

---

## AVR415 : tinyAVRとmegaAVRデバイスでのRC5赤外リモコン送信器

---

### 応用記述

#### 序説

---

リモコン応用に関する無線通信用の方法としての赤外(IR:Infrared)光の使用は一般的になっています。このような通信に関して異なる多数の規格があります。この応用記述では広く使用されるPhilipsからのRC5符号化案が記述され、完全に動作するリモコン解決策が提供されます。この応用はこの目的用のAtmel® ATtiny28 AVR®マイクロ コントローラを使用します。この強力な部品はこの種の応用に特に上手く適合する、ハードウェア変調器、高電流LED駆動部、割り込み任意選択を含みます。

#### 特徴

---

- ATtiny28の特殊ハードウェア変調器と高電流駆動ピンを利用
- 大きなユーザーコード用空きを許す、量効率的なコード
- 徹底的な休止形態の使用による低消費電力
- 少量の外部部品による費用効率
- Atmel® tinyAVR®とmegaAVR®でのAtmel AVR410 RC5赤外リモコン受信器と相補

## 目次

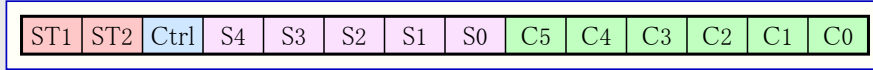
---

序説	1
特徴	1
1. RC5符号化の仕組み	3
2. ATtiny28:知的リモコンシステムに対する理想的な解決策	3
3. 実装	3
4. 安価な実装	4
5. ソフトウェア	5
6. 要約	7
7. 改訂履歴	7

## 1. RC5符号化の仕組み

下図で見られるようにRC5符号は14ビット語の両位相符号化信号です。先頭2ビットは開始ビットで常に”1”の値を持ちます。次のビットはリモコン送信器で釦が押される度毎に交互反転される制御(Ctrl)ビットです。これは釦が押されてその後も押され続けているか、または押されてその後継ぎに開放されているかのどちらかかを容易に判断する方法を与えます。

図1-1. RC5フレーム形式



5つのシステムビットはシステムアドレスを保持し、故に正しいシステムでだけ符号に対して応答します。通常、TVセットはシステムアドレス0、VTRはアドレス5を持ち、以下同様です。命令列は6ビット長で、アドレス当たり64の異なる命令を許します。命令\$35がシステム5に送られる例と共にビットは下図で示されように(マンチェスタ符号としても知られる)両位相符号で送信されます。

図1-2. 両位相符号化

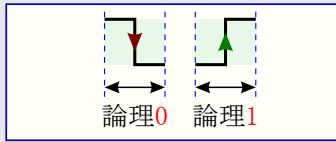
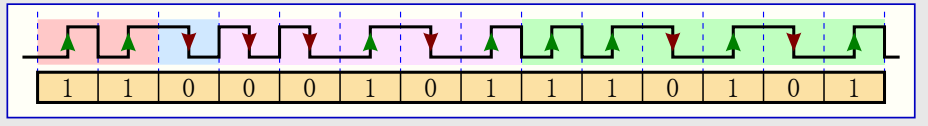
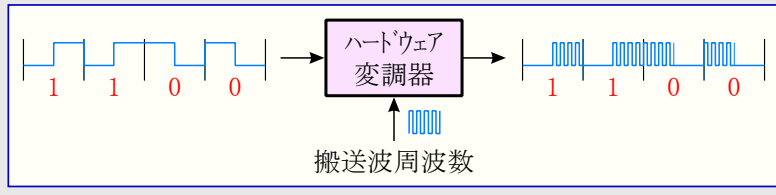


図1-3. 送信の例



上図がAtmel ATtiny28のハードウェア変調器へ入る信号を示していることに注意してください。赤外LEDによって放射される実際の信号は下図で示されるように或る搬送波周波数で変調されます。

