

Resolute® Linear クロマトグラフィー・ カラム

パイロット生産および
プロセス・スケール用
自動クロマトグラフィー・カラム

お客様のメリット

Resolute Linearカラム・レンジは、アクティブ多軸ピストン制御、高精度のリニア・アクチュエーション、および完全自動動作を独自に組み合わせた製品で、次のような利点を備えています。

- 完全自動で確実かつ効率的な充填
- オペレーターの作業およびミスを削減
- 安全性・清浄性・静音性に優れた動作
- 追加設備やクリーンルームのスペースを節約
- 幅広いプロセスに合わせて構成可能



製品情報

Resolute Linearクロマトグラフィー・カラムは、大規模パイロット生産および量産用途向けに設計されており、内径 (ID) が350 mm ~ 2000 mmの一般的なサイズをすべて取りそろえています。実績のあるResolute接液流路を採用し、幅広い通常動作流速にわたって低圧力損失と高分解能クロマトグラフィーを実現しています。一般的な流速は30 ~ 800 cm/hです。

概要

カラムの上部と下部に、3ポジション・ノズルを同時にリモート・コントロール可能なパックインプレース・ノズル（特許取得済み）を装備しています。このテクノロジーにより、カラムを開かなくても充填と排出が可能です。

Resolute Linearカラムは、ワンタッチ操作による完全自動のカラム充填、排出、およびクリーニングインプレース（CIP）を可能にするResolute AutoPakソフトウェアを搭載しており、充填スキッドが不要です。カラム・バルブおよびピストンは手動制御も可能で、必要に応じて従来の固定または可変形態パックインプレース方式で実行することもできます。

Resolute Linearカラムを要件に合わせて構成できるように、各種材料オプションおよびアクセサリーが用意されています。標準のResolute Linearカラムは、Resolute AutoPakシステム、20 μm ポリエチレン焼結体、およびアクリル・チューブで構成され、動作圧力は3 bargで、充填層高さは50 ～ 550 mmの範囲で調整可能です。

多軸制御

3つのリニア・アクチュエーターにより、高精度の調整やピストンの動的な水平制御が可能です。ソフトウェアによって各アクチュエーターのピストン動作を能動的に監視して、調整時にピストンを確実に水平に保ちます。これは、1つのアクチュエーターを中央に搭載し、受動的なシール動作と設計剛性のみによってピストンを水平に維持するデザインに比べて明らかに有利です。

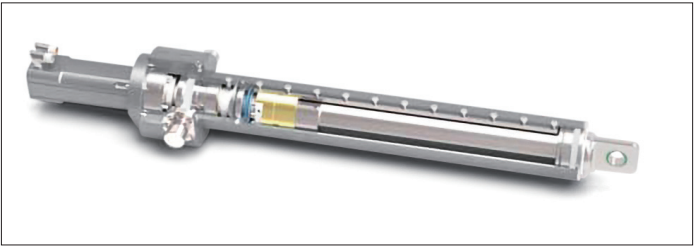


図1：リニア・アクチュエーターのカット・モデル

ソフトウェアと制御システム

Resolute Linearカラムの操作には、タッチスクリーン搭載のハンドヘルド型リモート・コントローラーを使用します。オペレーターは、完全自動充填、排出、CIP、手動制御、ホイスト不要の保守など、すべての機能をリモート・コントローラーから呼び出すことができます。リモート・コントローラーは、すべてのResolute Linearカラム製品に対応しています。

リモート・コントローラーのソフトウェアは目的別にコード化され、直感的に操作できるように設計されています。オペレーターの操作やコマンドはすべて、ホーム画面から4クリック以内で完了し、ナビゲーションと操作は素早く簡単です。



図2：Resolute Linearリモート・コントローラー

Resolute Linearカラムの特徴と利点

特徴	利点
ピストンのアクティブ多軸水平制御によりクラス最高の安定性を実現	拡張性に優れたカラム・デザイン、1軸デザインに比べてカラム損傷のリスクを低減
電気制御ユニットとリニア・アクチュエーター	省スペース、冷却液が不要、油漏れのリスクなし
保守機能内蔵により設置面からの消耗品交換が可能	安全なオペレーター環境、クリーンルームのスペースを節約、吊り上げ装置が不要
直感的なソフトウェア	オペレーター・トレーニングが容易、オペレーター・ミスリスクを低減

