



ポールニュース

Vol.118

ろ過・分離・精製の問題解決

- 最先端半導体洗浄プロセスでのパーティクル管理
超純水、希釈薬液のナノレベルろ過 1
- [技術論文]
- ウェハ洗浄プロセスにおける薬液中での
フィルター除粒子性能評価 2
- UV硬化型インクジェットインクの普及と需要の拡大
インク中のゲル状異物の対処法 4
- 高機能プラスチック展 2013年出展報告 5
- 鉱油系作動油、潤滑油、燃料、圧延油
ポータブル・パーティクル・カウンター 7
- リアルタイムPCRによる
ビール変敗菌の迅速検出装置 8
- 独自の攪拌技術により細胞培養パフォーマンス向上
XRS 20 バイオリアクターシステム 9
- 最新医療に貢献するポールのろ過技術
気腹ガス用フィルター 10



超純水、希釈薬液のナノレベルろ過 ウルチプリーツG2・SP DR



1 微細化高流量フィルター

半導体製造における洗浄プロセスには、可能な限りコンタミ(汚染物)が少ない超純水や希釈薬液が多く使われています。最先端での半導体洗浄プロセスでは、超純水や希釈薬液からナノレベルのコンタミ除去が求められており、その要求サイズは年々厳しくなっています。

このような要求に応えるため、ポールでは、ろ過精度10nmの超精密ろ過フィルター、“ウルチプリーツSP DR”フィルター(写真1)を上市しています。近年、さらなる高流量ろ過を求める市場からの声に応じて、フィルター長さはほぼ同等で、フィルターケースを大口径化した“ウルチプリーツG2・SP DR”フィルター(写真2)を開発しました。

フィルター仕様は、表1の通りです。フィルターケースの大口径化と当社独自のウルチプリーツ技術でろ過膜面積が約1.4倍となりました。



写真1: ウルチプリーツSP DR



写真2: ウルチプリーツG2・SP DR

製品名	ウルチプリーツ SP DR	ウルチプリーツ G2・SP DR
ろ過膜面積	1.0 m ²	1.4 m ²
ろ過精度	10 nm (10 nm 金ナノ粒子で定格付け)	
フィルターメディア	高非対称構造ポリアリールスルホン	
ハードウェア	高密度ポリエチレン (HDPE)	
最高使用温度	70 °C	

表1: フィルター仕様

2 流量特性の向上

ろ過膜面積の拡大に伴い、流量特性も約1.4倍となりました。PTFE膜製の微細な15nm製品“ウルチクリーンG2・エクセラ―ERL”のろ過膜面積3m²よりも、流量特性が向上しています。(図1)

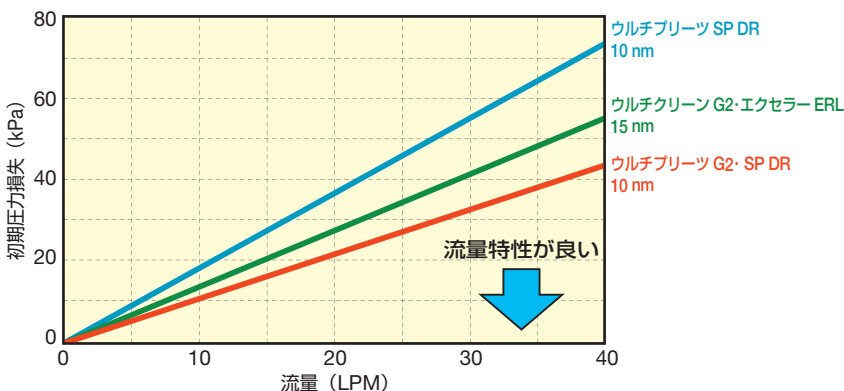


図1: 10”カートリッジの流量特性比較

3 大型カプセルタイプ

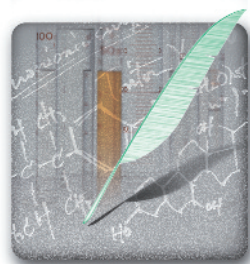
さらに、ディスパーザブルフィルターである“ウルチプリーツG2・SP DR・KC”も、T-フロー、L-フロー、インラインの各種形状から、選択いただけます。(写真3)



写真3: ウルチプリーツ G2・SP DR・KC T-フロー

お問い合わせ 詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。
【マイクロエレクトロニクス事業部】 TEL.03-6901-5700

当社では、半導体デバイス製造の進化とともに、今後も市場要求に合致した魅力的な製品作りにチャレンジしていきます。



ウェハ洗浄プロセスにおける薬液中での フィルター除粒子性能評価

日本ポール株式会社 応用技術研究所
橋本 正利

（ 本稿は、第60回応用物理学会2013年春季学術講演会講演要旨、
原題: "Removal efficiency with actual chemical for wafer cleaning process" に追加編集したものです。 ）

1. はじめに

近年、半導体製造プロセスの微細化が進むにつれて、ウェハ洗浄プロセスに使われるフィルターにおいても、ナノ領域のろ過精度が要求されてきている。これまで我々は定格ろ過精度30nm以下のフィルターの除粒子性能評価手法として、①標準粒子：金ナノ粒子、②粒子径測定：DLS（動的光散乱）、③粒子濃度定量測定：ICP-MS（誘導結合プラズマ質量分析計）の3つを組み合わせ、常温純水中にてフィルターの吸着効果を抑制させた条件下での試験を提案してきた^{[1][2]}。さらに金以外の金属ナノ粒子においても同様の手法が展開できる可能性についても検討を行ってきた^[3]。

実際のフィルター使用環境においては、水以外の各種薬液にも使用されている。（図1参照）さらなる応用として、今回、薬液中におけるフィルターの除粒子性能評価手法の検討を実施した。

今回、洗浄薬液として広く使用されているSC-2（塩酸、過酸化水素水、水の混合液）をターゲットとし、pH1希塩酸を試験液として、除粒子性能評価手法の検討を行った。

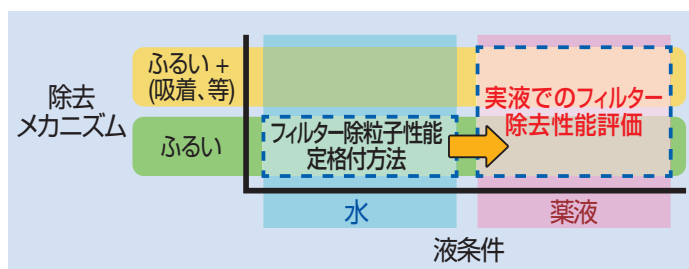


図1：ろ過試験条件

2. 実験

pH1希塩酸中に安定分散する粒子として、ジルコニア（ ZrO_2 ）微粒子を評価用粒子として使用した。この微粒子の各液中における粒子径（流体力学径）とゼータ電位を測定し、液中での粒子安定性評価を実施した。続いてフィルターメンブレンを用いたろ過における除粒子性能評価試験を実施した。

