

РАБОТА СЕЛЕНОВЫХ ПРИБОРОВ В ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

ТАБАТАБАЕИ Н.М.^{*}, МЕХТИЕВА С.И., АКБЕРОВ Г.К.

^{*} Азербайджанский Университет Тарбийат Моаллем, Табриз, Иран
Институт Физики НАН Азербайджана

К числу физических особенностей гексагонального селена относится большой разброс величины электропроводности после кристаллизации, проведенной в различных условиях. Гексагональный селен состоит из большого числа отдельных маленьких кристаллов с правильной ориентацией атомов. На границах этих кристаллов могут образовываться полуаморфные слои с пониженной электропроводностью. Это означает, что кристаллики отделены друг от друга высокими переходными сопротивлениями соприкасающихся поверхностей. В зависимости от поставленных задач приборы на основе селена работают в экстремальных (давление, температура, облучение и т.д.) условиях. В этой связи представляет научный интерес изучение проводимости селеновых р-п структур в экстремальных условиях. Исследования проводились в области 0÷400 бар гидростатического давления. Образцы изготавливались при различных технологических условиях.

Обнаружено уменьшение обратного тока с ростом гидростатического давления в интервале 0÷200 бар (рис.1). Следует отметить, что подобное явление не наблюдается не только в самом селене ни при каких давлениях, но и р-п переходе на основе селена при наличии одноосевого давления. Попытаемся это выяснить по барьерным моделям.

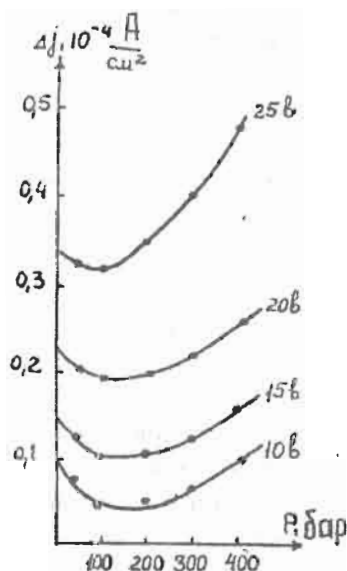


Рис.1. ВАХ при гидростатическом давлении

Барьерная модель, объясняющая влияние деформации на проводимость селена, описывается следующим образом. Полагается, что в кристалле имеется неравномерная сетка тонких обедненных зон, которые следует приписать сетке нарушений. При большой плотности нарушений или при неоднородности кристалла могут возникнуть замкнутые потенциальные барьеры. Изменение зависимости электропроводности от напряжения в результате деформации объясняется тем, что последняя изменяет число потенциальных барьеров. Следовательно, зависимость проводимости от напряжения проявится при высоких его значениях, так как приходящееся на отдельный барьер напряжение частично уменьшается. В связи с этим, структурная модель селена представляет-

ся в виде кристаллов с относительно хорошей проводимостью, контактирующих друг с другом через плохо проводящие слои. Согласно этой модели, кристаллики в селене разделены барьерами высокого сопротивления [1]. Проводимость между барьерами высока. Кристаллики, отделенные друг от друга высокими сопротивлениями, играют роли микро р-п переходов. Сопротивление между кристалликами обусловлено слоями объемного заряда (сопротивление р-п перехода). Действительно, сопротивление р-п перехода намного больше, чем сопротивления р и п областей. При наличии гидростатического давления проводимость сначала уменьшается, при дальнейшем увеличении давления проводимость снова растет. Аналогичное явление наблюдается в [2]. При малых давлениях обратный так уменьшается, переходит через минимум и растет при дальнейшем увеличении давления, что связано с наличием остаточных напряжений, возникающих в диоде во время различных технологических процессов. Однако, в данной работе подобные процессы исключены при различных технологических обработках (поле, температура, изгиб, сжатие и др.)

