



九州大学



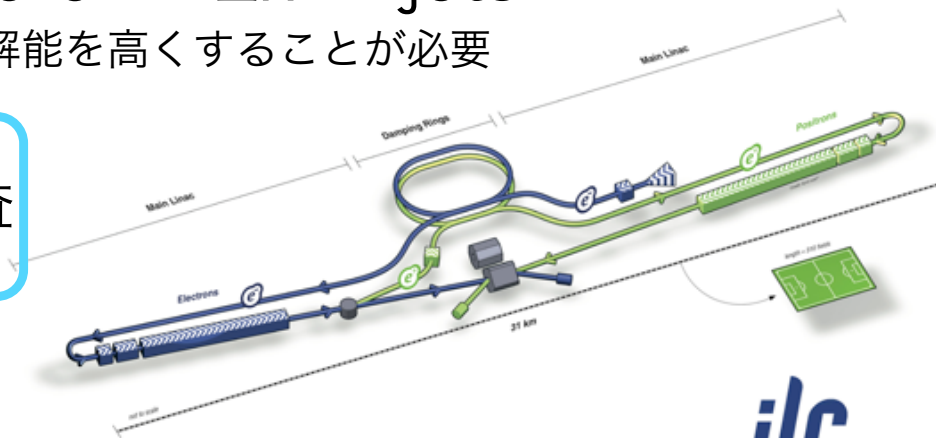
ILCにおける電磁カロリメータのための シリコン検出器の特性研究

富田 龍彦 (九州大学 修士1年)
2013/07/22 @ 呉羽ハイツ(富山)

国際リニアコライダー(ILC)

- 全長約31kmの線形加速器
- 電子-陽電子衝突型
- 重心系エネルギー 250~500 GeV
- 典型的な過程： $e^+e^- \rightarrow Zh \rightarrow \text{jets}$
このjetのエネルギー分解能を高くすることが必要

ヒッグスの精査
ダークマターの調査
etc...



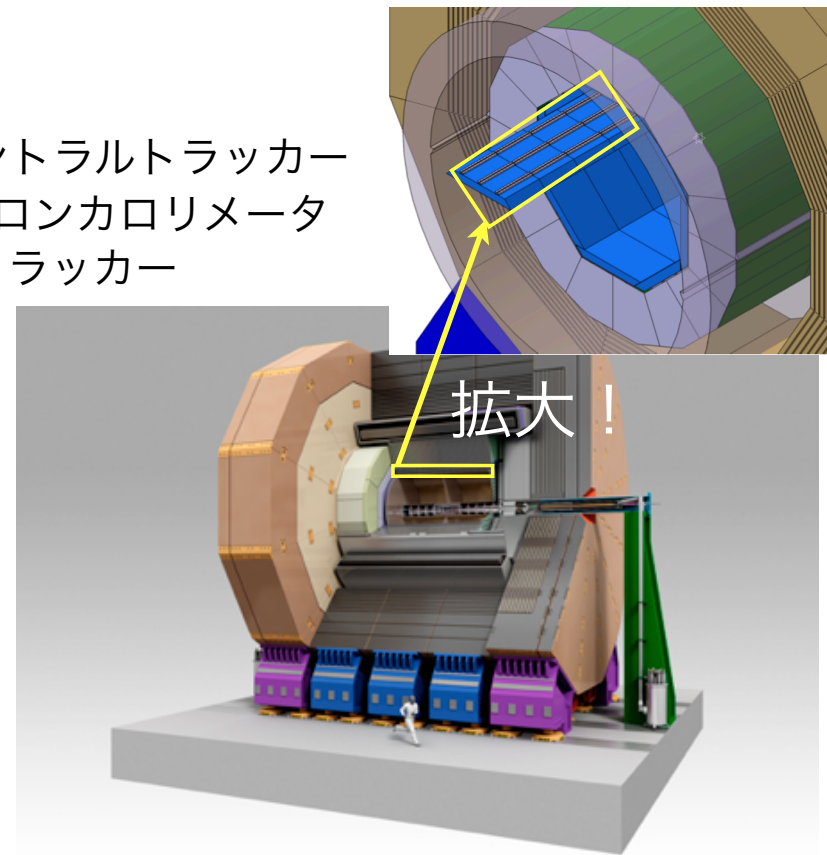
ILD(international large detector)

