

Titolo: *Transistori innovativi basati su semiconduttori bidimensionali e materiali ferroelectrici*

Title: *Innovative transistors based on two-dimensional semiconductors and ferroelectric materials*

Programma

L'attività di ricerca oggetto del presente assegno si inquadra totalmente all'interno delle attività previste per il progetto PRIN 2017 - codice 2017SRYEJH - approvato dal MIUR con decreto D.D. 01 aprile 2019 n. 698 ed ammesso al finanziamento con D.D. 29 ottobre 2019 n. 2068, settore PE7, avente per titolo "FIVE2D - Five challenges towards electronics based on 2D materials", il cui coordinatore nazionale è il Prof. Giuseppe Iannaccone dell'Università di Pisa ed a cui l'Università di Bologna partecipa attraverso il Centro ARCES.

L'obiettivo generale del progetto PRIN è lo studio delle potenzialità e dei limiti di transistori basati su semiconduttori bidimensionali, quali i calcogenuri di metalli di transizione - Transition Metal Dichalcogenides (TMD) -, come possibile alternativa ai transistori CMOS basati sul silicio per le applicazioni future dell'elettronica digitale. In particolare l'attenzione sarà rivolta a cinque aspetti fondamentali, che sono riconosciuti attualmente come critici affinché queste tecnologie diventino di fatto competitive sul piano industriale, è cioè: il miglioramento delle resistenze di contatto con gli elettrodi metallici, la riduzione del numero di trappole profonde, l'incremento della mobilità dei portatori di carica, l'aumento del rapporto tra la corrente nello stato ON (I_{ON}) ed in quello OFF (I_{OFF}) a basse tensioni d'alimentazione, l'ottimizzazione delle relative tecniche circuitali.

In questo contesto l'Unità di Bologna si occuperà della modellistica a livello TCAD, principalmente attraverso l'utilizzo di strumenti software di tipo commerciale, che dovranno essere opportunamente adattati. I seguenti aspetti richiederanno particolare attenzione: i) modellazione della densità di stati del materiale bidimensionale, ii) modellazione della mobilità dei portatori nel canale, iii) definizione di una realistica densità di trappole nel materiale, sia energetica che spaziale. A tale scopo, ai fini della calibrazione dei modelli, ci si avvarrà sia della disponibilità di dati sperimentali, sia di simulazioni a livello fisico eseguite da altri partner del progetto. Una volta che i modelli saranno stati messi a punto, si eseguiranno estensive simulazioni volte all'esplorazione dello spazio dei parametri e all'ottimizzazione del dispositivo.

Una speciale attenzione verrà dedicata allo studio del miglioramento del rapporto I_{ON}/I_{OFF} tramite l'utilizzo di materiali ferroelectrici, utilizzati insieme o in alternativa a quelli dielettrici tradizionali all'interno del "gate stack", con lo scopo di aumentare la pendenza delle caratteristiche corrente-tensione sotto soglia. Anche queste analisi verranno condotte principalmente con strumenti TCAD.

I risultati delle simulazioni ottenute su dispositivi selezionati come particolarmente interessanti serviranno anche per costruire delle tabelle di dati (look-up table) corrente-tensione e capacità tensione, che verranno utilizzate per le simulazioni circuitali dai partner che si occuperanno delle tecniche di progettazione circuitali.

Piano formativo

L'assegnista verrà inserito fin da subito nel progetto PRIN e avrà modo di partecipare pertanto alle discussioni e alle riunioni di tipo tecnico, collaborando con gli altri ricercatori e docenti coinvolti. Costante sarà l'attenzione posta allo studio critico della letteratura.

I risultati della ricerca verranno diffusi tramite presentazioni a conferenze e pubblicazioni sulle principali riviste tecniche del settore.