

タッチ・スクリーン・システムの アナログ入力雑音を低減する方法

Wendy Fang

HPA Precision Analog Applications

概要

このアプリケーション・レポートでは、抵抗膜方式タッチ・スクリーン・コントローラのアナログ入力回路の雑音を低減する一般的な方法をいくつか説明します。ハードウェア設計の観点からは、プリント基板のレイアウトと接地（グラウンディング）が雑音低減の要となりますが、タッチ・

スクリーン・コントローラの入力端子に雑音用デカップリング・コンデンサを付加することも有効です。またソフトウェア的な観点からは、簡単に適用範囲の広いフィルタ処理アルゴリズムを雑音低減策として紹介します。

目次

1.	はじめに.....	2
2.	レイアウト.....	2
3.	雑音用デカップリング・コンデンサ.....	3
4.	平均化/フィルタ処理の簡単なソフトウェア的アルゴリズム.....	4
4.1	平均化処理.....	4
4.2	重み付け平均化処理.....	5
4.3	中央値.....	5
4.4	近接データの平均化処理.....	6
5.	タッチ・スクリーン・パネルの圧力.....	7
6.	結論.....	9
7.	参考文献.....	9

図目次

図1	TIのタッチ・スクリーン・コントローラ「ADS7846」を用いたタッチ・スクリーン・システム.....	2
図2	標準的な4線抵抗膜方式タッチ・スクリーン・システムのブロック・ダイアグラム.....	2
図3	入力キャパシタンス、パネル抵抗 対 サンプルング・レート.....	3
図4	抵抗膜方式タッチ・パネルの圧力測定.....	8

1. はじめに

電子デバイスを実際のアプリケーションで使用する場合に、雑音に関連した問題を回避することはまず不可能です。特に、タッチ・スクリーン・コントローラ (TSC) のようなマシン・インターフェイス・システムでは、雑音がよく重大な問題になります。図1に標準的なTSCシステムを示します。

通常のTSCシステムでは、LCDの最上部にタッチ・パネルを取り付けるため、ディスプレイとバックライトからの輻射雑音が結合してタッチ・パネルに入りやすくなります。さらに、パネルは人と機械 (コンピュータ) の接点となるデバイスであるため、ユーザーに触れられることを前提として設計されています。パネルに触れると、ユーザーや動作環境からの静電気放電 (ESD) や電磁パルス (EMP) と同様に、パネルの機械振動や過渡電流による雑音や寄生振動成分が発生します。

多くの場合に上記の雑音が、図2のアナログ入力回路を経由してTSCデバイスに印加されます。この雑音のために、タッチ・スクリーン・システム全体の精度と信頼性が大幅に損なわれる可能性があります。

このアプリケーション・レポートでは、TSCの入力回路の雑音を低減するために最もよく使用される、次のような方法を紹介します。

- プリント回路基板 (PCB) のレイアウトに配慮する
- デカップリング・コンデンサを付加する
- 平均化処理を行い、フィルタを実装する
- タッチ・スクリーン・パネルの圧力パラメータを利用する



図1. TIのタッチ・スクリーン・コントローラ「ADS7846」を用いたタッチ・スクリーン・システム

2. レイアウト

適切なPCBレイアウトを実践すると、TSCシステムのパフォーマンスを最適化することに加えて、それ以外の設計上の制約条件を緩和したり、設計/デバッグのコストを削減したり、製品開発期間を短縮したりすることができます。一般的なPCBレイアウトの場合には、対応可能な設計手法に合わせた設計を行ってください。

抵抗膜方式タッチ・スクリーンのPCBレイアウトは特殊なケースになるため、TSCとタッチ・スクリーン間の接続、つまり図2に示したアナログ・インターフェイスには、さらに

