RX ファミリ、M16C ファミリ

M16C から RX への置き換えガイド：クロック同期式シリアル通信編

要旨

本アプリケーションノートでは、M16C ファミリのシリアル I/O のクロック同期形シリアル I/O モードから RX ファミリの SCI のクロック同期式モードへの置き換えについて説明しています。

対象デバイス

・RX ファミリ

・M16C ファミリ

M16C から RX への置き換え例として、RX ファミリは RX231 グループ、RX660 グループを、M16C ファミリは M16C/65C グループを用いて説明しています。本アプリケーションノートを他のマイコンへ適用する場合、そのマイコンの仕様にあわせて変更し、十分評価してください。

RX ファミリと M16C ファミリ間の用語差異

項目	M16C ファミリ	RX ファミリ
シリアルコミュニケーション インタフェースの略称 (以下、SCI)	シリアル I/O	SCI
クロック同期式シリアル通信のモード名称	クロック同期形 シリアル I/O モード	クロック同期式モード
クロック同期式通信の クロック入出力端子の名称 (以下、SCK 端子)	CLKi 端子	SCKi 端子
シリアルコミュニケーションインタフェースの動作クロック (以下、クロックソース)	カウントソース	クロックソース
周辺機能の動作クロック	周辺機能クロック (f1、fOCO40M、fOCO-F、fOCO-S、fC32)	周辺モジュールクロック (PCLKA、PCLKB、PCLKC、PCLKD)
送信バッファ	UiTB レジスタ (送信バッファ)	TDR レジスタ (TDRH、TDRL、TDRHL)
送信シフトレジスタ	UART 送信シフト レジスタ	TSR レジスタ
受信バッファ	UiRB レジスタ	RDR レジスタ (RDRH、RDRL、RDRHL)
送信割り込み	UARTi 送信割り込み (送信バッファ空)	TXI 割り込み
送信完了割り込み	UARTi 送信割り込み (送信完了)	TEI 割り込み
受信割り込み	UARTi 受信割り込み	RXI 割り込み
端子に周辺機能の入出力を 選択する機能	機能選択レジスタ、 入力機能選択レジスタ (注 2)	MPC(注 1)

注1. MPC が搭載されていないグループもあります。

注2. M32C シリーズ、R32C シリーズのみあります。

目次

1.　クロック同期式シリアル通信の概要相違点 4

2.　使用する周辺機能 5

3.　クロック同期式シリアル通信の機能相違点 5
3.1　マスタ送受信動作時の相違点 6
3.1.1　マスタ送受信動作時のタイミングの相違点 6
3.2　マスタ送信動作時の相違点 8
3.2.1　マスタ送信動作時のタイミングの相違点 8
3.3　スレーブ受信動作時の相違点 10
3.3.1　スレーブ受信動作時のタイミングの相違点 11
3.4　ビットレートの算出方法について 13

4.　付録 14
4.1　M16C から RX へ置き換えるときのポイント 14
4.1.1　割り込み 14
4.1.2　入出力ポート 15
4.1.3　モジュールストップ機能 15
4.2　I/O レジスタマクロ 16
4.3　組み込み関数 16

5.　参考ドキュメント 17

1. クロック同期式シリアル通信の概要相違点

表 1.1 にクロック同期式シリアル通信の概要相違点を示します。

表 1.1　クロック同期式シリアル通信の概要相違点

項目	M16C(M16C/65C)	RX(RX231)	RX(RX660)
動作クロックソース	f1、fOCO40M、fOCO-F、fOCO-S、fC32 から選択可能	PCLKB	PCLKB
データ長	8 ビット	8 ビット	8 ビット
データフォーマット	LSB ファースト/MSB ファーストから選択可能	LSB ファースト/MSB ファーストから選択可能	LSB ファースト/MSB ファーストから選択可能
ハードウェアフロー制御	あり（選択可能）	あり（選択可能）	あり（選択可能）
CTS/RTS 分離機能	あり(UART0)	なし	なし
割り込み要因	送信割り込み 受信割り込み	送信データエンプティ(TXI)割り込み 送信終了(TEI)割り込み 受信データフル(RXI)割り込み 受信エラー(ERI)割り込み	送信データエンプティ(TXI)割り込み 送信終了(TEI)割り込み 受信データフル(RXI)割り込み 受信エラー(ERI)割り込み
エラー検出	オーバランエラー	オーバランエラー	オーバランエラー
クロック極性選択	あり(選択可能)	あり(選択可能)	あり(選択可能)
転送クロック複数端子出力	あり(UART1)	なし	なし
ノイズ除去	なし	なし	なし
データ論理切り替え	あり	あり	あり
TXD、RXD 入出力極性切り替え	あり	なし	なし

2. 使用する周辺機能

表 2.1 にクロック同期式通信での動作例に対して使用する周辺機能およびモードを示します。

表 2.1　クロック同期式通信での動作例に対して使用する周辺機能およびモード

No	動作例	M16C		RX	
		周辺機能	モード	周辺機能	モード
1	クロック同期式 シリアル通信 (マスタ送受信動作)	シリアル I/O	クロック同期形 シリアル I/O モード	SCI	クロック同期式 モード
2	クロック同期式 シリアル通信 (マスタ送信動作)				
3	クロック同期式 シリアル通信 (スレーブ受信動作)				

