

Allegato 1

Le caratteristiche tecniche del MICROSCOPIO OTTICO A SCANSIONE IN CAMPO VICINO DI TIPO A DIFFUSIONE (s-SNOM) ACCOPPIATO AD UN SISTEMA INTERFEROMETRICO PER LA DETERMINAZIONE SIMULTANEA DI AMPIEZZA E FASE DEL CAMPO OTTICO PROSSIMO, oggetto del presente appalto, sono riportate qui di seguito.

La fornitura si compone di un unico strumento che integra i seguenti componenti fondamentali: (#1) piattaforma per microscopia a scansione in campo prossimo in modalità scattering (s-SNOM) che consenta misure tip-enhanced AFM nel visibile ed infrarosso, nonché misure colocalizzate nelle diverse modalità AFM, (#2) Modulo per l'imaging in campo prossimo nell'intervallo spettrale dal visibile al medio infrarosso integrato con un sistema di rivelazione a pseudo-eterodina, per la determinazione simultanea di ampiezza e fase del campo ottico prossimo a lunghezze d'onda dal visibile al medio infrarosso, (#3) Modulo per illuminazione in campo prossimo compatibile con sorgenti di luce nell'intervallo spettrale dal visibile al medio infrarosso.

#1: Microscopio a scansione in campo prossimo in modalità scattering-(s-SNOM)

1.1: Microscopio s-SNOM senza apertura

- a) Deve comprendere un AFM ottimizzato per s-SNOM con stadio di scansione del campione a loop chiuso nelle coordinate XY e loop aperto nella coordinata Z, con una gamma di scansione fine maggiore di $90 \times 90 \mu\text{m}^2$ in XY e maggiore di $2 \mu\text{m}$ in Z.
- b) Lo stadio di scansione del campione deve consentire il posizionamento grossolano controllato dal software con un intervallo maggiore di 50 mm (X), 10 mm (Y) e 5 mm (Z).
- c) Lo stadio di scansione del campione deve accettare substrati con una dimensione minima di 40 mm x 50 mm x 15 mm.
- d) La testa di rivelazione s-SNOM deve essere dotata di un posizionamento motorizzato lungo 3 diversi assi, e consentire un facile allineamento della punta AFM.
- e) La testa di rivelazione s-SNOM deve accettare cantilever AFM standard con frequenza di risonanza fino a 500 kHz o superiori.
- f) Lo scambio di campioni nel sistema s-SNOM non deve richiedere la rimozione o il riallineamento della testa AFM. Durante lo scambio di campioni, la messa a fuoco della luce sulla punta AFM non deve essere influenzata al fine di consentire la registrazione consecutiva di differenti campioni nelle stesse condizioni sperimentali, e di effettuare la registrazione di misurazioni di riferimento e di controllo.
- g) Il sistema deve consentire un ampio accesso ottico alla punta AFM (apertura di almeno 180° nel piano orizzontale, e di almeno 60° nel piano verticale). Deve essere possibile focalizzare la luce sulla punta AFM da almeno due assi ottici indipendenti, per realizzare esperimenti con fotoeccitazione colocalizzata, anche in vista di eventuali futuri aggiornamenti del sistema.

h) Per un'efficiente estrazione del campo ottico prossimo e la soppressione del segnale di fondo in ogni pixel, il sistema deve supportare la demodulazione simultanea del segnale dalla 1° alla 5° armonica della frequenza di risonanza della punta, per almeno 4 canali indipendenti (meccanico/AFM, segnale s-SNOM, 2 canali aggiuntivi)

i) Il sistema deve consentire di effettuare microscopia AFM nelle principali modalità e deve essere compatibile per integrazione con le seguenti modalità aggiuntive:

- Microscopia Kelvin Probe Force (KPFM) con 'tecnologia single pass'
- AFM conduttivo (c-AFM)

l) Workstation attiva per montare il microscopio su un supporto isolato dalle vibrazioni (area di lavoro maggiore di 100x150cm).- Tecnologia di isolamento dalle vibrazioni piezoelettriche, con livellamento automatico del carico – Isolamento minimo. 25 dB (94,4%) a 5 Hz, 35 dB (98,2%) > 10 Hz. – Dimensioni minime della breadboard ottica 150 x 100 cm con fori di montaggio inclusi – La capacità di carico della workstation deve essere adeguata a supportare il peso dell'intero sistema e dell'eventuale aggiunta della sorgenti di luce opzionale. - Telaio di supporto in acciaio

1.2: Ottica di ispezione

a) lo s-SNOM deve includere un microscopio ottico a campo chiaro verticale integrato per consentire la visualizzazione del campione e la facile individuazione dell'area di interesse.

b) La risoluzione ottica del microscopio dovrebbe essere di almeno 0,8 μm supportata da una telecamera CCD ad alta velocità da 4,5 Mpixel o superiore e un campo visivo di circa 700 μm (diagonale).

