

タッチ・スクリーン・コントローラのヒント集

By Skip Osgood, CK Ong, and Rick Downs

目次

抵抗膜方式のタッチ・スクリーン.....	2
4線式タッチ・スクリーンの座標ペアの測定.....	2
5線式タッチ・スクリーンの座標ペアの測定.....	3
差動モード 対 シングルエンド・モード.....	3
タッチ・スクリーンのセトリング時間.....	3
シングルエンド・モード.....	3
差動モード.....	4
差動モードとシングルエンド・モードの違い.....	4
差動モード動作のメリット.....	6
雑音の多い環境.....	6
ペン割り込み.....	7
PENIRQの動作.....	7
オフセット誤差の解決法.....	8
誤トリガ.....	8
ADS7843用の入力保護.....	8
差動モード用ソフトウェアの例.....	8
フローチャート1.....	9
フローチャート2.....	9

図目次

図1 4線式と5線式タッチ・スクリーンの回路.....	2
図2 4線式タッチ・スクリーンの構造.....	2
図3 5線式タッチ・スクリーンの構造.....	3
図4 ADS7843の差動モード動作およびシングルエンド・モード動作のタイミング.....	5
図5 「プレート抵抗」と「座標ペア読み取り数/秒」に依存する、フィルタ・コンデンサの選択.....	6
図6 PD0, PD1 = 00の場合のADS7843の簡略図.....	7
図7 A2, A1, A0 = 001の場合のADS7843の簡略図.....	7
図8 オフセット誤差を最小限にするための推奨解決策.....	8
図9 ADS7843用の入力保護.....	9
図10 フローチャート1.....	10
図11 フローチャート2.....	10

TIでは、タッチ・スクリーンのアプリケーションに特化したアナログ-デジタル・コンバータを数多く開発しています。ADS7843、ADS7845、ADS7846といったコンバータは、すべてタッチ・スクリーンのアプリケーション専用設計された製品です。これらのデバイスを使用するアプリケーションでは、このアプリケーション・ノートで紹介するヒントを大いに役立てることができます。本文中に挙げた例の大部分はADS7843についてのもですが、紹介されている技術は、すべてのデバイスに応用できます。

まず、抵抗膜方式のタッチ・スクリーンの動作理論を確認してから、上記の特化型ADコンバータをタッチ・スクリーンで使用してみます。確度を向上させて誤差を最小限にするための技術を紹介し、ペン割り込み線 (PENIRQ) の動作について研究し、またコンバータのESD保護方法や、上記特化型コンバータと一般的なマイクロプロセッサの接続に關するさまざまな問題を考察します。

抵抗膜方式のタッチ・スクリーン

抵抗膜方式のタッチ・スクリーンは、抵抗ネットワーク全体に電圧を印加して、スクリーンが入力スタイラスやペンや指でタッチされた時に、入力点 (マトリクス上の任意の1点) での抵抗の変化を測定することで機能する仕組みになっています。抵抗比の変化により、タッチ・スクリーン上の位置を特定することができます。

最も一般的な抵抗膜方式アーキテクチャ2種類では、4線式または5線式の構成を使用しています (図1参照)。回路では2次元座標ペアで位置を判定しますが、4線式構成の場合は圧力を測定するために3次元目を追加することもできます。

4線式タッチ・スクリーンの座標ペアの測定

4線式タッチ・スクリーンは図2のように、2層の透明な抵抗膜で構成されています。

4線式タッチ・スクリーン・パネルは、垂直あるいは水平方向の抵抗膜ネットワークに電圧を印加することで機能する仕組みになっています。ADは、パネル上の入力点で測定された電圧を変換します。ポインティング・デバイスのY位置の測定は、X+入力をデータ・コンバータ・チップに接続し、Y+とY-の駆動回路をオンにし、X+入力で観測された電圧をデジタル化して行います。

