

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(21) **202300067** (13) **A1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОЙ ЗАЯВКЕ**

(43) Дата публикации заявки  
**2024.07.30**

(51) Int. Cl. **G01B 9/02** (2022.01)  
**G01B 9/04** (2006.01)  
**G02B 21/14** (2006.01)

(22) Дата подачи заявки  
**2023.11.09**

(54) **ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МИКРОСКОП С КОМПЕНСАТОРОМ ОПТИЧЕСКОЙ РАЗНИЦЫ ХОДА**

(31) **2023117755**

(32) **2023.07.05**

(33) **RU**

(71) Заявитель:

**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
"ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ "УРАЛЬСКИЙ  
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ  
ЗАВОД" ИМЕНИ Э.С.  
ЯЛАМОВА" (АО "ПО "УОМЗ") (RU)**

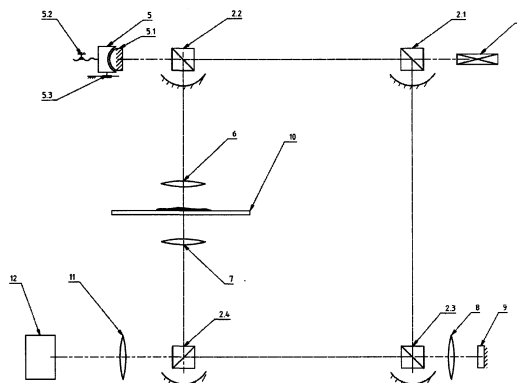
(72) Изобретатель:

**Игнатьев Павел Сергеевич,  
Правдивцев Андрей Витальевич,  
Дедкова Нина Дмитриевна (RU)**

(74) Представитель:

**Дедкова Н.Д. (RU)**

(57) Заявляемое изобретение относится к области микроскопии, а именно к интерференционным просветным микроскопам, и предназначено для измерения оптической разницы хода в полупрозрачных объектах при использовании набора объективов и предметных стекол различной толщины или находящихся в жидкостном слое неизвестной толщины. Может быть применено для исследования оптических свойств широкого круга микрообъектов, начиная от исследования материалов и заканчивая биологическими объектами. Интерференционный микроскоп с компенсатором оптической разницы хода содержит интерферометр, включающий светоделители и опорное плечо с модулирующим зеркалом, оптическую систему, состоящую из объектива и тубусного компонента, фотоприемник и компенсатор оптической разности хода, состоящий из зеркала и механизмов продольного и поперечного перемещения. Заявленное изобретение позволяет обеспечить возможность измерения оптической разницы хода в полупрозрачных объектах при использовании набора объективов и предметных стекол различной толщины или находящихся в жидкостном слое неизвестной толщины. Обладает универсальностью, помехоустойчивостью, эксплуатационной надежностью и простотой обслуживания, снижает затраты на расходные материалы и эксплуатацию оборудования. Заявленное изобретение является результатом экспериментальных исследований на основе аттестованного метрологического оборудования.



**202300067  
A1**

**A1  
202300067**

## **ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МИКРОСКОП С КОМПЕНСАТОРОМ ОПТИЧЕСКОЙ РАЗНИЦЫ ХОДА**

Заявляемое техническое решение относится к области микроскопии, а именно к интерференционным просветным микроскопам, и предназначено для получения фазовых сдвигов в полупрозрачных объектах при использовании набора объективов и предметных стекол различной толщины или находящихся в жидкостном слое неизвестной толщины.

Методы интерференционной микроскопии успешно применяются для исследования оптических свойств широкого круга микрообъектов, начиная от исследования материалов и заканчивая биологическими объектами. Основными преимуществами интерференционной микроскопии являются высокое пространственное разрешение, неинвазивный характер измерения, а также отсутствие специальных требований к среде измерения (вакуум, красители).

К настоящему времени отсутствуют известные решения в области просветной интерференционной микроскопии, позволяющие выполнять измерение с различным увеличением объектов произвольной толщины без существенной перенастройки системы.

В ряде опубликованных интерференционных микроскопов использована двулучевая схема интерферометра Маха-Цендера (например: А.Н. Захарьевский, А.Ф. Кузнецова. Интерференционные биологические микроскопы. Цитология, 1961), которая предназначена для формирования интерференционных изображений биологических объектов в проходящем свете.

