|  |
| --- |
| **ALLEGATO B - DICHIARAZIONE REQUISITI MINIMI INDEROGABILI** |
| **GARA EUROPEA A PROCEDURA TELEMATICA APERTA PER L’AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA DI UN SISTEMA DI CRESCITA PER EPITASSIA DA FASCIO MOLECOLARE SU SUBSTRATI DA 2 POLLICI** |
| CIG 9880226C6A  CUP B53C22004310006 |



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **ID** | **CARATTERISTICA** | **REQUISITO MINIMO INDERGABILE** | **CARATTERISTICHE DELL'ATTREZZATURA OFFERTA**  **Indicare, nella colonna evidenziata in verde, i valori reali specifici delle caratteristiche dell’attrezzatura. Per i requisiti che non prevedono misure, confermare la presenza della caratteristica richiesta, ove possibile specificando modalità o dettagli dell’attrezzatura che rispondono al requisito.** |
| 1 | Tecnica  di crescita | Epitassia da fascio molecolare ed evaporazione termica su substrati da 2 pollici di diametro o *flag-style* *sample plates.* |  |
| 2 | Caratteristiche generali | Sistema MBE per la crescita su substrati fino a 2 pollici di diametro o *flag-style sample plates*, montati su portacampioni di 2 pollici di diametro, con controllo automatico della deposizione di film sottili e multistrati secondo ricette preimpostate dall’utente, con registrazione di tutte le informazioni relative al sistema durante il processo (data logging). |  |
| 2.1 |  | Sistema costituito da una camera di deposizione, una camera di interfaccia e una camera di introduzione per il caricamento rapido dei campioni, interfacciate tra loro. |  |
| 2.2 |  | Dimensione (diametro) dei substrati fino a 2 pollici di diametro; substrati di dimensione inferiore ai 2 pollici di diametro e/o di forma differente, in particolare substrati quadrati di dimensione 10x10 mm2 montati su *flag-style Omicron sample plates*, devono poter essere alloggiati su portacampioni da 2 pollici di diametro tramite opportuni adattatori. |  |
| 2.3 |  | Sistema rimovibile per la cottura delle singole camere (*bake out*), con controllo automatico delle temperature, che consenta di portare il sistema in ultra-alto vuoto, secondo le specifiche richieste per ciascuna camera. |  |
| 2.4 |  | Frame di sostegno del sistema in alluminio o materiale equivalente/opportuno. |  |
| 2.5 |  | Rack per l’alloggiamento della strumentazione di controllo. |  |
| 2.6 |  | Unità di distribuzione della potenza elettrica installata e relativi interlock/meccanismi di sicurezza. |  |
| 2.7 |  | PC e strumentazione necessaria all’uso (generatori, elettronica, controllo) montati su rack e inclusi nella fornitura. |  |
| 2.8 |  | Dimensioni massime: 5 m x 3.5 m, come da figura. |  |
| 2.9 |  | Tempi di approvazione tecnica dei disegni non superiori a 3 mesi dalla data di stipula del contratto. |  |
| 2.10 |  | Tempi di consegna non superiori a 12 mesi dalla data di approvazione tecnica dei disegni. |  |
| 2.11 |  | Trasporto, installazione, collaudo e successiva formazione (*training* di almeno 3 giorni), da effettuarsi presso lo spazio di installazione previsto da PoliFAB. |  |
| 2.12 |  | Garanzia per tutti i componenti dell’apparecchiatura di almeno 24 mesi, decorrenti dalla data di collaudo del sistema. |  |
| 2.13 |  | Alimentazione elettrica 230 V. |  |
| 3 | Camera di introduzione | Camera per il caricamento ed estrazione rapidi dei substrati/campioni da 2 pollici e *flag-style sample plates*, tramite uno sportello manuale con guarnizione in viton (all’occorrenza sostituibile con guarnizione di rame nei casi in cui sia richiesta una cottura della camera). |  |
| 3.1 |  | Sistema di pompaggio che permetta di raggiungere una pressione inferiore o uguale a 5\*10-8 mbar in un tempo non superiore a 30 min dopo l’apertura ed esposizione a pressione atmosferica, e una pressione non superiore a 5\*10-9 mbar dopo una notte di pompaggio (usando uno sportello con guarnizione in viton). |  |
