

УДК 621.315.592

DOI: 10.17223/00213411/62/6/125

*В.Г. СРЕДИН¹, А.В. ВОЙЦЕХОВСКИЙ², М.В. САХАРОВ¹, Н.Х. ТАЛИПОВ¹***ВКЛАД МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО РЕЛЬЕФА ПРИ ЛАЗЕРНОМ ОБЛУЧЕНИИ ПОЛУПРОВОДНИКОВ**

Рассмотрено влияние упругих напряжений, возникающих при импульсном лазерном облучении эпитаксиальных слоев твердых растворов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$, на формирование периодического рельефа на их поверхности в результате рекристаллизации расплавленного излучением материала.

Ключевые слова: импульсное лазерное излучение, полупроводниковый твердый раствор, поверхностная рекристаллизация, термоупругие напряжения.

Процессы взаимодействия лазерного излучения (ЛИ) с поверхностью полупроводниковых кристаллов и эпитаксиальных слоев изучаются длительное время, благодаря чему были получены результаты, представляющие значительный практический и научный интерес. В том случае, когда энергия кванта излучения превышает ширину запрещенной зоны полупроводника, поглощение света происходит в поверхностном слое материала толщиной порядка 1 мкм. В этом слое ЛИ генерирует плотную электрон – дырочную плазму, рекомбинация которой приводит к трансформации энергии излучения в тепловую и вызывают модификацию свойств материала, причем в результате неравновесной рекристаллизации на поверхности могут формироваться периодические структуры [1–4]. Указанные структуры могут иметь форму концентрических колец, окружающих кратер, образующийся в точке падения излучения на поверхность, форму гофра и т.д. Для объяснения этих эффектов рассматривались различные модели – от генерации поверхностных акустических волн [1, 2] до перераспределения интенсивности света при интерференции падающего и отраженного излучения [3]. При этом следует иметь в виду, что рассматриваемые процессы носят неравновесный характер и для многокомпонентных полупроводников процесс рекристаллизации может сопровождаться фазовыми превращениями вплоть до образования новых фаз, первоначально отсутствовавших в исходном материале. Так, было показано, что облучение монокристаллов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ ($0.2 < x < 0.3$) импульсами лазера на стекле с неодимом миллисекундного и микросекундного диапазонов длительности с плотностью мощности излучения до 110 кВт/см^2 в импульсе приводит к частичной сублимации материала с последующей рекристаллизацией вещества, которая сопровождается изменением состава твердого раствора на поверхности и даже выделением фаз, формируемых отдельными его компонентами (в частности, Te) [5].

В настоящей работе представлены результаты исследования лазерного отжига эпитаксиальных слоев твердых растворов $\text{Cd}_x\text{Hg}_{1-x}\text{Te}$ с составами $0.2 < x < 0.3$, в которых также было обнаружено формирование периодического рельефа поверхности. Исследовались слои, полученные методом жидкофазной эпитаксии на подложках из монокристаллов твердого раствора $\text{Zn}_x\text{Cd}_{1-x}\text{Te}$. Толщина эпитаксиального слоя составляла 16–19 мкм при площади поверхности порядка $1\text{--}2 \text{ см}^2$. Слои облучались импульсами лазера на смеси DF длительностью 2 мкс на полувысоте и 4 мкс у основания. Спектральный состав излучения 3.8–4.2 мкм, полная энергия в импульсе до 50 Дж, диаметр лазерного пучка был равен 68 мм. Распределение плотности энергии излучения по поперечному сечению пучка было близко к гауссовой. При облучении половина площади эпитаксиального слоя закрывалась непрозрачной диафрагмой, при этом недиафрагмированная часть поверхности была полностью освещена.

Во всех экспериментах наблюдалось частичное испарение вещества, в результате чего формировалась резкая граница между освещенной и неосвещенной областями в виде ступеньки, высота которой зависела от массы испаренного материала. На рис. 1 представлено изображение поверхности слоя, полученное с помощью сканирующего электронного микроскопа фирмы «JEOLS» (увеличение 1800 раз), после облучения импульсом с плотностью мощности 5.6 МВт/см^2 . Граница между областями проходит по диагонали рисунка. Видно, что произошла рекристаллизация облученной области. Вблизи границы с необлученной частью находится зона с большим количеством

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>