Исследовано влияние моноэнергетического электронного облучения на барьерные характеристики селеновых приборов. Облучение проводилось на линейном ускорителе с энергией ускоренных электронов 5 МэВ, работающем в импульсном режиме с числом посылок 50 сек^{-1} , длительностью импульса 2,5 мкс. Интегральный поток ускоренных электронов $\Phi = 5 \cdot 10^{15} \frac{\text{эл}}{\text{см}^2}$. В результате действия высокоэнергетических электронов в полупроводниках проходят в основном два процесса: создание избыточных носителей тока и образование структурных радиационных дефектов. Нами была предпринята попытка выяснить, как влияет облучение электронами с энергией 5 МэВ на чувствительность диодов. Время жизни оценивались нами по спаду после инжекционной ЭДС. Уменьшение времени жизни носителей заряда из-за облучения, приводит к возрастанию тока.

Действие бомбардирующих частиц на поликристаллическую структуру селена, также, по-видимому, выражается в разрыве и укорачивании его цепочек, которые обуславливают рост акцепторных центров и сравнительно большую радиационную стойкость. В отличие от многих других веществ, воздействие высокоэнергетической проникающей радиации приводит к переходу селена от менее упорядоченного состояния в более упорядоченное.

В работе [3] исследуется энергетическая зависимость радиационной проводимости, а также его распределение по площади р-п перехода. Показано, что основная генерация неравновесных носителей заряда происходит в области объемного заряда.

Исследована зависимость пьезозаряда от внешнего напряжения в пропускном и запирающем направлениях при неизменном импульсе давления, рис.2. Видно, что с увеличением обратного напряжения величина пьезозаряда растет, затем достигает насыщения, а в прямом направлении уменьшается.

Следовательно, можно полагать, что пьезоэффект в рассмотренных диодных структурах обусловлен процессом переполаризации дипольных молекул и перемещением подвижных носителей заряда, появившихся в результате генерационно-рекомбинационных процессов в области объемного заряда. Весь комплекс отмеченных факторов однозначно показывает, что пьезоэлектрический эффект в многослойной структуре на основе селена обусловлен электрофизическими свойствами р-п гетероперехода.

При наличии одноосного давления зависимость $J_{\text{обр}}$ от E в пред пробойной области хорошо описывается теорией Фистула – О. Ржевского

$$J_{\text{обр}} = A \exp \left[- \frac{e\varphi - f(E)}{KT} \right]$$

Наблюдаемый экспоненциальный рост $J_{\text{обр}}$ обусловлен тензонулевым возбуждением неосновных носителей заряда.

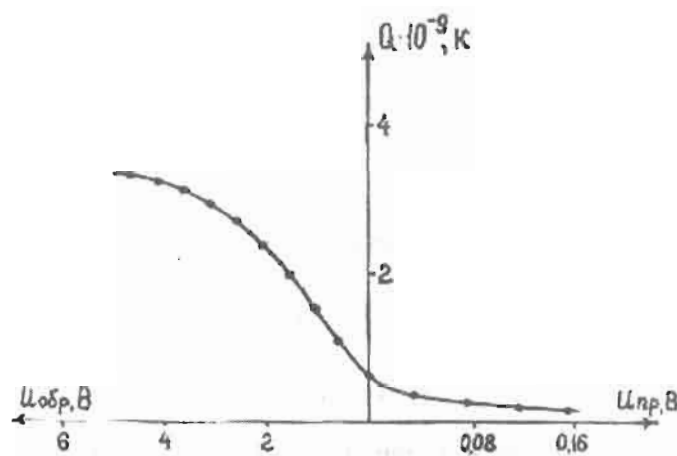


Рис.2. Зависимость величины пьезозаряда от внешнего поля.

Изучению пробоя селеновых диодов посвящено довольно мало работ. В последнее время исследованы микроплазменный пробой и возникновение S и N – образных характеристики в различных p-n структурах. Микроплазма представляет собой микроскопическую область повышенной ионизации. Такой пробой носит нестабильный, прерывистый характер. Во внешней цепи наблюдаются импульсы напряжения или тока с хаотически изменяющейся амплитудой и длительностью, регистрируемые как шумы.

