

R8C/38T-A グループ

ノイズ対策サマリー

R01AN1219JJ0100
Rev.1.00
2012.06.18

要旨

タッチパネルマイコン R8C/38T-A グループは、タッチ電極と人体の間に発生する浮遊容量を測定することで人体の接触を感知するハードウェア(タッチセンサーコントロールユニット、以下 TSCU)を内蔵しています。

本アプリケーションノートでは、タッチ検出に関わる各種ノイズへの対策方法について説明しています。

対象デバイス

R8C/38T-A グループ

目次

1. タッチ検出に影響を及ぼすノイズ	2
2. ノイズ対策	5
3. 評価	17

1. タッチ検出に影響を及ぼすノイズ

一般的に静電容量式タッチ(以下タッチ)検出は、容量検出の電極の構造上外来ノイズの影響を受けやすい。タッチ検出がノイズの影響を受けると以下のような製品の不具合となる事がある。

- ・ キーが操作無しで ON となる。
- ・ キーが操作を受け付けない。
- ・ キーが操作通りに反応しない。ON,OFF を繰り返すなど不安定となる。
- ・ 指の接近でキーが ON になる。過敏になる。

この章ではタッチ検出に影響を及ぼすノイズの種類について説明する。なお、温度変化や部品の経年劣化なども外乱の一部として紹介する。

1.1 ノイズの種類

図 1-1にタッチ検出に影響するノイズの例を示す。蛍光灯、液晶 TV、IH クッキングヒータ、パソコンなど一般家庭の電化製品のほとんどはインバータ電源を内蔵しており、数十～数百 Hz のインバータノイズを発生している。また、ラジオ電波塔、携帯電話の基地局、無線機などは数千 KHz～数 GHz の帯域で電波を発生しており、これら放射系ノイズは、タッチ電極、電源/GND ラインからマイコン内に侵入しタッチ計測に影響を与える。また、タッチ製品自体の電源回路、LED やインバータモータの制御系からのノイズが影響する場合もある。更に温度の変化やタッチ回路のコンデンサなどの経年劣化など、緩やかな変化ではあるが、タッチ計測に対する外乱の一種と考えられる。

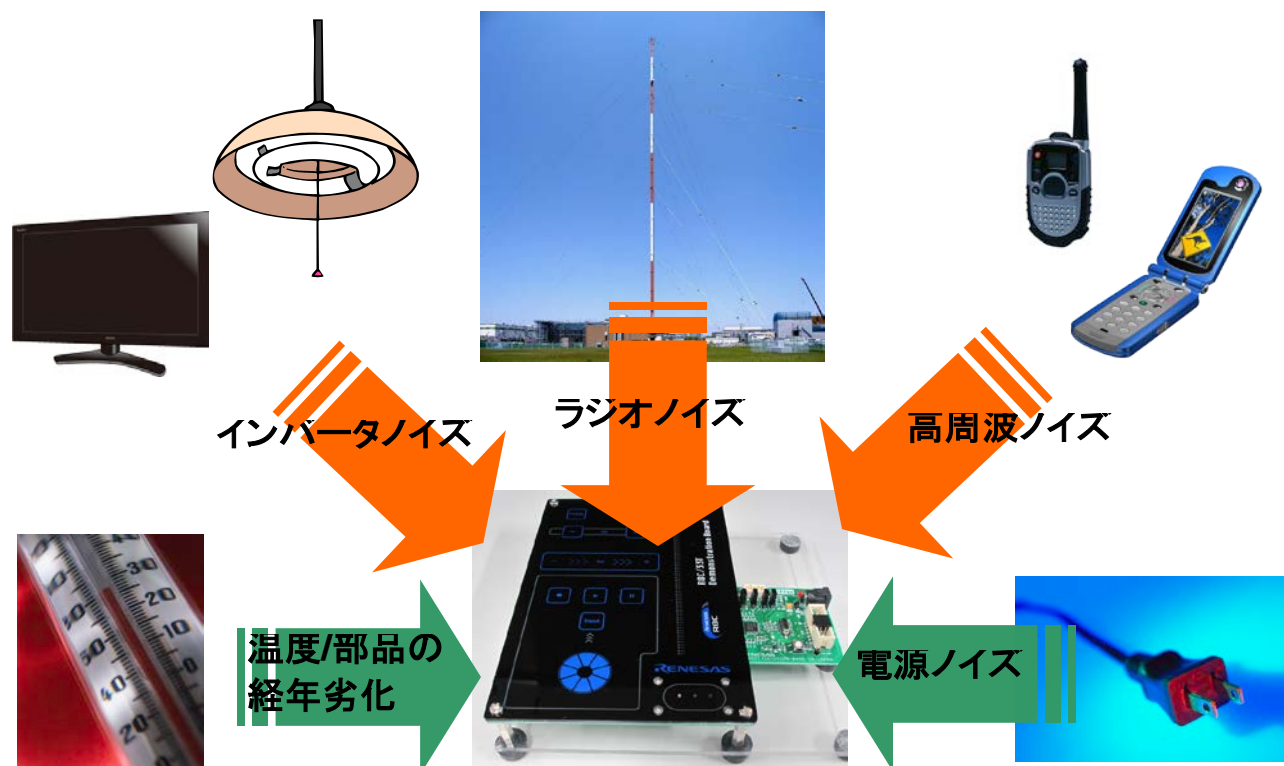


図 1-1 タッチに影響を及ぼすノイズ

1.2 各ノイズの特長

ノイズは、その振幅、変調度、周波数によりタッチ検出に影響を及ぼす度合いが異なる。この章では周波数帯域による典型的なノイズ発生源とその影響について説明する。

1.2.1 低周波 ～数百 KHz

典型的なノイズ源は、AC 電源からのハム (50Hz,60Hz)、インバータ機器 (5KHz～200KHz 付近) など。特にインバータ機器は、蛍光灯、AC アダプタ、IH クッキングヒータなど家庭内でよく使われており問題となる事が多い。また、製品自体で LED やモータの PWM 制御などがある場合に、配線間の容量結合や電源/GND ライン経由でノイズが印加される事がある。図 1-2 に通常のタッチ計測波形と蛍光灯からのインバータノイズ(約 50KHz)が重畳したタッチ計測波形の例を示す。タッチ計測波形がノイズ周期で波動している様子が観測されている。

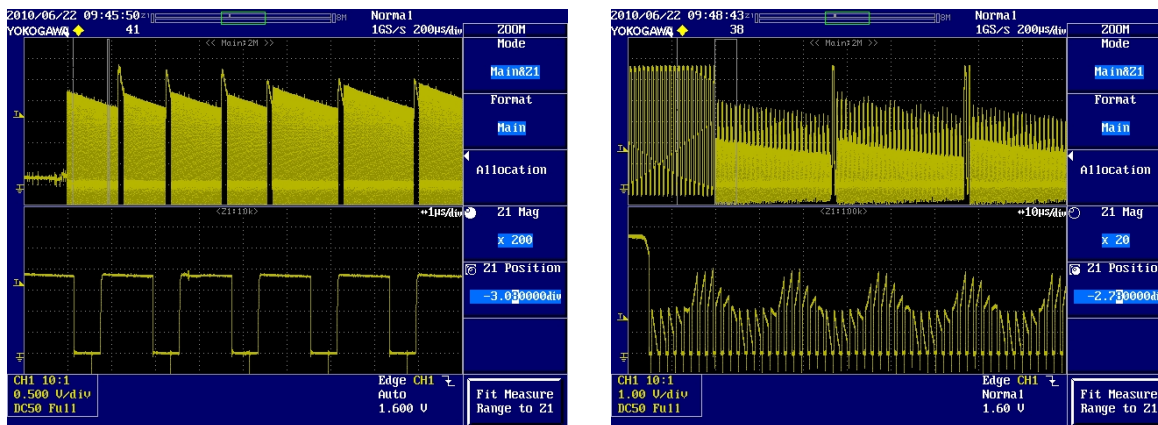


図 1-2 通常のタッチ計測波形 (左) と蛍光灯からのインバータノイズが重畳された計測波形 (右)

1.2.2 中波 ～数 MHz

中波ラジオ電波塔が代表例となる。中波ラジオは振幅変調(AM 波)であり重畳される音声に合わせてノイズ強度が変動する。また AM 波は人体を伝播するため、人がキー操作をした際に人体の容量変動と同様に観測されるため対策が難しい。また、タッチ計測周波数に近くエイリアスが発生する事があるため特殊な対策が必要となる。ただし、事象は電波塔の周辺のみで発生するため、地域的には電波塔から半径 1 Km 程度内に限定される。図 1-3 に人体を経由して AM 波がタッチ回路に印加される例を示す。この場合、人がキーを操作した時に反応しない、過敏に反応する、ON/OFF を繰り返すなどの事象が発生する。

