

計数型SOIピクセル検出器の 動作試験

2009 12/21 久野研・山中研合同年末発表会

山中研究室MI 内田 潤

Outline

- Introduction
- 動作試験
- Summary

Introduction

SOI検出器について

SOI検出器とは

SOI(Silicon On Insulator)技術を用いた半導体検出器

特徴

機械接合が必要なくなる

小型化、動作の高速化

低消費電力化

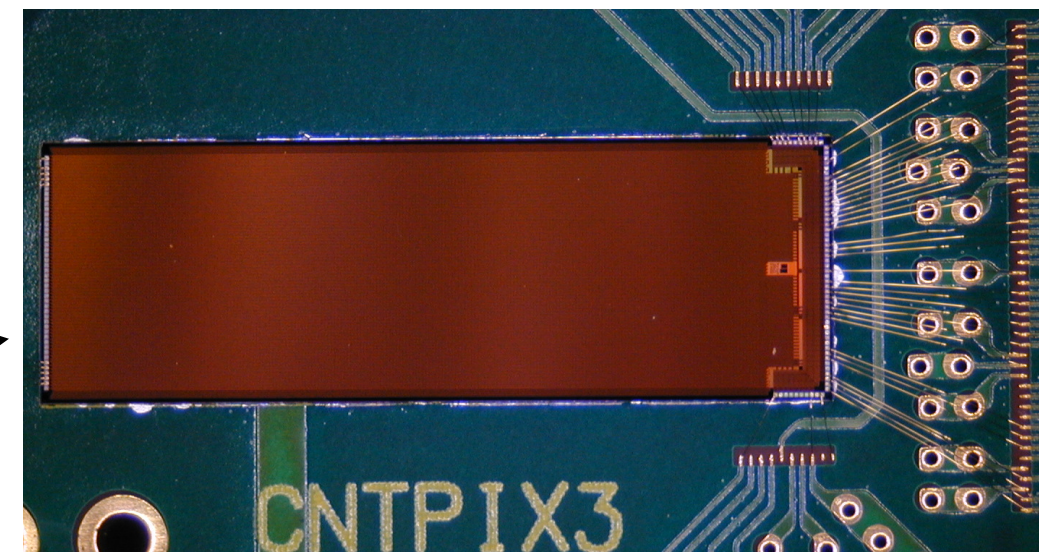
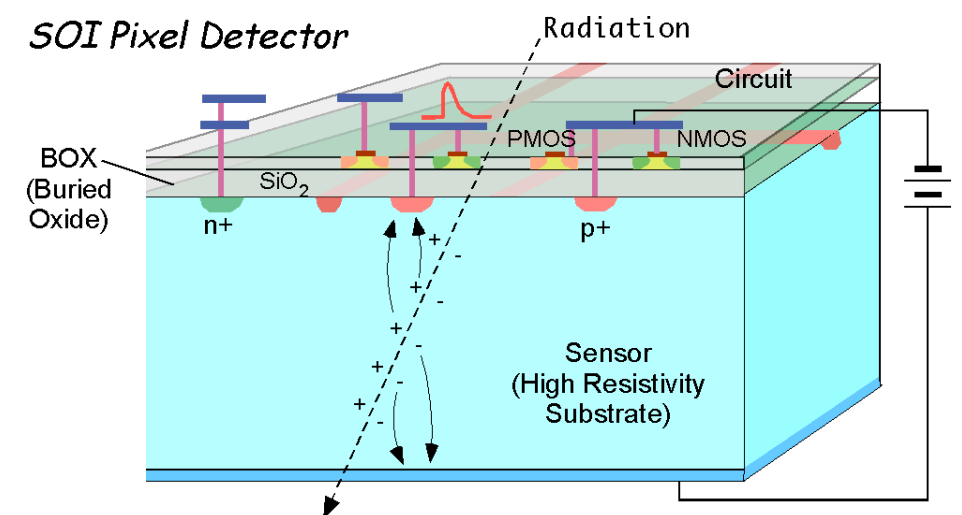
CNTPIX3について

