

LASER-BASED ALIGNMENT SYSTEM FOR THE 500-M-LONG KEK ELECTRON/POSITRON INJECTOR LINAC: CALIBRATION OF SILICON PHOTODETECTORS

Eiichi Kadokura¹, Tsuyoshi Suwada, Masanori Satoh and Kazuro Furukawa
Accelerator Laboratory, High Energy Accelerator Research Organization
1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki, 305-0801

Abstract

The restructuring of the alignment system has been planned at the 500-m-long KEKB injector linac. The alignment system of the injector linac has been already restructured at upgrade to the KEKB injector linac in 1995 and, however, the system has been obsolete since June 1998. It should be necessary to upgrade the alignment system towards the next generation of the Super KEKB project. In this report, the calibration system of the silicon photodetectors used for the laser-based alignment is described in detail along with the measured calibration results.

500m長KEK電子陽電子入射器におけるアライメント： シリコン光検出器の校正

1. 概要

KEK電子陽電子入射器（入射器）では、加速器本体のアライメントシステムの再構築を計画している。入射器のアライメントシステムは、1995年のKEKB改造時に再構築して、使用していた。しかし、1998年6月を最後に使用されていない。これは、測定の簡便性に欠けることやシステムの老朽化によるものである。次期計画であるSuper KEKBに向けて入射器の高度化を行う必要があり、アライメントシステムを再度構築することが必要不可欠である。本報告では、このシステムで使用されるレーザー用シリコンフォトダイオードによる光検出器の校正システムと校正結果についてまとめる。

2. シリコン光検出器

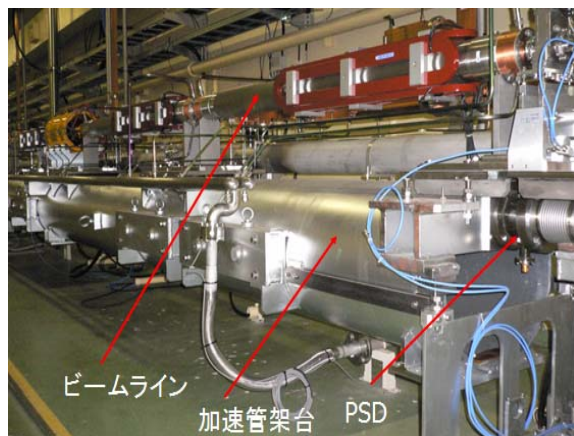


図 1 加速管架台とPSD

入射器のアライメントシステム[1]は直線部100mと500mラインにレーザーを通し、そのレーザー光をシリコン光検出器（PSD）に受けて測定を行う。PSDは、基本的にビームラインの下流、上流と下流に設置されている（図1）。直線部100mに固定型PSD 27台、位置可変型PSD 3台、直線部500mには固定型PSD 112台、位置可変型PSD 4台が置かれている。今回、直線部500mのすべてのPSDの校正を行った。

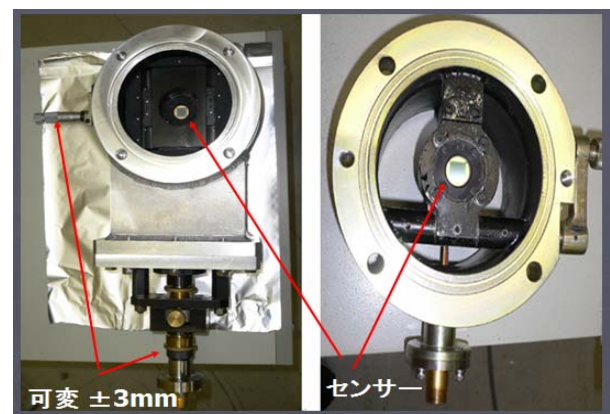


図 2 位置可変型PSD(左)と固定型PSD (右)

固定PSDはセンター部に直径10mmの円を4分割したシリコンフォトダイオードからなる。またサイドレバーによりセンサーを倒し、レーザー光を通わせる構造になっている(図2.右)。

位置可変型PSDは中心点が水平+3mm、垂直+3mmでこれを原点として、水平方向に±3mm、垂直方向に±3mmが可変可能である。また、センサーを垂直

¹ E-mail: eiichi.kadokura@kek.jp

に10cm下げ、レーザー光を通過させる構造となっている(図2.左)。

3. PSD校正システム

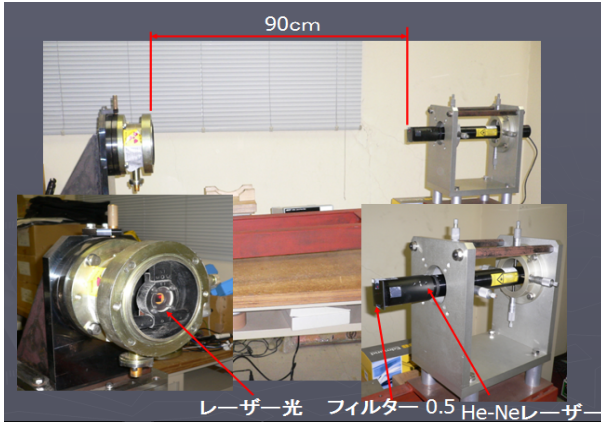


図 3 PSD校正システム

校正システムは150cm長の架台の両端に、PSDとレーザーを固定するジグからなる(図3)。レーザーはHe-Ne 5mW, $\lambda=632.8\text{nm}$ を使用し、50%減衰少フィルターを入れ、2mW、6mm ϕ (全幅)の光にした(図4)。