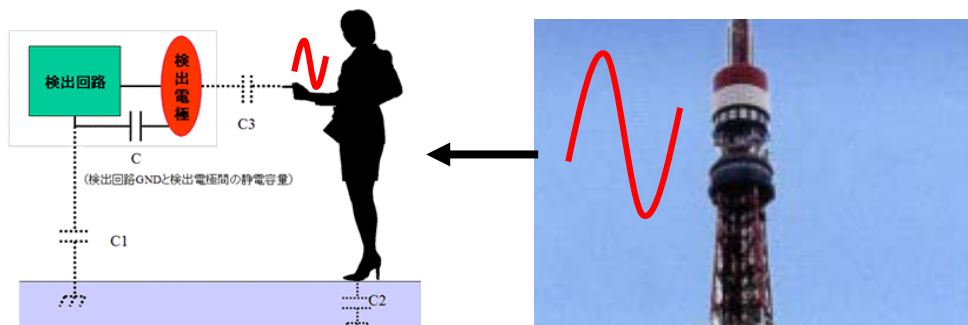


図 1-3 人体を経由して AM 波がタッチ回路に印加される例

1.2.3 高周波 数 MHz 以上

FM 無線機 (20MHz～500MHz 付近)、携帯電話(800MHz～2GHz 付近)、TV の電波塔(30MHz～300MHz 付近)が代表例。高周波帯域のため距離による電波の減衰が大きく、中波ラジオ電波塔のように半径 1Km 内に影響を及ぼすような事例は無い。携帯電話は常時電波を放射しタッチキー製品の上に放置されるケースもあり対策が必要となる。また、違法に出力を上げた車載無線機などが近所を通過した際に問題となる場合もある。図 1-4 にタッチキー上に放置された携帯電話の例を示す。このような場合、電波によるノイズと共に携帯電話機そのものがキーを ON する容量として作用するため特別な対策が必要となる。



図 1-4 タッチキー上に放置された携帯電話

1.2.4 温度変化、経年劣化 数 Hz 以下

温度変化や経年劣化は直接タッチ電極に外乱を与えないが、タッチ回路に使用されるコンデンサや抵抗の値が緩やかに変動し、タッチ感度も合わせて変動する。時間当たりの変動量が微小であるため対策は容易であるが、あまり温度や経年劣化に弱いコンデンサを製品に使用するとソフトウェアによる調整範囲を超えてタッチ検出に影響が発生する可能性があるため注意が必要である。

2. ノイズ対策

ルネサスタッチパネルマイコンには、ハードウェアによるノイズ対策機能が組み込まれており各種ノイズに対応可能である。更に高速な 16bitCPU を生かしソフトウェアによるノイズフィルタリングにて、より強力なノイズイミュニティを実現している。この章では、それら機能の紹介と調整方法に加えノイズ耐性に優れた基板設計、筐体設計について説明する。図 2-1は、ノイズ源の周波数帯域と各種ノイズ対策の有効帯域を示す。ノイズは極低周波からGHz帯域まで広域に存在する。各タッチマイコン向けタッチAPIは、基本的なノイズ対策（セカンダリカウンタ設定、タッチ計測タイミング調整、タッチ計測波形調整、ドリフト処理など）を組み込んだ状態で提供している。しかし使用する製品および使用環境によっては、更なる対策の組み込みや調整が必要となる場合もある。

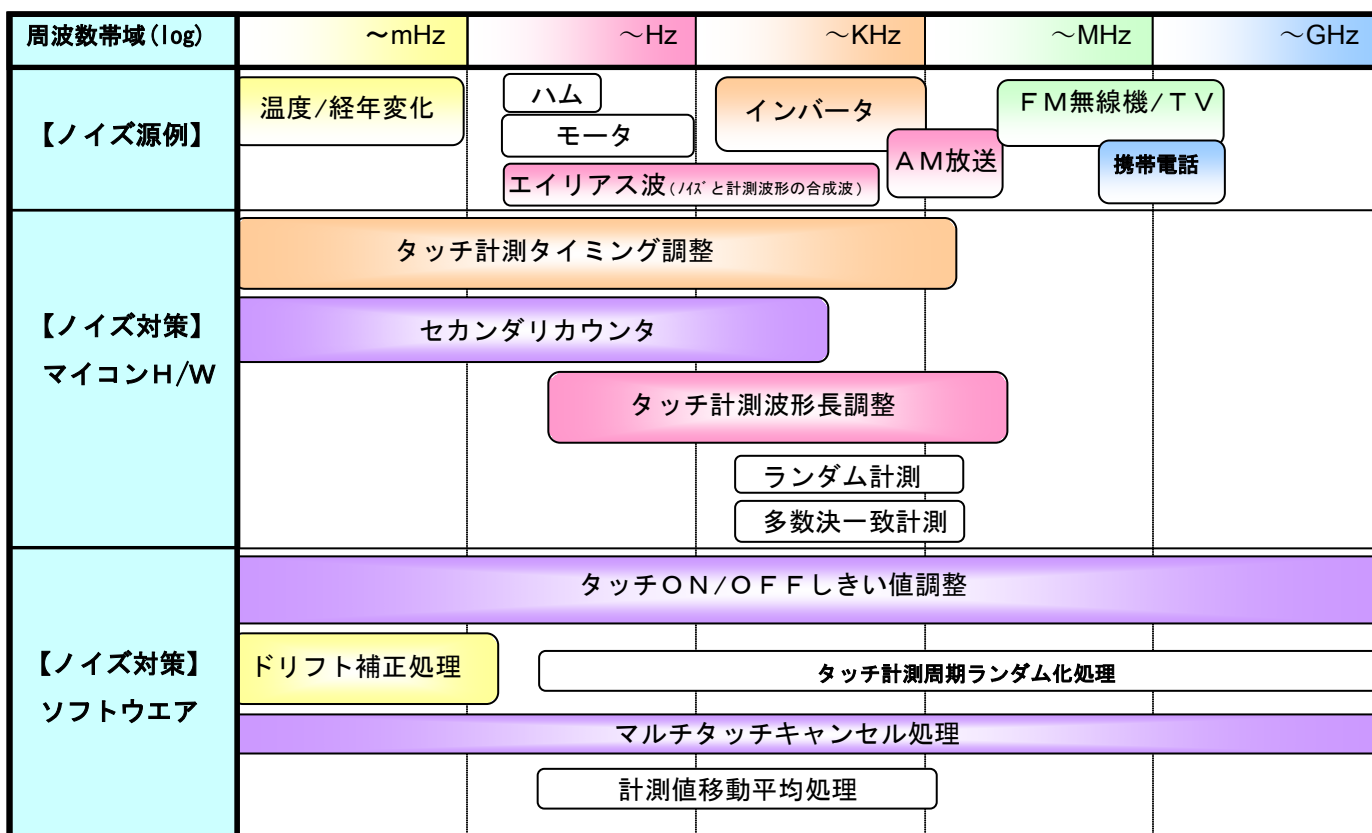


図 2-1 ノイズ源周波数帯域とノイズ対策の有効帯域

2.1 ハードウェア設計

2.1.1 回路・基板設計

タッチ基板の設計・開発時のノイズに関わる注意点について説明する。一般的な基板設計方法についてはアプリケーションノート“静電容量方式タッチ検出の基礎”参照の事。

(a) タッチ電極

指の接触を感知するタッチ電極は、10x10~15x15mm程度の面積で●、■の形状が望ましい。電極が▲、E形状など、鋭角な部分があると同部分がノイズを受信するアンテナとなるため望ましくない。LEDの光を透過させるためにドーナツ状またはメッシュ状とする事は可能であるが、面積減による感度低下やLEDのPWM駆動によるノイズに注意が必要である。ノイズに対する最終的なマージンとなるため、タッチ感度は可能な限り高くする必要あり。詳細は2.3.1しきい値調整にて説明する。

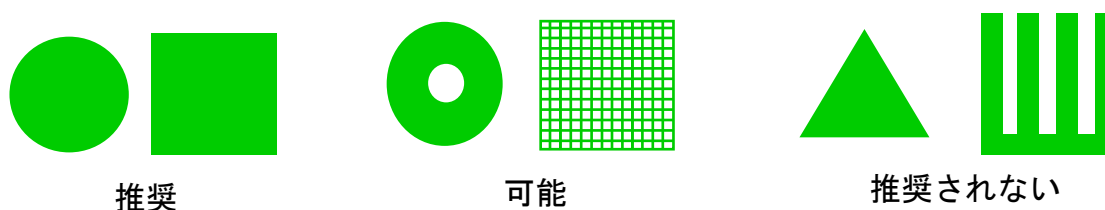


図 2-2 タッチ電極形状

(b) 電極配線

タッチ電極とマイコン端子間の配線は、出来る限り短く結線する事を推奨する。(180mm以内) また、PWM出力、シリアル通信などの配線とは容量結合によるノイズ混入をしない距離を保つ事が望ましい。(図 2-3 参照) 止むを得ず、タッチ電極配線と信号線を交差させる際は、基板の表裏で直交させるようにする。(図 2-4 参照) タッチ電極と信号線の配線方法については、アプリケーションノート”PWMによるLED制御とタッチキー開発事例”を参照の事。

