

LED/モータからA-D/D-A変換まで
2線インターフェースI²Cで数珠つなぎ!

マイコンにプラス! IC40個入り

シリアル拡張IC

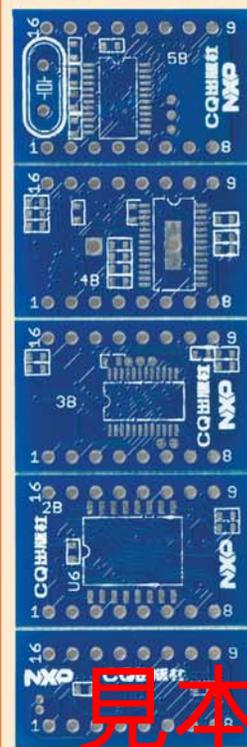
サンプルブック [基板付き]

全19種! mbed対応!

岡野 彰文, 渡辺 明禎 著



本書付属の全ICを
DIPモジュール化
できる基板入り!!



I ² C - GPIO	
PCAL9554BPW	8ポート
PCAL9555APW	16ポート

I ² C 温度センサ	
LM75BD	+/-2°C精度温度センサ
PCT2075D	+/-1°C精度温度センサ

I ² C - バス・バッファ	
PCA9600DP	高ドライブ電流バッファ
PCA9517ADP	標準的なバッファ

I ² Cモータ・コントローラ	
PCA9629APW	自動台形制御モータ・コントローラ

I ² C - LEDコントローラ	
PCA9632DP1	4ch, 電圧スイッチ型
PCA9624PW	8ch, 電圧スイッチ型
PCA9622DR	16ch, 電圧スイッチ型
PCA9626B	24ch, 電圧スイッチ型
PCA9955ATW	16ch, 電流源型
PCA9956ATW	24ch, 電流源型

I ² C スイッチ, マルチプレクサ	
PCA9541AD/01	2:1 I ² Cマルチプレクサ
PCA9546AD	1:4 I ² Cスイッチ

I ² C A-D/D-A変換	
PCF8591T	8bit SAR A-D, D-A変換

I ² C プロトコル・ブリッジ	
SC16IS750IPW	I ² C/SPIからUARTへ変換

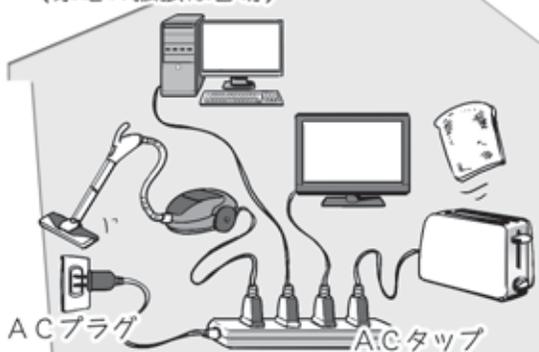
I ² C カレンダーIC	
PCF85263AT	水晶非内蔵RTC
PCF2129AT/2	水晶内蔵RTC, 高精度

第1章 付け足し簡単! ICとICをつなぐならコレで決まり

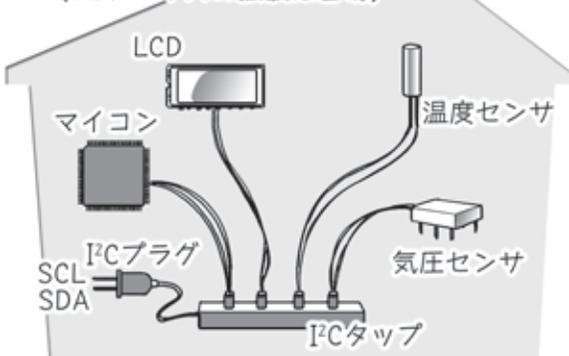
2線シリアル・インターフェース I²C 詳解

規格化されてから30年以上が経ち、IC間のシリアル通信バスとして広く採用されているI²Cの生い立ちと通信のしくみを解説する。

家電製品の電源接続イメージ
(家電の拡張は容易)



I²Cの接続イメージ
(I²Cデバイスの拡張は容易)



基礎知識

● クロック周波数や接続可能数

I²Cバスは、とてもポピュラーな、IC間のシリアル通信バスのひとつです。マイコンどうしの通信や、IOポート・エキスパンダ、温度や加速度などの各種センサ、各種専用ICやモジュール、機器の制御信号などのデータのやりとりに使われています。

データのやりとりのための信号線は、2本だけです(図1-1)。また、ひとつのバスに多くのデバイスを接続できるため、さまざまなベンダの製品で使われています。

I²Cで、よく使われる通信クロック周波数は、100k~400kHzと比較的低速ですが、IC内部の通信回路が拡張仕様に準拠していれば、1MHz、3.4MHz、5MHzの転送速度にも対応できます(図1-2)。

I²Cに対応したICどうしなら、とてもスムーズに通信できます。たとえI²Cに対応していないマイコンでも、空いている2ピンを使って、I²Cに対応したファームウェアを用意することで、データのやり取りが可能になります。

