



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГИИТ СССР

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 2725980/25

(22) 19.02.79

(46) 07.04.92. Бюл. № 13

(71) Ордена Трудового Красного Знамени институт физики АН Белорусской ССР и Минский радиотехнический институт

(72) В.Я. Анисимов, В.Н. Белый и Л.А. Шипай

(53) 535.511(088.8)

(56) Дэмон Р., Мэлони У., Мак-Магон Д. Взаимодействие света с ультразвуком. - Физическая акустика, т. 7, М.: Мир, 1974, с. 265.

Гордон Е. Обзор акустооптических устройств отклонения и модуляции света. - ТИИЭР, 1966, т. 54, № 10, с. 181.

Изобретение относится к области квантовой электроники, физической оптики, локации, телевизионных систем и вычислительной техники, а также может быть использовано в тех областях науки и техники, где необходимо производить управляемое отклонение светового луча.

Известны способы, позволяющие выполнить условие Брэгга в широком диапазоне частот ультразвука и тем самым увеличить разрешающую способность ультразвуковых дефлекторов. В наиболее простых системах для этого применяются звуковые пучки большой расходимости.

Однако этот способ имеет ряд недостатков. Во-первых, на отклонение луча тратится малая часть акустической

2

(54) (57) СПОСОБ КОРРЕКЦИИ УГЛА БРЭГГА В УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДЕФЛЕКТОРАХ СВЕТОВОГО ЛУЧА, основанный на управлении углом поворота фронта акустической волны в активной пьезоэлектрической среде дефлектора, отличающийся тем, что, с целью снижения требуемой акустической мощности и исключения паразитных потерь света, в акустооптической среде прикладывают неоднородное электрическое поле с градиентом вдоль фронта упругой волны и величину градиента поля изменяют по линейному закону синхронно с изменением частоты ультразвука.

энергии, вследствие чего плохо используется световая и акустическая мощность. Во-вторых, снижается эффективность дифракции, что ограничивает получение высокой разрешающей способности.

Наиболее близким по технической сущности является способ коррекции угла Брэгга в ультразвуковых дефлекторах светового луча, основанный на управлении углом поворота фронта акустической волны в пьезоэлектрической среде дефлектора с помощью фазированной линейной решетки пьезопреобразователей.

Однако данному способу присущи такие недостатки, как возникновение паразитного акустического пучка, что приводит к удвоению требуемой акусти-

SU (11) 799606 A1

ческой мощности и появлению дифракции света на паразитном пучке.

Целью изобретения является снижение требуемой акустической мощности и устранение паразитных потерь света.

Цель достигается тем, что к акустооптической среде прикладывают неоднородное электрическое поле с градиентом вдоль фронта акустической волны и величину градиента поля изменяют по линейному закону синхронно с изменением частоты ультразвука. Необходимый для коррекции угла Брэгга поворот фронта акустической волны происходит за счет электроупругого эффекта - зависимости скорости звука в пьезоэлектрике от величины приложенного электрического напряжения.

Пусть луч от источника света падает под углом Брэгга

$$\theta_B = \frac{\lambda f_0}{2V_0} \quad (1)$$

к фронту распространяющейся по кристаллу звуковой волны. Здесь λ - длина световой волны, V_0 - скорость и f_0 - частота ультразвука.

При изменении частоты управляющих акустических колебаний на величину $\Delta f = f - f_0$ происходит сканирование светового луча на угол $\Delta \theta =$

$$= \frac{\lambda}{V_0} \cdot \Delta f. \text{ Чтобы удовлетворить условию}$$

Брэгга в широкой полосе частот Δf при фиксированном угле падения (1) нужно поворачивать фронт акустической волны на угол δ , равный

$$\delta = \frac{\lambda}{2V_2} (f - f_0). \quad (2)$$

В предлагаемом способе это достигается приложением неоднородного электрического поля E вдоль оси Y , параллельной фронту акустической волны

$$E = AY, \quad (3)$$

причем в случае квадрупольного конденсатора из 4 цилиндрических электродов

$$A = \frac{\varphi}{2R^2}, \text{ где } R - \text{расстояние между вершинами электродов, } \varphi - \text{управляющий потенциал на электродах.}$$

Из-за электроупругого эффекта скорость звука в пьезоэлектрическом звукопроводе изменяется на величину

$$\Delta V = V_0 \cdot QE, \quad (4)$$

где Q - электрический нелинейный параметр. В сечении, ортогональном направлению распространения ультразвука, создается линейное вдоль оси y изменение акустической скорости, вследствие чего фронт акустической волны поворачивается на угол δ , равный

$$\delta = \frac{\varphi Q l}{2R^2}, \quad (5),$$

где l - расстояние, проходимое звуком в электрическом поле.

