

- [1] *Ketley I. J., Wallace D. J. J. Phys. A*, 1973, vol. 6, N 11, p. 1667—1680.
 [2] *Шалаев Б. Н. ЖЭТФ*, 1977, т. 73, № 6, с. 2301—2307.
 [3] *Соколов А. И., Шалаев Б. Н. ФТТ*, 1981, т. 23, № 7, с. 2058—2063.
 [4] *Newman K. E., Riedel E. K. Phys. Rev. B*, 1982, vol. 25, N 1, p. 264—280.
 [5] *Майер И. О., Соколов А. И. ФТТ*, 1984, т. 26, № 11, с. 3454—3456.
 [6] *De'Bell K., Geldart D. J. W. Phys. Rev. B*, 1985, vol. 32, N 7, p. 4763—4765.
 [7] *Comes R., Denoyer F., Deshamps L., Lambert M. Phys. Lett. A*, 1971, vol. 34, N 1, p. 65—67.
 [8] *Feder J. Ferroelectrics*, 1976, vol. 12, N 1, p. 71—84.
 [9] *Кижяев С. А., Смоленский Г. А., Таганцев А. К. Письма в ЖЭТФ*, 1968, т. 43, № 9, с. 445—447.
 [10] *Schultz T. D., Mattis D. S., Lieb E. H. Rev. Mod. Phys.*, 1964, vol. 36, N 3, p. 856—871.
 [11] *Dotsenko Vik. S., Dotsenko V. S. Adv. in Phys.*, 1983, vol. 32, N 2, p. 129—172.
 [12] *Лушников А. А. ЖЭТФ*, 1969, т. 56, № 1, с. 215—218.
 [13] *Jose J. V., Kadanoff L. P., Kirkpatrick S., Nelson D. R. Phys. Rev. B*, 1977, vol. 16, N 3, p. 1217—1241.
 [14] *Ларкин А. И., Хмельницкий Д. Е. ЖЭТФ*, 1969, т. 56, № 6, с. 2087—2098.

Ленинградский электротехнический
 институт им. В. И. Ульянова (Ленина)
 Ленинград

Поступило в Редакцию
 22 сентября 1987 г.

УДК 539.214

Физика твердого тела, том 30, в. 3, 1988

Solid State Physics, vol. 30, № 3, 1988

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЯ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ КРИСТАЛЛОВ LiF ПРИ СМЕНЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕФОРМАЦИИ 293 \rightleftharpoons 4.2 К

Г. В. Самойлова, С. В. Лубенец, Х.-Й. Кауфманн,¹ Б. И. Смирнов

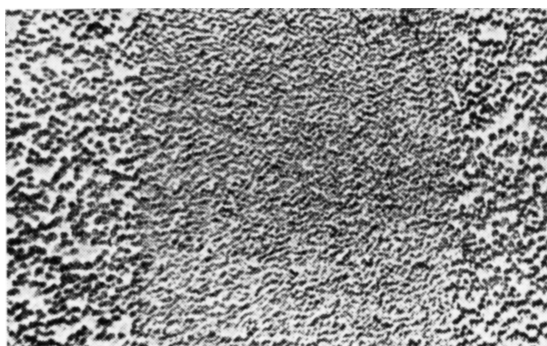
В настоящее время при изучении физики пластической деформации кристаллов часто используются последовательные испытания образцов в разных условиях опыта (например, со сменой температуры или скорости деформации). При этом, естественно, возникает вопрос о влиянии первоначально заданной дефектной структуры кристалла на параметры его течения в новых условиях и о степени устойчивости этой структуры. Поскольку прямые исследования весьма затруднительны, обычно предполагается, что дефектная структура и плотность подвижных дислокаций в образцах остаются при смене условий испытания неизменными. Однако имеющиеся эксперименты свидетельствуют о том, что такое предположение не всегда является обоснованным. Так, было показано, что при смене температуры опыта между 293 и 77 К может происходить изменение плотности дислокаций в кристаллах LiF [1]. В [2] на алюминии наблюдалось изменение ширины рентгеновских линий при переходе 293 \rightarrow 4.2 К. Некоторые особенности поведения дислокационной структуры в высокочистых кристаллах LiF при таком переходе были обнаружены в [3].

В данной работе более подробно изучены изменения дислокационной структуры кристаллов LiF при смене температуры деформации 293 \rightleftharpoons 4.2 К и проведено сопоставление полученных результатов с данными [1] для этих же кристаллов при переходе 293 \rightleftharpoons 77.

Исследовались кристаллы LiF ($\sim 2 \cdot 10^{-3}$ % Mg), выращенные методом Киропулоса на воздухе. После отжига и медленного охлаждения из кристаллов выкалывались образцы размером $3.5 \times 4.5 \times 10$ мм, которые после

¹ Академия наук ГДР, Берлин.

соответствующей подготовки деформировались скольжением по одной системе кристаллографических плоскостей [4] со скоростью 10^{-4} с $^{-1}$. Температурами деформации являлись 293 и 4.2 К. В большинстве случаев опыты проводились следующим образом. Образец деформировался по системе плоскостей (011) при температуре T_1 до некоторой величины сдвига ϵ_1 , находящейся за площадкой текучести и обеспечивающей заполнение образца полосами скольжения. Затем образец раскалывался по плоскости (100) на две неравные части и большая часть в качестве нового образца нагружалась повторно уже при T_2 . После этого кристаллы протравливались для выявления дислокационной структуры, параметры которой и замерялись на обеих частях образца. При этом для устранения возможного поверхностного эффекта на краевых компонентах дислокаций [5] образец после повторной деформации перед травлением еще раз раскалывался по плоскости (100). Исследование дислокационной структуры производилось



Полоса скольжения в кристаллах LiF, нагруженных при 4.2 К после деформации при 293 К.

