

Documento per Riunione Referee CSN1 del 5.09.2013

Progetto “Call” di CSN5 - ACTIVE

Il progetto “ACTIVE” si propone di sviluppare tecnologie atte a essere impiegate nei rivelatori a Pixel di ATLAS e CMS per la fase II di LHC. Tali tecnologie puntano a rivelatori a Pixel ottimizzati per dosi di radiazione (2×10^{16} 1 MeV n_{eq}/cm^2) e a riduzione del “material budget”.

In particolare ACTIVE si propone di sviluppare:

1. Sensori 3D al silicio sottili ($<150\mu m$), resistenti a 2×10^{16} n_{eq}/cm^2 , e con pixel 3-4 volte più piccoli di quelli attualmente in uso in ATLAS e CMS
2. Bump-bonding ad indio per sensori e front-end sottili con $>100'000$ bumps per chip di elettronica.
3. “Micro-channel cooling” a transizione di fase (CO_2) con alta efficienza di raffreddamento, finalizzati a supporti a basso valore di X_0 .

I sensori a pixel 3D al silicio, qualificati per l'IBL di ATLAS a una dose di 5×10^{15} [1], hanno mostrato di essere in grado di fornire un'efficienza maggiore del 98% a 160 V dove sensori di tipo planare hanno richiesto circa 1000 V per ottenere la simile efficienza. Tale vantaggio della tecnologia 3D permette di ridurre le richieste di raffreddamento (minor potenza e rischio di thermal run-away), d'isolamento elettrico e qualifica per alte tensioni di tutto il sistema (che si riflette in riduzione del material budget). Per l'upgrade di fase II si pensa di disegnare sensori 3D ottimizzati per pixel più piccoli. In particolare andrà ridotto lo spessore sfruttando l'operazione a bassa soglia delle nuove generazioni di chip di front-end (a livello di sistema il FE-I4 dell'IBL può operare a una soglia di 1500 e, dove il FE-I3 necessitava 3000 e). Nei sensori 3D, quando assottigliati, la capacità si riduce (a differenza dei planari) e ciò permette di ridurre il rumore nel front-end e quindi la soglia operativa. Si pensa di sviluppare tali sensori con la FBK (che ha prodotto il 50% di quelli dell'IBL). Un aspetto dello sviluppo dei 3D in ACTIVE sarà l'utilizzo di una linea di produzione per wafer da 6” che permetterà di ridurre i costi avendo ~ 30 tiles (dimensioni FE-I4) al posto di 8 in quelli da 4” per l'IBL, ma che richiederà un nuovo sviluppo della tecnologia per ridurre gli spessori a $\leq 150 \mu m$ ritenuti ottimali dal punto di vista delle prestazioni.

Per quanto riguarda il bump-bonding si pensa di sviluppare la tecnologia a termocompressione a Indio. L'esperienza su chip di grosse dimensioni della tecnologia a reflusso con saldature di SnAg a $250^\circ C$ nell'IBL ha dato una resa significativamente più bassa di quanto era stata in passato per il rivelatore a Pixel. Si pensa che con la tecnologia a Indio, a bassa temperatura ($90^\circ C$), possa esser vantaggiosa in termini di resa e di assottigliamento dei chip di front-end. Per l'IBL ci si è dovuti limitare a $150\mu m$ nell'assottigliamento dei wafer d'elettronica, mentre primi test fatti con Indio hanno mostrato che valori inferiori sono fattibili ($100 \mu m$). La Selex, con la quale s'intende collaborare, ha esperienza in bump-bonding all'Indio avendo prodotto circa il 50% dei moduli del rivelatore a Pixel di ATLAS.

Il terzo aspetto che si vuole sviluppare in ACTIVE è il raffreddamento utilizzando micro canali (100-300 μ m di diametro) con sistema evaporativo a CO₂. Il vantaggio di tale sistema è nella riduzione di materiale e uniformità di raffreddamento dei moduli. Vanno verificati elementi di sistema quale lunghezza e diametro dei tubi e manifold e connessioni idrauliche.

Le dieci sezioni INFN coinvolte nell'esperimento sono: BA, CS, FI, GE, MI, MIB, PI, TN, TO, UD, per un totale di 50 ricercatori e 12.3 FTE.

Il progetto prevede una durata di 3 anni e sarà svolto in stretta collaborazione con due partner industriali italiani: FBK e Selex.

Un aspetto importante del progetto ACTIVE è la sinergia tra ATLAS e CMS che farà da braccio di leva nella visibilità e nell'impatto su tecnologie di punta da usarsi nei due esperimenti. In particolare le tecnologie sviluppate sono tra quelle necessarie per gli strati più interni dei rivelatori a Pixel che, anche se meno rilevanti a livello di area totale coinvolta, sono senz'altro le più importanti sul piano dell'impatto della fisica e delle tecnologie coinvolte.

[1] The ATLAS IBL collaboration. Prototype ATLAS IBL modules using the FE-I4A front-end readout chip. Journal of Instrumentation, 7(11):P11010, 2012.