Известен просветный интерференционный микроскоп, выполненный по схеме деления пучков Маха-Цендера (патент US №2950649 с приоритетом от 02.08.1955, опубликованный 30.08.1960, МПК G02B 21/14). Микроскоп основан на двух ветвях с идентичными оптическими элементами. В одной из ветвей располагается исследуемый препарат, в другой эталонный объект. Шаговый сдвиг осуществляется путём поперечного смещения компенсационных клиньев. Преимуществом данного микроскопа является простота реализации и установки компенсационных клиньев в оптическую схему микроскопа. Недостатком является наличие четырех дополнительных оптических поверхностей, которые при использовании когерентных оптических источников излучения (лазеров) формируют паразитную спекловую картину и, как следствие, паразитный рельеф на фазовом образе объекта.

Данное устройство выбрано за наиболее близкий аналог.

Задачей, на решение которой направлено заявляемое техническое решение, является создание системы интерференционного микроскопа, работающего в проходящем свете и обеспечивающего измерение объектов с различной оптической разницей хода для набора микрообъективов различного увеличения.

Технический результат, достигаемый при решении поставленной задачи, заключается в получении фазовых образов в полупрозрачных средах при использовании набора объективов и предметных стекол различной толщины или находящихся в жидкостном слое неизвестной толщины.

Задача решается, а технический результат достигается за счет того, что просветный интерференционный микроскоп содержит интерферометр, состоящий из светоделителей и опорного плеча с

модулирующим зеркалом, оптическую проекционную систему, включающую объектив и тубусный компонент, и фотоприемник.

При этом, в отличие от ближайшего аналога, устройство дополнительно содержит компенсатор оптической разности хода, состоящий из зеркала и механизмов продольного и поперечного перемещения.

Светоделитель необходим для формирования двух пространственно-распределенных световых пучков от когерентного источника излучения.

Опорное плечо с модулирующим зеркалом позволяет модулировать оптическую разницу хода в интерферометре.

Оптическая система, включающая объектив и тубусный компонент, предназначена для формирования изображения в плоскости фотоприемника.

Фотоприемник служит для получения и оцифровки интерферограмм.

Компенсатор оптической разницы хода (далее – компенсатор ОРХ) компенсирует ОРХ, возникающую при смене микрообъективов.

Сущность заявленного решения поясняется иллюстрацией.

На фиг. изображена структурная схема микроскопа, где:

1 – лазер,

2.1 - светоделительный куб блока лазера,

2.2 – светоделительный куб блока компенсатора,

2.3 – светоделительный куб блока опорного плеча,

2.4 - светоделительный куб блока интерферометра.

5 – блок компенсатора, состоящего из:

5.1 - зеркала компенсатора разницы хода,

5.2 - механизма поперечного перемещения компенсатора,

5.3 – механизма продольного перемещения компенсатора,

- 6 – объектив подсветки
- 7 – измерительный объектив
- 8 - объектив опорного плеча
- 9 - модулирующее зеркало
- 10 – полупрозрачный объект
- 11 – тубусный компонент
- 12 – фотоприемник.

Формирование двух пространственно-распределённых световых пучков от когерентного источника 1 осуществляется с помощью светоделителя 2.1. Светоделители 2.2 и 2.3 выполняют роль отражателей, дополняющих оптическую систему компенсатором 5 и модулятором ОРХ, включающим объектив 8 и зеркало 9. Светоделитель 2.4 выполняет совмещение пучков лучей. Оптическая проекционная система, состоящая из объектива 6 и тубусного компонента 11, формирует изображение на фотоприемнике 12. Компенсация оптической разности хода, возникающая вследствие переключения объектива 6 в измерительном канале или использования предметных стекол различной толщины, осуществляется за счет перемещения зеркала компенсатора 5.1 при помощи механизмов поперечного 5.2 и продольного 5.3 перемещения.

В системе присутствует модулирующее зеркало 9, которое позволяет использовать метод фазового сдвига для увеличения точности восстановления фазы.

Микроскоп работает следующим образом.

Луч лазера 1 падает на полупрозрачную грань светоделительного кубика 2.1, где разделяется на две части. Часть луча лазера 1, прошедшая сквозь полупрозрачную грань светоделительного кубика 2.1, через светоделительный кубик 2.2 попадает на блок компенсатора 5, состоящего из зеркала

