



Disposizione n.232/2020

Prot. n. 160244 del 01/09/2020

Oggetto: Pubblicazione di un avviso esplorativo per manifestazione di interesse per l'acquisto di un microscopio elettronico a scansione con sorgente Field Emission per la caratterizzazione di ossidi metallici semiconduttori puri o funzionalizzati - in particolare in forma di nanofili, nanotubi ed eterostrutture dalla ditta *Assing spa* per un importo pari a 117.000,00 euro + IVA. Richiedente: Prof.ssa Elisabetta Comini

IL RESPONSABILE AMMINISTRATIVO DELLA U.O.C.C. SERVIZI AMMINISTRATIVI E TECNICI DII

VISTA la nota Prot. n.00128744 del 14/07/2020 con la quale la Prof.ssa Elisabetta Comini afferente al Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, chiede che sia acquistato un "microscopio elettronico a scansione con sorgente Field Emission" con le caratteristiche tecniche analiticamente indicate nella richiesta;

CONSIDERATE le seguenti motivazioni indicate nella nota protocollo n.00128744 del 14/07/2020 dalla Prof.ssa Elisabetta Comini: *"Il Laboratorio Sensor del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ravvede la necessità di dotarsi di un microscopio elettronico a scansione con sorgente field emission per la caratterizzazione di ossidi metallici semiconduttori puri o funzionalizzati - in particolare in forma di nanofili, nanotubi ed eterostrutture - da collocare presso il Laboratorio Sensor.*

Gli ossidi costituiscono il gruppo più importante fra i materiali ceramici, e trovano vastissime applicazioni in tutti i settori del sistema industriale e produttivo. Alcuni ossidi vengono prodotti in milioni di tonnellate ogni anno (es. TiO_2 come additivo per vernici e inchiostri, o zeoliti come materiali per catalisi), altri sono cruciali anche se utilizzati in quantità infinitesime in tecnologie avanzate (es. film ultrasottili di SiO_2 in microelettronica). Tra questi estremi esistono letteralmente centinaia di applicazioni in cui vengono sfruttate alcune proprietà uniche degli ossidi: elevata stabilità termica, durezza, proprietà elettriche che variano da isolanti a superconduttori, proprietà magnetiche, resistenza alla corrosione, reattività chimica, fotoattività, ecc. Gli ossidi sono elementi centrali e insostituibili in applicazioni energetiche (celle a combustibile, celle solari ibride inorganiche-organiche di nuova generazione, catalizzatori eterogenei industriali, superconduttori ad alta temperatura, ecc.), ambientali (sensori di gas, catalisi ambientale, trattamento di acque e terreni), biomediche (rivestimenti biocompatibili di protesi, prodotti antibatterici, agenti di contrasto), edilizie (rivestimenti resistenti all'abrasione, additivi per superfici autopulenti, rivestimenti elettrocromici di vetri), nelle tecnologie della comunicazione e dell'informazione (dispositivi elettronici basati su ossidi ad alta costante dielettrica, memorie, dispositivi basati su spintronica) e nell'industria automotive (supercapacitori, ceramici avanzati per freni e altri dispositivi).



Molte delle applicazioni più avanzate e promettenti di questi materiali si basano però su una loro nanostrutturazione, intendendo con questa sistemi ottenuti con nuove tecniche preparative in modo controllato e riproducibile in cui almeno una delle dimensioni spaziali sia compresa tra un nanometro e qualche centinaio di nanometri. E' questo il mondo delle nanoparticelle, dei nanotubi, dei nanofili e dei film sottili e ultrasottili. A queste dimensionalità gli ossidi possono presentare proprietà e caratteristiche assai diverse rispetto ai loro equivalenti in forma massiva, e possono svolgere quelle multi-funzioni che li rendono estremamente interessanti per applicazioni industriali e in prodotti di largo consumo.

