

### 目次

#### インテグリス ニュース..... 1

- インテグリス、台湾における CMP ろ過技術ソリューションと研究、分析、製造能力を拡大
- SMARTSTACK® 300 MM 非接触型 HWS を SEMICON® EUROPA で発表

#### 歩留まりの向上 -

#### Yield Improvement..... 2

- インテグリス、半導体リソグラフィプロセスにおいて先進の歩留まり保護を行う新型 VAPORSORB™ トラックフィルターを発表

#### イノベーション - Innovation ..... 3

- FOUNDRY の汚染現象を理解する重要なパラメータとしての拡散
  - 第 1 部 - ポリマーの輸送係数の取得
  - 第 2 部 - 数値シミュレーションでの係数の適用

#### 製品情報 - Product Highlight..... 5

- 品質と信頼性の標準、ULTRAPAK® および CRYSTALPAK® ウェーハシッパー

## インテグリス、台湾における CMP ろ過技術ソリューションと研究、分析、製造能力を拡大



- ① Planargard® (プレナガード) NMB パルク CMP フィルター
- ② Solaris® (ソラリス) NMB Point-of-Tool (POT) 装置内 CMP フィルター
- ③ Planarcap® (プレナキャップ) NMB Point-of-Dispense (POD) ノズル前 CMP フィルター

インテグリスは、SEMICON® Taiwan において、台湾でナノメルトブロー (NMB) ろ過技術を使用したプラットフォームの開発と CMP の研究、分析サービス、および製造能力を拡大することを発表しました。この投資によって、インテグリスは先進的な CMP ろ過製品に対する需要の高まりに応えることができます。

インテグリスのリキッドマイクロコンタミネーションコントロール事業部門のバイスプレジデント、Clint Haris は「CMP プロセスは、使用する材料の面でも、今日のデバイスの各層

に求められる高い平坦性の面でもますます複雑化しています。インテグリスは人材、技術、アジアの施設に投資を続け、半導体市場に新しいソリューションを導入します。お客様はますます微細化した集積回路を製造するようになっています。インテグリスのナノファイバー技術は、ウェーハに到達するディフェクトの原因となる汚染物質を減らすことができます。」と述べています。

NMB メディアを使用したインテグリスのフィルタープラットフォームは、CMP プロセス全体にコンタミネーションコントロールソリューションを提供する Planargard® (プレナガード) パルク、Solaris® (ソラリス) POT、Planarcap® (プレナキャップ) POD ファミリーが加わりました。NMB メディアは、台湾で開発、製造され、ナノファイバーの空隙率向上は、ろ過処理時のスラリーにかかるせん断応力を低減します。このような技術革新によってフィルターの寿命が延び、ディフェクトの原因となる汚染物質の除去能力が高まります。

» 詳しくは、こちらをご覧ください。[リンク](#)

## SmartStack® 300 mm 非接触型 HWS を SEMICON Europa で発表



インテグリスは、2015 年 10 月上旬に開催された SEMICON Europa で、ウェーハの安全なハンドリングを実現する SmartStack (スマートスタック) 300 mm 非接触型水平ウェーハシッパーを発表しました。

「インテグリスは、従来のウェーハシッパーよりも高い安全性を備えた、最大 25 枚までのレンズ付き、パンプ付き、薄型ウェーハの搬送と保管に理想的なソリューションを設計しました。

ウェーハをリング上に配置し、インサートとインナークッションをなくすことで、これらのインサートに起因する典型的な汚れ、キズ、スクラッチからウェーハを保護します。さらに、新しい設計では 1 個のシッパーに 25 枚のウェーハを収容でき、従来の FOSB よりも搬送密度を高め、搬送コストを 50% 以下にすることができます。」とインテグリスのプロダクトマーケティングマネージャー、Doug Moser は述べています。

» プレスリリースをすべて見る：[リンク](#)

### 日本インテグリス株式会社

製品・サービスに関するお問い合わせ先

#### 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

(以下にメールか FAX でお送りください)  
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までご連絡ください。

# 歩留まりの向上- Yield Improvement

## インテグリス、半導体リソグラフィプロセスにおいて先進の歩留まり保護を行う 新型 VaporSorb™ トラックフィルターを発表

By Marc Venet, Product Manager | AMC Filtration Solutions - Entegris, Inc.

