

ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 7915

(13) U

(46) 2012.02.28

(51) МПК

G 01N 12/02 (2006.01)

(54) АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КРАЕВОГО УГЛА СМАЧИВАНИЯ НА ПЛОСКИХ ПОВЕРХНОСТЯХ

(21) Номер заявки: u 20110550

(22) 2011.07.08

(71) Заявители: Учреждение образования "Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка"; Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии" (ВУ)

(72) Авторы: Ташлыков Игорь Серафимович; Барайшук Сергей Михайлович; Андреев Михаил Анатольевич; Макаревич Евгений Петрович (ВУ)

(73) Патентообладатели: Учреждение образования "Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка"; Государственное научное учреждение "Институт порошковой металлургии" (ВУ)

(57)

Автоматизированный комплекс для измерения краевого угла смачивания на плоских поверхностях, состоящий из столика с исследуемым образцом, устройства формирования капли с возможностью перемещения по горизонтали и по вертикали, оптической системы, выполненной в виде цифровой камеры, соединенной с компьютером, источника света, выполненного в виде монохроматического источника, атомно-силового микроскопа, шагового двигателя для дозирования капли, **отличающийся** тем, что столик с исследуемым образцом оснащен наклонно-поворотным механизмом.

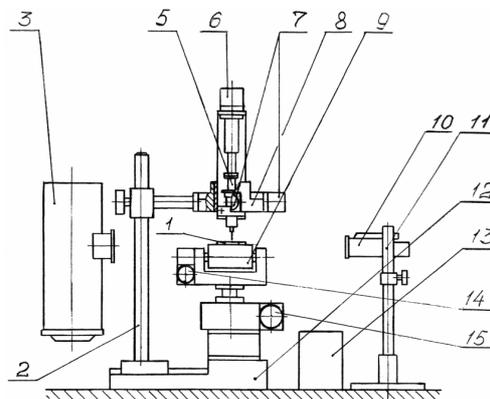
(56)

1. Патент США 5268733, МПК G 01B 11/26; G 01N 13/02, 1993.

2. Патент США 4688938, МПК G 01N 13/02, G 01B 11/26, 1987.

3. Патент РБ 2167, 2005.

4. Патент РБ 7074, 2011.



Фиг. 1

ВУ 7915 U 2012.02.28

Предлагаемое техническое решение относится к экспериментальной физике и может быть использовано для получения экспериментальных данных о гидрофильных и гидрофобных свойствах поверхности, в частности для измерения краевого угла смачивания.

Известно устройство [1] для определения краевого угла смачивания, состоящее из исследуемого образца твердого материала, выполненного в виде пластины, расположенного на поддерживающем столике, пипетки для формирования капли исследуемой жидкости на поверхности образца и лампы для проектирования изображения капли на экран. На экран нанесена шкала, по которой снимают показания обычной угловой величины и величины, связанной с линией поворота, проходящей через точку касания капли с поверхностью образца и самую верхнюю точку капли, а величину краевого угла смачивания определяют по шкале транспортира.

Недостатком известного устройства является невысокая точность измерений, связанная с возможной погрешностью, вносимой оператором, при фиксации результатов непосредственных измерений по шкале транспортира. Другим недостатком известного устройства является длительность процесса измерений и малая производительность метода.

Известно устройство [2] по определению краевого угла смачивания, состоящее из основания, на котором в горизонтальном положении закрепляется исследуемый образец, коллиматора, формирующего основной параллельный пучок света перпендикулярно поверхности образца, устройства формирования капли, экрана с отверстием для прохождения пучка света от коллиматора и определения диаметра отраженной проекции капли, причем экран параллелен поверхности образца и установлен на известном расстоянии от нее.

Недостатком известного устройства является ограниченность технических возможностей измерения краевого угла смачивания оптически прозрачных жидкостей, а также сложность измерений, вызванная необходимостью поддержания строгой параллельности экрана и исследуемого образца.

