2016年秋の大会

## 薄い試料の電子線パルスラジオリシスの開発

Development of the electron pulse radiolysis for thin samples

\*近藤 孝文¹,神戸 正雄¹,大島 明博²,菅 晃一¹,楊 金峰¹,吉田 陽一¹ ¹阪大産研,²阪大院工

多くの産業応用では、薄膜や材料の表面・界面で起きる放射線化学反応を基にしているので、薄い試料の 放射線化学反応をパルスラジオリシスで直接観測することが望まれている。本研究では、薄膜を用いた場 合の電子線パルスラジオリシスについての幾つかの試みと検討を報告する。

キーワード:電子加速器,パルスラジオリシス,放射線化学

## 1. 緒言

電子線を用いた材料の改質や、グラフト重合による材料の機能化、次世代レジスト薄膜における潜像形成は、薄膜や材料の表面・界面で起きる放射線化学反応を基にしており、薄い試料の放射線化学反応をパルスラジオリシスで直接観測することがのぞまれている。しかしながら、高エネルギー電子線と薄い試料の相互作用は非常に小さいので、困難である。本研究では、薄膜を用いた場合の電子線パルスラジオリシスについての試行と検討を報告する。①フォトカソード高周波電子加速器を用いた場合、電子ビームを強く収束することで電子密度の増倍を図り、活性種濃度を増加させる。②大強度熱電子銃加速器を用いた場合、電荷量を大きくすることで、活性種濃度を増倍する。③低エネルギー電子線照射装置を用いると、材料中のエネルギー付与が大きくなり、電子あたりの活性種の発生数を増倍することができる。

## 2. 実験

ナノ秒パルスラジオリシス実験では、8 ns, 26 MeV のパルス電子線を試料に照射し、Xe フラッシュランプの白色光を電子線と同軸入射し、分光器により分光して Si フォトダイオードで検出した。フェムト秒パルスラジオリシス実験では、400 fs, 32 MeV のパルス電子線を試料に照射し、分析用フェムト秒レーザーパラメトリック増幅システムにより分析光を発生して電子線と同軸入射し、バンドパルフィルタにより分光して Si アバランシェフォトダイオードにより検出した。試料は、既知でモル吸光係数の比較的大きな水和電子( $\epsilon$ @720 nm= 18800cm $^{-1}$ M $^{-1}$ )を対象とした。バイアル中で Ar 置換しその後、石英セルに移した。

## 3. 結果と考察

大強度の熱電子銃加速器を用いた場合のナノ秒パルスラジオリシス実験では、光路長 1 mm セルを用いて、電荷量を増大したことにより、吸光度 130 mO.D.を得た。吸光度の測定下限が 1 mO.D.程度であるので、計算上は  $10\,\mu$  m 厚の試料で吸光度 1.3 mO.D.が観測可能と考えられる。フォトカソード高周波電子加速器を用いたフェムト秒パルスラジオリシスでは、現状のマグネット構成で電子ビームを収束しても 1 mm 厚試料で吸光度 13 mO.D.だった。 $100\,\mu$  m 厚の試料が現状での限界だった。しかしながら、大強度パルスにしたことで放射線化学反応自体が変化した。水和電子は水和電子同士の 2 次反応が顕著になった。この事は、電子線パルスの大電流化、収束による高密度化が、化学反応に影響を与えるので、測定可能ではあるが、取り扱いに注意が必要であることを示した。

\*Takafumi Kondoh<sup>1</sup>, Masao Gohdo<sup>1</sup>, Akihiro Oshima<sup>2</sup>, Koichi Kan<sup>1</sup>, Jinfeng Yang<sup>1</sup>, Yoichi Yoshida, <sup>1</sup>

<sup>1</sup>ISIR, Osaka Univ., <sup>2</sup>Graduate school of Engineering Osaka Univ.