図2に除粒子性能試験スタンドを示す。常温のpH1希塩酸中にジルコニア粒子を分散させ、直径47mmディスク形のフィルターメンブレンに、一定流量でろ過試験を実施した。一次側液（試験液）と二次側液（ろ液）をサンプリングし、液中のジルコニウム濃度をICP-MSで測定し、フィルターメンブレンの除粒子性能評価を行った。試験に使ったフィルターは、SC-2ろ過に推奨される表面改質PTFEフィルター（ろ過精度15nm）と高非対称ポリアリールスルホン（PAS）製フィルター（ろ過精度10nm）とした。

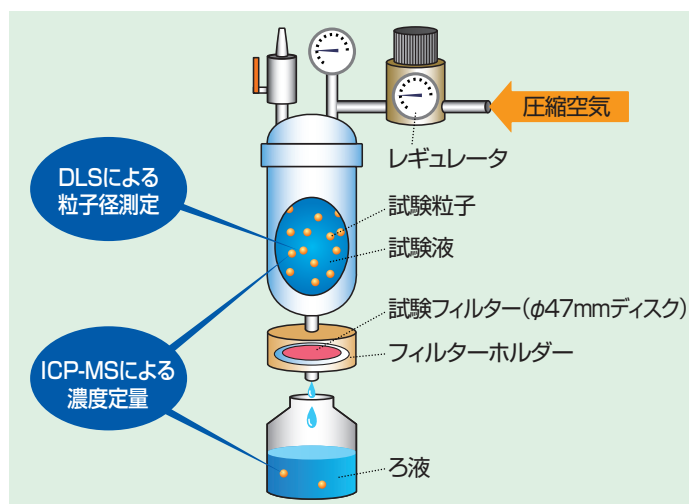


図2：除粒子性能試験スタンド

3. 実験の結果と考察

表1に、ジルコニア微粒子のDLSによる流体力学径の測定結果を示す。pH1希塩酸中、純水中共に10nm程度となり、粒子径が安定していることを確認した。また、ゼータ電位は、pH1.5

希塩酸中でプラスに荷電していることを確認した（使用したゼータ電位測定器のpH範囲は1.5以上であるため、pH1.5にて測定を実施し、pH1のゼータ電位にごく近いと考え議論を進めた）。



これはウェハ洗浄プロセスで捕捉ターゲット粒子として考えられているシリカと同じ符合であることから、模擬粒子として適当であると考えられる。

次に、図3に、フィルターメンブレンに対する除粒子性能試験結果を示す。試験はn2にて実施した。どちらのフィルターにおいても、高い除粒子性能が確認された。この要因を調査するべく、粒子およびフィルターメンブレンのゼータ電位を測定した。図4にゼータ電位測定の結果を示す。pH1.5希塩酸中では、ろ過精度15nmの表面改質PTFEフィルターメンブレンは等電点付近である。粒子はプラスに荷電している。表面改質PTFEフィルターと粒子の間に、静電的な力は働かないと考えられる。またろ過精度10nmの高非対称PASフィルターメンブレンはプラ

スに荷電しており、高非対称PASと粒子の間に静電的な斥力が働くと考えられる。

図5に、フィルターと粒子の静電的な力関係イメージを示す。今回の試験で、静電引力が働かない、もしくは斥力が働く領域においても高い除粒子性能となった理由はフィルターメンブレンのふるい効果によるものと考えられる。

