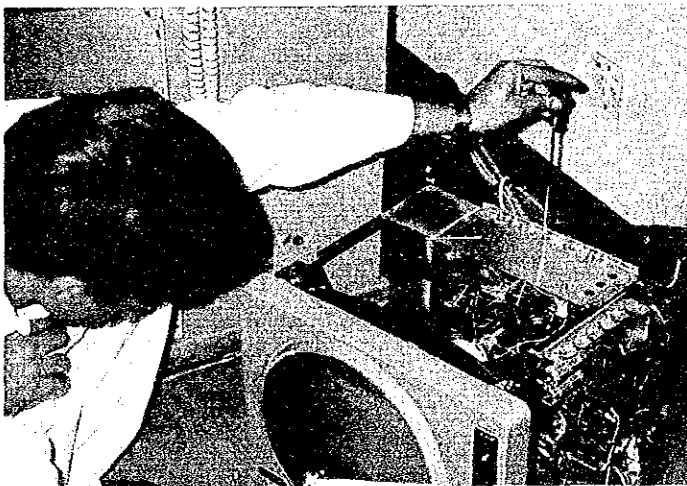


## Ⅳ. 修理手順

修理作業においてのミス、技術の停滞、および信頼性や安全性が考慮されないなどの原因は、修理手順が無視されていることに起因している。修理手順は個人の考え方によって、またその場の状況によって変わってくるが、修理における必需としての作業項目はどのような場合でも守られなければならない。基本的には次のような手順が考えられる。

- ①症状                               : 故障症状の把握  
↓
- ②確認事項                           : 正常機能、異常機能の把握  
↓
- ③診断                               : 故障部分の探知およびその症状確定  
↓
- ④トラブルシューティング : 故障部分内の故障部品の探知  
↓
- ⑤修繕                               : 故障部品の修繕または交換  
↓
- ⑥校正                               : 修理後の電氣的、機械的調整  
↓
- ⑦点検                               : 外観、機能、性能などの点検  
↓
- ⑧ランニングテスト               : ユーザーに手渡す前の長時間テスト  
↓
- ⑨安全性チェック                   : 絶縁抵抗や漏れ電流の測定



X線モニターの校正  
(イスラハド小児病院)

## ①症状

機器のカバーを開ける前に故障症状をよく見る。当然ながらインストラクションマニュアルやサービスマニュアルでその機器の原理や構造を理解しておく。機器の状況は操作者が一番よく知っているので、彼／彼女にどのように故障したのか、あるいはそれ以前どのような兆候があったかを詳しく聞くことが大事である。たとえば、機器を落としたのか、作動中自然に故障したのかを聞くことにより、操作ミスによる故障か偶発故障かを知ることができ、修理に対処しやすくなる。このときたとえ操作ミスであっても操作者を責めるような言動をしない。完全な人間は誰もいないし、機器は人間が作ったのであるから必ず故障するものである。

## ②確認事項

どの機能が異常か正常か、はっきり見極めることが重要である。

### 【環境チェック】

- ◇電源コードは正常に接続されているか？
- ◇電源電圧は正常か？
- ◇設置環境は適切か？
- ◇操作ツマミの設定にミスはないか
- ◇付属機器と本体の接続は正常か？
- ◇患者への電極やプローブの接続は正常か？

### 【機能チェック】

- ◇電池電圧は正常か？\*
- ◇ヒューズは飛んでいないか？\*\*
- ◇パイロットランプは点灯しているか（どのランプが点灯していないか）？
- ◇プログラム設定は出来るか？

\* 電池の電圧測定は負荷をかけて行なうこと。

\*\*ヒューズ線が弛んだ状態で溶断しているときはそのまま新しいヒューズと交換する。爆発的に溶断しているときは機器の異常が考えられ、必ず回路の点検を行なうこと。



図3-20 ヒューズ断線の状態

### ③ 診断

知識と経験が高まってくれば症状を見ただけで不良か所の判定が出来るようになるが、ここでは基本的テクニックを述べる。

#### a) 触覚を利用する方法

機器は動作しているとき、温度、音（雑音を含めた）、匂い、色などのシグナルを出している。機器が異常になったとき、これらのシグナルは明らかにまたは微妙に変化する。この変化を捕えることにより機器の異常部分を判定することが出来る。それには目、耳、鼻、指の触覚を使う。触覚を利用した故障診断の例を図3-21に示す。

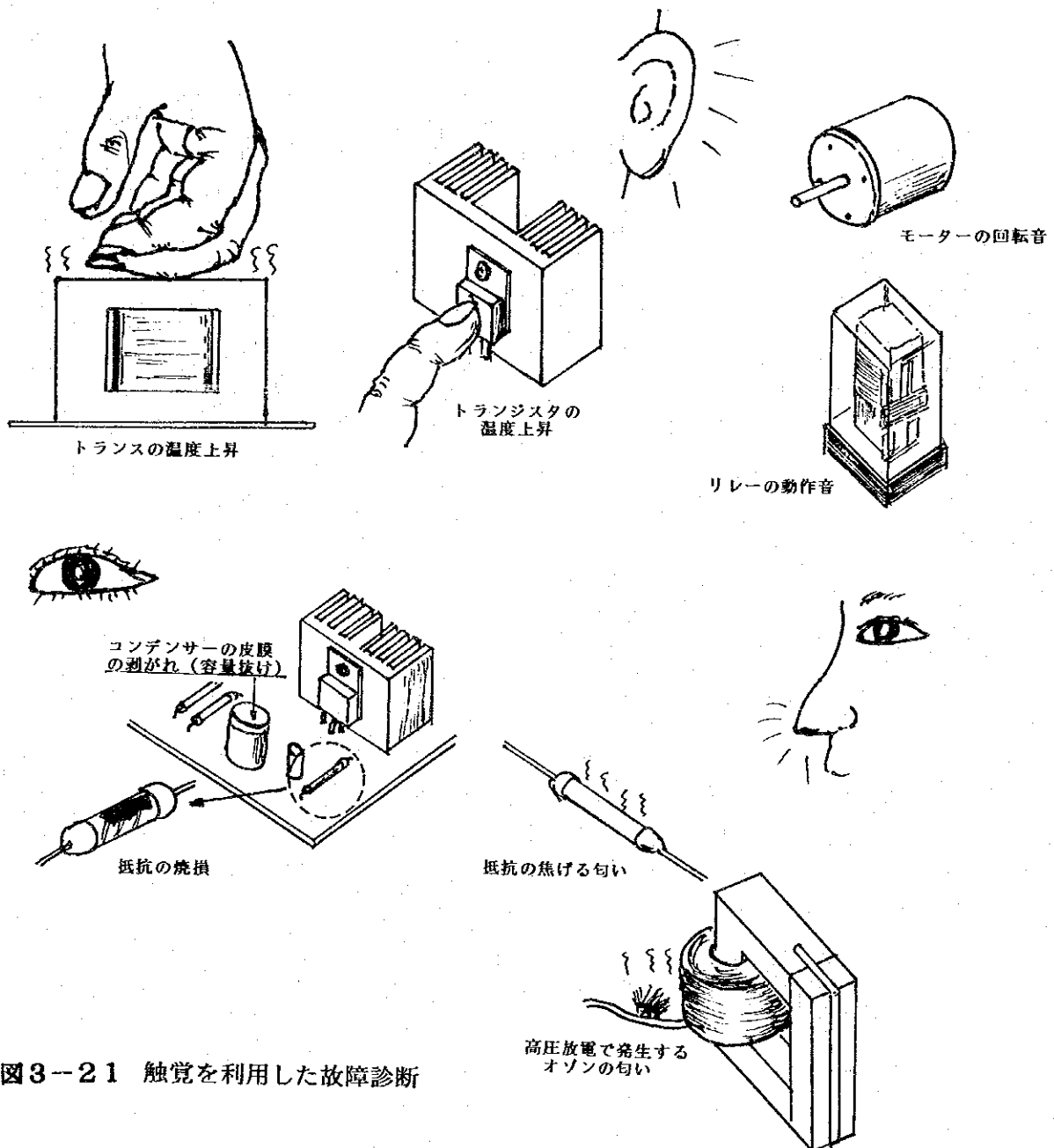


図3-21 触覚を利用した故障診断

## b) 触覚と測定器の併用

触覚で不良を確認した部品の交換だけで修理完了する場合もあるが、多くは故障が複合しているため測定器は必需品である。診断のための測定器（補助道具）としてアナログテスターは非常に有用である。機器の内部電源電圧の測定、リード線の導通、電源回路の直流抵抗チェックなどが迅速にできる。アナログテスターによる点検（判定）は、診断テクニックの基本である。

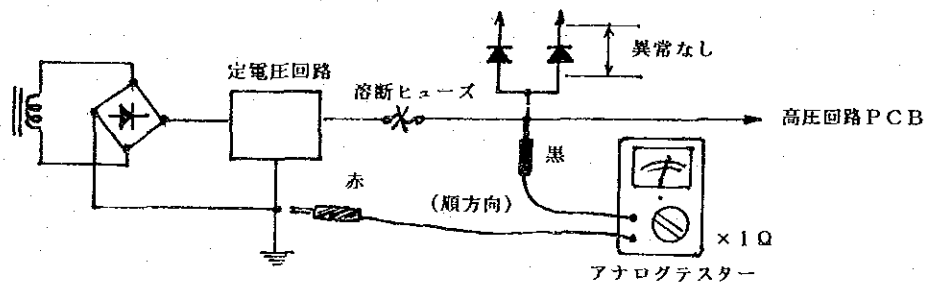
触覚とアナログテスターを併用した故障診断例を下記に示す。

機器名：小児モニター

故障症状：電源が入らない

電子回路図：なし

- ①電源コード、外部電源のヒューズは異常なし。
- ②カバーを開けPCBを目視点検した結果、マザーボード上の二次電源部のヒューズが溶断していた。
- ③ヒューズは爆発的に溶断していたので回路の異常と判断、下図のポイントのダイオードの良否と負荷回路の抵抗をアナログテスターでチェックした。



- ④順、逆方向ともほとんど0Ωであった。（12Vの電源回路の通常抵抗値は、順方向で200Ω、逆方向20Ω位であることを事前に知っていた。）
- ⑤電源の負荷となっているPCB（高圧回路）へ行くコネクタを外すと抵抗値は正常となった。
- ⑥以上の結果から高圧回路PCB不良と診断した。

### 【技術移転のポイント】

きちんとした修理手順を踏むことにより、回路図がなくても比較的高度な小児モニターでも修理できる。しかし、この種の機器は修理後の校正が重要であり、校正なしの修理は修理完了したといえない。完全な修理を行なうには回路図や校正方法を示したサービスマニュアルが必需である。ME機器の性能と安全性を保障する修理を行なうにはサービスマニュアル、測定器、技術の三拍子を必要とする。

### c) 状況捕捉による診断

機器の設置環境、症状、コンディション、操作者からの聞き取り、触覚でのチェックの結果などを総合的にとらえ、さらにこれまでの経験を加えて診断する方法である。ここで重要なのは、修理者がその機器に対する専門知識を持った上でトラブルに対処してきた経験の豊富さがこの方法による診断を可能とすることである。機器は電氣的、電子的、機械的に複雑さの違いはあっても基本的に同じ構造をしている。ある機器のトラブルを専門的に取り扱うことにより、他の機器への応用が出来るようになる。

