

ФИЗИКА

Г. М. Авакьянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, С. А. Алтунян и Г. А. Егиазарян

Изменение структуры тонких аморфных пленок селена при бомбардировке их положительными ионами натрия

(Представлено 5/Х 1966)

До последних лет явления прохождения ионов через твердое вещество были изучены весьма слабо и лишь в последнее время наблюдается особый интерес к исследованию закономерностей прохождения, отражения и поглощения ионов в свободных тонких пленках металлов, полупроводников и диэлектриков, а также интерес к изучению процессов изменения структуры вещества при взаимодействии с ним заряженных электрических частиц.

В процессе бомбардировки металлов и полупроводников высокоэнергетичными ионами наряду с распылением мишени происходит внедрение бомбардирующих частиц в кристаллическую решетку образца.

Ионная бомбардировка может быть осуществлена в ускорительных установках в условиях высокого вакуума при строгом контроле за массой, энергией и интенсивностью падающих на мишень частиц. Управляя электрическими параметрами ионного пучка, можно регулировать глубину проникновения ионов в мишень и количество внедряемых в нее атомов данного элемента.

Принимая во внимание специфические особенности процесса ионной бомбардировки, нами были предприняты исследования с целью выяснения возможности применения этого метода для введения атомов в тонкую диэлектрическую мишень аморфного селена и создания малых участков кристаллического полупроводникового селена.

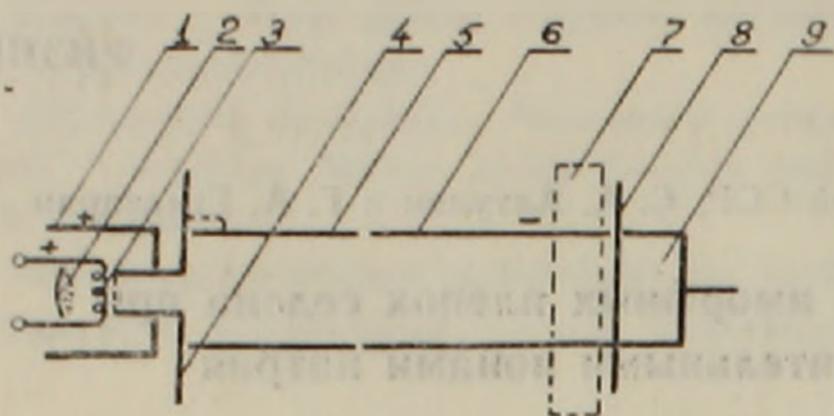
Получение локальных кристаллических полупроводниковых участков на диэлектрическом образце селена методом ионной бомбардировки, исключаящим термообработку образца при высокой температуре, представляет большой интерес как с практической, так и с теоретической точек зрения.

Легирование тонких пленок аморфного селена положительными ионами натрия было проведено в серии опытов на самодельной ионно-лучевой установке по следующей схеме (фиг. 1).

В ионном источнике получались ионы путем поверхностной ионизации молекул галонидных солей щелочных металлов (в частности NaCl)

с последующей фильтрацией от нейтральных атомов и отрицательных ионов хлора. Кроме того, в источнике ионов имелось еще и фокусирующее устройство.

Нами изучалось действие на селен положительных ионов натрия. Ионы ускорялись электрическим полем двух цилиндров, на которые подавались ускоряющие отрицательные потенциалы. Дополнительная фокусировка пучка осуществлялась магнитной линзой. Легирование селена натрием проводилось в установке, где ионы могли ускоряться до энергий 4 кэв.



Фиг. 1. Схема ионно-лучевой установки. 1—корпус источника; 2—резервуар с солью; 3—спираль накаливания; 4—выходная диафрагма; 5—6—ускоряющие и фокусирующие цилиндры; 7—магнитная линза; 8—пленка; 9—цилиндр Фарадея.

Интенсивность ионных пучков колебалась в пределах $5 \cdot 10^{-6} \div 5 \cdot 10^{-8}$ а.

В процессе ионной бомбардировки давление в камере поддерживалось в пределах $3 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст., пары диффузионного насоса вымораживались азотной ловушкой.

Для экспериментов использовался аморфный селен.

Образцы подготавливались следующим образом: в вакуумной распылительной установке при давлении $3 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст. с вымораживанием паров диффузионного насоса азотной ловушкой, на стеклянную подложку при комнатной температуре напылялись тонкие аморфные селеновые пленки толщиной $2000 \div 4000$ Å.

Измерение толщины тонких пленок производилось интерференционным методом в белом свете микроинтерферометром МИИ-10.

На металлографическом микроскопе МИМ-7 в поляризованном свете контролировалось отсутствие на пленке кристаллографических участков.

Образцы поочередно закладывались в приемник ионов и подвергались бомбардировке ионами натрия.

В результате бомбардировки ионами натрия тонких пленок аморфного селена наблюдается следующий эффект: в бомбардируемой области образца создавались кристаллические участки, размеры и количество которых зависят от энергии бомбардируемых ионов, интенсивности пучка, толщины пленки и продолжительности бомбардировки образца ионами.

