

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

Кафедра фізики і хімії твердого тіла

Фізико-хімічний інститут

Навчально-дослідний центр напівпровідникового матеріалознавства

АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут фізики напівпровідників ім. В.Є. Лашкарьова

Інститут хімії поверхні ім. О.О. Чуйка

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова

Інститут загальної і неорганічної хімії ім. В.І. Вернадського

Українське фізичне товариство

Інститут інноваційних досліджень (Івано-Франківськ, Україна)

Університет Цзілінь (Чанчунь, Китай)

**XVII МІЖНАРОДНА ФРЕЙКІВСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ З ФІЗИКИ І
ТЕХНОЛОГІЇ ТОНКИХ ПЛІВОК ТА НАНОСИСТЕМ**

Збірник тез

Івано-Франківськ, 20-25 травня, 2019

Ivano-Frankivsk, May 20-25, 2019

Abstract book

**XVII INTERNATIONAL FREIK CONFERENCE ON PHYSICS AND
TECHNOLOGY OF THIN FILMS AND NANOSYSTEMS**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

Vasyl Stefanyk Precarpathian National University

Physics and Chemistry of Solids Department

Physical-Chemical Institute

Educational Research Centre for Semiconductor Material

ACADEMY OF SCIENCE OF HIGH SCHOOL OF UKRAINE

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE OF UKRAINE

V.E. Lashkarev Institute of Semiconductor Physics

Chuiko Institute of Surface Chemistry

G.V. Kurdyumov Institute of the Physics of Metals

V.I. Vernadsky Institute of General and Inorganic Chemistry

Ukraine Physics Society

Institute of Innovation Research (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

Jilin University (Changchun, P. R. China)

УДК 539.2

ББК 22.373.1

П 80

XVII Міжнародна Фреїківська конференція з фізики і технології тонких плівок та наносистем. Збірник тез. / За заг. ред. проф. В.В. Прокопів. Івано-Франківськ : Видавництво Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника, 2019. 376 с.

Представлено сучасні результати теоретичних і експериментальних досліджень з питань фізики і технології тонких плівок та наносистем: метали, напівпровідники, діелектрики, провідні полімери; методи отримання та дослідження; фізико-хімічні властивості; нанотехнології і наноматеріали, квантово-розмірні структури, наноелектроніка, тощо. Матеріали підготовлено до друку Програмним комітетом конференції і подано в авторській редакції.

Для наукових та інженерних працівників, що займаються проблемами тонкоплівкового матеріалознавства, мікро- та наноелектроніки.

Рекомендовано до друку науково-технічною радою Фізико-хімічного інституту ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника»

XVII International Freik Conference Physics and Technology of Thin Films and Nanosystems. Abstract book. / Ed. by Prof. V.V. Prokopiv. Ivano-Frankivsk : Publisher Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2019. 376 с.

The results of theoretical and experimental researches in directions of the physics and technology of thin films and nanosystems: metals, semiconductors, dielectrics, and polymers; and methods of their investigation; physic-chemical properties of thin films; nanotechnology and nanomaterials, quantum-size structures; thin-film devices of electronics, are presented. The materials preformed for printing by Conference's Organizational Committee and Editorial Board, are conveyed in authoring edition.

For scientists and reserchers on the field of thin-film material sciences, micro- and nanoelectronics.

©ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника», 2019

© Vasyl Stefanyk Precarpathian National University, 2019

Relaxation Processes in Thin Films of PVDF-BaTiO₃ Composites

Sergeeva A.E. and Fedosov S.N.

Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, aeserg@ukr.net

Polymer-ferroelectric composites have advantage over ferroceramics due to their better mechanical properties. In this work, the PVDF-BaTiO₃ composites were subjected to thermally stimulated polarization (TSP) and depolarization (TSD) for obtaining information on electric relaxation in the composites.

The samples of 300 μm thickness were prepared by hot pressing of PVDF powder mixed with 10 μm BaTiO₃ particles. After the TSP, the samples were subjected to the TSD in a short-circuit mode. The samples annealed at 140 °C were also studied by the relaxation map analysis (RMA) method at the SOLQMAT 91000 Spectrometer. The fractional analysis of the relaxation processes was also performed by the method of thermal windowing. The activation energies of the relaxation processes were calculated.

During the TSP experiments, the linearity of the $\log G-(1/T)$ curves was distorted at 70-80 °C and the abrupt decrease in the apparent conductivity (G) was observed. The divergence between the direct and the reversed $G(T)$ curves indicated that the change in conductivity was irreversible and related to the polarization buildup.

