

# ワンチップ・マイコン探訪

## OP アンプを2個内蔵する MSP430F2274

外付け IC を使わず消費 1.88  $\mu\text{A}$  の煙検知器を製作

渡辺 明禎  
Akiyoshi Watanabe

テキサス・インスツルメンツのマイコン MSP430 シリーズは低消費電力、豊富な周辺機能で電池アプリケーションを初め、さまざまな分野に使われています。そのシリーズの中で MSP430F22x4 は周辺機能として OP アンプを二つ内蔵した、非常にユニークなマイコンです(写真1)。このように、マイコンにアナログ回路を集積化するという流れは、今後の主流の一つになっていくと考えられます。

ここでは、MSP430F2274 を使い、OP アンプの実力を測定するとともに、非常に簡単な回路でできる煙センサを紹介します(写真2)。

### ■ 基本的な機能をひとつおり内蔵する

MSP430F2274 の外観を写真1に、図1にブロック・ダイアグラムを示します。F2274 のシリーズにはフラッシュ・メモリ、RAM 容量の差で、F2234/8 K バイト、F2254/16 K バイト、F2274/32 K バイトの3種類があります。CPU コアは16ビットの RISC 型で、最高クロック周波数は16 MHz、16 MIPS(1命令/1クロック)で動作します。動作電源電圧範囲は、1.8~3.6 V で、消費電流は340  $\mu\text{A}$  ( $V_{CC}=3\text{V}$ 、1 MHz 動作時)と小さく、電池アプリケーションに最適です。

基本クロック・システム・モジュール、ブラウンアウト・リセット回路が内蔵されているので、最低限外部に必要な部品は数点で済みます。

#### ▶ 開発環境

開発に必要なデバッグ環境は、JTAG インターフェ

ースの他に、Spy-Bi Wire を内蔵しているのです、わずか2線を接続するだけで、プログラム開発ができます。その時に必要なパソコンとのインターフェースとして、USB 接続の EZ430-F2013 を数千円で入手できます。

#### ● 周辺機能

##### ▶ I/O ポート

I/O ポートの数は32本で、そのうち、16本が外部割込み端子として使えます。すべての端子は抵抗によるプルアップ、プルダウンができます。流せる電流は6 mA で、LED を駆動できます。

##### ▶ タイマ

タイマは16ビットで、二つあります。それぞれ三つのキャプチャ/コンペア・レジスタを持っているのでさまざまな用途に使えます。

##### ▶ タイマのPWM動作モードでD-A機能を実現

D-A コンバータは内蔵していませんが、タイマの PWM 動作モードを使用することで、DAC の機能を実現できます。



写真1 MSP430F2274 の外観  
OP アンプを二つ内蔵している

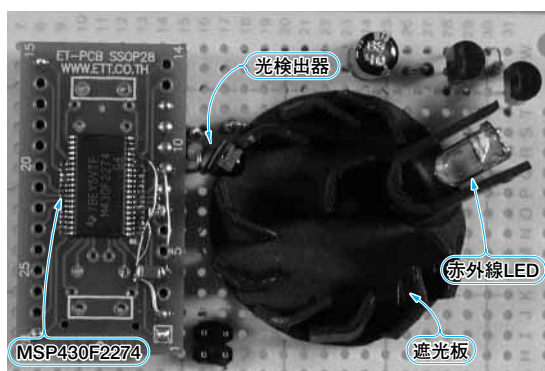


写真2 消費電流1.88  $\mu\text{A}$  の煙検知センサを製作  
煙があると赤外線 LED の放射光が散乱し検出器に入る。200 mAh の電池で10年間動作する。OP アンプなどの外付け IC はいっさいなし

