

Beam position monitors at SAGA Light Source

Y. Takabayashi^{*A)}, T. Tomimasu^{A)}, K. Yoshida^{A)}, S. Koda^{A)}, Y. Iwasaki^{A)}, H. Ohgaki^{B)},

^{A)} SAGA Light Source

8-7 Yayoi gaoka, Tosu, Saga, 841-0005

^{B)} Institute of Advanced Energy, Kyoto University

Gokanoshō, Uji, Kyoto, 611-0011

Abstract

We report on the beam position monitors at SAGA Light Source. The monitor consists of an alumina fluorescent screen with a hole and a CCD camera. Since the beam transmitted through the hole is not interrupted by the screen, the beam can reach the following screens, and therefore we can observe the positions of the beam orbit at all the screens at the same time. This is very useful for making beam pass through the center of the linac accelerating tubes.

SAGA Light Source におけるビームポジションモニター

1. はじめに

佐賀県立九州シンクロトロン光研究センターの光源装置 (SAGA Light Source) は、今年度中の開業を目指して、現在建設が行われている [1, 2, 3, 4, 5, 6]。SAGA Light Source は、250 MeV のリニアックと 1.4 GeV の蓄積リングから構成される。リニアックと蓄積リングには、アルミナ蛍光板 (デマルケスト) と CCD カメラによるビームポジションモニターを設置した。アルミナ蛍光板の主成分は、 Al_2O_3 である。放射線耐性が強く、ビームのモニター用として広く利用されている。また、最近では、その発光特性が詳細に調べられている [7, 8]。まず、モニターの概要について述べた後、蛍光板の具体的な形状について設置場所ごとに説明する。

2. ビームポジションモニター

図 1 に、モニターの写真を、図 2 にその概念図を示す。蛍光板は、ビームの進行方向に対して 45° 傾けられ、圧空駆動式の直線導入機に取り付けられている。蛍光板は厚さが 1 mm のものを用いた。蛍光板から出た光は、ビームに対して直角な方向にある鏡で 90° 真下に曲げられた後、CCD カメラで検出される。そして、CCD カメラからの映像は、制御室のディスプレイで観測できるようになっている。なお、CCD カメラのまわりには、遮蔽用の鉛ブロックを設置できるスペースが確保されている。後述するように、設置場所によって、蛍光板には形状・大きさの異なる穴が開けられている。この穴はビームの軌道調整を行うためのものである。

3. 入射器用

入射器は、電子銃、サブハーモニックバンチャー、バンチャーから構成される。電子ビームは、バンチャー

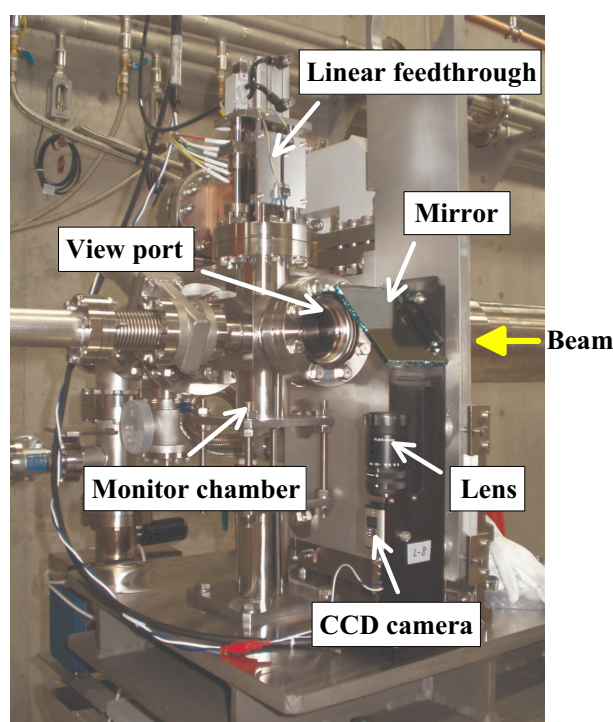


図 1: モニターの写真。蛍光板は直線導入機に取り付けられ、モニターチェンバーの中に入っている。

で 6 MeV まで加速される。サブハーモニックバンチャーの出口とバンチャーの出口にモニターを設置した。図 3 に、その蛍光板の形状を示す。左図は、上から見た図に対応し、右図は、ビームの進行方向から見た図に対応する。大きさは、幅 28 mm、高さ 20 mm である。蛍光板の中心には、ビームの進行方向から見て穴の外形が直径 2 mm の円になるように穴が開けられている。ビーム調整を行うときは、穴の中心が設計軌道上にのるように直線導入機で蛍光板を挿入し、その穴をビームが通るように調整する。

