

СТ А Н О В И Щ Е

по защитата на дисертационния труд „Получаване и охарактеризиране на наноструктурирани слоеве от мед и аноден алуминиев оксид“, представен от инж. Веселина Милушева Стефанова за присъждане на образователната и научна степен „Доктор“, Направление 4.2., Химически науки, Специалност: 01.05.14 „Електрохимия“

Член на научното жури: доц. д-р инж. Кристиян Асенов Гиргинов

1. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата

Дисертацията е изложена на 140 печатни страници, съдържа 69 фигури, 19 таблици, като са цитирани 163 литературни източника. Тя се основава на **седем публикувани труда:**

Три публикации в списания с ИФ: „*Catalysis Science & Technology* - Q2“ (1) и „*Bulgarian Chemical Communications* - Q4“ (2).

Една публикация в списание без ИФ: „*Nanoscience & Nanotechnology*“

Три доклада отпечатани в пълен текст: (*HiTech 2018*, IEEE); (*12th National Conference with International Participation “Electronica 2021”*) и (*31st International Scientific Conference Electronics, ET 2022*).

Като цяло дисертационният труд е представен логично, написан е на ясен научен език, оформен и илюстриран е добре, което в пълна степен улеснява читателя.

Проведените изследвания са планирани на основата на обстоен литературен обзор. В него са систематизирани известните в литературата данни свързани с получаването, свойствата и приложението на мед съдържащи композитни покрития. На основа на този обзор строго са ограничени и ясно мотивирани задачите на дисертацията, които включват следните основни дейности:

- Електрохимично формиране на порести алуминиеви анодни оксиди (ААО) при използване на различни контактни електролити: водни разтвори на сярна, оксалова и фосфорна киселини. Изследване на процесите (химични и електрохимични) за изтъняване на бариерния оксиден подслой на фазовата граница Al/ААО. Чрез прилагане на електрохимични и химични процеси е отложена мед от различни електролити през нанопорите на ААО-матриците формираните върху алуминиевия субстрат. Изградени са композити от типа Al/ААО/(Cu+ААО)/Cu, притежаващи добра електропроводимост.
- Разработване на методи за безхлоридно активиране на ААО-матриците, които осигуряват възможности за последващото им ефективно химично помедяване. Композиране на електролити за химичното помедяване (с pH в интервала 4-9,5), които не са агресивни по отношение на алуминия и формираните върху неговата повърхност ААО слоеве. Изследване на възможностите за модификацията на формираните ААО порести матрици с цел получаване на композити чрез последващо инкорпориране на мед.

- Систематично охарактеризиране на състава и структурата на формираните покрития в зависимост от условията на отлагане (природа на електролита, концентрация, комплексообразувател, стабилизатор, продължителност на процеса). За целта са използвани различни инструментални техники: сканираща електронна микроскопия (SEM), енергийно-дисперсионна рентгенова спектроскопия (EDX), рентгенова фотоелектронна спектроскопия (XPS), рентгеноструктурен анализ (XRD).
- Анализ на получените резултати и определяне потенциалната възможност за приложение на получените композитни материали в различни електронни технологии.

2. Основни научни и научно-приложни приноси

Постигнатите в дисертационния труд научни приноси определено са актуални и важни, като накратко могат да бъдат обобщени:

- Формирани са композитни материали със състав Al/AAO/(Cu+AAO)/Cu. За целта е разработена процедура за предварителното изтъняване на бариерния подслоя на електрохимично формираните анодни алуминиеви оксиди (AAO). В порите на получените AAO-филми директно (химично или електрохимично) е инкорпорирана мед. Получените по тази процедура материали притежават добра електрична проводимост.
- Проведени са систематични изследвания на процеса на химичното помедяване на формираните нанопорести AAO-слоеве. Разработени и тествани са нови стабилни разтвори (pH 4,2÷9,5) при използване на редуктори натриев хипофосфит и фосфориста киселина. Разработените разтвори дават възможност за ефективното формиране на композитни Al/AAO/(AAO+Cu)/Cu структури, от типа проводник/диелектрик/проводник. Заслужава специално да се отбележи, че композираните разтвори не са агресивни по отношение на алуминия и AAO, което осигурява ефективното запазване свойствата на тези субстанции. Получаваните композитни материали имат реална перспектива за различни приложения в електрониката (електронни елементи, печатни платки, микро-електромеханични системи и др.).
- Създадена е методика за подобряване на химичната устойчивост на AAO, която позволява директното селективно фотохимично катализиране и химично помедняване. Това дава възможности за формиране на проводящи изображения върху повърхности от анодиран алуминий.

Представените в дисертационния труд научни приноси са определено важни от теоретична и приложна гледна точка. Те са постигнати чрез значителни по обем изследвания на сложни системи и явления. Получените резултати в голяма степен могат да бъдат използвани за решаване на редица приложни задачи в областта на електрониката.

3. Отражение на научните публикации на кандидата в българската и чуждестранната литература

Необходимо е да се отбележи, че две от публикациите включени в дисертационния труд са цитирани три пъти в специализираната литература. Цитиран е също и един от докладите представен на научна конференция.

4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата

Нямам непосредствени впечатления от научната дейност на инж. Стефанова. Представените материали обаче ме убеждават, че тя е изследовател, с широк спектър от интереси и висока компетентност в областта на теорията и практиката на формиране на композитни материали при съчетаване на диелектрични и проводими субстрати. По отношение на проведените в дисертацията изследвания и получените резултати по същество нямам критични бележки. Имам една препоръка: считам че, инж. Стефанова би могла да разшири изследванията си върху получените композитни материали, като определи някои от техните повърхностни свойства, като хидрофобност, оптични и цветови характеристики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение ще отбележа, че проблематиката на представения от инж. Стефанова дисертационен труд е водеща и перспективна за науката и технологиите. Формирането и изучаването на функционални покрития получени на основата на нанопорест аноден алуминиев оксид (ААО) и инкорпорирана в него мед откриват широки възможности за фундаментални изследвания. От друга страна, получените в резултат на проведените изследвания материали намират и предстои да намерят все по-широко практическо приложение. В резултат на съчетаването на диелектричния ААО слой с проводимата мед се формират композити с уникални свойства, които имат потенциал за приложение в създаването на различни електронни елементи, микро-електромеханични системи, полупропускливи мембрани, катализатори, сензори и др.

Дисертантката е овладяла редица съвременни физични методи, както и специфичната експериментална техника, използвана при получаването и изследванията на композитни материали на основа на аноден алуминиев оксид (ААО) с последваща внедрена мед. С представения дисертационен труд инж. Стефанова показва, че може да поставя и успешно да решава проблеми в тази важна област на материалознанието.

Включените в дисертацията изследвания по своя обем, по качество на изпълнението и по значимост на получените резултати напълно отговарят на изискванията за една успешна защита. Това ми дава основание с убеденост да препоръчам на уважаемите членове на Научното жури да гласуват за присъждането на образователната и научна степен „доктор” по професионално направление 4.2. Химически науки, научна специалност 01.05.14 „Електрохимия“ на **инж. Веселина Милушева Стефанова.**

09.12.2024 г.

Подпис:

.....

