

# Full-Speed USB

R01AN0628JJ0100

## Full-Speed USB2.0 基板設計ガイドライン

Rev.1.00

2015.11.25

### 要旨

この資料は Full-Speed USB2.0 基板設計時のガイドラインを掲載しています。

### 動作確認デバイス

この資料で説明する応用例は以下に適用されます。

- ・RX6xx シリーズ、RX2xx シリーズ、RX1xx シリーズ
- ・R8C/3xx シリーズ、RL78/G1C、L1C

注：この資料に掲載している内容は、USB 規格をもとにした参考例であり、システムでの信号品質を  
保証するものではありません。実際のシステムに組み込む場合は、システム全体で十分検討評価  
し、お客様の責任において、適用可否判断してください。

### 目次

1. はじめに.....	2
2. USB 伝送線路.....	3
3. 電源・グランドパターン.....	5
4. VBUS 外付け回路.....	6
5. EMI/ESD 対策.....	8

## 1. はじめに

本資料は、RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 の端子名を用いて説明しています。

表 1.1 に RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 USB 部の端子概要を示します。

詳細は、各デバイスのマニュアルを参照ください。

表 1.1 RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 USB 部の端子概要

Pin Name	I/O	Function
USBx_DP UDPx	I/O	USB バスの D+データです。 USB バスの D+ピンに接続してください。
USBx_DM UDMx	I/O	USB バスの D-データです。 USB バスの D-ピンに接続してください。
USBx_VBUS UVBUS	I	<Host Controller 機能選択時> オープンまたは、USB バスの Vbus に接続してください。 ※接続されるデバイスへの Vbus 供給はできません。 <Peripheral Controller 機能選択時> USB バスの Vbus に接続してください。 Vbus の接続/切断を検出することができます。
USBx_EXICEN	O	ポート x 外部電源 (OTG) チップのローパワー制御信号です。
USBx_VBUSEN UVBUSENx	O	ポート x 外部電源チップへの VBUS (5V) の供給許可信号です。 Host 機能搭載デバイス専用。
USBx_OVRCURA USBx_OVRCURB UOVRCURx	I	ポート x 外部オーバカレント検出信号を接続してください。また、OTG電 源チップとの接続時にはVBUSコンパレータ信号を接続してください。 Host機能搭載デバイス専用。
USBx_ID	I	ポート x OTG 動作時 miniAB コネクタの ID 入力信号を接続してください。
USBA_RREF	I	USBA の基準電流源端子。2.2k $\Omega$ (1%) を介して AVSS_USBA 端子に接続して ください。 RX64M 専用。
USBx_DPUPE	O	ポート x ファンクション動作時の USB D+信号の 1.5k $\Omega$ プルアップ抵抗の 制御信号です。 RX62x/RX63x シリーズ用。
USBx_DPRPD USBx_DRPD	O	ポート x ホスト動作時の USB D+および D-信号の 15k $\Omega$ プルダウン抵抗の 制御信号です。 RX62x/RX63x シリーズ用。Host 機能搭載デバイス専用。

## 2. USB 伝送線路

USB 伝送線路とは、USB コネクタと RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 内蔵 USB トランシーバを接続する配線パターンを表します。USB 伝送線路に推奨される特性インピーダンスは、差動インピーダンス  $90\Omega \pm 15\%$  です。

以下に USB 伝送線路のパターン配線設計時の注意点について説明します。

- インピーダンスコントロールは基板の厚さ、材質、層構成などによりパターン幅、パターン間隔が異なります。詳細は基板メーカーにご相談ください。
- RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 から USB コネクタまでの USB 伝送線路の配線パターン長は、USB 規格で規定されている最大遅延時間を超えないように設計する必要があります。表 2.1 に一般的な材料のプリント配線板における USB 伝送線路の推奨パターン設計値を示します。

表 2.1 USB 伝送線路の配線パターン設計推奨値

	最大遅延時間 (USB 規格)	配線長	D+, D-の配線長の差
ホストコントローラ	3ns	300mm 以下	2.5mm 以下
ペリフェラルコントローラ	1ns	100mm 以下	2.5mm 以下

