



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*G01R 31/12* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017122676, 27.06.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
27.06.2017

Дата регистрации:  
22.08.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 27.06.2017

(45) Опубликовано: 22.08.2018 Бюл. № 24

Адрес для переписки:

634055, г. Томск, пр. Академический, 2/3,  
Институт сильноточной электроники СО РАН,  
зам. директора по НР ИСЭ СО РАН  
Турчановскому И.Ю.

(72) Автор(ы):

Батраков Александр Владимирович (RU),  
Попов Сергей Анатольевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное  
учреждение науки Институт сильноточной  
электроники Сибирского отделения  
Российской академии наук (ИСЭ СО РАН)  
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете  
о поиске: RU 2613571 C1, 17.03.2017. RU  
2237890 C2, 10.10.2004. US 20060139039 A1,  
29.06.2006. US 20080170344 A1, 17.07.2008. SU  
1767456 A1, 07.10.1992.

(54) СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ СПЛОШНОСТИ  
ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭЛЕМЕНТАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

(57) Реферат:

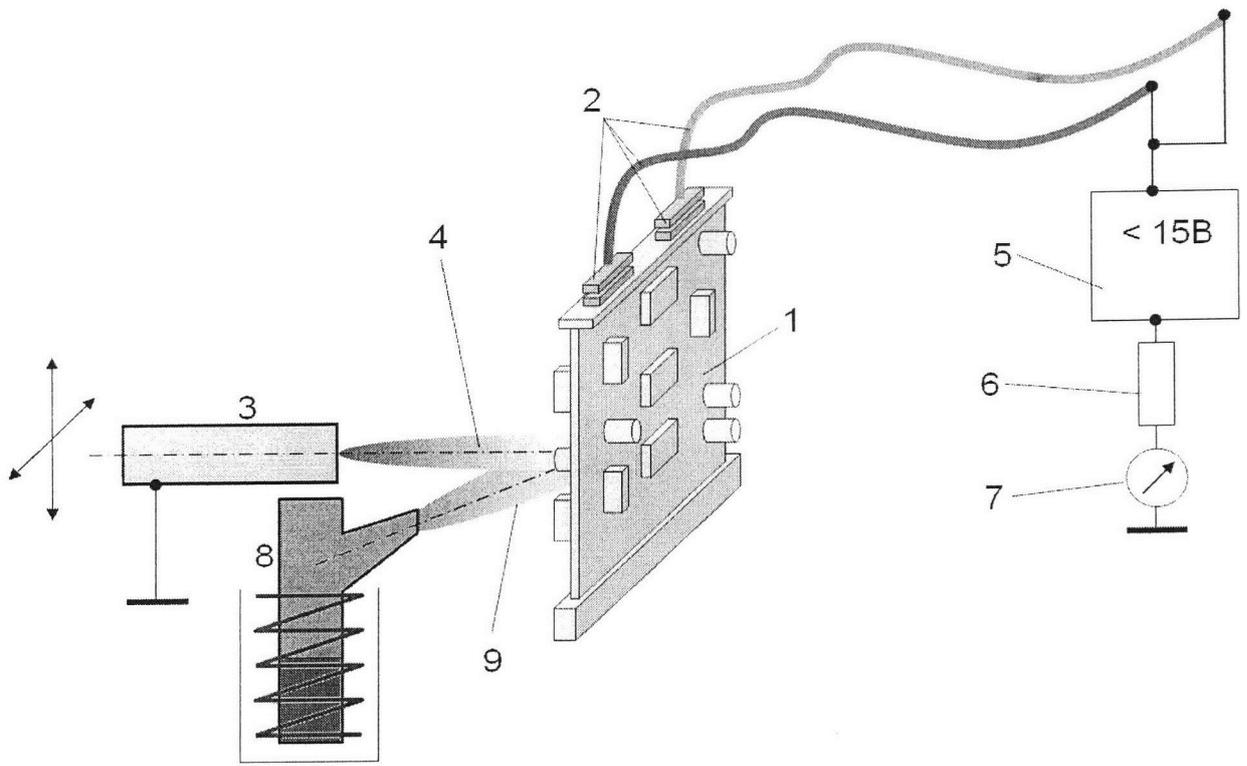
Изобретение относится к неразрушающим методам контроля и может быть использовано: для тестирования в финальной стадии изготовления радиоэлектронной аппаратуры, элементы которой покрыты защитным диэлектриком. Сущность заключается в том, что способ реализуется путем сканирования контролируемого объекта проводящей плазменной струей при разности потенциалов между плазмой и объектом ниже уровня напряжений, опасных для объекта, с одновременной регистрацией тока, протекающего через дефект в плазму. При обнаружении дефекта

