

Titolo del Progetto di Ricerca:

“Modelli fisici e simulazione numerica di strutture integrate per isolamento galvanico”

Il progetto proposto riguarda lo studio e la modellistica fisica di dispositivi per applicazioni Smart Power BCD basati su silicio o GaN/AlGaN, con particolare enfasi sull'affidabilità di ossidi spessi realizzati nel back-end of line (BEOL) come condensatori integrati per la definizione dell'isolamento galvanico. In particolare, l'ossido di silicio amorfo sarà studiato utilizzando strumenti TCAD commerciali in modo da rendere possibile la simulazione numerica di uno stack complesso del BEOL, interessato da forti campi elettrici e da correnti di perdita. A tal fine, saranno studiati ed aggiunti anche i materiali proposti per il packaging delle architetture più innovative di isolamento galvanico. Ciò richiederà uno studio approfondito delle proprietà termiche ed elettriche degli stessi, oltre che meccaniche, in quanto strettamente correlate con le prestazioni e l'affidabilità del sistema.

Nei progetti precedenti sono state già messe in evidenza alcune proprietà significative del materiale di ossido di silicio depositato con tecniche TEOS, quali la conducibilità e l'effetto dell'intrappolamento di carica nel materiale, e sono già stati preparati alcuni setup sperimentali di dispositivi allo stato dell'arte per studiare gli effetti delle perdite dei materiali di passivazione e di impacchettamento sulle prestazioni del dispositivo. Nel progetto proposto, basandosi sui risultati precedenti, si cercherà di determinare sperimentalmente le proprietà del trasporto di carica elettronica e/o ionica dei diversi materiali, con particolare enfasi rivolta allo studio dello strato di SiN depositato sopra all'ossido nel BEOL ed al materiale di molding compound soprastante. Il fine ultimo è quello di classificare i diversi materiali utilizzati nello stack (SiO₂, SiN e molding compound) in modo da evidenziare gli aspetti correlabili con gli accumuli di carica indesiderati nei diversi bulk o alle corrispondenti interfacce. Tali studi porteranno alla comprensione degli andamenti della tensione di rottura con lo spessore dei diversi condensatori e alla eventuale instabilità della tensione di rottura dei dispositivi di potenza integrati.

Al fine di riconoscere le caratteristiche più critiche nelle future applicazioni, verrà affrontato lo studio dell'umidità nel sistema di materiali utilizzati ed il suo effetto sulle prestazioni dei vari dispositivi. L'obiettivo principale di questa attività sarà quello di determinare e confrontare la stabilità delle prestazioni e l'affidabilità di tali dispositivi in presenza di condensatori per isolamento galvanico e di materiali plastici diversi sulla superficie.

Tale attività è inserita nell'ambito del progetto europeo GaN4AP. All'interno di questo progetto, l'attività da svolgersi presso ARCES riguarda la modellistica fisica e l'uso di programmi di simulazione TCAD commerciali, che dovranno essere adattati per consentire la modellazione dei materiali non convenzionali oggetto di questo studio e dei loro difetti (trappole, mobilità, ecc.), anche sulla base dei riscontri di tipo sperimentale.

Piano di Formazione

Titolo del Progetto di Ricerca:

“Modelli fisici e simulazione numerica di strutture integrate per isolamento galvanico”

Tutore: Prof. Susanna Reggiani

Obiettivi formativi:

Formazione di un ricercatore esperto nel settore della simulazione numerica e dell'analisi di dispositivi avanzati per applicazioni Smart Power. In aggiunta a ciò, l'assegnista maturerà una significativa esperienza nelle metodologie di sviluppo di modelli fisici e nella caratterizzazione dei dispositivi di potenza e dei materiali che costituiscono la struttura di protezione superficiale per il packaging.

Programma dell'attività di formazione:

L'attività formativa relativa agli obiettivi di cui sopra sarà sviluppata come segue:

1. Acquisizione di esperienza nell'ambito di dispositivi avanzati per applicazioni Smart Power in package ed analisi delle più promettenti architetture e materiali
2. Sviluppo dei set-up di misura più appropriati per l'analisi fisica e la caratterizzazione dei dispositivi studiati nel progetto.
3. Studio della letteratura riguardante i materiali più promettenti per il packaging di dispositivi di potenza ad alte tensioni.
4. Sviluppo di modelli per lo studio delle proprietà di trasporto in presenza di accumulo di cariche intrappolate.
5. Definizione di dispositivi di test per l'analisi degli effetti fisici legati alle proprietà dei materiali utilizzati come isolamento galvanico.

Nel corso dell'attività l'assegnista terrà mensilmente seminari volti alla presentazione dei risultati intermedi ottenuti durante lo sviluppo della ricerca. L'assegnista collaborerà all'attività di ricerca nell'ambito del progetto GaN4AP partecipando alla esecuzione del lavoro tecnico, alla stesura dei rapporti tecnici che descrivono lo stato di avanzamento del progetto e alla proposta e stesura di articoli per possibili pubblicazioni su riviste scientifiche internazionali. È previsto infine un seminario conclusivo mirato alla presentazione dei risultati finali ed alla discussione dei possibili sviluppi dell'attività relativa al tema di ricerca affrontato.