



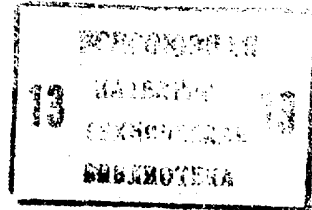
СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1091036** **A**

3 (5) G 01 L 1/24

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

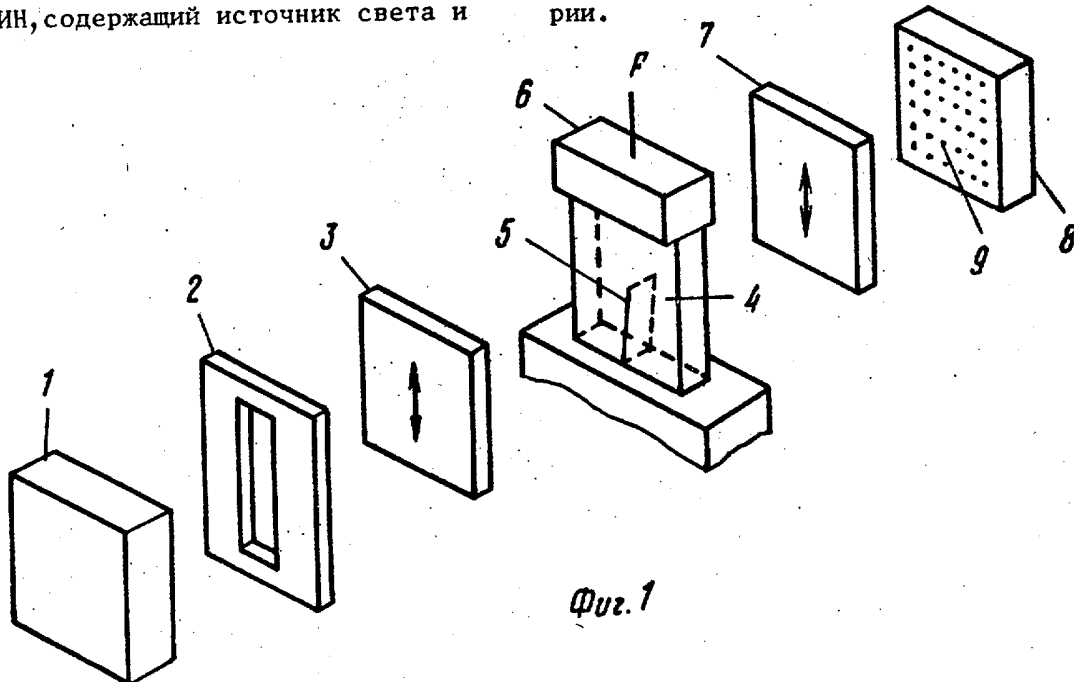


(21) 3541323/18-10
(22) 18.01.83
(46) 07.05.84. Бюл. № 17
(72) В.П. Кузенков, И.В. Осипов,
Е.Ф. Дудник и И.Е. Мнушкина
(71) Московский ордена Трудового
Красного Знамени инженерно-физичес-
кий институт и Днепропетровский орде-
на Трудового Красного Знамени госу-
дарственный университет им. 300-ле-
тия воссоединения Украины с Россией
(53) 531.781(088.8)
(56) 1. "Известия высших учебных за-
ведений". Физика. Т. 10, вып. 2,
с. 145-146.

2. Авторское свидетельство СССР
по заявке № 3426283, кл. G 01 L 1/24,
20.04.82 (прототип).
(54)(57) ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКИХ
ВЕЛИЧИН, содержащий источник света и

установленные по ходу луча поляриза-
тор, сегнетоэластический чувстви-
тельный элемент, анализатор и фотоприем-
ник, отличающийся тем,
что, с целью увеличения чувстви-
тельности, сегнетоэластический чувстви-
тельный элемент выполнен в виде моно-
домена одного ориентационного состоя-
ния.

