

汎用自動試験装置

Universal Automatic Tester

片平 洋一*
Yōichi Katahira
石川 嘉紀*
Yoshinori Ishikawa
小沢 正治*
Masaharu Ozawa

When testing completed electronic products, I/O sequence check is perhaps the most important factor in making final inspection process meaningful and effective. Furthermore, automatic testers are necessary in order to make such inspections reasonably efficient.

However, with the increased emphasis on multiple-product low-volume production, it is no longer feasible in terms of time or money to go about developing an automatic tester for each and every new product. Here, we have developed the Universal Automatic Tester, a device which allows one to quickly and economically set different test cycles for different products by simply changing a portion of the control program. By this, the time required to develop new testing equipment can be greatly reduced.

Universal Automatic Testers are currently in use for testing the performance of many types of electronic products.

1 まえがき

当社ではIC、LSI、マイコン等電子部品により構成された電子応用製品を生産している。これらの品質管理のために様々な検査が行われているが、それらの検査項目の中で最も重要なものが入出力シーケンスの検査である。入出力シーケンスの検査は、個々の製品が仕様通りの動作を行うかどうかチェックするもので、製品全数に対して行われるため検査の効率を上げる必要がある。

また、明確な良否判定の基準も必要となる。このため、従来は自動試験装置をそれぞれの機種に対して製作し、検査を行ってきた。しかし、機種の多品種化に伴い、個々の機種に対して専用の自動試験装置を製作することが時間的に困難となってきた。これには特定の技術経験者に集中してその援助が必要になるという事情も原因となっている。

そこで、これらの諸問題を解決するためにどのような機種に対しても容易に自動試験装置を構成できることを目的として、汎用自動試験装置を開発したのでここに紹介する。

2 自動試験装置の概念

従来の自動試験装置は個々の機種に対して専用に設計される（以下専用自動試験装置という）。

これには次のような長所と短所がある。

<長所>

- (1) 高速マイコンを使用することにより、数 μ s単位の時間計測まで行うことができる。
- (2) ROM化が可能である。
- (3) 試験装置をコンパクトにまとめることができる。
- (4) ソフトウェアの工夫により、並列処理等の複雑な動作が可能である。

<短所>

- (1) ハード及びソフトウェアの開発に時間がかかる。
- (2) 開発には特定の技術者が必要不可欠である。
- (3) ハード又はソフトウェアに変更があった場合、開発者によってのみ変更可能である。
- (4) 機種が多品種になると試験装置の管理が繁雑になる。

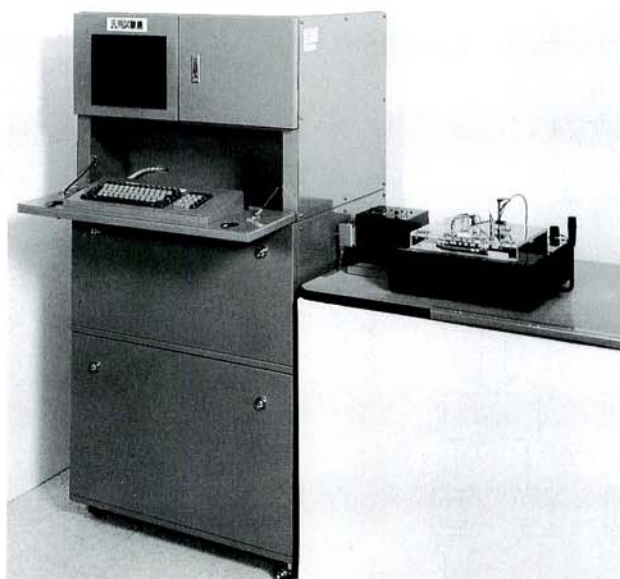


図1/外観
Fig. 1/External View

これらの長所、短所の中で、高速動作や並列処理はわずかな限られた機種種の検査でしか必要とされず、むしろ開発時間や変更のしやすさが重要視される。また、各機種毎に設計するため、使用方法がほとんどすべて異なっており、試験者の混乱をまねくことがある。

