БЫСТРЫЙ НАГРЕВ И ОХЛАЖДЕНИЕ ОБРАЗЦОВ В УПРАВЛЯЕМОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ*

А.Алексеев, К.Крупальник, Н.Корнилов
sales@semiteq.ru

Термическая обработка полупроводниковых пластин – важный этап многих технологических маршрутов при формировании приборов микроэлектроники, предъявляющий повышенные требования к лабораторному и промышленному оборудованию. Важнейшие характеристики такого процесса: скорость и однородность нагрева/охлаждения образцов, максимальная температура, время обработки, управляемые параметры газовой среды. Для реализации подобного процесса необходимо универсальное оборудование, обеспечивающее высокие значения его важнейших технологических параметров.

Традиционно для термической обработки полупроводниковых пластин используются печи с выполненными из кварца реакторами. В современном компактном кварцевом реакторе используется нагревательный элемент на основе галогенных ламп накаливания. В результате, поскольку кварц оптически прозрачен в диапазоне излучения таких ламп, нагрев образцов происходит радиационным способом. При использовании подобных нагревательных элементов в кварцевом реакторе возможно обеспечение высоких скоростей нагрева образца – до 100°С/с при максимальной температуре 1200°С. При этом максимальная температура процесса ограничена деградацией материала реактора вследствие физических свойств кварца. По этой же причине невозможно проводить длительные процессы при температурах свыше 1200°С. Кроме того, серьезной проблемой является скорость охлаждения образцов после термической обработки, в частности, продолжительность такого процесса может составить до 30 мин.

Для охлаждения образца может использоваться поток инертного газа, например, азота, однако эффективность подобной системы низка, поскольку скорость охлаждения образца мала и расход газа при температурах ниже 300°С большой. Первое обстоятельство может быть критическим для некоторых технологических процессов, например, для отжига многокомпонентной контактной металлизации наногетероструктур $A_{III}B_{V}$.

Для устранения вышеперечисленных недостатков предложена конструкция реактора (рис.1) высокотемпературной термической обработки образцов в управляемой газовой среде с возможностью их быстрого нагрева и охлаждения. В отличие от традиционного кварцевого предложенный реактор выполнен из нержавеющей стали с двойными стенками, что позволяет проводить охлаждение водой. Ввод излучения

Рис.1. **Реактор предложенной конструкции**

* Работа представлена ЗАО «НТО» (Санкт-Петербург).

Рис.2. **Установка (общий вид)**

от нагревателя на основе галогенных ламп осуществляется с одной стороны реактора через кварцевое окно. Под образцом располагается охлаждаемый водой отражатель, который обеспечивает его равномерную засветку с двух сторон. Система загрузки в реактор выполнена таким образом, что образец во время этого процесса находится на трех держателях ("пинах").

В результате может осуществляться перемещение образца по вертикали, и появляется дополнительная возможность влиять на скорость и однородность нагрева. За счет подобного перемещения также возможно быстрое охлаждение образца – после термообработки он опускается держателями на охлаждаемый водой отражатель, что позволяет в диапазоне низких температур значительно сократить время охлаждения. В зависимости от материала образца температура начала его быстрого охлаждения может меняться, однако в целом при таком режиме время охлаждения образца до комнатной температуры удается сократить до нескольких минут.

Контроль температуры можно осуществлять при помощи термопар и оптических пирометров, вводы которых расположены в отражателе под образцом. Подобная конструкция реактора позволяет производить длительные процессы термической обработки при температурах более 1200°С с высокими скоростями нагрева и охлаждения.

Установка на основе предложенного реактора (рис.2) пополнила линию серийно выпускаемых установок термической обработки STE RTA компании ЗАО "НТО" (торговая марка SemiTEq).