

GEIGER COUNTER

KIT J3051T

技術説明書

2012年5月

KANET

(株) カネット

目次

本キット特徴	2
使用目的	2
商品並びに付属品	2
使用上の注意	3
ハードウェア仕様	4
ソフトウェア仕様	4
ソースコード仕様	5
ビルド (<i>Build</i>) に必要な設定	6
MPLAB IDE の環境設定 (PIC ファームウェア作成用)	6
VC++6.0 環境の設定 (PC ソフトウェア作成用)	7
Include 環境追加	7
Lib 環境追加	7
放射線線量の表示	8
LCD 表示例	8
<i>PIC</i> プロセッサ	9
温度計	9
性能	9
温度測定方法	9
高電圧の発生	10
高電圧の測定	11
<i>LCD</i>	12
<i>LED</i>	12
ブザー	12
電源	13
USB 電源使用時	13
単 3 電池使用時 :	14

本キット特徴

1. プリント基板が大きい
本キットは半田付け作業が既に施されたが、比較的大きい印刷基盤を使用し、部品同士の間隔を広く設けているため、ハードウェアの改造を楽しめます。
2. USB ログ機能
本キットは PIC マイコンを使用し、パソコンとの USB 通信を実現しています。PIC で収集した放射線量や温度情報を USB 通信でパソコン上に記録できます。
3. ソースコード開示
本キットに使用される PIC 用ファームウェアと PC 用ソフトウェアに関する全てのソースコードが開示されるため、ソフトウェア仕様を自由に改良・改造することが可能です。

使用目的

本キットは、下記の教育・学習目的で開発されたため、目的外のご使用はお控えください。

- PIC でボタン式スイッチの動きを読み取る
- PIC で LED、ブザーを制御する
- LCD の初期化・表示・制御プログラミング
- PIC でパルス (PWM) を発生し、高電圧を発生させる
- Windows と PIC 間の USB 通信
- PIC のアナログ→デジタル (A/D) 信号変換
- ガイガーミュラー計数管の動作原理
- DC/DC コンバータ (直流→直流の電圧変換)
- デジタル温度センサーの制御

