

## RL78/G12 可視光ビーコン送信プログラム

R20AN0321JJ0100

【開発環境 : CubeSuite+, IAR, e2studio】

Rev.1.00

2014.08.06

## 要旨

本アプリケーションノートでは、RL78/G12を用いた可視光ビーコンシステム送信のサンプルプログラムについて説明します。可視光ビーコンシステムはJEITA CP-1223に準拠しています。

対象デバイス

RL78/G12

## 目次

1. 仕様.....	2
2. 動作確認条件.....	2
3. システム概要.....	2
4. 可視光ビーコンシステムの特徴.....	3
4.1 プリアンプル(PRE).....	3
4.2 フレーム・タイプ (F-TYPE) .....	3
4.3 ID/DATA.....	3
4.4 CRCフィールド .....	3
5. 送信機ボードの説明.....	4
5.1 使用端子一覧 .....	4
5.2 操作方法 .....	4
5.2.1 電源接続 .....	4
5.2.1 IDの切り替え.....	4
5.3 部品説明 .....	5
5.4 回路図.....	5
6. ソフトウェア説明.....	6
6.1 ソフトウェア処理概要 .....	6
6.2 オプション・バイト設定一覧.....	6
6.3 関数一覧 .....	6
6.4 関数仕様 .....	7
6.5 定数一覧 .....	9
6.6 変数一覧 .....	9
6.7 フローチャート.....	10
6.7.1 タイマ割り込み関数.....	11
6.7.2 LED ON/OFF情報の更新関数.....	12
7. サンプルプログラム.....	12
8. 参考ドキュメント.....	12

## 1. 仕様

本アプリケーションノートのサンプルプログラムでは、RL78/G12ターゲット・ボード(QB-R5F1026A-TB)を用いてLEDの点滅を制御する事でJEITA CP-1223規格に準拠した可視光ビーコンシステムの信号を送信します。ターゲット・ボードに搭載されたスイッチを押下する事で送信する内容を切り替える事ができます。

[http://japan.renesas.com/products/tools/introductory\\_tools/cpu\\_board/qb\\_r5f1026a\\_tb/index.jsp](http://japan.renesas.com/products/tools/introductory_tools/cpu_board/qb_r5f1026a_tb/index.jsp)

## 2. 動作確認条件

本アプリケーションノートのサンプルプログラムは、下記条件で動作確認をしています。

表 2-1 動作確認条件

項目	内容
使用マイコン	RL78/G12(R5F1026A)
動作周波数	メイン・クロック(OSC1):20MHz
動作電圧	3.0V (2.7V ~ 3.0Vで動作可能)
統合開発環境(CubeSuite+)	CubeSuite+ V2.00.00
Cコンパイラ(CubeSuite+)	CA78K0 4.00.00.09
統合開発環境(e2studio)	e2studio V3.0.0.22
Cコンパイラ(e2studio)	KPIT GNURL78-ELF Toolchain V14.01
統合開発環境(IAR)	IAR Embedded Workbench for Renesas RL78 V1.40.1
Cコンパイラ(IAR)	IAR C/C++ Compiler for Renesas RL78 V1.40

## 3. システム概要

システムはRL78/G12ターゲット・ボード(QB-R5F1026A-TB)を用いた送信機(以後RL78/G12簡易送信機)と別途販売されている可視光ビーコンシステム受信モジュール、および PCで構成されています。本アプリケーションノートのサンプルプログラムを書き込んだRL78/G12簡易送信機より、可視光ビーコンシステムの信号を送信する事で、PC上のGUIにて受信した信号を確認する事ができます。

