

RL78 ファミリ

IR Receiver Driver モジュール Software Integration System

要旨

本アプリケーションノートは IR Receiver Driver (IRRDRV) モジュールについて説明します。

対象デバイス

RL78/G24

関連ドキュメント

- ・ RL78/G24 ユーザーズマニュアル ハードウェア編 (R01UH0961)
- ・ RL78/I1A による照明通信(受信編) (R01AN1115)

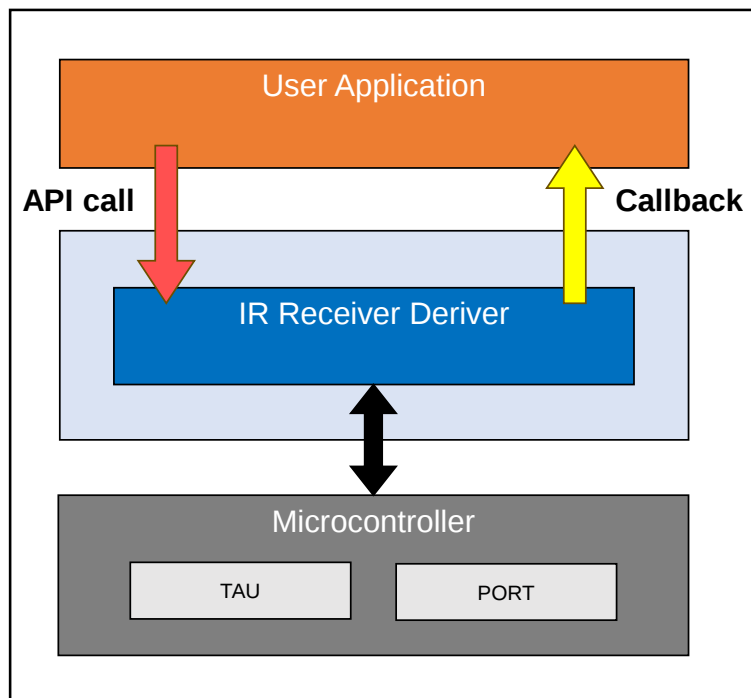
目次

1. 概要	3
2. NEC 赤外線通信プロトコル.....	4
2.1 一般的な通信	4
2.2 キャリア周波数の変調.....	4
2.3 Data Frame.....	5
2.3.1 Leader Code.....	5
2.3.2 Custom Code.....	5
2.3.3 Data Code	5
2.3.4 Stop Bit	6
2.4 Repeat Frame.....	6
2.4.1 Leader Code.....	6
2.4.2 Stop Bit	7
2.5 Frame Space	7
2.6 ビットの符号化	7
3. ハードウェア仕様	8
4. ソフトウェア仕様	9
4.1 Interval timer	9
4.2 Capture timer.....	9
4.3 状態遷移図.....	9
5. API 情報	11
5.1 ハードウェアの要求	11
5.2 ソフトウェアの要求	11
5.3 サポートされているツールチェーン	12
5.4 ヘッダファイル	12
5.5 整数型	12
5.6 コードサイズ	12
6. コンフィグレーション仕様.....	13
7. API 仕様	14
7.1 API Typedef 定義.....	14
7.1.1 st_irrdrv_callback_t	14
7.2 API 関数仕様	15
7.2.1 R_IRRDRV_Open	15
7.2.2 R_IRRDRV_Close.....	16
8. ホームページとサポート窓口	17

