

## 目次

### 1. インテグリス ニュース

- ジェタロンソリューションがインテグリスの一員になりました
- 「社員教育サポート」のご案内

### 2. プロセスの安定 - Process Stability

- EUVリソグラフィ装置の真空環境制御のための減圧下でのガス精製技術

### 3. 装置の効率化 - Overall Equipment Efficiency

- TSMC®社によるプライムロック継手の評価

### 4. イノベーション - Innovation

- 450 mmへの移行の実現化

### 5. 歩留まりの向上 - Yield Improvement

- サブ10 nmフォトケミカルろ過による歩留まり改善の取り組み

### 6. 製品情報 - Product Highlight

- ソラリスNMBディスポーザブルフィルター: 先端CMPアプリケーション向け使用ろ過ソリューション

## ジェタロンソリューションが インテグリスの一員になりました

インテグリスは4月にカルフォルニアに本拠地を置く、流体計測機器メーカーのジェタロンソリューションを買収しました。

薬液濃度が製品の歩留まりに影響を及ぼすような、とても重要なアプリケーションにおいて、ジェタロンソリューションが提供する計測器およびセンサーは、屈折率の変化を計測することによって、リアルタイムの薬液混合を高精度に測定することが可能です。

▶ 以下に挙げる半導体製造のウェットプロセス向けに、ジェタロンソリューションは濃度をモニターまたはコントロールする製品を提供しています。

- ウェーハの表面処理および洗浄
- フトリソグラフィ
- CMPおよびCMP後洗浄
- 銅の電気めっき

▶ 生物医薬品製造では、製造の上流側や下流側でリアルタイムに培地や緩衝剤の濃度をモニタリングするために、



このソリューションが使用されています。生物医薬品製造では、バッチ製造よりも上記のようなリアルタイムで連続的に製造するプロセスの方が成長しており、注目されています。

最高経営責任者であるBertland Loyは、「ジェタロンソリューションがインテグリスの一員となり、その将来性がインテグリスに良い影響を与えることを楽しみにしている。ジェタロン社固有の技術は、我々の流体制御製品の市場をさらに拡大し、半導体製造プロセスだけではなく、ライフサイエンスや他の産業においても、顧客のプロセス制御や製品歩留まりを改善するための革新的で差別化されたソリューションを提供する我々の能力をさらに高めることになるだろう」と述べています。

>> さらに詳しい情報は、[こちら](#)からご覧ください。(英語のみ)

## 「社員教育サポート」のご案内

日本インテグリスでは、フィルターや精製器を適正、かつ効率的にご使用いただく為に、企業様向けの社員教育サポートを行っています。

長年に渡り半導体分野を中心に製品と技術をご提供してきた経験をもとに、フィルターや精製器を初めて扱われるお客様向けの純水、薬品、ガス、エア用フィルターの粒子除去や精製のメカニズムや選定方法を始め、生産効率向上のためのろ過・精製ラインの構築方法、アプリケーションに特化したろ過・精製技術、最先端プロセスにおけるろ過・精製など、経験やお仕事の内容に応じてフィルトレーションおよびピュアリフィケーション技術の出張セミナーをいたします。

ご希望のお客様は、弊社担当営業または、[JP-PR@entegris.com](mailto:JP-PR@entegris.com)までご相談ください。お打ち合わせのうえ、ご要望に沿った内容のセミナーをアレンジいたします。

### 日本インテグリス株式会社

製品・サービスに関する問い合わせ先

#### 東京本社

Tel. 03-5442-9718

Fax 03-5442-9738

#### 大阪営業所

Tel. 06-6390-0594

Fax 06-6390-3110

#### 九州営業所

Tel. 092-471-8133

Fax 092-471-8134

問い合わせ用メールアドレス:

[Jp-info@entegris.com](mailto:Jp-info@entegris.com)

Zero Defects 日本版

発行元: 日本インテグリス株式会社

編集: コーポレート マーケティング

Zero Defects の複製等に関するお問い合わせは、[JP-PR@entegris.com](mailto:JP-PR@entegris.com)までご連絡ください。



creating a material advantage

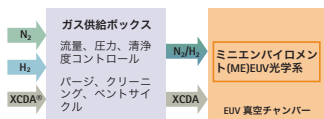
# プロセスの安定 - Process Stability

## EUVリソグラフィ装置の真空環境制御のための減圧下でのガス精製技術

By Abneesh Srivastava, Stenio Pereira, Thomas Gaffney - Entegris, Inc.

