



UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale



PROVINCIA AUTONOMA
DI TRENTO

Investiamo nel vostro futuro

Programma Operativo 2014-2020
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
- FESR -

**CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO
PER**

**L'AFFIDAMENTO DELLA FORNITURA E POSA IN OPERA
SOPRA SOGLIA COMUNITARIA DI ATTREZZATURE
SCIENTIFICHE PER IL POTENZIAMENTO DELLA MICRO
NANO FACILITY DI FBK VERSO LA NANOFABBRICAZIONE
D'AVANGUARDIA**

LOTTO 4: SISTEMA MULTITARGET

– PARTE TECNICA –

ART. 1 - OGGETTO

Oggetto del presente capitolato tecnico è la fornitura, l'installazione e la messa in funzione di un sistema multi-target per la deposizione mediante RF/DC co-sputtering di film sottili.

L'apparecchiatura in oggetto dovrà rispondere ai requisiti di funzionalità e versatilità richiesti dal presente documento per le finalità specifiche che la Fondazione si è posta di conseguire nell'ambito della ricerca scientifica.

L'apparecchiatura sarà collocata in modalità *through the wall*, presso la clean room MEMS della Micro-nano Characterization and Fabrication Facility, Fondazione Bruno Kessler di Trento, in via Sommarive 18.

Le apparecchiature stand-alone e i loro eventuali componenti con consumo superiore ai 3 KW dovranno essere alimentate in modalità trifase con o senza neutro (400V, 50 Hz).

Il sistema è composto da:

- due camere di processo;
- sistema di polarizzazione dei catodi;
- linee gas con Mass Flow Controller;
- sistema di pompaggio;
- sistema di movimentazione dei wafer;
- sistema di controllo dell'apparecchiatura e del processo.

ART. 2 - CARATTERISTICHE TECNICO FUNZIONALI MINIME DELLA FORNITURA

Gli elementi descritti ai punti 2.1 e 2.2 rappresentano, a pena di esclusione, la configurazione e le prestazioni minime dell'apparecchiatura oggetto del presente lotto.

Le offerte relative a sistemi non rispondenti ai requisiti minimi richiesti saranno escluse dalla procedura di gara.

2.1 - Caratteristiche tecniche e funzionali minime del sistema

1. L'apparecchiatura dovrà essere composta da materiali e componenti nuovi. Sono escluse apparecchiature e componenti usati e ricondizionati.
2. Il sistema deve essere composto da camere compatibili con processi di alto vuoto: due camere di deposizione (Camera 1, per la deposizione di metalli e Camera 2, per la deposizione di ossidi e ossi-nitruri), una camera di caricamento dei campioni (load lock) e una camera di trasferimento con valvole di isolamento e robot a 3 assi.
3. Il sistema deve permettere di depositare metalli, ossidi e nitruri in configurazione sputter-up (catodi in basso, wafer in alto).
4. Il sistema deve essere in grado di trattare wafer di silicio e di quarzo da 150 mm di diametro, con uno spessore compreso tra 200 e 1000 micron.
5. Il sistema deve permettere di depositare materiali in modalità DC, pulsed DC e RF, con deposition rate da specificare nell'allegato 3.
6. Il sistema deve permettere di depositare contemporaneamente due materiali diversi (co-sputtering) anche in configurazione DC/RF.
7. Il sistema deve permettere di depositare multistrati.
8. Il sistema deve permettere l'effettuazione dello sputtering reattivo. Si richiedono perciò almeno tre linee di gas (Ar, N₂ e O₂) in entrambe le camere di deposizione.
9. Il sistema deve permettere di depositare i seguenti materiali: platino, titanio, nichel, palladio, oro, ossido di zinco, allumina, nitruro e ossido di titanio.
10. Il sistema deve garantire una uniformità di deposizione migliore del 5%, 1 sigma su una matrice centrata da 100 mm x 100 mm con 16 punti.
11. I processi di deposizione devono essere controllati da computer.

12. L'intero sistema (compreso l'ingombro necessario per l'apertura delle porte per l'ispezione e la manutenzione delle camere ed escluso il sistema di pompaggio primario) deve occupare un'area massima di: (lunghezza) 450 cm x (profondità) 240 cm e (altezza) di 250 cm.

