

要点

- 消費電力に影響を及ぼす要素
- Atmel® QTouch® 設計で消費電力を減らすための指針

序説

様々な応用で容量性接触に基づく設計の使用増加で、消費電力は電化製品の殆どで鍵となる要因になっています。電池給電接触製品の場合に於ける電力支出は非常に重要で、電池寿命時間はより長くあるべき必要があります。

設計で使用される接触測定法に拘らず、システムは提唱された電力管理の仕組みを利用するように賢く構築されるべきです。電力を切るための一般的な休止動作形態を別にして、システムの消費電力を効果的に削減するために他の多くの接触設計の助言があります。

この応用記述は消費電力の説明となる要素を検討し、接触の機能と能力を妥協することなく、Atmel QTouch設計で可能な最低消費電力に達するための指針を提供します。

目次

1. 一般的な考慮	3
2. 消費電力に影響を及ぼす要素	3
2.1. 未使用周辺機能	3
2.2. 未使用汎用入出力	3
2.3. 低電圧検出器(BOD)	3
2.4. デバッグ インターフェース	3
2.5. 休止動作形態	4
2.6. アナログ入出力	4
3. QTouchパラメータ	4
3.1. 充電移転持続時間	4
3.2. 集中長	4
3.3. 検出積分(DI)	4
3.4. 電力最適化機能	5
3.5. 感知部集中群	5
3.6. 感知器の禁止	5
4. 感知器設計	5
4.1. 電極の大きさ	5
4.2. 前面パネル	5
4.3. 配置設計	6
4.4. 感知器設計部品	6
4.4.1. 採取コンデンサ(Cs)	6
4.4.2. 採取抵抗(Rsmp)	6
4.4.3. 直列抵抗	6
5. ソフトウェア技術	6
5.1. ウォッチドッグ タイマ割り込み	6
5.2. 活動とアイドルの周期動作	6
5.3. 接近活性化	7
5.4. コード最適化	7
5.5. 外部割り込み	7
6. 消費電力の結果	8
7. 参照	8
追補A. 略語	9
追補B. 改訂履歴	9

1. 一般的な考慮

MCUの消費電力は動作電圧、動作周波数、休止動作形態、活動期間、休止期間、周囲温度などのような多くの要素に依存します。特に消費電力に影響する優勢な要素は動作電圧と動作周波数です。

● 動作電圧

消費電力は動作電圧に直接的に比例します。動作電圧での増加は消費電力を増し、またその逆もです。従って電力を保存するために、設計者は可能なより低いシステム電圧の使用を考慮すべきです。

● 動作周波数

また、消費電力は動作周波数依存です。動作周波数はデバイスの活動時間に影響を及ぼします。実際の消費電力は各種周波数に渡る活動時間と活動電流間での相反関係です。

接触設計に於いて、電力消費はデバイスの活動期間によって大きく影響を及ぼされます。故に通常、デバイスの休止動作形態が電力消費を減らすために利用され、それによってデバイスの活動持続時間を減らします。だから、実世界の接触応用の殆どに於いて、デバイスは常に活動状態である必要がありません。

理論上、平均消費電力は次式によって計算されます。

$$\text{平均消費電力} = \frac{(\text{活動電流} \times \text{活動期間}) + (\text{休止電流} \times \text{休止期間})}{\text{活動期間} + \text{休止期間}}$$

ここで、

- 活動電流は接触測定中にデバイスによって消費される電流です。
- 活動期間はデバイスが活動動作形態である持続時間です。
- 休止電流は休止動作形態のデバイスによって消費される電流です。
- 休止期間はデバイスが休止動作形態であるまでの持続時間です。

この応用記述は活動と休止の期間を調整し、それによって最終応用での消費電力見積もりを減らす詳細を提供します。

実際に、Atmel QTouch設計の場合、システムの全ての消費電力必要条件に合う電力削減に対する単一の規則はありません。かなりの電力削減を達成するためのデバイス選択、効率的な接触感知器設計、ソフトウェア技術利用を行うのは設計者の努力です。