Resolute AutoPakソフトウェア：カラム充填を自動化

Resolute AutoPakシステムは、完全自動運転を望む業界の声に直接応えて開発されました。多くの場合、主要なカラム準備作業（特に充填）は高リスクのクリーンルーム作業と見なされています。

そうしたリスクとして、操作ミス、充填不良、経験豊富なオペレーターの不在などが挙げられ、いずれもプラントのダウンタイム、生成物または吸着剤のロス、非効率なリソース利用につながる可能性があります。Resolute AutoPakシステムは、完全自動方式の採用により、運転の大幅な簡素化、操作ミスの効果的な排除、および主要オペレーターの負荷の軽減を実現します。また、自動シーケンスにより、再現性と一貫性のある動作を当たり前のものにします。

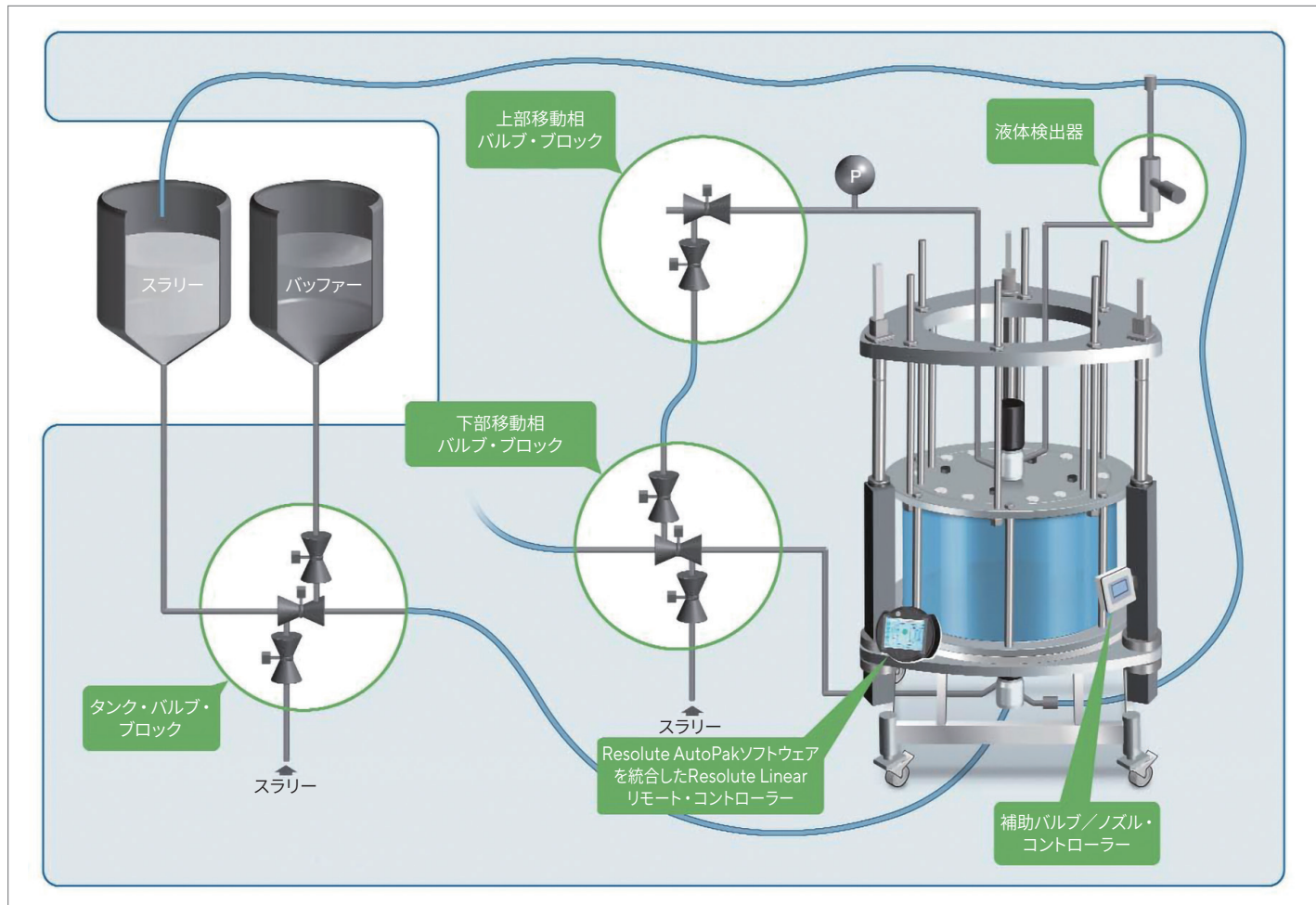


図3：Resolute AutoPakソフトウェアを統合したResolute Linearカラムの一般的な構成

上の図はResolute AutoPakシステムの全体像です。上部および下部移動相ブロックは二重機能を備えており、Resolute AutoPakシーケンスとクロマトグラフィー・プロセスの実行に使用されます。

Resolute AutoPakシステムの特徴と利点

特徴	利点
完全自動充填／排出／CIP	再現可能な結果。カラム充填時間を短縮。熟練オペレーターへの依存を低減。
完全自動再充填	再充填時にカラムの開放またはスラリー・タンクの使用が不要。 スラリー濃度の再計算が不要。バッファの効率的な使用。
オペレーターの介入を大幅に削減	オペレーター・ミスリスクを低減。オペレーター要員を削減。
タンク内の吸着剤をすべて使用することが可能	培地コストを削減。充填後はスラリー・タンクが空になるため、 スラリー・タンクの素早い洗浄、保管、または他の場所での再利用が可能。
ポンプ充填方式に比べて配管が簡単	素早く確実なセットアップ
各種充填方法に合わせて構成可能	プラント要件の変更に対する調整が容易。各種吸着剤の充填が可能。