* E-mail: takabayashi@saga-ls.jp

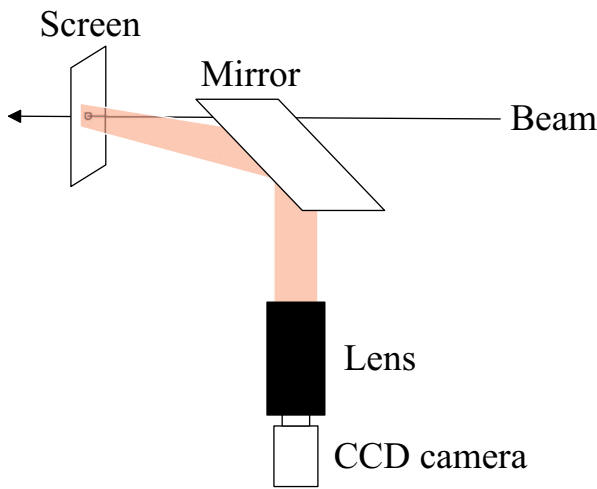


図 2: モニターの概念図。蛍光板は、ビームに対して 45° 傾けて取り付けられている。

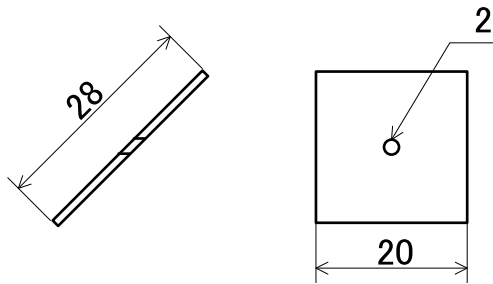


図 3: サブハーモニックバンチャー出口とバンチャー出口に設置された蛍光板の形状(実物大)。単位 mm、以下同じ。

4. リニアック用

リニアックは、長さ約 3 m の 6 本の加速管から構成される。第 1 加速管と第 2 加速管の間には、自由電子レーザー用のラインにビームを導くための 22.5° 偏向電磁石が設置されている。モニターは、各加速管の入口と第 1、第 6 加速管の出口の計 8 箇所に設置した。蛍光板の大きさや穴の大きさは入射器用(図 3)のものと同じである。穴を通過したビームは、蛍光板に遮られることなく、次の蛍光板まで到達できるので、すべての蛍光板を挿入したままビームの軌道位置を同時に確認しつつビームの軌道調整を行うことができる。

5. 輸送系用

リニアックによって 250 MeV まで加速されたビームは、40° 偏向電磁石によって軌道を曲げられ、蓄積リング室に導かれる。その後、20° 偏向電磁石とセプタム電磁石(偏向角 20°)によって軌道を曲げられ、リングに入射される。モニターは 40° 偏向電磁石の出口と、セプタム電磁石の入口付近に設置した。

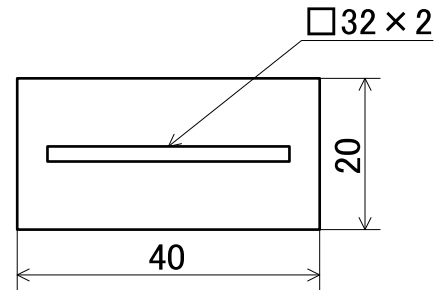


図 4: 輸送系の 40° 偏向電磁石出口に設置された蛍光板の形状。

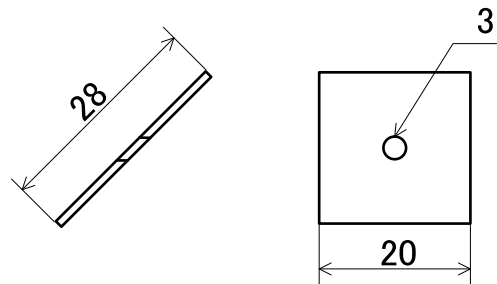


図 5: セプタム電磁石の入口に設置された蛍光板の形状。

5.1 40° 偏向電磁石出口

図 4 に、蛍光板の形状を示す。蛍光板の大きさは、幅 40 mm、高さ 20 mm、穴の大きさは、横 32 mm、縦 2 mm である。偏向電磁石通過後は運動量分散によりビームが広がるため、穴の横幅を大きくした。

5.2 セプタム電磁石入口

蛍光板は、穴の直径を除いて、入射器用のもの(図 3)と同じである。穴の直径は、ビームの進行方向から見て 3 mm である(図 5)。

6. 蓄積リング用

輸送系によって運ばれてきた 250 MeV 電子ビームはリングに入射・蓄積され、1.4 GeV に加速された後、貯蔵される。リングの周長は、75.6 m である。リングは 8 つのセルからなり、長直線部は 8 箇所ある。入射部から順番に、セプタム電磁石が設置される部分、将来、超伝導ウィグラーなどの挿入光源が設置可能な部分 6 箇所(LS1~LS6)、RF 空洞が設置される部分がある。モニターは、セプタム電磁石の出口、長直線部 LS1、LS1 から半周すすんだ位置にあたる LS5 の計 3 箇所に設置した。

