



Hyper Suprime-Cam

仕様

CCD個数 観測用114個、ガイド用4個
 合計116個

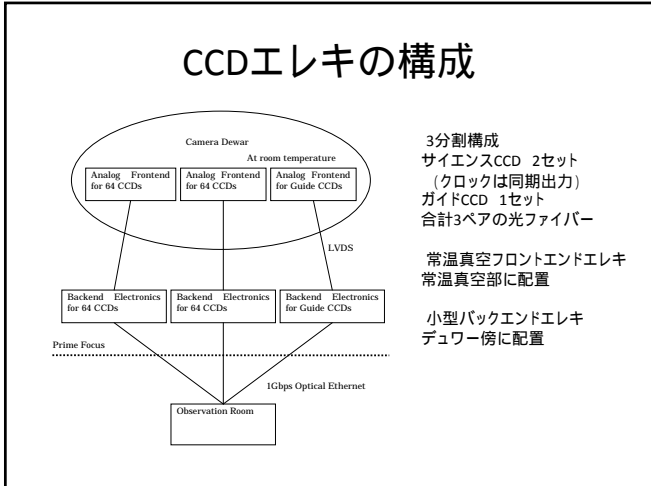
読み出し口 4個/CCD
 合計464個

画素数 4272 x 2272
 合計 ~ 1Gピクセル
 (オーバーキャン含む)

データサイズ 16bit/pixel
 合計 ~ 2G バイト

読み出し速度 20秒または10秒
 データレート ~ 210MB/sec
 ピクセルレート ~ 250k pixel/sec/output

目標読み出し性能(20秒読み出し時)
 読み出しノイズ 10e
 フルウェル 150,000e
 リニアリティ ± 1%



BEE: バックエンドエレクトロニクス

3Uユーロ基板7枚でCCD64個を10秒で読み出し

GESICA CMCサイズ、1Gbpsデータ転送、フレームメモリ、クロックシーケンサー
 FPGAによるTCP/IPプロセッサ (SiTCP)
 (KEK 内田さん)

2GB DDR2メモリのフレームメモリ
 (東大 宮武さん)

10ns分解能のクロックシーケンサー
 (東大 峯尾さん)

BGI GESICA搭載、BEE電源管理
 1枚

BPW FEE電源管理
 2枚

BCT FEEインターフェース(クロック出力)
 2枚

BDA FEEインターフェース(データ入力)
 2枚
 (東大 藤森さん)

BDA: BEE Data Acquisition Board

BDAの機能

- シリアル・パラレル変換
- 複数BDAのデータマルチプレクス
- SDO遅延測定回路、遅延設定回路

FEEとBEEを接続する結線数を減らしたい

- ADCは1CCDに4個使用
- その4ADCはデジチェーン接続
- 出力線(SDO)はCCD1個にLVDS1ペア(2本)(結線数1/4)
- SDOはSCLKに同期してラッチする必要がある
- SDOの線長は揃っていないので本来はSDOそれぞれにSCLKが必要
- SDOの遅延を測定しSDOごとに遅延回路を入れることでSCLKは供給1ペアのみ(さらに1/2)

BDAの工夫で出力結線数を1/8に削減

Mfront2

- HSCエレキはMfront2を元に設計
- クロックドライバー、信号処理回路はほぼ同じ
- 浜松CCD評価試験
- 浜松CCD搭載Suprime-Cam (2008年夏から通用)

Suprime-Cam

CCD Evaluation

常温真空配置フロントエンドエレキ

真空配置のメリット

- ・ハームチェックシールのピン数
アナログ約20本/CCD
デジタル2本/CCD + (クロック等)
- ・CCD信号線長
- ・CCD静電気保護

真空配置のデメリット

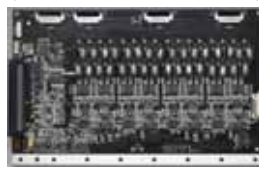
- ・対流による放熱ができない
フレームを通してデュワー壁へ排熱
- ・アウトガス(常温だけに最も危惧された)
- ・メンテナンスがしにくい
- ・万が一、ガスを放出すると被害甚大

常温真空配置を選択



FEE: フロントエンドエレクトロニクス

24cm=CCD4個分



- ・CCD制御のためのアナログ回路全て
- ・4CCD用と6CCD用の2種類
- ・信号入出力はLVDSのみ

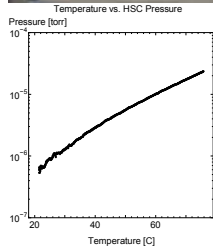
真空中に配置するため
高熱伝導 (基板温度40 以下@実験室)
低電圧低消費電力回路 (~1W/CCD)
監視・保護回路 (温度、電圧、電流)
低アウトガス



高熱伝導
高熱伝導アルミコア回路基板
(純アルミに近い高熱伝導アルミ2mm厚)
高熱伝導絶縁材 通常基板材の約10倍
Exposed Pad付きパッケージ
シングルオペアンプ(デュアルではなく)
部品配置最適化
排熱経路最適化 (デュワーフレーム等)

低アウトガス
真空プレス基板
樹脂充填蓋メッキピア
組立後アルコール超音波洗浄

FEEアウトガス測定



FEE基板により真空度が悪くならないか確かめた
(ATCの田村さん、ご協力ありがとうございました。)

部品も付いたFEE 6枚を低アウトガス真空容器に入れて真空度を測定し、FEEなしの真空度と比較した。

この結果をHSCの場合にスケーリングしてHSCの真空度を推定した結果が左図
(横軸はFEEの基板温度、縦軸は真空度)

スケーリングはFEEの枚数、真空ポンプ能力、真空容器の容積を考慮し、FEE以外からのアウトガスやリークは考慮しない。

FEE基板温度が40 の時に ~2E-6Torr
(25度以下で ~7乗台)

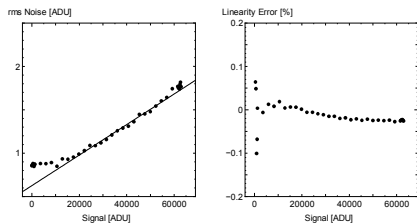
FEE出荷試験



CCDの数が多いので全CH動作確認

- ・CCD信号シミュレーター開発
- ・自動測定システム構築 (ソフトと測定 東大 宮武さん)
- ・疑似CCD信号によるノイズ、リニアリティ測定
- ・電圧測定回路によりクロック出力電圧測定

BEE+FEEの読み出し性能



アンプゲイン $\times 3.0$ @ 20秒読み出し (CDS積分時間2 μ 秒)

CCDゲイン5 μ V/eの時、CF=3e/ADU

飽和レベル 180,000e以上

ノイズ ~0.9ADU=2.8e相当 (CCDなし) ~5e (CCD4e付き)

リニアリティ ~0.1%

ノイズ信号依存成分(ジッター) ~20ppm (20E-6)