

# 改変版 B C I (ボックス・カー・インテグレータ) の製作

金野茂男

## 1. 初めに

繰り返しの微弱過渡現象等の信号を検出する素晴らしい測定器として、ボックス・カー・インテグレータ (Box・Car・Integrator = B C I) がある。著者は、マイクロチップ社のワンチップマイコン P I C を応用し、自作した B C I についての論文を、既に数年前に公開している<sup>(1)</sup>。ところで実は、現在進行中の研究課題で、この B C I を使用する必要が生じた。この B C I は、他の多くの著者の自作品と共に、退職時に研究室に残したままであった。が、後任の方が全て廃棄処分にしてしまったそうである。従って、必要に迫られ、2台目を複製することとした。しかし、複製において、進行中の研究で利用しやすいように、若干の改変を加えることにした。

本論文において、今回複製した B C I について報告をする。論文上では、記述の都合上、参考文献 (1) で紹介していた B C I を旧 B C I、今回複製した B C I を新 B C I と呼称する。参考文献 (1) では、B C I についての一般的な概説、及び、旧 B C I の製作内容について、詳細に記述を行っている。新 B C I は旧 B C I の「若干の」改変版であるので、本論文では、B C I に関して詳細に記述することを繰り返さない。また、本論文の体裁は、旧 B C I の論文の体裁を踏襲することにした。そして、本論文で記述する部分は、複製において変更した箇所限定して記述することにした。従って、本論文を読み、十分な理解を得るためには、参考文献 (1) をダウンロードして参照することが必須である。

## 2. ボックス・カー・インテグレータについて

説明・解説は省略する。参考文献 (1) を参照すること。

## 3. 設計・製作

図 1 と図 2 に、新旧 B C I のブロック図を示している。図 3 と図 4 には、新旧 B C I の回路図を示している。

旧 B C I では、回路の主たる素子として、マイクロチップ社の P I C 1 8 F 4 5 2 を使用していた。この素子は端子が 4 0 ピンあり、多数の I / O ポートを持っている。更に、1 0 ビットの A D 変換器も内蔵している。しかし、この A D 変換器は残念ながら、正電圧しか処理できない。一般に処理すべき被検出信号には負電圧レベルもある。従って、クランプ回路 (下駄電圧回路) を余分に付加することで、入力してくる ± 電圧信号を処理できるようにしていた。ところで、多機能を有している 1 8 F 4 5 2 には、残念ながら D A 変換機能がない。そのため、R - 2 R 式 D A 変換回路を自前で付加していた。

B C I は、一般に、単体として完結した単独の測定器とし、ユニバーサルの実験用ラックなどに取り付けられる仕様になっている。そのため、旧 B C I は参考文献 (1) から見てとれるように、回路自体は極めて小さく済んでいたが、B C I としての一般使用を考慮し、大きなシャーシケースに収めた。ラック取り付け用のシャーシに納めたこと自体は、それなりに有意義であった。

が、B C I 回路自体を、極めて小型にすることができ、かつ、製作費用を極めて安価とすることができていた。従って、新規開発中などにおける実験・測定システムで、B C I を使用する予定があるならば、この B C I 自体を、それほど苦勞することなく他の装置内部に納めることもできよう。そうすれば、システム全体の大きさを小さくすることができるし、そのシステム専用の B C I として使用できることにもなる。

旧 B C I の複製品を製作するにおいて、以上のことなどを考慮し、旧 B C I に若干の変更を加えた新 B C I を作成した。変更点の主な点は以下の通りである。

(1) 開発に取りかかった研究課題の遂行上で、製作する他のハードシステム内に納まる形態とするとともに、より簡易・小型・安価なものとする。

(2) サンプル&ホールド素子の使用。

新 B C I では、サンプル&ホールド素子を使用することにした。新たな素子が増えるが、これにより、クランプ回路、及び D A 変換回路は不必要となる。回路的に、より簡素とな

