

Авторска справка за научни приноси
Curriculum Vitae



Blagoy Spasov BLAGOEV

PhD

E-mail: blago_sb@yahoo.com

Born on 06 August 1977, in Sofia, Bulgaria.
Citizenship: Bulgarian.

My scientific skills are mainly in experimental physics and technology of thin films deposition and their characterization. My technology knowledge extends to an appreciable background (more than 10 years) in magnetron sputtering of superconducting and ferromagnetic submicron films. I am familiar with DC of-axis double magnetron sputtering and RF of-axis single magnetron sputtering. I have a basic proficiency in vacuum technology systems. In March 2014, I completed a practical training course on thin film deposition by pulsed laser deposition (PLD) systems. From January 2015 year I hold a post-doc position in physics in the Institute of Solid State Physics at Bulgarian Academy of Sciences. This specialization is connected with training on Atomic Layer Deposition system. I have extensive experience in superconducting, magnetic and electrical characterization of thin films, namely: contactless measurements of critical current density and critical temperature of superconducting thin films and four-contact resistivity measurements; operating a physical property measurement system (PPMS); measurements by a vibrating sample magnetometer (VSM) and an AC Susceptometer (Oxford Instruments); designing discrete elements photo-masks ($>5 \mu\text{m}$) for photolithography.

In addition, I participate actively in collaborations with national (Bulgarian) and international universities and scientific laboratories in the field of superconducting and magnetic thin films and bulk materials. I carry out the analysis of the data acquired and take part in writing scientific reports and articles. I have demonstrated abilities of working in heterogeneous multinational teams, managing of small groups and taking responsible decisions. My wish is to develop further and widen my knowledge and experience in the fields of thin film technology and characterization.

PROFESSIONAL EXPERIENCE

01/2015	Post-doc at ISSP – BAS, Sofia, Bulgaria
11/2015 (13 days)	Visitor at IP – PAN, Warsaw, Poland
05/2015 (14 days)	Visitor at ILHMF< and ILTSR - PAN, Wroclaw, Poland
03/2014 (30 days)	Visitor at IEE - SAS, Bratislava, Slovakia
11/2013 (7 days)	Visitor at ILTSR - PAN, Wroclaw, Poland
06/2012 (14 days)	Visitor at ILTSR - PAN, Wroclaw, Poland
06/2012 (7 days)	Visitor at IEE - SAS, Bratislava, Slovakia
09/2012 (14 days)	Visitor at SIC – CAS, Shanghai, PRC
05/2011 (15 days)	Visitor at ILTSR - PAN, Wroclaw, Poland
07/2011 (10 days)	Visitor at IEE - SAS, Bratislava, Slovakia
2010	Assistant Professor at IE-BAS, Sofia, Bulgaria
09/2010 (17 days)	Visitor at ILHMF< and ILTSR - PAN, Wroclaw, Poland
2007	Research Fellow at IE-BAS, Sofia, Bulgaria
2002-2007	physicist (experimental physics and technology) at IE-BAS, Sofia, Bulgaria

2000-2002 **physicist-technologist** in SILWAY SA, Sofia. Department of Design Technology Interface Group. Research, developing, controlling, performing Design Kit operation, parameter extraction for simulation, measurement and analysis Test structures connecting with creating of new devices and technologies.

Teaching

2014 Student Practice by Project OP “Human Resources” co-financed by European Social Fund. Practice in the field of “Superconducting and Magnetic Nanolayers and Heterostructures. Spintronics” at IE-BAS

2013 Student Practice by Project OP “Human Resources” co-financed by European Social Fund. Practice in the field of “Superconducting and Magnetic Nanolayers and Heterostructures. Spintronics” at IE-BAS

Student's Supervision

2013 Ivan Gostev, Bachelor Thesis “Perovskite thin films for sensors”, UCTM – Sofia

Administrative Duties

2012-2014 Project coordinator of JOINT RESEARCH PROJECT between IE-BAS and SIC-CAS “Preparation and investigation of perovskite materials with magneto-optic and spintronic properties” (together with Prof. Jun Xu)

Languages:

Bulgarian (mother tongue), English, Russian

Scientific Awards:

Award for scientific research at the field of radio-physics, physics and quantum electronics “ACADEMIC EMIL DJAKOV” in 2008, IE-BAS, Sofia. This Award is for “Characteristics of thin layer heterostructures on the base of ferromagnetic manganites and high-temperature superconductors – microwave processes and domain structures”.

Participation in Projects

INTAS, CA2001-249, “Metal-oxide thin film heterostructures on tilted-axes substrates”, June 2002 – July 2005

MUF-08/05 “SYNTHESIS, MODIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THIN YBCO LAYERS FOR IR DETECTOR” – 2005-2008.

Bilateral collaboration with Institute of Ion Beam Physics and Materials Research, Dresden, Germany ”SYNTHESIS, MODIFICATION AND CHARACTERIZATION OF THIN YBCO LAYERS FOR IR DETECTOR”.

F1503/05 Characteristics and application possibilities of sandwiches of HTS and magnetic oxides in spintronics (2005-2008).

Bilateral collaboration “Sandwich structures based on cuprates, dielectrics and manganites: physical properties and application possibilities”, Institute of Electrical Engineering, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovak Republic (2004-2006 with elongation 2007-2009).

NATO Science for Peace Program, SfP973718 Damage free submicron structures of high temperature superconductor thin films

Bilateral collaboration - "Nanofilms and heterostructures of magnetic manganites and high-temperature superconductors, preparation and investigation of electrical characteristics and magnetic domain structures", Institute of Solid State Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russia 2009 - 2011.

Bilateral collaboration - Investigation of the electrical current flowing conditions in HTS/manganite heterostructures and the electrical current effects on the resistivity (2012-2014), Institute of Solid State Physics, Russian Academy of Sciences, Chernogolovka, Russia.

Bilateral collaboration - Investigation of the proximity effect and spin injection in epitaxial bi-layer structures of ferromagnetic manganites and high temperature superconductors, (2012-2014), Institut of Electroengineering, Slovak Academy of Sciences, Bratislava, Slovakia.

Bilateral collaboration - Preparation and spintronic property of perovskite oxide materials, (2012-2014) Shanghai Institute of Ceramics, China Academy of Sciences, Shanghai, China, **Project coordinator**.

Contract No BG051PO001.3.3.04/56/2009 Development of interdisciplinary thinking and training of young scientists working in the field of light-matter interactions, 09.2009 - 08.2011.

Bilateral collaboration - "Surface anisotropy and magnetic properties of ferro-oxide particles with two or more magneto-crystal sublattice", Institute of Low Temperature and Structure Research, PAN, Wroclaw, Poland 2009-2011.

Project DID 02/38/2009 New materials for electronics and ecology based on biogenic iron oxides of nanosized ferrite particles (2010-2013).

Project DO 02-224/2008 New magnetic and magneto-electric materials for the new generation of electronic elements (2009-2013).

Bilateral collaboration with Institute of Low Temperature and Structure Research, PAN, Wroclaw, Poland - "Synthesis and investigation of the structure of multifunctional materials" (2012-2014).

Internal Project of ISSP-BAS for fundamental and application scientific research: "Synthesis and investigation of multifunctional materials" (2012).

Project BG051PO001-3.3-05/0001, scheme "Science-Business" to "Support for PhD students, post graduate students and young scientists for a month of training in high-tech research centres and infrastructures", funded by the Operational Programme "Human Resources Development" at the Ministry of Education, financed by the European Social Fund of the European Union. PROJECT № DO2-786/23.09.2013, INDEX: MU-12-02/2013, topic „Pulse Laser Deposition of superconducting and magnetic perovskite films and structures" (2013-2014).

