

レーザー加速陽子線のためのエネルギー spektrometa の設計

Design of a passive energy spectrometer for the laser-accelerated protons

神大院海事¹, 量研機構関西²

○金崎 真聡¹, 宇野 雅貴¹, 山内 知也¹, 小田 啓二¹, 福田 祐仁²

Kobe Univ.¹, KPSI-QST²

○Masato KANASAKI¹, Masataka UNO¹, Tomoya YAMAUCHI¹, Keiji ODA¹, Yuji FUKUDA²

E-mail: kanasaki@maritime.kobe-u.ac.jp

【はじめに】

レーザー駆動イオン加速実験では、最大で数十 MeV 級の白色のエネルギー spektrol を有する陽子線が発生する。このような陽子線のエネルギー spektrol 計測にはトムソンパラボラ、飛行時間型エネルギー分析計、ラジオクロミックフィルムや固体飛跡検出器 CR-39 を積層したスタック検出器等が用いられてきた。トムソンパラボラと飛行時間型エネルギー分析計は、加速された陽子線の空間分布を計測することはできないが、スタック検出器ではエネルギー spektrol と同時に陽子線の空間分布も計測が可能である。しかしながら、これまでのスタック検出器は、ラジオクロミックフィルムや CR-39 のみを重ねたものが主流であったため、正確なエネルギー spektrol を得ることが困難であった。本研究では、CR-39 を用いて、陽子線のエネルギー spektrol を正確に計測する手法の開発を行った。すなわち、モンテカルロ粒子輸送計算コード PHITS を用い、CR-39 各層の間に適切な減速材を挿入し、エネルギー spektrol が再構成可能なスタック検出器の設計を行った。

【結果と考察】

Fig. 1 にスタック検出器の設計概念を示す。本研究では CR-39 として、最大で 20 MeV の陽子線を計測可能な HARZLAS (TD-1) (公称厚さ 0.9 mm) の使用を想定している。例えば 10 MeV の陽子線の CR-39 内での飛程は 0.959 mm であり、CR-39 のみを重ねた場合には、1 層目だけでなく 2 層目にもエッチピットを形成する。また 15 MeV 以上の場合には 3 層目にも、20 MeV の場合には 4 層目にもエッチピットを形成する。即ち、Fig. 1 (a) に示すように 1 つの陽子線が複数の層にエッチピットを形成するため、エッチピット数からエネルギー spektrol を求めることは不可能である。そこで、Fig. 1 (b) に示すように 20 MeV までの陽子線が次の層の CR-39 に入射しないように減速材 (PTFE (polytetrafluoroethylene)) の厚みを計算したところ、およそ 1.8 mm であった。これにより、厚さ 0.9 mm の CR-39 と厚さ 1.8 mm の PTFE を組み合わせてスタックすることで、1 つの陽子線に対して 1 つのエッチピットしか形成されないため、エッチピットを計数するだけで正確なエネルギー spektrol を再構成することが可能となった。

本研究で設計した CR-39 を用いたスタック検出器は、トムソンパラボラや飛行時間型エネルギー分析計によるエネルギー spektrol 計測で問題となる高エネルギー部分でのエネルギー分解能の低下が起こらない。また、ラジオクロミックフィルムよりも空間分解能が高いため、将来的に発生すると期待される数百 MeV 級のレーザー加速陽子線のエネルギー spektrol meteta として最適な検出器であると考えられる。講演では、スタック検出器を用いたエネルギー spektrol の再構成手法の詳細とともに、モデルエネルギー spektrol の再構成結果についても述べる。

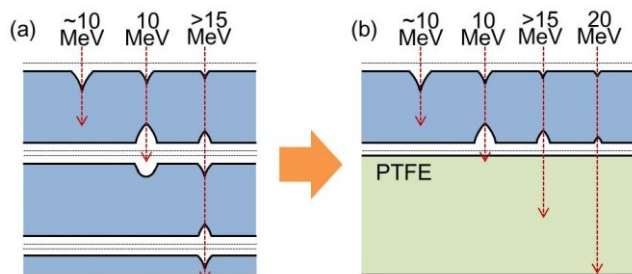


Fig. 1 Cross sectional view of the design of the stacked CR-39 detector.