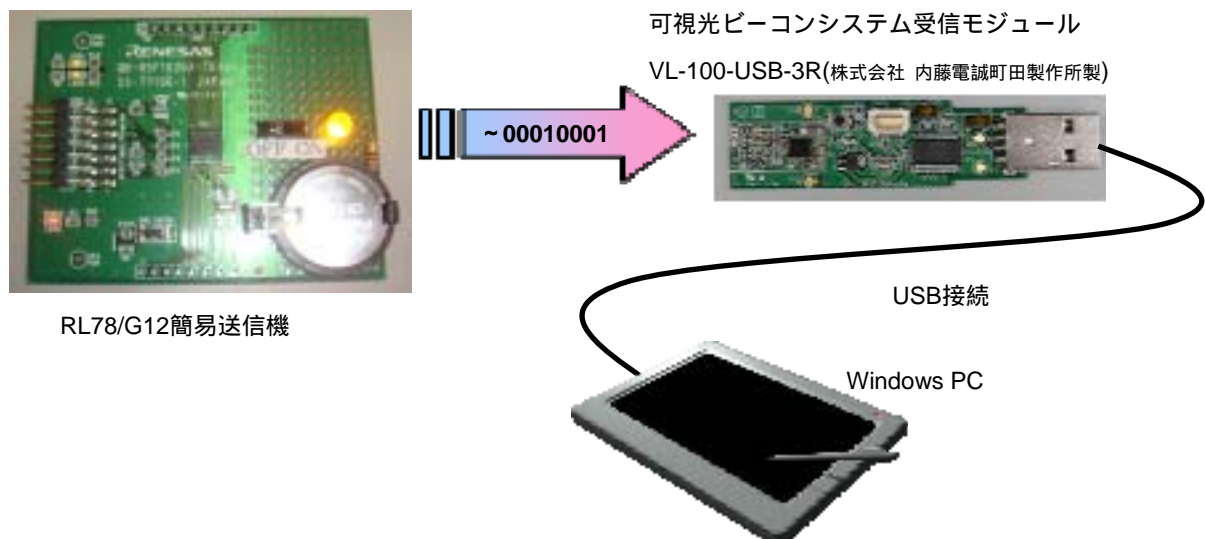


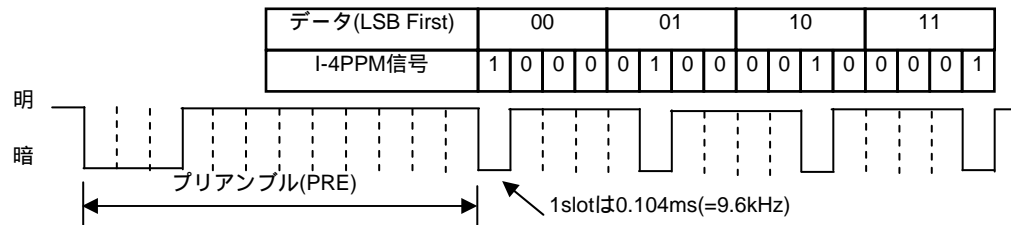
図 3-1 システム概要図

## 4. 可視光ビーコンシステムの特徴

可視光通信のフォーマットについて説明します。詳細についてはJEITA（電子情報技術産業協会）より発行されているCP-1223可視光ビーコンシステム(Visible Light Beacon System)の規格を参照してください。

データ速度：4.8[Kb/s]

伝送方式：I-4PPM(Inverted 4値 Pulse Position Modulation)



フレーム構造:

SOF (Start of Frame)		Payload		EOF (End of Frame)	
PRE (6-bit)	F-TYPE (8-bit)	ID/DATA (128-bit)	CRC-16 (16-bit)		

### 4.1 プリアンブル(PRE)

データを4PPMエンコードしても発生しない、3スロット連続の1、9スロット連続の0のパターン（12スロット=シンボル）をプリアンブルとし、フレームの開始位置とします。

