



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G02B 5/288 (2017.08)

(21)(22) Заявка: 2017114449, 25.04.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.04.2017

Дата регистрации:
17.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 25.04.2017

(45) Опубликовано: 17.04.2018 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49,
Университет ИТМО, ОИС и НТИ

(72) Автор(ы):

Губанова Людмила Александровна (RU),
Нгуен Ван Ба (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский
национальный исследовательский
университет информационных технологий,
механики и оптики" (Университет ИТМО)
(RU)

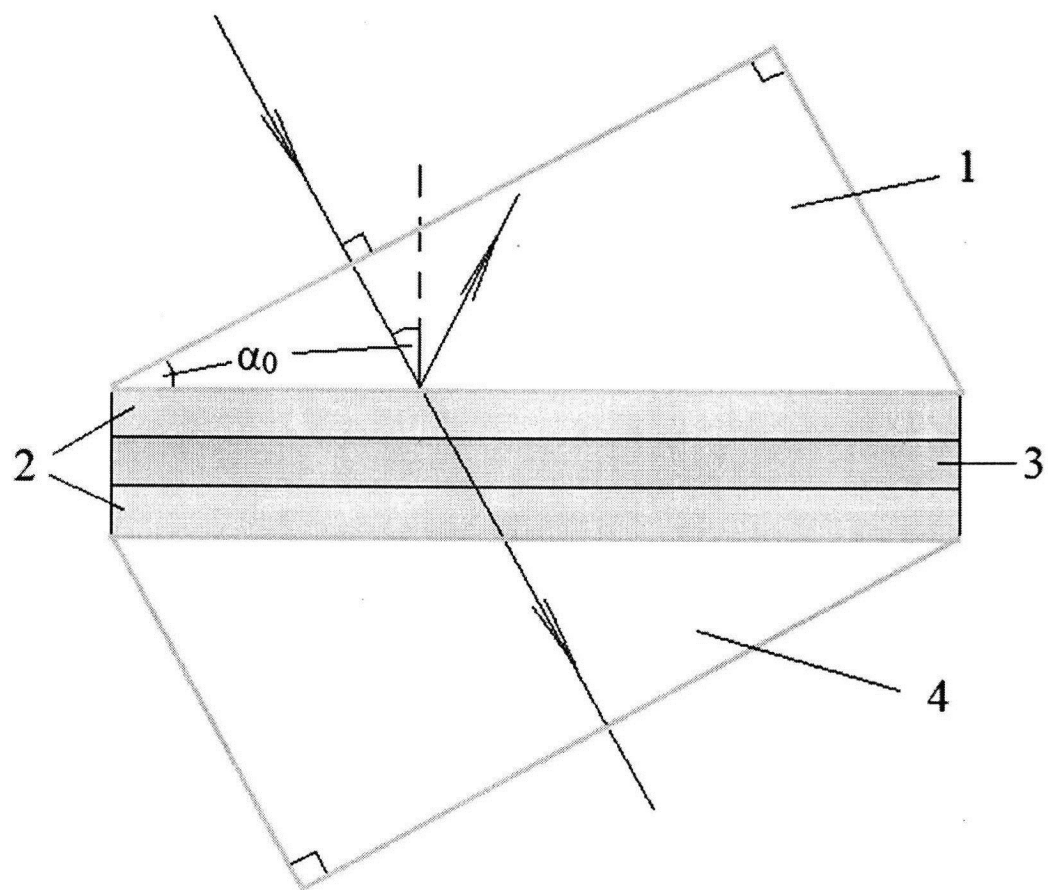
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2536078 C1, 20.12.2014. WO
1997030495 A1, 21.08.1997. US 8977082 B2,
10.03.2015. US 20130188254 A1, 25.07.2013.

