

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Сборник научных трудов
X Международной конференция студентов и молодых ученых

РОССИЯ, ТОМСК, 23–26 апреля 2013 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

X INTERNATIONAL CONFERENCE OF STUDENTS AND YOUNG SCIENTISTS

RUSSIA, TOMSK, April 23–26, 2013

Томск 2013

**НОВАЯ ЭЛЕКТРОИМПУЛЬСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ
СОЗДАНИЯ СВЕРХРАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТИ АЛЮМИНИЯ**

В. В. Ботвин, А. А. Иванов

Научный руководитель: профессор, д.х.н. А. Г. Филимошкин

Томский государственный университет, Россия, г. Томск пр. Ленина, 36, 634050

E-mail: botvnilo1991@gmail.com

NEW ELECTRO TECHNOLOGY FOR CREATING ULTRA DEVELOPED ALUMINUM SURFACE

V. V. Botvin, A. A. Ivanov

Scientific Supervisor: Prof., Dr. A. G. Filimoshkin

National Research Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin pr., 36, 634050

E-mail: botvnilo1991@gmail.com

Original electrode on the basis of nano and micro particles of silver is devised for controlled removal of aluminum from aluminum surfaces. The silver particles are distributed in voids of polyvinylchloride-co-maleic anhydride macromolecules interleaving with ordered domains of macromolecules to be a dielectric component of the current conductive composition.

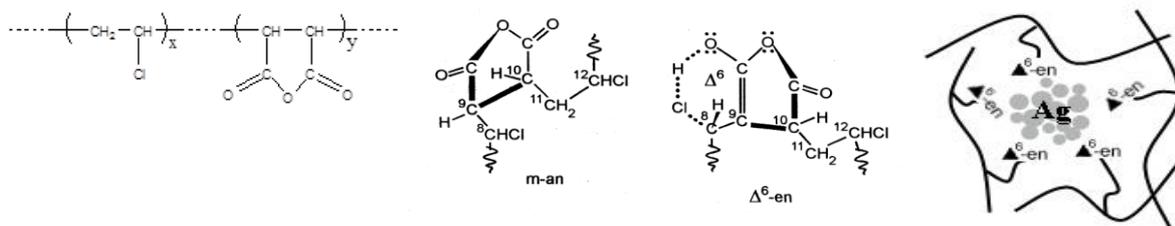
Обработка поверхностей и нанесение покрытий – одно из быстро развивающихся научно-технических направлений. Металлические детали и изделия обрабатывают для изменения свойств их поверхностей, например для увеличения площади посредством создания комплекса выступов и впадин в виде геометрических объемных форм (т.н. шероховатости), повышения прочности и износостойкости, повышения адгезионных свойств перед нанесением нового слоя [1] и др. потребительских свойств. Для разрушения поверхностного слоя с целью увеличения площади поверхности разработано много приемов, однако, далеко не каждый применим для решения задач контролируемой модификации поверхности.

При решении таких технологических задач, как создание шероховатости и нанесение покрытий, возникают фундаментальные научные проблемы физической химии поверхности, например, адгезионные и прочностные [2]. Так, на поверхность алюминия с высокой степенью шероховатости наносят в качестве диэлектрического слоя наполненные полиалюмосиликаты, которые позволяют интенсифицировать диссипацию тепла, выделяющегося в работающих микроэлектронных и светодиодных устройствах. При этом возникает необходимость решения задач, связанных с оценкой работы сил адгезии.

Цель работы заключается в разработке оригинальной электроимпульсной технологии, включающей создание новой токопроводящей композиции и разработку электроэрозионного процесса, приводящего к сверхразвитой поверхности алюминия, которая обеспечивает высокую адгезию специальных прочных диэлектрических слоев, эффективно рассеивающих тепло в работающих светодиодных устройствах и микроэлектронных приборах.

