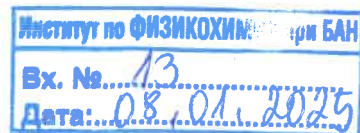


СТАНОВИЩЕ



за придобиване на образователната и научна степен „доктор“,
по научно направление: 4.2. Химически науки,
Електрохимия (вкл. химически източници на ток)
с кандидат инж. Веселина Стефанова Милушева
Тема на дисертационния труд: *Получаване и охарактеризиране на нано- структурирани
слоеве от мед и аноден алуминиев оксид*
Член на научно жури: проф. дхн Весела Цакова, Институт по физикохимия, БАН

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

Веселина Милушева е завършила специалност "Неорганични и електрохимични производства" в ХТМУ, София през 1995 г. Впоследствие прави следдипломна квалификация към УНСС по специалност "Управление и счетоводна дейност". От 2013 г. работи като химик-технолог към катедра „Химия“ на Техническия университет, София. В периода януари 2018 - декември 2021 е задочен докторант към Институт по физикохимия (ИФХ), БАН. От 2023 г. е назначена частично като инженер-химик и в ИФХ, БАН.

Инж. Милушева е съавтор на общо 9 научни публикации, осем от които са включени в дисертационния ѝ труд. Забелязани са общо 37 цитирания на научните ѝ трудове.

Дисертационният труд е написан на 140 страници и съдържа общо 69 фигури и 19 таблици. Цитирани са 163 литературни източника. Структуриран е в седем раздела, от които основна тежест имат литературният обзор (43 стр.) и представянето на опитните резултати (68 стр. вкл. 48 оригинални фигури и 12 таблици). Дисертацията на инж. Милушева е посветена на разработване на технологии за химичното и електрохимичното отлагане на мед върху анодиран алуминий с оглед създаване на нанокomпозитни материали от Al/AAO+Cu/Cu с анизотропна електрическа проводимост или слоести структури от типа Al/AAO/AAO+Cu/Cu с възможност за създаване на проводящи медни изображения. Литературният обзор на дисертацията представя подробно условията за получаване на нанопорести матрици от анодиран алуминиев оксид (AAO) и техните характеристики, както и използваните до сега технологии за химично и електрохимично отлагане на мед и приложенията на системите Cu/AAO. Въз основа на направения литературен преглед са изведени конкретни добре обосновани задачи, които имат отношение към процесите на изтъняване на бариерния оксиден слой на границата Al/AAO, безхлоридно активиране на AAO, химично помедяване из

електролити с понижена агресивност по отношение на ААО и получаване на модифициран ААО върху алуминий с повишаване на химична устойчивост, позволяваща селективно химично отлагане на мед. За охарактеризиране на получаваните нанокompatитни и слоеви покрития е използван широк набор от методи като сканираща електронна микроскопия и енергийно дисперсивна рентгенова спектроскопия, рентгенова фотоелектронна спектроскопия, рентгеноструктурен анализ и рентгеново флуоресцентна спектроскопия.

Основните резултати, получени в дисертационния труд, са представени подробно и добре илюстрирани с фигури и таблици. Големият обем на извършените експериментални измервания е впечатляващ. Осъществено е оптимизиране на изследваните процеси чрез проследяване на множество параметри (концентрация на медни йони и редуктор в разтворите, температура, рН и др.). Морфологията, дебелината, химическият и фазов състав на слоевите покрития са характеризирани с разнообразни, подходящо приложени експериментални методи.

2. Основни научни и научно-приложни приноси.

Като цяло считам, че представените в дисертацията изследвания са оригинални, имат ясно поставени конкретни цели и добре изведени резултати с практическо значение за получаване на нанокompatитни материали и слоеви структури на базата на Cu и матрици от ААО върху носеща подложка от Al.

Основните приноси на дисертацията имат научно-приложен характер и могат да се формулират, както следва:

1. Вследстви на подходящо избран подход за електрохимично изтъняване на бариерния слой в дъното на порите на мембраната от ААО върху Al и комбинация от химично и електрохимично помедняване в кисел медно сулфатен електролит са получени нанокompatити от типа Al/AAO+Cu/Cu с анизотропна проводимост.