компенсатора 5.1, механизма поперечного перемещения 5.2 и механизма продольного перемещения 5.3 компенсатора. После отражения от зеркала компенсатора 5.1. луч лазера 1 повторно отражается от светоделительной грани кубика 2.2. и через объектив подсветки 6 подсвечивает полупрозрачный объект 10. Измерительный объектив 7 и тубусный компонент 11 строят изображение полупрозрачного объекта 10 в плоскости фотоприемника 12. Часть луча лазера 1, отразившаяся от граней светоделительных кубиков 2.1 и 2.3 при помощи объектива опорного плеча 8 и тубусного компонента 11 строит в плоскости фотоприемника 12 изображение модулирующего зеркала 9. При наложении изображений полупрозрачного объекта 10 и модулирующего зеркала 9 в плоскости фотоприемника 12 возникает интерференционная картина. Смещение модулирующего зеркала 9 вдоль оптической оси интерферометра приводит к модуляции фаз волнового фронта отраженного от опорного плеча. Математическая обработка интерференционных картин, полученных с фотоприемника 12 при различных положениях модулирующего зеркала 9 позволяет восстанавливать трехмерные фазовые образы полупрозрачного объекта 10. Однако, при смене измерительного объектива 7 возникает изменение оптической разности хода лучей в интерферометре, приводящее к снижению контраста интерференционной картины в плоскости фотоприемника 12 и, как следствие, к зашумлению и снижению качества трехмерного фазового образа. Решением данной проблемы является компенсация ОРХ, возникающей при смене измерительного объектива 7, направленная на повышение качества фазовых образов. Данная компенсация осуществляется путем включения в оптическую схему микроскопа компенсатора оптической разности хода 5, состоящего из зеркала компенсатора 5.1, механизма поперечного перемещения 5.2

компенсатора и механизма продольного перемещения 5.3 компенсатора.

Компенсатор работает следующим образом: при смене измерительного объектива 7 возникает изменение оптической разности хода лучей в интерферометре за счет сокращения или увеличения ОРХ в объектном плече интерферометра, состоящего из кубиков 2.1, 2.2, 2.4, объективов 6 и 7. Для компенсации возникшей ОРХ зеркало компенсатора 5.1 смещают вдоль оптической оси при помощи механизма продольного перемещения 5.3, а возможное отклонение зеркала относительно оптической оси компенсируют при помощи механизма поперечного перемещения 5.2. Выравнивание (компенсация) ОРХ в объектном и опорном плечах интерферометра приводит к повышению контраста интерференционной картины в плоскости фотоприёмника 12 и решению поставленной технической задачи.

Заявленное техническое решение обладает универсальностью, помехоустойчивостью, эксплуатационной надежностью и простотой обслуживания, снижает затраты на расходные материалы и эксплуатацию оборудования.

Использование данного технического решения позволяет получить качественное исследование полупрозрачных объектов на различных увеличениях и возможность оперативной подстройки под новые объекты.

Заявленное техническое решение является результатом экспериментальных исследований с использованием метрологического аттестованного оборудования.

Созданный просветный интерференционный микроскоп с механизмом компенсации оптической разницы хода для объектов различной толщины и микрообъективов с различным увеличением

может успешно применяться для исследования оптических свойств широкого круга микрообъектов

