

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **039886**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.03.23

(21) Номер заявки
201900559

(22) Дата подачи заявки
2019.12.17

(51) Int. Cl. **G02B 5/18** (2006.01)
G02B 1/00 (2006.01)
G02B 1/02 (2006.01)
C01G 5/02 (2006.01)

(54) **ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ЗОННАЯ ПЛАСТИНКА ДЛЯ ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНА**

(43) **2021.06.30**

(96) **2019000138 (RU) 2019.12.17**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**КОРСАКОВ ВИКТОР СЕРГЕЕВИЧ
(RU)**

(72) Изобретатель:
**Корсаков Виктор Сергеевич,
Корсаков Александр Сергеевич (RU)**

(56) **SU-A1-1277042**

A.S. Korsakov etc. Investigating the Optical Properties of Polycrystalline $\text{AgCl}_{1-x}\text{Br}_x$ ($0 \leq x \leq 1$) and $\text{Ag}_{0.95}\text{Tl}_{0.05}\text{Br}_{0.95}\text{I}_{0.05}$ for IR Engineering. Applied Optics, 2015, Vol. 54, No. 26, p. 8004-8009
RU-C2-2413253

L.V. Zhukova etc. Domestic Developments of IR Optical Materials Based on Solid Solutions of Silver Halogenides and Monovalent Thallium. Optics and Spectroscopy, 2018, Vol. 125, No. 6, p. 933-943

(57) Изобретение относится к оптическому приборостроению и позволяет повысить светопропускание и снизить массу оптических элементов для работы в инфракрасном диапазоне. Поликристаллическая зонная пластинка для инфракрасного диапазона, реализующая усиление амплитуды падающей волны за счет вычитания четных или нечетных зон Френеля для спектрального диапазона от 0,5 до 40,0 мкм, отличающаяся тем, что в качестве материала для изготовления зонной пластинки используется поликристаллическая плоскопараллельная заготовка толщиной от 100 до 150 мкм и диаметром до 70 мм, изготовленная из кристаллов твердых растворов галогенидов серебра, методом горячего прессования. Закрытие четных или нечетных зон Френеля на пластинке достигается путем выделения серебряного слоя в результате фотохимической реакции; глубина слоя равна рабочей длине волны зонной пластинки. Зонная пластинка толщиной от 100 до 150 мкм и диаметром до 70 мм в диапазоне длин волн от 0,5 до 40,0 мкм при расстоянии от точечного источника (а) 1 км и расстоянии до приемника (b) 200 мм способна вместить от 10000 до 154 зон Френеля. С увеличением расстояния между приемником и источником излучения количество зон будет уменьшаться. Технический результат изобретения достигается за счет сложения амплитуд световой волны, прошедшей через пластинку в точке фокусного расстояния от большого количества зон Френеля в следствии увеличения площади при уменьшении толщины пластинки.

B1**039886****039886****B1**

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к оптическому приборостроению и позволяет повысить светопропускание и снизить массу оптических элементов для работы в инфракрасном диапазоне.

Предшествующий уровень техники

Бурное развитие оптического приборостроения в области среднего инфракрасного диапазона связано с разработкой новых источников лазерного излучения, охватывающих спектральный диапазон от 2,0 до 25,0 мкм представленных твердотельными и газовыми лазерами. Актуальна задача управления лазерным инфракрасным излучением в системах дистанционной спектроскопии и зондировании, в том числе и с применением летательных аппаратов, которая решается за счет применения элементов фокусирующей оптики (линзы, призмы, дифракционные решетки, оптические зеркала) (<https://www.edmundoptics.com/c/infrared-optics/990/>). При их изготовлении преимущества получают материалы прозрачные в широком спектральном диапазоне (селениды цинка, синтетические алмазы, кремний, германий, сапфир и т.д.) из которых можно изготовить оптические элементы с большой апертурой и малой массой. С целью снижения массы оптических элементов фокусирующие линзы заменяют на дифракционные структуры: дифракционные решетки, линзы Френеля, амплитудные и фазовые пластины. Однако производство таких элементов зачастую связано с повышенными требованиями к точности обработки геометрической формы оптических структур которая согласно критерию Релея не должна превышать 0,25 рабочей длины волны.

Известна форма вогнутой светосильной зонной пластинки с широкими зонами Френеля, отличающаяся тем, что, с целью уменьшения количества зон и увеличения ширины последних, ее кольца, соответствующие четным и нечетным зонам Френеля, нанесены на вогнутой поверхности положительной менисковой линзы (авторское свидетельство № 102939; 1951). Недостатком данного изобретения является сложность технологической реализации на монокристаллических материалах.

Известна технология горячей штамповки дифракционного микрорельефа на торце световода из галогенидов серебра, которая заключается в изготовлении матрицы решетки методом фотолитографии и собственно штамповке микрорельефа. Указанный процесс обладает недостатками, присущими с одной стороны химическому травлению (изотропия процесса и связанный с ней клин травления) и штамповке на галогенидном материале (термическая и механическая деформации матрицы, усадка материала) - с другой стороны. (Бородин С.А., Волков А.В., Казанский Н.Л., Карпеев СВ., Моисеев О.Ю., Павельев В.С., Якуненкова Д.М., Рунков Ю.А., Головашкин Д.Л. Формирование и исследование дифракционного микрорельефа на торце галогенидного ИК волновода// Компьютерная оптика. 2005 №27).

