

RTCとは、何か 概要

今回は、RTCという部品の評価テストを行います。

RTCとは、RealTimeClock の略で、簡単に言うと、マイコン用の 時計モジュールです。

パソコン、スマホ等の携帯端末の場合は、必ず実装されています。

しかし、組み込み用マイコンの場合は、用途により、必要な場合のみ実装されると思います。家電品の場合、洗濯機、電気炊飯器、電子レンジは、タイマー機能は持っていますが現在の時刻を把握しておく必要は無いのでRTCは、実装されていません。

設備として、組み込まれているマイコンの場合は、時刻によって運転モードを切り替える用途で、RTCを使用しています。

人によっては マイコンには水晶発振子を使用しているので、CPUクロックを分周して時計の機能が実現できる。と思われるでしょう。

理論的には、正解です。しかし、実使用では**2つの問題**が発生します。

- ① **時計としての時刻精度がいまいち**である。
以前マイコン用の水晶発振子を、40個ほど周波数を計りましたが、結構 個体差と、温度による周波数ドリフトがあります。
その時の誤差の平均は、凡そ **0.00006** でした。1日は **60秒 × 60分 × 24時**で、秒換算で **86,400秒**に、なります。これに水晶の誤差をかけると **$86,400 \times 0.00006 = \text{約 } 5\text{秒}$** になります。**1日に、5秒進む事を許されるかどうか**です。 仕事では、NG になります。

② マイコンの電源を切ると、時刻を忘れる。
当たり前ですが、電源を切ればソフトで
カウントしていたRAM上の時刻情報は消え
ます。で仮にRAMをバッテリーバックアップ
出来たとしても、電源が切れている間の
時刻歩進処理は、出来ません。
マイコン全体を、バッテリーバックアップする
という方法もありますが、少し電流を、消費
します。 R8Cマイコンの場合 状況に
よりますが、数 mA 流れます。

RTCモジュールを使うと、内蔵の水晶発振子
の発振周波数を、各個体毎に 分周処理を、
何秒かに1回、クロック1パルス分を足したり
引いたりして水晶発振子の周波数を補正する
処理を行っているようです。

そして、電源バックアップ時の、RTCの
消費電流は、 μA レベルです。

この消費電流であれば、1Fのスーパーキャパ
シタで、ある程度持つのではないかと思います。

マイコンが、5Vであれば、余裕があると思いま
すが、3.3Vマイコンの場合、電圧の余裕が、やや
厳しい感じもします。

今回、システムの電源が、落ちている時、
スーパーキャパシタによるRTCの、局部的バック
アップで、どの程度持ちこたえるのか実験してみ
たいと、考えます。

μA レベルなので、計るのが難しい要素は
あります。

テストする RTC 1 番 / RX-8025NB

I2Cインターフェースで接続する RTC です。

消費電流 : $V_{dd}:5V/0.60\mu A$ 、 $V_{dd}:3V/0.48\mu A$
($FOE=GND/FOE=5V$ では $3\mu A$)

時計保持電圧範囲 : 1.15V ~ 5.5V

時刻精度 : +25 °Cにて 月差 13秒相当

AAA



RX-8025NB使用 I2C接続リアルタイムクロック (RTC) モジュール

[AE-RX-8025NB]

通販コード K-08585

発売日 2014/10/22

メーカーカテゴリ [株式会社秋月電子通商](#)

I²Cバスインターフェース型リアルタイムクロックRX-8025NB(ピン間隔0.5mm-SONパッケージ22ピン)を使いやすい2.54mmピッチ・300milの8ピンDIPにしました。

- ・ SCL、SDAバス用プルアップ抵抗を搭載(抵抗の接続はジャンパーパターンによって選択可)
- ・ /INTA出力用の赤色LEDを搭載(LEDの接続はジャンパーパターンによって選択可)
- ・ インターフェース電圧範囲 : 1.70V~5.5V
- ・ 1×4細ピンヘッダ([C-04392](#))2個付属

[リアルタイムクロック製品一覧](#)

[細ピンヘッダー一覧](#)

資料

- [取扱説明書\(3.06MB\)](#)
- [使用IC\(参考\)](#)
- [アプリケーションノート\(参考\)](#)

秋月電子のサイト
2022年4月5日の価格
450円

[この商品を友達に教える](#)

[お気に入りに追加する](#)

[店舗在庫情報](#)

テストする RTC 2番／RX8900

I2Cインタフェースで接続する RTCです。
この RTCは、高精度 DTCXO UAランクとの
事です。

消費電流： Vdd:5V／0.72uA、Vdd:3V／0.70uA
(F0E=GND)

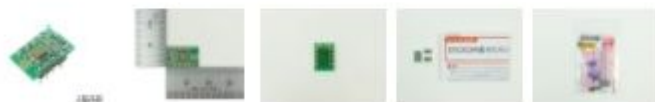
時計保持電圧範囲：1.6V ～ 5.5V

時刻精度：-40 ～ +85 °Cにて 月差 9秒相当

AAA



※製作例



高精度RTC (リアルタイムクロック) RX8900 DIP化モジュール

[AE-RX8900]

通販コード K-13009

発売日 2018/05/02

メーカーカテゴリ [株式会社秋月電子通商](#)

RX8900の小型CEパッケージ([I-13320](#))を使い易いピッチ変換(DIP化)モジュールにしました。高精度DTCXOリアルタイムクロックの評価にお役立てください。

■主な仕様

- ・搭載IC：RX8900CE UA
- ・電源電圧：2.5～5.5V
- ・インタフェース：I2C
- ・周波数精度：月差9秒相当(UAランク)
- ・消費電流：0.70μA(Typ)@3V
- ・源振：32.768kHz、温度補償発振器(DTCXO)

