

PROJECTS FOR DEVELOPING FREE-ELECTRON LASERS AND A POSITRON SOURCE AT ISIR

Shuichi OKUDA, Yoshihide HONDA, Juzo OHKUMA, Norio KIMURA,
Tamotsu YAMAMOTO, Toichi OKADA, Takayoshi YAMAMOTO, Setsuo TAKAMUKU,
*Seishi TAKEDA and **Takio TOMIMASU

The Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 8-1 Mihogaoka, Ibaraki, Osaka
567

*National Laboratory for High-Energy Physics, 1-1 Oho, Tsukuba, Ibaraki 305

**Free Electron Laser Research Institute, Inc., 2-7-4 Kyomachibori, Nishi-ku, Osaka 550

ABSTRACT

The electron beams of the 38 MeV L-band and the 150 MeV S-band linacs are being used for a various kind of basic researches at ISIR. Free-electron lasers and a positron source are the objects of the future plans for the two linacs, respectively. The outline of these projects is reported.

産研における自由電子レーザーおよび陽電子源開発計画

1. はじめに

大阪大学産業科学研究所には現在、38 MeV Lバンドおよび150 MeV Sバンドの2台の電子ライナックが稼働している。

電子線加速器は従来の放射線利用に加えて新しい分野への応用が開け、加速器の特性にもビームの輝度の向上をはじめとする高い性能が求められるようになった。産研では2台の電子ライナックの特徴を活かして、自由電子レーザー (FEL)、低速陽電子の発生と利用をそれぞれ両者における今後の重要な開発課題として研究を進めている。

本報告では、開発研究の概要とこれまでの研究結果について述べる。なおこれまでに行った基礎研究の結果については、平成元年度～平成4年度の阪大産研附属放射線実験所年報に詳しく報告されている。

2. これまでの加速器開発の経緯

2台の電子ライナックはライナック棟地下2階のそれぞれ異なる室内に設置されているが、両者の制御は制御室において隣り合う制御卓で行われている。

これらの装置の開発経緯を表1に示す。Lバンドライナックは、電荷量の極めて大きいピコ秒単バンチの発生を特徴として建設され、その後電荷量の増大を主な目的として装置開発が進められてきた。全学共同利用施設として様々な基礎研究に利用されている。Sバンドライナックは、より高いエネルギーを必要とする新しい研究の発展のために、後に建設された。最大の加速勾配が19.3 MV/mという特徴を持っている。

3. FEL研究開発

3.1 これまでの研究経緯

Lバンド電子ライナックの単バンチビームのピーク電流は1 kA以上におよぶ。このビーム条件で、ウィグラー1回通過による極めて高利得のFELの実験を行うことができる。現在までに波長20, 40 μm においてこの特徴あるFELの発生を確認し、種々の特性を調べた。通常の発振型FELでは増幅の途中の過程を調べることは極めて困難であるが、このFELでは基本的過程の研究を行える特徴がある。

発振型FELでは、波長40 μm で自発放射光の測定を行った。この結果光の増幅を確認しているが、

発振には至っていない。加速器システムは、Lバンドであることに加えサブハーモニックバンチャーを備えていることなどFELに適した構成であるが、従来の経緯から、単バンチビーム加速用に最適化されている。この研究を進めるためには、低エミッタンス電子銃の使用を初めとする加速器の基本要素の改善によるFEL利得の向上が必要である。

3.2 計画の概要

産研ライナックの特徴、FELの基礎研究の結果に基づき、今後3年程の間次のように研究開発を進める計画である。その後、より短波長へと発展させる。

1) 増幅型FEL

FEL素過程の研究を行う。

自発放射光増幅型で、波長10~60 μm のFELを発生させる。

2) 発振型FEL

FEL出力向上のための装置開発を行う。

(ビームの低エミッタンス化、マクロパルスの増大が中心)

波長10~60 μm のFELを発生させる。

4. 低速陽電子源研究開発

4.1 これまでの研究経緯

Sバンドライナックの低速陽電子源への利用のために、ビーム出力向上を中心として加速器要素の改善を行った。陽電子発生部、輸送系の要素開発を行い、比較的単純な輸送系を構成して陽電子の計測を行い、発生を確認した。発生部の最適化、陽電子の輸送系の設計と計測におけるバックグラウンド除去が主な課題である。これまでの研究の結果から、現在の装置および遮蔽における最適な発生システムの設計を行い、設置の準備を進めた。

4.2 計画の概要

これまでの基礎研究の結果に基づき、基本的な発生システムの開発を約1年の間行い、その後利用研究へと発展させる。

表1 産研ライナックの開発経緯

1978	Lバンドライナック完成
1979	ライナック利用開始
1980	De-Qing回路
1981	5 MWクライストロン増設
1982	単バンチチョッパー
1984	SHPB改造 (単バンチビーム67 nC加速)
1985	SHPB自動位相制御装置
1986	単バンチコンプレッサー アバランシェバルサー
1987	チェレンコフ光によるバンチ波形モニタ
1988	Sバンドライナック建設開始
1989	Sバンドライナック完成
1991	FELトランスポート系 陽電子発生装置 バーストモード電子銃バルサー
1992	低エミッタンス電子銃
1993	FEL、低速陽電子源研究開発計画