

Presentazione del dott. Enrico Cepparrone  
Dottorato di ricerca in Fisica – XXXIV Ciclo  
Università degli Studi di Torino

Dottorando: Enrico Cepparrone

Relatore: Paolo Olivero

Titolo della tesi: **STUDIO DI PROCESSI TERMICI AVANZATI PER L'ATTIVAZIONE DI DROGANTI DA IMPIANTAZIONE IONICA, E DI ALTRI ELEMENTI AGENTI COME "LIFETIME KILLER" IN DISPOSITIVI A SEMICONDUCTORE**

Durante il triennio di dottorato, il dott. Enrico CEPPARRONE ha seguito e sostenuto l'esame relativo ai seguenti corsi:

- Raman Day 2019
- Physical-Chemistry of Materials for Nanotechnology
- Lean startup e lean business for innovation management
- Synthesis methods to tailor the surface and the structure properties of advanced materials
- Ion Beam Based Techniques for Materials Science
- Pianificazione degli esperimenti industriali
- Advanced techniques for quality measurement

L'attività di ricerca del dott. Enrico Cepparrone ha riguardato lo studio ed ottimizzazione di processi per l'attivazione di droganti e "lifetime killers" in silicio per la realizzazione di dispositivi di alta potenza. L'attività di ricerca è stata condotta in stretta collaborazione con la divisione Ricerca e Sviluppo dell'azienda Vishay Semiconductors Italia presso lo stabilimento di Borgaro Torinese. Presso tale azienda, il candidato ha acquisito competenze nella produzione di dispositivi di potenza, in particolare IGBT e diodi, nella loro caratterizzazione elettrica e strutturale e nell'uso di strumenti TCAD per la simulazione della loro funzionalità

L'attività di ricerca si è sviluppata in due linee principali:

- **Modellizzazione del processo di laser annealing per l'attivazione di donori.** In tale ambito il candidato ha sviluppato un modello basato sul metodo di campo di fase (phase field method), applicandolo a strumenti di calcolo agli elementi finiti (COMSOL multiphysics). Sono stati quindi conseguiti risultati apprezzabili riguardanti l'evoluzione temporale della temperatura e del fronte di fusione del silicio sottoposto ad irraggiamento con laser impulsato (durata dell'impulso dell'ordine del ns) ed alta densità di potenza (dell'ordine di J/cm<sup>2</sup>). Si è quindi potuto valutare la profondità di attivazione di donori (P) introdotti nel silicio mediante impiantazione ionica. Dal punto di vista sperimentale, il candidato ha contribuito ad esperimenti condotti presso il Fraunhofer Institute of Itzehoe (D). I risultati della simulazione sono stati quindi confrontati con profili di drogaggio eseguiti mediante Secondary Ion Mass Spectroscopy (SIMS) e di attivazione ottenuti da Spreading Resistance Profiling (SPR).
- Studio del processo di diffusione del Pt in silicio. Tale attività si è svolta presso lo stabilimento Vishay di Borgaro Torinese ed è stato focalizzato allo studio del trattamento termico di campioni di Si epitassiale e Si FZ per la diffusione ed attivazione di Pt e quindi la presenza di

centri di ricombinazione profondi, al fine **dell'ottimizzazione dei parametri di switching di dispositivi di potenza**. A tal fine, esperimenti condotti con diversi profili di annealing, sono stati analizzati mediante caratterizzazione elettrica ed attraverso la tecnica Deep Level Transient Spectroscopy (DLTS) **per la profilatura del platino nell'intorno della giunzione**. **E' stato quindi realizzato un programma di simulazione agli elementi finiti che, attraverso il confronto con i dati sperimentali, ha permesso l'estrazione dei parametri fondamentali che regolano il processo di diffusione, non disponibili in letteratura, soprattutto per strati epitassiali su substrati CZ.**

Durante la sua attività di ricerca, il dott. Enrico CEPPARRONE ha mostrato costante applicazione al lavoro ed una buona capacità di **inserimento nell'ambito dei gruppi di ricerca in cui si è svolta l'attività di ricerca**. Nonostante alcune lacune iniziali nelle competenze più strettamente matematico-formali funzionali alle attività simulative, il candidato ha ottenuto buoni risultati riguardanti lo sviluppo dei modelli interpretativi sia per i processi di laser annealing che per la diffusione del platino. Il candidato ha raggiunto una buona maturazione scientifica, soprattutto **per quanto riguarda l'attività sperimentale**.

Pertanto si esprime apprezzamento per il lavoro svolto dal Dott. Enrico CEPPARRONE durante il triennio del Dottorato di Ricerca

Torino, 29 settembre 2021

Il tutore

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "Paolo Olivero". The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke extending to the right.