先進的なプロセスノード (サブ 28 nm) では、アンモニアに加えて空気中の分子状汚染物質 (AMC) を除去する必要があることが明らかになってきました。有機物は光学系への付着の問題を引き起こすことが知られています。酸汚染は、さまざまな方面から歩留まりを下げる可能性があります。たとえば、現像段階での酸と TMAH 現像液との相互作用によるサテライトディフェクト、酸塩基反応による塩粒子の形成、ポストフォトリソグラフィ段階でフォトレジストの選択性を失うことによる線幅の損失などがその例です。強酸は、標準的な媒質を使用することで常に容易に制御できますが、最近、弱酸がプロセスの問題の原因として懸念されるようになってきています。弱酸は強酸よりも大幅に除去しにくいことが実証されており、従来の AMC フィルターでは除去されません。

弱酸の例としては、酢酸とギ酸 (酢酸塩、 $\text{CH}_3\text{COO}^-$  およびギ酸塩  $\text{HCOO}^-$ )、亜硝酸 (亜硝酸塩、 $\text{NO}_2^-$ ) が挙げられますが、これらの汚染物質は従来の AMC フィルターでは除去できません。さらに、従来のフィルター設計を使用した場合、有機汚染物質が生成されるため、フォトリソグラフィ工程で欠陥や歩留まり低下の問題を引き起こします。

### 新しい「フォーインワン」 VaporSorb フィルター

VaporSorb (ペーパーソーブ) は、半導体製造における主要な工程のクリーンルーム環境やプロセスツールに使用される、最先端 AMC フィルターのブランドです。長い時間をかけて、ペーパーソーブフィルターは空気中の有機物、塩基、強酸などをすべて単一のフィルターで除去するよう改良されてきました。新型ペーパーソーブトラックフィルターは独自素材の採用により、この主要な 3 種類の汚染物質グループだけでなく、弱酸という第 4 のグループも除去する初めての一体型フィルターとなります。

フォトリソグラフィの塗布 / 現像装置専用に設計されたこの新しいフィルターは、複数のフィルターを取り扱う複雑さをなくし、従来の「スリーインワン (three-in-one)」テクノロジーをベースに、「フォーインワン (four-in-one)」フィルターとして誕生しました。また、このフィルターはケミカルフィルターにおいてトップクラスの製品寿命を有し、装置のダウンタイムとコストオペレーションを削減します。

ペーパーソーブフィルターは空気中の分子状汚染物質を除去するために材料を独自に混合しています。新型のフォーインワンフィルターは、この混合に新しい吸着剤を加えています。現場およびエンドユーザーでのテストの結果、このフィルターは、ウェーハのディフェクトの原因となるすべての有機物、塩基、強酸、弱酸を除去することが確認されています。

### フィールドデータ：円形ボイドディフェクトの低減

#### 実験

Lithius® PRO V-i 現像装置 22 nm プロセスにペーパーソーブトラックフィルターを装着。

同じプロセスレシピを実行する 2 つの同一の Lithius PRO V-i ツール：

- 最初の装置には、POR スリーインワンフィルターを THC キャビネット上に装着
- 2 番目の装置には、インテグリスのペーパーソーブトラックフォーインワンフィルターを THC キャビネット上に装着

### 結果

- 円形ボイドディフェクト (写真) と未定義の環境汚染物質との間に相関関係が見られました。
- ペーパーソーブトラックフィルターは、円形ボイドディフェクトについては、常に陽性対照条件 (RRC なし、POR THC フィルター) よりも優れていました。
- フォトレジストディスペンスの前に RRC を導入することが有効な対策であることが証明されました。ただし、この対策には次のような反面があります。
  - ウェーハの処理時間が延びる
  - 材料のコストが上昇する
- 提案される最強のメカニズムでも、装置に取り込まれるクリーンルームの空気によってウェーハ処理環境に汚染物質が取り込まれることを示しています。

