

## AVR051：外部RC発振器の設定と使用

### 要点

- 低電力消費
- 100kHz～12MHzの広い周波数範囲
- 望む周波数に対して最小電流消費に設定可能な周波数範囲

### 適応性

この応用記述はATtiny11, ATtiny12, ATtiny28, ATmega163, ATmega323を除いて、外部RC発振器付きの全てのAVRに適用します。これらのデバイスについてはデバイスのデータシートをご覧ください。

### 序説

この応用記述はAVR<sup>®</sup>マイクロコントローラに関する外部RC発振器の使用方法を記述します。AVRの外部RC発振器はチップ外の抵抗器とコンデンサと共に使用するよう設計されています。この発振器は設定可能なバイアス電流を持ち、故に低周波数動作に対してより低い電流、高周波数動作に対してより高い電流でバイアスすることができます。このバイアス電流は表3.で示されるようにロックヒューズ設定によって制御されます。

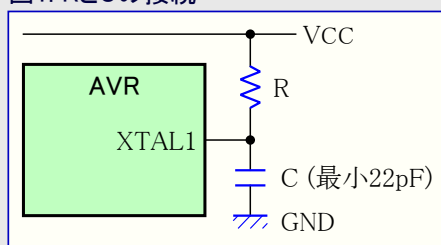
RC発振器の利点はAVRに外部のRとCを追加することにより、AVR使用者が容易且つ低費用で望む動作周波数を得ることができることです。RC発振器の他の望ましい特徴は水晶発振器と比べて短い起動時間(最大4 $\mu$ s+10クロック周期)です。水晶発振器と比べてRC発振器の欠点は(特に高周波数での)周波数安定性と電力消費です。

いくつかのAVRデバイスについては、発振器ピンが入出力ピンだけでなく、様々な発振器によって共用されています。より多くの情報については個別AVRデータシートをご覧ください。

### 外部RC発振器の使い方

AVRと共に外部RC発振器を使用するには図1.で示されるようにRとCを接続してください。

図1. RとCの接続



### RとCの値選択

動作周波数はRとCによって完璧に与えられるべきですが、適切なバイアス電流が選択されていなければ内部比較器での遅延によって影響を及ぼされ得ます。周波数は右式を使用して予測することができます。

$$f = \frac{1}{3 \times R \times C}$$

低周波(1MHz以下)に対して、この式が実際の動作周波数よりも低い値を示すことに注意してください。また、異なる外圍器と基板配置が異なる浮遊容量を生じ、周波数を変えることにも注意してください。

雑音の問題のため、コンデンサの推奨最低値は22pFです。電力消費が重要、または8MHz以上の周波数を設計が要求する場合、常に22pFを使用してください。さもないと、より大きな値、例えば47pFを使用してください。電力消費が増すため、100pFよりも大きな値の使用は推奨されません。

表1.と表2.はC=22pF(低電力消費)とC=100pF(高雑音耐性)を使用する、いくつかの標準的な抵抗値に対する周波数と電力消費を示します。(最小22pFと比べて)より大きなコンデンサの選択により、高周波数に対するインピーダンスが低減され、従って高周波数雑音に対する許容誤差が増加されます。けれども表で見られるように電流消費の報いが増されます。バイアス設定電流は表3.で示されます。



8ビット AVR<sup>®</sup>  
マイクロコントローラ

## 応用記述

本書は一般の方々の便宜のため有志により作成されたもので、ATMEL社とは無関係であることを御承知ください。しおりのはじめにでの内容にご注意ください。

Rev. 2507A-02/02, 2507AJ2-12/13

表1. C=22pF(注)に対する周波数と電力消費

抵抗値 (kΩ)	周波数 (MHz)	発振器のみの代表的な消費電流	
		内部 (mA)	外部 (mA)
1.2	11.9	1.0	2.2
2.2	7.36	1.0	1.2
3.9	4.40	0.57	0.68
8.2	1.98	0.18	0.34
18.0	0.99	0.18	0.15

注: C=22pFと12pF浮遊容量(外圍器,パッド,ピンと基板)、シミュレーション値

表2. C=100pF(注)に対する周波数と電力消費

抵抗値 (kΩ)	周波数 (MHz)	発振器のみの代表的な消費電流	
		内部 (mA)	外部 (mA)
1.2	4.54	0.57	2.2
2.2	2.32	0.18	1.2
3.9	1.41	0.18	0.68

注: C=100pFと12pF浮遊容量(外圍器,パッド,ピンと基板)、5V、シミュレーション値

## 消費電流

消費電流は内部消費電流と外部消費電流の2つ部分に分けることができます。内部消費電流はチップ上の比較器とバイアス部によって使用される電流です。AVRの使用者はこの消費を設定することができます。表3.は様々な周波数範囲に対する推奨バイアス設定を示します。