2. Преобразователь по п.1, отличающийся тем, что чувстви-
тельный элемент выполнен из кристал-
ла ванадата висмута, при этом оптиче-
ское излучение направлено вдоль оси
второго порядка, которая перпендику-
лярна заданному направлению действия
усилия, которое направлено под уг-
лом 45° к главной кристаллографичес-
кой оси, лежащей в плоскости симмет-
рии.



(19) **SU** (11) **1091036** **A**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано при разработке устройств для измерения сил, давлений, ускорений и других параметров.

Известно устройство для измерения усилия на сегнетоэластиках с полидоменной структурой, в котором кристалл сегнетоэластика, имеющий полидоменную структуру, подвергается механической деформации. В кристалле происходит прорастание доменов новой пространственной ориентации, а также укрупнение или измельчение исходных двойников. После снятия нагрузки доменная структура полностью восстанавливается. Вследствие реориентации оптической индикатрисы в доменах различных ориентационных состояний происходит интегральное изменение интенсивности светового потока, прошедшего от источника света к фотоприемнику через кристалл и расположенные по разные стороны от него поляризаторы [1].

Однако выходным параметром такого преобразователя является аналоговая величина — электрический ток или напряжение фотоприемника. Преобразование измеряемой механической величины в цифровой код возможно только с помощью электронного блока аналого-цифрового преобразователя, что значительно усложняет устройство.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является преобразователь механических величин. В этом устройстве сегнетоэластический чувствительный элемент, выполненный из молибдата гадолиния, состоит из двух доменов, разделенных планарной доменной стенкой. Изображение доменной стенки с помощью поляризационно-оптической системы спроектировано на фотоматрицу. Внешнее механическое усилие, не превышающее для данного чувствительного элемента порогового уровня (его значение определяется тензором спонтанной деформации и геометрическими размерами кристалла), вызывает обратимое смещение доменной стенки относительно исходного положения параллельно самой себе. Реверсирование воздействия приводит к перемещению стенки в противоположном направлении, позволяет непосредственно преобразовывать механическое воздействие

в позиционный цифровой код на выходе фотоматрицы [2].

Однако максимальное обратимое смещение доменной стенки не превышает 300–500 мкм. Дальнейшее увеличение внешнего механического напряжения приводит к необратимому смещению. Это ограничивает точность преобразования, так как при этой толщине стенки порядка 1 мкм, относительная погрешность, определяемая величиной дискретизации пространственного разделения, составляет не менее 0,2%.

Целью изобретения является увеличение чувствительности.

Поставленная цель достигается тем, что в преобразователе механических величин, содержащем источник света и установленные по ходу луча поляризатор, сегнетоэластический чувствительный элемент, анализатор и фотоприемник, сегнетоэластический чувствительный элемент выполнен в виде монодомена одного ориентационного состояния, например, кристалла ванадата висмута, при этом оптическое излучение направлено вдоль оси второго порядка, которая перпендикулярна заданному направлению действия усилия, которое направлено под углом 45° к главной кристаллографической оси, лежащей в плоскости симметрии.

На фиг. 1 изображен схематически преобразователь; на фиг. 2 — чувствительный элемент, выполненный из кристалла ванадата висмута.

Преобразователь механических величин состоит из источника 1 света, щелевой диафрагмы 2, поляризатора 3, чувствительного элемента 4 с прорастающим клиновидным доменом 5, устройства 6 приложения усилия, анализатора 7, фотоматрицы 8 с фоточувствительной областью 9.

Устройство работает следующим образом.

Оптическое излучение от источника 1 света проходит щелевую диафрагму 2, поляризатор 3 и попадает на кристалл чувствительного элемента 4. Щелевая диафрагма ограничивает просвечиваемую область чувствительного элемента, к которому через устройство приложения усилия 6 подводится механическое воздействие P .

В предлагаемом варианте выполнения преобразователя в качестве чувствительного элемента применяется кристалл ванадата висмута. В этом

кристалле, ниже температуры фазового перехода (255°C), возможно существование двух квазиперпендикулярных наборов доменных стенок, разделяющих два ориентационных состояния.