充填パラメーターをレシピとして保存可能	異なるサイトのカラム間でのレシピの転送が容易。 新規サイトでのリスク検証作業を削減／迅速化。
補助バルブ／ノズル・コントローラーをカラムに搭載	ハンドヘルド型リモート・コントローラーを他のカラムで使用している間も、 システム・バルブの調整が可能。

Resolute AutoPakシステムのシーケンス

この完全自動システムは、標準として4つの主要シーケンスを備えています。各シーケンスはパラメーターの設定が可能で、さまざまな要件に適応させることができます。

シーケンス	説明
自動充填	ワンタッチ操作でバルブ、ノズル、およびピストンの動作を調整して、スラリーをカラムに送り込み、安定した充填層を実現します。
自動再充填	ワンタッチ操作でプロセス空気によって充填層を再攪拌し、バッファを加え、外部スラリー・タンク不要で充填層を再充填します。 バッファ消費量は最小限です。
自動排出	ワンタッチ操作で充填層を再攪拌し、スラリーをスラリー・タンクに排出します。 追加洗浄オプションにより、カラムから培地を完全に洗い流します。
自動CIP（空カラム）	最初の自動ステップで、ピストン動作によって洗浄剤をカラムに送り込み、可能な限りの流路を経由させて排出します。 次に、オペレーターがResolute AutoPakシステム・タンク・バルブを中和タンクに接続します。 2番目の自動ステップで接液表面をすべて洗浄し、カラムを中和します。追加洗浄はオプションです。 洗浄と中和は、カラム容量のわずか2倍で完了します。

保守モード

すべてのResolute Linearカラムは、特許取得済みの保守機能を内蔵し、主要消耗交換部品に設置面からアクセスできるため、クリーンやホイストを別途用意する必要がありません。

保守機能には次のような利点があります。

- オペレーターの安全を保証
- サイドスイング・デザインに比べて省スペースで、クリーンルームの空間使用効率を改善

保守モードへの切り替えは、ハンドヘルド型リモート・コントローラーの画面に表示される指示に従って簡単に行えます。カラムの分解は、リニア・アクチュエーターを使用してカラムの設置面積の範囲内で行うことができます。

