

最少部品オシロ

Minimum Parts Oscilloscope

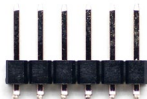
【取扱説明書】



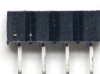
Micro controller
PIC16F18313



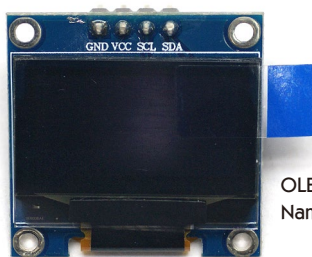
DIP 8pin IC socket
2227-08-03



Right angle pin Header
PH-1X6RG(2)



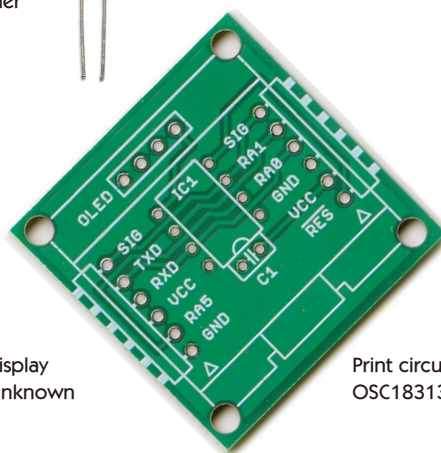
lowprofile pin socket
2212S-04SG-36



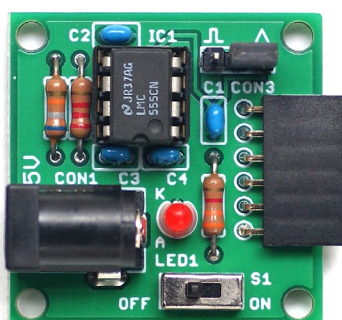
OLED display
Name unknown



Ceramic Capacitor
RD15F104Z1HL2L



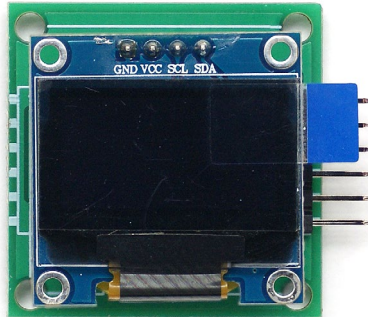
Print circuit board
OSC18313



Oscillator (optional)
OSC555
Development/Tuning tool

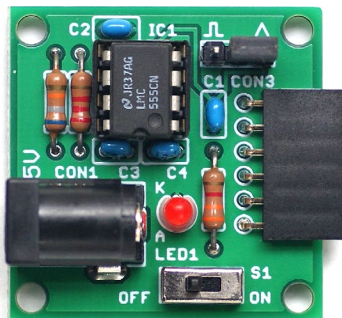
目次

| | |
|----|---|
| 概要 | 3 |
|----|---|



最少部品オシロ標準機能

| | |
|--------------|---|
| 製作手順 | 5 |
| 部品表 | 6 |
| 回路図 | 7 |
| ファームウェアの書き込み | 8 |
| 機能仕様 | 9 |



開発・調整用発振器の活用

| | |
|----------------|----|
| 開発・調整用発振器の製作手順 | 12 |
| 開発・調整用発振器の部品表 | 13 |
| 開発・調整用発振器の回路図 | 14 |
| 開発・調整用発振器の機能仕様 | 15 |
| ファームウェアの勘所 | 17 |

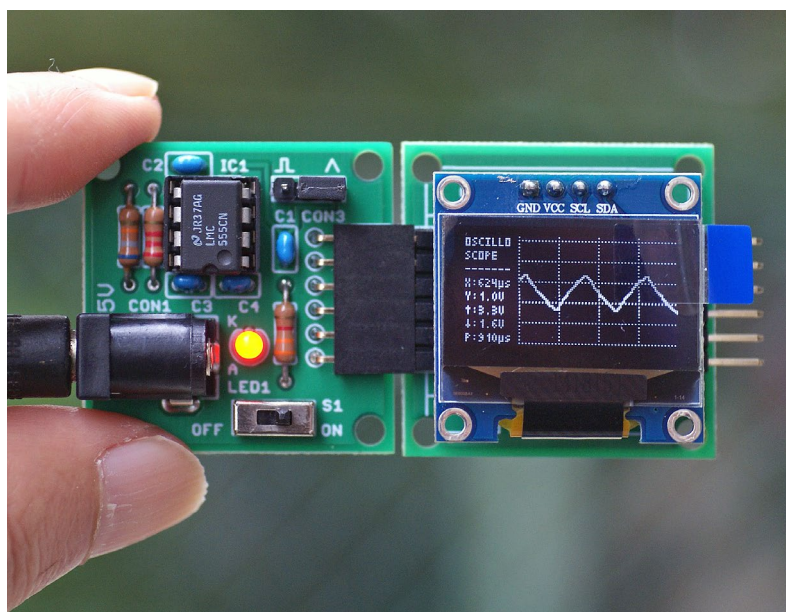
目次項目をクリックすると当該ページへ移動します。
しおりから当該ページへ移動することもできます。

概要

最少部品オシロは部品点数を極限まで減らしたオシロスコープです。ルーズキットの形態をとり、部品集めと組み立てを必要としますが、それはとても簡単で、むしろ内部の構造に触れる良い機会となります。完成したオシロスコープは、電子工作の力量に応じ、次のように役立ちます。

- ❶ 一定の範囲で実用になりオシロスコープのデビューを果たせます
- ❷ 安さと小ささを生かして組み込みなどの新しい用途が見つかります
- ❸ ファームウェアに手を加えてカスタマイズすることができます
- ❹ 工作教室の教材にも適します