秋月電子のサイト
2022年4月5日の価格
500円

テストする RTC 3番／RTC-8564NB

この RTCは、セイコーエプソンと合併前の
エプソントヨコムで、作られたRTCと思われます。

消費電流 : $V_{dd}:5V/0.33\mu A$ 、 $V_{dd}:3V/0.275\mu A$
($FOE=GND/FOE=5V$ では $2.5\mu A$)

時計保持電圧範囲 : 1.0V ~ 5.5V

時刻精度 : +25 °Cにて 月差 1 分相当

AAA



リアルタイムクロック (RTC) モジュール

[RTC-8564NB]

通販コード I-00233

発売日 2002/11/20

メーカーカテゴリ [株式会社秋月電子通商](#)

宮崎エプソン(セイコーエプソン・エプソントヨコム)のリアルタイムクロックIC(RTC-8564NB)を使ったクロックモジュールです。I2Cインターフェース(2線式)でPICやH8などと通信可能です。■簡単に正確な時刻を得られます。時間を計測するアプリケーションに最適

- IC内に高精度クリスタルが内蔵されています。
 - パーツは全て実装済み。8ピンDIPのICとしてお使いになれます。
 - INT割り込み用のLED付
- ※ICは全て基板に実装済みです。

★動作電圧 : 1.8V~5V

★アラーム機能、タイマー機能、周波数出力機能

★消費電流 : 330nA(@5V、非アクセス時)



商品画像

秋月電子のサイト
2022年4月5日の価格
500円

3つの RTCの基本性能の比較

バックアップ時の消費電流 (FOE=GND)

型式名	Vdd: 5V	Vdd: 3V
RX-8025NB	0.6uA	0.48uA
RX8900	0.72uA	0.70uA
RTC-8564NB	0.33uA	0.275uA

時計動作保持電圧範囲

型式名	電圧範囲
RX-8025NB	1.15 ~ 5.5V
RX8900	1.6 ~ 5.5V
RTC-8564NB	1.0 ~ 5.5V

時刻精度 (月差)

型式名	使用温度範囲	月差
RX-8025NB	+25°C	13秒 相当
RX8900	-40 ~ +85°C	9秒 相当
RTC-8564NB	+25°C	1分 相当

左の表は、あくまでメーカーのカatalog値を並べた物です。

この表を見ると、RX8900が時刻精度の面では優れていますが、消費電流が、やや多いです。

そして時計動作保持電圧下限が、他の2つに比べ 1.6Vと高いです。よって 3.3V電源でスーパーキャパシタで電源OFF時、バックアップさせるには、やや厳しいですね。

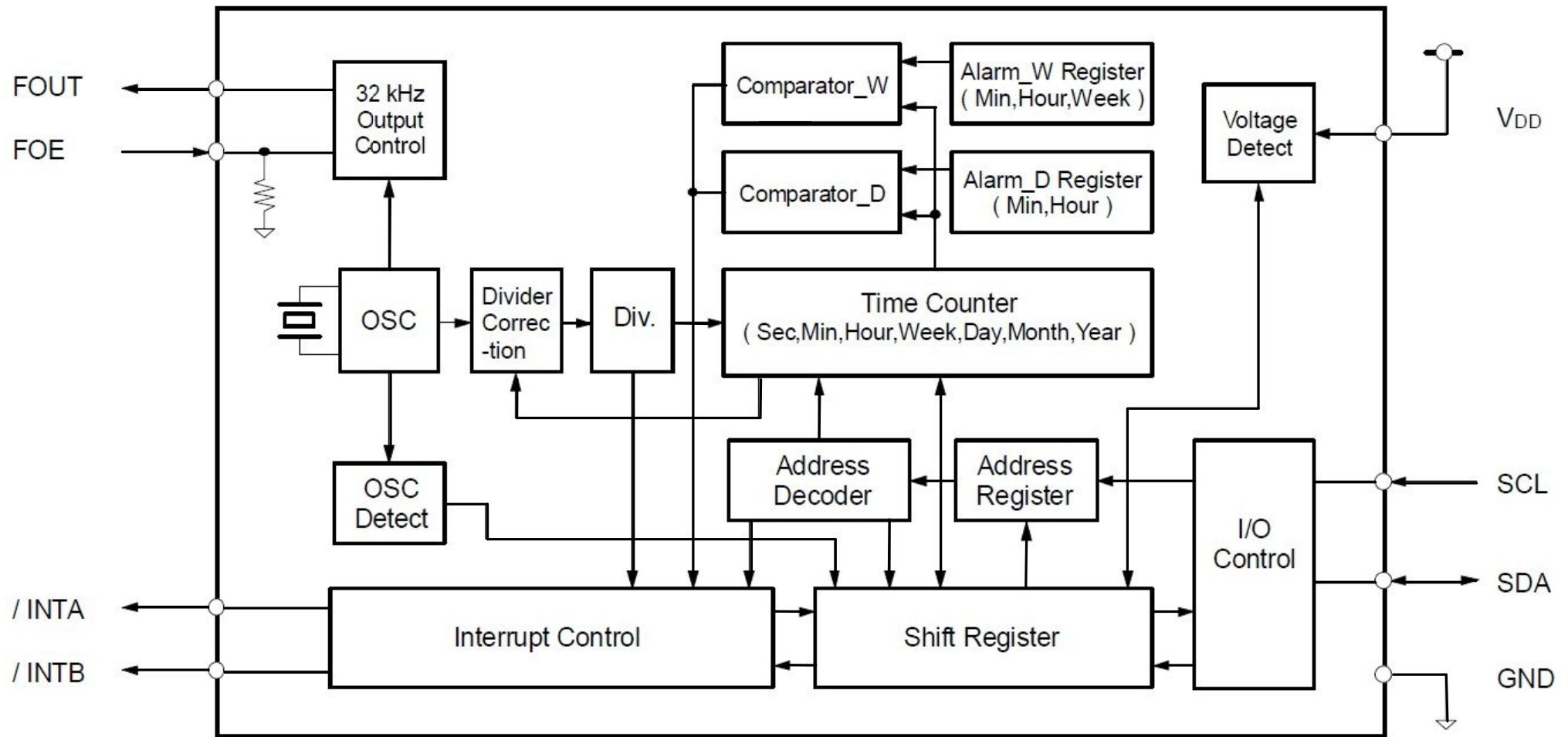
逆に、RTC-8564NBは、時刻精度は劣りますが、バックアップ時の消費電流も少なく、動作下限電圧も 1.0Vと低く、バックアップ時間を長く持たせるには 有利です。