推奨される保守計画は、取扱説明書に記載されています。主要消耗品のリストは11ページに記載されています。



図4：保守モードのResolute Linearカラム

カラム構成オプション

Resolute Linearカラムは、プロセスに合わせて構成することができます。プロセス・デザインを柔軟に行えるように、カラムおよび配管キットには各種オプションが用意されています（オプションについては、ご要望に応じてお見積もりいたします）。

カラム・チューブ・オプション

カラム・チューブは、アクリル（PMMA）またはステンレス鋼で提供されます。ステンレス鋼の場合は、下記接液オプションを参照してください。なお、ASMEカラムはステンレス鋼チューブのみです。

接液オプション

カラム・チューブ、ベッド・サポート、ノズル・チューブ、および配管キットは、各種ステンレス鋼グレードに対応しています。カラムは、標準ではステンレス鋼1.4404コンポーネントで供給されます*。

ステンレス鋼 1.4404、316L	ステンレス鋼 1.4435、316L (メッシュ部分は 非対応)	ステンレス鋼 1.4539、904L	ステンレス鋼C22、 ハステロイ
-----------------------	---	-----------------------	---------------------

耐塩化物性の向上

*ステンレス鋼オプションについては、ご要望に応じてお見積もりいたします。

ベッド・サポート・オプション

ベッド・サポートは、孔径が10 μmと20 μmのものが用意されています。メッシュは、吸着剤の平均粒径に基づいて選択する必要があります。通常、ベッド・サポート孔径が平均粒径の1/2未満であれば、粒子の通過を防止するのに十分です。
例えば、90 μm吸着剤の場合は20 μmベッド・サポート、34 μm培地の場合は10 μmベッド・サポートを指定します。

なお、孔径10 μmと20 μmのベッド・サポート間の全体的なカラム圧力低下の差は無視できます。

ベッド・サポートは、ステンレス鋼メッシュ（1.4404もしくは1.4539）またはポリエチレン焼結体で製作することができます。

圧力容器規格

Resolute Linearカラムは、標準ではPD5500に準拠して設計され、規格としてCEマークに適合しています。ASMEやAD Merkblätterなど、その他の設計コードについてはお問い合わせください。

エンジニアド・ソリューション

各種圧力容器設計規格のカラム、新材料によるコンポーネントの製作、被覆カラム・チューブ、分散制御システム（DCS）との統合などのエンジニアド・ソリューションは、ポール社によって提供されています。弊社営業担当がお客様のエンジニアド・ソリューションの仕様決定をお手伝いし、お見積もりいたします。

コア・アクセサリ

充填、排出、およびCIPを完全自動化するには、追加のアクセサリが必要です。リモート・コントローラー、タンク・バルブ・ブロック、およびドライブ・ステーションはカラム間で流用可能で、一連のカラムに対してそれぞれ1つだけ購入する必要があります。

複数のカラムを同時に充填／排出／洗浄する必要がある場合は、追加のコア・アクセサリを購入する必要があります。

リモート・コントローラー

リモート・コントローラーは、Resolute Linearカラムのマスター・コントローラーで、すべての操作の開始とモニタリングを行うことができます。

リモート・コントローラーにはオペレーター存在スイッチが統合されており、オペレーターが存在し、リモート・コントローラーを持っていない限り、自動シーケンスを無効にします。この機能は、必要に応じて自動化キーによって回避することができます。

リモート・コントローラーは、カラムごとに1台以上購入しなければなりません。同時に複数のカラムで充填、排出、またはCIPを行う場合、必要に応じて追加のリモート・コントローラーを購入する必要があります。



図5：Resolute Linearリモート・コントローラーと自動化キー

Resolute AutoPakシステム・タンク・バルブ

Resolute AutoPakシステム・タンク・バルブは、タンク内の攪拌を制御しながらバッファーとスラリーを切り替えることができます。カラムには、バルブ、マウント、カラム・タンクとの接続ホース、関連クランプおよびEPDMガスケットが付属します。標準のステンレス鋼（1.4404、316L）には、配管およびGEMUブロック・バルブが付属します。別のステンレス鋼を選択する場合、発注時に材料変更を明記する必要があります。

Resolute AutoPakシステム・タンク・バルブは、Resolute Linearカラムごとに、1つ以上購入しなければなりません。同時に複数のカラムで充填、排出、またはCIPを行う場合、必要に応じて追加のバルブを購入する必要があります。



