



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ
ПРИ ГКНТ СССР

(19) SU (11) 1663416 A1

(51) G 01 B 11/16

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



1

- (21) 4718474/28
(22) 13.07.89
(46) 15.07.91. Бюл. № 26
(71) Новосибирский электротехнический институт
(72) В. И. Гужов, И. В. Кузнецова и Ю. Н. Солдкин
(53) 531.781.2(088.8)
(56) Коронкович В.П. и Ханов В.А. Современные лазерные интерферометры. Новосибирск, Наука, 1986, с. 13-14.
Feinoptiktechnik, 1976, Bd 25, № 6, S. 246-248
(54) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ОБЪЕКТОВ
(57) Изобретение относится к измерительной технике, а именно к определению перемещений объектов интерференционными методами. Цель изобретения - обеспечение возможности измерения перемещений с

2

большим ускорением посредством осуществления процесса измерения, независимого от скорости перемещения объекта. Для этого устройство снабжено вторым источником монохроматического излучения, двумя дисперсионными призмами и телескопической системой и двумя отражателями, а второй отражатель выполнен в виде многоступенчатого зеркала. При работе устройства пучки света от источников направляются на дисперсионную призму, после прохождения которой сходятся в один луч, который расщепляется телескопической системой в плоский лучок. Далее лучок делится светоделителем на два, которые, отразившись от зеркала и отражателя, расщепляются по длинам волн дисперсионной призмой на два пучка и формируют интерференционные картины в виде полос с различной интенсивностью, регистрируемой матрицей фотоприемников, 1 ил.

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к определению перемещений объектов интерференционными методами.

Цель изобретения - обеспечение возможности измерения перемещений с большим ускорением посредством осуществления процесса измерения, независимого от скорости перемещения объекта.

На чертеже изображена функциональная схема интерференционного устройства для измерения перемещений объектов.

Интерференционное устройство для измерения перемещений содержит источники 1 и 2 монохроматического излучения, дисперсионную призму 3, телескопическую систему 4, светоделитель 5, отражатель 6,

связанный с контролируемым объектом, отражатель 7, дисперсионную призму 8, матрицу 9 фотоприемников, блок 10 регистрации.

Последовательно по ходу лучей за источниками 1 и 2 расположены оптически связанные дисперсионная призма 3, телескопическая система 4, светоделитель 5, отражатель 6, располагаемый на общем основании с контролируемым объектом. Второй отражатель 7 выполнен в виде многоступенчатого зеркала. Напротив него, оптически связанного со светоделителем, расположена вторая дисперсионная призма, и за ней по ходу лучей расположена матрица фотоприемников.

Источники 1 и 2 монохроматического излучения представляют собой лазеры, на-

(19) SU (11) 1663416 A1

пример аргоновый ($\lambda = 0,513$ мкм), и гелий-неоновый ($\lambda = 0,628$ мкм).

Дисперсионные призмы 3 и 8, телескопическая система 4, светоделитель 5, отражатель 6 – стандартные оптические элементы, из которых собран интерферометр. Отражатель 7 выполнен в виде многоступенчатого зеркала, у которого ширина ступеньки превышает длины λ волн источников 1 и 2.

Стандартные матрицы 9 фотоприемников, например ЛФ-1024, подключены к блоку 10 регистрации, например типа С1-54.

Работа устройства основана на свойствах целых чисел.

Каждому целому числу отвечает определенный остаток от деления его на целое положительное L , которое назовем модулем. Если двум целым a и b отвечает один и тот же остаток r , то они называются равноостаточными, а сравнимость чисел a и b по модулю L записывается $a \equiv b \pmod{L}$.

Рассмотрим систему сравнений с одним неизвестным, но с разными и притом попарно простыми модулями:

$$x \equiv b_1 \pmod{L_1}$$

$$x \equiv b_2 \pmod{L_2}$$

Решить систему можно, применяя теорему.

Пусть числа M_2 и M_3 определены из условий

$$L_1 L_2 \dots L_k = M_2 L_2, M_3 L_3 \equiv 1 \pmod{L_1}$$

$$\text{и пусть}$$

$$X_0 = M_1 M_1^{-1} b_1 + M_2 M_2^{-1} b_2 + \dots + M_k M_k^{-1} b_k$$

Тогда совокупность значений X определяется сравнением

$$X \equiv X_0 \pmod{L_1 L_2 \dots L_k}$$

Определить разность фаз в пределах одного периода ее изменения – это значит определить остаток от деления полной разности фаз на длину волны.

$$\text{Пусть } X = n_1 \lambda_1 + r_1$$

Если существует возможность определить r с достаточно большой точностью, можно поставить в соответствие вещественным значениям длины волны и фазы, определенной с точностью до 2π , целые числа с определенным количеством значащих цифр и перейти к рассмотрению системы сравнения.

Устройство работает следующим образом.