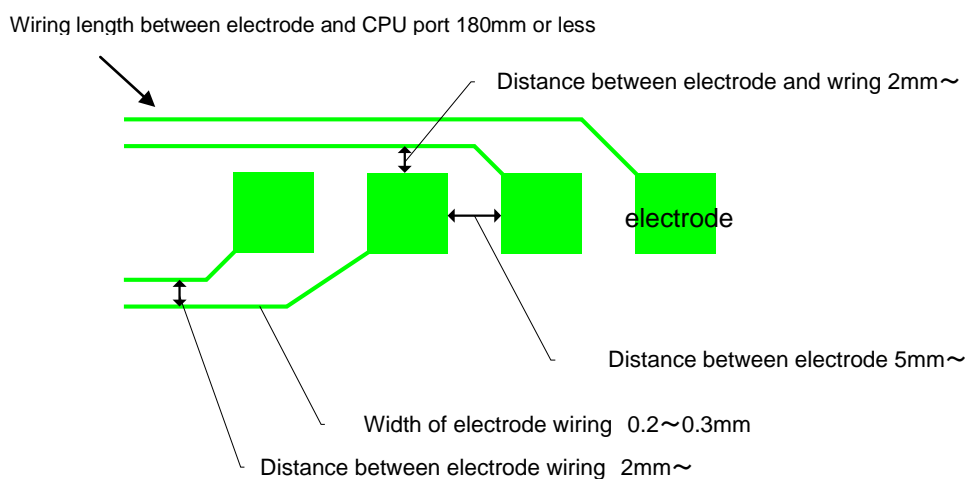


図 2-3 電極および電極配線の推奨値

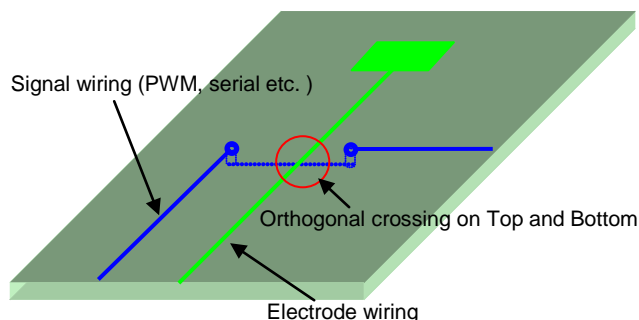


図 2-4 電極配線と信号線の交差例

(c) CHxA、CHxB、CHxC 端子周辺

CHxA、CHxB、CHxC 端子にノイズが混入すると全てのタッチ ch の計測が影響されるため、各端子とコンデンサ(Cr,Cc)、抵抗(Rc)は最短距離で配線する必要がある。また、CPU 含めそれら端子および Cr,Cc,Rc の基板裏面は CPU 含め GND パターンを配置する。図 2-5 に Cr,Rc,Cc と裏面 GND パターンの配置例を示す。

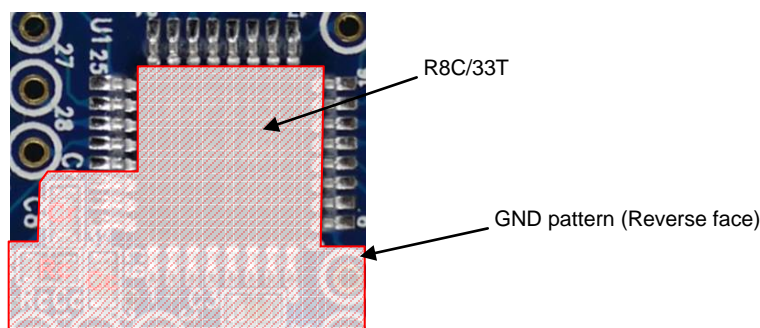


図 2-5 Cr,Rc,Cc と裏面 GND パターンの配置例

(d) 電極および電極配線の GND シールド

十分なタッチ感度を得るため、電極および電極配線の寄生容量は極力少なくする必要がある。よって電極および電極配線の周辺には金属フレームや GND パターンを配置しない事を推奨する。しかしながら、製品の使用環境や製品内部からの RF ノイズが強く電磁界シールドが必要となる場合は、電極および電極配線を GND パターンで保護する。その際、可能な限り寄生容量を低減するため、GND パターンはメッシュ形状とする事を推奨する。図 2-6 に基板パターンの例を示す。マイコンおよび Cr,Rc,Cc 周辺はベタ GND、電極および電極配線はメッシュ GND パターンとしている。

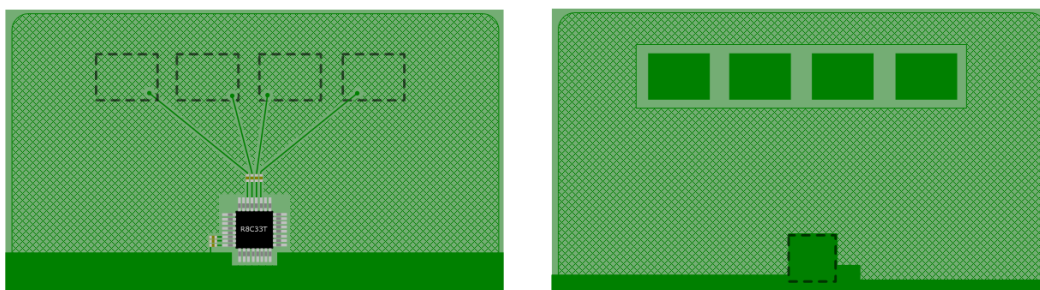


図 2-6 メッシュ GND による電磁界シールドの例

(e) 電源設計

マイコンへの電源供給は、安定かつ十分な容量を確保する必要がある。タッチ計測ではCHxC端子が瞬間的に駆動電流上限（駆動能力大で40mA）まで電流が流れるため、その他ポートの電流量を加味して十分な容量を確保する。3端子レギュレータによる電源供給が望ましい。電源ラインに重畳されるノイズにも注意が必要である。

2.1.2 筐体設計

電極および電極配線に対して寄生容量とならない範囲で、タッチ基板周辺は金属による電磁界シールド保護が望ましい。また、タッチ検出端子は高インピーダンス状態となるため端子の静電気破壊に注意が必要である。通常、電極は不導体の材料で保護されるため表面からの静電破壊は発生しないが、筐体の隙間、ホールなどから静電気が回り込みタッチ検出端子に至る場合がある。隙間、ホールなどが発生しない筐体とすべきである。また、基板周囲にGNDパターンを配置し静電気を放電する方法もある。(図2-7参照) なお、静電気によるノイズは瞬時であり、計測値の平均化などの処理を行っているタッチ検出には直接影響しない。

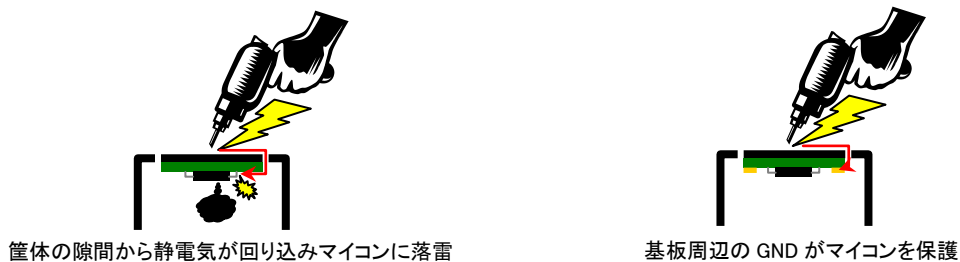


図 2-7 静電気の影響

2.2 タッチ検出回路の設定

タッチパネルマイコンは、タッチ検出時のノイズを除去または軽減するための仕組みを内蔵している。この章では、それら仕組みについて説明する。なお、個別のノイズ対策（インバータ、AM波など）はそれぞれ専用のアプリケーションノートが用意されているので参照されたし。

2.2.1 タッチ計測タイミング調整

ルネサスが採用しているタッチ検出方法は、直列に接続された計測する静電容量Cxと比較コンデンサCrの電圧分圧を測定しながら充放電用コンデンサCcから断続的に充電/放電を繰り返し、その繰り返し回数を計測する事でタッチ/非タッチを判定している。（詳細はアプリケーションノート“静電容量方式タッチ検出の基礎”参照）

