

Progetto di Ricerca

Titolo del Progetto di Ricerca:

“Studio delle proprietà di trasporto e di affidabilità di transistori HFET in AlScN/GaN per applicazioni ad alte tensioni ed alte frequenze”

L'attività di ricerca proposta è focalizzata sullo studio delle proprietà e dell'affidabilità di transistori AlScN/GaN-HFET per applicazioni nell'ambito della conversione di potenza in sostituzione dei MOSFET di silicio.

Lo sviluppo recente di dispositivi in GaN con AlScN al posto del più comune AlGaN come barriera ha già dimostrato le potenzialità di miglioramento in termini di densità di corrente e di riduzione delle perdite di commutazione. Si prevede che l'uso di AlScN/GaN-HFET possa anche ridurre le dimensioni dei dispositivi di potenza nei convertitori. I notevoli vantaggi di prestazione potranno portare a un significativo miglioramento nella conversione di energia.

Tuttavia, attualmente rimangono alcuni aspetti tecnologici importanti da affrontare per poter rendere i dispositivi basati su AlScN/GaN utilizzabili nella pratica. Tra questi gioca un ruolo molto importante la comprensione fisica dei meccanismi di piezoelettricità del nuovo materiale, ed il loro ruolo sulle prestazioni del dispositivo finale. Ciò rende necessario lo sviluppo di modelli di simulazione numerica del trasporto di carica come primo punto di partenza, per lo studio della realizzazione di dispositivi ottimizzati e robusti sul fronte dell'affidabilità.

Per ottenere tale risultato verrà affrontata un'attività dettagliata di simulazione di dispositivo, con sviluppo di modelli fisici che verranno confrontati con dati sperimentali disponibili in letteratura. Verranno anche considerati studi numerici degli effetti di degrado dovuto agli alti campi elettrici facendo riferimento alla caratterizzazione estesa dell'affidabilità di alcuni prototipi. Nel progetto proposto saranno studiate con particolare attenzione le prestazioni di diversi dispositivi di potenza basati su AlScN/GaN per applicazioni in diversi intervalli di tensioni e verranno confrontati con le prestazioni dei più convenzionali AlGaN/GaN. A tale scopo verranno predisposte le simulazioni numeriche di dispositivi con le diverse eterostrutture considerando l'effetto della geometria, dello stack dei materiali, ed eventualmente degli strati finali di passivazione ed incapsulamento. In particolare, verranno studiate le proprietà elettriche dei materiali che attualmente vengono proposti per tali nuove tecnologie. I modelli fisici delle proprietà più rilevanti nell'eterostruttura AlScN/GaN, quali la ionizzazione da impatto, la conducibilità, l'accumulo di carica intrappolata nelle interfacce dei diversi materiali, e le polarizzazioni piezoelettriche o ferroelettriche, saranno incorporate nel set-up di simulazione.

L'obiettivo principale di questa attività sarà quello di determinare e confrontare la stabilità delle prestazioni e l'affidabilità dei dispositivi GaN-HFET al variare della geometria, dello stack di materiali, delle diverse configurazioni di trappole alle varie interfacce e di temperatura. L'attività si inserisce nell'ambito delle attività di ricerca del Progetto Europeo GAN4AP.

Piano di Formazione

Titolo del Progetto di Ricerca:

“Studio delle proprietà di trasporto e di affidabilità di transistori HFET in AlScN/GaN per applicazioni ad alte tensioni ed alte frequenze”

Tutore: Prof. Susanna Reggiani

Obiettivi formativi:

Formazione di un ricercatore esperto nel settore della simulazione numerica e dell'analisi di dispositivi HFET basati su AlScN/GaN e AlGaN/GaN 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 nella simulazione di dispositivi GaN HFET per applicazioni Smart Power ed analisi delle più promettenti architetture dello stato dell'arte.
2. Sviluppo dei set-up di simulazione più appropriati per l'analisi fisica e la caratterizzazione dei dispositivi studiati nel progetto.
3. Studio della letteratura riguardante il nuovo materiale AlScN per applicazioni a dispositivi di potenza ad alte tensioni.
4. Sviluppo di modelli per lo studio delle proprietà di trasporto in presenza di accumulo di cariche alle interfacce tra gli ossidi di protezione ed i materiali utilizzati per il dispositivo.
5. Identificazione delle carenze nei modelli fisici già esistenti negli strumenti TCAD a disposizione ed eventuale sviluppo di nuovi modelli.
6. Nel corso dell'attività l'assegnista terrà mensilmente seminari volti alla presentazione dei risultati intermedi ottenuti durante lo sviluppo della ricerca. E' 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.