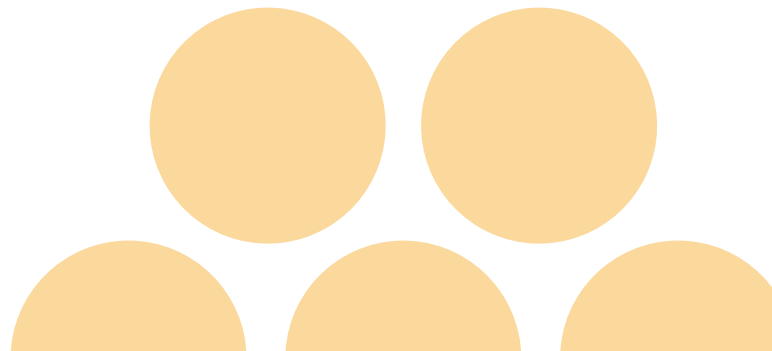




2倍の出力、 半分のサイズ

MSP Turbo II™ 気化器
次世代の蒸気供給ソリューション



より良い気化、より多くの プロセスオプション

MSP Turbo II™ (T2) 気化器 – 次世代

MSP による蒸気ソリューション

TSI® の一部門である MSP は、半導体デバイスの製造や工業用コーティング用途で使用される化学気相成長 (CVD) や原子層成長 (ALD) などの気相処理における液源気化用の気化製品の完全なラインを提供しています。MSP Turbo II™ 気化器は、現代の厳しい気化のニーズを満たすように設計された液滴気化、直接液体注入 (DLI) 技術を使用しています。

Turbo II™ 気化器の違い

MSP の特許技術は、従来の技術に比べて幅広い利点を提供します。T2 気化器は、エアロゾル科学と熱力学の高度な技術を適用して、より洗練された気化用溶液を作成します。薄膜用途では、安定した均一な蒸気は、より高品質の薄膜とより高いウェハ収率をもたらします。気化器の精度と制御により、これまで使えなかった難分解性前駆体の気化が可能となり、プロセス開発に新たな領域を開きます。独自の設計により、信頼性が高く安定した動作を提供し、ダウンタイムが少なく、ユーザーにとってより多くのコストを節約できます。



用途

MSP Turbo II™ Vaporizer の完全なラインは、ほとんどのタイプのCVDおよびALDプロセス、およびいくつかのタイプのエッチング/アッシングプロセスを含むさまざまなアプリケーションで使用されています。気化器は、高品質で安定した蒸気を必要とするアプリケーションに最適です。その中には次のようなものがあります。

- 半導体マイクロエレクトロニクス
- ナノ粒子合成
- 機能性コーティング
- エネルギー生産/貯蔵
- 粉体・繊維加工
- 医療機器製造

MSP Turbo II™ 気化器 – 次世代

- 蒸気出力 2 倍、サイズ 1/2*
- 高流量モデルと低流量モデル
- 液体制御弁の搭載有無
- モジュラー型ソリューション
- 内部容積が小さい → 時定数が短い (濃度変化に対する応答が速い)
- 厳密な温度制御 – 熱に敏感な液体に最適
- 直接液体注入
- 液体を予熱したり、キャリアガスとして高価なヘリウムを使用したりする必要がありません

*従来の MSP 気化器との比較



所有コストの削減

低メンテナンス-コンポーネントは消耗品ではありません。MSP Vaporizer は、取り付けられているツールまたはシステムの寿命を維持するように設計されています。それらは消耗品ではなくコンポーネントです-定期的な交換を必要とする他の気化ソリューションとは異なります (6ヶ月から3年まで)。

この長い寿命は、ツールの寿命にわたって大幅なコスト削減につながる可能性があります。MSP 気化器は、多くの場合、競争力のあるソリューションよりも日常的なメンテナンスがはるかに少なく済みます。当社のアプリケーションチームは、プロセスに合わせて気化器のサイズが正しく設定されていることを確認し、必要なパフォーマンスを提供します。

スループットの向上と廃液の削減

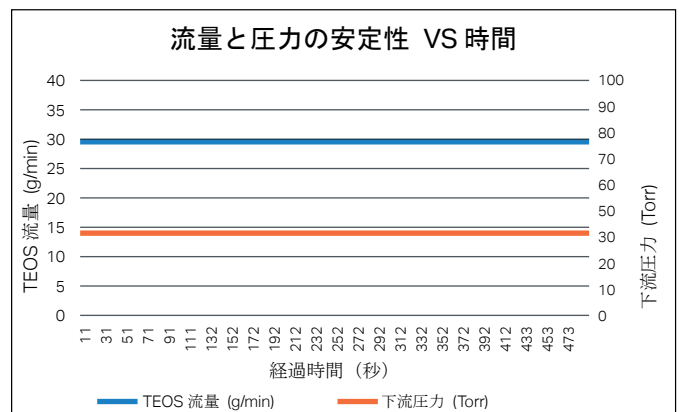
MSP 気化器は、従来の蒸気供給ソリューションよりも高い濃度を供給できます。ほとんどの気相プロセスでは、蒸気濃度が高いほど蒸着速度が速くなり、エッチング速度が速くなるため、スループットが向上します。また、MSP Turbo II™ Vapor Delivery System (VDS) は高速液流コントローラを搭載し、非常に高速な安定化速度/応答時間を提供します。気化器の時定数 (濃度変化に対する応答時間) の短さと相まって、気化濃度安定待ち時間が短縮され、ウエハの加工時間が増加する。