Известно устройство [3] для определения равновесного угла смачивания, содержащее столик с исследуемым образцом, помещенный в герметический корпус, устройство формирования капли, газовакуумную систему, оптическую систему, выполненную в виде цифровой камеры с возможностью ручной наводки на резкость изображения капли, соединенной с компьютером, профилограф-профилометр и источник света, выполненный в виде конденсора или лазерной оптической системы.

Недостатком устройства является недостаточная точность измерения краевого угла смачивания.

Наиболее близким к заявляемому, по мнению авторов, является устройство [4], состоящее из столика с исследуемым образцом, устройства формирования капли, оптической системы, выполненной в виде цифровой камеры, соединенной с компьютером, источника света, выполненного в виде монохроматического источника, атомно-силового микроскопа, шагового двигателя для дозирования капли, устройства формирования капли с возможностью перемещения по горизонтали и по вертикали.

Недостатком устройства является возможность измерения только равновесного краевого угла смачивания.

Задачей предлагаемой полезной модели является расширение технических возможностей устройства для измерения краевого угла смачивания.

Это достигается тем, что в известном устройстве для измерения краевого угла смачивания, состоящем из столика с исследуемым образцом, устройства формирования капли с возможностью перемещения по горизонтали и по вертикали, оптической системы, выполненной в виде цифровой камеры, соединенной с компьютером, источника света, выполненного в виде монохроматического источника, атомно-силового микроскопа, шагового двигателя для дозирования капли, столик с образцом оснащен наклонно-поворотным механизмом.

Сущность технического решения поясняется чертежами (фиг. 1, 2).

BY 7915 U 2012.02.28

На основании 12 смонтирован столик 9, на котором расположен исследуемый образец 1. Стойка 2, закрепленная на основании 12, служит для установки и фиксации на необходимой по отношению к образцу 1 высоте устройства формирования капли, состоящего из шприца 5, шагового двигателя 6 и двух шаговых двигателей 7, установленных на платформе 8 и обеспечивающих ее перемещение в горизонтальной плоскости. На штативе 11 с возможностью перемещения в вертикальной плоскости установлена цифровая камера 10 с дистанционным спуском затвора. Шаговыми двигателями 6 и 7 управляет электронный блок 13. Монохроматический источник света 3 предназначен для освещения образца 1 с каплями 4. Шаговые двигатели 14 и 15 служат для изменения наклона и поворота столика 9 с исследуемым образцом 1.

Устройство работает следующим образом.

Устройство формирования капли, состоящее из подвижной платформы 8, имеющей возможность перемещения по горизонтали и по вертикали, с помощью шаговых двигателей 7 шприца 5 подводят к поверхности образца 1, закрепленного на столике 9, до контакта со шприцом 5. После этого с помощью шагового двигателя 6 на поверхность образца 1 помещают каплю 4 бидистиллированной воды объемом 0,03 мл.

Процесс позиционирования устройства формирования и выдавливания капли 4 (фиг. 2) производят с применением шаговых двигателей 6 и 7 при помощи блока управления 13.

После этого устройство формирования капли отводят вертикально вверх. Систему образец-капля стабилизируют в течение 120 сек. Затем с помощью установленной на штативе 11 цифровой камеры 10, имеющей выход на компьютер (на рисунке не указан) и возможность дистанционного спуска затвора, регистрируют изображение капли 4, подсвеченной монохроматическим источником света 3, причем для одной и той же капли 4 применяют три различные длины волн.

После этого столик 9 с образцом 1 при помощи шагового двигателя 14 наклоняют на угол 1° относительно горизонтального положения, после чего опять регистрируют изображение капли 4, подсвеченной монохроматическим источником света 3.