(54) УЗКОПОЛОСНЫЙ ФИЛЬТР

(57) Реферат:

Узкополосный фильтр состоит из двух
одинаковых прозрачных треугольных призм,
которые изготовлены из материала с высоким
показателем преломления. Между ними нанесены
чередующиеся слои, изготовленные из материалов

с низким и высоким показателями преломления.
Технический результат - упрощение конструкции
интерференционного фильтра и расширение зоны
подавления пропускания. 2 ил., 1 табл.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G02B 5/288 (2017.08)

(21)(22) Application: **2017114449, 25.04.2017**

(24) Effective date for property rights:
25.04.2017

Registration date:
17.04.2018

Priority:

(22) Date of filing: **25.04.2017**

(45) Date of publication: **17.04.2018** Bull. № 11

Mail address:

**197101, Sankt-Peterburg, Kronverkskij pr., 49,
Universitet ITMO, OIS i NTI**

(72) Inventor(s):

**Gubanova Lyudmila Aleksandrovna (RU),
Nguen Van Ba (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe avtonomnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij natsionalnyj
issledovatel'skij universitet informacionnykh
tekhnologij, mekhaniki i optiki" (Universitet
ITMO) (RU)**

(54) **NARROW-BAND FILTER**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: narrow-band filter consists of two identical transparent triangular prisms, which are made of a material with a high refractive index. Between them are alternating layers made of materials with low and

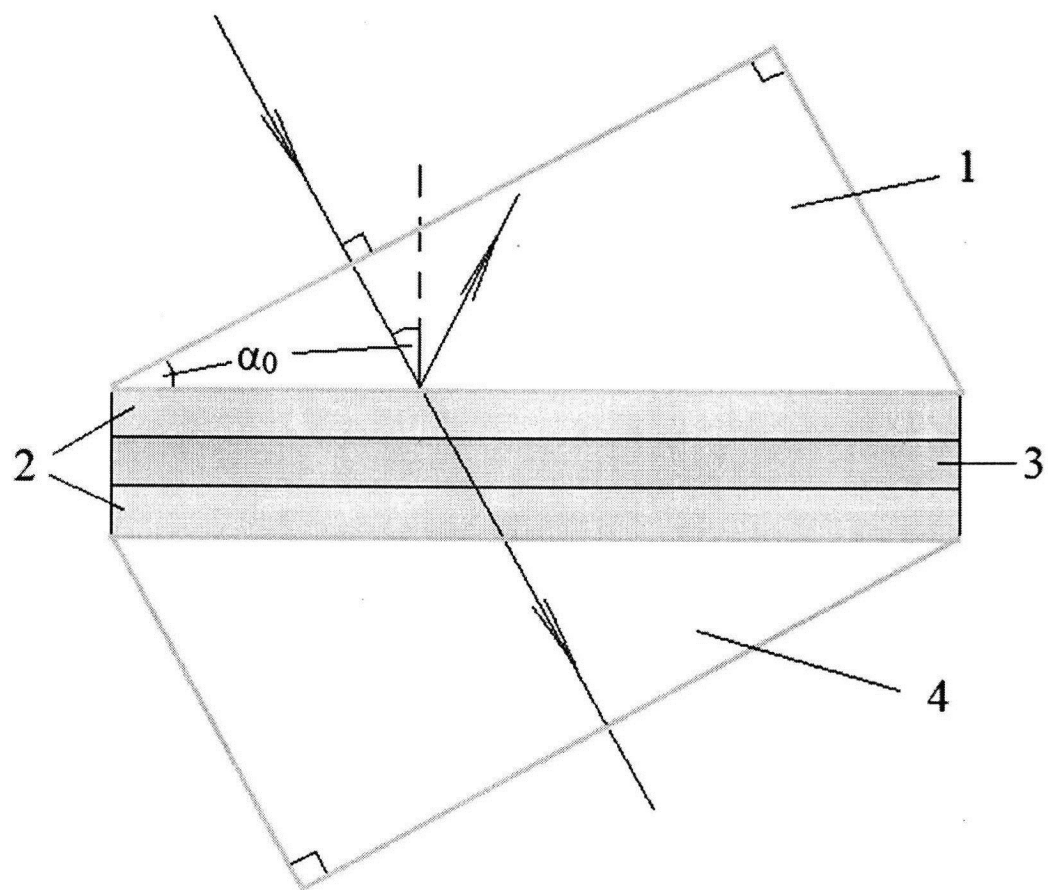
high refractive indices.

