



第3回CiRfSEワークショップ, 2017年1月24日 大川英希



数理物質系・数理物質融合科学センター



HL-LHCにおけるHV-CMOSセンサ-



- CMOSを用いた、ITK Pixel upgradeの研究開発。Pixelの5層目あたりでの採用を目 指している。
- 現在、HV-CMOS, HR-CMOS, SOIなど異なる技術を模索している、いくつかのグ ループに分かれている (参加研究機関・大学~20)。
- その中で、HV-CMOSテクノロジーを用いた、ジュネーブ大を筆頭とする共同研究 グループに参加。AMS社のセンサーを用いて開発を行っている。















昨年11月に、照射サンプルのテストビームの結果を、arXivに提出。 https://arxiv.org/abs/1611.02669



CCPDv4



I.Peric, JINST 7 (2012) C08002

- Capacitively-coupled Pixel Detectors (CCPD)
 - HV-CMOS市販品。
 - Pixel内で、amplification/discriminator が可能 (低ノイズ: 120 e, 低閾値: 600 e)
 - 簡単な糊付けが可能 (<1μm epoxy層)。

AMS H18 Process

- n-in-p, 厚さ 250μm, ピッチ125×33μm²
- 薄いため、materialが少なく、時間分解 能も良い。

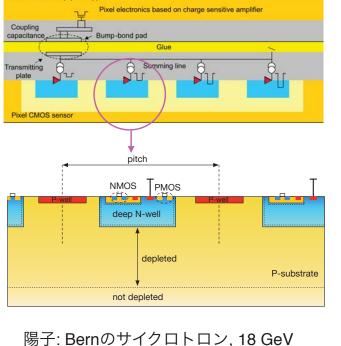
照射

 中性子: JSI, Ljubljana (1×10¹⁵, 5×10¹⁵ n_{eq}/cm²)

(1.3×10¹⁴, 5×10¹⁴ n_{eq}/cm²)

大川英希

第3回CiRfSEワークショップ・素粒子構造部門



3



CCPDv4



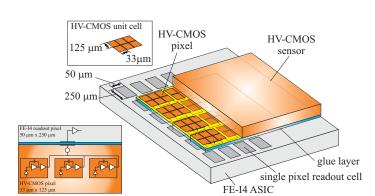
- Capacitively-coupled Pixel Detectors (CCPD)
 - HV-CMOS市販品。
 - Pixel内で、amplification/discriminator が可能 (低ノイズ: 120 e, 低閾値: 600 e)
 - 簡単な糊付けが可能 (<1μm epoxy層)。

AMS H18 Process

- n-in-p, 厚さ 250μm, ピッチ125×33μm²
- 薄いため、materialが少なく、時間分解 能も良い。

照射

 中性子: JSI, Ljubljana (1×10¹⁵, 5×10¹⁵ n_{ea}/cm²) 陽子: Bernのサイクロトロン, 18 GeV (1.3×10¹⁴, 5×10¹⁴ n_{ea}/cm²)

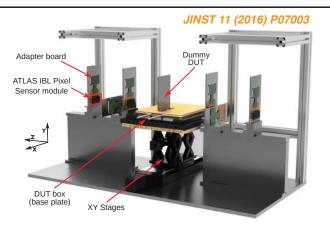


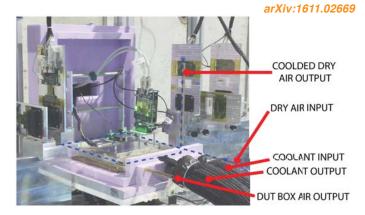
大川英希



テストビーム







- ジュネーブ大は、FE-I4を使った自前のテレスコープを持っており、これを CERN SPSのテストビーム (180 GeV π+)で使用。
 - IBL module plane 6つ。 1 planeあたり~27,000 pixels (250x50μm,)
 - 位置分解能: ~12 x 8μm.
- Cooling boxは、右図のものを使用 (-28°C 窒素, CCPD -28.7°C, Readout chip -26.9°C)。シミュレーションで、ボックス内の温度分布を評価するなど、詳細 なチェックが行われた。

大川英希

第3回CiRfSEワークショップ・素粒子構造部門

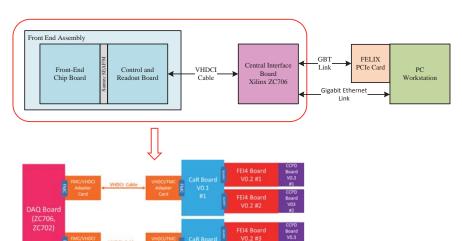
5

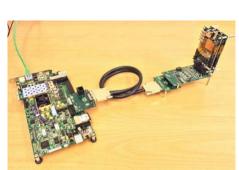


Readout



- 現在、チーム内でいくつかのreadout system (BNL/Geneva, IFAE, Liverpool) が存在。
- ブルックヘブン国立研究所とジュネーブ大が開発しているのが、CaRIBOu (Control and Readout Itk BOard)システム (JINST (2017)12 P01008)
- この開発研究に加わり、現在、ソフトウェアのフレームワークなどを確認中。