EUV露光装置において真空チャンバー(ミニエンバイロメント: 以下ME)に接続するガス供給ボックスの下流側では、真空下でも光学系パージ、クリーニング用ガスを高純度で供給することが要求されます。

ガス状の水素 ( $H_2$ ) は、クリーニングのために使用されますが、窒素 ( $N_2$ )は露光室から $H_2$ を排気するために使用されています

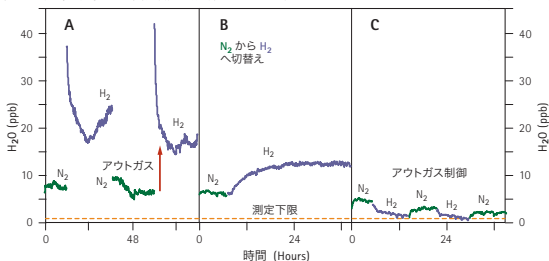


EUVミニエンバイロメントと真空チャンバーのガス供給ボックスブロック図

本評価では、ガス供給ボックスからEUVチャンバーへの水分離脱を低減することを目的に、減圧条件下におけるデュアルガス精製器 ( $N_2$ と $H_2$ )の水分除去性能を検証します。評価の目的は、ガス切替えにおけるMEへのガス精製器の水分離脱放出を確認することです。

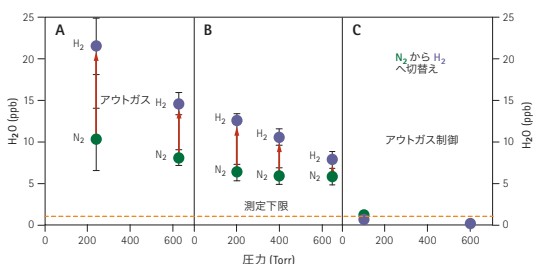
### $N_2$ - $H_2$ ガス切替え結果

精製器C (HXメディア) は、ガス切替え時に $H_2$ により誘発される水分離脱放出が緩和され、ほぼ一定な水分レベルを維持します。精製器Cを除く全ての場において、 $H_2$ ガスへの切替え時に、水分の離脱放出を引き起こしています。



### 3種類の精製器 (A, B, C (HX))の減圧下での水分離脱放出比較

精製器Cは、 $H_2$ 流体下の最低圧力において1 ppb以下のレベルを維持します。高い圧力では、 $H_2$ 流体下の平均脱ガスと安定性はわずかに減少します。精製器AとBにおいて、 $N_2$ から $H_2$ に切替えたところ、約倍の水分レベルになっています。

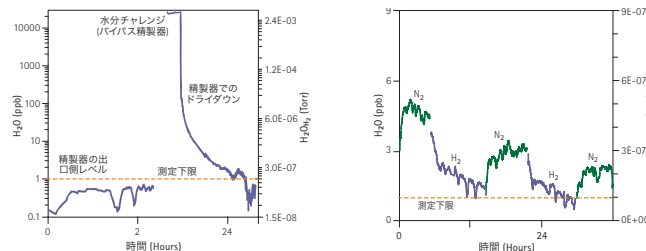


$N_2$ から $H_2$ へ切替えた時のガス (水分) 放出と圧力依存比較  
精製器Cの100 - 600 Torrにおける出口側の水分レベルは、検出下限以下を維持しました。

### 水分除去のダイナミックレンジ

精製器Cの性能を、入口側の水分レベルがさらに高い $H_2$ ガスで評価しました。精製器の出口側は、測定下限値以下でし

た。25 ppmの水分をチャレンジした場合、圧力150 Torrで1 ppb以下に除去されます。続いて、入口側水分を測定し、ドライダウン性能を検証しました。8時間以内に< 1 ppbのレベルに到達しました。