もちろん状況捕捉による診断も、テスターやオシロスコープなどの測定器は欠かせない。状況補足による診断の例を下に示す。

機器名：(超音波診断装置の画像記録用)ビデオテープレコーダー

症状：正常な画像再生が出来ない

回路図：なし

- ①症状を確認したところ、画像に短い横向きの白いノイズが入っていた。コントラストが急激に変化する部分(白から黒または黒から白に変化する部分)に現われ、魚のメダカが群れる様子に似ていることから「メダカノイズ」と呼ばれる。ビデオヘッドが摩耗したときに現われる典型的な症状である。
- ②操作者に聞いたところ、まだ100時間程度しか使用していないとのことである。ビデオヘッドの寿命は1,500時間以上である。
- ③ビデオヘッドとビデオテープが接触する音を聞いたところ、「ピー」という正常音が聞かれた。
- ④症状、使用時間、機器から発する音を総合判断して、ビデオヘッドは正常、原因はその汚れであると診断した。カバーを開けてビデオヘッドを観察したところ、黒い汚れ(ビデオテープに塗布してある磁性体)がこびりついていた。アルコールを染ませたティッシュペーパーでビデオヘッドを清掃したところ、再生画像は正常になった。

【技術移転のポイント】

ME機器のトラブルに対する診断能力を向上させるには、現場での経験とME機器の取り扱いに必要な知識との融合が重要である。

1. 医学的基礎知識

- |           |          |
|-----------|----------|
| ①人体の構造    | ⑥排泄      |
| ②骨格と筋肉の構造 | ⑦消化と吸収   |
| ③体液と血液    | ⑧内分泌     |
| ④呼吸器系     | ⑨感覚系と神経系 |
| ⑤心臓と循環器系  |          |

2. 工学的基礎知識

- |         |             |
|---------|-------------|
| ①機械工学   | ③電子工学       |
| ◇機械力学   | ◇電子回路       |
| ◇流体力学   | ◇増幅器        |
| ◇波動と超音波 | ◇デジタル回路     |
| ②電気工学   | ◇通信         |
| ◇静電気    | ◇半導体デバイス工学  |
| ◇電流と磁界  | ④情報工学       |
| ◇直流回路   | ◇コンピューターハード |
| ◇交流回路   | ◇コンピューターソフト |

3. 生体物性の基礎知識

- |           |            |
|-----------|------------|
| ①電気的特性    | ④熱的特性      |
| ②磁場に対する特性 | ⑤工学的特性     |
| ③機械的特性    | ⑥放射線に対する特性 |

## ④トラブルシューティング

故障部分やブロックを診断した後、機器の電気配線や電子回路図にしたがって故障した部品を検索するトラブルシューティングを行なう。トラブルシューティングの実際例は89ページで述べる。

### 【手順とテクニック】

①電源電圧の測定はトラブルシューティングの最初に行なうべき事項である。

②触覚による点検を怠らない。

③回路の入り口または出口からチェックしていく。

④テスターやオシロスコープなどで次のポイントをチェックする。

◇電源電圧

◇信号、パルス波形

◇バイアス電圧

◇H, L電圧（デジタル回路）

◇電圧、電流

⑤QCを忘れないこと。

◇電流測定などのためにプリントパターンをカットしない。

◇良否チェックのために部品の足をカットしない。

## ⑤修繕

故障ブロックや故障部品を判定したら修繕または交換を行なう。このときQCを忘れてはならない。

◇ネジ、ナット、ワッシャーの取り扱い。

◇半田付け

◇配線接続

◇PCBの取り扱い

◇安全カバー

◇スペアパーツの取り扱い

## ⑥校正

校正ポイントのある電子回路を修理したときは、必ずサービスマニュアルやキャリブレーションマニュアルに従って校正しなければならない。校正ポイントがない場合も二次電源電圧は必ず測定すべきである。

## ⑦点検

修理した機器は必ず点検しなければならない。外観点検、作動点検、機能点検、電氣的安全点検を行なう。点検項目は機器によって違いますが、それぞれのチェック表を作成する必要がある。第2章で述べた点検項目および方法で実施する。

## ⑧ランニングテスト

これまでに述べた全ての手順が終了したとき、電源を入れたまま数時間の連続運転をし、最終作動点検を行なう。より精密な機器はランニングテスト終了後さらに点検と校正を行なう。

## ⑨安全チェック

ユーザーに機器を手渡す前に絶縁抵抗の測定を行なう。絶縁抵抗は印加電圧1,000Vで10MΩ以上であれば問題ない。


## V. 修理の記録

### 1. 修理記録の意義

修理の記録は次のように重要な意義がある。

- ①ユーザー、操作者に対して、修理完了した機器の性能や安全性の保障を与える。
- ②次回に故障したとき、または別の同種の機器が故障したときの修理参考資料となる。
- ③その機器の耐用年数や性能評価の資料となる。

表3-1 修理報告書の例

	<b>ELECTROMEDICAL ENGG. DEPTT. CHILDREN HOSPITAL P.I.M.S. ISLAMABAD</b>		Sr. No. _____
	<u>COMPLAINT/SERVICE REPORT.</u>		Date. _____
Name of Equipment : _____			
Model No : _____		Serial No. _____	
Department : _____			
Nature of defects : _____ _____			
Material Used : _____			
Indent No : _____		Date of Indent : _____	
Name of person deputed : _____		Sig. of Complainant _____	



④記録を元に修理統計の実施が可能となる。病院内での貢献度を数値的に示すことで保守管理部門の評価の向上に繋がる。

## 2. 修理記録の実施

修理・点検後にその内容を記録する。

### ①修理報告書

表3-1に修理報告書の例を示す。

### ②修理（サービス）履歴書

表3-2に修理履歴書の例を示す。

### ③点検記録表

これは機種によって内容が違って来るので、機器個々についての点検記録表の作成が必要である。機器に共通する電気的安全点検の記録表例は本書44ページに示した。

表3-2 修理（サービス）履歴書の例

<u>HISTORY RECORD OF MAINTENANCE AND SERVICE</u>			
NAME OF EQUIPMENT---Neonatal Monitor			
MAKER/MODEL-----ATOM/6303			
SERIAL NO-----8030107			
DATE	EQUIPMENT FAULT FOUND ON	SERVICE CARRIED OUT	P. INCHARGE
10/06/92	Vertical size not enough.	Changed R 158.	
15/11/92	No raster.	Changed HV PCB and calibrated video signal.	
15/03/93		General maintenance	

## V. 修理の品質管理

ME機器工場では機能や性能はもとより、より信頼性と安全性の高い製品を製造するために厳重な品質管理が行なわれている。このように製造されたME機器において、修理の場合はその内部まで扱うわけであるから、我々自身も品質管理を怠らないようにしなければならない。

したがって修理することにより：－

- i) 機器の外観、機能、性能、安全性が損なわれてはならない。
- ii) 将来の故障原因（信頼性の低下）となってはならない。
- iii) 耐用年数を短縮してはならない。

以上の3原則を守るため以下の点に注意する。

### ①ネジ、ワッシャ類

**注意**☞・一個のネジ類も紛失してはならない。もし紛失した場合、同じピッチ同じサイズのものを補充する。

**理由**☞☆外観が損なわれる。

☆機器のパネル、外装、およびシャーシの強度が失われる。

☆シャーシが歪むことによって、PCBがヒビ割れたり機械的な精度が低下する。

PCBのヒビ割れは故障のもとである。

☆紛失したネジ類が機器の内部に残留されると、それが元で故障になる可能性がある。

**対策**☞・図3-22に示すような小箱を用意する。

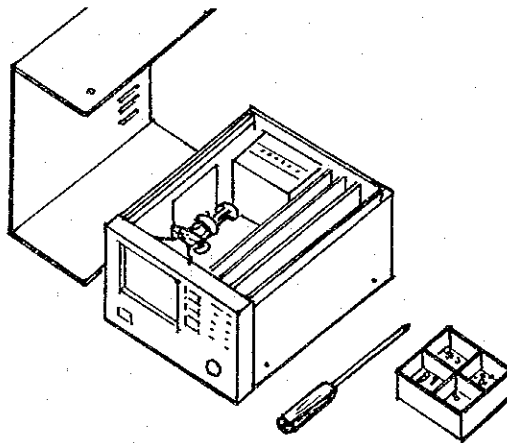


図3-22 ネジ類紛失の対策

#### 【技術移転のポイント】

ネジ類の紛失など、基本中の基本が案外守られていない。しかし、重大な故障原因にもなりうる。

## ②ヒューズ交換

注意ア・ヒューズの代用にワイヤーを使用しない。

・機器によって指示されている規格値以外のヒューズを使用しない。

理由ア☆ヒューズを使用する目的は回路の保護にあるので、ワイヤーの代用や規格値以外のヒューズでは何の意味もない。機器の故障でヒューズが飛んでいるとき、または将来的に故障したとき、回路保護がされないで機器に重大なダメージを与えることになる。

対策ア・ヒューズセットを用意する（一般型、スローブロー型、即断型、密閉型など）。

## ③リード線、ケーブルのほう縛

注意ア・修理中ほう縛を解いたリード線、ケーブル類を放置しない。

理由ア☆元あったものを元に戻すのがQC哲学である。

☆微小信号の流れているリード線が含まれていると、図3-23のようにそこからノイズを拾う可能性がある。

☆近くに機械的な部分があると、それに引き込まれてショート回路になる可能性がある。

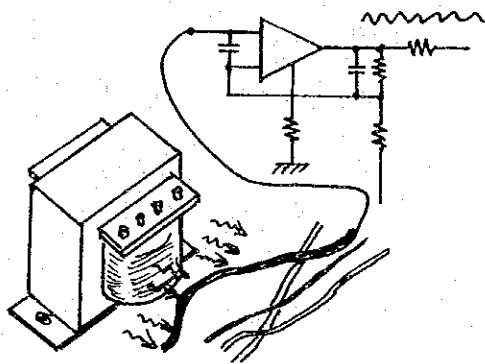


図3-23 ノイズのピックアップ

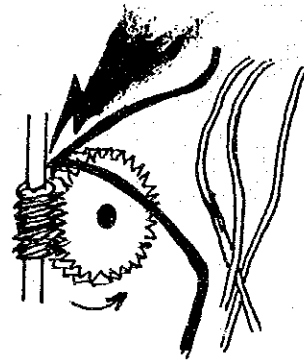


図3-24 リード線の引き込み

対策ア・プラスチックバインダーが市販されている。

## ④安全カバー

注意ア・電源ターミナルや部品の安全カバーを取り外したままにしない。

理由ア☆図3-25のように電撃ショック事故が発生する恐れがある。

☆図3-26のようにショート回路で機器に故障を与える恐れがある。

対策ア・修理後、取り外した安全カバーは必ず元に戻す習慣を身につける。

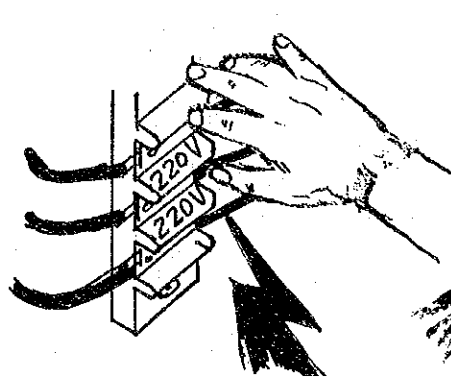


図3-25 電撃ショック

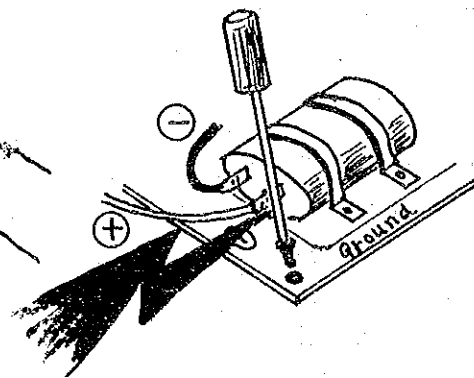


図3-26 ショート回路

⑤PCBの取り扱いと修理

注意☞・PCBを素手で扱わない。

理由☞☆PCB表面には保護膜が塗布されてはいるが、手に付着している油脂分によってその表面や取り付けられている部品が汚れ、長い時間の中に腐蝕して機器の性能低下や故障に繋がる可能性がある。とくに高インピーダンス回路に素手の接触は絶対禁物である。