EFFECT: simplification of the design of the interference filter and expansion of the transmission suppression zone.

1 cl, 2 dwg, 1 tbl

RU 2 650 750 C 1

RU 2 650 750 C 1



Фиг. 1

Изобретение относится к астрофизике и лазерной технике, в частности к лазерной локации, где качество получаемого сигнала зависит от степени монохроматичности используемого излучения.

Известен оптический многослойный фильтр (см. пат. РФ №2330313, МПК G02B 5/28, опубл. 27.07.2008 г.). Оптический многослойный фильтр содержит две подложки и 108 диэлектрических чередующихся слоев с высокими и низкими показателями преломления. В качестве подложек могут быть использованы оптические волокна, стержни, линзы или пластины.

Недостаток этого устройства заключается в большом количестве диэлектрических слоев, общая суммарная толщина которых составляет 162 мкм, что приводит к усложнению в процессе их изготовления и уменьшению срока эксплуатации.

Известен оптический многослойный полосно-пропускающий фильтр (см. пат. РФ №2552127, МПК G02B 5/28, опубл. 10.06.2015 г.), содержащий диэлектрическую подложку с нанесенными на нее тонкопленочными чередующимися диэлектрическими слоями, изготовленными из материалов с высоким и низким показателями преломления. Фазовая толщина слоев, изготовленных из материалов с высоким показателем преломления, больше $\pi/2$, а фазовая толщина слоев, изготовленных из материалов с низким показателем преломления, меньше $\pi/2$.

Недостатками этого устройства являются сложность в выборе толщины каждого слоя, большое количество используемых диэлектрических слоев (67 слоев) и довольно высокое значение коэффициента пропускания в зоне подавления.

Наиболее близким по техническому решению и выбранному авторами за прототип, является узкополосный оптический интерференционный фильтр (см. пат. РФ №2536078, МПК G02B 5/28, опубл. 20.12.2014 г.). Узкополосный оптический интерференционный фильтр содержит прозрачную подложку с расположенными на ней чередующимися диэлектрическими слоями четвертьволновой оптической толщины, изготовленными из материалов с высоким и низким показателями преломления. Прозрачная подложка выполнена в виде плоскопараллельной пластины толщиной, кратной $\lambda/2$, где λ - длина волны рабочего излучения. Многослойные диэлектрические слои нанесены на обе поверхности подложки и их число не менее трех на каждой поверхности. Таким образом, суммарное число используемых интерференционных слоев может сократиться до шести при сужении полуширины пропускания до 0,15 нм.

Недостатки прототипа заключаются в следующем: технологическая сложность реализации такой чрезвычайной тонкой пластины и очень узкая зона подавления пропускания (соседние максимумы пропускания находятся всего на расстоянии 4 нм друг от друга в шкале длин волн).

В предлагаемом изобретении решается задача уменьшения числа используемых интерференционных слоев и расширения зоны подавления пропускания при сохранении остальных характеристик интерференционного фильтра.

Поставленная задача решается за счет достижения технического результата, заключающегося в упрощении устройства.

Данный технический результат достигается тем, что узкополосный фильтр, содержащий прозрачную подложку и нанесенные на нее чередующиеся диэлектрические слои, изготовленные из материалов с низким и высоким показателями преломления, отличается тем, что подложка выполнена в виде треугольной призмы, изготовленной из оптического материала с высоким показателем преломления, основанием которой является прямоугольный треугольник и один из острых углов больше критического угла полного внутреннего отражения на границе раздела призма-слой, на подложку

нанесено три интерференционных слоя, причем граничащий с подложкой слой имеет низкий показатель преломления, а третий слой с низким показателем преломления граничит с призмой, подобной призме-подложке.

