

ФІЗИЧНІ ПРОЦЕСИ В П'ЄЗОЕЛЕКТРИЧНИХ МАТЕРІАЛАХ РІЗНИХ ГРУП

Худяков Ф.С.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Аллахверанов Р.Ю.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. КІТАМ, тел.: (057)702-14-86)
E-mail: fedir.khudiakov@nure.ua

In this work author considers piezoelectric materials. Describes the four groups of piezoelectrics, the connection between electrical and mechanical quantities in piezoelectrics.

П'єзоелектричні матеріали, котрі випускаються промислово, в залежності від способу виробництва можна розділити на чотири групи. Першу групу складають п'єзоелектричні кристали, що отримуються в вигляді монокристалів. Друга група – п'єзокерамічні матеріали з полікристалічною структурою перовскитів, в яких п'єзоелектричні властивості проявляються в результаті поляризації, коли під дією сильного електричного поля відбувається впорядкування сегнетоелектричних доменів. Третю групу складають тонкі моно або полікристалічні п'єзоелектричні плівки, нанесені частіше за все методом розпилення на відповідну підкладку. При цьому тонка плівка виконує роль перетворювача, котрий разом з підкладкою утворює п'єзоелектричний резонатор або інший частото-селективний пристрій. До четвертої групи відносяться п'єзоелектричні полярні полімери, у яких необхідна анізотропія і виникнення п'єзоелектричних властивостей досягається шляхом механічного витягування молекул за наявності сильного електричного поля.

Опис процесів в п'єзокерамічних елементах базується на розгляді електромагнітного поля в п'єзоелектричному матеріалі та зв'язаних з ним акустичних коливань на основі рівнянь Максвелла для електродинаміки, акустики й рівнянь п'єзоэффекту.

Зв'язки між електричними й механічними величинами в п'єзоелектриках можна описати наступною системою рівнянь:

$$\operatorname{div} D = 0; \operatorname{rot} E = 0; E = -\nabla \varphi = -\operatorname{grad} \varphi; \quad (1.1)$$

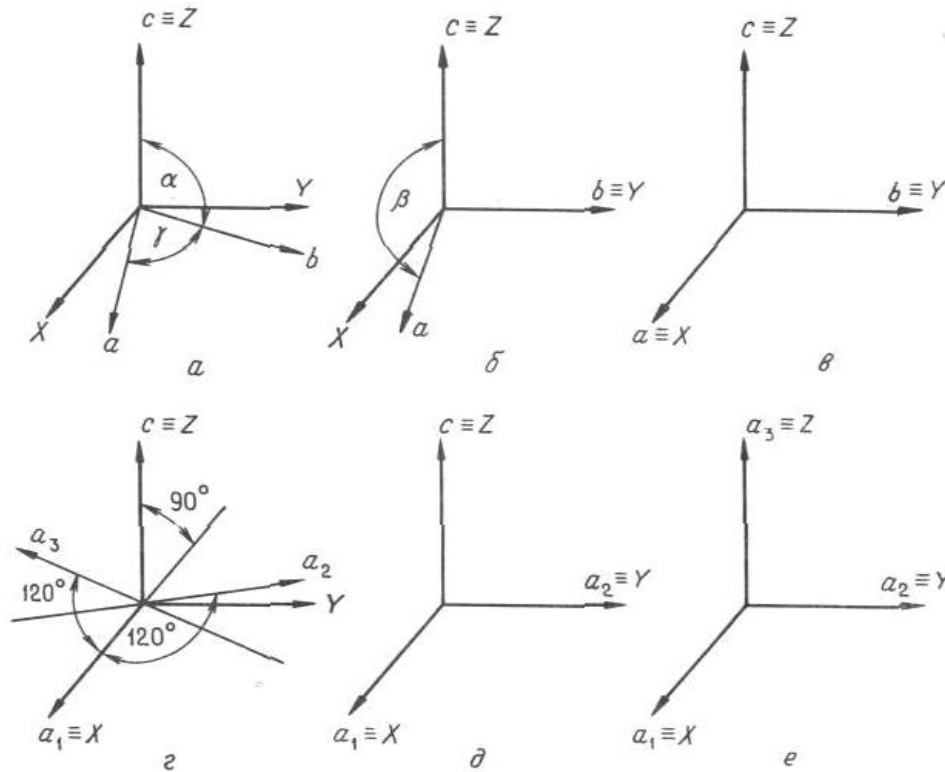
$$\frac{\partial T_{ik}}{\partial x_i} - \rho \frac{\partial^2 \xi_h}{\partial t^2} = 0; \quad (1.2)$$

$$E_n = -h_{nij}^D s_{ij} + \beta_{nm}^S D_m; T_{kl} = c_{klij}^D s_{ij} - h_{klm}^S D_m, \quad (1.3)$$

де ξ – компоненти вектору механічного зсуву; $j, k, l, m = 1, 2, 3$.

Тут рівняння (1.1) – квазістатичні рівняння Максвелла; (1.2) – рівняння руху елемента оточення (теорія пружності, хвильове рівняння); (1.3) – рівняння п'єзоэффекту.

Діелектричні, пружні, п'єзоелектричні, а також інші властивості кристалів, виражаються, як правило, стосовно основної системи координат X, Y, Z (чи X_1, X_2, X_3). Ця прямокутна система координат зв'язана з кристалографічними осями (a, b, c), для різних типів сингоній (рис. 1).



а – триклінна; б – моноклінна; в – ромбічна; г – гексагональна і тригональна; д – тетрагональна; е – кубічна.

Рисунок 1 – Зв'язок кристалографічних осей (a, b, c) з прямокутною системою координат X, Y, Z для різноманітних типів сингоній.

Найбільш широке розповсюдження для виробництва підкладок отримали кристали ніобата $\text{Vi}_{12}\text{GeO}_{20}$ або $\text{Vi}_{12}\text{SiC}_{20}$. Передбачається у використанні берлініту. Кварц застосовується, головним чином, в виробництві візкосмугових фільтрів та резонаторів.

Перелік джерел:

1. Андрусевич А.А. Материали и технология элементов акустоэлектроники / А.А. Андрусевич, М.А. Омаров, А.В. Фролов, Р.Ю. Аллахверанов // – Кривой Рог: НАУ, 2014. – 156 с.

2. Слободник, А. Поверхностные акустические волны и материалы для устройств на ПАВ / А. Слободник // – ТИИЭР, 1976. – т. 64. - №5. - С. 10-26.