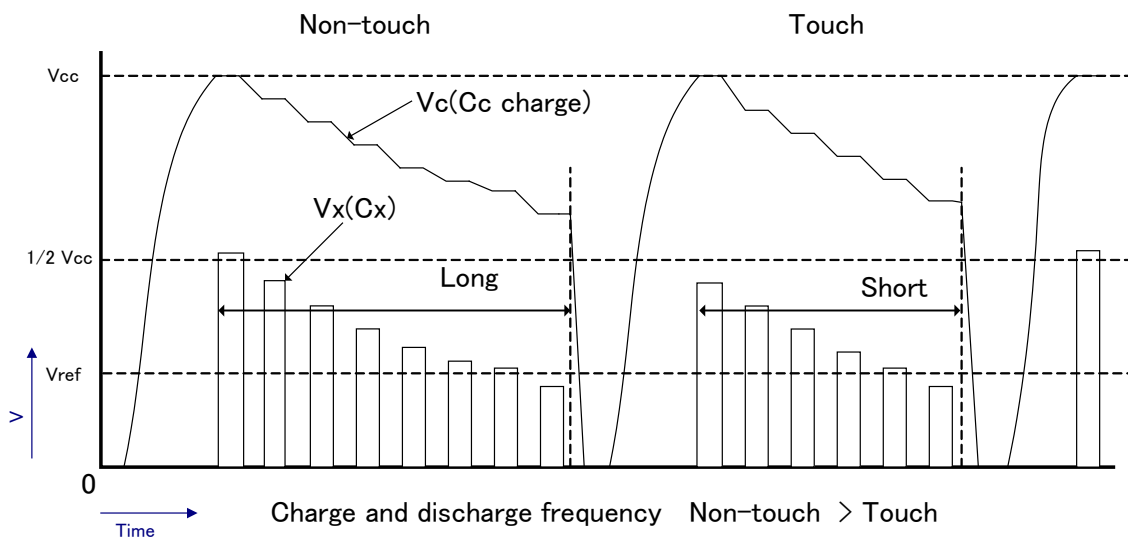


図 2-8 タッチ検出動作の波形概要

図 2-8に示す通り、Cr,Cx に充電された電荷は毎回完全放電後 (Cr,Cx の両端は接地) に Cc より充電され電圧レベルを Vref と比較後に再度放電される。Cr,Cx の電荷がノイズで影響を受けたとしても、同時に全て放電され、再度充電となる。また、最もノイズに弱い電極(Cr)部が RF ノイズを受信し起電するまでには若干の時間がある。図 2-9にタッチ計測波形へのノイズの影響とタッチ計測タイミングの関係を示す。CH x A 点が GND レベル (Cx,Cr 放電中) の時、ノイズは重畳しないが、CH x A 点が Hi-Z (Cc から Cx,Cr へ充電中) になるとタッチ電極とその配線がアンテナとしてノイズを受信し始める。CHxA 点のレベル(Vx)を測定するタイミングが遅れるとノイズの影響を大きく受ける。しかし、計測タイミングを適正なポイントへ設定するとほとんどノイズの影響を受けずに計測が可能となる。

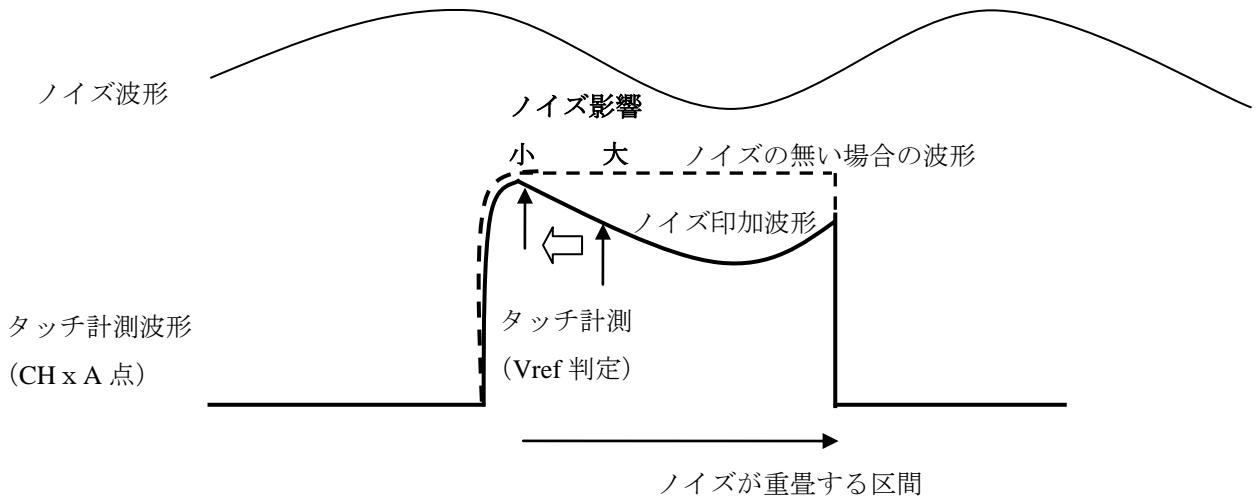


図 2-9 タッチ計測波形へのノイズの影響とタッチ計測タイミングの関係

これら性質を利用して Cr,Cx が充電開始後から RF ノイズによって起電するまでの間に、電圧レベルの比較する事で、RF ノイズの影響を受けずにタッチ計測が可能となる。

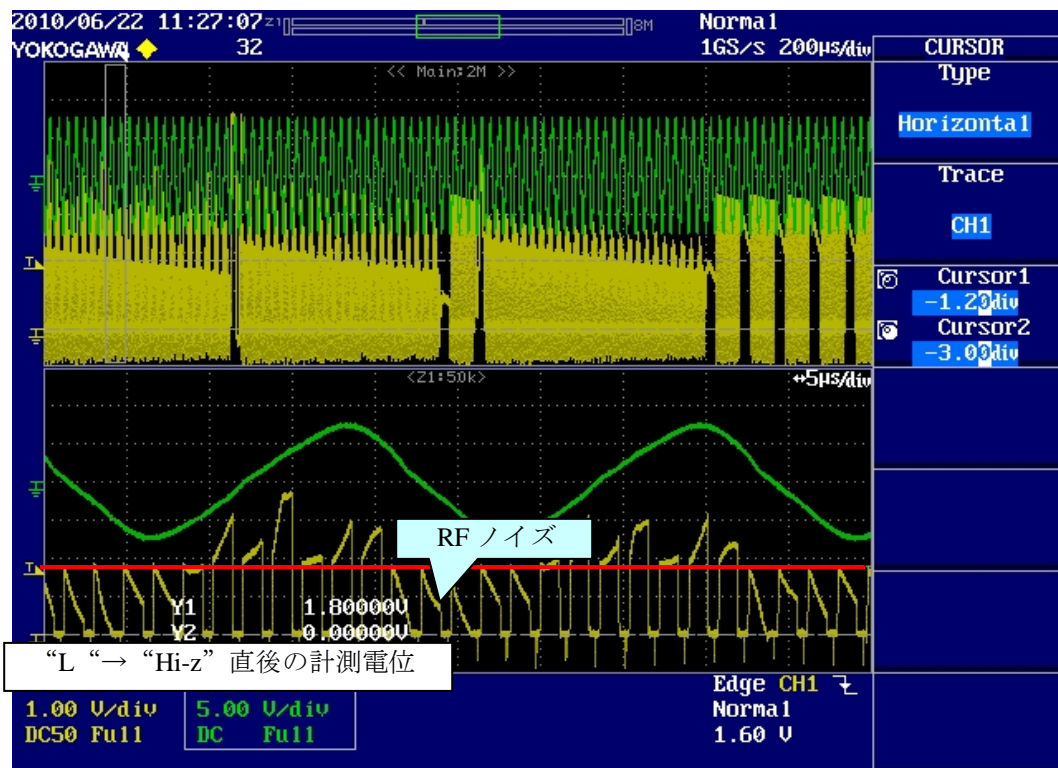


図 2-10 タッチ計測波形に重畳する RF ノイズ

図 2-10にタッチ計測波形に重畳する RF ノイズの例を示す。RF ノイズ波形はレベル判定(通常は 0.35Vcc)を大きく超えて計測波形に影響しているが、Cr,Cx の充電開始直後では、RF ノイズによる起電の影響が少なく、ほぼ安定した電位を保っている。TSCU の区間設定により、レベル判断のタイミングを調整し充電開始後 100nSEC 前後に調整すると、ほぼノイズの影響を受けることなく計測が可能となる。この計測方法により約 1MHz 以下の RF ノイズの影響を軽減する事が可能である。詳細の調整方法は、アプリケーションノート”インバータノイズによる影響と対策”を参照の事。