| 3.2 |  | Trasferitore lineare magnetico per caricamento di un singolo porta-campioni da 2 pollici sul manipolatore/sistema di scambio nella camera di interfaccia. La camera di introduzione non deve essere connessa direttamente alla camera di deposizione onde preservare l’ultra-alto vuoto in quest’ultima durante ogni operazione. |  |
| 3.3 |  | Linea per la ventilazione rapida della camera di introduzione in atmosfera di azoto. |  |
| 3.4 |  | Sistema rimovibile e controllabile automaticamente per la cottura (*bake-out*) a temperatura non inferiore a 120°C. |  |
| 3.5 |  | Magazzino per almeno 5 substrati da 2 pollici o adattatori *flag-style sample plates*, prelevabili e trasferibili nella camera di interfaccia. |  |
| 3.6 |  | Misuratore/i di pressione funzionante da pressione ambiente a 5x10-9 mbar. |  |
| 4 | Camera di deposizione | Camera di deposizione per MBE, comprensiva di sorgenti di evaporazione, manipolatore per il substrato, pompaggio, e strumentazione di controllo della deposizione. |  |
| 4.1 | Caratteristiche generali | Camera per la deposizione in ultra-alto vuoto, realizzata in acciaio non magnetico (stainless steel), fornita di tutte le porte e flange richieste per l’alloggiamento delle sorgenti, dei sistemi di manipolazione e di trasferimento, e della strumentazione di controllo. |  |
| 4.1.1 |  | Sistema di pompaggio opportuno per ottenere una pressione base minore o uguale a 5\*10-11 mbar. La fornitura prevede anche gli opportuni misuratori di pressione. |  |
| 4.1.2 |  | Camicia di raffreddamento per la regione attorno al substrato/campione, predisposta per il funzionamento sia con acqua che con azoto liquido. |  |
| 4.1.3 |  | Uniformità di spessore di film deposto su substrato da 2 pollici migliore di +/-2.0%, tra il centro e la periferia, entro 5 mm dal bordo del substrato da 2 pollici per ogni cella di evaporazione montata nel sistema. Da verificarsi in fase di collaudo su film di spessore nominale di 100 nm cresciuto su substrato di silicio riscaldato preventivamente a 900°C per 5 minuti. |  |
| 4.1.4 |  | Sistema rimovibile e controllabile automaticamente per il riscaldamento della camera a temperatura non inferiore a 200°C per 24 ore (*bake-out*). |  |
| 4.1.5 |  | Valvola gate di isolamento verso la camera di interfaccia. |  |
| 4.1.6 |  | PC per controllo via software di sorgenti di evaporazione, *bake-out*, manipolatore, e tutte le motorizzazioni del sistema comprese nella fornitura. |  |
| 4.1.7 |  | Rack in numero e dimensioni adatti ad alloggiare l’elettronica di controllo e gestione del sistema: generatori di corrente/potenza (MBE, riscaldamento del substrato, bakeout), vacuometri, unità di controllo di RHEED e QMA, etc. |  |
| 4.1.8 |  | Adattatore da 2 pollici per montaggio di porta-campioni di dimensione inferiori a 2 pollici di diametro, in particolare *flag-style Omicron plates* per campioni piccoli. Fornitura di almeno 8 portacampioni, di tipologia da definire entro la data di approvazione dei disegni (*flag-style Omicron plates* e/o adattatori da 2 pollici per substrati di dimensione inferiore e/o per *flag-style Omicron plates*, comprensivi di clamps, viti e quanto serva per il montaggio del substrato). Tutto il materiale utilizzato deve essere compatibile con il riscaldamento ad alta temperatura (1200°C sul substrato). |  |
| 4.1.9 |  | Predisposizione per il montaggio di un pirometro per la misura ottica della temperatura del substrato. |  |
| 4.2 | Sorgenti di evaporazione | Sorgenti di evaporazione termica per la deposizione di film su substrati da 2 pollici. |  |
| 4.2.1 |  | Numero minimo di postazioni disponibili per sorgenti di evaporazione confocali = 8, con flange DN40 o DN63. Ciascuna postazione deve essere fornita di camicia per raffreddamento ad acqua o azoto liquido. |  |
| 4.2.2 |  | Numero minimo di sorgenti di evaporazione fornite = 4. |  |
|  |  | Le sorgenti devono essere dotate ognuna di un proprio schermo (shutter) rotante che possa essere aperto o chiuso in maniera automatica durante i processi di deposizione. |  |
| 4.2.3 |  | Per ogni sorgente, la fornitura deve comprendere il corrispondente generatore di corrente/potenza, il software di controllo, il raffreddamento e tutto quanto sia necessario al suo corretto funzionamento. |  |