- USB 伝送線路の下層はベタグラウンドにしてください。ベタグラウンドは USB 伝送線路より外側へ 2mm 以上確保してください。ベタグラウンドにする電源は GND となります。
- USB 伝送線路近くに他の信号線を配置しないでください。特にクロックやデータバスなど変化の激しい信号は USB 伝送線路から離してください。また、USB 伝送線路と他の信号が交差しないようにしてください。
- USB 伝送線路と同一層（表層）では、伝送線路より外側へ 1mm 程度離してグラウンドでガードリングすることを推奨します。
- USB 伝送線路はビアを通さず同じ階層で配線してください。また、USB 伝送線路は分岐配線しないでください。
- USB 伝送線路の間隔は、すべて一定になるように配線してください。
- USB 伝送線路は、発振器、電源回路、他の IO コネクタから離すようにしてください。
- USB 伝送線路は可能な限り直線で配線してください。レイアウト上、USB 伝送線路を曲げる場合は、 $135^\circ$  もしくは円弧を用いて緩やかに曲げてください。USB 伝送線路は急角度（直角）に曲げないでください。

図 2.1 にホストコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例を、図 2.2 にペリフェラルコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例を示します。

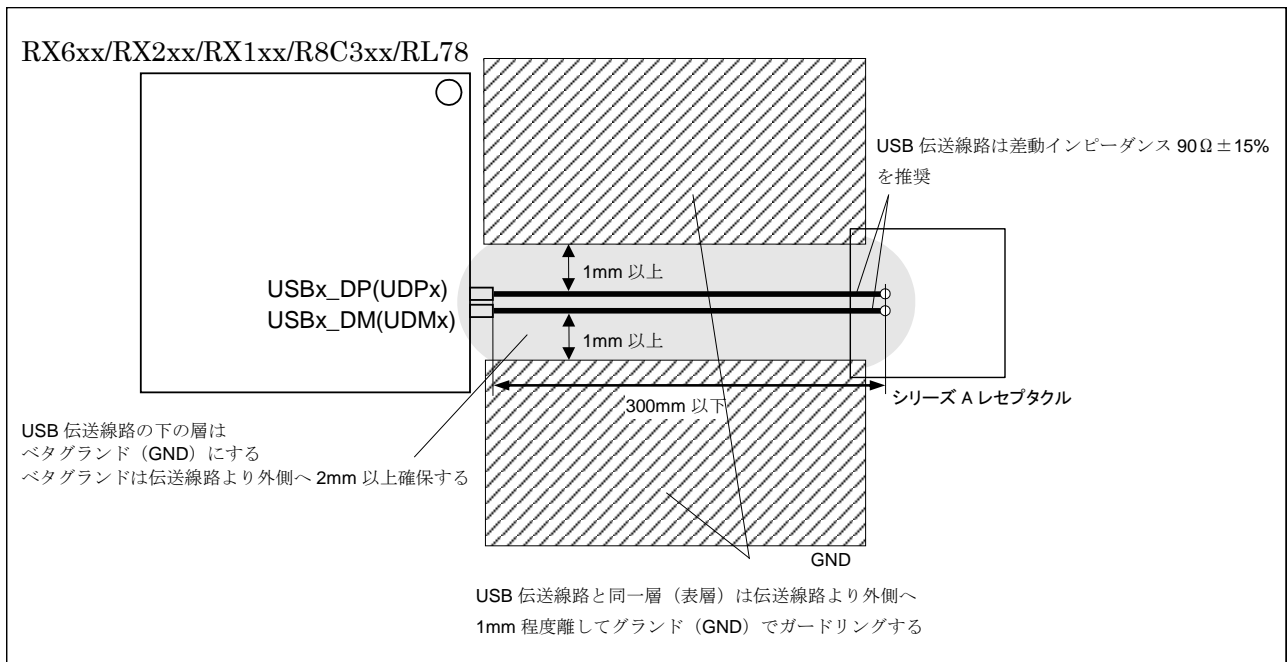
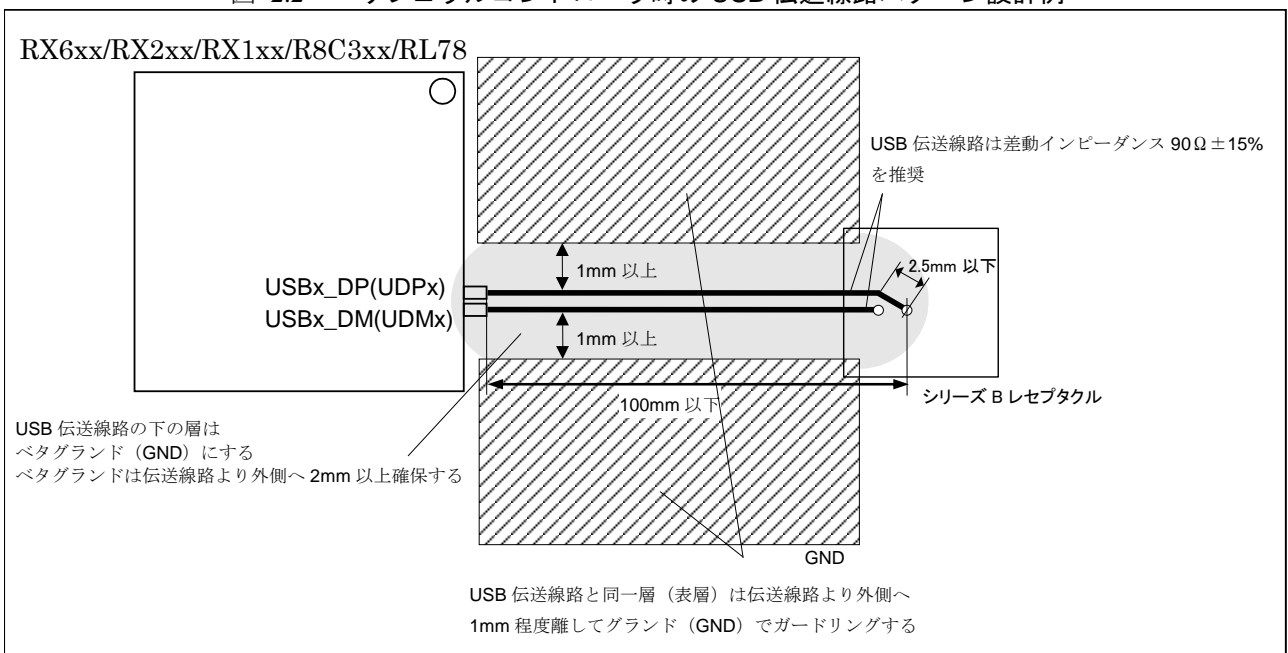