Participant as a mentor in the project BG051PO001-3.3.07-0002 "STUDENT PRACTICES" The project is implemented with the financial support of Operational Programme "Human Resources Development", co-financed by the European Social Fund of the European Union.

Post-doc position in the framework of INERA Project - “Research and Innovation Capacity Strengthening of ISSP-BAS in Multifunctional Nanostructures”, Grant agreement no: 316309, Coordinator: Academician Alexander G. Petrov. THEME [REGPOT-2012-2013-1 NMP], [Any research topic covered by the EU FP7, Nanosciences, Nanotechnologies, Materials, and new Production Technologies – NMP].

Participation in Conferences

Take participation in 31 Conferences by 43 posters and 8 oral presentations.

STUDIES AND QUALIFICATIONS

2015 (June)	Practical training on Graphene and Carbon nanotubes deposition by PECVD (Oxford Instruments, Nanofab 1200) system in ISSP-BAS, Sofia, Bulgaria.
2015 (April)	Practical training on thin film deposition by PEALD (BENEQ, TFS-200) system in ISSP-BAS, Sofia, Bulgaria.
2014 (April – May)	Course on the base of LabView in ISSP-BAS, Sofia, Bulgaria.
2014 (March)	Practical training on thin film deposition by PLD system in IEE - SAS, Bratislava, Slovakia.
2014 (Feb. – March)	Basic Course on LaTeX in ISSP-BAS, Sofia, Bulgaria.
2009	Ph.D. in Physics - Laboratory of Superconductivity and Cryoelectronics, IE – BAS, Sofia. Thesis “Magnetron Sputtering and Characterization of Nanolayers and Heterostructures from HTS YBCO and Sr/Ca- Doped Lanthanum Manganites”
2005 (14 days)	participation in 6th Scenet School SCENET “Superconducting Materials and Applications” in Turku, Finland.
2000	M. Sc. , speciality “Engineer Physics”. Diploma work entitled “High Voltage P-Channel MOST” is prepared at SILWAY SA and Faculty of Physics SU.
1995-2000	studies at Sofia University (SU) “St. Clement Ohridski”, Faculty of Physics in two Specializations – 1 st “Semiconductor Optoelectronics and Microwave Devices” and 2 nd “Quantum Electronics and Lazer Engineerings”.
1995	Secondary School of Mathematics of Sofia “P. Hilendarski” with Profile – Physics

Research Domains

Superconductivity, Magnetism, Ferromagnetism and Multiferroism in submicron films and bulk materials; Superparamagnetism and Nanoparticles; Magnetron Sputtering and Thin Film Deposition Technology; Pulse Laser Deposition; Atomic Layer Deposition; Transition Metal Oxides; Perovskite structures for Spintronic Applications; Electric and Magnetic Measurements; GMR, CMR and LFMR effects; magneto-optics.

Article statistics:

19 Articles with Impact Factor, 21 Articles with SJR, 12 Papers in Conference Book, 2 Papers without Impact Factor; Total Citation of Articles – 61 times; h-index without self-citation – 3.

Articles with Impact Factor

1. E. Mateev, T. Donchev, **B. Blagoev**, T. Nurgaliev, V. Tsaneva, Z.H. Barber, Deposition of $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-x}$ superconducting films by magnetron sputtering and water vapour addition to sputtering gaz, *Vacuum* **76** (2004) 241-244.
2. P. GierÅłowski, A. Szewczyk, A.V. Abal'oshev, E.S. Vlahov, T.I. Donchev, **B. Blagoev**, $\text{La}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{MnO}_3$ Thin-Film Grain-Boundary Junctions on a Bi-Crystal Substrate, *ACTA PHYS. POL. A* **106** (2004) 715.
3. V. Markovich, E.S. Vlahov, Y. Yuzhelevskii, **B. Blagoev**, K.A. Nenkov, G. Gorodetsky, Electrical transport and glassy response in strained thin $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ films, *PHYS. REV. B* **72** (2005) 134414.
4. E. Vlahov, **B. Blagoev**, E. Mateev, L. Neshkov, T. Nurgaliev, L. Lakov, K. Toncheva, Y. Marinov, K. Nenkov, I. Radulov, K. Piotrowski, W. Paszkowicz, A. Szewczyk, M. Baran, R. Szymczak, MAGNETRON SPUTTERING DEPOSITION AND CHARACTERIZATION OF GdMnO_3 THIN FILMS, *J. OPTOELECTRON. ADV. M.* **9** (2007) 456 – 459.
5. I. Iordanova, L. Popova, P. Alexandrova, G. Beshkov, E. Vlahov, R. Mirchev, **B. Blagoev**, X-ray investigation of annealed CeO_2 films prepared by sputtering on Si substrates, *Thin Solid Films* **515** (2007) 8078-8081.
6. Timur Nurgaliev, Vladimír Štrbík, Snezhanka Miteva, **Blagov Blagoev**, Emil Mateev, Lyubomir Neshkov, Štefan Benačka, Štefan Chromik, Electrical characteristics of HTS/manganite double layers, *Cent. Eur. J. Phys.* **5** (2007) 637-649.
7. T. Nurgaliev, V.V. Demidov, A.M. Petrzhhik, G.A. Ovsvanmkov, S. Miteva, **B. Blagoev**, Microwave losses in ferromagnetic thin LSMO films, *J. OPTOELECTRON. ADV. M.* **10** (2) (2008) 273-276.
8. M. Beshkova, **B. Blagoev**, D. Kovacheva, G. Mladenov, T. Nurgaliev, Effect of thermal annealing on the properties of the YBCO films grown by DC magnetron sputtering, *J. OPTOELECTRON. ADV. M.* **11** (2009) 1537-1540.
9. Nurgaliev, T., Mateev, E., **Blagoev, B.**, Neshkov, L., Nedkov, I., Uspenskaya, L.S., Effect of DC current injection on AC supercurrent carrying ability of ring shaped HTS thin films, *Physica C: Superconductivity and its Applications* **471** (2011) 577-581.
10. T. Koutzarova, S. Kolev, I. Nedkov, K. Krezhov, D. Kovacheva, **B. Blagoev**, C. Ghelev, C. Henrist, R. Cloots and A. Zaleski, Magnetic Properties of Nanosized $\text{Ba}_2\text{Mg}_2\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$ Powders Obtained by Auto-combustion, *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, pp. 1-5, DOI: 10.1007/s10948-011-1232-3.
11. Stoyanova-Ivanova, A.K., Staneva, A.D., Shoumarova, J.M., **Blagoev, B.S.**, Zaleski, A.J., Mikli, V., Dimitriev, Y.B., Microstructure and superconductivity of bulk BPSCCO/LPMO composite, *Philosophical Magazine Letters* **91** (2011) 190-199.
12. Nurgaliev T., Topal U., **Blagoev, B.**, Mateev E., Magnetic Properties of LCMO/LSMO Thin Films on LAO and ALO Substrates, *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism*, pp. 1-4, DOI 10.1007/s10948-012-1676-0.
13. **Blagov S. Blagoev**, Stanimira D. Terzieva, Timerfayaz K. Nurgaliev, Boris L. Shivachev, Andrzej J. Zaleski, Valdek Mikli, Anna D. Staneva, Angelina K. Stoyanova-Ivanova, Magnetic and transport characteristics of oxygenated polycrystalline $\text{La}_{0.6}\text{Pb}_{0.4}\text{MnO}_3$, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials* **329** (2013) 34–38.
14. Anna D. Staneva, **Blagov S. Blagoev**, Boris L. Shivachev, Andrzej J. Zaleski, Valdek Mikli, Janna B. Mateeva, Yanko B. Dimitriev, Angelina K. Stoyanova-Ivanova, Effect of heat treatment on the phase transformation and magnetic properties of BPSCCO/LPMO composites, *Journal of Alloys and Compounds* **582** (2014) 223-228.