2.2 - Caratteristiche tecniche e funzionali minime dei componenti

2.2.1 - Camere di processo 1 e 2

Le camere di processo 1 e 2:

1. Devono essere in acciaio inossidabile compatibile con processi in alto vuoto.
2. Devono essere accessibili per interventi di manutenzione tramite porte laterali. La tenuta delle camere di deposizione deve essere realizzata tramite doppio o-ring e vuoto differenziale.
3. Devono essere presenti finestre per l'osservazione del plasma.
4. Devono avere un sistema di riscaldamento dei wafer, da 20 °C ad almeno 400 °C, con regolazione automatica della temperatura entro ± 10 °C.
5. Devono avere un sistema automatico di regolazione della pressione in continuo mediante *throttle/control valve*, indipendentemente dal flusso di gas in ingresso.
6. Devono permettere l'applicazione ai wafer di una tensione di bias DC e pulsed DC.
7. Devono avere un sistema di rotazione del wafer a trascinamento magnetico accoppiato ad un motore esterno alle camere.
8. Devono essere fornite di schermi facilmente rimovibili per minimizzare le contaminazioni delle pareti interne delle camere di processo. Deve essere fornito un ulteriore kit di ricambio per ciascuna camera.
9. Sul retro di ciascuna camera (dietro agli schermi protettivi) dovrà essere installata una porta da vuoto del diametro di 100 mm. Sulla Camera 1 completa di valvola ad azionamento manuale, sulla Camera 2 con un tappo cieco.
10. Devono avere su tutti i circuiti di raffreddamento a liquido, opportuni sistemi di misurazione e controllo di flusso, con visualizzazione locale e riportata su computer. I circuiti idraulici di raffreddamento dovranno essere collegati all'anello a circuito chiuso (acqua filtrata e stabilizzata a 16 °C) presente nella clean room.
11. Devono avere una flangia DN38CF (70 mm) per una futura installazione di analizzatore di gas.
12. Ciascuna camera deve ospitare quattro catodi con le seguenti caratteristiche:
 - a. essere dotati di sistemi di magneti permanenti (magnetron) con opportuni sistemi di raffreddamento. Nella Camera 1 il catodo destinato al target in nichel dovrà avere i magneti opportunamente dimensionati;
 - b. poter ospitare target con un diametro di 4 pollici e spessore sia di 0.125 che 0.250 pollici, senza uso di colle, paste adesive o resine;
 - c. essere protetti da schermi (shutter) indipendenti;
 - d. permettere la regolazione dell'inclinazione per ottimizzare il processo in modalità co-sputtering;
 - e. essere montati sulla parte inferiore delle camere (configurazione sputter-up).

2.2.2 - Sistema di polarizzazione dei catodi

1. Il sistema di polarizzazione dei catodi deve essere composto da due generatori DC/pulsed DC, DC1 e DC2, due generatori RF, RF1 e RF2, e quattro reti per l'adattamento di impedenza (*matching network*), come illustrato in Figura 1.
2. Ciascun generatore deve essere connesso, attraverso un deviatore (*switch*) controllato da computer, a un catodo nella Camera 1 e uno nella Camera 2.
3. I catodi devono essere protetti con un filtro RF per l'utilizzo in modalità co-sputtering.