2.2.2 セカンダリカウンタ

セカンダリカウンタはタッチ計測波形に比較的低周期のノイズが印加された時にローパスフィルタとしてタッチ計測値のジッタを軽減し安定させる機能がある。セカンダリカウンタはタッチ計測値のメインカウンタのサブカウンタとして、タッチ計測終了条件 (V_x が V_{ref} 以下) となった時点から動作を開始する。予め設定されたカウント値から、 V_{ref} 以下を計測するとダウンカウント、 V_{ref} 以上を計測するとアップカウントを行い、カウント値が 0 になると計測を終了する。

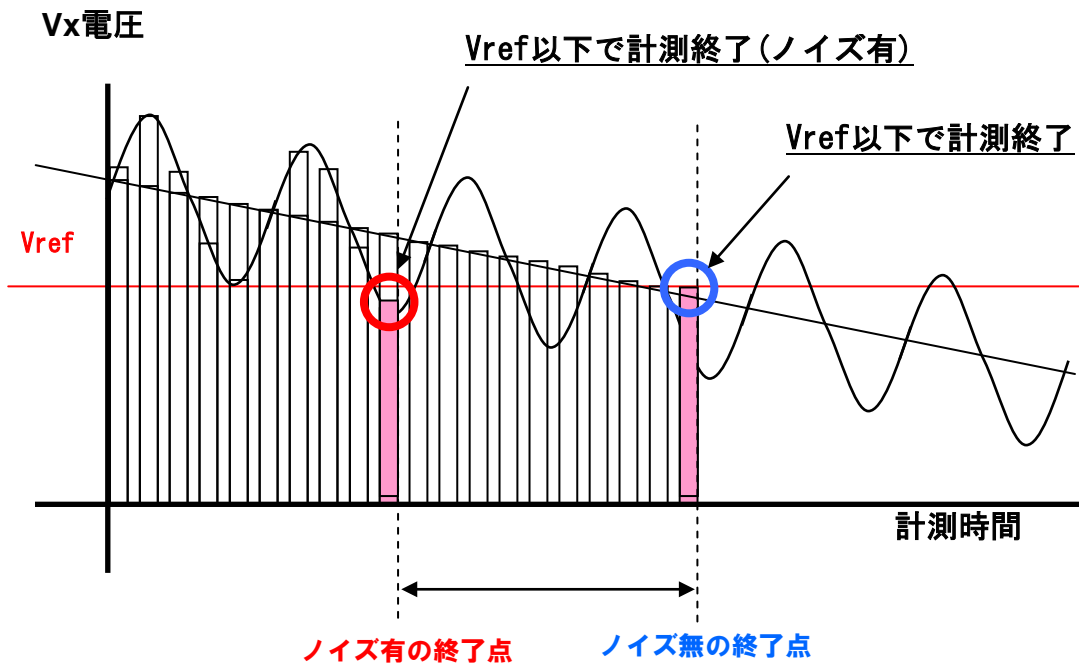


図 2-11 計測波形に周期ノイズが重畳した時の計測動作

図 2-11に計測波形に周期ノイズが重畳した時の計測動作を示す。ノイズ重畳すると V_x の電圧が計測途中で V_{ref} 以下となるため、ノイズが無い場合に比較して早期に計測が終了し正確な計測が出来ない。

図 2-12、図 2-13にセカンダリカウンタの動作例を示す。セカンダリカウンタは上記説明どおりの動作にて計測を終了する。プライマリカウンタは計測が V_{ref} 以上の時のみアップカウントしセカンダリカウンタ動作終了と共にカウントを終了する。ノイズ有、無しに関わらず、プライマリカウンタ値(計測値)が同じ値となり、セカンダリカウンタがノイズ除去に有効である事がわかる。セカンダリカウンタが軽減可能なノイズの周波数帯域は、初期値と計測周期に依存する。初期値 32、計測周期 1.1 μ SEC とすると

$$\begin{aligned} \text{有効周波数上限} &= \text{初期値} \times \text{計測周期} \times 1/2 \\ &= 32 \times 1.1 \mu \text{ SEC} \times 1/2 = \text{約 } 28\text{KHz} \end{aligned}$$

となる。

セカンダリカウンタ動作の詳細は、アプリケーションノート”SCU 設定による周波数特性改善”を参照の事。

2.2.3 タッチ計測波形長調整

タッチ計測は一定間隔で Cr, Cx の充放電を繰り返すため計測波形は周期性がある。よって人体を經由してノイズが混入し Cx の値が周期的に変動した場合、ノイズ周波数によってはエイリアス波（合成波）が発生し計測波形全体にうねりが発生する事がある。図 2-14 にタッチ計測波形シミュレーション結果を示す。

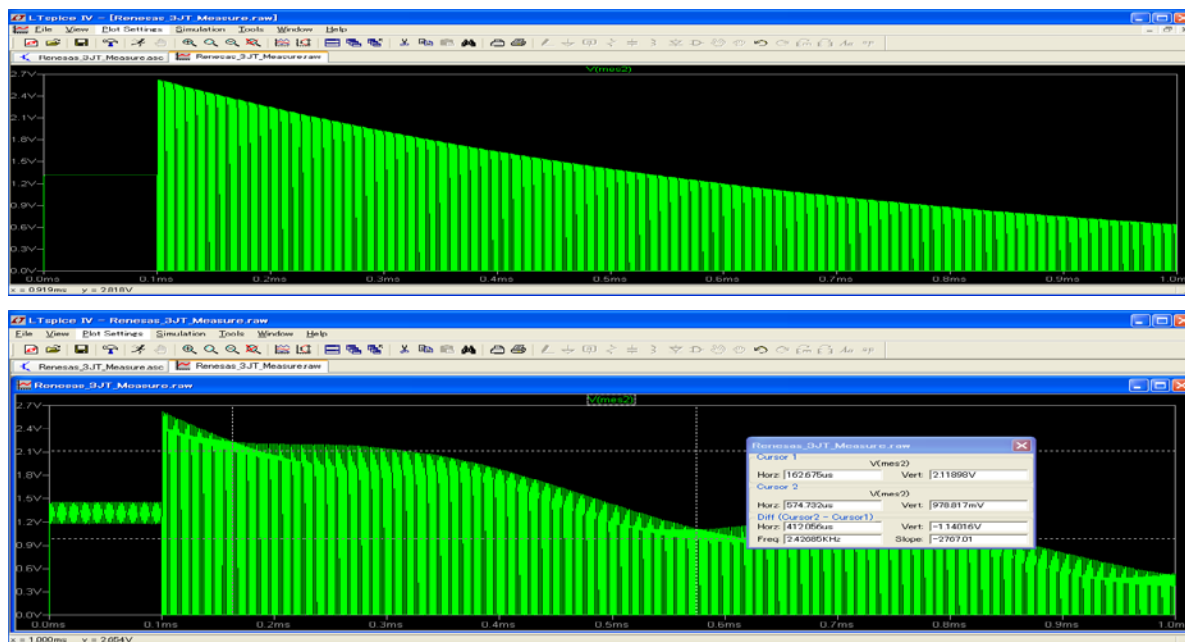


図 2-14 タッチ計測波形シミュレーション（上：ノイズ無し、下：ノイズ印加）

このうねりは、タッチしている人体側の容量 Cx がノイズで変動している場合のみ発生する。電磁波としてノイズが印加された場合は、前述のタッチ計測タイミング調整にて除去可能である。

発生したエイリアスによる計測波形のうねりはタッチ計測に影響を与える。影響を軽減するには原因となるエイリアス波の発生を抑える必要があるが、ノイズ周波数が計測周期の近傍である場合は、完全に除去する事は出来ない。よって、計測周波数を調整する事で発生するエイリアス波の周波数を前述のセカンダリカウンタの有効周波数内に収めノイズを収束させる。数式 1 は、ノイズ周波数、計測周波数からエイリアス周波数を求める式である。この式と前述のセカンダリカウンタ有効周波数の計算より、問題となるノイズ周波数に対して、計測周期を調整する。

$$F_e = | F_n - (F_m \times n) |$$

Fe : エイリアス周波数
 Fn : ノイズ周波数
 Fm : 計測周波数
 n : 次数 (Harmonics)

数式 1 エイリアス周波数計算式

詳細は、アプリケーションノート”SCU 設定による周波数特性改善”を参照の事。

2.2.4 その他 TSCU の設定

(a) ランダム計測

ランダム計測は一定周期のノイズに対して計測タイミングを擬似的にランダム化しノイズ成分を拡散する事でノイズの影響を軽減する。ただし、計測値が拡散するため感度が不安定となるデメリットもある。詳しくはハードウェアマニュアルおよびアプリケーションノート”SCU 設定による周波数特性改善”を参照の事。