### 4.2 フレーム・タイプ (F-TYPE)

ペイロードの種類を示すコードを8ビットで示しますが、本アプリケーションノートのサンプルプログラムでは、試験・開発用の(0x00)を使用します。

### 4.3 ID/DATA

128ビットで構成されID、DATA、もしくは自由利用の任意のデータが格納されます。

### 4.4 CRCフィールド

CRCフィールド長は16ビットとし、受信側でフレーム・データが正しく受け取れたかを判別します。CRCフィールドには、次の生成多項式で与えられたCRC演算結果を格納します。

$$X^{16}+X^{15}+X^2+1$$

## 5. 送信機ボードの説明

RL78/G12簡単送信機は、ルネサスエレクトロニクス製RL78/G12ターゲット・ボード(QB-R5F1026A-TB)のユニバーサル基板部に電池ボックス、スイッチ、高輝度LEDなどの回路を追加したものです。図 5-1に本ボードのハードウェア構成を示します。

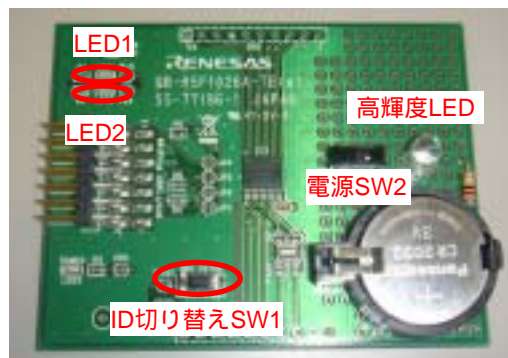


図 5-1 RL78/G12簡単送信機

### 5.1 使用端子一覧

表 5-1 使用端子と機能

端子名	入出力	内容
P10	出力	可視光通信用LED制御端子
P13	出力	インジケータ用LED1制御端子
P14	出力	インジケータ用LED2制御端子
X1	入力	20MHz発振子接続
X2	入力	20MHz発振子接続
P137	入力	ID切り替えSW1制御端子

### 5.2 操作方法

#### 5.2.1 電源接続

CR-2032をセットし、電源SWをONする事で可視光ビーコンシステムの信号が高輝度LEDから送信されます。

#### 5.2.1 IDの切り替え

ID切り替えSW1の押下により送信IDを切り替えます。

表 5-2 可視光送信ID

押下回数	F-Type	ID	LED1	LED2
0	0	"Renesas.Renesas."	点灯	点灯
1	0	"0356853N1393715E"	消灯	点灯
2	0	"ABCDEFGHJKLMNPO"	点灯	消灯
3	0	"VisibleLightComm"	消灯	消灯
以降繰り返し				

### 5.3 部品説明

表 5-3 使用部品一覧

名称	メーカー	型名
電池ボックス	COMFORTABLE ELECTRONIC	CH74-2032LF
電源SW2	SWITRONIC	SS12D01G4
高輝度LED	Avago Technologies	HLMP-EL1A-Z1KDV
固定抵抗62	-	-

