



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(15) SU (11) 1619033 A1

(51) G 01 B 21/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ  
ПРИ ГКНТ СССР

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

1

(21) 4413604/28  
(22) 21.04.88  
(46) 07.01.91. Бюл. № 1  
(71) Новосибирский электротехнический институт  
(72) В.И. Гужов и Ю.Н. Солодкин  
(53) 531.7 (088.8)  
(56) Schmidt-Weinmar H.G. Spatial distribution of magnitude and phase of optical-wave fields.-J. Opt. Soc. Am., 1973, v. 63, № 5, p. 547-555.

### (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ СВЕТОВЫХ ВОЛН

(57) Изобретение относится к контрольно-измерительной технике. Целью изобретения является повышение информативности за счет определения полной разности фаз путем устранения фазовой неоднозначности. Положительный эффект основан на использовании свойств целых чисел. Формируют не менее двух интерференционных картин, соответствующих значениям угла между направлениями интерферирующих пучков,

2

выбранным из условия, чтобы цели интерференционных полос не имели целых общих делителей, при этом для каждой интерференционной картины определяют согласно известному способу разность фаз в исследуемых точках в пределах одного периода ее изменения. Принимая во внимание, что определение разности фаз в пределах одного периода ее изменения эквивалентно определению остатка от деления полной разности фаз на длину волны, и имея возможность с достаточной точностью определить фазу исследуемой волны в пределах периода волны источника когерентного излучения, ставят в соответствие ценам интерференционных полос взаимно простые целые числа, что позволяет перейти к определению полной разности фаз путем решения системы сравнений с одним неизвестным. Динамический диапазон, в котором определяется полная разность фаз, задается количеством значащих цифр в целых числах, поставленных в соответствие ценам интерференционных полос. 2 ил.

Изобретение относится к области контрольно-измерительной техники и может быть использовано для определения полной разности фаз в оптических и голографических интерферометрах при измерениях рельефа поверхностей, деформаций, вибраций и т.п.

Целью изобретения является повышение информативности за счет определения полной разности фаз путем устранения фазовой неоднозначности.

На фиг. 1 представлена структурная схема устройства для реализации способа; на

фиг. 2 - графические зависимости фаз световых волн от пространственной координаты.

Способ определения разности фаз заключается в следующем.

Формируют не менее двух интерференционных картин, соответствующих значениям угла между направлениями интерферирующих пучков, выбранным из условия, что цены интерференционных полос не имеют целых общих делителей. При этом для каждой интерференционной картины, изменяя фазу одной из интерферирующих волн на контролируемую величину

(15) SU (11) 1619033 A1

ну, по изменению яркости в последующей точке, определяют, используя известные соотношения, разность фаз в пределах одного периода ее изменения. Определяют полную разность фаз световых волн по известной зависимости между числами, соответствующими полной разности фаз, и разностям фаз, определенным в пределах одного периода.

Разность фаз  $\Delta U$  в пределах одного периода ее изменения определяют по трем интерференционным картинкам, полученным в результате сдвига фазы одной из интерферирующих волн на контролируемую величину, имеющую значения  $\delta\varphi_1, \delta\varphi_2, \delta\varphi_3$ , из соотношения

$$\Delta U = \frac{I_1 - I_2}{I_1 + I_2} \cos \delta\varphi_1 + \frac{I_1 - I_3}{I_1 + I_3} \cos \delta\varphi_2 + \frac{I_2 - I_3}{I_2 + I_3} \cos \delta\varphi_3, \quad (1)$$

где  $I_1, I_2$  и  $I_3$  – значения яркости в одной и той же точке на трех интерференционных картинках, соответствующих фазовым сдвигам  $\Delta U_1, \Delta U_2$  и  $\Delta U_3$ .

Определение полной разности фаз основано на использовании свойств целых чисел.

