

R8C/38T-A グループ

R01AN1213JJ0100

Rev.1.00

2012.06.06

金属パネルへの静電容量タッチ技術の応用

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、金属パネルに静電容量タッチ技術を応用し金属パネルの押下でスイッチを実現する方法を説明します。

対象デバイス

R8C/38T-A グループ

目次

1. 概要	2
2. 金属パネル形成ボタンの構成例	2
3. 付録 近接センサーへの応用	7

1. 概要

静電容量式タッチスイッチは、対向する人体（指）と電極間で発生する静電容量を計測しスイッチのON/OFFを検出する。基本的に静電容量の変化が検知可能であれば対向する導電物質と電極の距離が変化する構造としてもスイッチとして機能する。図 1-1に金属パネルを成型して製作したボタンの例を示す。図の通り、凸状の金属部を押下し電極と接近させスイッチとする事が可能である。

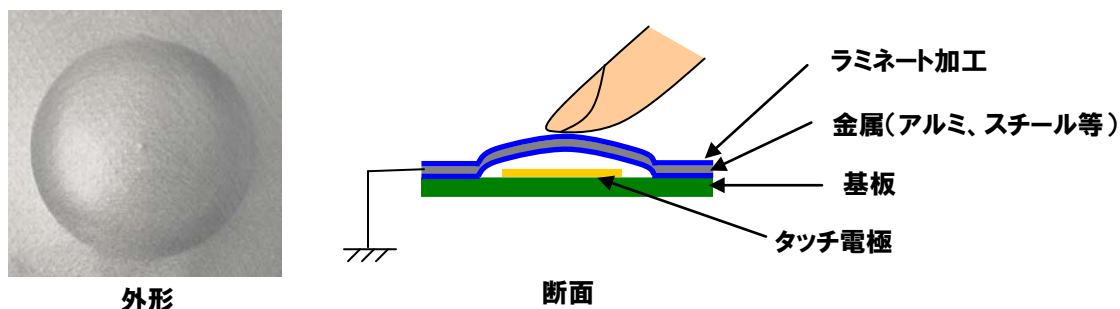


図 1-1 金属パネル成形ボタンの例

金属パネルと静電容量方式を組み合わせる事で以下のメリットが期待出来る。

- ・ アルミ、ステンレスなどの素材で製品のフロントパネルが構成可能。
- ・ 機械接点スイッチが不要となりコスト削減が見込める。
- ・ 静電容量方式タッチで押下した感触が得られる。
- ・ 金属パネルが電極を覆う事によりノイズシールドとなり静電容量方式の弱点である RF ノイズへの耐性の向上が期待出来る。

以下に金属パネルと静電容量式タッチ検出の組み合わせたスイッチ例について説明する。

2. 金属パネル形成ボタンの構成例

2.1 セット構成

図 2-1に金属パネル形成ボタンの評価セットの構成を示す。金属パネルに異なる高さの凸形状を形成したボタン、タッチマイコン R8C/36T-A 評価ボード、エミュレータデバッガ E1、統合環境 HEW およびタッチ評価ツール Workbench 動作用の PC で構成される。パネル部は背面にタッチ電極が配置され、各電極はタッチマイコンの計測用 ch へ接続されている。金属パネル自体は、ボタン部以外の人体の接触によるタッチ後検出防止のため評価ボードの GND にて接地している。

