



Opracowanie metod charakteryzacji parametrów podłoży SiC i ich powierzchni granicznych z innymi materiałami oraz ich wykorzystanie do badania struktur realizowanych w PBZ

Etap III – 2009/2010 rok

Tomasz Gutt
Henryk M. Przewlocki
Zakład Charakteryzacji Struktur
Nanoelektronicznych - Z11
Instytutu Technologii Elektronowej
w Warszawie

Odbiór prac – maj 2010 r.

1



Harmonogram naszych zadań na 2009/2010 r. (III etap projektu)

Zadanie 8:
Uzgodnienie i wykonanie IV serii pomiarów na płytkach i/lub strukturach wykonanych przez uczestników PBZ

Zadanie 9:
Wykonanie pomiarów charakteryzujących struktury testowe realizowane przez innych uczestników

Zadanie 10:
Opracowanie i uzgodnienie z uczestnikami projektu wniosków i dokumentacji pomiarowej

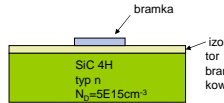
Odbiór prac – maj 2010 r.

2



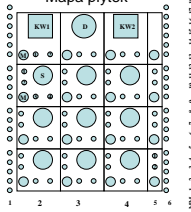
Zadanie 8: Uzgodnienie i wykonanie II serii pomiarów na płytkach i/lub strukturach wykonanych przez uczestników PBZ

- Cel:
- Badanie serii struktur AN3 wykonanych w PW i ITE
 - Określenie charakterystyk elektrycznych kondensatorów MOS z różnymi dielektrykami brankowymi



#	Material	Proces	Uwagi
1	4H-SiC SiO ₂ NO	RTP1150/30'	d=14.60nm
2	4H-SiC SiO ₂	RTP1150/20'	d=10.25nm
3	4H-SiC Al ₂ O ₃	ALD	d=53nm
4	4H-SiC BaTiO ₃	ALD	d=45.48nm
5	4H-SiC BaTiO ₃	ALD	d=55.52nm

Mapa płytek



$A_D = 8.332E-3 \text{ cm}^2$
 $A_S = 5.153E-3 \text{ cm}^2$
 $A_M = 1.257E-3 \text{ cm}^2$
 $A_{MM} = 2.840E-4 \text{ cm}^2$

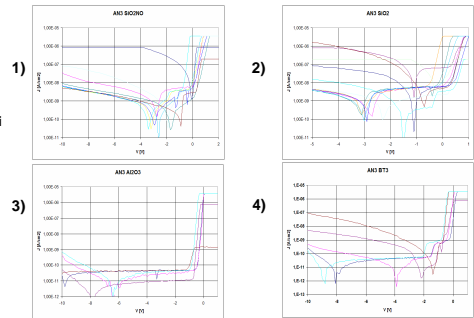
Odbiór prac – maj 2010 r.

3



Wyniki pomiarów charakterystyk I-V struktur z partii AN3

Gęstość prądu bramki w funkcji napięcia w próbkach: 1, 2, 3 i 4 w partii AN3



Odbiór prac – maj 2010 r.

4



Wyniki pomiarów charakterystyk C-V struktur z partii AN3

material	maska	pozycja	C_{ox} [F]	C_{it} [F]	N_D [cm ⁻³]	V_{FB} [V]	R_s [Ω]
Al ₂ O ₃	S	3,2	3.5e-10	30e-12	7.5e15	2.10	520
SiO ₂	S	3,2	13.5e-10	50e-12	13.0e15	2.70	266
SiO ₂ NO	S	3,2	52.0e-10	50e-12	11.0e15	1.90	115
(a) BaTiO ₃	M	3,2	1.9e-10	9e-12	4.0e15	0.66	95
(b) BaTiO ₃	M	3,2	1.3e-10	7e-12	3.3e15	3.40	689

Duża upływność tych próbek w akumulacji sprawia, że pomiary pojemności maksymalnej C_{max} wykazują znaczne anomalie, a inne parametry mogą być obciążone dużym błędem.