液体の気化が困難 (かつ容易) な場合に適しています

MSP Turbo II™ VDS では、高k電体、低k電体、バリア、インターコネクタ、ギャップフィル成膜プロセス用の新しい前駆体など、さまざまな液体を気化できます。気化器の柔軟性と精度により、低い蒸気圧の液体のように、処理に必要な濃度で熱分解と気化の間の窓が狭い困難な前駆体を気化することができます。MSP 気化器で使用されている液体前駆体の一部のリストを以下に示します。

非常に安定した濃度残業

安定した蒸気濃度の出力は、多くの気相プロセスにとって重要であり、長期的に信頼性の高い現場性能を得るための重要な基準でもあります。気化器 MSP Turbo II™ は、経時的に非常に安定した濃度を提供するため、PECVDのような高感度プロセスにも適しています。



Turbo II™ 気化器 Model 2855PE の下流の TEOS 流量と圧力安定性。

- Acetic Acid
- Alcohol
- BDEAS / SAM24
- Benzene
- BTBAS
- Cyclo-Hexane
- DEZ
- DIPAS
- DMAT
- DMCS
- DMDS
- DMMP
- DMZ
- GafMD
- GeCl₄
- H₂O₂
- HCDS
- HDSO
- HMDS
- LaCp₃
- MTS
- Octane
- OMCTS
- PMCH
- SiCl₄
- SnCl₄
- TaEOt
- TCA
- TCS
- TDEAT
- TDMAS
- TDMASb
- TDMAT
- TDMATe
- TEB
- TEOS
- TEMAHf/ CpHf
- TEMAZr/ CpZr
- TEPO
- THF
- TiCl₄
- TIPCLa
- TMA
- TMB
- TMCTS
- TMOGe
- TMOS
- Toluene
- TTIP/TPT
- Water

液滴の大きさ

MSP Turbo II™ (T2) 気化器 – 次世代

2つの主要なユニークな要素

MSP Turbo II™ 気化器は、優れた信頼性で高効率に気化することを可能にする 2つの主要コンポーネントを備えています。

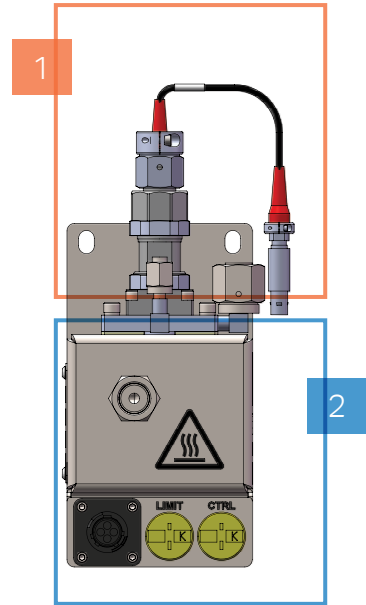
1 噴霧器

2 熱交換器

ナノ液滴 -> より効率的な気化

MSP T2 気化器は、特許保護の技術を使用して非常に小さな液滴を生成します。アトマイザーはマイクロサイズの液滴のスプレーを作成して、液体への熱伝達を大幅に増加させ、より効果的な気化とより効率的な熱の使用をもたらします。

- ・ 気化する液体の量を増やす
- ・ 液体にかかる熱を最小限に抑える
- ・ 粒子状物質の発生の可能性を最小限に抑える



液体をマイクロサイズの液滴に分解すると、液体の表面積が 10^5 を超えて増加し、これは対流熱量に正比例する。

対流熱量

$$\frac{Q}{\Delta t} = hA (\Delta T)$$

▲
表面積に正比例

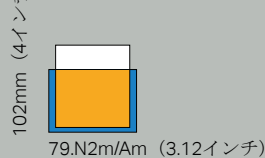
$Q/\Delta t$ = 単位時間当たりの熱転送量

h = 熱伝達の効率

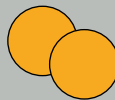
A = 断面表面積

ΔT = 流体温度と表面温度の温度差

小サンプル



1 mm 小滴



0.5 μm 液滴

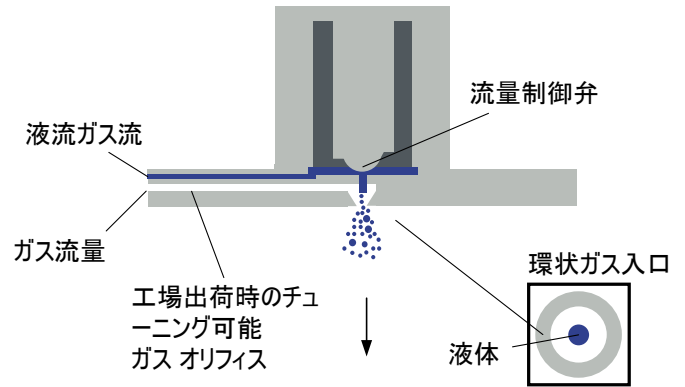


液量	# 液滴	総表面積 cm ²	液量	# 液滴	総表面積 cm ²	液量	# 液滴	総表面積 cm ²
0.5 リットル	N/A	3.02×10^2 インチ	0.5 リットル	9.54×10^5 インチ	3.01×10^4 インチ	0.5 リットル	7.66×10^{15} インチ	6.01×10^7 インチ



アトマイザー内蔵

T2 気化器の噴霧器がマイクロドロップレットスプレーを作り出します。キャリアガスは、液体を液滴にせん断するために使用される高速ガスジェットを作成するために使用されます。気化ゾーンの直上流の精密なフロー制御により、応答時間が非常に速くなります。環状のガス流入により、軸方向に均一な蒸気濃度が得られ、液滴が清潔なシースガスで囲まれ、気化器の目詰まりを防ぎます。