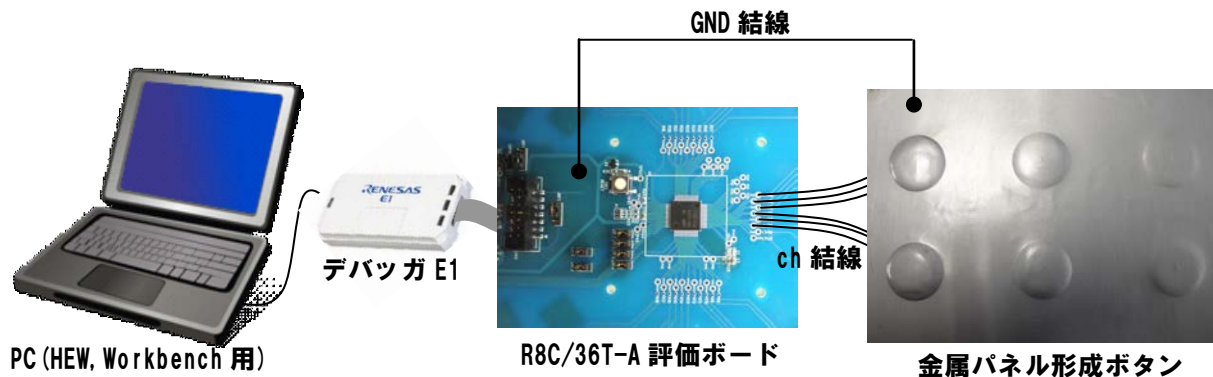


図 2-1 金属パネル形成ボタン評価セット構成

2.2 金属パネル形成ボタン

図 2-2に金属パネル形成ボタンの構造例を示す。ボタンは4層構造となっており、上から両面ラミネート加工されたアルミ板、両面粘着シート、タッチ電極、ガラスエポキシ板で構成される。凸加工されたアルミ板を指で押下する事でタッチ電極と接地された金属が接近し静電容量が増加する。この増加分をタッチマイコンで計測しボタンの ON/OFF を検知する。

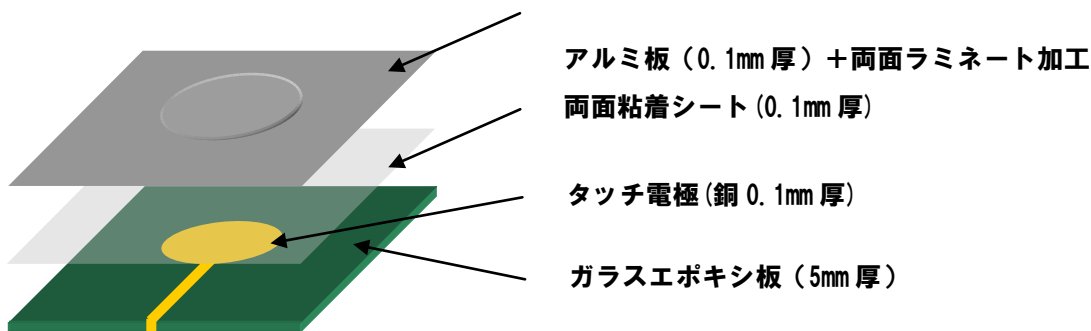


図 2-2 金属パネル形成ボタン構造

なお、本評価ではタッチ電極を片面一層基板に形成したため、電極配線が金属パネルの直下を通過する構造となっている。実製品に応用する際は、二層基板を使用しスルーホールを介し裏面から配線し金属パネルとの寄生容量を抑制する事を推奨する。

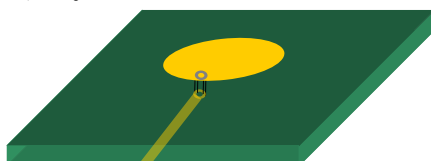


図 2-3 二層基板によるタッチ電極

ボタンが各種アプリケーションにて使用される事を想定しボタン凸部の高さ、タッチ電極のサイズを幾つか用意した。表 2-1に評価に使用したボタンの各種寸法を示す。

表 2-1 各種寸法

	アルミ板凸部		タッチ電極		
	高さ (mm)	直径 (mm)	直径 (mm)	配線幅 (mm)	CH-電極間配線距離 (mm)
ボタン 1	0.025	17	15	0.3	100
ボタン 2	0.05				
ボタン 3	0.1				
ボタン 4	0.025		10		
ボタン 5	0.05				
ボタン 6	0.1				
凡例					