### 5.4 回路図

RL78/G12ターゲット・ボードのユニバーサル基板部に実装する回路を下記に示します。

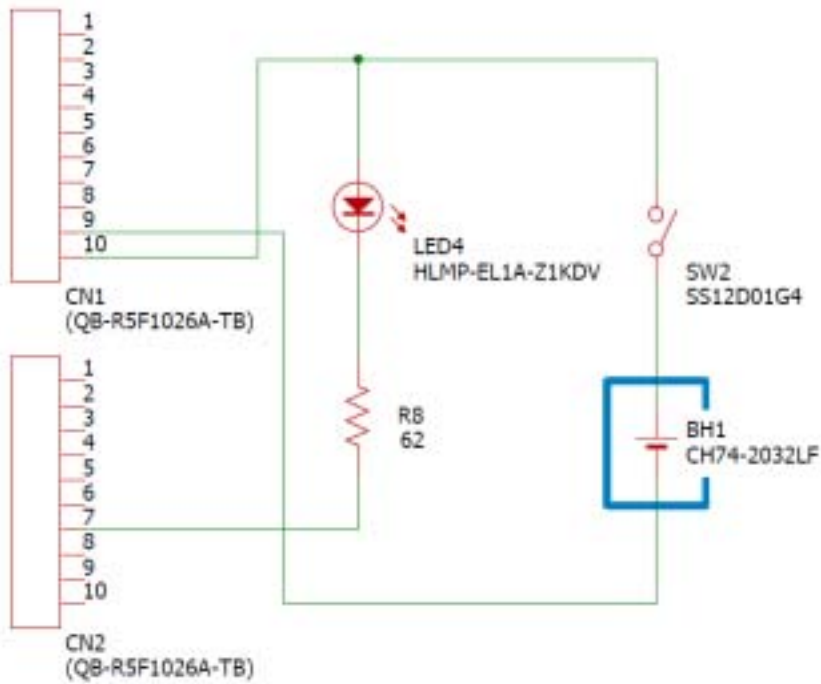


図 5-2 回路図

## 6. ソフトウェア説明

### 6.1 ソフトウェア処理概要

サンプルプログラムでは、ID切り替えSW1の押下により送信IDを切り替えます。また、104us毎に発生するインターバル・タイマ割り込みで、LEDを点灯または消灯させる事で可視光通信を行っています。

図 6 1にソフトウェア構成図を示します。

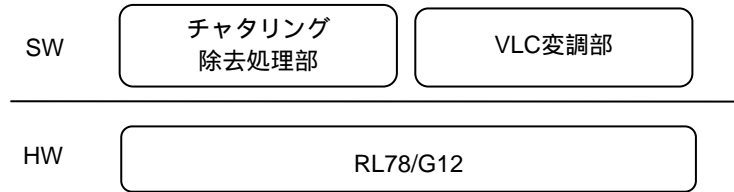


図 6-1 ソフトウェア構成図

### 6.2 オプション・バイト設定一覧

表 6 1にオプション・バイト設定を示します。

表6-1 オプション・バイト設定

アドレス	設定値	内容
000C0H/010C0H	11100000B	ウォッチドッグ・タイマ 動作停止 (リセット解除後、カウント停止)
000C1H/010C1H	10000001B	LVD OFF
000C2H/010C2H	11100000B	HSモード、HOCO : 24MHz
000C3H/010C3H	10000100B	オンチップ・デバッグ許可

### 6.3 関数一覧

関数名	概要	ファイル名
main	SW1のチャタリング除去処理	main.c
CPU_Init	クロック発生回路の初期化	main.c
TIMER_Init	タイマの初期化	main.c
PORT_Init	端子設定	main.c
VLC_Timer	タイマ割り込みの処理(104us)	main.c
VLC_InitFrame	送信する可視光フレームの生成	vlc.c
VLC_GetPulse	LED ON/OFF情報の取得	vlc.c
VLC_PulseUpdate	LED ON/OFF情報の更新	vlc.c
VLC_Encode4ppm	4PPM符号化	vlc.c
VLC_GetCrc	CRCコードの生成	vlc.c

## 6.4 関数仕様

サンプルプログラムの関数仕様を示します。

### 【関数名】main

---

概要	SW1のチャタリング除去処理
宣言	void main (void)
説明	HWの初期化関数を呼び出し、メイン・ループでSW1のチャタリング除去処理を行います。 SW1の立下りエッジの検出で、IDの切り替えフラグのセットとインジケータ用LEDの切り替えを行います。
引数	なし
リターン値	なし

### 【関数名】CPU\_Init

---

概要	クロック発生回路の初期化処理
宣言	void CPU_Init (void)
説明	クロック動作モードをX1発振モードに設定します。システム・クロックを高速システム・クロック( $f_{MX}$ )に設定します。X1発振回路動作を許可し、高速オンチップ・オシレータ・クロックを停止します。
引数	なし
リターン値	なし

### 【関数名】TIMER\_Init

---

概要	タイマの初期化処理
宣言	void TIMER_Init (void)
説明	104.15us周期と、10ms周期に設定したタイマ・アレイ・ユニットを起動します。
引数	なし
リターン値	なし