表1：試験粒子の粒径測定結果（流体力学径）

ZrO ₂ 粒子（pH1希塩酸中）	ZrO ₂ 粒子（純水中）
10.4 nm	10.8 nm

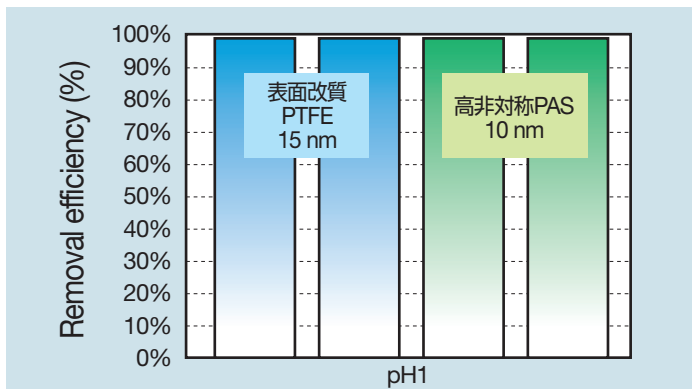


図3：pH1希塩酸中における除粒子性能試験結果（試験はn2で実施）

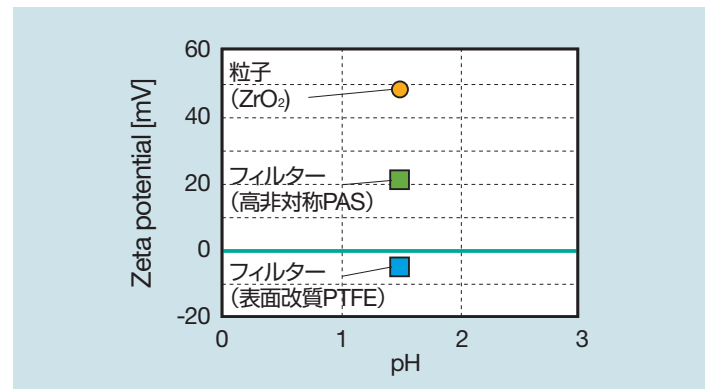


図4：ゼータ電位測定結果

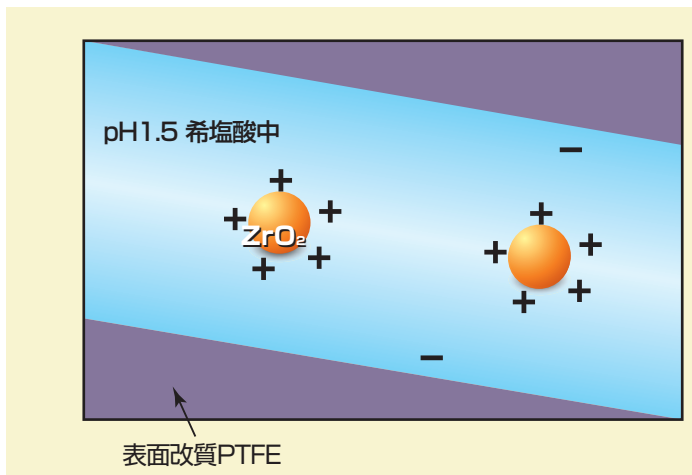
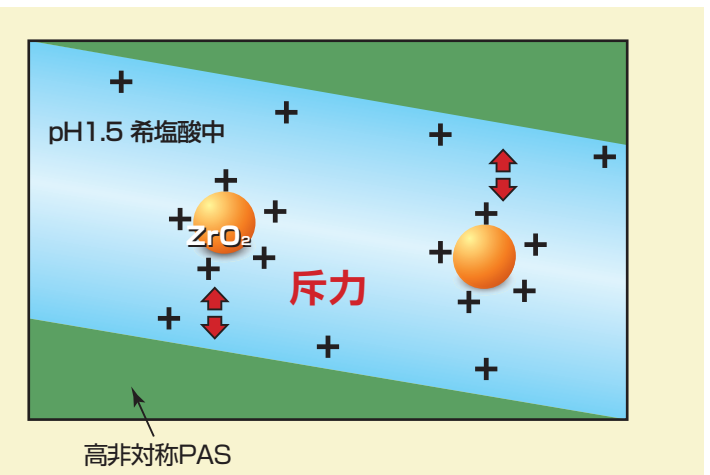


図5：pH1希塩酸中でのフィルターと粒子の関係（イメージ）



4. 終わりに

今回、実液中にて安定分散する適切な金属もしくは金属酸化物ナノ粒子を選択することで、実液中のフィルターの除粒子性能評価が実施できることを示した。また除粒子性能を決定する因子の一つとして、静電引力による吸着作用があることはこれまで知られていたが、その定量的評価の可能性が示唆された。ろ

過精度に比べてさらに小さい粒子を使用することで、定量的評価が行える可能性がある。今後は、SC-1もしくはSC-2や、高温SPM中におけるフィルターの除粒子性能評価に取り組んでいく予定である。

参考文献

- [1] 水野, 並木, 都築, 沼口, 第69 回応用物理学会学術講演会予稿集, No. 2, 2008 (3p-CD-11)
- [2] T. Mizuno, A. Namiki, and S. Tsuzuki, IEEE transactions on semiconductor manufacturing, Vol. 22, No. 4, pp. 452-461, 2009
- [3] 水野, 都築, 坂本, 沼口, 第72 回応用物理学会学術講演会予稿集, 2011 (30a-W-11)

お問い合わせ 詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【マイクロエレクトロニクス事業部】 TEL.03-6901-5700

インク中のゲル状異物の対処法

ハイブリッド型フィルター プロファイル・スター

1 UV硬化型インクジェットインクの普及

UV硬化型インクジェットインクは、近年、プラスチックやボード等の非吸収性媒体に対する印字材料として、またVOCフリー（揮発性有機化合物が発生しない）で環境に優しい印字材料として、看板や屋外広告などの大判印刷やプリント基板へのマーキングなどの産業用途を中心に普及が進んでいます。



2 UVインク中に含まれるゲル状樹脂分

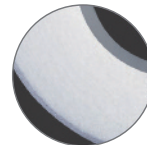
UVインクには、低分子モノマーを素早く硬化させるために、光重合開始剤が多く含まれます。そのため、わずかな光の漏れにより、ラジカルが発生し部分的に硬化してしまうことがあります。また、酸素の少ない密閉の状態化においても硬化してしまうため、貯蔵中でさえ、光が当たらなくても

ゲル化して固まることがあります（暗反応）。UVインク中に含まれるこうしたゲル状の樹脂分は、微細なプリンターヘッドを詰まらせ、突出不良や画質不良などの問題を引き起こす原因として広く認められています。そのためインクろ過工程は必須のものとなっています。

3 ゲル状異物の除去

ゲル状異物には様々な形・大きさ・硬さのものが存在します。一様に断定することはできませんが、UVインク中に発生するゲル状異物の除去においては、当社では、絶対ろ過精度が $1\mu\text{m}$ のフィルターを推奨しています。また、ゲル状異物は、圧力上昇に伴い形状変化する可能性があります。

したがって、捕捉後の脱落を防止するために、できる限り厚みのあるデブス型フィルターが有効です。

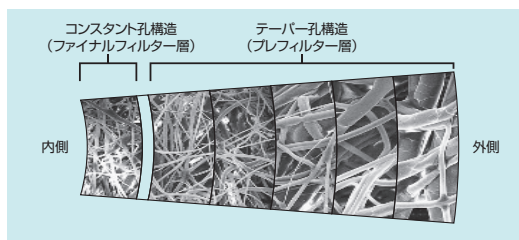


4 密度勾配のないテーパー孔構造のフィルター

ゲル除去に最適なフィルターとして、ポールの“プロファイル・スター”フィルター（ $1\mu\text{m}$ ）、また小量バッチやさらに念入りなる過が必要な際は、“プロファイルII”フィルター（ $0.5\mu\text{m}$ ）を推奨します。

いずれも密度勾配のない連続したテーパー孔構造をもつオール・ポリプロピレン製のフィルターです。ゲルを除去する上で大切なことの一つが、この密度勾配のないメディアを選定することだからです。一般的なプリーツフィルターや、不織布の積層フィルター等は、各層ごとの密度が大きく異なるため、急な圧力上昇に伴い一度捕捉したゲルを再離脱させる可能性が極めて高いとされています。

できる限り低圧力で運転し、圧力変動を与えないようにしなければならないUVインクのろ過においては、連続したテーパー孔構造を持つフィルターが効果的です。



5 低圧ろ過に威力を発揮するハイブリッド型フィルター

デブス形状でありながら、プリーツ型に織り込まれた“プロファイル・スター”フィルターは、デブスとプリーツの両者の利点を兼ね合わせた「ハイブリッド型フィルター」です。比較的高粘度のUVインク（ $20\text{mPa}\cdot\text{s}\sim 100\text{mPa}\cdot\text{s}$ ）においても、低圧力損失でろ過することが可能です。終始低圧ろ過が推奨されるゲル除去には非常に相性の良いフィルターとして、インクジェット業界以外でも幅広く使われています。

UV硬化型インクジェットインクの需要は今後増々増え、未溶解樹脂分（ゲル状異物）への対処法が問われてくるものと予想します。その際には、ポールの“プロファイル・スター”フィルター（ $1\mu\text{m}$ ）をお試しください。

