

**AD7142の環境補償機能：  
容量センサーに及ぼす温度と湿度の影響**

著者：Susan Pratt

**はじめに**

容量センシングは、民生用機器で現在使用されているユーザ入力メカニズムに代わる技術として有望視されています。携帯電話、デジタル・カメラ、MP3プレーヤやその他の携帯型メディア・プレーヤなどのさまざまな製品が、容量センシングの実装に適しています。

容量センシングには多くの利点があります。ユーザはこの技術を活用して、従来よりも高い感度と制御能力を備えたインターフェースを実現できます。容量センサーは製造が容易で信頼性が高く、しかも現在利用されている機械式のインターフェースよりも優れた利点を備えています。しかし、いずれのタイプの容量センサーでも、周囲環境によって容量変化の影響を受けます。湿度や温度の変化がセンサーの動作を妨げたり、場合によってはセンサーを完全に停止させてしまうことがあります。

アナログ・デバイセズの容量センシング・ソリューションは、AD7142容量デジタル・コンバータ（CDC）IC、PCボード実装センサー、AD7142との通信用ソフトウェアで構成されます。AD7142できわめて重要な要素は、環境補償を実行するオンチップのデジタル・ロジックです。これによって、環境変化の影響に対する容量センサーの補償が自動的に実行されます。このアプリケーション・ノートでは、代表的なセンサー構成回路に対して環境要素の変化が及ぼす影響を数量化する手法を用いて、このオンチップ・ロジックの重要性について説明します。さらに、変化する環境条件でセンサーの正しい動作を確実に継続させる補償ルーチンをAD7142で実行する方法についても解説します。

REV. 0

**アナログ・デバイセズ株式会社**

本 社／〒105-6891 東京都港区海岸1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話03(5402)8200  
大阪営業所／〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原3-5-36 新大阪MTビル2号  
電話06(6350)6868

# AN-829

---

---

## 目次

---

はじめに .....	1
センサー回路の構成 .....	3
温度と湿度の影響 .....	4
センサーの動作 .....	5
環境補償 .....	5

## 改訂履歴

12/05—Revision 0: Initial Version

## センサー回路の構成

温度と湿度の変化が容量の測定値に及ぼす影響を数量化するために、3つのタイプのセンサー構成回路についてテストを実施しました。図1に示すように、センサー構成回路にはジョイパッド、ボタン、スライダがあり、これらはすべてAD7142に接続されています。

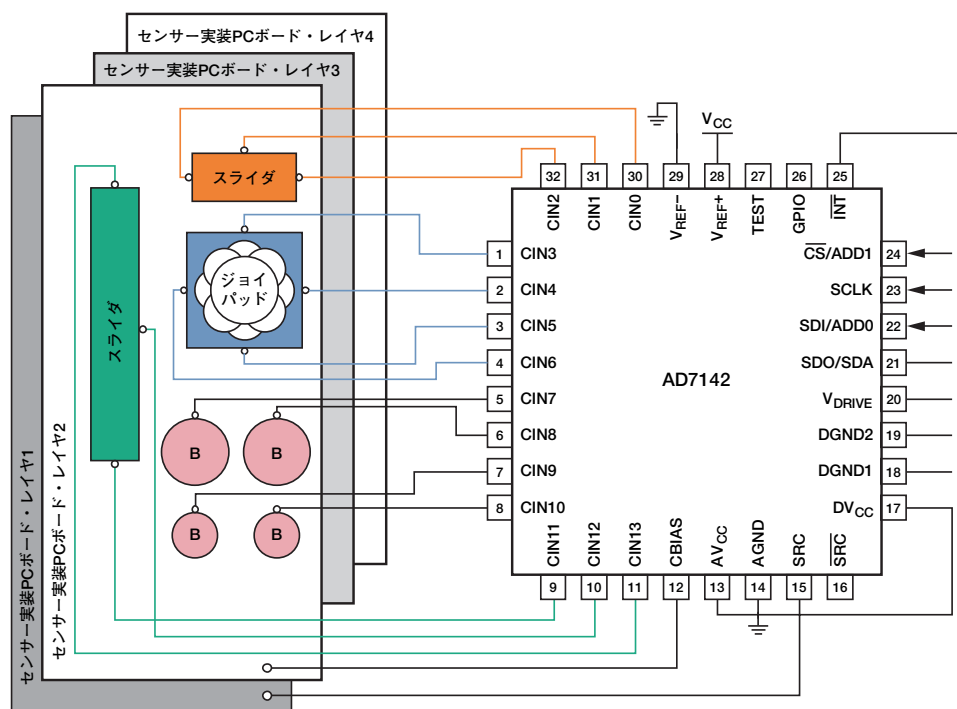


図1. センサー構成回路

05846-001

## 温度と湿度の影響

センサーの内部とその周辺の温度や湿度の変化に伴って、A/Dコンバータ（ADC）の測定値が変化する様子を図2から図4に示します。ここでの測定値は周囲容量に関するものであり、センサーにタッチしないときの値です。

