

## チューブポンプ：オープンループ流量制御システム

化学機械平坦化（CMP）システムは、一般的にオープンループ制御の、チューブポンプシステムを使用して、ユースポイントの研磨パッドにスラリーを供給します（図1参照）。しかし多くの場合、研磨システムの流量は直接的に計測されず、正確に制御されないため、性能、メンテナンス、そして精度に関する問題が生じます。

スラリーの流量変動は、供給圧力の変化、チューブポンプのフレキシブル配管の経時劣化やその他の要因により起こります。その結果、多くの量産工場で±10-20%のスラリー液の流量変動が認められ、時には流れが完全に停止し、ドライ研磨および甚大なウェーハの損失を招く状態となった例も報告されています。

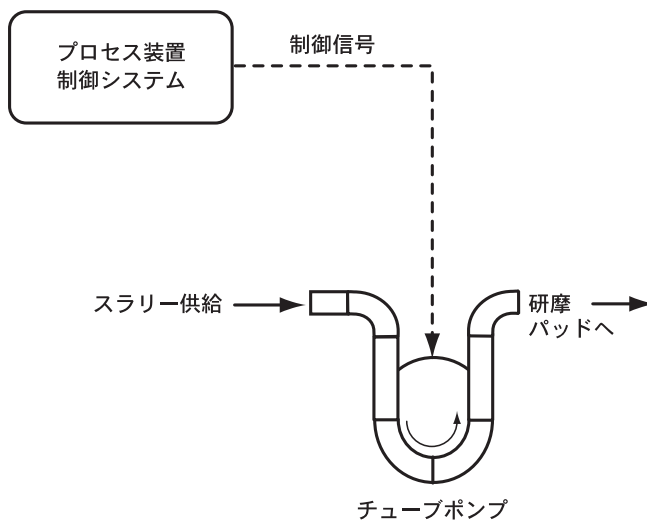


図1：一般的なオープンループ制御システム

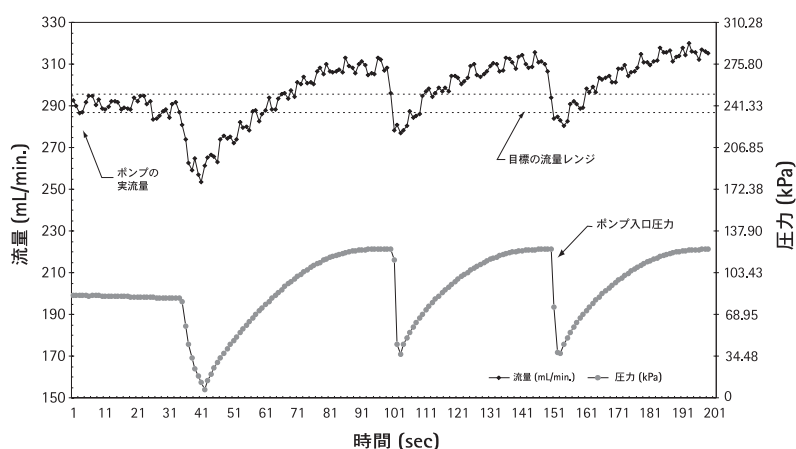
## 性能に関する考察

- 欠陥：スラリー流量の過少、過多が研磨不足または研磨過剰を引き起こし、全体的な歩留りが低下する場合があります。
- 精度：スラリーの供給圧力が一定でない場合、研磨パッドへのスラリー流量が不安定になり、プロセスの停止やスラリーの過剰消費、10-20%の流量変動に結びつきます。
- 薬液消費量：チューブポンプを使用している多くの量産工場では、最低限のスラリー流量を確保するために、スラリーを過剰に供給しており、価値あるスラリーの損失や薬液の浪費に結びつきます。
- 歩留り：チューブポンプを採用しているCMP装置の多くは、チューブポンプからのフィードバックによるアラーム機能を備えていないため、スラリーの流量異常がウェーハのスクラップや損失に結びつく場合があります。
- 汚染：チューブポンプの配管の劣化や摩耗が、パーティクルの発生やウェーハ欠陥の原因となります。
- メンテナンス：配管の交換と調整の他に、ポンプの補修と交換のための時間とコストを要します。

