

産業用超音波流量計ソリューション

産業用超音波流量計システムの理論

超音波流量計は、液体、気体、蒸気の流量を計測する容積式流量計です。石油・ガス、製薬、食品・飲料業界で広く使われており、飛行時間 (Time of Flight: TOF) 方式やドップラー効果などの手法を利用して流量を計測します。

飛行時間の原理に基づく流量計は、1対あるいはそれ以上のペアのトランスデューサを使用します。超音波の伝達時間を双方向で計測し、その結果から流量を計算します。この方法では、通常、粒子含有量が 5% 未満の比較的純度の高い媒体が必要ですが、1% 未満の精度を実現することができます。

ドップラー効果を使用するタイプでは、超音波の圧力波が流体内の粒子によって反射されます。粒子の速度が反射信号にドップラーシフトを発生させるため、これに基づいて流量を計測します。通常、実際の製品ではこの測定方法の精度は 3% 程度になります。

超音波流量計は、電源、トランスデューサ励起部、シグナル・コンディショニング部、ADC、処理部、ディスプレイ、キーパッド、複数の通信オプション (4 mA ~ 20 mA, HART, RS-485、ワイヤレス等) で構成されます。

産業用超音波流量計システムの設計における留意点と主な課題

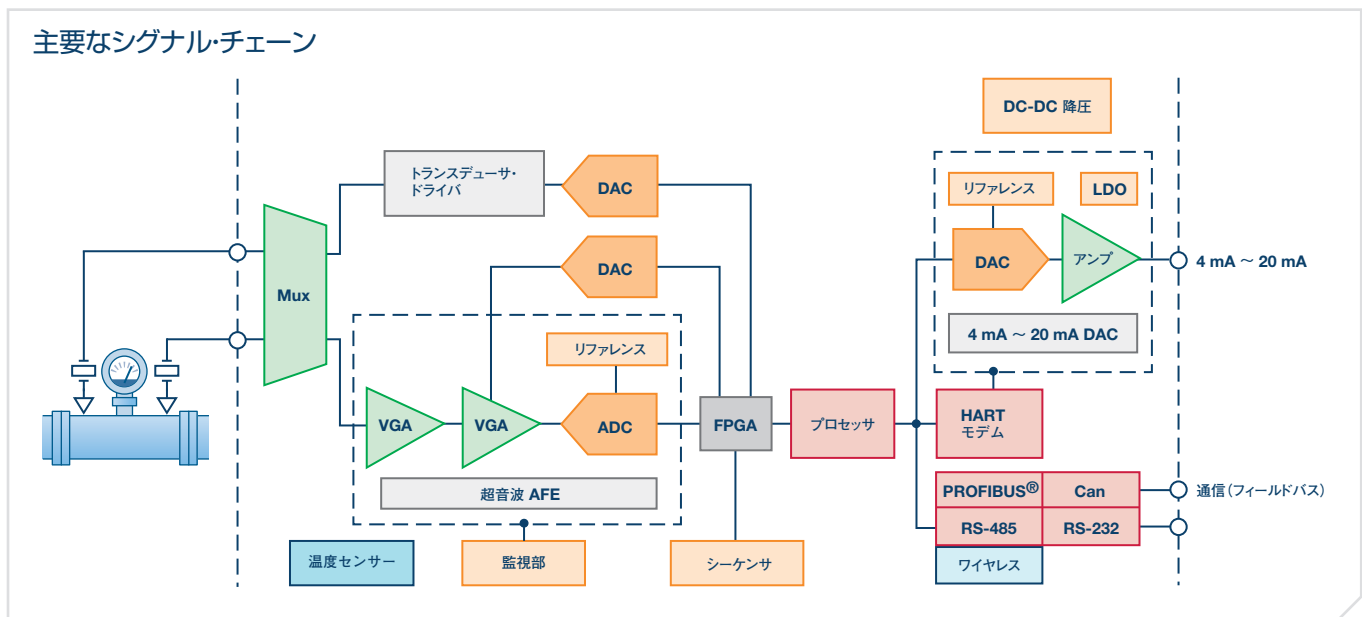
このソリューション・ガイドでは、飛行時間の原理に基づく超音波流量計を対象とします。下に示すシグナル・チェーンは、特に高い性能が求められるアプリケーションで、中でも複数ペアのトランスデューサを使用するアプリケーションに最適です。設計では高い測定精度を実現する必要があるだけでなく、多くの場合、スペース的にも大きな制約があります。

液体用の超音波流量計では、1 MHz の超音波周波数が一般的です。システムの精度は、往路と復路の飛行時間計測の相対精度に直接関係します。このため、通常は FPGA を使用して、パルスの送信と受信のタイミングを制御します。送信および受信信号パスの遅延が変動しないように十分に注意する必要があります。

もう 1 つの重要な側面は、受信シグナル・チェーンには高ゲインが求められるという点です。異なる流量条件や導管の寸法に対して動的にゲインを調整する (通常は 60 dB 以上) 必要があるため、低ノイズのシグナル・チェーン・パスが求められます。