72×216pixelを持つ計数型SOI 픽セル検出器

1 pixel : 64 μ m×64 μ m

CNTPIX3 bare chip : 5.1mm×15.5mm

CNTPIX3 bare chip



CNTPIX3

大まかな動作原理

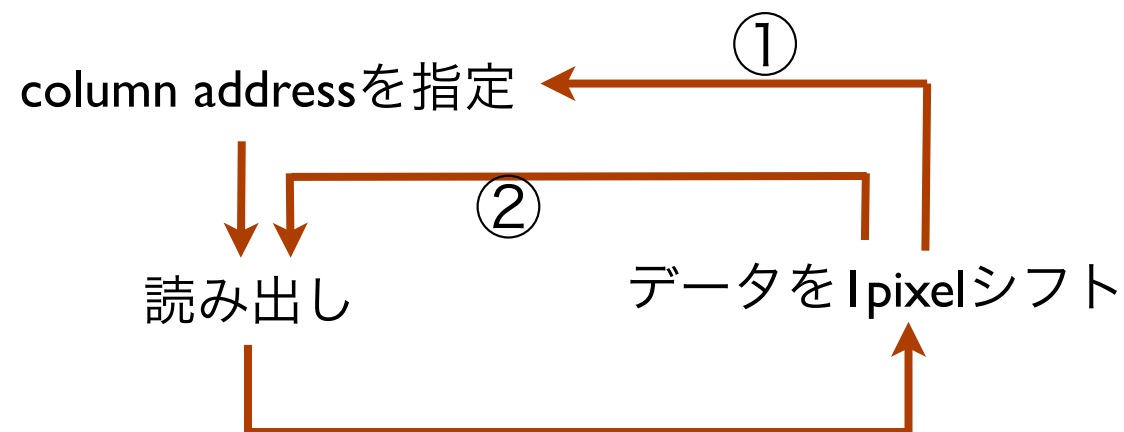
(1) データ取得

- ・ threshold電圧を設定し、これをパスしたものの個数をカウントする
- ・ thresholdの設定はCSR(control status register)と呼ばれるregisterを通して Softwareからpixelごとに設定できる