3. クロック同期式シリアル通信の機能相違点

RX、M16C のクロック同期式シリアル通信の機能相違点を、「表 3.1 クロック同期式シリアル通信の条件」に示す条件を例に説明します。

表 3.1　クロック同期式シリアル通信の条件

項目	送受信条件
周辺機能の動作クロック	16MHz
通信速度	100kbps
データフォーマット	LSB ファースト
ハードウェアフロー制御	なし
使用チャネル	RX ファミリ：SCI0 M16C ファミリ：UART0

3.1　マスタ送受信動作時の相違点

クロック同期式のマスタ送受信を行う場合の相違点について説明します。

3.1.1　マスタ送受信動作時のタイミングの相違点

図 3.1 に RX と M16C の送受信タイミング相違点(3 バイトずつ送受信する場合)を、表 3.2 に RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(3 バイトずつ送受信する場合)を示します

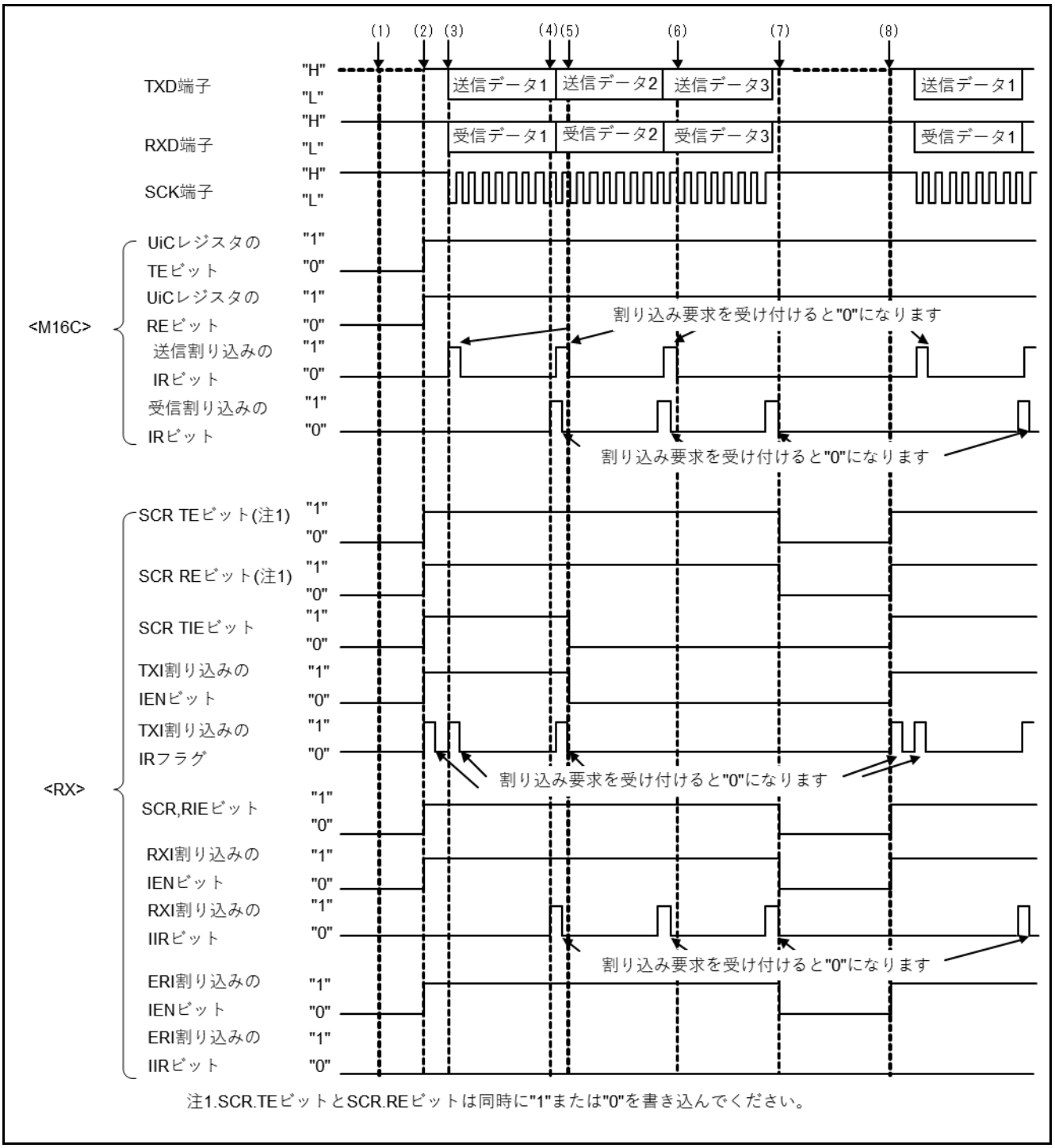

図 3.1　RX と M16C の送受信タイミング相違点(3 バイトずつ送受信する場合)