クロックとデータだけの2本線でお互いに通信できる

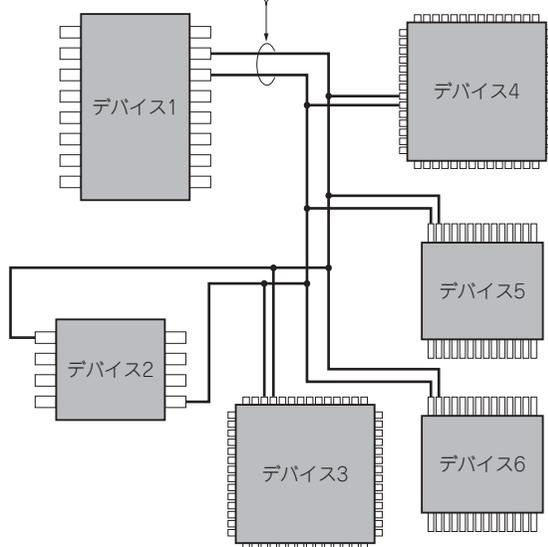


図1-1 I²Cなら2本線でたくさんのデバイスを追加接続してける

通信するIC間は、クロックとデータの2本の信号を接続するだけでよく、7ビット・アドレスを使用す

※第1章は、トランジスタ技術2014年10月号p.152~176「2線シリアル・インターフェースI²C詳解」の記事に加筆して再収録しています。

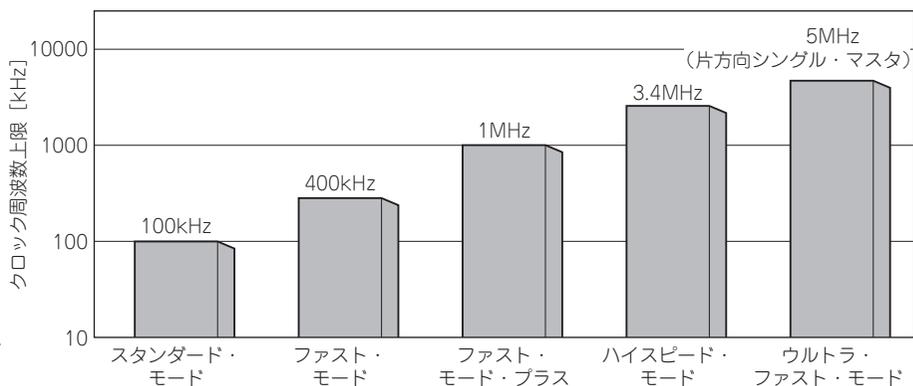


図 1-2
I²C は規格によって通信
クロック周波数が違う

る場合、最大 112 個の IC に対してデータの読み書きが可能です。

I²C は、基本仕様として、7 ビットのアドレスで個々のデバイスを認識するため、最大 128 個までのアドレスを使うことができますが、そのうちの 16 個は予約されており、実際に使用できるアドレスは、112 個です。

I²C が規格化されてから、30 年以上が経ちました。現在では、マイコンをはじめとした、多くの周辺 IC に採用されており、さまざまな機能をもつハードウェアを構築するために、欠かせない技術のひとつとなっています。

● 信号線は SDA と SDL の 2 本

I²C は、データのやり取りに 2 本の信号線を用います。よく、「GND も入れると 3 本ではないの?」という意見も聞きますが、ここでは、基準電位に対して 2 本の信号のやりとりで通信を行う方式、と言う意味で、2 線式と言っています。1 本は、SDA (Serial Data) で、データ信号が乗せられ、もう 1 本は、SCL (Serial CLock) で、クロック信号が乗せられています。この 2 本の信号線の使い方を工夫することによって、データの始まりと終わりを正しく認識でき、双方向の通信も可能にしています。

● I²C は、どう読む?

I²C バスは、Inter-IC バスを略したものを、その名称としています。「I」を 2 回重ねて書くため、それを洒落て I の自乗として、I²C としました。

上付き文字が表示できない環境では、IIC と略されることもありましたが、現在では、一般的には、I2C と表記されることが多いようです。このことから、アイ・ツー・シーと呼ばれることも多くありますが、元の意味を反映して、アイ・スクエアド・シーと読むのが正式な読み方です。日本では、アイ・自乗・シーと呼ばれることもあります。図 1-3 に I²C のロゴ・マーク



図 1-3
I²C のロゴ・マーク

クを示します。

I²C は、TWI (Two Wire Interface) と呼ばれたこともありました。これは、同等のインターフェースを実装する際の、フィリップスに対するライセンス回避のために、このような名前としたとされています。

本稿では、以降、I²C バスを I²C と略すことにします。

● 特許料は不要

- ① I²C を使う場合 (速度に関わらず)、ライセンスは必要ない
- ② I²C の知的財産権は、パブリック・ドメインである
- ③ I²C はオープンな規格ですが、実装や回路については、個々に特許などの権利がある場合がある

● 多くの半導体メーカーが対応 IC を作っていて種類も豊富

最近のマイコンには、I²C が実装されています。思い付くものを挙げると、NXP セミコンダクターズのマイコン、フリースケール・セミコンダクタの kinetis や ColdFire のシリーズ、ST マイクロエレクトロニクスの STM32 や STM8、Broadcom Corporation の BCM2835 (Raspberry Pi)、Atmel の ATmega48/88/168/328、マイクロチップ・テクノロジーの PIC (SSP 搭載品)、ルネサス エレクトロニクスの H8 や SH シリーズなどです。

