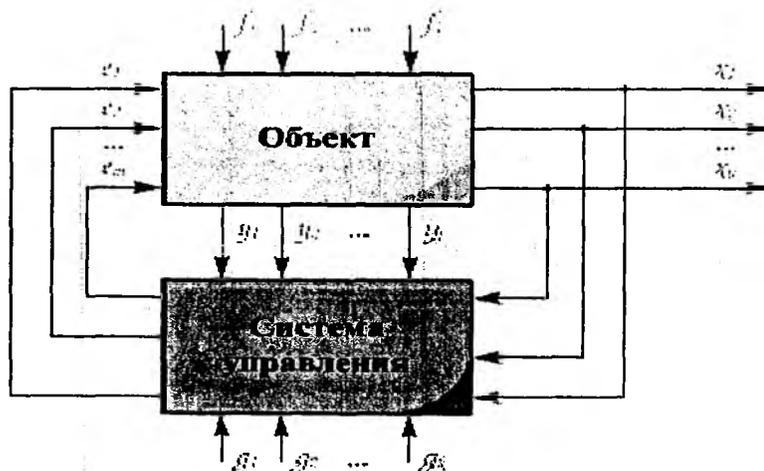


ҚАРШИ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ



ТЕХНОЛОГИК ЖАРАЁНЛАР ВА ИШЛАБ ЧИҚАРИШЛАРНИ АВТОМАТЛАШТИРИШ ВА ОПТИМАЛЛАШТИРИШНИНГ ДОЛЗАРЪ МУАММОЛАРИ



Халқаро илмий-техникавий конференция
МАЪРУЗАЛАРИ ТўПЛАМИ



Список литературы

1. Tung R. T: Oxide mediated epitaxy of CoSi_2 on silicon // Appl. Phys. Lett. 68, p.3461-3463 (1996), <http://dx.doi.org/10.1063/1.115793>.
2. Tung R. T. A Novel Technique for Ultrathin CoSi_2 Layers: Oxide Mediated Epitaxy. Jpn. J. Appl. Phys. 1997. Vol.36., P.1., N.3B, p.1650-1653.
3. Hayashi Y., Yoshinaga M., Ikeda H., et al. Solid-phase epitaxial growth of CoSi_2 on clean and oxygen-adsorbed Si(001) surfaces // **V. 438, Issues 1-3**, 1999, P. 116-122.
4. **Takahashi F., Irie T., Shi J., Hashimoto M.** Growth and characterization of CoSi_2 films on Si (100) substrates // Appl. Surf. Sci. V. 169-170, 2001, P. 315-319.
5. Гомоюнова М.В., Пронин И.И., Малыгин Д.Е. и др. // ФТТ. 2006. т.47. Вып.10. С.1901-1906.
6. Gomoynova M.V., Pronin I.I., Malygin D.E. et al. // Surf. Sci. 2006. Vol. 600. P. 2449-2456.
7. Гомоюнова М.В., Войстрик Т.Е., Пронин И.И. // ЖТФ, 2009, т.79, Вып.5, С.150-154.
8. Бажанова Н.П., Кораблев В.В., Кудинов Ю.А. Актуальные вопросы вторично-эмиссионной спектроскопии. Учебное пособие. – Л.: ЛПИ, 1985. – 88 с.

ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЭМИССИОННЫЕ СВОЙСТВА СПЛАВА Pd-Ba

Б.Е. Умирзаков, А.К.Ташатов, С.Б. Донаев, О.Ш.Эгамбердиева

*Ташкентский государственный технический университет им. И.А. Каримова,
г. Ташкент, Узбекистан, e-mail: sardor.donaev@gmail.com*

Проведен сравнительный анализ влияния температурной и лазерной активировки на значения коэффициента вторичной электронной эмиссии (КВЭЭ) и работу выхода $e\phi$ сплава Pd-Ba (Ba-1,5 ат.%). Показано, что оптимальная плотность энергии лазерного облучения равна $\sim 2 \text{ Дж} \cdot \text{см}^{-2}$. Определены основные причины уменьшения эмиссионной эффективности Pd-Ba при длительном прогреве.

Қотишма Pd-Ba (Ba-1,5 ат.%) нинг иккиламчи эмиссия коэффициенти ва чиқиш иши қиймати температуравий қиздириш ва лазер нурицинг таъсири қиёсий таҳлил қилинган. Лазер нурицинг энергия зичлиги $\sim 2 \text{ Ж} \cdot \text{см}^{-2}$ энг оптимал эканлиги кўрсатилди. Pd-Ba ни узок температуравий қиздиришда эмиссион хоссаларининг камайиши асосланган.