Presso il Laboratorio Sensor, sotto la guida della Professoressa Elisabetta Comini, sono preparati film sottili nanostrutturati di ossidi per sputtering e strutture nanometriche quasi monodimensionali (nanofili/nanotubi/eterostrutture) da fase vapore e da fase liquida e successivamente anche funzionalizzati con clusters, strati polimerici, strutture organiche e strutture bidimensionali.

Per caratterizzare la struttura dei film e dei nanofili prodotti è necessario utilizzare svariate tecniche di caratterizzazione; tra queste tecniche, quelle di microscopia elettronica sono essenziali per lo studio della morfologia, della cristallinità dei materiali e dei processi di crescita su scala nanometrica. Esse rappresentano le tecniche di maggiore utilizzo per l'ottenimento del massimo risultato a livello di risoluzione finale. Queste tecniche permettono di analizzare in dettaglio la forma, le dimensioni, la crescita cristallina, le dimensioni strutturali, mappare le superfici con risoluzione nanometrica ed ottenere misure inerenti alle proprietà specifiche dei suddetti materiali.

Per lo studio morfologico delle nanostrutture, di fondamentale importanza è la possibilità di variare con facilità l'ingrandimento del microscopio elettronico in un ampio range. Per osservare con precisione le nanostrutture è necessario che lo strumento raggiunga una risoluzione laterale di almeno 1 nm e che offra un ingrandimento superiore ai 900.000x. Questa eccezionale risoluzione laterale è ottenibile esclusivamente con un microscopio elettronico a scansione con una sorgente ad effetto di campo (field emission - FEG). Tuttavia, considerata la straordinaria varietà di campioni osservabili in termini di composizione, geometrie e numerosità, è necessario che lo strumento offra anche la possibilità di un ingrandimento molto basso senza distorsioni visive, per un corretto e facile posizionamento sul campione d'interesse.

Nonostante le singole nanostrutture sintetizzate dal laboratorio Sensor abbiano delle dimensioni in scala nanometrica, le matasse di nanofili, nanotubi ed eterostrutture possono svilupparsi in altezza per diverse centinaia di micrometri. Nel caso di immagini di insieme, è quindi indispensabile che lo strumento sia progettato per l'ottenimento di una alta profondità di fuoco anche ad alti ed altissimi ingrandimenti per osservare contemporaneamente, e nel loro insieme, la maggior parte delle nanostrutture presenti.

La funzionalizzazione delle nanostrutture è uno strumento molto potente per modificare le proprietà meccaniche, chimiche, ottiche e funzionali dei materiali sviluppati da Sensor. Questa funzionalizzazione può essere ottenuta modificando la superficie delle nanostrutture con clusters, strati polimerici, strutture organiche e strutture bidimensionali, a volte anche altamente isolanti e sensibili al fascio elettronico. Per questo motivo, è importante che con il FESEM si possa regolare il voltaggio del fascio elettronico anche a valori inferiori a 0.3kV, questo per effettuare osservazioni senza danneggiare il campione. Con alcuni materiali particolarmente sensibili, è inoltre necessario che i tempi di permanenza del fascio elettronico sul singolo pixel sia il minore possibile. Lo strumento dovrà quindi essere in grado di effettuare scansioni con una velocità inferiore ai 25 ns per pixel. Per ridurre gli effetti di caricamento elettronico e per aumentare la dissipazione termica del calore generato dall'interazione del fascio elettronico con questi materiali delicati, è necessario che il microscopio disponga di una modalità di funzionamento a basso vuoto (Low Vacuum - LV).

Lo studio della cristallinità del materiale consente di evidenziare la qualità ed i difetti presenti all'interno delle nanostrutture, nonché di ottimizzare le loro prestazioni funzionali. Una prima indicazione dello stato di cristallinità del materiale può essere ottenuta con tecniche di microscopia elettronica. In questo modo, attraverso l'analisi delle figure di

diffrazione ottenibili, è possibile ottenere delle informazioni preliminari sulla struttura del materiale, selezionando con attenzione solo i campioni più meritevoli per ulteriori indagini spettroscopiche (ad esempio diffrazione a raggi X), molto più onerose dal punto di vista economico e temporale. Inoltre, a causa di specifici processi di crescita, il grado di cristallinità del materiale può essere disomogeneo su tutta la dimensione del campione. Le tecniche di indagine cristallografica presenti nel microscopio elettronico consentono di investigare specifiche regioni del campione di dimensioni anche molto ridotte, cosa che non è possibile con tecniche convenzionali di diffrazione a raggi X.

