

Institut Fizyki UMCS
Zakład Fizyki Jądrowej

Kierownik: prof. dr Włodzimierz Żuk

Juliusz SIELANKO, Marek SOWA, Jerzy MELDIZON,
Włodzimierz ŻUK, Anna SKRZYPIEC

Zależność szybkości rozpylania jonowego Si, poli-Si i SiO₂ od temperatury

Зависимость скорости распыления поликристаллов Si, SiO₂
и монокристаллического Si от температуры

Temperature Dependence of Sputtering Velocity of Polycrystal Si
and SiO₂ as Well as Single Crystal Si

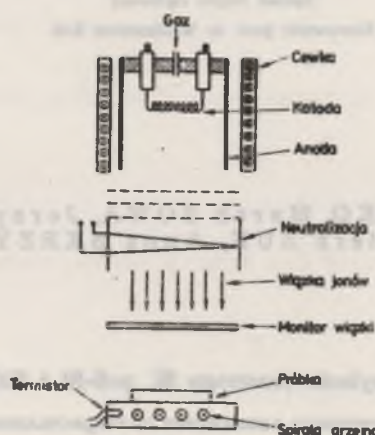
WSTĘP

Jednym z parametrów wpływających na szybkość rozpylania tarczy podczas bombardowania jonowego jest temperatura próbki. Wydaje się, że jej oddziaływanie na współczynnik rozpylania materiałów polikrystalicznych do tej pory nie zostało definitywnie określone. Autorzy wielu prac nie zaobserwowali zależności współczynnika rozpylania od temperatury [1, 2, 3], inni taką zależność stwierdzili [4, 5, 6]. Dla monokryształów (w niektórych przypadkach) zależność współczynnika rozpylania od temperatury jest bezsporna [7, 8, 9] i wiąże się z procesem wygrzewania defektów powstających przy bombardowaniu tarczy jonami.

W pracy przedstawiono wyniki pomiarów szybkości rozpylania materiałów polikrystalicznych poli-Si i SiO₂ oraz monokryształu Si o orientacji <111> w zakresie temperatur próbki 20–400°C.

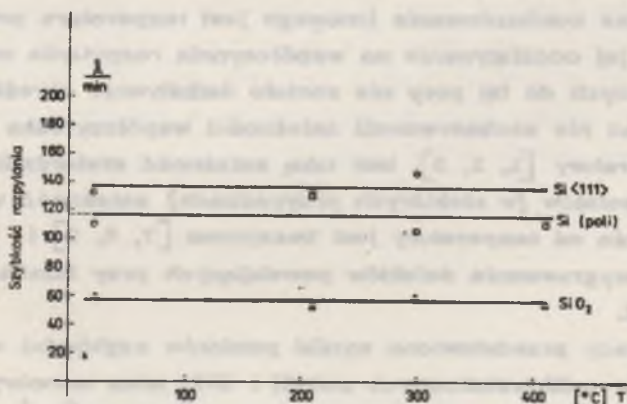
Rozpylanie przeprowadzono jonami Ar o energii 500 eV, przy gęstości prądu $0,33 \frac{\text{mA}}{\text{cm}^2}$, w aparaturze przedstawionej w pracy [10].

Konstrukcja kolektora umożliwiła podgrzewanie próbek podczas rozpylania w zakresie temperatur od 20-400° C (ryc. 1). Pomiar temperatury przeprowadzano za pomocą termistora.



Ryc. 1. Konstrukcja kolektora

Pomiary szybkości rozpylania warstw polikrystalicznych i monokrystalicznych przeprowadzono w dwojaki sposób. W pierwszym przypadku rozpylanie materiału zachodziło przez dłuższy czas, rzędu 15 min i więcej (ryc. 2). Wyniki pomiarów wskazują tu na brak zależności szybkości rozpylania zarówno Si-poli i SiO₂, jak też Si

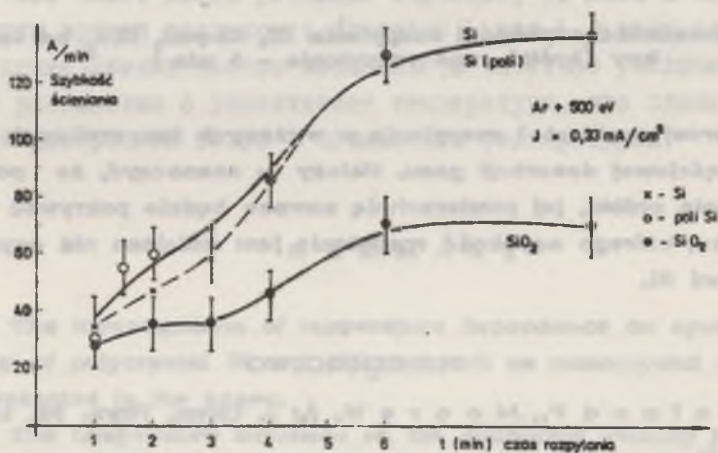


Ryc. 2. Zależność szybkości rozpylania polikryształu Si i SiO₂ oraz monokryształu Si <111> od temperatury (długi czas rozpylania)

<111> od temperatury w badanym zakresie temperatur w granicach błęd pomiaru ($\pm 10 \frac{\text{A}}{\text{min}}$). Brak tej zależności dla monokryształu

Si $\langle 111 \rangle$ może być spowodowany albo jednakową szybkością rozpylania warstw amorficznych Si i kryształu o orientacji $\langle 111 \rangle$ (podobny wynik zaobserwowano w pracy [9] dla germanu o klerunku $\langle 111 \rangle$), albo temperaturą przejścia (dla której szybkość defektowania powierzchni jest równa szybkości rekrytalizacji) i leży powyżej zakresu temperatur stosowanych podczas wykonywania niniejszej pracy.

