



Richiesta per borsa di studio da attivare ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021

Il sottoscritto Aldo Di Carlo qualifica ordinario afferente al Dipartimento di Ingegneria Elettronica, Interno 0672597456 email aldo.dicarlo@uniroma2.it

CHIEDE

L'attivazione di una borsa di studio di dottorato ai sensi di quanto disposto dal D.M. n. 1061 del 10/08/2021. A tal fine comunica quanto segue:

La borsa sarà attivata sul seguente corso di dottorato accreditato per il XXXVII ciclo: Ingegneria Elettronica

Area per la quale si presenta la richiesta (selezionare solo una delle due):

Innovazione

Green

Tipologia di cofinanziamento (pari ad euro 8000 una tantum):

Nome dell'Ente finanziatore pubblico o privato: _____

Persona di Riferimento: _____ Telefono _____

Email _____

Fondi di ricerca dipartimentali

Progetto di Ricerca (massimo 10.000 battute complessive spazi inclusi) che comprenda

Descrizione del Progetto: Progettazione e fabbricazione e caratterizzazione di moduli fotovoltaici a perovskite con l'utilizzo di materiali bidimensionali per l'ingegneria delle interfacce

Il recente sviluppo delle celle solari a perovskite alogena (PSC) ha permesso di raggiungere un'efficienza senza precedenti attraverso un processo di fabbricazione in fase soluzione, rendendo la tecnologia PSC competitiva nei confronti del fotovoltaico a film sottile di seconda generazione, come il tellururo di cadmio (CdTe). Al fine di rendere questa tecnologia industrializzabile è necessario progettare e sviluppare moduli di dimensioni $\gg 1\text{cm}^2$. Questo aumento di scala è ostacolato da diverse cause intrinseche, come la ricombinazione e la diffusione ionica principalmente legate all'interfaccia tra perovskite e altri componenti e da fattori estrinseci come l'uniformità della deposizione su larga area. Un controllo ad-hoc dell'interfaccia è obbligatorio soprattutto per i dispositivi di grande area dove la dimensione dell'interfaccia aumenta proporzionalmente all'area stessa. A causa della loro natura bidimensionale (2D) e delle loro peculiari proprietà elettriche e chimiche, il grafene e i relativi materiali 2D (GRM) possono essere la chiave per modificare ad hoc le proprietà dell'interfaccia senza variare la composizione della cella solare. Questa nuova strategia è stata ideata e studiata all'interno del network Graphene Flagship della Comunità Europea, introducendo il paradigma Graphene Interface Engineering (GIE). Questo strategia permette lo sviluppo *custom* di interfacce tra lo strato assorbente di perovskite e gli strati di trasporto di carica migliorando le prestazioni della cella solare.



Il progetto di dottorato di ricerca si incentra su questa tematica: lo sviluppo dell'ingegneria delle interfacce tramite materiali bidimensionali per la realizzazione di celle e moduli di larga area basati su perovskite. Tra i materiali bidimensionali che verranno studiati, oltre a GRM, troviamo le perovskiti 2D ed anche in MXenes come ad esempio i Ti_3C_2Tx che permettono da un lato di migliorare la morfologia della perovskite e dall'altro di variare la funzione lavoro al fine di aumentare il trasferimento di carica verso gli strati di trasporto.

Oltre all'aspetto dell'utilizzo dei materiali bidimensionali con la perovskite, questo progetto mira allo sviluppo di un processo di fabbricazione di tipo batch di moduli perovskite-materiali 2D sia opachi che semitrasparenti. I materiali 2D saranno utilizzati per GIE e per gli elettrodi, sostituendo il contatto in oro, che oltre ad essere costoso può indurre una rapida degradazione delle celle. I pannelli opachi verranno utilizzati come dispositivi fotovoltaici autonomi per le centrali elettriche. I moduli semitrasparenti saranno presi in considerazione sia per i moduli fotovoltaici integrati negli edifici (BIPV) sia come retrofit di impianti fotovoltaici convenzionali basati su silicio. Il processo di fabbricazione verterà principalmente su deposizioni con menisco come ad esempio blade-coating e slot-die coating e verranno confrontati con processi di deposizione di tipo fisica per evaporazione. La deposizione di elettrodi verrà realizzata tramite sputtering o tecniche di Pulsed Laser Deposition.

