

**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  
ТЕХНОЛОГІЙ 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. Прокопіва. 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, нанoeлектроніка, 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 нанoeлектроніки.

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

## Pyroelectricity and Residual Polarization in PVDF Thin Films with Nano-Scale Structure

Sergeeva A. E. and Fedosov S.N.

*Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa, Ukraine, [aeserg@ukr.net](mailto:aeserg@ukr.net)*

Ferroelectric polymers having a nano crystalline structure were considered during the last years as new candidates for replacing inorganic materials in pyroelectric sensors due to their good mechanical properties, reasonably sufficient performance and easy fabrication. Polyvinylidene fluoride (PVDF), being a typical ferroelectric polymer, has prospects of widespread application in pyroelectric sensors. In this work, the relationship between pyroelectricity in PVDF films and residual polarization was investigated.

Polymer chains of PVDF are arranged in such a way that a semi-crystalline structure is formed consisting of nanosized crystallites and amorphous phase. The preferential orientation of the dipoles occurs only after poling, i.e. application of an external strong DC electric field. Short-circuited poled films possess the residual polarization  $P_r$ , presence of which and its dependence on temperature leads to appearance of pyroelectricity in PVDF.

Experiments were performed on 12.5  $\mu\text{m}$ -thick biaxially stretched PVDF films with Au electrodes deposited by cathode sputtering. Initial poling and switching of polarization were performed by a step-wise application of DC high voltage. The pyroelectric dynamic coefficient was measured by the thermal pulse method developed by Collins. A heat pulse of 50  $\mu\text{s}$  duration was generated by the Metz 45 CT-3 flash unit and absorbed by the metal electrode deposited on the sample surface. The heat flowing along the thickness direction created a temperature distribution  $T(x,t)$  and caused appearance of the pyroelectric current recorded by Tektronix TDS 510A broadband oscilloscope.

Five series of experiments were performed, in which the polarization reversal was accomplished at different duration (from 10  $\mu\text{s}$  to 100 s) of the applied voltage in the range from 0.5 kV to 2.5 kV

The one-dimensional (in the direction of thickness) homogeneous differential equation of the second order in partial derivatives has been solved for the case of the thermal pulse excitation.

Comparison of the switched polarization and the pyroelectric signal at the identical switching conditions has shown the absolute similarity of the corresponding experimental curves. This indicated that there was a direct proportionality between the residual ferroelectric polarization and the pyroelectric coefficient. On the basis of the obtained results, it was proposed to employ the measurement of the pyroelectricity by the simple Collins method to estimate the polarization state of PVDF films used for the manufacturing of sensors and actuators.

- 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  
 Skobeleva V.M. 231  
 Skorenkyy Yu. 229, 318  
 Skorik S.N. 260  
 Slepkin O.P. 97