特徴	結果	給付
特許取得済みのアトマイザー設計	マイクロサイズの液滴	蒸発の高速化→蒸気出力の向上
オンボード液体流量制御	気化点での流量制御—デッドボリュームを最小化	レスポンス・タイムの短縮
工場の調整可能なガスオリフィス	液滴サイズは様々な用途に最適化できます	最大蒸気出力
環状ガス流入	均一な軸液滴スプレー	より効率的な蒸発
キャリアガス	液滴を取り囲むキャリアガス	目詰まりリスクの低減、熱分解および凝縮のリスクの低減、チャンバへの迅速な搬送
リキッドオンデマンド	液体は使用前に加熱されません	熱分解や液体劣化のリスクを低減



熱交換器

2 倍の容量： 1/2 サイズ

熱交換器

MSP Turbo II™ Vaporizer の熱交換器は、MSP のエアロゾル科学、流体力学、気化に関する基礎的な専門知識を利用して、半導体業界向けに微小液滴への熱伝達効率を最適化することに焦点を当てた研究の成果です。ほぼ 2 年間にわたり、広範囲な液滴微粒化モデルと蒸発モデルが研究され、さまざまな設計が評価、開発、および広範囲にテストされました。

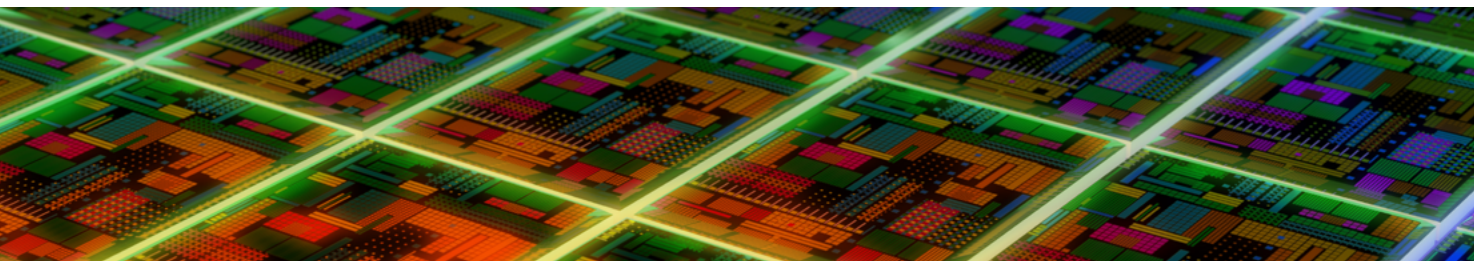
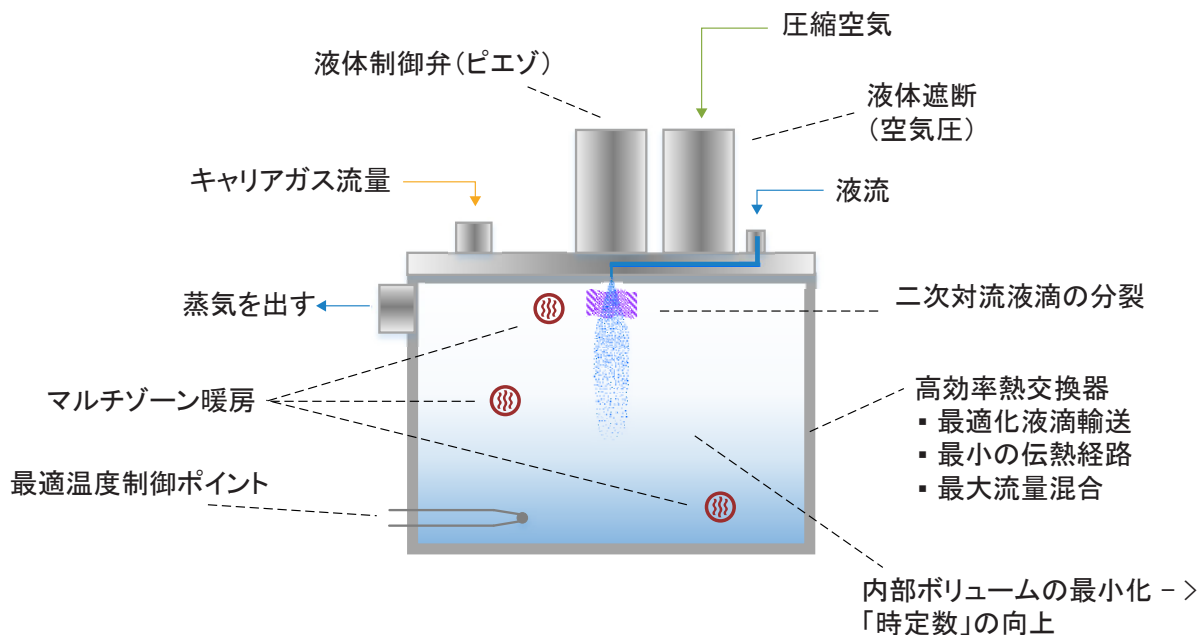
2 倍の容量、1/2 サイズ