Un'ulteriore potenzialità offerta dalla microscopia elettronica è la possibilità di effettuare una ricostruzione 3D del campione registrando un numero finito di immagini a diverse angolazioni. Per ottenere una ricostruzione precisa e ad alta risoluzione del campione è necessario che le immagini siano allineate e senza distorsioni visive significative. Un microscopio elettronico di ultima generazione è in grado di registrare immagini a diverse angolazioni senza ruotare il portacampione bensì curvando il fascio elettronico. Questo consente di ridurre al minimo gli errori di disallineamento e di distorsione dell'immagine, garantendo al tempo stesso una eccezionale granularità di inclinazioni possibili.

Durante le attività del gruppo di ricerca capita frequentemente di dover osservare lo stesso campione anche a distanza di molte settimane, ad esempio per valutare lo stato di invecchiamento o di degrado del materiale in seguito all'esposizione a specifici composti chimici. Per poter effettuare un confronto diretto delle analisi è necessario che il microscopio si trovi sempre nelle stesse condizioni operative. A tal proposito, la corrente del fascio elettronico e la dimensione dello spot size devono essere sempre controllate e garantite. Deve essere quindi possibile modificare con semplicità questi due parametri per riportare il microscopio nelle stesse identiche condizioni di partenza delle immagini originali, in particolare anche senza ricorrere all'utilizzo di una Farady Cup.

Il **microscopio elettronico a scansione con sorgente field emission** per le analisi indicate sopra è così costituito: camera da vuoto, rivelatore di elettroni secondari (in colonna ed in camera, rivelatore di elettroni retrodiffusi, CCD camera IR, pacchetti software, sistema da vuoto automatico con pompa rotativa e turbomolecolare, computer di gestione con monitor.

La configurazione completa per le analisi indicate e l'ottenimento di misure specifiche per il NS tipo di ricerca ed ambito di studio da collocare presso il Laboratorio Sensor del Dipartimento di Ingegneria dell'informazione deve avere le seguenti **caratteristiche richieste:**

- a) Microscopio ad emissione di campo FEG con sorgente di tipo Schottky ad alta brillantezza, termoassistita
- b) Operatività in alto vuoto (HV) e basso vuoto (LV) fino a 500Pa**
- c) Corrente di fascio: da 2pA a 200nA**
- d) Voltaggio di accelerazione da 0.2kV a 30kV**
- e) Rivelatore SE in camera con scintillatore di tipo YAG
- f) Rivelatore BSE in camera con scintillatore di tipo YAG
- g) Rivelatore SE in colonna con scintillatore di tipo YAG**
- h) Risoluzioni del rivelatore In Beam SE: 1,0nm@30kV; 1,2nm@15kV; 3,5nm@1kV**
- i) Intervallo di ingrandimenti: da 2X a 1.000.000X**
- j) Colonna elettronica con lente aggiuntiva intermedia per consentire cinque modalità di osservazione (alta risoluzione, grande profondità di campo, field, wide field, channeling)**
- k) Osservazione ad ingrandimento 2X senza distorsioni**

- l) Raccolta immagini Anaglyph per consentire l'osservazione tridimensionale senza interventi meccanici sul tavolino portacampioni*
- m) Velocità di scansione dell'immagine: da 20ns a 10ms per pixel*
- n) Impostazione e controllo della corrente e della geometria del fascio elettronico esclusivamente via software*
- o) Camera di lavoro con diametro interno di 230mm*
- p) Porte disponibili per accessori: 11*
- q) Tavolino traslatore di tipo compucentrico*
- r) Movimentazioni motorizzate: X=80mm, Y=60mm; Z= 47mm, Rotazione=360°, Tilt: -30° + 90°*
- s) Adeguato software di controllo con automatismi di gestione, software di analisi immagine e controllo remoto dello strumento*
- t) Salvataggio delle immagini fino a 16X16Kpixels*
- u) Computer e monitor*