表 3.2　RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(3 バイトずつ送受信する場合)

タイミング	M16C(M16C/65C)	RX(RX231, RX660)
(1)　送信開始前	端子状態はシリアル I/O モードを選択したときに確定します	SCR.TE ビットを“1”(送信許可)に設定するまで、TXD 端子はハイインピーダンスになります。
(2)　送受信開始時	TE ビットを“1”(送信許可)に設定します。 TE ビットを“1”にしても送信割り込みは発生しません。メイン処理などで 1 バイト目のデータを書き込みます。	送受信許可のため、以下のビットを設定します。 SCR.TE ビットを“1” SCR.RE ビットを“1” また、割り込み許可のため、以下のビットを設定します。 SCR.TIE ビットを“1” SCR.RIE ビットを“1” TXI 割り込みの IEN ビットを“1” RXI 割り込みの IEN ビットを“1” ERI 割り込みの IEN ビットを“1” SCR.TE ビットを“1”にしたことにより、送信割り込み(TXI 割り込み)の IR フラグが“1”になります。送信割り込みで 1 バイト目の送信データを書き込みます。
(3)　送信シフトレジスタに送信データ転送時	送信割り込みの IR フラグ(IR ビット)が“1”になり、送信割り込みが発生します。送信割り込み処理で、2 バイト目のデータを書き込みます。	
(4)　受信完了時	1 バイトのデータを受信すると、受信データが受信バッファに取り込まれ、受信割り込み(RXI 割り込み)の IR ビット(フラグ)が“1”になります。 受信割り込み処理で、受信バッファから値を読み出します。	
(5)　最終データ書き込み時の送信割り込み	—	3 バイト目の送信データを書き込み後、SCR.TIE ビットを“0”(TXI 割り込み要求を禁止)、TXI 割り込みの IEN ビットを“0”(TXI 割り込みを禁止)にします。
(6)　最終データ書き込み後の送信割り込み	送信データを書き込まずに、割り込み処理を終了します。	— (送信割り込みは発生しません)
(7)　最終データの受信完了割り込み	「(4)受信完了時」と同じ処理を行います。	受信割り込み処理で、受信データを読み出したあと、SCR.TE ビットと RE ビットを同時に“0”(送受信禁止)にします。また、RIE ビットを“0”(RXI 割り込み要求を禁止)、RXI 割り込みの IEN ビットを“0”(RXI 割り込みを禁止)、ERI 割り込みの IEN ビットを“0”(ERI 割り込みを禁止)にします。 送信禁止にすると、TXD 端子がハイインピーダンスになります。
(8)　再度送信開始時	メイン処理などで次のデータを書き込みます。	「(2)送信開始時」と同じ処理を行います。

受信エラーが発生した場合の相違点については、「3.3.1 スレーブ受信動作時のタイミングの相違点」を参照してください。

3.2　マスタ送信動作時の相違点

クロック同期式のマスタ送信を行う場合の相違点について説明します。

3.2.1　マスタ送信動作時のタイミングの相違点

図 3.2 に RX と M16C の送信タイミング相違点(3 バイトずつ送信する場合)を、表 3.3 に RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(3 バイトずつ送信する場合)を示します。

