

フォトケミカルろ過における Oktolex™ メンブレン技術を使用した ディフェクト発生率の低減

By: Lucia D'Urzo, Hareen Bayana,
Aiwen Wu, Jad Jaber, James Hamzik – Entegris
Jelle Vandereyken, Philippe Foubert – imec

2017年7月、インテグリスは、ロジック、DRAM、3D NAND デバイス向けの ArF、KrF、EUV リソグラフィで歩留まりを向上させるための Oktolex™ (オクトレックス) メンブレン技術を発表しました。オクトレックスメンブレンは、各フォトレジストまたはフォトケミカルのディフェクトの原因となる固有の汚染物質除去に最適化されています。

マイクロブリッジを含む特定の「キラーディフェクト」は、マルチパターン欠陥など、先端フォトリソグラフィの用途で重要課題になっています。汚染源はいくつもあり、それを取り除くのは非常に困難です。使用点 (POU) フィルターは、このようなディフェクトの低減または解消に重要な役割を果たします。

この研究の目的は、従来フォトケミカルで使用されてきたメンブレンと比較して、オクトレックスメンブレンを総合的に評価することです。ここでは、ポジ型化学増幅レジスト (PT-CAR) を使用した 193 nm 液浸 (193i) リソグラフィで、45 nm Line/55 nm Space (45L/55S) パターンに転写されたディフェクトを、有機下地 (UL) 膜ウェーハ上で評価しました。また、配線幅 (CD)、線幅のラフネス (LWR)、露光性能 (FEM) などのリソグラフィ性能についても評価しました。

粒子のシービング除去とノンシービング除去

シービング (孔径による除去) では、大きすぎてメンブレンのポラス構造を通過できない粒子が、表面または構造内の細孔で捕捉されます。孔径が小さければ小さいほど、シービング効率は高くなります。

ノンシービング除去は膜面への粒子の吸着に関連するもので、孔径とは無関係です。溶液内と膜面での粒子間の相互作用は、静電力、双極子間力、ロンドン分散力などのさまざまな分子間力に左右されますが、粒子が膜面に近づいて有効な引力が働く限り、粒子は捕捉されます。



図 1: 各種のディフェクト除去メカニズム

オクトレックスメンブレン技術は、膜の濡れ性、ろ過効率、選択性が効果的に改善されています。最適化されたメンブレン技術により、化学組成に悪影響を与えることなく、正確に汚染物質を除去することができます。

実験

装置: リソグラフィプロセスは、1.35NA の ASML TWINSKAN™ NXT: 1970i と TEL LITHIUS Pro™ Zi 塗布現像システムを使用して実施しました。

材料: パターンディフェクトの検査には、Brewer Science ARC®-29SR を塗布した JSR PT-CAR AIM5484 を使用しました。

マスク: ディフェクトの検査には、L45P100 パターンのマスクを使用し、フルフィールド露光を行いました。

検査: パターンウェーハの検査は KLA 2925、ディフェクトのレビューと分類は KLA eDR-7110、CD-SEM 測定は Hitachi CG-4000 システムを使用してそれぞれ実施しました。

使用点フィルター: オクトレックスと従来の超高分子量ポリエチレン (UPE) を比較しました。

ディフェクトライブラリ: 図 2 に示すディフェクトライブラリに従ってディフェクトを分類しました。

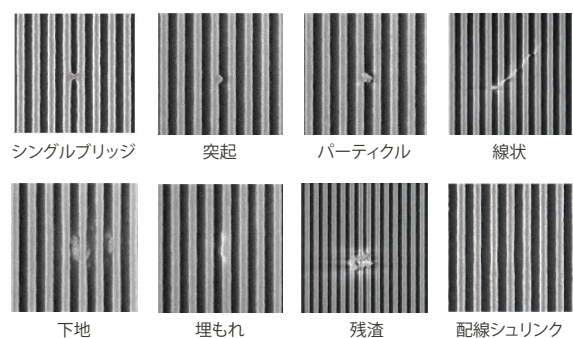


図 2: この実験で使用したディフェクトライブラリ

結果

ディフェクト

標準的なディフェクトパレットを図 3 に示します。それぞれの棒グラフが、3つのウェーハの平均値を正規化したものです。比較しやすくするため、レジスト結果に対してデータを正規化しています。レジストろ過に関連する主なディフェクトモードは、マイクロブリッジと残渣です。また、ごく少数の線状も観察されました。パーティクルは主に現像液とリンス液のフィルターによって改善されます。¹ 下地のディフェクトはレジストろ過では改善されないため、この研究の対象外です。今回の調査はレジストろ過に着目しているため、理解しやすいように、パーティクルと下地のディフェクトは図 3 から除外しています。