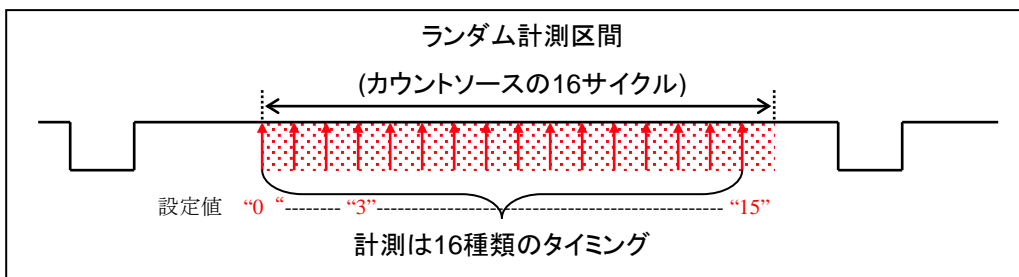


図 2-15 ランダム計測タイミング

(b) 多数決一致計測

多数決一致計測は、一回の計測中に最大 15 回計測タイミングを設け多数決によりタッチ計測の結果を求める。散発的なノイズが一回の計測中に不定期的に発生する場合に、ノイズの影響を軽減する事が可能である。詳しくはハードウェアマニュアルおよびアプリケーションノート”SCU 設定による周波数特性改善”を参照の事。

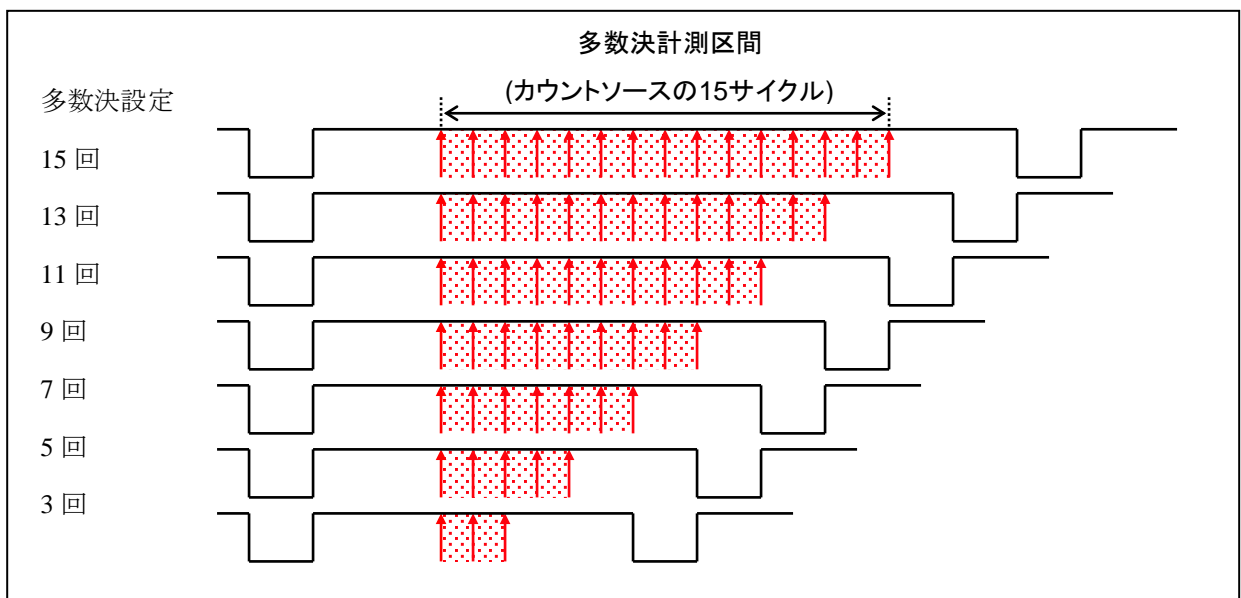


図 2-16 多数決一致計測タイミング

2.3 ソフトウェアによる対策

ルネサスタッチマイコンでは、マイコンハードウェアによるノイズ対策の他にソフトウェアによるノイズキャンセル処理が可能である。以下にそれら処理の説明をおこなう。

2.3.1 しきい値調整

しきい値は、タッチ計測で最も基本且つ重要な調整ポイントである。しきい値は非タッチ時の計測値の平均値（基準値）とタッチ時の計測値の差分（変化量）と比較され、変化量がしきい値より大きい場合にタッチ状態と判定する。この仕組みにより、しきい値調整はタッチ感度と共にノイズに対する余裕度を決定する事が可能である。図 2-17に計測値としきい値の関係を示す。ノイズによりカウント値に変動が発生した場合、しきい値以下にならなければタッチ ON と判定されない。

図 2-1に示す通り、マイコンハードウェアによるノイズ対策はインバータ機器などのノイズを重視して設計されており、周波数帯域は～数 MHz 程度である。携帯電話や FM 無線機などからの高周波ノイズは基板・筐体設計のノイズ対策と共にしきい値の調整が重要である。

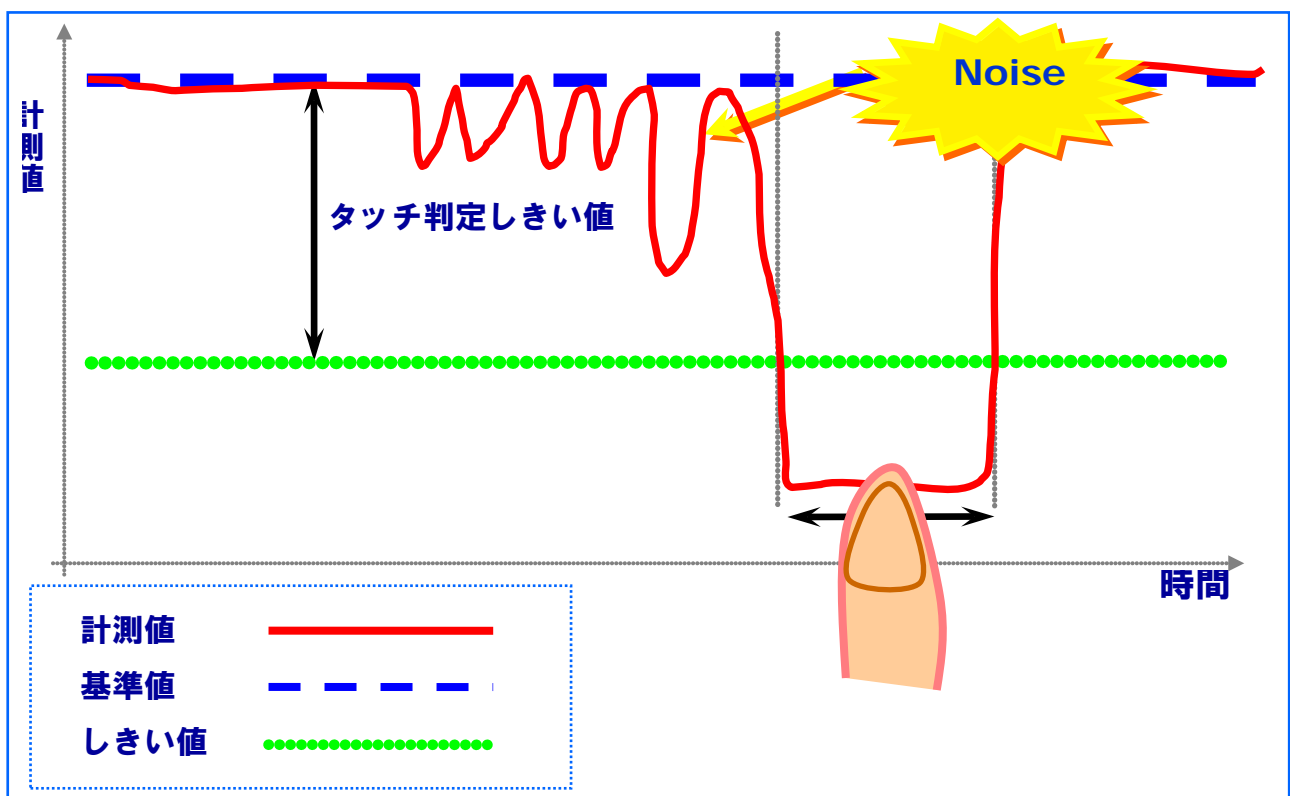


図 2-17 しきい値の考え方

弊社経験から、しきい値は変化量の約 70%とする事を推奨しているが、製品の仕様やノイズ環境に応じ適正値に調整される必要がある。詳細はアプリケーションノート“タッチ検出調整フローチャート”を参照の事。

2.3.2 ドリフト補正処理

非タッチ時とタッチ時の計測値の差分をしきい値と比較しタッチ判定はおこなわれる。この基準値は非タッチ時の計測値を平均化し一定間隔で更新される。この平均化処理はドリフト補正処理と呼ばれ、回数と時間を調整する事で電源電圧や温度変化によるタッチ計測のバラツキを吸収可能である。周波数特性は1Hz以下を想定している。更新間隔を高速にするとタッチ時にドリフト補正処理が敏感に反応するためタッチONを検出出来ない可能性がある。図 2-18にドリフト補正処理の例を示す。32回のタッチ計測を平均化し次の32回のタッチ計測の基準値として使用している。ドリフト補正処理の詳細はアプリケーションノート“タッチ検出ソフトウェアドライバ説明”を参照の事。