- 測定器にはILDとSiDの二つの提案がある。

- 構成

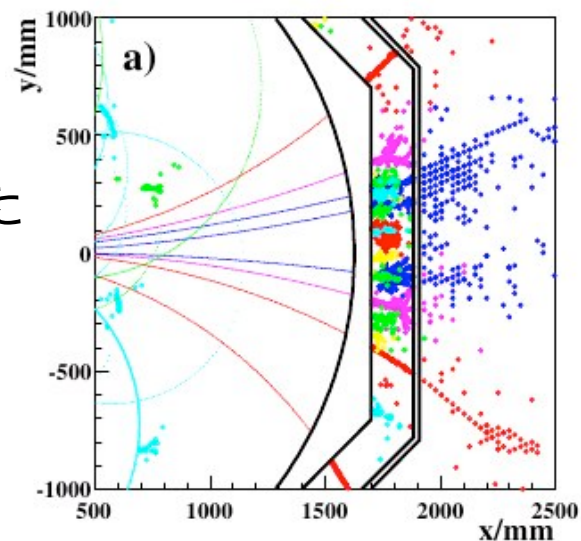
バーテックスディテクター・セントラルトラッカー
電磁カロリメータ(青)・ハドロンカロリメータ
ソレノイドコイル・ミュオントラッカー

- この電磁カロリメータにはシリコン検出器が使用される予定。



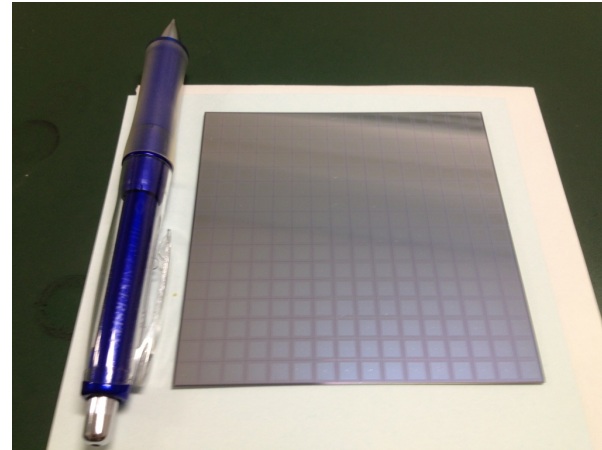
Particle Flow Algorithm(PFA)

- jet中の個々の粒子を識別しトラッカーの情報と組み合わせることで分解能を向上させる。
→個々の粒子を高い位置分解能で測定する必要がある。
- 図のように例えいくつかのjetが重なっていてもそれらを区別できることが望まれる。
- これらの要求を満たすため、1chあたり $5 \times 5 \text{mm}^2$ に細分割されたシリコン検出器を利用する。
(予定)



Siについて

- 5 mm × 5 mm /1 pixel
- 16 × 16 = 256 pixels
- 厚さ 350 μm
- カットサイズ(端の処理)の違い
でいくつかのタイプがあった。



cut A(9x9) B(8.97x8.97)

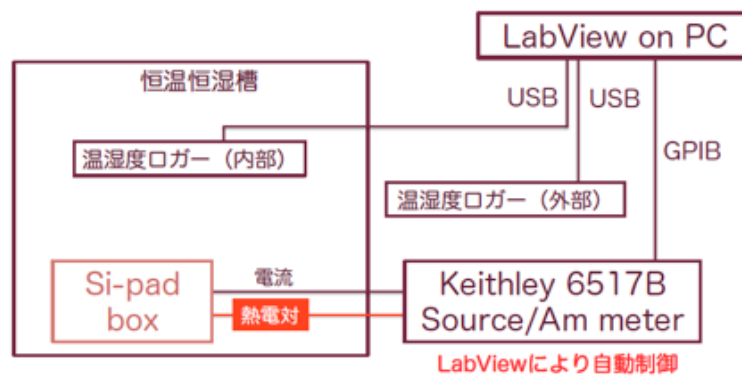
C(8.94x8.94) D(8.91x8.91) 全て cm^2

暗電流・全容量(概要)

