

Ti—Zr—N, Ti—Cr—N, Zr—Cr—N) нитридных систем, результаты которых представлены в таблице и на рисунке. Как видно из таблицы, расчетные оценки параметров кристаллических решеток двойных нитридов находятся в хорошем согласии с экспериментом. Расчетные значения параметров решеток тройных нитридных систем в зависимости от концентрации металлического компонента в них, как следует из рисунка, характеризуются линейным законом. Это обстоятельство, согласно правилу Вегарда, однозначно указывает на формирование тройных систем нитридов со структурой твердых растворов.

Анализ рентгеновских данных, полученных от образцов тройных нитридов с различной концентрацией одного из металлических компонентов, показал, что, во-первых, на дифрактограммах присутствуют только линии, характерные ГЦК-решетке, т. е. решетке типа NaCl соответствующих двойных нитридов TiN, ZrN, Mo₂N и CrN. И, во-вторых, параметр тройных нитридов, как видно из рисунка, монотонно изменяется по мере изменения концентрации в них металлического компонента. Одновременно с этим следует заметить, что изменение параметра решетки тройных нитридов от концентрации подчиняется закону Вегарда с отклонением в положительную сторону для всех рассмотренных нами нитридов. Принимая во внимание тот факт, что двойные нитриды TiN, ZrN, Mo₂N и CrN существуют в довольно широком интервале концентраций компонентов, положительное отклонение от закона Вегарда может быть связано со скоплением атомов переходных металлов, отклонением химического соединения от стехиометрии, но с сохранением при этом фазовой стабильности.

1. Гольцев В. П., Гоев А. И., Карпенко Г. Д. и др. Опыт научно-исследовательских организаций, предприятий и строок по антикоррозионной защите материалов: Тез. докл. конф. Гродно, 1985. С. 25.

2. Киселевский Л. И., Гольцев В. П., Чаевский В. В. и др. Физические основы синтеза сложных по составу нитридных и карбидных покрытий методом совмещения плазменных потоков // Структурно-морфологические основы модификации материалов методами нетрадицион. технологий: Тез. докл. I Всесоюз. семинара. Обнинск, 1991, С. 93.

3. Киселевский Л. И., Гольцев М. В., Ходасевич В. В. // Ионно-лучевая модификация материалов. Черногловка, 1987. С. 55.

Поступила в редакцию 04.09.95.

УДК 621.315.592

О. П. ЕРМОЛАЕВ

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕХОДА ДИЭЛЕКТРИК-МЕТАЛЛ В ГЕРМАНИИ, «ЛЕГИРОВАННОМ» РАДИАЦИОННЫМИ ДЕФЕКТАМИ

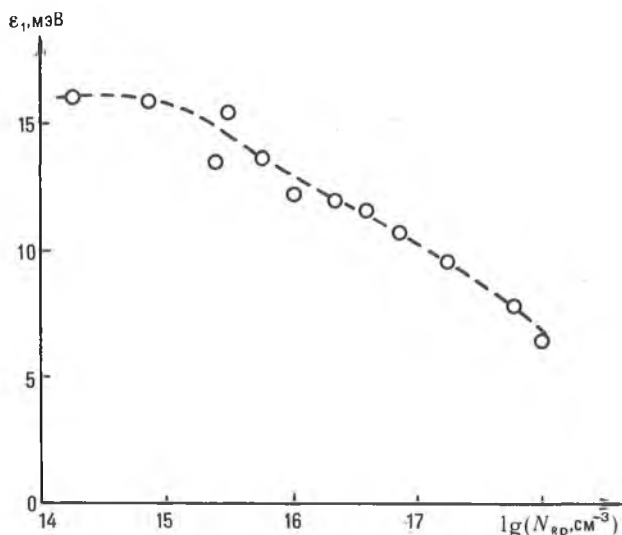
The dielectric-metal transition in germanium disordered by large doses of the fast reactor neutrons has been studied.

Проблема перехода диэлектрик-металл (ПДМ) занимает особое место в физике неупорядоченных систем. Обычно исследования ПДМ проводятся на полупроводниковых кристаллах, легированных химическими примесями.

В настоящем сообщении рассматриваются особенности ПДМ в кристаллическом германии, «легированном» радиационными дефектами (РД) с мелкими уровнями E_v+16 мэВ, свойства которых были изучены ранее [1].

Из анализа низкотемпературных (4,2—300 К) зависимостей удельного сопротивления образцов чистого (нелегированного) германия, облучен-

ного различными дозами ($\Phi=10^{15}\div 10^{19}$ см⁻²) быстрых реакторных нейтронов, определялись значения энергии активации (ϵ_1) мелких уровней радиационных дефектов.



