

SOIコンソ便り

CONTENTS

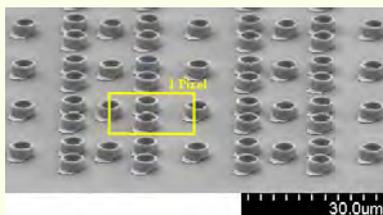
1. トピックス
2. 第2回「量子線イメージング研究会」開催
3. SOIPIX誕生物語(その2)
4. 今後のスケジュール
5. 編集後記

1. トピックス

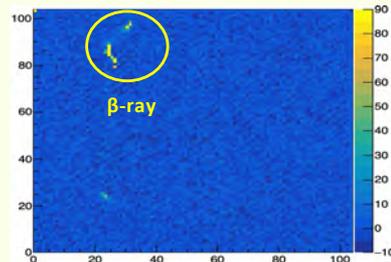
今号から、コンソーシアム内でのホットな技術的トピックスについて、要点をまとめて報告致します。

(1) 3Dピクセルイメージャー基本動作確認!!

3次元積層技術(3D技術)によりSOIチップを2枚重ね、電気的な導通をとることで、pn接合のホットセンサーと2層になる回路層が1ピクセル内に形成することができるイメージャー(SOFIST4)の試作と初期評価が終了し、 ^{90}Sr からのβ線のトラッキングを確認した。また、10Kほどのピクセル中、99.9%のピクセル動作を確認できた。この成果は、**量子線イメージング研究会**(山田、ILC 崩壊点検出器に向けた三次元積層化ピクセル検出器の開発)、**IEEE 3DIC**(M. Yamada et al., 3D Integrated Pixel Sensor with Silicon-on-Insulator Technology for the International Linear Collider Experiment), **ECS Fall Meeting** (I. Kurachi et al., Application of Three dimensional Chip Stacking technology for Fully Depleted Silicon-on-Insulator Quantum Beam Imager), **Vertex2019** (T. Tsuboyama et al., 3D integration of readout chip for the SOI pixel sensors)、他で発表された。SOI技術で作成されたイメージャーの更なる高性能化には必要不可欠な基本技術となる。尚3D試作は東北マイクロテック殿にて行われました。



3D化のための
Au μ -Bump



観察された
β線トラック

(2) SOI-MOSFETの耐放射線性向上に光明

SOI-MOSFETはBulk-CMOSと比較し放射線照射によるソフトエラーやロジック誤動作(SEU)には強いが、誤動作せずに放射線を受けられる線量(TID)が低いことが知られている。今回、この両方を改善できる可能性のあるSOI-MOSFET構造が提案された。SEUの特性を維持するためソースドレイン拡散層がBOXと接するほどSOIを薄く、且つチャネル部で完全空乏化させずに中性領域を形成できるだけのSOI厚さを持たせ(PD-SOI)中性領域に電極をとって固定させることでBOX電荷の影響を無くし、Bulk-CMOS並みのTID特性を持たせるという方法である。現在、TCADにてプロセス検討中で、今年度中に耐放射線試験を実施、改善の確認を行う予定である。

Parameter		FD-Mode	PD-Mode
Ncore	$ \Delta V_t $	350 mV	50 mV
	$ \Delta I_{dt}/I_{dt0} $	45%	6%
Pcore	$ \Delta V_t $	170 mV	80 mV
	$ \Delta I_{dt}/I_{dt0} $	20%	11%

FD⇒PD化によるTID改善効果

2. 第2回「量子線イメージング研究会」開催

昨年9月の京都大での第1回「量子線イメージング研究会」に引き続き、第2回目の研究会が9月24-25日に姫路で開催されました(<https://soipix.jp/qbi2019.html>)。今回は、理研SPring-8がLOC(Local Organizer)となりKEKの“SOI量子イメージセンサコンソーシアム”他が共催、また物理学会、応用物理学会等多くの学会に後援していただいた。参加者は80名で、そのうち約半数が企業からの参加者で、この研究会が多くの企業からも関心を持たれていることがわかりました。

今回はキーノート講演者としてMedipix, Timepix検出器の開発者として有名なCERNのMichael Campbell氏を招待し、高エネルギー実験の崩壊点検出器として開発された検出器が今や数百人規模の共同研究者を抱え、8つの企業からX線検出器等として販売されるまでになった事を紹介された。非常に成功した例ではあるが、質問に対する答えの中では、開発に時間や費用が多くかかり、高エネルギー実験の中で開発を続けていくことの難しさにも言及されていた点が印象に残りました。

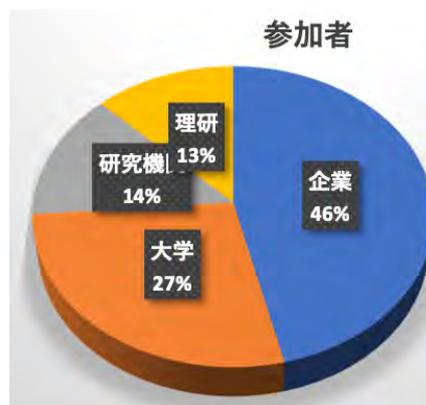
招待講演では宇宙、放射光、構造解析等のアカデミック・サイドからの発表の他、ソニー、キャノン、浜松ホトニクス等企業からの最先端開発の現状も紹介され、研究者からはぜひ使わせて欲しいという声が多くあがり盛り上がりました。またポスター発表も30件あり、そのうち13件がSOI検出器に関するもので、活発な議論が行われました。