1.3: Unità di focalizzazione ottica

a) Il sistema deve includere un'unità di illuminazione integrata e di raccolta della luce con elevata apertura numerica ($NA > 0,45$).

b) L'unità di illuminazione deve essere basata su ottiche in riflessione, essenziale per focalizzare simultaneamente senza aberrazione sulla punta AFM la luce di diverse frequenze o impulsi laser ultrabrevi.

c) La capacità di operare nelle gamme spettrali visibile, vicino-IR, medio-IR e THz con un singolo percorso di fascio comune (ad esempio, ottica riflettente e specchio parabolico per la messa a fuoco del fascio) deve essere dimostrata da pubblicazioni sottoposte a peer review su riviste primarie.

d) Per garantire una messa a fuoco efficiente e priva di aberrazioni sulla punta AFM, l'obiettivo a specchio parabolico deve consentire movimenti di traslazione in X, Y, Z rispetto all'asse ottico delle sorgenti di illuminazione incidenti.

e) Lo stato di allineamento predefinito dello strumento deve essere ottenibile memorizzando e richiamando posizioni predefinite nello spazio 3D dello specchio parabolico utilizzato per focalizzare la luce.

f) Il sistema deve prevedere due percorsi indipendenti del fascio ottico, per l'illuminazione e la rilevazione della luce diffusa dalla punta AFM, per supportare l'imaging in campo prossimo, la spettroscopia e le misure pump-probe ultra veloci.

g) Lo specchio parabolico integrato deve includere un posizionatore motorizzato per la messa a fuoco precisa di una sorgente di luce esterna sulla punta AFM. Questo posizionatore deve avere un intervallo di movimento di almeno 4 mm in X, Y, Z.

h) Il sistema deve consentire l'allineamento della messa a fuoco ottica mentre la punta AFM è in contatto con il campione (feedback ingaggiato) per ottimizzare il segnale in campo prossimo in condizioni di misura.

1.4 Computer e software di controllo

a) Devono essere forniti una workstation di lavoro, uno strumento per il controllo dell'elettronica e un software integrato per l'acquisizione, la visualizzazione e l'analisi dei dati.

b) Per un'operatività affidabile del sistema in un ambiente multiutente, il software operativo deve essere intuitivo e basato su un'interfaccia guidata dal flusso di lavoro. Inoltre, il software utente per l'operazione del sistema deve includere funzioni di aiuto interattive con tutorial, esempi video e consigli sulla regolazione dei parametri di sistema.

c) Deve offrire un'interfaccia software per consentire il controllo e il monitoraggio del microscopio s-SNOM con software di programmazione esterno (ad esempio, Python, LabView) per la progettazione e l'implementazione di esperimenti personalizzati e la sincronizzazione con attrezzature esterne.

#2: Sistema di nano-imaging

2.1 Sistema di imaging e spettroscopia s-SNOM

a) Il modulo di rilevamento ottico deve supportare la detezione interferometrica del segnale in campo prossimo risolto in ampiezza e fase, utilizzando sorgenti laser impulsive; deve consentire la correlazione diretta con la misura locale delle proprietà ottiche di riflessione e assorbimento dei materiali.

b) Il modulo deve consentire la rilevazione del segnale in campo prossimo con soppressione completa del segnale di fondo (incluso un fondo moltiplicativo). Il confinamento del campo prossimo derivante dall'interazione punta-campione deve essere rilevabile nelle armoniche superiori, tramite scansioni verticali (curve di avvicinamento) su scale inferiori ai 20 nm.

c) La soppressione completa del segnale di fondo nel regime di lunghezze d'onda VIS, NIR e mid-IR deve essere abilitata dalla vibrazione di uno specchio di riferimento e dalla rivelazione di almeno 2 bande laterali (rilevazione pseudo-eterodina).

d) Il modulo s-SNOM deve essere predisposto per realizzare scansioni spettroscopiche puntuali (point spectroscopy) in campo prossimo nella gamma di frequenza mid-IR tramite la scansione spettrale dell'unità di illuminazione #3. Questa modalità di spettroscopia deve essere basata su tecnologia di rilevamento pseudo-eterodina interferometrica (con completa soppressione del segnale di fondo), per spettri risolti in ampiezza e fase. Per realizzare questa funzionalità è richiesta la regolazione accurata della lunghezza dei bracci interferometrici.

e) Il modulo di nano imaging deve essere dotato di tutte le unità di rilevamento ottico necessarie per coprire la gamma di lunghezze d'onda dal VIS al mid-IR.

f) Il modulo deve supportare un supporto per beam-splitter intercambiabili in base alla gamma di lunghezze d'onda della sorgente di luce utilizzata per le misurazioni. Il sistema di montaggio del

beam-splitter deve includere un supporto auto-allineante a sfera e scanalatura a V che consenta un riposizionamento ad alta precisione, per un facile cambio dell'unità di illuminazione.

g) Il modulo di rilevamento deve funzionare in modalità di riflessione (illuminazione della punta dal lato per campioni opachi

h) Il modulo deve prevedere un design ultra-compatto del percorso del fascio ottico per mantenere la lunghezza del braccio interferometrico inferiore a 10 cm, al fine di consentire misurazioni stabili in campo prossimo.

i) Il modulo deve essere compatibile con i sistemi di montaggio standard dei componenti ottici.

j) Il modulo deve consentire l'interfacciamento con percorsi ottici aggiuntivi utilizzando ottiche ispirate dal cliente.

k) Validazione delle prestazioni (incluse tutte le componenti ottiche) in fase di pre-test ed in loco.

3: Unità di illuminazione in campo prossimo

3.1 Unità di illuminazione per l'imaging in campo prossimo

a) L'unità di illuminazione deve includere una sorgente laser a singola frequenza con lunghezza d'onda di 523 nm che abbia dimostrato la capacità di realizzare misure in campo prossimo risolte in ampiezza e fase.

b) Deve essere compatibile per l'integrazione futura con sorgenti di luce accordabili nell'intervallo spettrale dal vicino al medio infrarosso.