

УДК 621.315.592

БЕЗРЕЗОНАТОРНАЯ БИСТАБИЛЬНОСТЬ В КРИСТАЛЛАХ
НИОБАТА ЛИТИЯ

Э. С. ВАРТАНЯН, Р. К. ОВСЕПЯН, А. Р. ПОГОСЯН

Институт физических исследований АН АрмССР

(Поступила в редакцию 25 июля 1986 г.)

Показана возможность создания на основе нелинейного фотохромного эффекта в кристаллах ниобата лития бистабильного логического элемента, позволяющего осуществлять бистабильное преобразование светового излучения как в электрический сигнал, так и в световое излучение.

В последние годы широко исследуются системы, обладающие оптической бистабильностью [1], которые открывают целый ряд новых возможностей для использования нелинейных методов в современной оптике. Кроме того, оптическая бистабильность привлекает внимание перспективами различных приложений в системах оптической обработки информации. В то же время почти все проведенные до настоящего времени исследования касались только вопросов чисто оптической бистабильности, причем основанной на различных интерференционных (резонаторных) методах, что усложняет конструкцию бистабильных устройств и ограничивает их применение в системах обработки информации.

В настоящей работе исследуется новый тип безрезонаторной бистабильности на основе увеличивающегося нелинейного поглощения (фотохромного эффекта) в кристаллах ниобата лития. Прикладные возможности этой бистабильности представляются особо интересными вследствие большой широкополосности и нечувствительности к изменению длины волны. Проведенные исследования позволили получить бистабильный логический элемент на основе кристалла ниобата лития, обладающий возможностью бистабильного преобразования светового излучения как в электрический сигнал, так и в световое излучение.

Полученная в работе безрезонаторная бистабильность основана на особенностях нелинейного фотохромного эффекта, т. е. изменения (увеличения) коэффициента поглощения под действием света, обнаруженного нами в кристаллах ниобата лития [2]. Здесь необходимо отметить, что фотохромный эффект проявляется только в тех кристаллах ниобата лития, которые легированы двойными примесями. В частности, в экспериментах использовались кристаллы ниобата лития с примесями $Fe:Mn$ (0,05:0,05 вес. %), а также $Fe:Cu$ (0,05:0,05 вес. %). Кристаллы облучались излучением аргонового лазера ($\lambda=488$ нм) в направлении оси X (толщина кристалла — 2 мм) и измерялась интенсивность света, прошедшего через кристалл.

На рис. 1 приведена полученная таким образом зависимость коэффициента поглощения α от интенсивности I падающего на кристалл света. Как видно на рисунке, фотохромный эффект в ниобате лития обладает порогом при малых интенсивностях, а затем доходит до насыщения, т. е. является сильно нелинейной функцией интенсивности падающего на кристалл света. При этом время наведения эффекта составляет несколько десятков секунд, а время релаксации наведенного изменения коэффициента поглощения — несколько минут. Таким образом, коэффициент поглощения в фотохромных кристаллах ниобата лития имеет два четко выделенных значения, время переключения между которыми определяется интенсивностью света и типом примеси.

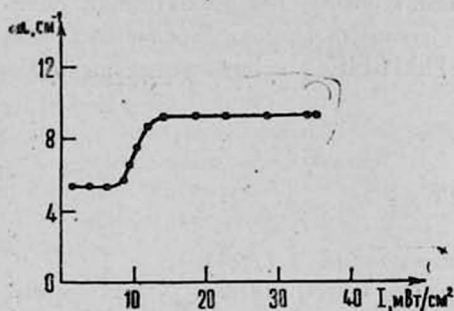


Рис. 1

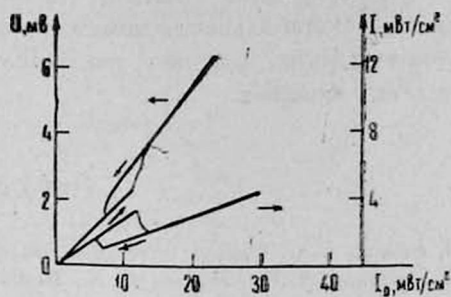


Рис. 2

Рис. 1. Зависимость коэффициента поглощения от интенсивности падающего на кристалл $\text{LiNbO}_3:\text{Fe}:\text{Mn}$ света.

