

FORMAREA PELICULELOR DE OXIZI PE SUPRAFAȚA SILICIULUI CU APLICAREA PLASMEI DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN IMPULS DE ACȚIUNE INDIRECTĂ

TOPALA P.¹, MELNIC V.², GUZGAN D.¹

¹Universitatea de Stat „Alec Russo” din Bălți, str. Puskin 38, 3121, m. Bălți, R. Moldova;

²Universitatea Tehnică a Moldovei, Bd. Ștefan cel Mare 168, 2004, Chișinău, R. Moldova;

Summary. Oxidation of semiconductor surface by means of electrical discharges in impulse in air has been realized under normal conditions. It is shown that the morphology of oxide films depends on the processing power. The quantity of oxygen absorbed by semiconductor surface depends on discharge frequency and number of discharges.

Key words: oxidation, oxide films, surface, discharge.

INTRODUCERE

Procedeele de prelucrare cu descărcări electrice în impuls face parte din procedeele de prelucrare electrofizică a materialelor. Rolul instrumentului de lucru în tehnologie dată, aparține descărcării electrice în impuls, care, de fapt, prezintă un canal de plasmă.

Este cunoscut, că sub influența descărcărilor electrice în impuls în aer la condiții normale, pe suprafața materialelor prelucrate se formează compuși chimici. Degajarea energiei în canalul de descărcare activează oxidarea și procesele de difuzie a oxigenului în materialele electrozilor și sporește la ridicarea vitezei de a lor. De pe altă parte, variind mărimea interstițiului dintre electrizi este posibilă obținerea aproape oricărui grad de activare a suprafețelor de lucru cu degajarea energiei pe suprafețele supuse prelucrării sau în interstițiu [3]. Majorând mărimea interstițiului putem obține așa stări când încălzirea volumului de material prelucrat este neesențială și geometria suprafețelor probelor nu se modifică [2].

Formarea peliculelor subțiri anorganice (de oxizi) pe suprafețele materialelor semiconductoare este o metodă progresivă de obținere așa fel de straturi în industria electronicii și microelectronicii [1].

Procedeele de formare a peliculelor de oxizi pe suprafața siliciului cu aplicarea plasmei descărcărilor electrice în impuls (DEI) prezintă interes și ca metoda de *oxidare termică rapidă* a siliciului (RTO).

MATERIAL ȘI METODĂ

Cercetările experimentale s-au efectuat în condiții normale, în aer, la temperatura camerei, cercetându-se probe de siliciu de puritatea 99,99 %.

Pentru efectuarea cercetărilor experimentale privind prelucrarea suprafețelor semiconductoare cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls a fost utilizată instalație experimentală, alcătuită din următoarele părți principale: generatorul de impulsuri de tipul-RC (1); blocul de amorsare (2) și blocul de comandă (3). Blocul de comandă permite reglarea fină a frecvenței de descărcare în limitele 1...300 Hz. Blocul de comandă este destinat pentru variația frecvenței de descărcare și permite efectuarea sincronizării impulsurilor de amorsare cu impulsurile de putere.

Dispozitivul mecanic, utilizat la prelucrarea suprafețelor semiconductoare, este confecționat în baza unui microscop cu scopul stabilirii precise a distanței dintre electrozii de bază 2 (anod și catod) și piesa de prelucrat 1 (plăcuța semiconductoare), fig.1. Pe baza microscopului se fixează o placă masivă conductoare, confecționată din bronz. Cu scopul fixării semiconductorului, pe partea lucrătoare a acestei plăci au fost confecționate câteva orificii cu diametru mic, care la rândul său comunică cu un singur canal executat în partea de jos a plăcii masive. În acest canal se înșuruba un ștuț cu furtun special. Partea opusă a furtunului la rândul său se conectează la o pompă de vid. În cazul pornirii pompei de vid,

semiconductorul 1, situat deasupra orificiilor confecționate în partea superioară a plăcii se fixa rigid datorită depresiunii.