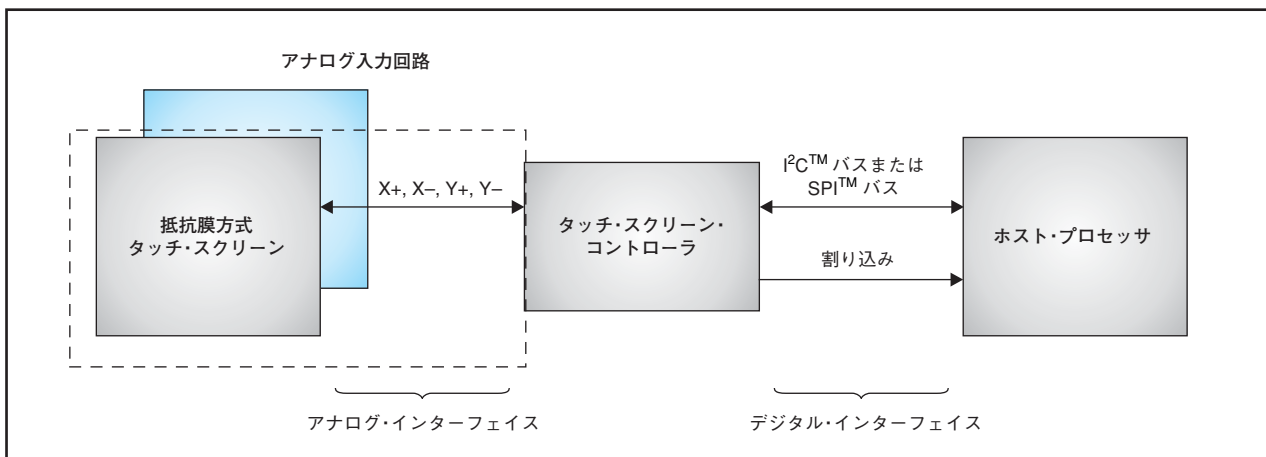


図2. 標準的な4線抵抗膜方式タッチ・スクリーン・システムのブロック・ダイアグラム

別の注意を払う必要があります。抵抗膜方式タッチ・スクリーンの抵抗値(100~2000Ω)は一般的に低いいため、配線を可能な限り短く頑丈にする必要があります。配線が頑丈にできていない場合は、屈曲や振動で接触抵抗が変化して、誤差が生じる原因になります。

抵抗膜方式TSCデバイスに組み込まれているアナログ・デジタル・コンバータ(ADC)は、ほとんどが逐次比較型(SAR: successive approximation register)です。一般的なSAR型アーキテクチャは、アナログ・コンパレータの出力をラッチする直前に、電源やグラウンド接続やデジタル入力で「グリッチ」つまり急激な変化が生じると、その影響を受けやすくなっています。したがって、nビットSARコンバータが1回分の変換を行う場合には、変換結果が大きな外部過渡電流の影響を受ける可能性の高い期間がn回あることになります。このようなグリッチは、スイッチング電源やデバイス付近のデジタル論理回路や高出力デバイスなどで発生します。デジタル出力データに含まれる誤差の程度は、基準電圧、レイアウト、および外部イベントのタイミングの精度によって変わります。このことを考慮すると、バイパス・コンデンサを電源とグラウンドの間に接続して、十分にバイパス処理をした、きれいな電源をTSCに供給しておく必要があります。またこのバイパス・コンデンサは、できるだけTSCデバイスに近づけて配置する必要があります。

TSCデバイスの全ての接地端子は、雑音の無い接地地点に接続する必要があります。たいいていの場合、この接地地点はアナログ・グラウンドです。接続点が、マイクロコントローラやデジタル・シグナル・プロセッサの接地地点に近すぎないようにしてください。必要があれば、接地線をコンバータからPCBの電源端子やバッテリーの接続点まで直結してください。理想的なレイアウトは、コンバータと、関連するアナログ回路専用のアナログ・グラウンド・プレーンを使用することです。

TSCのアプリケーションは多種多様であり、電源、コスト、サイズ、重さの要件などが、それぞれ異なります。同じケースは二つとありません。一方、このアプリケーション・ノートで提案しているのは、一般的なアナログ・アプリケーション用PCBの設計手法です。個々のTSCデバイスに合わせた具体的なレイアウトは、セットの設計者側で検討する必要があります。

3. 雑音用デカップリング・コンデンサ

前述のように外来雑音は、タッチ・スクリーンを使用するアプリケーション(特に、LCDパネルにスイッチング電源を用いたバックライトを使用しているアプリケーション)において、誤差の大きな原因になり得るものです。電磁雑音(EMI: electromagnetic interference)はLCDパネルを介してタッチ・スクリーンと結合し、変換されたADCデータのちら

つきの原因になる可能性があります。

このような誤差を減らすために、下部に金属層が付いたタッチ・スクリーンの金属層をグラウンドに接続して使用することを推奨します。この構成では雑音の大部分がグラウンドに結合されるため、多くのTSCアプリケーションで非常に役立ちます。

