

ホワイトペーパー

RL78/G23 の新機能

ロジック&イベント・リンク・コントローラ (ELCL)

畑木 尚、汎用 MCU プロダクトマーケティング部、汎用 MCU 事業部、IoT・インフラ事業本部、Renesas Electronics Corporation

2021年7月

はじめに

RL78/G23に搭載されているロジック&イベント・リンク・コントローラ (ELCL) は、RL78/G14などに搭載されているCPUを介さずにイベントを周辺機能へダイレクトに接続 (リンク) できるイベント・リンク・コントローラ (ELC) 機能にロジック機能が追加されています。これによりイベント信号にロジック (AND、OR、フリップフロップなど) を組み合わせることができ、ロジックの組み込みで外部ロジック IC が不要となるため、CPUに負荷をかけずに周辺機能間での連携動作が可能になります。また、マイコンに新しい機能を追加することができます。

このホワイトペーパーでは ELCL の概要から使用方法、応用について説明します。

ロジック&イベント・リンク・コントローラ (ELCL) とは

ELCL の特長を説明します。

- イベント・リンク・コントローラ (ELC) 機能

ELC 機能は、RL78/G14などに搭載されている各周辺機能が出力するイベントを周辺機能間でダイレクトに接続する機能です。ELCL は、ELC 機能として使用することが可能です。

CPU を介さずダイレクトに、周辺機能間で連携動作するため、イベント発生時、周辺機能の高速起動が可能です。また、ELC 機能は、スタンバイ状態でも周辺機能へリンクできるので、スタンバイ状態でイベント発生時、CPU を起動させることなく周辺機能を起動し低消費電力化を実現できます。

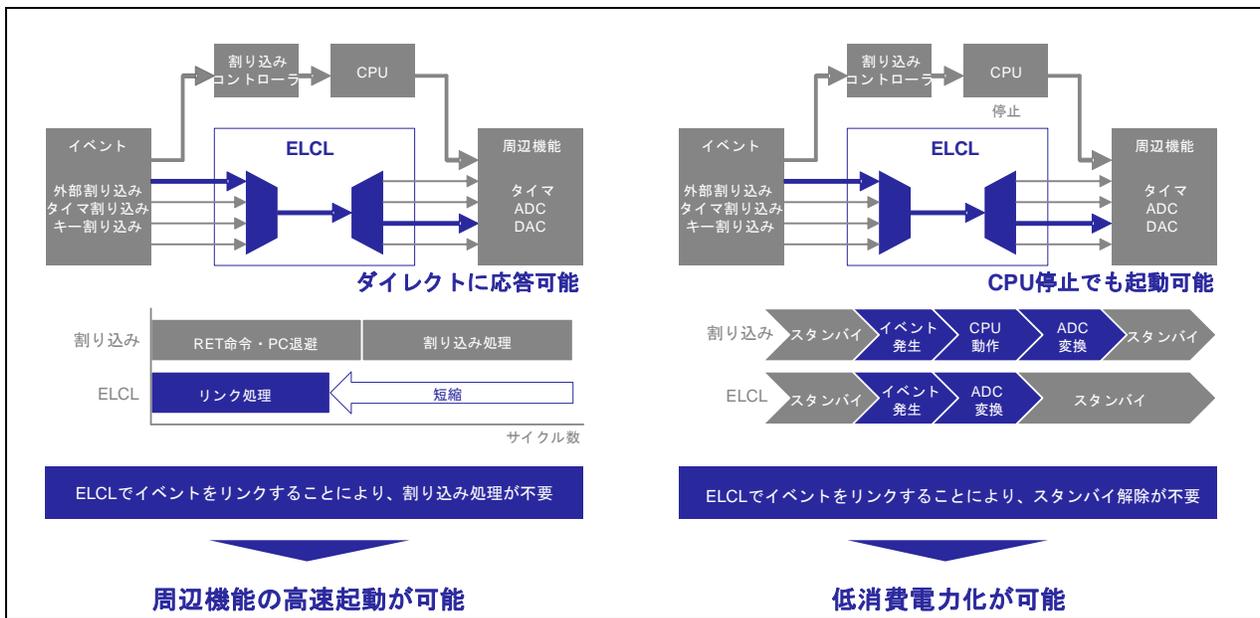


図 1 : ELC 機能

- ロジック機能

ELCL は、従来の ELC 機能に対してロジック機能が追加されています。

周辺機能からのイベント信号を、ロジック機能（AND 回路、OR 回路、EX-OR 回路、フリップフロップ）を介してリンクすることができます。これにより、単純なリンクだけでなく、複数のイベントを条件付きでリンクさせることが可能です。

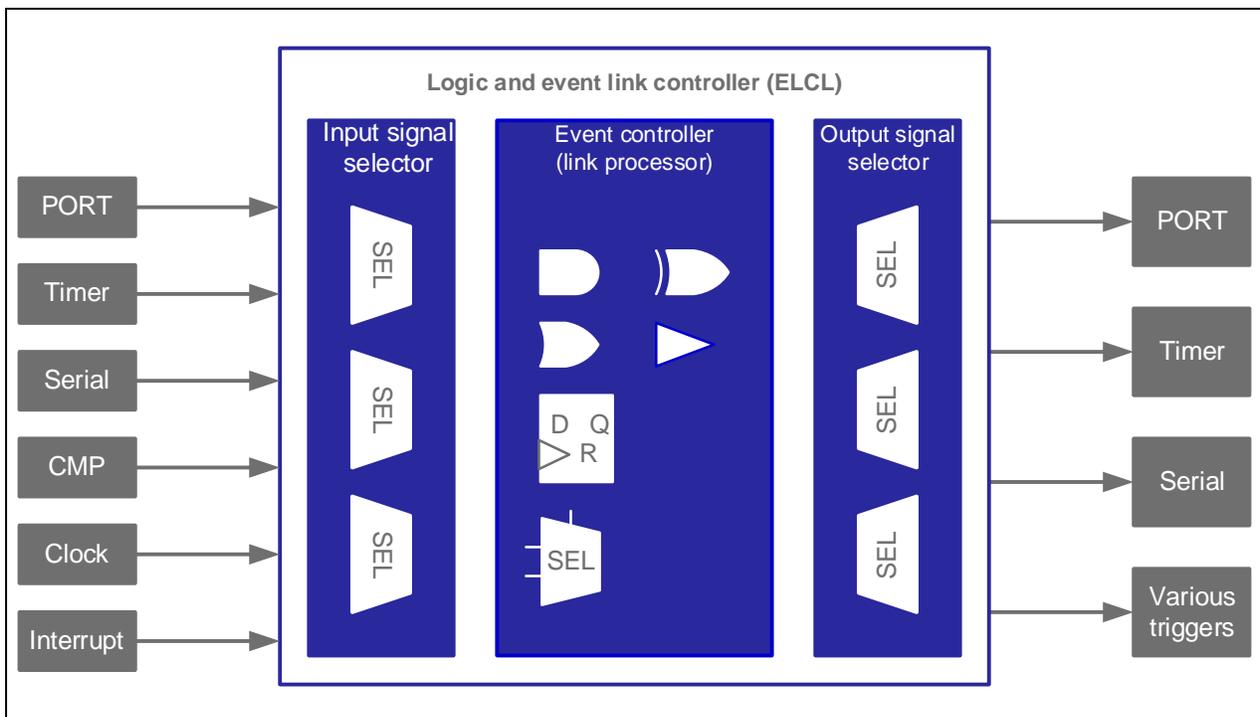


図 2 : ロジック機能

- イベント信号（ELCL 入力信号）は最大 99 種類から選択可能

RL78/G14 などに搭載している ELC 機能は、各周辺機能からのイベント信号として割り込み信号のみが使用可能でした。それに対し、ELCL は割り込み信号だけでなく、端子（ポート）、タイマ出力、シリアル・インタフェースの送信データ／クロック信号、内部クロック信号から選択できます。以下は RL78/G23 の選択肢の例です。

