

ポリイミド薄膜の重イオン応答特性評価

A study on the heavy ion track in polyimide films

神大院海事¹, 放医研², °松川 兼也¹, 森 豊¹, 小田 啓二¹小西 輝昭², 小平 聡², 北村 尚², 山内 知也¹Kobe Univ.¹, NIRS², °Kenya Matsukawa¹, Yutaka Mori¹, Keiji Oda¹,
Teruaki Konishi², Satoshi Kodaira², Hisashi Kitamura²,
Tomoya Yamauchi¹

【緒言】

ポリイミド樹脂は主鎖にイミド結合 ($-O=C-N-C=O-$) を持つポリマーの総称であり、その一次構造は対称性のよい剛直な複素芳香環及び蝶番的なエーテル結合からなる。1960 年頃に超耐熱性をもつポリマーとして開発され、スーパーエンジニアリングプラスチックの中でも最高の耐熱性を有するほか、優れた機械的、電気的、化学的特性を示すことから高機能材料として用いられている。さらに、優れた耐放射線性を有することが知られており現在では航空・宇宙関係や加速器周辺等の非常に過酷な放射線場で活用されている。このような厳しい放射線場で利用されるため同樹脂の放射線応答特性について様々な研究が進められており、近年では固体飛跡検出器への応用も期待されている。

これまでの研究では原子番号の大きい重イオンを弁別するという新しい固体飛跡検出器として同樹脂を用いるために基礎的な特性評価が行われてきた。ポリイミド樹脂に重イオンを照射し、化学エッチング処理を施すことである閾値を越えた重イオンに対してエッチピットの生成が認められている^[1]。

本研究ではポリイミド樹脂として UPILEX (宇部興産社製) を用いた。同樹脂は一般的なポリイミド樹脂よりも耐熱性、耐放射線性が優れていることが知られている。試料に重イオンを照射した後、エッチピット生成感度評価及び赤外分光法を用いた重イオン照射効果の分析を行うことで UPILEX の固体飛跡検出器としての応用可能性の評価と潜在飛跡形成機構の解明を目的とした。

【実験結果】

エッチピット生成感度評価には公称厚さ 125 μm 、重イオン照射効果の分析には公称厚さ 7.5 μm の試料を使用した。重イオン照射は放射線医学総合研究所にある HIMAC の中エネルギービーム照射室で行った。イオン種及び入射エネルギーはそれぞれ H(5.6 MeV)、He(16 MeV)、C(57 MeV)、Ne(79 MeV)、Si(90 MeV)、Ar(134 MeV)、Fe(144 MeV)、Kr(204 MeV)、Xe(280 MeV) である。照射後、55°C の次亜塩素酸ナトリウム溶液 (活性塩素 8.5-13.5%) に浸しエッチング処理を行ったところ、Fig. 1 の黒丸に示す位置でエッチピットの生成が認められた。また、赤外分光法より得られた重イオン照射前後の赤外吸収スペクトルから各官能基の化学的損傷パラメータを算出した。一例として実効的トラックコア半径と阻止能の関係を示す (Fig. 2)。さらにエッチピット生成閾値周辺における重イオン照射効果について注目し、ピット生成に関わる分子損傷について考察した。講演では高エネルギー重イオン照射によるエッチピット生成結果についても紹介し、より幅広いエネルギー領域における重イオン応答特性について述べる。

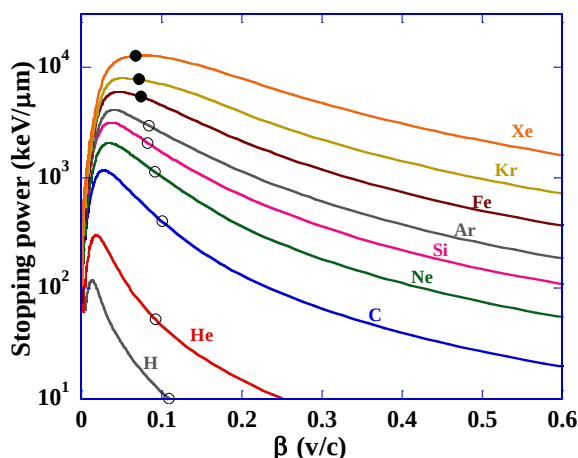


Fig. 1. Track registration data for UPILEX plotted on the graph of the electronic stopping power against ion speed.

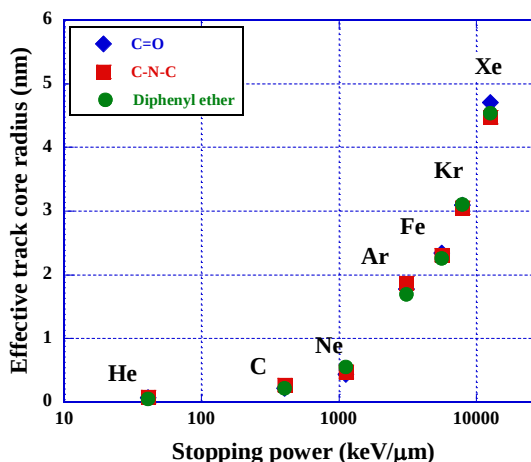


Fig. 2. Effective track core radius as a function of the stopping power.

[1] T. Yamauchi *et al.*, "Applicability of polyimide films as etched-track detectors for ultra-heavy cosmic ray components" Appl. Phys. Express 6 (2013) 046401