詳細な取扱いや運転方法等につきましては当社の営業担当者がサポートいたします。



インクジェットプリンター搭載用カプセルフィルター

お問い合わせ

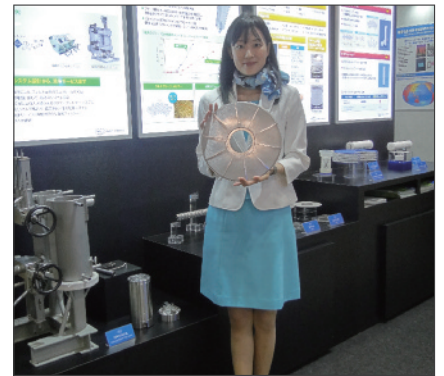
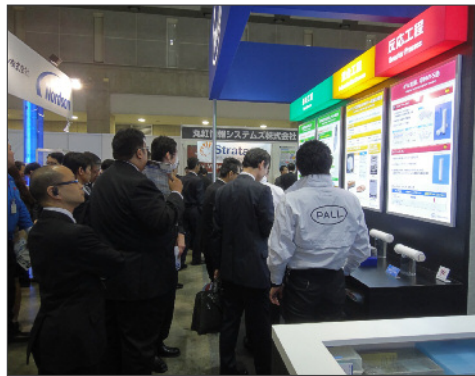
詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【マイクロエレクトロニクス事業部】 TEL.03-6901-5700

高機能プラスチック展 2013年出展報告

当社は、本年4月10日～12日に東京ビックサイトで開催された高機能プラスチック展に出展しました。期間中は、多くのお客様にお立ち寄りいただき、ありがとうございました。また、お問い合わせもたくさん頂きました。今後も独自のろ過技術により、お客様のニーズに応えられるように邁進してまいります。

展示会で発表しました製品のダイジェストをご紹介します。

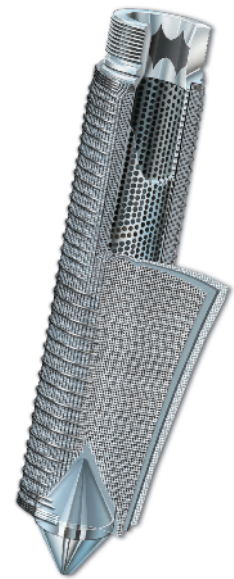


1 樹脂・高粘度流体の異物、ゲルの除去

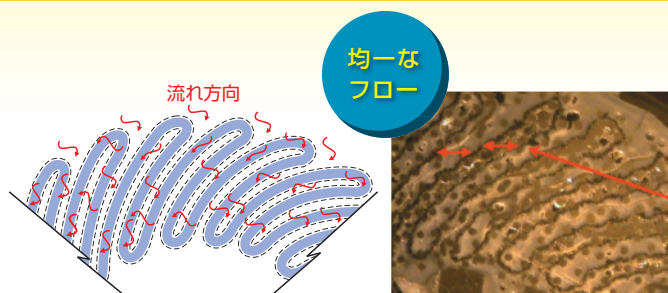


キャンドルフィルター ウルチプリーツ・ポリマー

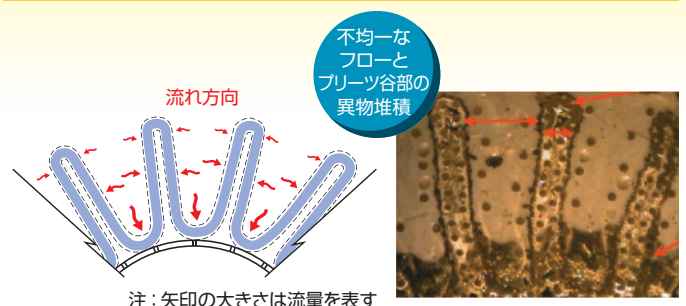
- 波形のプリーツは従来のプリーツフィルターと比較し、最高1.5倍のろ過面積を保持
- 既設のハウジングを改造することなく装着可能
- プリーツ間の均一な流路は均一な流量配分を可能にし、滞留部を少なくすると共にメディア全体を有効に活用
- エLEMENT外周部のスパイラルアウターラップは破損・逆圧からELEMENTを保護し、プリーツ束の乱れを抑制



ウルチプリーツ・ポリマー



従来のプリーツフィルター



2 樹脂押出工程の最適化

CPF切替式連続運転ポリマー用フィルターシステム

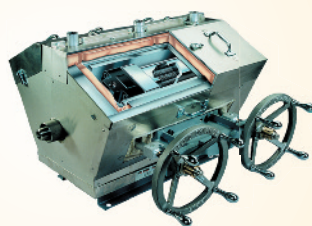
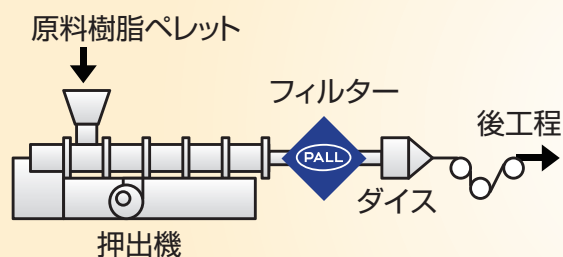
適応樹脂

- ポリエチレン
- ポリカーボネート
- ポリエステル
- ポリオレフィン
- セルロースアセテート
- アクリル等

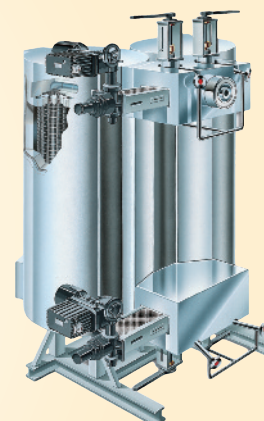
ポリマーのろ過

- 低滞留、低差圧、小スケール
- 品質向上（フィッシュアイ対策、ゲルコントロール）
- 作業性向上（圧力、温度変化なしでフィルター交換）
- 高性能金属フィルター（キャンドル、ディスク）
- 滞留部の少ないバルブを使用した連続運転可能なシステム