| 種類 | 選択肢 |
|--------------|--|
| 端子（ポート） | P00, P01, P10, P11, P12, P20, P21, P22, P23, P30, P31, P50, P51, P120, P121, P122, P137, P147 |
| タイマ | TAU0 チャンネル 0-7 出力 |
| シリアル・インタフェース | SAU0 チャンネル 0-1 送信データ出力 SAU0 チャンネル 0-1 シリアル・クロック出力 UARTA0 シリアル・クロック出力、UARTA0 送信データ出力 0 |
| コンパレータ | コンパレータ検出 0-1 |
| クロック | f _{CLK} , f _{IHP} , f _{IMP} , f _{SXP} |
| 割り込み | INTP0-11 INTTM00-07, INTTM01H, INTTM03H, INTTM10-17, INTTM11H, INTTM13H INTWDTI, INTRTC, INTITL, INTCTSUWR, INTCTSURD, INTCTSUFN INTSR0/INTCSI01/INTIIC01, INTST0/INTCSI00/INTIIC00, INTSR1/INTCSI11/INTIIC11, INTST1/INTCSI10/INTIIC10, INTSR2/INTCSI21/INTIIC21, INTST2/INTCSI20/INTIIC20, INTSR3/INTCSI31/INTIIC31, INTST3/INTCSI30/INTIIC30 INTSRE0-3, INTURE0-1, INTUR0-1, INTUT0-1, INTIICA0-1, INTKR, INTREMC, INTAD, INTSMSE, INTLVI, INTCMP0-1, |
| ELCL 内部信号 | 論理セルブロック L1 のフリップフロップ 0 出力 論理セルブロック L1 のフリップフロップ 1 出力 論理セルブロック L2 のフリップフロップ 1 出力 論理セルブロック L3 のフリップフロップ 1 出力 |

- イベント信号（ELCL 出力信号）のリンク先は最大 29 種類の周辺機能から選択可能

ELC 機能は、各周辺機能への起動要因（起動トリガ）としてのみ使用可能でした。それに対し、ELCL は端子（ポート）、タイマ入力、シリアル・インタフェースの受信データ／クロック信号、各周辺機能のトリガ信号から選択できます。以下は RL78/G23 の選択肢の例です。

| 種類 | 選択肢 |
|--------------|--|
| 端子（ポート） | P01, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P50, P51, P60, P61 |
| タイマ | TAU0 チャンネル 0-1, 5 タイマ入力 |
| シリアル・インタフェース | SAU0 チャンネル 0-1 受信データ入力、 SAU0 チャンネル 0-1 シリアル・クロック入力、 UARTA0-1 シリアル・クロック入力 |
| トリガ | イベントリンク割り込み（INTELCL）、DTC 起動トリガ、 SMS 起動トリガ、A/D コンバータハードウェア・トリガ、 D/A コンバータ 0-1 ハードウェア・トリガ、CTSU ハードウェア・トリガ、 TML32 動作クロック、キャプチャ・トリガ |

各周辺機能からのイベント信号（ELCL 入力信号）に任意のロジック機能を組み合わせた動作を新しい機能として、マイコンに追加することが可能です。この新しい機能は、Renesas からツール（スマート・コンフィグレータ）の機能拡張ファイルとして提供していきます。この機能拡張ファイルをダウンロード／インポートすることで、簡単に新しい機能をマイコンに追加できます。

スマート・コンフィグレータによる開発

RL78/G23 マイコンの開発環境は、スマート・コンフィグレータに対応しています。ELCL の新しい機能もスマート・コンフィグレータの機能拡張ファイルとして準備されています。

ELCL 用の機能拡張ファイルを Web からダウンロードし、スマート・コンフィグレータにインポートすることで簡単に新しい機能を RL78/G23 に追加できます。ELCL 用の機能拡張ファイルは、単純なロジック機能から新しい機能まで幅広く提供します。

ELCL の機能拡張ファイルをダウンロードし、スマート・コンフィグレータにインポートすると以下のような GUI が起動します。

GUI 上でイベント信号（ELCL 入力信号）、ロジックの組み合わせ、リンク先（ELCL 出力信号）をプルダウンから選び、コード生成をクリックすると簡単にコードが設定されます。

ELCL とリンクする周辺機能もスマート・コンフィグレータ上で設定することができますので、簡単に機能を追加することができます。

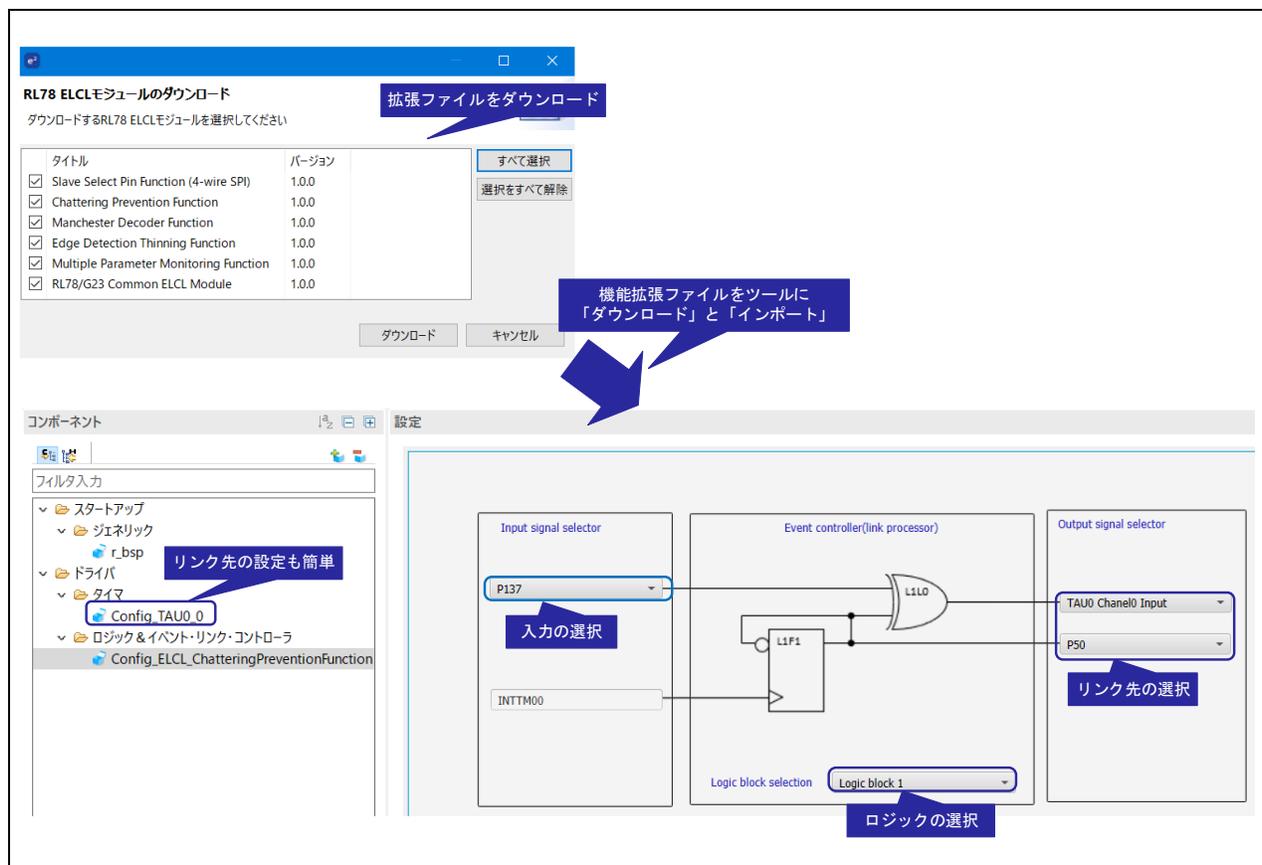
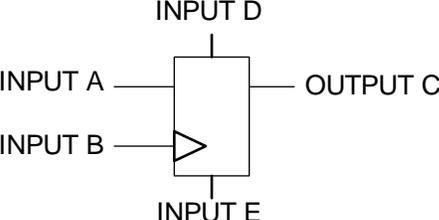
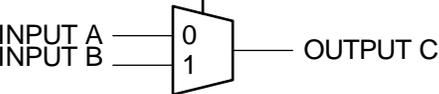