図1-4. 変調前後の信号



## 2. ATtiny28:知的リモコンシステムに対する理想的な解決策

ATtiny28はリモコン应用到上手く適合させる多数の機能を持つ低価格で高性能な8ビット AVR RISCマイクロコントローラです。組み込みのハードウェア変調器はデータ信号で変調することができる搬送波周波数生成の作業を容易にします。周波数とデューティサイクルは変調制御レジスタ(MODCR)に属する値を修正することによって両方とも容易に変更されます。ポートの2番ピン(PA2)上の高電流駆動部は最少の外部部品でLEDを駆動する能力があります。これは大きさシステム費用を低減します。パワーダウン動作形態に於いて、マイクロコントローラはポートBのどのピンからもLowレベルで起動するように形態設定することができます。これは起動し、キーボードを走査して命令を送り、そしてパワーダウン動作形態に再び戻るための容易な解決策を提供します。この応用はポートBとポートDを用いる簡単なキーボード走査ルーチンを実装します。

## 3. 実装

下図はリモコン送信器用の完全な回路図を示します。455kHzセラミック振動子が信頼に足る柔軟なクロック元を応用に与えます。外部LED駆動部回路は赤外LEDに定電流を提供します。R3の抵抗は駆動部の能力を決め、この応用では概ね100mAの駆動能力を与える7Ωに選ばれています。より高い抵抗値は電流を減らし、より低い抵抗値は駆動部の能力を増します。D1とD2のダイオードは定駆動電流に近づくことを保証すると、トランジスタでの温度変化に対する補償のために与えられます。部品記述の表をご覧ください。

図1-5. RC5送信器

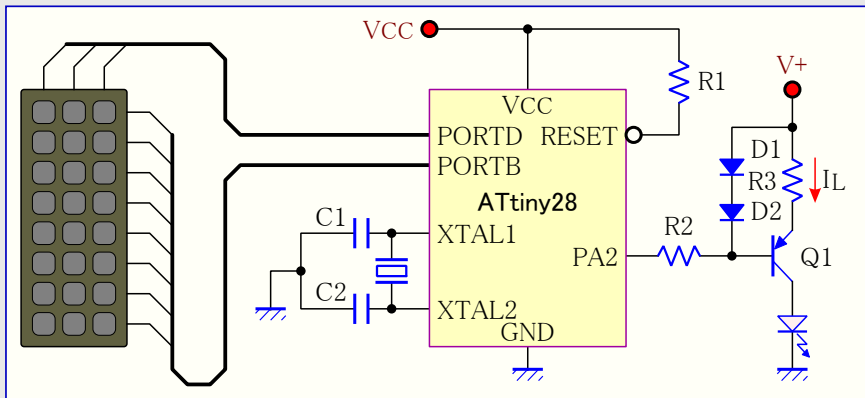


表3-1. 部品

符号	品番	注釈
R1	3k $\Omega$	外部プルアップ抵抗は外部雑音を受け難いシステムにすることを提供します。この部品なしでは、雑音がマイクロ コントローラをリセットするかもしれません。
R2	3k $\Omega$	$R2=(VCC_{min}-1.4)\times hfe\div 2\times I_L$
R3	7 $\Omega$	$R3=0.7\div I_L$
C1	100pF	セラミック振動子依存
C2	100pF	セラミック振動子依存
D1	1N4148	小信号用ダイオード
D2	1N4148	小信号用ダイオード
D3	-	赤外LED
Q1	BC807-40TD	$I_{max}=0.5A, hfe=250\sim 600$
Xtal	455kHz	セラミック振動子

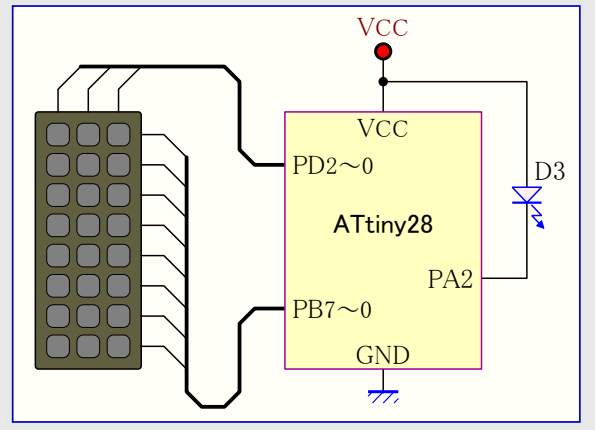
#### 4. 安価な実装

精度に於いて高い許容力を持つ費用に敏感な応用に対してはATtiny28の内部的な校正付きRC発振器を利用する解決策を使用することができます。PA2の高電流駆動能力はLEDを直接的に引き込むことができ、右図で示されるように少しの外部部品だけでの解決策を与えます。

