

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:
4 Марта 2004 (04.03.2004)

РСТ

(10) Номер международной публикации:
WO 2004/018983 A1

(51) Международная патентная классификация⁷:
G01J 3/00, G01B 9/02

ул. 8 Марта, д. 189, к. 4, кв. 8 (RU) [ATNASHEV, Pavel, Ekaterinburg (RU)]; БОЯРЧЕНКОВ Алексей [RU/RU]; 620100 Екатеринбург, ул. Ткачей, д. 8, кв. 21 (RU) [BOYARCHENKOV, Aleksey, Ekaterinburg (RU)].

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU2003/000077

(22) Дата международной подачи:
28 февраля 2003 (28.02.2003)

(74) Общий представитель: АТНАШЕВ Виталий; 620002 Екатеринбург, ул. Мира, д. 19, а/я 11 (RU) [ATNASHEV, Vitaliy, Ekaterinburg (RU)].

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(81) Указанные государства (национально): AU, CN, JP, KR, NZ, SG, US.

(30) Данные о приоритете:
2002122907 26 августа 2002 (26.08.2002) RU
2002123867 6 сентября 2002 (06.09.2002) RU

(84) Указанные государства (регионально): европейский патент (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR).

(71) Заявитель и

(72) Изобретатель: АТНАШЕВ Виталий [RU/RU]; 620003 Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 189, к. 4, кв. 8 (RU) [ATNASHEV, Vitaliy, Ekaterinburg (RU)].

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

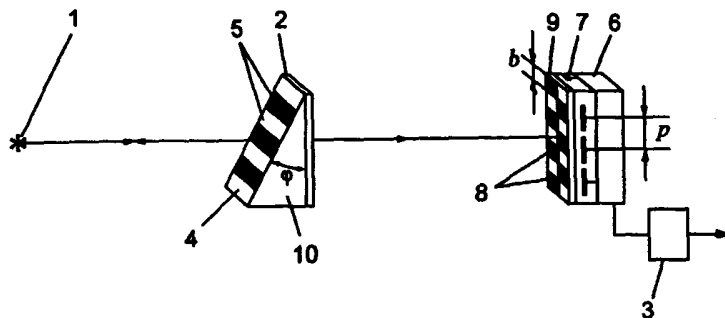
(71) Заявители и

(72) Изобретатели: АТНАШЕВ Алексей [RU/RU]; 620003 Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 189, к. 4, кв. 8 (RU) [ATNASHEV, Aleksey, Ekaterinburg (RU)]; АТНАШЕВ Павел [RU/RU]; 620003 Екатеринбург,

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и других сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям», публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюллетеня РСТ.

(54) Title: SPECTROMETRY METHOD AND DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ СПЕКТРОМЕТРИИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ (ВАРИАНТЫ)



(57) Abstract: The invention relates to optical spectral analysis. The inventive methods are carried out by means of interferometers which comprise the following optically connected elements: a coherent light source, a reflecting mirror, spectroanalyser, a thin layer, a periodical system provided with photocells and a screen. Said thin partially transmitting layer is exposed to the effect of a standing optical wave or two optical waves having slightly different frequencies. The periodical system can be embodied in the form of two parallel half-period offset photocell ranges. The interferometer can also comprise a second coherent light source. Said spectrometry methods and interferometers for the carry out thereof make it possible to increase the accuracy of optical waves measurements.

[Продолжение на след. странице]



WO 2004/018983 A1



(57) Реферат: Изобретение относится к области оптического спектрального анализа.

Заявленные способы осуществляются на интерферометрах, содержащих оптически сопряженные когерентный источник светового излучения, отражающее зеркало, спектроанализатор, тонкий слой, периодическую систему с фотоэлементами и экран. На тонкий частично пропускающий слой воздействуют стоячей световой волной или двумя световыми волнами с несколько отличающимися частотами. Периодическая система фотоэлементов может быть выполнена в виде двух сдвинутых на половину периода параллельных рядов фотоэлементов. Интерферометр может дополнительно содержать второй когерентный источник светового излучения. Предлагаемые способы спектрометрии и интерферометры для их осуществления позволяют повысить точность измерения световых волн.

Способ спектрометрии и устройство для его осуществления
(варианты)

Область техники

Изобретения относятся к области спектрального анализа и
5 могут быть использованы при спектральном анализе светового
излучения.

Предшествующий уровень техники

Классический способ спектрального анализа излучения
заключается в разложении пучка света, с помощью призмы или
10 дифракционной решетки, с выделением спектральных
составляющих и их последовательным сканированием. Одним из
классических устройств, используемым для этой цели, является
монохроматор с дифракционной решеткой [Малышев В.И.
Введение в экспериментальную спектроскопию. М.: Наука, 1979,
15 с.185-201; 257-274], состоящий из зеркал и поворотной
дифракционной решетки, обеспечивающей сканирование спектра.

Данный дифракционный монохроматор обладает меньшей
светосилой по сравнению с интерферометрами, что является его
недостатком.