15. T. Nurgaliev, **B. Blagoev**, E. Mateev, L. Neshkov, V. Štrbik, L. Uspenskaya, I. Nedkov, Š. Chromik, Investigation of DC current injection effect on the microwave characteristics of HTS YBCO microstrip resonators, *Physica C* **498** (2014) 1-4.
16. **Blagov S. Blagoev**, Timerfayaz C. Nurgaliev, Irina E. Bineva, Elmira D. Vasileva, Vladimir Štrbik, Emil S. Mateev, RESISTIVE CHARACTERISTICS OF LSMO/LCMO BI-LAYERS AND TEMPERATURE SWITCHING EFFECT OF MAGNETORESISTANCE, *Modern Physics Letters B*, Vol. 28, No. 12 (2014) 1450096 (10 pages).
17. Mateev, E., Nurgaliev, T., **Blagoev, B.**, Complex impedance investigation of epitaxial LCMO thin films, *Acta Physica Polonica A* 126 (3) (2014) 787-789.
18. Z. Cherkezova-Zheleva, K. Zaharieva, K. Buchkov, **B. Blagoev** and I. Mitov, Effect of Mechanochemical Treatment on Magnetic Properties of Nanodimensional Magnetite-Type Materials, *Acta Physica Polonica A* 126 (4) (2014) 912-915.
19. I. Nedkov, L. Slavov, R. Angelova, B. Blagoev, D. Kovacheva, M.V. Abrashev, M. Iliev, V. Groudeva, Biogenic nanosized iron oxides obtained from cultivation of iron bacteria from the genus *Leptothrix*, *J Biol Phys* (2016). doi:10.1007/s10867-016-9426-3 (IN PRESS). IF (2015) 1.394. Citing Articles (0).

Articles with SJR

1. T. Nurgaliev, **B. Blagoev**, T. Donchev, S. Miteva, P.B. Mozhaev, J.E. Mozhaeva, G.A. Ovsyannikov, I.M. Kotelyanskii, C. Jacobsen, YBCO/manganite layered structures on NdGaO₃ substrates, *Journal of Physics: Conference Series* **43** (2006) 329-332.
2. V. Markovich, E.S. Vlahov, Y. Yuzhelevskii, **B. Blagoev**, K.A. Nenkov, G. Gorodetsky, Electrical transport in strained La_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃ films, *physica status solidi (c)* **3** (2006) 61–64.
3. M. Beshkova, **B. Blagoev**, D. Kovacheva, G. Mladenov, T. Nurgaliev, Deposition and characterization of high temperature superconducting YBa₂Cu₃O_{7-δ} films obtained by DC magnetron sputtering and thermal annealing modification, *Journal of Physics: Conference Series* **113** (2008) 012021.
4. **B. Blagoev**, P.B. Mozhaev, T. Nurgaliev, M. Sardela, T. Donchev, Quality of YBCO thin films grown on LAO substrates exposed to the film deposition – film removal processes, *Journal of Physics: Conference Series* **113** (2008) 012027.
5. L.S. Uspenskaya, T. Nurgaliev, **B. Blagoev**, T. Donchev, S. Miteva, Features of magnetization reversal in LCMO/YBCO heterostructures, *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics* **72** (4) (2008) 540-542.
6. E. Mateev, **B. Blagoev**, T. Nurgaliev, Magnetic field reversion by SC/FM bilayers in the critical temperature vicinity, *Journal of Physics: Conference Series* **223** (2010) 012028.
7. **B. Blagoev**, E. Mateev, V. Štrbik, T. Nurgaliev, L.S. Uspenskaya, Magnetron sputtering of polycrystalline LSMO/YBCO structures on sapphire substrates, *Journal of Physics: Conference Series* **223** (2010) 012015.
8. V. Štrbik, Š. Beňačka, E. Mateev, **B. Blagoev**, T. Nurgaliev, S. Miteva, Study of the long-range proximity effect in LSMO/YBCO bilayers, *Journal of Physics: Conference Series* **223** (2010) 012044.
9. T. Nurgaliev, E. Mateev, **B. Blagoev**, S. Miteva, L. Neshkov, V. Štrbik, L. S. Uspenskaya, S. Beňačka, S. Chromik and I. Nedkov, YBCO and LSMO nano-films and sandwiches prepared by magnetron sputtering, *Journal of Physics: Conference Series* **234** (2010) 012029.
10. Nurgaliev, T., Mateev, E., **Blagoev, B.**, Neshkov, L., Nedkov, I., Uspenskaya, L., Investigation of the current injection on JC of a HTS YBCO ring, *Journal of Physics: Conference Series* **253** (2010) 012074.

11. Mateev E., **Blagoev B.**, Nurgaliev T., Impedance measurements of epitaxial and polycrystalline LSMO thin films, *Journal of Physics: Conference Series* **356** (1) (2012) 012022.
12. Nurgaliev T., **Blagoev B.**, Mateev E., Štrbík V., Beňačka Š., Šmatko V., Gaži Š., Chromik Š., Planar homogeneity of the electrical properties of YBa₂Cu₃O₇/La_{0.7}Sr_{0.3}MnO₃ bilayers, *Journal of Physics: Conference Series* **356** (1) (2012) 012020.
13. Ghelev Ch., Koutzarova T., Kolev S., Nedkov I., Krezhov K., Kovacheva D., **Blagoev B.**, Vertruyen B., Henrist C., Cloots R., Zaleski A., Nizhankovskii V., Magnetic properties of nanosized MgFe₂O₄ powders prepared by auto-combustion, *Journal of Physics: Conference Series* **356** (1) (2012) 012048.
14. Štrbík V., Beňačka Š., Šmatko V., Gaži Š., Chromik Š., Mateev E., **Blagoev B.**, Nurgaliev T., Properties of SFS heterostructures prepared by a focused-ion-beam technique, *Journal of Physics: Conference Series* **356** (1) (2012) 012021.
15. **B S Blagoev**, I G Gostev, T K Nurgaliev, V Strbik, I E Bineva, L Uspenskaya, E S Mateev, L Neshkov, E Dobročka and Š Chromik, Deposition and characterization of thin HTS and magnetic perovskite films, *Journal of Physics: Conference Series* 514 (2014) 012041.
16. V Štrbík, **B Blagoev**, E Mateev, and T Nurgaliev, Electrical transport in epitaxial and polycrystalline thin LSMO films, *Journal of Physics: Conference Series* 514 (2014) 012042.
17. R Angelova, **B Blagoev**, L Slavov, M Iliev, V Groudeva and I Nedkov, Biogenic oxides from neutrophilic iron bacteria and possibilities for application in the nanotechnology, *Journal of Physics: Conference Series* 559 (2014) 012019.
18. R. Raikov, A. Staneva, Y. Dimitriev, E. Kashchieva, S. Slavov, **B. Blagoev**, Glass and glass-ceramics in the La₂O₃–Gd₂O₃–PbO–MnO–B₂O₃ system, *Phys. Chem. Glasses: Eur. J. Glass Sci. Technol. B*, August 2015, 56 (4), 145–148.
19. **B S Blagoev**, D Z Dimitrov, V B Mehandzhiev, D Kovacheva, P Terziyska, J Pavlic, K Lovchinov, E Mateev, J Leclercq and P Sveshtarov, Electron transport in Al-doped ZnO nanolayers obtained by atomic layer deposition, *Journal of Physics: Conference Series* 700 (2016) 012040, doi:10.1088/1742-6596/700/1/012040, 19th International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT2015), IOP Publishing.
20. T Nurgaliev, **B Blagoev**, V Štrbík, Š Chromik and M Sojková, Investigation of the resistive properties of HTS/manganite bilayers, *Journal of Physics: Conference Series* 700 (2016) 012020, doi:10.1088/1742-6596/700/1/012020, 19th International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT2015), IOP Publishing.
21. M Sojková, V Štrbík, T Nurgaliev, Š Chromik, E Dobročka, M Španková, **B Blagoev** and N Gál, Fabrication of hybrid thin film structures from HTS and CMR materials, *Journal of Physics: Conference Series* 700 (2016) 012022 doi:10.1088/1742-6596/700/1/012022, 19th International Summer School on Vacuum, Electron and Ion Technologies (VEIT2015), IOP Publishing.