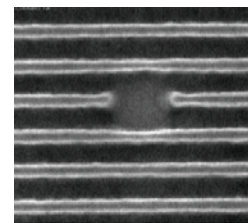


図 1：円形ボイドディフェクト

装置の POR エアフィルターは空気中の汚染物質を除去できないのに対し、ペーパーソーブトラックフィルターは汚染物質を除去します。

表 1 を参照してください。

フィルター	COT RRC	ボイドディフェクトの結果
POR		$1 \times 10^1$
POR	標準	$6 \times 10^4$
ペーパーソーブトラック	標準	$\sim 2.5 \times 10^1$

表 1：ディフェクトのデータ

### フィールドデータ：サテライトディフェクトとパーティクルディフェクトの低減

45 nm プロセスでの ACT 12 現像装置に関するお客様データ

#### お客様における現像後検査データ

サテライトディフェクトの低減 TMAH 現像液プロセスでの 弱酸汚染の防止				粒子の低減 粒子の形成を防止				
粒子 μm サイズ	インテグリス ユニット		インターフェイス ユニット		標準ユニット		標準ユニット	
	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値
0.1	68	81	2	4	182	295	120	125
0.2	5	13	1	2	113	113	5	5
0.3	4	8	1	1	0	0	0	0
0.5	2	4	0	0	0	0	0	0
1	2	2	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0

サテライトディフェクトの低減 TMAH 現像液プロセスでの 弱酸汚染の防止				粒子の低減 粒子の形成を防止				
粒子 μm サイズ	インテグリス ユニット		インターフェイス ユニット		標準ユニット		標準ユニット	
	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値	実測値	累計の 平均値
0.1	0	0	2	2	0	0	1	1
0.2	0	0	0	0	0	0	0	0
0.3	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0

図 2：強酸、塩基、有機物用の標準のスリーインワンフィルターと、弱酸からも保護するインテグリスのペーパーソーブトラックフォーインワンフィルターでウェーハディフェクトデータを比較しました。サテライトディフェクトが除去され、パーティクルディフェクトが劇的に減少しています。

## FOUP の汚染現象を理解する重要なパラメータとしての拡散 第 1 部 - ポリマーの輸送係数の取得

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

FOUP は、管理下にある環境でシリコンウェーハをしっかりと安全に保護するように、また、処理や、適切なロードポートとロボット式ハンドリングシステムを備えたプロセス装置や測定装置でウェーハの取り出しができるように設計されています。ただし、多孔性プラスチック (ポリカーボネート、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミドなど) で製造されたこのような保管容器には汚染の問題が残っています。これらのポリマー材料は AMC を放出することがよく知られていますが、ウェーハ環境でのコンタミネーションコントロールではこれが大きな問題となります。この分子レベルの相互汚染メカニズムは有機物や揮発性の酸で説明されており、蓄積プロセス (収着) や可逆性のアウトガスが長期的な現象であることを示しています。収着は、表面に対する分子の吸着と、その後のポリマーバルク内部への拡散によって制御されるため、**相互汚染のメカニズムを理解するには拡散が重要なパラメータ**になります。

### 実験

数  $\text{cm}^2$  のポリマー薄膜サンプルを低容量リアクターに設置し、直後に HF 濃度を数百 ppbv に制御した湿度 40% の空気を流します。加圧容器に入れた 10 ppmv HF をクリーンエアで希釈し、汚染された空気を生成しました。エアフローの湿度を 40% に固定し、すべての実験を約  $25^\circ\text{C}$  のクリーンルーム温度で行いました。

曝露時間に応じてさまざまなポリマーサンプルからの吸着動力学が得られました (サンプル 1 個あたり 1 回の曝露)。ポリマーサンプルに収着した HF 量を、オープン内で 50 mL、 $70^\circ\text{C}$  の高温超純水 (UPW) に一晩浸して測定しました。この手順によって、ポリマー材に収着された HF 分子をイオンの状態 (フッ素イオン) で水中に抽出することができます。抽出溶液に含まれるフッ化物をイオンクロマトグラフィー (IC) で分析し、ポリマーサンプルに蓄積された HF を定量することができました。収集効率は連続抽出 (3 回以上) によって制御しました。この結果、 $0.2 \text{ ng/cm}^2$  の検出しきい値と 95% を超える抽出効率が達成されました。

