

## **0.94Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5-x</sub>TiO<sub>3</sub>-0.06BaTiO<sub>3</sub> biezās kārtīņas izgatavošana ar tape-casting metodi uz ūdens bāzes**

**Gusta Agafonova<sup>1</sup>, Marija Dunce<sup>1</sup>, Ēriks Birks<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts*

Segnetoelektriķi uz Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> (NBT) bāzes tiek pētīti kā aizstājēji plaši pielietotiem materiāliem uz Pb(Zr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>)O<sub>3</sub> bāzes, kuru sastāvā ir svins, kas ir toksisks. (1-x)Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>-xBaTiO<sub>3</sub> ir vieni no perspektīvākiem NBT cietajiem šķidumiem. Pārsvārā šie sastāvi pētīti keramikas formā. Taču masīva keramika, par spīti izteiktām piezoelektriskām īpašībām, visbiežāk nav izmantojama mūsdienu elektroniskās ierīcēs. Pretstats ir plānās kārtīņas, kas ir labi piemērotas miniaturizācijai, tomēr novērta pie veikspējas un jutīguma samazināšanās iekārtās, kur tās tiek izmantotas. Savukārt biezās kārtīņas nodrošina kompromisu, pieļaujot miniaturizāciju un saglabājot augsta līmeņa veikspēju un jutīgumu.

Šajā pētījumā tika iegūtas 0.94Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5-x</sub>TiO<sub>3</sub>-0.06BaTiO<sub>3</sub> biezās kārtīņas ar Bi nestehiometriju robežās no x = -0,02 līdz +0,02. Biezās kārtīņas sintezētas ar tape-casting metodi uz ūdens bāzes, kas ir videi draudzīga ražošanas metode, bet līdz šim veiksmīgi pielietota tikai dažiem segnetoelektriskiem materiāliem. Pie izgatavošanas variēti tādi parametri kā apdedzināšanas temperatūra, atbalsta pulveris, un sloga klātbūtne, ar mērķi uzlabot materiālu mikrostruktūru. Veicot detalizētu iegūto kārtīņu mikrostruktūras analīzi, novērtēts graudu izmērs, ieslēgumu klātbūtne un porainība. Labākie rezultāti ir iegūti, izmantojot slogu, – atbilstošiem paraugiem novēroti vismazākie ieslēgumu saturs un porainība. Biezajām kārtīņām, kuras apdedzinot kā atbalsta pulveris tika izmantots tīrs NBT, ir novērojami TiO<sub>2</sub> ieslēgumi. To veidošanos ir izdevies novērst ne tikai ar sloga palīdzību, bet arī, izmantojot Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.56</sub>TiO<sub>3</sub> kā atbalsta pulveri. Taču šī pulvera klātbūtne sekmē arī ar Bi bagātās fāzes veidošanos uz kārtīņas virsmas. Līdz ar to, lai izvairītos no ieslēgumu veidošanās, ir jaizvērtē gan Bi koncentrācija pašas keramiskās biezās kārtīņas sastāvā, gan atbalsta pulverī, kas tiek izmantots apdedzināšanā.

## **0.94Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5-x</sub>TiO<sub>3</sub>-0.06BaTiO<sub>3</sub> thick film production by water-based tape-casting method**

**Gusta Agafonova<sup>1</sup>, Marija Dunce<sup>1</sup>, Ēriks Birks<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Solid State Physics, University of Latvia*

Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub> (NBT) -based ferroelectrics are studied as a replacement for widely-used Pb(Zr<sub>x</sub>Ti<sub>1-x</sub>)O<sub>3</sub>-based materials, containing lead, which is toxic. (1-x)Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5</sub>TiO<sub>3</sub>-xBaTiO<sub>3</sub> are among the most promising NBT solid solutions. Mostly these compositions have been studied in the form of ceramics. However, bulk ceramics, despite their pronounced piezoelectric properties, often are not appropriate in modern electronic devices. Oppositely, thin films are suitable for miniaturization, but lead to reduced performance and sensitivity in the devices where they are used. Whereas thick films provide a compromise – allowing miniaturization and maintaining high levels of performance and sensitivity.

In this research, 0.94Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.5-x</sub>TiO<sub>3</sub>-0.06BaTiO<sub>3</sub> thick films were obtained with Bi nonstoichiometry in the range of x = -0.02 to +0.02. They were synthesized by the water-based tape-casting method, which is an environmentally friendly production method, successfully applied to only several ferroelectric materials before. During production, such parameters as sintering temperature, embedding powder, and presence of load were varied, with the aim of improving microstructure of the materials. By performing a detailed analysis of the microstructure of the obtained films, the grain size, presence of inclusions and porosity were evaluated. The best results have been obtained using a load – the lowest inclusion content and porosity were observed for the corresponding samples. TiO<sub>2</sub> inclusions were observed in the thick films sintered using pure NBT as an embedding powder. We succeeded in prevention of their formation not only with the help of the load, but also by using Na<sub>0.5</sub>Bi<sub>0.56</sub>TiO<sub>3</sub> as an embedding powder. However, the presence of this powder also contributes to the formation of the Bi-rich phase on the surface of the film. Therefore, in order to avoid the formation of inclusions, it is necessary to evaluate both the concentration of Bi in the composition of the thick film itself and in the embedding powder used.

### **Acknowledgement**

Institute of Solid State Physics, University of Latvia has received funding from the European Union's Horizon 2020 Framework Programme H2020-WIDESPREAD-01- 2016-2017-TeamingPhase2 under grant agreement No. 739508, project CAMART<sup>2</sup>.