また、Y+、Y-、X+、X-とグラウンドの間にデカップリング・コンデンサを付加することも、アナログ入力雑音の低減に有効です。ただしこれらのコンデンサを使用すると、スクリーンのセトリング時間、パネル電圧が安定するまでの時間、また場合によっては予備充電(pre-charge)の時間と検知時間(センス時間)も余計にかかることに注意する必要があります。このようなタイミングに関する詳細については、参考文献12を参照してください。

図3は、TSCの入力配線にデカップリング・コンデンサを追加した場合に、有効な座標ペアが毎秒いくつ得られるかを計算した結果です。セットの設計者側では、タッチ・パネルの抵抗、入力回路のキャパシタンス、TSCのサンプリング・レートの関係を調べて、実装可能なデカップリング対策を検討する必要があるかもしれません。

図3のグラフからは「入力キャパシタンスが0.001μFより小さい場合に、抵抗値300Ωのタッチ・パネル上でTSCが毎秒生成できるX/Y座標ペアは50,000より多い」ということがわかります。同じシステムで1μFのコンデンサを使用した場合には、毎秒たった50の座標ペアしか生成できません。したがって実際のアプリケーションでは、雑音用デカップリング・コンデンサを使用したTSCの雑音問題の解決は、なるべく行わないことが推奨されます。絶対に必要でない限り、コンデンサは付加しないでください。

どうしてもコンデンサを使用しなければならない場合は、(0.01μF等の)容量の小さいコンデンサから順に、負側(X-かY-)の端子にだけ付加していくように配慮してください。

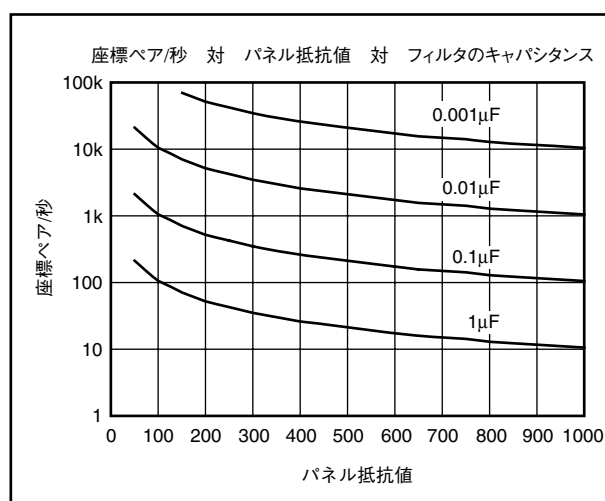


図3. 入力キャパシタンス、パネル抵抗対サンプリング・レート

4. 平均化/フィルタ処理の簡単なソフトウェア的アルゴリズム

TSCアプリケーションで雑音の低減に広く使用されているもうひとつの方法が、ひとつの座標に対して、複数サンプルの平均化処理またはフィルタ処理を行うというものです。

平均化/フィルタ処理を実装できる場所は2つあります(図2のブロック・ダイアグラムを参照)。ひとつはソフトウェアとして実装しているホスト・プロセッサです。もうひとつの場所(こちらの方が適しています)はハードウェアとして実装しているTSC(参考文献8、9、10、11参照)です。後者の方が優れているのは、デジタル・インターフェイスのトラフィックとホスト・プロセッサのオーバーヘッドの両方を低減できるという利点があるためです。

既存の設計で雑音が問題になっている場合は、フィルタ機能内蔵のTSCデバイスを選定して使用することを検討するか、雑音の平均化/フィルタ処理用のソフトウェア・ルーチンを開発してホスト側で実行してください。

一般的に、データの平均化/フィルタ処理は、次に示す式1のような有限インパルス応答(FIR)フィルタで表すことができます。

$$X(k) = \sum_{n=0}^{N-1} b_n * x(k-n) \quad (1)$$

ここで、

- X(k)は、座標の処理済みデータ
- x(k)は、座標の未処理データ
- b_nは、フィルタの係数または重み因子
- Nは、各座標のサンプル数(「N-1」は、フィルタの次数)

このセクションでは、ホスト・プロセッサで使用する簡単な平均化/フィルタ処理アルゴリズムをいくつか紹介します。これらのフィルタの次数は非常に低くなっています。Nの値が大きくなるほど、ホスト・プロセッサのオーバーヘッドも大きくなり、消費電力だけでなく、生成されるアナログおよびデジタルのトラフィックも大きくなるためです。以降のサンプル・コードは実行速度やメモリの使用量などについて最適化していません。実際に使用する場合は、最適化することを推奨します。また、すでに定義されているマクロや変数がある環境では、変更が必要になることがあります。

