

**ОПИСАНИЕ
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К ПАТЕНТУ**
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ (19) **ВУ** (11) **5608**



(13) **С1**

(51)⁷ **G 01B 9/00**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(54) **УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИНЕЙНЫХ И УГЛОВЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ**

(21) Номер заявки: а 19990943

(22) 1999.10.18

(46) 2003.12.30

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Тузков Юрий Фадеевич; Зуйков Игорь Евгеньевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(57)

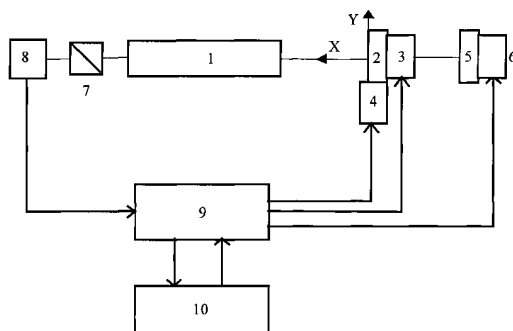
Устройство для определения линейных и угловых перемещений, содержащее оптически связанные лазер, выполненный с возможностью генерации двух ортогонально поляризованных волн, отражатель, связываемый с объектом измерения и образующий с зеркалами лазера линейный трехзеркальный анизотропный резонатор, поляризатор с осью пропускания, ориентированной под углом 45° к азимутам поляризации генерируемых волн, фотоприемник, отличающееся тем, что содержит фазовую анизотропную пластинку, связываемую с объектом измерения и закрепленную на двух приводах с возможностью совершения поворотов вокруг оптической оси резонатора и оси, перпендикулярной к ней, привод отражателя, экстремальную систему регулирования и систему обработки информации, причем фотоприемник расположен на оптической оси лазера и отражателя, фазовая анизотропная пластинка расположена между лазером и отражателем, первый вход экстремальной системы регулирования соединен с фотоприемником, первый и второй выходы экстремальной системы регулирования соединены с соответствующими приводами фазовой анизотропной пластинки, третий выход экстремальной системы регулирования соединен с приводом отражателя, второй вход и четвертый выход экстремальной системы регулирования соединены с выходом и входом системы обработки информации соответственно.

(56)

Застрогин Ю.Ф. и др. Лазерные приборы вибрационного контроля и точности позиционирования. - М.: Машиностроение, 1995. - С. 265.

EP 0461773 A2, 1991.

US 4883357 A, 1989.



BY 5608 C1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для прецизионных измерений линейных и угловых перемещений различных объектов.

В робототехнике используются комбинированные интерферометры, совмещающие в себе возможности измерения линейных и угловых перемещений. Известно устройство [1], в котором излучение одночастотного лазера с помощью светоделительного кубика делится на две части. Одна из них используется для измерения угловых перемещений, а другая - для измерения линейных перемещений. В каждом измерительном канале интерференционное поле воспринимается двумя фотоприемниками. Для определения направления перемещений используют регулируемые щелевые диафрагмы. Однако сложность данного устройства (только оптическая часть содержит 11 различных оптических элементов, 4 регулируемые диафрагмы и 4 фотоприемника) приводит к его высокой стоимости, большим габаритным размерам и низкой помехоустойчивости.

Наиболее близким к предлагаемому является устройство [2], содержащее двухчастотный лазер, два светоделительных элемента, два неподвижных зеркала, четвертьволновую пластинку, четыре поляризатора, три уголкового отражателя, устройство разделения частот, расщепитель, двустороннее отражающее зеркало, три фотоприемника, два реверсивных счетчика. Выходные сигналы реверсивных счетчиков обрабатываются ЭВМ.

Работа данного устройства осуществляется следующим образом.

Двухчастотное излучение лазера с помощью светоделительного элемента расщепляется на три составляющие, одна из которых является опорной, а две другие используются для измерения линейных и угловых перемещений. Информация о величинах линейного и углового перемещений содержится в разности фаз опорного сигнала и сигналов соответствующих измерительных каналов. Направление перемещения определяется знаком приращения разностной частоты.

Данное устройство имеет ряд существенных недостатков. Диапазон измерений угловых перемещений весьма узок, так как наклон уголкового призм только до 4° не вносит существенных ошибок в измерение [3]. К тому же измеряется угловое перемещение только вокруг одной оси. Кроме того, оптическая часть устройства содержит 19 элементов, что ведет к большим габаритным размерам, высокой стоимости и низкой помехоустойчивости устройства.

Задача, решаемая изобретением, заключается в снятии пределов измеряемого углового перемещения, осуществлении возможности проведения измерений угловых перемещений, совершаемых вокруг двух ортогональных осей, и значительном упрощении оптической схемы устройства.

Для решения этой задачи в устройство для определения линейных и угловых перемещений, содержащее оптически связанные лазер, выполненный с возможностью генерации двух ортогонально поляризованных волн, отражатель, связываемый с объектом измерения и образующий с зеркалами лазера линейный трехзеркальный анизотропный резонатор, поляризатор с осью пропускания, ориентированной под углом 45° к азимутам поляризации генерируемых волн, фотоприемник, введены фазовая анизотропная пластинка, связываемая с объектом измерения и закрепленная на двух приводах с возможностью совершения поворотов вокруг оптической оси резонатора и оси, перпендикулярной к ней, привод отражателя, экстремальная система регулирования и система обработки информации, причем фотоприемник расположен на оптической оси лазера и отражателя, фазовая анизотропная пластинка расположена между лазером и отражателем, первый вход экстремальной системы регулирования соединен с фотоприемником, первый и второй выходы экстремальной системы регулирования соединены с соответствующими приводами фазовой анизотропной пластинки, третий выход экстремальной системы регулирования соединен с приводом отражателя, второй вход и четвертый выход экстремальной системы регулирования соединены с выходом и входом системы обработки информации соответственно.