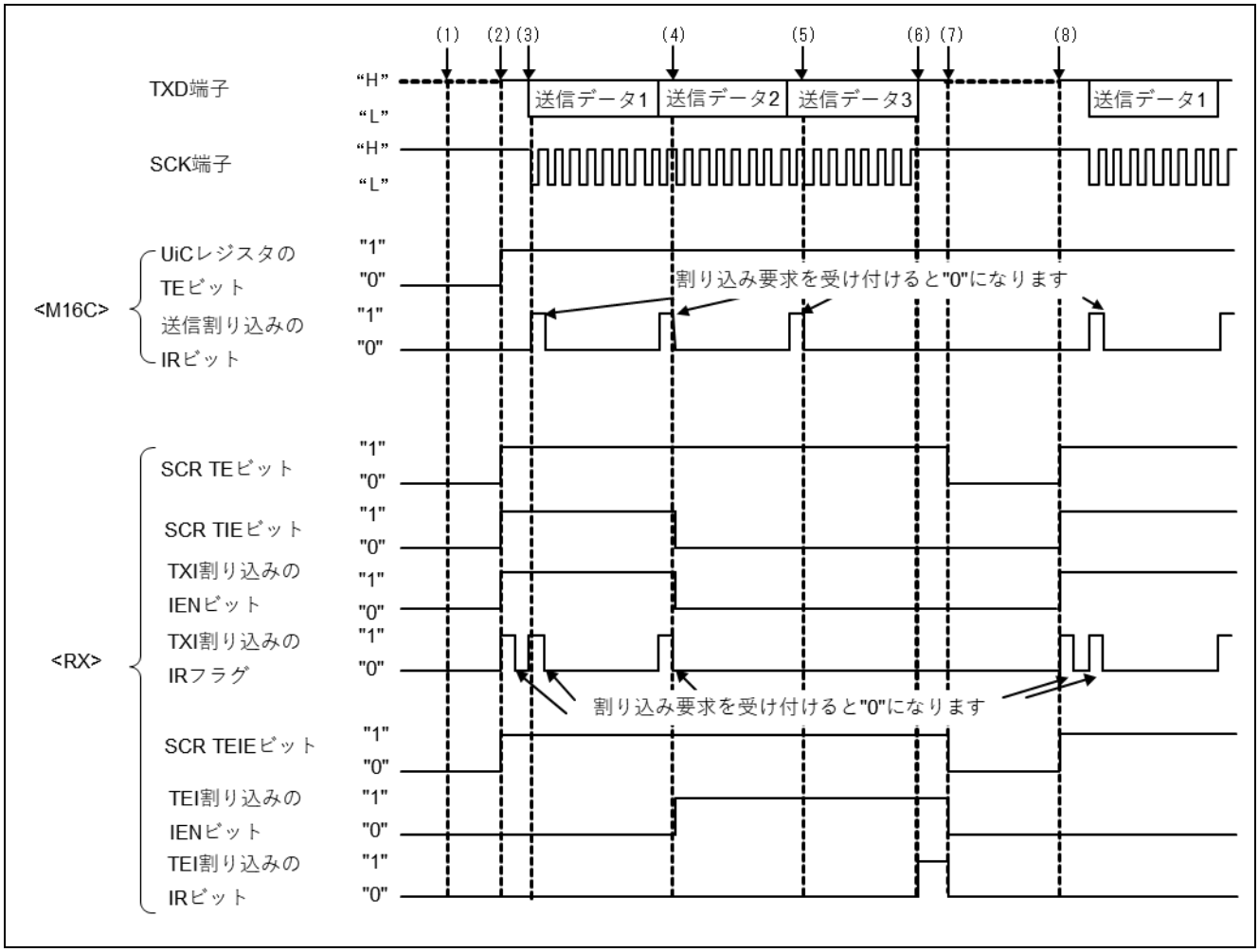

図 3.2　RX と M16C の送信タイミング相違点(3 バイトずつ送信する場合)

表 3.3　RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(3 バイトずつ送信する場合)

タイミング	M16C(M16C/65C)	RX(RX231, RX660)
(1)　送信開始前	端子状態はシリアル I/O モードを選択したときに確定します。	SCR.TE ビットを“1”(送信許可)に設定するまで、TXD 端子はハイインピーダンスになります。
(2)　送信開始時	TE ビットを“1”(送信許可)に設定します。 TE ビットを“1”にしても送信割り込みは発生しません。メイン処理などで 1 バイト目のデータを書き込みます。	SCR.TE ビットを“1”に、TIE ビットを“1”(TXI 割り込み要求を許可)に、TEIE ビットを“1”(TEI 割り込み要求を許可)に、TXI 割り込みの IEN ビットを“1”(TXI 割り込みを許可)に設定します。 SCR.TE ビットを“1”にすると、送信割り込み(TXI 割り込み)の IR フラグが“1”になります。送信割り込みで 1 バイト目の送信データを書き込みます。
(3)　送信シフトレジスタに送信データ転送時	送信割り込みの IR フラグ(IR ビット)が“1”になり、送信割り込みが発生します。送信割り込み処理で、2 バイト目のデータを書き込みます。	
(4)　最終データ書き込み時の送信割り込み	—	TEI 割り込みの IEN ビットを“1”(TEI 割り込みを許可))に、SCI.TIE ビットを“0”(TXI 割り込み要求を禁止)、TXI 割り込みの IEN ビットを“0”(TXI 割り込みを禁止)にします。
(5)　最終データ書き込み後の送信割り込み	送信データを書き込まずに、割り込み処理を終了します。	— (送信割り込みは発生しません)
(6)　送信終了時	—	送信完了割込みが発生します。
(7)　送信完了割り込み処理		送信完了割り込み処理で、SCR.TE ビットを“0”(送信禁止)、TEIE ビットを“0”(TEI 割り込み要求を禁止)、送信完了割り込みの IEN ビットを“0”(TEI 割り込みを禁止)にして、送信を禁止にします。 送信禁止にすると、送信完了割り込みの IR フラグが“0”に、TXD 端子がハイインピーダンスになります。
(8)　再度送信開始時	メイン処理などで次のデータを書き込みます。	「②送信開始時」と同じ処理を行います。

