

### AD7147 CapTouch コントローラ用センサー

著者 : Susan Pratt

#### はじめに

このアプリケーション・ノートでは、AD7147 CapTouch™ コントローラと組み合わせて使う容量センサーを紹介합니다。

AD7147 は、シングル電極センサーの容量をデジタル値に変換するコンバータ(CDC)です。AD7147 は、ボタン、スクロール・バー、ホイール、タッチ・パッドのような機能を構成する容量センサーと組み合わせて使うようにデザインされています。

AD7147 は、周囲環境の変化を補償するキャリブレーション・ロジックを内蔵しています。キャリブレーション・シーケンスは、センサーに触れていないときに、一定間隔で自動的に実行されます。したがって、環境変化に起因する外付けセンサーの偽接触や接触の見落としは発生しません。

AD7147 は SPI 互換シリアル・インターフェースを、AD7147-1 は I<sup>2</sup>C®互換シリアル・インターフェースを、それぞれ内蔵しています。このデバイスは割込み出力を、AD7147 は汎用入力/出力(GPIO)をそれぞれ持っています。V<sub>DRIVE</sub> ピンは、V<sub>CC</sub> と無関係に、シリアル・インターフェースの電圧レベルを設定します。

AD7147 は 24 ピンの 4 mm × 4 mm LFCSP\_VQ パッケージを採用しています。このデバイスは、2.6 V~3.6 V の電源で動作します。

#### センサーのタイプ、サイズ、接続

表 1 に、デバイスのセンサー・タイプ、推奨センサー・サイズの最小値、代表値、最大値、各センサー・タイプに必要なとされる AD7147 の入力ピン数を示します。

最も重要なのは、寸法そのものではなく合計面積です。大きな面積を持つセンサーでは、ユーザーと相互作用する電界が大きくなるため、アクティブにされたときの応答が大きくなります。

各センサーは、AD7147 の CIN 入力ピンの 1 つに接続する必要があります。必要とされる入力数は、センサー・タイプに依存します。接続後、デバイスの変換時にセンサーが CDC に接続されるように、AD7147 シーケンサを設定する必要があります。

表 1. センサーのサイズと入力接続ピン

Sensor Type	Minimum Size	Typical Size	Maximum Size	Number of CIN Input Pins
Button	3 mm diameter	8 mm diameter	30 mm	1
Slider	25 mm × 4 mm	40 mm × 10 mm	60 mm × 20 mm	8 (discrete) or 2 (ratiometric)
Wheel	16 mm diameter	30 mm diameter	50 mm diameter	8
Matrix Keypad	1 row × 1 column	12 keys, 3 rows × 4 columns	36 keys, 6 rows × 6 columns	1 input per column plus 1 input per row
Touch Pad/ Touch Screen	15 mm × 15 mm	25 mm diameter	40 mm × 100 mm for single layer; 40 mm × 40 mm for two layer	12

## 目次

はじめに.....	1	スライダ .....	4
センサーのタイプ、サイズ、接続.....	1	スクロール・ホイール.....	4
センサー.....	3	タッチ・パッド/タッチ・スクリーン .....	5
ボタン.....	3	センサー・ライブラリ .....	5
マトリックス・キーパッド .....	3		

## センサー

### ボタン

図 1 に、ボタン・センサーに使われる一般的なデザインを示します。ボタンは任意のサイズが可能です(最小サイズは直径 3 mm)。各ボタン・センサーは、AD7147 の CIN 入力の 1 つに接続されます。ボタンは、円形、楕円形、正方形、または不規則な形が可能です。

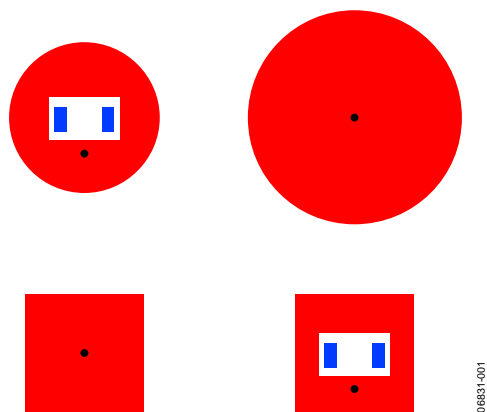


図 1. ボタンのレイアウト

図 1 に示す幾つかのボタン・センサーは、センサーの中央に部品のパッドが付いた切り抜き領域を持っています。このレイアウトは、プリント回路ボード(PCB)上に LED を実装するアプリケーションで使用することができます(LED はボード裏面に実装)。LED の光はボタンの切り抜き領域を通過することができるため、アクティブにされたとき、ボタンが点灯するようにプログラムすることができます。ボタンの切り抜き最大サイズは、ボタンのサイズに依存します。図 2 に、ボタン切り抜きの最大サイズ例を示します。