Na przykład:

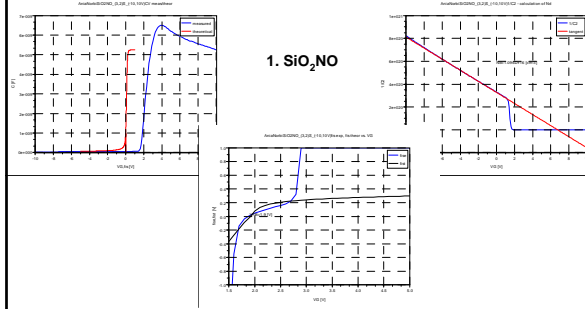
- przenikalność elektryczna SiO₂NO musiałaby być trzykrotnie wyższa niż czystego SiO₂
- warstwy z pozostałych materiałów miałyby przenikalność niższą od oczekiwanej (na przykład Al₂O₃ miałoby przenikalność porównywalną z czystym SiO₂, a wartość współczynnika względnej przenikalności elektrycznej warstw z tytanianu baru byłaby dwa razy niższa niż w przypadku czystego SiO₂

Odbiór prac – maj 2010 r.

5

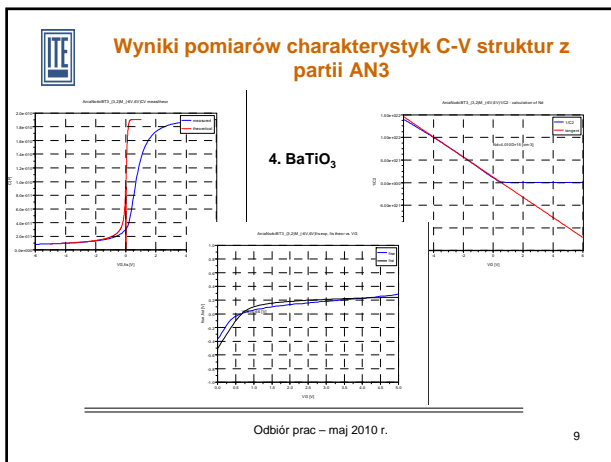
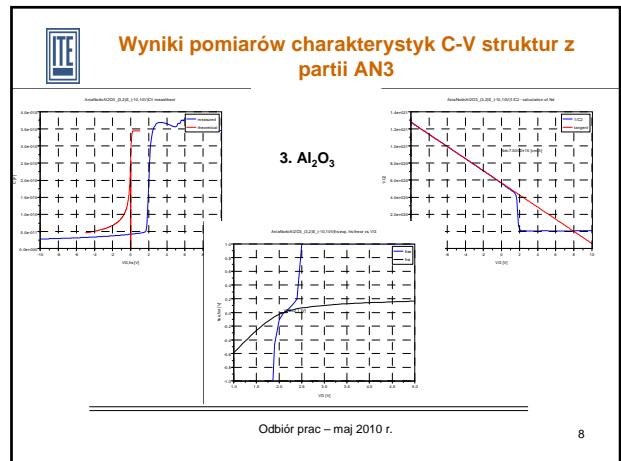
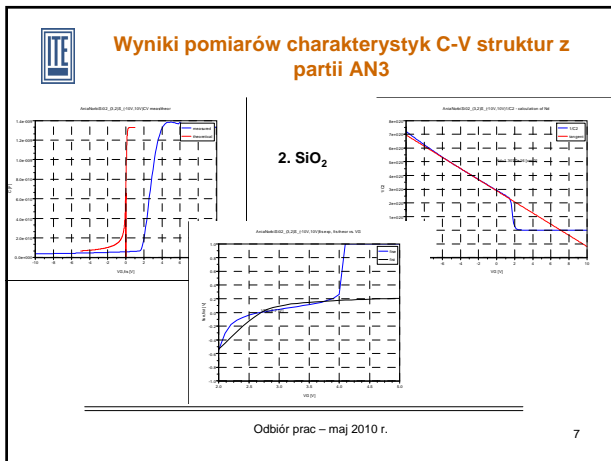


Wyniki pomiarów charakterystyk C-V struktur z partii AN3



Odbiór prac – maj 2010 r.

