

理工系学生を対象とする加速器科学導入のための教材

Teaching tool for introduction of accelerator science and engineering at undergraduate level

阪大院工 °前川 達郎, 佐藤 文信, 村田 勲, 加藤 裕史

Osaka Univ. °Tatsuro Maekawa, Fuminobu Sato, Isao Murata, Yushi Kato

E-mail: maekawa@nf.eie.eng.osaka-u.ac.jp

1 はじめに

加速器は、基礎科学から工学・医療などの多分野にわたり応用が進んでおり、工学分野では材料改質・分析技術に応用され、医療分野では放射線ガン治療に欠かすことのできない技術となっている。そこで工学部の大学 2, 3 年生を対象とし、高電圧を用いた静電加速器の仕組みを、簡単な電子回路製作や加速器設計を通して理解できる教材を開発し、学生実験に導入したので報告する。

2 教材について

実際の静電型加速器のなかには、高電圧源としてコッククロフト・ウォルトン (C・W) 回路をもちいたものがある。そこで 10kV の C・W 回路を、ダイオードとコンデンサの 2 種類の素子を用いて、Fig.1 の回路図をもとに学生が製作した。C・W 回路は簡単な回路であるが、段数を重ねることで高電圧を得ることが出来る。入力の交流電源には市販の冷陰極管用インバータを用い、5 段の C・W 回路で、-10kVDC の加速電圧を得ることができる。学生はオシロスコープと高電圧プローブを用いて、段数ごとに昇圧していく様子を確認した。

Fig.2 は製作した教材で、アクリル製レーン上を金属製剛体球が移動する。加速レーンは学生が設計し、レーザー加工機を用いて製作した。重力加速部と静電加速部の 2 領域から構成される。導電性テープを用いて、レーン上に高電圧電極と接地電極を取り付けた。重力加速部の斜面を転がる剛体球が、静電加速領域に差し掛かり、導電性テープ上を通過すると、剛体球へと電荷が移動する。その後剛体球はクーロン力

により加速される。加速された剛体球はやがて摩擦力により速度が減少し停止する。剛体球は直径 3 mm, 加速レーンは全長 30cm 程度である。

3 学生実験について

学生実験は全 5 回 (2H/回) で構成される。

第 1 回：座学と実際の加速器の見学を行う。

第 2 回：基盤にダイオードを半田付けするなどの基本的な電子回路工作を学び、ダイオードの電流-電圧特性を調べる。

第 3 回：C・W 回路を製作し、オシロスコープなどを用いて回路の特性を調べる。

第 4 回：加速レーンの設計と製作を行う。

第 5 回：剛体球の加速実験を行う。

学生実験終了後のレポートやアンケートによると、多くの学生が「本教材が実際の静電加速器の仕組みや加速機構を理解するのに役立った」と回答している。発表では本教材の詳細について報告する。

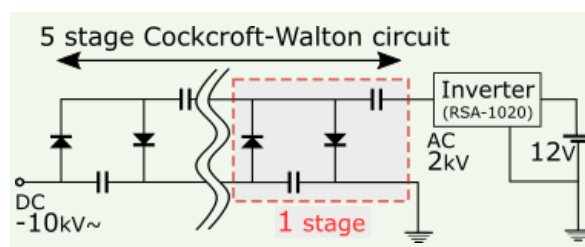


Fig.1 Circuit diagram of high voltage source

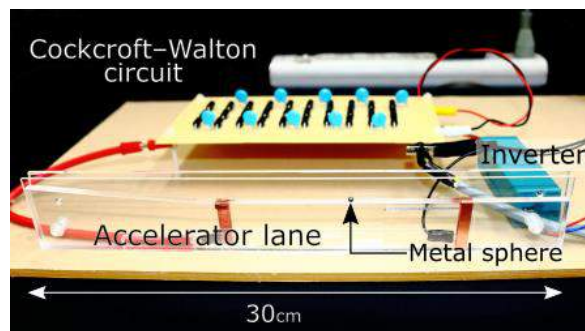


Fig.2 Photograph of teaching tool