Поэтому согласно выражениям (2) и (5) для полной коррекции угла Брэгга потенциал φ на электродах, а следовательно, и величину градиента электрического поля нужно регулировать синхронно с изменением частоты ультразвука f по линейному закону:

$$\varphi(f) = \frac{\lambda R^2}{V_0 Q l} (f - f_0). \quad (6)$$

На фиг. 1 изображена схема для осуществления предлагаемого способа, где приняты следующие обозначения: источник монохроматического света 1, звукопровод из пьезоэлектрического материала с наложенными на него электродами 2, генератор ультразвуковых колебаний 3, регулируемый источник напряжения 4, блок для синхронизации изменения частоты ультразвуковых колебаний с изменением электрического напряжения 5.

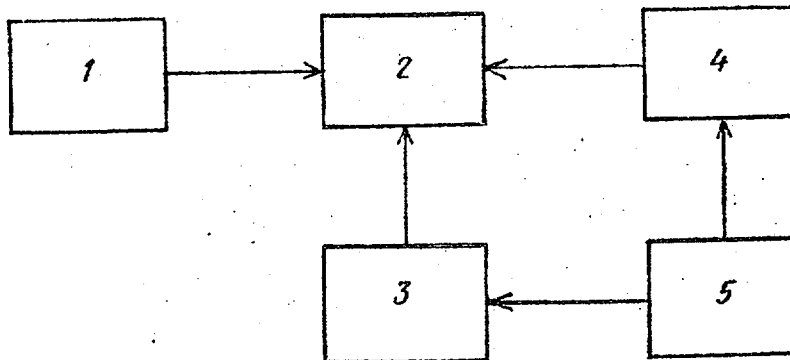
На фиг. 2 представлена конструкция УЗ дефлектора на основе кристалла ниобата лития, один конец которого помещен в емкостный зазор анодного резонатора СВЧ-генератора. Здесь цифрами обозначены: акустооптическая среда 6; электроды, подключенные к источнику питания 7 и 8; входная 9 и выходная 10 грани для светового пучка.

Ориентация кристалла LiNbO_3 выбрана так, что ось Z параллельна оси третьего порядка, а ось X перпендикулярна плоскости симметрии. Электроды имеют форму прямых цилиндров, направляющие которых параллельны оси Z , а образующими служат равнобокие гиперболы. Сечение звукопровода плоскостью XU показано на фиг. 3. Здесь электроды 7 подключены к отрицательным, а электроды 8 к положительным полюсам источника или наоборот. Переменное электрическое поле резонатора возбуждает поперечную волну, распространяющуюся вдоль оси Z со скоростью $V_0 = 8,6 \cdot 10^5$ см/с и поляризованную

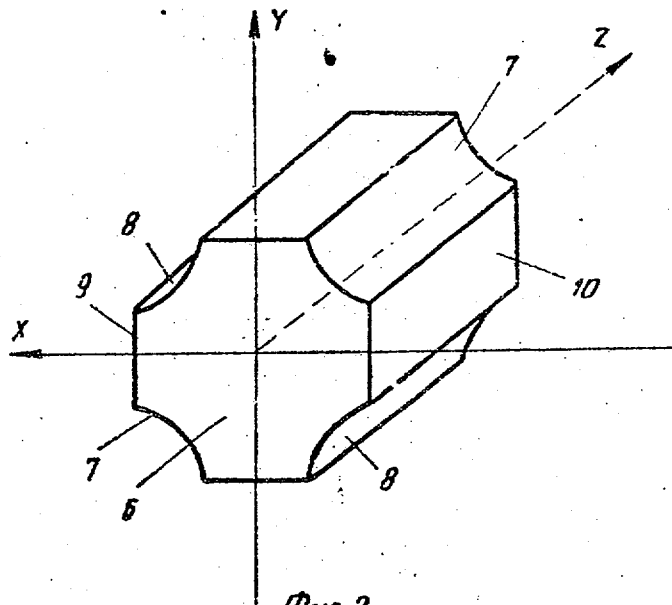
по оси Y. Световой пучок от гелий-неонового лазера ($\lambda = 0,63 \mu$), поляризованный перпендикулярно оси Z, распространяется в плоскости XZ под углом Брэгга к фронту ультразвука. Система электродов 7 и 8 создает неоднородное электрическое поле, которое приводит к линейному изменению скорости ультразвука в поперечном сечении звукопровода, а следовательно, к повороту фронта акустической волны. Коррекция угла Брэгга осуществляется путем изменения управляющего потенциала на электродах 7 и 8 синхронно с изменением частоты ультразвука. В этом устройстве по сравнению с прото-

типом отсутствует раздвоение акустического пучка, благодаря чему в два раза снижается требуемая акустическая мощность и устраняются паразитные потери света.

Таким образом предлагаемый способ позволяет производить точное управление акустическим фронтом (реализовать чисто брэгговский режим работы); снизить в два раза требуемую для управления акустическую мощность; устранить паразитное брэгговское отражение светового пучка.



Фиг.1



Фиг.2