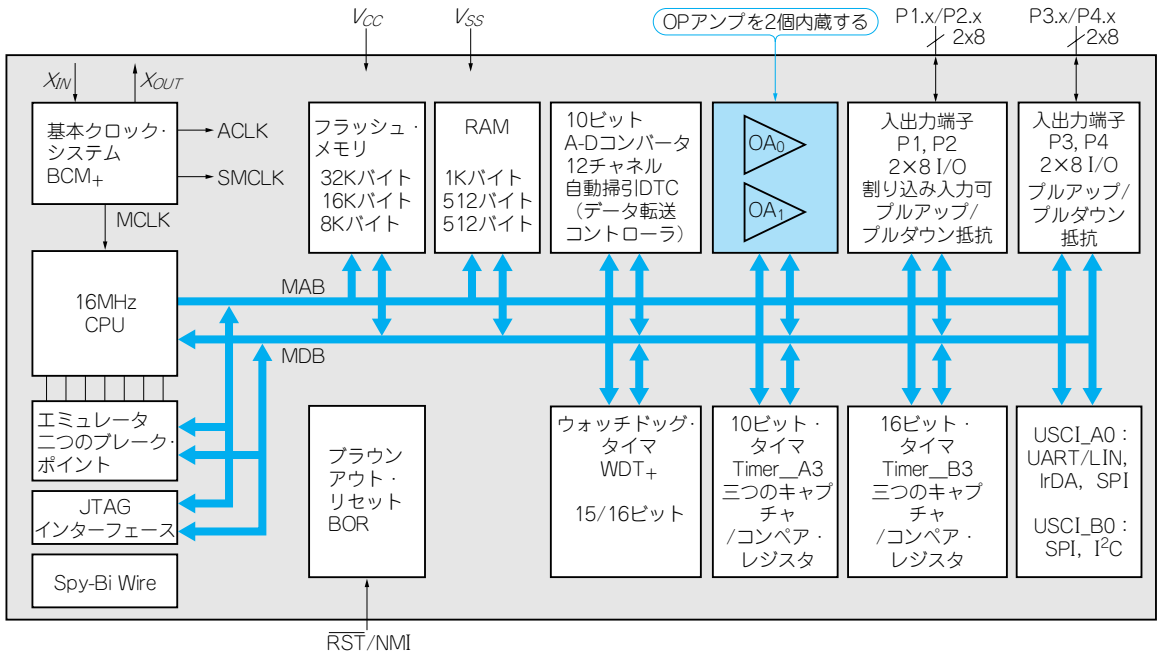


図1 MSP430F22x4のブロック・ダイアグラム

### ▶ シリアル通信

シリアル通信として、USCI (Universal Serial Communication Interface) モジュールが二つあります。まず、USCI\_A0 モジュールでは UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter ; 調歩同期方式シリアル通信) 機能に、LIN (Local Interconnect Network) のための自動ボーレート合わせの機能を持っています。

他に IrDA (Infrared Data Association ; 赤外線通信協会) が定めた赤外線シリアル通信、SPI (Serial Peripheral Interface ; シリアル・ペリフェラル・インターフェース) を使うことができます。

USCI\_B0 モジュールでは SPI のほかに I<sup>2</sup>C (Inter-Integrated Circuit) による周辺デバイスとのシリアル通信が可能です。

### ▶ 12チャンネル×10ビット、200 kSPS の A-D コンバータ

A-D コンバータは 12チャンネルの 10ビット逐次比較型で最高サンプリング・レートは 200 kSPS です。

他には、基準電圧 (1.5 V または 2.5 V)、クロック源 (約 5 MHz)、サンプル&ホールド回路が内蔵されています。内蔵の温度センサで IC の温度を、他に、V<sub>CC</sub>、外部基準電圧を測定できます。また、DTC (Data Transfer Controller) により変換結果を RAM の指定された番地に自動的に転送することができます。

## OP アンプを 2 個内蔵

特に特徴的なのは、アナログ信号を増幅することが

できる OP アンプを内蔵していることです。これは **OA モジュール** と呼ばれ、F2274 では OA<sub>0</sub>、OA<sub>1</sub> の二つが内蔵され、さまざまなアナログ回路を容易に作ることができます。

### ● OP アンプの入出力端子を選択できる

MSP430F2274IDA, 38TSSOP パッケージのピン配置を図 2 に示します。他に、MSP430F2274IRHA, 40QFN パッケージがあります。各端子は周辺モジュールの端子機能と多重化されています。

OA モジュール関連の端子は、○で囲んだ 11 番端子です。OP アンプの入出力端子は、ある程度自由に端子を割り当てることができるので、部品配置を考えた上で、端子機能を選択することができます。

### ■ 内蔵 OP アンプの動作モードを設定できる

OA モジュールは、OP アンプを中心に抵抗ラダー、入出力端子、帰還回路などが、マトリクス・スイッチにより切り替えられるように設計されています。

一見、非常に複雑で、使い難いように感じますが、実際は、典型的な動作モードを設定することができ、ユーザが各マトリクス・スイッチを個々に設定する必要はほとんどありません。ユーザが主にすることは、OA の動作モードの設定、各入出力端子をどこに接続するか、OA の動作速度の設定だけです。