



IW7901

ロックインアンプによる L メータ実験モジュール

東京デバイスズ

Rev.1.1 2014-3-27

IW7901 はインダクタンスの測定を題材とした位相検波の実験モジュールです。位相検波方式は、小さな測定信号を、基準となる信号の位相に同期させる(ロックインする)ことで検出します。IW7901 は基準信号の発生、ロックイン、信号の増幅など、ロックインアンプの基本となる機能をマイコンに搭載しています。各フェーズの信号はマイコンのピンから外部に出力されているため、オシロスコープで波形を確認しながら、位相検波による L メータの仕組みを実験できます。



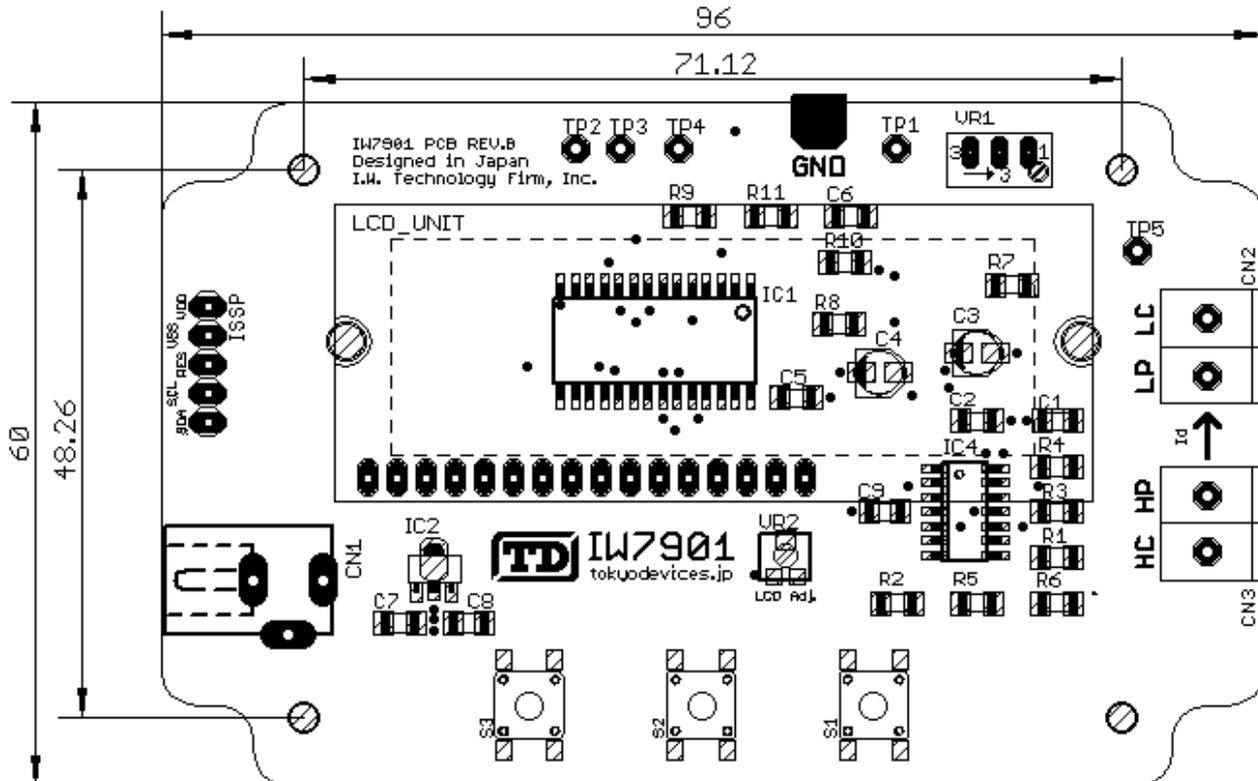
注意事項: 本製品は、取扱いに必要な専門的知識を持つ技術者の研究開発・実験・試作等を利用目的として設計されています。機器への組込や長時間運用の信頼性は未検証です。必要がある場合には十分な試験・検証を行ってください。人命や財産に重大な損害が予想される用途には使用できません。本製品の仕様および本文書の内容は予告なく変更される場合があります。

1. IW7901 仕様

- 測定範囲 : $1\mu\text{H}\sim 100\text{mH}$
- レンジ : $100\mu\text{H}$, 1mH , 10mH , 100mH
- 測定周波数 : 1kHz
- 測定電流 : 約 1.6mA , 0.4mA , 0.1mA 切替
- 検出端子 : 4 端子方式
- 測定方式 : 位相検波方式
- 校正方法 : 基準抵抗 10Ω による
- 電源電圧 : 9V AC アダプタ
- 消費電流 : 約 25mA