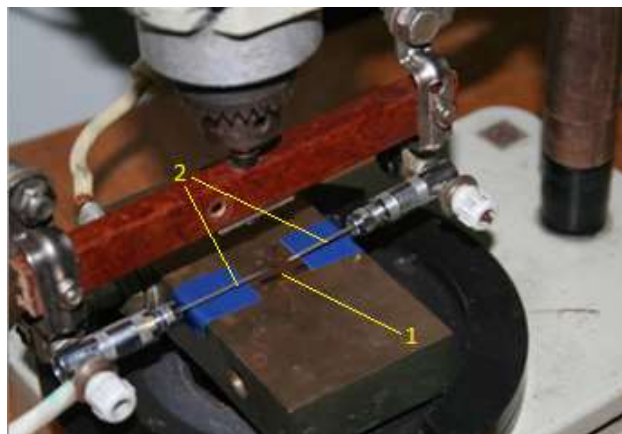


Fig. 1. Vederea generală a regiunii de prelucrare a plăcii de siliciu: 1 – placa de siliciu; 2 – electrozi;

În cazul prelucrării materialelor semiconductoare, dimensiunea zonei de atac este funcție de proprietățile termoelectrice a materialului supus prelucrării, deci aplicarea impulsurilor de amorsare și a celor de putere conduce la străpungerea electrică a semiconductorului, acesta pierzându-și proprietățile de semiconductor din care motiv a fost utilizată o schemă tehnologică pentru formarea peliculelor de oxizi pe suprafața semiconductorilor cu aplicarea DEI cu acțiune indirectă (prezentată în fig. 2) [4].

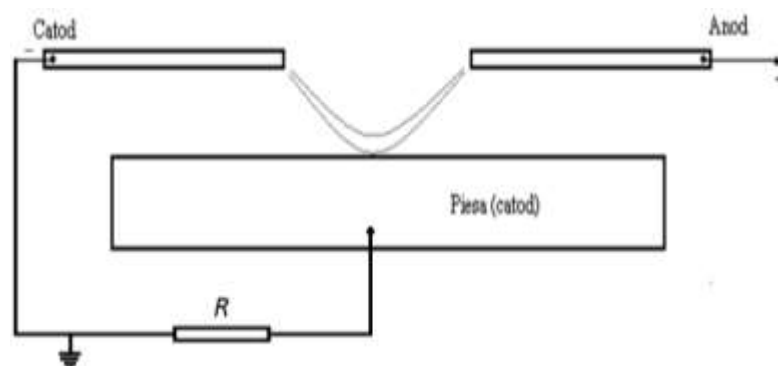


Fig. 2. Schema tehnologică de prelucrare a suprafețelor probelor executate din materiale semiconductoare

Electrozii pentru prelucrare au fost efectuate din wolfram și ascuțite sub forma de con. Datorită faptului că semiconductorul prelucrat este conectat în circuitul de descărcare prin intermediul unei rezistențe active R de ordinul $M\Omega$, canalul de plasmă ce apare în rezultatul descărcării electrice între electrozii de bază, contactează parțial cu suprafața probei modificând proprietățile acesteia ceea ce permite a evita străpungerea lui.

Materialul prelucrat – Siliciu (99,99 %). Materialul electrozilor de bază Wolfram (90 %) + Re (10 %); distanța dintre electrozi și placa prelucrată $S_{e,p} = 1,5\text{mm}$; distanța dintre electrozii de bază $S_{e,b} = 2\text{mm}$; $U = 100\text{V}$; $C = 100\mu\text{F}$.

REZULTATE ȘI DISCUȚII

După cum a fost menționat mai sus, experimentele au decurs în atmosferă, la temperatura camerei.

În rezultatul prelucrării semiconductorului cu aplicarea plasmei DEI conform schemei prezentate în fig. 2, pe suprafața acestuia se formează o peliculă subțire de oxizi. Apariția culorilor de revenire pe suprafața probei de prelucrare în urma acțiunii indirecte a plasmei DEI și în urma efectuării analizei EDX (fig. 5) ne dovedește faptul că într-adevăr are loc formarea peliculelor de oxizi pe suprafața probei de siliciu (fig. 3).

