

КИНЕТИКА ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ СПЛАВА ОЛОВО-МЕДЬ И ОЛОВО-МЕДЬ-УДА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ТОКОВ

Гульба Д.Ю.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: Кузьмар И.И. – канд. техн. наук, доцент кафедры ЭТТ

Аннотация. Изучено влияние параметров нестационарного электролиза на механизм формирования сплавов олово-медь и олово – медь - ультрадисперсный алмаз. Используя импульсный потенциостат-гальваностат «ElinsP-45X» получены поляризационные кривые электроосаждения на постоянном токе и при воздействии импульсно-реверсированных токов. Рассчитаны кинетические характеристики электролиза, Установлено влияние параметров электроосаждения на катодный выход по току (BT_k).

Ключевые слова: электрохимические покрытия сплавами, олово-медь, олово–медь-ультрадисперсный алмаз, кинетика, нестационарный электролиз

Введение. Использование различных форм управляющего тока, длительности импульсов, циклирование серий импульсов, отличающихся по направлению и по амплитуде, способствует формированию микрослоистых осадков с уникальными свойствами материала. Для повышения прочности паяных соединений, улучшения электрических свойств в [1] предложено использовать углеродные наночастицы (ультрадисперсный алмаз (УДА), фуллерен, фуллеренол, нанотрубки). Для понимания механизма формирования электрохимических сплавов при воздействии нестационарного электролиза и в присутствии дисперсных наночуглеродных частиц изучены кинетические закономерности осаждения покрытий олово-медь и олово - медь - ультрадисперсный алмаз.

Основная часть. Установлено влияние импульсного тока на кинетику электроосаждения сплава олово-медь и олово-медь-УДА. Для электроосаждения покрытий использован сульфатно-тиомочевинный электролит. Кинетические закономерности изучены методом вольтамперометрии с использованием импульсного потенциостата-гальваностата «ElinsP-45X» при линейной скорости развертки потенциала 5 мВ/с. Потенциал рабочего электрода измерен относительно хлорсеребряного электрода сравнения и пересчитан относительно стандартной водородной шкалы. По поляризационным кривым, снятым в потенциодинамическом режиме, найден предельный ток. Значения тока обмена j_0 и коэффициента переноса α рассчитаны с использованием графического представления уравнений Тафеля. Рассчитаны катодный выход по току (BT_k) и скорость осаждения (v).

Результаты исследований представлены на рисунках 1-2 и в таблицах 1 и 2.

Максимальное значение катодного выхода по току $BT_k=76\%$ наблюдается на импульсно-реверсированном токе при частоте 90,9 Гц. Увеличение частоты импульсного тока при электроосаждении сплава Sn-Cu приводит к увеличению выхода по току. Поляризационные кривые, полученные при различных режимах электролиза представлены на рисунке 2. Стационарный потенциал поверхности образца независимо от условий электролиза составлял $0,400 \pm 0,005$ В.

Процесс электроосаждения сплавов подчиняется законам смешанной кинетики. В составе электролитов присутствуют поверхностно-активные вещества, которые образуют пассивирующую пленку на поверхности катода. Для ВАХ характерно образование «плато», когда происходит рост потенциала электрода при значениях тока, близких к предельному. Значения предельного тока при формировании сплава выше, чем для чистого олова, и равны

$2,8 \cdot 10^{-2}$, $3,2 \cdot 10^{-2}$ и $5,2 \cdot 10^{-2}$ А/см² соответственно для олово, сплавов олово-медь и олово-медь-УДА.

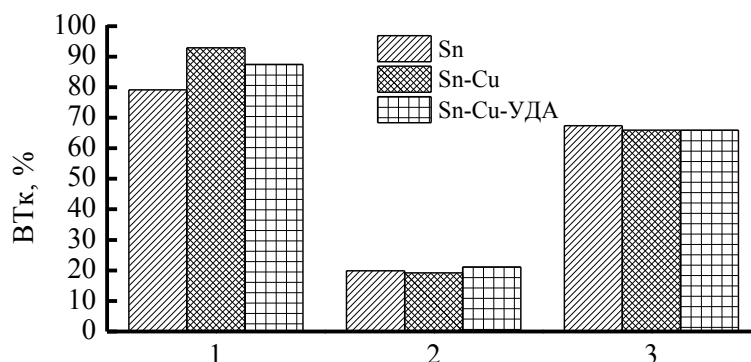


Рисунок 1 - Влияние на катодный выход по току режима электроосаждения:
 1 – постоянный ток (ПТ), 2 – импульсный (ИТ) $\tau_{\text{имп}}:\tau_{\text{паузы}}=30:70$ мс,
 3 – импульсно-реверсированный (РТ) $\tau_{\text{прямого}}:\tau_{\text{обратного}}=10:1$ мс

Колебания потенциала катода при импульсном электролизе в более отрицательную и более положительную сторону позволяют управлять входом величины $E(t)$ в область значений потенциала нулевого заряда. Это дает возможность управлять адсорбцией/десорбцией ПАВ, а также катодной поляризацией и количеством олова и меди в покрытии. импульсный электролиз не изменяет механизм разряда ионов олова и меди в исследуемом электролите. Лимитирующей стадией в катодном процессе при импульсном электролизе, как и в случае с постоянным током, является скорость электрохимической реакции. Однако абсолютное значение скоростей электродных реакций при импульсном электролизе выше, чем при стационарном режиме.