Рассмотрим систему сравнений с одним неизвестным  $X$ , но с разными, притом попарно простыми модулями  $L_1, L_2, \dots, L_k$ :

$$\begin{cases} X \equiv b_1 \pmod{L_1}, \\ X \equiv b_2 \pmod{L_2}, \\ X \equiv b_k \pmod{L_k}. \end{cases} \quad (2)$$

Известно, что решение системы (2), т.е. совокупность значений  $X$ , удовлетворяющих этой системе, определяется сравнением:

$$X \equiv X_0 \pmod{L_1 L_2 \dots L_k}, \quad (3)$$

где  $X_0 = M_1 M_1' b_1 + M_2 M_2' b_2 + \dots + M_k M_k' b_k$  (4) а числа  $M_i$  и  $M_i'$  ( $i = 1, 2, \dots, k$ ) определены из условий

$$\begin{cases} L_1 L_2 \dots L_k = M_i L_i, \\ M_i M_i' \equiv 1 \pmod{L_i}. \end{cases} \quad (5)$$

При этом единственность системы (2) следует из теоремы: если  $b_1, b_2, \dots, b_k$  независимо один от другого пробегает полные системы вычетов по модулям  $L_1, L_2, \dots, L_k$ , то  $X_0$  пробегает полную систему вычетов по модулю  $L_1, L_2, \dots, L_k$ .

Определение разности фаз в пределах одного периода ее изменения эквивалентного определению остатка от деления полной разности фаз на длину волны.

Пусть

$$X = n \lambda + \varphi,$$

где  $X$  – полная фаза;

$n$  – фаза, определенная с точностью до  $2\pi$ ;

$\lambda$  – длина волны;

$n$  – число полных длин волн.

Если имеется возможность определить  $n$  с достаточно большой точностью, то можно поставить в соответствие значениям длин волн и фазы, определенной с точностью до  $2\pi$ , целые числа с определенным количеством значащих цифр и перейти к рассмотренной системе сравнений (2). Чем больше количество значащих цифр, тем больше динамический диапазон, в котором по сочетанию, например,  $b_1$  и  $b_2$ , взятым при разных длинах волн, можно определить полную разность фаз.

Из графиков (фиг. 2), где, для конкретного примера, фаза  $\varphi_1$  имеет период повторения 4, а фаза  $\varphi_2$  – 5, видно, что, как это и следует из теории, каждой паре чисел  $(\varphi_1, \varphi_2)$  соответствует единственное значение полной фазы  $\varphi$ , период повторения которой равен 20, что и составляет предел определения полной фазы.

Устройство для реализации способа содержит источник 1 когерентного света, интерферометр 2, блок 3 внесения контролируемого фазового сдвига и блок 4 определения яркости. Входы интерферометра 2 соединены соответственно с выходами источника 1 когерентного света и блока 3 внесения контролируемого фазового сдвига, а выход – с входом блока 4 определения яркости.

Способ реализуется следующим образом.

При определенном значении угла между направлениями интерферирующих в интерферометре 2 пучков получают серию интерферограмм для разных значений фазового сдвига, задаваемого блоком 3 внесения контролируемого фазового сдвига.

Значения яркости в исследуемых точках на разных интерферограммах определяют с помощью блока 4 определения яркости и по этим значениям в соответствии с формулой (1) вычисляют разность фаз в пределах одного периода ее изменения. Затем изменяют значение угла между интерферирующими пучками и аналогичным образом определяют разность фаз в пределах периода ее изменения. Затем по двум значениям разности фаз определяют полную разность фаз световых волн.

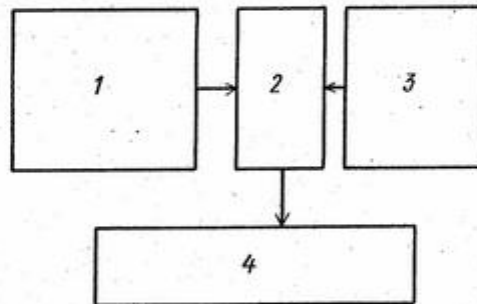
Таким образом, по серии интерферограмм, полученной при контролируемом изменении фазы опорной волны, находят с достаточной точностью фазу исследуемой волны в пределах периода волны источника когерентного излучения так, что при выборе определенной точности целые числа, поставленные в соответствие ценам интерфе-

ренционных полос, взаимно простые, определяют полную разность фаз по полю в диапазоне, задаваемом количеством значащих цифр в целых числах, поставленных в соответствие ценам полос.