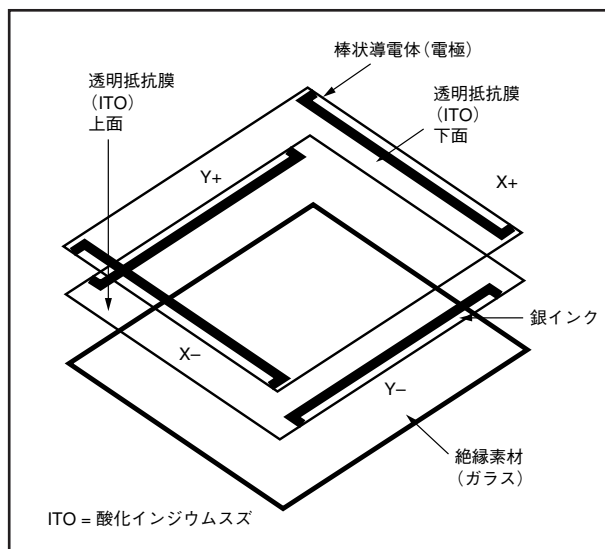


図2. 4線式タッチ・スクリーンの構造

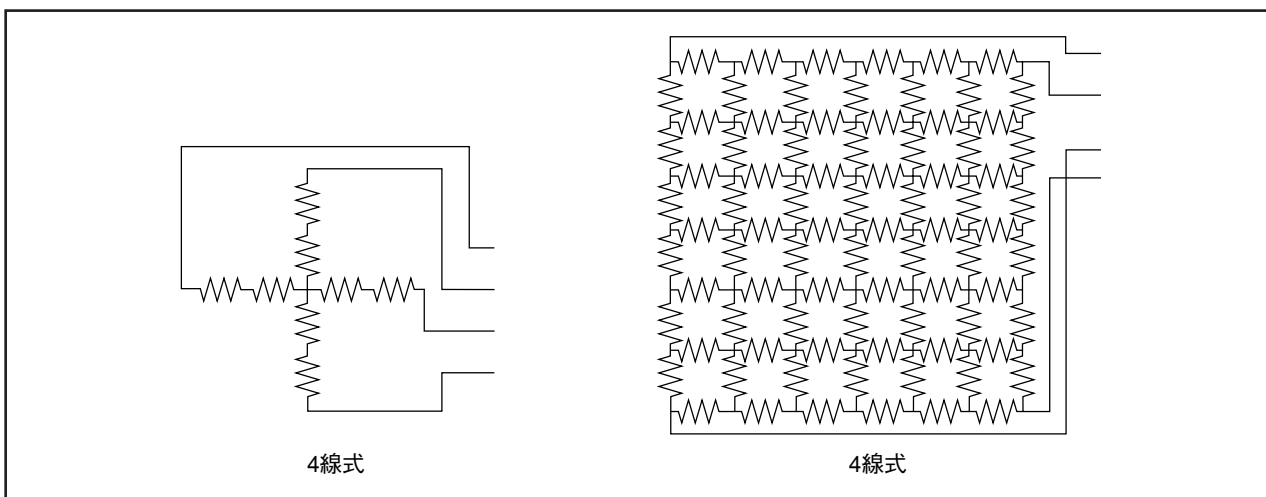


図1. 4線式と5線式タッチ・スクリーンの回路

測定される電圧は、入力点に形成された分圧回路によって決定されます。この測定の場合は、ADコンバータの入力インピーダンスが高いために、導線X+の水平方向のパネル抵抗が変換に影響しません。

次にもう一方の軸にも電圧が印加され、ADはY+の入力を通じて、スクリーン上でX位置を表す電圧を変換します。これにより、プロセッサ側にX座標とY座標が提供されます。

5線式タッチ・スクリーンの座標ペアの測定

5線式タッチ・スクリーンは、図3に示すような構造になっています。抵抗膜方式パネルは、透明抵抗膜層の上に、絶縁スペーサで分離された金属薄膜の接触領域を重ねた構造になっています。

5線式タッチ・スクリーン・パネルは、下部抵抗膜層の四隅に電圧を印加し、垂直または水平方向の抵抗膜ネットワークをワイパー、つまり5番目のワイヤで測定することで機能する仕組みになっています。ADは、パネル入力点のワイパーで測定された電圧を変換します。ポインティング・デバイスのY位置の測定は、抵抗膜層の左上隅と右上隅をV+に、左下隅と右下隅をGNDに接続して行います。これによりパネルにバイアスがかけられ、データ・コンバータ・チップへの垂直偏向入力が発生し、ワイパーの入力点からパネルの電圧がADコンバータによって測定されます。測定された電圧は、入力点に形成された分圧回路で決定されます。水平方向の測定の場合は、駆動回路を通して左上隅と左下隅がGNDに接続され、右上隅と右下隅がV+に接続されることにより、ワイパーの入力がパネルの水平位置を表すデータに変換されます。

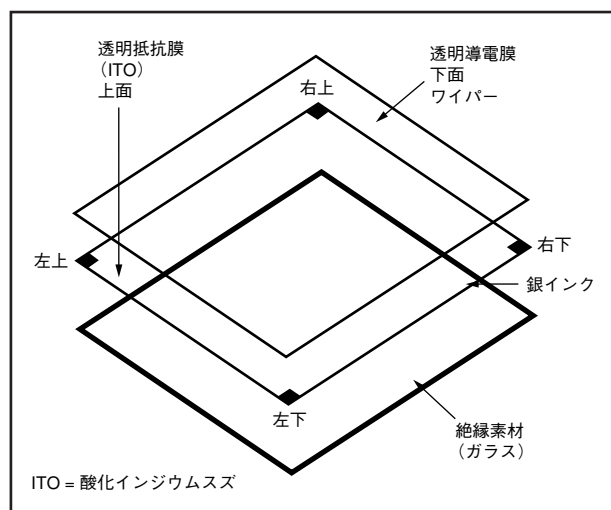


図3. 5線式タッチ・スクリーンの構造

差動モード 対 シングルエンド・モード

変換の確度と信頼性は、絶えず変化する動作条件をコンバータが補償する能力に依存します。これらの変化する条件は、XおよびY座標を表す電圧に影響を与えます。例えば、ADコンバータが絶対的な電圧読み取り（シングルエンド・モード）用に構成されていた場合は、駆動回路の電圧降下変動が入力読み取り誤差の原因になります。しかし、ADコンバータがレシオメトリック、つまり差動モードで構成されていれば、このような誤差はほとんど除去できます。

タッチ・スクリーンのセトリング時間

タッチ・パネルが押下された（つまりタッチされた）時に、タッチ・パネルの接触点での電圧レベルに影響するメカニズムが2つあります。これらの2つのメカニズムのためにタッチ・パネル全体の電圧が“リングング”（発振）し、ゆっくりと安定したDC値に安定（収束）していきます。