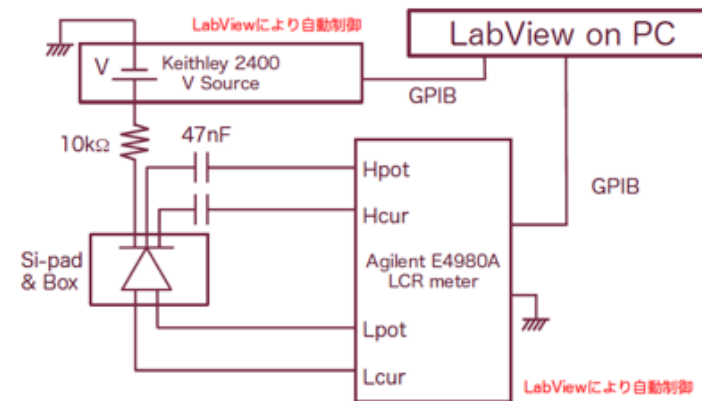
- チップの暗電流と完全空乏層化時の全容量を測定した。

○SET UP○

I-V測定

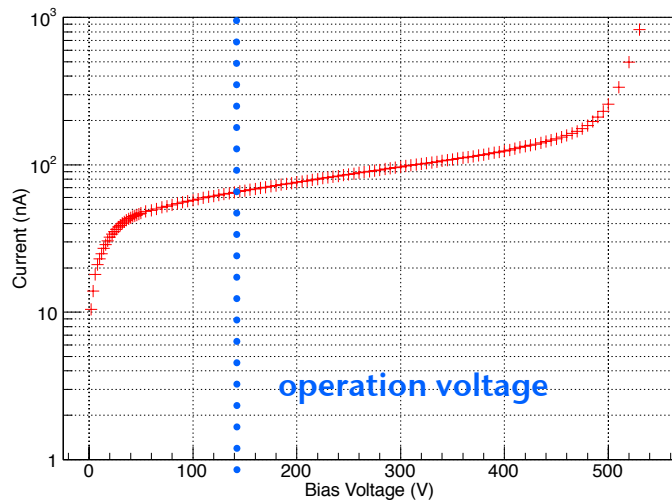


C-V測定



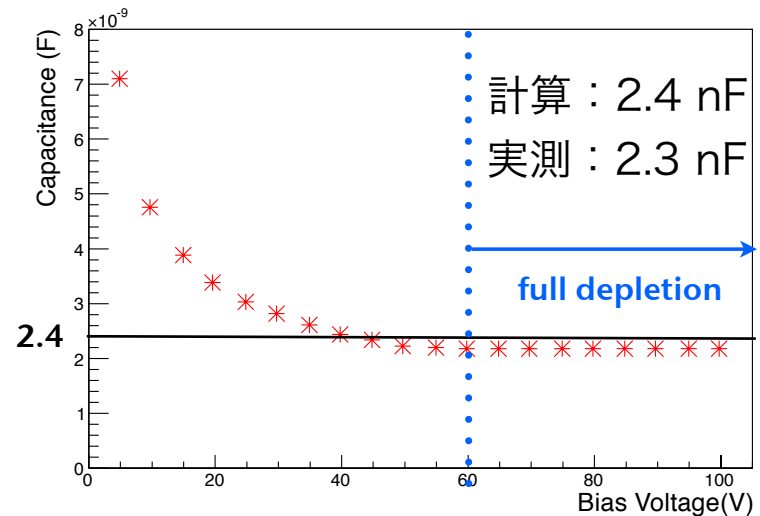
暗電流・全容量(結果)

I-V



120V付近でどのチップも安定
暗電流値は ~数十nA程度

C-V



典型的に60~80V以降で
完全空乏層化が見られた

レーザーを用いた測定

CRYLAS GmbH

DSS1064-Q2 (Class 3B)

