

## AVR3000 : QTouch導電耐性

### 1. 序説

EMC適合検査必要条件は通常、システムに接続されるかもしれないケーブルを通して結合されるRF妨害に対する製品の感受性の検査を含みます。全てのケーブルが導電されたRF電圧と電流を運び、そしてそれらの電圧と電流が電気装置を妨害し得るため、それらがそれらの意図される動作環境で頼もしい動作を保証するために製品を検査するのは良識です。

例えば殆どの応用が導電雑音に対する高水準の耐性がなくても、或る工業分野(例えば、少し挙げるなら、車載、工業、白物家電)はEMC適合用に定義された規格を持ちます。

このような環境で容量性接触インターフェースを使用する時に、導電雑音の密接な関係と、注意深い設計を通してその影響を緩和する方法を理解することが重要です。

いくつかの基本的なハードウェア変更で、ATMEL®接触応用はCI試験のための最高の工業規格に合うように設計することができます。

この応用記述は導電耐性試験の基本的な概要を提供し、ATMELの容量性接触応用のために雑音耐性を改善するのに使用される技術を詳細に記述します。

### 2. 導電耐性

導電RF耐性は単純にその外部の線とケーブルによって運ばれる望まれない雑音のRF電圧と電流に対する製品の耐性を参照します。この望まれない雑音の源は、RF送信部、スイッチング電源、RF範囲で電気的な活動を持つ他の相互接続されたデバイスを含み得ます。

導電雑音は一般的にコモンモード(CM)でデバイスへの全ての接続ケーブルを横切って現れます。

容量性接触応用は一般的に人的相互作用が起こるまでCM雑音によって影響を及ぼされません。これは電源線がVCCとGND間で安定な差を維持し、戻り道が雑音源参照基準(通常は大地)へ提供されずに回路機能が正常であるからです。

けれども一度人的相互作用が起こると、使用者の指は今や戻り道を提供し、直接的に容量性感知器へ雑音を効果的に結合します。この雑音が通常の濾波算法が無効になる水準に達する時に、接触測定に誤りが誘引され、システムは当てにならなくなります。これは検出されない接触、誤った接触、またはいくつかの場合での完全なシステム閉鎖固定化を通してそれ自身を表明し得ます。

従って接触応用が設計される動作環境を理解し、望まれない雑音妨害の影響に本気で取り組むために適切な技術を適用することが重要です。

### 3. 試験必要条件

#### 3.1. EMC規格

無線周波数領域によって誘導される導電妨害に対する耐性試験はIEC/EN 61000-4-6規格によって定義され、度々電磁両立性(EMC:Electro-Magnetic Compatibility)指令下で一覧にされる耐性規格による基本試験法として思い出されます。この規格は導電雑音に対する電気用品と電子機器の機能的耐性を評価するための一般的な参照基準と試験方法の組を制定します。

#### 3.2. CI判定基準

CI試験は被試験装置と連携するケーブルの各々にRF電圧と電流を注入することを意味します。検査システムに対する基本的な必要条件は150kHz~80MHzまでの周波数範囲に渡って段階的に十分な振幅で変調されたRF信号を生成することです。上側の周波数範囲はいくつかの製品規格や顧客特有必要条件によって拡張されるかもしれません。

検査される周波数範囲は小さな段階の数で網羅されます。各段階では、被試験装置(EUT:Equipment Under Test)が性能劣化に対して調べられる一方、“停止時間”があります。



8ビット ATMEL  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 8425A-08/11, 8425AJ1-12/13

