



УКРАЇНА

(19) UA (11) 10517 (13) A
(51) G 01 J 4/04ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДМОВСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23 XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) МОДУЛЯЦІЙНИЙ ФОТОЕЛЕКТРОННИЙ ПОЛЯРИМЕТР

1

(21) 93101110
(22) 13.01.93
(24) 25.12.96
(46) 25.12.96. Бюл. № 4
(56) Авторское свидетельство СССР
№ 1696896, кл. G 01 J 4/04, 1991.
(72) Мар'єнко Валерій Васильович,
Колісниченко Борис Миколайович, Савенков
Сергій Миколайович, Скобля Юрій Антоно-
вич
(73) Київський університет ім.Тараса Шев-
ченка (UA)
(57) Модуляційний фотоелектронний поля-
риметр, що містить послідовально уста-
новлені на жорсткому основанні і
оптично пов'язані джерело випромінювання і
монохроматор, а також модулятор, кювету з
образом і датчик положення площини по-
ляризації випромінювання, включаючий фото-

2

приймач і компаратор, вихід якого
підключений до першого інформаційного
входу пристрою обробки інформації,
отличающийся тем, что введен
поляризатор, установленный между выхо-
дом монохроматора и входом модулятора,
выполненного в виде управляемой электро-
оптической фазовой пластинки, а в датчик
положения плоскости поляризации излу-
чения введен поляризационный анализатор,
выход которого соединен с кюветой, а выход
оптически связан с фотоприемником, соеди-
ненным через усилитель с компаратором,
при этом выход блока управления модулято-
ра соединен со вторым информационным
входом устройства обработки информации,
с первым входом которого соединен выход
компаратора.

Изобретение относится к области изме-
рительной техники и может быть использо-
вано в метрологии, физике, биологии и
медицине, в частности, для определения оп-
тической активности пропускающих свет
объектов.

Наиболее близким по существу к заяв-
ляемому изобретению является поляриметр
Уткина, содержащий последовательно уста-
новленные на жестком основании и оптиче-
ски связанные источники излучения, монохроматор,
модулятор, выполненный в виде поляриза-
ционного светоделителя, жестко закрепленного

в осевом канале маховика, кинематически
связанного с пустотелым валом ротора дви-
гателя через устройство развязки, при этом
второй выход поляризации модулятора оп-
тически связан с фотоэлектрическим датчи-
ком нулевого отсчета (датчиком начальной
фазы вращения), кювету с исследуемым об-
разцом, датчик положения плоскости поля-
ризации, выполненный в виде
неподвижного анализатора-светоделителя,
выходы которого оптически связаны с двумя
фотоприемниками, соединенными с входа-
ми компаратора сигналов, и устройство об-

(19) UA (11) 10517 (13) A

работки информации, при этом выход датчика нулевого отсчета и выход датчика положения плоскости поляризации соединены с информационными входами устройства обработки информации.

Однако известное устройство не обладает высокой точностью измерения, поскольку в данном устройстве применен модулятор, выполненный в виде вращающегося поляризационного светоделителя, что приводит к значительным ошибкам при определении начальной фазы вращения этого модулятора, поскольку механическое вращение не обладает достаточной стабильностью и не позволяет добиваться высоких частот вращения и, следовательно, не позволяет уменьшить время одного измерения. К тому же точность измерений устройства ограничивается тем, что в датчике положения плоскости поляризации излучения применяется два фотоприемника с различными характеристиками. Также существенным недостатком этого устройства является то, что оно содержит большое количество оптических элементов, что усложняет эксплуатацию и юстировку, а также влияет на точность измерений.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования модуляционного фотоэлектронного поляриметра, в котором наличие нового элемента-поляризатора, новое применение узлов и новые связи элементов устройства между собой обеспечивают повышение точности определения начальной фазы вращения модулятора и упрощение схемы устройства и за счет этого обеспечивается повышение точности и скорости измерений характеристик оптически активных материалов.