つまり、性能がある程度備わっていれば、あとは運用のしやすい試験装置が望まれる。そこで、汎用自動試験装置はつぎの項目を目標として開発が進められた。

- (1) 試験プログラムの開発、修正が専門の技術者以外にも容易に行えること。
- (2) 機種毎に専用である部分は最小であること（アタッチメントの交換で容易に他の試験装置に変更可能）。
- (3) 試験手順を簡素化し、また画一化すること。

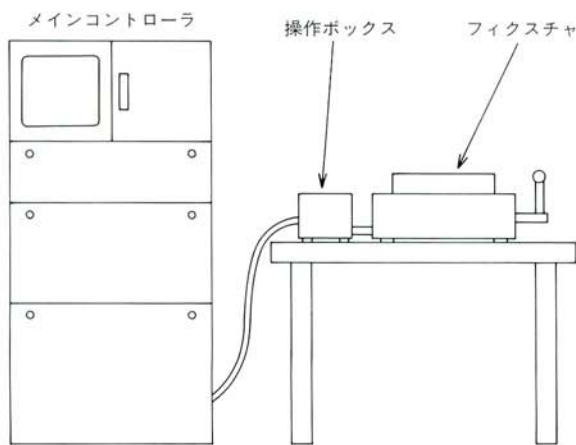


図2/汎用自動試験装置
Fig. 2/Universal automatic tester

3 装置の概要

図2に示すように、本試験装置はメインコントローラ、操作ボックス、フィクスチャの3部分で構成されており、それぞれの被試験体専用のフィクスチャを交換することにより、様々な機種種の試験装置を構成することが可能となっている。

次に各部について説明する。

3.1 メインコントローラ

図3に示すように使用したコントローラは、シングルボードコンピュータのI/Oにリレー回路等を持った基板を接続したものである。

- (1) ZPC
CPUとしてZ80を持つ、このコントローラの中核である。演算、処理は全てこの部分で行われる。
- (2) 64FDC
フロッピーディスクのコントローラである。また、1台のターミナルを接続することが可能である。
- (3) 64MUC
PIO（パラレルI/O）、SIO（シリアルI/O）を2チャンネル、RAM64Kバイト、カウンタタイマを有する基板で、本装置ではRAMとカウンタタイマを使用している。
- (4) 8PIO
8ビットの入出力を8回路有する基板で、この基板にAC入力回路、DC入力回路、リレー出力回路、トライアック出力回路を接続し、操作ボックス及びフィクスチャとのインターフェースを行う。

