

ЭФФЕКТЫ ПЕРЕГРЕВА И ПЕРЕОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ПЛАВЛЕНИИ И ОТВЕРДЕВАНИИ КРЕМНИЯ В УСЛОВИЯХ НАНОСЕКУНДНОГО ЛАЗЕРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Г. Д. Ивлев, Е. И. Гацкевич, С. А. Лавриненко

Институт электроники НАН Беларуси, Минск

Методом яркостной пирометрии на эффективной длине волны 0.53 мкм исследовались эффекты перегрева поверхности монокристаллов Si(100) и Si(111) перед началом плавления и переохлаждения расплавленного слоя в процессе эпитаксиальной кристаллизации при иницировании указанных фазовых переходов воздействием 80-наносекундного импульса излучения рубинового лазера.

Неравномерность распределения энергии в лазерном пятне не превышала +5 %. Пирометрическим датчиком с фотоэлектронным умножителем детектировалось тепловое излучение кремния, соответствующее зеленой области спектра. Выходной сигнал датчика подавался на вход запоминающего осциллографа. В эксперименте установлены зависимости пиковой температуры поверхности образцов при изменении плотности энергии облучения W от 0.5 до 1.1 Дж/см².

Из анализа осциллограмм, полученных при варьировании величины W в окрестности порога лазерно-индуцированного плавления Si (около 1 Дж/см²), следует, что к началу плавления перегрев поверхности монокристалла относительно равновесной точки 1685 К фазового перехода составляет десятки градусов, причём он различен для ориентаций поверхности (100) и (111).

Данные о перегреве поверхности сопоставлены с результатами измерений [1] величины переохлаждения расплавленного слоя кремния 20 К для направления <100> роста кристалла и 35 К для направления <111>. Установленные значения переохлаждения различаются вследствие разной кинетики фазового перехода - кинетики наращивания монослоев Si в соответствующих кристаллографических плоскостях.

Проведено сравнение полученных экспериментальных данных с результатами численного моделирования (лазерного воздействия), проведенного на основе неравновесной модели лазерно-индуцированных фазовых переходов кристалл - расплав в кремнии.

23. Ivlev G. D., Gatskevich E. I. // Appl. Surf. Sci. 1999. V. 143, № 1-4. С. 265-271.