



Original Contribution

ИЗГОТВЯНЕ И ИЗСЛЕДВАНЕ НА ТЪНКИ РЕЗИСТИВНИ СЛОЕВЕ ОТ Pt-SiO₂ ВЪРХУ ПОДЛОЖКИ ОТ ТЕФЛОН

Павлик Рахнев*, Полина Милушева*, Димитър Парашкевов *

Университет „Проф. д-р Асен Златаров”, Бургас

ABSTRACT

The paper studies cermet layers of Pt-SiO₂. The substrate material is PTFE /teflon/. The solid state films are produced by RF magnetron cathode sputtering of target consisting both metal phase of Pt and dielectric phase of SiO₂. The depositing conditions are described. RS and the TCR of pattern resistors are measured right after producing them. Thermal treatment of the resistors in different atmosphere /air, vacuum, O₂, N₂/ and temperatures are undertaken. Changes in the above mentioned parameters are registered. Conclusions for appropriate regimes of treatment of the resistors treatment are made.

Key words: *teflon, thin cermet layers, TCR, cathode sputtering, thermal treatment*

УВОД

Интересът към тънкослойните резистори и тяхното приложение и изследване датира повече от осемдесет години. В сравнение с дискретните резистори, получени на базата на обемен материал, тънкослойните имат по-добри електрофизични параметри, по-добра надеждност и много по-ниска цена. При изисквания за размери по-малки от 150 μm използването им става задължително. Тънкослойните резистори с успех намират приложение в хибридни и монолитни интегрални схеми. При изготвянето им най-високи изисквания се предявяват към слоевете, имащи листово съпротивление в диапазона 10 -1000 Ω/□. Резистивни елементи със съпротивление по-малко от 10 Ω/□ се употребяват рядко, а тези със съпротивление до няколко MΩ имат много големи размери.

Заедно с изискванията за листово

съпро-тивление, слоевете трябва да имат нисък температурен коефициент на съпро-тивление, обикновено по-малък от 10⁻⁴ K⁻¹.

Чрез високочестотно катодно разпрашване са нанесени Pt-SiO₂ слоеве върху подложки от политетрафлуоретилен. Проследени са измененията на електрофизичните параме-три на слоя след термообработка.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА НА КЕРМЕТНИТЕ СЛОЕВЕ

Схематично структурата на керметните слоеве (КС) представлява микрокомпозиция от частици на проводящо вещество и частици диелектрик. Физичните свойства на КС се определят преди всичко от макро- и микро-структурата на тяхната метална фаза. За разлика от металните слоеве, структурата на проводящата фаза на КС не зависи от дебелината им, а се определя преди всичко от отношението метал-диелектрик в обема на слоя [2, 4, 6].

МАТЕРИАЛ ЗА ПОДЛОЖКИ

Тефлонът – PTFE е конструкционен материал, позволяващ надеждна работа при температури превишаващи границата на всички термопласти.

* **Correspondence to:** Павлик Рахнев Рахнев
Университет „Проф. д-р Асен Златаров”,
Бургас, бул. „Проф. Яким Якимов” 1, тел. 056/
900-475, e-mail: rahnev@bfu.bg, Полина
Милушева – Мандаджиева, Университет
„Проф. д-р Асен Златаров”, Бургас, тел.
056/858-265, e-mail: pmilusheva@abv.bg;
гл.ас. д-р Димитър Парашкевов, Университет
„Проф. д-р Асен Златаров” - гр. Бургас
тел. 056/858-370, e-mail: parashkevov@abv.bg

В зависимост от условията работната температура достига 280°C при продължително въздействие. ПТФЕ остава устойчив и стабилен дори при температури до -200°C .

Устойчив е на стареене дори при високи температури и в присъствието на разтворители, масла, окислителни и други. Устойчив е на агресивни органични и неорганични химически съединения. Характеризира се с висока електрическа якост, негоримост и ниска топлопроводимост. Има най-нисък коефициент на триене от всички съществуващи подобни материали. [7]

ОТЛАГАНЕ НА РЕЗИСТИВНИЯ $Pt-SiO_2$ СЛОЙ

Известно е, че отлагането на вещества във вакуум е процес, който включва получаване, пренасяне и кондензация на неговите пари върху подложката.

Резистивните $Pt-SiO_2$ слоеве са получени чрез катодно разпръскване.