来年はKEKがLOCを引き受けることになりましたので、来年も研究会へのご参加をお願いします。



講演

- Imaging and Detection of charged particles using the Timepix and Medipix chips: Michael Campbell (CERN)
- Gas Micro pixel Chamber の γ 線と中性子イメージング装置への応用: 谷森 達 (Kyoto Univ.)
- CdTe検出器を用いた硬X線イメージング研究: 武田 伸一郎 (Univ. of Tokyo)
- CMOS Photon Detectorを用いた間接型X線量子イメージング: 西原 利幸 (Sony Semiconductor Solutions)
- Belle II 実験におけるピクセル崩壊点検出器の開発: 石川 明正 (KEK)
- 電子管の量子線イメージングへの応用: 小玉 剛史 (Hamamatsu Photonics K.K.)
- クライオ電子顕微鏡のイメージングと回折による構造研究: 米倉 功治 (Riken)
- SPring-8 における放射光X線イメージング: 上杉 健太郎 (JASRI)
- キャノンにおける科学計測用CMOSイメージセンサの開発: 高橋 秀和 (Canon Inc.)
- JAXAにおけるType-II 超格子赤外検出器の開発: 片山 晴善 (JAXA)



SOIPIX誕生物語

～その2 Fillfactory社～

前回SOI検出器を作るため沖電気を訪ねるところまでを書いたが、実はその前にイメージセンサーに関わる機会があった。

LHC ATALAS実験用のTDCチップも見通しが付き出した1998年頃、宇宙線研究所の佐々木真人准教授よりオーストリアで建設計画中の（その後場所を米国ユタに変えて実現）超高エネルギー宇宙線望遠鏡Telescope Array(TA)実験用のトリガー回路の開発を頼まれた。佐々木氏のアイデアは、従来の単純な信号処理ではなく、宇宙線が大気中で起こす発光をCMOSセンサーでイメージとして捉え、高速DSPで処理してトリガー信号を出すというものであった。

半導体イメージセンサーに興味があった私は、すぐに協力を申し出た。検出用のCMOSイメージセンサーは、特殊なイメージセンサーの設計を行ってくれるベルギーのFillfactory社(現Caeleste社)に頼むことにし、カメラシステムは東芝DMS(株)社にお願いすることになった。Fill Factoryの創始者の一人Bart Dierickx博士はCERNの実験で博士号を取った方で高エネルギー実験に関してよく知っていた。また東芝DMSのスタッフには、CCD-CMOSセンサー開発で有名な竹村裕夫氏が加わり、万全の体制であった



写真: Mechelenにて。Dierickx博士(左から2人目)、竹村氏(中央)と筆者(右から2人目)。

その後、佐々木氏はTAを離れ独自のAshra望遠鏡計画を打ち出す等の変遷があったが、2004年4月にはベルギーMechelenにあるFillfactory社を訪ねる事が出来た(写真)。こうした付き合いを通じて、徐々にイメージセンサーに慣れ親しむことが出来た私は、2005年4月にKEKに測定器開発室が発足し、新たな開発プロジェクトが募集された際に、躊躇なくSOI技術を用いたピクセル検出器の提案を行うことが出来た。

(続く)



KEK 新井康夫

ソイ
(from <https://leisurego.jp/archives/77716>)

4. 今後のスケジュール

2019年

- * 11月14-15日 SOI量子イメージセンサ設計講習会@高エネルギー加速器研究機構
CADツールの使い方、PDKの説明、SOIセンサーの構造等、設計開始に必要な情報を説明します。近々にご案内を差し上げます。
- * 12月14-18日 International "Hiroshima" Symposium on the Development and Application of Semiconductor Tracking Detector (HSTD12) @広島国際会議場
(後援)
- * 12月 MPWラン試作希望申し込み(予定)

2020年

- * 1月下旬 第4回「3次元積層半導体量子イメージセンサ研究会」(共催予定)
- * 2月 SOI量子イメージセンサコンソーシアム研究会(主催)
- * 3月 R2年度MPWラン申し込み最終締め切り(予定)
- * 5月 R2年度MPWラン設計締め切り(予定)

5. 編集後記

今年は千葉県への甚大な被害を出した台風15号、先日、上陸し関東や長野、東北に被害を出した台風19号と、非常に大きな台風が複数、また1か月の間も置かずに発生・上陸致しました。皆様には、甚大な被害がなかったことを祈るとともに、被害を受けました方々には、心からお見舞いを申し上げます。一日でも早い復旧を祈っております。

世の中も新たに令和に代わり、来年は東京オリンピックもあり、何かワクワクするような変化が起こるのではと期待しておりましたが、この台風の被害は日本にとって痛手です。また、周りを見回すと、日韓関係や米中関係、香港のデモ等不安定な時代に入ってきているようにも感じるこの頃です。その中で、日本ラグビーのW杯8強入りは、今年最大の快挙と言って良いでしょうか。それにあやかって、我々コンソの始動も何かに痕跡を残せるような活動となるように努力していければと思っております。そろそろ年の瀬、来年に向けて頑張りましょう。(倉)

次号は年明け頃発行予定です。

コンソーシアム入会は <http://rd.kek.jp/project/soi/conso/nyuukai.html>
からお願いします。



大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構

2019年10月25日発行

<http://rd.kek.jp/project/soi/conso/>

〒305-0801 つくば市大穂1-1

高エネルギー加速器研究機構 先端加速器推進部
SOI量子イメージセンサコンソーシアム 事務局