Зависимость энергии активации ϵ_1 от концентрации радиационных дефектов с мелкими уровнями ($N_{рд}$)

На рисунке показана зависимость энергии активации ϵ_1 от концентрации РД ($N_{рд}$), которая определялась из температурных зависимостей коэффициента Холла. Видно, что величина ϵ_1 монотонно уменьшается с увеличением $N_{рд}$ и при $N_{рд} \cong 1 \cdot 10^{18}$ см⁻³ достигает значения ≈ 6 мэВ. В работе [2] нами было показано, что для образцов с $N_{рд} \cong 1 \cdot 10^{18}$ см⁻³ проводимость при низких температурах уже не носила активационного характера, а имела слабую степенную зависимость от температуры, описываемую выражением $\sigma(T) = \sigma(0) + AT^m$, $m \cong 0,12$; $A \cong 7$; $\sigma(0) \cong 6,3$. Таким образом, при такой концентрации РД происходит ПДМ, т. е. эта концентрация является критической ПДМ в германии с РД ($N_{рд}^C$). Тот факт, что энергия активации ϵ_1 не равна нулю при $N_{рд} = N_{рд}^C$, свидетельствует о том, что щель между зоной дефектов и валентной зоной, определяющая величину ϵ_1 , не схлопывается вблизи критической точки ПДМ. Следовательно, ПДМ происходит внутри зоны дефектов, а не при ее слиянии с валентной зоной.

Для выяснения характера ПДМ в германии с РД нами была сделана попытка применения скейлингового подхода к ПДМ. Согласно [3], величина энергии активации прыжковой проводимости с переменной длиной прыжка (T_0) должна определяться как $T_0 \sim |1 - N_{рд} / N_{рд}^C|^\nu$, где ν — критический индекс. Анализ экспериментальных данных, полученных нами в [2], показал, что для германия с РД $\nu \approx 4,5$, что более чем в два раза превышает теоретическое значение [3].

В [2] нами была экспериментально определена величина минимальной металлической проводимости (σ_{\min}) германия с РД, равная $\cong 9$ Ом⁻¹см⁻¹, что удовлетворительно согласуется с величиной σ_{\min} , рассчитанной согласно теории Мотта [4]. Полученные экспериментально значения $\sigma(0)$ также разумно согласуются с σ_{\min} .

Отмеченные особенности позволяют считать, что ПДМ в германии с мелкими уровнями радиационных дефектов имеет достаточно резкий ха-

рактер и, по-видимому, могут свидетельствовать о применимости моттовской концепции минимальной металлической проводимости.

1. Dobrego V. P., Ermolaev O. P., Tkachev V. D. // *Physica Status Solidi (a)*. 1977. V. 44. № 2. P. 435.
2. Ермолаев О. П. // *Весті АН Беларусі. Сер. фіз.-мат. навук*. 1995. № 1. С. 70.
3. Abrahams E., Anderson P. W., Licciardello D. C., Ramakrishnan T. V. // *Phys. Rev. Lett.* 1979. V. 42. № 10. С. 673.
4. Мотт Н. Ф. *Переходы металл-изолятор*. М., 1979.

Поступила в редакцию 20.04.95.

УДК 621.921.34:666.233

Л. О. МЕЛЕШКО

ГОМОГЕННОЕ ЗАРОДЫШЕОБРАЗОВАНИЕ АЛМАЗА В ОБЛАСТИ ЕГО МЕТАСТАБИЛЬНОСТИ

The radii of critical nuclei, their formation activities and the number of the atoms contained have been calculated for diamond and graphite at different gas phase oversaturations.

В связи с потребностями практики в последние десятилетия интенсивно ведется поиск метода получения эпитаксиальных пленок алмаза. К настоящему времени в решении этой задачи достигнуты существенные успехи: доказана возможность синтеза алмаза из углеродсодержащих молекул в области его метастабильности, получены неоднородные по толщине эпитаксиальные пленки площадью в несколько мм² на алмазных подложках. Однако современное приборостроение нуждается в однородных монокристаллических пленках алмаза значительно больших размеров (диаметром до 10 дюймов).

Многочисленные попытки исследователей различных стран мира решить эту проблему известным методом эпитаксиального наращивания, в основе которого лежит лишь свойство поверхностного слоя подложки оказывать ориентирующее действие на процесс формирования структуры пленки, не привели к желаемым результатам. Анализ причин неудач привел нас к убеждению в необходимости нахождения иного пути для достижения поставленной цели. Результатом поиска явилась разработка новой концепции, в основу которой положено свойство вещества формировать различные структуры в зависимости от условий, определяющих процесс фазового превращения. В соответствии с этой концепцией, прежде чем начинать наращивание эпитаксиальной пленки необходимо определить параметры синтеза, при которых данное вещество формируется в виде совершенного монокристалла. Только после этого можно подбирать подложку с учетом ее влияния на кристаллизующееся вещество. Соблюдение такой последовательности при наращивании эпитаксиальной пленки на собственном монокристалле будет способствовать формированию однородной монокристаллической пленки по всей ее толщине. В случае инородной подложки у границы раздела будет образовываться в большей или меньшей степени деформированный слой, переходящий в однородный монокристалл по мере увеличения толщины пленки. При этом после удаления (например, стравливания) подложки может быть получена основа для последующего наращивания однородной монокристаллической пленки любой толщины.

Практическое решение данной проблемы в свете новой разработанной нами концепции требует исключительного внимания к теоретическим исследованиям, ведущим к познанию самого явления эпитаксии: механизма зарождения и формирования тонких пленок, образования в них дефектов, роли подложки. Одной из важнейших проблем синтеза является стадия зародышеобразования, которой определяются структура и свой-