

## **OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

### **Zapytanie ofertowe dot. wyboru dostawcy systemu FIB/SEM**

#### **Szczegółowy opis przedmiotu zamówienia:**

Przedmiotem zamówienia jest system FIB/SEM, którego parametry techniczne zostały wymienione szczegółowo poniżej.

#### **SPECYFIKACJA TECHNICZNA**

##### **I. System FIB/SEM spełnia następujące wymagania:**

- 1) System jest wysokorozdzielczym instrumentem najnowszej generacji, z działem elektronowym z termiczną emisją polową (emiter Schottky'ego).
- 2) Napięcie przyspieszające dla wiązki elektronów jest regulowane co najmniej w zakresie od 350 V do 30 kV.
- 3) System posiada możliwość przyszłego doposażenia o układ do spowalniania elektronów padających na powierzchnię próbki do energii  $\leq 50$  eV - system spowalniania energii elektronów działający w oparciu o potencjał przykładany do stolika próbki. Układ musi umożliwiać redukcję energii elektronów padających na powierzchnię próbki o co najmniej 4 keV.
- 4) System umożliwia pracę z maksymalnym prądem wiązki elektronowej  $\geq 22$  nA.
- 5) Wiązka elektronowa charakteryzuje się wysoką stabilnością (w długim okresie czasu fluktuacje prądu wiązki  $< 0.5\%/10$  godz.).
- 6) System umożliwia przyszłą rozbudowę o moduł pozwalający na pracę w trybie monochromatycznym – z gwarantowanym rozmyciem energetycznym wiązki elektronowej  $< 0,3$  eV.
- 7) System jest wyposażony w co najmniej następujące detektory obrazowe:
  - a) Detektor elektronów wtórnych (SE, ang. Secondary electron);
  - b) Detektor elektronów wstecznie rozproszonych (BSE, ang. Backscattered secondary electron), z podziałem na 4 lub więcej niezależnych pierścieni wraz z dedykowanym przedwzmacniaczem. Pierścienie detektora muszą być rozmieszczone koncentrycznie względem siebie i muszą wykazywać selektywne obrazowanie kontrastu materiałowego i topografii powierzchni badanej próbki w zależności od napięcia i kąta rozproszenia elektronów BSE względem wiązki pierwotnej. Przez słowo „niezależne” rozumie się możliwość odczytu sygnału z każdego pierścienia jednocześnie i z każdego sektora jednocześnie. Detektor powinien być zamontowany na ruchomym, pneumatycznie aktuowanym ramieniu pozwalającym na umieszczenie detektora pod nabiegunnikiem (wymagane sterowane z poziomu głównego oprogramowania sterującego pracą systemu).

8) Parametry rozdzielczościowe:

- a) zdolność rozdzielcza systemu definiowana jako rozdzielczość obrazów elektronów wtórnych przy napięciu przyspieszającym 15kV na standardowej próbce ziaren złota na błonie węglowej: <1,0 nm (gwarantowana w miejscu instalacji);
- b) zdolność rozdzielcza systemu definiowana jako rozdzielczość obrazów elektronów wtórnych przy napięciu przyspieszającym 1kV na standardowej próbce ziaren złota na błonie węglowej: <1,5 nm (gwarantowana w miejscu instalacji).

Możliwość przyszłej rozbudowy systemu o moduł optyki elektronowej pozwalający na obrazowanie z rozdzielczościami:

- a) zdolność rozdzielcza systemu definiowana jako rozdzielczość obrazów elektronów wtórnych przy napięciu przyspieszającym 1kV na standardowej próbce ziaren złota na błonie węglowej:  $\leq 1,0$  nm;
- b) zdolność rozdzielcza systemu definiowana jako rozdzielczość obrazów elektronów wtórnych przy napięciu przyspieszającym 200V na standardowej próbce ziaren złota na błonie węglowej:  $\leq 1,5$  nm.

Możliwość przeprowadzenia rozbudowy systemu o w/w moduł w miejscu instalacji.