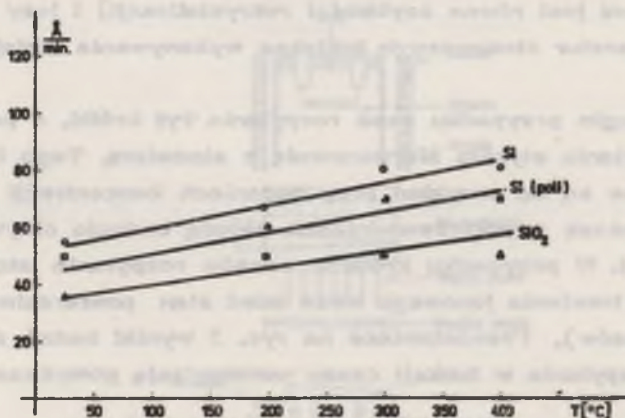
W drugim przypadku czas rozpylania był krótki, a próbka po każdym rozpylaniu stykała się ponownie z atmosferą. Tego typu pomiary dokonywane są na przykład przy badaniach koncentracji implantowanych domieszek w półprzewodnikach metodą badania aktywności pozostałościowej. W przypadku krótkich czasów rozpylania istotny wpływ na szybkość trawienia jonowego może mieć stan powierzchni próbki (adsorbcja gazów). Przedstawione na ryc. 3 wyniki badań zależności szybkości rozpylania w funkcji czasu potwierdzają powyższe przypusz-



Ryc. 3. Zależność szybkości rozpylania Si, Si-poli, SiO₂ w funkcji czasu rozpylania

czenie. Dla krótkich czasów rozpylania, rzędu 1 min, szybkość rozpylania Si, Si-poli i SiO₂ jest prawie jednakowa, podczas gdy dla dłuższych odcinków czasu rozpylania, rzędu 6 min, dla Si i Si-poli jest prawie dwukrotnie większa niż dla SiO₂. Wyniki te wskazują na znaczne zakłócenie procesu rozpylania przez zaadsorbowane gazy. Aby sprawdzić, jak w tym przypadku temperatura tarczy wpływa na szybkość rozpylania, wykonano pomiary w zakresie temperatur próbek 20-400° C, ustalając czas rozpylania - 3 min. Wyniki pomiarów przed-

stawiono na ryc. 4. Na jej podstawie można stwierdzić, że temperatura próbki ma dość istotny wpływ na szybkość rozpylania.



Ryc. 4. Zależność szybkości rozpylania Si, Si-poli, SiO₂ od temperatury (krótki czas rozpylania - 3 min)

Wzrost szybkości rozpylania w wyższych temperaturach świadczy o częściowej desorbcji gazu. Należy tu zaznaczyć, że pomimo wygrzewania próbek, jej powierzchnię zawsze będzie pokrywać warstwa tlenku, którego szybkość rozpylania jest mniejsza niż czystej powierzchni Si.

PIŚMIENNICTWO

1. Gronlund F., Moore W. J.: J. Chem. Phys. 32, 1540 (1960).
2. Wehner G.: Phys. Rev. 108, 35 (1957).
3. Плешивцев Н.В.: Приборы и техника эксперимента I, 163 (1961).
4. Almen O., Bruce G.: Nucl. Inst. and Meth. 11, 279 (1961).
5. Лебедев Э.Я., Стависский Ю.Я., Шуть А.С.: Д.тех. Физ. 51, IIC1 (1964).
6. Rol P., Fluit J. M., Kistemaker J.: J. App. Phys. 34, 690 (1963).
7. Szustrow W. A.: Radiotechnika i Elektronika 10, 541 (1965).

8. F a r r e n J., S c a i f f e W. J.: *Talanta* 15, 1217 (1968).
9. A n d e r s o n G. S.: *Appl. Phys.* 38, 4 (1967).
10. S i e l a n k o J., M e l d i z o n J., S z y s z k o W., B a z y l u k D., Ż u k W.: *International Conference on Ion Implantation in Semiconductors, Budapest 1975.*

R E Z U M E

В работе представлены результаты исследований зависимости скорости распыления поликристаллических материалов Si, SiO₂ и монокристаллического Si от температуры. В исследованном диапазоне температур 20–400°C не обнаружено влияния температуры на скорость распыления поли- и монокристаллических материалов. Была исследована также зависимость скорости распыления образца от температуры в случае, когда слой адсорбированных газов может иметь решающее значение, то есть в случае, коротких времен распыления (порядка 3 мин.) В этом случае для всех исследованных систем наблюдалось заметное увеличение скорости распыления с увеличением температуры, что связано с частичной десорбцией газов в повышенных температурах.

S U M M A R Y

The investigations of temperature dependence on sputtering velocity of polycrystal Si and SiO₂ as well as monocrystal Si <111> are presented in the paper.

The temperature influence on the sputtering velocity has not been found for polycrystal and monocrystal material, in the temperature range 20–400°C. The investigations of temperature influence on the sputtering velocity were also performed when an absorbed gas layer played a considerable role, i.e. at a short sputtering time (about 3 min). In this case an increase in the sputtering ratio has been found with a temperature increase for all the measured samples. It is connected with a partly gas desorption at higher temperatures.