表 2. ボタンの切り抜きサイズ

Button Diameter	Maximum Cutout Size
5 mm	2 mm × 1.6 mm
6 mm	2.8 mm × 1.2 mm
8 mm	4 mm × 2 mm

### 一般的なボタン・センサーの応答

センサーの応答は、タッチされたセンサーとタッチされていない状態のセンサーとの間の CDC 出力値の差になります。センサーからの応答は、センサー面積、ユーザーの指のサイズ、センサーを覆うカバー材料の厚さと誘電率に依存します。アプリケーション・ノート AN-830 では、センサー応答に影響を与える要因を詳しく説明しています。

図 2 と図 3 に、種々の直径を持つボタン・センサーからの一般的な応答を示します。直径 4 mm のボタンの場合、CDC 出力コードは、センサーがアクティブ化されると、約 800 コードだけ変化します。直径 8 mm のボタンの場合、CDC 出力コードは、センサーがアクティブ化されると、約 4000 コードだけ変化します。すべてのボタンは、テスト中 2 mm のプラスチック材料で被われています。

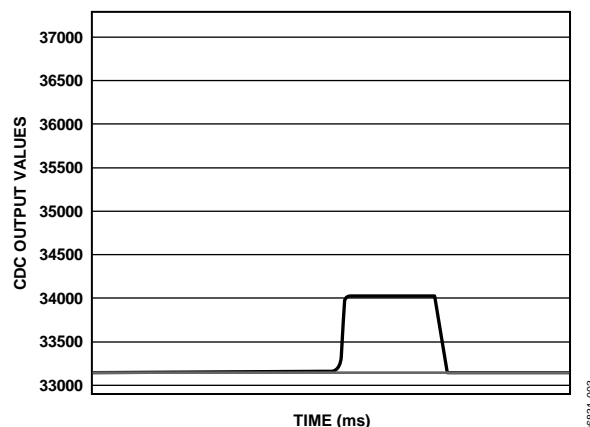


図 2. 直径 4 mm のボタンの応答

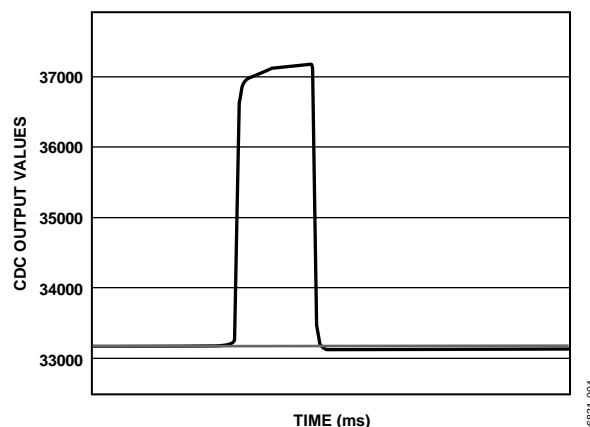


図 3. 直径 8 mm のボタンの応答

### マトリクス・キーパッド

AD7147 は、マトリクス・キーパッドを構成する際に使うことができます。AD7147 は、最大 36 個のキーを構成することができます。各キーは行と列に配列され、標準のマトリクス・キーパッドに似ています。キーパッドの各行と各列は、AD7147 へ入力する必要があります。キーの半分は列入力ラインに、残りの半分は行入力ラインに、それぞれ接続します。図 4 に、2 本の CIN 入力(1 つは行でもう 1 つは列)へ接続したマトリクス・キーを示します。

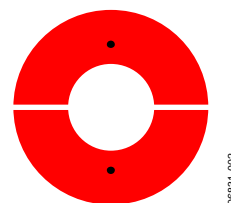


図 4. マトリクス・キーパッド・ボタン

ユーザーがキーパッド上のキーを押すと、ステータス・レジスタ内のステータス・ビットがセットされます。ホストは AD7147 からデータをリードバックして、押されたキーを知ることができます。デコーディングは、従来型の機械式マトリクス・キーパッドの場合と同じです。アクティブ・キーは、行と列のステータス・ビットが同時にセットされている位置にあります。

## スライダ

図 5 に、スライダ・センサーのレイアウトを示します。スライダは、可変幅(5 mm~12 mm)と可変長(10 mm~60 mm)を持つようにデザインすることができます。スライダのレイアウトは、垂直位置または水平位置に直線的に延ばすことができます。

スライダには 2 通りのレイアウト方法があります。スライダは、各セグメントを AD7147 の CIN 入力ピンに接続した、最大 8 個のディスクリート・センサー・セグメントから構成することができます。あるいは、図 6 に示すレイアウトを使ってスライダを構成することもできます。このタイプのスライダはレシオメトリック・スライダと呼ばれ、AD7147 の 2 本の CIN 入力ピンへの接続が必要です。