Известны линзы Френеля из полимерных материалов которые высокотехнологичны в изготовлении, однако имеют полосы поглощения в ближнем и среднем инфракрасном диапазоне, а также низкую температуру плавления, что затрудняет их использование для ответственных технологических задач (<https://www.edmundoptics.com/c/ir-polymer-optics/1153/>).

Прототипом предлагаемого изобретения является зонная пластинка, состоящая из параллельных элементов, расположенных по принципу зон Френеля, отличающаяся тем, что, с целью повышения светопропускания и улучшения качества, элементы выполнены в мембране из монокристаллического кремния, разделены сквозными промежутками и представляют собой прямолинейные параллелепипеды. Способ изготовления зонной пластинки, включает формирование непрозрачных параллельных элементов, расположенных по принципу зон Френеля, путем травления через маску, отличающийся тем, что, с целью упрощения, элементы формируют в мембране из монокристаллического кремния с главной плоскостью (110), а направление прорезей в маске ориентируют вдоль кристаллографического направления (112) (Патент SU 1277042; МПК G02B 5/18; 1986). Недостатками данного изобретения являются неполный охват фронта излучения в связи с вертикальной а не кольцевой геометрией зон Френеля, а также сложность изготовления зонных пластин диаметром от 20 до 70 мм с толщиной менее 150 мкм в связи с хрупкостью кремния.

Таким образом существует проблема создания фокусирующих оптических элементов для инфракрасного диапазона с большой апертурой и малой массой, которые используются в приборах дистанционной спектроскопии и зондировании атмосферы, в том числе и с применением летательных аппаратов.

Целью указанного изобретения является разработка зонной пластинки для инфракрасного диапазона с толщиной менее 150 мкм и диаметром до 70 мм, работающей по принципу зон Френеля.

Сущность изобретения

Задача изобретения состоит в создании зонной пластинки для инфракрасного диапазона с толщиной менее 150 мкм и диаметром до 70 мм.

Технический результат изобретения состоит в увеличении размеров апертуры зонной пластинки при снижении её массы.

Поставленная задача решена за счет того, что в качестве материала для изготовления зонной пластинки используются ионные кристаллы твердых растворов галогенидов серебра (Investigating the optical properties of polycrystalline $\text{AgCl}_{1-x}\text{Br}_x$ ($0 \leq x \leq 1$) and $\text{Ag}_{0,95}\text{Tl}_{0,05}\text{Br}_{0,95}\text{I}_{0,05}$ for IR engineering/A. S. Korsakov //Applied Optics. - 2015. - Vol. 54. - Issue 26. - P. 8004-8009.), которые прозрачны в диапазоне от 0,45 до 40,0 мкм (в зависимости от состава).

Проведенные авторами исследования выявили возможность изготовления методом горячего прессования поликристаллических плоскопараллельных пластин толщиной от 100 до 150 мкм и диаметром до 70 мм. Для закрытия четных или нечетных зон Френеля на пластинке в результате фотохимической реакции выделен серебряный слой с глубиной равной рабочей длине волны зонной пластинки. Радиусы зон Френеля (r) определяются расстоянием до источника излучения (a) и точки наблюдения (b) и рабочей длиной волны зонной пластинки (λ), диапазон которой ограничен спектральной прозрачностью материала (от 0,5 мкм до 40,0 мкм).

Сведения, подтверждающие возможность осуществления изобретения

Для фокусировки волнового фронта излучения от удаленного источника зонная пластинка располагается на участке оптического пути в области соответствующей фокусному расстоянию (F) рассчитанному в зависимости от рабочей длины волны (λ) в согласии с формулой:

$$F = r_m^2 / (\lambda m),$$

где m - целое число соответствующее порядку номера зоны Френеля,

r_m - радиус соответствующей зоны, который связан с расстоянием до источника излучения (a) и точки наблюдения (b):

$$r_m = \sqrt{(m\lambda ab) / (a+b)}.$$

Зонная пластинка толщиной от 100 мкм до 150 мкм и диаметром до 70 мм в диапазоне длин волн от 0,5 до 40,0 мкм при расстоянии от точечного источника (a) 1 км и расстоянии до приемника (b) 200 мм способна вместить от 10000 до 154 зон Френеля. С увеличением расстояния между приемником и источником излучения количество зон будет уменьшаться.

Технический результат изобретения достигается за счет сложения амплитуд световой волны, прошедшей через пластинку в точке фокусного расстояния от большего количества зон Френеля по сравнению с прототипом.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Поликристаллическая зонная пластинка для инфракрасного диапазона, реализующая усиление амплитуды падающей волны за счет вычитания четных или нечетных зон Френеля для спектрального диапазона от 0,5 до 40,0 мкм, отличающаяся тем, что в качестве материала для изготовления зонной пластинки используется поликристаллическая плоскопараллельная заготовка толщиной от 100 до 150 мкм и диаметром до 70 мм, изготовленная из кристаллов твердых растворов галогенидов серебра, методом горячего прессования, а закрытие четных или нечетных зон Френеля на пластинке достигается путем выделения серебряного слоя в результате фотохимической реакции, глубина слоя при этом равна рабочей длине волны зонной пластинки.