外部消費電流はチップ外の消費電流です。コンデンサが抵抗器を通して半分の時間で充電されるので、これは $VCC \div (2R)$ として予測することができます。この簡単な式から見られるように、抵抗の増加は外部消費電流を最小にすることができます。そして問題は抵抗だけでなくコンデンサも変更されなければ、動作周波数が低下することです。推奨最低コンデンサ値が22pFであることを思い出してください。高すぎる周波数範囲選択によって内部バイアス電流がかなり低すぎる場合、比較器を通る遅延が周期の一因になり、同じ周波数を得るために外部抵抗を減少しなければならなくなるでしょう。これは総消費電流をより低くせず(むしろ増やすかもしれません)、周波数をもっと製法依存にすることによって品質を下げるでしょう。

12MHzに関して、発振器に対する総消費電流はおよそ3mAで、そしてこれは同じ周波数に対するAVRのクリスタル用発振器の消費電流の約20倍であることに注意してください。

## 正しい周波数に対する正しいバイアス電流

内部バイアス電流は比較器を通る遅延を設定し、より低い電流はより長い遅延を生じます。理想は比較器遅延がRC時定数に比べて無視できるほどであるべきです(内部比較器ではなく、RC時定数が周波数を決めるべきです)。低周波数については、動作周波数に影響を及ぼすことなく、比較的高い比較器を通る遅延を許すことができ、一方高周波数については高速な比較器を必要とします。

バイアス設定はクロックヒューズ設定によって決められ、デバイス毎に変わるかもしれません。詳細についてはデバイス固有のデータシートをご覧ください。表3.はどの周波数範囲がどのバイアス電流を使用するかを示します。

表3. バイアス設定 対 周波数

バイアス電流	周波数範囲 (MHz)
非常に低い	<0.9
低い	0.9~3
中くらい	3~8
高い	8~12



## 本社

### *Atmel Corporation*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 487-2600

## 国外営業拠点

### *Atmel Asia*

Unit 1-5 & 16, 19/F  
BEA Tower, Millennium City 5  
418 Kwun Tong Road  
Kwun Tong, Kowloon  
Hong Kong  
TEL (852) 2245-6100  
FAX (852) 2722-1369

### *Atmel Europe*

Le Krebs  
8, Rue Jean-Pierre Timbaud  
BP 309  
78054 Saint-Quentin-en-Yvelines  
Cedex  
France  
TEL (33) 1-30-60-70-00  
FAX (33) 1-30-60-71-11

### *Atmel Japan*

104-0033 東京都中央区  
新川1-24-8  
東熱新川ビル 9F  
アトメル ジャパン株式会社  
TEL (81) 03-3523-3551  
FAX (81) 03-3523-7581

## 製造拠点

### *Memory*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 436-4314

### *Microcontrollers*

2325 Orchard Parkway  
San Jose, CA 95131, USA  
TEL 1(408) 441-0311  
FAX 1(408) 436-4314  
  
La Chantrerie  
BP 70602  
44306 Nantes Cedex 3  
France  
TEL (33) 2-40-18-18-18  
FAX (33) 2-40-18-19-60

### *ASIC/ASSP/Smart Cards*

Zone Industrielle  
13106 Rousset Cedex  
France  
TEL (33) 4-42-53-60-00  
FAX (33) 4-42-53-60-01

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
TEL 1(719) 576-3300  
FAX 1(719) 540-1759

Scottish Enterprise Technology Park  
Maxwell Building  
East Kilbride G75 0QR  
Scotland  
TEL (44) 1355-803-000  
FAX (44) 1355-242-743

### *RF/Automotive*

Theresienstrasse 2  
Postfach 3535  
74025 Heilbronn  
Germany  
TEL (49) 71-31-67-0  
FAX (49) 71-31-67-2340

1150 East Cheyenne Mtn. Blvd.  
Colorado Springs, CO 80906, USA  
TEL 1(719) 576-3300  
FAX 1(719) 540-1759

### *Biometrics*

Avenue de Rochepleine  
BP 123  
38521 Saint-Egreve Cedex  
France  
TEL (33) 4-76-58-47-50  
FAX (33) 4-76-58-47-60

## 文献請求

[www.atmel.com/literature](http://www.atmel.com/literature)

## © Atmel Corporation 2002.

ATMEL製品は、ウェブサイト上にあるATMELの定義、条件による標準保証で明示された内容以外の保証はありません。本製品は改良のため予告なく変更される場合があります。いかなる場合も、特許や知的技術のライセンスを与えるものではありません。ATMEL製品は、生命維持装置の重要部品などのような使用を認めておりません。

本書中の®、™はATMELの登録商標、商標です。

本書中の製品名などは、一般的に商標です。

## © HERO 2013.

本応用記述はATMELのAVR051応用記述(doc2507.pdf Rev.2507A-02/02)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。