Załącznik nr 2 do SWZ DZP.382.1.115.2024

**SZCZEGÓŁOWY OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA/OPIS OFEROWANEGO URZĄDZENIA**

**Mikroskop siły atomowej (AFM)-1 szt.**

1. Mikroskop siły atomowej (AFM):

**Opis techniczny:**

Opis głowicy i układu skanowania mikroskopu sił atomowych

• Głowica mikroskopu powinna posiadać wbudowany skaner pracujący w układzie skanowania sondą, z rozdzielonymi skanerami dla osi XY oraz dla osi Z;

• Głowica powinna posiadać wbudowany płaski układ skanowania w osiach XY o minimalnym zakresie pracy 100 µm x 100 µm, rozdzielczość pozycjonowania co najmniej 6 pm;

• Rozdzielony skaner osi Z o zakresie skanowania co najmniej 12 µm, rozdzielczość pozycjonowania co najmniej 0.9 pm;

• Mikroskop powinien posiadać laserowy układ detekcji pracujący w zakresie od 640 do 660 nm, częstotliwość pracy detektora co najmniej 4MHz;

• Poziom szumów max. 40 pm RMS - tryb dynamiczny, pomiar w powietrzu;

• Głowica powinna posiadać optyczny układ kontroli przemieszczenia skanera osi Z, poziom szumów max. 180 pm;

• Głowica mikroskopu powinna umożliwiać zautomatyzowane ciągłe zbliżanie sondy do powierzchni próbki z wysokości co najmniej 10 mm, z wyeliminowanym ruchem bocznym;

• System powinien pozwalać na wykorzystanie sond ze strukturami pozycjonującymi, oraz umożliwiać pracę bez konieczności ustawiania lasera na sondzie oraz detektora;

• Podczas wymiany sond ze strukturami pozycjonującymi dopuszczalny błąd położenia sondy wynosi maksymalnie 10 um;

• Średnica próbki co najmniej 100 mm, wysokość próbki co najmniej 18 mm;

• Wymagana możliwość prowadzania pomiarów w cieczy w pełnym zanurzeniu, wysokość lustra cieczy co najmniej 5mm.

**Tryby pracy mikroskopu sił atomowych:**

• Tryb kontaktowy z obrazowaniem sił lateralnych LFM;

• Tryb z przerywanym kontaktem oraz obrazowaniem fazowym PI;

• Tryb bezkontaktowy;

• Tryb obrazowania sił magnetycznych MFM;

• Tryb obrazowania sił elektrostatycznych EFM ;

• Tryb obrazowania potencjału powierzchni KPFM;

• Tryb za modulacją siły FMM;

• Tryb pomiaru rezystancji rozproszonej SSRM;

• Tryb litografii statycznej i dynamiczna LITHO;

• Tryb spektroskopii mechanicznej siła – odległość FS;

1. **Kontroler mikroskopu oraz oprogramowanie:**

• Kontroler powinien być zbudowany w oparciu o układ układ bezpośrednio programowalnej macierzy bramek oraz procesor, umożliwiać dynamiczne filtrowanie przebiegu w czasie rzeczywistym oraz analizę danych w czasie rzeczywistym;

• Kontroler powinien posiadać cyfrową pętlę sprzężenia zwrotnego z minimum 24 bitową architekturą przetwarzania sygnału, zarówno przetworniki analogowo-cyfrowe (ang. ADC) jak i cyfrowo-analogowe (ang. DAC);

• Kontroler powinien umożliwiać automatyczne wyznaczanie częstotliwości rezonansowej oraz stałej sprężystości z szumy termicznego dla uprzednio wybranej z menu kontekstowego sondy;

• Kontroler powinien łączyć się z komputerem bezpośrednio przez port USB, bez karty procesora sygnałowego ;

• Oprogramowanie powinno pozwalać na akwizycje danych z rozdzielczością co najmniej 8000x8000 punktów dla 8 kanałów danych równocześnie, dane powinny zawierać zapis dla wszystkich kanałów, nawet gdy nie były wyświetlane na żywo w oprogramowaniu;