別途、最少部品オシロと直結できる開発・調整用発振器を用意しています。これは、方形波または三角波を出力するとともに電源を供給します。これで、最少部品オシロの動作確認ができますし、開発・調整にあたって波形の変化を見ながらファームウェアを更新することができます。



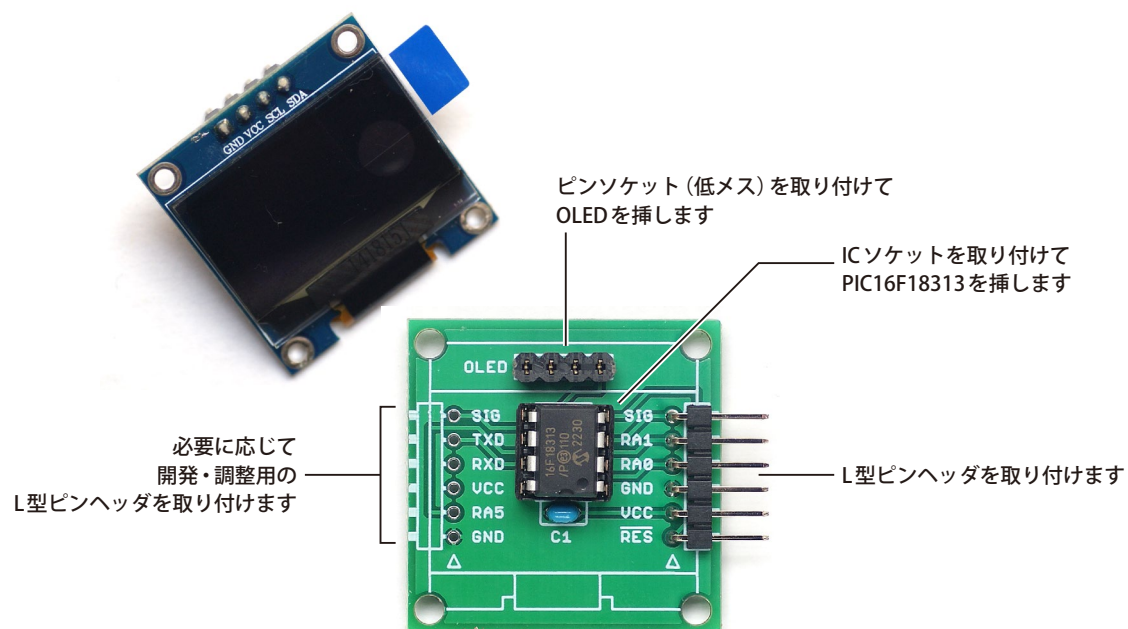
本書の説明は電子工作の中級者を対象としており、それ以外の層、たとえば工作教室の受講者にはツボを外しているかもしれません。その場合、有識者の知見で再構成してくれたらありがたいので、動作原理に踏み込んだ詳細解説書と文書作成に便利な素材集を提供する予定です。

※詳細解説書と素材集は有料になることをご了承ください。なお、素材集を用いた文書は無制限に配布・販売していただける形をとります。

最少部品オシロ標準機能

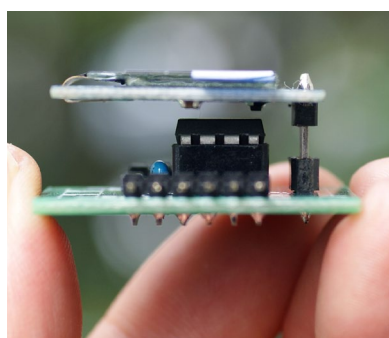
製作手順

最少部品オシロはプリント基板のみを頒布し、それ以外の部品をみなさんに用意していただくルーズキットです。部品は別掲の部品表にしたがって揃え、下の写真を参考に、プリント基板へ取り付けてください。

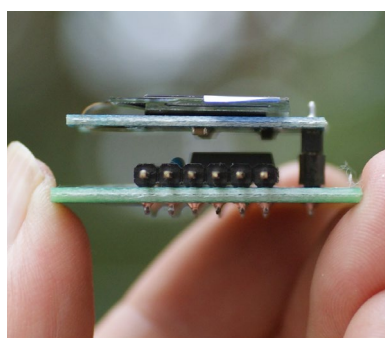


標準的な製作手順

標準製作例はOLEDがやや高くなり、実用上十分な強度があるものの、使いかたによっては座りが不安定です。お好みによりPIC16F18313をICソケットなしで直付けするなど、みなさんで工夫をしてください。



標準製作例



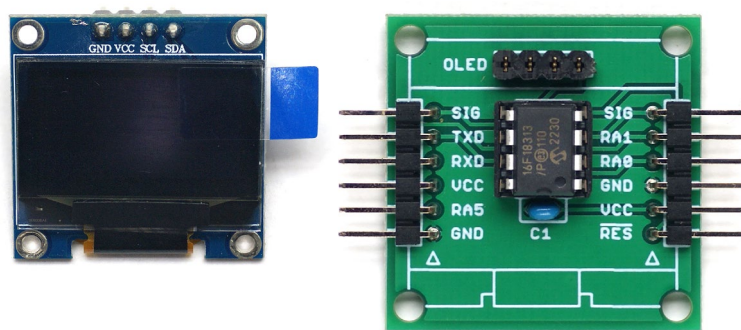
PIC16F18313を直付けした製作例

部品表

最少部品オシロの標準製作例で使う部品を下に示します。部品番号はプリント基板に印刷された部品番号と一致します。部品番号がないものはプリント基板に印刷された形状から取り付け位置を判断してください。