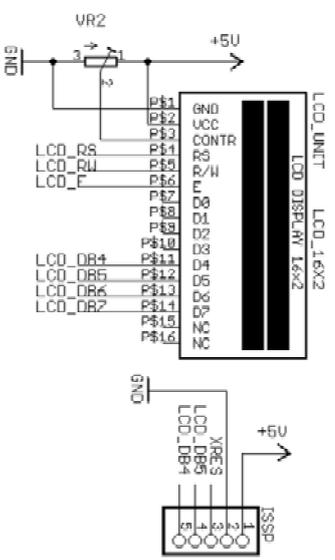
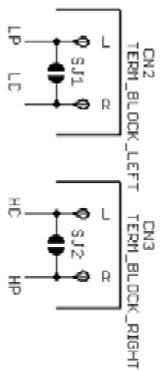
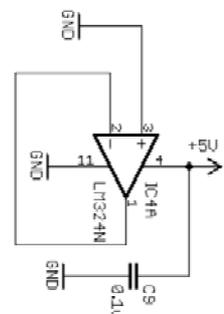
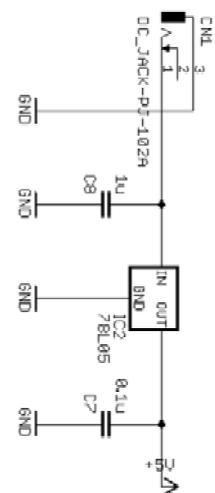
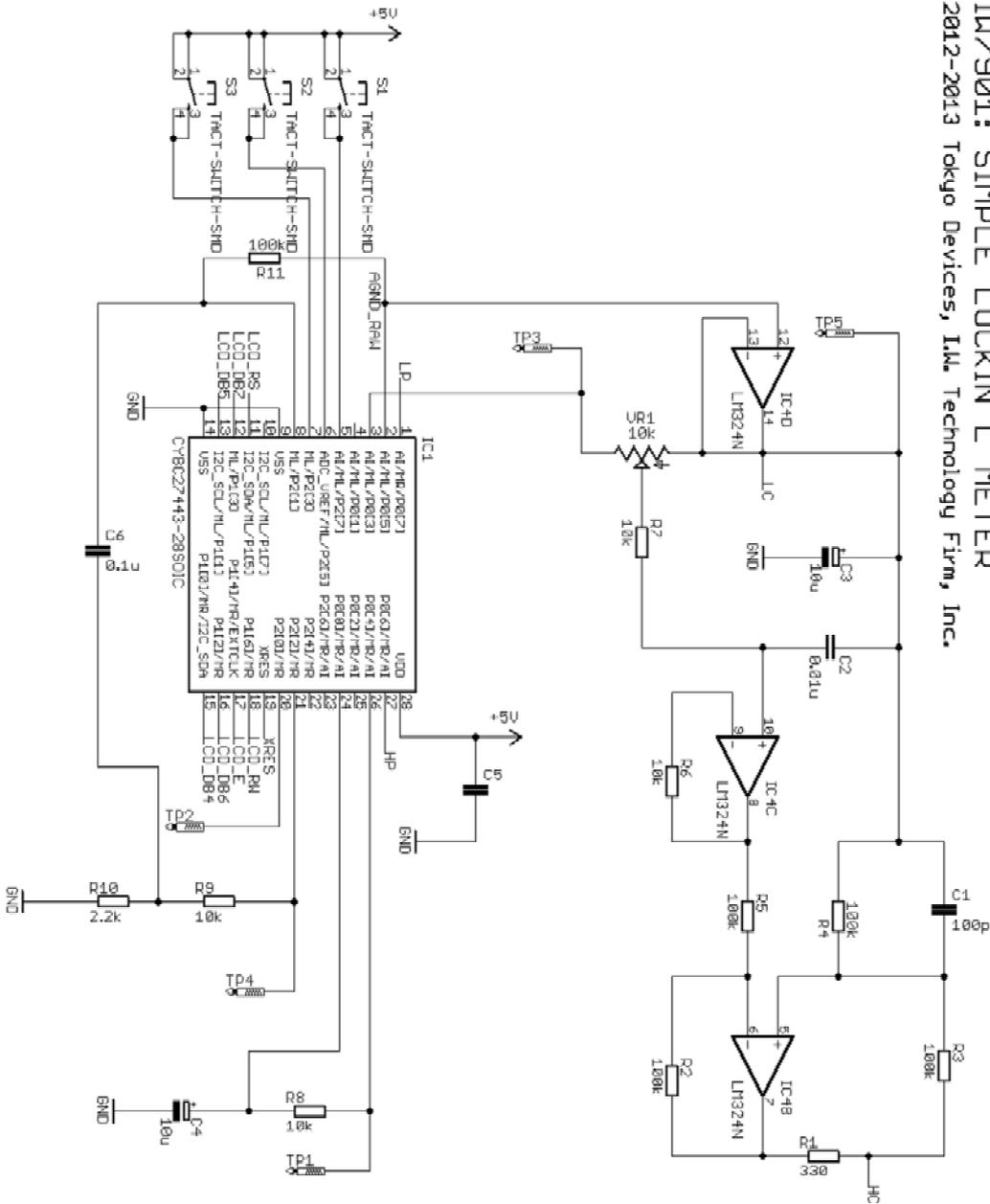
1 基板レイアウトと回路図

IW7901 の基板寸法・構成および回路図を示します。



IW7901: SIMPLE LOCKIN L METER

2012-2013 Tokyo Devices, Ltd. Technology Firm, Inc.