### 【関数名】PORT\_Init

---

概要	端子設定処理
宣言	void PORT_Init (void)
説明	各ポートのポート・レジスタ(Px)、ポート・モード・レジスタ(PMx)、ポート・モード・コントロール・レジスタ(PMCx)、プルアップ抵抗オプション・レジスタ(PUx)、ポート入力モード・レジスタ(PIMx)、ポート出力モード・レジスタ(POMx)、A/Dポート・コンフィグレーション・レジスタ(ADPC)の設定を行います。
引数	なし
リターン値	なし

**【関数名】VLC\_Timer**

---

概要	タイマ割り込みの処理(104us)
宣言	void VLC_Timer (void)
説明	104us周期のタイマ割り込み処理で、可視光ID送信用LEDの点灯/消灯を決定します。LED制御後に次の割り込み時のLED点灯/消灯情報を更新します。SW1の押下によりIDを切り替える場合は、割り込み処理内でフレームの更新関数VLC_InitFrameを呼び出します。
引数	なし
リターン値	なし

**【関数名】VLC\_InitFrame**

---

概要	送信する可視光フレームの生成処理
宣言	void VLC_InitFrame ( unsigned char frame_type, unsigned char *payload )
説明	送信する可視光フレームを内部のバッファに生成します。
引数	frame_type : フレームタイプ payload : 16バイトのIDデータ
リターン値	なし

**【関数名】VLC\_GetPulse**

---

概要	LED ON/OFF情報の取得処理
宣言	unsigned char VLC_GetPulse (void)
説明	LED ON/OFF情報を取得します。
引数	なし
リターン値	0 : LED点灯 1:LED消灯

**【関数名】VLC\_PulseUpdate**

---

概要	LED ON/OFF情報の更新処理
宣言	unsigned char VLC_PulseUpdate ( void )
説明	送信するフレームに合わせて、LED ON/OFF情報を更新します。
引数	なし
リターン値	0 : フレームの途中 1 : フレームの最後

**【関数名】VLC\_Encode4ppm**

---

概要	4PPM符号化処理
宣言	unsigned short VLC_Encode4ppm ( unsigned char data )
説明	8bitのデータを16slotの4PPMパターンに変換します。
引数	8bitデータ
リターン値	16slotの4PPMパターン



**【関数名】VLC\_GetCrc**

概要           CRCコードの生成処理  
 宣言           unsigned short VLC\_GetCrc ( unsigned char \*buff, int size )  
 説明           CRCコードを生成します。  
 引数           buff : データが格納されているバッファの先頭アドレス  
               size : バッファサイズ  
 リターン値    CRCコード

**6.5 定数一覧**

定数名	設定値	内容
vlc_payload[4][16]	"Renesas.Renesas." "0356853N1393715E" "ABCDEFGHIJKLMNOP" "VisibleLightComm"	送信ID情報
led_table[4][2]	{LED_ON,LED_ON} {LED_OFF,LED_ON} {LED_ON,LED_OFF} {LED_OFF,LED_OFF}	インジケータ用LED点灯/消灯情報
crc16_table[256]	ソースコード参照	CRC16( $X^{16}+X^{15}+X^2+1$ )生成用テーブル情報
bitrev_table[256]	ソースコード参照	1byteのビット反転データ取得用テーブル
vlc_4ppm_table[4]	{0x08U, 0x02U, 0x04U, 0x01U}	4PPM符号化テーブル

**6.6 変数一覧**

表6-2にグローバル変数を示します。

**表6-2 グローバル変数**

Type	変数名	内容	仕様関数
chattering	chat	10ms毎のSW情報(3回分)	main
unsigned char	id_change	ID切り替えタイミングフラグ	main VLC_Timer
unsigned char	id_sel	送信中のID番号(0~3)	main VLC_Timer
unsigned char	sw1	チャタリング確定後のSW1情報	main
unsigned char	tx_buff[]	可視光送信データフレーム用バッファ	VLC_InitFrame VLC_PulseUpdate
unsigned char	tx_buff_ptr	可視光送信データフレーム用バッファのIndex情報	VLC_PulseUpdate
int	state	現在の内部状態	VLC_PulseUpdate
int	next_state	次に遷移する内部状態	VLC_PulseUpdate
unsigned short	slot_pattern	4PPM符号化したスロットパターン	VLC_PulseUpdate
unsigned short	slot_num	更新したスロット数	VLC_PulseUpdate
unsigned char	vlc_pulse	LED ON/OFF情報	VLC_GetPulse VLC_PulseUpdate

