

ALLEGATO A**SISTEMA DI LITOGRAFIA INTEGRATA TERMICA A SCANSIONE DI SONDA E LASER****AVVISO N. 31/2024****ELENCO DELLE CARATTERISTICHE TECNICHE MINIME RICHIESTE**

Sono di seguito elencati requisiti e specifiche tecniche minimi richiesti per la fornitura. Eventuali scostamenti saranno valutati in termini di rispondenza e ottemperanza alle esigenze connesse alla fornitura. E', pertanto, facoltà dei soggetti offerenti dimostrare che le soluzioni proposte ottemperano in modo equivalente ai requisiti richiesti ai sensi dell'art. 79 e allegato II.5, lett. A, co.7, del d.lgs.n. 36 del 2023.

Caratteristiche tecniche dell'apparecchiatura/fornitura/servizio e attività correlate

L'affidatario dovrà fornire un sistema di litografia termica a scansione di sonda da installarsi presso l'Istituto Nazionale di Ricerca Metrologica di Torino (nel seguito INRiM).

Il sistema dovrà consentire di effettuare la nanofabbricazione di tipologie diverse di materiali tra cui film sottili di materiali polimerici, materiali bidimensionali, multistrati funzionali magnetici, materiali organici. Il sistema dovrà consentire la nanofabbricazione diretta di materiali promuovendo fenomeni di conversione indotti termicamente (come sublimazione, cambiamenti di fase, reazioni chimiche) tramite la scansione di una sonda nanometrica calda sulla superficie del campione. Il sistema dovrà anche permettere l'*imaging in-situ* del substrato utilizzando la stessa sonda impiegata per la scrittura, al fine di visualizzare il substrato con risoluzione nanometrica nelle tre dimensioni, prima, durante e dopo il processo nanolitografico. Lo stesso sistema dovrà anche permettere la fabbricazione tramite irraggiamento con luce laser ultravioletta con risoluzione submicrometrica.

Saranno ritenuti requisiti essenziali l'adeguatezza del sistema in termini di risoluzione spaziale, la flessibilità nello strutturare substrati di tipologia e dimensione variabili, la capacità di nanostrutturazione tridimensionale e la dotazione di un software in grado di gestire la movimentazione del campione, l'attuazione della sonda e del laser, lo stitching tra diverse aree di scrittura e l'*imaging in-situ* del campione.

Specifiche tecniche

I requisiti minimi inderogabili richiesti per il sistema di nanolitografia termica sono i seguenti:

- Tecnologia di nano e micro litografia ibrida: Scanning thermal probe & focused laser irradiation;
- Caratteristiche sistema:
 - Nanofabbricazione diretta di strutture tridimensionali con dimensione di struttura minima < 20 nm nel piano e < 5 nm nella direzione fuori dal piano, tramite sublimazione di resist polimerici (e.g. PPA);
 - Possibilità di nanolitografia ibrida "Mix & Match" integrata nello stesso sistema e controllato dallo stesso software, utilizzando sonda termica e laser sullo stesso substrato.
 - Visualizzazione in-situ della topografia 3D del substrato prima, durante e dopo il processo di litografia con risoluzione spaziale < 20 nm nel piano e < 0.5 nm nella

direzione fuori dal piano;

- Velocità di scrittura su resist polimerici > 500 $\mu\text{m}^2/\text{min}$ (con risoluzione < 100 nm) e > 50000 $\mu\text{m}^2/\text{min}$ (con risoluzione < 1 μm);
- Sovrapposizione della nanolitografia con precedenti step litografici senza bisogno di marker con accuratezza < 30 nm;
- Sovrapposizione della litografia laser con precedenti step litografici senza bisogno di markers con accuratezza < 800 nm;
- Allineamento tra diversi campi di scrittura con precisione < 30 nm per la litografia termica e < 800 nm per la litografia laser;
- Assenza di danno, quale quello indotto da fasci elettronici/radiazione, su substrati delicati (in caso di scrittura di resist polimerici depositati su substrati delicati);
- Possibilità di eseguire nanofabbricazione diretta su diverse tipologie di materiali inducendo reazioni termiche localizzate a temperatura controllata;
- Possibilità di scaldare la sonda in modo controllato da temperatura ambiente fino ad una temperatura > 1000 °C con una precisione < 2 °C;
- Possibilità di gestire substrati di dimensioni e forma irregolare e fette intere (wafer), le cui dimensioni potranno variare da 2 x 2 mm^2 fino a 100 x 100 mm^2 , e spessore fino a 10 mm;
- Possibilità di visualizzare il campione da litografare tramite microscopio ottico integrato. Tale microscopio deve essere dotato di auto-focus, e avere una risoluzione ottica < 1 μm e un campo visivo di almeno 0.5 mm x 0.5 mm;
- Presenza di una sorgente laser focalizzata con lunghezza d'onda e potenza tale da permettere la sublimazione termica di resist polimerici (come PPA) con dimensione minima di struttura < 1 μm . La lunghezza d'onda del laser deve essere compatibile con la possibilità di effettuare l'esposizione di resist polimerici utilizzati nell'ambito della litografia ottica e elettronica. Presenza di un sistema automatico di focalizzazione del laser sulla superficie del campione;
- Presenza di un sistema integrato di isolamento acustico e da vibrazioni;
- Presenza di un sistema di monitoraggio di temperatura e umidità nella camera di litografia, con la possibilità di immettere un flusso di gas controllato via software (e.g. Ar o N₂) durante i processi di nanofabbricazione;
- Software: Possibilità di importare file sia CAD (per esempio in formato .gds) sia bitmap. Possibilità di effettuare visualizzazione e analisi di immagini di topografia. Possibilità di scripting. Controllo in closed-loop della profondità di scrittura su resist con possibilità di realizzazione di litografia tridimensionale.
- Cavi e connessioni necessari per la funzionalità integrata e singola dei componenti.
- Connessione Ethernet e di sistema di diagnostica per la verifica delle funzionalità operabile anche in modalità remota.
- Una superficie di appoggio minore di 80 cm x 130 cm, in modo da potere essere collocato nello spazio disponibile presso il Laboratorio Q009 del Laboratorio QR dell'INRiM. L'ingombro massimo del sistema, comprensivo degli spazi necessari per la sua manutenzione, non dovrà superare i 230 cm x 220 cm.

Si anticipa che la stazione appaltante indicherà negli atti di gara alcune prestazioni secondarie che saranno ritenute essenziali quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la formazione, l'assistenza e il supporto per il personale dell'INRiM che utilizzerà lo strumento, un manuale di funzionamento dello strumento in formato elettronico, la fornitura di materiali di ricambio e una garanzia a copertura di ogni vizio funzionale sul sistema e sulle parti di ricambio eventualmente sostituite.