る。又、使用するS & H（サンプル&ホールド）素子の性能にもよるが、PIC内蔵のAD変換器を使用しないので、旧BCIより周波数特性の改善が期待できる。

（3）端子数の少ないPICの使用。

DA変換回路を省略できるので、必要なI/Oポート数が激減する。それなので、40ピンのPIC18F452から28ピンのPIC18F252に素子を変換する。これにより、基板上に鎮座するPIC自体の大きさも半減する。この2つのPICはPIC18FXX2シリーズに属している。I/O端子数の違い、メモリ容量の違い等があるが、「本質的」に互換品であるので、アセンブラプログラムに大きな変更を必要としない。従って、旧BCIで使用しているアセンブラプログラムを、そのまま利用できる。但し、利用しているI/Oポート端子を変更している場合には、それに注意する必要があるくらいである。

新BCIでは、PIC内蔵のAD変換器を使用しない。従って、アセンブラ中において、AD変換に関する実行文は省略できる。又、DA変換回路も使用しないので、アセンブラ中におけるその部分の実行文も省略できる。これらにより、プログラムの実行速度が速くなり、より周波数の高い被測定信号も取り扱えるようになる。つまり、新BCIにおいては周波数特性の改善が期待できる。

（4）回路に必要な±電源電圧の供給方法

旧BCIでは、回路に必要な電源電圧を、3端子レギュレータ7805でロジック用+5V、3端子可変レギュレータLM317でアナログ用+6Vを、DC/DC変換器ICであるMAX635でアナログ用-6Vを供給していた。新BCIでは、±電圧を出力できる新しいDC/DC変換器MCW03-05D05を使用することにした。この変換器は、入力電圧が1つの正電圧で、±5Vの電圧を出力する、便利なものである。この素子の採用により、電源回路部分は極めて簡素になる。ただ、この素子はDC/DC変換器なので、内部でスイッチング動作をしているはずであり、それによるノイズの程度、及び、本回路ではロジック電源とアナログ電源を共通とするので、ロジック回路で発生するノイズによる影響に不安があるが。しかし、ノイズが気になるようならば、その時点で対応することとした。

（5）旧BCIでは、シャーシの正面パネルに取り付けていた、Amp用可変抵抗は基板上に取り付けられる小さな10回転トリマー可変抵抗とした。全体をより小型にするために。

（6）積分回路部で、時定数を決めているコンデンサは、旧BCIでは、多段のロータリースイッチを用い、シャーシパネルの正面パネルに取り付けていた。新BCIでは、前記の（5）で記述しているように、増幅用の可変抵抗を基板用の小さなものとした。そうすると、ここで、多段の大きなロータリースイッチを用いるは、場違いとなる。基板上に端子をもうけて、必要な容量のコンデンサを差し込む方法とした。これらにより、BCI全体を大幅に小型とすることができた。