2つのメカニズムとは次のようなものです。

- 1) パネルが押下された時の、タッチ・パネル上層の振動による機械的なバウンド。
- 2) タッチ・パネル上層と下層の間やADS7843の入力に存在する寄生容量が原因で発生する電氣的リングング。

シングルエンド・モード

シングルエンド・モードでタッチ・パネルへのタッチが検出されると、ADS7843を制御するプロセッサが制御バイトを送信して、ADS7843に変換を実行するよう命令します。取得期間が始まると、ADS7843は内部FETスイッチを通じてパネルへの電圧供給を開始し、押圧されたポイントの電圧を上昇させます。上昇する電圧は、前述のようにしばらくの間“リングング”してから、最終的に安定した電圧になります。取得期間が終わるとすべての内部FETスイッチがオフになり、ADコンバータは変換期間に入ります。次の制御バイトが現在の変換期間中に来ない場合は、ADS7843はパワーダウン・モードに入るか、次の命令を待ちます。雑音除去を目的として、パネルに大きな容量のコンデンサを接続した場合は、取得期間にX位置とY位置の座標ペアに対応する入力電圧が確実に安定しているように注意する必要があります。シングルエンド・モードでは、Data Inワードの最後の3クロック・サイクル中に入力電圧が安定している必要があります。そうでない場合は、誤差が大きくなります。

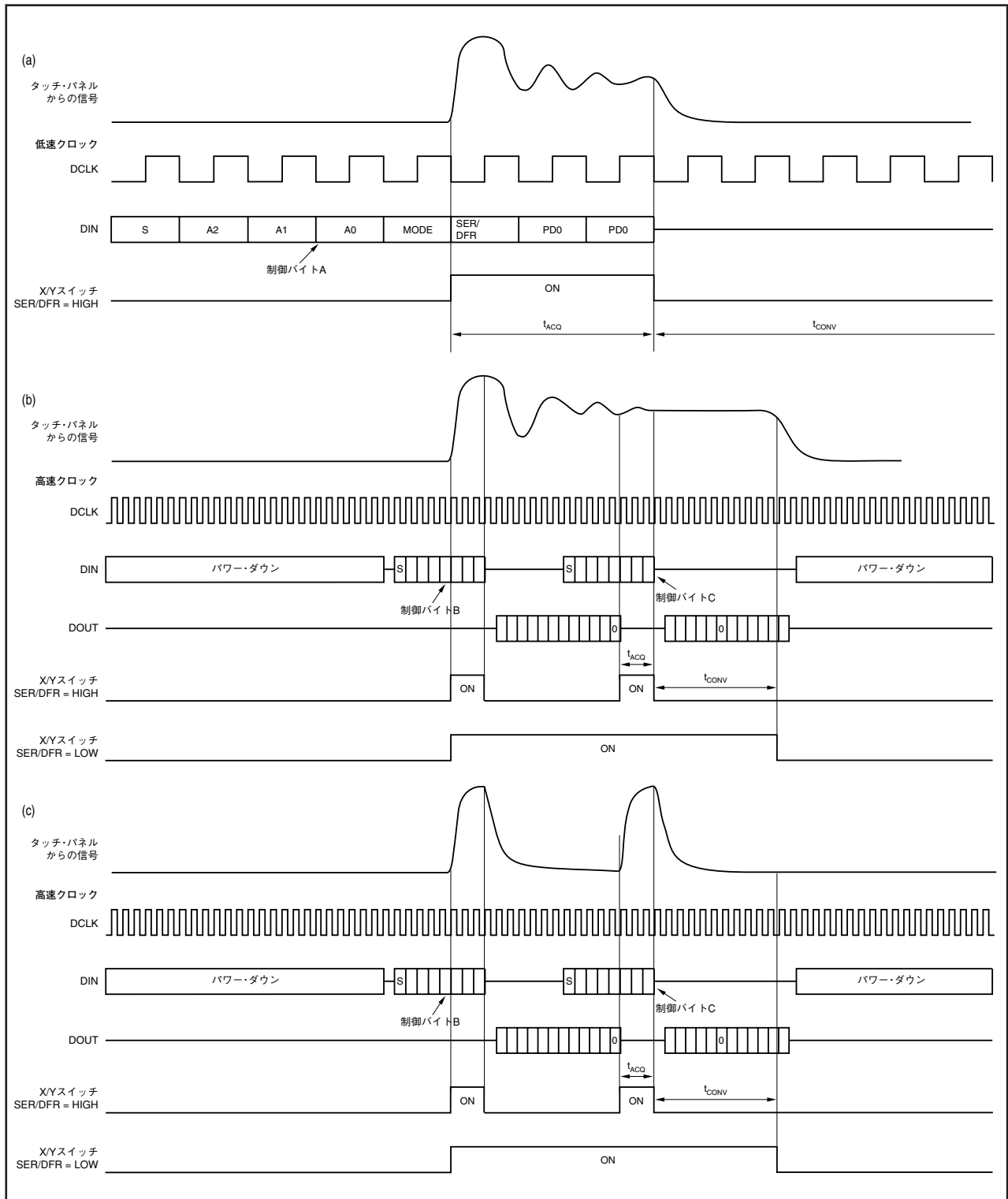


図4. ADS7843の差動モード動作およびシングルエンド・モード動作のタイミング

差動モード動作のメリット

- ADコンバータの取得時間を延長しなくても、セトリング時間の長いタッチパネルの信号処理ができることです。図4に示すように、制御バイトBとCが同じである場合は、制御バイトBの変換が完了した後もADS7843の内部X/Yスイッチがオフになりません。これにより、タッチパネルの電圧が安定した値に収まるための十分な時間ができます。