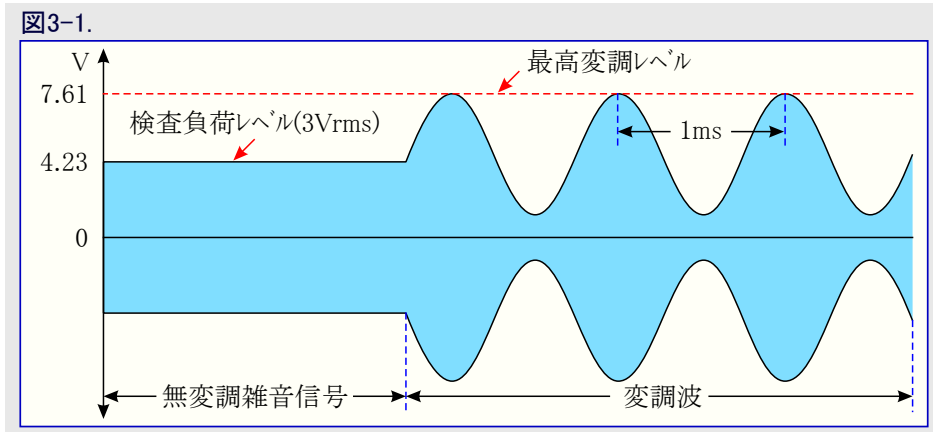
IEC/EN 61000-4-6の表1に従い、標準試験は以下です。

検査レベル1	1Vrms
検査レベル2	3Vrms
検査レベル3	10Vrms
検査レベルX	使用者指定

検査レベルXは'開かれた'仕様と呼ばれ、それらの規格によって網羅された装備の形式に関してそれがより適切であるとかれらが思う場合に、製品または標準規格委員会によって設定されるべき仕様に対して柔軟性を提供するために含まれています。

検査レベル1と2は一般的に国内且つ民生環境を意図した製品の適合試験に必要な最小負荷水準と考えられます。検査レベル3は通常、工業応用に適用します。

上の表の値はr.m.sで表現される無変調雑音信号の開回路検査レベル(e.m.f)を参照します。検査適用時、この信号は実世界環境を模擬するために1kHzの正弦波で変調された80%振幅です。



IEC/EN 61000-4-6検査レベルは常に無変調波に対して指定されます。例えば、3Vrms検査は図3-1.で示されるように15.22Vの頂点間電圧を持ちます。

### 3.3. 順法判定基準

通過/落第の判定基準は製品の目的と機能に依存します。また、それは顧客の期待によって定義されるかもしれません。

IEC/EN 61000-4-6は被試験装置の性能を評価するための4つの標準分類を推奨します。

等級A - 動作または機能で重要な劣化が許されません。

等級B - 動作に於いていくつかの劣化が起きるかもしれませんが、製品は操作者のどんな介入もなく一旦負荷が取り去られると、製品は回復します。動作状況での変化やデータの損失は起きません。

等級C - 被試験装置(EUT)の動作に影響を及ぼされ、通常動作に回復するために操作者の介入が必要とされます。また、データの損失は許されません。

等級D - 回復不能な機能損失または性能の劣化。データの損失が起こるかもしれません。

### 3.4. 雑音注入方法

IEC/EN 61000-4-6で記述される多くの代替検査変換器があり、そしてそれは接続されたケーブルにRF雑音信号を誘導するのに使用することができます。

規格に従って、望まれる手法は被試験ケーブルへ直接的にRF電圧を注入するのに結合/減結合網(CDN: Coupling-Decoupling Networks)を使用することです。CDNは全ての変換器の最小能力が必要で、被試験装置(EUT)のケーブルへの合理的且つ正確なRF電圧を維持し、注入された供給元インピーダンスを自動的に且つ正確に制御します。

大量電流注入(BCI: Bulk Current Injection)と電磁圧着(EM-Clamp: Electromagnetic Clamp)のような代替法も記述されますが、それらの方法のどちらかを使用する時に規格で述べられた指示に厳密に従うことが重要です。どちらの技術でも不正な適用は殆どの実生活電磁環境に非現実的である過酷な過剰試験状況を作成し得ます。

## 4. 雑音耐性改善

感知部配置への念入りの注意といくつかの基本的な回路変更で、IEC/EN 61000-4-6で指定されるような最高のCI適合必要条件に合致するATMELの容量性感知器技術を使用する接触解決策を実現することが可能です。

## 4.1. 信号経路インピーダンス

感知部電極から接触制御器入力への信号経路のインピーダンス増加はATMEL® AVR® QTouch、ATMEL AVR QMatrix、ATMEL AVR QTouch-ADC感知法を使用する応用での導電雑音に対する耐性をかなり改善することができます。'充電移転'経路に於けるより大きな直列抵抗は信号完全性を維持する一方で雑音に対する高インピーダンスを提供します。

