

ПОЛУЧЕНИЕ СЛОЕВ АМОРФНОГО КРЕМНИЯ, КРЕМНИЯ ЛЕГИРОВАННОГО 1% В И АМОРФНОГО УГЛЕРОДА НА ПОВЕРХНОСТИ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА И ЭНЕРГИИ СВЯЗИ ВОДОРОДА В АМОРФНЫХ СЛОЯХ



ООО «НПК Электронные и Пучковые Технологии»

А. М. Полянский, В. А. Полянский



Е. И. Тербуков, О. И. Коньков

Аморфные слои толщиной от 2 до 4.2 мкм были получены на поверхности монокристаллического кремния марки КДБ 7.5 [100], группа 1А1-38Б ЕТО.035.206.ТУ на полированной стороне. Размеры подложки 20x8,5x0,3 мм³.

Слои аморфного гидрированного кремния a-Si:H синтезированы методом высокочастотного разложения (частота 40МГц) смеси 25% SiH₄ + 75% Ar в диодной системе. Температура подложки составляла 250⁰С, давление смеси – 25 Па, мощность высокочастотного воздействия – 0,02 Вт/см². Скорость осаждения составляла 10 нм/мин.

Для получения слоев, легированных бором a-Si:H/B, к исходной газовой смеси добавлялся диборан с концентрацией B₂H₄/SiH₄ около 10⁻². Остальные параметры процесса оставались теми же.

Слои аморфного гидрированного углерода a-C:H синтезированы аналогичным методом из смеси 12% CH₄ + 88% Ar при комнатной температуре подложки. Скорость осаждения составляла 2 нм/мин.

Определение содержания водорода производилось методом вакуум-нагрева при температуре экстракции 550°С. Температура экстракции была предварительно определена в опытах с чистым монокристаллическим кремнием.

Измерения проводились с помощью анализатора водорода АВ-1



Анализатор водорода АВ-1

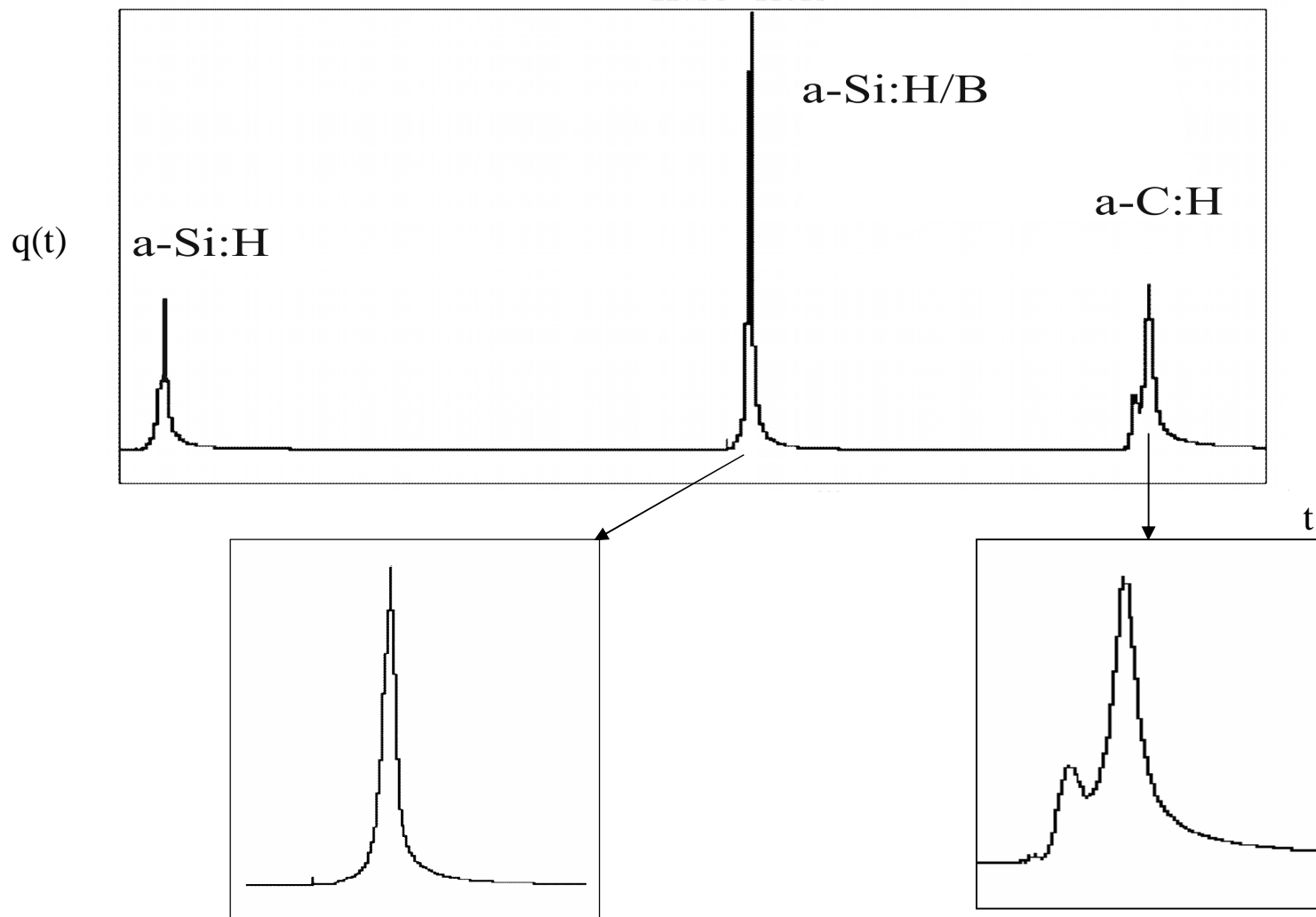
Подготовка прибора и калибровка производились в соответствии с требованиями ГОСТ 21132.1-98. (Методы определения водорода в твердом металле вакуум-нагревом)