図 3 : スマート・コンフィグレータ上の GUI

次頁より Renesas が準備する機能拡張ファイルの説明を行います。

ロジック単機能

ELCLのロジック機能には、単機能として以下の機能拡張ファイルを準備します。INPUT A-Eは、端子、タイマ、シリアル・インタフェース、コンパレータ、クロック、割り込みから選択できます。OUTPUT Cは、端子、タイマ、シリアル・インタフェース、トリガから選択できます。

| 種類 | 選択肢 |
|----------|--|
| スルー | INPUT A  OUTPUT C |
| NOT | INPUT A  OUTPUT C |
| AND | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| NAND | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| OR | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| NOR | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| EX-OR | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| EX-NOR | INPUT A  INPUT B  OUTPUT C |
| フリップフロップ |  |
| セレクタ |  |

「スルー」と「NOT」、「AND」と「NAND」、「OR」と「NOR」、「EX-OR」と「EX-NOR」は、Output C を正論理、または負論理（反転）で出力するかを選択することで変更できます。

「セレクト」は3個、「セレクト」以外のロジックは各6個用意されています。

応用例

従来の ELC 機能を実現する方法、兼用機能のピン変更を実現する方法および複数のロジックを組み合わせることで実現する応用例を説明します。

ELC 機能

ELCL のロジック機能には、「スルー」が搭載されています。これを使用することで ELC 機能を実現します。

既存製品の ELC 機能と同様に以下が選択できます。

| 種類 | 選択肢 | イベント受付後の動作 |
|-----|--------------------------|-------------------------------------|
| タイマ | TAU0 チャンネル 0-1, 5 タイマ入力 | ディレイカウンタ 入力パルス幅測定 外部イベント・カウンタ |
| トリガ | INTELCL | 割り込み処理 |
| | DTC 起動トリガ | DTC 起動 |
| | SMS 起動トリガ | SMS 起動 |
| | A/D コンバータハードウェア・トリガ | A/D 変換動作 |
| | D/A コンバータ 0-1 ハードウェア・トリガ | リアルタイム出力 |
| | CTSU ハードウェア・トリガ | 計測開始 |
| | TML32 動作クロック、キャプチャ・トリガ | カウントクロック キャプチャ動作 |

例えば、ELCL のリンク先として A/D コンバータ（ADC）のハードウェア・トリガを選択した場合は以下のイメージとなります。ELCL の設定によって、端子や割り込みを ADC のハードウェア・トリガとして使用することができます。ADC もスマート・コンフィグレータで簡単に設定することができます。「トリガ・モード設定」で「ハードウェア・トリガ・モード」、「ELCL からのイベント入力」を選択するだけで、ADC は ELCL とリンクすることができます。

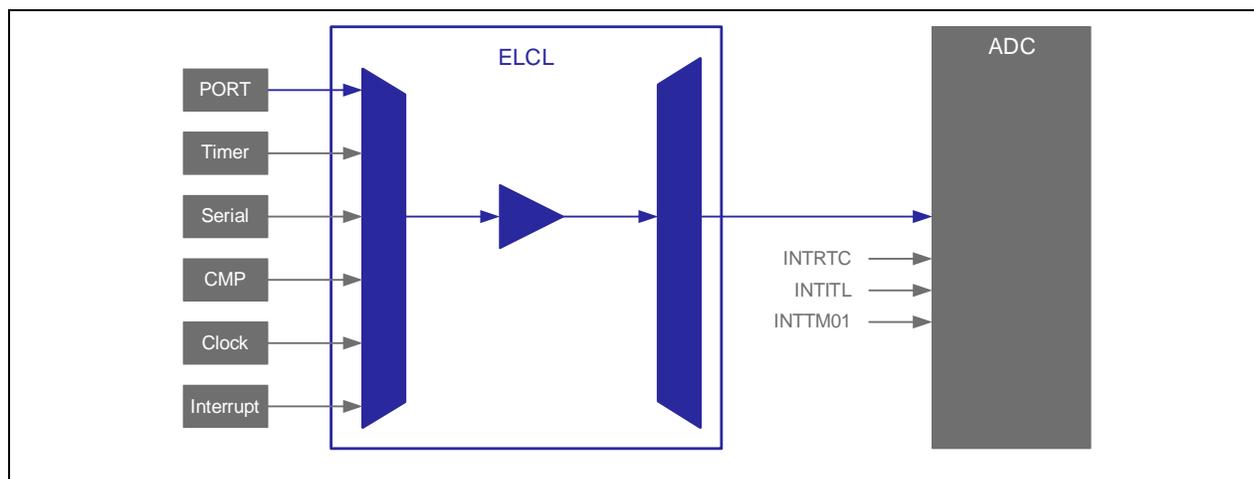


図 4 : ELC 機能例

兼用機能のピン変更

「スルー」は兼用機能のピンを変更することに使用できます。
RL78/G23のELCLの入力選択肢において、端子は以下が選択できます。

| 種類 | 選択肢 |
|----------|---|
| 端子 (ポート) | P00, P01, P10, P11, P12, P20, P21, P22, P23, P30, P31, P50, P51, P120, P121, P122, P137, P147 |

RL78/G23のELCLの出力選択肢において、兼用機能入力に相当する機能は以下になります。

| 種類 | 選択肢 |
|--------------|--|
| タイマ | TAU0 チャンネル 0-1, 5 タイマ入力 |
| シリアル・インタフェース | SAU0 チャンネル 0-1 受信データ入力、 SAU0 チャンネル 0-1 シリアル・クロック入力、 UARTA0-1 シリアル・クロック入力 |

これを組み合わせることで、兼用機能の入力端子を変更することができます。例えば、入力に P00 を選択し、出力に SAU0 チャンネル 0 シリアル・クロック入力 (SCK00) を選択します。また、入力に P01 を選択し、出力に SAU0 チャンネル 0 受信データ入力 (SI00) を選択します。そうすることで、以下のように P10 の兼用機能である SCK00 を P00 に、P11 の SI00 を P01 に変更することができます。

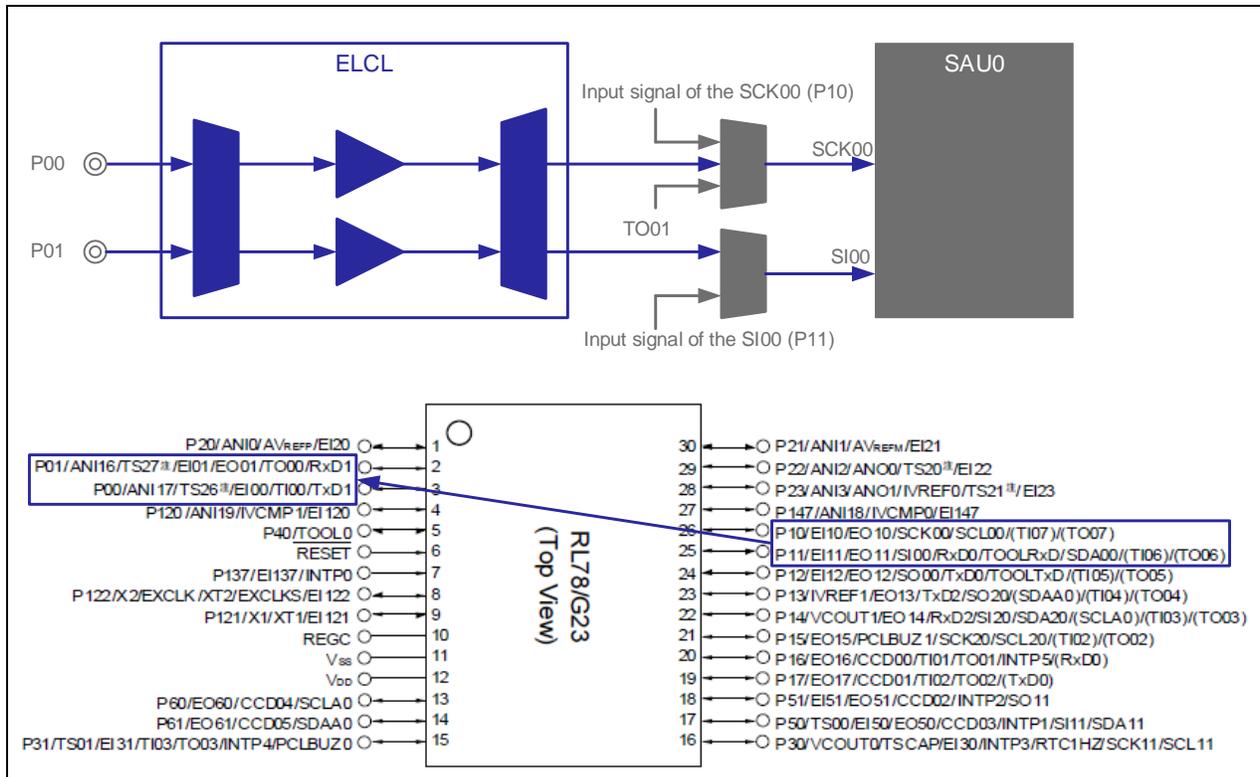


図 5 : ELCL 機能例 (入力端子の変更)