L'analisi di mercato è stata condotta dal personale del Laboratorio Sensor controllando le ditte produttrici di microscopi elettronici con sorgente Field Emission. Sono state valutate le caratteristiche tecniche dei microscopi elettronici Field Emission High Resolution sul mercato attuale di Phenom (Pharos), Jeol (IT 500 HR), Tescan (Mira 3) e Zeiss (Sigma 300). Tra questi Phenom (Pharos), Jeol (IT 500 HR), e Zeiss (Sigma 300) non soddisfano le richieste minime elencate in precedenza e necessarie per la ricerca in essere presso il laboratorio Sensor. Ad oggi è stato individuato un unico operatore capace di fornire insieme tutte le caratteristiche sopra elencate ed in particolare poter raggiungere la risoluzione necessaria garantendo un minimo ingrandimento dell'immagine SEM senza distorsione di 2X, possibilità di lavorare a bassa tensione inferiore a 0.3KV, scansioni veloci inferiori a 25ns, una alta profondità di campo, modalità di funzionamento a basso vuoto, la possibilità di effettuare una ricostruzione 3D esclusivamente attraverso il tilt del fascio elettronico, indicazione dello stato di cristallinità del campione senza rivelatore EBSD, controllo della corrente del fascio elettronico esclusivamente e della dimensione dello spot size senza alcun intervento meccanico in colonna”;

CONSIDERATO che la Prof.ssa Elisabetta Comini nella nota n. 0128744 ha comunicato che “dopo un'approfondita ricerca di mercato, ha individuato la ditta Assing spa come l'unico operatore che possa proporre una strumentazione in grado di rispondere alle caratteristiche tecniche descritte in precedenza ed in particolar modo per i punti **b, c, d, g, h, i, j, k, l, m, n** che sono essenziali per garantire l'ottenimento delle informazioni necessarie per permettere lo svolgimento e la progressione della ricerca presso il laboratorio Sensor.

Dopo aver individuato la ditta si è proceduto con una prova di analisi diretta della strumentazione in oggetto su alcuni campioni preparati presso il laboratorio SENSOR ed analizzati dal personale tecnico della Assing spa per verificarne l'operatività funzionale applicata specificatamente ai nostri materiali.

ASSING SpA è una società per azioni fondata nel 1971, la sede principale è a Monterotondo (Roma) e le filiali si trovano a Veduggio al Lambro (MB) e a Prata di Principato Ultra (AV), attualmente conta un organico di circa 120 persone. Da 1978 ASSING opera in Italia nel settore della microscopia elettronica; nel corso di questi anni ha venduto, installato e curato l'assistenza post-vendita i circa 1.000 microscopi elettronici a scansione e di circa 700 sistemi EDX. Grazie a questa pluridecennale esperienza oggi Assing è riconosciuta dal mercato italiano come fornitore altamente specializzato e di grande esperienza nel settore della Microscopia a Scansione Elettronica. Assing inoltre fa parte del

Comitato Direttivo di AIRI (Associazione Italiana per la Ricerca Industriale) e partecipa come partner o coordinatore a numerosi progetti di ricerca nazionali ed internazionali. L'azienda ha ottenuto le seguenti certificazioni: ISO, SOA, ISO1401, OHSAS 18001 CE HELIOS e CE ASTER, ANTI Bribery Compliance Standard Worldwide, Cribes Prime Company etc.”;

VISTA l'offerta economica e le caratteristiche tecniche presenti nella nota Prot. 20/1298/901/CIG-00 del 14/07/2020;

VISTA la dichiarazione di esclusività commerciale del 30/06/2020 con cui il Procuratore della società Assing SpA dichiara di essere il distributore esclusivo della società Tescan Orsay Holding, a.s. (Libušina tr. 21, 623 00 Brno Kohoutovice Czech Republic) ed in quanto tale la sola autorizzata a fornire in Italia strumentazione, accessori, parti di ricambio e servizio di assistenza tecnica con personale Assing altamente qualificato;

