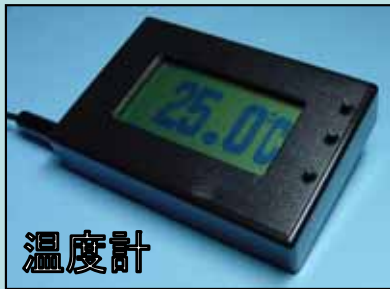


# 付属78K0/USBマイコン基板を使った マルチテスタの製作

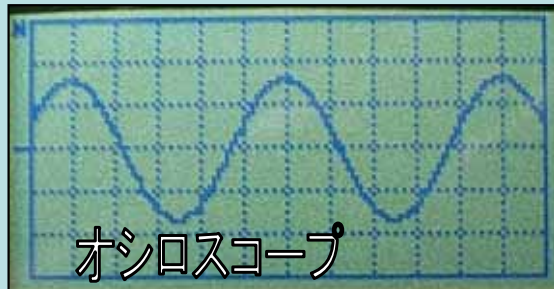
1. マルチテスタ誕生の経緯
2. マルチテスタ概要
3. マルチテスタ企画時の仕様
4. ブレッドボードエリアの使用法
5. ファンクションジェネレータの出力  
0~5V → ±5V 改造
6. インダクタンス測定機能追加改造
7. LCD 128×64 Dot 改造
8. USB接続 改造

# 1. マルチテスタ誕生の経緯

All Flash8Bit小ピンマイコン(78K0S/KA1+) 使用の温度計・オシロ・加速度計



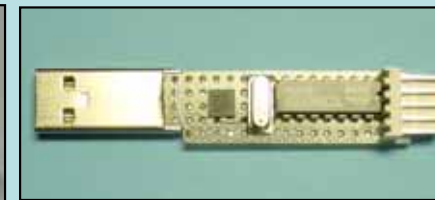
温度計



オシロスコープ



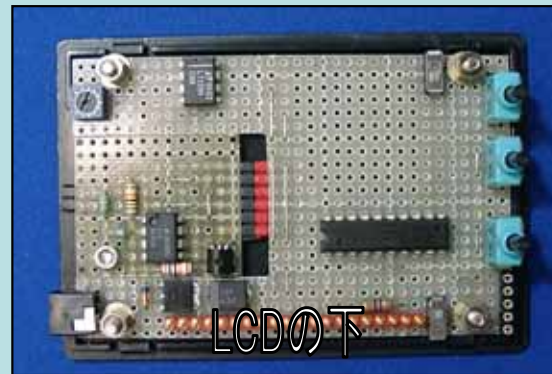
加速度計



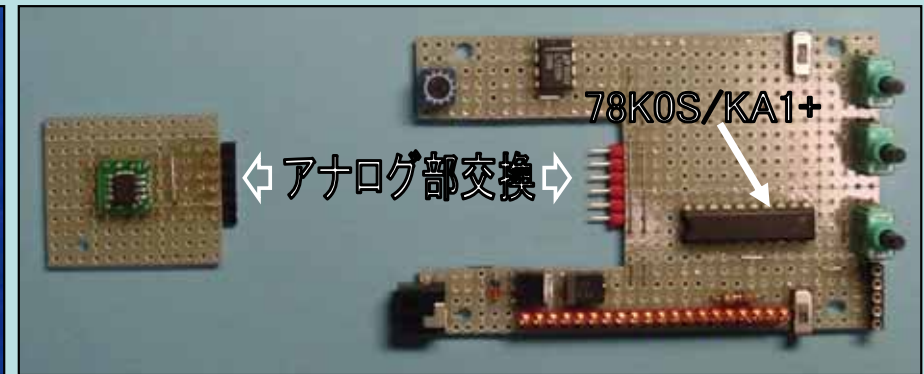
USBライター(おまけ)



内部構造



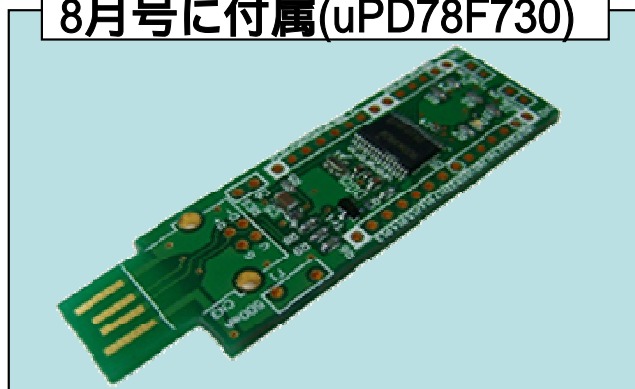
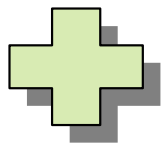
LCDの下



◁アナログ部交換▷

78K0S/KA1+

78K0/USBマイコン基板が  
8月号に付属(uPD78F730)



