

高閾値飛跡検出器としてのポリイミド薄膜の応用

Applicability of the Polyimide Films as a High Threshold Etched Track Detector

神大院海事¹, 放医研², 福井大³, °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, 安田 伸宏³, 山内 知也¹Kobe Univ.¹, NIRS², Fukui Univ.³, °Kenya Matsukawa¹, Yutaka Mori¹, Keiji Oda¹,Teruaki Konishi², Satoshi Kodaira², Hisashi Kitamura²,Nakahiro Yasuda³, Tomoya Yamauchi¹E-mail: 120w519w@stu.kobe-u.ac.jp

【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、代表的なところでは米国デュボン社の Kapton がある。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しているほか、機械的、電氣的、化学的に優れた特性を示すことから様々な分野で高機能材料として用いられている。また、耐放射線性が非常に優秀であることが知られ、現在ではこの耐放射線性を利点に宇宙・航空関係、原子炉や加速器周辺の絶縁材料等、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 Fe, Xe イオンの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おり、その検出閾値は 2500 keV/μm 程度であると予想されている^[1]。

本研究ではこうした結果を踏まえ、高エネルギーの重イオンに対する Kapton のエッチピット形成感度評価を行い、その潜在飛跡形成機構の解明及び検出閾値を推定することを目的とした。

【実験結果】

試料は Kapton (公称厚さ 125 μm 株式会社ニラコ製) をエッチピットの生成の確認のために使用した。重イオン照射は放射線医学総合研究所にある HIMAC で行った。H(5.6 MeV) と He(16 MeV)、C(57 MeV)、Ne(79 MeV)、Si(30, 50, 70, 90 MeV)、Ar(134 MeV)、Fe(144 MeV)、Kr(204 MeV)、Xe(280 MeV)イオンは中エネルギービーム照射室で照射した。高エネルギーの Fe (0.78, 1.3, 2.3 GeV) 及び Xe (3.8, 5.3, 7.6, 9.3, 10.6, 13.2, 17.7, 23.9 GeV) イオンは生物照射室にて照射した。照射後、55℃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、Xe(3.8, 5.3, 7.6 GeV)照射による感度は Fig.2 に示すように Ar や Fe イオンの値よりも小さな値となり、阻止能はユニバーサルパラメーターでないことがわかった。Kapton の検出閾値を推定するにあたり、阻止能で閾値を決定することは難しい。講演では阻止能だけでなく Restricted Energy Loss (REL)や、primary specific ionization (PI)、Z/β等の各種物理パラメータの適用可能性について議論する。

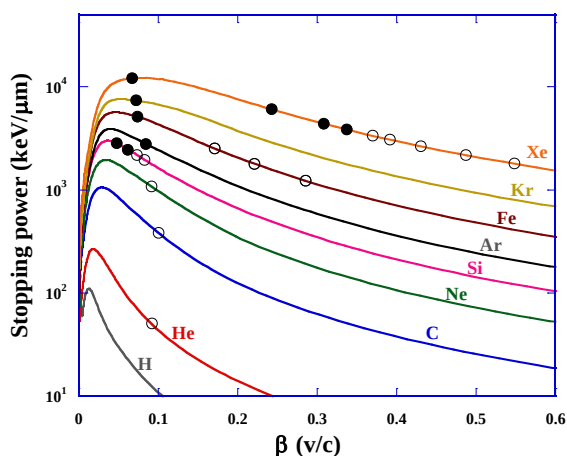


Fig. 1. Track registration data for Kapton plotted on the graph of the electronic stopping power against ion speed.

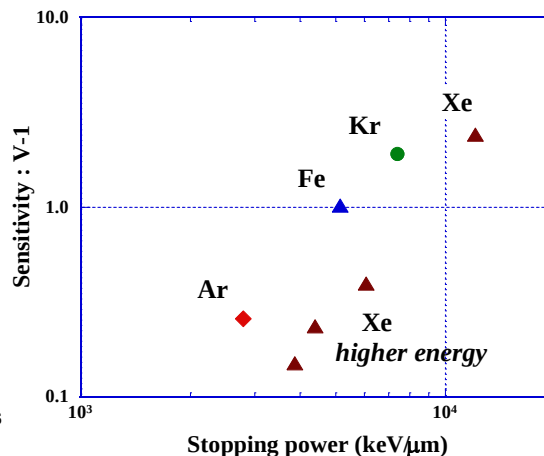


Fig. 2. Sensitivity of Kapton for heavy ions against the stopping power.

[1] T. Yamauchi *et al.*, "Applicability of the polyimide films as an SSNTD material" Radiation Measurements. In Press.