Поставленная задача решается тем, что в модуляционном фотоэлектронном поляриметре, содержащем последовательно установленные на жестком основании и оптически связанные источник излучения и монохроматор, а также модулятор, кювету с образцом и датчик положения плоскости поляризации излучения, выход которого подключен к первому информационному входу устройства обработки информации, согласно изобретению, вводится поляризатор, установленный между монохроматором и модулятором, который выполнен в виде управляемой электрооптической фазовой пластинки, при этом выход блока управления модулятора соединен со вторым информационным входом устройства обработки информации.

Использование в заявляемом устройстве в качестве модулятора управляемой электрооптической пластинки позволяет

исключить из устройства датчик нулевого отсчета, поскольку его функции выполняет блок управления модулятором, поскольку фаза вращения плоскости поляризации света, выходящего из модулятора совпадает с фазой опорного напряжения, которое вырабатывает блок управления модулятором. Кроме того, применение в модуляционном фотоэлектронном поляриметре модулятора с электрическим управлением, позволяет резко повысить стабильность вращения плоскости поляризации света на выходе модулятора, тем самым это позволяет получить высокую точность при определении начальной фазы вращения модулятора, что обеспечивает высокую точность измерений оптических характеристик исследуемых образцов.

Устройство поясняется графическими материалами, где на фигуре 1 приведена блок-схема модуляционного фотоэлектронного поляриметра, а на фигуре 2 – временные диаграммы, поясняющие работу устройства.

Модуляционный фотоэлектронный поляриметр содержит последовательно установленные на жестком основании и оптически связанные источник 1 излучения, монохроматор 2, поляризатор 3, модулятор 4, выполненный в виде неподвижной управляемой электрооптической фазовой пластинки, кювету 5 с исследуемым образцом, датчик 6 положения плоскости поляризации, блок 7 управления модулятором и устройство 8 обработки информации, при этом выходы блока 7 управления модулятором и датчика 6 положения плоскости поляризации подключаются к информационным входам устройства 8 обработки информации. Датчик 6 положения плоскости поляризации состоит из поляризационного анализатора 9, вход которого соединен с кюветой, а выход оптически связан с фотоприемником 10, соединенным через усилитель 11 с компаратором 12, выход которого подключается к информационному входу устройства 8 обработки информации.

Модуляционный фотоэлектронный поляриметр работает следующим образом.

Монохроматический свет проходит поляризатор 3, преобразуясь в свет с линейной поляризацией, и поступает затем на модулятор 4, где превращается в непрерывно вращающийся с частотой Ω линейно поляризованный свет, проходит кювету с исследуемым образцом 5 и попадает на анализатор 9, где изменения азимута плоскости поляризации света преобразуются в изменение интенсивности света и регистрируются фотоприемником 10, после этого

усиливаются усилителем 11, поступая затем на вход компаратора 12, где сигнал с усилителя 11 из синусоидального преобразуется в сигнал прямоугольной формы, который поступает на информационный вход устройства 8 обработки информации. Синхронно с блока управления модулятором 7 на другой информационный вход устройства 8 обработки информации поступает сигнал опорного напряжения, после чего в устройстве 8 обработки информации вычисляется разность фаз между сигналами с компаратора 12 и блока 7 управления модулятором, по которой определяется угол поворота плоскости поляризации излучения, обеспечивающий определение оптически-активных компонентов образцов, например наличие сахара в крови человека.

Согласно закону Малюса интенсивность света I , плоскость поляризации которого вращается с угловой скоростью Ω , после прохождения через поляризационный анализатор описывается выражением (Р.Аззам, Н.Башара. Эллипсометрия и поляризованный свет. М., Мир, 1981).

$$I = I_0 \cos^2(\Omega t + \varphi) = I_0/2 + I_0 \cos(2\Omega t + 2\varphi)/2, \quad (1)$$

где I_0 — интенсивность падающего на анализатор света, φ — начальный угол между плоскостью колебаний и направлением пропускания поляризационного анализатора, t — время наблюдения.