次に、出力機能の端子変更を説明します。RL78/G23 の ELCL の入力選択肢において、兼用機能出力に相当する機能は以下になります。

| 種類 | 選択肢 |
|--------------|---|
| タイマ | TAU0 チャンネル 0-7 出力 |
| シリアル・インタフェース | SAU0 チャンネル 0-1 送信データ出力 SAU0 チャンネル 0-1 シリアル・クロック出力 UARTA0 シリアル・クロック出力、UARTA0 送信データ出力 0 |

RL78/G23 の ELCL の出力選択肢において、端子は以下が選択できます。

| 種類 | 選択肢 |
|---------|---|
| 端子（ポート） | P01, P10, P11, P12, P13, P14, P15, P16, P17, P50, P51, P60, P61 |

これを組み合わせることで、兼用機能の出力端子を変更することができます。例えば、入力に TAU0 チャンネル 0 出力（TO00）を選択し、出力に P51 を選択します。そうすることで、以下のように P01 の兼用機能である TO00 を P51 に変更することができます

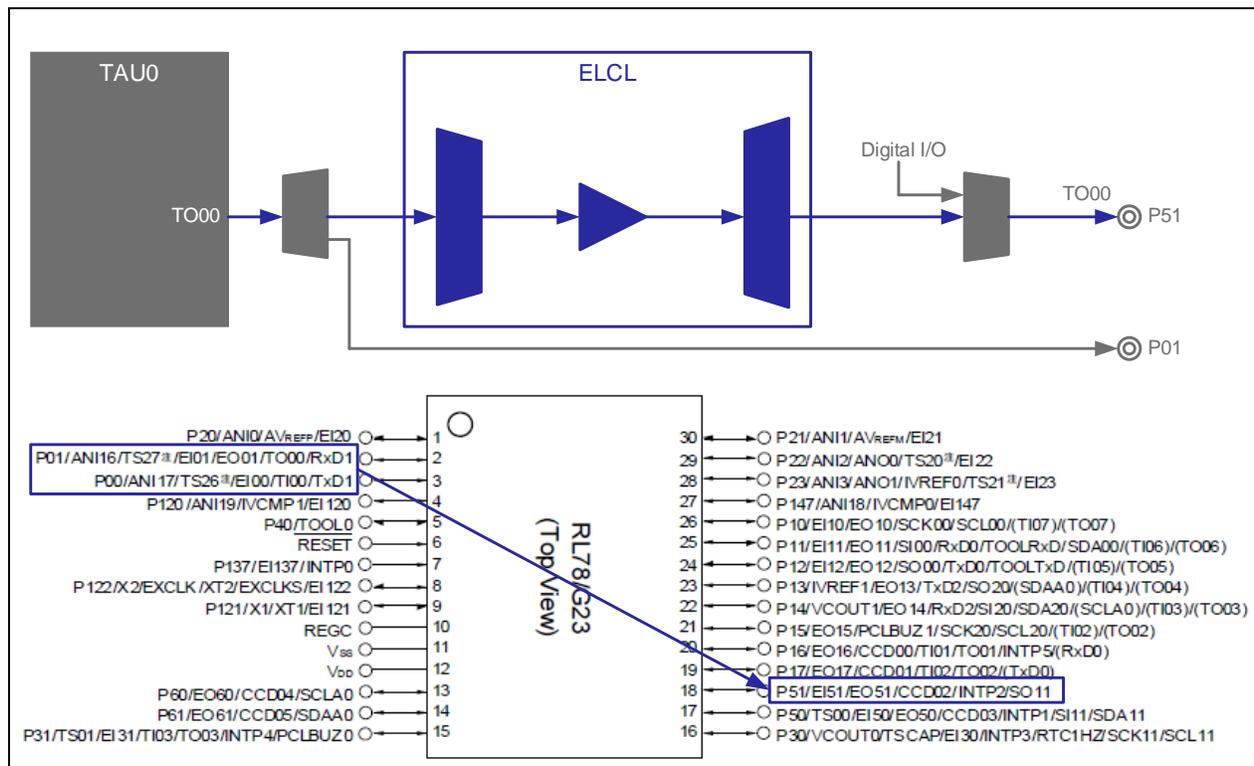


図 6 : ELCL 機能例（出力端子の変更）

このように ELCL を使うと簡単に兼用機能を別のピンに変更することができます。

次頁より複数のロジックを組み合わせ、実現できる新機能を説明します。

ELCL 複数パラメータの監視

最大4つの入力信号の論理和（OR）をとる機能です。

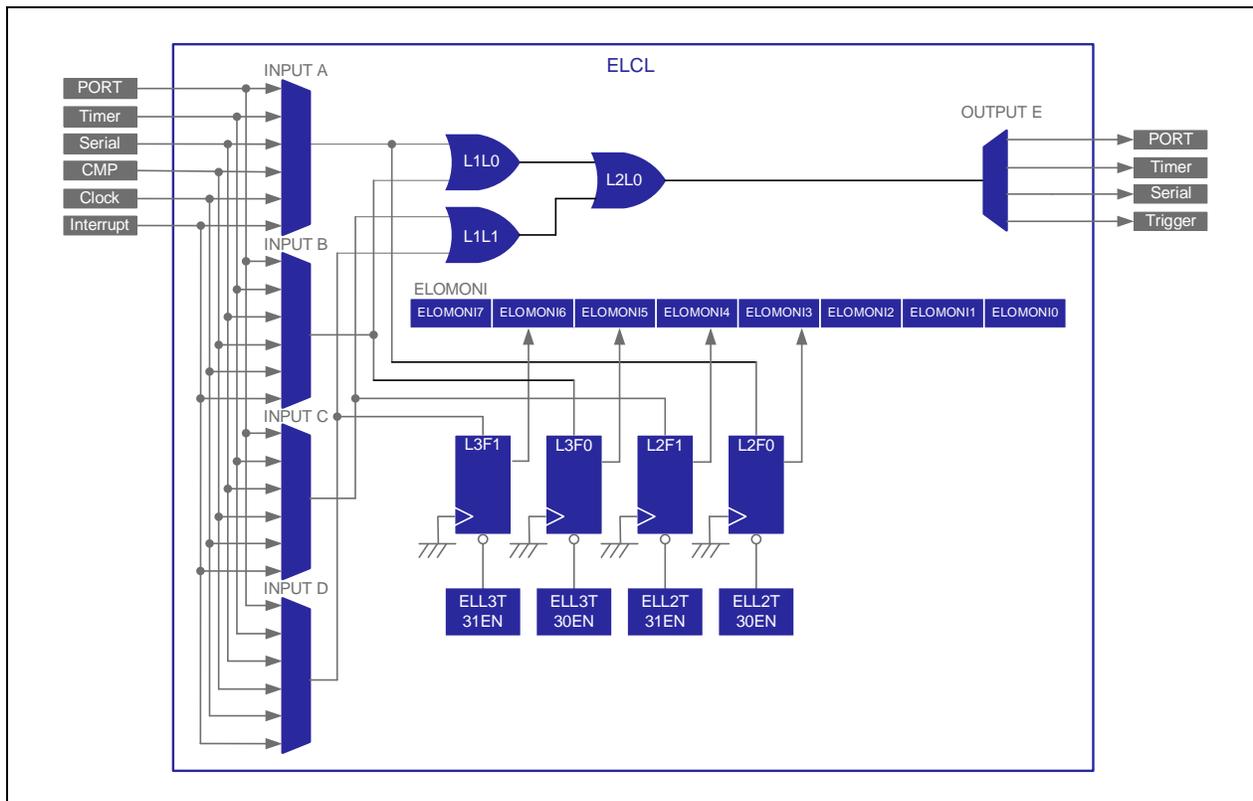


図7：複数パラメータの監視の構成

4つの入力信号（INPUT A、INPUT B、INPUT C、INPUT D）を3つの論理和（L1L0、L1L1、L2L0）にリンクし、生成した信号を OUTPUT E へリンクします。また、4つの入力信号は、フリップフロップ（L2F0、L2F1、L3F0、L3F1）にリンクし、フリップフロップの出力をモニタレジスタ（ELOMONI）にリンクします。これにより、モニタレジスタをリードすることで入力信号の状態を確認することが可能です。

