



スタータ・キット付属基板で
「電子回路の作り込み」を体験

PSoCで作るパソコン表示の ワンチップ照度計

古平 晃洋
Akihiro Furuhiro

PSoC FirstTouch Starter Kit CY3270(FTK)は、メモリ・スティック形状のPSoCスタータ・キットです(タイトル部写真参照)。FTKには、静電容量センサ、光センサ、温度センサが搭載されています(本誌2008年3月号「PSoC初心者」に最適なFirst Touch Starter Kit」を参照)。

ここでは、FTKを使った照度測定アプリケーションの製作例を紹介します。

照度の定義と光センサの特性

● 光の単位

目に見える光、つまり可視光線は380 nm ~ 780 nm までの波長帯域にあります。また、可視光線のなかでも人間の色に対する感度(視感度)は一定ではなく、図1のようになっています。

光を測定する方法は、光の強さを測定する「放射測定」と明るさを測定する「測光」の2種類に分かれます。そのうち測光は、人間の視感度に応じた測定を行っています。照度の単位であるlxは測光方式で定義されているため、人間の目に見える光の強度に比例した値を表します。

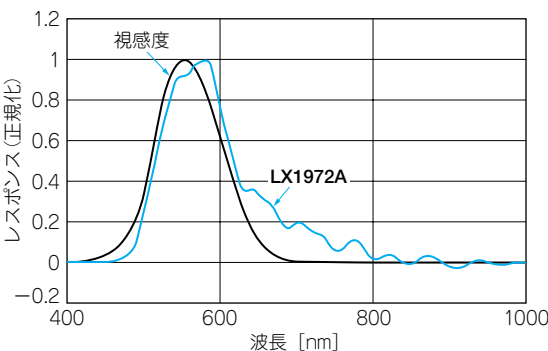


図1 人の視感度とFirstTouch Starter Kitに搭載された光センサLX1972Aの感度

可視光線は360 nm ~ 780 nm。FTKに搭載されている照度センサLX1972Aは人の目の明るさに対する特性に近い

また、照度の定量的な定義としては、^{カンデラ}1 cdの光源から1 m離れたところにおける明るさを1 lxとしています。1 cdは点光源から半径1 m離れた球面上の1 m四方に対して550 nmの単色光を照射した場合のエネルギーが1/683 Wと定義されていますが、そもそものカンデラの語源であるろうそく1本の明かりと考えると感覚的に分かりやすいでしょう。

● 光センサの特性

現在使用されている光センサには、主にフォト・ダイオードが使用されており、本稿で取り上げるセンサ・モジュールもフォト・ダイオードを利用しています。

FTKキットに搭載されている光センサの回路は図2のようになっています。このセンサ・モジュールはMicroSemi社のLX1972Aで、図1のように人間の目に近い応答を可能とした光センサです。最も感度が良いのは580 nm付近(ピーク波長)で、900 nm以上の赤外での応答はピーク波長の応答に対して±5%以内の値に収まっています。

この特性を利用して、主に液晶テレビ、ラップトップPC、デジタル・カメラの液晶バックライト制御に用いられています。

センサ回路の出力電圧をPSoCに取り込んで照度データに変換

PSoCに入力される電圧は、表1から計算することができます。この表から、光の強さに対応してリニア

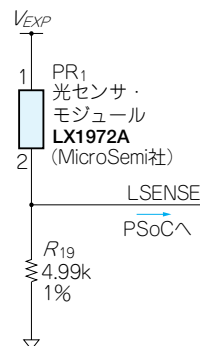


図2 FirstTouchの光センサ周辺の回路
最も簡単な回路構成で精度を期待できるものではない

表1 光センサ・モジュールLX1972Aの照度と出力電流の関係

照度 [lx]	出力電流 [μA]
10	2.4
100	24
1000	235
2000	470

に出力電流が増加していることが分かります。もちろん、センサによって個体差およびリニア特性の誤差はありますが、校正するには照度計が必要となるため今回は無視します。

これから照度への換算を行います。FTKに搭載されている光センサの回路は最も簡単な回路構成で、精度を期待できるものではありません。あくまで目安として測定できる程度に考えてください(コラム参照)。