対策☞・手袋を使用する。

注意☞・取り外したPCBをテーブルや機器の上などにそのまま放置しない。

理由☞☆静電気によってPCBに取り付けられているMOS-ICやMOS-FET等が破壊される恐れがある。

対策☞・図3-27のように静電気防止バッグやアルミホイルで保護する。

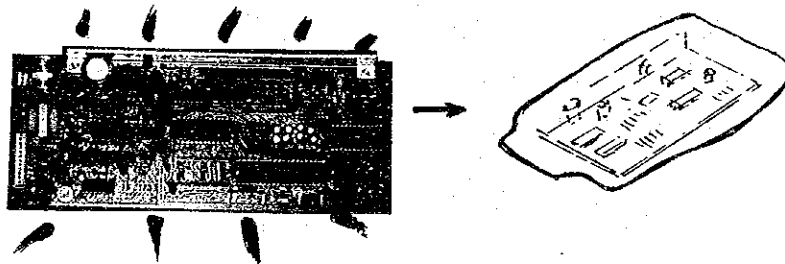


図3-27 PCBの保護

注意☞・PCB回路をチェックするためにプリントパターンや部品の足をカットしない。

理由☞☆PCBの外観が損なわれるとともに将来の故障原因にもなる。このチェックの方法はアマチュアの仕事である。

対策☞・もしあなたがプロであるなら別の方法を取るはずである。

注意☞・半田コテを使っての部品とりや半田付け作業で、プリントパターンや部品に長時間高熱を与えない。

理由☞☆高温の熱でプリントパターンが剥がれたり部品の内部接合が破壊される。半田コテで熱を与える時間は3秒以内（長くて5秒以内）にしなければならない。

対策☞・部品とり作業\*は図3-28に示す手順と方法で行なう。

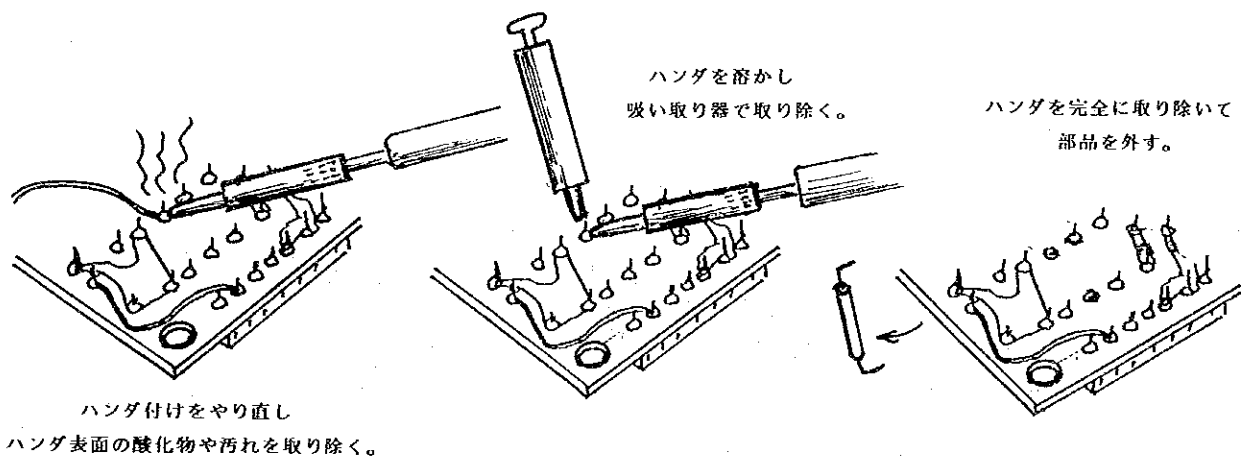


図3-28 部品とり作業

\* ICのような足の多い部品を取り外すとき、それぞれの足がプリントパターンから完全に離れたことを確認して取り外す。これは時間のかかる作業であるが、プリントパターンが痛んだりICのピンが折れたりすることを防止しなければならない。

注意☞・修理のために抜いたコネクターを元に戻すときPCBを強く押さない。

理由☞☆プリントパターンが断線する恐れがある。

## ⑥外観の保護および清掃

注意☞・修理中、機器のカバーや内部を汚したり傷付けたらない。

理由☞☆修理のQCの基本である。

☆機器内部のシャーシの腐蝕、粉塵の堆積は故障の元である。

- 対策☞・写真3-1のように作業台にラバーまたはプラスチックシートを張る。
- ・機器のカバーや内部が汚れているときは清掃する。カバーは薄い石鹸水で、シャーシはアルコールで清掃する。内部の塵は掃除機を使用して取り除く。消毒を要する機器は引き渡し時その旨ユーザーに伝える。

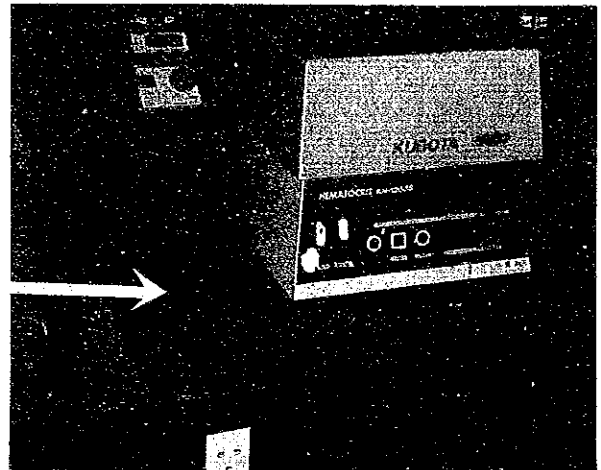


写真3-1 機器カバーの保護

## ⑦リード線の接続

注意☞リード線やワイヤーの接続は完全に。

理由☞接触不良や感電の元である。

対策☞図3-29のように接続する。



スリーブセット  
を利用する。

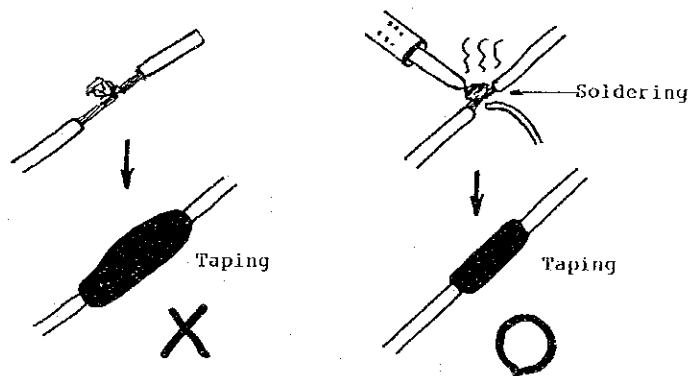


図3-29 リード線の接続

## ⑧ガス漏れ点検

注意☞化学分析装置である原子吸光光度計や炎光光度計に使用されている、水素、アセチレンガス、LPガスなど、可燃性ガスの取り扱いには十分注意しなければならない。

理由☞爆発の危険がある。

対策☞図3-30に示すように石鹼水を利用する。漏れ点検後は奇麗に拭っておく事。

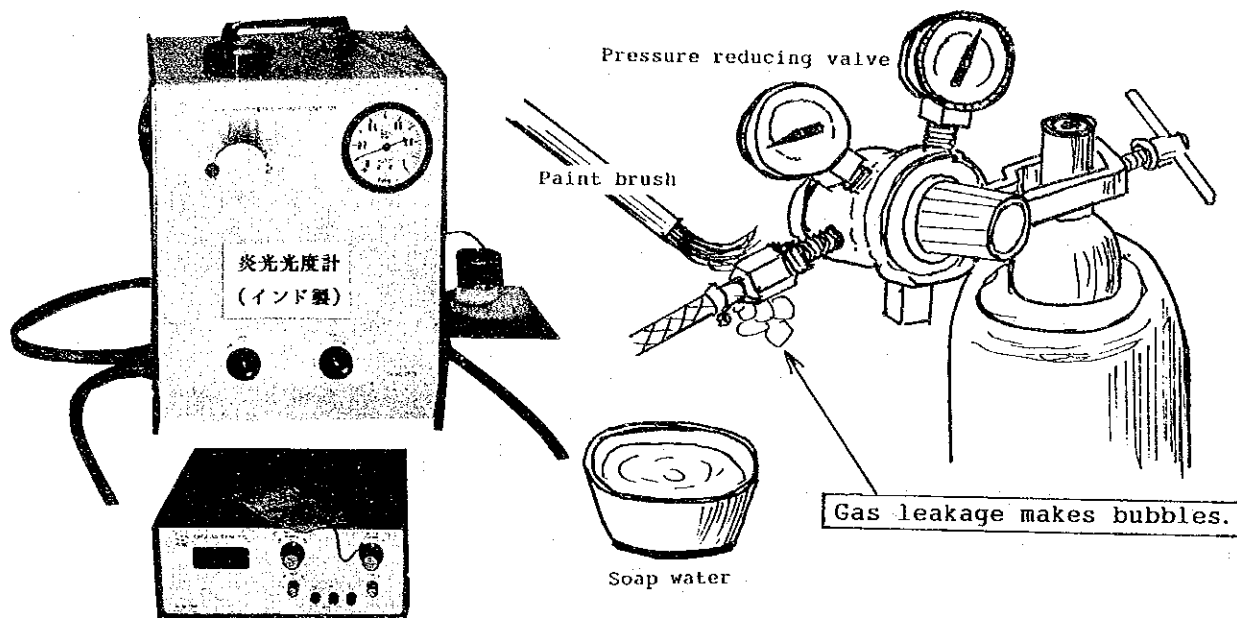


図3-30 ガス漏れ点検

## エピソード<sub>2</sub>

### 恐怖のガス漏れ点検

我が家のガス給湯器が故障した。修理業者を呼んだらすぐに駆け付けてくれた。簡単な故障ですぐ修理完了したので、ついでに古くなっていた配管も交換してもらった。作業終了後、修理業者の彼が「ガス漏れを点検する」というので「彼はなかなか安全性も心掛けているな」と感心した。彼がポケットからマッチを取り出したので「ガス漏れ点検の前に一服やるのかな」と、私もお付き合いをしようと煙草を取り出そうとするや、彼はマッチを擦ってそれをガス管接続部にかざしている。「何をしているんだ」と聞いたら、「ガス漏れ点検をやっている」と言う。私は火を付けていない煙草をくわえたまま硬直してしまった。

