



# SOIコンソ便り

## CONTENTS

1. 新代表挨拶
2. トピックス
3. SOIPIXプロジェクト関係者退官記念講演会
4. コンソーシアムに期待する事・要望アンケート
5. 今後のスケジュール
6. 編集後記

### 1. 新代表挨拶

初代表表・倉知さんから引き継ぎました、高エネルギー加速器研究機構(KEK)の三好敏喜(MIYOSHI, Toshinobu)と申します。今年度一番最初の会報ということで、ご挨拶させていただきます。

私は東北大学理学部の原子核実験グループ出身で、一番最初に動かした半導体センサはピッチが500umのシリコンストリップセンサ(1次元センサ)で、1998年頃、当時は修士課程の学生でした。一度原子核実験で使用した後、後継の実験では2次元検出器が必要となったので、ワイヤーチェンバー(ガス検出器)を使用することになりました。今思い起こすと当時はまだまだ“ピクセルセンサ”は発展途上で高価だったのだと想像します。

博士号取得、ポスドクを経て、2008年からKEKのSOIプロジェクトに参加しました。当時は128x128ピクセルのセンサでようやくX線像が得られたのですが、電圧は2Vしかかけられず、実用化どころではない状況でした。多くの国内外の研究者のおかげで、13年たった今では実用化も見据えることができる状況にまで開発が進みました。

実際に実用化させるためには分野によっては産学官連携も大事です。このSOI量子イメージセンサ・コンソーシアムは、その連携の助けになる一つの組織として存続していく事が望ましいと考えています。前代表の倉知さんにこの2年間強力に率いていただきました。倉知さんは経験も実績も豊富で、それに比べて私はまだまだで、倉知さんと同じように運営していくのはさすがに無理だと思っています。それでもなんとか、倉知さんが構築した理念を維持しながら、独自の、また違ったやり方で、まずはこの一年の運営を試みたいと考えています。

とはいうものの、発足時の2019年とは世の中の情勢ががらりと変わってしまいました。2020年はじめのCOVID-19の世界拡大により、対面の会議が難しくなりほとんどの会議がオンラインになりました。今年度前半様子を見ていて、ワクチン接種が進めば収まるのかと思ったら、デルタ株の流行もあり感染者数が増える一方です。このような情勢が続くと、今年度の会議はオンライン会議のみになるかもしれません。いずれにしても今年度の予定は例年通り、11-12月に講習会、2022年1-3月に研究会を最低各1回行いたいと考えております。SOIセンサに関わる国内外研究者はだいぶ増えましたが、これからも引き続き、この研究開発に興味を持っていただけるよう尽力を尽くすとともに、使ってみたい研究者や企業の方々を探し、仲間を増やすことでも本コンソーシアムを盛り上げていきたいと考えています。どうぞご支援・ご協力の程よろしく申し上げます。



自宅近所にて(2021.9.2)

## 1. トピックス

### R2年度MPWラン経過・R3年度MPWラン計画

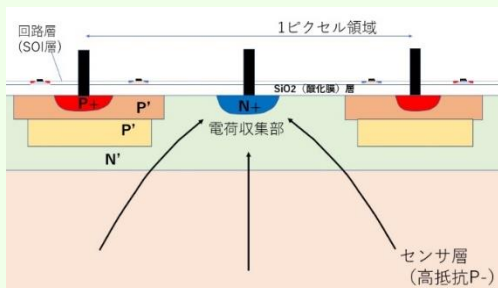
昨年度(R2年度)MPWランで製作したウエハの裏面処理が5月に終了し、6月にはチップの配布も完了し、パッケージ実装も進んで各所で評価試験が進んでおります。一方で1枚残ったウエハの薄化を11月までに完了させようと作業が進んでおります。

今年度のMPWラン募集が7月にあり、8月末までにマスク配置が決まる見込みです。設計締め切りはまだ確定していませんが、従来通りですと11月末になる見込みです。MPWランを維持するためには多くの参加者が集まるかにかかっておりますので、このプロセスを利用した回路、センサ開発の需要を増やすことがとても重要です。今後とも興味のありそうな方々への情報展開にご協力よろしくお願いいたします。