3.3　スレーブ受信動作時の相違点

RX と M16C で受信許可になる条件が異なります。RX と M16C の受信許可条件の相違点を表 3.4 に示します。

表 3.4　RX と M16C の受信許可条件の相違点

設定	M16C(M16C/65C)	RX(RX231, RX660)
マスタ受信動作時	TE ビットを“1”、RE ビットを“1”に設定します。(注 2) 連続受信モードが禁止の場合、送信バッファにダミーデータを書き込むと、1 バイト分の同期クロックが出力されます。 連続受信モードが許可の場合、受信バッファを読み出すと、1 バイト分の同期クロックが出力されます。	SCR.TE ビットを“1”、SCR.RE ビットを“1”にした場合、送信バッファにダミーデータを書き込むと受信許可状態になり、SCK 端子から 1 バイト分の同期クロックが出力されます。 SCR.TE ビットを“0”、SCR.RE ビットを“1”にした場合、設定時に受信許可状態となり CTS 機能が無効、もしくは CTSn#端子入力が Low のとき、SCK 端子から同期クロックを出力し続けます。
スレーブ受信動作時	TE ビットを“1”、RE ビットを“1”に設定します。(注 2) 連続受信モードが禁止の場合、送信バッファにダミーデータを書き込むと、受信許可状態になります。 連続受信モードが許可の場合、受信バッファを読み出すと、受信許可状態になります。 受信許可状態のとき、SCK 端子に同期クロックが入力されると、受信動作を開始します。	SCR.RE ビットを“1”にすると、受信許可状態になります。SCK 端子に同期クロックが入力されると、受信動作を開始します。(注 1)

注1.　SCR.TE ビットも“1”にした場合は、SCK 端子に同期クロックが入力される前に送信バッファにダミーデータを書き込んでください。

注2.　M16C では、受信動作のみ行う場合でも TE ビットを“1”にする必要があります。

本節では、RX は TE=0、RE=1 での条件、M16C は TE=1、RE=1、連続受信モード禁止での条件で、スレーブ受信動作を行う場合の相違点を示します。

3.3.1　スレーブ受信動作時のタイミングの相違点

データ受信時に、他の割り込みで受信割り込みが待たされた場合の例を説明します。

図 3.3 に RX と M16C のタイミング相違点(受信時)を、表 3.5 に RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(受信時)を示します。