В качестве полимерной компоненты токопроводящей композиции использовали сополимеры малеинового ангидрида с винилхлоридом (ВХ-МА), макромолекулы которых обладают достаточной гибкостью, варьируемой лиофильностью (диоксан, ТГФ, ацетон, ДМФА, спирты, вода), хорошими

пленкообразующими свойствами



Вместе с тем, уникальным свойством макромолекул сополимеров МА является способность некоторых смежных сункциангидридных и винилхлоридных (*m-an*) звеньев претерпевать таутомерию с образованием енольных ($\Delta^6\text{-en}$) производных фурана, увеличивающих как гибкость макромолекул, так и сродство к поверхности серебра и алюминия. Наличие полярных $\Delta^6\text{-en}$ звеньев способствует за счет сил хемосорбции закреплению в микропустотах агломератов из нано- и микрочастиц серебра в виде пучков или гроздей токопроводящих дорожек с выступами различной высоты.

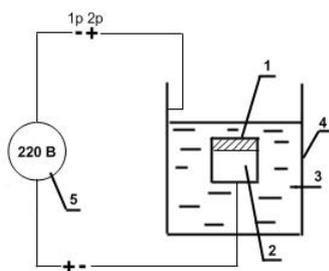


Рис. 1. Схема установки для модификации Al-подложки методом микродуговой эрозии: 1 – рабочий ТПК-электрод, 2 – модифицируемая Al-подложка, 3 – раствор электролита, 4 – ванна из нержавеющей стали, 5 – источник питания, 2р – режим электроимпульсной обработки (абляции).

В реальных исследовательских и технологических обстоятельствах используют как гладкие поверхности, так и шероховатые с коэффициентом шероховатости $K = S_f/S_0$, где S_f и S_0 – площади шероховатой и идеально гладкой поверхностей соответственно. Для создания рельефного рисунка (шероховатости) как системы перекрывающихся лунок мы подвергали алюминиевую пластину электроимпульсной обработке (абляции) при напряжении $U=1000$ В и длительности импульса 500 мкс с помощью изготовленного ТПК-электрода в качестве катода (рис. 1).

В самом общем виде процесс формирования лунок выглядит следующим образом. Между электродами зажигается дуговой разряд, в результате которого образуется высокоэнергетический ионный поток, взаимодействующий с поверхностью обрабатываемой пластины. Полимер-диэлектрик подвергается пиролизу на границе плазменного канала разряда, который контактирует с участками нагретых до высокой температуры электродов. Микрочастицы расплавленного металла вместе с движением газов из подвергнутого пиролизу полимера, выбрасываются за пределы рабочей зоны, оставляя углубления (лунки), совокупность которых на поверхности образует рельефное изображение с шероховатостью определенного профиля по базовой длине, характеризуемой некоторой величиной $K = S_f/S_0$.

Топологическая картина поверхности алюминиевой пластины, подвергнутой электроимпульсной абляции с помощью электрода, на основе разработанной нами ТПК, получена на приборе “Micro Measure 3D station”. На рис. 2 представлены полученные на этом приборе микрофотографии высокого разрешения с компьютерным анализом размеров, формы и демонстрирующие наличие сверх высокоразвитой поверхности образцов алюминиевой пластины с указанием нано и микро размеров структур профиля поверхности.

С помощью профилограммы произвольно выбранного места на поверхности пластины (рис. 3) определили основные параметры шероховатости.

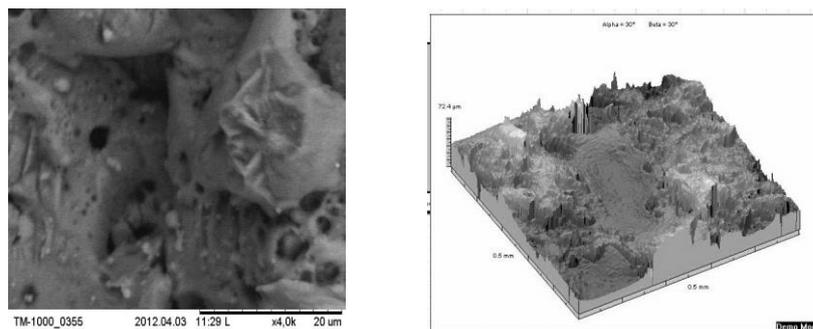


Рис. 2 Двумерный и 3D (справа) сканы алюминиевой пластины, подвергнутой электроимпульсной абляции с ТПК-электродом