1. 概要

本モジュールはタイマ・アレイ・ユニット(TAU)とポート(PORT)を使用して、NEC 赤外線通信プロトコルの受信ドライバを提供します。

図 1-1 モジュール構成



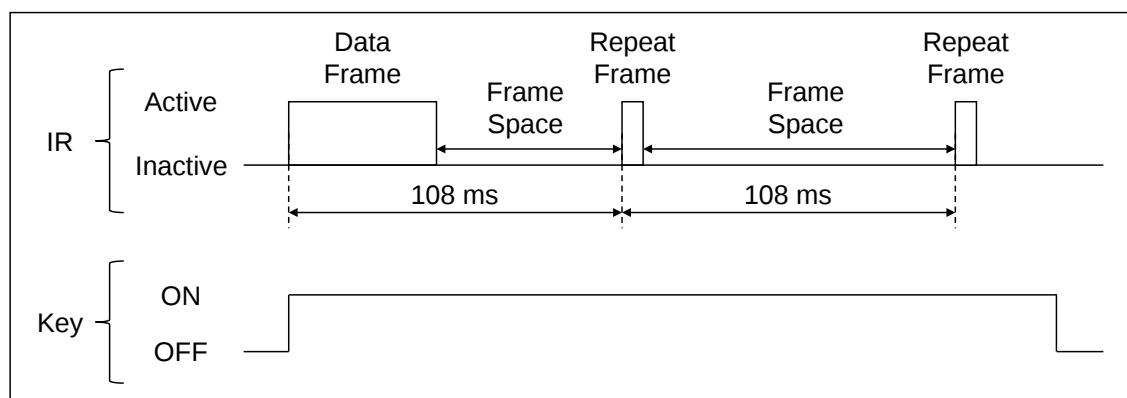
2. NEC 赤外線通信プロトコル

NEC 赤外線通信プロトコルでは、約 950 nm の赤外線を使用して低速で数バイトの情報を送信します。送信されるバイナリデータ(0/1)はパルス長で符号化されます。NEC 赤外線通信プロトコルは世界中の産業界で広く使用されている赤外線通信プロトコルの 1 つです。

2.1 一般的な通信

Key が ON になると Data Frame が送信され、Key が OFF になるまで 108 ms 間隔で Repeat Frame が送信されます。これは Key の連打と長押しの区別を容易にし、消費電力を削減することができます。

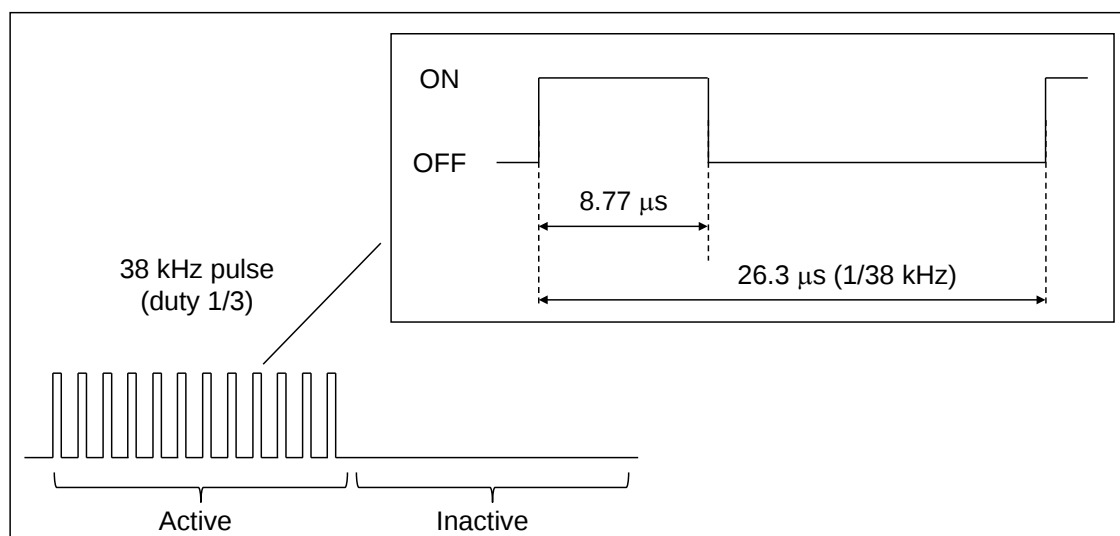
図 2-1 一般的な通信



2.2 キャリア周波数の変調

赤外線の実際の出力は Active 区間でも連続して出力されず、ON 期間と OFF 期間を一定の周期（「キャリア周波数」と呼ばれる）で反復的に切り替わります。標準的なキャリア周波数は 38 kHz で、キャリア・デューティ比の推奨値は 1/3 です。この設定によって、電力消費を最小限に抑えることができます。