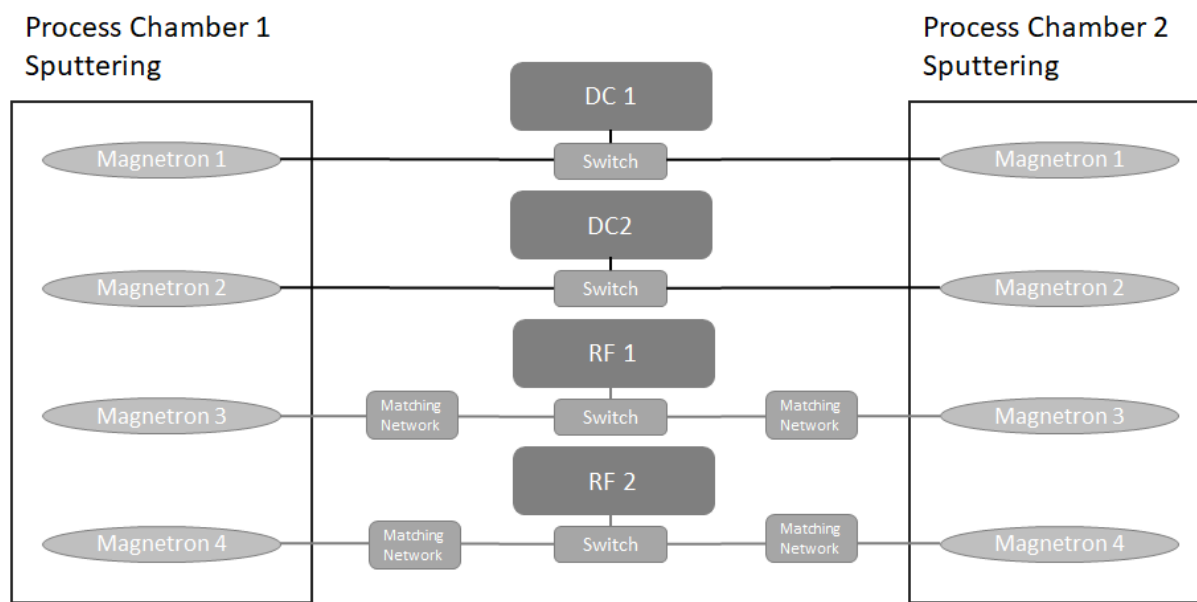


Fig. 1 Schema delle connessioni generatori-catodi.

2.2.3 - Linee gas con Mass Flow Controller (MFC)

1. Le linee gas devono essere costituite da tubazioni elettro-pulite con raccorderia VCR interamente in AISI 316L.
2. Il flusso dei gas deve essere controllato da Mass Flow Controller in numero sufficiente per i processi richiesti.

2.2.4 - Sistema di pompaggio

1. Devono essere presenti gruppi di pompaggio indipendenti per ciascuna camera di processo e per il sistema di caricamento e trasferimento dei wafer.
2. Le pompe primarie devono essere a secco, opportunamente dimensionate, posizionabili a circa 8 metri di distanza. Le proposte saranno valutate facendo riferimento alle prestazioni delle pompe Adixen serie ACP o ADP. In ogni caso l'apparecchiatura dovrà essere predisposta per installare pompe Adixen serie ACP o ADP, a cura dell'Aggiudicatario senza ulteriori oneri per FBK e con copertura di garanzia e manutenzione.
3. Le turbopompe devono essere del tipo a sospensione magnetica, opportunamente dimensionate. Le proposte saranno valutate facendo riferimento alle prestazioni delle pompe Adixen serie ATH-M. In ogni caso l'apparecchiatura dovrà essere predisposta per installare pompe Adixen serie ATH-M a cura dell'Aggiudicatario senza ulteriori oneri per FBK e con copertura di garanzia e manutenzione.
4. I gruppi di pompaggio delle camere di processo devono garantire il raggiungimento di una pressione di base di almeno 5×10^{-7} mbar.
5. Devono essere presenti valvole da vuoto le cui caratteristiche saranno valutate dalla Commissione facendo riferimento alle prestazioni delle valvole VAT.

2.2.5 - Sistema di movimentazione dei wafer

Il sistema di movimentazione dei wafer:

1. Deve permettere il caricamento tramite un load lock sotto vuoto accessibile *through the wall* dal lato clean room.
2. Deve consentire il caricamento automatico cassette-to-cassette di wafer da 150 mm di diametro tramite robot a 3 assi. Le proposte saranno valutate facendo riferimento alle

prestazioni del robot di marca Brooks modello MagnaTran. I wafer carrier devono essere conformi allo standard SEMI E1-1110 (Reapproved 0816) - Specification for Open Plastic and Metal Wafer Carriers.

3. Deve essere in grado di movimentare substrati di silicio e quarzo da 150 mm di diametro e spessore da 200 micron a 1000 micron;
4. Deve essere in grado di controllare la presenza dei wafer (in silicio e in quarzo) nella camera di caricamento (load lock);
5. Deve essere in grado di movimentare wafer strutturati su ambo i lati senza causare graffi sulla loro superficie. La movimentazione deve essere fatta preferibilmente con un sistema che sia a contatto con i wafer solo sul bordo esterno.
6. La camera di trasferimento dei wafer deve assicurare un efficiente isolamento tra le due camere di processo durante i processi di deposizione e permettere il trasferimento da una camera all'altra senza rompere il vuoto.