VISTA la dichiarazione di unicità tecnica del 30/06/2020 fornita dalla ditta Assing SpA con cui il Procuratore della società (distributore in esclusiva per l'Italia dei prodotti della società Tescan Orsay Holding, a.s. (Libušina tr. 21, 623 00 Brno Kohoutovice Czech Republic), dichiara che, a conoscenza dell'ASSING, il SEM FEG mod. Tescan MIRA 3 LMU, con rilevatori SE BSE in camera ed In Beam SE in colonna, è **Punico microscopio elettronico** attualmente presente sul mercato che presenta **contemporaneamente** tutte le seguenti caratteristiche tecniche e brevetti:

1. Colonna elettronica con esclusiva lente aggiuntiva intermedia (IML) che consente di osservare il campione in ben cinque modalità distinte tra loro.
2. Possibilità di osservare il campione ad un ingrandimento minimo di 2X e senza distorsioni geometriche dell'immagine stessa grazie alla compensazione statica e dinamica delle aberrazioni presenti al di fuori dell'asse ottico.
3. Possibilità di raccogliere immagini di tipo Anaglyph in modalità Live che consentono l'osservazione tridimensionale del campione in tempo reale utilizzando esclusivamente il tilt del fascio elettronico senza interventi meccanici sul tavolino portacampioni.
4. I tre rilevatori presenti sul sistema adottano la tecnologia dei cristalli YAG per la raccolta dei segnali elettronici SE e BSE in camera ed in colonna. La tecnologia a cristalli sintetici YAG (Yttrium Aluminum Garnet) garantisce tempi di risposta del sistema di rivelazione ultrarapidi, è infatti possibile ottenere immagini anche con tempi di resistenza su pixel brevissimi, fino a 20ns/pixel. Inoltre, rispetto ai convenzionali rivelatori a stato solido, la durata del cristallo YAG è sostanzialmente illimitata.
5. La corrente e la geometria del fascio elettronico vengono gestite in continuo, senza necessità di diaframma/aperture meccaniche, grazie all'approccio "Apertureless" realizzato sia attraverso la lente intermedia brevettata (IML) che opera come un "aperture changer" sia col software In-Flight Beam Tracing™. Quest'ultimo calibra l'intensità angolare dell'emissione della sorgente (un parametro importante per la durata nel tempo dell'emettitore) e regola in continuo i parametri di ottimizzazione della corrente di sonda: probe current i_p , probe size d_p , angular spread α_p . Di

conseguenza è possibile sia inserire il valore in pA, della corrente sia il valore desiderato del diametro del fascio, espresso in nm.

6. I brevetti n.ro CZ29891286 n.ro EP2082413A2 proteggono l'intero schema geometrico della colonna del microscopio MIRA riguardo il posizionamento dei condensatori delle lenti, tra cui la lente intermedia IML, e del rivelatore interno In Beam SE.

ACCERTATO che il costo complessivo dell'attrezzatura è pari a 117.000,00 euro + IVA, come da offerta Prot. n. 20/1298/901/CIG-00 del 14/07/2020 rilasciata dalla ASSING Spa;

ACCERTATO che l'acquisto del microscopio elettronico a scansione con sorgente Field Emission è oggetto di Programma Biennale degli acquisti di forniture e servizi 2020/2021 dell'Amministrazione dell'Università come da allegato (CUI F98007650173202000025);

ACCERTATO che la prof.ssa Elisabetta Comini ha individuato per la copertura della spesa di euro 117.000 + IVA, (totale euro 142.740) la disponibilità dei fondi MSP acquisiti mediante il progetto "Multi-Sensor-Platform for Smart Building Management" MSP approvato dalla Comunità Europea nel programma FPVII concluso nel 2017;