Papers in Conference Book

1. T. Nurgaliev, S. Miteva, **B. Blagoev**, E. Mateev, L. Neshkov, V. Strbik, Š. Beňačka, S. Chromik, HTS/Manganite Double Layer Structures, 6-th Conference of the Balkan Physical Union -BPU 6, 2006, Istanbul, Turkey, *AIP Conference Proceedings* **899** (2007) 788.
2. T. Donchev, V.N. Tsaneva, E. Mateev, **B. Blagoev**, T. Nurgaliev, Z.H. Barber, Raman spectroscopy of YBCO/LSMO double layer structures, *Nanoscience & nanotechnology* **4**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Heron Press, Sofia, p.172-175, 2004.
3. T. Nurgaliev, **B. Blagoev**, J.E. Mozhaeva, P.B. Mozhaev, S. Miteva, E. Mateev, T. Donchev, V. Strbik, S. Benacka, ELECTRICAL CHARACTERISTICS OF HTS YBCO FILMS IN SUPERCONDUCTING-FERROMAGNETIC STRUCTURES DEPOSITED ON

- LaAlO₃ AND NdGaO₃ SUBSTRATES, *Nanoscience & Nanotechnology* **5**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Heron Press, Sofia, p. 91-93, 2005.
4. **B. Blagoev**, L. Neshkov, OPTIMIZATION OF CeO₂ BUFFER GROWING CONDITIONS ON SAPHIRE SUBSTRATES FOR OBTAINING HTS YBCO FILMS, Scientific Researches of the Union of Scientists Plovdiv, *Series C. Technics and Technologies*, vol. **V**, p. 420-422, Plovdiv, 2005.
 5. **B. Blagoev**, E. Mateev, T. Nurgaliev, Growing and Characterization of YBCO/LSMO Structures, *Proceedings of 8-th International Conference on Electron Beam Technologies*, Vol. **2**, p. 30-38, 2006.
 6. T. NURGALIEV, **B. BLAGOEV**, E. MATEEV, S. MITEVA, INVESTIGATION OF CONTACTLESS BOLOMETRIC RESPONSE OF HTS YBCO FILMS, *ELEKTRONICA'2006*, p. 52-56, 2006.
 7. T. Nurgaliev, E. Mateev, **B. Blagoev**, S. Miteva, L. Neshkov, Investigation of contact-less harmonic generation in HTS nano-films, *Nanoscience & Nanotechnology* **5**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Heron Press, Sofia, p. 101-103, 2005.
 8. T. Nurgaliev, E. Mateev, S. Miteva, **B. Blagoev**, V. Štrbík, L. Uspenskaya, Š. Beňačka, S. Chromik, YBCO and LSMO nano-films and three-layer structures, *Nanoscience & Nanotechnology* **9**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Sofia, 2009, p. 107-110.
 9. Ivanova G., Stoyanova-Ivanova A., Terzieva S., Kovacheva D., Mladenov M., **Blagoev B.**, Dimitrov D, "Opportunities For Improving The Electrochemical Characteristics Of Ni-Zn Batteries Using High Temperature Superconducting Ceramic" *Proceedings of "The 12th Cryogenics International Conference" 2012*, Dresden, Germany, ISBN: 978-2-913149-93-9; ISSN: 0151-1637.
 10. E. Vlachov, K. Nenkov, L. Neshkov, **B. Blagoev**, E. Mateev, T. Nurgaliev, NdBaCo₂O₅+X THIN FILMS CHARACTERISATION AND THEIR APPLICATION POTENTIAL, *Nanoscience & Nanotechnology* **10**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Sofia, 2010, p. 211-214.
 11. **B. Blagoev**, M. Sardela, T. Donchev, T. Nurgaliev, YBCO THIN FILMS GROWN ON LAO SUBSTRATES OF DIFFERENT QUALITY, *Nanoscience & Nanotechnology* **7**, eds. E. Balabanova, I. Dragieva, Sofia, 2007, p. 127-129.
 12. R. Angelova, L. Slavov, M. Iliev, M. Mitova, B. Blagoev, I. Nedkov, V. Groudeva, BIOGENIC IRON OXIDES FROM LABORATORY CULTIVATED LEPTOTHRIX SP. FOR APPLICATION IN THE BIONANOTECHNOLOGY, *Annuaire de l'Université de Sofia "St. Kliment Ohridski"*, Faculte de Biologie 2015, volume 100, livre 4, pp. 231-238, First National Conference of Biotechnology, Sofia 2014.

Other papers

1. I. Nedkov, L. Slavov, **B. Blagoev**, K. Krezhov, Surface Effects in Superparamagnetic Magnetite Particles, *Bulg. J. Phys.* **40** (2013) 177-189.
2. **B.S. Blagoev**, T.K. Nurgaliev, V. Štrbík, E.S. Mateev, A.J. Zaleski, Magnetic and Transport Parameters of LSMO and YBCO/LSMO Films Deposited on Sapphire Substrates, *Bulg. J. Phys.* **40** (2013) pp. 337-347.

Резюме за научните резултати и приноси на д-р Благой Спасов Благоев

Научните резултати на д-р Б. Благоев са представени в общо 54 публикации, от които 40 са в рецензирани международни научни списания и поредици, 19 от тях – в международни научни списания с импакт фактор и 21 в международни поредици с импакт-ранг, 12 в сборници на конференции, 2 статии в български списания, изнасяне на 4 устни и 22 постерни доклада на конференции и школи. Сумарният импакт-фактор на публикациите е 22.247.

До момента (20.09.2016) са забелязани 61 цитирания без автоцитати (в това число и без цитати на съавтори) на 19 статии. Хирш фактор h -factor 3. Описаните по-долу научни и научно-приложни приноси са в областта на свръхпроводимостта, магнетизма, технологията на получаване на тънки слоеве и хетероструктури и характеризирането магнитните и електрически характеристики на свръхпроводими и магнитни материали. Най общо приносите са разделени на технологични и експериментални.

1. Технология на получаване на висикотемпературни свръхпроводими, магнитни, мултифероични и диелектрични слоеве и хетероструктури посредством магнетронно разпрашване.