2.2.6 - Sistema di controllo dell'apparecchiatura e del processo

Il sistema di controllo dell'apparecchiatura e del processo:

1. Deve essere costituito da un PC (o un PLC controllato da PC) preferibilmente standard industrial grade, di produzione corrente.
2. Deve avere le seguenti interfacce: tastiera, mouse o sistema touch screen.
3. Deve essere fornito il completo backup dell'intero sistema su un supporto esterno completo di istruzioni e procedure per il ripristino dell'apparecchiatura in caso di guasto del sistema.
4. Deve avere un software, le cui caratteristiche devono essere descritte in modo dettagliato, che consenta:
 - a. il controllo completo locale della macchina con visualizzazione dei parametri di processo in ogni condizione (in processo e in stand by)
 - b. una funzione di diagnostica locale e da remoto (mediante telecontrollo) che permetta il rapido rilevamento di eventuali malfunzionamenti individuando il componente e la tipologia del problema
 - c. la registrazione completa dei parametri di processo mediante log-book elettronico
 - d. l'accesso ai log-book con possibilità di esportare dati/immagini
 - e. il controllo dei singoli componenti del sistema in fase di manutenzione a livello di amministratore di sistema
 - f. la gestione dell'apparecchiatura ed il suo ripristino in condizioni di sicurezza nel caso di interruzione delle utilities quali: aria compressa, acqua di raffreddamento, espulsioni, azoto tecnico
 - g. la gestione delle versioni relative alle configurazioni del sistema, con possibilità di roll-back
5. Deve prevedere, oltre al computer principale in clean room, anche la possibilità di installare un remote service monitor per le operazioni di manutenzione in zona grigia.

ART. 3 - CARATTERISTICHE MIGLIORATIVE

I seguenti elementi migliorativi rispetto a quanto sin qui descritto saranno oggetto di valutazione secondo lo schema di punteggio definito nell'allegato 1 al Capitolato Speciale "Parametri e criteri di valutazione delle offerte":

- a. Fornitura di un remote service monitor per operazioni di manutenzione in area grigia
- b. Presenza di uno shutter sulle finestre per l'osservazione del plasma
- c. Presenza di un sistema di movimentazione che sia a contatto con i wafer solo sul bordo esterno

ART. 4 - ULTERIORI REQUISITI OBBLIGATORI per la fase di esecuzione

4.1 - Certificazioni

La strumentazione richiesta deve possedere le certificazioni comprovanti la conformità alla vigente normativa in materia di sicurezza (marcatura CE).

4.2 - Documentazione a corredo dello strumento

- a. La fornitura deve comprendere il manuale d'uso e il manuale di manutenzione sia in forma elettronica stampabile sia in forma cartacea su carta da cleanroom
- b. La documentazione deve includere il piano di manutenzione preventiva, e tutti gli schemi elettrici, fluidici e meccanici
- c. La documentazione dovrà comprendere inoltre la descrizione dettagliata del software (uso, installazione, backup e ripristino)

4.3 Accessori a corredo dello strumento

La fornitura deve comprendere un kit completo di accessori e materiale occorrenti per l'immediata funzionalità dell'apparecchiatura ed il suo collaudo post-installazione tra cui:

- a. Attrezzatura per la manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura
- b. Campioni di riferimento per il collaudo
- c. Kit di ricambi e consumabili (esclusi i target) per il primo anno

4.4 - Consegna

La ditta aggiudicataria deve procedere, a propria cura e spese, alla consegna DDP - Delivered Duty Paid (VAT unpaid) e all'installazione delle apparecchiature presso la Micro-nano Characterization and Fabrication Facility di FBK in via Sommarive 18, Trento. Per consegna si intende ogni onere relativo all'imballaggio, trasporto, consegna, eventuale sdoganamento e collaudo all'interno della sede e ogni attività strumentale richiesta dalla fornitura, nonché la messa in sicurezza secondo normativa. Lo smaltimento degli imballaggi è a carico dell'Aggiudicatario.

