

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **038184**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.07.20

(51) Int. Cl. **G01J 3/02 (2006.01)**
G01J 3/427 (2006.01)

(21) Номер заявки
201900082

(22) Дата подачи заявки
2019.01.14

(54) **СПЕКТРОФОТОМЕТР**

(43) **2020.07.31**

(56) CN-A-1282867
US-B2-8988678
JP-B2-5274843

(96) **2019/ЕА/0004 (ВУ) 2019.01.14**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"ЭссентОптикс" (ВУ)**

(72) Изобретатель:
**Кривецкий Константин Николаевич,
Федотко Артем Александрович,
Лисовский Тарас Станиславович (ВУ)**

(74) Представитель:
Самцов В.П. (ВУ)

(57) Изобретение относится к области оптического приборостроения и предназначено для использования при проведении анализов в заводских лабораториях и в научно-исследовательских целях для аналитических исследований спектральных характеристик различных материалов. Технический результат - повышение качества и точности угловых измерений и измерений сложных призм. Спектрофотометр содержит корпус 1, измерительный отсек 2 и источник монохроматического излучения 3, где установлен источник излучения 4, монохроматор 5, узел поляризаторов 6, зеркальный элемент 7, измерительный канал с узлом 8 фотоприемников 12 с объективом 13, опорный канал с узлом 9 фотоприемников 14 с объективом 15, поворотный предметный столик 10 с полой осью 16 вращения и образцами 11, устройства перемещения узла 8 измерительного канала фотоприемников 12 с вертикальной осью 17 вращения. Поворотный предметный столик 10 спектрофотометра выполнен с возможностью обеспечения тройной экспозиции образцов 11 при проведении измерений.

B1

038184

**038184
B1**

Изобретение относится к области оптического приборостроения и предназначено для использования при проведении анализов в заводских лабораториях и в научно-исследовательских целях для аналитических исследований спектральных характеристик различных материалов.

Из уровня техники известны различные типы спектрофотометров, конструктивно состоящие из оптико-механического и электронного узлов, установленных в одном корпусе, а общий принцип их действия основан на измерении отношения интенсивности излучения, прошедшего через исследуемый объект к интенсивности излучения, не прошедшего через этот объект. Приборы, как правило, дополнительно комплектуются приставками [1, 2, 3].

Так спектрофотометр Cary 7000 [1] снабжен дополнительным двухслойным детектором, который имеет возможность перемещаться вокруг образца, размещенного в центре приставки на вращающемся на 360° столике. Приставки также могут обеспечивать измерения отражения, выполняться в виде волоконно-оптического зонда или для других целей.

Спектрофотометр Agilent Cary 60 [2] снабжен монохроматором Черни-Тернера и имеет рабочий диапазон длин волн 190-1100 нм, фиксированную полосу длин волн 1,5 нм. В конструкции Cary 60 используется спаренный Si диодный детектор и кварцевая просветленная оптика, обеспечивается скорость развертки спектра до 24 000 нм/мин, частота выборки данных до 80 раз в секунду, прибор позволяет осуществлять перестройку длины волны при приостановке измерений и мало чувствителен к внешней засветке. Центральное управление Agilent Cary 60 осуществляется с помощью персонального компьютера с операционной системой Windows.

Известный однолучевой спектрофотометр УВИ-диапазона СФ-56 [3] обеспечивает автоматическое однократное и многократное выполнение измерений спектральных коэффициентов пропускания жидких и твердых прозрачных веществ для одного или нескольких образцов на заданных оператором длинах волн с заданным временным интервалом между циклами измерений, обзорное сканирование и вывод заданных участков спектра на видеомонитор для проведения качественного анализа, проведение кинетических измерений и математическую обработку результатов измерений, в том числе вычисление оптической плотности и концентрации, а также расчет цветовых характеристик исследуемых объектов. Управление спектрофотометром и обработка результатов измерения осуществляется при помощи специализированного контроллера с функциональной клавиатурой, монитором и принтером или с использованием внешней IBM-совместимой ЭВМ.

Недостатком известных аналогов является ограниченные возможности перемещения образцов на предметном столике при проведении измерений что, как следствие, снижает функциональность прибора и исключает возможность измерения пропускания или отражения излучения образцом без использования специальных приставок.

