

Х.Миркурбанов, В.Тимофеев, В.Одинокоев,  
Г.Павлов, Д.Верёвкин, А.Кравченко  
СТО17@niitm.ru, info@niitm.ru

# УСТАНОВКА ЭПИТАКСИАЛЬНОГО НАРАЩИВАНИЯ

## СЛОЕВ ДЛЯ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОДЛОЖЕК БОЛЬШОГО ДИАМЕТРА

**У**стойчивая тенденция к уменьшению размеров элементов структуры микроприборов до субмикронных требует модернизации существующего и разработки нового эпитаксиального прецизионного оборудования [1,2]. Это особенно важно в связи с переходом на использование подложек большого диаметра (200 и 300 мм), а также необходимостью получения эпитаксиальных структур (ЭС) с разнородными материалами.

В России для получения эпитаксиальных структур на кремниевых подложках диаметром 100 и 150 мм в основном используется оборудование групповой обработки (УНЭС-101, ЭПИКВАР 101М, ЭПИКВАР 121МТ и др.). Для таких установок разработан ряд реакторов, совершенствование которых связано с ростом требований к ЭС [4].

По способу нагрева реакторы можно разделить на две группы – с односторонним и двухсторонним нагревом подложек. В реакторах с односторонним нагревом подложки расположены на внешней стороне нагревателя, где нагрев в основном индукционного типа (ЭПИКВАР-101М, EpiPro и др.) [3–5]. Во второй группе реакторов нагрев осуществляется лучистой энергией (ИК) от ламповых панелей через стенку реактора.

По сравнению с групповой индивидуальная обработка подложек имеет ряд достоинств. К ним относятся возможность полной автоматизации, кластеризация, более простой и надежный невскрываемый реактор с управляемым течением газового потока, минимальная фоновая память реактора, меньшие энергетические затраты, более экономичное использование реагентов [3–6]. Как и при групповой обработке, в реакторах индивидуальной обработки используется односторонний и двухсторонний нагрев подложек.

С использованием результатов теплофизических и физико-механических исследований состояния подложки в реакторе эпитаксиального наращивания для индивидуальной обработки подложек больших диаметров, а также анализа

газодинамических характеристик потока в щелевом кварцевом реакторе в НИИТМ разработана и выпускается установка эпитаксиального наращивания для индивидуальной обработки подложек – ЕТМ 150/200-0,1, компоновочная схема которой приведена на рисунке.

Установка предназначена для выполнения как низкотемпературного (Ge), так и высокотемпературного (Si) эпитаксиального наращивания на индивидуальные подложки диаметром 150–200 мм при нормальном и пониженном давлении. Нагрев подложки ламповый (ИК), автоматизация процесса полная.

Конструктивно установка выполняется в виде единого технологического модуля, включающего реактор с ламповой системой нагрева, системы автоматической перегрузки подложек, управления и газораспределения.

Реакторный блок содержит кварцевый реактор, подложкодержатель (графит ОСЧ, покрытый SiC), ламповый блок и систему механизации. Последняя представляет собой узел вращения подложки с диапазоном угловых скоростей 5–100 об/мин.

В ламповом блоке размещены галогеновые лампы верхнего, нижнего и бокового нагрева. Внутренние отражающие стенки лампового блока полированы и покрыты отражающим слоем золота. Охлаждение корпуса ламп и стенок реактора воздушное. Температура охлаждаемой стенки реактора 550–600°C. Контроль и пятизонное управление температурой подложкодержателя осуществляется с помощью пяти термопар.



Модуль загрузки обеспечивает манипуляции подложкой без участия оператора и без вскрытия реакторной зоны.

В системе газораспределения используются быстродействующие высокоточные дозаторы с металлическими уплотнениями, исключающими загрязнение реактора.

Система управления установкой трехуровневая, построенная на промышленном контроллере DL-405 с доступным программным обеспечением "Think and Do". Управляющая станция включает компьютерный блок, монитор и клавиатуру.

Ожидаемая типовая производительность – 10 пл./ч, что соответствует зарубежным аналогам. Установка рассчитана на непрерывную работу без вскрытия реактора. Для обеспечения производительности, сравнимой с производительностью установки групповой обработки, необходимо компоновать две установки с вариантами левостороннего и правостороннего технологического обслуживания.

Результаты теплофизических и физико-механических исследований процесса наращивания прецизионных эпитаксиальных слоев на подложках большого диаметра, анализ газодинамических характеристик потока в щелевом кварцевом реакторе и пластических деформаций подложек, ставшие теоретической основой создания установки ЕТМ 150/200-01, будут представлены в статье этого же творческого коллектива в следующем номере журнала.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Петров С.В., Прокопьев Е.П., Белоусов В.С. Опытно-промышленная эпитаксия кремния: Новая аналитическая модель. – Петербургский журнал электроники, 1996, №1 (10), с. 29–40.
2. Макушин М.В. Современное состояние и перспективы развития рынка эпитаксиальных пластин. – Зарубежная электронная техника, 2001, вып. 4, с.53–59.
3. Сажнев С.В., Миркурбанов Х.А., Тимофеев В.Н. Состояние проблемы разработки эпитаксиальных устано-

вок. – Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России. – М.: ВИМИ, 2003, № 4, с. 43–45.

4. Петров С.В., Сигалов Э.Б., Папков Н.С. Эпитаксиальные реакторы для различных областей полупроводникового производства. – Электронная промышленность, 1990, №3, с. 3–6.

5. Каблуков А.Л. Разработка и исследование агрегатов для проведения процесса газофазного осаждения эпитаксиальных слоев кремния на подложки большого диаметра./Дисс. на соискание к.т.н., М.:2003.

6. Миркурбанов Х.А. Разработка реактора эпитаксиального наращивания одиночных подложек и исследование в нем теплофизических и физико-механических процессов./ Дис. на соиск. учен. степени к.т.н., М., 2005.

## НОВЫЕ КНИГИ

**Нанотехнологии. Наноматериалы. Наносистемная техника. Мировые достижения – 2008 год.**

Сборник под ред. д.т.н.,  
профессора П.П. Мальцева. –  
М.: Техносфера, 2008. – 416 с.,  
ISBN 978-5-94836-180-2

Издание является продолжением серии публикаций издательства "Техносфера" по мировым достижениям в области нанотехнологий. Книга включает материалы, опубликованные в 2006-2008 гг. в журнале "Нано- и микросистемная техника" и сгруппированные по разделам: наноматериалы, наноэлектроника, нанодатчики и наноустройства, диагностика наноструктур и наноматериалов, нанобиотехнология, применение нанотехнологий в медицине.

В иллюстрированном издании представлены примеры реализации и применения технологии формирования наноструктур, методов исследования наноматериалов, метрологического обеспечения и основ технологии наносистемной техники.

По просьбе читателей в книгу введен раздел АНГЛО-РУССКИЙ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКИЙ СЛОВАРЬ ПО МИКРО- И НАНОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКЕ.

Сборник представляет интерес для ученых, инженеров и преподавателей высшей школы, аспирантов и студентов, специализирующихся в области нанотехнологий, наноматериалов, наноэлектроники, микро- и наносистемной техники.

### Как заказать наши книги?

По почте: 125319 Москва, а/я 91  
По тел./факсу: (495) 956-3346, 234-0110  
E-mail: knigi@technosphaera.ru; sales@technosphaera.ru

