

## САМОСИНХРОНИЗАЦИЯ МОД В ПКГ С ЭЛЕКТРОННЫМ ВОЗБУЖДЕНИЕМ НА ВНУТРЕННЕЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ АКТИВНОЙ СРЕДЫ

*О.В.Богданкевич, А.Н.Мествришвили, А.Н.Печенов,  
А.Ф.Сучков*

Эффекту самосинхронизации мод в квантовых генераторах в настоящее время уделяется довольно большое внимание, как методу получения сверхкоротких импульсов света. Как известно, для возникновения этого эффекта необходимо наличие нелинейности между характеристиками среды и интенсивностью электромагнитного поля. Обычно в качестве нелинейного элемента используется насыщающийся фильтр. В работе [1] наблюдался эффект самосинхронизации мод в инжекционном полупроводниковом лазере, работающим с внешним резонатором. В качестве нелинейного элемента в этих опытах использовался разрезной диод с неоднородным возбуждением.

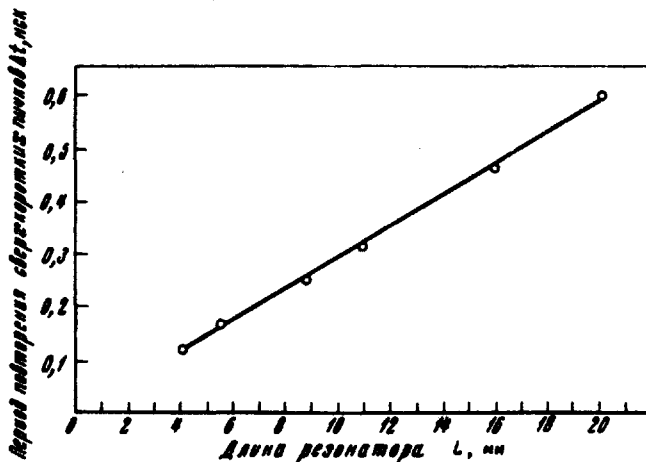
В настоящей работе сообщается о получении режима самосинхронизации аксиальных мод в ПКГ с электронным возбуждением в однородном полупроводнике без введения в резонатор нелинейного элемента.

Эксперименты проводились на установке с импульсным электронным пучком. Длительность токового импульса составляла 150 нсек, энергия электронов до 150 кэВ, плотность тока в пучке до 30 а/см<sup>2</sup>. Измерения динамики излучения ПКГ проводились в помощью скоростного фотоэлектронного регистратора с временным разрешением 0,05 нсек [3], калибровка временной развертки которого контролировалась с помощью генератора стандартных сигналов. В наших экспериментах исследовались образцы, изготовленные из слитков Ga As *n*-типа с концентрацией электронов  $2 \cdot 10^{18}$  см<sup>-3</sup> при  $T = 300^\circ\text{K}$ . Большое сечение электронного пучка (до 25 мм в диаметре) позволило исследовать образцы с длиной от 4 до 20 мм. Образцы припаивались на хладопроводе криостата, охлаждаемого жидким азотом.

Наблюдения показали, что при определенных условиях длинный пучок генерации  $\Delta T \approx 2$  нсек [1, 2] представляет собой регулярную последовательность более коротких импульсов света. Причем период повторения коротких пучков  $\Delta t$  не зависит от превышения накачки над порогом генерации, энергии электронов, и увеличивается с длиной резонатора. Экспериментальная зависимость периода повторения сверхкоротких пучков от длины резонатора показана на рисунке. Величина периода сверхкоротких пучков хорошо описывается формулой  $\Delta t = 2\ell n^* / c$ , где  $\ell$  — длина резонатора,  $c$  — скорость света в вакууме,  $n^*$  — значение эффективного коэффициента преломления активной среды с учетом дисперсии [ $n^* = n - \lambda (dn/d\lambda)$ ]. Для  $n^*$  из рис. 1 получается значение 4,4, что хорошо совпадает со значением  $n^*$ , получаемого из величины интервала между аксиальными модами в лазерах с электронным возбуждением на Ga As.

Глубина модуляции в сверхкоротких пучках увеличивается с длиной резонатора и при данной длине имеет максимум при определенном значении превышения накачки над порогом генерации. Так, в наиболее длинных образцах (16–20 мм) при превышении порога генерации в 1,5 раза наблюдаются обычные [2] длинные

пички с глубокой модуляцией, а модуляция сверхкоротких пичков невелика. С увеличением превышения (при превышении в 2 раза) глубина модуляции длинных пичков уменьшается, а короткие пички оказываются промодулированными до 100%. Причем длительность коротких пичков уменьшается и составляет  $0,1 + 0,07$  от периода их повторения и сравнима с временным разрешением прибора.



Полученные результаты свидетельствуют об эффекте самосинхронизации аксиальных мод. Из величины длительности отдельных импульсов можно заключить, что число сфазированных мод составляет не менее 10–15.

Интересно отметить, что в данном случае эффект самосинхронизации мод возникает в однородном полупроводнике без введения в резонатор нелинейного элемента и несмотря на значительную дисперсию показателя преломления, приводящую к заметной неэквидистантности в спектре аксиальных мод. В кристаллах CdS также наблюдается обычный пичковый режим генерации, однако, режим самосинхронизации пока не получен, что, по-видимому, связано со значительно большей дисперсией показателя преломления.

Физический институт  
им. П.Н. Лебедева  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
14 июля 1970 г.

#### Литература

- [1] В.Н.Морозов, В.В.Никитин, А.А.Щеронов. Письма в ЖЭТФ, 7, 327, 1968.
- [2] О.В.Богданкевич, В.А.Гончаров, Ю.А.Дрожбин, Б.М.Лаврушин, А.Н.Мествиришвили, В.А.Яковлев. ЖЭТФ, 53, 287, 1967.
- [3] Н.Г.Басов, Ю.А.Дрожбин, Ю.П.Захаров, В.В.Никитин, А.С.Семенов, Б.М.Степанов, А.М.Толмачев, В.А.Яковлев. ФТТ, 8, 2816, 1966.