翌日、この一件を私のカウンターパートに話したところ、パキスタンでは普通のやり方だ、自分もやっていると言う。そして、石鹼水を使うやり方は誰でも知っているが、洗剤や石鹼の値段が高いのでやらないそうである。「何十円程度のものなのに、石鹼水を作るのが面倒なんだろう」と考えてしまうのは豊かな国からやってきた人間だからか。

## Ⅵ. 修理の実際

ここではイスラマバード小児病院で実際に発生した故障を、Ⅲ、Ⅳで述べたような修理テクニックを使って修理完了した例を取り上げる。「修理ノウハウ」と「技術ノウハウ」に別け、前者は故障診断のあとトラブルシューティングを行なって修理した例、後者は故障診断のみで修理した例である。

### 1. 修理ノウハウ

故障症状に応じたトラブルシューティングの方法を具体的に示す。その中で実際の故障箇所であったところをアンダーラインでマークしている。例としては下記の機種である。

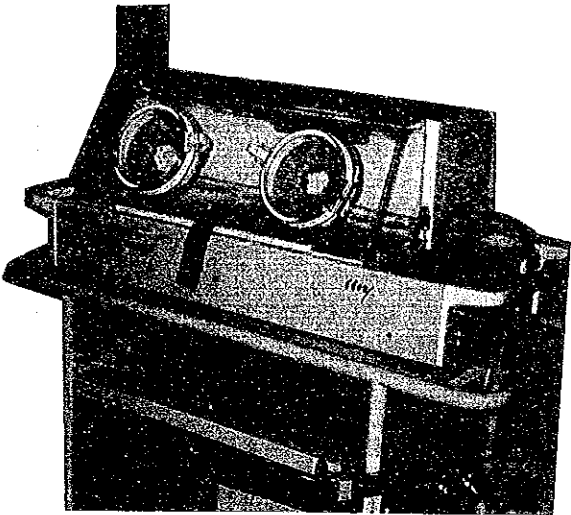
- 搬送小児保育器、アトム V-80TR
- ライフモニター、日本光電 OEC-3200
- ハットリット遠心分離機、クボタ KH-1200S

### 2. 技術ノウハウ

これまでの経験と状況捕捉によって診断し、修理完了した例である。故障原因についても分析してある。下記の機器を例に取り上げる。

- 小児モニター、コロメトリックス 515A
- 電気メス装置、オリンパス UES-10
- 遠心分離機、クボタ KN-70
- 小児モニター、アトム 6303



<p>機 器 名：搬送小児保育器 メーカー／形式：アトム／V-80TR</p>	
<p>故 障 症 状：本体の電源が入らない</p>	
<p>確 認 事 項：－</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. パワーパックの電源は入る</li> <li>2. パワーパックの出力側ヒューズ、電圧ともに正常</li> <li>3. パワーパックと本体の接続は正常</li> <li>4. 本体の電源スイッチON、ライトスイッチをONするとライトは点灯する</li> </ol>	

診 断：確認事項から本体の故障と考えられる。ライトが点灯するので電源は供給されている。コントロールPCB不良の可能性が高い。

トラブルシューティング：電気配線図3-33と回路図3-34を見ながら以下の手順でチェックしていく。

10：TP1とTP2間の電圧をチェック

結果☐ほとんど0V ⇒入力コネクタとPCBコネクタの間をチェック  
☐12V～13.5V ⇒STEP20へ

20：ダイオードCR1のカソードとTP1間の電圧をチェック

結果☐ほとんど0V ⇒ダイオードCR1オープンのチェック\*  
☐12V～13.5V ⇒STEP30へ

\* 図3-31に示すようにアナログテスターで順、逆方向の抵抗値をチェックする。順方向で約10Ω、逆方向で無限大を示す。修理のQCからダイオードの足はカットしない。

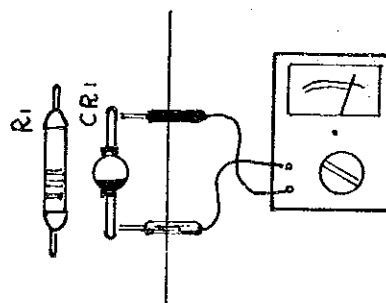


図3-31 ダイオードCR1のチェック

30 : TP3とTP1間の電圧をチェック

結果  $\approx$  8.5V  $\Rightarrow$  プリントパターンをチェック  
 $\approx$  0~3V  $\Rightarrow$  STEP40へ

40 : VR1を回しながらR3の電圧変化をチェック

結果  $\approx$  変化しない  $\Rightarrow$  R2, R3, VR1のチェック\*  
 $\approx$  変化する  $\Rightarrow$  IC1の交換\*\*

\* 抵抗値を測定するため抵抗をPCBから取り外す必要はない。下記の要領で測定する。

①R2とR3の測定		抵抗値		②VR1の測定	
テスターリード線の方向		R2	R3		
赤	黒	$\Rightarrow$ 1k $\Omega$	600 $\Omega$		両方向とも 100 $\Omega$
(黒)	(赤)	$\Rightarrow$ 1.8k $\Omega$	2k $\Omega$		

