

Исследование технологии выращивания эпитаксиальных слоев арсенида галлия на германиевой подложке методом газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений

Д. А. Кудряшов, Р. В. Левин, Б. В. Пушный, Е. П. Ракова

ФТИ им. А. Ф. Иоффе, Санкт-Петербург, Россия

тел: (812) 297-51-69, эл. почта: kudryashovda@gmail.com

В настоящее время оптоэлектронные приборы изготавливаются, в основном, на подложках из полупроводниковых соединений типа АІІІВ (например, GaAs, InP, GaSb). Возможно уменьшение стоимости подложки при использовании германия или кремния в качестве материала для ее изготовления. Кроме того это сделает возможным создание интегрированных приборов, использующих все преимущества развитой полупроводниковой базы на кремнии и германии.

В настоящее время нет подробных результатов исследований закономерностей роста GaAs и его твердых растворов на германии. Исследователи приводят лишь частичные данные по особенностям технологических процессов роста в вышеуказанной системе, при этом не раскрывая суть закономерностей роста и зависимости электрофизических характеристик полученных материалов от условий выращивания.

Целью данной работы является получение GaAs на германиевой подложке с качеством, приемлемым для практического применения в полупроводниковых приборах.

Арсенид галлия выращивали на подложках p-Ge(100)6°(111) с использованием метода газофазной эпитаксии из металлоорганических соединений (МОСГФЭ) на установке АІХ-200 при давлении в реакторе 100 мбар. В качестве реагентов использовали TEGa и AsH³. Газом-носителем служил водород. Температуру роста изменяли в пределах 550-700 °С, соотношение V/III варьировалось в диапазоне 5-80. Толщина пленки GaAs составляла около 500 нм.

Было определено, что эпитаксиальный рост GaAs на германиевой или кремниевой подложке на начальной стадии происходит по 3D-механизму, что влечет образование многочисленных структурных дефектов [1]. Поэтому, необходимым условием снижения числа дефектов в растущей пленке является формирование буферного слоя GaAs при пониженных температурах и высоких скоростях роста.

Наилучшая морфология поверхности (без рельефа) наблюдалась у образцов, выращенных при T=550 °С и соотношении потоков источников пятой и третьей группы в газовой фазе равной 60. На границе слой-подложка отсутствуют каверны и иные неоднородности. Спектр фотолюминисценции (при 77К) арсенида галлия, выращенного на германии выявляет два отчетливых максимума. Первый пик (1,50 эВ), согласно [2] отвечает переходам в GaAs, легированном германием с донорного уровня Ge^{Ga} в валентную зону и имеет полуширину (FWHM) 12 мэВ, что характерно для качественных полупроводниковых слоев; второй, более размытый пик (1,23 эВ и FWHM=130

мэВ) соответствует переходам с донорного (Ge^{Ga}) на акцепторный (V^{Ga}) уровень [2]. По данным рентгеновской дифрактометрии (XRD) полуширина кривой качания GaAs составляет $25''$, что соответствует качеству наилучших образцов, полученных нами ранее эпитаксиальных слоев GaAs на GaAs-подложке, а также полученными зарубежными исследователями [3]. Таким образом, разработанная нами технология выращивания GaAs на германии может быть использована для изготовления широкого спектра полупроводниковых структур.

Литература

1. Ю. Б. Болховитянов, О. П. Пчеляков. Эпитаксия GaAs на кремниевых подложках: современное состояние исследований и разработок. Успехи физических наук, том 178, №5, 2008 г.
2. Guy Brammertz et al. Low-temperature photoluminescence study of thin epitaxial GaAs films on Ge substrates. J. Appl. Phys. 99, 093514 (2006)
3. S. Scholz et al. MOVPE growth of GaAs on Ge substrates by inserting a thin low temperature buffer layer. Cryst. Res. Technol. V. 41, N. 2, P. 111 — 116 (2006)