

## ГЕНЕРАТОР ПИКОСЕКУНДНЫХ ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ

К. В. Бережной, А. С. Насибов, А. Г. Реутова\*, П. В. Шапкин,  
С. А. Шунайлов\*, М. И. Яландин\*

*Приводятся устройство генератора пикосекундных лазерных импульсов и полученные результаты при возбуждении полупроводниковых мишеней (ZnSe, CdS и др.) импульсами электрического поля и электронного пучка. Максимальная мощность лазерного излучения достигала 10 кВт при длительности импульсов 100–200 пс.*

**Ключевые слова:** пикосекундные электронные пучки, полупроводниковый лазер.

Развитие сильноточной электроники определило новые возможности генерации пикосекундных импульсов лазерного излучения [1, 2]. Генератор состоит из блока питания, формирующего импульсы высокого напряжения (50–150 кВ) и лазерной головки (ЛГ). При воздействии на рабочее тело полупроводниковой мишени электронным пучком или электрическим полем происходит лавинообразный процесс ионизации атомов решетки, в результате которого образуются электронно-дырочные ( $e-h$ ) пары. При рекомбинации ( $e-h$ ) пар возникает излучение, длина волны которого близка к ширине запрещенной зоны. При выполнении определенных требований относительно параметров импульса накачки и исследуемого образца возможны усиление и генерация лазерного излучения. Длительность импульсов регулируется срезающим разрядником (слайсером). ЛГ (рис. 1) изготовлена в виде коаксиальной камеры с волновым сопротивлением  $\rho = 75$ , которая соединяется с помощью переходного фланца с генератором высоковольтных импульсов. При работе с электронным пучком предусмотрены герметизация камеры, откачка объема и вывод электронного пучка через AlBe фольгу на воздух. При полевой накачке полупроводников, для вывода излучения и замера характеристик во фланце имеется отверстие. Расположение точек, генерирующих излучение на плоскости кристалла, в этом случае обычно носит хаотический характер (рис. 2(a)). По-видимому,

---

Учреждение Российской академии наук Физический институт им. П. Н. Лебедева РАН, Россия 119991, Москва, Ленинский пр. 53, e-mail: nasibov@sci.lebedev.ru.

\* Институт электрофизики УрО РАН, Екатеринбург, Россия.

это связано с неоднородностью кристалла, а именно наличием различных точечных дефектов (дислокаций, кластеров, микрополостей и др.), что приводит к неоднородному распределению электрического поля. Управлять положением излучающих точек можно, создавая условия для увеличения напряженности электрического поля в заданных местах. Один из способов приведен на рис. 3.

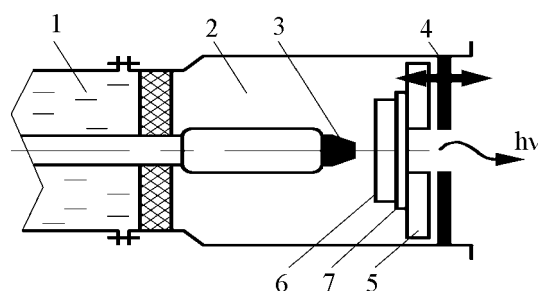
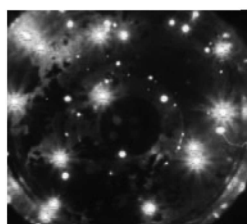
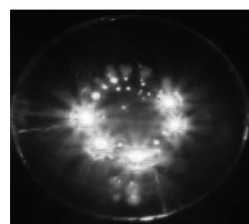


Рис. 1: Устройство лазерной головки: 1 – переходной фланец; 2 – камера; 3 – стержень держателя с катодным электродом; 4 – подвижной анодный электрод – фланец; 5 – подложка; 6 – полупроводниковая пластина; 7 – диэлектрическая прослойка.



(а)



(б)

Рис. 2: Генерация лазерного излучения пластинами селенида цинка без (а) и с устройством концентрации (б) электрического поля. Диаметр отверстия в подложке в случае (б) 3 мм.

Полупроводниковая пластина закреплена на диэлектрической подложке с отверстием заданной величины и формы. По кромке отверстия между диэлектриком и кристаллом выполняется небольшой воздушный зазор. После пробоя микрозазора напряженность электрического поля по кромке отверстия резко возрастает. В результате в полупроводнике образуются каналы разряда, в которых, вследствие ударной ионизации, возникают условия для усиления и генерации лазерного излучения.

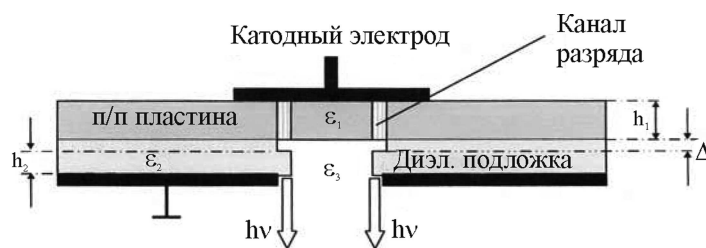


Рис. 3: Схема устройства концентрации излучающих точек (каналы разряда) по периметру отверстия в диэлектрической подложке.

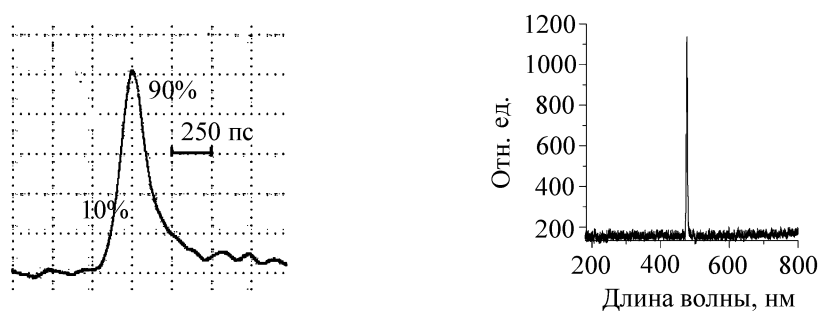


Рис. 4: Импульс мощностью 2 кВт (а) и спектр (б) лазерного излучения пластины селенида цинка при полевой накачке.

В экспериментах с мишенями, изготовленными из соединений ZnSSe ( $\lambda = 462$  нм), ZnSe ( $\lambda = 480$  нм), ZnCdS ( $\lambda = 515$  нм), CdS ( $\lambda = 525$  нм), получена генерация лазерного излучения как при накачке электронным пучком, так и электрическим полем. Максимальная мощность излучения в случае полевой и электронной накачки достигала  $10^4$  Вт. Длительность импульса была измерена при помощи цифрового осциллографа Tektronix TDS6154C с полосой пропускания 15 ГГц (переходная характеристика 28 пс), полупроводникового датчика на базе PIN-диода и составляла 100–300 пс при накачке импульсами электрического поля и 150–500 пс при накачке электронным пучком. На рис. 4 показаны импульс (а) и спектр (б) лазерного излучения пластины селенида цинка, возбуждаемой импульсом электрического поля.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты № 07-02-12026-офи и № 09-08-00371.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] Г. А. Месяц, М. И. Яландин, УФН **175**(3), 225 (2005).
- [2] Г. А. Месяц, А. С. Насибов, В. Г. Шпак и др., ЖЭТФ **133**(6), 1162 (2008).

*По материалам 3 Всероссийской молодежной школы-семинара “Инновационные аспекты фундаментальных исследований по актуальным проблемам физики”, Москва, ФИАН, октябрь 2009 г.*

Поступила в редакцию 9 февраля 2011 г.