

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

06; 07

Журнал технической физики, т. 60, в. 9, 1990

© 1990 г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКОПЛЕНОЧНОГО РЕЗОНАТОРА
ФАБРИ—ПЕРО С ТЕРМООПТИЧЕСКОЙ НЕЛИНЕЙНОСТЬЮ

В. М. Абусев, Е. Т. Аксенов, А. Д. Бельцов, А. А. Липовский

В последние годы уделяется значительное внимание разработке и исследованию бистабильных оптических элементов [1]. Подобные структуры представляют интерес для построения оптических логических и запоминающих устройств, а также других компонентов цифровой оптики и систем обработки изображений. Наилучшими энергетическими характери-

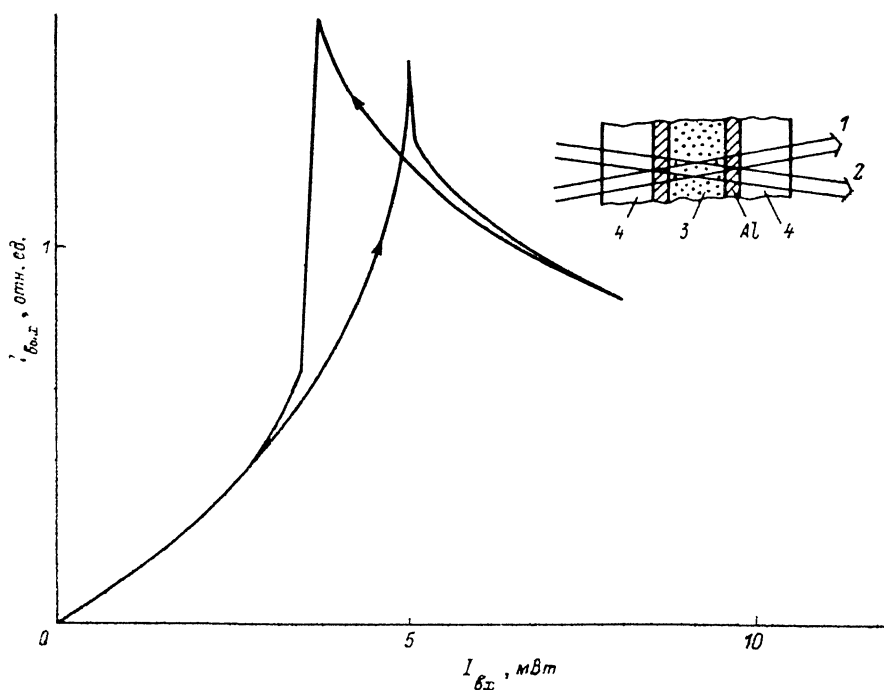


Рис. 1. Оптическая бистабильность типа «бабочка» в жидкостном резонаторе.

На вставке вид исследуемой структуры. 1, 2 — зондирующий и опорный световые пучки; 3 — термооптик; 4 — стеклянная кювета.

стиками из реализованных к настоящему времени элементов обладают тонкопленочные нелинейные резонаторы Фабри—Перо (НРФП) на основе полупроводников группы $A^{III}B^{VI}$ [2]. Также хорошо исследованы аналогичные структуры на основе полупроводников $A^{II}B^{VI}$ [1].

Другая возможность создания НРФП — это тонкопленочная ячейка, в которой поглощение энергии имеет место не в среде, заполняющей объем резонатора, а непосредственно на его зеркалах [3, 4]. При этом термооптическая непоглощающая среда, находящаяся между зеркалами резонатора, изменяет свой показатель преломления под воздействием тепловых потоков, распространяющихся от нагретого падающим излучением зеркала или зеркал. Обратная связь в структуре осуществляется за счет изменения величины управляющей световой мощности при термооптической расстройке резонатора.

