

Р.И.Андреева, А.А.Кочетков, В.Н.Николаев

ИЗМЕНЕНИЕ ПОРОГОВОГО ТОКА InGaAsP-ГЕТЕРОЛАЗЕРОВ ($\lambda = 1,55$ мкм) ПРИ СТАРЕНИИ И ОБЛУЧЕНИИ

Исследована деградация при облучении γ -квантами и старении непрерывных InGaAsP-гетеролазеров ($\lambda = 1,55$ мкм). Определен параметр, являющийся информативным показателем эквивалентности кинетики этих процессов.

В настоящей работе изучается изменение порогового тока непрерывных InGaAsP-гетеролазеров ($\lambda = 1,55$ мкм) в процессе старения при повышенной температуре и облучении непрерывным потоком γ -квантов. Цель данных исследований заключалась в выявлении возможной корреляции между старением и деградацией при облучении гетеролазеров данного типа. Задача эта достаточно актуальна для применения на практике, так как ее положительное решение позволит наметить пути по замене одного испытания другим, осуществляя при этом расчетную оценку деградации по экспериментальным результатам наиболее предпочтительного вида испытания.

При проведении исследований и дальнейшей обработке полученных экспериментальных данных был использован статистический подход, основанный на вероятностном анализе изменения параметров гетеролазеров в процессе деградации [1, 2]. Расчетные выражения, приведенные в этих работах, описывают изменения параметров (x) при старении и облучении потоком быстрых частиц для часто наблюдаемого на практике случая распределения x по нормальному закону, а распределения отказов гетеролазеров – по логарифмически-нормальному закону:

$$I_t = I_0 + c_t \ln(t/\tau), \quad t > \tau, \quad (1)$$

$$I'_t = I'_0 + c'_t \ln(y/y_0), \quad y > y_0, \quad (2)$$

где I_t , I'_t – средние значения порогового тока при старении и облучении соответственно; I_0 , I'_0 – начальные средние значения пороговых токов; t – время наработки; y – уровень радиационного облучения; τ , y_0 – время испытаний и уровень радиационного облучения, соответствующие началу деградации при старении и облучении. Коэффициенты

c_t и c'_t в большинстве случаев являются постоянными, их изменения наблюдаются, как правило, при значительных по времени ресурсных испытаниях и при высоких уровнях радиационного облучения, а также при испытаниях гетеролазеров недостаточно высокого качества изготовления [3]. При этом величина c_t/I_0 (c'_t/I'_0) определяет степень устойчивости гетеролазеров к деградации при старении и облучении, вследствие чего этот параметр может служить показателем эквивалентности кинетики этих процессов [4].

Полученные в данной работе экспериментальные результаты позволили определить, что пороговый ток исследуемых гетеролазеров при старении и облучении непрерывным потоком γ -квантов с достаточной степенью точности характеризуется нормальным законом распределения. Изменение средних значений порогового тока описывается соответственно выражениями (1) и (2) для случая, когда $c_t = \text{const}$ и $c'_t = \text{const}$ ($\tau = 300$ ч при 70°C , $y_0 = 10^8$ Р, рис. 1, 2). Отношение $c_t/I_0 = 0,57$ было определено для старения по результатам кратковременных ресурсных испытаний (1 кч при 70°C) – этой продолжительности вполне достаточно для расчета указанной величины, так как $\tau = 300$ ч. Аналогичное отношение $c'_t/I'_0 = 0,44$ получено для гетеролазе-

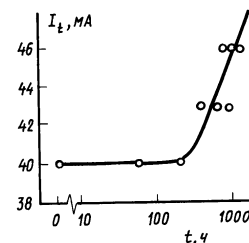


Рис.1. Зависимость среднего порогового тока от времени испытаний при $T = 70^\circ\text{C}$, $c_t = 23$ мА, $I_0 = 40$ мА, $\tau \approx 300$ ч

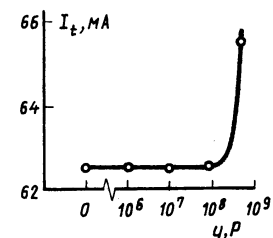


Рис.2. Зависимость порогового тока от дозы облучения непрерывным потоком γ -квантов при $T = 70^\circ\text{C}$, $c'_t = 26,7$ мА, $I'_0 = 62,5$ мА, $y_0 \approx 10^8$ Р

Поступила в редакцию 16 июля 1992 г.

ров, которые были облучены непрерывным потоком γ -квантов до уровня 1 ГР. Достаточно хорошее совпадение этих значений для процессов старения и облучения ($c_t/I_{t0} \approx c'_t/I'_{t0}$) подтверждает предположение о том, что эта величина может определять эквивалентность кинетики деградации гетеролазеров. Кроме того, подобные исследования деградации были проведены для непрерывных GaAlAs-гетеролазеров [5], в которых отношение c_t/I_{t0} было соответственно определено при воздействии γ -квантов, нейтронов, протонов, электронов и в процессе старения: 0,02; 0,05; 0,06; 0,013; 0,07 (среднее значение – 0,043). Этот результат также служит подтверждением целесообразности выбора c_t/I_{t0} в качестве информативного параметра.

Таким образом, можно сделать достаточно уверенный вывод о том, что отношение c_t/I_{t0} может служить показателем эквивалентности кинетики деградации при облучении γ -квантами и старении InGaAsP-гетеролазеров, изготовленных по одной и

той же стабильной технологии.

1. П.Г.Елисеев, А.А.Кочетков. *Квантовая электроника*, **10**, 2128 (1983).
2. А.А.Кочетков. *J. Soviet Laser Res.*, **12**, 196 (1991).
3. Р.И.Андреева, А.А.Кочетков. *Квантовая электроника*, **18**, 175 (1991).
4. А.А.Кочетков. *Электронная техника. Сер. Лазерная техника и оптоэлектроника*, N2 (58), 24 (1991).
5. А.А.Кочетков, Ю.И.Колосков, О.О.Листова, В.П.Носов. *Электронная техника. Сер. Лазерная техника и оптоэлектроника*, N2 (58), 26 (1991).

R.I.Andreeva, A.A.Kochetkov, V.N.Nikolaev. Change of threshold current of InGaAsP-heterolasers ($\lambda = 1.55 \mu\text{m}$) owing to aging and irradiation.

Degradation of cw InGaAsP-heterolasers ($\lambda = 1.55 \mu\text{m}$) owing to aging and γ -irradiation has been studied. A parameter, which is an indicator of the kinetics of the two processes, has been determined.