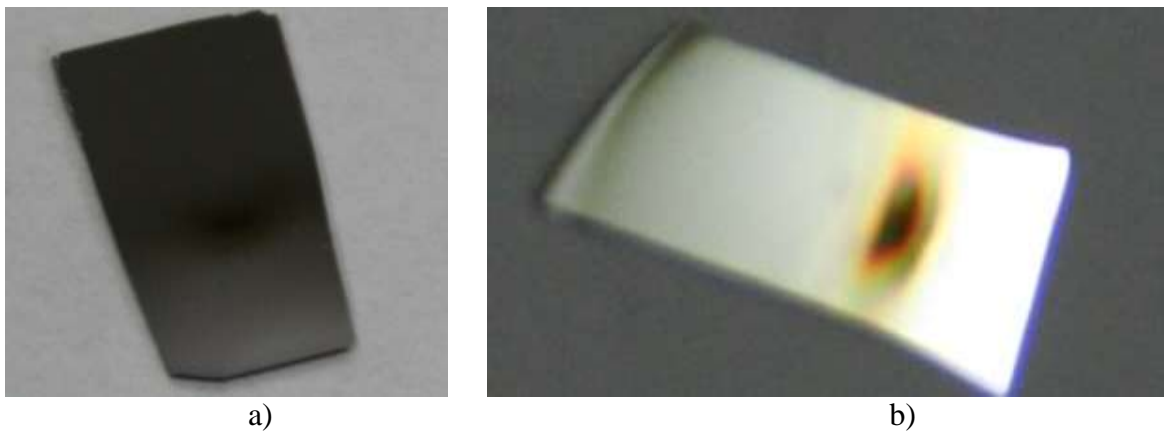


Fig. 3. Probele semiconductoare Siliciu Si(100) după prelucrare: a) – după o singură descărcare; b) – după 5 descărcări;

În fig. 4 este prezentată morfologia suprafețelor probelor semiconductoare oxidate în urma aplicării descărcărilor electrice în impuls.

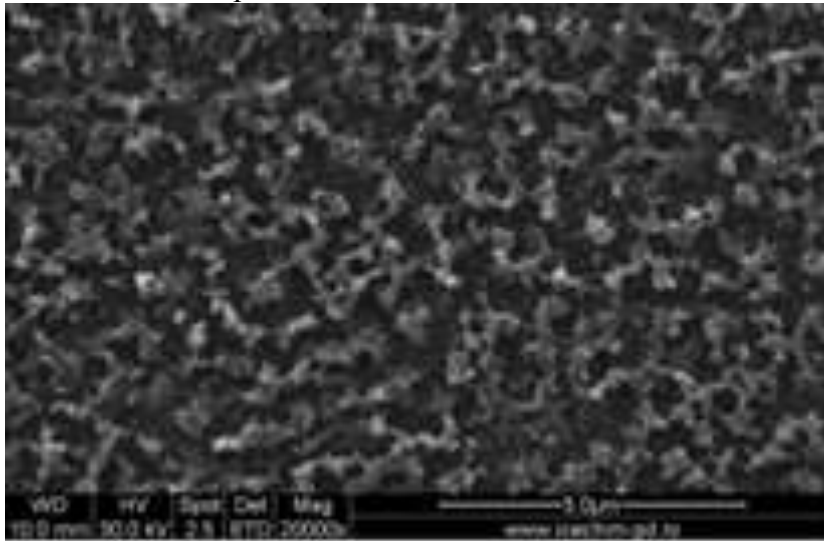


Fig. 4. Analiza SEM a suprafeței probei semiconductoare după oxidarea superficială cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls

Analiza SEM a fost efectuată paralel cu analiza EDX în scopul dederminării compoziției chimice a stratului obținut. Din datele prezentate în fig. 5 se observă partea procentuală a oxigenului prezent în materialul probei după o descărcare electrică în impuls.

