

КОНТРОЛЬ ПО АКУСТИЧЕСКОМУ ОТКЛИКУ ЛАЗЕРНО-ИНДУЦИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ НАНОСЕКУНДНОМ ОБЛУЧЕНИИ ГЕТЕРОСИСТЕМЫ In/CdTe В ВОДЕ

В. П. Велешук¹, А. И. Власенко¹, В. А. Гнатюк¹, С. Н. Левицкий¹,
Г. Д. Ивлев², О. В. Ляшенко³

¹Институт физики полупроводников им. В.Е. Лашкарева НАН Украины,
Киев, Украина
E-mail: vvvit@ukr.net

²Белорусский государственный университет, Минск, Беларусь
E-mail: ivlev-1947@mail.ru

³Киевский национальный университет им. Тараса Шевченко,
Киев, Украина

Одним из перспективных методов формирования и модифицирования гетеросистем при создании, в частности, диодов для детекторов ионизирующего излучения на основе CdTe является наносекундное лазерное облучение CdTe и структуры пленка In/CdTe [1]. В данной методике реализуется преимущественно бародиффузионный механизм введения примеси и/или изменения химического состава в кристаллах CdTe за счет резких градиентов давления [1].

Для более сильного легирования и введения большей концентрации примеси в тонкий слой полупроводника необходимо создать большие градиенты давления. Это достигается при облучении структуры In/CdTe в жидкостях (воде). При больших давлениях и напряжениях происходит нежелательное дефектообразование в поверхностном слое CdTe. Соответственно, изучение лазерно-индуцированных процессов в структуре пленка-полупроводник является актуальной задачей, в особенности, *in-situ* контроль давления в зоне облучения. Удобным для этого есть применение фото-термо-акустического (ФТА) метода.

В работе осуществлен ФТА-контроль генерации давления при облучении системы пленка In толщиной 300-400 нм на поверхности высокоомного кристалла *p*-CdTe в воде и на воздухе импульсами лазера YAG:Nd ($\lambda = 532$ нм, $\tau = 7$ нс). Частотный диапазон регистрируемых индуцированных акустических импульсов 20–2000 кГц.

Получена зависимость амплитуды акустического сигнала от плотности энергии падающего излучения $A(E_{\text{пад}})$. Началу плавления поверхностного слоя индия соответствует резкое увеличение наклона линейной зависимости $A(E_{\text{пад}})$, когда происходит значительный прирост давления в зоне расплава (при $E_{\text{пад}} \sim 75\text{--}80$ мДж/см², рис., кривая 1). Коэффициент наклона $A(E_{\text{пад}})$, и соответственно, амплитуда давления возрастают за счет

прироста давления при плавлении индия из-за резкого изменения его плотности $\Delta\rho_{\text{In}}$ согласно выражению $\Delta P_{\text{плавл}} = \Delta\rho_{\text{In}} d(Vh) / dt$, где V - скорость изменения толщины слоя расплава h .

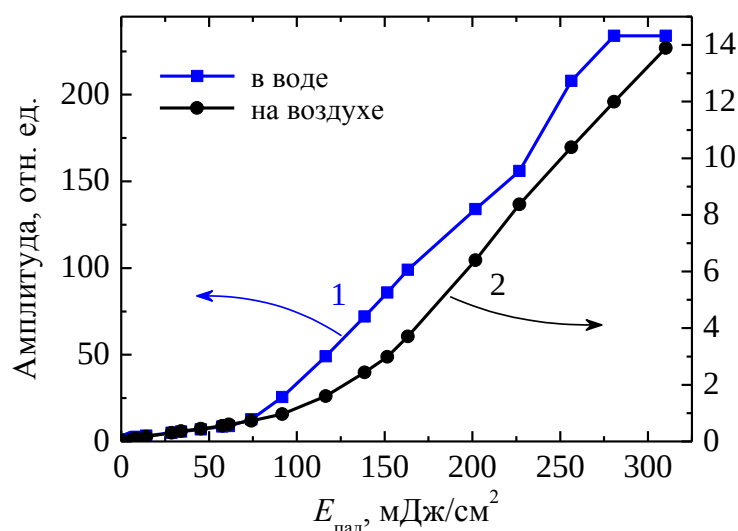


Рис. Зависимость амплитуды акустического отклика от плотности энергии наносекундного импульса второй гармоники неодимового лазера при облучении структуры In/CdTe в воде (1) и на воздухе (2)

Установлено, что порог плавления индия при облучении структуры In/CdTe в воде импульсом ($\tau = 7$ нс) излучения второй гармоники лазера YAG:Nd составляет $E_{\text{пад}} = 80$ мДж/см² и является меньшим, чем при облучении на воздухе ($E_{\text{пад}} = 115$ мДж/см²). Это может быть вызвано уменьшением абляции индия в воде при данных плотностях энергии.

За данными контроля ФТА-сигнала значение давления в зоне поглощения энергии при облучении In/CdTe до порога плавления в воде в 15–17 раз больше, чем при воздействии на воздухе. А после начала плавления индия значение давления в 90-100 раз больше.

При облучении In/CdTe в воде, начиная с плотности энергии $E_{\text{пад}} = 260$ мДж/см² на поверхности In появляются следы интенсивной абляции - эрозионные кратеры, глубина которых достигает поверхности CdTe. Это может быть вызвано влиянием неоднородного парообразования в слое воды, прилегающей к индию.

Начиная с 100-110 мДж/см² также наблюдается свечение лазерно-индуцированной плазмы в воде. Отметим, что ранее в [1] путем моделирования показано, что пленка In начинает плавиться при $E = 80$ мДж/см² при ее толщине 400 нм и коэффициенте отражения $R = 0,8$.

Работа выполнена при поддержке ГФФИ Украины (проект № Ф 54.1/0.33) и БРФФИ (проект № Ф13К-117).

1. Veleschuk V. P, Vlasenko A. I., Gatskevich E. I., et al. // Journal of Materials Science and Engineering B. 2012. Vol. 2, N 4. P. 230–239.