6.1 セプタム電磁石出口

蛍光板は、図 6 に示すように、コの字型をしている。大きさは、幅 90 mm、高さ 34 mm であり、端部に横 30 mm、縦 5 mm の切りかきがある。

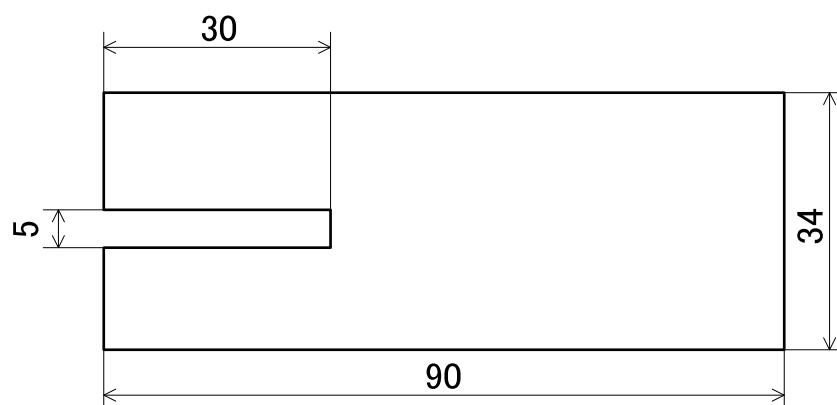


図 6: セプタム電磁石の出口に設置された蛍光板の形状。

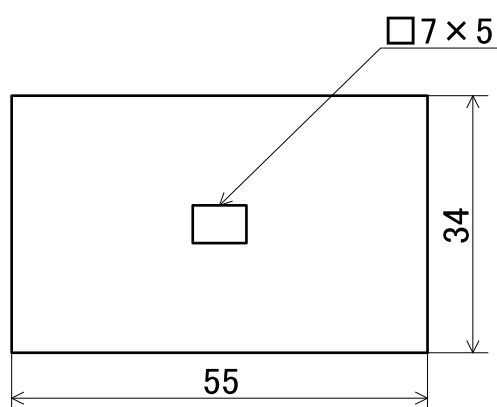


図 7: リングの長直線部 (LS1 と LS5) に設置された蛍光板の形状。

6.2 長直線部 (LS1 と LS5)

図 7 に、蛍光板の形状を示す。蛍光板の大きさは、幅 55 mm、高さ 34 mm である。中心には、横約 7 mm、縦 5 mm の四角い穴が開いている。すでに述べたように、蛍光板は、ビームに対して 45° 傾けて取り付けられているので、CCD カメラでは、穴の外形が 5 mm 角の正方形に見えることになる。

7. まとめ

SAGA Light Source のリニアック、蓄積リングにアルミナ蛍光板を用いたモニターを設置した。蛍光板には穴が開けられており、穴を通過したビームは進行を妨げられることなく、次の蛍光板まで到達する。よって、各モニター位置でのビームの軌道位置を同時に確認することができる。これは、ビームの軌道調整において非常に有用である。また、蛍光板を上下させて穴の開いていない部分にビームをあてれば、ビーム全体のプロファイルを観測することもできる。今年度の 9 月以降に、リングまでビームを通して調整を行う予定である。

最後に、本ビームポジションモニターの製作を担

当された石川島播磨重工業 (株) の東修氏をはじめ関係者の皆様にお礼を申し上げます。

参考文献

- [1] 富増多喜夫、安本正人、岩崎能尊、古賀信幸、橋口泰史、落合裕二. “佐賀シンクロトロン光応用研究施設電子リニアック 2001 年 (設計現状)”, Proceedings of the 26th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://conference.kek.jp/LAM26>.
- [2] 富増多喜夫、岩崎能尊、安本正人、橋口泰史、山津善直、木塚俊博、落合裕二. “佐賀シンクロトロン光応用研究施設電子リニアック 2002 年 (設計現状)”, Proceedings of the 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://lam27.iae.kyoto-u.ac.jp>.
- [3] 富増多喜夫、江田茂、岩崎能尊、安本正人、木塚俊博、山津善直、光武亨剛、落合裕二. “佐賀県シンクロトロン光応用研究施設電子リニアック 2003 年 (部品発注現状)”, Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://lam28.tokai.jaeri.go.jp>.
- [4] T. Tomimasu, et al., “Construction of SAGA Light Source”, Proceedings of the 1th Particle Accelerator Society of Japan Meeting, Funabashi, Aug. 4-6, 2004.
- [5] S. Koda, et al., “Construction of RF cavity system for storage ring at SAGA-LS”, Proceedings of the 1th Particle Accelerator Society of Japan Meeting, Funabashi, Aug. 4-6, 2004.
- [6] Y. Iwasaki, et al., “Beam-dynamics study based on measured magnets data of SAGA Light Source”, Proceedings of the 1th Particle Accelerator Society of Japan Meeting, Funabashi, Aug. 4-6, 2004.
- [7] 細野米市、中沢正治、上田徹、吉井康司. “アルミナ蛍光板の発光特性”, Proceedings of the 27th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://lam27.iae.kyoto-u.ac.jp>.
- [8] 細野米市、中沢正治、上田徹. “アルミナ蛍光板の発光特性 (II)”, Proceedings of the 28th Linear Accelerator Meeting in Japan, URL: <http://lam28.tokai.jaeri.go.jp>.