その結果、熱交換器のサイズを 50% 縮小しながら、蒸気を 200% 増加させる能力がありました。

モデル 2855
熱交換器



モデル 2852
熱交換器



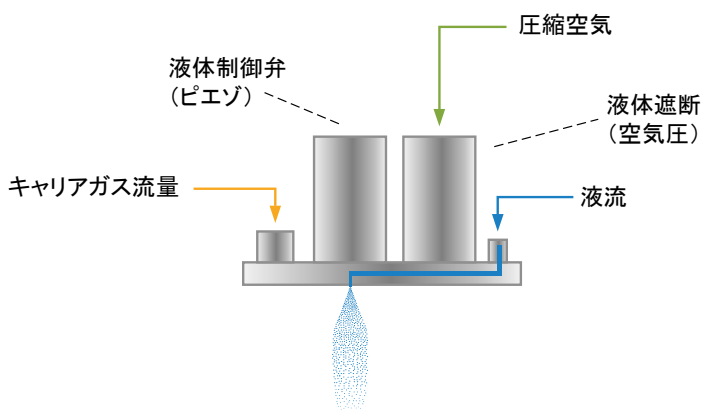
必要な機能を選択します

PE または NP - 問題です

車載用液体制御弁

T2 気化器には、液体流量制御弁（ピエゾ弁）または空気式遮断弁を搭載できます。どちらの噴霧器も小さな液滴サイズと均一な液滴分布を特徴としていますが、オンボードの流量制御弁は非常に高速な応答時間、正確な液体制御、および液体バブル抑制を提供します。空気圧遮断バルブのみのオプションは、任意のリキッドフローコントローラで使用でき、非常に高温のアプリケーションにも適しています。

PE = アトマイザのピエゾ弁

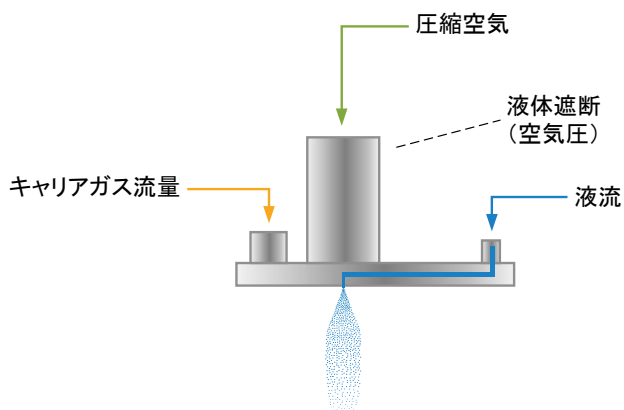


PE アトマイザターボ II

液体制御用アトマイザのピエゾバルブ（コントロールバルブ付き LFC:2950 シリーズ MSP Turbo™ LFC に使用）

- 液滴の径が小さく、気化時間が短い*
- 液滴/蒸気濃度の均一化*
- 応答時間の短縮/デッドスペースの削減
- 精密な液体制御
- 液体気泡抑制
- 高速ターボ LFC と組み合わせることで、安定化時間を最小限に抑え、貴重な前駆体の無駄を削減します

NP = アトマイザのピエゾ弁なし



NP アトマイザターボ II

アトマイザーに液切れ防止（コントロールバルブ付き LFC-2950-V シリーズ MSP Turbo™ LFC 使用時）

- 液滴の径が小さく、気化時間が短い*
- 液滴/蒸気濃度の均一化*
- 急速蒸気遮断
- シンプルな液量制御方式；多くの異なる流量制御方式で使用可能
- 高温アプリケーションに適している

*両方のアトマイザに適用

モジュラー型ソリューション

アプリケーションに適したオプションの選択

MSP Turbo II™ Vaporizer はモジュール式のソリューションで、熱交換器とアトマイザーを混合して適合させることができます。高流量と低流量の熱交換器オプションがあります。さらに、アトマイザーは、オンボードの液体制御弁または単なる空気式シャットオフバルブを備えることができます。ピエゾ弁を備えた高流量熱交換器には、インライン液体遮断弁が付属しています。低流量ピエゾバルブはインライン空気圧を備えていないため、アトマイザの直上流に遮断弁を備えて使用する必要があります。

噴霧器

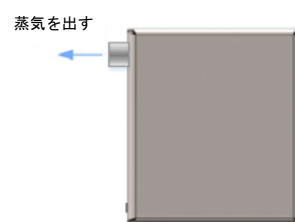
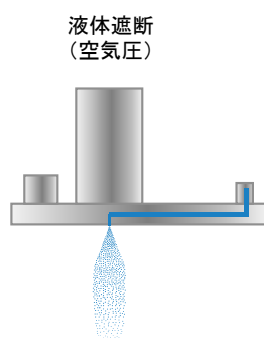
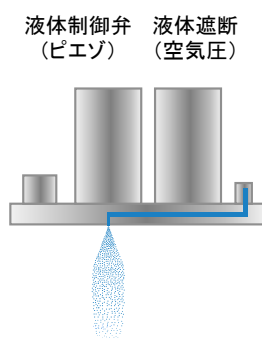
熱交換器

オプション 1 ピエゾ

オプション 2 No Piezo

オプション 1 低流量

オプション 2 高流量



MSP Turbo II™(T2) 気化器の仕様

	2852NP	2852PE	2855NP	2855PE
車載用ピエゾ液制御弁	いいえ	はい	いいえ	はい
オンボード空気式液体遮断バルブ	はい	いいえ	はい	いいえ
最大搬送波流量 – N (SLPM)、50 psig ¹	2		10	
最大液体フロー – TEOS 相当 (g/min) ²	7		40	
最高温度 (°C) ³	180		200	
標準電力 (W) ¹	450		900	
寸法 HxWxD (mm/in)	198 x 79 x 114 (7.8 x 3.1 x 4.5)		249 x 79 x 142 (9.8 x 3.1 x 5.6)	
ライン電圧	208			

¹ 最大キャリアフロー、電力 (W)、およびライン電圧は工場出荷時に調整可能です。詳細については、www.tsi.com/contact お問い合わせ先を参照してください。

² 最大液体流量はプロセスに依存します。この仕様では、気化器の最大温度、最大キャリアガス流量、および気化器のすぐ下流の圧力 <50 Torr を想定しています。

³ 適切な換気が必要である。

液体遮断
(空気圧)