溶融押出工程（例）

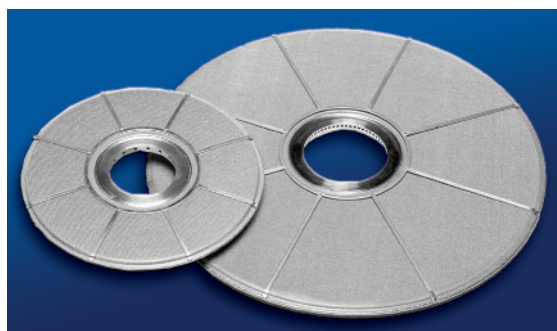


横置き切り替えシステム



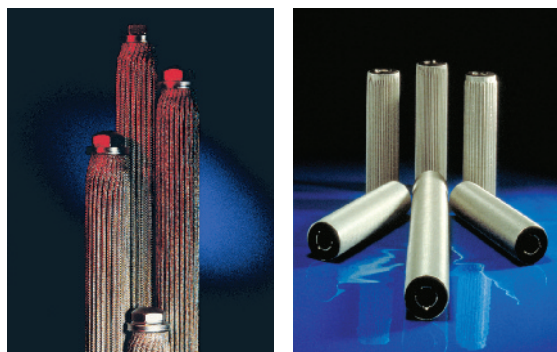
縦置き切り替えシステム

3 豊富なメタルフィルター



セグメントフィルター

- 粘度の高い高性能ポリマーの精密ろ過に最適
- 硬い固形異物および変形するゲル状異物を効率的に除去
- 長いのろ過寿命
- 幅広いサイズ、仕様により、新規および既存システムの性能を最適化
- 洗浄により繰り返しの使用が可能



カートリッジフィルター

- プリーツ構造またはシンプルなシリンダー構造
- 原液や添加剤、中間体、プレポリマーのろ過など、さまざまなアプリケーションに対応
- 費用対効果に優れ、幅広く使用

鉍油系作動油、潤滑油、燃料、圧延油用

PFC450

ポータブル・パーティクル・カウンター

流体中の粒子の大きさと数を測定するポータブル診断機器

設備の信頼性維持や問題発生箇所の特定、潜在的問題点の抽出には、流体清浄度の傾向管理が不可欠です。ポールPFC450パーティクル・カウンターは、精度よく迅速に流体清浄度の計測が出来ます。その結果、流体清浄度の変化・異常を早期に知ることができ、重大な設備トラブルに至る前に必要な対策を講じることができます。

- ISO 11500 に準拠したレーザー光遮へい方式
- 高圧ラインまたは低圧ラインでのオンライン計測
- ボトルサンプリング法によるオフライン計測
- 気泡の影響を受けにくい加圧式センサー部
(オンライン計測時にのみ有効)
- オフライン計測(ボトルサンプリング法)では
オプションの脱気ユニットで気泡を除去
- タッチパネル式ディスプレイ
- 4000件までのデータを内蔵メモリーで保存可能
- テスト結果をタッチパネル式ディスプレイで表示し
内蔵プリンターで出力
- バッテリー内蔵で持ち回りでの運用が可能
- パソコン接続用USB ケーブル付属
- パソコンへのデータダウンロード用ソフト付属
- 専用ケース付属



PFC450 パーティクルカウンター

アプリケーション

- 鉍油系 / 合成系作動油及び潤滑油
- 鉍油系圧延クーラント
- 燃料油
- 絶縁油
- 工業用リン酸エステル

お問い合わせ

詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【プロセステクノロジーズ事業部】 TEL.03-6901-5780



PFC450 パーティクルカウンター専用ケース



1 食品業界における微生物管理

食品工場では、病原菌の他にも、製品価値を損なう変敗や変質、腐敗を防止するさまざまな取り組み、品質管理がなされています。酒類を含めた飲料製品で、微生物管理用フィルターが完全性試験装置と一緒に使用・管理運用されているのは、その一環です。

上記の取り組みに加えて、微生物事故を未然に防止するには、製造工程におけるリスク分析、重要な管理ポイントの設定を行います。さらに、最終製品だけではなく、製造の各工程での微生物検査や同定による検証も併せて行い、製造工程の信頼性を高めることが重要です。

2 微生物管理方法の問題点

微生物の有無や菌数の確認のためには、培地を用いて、微生物を増殖させて目視確認する手法が、従来行われてきました。また、菌種の同定のためには、それぞれの微生物に特異なDNAを検出するPCR等の手法が用いられてきました。これらの手法には、下記のような問題があります。

- 1 微生物の培養に日数を要する。
- 2 増殖が不十分な場合には検知できないリスクがある。
- 3 作業が煩雑な他、ヒューマンエラーが発生しやすい。

コスト削減や生産性向上のために、出荷判定までの時間短縮の要求が高まる中、微生物検査の精度や信頼性、迅速性、作業負担をより改善する技術が求められています。

3 リアルタイムPCR原理による検査装置

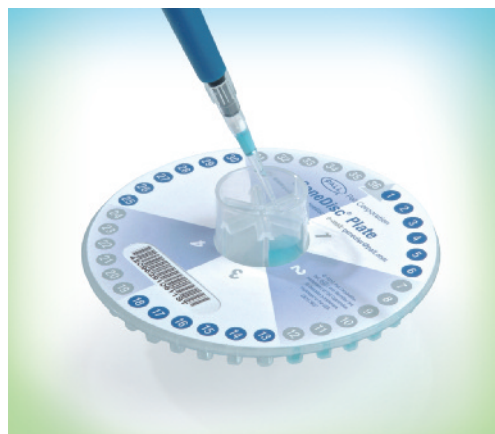
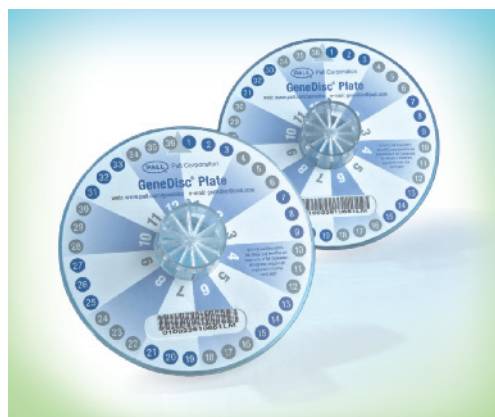
高感度、高精度に、短時間で微生物を検出できるリアルタイムPCRの原理を用いた検査機が世界中の食品工場で採用されはじめています。パール社ではこの原理に着目し、作業負担も大きく軽減した“ジーンディスク”システムを、昨年度より販売開始しました。

操作が簡単で、専門的な分析経験がなくても、正確で再現性の高い結果と、特異的な微生物の有無の自動診断ができます。得られたデータの管理・加工も容易です。また、報告書も自動作成されるため、分析後の業務軽減にも貢献できます。