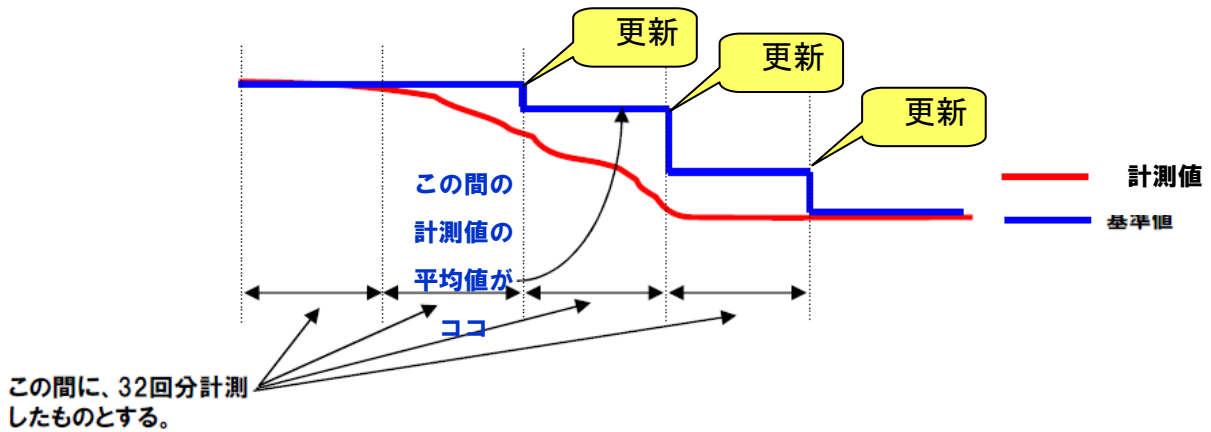


図 2-18 ドリフト補正処理

2.3.3 マルチタッチキャンセル処理

マルチタッチキャンセル処理は、タッチ計測CHでグループを作りグループ内の変化量の総和が一定の値を超えた時にすべてのキーをOFFにする処理である。グループ内での多重キー押下をキャンセルすると共に、複数のCHに一定量以上のノイズが印可された際にキーの誤動作を防ぐ事が可能である。特に携帯電話やFM無線機などの高周波ノイズ源がタッチパネル面に密着された状態で電波を発生すると、全てのタッチ電極にノイズが一樣に印可され、各種ノイズ対策では対応出来ない事がある。この場合はマルチタッチキャンセル処理にてキーの誤動作を防止する。ただし、仕様上多重押しは不可となるため多重押しが必要なキーはグループを分けてマルチタッチキャンセル処理を行う必要がある。詳細はアプリケーションノート“タッチ検出ソフトウェアドライバ説明”を参照の事。

2.3.4 計測周期の調整

TSCUはスキャンモードで動作すると計測設定されたタッチCHの計測を行い、最終CHを計測後に割り込みを発生し、スタートの指示があるまで次の動作待ち状態となる。次のTSCUの起動を定周期のタイマなどでおこなうとCH0の開始タイミングがマイコンのクロック精度で正規化される。このTimerと同期する周期のノイズが重畳されるとCH0の計測とノイズが同期しCH0のみノイズによる誤動作が発生する事がある。(他のCHは計測周期の揺らぎで同期しない。)

図 2-19に計測周期とノイズが同期している例を示す。この例では、CH0の計測終了付近に常にノイズの谷が重なるため、計測が早期に終了して計測値が小さくなる。結果としてCH0のみタッチONとなる可能性がある。CH1, CH2・・・も影響を受けるが、計測終了タイミングが揺らぐためCH番号が大きい程影響が少なくなる。

対策としては、TSCUの起動周期を一定周期とにならないようランダム化する方法がある。また、計測終了割り込み処理内でTSCUを起動する事で連続計測状態とし、各CHの計測終了バラツキでランダム化する方法もある。

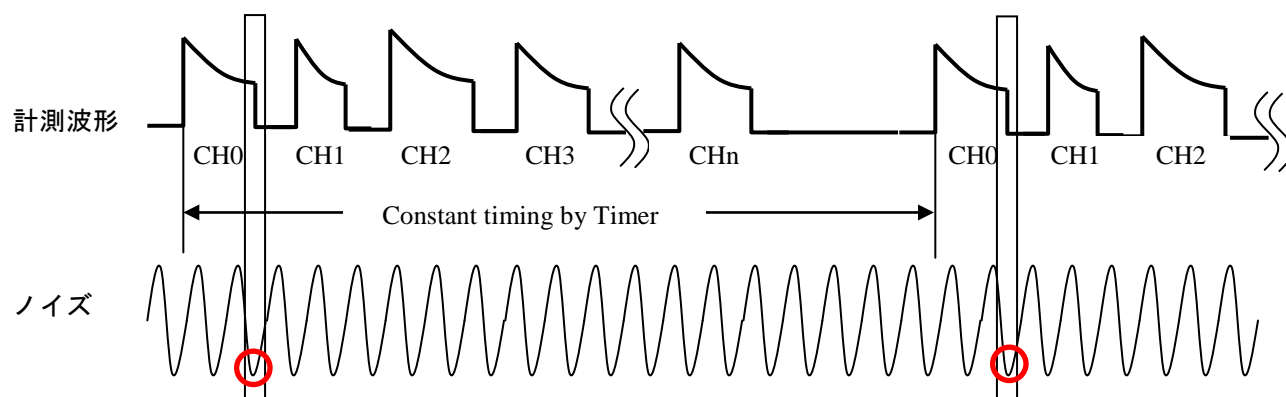


図 2-19 計測周期とノイズの同期

2.3.5 その他ソフトウェア処理

(a) 連続ONキャンセル処理

連続ONキャンセル処理は、一定回数ONが連続した際に一旦タッチOFF状態としてドリフト補正処理を動作させる。元々は意図しないキーの連続押しを防止するための処理であるが、ノイズによるキー連続ON状態を回避する働きもある。

(b) 移動加算処理

TSCUによって検出された計測値は、ソフト処理にて常時n回（提供APIでは4回）加算されタッチON/OFF判定に使用されている。計測値の加算によりスパイクノイズにて発生する計測値のバラツキによる誤判断を防止可能である。計測値の加算回数を増やす事でノイズ耐性は上がるが、キーの反応が遅くなる弊害があるので注意が必要。

(c) 2キーロックアウト処理+N回一致処理

強力な外来ノイズにより非タッチ状態でもタッチONと判定される場合がある。マルチタッチキャンセルにてキーの誤動作を防ぐ事が可能であるが、通常操作によるタッチでON検出した後に強力なノイズが入ると本来のONもキャンセルされる場合がある。マルチタッチキャンセルは全てのキーの変化量の総和を計測し、設定した値以上になった時、すべてのキーをタッチOFFとするためである。2キーロックアウト処理とN回一致処理を組み合わせ、このようなキー検出の誤OFFを防止することが可能である。具体的には、一旦単独キーにてONが確定した場合、このキーのみN回一致の検出を行い、OFFになるまで他のキーはONとしない。この処理によりマルチタッチキャンセルでは実現出来ないノイズ下でのキー検出が可能となる。主にノイズ試験時に有効である。

(d) N回一致処理（ドライバレイヤ、アプリケーションレイヤ）

N回一致処理は、ドライバレイヤ、アプリケーションレイヤに実装され、それぞれ役割が異なる。ドライバレイヤではタッチON→OFFとタッチOFF→ONタッチの変化点にてON判定、OFF判定のN回一致を確認しチャタリングを防止する。アプリケーションレイヤでは、上記(c)の通り特定のキーのみN回一致処理をおこなう事でノイズ環境下でのキーの誤OFFを防止する。

3. 評価

静電容量方式タッチキーのノイズ耐性を客観的に評価するため、一般にはIEC 61000 4シリーズのノイズイミュニティ試験の一部を実施する。しかしながらIECの試験項目が必ずしも実際に存在するノイズ源と同等という事は無く、実際のノイズ源での評価も重要である。この章ではIEC 61000と実際に問題となったノイズ源製品での試験方法とルネサスデモボードでの評価結果を紹介する。

3.1 IEC61000 4-X イミュニティ試験

IEC 61000 4シリーズでは幾つかのノイズイミュニティ試験が規定されている。このうちタッチキーのノイズに関わる項目は、以下に示す4-3放射電磁界イミュニティと4-6 RF伝導妨害イミュニティ試験の2つである。各試験の誤動作の規定は製品により異なるが、タッチキーでは試験実施中にいずれかのキーがOFFからON状態になる場合に誤動作としている。