в область дефекта направляется струя реакционного газа, включающего по крайней мере один газообразный компонент, способный полимеризоваться в плазме, при этом сохраняется режим генерации плазменной струи. В результате такого воздействия на поверхности дефекта формируется полимерное покрытие, закрывающее дефект и тем самым устраняющее дефект. Технический результат: совмещение процедуры обнаружения и процедуры устранения дефекта в едином технологическом цикле. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 664 784 C1

RU 2 664 784 C1

X-Y сканирование



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*G01R 31/12 (2006.01)*

(21)(22) Application: **2017122676, 27.06.2017**

(24) Effective date for property rights:  
**27.06.2017**

Registration date:  
**22.08.2018**

Priority:

(22) Date of filing: **27.06.2017**

(45) Date of publication: **22.08.2018** Bull. № 24

Mail address:

**634055, g. Tomsk, pr. Akademicheskij, 2/3, Institut silnotochnoj elektroniki SO RAN, zam. direktora po NR ISE SO RAN Turchanovskomu I.YU.**

(72) Inventor(s):

**Batnikov Aleksandr Vladimirovich (RU),  
Popov Sergej Anatolevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe uchrezhdenie nauki Institut silnotochnoj elektroniki Sibirskogo otdeleniya Rossijskoj akademii nauk (ISE SO RAN) (RU)**

(54) **RADIO ELECTRONIC EQUIPMENT COMPONENTS DIELECTRIC COATING CONTINUITY DEFECTS DETECTION AND ELIMINATION METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: fault detection.

SUBSTANCE: invention relates to the non-destructive testing methods and can be used: for testing in the radio electronic equipment manufacturing final stage, which elements are covered with the protective dielectric. Essence lies in the fact, that the method is implemented by the controlled object scanning with the conducting plasma jet at the potential difference between plasma and object below the dangerous for the object voltages level, with the flowing through the defect into the plasma current simultaneous recording.

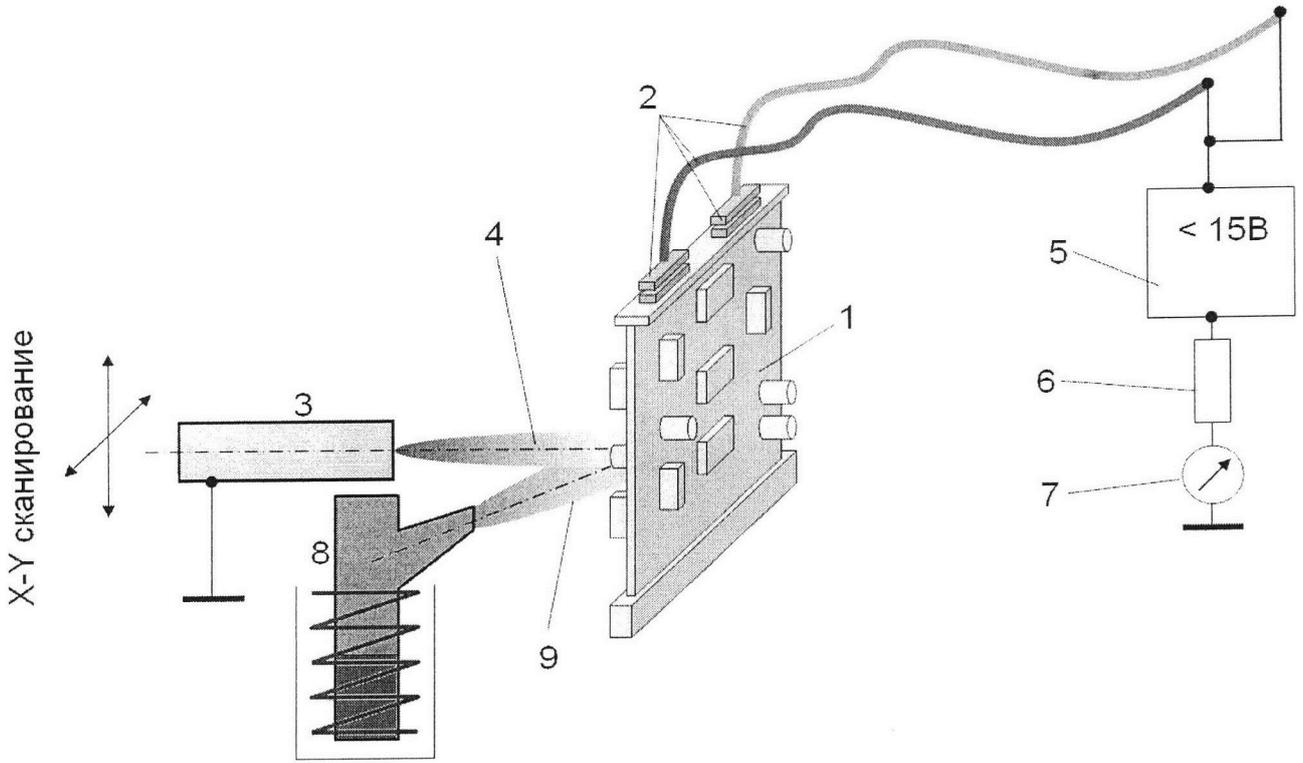
If defect is detected, to the defect area the reaction gas stream is sent, including at least one gaseous component capable of polymerizing in the plasma, at that, the plasma jet generation mode is maintained. As a result of such action, on the defect surface polymer coating is formed, closing the defect and thereby eliminating the defect.