1.1 LCD, 操作用タクトスイッチ, プローブ用ターミナル端子等

IW7901 は、LCD ディスプレイのほか、操作用のタクトスイッチ S1,S2,S3 が基板上に備えられています。(基板上のシルクには「S1, S2, S3」と印刷されています)

CN2,CN3のターミナルブロックには測定用のプローブを接続します。4端子法を採用しているため、4つの端子があります。4端子法ではなく、簡易的な測定でよい場合には、CN2とCN3の基板裏面のショートパターンに半田を盛ってショートさせることで、2端子での計測を行うこともできます。

CN1のDCジャックには、電源として9VのACアダプタを接続します。接続すると自動的に電源がONとなります。

1.2 テストピン

TP1からTP5のスルーホールには、ロックインアンプの各波形や、基準電圧が出力されています。各テストピンの情報は次の通りです。

- TP1: ロックイン検波出力です。
 - C4とR8のLPFにより平均化された後、IC1によりAD変換されます。
- TP2: 検波用パルス出力です。
- TP3: 1KHz正弦波出力です。
- TP4: 正弦波出力用パルス出力です。
- TP5: バッファされたAGND(アナロググラウンド、約2.5V)です。
 - IC1の2番ピンに出力されたAGND基準電圧は、4素子入りオペアンプのIC4によってバッファされています。

2 動作チェック

CN1のDCジャックに、ACアダプタのDCプラグを差し込んでください。差し込むと、電源が入り、ディスプレイに起動画面が表示されます。液晶画面のコントラストはVR2で調節できます。画面が表示されたら、次の手順でチェックを行ってください。

2.1 表示のチェック

以下のように表示されていれば正常です。数値は多少変わっていても問題ありません。

Range=0 AD= 8157
_____ OS= 8192

2.2 スイッチのチェック

S1を押してレンジが0~3まで変わることを確認してください。(Range=0 → Range=1 → Range=2 → Range=3)

S2を押してAD=の値がOS=(OSはオフセットの意味)に記憶されることを確認してください。各レンジでS2を押すと現在の値をオフセットとして記憶します。

S3 を押して以下の表示に変わることを確認してください。

```
Menu
10ohm cal
```

2.3 アナロググラウンドのチェック

TP5 の出力がおよそ 2.5Vであることを確認してください。

3 キャリブレーション

計測の前に、工程1～3に従ってキャリブレーションを実施してください。

【工程1】製品に付属されている $10\Omega \cdot 1\%$ の金属皮膜抵抗器を使い、DUT に流す電流を調整します。電源を入れて S3 を 1 回押し以下のメニューを表示させます。

```
Menu
10ohm cal
```

もう一度 S3 を押してください。以下の表示に変わります。(左側は任意の数値、OS=は 8192)

```
10ohm cal
30.12   OS=8192
```

測定端子を短絡した状態で S2 を一度押してください。(短絡時のオフセットを記憶します)OS=が 8192 ± 20 付近にあれば正解、そのとき左側の数値がゼロ付近を表示します。

```
10ohm cal
0.000   OS=8193
```

測定端子に 10Ω を接続してください。左の数値がゼロ以外になります。左の数値が 10.00 になるように VR1 を調整してください。

```
10ohm cal
3.645   OS=8193
```

10.00 になったら S3 を押してメニューに戻ります。

```
Menu
Return
```

【工程2】 10Ω 抵抗器を使い位相を調整します。メニュー表示の状態で S2 か S1 を操作し以下の表示にしてください。

Menu
Phase

ここで S3 を押して位相調整メニューに入ります。AD=は AD 変換の値です。OS=は、前の工程で記憶したオフセットです。P=は $\pi/2000(\text{rad})$ 刻みの位相差で 0~3999 までの数値が表示されます。

Phase	AD=8258
P=3300	OS=8193

位相調整モードでは以前に記憶したオフセットがずれることがあります。測定端子を短絡して AD=の値を確認しずれている場合はメモしてください。短絡時の値が確認できたら測定端子に 10Ω を接続してください。S2 と S1 を操作して P=の値を調整し、AD=と短絡時の値の差がなるべく小さくなる位置を探してください。(実装によっては初期値の 3300 から 100 以上の差が生じる場合があります。)

P=の値を 10~20 程度変化させると AD=の変化の傾向がつかめます。傾向を把握してから細かく動かしましょう。また、たまに測定端子の 10Ω を抜き差しして AD=の値を確認しながら調整してください。AD=と OS=がぴったり一致することはないので大よそ近ければ OK です。(±5 程度)値が近くなったポイントで S3 を押してメニューに戻ります。