外部セラミック振動子と赤外LED用の駆動部回路を使用することにより、もっと柔軟な解決策が達成されます。

主な利点はより高い駆動部能力と電圧範囲に渡るより高い周波数安定性です。けれども受信器は自己同期されます。それは送信器の周波数変化に順応し、内蔵RC発振器を使用する解決策は良い結果で使用することができます。

図4-1. 安価なRC5送信器



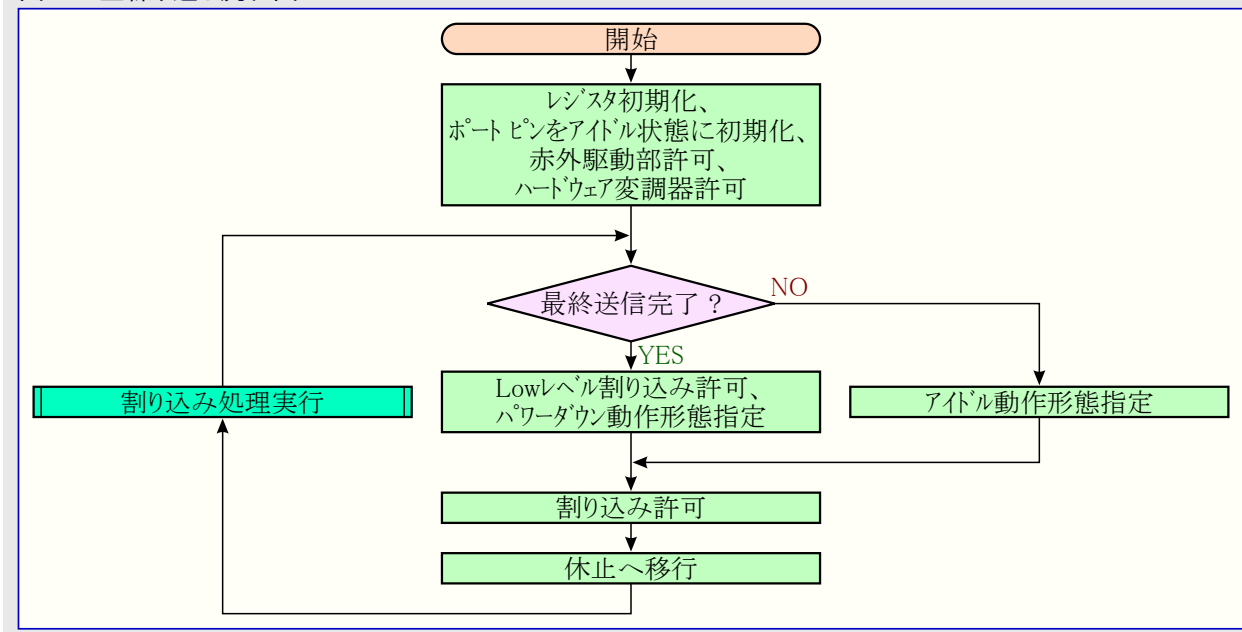
## 5. ソフトウェア

AVR415.ASMファイルで得られるアセンブリ言語コードは最終版のRC5送信器ソフトウェアを含みます。プログラム実行は2つのルーチンに分けることができます。それらの両方が割り込み駆動で、消費電力を減らすために異なるパワーダウン形態を用います。プログラムは1段のハードウェアスタックだけを使用し、ユーザーコード用に2段を残すように設計されています。

### 主ルーチン

主プログラム繰り返しは次図で示されます。最初に全てのレジスタが初期化されます。ハードウェア変調器が正しい周波数とデューティサイクルに形態設定されます。この応用では搬送波周波数として38kHzが使用されます。これは搬送波に36kHzを指定するRC5規格とは異なります。けれどもRC5の信号部分は同じで、殆どの標準RC5受信器は問題なくこの信号を受信して復号するでしょう。一旦入出力部署が初期化されると、主繰り返しの目的は次の起動復帰後の使用に対して、どの休止形態かを定めることです。

