



ディスポーザブル・シングルユース 流量センサ

エクフロー製流量センサ技術説明書



地球の恵みを、社会の望みに。



エアウォーターメカトロニクス株式会社

バイオメディカル技術や製薬過程では、高い信頼性、精度と安全性が何にもまして重要です。例えば、医薬品製造プロセスでは、1 用量たりとも誤るわけにはいきません。また、バイオリアクターには、完璧な動作が求められます。

エクフロー(Equflow)は、ユニークかつ極めて信頼性の高い原理に基づいたモジュール式流量センサを開発・製造しています。エクフローセンサは幅広いアプリケーションで様々な液体の流量を計測するのに適しています。エクフローセンサは、赤外線センサを組み込んだタービン式流量計です。

エクフロー社は、オランダに本社があり、バイオメディカル・製薬産業で重要性が高まっているシングルユース製品に着目し、シングルユースセンサを開発しています。シングルユースセンサを使用すれば、処理時間の削減と省エネにつながります。

製品化に先立ち、徹底した開発・実証プロセスに長い期間をかけた結果、安定的な流量計測を保証する極めて正確な計測システムが完成しました。プラスチックチューブ内にほとんど摩擦のないタービンを備えており、また、独自の自動校正システムを特徴としています。

この技術説明書では、シングルユース用流量計の構造、機能と使用について詳しく紹介します。

流量測定の実理

流量計は、時間単位あたりに管内を流れる液体または気体の量(流量)を計測するものです。用途によって、媒体の質量、容量または流量を計測します。

さまざまな計測法があり、気体または液体の流れを計測する流量センサには多くの種類があります。どの計測法を使用するかは、4 つの判断基準があります。

何のために流量を計測するのか、何を計測したいのか、その計測はどのくらいの精度が必要か、そしてどのくらいの費用をかけるか、ということです。

採用した流量計測技術

タービン式流量計

エクフローは、流量計測にタービン式流量計を使用しています。この計測技術には大きな利点が 2 つあります。低粘度流体の計測時の正確性と再現性です。エクフローは、摩損や裂け目が生じにくく、ほとんど摩擦のない動作を可能にするタービンの構造を開発しました。エクフロー流量計を 1 年間長期耐久性能試験を行ったところ、出力信号は、試験開始時に比べ 1 年後のほうが良好でした。

タービン流量計内の赤外線センサは、6 枚のタービンプレードのリフレクタが発生するパルス数をカウントします。媒体が早く流れる程タービンが発するパルスが多くなります。センサのプロセッサがこのパルス数を速度と量に換算します。シングルユースの場合、センサをタービンシャフトから離して設置することが重要です。

流量計測技術は他にもありますが、単回使用にはいずれも不適であったり、高額すぎたりします。

その他の流量計測法

- 電磁式流量計: この方式は、導電性流体の計測に限られます。流速によって変化する一対の電極の間の起電力を測定して流量に演算する方式です。
- 熱式流量計: この方式は、気体の流体にのみ適してします。流れる気体の中で流速が速いほど、センサが早く冷えることを利用し、冷却度を測定して、気体の質量流量を計測します。
- コリオリ式質量流量計: このタイプの流量計は、並行した 2 本の振動チューブを通じて質量が流れるときに生じる、いわゆるコリオリ力を計測することにより流量計測を行います。
- 差圧式流量計: 液体または気体の流れに障害物を置くことで、その媒体の流速に応

じた差圧が生じます。このタイプの流量計は、障害物前後の差圧を測定することにより流量を計測します。

- 渦式流量計: 液体の流れの中に置いた流線形の障害物が渦を発生させます。センサは、その渦から流量を導きます。
- 超音波式伝搬時間流量計: 音は、流れに沿った向きと逆らった向きに伝わります。センサが伝搬時間を測定し、流量に換算します。

バイオメディカル・製薬技術におけるシングルユース

バイオメディカル・製薬技術においては、流量計測に厳しい条件があります。計測は当然信頼性が高く、正確でなければなりません。一方、そうした計測を無菌状態で行う必要があります。このためエクフローのシングルユース流量計は、清潔な室内で製造され、必要に応じてガンマ線滅菌されます。

例えば、バイオリアクターは、各生産運転の後、すばやく容易に洗浄できなければいけません。透析システム、点滴ポンプや検査機器も同様です。液体が流れるあらゆる種類の機器類にコンタミネーションや感染が一切あってはなりません。処理・洗浄時間の短縮により、生産・エネルギーコストを抑えられことも求められます。

