

**Titolo Assegno di ricerca:** Caratterizzazione sperimentale dell'affidabilità di transistori di potenza a semiconduttore ad ampio bandgap.

**SSD:** ING-INF/01

**Tutor:** Andrea Natale Tallarico

**Durata:** 12 mesi

**Progetto di ricerca:** Il progetto di ricerca mira alla caratterizzazione sperimentale dei meccanismi di degrado che limitano l'affidabilità di transistori di potenza al nitruro di gallio (GaN) e carburo di silicio (SiC) per applicazioni in settori in pieno sviluppo quali automotive ed energie rinnovabili. Le prestazioni dei circuiti di potenza (ex: convertitori DC-DC, AC-DC e DC-AC) sono condizionate in modo decisivo dalle caratteristiche termiche ed elettriche dei transistori utilizzati come commutatori, operanti in regime di elevate tensioni/correnti ed elevate frequenze di commutazione.

L'impiego di materiali semiconduttori composti per la fabbricazione di tali transistori, quali il nitruro di gallio (GaN) e il carburo di silicio (SiC), entrambi caratterizzati da una maggiore banda proibita (bandgap), campo elettrico critico e mobilità elettronica rispetto al silicio, è di notevole interesse, in quanto offrono un più vantaggioso compromesso fra resistenza nello stato ON e tensione di breakdown.

Di conseguenza, le tecnologie GaN e SiC sono in piena fase di ricerca e sviluppo e le prospettive per un loro crescente impiego in settori strategici quali l'industria automobilistica e le applicazioni a piccola/media potenza ed elevatissima efficienza (98-99%) sono molto positive.

Tuttavia, per quanto siano già disponibili sul mercato MOSFET basati su SiC e transistori ad alta mobilità elettronica (HEMT) in GaN, la loro affidabilità può e deve essere ulteriormente migliorata attraverso uno studio accurato dei meccanismi fisici responsabili del degrado delle caratteristiche elettriche dei transistori durante la loro vita operativa.

A tal proposito, si propone un approccio basato sulla fisica del dispositivo in cui si prevede di individuare, caratterizzare e modellare i meccanismi fisici di degrado. Verranno perciò implementate tecniche avanzate di caratterizzazione sperimentale accostate, ove necessario, a simulazioni numeriche TCAD, al fine di analizzare le proprietà delle soluzioni tecnologiche investigate.

L'attività prevista si prefigge i seguenti obiettivi:

lo sviluppo e la validazione di tecniche di stress e caratterizzazione elettrica;

- la caratterizzazione sperimentale dei meccanismi di degrado in transistori di potenza in GaN e SiC;
- lo sviluppo di modelli fisici/empirici volti a interpretare e riprodurre lo stato di invecchiamento dei transistori;
- 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 STMicroelectronics nell'ambito del progetto europeo R-PODID (GA 101112338) ed in collaborazione con laboratori di livello internazionale quale IMEC, con il quale è in corso una collaborazione su dispositivi GaN-HEMT.

### **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 sperimentale di dispositivi ad ampio bandgap e dei diversi processi di degrado;
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 alle problematiche connesse a meccanismi di intrappolamento di carica in dispositivi di potenza ad ampio bandgap;
4. fornire competenze circa la gestione, l'organizzazione e la proposta di progetti di ricerca nazionali ed 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, del degrado delle loro caratteristiche. Tali obiettivi saranno conseguiti anche grazie all'attività prevista nell'ambito del progetto HORIZON-KDT-JU "R-PODID" (GA 101112338), e altri progetti coerenti con il programma di ricerca, in collaborazione con partner universitari, laboratori di ricerca e industrie europee nel campo dei semiconduttori. L'obiettivo 4 sarà perseguito inserendo l'Assegnista di ricerca nelle attività scientifiche del Tutor proponente e del gruppo di ricerca con il quale collabora. In particolare, l'Assegnista collaborerà all'attività di ricerca nell'ambito del progetto HORIZON-KDT-JU "R-PODID" (GA 101112338) e altri progetti coerenti con il programma di ricerca, che abbiano inizio nel periodo di validità di questo contratto, partecipando alla esecuzione del lavoro tecnico e alla stesura dei rapporti tecnici che descrivono lo stato di avanzamento del progetto. Si prevede inoltre che l'Assegnista partecipi alla messa a punto ed alla presentazione di almeno una proposta di progetto di ricerca a livello europeo, con il coinvolgimento di partner accademici ed industriali.