マルチテスタ



オシロスコープ  
電圧計  
電流計  
⋮



## 2. マルチテスタ概要

### 2-1.これが78K0 マルチテスタ基板だ！

電流計(第3章)  
1Aまでの電流を約5mA単位で測定して、  
値を表示する

273mA  
SW3:Exit

電圧計(第3章)  
5Vまでの電圧を約5mV単位で測定して、  
値を表示する

2904mV  
SW3:Exit

抵抗計(第4章)  
999kΩまでの抵抗を1kΩ単位で測定して、  
値を表示する

47kΩ  
SW3:Exit

容量計(第4章)  
9.999 $\mu$ Fまでのコンデンサの容量を  
0.004 $\mu$ F単位で測定して、値を表示する

0.036 $\mu$ F  
SW3:Exit

MINICUBE2接続コネクタ(第6章)  
純正デバッグ・エミュレータを使った  
インサーキット・デバッグが可能

122X32ドット・  
グラフィック  
液晶モジュール

6月号付録78K0  
USBマイコン基板

ROMライター機能(第6章)  
78K0マイコンのフラッシュ  
ROMを全領域書き換えできる

パルス出力(第5章)  
120kHz程度までの方形波を出力できる。  
出力は5V振幅とオープン・コレクタ出力  
の2種類

100kHz  
Long SW3:Exit

周波数カウンタ(第5章)  
500kHz程度までの信号の周波数を測定  
できる

110kHz  
SW3:Exit

オシロスコープ(第1章)  
信号の波形をグラフィック液晶に表示す  
る。信号レベルは±12Vまで入力可能

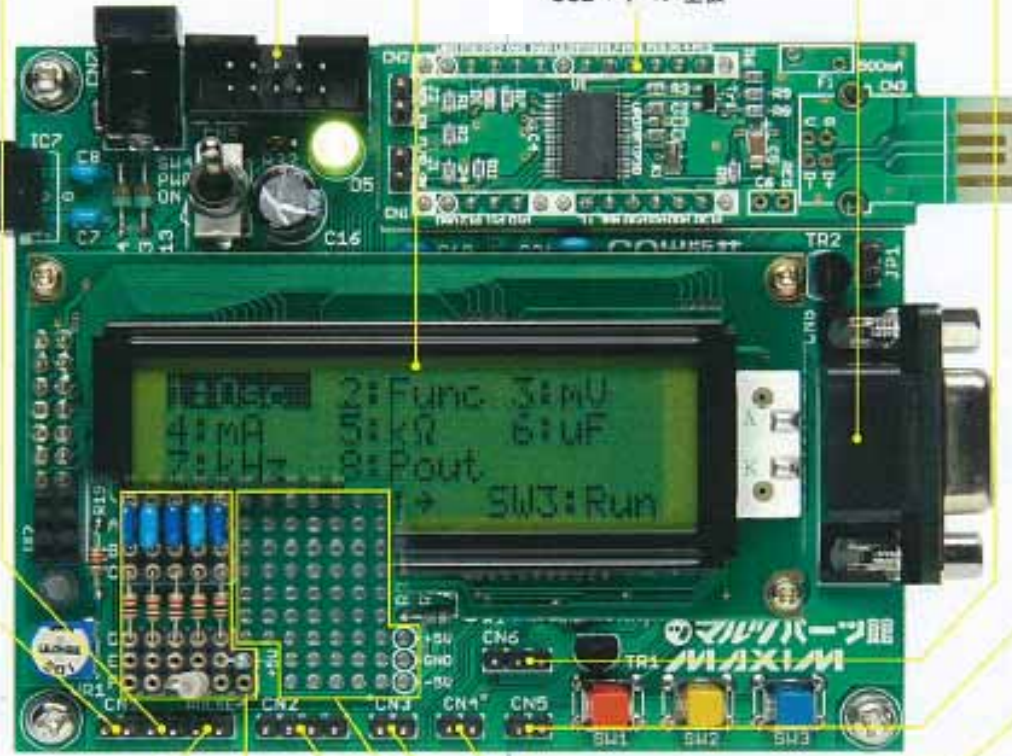
CH1: 2.0V  
AUTO  
0.5ms/div

ファンクション・ジェネレータ(第2章)  
15~620Hzの正弦波、のこぎり波、三角  
波を出力できる。振幅は5V固定

485Hz  
Long SW3:Exit

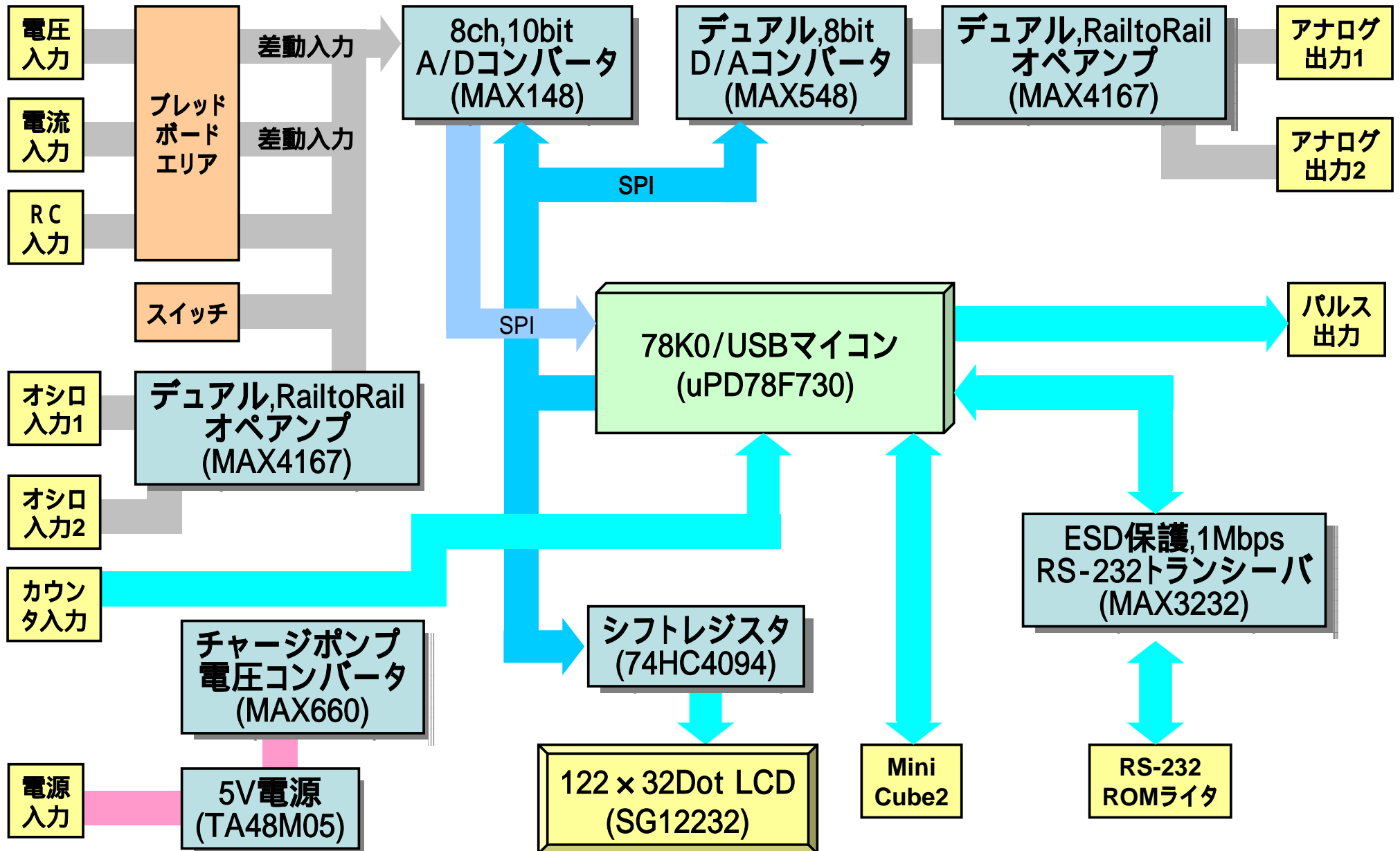
ブレッドボード・エリア  
回路構成や定数を  
簡単に変更できる

ユニバーサル・エリア  
OPアンプ1個程度の回路なら  
マルチテスタ基板上に追加できる



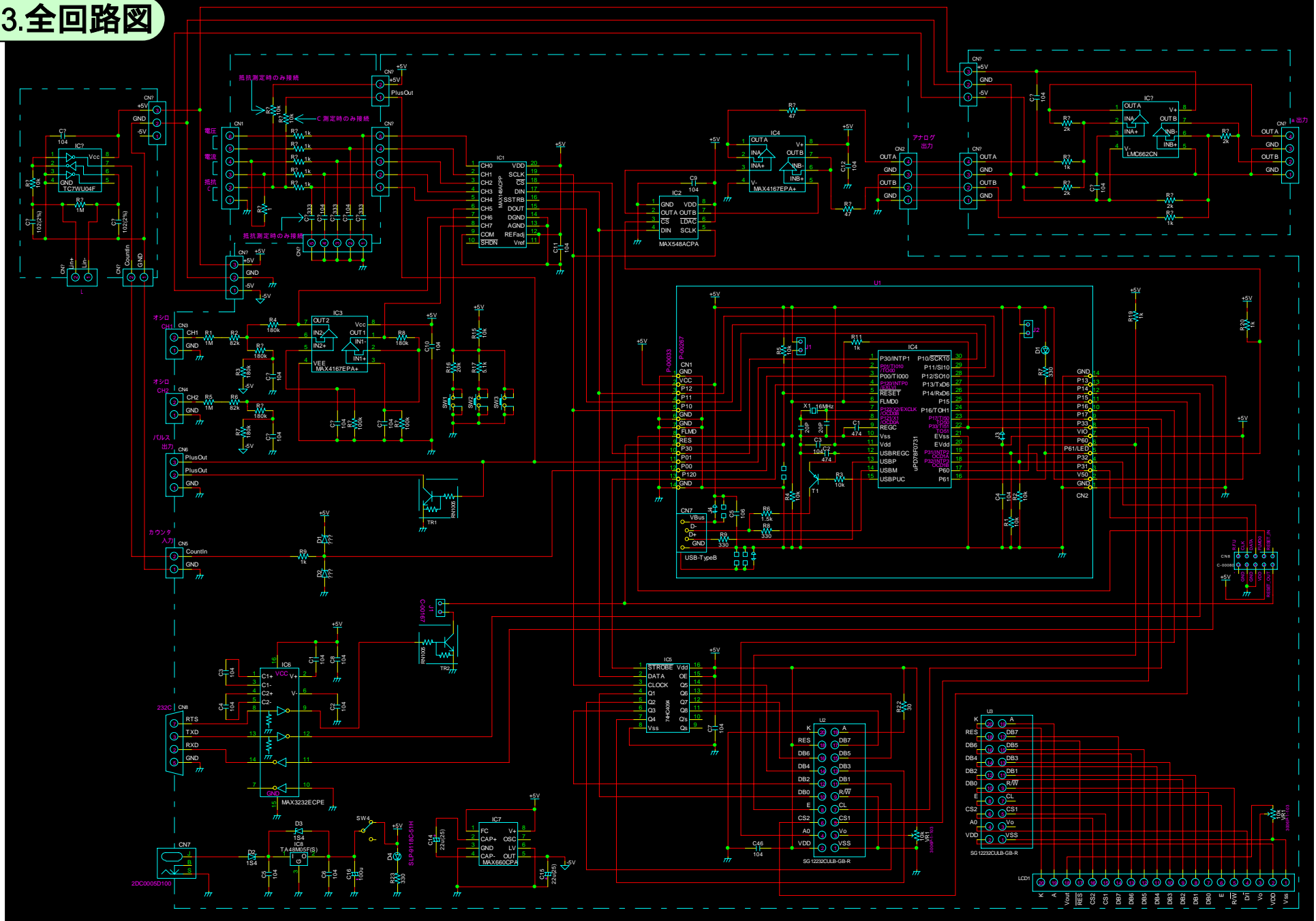
## 2. マルチテスト概要

### 2-2. ハードウェアブロック図



# 2. マルチテスタ概要

## 2-3. 全回路図



## 2. マルチテスタ概要

### 2-4. マルチテスタの仕様

No.	計測機能	仕様	画面イメージ	操作	目標仕様
0	メインメニュー	実行機能を選択する		SW1にて機能選択 次移動 SW2にて機能選択 前移動 SW3にて機能実行	
1	電圧計	計測レンジ: 0 ~ +5V 表示: 0mV ~ 5000mV		SW3にてメインメニューへ移行	
2	電流計	計測レンジ: 0 ~ 1A 表示: 0mA ~ 1000mA		SW3にてメインメニューへ移行	
3	抵抗値計	計測レンジ: 0 ~ 999k 表示: 0k ~ 999k		SW3にてメインメニューへ移行	計測レンジ: 0 ~ 1M 表示: 0 ~ 9999 10.0k ~ 99.9k 100k ~ 999k (オートレンジ)
4	容量計	計測レンジ: 0 ~ 9.999uF 表示: 0.000uF ~ 9.999uF		SW3にてメインメニューへ移行	計測レンジ: 0 ~ 999uF 表示: 0.000uF ~ 9.999uF 10.0uF ~ 999.9uF (オートレンジ)
5	周波数計	計測レンジ: 0 ~ 4MHz 表示: 0kHz ~ 4000kHz		SW3にてメインメニューへ移行	計測レンジ: 0 ~ 4MHz 表示: 100kHz ~ 4000kHz 10.0kHz ~ 99.9kHz 0Hz ~ 9999Hz (オートレンジ) 周波数 / 周期表示 切替可
6	オシロスコープ	状態表示: (RUN),(STOP) 計測ch: (ch1)固定 計測レンジ: 5V/Div ~ 0.1V/Div 時間レンジ: 100us/Div ~ 1s/Div トリガレベル: 0 ~ 100% トリガch: (ch1)固定 トリガエッジ: 固定 モード: オート・ロール グランドポジション変更: センタ固定		SW1にて設定項目選択 SW2にて設定値アップ SW3にて設定値ダウン SW3長押しにてメインメニューへ移行	状態表示: (RUN),(STOP) 計測ch: (ch1),(ch2),(ch1+ch2) 計測レンジ: 5V/Div ~ 0.1V/Div 時間レンジ: 100us/Div ~ 1s/Div トリガレベル: 0 ~ 100% トリガch: (ch1),(ch2) トリガエッジ: モード: オート・ノーマル・シングル・ロール グランドポジション変更: 0 ~ 100%