В работе излагаются экспериментальные результаты исследования ВАХ селеновых p-n переходов в области микроплазменного пробоя при постоянном токе. С этой целью использованы селеновые образцы с резкими p-n переходами. В обратном смещенных p-n переходах на основе селена наблюдается участок с отрицательным сопротивлением рис.3.

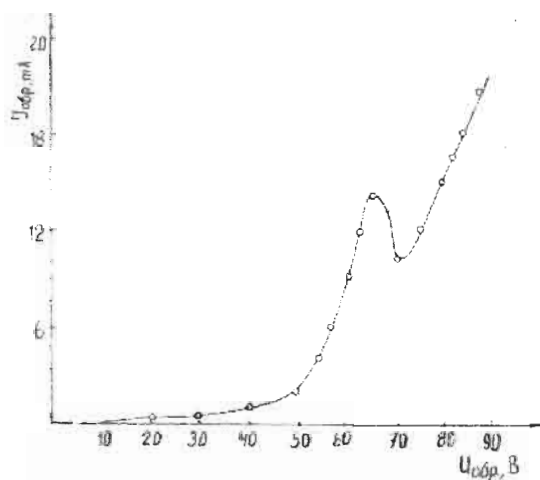


Рис.3. ВАХ в микроплазменной области.

Известно, что в селеновом выпрямителе лавина электронов настолько маломощна, что даже при большом их количестве полного пробоя не происходит. Поэтому, чтобы сделать каждую лавину более мощной, требуется увеличить напряженность поля. При обратном направлении основную роль играет увеличение величины генерационно-рекомбинационного тока. В результате прохождения больших токов происходит разо-

При обратном направлении основную роль играет увеличение величины генерационно-рекомбинационного тока. В результате прохождения больших токов происходит разогрев диода и на ВАХ возникает участок с отрицательным сопротивлением. В запрещенной зоне селена имеются как мелкие, так и глубокие примесные уровни. Примерно до температуры 70°C проводимость обусловлена генерационно – рекомбинационными процессами с участием мелких примесных уровней. С ростом температуры их роль ослабляется и происходит заполнение глубоких примесных уровней из-за рекомбинации электронов и дырок на центрах захвата. В результате этого снижаются концентрации ионизованных акцепторов и доноров в области объемного заряда, вследствие чего уменьшается $J_{\text{обр}}$. Установлено, что микроплазменный пробой в p-n переходах на основе селена является, по-видимому, результатом совместного действия теплового эффекта и эффекта ударной ионизации.

-
- [1] *С.И.Мехтиева, Д.Ш.Абдинов. Развитие физики селена. Баку, Элм. 2000*
 - [2] *Н.А.Султанов., К.У.Усманов. Влияние одноосного давления на характеристику диодов из SiC примесного золота. ФТП, т.9, в 6, 1975*
 - [3] *А.Н.Андронов, Н.Т.Баграев, Л.Е.Клячкин, С.В.Робозеров. ФТП, 1998, т32, в. 2*

SELEN CİHAZLARININ EKSTREMAL ŞƏRAİTDƏ İŞLƏMƏSİ

TABATABAEİ N.M., MEHDİYEVƏ S.İ., ƏKBƏROV H.K.

Göstərilmişdir ki, ekstremal şəraitdə (təzyiq, şüalanma, temperatur və s.) təsdiq olunan diodun əsas elektrofiziki parametrləri: əks cərəyanın qiyməti, qeyri-əsas yükdaşıyıcıların yaşama müddəti, yerol elektrik hərəkət qüvvəsinin qiyməti dəyişir.

OPERATION OF SELENIC DEVICES IN EXTREME CONDITIONS

TABATABAEI N.M., MEHTIYEVA S.I., AKBEROV H.K.

It is shown, that extreme conditions (pressure, an irradiation, temperature, etc.) the researched diode changes the basic electro physical parameters: value of a return current, lifetime of the nonbasic carriers of a charge, value of piezo e.m.f.