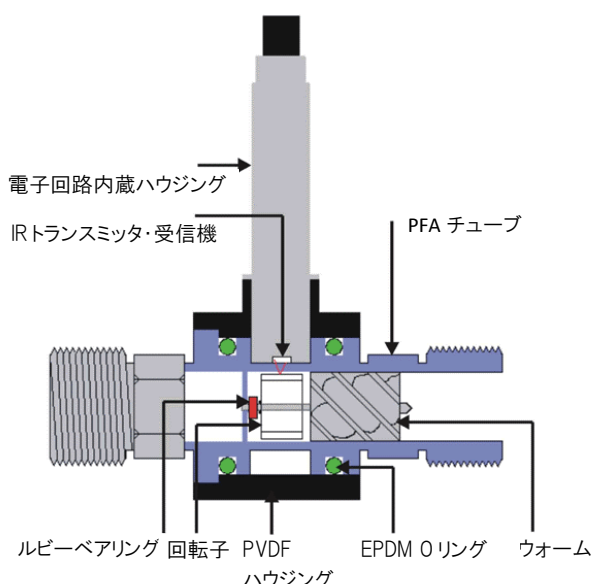
このようにさまざまな条件があるため、バイオメディカル・製薬技術向けの単回使用センサ等、シングルユース装置が必要となるのです。

エクフロータービン式流量センサの構造

バイオメディカル・製薬技術に使用するエクフロー流量センサは、モジュール方式で構成されています。センサシステムには 4 つから 5 つの構成要素があります。そのうち、タービンとバーコードリーダーを内蔵したタービンチューブが最先端のパーツです。これらのパーツは、長期にわたって1つひとつの流量計測の精度と信頼性を約束します。

構成部分:

- シングルユース用タービンチューブ



- 自動校正用バーコードリーダ
- 赤外線センサ内蔵チューブホルダ

- 流量計測用電子回路

例：PVDF チューブホルダータイプ

シングルユース用タービンチューブ

シングルユース用タービンチューブは、機械または装置のパーツへ液体が流れる配管の両端をつなぐコネクタとして設置します。チューブの中に小型タービンが付いていて、そのセンサが透明の管壁からタービンブレード上の反射体を検知します。タービンは軽量で流体変化の度合いをとらえやすくなっています。

エクフローは、透明のディスポーザブルタービンチューブを 2 種類ご用意しています。

ペルフルオロアルコキシアルカン(PFA)タービンチューブ

PFA 製のディスポーザブルチューブです。PFA は、耐薬品性、耐食性、耐油性のあるフッ素樹脂です。また、このチューブは、透明、不透明、無色の液体に使用できます。ただし、PFA は、ガンマ線には適していません。

エクフローでは、このタイプのチューブで 3 つの型式を製造しています。 例：PFA クリップマウントタイプ

技術仕様	0045 タイプ	0085 タイプ	0125 タイプ
流量範囲 (L/分)	0.1 - 1.8	1.0 - 20	2.5 - 40
内径 (mm)	4.6	9.1	14
精度	読み値の 1%	読み値の 1%	読み値の 1%
再現性	< 0.15%	< 0.15%	< 0.15%
接液部材	PFA / ルビーベアリング	PFA / ルビーベアリング	PFA / ルビーベアリング
配管接続	1/8" NPT または 7 mm ホースバンプ	1/4" NPT または 12.5 mm ホースバンプ	1/2" BSP

ポリフッ化ビニリデン(PVDF)タービンチューブ

PVDF 製のディスポーザブルチューブです。PVDF も耐薬品性、耐酸性、耐塩基性があります。硬いため、PFA より耐圧性に優れています。また、PVDF は、ガンマ滅菌にも適しています。

エクフローでは、このタイプのチューブで 2 つの型式を製造しています。3 つ目となる大きい型式は、2018 年中に販売予定です。

技術仕様	0045 タイプ	0085 タイプ	0250 タイプ*
流量範囲 (L/分)	0.1 - 2 ※0.07 - 1 タイプもあり	1 - 20	10 - 200
内径 (mm)	4.6	9.3	25.4
精度	読み値の 1%	読み値の 1%	読み値の 1%
再現性	< 0.15%	< 0.15%	< 0.15%
接液部材	PVDF / ルビーベアリング	PVDF / ルビーベアリング	PVDF / ルビーベアリング
配管接続	7 mm ホースバンプまたは 1/8NPT	12 mm ホースバンプ	32 mm ホースバンプ

