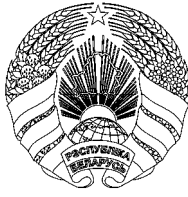


# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 6718

(13) U

(46) 2010.10.30

(51) МПК (2009)

G 02F 1/00

(54)

## КОЛЛИНЕАРНЫЙ ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ФИЛЬТР

(21) Номер заявки: u 20100318

(22) 2010.03.26

(71) Заявитель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(72) Авторы: Хило Петр Анатольевич; Краморева Лариса Ивановна; Петрова Елена Сергеевна; Хило Николай Анатольевич (ВУ)

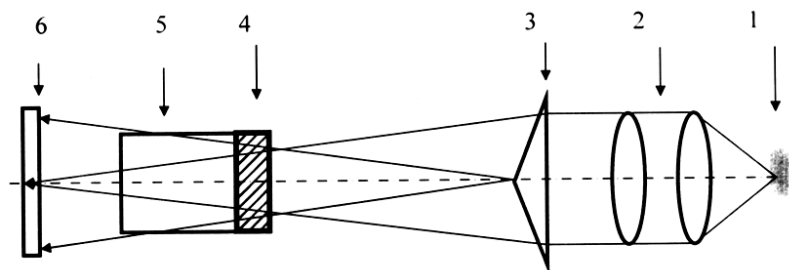
(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Гомельский государственный технический университет имени П.О.Сухого" (ВУ)

(57)

Коллинеарный поляризационный фильтр, состоящий из источника когерентного циркулярно-поляризованного света, коллиматора, аксикона, одноосного анизотропного кристалла с оптически прозрачным пьезопреобразователем, экрана, расположенного на выходе коллинеарного поляризационного фильтра после анизотропного кристалла, отличающийся тем, что содержит оптически прозрачный пьезопреобразователь с возможностью изменения интенсивности ультразвуковых волн, который закреплен на входе анизотропного кристалла.

(56)

1. Патент РБ 4256, МПК<sup>7</sup> G02 F, 2008.



Фиг. 1

Полезная модель относится к физике, а именно, к акустооптике, и может быть использована для преобразования поляризации световых пучков.

Известен коллинеарный поляризационный фильтр, состоящий из источника когерентного циркулярно-поляризованного света, коллиматора, аксикона, одноосного анизотропного кристалла с оптически прозрачным пьезопреобразователем, экрана, расположенного на выходе коллинеарного поляризационного фильтра после анизотропного кристалла. Кроме того, фильтр содержит разделительную призму-куб, за которой расположен второй

экран и использован оптически прозрачный преобразователь с возможностью изменения диапазона частот ультразвука [1].

Циркулярно-поляризованный бесселев световой пучок через разделительную призму-куб направляют в одноосный анизотропный кристалл вдоль главной кристаллографической оси  $Z$ , которая совпадает с оптической осью анизотропного кристалла. В одноосном анизотропном кристалле вдоль главной кристаллографической оси  $Z$  оптически прозрачным пьезопреобразователем возбуждают продольную ультразвуковую волну. В результате встречного акустооптического взаимодействия бесселева светового пучка и акустической волны вдоль главной кристаллографической оси  $Z$ , внутри одноосного анизотропного кристалла, дифрагированный азимутально-поляризованный бесселев световой пучок отражается в обратном направлении. С помощью разделительной призмы азимутально-поляризованный бесселев световой пучок направляют на экран, расположенный на одном выходе устройства, а радиально-поляризованный бесселев пучок проходит через анизотропный кристалл, после чего его направляют на экран, расположенный на другом выходе коллинеарного поляризационного фильтра. Изменение частоты ультразвука используют для переключения состояния поляризации на каждом из двух выходов коллинеарного поляризационного фильтра [1] (прототип).

Недостатком прототипа является отсутствие полного преобразования циркулярно-поляризованного бесселева светового пучка в радиально- или азимутально-поляризованный световой пучок.

Задача, на решение которой направлена полезная модель, заключается в создании коллинеарного поляризационного фильтра, позволяющего реализовать полное преобразование циркулярно-поляризованного бесселева светового пучка в азимутально- или радиально-поляризованные конические пучки с возможностью переключения состояния поляризации на выходе коллинеарного поляризационного фильтра.