ハードウェアが I²C 非対応でも、ピンをソフトウェ

Column 1

I²Cだけじゃない! IC間インターフェースのいろいろ

● SPI

I²Cとともに、よく使われる通信方式としては、SPIバス(以下SPI)があります。SPIは、単純なシリアル通信方式で、片方向であれば3本、双方向の通信を行うには、4本の信号を必要とし、単一マスタで使う場合は、I²Cよりも速いスピードでのデータ通信を簡単に実現できます(図A)。I²Cのウルトラ・ファスト・モードでの通信速度は5MHzですが、SPIなら数十MHz程度の速度が得られます。

● I²Sバス

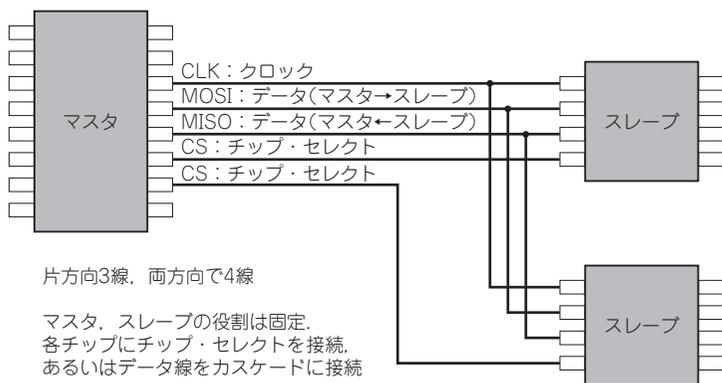
I²Cと同様に、フィリップス社によって開発されました(図B)。これは、Inter-IC Soundを略した名前のバスで、PCM音声などの片方向の時系列データを流すための規格です。CDデコーダICとD-Aコンバータの間のデータの受け渡しに

用いられたのが、その最初の利用例です。データの入力/出力の方向を決めて、一定のワード長のデータを流し続けることができます。通信先をアドレスによって指定するような使い方には対応してません。

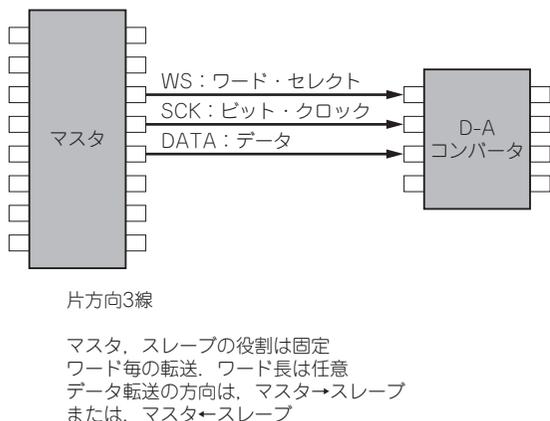
図Cに、I²C、I²S、SPI、それぞれの特徴を示します。

● I²Cの派生規格

I²Cは、各種のシリアル・バス規格の元となっており、さまざまな派生規格が存在します(図D)。システム管理バス(SMBus)、パワー・マネジメント・バス(PMBus)、インテリジェント・プラットフォーム・マネジメント・インターフェース(IPMI)、ディスプレイ・データ・チャンネル(DDC)、アドバンスド・テレコム・コンピューティング・アーキテクチャ(ATCA)などが