7	ファンクションジェネレータ	振幅: 5.0V固定 オフセット: 2.5V固定 周波数: 0kHz ~ 20.0kHz モード: Sin波、方形波、ノコギリ波		SW1にて設定項目(モード・設定周波数の桁)選択 SW2にて設定値アップ SW3にて設定値ダウン SW3長押しにてメインメニューへ移行	振幅: 0.0 ~ +5.0V オフセット: 0.0 ~ +5.0V 周波数: 0 ~ 9999Hz 10.0kHz ~ 20.0kHz 周波数 / 周期表示 切替可 モード: Sin波、方形波、三角波、ノコギリ波
8	基準周波数発信器	振幅: 0 ~ 5V固定 周波数: 0kHz ~ 4000kHz		SW1にて設定項目(設定周波数の桁)選択 SW2にて設定値アップ SW3にて設定値ダウン SW3長押しにてメインメニューへ移行	振幅: 0 ~ 5V固定 周波数: 0 ~ 9999Hz 10.0kHz ~ 99.9kHz 100kHz ~ 4000kHz 周波数 / 周期表示 切替可 デューティ: 0 ~ 100%

目標仕様を  
かなり  
下回っている

せっかくの  
USBマイコン  
なのに通信を  
利用した  
機能がない

その理由は?

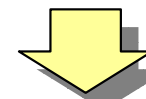


### 3. マルチテスト企画時の仕様

#### 3-1. マルチテスト企画時の仕様

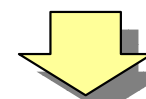
No.	実装計測機能	仕様
1	電圧計	計測レンジ: $\pm 5V$ (オシロ入力使用では、 $\pm 30V$ )
2	電流計	計測レンジ: Max 5 A
3	抵抗値計	分圧抵抗 (R12) 未最適化の為、不明
4	導通チェック	検出抵抗値未定
5	ダイオード / LED チェック	分圧抵抗 (R12) 未最適化の為、不明
6	容量計	分圧抵抗 (R12) ・計測周波数未最適化の為、不明
7	インダクタンス計	分圧抵抗 (R12) ・計測周波数未最適化の為、不明
8	周波数計	Max 4 MHz 程度 (しきい値設定機能付き $\pm 30V$ )
9	ロジックアナライザ	8ch 入力、サンプリング周波数はソフト次第
10	オシロスコープ	2V/Div ~ 200mV/Div, 100us/Div ~ 100ms/Div
11	データロガー	仕様未検討
12	温度計	0 ~ 70 程度
13	バッテリーチェック	仕様未検討 (電流計測端子で計測?)
14	ファンクションジェネレータ	$\pm 5V$ 、20kHz Max、Sin波、方形波、三角波、ノゴギリ波
15	周波数特性測定器	ファンクションジェネレータ出力とオシロ入力で測定
16	基準周波数発信器	0 ~ 5V とオープンコレクタの方形波出力、Max 4 MHz 程度
17	時計	24時間時計 (バックアップなし?)
18	表示器	USB 通信で LCD へビットマップを表示
19	USB - 232C 変換器	USB 通信を 232C 通信へ双方向変換
20	USB - パラレル変換器	USB 通信をパラレル出力、8ch 出力
21	NEC製簡易プログラムライター接続	メーカー動作保証なし?
22	MINICUBE2接続	動作未検討

C言語プログラミングで  
多機能・高精度化



浮動小数点ライブラリが  
大きくて基本機能のみでも  
ROMに入りきらない

部品費コストアップ!



機能限定して  
オールアセンブリ言語  
にて再プログラム

USB通信は  
「もっと! 付録基板」で  
フォロー

C言語プログラム: 11月号「C言語版78K0マルチテストの製作」

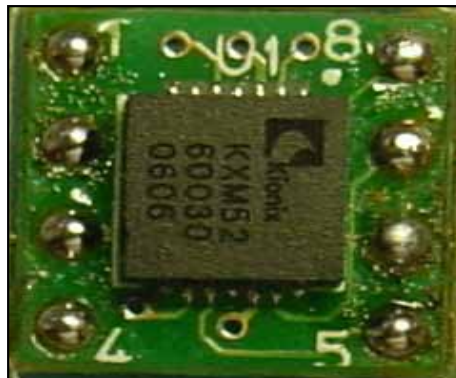
USB通信: 10月号「もっと! 付録基板 パソコンからUSBマイコンを動かそう!」

### 3. マルチテスト企画時の仕様

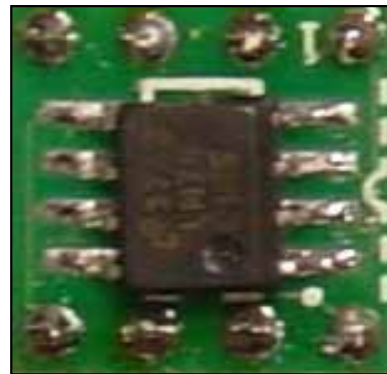
#### 3-2. マルチテストその他の企画

#### 基板実装面積・部品費コスト・部品供給メーカ等の理由から不採用となった機能(参考)

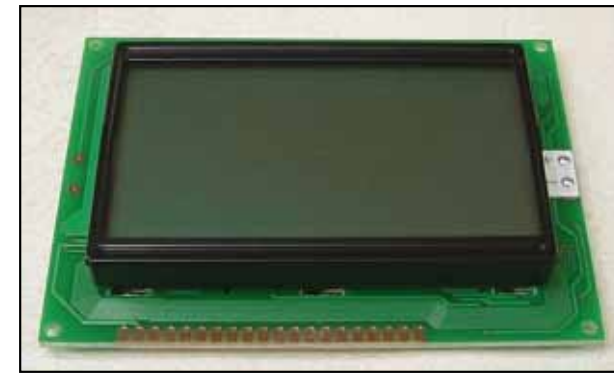
No.	非実装計測機能	仕様
1	湿度計	センサ不明
2	光度計	センサ不明
3	シーケンサ	仕様不明(USB - パラレル変換器と同じ?)
4	デシベルメータ	仕様不明
5	基準トーン発生器	仕様不明(ファンクションジェネレータと同じ?)
6	自動キーヤー	仕様不明
7	カーブトレサ	仕様不明
8	トレンドキャプチャ	仕様不明(データロガーと同じ?)
9	数字 / アルファベットのライブラリ	仕様不明(表示器と同じ?)
10	加速度計	センサ不明
11	回転計	センサ不明
12	距離計	センサ不明
13	電池充電器	仕様不明(大電流出力なし)



(加速度センサ)



(温度センサ)

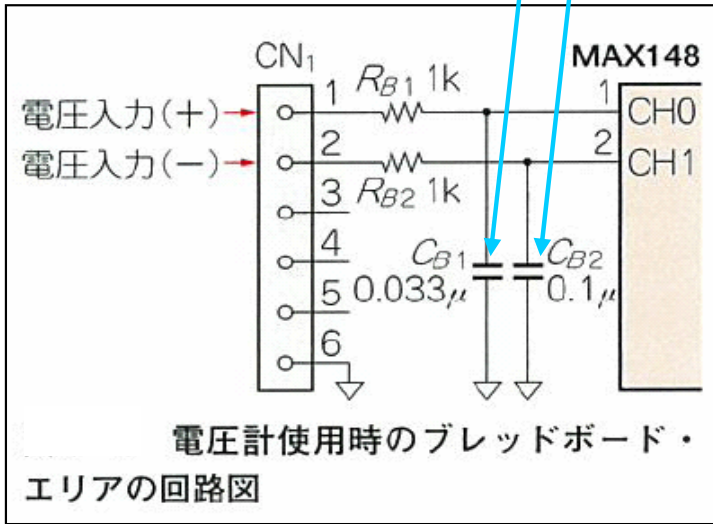


(128 x 64Dot LCD)

