

MATERIAŁY XXXVII ZJAZDU
FIZYKÓW POLSKICH

GDAŃSK, 15 – 18 WRZEŚNIA 2003



GDAŃSK 2003

Badanie materiałów półprzewodnikowych metodami spektroskopii pozytonowej

D. Pliszka¹, B. Kusz², M. Gazda²,
R.S. Brusa³, A. Zecca³, G.P. Karwasz^{1,3}

¹*Instytut Fizyki, Pomorska Akademia Pedagogiczna,
ul. Arciszewskiego 22, 76-200 Słupsk*

²*Wydział Fizyki i Matematyki Stosowanej,
Politechnika Gdańska,
ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk*

³*Dipartimento di Fisica, Università di Trento,
38050 Povo, Italy*

Rozwój współczesnej elektroniki wymaga użycia nowych materiałów półprzewodnikowych, pozwalających na usprawnienie oraz przyspieszenie ich działania. Jednym z takich materiałów jest np. węgiel krzemu, którego właściwości fizyczne jak: większa przerwa energetyczna w paśmie zabronionym, zdolność do pracy w temperaturach rzędu 600°C (w porównaniu z 250°C dla innych materiałów półprzewodnikowych), odporność na przebicie [1], duża droga swobodna dyfuzji nośników [2] oraz wyższy współczynnik przewodności cieplnej sprawiły, że znalazł on zastosowanie w technice półprzewodnikowej do produkcji układów elektronicznych, jako alternatywa dla układów opartych na monokryształach krzemu. Jednym z problemów technologicznych, związanych z SiC jest konieczność domieszkowania poprzez implantację jonową, co powoduje powstawanie defektów w materiale, których identyfikacja (niedestruktywna) jest trudna [3].

Dążenie do zwiększenia szybkości pracy urządzeń elektronicznych może być osiągnięte przez zastosowanie materiałów izolacyjnych, możliwie na bazie krzemu, o niskiej stałej dielektrycznej i dużej odporności na przebicie. Jedną z klas materiałów ostatnio intensywnie badanych są krzemooorganiczne materiały porowate, jak SiOCH. Strukturalnie przypominają one np. pianki poliuretanowe, pęczniejące w trakcie polimeryzacji. Po utwardzeniu materiały te są wygrzewane dwustopniowo (250°C plus 400°C), dla zeszklenia materiału dielektrycznego i usunięcia kompozytu użytego do pęcznienia [4]. Niestety, ich odporność na przebicie zmniejsza się w miarę starzenia, co stanowi istotny problem technologiczny. Pozostaje otwartym zagadnieniem, na ile to starzenie się jest procesem odwracalnym i co jest jego powodem.

Pomiary zostały przeprowadzone na Uniwersytecie w Trento, przy użyciu techniki poszerzenia dopplerowskiego, wiązką pozytonów o energii regulowanej w zakresie od 50eV do 25keV [5]. Monitorowane były: parametr S , charakteryzujący anihilację z elektronami walencyjnymi, zdefiniowany jako stosunek centralnej części pików anihilacyjnych ($|511\text{keV} - E_\gamma| \leq 0,85\text{keV}$) do całkowitej powierzchni pików ($|511\text{keV} - E_\gamma| \leq 4,25\text{keV}$) oraz parametr V , definiowany jako stosunek powierzchni pod lewostronną ciągłą częścią widma linii anihilacyjnej (anihilacja trójkwantowa) $100\text{keV} \leq E_\gamma \leq 500\text{keV}$ do powierzchni pod pikiem linii anihilacyjnej $|511\text{keV} - E_\gamma| \leq 9\text{keV}$ (anihilacja dwukwantowa) i dający informację o części pozytonów, jaka formuje o-Ps. Tworzenie się o-Ps jest możliwe w dużych otwartych objętościach.

Analiza danych pomiarowych SiC za pomocą pakietu VEPFIT wskazuje na istnienie w implantowanym obszarze silnego pola elektrycznego (rzędu 10kV/cm), powodującego dryf pozytonów. Wygrzewanie próbek powoduje zwiększenie się stopnia zdefektowania, spowodowanego „odsłanianiem” defektów przez jony P^+ . Starzenie się materiałów dielektrycznych jest spowodowane wypełnianiem porów przez powietrze atmosferyczne i jest procesem odwracalnym po wygrzaniu próbek.

Bibliografia

- [1] Wahab Q i in. 1998 *Appl. Phys. Lett.* **72** 445
- [2] Galeckas A, Linnros J i Breitholtz B 1999 *Appl. Phys. Lett.* **74** 3398
- [3] Kawasuso A, Itoh H, Okada S i Okamura S 1996 *J. Appl. Phys.* **80** 5639
- [4] Wang C L, Weber M H, Lynn K G i Rodbell K P 2002 *Appl. Phys. Lett.* **81** 4413
- [5] Brusa R S, Karwasz G P, Bettonte M i Zecca A 1997 *Appl. Surf. Sci.* **116** 59