EFFECT: combining the defect detection and elimination procedures in the single process cycle.

1 cl, 1 dwg

RU 2 664 784 C1

RU 2 664 784 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к неразрушающим методам контроля и может быть использовано для тестирования радиоэлектронной аппаратуры, элементы которой покрыты защитным диэлектриком, позволяющего выявлять и устранять дефекты сплошности защитного диэлектрического покрытия в едином технологическом цикле.

5 Известен способ нанесения диэлектрического покрытия [1], состоящего из парилена (полипараксилилена), путем испарения димера (дипараксилилена) и его полимеризации плазмой на поверхностях электронных компонентов и электронных устройств с целью создания герметичной оболочки вокруг них.

Недостатком данного способа является отсутствие контроля за сплошностью 10 покрытия и необходимость повторного нанесения покрытие на все изделие в случае обнаружения дефектов сплошности каким-либо способом.

Известен способ контроля сплошности диэлектрического покрытия на элементах радиоэлектронной аппаратуры [2] с использованием плазменной струи, генерируемой в источнике плазмы с полым катодом, путем регистрации тока, создаваемого потоком 15 заряженных частиц из плазмы на изделие через дефект сплошности, при этом источник плазмы создает плазменное окружение вокруг контролируемого изделия либо сканирует его поверхность. По силе тока оценивается размер дефекта, а по положению источника плазмы при сканировании - его координаты на контролируемой поверхности. Данный способ взят за прототип, поскольку позволяет определять положение дефекта с высокой 20 достоверностью.

Недостатком данного способа контроля является необходимость, в случае обнаружения дефекта, повторного выполнения процедуры нанесения защитного диэлектрического покрытия, выполняемого отдельно от процедуры контроля и на ином оборудовании.

25 Диэлектрические покрытия в радиоэлектронной аппаратуре используются для электроизоляционных целей и защиты от агрессивных факторов окружающей среды. Критическими дефектами, ухудшающими электрическую изоляцию, являются дефекты сплошности покрытия. Для обнаружения дефектов сплошности покрытия должны использоваться методы неразрушающего контроля без воздействия, опасного для 30 контролируемого объекта. При этом способ обнаружения должен обеспечивать диагностику всей поверхности объекта, в том числе в случае применения способа к изделиям сложной топологии и состоящих из большого числа компонентов. Конечной целью обнаружения дефектов является их устранение. В этой связи совмещение процедуры обнаружения и процедуры устранения дефекта в едином технологическом 35 цикле обеспечивает техническое и экономическое преимущество.

Задачей данного изобретения является повышение производительности процесса нанесения защитного покрытия и повышение качества покрытия.