### SOIセンサの新構造開発の進展

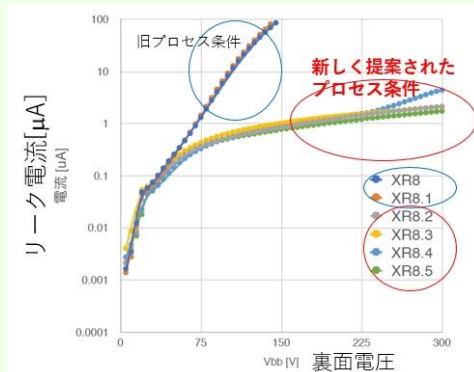
静岡大・川人研が提案した新しいピクセル構造:Pinned Depleted Diode (PDD) 構造を用いたピクセルセンサ開発については、多数のユーザーが使用できるように京大・KEKの協力のもとで、宮崎大を中心にデバッグと、設計ガイドラインの策定が進められています。この構造は、従来のSOIウエハを用いたセンサ構造の弱点を克服するための新構造です。従来の構造では「ピクセル境界面での電荷収集効率の低下」「ウエハ裏面高電圧印加による、回路層のトランジスタ特性変化(バックゲート効果)」「酸化膜または酸化膜とシリコンの界面への電荷トラップによる放射線耐性への影響:TID (total ionizing dose) 効果」が課題となっていました。PDD構造ではこれらの問題を大幅に改善できるものと期待されています。センサの近い層ではN、Pドーズ量を巧みにコントロールしていますが、これまでの研究開発の成果が詰まっています。初期の構造では、低温かつ制約のあるバイアス条件が動作に必要であり、実用化に課題がありました。これは、京大 修士課程に所属していた原田さんを中心に原因究明と対策が研究されました(第4号参照)。そして、前々回のMPWランで試作したセンサ構造では裏面に高電圧を印加するとリーク電流が大きくなる問題が生じておりました。この問題は現在、宮崎大 博士課程2年の行元さんを中心に取り組まれています。TCADシミュレーション HyENEXSS※によりリーク電流が生じる場所をいくつか特定し、N、Pのドーズ量を調整しリーク電流や電荷収集特性を最適にしようと試みました。

前回のプロセスで条件をいくつか変えた試験チップが完成し、評価を行った結果、リーク電流が200V印加しても過剰に増えない条件が見つかりました。一方で、ドーズ量変更により電荷収集量の揺らぎ(エネルギー分解能)に違いが見られました。これらはシミュレーションで検証中です。少なくとも最大の懸念であったリーク電流増加問題は解決したので、今後はリーク電流を抑えつつ、エネルギー分解能がよくなるような最適な構造を探すことになります。だんだんPDD構造を用いたピクセル設計の“レシピ”が完成しつつあります。詳細については、秋以降の講習会で詳しく説明される予定です。



PDD構造の概略図。1ピクセル領域の横から見た断面図を示している。

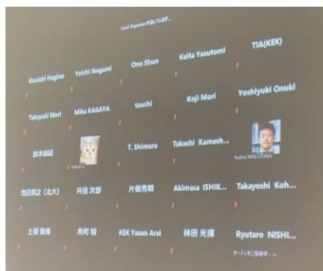
※HyENEXSS:KIOXIA(旧東芝メモリ株式会社)により開発中で、慶応大TCADアカデミック委員会(TAC)によりライセンス管理されている。アカデミック用途の場合無償で利用できる。



前年度試作したチップを用いて測定した、リーク電流のプロセス条件毎の違いを示した図。(宮崎大 博士課程2年・行元雅貴さん提供)