図5-1. 主繰り返し流れ図



プログラム実行は“RC5符号送信”と“キー押下待機”の2つの状態に荒っぽく分けることができます。キー押下を待つ間、ATtiny28はパワーダウン動作形態に置かれます。この形態ではデバイスに対する消費電流が最小で、起動時間がアイドル同S形態よりも僅かに長くなります。起動条件が物理的なキー押下によって引き起こされるため、このより長い起動時間はシステムに於いて顕著な遅延を引き起こしません。

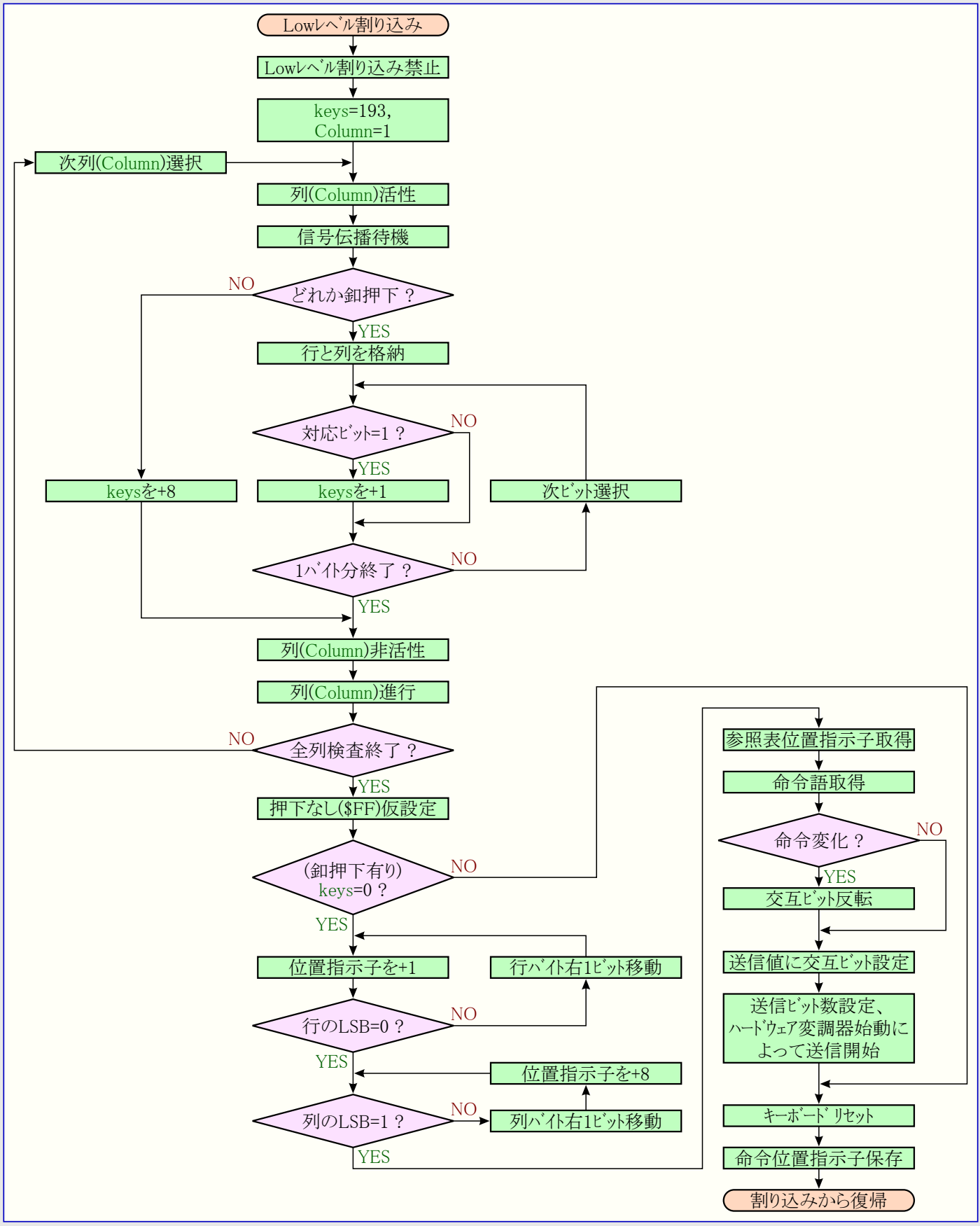
### Lowレベル割り込み

ATtiny28がパワーダウン動作形態の時に、ポートピンのどれかのLowレベルがLowレベル割り込みを生成し、デバイスを起して次図の流れ図によって図解されるコードを実行します。このルーチンの主目的はキーボード全体を走査して有効なキーが押されたかを判断することです。2つ以上の釦が同時に押された場合、このルーチンは異常を示す\$FFの値を返します。“keys”は行と列の線での64の組み合わせ内の63がHigh、キーを表す唯一の組み合わせだけがLowであることを保証します。

1つのキーだけが押されたなら、行と列のビット様式が位置指示子へ復号され、それは命令表での探し出し実行に使用されます。

更に、Lowレベル割り込みは新しい命令が存在か、または同じ命令が再送信されるべきかを示す制御ビットの交互切り替えも制御します。このルーチンの最後で、ハードウェア変調器は送信の準備を始められます。