Технологията за израстване на перовскитни слоеве със субмикронни дебелини, използвана от д-р Б.Благоев включва работа с инсталации ВУП с правотоков и радиочестотен магнетрон, оптимизиране на режими за получаване на епитаксиални висикотемпературни свръхпроводими (ВТСП) YBCO и феромагнитни (ФМ) LSMO и LCMO слоеве и оптимизиране на режими за получаване на двуслойни и трислойни структури на основата на ВТСП YBCO и ФМ LSMO и LCMO слоеве, а също и анализиране на получените ВТСП и ФМ слоеве и хетероструктури посредством структурни и физически измервания. Резултатите са представени в 20 публикации [A1-A3 дисертация (дис.); A4-A8; B1-B2 дис.; B3-B5; D1-D6 дис.; D9]; и 14 конференции [F1-F3 дис.; F4-F7; G1-G5 дис.; G6; H1 дис.]

Получените резултати са от научно експериментален характер и допринасят за развитие на технологията за получаване на ВТСП и манганитни нанослоеви и ВТСП/манганит нанослоести структури.

1.1. Единични ВТСП YBCO слоеве.

Отлагане на субмикронни слоеве на ВТСП YBCO. Оптимизиран е технологичният режим за израстване на епитаксиални ВТСП YBCO субмикронни слоеве (30÷80 nm) с възпроизводими характеристики, чрез DC двумагнетронно off-axis разпрашване върху кристални стандартни LaAlO₃ [100], SrTiO₃ [100] (LAO, STO) и наклонени NdGaO₃ (NGO) перовскитни подложки и подложки със специално предназначение Al₂O₃ (r-cut Sapphire - ALO) (с буферен подслой от CeO₂). Размерите на използваните подложки са 10 мм x 10 мм или 5 мм x 10 мм. Разпрашването е осъществено във вакуумна камера в присъствието на работен газ Ar:O₂. Кристалографските и критичните параметри на получените субмикронни слоеве се доближават до параметрите на тези на висококачествени YBCO слоеве със стандартни дебелини (>100 nm).

ВТСП YBCO слоеве отложени върху рециклирани подложки. Микроструктурирането на ВТСП YBCO слоевете за нуждите на микроелектрониката и спинтрониката налага използването на литографски процеси. Изследвано е влиянието от рециклиране (многократни фотолитографски процеси) на подложката върху качествата на ВТСП слоя. Многократното облъчване с УВ лъчение, третиране с киселини и основи и нагриването на подложката води до дифундиране, адсорбиране и абсорбиране на нежелани примеси в приповърхностния слой на подложката, влошаване на кристалната структура и увеличаване на грапавостта. Това от своя страна влошава качествата на растящият отгоре ВТСП слой. Поради това при използването на литография за структуриране на ВТСП YBCO слоеве е необходимо вземането на специални мерки.

Влиянието от добавката на водни пари по време на разпръскване върху качествата на ВТСП YBCO слоеве. Установено е влиянието от добавката на водни пари по време на разпръскване върху качествата на ВТСП YBCO слоеве. Присъствието на малки количества водни пари в работния газ по време на разпръскване на YBCO нанослоевете води до временно увеличаване на критичната плътност на тока (за 2.5 % H_2O , J_c се увеличава с около 60 % при 77 K). Ефектът се интерпретира, като следствие от вграждане на атомен водород от дисоциирани водни молекули в епитаксиално растящия слой в местата с кристални дефекти, което подобрява кристалните качества на слоя. Ефекта на подобряване на YBCO слоя е временен до напускане на водородните атоми при стареене на структурата (в течение на около 6 месеца при съхранение в сух контейнер и стайна температура).

Влияние на светлинното UV третиране на характеристиките на YBCO слоеве. Изследвано е и светлинното UV третиране на такива YBCO слоевете в продължение на 10 h с интензивност 2.5 mJ/cm^2 посредством живачна дъгова лампа работеща при високо налягане. Спектърът на тази лампа е представен главно от 3 линии – E, J и I с дължини на вълните съответно 435, 408 и 366 nm). Ефектът от облъчването на отложените YBCO слоеве с и без оптимално съдържание на водни пари е обратен в двата случая. При облъчване “сухите” (P1 – 0 % H_2O) слоеве показват слабо подобряване, докато “мокритите” (P2 – 4 % H_2O) слоеве се влошават драстично. Обяснен е ефекта свързан с промяната на критичната плътност на тока при добавяне на водни пари към работния газ и при облъчването им.

1.2. Единични ФМ LSMO и LCMO слоеве

Оптимизиран е технологичният процес за RF магнетронно разпръскване на епитаксиални тънки и свръхтънки манганитни слоеве (LSMO и LCMO) върху монокристални подложки. Възпроизводимо са получени:

- свръхтънки (15 nm) еластично напрегнати LCMO слоеве върху LAO подложки за изследване на магнитофазовата диаграма в тези структури;
- тънки (70 nm) LSMO слоевете върху би-кристални STO подложки с цел създаване на слаби връзки (grain-boundary junctions) за приложения в микроелектрониката.

Свръхтънки LCMO слоеве върху LAO подложки. Използвайки RF off-axis магнетронно разпръскване е отложен свръхтънък 15 nm слой $La_{0.7}Ca_{0.3}MnO_3$ върху (100) ориентирана LAO подложка с цел изучаване на нейните специфични характеристики. Анализът от XRD дифракцията показва, че разсъгласуване -1.81 % между кристалографските параметри на LCMO и LAO подложката в *ab*-плоскостта води до присъствието на компресиращо напрежение в равнината на слоя и разтеглящо напрежение перпендикулярно на слоя. Тези слоеве са използвани за изучаване на магнитофазовата им диаграма.

LSMO тънки слоеве отложени върху бикристални подложки. Отложени са *c*-ориентирани LSMO слоеве с дебелина 70 nm, чрез RF-магнетронно разпрашване върху (001) SrTiO₃ би-кристални подложки с 24° бикристална граница. Слоеве са структурирани като мостове със ширина между 10 и 30 μm и с дължина 50 μm и са използвани за изучаване на съпротивленията им в магнитно поле, ориентирано паралелно на повърхността на LSMO слоя и успоредно или перпендикулярно на направлението на тока.

1.3. Слоести ВТСП/ФМ и ФМ/ФМ структури

Оптимизиран е специфичен технологичен режим за получаване на двуслойни и трислойни перовскитни хетероструктури с едновременно добри качества на ВТСП и ФМ слоевете, чрез използване на магнетронно разпрашване върху различни типове подложки. Показано е, че качеството на YBCO слоя е по-добро (по-висока стойност на T_c и по-малка ширина на прехода ΔT), когато дебелината на този слой не е много малка в сравнение с дебелината на феромагнитния слой в сандвич структурите. Показано е, че това се дължи на ефекта на спин-поляризиращи носители на заряд, които дифундират от магнитния слой в свръхпроводника и причиняват „разрушаване“ на куперовските двойки.

За сандвич структурата YBCO/LSMO върху LAO подложка е измерена критичната плътност на тока J_c в магнитно поле перпендикулярно и паралелно на повърхността на слоя. Установено е изменение на критичната плътност на тока от постоянното магнитно поле и е предложен модел за обяснение на ефекта.

Отложени са тънкослойни (субмикронни) YBCO/LSMO сандвичи с оптимални параметри за микроструктуриране в елементи и схеми (прибори) за микроелектрониката и спинтрониката. Параметрите на ВТСП структурата зависят от инжектирания ток (със спин-поляризиращи носители на заряд) от феромагнитната структура.

Оптимизиран е технологичен режим за получаване на двуслойни магнитни структури от типа LCMO/LSMO върху различни подложки.

