

# 次世代 EUV リソグラフィーに向けた有機スズ含有極性変化レジストの放射線化学とそのカウンターアニオンが系に与える影響

Organotin based polarity change resist used for EUV lithography:

Radiation chemistry and the Effect of counter anions

\*橋本 康平<sup>1</sup>, 室屋 裕佐<sup>1</sup>, 古澤 孝弘<sup>1</sup>, 町田 康平<sup>2</sup>, 榎本 智至<sup>2</sup>, Bilal Naqvi<sup>3</sup>, Danilo De Simone<sup>3</sup>

<sup>1</sup>阪大産研, <sup>2</sup>東洋合成工業, <sup>3</sup>imec

半導体産業では EUV の利用が本格的に始まり、この領域では光子揺らぎの影響がますます見過ごせなくなるため、新たな設計指針に基づいたレジストが必要となる。我々は、EUV 光子吸収断面積が高い有機スズを含有したレジストの開発<sup>[1-4]</sup>を進めおり、今回はその進展を報告する。

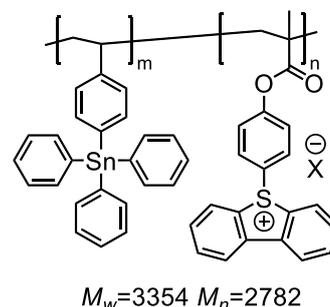
**キーワード**：極端紫外光リソグラフィー(EUVL), 放射線化学, 微細加工, 有機スズ, カウンターアニオン

## 1. 緒言

EUVL において、スズを含む高反応性材料は微細加工に有効であるとされている。しかし、現行のレジストの系に単にスズを加えるだけでは反応系がかき乱され、これが欠陥につながる。そのため素反応を理解し、性能が干渉し合わない材料設計が重要である。本研究では、有機スズと極性変化剤(酸発生剤)を有する二元系高分子レジスト(**Fig.1**)とその単分子材料の放射線化学初期過程と生成物解析を行った。加えて、125 keV 電子線描画による条件の探索を行い、反応機構やカウンターアニオン(構造)とパターンとの関係の調査を試みた。

## 2. 実験

レジストの反応初期過程は電子線パルスラジオリシス(時間分解測定)により評価をした。生成物解析について、溶液中では <sup>60</sup>Co ガンマラジオリシスを実行し照射後の液相を高速液体クロマトグラフィー(HPLC)にて分析した。薄膜試料については 50 keV 電子線ラジオリシスや飛行時間型二次イオン質量分析(TOF-SIMS)を用いた。また、実際のリソグラフィー性能評価として 125 keV 電子線描画、現像挙動調査には水晶振動子マイクロバランス(QCM)を用いた。加えて、薄膜表面の濡れ性を  $\theta/2$  法による接触角測定で評価した。



**Fig.1.** Chemical structure of Copolymer resists.

## 3. 結果と考察

上記のラジオリシス実験により、レジストの各ユニットの反応機構の詳細が明らかになった。加えて照射時にレジストのカウンターアニオンの種類( $pK_a$ )は反応性におよそ関与しないという結果が重ねて得られた。一方で、電子線描画をはじめとしたリソグラフィー性能評価では結果がカウンターアニオンに大きく依存し、弱酸であるサリチル酸を配位させた時に最も高感度となり良好な 15 nm のハーフピッチ幅のラインアンドスペースの形成を確認できた。これは照射によって生じる酸の双極子モーメントの大小で現像時の過渡的な膨潤層の形成のされやすさに違いが生じているからと考えられ、次世代レジストにおいてはカウンターアニオンの分子構造も重要なパラメータになり得ることが示唆された。

**参考文献**[1] S. Enomoto et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 1, 016504 (2019) [2] S. Enomoto et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **58**, 5, 056504 (2019) [3] Y. Takata et al., *Jpn. J. Appl. Phys.* **62**, 7, 076502 (2023) [4] B.A. Naqvi et al., *Chem. Mater.* **36**, 3, 1459-1471 (2024)

\*Kohei Hashimoto<sup>1</sup>, Yusa Muroya<sup>1</sup>, Takahiro Kozawa<sup>1</sup>, Kohei Machida<sup>2</sup>, Satoshi Enomoto<sup>2</sup>, Bilal Naqvi<sup>3</sup>, Danilo De Simone<sup>3</sup>

<sup>1</sup>SANKEN, Osaka Univ., <sup>2</sup>Toyo Gosei Co., <sup>3</sup>Interuniversity Microelectronics Centre (imec).