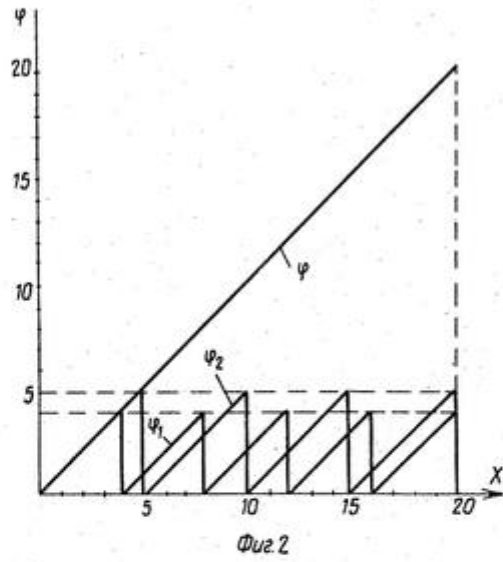
#### Формула изобретения

Способ определения разности фаз световых волн, при котором формируют интерференционную картину, изменяют фазу одной из интерферирующих волн на контролируемую величину, определяют изменение яркости в исследуемой точке и по известным соотношениям определяют разность фаз в пределах одного периода ее изменения, отличающийся тем, что, с целью повышения информативности за счет опре-

деления полной разности фаз путем устранения фазовой неоднозначности, формируют дополнительно не менее одной интерференционной картины при значениях угла между направлениями интерферирующих пучков, отличающихся от первоначального, при этом разность фаз в пределах одного периода ее изменения определяют для каждого значения угла между направлениями интерферирующих пучков, а значения этих углов выбирают из условия, чтобы цены интерференционных полос не имели целых общих делителей, и определяют полную разность фаз световых волн по известной зависимости между числами, соответствующими полной разности фаз, и разностям фаз, определенным в пределах одного периода.



Фиг. 1



Редактор Н. Бобкова	Составитель О. Смирнов Техред М. Моргентал	Корректор Н. Король
Заказ 36	Тираж /	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

### Способ определения разности фаз

Опубликовано: 07.12.1987 | Автор(ы): Гужов, Солодкин | Номер патента: 1357712

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ М СЛ «З Ю ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ (71) Новосибирский электротехнический институт (72) В. И. Гужов и Ю. Н. Солодкин (56) Ясбтлдо1С-bleалпаар Н. С. БраСа. а1 ИЫГЫШдоп оЕ шавлпцде авй ржаве оЕ ордса1-чагеГ1е1из. аЪ' 3. ОрС. Воз. Аш., 1973, ч. 63, Р 5, р. 547555(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ (57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения полной разности фаз в интерферометрах при определении оптическими методами рельефа поверхностей, деформаций, вибраций. Цель изобретения аЪ' расширение функциональных возможностей за счет измерения расстояния путем устранения фазовой неоднозначности. Для этого по., 90\_1357712 А1 лучают дополнительные интерферограммы на другой волне излучения, выбранной таким образом, что значения длин волн не имеют общих делителей. Полная разность фаз находится по разностям фаз, определенным в пределах одного периода, полученным при разных длинах волн Разности фаз, оп' ределенные в пределах одного...