図 2-2 キャリア周波数の変調



2.3 Data Frame

Data Frame は「Leader Code、Custom Code (16 bit)、Data Code (8 bit + 8 bit)、Stop Bit」で構成されており、通信の最初に一度だけ送信されます。

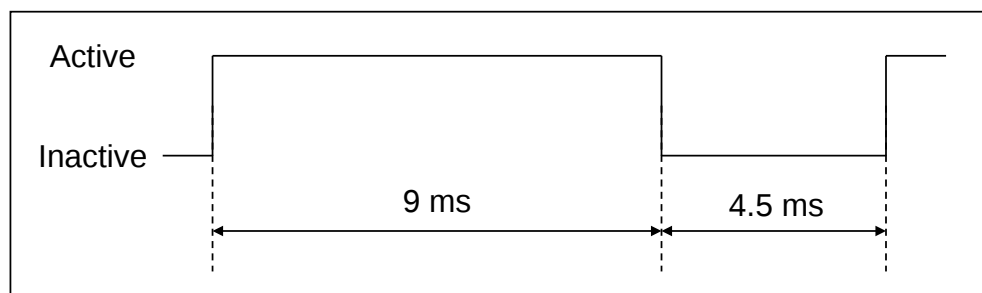
図 2-3 Data Frame の構造

Leader Code	Custom Code (16 bit)	Data Code (8 bit + 8 bit)	Stop Bit
-------------	-------------------------	------------------------------	----------

2.3.1 Leader Code

Data Frame の Leader Code は 9 ms の Active 区間と 4.5 ms の Inactive 区間で構成されており、Inactive 区間の長さで Frame の種類を区別します。

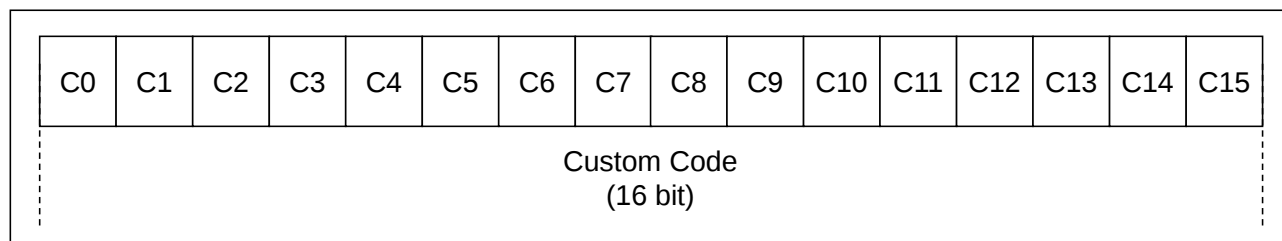
図 2-4 Leader Code の構造 (Data Frame)



2.3.2 Custom Code

Custom Code は 16bit のメーカー識別用コードで LSB から送信されます。各ビットは単純な Active/Inactive ではなく「2.6 ビットの符号化」のように符号化されます。

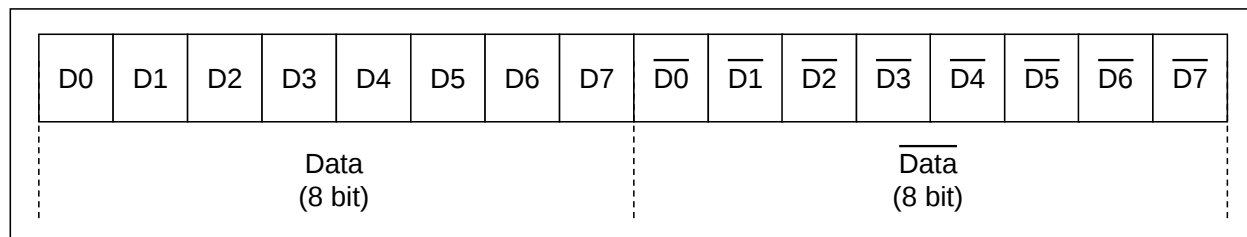
図 2-5 Custom Code の構造



2.3.3 Data Code

Data Code は 8bit のデータとそれをビット反転したデータで構成されており、LSB から送信されます。受信側は通常データと反転データを比較することでエラーをチェックします。各ビットは単純な Active/Inactive ではなく「2.6 ビットの符号化」のように符号化されます。