RX-8025NBは、他の2つの中間的な性能でシビアな時刻性能を要求しなければ、性能的に使いやすいRTCと、思います。

Catalog値を参考にした評価です。

RTCの 内部ブロック図 (RX-8025NB)

RTC内部の構成は、どれも似ているので、RX-8025NBで代表して、説明を行います。



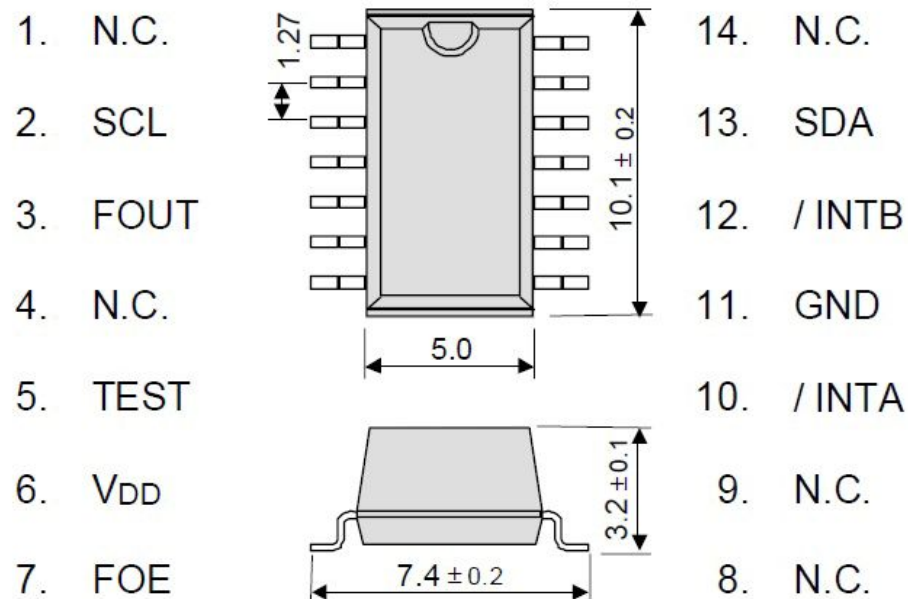
端子説明

信号名	入出力	機能																					
SCL	入力	I ² C-Bus 通信用のシリアルクロック入力端子。																					
SDA	双方向	I ² C-Bus 通信用の双方向データ入出力端子。																					
FOUT	出力	FOUT 端子は 出力制御付きの 32.768 kHz クロック出力端子 (C-MOS 出力)。																					
FOE	入力	<table><tr><th>FOE input</th><th>/CLEN1 bit</th><th>/CLEN2 bit</th><th>FOUT output</th></tr><tr><td>L</td><td>X</td><td>X</td><td>OFF (LOW)</td></tr><tr><td rowspan="4">H</td><td>0</td><td>0</td><td>32.768 kHz</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>32.768 kHz</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>32.768 kHz</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>OFF (LOW)</td></tr></table>	FOE input	/CLEN1 bit	/CLEN2 bit	FOUT output	L	X	X	OFF (LOW)	H	0	0	32.768 kHz	0	1	32.768 kHz	1	0	32.768 kHz	1	1	OFF (LOW)
FOE input	/CLEN1 bit	/CLEN2 bit	FOUT output																				
L	X	X	OFF (LOW)																				
H	0	0	32.768 kHz																				
	0	1	32.768 kHz																				
	1	0	32.768 kHz																				
	1	1	OFF (LOW)																				
/INTA	出力	割り込み出力端子 A (N-ch オープンドレイン)																					
/INTB	出力	割り込み出力端子 B (N-ch オープンドレイン)																					
TEST	—	* 弊社テスト用端子 (配線禁止)																					
VDD	—	電源入力端子。																					
GND	—	グラウンドに接続する。																					