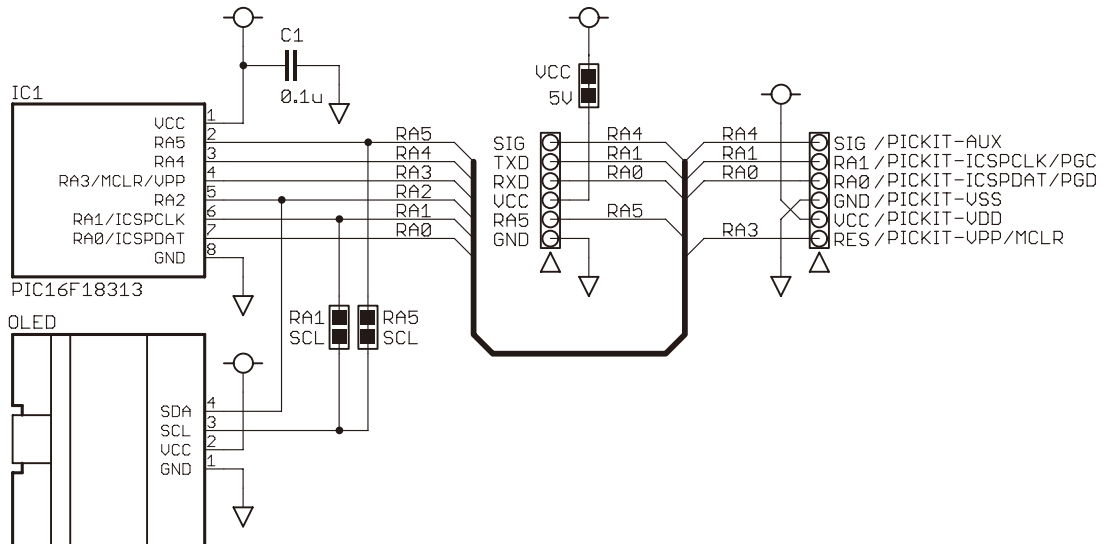
| 部品番号 | 製品名 | 数量 | 摘要 |
|------|-----------------|----|---------------------|
| IC1 | PIC16F18313-I/P | 1 | マイコン |
| C1 | 0.1 μ F/50V | 1 | 積層セラミックコンデンサ |
| — | OLED | 1 | 有機ELディスプレイ128×64ドット |
| — | 2227-08-03 | 1 | DIP8ピンICソケット300mil |
| — | 2212S-045G-36 | 1 | ピンソケット(低メス)1×4 |
| — | PH-1X6RG(2) | 1 | L型ピンヘッダ1×6 |
| — | OSCILLO18313 | 1 | 最少部品オシロ専用プリント基板 |

開発・調整を頑張りたい人は左側にL型ピンヘッダを追加してください。ここに開発・調整用発振器やUSB-シリアル変換アダプタを取り付けられます。なお、追加のL型ピンヘッダは部品表に記載していません。

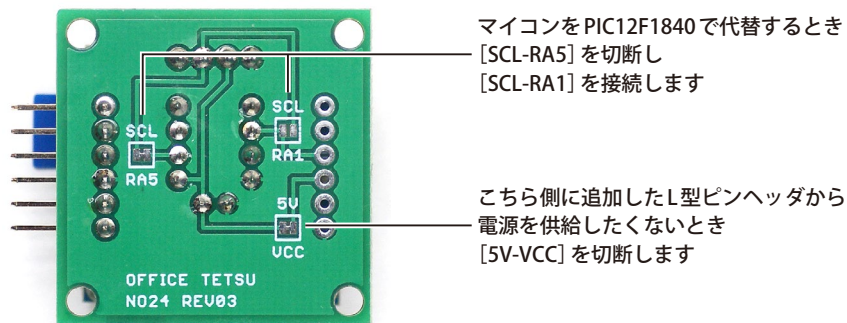


回路図

最少部品オシロの回路図を下に示します。通常は回路の仕組みを理解する必要がありません。一般的な使いかたを超えて活用を目指すとき参考にしてください。



最少部品オシロの回路は3か所に溶ダパッドがあります。通常は現状のままお使いください。溶ダパッドは半導体不足などで本書が述べる使いかたが困難になったとき説明を追加して対処してもらうものです。



ファームウェアの書き込み

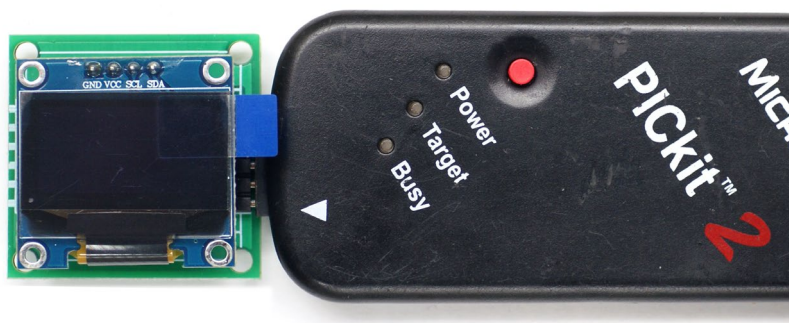
最少部品オシロはPIC16F18313にファームウェアを書き込んで完成となります。ファームウェアは下に示すURLでソースとともに公開しています。通常はmp_oscillo18313.hexを書き込んでください。

ファームウェア配布場所②https://github.com/vintagechips/mp_oscillo

書き込み装置は△印をL型ピンヘッダの△印に合わせて装着します。そのほかの接続は書き込み装置が電源を供給できるかどうかで異なります。代表的な2例を下に示します。

◎PICKit2 ～ 4で書き込む例

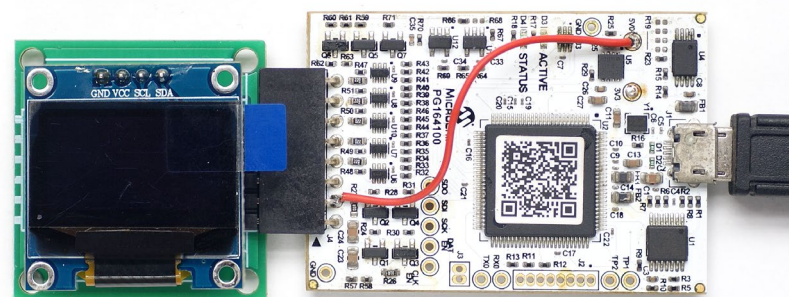
PICKit2 ～ 4は電源を供給する機能があるため普通につないでください。PICKit2と3は標準の書き込みソフトがPIC16F18313に対応していませんが、フリーウェアのPICKitminusを使って書き込むことができます。