Сущность изобретения поясняется двумя фигурами, где на фиг. 1 показаны основные компоненты узкополосного фильтра и на фиг. 2 показана полученная спектральная характеристика. Узкополосный фильтр состоит из подложки 1 в виде прозрачной треугольной призмы, изготовленной из материала с высоким показателем преломления n_H , слоев 2, изготовленных из материала с низким показателем преломления (n_L), слоя 3, изготовленного из материала с высоким показателем преломления (n_H), и призмы 4, аналогичной призме-подложке 1. Интерференционные слои 2 и 3 наносятся последовательным напылением на подложку 1, а призма 4 со слоем 3 скрепляется оптическим клеем, который имеет показатель преломления, близкий к показателю преломления призмы 4. Основанием треугольной призмы 1 является прямоугольный треугольник и один из острых углов, например α_0 (см. фиг. 1), больше критического угла полного внутреннего отражения на границе раздела призма-слой.

Устройство работает следующим образом: излучение падает по нормали на входную грань подложки 1, попадая на границу раздела призма 1 - слой 2 под углом α_0 .

Поскольку толщина слоев достаточно мала (сравнима с длиной волны падающего излучения), происходит явление нарушенного полного внутреннего отражения, благодаря которому излучение частично проходит через границу призма 1 - слой 2. Две границы раздела призма 1 - слой 2 и слой 2 - призма 4 являются высокоотражательными полупрозрачными зеркалами, а средний слой 3 является резонатором Фабри-Перо, так что эта система пропускает излучение в виде очень узких полос.

Узкополосный фильтр, работающий на принципе интерферометра Фабри-Перо, максимально пропускает излучение на тех длинах волн, для которых происходит интерференция в среднем слое 3, т.е. на следующих длинах волн:

$$\lambda = \frac{2n_H d_3 \cos \alpha_0}{m},$$

где $m=1, 2, 3, \dots$ - порядок интерференции; d_3 - геометрическая толщина среднего слоя 3; $n_H d_3$ - оптическая толщина слоя 3.

Оптическая толщина $n_L d_2$ граничащих с призмами слоев 2 находится в пределе от λ до 2λ , так как в этом диапазоне коэффициент отражения границы раздела призма-слой составляет величину от 90 до 100%, где d_2 - геометрическая толщина каждого из граничащих с призмами слоев 2.

Для реализации предлагаемого узкополосного фильтра в видимом диапазоне спектра ($\lambda=642$ нм) были выбраны следующие материалы: стекло марки К8 ($n_H=1,52$) в качестве материала призм, MgF_2 ($n_L=1,38$) в качестве пленкообразующего материала с низким показателем преломления и метилсалицилат $C_8H_8O_3$ ($n_H=1,52$) в качестве пленкообразующего материала с высоким показателем преломления. Выбранным оптическим клеем является жидкий бальзам ОК-50П, показатель преломления которого составляет значение 1,523. Острый угол призмы 1 составляет 70° . Оптические толщины слоев: $n_L d_2=1,34$ мкм, $n_H d_3=1,306$ мкм. Основные характеристики данного фильтра приведены в таблице.

Таблица. Основные характеристики узкополосного фильтра

Порядок интерференции, m	1	2	3	4
$\lambda_{\max}$, нм	2150	642	380	260
$T_{\max}$	0,92	0,92	0,92	0,92
$T_{\min}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$6,1 \cdot 10^{-11}$
Полуширина, нм	300	1	0,02	$7 \cdot 10^{-4}$