タッチパネルの電圧がリングングしている時点で取得期間が発生するので、制御バイトB用に変換されたデータは正確にはなりません。ただし、制御バイトC用に変換されたデータは正確です。制御バイトCの取得期間には、タッチパネルの電圧がすでに安定した値になっているからです。

- より高速なクロックを用いることにより、ADS7843にはパワーダウンモードに入り、バッテリーのエネルギーを節約するための時間的余裕ができます。図4では、制御バイトC（高速クロック）の変換期間が、制御バイトA（低速クロック）の変換期間より前に終わっています。制御バイトCの変換の終了後、ADS7843はパワーダウンモードに入り、次のサンプリング期間を待つことが可能になります。ただし、制御バイトAを用いた場合は、次のサンプリング期間が現在の変換直後に来て、パワーダウンの時間が無くなる可能性があります。

雑音の多い環境

雑音の多い環境によって計測システムの高いパフォーマンスが損なわれないようにするために、タッチスクリーンのアプリケーションには十分な注意を払う必要があります。高インピーダンスのADコンバータの入力に接続したタッチスクリーンは、ちょうどシステムの入力にアンテナを付加した状態と同じです。タッチスクリーンは、LCDディスプレイのバックライト電源や外部 EMI/RFI 源から雑音信号を拾う可能性があります。これらの雑音源からの影響を最小限に抑えるもっとも簡単な方法は、タッチスクリーンの駆動回路 (drivers) と GND の間にコンデンサを追加し、ローパス・フィルタを形成することです。各入力/出力と GND の間に追加するコンデンサの容量は $0.001\mu\text{F}$ から始めて、徐々に大きくしていきます。図5はフィルタ用コンデンサの選択肢の範囲です。タッチパネルのプレート抵抗と、毎秒の座標対読み取り速度の所要数値を基にしています。

絶対にしてはならないのが、駆動回路からの導線に直列抵抗を組み込んで、入力上にローパス・フィルタを作ることです。直列抵抗を使うと、電圧降下を生じるため、コンバータの分解能が制限され、低下します。使用しているタッチスクリーンのインピーダンスによっては、この電圧降下は重大なものになる可能性があります。

フィルタリング用のコンデンサを付加する際に注意しなければならない問題のひとつが、駆動回路がオンになったとき

に、コンデンサがタッチスクリーンのセトリング時間に応じて影響するかということです。ADコンバータのデータレートと動作モードによっては、タッチスクリーンを正確なレベルに安定させることができなくなるおそれもあります。特にシングルエンドモードで動作している場合にその可能性が高くなります。差動モードでならば、タッチスクリーンは取得と計測モード両方の期間に接続され、パワーダウンモードに変わるよう命令されない限り、駆動回路間全体と接続され続けます。ADへの入力を取得するにはやはり3クロックサイクルかかるものの、タッチスクリーンは次第に安定し、駆動回路に印加する電圧を複数回の測定にわたって保つことにより、長いセトリング時間に対応できます。タッチスクリーンのインピーダンスによって設定される時定数と、ノイズを許容レベルにまで削減するために必要なフィルタ・コンデンサによっては、変換が数回必要になるかもしれません。

正確な結果を得るために、いくつかの方法があります。第一の選択肢は、信号が安定するのに必要な時間まで、取得期間を延長するために、取得期間に該当する6, 7, 8番目のクロック周波数を下げることです。RCの時定数を計算し、12ビットの場合は、時定数を9倍した時間をセトリング時間とすることで、確実にタッチスクリーンの電圧を安定させます。この方法は、6, 7, 8番目のクロックだけを遅くしても、1から8番目のプロセス全体のクロックを遅くしても有効です。サンプル・ホールドのドループを無視することができる最低クロック周波数は、10kHzです。第二の選択肢は、測定した電圧を数回にわたって変換したものをデジタルな手法と比較し、2回以上の連続した読み取りが許容制限内 (2 - 3LSB) である場合に、読み取りを合格にするというものです。

アプリケーションによっては雑音のレベルが非常に大きくなる可能性があり、その場合には安定した読み取りを得るために、さらにフィルタリングが必要になります。4つの入力/出力用導線のそれぞれにLCのπ型フィルタを追加すれば、このレベルのフィルタリングを達成することができます。