端子配置 / 外形寸法

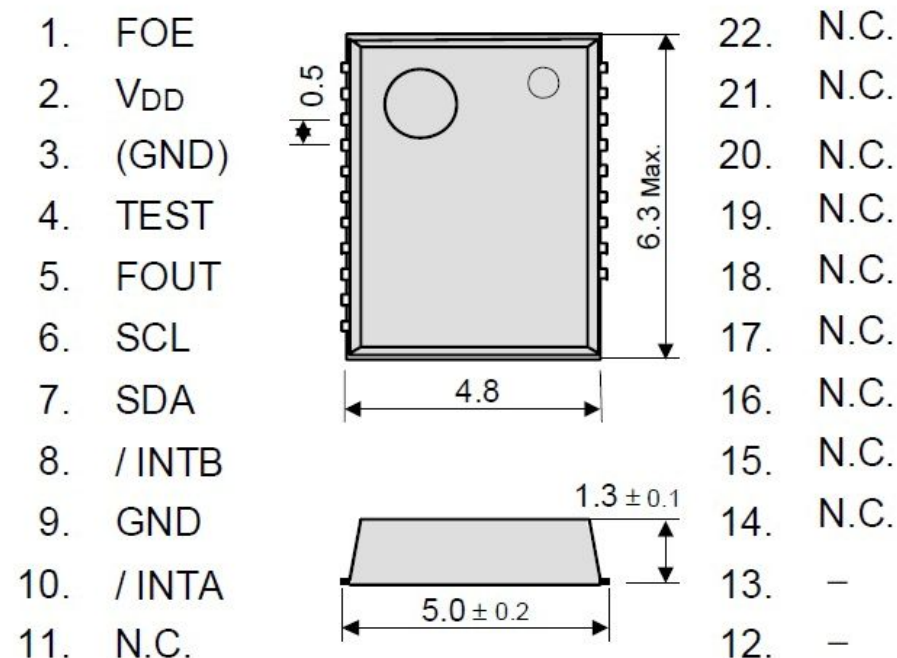
(単位:mm)