Wave length : 1064 nm

Pulse width : ~ 1.5 ns

Pulse energy : > 20 μ J/pulse
~ 10^{14} photons/pulse

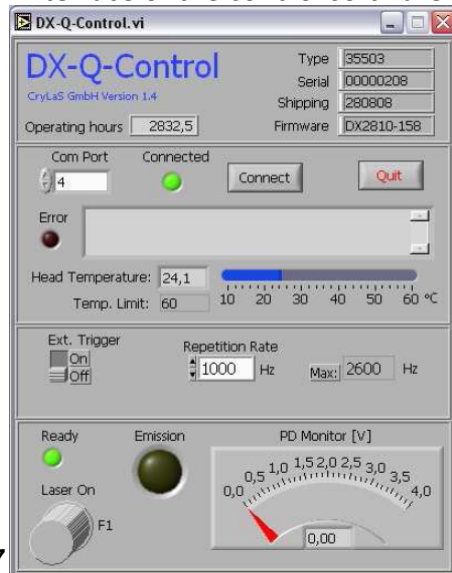
Peak power : > 13kW

Repetition rate : 1 ~ 10kHz

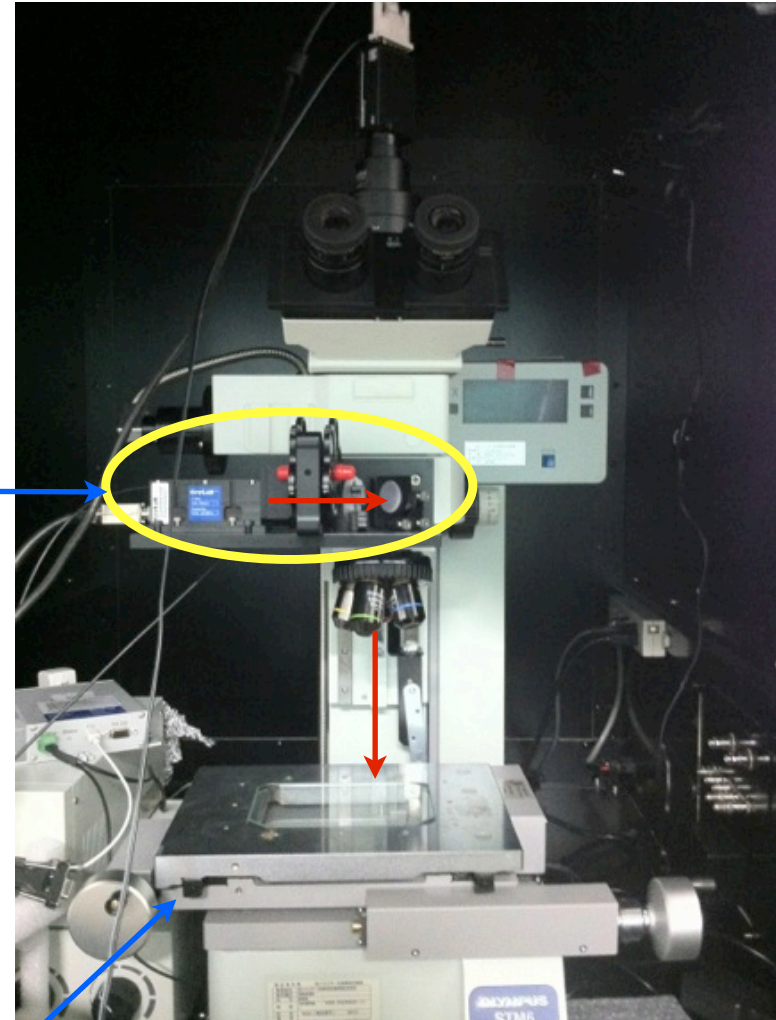
absorption length:>1mm

laser system

Interface of the control software