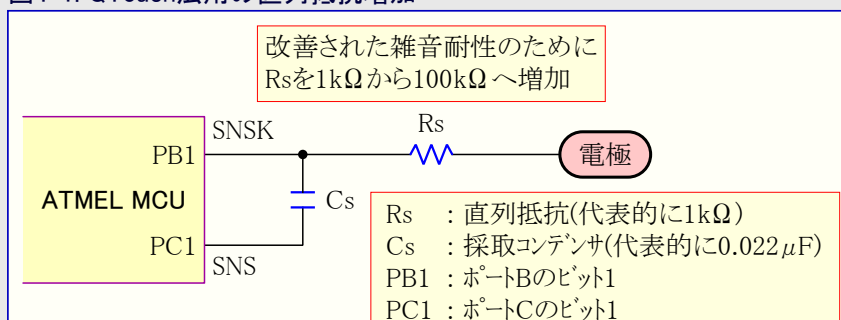
1kΩの代表的な値から約100kΩへの直列抵抗増加と完全な'充電移転'の保証は、2つまたはそれ以上の要素によって代表的に雑音耐性を改善することができます。与えられた応用での雑音妨害に依存して、最適中間抵抗値は消費電力と応答時間のような他のシステム設計必要条件に合致すると同時に必要な雑音抑制水準を達成するように選ぶことができます。

QTouch、QMatrix、QTouch-ADC感知法は最小電力用に最適化されています。高い値の直列抵抗の追加は容量測定時間を増し、それによって応答時間と消費電力を増す、増加された'充電移転'が必要です。けれども、消費電力での少しの増加で、導電雑音耐性での相当な改善を達成することができます。直列抵抗が増加される時の充電移転パルスの正しい調整を保証するには4.1.4項を参照してください。