センサが完全にリニアであると仮定して、電圧から照度への変換式を作ってみます。プルダウン抵抗が4.99 kΩであることを考慮して、100 lx時に電流が24 μAであることから、PSoCに入力される電圧は、

$$V_{in} = 24 \mu A \times 4.99 \text{ k}\Omega = 119.75 \text{ mV}$$

となります。つまり、PSoCに入力された電圧から照度 A [lx] を求めるには、下式で計算します。

$$A = \frac{V_{in}}{100} = \frac{119.75 \times 10^{-3}}{100} \approx 835 V_{in}$$

今回のセンサの構成では、CY8C21x系PSoCのA-Dコンバータ(ADC)が4.6 Vまで測定できることを考慮して、4000 lx程度まで測定できます(JISの照度基

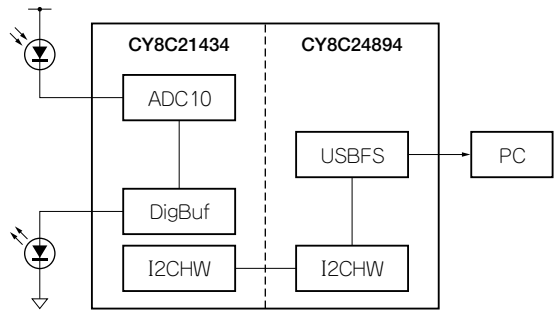


図3 FTKを使ったワンチップ照度計のブロック図

準 JIS Z 29110-1979 参照)。

4000 lx までの測定でも、屋内で使用するぶんには十分なようです。

PSoC Designer によるソフトウェアの制作手順

ここでは、PSoC Designer と Image Craft の C コンパイラを使ってターゲット・ボードのファームウェアを制作します。

使用する PSoC デバイスは、View Catalog から CY8C21434-24LFXI を選択します。

● PSoC 内のアナログ回路で PWM 出力を行う

今回は、デジタル・ブロックによる PWM ではなく、アナログ・ブロックを利用した PWM 出力を行います。アナログ・ブロックを利用しているので理論的には無限段階の PWM 出力ができます(図3)。

PSoC を使ったアナログ PWM は、参考文献(1)のプ

光センサ・デバイスの定電流出力の処理

実用を考えて光センサ回路を設計をする場合、最低限、図Aのような回路構成にする必要があります。この回路構成では、最大/最小出力電圧の制限、入力光のレンジの決定、そして屋内の電灯のノイズ除去を行うことができます。R₁ および R₂ を決定するには以下の手順に従います。

まず、PSoCへ入力する電圧幅を決定します。今回は0.25 Vから1.25 Vとします。

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} \times 3.3 \text{ V} = 0.25 \text{ V}$$

$$R_1 = R_2 \left(\frac{3.3 \text{ V}}{0.25 \text{ V}} - 1 \right) = 12.2 R_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

と決定することができます。

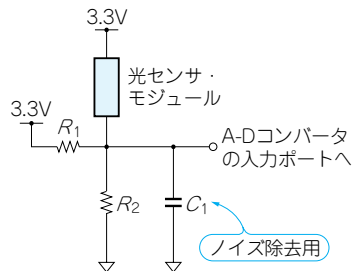
次に、光センサの最大入力値を決定します。200 lx とすると約 48 μA が流れることになり、R₂ を決定することができ、式(2)から R₁ を決定するこ

とができます。

$$R_2 = \frac{1.25 \text{ V}}{48 \mu A} = 26 \text{ k}\Omega \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$R_1 = 12.2 R_2 = 317 \text{ k}\Omega$$

C₁ は 10 μF 程度で、室内電灯の 50/60 Hz ノイズを除去するために使用します。



図A 実用的な光センサ回路の構成