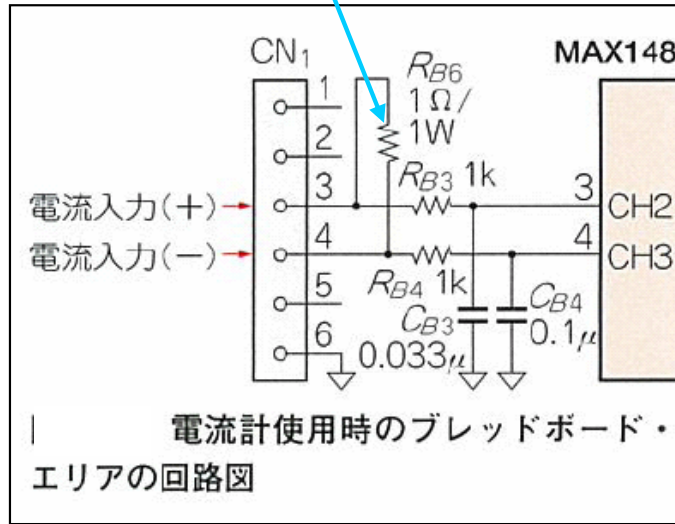


# 4. ブレッドボードエリアの利用法

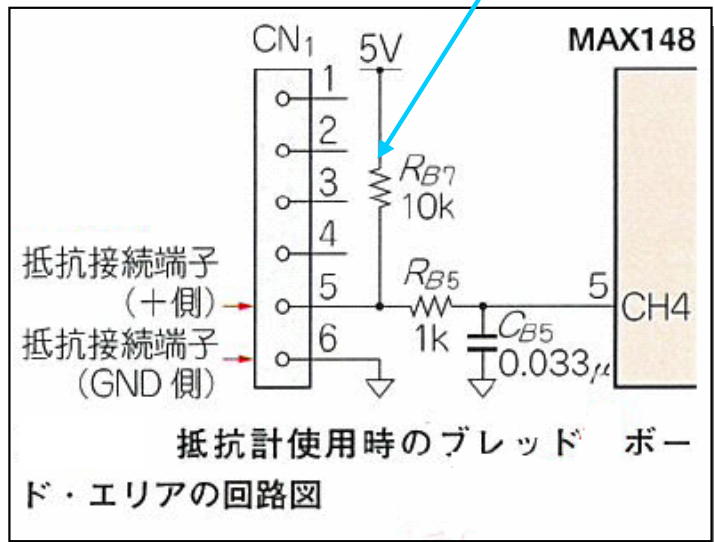
抵抗に変更すると入力レンジが拡大



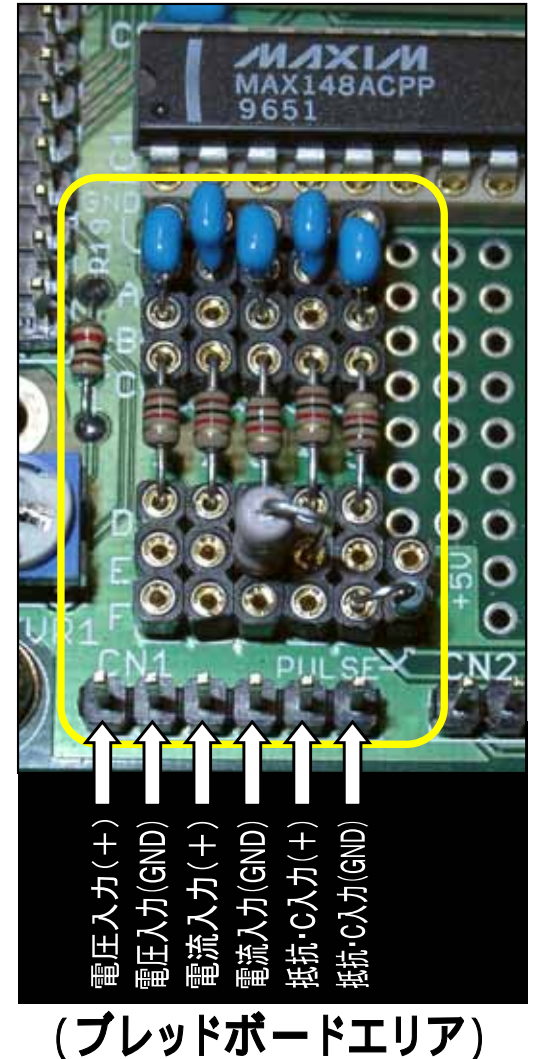
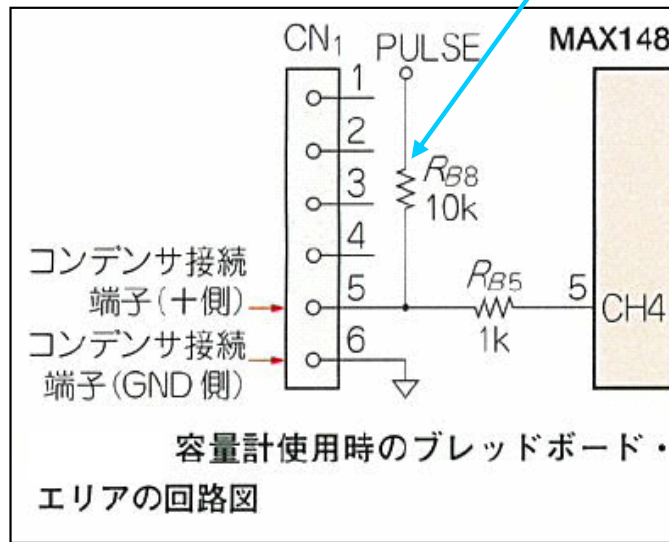
抵抗値 大:微小電流 小:大電流