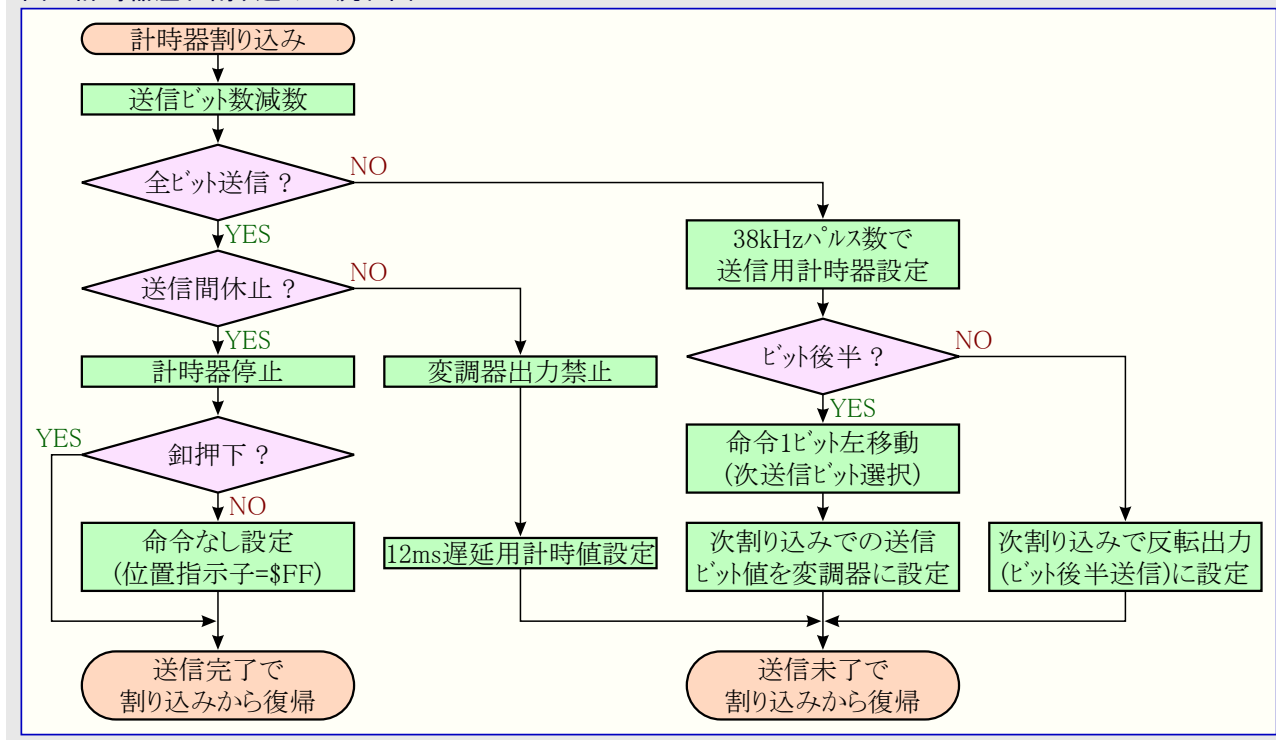
図5-2. Lowレベル割り込み流れ図



## 計時器割り込みルーチン

下図はタイマ/カウンタ溢れ割り込みに関する流れ図を示します。計時器割り込みルーチンの主作業は赤外LEDで変調されるビット様式の経緯を保つ、換言すると、送信される信号が兩位相符号化の仕組みに従うことを保証することです。一旦完全なフレームが送信されてしまうと、ルーチンは新しい送信が開始される前に必要な遅延も生成します。

図9. 計時器溢れ割り込みの流れ図



## 6. 要約

この応用記述は簡単なRC5送信器を作る方法を記述します。ATtiny28の柔軟なハードウェアのため、他の赤外符号化案も容易に実装することができます。送信信号のデューティサイクルを変えること、更に電力消費を減らし、従って電池寿命を延ばすことも可能です。

この応用記述は電力効率的なリモコン送信器に帰着するように他の特徴を実装することができる基礎として働きます。

## 7. 改訂履歴

資料改訂	日付	注釈
2534A	2003年5月	初版資料公開
1473C	2016年8月	新雛形といくつかの微細な変更

Atmel®, Atmelロゴとそれらの組み合わせ、Enabling Unlimited Possibilities®, AVR®, tinyAVR®, megaAVR®とその他は米国及び他の国に於けるAtmel Corporationの登録商標または商標です。他の用語と製品名は一般的に他の商標です。

**お断り:** 本資料内の情報はAtmel製品と関連して提供されています。本資料またはAtmel製品の販売と関連して承諾される何れの知的所有権も禁反言あるいはその逆によって明示的または暗示的に承諾されるものではありません。Atmelのウェブサイト<sup>1</sup>に位置する販売の条件とAtmelの定義での詳しい説明を除いて、商品性、特定目的に関する適合性、または適法性の暗黙保証に制限せず、Atmelはそれらを含むその製品に関連する暗示的、明示的または法令による如何なる保証も否認し、何ら責任がないと認識します。