Известен спектрофотометр со смещаемым оптическим элементом [4]. Спектрофотометр содержит в качестве такого элемента оптический фильтр для удаления света более высокого порядка таким образом, который приводится в действие механизмом привода поворота дифракционной решетки без необходимости использования специального привода. Схема управления оптическим фильтром или другими устройствами, используемыми в качестве механизма для съемной вставки в оптическом тракте, реализуется с использованием специального программного обеспечения. В механизме предусмотрен приводной рычаг, интегрированный с дифракционной решеткой спектрометра и приводимый во вращение с помощью дифракционной решетки. Опора для поддержки оптического элемента, расположенного с возможностью отсоединения оптического тракта, представляет собой ведомый рычаг. Приводной рычаг расположен в положении, соприкасающемся с ведущим рычагом, в диапазоне углов поворота за пределами диапазона поворота для длины волны, сканирование дифракционной решетки. Приводной рычаг составлен таким образом, что он приводится в движение посредством контакта с приводным рычагом, и смещается так, чтобы перемещать оптический элемент между положением на оптическом пути и положением вне оптического дорожка.

Недостатком аналога является ограниченность степеней свободы перемещения образцов предусмотренных схемой управления оптическим фильтром и другими устройствами, используемыми в качестве механизма для съемной вставки в оптическом тракте.

Наиболее близок к предлагаемому изобретению спектрофотометр с двухлучевым расщепления оптического луча, который принят в качестве прототипа [5]. Устройство расщепления пучка спектрофотометра содержит корпус с измерительным отсеком, где установлена оптическая система со светоотражающей частью, двигатель, вращающийся вал, выполненный с возможностью дополнительного поворота относительно центра вращающегося вала. Оптическая система включает источник излучения, монохроматор, зеркальный элемент, разделяющий выходящий из монохроматора луч света на измерительный канал с узлом фотоприемников и опорный канал с узлом фотоприемника, и комплекс устройств для перемещения образцов при проведении измерений, размещенных на поворотном предметном столе. При этом поворотный стол снабжен тремя структурами и первая структура предназначена для светопропускающей части, через которую непосредственно проходит луч света, вторая структура является отражающей частью отраженного светового пучка, а третья структура предназначена для блокировки светового пучка и поглощения темной части луча света. Участок передачи света, отражающий участок и темная

часть распределены по окружности в заданном порядке. Вращающийся диск дополнительно содержит вращающийся элемент, который вращается вокруг центра вращающегося вала, причем вращающийся элемент снабжен измерительным сквозным отверстием для вращающегося периода или выемкой, при этом период вращения определяется множеством сквозных отверстий или вырезов и множеством периодов вращения. Проходное отверстие или углубление равномерно распределены по краю вращающейся детали, дополнительно содержит фотоэлектрический переключатель, который снабжен канавкой, встроенной в край вращающейся детали, и соответственно принимающей светочувствительный прием с обеих сторон вращающегося элемента и излучающей свет источник света. Светочувствительная принимающая часть и излучающая часть источника света, соответственно, расположены противоположно по обеим сторонам на стенках канавки и выполнены с возможностью определения периода вращения сквозного отверстия или выреза. Двигатель подключен к вращающемуся валу с возможностью вращения вращающегося элемента и вращающегося колеса с обеспечением синхронного вращения с заданной скоростью через вращающийся вал. Отражающая часть содержит первое зеркало, второе зеркало и третье зеркало, которые соответственно расположены на передней и задней сторонах поворотного стола. Первое зеркало и третье зеркало расположены на одной и той же стороне поворотного стола, при этом первое зеркало используется для отражения светового луча в направлении поворотного стола, и световой луч, отраженный от первого зеркала, образующий опорный световой пучок, имеющий заданную последовательность посредством передачи части светового пучка на второе зеркало. Луч, отраженный первым зеркалом, образует пробоотборный луч, имеющий заданную последовательность через отражающую часть и третье зеркало, и луч, отраженный первым зеркалом, поглощается темной частью, образует окклюзионный пучок, имеющий заданную последовательность. Первая структура поворотного стола представляет собой светопропускающую часть, через которую непосредственно проходит световой пучок, а вторая - это часть отраженного луча, а третья структура предназначена для блокировки светового пучка и поглощения его темновой части. Передающая свет часть, отражающая часть и темная часть распределены по окружности на поворотном столе в заданном порядке, при этом часть передачи света, отражающая часть и темная часть, расположенные попарно и расположенные симметрично.

Недостатком прототипа является ограниченность возможности измерения исследуемых образцов в следствии перемещения поворотного столика в одной плоскости, что снижает корректность поведения измерений.

Целью изобретения является повышение технологичности и точности измерений исследуемых образцов.

Техническим результатом изобретения является повышение качества и точности угловых измерений и измерений сложных призм вне зависимости от толщины детали или геометрической сложности призм.