1.4. Магнетронно разпрашване на мултифероичен слой GdMnO₃

Оптимизиран е режим за RF магнетронно разпрашване на мултифероичен слой GdMnO₃. [A4, F2, F4] и са отложени GdMnO₃ слоеве върху подложки от Si, STO и буферен LSMO слой върху STO подложка. Върху Si слоевете са поликристални, докато върху LSMO и STO израстват силно текстурирани епитаксиални слоеве. Установени са кристалните параметри на слоевете. Епитаксиалните слоеве израстват напрегнати в *ab*-равнината, поради несъответствието на двете кристални решетки. Наблюдавано е нетипично по-висока стойност на удължението на *c*-оста (спрямо тази за обемен кристал) при по-дебелите слоеве.

1.5. Магнетронно разпрашване на кобалтитни NdBaCo₂O_{5+x} слоеве

Получени бяха тънки (240 nm) кобалтитни слоеве NdBaCo₂O_{5+x} върху подложки от SrLaAlO₄ (001) (SLA) посредством радиочестотно магнетронно разпрашване при различни температури на подложката (за 3 температури) и *in situ* отгряване. Слоеве са епитаксиални, силнотекстурирани с *c*-ориентация перпендикулярна на равнината на слоя. От измерения магнитен момент при охлаждане (300-10 K) бяха определени магнитните преходи парамагнетик-феромагнетик-антиферомагнетик. Измерени бяха съпротивленията на слоевете в горния температурен интервал и бяха установени изцяло изолаторни свойства. Измерена бе магнитната възприемчивост на слой NdBaCo₂O_{5.52} от слабо изследвания в литературата стехиометричен регион $0.52 < x < 0.72$

в температурен интервал 4-350 К при различни опорни DC магнитни полета $H = 100, 1000, 10000$ и 50000 Oe. Установено бе стабилизиране на феромагнитното състояние при ниски температури с увеличаване на външното магнитно поле.

[D8; G6]

1.6. Магнетронно разпръскване на ортоферитен слой $GdFeO_3$

Изготвена бе монофазна мишена от $GdFeO_3$. Разработен и оптимизиран бе технологичен режим за отлагане на $GdFeO_3$ слоеве върху подложки от Ситал. Оптимизацията на режима бе изготвена според данните получени от Рентгеноструктурен анализ за слоеве отложени при различни температури и налягания. Предвижда се продължаване процеса по оптимизация върху различни типове подложки.

1.7. Магнетронно разпръскване на CeO_2 слой върху (100) Si

Оптимизиран е режим за радиочестотното магнетронно разпръскване на CeO_2 слой върху n-тип (100) Si подложка. Проведени са структурни изследвания на CeO_2 слой върху Si подложка след бързо термично отлагане (rapid thermal annealing - RTA) при температури 800–1300 °C. Магнетронно разпръсканите слоеве са с аморфна и поликристална фаза CeO_2 , Ce_2O_3 и SiO_2 . След RTA при температура 1100 °C за 180 s се наблюдава пълна трансформация от аморфна в поликристална фаза. При тези условия допълнително се формира интерфейсен буферен CeSi слой. Повишени температури на RTA (1300 °C) водят до образуването на p-n преход. Дифузията на Ce в n-Si подложка води до формирането на p-n преход с висока p-тип концентрация на носители $2-4 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ [A5].

2. Фотолитография и микроструктуриране

Проектирани и изготвени са различни фотолитографски маски за структуриране на ФМ и ВТСП слоеве и хетероструктури.

Тези маски са използвани за създаване на ВТСП тънкослойни мостове, микровълнови резонатори и различни ВТСП/ФМ структури, които са прилагани за изследване на ефектите на инжекция на спин-поляризиран ток върху характеристики на горепосочените двуслойни структури [A9; A15; B10; B21; F9].

3. Електрическо и магнитно характеризирание на свръхпроводими и магнитни слоеве и слоеви структури

32 публикации [A4; A5; A9-A17; A19; B6-B17; C1; C2; D7-D10; E1; E2]; и 14 конференции [F2 дис.; F4 дис.; F8-F15; G6-G9];

3.1. Електрически и магнитни характеристики на единични слоеве

Оценка на критичната плътност на тока в ВТСП слоеве. Предложен е метод за дефиниране критичната плътност на тока при използване на третата хармонична на сигнала на магнитния отклик на ВТСП слоя. Критичната плътност еднозначно се определя от положението на инфлексната точка (наклона на тангентата има максимална стойност) на кривата на сигнала на отклик, като функция от плътността на тока. Този метод е особено полезен при компютеризирани измервания на критичната плътност на тока.

Изучаване на безконтактният болометричен отклик на ВТСП слоеве. Получена е информация за безконтактният болометричен отклик на основната честота

и на по-високи хармонични на ВТСП YBCO слой. Показано е, че температурният коефициент на отклик на напрежението (TCRS) за 3-тата хармонична е 1400 \%K^{-1} , което надвишава повече от 1.5 пъти температурната чувствителност на съпротивлението (TCR), измерена чрез стандартният контактен 4-сондов метод (800 \%K^{-1}) в същият слой. Това показва перспективност на YBCO нанослоевете за конструиране на безконтактни болометрични прибори.

Свърхтънки LSMO слоеве върху LAO подложки и тяхните електрически и магнитни характеристики. Изследвана е температурната зависимост на електрическото съпротивление на $\text{La}_{0.7}\text{Ca}_{0.3}\text{MnO}_3$ свърхтънък слой (15 nm) с бавно охлаждане и последващо затопляне при различни магнитни полета. При нулево поле в температурния диапазон 10–300 K слоят пребивава в непроводящо състояние (изолатор). Прилагането на магнитно поле превръща някои обемни области от слоя в области с метална проводимост, поради това съпротивлението намалява. Разтопяването и изчезването на COI (charge ordered insulating) зарядово-подредената изолаторна фаза при ниски температури и високи магнитни полета е в резултат на създадените метастабилни нива след изключването на полето. Метастабилното ниво се състои от ФМ клъстери, потопени в зарядово-подредена антиферромагнитна матрица. При ниски температури малките ФМ клъстери са изолирани и замразени в различни направления и не се наблюдава перколяция при магнитни полета под 75 kOe. При температури $T < 50$ K и след изключване на магнитното поле, LSMO слоя остава в замръзвало клъстер стъклообразно състояние, което не релаксира. При $50 < T < 80$ K образците показват кратко временна релаксация с повишено ниво на шума. При по-високи температури ($90 < T < 130$ K) и след сваляне на магнитното поле, кратковременната релаксация се заменя от дълговременна релаксация. Предполага се, че метастабилните нива са разделени от енергетически бариери с широко разпределение на енергиите. Това причинява разтегнатото експоненциално поведение на релаксационното време.

Според фазовата диаграма на тънък (15 nm) $\text{La}_{0.67}\text{Ca}_{0.33}\text{MnO}_3$ слой при температура под $T \sim 150$ K ($H = 0$) в слоя се съдържат слабо напрегнати ФМ и силно напрегнати СО области. Прилагането на магнитно поле променя съотношението между двете съществуващи фази. Така при прилагането на незначителни магнитни полета и ниски температури, съпротивлението е практически температурно независимо и липсват релаксационни процеси, което е като замръзвало спин стъклоподобно състояние под температурата на замръзване. Наличие на метастабилни нива проявяващи се чрез дълговременната релаксация на съпротивлението при включване и изключване на магнитното поле дават възможност за използване на свърхтънки LSMO слоеве, като ключове и памети.