BY 5608 C1

Заявляемое изобретение обеспечивает получение нескольких технических результатов. Снимаются все ограничения на пределы измерения угловых перемещений. Осуществляется возможность проведения измерений угловых перемещений, совершаемых вокруг двух ортогональных осей. Значительное упрощение оптической схемы устройства (было 19 элементов, стало - 5) влечет за собой повышение помехоустойчивости устройства и значительное уменьшение его габаритных размеров.

Сущность изобретения поясняется принципиальной схемой устройства для определения линейных и угловых перемещений.

Устройство содержит лазер 1, генерирующий две ортогонально поляризованные волны, ФАП 2, закрепленную на приводах 3 и 4 и связанную с объектом, угловые перемещения которого необходимо измерять, отражатель 5, закрепленный на приводе 6 и связанный с объектом, линейное перемещение которого необходимо измерять, поляризатор 7 с осью пропускания, ориентированной под углом 45° к азимутам поляризации генерируемых волн, фотоприемник 8, расположенный на оптической оси лазера 1 и отражателя 5, экстремальную систему регулирования (ЭСР) 9, систему обработки информации (СОИ) 10. Первый вход ЭСР 9 соединен с фотоприемником 8, первый и второй выходы ЭСР 9 соединены с приводами 3 и 4, третий выход ЭСР 9 соединен с приводом 6, второй вход и четвертый выход ЭСР 9 соединены с выходом и входом СОИ 10.

Работа устройства осуществляется следующим образом. Зеркала лазера 1 и отражатель 5 образуют линейный трехзеркальный анизотропный резонатор. Изменение длины оптического пути за счет перемещения отражателя приводит к модуляции частоты биений между ортогонально поляризованными волнами лазерного излучения, причем полный цикл модуляции происходит при смещении отражателя на $\lambda/2$ [4].

Повороты фазовой анизотропной пластинки, находящейся в пассивной части резонатора, вокруг оптической оси резонатора (ось X на схеме) и вокруг оси, перпендикулярной к оптической оси резонатора (ось Y на схеме), также приводят к модуляции частоты биений между ортогонально поляризованными волнами лазерного излучения [5].

При измерении линейного перемещения отражатель 5 с помощью ЭСР 9 удерживается в положении, соответствующем сигналу экстремальной частоты биений двух ортогонально поляризованных волн на фотоприемнике 8. В качестве ЭСР может быть использована любая, известная в настоящее время. Отражателем может служить сферическое зеркало или уголкового отражатель. При перемещении отражателя 5 ЭСР 9 компенсирует это перемещение путем изменения напряжения на приводе 6. В качестве привода обычно используется пьезокерамика. Однако диапазон перемещений пьезокерамики ограничен, поэтому необходимо использовать следующий алгоритм измерений. Когда напряжение на приводе отражателя изменяется на ΔU , соответствующее перемещению отражателя на $\lambda/2$, СОИ 10 вырабатывает сигнал для ЭСР 9 для ступенчатого изменения напряжения на приводе отражателя на величину ΔU , отражатель перемещается на $\lambda/2$, ЭСР 9 автоматически "привязывается" к соответствующему соседнему экстремуму частоты биений двух ортогонально поляризованных волн излучения лазера и одновременно в СОИ 10 вырабатывается декрементный или инкрементный импульс в зависимости от знака изменения напряжения. Число импульсов соответствует перемещению измеряемого объекта на такое же число $\lambda/2$, а дробная часть перемещения определяется по формуле

$$\Delta S = \frac{U_x}{\Delta U} \cdot \lambda / 2, \quad (1)$$

где U_x - компенсирующий сигнал на приводе;

ΔU - компенсирующий сигнал, соответствующий перемещению на $\lambda/2$;

λ - длина волны излучения лазера.

Напряжение U_x на приводе 6 принимает значения в интервале $0 \leq U_x < \Delta U$.

ВУ 5608 С1

При измерении углового перемещения, совершаемого вокруг оптической оси резонатора, ФАП 2 удерживается с помощью ЭСР 9 в положении, соответствующем экстремуму сигнала частоты биений на фотоприемнике 8. При повороте ФАП 2 вокруг оптической оси резонатора ЭСР 9 компенсирует это перемещение путем изменения напряжения на приводе 3. В качестве привода можно использовать магнитоэлектрический двигатель.

Угол поворота определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{U_{\alpha}}{\Delta U_{\alpha}}, \quad (2)$$

где U_{α} - компенсирующий сигнал на приводе ФАП;

ΔU_{α} - компенсирующий сигнал, соответствующий повороту на единицу измерения угла.

Измерение углового перемещения вокруг оси, перпендикулярной оптической оси резонатора, производится аналогично, только в этом случае ЭСР 9 компенсирует перемещение путем изменения напряжения на приводе 4.

Источники информации:

1. Застрогин Ю.Ф. и др. Лазерные приборы вибрационного контроля и точного позиционирования. - М.: Машиностроение, 1995. - С. 262.
2. То же. - С. 265.
3. То же. - С. 232.
4. Зуйков И.Е., Куцак А.А., Тузков Ю.Ф. Частотные характеристики линейного лазера со слабо связанными резонаторами, содержащего в активной части фазовую анизотропную пластинку // Прикладная спектроскопия. - Т. 66. - № 3. - 1999. - С. 356-361.
5. Зуйков И.Е., Куцак А.А., Тузков Ю.Ф., Зуйкова Н.В. Частотные характеристики линейного двухмодового лазера с анизотропными связанными резонаторами // Прикладная спектроскопия. - Т. 66. - № 4. - 1999. - С. 565-568.