図A I²C以外のシリアル・インターフェース ①「SPI」



図B I²C以外のシリアル・インターフェース②「I²S」

I²C
2線式(クロック、データ)
双方向(ウルトラ・ファスト・モードは片方向)
マイクロ・コントローラ↔スレーブ間
転送先指定は、アドレスで行う

I²S
3線式(クロック、データ、ワード・セレクト)
単一方向(一方に流れるデータを扱う)
PCM信号の転送
転送先は、ハードウェアで固定

SPI
3または4線式(クロック、片方向データ、チップ・セレクト)
マイクロ・コントローラ↔スレーブ間
転送先指定は、チップ・セレクトで行う

図C I²C、I²S、SPIの特徴

その例で、I²Cの仕様に、それぞれ独自のルールを追加したものになっています。

たとえば、I²Cには低速側の周波数に制限はありませんが、SMBusでは、10kHz以下だとタイムアウトするような独自の拡張がされています。

それぞれの規格と、I²Cとの違いは、I²Cの仕様を定義しているUM10204の第4節「I²Cバス通信プロトコル—その他の用法」を参照してください。

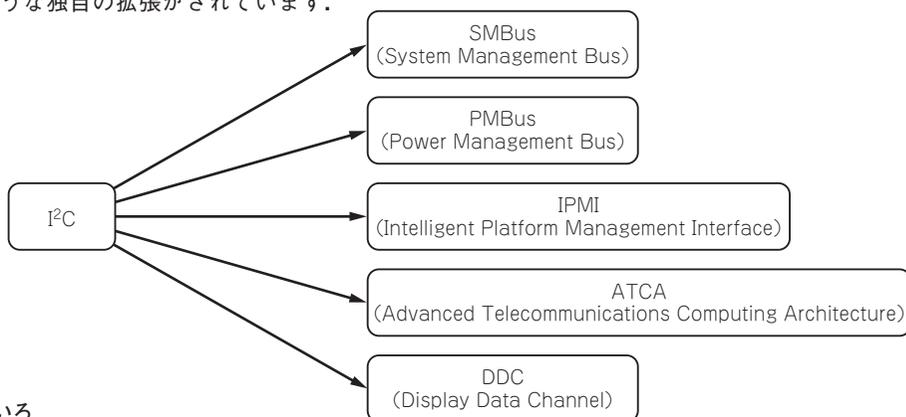


図 D
I²Cの派生規格のいろいろ

アで制御することで、I²Cを実装することが可能です。

マイコンに接続される側としてはEEPROM等の各種メモリ、LCDコントローラ、LEDコントローラ、各種センサ(温度、湿度、気圧、輝度、色、加速度、近接、タッチ・センサ)、リアル・タイム・クロック、LEDコントローラ、モータ・コントローラ、A-DコンバータとD-Aコンバータ(データ入出力や、各種設定用インターフェースとして)、各種ASICデバイス(テレビ、ビデオ、ラジオ、オーディオ等の信号制御、エンコード/デコード用)、認証チップ(NFCなど)で使われています。

使われているアプリケーションは、これらのデバイスを使ったものすべてです。たとえば、テレビ、ビデオ等の映像機器。ラジオやオーディオの各種機器、PCのシステム管理バス、電話の交換器やコンピュータのサーバのシステム管理にも使われています。また、パチンコ機器などのLEDやモータの制御、ビル内の照明や空調装置などのインターフェースとして、よく使われています。

● 1980年代初頭生まれのフィリップス製

I²Cは、1980年代初頭に、オランダにあるフィリップス社によって開発され、仕様が公開されました。

その当時のアプリケーションは、おもに家電用ICの制御を行うものでした。多くのテレビがリモコンに対応しはじめ、各機能をデジタル信号で制御する必要が出てきたのです。また当時の家電、とくにテレビやラジオには、出荷するまでに調整しなくてはならない箇所が多く、それらは人手によって作業していました。

ラジオは、選局・音量などの他に、表示パネルも電

NOTE

現在公開されているI²Cバスの仕様は、「I²C-busspecification and user manual」として、次のURLで公開されています(http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204.pdf)。また、この日本語版「I²Cバス仕様およびユーザ・マニュアル」も、http://www.nxp.com/documents/user_manual/UM10204_JA.pdfで公開されています。

これ以降、I²Cの仕様書「I²C-bus specification and user manual」を、I²C仕様書と呼びます。

子化されつつあり、その配線量が増加する傾向にありました。アナログのテレビは、画像やRFの各種調整に、コイルや可変コンデンサ、半固定抵抗をトリマ棒で回していました。加えて、ユーザ・インターフェース部で行われる選局や音量調整は、配線をフロント・パネルまで引き回して、スイッチや可変抵抗で行っていました。

このような状況だったので、調整の自動化や省配線化が必然的に要求され、それを実現するためにマイコンが搭載され、さらにマイコンによる制御が可能で、ASICが開発されました。このマイコンとASICを結ぶインターフェースとして開発されたのがI²Cです。

たとえば、テレビの製造工程では、センサによって、画像のひずみなどを簡単に調整できるようになりました。ユーザ・インターフェース部分を電子チューナや電子ボリュームに置き換えることで、フロント・パネルのボタンの状態を、マイコンが読み取り、その状態によって、各ASICを操作することで、機器内の配線を大幅に減らすことが可能になりました。

第2章

GPIO(8ポート) PCAL9554BPW

PCA9554 互換を保ちながら、機能、能率的を拡張。電源電圧 1.65 ~ 5.5V。ACPI
パワー・スイッチや、センサ、プッシュ・ボタン、LED、ファンの制御などに最適。

PCAL9554B/C は、NXP 社の I²C バス、SMBus インターフェースの低動作電圧の 8 ビット汎用 IO (GPIO; General Purpose Input/Output) エクスパンダです。

PCAL9554C は、I²C のアドレスだけが異なり、最大で 16 個のデバイスを同一 I²C バスに実装することができます。押しボタンや、LED などを増設する場合などに利用できるソリューションの一つです。

PCAL9554B/C は、1.65 ~ 5.5V という低い電圧レンジで動作します。動作電圧が低い次世代マイコンとの組み合わせに最適です。

特 徴

PCAL9554B/C の、おもな特徴を以下に示します。

- I²C バス・インターフェースの平行ル・ポート・エクスパンダ
- 動作電圧; 1.65 ~ 5.5V

- スタンバイ電流; 1.5 μ A (標準) $V_{DD} = 5.5V$, 1.0 μ A (標準) $V_{DD} = 3.3V$
- SDA 端子と SCL 端子は、シュミット・トリガなので、緩やかな電圧変化に対応し、耐ノイズ性も良好
- $V_{hys} = 0.1 \times V_{DD}$ (標準)
- 動作電圧に関係なく、I/O 端子は 5V トレラント
- \overline{INT} 端子は、オープン・ドレインで、アクティブ・ロー
- 駆動電流能力は、25%, 50%, 75%, 100% の 4 段階に設定可能
- 入力状態のラッチが可能で、読み出されるまで、その状態を維持
- 入力設定において、プルアップ、プルダウン抵抗 (100k Ω 標準) を設定可能
- 割り込みは端子ごとにマスク可能
- I²C バス・クロックは、400kHz (FAST モード) に対応
- パワー・オン・リセット回路内蔵