При конструировании и наладке ионного источника была проведена контрольная серия опытов с целью свести к нулю тепловое действие на образец спирали накаливания.

Образцы длительное время (2—3 часа) помещались в приемник ионно-лучевой установки с включенной нитью накаливания, но при отсутствии ускоряющего напряжения. После чего на металлографическом ми-

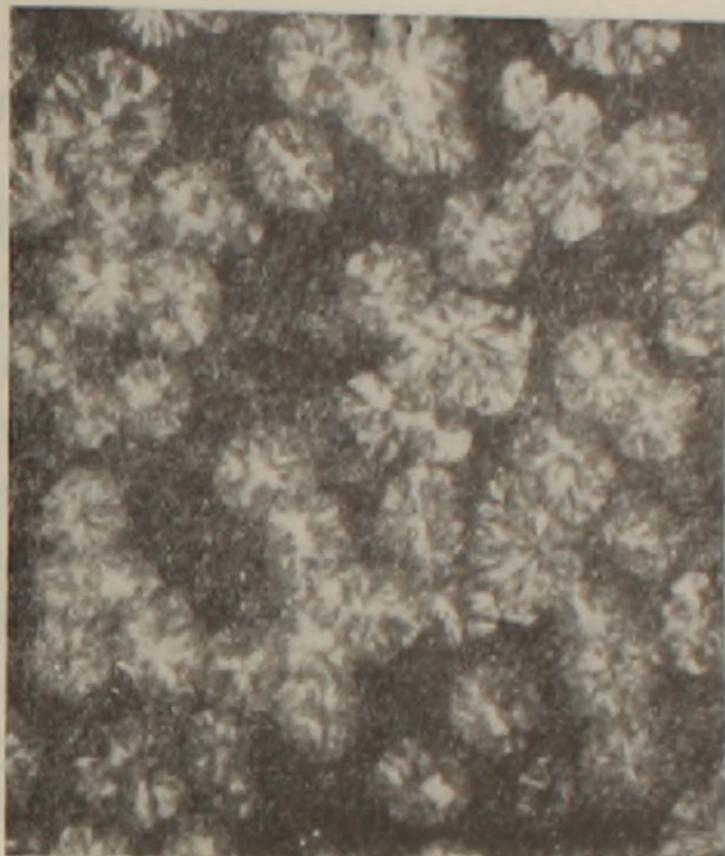
микроскопе МИМ-7 в поляризованном свете контролировалось отсутствие на пленке кристаллографических участков, которые могли образоваться от действия теплового излучения спирали накаливания.

Наилучшие результаты в отношении степени кристаллизации аморфных селеновых пленок были достигнуты при ионном токе $2 \cdot 10^{-8}$ а, продолжительностью облучения 100 минут, с энергией ионов 2000 эв.

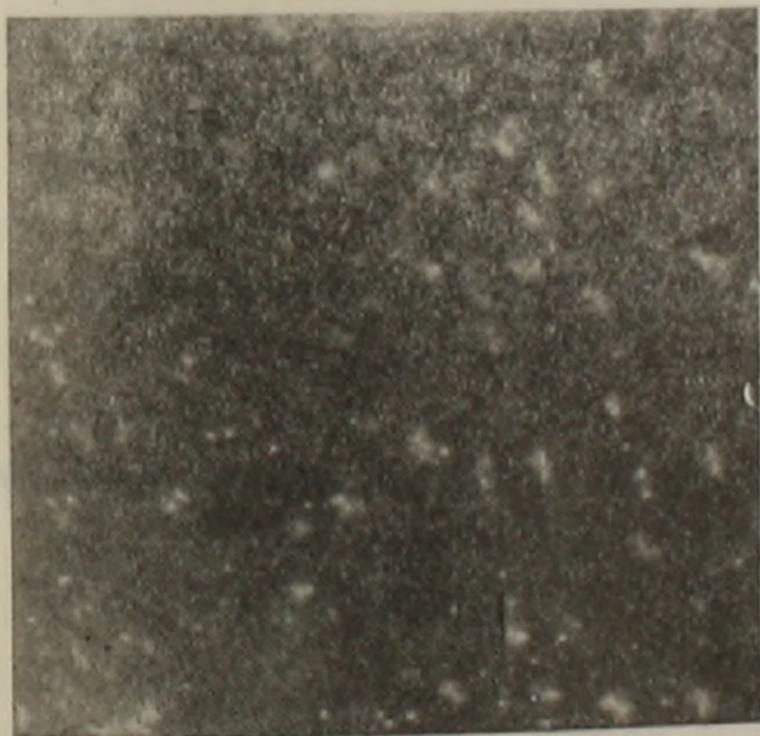
На представленных фотоснимках (фиг. 2, 3), полученных в поляри-