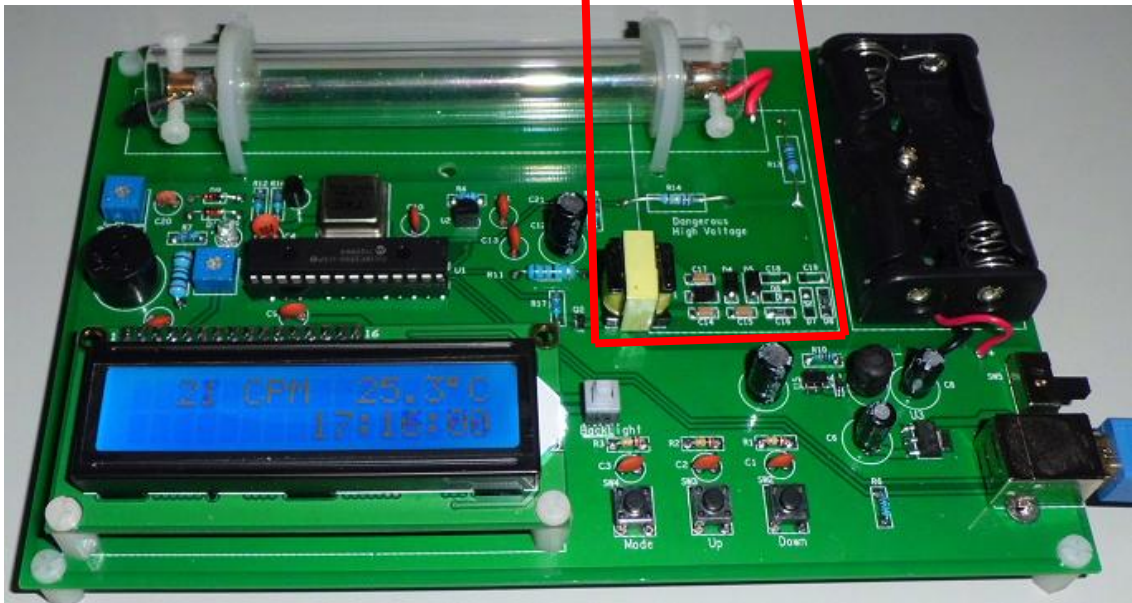
商品並びに付属品

ガイガーカウンタ・キット Geiger Counter Kit J3051T	1 式
USB 接続ケーブル	1 本
マニュアル (技術説明書と操作説明書 pdf ファイル)	1 式 (ダウンロードも可能)
ソースコード (PIC 用 C 言語、Windows 用 C 言語)	1 式 (CD-ROM1 枚)
電子回路図と部品リスト (pdf ファイル)	1 式 (ダウンロードも可能)

使用上の注意

- ◆ トランスやガイガーチューブ周辺に高い電圧（380V 前後）が存在するので、感電しないように十分注意し、手で絶対に触らないでください。危険な部品は下図の通りです。

危険！感電しないようにご注意ください！



- ◆ 本キットの測定数値を根拠にして、公的機関が発表する放射線量に対して異議を申し出ることは、絶対にしないでください。
- ◆ 本キットの測定数値を根拠にして、検出された放射線量が人体への影響を判断しないでください。

ハードウェア仕様

商品名	Geiger Counter Kit J3051T
放射線検出器	J305 ガイガーミュウラー計数管
検知放射線種類	β 線、 γ 線
放射線単位	CPM (Counts Per Minute)
最大検出値	9999 CPM
放射線検出通知	LED 閃光、ブザー音
放射線線量保存	USB 経由でパソコンにログ保存
温度センサー	DS18B20 (デジタル方式)
温度計精度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (-10°C ~ $+85^{\circ}\text{C}$ の場合)
放射線量・温度表示	LCD (2行 16文字バックライト付き)
電源	USB 接続、或いは単 3 電池 2 本
寸法	17.4x 11.1 x 3.6 (長さ・広さ・厚さ、単位 cm)
重量	150g (電池未装着の場合)

ソフトウェア仕様

ファームウェア	Version1.4 (PIC18F2550 対応)
稼働環境	Geiger Counter Kit J3051T 専用
PC ソフトウェア	GMUSB.exe (Version1.4)
稼働環境	Windows2000 /XP/ Vista/7 ※
インストール作業	HID (ヒューマン・インタフェース・デバイス) 技術を使用するので、インストール作業は要らないが、ドライバの初回認識後に、OS の再起動が要求される場合があります。
レジストリ書き込み	無し (但し、OS が自動的に HID 関連の書き込みを行う)
設定ファイル	gmusb .ini
ログ格納フォルダ	log¥
ログ・フォーマット	CSV (他の解析ソフトウェアへの入力簡単です)
※注意事項	一応動作確認済みですが、あらゆる環境下の動作は保証できません。自己責任で、同梱ソースコードをコンパイルし、プログラミング学習目的で修正・改良を楽しむことができます。