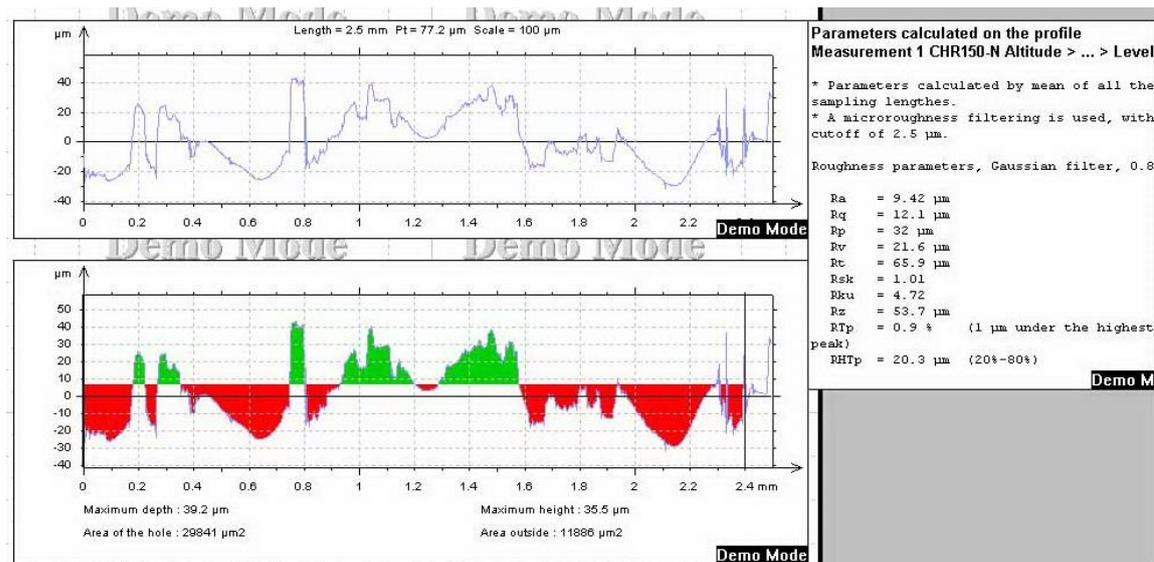


Рис. 3. Профилограмма поверхности алюминиевой подложки, подвергнутой электроимпульсной абляции

Создана новая полимерная токопроводящая композиции с управляемым микрорельефом из нано- и микрочастиц серебра, внедренных в междоменные пустоты полимерной матрицы. Композицию можно использовать в качестве рабочего электрода, токопроводящие области которого в процесс электроимпульсной абляции переносят на обрабатываемую поверхность алюминия информацию о своем микрорельефе в виде шероховатости высокой степени. Оригинальность такого метода обработки позволяет создавать на поверхности алюминия шероховатость определенной конфигурации, которая задается требованиями товарного продукта светодиодных технологий и микроэлектроники. Разработаны подходы к золь-гель синтезу полиалюмосиликатов непосредственно на сверхразвитой поверхности алюминия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов А.А., Филимошкин А.Г. Пат. РФ 100352. МПК H05B 3/30, H05B, B82B 1/00 Оpubл. БИ №34. 2010 2. Материаловедение в нанотрибологии.
2. Приходько Е. А. , Белоусова Н. С. , Морева Н. А. , Плохов А. В., Тушинский Л. И. // Научный вестник НГТУ.- Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2010. - № 2 (39). - С. 145-156.
3. A. Filimoshkin, Berezina E., Manzhay V., Kuchevskaya A., Ivanov A. // e-Polymers 2011, no. 056 P. 1-14. <http://www.e-polymers.org> ISSN 1618-7229