EZP.270.67.2023

TOM III SWZ - OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Specyfikacja techniczna mikroskopu obrazowania w polu bliskim typu odbiciowego s-SNOM wraz z akcesoriami. System musi składać się z następujących układów i modułów

|  |
| --- |
| 1. **Moduł AFM spełniający następujące wymagania:**
 |
| L.p | Parametry wymagane |
| a. | System s-SNOM musi umożliwiać pracę w następujących trybach AFM: 1. kontaktowy,
2. przerywanego kontaktu,
3. pomiary mechaniczne topografii,

kontrast fazowy |
| b. | Rozdzielczość skanera XY w zamkniętej pętli sprzężenia modułu AFM:nie gorsza niż 0,5 nm |
| c. | Zakres szumu (RMS) w osi Z dla obrazowania AFM:poniżej 0,2 nm |
| d | System wyposażony w stolik umożliwiający pracę z próbką o wymiarach co najmniej 40 mm x 50 mm x 15 mm |
| e. | System wyposażony w zmotoryzowany układ przesuwu próbki (kontrolowany komputerowo)pracujący w zakresie nie mniejszym niż 50 mm x 10 mm x 5 mm (X/Y/Z) |
| f. | Urządzenie musi zapewniać szeroki dostęp optyczny do sondy pomiarowej: * min. 180° w poziomie

min. 60° w pionie |
| g. | Urządzenie wyposażone w układ obrazowania próbki – zintegrowany mikroskop optycznych do pracy w jasnym polu z kamerą* min. 5 Mpx,
* matryca CCD,
* pole widzenia min. 700 µm (układ diagonalny).

Rozdzielczość optyczna układu min. 0.75 µm. |
| h. | System s-SNOM jest wyposażony w zmotoryzowaną w 3 osiach głowicę skanującą umożliwiająca łatwe ustawieni sondy AFM. Pozycjonowanie głowicy skanującej z rozdzielczością nie gorszą niż 200 nm |
| 1. **Moduł obrazowania bliskiego pola s-SNOM, podczerwieni IR oraz wzbudzenia foto-termicznego spełniający następujące wymagania**
 |
| L.p | Parametry wymagane |
| a. | System musi być wyposażony w refleksyjną optykę skupiającą eliminującą ryzyko aberracji chromatycznej poprzez dyspersje materiału. Optyka przystosowana do pracy ze źródłem laserowych w zakresie długości fali 0,4 -300 µm |
| b. | Układ mikroskopowy musi umożliwiać pomiary odbiciowe w bliskim poluz przestrzenną oraz wertykalną rozdzielczością optyczną lepszą niż 20 nm, niezależnie od długości fali źródła (w zakresie od UV do THz) |
| c.  | System musi umożliwiać pomiary z wykorzystaniem rezonansowego wzbudzenia foto-termicznego w podczerwieni (IR). |
| d. | System musi umożliwiać analizę terahercową THz-TDS (z ang. Time Domain Spectroscopy). * System s-SNOM musi skupiać jednocześnie co najmniej dwa nie współliniowe źródła na pojedynczej sondzie skanującej w tym samym czasie.

Układ detekcji musi umożliwiać zbieranie danych z co najmniej dwóch stron próbnika. |
| e. | System musi być wyposażony w układ oświetlający i zbierający światło* o wysokiej aperturze numerycznej (> 0.45),

umożliwiający ruchy translacyjne względem osi optycznej. |
| f. | Układ musi umożliwiać skupienie zewnętrznego źródła wzbudzenia poprzez zastosowanie lustra parabolicznego na zmotoryzowanym pozycjonerze. * Zakres ruchu pozycjonera: min. 4mm w osiach X/Y/Z, z dokładnością < 100nm w każdej osi.

System musi mieć możliwość przechowywania i odzyskiwania zoptymalizowanej pozycji lustra parabolicznego. |
| g. | System musi być wyposażony w niezbędną optykę oraz układy detekcji do pracy w spektralnych zakresach 1. bliskiej (near-IR) oraz

średniej (mid-IR) podczerwieni |
| h. | Układ detekcji sygnału bliskiego pola musi zapewniać* całkowite tłumienie tła dla powtarzalnych pomiarów bliskiego pola oraz

wykonanie ilościowej analizy sygnału. |
| i. | System musi być wyposażony w interferometryczny układ detekcji (z ang. PID - Pseudoheterodyne interferometric detection) do jednoczesnego pomiaru amplitudy oraz fazy. |
| j. | Interferometryczny układ detekcji (PID - Pseudoheterodyne interferometric detection) musi bazować na interferometrze Michelsona wyposażonym w wymienny rozdzielacz wiązki o wysokiej precyzji z układem do pozycjonowania, umożliwiającym adaptację systemu do zmiennych zakresów spektralnych. |
| k. | Układ obrazowania w bliskim polu musi umożliwiać jednoczesne obrazowanie * sygnału fazowego oraz
* amplitudy w funkcji czasu (w zakresie czasu milisekund)