蒸気を出

ピエゾなし + 低流量
モデル 2852NP

- 低精度、低流量
- 高温、低流量
- 代替フロー制御、ローフロー

液体制御バルブ
(ピエゾ)

蒸気を出

ピエゾ + 低流量
モデル 2852PE

- ALD または短パルス CVD
- 低流量 PECVD
- 中/高精度、低流量
- 液体バブル抑制、低流量が必要

液体遮断
(空気圧)

蒸気を出

ピエゾなし + 高流量
モデル 2855NP

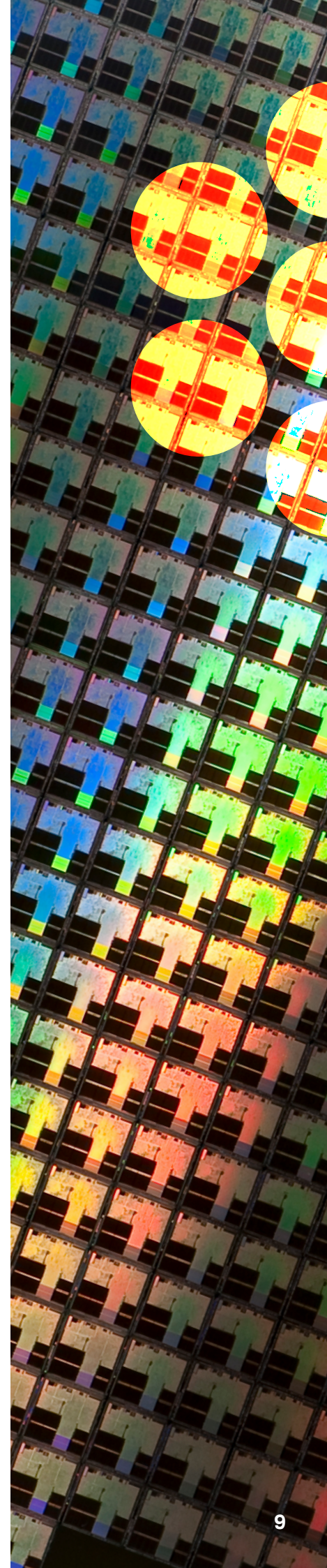
- SIC 部品塗装
- 光ファイバーインゴット
- ぎ酸片
- 高温アプリケーション
- 低精度、中流量/高流量
- 代替フロー制御、高流量

液体遮断 (空気圧) 液体遮断 (空気圧)

蒸気を出

ピエゾ + 大流量
モデル 2852PE

- 中高流量 PECVD
- 中/高精度中/高流量
- 中高短フロー・プロセス
- 液体バブルの抑制と大流量が必要



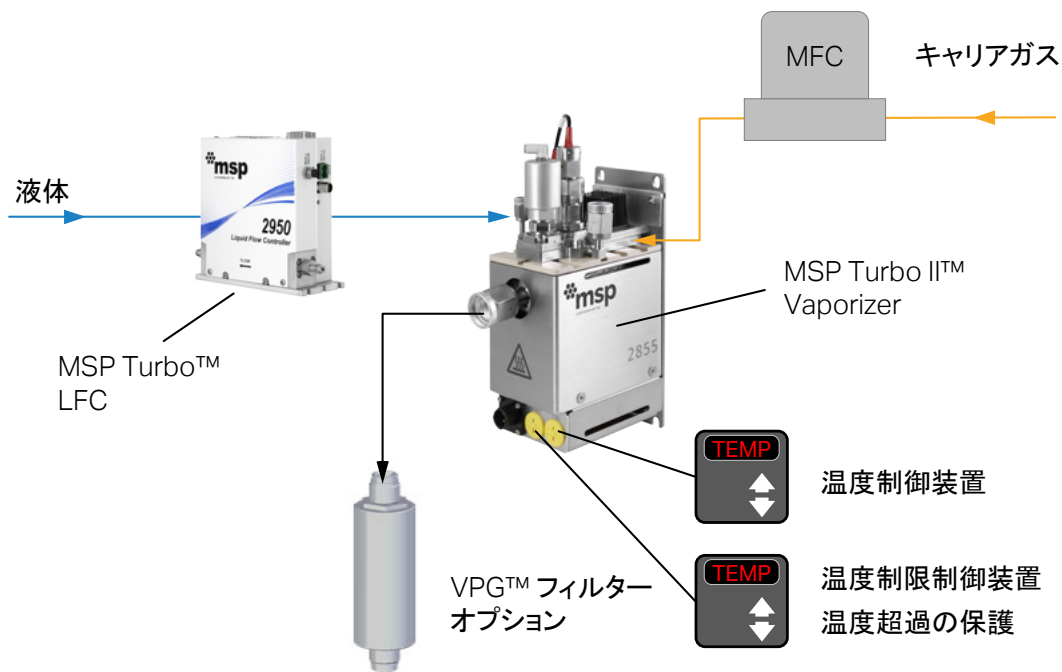
時間とコストを節約し、無駄を削減

MSP Turbo™ Liquid Flow Controller (LFC) 2950

マイクロエレクトロニクスアプリケーション向けに設計
最先端のマイクロエレクトロニクス用途に特化して設計された実証済みの技術に基づいて構築されたこの高精度、高速液体フローコントローラは、高度な半導体処理に必要なワールドクラスの性能を提供するために、カスタム設計された高精度フローセンサと細心の注意を払って設計されたフロー制御エレクトロニクスを備えています。

MSP Turbo II™ Vapor Delivery System (VDS)