4 ビール変敗菌用プレート

1枚で6サンプルが測定できる、ビール専用のプレートをご用意しています。ビール変敗菌として知られている菌種20種を対象としています。作業負担の大きさから、対象菌種を一部に限定せざるを得なかった場合など、測定対象が広がることで、より高い品質管理が実現します。

その他、病原性大腸菌、リステリア属菌及びサルモネラ属菌等の食中毒菌検出用のプレートも発売されております。“ジーンディスク”システムはオプションでサブユニットの増設が可能で、同時に異なる種類のプレートの測定も可能です。



お問い合わせ

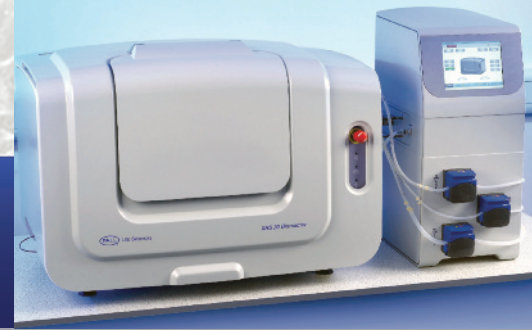
詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【食品事業部】 TEL.03-6901-5760

NEW

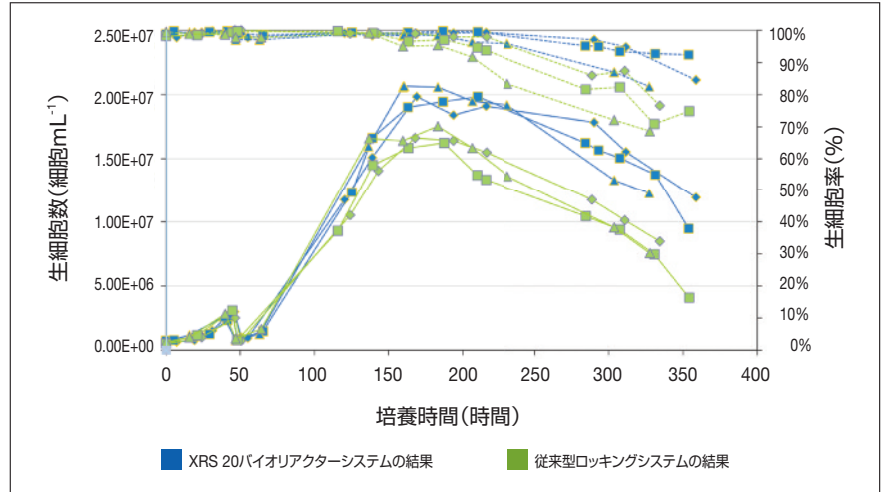
独自の攪拌技術により細胞培養パフォーマンス向上

XRS 20 バイリアクターシステム



バッチ培養例 高い細胞培養パフォーマンス

従来のロッキングシステムと比較して、「細胞濃度は18%、抗体力価は30%高い」結果が得られました。
(同一の培地とシードを用いた場合)



独自技術の二軸型ロッキングシステム 優れた攪拌と物質移動を実現

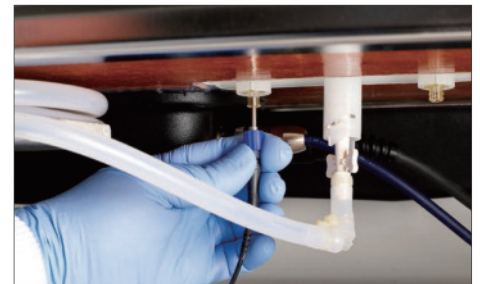
- 二軸攪拌により、バイオコンテナ内での乱流発生がほとんどなく、三次元で渦が発生
- 同様の攪拌条件で、従来のロッキングシステムと比較して、約3倍高い攪拌効率
- kLa 値比較でも、優れた物質移動特性



チュービングマネジメントシステム



停止不要の運転中サンプリング



ボトムドレンとpH, DOセンサー

取扱簡単なシングルユースシステム

- 細胞培養に適した簡易なコントローラー
- 実績のあるAllegroフィルムを使用した、3Dバイオコンテナ
- 堅牢な閉鎖システムにより、優れた遮光性と温度管理を実現
- 二軸攪拌により、高い攪拌効率を実現
- 1つのシステムで、ワーキングボリューム：2~20Lに対応
- 細胞濃度、生細胞率、発現レベルとも、高い細胞培養パフォーマンス

お問い合わせ

詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【バイオフィーマ事業部】 TEL.03-6386-0995

気腹ガス用フィルター

内視鏡外科手術の安全性と課題



報道などで著名人が“内視鏡外科手術”を受けて、術後に迅速な社会復帰をしている様を目にすることが多くなりました。脚光を浴び始めている内視鏡外科手術とその有用性、また安全性の課題とポールのろ過技術による貢献についてご紹介いたします。

1. 内視鏡とは

一般的に内視鏡というと口や鼻、肛門から挿入して消化管や気管を観察する内視鏡検査・治療をご想像されるかと思えます。内視鏡検査に用いるカメラは、消化管を奥深くまで通す必要があるため、長くて曲がる軟性内視鏡を用います(図1)。



図1: 軟性内視鏡



図2: 硬性内視鏡

一方、内視鏡外科手術では、腹部などの皮膚に小さな切開創をあけて、おなかの中(腹腔)に挿入する腹腔鏡と呼ばれるカメラを用います(図2)。このカメラは30cm程度の直線状で曲がらないために、硬性内視鏡と呼ばれています。医師がカメラを通してモニター画面に映し出された術野を見ながら、小さな切開創から手術器具を出し入れして手術を進めるのが内視鏡外科手術です(図3)。なお、内視鏡外科手術は、使用するカメラの特徴から、腹腔鏡手術と称されることもあります。



図3: 内視鏡外科手術

2. 傷が小さい内視鏡外科手術

手術においては、手術対象が視認可能なエリアである“術野”が良く見えることが不可欠となっています。これまでの外科手術は、術野を広げる目的で大きな皮膚の切開創を必要としてきました。内視鏡外科手術は傷が小さいので、患者への負担(侵襲)を大幅に低減することができます。こうした侵襲性の違いから、これまでの外科手術を開腹手術と称して、区別するようになっています。

