

微弱光に対する光センサの 性能比較

2013年度 4年生実験
資料(2)

目的・概要

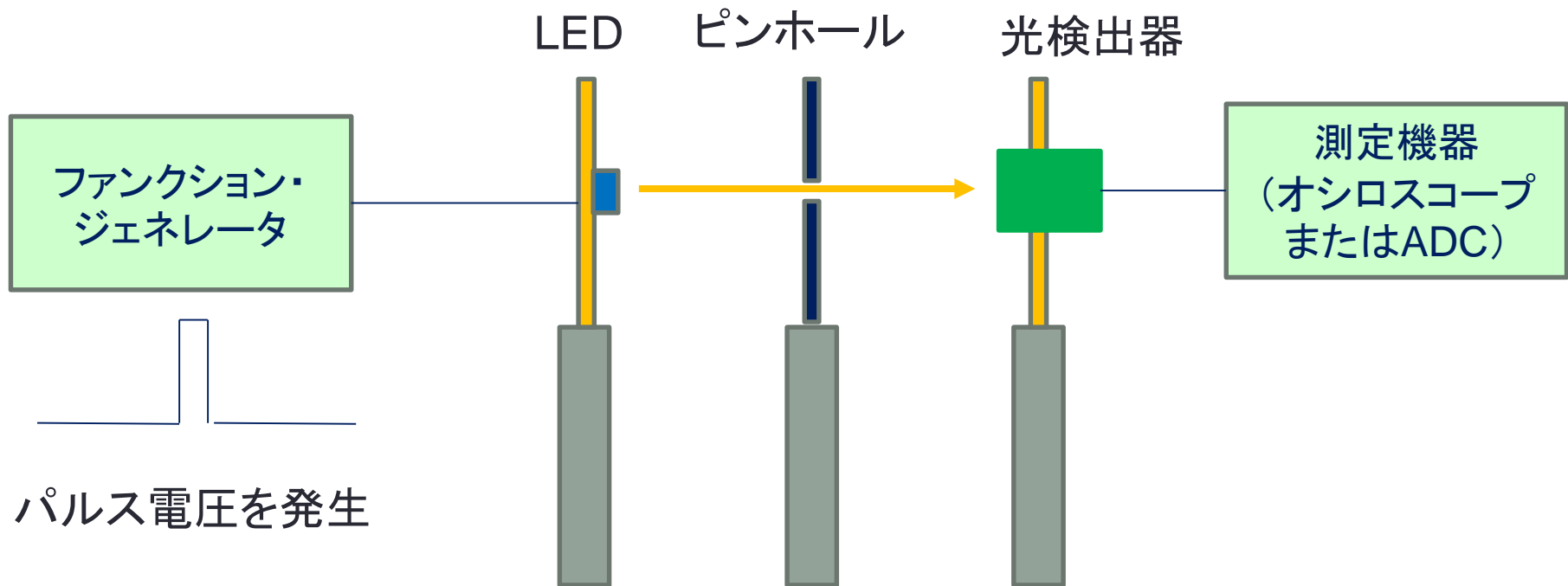
- ここ10年程で様々な高感度の光センサが開発・実用化されている
 - 光電子増倍管(昔からある)
 - Avalanche Photo Diode (APD)
 - Multi-Pixel Photon Counter (MPPC)
- 光検出の仕組み
 - 入射した光子から電子を生成
 - 電場の中で電子を加速→衝突→2次電子発生というプロセスを繰り返して信号を増幅
 - (光電変換、2次電子生成の仕組みは少し異なる)
- 3種類の検出器の性能を比較する
 - 感度や出力の線形性等
 - LEDを光源として、光の強さを変えながら
 - どこまで微弱な光まで検出できるか？
 - 光子が1つ、2つ入ってくるという光の量子化を観測できるか？

実験内容

- LEDを点滅させて、微弱な光を作り出す
 - 光センサへ入射させるには、さらにピンホールを通して絞る
 - 外部電圧により強弱を調整
- LEDからの光を検出できる位置にセンサを設置する
- LEDの点滅に合わせて検出器からのデータを読み出す
- 信号の強さ(波高、電荷量等)を測定

- 測定項目
 - センサを動作させる高電圧、温度等の効果
 - センサに入射させる光の強度によって、検出される信号の強さがどのように変化するか

実験のセットアップ(1)



開発項目

- LEDの点滅
 - ファンクション・ジェネレータでパルス状の電圧を生成して、LEDに入力するための回路
- 光検出器からの信号の読み出し
 - フォトダイオード
 - ダイオードからの信号を読み出してLEMOケーブルで読み出すための回路
 - 光電子増倍管
 - 既にパッケージ化されている
 - Avalanche Photo-diode
 - ダイオードからの信号を読み出してLEMOケーブルで読み出すための回路
- データの収集と解析
 - LEDの点滅に合わせてデータを読み出すための設定
 - 信号をデジタル化(A/D変換)してPCに取り込む
 - 後で解析

予備的な実験

- LEDが予想通りに点滅しているかの確認
 - ファンクション・ジェネレータから様々なパターンを入力してオシロスコープで確認
- フォトダイオードで光を検出できているか
 - LEDまたはピンホールからの距離によって、検出される信号がどのように変化するか調べる
- 特性の評価
 - フォトダイオードの読み出し条件を一定に保ち、LEDの駆動電流を変化させて検出される光量を確認(電流 vs. 発光量)
 - 発光量と検出される信号の妥当性を確認
 - 単位時間当たり何W、発光/検出しているか
 - どれくらい微弱な光、または明るい光まで読み出せるか
 - 発光量 vs. 検出される信号

光電子増倍管(PMT)による測定

- 注意点：
 - 光電子増倍管は増幅率が高い(10^6)ため、明るい光を入射させると検出器が大電流を発生して壊す可能性がある
 - 高電圧をかけて状態で、あまり明るい光を当てない
 - 高電圧をかける時は、暗い環境で使用する
- 前のページと同様に特性を調べる
 - 発光量 vs. 検出される信号
 - 発光させない状態でもデータを取得して比較
 - どこまで弱い光を検出できているか
- この辺までを11月中に行い、12月14日に展示

APD

- 読み出し回路の製作と動作の確認
- PMTの場合と同様の測定を行う。
- PMTとAPDで性能の差はあるか？