PICKitminus 配布場所②<http://kair.us/projects/pickitminus/>

◎Snap で書き込む例

Snap は電源を供給することができないため工夫を要します。下に示すとおり、一時的に電源の配線を追加するのがひとつの方法です。なお、開発・調整用発振器を使うと普通につなぐことができます。



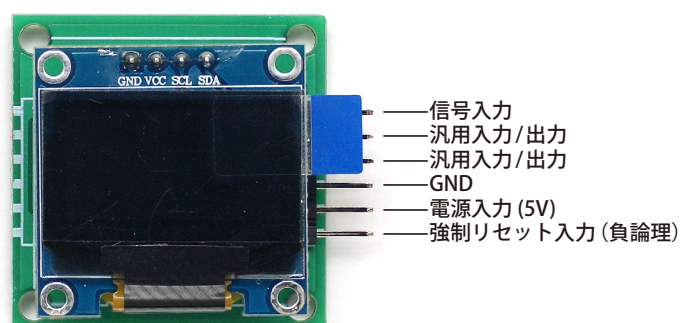
Snap による書き込み操作は標準の開発環境 MPLAB X IDE または標準の書き込みソフト MPLAB X IPE を使います。

機能仕様

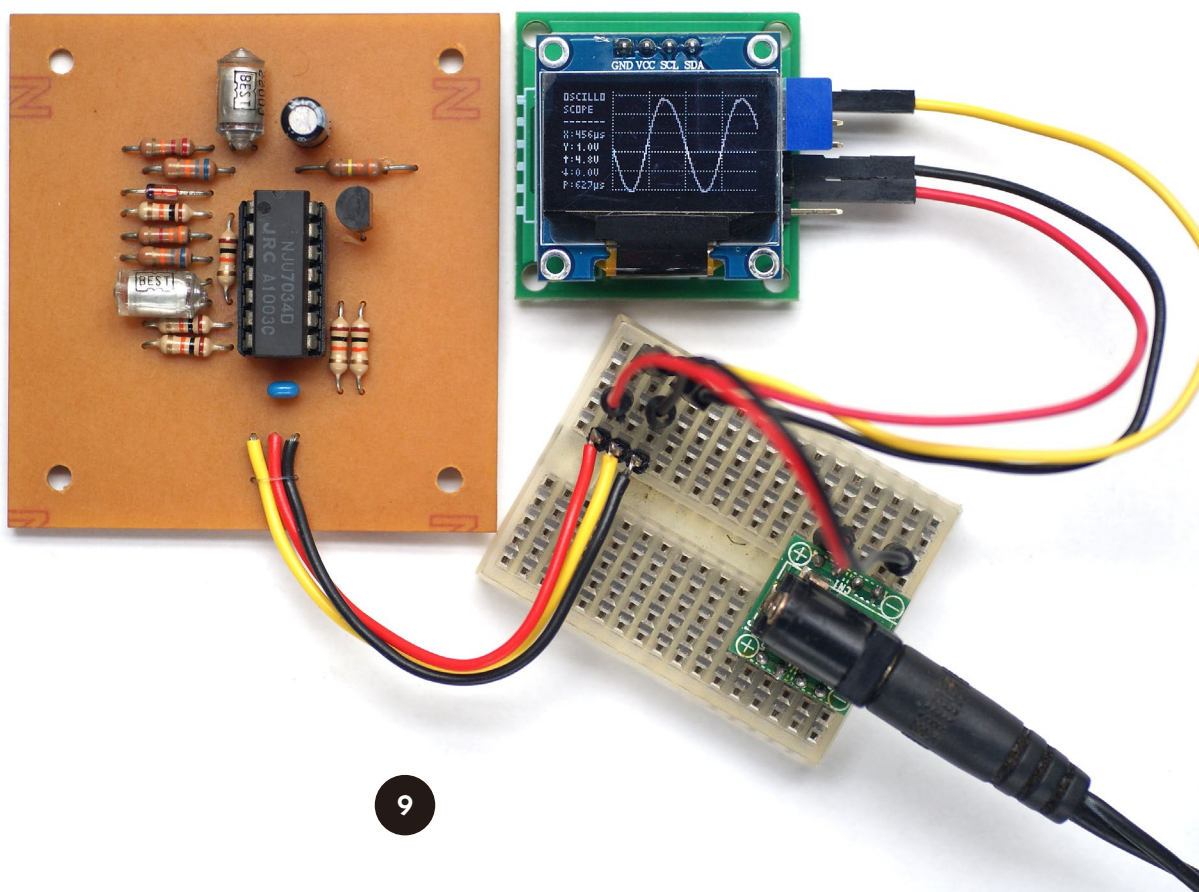
最少部品オシロと標準のファームウェアで下に示す機能が実現します。
電源は外部から5Vを供給してください。測定可能範囲は波形を見る側の
寛容さに依存します。信号は0V ~ 5Vの間で振れる必要があります。

| 機能 | 仕様 |
|--------|-----------------------------------|
| 電源電圧 | 5V (3.3Vでも動作しますが目盛の調整が必要です) |
| 測定可能範囲 | 周波数500Hz ~ 10kHz (自動調整)、電圧0V ~ 5V |
| 付帯測定機能 | 最大電圧、最小電圧、周期 |