2. 消費電力に影響を及ぼす要素

Atmel QTouch設計で、動作電圧と周波数を別にして、一般的にMCU消費電力に対しても一因となる要素が下で一覧にされます。

2.1. 未使用周辺機能

未使用周辺機能を活性に保つことは、活動期間での消費電力を増加します。利用可能周辺機能の中で、応用で使用されない周辺機能はそのクロックを禁止することによって遮断することができます。これは個別周辺機能へのクロック供給を停止する、デバイスで利用可能な適切な電力削減レジスタを使用することによって可能です。

助言: 消費電力を削減するためにデバイスの活動期間で未使用周辺機能を禁止してください。

2.2. 未使用汎用入出力

未使用汎用入出力ピンが定義されたレベルを持つことを保証することが推奨されます。例え深い休止動作形態で殆どのデジタル入力禁止されても、消費電力を減らすために、活動動作、A/D変換雑音削減動作、パワーセーブ動作、アイドル動作のような他の動作形態で浮き入力は避けられるべきです。

助言: 定義されたレベルと消費電力削減を保証するために、未使用汎用入出力ピンは許可された内部プルアップを持つ入力として形態設定してください。

2.3. 低電圧検出器(BOD)

低電圧検出器の目的は活発に供給電力電圧を監視することです。BODはBODLEVELヒューズによって形態設定されます。BODは休止動作形態の間でさえ、漠然と電圧レベルを探知します。AtmelのpicoPower®デバイスでは電力を減らすためにパワーダウン休止動作形態でBODを禁止することが推奨されます。

ソフトウェアでBODが禁止されると、休止動作形態移行後直ぐにOFFされ、起き上がりで供給電圧を監視するために自動的にONにされます。

助言: Atmel picoPowerデバイス使用時、電力を保存するために応用ソフトウェアで休止動作形態でのBODを禁止してください。

2.4. デバッグ インターフェース

ヒューズ設定(OC DEN/DWEN)でチップ上デバッグが許可されると、デバイスは主クロック元が許可されるため、例え休止動作形態でもかなりの量の電力を消費します。より深い休止動作形態で、これは総消費電力に相当影響を及ぼすでしょう。

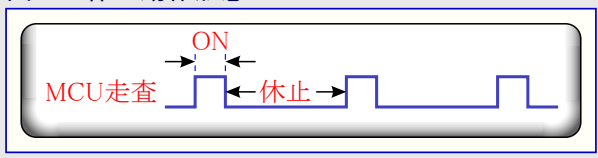
助言: 消費電力を減らすため、最終応用に於いてJTAGインターフェースとデバッグWIREを禁止してください。

2.5. 休止動作形態

デバイスが継続的に活動の時に消費電力は増加します。休止動作形態は活動期間を減らして消費される電力を減らすのに使用することができます。殆ど共通的に利用可能な休止動作形態はアイドル、パワーダウン、パワーセーブです。

各種休止動作形態は異なる周辺機能群を役立たせます。休止動作形態の中で、パワーダウン動作はこの動作形態が良好な電力削減に帰着し、殆ど全ての周辺機能を停止するため、最良の休止動作形態です。応用の電力必要条件に基づき、デバイスの活動と休止の期間を形態設定することができます。

図2-1. 休止動作形態



助言: 定義されたより短い持続時間の間を活動動作で、そしてより長い持続時間の間、デバイスを休止動作に保ってください。

2.6. アナログ入出力

Atmel QMatrix設計では、接触感知線としてADCピンが使用されます。これらのピンからのデジタル入力が必要とされません。故に、消費電力を減らすため、デジタル入力緩衝部を禁止するのに、デジタル入力禁止レジスタ(DIDR)の対応ビットが設定(1)されるべきです。

助言: アナログ動作に使用されるADCピンのデジタル入力緩衝部を禁止してください。

3. QTouchパラメータ

3.1. 充電移転持続時間

接触採取中、充電移転の流れは容量性接触測定の実行を引き起こします。Atmel QTouchライブラリは充電移転持続時間を制御するソフトウェアパラメータを提供します。