20 Известен интерферометр, содержащий оптически сопряженные
источник светового излучения, отражающие зеркала,
светоделительную пластину, фотодетектор и спектроанализатор
[Мерц Л. Интегральные преобразования в оптике. М.: Мир, с.80-
83.].

Наиболее близким к предлагаемому является способ спектрометрии, основанный на регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя, включающего
5 микрочастицы, рассеивающие или поглощающие энергию электрического поля стоячей световой волны, расположенного между источником светового излучения и отражающим зеркалом и установленного наклонно к плоскости упомянутого зеркала [Патент РФ № 2177605, опубл. 27.12.2001 г., МПК 7 G 01 J 3/00, G
10 01 B 9/02, G 01 R 23/17].

Данный способ спектрометрии осуществляется на интерферометре, содержащем оптически сопряженные источник светового излучения, отражающее зеркало, спектроанализатор и тонкий частично пропускающий слой, включающий
15 микрочастицы, рассеивающие или поглощающие энергию электрического поля стоячей световой волны, расположенный между источником светового излучения и отражающим зеркалом и установленный наклонно к плоскости упомянутого зеркала [Патент РФ № 2177605, опубл. 27.12.2001 г., МПК 7 G 01 J 3/00, G
20 01 B 9/02, G 01 R 23/17].

Раскрытие изобретения

В основу изобретения положена задача регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя в виде
25 сигнала пространственной частоты путем проецирования

изображения упомянутой системы на периодическую систему, содержащую фотоэлементы.

Поставленная задача решается следующими способами спектрометрии (варианты)

- 5 Вариант I способа спектрометрии. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающего или поглощающего энергию электрического поля стоячей световой
- 10 волны, который располагают между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ -
- 15 длина световой волны, d - период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем
- слое при воздействии стоячей световой волны, при этом регистрацию упомянутой системы интерференционных полос стоячей световой волны с периодом d осуществляют в виде
- 20 сигнала пространственной частоты путем проецирования изображения упомянутой системы на периодическую систему с фотоэлементами, расположенными с периодом p в ряду и с
- размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, при этом период p упомянутых фотоэлементов в ряду упомянутой
- 25 периодической системы задают относительно размера b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду в пределах $p = (2-100)b$,

полученные с упомянутых фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов в упомянутой периодической системе и анализируют, при этом изображение упомянутой системы
5 интерференционных полос проецируют на периодическую систему, содержащую фотоэлементы, с возможностью смещения изображения интерференционных полос относительно входных окон фотоэлементов упомянутой периодической системы.

Кроме того периодическую систему, содержащую
10 фотоэлементы, выполняют в виде матричной периодической системы, установленной с возможностью вращения вокруг оси.

Первый вариант способа спектрометрии осуществляется на варианте 1 интерферометра.

Вариант 1 интерферометра. Интерферометр, содержащий
15 оптически сопряженные источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично пропускающим световое излучение, спектроанализатор, тонкий частично пропускающий слой толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой
20 волны, расположенный между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ - длина световой волны, d - период интерференционных полос,
25 система которых образуется в тонком частично пропускающем

слое при воздействии стоячей световой волны, а также содержащий периодическую систему фотоэлементов с входными окнами, расположенную позади отражающего зеркала, при этом интерферометр дополнительно снабжен экраном, ограничивающим размеры входных окон упомянутых фотоэлементов, установленным на периодической системе, тонкий частично пропускающий слой и отражающее зеркало выполнены с возможностью смещения относительно экрана и периодической системы, содержащей фотоэлементы.

10 Кроме того периодическая система, содержащая фотоэлементы, может быть выполнена в виде матричной периодической системы и установлена с возможностью ее разворота по оптической оси интерферометра.

Вариант II способа спектрометрии. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающего или поглощающего энергию электрического поля стоячей световой волны, который располагают между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ – длина световой волны, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, при этом регистрацию упомянутой системы интерференционных полос

стоячей световой волны с периодом d осуществляют в виде сигнала пространственной частоты путем проецирования изображения упомянутой системы на периодическую систему с фотоэлементами, расположенными с периодом p в ряду и с
5 размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, при этом фотоэлементы располагают двумя параллельными рядами со сдвигом упомянутых фотоэлементов одного ряда по отношению к другому на половину периода p , размер b входных окон этих фотоэлементов задают не больше половины периода p , а
10 полученные с фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов в периодической системе и анализируют.

Второй вариант способа спектрометрии может быть осуществлен на втором варианте интерферометра.

15 Вариант 2 интерферометра. Интерферометр, содержащий оптически сопряженные источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично пропускающим световое излучение, спектроанализатор, тонкий частично пропускающий слой толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающий или
20 поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, расположенный между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ -
25 длина световой волны, d - период интерференционных полос,

система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, также интерферометр содержит периодическую систему с фотоэлементами, которые расположены с периодом p в ряду и с
5 размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, размещенную позади отражающего зеркала, экран, ограничивающий размер b входных окон фотоэлементов, установленный на периодической системе, а периодическая система выполнена в виде двух параллельных рядов
10 фотоэлементов со сдвигом фотоэлементов одного ряда по отношению к другому на половину периода p .

