# ТЕРМОПОЛЕВАЯ ОБРАБОТКА МДП СТРУКТУР

**Г.МАМАЖАНОВА, Г.РАХИМОВА, Ф.ХУЖАЕВА, И.Н.КАРИМОВ**

*В данной работе исследованы физические процессы, происходящие в окисном слое структур металл-диэлектрик-полупроводник.*

*The article discusses the physical processes occurring in oxide layers of structures of metal – dielectric- semiconductors.*

.

Как известно, в процессе выращивания пленки двуокиси кремния, как в сухом, так и во влажном кислороде или под воздействием различных внешних факторов в ней могут образовываться различные центры, приводящие к нестабильности границы раздела $Si-SiO_2$ в процессе эксплуатация приборов в условиях повышенных температур. Одной из причин наблюдаемой нестабильности может быть дрейф кислородных вакансий в окисном слое. Другой причиной может быть перемещение ионов водорода и гидроксильных групп воды, которые могут образоваться на поверхности $SiO_2$ в результате гидролиза. Третьим механизмом нестабильности является миграция положительного атома щелочных элементов в диэлектрической пленке, а также перемещение положительных (или отрицательных) зарядов, возникшее под влиянием внешних воздействий. Эти нестабильности особенно сильно проявляются в МДП структуре, когда между металлом и полупроводником прикладывается некоторая разность потенциалов при повышенной температуре.

Для исследования процессов, происходящих в окисном слое МДП структуры использовали метод термополевой поляризации (ТПП).

Если провести ТПП с прикладыванием отрицательного потенциала к металлическому электроду, то все подвижные положительные ионы или дефекты при данной температуре будут перемещаться от границы полупроводник-диэлектрик к границе диэлектрик-металл и поверхность раздела $Si-SiO_2$ как бы очищается, поэтому характеристика будет сдвигаться влево от исходной (рис.1, кривая 2). После поляризации при той же температуре с положительным напряжением смещения на металлическом электроде положительный подвижный заряд будет смещаться в окисном слое к границе $Si-SiO_2$ и измеренная $C-V$ - кривая будет размещаться правее (рис.1, кривая 3). По разнице в напряжении прямых зон МДП структуры кривых 2 и 3 рис. 1 можно определить общий эффективный подвижный заряд в окисном слое при определенной температуре $Q=C_0\Delta\bar{V}$

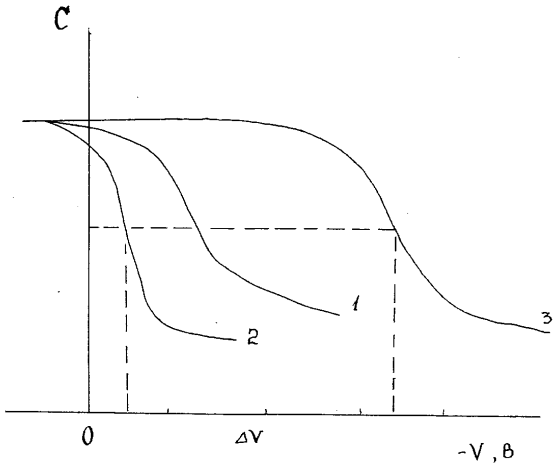


**Рис.1.** *$C-V$ - характеристики МДП структур. Кривая I – до термополяризации, 2 – после поляризации с прикладыванием отрицательного потенциала, кривая 3 – после поляризации с прикладыванием положительного потенциала.*

Если провести такую ТПП в течение одного интервала времени, но при различных температурах: $T_1$, $T_2$, $T_3$, $T_4$ и определить величины $Q_1$, $Q_2$, $Q_3$, $Q_4$ а затем построить зависимость $lnQ_0$ от $T^{-1}K$, то в случае линейной зависимости эмпирическая закономерность процесса имеет вид

$$Q = A\exp(-\frac{\Delta E}{KT}) \quad (1)$$

Тогда из тангенса угла наклона прямой можно определить энергию активации процесса миграции заряда $\Delta E$, а также величину подвижного заряда в окисном слое (при $T \to \infty$). Несколько изменив методику выполнения ТПП, можно исследовать кинетику процесса миграции подвижного заряда, локализованного в окисном слое. С этой целью проводится ТПП при положительном потенциале на металлическом электроде, чтобы собрать весь подвижный заряд окисла у границы раздела $Si - SiO_2$, а затем проводить отжиг структуры с закороченными контактами в течение разных промежутков времени (1, 3, 5, 9 мин т.д.) при той же температуре, при которой проводилась ТПП, и после каждого отжига снимать $C - V$ характеристики. Закалачивание электродов делается в целях исключения влияния внутреннего поля на процесс диффузии по поверхности в окисном слое.

Если считать, что в результате поляризационного отжига (ТПО) весь подвижный заряд сосредоточен у границы $Si - SiO_2$ в бесконечно тонком окисле, то отжиг структуры в течение коротких промежутков времени будет обуславливать диффузию ионов в окисный слой. Далее, согласно /1/ получим:

$$D = D_0\exp(-\frac{\Delta E}{KT}) \quad (2)$$

где $D$ – коэффициент диффузии ионов, $D_0$ – предэкспоненциальный множитель.

Простая зависимость $lnQ_0$ от $T^{-1}K$ в случае линейности этой зависимости найдем из тангенса угла наклона величину $\Delta E$ - энергию активации процесса диффузии. В случае совпадения этих величин, определенных двумя способами, можно говорить об одном процессе миграция подвижных ионов в окисном слое. Из экстраполяции значения $D$ при $T \to \infty$ можно определить предэкспоненциальный множитель $D_0$.

**Литература:**

1.Sugano T., Hoh K., Kudo k.e.a. Ordered structure and ion migration in silicon dioxide. Japan J. Apll. Phys., 1968, v/7, p. 715-730

*Андижон давлат университети,*
*2011 йил 20 декабрда қабул қилинган*