

1

今年度より2名の外部(KEK)連携教員が参加



http://hep-www.px.tsukuba.ac.jp/TCHoU/LDPPD/index.html





• 部門の研究活動を示す1ページ(日本語、英語)のleaflet(2018.4.1)ができました。 <u>leaflet</u>

1号炉の観測結果:10.1093/ptep/ptaa027

ニュース



Sustainable Development Goals: SDGs

光量子計測器開発部門がめざす「半導体センサーが拓く持続的なイノベーション」プロジェクト

🌍 🖤 シリコン半導体技術による光・量子イメージンク		
Mode D Provent Danado Bas Terry Bas Terry Provente	基礎特性の評価 ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹ ¹	VLSI設計 WLSI影
tickey Element Age Compart Parenter] Silicon-On-Insulatorにより検出層 と読出し回路層を一体化プロセス。 2層SOIにより放射線耐性化。		読出し回路を8x8μmピクセルに集積し、 世界最高の位置分解能0.65μmを実現
G =		上面が時代では」は置きり触じ、時間子を選択 ⇒今までにない素粒子研究が実現可 器種度加濃器実験では多くの 粒子発生が重ない含い。 の構構でおらに機能向上
LGAD アバランシェ増幅機能を もつ高速(~30ps)半導体素子	素粒子実験用に開発する半導 など多くの応用が可能	導体検出器は、光、X線、赤外線検出

TIA (Tsukuba Innovation Arena) 活動2019



光・量子計測(TIA-ACCELERATE) 3回のMG会議を経て研究会を企画 =>今年はコロナでキャンセル

 "3次元積層半導体量子イメージの調査研究" グループ(グループリーダーKEK倉知教授) かけはし=>2020.1.27 エポカルでの研究会

http://rd.kek.jp/project/soi/TIA20/2001 TIA3D.html はじめに: TIAかけはし 3D活動 4年を振り返って 倉知 郁生 (高エネ研) 素粒子実験用SOFISTピクセルセンサーの3D積層 原 和彦 (筑波大) 藤野 真久 (産総研) 3次元実装におけるウエハレベルハイブリッドボンディング 山内 朗(ボンドテック(株) SABを使用した高精度アライメント接合方法及び装置 3次元積層のための表面活性化常温接合 須賀 唯知 (明星大学) 低温接合技術に基づく異種材料集積技術とセンサ・マイクロシス 日暮 栄治 (産総研) テム応用 ディスカッション 倉知 郁生 (高エネ研) まとめ 新井 康夫 (高エネ研)





SOI (silicon-on-insulator) 活動報告2019

TIAかけはし "3次元積層半導体量子イメージの調査研究"15万円 日米科学技術協力 ~50万円 センター光量子から~50万円

SOFIST3 & 4 for ILC vertex



HSTD12(M2 村山) proceedings

Development of monolithic SOI pixel sensors capable of fine measurements of space and time

Hitoshi Murayama⁴, Kazuhiko Hara⁴, Ryuhei Ab⁴, Shikie Iwanam⁴, Kevin Watanab⁴, Yui Okada⁴, Toru Tsuboyama^b, Yasuo Ara⁰, Toshinuchu Miyoshi⁹, Ikuo Kurachi⁹, Junji Hab⁴, Manabu Togawa^b, Yoichi Ikegami⁹, Ryutaro Nishimur⁶, Akimasa Bishkawa⁴, Shuo Ono⁶, Taohan Li⁶, Miho Yamada⁴

> ⁴University of Tsakuba, Tsakuba, Ibaraki 305-8571, Japan ⁸KEK, High Energy Accelerator Research Organization, Tsakuba, Ibaraki 305-0801, Japan ⁴Tohoku University, Aosh-at, Senda, Myagi 908-8578, Japan ⁴Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology, Arakawa-ku, Tokyo, 116-8523, Japan

GND UBM VDD SIGNAL UBM SIGNAL COMP

SOFITS4(μバンプによる3次元接合) = > 高機能化、異種材料

- 第2回量子線イメージング研究会 ポスター発表 (M2 村山, M2 岩波)
- Electrochemical Society 倉知
- Linear Collider WS2019 発表 原
- TIAかけはし講演 原、倉知

⇒SOFIST4のFNALテストビーム (村山、岩波、原)



従来の範囲(0.6kGy)を大き く超えた評価 (M2安部、B4岡田) ⇒ELPH, FNALテストビーム

Abstract

SOFIST is designed, taking full advantage of advanced SOI monlithic pixel detector fabrication technology, to record information of charge and time of hit pixels, aiming to achieve 3 µm position resolution and to identify ultimately the ILC beam bunches of 554 ns separation. SOFIST Ver3 includes the full circuits to read out the charge and time in each pixel of 30x30 µm pixel size. Its performance is evaluated using a 120-GeV proton beam. The time resolution is a proton of the second second