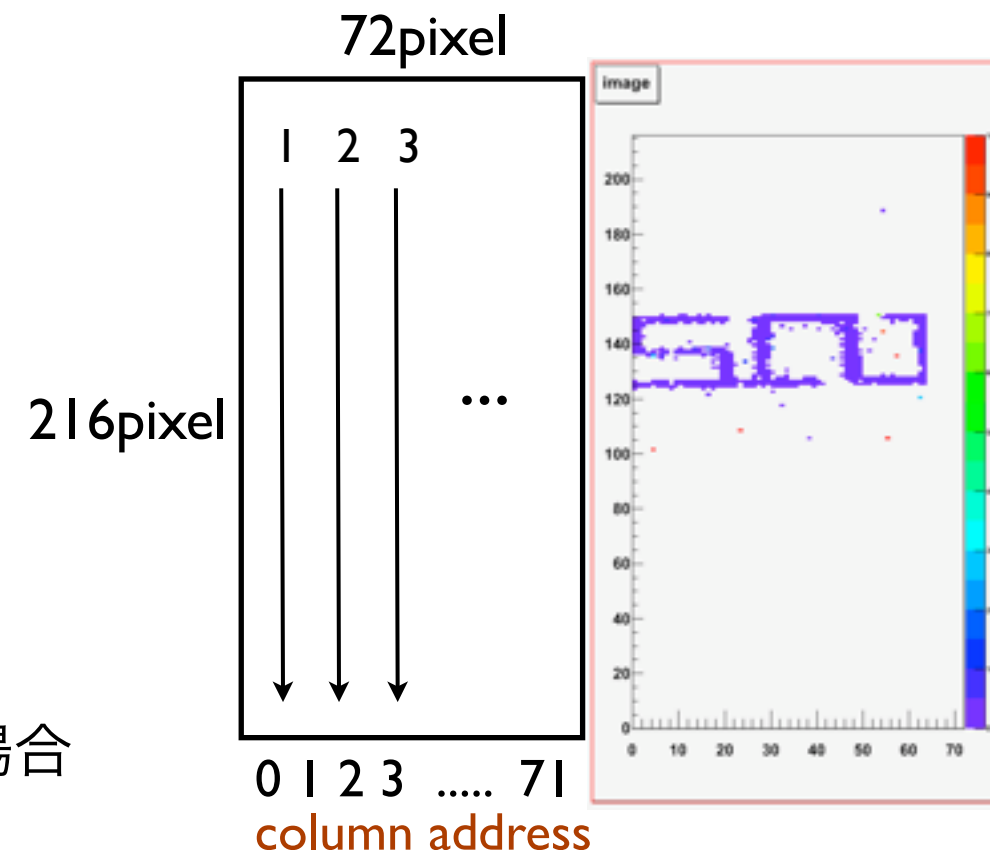
単純化すると

Discriminator + Counter 計数型と 呼ばれる理由

(2) 読み出し



- ① : 216pixel全て読み出した場合
② : 216pixelの読み出しがまだ終わっていない場合



FPGAについて

FPGAの特徴：信号をあたかもプログラムの変数のように扱える

FPGA側

対応関係

信号側

A=0



B=Low

AとBの対応付けは？

ucfファイルと呼ばれるファイルで出来る

ucfファイルのおかげでFPGAで変数名を勝手に定義出来る

具体例：column addressの指定

FPGA側

対応関係

信号側

column address=2



1bit目=Low