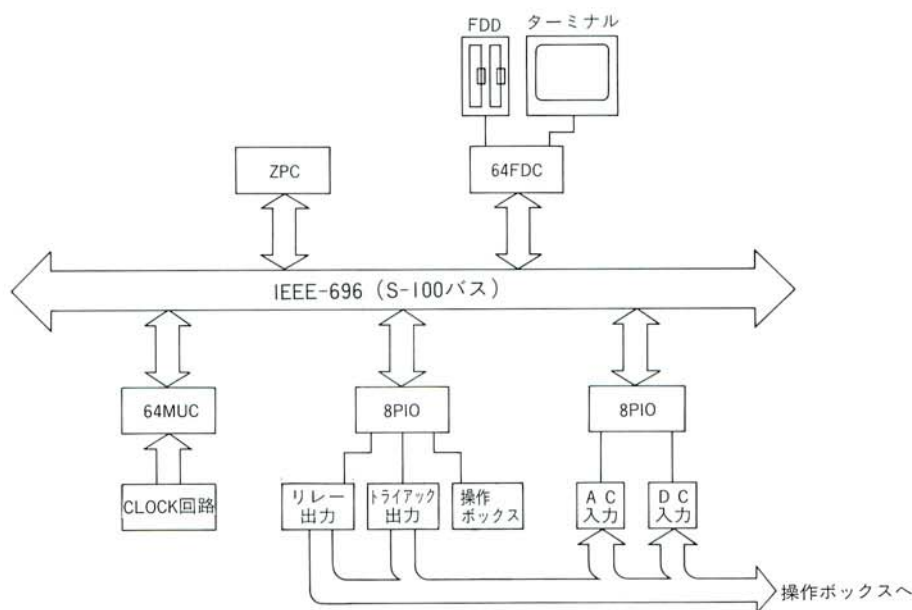


図3/メインコントローラ
Fig. 3/Main controller

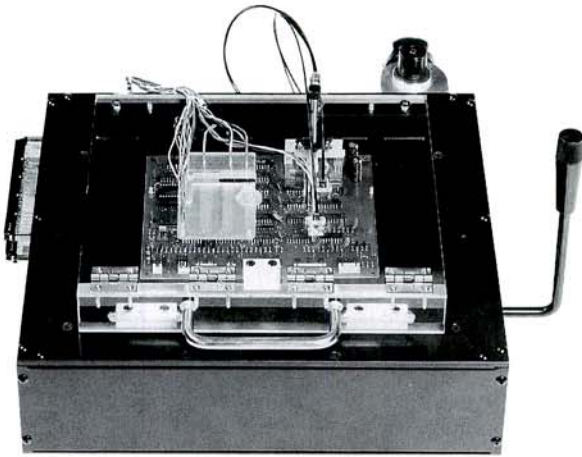


図4/フィクスチャ
Fig. 4/Fixture

以上4種類5枚の基板でコンピュータシステムを構成している。またDOS(ディスクオペレーションシステム)としてはCDOS(クロメンコ製、CP/Mと同等)を使用している。

3.2 操作ボックス

これはメインコントローラとフィクスチャとの間に設置されるもので、コントローラのAC入力回路、DC入力回路、リレー出力回路、トライアック出力回路より引き出された接続線がすべてこの操作ボックスへ引き込まれ、ここからフィクスチャに接続される。

他に、スタートスイッチ、ストップスイッチ、検査完了ブザー、異常ブザー等が設けられており、これらはコントローラの8PIOに直接接続されている。作業者はほとんどこれらのスイッチ類の操作だけで検査を行うことができる。

3.3 フィクスチャ

被試験体(製品)と試験装置を接続する部分である。被試験体には、試験用に特別な端子を設けることはほとんどないので、電気信号は抵抗器やダイオードのような部分のリード線へコンタクトプローブを接触することにより得ている。またLEDの点灯の確認用に、光ファイバとフォトダイオードを利用した光検出回路や、製品上のスイッチを操作できるように電磁弁とエアシリンガを組み合わせたアクチュエータも用意している。

このようにフィクスチャは各製品毎に専用に設計する唯一の部分となっている。ただし、フィクスチャ本体は標準品として購入可能であるので、その加工(コンタクトプローブの取付け及び配線等)をすればよい。

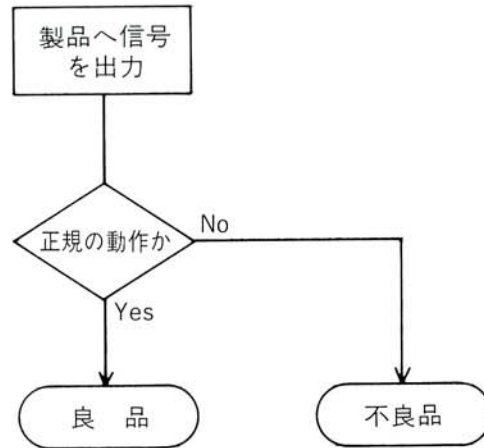


図5/試験プログラムの基本フローチャート
Fig. 5/General flow chart of test program

4 ソフトウェア

本試験装置のソフトウェアが満足しなければならない条件は次の通りである。

- (1) 試験プログラムの作成と修正が容易であること。
- (2) 最小の専門知識で理解可能なこと。
- (3) 複雑な動作が可能なこと。

上記の条件を満足させるために、まずBASICに類似した試験装置用高級言語を作ることが考えられた。しかし、この方法でも動作が複雑になってくると、プログラムが組みにくくなることが予想されるので、(1)の条件を満たすことが不可能であると判断した。そこで、本試験装置に使用するソフトウェアは、通常よく使用されているFORTRANやCOBOL、BASIC等高級言語とは異なる体系を持たなければならないと考えた。