LGAD (low-gain avalanche detector) 活動報告2019



原、中村



HL-LHC 用シリコン検出器 活動報告2019

受川 新学術~150万円 花垣 KEK運営交付金 中村・原 日米科学技術事業 ~50万円 中村・原 日仏25万円

センター光量子~15万円

<u>strip型センサー(barrel部/2=5,000枚)製造</u>



OC

Cassette内の25センサー を順次取り出し、写真撮 影およびたわみ測定する システムを浜松ホトニク スに設置(B4勝又)

今年度250枚を製造し (Preproduction)検査済み

(B4斉藤)



PRRを経て今年度中に大量生産に入る~3年間 FDR, HSTD12 原 "charge collection of...."

<u>pixel型センサー開発・製造</u>

最新RD53A ASICを搭載したピクセ ルモジュールの評価 (M2 原田、大鳴、M1佐藤、谷野)

Vertex2019 中村 "hybridation of...." HSTD12 M1佐藤 "1e17 irradiated sensor"

> FNAL testbeam (原、中村、佐藤、谷野) **DESY** testbeam (中村、佐藤、谷野)

FDR(final design review)を予定 その後preproductionへ

宇宙背景ニュートリノ崩壊光探索(COBAND)に向けた 遠赤外ー光子検出のための超伝導体検出器の開発



Nb/Al-STJ のSOI極低温増幅回路読出

- SOI技術を用いた容量性負帰還差動増幅回路による電荷積分型増幅器が極低温で室温 と同様に動作することを確認. 超伝導体デバイスの冷凍機内信号増幅を実証.
- H型ゲート構造を持つSOI-MOS FET が極低温で発生するドレインアバランシェ現象 を抑制できることを確認

Hf-STJ のX線応答信号

• KEK先端計測器開発棟クリーンルームプロセス装置を用い作製されたHf-STJで 55FeからのX線信号を観測(韓国IBSのADRを用いて測定)



2019年度 活動報告

より高性能な検出器実現を目指して



観測したβ-ray tracking

I. Kurachi, T. Tsuboyama, Y. Arai, and M. Motoyoshi, "Application of Three Dimensional Chip Stacking Technology for Fully Depleted Silicon-on-Insulator Quantum Beam Imager," ECS Transactions, vol. 92, No. 5, pp. 29-38, 2019.

3. 放射線耐性の改善





PD化によるTID改善 PD化によるTID改善確認 PD化プロセス条件設定⇒試作実験中

原先生との共同研究



Mar. 10, 2020 高エネルギー加速器研究機構 先端加速器推進部 測定器開発室 倉知 郁生

金先生との共同研究

kink-less MOSFETの発案 3Kでのkink抑制効果確認



極低温でのkink-less

極低温動作の実現

kink-less MOSFET



Kinkの抑制効果

特性変動予測技術の創出 ドーズ量を変数としたSPICE Model Id-Vg Log(Id)-Vg gm-Vg Vds = -0.1 V 特性変動物理 モデルの発案 0 kGy(Si) 実測・SPICE Sim.での一致 1 kGy(Si) 性を確認 10 kGy(Si) 100 kGy(Si) 実測 (Symbol) · SPICE Sim. (Line) 比較

SPring8 長期利用課題 高エネルギーX線2次元検出器を用いた高度物質構造科学研究 代表:筑波大 西堀、メンバー Iversen (ユニット招致)

2019年2月 採択決定 2019年4月~実験開始

CdTe検出器の性能評価



Number of detector modules	2 x 5
Sensitive area (width x height) [mm ²]	168.7 x 179.4
Pixel size [µm²]	172 x 172
Total number of pixels (horiz. x vert.)	981 x 1043 = 1,023,183
Gap between modules (horiz./vert.) [pixel], *plus 1 pixels horizontal gap on each module	7* / 17
Inactive area [%]	7.8%
Defective pixels	< 0.1%
Maximum frame rate [Hz]	500
Readout time [ms]	0.95
Point-spread function	1 pixel (FWHM)
Threshold energy [keV]	8 - 40
Maximum count rate [phts/s/pixel]	1 · 107
Counter depth	20 bits (1,048,576 counts)
Power consumption [W]	165
Dimensions (WHD) [mm ³]	265 x 286 x 455
Weight [kg]	25
Module cooling	Water-cooled
Electronics cooling	Air-cooled
External trigger / gate	5V TTL

10

判明した問題点



オーフス大グループポスドクによる 問題点の国際会議での発表



Measuring accurate single crystal diffraction data using a Pilatus3 CdTe detector

Lennard Krause*, Kasper Tolborg, Bo B. Iversen and Jacob Overgaard Department of Chemistry, Aarhus University, Langelandsgade 140, 8000 Aarhus, E-mail: lkrause@chem.au.dk

Keywords: pixel array detector, data quality, experimental charge density.

atus3 detectors were released in 2012 and are widely established in macromolecular stallography with over 4,000 PDB entries. The specifications of the Pilatus3 CdTe were quickly recognized as promising in charge density investigations, mainly due to the detection efficiency in the high-energy X-ray regime. Moreover, the dynamic range and low noise should overcome the perpetual problem of detecting strong and weak data simultaneously. However, to the best of our knowledge there is no publication available presenting high resolution data collected with a Pilatus3 CdTe detector.