開腹手術と比べて、内視鏡外科手術は低侵襲性のため、患者QOL(Quality of Life,生活の質)向上となる下記のようなメリットがあります。

- 手術後の傷が目立たないので、美容的に優れている
- 手術創が小さい事によって、術後の痛みが軽くなる
- 術後の回復が早く、早期の社会復帰が可能となる

3. 内視鏡外科手術の発展

日本においては1990年春に初めて腹腔鏡下胆嚢摘出術が行われて以来、全国年間手術施行数2370例であったものが年々増加しています。20年を経過した2010年には12.7万件、2011年14.2万件と、今なお手術件数は右肩上がりに増加しています(図4)。



手術実績に応じて、国から医療機関へ支払われる診療報酬においても、その有用性が認められています。同じ術式でも開腹手術よりも更新の都度高額に設定されて差が大きくなり、医療機関側も積極的に内視鏡外科手術を取り入れるようになりました。消化器外科だけではなく、産婦人科・泌尿器科・呼吸器外科・小児科など、多くの領域に応用され、適用を拡大しています。

また、世界中の医師や関連企業などの研究開発の関心が集中していることによって、医師の操作を数ミリ単位に変換して、正確な手術操作を実現するロボット支援手術、おへそに一つの穴を開け術後の傷がほぼ分からない“単孔式内視鏡外科手術”なども開発されています。内視鏡外科手術では、低侵襲性や安全性の更なる向上を目的として新しい技術などが誕生し、今後も活発化すると思われます。

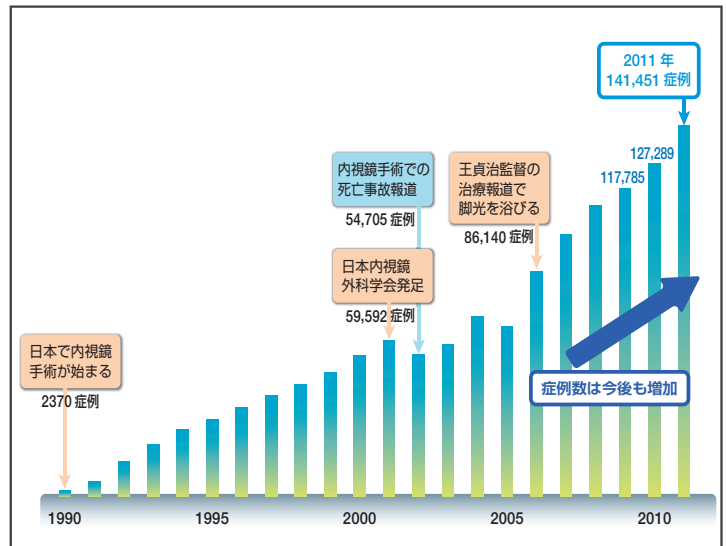


図4: 日本における内視鏡外科手術症例数の推移

出典)日本内視鏡外科学会アンケート調査-日鏡外会誌, Vol. 17 No.5, 2012

4. 内視鏡外科手術に用いる手術器具や器械

内視鏡外科手術では、開腹手術と術式は同じであっても、特殊な手術器具や器械などを必要とします。真っ暗な腹腔内などに光を当てて術野をモニターに映し出すための光源・映像機器関連、次に小さな傷を介して臓器の切離や縫合などの手術操作を行うための長い鉗子類、そして体腔(おなかの中)など狭い空間を広げて術野を確保するために二酸化炭素を送る“気腹装置”があります(図5)。

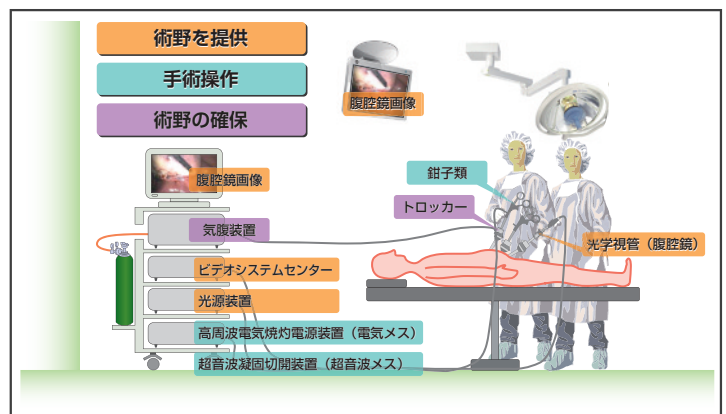


図5: 内視鏡外科手術に使用する機器(気腹式)

出典)黒川良望, 最新の内視鏡手術がわかる本, 法研, 2007

5. 内視鏡外科手術用気腹ガス

二酸化炭素は、電気メスなどで引火しないことや生体吸収性に優れていることから、現在の内視鏡外科手術の気腹ガスとして用いられています。気腹ガスは、ポンプ機能を有した気腹装置を介して、二酸化炭素のガスボンベから、患者の腹腔内に送気されます。内視鏡外科手術は、低侵襲性や安全性などの面から、患者や医療従事者に受け入れられて広がりを見せていますが、実はこの気腹ガスは微粒子や細菌などに汚染されているという、近年発表された報告が内視鏡外科手術に従事する医師らに大きな波紋を及ぼしています。

6. 気腹ガスの汚染の報告

四谷メディカルキューブの関川らによって、気腹ガス中の微粒子数の定量ならびに定性的評価、さらに微生物汚染評価が行われ、それぞれ2009年、2010年に開催された日本内視鏡外科学会の年次学術集会にて発表されました^{2), 3)}。報告によると、気腹ガス中には粒径0.5 μ m以上の微粒子濃度が、1立方フィートあたり100万個以上存在、また微粒子の成分を分析したところ、銅や亜鉛、クロム、鉄などの金属片が含まれていたことが報告されました。また翌年2010年には気腹ガス中の微生物を培養同定し、黄色ブドウ球菌などの病原菌が存在したことが報告されました。



7. 気腹ガスの清浄度

空気清浄度を示すNASAクラスで考えますと、気腹ガスの清浄度はNASAクラス10,000,000のレベルであり、自動車や人々が激しく往来する大都市の路上と同じ清浄度であることが示されました。

現在の手術室清浄度基準はNASAクラスではなく、換気回数や換気口へのHEPAフィルター設置などの定義となっています。⁴⁾ 以前の指針では手術室の環境として、空気清浄度NASAクラス1000に相当する清浄度での管理を規定していました。低侵襲で安全性が高いはずの内視鏡外科手術が、大都市の路上で手術しているものと同じであり、空気清浄度のみを考慮した場合は、開腹手術の方が安全であるとも考えられます。

気腹ガスの清浄度問題や、さらに金属片などが検出されたことに対しては、医療ガスのボンベ充填やガス製造プロセスにおける清浄化への法整備がなされていない実情と、病院内で使用する気腹関連器材に清浄度に関する取り決めがなされていない事などが原因ではないかと考察されています。