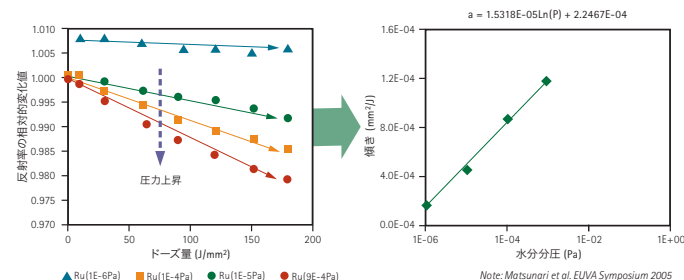


HX精製器の水分チャレンジ試験 (入口側 $H_2$ ガス中の水分: 25 ppm)

HX精製器の $N_2$ から $H_2$ に切替えた時の出口側水分 (入口側水分濃度 < 50 ppb)

### 光学系反射率と水分汚染

EUV真空条件下での水分の存在は、恒久的な反射損失を引き起こす可能性があることが実証されています。Wedowskiらは、比較的低い水分レベルにおいてもMo/ Si光学系のEUV露光の12%の損失を認めました。(1E-6 Torr) また、Matsunariらは、水分の存在に起因する反射損失を認めました。(7.5E-6 Torr) 反射率とXPSの相関データに基づき、水分によるEUVアシスト酸化は、光学反射率の損失を促進させることが確認されています。



Matsunariらによる反射率損失依存データ (on  $H_2O$  pressure for Ru-capped Ru/Si optics under EUV exposure.)

精製器C (HX精製器)が、100 Torrの $H_2$ ガスで水分を< 1E-07 Torrに制限することがわかります。このことから、MEへ導入される水分の量が減少し、反射損失を軽減することが可能です。

### まとめ

ここに挙げた3つの代表的な $H_2$ の精製技術による水分除去データの比較は、低大気圧下におけるHX精製器の利点を実証しています。材料特性の精査は、EUVアプリケーションの< 1 ppbの水分除去の開発のために行いました。(データ未掲載)

# 装置の効率化 - Overall Equipment Efficiency

## TSMC®社による プライムロック (PrimeLock®) 継手の評価

By TSMC and summarized by Rick Lindblom - Entegris, Inc.

TSMC社がSolid State Technologyに4種類のフッ素樹脂製継手を比較したレポートを発表しました。その中で高純度薬液用継手としてインテグリスの新製品であるプライムロック継手も評価しています。

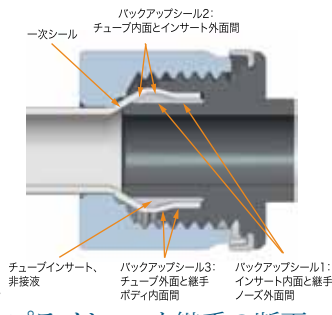


プライムロック継手

レポートでは従来のフレアタイプの継手に加え、接液インサートタイプの継手と非接液インサートタイプの継手について、以下のような試験で比較・評価しています。

- 最大チューブ引張り荷重
- 薬液のフラッシング時間
- 施工時間
- パーティクル評価

この記事はプライムロック継手の性能にフォーカスしてTSMC社のレポートを抜粋したものです。試験方法の詳細につきましては、原文（英語のみ）をご覧ください：[リンク](#)

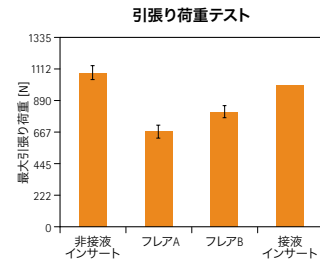


プライムロック継手の断面  
3つのバックアップシール

### 最大チューブ引張り荷重

チューブを継手から引き抜く方向に作用する引張り力が、予期せずに継手にかかることがあります。

▶ 試験した継手の中で、非接液インサートタイプのプライムロック継手が最大のチューブ引張り荷重を示しました。これは、荷重が高かった方のフレアタイプ継手より34%、接液インサート継手より9%高い値です。