Нами был изготовлен подобный НРФП на основе заполненной этиловым спиртом спиртовой кюветы толщиной 27 мкм. Зеркала представляли собой частично отражающие свет алюминиевые пленки. В качестве прокладок, задающих толщину кюветы, использовались кусочки лавсановой пленки. Кювета склеивалась эпоксидной смолой с помощью специальной оправки. Контраст интерферометра, измеренный с помощью температурного сканирования [5], составлял ~ 0.9 , ячейка поглощала 25 % падающего на нее излучения, пропускание структуры в максимуме составляло $\sim 0.5\%$. При освещении изготовленного НРФП сфокусированным пучком излучения с длиной волны 0.63 мкм при адиабатическом изменении интенсивности падающего света была реализована оптическая бистабильность типа «бабочка» (рис. 1). Также за счет выбора рабочей точки был реализован режим оптического ограничения. В бистабильном режиме порог прямого переключения структуры составил ~ 500 Вт/см². Использование более мощного источника излучения с длиной волны 0.488 мкм обеспечило мультистабильное переключение резонатора, было получено ~ 10 устойчивых состояний, различавшихся уровнем входной интенсивности.

С целью определения пространственного разрешения НРФП он освещался двумя сфокусированными световыми пучками (вставка на рис. 1). Наличие пространственной связи определялось по появлению модуляции в одном из сближаемых пучков при модуляции другого, опорного светового пучка с помощью прерывателя. Измерения показали, что изготовленная структура имеет разрешение не хуже $30\text{--}35$ мкм⁻¹.

Для определения быстродействия НРФП использовались интенсивный опорный и слабый зондирующий световые пучки, пространственно совмещаемые на структуре. Скорость переключения НРФП связана со скоростью распространения тепловых потоков в кювете. Измеренная нами временная зависимость интенсивности зондирующего светового пучка после выключения опорного светового пучка позволила определить время выключения структуры $t_{\downarrow} \sim 0.5$ мс. Скорость включения НРФП зависит от скорости его нагрева падающим световым пучком и увеличивается при увеличении его интенсивности. Минимальное измеренное нами время включения составило ~ 0.1 мс, этому соответствовала плотность управляющей мощности ~ 5 кВт/см².

Также нами была исследована трансформация формы светового импульса при его прохождении через НРФП. Если длительность импульса соизмерима с временем распространения тепла в кювете, то импульсный нагрев уже не будет адиабатическим. Форма выходного импульса в этом случае будет зависеть от выбора рабочей точки, интенсивности и длительности входного импульса. В экспериментах на структуру подавались импульсы с формой, близкой к прямоугольной. На рис. 2 представлены осциллограммы входного и выходного импульсов для нескольких значений интенсивности входного импульса. Видно, что по мере увеличения входной интенсивности скорость включения НРФП

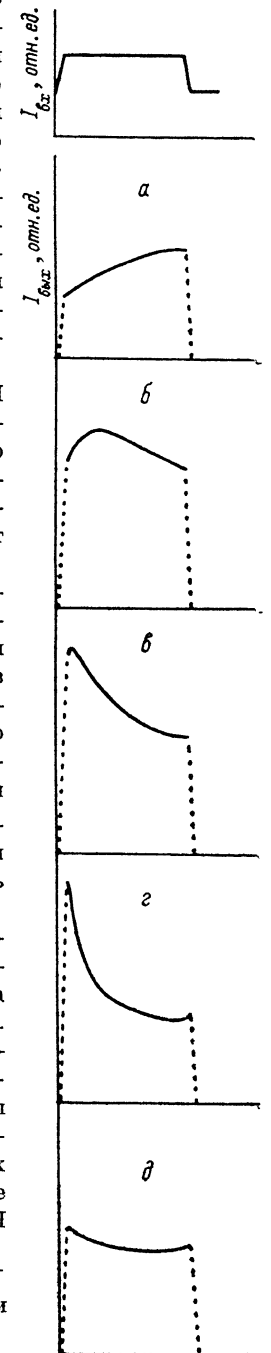


Рис. 2. Трансформация формы выходного светового импульса при изменении входной интенсивности $I_{\text{вх}}$.

а — 4.8, б — 5.8, в — 6.3, г — 8.2, д — 20.8 мВт.

растет, а максимум пропускания смещается к началу импульса. Сходную зависимость от интенсивности света во входном световом пучке продемонстрировали и полученные на выходе структуры импульсы зондирующего излучения при модуляции опорного светового пучка.

