PADC 検出器の閾値を記述する新しい物理概念としての イオントラック内径方向電子フルエンス

A new physical criterion of Radial Electron Fluence around Ion Tracks for the detection threshold of PADC detector

神大院海事 [1], ユベール・キュリアン学際研究所 [2], 神戸大学先端融合研究環 [3],
フランシュコンテ大 [4], シャーブルック大 [5], 放医研 [6]
°楠本 多聞 [1,2], EL バイタ ジアッド [2], 岡田勝吾 [3], ジレット ピエール [2], アーバ ニコラ [2],
森 豊 [1], 金崎 真聡 [1], 小田 啓二 [1], ヌレディン アブデル-ミジッド [2], 藏重 久弥 [3],
フロム ミッシェル [4], クロウティエ ピエール [5], D バス アンドリュ [5], 小平 聡 [6],
サンチェ レオン [5], バリオン レミ [2], 山内 知也 [1]
Kobe Univ.[1], IPHC[2], Organization for Advanced and Integrated Research[3], Université de Franche-Comté[4], Université de Sherbrooke[5], NIRS[6] °Tamon Kusumoto[1,2], Ziad EL Bitar[2], Shogo Okada[3], Pierre Gillet[2], Nicolas Arbor[2], Yutaka Mori[1], Masato Kanasaki[1], Keiji Oda[1], Abdel-Mijid Nourredine[2], Hisaya Kurashige[3], Michel Fromm[4], Pierre Cloutier[5], Andrew D Bass[5], Satoshi Kodaira[6], Léon Sanche[5], Rémi Barillon[2], and Tomoya Yamauchi[1]
E-mail: 139w508w@stu.kobe-u.ac.jp

[はじめに]

ポリアリルジグリコールカーボネート（PADC）は最も感度の高いエッチング型飛跡検出器として知られており、その検出閾値を統一的に記述するために、限定的エネルギー損失（REL）や第一次イオン化率（PI）、局所線量分布論等の物理的パラメータが提案されてきた。しかし、そのどれもがイオントラックの構造に基づいたものではなく、不十分なパラメータであった。我々は PADC 中のイオントラックの構造及び形成メカニズムの解明に取り組んできた[1]。先に実施した 28 MeV 電子線照射実験にて、ある 1 つの繰り返し構造を 2 個以上の電子が通過したときにのみカーボネートエステル基が失われるという 2 段階の損傷形成過程を明らかにした[2]。また、PADC の主鎖を担う CH 基の G 値が検出閾値の前後で急激に減少することも確認している。これらの実験結果はある繰り返し構造を通過する電子の個数がエッチング可能な潜在飛跡の形成に大きな役割を担うことを示している。

[結果]

本研究ではモンテカルロ法を用いたシミュレーションコードである、Geant4-DNA を用いて、潜在飛跡周囲の二次電子の個数密度を計算した。一般的にフルエンスは、ある球体に入射する粒子の数を、その球の大円の断面積で除した値と定義される。本研究では、ある半径を持った円柱側面を通過する電子の個数密度をイオントラック内径方向電子フルエンス（Radial Electron Fluence around Ion Tracks: REFIT）と定義し、プロトン、He 及び C イオンのそれぞれの検出閾値において計算した（Fig. 1）。飛跡中心からの距離が PADC の繰り返し構造の長さの半分である 1 nm で、それぞれのイオン種の REFIT の値はオーダーが一致した。また、この計算結果は上述した 2 段階の損傷形成モデルとも良く一致している。しかし、現状のままでは、REFIT が検出器の感度や閾値を表すユニバーサルなパラメータとは言い難い。そこで、二次電子の発生位置を表すインパクトパラメータや Geant4-DNA のカットオフエネルギーである 7.4 eV 以下の電子の付着効果、ターゲットの化学組成等の将来的な課題について言及した。

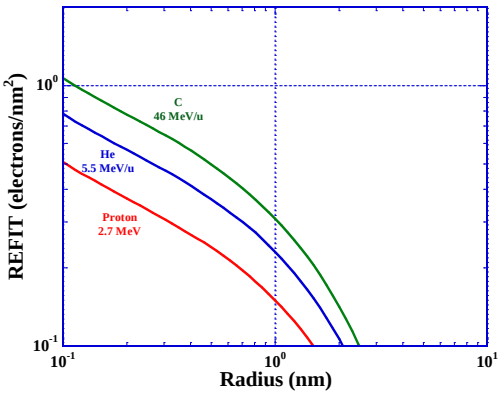

Fig. 1. Radial Electron Fluence around Ion Tracks (REFIT) for proton, He and C ions against the distance from ion's path.

[1] Yamauchi, 2003, *Radiat. Meas.* **36**, 73-81.
[2] Kusumoto et al., 2016, *JPS. Conf. Proc.* **11**, 010001.

© 2018年 応用物理学会