Електрически характеристики на LSMO тънки слоеве отложени върху(001) SrTiO_3 бикристални подложки. С-ориентирани LSMO слоеве с дебелина 70 nm, отложени върху (001) SrTiO_3 би-кристални подложки с 24° бикристална граница са структурирани като мостове със ширина между 10 и 30 μm и с дължина 50 μm и са измерени са техните съпротивленията в магнитно поле, ориентирано паралелно на повърхността на LSMO слоя и успоредно или перпендикулярно на направлението на тока. Профилът на измерените криви показва появата на спин-зависим ток през границата на зърната. Максимумът за кривата на магнитосъпротивлението при температура 4.1 K се появява при стойност на магнитното поле 50 Oe, докато при повишаване на температурата максимума леко намалява под 50 Oe. Резултатите показват, че получените преходи са изградени от няколко магнитни домена с максимална спин поляризация от около 0.35 при 4.1 K.

Когато магнитно поле ориентирано паралелно на направлението на тока е направено магнитно сканиране в следната последователност: 0, 1, -1, 0 T. По-стръмният

наклон на кривата измерена при 300 К се дължи на преобладаването на вътрешното магнитосъпротивление на манганитния слой над съпротивлението на прехода. Това се става при температури доближаващи се до T_{Curie} . При такава паралелна конфигурация на вектора на магнитното поле и направлението на тока се наблюдава само един централен максимум на относителното съпротивление при нулево поле.

Импедансните характеристики на поликристални и епитаксиални ФМ слоеве върху различни подложки [A17; B11; F10]. Повърхностния комплексен импеданс (модула и фазата) на епитаксиални LCMO слоеве (30 и 60 nm) върху STO подложка бе измерен от 1 до 30 kHz в температурният интервал 77-300 К. Установен бе индуктивен характер на импеданса за температури по-ниски от температурата на Кюри и капацитивен за по-високи. Намаляването дебелината на слоя води до изместване на импедансните криви към по-ниски температури. Модула на импеданса за тънкия слой е по-голям. Съществени разлики в зависимост от дебелината се наблюдават и във фазата на импеданса. Тънкия слой има индуктивен характер дори при 77 К, докато дебелия слой започва от нула (за 77 К) и има добре изразен положителен пик в фазата на импеданса при по-високи температури.

Измерен и анализиран е повърхностния комплексен импеданс (модула и фазата) на епитаксиални (върху STO подложка) и порикристални (върху ALO подложка) LSMO слоеве под температурата на Кюри в честотния интервал 1 – 100 kHz. Установено е противоположно поведение за двата типа слоеве – индуктивно и капацитивно за епитаксиалните и поликристалните съответно. Допълнително, за поликристалните слоеве е получена информация за съпротивлението на зърната и комплексното съпротивление на границата на зърната.

Характеризиране на епитаксиален субмикронен (100 nm) мултифероичен слой GdMnO_3 върху STO подложка. [A4; F2; F4]

Измерени и анализирани са ZFC-FC $\chi_{\text{DC}}(T)$ кривите в паралелно и напречно на слоя магнитно поле 1 kOe. Установено е, че в $\chi_{\text{DC}}(T)$ зависимостта (ZFC-FC кривите) под 20 К магнитния момент нараства по-бързо в магнитно поле ориентирано по c -оста (перпендикулярно на слоя) отколкото в магнитно поле в ab -равнината (в равнината на слоя). Но това нарастване не е така силно изразено, като при монокристален образец. В 3 взаимно перпендикулярни направления бяха измерени $M(H)$ характеристиките на слоя при температура 5 К и не бяха наблюдавани значителни изменения в магнитния момент. В заключение, резултатите за 100 nm GdMnO_3 слой отложен върху STO подложка показват отсъствие на значителната магнитната анизотропия наблюдавана в монокристални образци. Това се обуславя поради относително голямото кристално несъответствие между подложката и слоя, което от своя страна води до структурен безпорядък в слоя.

Измерени и анализирани бяха AC резистивните характеристики на GdMnO_3 слой отложен върху STO подложка в свръхпроводим соленоид в магнитни полета до 14 Т, температури от 4 до 300 К и за честоти от 1 Hz до 250 kHz. Построени и анализирани бяха импедансните Cole-Cole криви ($Z_y(Z_x)$) в магнитно поле 0, 4 и 14 Т и температура 25 К. Установено бе влияние на постоянно външно магнитно поле върху импедансните параметри на слоя. Резултатите са в съгласие с (H,T)- фазовата диаграма за монофазен кристал GdMnO_3 . Увеличаването на приложеното магнитно поле на слоя от 0 до >2 Т при 25 К води до преход от синусоидална антиферомагнитна фаза към наклонена антиферомагнитна фаза, както е установено и от други автори.

1.2. Изследване на двуслойни структури

Изследване на двуслойна структура LCMO/LSMO. Изучени са резистивните характеристики в двуслойни ФМ структури (LCMO/LSMO) на LSMO и LCMO слоевете върху различни типове подложки в широк температурен интервал (4.2 – 400 K). Получени и анализирани бяха данни за преходите метал-изолатор в съответните хетероструктури.

Измерени са транспортните характеристики на двуслойна структура LCMO/LSMO върху STO подложка: съпротивлението $R(T)$ между двата феромагнитни слоя LSMO и LCMO в двуслойната структура с и без магнитно поле ($H = 1$ T) в широк температурен интервал. В тези структури е наблюдаван колосален магниторезистивен ефект от порядъка на 56 % при около 180 K.

В същите ФМ хетероструктури е установен и обяснен ефект на превключване от отрицателно магнитосъпротивление (при високи температури) към положително магнитосъпротивление (при ниски температури) при температура около 100 K. Установено е наличието на силен хистерезис и спин-поляризиран поток при положителното магнитосъпротивление (< 100 K).

[A16; B16; F14]

Проведени са магнитни измервания на LCMO/LSMO двуслойна структура върху ALO (Сапфир) и LAO подложки. Установени са магнитните преходи по температура в тези хетероструктури.

[A12; F11]

Електрически и магнитни характеристики на двуслойна структура LSMO/YBCO върху ALO подложка. Изследвани и сравнени бяха електрическите и магнитни характеристики на LSMO и YBCO/LSMO слоеве разпрасени върху сапфирени (ALO) подложки. На база на теорията бе изготвен модел и експерименталните данни бяха симулирани. Данните от симулация съвпаднаха до голяма степен с експерименталните резултати. Екстрахираните бяха параметри указващи данни за магнитните свойства материала. Използвайки екстрахираните параметри бе пресметната магнетизацията, като функция на температурата за структурата. Теоретично пресметнатата крива съвпада с експериментално получените стойности.

[E2; F8]

Изследване на спин инжекция върху параметрите на ВТСП YBCO слоеве. С помощта на фотолитография и химическо ецване създадени са специални структури за изучаване на процеса на спин инжекция върху параметрите на ВТСП YBCO слоеве и YBCO/LSMO структури [A9; A15; B10; F9]. Изследвано е влиянието на тока, инжектиран от LSMO тънка ивица със $\sim 100\%$ спин-поляризация на носителите на заряд, върху критичната плътност на тока на ВТСП YBCO пръстен в тънкослойни структури. Получена е информация за стойността на намаляване на критичната плътност на тока на YBCO пръстена за конкретни стойности на спин-поляризиран ток на инжекция от LSMO ивицата при 77 K.