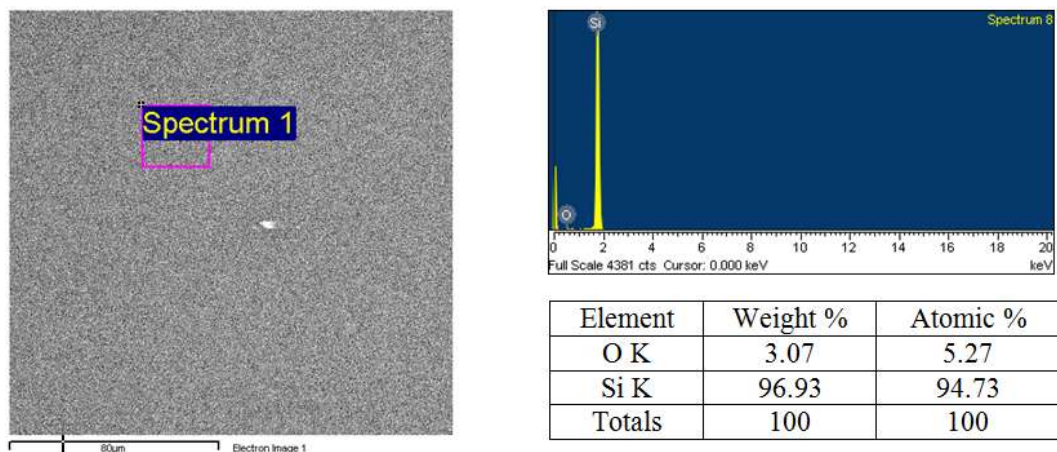


Fig. 5. Analiza EDX a suprafeței probei prelucrate după o descărcare

Пенру казул кінд асура проби а фост апликатă ун нумър маи маре де дескăрчăри електрике вн импулс (консекutive) s-а атеатат ун процент спорит а охигенулуи пе супрафаца проби прелуcrate.

CONCLUZII

1. Oxidarea suprafețelor cu aplicarea descărcărilor electrice în impuls poate fi realizată în condiții normale;
2. Piesa de prelucrat trebuie să fie conectată în circuitul de descărcare în calitate de catod;
3. Cantitatea de oxigen consumat este funcție de energia și numărul descărcărilor electrice în impuls.

BIBLIOGRAFIE

1. Sayed-Masoud Sayedi. Experimental investigations of corona-discharge oxidation of silicon. Thesis (Ph.D.) – Concordia University, 1997. – 358 p.
2. Pavel Topală, Alexandr Ojegov. Formation of oxide thin pellicles by means of electric discharges in pulse. Annals of the Oradea University. Fascicle of management and technological engineering, volume VII (XVII), 2008. CD-ROM Edition. Editura Universității din Oradea, România. ISSN 1583-0691, CNCSIS „Clasa B+”, p. 1824-1829.
3. Пячин, С.А. Закономерности образования оксидов на поверхности металлов при воздействии электрических разрядов / С.А. Пячин, А.А. Бурков, М.А. Пугачевский. Физика и химия обработки материалов. - 2011. - №2. - С. 51-59.
4. Pavel Topală, Vasilii Melnic, Dorin Guzman. Micro-oxidation of silicon surfaces by means of electrical discharges in impulse. Fizică și tehnică: Procese, modele, experimente. – 2013. - №2. - С. 32-36.
5. Hess D.W. Plasma-assisted oxidation, anodization and nitridation of silicon / IBM Journal of Research and Development. – 1999. – Vol. 43, №1/2. – P. 127–146.

УДК 621.9.047.7

УВЕЛИЧЕНИЕ ТОЛЩИНЫ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ ЭЛЕКТРОИСКРОВЫХ ПОКРЫТИЙ ЭЛЕКТРОДАМИ-ИНСТРУМЕНТАМИ ИЗ СПЛАВА ALSN20 НА АЛЮМИНИЕВЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ.

ЮРЧЕНКО Е.

Приднестровский государственный университет Республика Молдова

Summary. The technology of increasing the thickness of nanostructured coatings by tool electrodes manufactured from Al-Sn alloy on aluminum surfaces is presented in the article.

Key words:— AlSn20 alloy, electrospark alloying, nanostructuring, SnO₂, wear resistance

ВВЕДЕНИЕ

По данным ЦНИТИ (г. Москва) за последние 10 лет количество деталей из алюминиевых сплавов, применяемых в сельскохозяйственном машиностроении, возросло более чем в 2 раза, и эта тенденция сохраняется не только в сельхозмашиностроении, но и автомобильной и тракторной промышленности. Блоки цилиндров, головки блоков, поршни, корпуса насосов, генераторов и электродвигателей, радиаторы, теплообменники и другие детали делаются из алюминиевых сплавов разного типа.

Расширению сферы использования алюминиевых сплавов для изготовления пар трения препятствуют невысокие эксплуатационные свойства – низкая твердость и износостойкость поверхности. Устранение этих недостатков связано с улучшением состава и качества поверхностных слоев изделий путем поверхностного упрочнения изношенных поверхностей.

В настоящее время по данным того же ЦНИТИ при ремонте, например, сельскохозяйственной и автотракторной техники только 20% деталей подлежит выбраковке из-