

## ВЛИЯНИЕ БЫСТРОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ НА ОПТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ КРЕМНИЯ

В.А.Солодуха, В.А.Пилипенко, А.А.Омельченко, Д.В.Жигулин,  
Т.В.Петлицкая, Я.А.Соловьев

ОАО "ИНТЕГРАЛ"- управляющая компания холдинга "ИНТЕГРАЛ"  
Беларусь, Минск  
[office@bms.by](mailto:office@bms.by)

*В работе представлены результаты исследования влияния быстрой термической обработки (БТО) на оптические характеристики поверхности кремниевых пластин, концентрацию кислорода в кремнии и распределение толщины естественного окисла 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 окисла.*

Состояние поверхности кремниевых пластин является одним из фундаментальных факторов, определяющих качество и надежность интегральных схем. В связи с этим большое внимание уделяется вопросам ее подготовки перед процессом их формирования. 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. В связи с этим контроль качества поверхности кремния перед формированием интегральных схем является актуальной задачей. В данной работе для исследования состояния поверхности кремния применялся метод эллипсометрии, в основе которого положена теория, связывающая изменение параметров поляризованного света ( $\Delta, \psi$ ) при отражении его от исследуемой поверхности с ее оптическими свойствами. По измеренным параметрам ( $\Delta, \psi$ ) определялся коэффициент экстинкции ( $k$ ) и толщина естественного окисла. Измерения поляризационных углов для расчета толщины естественного окисла и оптических параметров кремния осуществлялись с использованием спектрального эллипсометра UVISEL2 ф.HORIBA Scientific (Франция) с частотой фазовой модуляции поляризации 50 кГц. Эллипсометрические измерения проводились при угле падения света  $70^\circ$ , при котором метод обладает наибольшей чувствительностью к изменению оптических параметров поверхности.

Проведенные исследования показали, что БТО кремниевых пластин импульсами секундной длительности оказывает влияние на коэффициент экстинкции кремния марки КДБ 12 после обработки, который в 1,55 раза меньше, чем до обработки (после БТО  $k=0,009$ , до БТО  $k=0,014$ ). Это свидетельствует о том, что в процессе БТО произошла очистка поверхности кремния от различного рода загрязнений.

Измерения концентрации ( $C$ ) кислорода в кремнии проводились с использованием ИК Фурье спектрометра VERTEX70 ф.BRUKER (Германия). Результаты измерений показали, что БТО поверхности кремния приводит к уменьшению концентрации кислорода в объеме (после БТО  $C=6,86 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ , до БТО  $C=6,54 \times 10^{17} \text{ см}^{-3}$ ). Это связано с диффузией кислорода из объема кремния к поверхности и его участием вместе с атмосферным кислородом в окислении поверхности. Подтверждением этого являются результаты исследования толщины естественного окисла ( $d$ ) до и после БТО, величина которого после БТО на 12 Å больше, чем без БТО (после БТО  $d=29 \text{ Å}$ , до БТО  $d=17 \text{ Å}$ ). Гистограммы распределения толщины естественного окисла КДБ12 до и после БТО представлены на рис. 1,2.

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 окисла по поверхности пластины после различных работ.

