

プログラマブル SoC による液面センサの開発

○村井 弘道^{*1)}、小針 保明^{*2)}、小針 良寛^{*2)}、川又 剛^{*3)}

■キーワード 液面センサ、PSoC、レベルスイッチ

1. プログラマブル SoC による再設計のメリット
2. センサのインテリジェント化
3. アナログ信号処理のソフトウェア処理化

■はじめに

本開発は既存のディスクリート部品で構成された液面センサを Cypress 社のプログラマブル SoC である PSoC3 で再設計を行い、ディスクリート部品の削減と PSoC3 内の MCU を利用したセンサのインテリジェント化を行った。これにより、センサの仕様変更に対する柔軟性、デジタル信号処理によるノイズ耐性の向上、異なる比誘電率の液体に対するセンシングが可能となるなど、多くのメリットが得られたので報告する。

■開発概要

(1) センサの概要

液面センサは同軸電極構造を有しており、その静電容量を計測することによって既知の比誘電率を有する液体のレベルを計測するものである。ここでは図1に示す船用エンジンのオイルレベルを監視するレベルセンサを最新の Automotive Grade の PSoC3 で再設計を行った。



図1. 液面センサ（レベルスイッチ）

(2) 液面レベル計測原理

液面レベルの計測は予め定められた周波数の信号で電極間の静電容量を計測することによって求める。PSoC3 では、この信号源として DMA と DAC を使用し水晶発振器精度の信号を生成し計測信号として利用している。フロントエンド回路では、PSoC3 内のアナログモジュールで構成した計装アンプに必要な信号を生成する。計装アンプで増幅された信号は ADC でデジタル化され、MCU では、ノイズ除去等のデジタル信号処理を行った後に液面レベルの算出処理を行う。また、MCU では、液面低下等のアラームを出力するか否かの判断を液面レベルの時系列値から行う。



図2. 静電容量計測（都産技研試作加工室）

(3) プログラマブル SoC のメリット

既設計システムをプログラマブル SoC、特に今回のようにアナログ回路も含めた SoC とすることで、アナログ部品の使用個数を大幅に削減し、回路の安定度を高めることが可能となった。また、アラーム出力等は、時系列の過去値からメジアン、異常値排除等の統計処理を行うことによって、不必要なアラーム出力を行わないなどセンサとしての安定度も向上させることが可能となった。

(4) 今後の展開

今回使用した PSoC3 では、演算能力の制約からフロントエンド回路でのアナログ処理が必要であったが、上位の PSoC5 では演算能力が大幅に向上していることから、フロントエンド回路を簡略化し、所要の信号レベルまで増幅した後、直ちに ADC を行いアナログ処理の大部分をソフトウェアで実行可能となると予想される。この手法を共通基盤とし、各種センサへの応用を行っていきたい。

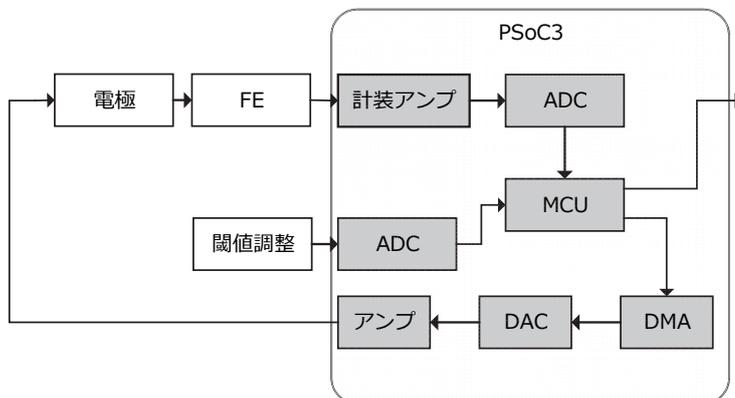


図3. PSoCによるブロック構成

*1) 株式会社ティ・エフ・ディ、*2) 株式会社大洋バルブ製作所、*3) マルカワテクナート