図6：Resolute AutoPakシステム・タンク・バルブの位置フィードバック内蔵電空式アクチュエーター

Resolute Linearドライブ・ステーション

Resolute Linearドライブ・ステーションは、3つのリニア・アクチュエーターへの電源供給と駆動制御を行います。

1台のドライブ・ステーションですべてのカラム・サイズを操作可能なため、1台のドライブ・ステーションで一連のカラムに対応することができます。同時に複数のカラムで充填、排出、またはCIPを行う場合、必要に応じて追加のドライブ・ステーションが必要です。カラムがプロセス・モードのときには、ドライブ・ステーションは不要です。ただし、Resolute Linearリモート・コントローラーまたはカラムに搭載されたバルブ・コントローラーでバルブやノズルを操作するには、24 V電源が別途必要です。

ドライブ・ステーションの筐体はステンレス鋼でできており、拭き掃除やクリーンルームでの使用に適しています。キャビネットは、保護等級IP65に適合しています。

ドライブ・ステーションは、設置面積が最小限で、電源さえあれば動作する個別装置です。CEマーク適合済みですが、UL規格認証取得については、ご要望に応じてお見積もりいたします。



図7：Resolute Linearドライブ・ステーション

コア・アクセサリ注文情報

部品番号	説明	適用カラム
LD-HMI	Resolute Linearリモート・コントローラー	すべてのカラム
TVB-1	Resolute AutoPakタンク・バルブ	内径800 mm未満
TVB-2	Resolute AutoPakタンク・バルブ	内径800 mm以上
EPU	Resolute Linearドライブ・ステーション	すべてのカラム

その他のアクセサリ

他にも、Resolute Linearカラム・レンジの機能強化や、より安全で確実な作業の実現のための各種アクセサリが用意されています。追加機器の詳細については、お近くの弊社営業担当にお問い合わせいただくか、弊社ウェブサイトをご覧ください。

カラム・ハンドリング

カラム全体やコンポーネントの移動を容易にする各種カラム・ハンドリング製品が用意されています。MasterMover™電動タグは、カラムをキャスターまたはカスタム・スケートで移動することができます。大型カラムの場合、ホバークラフトのような動作で重量機器を安全に移動するエアクッションパレット・トランスポートが用意されています。また、安全に扱うことが難しい大径ベッド・サポートの運搬や洗浄を補助するベッド・サポート・トランスポートも提供しています。



図8：Resolute LinearカラムとMasterMoverタグ

カラム固定バルブ・コントローラー

カラムには取り外しできないタッチスクリーン・パネルが装着されており、リモート・コントローラーが接続されていないときは、これを使用してプロセス・バルブとノズルの制御が可能です。そのため、リモート・コントローラーを他のカラムで使用することができます。

複数のカラムを購入し、一度に1台しか充填しない場合は、このオプションを購入する必要があります。

スラリー・タンク

Resoluteスラリー・タンクは、確実な自動充填のために必要な攪拌を行うことができます。タンクは、円錐底、機械式攪拌機、サイト・グラス、手動アクセス・ポート、運転時にクローズド・システムを維持するために必要なエア・フィルターとバルブなどの特徴を備えています。ステンレス鋼またはポリプロピレン製で、プロセスに合わせて機能を構成することができます。



図9：カラムに装着されたバルブ・コントローラー

技術データ

重量・寸法

下の表に、標準レンジの寸法および重量を示します。径やベッド高についてのエンジニアド・ソリューションは、弊社営業担当までお問い合わせください。

説明	乾燥重量 (kg)	最小設置寸法 (バルブを含まず)		高さ (mm)		
		長さ (mm)	奥行き (mm)	最小高さ	最大ベッド高さ	保守時の最大高さ
ドライブ・ステーション	90	510	600	850	-	-
Resolute Linear コラム・サイズ (mm)						
400	700	840	1050	2000	2750	2550
450	780	880	1050	2000	2750	2540
500	860	920	1050	2000	2750	2530
600	1030	1010	1060	2000	2750	2510
630	1270	1100	1150	2040	2790	2560
700	1520	1180	1250	2070	2820	2600
800	2010	1360	1450	2140	2890	2700
900	2370	1440	1480	2150	2900	2700
1000	2730	1510	1510	2160	2910	2700
1200	4250	1800	1780	2410	3160	2960