Вариант III способа спектрометрии. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично
15 пропускающего слоя толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающего или поглощающего энергию электрического поля стоячей световой волны, который располагают между первым когерентным источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол
20 между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/v_1$ – длина световой волны первого когерентного источника, c – скорость света, v_1 – частота светового излучения первого когерентного источника, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком
25 частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, кроме того на упомянутый тонкий частично

пропускающий слой дополнительно воздействуют стоячей световой волной от второго когерентного источника светового излучения с частотой ν_2 , определяемой из выражения $\nu_2 = \nu_1 \pm F$, где F – частота биений, которую задают в диапазоне $1 - 6 \cdot 10^{12}$ Гц, 5 путем направления светового излучения от второго когерентного источника светового излучения на упомянутые тонкий частично пропускающий слой и отражающее зеркало, при этом регистрацию системы интерференционных полос стоячей световой волны с периодом d осуществляют путем проецирования 10 изображения упомянутой системы на периодическую систему, содержащую фотоэлементы, полученные с фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов в периодической системе и подвергают преобразованию по пространственной координате и 15 координате времени.

Вариант 3 интерферометра. Интерферометр, содержащий оптически сопряженные первый когерентный источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично пропускающим световое излучение, тонкий частично 20 пропускающий слой толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, и спектроанализатор, расположенный между первым когерентным источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, 25 где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/\nu_1$ - длина световой

волны первого когерентного источника, c – скорость света, ν_1 – частота светового излучения первого когерентного источника, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей
5 световой волны, также интерферометр содержит периодическую систему с фотоэлементами, которая расположена позади отражающего зеркала, светоделительный элемент, расположенный между упомянутыми тонким частично пропускающим слоем и первым когерентным источником светового излучения, второй
10 когерентный источник светового излучения с частотой ν_2 , определяемой из выражения $\nu_2 = \nu_1 \pm F$, где F – частота биений, которую задают в диапазоне $1 - 6 \cdot 10^{12}$ Гц, оптически сопряженный со светоделительным элементом.

Краткое описание чертежа

15 Сущность изобретений поясняется чертежами, на которых представлены:

на фиг. 1 – схема интерферометра по варианту 1;

на фиг. 2 – схема интерферометра по варианту 2;

на фиг. 3 – схема интерферометра по варианту 3.

20 **Варианты осуществления изобретений**

Заявленные способы спектрометрии реализуются на предложенных интерферометрах следующим образом.

Осуществление первого варианта способа спектрометрии на интерферометре по варианту 1.

Интерферометр по варианту 1 (фиг.1) содержит оптически сопряженные источник 1 светового излучения, отражающее зеркало 2, выполненное частично пропускающим световое излучение, спектроанализатор 3, тонкий частично пропускающий
5 слой 4 толщиной не более $\lambda/2$, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, расположенный между источником 1 светового излучения и отражающим зеркалом 2 под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично
10 пропускающим слоем 4 и волновым фронтом световой волны, λ - длина световой волны, d - период интерференционных полос 5, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое 4 при воздействии стоячей световой волны, а также содержащем периодическую систему 6 фотоэлементов 7 с
15 входными окнами 8, расположенную позади отражающего зеркала 2. При этом интерферометр дополнительно снабжен экраном 9, ограничивающим размеры входных окон 8 фотоэлементов 7, установленным на периодической системе 6, тонкий частично пропускающий слой 4 и отражающее зеркало 2 выполнены с
20 возможностью смещения относительно экрана 9 и периодической системы 6, содержащей фотоэлементы 7, в направлении чередования интерференционных полос 5. Тонкий частично пропускающий слой 4 может быть нанесен на одну из поверхностей оптического клина 10. Отражающее зеркало 2 при
25 этом может быть выполнено на другой поверхности оптического клина 10 в виде отражающего покрытия с коэффициентом

отражения 0,50 – 0,99 и коэффициентом пропускания 0,01 – 0,50. Смещение тонкого частично пропускающего слоя 4 и отражающего зеркала 2 относительно экрана 8 и периодической системы 6, содержащей фотоэлементы 7 в направлении 5 чередования интерференционных полос 5 (т.е. в направлении перпендикулярном интерференционным полосам в плоскости отражающего зеркала 2 или в плоскости тонкого частично пропускающего слоя 4) достигается за счет ультразвуковой вибрации оптического клина 10 при присоединении пьезоэлемента 10 11 к основанию оптического клина 10. Питание пьезоэлемента 11 осуществляется от ультразвукового генератора 12. На периодическую систему 6, содержащую фотоэлементы 7, спроецировано изображение системы интерференционных полос 5. Периодическая система 6, содержащая фотоэлементы 7, 15 выполнена в виде линейки или матрицы приборов с зарядовой связью. При выполнении периодической системы 6, содержащей фотоэлементы 7, в виде матричной периодической системы 6, она может быть установлена с возможностью ее разворота по оптической оси интерферометра.

20 Интерферометр работает следующим образом.