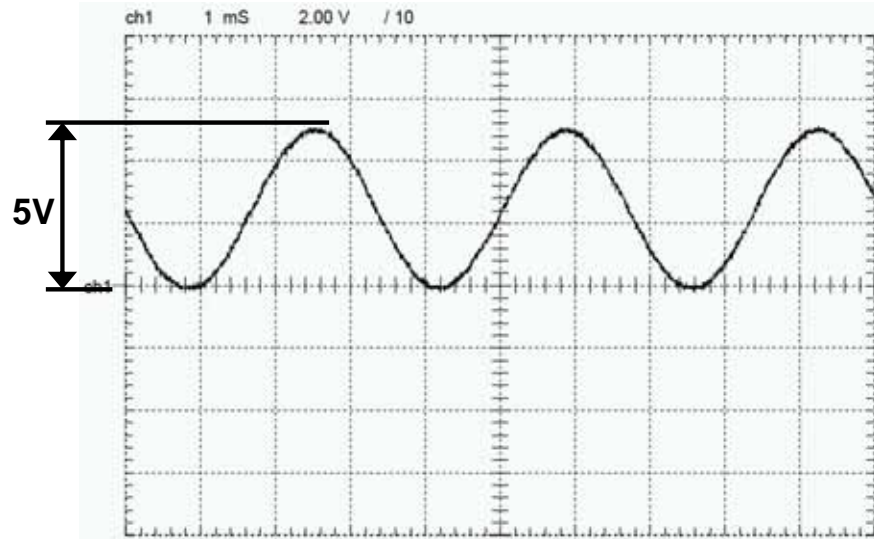


抵抗値 大:高抵抗 小:低抵抗



抵抗値 大:小容量 小:大容量

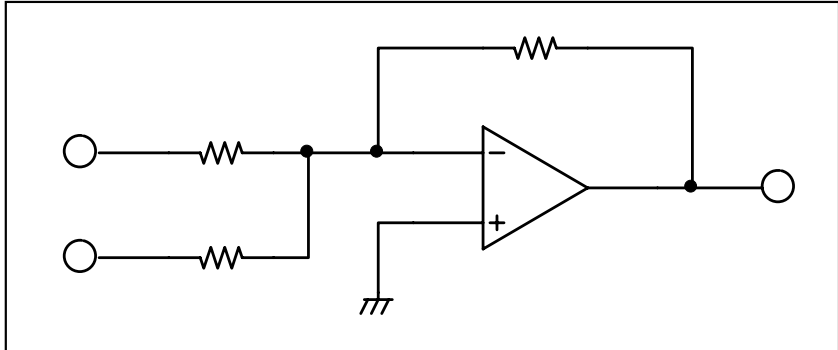




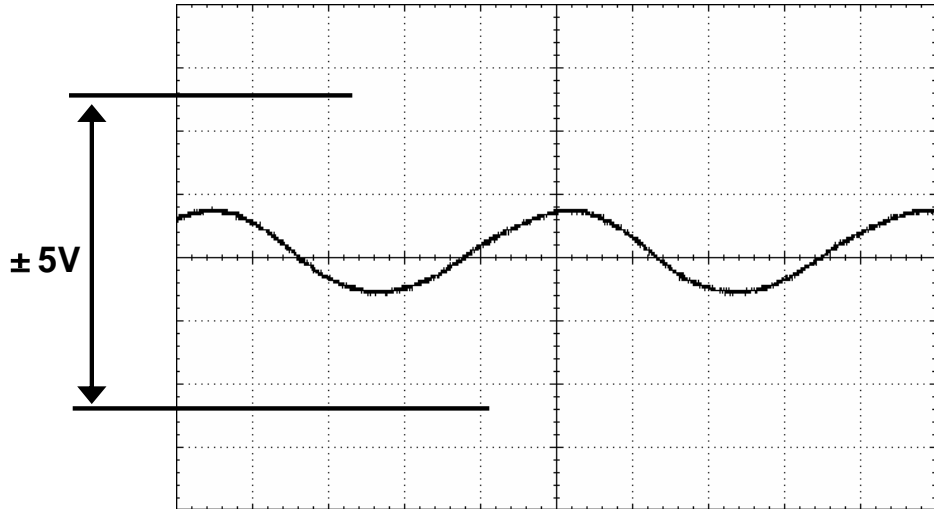
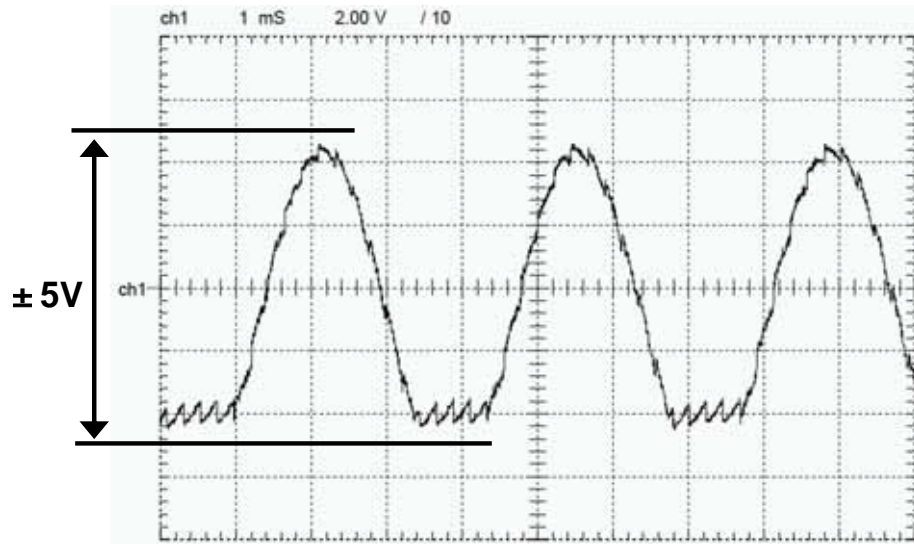
(ファンクションジェネレータ出力)

0 ~ 5Vを  
± 5V出力  
に変換

オペアンプで (2倍増幅)  
+ (-5Vオフセット)



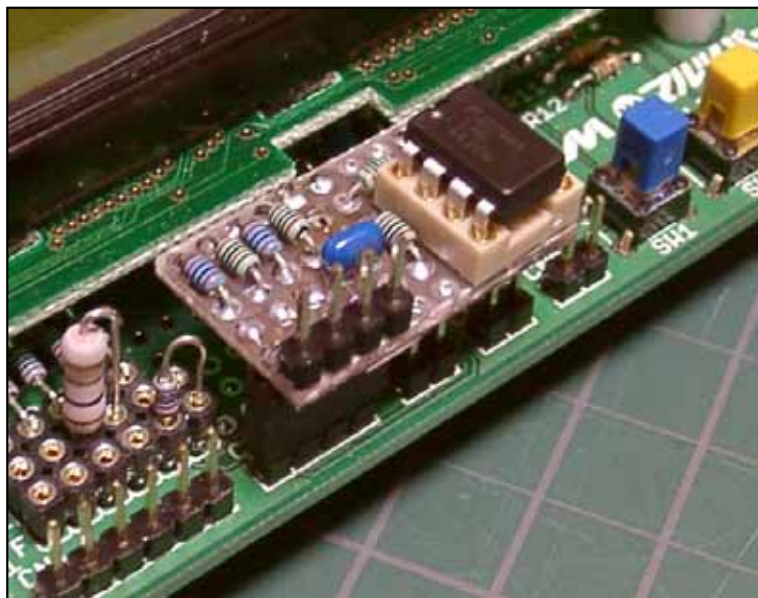
MAXIM社供給可能オペアンプに最適品(パッケージ・特性)がない



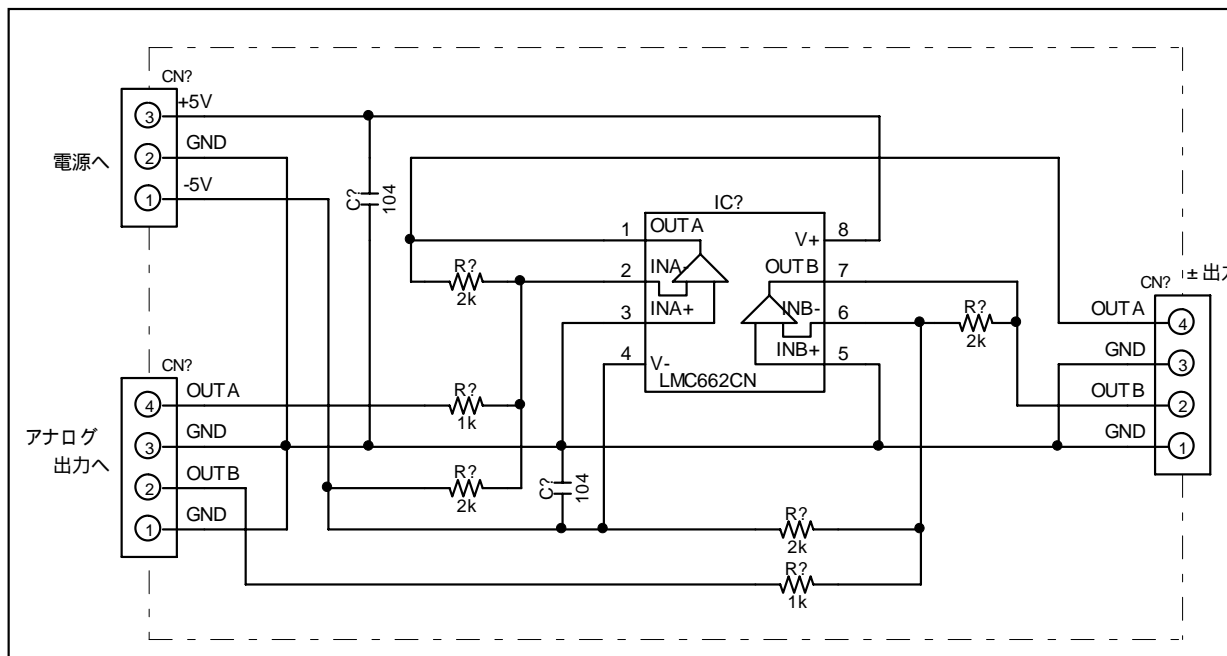
標準装備は、ボルテージフォロアのみとする



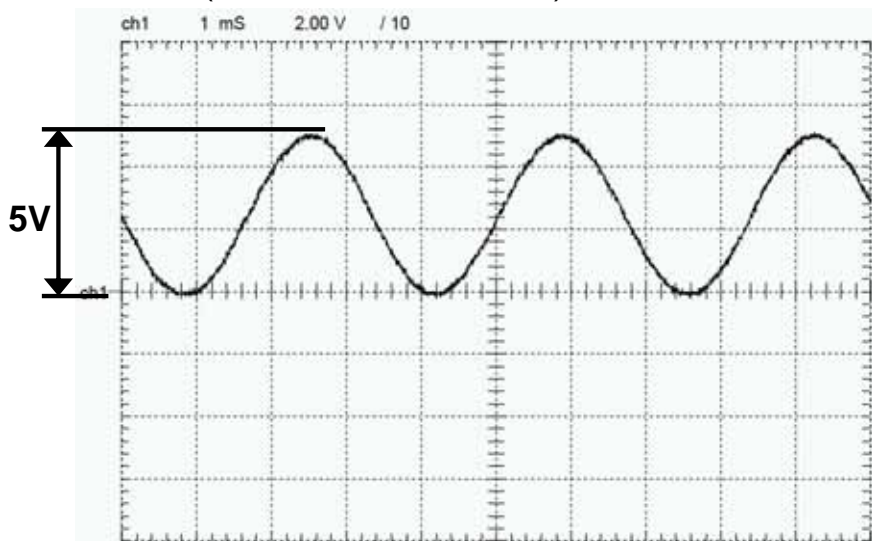
## 外部回路を追加



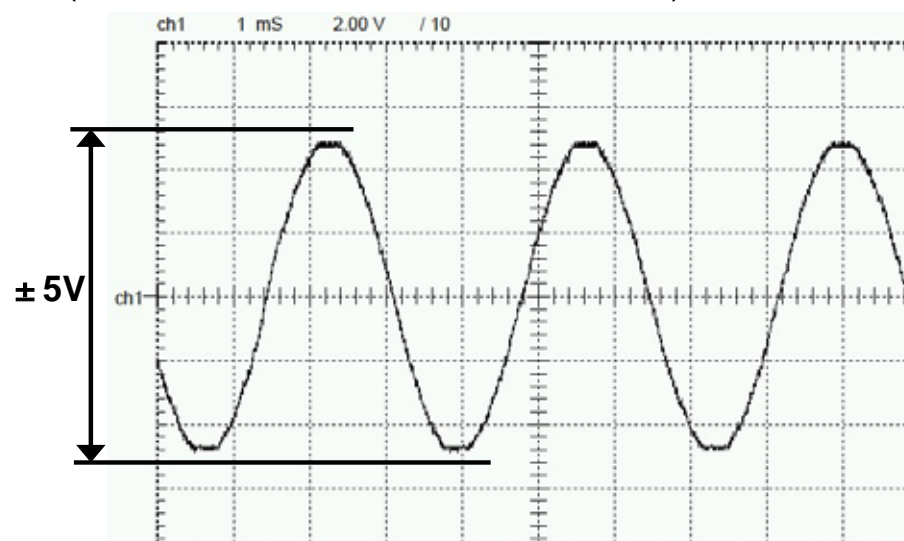
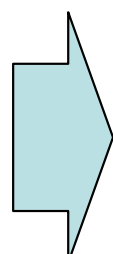
(外部回路接続例)