Рис. 2. Зависимость выходного сигнала бистабильного элемента от интенсивности падающего света при полном времени прохождения цикла 500 с.

Используя рассмотренные выше особенности фотохромного эффекта в кристаллах ниобата лития, можно реализовать режим оптической бистабильности (такая возможность указывалась в теоретической работе [3], а в [4] экспериментально была получена безрезонаторная бистабильность в CdS за счет изменения коэффициента поглощения), а также получить бистабильное преобразование оптического излучения в электрический сигнал. В экспериментах кристалл ниобата лития облучался вдоль оси X модулированным с частотой 20 Гц излучением аргонового лазера, интенсивность I_0 которого плавно перестраивалась с заданной скоростью с помощью аттенюатора. Измерялась интенсивность I света, прошедшего через кристалл:

$$I = I_0 \exp(-\alpha d),$$

где d — толщина кристалла вдоль оси X . Кроме того, с помощью селективного вольтметра и электрометрического усилителя измерялось электрическое напряжение, возникающее вследствие присущего ниобату лития пьезоэлектрического эффекта, которое пропорционально интенсивности света и коэффициенту поглощения:

$$U \sim I_0 [1 - \exp(-\alpha d)].$$

Из формул видно, что как интенсивность прошедшего света, так и напряжение являются функциями коэффициента поглощения. А так как

зависимость коэффициента поглощения от интенсивности света, как было показано выше, характеризуется наличием двух выделенных значений, то, как следует из [3], вследствие присущей такой системе положительной обратной связи получаемые на выходе системы интенсивность света и пироэлектрическое напряжение будут обладать гистерезисными свойствами. Типичные зависимости интенсивности прошедшего света и пироэлектрического напряжения от интенсивности падающего на кристалл света приведены на рис. 2. Форма петель гистерезиса на рисунке зависит от времени наведения и релаксации оптически индуцированного изменения коэффициента поглощения, т. е. от свойств кристалла ниобата лития и вводимой в него примеси.

В заключение отметим, что описанная выше безрезонаторная оптическая бистабильность может также выполнять роль логических элементов (таких, например, как «НЕ», «ИЛИ-НЕ») в оптических вычислительных машинах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Рывкин Б. С. Физика и техника полупроводников, 19, 3 (1985).
2. Вартанян Э. С., Овсепян Р. К., Погосян А. Р. Тезисы докладов XII Всесоюзной конференции по когерентной и нелинейной оптике. Москва, МГУ, 1985, с. 809.
3. Miller D. A. B. JOSA, B1, 857 (1984).
4. Хеннебергер Ф., Пульс Я., Россманн Х. Тезисы докладов XII Всесоюзной конференции по когерентной и нелинейной оптике. Москва, МГУ, 1985, с. 306.

ՈՉ ՌԵԶՈՆԱՏՈՐԱՅԻՆ ԵՐԿԿԱՅՈՒՆՈՒԹՅՈՒՆ ԼԻԹԻՈՒՄԻ ՆԻՈՐԱՏԻ ԲՅՈՒՐԵԴՆԵՐՈՒՄ

Է. Ս. ՎԱՐԹԱՆՅԱՆ, Ռ. Կ. ՂՈՎՍԵՓՅԱՆ, Ա. Ռ. ՊՈԳՈՍՅԱՆ

Հոդվածում ցույց է տրված ոչ գծային ֆոտոխրոմ էֆեկտի հիման վրա՝ լիթիումի նիոբատի բյուրեղներում երկկայուն լոգիկական տարրի ստեղծման հնարավորությունը, որը թույլ է տալիս իրագործել լույսային ճառագայթման երկկայուն փոխակերպումը ինչպես էլեկտրական ազդանշանի, այնպես էլ նորից լույսային ճառագայթման:

NONRESONATOR BISTABILITY IN LITHIUM NIOBATE CRYSTALS

E. S. VARTANYAN, R. K. OVSEPYAN, A. R. POGOSYAN

Based on nonlinear photochromic effect in lithium niobate crystal, the possibility of constructing a bistable logical element, allowing to transform the luminous radiation both to an electric signal and also to luminous radiation, was shown.