

Oferta zaawansowanych usług badawczych

Kompleksowa analiza optyczna i fotoelektryczna próbek

1. Charakteryzacja elipsometryczna próbek w zakresie próżniowego UV
2. Określanie schematów pasmowych systemów MIS za pomocą unikatowych metod fotoelektrycznych
3. Określanie składu chemicznego, temperatury, naprężeń mechanicznych i domieszkowania próbek metodą spektroskopii ramanowskiej. Analiza właściwości spolaryzowanych elektrycznie materiałów i przyrządów

Metodologia pomiarów

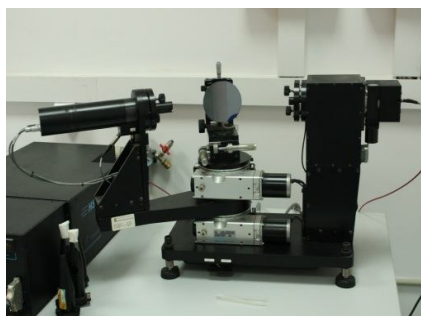
Elipsometria

Właściwości optyczne różnych materiałów (najczęściej półprzewodników i dielektryków) i struktur nanoelektronicznych określamy metodami elipsometrii spektroskopowej w zakresie próżniowego UV. Określamy charakterystyki spektralne zespolonego współczynnika załamania $N(\lambda)$ i zespolonej funkcji dielektrycznej $\epsilon(\lambda)$, gdzie $N=n+ik$, a $\epsilon=\epsilon_1+i\epsilon_2$. Określamy także grubości warstw tworzących nanostrukturę. W tym celu stosujemy dwa elipsometry spektroskopowe:

- Próżniowy elipsometr spektroskopowy z modulacją fazy (UVISEL VUV) firmy Horiba Jobin Yvon S.A.S., pracujący w zakresie długości fali światła $\lambda=(142-880)$ nm, przy stałym kącie padania światła $\alpha=70^\circ$, pokazany na Rys.1.
- Elipsometr spektroskopowy VASE firmy J.A. Woollam Co. Inc., o zmiennym kącie padania światła $\alpha=(15-85)^\circ$ pracujący w zakresie długości fal światła $\lambda=(250-1700)$ nm, pokazany na Rys.2.



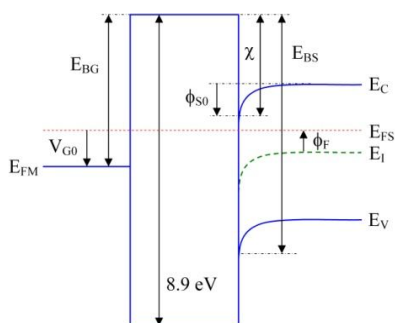
Rys.1 Skanujący spektroskopowy elipsometr z modulacją fazy UVISEL VUV Horiba Jobin-Yvon.



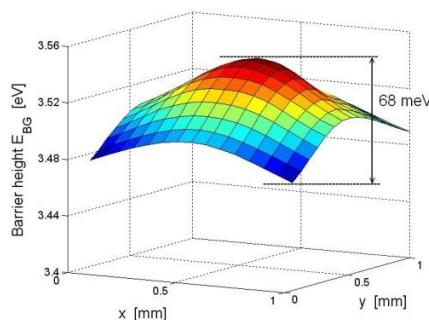
Rys.2 Elipsometr spektroskopowy o zmiennym kącie padania światła VASE J.A. Woollam Co. Inc.

Metodologia pomiarów fotoelektrycznych

Metody fotoelektryczne stosuje się w celu określania barier potencjału na powierzchniach granicznych pomiędzy różnymi materiałami i określania innych podstawowych właściwości elektrycznych struktur nanoelektrycznych. Pozwala to ocenić położenie poziomów energetycznych i wartości potencjałów charakterystycznych, umożliwiając określenie pełnego schematu pasmowego badanej struktury. Przykład takiego schematu pasmowego struktury MIS, dla której określono wartości wszystkich zaznaczonych na rysunku wielkości pokazano na Rys.3. W badaniach tego typu stosuje się zarówno standardowe metody fotoelektryczne, a także pakiet metod opracowanych w ITE, które pozwalają m.in. na bardzo dokładne określenie wartości efektywnej kontaktowej różnicy potencjałów w systemach MIS. Metody te są także wykorzystywane do mapowania rozkładów parametrów w pewnych obszarach, np. do oceny rozkładu wysokości bariery potencjału na powierzchni bramki. Wynik takiego badania pokazano na Rys.4.