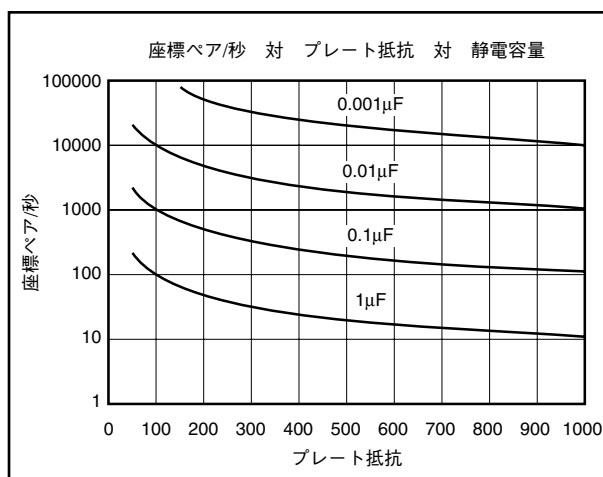


図5. 「プレート抵抗」と「座標ペア読み取り数/秒」に依存する、フィルタ・コンデンサの選択

ペン割り込み

ペン割り込み端子の機能は、よく誤解されることがあります。このセクションでは、PENIRQの機能についてのより詳細な情報を提供し、PENIRQ端子の内部ダイオードによって生じるオフセット誤差のようすについて触れます。また、PENIRQの誤トリガの防止についても研究します。

PENIRQの動作

ADS7843のペン割り込み機能は、オープン・アノードの内蔵ダイオードというシンプルなアナログ回路で実現できます。基本的な割り込み機能は、ADS7843のPENIRQ端子を V_{CC} にプルアップするだけで実装できます。図6は、パワーダウン・モードに設定してペン割り込みを有効 (PD1, PD0 = 00) にしたADS7843の簡略図です。

タッチ・パネルに何も触れていない状態では、ADS7843の内部ダイオードにバイアスがかけられておらず、無視できるほどわずかな漏れ電流のほかに電流は流れません。ポイントAの電圧レベルは V_{CC} と同程度になります。

タッチ・パネルが押下されると、ADS7843の内部ダイオードが順方向にバイアスされ、GNDへの電流経路が形成されます (図6の I_F の電流路を参照)。このときは、ポイントAの電圧がダイオードの順方向電圧降下1個分程度まで、引き下げられます。電圧レベルが低くなったポイントAは、パネルが押下されていることをプロセッサに伝えます。そこでプロセッサは割り込みサービスルーチンを実行し、ADS7843に変換の実行を命令します。

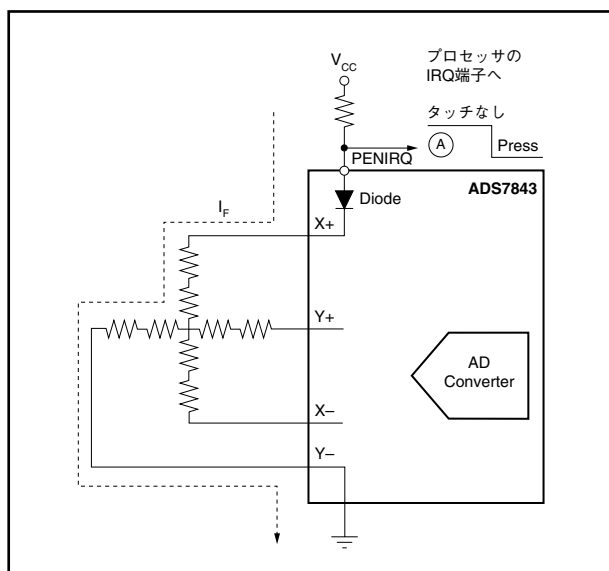


図6. PD0, PD1 = 00の場合のADS7843の簡略図

図6と図7に示した単純なプルアップ技法では、AD変換に必ず誤差が生じることになります。この誤差は内部ダイオードを通るDC漏れ電流によって発生するため、しばしば「オフセット誤差」と呼ばれます (図7の I_F 電流路参照)。この電流がADコンバータの入力電位を上昇させて、変換誤差が生じるのです。この誤差はY軸変換でのみ生じます。X軸変換では内部ダイオードに逆方向バイアスがかけられるためです。

図7は、Y軸変換用に構成されたADS7843の簡略図です (A2, A1, A0 = 001)。

パネルが押下されると、タッチ・パネルを通して2つの電流経路 (図7の I_F および I_{TOUCH}) ができます。 I_{TOUCH} が、押下された点と交差する電位差を生成するために必要な電流であるのに対し、 I_F はダイオードを通して、変換の際にオフセット誤差を発生させる不必要な電流です。

電流 I_F の値は、タッチ・パネル上のすべての位置で同じになるわけではありません。押下されたのがA点付近 (図7) ならばダイオードに大きな順方向バイアスがかけられて I_F が大きくなるために、オフセット誤差も大きくなります。しかし押下されたのがB点付近ならば、ダイオードが V_{REF} によってオフにされるので I_F は (無視できるほど) 小さくなり、オフセット誤差も小さくなります。

