

原子力機構における ERL 入射器の開発

日本原子力研究開発機構、ERL 光量子源開発研究グループ

羽島 良一、西谷智博、飯島北斗、永井良治、西森信行、沢村勝、菊澤信宏、峰原英介

1 はじめに

日本原子力研究開発機構 (JAEA) では、エネルギー回収型リニアック (ERL) のための大電流低エミッタンス入射器の開発を行っている。次世代放射光源の要求 (規格化エミッタンス = 0.1mm-mrad、平均電流 = 100mA) を満たす入射器として、NEA-GaAs のフォトカソードと DC 電子銃の組み合わせを採用し、現在、フォトソードと DC 電子銃の開発を並行して進めている。

2 フォトカソードの開発

GaAs の表面に Cs(O) を添加することで、真空準位が価電子帯準位より低い状態 = 負性電子親和力 (Negative Electron Affinity) を得ることができる。この NEA-GaAs は、ERL-FEL の電子源や高エネルギー物理実験用の偏極電子源として用いられており、ERL 型次世代放射光源の電子源としても第一候補にあがっている。

われわれは、高い量子効率 (大電流) と小さなエミッタンスを両立するカソードとして、従来のバルク結晶 GaAs に代わる超格子 GaAs を提案し、名古屋大学 (竹田美和教授、田淵雅夫助教授ら) との共同のもと、超格子 GaAs カソードの試作と性能評価を進めている。平成 17 年度は、予備実験としてバルク GaAs にアルミを混晶させた試料を作成し、混晶比による電子放出特性の違いを調べ、理論との比較を行うこととした。NEA 表面作成、および量子効率測定を行うための装置の製作を完了し、2 月 27 日に最初の光電子引き出しに成功した。試料毎の特性評価を順次進めているところである。

3 DC 電子銃

250 kV、50 mA の DC 電子銃を製作中である。絶縁ガスタンク内にコッククロフト電源を組み込み、250 kV の高電圧印加試験を完了した。セラミック管は手持ちの物品を流用する。カソード部の真空チェンバーは、材料による到達真空度の違いを調べるために、SUS 材と Ti 材のものを用意した。ダミーのカソードを仕込んでの高電圧印加試験をまもなく開始する。

平成 18 年度には、ロードロック式の NEA カソード調製装置を製作し、これを電子銃と組み合わせて極高真空試験 ($10^{-11} \sim 10^{-12}$ torr) を行う。順調に進めば、18 年度末までに 250 kV 電子銃からの光電子取り出しを実施できる予定である。当分のあいだは、83.3 MHz の Ti:Sap. レーザーを用いて光電子の取り出しを行うので、最大で電荷量 600 pC、平均電流 50 mA までの試験が可能である。引き出した電子の特性評価 (エミッタンス、パンチ長など) を行うための装置はこれから設計を始めるところである。

4 おわりに

ERL 実証機に向けた R&D が JAEA、KEK 他の共同で始まったところである。電子銃を含む入射器は ERL の性能を決定する重要な構成要素であり、重点的な研究開発が求められる。多くの方々が興味を持って、協力していただければ幸いである。