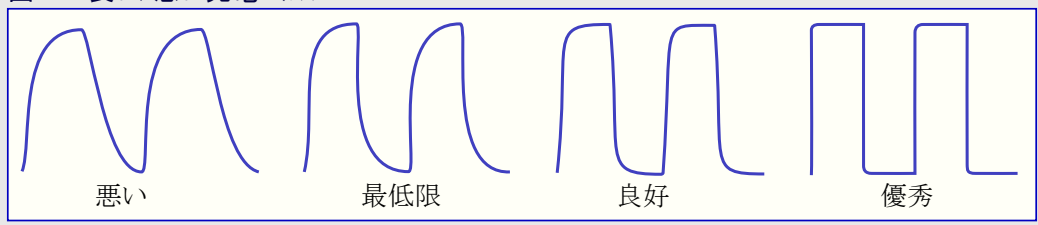
QT_DELAY_CYCLES・・・Atmel QTouchとQMatrix法用

DEF_QT_CHARGE_SHARE_DELAY・・・QTouch-ADC法

このパラメータは感知部電極で適切な充電を得るために調整されることが必要です。充電移転パルス測定するのにコイン・スコープ法を使用し、パルス形状が図3-1.で示されるように適切なことを確認してください。コイン・スコープ法のより多くの詳細については「QTAN0079: 鈕、摺動子、輪の感知部設計手引き」内の「2.1.2. 充電移転」を参照してください。充電持続時間の増加は接触採取時間(活動時間)を増し、それによって総消費電力を増します。

助言: 遅延周期パラメータに対する最適な値を得るためにコイン・スコープ法を使用してください。

図3-1. 良い/悪い充電パルス



3.2. 集中長

QMatrixに基づく設計では、集中長増加が感知部の感度を改善します。集中長は容量性接触測定に対して実行されることが必要な充電移転手順数を実際に定義する、個別感知部に対する形態設定可能なソフトウェアパラメータです。逆電圧構造が70~100mVの間であるように各感知部に対して集中長を設定してください。けれども決して250mV以上に増やすべきではありません。適切な感度を得るのに必要とされるように集中長を増加または減少してください。オシロスコープを使用し、「QTAN0062: 鈕、摺動子、輪のためのQTouchとQMatrixの感度調整」応用記述内の2.6.項で説明されるように、充電中にCs飽和を確認するためにYb線を調べてください。

集中長の増加は信号分解能を増し、それはまた総消費電力での増加の一因である接触測定時間も増やします。

助言: 逆電圧構造が70~100mVの間で、感知部が適切な感度を持つように、適切な集中長の値を使用してください。

3.3. 検出積分(DI)

QTouchライブラリは接触検出を確認するのに使用される検出積分機構が特徴です。DIは基本的に電氣的雑音のような偽の事象によって引き起こされる間違った検出を抑制します。感知部で接触があると、感知器毎のDI計数器は取得した感知部差が連続して検出閾値を超える毎に増加します。接触差が閾値レベル以上DI計数時間の間維持される場合、これは有効な接触を宣言します。また、DIは接触感知部の開放の間に応用することができます。

DI増加は接触測定持続時間(活動時間)を増やし、これによって消費電力を増します。とは言え、より高い値はシステム雑音耐性を改善します。

助言: 応答時間、雑音耐性、消費電力間の相反関係があるように、(例えば4と言う)DIに対する代表的な値を使用してください。

3.4. 電力最適化機能

Atmel QTouchライブラリはライブラリによって消費される電力を減らすためにソフトウェアでの任意選択を提供します。この任意選択は形態設定可能なマクロ定義、'`POWER_OPTIMIZATION`'の使用です。これが許可されると、いくつかの機能を抑制しますが、QTouchではほぼ40%の電力削減を提供します。

この機能はAtmel QTouch法に対してだけ適用できます。電力最適化が許可されると、QTouchに使用されるポート内の未使用ピンは他の応用に使用可能でなくなるかもしれません。この機能は拡散周波数域雑音抑制も禁止します。この機能はAtmel tinyAVR®とAtmel megaAVR®の接触ライブラリに対してだけ適用でき、Atmel AVR XMEGA®とAtmel AVR® UC3のライブラリは既定によって消費電力削減に最適化されています。