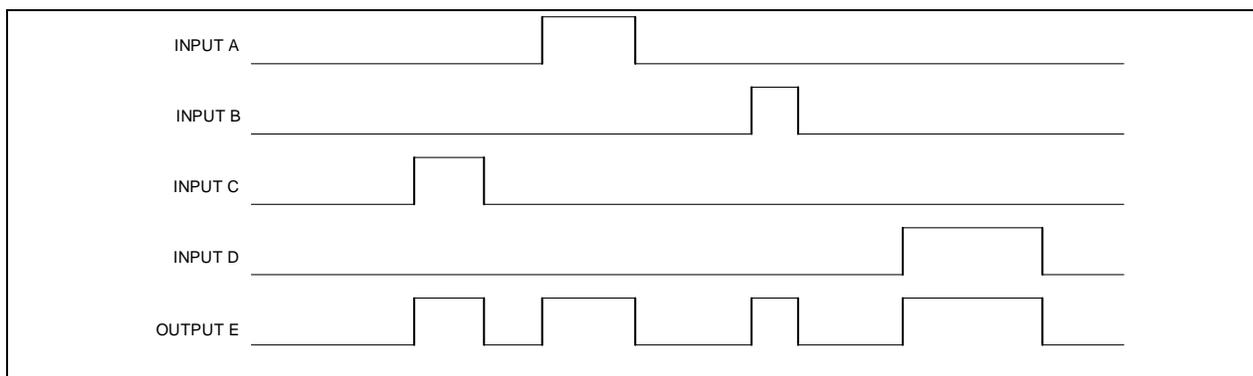


図8：タイミングチャート

詳細は、アプリケーションノート RL78/G23 ELCL 複数パラメータの監視（R01AN5615）を参照してください。

ELCL スレーブセレクト端子（4 線式 SPI）の実現

SAU の 3 線シリアル I/O（CSI）のスレーブモードにスレーブセレクト（ \overline{SS} ）機能を追加し、4 線式 SPI（Serial Peripheral Interface）通信を実現する機能です。

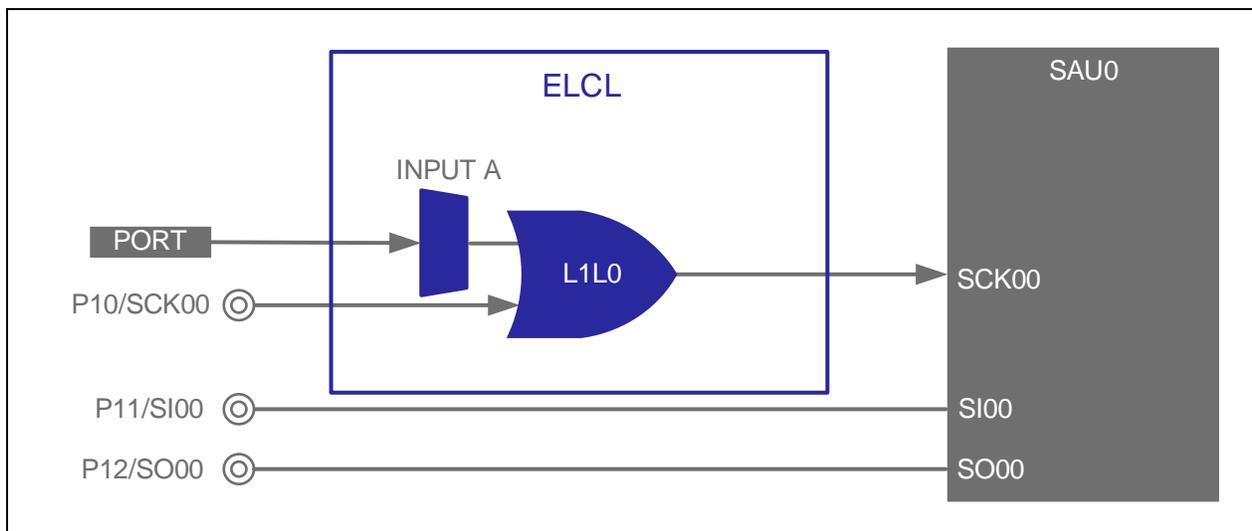


図 9：4 線式 SPI の構成

スレーブセレクト信号を PORT に入力し、SCK00 と OR を行います。これにより INPUT A = 1 の間は SCK00 の入力はマスクされます。INPUT A = 0 の期間だけ SAU0 は受信することができます。

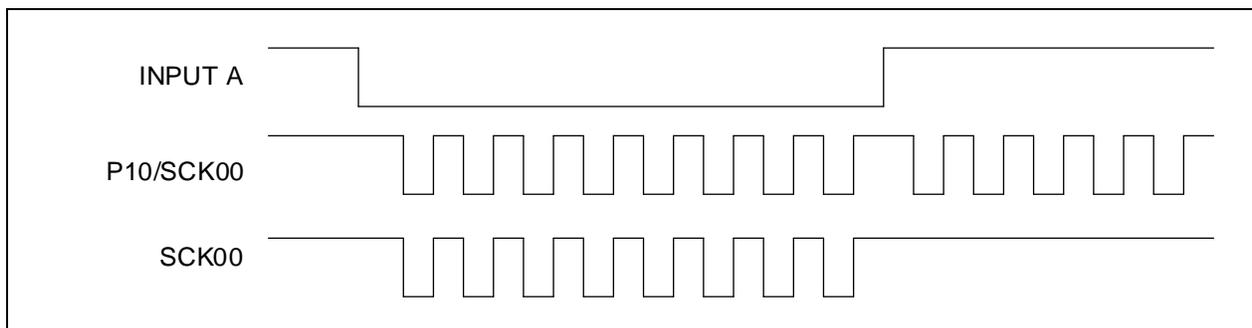


図 10：タイミングチャート

本機能拡張ファイルは、単機能の「OR」と構成は同じですが、入力信号の選択肢、出力先の選択肢が絞られており、スレーブセレクト機能を実現することに特化しています。

詳細は、アプリケーションノート RL78/G23 ELCL スレーブセレクト端子（4 線式 SPI）の実現（R01AN5614）を参照してください。

ELCL エッジ検出の間引き

入力信号のエッジ検出の間引き、入力信号が2回に1回有効になる機能です。例えば、ポートで有効エッジを2回検出すると A/D コンバータハードウェア・トリガを1回出力し、A/D 変換を実行するという使い方ができます。