(外部回路図 LMC662CN使用)



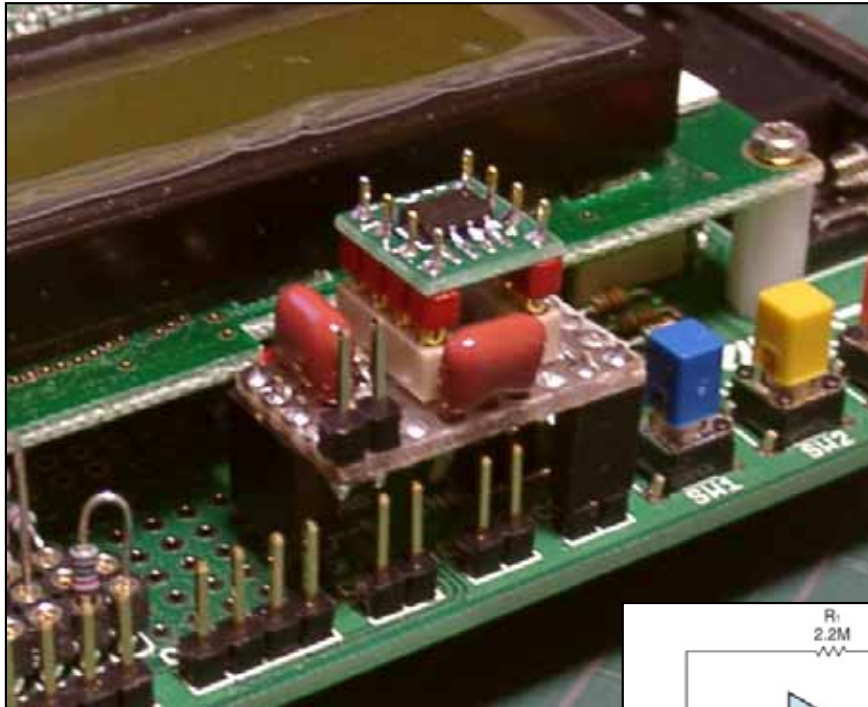
(ファンクションジェネレータ出力)



(外部回路出力)



# 6. インダクタンス測定機能追加改造

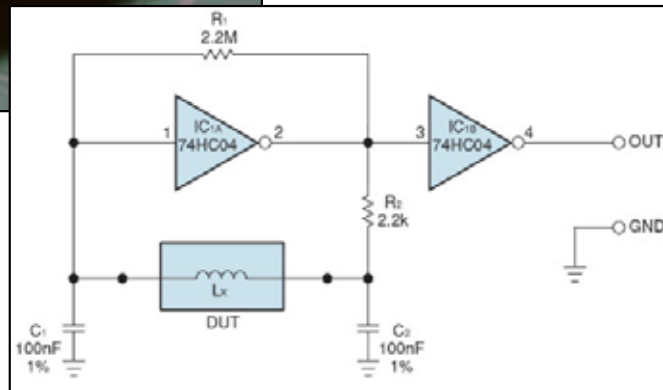


(外部回路接続例)

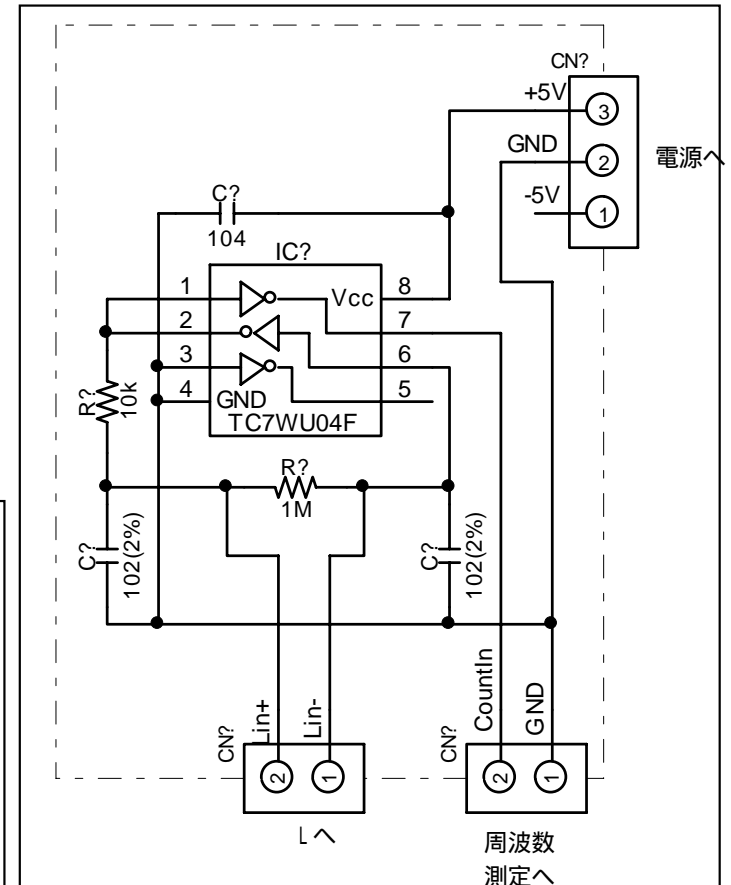
## TC7WU04Fの実装がネックで標準装備を断念

公称値	計測値 (uH)
101	88
101	96
181	180
331	336
561	540
102	1036

(測定結果)



(LCコルヒッツ型発振回路)



(外部回路図)

### インダクタ計動作原理

外部回路にCMOSインバータによるLCコルヒッツ型発振回路を追加し、周波数測定機能を使用することによりインダクタ値を計測します。発振回路の発振周波数は、

$$\text{発振周波数} = 1 / (2 \times \sqrt{C1 \times C2 / (C1 + C2)} \times L) \quad (C1, C2 \text{は、基準コンデンサで} 1000\text{pF} \text{より、})$$