Основен параметър на катодното разпръскване е скоростта на разпръскване – S

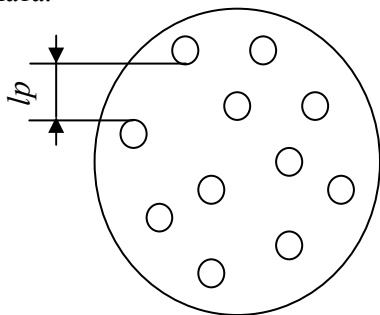
$$S = S_1(2,3\lambda_1 + P_0d)/2,3\lambda_1, \quad (1)$$

λ_1 - среден свободен пробег на разпръснатия атом при налягане $13,30 \text{ Pa}$;

P_0 - налягане на газа при 0°C ;

d – разстояние между мишената и подложката.

За получаване на $Pt-SiO_2$ слоеве чрез високочестотно катодно разпръскване се използва планарна катодна мишена - *фиг. 1*. Това е диелектрична мишена, върху която са нанесени миниатюрни планарни метални участъци, като максималното разстояние $\ell_p = D_m/25$; D_m – диаметър на мишената.



Фигура 1. Планарна катодна мишена

По този начин се отлагат и двете фази едновременно. Така в процеса на отлагане се запазва стехиометричният състав на отлагания слой. [1,3].

ОПРЕДЕЛЯНЕ СКОРОСТТА НА ОТЛАГАНЕ НА СЛОЯ

За да се получи керментен слой със зададено обемно отношение метал – диелектрик, е необходимо да е изпълнено условието:

$$(\sum S_m / \sum S_d) \cdot (V_m' / V_d) = V_m / V_d, \quad (2)$$

където S_m и S_d са сумите от площите на металните и диелектричните микроучастъци, взаимно допълващи се до кръг; V_d - скорост на отлагане на диелектрика; V_m' - скорост на отлагане на нанесения върху монолитната мишена метал. [1, 3, 5]

РЕЖИМ НА ОТЛАГАНЕ НА РЕЗИСТИВНИТЕ $Pt-SiO_2$ СЛОЕВЕ

Слоеве от $Pt-SiO_2$ са получени чрез високочестотно катодно разпръскване. Режимът на отлагане е следния:

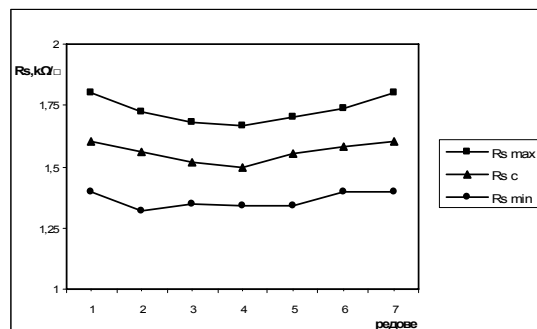
- напрежение – $1,5 \text{ kV}$;
- висок вакуум – $1 \cdot 10^{-6} \text{ Torr}$;
- времетраене на процеса предразпръскване – 30 min ;
- времетраене на процеса разпръскване – 15 min ;
- температура – 225°C .

Така получените слоеве са обработени термично във вакуум, на въздух и в кислородна и азотна атмосфера.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

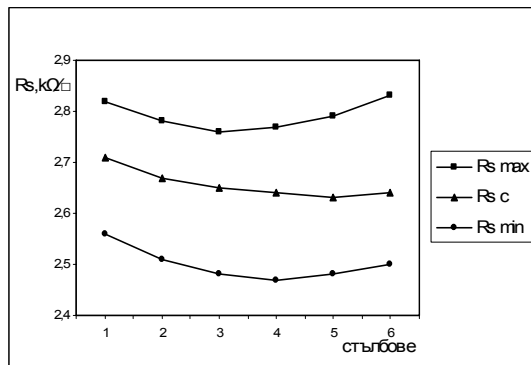
В резултат на термичната обработка в структурата на $Pt-SiO_2$ слой настъпват промени. Тези изменения влияят върху електро-физичните параметри на слоя и точно по този начин могат да бъдат констатираны.

На получените слоеве предварително е снет разброс на листовото съпротивление по редове и стълбове. Резултатите са показани на *фиг. 2а* и *2б*.



Фигура 2а. Стойности на листовото съпротивление – по редове

Измерени са температурния коефициент на съпротивление TCR и листовото съпротивление R_S както преди, така и след термообработката. Резултатите от измерванията респ. промените са показани на *фиг.3, 4, 5 и 6*.