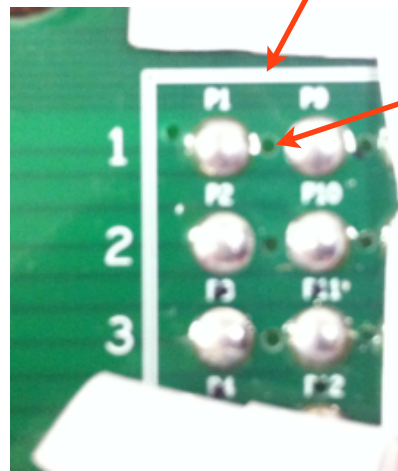
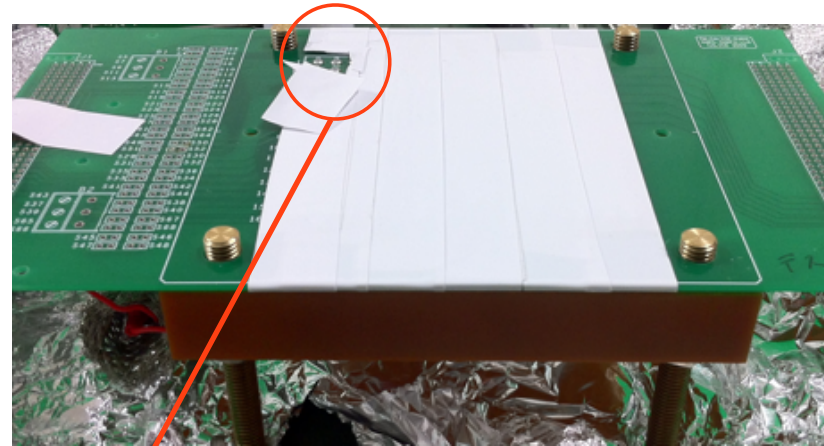
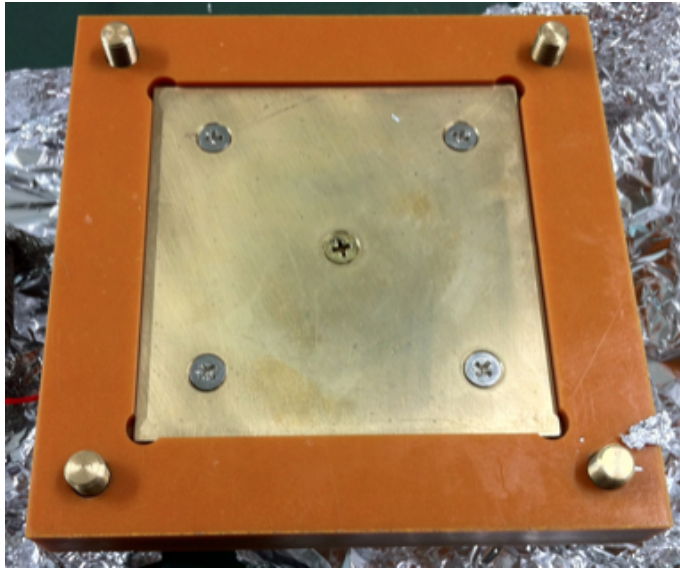


PC上でレーザーの
周波数を調整可能



x-y stage

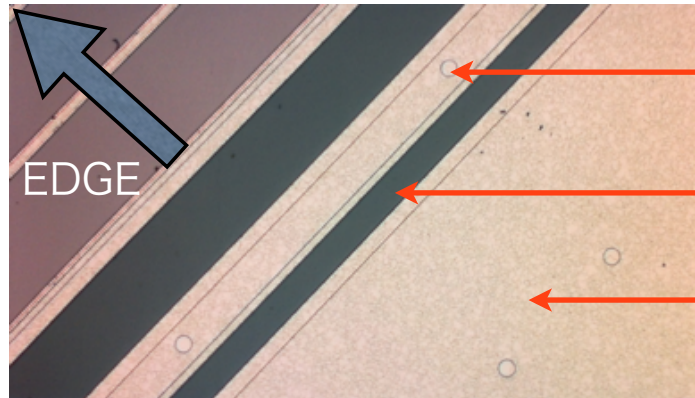
box & PCB



レーザーを通すために1φの穴を
PCB基板にあけた。

シリコン表面調査

顕微鏡を通しての図



guard-ring (~50 μm)

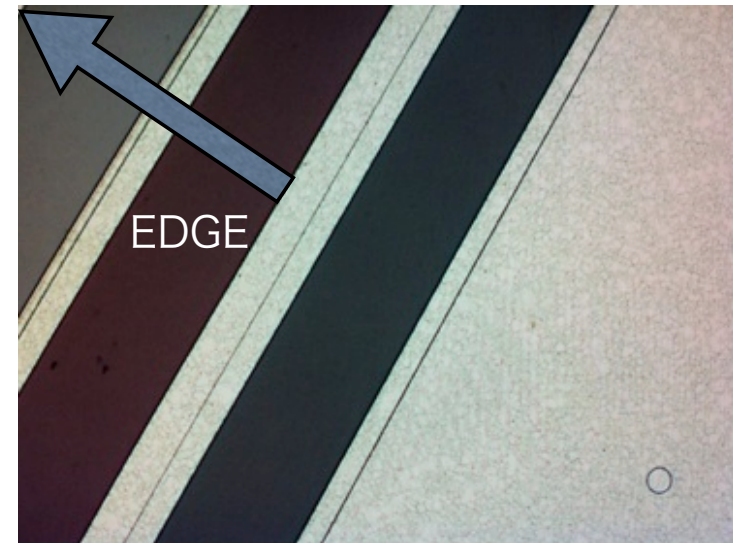
gap (~32 μm)