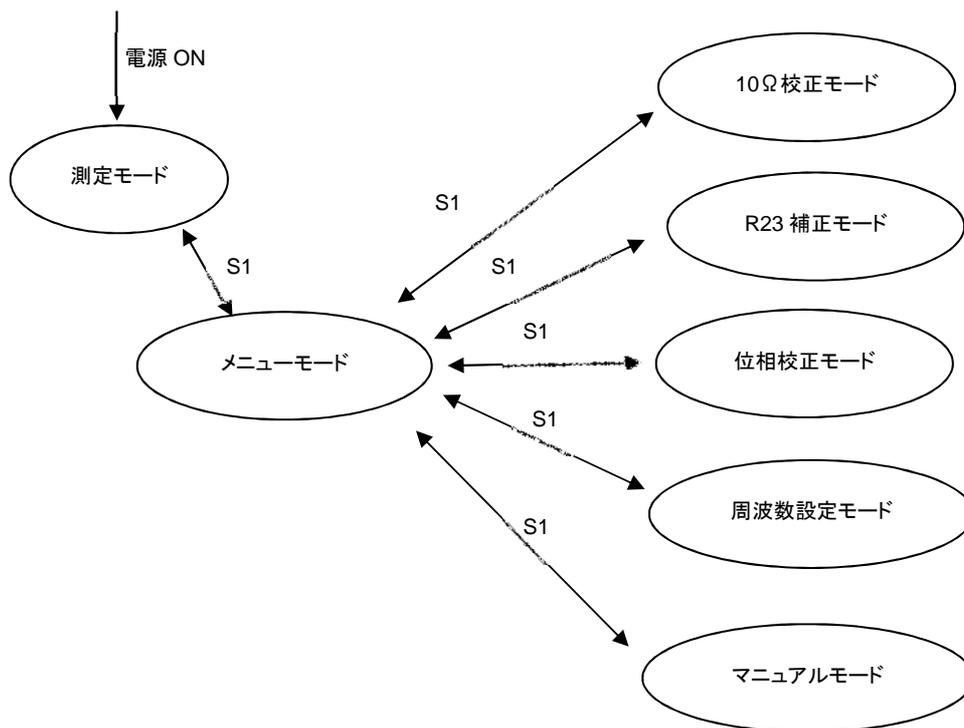
Menu
Return

【工程3】

工程1~工程2を数回繰り返します。

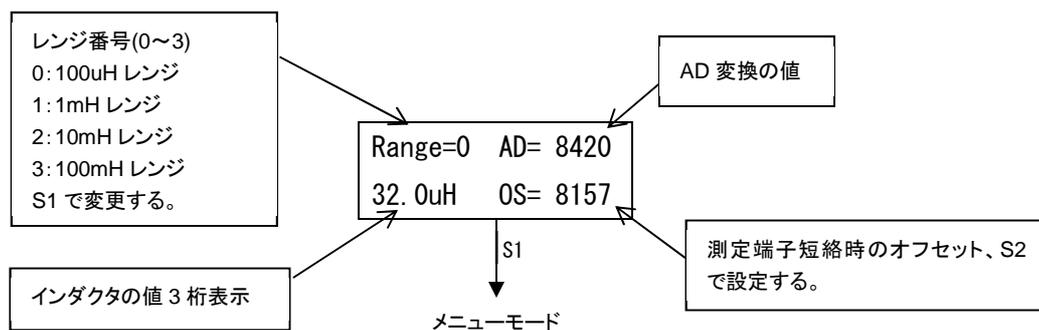
以上で調整は完了です。

4 動作モード



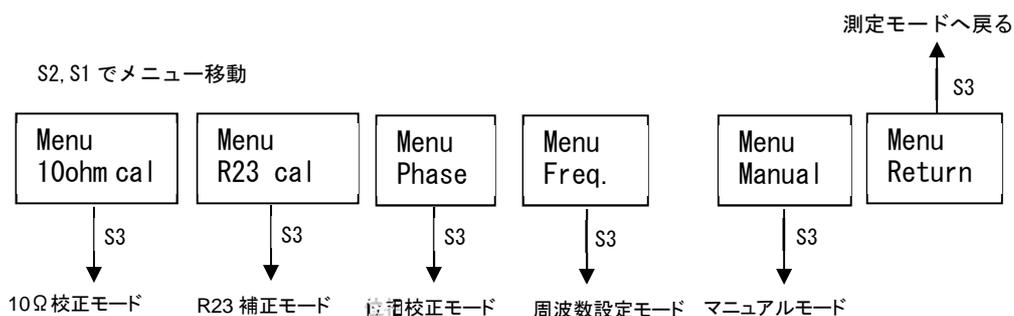
4.1 測定モード

測定を開始する前に測定端子を短絡し各レンジのオフセットを記憶してください。オフセットの記憶は S2、レンジの切り替えは S1 です。オフセットが記憶できたら DUT をセットしてください。左下に結果が表示されます。over の表示がある場合は S1 で上位のレンジに切り替えてください。____ の表示は測定端子が開放されていることを示します。DUT を挿入しているにもかかわらず ____ の表示の場合は、調整をやり直してください。