Фигура 2б. Стойности на листовото съпротивление - по стълбове

ИЗВОДИ

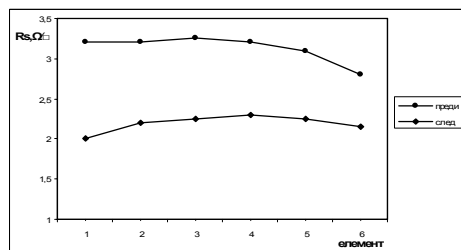
От проведените изследвания могат да се направят следните изводи:

- получени са $Pt-SiO_2$ резистивни слоеве чрез високочестотно катодно разпръскване във вакуум върху подложки от политетрафлуоретилен;

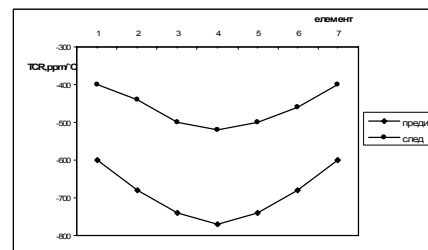
- за получаването на слоя е използвана планарна катодна мишена, която спомага за едновременното отлагане на двете фази;
- планарната катодна мишена води до простота при реализация на процеса, както и до възможност за промишлено приложение;
- най-голяма разлика в стойностите на TCR и R_S се наблюдава след термообработка в среда от азот.

ИЗПОЛЗВАНА ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ ИЗТОЧНИЦИ

1. Бучков, Д.Т. и М.Й.Кънев, Материалознание, С., Техника, 1998
2. D. Chacravorty, Bull. Mat. Science, Vol.34, 2002,411-420
3. G. Lassaletta et.al., Journal of Material Science, 31, 1996, 2325-2332
4. <http://bg.wikipedia.org/wiki/>
5. <http://www.polymerbranch.com/catalog/view/5.html&viewinfo=4>
6. <http://www.tregaltd.com>
7. <http://www.elektrabg.com/teflon.php>

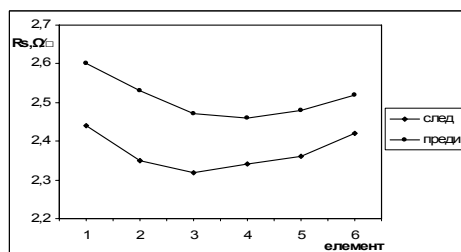


Фигура 3а. - на R_S

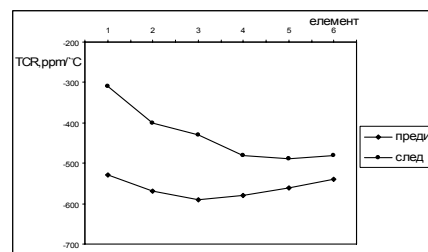


Фигура 3б. - на TCR

Фигура 3. Изменения след термообработка на въздух 2 часа $100^{\circ}C$

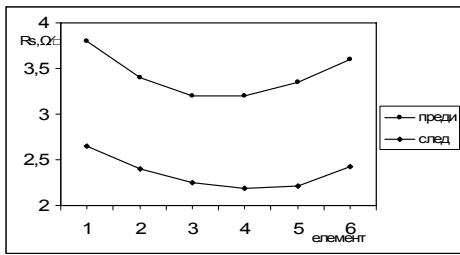


Фигура 4а. - на R_S

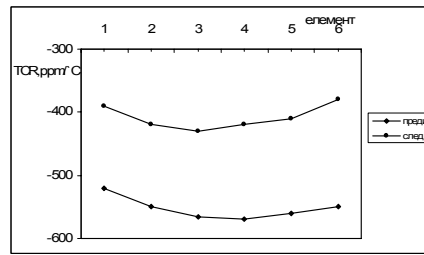


Фигура 4б. - на TCR

Фигура 4. Изменения след термообработка във вакуум 1 час $180^{\circ}C$

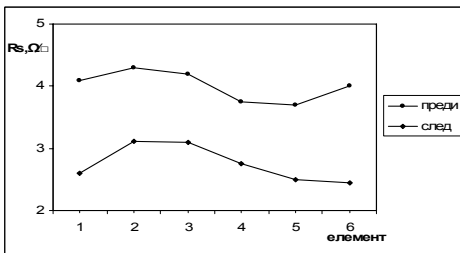


Фигура 5а. - на R_S

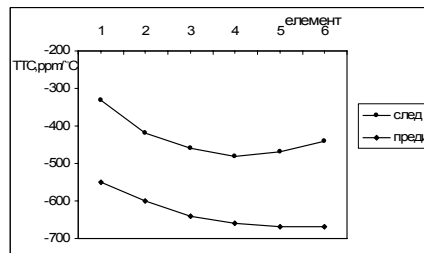


Фигура 5б. – на TCR

Фигура 5. Изменения след термообработка в среда от азот 1 час $150^{\circ}C$



Фигура 6а. - на R_S



Фигура 6 б. – на TCR

Фигура 6. Изменения след термообработка в среда от кислород 1 час $80^{\circ}C$