試験対象物である製品が量産されることになると、その設計者あるいは製品の機能に精通した技術者からその製品の動作について書かれたタイミングチャートが提出される。これが検査において良否の判断基準となる。

通常、試験装置のソフト担当者はこのタイミングチャートに基づいて図5に示すようなフローチャートを作成し、次にこのフローチャートに従ったプログラムをアセンブラ言語やBASIC等によって記述し、これをアセンブラやBASICコンパイラで機械語に変換して実行プログラムを作成する。

これらの手順の中で最も時間と労力を要する部分はフローチャートの作成であり、その理由はほとんどの製品が外部からの信号(接点信号、電圧信号)及び各種入力電源に対して複雑な組み合わせやタイミングで所定の動作(出力接点の開閉やランプ等の点灯)を行うので、タイミングチャートからフローチャートへ展開する際の綿密な検討と分析を必要とすることによる。

以上の理由から、試験ソフトの開発作業の効率化は既
有の高級言語を利用する手法のみでは困難であると判断
し、フローチャートを作成することなくタイミングチャ
ートから直接的にプログラムの記述が行えるような汎用
試験装置用プログラム言語を開発した。

4.1 汎用試験装置用プログラム言語

汎用試験装置用プログラム言語は前述のような思想背
景で考えられており、次に示すようなフォーマットの固
定された行の集まりであり、以下にその例を示す。

なお、この行は入力行である。

```
0020 0X10-XX00-X111-1X01 * 0010 0:20.5 1:15.0
行番号 入力条件 出力条件 基準行番号 時限1 時限2
```

各部について説明する。

(1) 行番号

行毎につけられる番号で4桁の整数とする。

(2) 入力条件

本試験装置にはAC入力回路が16個、DC入力回路が16
個あり、試験にはその中の16回路を選択して使用する
ことができ、この選択された回路と入力条件の0、X、
1の書かれた位置はそれぞれ対応している。

入力条件には、それらの入力へ入ってくるべき信号
の論理状態を記入する。

(3) 出力条件

本試験装置には無電圧接点出力回路が16個、トライ
アック出力回路が16個あり、試験にはその中の16回路
を選択して使用することができる。この選択された回
路と出力条件の0、X、1の書かれた位置はそれぞれ対
応している(例では*が記入されているが、出力行の
場合は出力条件の項に例に示す入力条件の0、1、Xの
組み合わせが記述され、代わって入力条件項には*が
記述される)。この行を実行すると出力条件に記入され
た状態が出力へ移される。

ただし、入力条件と出力条件は同一の行に書かれる
ことは禁止で、必ずどちらか一方に*を書く。以後、
入力条件のみ記入されている行を「入力行」、出力条件
のみ記入されている行を「出力行」と呼ぶことにする。

(4) 基準行番号

時限の基準となる行番号を示す。

基準行番号が入力行である場合、その入力条件が満
たされた時刻が基準の時刻となり、基準行番号が出力
行である場合、その出力がなされた時刻が基準の時刻
となる。

(5) 時限1, 2

出力するタイミングあるいは入力を判断する時間を
記入する。具体的に説明すると出力行の場合、基準の
時刻から時限1だけ時間が経過した時にその出力を実
行する(時限2は書かれていても意味を持たない)。入

力行の場合、基準の時刻から時限1だけ経過した時刻
をT₁、時限2だけ経過した時刻をT₂とすると、このT₁
からT₂までの間に入力条件と一致するような信号が入
ってくるかどうかを監視する。もし時間内に入力条件
と一致しない場合、不良と判断する。また、時限の最
小単位は0.1秒、最大設定時間は20分で、時限1と2は
(時限1) < (時限2) でなければならない。

以上のようなフォーマットによって試験プログラムは
タイミングチャートからある程度機械的に作成するこ
とが可能である。では、どのようにして試験プログラムが
作成できるか実例で説明する。

4.2 試験プログラムの実例

例として、図6のようなタイミングチャートを試験プ
ログラムへ変換する。この中で試験装置から見てA、B、
Cは出力、D、Eは入力である。そしてタイミングチャ
ート上のA、B、Cを試験プログラムの0、X、1の符号で表
現される出力条件の右端から順に対応させ、またD、Eを
同様に表現される入力条件の右端から順に対応させる(電
源はこれらと別に用意されている)。