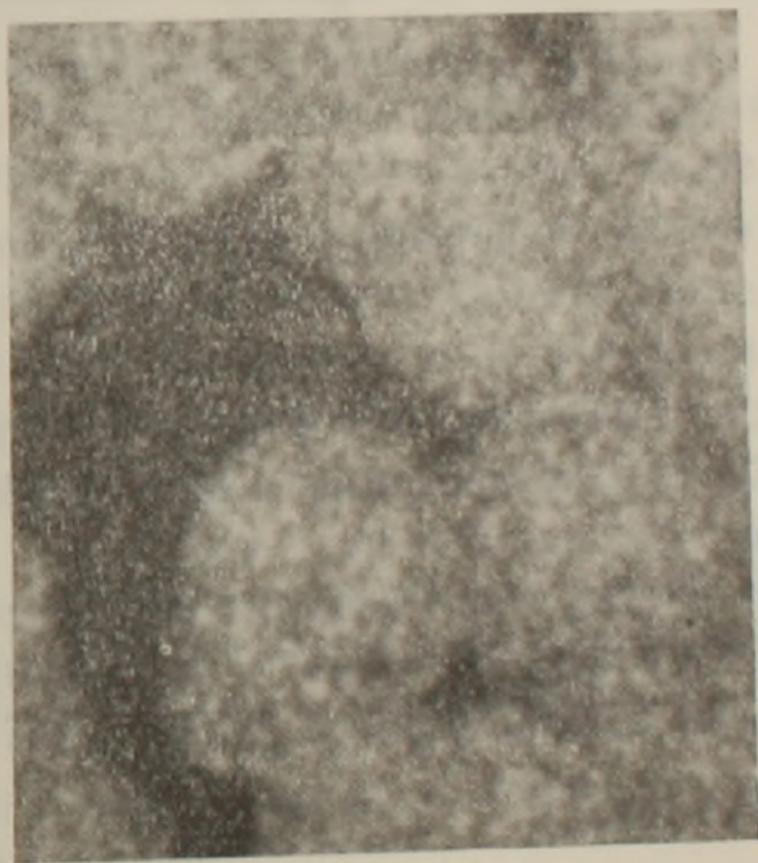
Фиг. 2. Время облучения 105 минут, толщина пленки ~ 2000 Å, ионный ток $2 \cdot 10^{-8}$ а, энергия ионов 2 кэв.



Фиг. 3. Время облучения: 60 минут, толщина пленки ~ 2000 Å, ионный ток $2 \cdot 10^{-8}$ а, энергия ионов 2 кэв.



Фиг. 4. Время облучения 70 минут, толщина пленки ~ 4000 Å, энергия ионов 2 кэв, ионный ток $2 \cdot 10$ а.



Фиг. 5.

зационном свете на металлографическом микроскопе МИМ-7 при увеличении 270 раз, показаны пленки (толщиной ~ 2000 Å), подвергнутые

облучению. Хорошо видны возникающие после облучения области кристаллизации аморфного селена (светлые участки).

Процесс локальной кристаллизации аморфной пленки, по-видимому, обязан теплу, выделяемому при торможении быстрой частицы в пленке в процессе соударения. На вышеприведенных фотоснимках отчетливо видны области попадания быстрого иона, а также зависимость степени кристаллизации от времени выдержки.

Наблюдалась также зависимость размеров кристаллизованных участков от толщины пленки. На фиг. 4 представлена пленка толщиной $\sim 4000\text{Å}$, которая в течение 70 минут бомбардировалась ионами с энергией 2 кэВ.

Таким образом, с увеличением толщины пленки степень кристаллизации уменьшается.

В процессе экспериментов наблюдалось старение образцов.

Аморфные пленки селена, подвергнутые облучению и претерпевшие кристаллизацию отдельных участков, покрылись густой сетью мелких кристаллических участков, будучи выдержаны 2—3 месяца при комнатной температуре и средней освещенности поверхности. Это явление показано на фиг. 5.

Вышеописанные эффекты изучались на 25 селеновых пленках.

Таким образом, показана возможность локальной кристаллизации аморфной пленки селена с целью создания на фоне диэлектрической области отдельных малых полупроводниковых активных участков.

Измерение электрических свойств полученных участков представляет большие трудности из-за очень большого сопротивления и малых размеров. Поэтому нами они еще полностью не проведены.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Գ. Մ. ԱՎԱԳՅԱՆՅ, Հայկական ՍՍՀ ԳԱ, ԲԳՐԱԿԻԳ-անդամ, Ս. Ա. ԱԼԹՈՒՆՅԱՆ Ե
Հ. Հ. ԵՂԻԱԶԱՐՅԱՆ

Բարակ ամորֆ քաղանթների ստրուկտուրայի փոփոխությունը
նաուրիումի դրական իոններով ումրակոծման հետևանքով

Բերված են սելենի ամորֆ քաղանթների ստրուկտուրայի փոփոխման էքսպերիմենտալ
արդյունքները 2 կՎ էներգիա ունեցող նաուրիումի դրական իոններով ումրակոծելիս:
Ցուցադրված են սելենի առանձին տեղամասերի բյուրեղացումը վկայող լուսանկարները