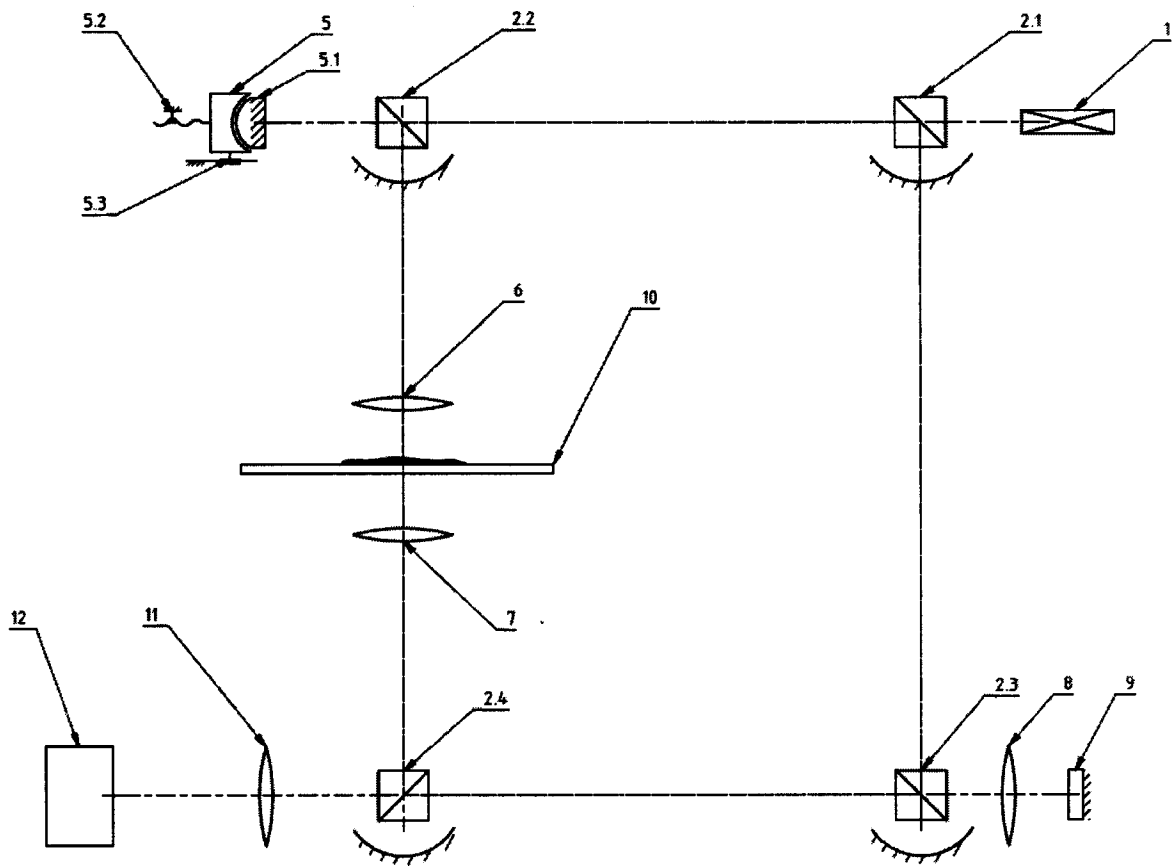


## Формула изобретения

### ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЙ МИКРОСКОП С КОМПЕНСАТОРОМ ОПТИЧЕСКОЙ РАЗНИЦЫ ХОДА

1. Интерференционный микроскоп с компенсатором оптической разницы хода, содержащий интерферометр, состоящий из светоделителей и опорного плеча с модулирующим зеркалом, оптическую проекционную систему, включающую объектив и тубусный компонент, и фотоприемник, отличающийся тем, что дополнительно содержит компенсатор оптической разности хода, состоящий из зеркала и механизмов продольного и поперечного перемещения.

# Интерференционный микроскоп с компенсатором оптической разности хода



Фиг.

**ОТЧЕТ О ПАТЕНТНОМ ПОИСКЕ**

(статья 15(3) ЕАПК и правило 42 Патентной инструкции к ЕАПК)

Номер евразийской заявки:

**202300067****А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:**

МПК:

**G01B 9/02** (2022.01)  
**G01B 9/04** (2006.01)  
**G02B 21/14** (2006.01)

СПК:

**G01B 9/02001**  
**G01B 9/02015**  
**G01B 9/04**  
**G02B 21/14**

**Б. ОБЛАСТЬ ПОИСКА:**

G01B 9/02, 9/04, G02B 21/00, 21/14, 21/41, 21/45

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если возможно, используемые поисковые термины)  
 Espacenet, EAPATIS, Google Patents, «Поисковая платформа» Роспатент, Google, Яндекс

**В. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ**

Категория*	Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей	Относится к пункту №
A, D	US 2950649 A (LEITZ ERNST GMBH) 1960-08-30 весь документ	1
A	RU 2539747 C1 (ООО "ВЕСТТРЕЙД ЛТД" и др.) 2015-01-27 весь документ	1
A	SU 811119 A1 (ИНСТИТУТ АНАЛИТИЧЕСКОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ АН СССР) 1981-03-07 весь документ	1
A	CN 110260783 A (INST MECHANICAL MFG TECH CHINA ACAD ENG PHYSICS) 2019-09-20 весь документ	1
A	EP 3421977 A1 (UNIVERSITEIT GENT et al.) 2019-01-02 весь документ	1
A	US3658405 A (MAKSYMILIAN PLUTA) 1972-04-25 весь документ	1

 последующие документы указаны в продолжении графы

\* Особые категории ссылочных документов:

«А» - документ, определяющий общий уровень техники

«D» - документ, приведенный в евразийской заявке

«E» - более ранний документ, но опубликованный на дату подачи евразийской заявки или после нее

«O» - документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

"P" - документ, опубликованный до даты подачи евразийской заявки, но после даты испрашиваемого приоритета"

«Т» - более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

«X» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну или изобретательский уровень, взятый в отдельности

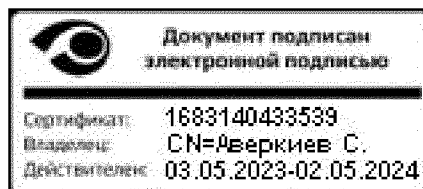
«Y» - документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий изобретательский уровень в сочетании с другими документами той же категории

«&amp;» - документ, являющийся патентом-аналогом

«L» - документ, приведенный в других целях

Дата проведения патентного поиска: 20 февраля 2024 (20.02.2024)

Уполномоченное лицо:  
 Начальник Управления экспертизы



С.Е. Аверкиев