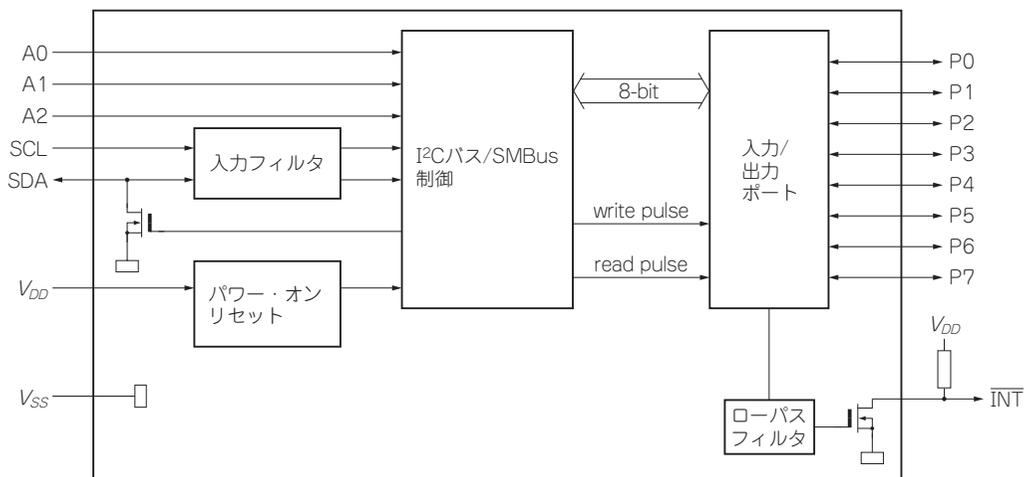


図 2-1 PCAL9554B のブロック・ダイアグラム

第10章

LEDコントローラ(16ch, 定電流型) PCA9955ATW

Fm+. 16ポートLEDドライバ. 各ポート8bit(256段階)のPWM輝度調整機能. 内部DACをソフトウェア的に設定することで, 各ポートのLED電流設定が可能. 最大125デバイス.

PCA9955Aは, NXP社のI²Cバス・インターフェースの16チャンネル57mA 20V定電流駆動型LEDドライバです. 57mAの赤, 緑, 青, アンバー(RGBA)のLED制御に適しています. 各LEDは, PWM(周波数は31.25kHz)で輝度を0~99.6%(256ステップ)まで個別に制御できます. さらに, グループ調光モードの場合, 122Hzの周波数で, 輝度を0~99.6%(256ステップ)までグループをまとめて制御できます. グループ・プリンク・モードでは, 66.7ms(15Hz)~16.8s(256ステップ)周期で, グループ化されたLEDをプリンク表示することができます.

PCA9955Aは, 3~5.5Vで動作し, 8ビットDACにより, 225 μ A~57mAに吸い込み定電流値を設定できます. LED出力端子は, 20Vまで使えます.

Fast-mode Plus(Fm+)ファミリーの一つで, 1MHzのクロック周波数, 4000pFのバス容量まで対応できます.

$\overline{\text{OE}}$ 端子を持っているので, 16個のLEDを同時にON/OFFしたり, 外部信号でPWM制御することができます.

特 徴

PCA9955Aの, おもな特徴を以下に示します.

- 16チャンネルのLEDドライバ
個別にON, OFF, 輝度, グループ化された調光/プリンク, 個々のLED出力の遅延を設定することによりEMIと突入電流の減少が可能
- 全チャンネルに, グラデーション制御可能
- 16チャンネルの定電流出力は, 0~57mAの吸い込みが可能, 耐圧は, 20V
- 定電流出力は, REXT端子に接続する抵抗1本で調整可能
- 出力電流の精度
 $\pm 4\%$ 各チャンネル間

$\pm 6\%$ 各PCA9955A間

- 各LED回路の開放, 短絡, ICの過温度を検出可能
- I²Cバス・クロックは1MHz(FASTモード+)に対応
- PWMにより, 各LEDの輝度は, 0~99.6%(256ステップ)に設定可能
- PWMの周波数は, 31.25kHz
- グループ制御機能により, 122Hz PWMで, 0~99.6%(256ステップ)の調光が可能
- グループ制御機能により, 66.7ms~16.8sの周期, 0~99.6%のデューティで, プリンク動作可能
- 出力状態の更新は, ACK, STOPコマンドのいずれかが選択可能で, 点灯データ・バイト転送時個別更新と, STOPによる一斉更新が可能
- $\overline{\text{OE}}$ 端子経由の外部回路により, プリンキング, 調光などが可能
- 3個のI²Cアドレス設定用端子により, 最高125個のPCA9955Aを同一I²Cバスに接続可能
- 四つのプログラム可能な, I²Cバス・アドレスを持っているので, 他のPCA9955Aと同期した設定も可能
- I²CバスのSWRSTコールに対応
- 8MHzの発振回路を内蔵しているので, 外部部品はパソコンのみ
- 動作電圧; 3~5.5V
- LED出力端子以外の各端子電圧は5.5Vトレラント
- 低消費動作時電流; 17mA(標準) $V_{DD} = 3.3V$, $f_{SCL} = 1MHz$, $R_{EXT} = 1k\Omega$, LEDはすべて57mA出力
- スタンバイ電流; 170 μ A(標準) $V_{DD} = 3.3V$
- パッケージ; HTSSOP28