## 流量変動の要因

液体の流量変動は精度、歩留り、欠陥、薬液消費、汚染、メンテナンスに影響を与えます。チューブポンプのスラリー流量が変動する原因としては、以下の要因が挙げられます。

- 供給圧力の変化
- 配管の劣化

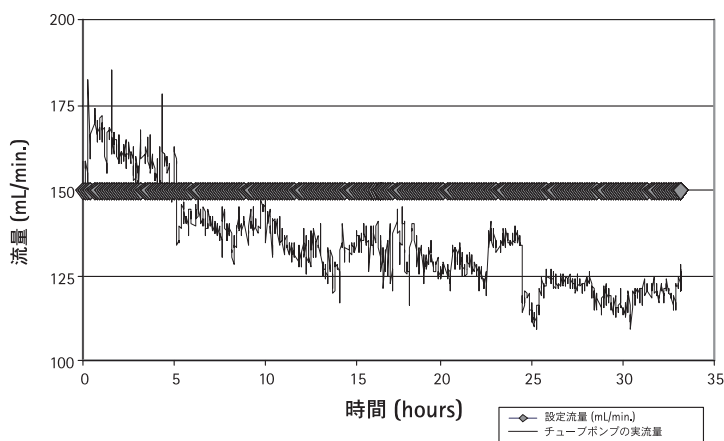


グラフ 1：チューブポンプが一定速度の場合、入口圧力の変化により流量が変動

### 供給圧力の変化

グラフ 1 は、チューブポンプを一定速度で運転した場合の、入口圧力の変化による流量の瞬時的な変動を示しています。目標の流量に対する差異に注目してください。

また、このタイプのポンプは、使用圧力の変化によって研磨パッドへのスラリー流量に 10-20 % 程度の差異が生じる場合がある一方で、流量とポンプ速度を相関させるために頻繁に調整する必要があります。



グラフ 2：ポンプの速度と供給圧力が一定でも、チューブポンプは配管の摩耗によって流量が変動

### 配管の劣化

グラフ 2 は、使用開始後約 30 時間の、チューブポンプのフレキシブル配管の経時劣化と変形による、長期的な流量低下を示しています。この計測期間中は、ポンプの速度と供給圧力が一定に維持されていました。

## ソリューション：クローズドループ流量制御システム

クローズドループ流量制御システムを設置することにより、CMP スラリー供給システムの信頼性と性能、プロセス装置の全体的な性能を向上させることができます。

流量と圧力を直接測定できる機能を備えた自動流量制御システムを使用することにより、以下の利点が得られます：

- 頻繁なポンプ校正を解消し、装置の稼働時間を増加
- 研磨パッドへ、所定の流量で安定したスラリー供給を維持
- スラリー流量を制御することにより、プロセスのステップ毎にプロセスの最適化が可能
- 低流量または流量停止状態を警告するプロセスアラーム機能
- 入口圧力の低下を警告するプロセスアラーム機能
- スラリー、薬液、純水の浪費を最小限に抑制



NTM インテグレートッドフローコントローラ

## NTM インテグレートッドフローコントローラークローズドループ制御システム

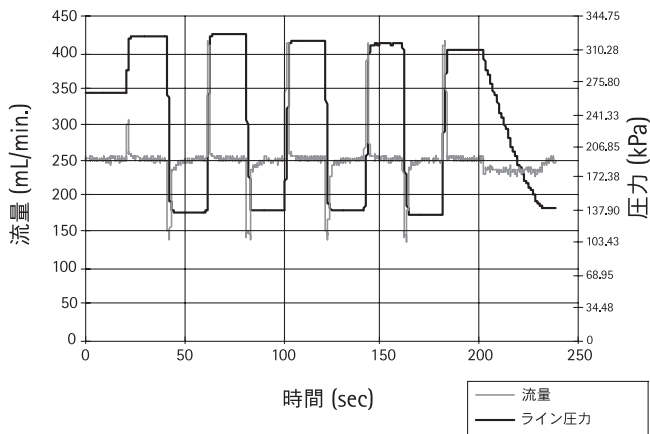
NTM インテグレートッドフローコントローラは、自動ディスペンス制御のために流量と圧力を直接測定する機能を備えており、以下の 3 つのコンポーネントから構成されています。

- 可動部のない差圧式流量計
- 動作部を最小限に抑えた、ステッピングモーター駆動のダイヤフラムバルブ
- 設定流量と実流量の状態に基づいてバルブの位置を調整する制御ソフトウェア

