

ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЛЕКСНОГО ДЕФЕКТООБРАЗОВАНИЯ В КРЕМНИИ, ЛЕГИРОВАННОМ НИКЕЛЕМ

С.С. Насриддинов¹, Д.М. Есбергенов²

¹ АО «FOTON», г. Ташкент, Узбекистан

² Научно-исследовательский институт физики полупроводников и микроэлектроники
при НУУЗ, г. Ташкент, Узбекистан

Методами нестационарной емкостной спектроскопии (DLTS) и комбинационного рассеяния света (рамановская спектроскопия) изучено поведение примесей никеля и водорода в кремнии. Показано, что колебания атомов Ni и H в Si находятся в диапазоне 925–985 см⁻¹. В спектрах DLTS в кремнии *n*- и *p*-типа, диффузионно-легированном Ni, наблюдаются два глубоких уровня с энергиями $E_v + 0.17$ эВ и $E_c - 0.42$ эВ. Выявлено, что при химическом травлении в Si, легированном Ni, образуются различные дефектные комплексы, связанные с водородом, энергии которых равны $E_c - 0.18$ эВ, $E_c - 0.54$ эВ, $E_v + 0.26$ эВ и $E_v + 0.55$ эВ.

Ключевые слова: дефектный комплекс, комбинационное рассеяние света, метод нестационарной емкостной спектроскопии, кремний, переходные металлы, никель, водород.

Введение

В настоящее время прилагаются значительные усилия для разработки методов геттерирования и пассивации с целью удаления примесей из активной области кремниевого устройства. Для изучения эффекта данных методов необходимо знать диффузионные и электрические свойства примесей внутри кристалла кремния [1, 2]. Наноструктурированные оксиды металлов также активно изучаются как для научных целей, так и для потенциальных приложений [3]. Оксиды металлов могут принимать большое разнообразие структурных геометрий с электронной структурой, которая может проявлять металлические, полупроводниковые или изоляционные характеристики, в зависимости от их химических и физических свойств [4]. Полупроводники, легированные переходными металлами, привлекли большое внимание из-за их важных применений в различных приборах, таких как УФ-детекторы, полевые транзисторы, коротковолновые лазеры, высокочувствительные химические датчики и нелинейные варисторы. Таким образом, изучение примесей переходных металлов, в частности никеля, кобальта, меди, становится все более важным для полупроводниковой технологии.

Как известно, никель имеет самый высокий коэффициент диффузии и растворимость, даже при комнатной температуре он легко диффундирует в кристаллическую решетку [5]. Диффузия никеля в кремнии приводит к созданию глубоких энергетических уровней (ГУ). Долгие годы ученые исследовали энергетические уровни никеля в кремнии, пытаясь понять природу возникновения различных дефектов. До сегодняшнего дня с помощью методов Холла и DLTS наблюдались два уровня никеля в кремнии: донорный уровень при $E_v + (0.15 - 0.18)$ эВ и акцепторный уровень при $E_c - (0.38 - 0.47)$ эВ. Кроме того, обнаружен третий двойной акцепторный уровень никеля при $E_c - (0.07; 0.08)$ эВ [6].

Примеси переходных металлов, в частности Ni в Si, изучаются давно, и свойства изолированных атомов изучены также достаточно хорошо. Но в то же время недостаточно информации о природе соединений никеля с водородом (Ni-H), в которых H выступает в роли пассиватора, и до сегодняшнего дня ни исследовались комплексные дефекты Ni-H в Si методом рамановской спектроскопии. Поэтому в данной работе поставлена задача восполнить недостающий объем информации об идентификации дефектов, связанных с никелем, и их взаимодействии с водородом в кремнии методом DLTS и структурного анализа.

Описание объекта и методов исследования

Для исследования были изготовлены подложки в виде пластинок *n*- и *p*-типа кремния, выращенные методом Чохральского, размером 10×5 мм и толщиной 2 мм. Легирование образцов Si примесями Ni осуществлялось методом термодиффузии при температуре от 800 до 1150 °С в течение 2–5 ч.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>