### 4.1.1. QTouch

QTouchの場合、図4-1.で示されるようにSNSKポートピンでのより大きな値の直列抵抗の使用が改善された雑音耐性に帰着します。

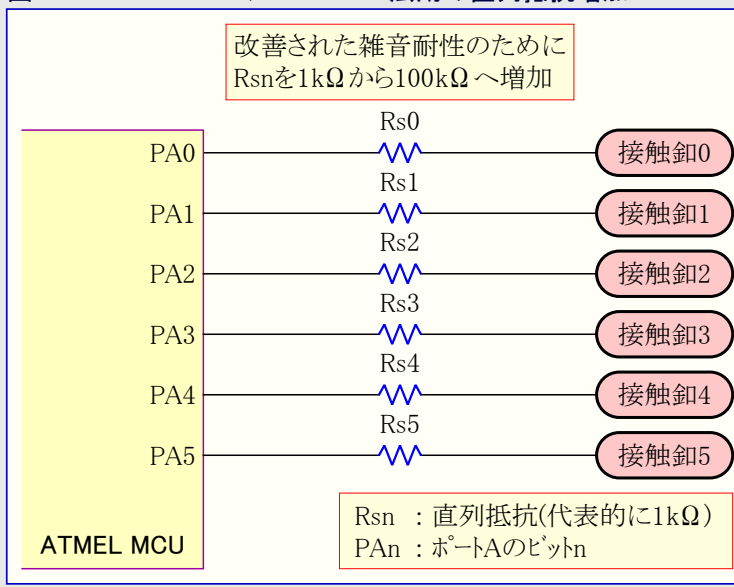
図4-1. QTouch法用の直列抵抗増加



### 4.1.2. QTouch-ADC

QTouch-ADCについては、図4-2.で示されるように感知部に接続されるポートピンでのより大きな値の直列抵抗の使用が改善された雑音耐性に帰着します。

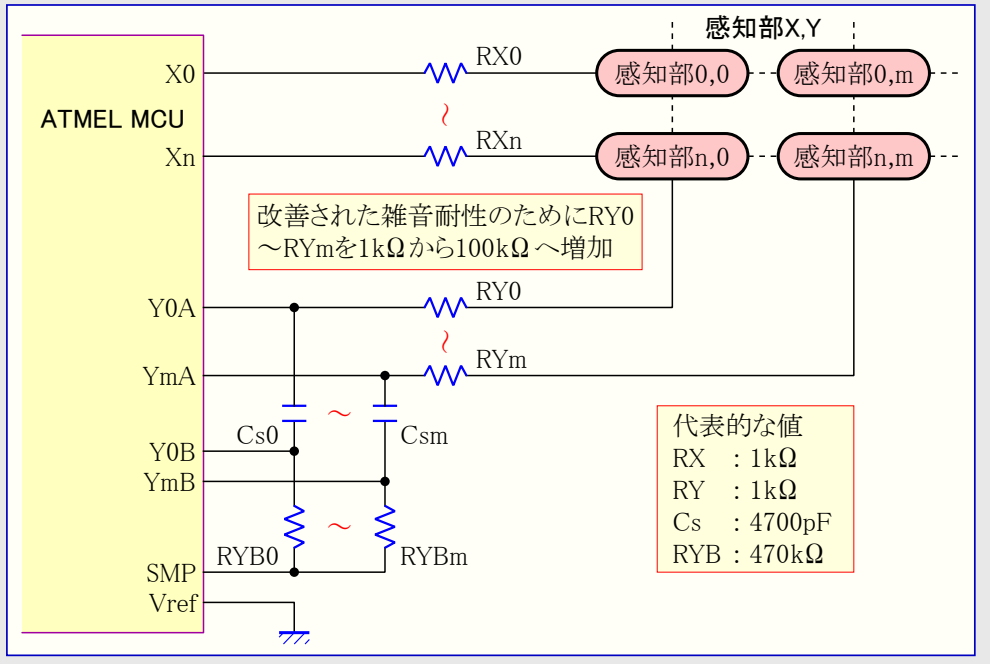
図4-2. ATMEL AVR QTouch-ADC法用の直列抵抗増加



### 4.1.3. QMatrix

QMatrixの場合、図4-3.で示されるようにYAポートピンでのより大きな値のRY直列抵抗の使用が改善された雑音耐性に帰着します。

図4-3. QMatrix法用の直列抵抗増加



### 4.1.4. 正しい充電移転パルスのための調整

直列抵抗の増加で、感知部容量との組み合わせで形成されるRC時定数は充電移転設定処理を減速します。安定で繰り返し性が高い結果を得るため、正しい設定処理を保証することが重要です。充電移転パルスの概要とオシロスコープを用いて良い/悪い充電パルスを観測する方法については、ATMELの[接触感知器設計手引き](#)内の'充電移転'を参照してください。良好な充電パルスを達成するために、充電移転時間を制御するためのファームウェアパラメータが増やされるべきです。

応用特定デバイスについてはこのパラメータが関連データシートで確認されるでしょう。

ATMEL QTouchライブラリ使用時、QT\_DELAY\_CYCLESパラメータはQTouch法に対する'充電周期'時間を増すように使用されるべきです。ATMEL AVR QMatrixの場合については、QT\_DELAY\_CYCLESパラメータが'停止時間'を増すように使用されるべきです。ATtiny 40デバイス用のQTouch-ADCの場合については、より高い'csd'値を持つライブラリが使用されるべきです。ATtiny20デバイス用のQTouch-ADCの場合については、より高い値のDEF\_QT\_DELAY\_CYCLESパラメータが使用されるべきです。これらのパラメータの付加情報についてはQTouchライブラリ使用者の手引きを参照してください。また、感度調整についてはQTAN0062:キー、摺動子、輪に関するQTouchとQMatrixの感度調整も参照してください。

100kΩの直列抵抗、4μsまたはより大きな'充電移転'時間が推奨されます。

## 4.2. 感知部設計の考慮

CI雑音に対する優秀な耐性は容量性感知応用に対して良好な配置を持つことによって達成することができます。マイクロコントローラ入力ピンから感知電極への経路は可能な限り短く保たれるべきで、電極設計はATMELの[接触感知器設計手引き](#)での推奨と一致すべきです。

QTouchとQTouch-ADCを用いる自己容量電極形態設定について、雑音耐性に於ける追加の改善はGND充填追加、平面法または感知部の後ろに交差線(ハッチ)GND面を持つものどちらかによって達成することができます。GND充填は接触制御器入力ピンから離れて結合雑音に道を教える、低インピーダンス雑音経路を提供します。例えこの手法が感知器利得での影響のために標準的な感知器設計指針下で推奨されなくても、GND充填から得られたSNR改善は、雑音が多い環境で動く時に接触感度でのどんな削減よりも遥かに重要で有り得ます。