たとえAtmelがそのような損害賠償の可能性を進言されたとしても、本資料を使用できない、または使用以外で発生する(情報の損失、事業中断、または利益と損失に関する制限なしの損害賠償を含み)直接、間接、必然、偶然、特別、または付随して起こる如何なる損害賠償に対しても決してAtmelに責任がないでしょう。Atmelは本資料の内容の正確さまたは完全性に関して断言または保証を行わず、予告なしでいつでも製品内容と仕様の変更を行う権利を保留します。Atmelはここに含まれた情報を更新することに対してどんな公約も行いません。特に別の方法で提供されなければ、Atmel製品は車載応用に対して適当ではなく、使用されるべきではありません。Atmel製品は延命または生命維持を意図した応用での部品としての使用に対して意図、認定、または保証されません。

**安全重視、軍用、車載応用のお断り:** Atmel製品はAtmelが提供する特別に書かれた承諾を除き、そのような製品の機能不全が著しく人に危害を加えたり死に至らしめることがかなり予期されるどんな応用(“安全重視応用”)に対しても設計されず、またそれらとの接続にも使用されません。安全重視応用は限定なしで、生命維持装置とシステム、核施設と武器システムの操作の装置やシステムを含みます。Atmelによって軍用等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は軍用や航空宇宙の応用や環境のために設計も意図もされていません。Atmelによって車載等級として特に明確に示される以外、Atmel製品は車載応用での使用のために設計も意図もされていません。

© HERO 2016.

本応用記述はAtmelのAVR415応用記述(Rev.2534B-08/2016)の翻訳日本語版です。日本語では不自然となる重複する形容表現は省略されている場合があります。日本語では難解となる表現は大幅に意識されている部分もあります。必要に応じて一部加筆されています。頁割の変更により、原本より頁数が少なくなっています。

必要と思われる部分には( )内に英語表記や略称などを残す形で表記しています。

青字の部分はリンクとなっています。一般的に赤字の0,1は論理0,1を表します。その他の赤字は重要な部分を表します。