Тензор спонтанной деформации в смежных доменах имеет различное значение компонент. Вследствии этого доменная стенка представляет область оптической неоднородности с переменным коэффициентом преломления по толщине. Толщина доменной границы составляет величину порядка 1 мкм. Экспериментально установлено, что при распространении коллимированного линейно-поляризованного света вдоль доменной стенки он не изменяет плоскости поляризации и расходится под небольшим углом вследствие дифракции, а также за счет изменения показателя преломления по толщине стенки. В то же время прохождения света сквозь толщу кристалла связано с двупреломлением и подчиняется соответствующим законам.

Характерным свойством сегнетоэластиков является переключение кристалла из одного ориентированного состояния в другое под действием внешних механических напряжений. Форма тензора спонтанной деформации позволяет определить направление и вид механического нагружения (сжатие-растяжение, сдвиг, изгиб), способствующего образованию доменов нового ориентационного состояния. Значение компонент тензора деформаций позволяет судить о величине механических напряжений, необходимых для переключения кристалла: одноосные механические напряжения ϵ_{11} , ϵ_{22} , а также механические напряжения, имеющие сдвиговую компоненту ϵ_{12} , способствуют образованию нового, энергетически более выгодного состояния.

В варианте выполнения преобразователя механических величин чувствительный элемент имеет форму прямоугольного параллелепипеда (фиг.2) и подвергается деформации сжатия-растяжения в главной плоскости симметрии ХУ. В этом случае на краю пластины, при увеличении нагрузки, вначале формируется клиновидный зародыш другого

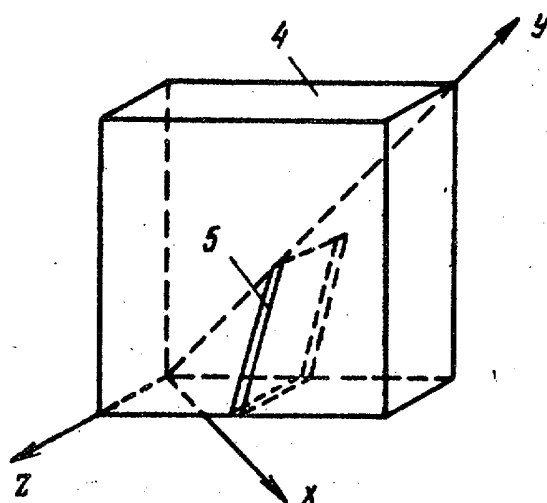
ориентационного состояния. Зародыш прорастающего домена имеет форму тонкого клина, образованного двумя доменными стенками. Образование зародыша в определенном участке кристалла можно инициировать путем нанесения локального микроповреждения, например царапины, на боковой грани кристалла.

Дальнейшее увеличение механического напряжения вызывает прямой рост клиновидного домена 5 сквозь толщу кристалла в разрешенном кристаллографическом направлении (32° к оси Х и Y) без существенного изменения толщины клина, которая для ванадата висмута не превышает трех толщин планарной доменной стенки.

Экспериментально установлено, что величина удлинения клиновидного домена связана линейной зависимостью с изменением прикладываемой механической нагрузки, при этом после снятия механического воздействия, не превышающего порогового уровня, доменная структура возвращается в исходное состояние и изменение доменной структуры под действием механического воздействия является воспроизводимой функцией.

Вырезав чувствительный элемент толщиной, обеспечивающей фазовую задержку $\frac{\pi}{2} \cdot (1+2K)$, и установив поляризатор 3 параллельно анализатору 7 под углом 45° к осям Х и Y кристалла, получают проекцию клиновидного домена на фоточувствительной поверхности фотоматрицы 8 в виде светлой линии на темном фоне. Расположив поляризатор и анализатор под углом 90° друг к другу, получают обратное изображение (темной линии на светлом фоне). Для увеличения изображения можно применить простую оптическую систему, например линзу, установив ее между анализатором и фотоматрицей.

В преобразователе механических величин за счет использования сегнетоэластика с клиновидным доменом в качестве чувствительного элемента увеличена чувствительность более чем на порядок.



Фиг. 2

Составитель А. Северин
 Редактор П. Коссей Техред И. Метелева Корректор В. Бутяга

Заказ 3072/39 Тираж 823 Подписное
 ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ИПИ "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4