

Hibridinis magnetovaržinis jutiklis iš manganito-grafeno struktūros, suformuotos ant Al_2O_3 padėklo

Hybrid magnetoresistive sensor based on manganite-graphene structure prepared on Al_2O_3 substrate

Mykola Koliada¹, Nerija Žurauskienė^{1,2}, Rasuolė Lukošė¹, Skirmantas Keršulis¹, Voitech Stankevič^{1,2}, Valentina Plaušnaitienė^{1,3}, Milita Vagner^{1,3}, Saulius Balevičius¹

¹Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių pr. 231, 02300 Vilnius

²Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Elektronikos fakultetas, Naugarduko g. 41, 03227 Vilnius

³Vilniaus universitetas, Chemijos ir geomokslų fakultetas, Chemijos institutas, Naugarduko g. 24, 03225 Vilnius
mykola.koliada@ftmc.lt

Magnetinių laukų matavimai, pasiekus erdvinę rezoliuciją iki mikro-nano skalių, yra labai svarbūs magnetometrijoje, magnetinės atminties elementų kūrimo ir kt. taikymuose [1]. Yra siekiama sukurti mažų matmenų jutiklius su padidintu jautriu bei išplėstomis jų funkcinėmis galimybėmis. Modernių medžiagų su specifinėmis savybėmis parinkimas yra labai svarbus, kuriant magnetovaržinius jutiklius, kurių pasaulinė rinka auga sparčiau nei Holo jutiklių. Feromagnetiniai oksidai, tokie kaip manganitų plonieji sluoksniai, pasižymi neigiama kolosalia magnetovarža (CMR). Šis reiškinys buvo panaudotas, kuriant stipraus impulsinio magnetinio lauko jutiklius iš nanostruktūrizuotų manganitų sluoksnių [2]. Tokių jutiklių magnetovarža praktiškai nepriklauso nuo magnetinio lauko krypties manganito sluoksnio plokštumos atžvilgiu, todėl jie gali būti panaudoti absoliutinės magnetinio lauko vertės matavimams (CMR-B-skaliariniai jutikliai). Paprastai manganitų MR yra didelė silpnuose ir vidutiniuose magnetiniuose (B) laukuose [3], tačiau ji įsisotina, esant stipriems laukams.

Siekiant sukurti mažų matmenų jutiklius lokaliems magnetinio lauko matavimams, didelio mokslininkų susidomėjimo sulaukė dvidimensinės (2D) puslaidininkinės medžiagos, tokios kaip grafenas [4]. Jos pasižymi Lorentzo jėgos indukuota teigiama magnetovarža. Tačiau grafeno MR silpnuose laukuose yra maža dėl klasikinės kvadratinės $MR(B)$ priklausomybės, tuo tarpu stipriuose laukuose ji didelė ir tiesinė net iki 60 T ir daugiau dėl tam tikrų kvantinių efektų [5].

Siekiant išmatuoti impulsinius magnetinius laukus įvairioje pramoninėje, o taip pat ir mokslinių laboratorijų įrangoje, jutikliai turi atitikti tam tikrus specifinius reikalavimus, susijusius su jų konstrukcija bei su matuojamo impulso trukme ir amplitude (didelė skiriamoji laiko geba trumpiems impulsams bei praplėstas matuojamo lauko ruožas stiprių magnetinių laukų matavimui). Todėl buvo pasiūlytas hibridinis jutiklis iš manganito/grafeno struktūros, pasižymintis padidintu signalo atsaku bei jautriu, lyginant su atskirais magnetinio lauko jutikliais iš manganito sluoksnio arba grafeno [6]. Tačiau siekiant sukurti magnetinio lauko jutiklį, pasižymintį dideliu jautriu plačiame magnetinių laukų ruože bei galinčiu matuoti lokaliai lauko

pasiskirstymą, reikalingi tolimesni tokios hibridinės struktūros iš manganito ir grafeno tyrimai.

Šiame darbe pateikiami hibridinių magnetinio lauko jutiklių magnetovaržos ir jautrio tyrimai impulsiniuose magnetiniuose laukuose iki 20 T. Hibridiniai jutikliai buvo pagaminti, suformuojant ant abiejų to paties Al_2O_3 padėklo pusių tokius sluoksnius: iš vienos pusės – nanostruktūrizuoto manganito La-Sr-Mn-Co-O sluoksnį, užaugintą impulsinio injekcinio MOCVD būdu, iš kitos padėklo pusės – vieną/kelias grafeno sluoksnius, pernešus juos nuo vario cheminio išdėsinimo būdu. Buvo pademonstruota, kaip galima padidinti sukurto hibridinio jutiklio atsako signalą ir jautrį, o taip pat paderinti magnetinių laukų ruožą, atitinkantį didžiausią jutiklio jautrį, paslenkant jį tiek į silpnesnius, tiek į stiprių laukų sritį, kas reikalinga įvairiems magnetinio lauko matavimo taikymams.

Reikšminiai žodžiai: plonieji sluoksniai, manganitai, grafenas, magnetovarža, magnetinio lauko jutikliai.

Literatūra

- [1] D. Pla, C. Jimenez and M. Burriel, Adv. Mater. Interfaces **4**, 1600974 (2017).
- [2] T. Stankevič, L. Medišauskas, V. Stankevič, S. Balevičius, N. Žurauskienė, O. Liebfried and M. Schneider, Rev. Sci. Instrum. **85**, 044704 (2014).
- [3] M. Ziese, Rep. Prog. Phys. **65**, 143 (2002).
- [4] K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, M.I. Katsnelson, I.V. Grigorieva, S.V. Dubonos, A.A. Firsov, Nature, **438**, 197 (2005).
- [5] F. Kisslinger, C. Ott, C. Heide, E. Kampert, B. Butz, E. Spiecker, S. Shallcross, H.B. Weber, Nat. Phys. **11**, 650 (2015).
- [6] R. Lukose, N. Zurauskienė, S. Balevičius, V. Stankevič, S. Keršulis, V. Plausnaitienė, R. Navickas, Nanotechnology **30**, 355503 (2019).