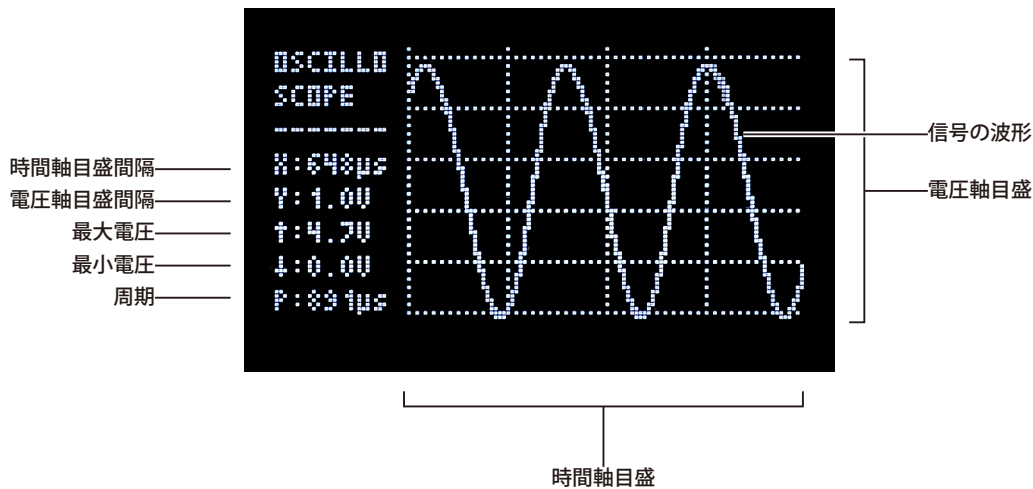
L型ピンヘッダは、ファームウェアを書き込んだあと、下に示す働きを持ちます。汎用入力/出力は、標準のファームウェアでは無接続相当です。



正弦波発振器と接続した例を下に示します。電源はACアダプタが供給
します。5Vは赤、GNDは黒、信号は黄の電線でつないでいます。



画面表示例を下に示します。信号の波形、目盛、付帯情報が表示され、随時、更新されます。ドット構成が128×64なので目盛の位置は正確さより自然な見た目を優先しました。画面表示は雰囲気で見てください。



通常のアシロスコープがフロントパネルに備えるツマミやボタンはすべて省略されており、画面表示の調整はファームウェア任せとなります。標準のファームウェアは画面表示を次のように調整します。

- 電圧軸は天地が直流5V固定です
- 時間軸は左右に約2波が収まるよう自動的調整されます

時間軸が自動調整されるため次のような信号が苦手です。

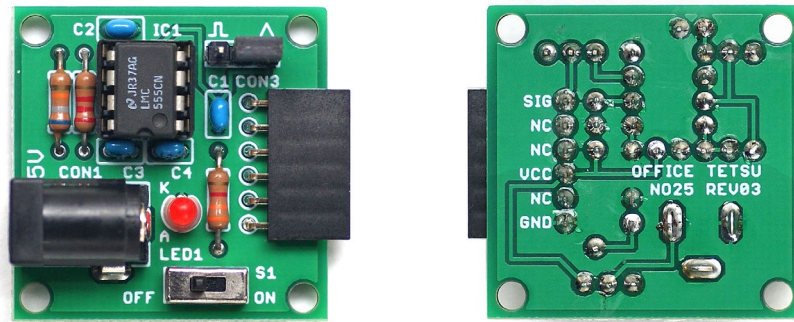
- 周波数によっては波形が安定するまで時間が掛かります
 - 周波数がゆっくり変動すると波形の見た目が変化しません
- ※周期の表示が変化します