Вращение плоскости поляризации света на угол α приводит к тому, что изменяется начальный угол между плоскостью колебаний и направлением пропускания поляризационного анализатора, что в свою очередь приводит к сдвигу сигнала по фазе на угол 2α . Вычисление разности фаз $\delta\varphi$ между сигналом опорного напряжения с блока управления модулятором 7 и сигналом с компаратора 12 производится следующим образом: устройство 8 обработки информации производит измерение интервала времени между импульсами с блока 7 управления модулятором и компаратора 12, после чего вычисляется разность фаз $\Delta\varphi$ между этими сигналами:

$$\Delta\varphi = 2\pi (\Delta t)/T, \quad (2)$$

где T — период следования сигналов с компаратора 12 и блока 7 управления модулятором, Δt — интервал времени между передними фронтами сигналов с компаратора 12 и блока 7 управления модулятором. Угол поворота плоскости поляризации вычисляется следующим образом: сначала вычисляется нулевая разность фаз $\delta\varphi_0$ между сигналом опорного напряжения U_0 с блока

7 управления модулятором и сигналом U_0 с выхода компаратора 12 (фиг.2а).

$$\Delta\varphi_0 = 2\pi (\Delta t_0)/T \quad (3)$$

После этого производится вычисление разности фаз между сигналами U_{op} — с блока 7 управления модулятором и U_0 — с компаратора 12 (фиг.2б), при этом в кювету наливается исследуемый раствор:

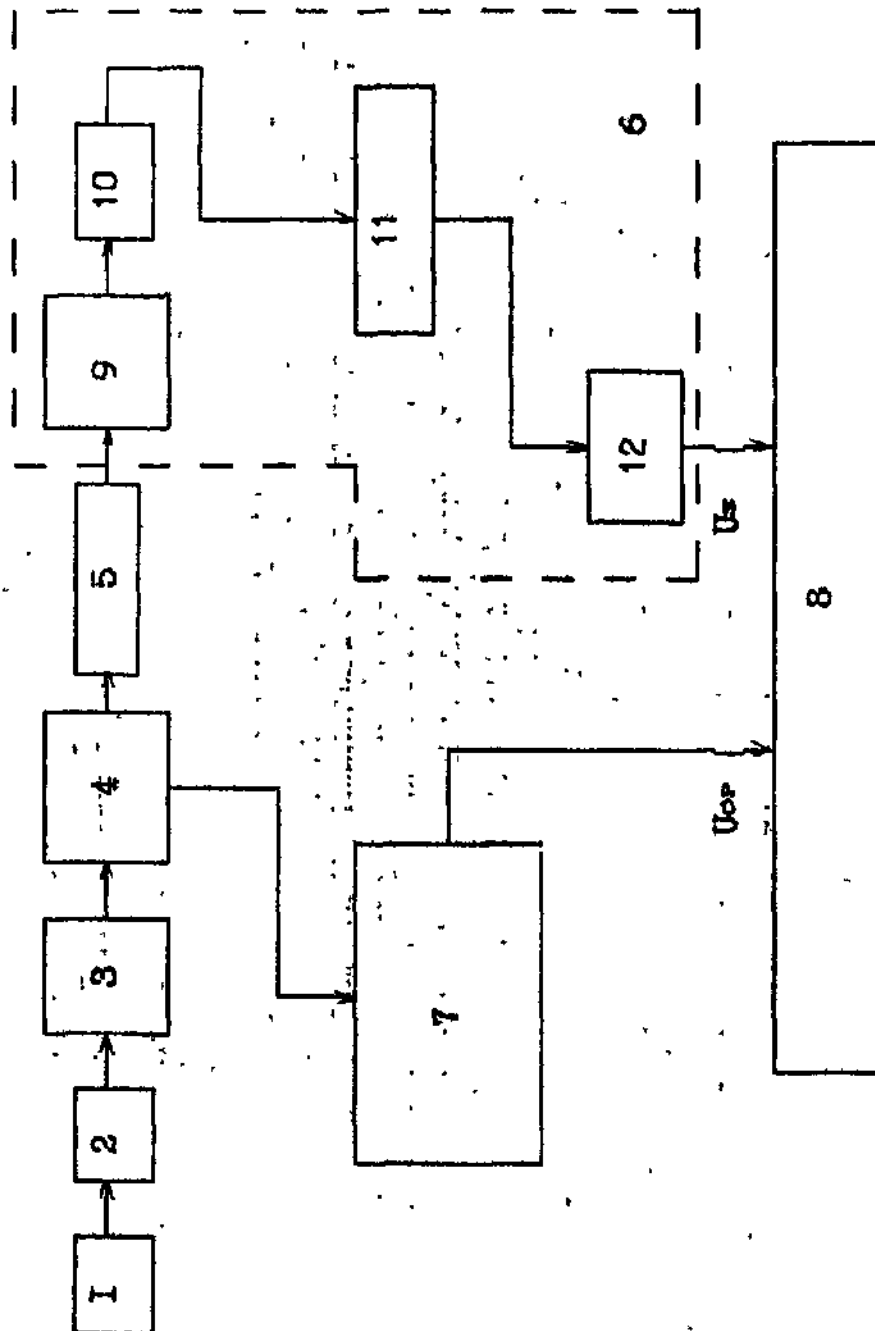
$$\Delta\varphi = 2\pi (\Delta t)/T \quad (4)$$