| 4.2.4 |  | Le sorgenti devono poter essere utilizzate sia singolarmente, con opportuna schermatura per evitare contaminazioni incrociate tra di esse, sia in parallelo per la realizzazione di composti e leghe, nonché per multistrati complessi. |  |
| 4.2.5 |  | Possibilità di deposizione con substrato in temperatura, non inferiore a 500°C. |  |
| 4.2.6 |  | Una delle sorgenti fornite dovrà essere del tipo “cracker cell”, per poter evaporare tellurio atomico (non Te4 o Te2). |  |
| 4.2.7 |  | Le sorgenti fornite, esclusa quella di tipo craker, dovranno poter evaporare: germanio, antimonio, stagno. |  |
| 4.3 | Manipolatore per il substrato | Manipolatore riscaldabile e rotante per il substrato da 2 pollici e gli adattatori per substrati di dimensione inferiore e *flag-style Omicron plates.* |  |
| 4.3.1 |  | Rotazione motorizzata e programmabile del substrato durante il processo. |  |
| 4.3.2 |  | Regolazione motorizzata e programmabile della distanza substrato-sorgenti. |  |
| 4.3.3 |  | Schermo (shutter) rotante motorizzato per proteggere il campione durante il precondizionamento e/o l’accensione delle celle. |  |
| 4.3.4 |  | Possibilità di riscaldare il substrato fino alla temperatura di 1200°C per la sua preparazione prima della deposizione, e fino alla temperatura di 500°C durante la deposizione. |  |
| 4.3.5 |  | Movimentazione del manipolatore per consentire il trasferimento del substrato/campione dalla camera di deposizione alla camera di interfaccia, e viceversa. |  |
| 4.3.6 |  | Alimentatore ed elettronica di controllo per il riscaldatore e tutte le motorizzazioni del manipolatore. |  |
| 4.4 | Strumentazione di controllo | Microbilancia al quarzo, diffrazione di elettroni ad alta energia (RHEED) e spettrometro di massa (QMA). |  |
| 4.4.1 |  | Microbilancia al quarzo posizionabile in prossimità della posizione del campione durante la deposizione. La differenza percentuale tra spessore stimato dalla bilancia rispetto a spessore deposto su un substrato non deve essere superiore a 10%. |  |
| 4.4.2 |  | Sistema di diffrazione di elettroni ad alta energia (RHEED), con sorgente di elettroni di energia non inferiore a 15 kV, controllo remoto di focalizzazione e posizionamento del fascio elettronico, videocamera per l’acquisizione delle immagini, software di controllo remoto per l’acquisizione delle immagini e la misura delle oscillazioni RHEED. |  |
| 4.4.3 |  | Spettrometro di massa a quadrupolo (QMA) per gas residui con massa molecolare nell’intervallo 1-200 amu. |  |
| 4.4.4 |  | PC per RHEED e QMA inclusi nella fornitura. |  |
| 4.4.5 |  | Misuratore di pressione in ultra-alto vuoto (<3\*10-11 mbar). |  |
| 5 | Camera di interfaccia | Camera da vuoto con pompaggio indipendente, interposta tra la camera di deposizione e la camera di introduzione per il caricamento rapido dei substrati, con flange, pompaggio, misuratore/i di pressione, sistemi di manipolazione e trasferimento per la movimentazione dei substrati da 2” verso le camere di deposizione e introduzione incluse nella fornitura, e con predisposizione per la connessione tramite flange DN40CF verso due sistemi esterni (*vacuum suitcase* e ARPES), come descritto in dettaglio nel seguito. |  |
| 5.1 |  | Sistema per cottura (*bake-out*) rimovibile e controllabile automaticamente a temperatura non inferiore a 180°C. |  |
| 5.2 |  | Sistema opportuno di pompaggio tale da garantire una pressione base non inferiore a 2\*10-10 mbar dopo la cottura. |  |
| 5.3 |  | Sistema di manipolazione completo per il trasferimento di campioni da 2 pollici, o adattatori per campioni di dimensione inferiore, da e verso le camere di deposizione e introduzione incluse nella fornitura. |  |
| 5.4 |  | Predisposizione per il trasferimento di campioni *flag-style Omicron plates*, provenienti dalla camera di crescita e montati su adattatore da 2”, da e verso due sistemi connessi (*vacuum suitcase* e sistema ARPES) tramite flange DN CF 40. La *vacuum suitcase* e il sistema ARPES, con annessi manipolatori e porta-campioni, non sono oggetto della fornitura. Il trasferimento non deve avvenire passando o utilizzando la camera di caricamento in alcun modo. |  |