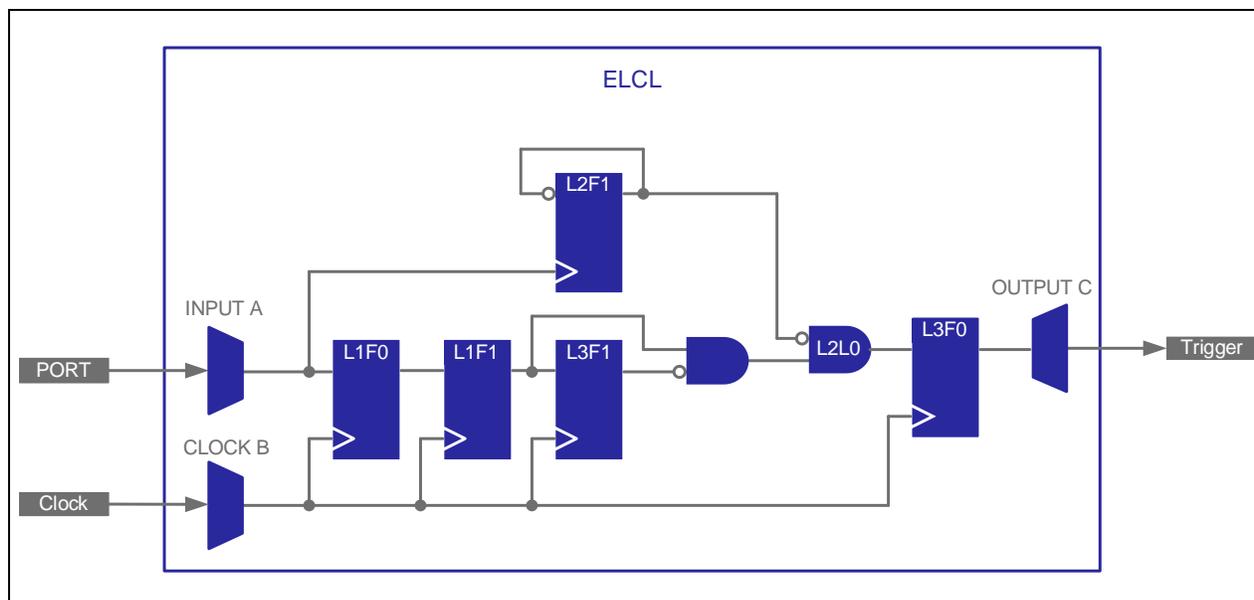


図 11：エッジ検出の間引きの構成

外部入力信号を INPUT A、間引く間隔を作るクロックを CLOCK B とし、間引きされた出力信号を OUTPUT C とします。フリップフロップと AND 回路を上記のように組み合わせることで INPUT A からの入力信号に対するエッジ検出を1回目はマスクし、2回目は有効にします。

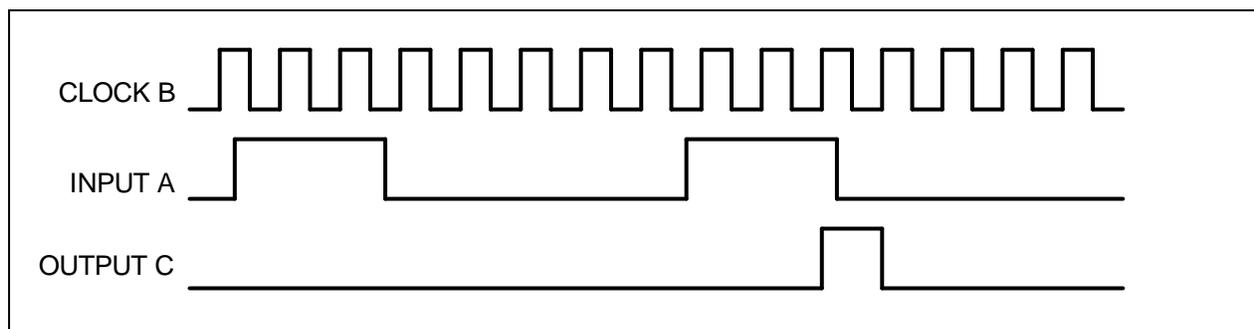


図 12：タイミングチャート

詳細は、アプリケーションノート RL78/G23 ELCL エッジ検出の間引き (R01AN5613) を参照してください。

ELCL チャタリング防止回路

ボタンスイッチなどの機械的な設定を持つスイッチは、スイッチを ON/OFF した際に接点が ON/OFF を繰り返す現象（チャタリング）が発生します。そのため、組み込みシステムでは、通常ボタンを 1 回押下した動作が複数回押下した動作と誤解されないようにボタンスイッチの信号に対してチャタリング防止制御を行って誤作動を防止します。

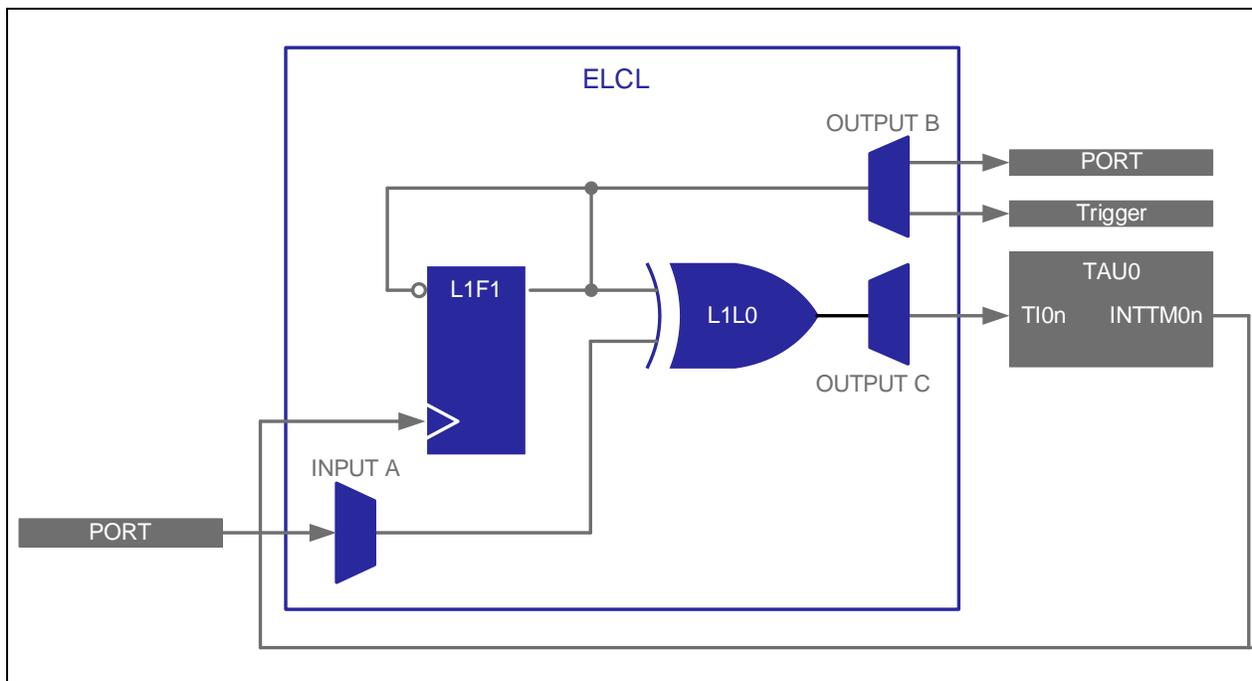


図 13：チャタリング防止回路の構成

外部にスイッチを持つ入力信号を INPUT A とし、チャタリング防止回路で生成された出力信号を OUTPUT B とします。TAU0 のディレイ・カウント機能を使用して、チャタリング防止期間を制御します。