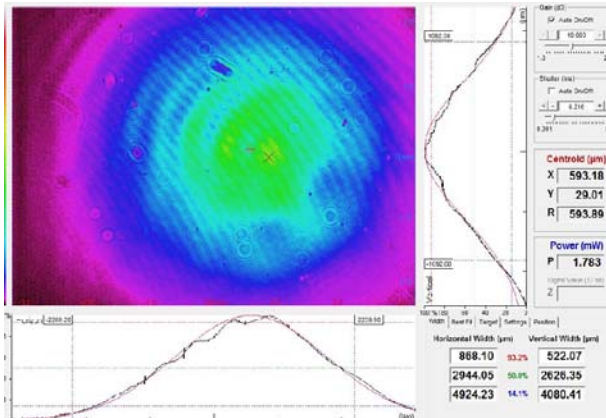


図 4 照射レーザー光のビームプロファイル

PSD固定ジグは0、90、180、270度回転する。これにより、レーザー光照射位置は一定とし、4分割されたセンサーを回転させ、位置を変える。校正はレーザー光をPSDの第一象限に当て回転させることにより、4つの象限に当てセンサーのゲインの測定を行った(図5)。センサーからの電流信号を積分回路を使い、電圧変換して測定した[2]。

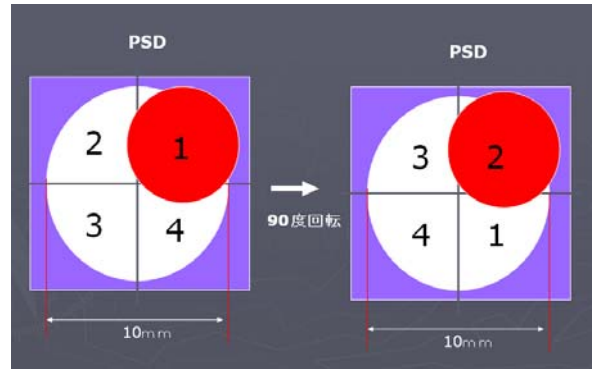


図 5 レーザー照射位置を固定し、PSDを90度ごとに回転させて、レーザー出力を測定

4. PSD検出器の測定結果

直線部500mの固定型及び、位置可変型PSD 112台の測定を行なったところ、4台が1Ch出力なしか、すべてChが出力しなかった。他、108台の各Chゲインを測定した。故障PSDはセンサーを交換する。

4.1 PSD検出器のゲイン

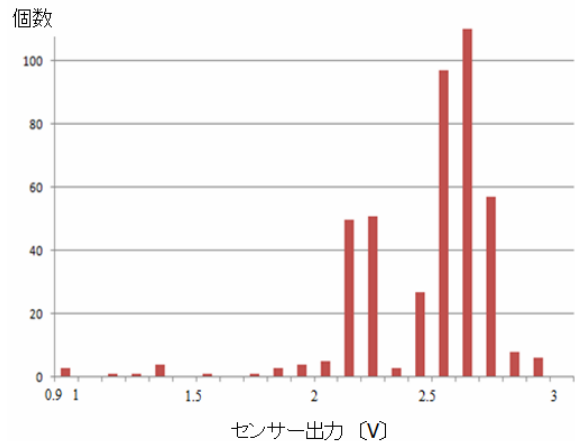


図 6 PSDのチャンネル(Ch)のゲイン分布

測定したすべてのCh出力をレーザーパワーで規格化して、グラフを作成した(図 6)。

図から二つの山が見える。これはセンサーの製造ロットの違いによる。また、PSD 1台の4Chのゲインは、ほぼ一つの山に含まれる。大きく外れたものは加速器のターゲット付近のもので放射線損傷によるものと思われる。

4.2 PSDのゲイン差

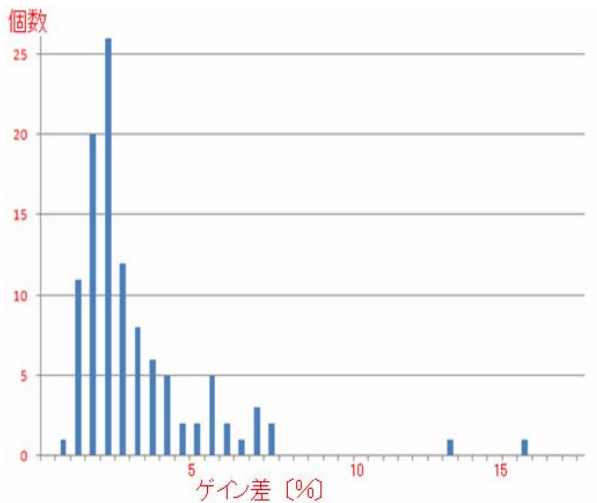


図 4 PSDのゲイン差

以下の計算式を使って、PSDの1台のゲイン差を計算しグラフにした(図4)。

$$(\text{Ch max} - \text{Ch min} / 1\text{-}4\text{Ch average}) * 100$$

ここでCh max、Ch minは、4分割センサーの最大出力と最小出力をそれぞれ示す。1-4Ch averageは、4出力の平均値を示す。ゲイン差は～2.5%に山がある。このゲイン差の5%以上のPSDを交換することにした。これにより、ゲイン補正を行わず、アライメント測定をしても0.5mmの精度で測定できる。これ以上の精度をもった測定はレーザー光の安定性を向上させて、ゲイン補正を行う必要がある。

5. おわりに

アライメントシステムを再構築するにあたり、前システムで使用されたすべてのPSDのゲインを明らかにした。今後、再度アライメントを行い、測定精度、安定性などを検討していく予定である。

参考文献

- [1] T.Suwada and M.Satoh, “Laser-based alignment system for the 500-m-long KEK electron/positron injector linac: Design of the optical system”, in this meeting
- [2] T.Suwada and M.Satoh, “Laser-based alignment system for the 500-m-long KEK electron/positron injector linac: Design of the measurement system”, in this meeting