### 結果

ポリマー表面への準瞬時の吸着が直ちに発生 (大量の HF が短時間にトラップされることで確認) し、その後材料内部に拡散します。この後者のプロセスが反応律速因子となります。次に、 $200 \pm 15 \text{ ppbv}$  の HF に 8 日間 (200 時間) 曝露することで、ポリマーフィルムは PC で  $6,400 \text{ ng/cm}^3$ 、EBM で  $7,200 \text{ ng/cm}^3$ 、PEI で  $14,500 \text{ ng/cm}^3$  の飽和レベルに達しました。ここから、PEI の溶解係数が PC および EBM (この 2 つの溶解係数は類似) よりも大きいことがわかります。

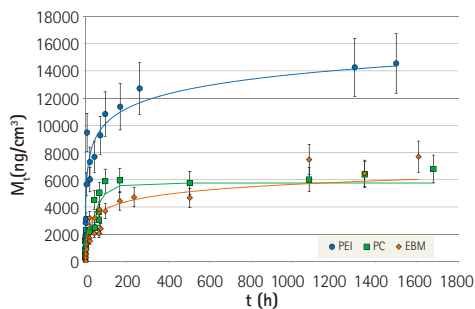


図 1 : 空気中の HF 濃度が 203 ppbv (± 10%) のときのポリマー薄膜の収着速度

この収着動力学データから、 $21^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  の一定温度、大気圧、湿度 40% のときの HF の輸送係数が測定されました。これを表 1 に示します。比較のために、気体透過法を使用して得られた  $\text{H}_2\text{O}$  の拡散係数も示します。

HF の係数	分子	$D \times 10^{-12}$ ( $\text{cm}^2/\text{s}$ )	S ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3 \text{ cmHg}$ )	P 10 - 9 ( $\text{cm}^2\text{cm}/\text{cm}^2\text{s cmHg}$ )
PEI (ポリエーテルイミド)	HF	$42 \pm 16.8$	$1330 \pm 0.75$	$56 \pm 0.7$
	$\text{H}_2\text{O}$	$9500 \pm 0.07$	$5 \pm 0.7$	$47 \pm 50$
PC (ポリカーボネート)	HF	$17 \pm 6.8$	$459 \pm 0.17$	$7.8 \pm 6.0$
	$\text{H}_2\text{O}$	$56000 \pm 0.2$	$1.9 \pm 0.05$	$110 \pm 40$
EBM (インテグリスパリアマテリアル)	HF	$3.7 \pm 1.55$	$524 \pm 0.44$	$1.94 \pm 1.9$
	$\text{H}_2\text{O}$	$8500 \pm 0.26$	$0.32 \pm 0.12$	$2.5 \pm 0.4$

表 1 : HF について得られた輸送係数と、透過法を使用したときの水分量で得られた係数との比較

PC、PEI、EBM におけるこれらの HF 拡散係数は初めて報告されるものです。これらの拡散係数は、溶解度が大きい同じタイプのポリマーで透過法を使用して得られた拡散係数と比較すると非常に小さい値になります。このため、透過係数は透過法で得られたものと類似したままです。

反応速度曲線が Fick の挙動に従い、収着速度と透過法から同じ範囲の透過性値が得られるという事実により、採用した方法の有効性が確認できます。さらに、工場の代表的な条件 (湿度 40%、大気温度、大気圧) での結果も得られます。

FOUP ポリマーでの HF の相互汚染に関しては、これらの係数は、**拡散係数が非常に低い EBM 材料では相互汚染が低くなると予想されること**、その次に低いのは PC、最後が PEI (最大の HF 溶解度も示す) の順になることを示しています。したがって、EBM FOUP を使用すると、汚染の可能性と、その後のウェーハへの汚染の移動が、PC または PEI FOUP を使用した場合よりも低くなるものと予想でき、このことが実験で確認されました。