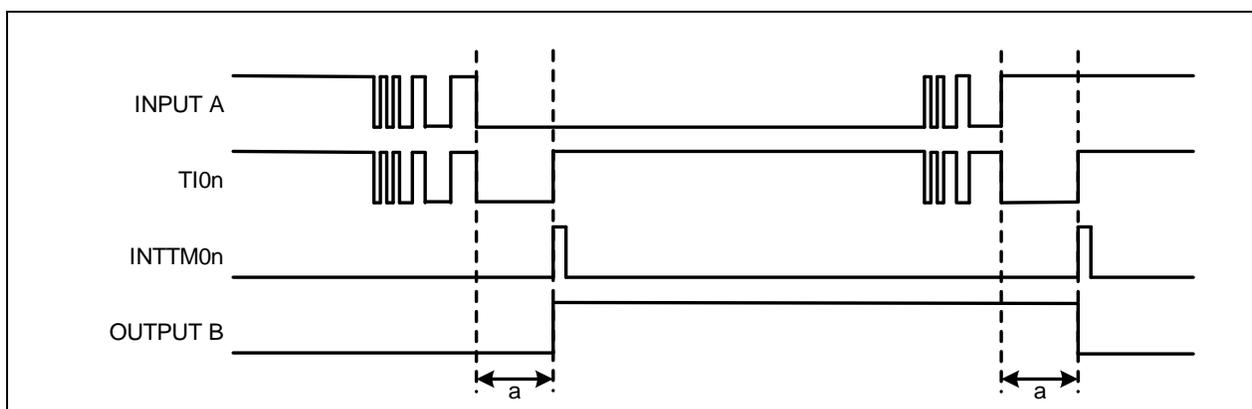


図 14：タイミングチャート

詳細は、アプリケーションノート RL78/G23 ELCL チャタリング防止回路（R01AN5612）を参照してください。

ELCL マンチェスターコード復調

G.E.Thomas 方式のマンチェスターコードを復調する機能です。

マンチェスターコード復調のシステム構成を以下に示します。INPUT A で受信したマンチェスターコードをクロックラインとデータラインに復調し、クロックラインはタイマ・アレイ・ユニット 0 (TAU0) のチャンネル 0、1 を経由してシリアル・アレイ・ユニット 0 (SAU0) の SCK0n に、データラインは SAU0 の SI0n に接続します。

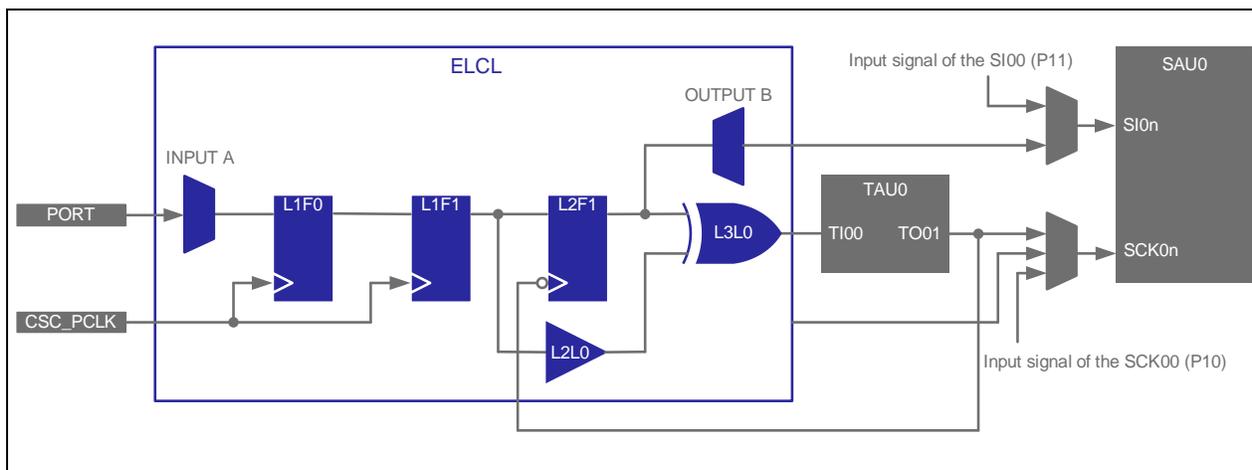


図 15: マンチェスターコード復調の構成

TAU0 のチャンネルはワンショット・パルス出力機能に、SAU は連続転送モードに設定して使用します。

SCK0n の周期 a は、TAU0 で生成します。マンチェスターコード、SCK0n 周期、TAU0 の変化タイミングが重ならないようにするために TDR00 (ディレイ) と TDR01 (ワンショット・パルス幅) を設定します。これによりマンチェスターコードをシリアル信号に変換し、受信します。

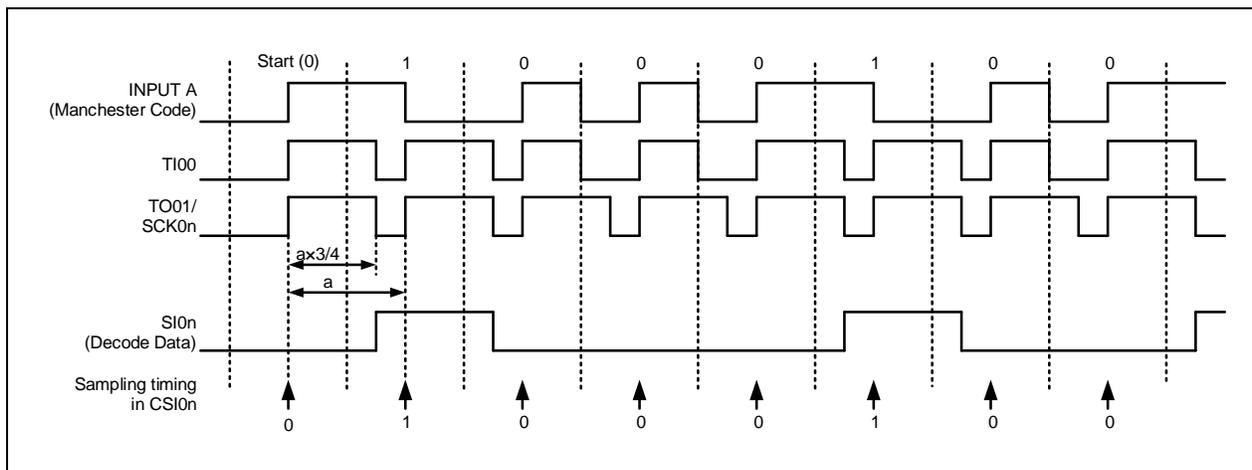


図 16: タイミングチャート

詳細は、アプリケーションノート RL78/G23 ELCL マンチェスターコード復調 (R01AN5616) を参照してください。

ELCL マンチェスターコード変調

G.E.Thomas 方式のマンチェスターコードを変調する機能です。
3線シリアル SPI 通信の SO0n と SCK0n を ELCL のロジック機能を使うことでマンチェスターコードに変調します。
マンチェスターコード変調のシステム構成を以下に示します。

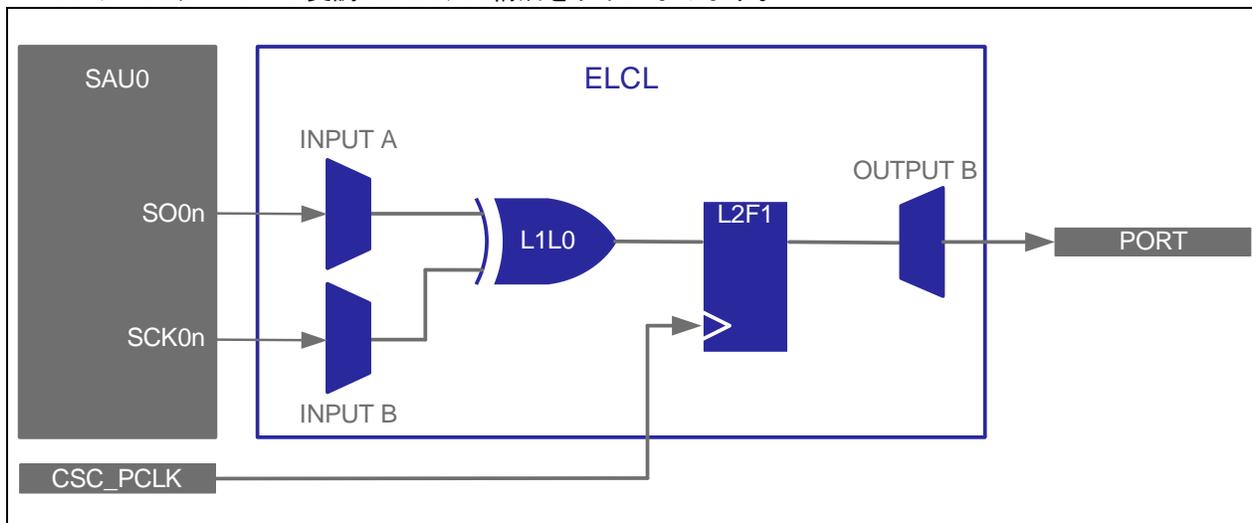


図 17 : マンチェスターコード変調の構成

SAU0 の SCKn と SO0n を ELCL に入力し、EX-OR を行い、フリップフロップで CSC_PCLK と同期させます。SAU0 は連続転送モードに設定して使用します。これによりシリアル信号をマンチェスターコードへ変換し、送信します。