ソースコード仕様

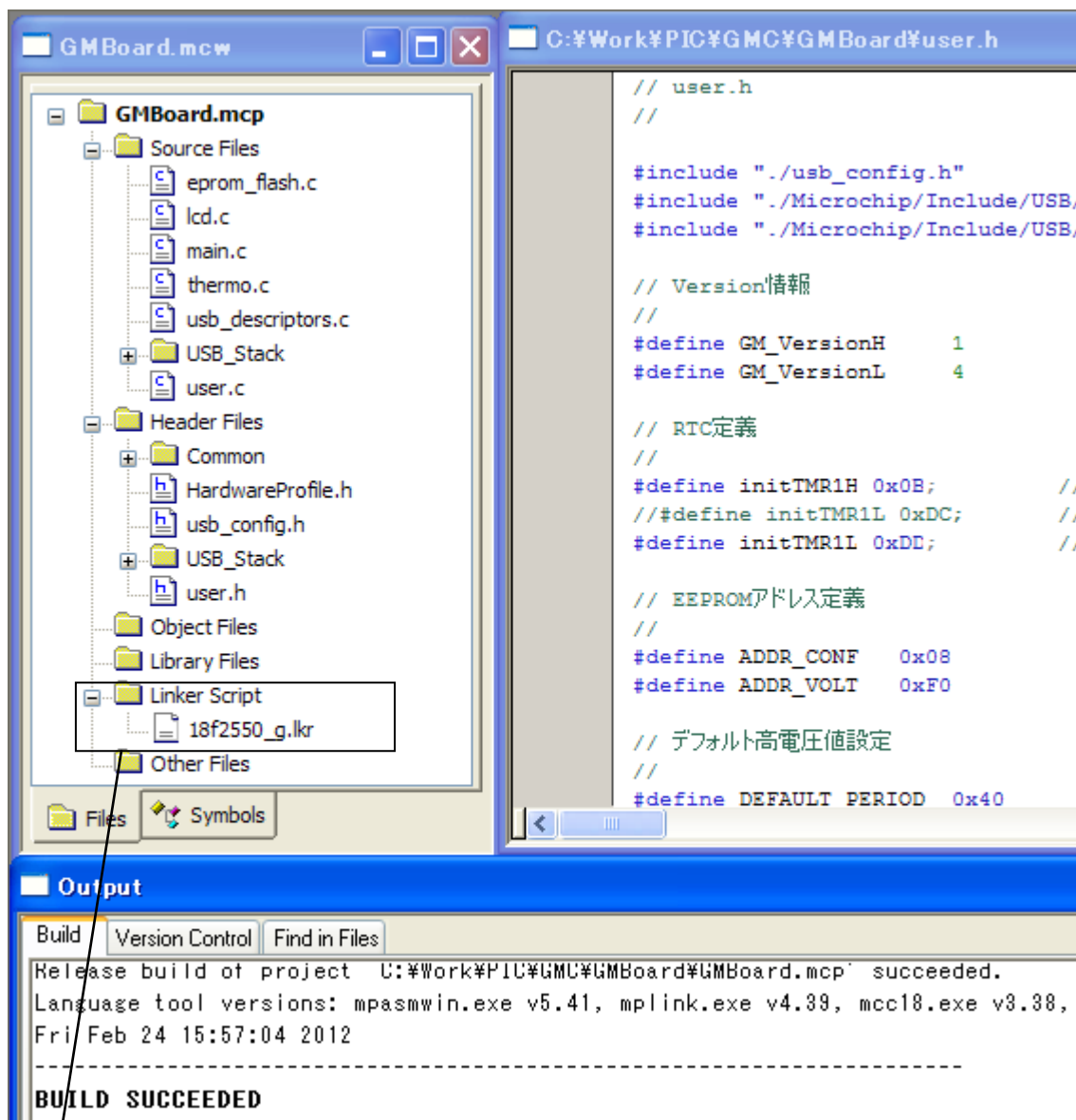
PIC ファームウェア	C 言語
開発ツール	MPLAB IDE v8.70 http://www.microchip.com/ の Development Tools ページから無料ダウンロード可能です。
コンパイラ	MPLAB C18 V3.38 http://www.microchip.com/ の Development Tools ページから無料ダウンロード可能です。
PC ソフトウェア	C 言語
開発 OS 環境	Windows XP (SP3) ※
開発ツール	VC++ 6.0 (SP6)
DDK	DDK for Windows Server 2003 SP1 (1830_usa_ddk.iso)
DDK 入手方法	無料ダウンロード可能です。 http://search.microsoft.com から キーワード“1830_usa_ddk.iso”を検索すれば、 ダウンロード URL (Direct download of 1830_usa_ddk.iso) に辿り着くことができます。
※注意事項	WindowsXP 以外の OS 環境下でコンパイルすることが理論上 可能ですが、確認したわけではないので成功は保証しません。

iso ファイルを、CDROM にイメージとして書き込んでからインストールするか、解凍ツール（例：WinRAR）で解凍してからインストールしてください。

ビルド（Build）に必要な設定

MPLAB IDE の環境設定（PIC ファームウェア作成用）

プロセッサを PIC18F2550 に指定する以外、LKR ファイルの場所を設定する必要があります。下記はコンパイラ mplabc18 が C:\Program Files\Microchip\ にインストールされた場合の環境設定例です。