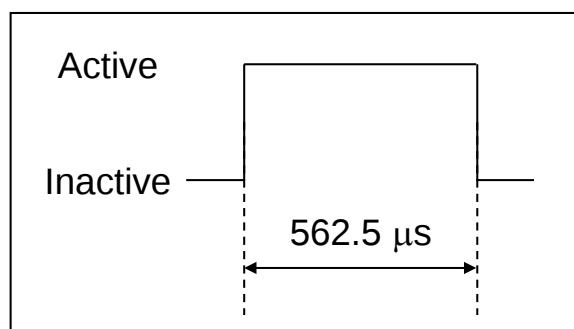
図 2-6 Data Code の構造



2.3.4 Stop Bit

Stop Bit は 562.5 μs の Active 区間で Frame の終了を示します。

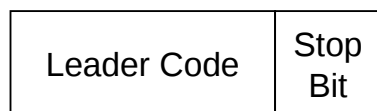
図 2-7 Stop Bit の構造



2.4 Repeat Frame

Repeat Frame は「Leader Code と Stop Bit」で構成されており、Data Frame の後に 108 ms 間隔で送信されます。

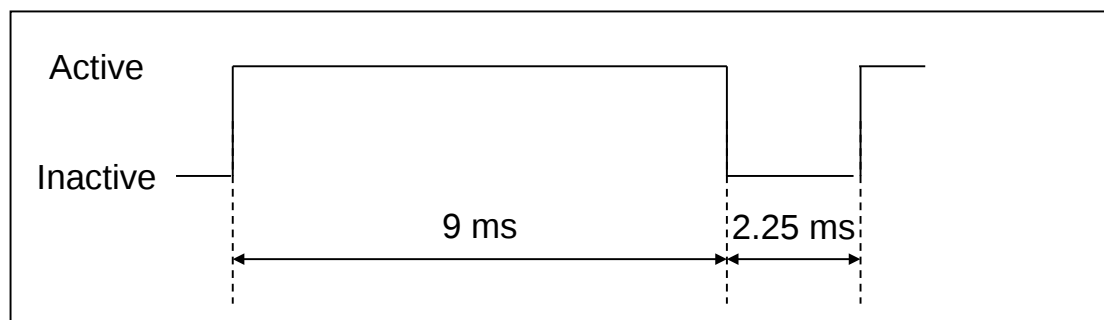
図 2-8 Repeat Frame の構造



2.4.1 Leader Code

Repeat Frame の Leader Code は 9 ms の Active 区間と 2.25 ms の Inactive 区間で構成されており、Inactive 区間の長さで Frame の種類を区別します。

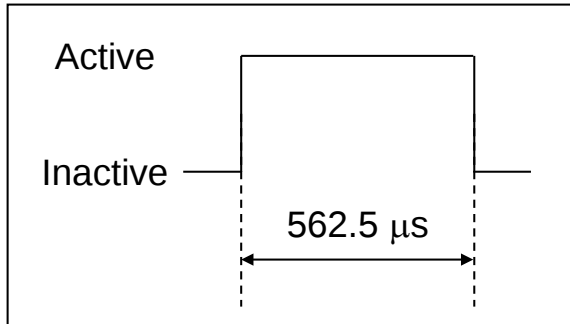
図 2-9 Leader Code の構造 (Repeat Frame)