RX - 8025 SA



SOP - 14 pin

RX - 8025 NB



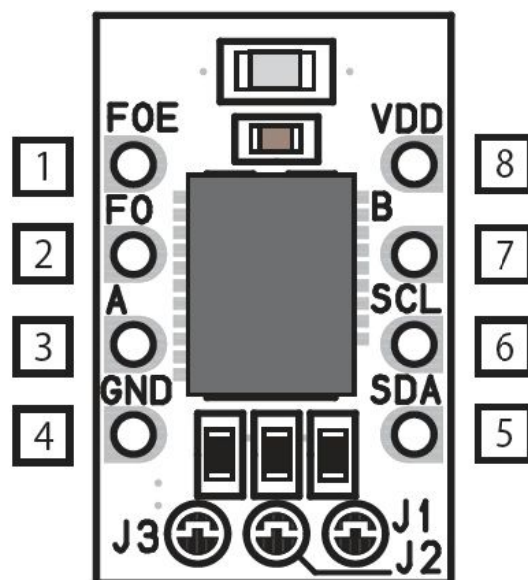
SON - 22 pin

※モールド部より内蔵水晶振動子の金属ケースが見えることがありますが、特性に影響はありません。

秋月電子変換基板の仕様／RX-8025NB ①

今回は、秋月電子製の
変換基板のピン番号と、ピン番号の信号名、機能 割付け表です。

◆ ピン番号と機能

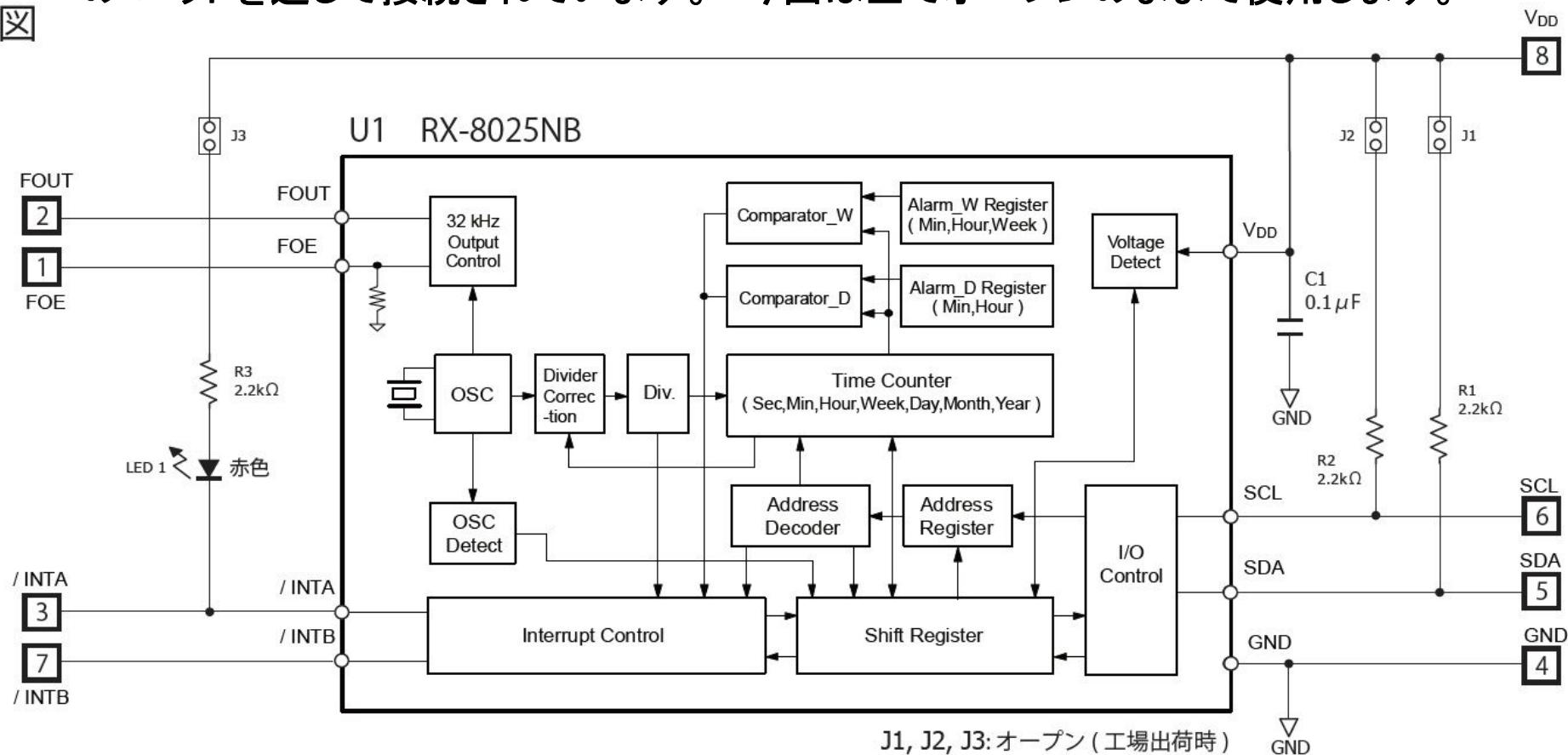


ピン 番号	信号名	入出力	機 能
[1]	FOE	入力	/CLEN1、/CLN2 ビットと共に FOUT 出力を制御する入力端子
[2]	FO (FOUT)	出力	出力制御機能付きの 32.768kHz 出力端子 (出力条件は右表をご参照ください)
[3]	A (/INTA)	出力	割り込み出力端子 A (N-ch オープンドレイン) 赤色 LED 接続選択は、[J3] でおこないます。
[4]	GND	—	電源グランド端子
[5]	SDA	双方向	I ² C-Bus 通信用の双方向データ入出力端子 プルアップ抵抗 2.2kΩ 接続選択は、[J1] でおこないます。
[6]	SCL	入力	I ² C-Bus 通信用のシリアルクロック入力端子 プルアップ抵抗 2.2kΩ 接続選択は、[J2] でおこないます。
[7]	B (/INTB)	出力	割り込み出力端子 B (N-ch オープンドレイン)
[8]	VDD	—	電源入力端子

秋月電子変換基板の仕様／RX-8025NB ②

変換基板の回路図です。変換基板の側に、LEDや、I2CのPullUp抵抗が、J1 から J3 のパッドを通して接続されています。今回は全てオープンのままで使用します。

◆ 回路図



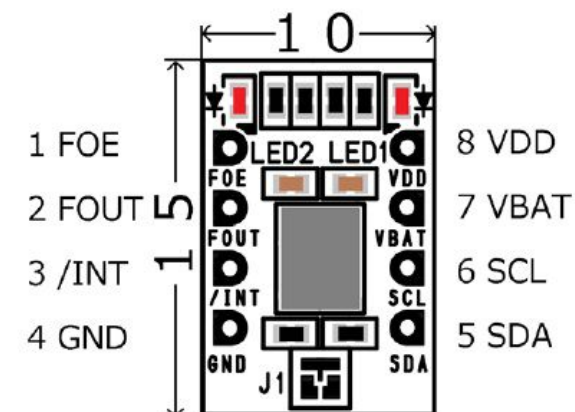
秋月電子変換基板の仕様／RX8900 ①

変換基板のピン番号と、ピン番号の信号名、機能 割付け表です。
RX8900では、他の2つに無い、**VBAT**という端子があります。
この端子は、電池か、スーパーキャパシタを接続する端子です。

端子の説明

端子	名前	入出力	機能
1	FOE	入力	FOUT 出力 の制御端子 (H=出力、L=Hi-Z)
2	FOUT	出力	FOE 端子により制御される基準クロック信号出力
3	/INT	出力	アラーム、タイマー、時刻更新などの割り込み信号出力 Nch オープンドレイン
4	GND	-	グランド
5	SDA	双方向	I ² C バスデータ (基板上でプルアップ可能)
6	SCL	入力	I ² C バスクロック (基板上でプルアップ可能)
7	VBAT	-	バックアップ用電池接続用端子 (1.6~5.5V)
8	VDD	-	電源端子 (2.5~5.5V)