助言: 電力必要条件が重要な雑音なしQTouch設計で、ピンの複雑さが存在せず、放射性妨害波が必要条件でない時に電力最適化機能を許可してください。

3.5. 感知部集中群

感知部形態設定は応用必要条件によって選ばれるべきです。接触ライブラリは並列で偶数チャネルで接続された感知部を走査し、その後奇数チャネルで接続された感知部を走査します。

例えば、応用で8チャネルが形態設定されると、その後ライブラリは並列で0,2,4,6のチャネル上の感知部を走査し、そして1,3,5,7のチャネル上の感知部によって後続されます。

応用が4つの感知部だけが必要な時に、より速く感知部を測定することを接触ライブラリに許す、偶数チャネル群または奇数チャネル群のどちらかで全ての感知部を形態してください。この場合、全ての感知部が群化され、[内部ポート形態設定](#)で並列で走査されるため、[相互ポート形態設定](#)の代わりに内部ポート形態設定を使用することも望まれます。この形態設定が走査間隔を減らすため、デバイスの消費電力は確かに下がるでしょう。

助言: 設計が少ない感知器数(4以下)を使用する時に、内部ポート感知部形態設定を使用してください。

3.6. 感知器の禁止

設計で使用される感知器の中で、全ての感知器が常に活性である必要はありません。けれども、これは応用依存です。これらの感知器は総活動時間を減らすために走行時に禁止することができます。禁止された感知器は必要な時は何時でも許可することができます。

助言:

- 全ての感知器を禁止して全ての形態設定をそれらの既定値にリセットする、`qt_reset_sensing()` APIを使用してQTouch法の感知器を禁止してください。
- 8ビットAVRデバイスに対して標準接触ライブラリで`Burst_Length`パラメータを0に、UC3デバイス特有ライブラリで`Burst_Length`パラメータを1に設定することによってAtmel QMatrix法の感知器を禁止してください。

必要な時の感知器の禁止と再許可に関してQTouchライブラリで利用可能な公開ルーチンの使い方のより多くの詳細については[「Atmel QTouchライブラリ使用者の手引き」](#)の“5.6.5.”項を参照してください。

4. 感知器設計

接触感知部電極はシステムで消費される電力を減らすよう最適に設計されるべきです。最適な感知部設計に関して、設計者は[「QTAN0079: 釦、摺動子、輪の感知部設計手引き」](#)で提供される推奨に従う必要があります。

4.1. 電極の大きさ

電極の大きさは感知される対象物と同じ大きさか、またはそれよりも僅かに大きくあるべきです。殆どの場合でそれは人の指です。前面パネルに存在する図形シンボルに比べて大きさで僅かに大きい感知部電極を設計することは良い習慣です。代表的な電極の大きさは最低6~8mm、換言すると、接触中に十分な充電を結合するための人の指の大きさが必要です。

助言: およそ6~8mmの感知部電極用の代表的な大きさか、または感知される対象物の大きさを使用してください。

4.2. 前面パネル

使用する前面パネルの材質と厚さは感知部の感度に大きく影響を及ぼします。より厚い前面パネルを使用すると、感知部の感度は他のソフトウェアやハードウェアのパラメータで補償されることが必要で、それは消費電力の増加に帰着します。より低い誘電率を持つ前面パネル材料は電極表面で減少された電界侵入を持ちます。また、これは感知部の感度に影響を及ぼし、それは消費電力増加を意味するその他によって補償されることが必要です。

前面パネルの材質のより多くの情報についてと、一般的に使用される材料に対する誘電率を探すのも、[「QTAN0079: 釦、摺動子、輪の感知部設計手引き」](#)で“2.3.3. 前面パネル材料”項を参照してください。

助言: 適切な誘電率と減らされた可能な厚みを持つ前面パネル材料を使用してください。

4.3. 配置設計

感知器配線は感知部電極をデバイスへ接続する感知経路が可能な限り短く、感知部品は接触デバイス近くに配置されます。より長い感知経路を持つと、浮遊容量を増し、それは消費電力に影響を及ぼします。また、より長い経路は接触検出で不安定に引き起こされるかもしれない雑音を容易に拾います。感知部の感度を釣り合わせるため、DI、遅延周回、集中長のようなソフトウェアパラメータの調整が必要とされます。