Тогда угол поворота плоскости поляризации α вычисляется следующим образом

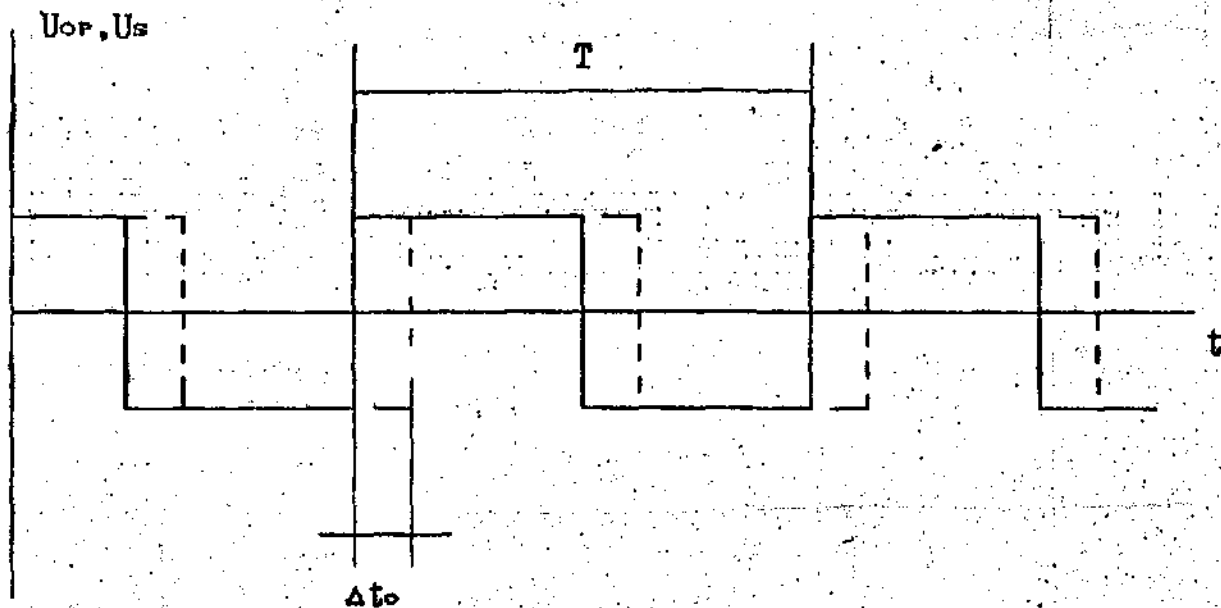
$$\alpha = (\Delta\varphi - \Delta\varphi_0)/2 = \pi (\Delta t - \Delta t_0)/T \quad (5)$$