- 9) System jest wyposażony w układ służący do pomiaru prądu wiązki.
- 10) System posiada dodatkowy panel manualnego sterowania parametrami takimi jak: nastawy ostrości, powiększenie, kontrast, jasność, przesuw wiązki i korekcja astygmatyzmu.
- 11) System jest wyposażony w stolik mikroskopowy o zmotoryzowanych przesuwach w osiach X, Y i Z. Zakresy przesuwów: X: min. 150 mm, Y: min. 150 mm, Z: min. 10 mm; kompucentryczny obrót wokół osi w zakresie 360° dla wszystkich położeń X, Y; eucentryczny pochył w zakresie co najmniej od -5° do 60°. Nośność stolika systemu powinna wynosić minimum 0,5 kg.
- 12) Precyzyjny stolik mikroskopowy działający w oparciu o elementy np. piezoelektryczne, umożliwiający przesuw w osiach X, Y z minimalnym krokiem  $\leq 100$  nm, z możliwością zapamiętania położeń próbki i powrotu do zapamiętanych położeń. Dokładność przesuwu (przy pochyleniu stolika 0°) powinna być  $\leq 1$   $\mu$ m.
- 13) System z komorą próżniową preparatu o szerokości co najmniej 370 mm wyposażoną w co najmniej 20 portów, w tym 2 porty o wymiarze charakterystycznym minimum 80 mm.
- 14) Zestaw co najmniej 4 specjalistycznych uchwytów preparatu oraz co najmniej jedna próbka kalibracyjna.
- 15) System umożliwia przyszłe doposażenie o zintegrowaną z obszarem komory próbki kolorową kamerę CCD, o rozdzielczości co najmniej 5 Mpix, służącą do wstępnego obrazowania powierzchni preparatu. Obraz w postaci cyfrowej powinien być automatycznie łączony z koordynatami przesuwu stolika.
- 16) System posiada funkcję automatycznej korekcji dryftu, aktywowaną np. w przypadku integracji wielu kolejnych ramek skanowania w ramach jednego obrazu.
- 17) Bezstopniowa zmiana wielkości powiększenia w zakresie co najmniej od 200 x do ponad 1 000 000 x (dla próbki umieszczonej w eucentrycznej odległości roboczej, na ekranie monitora o przekątnej 24").
- 18) System umożliwia cyfrowy zapis obrazów mikroskopowych z maksymalną rozdzielczością co najmniej 14 megapikseli i skali szarości 16 bit.

- 19) Istnieje możliwość cyfrowej rejestracji obrazów w standardach: TIFF, BMP i JPEG.
- 20) System jest wyposażony w co najmniej dwa 24" kolorowe monitory o min. rozdzielczości 1920x1080 pikseli, jasności min. 250 cd/m<sup>2</sup> i częstotliwości odświeżania obrazu min. 60 Hz.
- 21) Dla celów porównawczych istnieje możliwość jednoczesnej obserwacji na ekranie jednego monitora przynajmniej 4 żywych obrazów, utworzonych na podstawie różnych sygnałów z detektorów.
- 22) System zawiera zintegrowany program do interaktywnych pomiarów odległości pomiędzy punktami charakterystycznymi bezpośrednio na ekranie monitora systemowego z automatycznym zapisem rezultatów pomiaru.
- 23) Układ próżniowy jest sterowany w sposób całkowicie automatyczny i na bieżąco kontrolowany na wypadek jakiegokolwiek niesprawności bądź awarii. Wymagany układ całkowicie bezolejowy, bazujący na pompie turbomolekularnej.
- 24) Możliwość zdalnej diagnostyki systemu między innymi za pomocą sieci.
- 25) System jest wyposażony w układ chłodzenia wodą w obiegu zamkniętym.
- 26) System jest wyposażony w układ do precyzyjnego podawania gazu roboczego, pozwalający na wyzwalaną wiązką elektronową lub wiązką jonową depozycję platyny (Pt).
- Układ punktowego podawania gazu powinien być sterowany z poziomu głównego interfejsu użytkownika mikroskopu. Pojedynczy układ powinien służyć do precyzyjnego podawania jednego rodzaju gazu.
- System mikroskopu posiada możliwość przyszłego doposażenia o układ umożliwiający dodanie dodatkowego układu do precyzyjnego podawania pojedynczego gazu roboczego lub mieszanki gazów, pozwalającej na wyzwalaną wiązką elektronową lub jonową depozycję np. węgla (C), platyny (Pt), wolframu (W) oraz ich mieszanin.
- 27) System jest wyposażony w mikromanipulator pozwalający na preparatykę próbek TEM (przenoszenie cienkich folii na dedykowane siatki TEM) – kontrolowany z poziomu głównego oprogramowania sterującego pracą mikroskopu. Mikromanipulator powinien charakteryzować się minimalnym krokiem przesuwu <80nm oraz powtarzalnością przesuwów <150nm.
- Wymagany układ umożliwiający dodatkowo manualny obrót igły mikromanipulatora.
- 28) System wyposażony w przynajmniej jedną kolumnę jonową (FIB) o następujących parametrach:
- a) Napięcie przyspieszające regulowane w zakresie co najmniej od 500V do 30kV;
  - b) Prąd wiązki jonowej regulowany co najmniej w zakresie od 1 pA do 65 nA.
  - c) Zdolność rozdzielcza obrazowania: nie gorsza niż 2,5 nm przy napięciu przyspieszającym 30 kV.
- 29) Zamawiający dopuszcza możliwość wyposażenia systemu w większą liczbę kolumn.
- 30) Oprogramowanie umożliwiające tworzenie oraz uruchamianie makr pozwalających na zautomatyzowaną kontrolę kolumny jonowej FIB i/lub PFIB.
- 31) Układ filtracji i podtrzymania napięcia zasilającego (UPS)
- a) posiadający całkowite zabezpieczenie przed przepięciami i krótkotrwałymi zanikami napięcia;