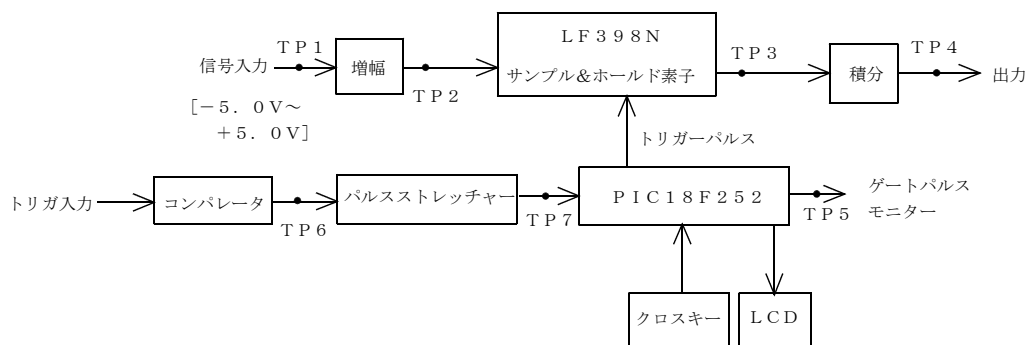


図1 新BCIのブロック図。

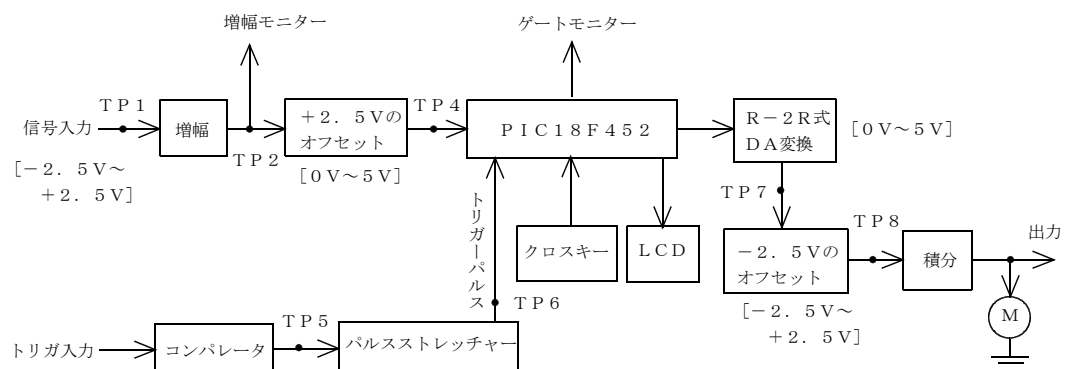