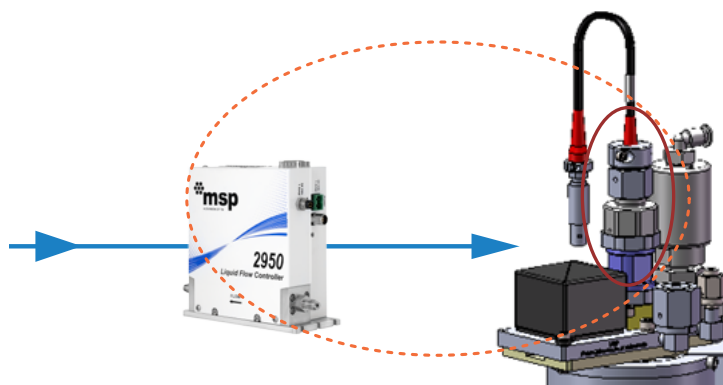
2950 は、MSP Turbo II™ Vaporizer と組み合わせて設計され、信頼性の高い高性能の液体蒸気供給ソリューションを提供します。現在、信頼できる単一のメーカーから気化器とハイエンドの液体フローコントローラを調達できるため、プロセスシステムに比類のない液体源の蒸気送達性能、汎用性、長寿命が保証されます。





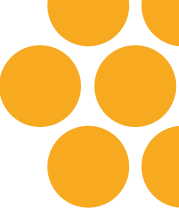
MSP Turbo™ LFC の主な特長

- 優れた精度
- 超高速応答性能
- 優れた再現性
- 安定した流量の厳密な制御
- PID チューニングが容易に
- 工場出荷時のキャリブレーションなしで液体を交換
- EtherCAT、RS485 またはアナログ通信



精密フロー制御

MSP 2950 シリーズ Turbo™ LFC は、MSP Turbo II™ Vaporizer のピエゾ液体制御弁を制御するように設計されています。液体制御弁を内蔵していない MSP 気化器の場合、2950 V シリーズ LFC が使用できます。



高速液流制御装置

高速流れセンサーの影響

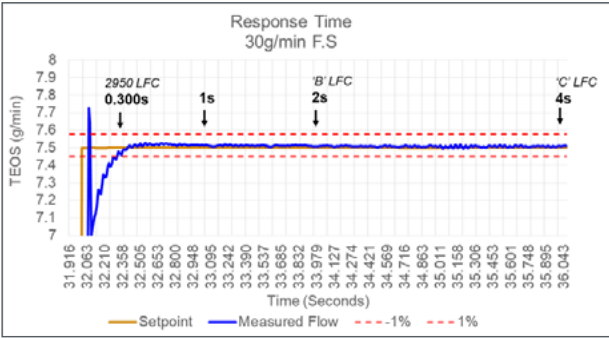
液体流量制御装置の高速センサは、1)より高速な安定化/応答時間、2)より短いスキャン間隔を実現します。

迅速な対応 -> プロセスの短縮と無駄の削減

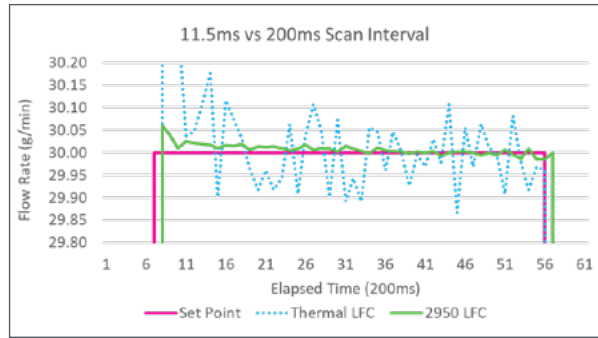
MSP 応答時間は、LFC がセットポイントの +/-1% 以内に到達するのにかかる時間として定義されます。Turbo™ Liquid Flow Controller は、他のセミ LFC ソリューションよりも最大 12 倍高速な安定化/応答時間を実現します。この業界をリードする応答時間は、スループットを向上させ、無駄を削減することで、時間とコストを節約できます。安定化時間を短縮することで、プロセスの短縮とプロセスフローの流用時間の短縮が実現します。

スキャン間隔の短縮 -> より厳密なフロー制御

センサの速度が速いほど、スキャン間隔も短くなります。スキャン間隔とは、コントローラがフローを検出し、フローと設定点を評価し、PID 設定に基づいてフローコントロールバルブに送信される信号を調整するために必要な時間です。MSP Turbo™ LFC は 11.5 ms のスキャン間隔を持ち、流量を感知し、迅速に流量を調整できるため、液体流量をより厳密に制御できます。



公開されているメーカーの仕様シートと比較した 2950 ターボ™ LFC の応答時間。



11.4 ms のスキャン間隔を持つ 2950 LFC と 200 ms のスキャン間隔を持つ熱 LFC の流量と時間。

応答/安定化時間が重要な理由

プロセス例 7g/min 液フロー、30 秒プロセス時間、26 秒ウエハ搬送時間

4秒の応答時間	値
安定化時間	4秒
プロセス時間	30代
ウエハー輸送	26秒
合計	60年代
安定化時間 (%)	6.7%

0.3秒の応答時間	値
安定化時間	0.3秒
プロセス時間	30代
ウエハー輸送	26秒
合計	56.3秒
安定化時間 (%)	0.5%

応答時間が遅い場合の影響 -> 長い液体ダイバート

	24 時間以内	1 か月	1 年間
時間を流用する	96 分	48 時間	24.3 日
スループット損失	-103 枚	-3,090 枚	-37,500 枚
廃液	672 g	20.2 kg (本体のみ)	二四五キログラム

