

固体飛跡検出器としてのポリエチレンテレフタレートの特性研究 A study on polyethylene terephthalate film as an etched track detector

神大院海事¹, 量研機構², ○上野琢也¹, 楠本多聞¹,
小田啓二¹, 金崎真聡¹, 北村尚², 小平聡², 山内知也¹
Kobe University¹, QST²,

○Takuya Ueno¹, Tamon Kusumoto¹, Keiji Oda¹, Masato Kanasaki¹,
Hisashi Kitamura², Satoshi Kodaira², Tomoya Yamauchi¹
E-mail: 150w507w@stu.kobe-u.ac.jp

[緒言]

固体飛跡検出器はプロトンや重イオンの通り道である飛跡を化学エッチング処理によってエッチピットに拡大し、そのサイズや幾何形状、数密度からそれらがおかれていた放射線場の性質を読み解く受動型放射線検出器の一種である。原理的に小型かつ軽量であり、数年にも及ぶ長期間の計測やほとんどの放射線計測器が窒息するような強力な電磁パルス場での利用にも耐えるので、宇宙放射線計測や高強度レーザー駆動粒子加速実験に用いられている。代表的な固体飛跡検出器としてポリアルリジグリコールカーボネート (PADC) やポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリイミド (PI) が挙げられる。PADC はプロトンに対しても感度を有しているが PET や PI は不感である。また PET はブラッグピーク近傍の C や O に対しては感度を有するが PI はそれらに対しても不感である。検出感度が低いことは欠点ではなく、プロトンや軽いイオンが作るエッチピットのノイズに邪魔されることなく重イオン成分を検出できるという利点である。そこで本研究では、前面より PI と PET、PADC からなる「スタック型検出器」の開発を念頭に、PET の検出閾値周辺で体系的感度評価と潜在飛跡構造分析を実施した。PET の利用には長い歴史があるが検出感度のイオン種依存性を体系的に評価した実験例は意外にも少ない。本研究では、B から Kr までのイオン種を対象にした分析を行い、検出閾値における感度のイオン種依存性を明らかにする。また、放射線混成場での活用には、潜在飛跡の構造と感度との関係を理解しておくことは検出器の信頼性向上のためにも必要である。本研究では、PET の主鎖を構成する各官能基について、放射線化学収率等の化学的損傷パラメータを阻止能の関数としてイオン種ごとに評価した。

[実験結果]

本研究では公称厚さ 1 mm の住友ベークライト社製 PET シート及び公称厚さ 2.5 μm の Goodfellow 社製 PET フィルムに、放射線医学総合研究所内の HIMAC の中エネルギービーム照射室 ($\sim 6 \text{ MeV/n}$) 及び生物照射室 ($\sim 500 \text{ MeV/n}$) で重イオンを照射した。エッチング処理には 6 M、50°C の水酸化カリウム水溶液を用いた。本研究では C、N、O 及び Kr イオンの検出閾値を決定した。図 1 に検出閾値近傍での感度と阻止能の関係を示す。図 1 より原子番号の大きいイオンほど検出閾値近傍における感度が低いことが分かった。

また、従来の研究からプロトンや He と C 以上の比較的重いイオンとの間で化学的損傷パラメータの傾向に明確な違いがあることが分かっている^[1]。図 2 に C=O 基のトラックコア半径と阻止能の関係を示す。図 2 より C=O 基のトラックコア半径は阻止能が約 250 eV/nm 付近で起きていることが分かった。

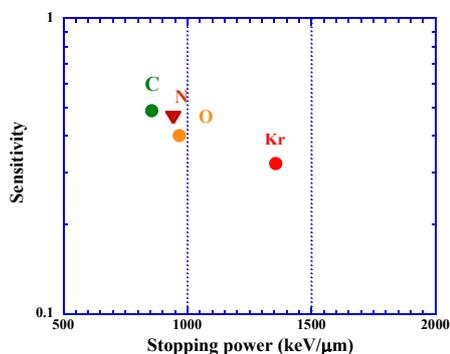


図 1. 感度と阻止能の関係

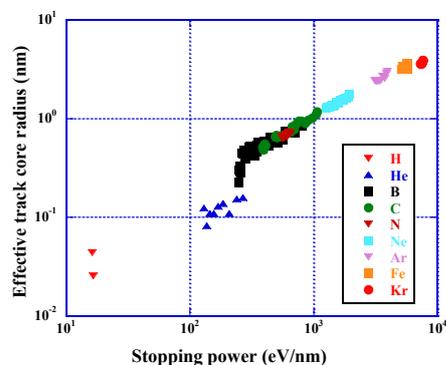


図 2. トラックコア半径と阻止能の関係

[1] T. Yamauchi, et al, "Thresholds of Etchable Track Formation and Chemical Damage Parameters in Poly(ethylene terephthalate), Biphenol A polycarbonate, and Poly(allyl diglycol carbonate) Films at the Stopping Powers Ranging from 10 to 12,000 keV/ μm ", Jpn.J.Appl.Phys, 51(2012)056301.