

УДК 539.216.2;537,311

ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПЬЕЗОЭФФЕКТ В СЕЛЕНЕ

Н.З. ДЖАЛИЛОВ, Г.К. АКБЕРОВ, М.И. ВЕЛИЕВ,
А.З. ЗЕЙНАЛОВ

*Институт Физики АН Азербайджана,
Баку-143, пр.Г.Джавида 33
(Поступило 03.10.94)*

В работе исследована пьезоэдс монокристалла гексагонального селена и текстурированного селена типа ∞ с осью $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ с примесью *As* (0,03%) и без примеси. Показано, что примесь *As* заметно снижает пьезоэдс текстурированного селена и при определенных значениях деформации пьезоэдс монокристалла на порядок превышает пьезоэдс текстурированного селена без примеси. В пьезоэдс монокристаллического и текстурированного селена при определенных значениях деформации наблюдается насыщение. При этом насыщение пьезоэдс в монокристалле селена наблюдается при более высоких значениях деформации.

Известно, что наличие тех или иных свойств в монокристаллах и текстурированных поликристаллах связано с их симметрией. Так, гексагональная модификация кристалла селена относится к пьезоэлектрическим структурам [1]. В [2] было обнаружено, что текстура типа ∞ с осью $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ поликристаллического селена также является пьезоэлектрической. Пьезоэлектрические текстуры типа ∞ могут быть получены вращением пьезоэлектрических кристаллов вокруг полярно-вращательной оси симметрии любого порядка [3]. Для кристаллов селена такой осью второго порядка является кристаллографическая ось $\langle 11\bar{2}0 \rangle$.

В связи с тем, что пьезоэлектрический модуль монокристалла селена ($1,95 \cdot 10^{-6}$ CGSE) в 32 раза превышает соответствующий параметр кварца [4], изучение пьезоэлектрических свойств селена вызывает определенный научный и практический интерес.

Для определения пьезоэлектрических характеристик селена и его практического применения необходимы достаточно крупные монокристаллы, получение которых сопряжено с определенными трудностями [5,6].

Целью настоящей работы является изучение влияния структурных изменений в селене на его пьезоэффект. В качестве объектов исследо-

ваний были избраны монокристалл селена и текстурированный селен типа ∞ с осью $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ с примесью и без примеси.

Монокристаллы гексагонального селена выращены Н.З. Джалиловым [5,6]. Текстурированные образцы были получены по способу, описанному в [2]. Размеры образцов были взяты одинаковыми.

При измерении пьезоэда образцы подвергались влиянию эластичной деформации на изгиб при комнатной температуре в темноте [7]. Пьезоэд измерялась электрометрическим усилителем, сигнал с выхода которого подавался и на самописец. Для измерения пьезоэда в динамическом режиме был использован электромагнитный вибратор, который мог давать удары различной частоты.

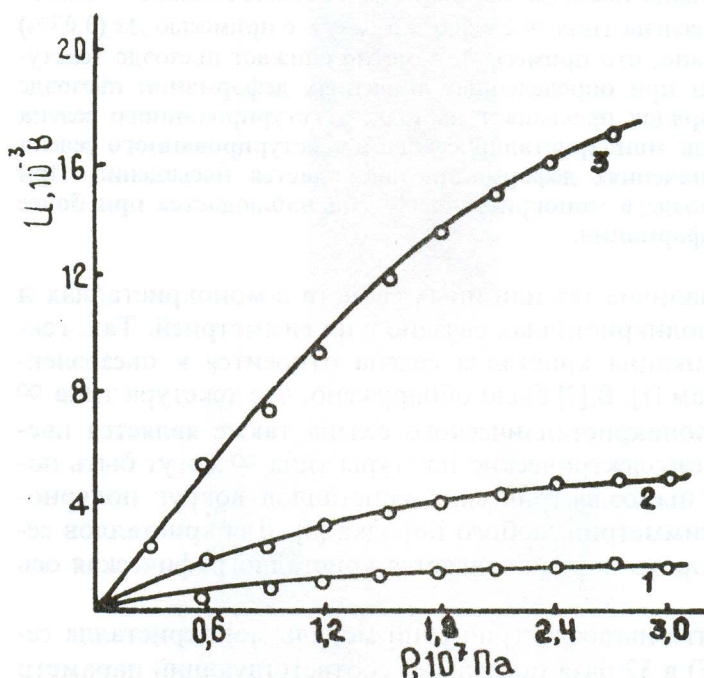


Рис. 1. Зависимость пьезоэда от давления: 1 - текстурированный селен с примесью As; 2 - текстурированный селен без примеси; 3 - монокристалл селена.

Результаты, полученные при статистическом режиме, представлены на рис.1. Видно, что при относительно больших значениях деформации пьезоэд во всех случаях достигает насыщения. При этом это состояние в монокристалле селена наблюдается при более больших значениях деформации. Из рисунка видно также, что монокристалл

селена обладает более высокой пьезоэдс, чем текстурированный образец. Примеси *As* при этом заметно уменьшают пьезоэдс этих образцов.

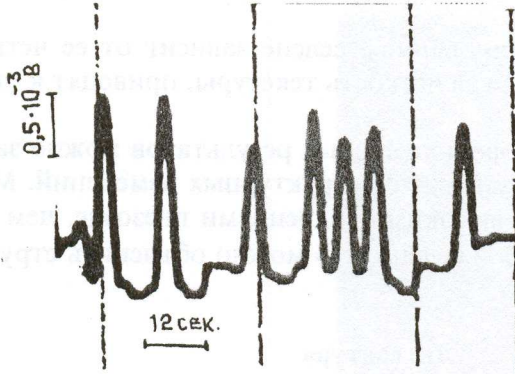


Рис.2. Импульсы пьезоэдс монокристалла гексагонального селена.

