



БЫСТРЫЙ И ТОЧНЫЙ БЕСКОНТАКТНЫЙ КОНТРОЛЬ ТОНКИХ ПЛЕНОК

QUICK AND ACCURATE NON-CONTACT TESTING OF THIN FILMS

DOI: 10.22184/1993-8578.2018.83.3.216.218



Контроль электрических, геометрических и оптических характеристик функциональных тонких пленок на стекле, фольге и полупроводниковых пластинах позволяет оптимизировать процессы их нанесения, повышать качество покрытий и сокращать затраты. Одним из новых направлений в этой области является применение высокочастотного вихревого контроля. Приборы, основанные на данном методе измерений, выпускает компания SURAGUS из Дрездена (Германия), которая была основана для коммерциализации разработок Института керамических технологий и систем общества Фраунгофера (Fraunhofer IKTS). В России приборы SURAGUS представляет компания МИНАТЕХ. На выставке

SEMICON Europa 2017 на вопросы нашего журнала ответил управляющий директор SURAGUS Маркус Кляйн.

Control of electrical, geometric and optical characteristics of functional thin films on glass, foil and semiconductor wafers allows to optimize the processes of their deposition, to improve the quality of coatings and to reduce costs. One of the new areas is the use of high-frequency eddy current control. Instruments based on this measurement method are manufactured by SURAGUS from Dresden (Germany), which was founded to commercialize the development of the Fraunhofer Institute for Ceramic Technologies and Systems (Fraunhofer IKTS). In Russia, SURAGUS tools are represented by MINATEX. At SEMICON Europa 2017, the managing director of SURAGUS Marcus Klein answered the questions of our journal.

Господин Кляйн, в чем преимущество вихревого контроля по сравнению с другими методами измерений тонких пленок?

Вихревой контроль является неразрушающим методом, который уже давно доказал свою эффективность в авиастроении, железнодорожном

транспорте, производстве труб и других отраслях. Его применение для контроля качества тонкопленочных покрытий позволяет значительно сократить время и повысить точность измерений. Если при традиционном контактном измерении по четырем точкам образец неизбежно поврежда-

ется и приходит в негодность, то бесконтактный вихретоковый метод не влияет на характеристики контролируемого объекта. Существенным преимуществом по сравнению с традиционными технологиями также является возможность автоматизировать измерения вплоть до выполнения их подвижным или неподвижным сенсором в поточном режиме. При установке измерительных систем в технологическом оборудовании выборочная проверка заменяется сплошным контролем каждой пластины или детали, что обеспечивает повышение надежности технологического процесса и качества продукции. Вихретоковый метод может применяться для контроля разнообразных проводящих материалов – от металлов и сплавов до углеродных волокон.

Каковы основные возможности приборов компании SURAGUS для контроля тонких пленок?

Вихретоковый метод позволяет определять поверхностное сопротивление и толщину тонких пленок. Поверхностное сопротивление характеризует удельную электрическую проводимость пленки, величина которой особенно важна для электродов и токопроводящих слоев. Контроль поверхностного сопротивления и толщины тонких пленок с помощью наших приборов позволяет переходить на использование более дешевых материалов, оптимизировать размеры подложек, повышать производительность и сокращать затраты. Поскольку время одного измерения составляет несколько миллисекунд, есть возможность быстрого построения карт электропровод-

Mr. Klein, what is the advantage of eddy current control in comparison with other methods for measuring thin films?

Eddy current testing is a non-destructive method, which has long proved its effectiveness in aircraft construction, railway transport, pipe production and other industries. Its use for quality control of thin films allows to significantly reduce the time and improve the accuracy of measurements. If at the conventional 4-point-probe testing the sample is inevitably damaged and becomes unusable, then the contactless eddy current method does not affect the characteristics of the controlled object. An important advantage over conventional technologies is also the ability to automate measurements including inline testing using a movable or fixed sensor. In the case of installation of measuring systems in process equipment, the spot check is replaced by a continuous control of each wafer or part, which increases the reliability of the process and product quality. The eddy current method can be used to control various conductive materials

from metals and alloys to carbon fibers.

What are the main features of SURAGUS' solutions for thin film testing?

The eddy current method makes it possible to determine the sheet resistance and thickness of thin films. The sheet resistance characterizes the specific electric conductivity of the film, the value of which is especially important for electrodes and conductive layers. Control of sheet resistance and thickness of thin films with the help of our devices allows to switch to using cheaper materials, optimize the size of substrates, increase productivity and reduce costs. Since the time of one measurement is several milliseconds, it is possible to quickly build electrical conductivity maps that make it possible to evaluate the uniformity of a thin film, to reveal thickness deviations and structural defects. Optionally, it is possible to measure the optical transparency of the surface, as well as the electrical anisotropy.

What models of systems are offered to customers?