高速応答時間の影響 -> 短い液体ダイバート

	24 時間以内	1 か月	1 年間
時間を流用する	7.7 分	3.8 時間	一九日分
スループット損失	-8.2 ウエハ	-246 枚	-3,000 枚
廃液	約 54g	一・六キログラム	19.6 kg

← 13倍のポンプの分岐量の減少
← 12.5倍少ないウエハの損失
← 廃液を13倍削減

欠陥のない処理

プロセス蒸気のフィルタ

蒸気供給ソリューション向けに設計

MSPの特許取得済みの蒸気プロセスガス (VPG) フィルターは、蒸気供給ソリューションの下流の独自の環境向けに特別に設計されました。

非常に低い圧力損失

フィルターは圧力降下が非常に低く、蒸気流の中で特有のフィルター内の結露とガス変換のリスクを最小限に抑えるように設計されています。また、圧力降下が低いため、超低压環境での作業も容易になります。ポンプダウンが速くなり、圧力を下げることができます。

熱質量の増加

MSP VPG フィルターは、従来のフィルターに比べて熱質量が増加しているため、加熱されたラインの気化器または液体噴射器の下流で、クールスポットや凝縮（パーティクルの問題を引き起こす可能性がある）を防ぐために利用可能な熱エネルギーが増加します。

高効率ろ過 <2nm

今日のマイクロエレクトロニクス回路ではナノメートルサイズの構造体を使用されているため、粒子の汚染の余地はありません。MSPの超高効率 VPG フィルターを使用して、微粒子を 2nm 以下まで濾過し、蒸気に粒子が含まれていないことを確認します。VPG-A6 に使用されている独自のナノろ過媒体は、従来の焼結金属ろ過媒体構造では達成できなかった効率と圧力損失能力を有する均質構造の焼結ステンレス鋼繊維で構成されています。

耐熱・耐薬品性

100% 316SS で作られた MSP のフィルターは、化学的および熱的に耐久性があり、化学的に攻撃的な蒸気/ガスに対しても信頼性の高いろ過を提供します。

ベーパープロセスガス VPG フィルター - 316ss



モデル	VPG-A3	VPG-A6	VPG-A15
品番	2920-01-5001	2920-01-1000	2715
説明	超低圧力損失、高流量、省スペース	超低圧力損失、高ろ過効率	表面積が大きく、長寿命
フローレンジ (SLM)	0-100	0-30	0-100
2.5nm フィルタの効率 @1 SLPM (%)	99.9999999 (9秒)	99.9999999999 (12秒 9)	99.9999999999 (12秒 9)
10nm フィルタ効率 @1 SLPM(%)	99.9999 (6秒)	99.99999999 (10秒)	99.99999999 (10秒)
50nm フィルタ効率 @1 SLM (%)	99.99 (99.99%)	99.9997 (ファイブ・ナイン)	99.9999 (6秒)
圧力損失	<0.04 kPa@ 1 SLPM; kPa = 0.0439*Q(SLPM)-0.0516	<0.04 kPa@1 SLPM; kPa = 0.0477Q(SLPM)-0.066	<0.02 kPa@1 SLPM; kPa = 0.0151Q(SLPM)-0.0424
フィルターメディア	焼結 316SS 粉末	焼結 316SS ファイバー	焼結 316SS ファイバー
継手		1/2 インチ VCR	
濡れた材料		316 ステンレス鋼	
温度範囲 (°C)		<300	
長さ/直径 (")	5/1.5	5/1.5	15.6/2.0
重量 (lb)	1	1	3

MSP Turbo™ 気化器 2821

超高流量ソリューション

MSP Turbo™ 気化器 2821 は、超高流量アプリケーション向けのソリューションです。標準の MSP 気化器の最高の液体流量を提供します。3600W のヒーター電力を備え、最大 100 g/min (TEOS または同等) の流量を供給するために使用できます。