8. 気腹ガス汚染防止対策

海外においては、アメリカやドイツ、フランスなど内視鏡外科手術の先進国では、気腹ガスの汚染について古くより認知されており^{5), 6), 7), 8)}、微小異物や菌から患者を保護するためにフィルターを使用する事を記載したガイドラインが1990年代に発行されています(表1)。

表1: 各国の気腹ガス汚染防止に関するガイドライン一覧

国名	機関名称	ガイドライン名称	発行年	概要
アメリカ	緊急医療研究会	ECRI Report 1993;13(8):1-7	1993	気腹ガス由来の異物・菌から患者を守るためにフィルター使用を推奨
ドイツ	ドイツ外科協会	J. Witte, Der Chirurg 1998; 37 (7)	1998	無菌的な気腹ガスとするためフィルター使用を推奨
フランス	Centre de Coordination de la Lutte contre Infections Nosocomiales de l'Ile de France Paris-Nord	Endoscopie chirurgicale Guide de bonnes pratiques Octobre 2000	2000	体液逆流・異物/菌汚染防止の観点からフィルターの使用を推奨
イギリス	医療機器総合機構	MDA Safety Notice 1996 SN9602. Medical Devices Agency	1996	体液逆流防止のため、細菌ウイルス除去フィルター使用を推奨
カナダ	カナダ健康保護委員会	Medical Device Alert 1995 Canada No.6	1995	
オーストラリア	西オーストラリア保健省	Health Dept. of Western Australia 1995 OP0669/95	1995	

気腹ガス汚染防止に関しては後発組である日本では、患者への低侵襲性を目指して、日進月歩の進化を遂げている内視鏡外科手術における課題であるとして、関連団体や医療機関において、気腹ガス汚染に対する問題と対策についてようやく議論が進められるようになりました。



9. 気腹ガスフィルターによる安全性の確立


気腹ガス汚染を内視鏡外科学会で報告した関川らは、フィルター未使用の気腹ガス中に検出された100万個/立方フィートの微粒子濃度が、日本ポールの気腹ガスフィルターによるろ過後には検出できないレベルにまで低減したこと、病原菌培養結果も陰性であったことを受けて、内視鏡外科手術におけるフィルターの必要性を学会発表の中で訴えました。

こうした発表を根拠に、内視鏡外科手術に従事する職種の一つである、臨床工学技士の団体が2012年9月末に発行した指針で、内視鏡外科手術における業務に、気腹ガスフィルターの装着を点検項目として定義づけました。さらに内視鏡外科学会によって、2013年3月末に学会員向けに配信された「内視鏡外科手術メディカルタッフマニュアル」にも、「異物混入と汚染防止のため必ず気腹ガスフィルタを装着する事が重要である」と明記されました。

10. ポール気腹ガスフィルター

日本ポールでは、オリンパスメディカルシステムズ社製気腹装置UHIシリーズに装着できる、フィルター単体のORO1Hと、チューブセットとなるIGF1CDを取り扱っています。またオリンパス社以外の気腹装置に装着できる、チューブセットFRIGF2があり、多くの内視鏡外科手術の気腹ガスろ過に対応しています。これらの製品によって、気腹ガス中に含まれる微小異物や微生物が患者腹腔内へ送気されることを防止し、内視鏡外科手術の安全性向上に貢献しています。

表2: ポール気腹ガスフィルター

製品写真			
販売名	ポールフィルター ORO	気腹ガスラインフィルターセット IGF1	気腹ガスラインフィルターセット IGF2
承認/認証番号	20700BZY00886000	13B1X00215000001	13B1X00215000002
規格名	ORO1H	IGF1CD	FRIGF2
滅菌/包装	エチレンオキサイドガス滅菌	ガンマ線滅菌 / 二重包装	エチレンオキサイドガス滅菌 / 二重包装
セット構成	フィルター単体	250cmポリ塩化ビニル製チューブ、 回転式オスルアーロックコネクター	300cmポリ塩化ビニル製チューブ、 回転式オスルアーロックコネクター
気腹装置	オリンパスメディカルシステムズ社製気腹装置		オリンパス社以外の気腹装置

参考文献

- 1) 内視鏡外科手術に関するアンケート調査—第11回集計結果報告—, 日鏡外会誌, 17(5)
- 2) 関川智重, 子安保喜, et al. 腹腔鏡下手術における気腹ガス中に含まれる微粒子の実態とガスフィルター使用の有用性について, 日本内視鏡外科学会雑誌 14(7): 615, 2009
- 3) 関川智重, 金平永二, et al. 腹腔鏡手術における医療用二酸化炭素ガス中の微粒子・微生物汚染の実態と対策, 日本内視鏡外科学会雑誌 15(7): 221, 2010
- 4) 日本医療福祉設備協会, 病院空調設備の設計・管理指針HEAS-02-2004, 2004
- 5) OTT D.E., et al: Microbial Colonization of Laparoscopic Gas Delivery Systems: a Quantitative Analysis, JSLS, 1:325-329, 1997
- 6) ECRI Report: Risk of Patient Fluid Backflow, ECRI Report, 13:1-7, 1993
- 7) Bjerring and Oberg: Bacterial Contamination of compressed air for medical use, Anaesthesia, 41:148-150, 1986
- 8) OTT D.E.: Contamination via Gynecologic Endoscopy Insufflation, Journal of gynecologic surgery, 5:205-208, 1989

お問い合わせ

詳しい内容につきましてご質問がありましたら、下記までお問い合わせください。

【メディカル事業部】 TEL.03-6386-0991



日本ポール株式会社

- マイクロエレクトロニクス事業部 ☎03(6901)5700
- プロセステクノロジーズ事業部 ☎03(6901)5780
- エアロスペース事業部 ☎03(6901)5860
- バイオファーマ事業部 ☎03(6386)0995
- ラボ製品グループ ☎03(6386)0993
- メディカル事業部 ☎03(6386)0991
- 食品事業部 ☎03(6901)5760

ポールニュース

2013 FALL Vol.118

[編集発行]

日本ポール株式会社

マーケティング・コミュニケーショングループ

〒163-1325 東京都新宿区西新宿6-5-1

☎03(6367)1691

Editor-in-Chief : A.Miki

Graphic Designer : H.Shimogawa

Contributing Authors : K.Tokuno

M.Hashimoto

K.Yamada

H.Sato

T.Yasunishi

H.Yoshigiwa

A.Ninokata

T.Fukuda



Better Lives.
Better Planet...