4.1 平均化処理

平均化処理は、式1に次の式2を代入した式と考えることができます。

$$b_n = \frac{1}{N} \quad (2)$$

式3の計算例：X座標のデータを4つ取得し、N = 4、b_n = 1/Nとして次のように平均を計算します。

$$X(k) = \sum_{n=0}^3 x(k-n) / 4 = \frac{[x(k) + x(k-1) + x(k-2) + x(k-3)]}{4} \quad (3)$$

この数学的方法のソフトウェア・ルーチン(C言語)を例1に示します。

例1. 平均化処理

```

//*****//
#define N 4 // multiple sampling data N=4 times
unsigned int X; // the refined/averaged X
unsigned int x[N]; // the 4 multiple samples raw touch data
byte i; // a loop counter

// store the 4 raw sample data into x[4] array before run the following code

//
//***** Find the average value X of N samples in x[4] array *****//
//
X=x[0]; // sum the N raw data
for (i=1;i<N;i++) { X += x[i]; }
X = X >> 2; // divide by N (here N=4)
//*****//

```

4.2 重み付け平均化処理

通常のタッチ・スクリーン・システムでは、タッチ・パネルのドライバをオンにした直後に取得したデータが、それ以降に取得したデータよりも雑音(雑音というよりもセトリングが不十分)を多く含んでいます。したがって、ホストが座標(例えばX)を複数取得する時には、座標の取得中はオンの状態を維持し、最後のデータ取得後にオフになるようにドライバをプログラムする必要があります。ドライバがオンになった直後になるため、最初の数サンプル分のデータでは雑音が他の場合よりも多くなる可能性があります。このような場合には、重み付け平均化処理が有効です。式4を、次のように式1に代入してください。

$$b_n = \begin{cases} 0 & \text{最初に取得したため雑音が多いと思われるデータ用の係数} \\ 1/M & \text{実際に利用するデータ用の係数} \end{cases} \quad (4)$$

ここで、

- Mは、平均化処理する複数データの数
- $M < N$

計算例：X座標のデータを4つ取得し、 $N = 4$ として、最初の2つのサンプルを破棄してから、 $M = 2$ とします。

このプロセスのソフトウェア・ルーチンを、例2に示します。

例2. 重み付け平均化処理

```

//*****//
#define N 4 // multiple sampling data N=4 times
unsigned int X; // the refined/averaged X
unsigned int x[N]; // the 4 multiple samples raw touch data
byte i; // a loop counter

// store the 4 raw sample data into x[4] array before run the following code

//
//***** Find the weighted average value X of N samples in x[4] array *****//
//
X=x[2]; // sum the M raw data
for (i=2;i<N;i++) { X += x[i]; }
X = X >> 1; // divide by M (here M=2)
//*****//

```

4.3 中央値

複数サンプルの中央値は、式1に式5を代入した式と考えることができます。

$$b_n = \begin{cases} 1 & \text{中央値用の係数} \\ 0 & \text{他のすべての値用の係数} \end{cases} \quad (5)$$

中央値も特定の重み付け平均値となるのは明らかです。中央値($N = 3$ の場合)を求めるためのアルゴリズムは、次のようになります。

- 3つの座標データ $x(k-2)$ 、 $x(k-1)$ 、 $x(k)$ を取得する。
- $x(k-2)$ と $x(k-1)$ を比較した後、より大きな値(xH)を $x(k)$ と比較する。
- xH が $x(k)$ よりも小さい場合は、 $X = xH$ として計算を終了する。
- それ以外の場合は、 $x(k)$ と xH 以外の値(xL)を比較し、大きい方を X として計算を終了する。

例3は、この計算のソフトウェア・ルーチンです。

例3. 中央値の検出処理

```

/*****//
unsigned int X;           // the middle value X
unsigned int x[3];       // the 3 multiple samples raw touch data

// store the 3 raw sample data into x[3] array before run the following code

//
/***** Find the middle value X among 3 samples x[0]. x[1] and x[2] *****/
//
if (x[0] >= x[1]) {      // compare x(k) and x(k-1)
xH=x[0];
xL=x[1];
} else {
xH=x[1];
xL=x[0];
}
if (xH <= x[2]) {      // larger one xH compare to x(k-2);
X=xH;                  // if xH smaller than x(k-2): then X = xH
} else {                // else: compare x(k-2) and non xH (i.e. xL)
if (x[2] >= xL) {      // the larger one is X
X=x[2];
} else {
X=xL;
}
}
/*****//