Our experience with this detector family revealed two aspects that lead to systematically underestimated intensities at the two extremes of the detected intensity scale. Herein, Rubrene and FeSb₂ are representatives for the two cases. Additionally, a LaB₅ powder sample was consulted to validate the findings of the single crystal studies where counting statistics and reproducibility are more delicate.

The first aspect is indicated by systematically too low intensities for weak reflections, revealed by a variation of exposure time and beam attenuation. The origin was found in the data processing, specifically in the outlier rejection and data averaging.

The second case affects the most intense reflections and is connected to the maximum flux of the diffracted beam but not the total number of counts. As the widely discussed charge sharing should not affect strong reflections in any systematic manner, we utilized

フレーム間にX線が入射し広がった散乱が現れた際の対処法の開発



逆空間全体の再構築のため、Δω=0.2°での3D-ΔPDF用180°測定で判明

出現条件の特定、原因の解明、除去方法の開発



販売前のCdTe Eiger検出器

のSPring-8における

試行利用

DECTAIS

2020年1月~2月のSPring-8マシンタイムでDectris の技術者が西堀の長期課題にCdTe Eiger検出器と ともに参加

近藤研究室 2019年度研究成果

近藤剛弘



(2) 2017年に我々が世界で初めて
 合成に成功したホウ化水素シートの光機能を見出した
 (論文:Nature Commun. 2019)

軽量で安全な水素キャリア材料を開発 - 室温・ 大気圧において光照射のみで水素を放出-

・共同プレスリリース: 筑波大学,東京工業大学, 東京大学物性研,高知工科大学

・新聞報道など: 日経新聞(2019年10月25日),
 fabcross for エンジニア(2019年10月28日),環境ビジネスオンライン(2019年10月28日),日刊工業新聞(2019年11月1日)化学工業日報(2019年10月28日),日経産業新聞(2019年11月12日),つくばサイエンスニュース(2019年10月24日),ナノテクノロジープラットフォーム(2019年11月8日),日刊ケミカルニュース(2019年12月3日),OPTRONICS Online(2019年10月28日),FuelCellsWorks(2019年11月9日),CHEMEUROPE(29-Oct-2019),
 ScienceDaily(25-Oct-2019), SciTechDaily(25-Oct-2019), nano werk(25-Oct-2019), PhysOrg(25-Oct-2019)

- ·発表論文:5件
- ·招待講演:9件
- ・特許:3件





室温でも紫外線照射で分解が起きて 水素分子を放出

R. Kawamura et al., Nature Communications 10 (2019) 4880.

国際会議企画 Vertex2020

Vertex会議は1999年より毎年開催 される半導体検出器をもちいた 衝突点、飛跡検出器の国際会議。 日本での開催は2005年以来。 International Advisory Committee Marina Artuso (Syracuse U.) Prafulla Behera (IIT Madras) Gian Mario Bilei (INFN Perugia) Daniela Bortoletto (U. of Oxford) Richard Brenner (Uppsala U.) Paula Collins (CERN) Zdenek Dolezal (Charles U. Prague) Lars Eklund (U. of Glasgow) Francesco Forti (U. and INFN Pisa) Kazuhiko Hara (U. of Tsukuba) Roland Horisberger (PSI) Manfred Krammer (CERN) Hans-Guenther Moser (MPI for Physics) Hwanbae Park (Kyungpook U.) Chris Parkes (U. of Manchester) Sally Seidel (U. of New Mexico) Andrey Starodumov (RBI Zagreb) Dong Su (SLAC) Ivan Vila (IFCA Santander)

Local Organizer

HARA Kazuhiko (U.Tsukuba, chair) HARA Koji (KEK) ISHIKAWA Akimasa (KEK) NAKAMURA Koji (KEK) MIBO Tsutomu (KEK) MIYOSHI Toshinobu (KEK) ONUKI Yoshiyuki (U. Tokyo) TSUBOYAMA Toru (KEK, co-chair)

Talks are invitation only Please apply for poster presentation through the Vertex2020 e-mail vertex2020@kek in _____WEB.https://indi.to/vertex2021



13