2.4.2 Stop Bit

Stop Bit は 562.5 μ s の Active 区間で Frame の終了を示します。

図 2-10 Stop Bit



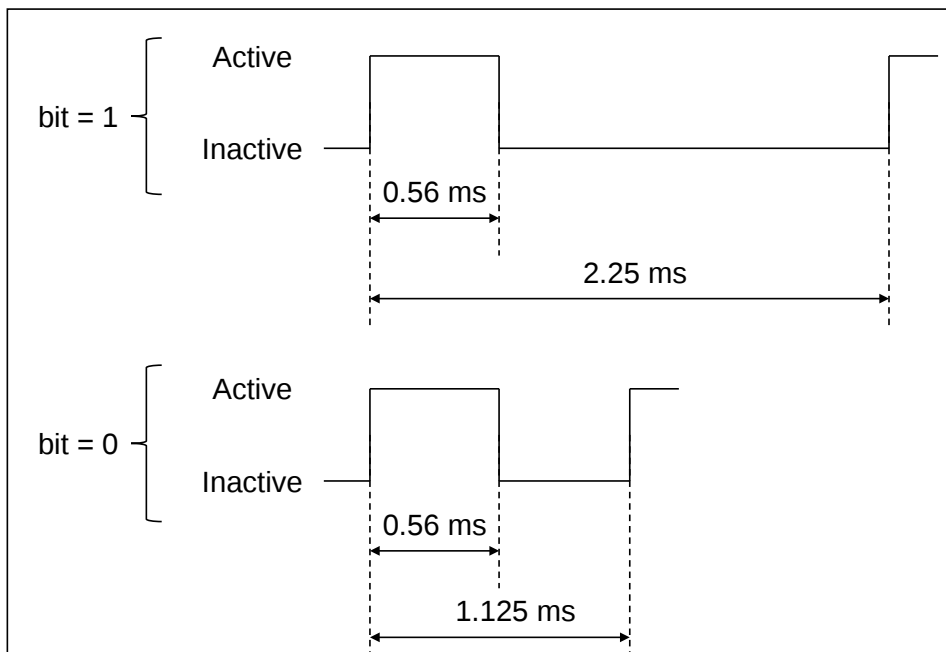
2.5 Frame Space

Frame の後に続く赤外線を放出しない区間です。

2.6 ビットの符号化

Custom Code や Data Code の各ビットの値は次のようにパルス長で符号化されます。

図 2-11 ビットの符号化

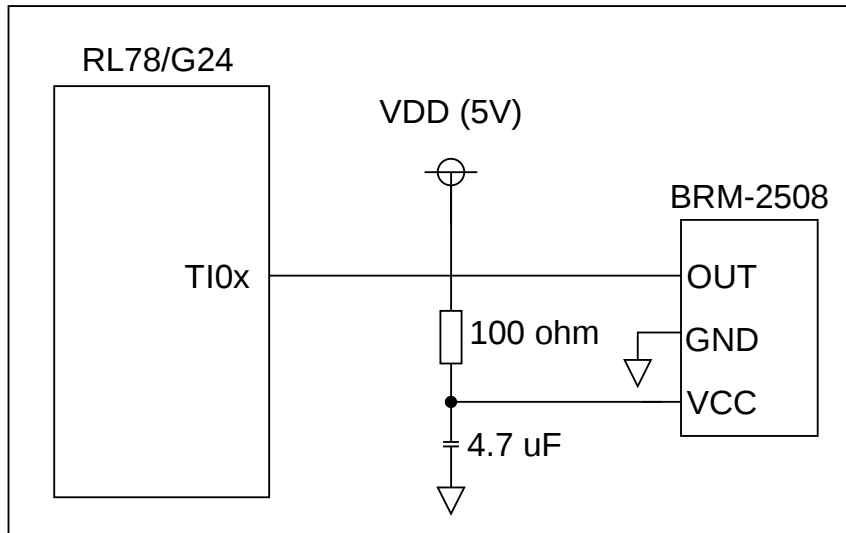


3. ハードウェア仕様

赤外線コントロール・インターフェースは、5 V 38 kHz の赤外線リモコン受信機を RL78/G24 の TI 端子 (TI00-TI03 のいずれか)に接続するだけで実現されます。その他のインタフェース回路は必要ありません。