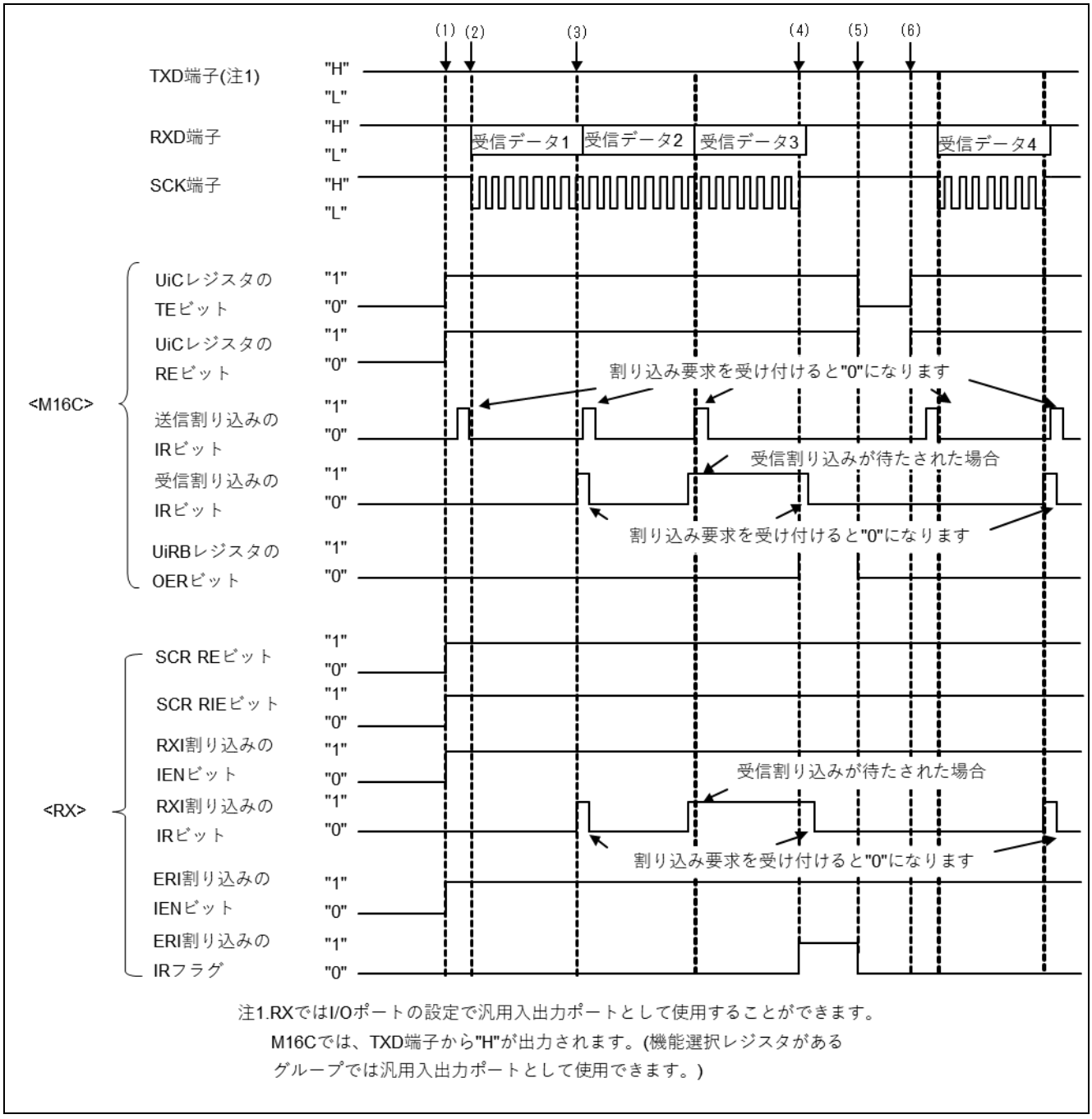

図 3.3　RX と M16C のタイミング相違点(受信時)

表 3.5　RX と M16C の各タイミングでの動作および処理内容の相違点(受信時)

タイミング	M16C(M16C/65C)	RX(RX231, RX660)
(1)　受信許可設定	TE ビットを“1”(送信許可)、RE ビットを“1”(受信許可)にした後、送信バッファにダミーデータを書き込みます。 送信シフトレジスタに送信データが転送されると、送信割り込みの IR ビットが“1”になり、送信割り込みが発生します。送信割り込み処理で再度送信バッファにダミーデータを書き込みます。	SCR.RE ビットを“1”(受信許可)に、RIE ビットを“1”(RXI 割り込み要求を許可)に、RXI 割り込みの IEN ビットを“1”(RXI 割り込みを許可)に、ERI 割り込みの IEN ビットを“1”(ERI 割り込みを許可)して、受信許可状態にします。
(2)　受信開始	SCK 端子にクロックが入力されると、受信動作を開始します。	
(3)　受信完了時	1 バイトのデータを受信すると、受信データが受信バッファに取り込まれ、受信割り込み(RXI 割り込み)の IR フラグ(IR ビット)が“1”になり、受信割り込みが発生します。受信割り込み処理で、受信バッファから値を読み出します。	
(4)　受信エラー発生時	オーバランエラー発生時、受信バッファ(UiRB レジスタ)の OER ビットが“1”になります。	オーバランエラー発生時、ERI 割り込みが発生します。ERI 割り込み処理で、受信エラー処理を行います。
(5)　受信エラーフラグのクリア	TE ビットを“0”(送信禁止)、RE ビットを“0”(受信禁止)に、UiMR レジスタの SMD2～SMD0 ビットを“000b”(シリアルインタフェースは無効)にします。	SSR レジスタのエラーフラグを読み出し後、“0”を書き込み、エラーフラグをクリアします。 全てのエラーフラグをクリアすると、ERI 割り込みの IR フラグが“0”になり、受信許可状態となります。
(6)　再度受信許可設定時	UiMR レジスタの SMD2～SMD0 ビットを“001b”(クロック同期形シリアル I/O モード)、TE ビットおよび RE ビットを“1”に設定した後、送信バッファにダミーリードを書き込むと、受信許可状態となります。	

3.4　ビットレートの算出方法について

RX ファミリと M16C ファミリでビットレートの算出方法が異なります。表 3.6 にビットレートの算出方法の相違点を示します。

表 3.6　ビットレートの算出方法の相違点

項目	M16C(M16C/65C)	RX(RX231)	RX(RX660)
内部クロック使用時	クロックソース / 2(n+1) クロックソース : f1SIO、f2SIO、f8SIO、f32SIO n : UiBRG レジスタの設定値	クロックソース / 4(N+1)(注 1) クロックソース: PCLK、PCLK/4、PCLK/16、PCLK/64 N: BRR レジスタの設定値	クロックソース / 4(N+1)(注 1) クロックソース: PCLK、PCLK/4、PCLK/16、PCLK/64 N: BRR レジスタの設定値
外部クロック使用時	fEXT fEXT : CLKi 端子からの入力	fEXT fEXT : SCKi 端子からの入力	fEXT fEXT : SCKi 端子からの入力

注1.ユーザーズマニュアルの「BRR レジスタの設定値 N とビットレート B の関係」の式より

$B = PCLK / (8 \times 2^{2n-1} \times (N + 1))$

$= PCLK / (4 \times 2^{2n} \times (N + 1))$

$= (PCLK / 2^{2n}) / (4 \times (N + 1))$

= クロックソース / (4 ×(N + 1))

4. 付録

4.1 M16C から RX へ置き換えるときのポイント

M16C から RX へ置き換えるときのポイントについて、以下に示します。

4.1.1 割り込み

RX では、下記の条件を満たすときに割り込みを受け付けることができます。

- I フラグ(PSW.I ビット)が“1”であること。
- ICU の IER、IPR レジスタで割り込み許可に設定されていること。
- 周辺機能の割り込み要求許可ビットで、割り込み要求が許可されていること。