Избирательное травление, винтовые компоненты дислокаций ($\times 720$).

с помощью оптического и электронного микроскопов [6]. Локальные деформации определялись с помощью оптического или интерференционного микроскопов. Погрешности в измерении сдвига и плотностей ямок травления составляли соответственно 5 и 10 %.

Проведенные эксперименты показали, что полученные при переходе 293 \rightarrow 4.2 К результаты качественно отличаются от случая перехода 293 \rightarrow 77 К. Как оказалось, деформация при 4.2 К после 293 К осуществляется не за счет развития имеющейся дислокационной структуры, а путем зарождения и расширения новых полос скольжения на фоне этой структуры. Пример такой полосы скольжения для винтовых компонент дислокаций приведен на рисунке. Данные о величине сдвига ϵ и плотностях ямок травления на винтовых N_s и краевых N_e компонентах дислокаций представлены в таблице. Как уже отмечалось, согласно [1], при смене тем-

Изменение сдвига и плотностей дислокационных ямок травления при смене температуры деформации кристаллов

№ п/п	T, К	τ_b , МПа	τ_f , МПа		$N_s \cdot 10^{-7}$, см $^{-2}$	$N_e \cdot 10^{-7}$, см $^{-2}$
1	293	3.9	4.8	0.085	2.9	27
2	293 + 77	14.0	14.0	0.087	6.5	26
3	293 + 4.2 (между полосами скольжения)	39.5	39.5	0.084	3.0	28
4	293 + 4.2 (в полосах)	39.5	39.5	0.125 ($\Delta\epsilon = 0.04$)	20	80
5	77	16.0	19.7	0.063	11	91
6	77 + 300	8.0	8.0	0.063	5.7	89
7	4.2	40.0	41.0	0.066	17	130
8	4.2 + 293	3.8	3.9	0.070	12	120

Примечание. τ_b и τ_f — соответственно начальные и конечные напряжения пластического течения образца при данной температуре.

пературы деформации 293 → 77 К сначала наблюдается равномерное увеличение плотности винтовых ямок травления без существенной макродеформации (см. строку 2), а затем происходит однородная деформация с одновременным увеличением плотностей краевых и винтовых компонент дислокаций. При переходе 293 → 4.2 К, напротив, величина сдвига и плотности дислокаций в большей части образца не изменяются (строка 3), а последний деформируется за счет образования и расширения (бокового роста) новых полос скольжения. Дополнительный сдвиг в полосах скольжения $\Delta\epsilon$ довольно значительный (строка 4), хотя и несколько меньше, чем в аналогичных полосах после деформации при 4.2 К исходных кристаллов (строка 7).

Если же рассматривать изменение дислокационной структуры при переходе 4.2 → 293 К (строка 8), то оказывается, что при первых же признаках деформации (которая является однородной) плотность винтовых компонент дислокаций заметно уменьшается при практически неизменной величине N_v . Такое поведение структуры характерно и для случая перехода 77 → 293 К (строка 6).

Таким образом, специфика опытов с использованием жидкого гелия проявляется только при переходе 293 → 4.2 К. В этом случае имеет место существенная стабилизация созданной при 293 К дислокационной структуры, так что развитие деформации при 4.2 К осуществляется путем зарождения и расширения новых полос скольжения. Образование указанных полос отмечается при напряжениях, гораздо меньших напряжений макротечения. Такой характер деформации связан скорее всего с тем, что рожденные при 293 К дислокации в процессе нагружения при 4.2 К являются как бы закрепленными, т. е. для их движения необходимы напряжения, большие, чем для движения свежих дислокаций, образующихся при 4.2 К. Такое закрепление может происходить за счет точечных дефектов, энергия активации миграции которых весьма мала, поскольку при понижении температуры до 77 К они еще не дают эффекта закрепления. Что же касается наблюдаемого уменьшения плотности винтовых компонент дислокаций при переходе 4.2 → 293 К, то его можно объяснить аналогично [1] «схлопыванием» при 293 К краевых диполей, частично раскрывшихся в процессе предварительного нагружения при 4.2 К.

Л и т е р а т у р а

- [1] Смирнов Б. И., Самойлова Т. В. ФТТ, 1979, т. 21, № 10, с. 2905—2910.
- [2] Клявин О. В., Смирнов Б. И. ФТТ, 1961, т. 3, № 5, с. 1335—1337.
- [3] Кауфманн Х.-И., Лубенец С. В., Самойлова Т. В., Смирнов Б. И. ФТТ, 1984, т. 26, № 3, с. 702—706.
- [4] Смирнов Б. И. ФТТ, 1968, т. 10, № 9, с. 2689—2696.
- [5] Самойлова Т. В., Смирнов Б. И. ФТТ, 1976, т. 18, № 7, с. 2075—2077; 1978, т. 20, № 9, с. 2645—2648.
- [6] Самойлова Т. В., Смирнов Б. И., Нарышкина Т. Г. ФТТ, 1969, т. 11, № 5, с. 1188—1192.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
22 сентября 1987 г.

УДК 53.533.2

Физика твердого тела, том 30, в. 3, 1988
Solid State Physics, vol. 30, № 3, 1988

ПЛОТНОСТЬ ЭЛЕКТРОННЫХ СОСТОЯНИЙ СОЕДИНЕНИЙ MV_{66}

О. А. Голикова, Э. П. Домашевская, А. Таджиев, В. А. Терехов

Соединения MV_{66} (M — Gd, Sm, Yb, Dy, Y и другие редкоземельные элементы) весьма необычны по своим свойствам: это — тугоплавкие соединения ($T_{пл}$ свыше 2000 С), обладающие в то же время рядом свойств