\*\*制御回路の動作を確実にするため、IC1を交換後VR1でその出力電圧の調整を行なう。

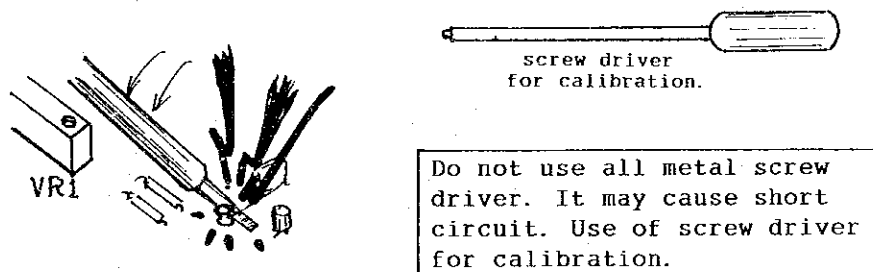


図3-32 IC1出力電圧の調整

V-80TR FIXED LIGHT TRANSFORM CAPSULE

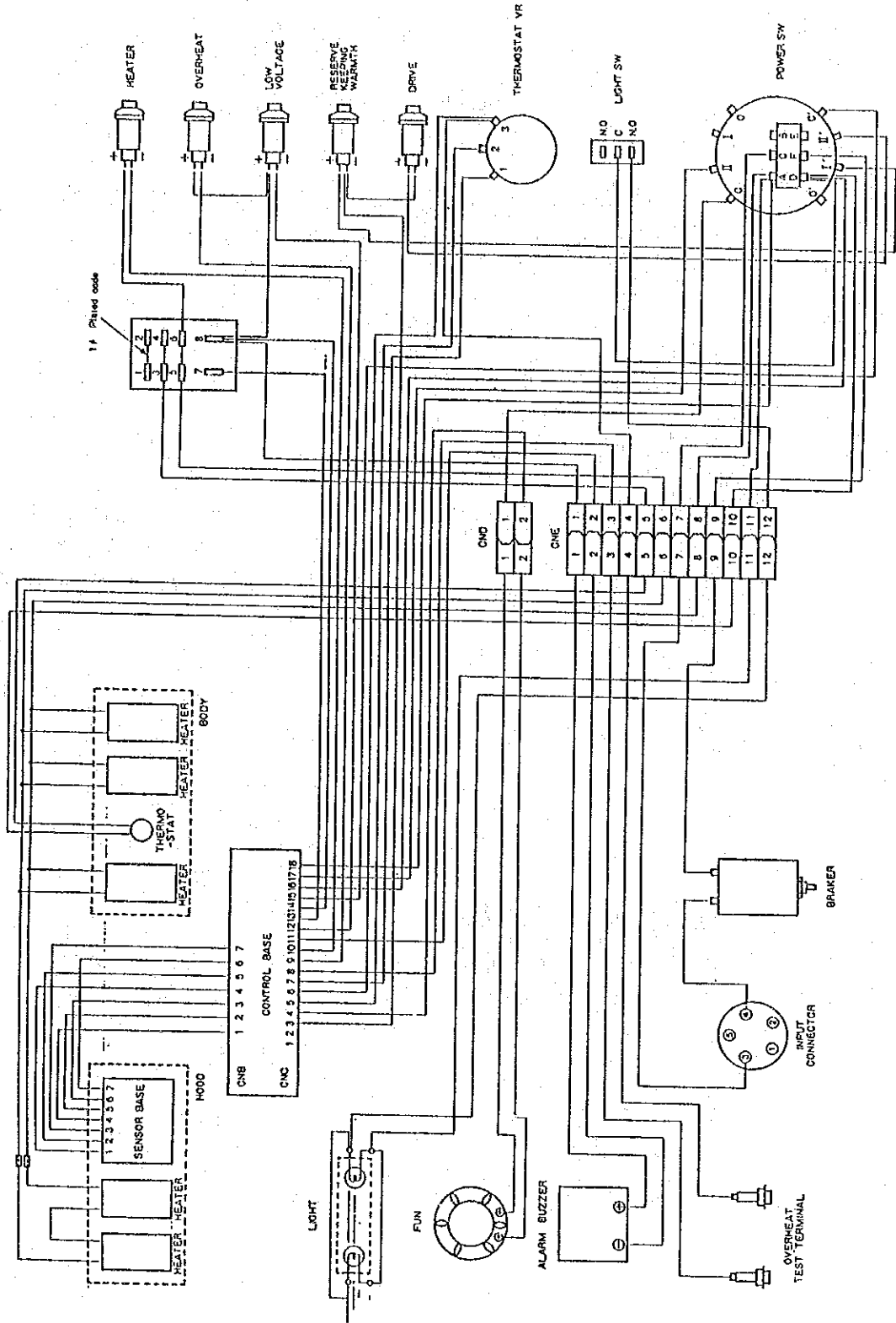


図3-33 アトム V-80TR 電気配線図

V-80TR FIXED LIGHT TRANSFORM CAPSULE DIAGRAM

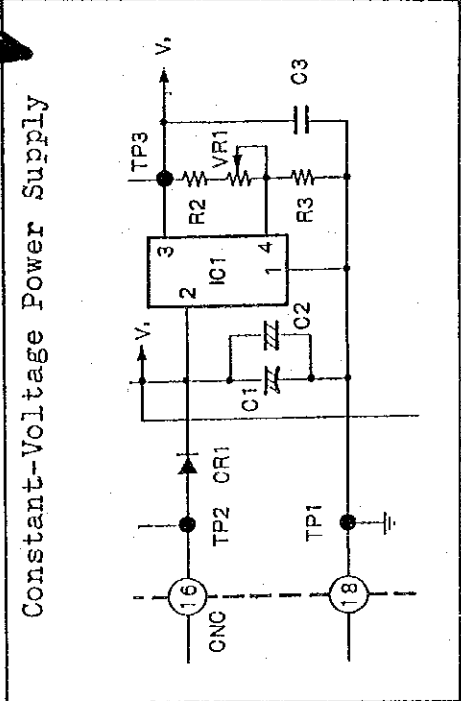
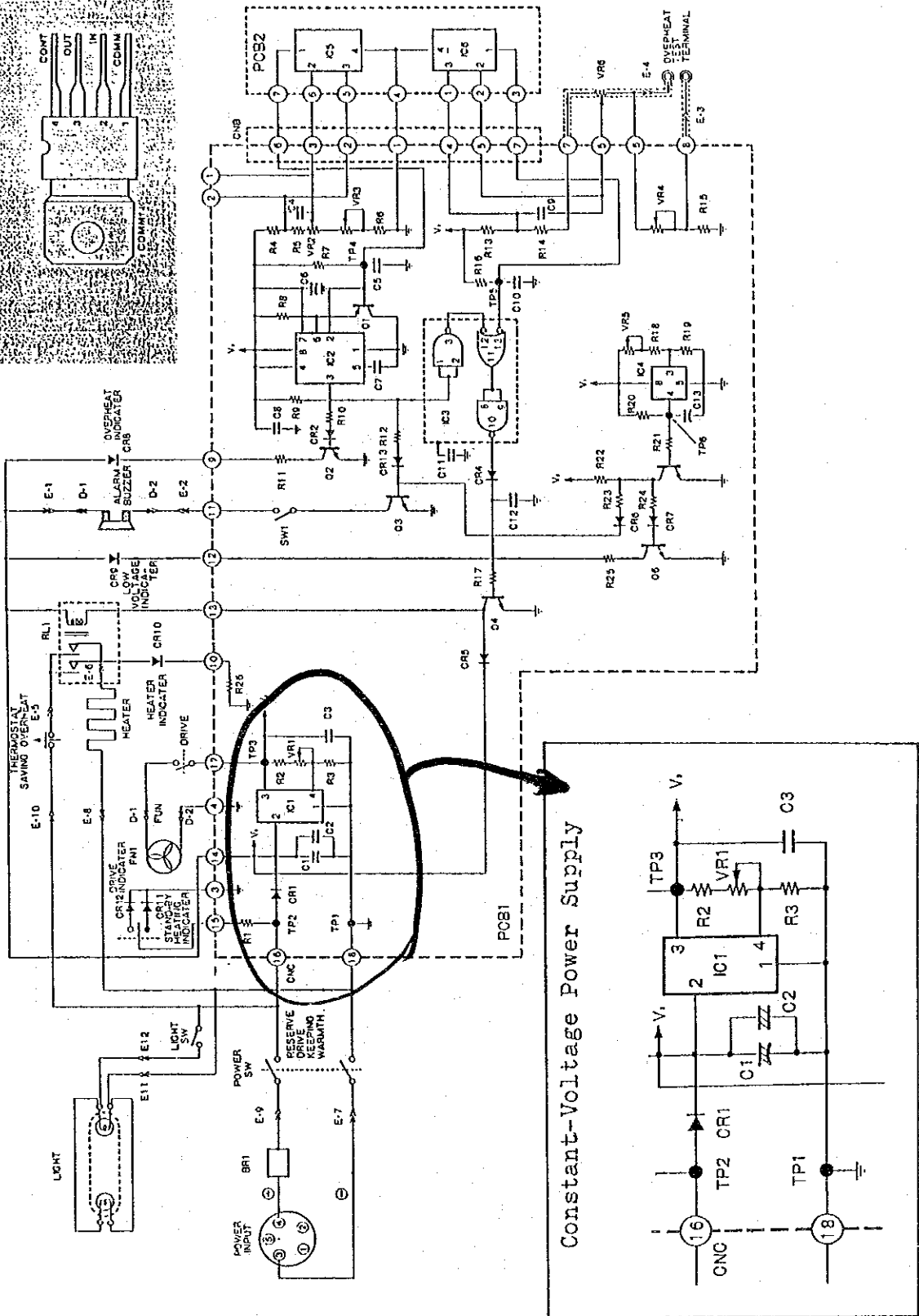
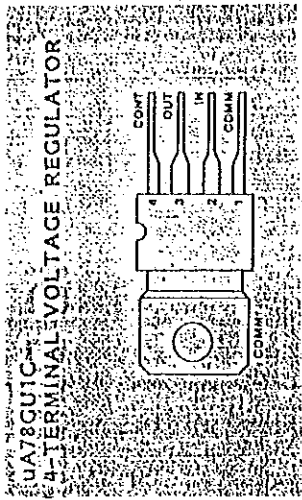


図3-34 アトム V-80TR 制御PCB電子回路図

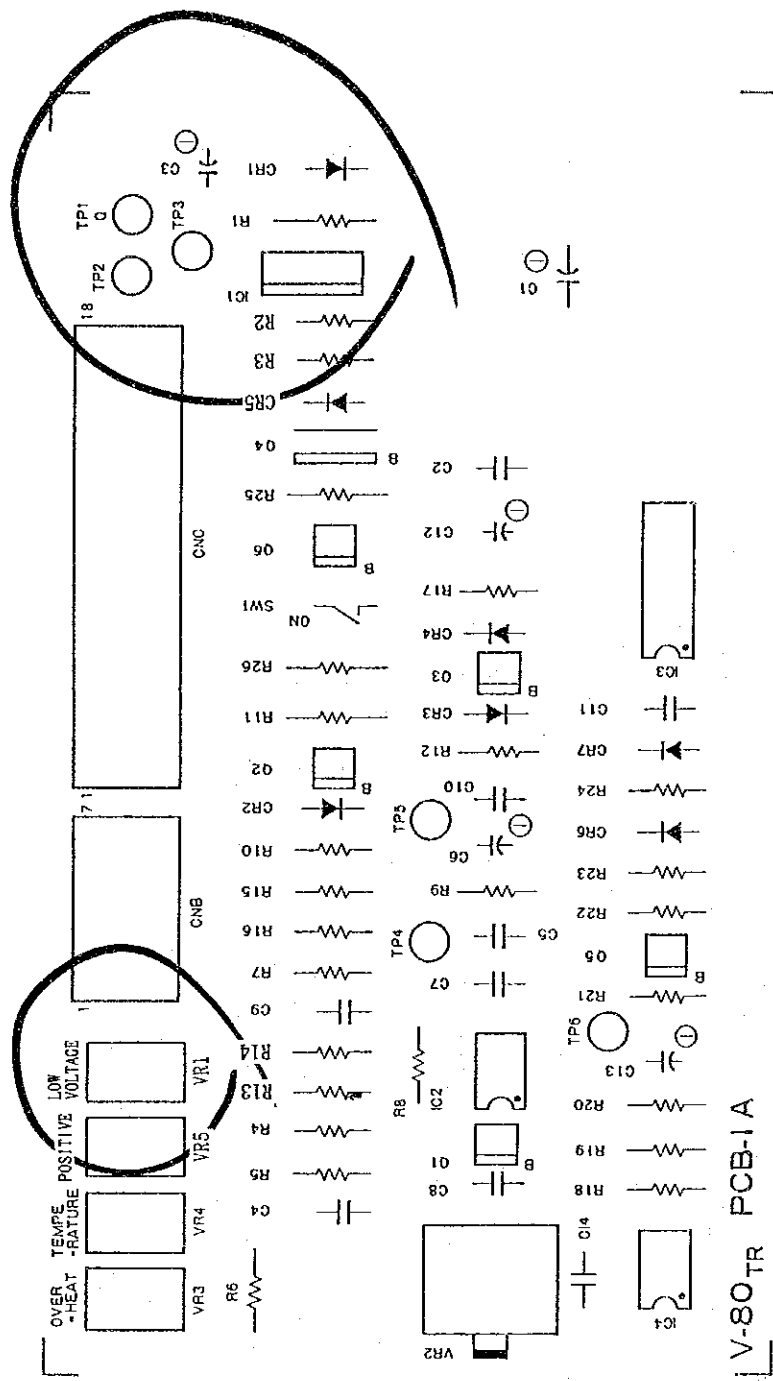
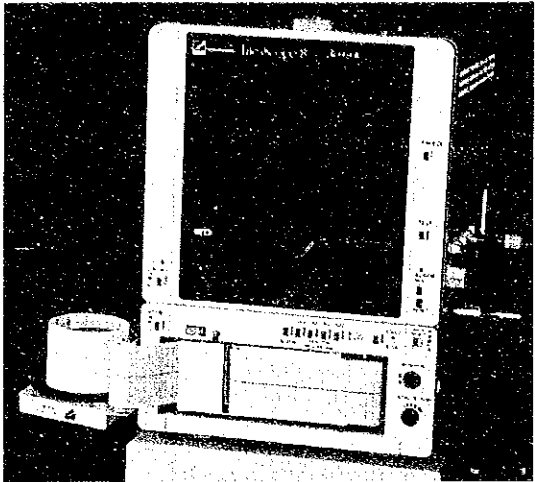


図3-35 アトム V-80TR 制御PCB部品配置図

<p>機 器 名：ライフモニター メーカー／形式：日本光電／OEC-3200</p>	
<p>故 障 症 状：画面上ベースラインのみで ECGシグナルが現われない。</p>	
<p>確 認 事 項：— 1. テストシグナルは正常。 2. 送信機の電池電圧は正常。</p>	

診 断：送信機のスイッチをON, OFFすると、本体画面上のベースラインが変動する。  
このことから送受信機能は正常である。送信機のECG入出力部のチェックが必要である。

#### 【予備知識】

##### 送信機ZB-311Pの構成

- ◇送信機は図3-37に示すように、リミッター、増幅器、変調器、検出器および電源回路で構成されている。図3-38はその電子回路図である。両方の図を見比べる。
- ◇リミッター (D001-D004) は大入力が入ったときの回路保護の役目をする。
- ◇ECG信号はRリードとLリードから得られ、増幅器1と2で増幅される。
- ◇発信器 (MD 002 TG) は患者コール信号、アーティファクト信号、電池電圧降下信号のそれぞれに対応した周波数を発生する
- ◇アーティファクト信号 (300Hz) は、電池電圧降下 (424Hz) と呼び出し (600Hz) 信号が増幅器2で混合されたとき増幅器1でECG信号と共に混合される。
- ◇混合された信号 (ECG、アーティファクト、電池、コール) は3kHzの副搬送波で変調され、さらに主搬送波で変調されて送信される。