トランスデューサの励起には、オン/オフ方式か波形ジェネレータを使用することができます。波形ジェネレータを使用するとコストがかかる上に複雑さも増しますが、出力信号を正確に制御することができるため、精度が高いロバスト性に優れた流量計を設計することができます。

信号処理では、受信信号の正確なタイムスタンプを決定するために十分なフィルタ処理と FFT 解析が必要です。これは、DSP プロセッサを使用して実現できます。必要なインターフェース・プロトコルに対応する DSP プロセッサを利用します。



主な製品一覧

機能ブロック	部品番号	概要	主な特長と利点
送信	高速 DAC/波形ジェネレータ		
	AD9106	4 チャンネル、12 ビット、180 MSPS 任意波形ジェネレータ	送信信号を正確に制御することによって流量計の性能を向上させます。また、マルチバス流量計の大幅な省スペースも実現し、波形生成時の FPGA の負荷を軽減します。
	AD9705	シングル・チャンネル、10 ビット、175 MSPS の TxDAC	送信信号を正確に制御することによって流量計の性能を向上させます。
マルチプレクサ	ADG5412F	4 チャンネル、±55 V の故障保護スイッチ、オン抵抗 10 Ω	低電圧受信回路を高電圧送信信号から保護します。
受信	完全一体型のマルチチャンネル受信ソリューション		
	AD9670	高集積の 8 チャンネル超音波 AFE	マルチバス流量計の大幅な省スペースと性能向上を実現します。
	VGA		
	AD8338	ゲイン範囲 80 dB のシングル・チャンネル VGA、80 dB で 4.5nV/√Hz	最も高いダイナミックレンジと低ノイズで、低レベルの受信信号を正確に増幅します。これにより、広い範囲の導管径や乱流にかかわらず流量計を使用することができます。
	AD8332	ゲイン範囲 48 dB のシングル・チャンネル VGA、0.74 nV/√Hz の LNA を内蔵	高いダイナミックレンジと最も低いノイズで、低レベルの受信信号を正確に増幅します。これにより、広い範囲の導管径や乱流にかかわらず流量計を使用することができます。
	VGA ゲイン制御用の高精度 DAC		
	AD5681R	シングル・チャンネル、12 ビット nanoDAC ⁺ 、2.5 V 内部リファレンス	リファレンスを内蔵した小型ソリューションサイズ。
	パイプライン ADC		
	AD9629	シングル・チャンネル、12 ビット・パイプライン ADC、サンプリングレート 20 MSPS/40 MSPS/80 MSPS	適切に定義された遅延と高い直線性で、高精度の飛行時間の計測を実現。これにより、流量計測の精度が向上します。
	温度センサー		
ADT7320	完全一体型のデジタル温度センサー、最大誤差 0.25°C	温度補償用のシンプルかつ正確な温度計測。	
処理	DSP		
	ADSP-BF70x	400 MHz Blackfin [®] + コア、最大 1 MB の SRAM、オンチップ暗号化アクセラレータ、400 MHz で 100 mW 未満	低消費電力 DSP ソリューションが、システム電力と流量計ハウジング内の自己発熱を最小限に抑えます。複数の工業用インターフェースに対応。
通信	4 mA ~ 20 mA および HART		
	AD5420	16 ビット/12 ビット DAC と 4 mA ~ 20 mA ドライバ、HART 互換、リファレンスと LDO を内蔵	完全一体型の HART 互換 4 mA ~ 20 mA ソリューション
	AD5700-1	誤差 1% 未満の高精度発振器を内蔵した HART モデム	業界最小の HART モデム。必要な外付け部品が最小限になるため、小型システムの設計に最適。HART 通信協会に登録済み。
	RS-485		
	ADM2582E ADM2587E	完全一体型の信号および電源絶縁トランシーバ、±15 kV HBM ESD	高 ESD 定格の完全絶縁型 RS-485 ソリューション。
	周波数帯 1 GHz 未満のワイヤレストランシーバ		
	ADF7023	超低消費電力、高い耐干渉性、最大 300 kSPS のデータレート	優れた干渉ブロック性能でワイヤレスの信頼性を向上
ワイヤレス 2.4 GHz トランシーバ			
ADF7242	優れたブロック性能により、極めて過酷なスペクトルでもロバスト性に優れた動作範囲を維持	優れた干渉ブロック性能でワイヤレスの信頼性を向上	

サポート

技術的なお問い合わせはこちらから。
analog.com/jp/techsupport



ez.analog.com

サンプル

analog.com/sample/jp

アナログ・デバイセズ株式会社

本社 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル 10F
 大阪営業所 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー 10F
 名古屋営業所 〒451-6040 愛知県名古屋市中区牛島町 6-1 名古屋ルーセントタワー 40F



想像を超える可能性を
 AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™