

ВЛИЯНИЕ БЫСТРОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРЕМНИЯ

К. т. н. В. А. Солодуха, д. т. н. В. А. Пилипенко, А. А. Омельченко, Д. В. Жигулин,
к. т. н. Т. В. Петлицкая, к. т. н. Я. А. Соловьев

ОАО «ИНТЕГРАЛ» — управляющая компания холдинга «ИНТЕГРАЛ»
Республика Беларусь, г. Минск
office@bms.by

Представлены результаты исследования влияния быстрой термической обработки на оптические характеристики поверхности кремниевых пластин, концентрацию кислорода в кремнии и распределение толщины естественного оксида по поверхности пластины. Показана возможность использования метода эллипсометрии для оценки совершенства приповерхностного слоя кремния по анализу его оптических характеристик.

Ключевые слова: коэффициент экстинкции, концентрация кислорода, толщина естественного оксида.

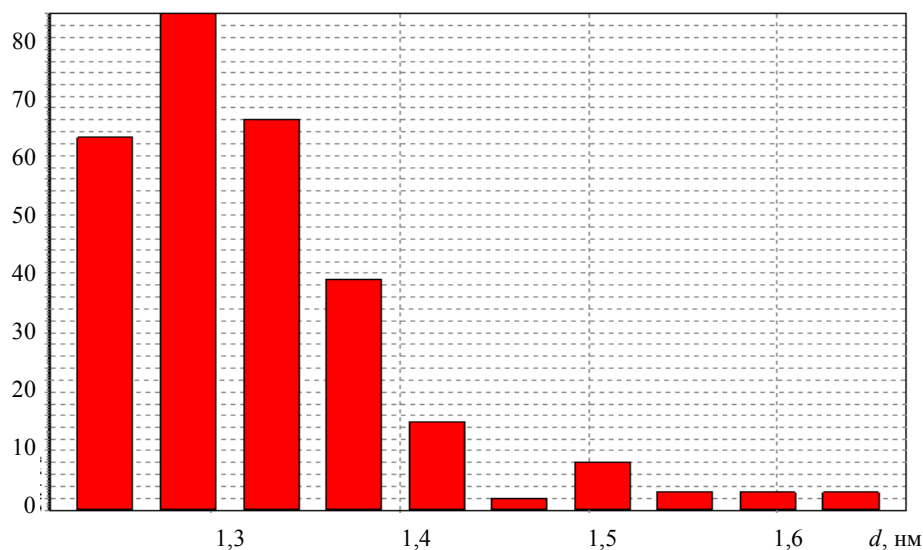
Состояние поверхности кремниевой пластины является одним из фундаментальных факторов, определяющих качество и надежность интегральных схем (ИС). В результате механической шлифовки и полировки на поверхности пластины образуется нарушенный слой, состоящий из сколов, трещин, абразивных частиц, дислокаций, царапин, адсорбированных поверхностью органических и неорганических примесей, поэтому вопросам ее подготовки перед процессом формирования ИС уделяется большое внимание.

В данной работе для исследования состояния поверхности кремния применялся метод эллипсометрии, в основу которого положена теория, связывающая изменение параметров поляризованного света (относительная разность фаз между p - и s -компонентами Δ и тангенс отношения величин амплитуд p - и s -компонентов $\tan\psi$) при его отражении от исследуемой поверхности с ее оптическими свойствами. По измеренным параметрам (Δ , ψ) определялся коэффициент экстинкции k и толщина естественного оксида. Поляризационные углы для расчета толщины естественного оксида и оптических параметров кремния измерялись спектральным эллипсометром UVISEL2 (ф. HORIBA Scientific, Франция) с частотой фазовой модуляции поляризации 50 кГц. Эллипсометрические измерения проводились при угле падения света 70° , при котором чувствительность метода к изменению оптических параметров поверхности максимальна.

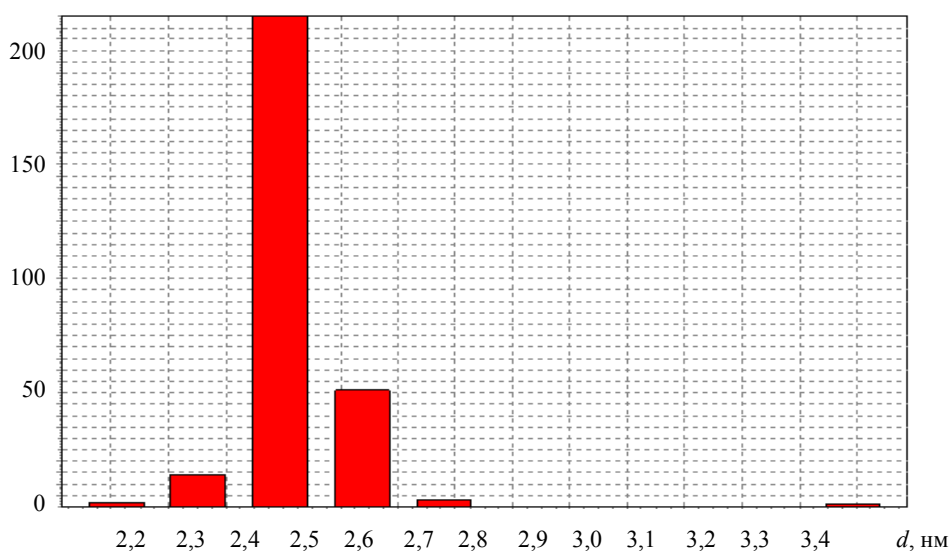
Проведенные исследования показали, что в результате быстрого термического отжига (БТО) пластин кремния марки КДБ 12 импульсами секундной длительности коэффициент экстинкции уменьшился в 1,55 раза — с 0,014 до 0,009. Это свидетельствует о том, что в процессе БТО произошла очистка поверхности кремния от различного рода загрязнений.

Концентрация C кислорода в кремнии измерялась с использованием ИК-Фурье-спектрометра VERTEX70 (ф. BRUKER, Германия). Результаты измерений показали, что БТО приводит к уменьшению концентрации кислорода в объеме кремниевой пластины (с $6,86 \cdot 10^{17}$ до $6,54 \cdot 10^{17}$ см⁻³). Объясняется это диффузией кислорода из объема кремния к поверхности и его участием вместе с атмосферным кислородом в окислении поверхности, что подтверждается результатами исследования толщины естественного оксида: после БТО она возрастает на 1,2 нм — с 1,7 до 2,9 нм. Гистограммы распределения толщины естественного оксида КДБ12 до и после БТО представлены на рисунке.

а)



б)



Гистограммы распределения толщины естественного оксида d на поверхности кремниевой пластины КДБ12 до (а) и после (б) проведения быстрого термического отжига

Таким образом, метод эллипсометрии позволяет оценивать качество подготовки поверхности кремниевых пластин по анализу ее оптических характеристик, а именно коэффициента экстинкции, а также распределение толщины естественного оксида по поверхности пластины после различных обработок.

V. A. Solodukha, V. A. Pilipenko, A. A. Omelchenko, D. V. Zhigulin, T. V. Piatlitskaya, Ya. A. Solovyov
Influence of the rapid thermal treatment on the optical parameters of silicon

This work provides the research results of the influence of rapid thermal treatment on the optical characteristics of the surface of silicon wafers, oxygen concentration in silicon and thickness distribution of the natural oxide on the wafer surface. A possibility is shown of application of the ellipsometric method for evaluation of the near surface layer of silicon as per the analysis of its optical characteristics.

Keywords: extinction ratio, oxygen concentration, thickness of the natural oxide.