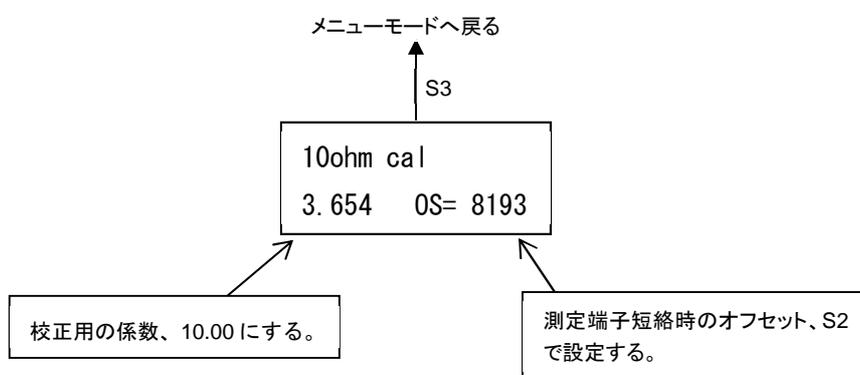
4.2 メニューモード

各モードへの切り替えと測定モードへ戻るメニューを提供します。

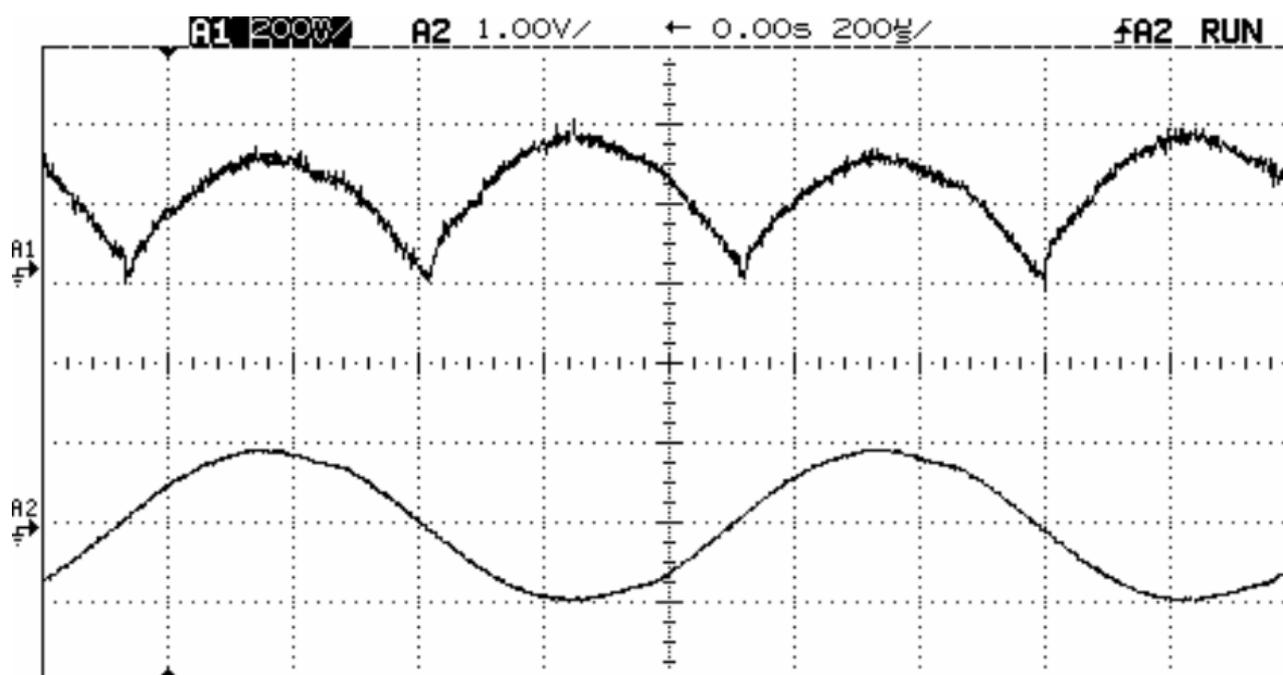


4.3 10Ω校正モード

校正用の抵抗 10Ωを使って測定電流を調整するためのメニューです。最初に測定端子を短絡して S2 を押してください。短絡時のオフセットを記憶し AD 変換の値を OS= に表示します。続いて、測定端子に校正用の 10Ωを接続してください。左下の数値が 10.00 になるように VR1 を調整してください。調整が終了したら S3 でメニューモードへ戻ります。



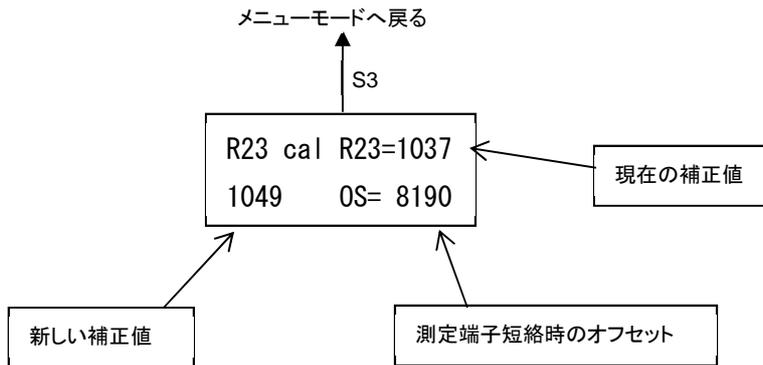
このときの検波出力 TP1(IC1 の 26 番)と LPF の出力例:



4.4 R23 補正モード

各レンジの測定電流は、レンジ 0,1=約 1.6mA、レンジ 2=0.4mA、レンジ 3=0.1mA です。マイコン内にあるオペアンプのバラツキの影響でレンジ 0,1 とレンジ 2,3 の AD 変換の値に誤差が生じることがあるためレンジ 2,3 に対する補正をこのメニューから行います。

このメニューを使う前に必ず 10Ω 校正を行ってください。10Ω 校正はレンジ 1 を使用しています。このメニューでは 10Ω 校正の値を基準にレンジ 2、3 の補正值決定します。

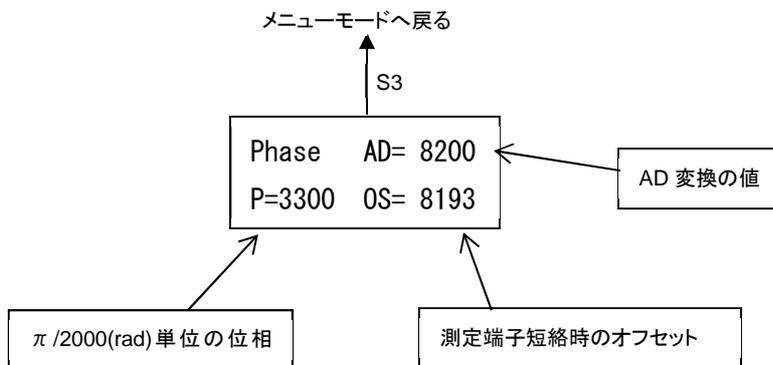


最初に測定端子を短絡した状態で S2 を押してください。短絡時のオフセットが OS=の欄に記憶されます。続いて測定端子に 10Ω を接続してください。新しい補正值が 1000 付近を表示し始めます。補正值はレンジ 0,1 を 1000 とした時にレンジ 3,4 が示した値から計算します。もしも 1000 ぴったりの場合は補正係数=1となります。(大よそ±50 以内に収まるでしょう。それ以上の場合は 10Ω 校正からやり直してください。)