Пучки света от источников 1 и 2 направляются на дисперсионную призму 3, после прохождения которой сходятся в один луч, который затем расщепляется телескопической системой 4 в плоский пучок. Далее пучок делится светоделителем 5 на два, которые, отразившись от отражателей 6 и 7,

расщепляются по длинам волн дисперсионной призмой 8 на два пучка и формируют интерференционные картины в виде полос с различной интенсивностью, регистрируемой матрицей 9 фотоприемников.

Второй отражатель имеет ступенчатую форму для того, чтобы получить три значения интенсивности I_1, I_2, I_3 на каждой длине волны для трех заданных перепадов высот ступенек значений фазового сдвига $\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$. Причем толщина d стеклянных пластин, из которых собирается отражатель, должна быть больше любой из длин волн:

$$d > \lambda$$

чтобы "ступеньки" работали на отражение, а не на дифракцию.

По значениям интенсивности, полученным для двух длин волн, вычисляется разность фаз φ в пределах одного периода изменения фазы по формуле

$$\varphi = \arctg \frac{(I_1 - I_2) \cos \varphi_1 + (I_1 - I_3) \cos \varphi_2 + (I_2 - I_3) \cos \varphi_3}{(I_1 - I_2) \sin \varphi_1 + (I_1 - I_3) \sin \varphi_2 + (I_2 - I_3) \sin \varphi_3}$$

Затем по значениям разности фаз, определенных в пределах одного периода изменения фазы для двух длин волн, определяется полная разность фаз световых волн.

При перемещении объекта происходит смещение расположенного с ним на общем основании отражателя 6, и разность длин плеч измерительного канала интерферометра меняется. По показаниям матрицы 9 будет определена полная разность фаз для нового положения отражателя 6 и соответствующее двум известным значениям разности фаз световой волны перемещение объекта.

Преимущество предлагаемого технического решения по сравнению с прототипом состоит в том, что можно определять полную разность фаз, а следовательно, и перемещение объекта по значениям интенсивности, зарегистрированным фотоприемниками, причем не имеет значения положение объекта во время, предшествующее регистрации, так как не производится счет фазовых циклов. Кроме того, определяется абсолютное положение объекта, а не относительное, как это происходит в прототипе.

Измерение перемещений объекта в прототипе производится посредством счета полос, из чего следует необходимость проведения непрерывного процесса регистрации фотоприемниками периодов изменения яркости оптического сигнала, причем допустимая скорость измеряемых переме-

щений ограничивается предельной частотой работы счетчика, который в блоке регистрации служит для отсчета полос по квадратурным сигналам фотоприемников.

В предлагаемом решении время одного измерения определяется только инерционностью фотоприемника.

Расчитаем допустимую скорость перемещения V для инерционности $\tau = 10^{-6}$ с, которую имеет матрица ЛФ-1024, и длины волны $\lambda = 0,6$ мкм:

$$V = \frac{\lambda}{\tau} = 6 \cdot 10^3 \text{ м/мин.}$$

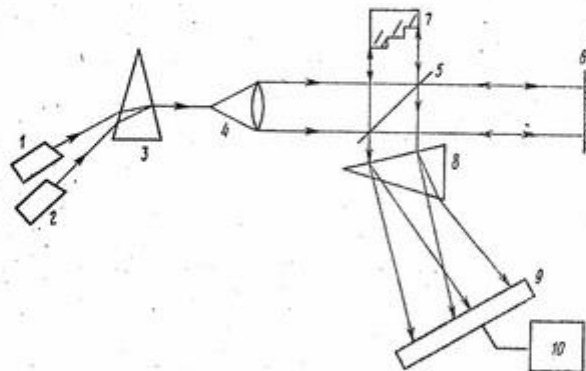
Существующие измерители перемещений так же, как и прототип, имеют этот параметр $V=18$ м/мин.

Формула изобретения

Интерференционное устройство для измерения перемещений объектов, содержащее источник монохроматического излучения и расположенные вдоль пучка излучения светоделитель, делящий пучок излучения на

измерительный и опорный пучки, отражатель, установленный в измерительном пучке, отражатель, установленный в опорном пучке, матрицу фотоприемников, расположенную в опорном пучке и оптически связанную через светоделитель с обими отражателями, и блок регистрации, соединенный с выходом матрицы фотоприемников, отличающийся тем, что, с целью обеспечения возможности измерения перемещений с большим ускорением, оно снабжено вторым источником монохроматического излучения, расположенным в одной плоскости с первым источником, дисперсионной призмой, расположенной между источниками монохроматического излучения в точке пересечения пучков излучения, телескопической системой, расположенной между дисперсионной призмой и светоделителем, второй дисперсионной призмой, расположенной между светоделителем и матрицей фотоприемников, а второй отражатель выполнен в виде многоступенчатого зеркала.