pixel

レーザーの直径は
シリコン表面で
10 μm 程度

ガードリングあり版

レーザーの照射位置は
あり版：ピクセルとガードリング間
なし版：ピクセルとエッジの間

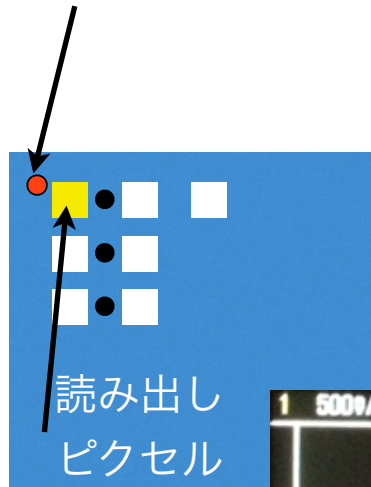


EDGE

ガードリングなし版

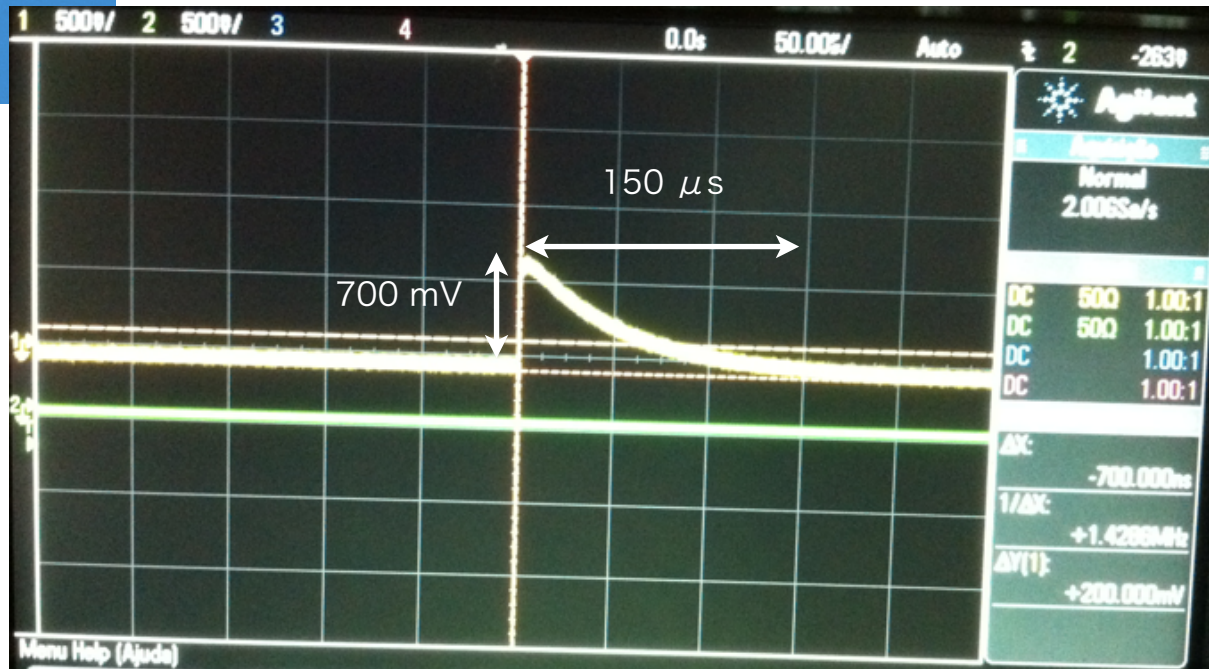
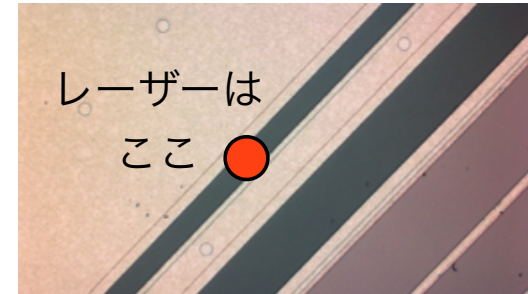
レーザー結果