図 3-1 は BRM-2508 を使用した場合のインタフェース回路です。

図 3-1 赤外線コントロール・インターフェース



4. ソフトウェア仕様

Interval timer と Capture timer を使用して赤外線受信処理を行います。

4.1 Interval timer

100 μ s 間隔でポートを確認することで Leader Code を検出します。

表 4-1 Interval timer 設定

項目	設定値
モード	インターバル・タイマ (16 bit)
動作クロック	CK00
クロック・ソース	fCLK
インターバル時間	100 μ s
リソース(チャンネル)	スマート・コンフィグレータで選択
割り込みレベル	スマート・コンフィグレータで選択

4.2 Capture timer

パルス幅を測定して Custom Code や Data Code のビットを受信します。

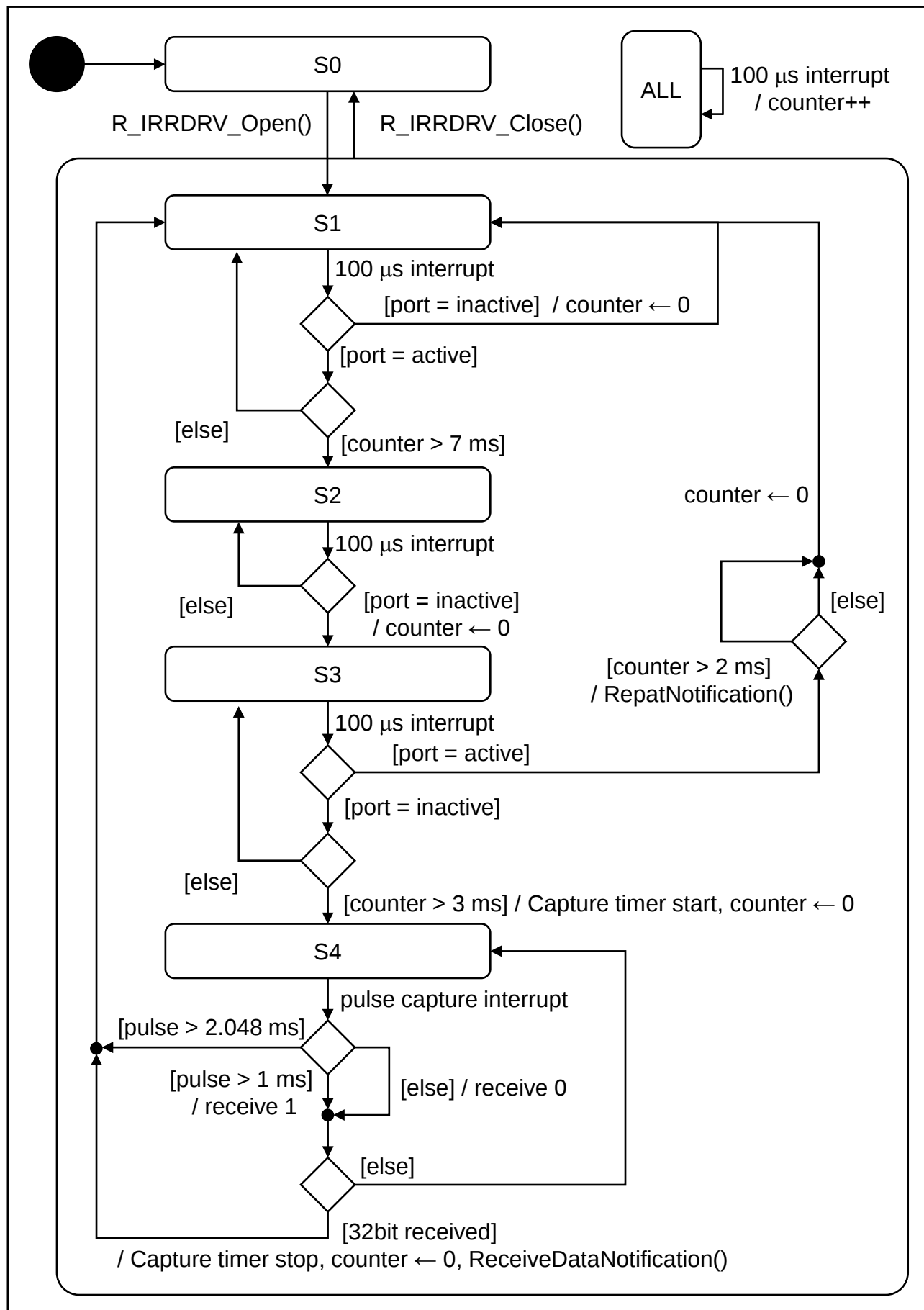
表 4-2 Capture timer 設定

項目	設定値
モード	入力信号のハイ/ロウ・レベル幅測定
動作クロック	CK00
クロック・ソース	fCLK
TI 端子のノイズ・フィルタ	使用する
リソース(チャンネル)	スマート・コンフィグレータで選択
割り込みレベル	スマート・コンフィグレータで選択

4.3 状態遷移図

本モジュールの状態遷移図を図 4-1 に示します。

图 4-1 状态迁移图



5. API 情報

本モジュールの API 情報について説明します。

5.1 ハードウェアの要求

ご使用になる MCU が以下の端子をサポートしている必要があります。

- TI00, TI01, TI02, TI03 のいずれか一つ

対象製品 : 20,24,25,30,32,40,44,48,52,64 ピン製品

5.2 ソフトウェアの要求

このドライバは以下のモジュールに依存しています。

- ボードサポートパッケージ (r_bsp) v1.61 以降

また、r_bsp の下記 API 関数を有効化する必要があります。Smart Configurator 上のソフトウェアコンポーネント設定画面より設定を行ってください。

- R_BSP_GetFclkFreqHz
(BSP_CFG_GET_FREQ_API_FUNCTIONS_DISABLE = 0)

図 5-1 Smart Configurator BSP 設定

▼  Configurations	