助言: 良好なシステム電力削減を達成するために、より短い感知器経路を整え、PCB設計を最適にしてください。

4.4. 感知器設計部品

適切な感度と15の代表的な接触差値に対する目標を得るように感知器を調整してください。感知部信号をより大きな数値に評価することは不要な増加のため、増加された消費電力に帰着するでしょう。接触感知器調整指針については「[QTAN0062: 釦、摺動子、輪のためのQTouchとQMatrixの感度調整](#)」応用記述を参照してください。

下で詳細にされるように、採取コンデンサ、採取抵抗のような設計部品を調整してください。

4.4.1. 採取コンデンサ(Cs)

Atmel QTouch法では、採取コンデンサ(Cs)増加は感知器の感度を増し、そしてその逆もです。

Cs増加は信号分解能を増し、それによって増加された消費電力に帰着する接触測定時間(活動時間)を増します。

助言: 感度と消費電力の相反関係であるCsに対して最適な値を選んでください。

4.4.2. 採取抵抗(Rsmp)

Atmel QMatrix法では、採取抵抗変更が感知器の感度を変えるための1つの任意選択です。このパラメータは採取コンデンサ(Cs)の放電持続時間を制御します。

採取抵抗の増加は信号分解能を直接的に増す放電傾斜を増すため、感知器の感度を増します。放電持続時間での増加は接触測定(活動時間)に影響を及ぼすでしょう。

助言: 電力を保存するために十分な感度を提供する、採取抵抗用の値を使用してください。代表的に使用される採取抵抗は470kΩで、470kΩ～1MΩ間で変えることができます。

4.4.3. 直列抵抗

一般的に感知器のEMC/EMI/ESD性能を改善するために(QTouchでRsまたはQMatrixでRx,Ryとして参照される)直列抵抗が使用されます。雑音耐性を改善するために直列抵抗を変える時に、コイン・スコープ法を用いて感知部電極での適切な充電パルス形状を保証してください。直列抵抗増加のため、充電移転パルスの設定時間に影響を及ぼし、直列抵抗に対する不必要に大きな値の使用はシステムの消費電力に影響を及ぼします。

システム雑音耐性に於いて直列抵抗がどう手助けするかの情報についてはAtmelの「[AVR3000:QTouch導電耐性](#)」応用記述を参照してください。

助言: 電極を完全に充電し、十分な雑音耐性を提供する直列抵抗用の代表的な値を使用してください。代表的に標準的な設計で1kΩが使用され、Rsは導電雑音に対する耐性が必要な設計に於いて1kΩ～100kΩの間で変えられます。

5. ソフトウェア技術

例えば電池の寿命を延ばすために、非常に大きな省電力任意選択を要求する多くの接触製品があります。下の一覧は電力を保存するための少しの追加提案です。

5.1. ウォッチドッグ タイマ割り込み

殆どの応用は周期的な接触測定の実行にタイマ/カウンタ割り込みを使用します。ここでデバイスは連続的な接触測定間に導入される強制された休止期間がある以外、総消費電力を増す活動を常に維持します。

タイマ/カウンタ割り込みは深い休止動作形態からデバイスを起こすための起動元として使用することができません。故にかなり消費電力を減らすための提案は、周期的な接触測定を実行するのにウォッチドッグ タイマ割り込みを使用することです。接触採取が一旦終わると、その後次に次の接触採取を始めるためにウォッチドッグ タイマが経過するまでデバイスは(パワーダウン)休止動作形態に置かれます。