Процедура повторяется до момента скатывания капли 4 с поверхности образца 1. Углы смачивания измеряют по 10 снимков в серии: 5 снимков с наклоном в одну сторону и 5 снимков с наклоном в другую сторону, причем капля 4 устанавливается на произвольную точку поверхности образца 1. Углы натекания и отекания измеряют для каждого снимка автоматизировано с использованием компьютерного моделирования реального положения границ раздела фаз и линии трехфазного контакта.

Краевой угол смачивания измеряют автоматизированно, исключая при этом вмешательство оператора, по углу касательной к поверхности капли с левой и правой ее стороны, используя компьютерное моделирование положения касательной к линии трехфазного контакта по изображению капли, полученному наложением трех изображений капли подсвеченных с разной длиной волны подсветки. Такое наложение позволяет исключить возможные дефекты снимков на границе раздела "жидкость-газ". Эта процедура повторялась 10 раз на пяти разных участках поверхности образца после формирования на них пяти капель. Ошибка в измерении равновесного краевого угла смачивания составляет менее 1 %.

Топографию поверхности образца 1 предварительно определяют с помощью атомно-силового микроскопа NT 206, работающего в контактном или бесконтактном режиме. Для получения двух- и трехмерных изображений поверхности используют программу Surface Explorer.

Описанная выше методика позволяет измерить не только равновесные, но и устойчивые, метастабильные углы смачивания, образующиеся при разных наклонах поверхности, а также углы натекания и оттекания жидкости. Это позволяет выявить влияние свойств поверхности (загрязнение, неоднородность и шероховатость) на краевой угол смачивания и установить факт образования на поверхности смачивающих пленок.

BY 7915 U 2012.02.28

В качестве примера в таблице приведены данные, полученные при измерении РКУС графита с нанесенным хромовым покрытием толщиной 700 нм.

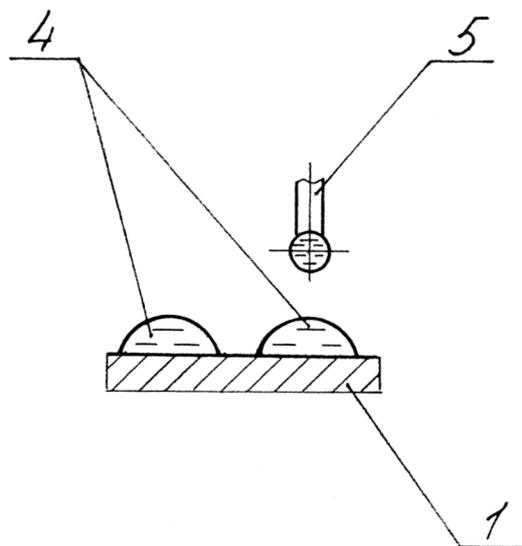
Значение в градусах краевого угла смачивания бидистиллированной водой поверхности кремния, модифицированного осаждением титанового покрытия, измеренного с правой и с левой стороны капли при различных углах наклона столика

Угол наклона столика	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
Угол натекания	67,8	69,8	70,9	72,0	73,1	74,2	75,3	76,4	77,5	78,6
Угол оттекания	67,8	66,6	65,3	64,0	62,7	61,4	60,1	58,8	57,5	56,2

Угол наклона столика	40	35	30	25	20	15	10	5	0
Угол натекания	77,5	76,3	75,2	74,1	72,9	71,9	70,9	69,9	68,7
Угол оттекания	57,4	58,6	60,0	61,3	62,6	63,8	65,1	66,5	67,9

Сравнивая значения краевых углов смачивания, измеренных с правой и с левой стороны капли (натекание и оттекание), при изменении угла наклона столика от 0 до 45° и обратно до 0 (горизонтальное положение), получаем картину гистерезиса смачивания поверхности, что обусловлено влиянием свойств поверхности.

Таким образом, предлагаемая методика измерения краевого угла смачивания при изменении угла наклона столика с образцом позволяет изучать химические свойства и гетерогенность поверхности образца.



Фиг. 2