殆どの場合、GND充填の導入のための感知部利得の損失は注意深く感度調整することによって補償することができます。

QMatrixを使用する相互容量電極について、GND充填は雑音耐性に対するどんな追加的改善にも帰着しません。

### 4.2.1. GND充填平面構築

自己容量感知部用GND充填は図4-4.で示されます。感知部とGND面間の隙間は上を覆う板の厚さ(T)の半分であるべきです。この方法は片面基板に対して有効です。

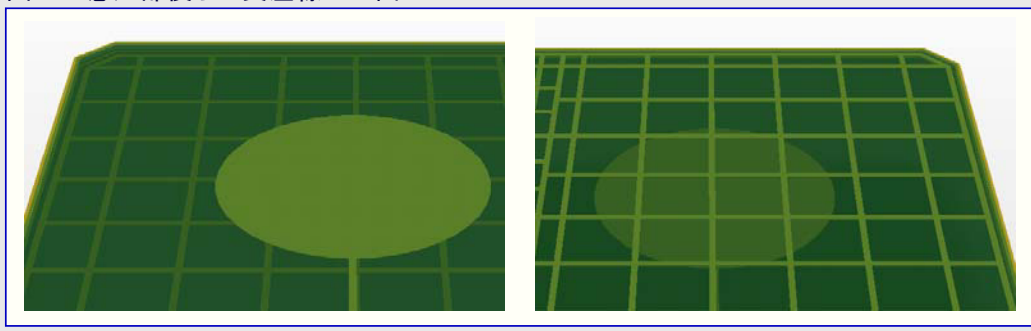
図4-4. 感知部近くのGND充填



### 4.2.2. GND充填、感知部後ろの交差線GND面

図4-5.は感知部後ろの交差線GND面の配置を示します。左側の画像は上側視野を示し、右側の画像は裏面視野を示します。

図4-5. 感知部後ろの交差線GND面



感知器利得削減と雑音抑制間の相反関係の釣り合いのため、殆どの応用に対して50%網目充填が推奨されます。

## 5. 結び

ATMEL AVR QTouch、ATMEL AVR QTouch-ADC、ATMEL AVR QMatrix法の場合について、'充電パルス'調整と一緒に増加された直列抵抗は導電耐性雑音に対して改善された保護を提供します。QTouchとQTouch-ADC法の場合、追加的な改善はGND充填を使用することによって達成することができます。

## 6. 参照

1. 接触感知器設計手引き  
[www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc10620.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc10620.pdf)
2. ATMEL AVR QTouchライブラリ使用者の手引き  
[www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/doc8207.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc8207.pdf)
3. QTAN0062:キー、摺動子、輪に対するQTouchとQMatrixの感度調整  
[www.atmel.com/dyn/resources/prod\\_documents/QTAN0062.pdf](http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/QTAN0062.pdf)

## 7. 目次

1. 序説	1
2. 導電耐性	1
3. 試験必要条件	1
3.1. EMC規格	1
3.2. CI判定基準	1
3.3. 順法判定基準	2
3.4. 雑音注入方法	2
4. 雑音耐性改善	2
4.1. 信号経路インピーダンス	3
4.1.1. QTouch	3
4.1.2. QTouch-ADC	3
4.1.3. QMatrix	4
4.1.4. 正しい充電移転パルスのための調整	4
4.2. 感知部設計の考慮	4
4.2.1. GND充填平面構築	5
4.2.2. GND充填、感知部後ろの交差線GND面	5
5. 結び	5
6. 参照	5
7. 目次	6





#### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131  
USA  
TEL (+1)(408) 441-0311  
FAX (+1)(408) 487-2600  
[www.atmel.com](http://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*

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

#### © 2011 Atmel Corporation. 全権利予約済

ATMEL®、ATMELロゴとそれらの組み合わせ、それとQTouch®、AVR®、AVR®ロゴとその他は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AVR3000応用記述(doc8425.pdf Rev.8425A-08/11)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。