自動調整の問題は、別項に述べる作業でファームウェアを修正し、働きを無効にしたり初期周波数を変更したりすることで解決します。

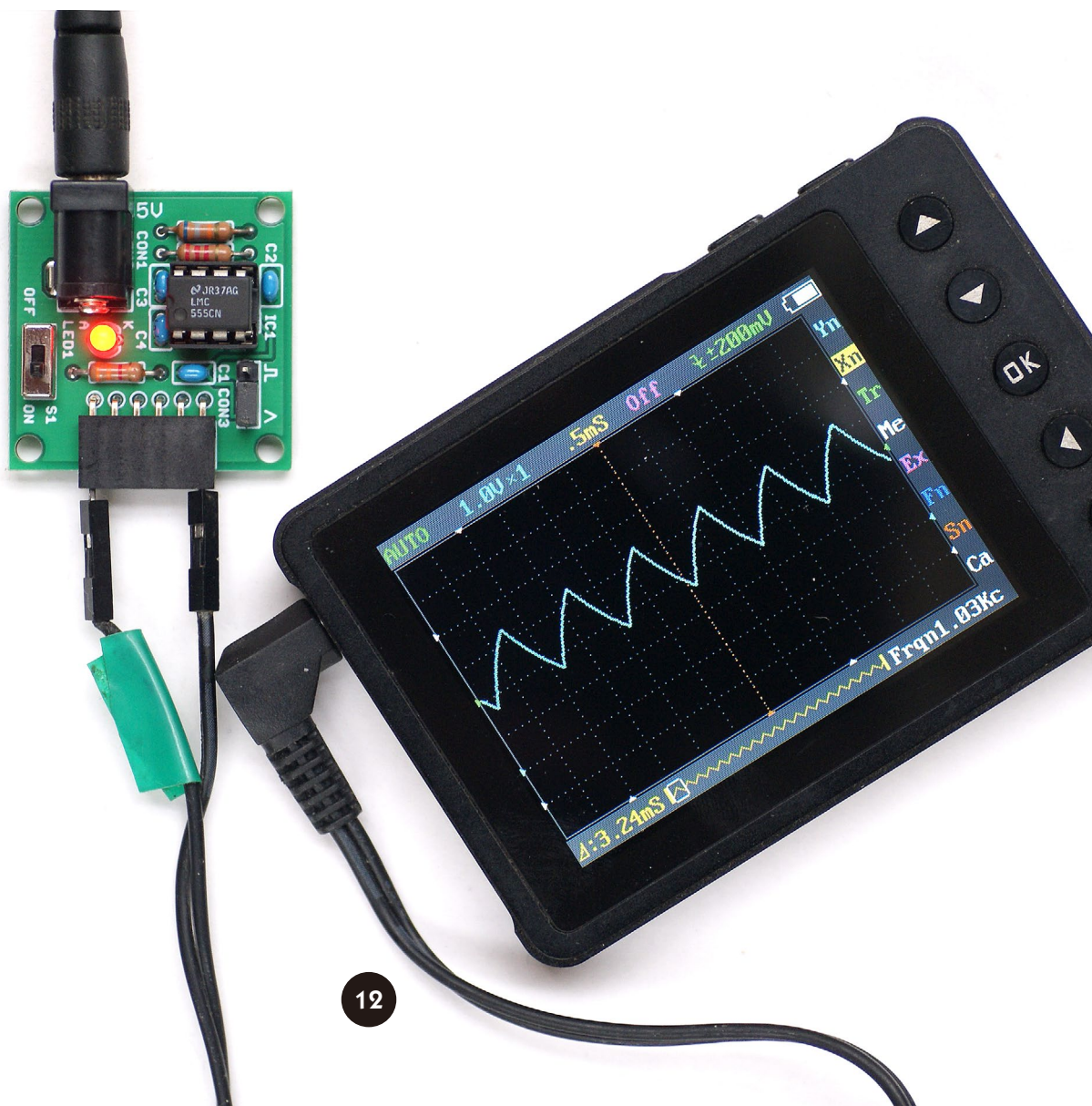
開発・調整用発振器の活用

開発・調整用発振器の製作手順

開発・調整用発振器はプリント基板のみを頒布し、それ以外の部品をみなさんに用意していただくルーズキットです。部品は別掲の部品表にしたがって揃え、部品番号で照合してプリント基板へ取り付けてください。



開発・調整用発振器が開発や調整を必要としたら話がややこしいため、動作にマイコンの力を借りていません。ファームウェアを書き込む必要はなく、ただ正確に組み立てていただければすぐ動きます。



開発・調整用発振器の部品表

開発・調整用発振器の標準製作例で使う部品を下に示します。部品番号はプリント基板に印刷された部品番号と一致します。NE555は各社が製造しています。標準製作例のLMC555はNS製のCMOS版です。

| 部品番号 | 製品名 | 数量 | 摘要 |
|-------|--------------------|----|----------------------|
| IC1 | NE555 (LMC555) | 1 | タイマIC |
| LED1 | OSR5JA3Z74A | 1 | 直径3mm 赤色LED |
| R1 | 2.2k Ω 1/4W | 1 | カーボン/金属皮膜抵抗 |
| R2 | 68k Ω 1/4W | 1 | カーボン/金属皮膜抵抗 |
| R3 | 3.3k Ω 1/4W | 1 | カーボン/金属皮膜抵抗 |
| C1、C2 | 0.01 μ F/50V | 2 | 積層セラミックコンデンサ |
| C3、C4 | 0.1 μ F/50V | 2 | 積層セラミックコンデンサ |
| CON1 | DCジャック | 1 | 2.1mm センタープラス |
| CON2 | FH-1x6RG | 1 | L型ピンソケット 1×6 |
| CON3 | PH-1X3SG | 1 | ピンヘッダ 1×3 |
| — | MJ-254-6BK | 1 | ジャンパーピン 黒 |
| — | 2227-08-03 | 1 | DIP8 ピンICソケット 300mil |
| — | OSCILLO18313 | 1 | 最少部品オシロ専用プリント基板 |

標準製作例は1kHzの周波数を出力します。別の周波数を出力したい場合、下に示す式にしたがって、R1、R2、C1の値を変更してください。

$$\text{周波数} = \frac{1.44}{(R1 + R2 \times 2) \times C1}$$

単位

周波数—Hz

抵抗値— Ω

コンデンサ容量—F

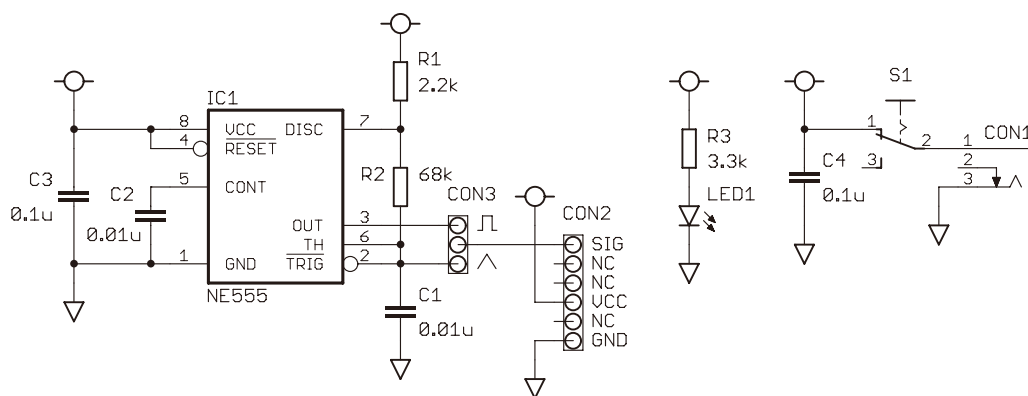
代表的な周波数とR1、R2、C1の値を下に示します。いずれの部品も値をE12系列から選んでいるため周波数に多少の誤差があります。

| 周波数 | 500Hz | 1kHz | 5kHz | 10kHz |
|-----|---------------|---------------|---------------|------------------------------|
| R1 | 4.7k Ω | 2.2k Ω | 4.7k Ω | 2.2k Ω |
| R2 | 12k Ω | 68k Ω | 12k Ω | 68k Ω |
| C1 | 0.1 μ F | 0.01 μ F | 0.01 μ F | 0.001 μ F ^[注] |