Comparative analysis of the effect of secondary heating and laser beam on the value of the secondary emission coefficient and output value of the alloy Pd-Ba (Ba-1.5%). Energy density of laser beam $\sim 2 \text{ J} \cdot \text{cm}^{-2}$ is most optimal. Pd-Ba is based on the reduction of emission properties in long-term heating.

Настоящее время в электровакуумных приборах СВЧ, в частности импульсных магнетронах до сих пор успешно используются сплавные катоды типа Pd-Ba. Однако с переходом к наноразмерным слоям существенно увеличивались требования к размерам и микроструктуре поверхности, однородности состава, электрическим параметрам и сроку службы этих катодов [1,2]. Катод Pd-Ba представляет собой двухфазный сплав с массовой долей бария 0,5...2%, причем одна фаза – интерметаллическое соединение Pd_2Ba или Pd_5Ba , вторая – тугоплавкий металл [1,3].

В связи с этим эти катоды изготавливаются в виде цилиндра и в внутри цилиндра размещается специальный узел нагрева. Для увеличения эмиссионной способности катода можно использовать метод низкоэнергетической ионной имплантации [4-6]. Основным преимуществом ионной имплантации является то, что этот метод можно использовать для катодов, вышедших из строя после длительной эксплуатации. Однако, и в этом случае после эксплуатации в течение 200-300 часов необходимо будет проводить активировку при $T=700-800 \text{ K}$. Как проведение высокотемпературного прогрева, так и ионной бомбардировки катодов связаны с очень многими трудностями (громоздкость установки, большое потребление электроэнергии, необходимость герметизации узла нагрева и др.) и неконтролируемыми эффектами. Поэтому очень важно изыскать другие методов активировки, например, лазерной обработки.

Данная работа посвящена сравнительному анализу эмиссионных свойств сплавов Pd-Ba (Ba – 1,5 ат.%), активированных температурным прогревом и лазерной обработкой.

На рис.1 представлена динамика изменения максимального значения коэффициента ВЭЭ σ_m и значения работы выхода $e\phi$ сплава Pd-Ba при активировке температурным прогревом и лазерным облучением. Анализ результатов ОЭС, снятых после каждого цикла обработки, снимались оже-спектры, которые показали, что как в процессе термической, так и лазерной обработки наряду с очисткой поверхности от загрязнений происходит диффузия атомов Ba к поверхности, вследствие чего изменяется состав и, соответственно, эмиссионные свойства поверхности Pd-Ba. Из рисунка 1 видно, что в случае прогрева при относительно низких температурах ($T \leq 600$ K), когда на поверхности Pd-Ba содержится значительное количество примесных атомов, а диффузия Ba к поверхности еще мала, вторично-эмиссионные характеристики поверхности меняются незначительно. Высокотемпературный прогрев ($T \geq 1000$ K) приводит к резкому снижению концентрации примесных атомов и увеличению в поверхностных слоях относительной концентрации атомов Ba, что способствует существенному увеличению σ_m и уменьшению $e\phi$.

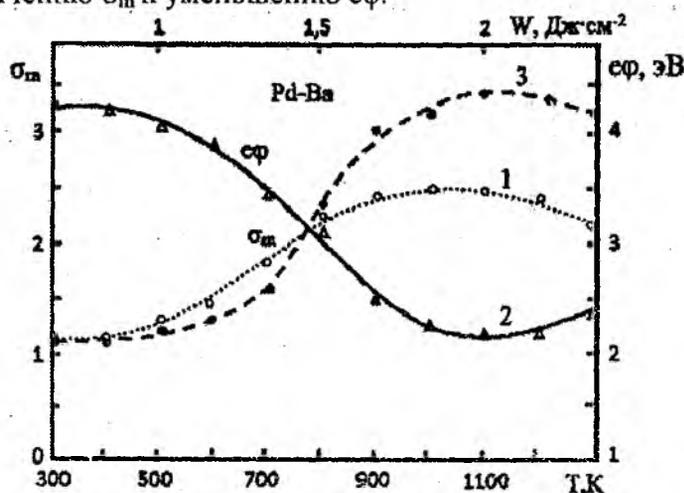


Рис. 1. Зависимости значения σ_m , $e\phi$ от температуры прогрева (1,2) и плотности энергии лазерного облучения (3) для сплава Pd-Ba: 1,3 – σ_m , 2 – $e\phi$.

Наибольшее изменение параметров имеет место в интервале температур $T \approx 1050-1150$ K. При этом интенсивность оже-пиков, характерных примесных атомов уменьшаются до минимума (см. табл. 1). Начиная с $T = 1200$ K наблюдается интенсивная десорбция бария с поверхности.