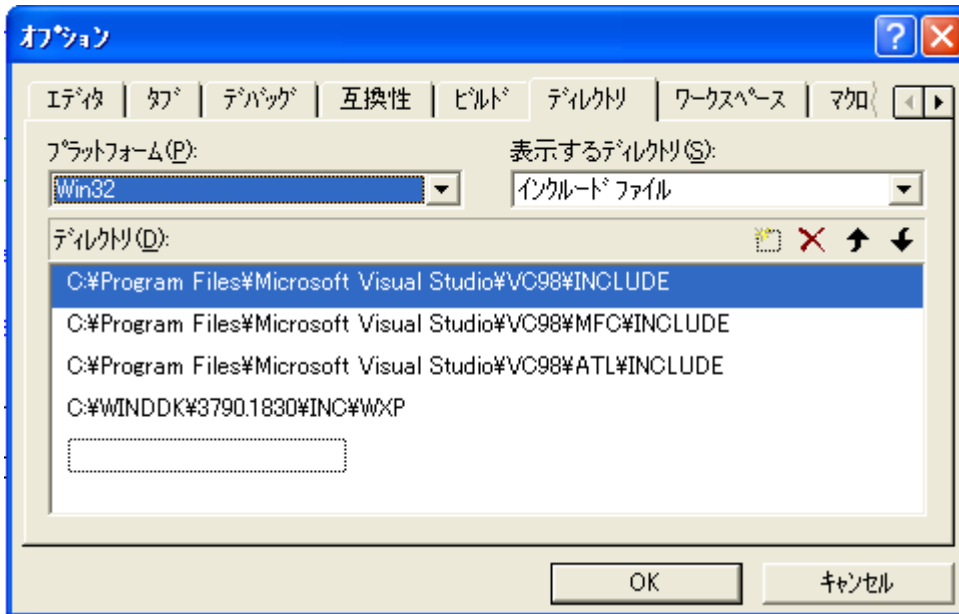


C:\Program Files\Microchip\mplabc18\v3.38\bin\LKR\18f2550_g.lkr

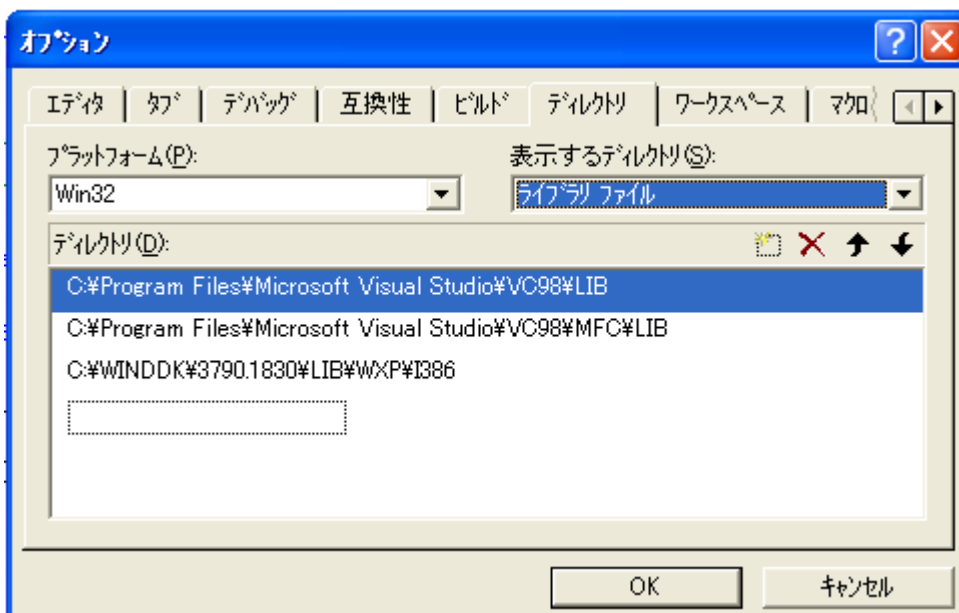
VC++6.0 環境の設定 (PC ソフトウェア作成用)