ピンアサイン

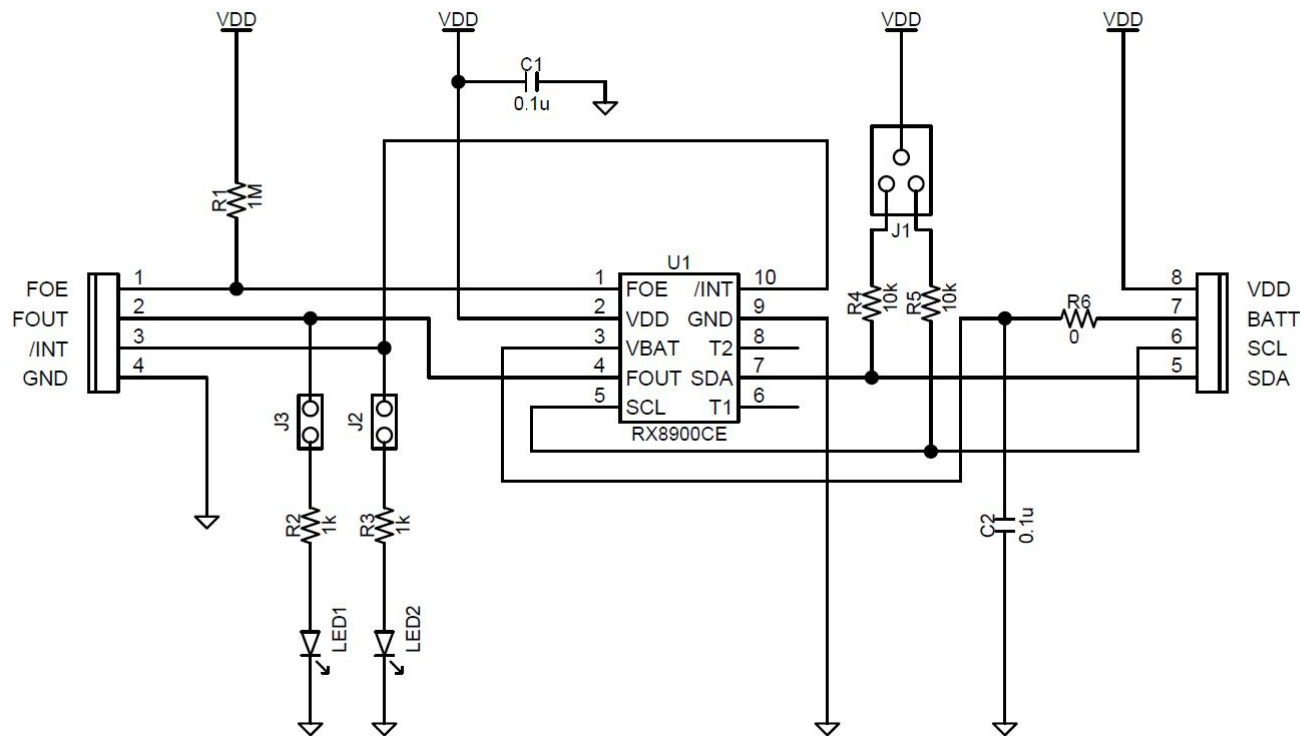


寸法単位：mm

秋月電子変換基板の仕様／RX8900 ②

変換基板の回路図です。この変換基板も、先ほどと同様に、LEDや、I2CのPullUp抵抗が、J1 から J3 の パッドを通して接続されています。今回も全てオープンのまま使用します。

回路図

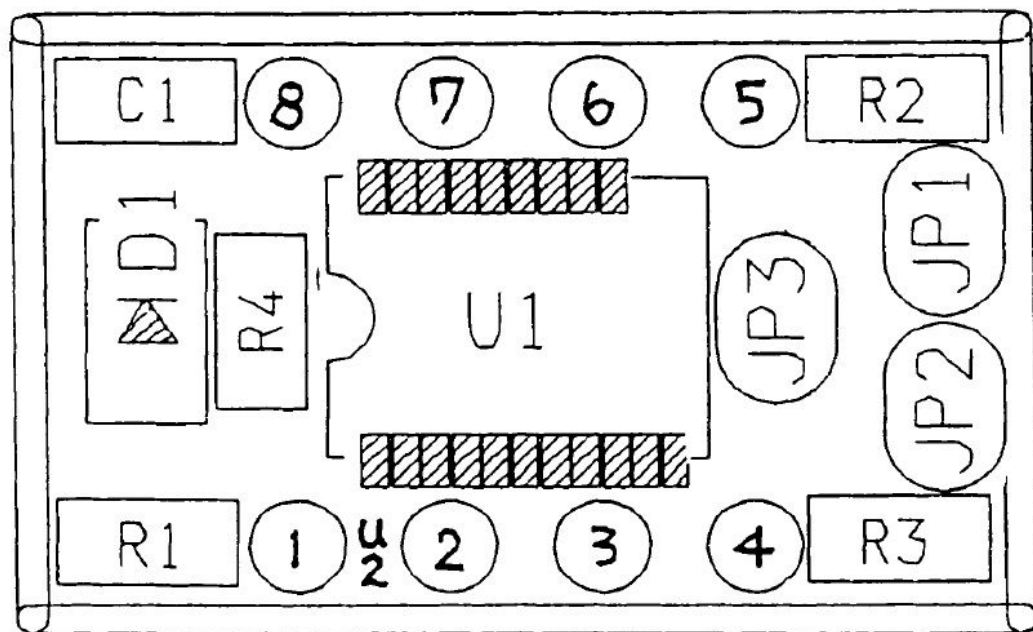


秋月電子変換基板の仕様／RTC-8564NB ①

変換基板のピン番号と、信号名割付け表です。
これだけ、手書き風ですね。

回路図と、変換基板のピン割り付けが、
一体になったような書き方をしてあったので、
割り付け表は作りました。

この基板にも、JP1 から JP3 の設定がありますが、
初期設定のままオープンで使います。



1	FOE
2	FOUT
3	/INT
4	GND
5	SDA
6	SCL
7	NC
8	Vdd

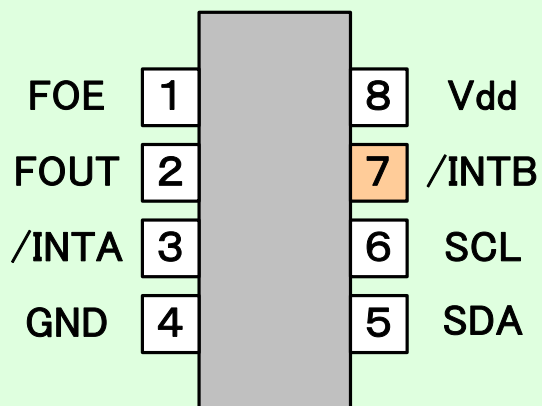
3種類の変換基板を並べて見る

3種類の変換基板の足ピン割り付けを見ると、**7番ピンだけが各型式により異なりますが**、それ以外は 同じ信号線として扱えます。

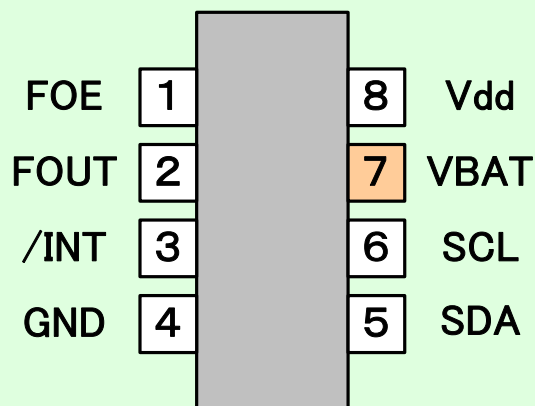
RX8900の、7番ピンが、VBATとして Vddと独立して配線出来る事は、便利かもしれません。