25



Редактор С. Рехова Составитель Б. Евстратов
Техред М. Моргантал Корректор М. Демчих

Заказ 2257 Тираж 388 Подписное
ВНИИПИ Государственного комитета по изобретениям и открытиям при ГКНТ СССР
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., 4/5

Производственно-издательский комбинат "Патент", г. Ужгород, ул. Гагарина, 101

Похожие патенты

Интерференционное устройство для измерения перемещений

Опубликовано: 15.11.1983 | Автор(ы): Сиваков, Полонин, Мотуз | Номер патента: 1054677

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ (72) А. Н. Мотуз, А. К. Полонин и Н. И. Сиваков (71) Специальное конструкторско-технологическое бюро с опытным производством Минского радиотехнического института (56) 1, Авторское свидетельство СССР И 679789, кл. С 01 В 1100, 1979 (прототип)(54)(57) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, содержащее последовательно установленные и оптически связанные источник монохроматического излучения, светорасщепитель, разделяющий излучение на две ветви: фотоприемник, зеркало, размещенное в одной из ветвей излучения и расположенное на общем основании с контролируемым объектом, и блок регистрации электрически связанных с выходом фотоприемника, отличающееся тем, что, с целью повышения точности и обеспечения возможности измерения по одной из двух координатных осей при заданном направлении перемещения, оно снабжено отражателем, выполненным в виде куба с двумя зеркальными гранями, размещенным во второй ветви излучения и...

Интерференционное устройство для измерения перемещений

Опубликовано: 23.09.1984 | Автор(ы): Мотуз, Сиваков, Морозевич, Никульшин | Номер патента: 1114879

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ (72) А. Н. Мотуз, Н. И. Сиваков, Л. Н. Морозевич и Б. В. Никульшин (71) Специальное конструкторско-технологическое бюро с опытным производством Минского радиотехнического института (56) 1, Авторское свидетельство СССР 2, Авторское свидетельство СССР по заявке У 348564925-29 кл. Д 01 В 1100, 1982 (прототип)(54)(57) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ, содержащее последовательно установленные и оптически связанные источник монохроматического излучения, светорасщепитель, предназначенный для разделения излучения на две ветви, отражатель с двумя взаимно перпендикулярными отражающими гранями, предназначенный для скрепления с контролируемым объектом и размещенный в одной из ветвей излучения так, что одна из его граней перпендикулярна направлению излучения, зеркало, установленное под углом 45° к другой грани отражателя, размещенное в другой ветви излучения и расположенное на общем основании с контролируемым объектом, фотоприемник и блок регистрации, подключенный...

Интерференционное устройство для измерения перемещений

Опубликовано: 07.03.1982 | Автор(ы): Гуляев, Чуча, Лободанов, Рыжков | Номер патента: 911142

Союз Советских Социалистических Республик ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ (61) Дополнительное к авт. свид-ву (22) Заявлено 16. 01. 80 (21) 287098125-28 с присоединением заявки, В (23) Приоритет (54) Изобретение относится к контрольно-измерительной технике и предназначено для измерения величины малых перемещений, которое может быть использовано при проведении научных исследований, например при изучении реакции биологических объектов на воздействие различных физико-химических раздражителей. Известно устройство для измерения перемещений, построенное по схеме интерферометра Майкельсона, и содержащее источник монохроматического излучения, светоделитель, два отражателя в виде плоских зеркал, один из которых...

Интерференционное устройство для измерения перемещений

Опубликовано: 15.08.1979 | Автор(ы): Карпов, Полонин | Номер патента: 679789

Союз Советских Социалистических Республик ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ (61) Дополнительное к авт. свид-ву (22) Заявлено 17.02.78 (21) 258240025-2 с присоединением заявки № 79 Государственный комитет по делам изобретений и открытий (23) Приоритет (54) Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для измерения линейных размеров деталей, малых перемещений и амплитуд вибраций в широком диапазоне частот, например, при проверке вибродатчиков или проведении испытаний изделий электронной техники и др. Известно оптико-электронное устройство для измерения разности хода двух световых колебаний, содержащее оптический интерферометр и фотоприемник (1). Недостаток этого устройства заключается в высокой критичности устройства к влиянию дестабилизирующих факторов вибрации, удары, колебания воздушной среды и т. д.), что приводит к...

Интерференционное устройство для измерения перемещений (его варианты)

Опубликовано: 30.11.1983 | Автор(ы): Чуча, Гуляев | Номер патента: 1057777

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ (46) 30. 11. 83, Бюл. Изв. 44 (72) В. И. Гуляев и Л. А. Чуча (71) Центральная ордена Трудового Красного Знамени генетическая лаборатория им. И. В. Ляпунова (53) 531. 73531. 14(088. 8) (56) 1, Авторское свидетельство СССР В 679789, кл. С 01 В 1100, 1978. 2, Авторское свидетельство СССР У 911142, кл. С 01 В 1100, 1982 (прототип), (54) ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ (ЕГО ВАРИАНТЫ). (57) 1. Интерференционное устройство для измерения перемещений, содержащее основание и платформу, установленную на основании с возможностью поворота, оптически связанные источник монохроматического излучения, размещенные на платформе параллельно друг другу и оси ее поворота, плоское зеркало и светорасщепитель, отражатель, скрепляемый с измеряемым объектом, первый отражатель, установленный на основании, и первый фотоприемник, образующие измерительный канал, второй отражатель, установленный на основании, и второй фотоприемник, образующие компенсационный канал, электромеханический...