The fractures at the reversed curves corresponded to 120°C, being actually the Curie point of BaTiO₃. The activation energy of the conductivity in the paraelectric phase (0.53 eV) was much smaller than in the ferroelectric phase (0.98 eV). The phase transition was also seen at the TSD curve as a splash of current during heating and cooling.

The TSP during poling was essential, because the polarization was not formed at room temperature even under high fields of the order of 20 MV/m. Moreover, the $I(V)$ characteristic at 20 °C was super-linear and typical for the space charge limited currents.

The similarity in the TSP curves of the PVDF-BaTiO₃ and PVDF has been found indicating that the mechanism of correlation between the polarization buildup and the decrease of conductivity is the same in both cases. The charge carriers were probably trapped at the boundaries of the polarized particles compensating the depolarizing field and providing for the lasting stability of the polarization.

The activation energy Q slightly decreased in the range of 20-80 °C from 1.17 eV to 1.09 eV. Then Q increased abruptly reaching the highest values of 1.23-1.55 eV at 105-110 °C. The magnitude of the energy correlated with the content of the ceramics filler being 1.23 eV at 40%, 1.40 eV at 50% and 1.55 eV at 70% of BaTiO₃ in the composite. Moreover, the temperature of the peak was very close to the Curie point of BaTiO₃, proving that the relaxation behavior of the composite near this temperature is governed by ceramics.

Similarity of electrical relaxation in PVDF-BaTiO₃ composites and PVDF can lead to the development of a generalized model capable to interpret and even predict the electrical properties of the polymer-ceramics ferroelectric composites.

- Romanyuk B.M. 38
 Romanyuk V.R. 120, 289
 Romas' O.V. 264
 Roshchina N.M. 289, 344
 Rozhalovets K.S. 242
 Rozhkovskiy O.M. 215
 Rubish V.M. 20, 166, 266, 309
 Rudko G.Yu. 48, 234
 Rudko M.S. 230
 Rudko V. 300
 Rumiantsev D.V. 40
 Rusavsky A.V. 269, 280
 Ryabov L.V. 139
 Ryabtsev S.I. 259
 Rybalchenko D.S. 175
 Rybov L.V. 137
 Rylova A.K. 265
 Sabov T.M. 38
 Sachenko A.V. 123, 124
 Sadovyi B.S. 230
 Safriuk N. 102
 Sakhnyuk V.E. 223, 305
 Saliy Ya. P. 167, 329
 Saltykov D.I. 331
 Samoilenko T. 343
 Sapon S.V. 14
 Šauša O. 95
 Saviuk H.P. 356
 Savka S.S. 28
 Sawicka-Chudy P. 347
 Scherbatskii V.P. 41
 Schrader S. 191
 Seben V. 362
 Semenov A.V. 260
 Semikina T.V. 129, 168
 Semkiv I. 325, 331
 Semko T.O. 224
 Seneta M.Ya. 225
 Serba O. A. 124
 Serbin H.O. 66
 Serednytski A.S. 28
 Sergeeva A. E. 146, 147, 261, 262
 Sergiienko R. 162
 Serkiz R.Y. 230
 Seti Ju.O. 68
 Sevostianov S.V. 234
 Shabelnyk Yu. 299
 Shakhgildyan G. 204
 Shakhnin D.B. 174, 175, 243
 Shcherbak L.P. 219
 Shchotkin V.V. 169
 Shefer A.V. 296
 Sheludko V.I. 143, 306
 Shemerliuk Y.V. 104
 Shenderovsky V.A. 21
 Shendyukov V.S. 114, 164, 269
 Shepida M.V. 228
 Shevchenko G.P. 108
 Sheveleva K.Yu. 153
 Shipljak M. 160
 Shirinyan A.S. 61
 Shkurdoda Yu.O. 331
 Shkurenko O. 130
 Shmyrieva L.N. 168
 Shpak I. 265
 Shpak O. 265
 Shportko K. 115
 Shtapenko E.Ph. 234
 Shugorin O. 316
 Shugorin P. 316
 Shuliarenko D.O. 266
 Shumakova M.O. 267
 Shumakova N.I. 170, 208
 Shustava E. 346
 Shut A.M. 223
 Shut M.I. 221, 223
 Shved V.M. 62, 74
 Shymanovska V.V. 63
 Shynkarenko V.V. 296
 Sichkar T.G. 223
 Sidletsky V.O. 200
 Sirenko H.O. 17
 Skobeeva V.M. 231
 Skorenkyy Yu. 229, 318
 Skorik S.N. 260
 Slepkin O.P. 97