これらの図は、周囲温度の上昇に伴って、各センサーで測定される容量が変化する様子を示しています（測定値は、AD7142のCDCから出力されるADCコードです）。容量の測定値は増加することも減少することもあり、変化を予測することはできません。たとえば、30℃におけるボタン1センサーの測定値は、およそ48,550です。温度が50℃に上昇すると、これに応じてセンサーの出力も増加します。しかし、温度がさらに70℃まで上昇すると、センサーからの出力は48,500未満に低下し、30℃での測定値よりも小さくなります。

同様に、周囲環境における湿度の上昇に伴う影響も図2から図4に示しています。この場合も同じように、センサーからの出力が湿度の上昇に応じて変化しますが、変化を予測することはできません。

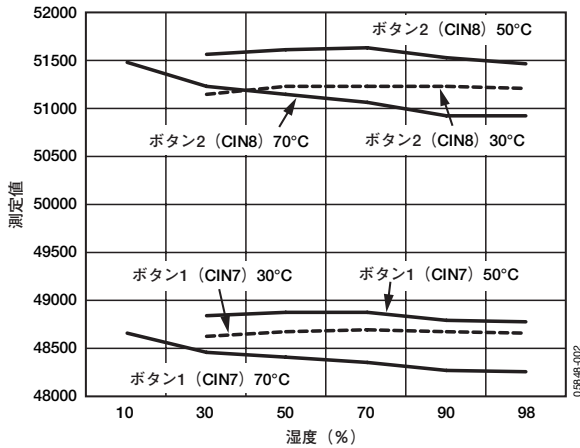


図2. ボタン・センサーに及ぶ環境変化の影響

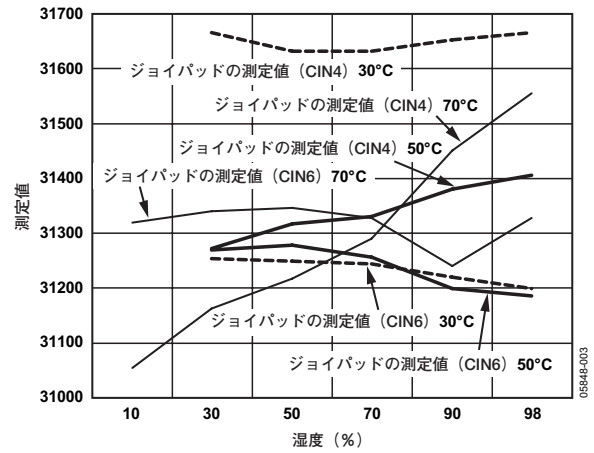


図3. ジョイパッド・センサーに及ぶ環境変化の影響

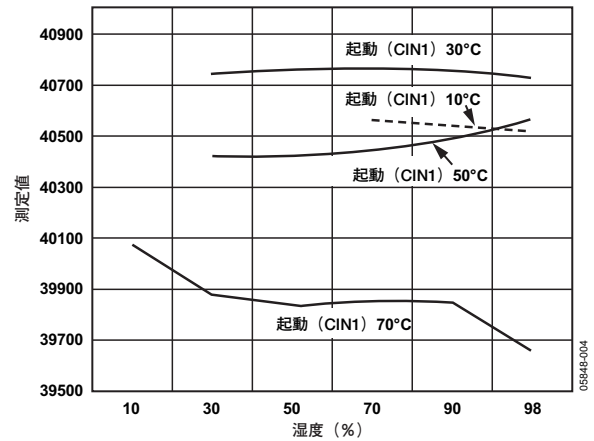


図4. スライド・センサーに及ぶ環境変化の影響

## センサーの動作

センサーにタッチすると、AD7142が計測するそのセンサーに関連する合計容量が変化します。設定されたスレッシュォルドを超えるレベルまで容量が変化すると、AD7142はこれをセンサーの起動として登録します。