На рис.2 представлены результаты исследования пьезоэдс монокристалла селена, полученные при динамическом режиме измерения при давлении $\sim 10^4$ Па. Максимумы импульсов соответствуют значениям пьезоэдс $\sim 1,5 \cdot 10^{-3}$ В.

Экспериментальные результаты показывают, что значения пьезоэдс в селене зависят от структурных изменений. В нетекстурированном поликристаллическом селене пьезоэффект не наблюдается. Пьезоэффект в селене можно объяснить исходя из особенностей его кристаллической решетки.

Как известно, кристаллическая решетка селена состоит из параллельно расположенных цепочечных молекул, которые связаны между собой силами связи ван-дер-ваальсовского характера, атомы же в самих цепочках связаны между собой силами связи ковалентного характера. Это приводит к асимметрии сил связи атомов в решетке.

Источником ван-дер-ваальсовых сил, как показано в [8], является поляризационный эффект. При приложении усилий кристалл деформируется в основном за счет изменения расстояния между цепочками и, как показали авторы [2], при этом суммарная поляризация образца в целом оказывается отличной от нуля, что равносильно возникновению нескомпенсированного дипольного момента, и, следовательно, возникновению пьезоэлектрического эффекта.

Текстура, как известно, является следствием преимущественной ориентации кристаллов в определенном направлении. Очевидно, что структурное совершенство текстуры не может достичь структурного совершенства кристалликов, обладающих трехмерной атомной струк-

турой. Поэтому пьезоэде текстуры всегда будет несколько занижена по сравнению с кристалликами, и, следовательно, и монокристаллом.

В силу этого, как показывают полученные результаты, при определенных значениях давления пьезоэде монокристалла гексагонального селена почти на порядок превышает пьезоэде текстурированного селена.

Пьезоэффект в текстурированном селене зависит от ее четкости [9]. Видимо, примеси As , снижая четкость текстуры, приводят к уменьшению ее пьезоэде.

Таким образом, на основе полученных результатов можно заключить, что пьезоэде в селене зависит от структурных изменений. Монокристаллы обладают более высокими значениями пьезоэде, чем текстура типа ∞ с осью $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ селена, что можно объяснить структурным совершенством первого.

Литература

1. Кеди У. Пьезоэлектричество и его применение, Изд-во ИЛ. 1949.
2. Шibaева А.В., Попко Г.И. О природе пьезоэлектрического эффекта в селене. Вести, БГУ им. В.И. Ленина, серия 1, № 2, 1972, 61-65.
3. Шубников А.В. Пьезоэлектрические текстуры. Изд-во АН СССР, М.-Л., 1946.
4. Gobrecht H., Hamisch H. and Tausend A. Der piezoelectrische effect beim selen, Z. physik., 148, 1957, 209-217.
5. Абдуллаев Г.Б., Джалилов Н.З., Алиев Г.М. Получение и исследование монокристаллов селена. Сб. "Физика селена и селеновых приборов", Изд-во "Элм", Баку, 1974.
6. Джалилов Н.З., Гасанов Н.Т. Получение крупных монокристаллов гексагонального селена под давлением. "Высокочистые вещества" 2, 1987, 209-210.
7. Шibaева А.В. Пьезоэлектрические свойства селеновых элементов. Изв.высш.учеб.завед. Физика, № 4, 1964, 101-104.
8. Физическое металловедение. под ред. Р.Кана, М., "Мир", 1967, 24.
9. Шibaева А.В., Попко Г.И., Щербак Ю.М., Манешин В.В. "Влияние текстуры на пьезоэлектрические свойства тонких слоев селена". Изв.высш.учеб.завед., Физика, № 7, 1970, 23-27.

N.Z. Calilov, H.K. Akbərov, M.İ. Vəliyev, A.Z. Zeynalov

SELENDƏ STRUKTUR DƏYİŞMƏLƏRİNİN PEZOEFFEKTƏ TƏ'SİRİ

İşdə heksaqonal selen monokristalının, aşqarsız və As (0,03%) aşqarlı, $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ oxlu, ∞ tipli teksturalanmış selenin pezo e.h.q-i tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, As aşqarları teksturalanmış selenin pezo e.h.q-ni nəzərə çarpacaq dərəcədə azaldır və deformasiyanın müəyyən qiymətində monokristal selenin pezo e.h.q-i teksturalanmış aşqarsız selenin pezo e.h.q-dən bir tərtib çox

olur. Deformasiyanın müəyyən qiymətlərində monokristal və teksturalanmış selenin pezo e.h.q-də doyma müşahidə edilir, həm də selenin monokristal halında doyma deformasiyanın daha böyük qiymətlərində yaranır.

N.Z. Dzhililov, G. K. Akberov, M.I. Veliev, V.Z. Zeinalov

THE INFLUENCE OF STRUKTURAL CHANGES ON PIEZOEFFECT IN SELENIUM

In this paper the piezoelectromotive force of single crystal of hexagonal selenium and textured selenium of ∞ type with axis $\langle 11\bar{2}0 \rangle$ with As impurity (0,03%) and without it is investigated. It is shown that As impurity depresses substantially the piezo e.m.t. of textured selenium and at the definite values of deformation the piezo e.m.t. of single crystal exceeds by order the piezo e.m.t. of textured selenium without impurity. In the piezo e.m.t. of single crystalline and textured selenium at the definite values of deformation there have been observed the saturation. At this saturation the piezo e.m.t. in selenium single crystals observed at higher values of deformation.