### 3. SOIPIX関係者の退官記念講演会

2021年3月22日の午後に、これまでSOIPIXグループで活躍された坪山透さん、初代コンソーシアム代表の倉知郁生さん、お二方の退官記念講演会が先端計測開発棟会議室、およびオンラインのハイブリッド開催という形で行われました。坪山さんを良く知る幅淳二先生の紹介の後、坪山さんからは、KEKで物理学研究をはじめるとの経緯、KEKでの研究活動について、特にBelle実験用シリコンストリップ検出器の開発からSOIセンサ開発と、昔の写真を交えながら講演いただきました。続いて、以前倉知さんと職場が一緒であった高柳さんの紹介の後、倉知さんのご講演となりました。倉知さんからは、KEKに来てからの7年間の研究活動について、特に放射線耐性に関する研究について、今後の研究開発にも有用な講演を行っていただきました。閉会挨拶はSOIPIXグループリーダーの新井さんから、二人との思い出も含めて挨拶いただきました。コロナ禍ということもあり会議室には10名ほど集まり、オンラインでは30拠点以上の方が視聴されていました。チャット欄も昔話のところでは盛り上がってました。本来であれば大きな会議室を借りて、終了後は打ち上げとしたりしたのですが、残念ながら昨今の情勢では無理でした。終了後は記念品と花束贈呈があり、記念写真を撮り講演会は無事に終了しました。坪山さんは引き続きKEKでSOIセンサ開発も含めた研究活動を続けられるとのこと、倉知さんは新しく会社を立ち上げて活動されるということです。この会報を発行するまで半年もかかってしまい恐縮ですが、今後のお二方のご活躍をお祈り致します。(三好)



倉知郁生さん(左)と坪山透さん(右)。



会場風景、Zoom参加者のスクリーンショット、記念撮影写真。(※撮影の時だけマスクを外してます！)



## 4. SOI量子イメージセンサコンソーシアムに期待する事

コンソーシアム活動も3年目に入りました。参加継続されている企業会員様にあらためてこのコンソーシアムに期待している事や要望を伺いました。以下紹介したいと思います。

(企業名) ラピスセミコンダクタ株式会社

(URL) <https://www.lapis-semi.com>

(企業紹介) 当社は、低消費電力技術やメモリ技術、デジアナ混載技術、パワー等、特徴ある差別化技術を活かしたLSIの開発、製造、およびお客様が設計した製品を当社の工場で製造するファウンドリサービスを主力としています。その中で、SOI (Silicon on Insulator) ウェハを用いたウェハプロセスの開発を行ってきており、その技術はSOIコンソーシアムでの基本となるX線センサの製造技術となっています。

(コンソに期待している事・要望) これまで長期にわたってSOIPIXプロジェクト、新学術領域研究等でSOI技術を用いてX線センサ用の技術を提供させていただきました。これまでの開発の経緯として、BPWの導入、Nestedウェル、PDD構造ピクセルの開発等のウェハプロセスの開発に加えて、ウェハ裏面の処理技術の開発等でご協力させていただいております。今後もユーザー様からのご要望を参考に、開発内容を検討したいと思います。コンソにはMPWランの企画・運営に加えて、窓口としてユーザーのご要望をご連絡頂くことを期待しています。

(企業名) 株式会社ミスト

(URL) <http://www.jp-mist.com>

(企業紹介) 株式会社ミストはイメージセンサおよび画像処理システムの課題に対しソリューションを提供する技術コンサルタント会社です。特に真空環境でのイメージセンサ試験設備に関するノウハウを多数保有しており、以下の実績があります。

- ・ウエハーテストの導入とテストの代行およびプローブカードの設計
- ・イメージセンサの冷却システムに対応した評価ホールドの設計製作
- ・真空仕様のハーネスやフランジおよびペルチェユニットの設計製作
- ・イメージセンサ駆動方法の最適化によりSNRなどの特性改善方法の提案

その他多数の実績があります。

(コンソに期待している事・要望)

SOI量子イメージセンサ・コンソーシアムには、検出器の更なる高速、高感度、高解像度化への課題および改善案を共有し、検出器のさらなる技術発展に寄与することを期待しております。

(次ページに続きます)

