

128 × 128画素InGaAs近赤外線検出器の冷却下での性能評価

広島大学 高エネルギー宇宙・可視赤外線天文研究室 M145099 高田 紘司

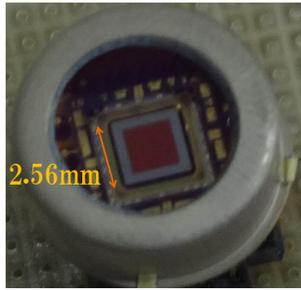
1. 近赤外線検出器試験の目的

- ▶ 近年、天文学における近赤外線観測の重要性が増大
- ▶ 天文観測においては、低ノイズで大フォーマットの近赤外線検出器が必要とされる
- ▶ 天文観測に用いられるような冷却下での高性能検出器は欧米の一部のメーカーの独占状態

安価で手に入りやすい近赤外線検出器の開発！

本研究の目的

近赤外線検出器の冷却下での性能評価



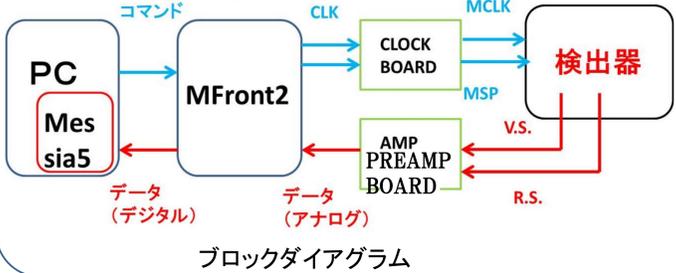
本実験で使った、浜松ホトニクス製の市販InGaAs近赤外線検出器(128 × 128画素)

2. 今回試験した検出器の仕様

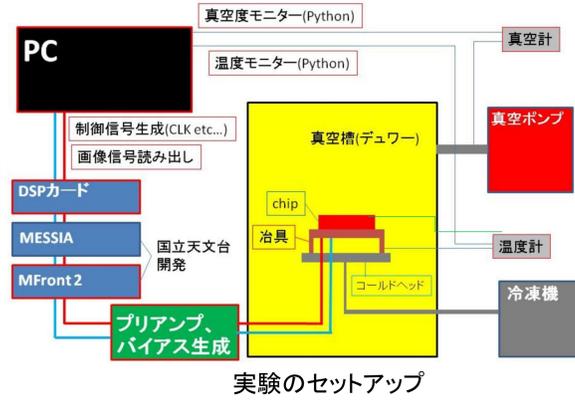
検出器の型番	G12242-0707W
画素ピッチ	20μm
有効感度波長域	0.95~1.7μm
変換効率	2μV/e-
飽和電荷量	500ke-
読出しノイズ	500μV
暗電流	0.5pA
ダイナミックレンジ	2000

3. 実験のセットアップ

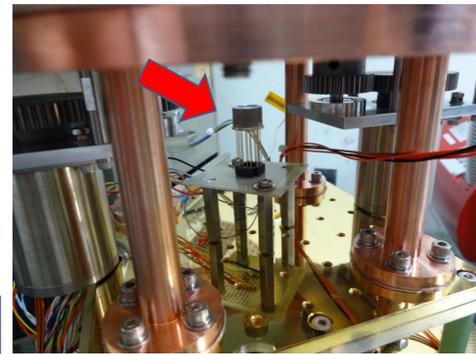
Messia5:CLKパターンやAD変換のタイミングを制御
MFront2: Messia5から送られたコマンドからクロックを生成。信号をAD変換する。



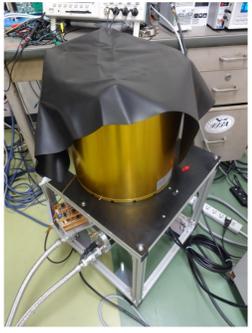
ブロックダイアグラム



実験のセットアップ



デュワー内の近赤外線検出器



暗幕下のセットアップ

4. 検出器の読出しノイズ

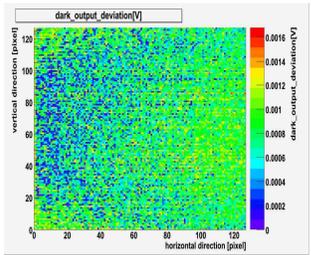
- ▶ 暗幕下
- ▶ 積分時間1ms
- ▶ 10回測定

各画素の平均出力

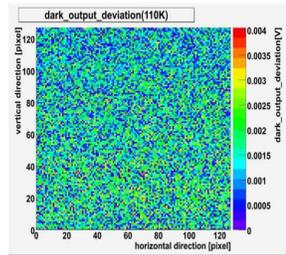
$$a(i, j) = \frac{1}{10} \sum_{k=1}^{10} C_k(i, j)$$