図 2.1 ホストコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例

図 2.2 ペリフェラルコントローラ時の USB 伝送線路パターン設計例



### 3. 電源・グラウンドパターン

以下に電源・グラウンドパターン設計時の注意点について説明します。

- 電源・グラウンドは、できる限り広い面の層となるようにパターン設計してください。
- 電源のコンデンサは高周波特性の良いセラミックコンデンサまたは、タンタルコンデンサを推奨します。
- アルミ電解コンデンサは EYE パターン測定時のジッタ値に影響がありますので、十分な設計、テストの上、使用ください。
- デカップリングコンデンサの容量値としては、0.1 $\mu$ F、10 $\mu$ F の容量を USB 電源端子の直近に配置することを推奨します。図 3.1 にデカップリングコンデンサの配置例を示します。

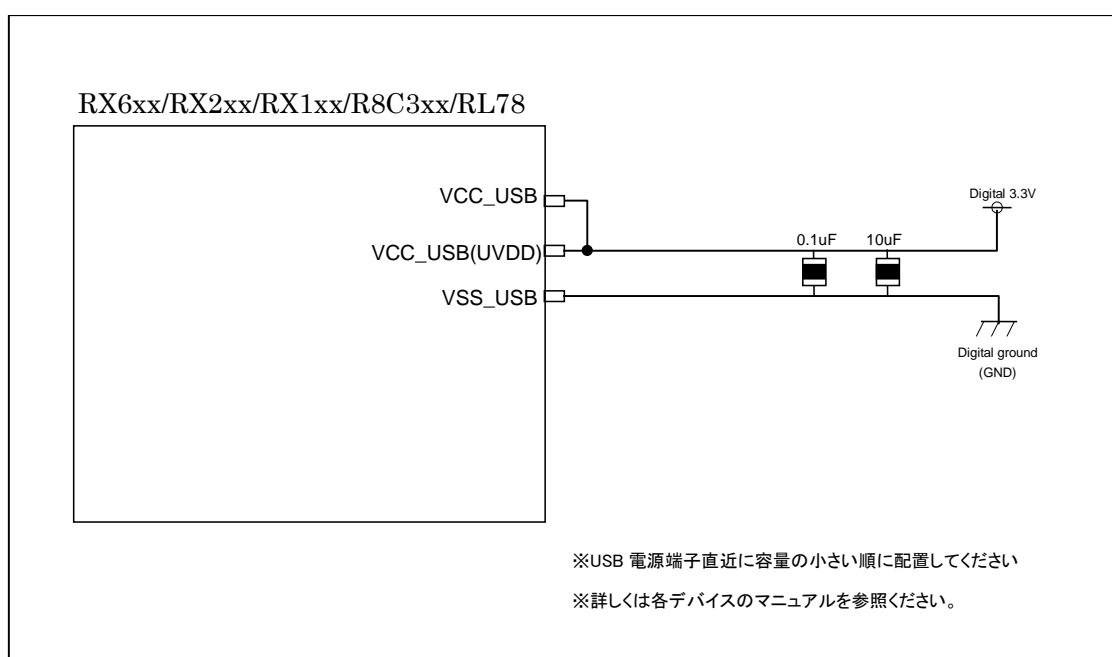


図 3.1 デカップリングコンデンサ配置例

#### 4. VBUS 外付け回路

以下に VBUS 外付け回路設計時の注意点について説明します。

- RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 をホストコントローラとして使用する場合、VBUS ラインの付加容量が 120 $\mu$ F 以上になるように設計してください。
- RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 をペリフェラルコントローラとして使用する場合、VBUS ラインの付加容量が 1.0 $\mu$ F~10 $\mu$ F 以内になるように設計してください。
- VBUS ラインには、USB ケーブル接続時にインピーダンスの不整合によって、オーバーシュートが発生する場合があります。フィルタ回路を設けてください。フィルタ回路として、容量 1.0 $\mu$ F~10 $\mu$ F と抵抗 100 $\Omega$ ~1K $\Omega$  を付けてください。最終的な定数は、基板上でオーバーシュートが発生しないことを確認した上で決定してください。なお、1K $\Omega$  以上の抵抗は付けないでください。
- RX6xx/RX2xx/RX1xx/R8C3xx/RL78 をホストコントローラとして使用する場合、ペリフェラル機器に対して、VBUS 電源を供給する必要があります。VBUS 電源の制御には、USB 電源バス用過電流制限機能付きパワースイッチ IC（以降 USB 電源スイッチ IC と記載）を使用することを推奨します。VBUS 電源ラインの電流の制限値は、適用するシステムの電源、通信する USB ペリフェラル機器が必要とする電流値をもとに検討してください。また、VBUS 電源制御回路は、使用する USB 電源スイッチ IC のデータシートに記載されている回路例等を参考に設計してください。

図 4.1 にホストコントローラとして使用する場合の VBUS 外付け回路例を、図 4.2 及び図 4.3 にペリフェラルコントローラとして使用する場合の VBUS 外付け回路例を示します。