第12章

ブリッジ(I²C to UART変換) SC16IS750IPW

I²C、または SPI から UART へ変換するブリッジ・デバイス。データ・レートは、最大 5Mbps、低消費電力。業界標準の 16C450 と互換。最大 115.2kbps の赤外線通信もサポート。

SC16IS740/750/760 は、NXP 社の 1 チャンネル高性能 UART で、インターフェースは、I²C か SPI です。低消費電力、低スタンバイ電流で、5Mbps まで使えます。SC16IS750/760 は、8 端子の汎用 IO ポートがあります。この製品ファミリは、I²C バス / SPI と RS-232/RS485 のシームレスなプロトコル変換を可能にします。

SC16IS760 と 750 の違いは、SPI クロックと IrDA SIR で、前者は 760 が 15Mbps、750 が 4Mbps までです。後者は、760 が 1.152Mbps、750 が 115.2kbps までです。SC16IS740 と 750 の違いは、8 端子の汎用ポートで、740 にはありません。

このファミリの内部レジスタは、業界標準の 16C450 の上位互換です。さらに、ハードウェア、ソフトウェア・フロー制御、自動 RS-485 変換、ソフトウェア・リセットが可能です。

特徴

SC16IS750 の、おもな特徴を以下に示します。

- 1 チャンネルのフル・デュプレックス UART
- I²C バスか SPI かを選択可能
I²C バス ; 400kbps FAST モード
SPI ; 4Mbps (SC16IS750), 15Mbps (SC16IS760)
SPI モード 0 に対応
- 電源電圧は、3.3V か 2.5V
- 64 バイトの FIFO (送信、受信)
- 業界標準の 16C450 に上位互換
- RTS/CTS を使った自動ハードウェア・フロー制御
- Xon/Xoff を使った自動ソフトウェア・フロー制御

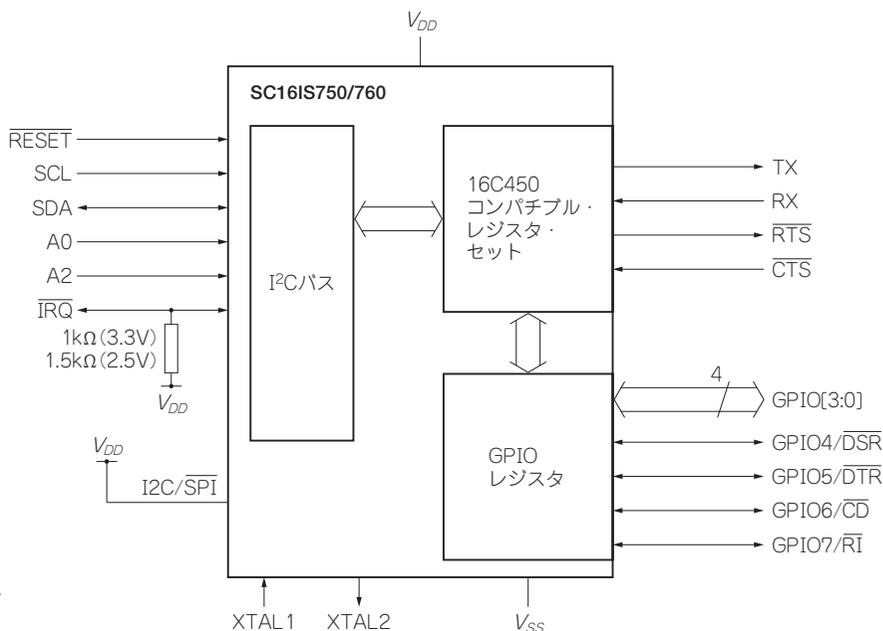


図 12-1
SC16IS750 のブロック・
ダイアグラム

第15章

モータ・コントローラ PCA9629APW

Fm+. ステッピング・モータ・コントローラ。0.3pps ~ 333.3kpps まで ±3% の精度でパルス
を発生できる。1相, 2相, 1-2相励磁をサポート。ドライバを直接制御するバイパス・モード。

PCA9629A は、NXP 社の I²C バス・インターフェースの、4相ステッピング・モータ制御用 IC です。モータ制御に必要なすべてのロジックを有し、低消費電力です。モータのコイルを駆動するためには、外部に大電流ドライバが必要です。三つの駆動方式；1相, 2相, 1-2相(ハーフ・ステップ)に対応します。四つの GPIO (General Purpose Input/Outputs) を入力として用いた場合、光学インタラプト・モジュールからのロジック・レベルを検出でき、 $\overline{\text{INT}}$ 端子に割り込み出力を出すことができます。これにより、モータ・シャフトの原点、もしくはステップ・パルスの基準などを検出することができます。割り込みを使用すれば、モータの自動停止、再起動、ステップの追加、回転方向の逆転などをプログラミングできます。