Световой поток от источника 1 светового излучения поступает на отражающее зеркало 2, отражается от него и в виде стоячей световой волны поступает на тонкий частично пропускающий слой 4. За счет того, что тонкий частично пропускающий слой 4 25 рассеивает или поглощает энергию электрического поля стоячей световой волны, и расположен наклонно, в нем образуется система

интерференционных полос 5 регистрацию которой можно
осуществить в виде сигнала пространственной частоты с
периодом следования d . При этом период следования d задан из
соотношения: $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между плоскостью тонкого
5 частично пропускающего слоя 4 и волновым фронтом световой
волны, λ - длина световой волны. При использовании оптического
клина 10 угол φ между плоскостью тонкого частично
пропускающего слоя 4 и плоскостью отражающего зеркала 2 задан
из соотношения $\sin \varphi = \lambda/2dn$, где λ - длина световой волны; d -
10 период интерференционных полос 5, n - показатель преломления
материала оптического клина 10.

Изображение системы интерференционных полос 5
проецируется через частично пропускающее световое излучение
отражающее зеркало 2 на периодическую систему 6 содержащую
15 фотоэлементы 7. Далее, спроецированное изображение системы
интерференционных полос 5 на систему 6 содержащую
фотоэлементы 7 регистрируется в виде их зависимости от
местоположения фотоэлементов 7 в периодической системе 6. При
этом, за счет смещения изображения интерференционных полос 5
20 относительно входных окон 8 фотоэлементов 7 периодической
системы 6 при помощи пьезоэлемента 11, обеспечивается также и
временная модуляция анализируемого светового излучения.
Период p фотоэлементов 7 в ряду периодической системы 6
задают относительно размера b входного окна 8 этих
25 фотоэлементов 7 в том же ряду в пределах $p = (2-100)b$
посредством экрана 9, ограничивающего размер b входных окон 8

фотоэлементов 7. При этом период d интерференционных полос 5 задают относительно периода p фотоэлементов 7 в пределах $p = (2-100)d$. Записанные электрические сигналы подвергаются преобразованию Фурье на спектроанализаторе 3 на выходе 5 которого получают их частотное преобразование. При выполнении периодической системы 6, содержащей фотоэлементы 7, в виде матричной периодической системы, установленной с возможностью ее разворота по оптической оси интерферометра, записанные электрические сигналы 10 подвергаются преобразованию Фурье на спектроанализаторе 3 по двум пространственным координатам. При этом достигается высокое разрешение определяемых длин волн светового излучения.

Осуществление способа спектрометрии по варианту II на 15 интерферометре по варианту 2:

Интерферометр по варианту 2 (фиг.2) содержит оптически сопряженные источник 1 светового излучения, отражающее зеркало 2, выполненное частично пропускающим световое излучение, спектроанализатор 3, тонкий частично пропускающий 20 слой 4, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, этот слой 4, толщиной не более $\lambda/2$, расположен между источником 1 светового излучения и отражающим зеркалом 2 под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично 25 пропускающим слоем 4 и волновым фронтом световой волны, λ - длина световой волны, d - период интерференционных полос 5,

система которых образуется в тонком частично пропускающем слое 4 при воздействии стоячей световой волны. Интерферометр также содержит периодическую систему 6 с фотоэлементами 7, которые расположены с периодом p в ряду и с размером b входного окна 8 этих фотоэлементов 7 в том же ряду, размещенную позади отражающего зеркала 2, экран 9, ограничивающий размер b входных окон 8 фотоэлементов 7, установленный на периодической системе 6, а периодическая система 6 выполнена в виде двух параллельных рядов фотоэлементов 7 со сдвигом фотоэлементов 7 одного ряда по отношению к другому на половину периода p .

Тонкий частично пропускающий слой 4 может быть нанесен на одну из поверхностей оптического клина 10. Отражающее зеркало 2 при этом может быть выполнено на другой поверхности оптического клина 10 в виде отражающего покрытия с коэффициентом отражения 0,50 – 0,99 и коэффициентом пропускания 0,01 – 0,50. На периодическую систему 6, содержащую фотоэлементы 7, спроецировано изображение системы интерференционных полос 5. Периодическая система 6, содержащая фотоэлементы 7, выполнена в виде двух параллельных линеек приборов с зарядовой связью со сдвигом фотоэлементов 7 одной линейки по отношению к другой на половину периода p с которым фотоэлементы 7 расположены в каждой линейке.

Интерферометр работает следующим образом.

Световой поток от источника 1 светового излучения поступает на отражающее зеркало 2, отражается от него и в виде стоячей световой волны поступает на тонкий частично пропускающий слой 4. За счет того, что тонкий частично пропускающий слой 4
5 рассеивает или поглощает энергию электрического поля стоячей световой волны, и расположен наклонно, в нем образуется система интерференционных полос 5 регистрацию которой можно осуществить в виде сигнала пространственной частоты с периодом следования d . При этом период следования d задан из
10 соотношения:

$\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между плоскостью тонкого частично пропускающего слоя 4 и волновым фронтом световой волны, λ – длина световой волны. При использовании оптического клина 10 угол φ между плоскостью тонкого частично пропускающего слоя
15 4 и плоскостью отражающего зеркала 2 задан из соотношения $\sin \varphi = \lambda/2dn$, где λ – длина световой волны; d – период интерференционных полос 5, n – показатель преломления материала оптического клина 10.