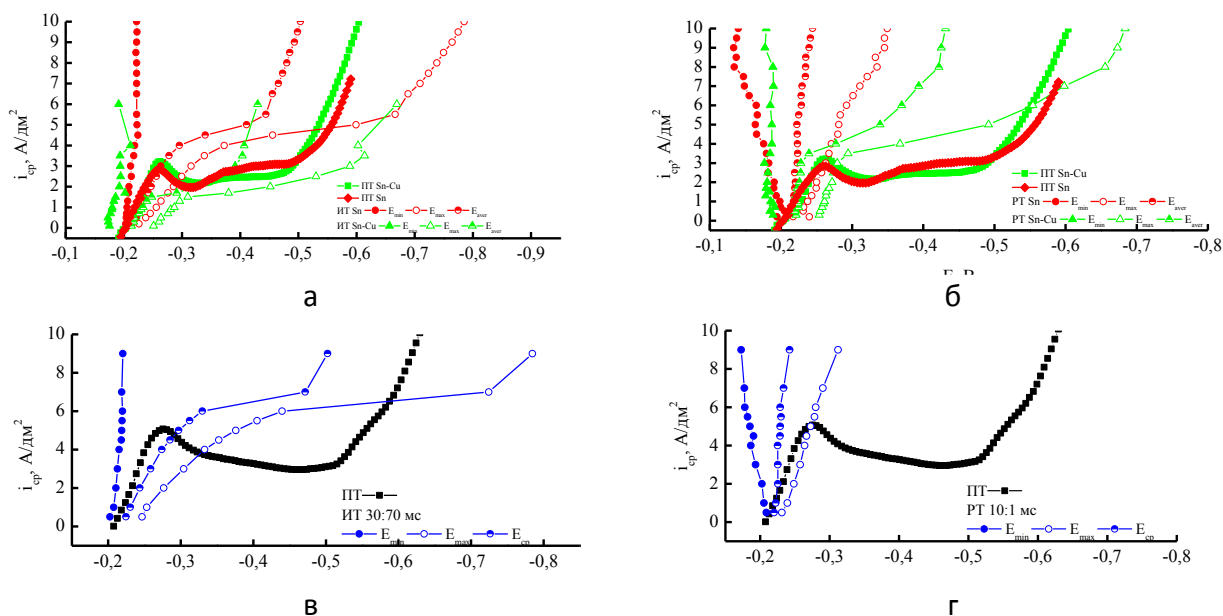


Рисунок 2 - Поляризационные кривые, полученные при различных условиях осаждения:
 а, б – электролиты Sn и Sn-Cu, в, г – электролит Sn-Cu-УДА

Импульсный электролиз активизирует электродные процессы и влияет на симметричность катодных и анодных процессов. При реверсированном токе сдвигается в сторону катодных процессов. Значение тока обмена увеличивается как для оловянных покрытий, так и для сплава олово-медь, но уменьшается для сплава олово-медь-УДА.

Таблица 1 - Кинетические характеристики процесса электроосаждения при различных режимах для сплавов: Sn и Sn-Cu

Условия электроосаждения	Постоянные Тафеля				Ток обмена, j_0 , А/см ²		Коэффициент переноса, α	
	Sn		Sn-Cu		Sn	Sn-Cu	Sn	Sn-Cu
	a	b	a	b	I_0	I_0	α	α
ПТ	0,200	0,133	0,097	0,048	0,086	0,016	0,300	0,630
ИТ, 30:70 мс	0,053	0,091	0,050	0,078	0,264	0,231	0,320	0,371
РТ, 10:1 мс	0,044	0,060	0,011	0,068	0,182	0,679	0,488	0,430

Таблица 2 - Кинетические характеристики процесса электроосаждения при различных режимах для сплава Sn-Cu-УДА

Условия электроосаждения	Постоянные Тафеля		Ток обмена, j_0 , А/см ²	Коэффициент переноса, α
	a	b		
ПТ	0,178	0,069	0,025	0,424
ИТ 30:70 мс с перемешиванием	0,196	0,068	0,012	0,431
РТ 10:1 мс с перемешиванием	0,126	0,045	0,016	0,648

Заключение. Установлено активирующее воздействие нестационарного электролиза на процесс формирования покрытий сплавами олово-медь и олово-медь-УДА.

Список литературы

1. Контактно-барьерные структуры субмикронной электроники / Достанко А.П., Бозуш Н.В., Бордусов С.В., Василевич В.П., Гульпа Д.В., Збышинская М.Е., Ковальчук Н.С., Кузьмар И.И., Кушнер Л.К., Ланин В.Л., Мадвейко С.И., Петлицкий А.Н., Петухов И.Б., Соловьев Я.А., Телеш, Е.В., Тихон О.И. // под ред. А. П. Достанко и В.Л. Ланин. - Минск: Бестпринт, 2021. – 270 с.

UDC 621.357.7

KINETICS OF ELECTRODEPOSITION OF TIN-COPPER AND TIN-COPPER-UD ALLOY UNDER THE INFLUENCE OF PERIODIC CURRNTS

Gulpa D.Y.

Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Republic of Belarus

Kuzmar I.I. – PhD, associate professor of the department of ETT

Annotation. The influence of the parameters of non-stationary electrolysis on the mechanism of formation of tin-copper and tin-copper-ultrafine diamond alloys has been studied. Using a pulsed potentiostat-galvanostat ElinsP-45X, polarization curves of electrodeposition were obtained at direct current and under the influence of pulse-reversed currents. The kinetic characteristics of electrolysis have been calculated. The effect of the electrodeposition parameters on the cathode current yield (CTC) has been established.

Keywords: electrochemical coatings with alloys, tin-copper, tin-copper-ultrafine diamond, kinetics, non-stationary electrolysis