RILEVATO che attualmente non sono presenti convenzioni quadro stipulate dal Ministero dell'Economia e delle Finanze per il tramite di Consip S.p.a. o della Centrale di committenza della Regione Lombardia per l'affidamento di forniture analoghe;

VISTO l'art. 63, comma 2, lettera b, punto 2) del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (Codice dei contratti pubblici) per il quale "le amministrazioni aggiudicatrici possono aggiudicare appalti pubblici mediante procedura negoziata senza previa pubblicazione di un bando di gara, dando conto con adeguata motivazione, della sussistenza dei relativi presupposti; La procedura negoziata senza previa pubblicazione può essere utilizzata ...b) quando i lavori, le forniture o i servizi possano essere forniti unicamente da un determinato operatore economico per una delle seguenti ragioni: 2) la concorrenza è assente per motivi tecnici..... le eccezioni di cui al punto 2) ...si applicano solo quando non esistono altri operatori economici o soluzioni alternative ragionevoli...";

VISTO l'art. 36 comma 7) del d.lgs. n.50/2016 che affida all'ANAC la definizione delle attività di dettaglio per supportare le stazioni appaltanti nelle attività relative ai contratti di importo inferiore alla soglia di rilevanza europea e migliorare la qualità delle procedure, delle indagini di mercato nonché la formazione e gestione degli elenchi degli operatori economici;

RAVVISATA l'opportunità di procedere all'individuazione degli operatori economici da invitare mediante pubblicazione sul sito internet del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione di un avviso per manifestazione di interesse e mediante pubblicazione di un avviso volontario sulla Gazzetta Ufficiale per la trasparenza ex ante. Aggiudicazione del contratto senza pubblicazione preliminare. Direttiva 2014/24/UE;

VISTO l'art. 63 comma 2, lettera b, punto 2 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50 (Codice dei contratti pubblici);

VISTO l'art. 36, ed in particolare il n.2, lettera a) del d.lgs. 18 aprile 2016 n. 50 concernente gli affidamenti sotto soglia;

VISTO il Regolamento di Ateneo per le acquisizioni di opere e lavori, servizi e forniture di importo inferiore alle soglie di rilevanza comunitaria ai sensi del Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 emanato con Decreto Rettorale n. 242 del 01/06/2017;

ACCERTATA l'ammissibilità della spesa;

VERIFICATA la disponibilità dei fondi sul budget 2020 del DII;

DISPONE

1. di autorizzare la pubblicazione sul sito internet del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e sulla Gazzetta Ufficiale per la trasparenza ex ante Aggiudicazione del contratto senza pubblicazione preliminare. (Direttiva 2014/24/UE) di un avviso esplorativo per manifestazione di interesse al fine di acquisire, nel rispetto della normativa vigente, eventuali altre offerte da operatori economici in possesso di requisiti professionali adeguati;
2. di autorizzare, all'esito dell'avviso esplorativo pubblico, l'attivazione della procedura negoziata con invito a tutti gli operatori economici richiedenti per l'affidamento della fornitura di cui all'oggetto;
3. di autorizzare l'acquisto di un microscopio elettronico a scansione con sorgente Field Emission per la caratterizzazione di ossidi metallici semiconduttori puri o funzionalizzati - in particolare in forma di nanofili, nanotubi ed eterostrutture con le caratteristiche tecniche richieste dalla Prof.ssa Elisabetta Comini con nota Prot. n. 00128744 del 14/07/2020;
4. di approvare la spesa complessiva di euro 117.000 + IVA che graverà sul fondo MSP; frutto del progetto "Multi-Sensor-Platform for Smart Building Management" MSP approvato dalla Comunità Europea nel programma FPVII concluso nel 2017;
5. di nominare Responsabile Unico del Procedimento la Sig.ra Mariagrazia Carluccio del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione con il supporto del Segretario Amministrativo della U.O.C.C. Servizi Amministrativi e Tecnici DII, autorizzandola a compiere tutti i successivi atti di competenza..

Il Segretario Amministrativo della U.O.C.C.
Servizi Amministrativi e Tecnici DII
Firmato *Dott. Vincenzo Canino*