Проведени са експерименти по изследване влиянието на спин-поляризиран ток инжектиран от ФМ LSMO във ВТСП/YBCO в микролентова резонаторна структура върху микровълновите характеристики на този ВТСП/LSMO микролентов резонатор. Установено е влиянието на тока на инжекция върху качествения фактор и резонансната честота на YBCO микролентовия резонатор при 77 K. DC инжектиран ток води до забележимо намаляване на качествения фактор Q и резонансните честоти f_1, f_2 за първа и втора резонансни моди. Този ефект би могъл да се използва в практиката за свръхпроводими пренастроваеми микровълнови прибори.

4. Характеризиране на свръхпроводими и магнитни обемни керамични и композитни материали и наноразмерни прахови проби

Обемни поликристални керамики $Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr_2Ca_2Cu_3O_z$ (BPSCCO), $La_{0.6}Pb_{0.4}MnO_3$ (LPMO) и композити на тяхна основа [A11; A13; A14]. Изготвени бяха обемни поликристални керамики $Bi_{1.6}Pb_{0.4}Sr_2Ca_2Cu_3O_z$ (BPSCCO), $La_{0.6}Pb_{0.4}MnO_3$ (LPMO) и композити на тяхна основа. Матрицата на композитните материали е от ВТСП BPSCCO и към нея са добавени различни количества ФМ фаза LPMO. Разработени бяха специални последователности за електрични и магнитни измервания на тези обемни материали, посредством PPMS (Physical Property Measurement System – Quantum Design[®]) измервания. Измерени и анализирани бяха AC и DC магнитните характеристики ($\chi_{AC}(T)$ при различни DC магнитни полета; $M_{DC}(T)$ – ZFC-FC; $M(H)$ при различни температури), както на единичните обемни поликристални керамики (BPSCCO и LPMO), така и на композитните образци (BPSCCO/LPMO). Установени бяха критичните температури и температурите на Кюри за няколко различни съотношения на ВТСП и ФМ фазата. От модела на Бийн бяха екстрахирани стойности за оценка на критичната плътност на тока. Получени и анализирани бяха данни за изменението на формата на магнитния хистерезис (степени на симетричност - асиметричност) при изменение концентрацията на ФМ фазата във ВТСП матрицата при различни температури. Установено бе наличието на свръхпроводими и феромагнитни свойства във всички получени композити. Допълнително, за LPMO образца бяха пресметнати спонтанната намагнитеност и магнетизацията на насищане. Бе измерено съпротивлението в широк температурен интервал без и с магнитно поле 1 Т. Пресметнато бе магнитосъпротивлението. Измерени бяха хистерезисните криви на съпротивлението в магнитно поле до 1 Т за различни температури. Установено бе нарастване на магнитосъпротивлението и хистерезиса при понижаване на температурата. Установено бе смяната на типа магнитосъпротивление: от преобладаващо колосално магнитосъпротивление (CMR – присъщ за обема на зърната) при високи температури (300 К); през комбинирано магнитосъпротивление (CMR и LFMR) в среден температурен интервал (200-120 К); до преобладаващо ниско-полево магнитосъпротивление (LFMR – присъщо за тунелиране през границата на зърната) при ниски температури (4 К).

Магнитно характеризирание на прахови проби от наноразмерен магнетит. [E1; G7] По метода на съутаяване бе получен наноразмерен магнетит. Магнетитните наночастици бяха покрити с β -cyclodextrin. Изследвани и сравнени бяха непокрит и покрит магнетит. Данните от Мьосбауеровата кроскопия и магнитните измервания показват, че и в двата образци са суперпарамагнитни. Непокрития магнетит се окислява много бързо, което силно намалява магнитния момент и влошава магнитните му характеристики. В противовес на това покрития с β -cyclodextrin магнетит запазва високи стойности на магнитния момент и се характеризира с добри магнитни характеристики. Предвиждат се допълнителни изследвания на магнетитни наночастици и ферофлуиди на тяхна база.

Магнитно характеризирание на биологични прахови проби. [A19; B17; D10; F15; G8; G9] Бяха измерени магнитните характеристики на желязо-съдържащи проби синтезирани от бактерии отглеждани в различни изкуствени среди. Бяха установени различни типове магнитни взаимодействия на получените материали спрямо средата в която са отглеждани бактериите. По този начин бе установена възможността за

създаване на желязосъдържащи материали с отнапред зададени магнитни характеристики.

Магнитно характеризирани прахови и обемни проби от свръхпроводници (YPrBaCuO, GdBaCuO, YBaCuO-134, BiPbSrCaCuO, ...) мултифероици, и други магнитни и свръхпроводими материали. Установени бяха а-типични магнитни характеристики за някои от образците. Предстои допълнително характеризирани и анализ на този тип материали.

Възможността за подобряване на електрохимическите характеристики на Ni-Zn батерии използвайки ВТСП керамики. Показано бе възможността за използването на ВТСП материали, като батерии над критичната температура за съответните свръхпроводници. Показана бе тяхната по-ефективна работа, като батерии в сравнение с конвенционално използваните батерии. Това разширява кръга на потребление на ВТСП купратните свръхпроводници извън тяхната главна цел (свръхпроводимостта) и ги прави перспективни мултифункционални материали. Предстоят допълнителни изследвания на ВТСП купратните свръхпроводници в тази нова област на приложение. [C2; F12, F13]

4. Атомно послойно отлагане (ALD – Atomic Layer Deposition) на тънки и свръх тънки слоеве и покрития.

1 публикация [B19] и 1 приета за печат; и 4 конференции [F18; F19; G10; G11].

Беше изучена и овладяна (в рамките на пост-докторален стаж по европейски проект ИНЕРА) работата с апаратура за послойно атомно отлагане (ALD) – beneq TFS-200.

Разработени бяха рецепти и бяха оптимизирани режими за получаване на слоеве от аморфен Al₂O₃, поликристален ZnO, ZnO легиран с Al₂O₃ (ZnO:Al₂O₃), ZnO/Al₂O₃ наноламинати, Ni-O, Co-O, Fe-O и AlN.

Слоевите от ZnO легиран с различно количество Al₂O₃ ([ZnO]_x:[Al₂O₃]_y) бяха обстойно характеризирани. Намерена бе такава съотношение на x:y, при което [ZnO]_x:[Al₂O₃]_y слоевете си променят кристалографската ориентация; едрината на зърната и съпротивителните характеристики. Обстойно бяха изследвани импедансните характеристики на получените слоеве. Слоевете от този тип намират приложение в фотоволтаични елементи, акустоелектрониката, елементи за газови сензори и микроелектрониката.

Оптимизиран беше режим и бяха отложени нанопокрития от ZnO:Al₂O₃ върху подложки от Порест Анодиран Алуминий (РАА). Установен бе перфектния, почти бездефектен и равномерен растеж на слоевете върху подложка с голям индекс дълбочина/ширина. Структури от този тип са особено подходящи, като елементи за сензори, био-схеми за лечение на инфекции, твърдотелни горивни клетки, батерий, суперкондензатори, устройства за спинтрониката, оптоелектрониката, наноелектрониката и катализата.

Изготвени бяха рецепти и бяха получени наноламинати на базата на $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ със свръхтънки слоеве (няколко монослоя) и различна честота на повторение. Такива структури са подходящи за памети.

Изготвени бяха рецепти и бяха получени комбинация от различни сандвичови слоеви структури на базата на $\text{TiO}_2/\text{ZnO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ посредством термично ALD. Изследвани бяха импедансните характеристики на получените сандвичи. Установено бе различното импедансно поведение в зависимост от комбинацията и дебелината на слоевете. Силната импедансна зависимост и чувствителността на тези слоеве към токсични газове е предпоставка за използването им като газови сензори.