タッチ・パネル上の押下点が変わると I_F も変わってくるため、このオフセット誤差をソフトウェア的に補償するのは困難です。

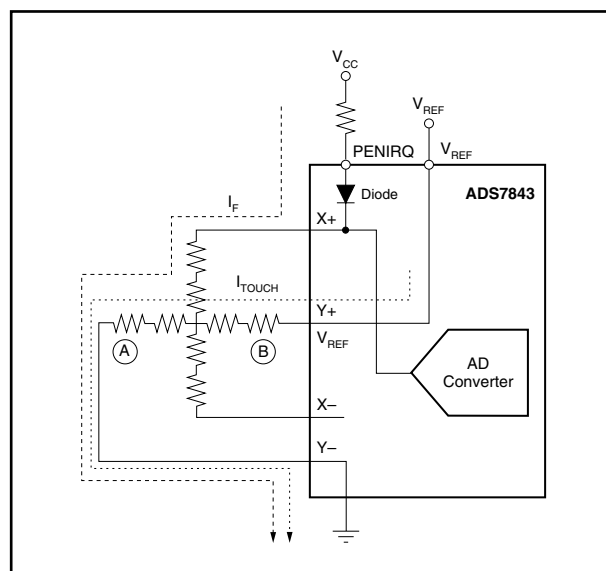


図7. A2, A1, A0 = 001の場合のADS7843の簡略図

オフセット誤差の解決法

図8は、このオフセット誤差を最小限にするために推奨される解決法です。

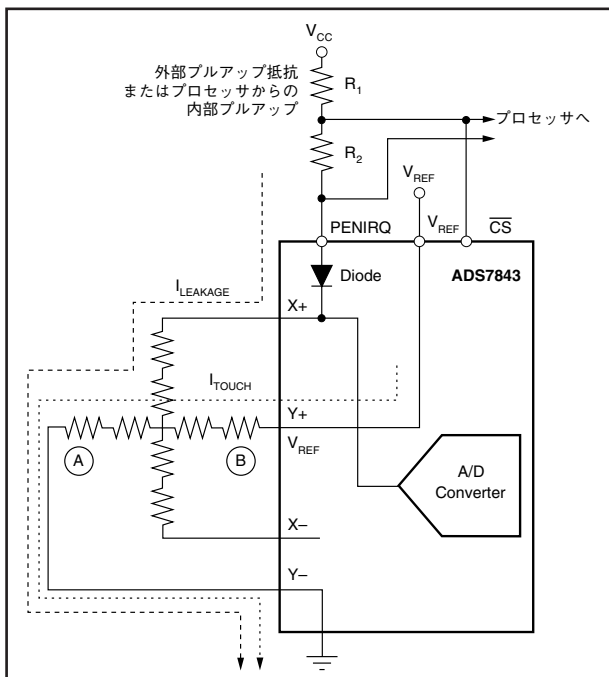


図8. オフセット誤差を最小限にするための推奨解決策

この解決法では抵抗を使って、PENIRQ端子を図7のように V_{CC} 電源ではなく \overline{CS} 端子にプルアップしています。ADS7843を能動状態にするために \overline{CS} 端子がLOWに引き下げられる際には、この低い電圧で内部ダイオードに逆方向バイアスがかけられるか、あるいはダイオードに非常に低い順方向電圧でバイアスがかけられます（どちらになるかは、パネルが押下された接触点によって違ってきます）。したがってADS7843が起動された時には、タッチパネルには無視できるほどの漏れ電流しか流れません。

プルアップ抵抗の値 R_1 と R_2 は、次のように注意深く選ぶ必要があります。

- 1) タッチ・パネルへのタッチによりPENIRQがLOWに引き下げられた場合に、 \overline{CS} 端子の電圧レベルが低くなりすぎてADS7843が起動されることのないようにする必要があります。

これによって、DIN入力に雑音が結合しても、制御バイトとして解釈されることがなくなり、シリアル・バスの共有が可能になります。

ADS7843は \overline{CS} 端子での電圧が0.8Vより低くなった場合に起動されるため、最悪の場合でも \overline{CS} 端子での電圧が0.8Vよりも高くなるように R_1 、 R_2 を選択する必要があります。 R_2 の標準値は20k Ω です。

$$\frac{R_2}{R_1 + R_2} (V_{CC} - V_{DIODE}) - V_{DIODE} > 0.8V$$

$$R_2 > \frac{R_1}{11} \quad \text{where } V_{DIODE} = 0.6V$$

- 2) パネルがタッチされた時にPENIRQでの電圧レベルの立ち下がり時間（もしくは応答時間）が最小限になるように、 R_2 の値は十分低く保っておきます。プロセッサによっては、低速の立ち下がりエッジを割り込みとして検出できないものもあります。

ADS7845とADS7846のペン割り込み回路は、ADS7843の場合とは異なる方法が実装されています。ADS7845とADS7846では、X位置とY位置の測定サイクル中に、PENIRQの出力ダイオードが内部的にGNDに接続され、X+入力にPENIRQダイオードから切断されるため、プルアップ抵抗からタッチ・スクリーンに漏れ電流が流れる事はありません。そのため、誤差が生じることはありません。

誤トリガ

PENIRQ出力にX+が接続されているために、X+入力に印加される雑音によってタッチ・スクリーンへタッチしたことになるような誤トリガ（false triggering）が生じる可能性があります。1 Ω の直列抵抗と、対GNDへ0.01 μ Fのコンデンサを接続して、R/Cフィルタを挿入すると、GNDへスパイク・ノイズをフィルタリングして、誤トリガを防止するのに役立ちます。

ADS7843用の入力保護

図9は、タッチ・スクリーンからデバイスに印加される恐れのある高エネルギー・スパイクに起因する障害からADS7843を保護するための、いくつかの推奨事項です。これらのスパイクはESDによって発生したり、バックライト電源から生じたりします。タッチ・パネルのX導線とY導線上にフェライト・ビーズとクランプ・ダイオードを付加すれば、ADS7843に到達しないうちに、この種のエネルギーを消散させることができる上に、万一これらのスパイクの大きさ（振幅）が電源電圧を超えるようなことがあっても、部品の損傷を防止することができます。