Технический результат - совмещение процедуры обнаружения дефектов сплошности покрытия с процедурой их устранения в едином технологическом цикле, при 40 использовании общего источника плазмы и общей системы его позиционирования.

Указанный технический результат при осуществлении изобретения достигается тем, что в известном способе контроля и обнаружения дефектов сплошности диэлектрического покрытия, использующем сканирование элементов радиоэлектронной аппаратуры контролируемого объекта плазменной струей при разности потенциалов 45 между плазмой и объектом ниже уровня напряжений, опасных для объекта контроля, с одновременной регистрацией электрического тока из объекта в плазму, и определением места локализации дефекта, согласно изобретению, в область дефекта направляется струя реакционного газа, включающего, по крайней мере, один газообразный

компонент, способный полимеризоваться в плазме, при этом сохраняется режим генерации плазменной струи.

Кроме того, что время воздействия плазмы совместно с реакционным газом на место локализации дефекта задается таким, чтобы толщина формируемого покрытия выдерживала максимальные напряжения, ожидаемые при эксплуатации РЭА.

Осуществление способа заключается в следующем. Контролируемый объект, представляющий собой модуль или составную часть модуля, состоящую из элементов радиоэлектронной аппаратуры, покрытый защитной диэлектрической пленкой, помещается в вакуумную камеру, в которой создается вакуум. Затем вокруг объекта создается плазменное окружение, при котором плазма находится под отрицательным потенциалом относительно объекта. Разность потенциалов между плазмой и объектом устанавливается ниже напряжений, опасных для объекта контроля, и в любом случае не выше порога дугообразования в вакууме (порядка 30 В). В случае наличия дефекта сплошности в диэлектрической пленке за счет разности потенциалов из плазмы на объект замыкается ток электронов, эмитируемых плазмой. Электронный ток  $j_{es}$  из плазмы на дефект сплошности вычисляется по формуле  $j_{es} = \frac{1}{4} e n_e v_e S$ , где  $e$  - заряд электрона,  $n_e$  - электронная концентрация плазмы,  $v_e$  - хаотическая (тепловая) скорость электронов плазмы (для плазмы электрического разряда в вакууме и газе низкого давления можно полагать  $v_e = 10^6$  м/с),  $S$  - площадь дефекта сплошности диэлектрической пленки.

В случае обнаружения дефекта сплошности диэлектрического покрытия формируется поток реакционного газа, включающего, по крайней мере, один газообразный компонент, способный полимеризоваться в плазме, и направляется в область дефекта. При этом плазменное окружение поддерживается в неизменном режиме и за счет плазмохимических реакций на поверхности контролируемого объекта, содержащей дефект, формируется слой полимера.

Время воздействия плазмы совместно с реакционным газом на место локализации дефекта задается таким, чтобы толщина формируемого покрытия выдерживала максимальные напряжения, ожидаемые при эксплуатации контролируемого объекта.

Указанный способ может быть реализован с использованием схемы, представленной на Фиг. 1.

Объект контроля в виде модуля аппаратуры 1 и элементов кабельной сети 2 расположены напротив источника плазмы 3. Источник плазмы 3 генерирует плазменную струю 4. Элементы кабельной сети 2 подключены к источнику напряжения 5, при этом потенциал объекта контроля относительно источника плазмы 3 устанавливается ниже уровня, опасного для контролируемого объекта. При наличии дефектов защитной изоляции на поверхности объекта в цепи источника напряжения 5 протекает ток, измеряемый прибором 7. При необходимости раздельного контроля по цепям компонентов объекта тестирования 1 и 2, прибор 7 является многоканальным с числом каналов, пропорциональным числу цепей, требующих контроля. Для дополнительного ограничения тока в цепи используется резистор 6. По величине тока вычисляется суммарная площадь открытых токоведущих поверхностей объекта, не имеющих защитного диэлектрического покрытия.

При наличии тока в цепи источника напряжения 5, являющегося признаком дефекта диэлектрического покрытия, включается нагрев испарителя 8, заполненного дипараксиленом. Температура испарителя устанавливается на уровне, достаточном для формирования струи 9 пара дипараксилена. При взаимодействии паробразного

дипараксиллена с плазмой на поверхностях объекта образуется полимерная пленка [3], закрывающая дефект.

