



Opracowanie technologii wytworzenia diody p-i-n w podłożu z SiC

Zadanie realizowane w ramach projektu badawczego zamawianego
MEIN 6/2/2006
„Nowe technologie na bazie węgla krzemu i ich zastosowania
w elektronice wielkich częstotliwości, dużych mocy i wysokich temperatur”

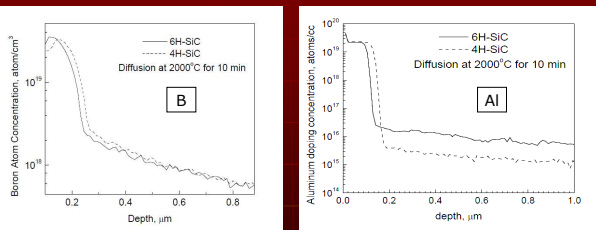
prof. Zbigniew Lisik, mgr inż. Andrzej Kubiak

Harmonogram zadań w roku 2008

- Badania wpływu różnych warunków wygrzewania wysokotemperaturowego na procsy destrukcji podłoży SiC
- Adaptacja pieca Degussa dla celów prowadzenia wysokotemperaturowych procesów technologicznych SiC
- Opracowanie technologii dyfuzji termicznej domieszek do podłoży SiC w wysokich temperaturach.
- Opracowanie technologii wygrzewania poimplantacyjnego podłoży SiC zawierających różne typy domieszek

2

Dyfuzja w SiC – publikacje światowe



S. Solov'iev, Y. Gao, Y. Klebnikov, I. Klebnikov, T. Sudarshan Mat. Science Forum
Vols 389-293, Trans Tech Publications 2002

3

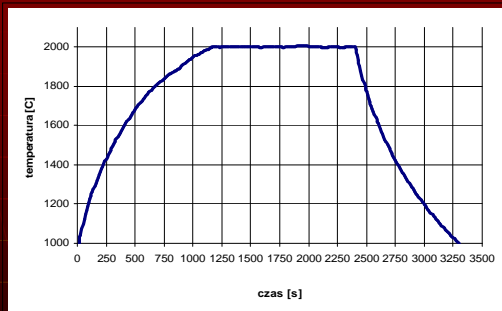
Proces termicznej dyfuzji domieszek

- podłoża: 4H-SiC (n) zakupione w SiCrystal AG
- źródło domieszek: B, B₄C, Al, Al₂O₃, Al₄C₃ (proszek)
- dyfuzja w zamkniętym tyglu grafitowym (zapobieganie sublimacji / osadzaniu na podłoży SiC)
- postać domieszki: wymieszana ze sproszkowanym SiC
- temperatura 1800, 1900 i 2000°C , czas: 20 minut
- atmosfera: argon, ciśnienie 10 Pa



4

Przykładowy profil temperaturowy



Dynamika procesu: nagrzewanie: 55°C / min, chłodzenie 62°C / min ⁵

Pomiary SIMS

Badania profilu głębokościowego składu czystej próbki 4H-SiC za pomocą spektroskopu masowego jonów wtórnych (SIMS) z analizatorem czasu przelotu TOF-SIMS IV:

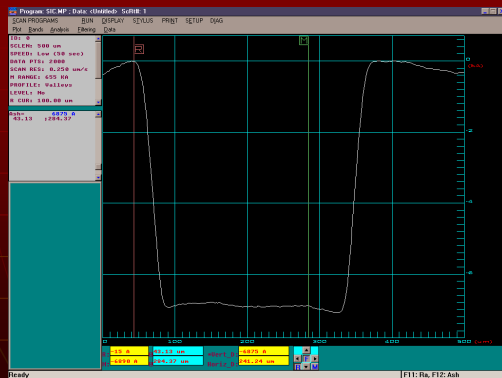
- źródło jonów pierwotnych: wiązka jonów bizmutu (25 kV)
- źródło rozpylające: wiązka jonów tlenu (3 kV)

Rozmiar analizowanych obszarów:

- 300x300 µm dla wiązki jonów tlenu (krater)
- 100x100 µm dla wiązki jonów bizmutu (obszar analizowany)