2. Разработен е меден електролит с редуктор натриев хипофосфит, рН 4.1-6.1, съдържащ малко количество Ni^{2+} (1 g/L), необходимо за поддържане на автокаталитичния характер на процеса на химично отлагане на мед. С помощта на този електролит са получени слоеви структури от вида Al/AAO/AAO+Cu/Cu.

3. Разработени са два медни електролит с редуктор фосфориста киселина при изложение на меден сулфат или меден ацетат, работещи в неутрални и слабо алкални електролити, които позволяват получаване на слоеви структури от типа Al/AAO/AAO+Cu/Cu.

4. Предложен е нов подход за инициране на химическото отлагане на Cu върху ААО от конвенционални медни електролити с редуктор формалдехид и рН 12.8 чрез фотохимично

катализиране на процеса, основаващо се на използване на тънък титаново диоксиден слой, отложен върху ААО. Титаново диоксидният слой подобрява химическата стабилност на ААО в алкални електролити и същевременно създава условия за селективно отлагане на мед през фотомаска и създаване на проводящи медни изображения.

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

Основните резултати от дисертацията са публикувани в периода 2018-2022 г. в общо осем научни труда, от които три в списания с импакт фактор или импакт ранг, две статии в *Bulgarian Chemical Communications* и една в *Catalysis Science & Technology*. Останалите пет публикации са отпечатани в материали на конференции (4 статии) и една в българското списание *Nanoscience and Nanotechnology*. По публикациите, включени в дисертацията, са забелязани 4 цитата, всички от чуждестранни автори.

4. Критични бележки и препоръки към научните трудове на кандидата.

При прочита на дисертационния труд възникват въпроси, например, защо се счита, че адсорбиране на калаени йони и вследствие на това активиране с Pd и отлагане на Cu не се осъществява в дъното на порите на ААО (фиг. IV.21.); доколко е коректно да се определя "дебелина на покрития" чрез XRF (табл. IV.7 и фиг. IV.29) в случая на островни структури (фиг. IV.30), получени при къси времена на помедняване (5 и 10 минути).

Други забележки към представения текст на дисертационния труд:

- в част IV.1 "Запълване с мед на нанопори на ААО чрез директно DC електроотлагане върху алуминий" е изследвано и галваностатично и потенциостатично отлагане и в този смисъл заглавието е неточно;
- литературният източник "Герайн и Haber" (стр. 88) не присъства в списъка с литературни източници;
- за отделяне на десетичните знаци в числата е използвана и десетична точка и десетична запетая (понякога дори в една и съща таблица);
- има езикови и пунктуационни грешки, които биха могли да бъдат отстранени при внимателен прочит на текста, както и изрази, които биха могли да бъдат формулирани по-прецизно.

Направените критични бележки са изцяло от технически характер и не намаляват значимостта на представените изследвания.

Накрая, бих препоръчала на инж. Милушева и колектива, с който работи, да се стреми към публикуване в списания с импакт фактор и импакт ранг с оглед на по-добрата видимост за международната научна общност на несъмнено интересните и значими резултати, получавани в тяхната изследователска работа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение считам, че са получени съществени научно-приложни резултати, които разкриват нови възможности за практическо получаване на слоеви структури от типа Al/Cu+AAO/Cu и Al/AAO/AAO+Cu/Cu в подходящи технологични режими. Получените композитни материали имат добри перспективи за приложения в електрониката, например при производство на метални печатни платки и микроелектромеханични системи.

Представеният дисертационен труд отговаря на всички изисквания за присъждане на образователнат и научна степен „доктор“ в ЗРАСРБ и Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности. Поради това като член на Научното жури подкрепям напълно присъждането тази степен на инж. Веселина Стефанова Милушева.

Дата: 04.01.2025

Изготвил становището:

/прс