

連載

PSoC マイコン活用講座

発振回路の周波数変動を検出して容量変化を知る

第7回 静電容量方式タッチ・センサの製作

桑野 雅彦
Masahiko Kuwano



CapSense テクノロジーが、PSoC(CY8C213x34 と CY8C24794) で利用できるようになりました。CapSense テクノロジーとは、サイプレス セミコンダクター社が開発した、タッチ・センサとのインターフェースを容易に実現できる機能です。

CapSense に対応していない CY8C27443 などでも、少しのくふうでタッチ・センサ・インターフェースを実現することができます。

今回は、CapSense の概要を交えながら、静電容量方式タッチ・センサのしくみと製作・実験方法について解説します(写真7-1)。

タッチ・センサの種類と機構

● 抵抗膜方式と容量結合方式

人体や物が接触したことを検出するタイプとして、物理的な変化をインピーダンスの変化で検出するものがよく見られます。

図7-1のように、タッチ・パネルなどで利用されている**抵抗膜方式**や**容量結合方式**などが代表的なものと言えるでしょう。

● 赤外線(光)方式

物に直接触れずに検出する非接触の代表は光によるものです。基本的な考えかたは図7-2のように片側にLEDなどの発光素子を置いておき、反対側にフォト・ダイオードやフォト・トランジスタのような受光素子を配置して、遮られたか否かを発生する電圧や抵抗値の変化として捕らえようというものです。