助言: 接触測定を発動するためにウォッチドッグ タイマ割り込みを使用してください。

5.2. 活動とアイドルの周期動作

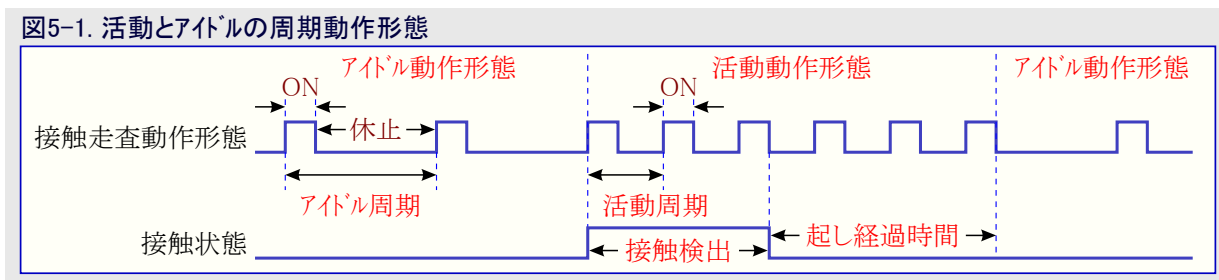
より良い電力削減を達成するため、応用ソフトウェアで活動とアイドルの周期を実装することができます。接触測定は応用の必要条件に基づいた規則的な間隔で発動されることが必要です。代表的に接触測定に25ms間隔が使用され、この間隔増加は感知器の応用時間に影響を及ぼします。

接触測定が、例えば50ms毎と言う、より速い速度で周期的にポーリングされるのが活動周期です。

接触測定が、例えば250ms毎と言う、より遅い速度で周期的にポーリングされるのがアイドル周期です。ここで、連続的な接触採取間の間隔時間増加は導入する休止期間によってで、それは代表的に100ms～500msの範囲にすることができます。

目的は接触活動がない限り、デバイスをアイドル動作に保つことです。接触検知があると、その後にデバイスは活動周期動作形態へ移行します。デバイスがアイドル動作形態の時に最初の接触検出が認証されるため、僅かに遅くなるかもしれませんが。その後の活動周期動作形態でのデバイスではより速い応用を持ちます。デバイスは定義された間隔時間の間、活動動作形態に留まり、その後に時間超過期間中に接触活動がなければ、アイドル動作形態へ逆戻りします。

接触検出中に定義された間隔時間の中にデバイスが活性のため、より多く電力を消費します。そしてその後にデバイスはアイドル動作形態へ移行し、接触活動がない限り、漠然とそこに留まり、それは非常に少ない電力しか消費しません。この方法はより大きな規模までデバイスの消費電力を効果的に減らします。



5.3. 接近活性化

かなりの電力削減を達成するための別の方法は、設計で付加的な近接感知器を実装することです。この方法は2つデバイスが必要です。主に接触応用に責任がある1つのデバイスと他のデバイスは単一チャネル近接感知器に責任があります。

近接制御器は単一チャネルを支援できるように、例えばAtmel ATtiny10のような標準AVRデバイスまたはAtmel AT42QT1010のような固定機能デバイスを選ぶことができます。近接感知器は図5-2.で示されるように、システムで存在する全ての実際の接触感知部を囲むように設計されるべきです。

ここでの目標は主接触デバイスを漠然と深い休止動作形態に保ち、休止から起こすために主デバイスに対する外部割り込みとして近接感知器検出状態を使用することです。従って主制御器は漠然とした休止で、使用者の指が接触システムにより近づく時に近接感知器を活性にします。これは規則的な接触測定を実行するために、順に割り込んで休止から主制御器を起こします。

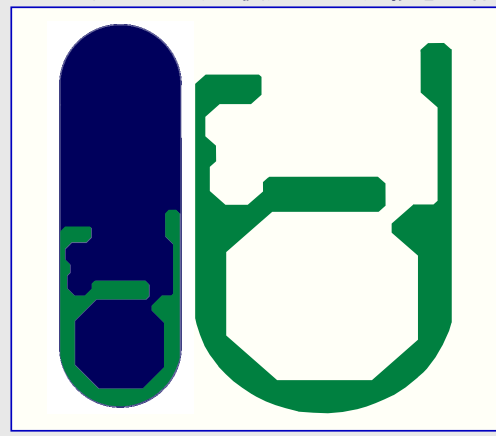
この方法は指定された起こし期間まで接触活動がない時に主制御器を休止動作形態に戻し置く、起こし期間も持ちます。