# Start up select	Enable (use BSP startup)
# Control of illicit memory access detection(IAWEN)	Disable
# Protected area in the RAM(GRAM0-1)	Disabled
# Protection of the port control registers(GPORT)	Disabled
# Protection of the interrupt control registers(GINT)	Disabled
# Protection of the clock, voltage detector, and RAM parity error detection control regi	Disabled
# Data flash memory area/extra area access control(DFLEN)	Disables
# Initialization of peripheral functions by Code Generator/Smart Configurator	Enable
# API functions disable(R_BSP_StartClock, R_BSP_StopClock)	Disable
# API functions disable(R_BSP_GetFclkFreqHz)	Enable
# API functions disable(R_BSP_SetClockSource)	Disable

5.3 サポートされているツールチェーン

本モジュールは以下に示すツールチェーンで動作確認を行っています。

- Renesas CC-RL Toolchain v1.12.01
- IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 v5.10.3

5.4 ヘッダファイル

API 呼び出しと使用される I/F 定義は"r_irrdrv_api.h"に記載されています。

5.5 整数型

このドライバは C99 を使用しています。これらの型は"stdint.h"で定義されています。

5.6 コードサイズ

ROM および RAM サイズは、Smart Configurator 上での設定値やコンパイラのオプション設定に応じて増減します。ここでは Smart Configurator 上の設定をデフォルト設定、CC-RL コンパイラでコンパイルオプションをデフォルト設定、定義マクロに「NDEBUG」を追加した場合のサイズを参考値として記載します。

ROM 744 [byte]

RAM 24 [byte]

