

Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu **APVV –0494–11****Proximitný efekt a transportné vlastnosti nanoštruktúr feromagnet/supravodič**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Štefan Chromik, DrSc.**Príjemca **Elektrotechnický ústav SAV****Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený**

1. Elektrotechnický ústav SAV
2. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK
- 3.
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

- 1.
- 2.
- 3.

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

- 1.
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Chromik, Š., Štrbík, V., Dobročka, E., Dujavová, A., Reiffers, M., Liday, J., and Španková, M.: Significant increasing of onset temperature of FM transition in LSMO thin films, Applied Surface Sci 269 (2013) 98-101.
2. Chromik, Š., Štrbík, V., Dobročka, E., Roch, T., Rosová, A., Španková, M., Lalinský, T., Vanko, G., Lobotka, P., Ralbovský, M., Choleva, P., : LSMO thin films with high metal-insulator transition temperature on buffered SOI substrates for uncooled microbolometers. Applied Surface Sci 312 (2014) 30-33.
3. Štrbík, V., Reiffers, M., Dobročka, E., Šoltýs, J., Španková, M., Chromik, Š.: Epitaxial LSMO thin films with correlation of electrical and magnetic properties above 400K. Applied Surface Sci 312 (2014) 212-215

4. Štrbík, V., Beňačka, Š., Gaži, Š., Španková, M., Šmatko, V., Chromík, Š., Gál, N., Sojková, M., Pisarčík, M., Dobročka, E., Machajdík, D., : Superconductor-ferromagnet-superconductor nanojunctions. In: Progress in Applied Surface, Interface and Thin Film Sci. 2015 - SURFINT-SREN IV. Extend. Abstract Book. Ed. R. Brunner. Bratislava: CU 2015. ISBN: 978-80-223-3975-9. P. 156-157

5. Štrbík, V., Beňačka, Š., Gaži, Š., Španková, M., Šmatko, V., Chromík, Š., Gál, N., Sojková, M. and Pisarčík, M.: Transport properties of YBa₂Cu₃O_x/La_{0.67}Sr_{0.33}MnO₃ nanojunctions. Accepted in J. of Physics: Conference Series, (publikácia prezentovaná na konferencii VEIT 2015 v Bulharsku)

Uplatnenie výsledkov projektu

Použitie LSMO vrstiev so zvýšenou hodnotou Curieho teploty rastených na YSZ/CeO₂/Bi₄Ti₃O₁₂ buferovanom Si na realizáciu nechladeného mikrobolometra pre oblasť frekvencií 0,5-1 THz.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V časti prípravy vrstiev a dvojvrstiev YBCO/LSMO bol zámer projektu splnený, vrstvy a dvojvrstvy sa vyznačovali kvalitnými elektrickými, supravodivými a feromagnetickými parametrami, pričom najdôležitejší výsledok spočíval v príprave LSMO vrstiev s výrazne zvýšenou hodnotou Curieho teploty na 450 K. Táto skutočnosť bola zvýraznená aplikovaním LSMO vrstvy do nechladeného mikrobolometra pre oblasť frekvencií 0,5-1 THz, ktorý sa úspešne zrealizoval v rámci iného európskeho projektu. Pripravili sme na feromagnetických vrstvách pomerne tenké (asi 20nm) vrstvy supravodiča YBCO, avšak s tendenciou pomerne rýchlej (niekoľko dní) degradácie supravodivých vlastností YBCO. Pre hrubšie vrstvy YBCO (asi 50-70 nm) degradačné účinky pozorované neboli.

Veľa času sme venovali tvarovaniu nanoštruktúr SFS, na ktorých podľa teórie by malo byť možné pozorovať tripletnú supravodivosť. Tvarovanie pomocou FIBu bolo komplikované, museli sme vyriešiť ochranu LSMO/YBCO dvojvrstvy pomocou dostatočne hrubých (aspoň 30nm) ochranných vrstvičiek zo zlata a titanu, hľadať vhodnú geometriu a energiu pri leptaní na zníženie degradačných účinkov energetických Ga³⁺ iónov, navyše sme pracovali pri hraničných možnostiach použitého zariadenia FIB. Našli sme cestu ako pripravovať SFS nanoštruktúry s úzkou separáciou supravodičov (37-100 nm) bez degradačných účinkov Ga³⁺ iónov na supravodivosť a feromagnetizmus vrstiev. Posledné experimenty naznačujú možnosť tripletnej zložky supravodivých vlastností nanoštruktúr, avšak zatiaľ vo výrazne menšej miere ako sa očakávalo, čo je priestor pre ďalšie štúdium týchto javov.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The project objectives concerning the film and YBCO/LSMO bilayer preparation were fulfilled - the films as well as bilayers exhibit good electrical, superconducting and ferromagnetic properties, preparation of LSMO films with high Curie temperature (450 K) is the most important result. We utilized this fact applying the LSMO film in uncooled bolometric detectors for frequency interval 0.5-1 THz (in the frame of another european project). We prepared thin (approx. 20 nm) superconducting YBCO films grown on the top of ferromagnetic layers, however, with the tendency of rapid degradation (within several days) of superconducting properties of YBCO. In the case of thicker (50-70 nm) YBCO films no effect of degradation was observed.

We devoted a lot of effort to SFS nanostructure patterning. According to the theory, triplet superconductivity should be observed on these SFS nanostructures. The patterning by FIB was complicated, we had to solve the protection of the LSMO/YBCO bilayer using Au and Ti layers (thicknesses of at least 30 nm), searching suitable geometry and energy during the

patterning to minimize the degradation effects of energetic Ga^{3+} ions. Moreover, we were working close to utmost limit of the FIB equipment. We found a way how to prepare SFS nanostructures with narrow separation of superconductors (37-100 nm) without any degradation influence of Ga^{3+} ions on superconductivity and ferromagnetism of the films. Latest experiments indicate the possibility of existence of triplet component of superconducting properties of nanostructures, however, in less magnitude as expected. Therefore there is a space for a further study of these effects.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

Ing. Štefan Chromik, DrSc.

V Bratislave 28. 01. 2016

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Vladimír Cambel, DrSc.

V Bratislave 28. 01. 2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu