



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) **SU** (11) **1298542**

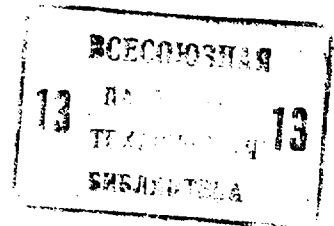
**A1**

(51)4 G 01 B 21/00

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 3928104/24-28  
(22) 11.07.85  
(46) 23.03.87. Бюл. № 11  
(71) Московский институт радиотехники, электроники и автоматики  
(72) В.П.Бабенко, В.А.Горбаренко, Н.Н.Евтихий, А.А.Кучин и Г.Р.Левинсон  
(53) 531.7.717(088.8)  
(56) Von S. Raith. Feinwerktechnik.- Messtechnik, 1977, v. 85, № 7, p. 314-318.  
(54) СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОВЕРХНОСТИ В ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОМ ПРОФИЛОГРАФЕ БЕЛОГО СВЕТА  
(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения профиля и шероховатости поверхности, а также для определения толщины тонких пленок. Цель изобретения - повышение точности измерений за счет исключения погрешностей, связанных с переходными процессами при автоподстройке и флуктуациями разности хода плеч интерферометра. Сущность способа заключается

ся в построчном сканировании интерференционного поля, преобразовании полученного фотоэлектрического сигнала, сравнении его с сигналом фиксированной длительности и формировании сигнала расстройки, пропорционального разности длительностей сравниваемых сигналов, изменении разности хода интерферирующих лучей в сторону уменьшения сигнала расстройки. Цель достигается за счет введения операций формирования сигнала допустимой ошибки и сравнения сигнала расстройки с сигналом допустимой ошибки, в результате которого весь цикл операций повторяется, если сигнал расстройки больше сигнала допустимой ошибки. Для последующей обработки используются лишь те значения разности хода интерферирующих лучей, при которых подстройка произошла с заданной точностью, а все результаты, связанные с переходными процессами подстройки и флуктуациями разности хода, исключаются из расчетов геометрических параметров поверхности. 2 ил.

(19) **SU** (11) **1298542** **A1**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для измерения профиля и шероховатости поверхности, а также для определения толщины тонких пленок.

Цель изобретения - повышение точности измерений за счет исключения погрешностей, связанных с переходными процессами при автоподстройке и флуктуациями разности хода плеч интерферометра.

На фиг. 1 приведены диаграммы напряжения на выходе датчика перемещения опорного зеркала (а) и сигналов расстройки (б); на фиг. 2 - блок-схема устройства, реализующего способ.

Способ реализован устройством, которое содержит интерферометр 1 белого света, опорное зеркало 2 интерферометра 1, модулятор 3, закрепленный на зеркале 2, генератор 4 модулирующего напряжения, диссекторный фотоприемник 5, генератор 6 отклоняющего напряжения, блок 7 измерения положения ахроматической полосы, формирователь 8 сигнала фиксированной длительности, формирователь 9 сигнала расстройки, генератор 10 компенсирующего напряжения, датчик 11 перемещения опорного зеркала, формирователь 12 сигнала допустимой ошибки, блок 13 сравнения, вычислительный блок 14. Интерферометр 1 оптически связан с диссекторным фотоприемником 5, отклоняющая система которого связана с входом генератора 6 отклоняющего напряжения, а выход - с блоком 7 измерения положения ахроматической полосы, выход которого подключен к первому входу формирователя 9 сигнала расстройки, к второму входу которого подключен формирователь 8 сигнала фиксированной длительности. Выход формирователя 9 сигнала расстройки связан с входом блока 13 сравнения и с входом генератора 10 компенсирующего напряжения, выход которого связан с модулятором 3, к которому подключен также генератор 4 модулирующего напряжения. Вход датчика 11 перемещения опорного зеркала связан с опорным зеркалом 2, а его выход - с первым входом вычислительного блока 14, к второму входу которого подключен блок 13 сравнения, а выход вычислительного блока 14 связан с генератором 6 отклоняющего напряжения. Формирователь 12 сигнала допустимой

ошибки подключен к второму входу блока 13 сравнения.

Способ и работа устройства осуществляются следующим образом.

Генератор 4 модулирующего напряжения приводит в периодическое движение модулятор 3, на котором закреплено опорное зеркало 2 интерферометра 1. Диссекторный фотоприемник 5 осуществляет построчное сканирование полученного интерференционного поля интерферометра 1 в каждом периоде модуляции. На выходе диссекторного фотоприемника 5 возникает фотоэлектрический сигнал, полученный в результате преобразования интерференционной картины в  $n$ -м сечении интерференционного поля. Блок 7 измерения положения ахроматической полосы выделяет пик поступившего на вход сигнала, связанного с ахроматической полосой и формирует сигнал, пропорциональный временному положению центра ахроматической полосы относительно начала развертки. Формирователь 8 формирует сигнал, длительность которого не изменяется. Сигналы с выходов блока 7 и формирователя 8 поступают на вход формирователя 9 сигнала расстройки, который формирует импульс, пропорциональный разности длительностей входных сигналов, т.е. пропорциональный смещению пика сигнала, полученного на выходе фотоприемника 5, относительно положения, выбранного при помощи сигнала фиксированной длительности за начальное. За начальное положение центра ахроматической полосы, относительно которого производится автоподстройка, принимается то положение, когда длительности сигналов, сформированных блоком 7 и формирователем 8, равны. Сигнал расстройки подается на генератор 10 компенсирующего напряжения, который в зависимости от знака и величины расстройки формирует напряжение соответствующего уровня, которое подается на модулятор 3 с таким знаком, чтобы в результате смещения опорного зеркала 2 сигнал расстройки уменьшался до нуля. Перемещение опорного зеркала непрерывно измеряется датчиком 11 перемещения. Формирователь 12 сигнала допустимой ошибки формирует сигнал, длительность которого задает максимальный сигнал расстройки.

В блоке 13 осуществляется сравнение сигнала допустимой ошибки, сформированного формирователем 12, и сигнала расстройки, сформированного формирователем 9.

Если сигнал расстройки меньше величины, заданной формирователем 12, блок 13 сравнения формирует сигнал управления, который подается на вычислительный блок 14, и показания датчика 11 перемещения опорного зеркала записываются в память вычислительного блока 14.

Если сигнал расстройки больше сигнала допустимой ошибки, производится автоматическая подстройка, заключающаяся в дополнительном изменении разности хода интерферирующих лучей в сторону уменьшения сигнала расстройки, преобразовании фотозлектрического сигнала, полученного на выходе фотоприемника 5 при сканировании того же  $n$ -го сечения интерференционного поля в блоке 7, сравнении его с сигналом фиксированной длительности и формировании последующего сигнала расстройки, сравнении его с сигналом допустимой ошибки. Эти операции производятся до тех пор, пока сигнал расстройки не станет меньше сигнала допустимой ошибки. Тогда блок 13 сравнения сформирует сигнал управления и в память вычислительного блока 14 попадают только те отсчеты датчика 11 перемещений, когда отклонение центра ахроматической полосы от начального положения не превышает заданной величины, которая может быть выбрана достаточно малой.

После того, как в данном сечении интерференционного поля сделано необходимое для статистического усреднения число отсчетов, вычислительный блок 14 выдает команду на отклоняющую систему фотоприемника 5 и производится измерение в следующем сечении.

Пусть в  $n$ -м сечении интерференционного поля в результате преобразования интерференционной картины в периодически повторяющийся фотозлектрический сигнал относительно начала каждого периода такого преобразования зарегистрировано временное положение  $t_i$  пика сигнала (фиг.1а), соответствующего ахроматической полосе, которое совпадает с выбранным за начальное положением  $t_0$ . Пусть в  $n+1$  сечении в силу изменения профиля исследуе-

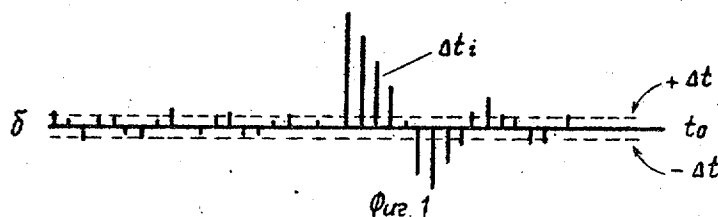
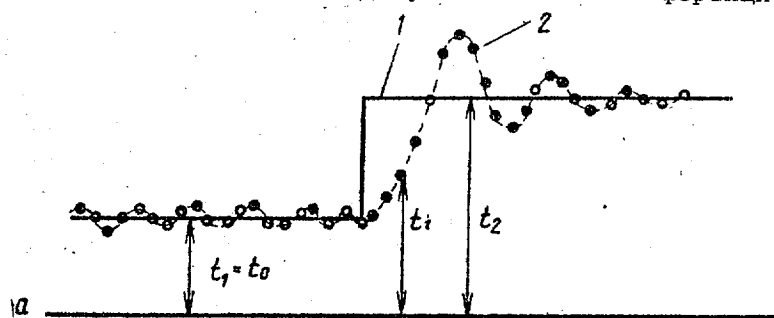
мой поверхности (например, наличия ступеньки на ней) должно быть зарегистрировано значение  $t_2$ . Сразу же после перехода в  $n+1$  сечение начинает формироваться сигнал расстройки  $\Delta t_i$  (фиг.1б), и разность хода интерферирующих пучков начинает уменьшаться, пока сигнал, соответствующий ахроматической полосе, не займет начальное временное положение. Но и после того, как подстройка произошла, сигнал расстройки все равно имеет место за счет отклонений положения ахроматической полосы из-за, например, воздействия акустических шумов. При статическом усреднении с помощью ЭВМ цифровых кодов для обработки используются все отсчеты, связанные как с переходным процессом подстройки, так и с флуктуациями разности хода интерферирующих лучей, и величина  $t_2$  будет измерена с погрешностью  $\Delta t_2 = \frac{\Delta t_i}{\sqrt{K}}$ , где  $\Delta t_i$  - среднее отклонение показаний,  $K$  - степень усреднения (число отсчетов в каждом сечении интерференционного поля). Поскольку известно, что истинному отсчету соответствует сигнал расстройки  $\Delta t_i = 0$ , то, используя для обработки лишь те отсчеты, отклонения которых от нулевого значения по модулю не превышают величины  $\Delta t$ , можно исключить отсчеты, связанные с переходными процессами и с флуктуациями, большими  $\pm \Delta t$ , тем самым погрешность измерений будет значительно ниже  $\Delta t_2 \leq \frac{\Delta t}{\sqrt{K}}$ , при этом должно быть  $\Delta t \ll \Delta t_i$ ; регулируя величину допустимой ошибки  $\Delta t$ , можно регулировать погрешность измерений.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ измерения геометрических параметров поверхности в интерференционном профилографе белого света, заключающийся в построении сканировании интерференционного поля, преобразовании интерференционной картины в фотозлектрический сигнал, выделении в каждом периоде преобразования пика сигнала, связанного с ахроматической полосой, формировании сигнала расстройки, пропорционального разности длительности сигнала положения ахроматической полосы и сигнала фиксированной длительности, изменении разности хода интерферирующих лучей в сторону уменьшения сигнала

расстройки и регистрации вносимой разности хода, отличающийся тем, что, с целью повышения точности измерений, формируют электрический сигнал, длительность которого пропорциональна допустимой ошибке измерений, сравнивают сигнал расстройки с сигналом допустимой ошибки, если сигнал расстройки больше сигнала допустимой ошибки, дополнительно изменяют разность хода интерферирующих лучей в сторону уменьшения сигнала расстройки и весь цикл операций повторяют в одной строке сканирования до тех пор, пока сигнал расстройки не станет меньше сигнала допустимой

ошибки, при этом регистрируют внесенную разность хода, а затем сканируют данную строку до тех пор, пока не получат  $n$  значений, при которых сигнал расстройки меньше сигнала допустимой ошибки, вычисляют геометрический параметр поверхности в данной строке как среднее статистическое зарегистрированных  $n$  значений, аналогично осуществляют сканирование других строк интерференционного поля, а геометрические параметры контролируемой поверхности определяют, анализируя результаты вычислений, полученных после сканирования всех строк интерференционного поля.



Редактор С.Патрушева

Составитель О.Несова

Техред И.Ходанич

Корректор М.Шароши

Заказ 876/41

Тираж 678

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР  
по делам изобретений и открытий  
113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4