2.3 R8C/36T-A TSCU 設定、外部回路常数など

評価に使用した R8C/36T-A の TSCU 設定は以下の通り。各レジスタの意味は R8C/36T-A ハードウェアマニュアル参照の事。

DF_TSCUCR0	0x0006	// TSCU Control Register 0 F=1/1(20MHz)
DF_TSCUCR1	0x0010	// TSCU Control Register 1
DF_TSCUMR	0x0000	// TSCU Mode Register soft trigger
DF_TSCUTCRA	0x0300	// TSCU Timing Control Register 0A charge max
DF_TSCUTCRA0B	0x0300	// TSCU Timing Control Register 0B charge max
DF_TSCUTCRA1	0x0307	// TSCU Timing Control Register 1 Larea 2cyc
DF_TSCUTCRA2	0x8000	// TSCU Timing Control Register 2
DF_TSCUTCRA3	0x0000	// TSCU Timing Control Register 3
DF_TSCUHC	(0x0080+MAX_CH-1)	// TSCU Channel Control Register 22ch up-down scan
DF_TSCUFR	0x0000	// TSCU Flag Register
DF_TSCUSCS	0x0020	// TSCU Secondary Counter Set Register 7count
DF_TSCURVR0	0x0000	// TSCU random Register 0
DF_TSCURVR1	0x0000	// TSCU random Register 1
DF_TSCURVR2	0x0000	// TSCU random Register 2
DF_TSCURVR3	0x0000	// TSCU random Register 3

評価に使用した R8C/36T-A 評価ボードの外部常数は以下の通り。

Cc: 0.1 μ F

Rc: 2.7K Ω

Cr: 27pF(CHxA0 側使用)

Rr: 1K Ω

2.4 計測方法

ボタン1～6について、10mmφの円筒形金属棒を用い約600gの加重にてボタンを押下し Workbench のステータスモニタ上で、非押下、押下時のタッチ計測値（カウント値）を測定した。図 2-3にボタンを金属棒で押下する様子を示す。なお、今回の測定では人体が接触している部分は接地されており電気的には GND レベルとなっている。よってタッチ感度への人体の電気抵抗や静電容量の影響はほとんど影響無いため評価条件として考慮する必要は無い。



図 2-4 ボタン押下時の様子

その他測定条件

- ・マイコン電源電圧 5.00V
- ・気温（室温） 25℃
- ・湿度 30%
- ・Workbench4 Ver4.60.02
- ・HEW Ver 4.09.00.007

2.5 測定結果

各ボタンの非押下／押下時のタッチ計測カウント値を表 2-1に示す。なおカウント値は Workbench のステータスモニタ機能を用いて計測しており、4回計測した結果の合算値である。

表 2-2 測定結果

	ボタン形状		測定結果(カウント値4回加算)		
	凸部高さ (mm)	タッチ電極 直径(mm)	非押下時	押下時	変化量
ボタン1	0.025	15	1154	420	734
ボタン2	0.05		1234	570	664
ボタン3	0.1		1290	840	450
ボタン4	0.025	10	1508	784	724
ボタン5	0.05		1575	964	611
ボタン6	0.1		1580	1240	340

2.6 考察

結果の通り、いずれのボタンでもボタン ON/OFF の基準となる非押下／押下時の差分である変化量が十分あるため、ボタン動作としては問題無い。

図 2-4にボタン形状と変化量の関係を示す。グラフの通り凸部高さが高い程、得られる変化量が少なくなっているが、要因として押下時に電極と対面する面積が少ない事が考えられる。