モータの駆動パルス列は、コントロール・レジスタでプログラミングできます。例えば、ステップ幅、一つのコマンドによるステップ数、1 ~ 255 の動作もしくは連続回転、回転方向です。モータを停止することなしに、新速度、新動作で再起動できます。起動時のランプ・アップ、停止時のランプ・ダウンのカーブも、リアルタイムで変更可能です。

特 徴

PCA9629A の、おもな特徴を以下に示します。

- CPU の負担増なしに 4 相ステップ・モータ用駆動信号を発生可能
- 四つのプッシュプル出力は、吸い込み、掃き出しとも、25mA で、外部大電流ドライバの切れ目ない駆動が可能です。1000pF の負荷まで立ち上り、立下りとも 100ns です。
- 1MHz の発振回路を内蔵しているので、外部部品は不要です
- 三つの駆動方式；1相, 2相, 1-2相(ハーフ・

- ステップ)
- ステップ・レイトは、0.3pps ~ 333.3kpps, 精度は ±3%
- 起動時のランプ・アップ、停止時のランプ・ダウンをプログラム可
- ランプ・レイト・カーブのランプ・アップ、ランプ・ダウンをリアルタイムにプログラム可
- 動作中のモータの新スピードへの再起動プログラムが可能
- モータ動作の複数回(1 ~ 255), もしくは連続動作にプログラム可能
- 逆転時のループ遅延タイムのプログラム可能
- モータ・シャフトの最終状態維持, パワー ON, パワー・OFF, リリース状態の選択が可能
- ステップ・カウンタは、32 ビット長
- 割り込みの特徴
オープン・ドレインで、アクティブ・ローウオッチドッグ・タイマにより、割り込み発生、デバイス・リセット、モータ停止が可能
モータ停止割り込み可能
GPIO 端子のセンサからの信号でのドライブ制御
入力ソースの割り込みマスクのプログラム可能
- 四つのドライバ出力：OUT0 ~ OUT3
モータ停止時に最終ステップ状態の読み込みが可能
モータ停止時にすべての出力をゼロにするタイムアウト・タイマのプログラム可能
25mA の汎用出力として使用可能
- 四つの汎用 I/O：P0 ~ P3
フォト・トランジスタからの割り込み可能
P0, P1 入力のスパイク、ノイズ低減のためのフィルタ・タイマのプログラム可能
25mA の汎用出力
- 動作電圧；4.5 ~ 5.5V
- I²C バス・クロックは 1MHz (FAST モード+)

第18章

A-Dコンバータ/D-Aコンバータ PCF8591T

4 アナログ入力、1 アナログ出力の 8 ビット SAR A-D コンバータ/D-A コンバータ。A-D 変換速度は、I²C バスのスピードに依存する。同一バス上に最大 8 デバイスを配置可能。

PCF8591 は単電源で動作する低消費電力の 8 ビット A-D 変換器と D-A 変換器用 IC です。4 チャンネルの入力と 1 チャンネルの出力があります。インターフェースは I²C で三つのアドレス端子により同一の I²C バスに 8 ケまで接続可能です。

アナログ入力マルチプレクサ、トラック・アンド・ホールド、8 ビット ADC、8 ビット DAC より構成されています。I²C バスの読み込み命令に同期して A-D 変換が行われるので、最大変換速度は I²C バスの最大クロック周波数の場合に得られます。

特 徴

PCF8591 の、おもな特徴を以下に示します。

- 単電源動作
- 動作電圧；2.5V - 6.0V
- 低スタンバイ電流；1 μ A (標準)
- I²C バス・クロックは、最大 100kHz
- I²C アドレスは、三つのアドレス端子で選択可能
- I²C バスの読み込み命令に同期して、A-D 変換
- I²C バスの書き込み命令に同期して、D-A 変換
- 四つのアナログ入力端子は、シングルエンド構成、差動構成が選択可能
- 連続読み込み時、変換チャンネルをオート・インクリメント可能
- アナログ入力電圧範囲は $V_{SS} \sim V_{DD}$
- トラック・アンド・ホールド回路内蔵
- 8 ビット逐次比較型 A-D 変換器
- パッケージ；SO16, DIP16