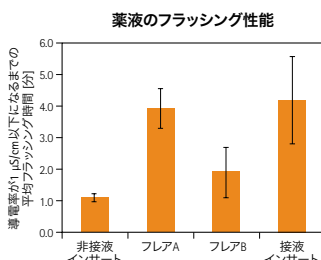


継手引張り荷重テスト結果

### 薬液のフラッシング試験

薬液の液溜りを最小化することは、継手の清浄度を評価する上でコンタミネーションの問題に関わる非常に重要な事柄です。

▶ 非接液インサートタイプのプライムロック継手は、導電率が安定して1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下に達するまでのフラッシング時間が最短でした。これは、接液インサートタイプの継手よりおよそ74%短い時間です。硫酸で使用する場合、この継手は接液インサートタイプ継手に比べ4倍の速さでフラッシングが可能です。



薬液フラッシング試験結果

### 施工時間

流体制御システムを構築する上で、施工時間も考慮する必要があります。簡単に施工できる継手は、修理や新規組み立て時に作業時間を短縮できます。

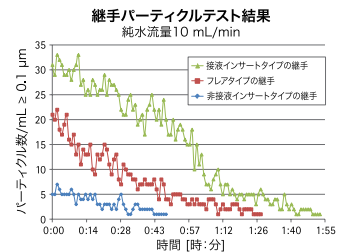
▶ 非接液インサートタイプの継手と接液インサートタイプの継手は、どちらも最短時間で施工ができました。インサートタイプの継手の施工は、チューブのフレア加工に要する加熱・冷却工程がないため、施工時間を飛躍的に短縮することができます。

施工内容	非接液インサートタイプ	フレアタイプA	フレアタイプB	接液インサートタイプ
エアガンによる加熱	N/A	0:30	0:30	N/A
マンドレル上での保持	N/A	0:20	0:20	N/A
マンドレル上での冷却	N/A	3:00	3:00	N/A
インサート挿入	0:30	N/A	N/A	0:30
ナットの締め付け	0:30	0:30	0:30	0:30
<b>施工時間の合計 [分:秒]</b>	<b>1:00</b>	<b>4:20</b>	<b>4:20</b>	<b>1:00</b>

### パーティクル評価

継手の施工により、システム内にパーティクル (汚染) が発生します。

▶ フレアタイプの継手と接液インサートタイプの継手は、パーティクル数がベースラインに到達するまでに非接液インサートタイプの継手より長い時間を要しました。



継手タイプによる傾向を表したパーティクル評価チャート

### まとめ

このレポートでは、非接液インサートタイプの継手が最も優れていると総括しています。TSMC社は、その卓越した性能によりインテグリスの新しい継手であるプライムロックを選択しました。

プライムロック継手は、すでに主要なお客様からご支持をいただいております。TSMC社の推奨を得て、このトレンドは継続されています。また、米国の2大デバイスメーカーでもプライムロック継手を採用していただきました。

\*この記事の掲載を承認いただいたTSMC社に感謝申し上げます。

## 450 mm への 移行の実現化

By Paola Gonzalez Ph.D., Engineer Application Development | CEA-LETI Assignee - Entegris Europe

450 mmウェーハの時代が到来し、メーカー各社はファブにおける生産性の向上と、コスト競争力を維持するために、とてつもないプレッシャーを感じています。その結果、企業はコンタミネーションによる製品の欠陥を最小限に抑えることにより、歩留まりを向上させる技術に投資する動きをしています。

### インテグリスの450 mmウェーハハンドリングソリューション

インテグリスは、450 mmウェーハを安全、確実に工程内外で搬送する為の3種類の容器をリリースしました。これらの製品は、現在の300 mmウェーハから450 mmウェーハ生産への半導体業界の移行を支援するインテグリスの継続的な投資の結果です。

この新製品は、画期的な梱包システムを含む包括的なソリューションの一部です。

- 450 mm Multiple Application Carrier (MAC),
- 450 mm Front Opening Unified Pod (FOUP)
- 450 mm Single Wafer Shipper (SWS).