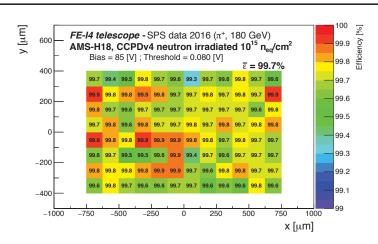


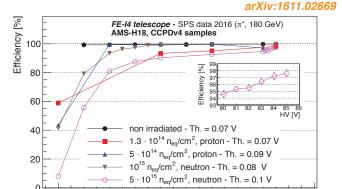
ークショップ・素粒子構造部門



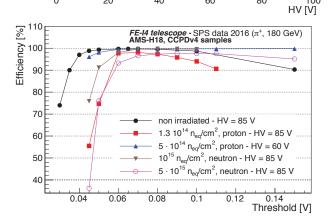
ヒット効率







- 照射後も、高いヒット効率を維持。
- Thresholdが低いと、ノイズの大きい pixelが増え、マスクが必要になるために、効率が落ちる。
- Thresholdが高いと、ヒットが抑制される。



大川英希

第3回CiRfSEワークショップ・素粒子構造部門

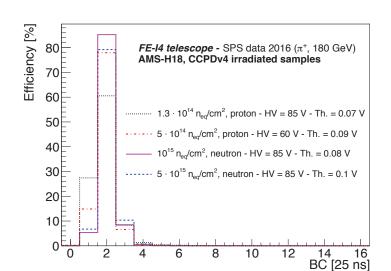


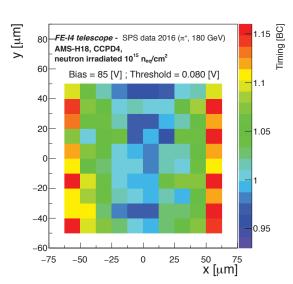
7

7 (7.17 (113

タイミング







- タイミングについては、まだ改善が必要(1バンチクロッシング内に入るものが、99%という性能要求)。
- テレスコープのトリガーについても、もう少し調整が必要。

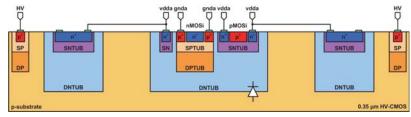
大川英希



纏め



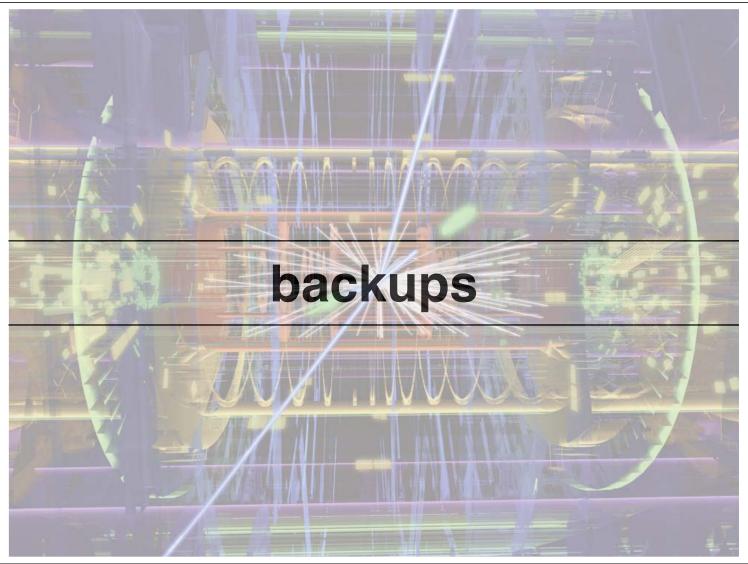
- 今年度から、ジュネーブ大・ブルックヘブン国立研究所・その他による、 ITK Pixel upgradeのためのHV-CMOSセンサーの開発研究チームに加 わった。
- 照射後のサンプルのテストビームにも参加。
- AMS H35 processについても試験している。
- 現在、ブルックヘブン国立研究所が開発を進めるReadoutの開発に加わり始めている。



大川英希

第3回CiRfSEワークショップ・素粒子構造部門

9

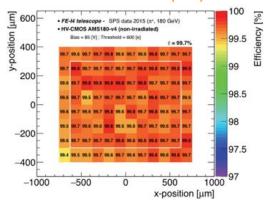




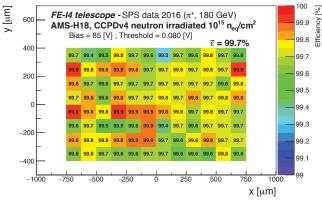
ヒット効率

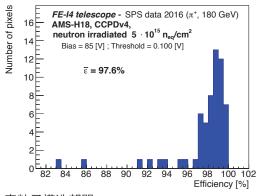


JINST 11 (2016) P07019



arXiv:1611.02669





大川英希

第3回CiRfSEワークショップ・素粒子構造部門

11