Include と lib の環境設定が必要なので、下記は DDK が C:\WINDDK\3790.1830 にインストールされた場合の環境設定例です。

Include 環境追加



Lib 環境追加

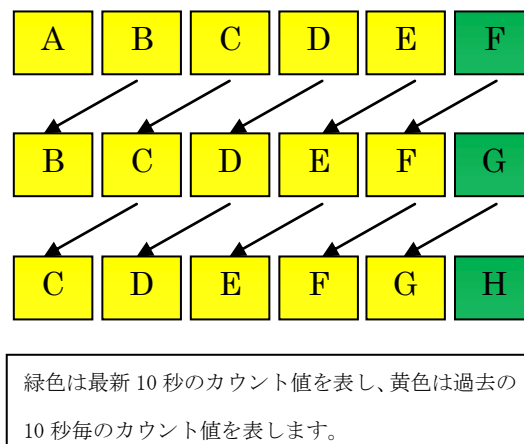


放射線線量の表示

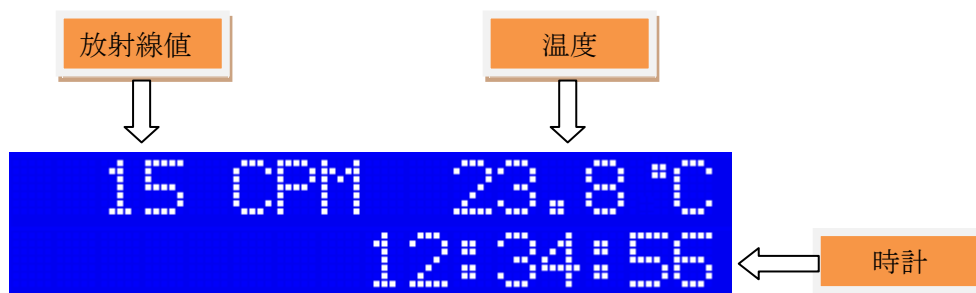
キットの LCD 上では CPM だけが表示されるが、USB 経由でパソコン上では CPM と uSv (マイクロシーベルト) 両方が表示可能です。正し、uSv (マイクロシーベルト) 値は CPM 値から単純に係数 150 を割った結果で、未校正の数値として精確ではないため、人体への影響を判断することができません。CPM と uSv の関係はガイガーミュラー計数管の窓の大きさや GM 管内に充填される気体並びに核種等に依存するので、一概に論じることができません。150 というのは正規製品と比べ、経験上の放射線単位変換指数で、あくまで目安です。より精度の高い uSv 数値を表示したい場合は、校正結果をソースコード GMUSBDlg.h と DrawSig.h にある CPM2USV に反映 (#define し直す) してから、再度 GMUSB.exe を生成 (ビルド) できます。

また、ログファイルは CSV 形式となっているので、CPM 値を他のソフトウェアに取り込み、高度な解析が行えます。

LCD 上に CPM 値は 10 秒ごとに更新され、最新 10 秒間と過去 50 秒間に受け取った放射線本数の和を表します。PC 上 (GMUSB.exe) で表示する CPM (uSv も) は過去 1 分間に受け取った放射線本数を表します。ログファイルに書き出される値も PC 上で表示する内容と同様です。



LCD 表示例



PIC プロセッサ

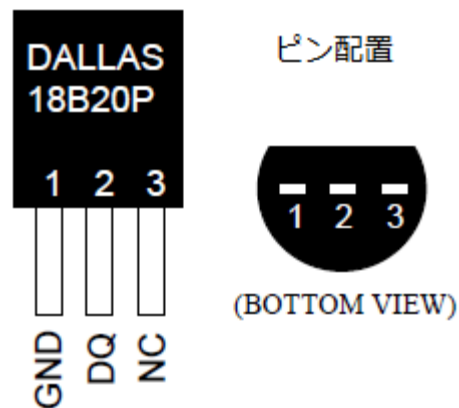
USB 通信機能を備える PIC18F2550 を使用しています。データシートは下記 URL 参照。