6



Zadanie 9:

Wykonanie pomiarów charakteryzujących struktury testowe realizowane przez innych uczestników

Cel:

- Badanie serii struktur AN6 wykonanych w PW i ITE
- Określenie charakterystyk elektrycznych kondensatorów MOS z SiO₂ wygrzewanym w suchym lub mokrym azocie

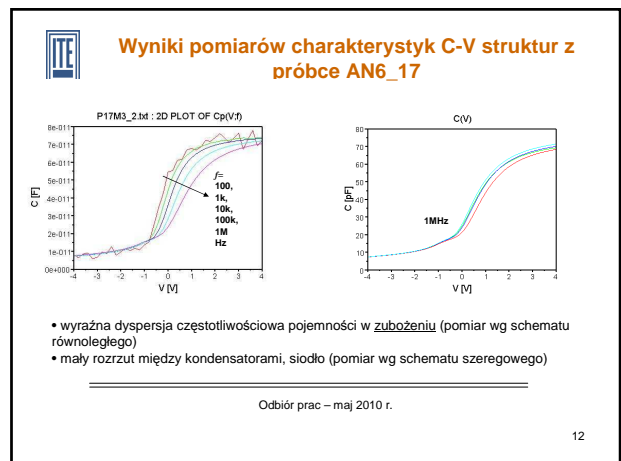
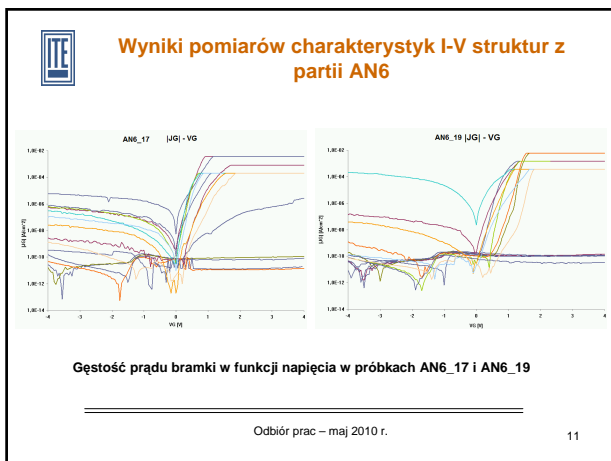
Mapa płytek

#	Material	Proces	Uwagi
AN6_17	4H-SiC SiO2 NO	1175°C	10' mokry O ₂ 15' N ₂ O 30' N ₂ suchy
AN6_19	4H-SiC SiO2 NO	1175°C	10' mokry O ₂ 15' N ₂ O 30' N ₂ mokry

A_D = 8.332E-3 cm²
 A_S = 5.153E-3 cm²
 A_M = 1.257E-3 cm²
 A_{MM} = 2.840E-4 cm²

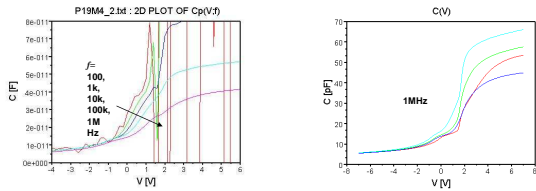
Odbiór prac – maj 2010 r.

10





Wyniki pomiarów charakterystyk C-V struktur w próbce AN6_19



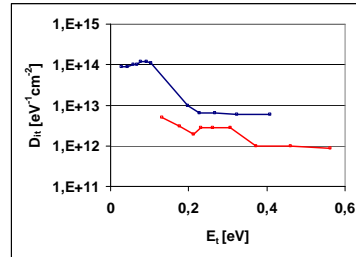
- wyraźna dyspersja częstotliwościowa pojemności maksymalnej (pomiar wg schematu równoległego)
- duży rozrzut między kondensatorami, siodło (pomiar wg schematu szeregowego)

Odbiór prac – maj 2010 r.

13



Wyniki pomiarów gęstości pułapek powierzchniowych w próbce AN6_17



Odbiór prac – maj 2010 r.

14



Zadanie 10:

Opracowanie i uzgodnienie z uczestnikami projektu wniosków i dokumentacji pomiarowej

- Opracowywano obszerne sprawozdania z badań każdej partii struktur
 - wszystkie istotne wyniki pomiarów
 - wnioski
- Sprawozdania przekazywano wytwórcom struktur

Odbiór prac – maj 2010 r.

15



Podsumowanie

- zbyt duża upływność izolatora bramkowego
- zbyt duża gęstość pułapek powierzchniowych
- wyraźne efekty od pułapek głębokich (wolno-przełączających)
- duża rezystancja kontaktów

Wszystkie te efekty występujące razem powodują odkształcenia charakterystyk utrudniające prawidłową identyfikację parametrów oraz uniemożliwiają zastosowanie subtelniejszych metod analitycznych, np. fotoelektrycznych.

Ostatnie wyniki wskazują na wyraźną poprawę.

Odbiór prac – maj 2010 r.

16