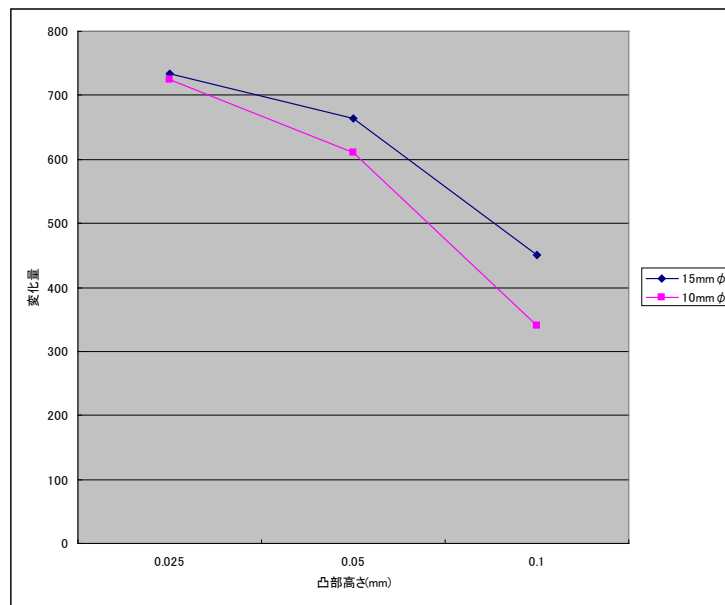


図 2-5 ボタン形状と変化量の関係

また、電極面積に応じ得られる変化量も少なくなる事は当然であるが、電極面積による変化量の差がボタン凸部の高さにより異なる。凸部高さが低い程、差分が少ない事がグラフより読み取れる。これは、押下時の凸部の変形量が高さにより異なるためと考えられる。図 2-4に凸部高さと押下時のタッチ電極との対向面積を示す。図の通り、凸部が高いと押下時の変形が中央部のみとなり電極との対向面積が小さくなる。

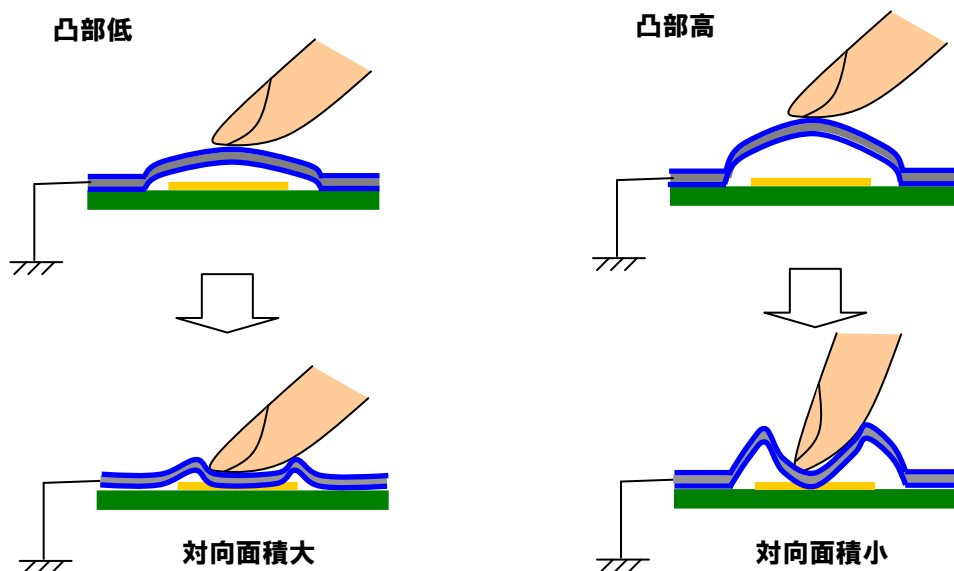


図 2-6 凸部高さと押下時の対向面積

3. 付録 近接センサーへの応用

金属パネルを使用したボタンの応用例として金属パネル自体をタッチ電極とした近接センサーが考えられ、以下に示すようなアプリケーションが実現可能である。

- (1) 電源OFF時、製品は低消費電力状態となり金属パネルを電極として人体の接近のみを検知している。
- (2) 人体の接近を検出した時点で金属パネルは検出を停止し、金属パネル凸部がスイッチとしてアクティブになる。
金属パネルはマイコン端子を介して接地される。
- (3) 一定時間操作が無い、またはユーザーによる電源OFFで製品は低消費電力状態へ移行し(1)へ戻る。