Изображение системы интерференционных полос 5
20 проецируется через частично пропускающее световое излучение отражающее зеркало 2 на периодическую систему 6, а полученные с фотоэлементов 7 электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения фотоэлементов 7 в периодической системе 6 (поочередно из каждой линейки
25 приборов с зарядовой связью) и анализируют в виде сигнала пространственной частоты.

Осуществление варианта III способа спектрометрии на интерферометре по варианту 3:

Интерферометр по варианту 3 (фиг.3) содержит оптически сопряженные первый когерентный источник 1 светового излучения, отражающее зеркало 2, выполненное частично пропускающим световое излучение, тонкий частично пропускающий слой 4, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, и спектроанализатор 3. Тонкий частично пропускающий слой 4 толщиной не более $\lambda/2$ расположен между первым когерентным источником 1 светового излучения и отражающим зеркалом 2 под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем 4 и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/v_1$ - длина световой волны первого когерентного источника 1, c - скорость света, v_1 - частота светового излучения первого когерентного источника 1, d - период интерференционных полос 5, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое 4 при воздействии стоячей световой волны. Интерферометр также содержит периодическую систему 6 с фотоэлементами 7, которая расположена позади отражающего зеркала 2, светоделительный элемент 13, расположенный между тонким частично пропускающим слоем 4 и первым когерентным источником 1 светового излучения, второй когерентный источник 14 светового излучения с частотой v_2 , определяемой из выражения $v_2 = v_1 \pm F$, где F - частота биений, которую задают в диапазоне 1 - $6 \cdot 10^{12}$ Гц, оптически сопряженный

со светоделительным элементом 13. Светоделительный элемент 13 выполнен в виде светоделительного кубика. Тонкий частично пропускающий слой 4 может быть нанесен на одну из поверхностей оптического клина 10. Отражающее зеркало 2 при этом может быть выполнено на другой поверхности клина 10 в виде отражающего покрытия с коэффициентом отражения 0,50 – 0,99 и коэффициентом пропускания 0,01 – 0,50. На периодическую систему 6, содержащую фотоэлементы 7, спроецировано изображение системы интерференционных полос 5.

10 Периодическая система 6, содержащая фотоэлементы 7, выполнена в виде линейки или матрицы приборов с зарядовой связью.

Интерферометр работает следующим образом.

Световой поток от первого когерентного источника 1 светового излучения поступает на отражающее зеркало 2, отражается от него и в виде стоячей световой волны поступает на тонкий частично пропускающий слой 4. За счет того, что тонкий частично пропускающий слой 4 рассеивает или поглощает энергию электрического поля стоячей световой волны, и расположен наклонно, в нем образуется система интерференционных полос 5 регистрацию которой можно осуществить в виде сигнала пространственной частоты с периодом следования d . При этом период следования d задан из соотношения: $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем 4 и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/v_1$ - длина световой волны первого когерентного источника 1, c - скорость света, v_1 -

частота светового излучения первого когерентного источника 1. При использовании оптического клина 10 угол φ между плоскостью тонкого частично пропускающего слоя 4 и плоскостью отражающего зеркала 2 задан из соотношения $\sin \varphi =$
5 $\lambda/2dn$, где λ - длина световой волны первого когерентного источника 1; d - период системы интерференционных полос 5, n - показатель преломления материала оптического клина 10.

Световой поток от второго когерентного источника 14 светового излучения через светоделительный элемент 13 также поступает на
10 отражающее зеркало 2, отражается от него и в виде стоячей световой волны поступает на тонкий частично пропускающий слой 4. За счет того, что тонкий частично пропускающий слой 4 рассеивает или поглощает энергию электрического поля стоячей световой волны, и расположен наклонно, в нем образуется система
15 интерференционных полос 5 практически с тем же периодом следования d , так как частота ν_2 светового излучения второго когерентного источника 14 отличается от частоты ν_1 светового излучения первого когерентного источника 1 на частоту биений F , которую задают в диапазоне 1 - $6 \cdot 10^{12}$ Гц. Это позволяет
20 осуществить регистрацию системы интерференционных полос 5 в виде сигнала пространственной частоты с периодом следования d . Так как второй когерентный источник 14 используется в качестве гетеродина то, кроме образования системы интерференционных полос 5 на тонком частично пропускающем слое 4, на этом же
25 слое 4, как на смесителе, возникают световые биения с частотой 1 - $6 \cdot 10^{12}$ Гц (с частотой радиодиапазона). Изображение системы

интерференционных полос 5, интенсивность которых модулируется по времени, проецируется через частично пропускающее световое излучение отражающее зеркало 2 на периодическую систему 6 содержащую фотоэлементы 7.

5 Полученные с фотоэлементов 7 электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов 7 в периодической системе 6 и подвергают двумерному преобразованию Фурье по пространственной координате и координате времени на спектроанализаторе 3 на

10 выходе которого получают их частотное преобразование в виде зависимости от длины λ световой волны. Это позволяет повысить точность измерения и обеспечивает высокое разрешение определяемой длины волны.

