l'aggregazione in cluster degli atomi di Fe dispersi nella matrice di Ag. Il confronto dei dati ottenuti con la spettroscopia Mössbauer sui campioni prima e dopo il trattamento termico, avvalsa l'ipotesi che sia il numero dei cluster e non la loro dimensione ad aumentare, confermando la previsione basata su considerazioni termodinamiche. Per alte concentrazioni di Fe ( $> 0.32$ ), gli aggregati di Fe assumono strutture bcc con dimensioni confrontabili con quelle dei grani di soluzione solida satura Fe-Ag.

### **PostDoc**

L'attività svolta ha riguardato la realizzazione, mediante la tecnica *dc-magnetron sputtering*, dei film magnetici multistrato aventi sia proprietà magnetostrittive (MS) che magnetoresistive dipendente dallo spin (GMR). E' stato realizzato il sistema FeMn/FeCo al fine di studiare le condizioni che rendono massimo il valore dell'anisotropia unidirezionale di scambio (*exchange bias*) nell'interfaccia tra un film antiferromagnetico (AFM) e un film ferromagnetico (FM) agendo principalmente sia sul grado di rugosità dell'interfaccia AFM/FM, sia sugli spessori dei film AFM e FM, allo scopo di realizzare un film FM con elevata anisotropia unidirezionale.

I campioni sono stati depositati partendo da target misti (Fe<sub>50</sub>Co<sub>50</sub> e Fe<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub>) in atmosfera di argon. Si è studiato il sistema al variare dello spessore relativo del film FM e AFM e si è caratterizzato sia in modo magnetostatico che magnetoresistivo con la tecnica di magnetometria SQUID e dell'effetto Kerr (MOKE) per ottenere il massimo valore di *exchange bias* (EB). I film sono anche stati caratterizzati dal punto di vista strutturale con la microscopia AFM/MFM e sono tuttora in corso caratterizzazioni con microscopia SEM per verificare la disposizione all'interfaccia dei due materiali. I risultati finora ottenuti indicano che i materiali mostrano effettivamente EB ma l'effetto scompare con l'aumento della temperatura. Attualmente si sta lavorando per migliorare la qualità dell'AFM che sembra essere proprio la causa della scomparsa dell'effetto con la temperatura.

**Tecniche sperimentali utilizzate:** Metodo di Van der Pauw, Calorimetria Differenziale a Scansione (DSC), Magnetometria SQUID (Superconducting QUantum Interference Device), Spettroscopia Mössbauer, Magnetometria MOKE (MagnetoOptical Kerr Effect), AFM/MFM

### **Tecniche sperimentali utilizzate in collaborazione:**

Rutherford Backscattering Spectrometry (RBS), X-ray diffraction (XRD).

### **Partecipazione a Scuole**

ICTP School on "Synchrotron Radiation and Applications In Memory of J.C. Fuggle and L. Fonda", 8-26 maggio 2006, The Abdus Salam ICTP, Trieste.

### **Contributi presentati a congressi**

## **Orali**

- XXXV Congresso dell'Associazione Italiana di Cristallografia, 18-21 settembre 2006, Ferrara, "X ray diffraction analysis on Fe-Ag nanocrystalline superparamagnetic films" M. Tamisari, M. Sacerdoti, F. Ronconi, F. Spizzo
- X Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 6-8 Settembre 2011, Bologna, "Correlation between structural and giant magnetoresistance properties of Fe-Ag nanogranular films" M. Tamisari, F. Spizzo, M. Sacerdoti, G. Battaglin, F. Ronconi

