

- [3] Архипов А.В., Лукша О.И., Толкачев В.Б., Цыбин О.Ю. Способ формирования мишени для диагностики пучков заряженных частиц. А.с. № 1475470, Б.И. № 15, 1989.
- [4] Соминский Г.Г. В кн.: Проблемы физической электроники, Л.: ЛИЯФ АН СССР, 1987. С. 96-121.
- [5] Москалев В.А., Сергеев Г.И., Шестаков В.Г. Измерение параметров пучков заряженных частиц, М.: Атомиздат, 1980. 156 с.
- [6] Uhm H.S., Namkung W., Choe J.Y., Aures V. // Phys. Rev. A: Gen. Phys. 1988. V. 37. N 1. P. 178-188.

Ленинградский политехнический институт им. М.И. Калинина

Поступило в Редакцию
22 сентября 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 23

12 декабря 1989 г.

06.3

ФОТОИНДУЦИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ВТОРОЙ ГАРМОНИКИ В γ -ОБЛУЧЕННЫХ ВОЛОКОННЫХ СВЕТОВОДАХ

Е.В. Анойкин, Е.М. Дианов,
П.Г. Казанский, В.О. Соколов,
Д.Ю. Степанов, В.Б. Сулимов

Центросимметричность аморфной структуры стекла запрещает существование в нем оптической нелинейности второго порядка. Поэтому большой интерес проявляется к исследованию эффективной фотоиндуцированной генерации второй гармоники (ГВГ) в оптическом волокне на основе плавленого кварца [1-3]. Этот эффект связывают с наличием центров окраски в кварцевом волокне, причем наибольшая эффективность преобразования достигнута в волокнах, легированных германием и фосфором [4].

В настоящей работе впервые исследовано влияние радиационного воздействия на эффективность фотоиндуцированной ГВГ в кварцевом волокне.

Исследовались одномодовые (на длине волны 1.064 мкм) волокна различного состава (табл. 1), облученные γ -лучами дозой 10^6 рад. В режиме записи в волокно длиной 10 см вводилось одновременно излучение от Nd:YAG лазера ($\lambda = 1.064$ мкм) с модуляцией добротности, длительностью импульса 50 нс и частотой повторения 10 Гц и затравочное излучение ($\lambda = 0.532$ мкм), получаемое после удвоителя из ниобата лития. Мощность накачки в волокне составляла ≈ 1 кВт, а мощность затравочного излуче-

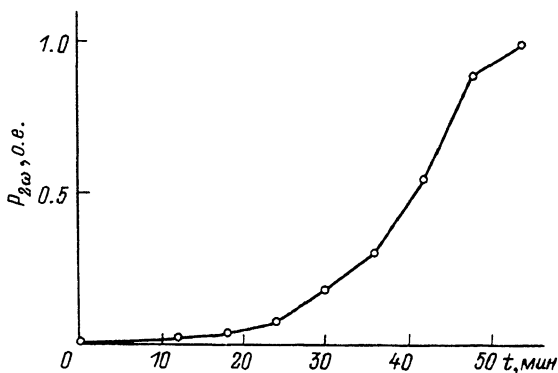


Рис. 1. Зависимость мощности затравочного излучения на выходе волокна из природного кварца от времени.

ния ≈ 300 Вт. Запись производилась в течение 1 часа. При малых интенсивностях затравочного излучения (≈ 30 Вт) облученные волокна имели высокие потери (10^3 – 10^4 дБ/км, $\lambda = 0.532$ мкм), которые необратимо пропадали через некоторое время (т.е. наблюдалось фотообесцвечивание) после ввода интенсивного (≈ 300 Вт) затравочного излучения (рис. 1). Причем характерные времена фотообесцвечивания составляли ≈ 1 час в волокне из натурального бразильского кварца и ≈ 30 с в волокне из синтетического кварца, легированного германием.

В режиме считывания в волокно вводилось только излучение накачки, и на выходе из волокна наблюдалось излучение второй гармоники.

Было обнаружено, что эффективность преобразования во вторую гармонику после γ -облучения существенно увеличивается. Наибольшее увеличение эффективности (\approx в 20 раз) наблюдалось в волокнах, сердцевина которых была легирована германием (см. таблицу).

Также было обнаружено, что волокна (легированные церием), записанные в более позднее время от момента γ -облучения, имеют меньшую эффективность преобразования по сравнению с волокнами, записанными в более раннее время (рис. 2).