レーザー位置



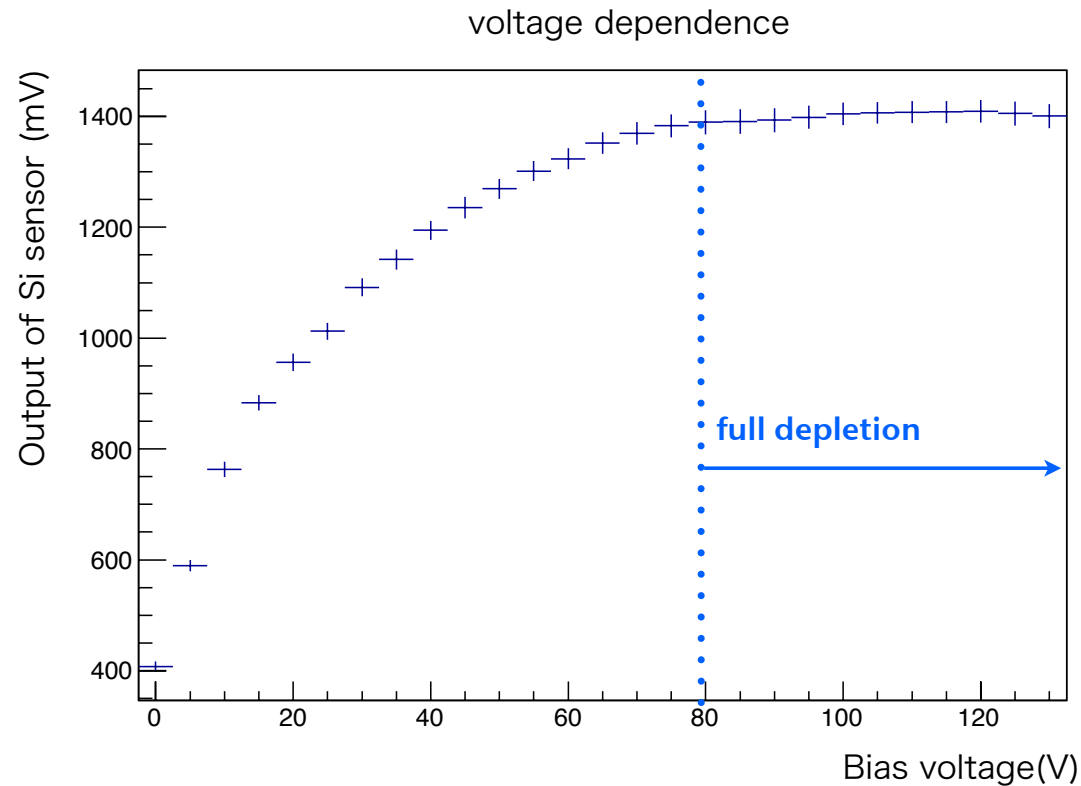
読み出し
ピクセル

レーザーの照射に対する
シグナルが確認できた。



電圧依存性

電圧による応答の変化を測定した。
80V以降で応答が一定となっており、
空乏層が完全に広がったと考えられる。



まとめと今後

- I-V, C-V
 - I-V測定：オペレーション電圧付近で安定＋低暗電流
 - C-V測定：計算値と良く一致している。
オペレーション電圧前に完全空乏層化する。
- レーザー
 - ギャップに照射したときに応答を得た。
 - 現状では1pixelのみの読み出しのため、改良が必要。
 - マルチチャンネル読み出し用のプリアンプは発注済。
 - ピクセル中央部にもレーザーを当てられるよう改良した物を浜松ホトニクスと協議中。
 - レーザーパワーを変更しての測定を行う。