節電が重要な場所でのこの方法を使用してください。この方法の相反関係はこれが2つのデバイスを使用することです。

助言:

- 設計で存在する全ての感知器を囲む近接感知器を設計するのに単一チャネルAtmelデバイスを使用してください。
- 通常、休止に置かれる実際の接触デバイスに対する外部割り込みとして接近検出を利用してください。

図5-2. 起き上がりに使用される近接感知器



5.4. コード最適化

利用可能なコンパイラ ツールチェーンのGCCとIAR™の中で、IARコンパイラはGCCに比べて最良のコード最適化を提供します。電力の必要条件が重大な場所にはIARコンパイラを選ぶことが望まれます。消費電力を減らすため、プロジェクトのコンパイル中に'速度'に対する最適化の最高水準を選択することが推奨されます。

助言:

- 重大な電力必要条件に対してIARコンパイラ ツールチェーンを使用してください。
- 速度に対して最高最適化水準を選択してください。

5.5. 外部割り込み

2つのデバイスを持つシステムで、例えば1つが主で他は接触活性化に責任があります。そして接触デバイスは更なる活動のために主デバイス(主装置)に接触測定結果を送ります。主装置からの外部割り込みは周期的に接触測定を実行するのに使用することができます。この場合、接触デバイスは漠然と休止を保ち、主デバイスは接触測定を周期的に実行するために接触デバイスに割り込みを送ります。この方法の使用で、活動時間が減らされるため、接触デバイスの消費電力は大きく減らされます。

助言: 接触測定を実行するために別の主デバイスによって生成される外部割り込みを使用してください。

6. 消費電力の結果

採用された指針とで、表6-2と表6-4は様々な感知器と休止期間の形態設定を使用してAtmel ATtiny88に対して計算された平均消費電力を表します。この試験結果はAtmel QTouchとAtmel QMatrixの両方法の設計に対して得られた消費電力数値を比較します。

表6-1. QTouch試験構成設定詳細

デバイス	Atmel ATtiny88
技術	Atmel QTouch
動作電圧	3.3V
動作周波数	4MHz
ライブラリ版	5.0
採取コンデンサ(Cs)	0.022 μ F
直列抵抗(Rs)	1k Ω
WDT	許可
BOD	禁止
節電機能	許可
QT_DELAY_CYCLES	5
休止動作形態	パワーダウン動作

表6-2. QTouch消費電力の結果

チャンネル数 (キー)	測定周期 (ms)	活動期間 (ms)	活動電流 (μ A)	休止期間 (ms)	休止電流 (μ A)	平均電流 (μ A)
8	32	5	1527.2	27	4.05	242.042
8	64	5	1527.2	59	4.05	123.046
8	125	5	1527.2	120	4.05	64.928
8	250	5	1527.2	245	4.05	34.464
8	500	5	1527.2	495	4.05	19.232
4	32	4	1506.8	28	4.05	191.894
4	64	4	1506.8	60	4.05	97.972
4	125	4	1506.8	121	4.05	52.138
4	250	4	1506.8	246	4.05	28.094
4	500	4	1506.8	496	4.05	16.072
1	32	1.96	1463.8	30.04	4.05	93.46
1	64	1.96	1463.8	62.04	4.05	48.755
1	125	1.96	1463.8	123.04	4.05	26.938
1	250	1.96	1463.8	248.04	4.05	15.494
1	500	1.96	1463.8	498.04	4.05	9.772

表6-3. QMatrix試験構成設定詳細

デバイス	Atmel ATtiny88
技術	Atmel QMatrix
動作電圧	3.3V
動作周波数	4MHz
ライブラリ版	5.0
採取コンデンサ(Cs)	0.01 μ F
X線直列抵抗(Rx)	1k Ω
Y線直列抵抗(Ry)	1k Ω
採取抵抗(Rsmp)	470k Ω
WDT	許可
BOD	禁止
QT_DELAY_CYCLES	4