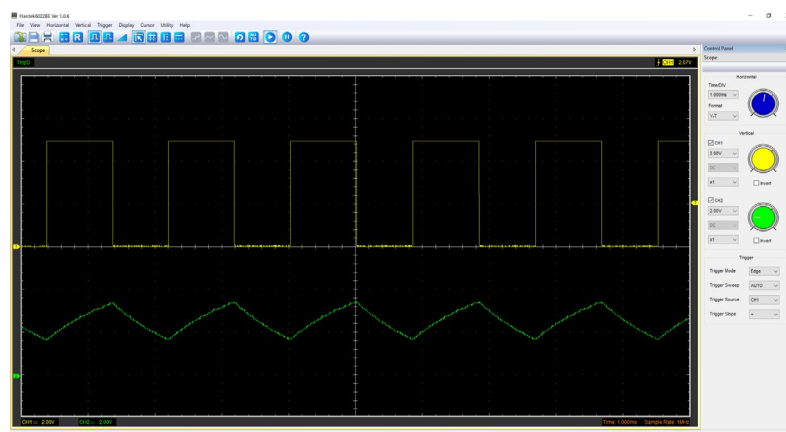
[注] 0.001 μ Fは1000pFと表記される場合があります

開発・調整用発振器の回路図

開発・調整用発振器の回路図を下に示します。NE555の応用例としてよく紹介される典型的な無安定(動作を止めずに継続する)回路です。なお、通常は回路の仕組みを理解する必要がありません。



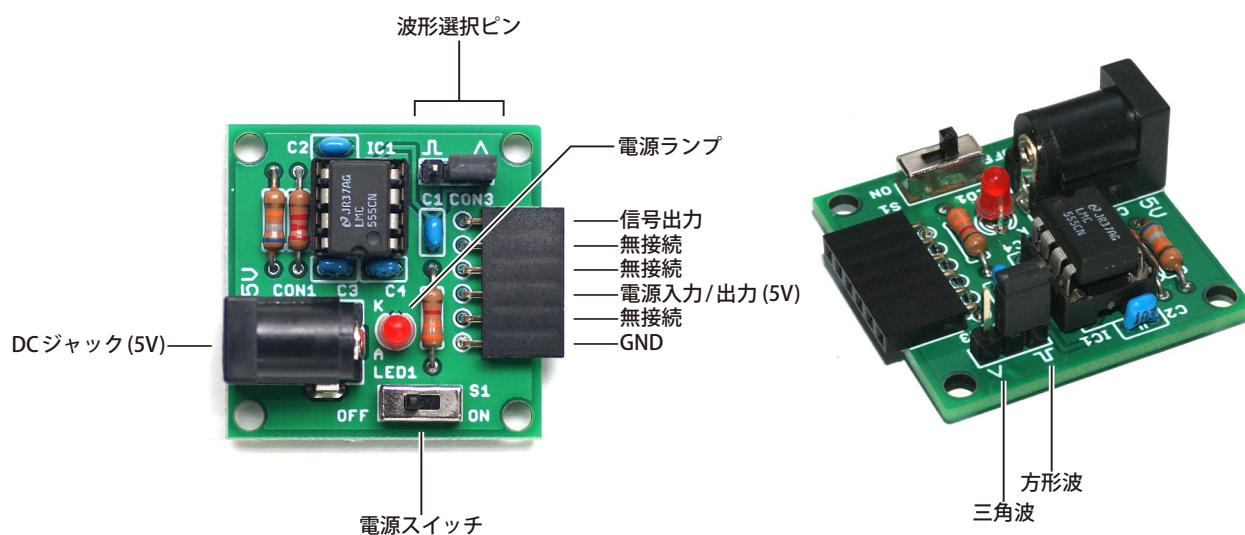
NE555の無安定回路はOUTから振れ幅約5Vの方形波、 $\overline{\text{TRIG}}$ から振れ幅約 $5V \div 3$ の三角波を出力します。波形を下に示します。開発・調整用発振器は、そのどちらかをジャンパーピンで選択して出力します。



