



# 平成 28 年度 TIA 連携プログラム探索推進事業「かけはし」 調査研究報告書(公開版)

【研究題目】3次元積層半導体量子イメージセンサの調査研究

【整理番号】

TK16-44

【代表機関】高エネルギー加速器研究機構

【調査研究代表者(氏名、連絡先 TEL & Mail)】

新井康夫、Tel 029-879-6211, yasuo.arai@kek.jp

【TIA 内連携機関：連携機関代表者】

産業技術総合研究所：菊地 克弥

筑波大学：原 和彦

東京大学：池田 誠

【TIA 外連携機関】

【報告書作成者】 新井康夫 【報告書作成年月日】2017年4月3日

【連携推進(具体的な連携推進活動内容とその活動の効果等)】

平成 28 年度は、7 回の打ち合わせ会議と 1 回の公開研究会を行った。

会議は、高エネ研、産総研、東京大学 VDEC の回り持ちで行い、毎回数件の報告を受け、その後議論を行った。高エネ研・筑波大からは素粒子実験における 3D センサの重要性や米国フェルミ研究所での開発事例の紹介等を行なった。また産総研からは、産総研の持つ 3D 積層技術の紹介、東大からは多層積層型センサによる時間・空間分解能向上について報告を受けた。さらに、京都大学の鶴教授からは、X 線宇宙物理分野における 3 次元積層技術への期待と要望を話して頂いた。また、北大の池辺准教授から 3 次元積層 CAD 設計のためのツールの紹介をしていただいた。

2017 年 1 月 30 日にはつくば国際会議場において、第一回「3 次元積層半導体量子イメージセンサ研究会」を開催し 70 名あまりの参加をいただいた。研究会では 4 件の招待講演を含め 7 件の発表があり、熱心な質疑が行われ関心の高さを感じた。また最後には、LSI の 3D 技術と量子イメージセンサ技術を結びつけ、どのように新たな量子イメージセンサを実現していくか議論が行われ、

- (1) どのような 3D を用いた検出器が求められるか？  
より高機能ピクセル・異種材料 等々
- (2) どのような 3D 技術をつかっていくか？  
求める構造に最適な 3D 技術 等々
- (3) どのように今後開発をすすめるか？  
分担・製造場所/装置・開発費用 等々

という観点で、多くの参加者からのご意見を頂戴した。

研究会後は、希望者による懇親会を会場近くで行い、新たな知己を得、親交を深めることも出来た。

【調査研究内容（実験等中心に背景・課題と実行された課題解決の内容と結果）】

3次元積層を行うためには、LSI設計、センサ設計、3次元設計用CADシステムの構築、パンプ技術、プロセス間のすり合わせ等多くのステップが必要となる。これらのステップを結びつける上で、どのような課題があるか検証するために、高エネ研が行なっているSOIウエハランを使って作成した小規模試験チップを用いて3次元積層化の流れの検証を試みた。

作成されたチップは、東北大学ベンチャであり産総研のNano Particle Deposition(NpD)技術を用いた3次元積層を行なっているT-micro(株)に積層を依頼した。積層したチップは平成29年度に評価を行う予定である。

また、これとは別に高エネ研・筑波大で計画している、次世代高エネルギー加速器実験ILC(International Linear Collider)用崩壊点検出器SOFIST(SOI sensor for Fine measurement of Space and Time)を設計する為に、北大池辺教授から設計検証ツールをいただき、T-micro(株)と共に詳細の打ち合わせを行なった。このチップは平成29年6月のSOIウエハランに投入される予定である。

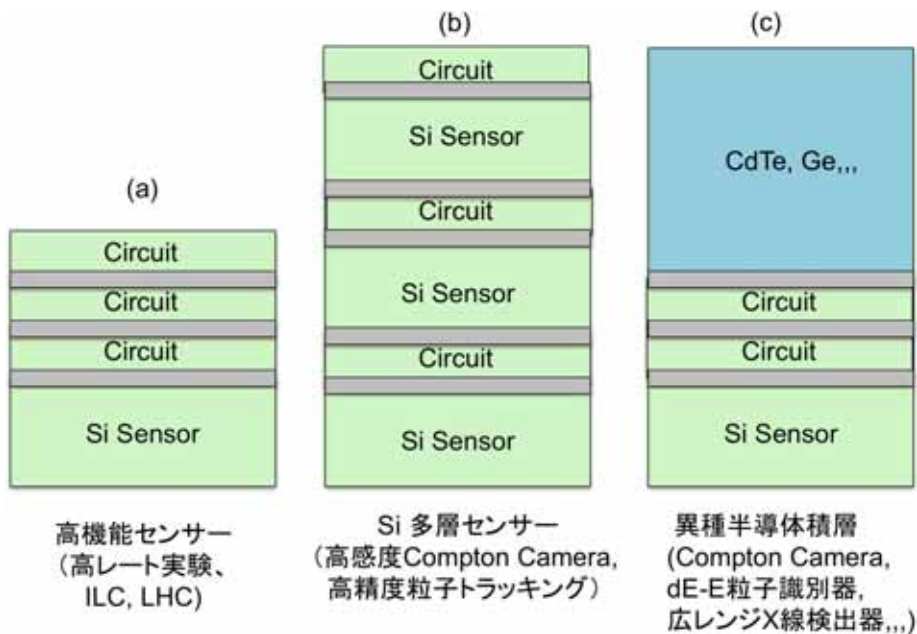
【今後の予定】

今年度の議論より、3D積層センサのタイプとしては下図に示す3種類が挙げられた。

(a)はSOFISTの目指しているもので、小面積のピクセル内に多くの回路を搭載するものである。上層の回路部には先進プロセスを使うことが望まれ、東大VDECとも協力して開発することを検討する。また産総研のNpD技術を用いて積層を実現する。研究の中心は高エネ研・筑波大となり、科研費等の外部資金を得ながら開発していく。

(c)の異種半導体の積層は、宇宙物理、遠赤外天文等の分野で強く求められているものである。技術的に多くの課題があるが、実現すれば距離センサ、ガンマ線イメージング等多くの応用が考えられる。本調査研究のメンバを中心にJST, NEDO等の外部資金を獲得し活動を広げていく。

(b)は3D積層の自然な流れとしていくつかの応用が考えられるが、(a), (c)の技術が確立すれば比較的容易に実現できるとして、当面は応用分野の調査に留める。



以上。