Результаты анализов приведены в Таблице 1. Графики экстракционных кривых для аморфных слоев Si и C приведены на рис.1.

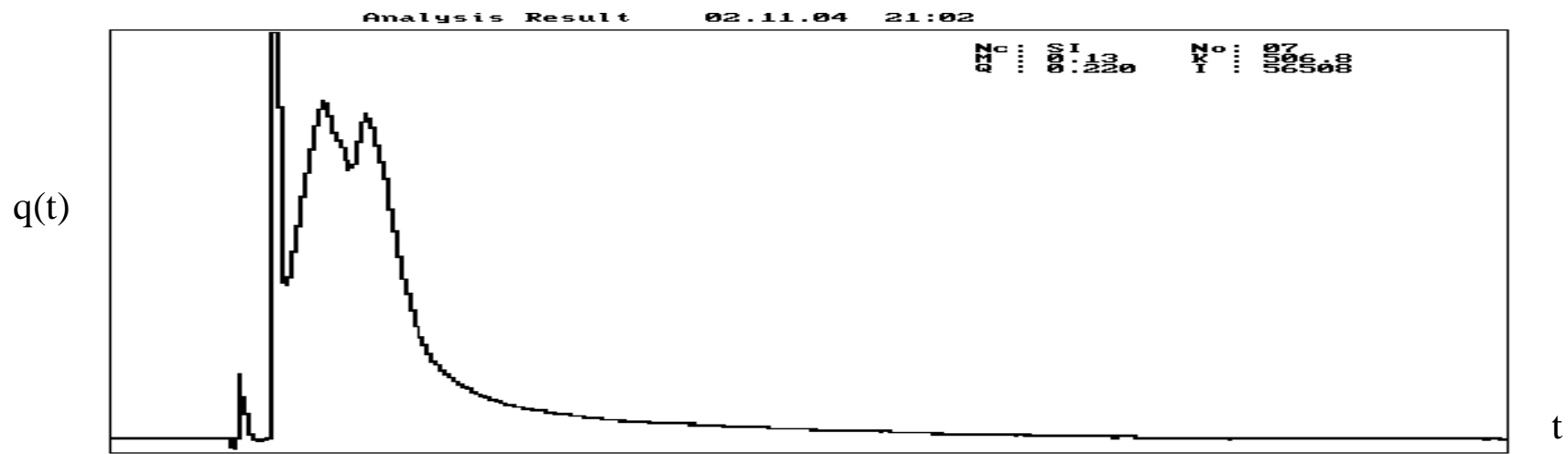
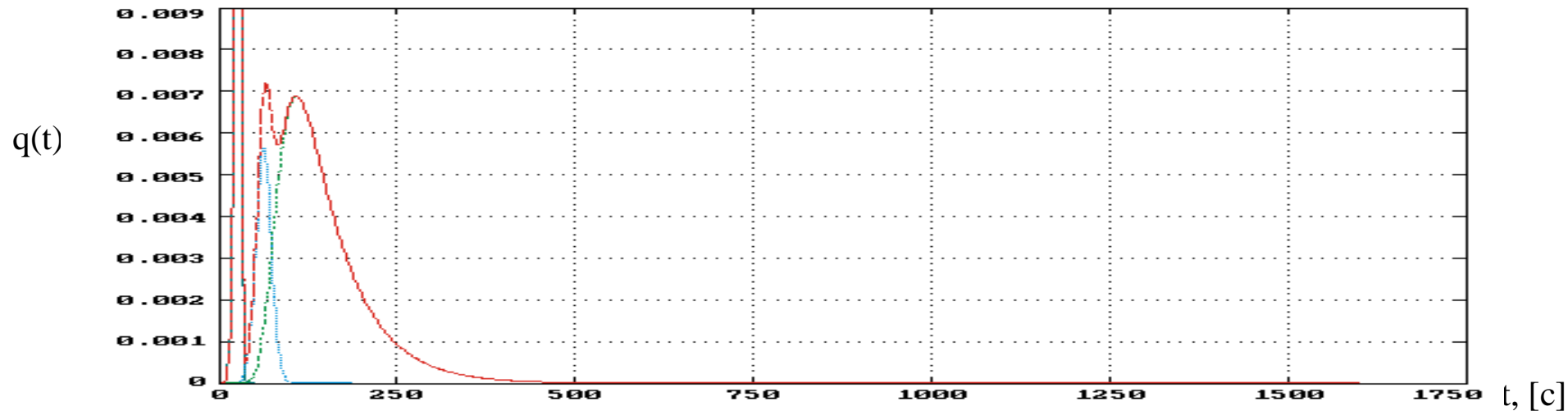
Таблица 1. Результаты анализов на содержание водорода