- b) umożliwiający podtrzymanie pracy mikroskopu przez co najmniej 25 minut (po tym czasie bezpiecznie zapewniający włączenie ręczne lub automatyczne trybu podtrzymania pracy działa mikroskopu).
- 32) Co najmniej trzy dodatkowe źródła jonów – dostarczane na zgłoszenie Zamawiającego, w momencie zużycia. Gwarantowana żywotność źródła jonów  $\geq 1000$  h.
- 33) System musi być wyposażony w rentgenowski spektrometr (mikroanalizator) EDS spełniający następujące wymagania
- a) Układ spektrometru EDS powinien być konstrukcyjnie (sprzętowo i programowo) przystosowany do współpracy z układem System FIB/SEM;
  - b) Wysuwany na ramieniu detektor EDS powinien być wyprodukowany w takiej technice, która nie wymaga ciekłego azotu do chłodzenia;
  - c) Układ spektrometru EDS powinien umożliwiać detekcję pierwiastków minimum od Berylu (Be) wzwyż;
  - d) Detektor SDD spektrometru EDS powinien posiadać zdolność rozdzielczą 127 eV lub lepszą (specyfikowaną dla linii Mn K $\alpha$ );
  - e) Detektor EDS musi posiadać okienko wykonane z krzemu azotku - Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> i umożliwić detekcję minimum linii Al (K $\alpha$ ) (73 eV);
  - f) Spektrometr EDS powinien charakteryzować się powierzchnią elementu aktywnego co najmniej 60 mm<sup>2</sup>;
  - g) Detektor EDS powinien zapewnić maksymalną pracę przy minimum 10 000 wejściowych zliczeń na sekundę;
  - h) Detektor EDS musi umożliwić mapowanie składu pierwiastkowego, przy czym każdy piksel musi przechowywać pełne widmo EDS. Retrospektywnie z uzyskanej mapy musi być możliwość ekstrakcji widm sumarycznych ze zdefiniowanych przez użytkownika obszarów o dowolnym kształcie oraz tworzenia profili liniowych;
  - i) Spektrometr EDS powinien mieć możliwość zbierania, analizy i zapisu widm rentgenowskich punktowo, wzdłuż dowolnie prowadzonej linii (profil liniowy) oraz uzyskiwać mapy rozkładu pierwiastków z wyznaczonego obszaru wraz z automatyczną kompensacją dryfu;
  - j) Oprogramowanie detektora EDS powinno zapewnić analizę (na żywo i retrospektywnie) obejmującą odejmowanie tła, dekonwolucję linii spektralnych i analizę ilościową widma w każdym pikselu mapy i profilu liniowego;
  - k) Oprogramowanie detektora EDS musi pracować w środowisku Windows 7 lub równoważnym. Opis równoważności oprogramowania zawarto w Załączniku nr 4.

## **II. Gwarancja i realizacja przedmiotu zamówienia**

- 34) Gwarancja system musi obejmować okres przynajmniej 12 miesięcy od dnia odebrania urządzenia do użytku. Wykonawca pokrywa koszty części zamiennych oraz usługi: robocizny, dojazdów oraz noclegów autoryzowanego serwisu producenta. Kontrakt serwisowy na urządzenie musi obowiązywać minimum 24 miesiące od dnia odebrania urządzenia do użytku.
- 35) Termin realizacji przedmiotu zamówienia: maksymalnie 60 dni kalendarzowych od daty podpisania umowy leasingowej.
- 36) System dostarczony będzie w opakowaniu wielokrotnego użycia.