図2 旧BCIのブロック図。参考文献(1)より。

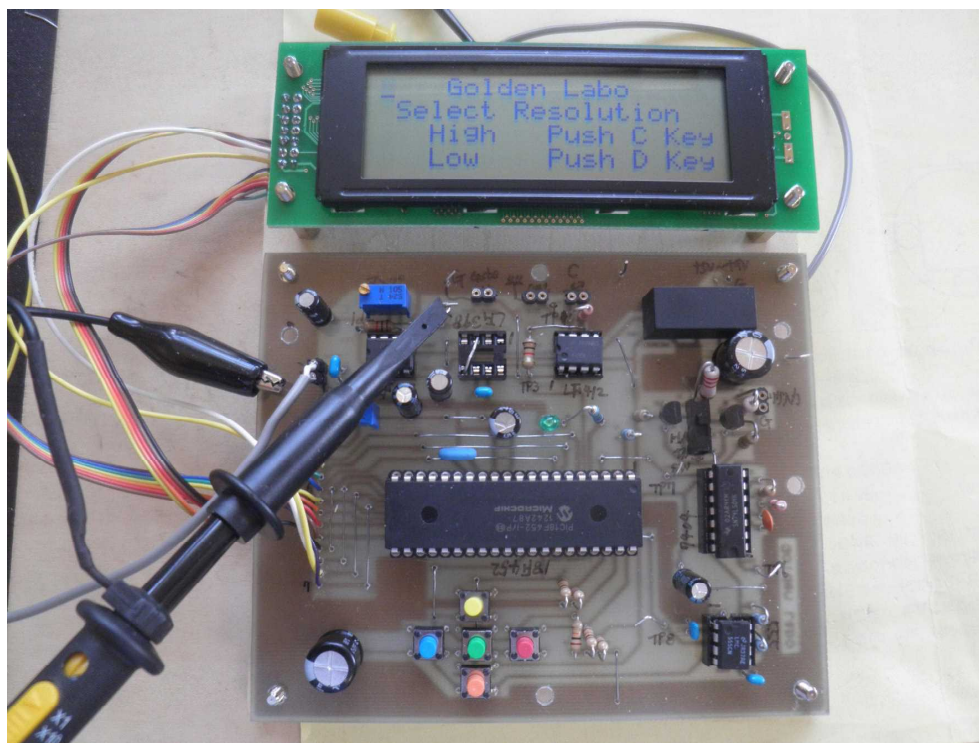
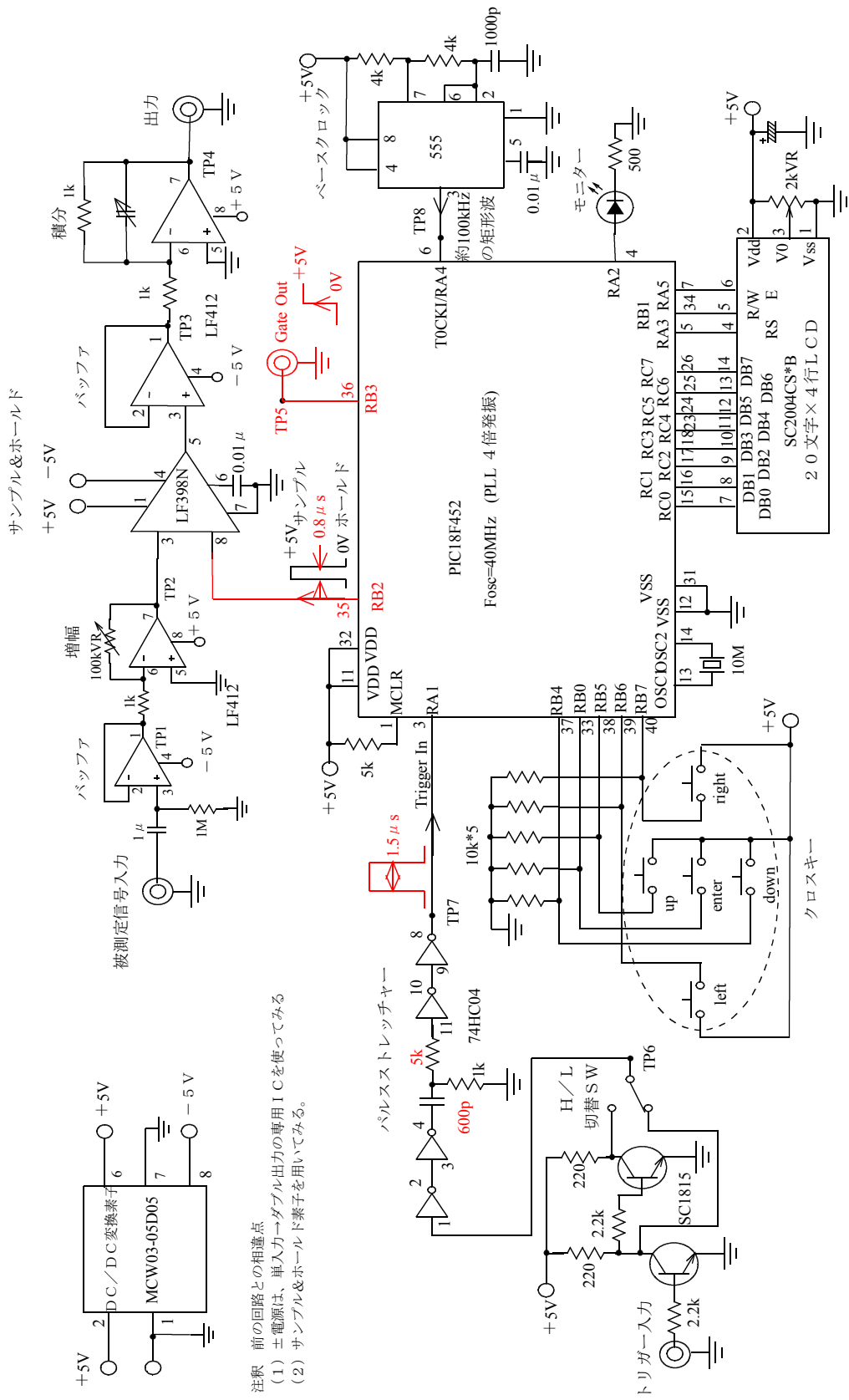