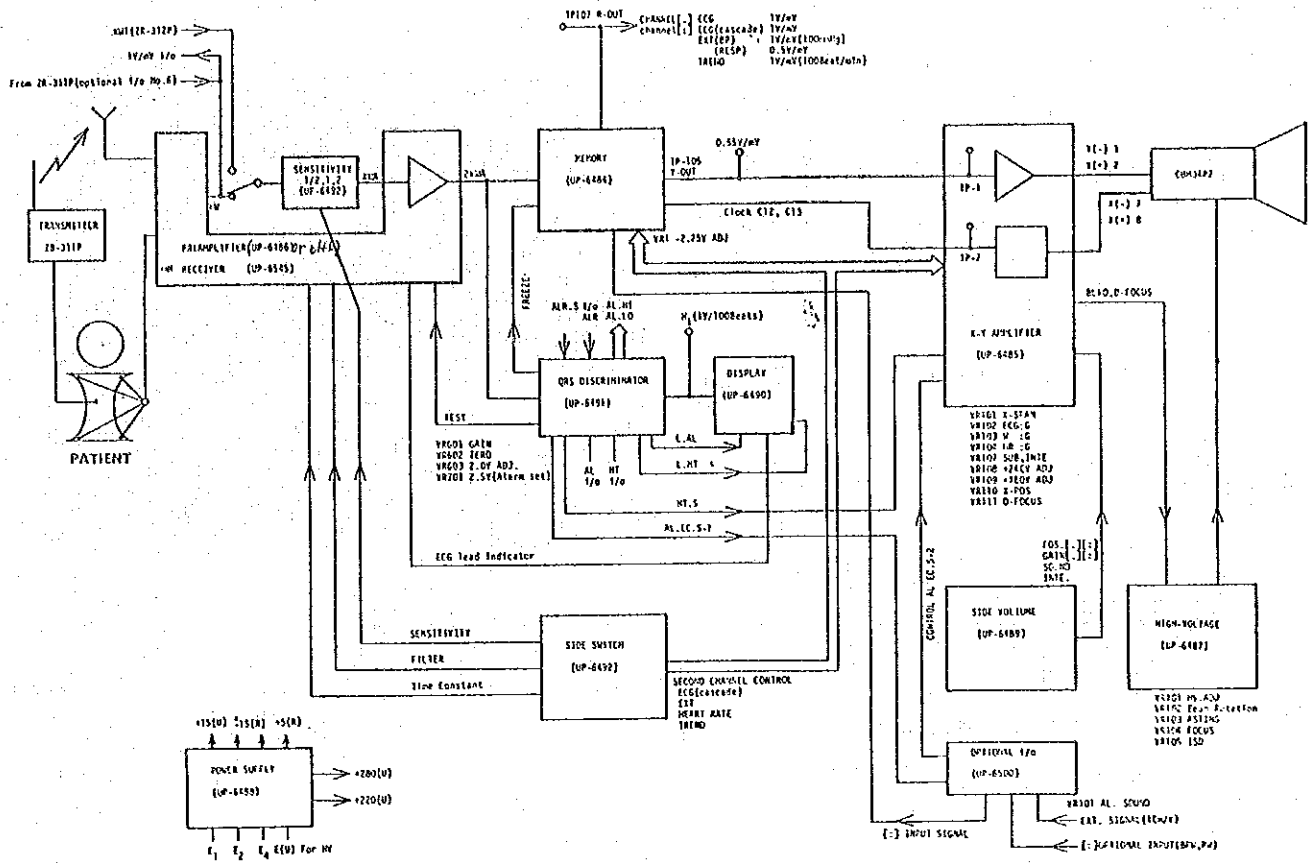


図3-36 OEC-3200 信号系統図

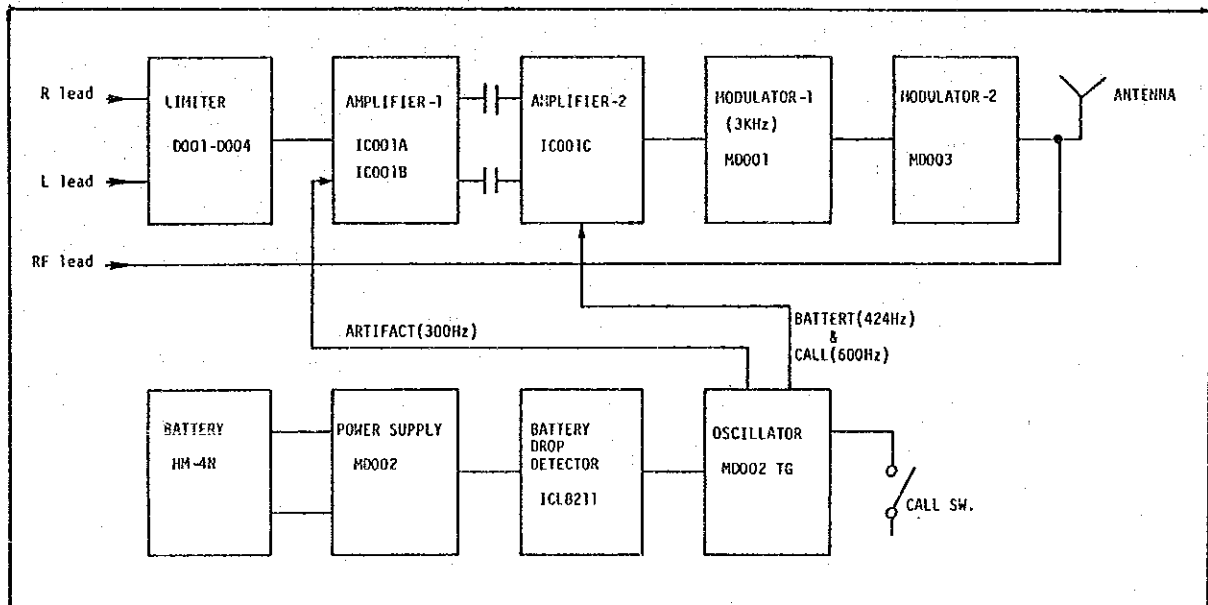


図3-37 ZB-311P ブロックダイアグラム





トラブルシューティング : 送信機のケースを開け、電池を挿入してスイッチをONにする。図 3-38 回路図を見て MD2 のピン 14 の電圧 5.3 V を確認する。

10 : ME2 のピン 1 の電圧をチェックする。

結果 ☐ 0.0 V      ⇒ STEP 20 へ

☐ 4.0 V      ⇒ IC1 のピン 14 の電圧をチェックする。もしそれも 4 V なら  
STEP 40 へ

20 : 電源回路不良の可能性がある。MD2 のピン 13 の電圧をチェック。

結果 ☐ 0 ~ 0.3 V    ⇒ ゼナーダイオード D6 (HZ61A1) 不良\*

☐ 4 V      ⇒ STEP 30 へ

30 : シミュレーターで擬似 ECG 信号を入力する。オシロスコープで MD1 のピン 5 の電圧  
をチェック。

結果 ☐ 0 V      ⇒ 増幅回路不良


☐ 100 mV    ⇒ STEP 40 へ

40 : MD1 ピン 3 の副変調波形をオシロスコープで観測する。もし出力がなければ MD1 の  
不良。

\* ゼナーダイオードのチェック方法は 69 ページに示した。

**【技術移転のポイント】**

診断が正確にできれば 80% 修理できたようなものである。発展途上国の修理担当技師の診断能力向上が課題である。

<p>機 器 名：ハトクリヤ遠心分離機 メーカー/形式：クボタ/KH-1200S</p>	
<p>故 障 症 状：モーターが回転せず、 アラームが発生する。</p>	
<p>確 認 事 項：－ 1. モーターブラシは摩耗していない。 2. プログラム設定を含む全ての機能は正常。</p>	

診 断：確認事項から、モーター制御回路の不良と考えられる。

#### 【予備知識】

##### モーター制御システムの構成

図3-39にモーター制御系統図を示す。モーターを制御する信号の受渡しは全てCPUによって行なわれる。制御の過程は以下のように行なわれる。

- ①プログラムを設定してスタート鈕を押すと、CPUはTRIACに位相制御信号を送ってONにし、同時にリレーを2秒間ONにする。
- ②この2秒の間に電源220VはTRIACを通過してダイオードで直流に変換され、リレーを通過してモーターが回転を始める。
- ③モーターが回転すると、その回転軸に取り付けられているセンサーからパルス信号が発生してCPUに送られる。CPUは送られたパルス信号を計算し、あらかじめプログラム設定された回転数に達するまでTRIACを位相制御してその回転数を保つ。
- ④モーター回転が2秒以内に立ち上がらなかった場合、CPUはモーターセンサーからのパルスが送られてこないことで何かの異常を判断し、リレーをOFFにしてアラームが発生する。