例として、AD7142にボタン・センサーを接続する場合について考えてみましょう。ボタンを押すと、AD7142は容量の増加を登録します。ボタンを押さなければ、AD7142はバックグラウンドまたは周囲の容量レベルを計測します。AD7142は、事前に設定されたスレッシュォルド・レベルを使用し、ボタンを押す操作によって容量が変化したかどうかを判別します。容量がスレッシュォルドの制限値を超えていれば、AD7142はこれを真のボタン・プッシュ動作によるものとして登録します。

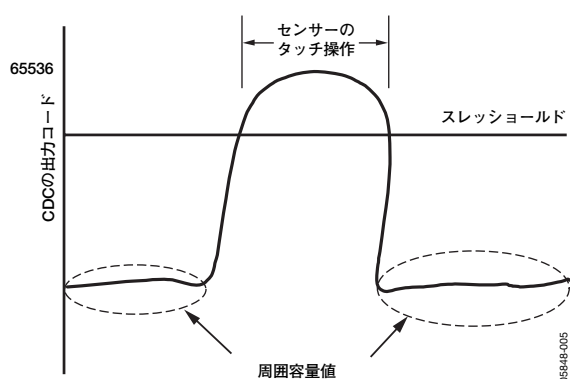


図5. センサーの起動

スライドやジョイパッドなどの他のタイプのセンサーに対するタッチ操作を判別する場合も、上記のようなスレッシュォルドの原則が適用されます。

### 環境補償

バックグラウンド容量レベルの変化は通常、センサーにタッチするときに発生する変化よりもずっと小さいものです。しかし、環境の影響による容量測定値の変化がスレッシュォルドを超えるほど大きい場合は、実際にセンサーにタッチしていない場合でも、センサーのタッチ動作として登録されます。

図6では、ボタン2のスレッシュォルドが51,000に固定されています。ボタン2の測定値がこのスレッシュォルドよりも低い値になると、センサーの起動として登録されます。湿度が低いときは、測定値がスレッシュォルドを十分に上回り、ボタンのタッチ動作が実行されていないことを示します。しかし、湿度が上昇するに従って、ボタン2の測定値が小さくなり、湿度が70%を超えるとスレッシュォルドと交差します。スレッシュォルドに交差した時点で、ボタンのプッシュ動作が登録されますが、この場合は誤った起動登録となります。MP3プレーヤーを聴くという実環境のアプリケーションについて考えてみましょう。湿度の高い夏の日中に冷房の効いたビルから外に出ると、MP3プレーヤーが音楽の再生中に巻戻しを始めることがあります。同じように、ボタン1も湿度の変化による影響を受けません。

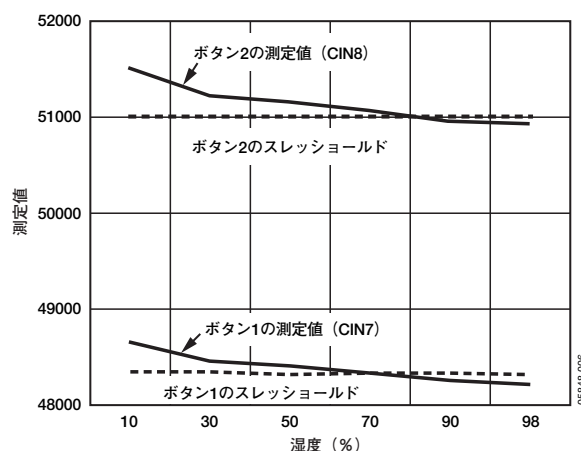


図6. スレッシュォルドが固定されたボタン・センサー

センサーで測定される容量が、環境の変化によって増加することもあります。この場合、センサーが実際に押されたとしても、容量値がスレッシュォルドを下回ることが絶対ないため、センサーの起動として登録されることがありません。

アナログ・デバイセズの完全な容量ソリューションは、環境の変化に対してスレッシュォルド値をアクティブに適応させることによって、環境の変化を考慮に入れます。この手法により、あらゆる環境でセンサーが正常に動作することが保証され、タッチ操作の誤認や有効なタッチ操作の登録ミスといった事態の発生を防ぎます。この補償は、AD7142に内蔵されているデジタル・ロジックが備える不可欠な要素であり、デジタル・ロジックはこの補償を自動的にかつ定期的に行います。図7に、環境補償アルゴリズムが湿度の変化に対してスレッシュォルド・レベルを変更する様子を示します。このような適応によって、ボタン・センサーの測定値がスレッシュォルド値を下回ることではなく、タッチ操作の誤認が登録されることがなくなります。