### 450 mmにおけるAMCの課題



Entegris 450 mm MAC



Entegris 450 mm FOUP



Entegris 450 mm SWS

300 mmウェーハから450 mmへの移行とテクノロジーノードの微細化に伴いAMC (空気中の分子状汚染物質)の制御とクロスコンタミネーションの問題が、以下の3つの相互作用により発生します。

- クリーンルームの環境
- プロセス装置のミニエンバイロメント
- ウェーハの保管容器

これらの問題に対し、汚染メカニズムの背景にある物理的、

化学的作用を理解し、適切な解決論を持っていることが重要になります。

300 mm FOUPは、ウェーハの搬送および保管のためにICメーカーで使用され、AMC汚染からウェーハを隔離します。しかし、FOUPは高分子材料であり、自身のAMCアウトガスだけでなく水分も吸収し、クリーンルームの空気、装置の接続後や収納されたウェーハからの分子状汚染物質の放出で取り込まれた揮発性化合物により、閉ざされた環境でもコンタミネーションの問題が発生します。

FOUP内に取り込まれた汚染物質であるアウトガスがウェーハの環境制御において重要な問題となります。

### 450 mmにおけるウェーハハンドリングの課題

▶ 450 mmに向けた動きは、新しいウェーハハンドリングの課題となっており、インテグリスは、CEA-Leti (フランス・グルノーブル) との共同実験において、揮発性酸の分子レベルのクロスコンタミネーションを体系化して実証し、300 mmのIC製造とは異なった、分子状汚染物質から貴重な材料を保護するミニエン容器を設計しました。

これにより、取り込み (吸収) に続いて再放出 (逆拡散とアウトガス) が、数日から数週間に渡る長期間起こっていることがわかります。

▶ この結果、主にFOUP材料、容器の汚染、ウェーハ上のAlCu膜やCu膜とFOUPのウェーハクロスコンタミネーションの現象、拡散や溶解のような汚染のプロセスを制御する固有の特性に与える影響の研究に基づいたパラメータは、450 mmの新しい容器に最適な素材を解明し、ページ、洗浄および精製/ゲッターリング材料の利用など、さらなるコンタミネーションコントロールのソリューションが予見できます。

CEA-Leti との共同で得られた結果はすでに、Sematech Surface Preparation and cleaning conference<sup>[1]</sup>、で口頭参加し、Microelectronic Engineering Journal<sup>[2]</sup>、の論文審査へ投稿、さらに2つの媒体、技術雑誌 Future Fab International と Entegris Zero Defects Newsletter<sup>[3,4]</sup> に掲載されています。

1) Sematech Surface Preparation and Cleaning Conference, March 19-21, 2012; Austin, TX

2) Paola Gonzalez Aguirre, Hervé Fontaine, Carlos Beitia, Jim Ohlsen, Jorgen Lundgren, Poshin Lee, Microelectronic Engineering, Microelectronic Engineering, 105 (2013), 113-188.

3) Paola Gonzalez Aguirre, Hervé Fontaine, Carlos Beitia, Jim Ohlsen, Jorgen Lundgren, Future Fab International, issue 42, July 2012.

4) Paola Gonzalez Aguirre, Hervé Fontaine, Carlos Beitia, Jim Ohlsen, Jorgen Lundgren, Poshin Lee, Zero Defects Vol. 11 Issue 1, 2012, Europe Newsletter

# 歩留まりの向上 - Yield Improvement

## サブ10 nmフォトケミカルろ過による歩留まり改善の取り組み

By Jennifer Braggin - Entegris, Inc. | Colin Brodsky, Mike Linnane, Paul W. Klymko - IBM

フォトリソグラフィ技術者はいくつかのツールを歩留まり改善のために使用しています。

- 設備の強化
- ソフトウェアの更新
- 材料の改善

ここでは、32 nmのBEOL (back end of line) リソグラフィ工程で歩留まりを向上させるために利用されている、サブ10 nmフィルターを用いたフォトケミカルろ過技術について説明します。

- OPL (下層膜) 材料に、5 nmのUPE(超高分子量ポリエチレン) フィルターを使用した結果、最初のメタル工程に使用されたOPL材料で歩留りの中央値が69 %改善しました。また、それ以降のメタル層に使用された別のOPL材料で、歩留りが26 %改善されました。
- コーター取り付け前に5 nmの使用点用フィルターをプレウェットしました。