Obiettivi formativi: L'utilizzo di nanotecnologie, come quella dei materiali bidimensionali previsti nel presente progetto di dottorato, permette il controllo delle proprietà dei materiali che vengono utilizzati per la realizzazione di celle e pannelli fotovoltaici di nuova generazione. In questo contesto, il progetto di dottorato ha lo scopo di formare il dottorando in un ambito tecnologico di fondamentale rilevanza per la transizione ecologica e per l'economia dell'Unione Europea. Come previsto dal progetto stesso la formazione del dottorando avverrà attraverso un network, la Graphene Flagship, che permetterà allo stesso di sviluppare quei contatti che saranno poi fondamentali per la sua carriera. Allo stesso tempo il dottorando avrà esperienze di collaborazione con aziende leader nel settore e potrà sviluppare quelle capacità di leadership nel settore con competenze anche nello start-up di società ad alta tecnologia.

Attività previste: Le attività previste per il progetto di dottorato si svilupperanno su diversi fronti e verranno qui descritte in termini di attività di ricerca (AR)

AR1: (Anno1): Analisi della letteratura e comparazione analitica tra le diverse tecnologie di fotovoltaico per moduli e celle a film sottile. Deposizione di celle in perovskite con e senza materiali 2D, analisi delle variazioni prestazionali ed studio dei meccanismi intrinseci che portano a queste differenze. Tale studio si avvarrà di fotoluminescenza risolta nel tempo, XRD e analisi al SEM.

AR2(Anno2) : Identificazione dei metodi di fabbricazione su larga area per la realizzazione di moduli. Progettazione di moduli a perovskite-materiali 2D attraverso metodi multiscale/multifisica e fabbricazione degli stessi. Definizione di un processo laser per il Patterning P1-P2-P3 per la connessione tra celle. Studio di materiali conduttivi a base di grafene per elettrodo superiore. Caratterizzazione dei moduli e prove di stress accelerato sia in condizioni indoor che outdoor.

AR3(anno3): Sviluppo di moduli semi-trasparenti perovskite/materiali 2D per applicazioni di integrazione architettonica. Sviluppo di una tecnica di sputtering di ossidi conduttivi trasparenti su cella solare. Ottimizzazione del processo di patterning laser per elettrodi semitrasparenti.. Caratterizzazione dei moduli e prove di stress accelerato si in condizioni indoor che outdoor. Realizzazione di un dimostratore di BIPV ed analisi di mercato e Life Cycle Assessment (LCA).



Attinenza del progetto all'area indicata: Il progetto è incentrato sulla produzione da fonti rinnovabili dell'energia tramite lo sviluppo di fotovoltaico di nuova generazione basato su perovskite. Il progetto è dunque completamente incentrato sulle tematiche Green

Risultati attesi: Progettazione e simulazione di celle e moduli solari di III generazione con materiali bidimensionali attraverso metodi multiscala/multifisica. Definizione di un database di materiali 2D che possono essere utilizzati vantaggiosamente per l'ingegneria delle interfacce nel fotovoltaico a perovskite. Realizzazione di celle con perovskite/materiali 2D. Realizzazione di moduli di larga area con la tecnologia sviluppata. Caratterizzazioni delle celle e moduli sia in condizioni indoor che outdoor. Sviluppo di dimostratori per applicazioni BIPV e utility-scale ed analisi di mercato e LCA.

Azienda pubblica o privata coinvolta nazionale o straniera in cui si prevede di far svolgere il periodo obbligatorio da 6 a 12 mesi previsto dal Decreto Ministeriale: **Greatcell Solar Italia**

Firma