Предлагаемые способы спектрометрии и интерферометры для

15 их осуществления позволяет повысить точность измерения световых волн в 2 – 5 раз при измерении светового излучения в широком спектральном диапазоне.

Формула изобретения

1. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя, рассеивающего или
5 поглощающего энергию электрического поля стоячей световой волны, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$, расположен между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между тонким частично
10 пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ – длина световой волны, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, при этом регистрацию упомянутой системы интерференционных полос
15 стоячей световой волны с периодом d осуществляют в виде сигнала пространственной частоты путем проецирования изображения упомянутой системы на периодическую систему с фотоэлементами, расположенными с периодом p в ряду и с размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, при
20 этом период p упомянутых фотоэлементов в ряду упомянутой периодической системы задают относительно размера b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду в пределах $p = (2-100)b$, полученные с упомянутых фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих
25 фотоэлементов в упомянутой периодической системе и

анализируют, при этом изображение упомянутой системы интерференционных полос проецируют на периодическую систему, содержащую фотоэлементы, с возможностью смещения изображения интерференционных полос относительно входных окон фотоэлементов упомянутой периодической системы.

2. Способ спектрометрии по п. 1 отличающийся тем, что периодическую систему, содержащую фотоэлементы, выполняют в виде матричной периодической системы, установленной с возможностью вращения вокруг оси.

10 3. Интерферометр, содержащий оптически сопряженные источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично пропускающим световое излучение, спектроанализатор, тонкий частично пропускающий слой, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$,
15 расположен между источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ -
20 длина световой волны, d - период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, а также содержащий периодическую систему фотоэлементов с входными окнами, расположенную позади отражающего зеркала, при этом
25 интерферометр дополнительно снабжен экраном, ограничивающим размеры входных окон упомянутых

фотоэлементов, установленным на периодической системе, тонкий частично пропускающий слой и отражающее зеркало выполнены с возможностью смещения относительно экрана и периодической системы, содержащей фотоэлементы.

- 5 4. Интерферометр по п.3 отличающийся тем, что периодическая система, содержащая фотоэлементы, выполнена в виде матричной периодической системы и установлена с возможностью ее разворота по оптической оси интерферометра.
5. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы
10 интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя, рассеивающего или поглощающего энергию электрического поля стоячей световой волны, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$, расположен между источником светового излучения и
15 отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ – длина световой волны, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем
20 слое при воздействии стоячей световой волны, при этом регистрацию упомянутой системы интерференционных полос стоячей световой волны с периодом d осуществляют в виде сигнала пространственной частоты путем проецирования изображения упомянутой системы на периодическую систему с
25 фотоэлементами, расположенными с периодом p в ряду и с размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, при

этом фотоэлементы располагают двумя параллельными рядами со сдвигом упомянутых фотоэлементов одного ряда по отношению к другому на половину периода p , размер b входных окон этих фотоэлементов задают не больше половины периода p , а
5 полученные с фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов в периодической системе и анализируют.

6. Интерферометр, содержащий оптически сопряженные источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично
10 пропускающим световое излучение, спектроанализатор, тонкий частично пропускающий слой, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$, расположен между источником светового излучения и
15 отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, λ - длина световой волны, d - период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем
20 слое при воздействии стоячей световой волны, также интерферометр содержит периодическую систему с фотоэлементами, которые расположены с периодом p в ряду и с размером b входного окна этих фотоэлементов в том же ряду, размещенную позади отражающего зеркала, экран,
25 ограничивающий размер b входных окон фотоэлементов, установленный на периодической системе, а периодическая

система выполнена в виде двух параллельных рядов фотоэлементов со сдвигом фотоэлементов одного ряда по отношению к другому на половину периода p .