表 4.1 に、RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表を示します。

表 4.1　RX と M16C の割り込みの発生条件についての比較表

項目	M16C	RX
I フラグ	I フラグを“1”(許可)にすると、マスカブル割り込みの受け付けが許可されます。	
割り込み要求フラグ	周辺機能から割り込み要求があると、“1”(割り込み要求あり)になります。	
割り込み優先レベル	ILVL2～ILVL0 ビットで設定します。	IPR[3:0]ビットで設定します。
割り込み要求許可	—	IER レジスタで設定します。
周辺機能の割り込み許可	—	各周辺機能で割り込みの許可、禁止を設定できます。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の割り込みコントローラ(ICU)、CPU、使用する周辺機能の章を参照ください。

4.1.2　入出力ポート

RX では、周辺機能の入出力信号を端子に割り当てるには、MPC の設定を行う必要があります。

RX の端子の入出力制御を行う前に以下の 2 つの設定を行ってください。

- MPC の PFS レジスタ：該当端子に割り当てる周辺機能の選択
- I/O ポートの PMR レジスタ：該当端子に汎用入出力ポート/周辺機能を割り当てるかの選択

表 4.2 に RX と M16C の周辺機能端子の入出力設定ついての比較表を示します。

表 4.2　RX と M16C の周辺機能端子の入出力設定ついての比較表

機能	M16C(M16C/65C の場合)	RX(RX660、RX231 の場合)
端子の機能選択	M16C にはありません。(注 1) 各周辺機能のモードを設定すると、周辺機能の入出力端子として割り付けられます。	PFS レジスタを設定することで、周辺機能の入出力を複数の端子から選択して割り付けることができます。
汎用入出力ポート/周辺機能の切り換え		PMR レジスタを設定することで、対象端子を I/O ポートとして使用するか、周辺機能として使用するかを選択できます。

注1 M32C シリーズ、R32C シリーズには、同様の機能のレジスタがあります。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編のマルチファンクションピンコントローラ(MPC)と、I/O ポートの章を参照ください。

4.1.3　モジュールストップ機能

RX では、周辺モジュールごとに機能を停止させることが可能です。

使用しない周辺モジュールをモジュールストップ状態へ遷移させることで、消費電力を低減することができます。

リセット解除後は、一部を除く全てのモジュールがモジュールストップ状態になっています。

モジュールストップ状態のモジュールのレジスタは、読み書きできません。

詳細は、ユーザーズマニュアル ハードウェア編の消費電力低減機能の章を参照ください。

4.2　I/O レジスタマクロ

RX の I/O レジスタの定義(iodefine.h)内では、下記のマクロ定義を用意しています。

マクロ定義を使用することで可読性の高いプログラムを記載できます。

表 4.3 にマクロの使用例を示します。

表 4.3 マクロの使用例

マクロ	使用例
IR("module name", "bit name")	**IR(MTU0,TGIA0)** = 0 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IR ビットを“0”(割り込み要求をクリア)にします。
DTCE("module name", "bit name")	**DTCE (MTU0, TGIA0)** = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した DTCE ビットを“1”(DTC 起動を許可)にします。
IEN("module name", "bit name")	**IEN(MTU0, TGIA0)** = 1 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IEN ビットを“1”(割り込みを許可)にします。
IPR("module name", "bit name")	**IPR(MTU0, TGIA0)** = 0x02 ; MTU0 の TGIA0 に対応した IPR ビットを“2”(割り込み優先レベルを“2”)にします。
MSTP("module name")	**MSTP(MTU)** = 0 ; MTU0 のモジュールストップ設定ビットを“0”(モジュールストップ状態を解除)にします。
VECT("module name", "bit name")	#pragma interrupt (Excep_MTU0_TGIA0 (vect=**VECT(MTU0, TGIA0)**) MTU0 の TGIA0 に対応した割り込み関数を宣言します。

4.3　組み込み関数

RX では、制御レジスタの設定や特殊命令用に組み込み関数を用意しています。組み込み関数を使用する場合は、machine.h をインクルードしてください。

表 4.4 に RX と M16C の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)を示します。

表 4.4　RX と M16C の制御レジスタの設定や特殊命令などの記述の相違点(一例)

項目	記述	
	M16C	RX
I フラグを“1”にする	asm(“fset　i”);	setpsw_i (); (注 1)
I フラグを“0”にする	asm(“fclr　i”);	clrpsw_i (); (注 1)
WAIT 命令に展開します。	asm(“wait”);	wait(); (注 1)
NOP 命令に展開します。	asm(“nop”);	nop(); (注 1)

注1“machine.h”のインクルードが必要です。

5. 参考ドキュメント

ユーザーズマニュアル：ハードウェア

RX230、RX231 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0496JJ)

RX660 グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0937JJ)

M16C/65C グループ ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0093JJ)

RX231 グループ、RX660 グループ、M16C/65C グループ以外の製品をご使用の場合は、それぞれのユーザーズマニュアル ハードウェア編を参照してください。

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください）

テクニカルアップデート／テクニカルニュース

（最新の情報をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください）

ユーザーズマニュアル：開発環境

RX ファミリ CC-RX コンパイラ ユーザーズマニュアル（R20UT3248）

M16C シリーズ, R8C ファミリ C コンパイラパッケージ (M3T-NC30WA)