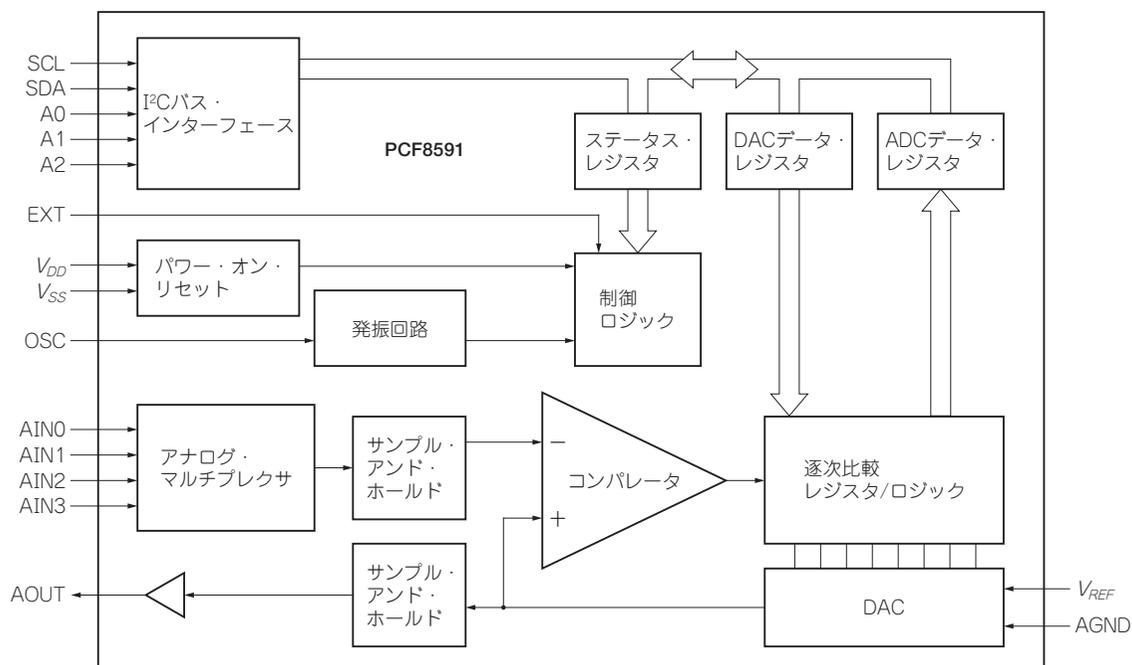


図 18-1 PCF8591 のブロック・ダイアグラム

第20章

RTC(発振子一体型) PCF2129AT/2

温度補償回路搭載。月差 7.8 秒。±3ppm、400kHz I²C インターフェース以外にも、3 線 SPI も選択可能。外部から入力があったときに、その時間を記録するタイムスタンプ機能。

PCF2129AT は、NXP 社のカレンダー機能を持つリアル・タイム・クロックです。32.768kHz の温度補償された水晶発振回路(TCXO; Temperature Compensated Crystal(Xtal)Oscillator)を内蔵しています。この、TCXO は、超高精度、かつ超低消費電力です。

インターフェースは、I²C と SPI が選択でき、バックアップ用電池のスイッチ回路、プログラム可能なウォッチ・ドッグ機能、タイムスタンプ機能など、多くの特徴を持っています。

特 徴

PCF2129AT の、おもな特徴を以下に示します。

- TCXO と負荷容量を内蔵
- 標準精度; ±3ppm(-15 ~ 60°C)
- 年月日、曜日、時分秒、閏年を取得可能
- タイムスタンプ機能
 割り込み機能
 マルチレベル入力端子による、二つの異なるイベント検出
- I²C バス・クロックは、400kHz(FAST モード)に対応
- 3 線式 SPI バス(最大 6.5Mbit/s)に対応
- バックアップ電池用端子とスイッチ回路内蔵
- 電池バックアップされた電圧出力端子
- 電池の電圧モニタによる低電圧検出
- 入出力端子における過電圧検出機能
- POR (Power On Reset)を受け付けられない機能
- 発振停止検出
- オープン・ドレインの割り込み出力
- プログラム可能な、1 秒、1 分割り込み
- プログラム可能な割り込み機能を持つ、ウォッチドッグ・タイマ
- プログラム可能な割り込み機能を持つ、アラーム機能

- オープン・ドレイン発振出力端子
- 動作電圧; 1.2V - 4.2V
- 低消費電流; 0.65μA(標準) $V_{DD} = 3.0V$ 時
- パッケージ; SO20

ブロック・ダイアグラム

ブロック・ダイアグラムを、図 20-1 に示します。 V_{DD} と V_{BAT} は、スイッチ回路です。自動的に切り替わるので、外部にスイッチ回路は不要で、直接バックアップ用電池を接続することができます。インターフェースは、I²C と SPI で、IFS 端子の設定で選択できます。

内蔵の温度センサによって温度を測定し、TCXO の水晶発振回路の負荷容量を変化させ、周波数補正を行います。発振周波数は、±3ppm 以内に校正されているので、特に自分で校正することなく使用することもできます。

レジスタは、28 個ありますが、アラーム、割り込み、タイムスタンプ機能などを使わなければ、単に日時の設定、日時の取得だけで使用することができます。

電気的特性

表 20-1 に、おもな電気的特性を示します。データ通信が行われていないとき、消費電流は数μA と低消費電流です。通常電池でバックアップされているとき、データ通信は行われないので、そのときの消費電流を 3μA として計算すると、220mAh の CR2032 をバックアップ電池として使用した場合、73,000 時間 = 8.4 年程度のバックアップが可能です。

このPDFは、CQ出版社発売の「マイコンにプラス! シリアル拡張IC サンプルブック[基板付き]」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/MTR/MTRZ201504.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>