<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632e.pdf>

温度計

性能

- ◆ 1-Wire インターフェース通信（送信も受信も 1 本のポートピンで行う）
- ◆ 温度測定範囲は -55°C から $+125^{\circ}\text{C}$ まで
- ◆ 温度計の分解能は 9 から 12 ビットまで選択可能
- ◆ 測定精度は $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (-10°C から $+85^{\circ}\text{C}$ までの場合)
- ◆ 64 ビット・シリアル番号 (ROM) を持つ
- ◆ ピンアサイン (配置図)



データシートは下記 URL 参照

<http://pdfserv.maxim-ic.com/en/ds/DS18B20-PAR.pdf#search='DS18B20 pdf>

温度測定方法

- ◆ 2 秒毎に温度を一回測定し、1 分間に計 30 回の計測を実施する。
- ◆ 1 分毎に平均温度を USB 通信でパソコンに送信する。
- ◆ この平均温度の定義：1 分間に測定される 30 回の温度値の総和 / 30

高電圧の発生

チョップ回路は、容易に低い直流電圧を高い直流電圧に変えられるが、環境温度等の影響を受けやすいので、本キットでは採用されていません。本キットは、使い捨てカメラに良く見かける変圧器（トランス）型昇圧変換手法を採用しています。

まず PIC から出力する PWM（Pulse Width Modulation）信号を利用し、トランスの巻き数比（8:363）を用いてパルス（交流）を昇圧します。更にその高電圧のパルスをコッククロフト・ウォルトン（Cockcroft-Walton voltage、ダイオード+コンデンサ組み合わせ）と呼ばれる回路で昇圧します。

本キットに使われる GM 管の稼働中心電圧（380V）を発生させるには、ダイオード+コンデンサ計 3 対で実現できました。従って、D6,7,8 と C16,18,19 を半田付けせずに、D8 と C16 をマウント（電線か 0Ω 抵抗でショート）すればよいのです。

スイッチング・トランジスタ FMMT618 の詳細データシートは下記 URL 参照。

<http://www.alldatasheet.jp/datasheet-pdf/pdf/34376/ZETEX/FMMT618.html>

高電圧の測定

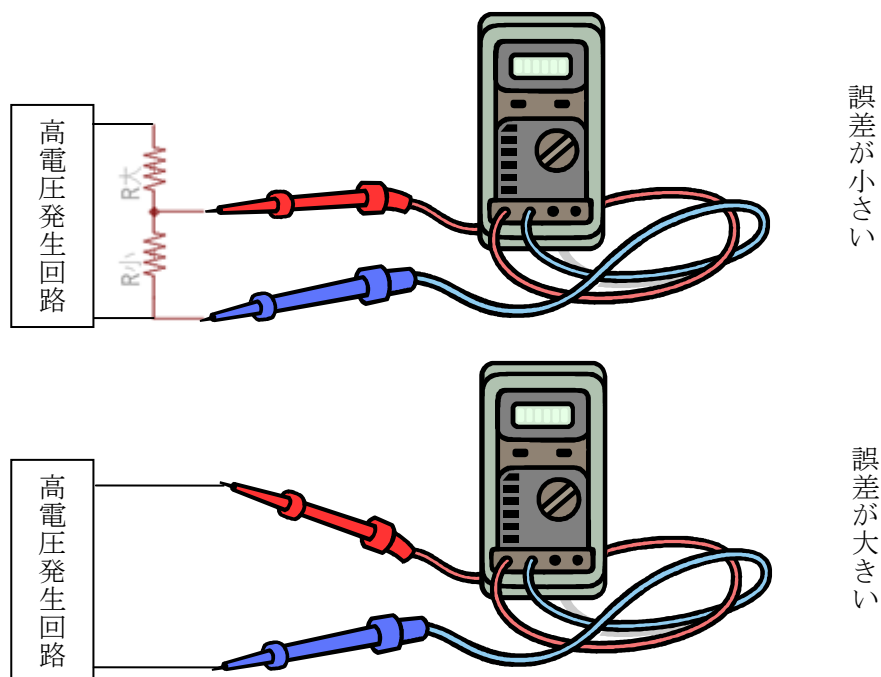
GM 管の稼働電圧（360V-400V）測定方法は、2通りあります。

- ハイインピーダンス高電圧計で測定する。（直接測定）
- 市販の一般電子工作用のテスタで測定する。（間接測定）

市販の安価テスタでは、GM 管の稼働電圧を正しく測定できません。電流のほとんど流れない回路にテスタを接続すると、テスタ自身が大きい負荷となり、電圧を引き下げるからです。