```

4.4 近接データの平均化処理

互いに近接したデータ・ポイントのみを使用し、範囲外のデータをすべて破棄する方式の平均化処理アルゴリズムもよく使用されます。

例えば、ここでも $N = 3$ として X 座標のデータを3つ取得しますが、使用されるのは互いに近接した2つのポイントのみです。これは次のように、式1に式6を代入した式と考えることができます。

$$b_n = \begin{cases} 1/2 & \text{値の近いデータ2つ} \\ 0 & \text{離れた値のデータ1つ (範囲外)} \end{cases} \quad (6)$$

アルゴリズムの例を次に示します。

- 座標データを3つ取得する。
(例えば $x(k-2)$ 、 $x(k-1)$ 、 $x(k)$)
- 次のように、上記の値の絶対差分値をとる。
 $d_0 = |x(k-2) - x(k-1)|$, $d_1 = |x(k-1) - x(k)|$, $d_2 = |x(k) - x(k-2)|$
- d_0 、 d_1 、 d_2 の中で最も小さい値を求める。

例4は、この計算用ソフトウェア・ルーチンです。

例4. 近接データの平均化処理

```

/*****//
unsigned int X;           // the middle value X
unsigned int x[3];       // the 3 multiple samples raw touch data
int d[3];               // the differentials of raw touch data
byte i;                 // a loop counter

// store the 3 raw sample data into x[3] array before run the following code

//
/** Find the average value X of 2 close-valued samples in x[0], x[1] and x[2] **//
//
d[0] = x[0] - x[1];      // get the differentials
d[1] = x[1] - x[2];
d[2] = x[2] - x[0];
for (i=0;i<3;i++) {     // get the absolute differentials
if (d[i] < 0) {d[i] = -d[i];}
}
if (d[0] < d[1]) {      // when d[0] < d[1]
if (d[0] < d[2]) {     // compare d[0] to d[2]
X = x[0] + x[1];      // d[0] is the smallest if d[0] < d[2] also
} else {
X = x[0] + x[2];     // d[2] is the smallest if d[2] <= d[0] < d[1]
}
} else {
// otherwise, i.e.: when d[1] <= d[0]
if (d[1] < d[2]) {    // compare d[1] to d[2]
X = x[1] + x[2];     // d[1] is the smallest if d[1] < d[2] also
} else {
X = x[0] + x[2];     // d[2] is the smallest if d[2] <= d[1] <= d[0]
}
}
X >>= 1;
/*****//

```

5. タッチ・スクリーン・パネルの圧力

ソフトウェアを使用して雑音を低減し、信頼性のないデータを取り除くもうひとつの方法は、TSCデバイスの圧力の測定値を利用することです。周知のように、パネルがタッチされていない(つまり圧力がかかっていない)、またはしっかりタッチされていない(かかる圧力が非常に小さい)状態の座標データは、ホストにとっては望ましくないデータです。パネル上に軽いタッチや圧力が生じて、システムではパネルの機械振動などの環境因子による誤接触としか解釈しない可能性もあります。

抵抗膜方式タッチ・パネルの圧力は、図4のポイントA~B間の抵抗値 R_Z に反比例します。 R_Z は、式7で求められます。

$$R_Z = \frac{(V_B - V_A)}{I_{TOUCH}} \quad (7)$$

ここで、

- $V_A = V_D \times Z_1 / Q$
- $V_B = V_D \times Z_2 / Q$

Z_1 と Z_2 はそれぞれ測定された Z_1 位置と Z_2 位置、 Q はTSCの分解能です。例えば、TSCの分解能が8ビットの場合は $Q = 256$ 、10ビットの場合は $Q = 1024$ 、12ビットの場合は $Q = 4096$ です。図4bのようにタッチ・ドライバまたは電源(V_{DD})から駆動電圧が $Y+$ と $X-$ の間に印加された場合に、 $X+$ と $X-$ 間の抵抗値を R_X とすると、ポイントAと $X-$ 間の抵抗値が $R_{XA} = R_X \times X / Q$ であるため、 $I_{TOUCH} = V_A / R_{XA} = (V_D \times Z_1 / Q) / R_{XA}$ となります。