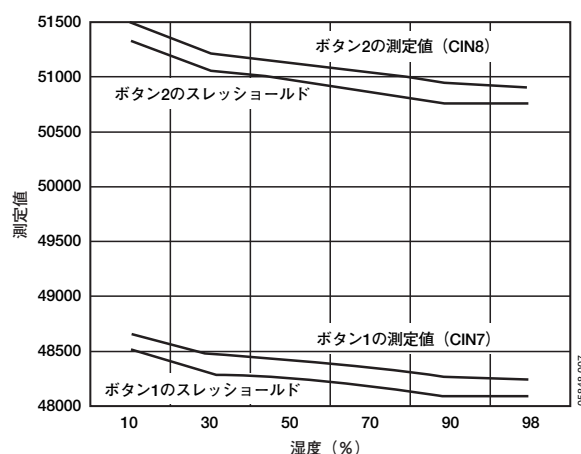


図7. アダプティブ・センサー機能を備えたボタン・センサー

同様に、この補償アルゴリズムによって、他のタイプのセンサーのスレッシュヨールド値も温度と湿度の変化に対して調整されます。図8に示すスライド・センサーの場合、起動レベルがスレッシュヨールド・レベルの上限を上回るか、または下限を下回るときに、センサーがアクティブであると登録されます。したがって、周囲温度の増減に伴って、センサーがアクティブになる可能性があります。しかし、アダプティブ・スレッシュヨールドを適用すれば、このような誤ったタッチが登録されることはありません。

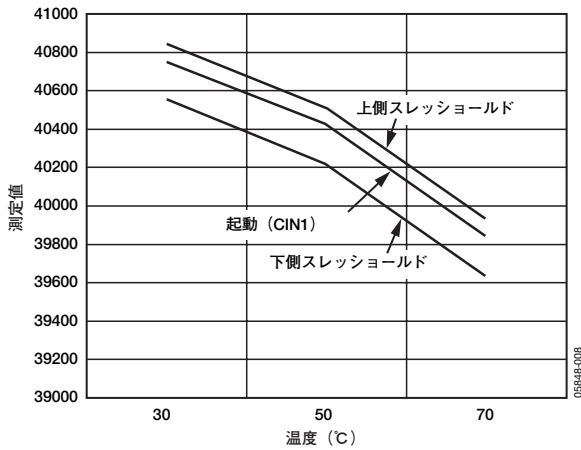


図8. 湿度一定 (50%) 時にアダプティブ・スレッシュヨールドを設定するスライド・センサー

図9に、ジョイパッドの動作を制御するスレッシュヨールドが湿度の変化に対して適応する様子を示します。CIN4測定値が左側または右側のスレッシュヨールドを超えるか、またはCIN6測定値が上側または下側のスレッシュヨールドを下回ると、ジョイパッドはこれをタッチ動作が実行されたものとして登録します。この場合も同様に、環境補償アルゴリズムによって、スレッシュヨールド値が環境の変化をトラッキングし、センサーの正常な動作が保証されます。

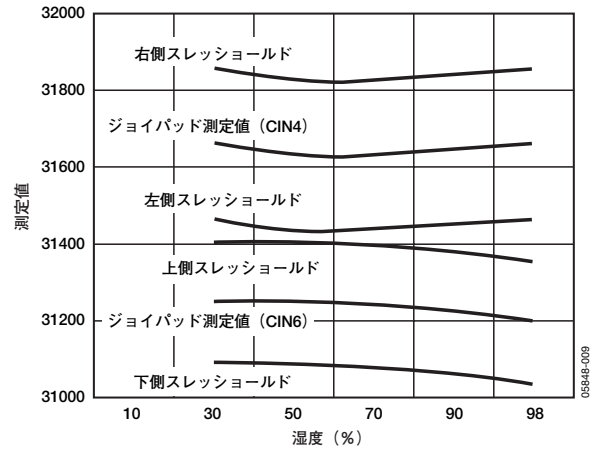


図9. 温度一定 (30°C) 時にスレッシュヨールドを設定するジョイパッド・センサー