Обнаруженный эффект увеличения эффективности фотоиндуцированной ГВГ в γ -облученных волокнах можно, по нашему мнению, объяснить значительным увеличением концентрации центров окраски (предположительно $6F(N)$ центров) в кварцевых световодах после γ -облучения [5, 6]. В когерентной фотогальванической модели [7] эффекта такие центры (в результате двухфотонной ионизации излучением накачки и однофотонной ионизацией излучением второй гармоники) могут служить источником фотоэлектронов, приводящих к фототоку, плотность которого описывается выражением $j_{\Phi} = \beta E_{\omega} E_{2\omega} E_{2\omega}^*$, где E_{ω} , $E_{2\omega}$ – амплитуды накачки и второй гармоники. В результате разделения зарядов и захвата их на ловушки (в неосвещенной

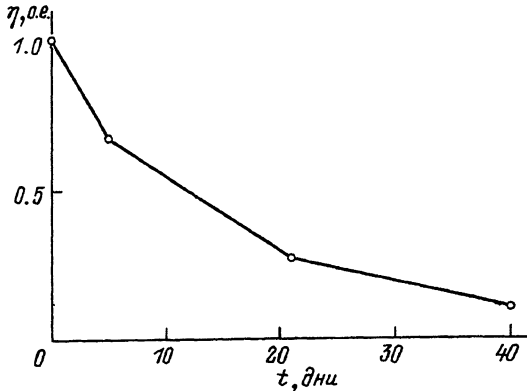


Рис. 2. Зависимость эффективности ГВГ от времени.

области) появится сильное электростатическое поле ($\approx 10^4 - 10^5$ В/см) [7, 8] $\mathcal{E} = j\varphi/\sigma$, где σ — фотопроводимость, которое приведет к появлению квадратичной восприимчивости $\chi^{(2)} = \chi^{(3)}\mathcal{E}$, где $\chi^{(3)} \approx 10^{-22}$ (м/В)² — кубическая поляризуемость. Заметим, что рассматриваемый когерентный фотогальванический эффект в centrosymmetричных средах аналогичен объемному фотогальваническому эффекту в средах без центра симметрии ($j\varphi = \beta' \mathcal{E}_\omega \mathcal{E}_\omega^*$), а последний в кристаллическом кварце, как известно, возрастает после γ -облучения [9]. Поэтому обнаруженное действие γ -облучения является дополнительным аргументом в пользу рассмотренной выше модели.

В альтернативной модели фотоиндуцированной генерации второй гармоники в кварцевом стекле это явление объясняется возникновением упорядоченного состояния в системе дефектов под воздействием излучения накачки. Если дефекты (с концентрацией N) обладают ненулевой поляризуемостью второго порядка β (для чего достаточно отсутствие центра симметрии), то в упорядоченном состоянии в системе возникает макроскопическая восприимчивость второго порядка, благодаря которой накачка с интенсивностью I_ω приводит к генерации второй гармоники с интенсивностью $I_{2\omega} \approx (N\beta I_\omega)^2$. Положительное влияние предварительного γ -облучения на эффективность генерации второй гармоники в этой модели объясняется увеличением концентрации дефектов N в стекле под воздействием γ -облучения. В частности, и центры окраски, упоминавшиеся выше, могут выступать в роли таких дефектов.

Для количественной оценки влияния γ -облучения на фотоиндуцированную генерацию второй гармоники необходима более детальная микроскопическая разработка рассмотренных выше моделей.

В заключение авторы выражают благодарность В.М. Машинскому, С.И. Мирошниченко, В.Б. Неуструеву, В.А. Чикову за помощь в работе.

Состав волокна		Эффективность ГВГ в волокне, %	
сердцевина	оболочка	необлученном	облученном
Прир. SiO_2	$F + P$	10^{-4}	$2 \cdot 10^{-4}$
$Ge + Ce$	$F + P$	$4 \cdot 10^{-4}$	$9 \cdot 10^{-3}$
Ge	$F + P$	10^{-3}	$2 \cdot 10^{-2}$

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Osterberg U., Margulis W. // Opt. Lett. 1986. V. 11. P. 516.
- [2] Farries M.C., Russell P. St. J. et al. // Electron. Lett. 1987. V. 23. P. 322.
- [3] Stolen R.H., Tom H.W.K. // Opt. Lett. 1987. V. 12. P. 585.
- [4] Saifi M.A., Andrejco M.J. // Opt. Lett. 1988. V. 13. P. 773.
- [5] Friebele E.J., Griscom D.L., Sigel G.H. // J. Appl. Phys. 1974. V. 45. P. 3424.
- [6] Gurianov A.N., Dianov E.M., Kim V.M., Mashinski V.M., Neustruev V.B., Tikhomirova V.A., Khopin V.F. // Phys. Stat. Sol. 1988. V. 110. K. 107.
- [7] Дианов Е.М., Казанский П.Г., Степанов Д.Ю. // Квантовая электроника. 1989. Т. 16. С. 887.
- [8] Пауне Ф.П. // Electron. Lett. 1989. V. 25. P. 498.
- [9] Fridkin V.M. // Ferroelectrics. 1984. V. 53. P. 169.

Институт общей физики
АН СССР, Москва

Поступило в Редакцию
3 августа 1989 г.