比較的正しい測定値を得るには、大きい抵抗で分圧回路を構築し、テスタ自身の影響を下げる必要があります。回路図の R14（100M Ω ）と R18（430K Ω ）は分圧回路であり、PIC は A/D 変換（第 2 ピン AN0）経由で分圧された高電圧を監視しています。C21（0.01 μ F）はノイズの影響を減らし電圧信号の安定化を図るために設けられています。

勿論、分圧回路で計測した電圧を分圧比で実電圧に換算する必要があります。



LCD

HJ1602A という LCD を使用しています。HJ1602A の日本語データシートが開示されていないが、下記 URL で中国語データシートを閲覧できます。

<http://wenku.baidu.com/view/e00871cb05087632311212c1.html>

主な特徴

- 16 文字 x2 行表示
- 3.3V 単一電源動作
- バックライト付き (LED)
- ブルー背景に白抜き文字
- 文字コード対応表 (CharactorFontTable) はその他の 1602 系製品と同様

LED

デフォルト設定では、放射線が検出されるたびに LED が点灯するようになっています。

LED は一般的な市販品で、保護抵抗 330Ω 程度にすれば、十分明るくなります。

LED が点灯しないように設定することもできます。 (「操作説明書」参照)

ブザー

デフォルト設定では、放射線が検出されるたびにブザーが発声するようになっています。

ブザーは HYDZ 系列の発振回路内蔵の電子ブザーなので、交流信号を与える必要がなく、直流を与えるだけで鳴らせます。PIC18F2550 の TTL 互換電圧 (直流) が HYDZ を直接駆動できますが、多少のパワー不足が感じられます。

ブザーが発声しないように設定することもできます。 (「操作説明書」参照)

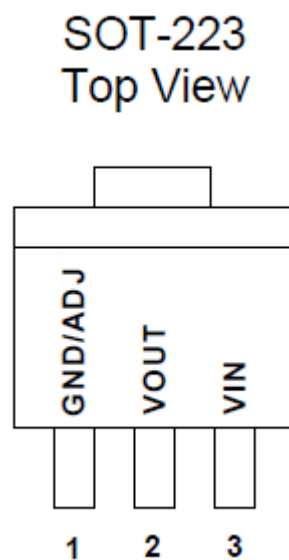
電源

本キットは基本的に USB 電源で動かされますが、DC-DC コンバータ技術を学習する目的で、電池での電源供給回路を用意しています。

USB 電源から電池への充電回路は用意していません。誤充電・過充電による発熱・発火・破裂等の事故の恐れがあるので、本キットで充電関連の実験をしないでください。

USB 電源使用時

レギュレータ CM1117 (回路図 U3) で USB の+5.0V を+3.3V に降圧します。CM1117 の最大出力電流は 1 A で、ピンアサイン (配置図) は下記通りです。



CM1117 の詳細データシートは下記 URL 参照。

<http://www.champion-micro.com/datasheet/Analog%20Device/CM1117.pdf>

単 3 電池使用時 :

DC-DC コンバータ BL8530 の 3.3V 品互換 E33M (回路図 U5) で+3.3V に昇圧します。
理論上 0.8V の電圧があれば、3.3V まで昇圧できます。

実験として、電池 2 本のうち 1 本を抜き取り、電線でショートし、残りの 1 本の電池だけで本キットを稼働させることが確認できます。下図は 1.25V ニッケル充電式電池 1 本での実験風景です。ショートはワニクリップで実現しています。



BL8530 の日本語データシートは開示されていないが、下記 URL で中国語データシートを閲覧できます。

<http://wenku.baidu.com/view/2e0b93eb19e8b8f67c1cb988.html>

但し、電池で駆動する場合は、長く持ちません。

目安としては、1.25V ニッケル充電電池 2 本で動かすと、持続稼働時間は 8 時間程度です。
LCD のバックライト・スイッチ (SW1) を OFF にし、LED もブザーも OFF にすると、持ち時間がある程度延びます。