### ディスクリート・スライダ

ディスクリート・スライダは連続して並んだ 8 個のディスクリート・センサーから構成されます。

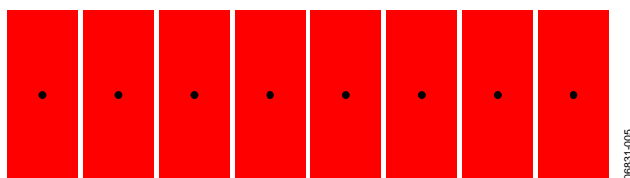


図 5.ディスクリート・スライダ・センサーのレイアウト

これらのディスクリート検出セグメントは、ボタンと同じように動作します。各検出セグメントは隣接して並べてあるため、指をスライダ上で移動すると、同時に複数のセンサー・セグメントがアクティブ化されます。このスライダは、最大 128 個の出力ポジションを出力することができます。スライダの各セグメントには、AD7147 に対する 1 本の CIN 入力接続が必要です。

8 個のみのセンサー・セグメントを使って 128 個の出力ポジションを実現するためには、各センサーからの CDC 結果を使ったインターポレーション処理が必要です。各セグメントからの CDC 結果に重み付けを行って加算し正規分布カーブを求めます。この正規分布の平均が、スライダの出力ポジションになります。アナログ・デバイセズは、この線形近似処理のソフトウェア・アルゴリズムを提供しています。C コードとして提供されており、ソフトウェア・ライセンス契約にサインしていただくことができます。このコードを動作させるためには、ホスト・プロセッサ上で 7391 バイトのプログラム・コードと 481 バイトの RAM が必要です。ソフトウェア・シリアル・インターフェースを使う場合には、コード・サイズは 7948 バイトのプログラムと 496 バイトのデータ・メモリに増えます。

### レシオメトリック・スライダ

レシオメトリック・スライダは、図 6 に示すような 2 つの V 字型センサーから構成されます。

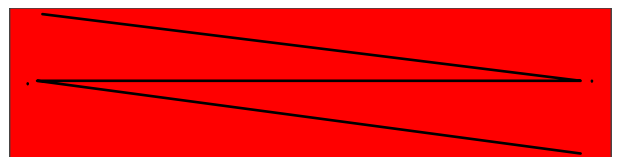


図 6.レシオメトリック・スライダ

2 つの各 V 字型には、AD7147 に対する 1 本の CIN 入力ピン接続が必要です。指をレシオメトリック・スライダに沿って移動すると、同時に両 V 字型センサーが応答します。このスライダでは 1000 以上の出力ポジションを発生させることができます。高い出力ポジション分解能を実現するために使用するソフトウェア・アルゴリズムは C コードで提供され、アナログ・デバイセズとのソフトウェア・ライセンス契約にサインしていただくことができます。このコードを動作させるためには、ホスト・プロセッサ上に 5 kB のプログラム・コードと 254 バイトの RAM が必要です。デザインで複数のレシオメトリック・スライダを使う場合には、必要なメモリが増えます。たとえば、4 個のレシオメトリック・スライダが必要な場合には、メモリは 6526 バイトのコードと 527 バイトのデータ・メモリに増えます。

### スクロール・ホイール

スクロール・ホイールは特別なタイプのディスクリート・スライダです。スライダ内の各ディスクリート・セグメントが、図 7 に示すように円形に配置されています。このスクロール・ホイールは、128 出力ポジションを出力できます。

8 個のみのセンサー・セグメントを使って 128 個の出力ポジションを実現するためには、各センサーからの CDC 出力を使ったインターポレーション処理が必要です。各セグメントからの CDC 結果に重み付けを行って加算し正規分布カーブを求めます。この正規分布の平均が、スクロール・ホイールの出力ポジションになります。この線形近似処理に使用するソフトウェア・アルゴリズムは C コードで提供されており、ソフトウェア・ライセンス契約にサインしていただくことができます。このコードを動作させるためには、ホスト・プロセッサ上で 8467 バイトのプログラム・コードと 468 バイトの RAM が必要です。