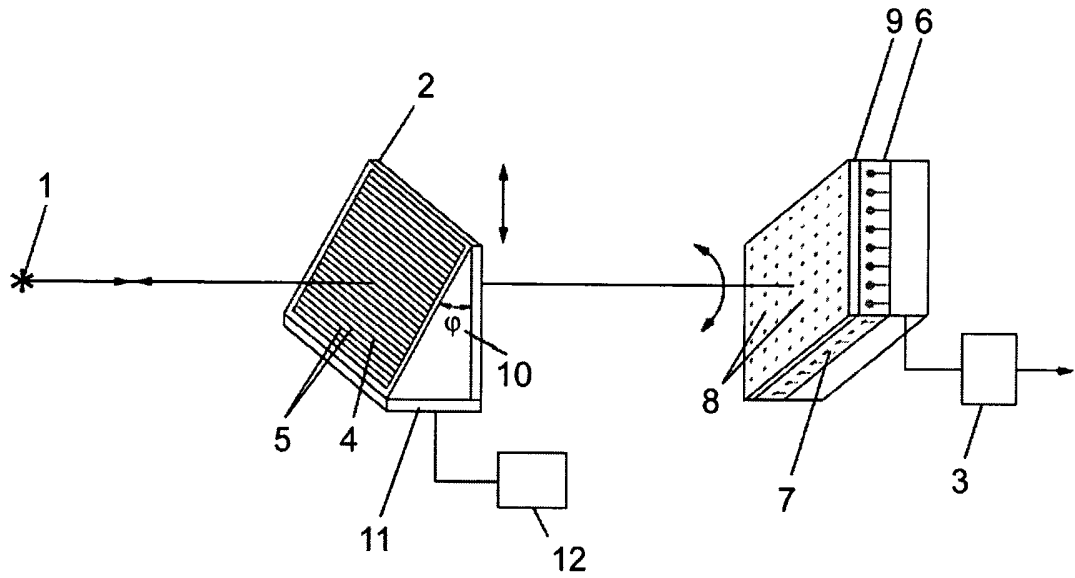
7. Способ спектрометрии, основанный на регистрации системы
5 интерференционных полос стоячей световой волны посредством тонкого частично пропускающего слоя, рассеивающего или поглощающего энергию электрического поля стоячей световой волны, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$,
10 расположен между первым когерентным источником светового излучения и отражающим зеркалом под углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ – угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/v_1$ –
15 длина световой волны первого когерентного источника, c – скорость света, v_1 – частота светового излучения первого когерентного источника, d – период интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, кроме того на упомянутый тонкий частично пропускающий слой дополнительно
20 воздействуют стоячей световой волной от второго когерентного источника светового излучения с частотой v_2 , определяемой из выражения $v_2 = v_1 \pm F$, где F – частота биений, которую задают в диапазоне $1 - 6 \cdot 10^{12}$ Гц, путем направления светового излучения от второго когерентного источника светового излучения на упомянутые тонкий частично пропускающий слой и отражающее
25 зеркало, при этом регистрацию системы интерференционных полос стоячей световой волны с периодом d осуществляют путем

проецирования изображения упомянутой системы на периодическую систему, содержащую фотоэлементы, полученные с фотоэлементов электрические сигналы регистрируют в зависимости от местоположения этих фотоэлементов в 5 периодической системе и подвергают преобразованию по пространственной координате и координате времени.

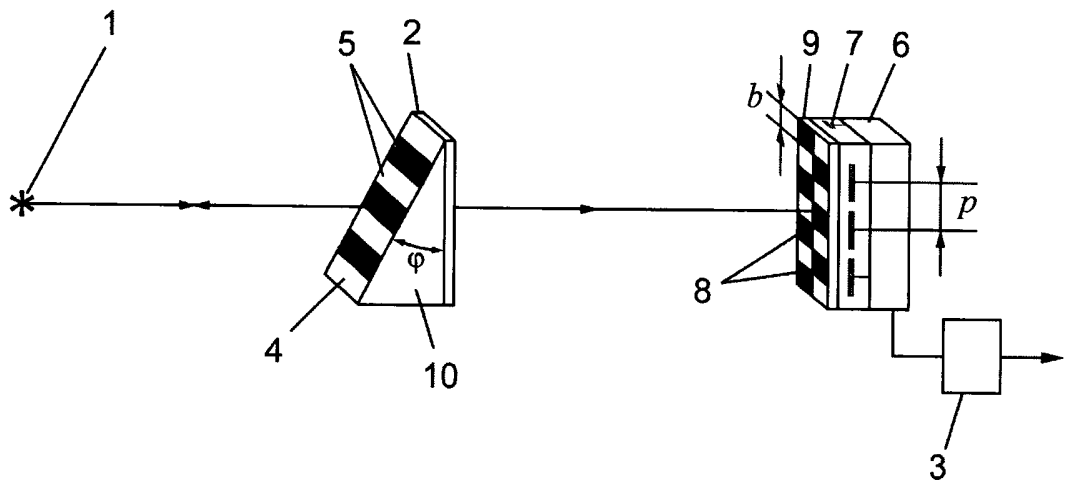
8. Интерферометр, содержащий оптически сопряженные первый когерентный источник светового излучения, отражающее зеркало, выполненное частично пропускающим световое излучение, 10 тонкий частично пропускающий слой, рассеивающий или поглощающий энергию электрического поля стоячей световой волны, и спектроанализатор, отличающийся тем, что этот слой, толщиной не более $\lambda/2$ расположен между первым когерентным источником светового излучения и отражающим зеркалом под 15 углом θ , определяемым из соотношения $\sin \theta = \lambda/2d$, где θ - угол между тонким частично пропускающим слоем и волновым фронтом световой волны, $\lambda = c/v_1$ - длина световой волны первого когерентного источника, c - скорость света, v_1 - частота светового излучения первого когерентного источника, d - период 20 интерференционных полос, система которых образуется в тонком частично пропускающем слое при воздействии стоячей световой волны, также интерферометр содержит периодическую систему с фотоэлементами, которая расположена позади отражающего зеркала, светоделительный элемент, расположенный между 25 упомянутыми тонким частично пропускающим слоем и первым когерентным источником светового излучения, второй

когерентный источник светового излучения с частотой ν_2 , определяемой из выражения $\nu_2 = \nu_1 \pm F$, где F – частота биений, которую задают в диапазоне $1 - 6 \cdot 10^{12}$ Гц, оптически сопряженный со светоделительным элементом.