2bit目=Hi

これ以外はLow

動作試験

動作試験の種類

チップの基本的な動作試験 ← 今日お話しするのはこちら
改良前のチップとの特性の比較

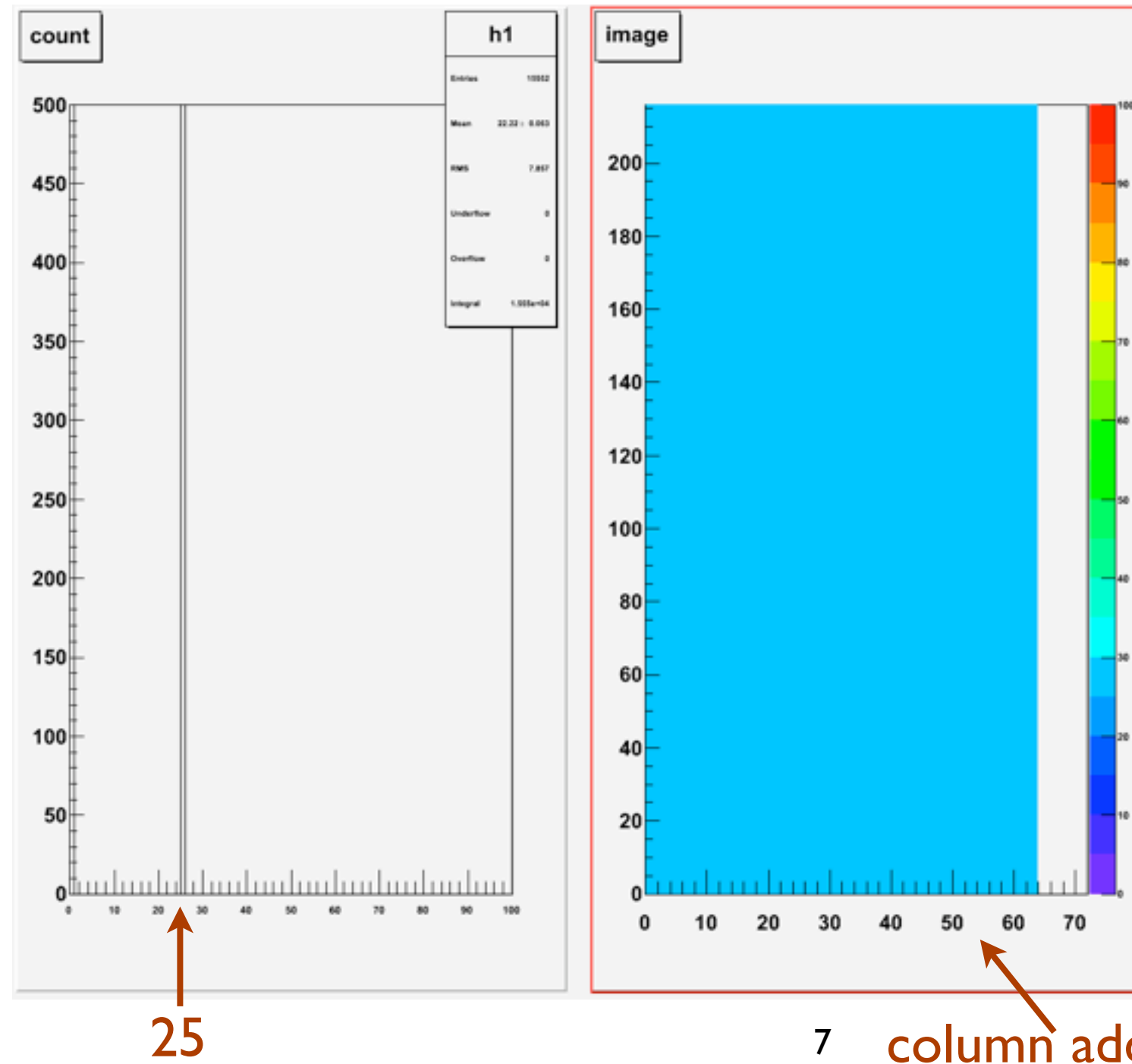
動作試験の手順

- (1) 固定値の書き込み(1column) → 読み出し(1column)
こちらが指定した値を書き込み
- (2) 固定値の書き込み(全column) → 読み出し(全column)
こちらが指定した値を書き込み
- (3) 固定値の書き込み(全column) → 読み出し(全column)
SoftwareもしくはFirmwareと関係した値を書き込み
SoftwareとFirmwareのdebug
- (4) 実際のデータの取得
各種電圧の最適化
像の取得