Rys.3 Przykład schematu pasmowego struktury MIS Al-SiO₂-SiC(3C). Wartości wszystkich zaznaczonych na rysunku potencjałów zostały określone.



Rys.4 Trójwymiarowy rozkład wysokości bariery na granicy bramka-dielektryk struktury MIS Al-SiO₂-Si.

Pomiary wykonywane są za pomocą dwóch wysokiej klasy systemów pomiarów fotoelektrycznych zaprojektowanych i (w większości) zbudowanych w ITE:

- Wielozadaniowy System Badań Fotoelektrycznych (WSBF), pokazany na Rys.5, który umożliwia pomiary szeregu charakterystyk fotoelektrycznych struktur nanoelektrycznych, takich jak:
 - prąd I i fotoprąd I_{ph} w funkcji długości fali światła λ i przyłożonego napięcia V ;
 - pojemność C w funkcji λ i V ;
 - powyższe charakterystyki w funkcji mocy strumienia światła P .

System WSBF uzyskał tytuł "Mistrz Techniki – Warszawa 2001" nadany przez Polską Federację Stowarzyszeń Technicznych.



- Uniwersalny System Badań Fotoelektrycznych (USBF), pokazany na Rys.6, który poza spełnianiem wszystkich funkcji spełnianych przez WSBF, ma rozszerzony zakres długości fal światła $\lambda=(160-900)$ nm, lepszą kontrolę rozmiarów plamki światła, możliwość skanowania próbki plamką światła, lepszą zdolność rozdzielczą pomiaru prądów (10^{-16} A), lepszą kontrolę rozkładu mocy światła w plamce i półautomatyczny tryb wykonywania pomiarów. System USBF uzyskał wyróżnienie w Ogólnopolskim Konkursie “Mistrz Techniki – 2012/2013” zorganizowanym przez Polską Federację Stowarzyszeń Technicznych.



Rys.5 Wielozadaniowy System Badań Fotoelektrycznych WSBF.



Rys.6 Uniwersalny System Badań Fotoelektrycznych USBF.

Spektroskopia Ramana. Analiza badanych próbek i przyrządów przy narażeniach elektrycznych

Spektroskopia Ramana polega na analizie przesunięcia widm Ramana i dostarcza informacji m.in. o strukturze chemicznej i wiązaniach atomowych badanych próbek. Ta technika pomiarowa pozwala określić wiele parametrów mierzonej próbki, wśród których warto wymienić: temperaturę, naprężenia czy też koncentrację domieszki. Parametry te można mapować w płaszczyźnie powierzchni próbki i/lub określać ich profil wgłębny. W naszych badaniach prowadzimy analizę zmian parametrów próbek i przyrządów przy jednoczesnym narażeniu napięciowym. Wykonujemy pomiary próbek będących w różnych stanach skupienia: stałym, ciekłym i gazowym. Ponadto, badania mogą być wykonywane dla temperatur poniżej 0°C przy wykorzystaniu układu chłodzonego ciekłym azotem.

Pomiary wykonywane są przy użyciu systemu Ramana (Rys.7) wyposażonego w spektrometr MonoVista Micro-Raman (Spectroscopy and Imaging GmbH Germany) z kamerą obrazującą JAI i kamerą detekcyjną CCD, laser argonowym o długości fali $\lambda=488$ nm oraz laser Nd-Yag (CryLas GmbH, Germany) dla pomiarów światłem o długości fali $\lambda=266$ nm.



Rys.7 Spektrometr MonoVista Micro-Raman.

Dla pomiarów fotoelektrycznych konieczne jest uzgodnienie sposobu przygotowania próbek.

Kontakt

prof. H. M. Przewłocki, hmp@ite.waw.pl

dr K. Piskorski, kpisk@ite.waw.pl