We supply four series of systems: EddyCus TF portable 1010; EddyCus TF lab for single point measurements in modifications for substrates up to 200×200 mm and up to 400×400 mm in size; EddyCus TF map SR for obtaining conductivity maps in modifications for substrates up to 250×250 mm and up to 500×500 mm in size; EddyCus TF inline for inline control.

On the basis of standard tools, special solutions can be created optimized to solve the problems that specific customers face.

In which areas are these systems used?

In total, we have sold more than two thousand systems, quite a large part of which falls on systems using the eddy current testing method. They are in demand in almost all areas where thin films are used, including the production of semiconductor devices, LEDs, optical elements, batteries, displays, 2D materials, sensors, smart glasses, photovoltaics etc.

Interview: Dmitry Gudilin



ности, которые дают возможность оценить однородность тонкой пленки, выявить отклонения толщины и структурные дефекты. Опционально возможно измерение оптической прозрачности поверхности, а также анизотропии удельного поверхностного сопротивления.

Какие модели приборов предлагаются заказчикам?

Мы поставляем четыре серии приборов: портативный EddyCus TF portable 1010; лабораторный EddyCus TF lab для измерений в одной точке в модификациях для подложек размером до 200×200 мм и до 400×400 мм; EddyCus TF map SR для построения карт электропроводности в модификациях для подложек размером до 250×250 мм и до 500×500 мм; EddyCus TF inline для контроля в поточном режиме.

На базе серийных приборов могут создаваться специальные решения, оптимизированные для решения задач, которые стоят перед конкретными заказчиками.

В каких областях используются приборы?

В общей сложности мы продали уже более двух тысяч приборов, достаточно большая часть которых приходится на системы, использующие метод вихретокового контроля. Они применяются практически во всех областях, где ведется работа с тонкими пленками, включая производство полупроводниковых приборов, светодиодов, оптических элементов, аккумуляторов, дисплеев, 2D-материалов, сенсоров, умных стекол, фотовольтаику и многие другие.

Интервью: Дмитрий Гудилин

ОБЪЯСНЕНА МЕХАНИЗМЫ ЖИВУЧЕСТИ ВИРУСОВ



Сотрудники Института физико-химической биологии (НИИ ФХБ) имени А.Н.Белозерского МГУ имени М.В.Ломоносова и Института полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П.Чумакова проанализировали способы поддержания жизнеспособности РНК-содержащих вирусов и механизмы, которые позволяют им избавляться от нежелательных мутаций.

Проанализировав исследования, посвященные консервативности и изменчивости геномов вирусов, хранящих свой генетический материал в виде молекул РНК, авторы сопоставили ранее разрозненные факты и сформулировали общие закономерности, которые объясняют устойчивость геномов и одновременно их способность быстро изменяться и закреплять полезные мутации.

При воспроизводстве РНК-вирусов в их геномах появляется большое количество мутаций – ошибок при копировании цепочки нуклеотидов. Объясняется это, прежде всего, низкой точностью работы вирусных РНК-полимераз – ферментов, синтезирующих дочерние молекулы на матрице геномных РНК. Из-за неточности копирования популяции таких вирусов генетически чрезвычайно неоднородны.

Некоторые из возникающих мутаций могут резко ослаблять жизнеспособность вирусов или даже быть смертельно опасными, однако популяция обычно сохраняет основные свойства. Здесь срабатывает естественный отбор: носители вредных признаков имеют меньше шансов выжить и передать эти признаки при копировании. Устойчивость геномов такова, что популяции остаются практически идентичными даже у вирусов, которые выращивались в течение 30 лет в разных странах.

Существование вирусов с разнообразными геномами помогает популяции выжить, если условия резко меняются: при таком изменении (например, когда вырабатывается иммунитет или человек начинает принимать противовирусные препараты) выживут вирусы, случайно уже имеющие нужные свойства, полученные в результате генетических ошибок. Однако при распространении внутри организма или между организмами вирусы часто встречаются с разнообразными барьерами, которые удается преодолеть единицам из них. В некоторых случаях это могут быть мутанты с пониженной жизнеспособностью. Парадоксальным образом их жизнеспособность может восстанавливаться именно благодаря неточности копирования, создающей, среди прочих, и благоприятные мутации.

У вируса есть два способа для восстановления жизнеспособности. Первый – "починить" поврежденный элемент, второй – изменить другой функциональный участок так, чтобы компенсировать нарушение. В обоих случаях либо восстанавливаются основные биологические свойства исходной вирусной популяции, либо возникает новая разновидность вируса.

"Таким образом, в основе "выздоровления" вирусов лежит неточность генетического копирования, которая, кроме того, является важнейшим фактором, помогающим вирусам приспосабливаться к неблагоприятным условиям существования, в том числе защитным механизмам организма и противовирусным лекарствам", – заключил один из авторов работы, заведующий Отделом взаимодействия вирусов с клеткой НИИ ФХБ Вадим Агол.

www.msu.ru