Изв. АН Армянской ССР, Физика, 16, 82—85 (1981)

ОБ ИЗМЕНЕНИИ ИНТЕНСИВНОСТИ РАСЩЕПЛЕННЫХ ЛАУЭ-ПЯТЕН ПРИ ПЬЕЗОДЕФОРМАЦИИ

С. А. АДАМЯН, П. А. БЕЗИРГАНЯН

Исследование влияния неоднородной пьезодеформации на дефектную структуру кристалла кварца показало, что неоднородность приводит к возбуждению слабо выраженных дефектов. Доказано, что нововыявленные дефекты вносят свой вклад в увеличение интенсивности расщепленных лауэ-пятен.

Как известно, в совершенных кристаллических шлифованных и полированных толстых образцах наблюдается расщепление рентгеновских дифракционных пятен. Явление расщепления лауэ-пятен, полученных от кристаллов кварца, впервые было обнаружено в работе [1]. Рядом авторов [2—7] предложены различные и порой противоречивые объяснения этого явления. Особенно четко противоречивость проявляется при объяснении вопроса увеличения интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов, полученных от колеблющихся и статически деформированных кристаллов.

Для изучения колебаний кварца разных срезов некоторыми авторами [8—12] применен метод рентгеновской дифракционной топографии, позволяющий картографировать распределение механических напряжений в колеблющемся с резонансной частотой кристалле. При этом считается, что рост интенсивности рентгеновского рефлекса обусловлен как искривлением отражающих плоскостей, так и изменением межплоскостного расстояния. В работах [13—15], проведенных рентгенотопографическим методом Ланга на кристаллах кварца различных срезов, получено, что в колеблющемся на основной частоте кристалле образуется стоячая волна (рис. 1*а*), узел которой находится в центре образца, а пучности — на

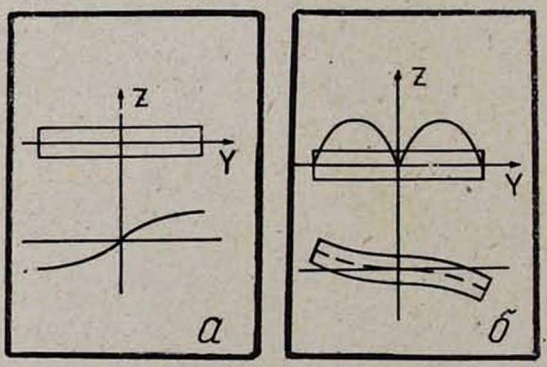

Рис. 1. *а)* Вид стоячей волны, образовавшейся при колебании кварцевого бруска, на первой гармонике; *б)* вид стоячей волны, когда кристалл колеблется на второй гармонике.

краях. Когда кристалл колеблется на второй гармонике, то стоячая волна имеет две пучности, находящиеся от краев бруска на расстоянии около 1/4 его длины (рис. 1б). Рост интенсивности наблюдается в дифрагированных от мест пучностей кристалла рентгеновских лучах. Однако объяснение эффекта роста интенсивности никак не связывают с дефектно-дислокационной структурой самого образца.

В настоящей работе утверждается, что в процессе роста интенсивности рентгеновских дифракционных максимумов важнейшую роль играют существующие в пластинке в поле неоднородной пьезодеформации дефекты разного вида. Увеличение интенсивности дифрагированных рентгеновских лучей происходит и в X-срезе кристалла кварца при действии статического поля только на краях электродов, где напряженность подаваемого поля, а следовательно, и пьезодеформация неоднородны (рис. 2*а*). В У-срезе увеличение интенсивности наблюдается не только во всей подэлектродной области, но и вне электродов (рис. 2*б*). В косых срезах (АТ, ВТ, СТ

Рис. 2. *а)* Топограмма от пластинки X-среза под воздействием поля с напряженностью 40 кВ/см; *б)* топограмма от пластинки У-среза под воздействием поля с напряженностью 30 кВ/см; *в)* топограмма от пластинки АТ-среза под воздействием поля с напряженностью 40 кВ/см.

и др.) сильное увеличение интенсивности наблюдается в подэлектродной области, но оно имеет иной характер, чем в срезах X и У (рис. 2*в*).

Обсуждение результатов

Увеличению интенсивности дифрагированных рентгеновских волн от кристалла кварца при резонансных колебаниях и при воздействии статического поля посвящено много работ [15—18], в которых причиной увеличения интенсивности считают в конечном счете искривление отражающих плоскостей и изменение межплоскостного расстояния. Причина искривления различна: в одном случае искривление является результатом контурного изменения колеблющегося кристалла, в другом случае — поляризацией диэлектрика под влиянием электростатического поля и т. д. [8]. Во всех этих объяснениях не учитывается изменение дефектной струк-

туры исследуемых образцов, несмотря на то что во всех вышеуказанных работах образцы являлись дефектными. Действительно, при искривлении колеблющегося образца интенсивность дифрагированных рентгеновских лучей увеличивается в результате создавшегося градиента механических напряжений. В колеблющемся бездефектном образце пьезодеформация приводит к его контурному искривлению, создавая неоднородность упругих напряжений. В результате происходит изменение межплоскостного расстояния и искривление отражающих плоскостей [19]. Соответственно уменьшается первичная экстинкция и увеличивается интенсивность дифрагированных лучей. В дефектных образцах создавшееся контурное искривление вызывает в нем градиент механических напряжений. В этих образцах кроме ярко выраженных дефектов становятся видимыми и дефекты, невидимые до деформаций. Выявленные дефекты в свою очередь ослабляют первичную экстинкцию, увеличивая интенсивность дифрагированных лучей. Следовательно, нововыявленные дефекты вносят свой вклад в увеличение интенсивности расщепленных лауэ-пятен.