ここで、図4aに示すように、 X は X ドライバがONの場合の X 位置の測定値です。したがって、 I_{TOUCH} の式を式7に代入すると、式8が得られます。

$$R_Z = \frac{V_D \times (Z_2 - Z_1) / Q}{V_D \times Z_1 / Q} \times R_{XA} = R_X \times X / Q \left[\frac{Z_2}{Z_1} - 1 \right] \quad (8)$$

TIのTSCデバイス・データシートの多くでは、この式8が最初に記載されています。詳細については参考文献 3~11を参照してください。

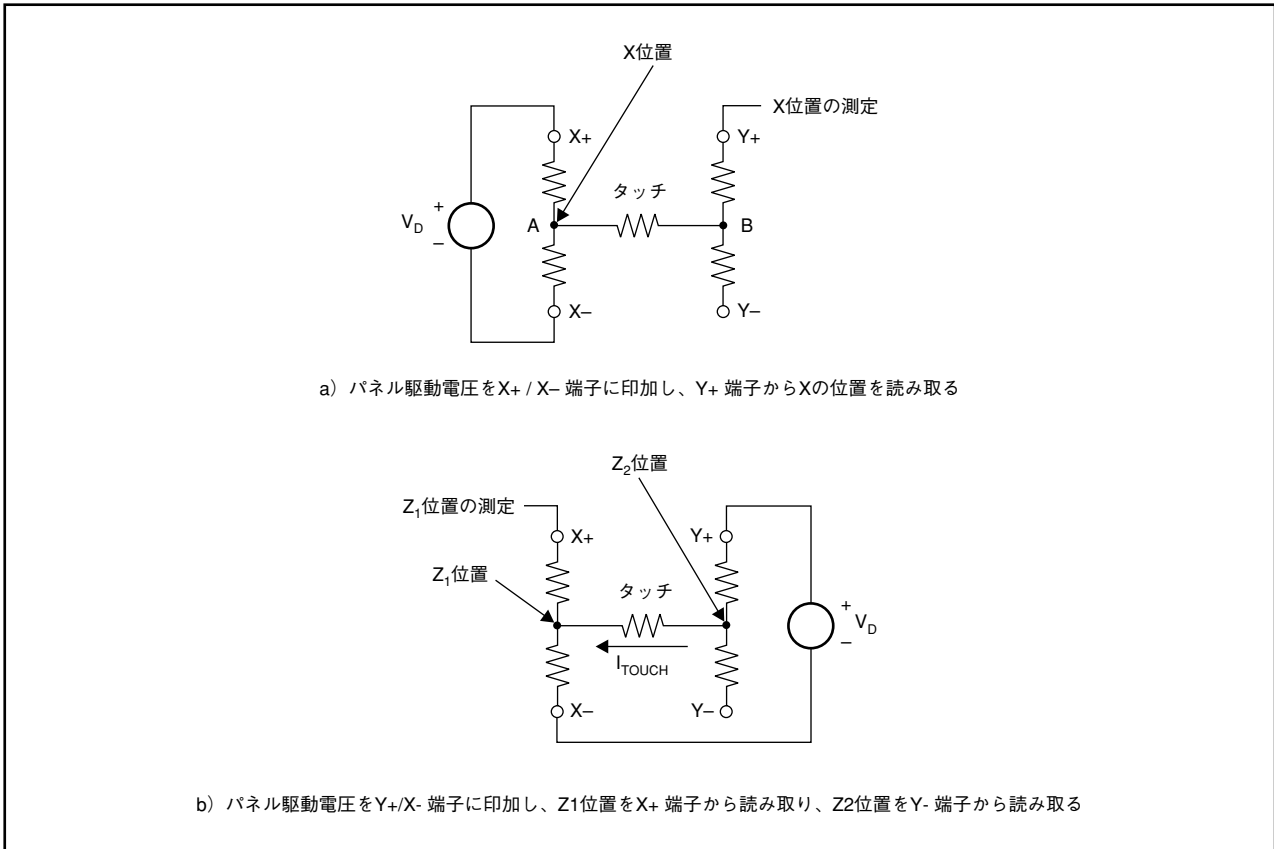


図4. 抵抗膜方式タッチ・パネルの圧力測定

パネルがタッチされていない場合は、タッチ・パネルのZ方向の抵抗値 R_Z は無限に近くなります。パネルがタッチされると電流が流れ、タッチ・パネルに加えられた圧力(P)に反比例して、抵抗値が数百~1k Ω になります。つまり、タッチ・パネル上の圧力Pは R_Z の関数として表すことができ、次の式9で計算されます。

