

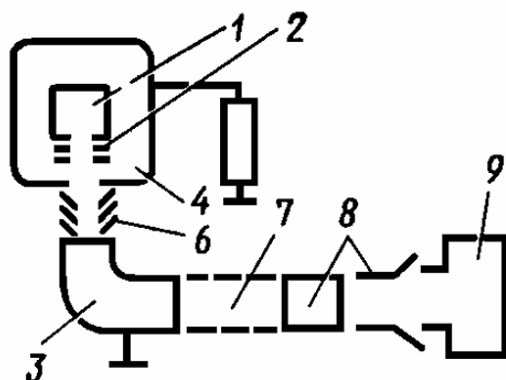


Рис. 1. Упрощенная схема установки для ионной имплантации «Везувий-9»

Установка содержит следующие функциональные узлы: система напуска рабочего вещества, источник ионов, система формирования ионного пучка, ионопровод, сепаратор ионов, система доускорения, камера с образцами, системы откачки, блоки питания. Источник ионов генерирует поток ионов различной массы и соответствующим потенциалом вытягиваются в ускоритель, где приобретают нужную энергию. Система извлечения ионов служит для эффективного извлечения ионов и формирования ускоренного потока требуемого поперечного сечения. Системы формирования ионных потоков состоят из линз. Линзы могут быть нескольких типов: иммерсионные, одиночные электростатические, составленные из комбинаций соосных цилиндров, а также диафрагм. Масс-сепараторы выполняют роль фильтра для ионов. Их основная задача состоит в отборе ионов конкретного изотопа с определенном зарядом. В качестве масс-сепаратора широкое применение получил фильтр Вина. Системы сканирования необходимы для легирования пластин большой площади. Рабочие камеры служат в качестве пространства для установки подвижных держателей легируемых пластин. Вакуумные системы обеспечивают максимальную защищенность рабочего пространства от лишних газов и примесей. Установка «Везувий-9» демонстрирует высокую производительность и универсальность, что делает его важным инструментом в области полупроводниковых технологий.

Литература

1. Оборудование для ионной имплантации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studopedia.ru/4_94428_razdel-.html?ysclid=m45fal6rws308708874. – Дата доступа: 25.11.2024.
2. Технологическое оборудование для ионной имплантации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://phys.vsu.ru/me/downloads/m13-64.pdf>. – Дата доступа: 03.12.2024.

УДК 681

РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА АМБИПОЛЯРНОЙ ДИФфуЗИИ В ПОЛУПРОВОДНИКАХ С ГЛУБОКИМИ УРОВНЯМИ ПРИМЕСЕЙ И ДЕФЕКТОВ

Магистрант гр. 61315023 Забогонский К. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Шадурская Л. И.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Целью данной работы явилась разработка математической модели процессов диффузии и дрейфа, а также программы для вычисления коэффициента амбиполярной диффузии в условиях инжекционной перезарядки глубоких уровней примесей и дефектов.

Рассмотрение процессов амбиполярной диффузии и дрейфа неравновесных носителей в полупроводниках традиционно проводится в предположении, что концентрации неравновесных электронов и дырок равны и можно пренебречь процессами инжекционной перезарядки примесей и дефектов. При этом коэффициент амбиполярной диффузии D является постоянной величиной.

Однако, известно, что процесс инжекционной перезарядке глубоких уровней примесей и дефектов существенно влияет как на время жизни неравновесных носителей заряда, так и на коэффициент амбиполярной диффузии.

Система уравнений, описывающая процессы диффузии и дрейфа неравновесных носителей заряда в условиях инжекционной перезарядки центров, имеет вид:

$$\begin{aligned} j_n &= qn\mu_n E + qD_n \nabla n; \\ j_p &= qp\mu_p E + qD_p \nabla p; \\ \Delta p &= \Delta n + N(f - f_0), \end{aligned} \quad (1)$$

где E – напряженность амбиполярного поля диффузии, f_0 – равновесная функция Ферми – Дирака, f – неравновесная стационарная функция заполнения центров элементами [1], j_n, j_p – полный ток электронов и дырок соответственно, n, p – концентрация свободных электронов и дырок, μ_p, μ_n – подвижность электронов и дырок, N – концентрация примесей, $\Delta n, \Delta p$ – неравновесные концентрации электронов и дырок.

Решение системы уравнений (1) относительно E . Подставляем в уравнение для плотности тока электронов, получаем выражение для коэффициента амбиполярной диффузии D в следующем виде.

$$D = D_n + \mu_n(n_0 + \Delta n) \frac{(D_p - D_n) + \frac{D_p N}{L} \left(\frac{(K\Delta n + \Omega)K + \frac{1}{2}R}{[(\Omega + K\Delta n)^2 + F + R\Delta n]^{\frac{1}{2}}} K \right)}{\mu_n(n_0 + \Delta n) + \mu_p(p_0 + \Delta n) + \frac{N}{L}(\Omega - K\Delta n + [(\Omega + K\Delta n)^2 + F + R\Delta n]^{\frac{1}{2}} - f_0 L)}, \quad (2)$$

где $\Omega = \gamma_n(n_0 + n_1) + \gamma_n(p_0 - Nf_0 + p_1)$, $k = \gamma_n + \gamma_p$, $F = R \left(N_0 + \frac{\gamma_p}{\gamma_n} p_1 \right)$, $R = 4N\gamma_n\gamma_p$, $L = 2N\gamma_p$.

С помощью разработанной программы был проведен расчет коэффициента амбиполярной диффузии от уровня инжекции.

Литература

1. Влияние уровня возбуждения на процессы безызлучательной рекомбинации на точечных дефектах структуры / Л.И. Шадурская, В.Б. Яржембицкий // Труды 29 междунаrodn. коллокви. – Илльменау (ГДР), 1984. – Ч. 2. – NB2. – С. 118–122.

УДК 621.3

ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ КВАНТОВЫХ ПРОВОЛОК

Студент гр. 31310121 Загорцев А. А.

Кандидат физ.-мат. наук, доцент Щербакова Е. Н.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

В данной работы был проведен обзор технологий формирования квантовых нитей, включая выбор исходных материалов и оптимизация параметров процесса. Рассмотрено оборудование, применяемое на различных этапах создания квантовых нитей. Был произведен расчет вакуумной системы установки вакуумного напыления, используемого при металлизации.

Показано, что большинство способов изготовления квантовых нитей основывается на том, что в системе с двумерным электронным газом (квантовая яма) тем или иным способом ограничивается движение носителей заряда в еще одном направлении. Для этого есть несколько методов. Наиболее очевидный – это непосредственное «вырезание» узкой полоски с помощью литографической техники (рис. 1) [1].

При этом для получения электронных нитей шириной в сотни ангстрем, где квантование энергий электронов будет заметным, необязательно делать полоски именно такой ширины, что требует литографической техники сверхвысокого разрешения. Дело в том, что на боковых гранях вытравленной полоски, как и на свободной поверхности полупроводника, образуются поверхностные состояния, создающие, как правило, слой обеднения. Этот слой вызывает сужение проводящего канала, в результате чего квантовые эффекты можно наблюдать и в полосках большей ширины – порядка десятой доли микрона [2].