差動モード用ソフトウェアの例

このセクションでは、ADS7843を制御して差動モードで動作させる場合の考え方として、2つのソフトウェア例を紹介いたします。

図10と図11は、ADS7843とプロセッサを接続するためのアルゴリズムを現している、2つのソフトウェア例です。2つのソフトウェア例では、16クロック/変換プロトコルを使って差動モードで動作するようにADS7843が構成されていることを前提としています（ADS7843のデータシートSBAS090B中の図6参照）。ソフトウェアは、X軸座標の変換結果をDATA X、Y軸の変換結果をDATA Yとして返します。どちらのフローチャートもPENIRQを検出した後の処理を記述しています。

フローチャート1

図10は、割り込み信号と変換の両方に対してタッチ・パネル信号のリングングを克服するためにソフトウェア・デバウンス方式を使用した例です。

この解決策では、現在の変換結果を格納するためにDATA1、直前の結果を格納するためにDATA2が使用されており、有効なX軸とY軸の変換結果の格納にDATA XとDATA Yがそれぞれ使用されています。DATA1とDATA2は、現在および直前の変換結果が同じか、差が許容範囲内の場合に、変換結果が有効であると判定する方式のS/Wデバウンスを実現させるために併せて使われます。これにより、様々なセトリング特性のタッチ・パネルを扱うための柔軟なアプローチをソフトウェアに実装することができます。ただし、入力電圧のリングング周波数がサンプリング・レートに非常に近い場合には、信号が安定していない状態の変換結果を有効な変換結果と誤って解釈されやすくなります。

フローチャート2

図11は、割り込み信号の信号リングングの問題を克服するためにソフトウェア・デバウンスを解決策として使用したもうひとつの例であり、最後の（n番目の）変換結果を有効な変換として採用します。

この解決策はフローチャート1よりもずっと簡単ですが、似たようなセトリング特性のタッチ・パネルにしか適用できません。ソフトウェア・デバウンス方式を使用するかわりに、最後の変換結果を有効な変換結果として格納します。“n”の値はADS7843へ入力する電圧のセトリング時間に依存します。“n”の値を決定する前に、ユーザーはいくつものタッチ・パネルをテストしてみる必要があります。

注：PENIRQを有効にしてADS7843をパワーダウン・モードにする必要がある場合は、PD1とPD0を‘00’に設定して変換サイクルをもう一度実行する必要があります。ただし15クロック変換サイクル・モードが使用されている場合は、X軸とY軸両方の変換用に、PD1とPD0を‘00’に設定できます。