• Oprogramowanie mikroskopu powinno umożliwiać pomiar odległości, kątów a także chropowatości, dla całego zmierzonego obszaru, w zaznaczonym fragmencie oraz dla każdej zebranej linii podczas trwania pomiaru, powinno umożliwiać wykonanie przekroju podczas pomiaru, powinno umożliwiać wyświetlanie zebranych danych na żywo w interaktywnym widoku 3D;

• Oprogramowanie powinno pozwalać na zbliżanie sondy do powszechni z możliwością zdefiniowania końcowej wysokości nad powierzchnią próbki oraz umożliwiać pracę w trybie stałej wysokości;

• Oprogramowanie mikroskopu powinno posiadać dożywotnią możliwość darmowej aktualizacji przez pobranie nowej wersji bezpośrednio ze strony producenta mikroskopu.

Charakterystyka funkcjonalna mikroskop sił atomowych

• Wymagana zintegrowana z bazą mikroskopu osłona akustyczna obszaru skanowania,

• Wymagany zintegrowany z bazą mikroskopu aktywny piezoelektryczny stolik antywibracyjny, charakteryzujący się co najmniej 99% tłumieniem drgań dla częstotliwości powyżej 10 Hz, zatrzymujący pomiar gdy wykryte zostaną krytyczne wibracje oraz automatycznie wznawiający pomiar gdy wibracje zanikną. Możliwość manualnego ustawienia progu zadziałania funkcji zatrzymywania i wznawiania pomiaru.

• Wymagany zintegrowany z bazą mikroskopu układ pozycjonowania próbki, wykorzystujący śruby mikrometryczne, pozwalający na zmianę położenia próbki w zakresie ± 20 mm w osiach XY,

• Wymagany zintegrowany z bazą mikroskopu układ podglądu optycznego powierzchni próbki posiadający dwie osie optyczne, widok pierwszy zbierany pod kątem minimum 45 ° z polem widzenia maksymalnie 2,4 x 2,4 mm, widok drugi zbierany prostopadle do powierzchni z polem widzenia maksymalnie 2,0 x 1,5 mm, powiększenie powinno być sterowane z poziomu oprogramowania;

• Układ podglądu optycznego powinien posiadać co najmniej jedną kamerę o rozdzielczości co najmniej 3,3 MP oraz rozdzielczość lepszą niż 2 µm

• Sondy do trybu statycznego minimum 10 sztuk;

• Sondy do trybu dynamicznego minimum 10 sztuk;

• Sondy do pomiaru w trybie KPFM minimum 10 sztuk;

• Mikroskop powinien zawierać system do akwizycji i analizy danych zgodny z wymaganiami kontrolera mikroskopu oraz oprogramowania mikroskopu.

**Opcje rozbudowy mikroskopu sił atomowych w przyszłości:**

• Możliwa rozbudowa o dodatkowy piezoelektryczny skaner osi Z o zakresie pracy max. 100 µm;

• Możliwa rozbudowa o komorę do pomiarów elektrochemicznych, która umożliwia prowadzenie badań na prętach elektrochemicznych oraz na standardowych elektrodach płaskich z wykorzystaniem komercyjnej miniaturowej elektrody referencyjnej Ag/AgCl. Komora powinna umożliwiać kontrolę atmosfery aby realizować pomiary w atmosferze bez tlenowej.

• Możliwa rozbudowa o przedwzmacniacz prądowy o zakresie pomiarowym od minimum ± 25 nA z czułością na poziomie minimum 108 V/A, poziom szumów max. 1,5 pA.

• Możliwa rozbudowa o układ grzewczo chłodzący, który pozwala na kontrolę temperatury próbki w zakresie od minimum -35˚C do 180˚C, szybkość grzania i chłodzenia minium 10˚C/min, rozdzielczości pomiaru temperatury minimum 0,05 ˚C, stabilność utrzymania temperatury minimum 0,5 ˚C;

• Możliwa rozbudowa o układ kontroli środowiska zapewniający możliwość obniżenia wilgotności atmosfery w której prowadzony jest pomiar

• Możliwa rozbudowa o układ pozwalający na zmianę ciśnienia wewnątrz sondy w celu realizacji eksperymentów wzorcowania powierzchni podczas pracy w cieczy

• Możliwa rozbudowa o komorę akustyczną izolująca cały mikroskop sił atomowych wraz z podstawą antywibracyjną, która pełni jednoczenie role klatki Faradaya.