

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.793.162

ИЗМЕРИТЕЛЬНО-РОСТОВОЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ СИНТЕЗА И ИССЛЕДОВАНИЯ IN SITU МАТЕРИАЛОВ СПИНТРОНИКИ

© 2012 г. С. В. Рыхлицкий, В. А. Швец, Е. В. Спесивцев, В. Ю. Прокопьев, С. Г. Овчинников*,
В. Н. Заблуда*, Н. Н. Косырев*, С. Н. Варнаков*, Д. В. Шевцов*

*Институт физики полупроводников СО РАН
Россия, 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 13*

**Институт физики СО РАН
Россия, 660036, Красноярск, Академгородок*

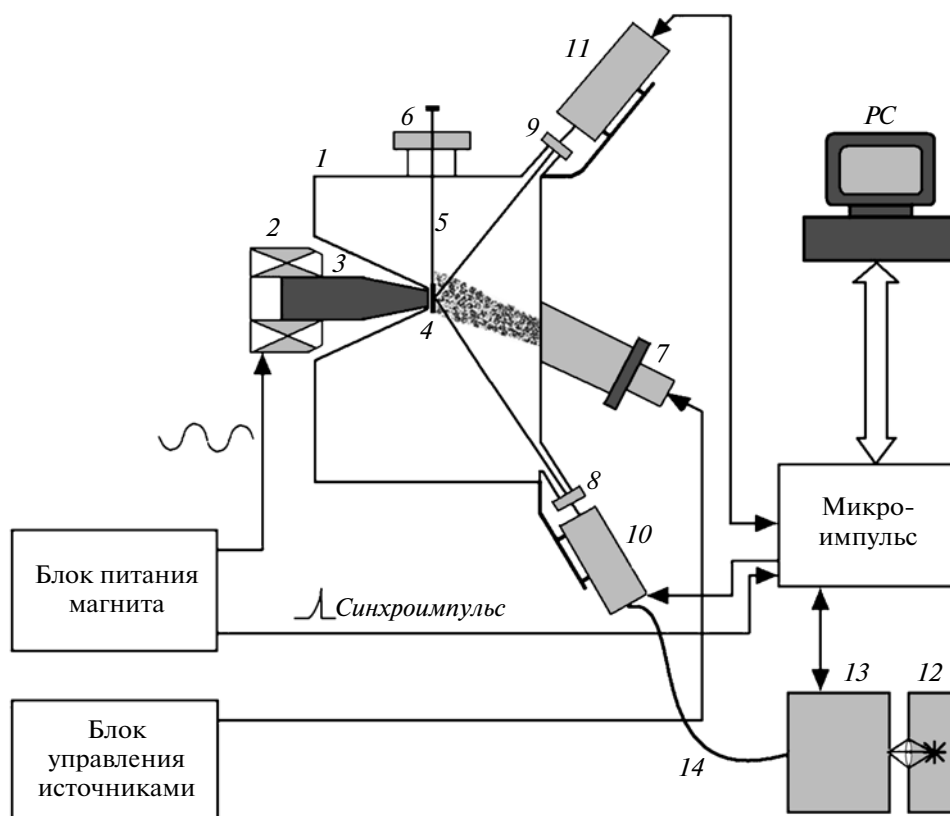
Поступила в редакцию 17.06.2011 г.

Описан комплекс, предназначенный для многоцелевой характеристики моно- и многослойных структур полупроводниковой спинтроники, содержащих слои ферромагнитных материалов.

Быстродействующий вакуумно-эллипсометрический комплекс представляет собой сверхвысоковакуумную камеру с установленным на ней in situ магнитоэллипсометром и предназначен для исследования оптических, магнитных, структур-

ных и других свойств выращиваемых гетероструктур в реальном времени и в широком температурном интервале.

В состав комплекса (рисунок) входит вакуумная камера 1 с электромагнитом 2, расположен-



Блок-схема измерительно-ростового комплекса. 1 – вакуумная камера; 2 – электромагнит; 3 – магнитопрод; 4 – образец; 5 – шток-манипулятор; 6 – загрузочный фланец; 7 – испаритель; 8 – входное вакуумное окно; 9 – выходное вакуумное окно; 10 – блок поляризации излучения; 11 – анализирующий блок; 12 – осветитель; 13 – монохроматор; 14 – световод.

ным вне вакуумной зоны камеры. Магнитное поле через магнитопровод 3 концентрируется в области, где расположен держатель образца 4, закрепленный на штоке – манипуляторе 5. Держатель с образцом загружается в камеру через загрузочный фланец 6. Источником молекулярных потоков при росте слоев служит испаритель 7, работа которого задается от блока управления источниками.

Аналитическая часть установки – описанный ранее в работе [1] магнитоэллипсометр. Он состоит из поляризующего 10 и анализирующего 11 блоков, которые смонтированы на вакуумной камере. Блоки отъюстированы так, что их оси поляризации ориентированы в плоскости падения света, которая задается положением образца и перпендикулярна его поверхности. Источником излучения служит осветитель 12, собранный на основе галогенной лампы. Спектральное разложение света осуществляется малогабаритным монохроматором 13 и передается с помощью световода 14 в поляризующий блок. Излучение попадает в камеру через входное 8 и выходит наружу через выходное 9 вакуумные окна, которые изготовлены по специальной технологии и не вносят возмущение в состояние поляризации.

Магнитоэллипсометр управляется по каналу USB персональным компьютером, который задает режим работы и параметры измерения. В режиме эллипсометрических измерений реализуется непрерывное сканирование спектра в заданном диапазоне при нескольких положениях оптических элементов – поляризатора P и анализатора A . Зависимости эллипсометрических параметров рассчитываются по результатам четырех сканирований при $P = \pm 45^\circ$ и $A = 0^\circ, 45^\circ$, согласно алгоритмам, изложенным в [2].

Магнитооптические измерения проводятся при пошаговом изменении длины волны и фиксированных положениях оптических элементов. Измеряется оптический отклик при подаче на электромагнит переменного напряжения синусоидальной, треугольной или прямоугольной формы. Синхронизация измерений с фазой магнитного поля осуществляется с помощью синхроимпульса. Для повышения отношения сигнал/шум измерения накапливаются в течение нескольких периодов колебаний, усредняются и отображаются в виде зависимости магнитооптического отклика от напряженности магнитного поля.

Основные технические характеристики. Базовый вакуум 10^{-7} Па; максимальная напряженность магнитного поля 0.42 Тл; частота магнитного поля 0.1–1 Гц; максимальная температура молекулярных источников 1173 К; планируемый температурный режим подложки 77–1200 К. Спектральный диапазон 350–1000 нм; спектральное разрешение 3 нм. Время измерения спектра эллипсометрических параметров 20 с; точность измерения эллипсометрических параметров: $\delta\psi = 0.02^\circ$, $\delta\Delta = 0.05^\circ$; чувствительность магнитооптического сигнала $5 \cdot 10^{-5}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рыхлицкий С.В., Швец В.А., Спесивцев Е.В., Прокопьев В.Ю. // ПТЭ. 2009. № 5. С. 166.
2. Швец В.А., Спесивцев Е.В., Рыхлицкий С.В. // Оптика и спектроскопия. 2004. Т. 97. № 3. С. 514.

Адрес для справок: Россия, 630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 13, Институт физики полупроводников СО РАН; тел. (383) 3333-884; fax: (383) 333-2771. E-mail: rhl@isp.nsc.ru