3.1.1 IEC61000 4-3 放射電磁界イミュニティ試験

放射電磁界イミュニティ試験は無線機、放送局などからの電波による製品動作への妨害を評価するための試験である。80MHz～1GHzのAM変調された垂直偏波、水平偏波をそれぞれスイープさせながら試験対象に照射し誤動作の有無を確認する。試験に使用する電界強度によりレベルが規定されており、3V/mで民生機器グレード（レベル2）、10V/mで産業機器グレード（レベル3）となる。

試験内容の詳細はIECの試験規格書を参照の事。

3.1.2 IEC61000 4-6 RF 伝導妨害イミュニティ試験

RF伝導妨害イミュニティ試験は、無線機、放送局などの電波が製品の電源ライン、信号線から伝導して動作を妨害するか評価する試験である。150kHz～80MHzのAM変調されたノイズ信号を電源ラインに印加もしくは誘導コイルで重畳し、周波数をスイープさせながら試験対象の誤動作を確認する。試験に使用する電圧レベルによりレベルが規定されており、3Vrmsで民生機器グレード（レベル2）、10Vrmsで産業機器グレード（レベル3）となる。

試験内容の詳細はIECの試験規格書を参照の事。

3.1.3 ルネサスデモボードでの評価結果

ルネサス製デモボード（R8C/36T-A、R8C/3JT）それぞれの試験結果を表 3-1に示す。

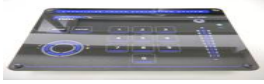

		R8C/36T-A WW kit		R8C/3JT TV type board
				
		Direct keys	Wheel & Slider	Direct Key only
EN61000-4-3	3V/m (consumer level)	80MHz-1000MHz Vertical/Horizontal Pass	80MHz-1000MHz Vertical/Horizontal Pass	80MHz-1000MHz Vertical/Horizontal Pass
	10V/m (industrial level)	80MHz-1000MHz Vertical/Horizontal Pass	Trying	80MHz-1000MHz Vertical/Horizontal Pass
EN61000-4-6	3Vrms (consumer level)	150KHz-230MHz Pass	150KHz-230MHz Pass	150KHz-80MHz Pass
	10Vrms (industrial level)	150KHz-230MHz Pass	Trying	150KHz-80MHz Pass

表 3-1 ルネサスデモボード試験結果

ノイズ対策は、ボードの形状やノイズ環境などにより異なるため各対策は効果を確認しながら組み合わせ実装する必要がある。それぞれのボードに実装されているノイズ対策は以下の通り。

(a) R8C/36T-A WW kit

- ・電極および電極配線の GND シールド
- ・セカンダリカウンタ
- ・しきい値調整
- ・ドリフト補正処理
- ・移動加算処理
- ・2キーロックアウト処理+N回一致処理
- ・N回一致処理（ドライバレイヤ、アプリケーションレイヤ）

(b) R8C/3JT TV type board

- ・タッチ計測タイミング調整
- ・セカンダリカウンタ
- ・タッチ計測波形長調整
- ・しきい値調整
- ・ドリフト補正処理
- ・マルチタッチキャンセル処理
- ・計測周期の調整
- ・連続ONキャンセル処理
- ・移動加算処理

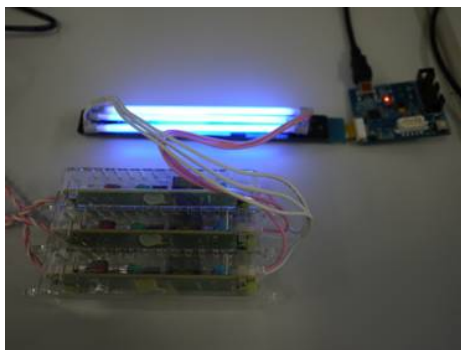
3.2 各種製品からのノイズ試験

ルネサスでは、前述のイミュニティ試験に加え実際の製品や部品から発生するノイズ試験を実施している。以下にそれら試験の結果を示す。

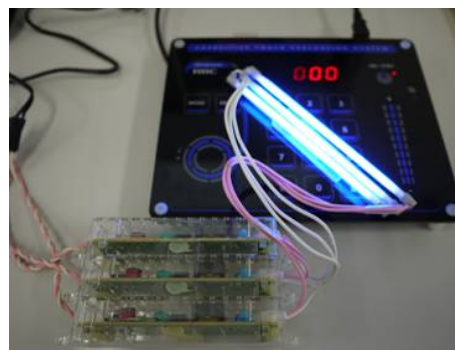
3.2.1 インバータ蛍光灯

インバータノイズ源として冷陰極管を用いノイズ試験を実施した。図 3-1に試験環境を示す。タッチキー上に4mmのアクリル板を置き、その上から冷陰極管を点灯状態で乗せ、キーの誤動作およびキー操作に支障が無いか確認した。冷陰極管の仕様は以下の通り。

- ・ 110mm×4mφの青色冷陰極管 3本
- ・ 電源電圧 DC12V
- ・ インバータ発振周波数 約50KHz（負荷により若干ドリフト）



R8C/3JT TV type board



R8C/36T-A WW kit

図 3-1 冷陰極管を用いたノイズ試験

R8C/3JT TV type board、R8C/36T-A WW kit 双方とも全てのキーにて誤動作無し。また指でのキー操作もすべてのキーに支障無し。

3.2.2 FM トランシーバ

RF ノイズ源として、ハンディタイプのアマチュア無線機を用いノイズ試験を実施した。図 3-2に試験環境を示す。無線機のアンテナをタッチキーより約10cmの距離で送信約3Sec、無送信約3Secを10回繰り返しキー誤動作およびキー操作に支障が無いか確認した。FM トランシーバの仕様は以下の通り。

- ・ 430MHz 帯FM トランシーバ（送信周波数 435.00MHz）
- ・ 空中線出力 10W



R8C/3JT TV type board



R8C/36T-A WW kit

図 3-2 FM トランシーバを用いたノイズ試験

R8C/3JT TV type board、R8C/36T-A WW kit 双方とも全てのキーにて誤動作無し。また指でのキー操作もすべてのキーに支障無し。

ホームページとサポート窓口

ルネサス エレクトロニクスホームページ

<http://japan.renesas.com/>

お問い合わせ先

<http://japan.renesas.com/inquiry>

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2012.6.18	—	初版発行

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

製品ご使用上の注意事項

ここでは、マイコン製品全体に適用する「使用上の注意事項」について説明します。個別の使用上の注意事項については、本文を参照してください。なお、本マニュアルの本文と異なる記載がある場合は、本文の記載が優先するものとします。

1. 未使用端子の処理

【注意】未使用端子は、本文の「未使用端子の処理」に従って処理してください。

CMOS製品の入力端子のインピーダンスは、一般に、ハイインピーダンスとなっています。未使用端子を開放状態で動作させると、誘導現象により、LSI周辺のノイズが印加され、LSI内部で貫通電流が流れたり、入力信号と認識されて誤動作を起こす恐れがあります。未使用端子は、本文「未使用端子の処理」で説明する指示に従い処理してください。

2. 電源投入時の処置

【注意】電源投入時は、製品の状態は不定です。

電源投入時には、LSIの内部回路の状態は不確定であり、レジスタの設定や各端子の状態は不定です。外部リセット端子でリセットする製品の場合、電源投入からリセットが有効になるまでの期間、端子の状態は保証できません。

同様に、内蔵パワーオンリセット機能を使用してリセットする製品の場合、電源投入からリセットのかかる一定電圧に達するまでの期間、端子の状態は保証できません。

3. リザーブアドレスのアクセス禁止

【注意】リザーブアドレスのアクセスを禁止します。

アドレス領域には、将来の機能拡張用に割り付けられているリザーブアドレスがあります。これらのアドレスをアクセスしたときの動作については、保証できませんので、アクセスしないようにしてください。

4. クロックについて

【注意】リセット時は、クロックが安定した後、リセットを解除してください。

プログラム実行中のクロック切り替え時は、切り替え先クロックが安定した後に切り替えてください。リセット時、外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックで動作を開始するシステムでは、クロックが十分安定した後、リセットを解除してください。また、プログラムの途中で外部発振子（または外部発振回路）を用いたクロックに切り替える場合は、切り替え先のクロックが十分安定してから切り替えてください。

5. 製品間の相違について

【注意】型名の異なる製品に変更する場合は、事前に問題ないことをご確認下さい。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部メモリ、レイアウトパターンの相違などにより、特性が異なる場合があります。型名の異なる製品に変更する場合は、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、
防災・防犯装置、各種安全装置等
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の詳細につきましては、製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制するRoHS指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍用用途に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

■営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

※営業お問合せ窓口の住所・電話番号は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス販売株式会社 〒 100-0004 千代田区大手町 2-6-2 (日本ビル)

(03)5201-5307

■技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。
総合お問合せ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>