### Способ измерения фазового сдвига световых волн

Опубликовано: 15.04.1988 | Автор(ы): Телешевский, Игнатов, Капезин | Номер патента: 1388721

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ (71) Московский станкоинструментальный институт (72) В. И. Телешевский, С. А. Игнатов и С. В. Капезин (56) Авторское свидетельство СССР В 572848, кл. С 01 В 1130, 1975. (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА СВЕТОВЫХ ВОЛН (57) Изобретение относится к измерительной технике. Цель изобретения аЪ' повышение точности и разрешающей способности измерений. Сущность способа заключается в том, что электрический измерительный сигнал с выхода фотопреобразователя направляют на питание излучателя светомодулятора, создавая положительную обратную связь в акустооптическом тракте обработки измерительной информации, которая преобразует фазовый сдвиг световых волн на входе в частотный сдвиг выходного электрического измерительного сигнала, по величине которого судят о фазовом сдвиге световых волн. 1 ил. Изобретение относится к измерительной технике, а именно к лазерной интерферометрии, и может быть использовано для измерений...

### Способ определения длины волны в линии передачи вытекающих волн

Опубликовано: 23.11.1986 | Автор(ы): Шестопалов, Провалов, Евдокимов, Крыжановский | Номер патента: 1272268

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ (71) Ордена Трудового Красного Знамени институт радиопизики и электроники АН УССР (72) А. П. Евдокимов, В. В. Крыжановский, С. А. Провалов и В. П. Шестопалов (56) Вятъялпн В. Ф. Диэлектрические волноводы. аЪ' М.: Советское радио1970, с. 73. Рязов Б. И. и др. Резонансный метод исследования интегрального диэлектрического волновода на диэлектрической подложке в области, близкой к критической. Проектирование радиоэлектронной аппаратуры: Труды МЭИ. 1978, вып. 300, с. 18-20, , еЯО, в 1 72208 А 1 (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ ВЫТЭКАЮЩИХ ВОЛН (57) Изобретение относится к технике измерений на СВЧ. Повышается точность измерений при больших радиационных потерях. Исследуемую линию передачи помещают в поле неоднородной плоской волны и поворачивают относительно направления распространения этой волны. Определяют угол К между осью лиР ни передачи и направлением распространения неоднородной волны, при к-ром наблюдается резонансное возбуждение...

### Способ определения оптической разности хода составляющих поляризованного луча

Опубликовано: 23.11.1990 | Автор(ы): Мыльников | Номер патента: 1608443

СОЮЗ СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ИЗОБРЕТЕНИЯМ И ОТКРЫТИЯМ ПРИ КНТ СССР ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ (54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ХОДА СОСТАВЛЯЮЩИХ ПОЛЯРИЗОВАННОГО ЛУЧА (57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано при оценке прочизделий в машиностроении, электротехнике, оптической промышленности, в частности при оценке прочности и надежности элементов световолоконной оптики. Цель изобретения аЪ' получение возможности определения целой части порядка в точке, исключение необходимости определения его дробной части,...

### Способ измерения фазового сдвига световых волн

Опубликовано: 15.09.1977 | Автор(ы): Никитин, Кришлуд, Левитес, Васильев, Телешевский, Потапов, Корндорф | Номер патента: 572646

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ Союз Советских Социалистических Республик (1) Дополненное к авт. свид-ву (22) Заявлено 17. 07. 75 (21) 2158025, 28 с присоединением заявки № (51) М. Кл. з б 01В 1100 Государственный комитет Совета Министров СССР по делам изобретений и открытий (53) Опубликовано 15. 09. 77, Боллетень № 34 (53) УДК 531, 715(088, 8) (45) Дата опубликования описания 19. 12. 77 (72) Авторы изобретения В. С. Васильев, С. Ф. Корндорф, Б. Д. Никитин, В. И. Телешевский, А. Ю. Кришлуд, А. Ф. Левитес и Е. П. Потапов Ордена Трудового Красного Знамени экспериментальный научно-исследовательский институт металлообрабатывающих станков и Московский станкоинструментальный институт (71) Заявители (54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ФАЗОВОГО СДВИГА СВЕТОВЫХ ВОЛН Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения фазового сдвига световых волн при интерференционных измерениях величин линейных и угловых перемещений объектов. Известен интерференционный способ измерения фазового сдвига световых волн, например при измерении угловых или линейных перемещений объекта с использованием лазера с...