$$P = \alpha - \beta \times R_Z \quad (9)$$

ここで、 α と β は正の実数値で、実験から取得します。

ただし、現在販売されているほとんどのタッチ・パネルでは圧力に対する分解能が高くないため、式9で得たPから分かるのはタッチ・パネル上の圧力の傾向のみです。

例5は、圧力Pを使用して、ホストでTSCの座標データ1セット分を検証するためのロジックです。

軽いタッチやはっきりしないタッチをすべて無視するようにタッチ・システムを構成していれば、この方法は雑音低減に非常に有効です。TSC2003EVM-PDKやTSC2005EVM-PDKのようなTI製TSCのEVMシステムの多くでは、TSC評価アプリケーションで発生する雑音を低減するためにこの方法を活用しています。

例5.

```

//*****//
unsigned int P; // the touch pressure
unsigned int Threshold // the touch pressure threshold

// Sample X, Y, Z1 and Z2 touch data
// Calculate Rz using Eq.8.
// Calculate P using Eq 9.

if (P > Threshold)
{
// the set of touch coordinates (X, Y) is valid
}
//*****//
    
```


ご注意

日本テキサス・インスツルメンツ株式会社(以下TIJといひます)及びTexas Instruments Incorporated(TIJの親会社、以下TIJないしTexas Instruments Incorporatedを総称してTIといひます)は、その製品及びサービスを任意に修正し、改善、改良、その他の変更をし、もしくは製品の製造中止またはサービスの提供を中止する権利を留保します。従いまして、お客様は、発注される前に、関連する最新の情報を取得して頂き、その情報が現在有効かつ完全なものであるかどうかをご確認下さい。全ての製品は、お客様とTIJとの間に取引契約が締結されている場合は、当該契約条件に基づき、また当該取引契約が締結されていない場合は、ご注文の受諾の際に提示されるTIJの標準販売契約約款に従って販売されます。

TIは、そのハードウェア製品が、TIの標準保証条件に従い販売時の仕様に対応した性能を有していること、またはお客様とTIJとの間で合意された保証条件に従い合意された仕様に対応した性能を有していることを保証します。検査およびその他の品質管理技法は、TIが当該保証を支援するのに必要とみなす範囲で行なわれております。各デバイスの全てのパラメーターに関する固有の検査は、政府がそれ等の実行を義務づけている場合を除き、必ずしも行なわれておりません。

TIは、製品のアプリケーションに関する支援もしくはお客様の製品の設計について責任を負うことはありません。TI製部品を使用しているお客様の製品及びそのアプリケーションについての責任はお客様にあります。TI製部品を使用したお客様の製品及びアプリケーションについて想定される危険を最小のものとするため、適切な設計上および操作上の安全対策は、必ずお客様にてお取り下さい。

TIは、TIの製品もしくはサービスが使用されている組み合わせ、機械装置、もしくは方法に関連しているTIの特許権、著作権、回路配置利用権、その他のTIの知的財産権に基づいて何らかのライセンスを許諾するということは明示的にも黙示的にも保証も表明もしておりません。TIが第三者の製品もしくはサービスについて情報を提供することは、TIが当該製品もしくはサービスを使用することについてライセンスを与えるとか、保証もしくは承認を意味しません。そのような情報を使用するには第三者の特許その他の知的財産権に基づき当該第三者からライセンスを得なければならない場合もあり、またTIの特許その他の知的財産権に基づきTIからライセンスを得て頂かなければならない場合もあります。

TIのデータ・ブックもしくはデータ・シートの中にある情報を複製することは、その情報に一切の変更を加えること無く、かつその情報と結び付けられた全ての保証、条件、制限及び通知と共に複製がなされる限りにおいて許されるものとします。当該情報に変更を加えて複製することは不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような変更された情報や複製については何の義務も責任も負いません。

TIの製品もしくはサービスについてTIにより示された数値、特性、条件その他のパラメーターと異なる、あるいは、それを超えてなされた説明で当該TI製品もしくはサービスを再販売することは、当該TI製品もしくはサービスに対する全ての明示的保証、及び何らかの黙示的保証を無効にし、かつ不正で誤認を生じさせる行為です。TIは、そのような説明については何の義務も責任もありません。

