
Resum

El subdetector ITS (Inner Tracking System) del detector ALICE (A Large Ion Collider Experiment) és un detector de vèrtex i és el detector més proper al punt d'interacció. Es troba conformat per 3 tipus de subdetectors, dues capes de píxel de silici (Silicon Pixel Detectors), 2 capes d'acumulació de silici (Silicon Drift Detectors) i 2 capes de banda de Silici (Silicon Strip Detectors). La funció primària del ITS és identificar i rastrejar les partícules de baix moment transversal.

El detector ITS en les seues dues capes més internes estan equipades amb sensors de silici basats en píxels híbrids. Per a reemplaçar aquesta tecnologia de Píxels, el detector ITS actual serà reemplaçat per un nou detector d'una sola tecnologia, ampliant la seua resolució espacial i millorant el rastreig de traces. Aquest nou detector constarà de set capes de sensors de píxels actius monolítics (MAPS), les quals hauran de satisfer els requeriments de pressupost de materials i ser tolerants a majors nivells de radiació per als nous escenaris d'increments de lluminositat i majors taxes de col·lisions. Els sensors MAPS que integren el sensor d'imatge i els circuits de lectura es troben en la mateixa hòstia de silici, tenen grans avantatges en una bona resolució de posició i un baix pressupost material en termes de baix cost de producció.

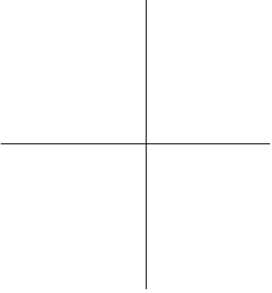
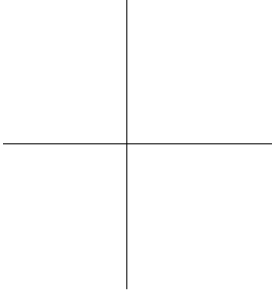
TowerJazz ofereix la possibilitat d'una quàdruple-WELL aïllant els transistors pMOS que es troben en la mateixa nWELL evitant la competència amb l'elèctrode de recol·lecció, permetent circuits més complexos i compactes per a ser implementats dins de la zona activa i a més posseeix una capa epitaxial d'alta resistivitat. Aquesta tecnologia proporciona una porta d'òxid molt prim limitant el dany superficial per la radiació fent-ho adequat per al seu ús dins de l'experiment ALICE. En els últims quatre anys s'ha dut a terme una intensiva R+D en MAPS en el marc de l'actualització del ITS d'ALICE. Diversos prototips a petita escala s'han desenvolupat i provat

reixidament amb rajos X, fonts radioactives i feixos de partícules. La tolerància a la radiació d'ALICE ITS és moderada amb una tolerància d'irradiació TID de 700 krad i NIEL d' 1×10^{13} 1MeV $n_{eq} \text{cm}^{-2}$, MAPS és una opció viable per a l'actualització del ITS.

La contribució original d'aquesta tesi és la implementació d'una nova arquitectura digital de lectura de píxels per a MAPS. Aquesta tesi presenta un codificador asíncron d'adreces (arquitectura basada en la supressió de zeros transmetent l'adreça dels píxels excitats denominada PADRE) per a l'arquitectura ALPIDE, l'autor també va fer una contribució significativa en l'assemblatge i verificació de circuits. PADRE és la principal recerca de l'autor, basada en un codificador de prioritat jeràrquica de quatre entrades i és una alternativa a l'arquitectura de lectura rolling-shutter.

A més dels prototips a petita escala, també s'han desenvolupat prototips a escala completa a les necessitats del detector ITS (15 mm i 30 mm) emprant un nou circuit de lectura basat en la versió personalitzada del circuit PADRE. El pALPIDEfs va ser el primer prototip a escala completa i es va caracteritzar obtenint un temps de lectura de la matriu per sota de 4 μs i un consum d'energia en l'ordre de 80 mWcm^{-2} . En general, els resultats obtinguts representen un avanç significatiu de la tecnologia MAPS quant al consum d'energia, velocitat de lectura, temps de recollida de càrrega i tolerància a la radiació. El sensor pALPIDE2 ha demostrat ser una opció molt atractiva per al nou detector ITS, satisfent els requeriments en termes d'eficiència de detecció, fake-hit rate i resolució de posició, ja que el seu rendiment no pot aconseguir-se mitjançant prototips basats en l'arquitectura de lectura tradicionals com és el rolling-shutter dissenyat en la mateixa tecnologia. Per aquesta raó, la R+D en els prototips ALPIDE ha continuat amb l'objectiu d'optimitzar encara més el rendiment del sensor especialment en termes del temps mort i estudiar solucions en altres aspectes de sistemes d'integració.

L'últim circuit de ALPIDE, el pALPDIE3B, consumeix menys de 50 mW cm^{-2} amb una màxima taxa de transmissió d'1,2 Gbps i té una eficiència a la reconstrucció de traces superior al 99,95%. Amb un marge operatiu satisfactori després d'irradiació amb una fluència equivalent d' 1×10^{13} 1 MeV $n_{eq} \text{cm}^{-2}$. A més, validant un consum d'energia per



sota de 50 mW cm^{-2} . I una resolució de posició d'uns $5 \mu\text{m}$ i una velocitat de lectura aproximada de 2 mus , complint amb les especificacions ALICE ITS per a la seua actualització. Els resultats obtinguts de la caracterització del pALPIDE3B, la fase optimització dels circuits i de prototips es finalitza i dóna motiu a l'inici de la producció en massa del xip ALPIDE per a l'any 2017. El nou detector ITS s'instal·larà durant el segon gran aturada del LHC l'any 2020 en la caverna d'ALICE.