na każdy punkt pomiarowy (pixel). |
| l. | System musi umożliwiać pomiary nano-THz przy wzbudzeniu źródłami z zakresu THz. |
| m. | W celu potwierdzenia kompatybilności ze źródłem w zakresie THz oraz możliwości badań nano-THz, system s-SNOM musi być komercyjne dostępnym urządzeniem z udokumentowaną literaturą badawcząmin. 10 pozycji. |
| n. | Układ musi umożliwiać jednoczesną demodulację dla każdego punktu pomiarowego (pixela) od 1 do 5 rzędu harmonicznej częstotliwości sondy skanującej dla co najmniej 2 niezależnych sygnałów (mechanicznego/AFM oraz sygnału s-SNOM). |
| o. | Układ oraz sposób montażu próbki nie może wpływać na zmianę ustawienia oraz pozycji sondy |
| 1. **Oprogramowanie spełniające następujące wymagania**
 |
| L.p | Parametry wymagane |  |
| a. | Oprogramowanie musi umożliwiać wizualizację 3D danych w czasie rzeczywistym. |
| b. | Oprogramowanie musi być wyposażone w graficzny interfejs użytkownika (GUI) umożliwiający automatyzację zadań, co najmniej* automatyczne strojenie sondy,

automatyczne ogniskowanie i optymalizację sygnałów optycznych. |
| c. | Oprogramowanie musi być wyposażone w interfejs użytkownika oparty na adaptacji procesów, poprzez dzielenie zadań użytkownika podczas pracy (wymiana próbek, dostosowanie sondy, skanowanie itp.) na poszczególne moduły systemu. |
| d. | Oprogramowanie musi zapewniać zarządzanie danymi zoptymalizowane w architekturze oprogramowania. Dostęp przypisany bezpośrednio lub hierarchicznie dla wielu użytkowników. |
| e. | Oprogramowanie musi mieć wbudowaną instrukcją obsługi dla interaktywnego wsparcia użytkownika. |
| f. | Oprogramowanie musi być kompatybilne z systemem operacyjnym Windows 10 lub nowszym w celu zapewnienia zgodności i współpracy z innymi układami zainstalowanymi w laboratorium Zamawiającego. |
| 1. **Dodatkowe moduły detekcyjne spełniające następujące wymagania**
 |
| L.p | Parametry wymagane |  |
| a. | Detekcja optyczna musi obsługiwać jednoczesne wykrywanie interferometrycznego sygnału pola bliskiego dla pomiarów amplitudy i fazy. |
| b. | Detekcja optyczna musi opierać się na interferometrze Michelsona z regulowaną długością ramienia referencyjnego, w celu umożliwienia pomiarów pola bliskiego w zakresie światła białego interferometru |
| c. | Detekcja optyczna musi działać w trybie odbiciowym (oświetlenie końcówki tipu z boku w przypadku nieprzezroczystych próbek) obsługującym długości fali z zakresu * widzialnego,
* bliskiej,

średniej podczerwieni. |
| d. | System musi umożliwiać wykrywanie sygnału pola bliskiego z pełnym (całkowitym) tłumieniem tła. |
| e.  | Detekcja optyczna musi obsługiwać ultra-kompaktową konstrukcję drogi optycznej, aby utrzymać długość ramienia interferometru <10 cm, wymaganą do stabilnych pomiarów pola bliskiego. |
| f. | Detekcja optyczna musi obsługiwać* wymienne mocowanie dzielnika wiązki,

aby zmieniać dzielniki wiązki zgodnie z zakresem długości fali używanym do pomiarów. System montażowy musi obejmować * kulę i rowek w kształcie litery V,