動作試験

固定値書き込み：全column

全column(=全ピクセル)に25を書き込み



左側の図

横軸：出力(=読み出し)値
縦軸：ピクセル数

右側の図

各ピクセルからの出力値を
色で表したもの

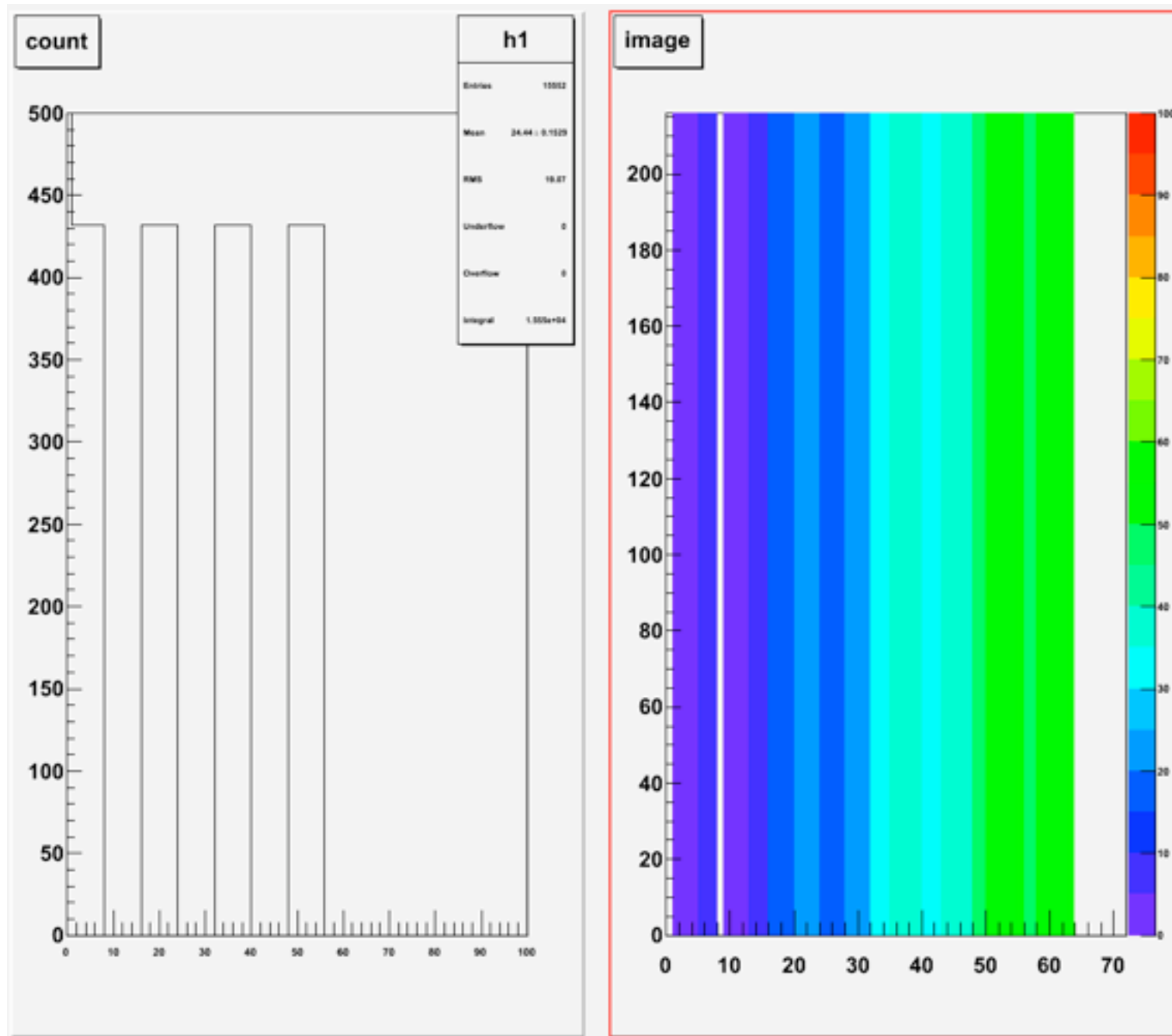
問題無し

※column64からcolumn71は
仕様のために出力値が0になる

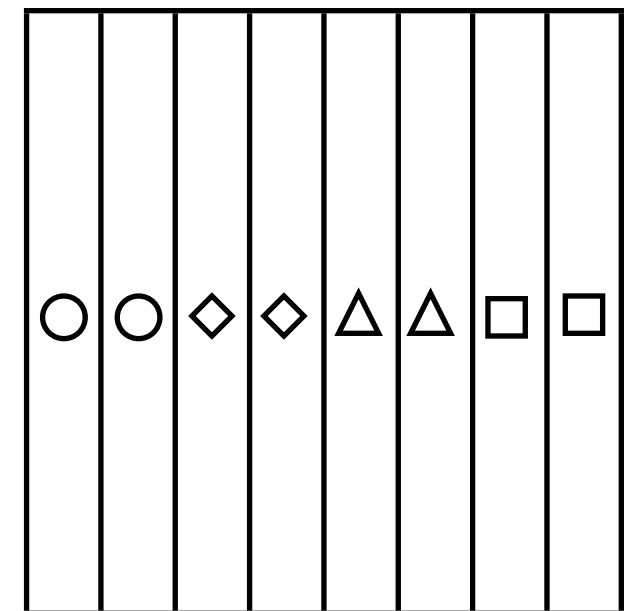
動作試験

固定値書き込み：全column

全columnにcolumn addressを書き込み
(column addressの大きい方から書き込み)



一見まともそうだが
よく見ると...