何故かという、バックアップ時、電池の電圧がマイコン側に逆流しないようにダイオードを入れる事になりますが、Vddと VBATが、共通の場合はマイコン電源が供給されている時、RTCのVdd電圧はダイオード通る事で、電圧が少し下がります。なるべく この電圧降下は 避けたいですね。
(今までは、仕方ないと諦めてました。)

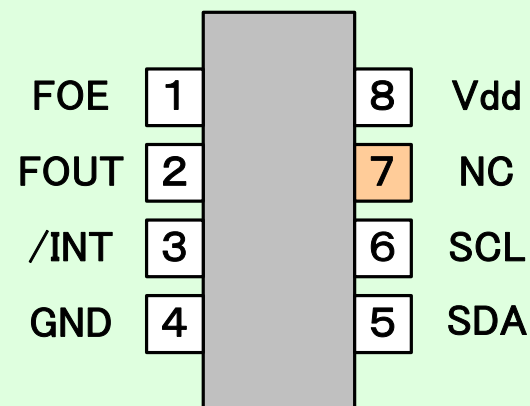
RX-8025NB変換基板



RX8900変換基板



RTC-8564NB変換基板



テスト用の基板を 3枚作る

RTC側のハードに関わる仕様は、把握出来たので、今回のテストのため、**スーパーキャパシタを、付けたテスト用の基板を 3枚作ります。**

今まで、USB-I2C接続ユニットで実験する時はUSB-I2C接続ユニットから、5V あるいは 3.3Vの電源電圧を供給する事が多かったです。

例外として、最近作った ADS1115の電源は、9Vのスイッチング電源から、5Vのシリーズ電源ICで、USBとは独立した5V電源を用意しました。

16bitのADCなので、ノイズの少ない電源にしたかったという思惑がありました。

今回は、電源のノイズは気にしてませんが、USBの5Vは使わずに、独立した電源で、5V または、3.3Vを供給する事にします。

何故かということ、テストする都合で、3枚の基板間で、1本の I2C通信のコネクタを 順次抜き差しするので、3枚の基板の電源を同時に切ったり入れたり出来ないからです。

それと 作るに当たり一つ気になる事があります。それは、前ページで説明した逆流防止ダイオードの電圧降下を出来るだけ小さくしたいので、ショットキーバリアダイオードを使おうと思っていました。この間、ショットキーバリアダイオードを逆圧で、抵抗値を計ると、最初 10MΩぐらいから徐々に抵抗値が上昇する現象を確認しました。

リーク電流が流れる。 普通の小信号スイッチングダイオードでは逆圧で、無限大の抵抗を示します。

ネットでサーチすると、ショットキーバリアダイオードは、**逆圧状態では、リークが流れる特性を示す**ようです。しかたない、普通のSWダイオードで やる事にします。

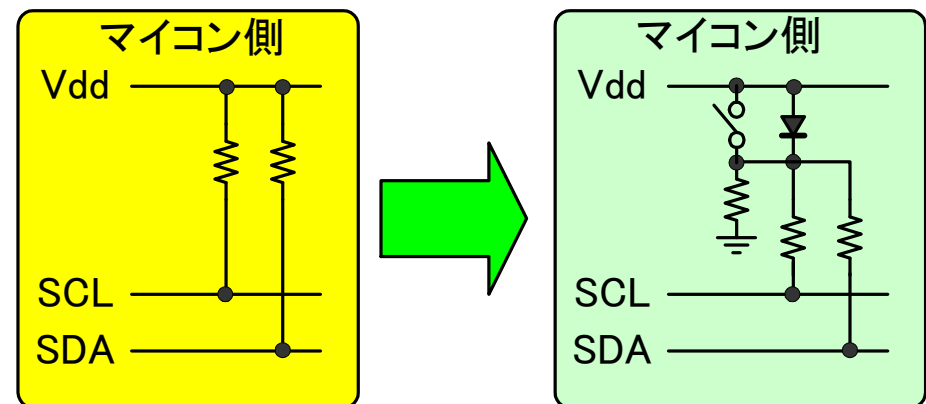
USB-I2C接続Unitの改造

RTCのVddとスーパーキャパシタを 並列接続した状態で、前ページの逆流防止ダイオード(通常の小信号用スイッチングダイオード)を、Vdd前段に入れると **0.7Vほど電圧が下がる**ので、どうしようかと考えていました。

で、一つ思いつきました。マイコンとRTCの間は2線式のI2Cインタフェースで接続されています。信号線SCLとSDAは、両方ともドライバはオープンドレインです。そしてPullUp抵抗にてVddに接続されています。このPullUp抵抗は、必ずしもVddに接続する必要は、無いのです。電源5Vであれば、スレシホールド電圧は電源電圧の半分の2.5Vになります。正論理1の電圧は、2.5Vより十分上(ノイズマージンの確保のため)で、5V以下であれば基本的にOKです。

私が、気にしているのは、RTCのVddより、0.7V高い電圧が、SCL SDAの信号線から、入ってくるとRTCの中で電流が逆流して、RTC ICにダメージを与える恐れがある事です。

よってマイコン側のVddに接続されているSCL SDAのPullUp電圧を、マイコンのVddより0.7V低くしてRTCのVddと同じにして逆流を防ごうという事です。そのためのPullUp電圧の改造を、USB-I2C接続Unitに施す事にしました。説明は長くなりましたが、やる事は単純です。