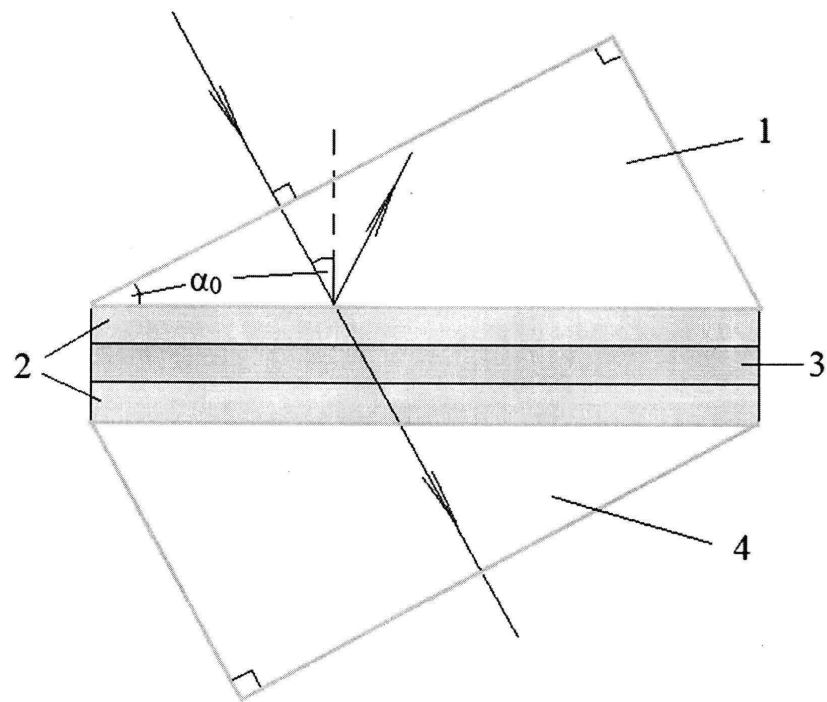
Полученная спектральная характеристика (фиг. 2) подтверждает пригодность предлагаемого изобретения.

(57) Формула изобретения

Узкополосный фильтр, содержащий прозрачную подложку и нанесенные на нее чередующиеся диэлектрические слои, изготовленные из материалов с низким и высоким показателями преломления, отличающийся тем, что подложка выполнена в виде треугольной призмы, изготовленной из оптического материала с высоким показателем преломления, основанием которой является прямоугольный треугольник и один из острых углов больше критического угла полного внутреннего отражения на границе раздела призма-слой, на подложку нанесено три интерференционных слоя, причем граничащий с подложкой слой имеет низкий показатель преломления, а третий слой с низким показателем преломления граничит с призмой, подобной призме-подложке.

1

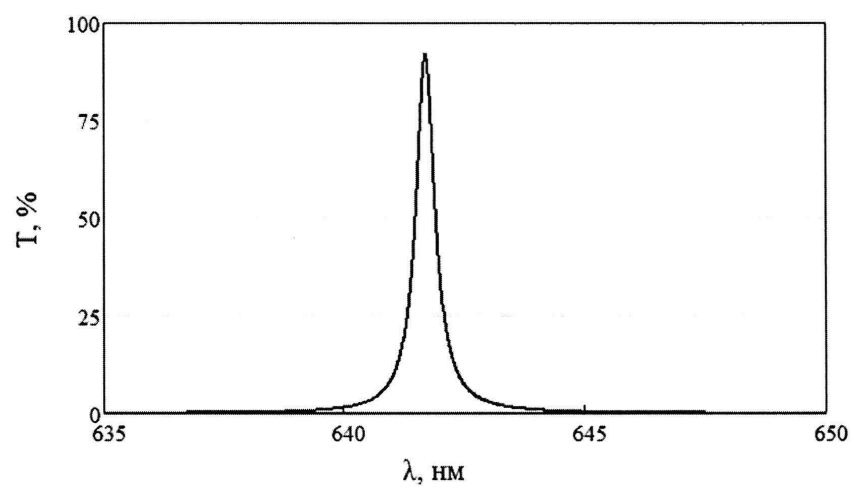
Узкополосный фильтр



Фиг. 1

2

Узкополосный фильтр



Фиг. 2