自動校正用バーコードリーダー

センサの電子回路は、パルス数の合計と時間単位のパルス数(度数)を設定し、ディスプレイに液体の流量を示します。タービンブレードを 1 つ通過すると 1 パルスです。直管部の計測で 1L あたりの液体のパルス数を K ファクタ、または Kf としています。K ファクタを 2,000 としたとき、1L は 2,000 パルスを発生します。

使い捨て使用の場合、K ファクタは、流量計測の信頼性と再現性にとって特に重要です。新品のタービンチューブで計測するごとに、同じパラメータを使用しなければいけません。タービンは、流体の中でほぼ摩擦なく動作しますが、チューブ製造過程でわずかな差異が生じます。その結果、チューブの K ファクタもまた、仕様によってほぼ同じであるものの、変わります。



校正をしなければ、タービンチューブの交換時、望ましくない測定のおぼつき(偏差)が生じてしまいます。仮に、K ファクタをシステム上、2,000 の代わりに 1,998 に設定しチューブを使用するとします。1,000L ごとに、1L 以上の液体の違いが生じます。これは、医薬品の製法では、1つのバッチが合格か不合格かの違いに相当し、大きな問題となります。

各タービンチューブには、チューブの K ファクタを記載したバーコードが付属しています。製造過程でエクフローが校正検査のセットアップ時にチューブごとの K ファクタを設定します。

流体特性やその他の仕様は製造・制御過程で設定します。タービンチューブを交換したら、記載してあるバーコードをバーコードリーダーで読み取るだけです。信頼性の高い計測が行われるよう、チューブの K ファクタがシステムの再校正に合わせて自動的に設定されます。

赤外線センサ付チューブホルダ

エクフロー製センサの動作原理は、タービンチューブ内の 6 枚のタービンブレードの反射を計測するものです。チューブホルダは、さまざまなタイプのタービンチューブに適合します。赤外線光源を内蔵した光センサと透明の管壁を通じて各ブレードの反射を感知し、パルス波と呼ばれる矩形波パターンに換算する受信機を搭載しています。

波形の度数は、一定の帯域幅においての液体の流量に比例し、直線性計測範囲、または流量レンジと呼ばれます。

流量レンジは、タービンチューブの直径と材質で決まります。流量レンジは、タービンが安定的にまわり、一定の度数を生じているときの、1 分間あたりの最低限の流量(リットル)で定まります。範囲の幅は、他方の直線性測定信号が発信されるまでの流速で決まります。

パルス数をカウントすることで、センサを通過する流量がわかります。パルス周波数は、1 分間あたり液体の流速に相当します。センサは、工程の制御や流量および累積流量の計測のいずれにも使用できます。

流量計測用電子回路

赤外線センサが数値で感知したタービンパルス数を量と速度に換算するためには、コントローラ式電子回路が必要です。エクフローは、5 種類のコントローラを用意しており、それぞれバイオメディカル装置、製薬機器、その他メディカル分野のアプリケーションでの計測や制御に適しています。

電子回路については、<https://www.equflow.com/products/electronics> をご確認ください。

保証と検査

シングルユース流量計は BSE・TSE を含むヨーロッパ薬局方に準じたさまざまな認可基準により製造、検査されています。製品は保証書・検査証とともにお届けしています。詳しくは、弊社までお問い合わせください。



会社情報

エクフローは、液体用流量計に精通しています。オランダに本社があり、技術会社として、流量計測が重要な多様なアプリケーションに合うよう、10 年間で独自の製品開発を遂げました。交換式パーツを内蔵したモジュール式センサシステムを、2010 年から世界中で販売しています。

エクフローは、定置・シングルユース流量計と各種付属品を開発・製造しています。流量計は、特に次のような用途で流体の計測に利用されています。

- バイオメディカル・製薬技術
- 浄水、製水、処理
- 設備技術（セントラルヒーティング、配管）
- 投薬ポンプシステム
- OEM 機器類
- 燃料分配
- 半導体製造

エクフローのセンサ技術は、モジュール性、計測の精度、信頼性と再現性において卓越しています。計測システムの自動校正用バーコードリーダは、シングルユースアプリケーションの要となる機能です。他のシングルユースソリューションと比べ、お客様にとり、価格面でのお求めやすさやセンサシステムのオーダーメイドのしやすさを重要視しております。

エクフローは、生産設備やクリーンルーム設備を持つ他、流量の計測・制御を必要とするアプリケーションに合わせたセンサシステムをお客様とともに調整する為、専任のエンジニアが常駐しております。

Copyright © 2018 Equiflow B.V.