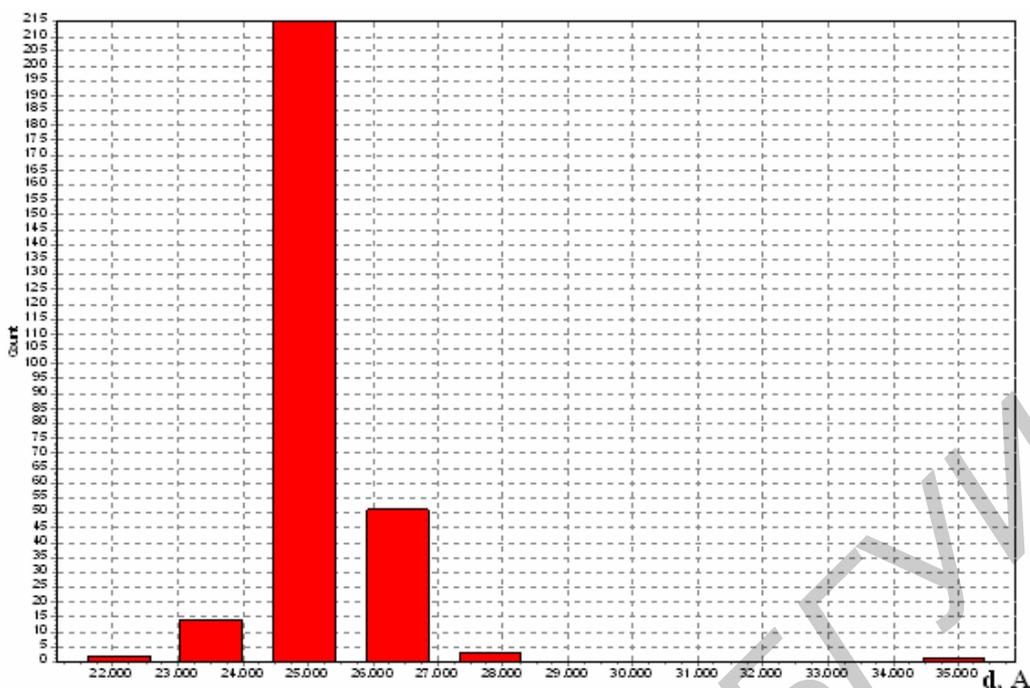


Рис.1. Гистограмма распределения толщины естественного окисла по поверхности пластины КДБ12 после БТО.

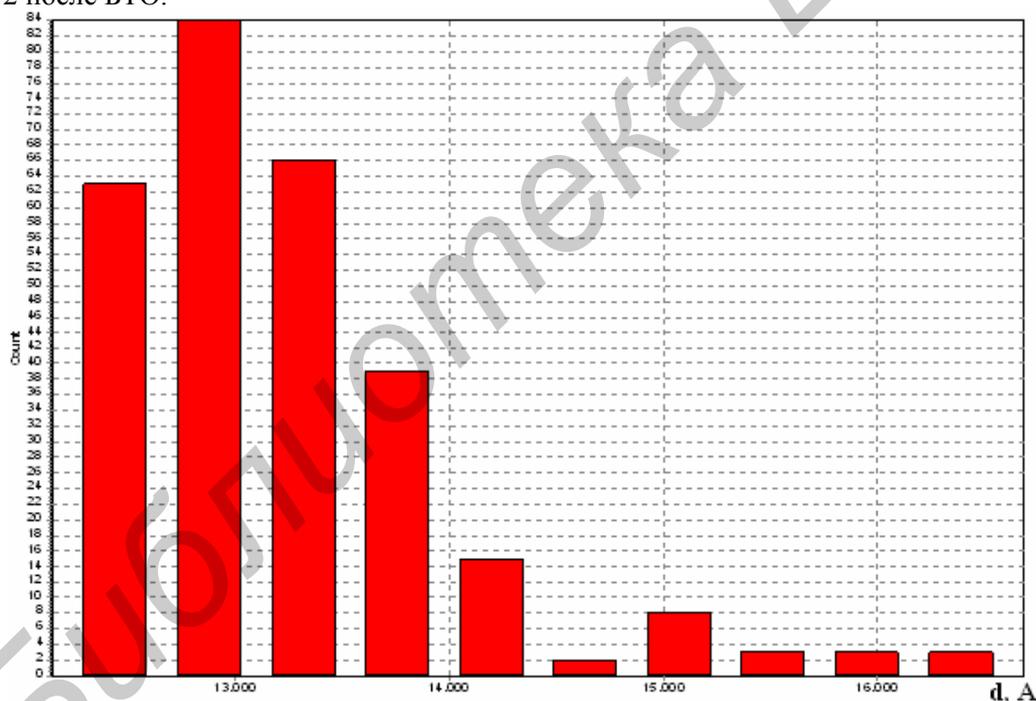


Рис.2. Гистограмма распределения толщины естественного окисла по поверхности пластины КДБ12 до БТО.

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 investigation results of influence of the 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.*