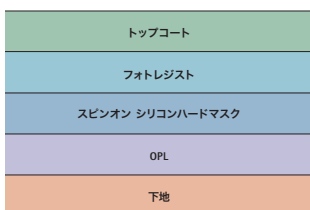
### 評価

#### 装置

東京エレクトロン社製の Clean Track™ Lithius® i+ と ASML®社製の1900i スキャナ

#### 材料

3層構造

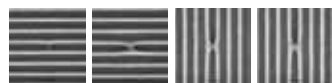


#### 解析ツール

- PDF Solutions®
- Characterization Vehicles® Defect of interest: Single line opens

#### 使用点ろ過

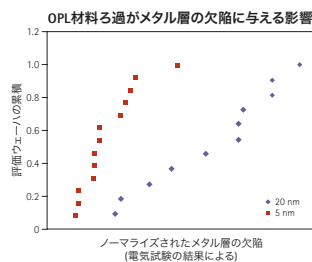
非対称UPE (超高分子量ポリエチレン)



### 結果

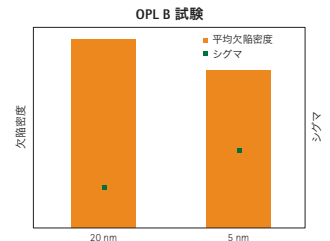
#### OPL 試験 1: 20 nm vs 5 nm

- 3つの試験ロットに、製造ロットが異なるOPL材料2つを用いて試験を行った結果、電気特性の中央値が69 %改善されました。
- これらのOPL材料は、従来の欠陥測定技術では確認出来ないような、エッチング後に基盤転写する微小な異物を含んでいると考えられます。



#### OPL 試験 2: 20 nm vs. 5 nm

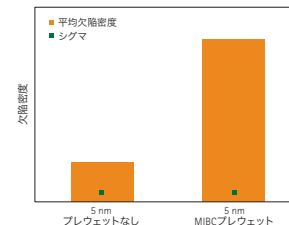
- 3つの開発ロットでOPL B材料の試験を行った結果、欠陥密度の中央値が26 %改善されました。これは複数のラインアンドスペースにまたがる欠陥を含んでいます。



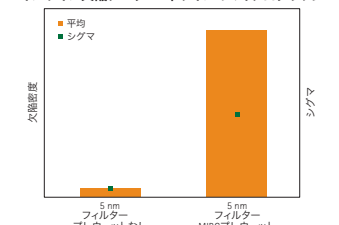
#### トップコート評価

- MIBC (Methyl isobutyl carbinol)でのプレウェットは、この材料に良い影響を与えませんでした。
- 5 nmフィルターは20 nmフィルターでのろ過に比べて、大幅に改善しました
- 溶剤でフィルターをプレウェットすることは、製造ロットが違うOPL材料2つを用いた試験における電気特性には影響を及ぼさないものの、プロセス欠陥が増加する結果となりました。

#### トップコート試験: フィルタープレウェット



#### トップコート試験: フィルタープレウェットインライン欠陥データ



### まとめ

- ▶ リソグラフィ分野において、一般的に電気特性に影響を及ぼし、特に歩留りに影響を与えるような微小欠陥には、使用点ろ過がより大きな効果があります。
- ▶ サブ10 nmフィルターは、フォトレジストだけでなく、32 nmデバイスの3層構造に使用される全ての材料を改善します。
- ▶ 5 nmより微細な孔径のフィルターは、電気特性に悪い影響を与えません。
- ▶ IDMが22 nm以降の技術に進むと、リソグラフィ分野において、歩留まり向上のために更に高度なる過技術が必要となります。
- ▶ このようにフィルターのロードマップは、微細化における製品全体の欠陥改善に必要不可欠です。
- ▶ これらの結果は、上流であるフォトケミカル材料のメーカーへも展開されるでしょう。