4.5 - Installazione

- a. L'installazione dovrà includere il posizionamento dell'apparecchiatura con personale ed attrezzature dell'Aggiudicatario nel luogo indicato dalla Fondazione e dovrà essere completata entro la data stabilita in sede di contratto. La Fondazione si assume ogni onere relativo alla predisposizione del luogo di installazione e di tutte le facilities necessarie al funzionamento dell'apparecchiatura, secondo quanto indicato dall'Aggiudicatario nei documenti di gara
- b. L'Aggiudicatario deve effettuare tutte le verifiche di sicurezza e i controlli funzionali, così come previsto dal produttore delle apparecchiature e/o dalle normative vigenti, necessarie per l'installazione e la messa in funzione delle apparecchiature

4.6 - Accettazione

- a. L'apparecchiatura dovrà essere sottoposta alla verifica di conformità ai requisiti previsti dal capitolato, e al collaudo funzionale verificando le prestazioni dettagliate dall'Aggiudicatario nell'offerta tecnica. In caso di esito negativo del collaudo la Fondazione procederà all'applicazione delle penali previste ovvero alla risoluzione del Contratto.
- b. La procedura di accettazione dovrà svolgersi secondo il protocollo dettagliato nel documento allegato 2 (protocollo di accettazione). La Fondazione si riserva comunque la facoltà di concordare con l'Aggiudicatario in sede di contratto eventuali modifiche al protocollo di accettazione per una maggiore rispondenza alle proprie necessità.

4.7 - Garanzia dell'apparecchiatura

- a. L'apparecchiatura dovrà essere coperta da un servizio di garanzia "full service", per la

- durata di tre anni dalla data di collaudo positivo.
- b. I servizi prestati, così come le parti riparate e quelle eventualmente sostituite, dovranno essere garantiti per il periodo residuo della garanzia.
 - c. L'apparecchiatura dovrà risultare perfettamente funzionante ed esente da vincoli, cauzioni o oneri, ipoteche, gravami e diritti di terzi di qualsiasi genere e da controversie imputabili a violazione di brevetti.
 - d. Il servizio triennale full service richiesto deve prevedere le seguenti specifiche inderogabili:
 - i. Aggiornamenti software e relativa formazione del personale per le nuove versioni;
 - ii. Supporto telefonico: risposta da parte di personale tecnico qualificato in grado di prendere in carico il problema. Ove possibile, la risoluzione a distanza dovrà essere effettuata entro e non oltre un giorno lavorativo dalla segnalazione.
 - iii. Intervento presso FBK: nel caso in cui il supporto telefonico di cui sopra non fosse risolutivo, l'intervento dovrà essere effettuato presso la Fondazione con personale specializzato entro e non oltre 4 giorni lavorativi dalla prima richiesta di assistenza ed essere ultimato entro e non oltre 15 giorni.
 - iv. Intervento presso l'Aggiudicatario: nel caso in cui la parte oggetto dell'intervento debba essere riparata presso la sede dell'Aggiudicatario, l'intervento dovrà essere concluso positivamente entro 15 giorni dalla data di ricezione della parte presso la sede indicata dall'Aggiudicatario.
 - v. In caso di impossibilità ad effettuare la riparazione nei termini di cui sopra, l'Aggiudicatario è tenuto a sostituire a propria cura e spese la parte oggetto dell'intervento ed a ripristinare la funzionalità dell'apparecchiatura nei termini assegnati.
 - vi. Manutenzione ordinaria secondo il piano di manutenzione previsto dall'Aggiudicatario e concordato con FBK in fase di contratto.
 - e. Il servizio dovrà essere comprensivo di tutti gli oneri (diritto di chiamata, spese di viaggio, spese di soggiorno, mano d'opera e relative spese di spedizione, attrezzi e materiali di consumo necessari all'intervento).

4.8 - Training e formazione

- a. L'Aggiudicatario dovrà prevedere in fase di installazione almeno due giornate di training in favore di minimo 4 operatori di FBK.
- b. L'Aggiudicatario dovrà erogare, al fine di permettere il corretto utilizzo della strumentazione, interamente a proprio carico e spese, un corso di addestramento teorico-pratico, per l'utilizzo e la manutenzione ordinaria dell'apparecchiatura, presso la sede FBK.
- c. I contenuti e le modalità di svolgimento del corso di formazione, della durata di almeno 30 ore, dovranno essere concordati con la FBK in sede di contratto.
- d. Il materiale didattico dovrà essere fornito in lingua inglese o italiana.