という感じで値がコピー
されているように見える

動作試験

固定値書き込み：全column

全columnにcolumn addressを書き込み
(column addressの大きい方から書き込み)

出力値リスト

column address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
読み出し値	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7

column address	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
読み出し値	16	17	18	19	20	21	22	23	16	17	18	19	20	21	22	23

column address	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
読み出し値	32	33	34	35	36	37	38	39	32	33	34	35	36	37	38	39

column address	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
読み出し値	48	49	50	51	52	53	54	55	48	49	50	51	52	53	54	55

赤字は予想に反する結果が出たところ

動作試験

固定値書き込み：全column

全columnにcolumn addressを書き込み
(column addressの小さい方から書き込み)

出力値リスト

column address	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
読み出し値	8	9	10	11	12	13	14	15	8	9	10	11	12	13	14	15

column address	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
読み出し値	24	25	26	27	28	29	30	31	24	25	26	27	28	29	30	31

column address	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
読み出し値	40	41	42	43	44	45	46	47	40	41	42	43	44	45	46	47

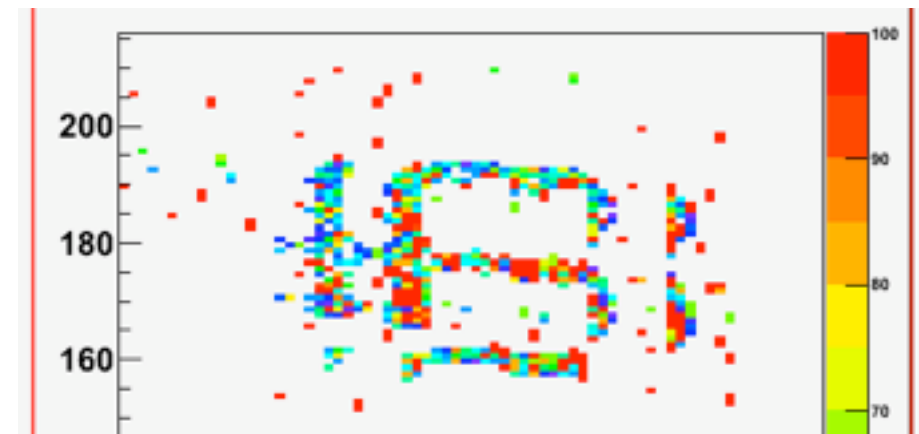
column address	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
読み出し値	56	57	58	59	60	61	62	63	56	57	58	59	60	61	62	63

特定の数値が出力できないわけではない
特定のcolumnのみに現れる問題ではない

動作試験

問題点

データがコピーされている！
column addressの4bit目の指定に問題あり？



文字の像

考えられる原因

SoftwareまたはFirmwareのバグ
チップ(回路)の問題

その他の実験事実

- ・ 値を書き込んでいないcolumn(期待される出力値は0)があっても
- ・ 書き込み&読み出しをcolumn16からcolumn31など一部のcolumnに限定しても

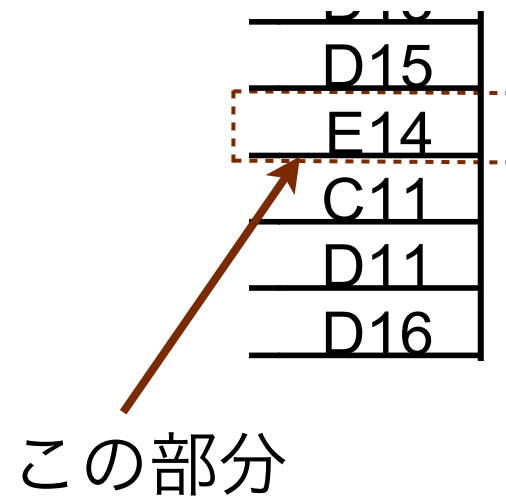
同じ現象が起こる ※一部例外あり

動作試験

色々調べていくと...