# 製品情報 - Product Highlight

## ソラリスNMBディスポーザブルフィルター： 先端CMPアプリケーション向け使用点ろ過ソリューション

最先端のCMPアプリケーションの砥粒濃度はより低く、研磨材はより細かく、そしてディフェクトレベルはより厳しい方向へ向かっています。ソラリスNMBは、様々なアプリケーションにおける重大な粗大粒子カウントを減少させるためにデザインされており、特にコロイダルシリカ、セリア、および非常に細かいアルミナスラリーに最適化されています。ソラリスNMBフィルターは、より高い粒子除去率とより長いフィルター寿命を提供します。



### ▶ より高い粒子除去率、より低い流量抵抗と優れた寿命

ソラリスNMBフィルターは、高い粒子除去率を有しながら、スムーズな液の流れを実現する、ナノファイバーと多層コンティニューアスメルトブローメディアから成ります。より細いファイバーを用いる事でメディアの空隙率を増やし、メディア内の液抵抗を減少させます。大きな孔径勾配を持つデザインは、高い粒子保持力とフィルターの粒子除去性能を損なう事なく、長寿命のろ過を提供します。

### ▶ 残液量の少ないデザイン

ソラリスNMBフィルターは、スムーズに液が流れるように表面成形され、デッドスペースも最小となっています。これは、粗大粒子を形成する「シード」粒子を最小限に抑えるとともに、添加剤である過酸化水素により発生する気泡のベントを良好にし、スラリーの乾燥を防ぎます。

### ▶ 取扱いが容易で、よりクリーンで安全

使いやすいディスポーザブル形状は、スラリーとの接触を最少にし、スラリー廃棄量を削減します。ソラリスNMBは、インテグリスの特許であるコネクトロジーにより、迅速でより清浄なフィルター交換が可能です。

### 特長と利点

ナノファイバーコンティニューアスメルトブローメディア	優れた凝集物とゲルの除去性能 従来のメディアに比較して、より良い粒子保持力、長いフィルター寿命
低圧力損失	より微細な孔径のフィルターへアップグレードしても、スラリー供給圧力を増やす為の追加コストが不要
少残液量	廃棄量の削減と迅速な立ち上げ
セルフベントろ過	最小のデッドスペースと、フィルター内におけるスラリーの乾燥の抑制
コネクトロジーデザイン	迅速な装着、ダウンタイムの削減、フィルター装着や製造中における作業者の有害化学物質への接触を抑制します。



## 返信フォーム

Zero Defectsについてのご質問・ご要望がございましたら、[JP-PR@entegris.com](mailto:JP-PR@entegris.com)までメールをお寄せください。

また、インテグリスの製品やサービスについてのお問い合わせは、巻頭にある問い合わせ先にご連絡いただくか、[www.entegris.com/nihon](http://www.entegris.com/nihon)の問い合わせフォームからお問い合わせください。

Zero Defects 日本版

### 配信変更フォーム

(以下にメールかFAXでお送りください)

メールアドレス: [JP-PR@entegris.com](mailto:JP-PR@entegris.com)

Fax: (03) 5442- 9738

お名前\*: \_\_\_\_\_ 企業・団体名/事業所名\*: \_\_\_\_\_

部署名\*: \_\_\_\_\_ 役職: \_\_\_\_\_

郵便番号: \_\_\_\_\_ ご所在地: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_  PDFで配信して欲しい (最大で3M程度)

E-mail\*: \_\_\_\_\_  配信停止を希望します

\* 記入必須項目

Entegris®, the Entegris Rings Design®, PrimeLock®, Solaris® は、Entegris, Inc. の登録商標です。  
TSMC® は、Taiwan Semiconductor Manufacturing Company, Ltd. の登録商標です。  
ASML® は、ASML Netherlands の登録商標です。  
PDF Solutions® および Characterization Vehicles® は PDF Solutions の登録商標です。  
Solid State Technology® は、Pennwell Publishing Company Corporation の登録商標です。

Clean Track™ および Lithius® は、東京エレクトロンの登録商標です。  
SPIE® は、the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers Inc. の登録商標です。

Lit. #: 9000-7444-0613Japan  
© 2013 Entegris, Inc. All rights reserved.