

Физические свойства и применения заряженных доменных стенок

Physical properties and applications of charged domain walls

Авторы: Стурман Б.¹, Подивилов Е.¹, Бедняков П.², Юдин П.², Слука Т.³, Таганцев А.³

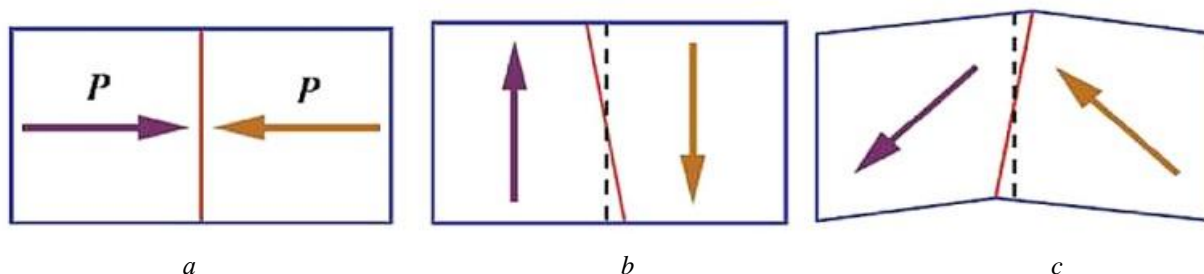
Authors: Sturman B.¹, Podivilov E.¹, Bednyakov P.², Yudin P.², Sluka T., Tagantsev A.³

¹ ИАиЭ СО РАН, г. Новосибирск (IA&E SB RAS, Novosibirsk),

² Institute of Physics, Prague,

³ EPFL, Lausanne, Switzerland.

Сформулированы основные концепции и условия существования заряженных доменных стенок (ЗДС) в сегнетоэлектрических материалах. Определены основные механизмы экранирования связанного заряда и пространственная структура стенок. Развита модель гигантской двумерной проводимости ЗДС и проведено сравнение теории с данными экспериментов по обнаружению этой проводимости в ниобате лития (увеличение более 13 порядков). Систематизированы результаты более чем сотни работ по применениям ЗДС, включающие методы инженерии стенок, описание их функциональных свойств и существующих прототипов нанометровых приборов.



ЗДС – нанометровые границы раздела между сегнетоэлектрическими доменами. Они несут связанный заряд из-за разрыва нормальной компоненты спонтанной поляризации \mathbf{P} , требуют компенсации этого заряда свободными зарядами и обладают из-за этого гигантской проводимостью.

Примеры ЗДС: *a* – сильно заряженная 180° стенка «голова к голове», *b* – наклонная слабо заряженная стенка «голова к голове», *c* – наклонная слабо заряженная стенка «голова к хвосту». Пунктир отмечает электро-нейтральные конфигурации стенок

CDWs are nanosized interfaces between neighboring ferroelectric domains. They carry bound charges because of discontinuity of the normal component of the spontaneous polarization \mathbf{P} , require a strong compensation of the bound charges by free charges, and, because of that, possess giant two-dimensional conductivity. *Examples of CDWs:* a) strongly charged 180° walls “head-to-head,” b) tilted weakly charged wall “head-to-head,” and c) tilted weakly charged wall “head-to-tail.” The dashed lines indicate electro-neutral configurations of the walls

The results of more than hundred papers on physical properties and applications of charged domain walls (CDWs) in ferroelectric materials are systematized and briefly presented. The work includes formulation of the main concepts and conditions for the existence of CDWs, description of the spatial structure of the walls together with the mechanisms of screening of the bound polarization charges, modeling of giant two-dimensional conductivity of CDWs, experimental results on investigation of this conductivity, review of methods for CDW engineering, and, finally, description of functional properties of the walls and of the existing CDW-based prototypes on nanosized devices.

Публикации:

1. Sturman B., Podivilov E., Stepanov M., Tagantsev A., Setter N. Quantum properties of charged ferroelectric domain walls // *Phys. Rev. B.* – 2015. – Vol. 92. – P. 214112.
2. Sturman B., Podivilov E. Charged domain walls under super-band-gap illumination // *Phys. Rev. B.* – 2017. – Vol. 95. – P. 104102.
3. Werner Ch. S., Herr S., Buse K., Sturman B., Soergel R., Razzaghi C., Breunig I. Large and accessible conductivity of charged domain walls in lithium niobate // *Scientific Reports.* – 2017. – Vol. 7. – P. 9862 (8 p.).
4. Sturman B.I., Podivilov E.V. Ion and mixed electron-ion screening of charged domain walls in ferroelectrics // *Europhysics letters.* – 2018. – Vol. 122, № 6. – P. 67005. – DOI 10.1209/0295–5075/122/67005.
5. Bednyakov P.S., Sturman B.I., Sluka T., Tagantsev A.K., Yudin P.V. Physics and applications of charged domain walls // *NPJ Computational Materials.* – 2018. – Vol. 4. – P. 65. – DOI 10.1038/s41524–018–0121–8.