試験開始直前、A、B、C及び電源はすべてOFFの状態
で、開始と同時に電源が投入される。この時刻が行番号
0000の動作が起きた時刻(試験開始時刻)となる(行番
号0000の試験プログラムの出発点で、プログラム上は書
く必要のない仮想の行番号である)。

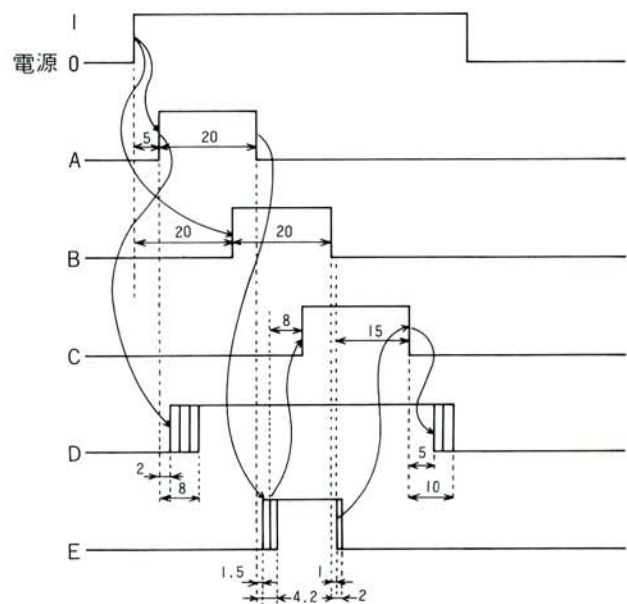


図6/タイミングチャート
Fig. 6/Timing chart

次にタイミングチャートを左から順に見て行き、信号が変化する項目があればその項目についてプログラムを書いて行く。

まず信号の状態が変化するのはAである。これが0から1へと変化しているから次のように書ける。

```
0010 * XX1 0000 0:05.0
```

最初に行番号がある。次の入力条件で*はこの行が出力行であることを示す。次の出力条件でXは信号が変化しないことを示す記号で、従ってB、Cはこの行が実行されても以前の状態を保つ。Aの対応する部分が1となっているので、Aのみ1が出力される。基準行番号が0000で時限1が0:05.0秒であるから、この出力がなされるのは試験開始から5秒後である。

さらにタイミングチャートを見ると次にDが変化する。これについてのプログラムが先の出力行に続けられる。

```
0020 X1 * 0010 0:02.0 0:08.0
```

この行の意味は行番号0010の動作がなされてから2秒から8秒の間にDが1となるのを監視するというので、条件が満たされない場合エラーとなる。

このような手順でプログラムを書き、最後にENDを記入して試験プログラムの作成を終了する。

このタイミングチャートの試験プログラムは次のように書ける。

```
0010 * XX1 0000 0:05.0
0020 X1 * 0010 0:02.0 0:08.0
0030 * X1X 0000 0:20.0
0040 * XX0 0010 0:20.0
0050 1X * 0040 0:01.5 0:04.2
0060 * 1XX 0050 0:08.0
0070 * X0X 0030 0:20.0
0080 0X * 0070 0:01.0 0:02.0
0090 * 0XX 0080 0:15.0
0100 X0 * 0090 0:05.0 0:10.0
END
```

このように信号の変化するための起因とタイミングが明確であれば、ほとんど機械的に試験プログラムを作成することができる。

4.3 ユーティリティ

試験プログラムが作成されたら、これをコンピュータのファイルに登録し、さらにコンピュータが処理可能なコードに変換する作業をしなければならない。

これらの作業を行うために次のソフトウェアを用意した。

- (1) AUTED.COM (Aichi Universal Tester Editor)
試験プログラムのファイルを作成するためのスクリ

プトエディタである。これを起動し、先程の試験プログラムを入力し、"filename.TST" という名前のファイルを作る。この拡張子TSTは、このファイルが試験プログラムのソースファイルであることを示すもので、必ずファイル登録時にファイル名に付加しなくてはならない。

- (2) UTESTC.COM (Universal Tester Converter)

