紫外線(222 nm)照射下で PADC 検出器中に形成される 損傷サイズ評価

An evaluation of the damage size formed in PADC during 222 nm UV exposure 神大院海事¹, ユベール・キュリアン学際研究所²

○楠本 多聞^{1,2},森豊¹,金崎 真聡¹,小田 啓二¹,バリオン レミ²,山内 知也¹ Kobe Univ.¹, NIRS², IPHC³, °Tamon Kusumoto^{1,3}, Yutaka Mori¹, Masato Kanasaki¹, Keiji Oda¹, Rémi Barillon², Tomoya Yamauchi¹ 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) 検出器は、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いる。我々は先に実施した 28 MeV 電子線照射実験にて、カーボ ネートエステル基の損傷は隣接するエーテル基が損傷を受けた後にのみ生じること、そし て、その放射線化学収率はエーテル基のそれと同程度にまで著しく増大することを見出し た[1]。それは電子トラックの重なりが顕著となるクリティカルフルエンス以上で観察され るが、同様の傾向は波長 222 nm の紫外線照射においても確認されている [2]。本研究では、 紫外線照射下で確認された段階的な損傷形成過程を理解することを目的とし、電子線トラ ックの重なりを考察する際に用いた直線的損傷である、トラックの重なりモデルを点的損 傷と考えられる UV 損傷の重なりに拡張し、考察を進めた[3]。 [実験結果]

ウシオ電機社製の希ガスハロゲンエキシマランプである UER20H-222C を用いて波長 222 nm の紫外線を厚さ 3 µm 以下の PADC 薄膜へ照射した。同薄膜の紫外可視吸収スペクトル を測定したところ、波長 222 nm 付近の吸光度は 0.1 程度であり、入射した紫外線の約 20% が吸収される。Fig. 1.に試料が吸収した紫外線のフルエンスと照射前後の差スペクトルの関係を示す。ガンマ線やイオンに対して最も高い放射線感受性を示すエーテル基密度はフル エンスの増加に伴って線形的に減少した。カルボニル基も同様に減少しているようにみえるが、生成したヒドロキシル基との水素結合によるピークシフトがその主たる原因である。しかし、3.0×10¹⁹ photons/cm² 以上の領域ではカーボネートエステル基が脱カルボニル型の損傷を受けていることを示す二酸化炭素の放出が生じているとみられる。

電子線やイオン照射の場合にはイオントラックは損傷の基本単位であるスパーの連なり として理解できるが、UV 照射の場合には一つの光子が残せる損傷は最大でも単一の分子鎖 切断であろう。その損傷はとスパーと比較すると格段に小さな空間的広がり鹿ないと考え られ、ここではそれを UV 損傷と呼ぶ。UV 損傷の重なりが始まるフルエンスである、クリ ティカルフルエンスと UV 損傷の体積の関係を Fig. 2.に示す。内挿の図は PADC が吸収し たフルエンスが 3.0×10¹⁹ photons/cm² での 2×2×10 nm³ 内の UV 損傷の様子を示している。こ の領域内に含まれる UV 損傷の数と損傷を受けている PADC の繰り返し構造の数はオーダ ーが一致しており、いくつかの UV 損傷の重なりも確認できる。紫外線照射の場合にも、カ ーボネートエステル基の損傷の形成は隣接するエーテルが損傷を受けた場合にのみ起こる と考えている。



Fig. 1. Changes in absorbance of typical functional groups in PADC exposed to UV photons.



Fig. 2. The relation between the photon fluence and the effective volume of the UV damage. Inset sketch is an example of the UV damage at the critical fluence.

Kusumoto et al., 2016, JPS. Conf. Proc. 11, 010001.
坂本ら, 2010, 神戸大学海事研究科紀要. 07, 87-98.
Yamauchi, 2003, Radiat. Meas. 36, 73-81.