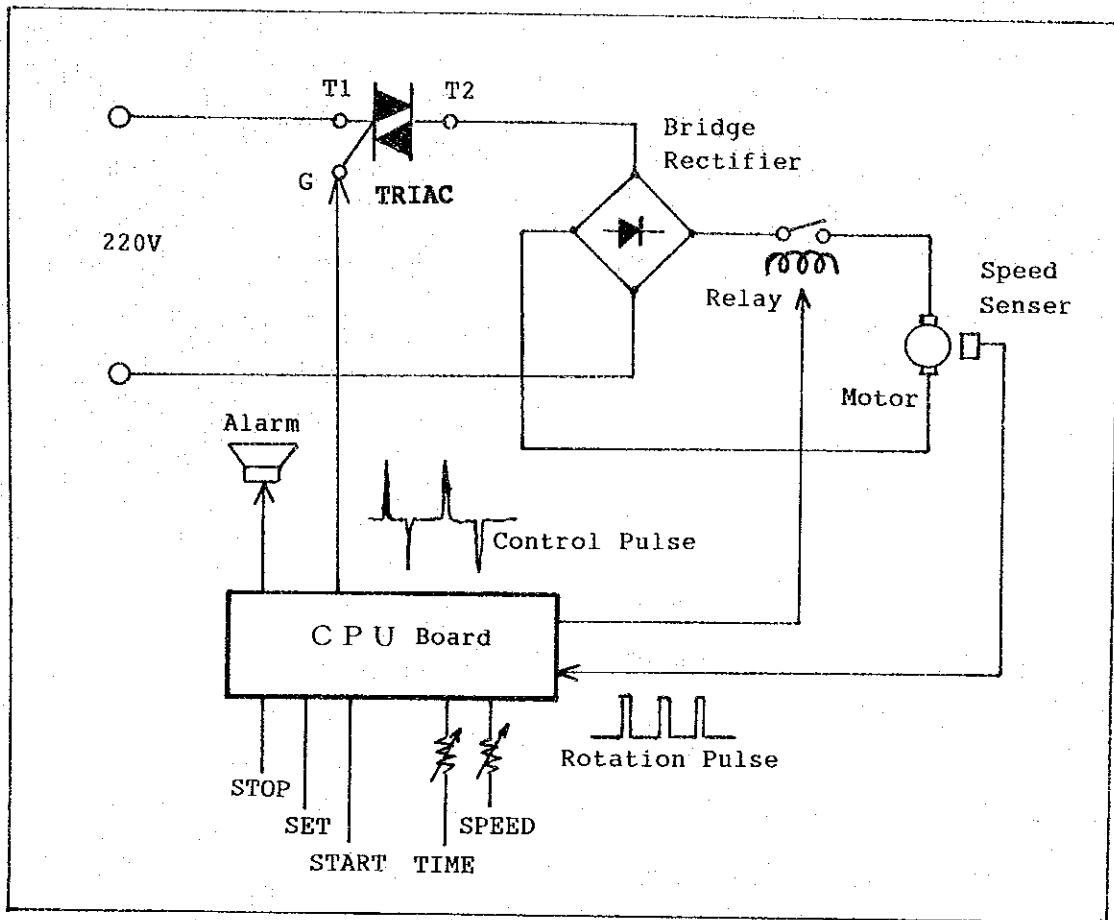


図3-39 KH-1200S モーター制御系統図

トラブルシューティング：図3-40、図3-41にそれぞれ本機の電気配線図と後部パネルの部品配置図を示す。

10：スタート鈕を押して2秒以内にモーター端子のDC電圧を測定する。

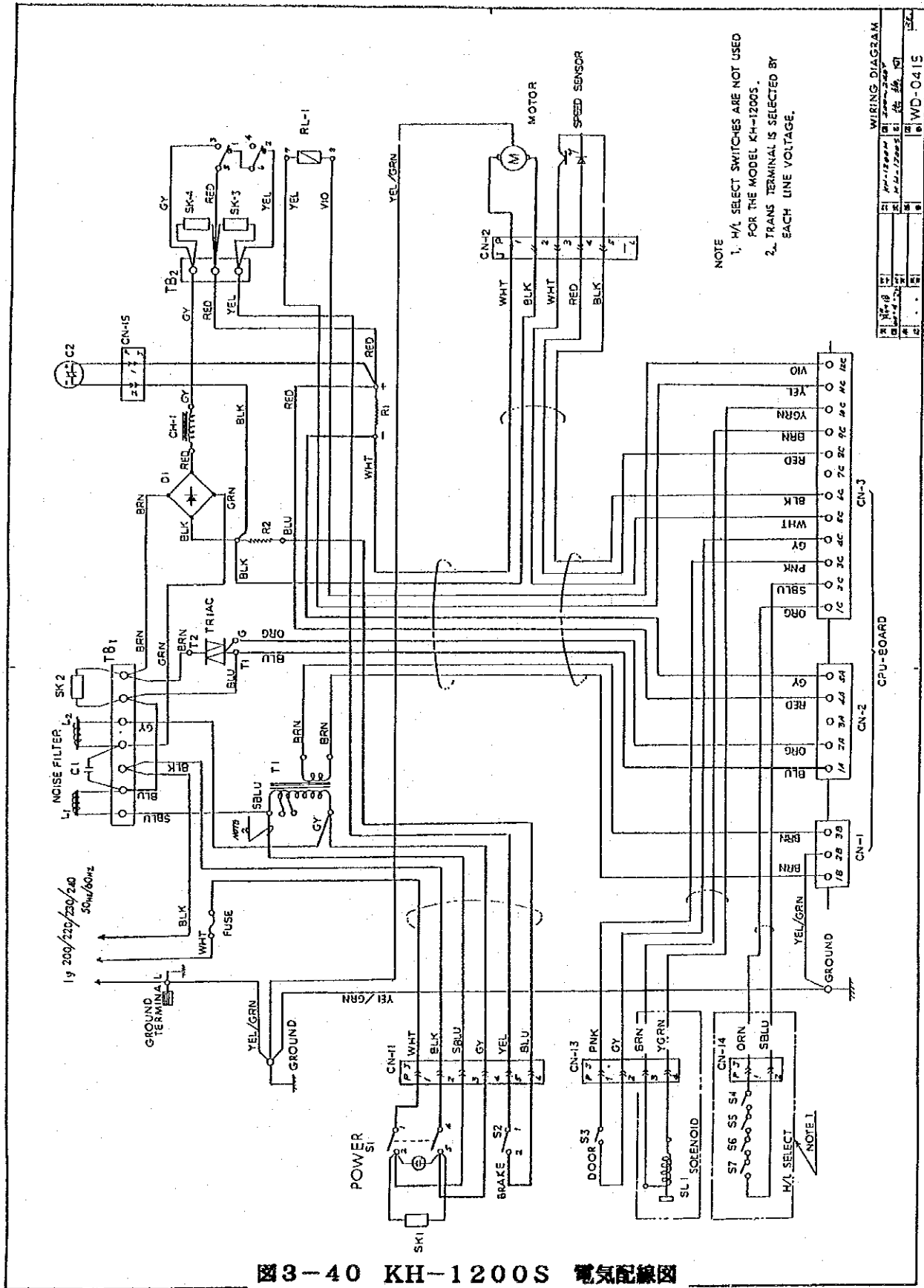
結果  300V ⇒ モーターをチェック。

0V ⇒ STEP20へ。

20：測定時にリレーの動作音を聞いたか？

結果  聞かない ⇒ リレーのコイルをチェック。

聞いた ⇒ STEP30へ。



NOTE

- H/L SELECT SWITCHES ARE NOT USED FOR THE MODEL KH-1200S.
- TRANS TERMINAL IS SELECTED BY EACH LINE VOLTAGE.

WIRING DIAGRAM

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

WD-0415

图3-40 KH-1200S 电气配线图

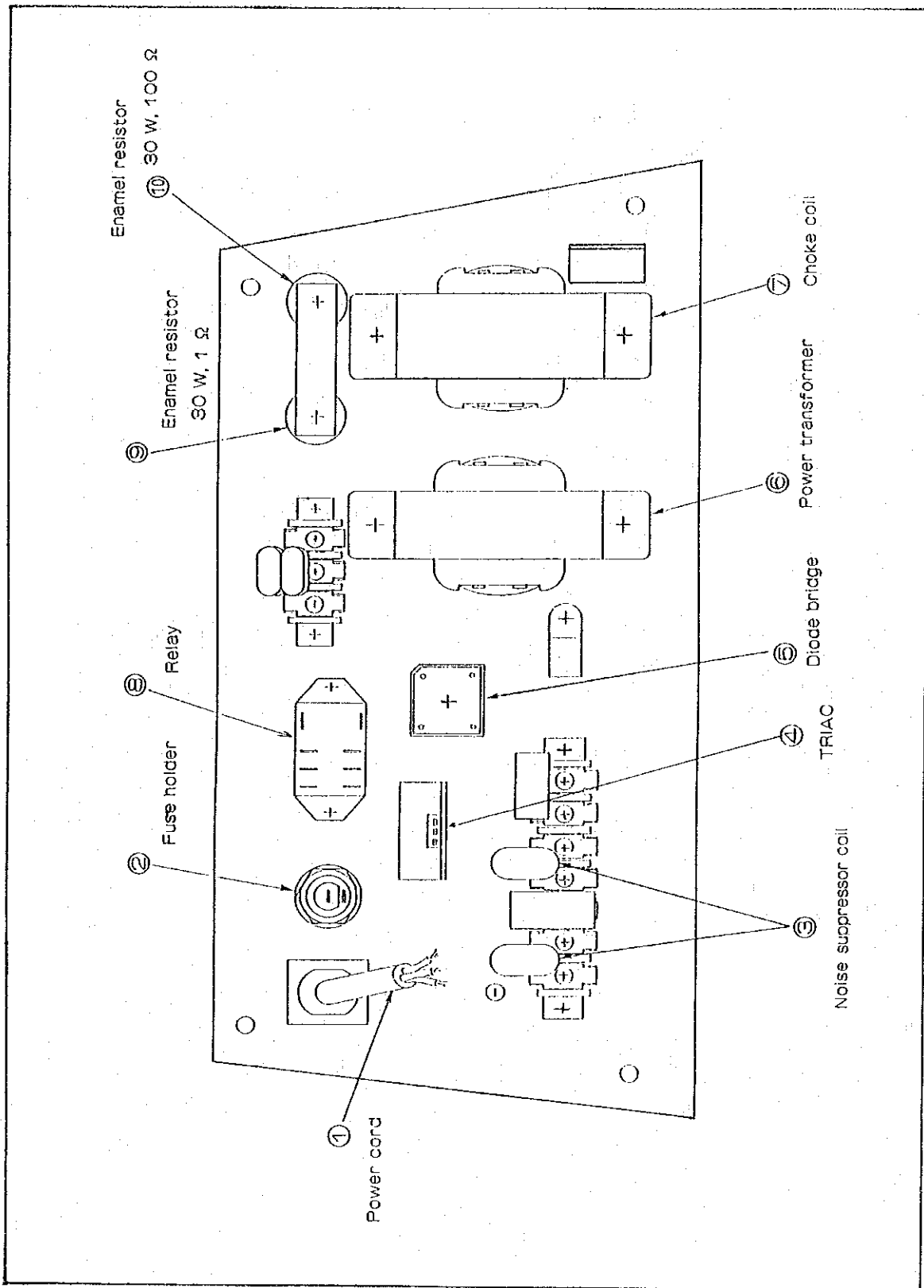


図3-41 KH-1200S 後部パネル部品配置図

30 : 後部パネルを開ける。プログラム設定後、スタート釦を押して2秒以内にR1とR2の端子間のDC電圧を測定する。

結果☑300V ⇒ リレーの接点をチェック。

☒ 0V ⇒ STEP40へ。

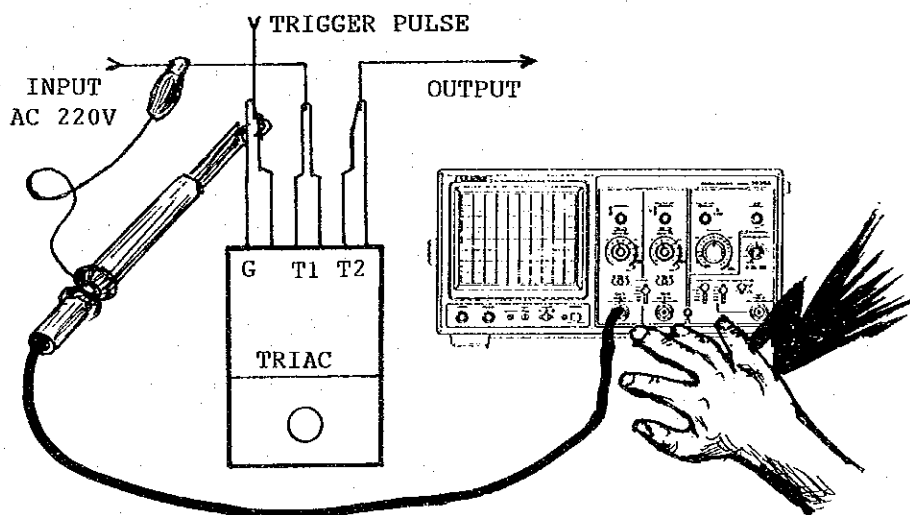
40 : スタート釦を押して2秒以内にTRIACのT1-G間の波形および電圧をオシロスコープで観測する\*1)。

結果☑5V (10ms) 以上\*2) ⇒ TRIACのチェック。

☒ 5V (10ms) 以下 ⇒ CPUボードの不良。(IC8 μPA2003C 交換)

☒ 信号なし ⇒ CPUボードの不良。

\*1) 電撃ショックを防止すること。図3-42に示すように、TRIACには外部電源が直接掛かっていることから感電に注意する。また、図3-43に示すように、オシロスコープにアース線を接続するとショート回路になるので絶対に接地しないこと。



Electrical Shock Hazard

図3-42 電撃ショックに注意

【技術移転のポイント】

オシロスコープを利用した修理や波形観測に慣れていない技術者やテクニシャンが多いことから、この面での基本をOJTで植え付ける。

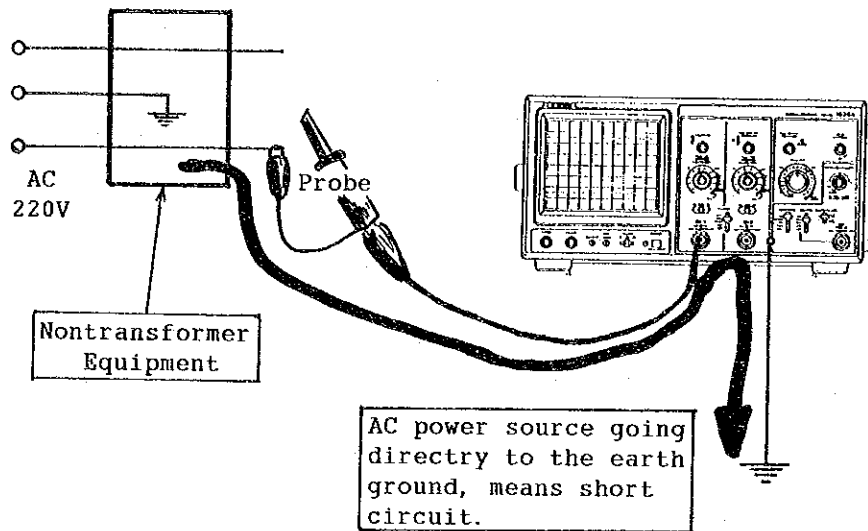
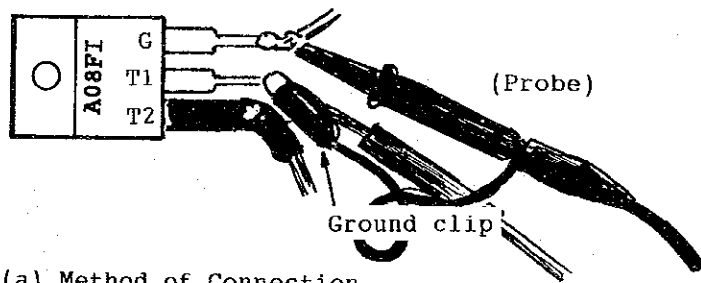