## 6.7 フローチャート

図6-2に本アプリケーションのメイン処理フローを示します。

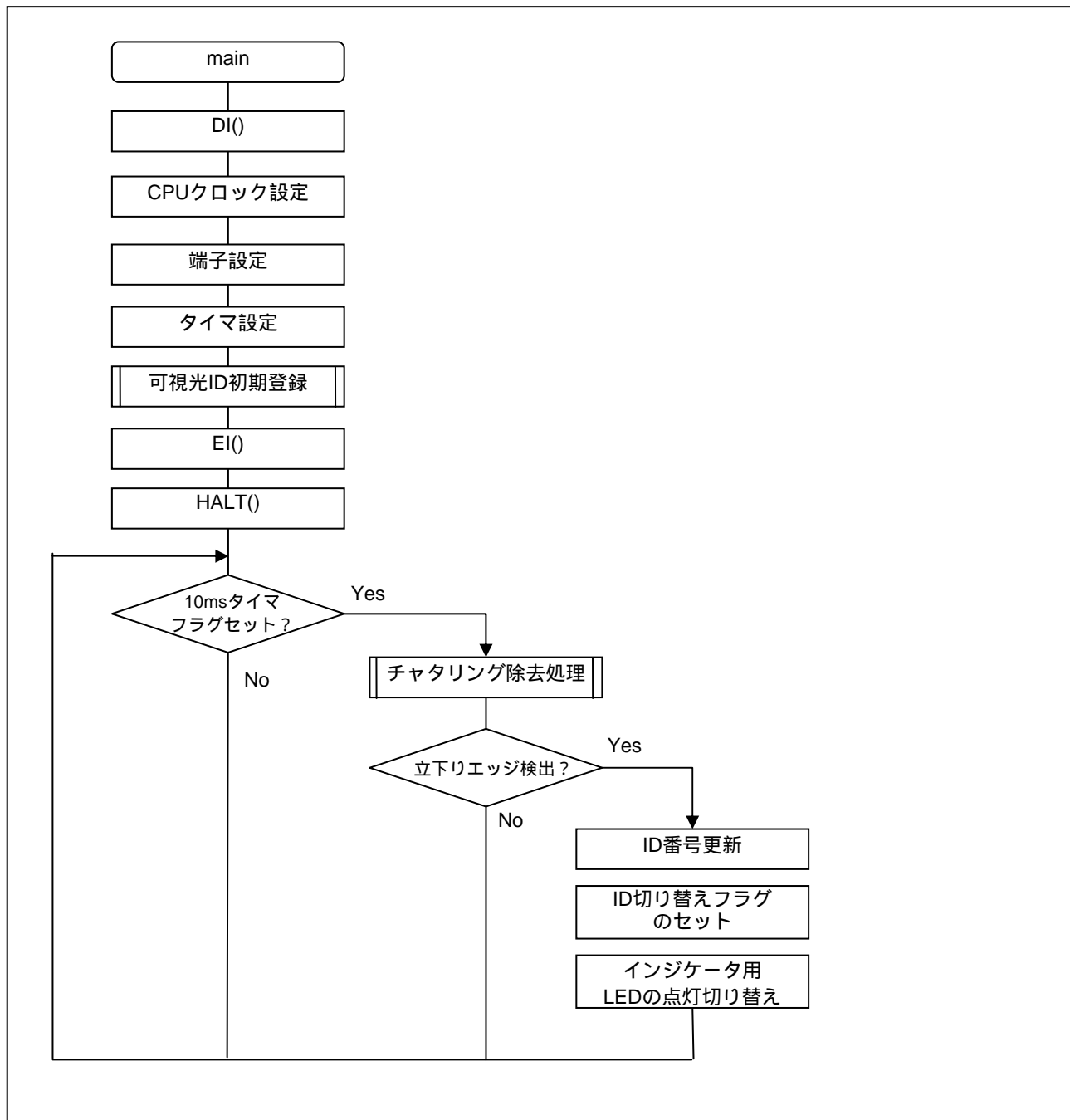


図6-2 メイン処理フロー

6.7.1 タイマ割り込み関数

図6-3にタイマ割り込み関数のフローチャートを示します。

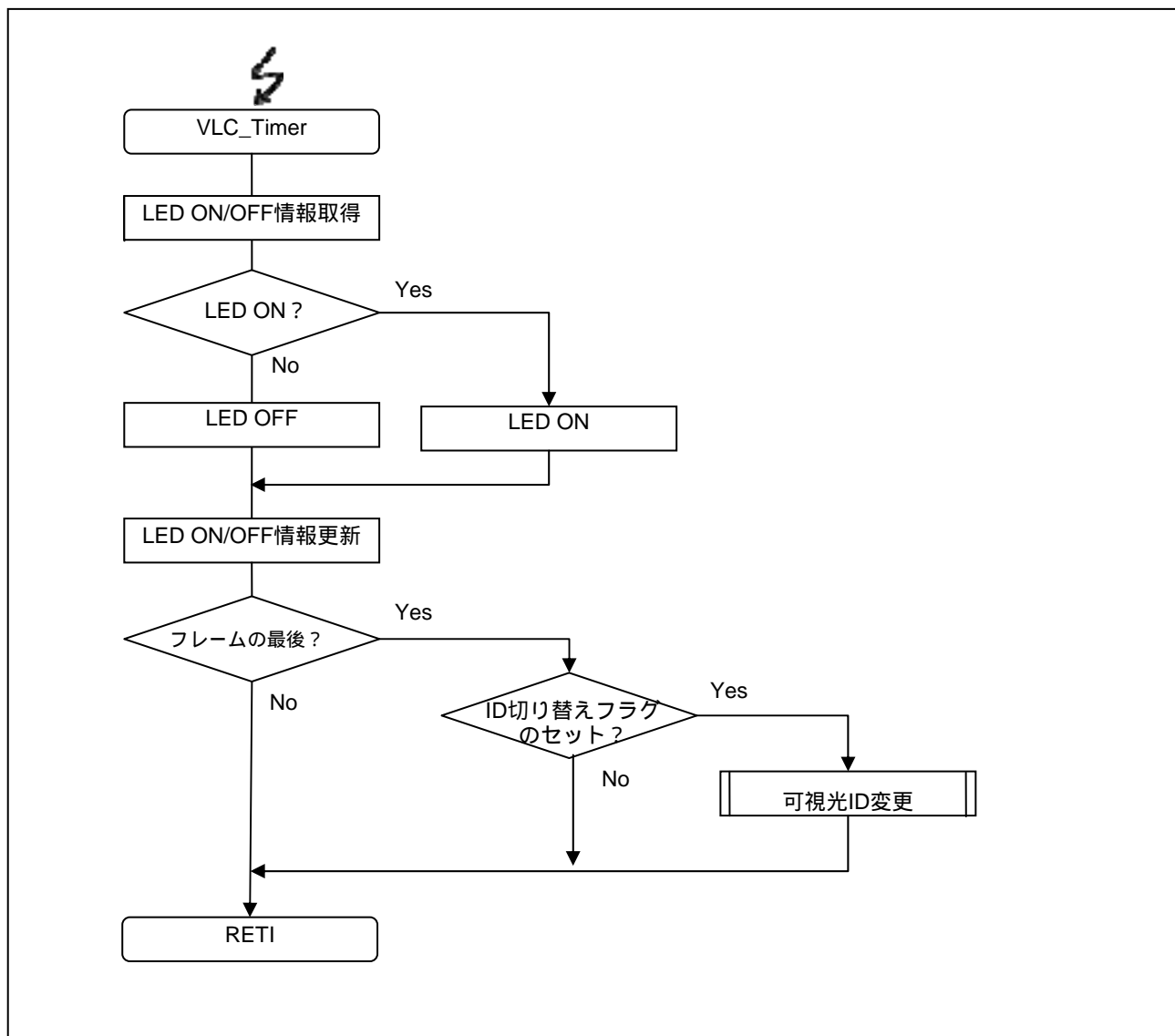


図 6-3 タイマ割り込み関数

## 6.7.2 LED ON/OFF情報の更新関数

図6-4にLED ON/OFF情報更新関数ローチャートを示します。

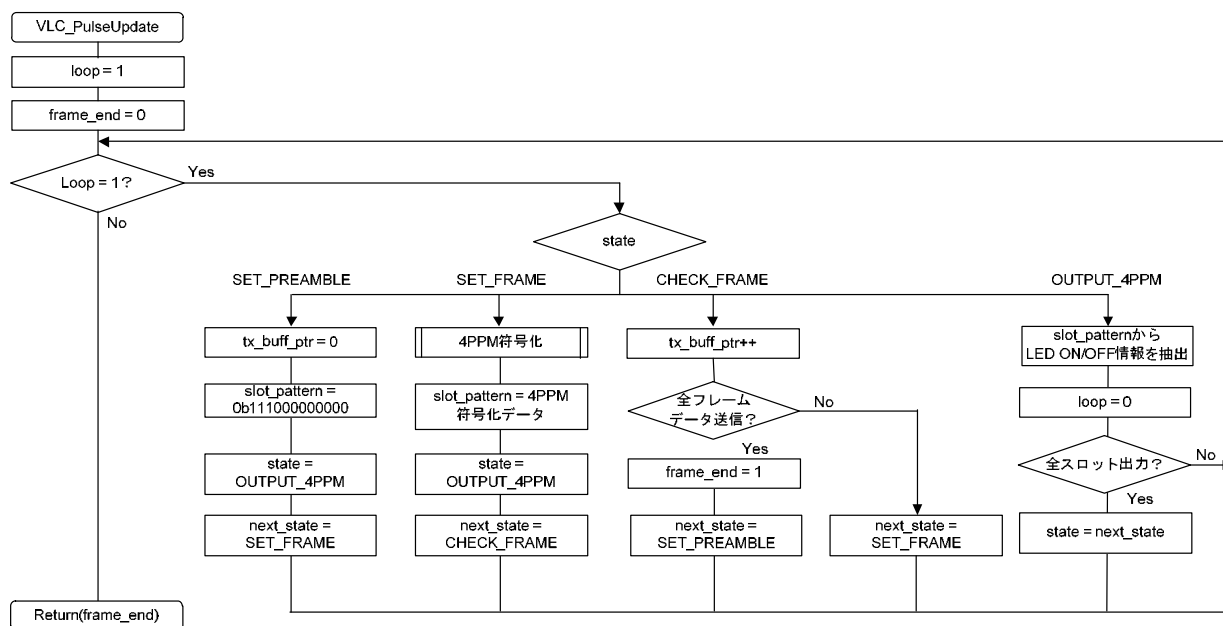


図 6-4 LED ON/OFF情報更新処理

## 7. サンプルプログラム

サンプルプログラムは、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。

## 8. 参考ドキュメント

RL78/G12 ユーザーズマニュアルハードウェア編 (R01UH0200J)

RL78 ファミリーユーザーズマニュアルソフトウェア編 (R01US0015J)

(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。)

## 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/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	2014.08.06	-	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）がありません。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。型名が異なる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いません。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い合わせください。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 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2（日本ビル）

■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/>