写真1 新BCIの外観。調整中での一様。



注釈  
 前の回路との相違点  
 (1) 土電源は、単入力ゲナプルの専用ICを使ってみる  
 (2) サンプル&ホールド素子を用いてみる。

図3 新BCIの回路

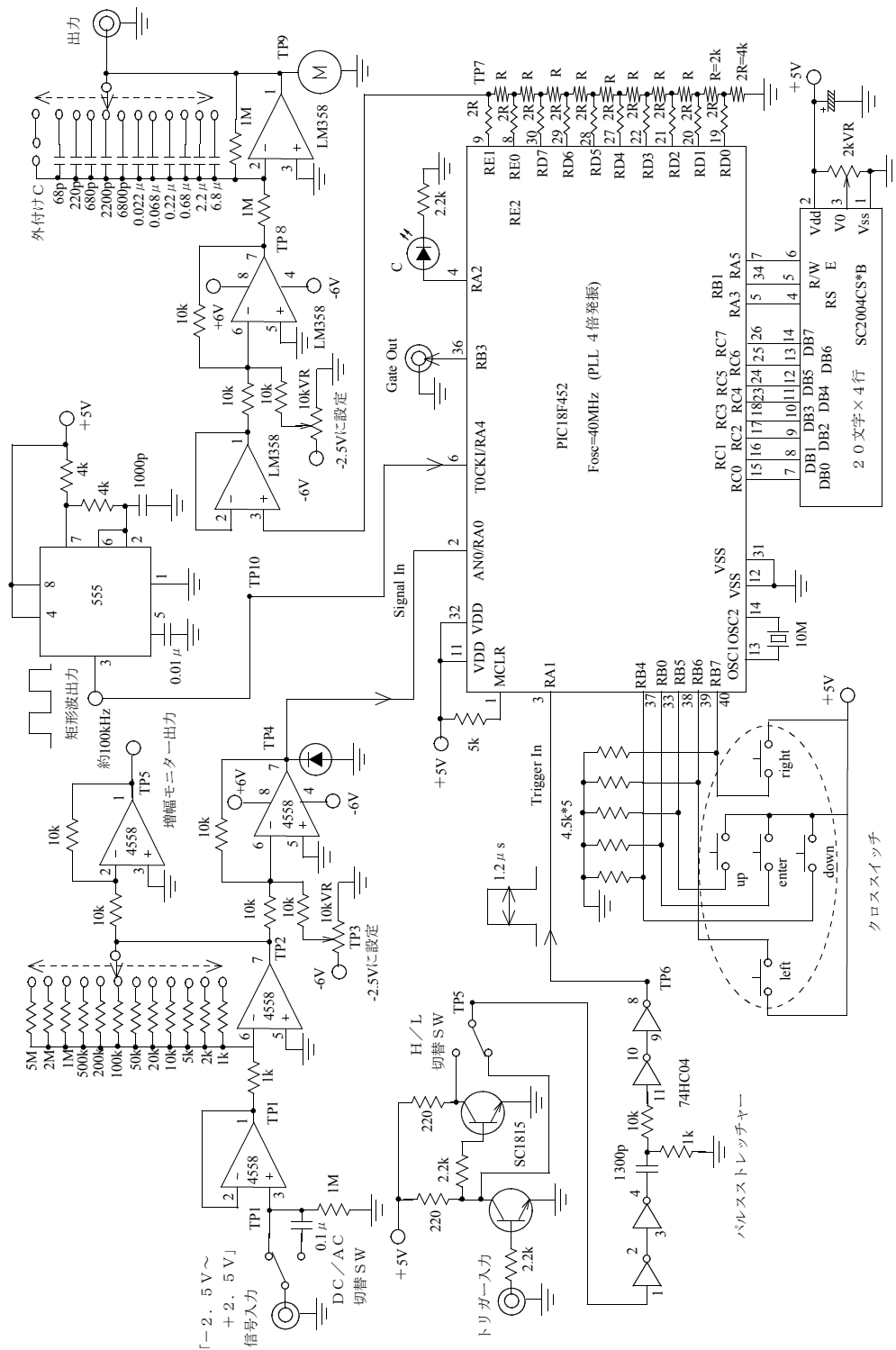


図4 旧BCIの回路図。参考文献(1)より。

#### 4. アセンブラプログラム関係

新旧のアセンブラプログラムのフローチャートを図5、図6に示している。新BCIのPIC18F252に書き込んだアセンブラプログラムは、ほぼ、旧BCIのPIC18F452に書き込んだアセンブラプログラムと同じである。変更点は大凡以下の点である。

(1) 新BCIでは使用するI/Oポート数は、旧BCIでの使用数より少なくなっている。

る。回路図である図3と図4を対比すれば、分ろう。又若干のI/Oポートなどの使用変更もある。

(2) 新BCIでは、旧BCIで使用していたAD変換機能と、DA変換回路へのデータの出力がない。それらの処理に関する箇所のアセンブラプログラムはジャンプ命令を付加することで、飛ばしている。削除しても良いのであるが、後々のことを考えて、残している。