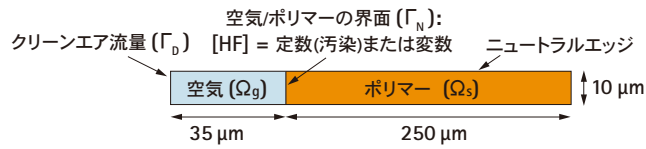
## FOUP の汚染現象を理解する重要なパラメータとしての拡散 第 2 部 - 数値シミュレーションでの係数の適用

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

数値シミュレーションを適用する目的は、補足情報（実験では得られない、ポリマー内での HF 濃度プロファイルと経時変化など）を提供することで分子レベルの相互汚染現象の理解を深めることです。シミュレーションを使用すると、FOUP のサービス寿命や洗浄プロセスの最適な時間を分析、予測することができます。実際に、マイクロチップ製造技術が進歩を続け、FOUP 内の局所環境に対するプロセスウェーハの感度が上がるにつれて、数値シミュレーションは、FOUP 内部での AMC の相互汚染などの物理現象を予測し、さらには定量するための FOUP ポリマーの挙動の再現に役立っています。

### 実験

インテグリス /CEA-Leti グループが AMC、安定性、および収束を調べるための数式を作成し、パラメータ感度分析を詳細に説明しています。このモデルは信頼性が高く、業界の FOUP 使用条件で、シンプルなポリマー膜・空気モデルに基づいて使用することができます。このモデルは、Comsol® マルチフィジックスバージョン 3.5a (結合偏微分方程式を解くことのできる有限要素ソフトウェア) を使用して解いたものです。



この形状は、FOUP ポリマーの表面に近い領域に対応します。境界 ( $\Gamma_0$ ) は、空気を通して拡散し、FOUP ポリマーに収着する汚染源 (処理直後のウェーハなど) を表します。汚染が発生しない場合、濃度はゼロに固定されます。このモデルでは、すべての分子の移動は、空気中 ( $\Omega_g$ ) もポリマー中 ( $\Omega_s$ ) も拡散によるものです。モデルを簡素化するために空気の対流性部分を抑制しました。空気・ポリマー界面 ( $\Gamma_N$ ) は、ヘンリーの法則に従って溶解度式 ( $S_i = C_i / P_i$ ) から導かれます。

### 結果

実験で得られた拡散 (D) および溶解 (S) 係数を FOUP のポリマー成分に適用することで、基本的な汚染事例を確認し、シミュレートすることができました。

### クリーンなポリマーでの現実的な汚染イベントの事例

第 1 部で説明した収着動力学と同様に、1 個のポリマーフィルムを HF ガス流によって汚染するシミュレーションをしました。リアクター内の継続的な HF 流 ([HF] = 2000 ppbv) でフィルムを 2 時間曝露、その後 100 分間待機します。

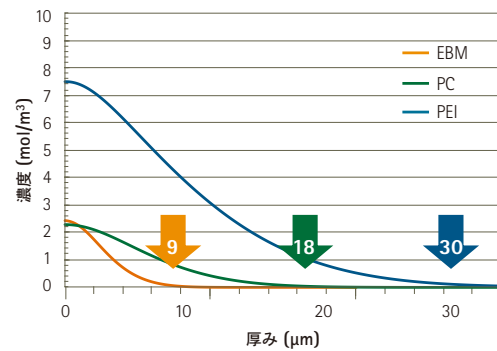


図 1: ポリマー内部に向かう HF の濃度プロファイル ( $\mu\text{m}$ )

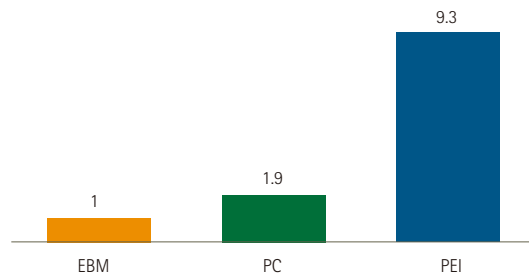


図 2: EBM を基準にした溶解フッ素の量 (EBM を 1 に固定)