表6-4. QMatrix消費電力の結果

チャンネル数 (キー)	測定周期 (ms)	活動期間 (ms)	活動電流 (μ A)	休止期間 (ms)	休止電流 (μ A)	平均電流 (μ A)
8	32	6	1542.8	26	4.05	292.566
8	64	6	1542.8	58	4.05	148.308
8	125	6	1542.8	119	4.05	77.91
8	250	6	1542.8	244	4.05	40.98
8	500	6	1542.8	494	4.05	22.515
4	32	3	1534.8	29	4.05	147.558
4	64	3	1534.8	61	4.05	75.804
4	125	3	1534.8	122	4.05	40.788
4	250	3	1534.8	247	4.05	22.419
4	500	3	1534.8	497	4.05	13.235
1	32	0.8	1608	31.2	4.05	44.149
1	64	0.8	1608	63.2	4.05	24.099
1	125	0.8	1608	124.2	4.05	14.315
1	250	0.8	1608	249.2	4.05	9.183
1	500	0.8	1608	499.2	4.05	6.616

7. 参照

- 1) QTAN0079: 釘、摺動子、輪の感知器設計手引き - <http://www.atmel.com/images/doc10752.pdf>
- 2) QTAN0062: キー、摺動子、輪に対するQTouchとQMatrixの感度調整 - <http://www.atmel.com/images/QTAN0062.pdf>
- 3) AN-KD02: 成功するQTouch設計の秘訣 - http://www.atmel.com/images/an-kd02_103-touch_secrets.pdf
- 4) Atmel QTouchライブラリ使用者の手引き - <http://www.atmel.com/Images/doc8207.pdf>
- 5) Atmel AVR3000: QTouch導電耐性 - <http://www.atmel.com/images/doc8425.pdf>

追補A. 略語

QTouch法

自己容量を用いた容量性接触感知技術の形式 - 各チャネルは1つだけの電極を持ちます。

QMatrix法

共同容量を用いた容量性接触感知技術の形式 - 各チャネルは駆動電極(X)と受け取り電極(Y)を持ちます。

信号

チャネルでの容量変化に対する生測定

参照基準

チャネルでの信号データに対する長期平均測定

接触差

参照基準と信号値間の差

検出閾値

有効な接触に必要とする差を決めます。

内部ポート形態設定

感知器のSNSとSNSKのピンが同じポートで利用可能な時のQTouch採取法ライブラリに対する形態設定

相互ポート形態設定

感知器のSNSとSNSKのピンが異なるポートで利用可能な時のQTouch採取法ライブラリに対する形態設定

接触採取

単一容量性接触測定処理

電極

電極は基本的に配線基板(PCB)上の銅の領域ですが、硝子やプラスチックの接触画面上の透明導電酸化インジウム スズ(ITO:Indium Tin Oxide)の領域にもできます。

追補B. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
42056A	2012年12月	初版資料公開



Enabling Unlimited Possibilities®

Atmel Corporation

1600 Technology Drive
San Jose, CA 95110
USA
TEL (+1)(408) 441-0311
FAX (+1)(408) 487-2600
www.atmel.com

Atmel Asia Limited

Unit 01-5 & 16, 19F
BEA Tower, Millennium City 5
418 Kwun Tong Road
Kwun Tong, Kowloon
HONG KONG
TEL (+852) 2245-6100
FAX (+852) 2722-1369

Atmel Munich GmbH

Business Campus
Parking 4
D-85748 Garching b. Munich
GERMANY
TEL (+49) 89-31970-0
FAX (+49) 89-3194621

Atmel Japan G.K.

141-0032 東京都品川区
大崎1-6-4
新大崎勸業ビル 16F
アトメル ジャパン合同会社
TEL (+81)(3)-6417-0300
FAX (+81)(3)-6417-0370

© 2012 Atmel Corporation. 全権利予約済 / 改訂:42056A-AVR-12/2012

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、AVR®, Enabling Unlimited Possibilities®, megaAVR®, tinyAVR®, QTouch®, XMEGA®とその他はAtmel Corporationの登録商標または商標またはその付属物です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

お断り: 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイトに表示する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえばAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

© HERO 2013.

本応用記述はAtmelのAVR3005応用記述(Rev.42056A-12/2012)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には()内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。