※波形出力例はNE555のCMOS版です。CMOS版でないNE555は方形波の振れ幅がいくぶん小さくなります。

開発・調整用発振器の機能仕様

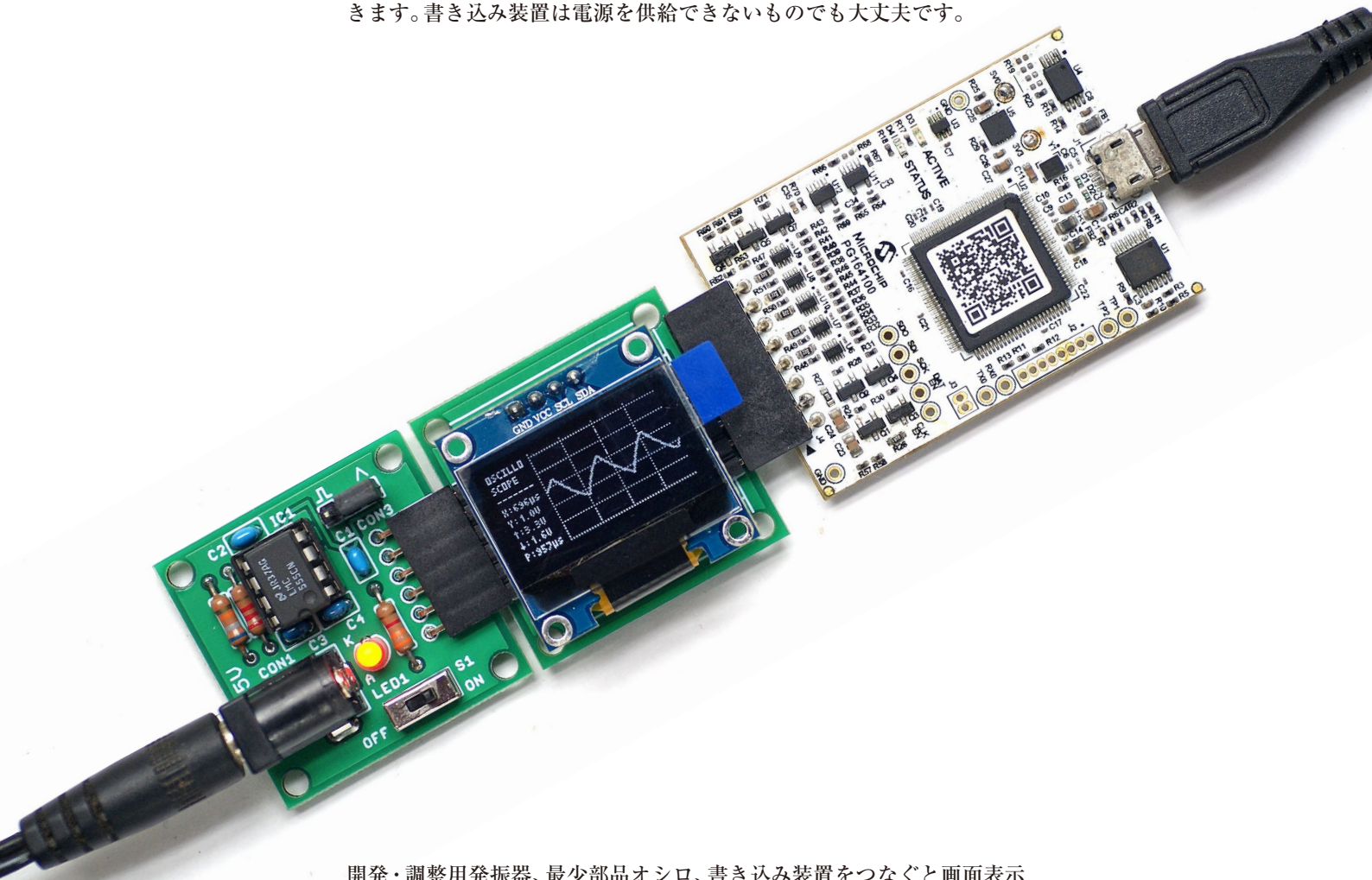
開発・調整用発振器の各部の機能を下に示します。開発・調整用発振器は方形波または三角波と5Vを出力します。周波数は固定なので、複数の周波数が必要な場合、複数台を製作してください。



電源はACアダプタからとります。電圧5V、電流2A以上、内径2.1 mm、センタープラスのACアダプタをDCジャックに接続してください。動作確認には秋月電子通商で販売しているGF12-US0520を使用しました。



開発・調整用発振器のコネクタは最少部品オシロのピンヘッダと直結することができます。さらに、この状態で書き込み装置をつなぐことができます。書き込み装置は電源を供給できないものでも大丈夫です。



開発・調整用発振器、最少部品オシロ、書き込み装置をつなぐと画面表示の変化を見ながらファームウェアの修正ができます。ファームウェアの開発環境はMPLAB X IDEとXC8の組み合わせを想定しています。

```
s Window Help
[Icons]
main.c x Make and Program Device (Project oscillo18313)
Source History [Icons]
1 // Minimal parts Oscilloscope
2 // Author: Tetsuya Suzuki
3
4 #include "system.h"
5
6 uint8_t us; // Sampling interval(unit us)
7 uint8_t pod; // Preod (unit samples)
8
9 #define TOL 16 // Sync tolerance
10
11 void main(void) {
12     adc_init(); // ADC initialize
13     i2c_init(); // I2C initialize
14     delay_ms(1000);
15 }
```

ファームウェアの勘所

C言語に精通した人は最少部品オシロをいかようにもカスタマイズすることができます。それほど精通していない人も、main.cの下に示す定義を書き換えることで、ある程度、カスタマイズすることができます。

```
// Minimal parts Oscilloscope
// Author: Tetsuya Suzuki

#include "system.h"

uint8_t us; // Sampling interval(unit us)
uint8_t pod; // Preod (unit samples)

#define AUTO 1 // 自動調整を有効にするなら1、無効にするなら0
#define WAVE 2 // 画面表示する波形の数
#define Hz 1000 // 同期周波数の初期値
#define TOL 32 // 自動調整の効き過ぎを防ぐ許容誤差
#define Dms 100 // 表示装置が安定するまで初期化を待つ時間(単位m秒)

#define Sns ((1000000UL / 96 / Hz * WAVE) & 0xff)

void main(void) {
    adc_init(); // ADC initialize
    i2c_init(); // I2C initialize
    __delay_ms(Dms);
    oled_init(); // OLED initialize

    if(Sns < 10) us =10;
    else us = Sns;

    while(1){
        adc_sweep(); // Get wave form
        adc_analyze(); // Get parameters
        oled_label(); // Draw label area
    #if AUTO
        // Adjustment of sampling interval
        if(pod == 0){
            if(us < 239 && us > 26) us += 16;
        } else
        if(pod > SCREEN / WAVE){
            if(us < 255) us++;
        } else
        if(pod < SCREEN / WAVE - TOL) {
            if(us > 10) us--;
        }
    #endif
        oled_draw(); // Draw graph area, pos broken
    }
}
```

最少部品オシロ取扱説明書

2023年2月10日 初版発行

著者—鈴木哲哉

Copyright © 2023 Tetsuya Suzuki

CC BY-SA 3.0