TIは、TIの製品が、安全でないことが致命的となる用途ないしアプリケーション(例えば、生命維持装置のように、TI製品に不良があった場合に、その不良により相当な確率で死傷等の重篤な事故が発生するようなもの)に使用されることを認めておりません。但し、お客様とTIの双方の権限有る役員が書面でそのような使用について明確に合意した場合は除きます。たとえTIがアプリケーションに関連した情報やサポートを提供したとしても、お客様は、そのようなアプリケーションの安全面及び規制面から見た諸問題を解決するために必要とされる専門的知識及び技術を持ち、かつ、お客様の製品について、またTI製品をそのような安全でないことが致命的となる用途に使用することについて、お客様が全ての法的責任、規制を遵守する責任、及び安全に関する要求事項を満足させる責任を負っていることを認め、かつそのことに同意します。さらに、もし万一、TIの製品がそのような安全でないことが致命的となる用途に使用されたことによって損害が発生し、TIないしその代表者がその損害を賠償した場合は、お客様がTIないしその代表者にその全額の補償をするものとします。

TI製品は、軍事的用途もしくは宇宙航空アプリケーションないし軍事的環境、航空宇宙環境にて使用されるようには設計もされていませんし、使用されることを意図されておられません。但し、当該TI製品が、軍需対応グレード品、若しくは「強化プラスチック」製品としてTIが特別に指定した製品である場合は除きます。TIが軍需対応グレード品として指定した製品のみが軍需品の仕様書に合致いたします。お客様は、TIが軍需対応グレード品として指定していない製品を、軍事的用途もしくは軍事的環境下で使用することは、もっぱらお客様の危険負担においてなされるということ、及び、お客様がもっぱら責任をもって、そのような使用に関して必要とされる全ての法的要求事項及び規制上の要求事項を満足させなければならないことを認め、かつ同意します。

TI製品は、自動車用アプリケーションないし自動車の環境において使用されるようには設計されていませんし、また使用されることを意図されておられません。但し、TIがISO/TS 16949の要求事項を満たしていると特別に指定したTI製品は除きます。お客様は、お客様が当該TI指定品以外のTI製品を自動車用アプリケーションに使用しても、TIは当該要求事項を満たしていなかったことについて、いかなる責任も負わないことを認め、かつ同意します。

Copyright © 2008, Texas Instruments Incorporated
日本語版 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社

弊社半導体製品の取り扱い・保管について

半導体製品は、取り扱い、保管・輸送環境、基板実装条件によっては、お客様での実装前後に破壊/劣化、または故障を起こすことがあります。

弊社半導体製品のお取り扱い、ご使用にあたっては下記の点を遵守して下さい。

1. 静電気

素手で半導体製品単体を触らないこと。どうしても触る必要がある場合は、リストストラップ等で人体からアースをとり、導電性手袋等をして取り扱うこと。

弊社出荷梱包単位(外装から取り出された内装及び個装)又は製品単品で取り扱いを行う場合は、接地された導電性のテーブル上で(導電性マットにアースをとったもの等)、アースをした作業者が行うこと。また、コンテナ等も、導電性のものを使用すること。

マウンタやはんだ付け設備等、半導体の実装に関わる全ての装置類は、静電気の帯電を防止する措置を施すこと。前記のリストストラップ・導電性手袋・テーブル表面及び実装装置類の接地等の静電気帯電防止措置は、常に管理されその機能が確認されていること。

2. 温・湿度環境

温度: 0~40℃、相対湿度: 40~85%で保管・輸送及び取り扱うこと。(但し、結露しないこと。)

直射日光があたる状態で保管・輸送しないこと。

3. 防湿梱包

防湿梱包品は、開封後は個別推奨保管環境及び期間に従い基板実装すること。

4. 機械的衝撃

梱包品(外装、内装、個装)及び製品単品を落下させたり、衝撃を与えないこと。

5. 熱衝撃

はんだ付け時は、最低限260℃以上の高温状態に、10秒以上さらさないこと。(個別推奨条件がある時はそれに従うこと。)

6. 汚染

はんだ付け性を損なう、又はアルミ配線腐食の原因となるような汚染物質(硫黄、塩素等ハロゲン)のある環境で保管・輸送しないこと。はんだ付け後は十分にフラックスの洗浄を行うこと。(不純物含有率が一定以下に保証された無洗浄タイプのフラックスは除く。)

以上