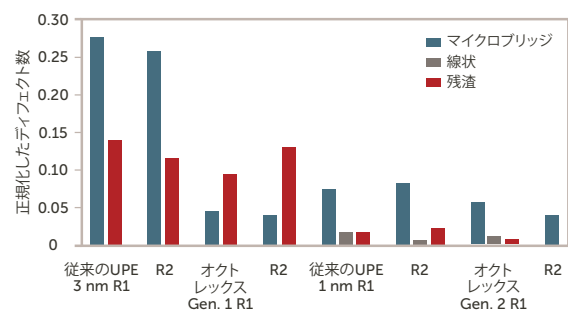


図 3: 正規化したディフェクトパレット

残渣はメンブレン孔径に依存することが明らかである一方、マイクロブリッジはそうではありません。正規化したシングルブリッジの数を図 4 に示します。従来の UPE メンブレンの場合、孔径が小さくなるとマイクロブリッジの数が低減しますが、ノンシービングのオクトレックス Gen. 2 フィルターは従来のメンブレンおよびオクトレックス Gen. 1 と同等の性能を発揮します。

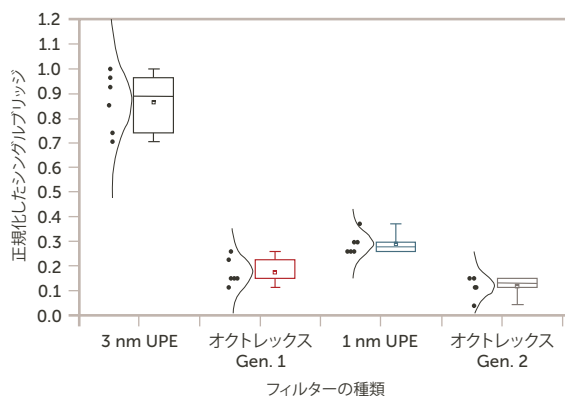


図 4: 正規化したウェーハあたりのシングルブリッジ数 (実験グループ別)

CD、LWR、FEM の測定

この研究を補完するために、CD、LWR、FEM を測定しました。CD および LWR の結果を図 5 (a, b) に示します。それぞれの点が、ウェーハあたり 72 カ所を測定した平均値を表します。3 nm UPE の分布が比較的広いという点を除くと、実験グループ間に大きな変化は見られませんでした。

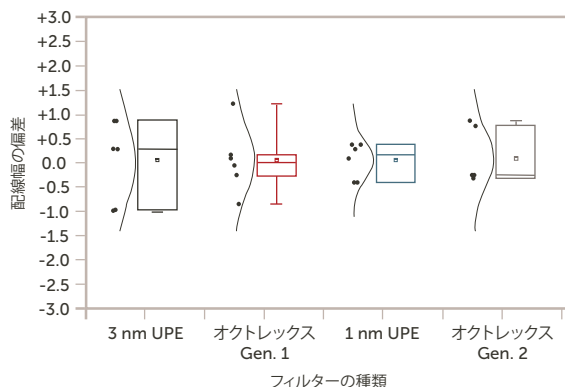


図 5a: ウェーハあたり 72 カ所を測定し、算出した CD の偏差 (3 nm UPE を基準として使用)

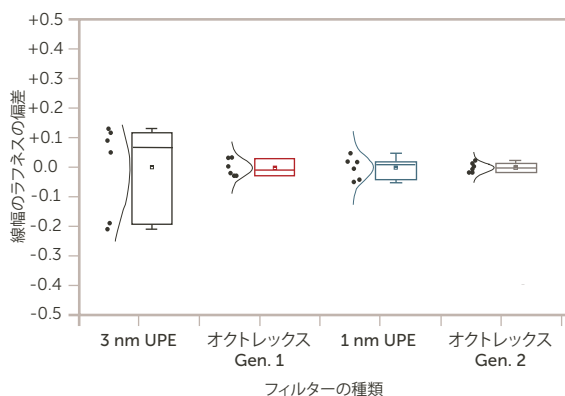


図 5b: ウェーハあたり 72 カ所を測定し、算出した LWR の偏差 (3 nm UPE を基準として使用)