スーパーキャパシタの充電時間

スーパーキャパシタのマイナス側をグランドに接続して、プラス側を、VDDからダイオード経由でいきなり接続すると、電源ON時の突入電流が大きくてダイオードを壊す恐れがあります。よって電流制限抵抗を直列に入れます。

スーパーキャパシタの電荷が空の状態で 5V 電源で、1/4Wの抵抗を入れるとして、100Ωが投入直後 1/4Wの許容電力ちょうどになります。

キャパシタに電荷が溜まる事により、キャパシタの両端電圧が上昇し流れる電流は、徐々に少なくなります。

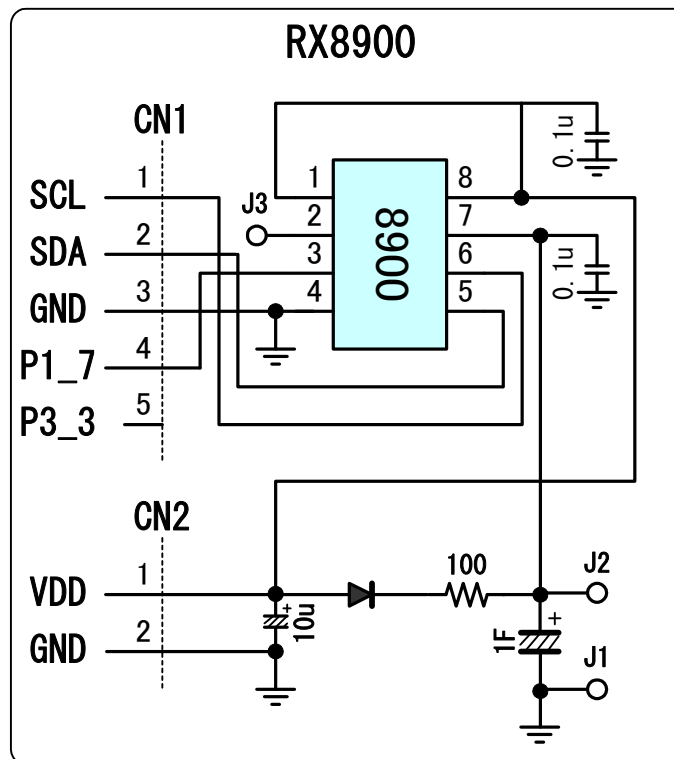
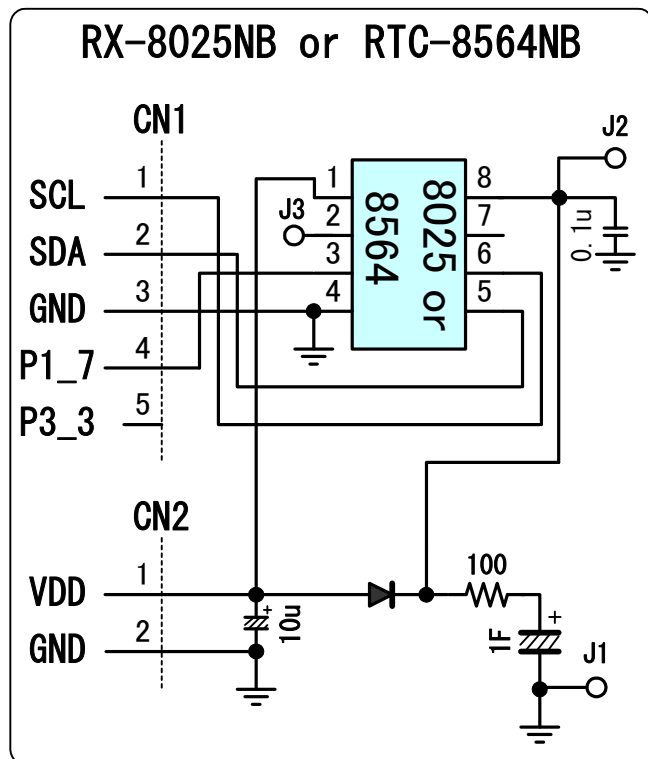
実際の回路では、間にダイオードで、0.7V電圧が下がるので、100Ωで、良かろうと判断しました。

時定数の計算では $1F \times 100\Omega$ で 100秒になります。この 100秒後の電圧は $5V \times 0.632$ で 3.16V ぐらいになります。実験したところ 3.16V になった時点での、経過時間は、81秒でした。

私の持ってたキャパシタが古くて 多少容量抜けを起こしていたのかもしれませんが。大体、電解コンデンサの容量誤差は、特別な物を除き $\pm 20\%$ ぐらいあるとの事ですので、かろうじて -20% に入ってますね。で、問題は キャパシタのプラス側と RTCのVDDを、直接接続すると、電源ON時の充電時間に、RTCも付き合ってしまう事です。よって、VDDから、ダイオードを通りそこで、RTCのVDDと 100Ωの抵抗に分岐して抵抗の反対側にキャパシタを接続すると、RTCはすぐに起動してくれます。キャパシタの放電時は、100Ωを通過して RTCに電源が供給されますが、RTCは、 μA の電流なので問題ないです。

テスト用基板の回路図

先ほど話した内容を回路図にすると、以下のようになります。
RX8900だけが 7ピンのVBATを持つため、若干異なる回路となります。



今回は、FOUT出力は 出力確認だけ行う事にしました。

32KHzの信号を出されても、割込み入力には早すぎるし、使うのであればマイコン内 周辺回路の分周カウンタを使う事になります。また、FOUT信号はトリステートなので、主電源と電池電源に絡む厄介事が、発生しないとも限りません。

オープンドレイン出力の割込み信号で、1秒パルスは出せるので、そちらの方が使いやすいと思います。信号確認のため J1、J2、J3 の チェック端子を付ける事にします。