（最新版をルネサス エレクトロニクスホームページから入手してください）

改訂記録

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	May.03.14	—	初版発行
2.00	Jun.12.23	—	RX マイコンの比較対象機種を変更 RX210→RX231,RX660

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. 静電気対策
   CMOS 製品の取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。CMOS 製品は強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレーやマガジンケース、導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、CMOS 製品を実装したボードについても同様の扱いをしてください。
2. 電源投入時の処置
   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. 電源オフ時における入力信号
   当該製品の電源がオフ状態のときに、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源オフ時における入力信号」についての記載のある製品は、その内容を守ってください。
4. 未使用端子の処理
   未使用端子は、「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。
5. クロックについて
   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。
6. 入力端子の印加波形
   入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS 製品の入力がノイズなどに起因して、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定の場合はもちろん、V_{IL}（Max.）から V_{IH}（Min.）までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズなどが入らないように使用してください。
7. リザーブアドレス（予約領域）のアクセス禁止
   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、将来の拡張機能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。
8. 製品間の相違について
   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うと、フラッシュメモリ、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、ノイズ幅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。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、お客様の責任において、お客様の機器・システムを設計ください。これらの使用に起因して生じた損害（お客様または第三者いずれに生じた損害も含みます。以下同じです。）に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 当社製品または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またはこれらに関する紛争について、当社は、何らの保証を行うものではなく、また責任を負うものではありません。
3. 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. 当社製品を組み込んだ製品の輸出入、製造、販売、利用、配布その他の行為を行うにあたり、第三者保有の技術の利用に関するライセンスが必要となる場合、当該ライセンス取得の判断および取得はお客様の責任において行ってください。
5. 当社製品を、全部または一部を問わず、改造、改変、複製、リバースエンジニアリング、その他、不適切に使用しないでください。かかる改造、改変、複製、リバースエンジニアリング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。
6. 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）、交通制御（信号）、大規模通信機器、金融端末基幹システム、各種安全制御装置等
   当社製品は、データシート等により高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、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（宇宙機器と、海底中継器、原子力制御システム、航空機制御システム、プラント基幹システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、これらの用途に使用することは想定していません。たとえ、当社が想定していない用途に当社製品を使用したことにより損害が生じても、当社は一切その責任を負いません。
7. あらゆる半導体製品は、外部攻撃からの安全性を 100%保証されているわけではありません。当社ハードウェア／ソフトウェア製品にはセキュリティ対策が組み込まれているものもありますが、これによって、当社は、セキュリティ脆弱性または侵害（当社製品または当社製品が使用されているシステムに対する不正アクセス・不正使用を含みますが、これに限りません。）から生じる責任を負うものではありません。当社は、当社製品または当社製品が使用されたあらゆるシステムが、不正な改変、攻撃、ウイルス、干渉、ハッキング、データの破壊または窃盗その他の不正な侵入行為（「脆弱性問題」といいます。）によって影響を受けないことを保証しません。当社は、脆弱性問題に起因しまたはこれに関連して生じた損害について、一切責任を負いません。また、法令において認められる限りにおいて、本資料および当社ハードウェア／ソフトウェア製品について、商品性および特定目的との合致に関する保証ならびに第三者の権利を侵害しないことの保証を含め、明示または黙示のいかなる保証も行いません。
8. 当社製品をご使用の際は、最新の製品情報（データシート、ユーザーズマニュアル、アプリケーションノート、信頼性ハンドブックに記載の「半導体デバイスの使用上の一般的な注意事項」等）をご確認の上、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他指定条件の範囲内でご使用ください。指定条件の範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障、誤動作の不具合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。
9. 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、データシート等において高信頼性、Harsh environment 向け製品と定義しているものを除き、耐放射線設計を行っておりません。仮に当社製品の故障または誤動作が生じた場合であっても、人身事故、火災事故その他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。
10. 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。かかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は、一切その責任を負いません。
11. 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。当社製品および技術を輸出、販売または移転等する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他日本国および適用される外国の輸出管理関連法規を遵守し、それらの定めるところに従い必要な手続きを行ってください。
12. お客様が当社製品を第三者に転売等される場合には、事前に当該第三者に対して、本ご注意書き記載の諸条件を通知する責任を負うものといたします。
13. 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。
14. 本資料に記載されている内容または当社製品についてご不明な点がございましたら、当社の営業担当者までお問合せください。

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が直接的、間接的に支配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。

(Rev.5.0-1　2020.10)

本社所在地

〒135-0061 東京都江東区豊洲 3-2-24（豊洲フォレシア）

www.renesas.com

お問合せ窓口

弊社の製品や技術、ドキュメントの最新情報、最寄の営業お問合せ窓口に関する情報などは、弊社ウェブサイトをご覧ください。

www.renesas.com/contact/

商標について

ルネサスおよびルネサスロゴはルネサス エレクトロニクス株式会社の商標です。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。

© 2023 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.