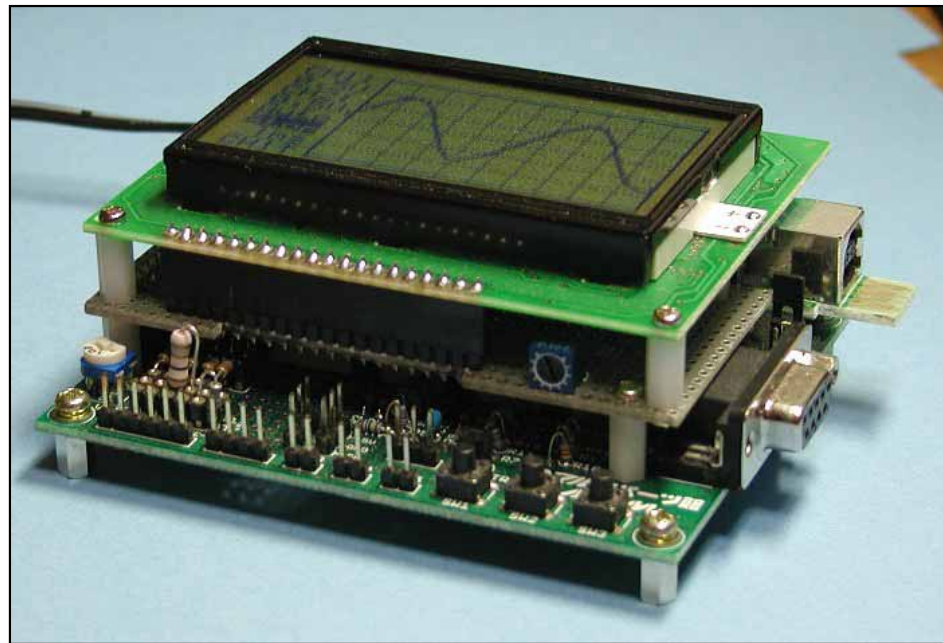
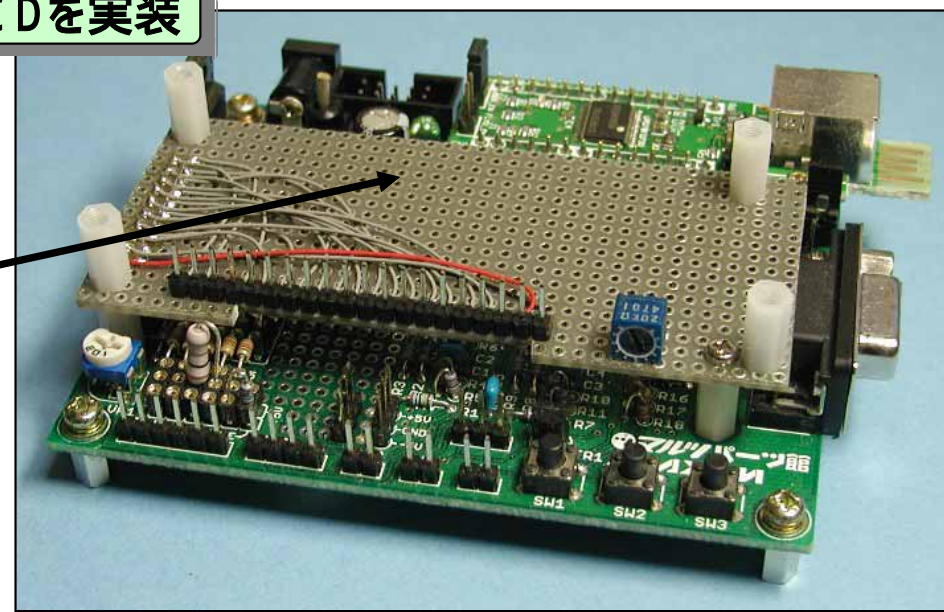
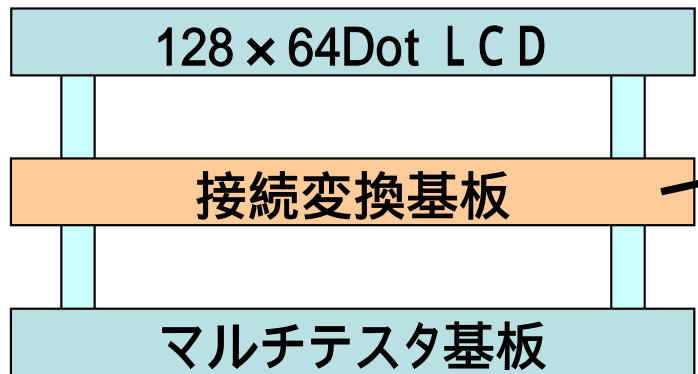
CPUのパルス幅測定機能にて計測したパルス幅測定カウンタ値をPとすると、インダクタ値は、

$$\text{インダクタ値} = P^2 / 5.053237455 \text{ (uH)}$$

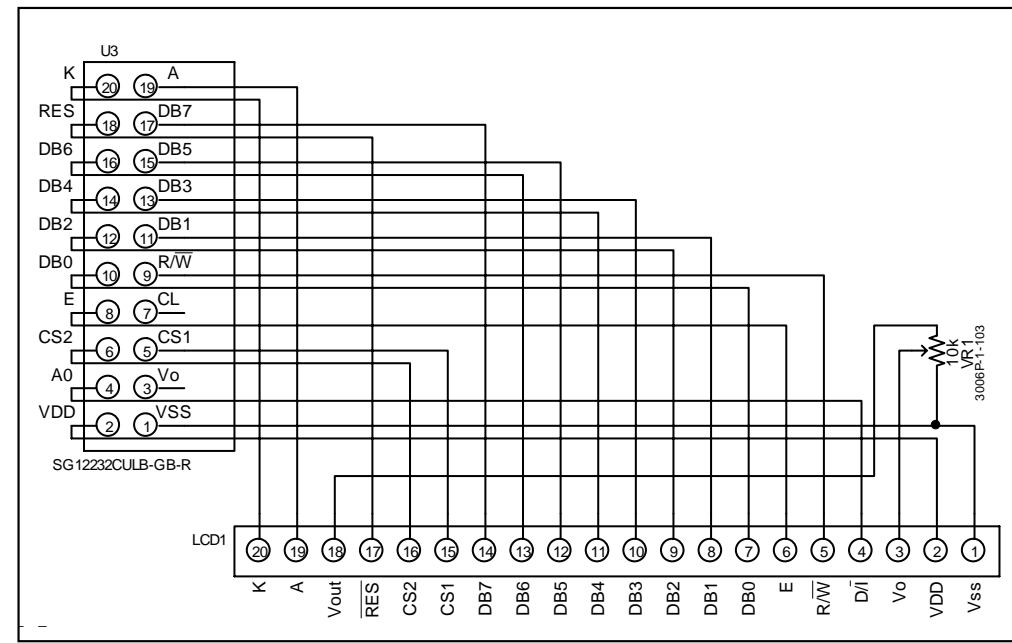
となり、この値をLCDに表示しています。

# 7. LCD 128×64 Dot 改造

コストがネックで標準装備を断念した128×64Dot LCDを実装



(組立例)

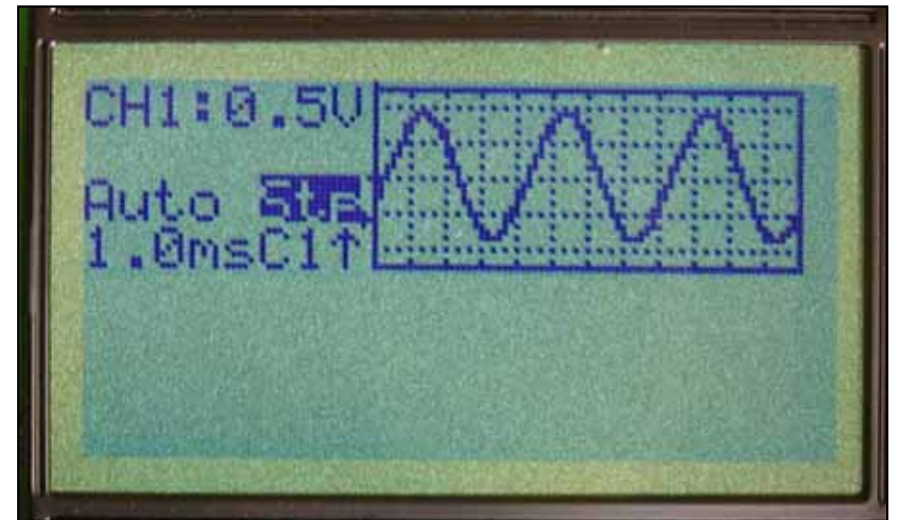
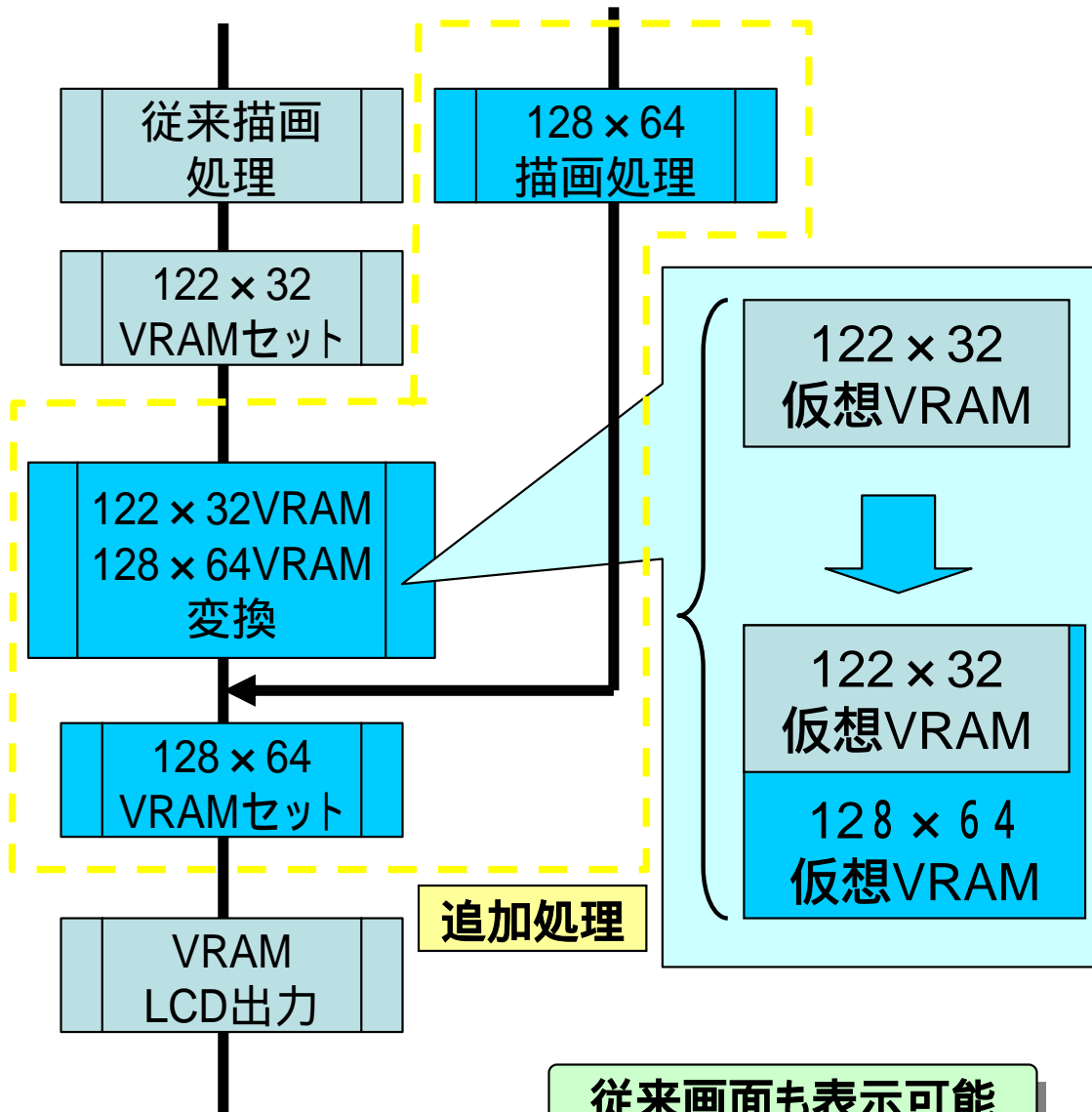