Таким образом, совмещение процедуры обнаружения и процедуры устранения дефекта в едином технологическом цикле обеспечивает повышение производительности процесса нанесения защитного покрытия и повышение качества покрытия.

Источники информации

1. J. Wary, W.F. Beach, R.A. Olson. Parylene polymer layers // Патент США (19) US (11) 5879808 (13) H01L 23/522, C08G 61/02, H01L 23/532, B05D 7/24, B05D 3/14. - Заявл. 31.01.1997. - Оpubл. 09.03.1999.

2. Батраков А.В., Попов С.А. Способ контроля сплошности диэлектрического покрытия на элементах радиоэлектронной аппаратуры // Патент РФ (19) RU (11) 2613571 (11) МНК G01R 31/12.- Заявл. 01.12.2015.- Оpubл. 17.03.2017.

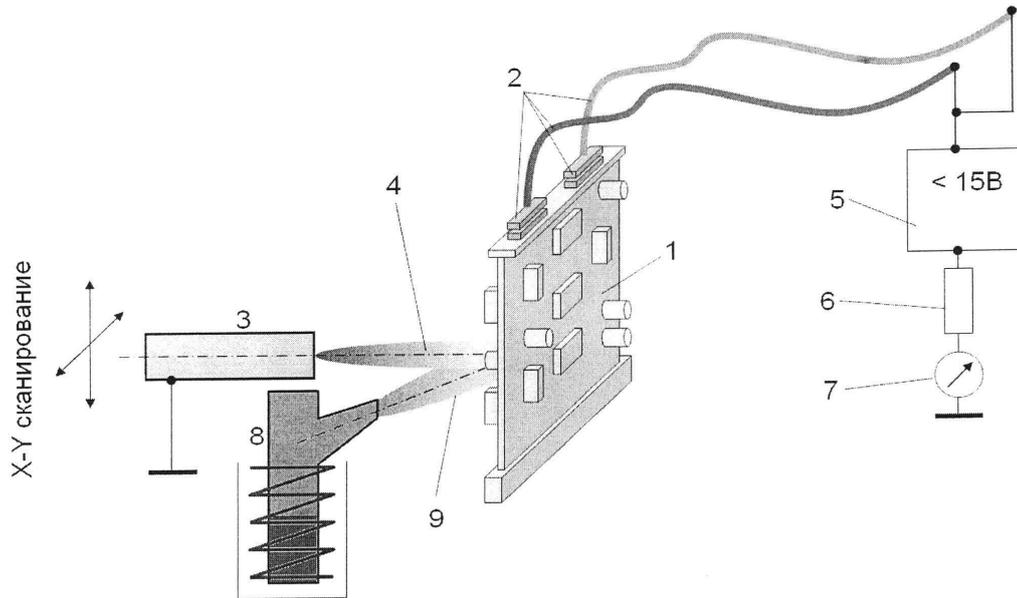
3. В. Ширшова, А. Избушкин, Е. Фомченко, Полипараксилленовые покрытия в технологии РЭА. Состояние, перспективы // Печатный монтаж.- 2010. - №1.- стр. 22-27.

(57) Формула изобретения

1. Способ обнаружения и устранения дефектов сплошности диэлектрического покрытия на элементах радиоэлектронной аппаратуры, использующий сканирование элементов радиоэлектронной аппаратуры контролируемого объекта плазменной струей при разности потенциалов между плазмой и объектом ниже уровня напряжений, опасных для объекта контроля, с одновременной регистрацией электрического тока из объекта в плазму, определение места локализации дефекта, отличающийся тем, что в место локализации дефекта направляется струя реакционного газа, включающего по крайней мере один газообразный компонент, способный полимеризоваться в плазме, при этом сохраняется режим генерации плазменной струи.

2. Способ по п. 1., отличающийся тем, что время воздействия плазмы совместно с реакционным газом на место локализации дефекта задается таким, чтобы толщина формируемого покрытия выдерживала максимальные напряжения, ожидаемые при эксплуатации РЭА.

**СПОСОБ ОБНАРУЖЕНИЯ И УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ  
СПЛОШНОСТИ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОКРЫТИЯ НА  
ЭЛЕМЕНТАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ**



Фиг. 1.