Технический результат достигается тем, что в спектрофотометре, содержащем корпус, в котором размещены измерительный отсек и источник монохроматического излучения, включающий источник излучения, монохроматор, узел поляризаторов, зеркальный элемент, разделяющий выходящий из монохроматора луч света на измерительный канал с узлом смены фотоприемников, опорный канал с узлом смены фотоприемников и объективом, поворотный предметный столик с образцом для проведения измерений, согласно изобретению, поворотный предметный столик выполнен с возможностью обеспечения тройной экспозиции образца при проведении измерений, при этом поворотный предметный столик выполнен вращающимся вокруг собственной оси вращения по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения торцевой стороной образца луча света, выходящего из монохроматора, а узел измерительного канала выполнен с возможностью поворота вокруг оси вращения поворотного предметного столика по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения с лучом света, выходящего из монохроматора, и с одновременным независимым вращением узла фотоприемников измерительного канала вокруг собственной оси вращения, параллельной оси вращения поворотного предметного столика по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения с лучом света, попадающим в объектив фотоприемников измерительного канала с обеспечением приема светового луча в объектив фотоприемников и проходящего через измеряемый образец или отраженного от измеряемого образца луча света точно по нормали, со смещением или без смещения луча света.

Узел фотоприемников измерительного канала выполнен с одним или несколькими фотоприемниками.

Узел фотоприемников опорного канала выполнен с одним или несколькими фотоприемниками.

Ось вращения поворотного предметного столика выполнена полый с возможностью прокладки кабеля питания через полость для обеспечения дистанционного управлением вращением поворотного предметного столика и перемещения образцов относительно луча света, выходящего из монохроматора, без открытия измерительного отсека.

Сущность изобретения поясняется чертежами на фиг. 1-3.

На фиг. 1 представлена принципиальная оптическая схема спектрофотометра.

На фиг. 2 - узел фотоприемников измерительного канала.

На фиг. 3 - узел фотоприемников опорного канала.

Спектрофотометр содержит корпус 1, измерительный отсек 2 и источник монохроматического излучения 3, где установлен источник излучения 4, монохроматор 5, узел поляризаторов 6, зеркальный элемент 7, измерительный канал с узлом 8 фотоприемников 12 с объективом 13, опорный канал с узлом 9 фотоприемников 14 с объективом 15; поворотный предметный столик 10 с поллой осью 16 вращения и 11 образцами; устройства перемещения узла 8 измерительного канала фотоприемников 12 с вертикальной осью 17 вращения.

Спектрофотометр работает следующим образом. В соответствии с инструкцией включают прибор и приводят его в готовность. Предварительно на поворотный предметный столик 10 для проведения измерений устанавливают образец 11 внутри измерительного отсека 3 в корпусе 1. Образец 11 фиксируют и закрывают измерительный отсек 2. При проведении измерений обеспечивают тройную экспозицию образца 11. Для этого поворотный предметный столик 10 с образцом 11 вращают вокруг оси 16 вращения по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения торцевой стороной образца 11 луча света, излучаемого источником 4 и далее проходящего через поляризатор 6 и выходящего из монохроматора 5. При этом часть светового потока зеркальным элементом 7 направляют в объектив 15 на фотоприемники 14 узла 9 опорного канала, а другую часть светового потока направляют на образец 11 и после пропускания или отражения светового луча он поступает по измерительному каналу через объектив 13 в фотоприемники 12 узла 8. Одновременно выполняют вращение узла 8 с фотоприемниками 12 вокруг вертикальной оси вращения 17 по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения с лучом, попадающим в объектив 13 на фотоприемники 12 и независимое вращение узла 8 с фотоприемниками 12 вокруг оси вращения 16 поворотного предметного столика 10 с обеспечением приема светового луча в объектив 13 фотоприемников 12 и прошедшего через измеряемый образец 11 или отраженного от измеряемого образца 11 луча света точно по нормали со смещением или без смещения луча света.

Поворотный предметный столик 10 смонтирован на оси 16 вращения, которая выполнена поллой (на чертеже не показано) таким образом, чтобы через полость оси 16 обеспечить прокладку кабеля питания (на чертеже не показано) и возможность дистанционного управления поворотным предметным столиком 10 с образцом 11 относительно луча света, выходящего из монохроматора 5 без открытия измерительного отсека 2. Также спектрофотометр снабжен набором поворотных предметных столиков 10, являющихся сменными с моторизованными приводами (на чертеже не показано). Поворотный предметный столик 10 имеет ответный электрический разъем (на чертеже не показано), который устанавливается в ответную часть узла для его установки (например, в виде ласточкиного хвоста). При установке моторизованного поворотного столика 10 через электрический разъем обеспечивается подача питания на электрическую схему платы управления с контроллером и компьютерное дистанционное управление поворотным предметным столиком 10 без открытия измерительного отсека 2.

