

Е. Г. ФЕСЕНКО

ДОМЕННОЕ СТРОЕНИЕ ТИТАНАТА СВИНЦА

(Представлено академиком Д. В. Скобельцыным 10 XII 1952)

В последнее время было показано (¹⁻³), что титанат свинца является сегнетоэлектриком, и были отмечены наиболее замечательные его свойства: наличие около 500° фазового перехода, максимум теплоемкости и максимум диэлектрической проницаемости при этой температуре. Отмечалась также принадлежность PbTiO_3 к структурному типу перовскит с тетрагональной ячейкой.

Эти свойства PbTiO_3 качественно соответствуют свойствам титаната бария, в монокристаллах которого, кроме того, непосредственно наблюдались спонтанно-поляризованные области, получившие названия доменов. В связи с этим естественно было ожидать возможности непосредственного наблюдения доменов и в монокристаллах PbTiO_3 . До сих пор доменное строение, кроме монокристаллов BaTiO_3 , отмечалось в сегнето-вой соли и в WO_3 .

В настоящей работе впервые приводятся некоторые данные об оптических свойствах монокристаллов PbTiO_3 и наблюдения над их доменным строением.

Объектом исследования явились монокристаллы, диэлектрические свойства которых были описаны И. Н. Беляевым и А. Л. Ходаковым (⁴). Они представляли собой темнокоричневые, почти непрозрачные кубические кристаллы с преимущественными формами $\{100\}$. Выполненные нами рентгеновские определения параметров показали тетрагональную ячейку с $a = 3,90 \text{ \AA}$, $c = 4,147 \text{ \AA}$, $c/a = 1,063$. Эти данные находятся в согласии с полученными для поликристаллического PbTiO_3 .

Ввиду сильного поглощения света в исследованных монокристаллах для оптических наблюдений были использованы кристаллы с линейными размерами до 150 μ . Показатель преломления, определенный в иммерсионном сплаве серы с селеном, оказался равным 2,65. Наблюдалось своеобразное полисинтетическое двойникование по (101) или (011). Типичная картина этого приведена на фотографии (см. рис. 1 а). Здесь изображено доменное строение в кристалле с линейными размерами около 100 μ . Фотографирование выполнено через грани (100) в проходящем свете при скрещенных николях. Размеры наблюдавшихся доменов колеблются в широких пределах: их максимальная длина в большинстве случаев примерно равна диагонали грани куба, а ширина — от 0,1 до 10 μ . Домены располагаются преимущественно под углом к граням кристалла. Непосредственное измерение угла показывает хорошее совпадение с его значением $\alpha = 46^\circ 45'$, вычисленным из рентгеновских данных.

Проводились наблюдения над температурными изменениями доменного строения. При этом оказалось, что оно остается неизменным при нагреве до 360—400°, но дальнейшее повышение температуры вызывает медленное сокращение длины доменов, и около 500° они исчезают. На-

чина с 400° наблюдения несколько осложнились заметным увеличением поглощения света в кристаллах, возраставшим с ростом температуры. Для этих температур характерно и значительное возрастание проводимости. Если температура нагрева не достигла 500° , то при охлаждении кристалла доменное строение его восстанавливалось в первоначальном виде, но если кристалл нагревался до более высокой температуры, картина при охлаждении не восстанавливалась, и возникало новое, обычно более простое распределение доменов. Это новое распределение (см. рис. 1 б) наблюдалось в течение 10 суток и за это время в нем не было замечено никаких изменений.



Рис. 1

Остатки доменного строения в кристалле, нагретом до температуры несколько ниже точки Кюри, играют роль зародышей, рост которых при снижении температуры ведет к восстановлению в основных чертах первоначальной картины. Наблюдался обратимый сдвиг доменов под действием упругих деформаций, а также возникновение нового распределения доменов при переходе предела упругости.

Сравнивая данные (⁵, ⁶) о доменном строении в BaTiO_3 с приведенными здесь для PbTiO_3 , легко заметить далеко идущую аналогию доменного строения этих двух титанатов. Она является следствием общности законов и причин двойникования и проявляется в расположении двойников относительно кристаллографических направлений, а также в их отношении к внешним воздействиям.

Изложенное здесь позволяет предполагать возможность непосредственного наблюдения доменов также и в других сегнетоэлектриках (⁷) типа перовскита, как, например, NaNbO_3 , KNbO_3 , LiNbO_3 , NaTaO_3 , и предвидеть основные закономерности их доменного строения.

Выражаю благодарность И. Н. Беляеву за предоставленные монокристаллы, проф. Г. Г. Леммлейну за аппаратуру для измерений и проф. Б. М. Вулу за проявленный интерес к работе.

Физико-математический институт
Ростовского и/Дону государственного университета
им. В. М. Молотова

Поступило
26 XI 1952

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Г. А. Смоленский, ЖТФ, **20**, 2, 137 (1950). ² G. Shirane, S. Hoshino, K. Suzuki, Phys. Rev., **80**, 1105 (1950). ³ G. Shirane, E. Sawaguchi, *ibid.*, **81**, 458 (1951). ⁴ И. Н. Беляев, А. Л. Ходаков, ЖЭТФ, **22**, 3, 376 (1952). ⁵ H. Blattner, W. Känzig, W. Merz, Helv. Phys. Acta, **22**, 35 (1949). ⁶ И. Н. Беляев, Н. С. Новосильцев, Ф. Г. Фесенко, А. Л. Ходаков, ЖЭТФ, **23**, 2 (8), 211 (1952). ⁷ Г. А. Смоленский, И. В. Кожевников, ДАН, **76**, № 4, 519 (1951).