- ucfファイルにバグがあった

問題の箇所

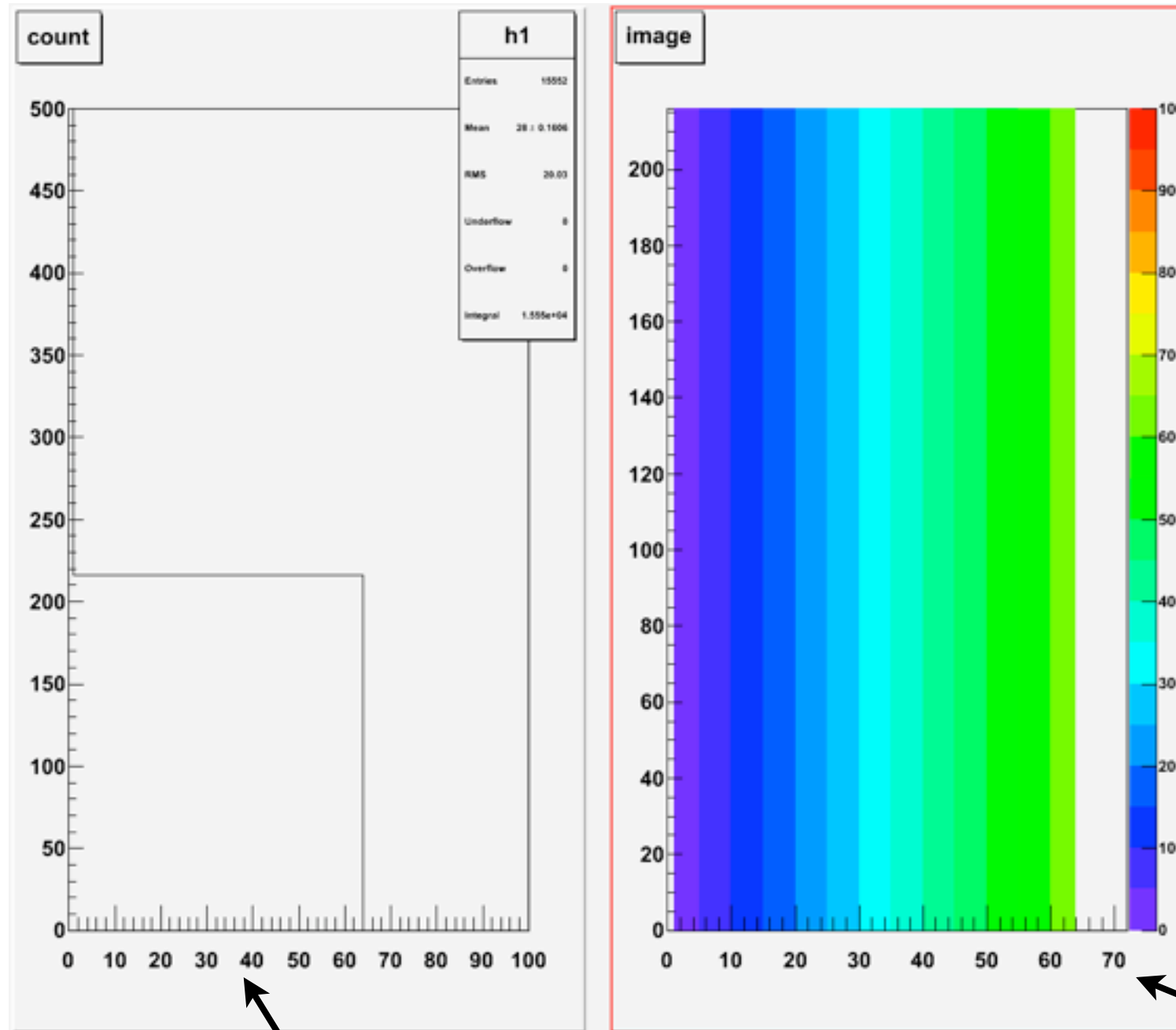


これをE14とすべきところをF14としていた
この信号こそがcolumn addressの4bit目を支配していた！

これで解決か？

動作試験

ucfファイルを修正してもう一度試してみると...