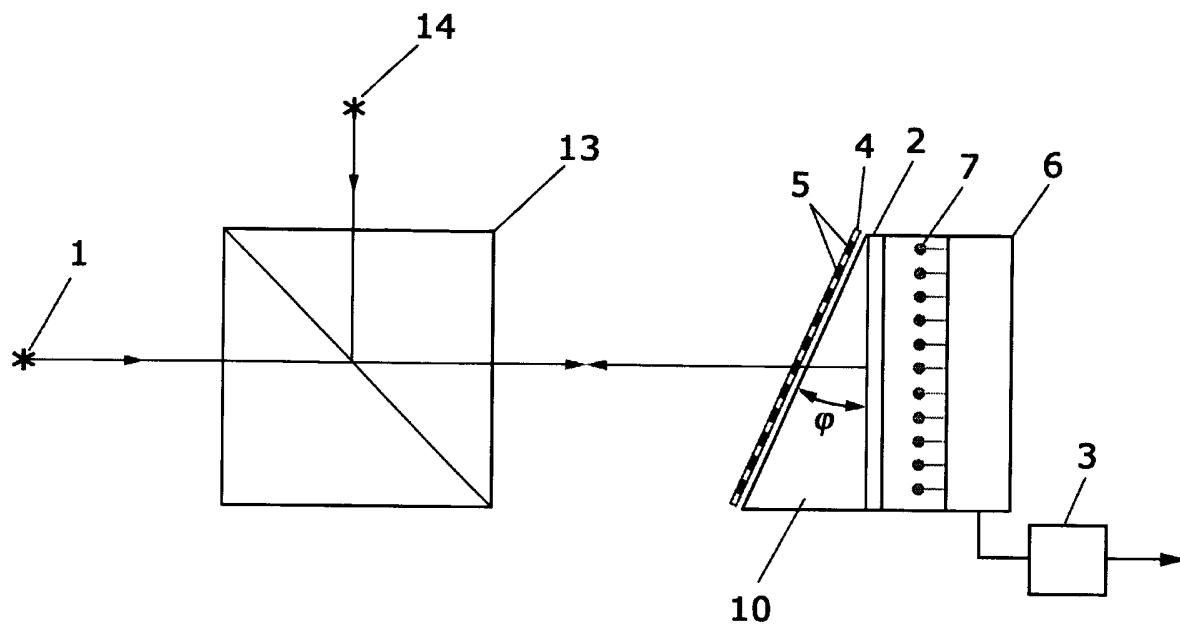
5



Фиг. 1



Фиг.2



Фиг. 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 03/00077

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 G01J 3/00, G01B 9/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 G01J 3/00, G01B 9/02, G01K 23/17

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	RU 2177605 C1 (ATNASHEV A.V. et al.), the abstract, figure 1	1-8
A	US 5719673 A (CARL ZEISS JENA GMBH) Feb. 17, 1998, the abstract, figure 1, columns 3-4	1-8
A	EP 0468302 A2 (HOMMELWERKE GMBH) 29.01.1992, the abstract, figure 1	1-8
A	US 2002/0024016 A1 (TADAO ENDO) Feb. 28, 2002, the abstract, figure 1, colimn 3	1-8

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier document but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 20 June 2003 (20.06.03)	Date of mailing of the international search report 26 June 2003 (26.06.2003)
Name and mailing address of the ISA/ RU	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №
PCT/RU 03/00077

А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ: G01J 3/00, G01B 9/02 Согласно международной патентной классификации (МПК-7)		
В. ОБЛАСТИ ПОИСКА: Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7: G01J 3/00, G01B 9/02, G01K 23/17		
Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:		
Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):		
С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:		
Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A	RU 2177605 C1 (АТНАШЕВ А.В. и др.) 27.12.2001, реферат, фиг. 1	1-8
A	US 5719673 A (CARL ZEISS JENA GMBH) Feb. 17, 1998, реферат, фиг. 1, колонки 3-4	1-8
A	EP 0468302 A2 (HOMMELWERKE GMBH) 29.01.1992, реферат, фиг. 1	1-8
A	US 2002/0024016 A1 (TADAO ENDO) Feb. 28, 2002, реферат, фиг. 1, колонка 3	1-8
<input type="checkbox"/> последующие документы указаны в продолжении графы С. <input type="checkbox"/> данные о патентах-аналогах указаны в приложении		
* Особые категории ссылочных документов: А документ, определяющий общий уровень техники Е более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее О документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д. Р документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета и т.д. Т более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения Х документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории & документ, являющийся патентом-аналогом		
Дата действительного завершения международного поиска: 20 июня 2003 (20.06.2003)		Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 26 июня 2003 (26.06.2003)
Наименование и адрес Международного поискового органа Федеральный институт промышленной собственности РФ, 123995, Москва, Г-59, ГСП-5, Бережковская наб., 30,1 Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА		Уполномоченное лицо: О. Вовк Телефон № 240-25-91

Форма PCT/ISA/210 (второй лист)(июль 1998)