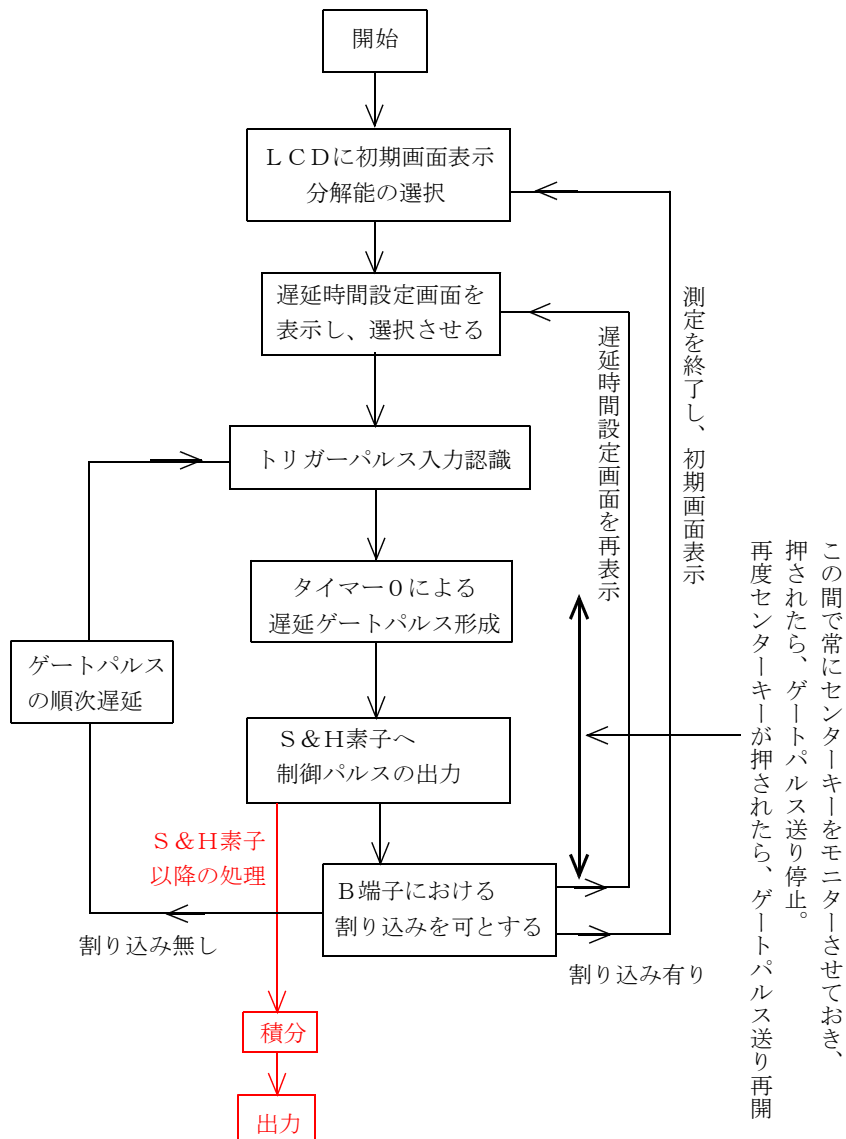


図5 新BCIのアセンブラプログラムのフローチャート。赤色部分は、PICから離れ、S & H素子以降の処理過程である。

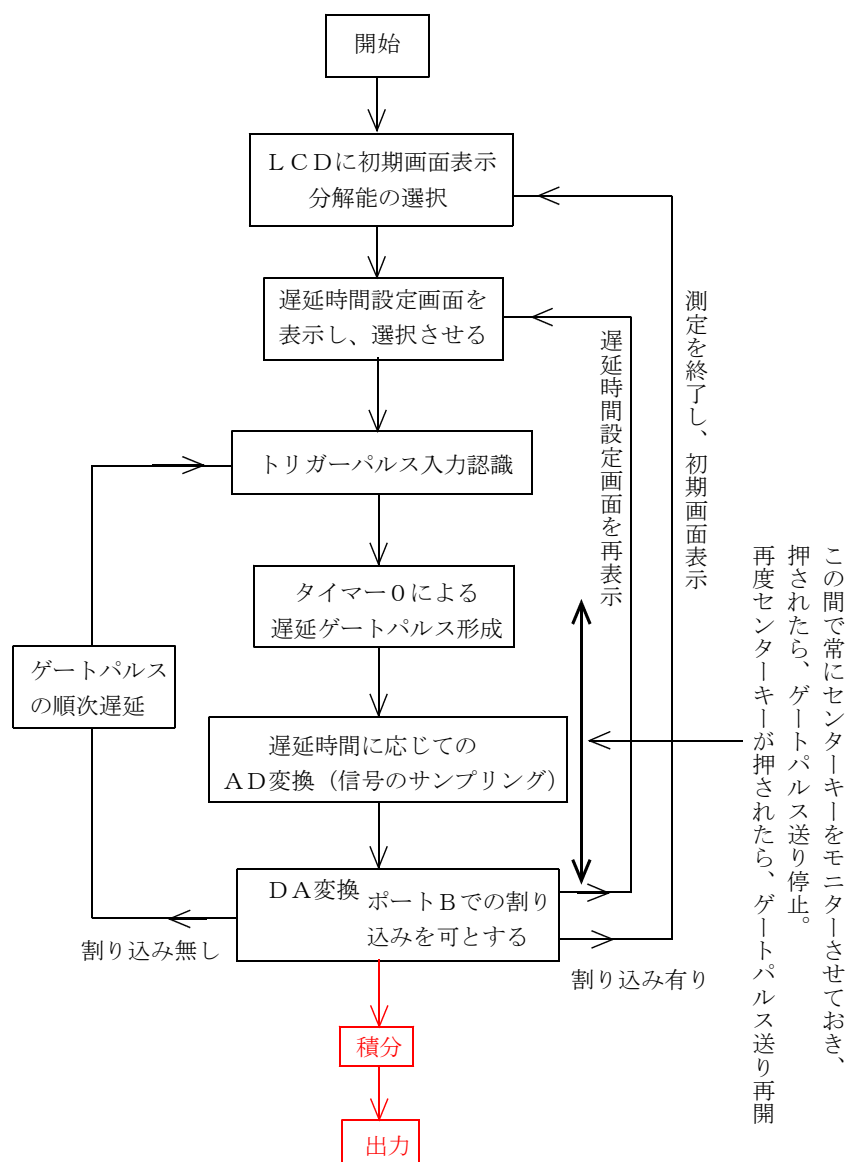


図6 旧BCIのアセンブラプログラムのフローチャート。赤色部分は、PICから離れ、S & H素子以降の処理過程である。

## 5. 使用方法

新BCIの使用方法は、旧BCIの使用方法と全く同じである。完成した新BCIの外観写真を写真1に示している。ページに余白があったので、3ページ目に掲載している。

## 6. デモ実験「LC回路の共振周波数の測定」

旧BCIの論文で紹介している、過渡現象は発現するLC共振回路も復元し、旧BCIと同じデモ実験も行った。実験内容と、その結果は、ほぼ旧BCIのデモ実験と同じである。説明・解説は省略する。

## 7. 性能仕様

旧BCIとほぼ同じ。

## 8. 終わりに

気がついた点についていくつかを書き残す。

