

**Titolo Assegno di ricerca:**

**Caratterizzazione sperimentale e simulazione TCAD di transistori di potenza basati su semiconduttori *wide-bandgap*.**

**SSD: ING-INF/01**

**Tutor:** Prof. Claudio Fiegna

**Durata:** un anno, con possibilità di estensione previa valutazione positiva da parte del tutor e di passaggio ad un corso di dottorato di ricerca;

**Progetto di ricerca**

Il progetto di ricerca mira, attraverso test sperimentali e simulazioni numeriche TCAD, alla caratterizzazione elettrica e al modelling di meccanismi fisici che limitano l'affidabilità e/o le prestazioni dei dispositivi elettronici a semiconduttore per applicazioni in circuiti di potenza.

Le prestazioni di tali circuiti, esempio convertitori DC-DC, AC-DC e DC-AC, sono condizionate in modo decisivo dalle caratteristiche termiche ed elettriche dei transistori utilizzati come interruttori, operanti in regime di elevate tensioni e/o correnti ed elevate frequenze di commutazione.

I transistori MOSFET basati su silicio (Si) rappresentano ancora una importante soluzione molto utilizzata nei circuiti di potenza a commutazione grazie alle proprietà di affidabilità, semplicità del processo produttivo e costo contenuto. Tuttavia, le tensioni di breakdown relativamente ridotte, le elevate resistenze nello stato ON e le capacità parassite limitano l'applicazione del MOSFET al silicio a circuiti operanti ad elevate tensioni e frequenze di commutazione ( $> 1$  MHz), le quali sono necessarie per massimizzare l'efficienza di conversione e ridurre le dimensioni dei circuiti e dei dissipatori.

L'impiego di materiali semiconduttori composti, quali il nitruro di gallio (GaN) e il carburo di silicio (SiC), caratterizzati da valori più alti di banda proibita (bandgap), campo elettrico critico e mobilità elettronica è di notevole interesse in quanto offrono un più vantaggioso compromesso tra resistenza nello stato ON, tensione di breakdown e frequenza di commutazione.

Di conseguenza, le tecnologie GaN e SiC stanno riscuotendo un forte interesse in settori strategici quali l'industria automobilistica e le applicazioni a piccola/media potenza ed elevatissima efficienza. Quindi, per quanto siano già disponibili sul mercato MOSFET basati su SiC e transistori ad alta mobilità elettronica (HEMT) in GaN, la loro affidabilità e le loro prestazioni sono ancora distanti dai limiti teorici, per cui attività di ricerca e sviluppo sono fortemente necessarie e richieste dalle industrie produttrici di tali tecnologie.

A tal proposito, si propone un approccio basato sulla fisica del dispositivo, in cui si prevede di individuare, caratterizzare e modellare le sorgenti fisiche di degradazione. Verranno perciò implementate sia tecniche di caratterizzazione sperimentale che simulazioni numeriche TCAD, al fine di analizzare le proprietà delle soluzioni tecnologiche investigate.

L'assegno di ricerca si prefigge i seguenti obiettivi:

- la caratterizzazione elettrica delle prestazioni e dei meccanismi di degrado in transistori di potenza in GaN e SiC, mediante l'implementazione di diversi test per dispositivi on-wafer e in package;
- la messa a punto e la validazione di modelli termici e di degrado dei dispositivi oggetto di studio;

- lo sviluppo di una metodologia di simulazione che tenga conto di effetti di degrado, compatibile con gli strumenti TCAD di progettazione delle tecnologie elettroniche utilizzati in ambito industriale.

Tali attività verranno effettuate in stretta collaborazione con partner industriali quali ST Microelectronics nell'ambito del progetto TRANSFORM e con laboratori di livello internazionale quale IMEC.

## **Progetto Formativo relativo all'attività di ricerca**

Il progetto formativo che si accompagna al progetto di ricerca descritto ha quattro obiettivi principali:

- 1 - fornire competenze riguardo la caratterizzazione elettrica e test di degrado di dispositivi di potenza a semiconduttore;
- 2 - fornire competenze, sia specifiche che d'insieme, circa i modelli e le tecniche di simulazione numerica di sistemi fisici complessi;
- 3 - fornire competenze relative al processing e alla comprensione dei dati ottenuti mediante test sperimentali e simulazioni numeriche TCAD;
- 4 - fornire competenze sulla stesura di report tecnici e la pubblicazione di manoscritti su riviste scientifiche internazionali.

Tali obiettivi formativi verranno perseguiti come segue.

Gli obiettivi 1, 2 e 3 costituiscono una naturale conseguenza dell'obiettivo del progetto di ricerca e degli studi previsti. Questi non potranno infatti prescindere da una comprensione chiara delle tecniche di caratterizzazione sperimentale e simulazione numerica utilizzate, così come non si potrà prescindere da una visione d'insieme dei sistemi elettronici in cui i dispositivi a semiconduttore oggetto di studio sono utilizzati, delle problematiche associate alla realizzazione di transistori ad elevate prestazioni e in particolare, degli effetti termici dovuti ad auto-riscaldamento e del degrado delle loro caratteristiche. Tali obiettivi saranno conseguiti anche grazie all'attività prevista nell'ambito del progetto ECSEL TRANSFORM (GA No. 872687), e altri progetti coerenti con il programma di ricerca, in collaborazione con partner universitari e con industrie europee nel campo dei semiconduttori.

L'obiettivo 4 sarà perseguito inserendo l'Assegnista di ricerca nelle attività scientifiche internazionali del Tutor proponente e del gruppo di ricerca con il quale collabora. In particolare, l'Assegnista collaborerà all'attività di ricerca nell'ambito dei progetti di cui sopra, partecipando alla esecuzione del lavoro tecnico e alla stesura dei rapporti tecnici che descrivono lo stato di avanzamento del progetto.