

ILC Calorimeter に用いられる 半導体光検出器の性能評価

筑波大学 素粒子実験研究室

山崎秀樹

平成 19 年 11 月 6 日

1 ILC(International Linear Collider)

ILC (International Linear Collider) は全長 30 Km の電子陽電子衝突型加速器であり、1 TeV 領域まで上げることが計画されている。

加速器を線形にすることにより、シンクロトロン放射によるエネルギー損失をおさえ、より高いエネルギーに達することができ、ヒッグス粒子やその他の新粒子の発見、新しい物理の発見などが期待されている、また素粒子同士の衝突なのでクリアな反応が検出でき、精密測定に適している。



図 1 ILC のデザイン図

2 GLD Calorimeter

GLD(Global Large Detector) は ILC の衝突点の周りに置かれる、測定器である。Calorimeter ではシャワーという現象を用いて、入射粒子のエネルギーを測定することで、ジェットのエネ

ルギーの再構成では、精密な測定をするため高いグラニュラリティーが必要になり、それによるシンチレータの細分割設計から読み出しチャンネルが多くなる (10M チャンネル)。このため、光検出器に対して、次のような性能が要求される。

- コンパクト
- 安価 (一個 100 円が理想)
- ゲイン = 信号の増幅率 $> 10^5$
- 高い検出効率 (薄いシンチレータを使用するので、得られる光量も小さくなり、シグナルとノイズを区別するのが難しくなる。そのためゲインと検出率の高い光検出器が必要となる)
- 強磁場に対する耐性 (3T での環境での動作が必要)

従来使用されていた光検出器 光電子増倍管では上記の要求には対応出来ない、そこで現在開発中なのが、MPPC(Multi Pixel Photon Counter) である。

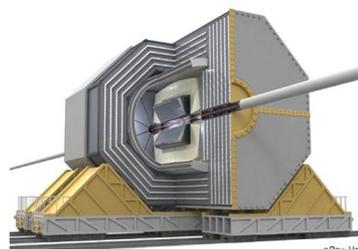


図 2 GLD の完成予想図

3 MPPC(Multi Pixel Photon Counter)

MPPC は浜松ホトニクス社が開発している次世代半導体光検出器であり。その特徴としては、

- 10^5 以上のゲイン
- 優れたフォトンカウンティング能力
- 非常にコンパクト
- 低電圧での駆動
- 熱電子ノイズの発生 等が挙げられる。

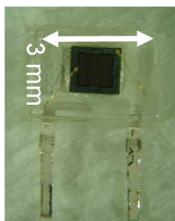


図2 プラスチックパッケージ MPPC の拡大写真

5 中性子照射

線だけでなく陽子や中性子、または重イオンなども高エネルギーハドロン粒子も MPPC にあて、その挙動を見なければならぬ。そこで11月に中性子照射実験を東京大学 原子炉「弥生」で行う予定である。

4 MPPC への 線照射

実際の実験では、放射線によるシリコンの損傷が考えられ、その放射線耐性を評価する必要がある。MPPC の放射線耐性を評価するため、東工大で MPPC に 線を照射した。照射量は 120Gy、60Gy、30Gy ($1\text{Krad} = 1000\text{rad} = 10\text{Gy}(\text{gray}) = 6.25 \times 10^{10}\text{MeV/g}$) で、120Gy の結果ではフォトンカウンティングが不能。60Gy、30Gy ではフォトンカウンティングは可能だが、暗電流に伴うノイズが増えることが確認された。そのプロットを次に示す。

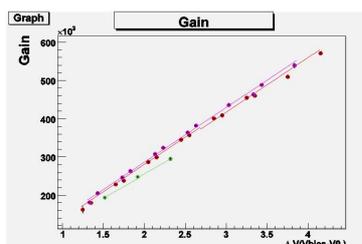


図1 印加電圧と増幅率

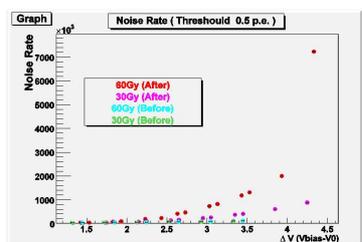


図1 印加電圧と熱電子ノイズ