図 6 に、3 nm UPE とオクトレックスで測定した FEM ウェーハマップを示します。2 つのグループ間で変化は見られませんでした。

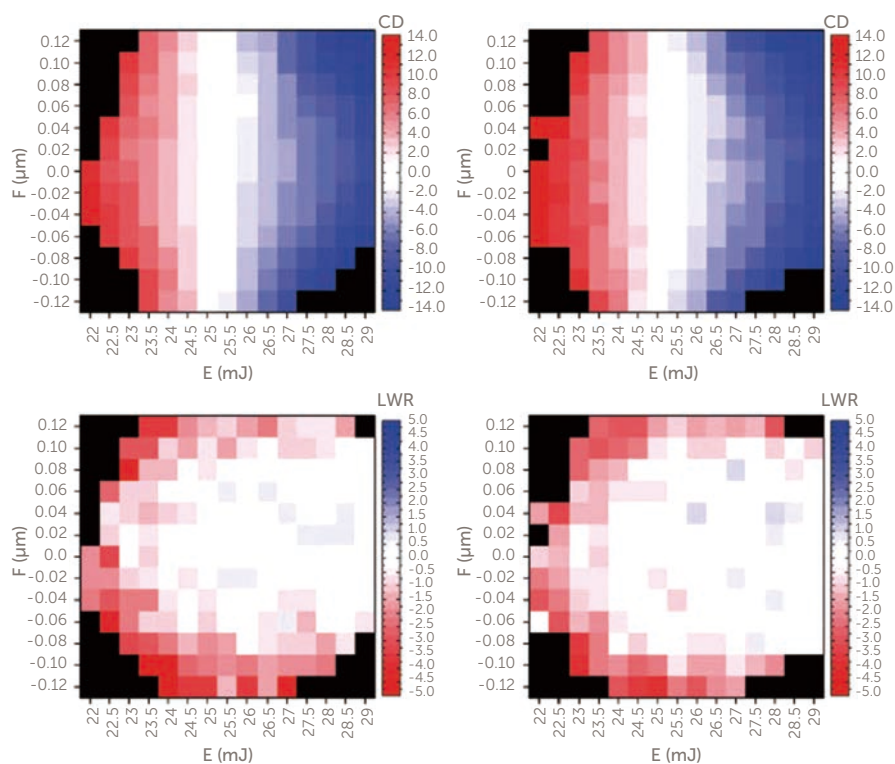


図 6: FEM ウェーハ、従来の UPE (左) とオクトレックス (右) での CD および LWR の偏差値

結論

オクトレックスメンブレン技術は、ディフェクト除去を改善するための強力なツールといえます。この研究では、オクトレックスの性能が良い結果を示しており、液浸リソグラフィで最高レベルのメンブレン技術であることが実証されました。最も高い性能を示したのは Gen. 2 ですが、Gen. 1 を使用した場合も除去率の向上が確認されました。これにより、必ずしもメンブレンの孔径を縮小することなく、ろ過性能を引き上げることが可能といえます。また、オクトレックスメンブレン技術によって CD や LWR が変化することはなく、同等の FEM が得られることが証明されたため、望ましくないレジスト成分の除去もないと考えられます。

参考文献

- 1 Kamei, Y.; Shiozawa, T.; Kawakami, S.; Foubert, P.; De Simone, D.; D'Urzo, L.; Bayana, H.; Nafus, K., "Track process optimization for UV HVM," EUVL Symposium, Hiroshima, Japan (2016).

本書は 2018 年 SPIE Advanced Lithography のポスターセッションにおけるプレゼンテーションで発表されたものです。

詳細情報

本製品に関する詳細情報および最新情報については、インテグリスまでお問い合わせください。
インテグリス製品全般については、www.entegris.com のホームページの「製品」ページからご覧いただけます。

販売条件

全ての購入は、インテグリスの「販売条件」に従うものとします。インテグリスの「販売条件 (Entegris Terms and Conditions of Sale)」は、www.entegris.com のホームページのフッターにある「利用規約」をクリックすると、閲覧または印刷することができます。



日本インテグリス株式会社

東京 | TEL (03)5442-9718 FAX (03)5442-9738 〒 108-0073 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビルディング
大阪 | TEL (06)6390-0594 FAX (06)6390-3110 〒 532-0011 大阪市淀川区西中島 6-1-1 新大阪プライムタワー
九州 | TEL (092)471-8133 FAX (092)471-8134 〒 812-0013 福岡市博多区博多駅東 1-13-9 博多駅東 113 ビル

Entegris®、Entegris Rings Design™、Pure Advantage™ およびその他の製品名は Entegris, Inc. の商標です。詳細については www.entegris.com/trademarks に記載しています。全てのサードパーティの製品名、ロゴ、企業名、商標、登録商標は、それぞれその所有者に帰属します。それらの使用は、商標権所有者との提携、同者による支援、推奨を示すものではありません。

©2017-2018 Entegris, Inc. | All rights reserved. | 4414-8578ENT-0318JPN