このフローコントローラは、チューブポンプに使用される制御信号と同じ信号を使用します。したがって、プロセスのアップグレードが容易にできます。

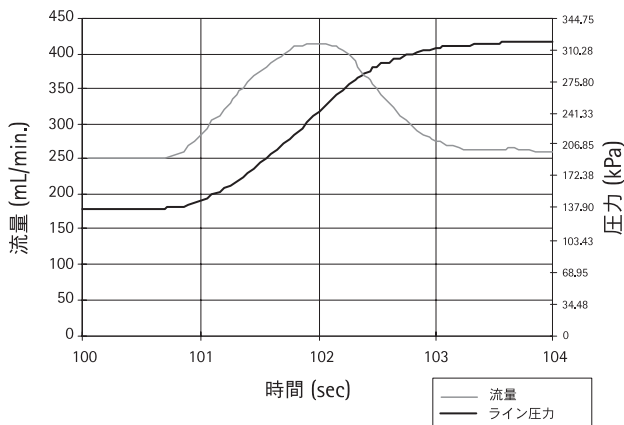
NT™ インテグレートドフローコントローラは、入口圧力が変動しても、設定流量を維持します（グラフ 4 を参照）。流量精度はフルスケールの 1% で、セットポイントの変更または供給圧力の変化に対するレスポンスタイムは 3 秒未満です。

NT™ インテグレートドフローコントローラの、ライン圧力のステップ変化に対するレスポンス



グラフ 4：供給圧力の著しい変化に関係なく、流量は 3 秒以内のレスポンスタイムで制御

NT™ インテグレートドフローコントローラの、ライン圧力のステップ変化に対するレスポンス (1 つのステップを拡大)



グラフ 5：グラフ 4 の 1 つのステップを拡大

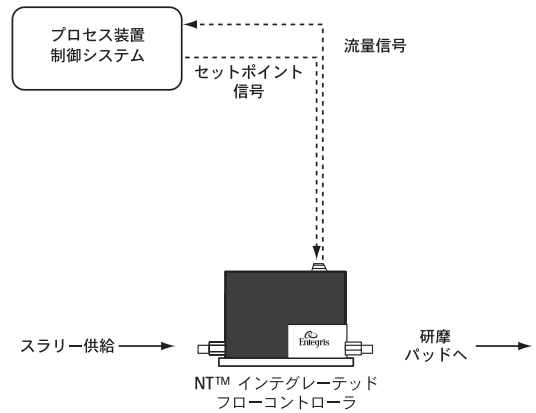


図 2：NT™ インテグレートドフローコントローラを、チューブポンプから置き換えることで、クローズドループによるスラリー流量制御を実現

## センシングおよびコントロールのソリューション

センサー、エレクトロニクス、プロセス機器の分野で豊富な実績を誇るインテグリスは、全ての計測製品を実証された計測技術を用いてクリーンルーム内で組み立てています。また、内部の電子部品には完全な被覆を施し、腐食性ガスから保護しています。

インテグリスは、半導体産業の高純度ニーズと腐食性薬液環境に対応する計測機器を設計、製造しています。また、インテグリスは業界で使用される様々な酸性薬液、苛性薬液、溶剤、スラリーなどの流量、圧力、レベルを計測する製品を提供しています。

## さらに詳しい情報について

インテグリスの CMP フィルター製品、フルオロポリマー製のフルイドハンドリングソリューションの全製品ラインについての詳細は、最寄りのインテグリスまでお問合せください。

インテグリスの全てのセンシング&コントロール製品、またはチューブポンプからの置き換えによる作業時間、材料、スラリーの削減に関する情報は、インテグリスのウェブサイト [www.entegrisfluidhandling.com](http://www.entegrisfluidhandling.com) をご覧いただくか、インテグリスのカスタマーサービスまでお問合せください。

Entegris® および NT™ は、Entegris, Inc. の登録商品です。

---

日本インテグリス株式会社 (インテグリスジャパンと日本マイクロリスは 2006 年1月1日付で合併致しました)  
東京 / TEL (03)5442-9718 FAX (03)5442-9738 〒108-0073 東京都港区三田 1-4-28 三田国際ビルヂング  
大阪 / TEL (06)6390-0594 FAX (06)6390-3110 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 6-1-1 新大阪プライムタワー  
九州 / TEL (092)471-8133 FAX (092)471-8134 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 1-13-9 住友生命博多駅東ビル  
米沢工場 / 〒992-1128 山形県米沢市八幡原 2-4736-3 (第1工場)、山形県米沢市八幡原 3-3145-5 (第2工場)  
<http://www.entegris.com> JP-INFO@entegris.com