Тип образца	Толщина образца (мкм)	Масса образца (мг)	Длительность анализа (с)	Содержание водорода по отдельным пикам [10 ⁻⁴ %] масс	Полное содержание водорода [10 ⁻⁴ %] масс
Si - кристаллический	300	130	300	0,333 0,544	0,877
		130	196	0,974 0,165 0,618	1,757
Аморфный Si	3,5	0,672	1060	3816	3816
Аморфный Si+B1%	4,2	0,806	524	5480	5480
Аморфный C	2,1	0,363	1220	184 1469 12200	13853

Графики экстракционных кривых



Экстракционные кривые – временные зависимости потока молекулярного водорода из образца при его нагревании в вакуумном экстракторе.



Экстракционная кривая для монокристаллического кремния (снизу) и результат ее моделирования (красная кривая сверху). Голубым и зеленым цветами выделены пики (экстракционные кривые) водорода с одной энергией связи.

Общее содержание водорода в монокристаллическом кремнии на 3-4 порядка ниже, чем в аморфных слоях Si и C. Энергия связи водорода, соответствующая трем пикам экстракционной кривой составляют 0,75 эВ, 1,2 эВ, 1,6 эВ. Метод определения энергии связи изложен в [1].

Экстракционные кривые слоев аморфного Si содержат один максимум. Добавка 1%В приводит к увеличению содержания водорода в 1,44 раза.

Аморфный слой углерода содержит водород с тремя энергиями связи (оценочные значения: 1,8 эВ, 2,0 эВ, 2,1 эВ).

Оценочные значения энергии связи водорода в аморфных слоях 2,0 эВ. Уточнение этой цифры требует дальнейших теоретических и экспериментальных исследований.

Рассматриваемый подход к исследованию свойств материалов не требует предварительного насыщения исследуемых образцов водородом. Естественный водород, находящийся в твердом теле, несет информацию о предыстории материала, что позволит при дальнейшем развитии методики получать более полную информацию из измеренных экстракционных кривых.

Метрологический комплекс, включающий анализатор водорода и калибровочные эталоны позволяет реализовать принцип единства средств измерений при проведении анализов различных материалов, получить дополнительную информацию об объеме и структуре внутренних и поверхностных механических дефектов.

Литература

1. А.М.Полянский, В.А.Полянский, Д.Б.Попов-Дюмин, Использование анализатора АВ-1 для исследования динамики высокотемпературной вакуумной экстракции водорода из металлических образцов// Материаловедение №5(98) Москва, 2005г. с.51-54.