| 5.5 |  | Sistema di tipo Wobble Stick per montaggio/smontaggio di *flag-style Omicron plates* dal porta-campione di 2 pollici compatibile con la camera di crescita, nonché per lo stoccaggio dei *flag-style Omicron plates* in un magazzino interno alla camera stessa. Tali campioni potranno dover essere prelevati (o depositati) dal (sul) trasferitore della *vacuum suitcase*. Quest’ultimo sarà di lunghezza sufficiente a penetrare, attraverso la flangia destinata a tale scopo, nella camera di interfaccia per una lunghezza opportuna. |  |
| 5.6 |  | Sistema di tipo Wobble Stick per trasferimento di *flag-style Omicron plates* dal porta-campione di 2 pollici compatibile con la camera di crescita al trasferitore lineare del sistema ARPES. Quest’ultimo sarà di lunghezza sufficiente a penetrare, attraverso la flangia destinata a tale scopo, nella camera di interfaccia per una lunghezza opportuna. |  |
| 5.7 |  | Valvole di isolamento (gate) verso i sistemi esterni (*vacuum suitcase* e sistema ARPES), che verranno connessi tramite flange DN CF 40, e verso le camere di deposizione e introduzione tramite flange di dimensioni opportune. |  |
| 5.8 |  | Presenza di una sezione intermedia di connessione tra camera di interfaccia e *vacuum suitcase*, con sistema di evacuazione in ultra-alto vuoto della stessa. |  |
| 5.9 |  | Magazzino/parcheggio per un minimo di 4 *flag-style Omicron plates*, eventualmente montato sullo stesso manipolatore che ospita l’alloggiamento per il porta-campioni da 2 pollici per lo scambio fra trasferitori. |  |
| 6 | Sistemi di trasferimento | Trasferitori lineari per permettere il trasferimento di substrati da 2” e adattatori per *flag-style Omicron plates* tra camera di introduzione, camera di interfaccia e camera di deposizione. |  |
| 6.1 | Trasferitore 1 | Trasferimento tra camera di introduzione e camera di interfaccia. |  |
| 6.1.1 |  | Trasferitore lineare ad accoppiamento magnetico compatibile con ultra-alto vuoto dotato di testa con alloggiamento per substrati circolari di 2” di diametro e adattatori per *flag-style Omicron plates.* |  |
| 6.2 | Trasferitore 2 | Trasferimento tra camera di deposizione e camera di interfaccia. |  |
| 6.2.1 |  | Trasferitore lineare ad accoppiamento magnetico compatibile con ultra-alto vuoto dotato di testa con alloggiamento per substrati circolari di 2” di diametro e adattatori per *flag-style Omicron plates.* |  |
| 7 | Software | Software per la gestione del sistema complessivo oggetto di gara. |  |
| 7.1 |  | Software di processo per MBE che consenta di depositare automaticamente multistrati, con controllo (statico e dinamico tramite rampa) su temperature di sorgenti e substrato, e su apertura/chiusura degli *shutter*. |  |
| 7.2 |  | Il software deve prevedere la possibilità di impostare ricette di deposizione con sequenze arbitrarie di strati. Per ogni strato deve essere possibile definire materiale, spessore, condizioni di deposizione (e.g. temperatura del substrato, tasso di deposizione) e ripetere un certo numero di volte la deposizione per creare super-reticoli o etero-strutture complesse in maniera automatica. |  |
| 7.3 |  | Il software deve permettere di salvare dati e metadati, senza perdita di informazioni, in un formato file apribile con software open source. In alternativa, devono essere fornite tutte le informazioni relative alla struttura e al contenuto del formato file salvato dallo strumento, per permettere di effettuare il parsing con un linguaggio di programmazione open source di tutti i dati e metadati contenuti senza perdita di informazioni. |  |
| 7.4 |  | Software di controllo per *bake-out* di tutte le camere. |  |
| 7.5 |  | Software per RHEED per il controllo in tempo reale della deposizione ed il conteggio del numero dei monolayer deposti (misura delle oscillazioni RHEED). |  |