Задача решается за счет того, что коллинеарный поляризационный фильтр состоит из источника когерентного циркулярно-поляризованного света, коллиматора, аксикона, одноосного анизотропного кристалла с оптически прозрачным пьезопреобразователем, экрана, расположенного на выходе коллинеарного поляризационного фильтра после анизотропного кристалла. Причем для полного преобразования циркулярно-поляризованного бесселева светового пучка в азимутально- или радиально-поляризованные конические пучки с возможностью переключения состояния поляризации на выходе коллинеарного поляризационного фильтра использован оптически прозрачный пьезопреобразователь с возможностью изменения интенсивности ультразвуковых волн, который закреплен на входе анизотропного кристалла после аксикона.

На фиг. 1 показан общий вид устройства. Устройство состоит из источника когерентного циркулярно-поляризованного света 1, коллиматора 2, аксикона 3, одноосного анизотропного кристалла 5 с оптически прозрачным пьезопреобразователем 4 с возможностью изменения интенсивности ультразвуковых волн, экрана 6 на выходе устройства.

На фиг. 2 представлена схема коллинеарного акустооптического взаимодействия радиально-поляризованного бесселева светового пучка с волновыми векторами  $k_0$  и плоской акустической волны с волновым вектором  $K$  в одноосном анизотропном кристалле вдоль главной кристаллографической оси  $Z$ .

Фиг. 3 демонстрирует зависимость эффективности дифракции  $t$  азимутально-поляризованного бесселева светового пучка от длины одноосного анизотропного кристалла  $z$ .

Устройство работает следующим образом. Коллимированный циркулярно-поляризованный световой пучок пропускают через аксикон 3 и получают конический световой пучок с радиальным распределением интенсивности  $S(\rho)$ , соответствующим функции Бесселя нулевого порядка

$$S(\rho) = J_0^2(q\rho),$$

где  $\rho$  - радиальная координата;

# BY 6718 U 2010.10.30

$q = (2\pi/\lambda)\sin(\gamma)$  - поперечная составляющая волнового вектора;

$\lambda$  - длина световой волны;

$\gamma$  - параметр конусности светового пучка.

Циркулярно-поляризованный бесселев световой пучок направляют через оптически прозрачный пьезопреобразователь 4 в одноосный анизотропный кристалл 5 вдоль главной кристаллографической оси Z, которая совпадает с оптической осью анизотропного кристалла. В этом случае поперечная компонента вектора напряженности электрического поля циркулярно-поляризованного бесселева светового пучка внутри одноосного кристалла имеет вид:

$$E_{\perp}(\rho) = E_{\rho}(\rho)\vec{e}_{\rho} + E_{\varphi}(\varphi)\vec{e}_{\varphi},$$

где  $\vec{e}_{\rho}, \vec{e}_{\varphi}$  - орты цилиндрической системы координат.

В одноосном анизотропном кристалле вдоль главной кристаллографической оси Z оптически прозрачным пьезопреобразователем 4 возбуждают продольную ультразвуковую волну

$$\vec{U} = \vec{e}_3 U_0 \exp[i(Kz - \Omega t)],$$

где  $\vec{e}_3$  - единичный вектор поляризации;

$U_0$  - амплитуда акустической волны;

$K$  - модуль волнового вектора;

$\Omega$  - частота акустической волны.

В одноосном анизотропном кристалле циркулярно-поляризованный бесселев световой пучок представляет собой суперпозицию азимутально (о-волна) и радиально (е-волна) поляризованных бесселевых световых пучков с волновыми векторами  $k_{oz}$  и  $k_{ez}$  соответственно, которые распространяются вдоль главной кристаллографической оси Z с поперечными компонентами векторов напряженности:

$$E_{\perp}^o(\rho) = \vec{e}_{\varphi} J_1(q\rho) \exp[ik_{oz}z] \text{ и}$$

$$E_{\perp}^e(\rho) = -i\vec{e}_{\rho} \cos(\gamma) J_1(q\rho) \exp[ik_{ez}z],$$

где  $k_{oz} = k_0 n_0 \cos(\gamma)$ ;

$$n_0^2 = \epsilon_0;$$

$$k_{ez} = k_0 n_e(\gamma) \cos(\gamma);$$

$$n_e^2(\gamma) = \frac{\epsilon_o \epsilon_e}{\epsilon_o \sin^2(\gamma) + \epsilon_e \cos^2(\gamma)}.$$