Кроме того, нами была экспериментально реализована «оптическая память» на исследованной структуре. При этом НРФП экспонировался световым «штрихом», полученным

при фокусировке излучения с помощью цилиндрической линзы. Интенсивность света выбиралась таким образом, чтобы переключения структуры не происходило. Затем на полосу засвета направлялся сфокусированный сферической линзой переключающий световой пучок. Его интенсивность выбиралась таким образом, чтобы НРФП переключился на другую устойчивую ветвь амплитудно-амплитудной характеристики. В результате происходило локальное переключение структуры и в световом «штрихе» на выходе НРФП появлялось локальное изменение интенсивности, которое сохранялось и после выключения переключающего светового пучка. Время хранения записанной информации ограничивалось за счет паразитных процессов теплопереноса и в нашем случае не превышало 1 с.

Таким образом, нами исследованы бистабильные характеристики, пространственное разрешение и быстродействие структуры, реализован режим оптической памяти для НРФП. Подобные нелинейно-оптические структуры не являются спектрально селективными, а управляющие плотности мощности меньше плотности мощности, необходимой для управления НРФП на основе пленок полупроводников типа $A^{III}B^{VI}$. Простота изготовления жидкостного нелинейно-оптического резонатора Фабри—Перо делает его удобным как для модельных экспериментов по исследованию термооптической бистабильности, так и для ряда практических приложений, не требующих больших быстродействий. Параметры подобных НРФП могут быть улучшены за счет оптимизации характеристик элементов резонатора.

Список литературы

- [1] Гиббс Х. Оптическая бистабильность. М.: Мир, 1988. 518 с.
- [2] Gibbs H. M., MacCall S. L., Venkatesen T. N. C. // Opt. Eng. 1980. Vol. 19. N 6. P. 463—467.
- [3] Lloyd A. D., Janossy I., Mackenzie H. A., Wherrett B. S. // Opt. Commun. 1987. Vol. 61. N 5. P. 339—344.
- [4] Hutchings D. C., Lloyd A. D., Janossy I., Wherrett B. S. // Opt. Commun. 1987. Vol. 61. P. 345—350.
- [5] Абуев В. М., Кузарева Е. И., Леонов Е. И. и др. // ЖТФ. 1988. Т. 58. Вып. 12. С. 2413—2416.

Физико-технический институт
им. А. Ф. Иоффе АН СССР
Ленинград

Поступило в Редакцию
30 июня 1989 г.

05; 06; 09

Журнал технической физики, т. 60, в. 9, 1990

© 1990 г.

РЕЗОНАНСНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОБРАТНЫХ ОБЪЕМНЫХ МАГНИТОСТАТИЧЕСКИХ ВОЛН С ЗАМЕДЛЕННЫМИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМИ ВОЛНАМИ В СТРУКТУРАХ ФЕРРИТ—СЕГНЕТОЭЛЕКТРИК

В. Б. Анфиногенов, Т. Н. Вербицкая, П. Е. Зильберман,
Г. Т. Казаков, С. В. Мериакри, В. В. Тихонов

Электромагнитные волны (ЭМВ) в слоистых структурах феррит—сегнетоэлектрик, будучи сильно замедленными из-за большой диэлектрической проницаемости ϵ сегнетоэлектрика, могут распространяться синхронно с магнитоэлектрическими волнами (МСВ) и резонансно взаимодействовать с ними через границу раздела сред [1]. При таком взаимодействии возникают гибридные электромагнитно-спиновые волны (ГЭСВ), ранее обнаруженные и исследованные в структуре феррит—сегнетоэлектрик в условиях, когда направление распространения ГЭСВ перпендикулярно касательному подмагничивающему полю H_0 и в феррите существует поверхностная МСВ (ПМСВ) [1, 2]. В данной работе мы хотим сообщить о результатах теоретического и экспериментального исследования свойств ГЭСВ, распространяющихся вдоль H_0 , когда в феррите существует обратная объемная МСВ (ООМСВ). Интерес к ООМСВ вызван тем, что она имеет групповые скорости, противоположные по знаку скоростям ЭМВ. При гибридизации таких волн в частотном спектре возникает запрещенная полоса («щель») и ослабление сигнала вызывается не увеличением поглощения, как в [1, 2], а непрониканием волны [3].