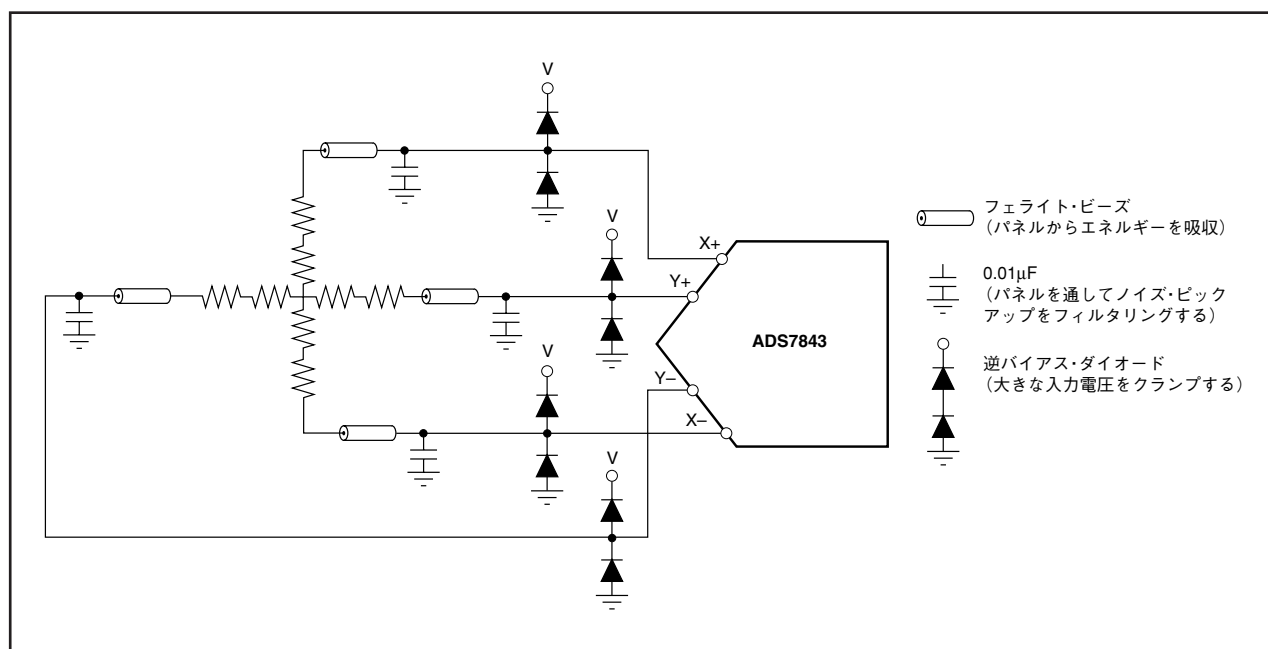


図9. ADS7843用の入力保護

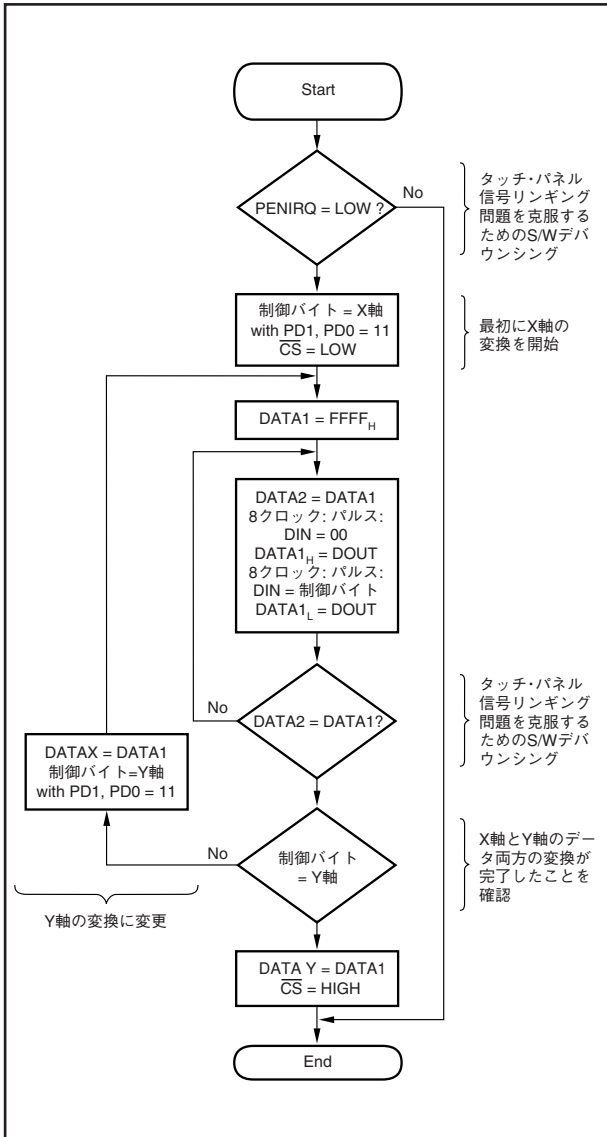


図10. フローチャート 1

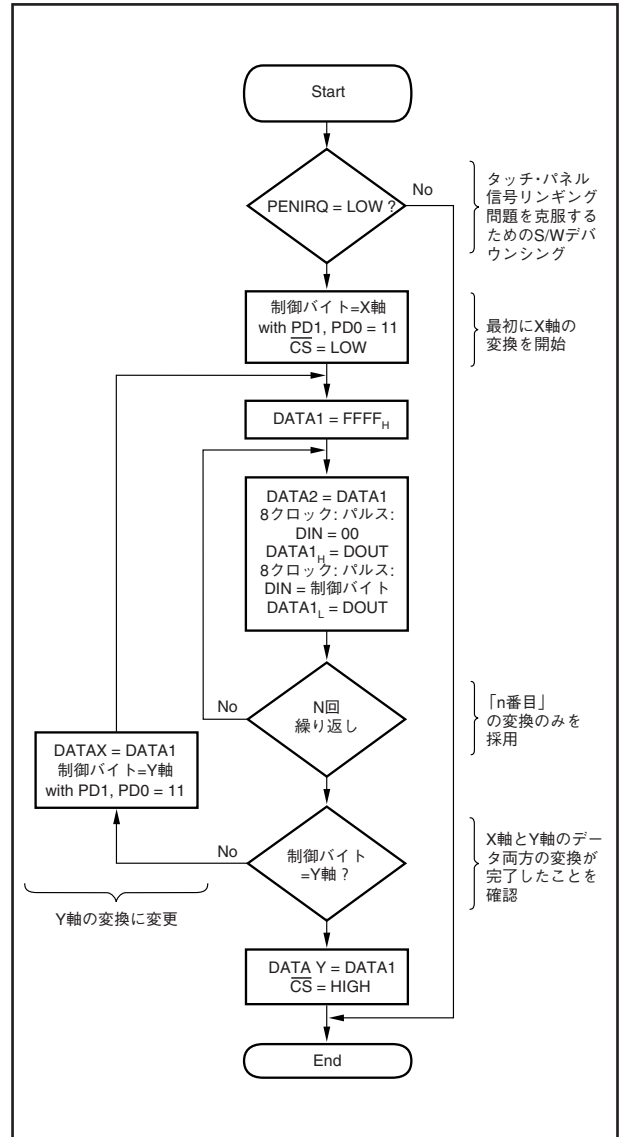


図11. フローチャート 2

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TIJ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。

TIJは、そのハードウェア製品が、TIJ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、TIJ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。

TIJ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。

TIJ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。

TIJ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。TIJ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。

TIJの製品もしくはサービスについてTIJ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。TIJ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。

TIJ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TIJ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TIJ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TIJが特別に指定した製品である場合は除きます。TIJ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、TIJ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、TIJ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、TIJ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