(1) 信号増幅用の  $100\text{ k}\Omega$  VR は基板上に取り付けられる、 $10$  回転の小さいトリマー可変抵抗としている。時計ドライバーなどで頭を回すこととなる。この抵抗は、測定において、一番調整が必要な部品である。これでは不便と思うならば、参考文献(1)のように、通常の手で回せる可変抵抗にしても良いであろう。基板からトリマー可変抵抗を取り外し、配線を取り付けて、その先に、希望する可変抵抗を取り付ければ良い。 $100\text{ k}\Omega$  と限る必要は全くない。又、可変抵抗の取り付け場所はそれぞれであろう。

(2) 積分時定数を決めてくれるコンデンサーは、希望する容量のコンデンサに差し替えを行うようになっている。この積分時定数の設定も結構、測定時には、調整する必要がある。この箇所に、参考文献(1)のように、コンデンサ群を取り付けた多段のロータリースイッチを取り付けるのも良い。或いは、基板上に多段のディップスイッチを取り付けるのも良い。

## 参考文献

(1) 「繰り返しの微弱過渡現象信号の測定器 (いわゆるボックス・カー・インテグレータの自作)、金野茂男、本沢上、小山高専電子制御工学科、2011年6月著者研究室のホームページで公開済み、現在はURL <http://kinno-homepage.sakura.ne.jp> で公開済み。

2014年10月