補正值を確認したところで S1 を押すと値をフラッシュ ROM に記憶します。S3 を押すとメニューに戻ります。

4.5 位相校正モード

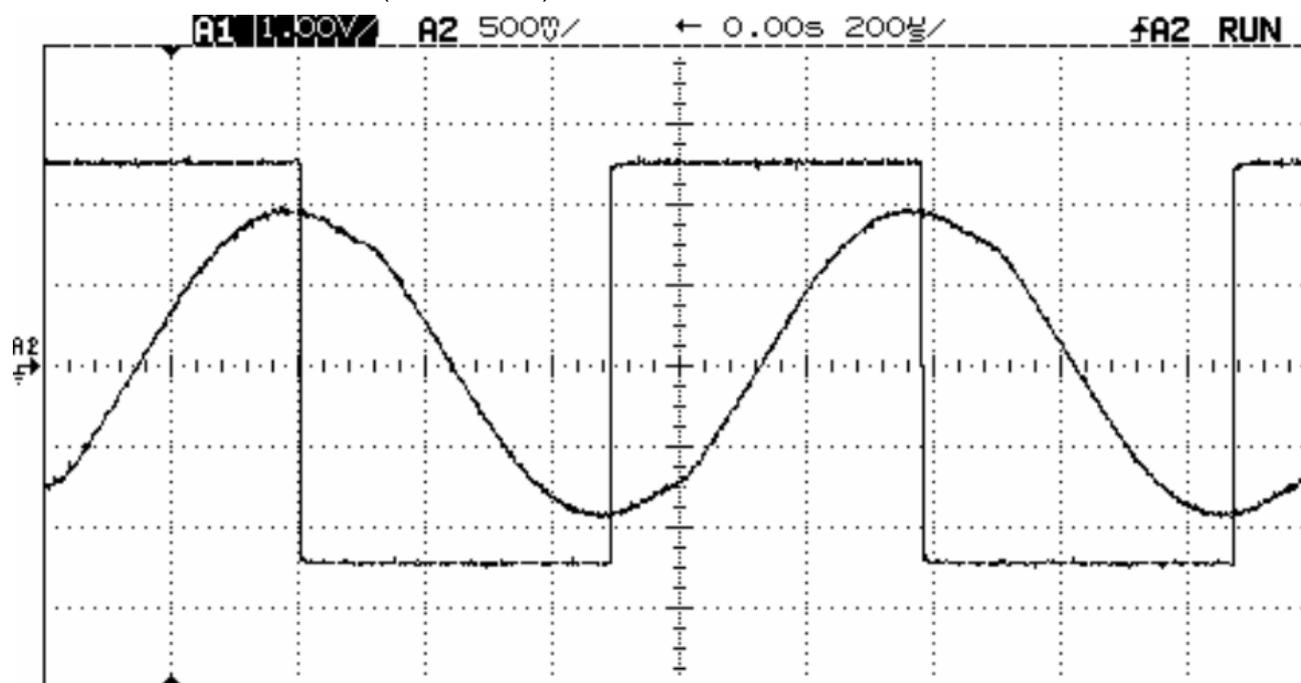
校正用の抵抗 10Ω を使って位相を調整するためのメニューです。



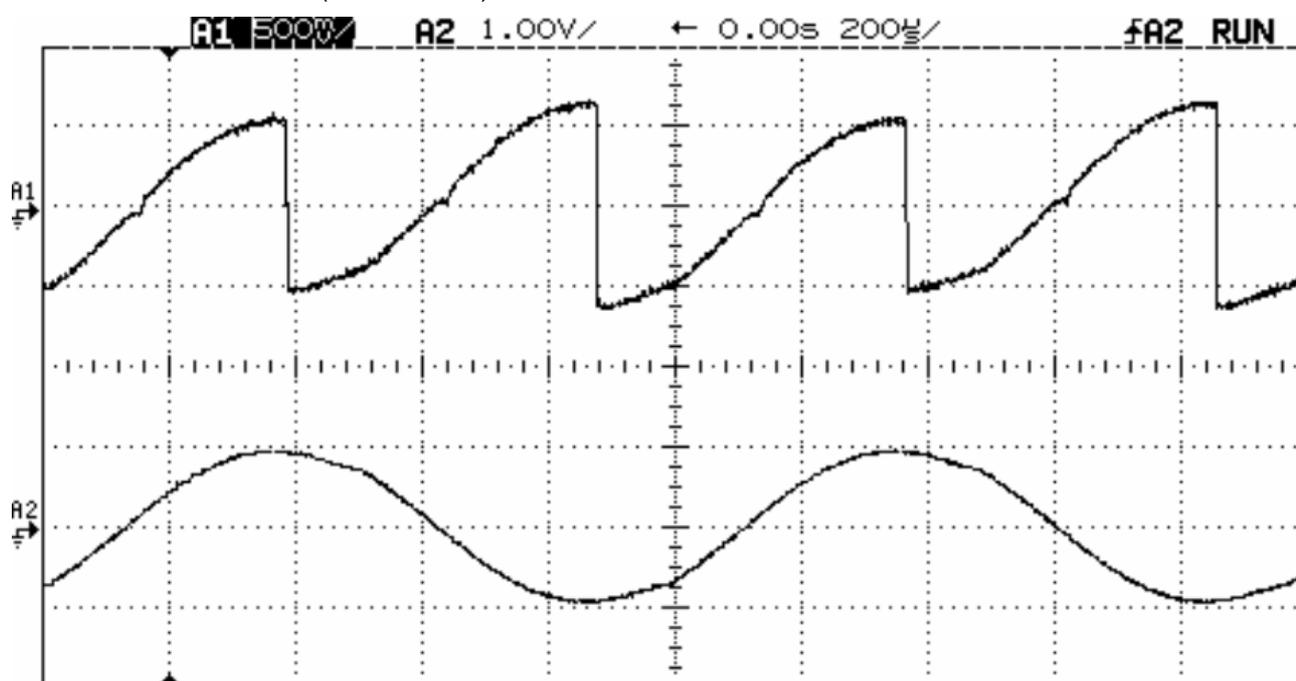
測定端子に 10Ω を接続してください。AD=の値が OS=の値になるべく近くなるように S2 と S1 を操作します。S2 を押すと P=が増えます。S1 を押すと P=が減ります。P=の増減によって AD=が変化します。理想的には位相検波

のタイミングが測定電流と 90° の位相差になったときにAD=の値はOS=の値と等しくなります。しかし、実際は抵抗のリードに存在するLの成分や、マイコン内部のクロックのタイミングがぴったり合わないなどの理由により完全に一致することはありません。目安として ± 5 程度のところでOKとします。設定値は内臓のフラッシュROMに格納されますので電源を切っても忘れません。