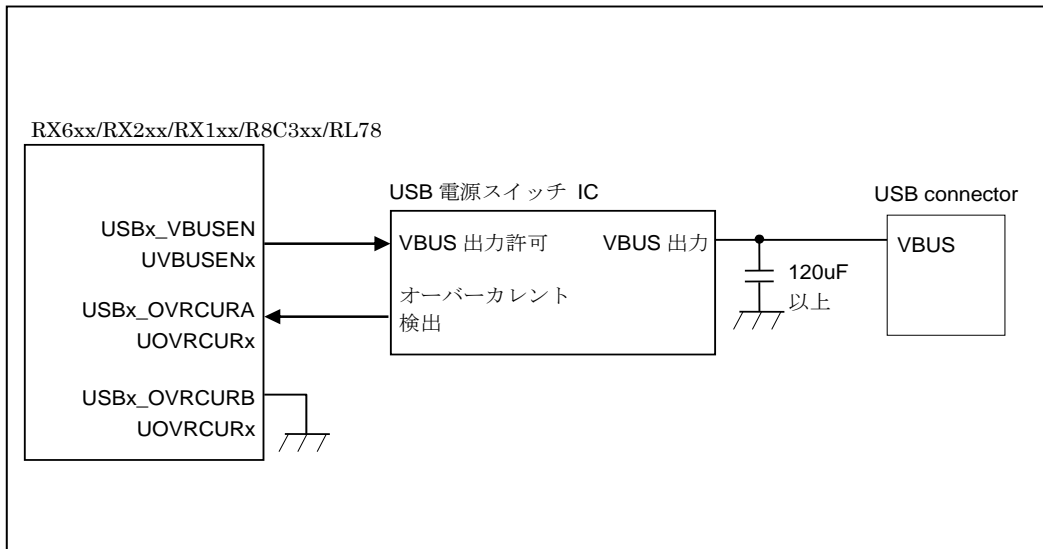


図 4.1 ホストコントローラ VBUS 外付け回路例

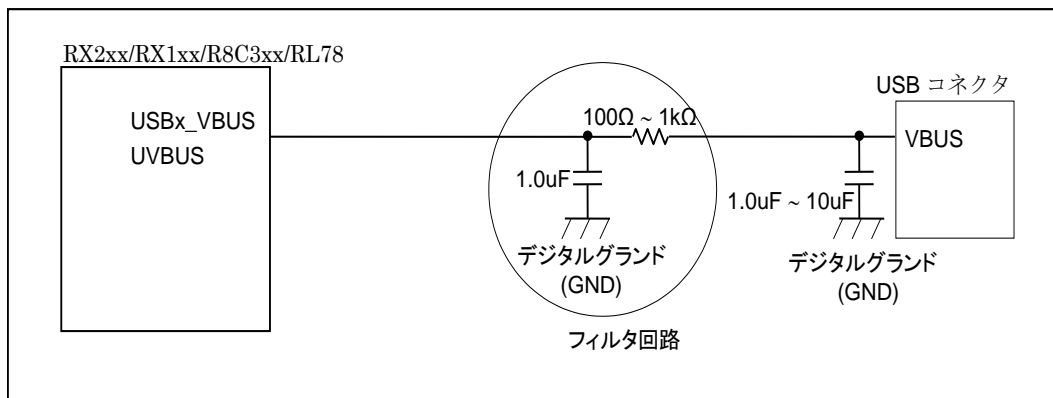
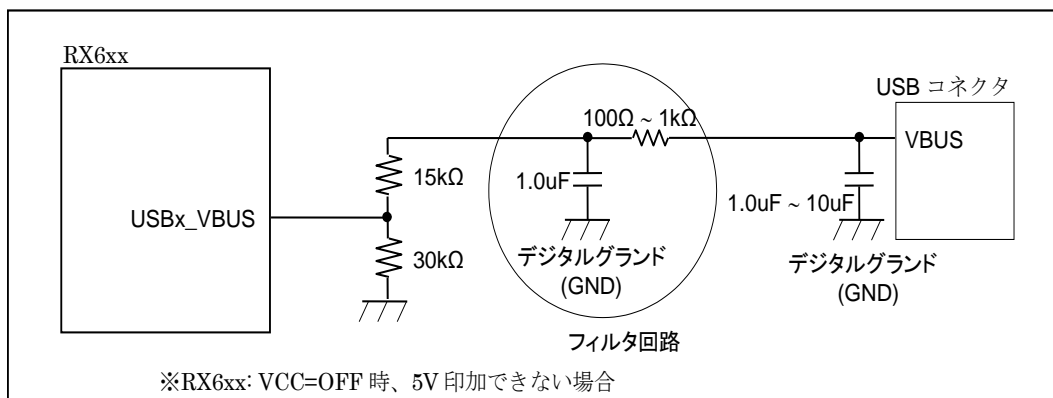