В статически деформированном кристалле степень неоднородности зависит от среза исследуемого образца [17]. В образцах среза X пьезодеформация неоднородна только на краях электродов, так как здесь поле неоднородно (рис. 2*а*). На приведенной топограмме видны только вертикальные края электродов и не видны горизонтальные. Этот эффект обусловлен дифракционным контрастом, а не неполным сцеплением металлической пленки с кристаллом. Отражающие плоскости $(10\bar{1}0)$ на снимке расположены вертикально, вектор рассеяния горизонтален. На нижнем и верхнем краях электрода смещение в кварце, вызванное присутствием серебряной пленки и перпендикулярное к отражающим плоскостям, обращается в нуль.

В срезе У (рис. 2*б*) пьезодеформация сдвига не локализуется под электродом, а распространяется на весь образец, изменяя интенсивность лучей, дифрагированных не только на дефектах, но и на идеальной матрице.

В образцах среза АТ [18] неоднородная пьезодеформация возникает из-за большого числа пьезомодулей и увеличивается в сильных полях. Неоднородность в статически деформированном кристалле также является причиной выявления слабо видимых и невидимых в недеформированном состоянии дефектов. Как в статически деформированном, так и в колеблющемся кристалле неоднородная пьезодеформация усиливает поле упругих напряжений имеющихся в кристалле дефектов.

Итак, сильное увеличение интенсивности дифрагированных от колеблющихся и статически деформированных кристаллов рентгеновских лучей можно объяснить также и вкладом дефектов, возбуждаемых в поле неоднородной пьезодеформации.

Ереванский государственный
университет

Поступила 28. VI. 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. *С. Нишикава, И. Сакисаки, И. Сумато.* Phys. Rev., 43, 363 (1933).
2. *М. И. Кольби, С. Гарис.* Phys. Rve., 43, 562 (1933).
3. *G. W. Fox, W. N. Fraser.* Phys. Rev., 47, 889 (1935).
4. *G. E. M. Jauncey, N. T. Jacgues.* Phys. Rev., 50, 672 (1936).
5. *J. Surugu, Q. Te Tahao.* Cahiers de Phys., 18, 55 (1943).
6. *J. E. Whitte.* J. Acoust. Soc. Amer., 23, 16 (1951).
7. *S. Jamashita, N. Kato.* J. Appl. Cryst., 8, 623 (1975).
8. *А. Е. Караульник, В. Шин.* Кристаллография, 1, 14 (1969).
9. *J. Gl. Dousse, J. Kern.* Phys. Lett., 2, 59, 159 (1976).
10. *W. J. Spenser, R. M. Hunt.* J. Acoust. Soc. Amer., 29, 929 (1965).
11. *П. А. Безирганян, В. И. Авунджян.* Изв. АН АрмССР, Физика, 1, 147 (1966).
12. *П. А. Безирганян, В. И. Авунджян.* Изв. АН АрмССР, Физика, 2, 381 (1967).
13. *П. А. Безирганян, В. И. Авунджян.* Изв. АН АрмССР, Физика, 7, 33 (1972).
14. *В. И. Авунджян и др.* Изв. АН АрмССР, Физика, 14, 192 (1979).
15. *W. J. Spenser, K. Haruta.* J. Appl. Phys., 37, 549 (1966).
16. *С. А. Адамян, П. А. Безирганян.* Изв. АН АрмССР, Физика, 15, 63 (1980).
17. *С. А. Адамян и др.* Изв. АН АрмССР, Физика, 14, 429 (1979).
18. *С. А. Адамян.* Изв. АН АрмССР, Физика, 15, 369 (1980).
19. *U. Bonse.* Zeitschrift für Physik, 177, 385 (1964).
20. *U. Bonse.* Zeitschrift für Physik, 177, 543 (1964).

ՊՅԵԶՈԴԵՖՈՐՄԱՑԻԱՅԻ ԺԱՄԱՆԱԿ ԼԱՈՒԵ–ԲԾԵՐԻ ԻՆՏԵՆՍԻՎՈՒԹՅԱՆ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ս. Հ. ԱԴԱՄՅԱՆ, Պ. Հ. ԲԵԶԻՐԳԱՆՅԱՆ

Հայտնի է, որ լաուե-բծերի ինտենսիվությունը ուժեղանում է հարթություններին ճկման և միշհարթությունային հեռավորության փոփոխության հետևանքով։ Սակայն այդ բնագավառում կատարված հետազոտություններում հաշվի չի առնվում բյուրեղներում թերությունների ցրման ունակությունը։ Այս աշխատանքում ցույց է տրված, որ լաուե-բծերի ինտենսիվության աճման մեջ իրենց լուման ունեն նաև այն դեֆեկտները, որոնք դրգռվել են անհամասեռ պյեզոդեֆորմացիոն դաշտում։

ON THE CHANGE OF SPLITTED LAUE-SPOTS INTENSITY AT THE PIEZODEFORMATION

S. A. ADAMIAN, P. A. BEZIRGANIAN

The influence of nonuniform piezodeformation on the structure of defects in quartz crystals is studied. It is shown that the nonuniformity leads to the generation of weakly expressed defects, which make the splitted Laue-spots more intensive.