このときの検波用のパルス TP2(IC1の20番)とLPFの出力

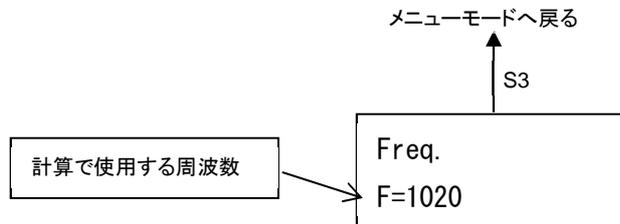


このときの検波出力 TP1(IC1の26番)とLPFの出力例

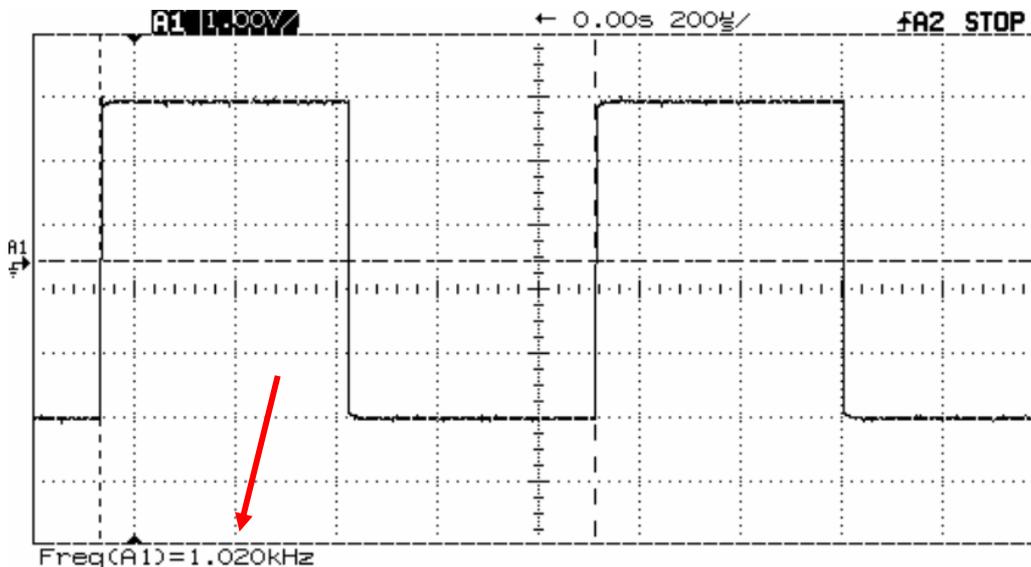


4.6 周波数設定モード

リアクタンスからインダクタンスを計算するとき使用する周波数を設定するメニューです。測定用のサイン波(1kHz)はマイコンの内部発振(24MHz)を分周することで得ています。この発振器のバラつきにより測定周波数が数%狂っておりインダクタンスへの換算に影響を与えます。周波数カウンタもしくはオシロスコープでIC1の20番ピンを計測できる場合は、このメニューで値を補正してください。増加はS2、減少はS1です。設定が終了したらS3でメニューに戻ります。設定値は内臓のフラッシュROMに格納されますので電源を切っても忘れません。

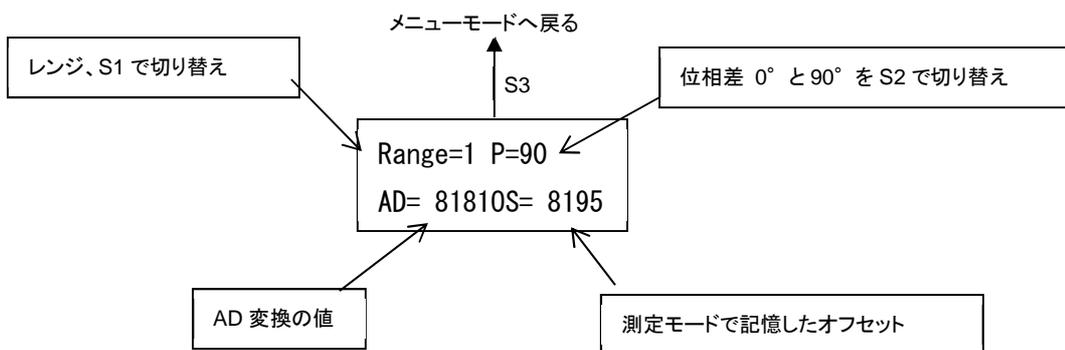


周波数に誤差がある様子

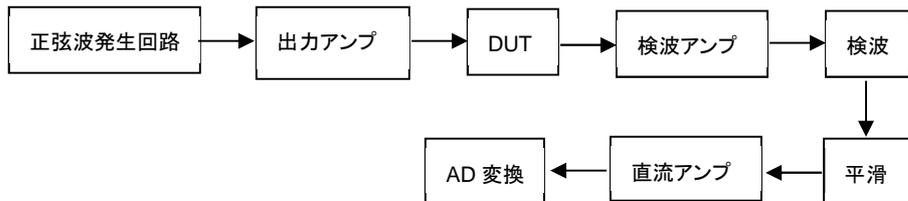


4.7 マニュアルモード

このマイコンをマニアックに使用するためのメニューです。アレゲな人だけ使用してください。インダクタンスへの換算を行わず、AD変換の生の値を見ながら位相差を0°と90°に切り替えられるメニューです。単なるロックインアンプとして使うことができます。



AD 変換にいたる信号経路



各レンジのアンプ倍率は以下の通りです。

	レンジ0	レンジ1	レンジ2	レンジ3
出力アンプ倍率	×1	×1	×0.25	×0.0625
検波アンプ倍率	×30	×16	×12	×3
直流アンプ倍率	×5.33	×1	×1	×1
総合倍率	×160	×16	×3	×0.1875

AD 変換器は 2.6V の範囲を 14 ビットで変換します。

・計算例

レンジ1を選択し、ショート時のオフセットが 8195、AD 変換値が 9195 の場合の電圧は？

$$V = (AD変換値 - オフセット) \times \frac{2.6}{2^{14}} \times \frac{1}{\text{アンプの総合倍率}}$$

$$V = (9195 - 8195) \times \frac{2.6}{2^{14}} \times \frac{1}{16} = 1000 \times 9.9 \times 10^{-6} = 9.9 \times 10^{-3} (V)$$

TD 東京デバイス | 企画・開発元

<http://corp.tokyodevices.jp/> - 本製品に関するお問い合わせはウェブサイトよりご連絡ください。

I.W. TECHNOLOGY FIRM, INC.
岩淵技術商事株式会社 | 販売元

〒305-0047 茨城県つくば市千現 2-1-6 つくば研究支援センター内