このような仕様を実現するために金属パネルが近接センサーとして人体の接近をどの程度の距離で感知可能か評価した。図 3-1に評価環境を示す。その他 TSCU 設定、外部回路常数などの条件はボタン評価時と同様である。

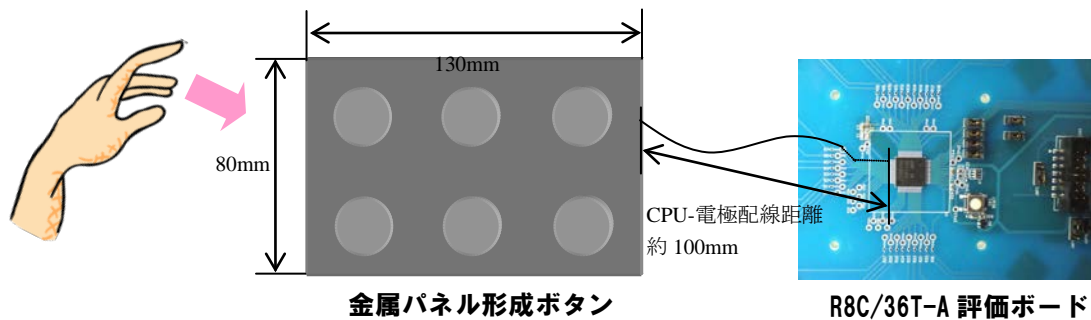


図 3-1 近接センサー評価環境

評価結果を図 3-2に示す。図の通り 100mm 前後から手の接近を感知し始め、0mm まで漸近線的にカウント値が減少する。ノイズによる誤動作のマージン設定に依存するが、今回の評価環境では約 50mm 以内の感知が可能と考えられる。

パネル-手の距離 (mm)	200	175	150	125	100	75	50	25	0
カウント値	640	638	637	633	630	623	600	520	280

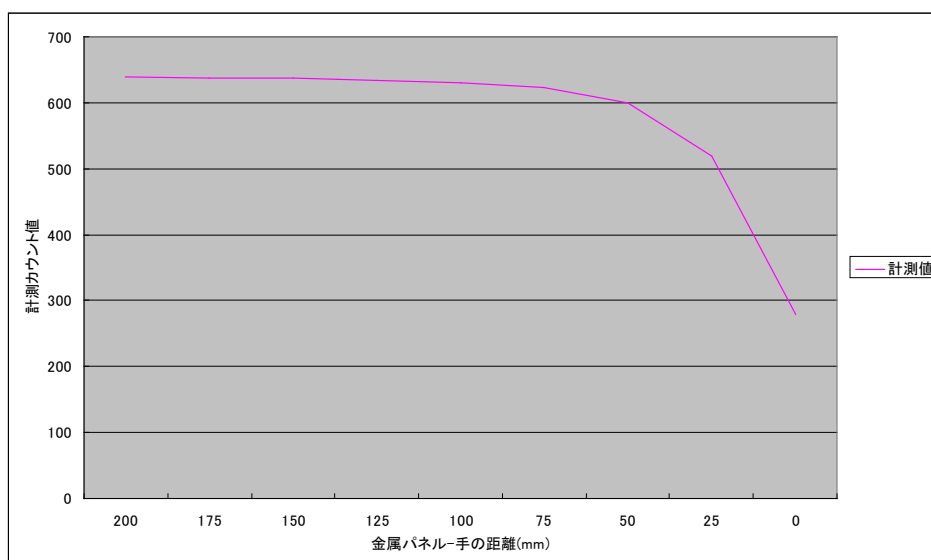


図 3-2 手接近時の計測カウント値

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	2012.6.6	—	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、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/>