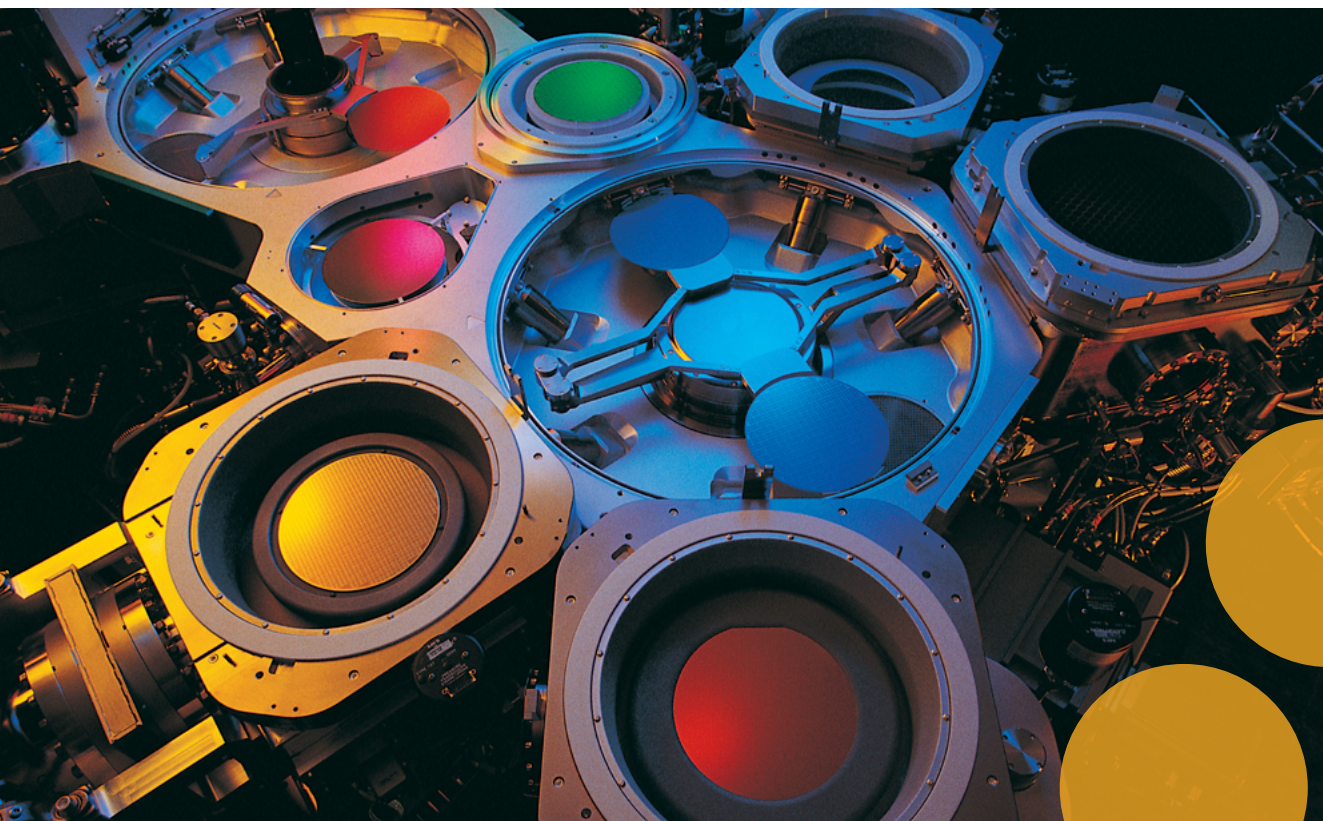
MSP Turbo™ 気化器 2821 の主な仕様

車載用ピエゾ液制御弁	いいえ
オンボード空気式液体遮断バルブ	はい
最大液体フロー：TEOS 相当 (g/min) ¹	100
最大搬送波流量：50 psig ² での N ₂ (SLPM)	20
最高温度 (°C) ³	40-200
標準電力 (W)	3600W
寸法 HxWxL (mm/in)	417 x 140 x 183 (16.4 x 5.5 x 7.2)
ライン電圧	220V

¹ キャリアガスの流量範囲は工場内で調整できます。詳細については、www.tsi.com/contact をご覧ください。

² 最大液体流量はプロセスに依存します。この仕様では、気化器温度を 200°C、最大搬送流量、および気化器直下の 50 Torr 未満の圧力と想定しています。

³ 適切な通気が必要です。





グローバルなフットプリント

TSI®の一部門であるMSPは、韓国に半導体業界のパボライザーの販売、フィールドサービス、在庫、サポートのための専用施設を含む世界 11 のオフィスを持っています。



気化エキスパート

カスタム ソリューション

液体から発生する蒸気を必要とするプロセスは、非常に広い範囲のプロセス条件をカバーしています。気化に影響を与える重要なプロセスパラメータには、次のものがあります。

- 液体の種類と流量
- キャリアガスの種類と流量
- プロセスの圧力と温度
- 周囲の圧力と温度
- 気化器とプロセスゾーン間の距離

お客様のアプリケーションに合わせた設計

MSP は、業界のリーダーと定期的に提携し、最先端の技術プロセス機器向けに独自の気化ソリューションを共同開発し、供給しています。

MSP の違い

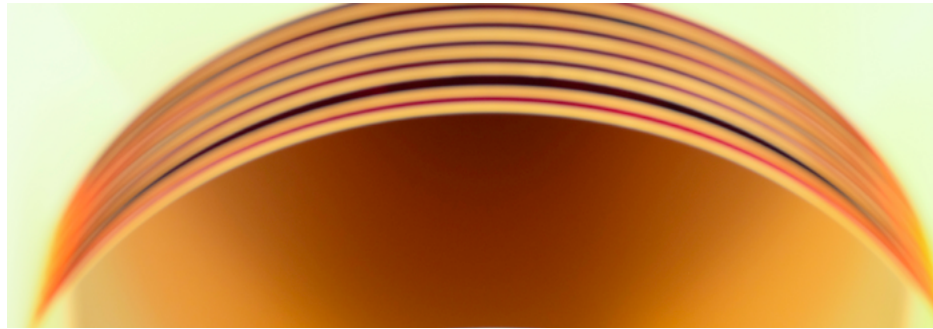
MSP の設立はアカデミアから生まれ、世界中の主要な技術研究グループと提携して、最先端のデザインを商業用途に導入することに専念しています。

気化エキスパート

30 年以上にわたり、MSP は気化の科学を受け入れ、研究してきましたが、この専門分野の第一人者になりました。

イノベーションへの取り組み

毎年、当社の MSP 気化の専門家は、段階的に厳しいプロセス要件の要求を満たすために、気化技術を革新し続け、新たな高みに引き上げています。40 以上のアクティブな設計特許を持つ MSP は、蒸気供給ソリューションの道をリードし続けています。



詳細については、以下をご覧ください。
tsi.com/MSP-Turbo-II

仕様は予告なく変更される場合があります。

MSP および MSP ロゴは、米国 TSI Incorporated の商標であり、他の国の商標登録で保護されている場合があります。



A DIVISION OF TSI

MSP - 詳細については、当社の www.tsi.com/msp をご覧ください。

5910 Rice Creek Parkway, Suite 300
Shoreview, Minnesota
55126, U.S.A.
電話: 651.287.8100

P/N 5002460 Rev H (JP)

©2024 TSI Incorporated

米国で印刷

5384490126