## **Poster**

- VIII Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 3-4 ottobre 2006, Roma, "Concentration dependence of intercluster interaction role in sputtered Fe-Ag nanogranular samples" F. Spizzo, G. Battaglin, F. Ronconi, M. Sacerdoti, M. Tamisari
- VIII Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 3-4 ottobre 2006, Roma, "Curie temperature of NiFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ferrite nanocrystals grown by solid-state reaction" E. Camerotto, F. Ronconi, S. Rossetti, M. Scoponi, F. Spizzo, M. Tamisari
- VI International Conference on fine particle magnetism: New trends in nanoparticle magnetism, 9-12 Ottobre 2007, Roma, "GMR effect across the transition from diluter to granular-like scattering centers" F. Spizzo, G. Battaglin, F. Ronconi, M. Sacerdoti, M. Tamisari
- VI International Conference on fine particle magnetism: New trends in nanoparticles magnetism, 9-12 Ottobre 2007, Roma, "Magnetic interactions as a source of temperature and field dependent magnetic grain size", G. Ausanio, C. Campana, V. Iannotti, L. Lanotte, F. Ronconi, F. Spizzo, and M. Tamisari.
- Magnet'09 I Convegno Nazionale di Magnetismo 27-29 Ottobre 2009, Roma "Interplay between GMR intensity and Efficiency in the FeAg nanogranular system", M. Tamisari, F. Spizzo, G. Battaglin, F. Ronconi, M. Sacerdoti.
- X International conference on Nanostructured Materials, Nano 2010, 13-17 Settembre 2010 Roma, "AF/FM exchange bias in a magnetostrictive system" F. Spizzo, M. Tamisari, G. Ausanio, C. Campana, L. Del Bianco, F. Ronconi.
- Magnet'11 II Convegno Nazionale di Magnetismo 23-25 Febbraio 2011, Torino "Influence of the anti-ferromagnet magnetic structure on the exchange bias in the Fe<sub>50</sub>Mn<sub>50</sub>/Fe<sub>50</sub>Co<sub>50</sub> system" M. Tamisari, F. Spizzo, L. Del Bianco, N. Maccaferri, F. Ronconi.
- X Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 6-8 Settembre 2011, Bologna "Magnetic and structural investigation Fe<sub>50</sub>Co<sub>50</sub> thin films across the transition from in-plane to out-of-plane anisotropy" M. Tamisari, G. Ausanio, V. Guidi, V. Iannotti, I. Neri, F. Ronconi, F. Spizzo, P. Vavassori
- X Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 6-8 Settembre 2011, Bologna "Magnetic microstructure of Exchange biased Ni/NiO nanogranular samples investigated by magnetoresistance measurements", L. Del Bianco, F. Spizzo, M. Tamisari, A. Castiglioni
- X Convegno Nazionale Materiali Nanofasici, 6-8 Settembre 2011, Bologna "Changing the magnetism of amorphous FeSiB by mechanical milling", L. Del Bianco, F. Spizzo, M. Tamisari, E. Bonetti, F. Ronconi, D. Fiorani

## **Elenco delle pubblicazioni**

- “Exchange bias and structural disorder in the nanogranular Ni/NiO system produced by ball milling and hydrogen reduction” L. Del Bianco, F. Boscherini, A.L. Fiorini, M. Tamisari, F. Spizzo, M. Vittori Antisari, E. Piscopiello, *Physical Review B* 77, 094408 (2008)
- “Exchange bias and interface structure in the Ni/NiO nanogranular system” L. Del Bianco, F. Boscherini, M. Tamisari, F. Spizzo, M. Vittori Antisari, E. Piscopiello, *J. Phys. D: Appl. Phys.* 41, 134008 (2008)
- “Magnetotransport properties of a percolating network of magnetite crystals embedded in a glass-ceramic matrix” P. Allia, O. Bretcanu, E. Vernè, F. Celegato, M. Coisson, P. Tiberto, F. Vinai, F. Spizzo, M. Tamisari, *Journal of Applied Physics*, 105, 083911 (2009)
- “Tailoring the exchange bias of Ni/NiO nanogranular samples by the structure control” L. Del Bianco, F. Spizzo and M. Tamisari, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 321, 3071 (2009)
- “Changing the magnetism of amorphous FeSiB by mechanical milling” L. Del Bianco, F. Spizzo, M. Tamisari, E. Bonetti, F. Ronconi, D. Fiorani, *Journal of Physics: Condensed Matter* 22, 296010 (2010).
- “Dependence of exchange bias on the field-cooled remanent magnetic state in Ni/NiO nanogranular samples” L. Del Bianco, F. Spizzo, M. Tamisari, S. Laureti, *Solid State Communications* 151, (2011) 351-353
- “Effect of deposition temperature on morphology and magnetic properties of Co<sub>50</sub>Fe<sub>50</sub> thin films produced by femtosecond pulsed laser deposition” G. Ausanio, V. Iannotti, C.L. Hison, L. Lanotte, S. Amoruso, C. Aruta, X. Wang, M. Tamisari, *Thin Solid Films* 519 (2011) 6420–6425
- “Correlation between structural and giant magnetoresistance properties of Fe–Ag nanogranular films” M. Tamisari, F. Spizzo, M. Sacerdoti, G. Battaglin, F. Ronconi, *Journal of Nanoparticle Research*, 13, Issue 10 (2011), 5203-5210
- “Coexistence of exchange bias effect and giant magnetoresistance in a Ni/NiO nanogranular sample” L. del Bianco, F. Spizzo, M. Tamisari, A. Castiglioni, *Journal of Applied Physics* 110, 043922 (2011)