見事解決！

これまで見てきた
諸問題も無事解決

各値が216回ずつ出力されている

グラデーションになっている

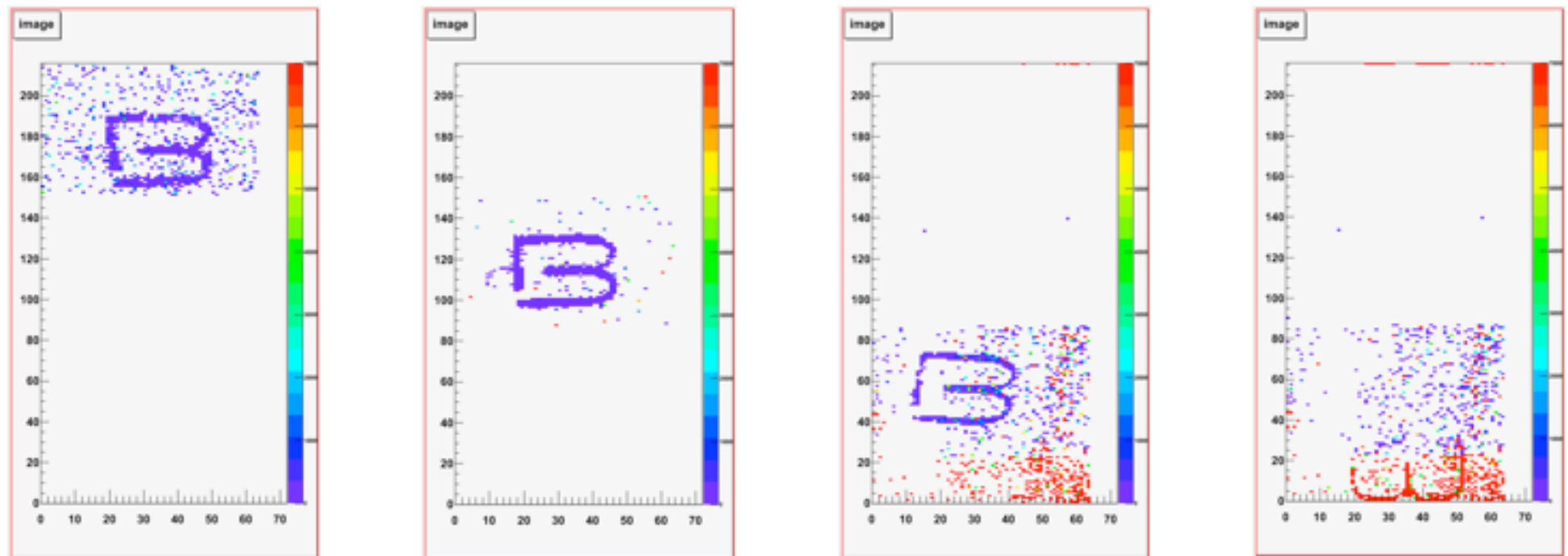
動作試験

本来の目的である、データの取得

各種電圧の最適化

データ取得時間などDAQの条件の最適化

可視光レーザーを
用いて取得した像



線が2重に現れる現象がなくなった

※CNTPIX3は全体を4つの領域に分けて、各領域に性質の異なるものを配置し、違いを検証出来るようになっていきます。これが上の4つの領域に対応しています。

Summary

- ・ CNTPIX3と呼ばれる計数型SOIピクセル検出器の基本的な動作試験を行った
- ・ 固定値書き込みの段階でFirmwareのバグに苦しんだが、無事解決
- ・ 実際のデータ(文字の像)も取得できた
- ・ 今後の課題は
 - 改良前のチップとの性能比較
 - 放射線耐性など、未確認事項の検証
 - 新しく納品されるチップの動作試験