拡散係数の分析から予測できるように、図 1 に示すシミュレーションの結果は、ポリマーの汚染の深さが EBM では小さく ( $9\ \mu\text{m}$ )、次に PC がその 2 倍 ( $18\ \mu\text{m}$ )、PEI では 3 倍以上になることを示しています。これらの溶解係数は類似していますが、曲線の下面積から得られる値と、小さい値 (EBM を 1 とする) を参照することでわかるように、PC は EBM の 2 倍の量の HF を溶解します。ここから、PEI は 2 時間の汚染と 100 分間の待機時間の後、 $30\ \mu\text{m}$  の深さで EBM の 9 倍を溶解できる材料であることがわかります。この種の汚染の深さの情報は、数値シミュレーション以外では得られません。実際の現場では、FOUP の壁で汚染が拡散する深さの把握はまだできていません。そのため、シミュレーションは、相互汚染現象を理解し、FOUP スケールで定量的予測を行うための貴重な手段となっています。

# 製品情報 - Product Highlight

## 品質と信頼性の標準、Ultrapak® および Crystalpak® ウェーハシッパー

インテグリスの Ultrapak (ウルトラパック) および Crystalpak (クリスタルパック) ウェーハシッパーは、発売開始とともに品質と信頼性で業界の標準となり、28 年以上にわたり広くご利用いただいています。

### ウルトラパック

ウルトラパック高純度 Wafershield™ (ウェーハシールド) ポリプロピレンは、次の特長を備えた信頼性の高い 200 mm 出荷容器です。

- 低いイオンレベル
- 低アウトガス
- 低い粒子発生
- 疎水性



標準のウルトラパックのデザインの特長は、使いやすく、クリーニングが容易なうえ、構成部品がわずか 3 点 (カバー、カセット、ベース) であることです。このデザインは、ウェーハの回転を抑えるクッション機能を備え、ウェーハエッジの汚染を最小限にして、クリーンで安全な出荷環境を提供します。ウルトラパック薄型ウェーハシッパーでは、薄型ウェーハ用に設計された上部 / 下部クッションが付いています。また、水平・垂直方向のロボットフランジを使って自動化への対応と精度を向上させます。

### クリスタルパック

クリスタルパックの高純度ポリカーボネートは、寸法安定性を備え、クリーンで高性能、かつ再利用可能な 200 mm の出荷容器で、次の特長を有します。

- 低いイオンレベル
- 低アウトガス
- 低い粒子発生
- 交換式のクッションとガスケットにより再利用可能



インテグリスは、最先端の射出成形技術と統計的工程管理 (SPC) を活用して、すべてのウルトラパックおよびクリスタルパック製品で高い品質を実現しています。ウルトラパックおよびクリスタルパック製品は、お客様にとっての最大のビジネス効率の実現に貢献します。

インテグリスのウルトラパック、クリスタルパック製品は、

- ▶ ウェーハ環境の制御
- ▶ 信頼性の高い機械性能
- ▶ 再現性の高い製造

を可能にします。

詳しくは、日本インテグリスまでお問い合わせください。



## 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 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。

### 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

#### Zero Defects 日本版

お名前\*: \_\_\_\_\_ 役職\*: \_\_\_\_\_

企業・団体名 / 事業所名\*: \_\_\_\_\_ 部署名\*: \_\_\_\_\_

ご所在地: \_\_\_\_\_ 郵便番号: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_  PDF で配信してほしい (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® および Entegris Rings Design®, Creating a Material Advantage®, Planargard®, Solaris®, Planarcap®, SmartStack®, VaporSorb™, Ultrapak®, Crystalpak®, Wafershield™ は Entegris, Inc. の商標です。  
SEMICON® は Semiconductor Equipment and Materials International Corporation の登録商標です。  
Intel® は Intel Corporation の登録商標です。  
Lam Research® は Lam Research Corporation の商標です。

KLA-Tencor® は KLA-Tencor Corporation の登録商標です。  
Comsol® は Comsol AB Corporation の商標です。  
Lithius® は Tokyo Electron Limited の登録商標です。  
Lit.#: 9000-7975ENT-1115Japan  
© 2015 Entegris, Inc. All rights reserved.