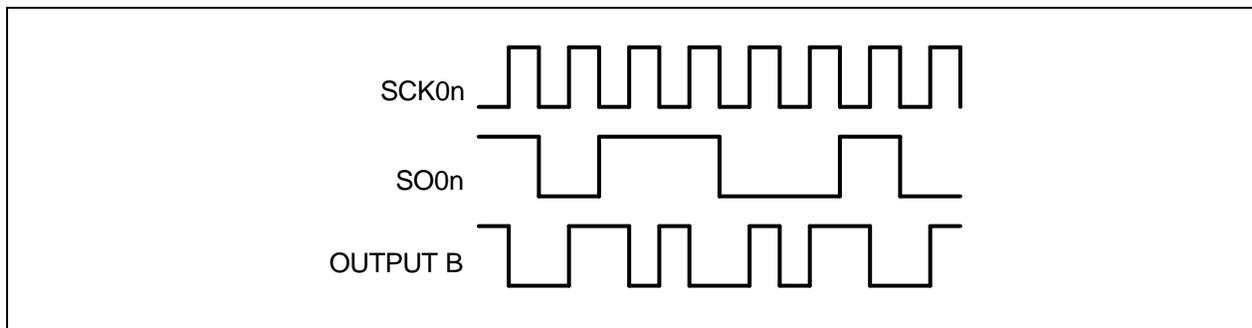


図 18 : タイミングチャート

ELCL NRZ → RZ へのエンコード

NRZ (Non Return to Zero) 方式のデータ出力を RZ (Return to Zero) 方式へエンコードする機能です。

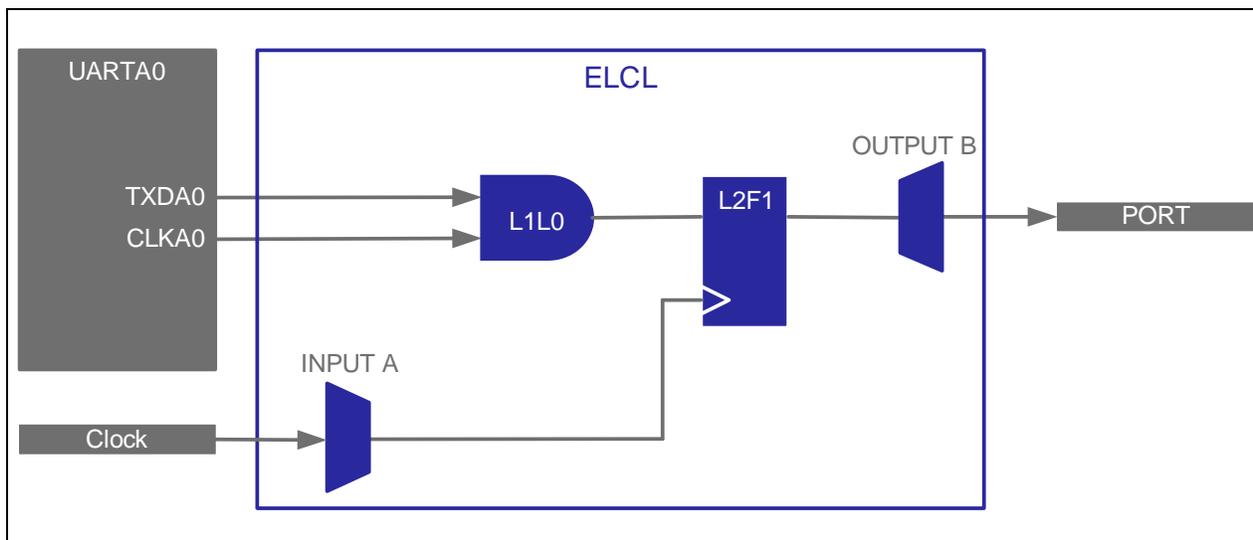


図 19 : NRZ→RZ へのエンコードの構成

UARTA の CLKA0 と TXDA0 を ELCL に入力し、AND を行い、フリップフロップで Clock と同期させます。

これにより NRZ 方式のデータ出力を RZ 方式へ変換します。

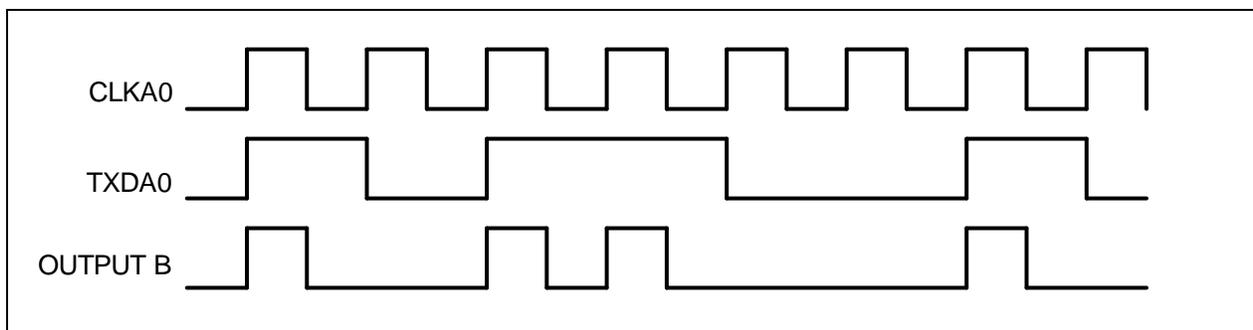


図 20 : タイミングチャート

結論

ロジック&イベント・リンク・コントローラは、RL78/G23 に搭載された新機能の一つです。従来のイベント・リンク機能だけでなく、ロジック機能の設定によりユーザーの細かな要求に対応します。

また、各機能を容易に設計するために、スマート・コンフィグレータ用拡張機能ファイル、アプリケーションノートを提供します。

参考資料：

1. [RL78/G23](#) グループ 16 ビットマイクロコントローラ
2. [スマート・コンフィグレータ](#) ルネサス製ドライバの組み込みを容易にするユーティリティ
3. アプリケーションノート RL78/G23 ELCL 複数パラメータの監視 (R01AN5615)
4. アプリケーションノート RL78/G23 ELCL スレーブセレクト端子 (4 線式 SPI) の実現 (R01AN5614)
5. アプリケーションノート RL78/G23 ELCL エッジ検出の間引き (R01AN5613)
6. アプリケーションノート RL78/G23 ELCL チャタリング防止回路 (R01AN5612)
7. アプリケーションノート RL78/G23 ELCL マンチェスターコード復調 (R01AN5616)

© 2021 ルネサスエレクトロニクスまたはその関連会社 (Renesas) 無断複写・転載を禁じます。全著作権所有。すべての商標および商品名は、それぞれの所有者のもので、ルネサスは、本書に記載されている情報は提供された時点では正確であると考えていますが、その品質や使用に関してリスクを負いません。すべての情報は、商品性、特定の目的への適合性、または非侵害を含むがこれらに限定されないことを含め、明示、黙示、法定、または取引、使用、または取引慣行の過程から生じるかどうかを問わず、いかなる種類の保証もなく現状のまま提供されます。ルネサスは、直接的、間接的、特別、結果的、偶発的、またはその他のいかなる損害についても、そのような損害の可能性について通知された場合でも、本書の情報の使用または信頼から生じる責任を負いません。ルネサスは、予告なしに製品の製造を中止するか、製品の設計や仕様、または本書の他の情報を変更する権利を留保します。すべてのコンテンツは、米国および国際著作権法によって保護されています。ここで特に許可されている場合を除き、本資料のいかなる部分も、ルネサスからの事前の書面による許可なしに、いかなる形式または手段によっても複製することはできません。訪問者またはユーザーは、公共または商業目的で、この資料の派生物を修正、配布、公開、送信、または作成することを許可されていません。