## 4. SOI量子イメージセンサコンソーシアムに期待する事(続き)

(企業名) 株式会社エイアールテック

(URL) <http://www.a-r-tec.jp>

(企業紹介) 当社は、2001年に広島大学発ベンチャーとして設立され、これまでアナログ・RF回路の分野で、高精度・低雑音・低電力を特長とする回路設計技術を用い、企業、大学、研究機関の方からのご依頼にお応えしてまいりました。

本SOIプロセスに関しましても、10年以上に渡り、

- (1)LSIの設計及び測定(単体回路から大面積チップ全体まで)、
  - (2)MPWで利用可能なIOセルの提供(LVDS等)、
  - (3)CAD講習会での講演、
- といろいろな面からご依頼いただいております。

(コンソに期待している事・要望)

1. 本コンソーシアムが持続可能な組織となること

持続可能という点では、お金の面もありますが、人材の面でも若い研究者の方や新しい産業界のメンバーが増えていくように、情報発信できるとよいと思います。

2. 会員相互に協力できる環境が整備されること

スピード感を持って、ユーザーの要求を満たすチップを実現するには、本コンソーシアムの参加会員のノウハウを有効に活用することが重要になると思います。ノウハウの中には、失敗経験も含まれると思いますが、各会員が経験した情報を共有できる場が構築されるとよいと思っています。

3. 各会員の方がアイデアを容易に実証するためのプラットフォームが提供されること

上記2つと関連しますが、チップの設計製造にかかる金銭的な負担を軽減し、チップが1発で動作する確率を上げるためにも、汎用の回路ライブラリが整備されるとよいと思います。

貴重なメッセージありがとうございます。まだまだ募集しておりますので、追加のご意見等ありましたら次号以降に掲載したいと考えております。よろしくお願いいたします。

(三好)

### 4. 今後のスケジュール

#### 2021年

- \* 7月末(済) R2年度MPWラン 試作ウエハ納品
- \* 9月上旬頃 R3年度MPWランのフロアプラン決定
- \* 11月下旬頃 R3年度MPWラン締め切り
- \* 12月頃 講習会開催(午後枠, 3-4時間, 1-2日間予定)

#### 2022年

- \* 1-3月頃 研究会開催(午後枠, 3-4時間予定, 最低でも1回)

## 5. 編集後記

今期は代表が変わり、元々このような活動に不慣れな事、さらにコロナ禍ということもあってか書類手続きに少し手間取りまして、ようやく今年度のコンソーシアム運営をスタートできました。やっと今年度1回目の会報を製作することができました。これまでの活動を思い返して、細かいところを修正しながら、よりよい活動にしていきたいと考えています。会報についてはとりあえず作るというよりは、一つ一つ意味のあるものとして残したいと考えております。そのため不定期であり、回数もどうなるかわかりません。軌道に乗れば増えるかもしれません。ページ数も固定せず、フォーマットも変えるかもしれません。この活動は皆様の協力なしではうまく進めることは難しいので、今後とも皆様のご支援、ご協力よろしく申し上げます。COVID-19についてはやっとワクチンが出回り、それは重症化には効果があると期待されますが、誰がどこで感染してしまうのかはまったくわからない情勢です。どうか皆様が今後もこの状況を無事乗り切れますよう心よりお祈り致しております。

(三好)

今年度4月より事務担当となりました田村です。コロナ禍、また大雨による災害等、多くの地域で大変な状況になっている辛いニュースが多いですが、少しでも皆さまの活動のお手伝いできれば！と思っております。温故知新の精神で携わって参りますので、どうぞよろしくお願い申し上げます。

(田村)

今年度よりオープン・イノベーション推進部の部長となり、研究の前線からは少し離れることになりました。しかしながら、もともとこのコンソーシアムを前代表の倉知氏と一緒に立ち上げたのは、学術目的で開発したSOIセンサー技術をぜひ社会でも役立てたいという思いからでしたので、今後は産業界とより太いパイプを築くという側面から協力していきたいと思っています。お困りな点、ご不明な点があれば、お気軽にご連絡 (yasuo.arai@kek.jp) 下さい。

(新井)

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。