Внутри корпусов (на чертеже не показаны) узла 8 с фотоприемниками 12 измерительного канала и узла 9 с фотоприемниками 14 опорного канала установлен набор фотоприемников 12 и 14 соответственно (от 1 до 4 штук в различной комбинации, например, PMT, Si, InGaAs, PbS, PbSe, MCT и т.д., с охлаждением и без охлаждения) и механизм (на чертеже не показано) автоматического позиционирования фотоприемников 12 и 14 на ось луча, которые используются в зависимости от требуемого спектрального диапазона измерений.

Реализация тройной экспозиции образцов 11 при проведении измерений за счет комбинации вращений поворотного предметного столика 10 ответствующих поворотов узла 8 с фотоприемниками 12 обеспечивает достижение заявленного технического результата и, как следствие, повышает качество и точность угловых и поляризационных измерений пропускания и отражения, а также измерений сложных призм вне зависимости от толщины образцов или геометрической сложности призм.

Источники информации:

1. Новый универсальный спектрофотометр Cary 7000. ООО "АЛСИ-ХРОМ", <http://www.alsichrom.com>, © 2014.
2. Спектрофотометр Agilent Cary 60. Бизнес-центр "North House". Компания "Миллаб", www.millab.ru, 2018.
3. УВИ-спектрофотометр СФ-56. ООО "ОКБ СПЕКТР", <http://okb-spectr.ru/products/sf/sf56/>, 2018.
4. JP № 2010160025 (A), 22.07.2010.
5. CN № 107796514 (A), 24.11.2017 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

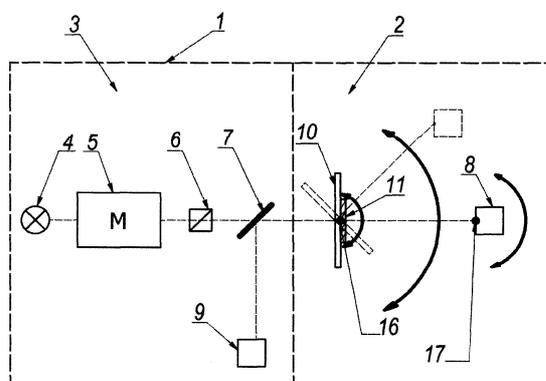
1. Спектрофотометр, содержащий корпус (1), в котором размещены измерительный отсек (2) и источник монохроматического излучения (3), включающий источник излучения (4), монохроматор (5), узел поляризаторов (6), зеркальный элемент (7), разделяющий выходящий из монохроматора (5) луч света на измерительный канал с узлом (8) фотоприемников (12), опорный канал (9) с узлом фотоприемников (14) и объективом (15), поворотный предметный столик (10) с образцом (11) для проведения измерений, отличающийся тем, что поворотный предметный столик (10) выполнен с возможностью обеспечения тройной экспозиции образца (11) при проведении измерений, при этом поворотный предметный столик (10)

выполнен вращающимся вокруг собственной оси (16) вращения по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения торцевой стороной образца (11) луча света, выходящего из монохроматора (5), а узел (8) измерительного канала выполнен с возможностью поворота вокруг оси (16) вращения поворотного предметного столика (10) по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения с лучом света, выходящего из монохроматора (5), и с одновременным независимым вращением узла (8) фотоприемников (12) измерительного канала вокруг собственной оси (17) вращения, параллельной оси (16) вращения поворотного предметного столика (10), по часовой или против часовой стрелки до момента пересечения с лучом света, попадающим в объектив (13) фотоприемников (12) измерительного канала (8) с обеспечением приема светового луча в объектив (13) фотоприемников (12) и проходящего через измеряемый образец (11) или отраженного от измеряемого образца (11) луча света точно по нормали, со смещением или без смещения луча света.

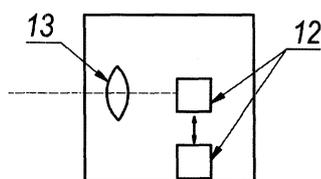
2. Спектрофотометр по п.1, отличающийся тем, что узел (8) фотоприемников измерительного канала выполнен с одним или несколькими фотоприемниками (12).

3. Спектрофотометр (1) по п.1, отличающийся тем, что узел (9) фотоприемников опорного канала выполнен с одним или несколькими фотоприемниками (14).

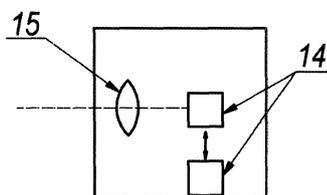
4. Спектрофотометр (1) по п.1, отличающийся тем, что ось (16) вращения поворотного предметного столика (10) выполнена полой с возможностью прокладки кабеля питания через полость для обеспечения дистанционным управлением вращения поворотного предметного столика (10) и перемещения образцов (11) относительно луча света, выходящего из монохроматора (5), без открытия измерительного отсека (2).



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

