

# Katijonų pakaitos $MFe(Mn)O_3$ ( $M=Bi,Gd,Y,La$ ) feroikuose įtaka Mesbauerio spektrams ir magnetinėms savybėms

## Influence of cation substitution on Mossbauer spectra and magnetic properties of multiferroic $MFe(Mn)O_3$ , $M=Bi,Gd,Y,La$

Kęstutis Mažeika<sup>1</sup>, Dovydas Karoblis<sup>2</sup>, Ramūnas Diliautas<sup>2</sup>, Aldona Beganskienė<sup>2</sup>, Aivaras Kareiva<sup>2</sup>, Dalis Baltrūnas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fizinių ir technologijos mokslų centras, Savanorių prl. 231, 02300 Vilnius,

<sup>2</sup>Chemijos institutas, Vilniaus universitetas, Naugarduko 24, 03225 Vilnius

[kestutis.mazeika@ftmc.lt](mailto:kestutis.mazeika@ftmc.lt)

Perovskitiniai manganitai ir feritai  $MFe(Mn)O_3$  yra įdomūs dėl savo multiferoinių savybių. Pažymėtina, kad  $BiMnO_3$  ir  $BiFeO_3$  yra vieni iš geriausiai žinomų tokių medžiagų. Juose skirtingų pogardelių katijonai atsakingi už magnetines arba feroelektrines savybes - Fe ir Mn pasižymi magnetine tvarka, o feroelektrinės savybės yra dėl Bi jonų poslinkio. Tačiau sąlygojantys magnetines savybes Mn-Mn, Mn-Fe, Fe-Fe pamaininių sąveikų tipai ir stiprumas skiriasi, todėl manganitai ir feritai turi skirtingą magnetinę tvarką ir magnetinio virsmo temperatūrą, galinčią priklausyti ir nuo kristalinės struktūros ir M katijonų savybių [1-5]. Šiame darbe tirtos  $MFe(Mn)O_3$  medžiagos buvo sintetintos sol-gel būdu [2-5].

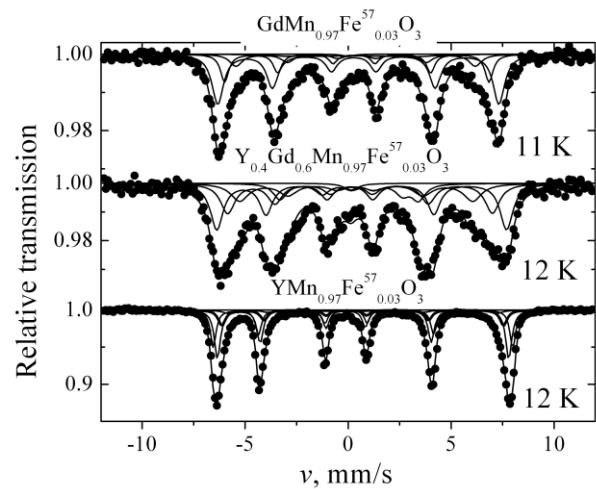
Yra žinoma, kad katijonų pakaita M pogardelėje gali turėti įtakos antiferromagnetinei magnetinei tvarkai  $MFeO_3$  ferituose: paprasta antiferromagnetinė tvarka gali tapti friustruota arba cikloidine. Dėl nedidelio nekompensuoto feromagnetinio momento įdomiomis magnetinėmis savybėmis pasižymi  $Y(Gd)FeO_3$  junginiai [2].

Kadangi Mn-O-Mn pamaininė sąveika feromagnetinio tipo, tai magnetinė tvarka manganituose gali būti feromagnetinė ( $BiMnO_3$ ), kuri gali būti ir sudėtingesnė, pvz. amplitudiškai moduluota feromagnetinė tvarka egzistuojanti  $GdMnO_3$ . Gd keičiant Y  $Gd(Y)MnO_3$  ši struktūra papildomai modifikuojama, ką rodo Mesbauerio spektrų pokytis (1 pav) [3].

Maišytuose  $Fe(Mn)$  perovskituose Fe jonų pakeitimas Mn mažina magnetinio susitvarkymo temperatūrą, todėl Mesbauerio spektruose stebimas spektrų linijų išsiplėtimas [4]. Sintezės sąlygos taip pat svarbios, kai žemesnė medžiagų atkaitinimo temperatūra sąlygoja mažesnius nanometrinius kristalitų dydžius ir papildomą spektrų linijų išplitimą dėl superparamagnetinės relaksacijos. Atkaitinimo temperatūros parinkimas gali būti svarbus gaunant reikiamą sudėtį. Esant tam tikroms sudėtimis ( $BiFe_{0.85}Mn_{0.15}O_3$  ir  $GdFe_{0.85}Mn_{0.15}O_3$ ) bei atkaitinimo temperatūroms gali susidaryti pašaliniai paramagnetiniai junginiai -  $Bi_2Fe_4O_9$  ir  $GdMn(Fe)O_3$ , sąlygojantys dubletus Mesbauerio spektruose [5].

Buvo nustatyta, kad M pogardelės katijonų pakeitimas įtakoja ir Mesbauerio spektrų hipersmulkiuosius parametrus – hipersmulkų magnetinį lauką, izomerinį ir kvadrupolinį poslinkius matomai dėl katijonų matmenų ir to sąlygotos struktūros

pokyčių. Hipersmulkus laukas taip pat gali kisti dėl  $Fe(Mn)$  spinų dinamikos didėjant Mn kiekiui ir mažėjant magnetinio virsmo (antiferomagnetikas-paramagnetikas) temperatūrai.



1 pav.  $Y_xGd_{1-x}Mn_{0.97}Fe_{0.03}O_3$  Mesbauerio spektrai 11-12 K temperatūroje.

*Reikšminiai žodžiai: multiferoikai, Mesbauerio spektroskopija, magnetinės savybės.*

Padėka. Šis darbas yra remiamas Lietuvos mokslo tarybos projekto BUNACOMP (Nr. SMIP-19-9)

### Literatūra

- [1] K.F. Wang, J.-M. Liu, Z. F. Ren, Adv. Phys. **58**, 321 (2009).
- [2] D. Karoblis, A. Zarkov, E. Garskaite, K. Mazeika, D. Baltrunas, G. Niaura, A. Beganskiene, A. Kareiva, Scientific Reports **11**, 2875 (2021).
- [3] D. Karoblis, A. Zarkov, K. Mazeika, D. Baltrunas, G. Niaura, A. Beganskiene, A. Kareiva, Solid State Sciences **118**, 106632 (2021).
- [4] R. Diliautas, A. Beganskiene, D. Karoblis, K. Mazeika, D. Baltrunas, A. Zarkov, R. Raudonis, A. Kareiva, Solid State Sciences **111**, 106458 (2021).
- [5] D. Karoblis, R. Diliautas, K. Mazeika, D. Baltrunas, G. Niaura, M. Talaikis, A. Beganskiene, A. Zarkov, A. Kareiva, Materials **14**, 4844 (2021).