umożliwiający wymianę z bardzo wysoką precyzyjną położenia, nie wpływającą na końcowy pomiar. |
| 1. **Urządzenia do kontroli oraz wizualizacji pomiarów (na których zostanie zainstalowane oprogramowanie opisane w pozycji 3) spełniające następujące wymagania**
 |
| L.p | Parametry wymagane |  |
| a. | Komputer stacjonarny typu PC z dyskiem SSD minimum 2TB oraz system operacyjnym kompatybilnym z systemem Windows działającym na istniejących już systemach w laboratoriach Zamawiającego, o parametrach wydajnościowych pozwalających na płynną kontrolę układu s-SNOM oraz wizualizację wyników i parametrów pomiarowych, wyposażonym w:* monitor matowy o przekątnej minimum 21 cali,
* kartę sieciową bezprzewodową
* minimum 4 porty USB3
* drukarkę kolorową o formacie A4 drukującą z rozdzielczością druku nie gorszą niż 1200 x 1200 dpi
 |
| b. | Komputer mobilny do wizualizacji pomiarów z mikroskopu s-SNOM typu laptop o minimalnych wymaganych parametrach:* Ekran: min. 16.0” WQXGA 2560 x 1600 LED 240Hz, matowy
* Procesor:
	+ razem rdzeni – min. 14; r
	+ razem wątków – min. 20;
	+ min. 6 rdzeni pracujących z częstotliwością min. 5.4GHz w trybie turbo;
	+ min. 8 rdzeni pracujących z częstotliwością min. 4.1GHz w trybie turbo;
	+ Pamięć cache: min. 24MB;
	+ Typ gniazda: kompatybilne z płyta główną; min. 45W TDP
* Karta graficzna:
	+ min. 8GB GDDR6;
	+ min. TGP 140W
* Pamięć RAM:
	+ min. 64GB (2 x 32GB) DDR5 4800 MHz CL40
* Dyski:
	+ min. 2 sztuki: SSD M.2 NVMe;
	+ maksymalna prędkość odczytu min. 7450 MB/s;
	+ maksymalna prędkość zapisu min. 6900 MB/s,
	+ pojemność min 2TB każdy
* Karta sieciowa:
	+ WiFi 6E M.2 WLAN + Bluetooth 5.2 M.2
* System operacyjny:
	+ Kompatybilny z Windows 10 Pro BOX lub lepszy
* Pasta termoprzewodząca na CPU i GPU
	+ min. 16 W/mK
* Oprogramowanie dodatkowe:
	+ Oprogramowanie biurowe, ze względu na wymogi bezpieczeństwa obowiązujące w sieci Zamawiającego wymagana jest dostawa produktu Office Pro+ Dev SL, Professional Plus, Academic (kod produktu: AAA-03509)
 |
| 1. **Urządzenia i akcesoria do układu s-SNOM spełniające następujące wymagania**
 |
| L.p | Parametry wymagane |  |
| a. | Układ zasilania awaryjnego UPS:* 2 szt.

o parametrach:* Napięcie znamionowe: 3-fazowe 400V/230V
* Moc pozorna: min. 11000 VA
* Moc rzeczywista: min. 10000 W
* Czas przełączenia na baterię: maksimum 0 ms
* Czas podtrzymania dla obciążenia 4kW (z 2 bateriami zewnętrznymi): min. 60 min
* Napięcie znamionowe wyjściowe: zakres 230 V (domyślnie) /200/208/220/240/250 V lub szerszy
* Baterie wymieniane przez użytkownika w trybie "na gorąco"
* Ochrona przed przeładowaniem
* Ochrona przed głębokim rozładowaniem

Urządzenie wolnostojące lub przeznaczone do montażu w szafie typu rack. |
| b. | Generator czystego i suchego azotu * szt. 1

Wydajność produkcji azotu wystarczająca do prowadzenia pomiarów w układzie s-SNOM opisanym w pozycji 2 w zakresie podczerwieni |
| c. | Układ optyczny łączący laser zainstalowany w laboratorium Zamawiającego (wyposażony w max. 3 porty wyjściowe na zakres VIS-NIR do długości fali 2600 nm) z wejściem układu s-SNOM* 1 zestaw
* wiązka prowadzona w tubach optycznych
 |
| d. | Układ optyczny łączący laser przewidziany do zainstalowania w laboratorium Zamawiającego w przyszłości (który będzie wyposażony w 1 port wyjściowy na zakres MIR od długości fali 2600 nm do 16000 nm lub szerszy) z wejściem układu s-SNOM* 1 zestaw

wiązka prowadzona w tubach optycznych |
| e. | Układ stołów optycznych połączonych, w kształcie litery L, o następujących wymaganych parametrach:* 2 szt. stołów z blatami optycznymi o wymiarach 1500 x 2400 mm, tolerancja wymiarów (± 10 mm), zgodnie z rys. 1, poniżej.
* 1 szt. stołów z blatami optycznymi o wymiarach 1000 x 2000 mm tolerancja wymiarów (± 10 mm), zgodnie z rys. 1, poniżej.
* Grubości blatów stołów: 295 mm lub więcej.
* Blaty z podwójną siatką otworów gwintowanych M6, oddalonych od siebie o 25 mm.
* Powierzchnia blatów wykonana z ferromagnetycznej stali kwasoodpornej serii 400 o grubości min. 5 mm.
* Wysokość blatu stołów nad podłożem: 900 mm, z możliwością zmiany w zakresie ± 12,7 mm).
* Blaty stołów odporne na zalanie, otwory na stałe uszczelnione indywidualnymi zatyczkami o głębokości nie mniejszej niż 24 mm.
* Płaskość blatów: nie więcej niż ± 0,13 mm w całej siatce otworów gwintowanych oraz nie więcej niż ± 0,1 mm na jakimkolwiek obszarze 600 x 600 mm stołu.
* Obramowanie każdego blatu nie mniej niż 37,5 mm, narożniki zaokrąglone o promieniu minimum 25 mm
* Ściany boczne wykonane ze stali walcowanej na zimno o grubości minimum 2 mm.
* Konstrukcja blatów optycznych o wysokiej sztywności i strukturze stalowego plastra miodu o wielkość komórki < 3,3 cm²