赤外線方式のタッチ・パネルでは、図のように画面の上下左右に赤外線LEDとフォト・トランジスタを配置して、網の目のように赤外線を張り巡らせてタッ

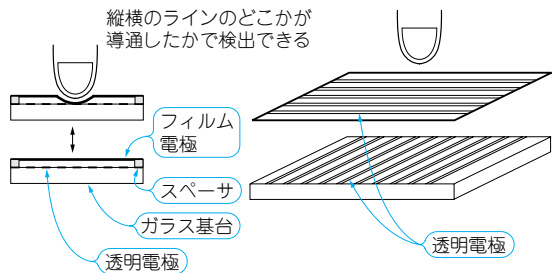


図7-1 抵抗膜方式

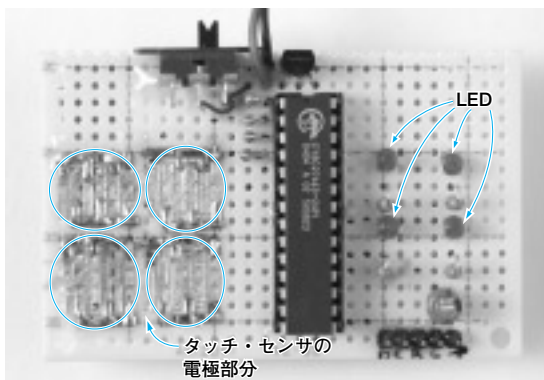


写真7-1 弛張発振回路を利用した静電容量方式タッチ・センサ・インターフェース実験基板

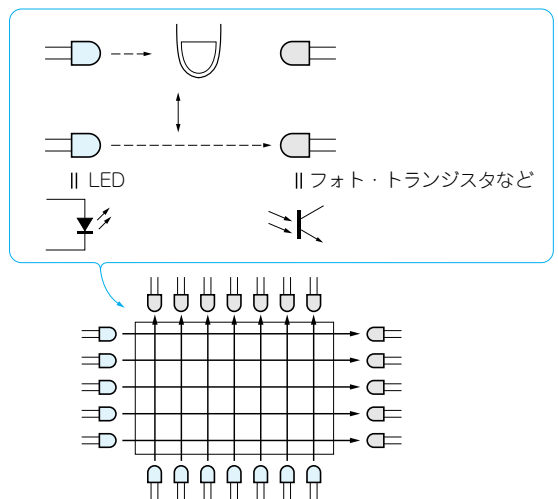


図7-2 赤外線(光)方式

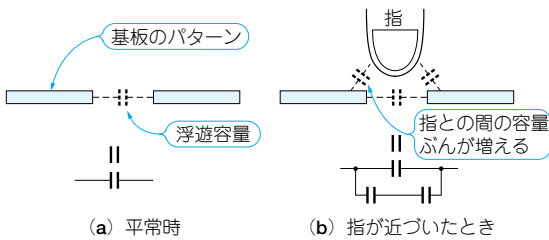


図7-3 指が近づくときと静電容量が変わる

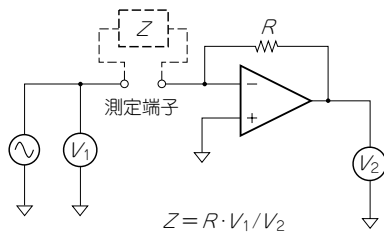


図7-5 自動平衡ブリッジ

ちされた位置を検出しています。

今回紹介する静電容量式は、考えかたは非接触型ですが、感度を落としてやると接触型のように使うこともできるという便利な方法です。

● 静電容量方式

図7-3に静電容量方式の原理を示します。図7-3(a)のように、基板のパターン間には容量(浮遊容量)が存在します。ここに指などが近づくとき、図7-3(b)のように指を通したコンデンサが追加されたような状態になり、静電容量が増加します。

このときの静電容量は、基板のパターンや指と電極の距離にも依存しますが、おおむね数十pF程度です。この静電容量の変化を検出すればスイッチの代わりとして使えるという考えです。

この方式の場合、検出部分は単に金属などの電極を作ったり、基板のパターンとして形成するだけでよく低コストで、デザイン上の制約も少ないなどの利点があります。容量の絶対値ではなく変化を検出するので、感度調整も比較的容易です。

微小な容量を検出する方法

静電容量式タッチ・センサでは、微小な容量を計測する必要があります。微小な容量を計測する方法として一般的なものは、コンデンサのインピーダンスを計測する方法と、充放電を行いその時間を計測する方法があります。

インピーダンスを利用方法としては、交流インピーダンス・ブリッジ(図7-4)を利用する方法、OPアンプを使った自動平衡ブリッジ(図7-5)による方法、

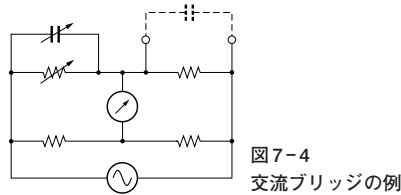


図7-4 交流ブリッジの例

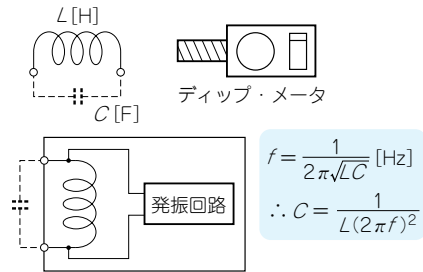


図7-6 LC並列共振回路による方法

LC並列共振回路を利用した方法(図7-6)などがよく利用されてきました。

交流ブリッジや自動平衡ブリッジでは位相成分も利用されるため、虚数部分のキャパシタンスぶんだけでなく、実数の抵抗成分までわかるのは利点です。

一方、充放電時間計測による方法は、図7-7のようにコンデンサを定電流や定抵抗で充放電すると、容量によって充放電にかかる時間が変わるため、これを計測すればよいという考えです。電圧によって静電容量が大きく変化する積層セラミック・コンデンサなどでは誤差が大きくなりますが、コンパレータとカウンタ程度で比較的簡単に実現できることなどから、簡易的な計測方法としてよく利用されています。今回は充放電時間を利用する方式を利用しました。

PSoCによる容量検出テクニック

サイプレス セミコンダクターは、PSoC Designer v. 4.2 SP2用の追加モジュールとして、CY8C21x34シリーズに対応した“Capacitive Switch, Relaxation Oscillator (CSR) User Module”を提供しています。さらにSP3では、CY8C24794にも対応する予定です。

このユーザ・モジュールの原理は、アプリケーション・ノート AN2233aとして公開されており、次の2通りの検出方法が紹介されています。

- チャージ・トランスファ方式
- 弛張発振器(relaxation oscillator)方式

最初にPSoCによるキャパシティブ・スイッチが発表されたときは、チャージ・トランスファ方式で説明されていたのですが、この方法が特許を取られていたようで、最近の資料では弛張発振器方式に変更されています。