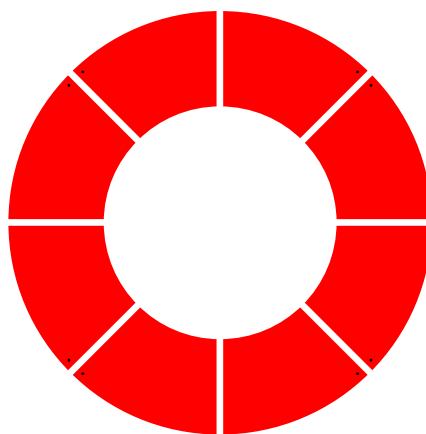


図 7.スクロール・ホイール・センサーのレイアウト

## タッチ・パッド/タッチ・スクリーン

2層バージョンと1層バージョンの2種類のタッチ・パッド/タッチ・スクリーン・デザインがあります。必要とされる機能に応じて、必要なレイアウトを選択することができます。両タッチ・パッド/タッチ・スクリーン構造は、12本のCIN接続を使ってAD7147に接続されます。

### 1層タッチ・パッド/タッチ・スクリーン

1層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンのレイアウトを図8に示します。このタッチ・パッド/タッチ・スクリーンは、積み上げた6個のレジオメトリック・スライダから構成されています。1層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンの最大サイズは40 mm × 100 mmであり、最大出力分解能は500 × 1000ポジションです。y軸上で2つの同時タッチを検出することができます。

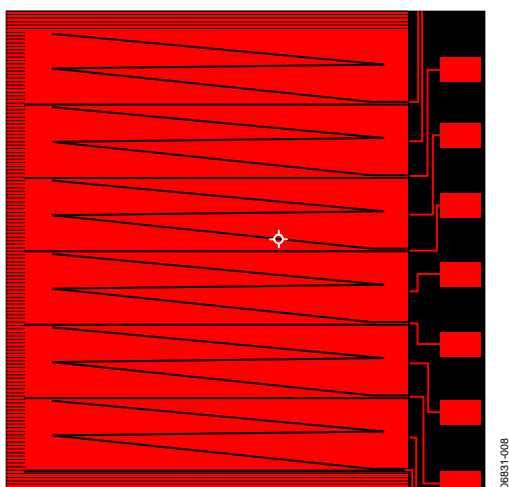


図 8.1 層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンのレイアウト

この高分解能出力を実現するソフトウェア・アルゴリズムはCコードで提供されており、[ソフトウェア・ライセンス契約](#)にサインしていただくとアナログ・デバイスから入手できます。このコードを動作させるためには、ホスト・プロセッサ上で13120バイトのプログラム・コードと835バイトのRAMが必要です。

### 2層タッチ・パッド/タッチ・スクリーン

2層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンは、表面層にX軸とY軸を検出するセンサーを持っており、これらは裏面に配線されています。センサーは、図9に示すようにハニカム・パターンでレイアウトされています。

2層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンの最大サイズは40 mm × 40 mmであり、最大出力分解能は200 × 200ポジションです。x軸とy軸上で2つの同時タッチを検出することができます。

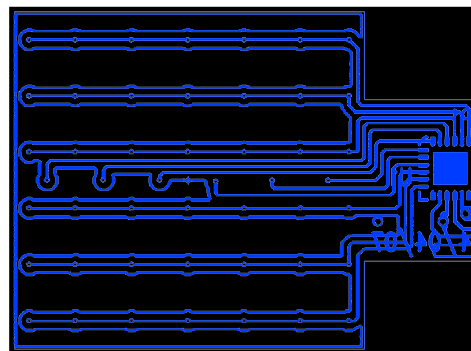
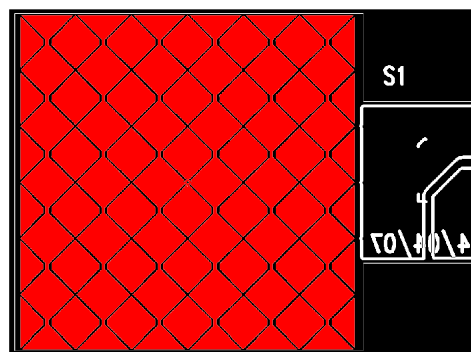


図 9.2 層タッチ・パッド/タッチ・スクリーンのレイアウト

この高分解能出力を実現するソフトウェア・アルゴリズムはCコードで提供されており、[ソフトウェア・ライセンス契約](#)にサインしていただくと、アナログ・デバイスから入手できます。このコードを動作させるためには、ホスト・プロセッサ上で10Kバイトのプログラム・コードと700バイトのRAMが必要です。

## センサー・ライブラリ

センサー・ライブラリは、[AD7147](#)の製品ページからダウンロードすることができます。この製品ページで、[Visit our detailed system design support and FAQ page](#)を選択してください。センサー・ライブラリでは、デザイン・サポートとFAQを提供しています。センサー・ライブラリは、Mentor Graphics社のPADS 2005ライブラリと.dxf filesの2つのフォーマットで提供しています。センサーはライブラリから選んで使用するか、あるいはレイアウト内で直接またはカスタム・センサー・デザインのベースとして使用することができます。