В результате акустооптического взаимодействия бесселева светового пучка и акустической волны вдоль главной кристаллографической оси Z в попутном направлении, внутри одноосного анизотропного кристалла, дифрагированный азимутально-поляризованный бесселев световой пучок с волновым вектором  $k_d$  распространяется также в попутном направлении. Эффективность дифракции  $t$  в зависимости от длины кристалла  $z$  описывается выражением:

$$t = \frac{b^2}{b^2 + (\Delta k_z/2)^2} \sin^2 \sqrt{b^2 + (\Delta k_z/2)^2} z,$$

где  $b = \beta_1 \beta_2 \sum_{m=1}^M g_m^2$ ,

$\Delta k_z$  - волновая расстройка;

$\beta_1, \beta_2$  - коэффициенты акустооптической связи взаимодействующих бесселевых пучков;

$g_m$  - интегралы перекрытия взаимодействующих полей.

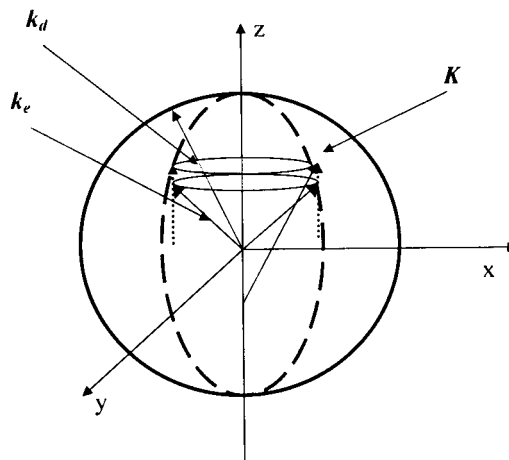
Эффективность дифракции изменяется в соответствии с графиком, приведенным на фиг. 3. Из фиг. 3 видно, что выбором длины кристалла можно достичь полного преобразо-

# BY 6718 U 2010.10.30

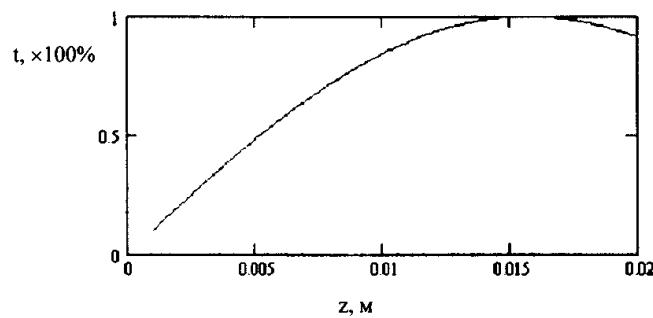
вания циркулярно-поляризованного светового пучка в радиально- или азимутально-поляризованный. Например, для кристалла  $\text{LiNbO}_3$  при коэффициентах акустооптической связи  $\beta_1 = \beta_2 \sim 10^4$ , что соответствует интенсивности ультразвуковой волны  $1 \text{ Вт/мм}^2$ , и при длине акустооптического взаимодействия, равной  $1,5 \text{ см}$ , происходит полное преобразование компонент электрического поля бesselева светового пучка и, соответственно, преобразование циркулярно-поляризованного пучка в азимутально-поляризованный. Затем азимутально-поляризованный световой пучок направляют на экран б.

Переключение состояния поляризации бesselева светового пучка реализуют изменением интенсивности ультразвуковой волны.

Предлагаемый коллинеарный поляризационный фильтр позволяет реализовать полное преобразование циркулярно-поляризованных конических пучков в радиально- или азимутально-поляризованные с возможностью переключения состояния поляризации на выходе устройства за счет изменения интенсивности ультразвуковой волны.



Фиг. 2



Фиг. 3