6

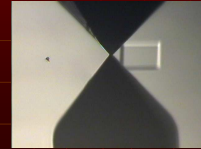
Głębokość krateru profilu SIMS



7

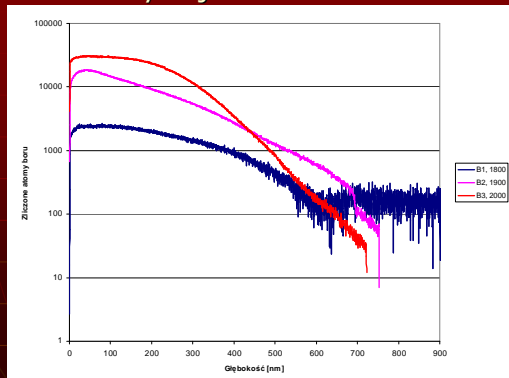
Głębokość krateru profilu SIMS

Czas trawienia (pomiaru SIMS)	Mikroskop interferencyjny	Szybkość trawienia	Profilometr	Szybkość trawienia
2000 s	0,71 μm	0,35 nm/s	0,69 μm	0,33 nm/s
1250 s	0,45 μm	0,36 nm/s	0,42 μm	0,33 nm/s



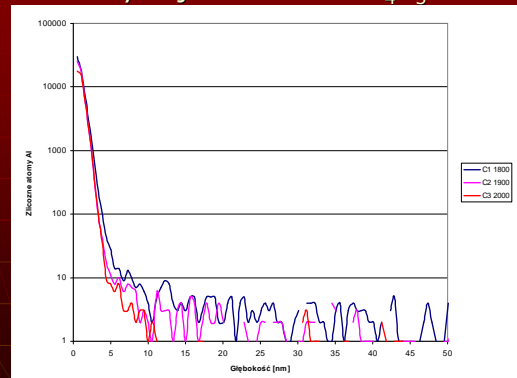
8

Dyfuzja ze źródła: B



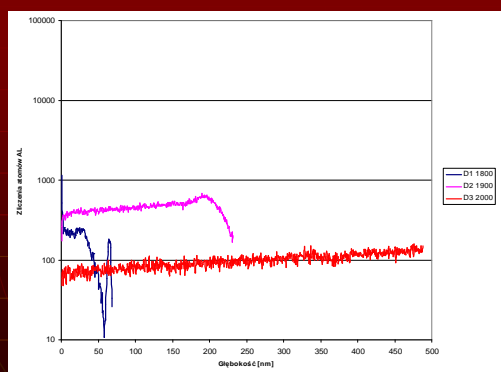
9

Dyfuzja ze źródła: Al_4C_3



10

Dyfuzja ze źródła: Al_2O_3



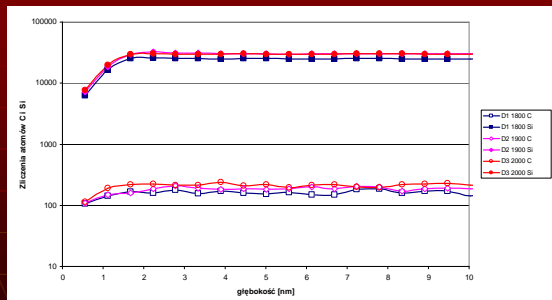
11

Dyfuzja termiczna

źródło domieszki	obszar dyfuzyjny typu p
B	głębokość ok. 0,6 μm
Al_4C_3	głębokość rzędu kilku nm
Al_2O_3	brak
B_4C	w trakcie pomiarów
Al w postaci naporowanej warstwy	w trakcie pomiarów

12

SIMS: skład Si / C



Skład Si oraz C dla próbek domieszkowanych borem

13

Chropowatość powierzchni SiC po dyfuzji

Próbka	Ra [nm]
A1 (dyf. B, 1800°C)	207
A2 (dyf. B, 1900°C)	431
A3 (dyf. B, 2000°C)	626
C1 (dyf. Al_4C_3 , 1800°C)	41
C2 (dyf. Al_4C_3 , 1900°C)	85
C3 (dyf. Al_4C_3 , 2000°C)	25
D1 (dyf. Al_2O_3 , 1800°C)	61
D2 (dyf. Al_2O_3 , 1900°C)	85
D3 (dyf. Al_2O_3 , 2000°C)	31

14

Dyfuzja termiczna - wyniki

Dyfuzja z czystego boru

- głębokość obszaru domieszkowanego – 0,6 μm
- koncentracja domieszki uzależniona od temperatury
- zwiększona chropowatość powierzchni
- zauważalny spadek koncentracji domieszki przy powierzchni

Dyfuzja Al z Al_4C_3 :

- bardzo płytki obszar domieszkowany – możliwe szybkie wyczerpanie domieszki
- brak widocznych uszkodzeń powierzchni

15