構成材料

下の表に代表的な構成材料を示します。下記材料がプロセスに適合しない場合、エンジニアド・ソリューションについて弊社までお問い合わせください。

接液固定コンポーネント	材料	
カラム・チューブ	アクリル (PMMA) ステンレス鋼*	
分配セル	ポリプロピレン	
ノズル・ボディー	内径400 ~ 1000 mmカラム：PVDF	内径1200 mmカラム：ポリプロピレン (PP)
移動相終端部	内径400 ~ 1000 mmカラム：PEEK	内径1200 mmカラム：ステンレス鋼316L
スラリー・ノズル・チップ	PEEK	
スラリー入口ポート	ステンレス鋼316L*	
メイン・シール	EPDM (過酸化化物加硫) FEP	
ノズル・チップ・シール	FEP全包シリコーン	
ワイパー・リング	PTFE	

非接液材料はすべて、拭き掃除およびクリーンルームでの使用に適しています。
*各種ステンレス鋼グレードが用意されています。5ページの接液流路オプションを参照してください。
略語：PMMA = ポリメチル・メタクリレート、PVDF = ポリフッ化ビニリデン、PEEK = ポリエーテルエーテルケトン、EPDM = エチレン・プロピレン・ジエン・モノマー (エラストマー)、FEP = フッ素化エチレン・プロピレン、PTFE = ポリテトラフルオロエチレン

標準表面仕上げ

ステンレス鋼*	非接液	1.5 μm Ra
	接液	0.5 μm Ra
プラスチック	アクリル (PMMA)	平滑研磨
	その他すべて	適用外

*さらに細かい表面仕上げについては、ご要望に応じてお見積もりいたします。

動作温度

動作温度 (静温度) *	2 ～ 30 °C
動作温度 (動温度) **	15 ～ 25 °C

* 静温度範囲は、カラムがプロセス・モードで、ピストンが動作していないときの温度範囲を示します。
** 動温度範囲は、カラム・ピストン動作時の許容温度範囲を示します。

上記の値を超えた温度範囲については、ご要望に応じてお見積もりいたします。カラムは、最高60 °Cまでの範囲で動作するように設計可能です。

推奨予備部品

カラムの耐用期間にわたって、下記予備部品を在庫しておくことが推奨されます。詳細については、弊社営業担当までお問い合わせください。

推奨予備部品	説明
主要シール・キット	交換アジャスター・シールおよび固定側圧力保持シール
スナップ・リング	アジャスター／ベッド・サポート接続用交換リング
ワイパー・リング	交換アジャスター・ワイプ・リング
アジャスター側ベッド・サポート	アジャスター側予備ベッド・サポート (PE焼結体または鋼メッシュ)
固定側ベッド・サポート	固定側予備ベッド・サポート (PE焼結体または鋼メッシュ)
中間固定ネジ・キット	ベッド・サポート固定ネジ一式 (大型カラムのみ)
ノズル・チップ・キット	上部または下部ノズル用予備ノズル・チップ
ノズル・バルブ・シール・キット	バックインプレース・ノズル・バルブ用交換シール

認証および技術構成ファイル (TCF)

Resolute Linearカラムは、PD5500設計コードに準拠してCEマークの要件に適合するように設計されています。ASME、AD Merkblätter、ULなどの認証や規格については、ご要望に応じてお見積もりいたします。

すべてのカラムおよびアクセサリーには、完全な技術文書ファイルが付属しています。ご要望に応じてサンプルを提供いたします。その他の文書要件については、ご要望に応じてお見積もりいたします。必要な場合、Resolute AutoPakソフトウェア・バリデーション文書のハード・コピーを弊社構内で閲覧していただくことも可能です。

お問い合わせ先

詳細については、www.sartorius.comをご覧ください。

ザルトリウス・ステディム・ジャパン株式会社

営業部

Phone : 03 6478 5201 | Fax : 03 6478 5495

www.sartorius.com

〒140-0001 東京都品川区北品川1-8-11 Daiwa品川Northビル4階

※製品仕様は予告なく変更される場合があります。