6. コンフィグレーション仕様

以下に Smart Configurator 上で設定可能なコンフィグレーション項目一覧を示します。

表 6-1 IR Receiver Driver 設定項目一覧

項目	取りうる値	説明
Custom code	0x0000-0xFFFF	カスタム・コードを設定します。
IR receiving port	P00(TI00), P01(TI00), P03(TI00), P15(TI01), P16(TI01), P71(TI01), P17(TI02), P120(TI02), P121(TI02), P11(TI03), P31(TI03), P50(TI03)	赤外線受信端子を指定します。端子画面で設定した TI 端子のポートを選択してください。
Interval timer channel ^{注1}	TAU0_0, TAU0_1, TAU0_2, TAU0_3	リーダー・コード検出に使用するタイマのチャンネルを選択します。
Capture timer channel ^{注1}	TAU0_0, TAU0_1, TAU0_2, TAU0_3	カスタム・コードとデータ・コードのビット長の測定に使用するタイマのチャンネルを選択します。端子画面で設定した TI 端子のチャンネルと同じチャンネルを選択してください。
Interrupt level for the interval timer	Level 0(Highest), Level 1, Level 2, Level 3(Lowest)	Interval timer の割り込み優先度を選択します。
Interrupt level for the capture timer	Level 0(Highest), Level 1, Level 2, Level 3(Lowest)	Capture timer の割り込み優先度を選択します。
Port active level	Active High, Active Low	ポートのアクティブ・レベルを選択します。

注1. Interval timer channel と Capture timer channel は異なるチャンネルを選択する必要があります。

7. API 仕様

7.1 API Typedef 定義

本モジュールが提供する Typedef 定義について説明します。

7.1.1 st_irrdrv_callback_t

この Typedef はユーザーコールバック関数構造体を定義します。

```
typedef struct
{
    void (*ReceiveDataNotification)(uint8_t data);
    void (*RepeatNotification)(uint8_t data);
} st_irrdrv_callback_t;
```

Description

本モジュールで使用するユーザーコールバック関数をまとめた構造体です。R_IRRDRV_Open 関数でコールバック関数を登録する際に使用します。

(a) ReceiveDataNotification(必須)

カスタム・コードとデータ・コードが受信できた時にコールされます。ただし、カスタム・コードが不一致の場合や不正なデータ・コードの場合はコールされません。

※本関数は Capture timer の割り込み処理からコールされます。

(b) RepeatNotification(任意)

リピート・コードを受信した時にコールされます。ただし、カスタム・コードが不一致の場合や不正なデータ・コードの場合はコールされません。使用しない場合は NULL を指定してください。

※本関数は Interval timer の割り込み処理からコールされます。

7.2 API 関数仕様

本モジュールが提供する API 関数仕様について説明します。

7.2.1 R_IRRDRV_Open

この関数はモジュールの初期化を行い、受信動作を開始します。

Format

```
void R_IRRDRV_Open(const st_irrdrv_callback_t * p_callback_set)
```

Parameters

p_callback_set

ユーザーコールバック関数構造体のポインタ

Return Values

なし

Properties

r_irrdrv_api.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

モジュールの初期化を行い、受信動作を開始します。また、引数で渡されたユーザーコールバック関数の登録を行います。本関数は TAU0EN を 1 に設定して TAU0 の入力クロック供給を開始します。

Example

```
/** User function */
static void receive_data_notification(uint8_t data);
static void repeat_notification(uint8_t data);

/** User Init */
st_irrdrv_callback_t callback = {receive_data_notification, repeat_notification};
R_IRRDRV_Open(&callback);
```

7.2.2 R_IRRDRV_Close

この関数はモジュールの停止処理を行い、受信動作を終了します。

Format

```
void R_IRRDRV_Close(void)
```

Parameters

なし

Return Values

なし

Properties

r_irrdrv_api.h にプロトタイプ宣言されています。

Description

モジュールの停止を行い、受信動作を終了します。本関数は TAU0EN を 0 に設定しません。入力クロック供給の停止が必要な場合、すべての TAU0 リソースが未使用の状態では TAU0EN を 0 に設定してください。

Example

```
/** Terminate IR Receiver Driver */  
R_IRRDRV_Close();
```

8. 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/>

お問合せ先

<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	2024.4.19	-	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. 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くと、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。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、これに限られません。）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た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しします。
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。