試験プログラムのソースファイルを実行用のコードに変換するプログラムで、これにより"filename.EXD" というファイルが生成される。実際の試験においては、このファイルが使用される。

- (3) SETIO.COM (SET I/O)

これには2つの役割があり、1つは実行すべきファイル名の登録で、もう1つはI/Oの定義である。

- ① ファイル名の登録

製品に対して提出されるタイミングチャートはほとんどの場合が複数である。よって試験プログラムも複数となるから、実行すべき試験プログラムをあらかじめ登録し、試験ではそれらを連続して実行することが可能となっている。

- ② I/Oの定義

入出力条件の各ビットが実際に試験装置のどの入出力に対応するかを定義する。

このプログラムにより、"filename.DAT" というファイルが作成される。

以上3つのプログラムを実行して試験プログラムの準備が完了する。

4.4 実行方法

4.3で用意された試験プログラムを実行に移すために、まずUNITEST.COM (Universal Tester) というソフトウェアを起動する。すると実行すべきプログラムの名前を尋ねられるので、SETIOで作成したファイル名を入力すれば、そのファイルを読みだし、I/Oを定義し、さらに登録されている試験プログラム(filename.EXD)をすべて読み込む。

ここでI/Oの定義に不都合がなければ、操作ボックスの試験スタートスイッチ待ちとなる。

スタートスイッチが押されると、各試験プログラムを順次実行し、すべてが正常終了した場合、"GOOD"の表示をCRTディスプレイに出力して、次のスタートスイッチ待ちの状態に戻る。また途中エラーが発生した場合、その試験は飛び越され、次の試験プログラムの実行に移る。そして最後に"NO GOOD"の表示を出力する。

このように試験の作業手順は極めて簡単なものとなっている。

5 あとがき

本試験装置は、短い時間で開発できること、特別な技術者でなくても開発可能であるなどの点で当初の目的をほぼ満足したといえる。現在、完成検査場で多種の製品の自動試験装置として稼働中であり、結果は良好である。また試験プログラムは、品質保証担当のみで作成されるまでになっており、今までの製品の設計担当が組んだ試験プログラムよりも客観的に試験が行われるので、よい傾向であると思われる。

今後は、さらに処理能力のあるCPUを使用するなどして、時限の最少単位(現在0.1秒)をより短くすることや、A/D、D/Aコンバータを使用することによってアナログ信号の検査を可能にすることが考えられる。ただし、そのような機能アップのために試験プログラムが複雑なフォーマットになることは避けるべきである。

最後に、本試験装置の検討・製作に関し、ご指導、ご協力を頂いた関係各位に感謝の意を表します。

昭和63年度に公開された愛知出願(II)

実用新案

公開新案	名 称	考 案 者	共同出願人
63-13235	液添加装置付混合機	新美 正明	愛知電機商事(株)
63-27582	局部洗浄ノズル	永田 和重	愛知時計電機(株)
63-38309	樹脂モールドコイルの層間絶縁	飯田 淳 磯部 治男	
63-39918	中性点接地装置	佐藤 亘 甲斐 義信 水野 康宏	
63-62470	電源コードの逆巻防止装置	法月仙一郎	フィリップス(株)
63-64323	コーヒーミル	法月仙一郎	フィリップス(株)
63-81606	路上設置形変圧器塔	鈴木 務 三苫 稔	
63-108479	衛生洗浄装置のノズル	横山 武弘 法月仙一郎	東陶機器(株)
63-108607	ロータリーソレノイドの制御装置	土本 僚一	

公開番号	名 称	考 案 者	共同出願人
63-111847	コーヒーミルの通電時間表示装置	法月仙一郎	フィリップス(株)
63-152896	電動シャッターの制動装置	大橋 美夫 野々村勝巳	東洋シャッター(株)
63-152897	電動シャッターにおける制動兼手動装置	大橋 美夫 野々村勝巳	東洋シャッター(株)
63-176176	衛生洗浄装置	横山 武弘 平塚 保博 法月仙一郎	東陶機器(株)
63-187504	地上設置形電気機器の冷却装置	鈴木 務 永田 徹 太田 博視	