Gęstość rdzenia blatu nie mniej niż 230 kg/m3 * Rdzeń blatu bezpośrednio epoksydowo związany z górną i dolną częścią blatu optycznego, bez warstwy termoizolacyjnej z plastiku.
* Mechaniczne szerokopasmowe tłumienie wibracji stołów (poziom „research grade”)
* Stoły bezolejowe
* Połączenie blatów optycznych wg rys. 1. Połączenie za pomocą obrobionych par stalowych płyt łączeniowych, sparowanych w celu optymalizacji równości połączonych blatów optycznych. Spawanie płyt łączeniowych wewnątrz blatów.
* Stoły optyczne z minimum 4 nogami wzmocnionymi pod każdy blat optyczny.
* Nacisk każdej nogi stołu na podłoże < 500kg/m2
* Oczyszczenie i opakowanie stołów i wszystkich komponentów umożliwiające montaż w laboratorium klasy czystości ISO 9 (wg. normy ISO 14644-1).
* Możliwość przyszłego rozbudowania dostarczanego układu stołów optycznych o system aktywnego piezoelektrycznego tłumienie drgań (tłumienie drgań o częstotliwości <10Hz) – system taki nie jest przedmiotem obecnego zamówienia.

Konstrukcja blatów optycznych musi umożliwić ich transport w pozycji bocznej (powierzchnia blatu w pozycji wertykalnej), z gwarancją braku zniekształceń blatu optycznego i zachowania jego parametrów katalogowych. |
| f. | Sondy pomiarowe do wymiany w przypadku uszkodzenia zainstalowanej w systemie sondy pomiarowej* 10 szt.

Akcesoria niezbędne do wymiany sondy |
| 1. **Wymagania dodatkowe**
 |
| L.p | Parametry wymagane |  |
| a. | Wykonawca zainstaluje i uruchomi układ s-SNOM w siedzibie Zamawiającego.System s-SNOM musi współpracować zarówno z istniejącym w laboratorium Zamawiającego układem lasera Pharos oraz optycznego wzmacniacza parametrycznego Orpheus-HP, jak i nowym, przewidzianym do zainstalowania, układem laserowym Pharos/Orpheus-HP. W każdym przypadku system s-SNOM musi umożliwić pracę z częstotliwością repetycji impulsów laserowych do 50 kHz. Na życzenie Wykonawcy Zamawiający udostępni szczegółową dokumentację techniczną dla powyższych źródeł laserowych. |
| b. | Układ musi być dostarczony wraz z próbką kalibracyjną, umożliwiającą wykonanie na niej pomiaru z rozdzielczością określoną w pozycji 2b., w zakresie długości fali generowanej przez laser określony w pozycji 7a. Dokładna wartość parametrów pomiarów zostanie wybrana przez serwis Wykonawcy w trakcie instalacji systemu. |
| c. | Wykonawca przeprowadzi szkolenie z obsługi układu s-SNOM dla przynajmniej 2 osób personelu Zamawiającego trwające przez minimum 4 dni. |
| d. | Całość dostawy objęta jest gwarancją 24 miesięcy od daty podpisania protokołu odbioru. |
| e. | W okresie gwarancyjnym Wykonawca zapewni usługę serwisową o następujących parametrach:* Czas reakcji serwisu od daty skutecznego zawiadomienia o awarii: nie więcej niż 3 dni robocze.
* Czas rozpoczęcia serwisu od daty skutecznego zawiadomienia: nie więcej niż 5 dni roboczych, nie więcej niż 3 dni robocze od daty reakcji serwisu.
* Czas naprawy: nie więcej niż 14 dni roboczych lub nie więcej niż 21 dni roboczych, jeśli urządzenie należy wysłać na naprawę do fabryki producenta.
* Okres gwarancji ulega wydłużeniu o czas naprawy serwisowej
* W przypadku konieczności wymiany - 1 rok gwarancji na wymieniony komponent.

Wymiana urządzenia po 3 nieskutecznych naprawach. |

**2000mm**

**1000mm**

**2400mm**

**2400mm**

**1500mm**

**1500mm**

Rys. 1 Układ łączenia stołów optycznych Wymagany przez Zamawiającego