(外部回路図)

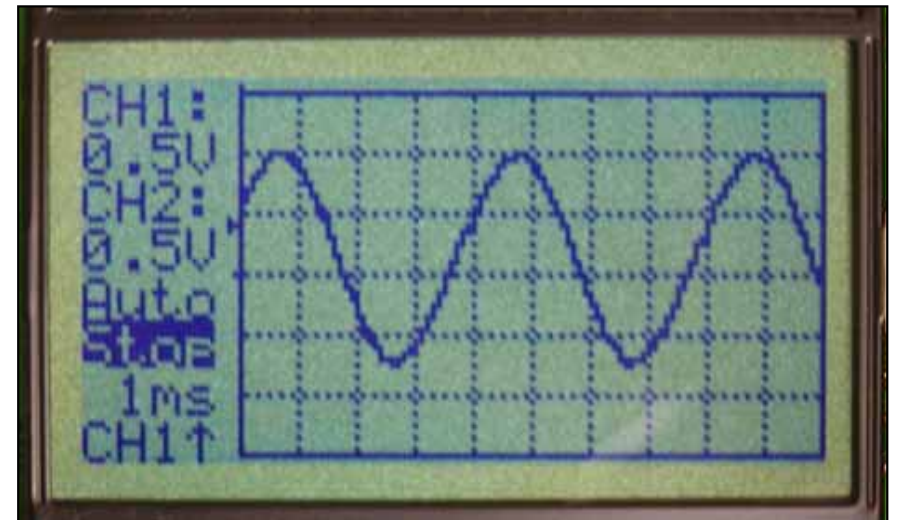


# 7. LCD 128×64 Dot 改造

## ソフト処理



(従来画面表示例)

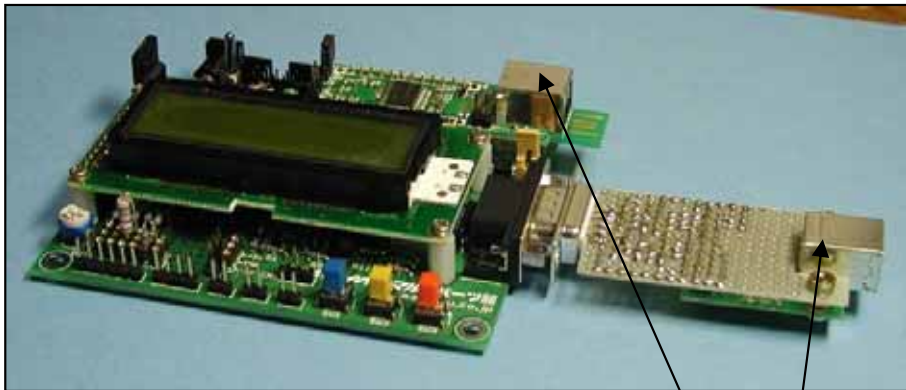


(128×64画面表示例)



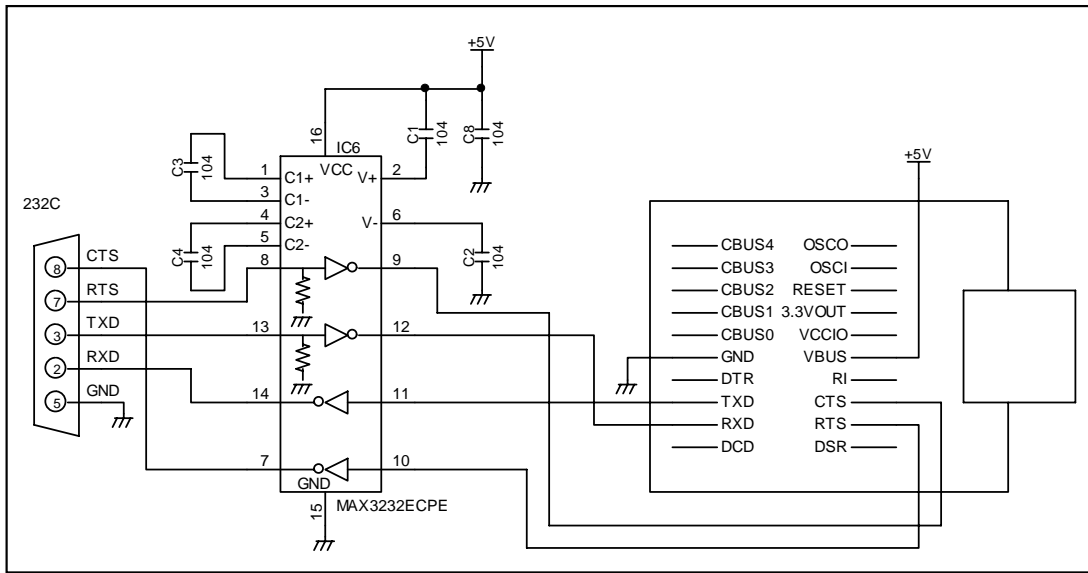
# 8. USB接続 改造

ROMライターWriteEZ3をUSBで使う + 簡単にUSB通信をする(マイコン上ではUART制御でOK)

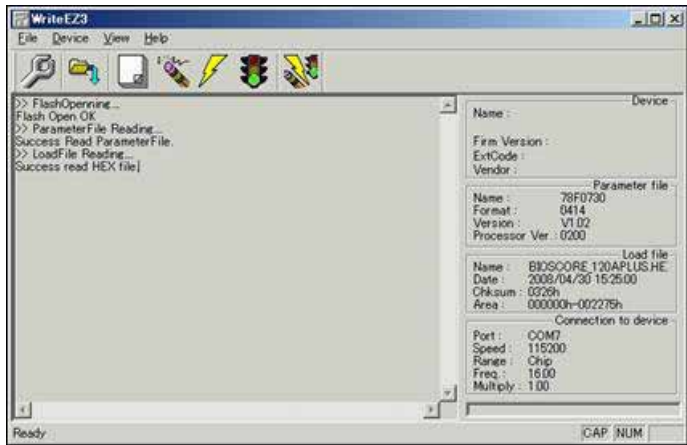


(外部回路接続例)

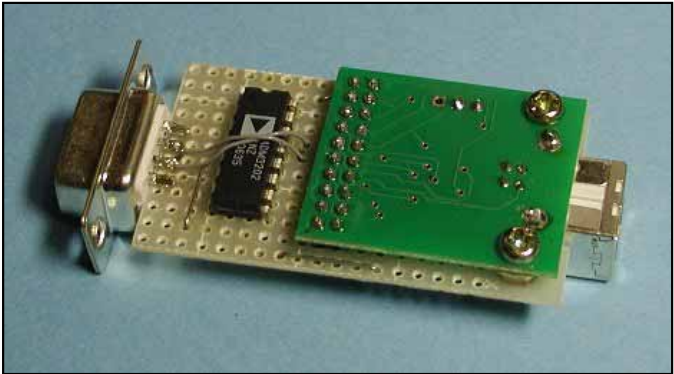
ダブルUSB



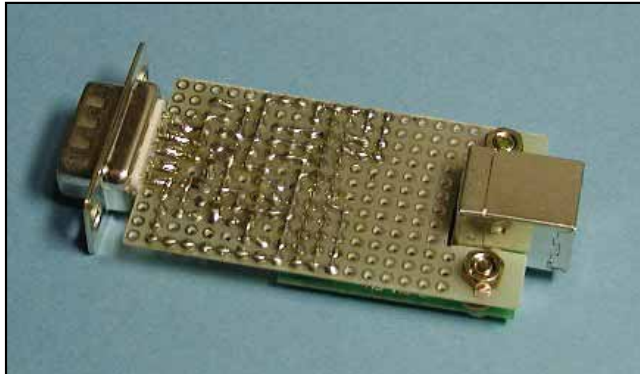
(外部回路図)



(WriteEZ3画面)



(外部回路表)



(外部回路裏)

パソコンとの接続にUSB-232C変換器を使用する場合には、FTDI社製のチップを採用したタイプのものしか使用できませんので、注意が必要です。更にPCI等で増設した232Cポートでは、使用できない(ライターソフトでポートを選択できない)場合がありますので、こちらにも注意が必要です。