画像間の出力値の標準偏差二乗

$$\sigma^2(i, j) = \frac{1}{10-1} \sum_{k=1}^{10} [C_k(i, j) - a(i, j)]^2$$



常温下(293K)での読出しノイズ



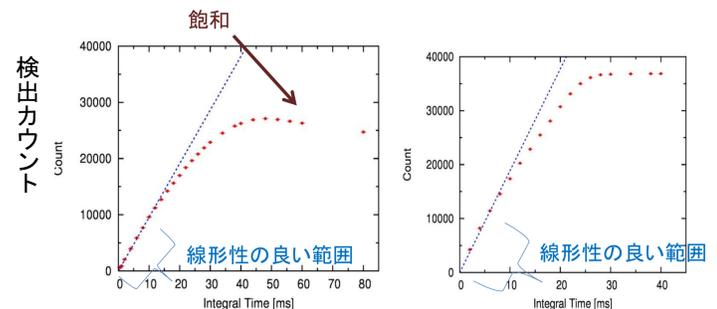
冷却下(110K)での読出しノイズ

	常温下(293K)	冷却下(110K)
平均出力[V]	0.2147	0.2397
平均読出しノイズ[mV]	0.8	0.7

5. リニアリティ(線形性)

リニアリティ
検出カウントが入射した光子数と比例しているかどうか

入射する光量を変化させて検出器の出力を調べる



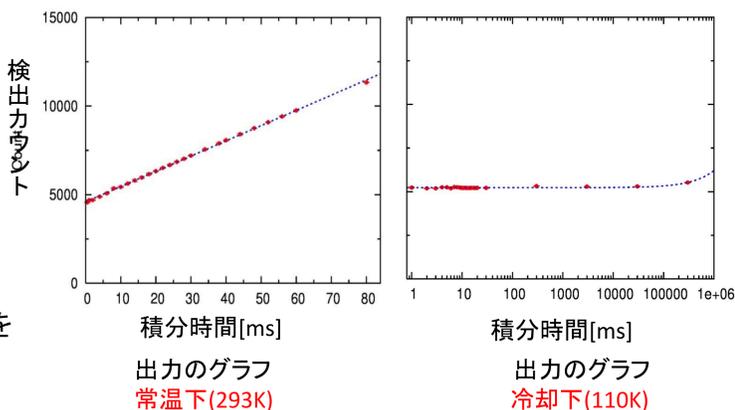
積分時間[ms]
常温下(293K)での出力のリニアリティ
冷却下(110K)での出力のリニアリティ

線形性が良い範囲	常温下(293K)	冷却下(110K)
	~10000count	~10000count

6. 暗電流(電子の熱励起による電流)

暗電流は積分時間に比例して蓄積する。

暗幕下で積分時間を変えて測定し、暗電流を求めた。



出力のグラフ
常温下(293K)

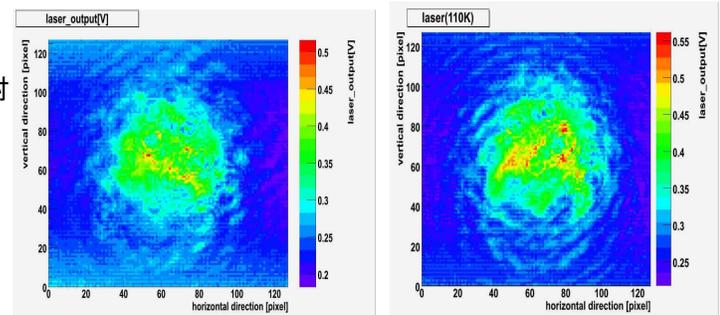
出力のグラフ
冷却下(110K)

	常温下(293K)	冷却下(110K)
暗電流[pA]	0.21	0.18×10^{-5}

7. 量子効率

検出器に出力エネルギーが校正された波長1310nmの光を照射

検出器が検出した光子数を測定。その比率から、量子効率を調べる。



レーザー照射画像
常温下(293K)

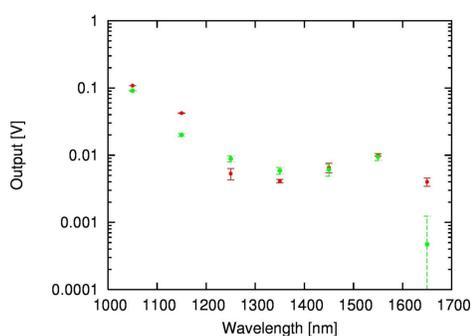
レーザー照射画像
冷却下(110K)

量子効率	常温下(293K)	冷却下(110K)
	72.3%	83.1%

8. 波長感度特性

- ・デュワーの窓の所に特定の波長の光のみを通す赤外線フィルター(数種類)を用いた。
- ・波長1050nm~1650nmまで100nm刻み
- ・光源は白熱電球

・積分時間0.2msで画像を10枚とった。
☆波長感度特性を常温下と冷却下で比較した。



波長感度特性
常温下: 赤色 冷却下: 緑色

9. まとめ

- ▶ 冷却下での読出しに成功、光に対する感応を確認

常温下と冷却下を比較すると、

- ▶ 暗電流...著しく低下。積分時間 10^6ms でも飽和しない
- ▶ 読出しノイズはほぼ同じ
- ▶ リニアリティは差がない
- ▶ 量子効率は増加
- ▶ 波長感度は長波長域(1650nm)で冷却下が著しく低下

▶ InGaAsの特性として解釈

▶ パワーメータの誤差や入射角度を考慮していない為、有意な差はないと判断。