図 4.2 ペリフェラルコントローラ VBUS 外付け回路例 1



※RX6xx: VCC=OFF 時、5V 印加できない場合

図 4.3 ペリフェラルコントローラ VBUS 外付け回路例 2

## 5. EMI/ESD 対策

以下に EMI、ESD 対策時の注意点について説明します。

- コイルやダイオードなどの EMI、ESD 対策用部品を USB 伝送線路に実装する場合は、USB 伝送線路の近くに配置し、配線は可能な限り短くしてください。
- EMI、ESD 対策用部品は、必ず USB2.0 Hi-Speed 対応品を使用してください。なお、EMI、ESD 対策用部品を実装することで、USB 伝送線路のインピーダンスに不整合が生じ、波形が乱れることがありますので、十分に評価した上で使用する部品を決定してください。

図 5.1 に EMI、ESD 対策用部品使用時の接続図例を示します。

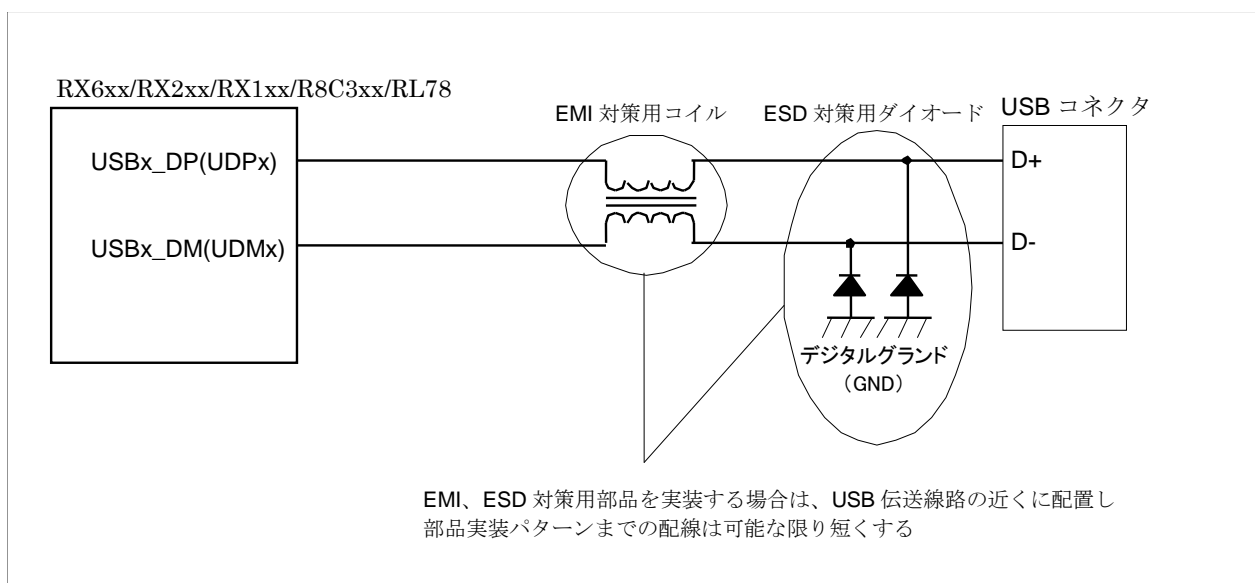


図 5.1 EMI、ESD 対策用部品使用時の接続例



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/contact/>

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。

## 改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2015.11.25	－	初版発行

## 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、本ドキュメントおよびテクニカルアップデートを参照してください。

### 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（予約領域）のアクセス禁止

【注意】リザーブアドレス（予約領域）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（予約領域）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、製品型名ごとにシステム評価試験を実施してください。

同じグループのマイコンでも型名が違っていると、内部ROM、レイアウトパターンの相違などにより、電気的特性の範囲で、特性値、動作マージン、ノイズ耐量、ノイズ輻射量などが異なる場合があります。型名が違う製品に変更する場合は、個々の製品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 エレクトロニクス株式会社 〒135-0061 東京都江東区豊洲3-2-24（豊洲フォレストシア）

■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/>