В случае лазерного облучения увеличение σ_m и уменьшение $e\phi$ начинается с плотности энергии $W \approx 0,8 - 1,0$ Дж·см⁻² и при $W \approx 2,0 - 2,2$ Дж·см⁻² достигает своего максимального значения и составляет $\sim 3,5$, что значительно больше, чем температурном прогреве. При лазерной активировке оптимальным являлся плотность энергии $W \approx 2$ Дж·см⁻². Результаты сравнены с данными, полученными другими видами активировки (табл. 1).

Таблица 1

Влияние условий активировки на эмиссионные свойства PdBa

Условия активировки	W, Дж·см ⁻²	T _{опт.} , K	Концентрация атомов в ат.%					σ_m	eφ, эВ
			Ba	Pd	O	C	S		
В высоком вакууме	–	1100	41	46	10	2	1	2,5	2,5
В атмосфере N ₂	–	1000	42	49	8	1	–	2,9	2,2
В атмосфере H ₂	–	1000	45	51	4	–	–	3,6	2,2
В высоком вакууме	2	–	44	51	4	–	–	3,5	2,2

При активировке в высоком вакууме концентрация Ва на поверхности увеличивается до 40 – 42 ат.%, а концентрация примесных атомов О, С, S составляет 10, 2, 1 ат.% соответственно. При активировке в атмосфере N_2 и H_2 поверхностная концентрация Ва составляет 42-45 ат.%, а концентрации О, С, S – уменьшаются. Это приводит к существенному увеличению σ_m . Активировка сплава Pd-Wa в среде $\langle H_2 \rangle$ приводит к более интенсивному удалению примесных атомов при низких температурах, чем прогрев в высоком вакууме. Лазерная активировка позволяет интенсивно удалить атомы примесных элементов и увеличить σ_m до 3,5 без напуска водорода (табл. 1).

Известно, что в процессе эксплуатации катодов эмиссионные параметры могут меняться из-за адсорбции атомов остаточных газов на поверхности, длительного прогрева и бомбардировки ее заряженными частицами (электронами, ионами, остаточного газа). Простая выдержка Pd-Wa, активированного лазерным облучением, в вакууме $\sim 10^{-5}$ Па в течение 5-6 часов приводила к уменьшению σ_m до $\sim 2,7$ и появлению на поверхности атомов углерода до $\sim 1-1,5$ ат.% и увеличению концентрации кислорода до 7-8 ат.%. Затем в течение 100 и более часов состояние поверхности практически не изменилось. В случае длительного прогрева этого же образца Pd-Wa при $T \approx 700-750$ К значения σ_m и ϵ_f заметно не изменялись в течение 500-550 часов.

Дальнейшее увеличение времени прогрева приводило к монотонному уменьшению и при $t \geq 600$ часов значение σ_m стабилизировалось на уровне 1,9-2.

Повторная лазерная активировка этого же катода при $T \approx 1050$ К не приводила к заметному увеличению σ_m . Для выяснения причины ухудшения эмиссионной эффективности авторами снимались РЭМ-изображения поверхности Pd-Wa, подвергнутой прогревом в течение ~ 600 часов.



Рис. 2. РЭМ-картина поверхности Pd-Wa, снятая после эксплуатации в течение более 500 ч.

Из рис. 2 видно, что на гладкой поверхности Pd-Wa имеются отдельные дефектные участки с диаметрами 10 – 15 мкм. Дальнейшие исследования показали, что глубина этих участков достигает до 20-30 мкм. По-видимому, износ катодов на основе Pd-Wa обусловлен появлением на его поверхности дефектных участков в виде пузырьков. Результаты ОЭС показали, что в этих участках содержатся значительное количество атомов С (~ 11 ат.%), S (2,5 ат.%), О (13 ат.%). Увеличение концентрации примесных атомов в дефектных участках могут быть обусловлены диффузией О, С и S из «объема» Pd-Wa.

Литература

1. Дюбуа Б.Ч., Королёв А.Н. Современные эффективные катоды // Электронная техника. Сер.1. СВЧ-техника. Вып.1(508). 2011. с. 5 – 24.
2. Дюбуа Б.Ч., Култашев О.К., Поливникова О.В. Эмиссионная электроника, нанотехнология, синергетика (к истории идей в катодной технологии) // Электронная техника, Сер.1. СВЧ-Техника, Вып. 4 (497). 2008. с. 3 – 21.
3. Дмитриева В.Н., Есаулов Н.П., Журавлев Н.Н., Рождественский В.М. Исследование фазового состава сплавов платина-барий и палладий-барий // Благородные металлы и их применение: сб. Свердловск. 1971. Вып.28. с. 58.