Модуляционный фотоэлектронный поляриметр реализован следующим образом: гелий-неоновый лазер ЛГН-105 — источник монохроматического излучения, поляризатор выполнен в виде поляризационной призмы Глана, электрооптическая управляемая фазовая пластинка с блоком управления представляет собой вырезанный вдоль оси симметрии третьего порядка [111] кристалл ниобата лития размерами 6х6х65, на боковые грани которого нанесены две пары контактов для подведения управляющих напряжений, фаза напряжения на одной из пар контактов сдвигалась относительно фазы напряжения на другой паре контактов на 90 градусов, тем самым в кристалле создавалось вращающееся электрическое поле, что позволяло получить вращение плоскости поляризации излучения, падающего на модулятор. Анализатор выполнен в виде поляризационной призмы Глана, применен малошумящий узкополосный усилитель, выполненный на малошумящих операционных усилителях, в качестве устройства обработки информации использовался блок интервалов времени ЯЗЧ-45 (ГОСТ 9763-67), конструктивно выполненный совместно с электронносчетным частотомером ЧЗ-39, который использовался в режиме измерения интервалов времени между импульсами.

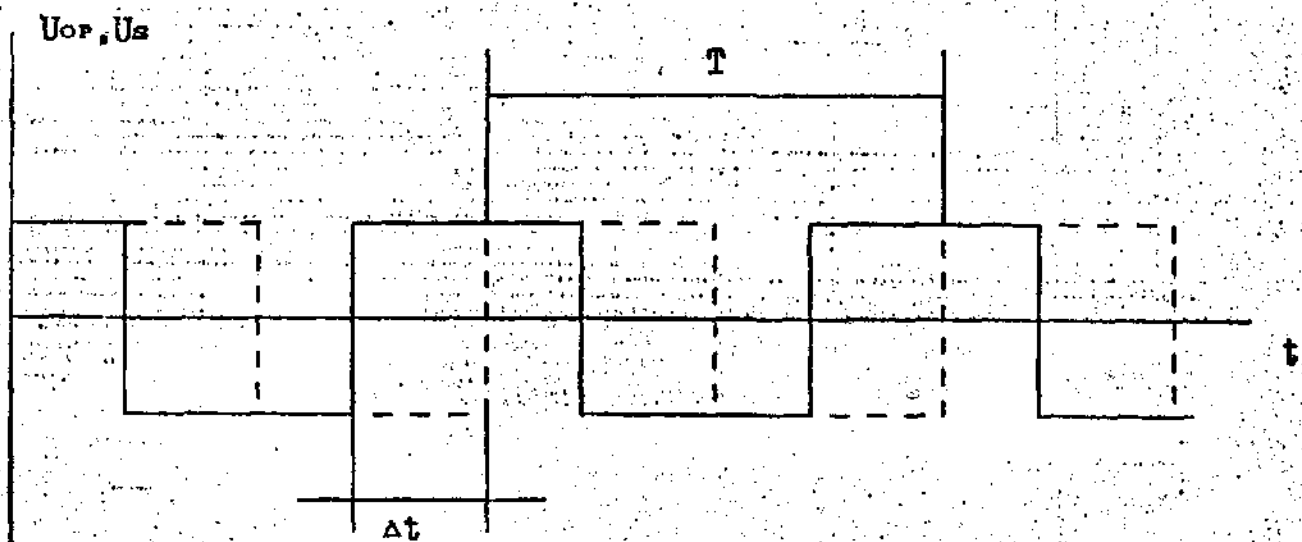
Таким образом, выполнение модулятора в виде электрооптической управляемой фазовой пластинки позволяет повысить точность определения начальной фазы вращения модулятора, что ведет к повышению точности определения Δt и к повышению точности и скорости измерения характеристик оптически активных материалов. Кроме того выполнение модулятора в виде электрооптической управляемой фазовой пластинки позволяет исключить из поляриметра фотоэлектрический датчик нулевого отсчета, тем самым упростив схему поляриметра.



OUT I:



а)



б)

ФІГ 2

Упорядник В.Мар'єнко

Техред М.Моргентал

Коректор М.Самборська

Замовлення 4018

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гатаріна, 101