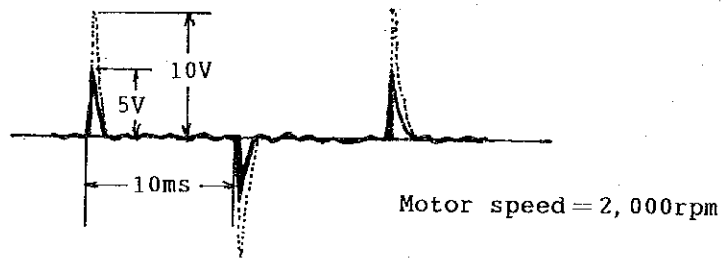
図3-43 オシロスコープ接地の禁止

\*2) T1-G間の波形観測

位相制御信号を送り出すCPUボードはフローティングされているので、その信号観測は図3-44 (a) に示すようにTRIACのT1-G間で行なう。プローブを当てるときの端子間のショートに注意する。正常な波形では図5-14 (b) に示すように10ms幅一定のパルス電圧が5Vと10Vの間で交互に変化する。




(a) Method of Connection

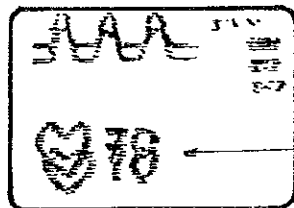


(b) Normal Waveform

図3-44 T1-G間の正常波形

<p>機 器 名：小児モニター メーカー／形式：COROMETRICS／515A</p>	
<p>故 障 症 状：画面上すべての画像が上下に振動する（図3-45）。</p>	
<p>確 認 事 項：－ 1. 本体およびECG検知部の機能は全て正常である。</p>	

Symptom  
on the Screen



All signals are giving  
double image.

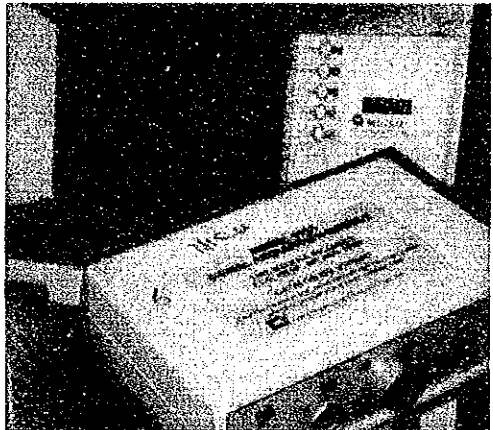
図3-45 画面上の症状

**診 断：**画面上の信号波形は全て正常に処理されていることからデジタル回路部は正常である。アナログ画像処理回路の不良と断定でき、それもCRTを制御する部分である。

**故障箇所：**垂直出力回路、「VERT HOLD」のプリセット可変抵抗器U101の接点接触及び処置 不良。接点部の清掃。

**故障原因：**この機器は稼動して5年を経過しており、摩耗故障期に入りつつある。この時期のプリセット可変抵抗器の接点接触不良による故障は多い。本器後部パネルの冷却ファンの空気取入口のフィルターが紛失していたが、このため内部に粉塵がかなり堆積していた。これも可変抵抗器の接点不良に一役買っている。したがって故障原因は摩耗故障期と保守不実施の複合によるものである。



<p>機 器 名：小児モニター メーカー／形式：COROMETRICS／515A</p>	 <p>信号検知モジュール</p>
<p>故 障 症 状：画面上ECG信号が時々消え、ベースラインだけになる。</p>	
<p>確 認 事 項：—</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 機器本体の機能は正常である。</li> <li>2. 信号検知モジュールに軽いショックを与えるとECGシグナルが画面上に現われる。</li> </ol>	

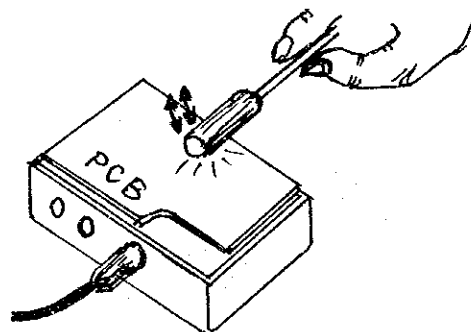


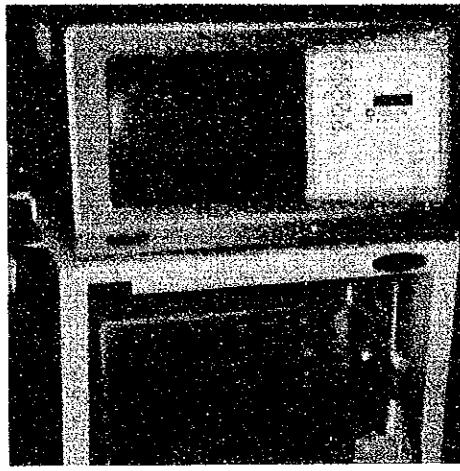
図3-46 信号検知モジュールの症状確認

**診 断：**信号検知モジュールのカバーを開け、図3-46のようにPCBに軽いショックを与えると本体画面上のECG表示が正常になる。PCBの接続コネクタを点検したが正常。このことからPCBのプリントパターンと部品の足を接続する半田付け不良と判断した。

**故障箇所：**PCBの半田付けやり直し。

**及び処置**

**故障原因：**この場合も摩耗故障期にかかる故障である。PCB半田付け不良による故障は複雑な電子回路において時々ある。初期故障期においてもこのような故障は時々ある。本器は以前にも同じ症状で代理店に修理依頼、多くの部品交換（IC）をされて修理完了となっていたが、数ヶ月後に再度今回と同じ症状となった。半田付け不良という根本的な故障箇所発見ができなかったらしい。

<b>機 器 名：</b> 小児モニター <b>メーカー／形式：</b> COROMETRICS／515A	
<b>故 障 症 状：</b> ラスターが出ない。	
<b>確 認 事 項：</b> — 1. 電源は入っている。 2. ECG信号に応じたBEEP音が出ている。	

**診 断：**ラスター以外の機能は正常である。このような症状における一般的なチェックとしてCRT周りを点検する。まず、図3-47のように高圧回路の点検を行なう。

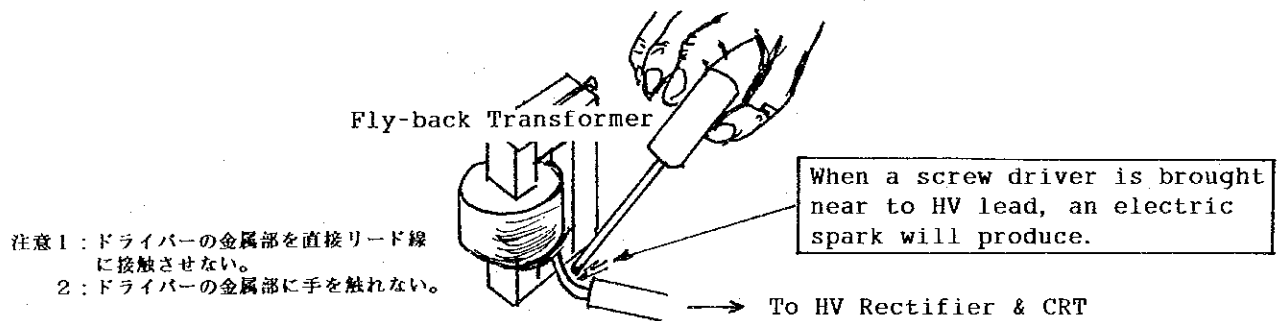


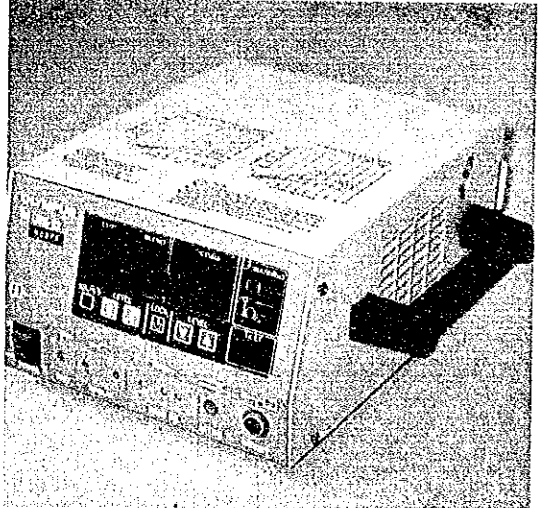
図3-47 高圧回路の点検

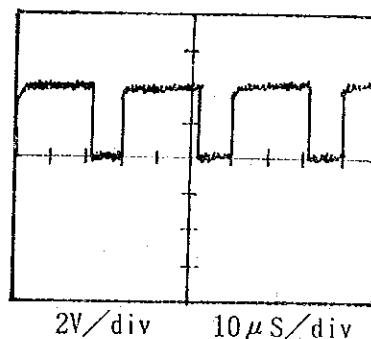
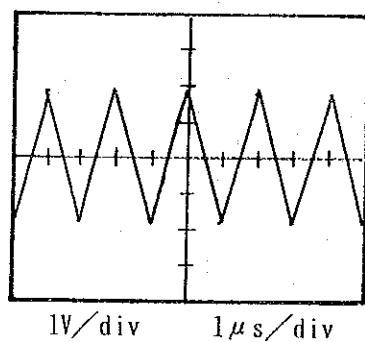
高圧回路は正常。CRTのヒーターが点灯していない。以上の結果からヒーター周りの故障と判定する。

**故障箇所：**CRTソケットとCRTピンの接触不良のため修正。

**及び処置**

**故障原因：**通常、ソケットとCRTピンの装着部には緩み留めの接着剤が塗布されているが、前回の修理者が取り除いたままにしていた。このため取り扱いの振動でソケットとCRTピンの接触が離れたものである。修理のQC不実施と取扱不良の複合原因である。

<p>機 器 名：電気メス装置 メーカー／形式：オリンパス／UES-10</p>	
<p>故 障 症 状：フットスイッチをONしても出力表示しない。</p>	
<p>確 認 事 項：-</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. フットスイッチを含めた全てのケーブル接続は正常</li> <li>2. テストモードが機能しない。</li> <li>3. UES-10基板の500kHz基本波は正常であるが、COAGパルスが異常（図3-48）。</li> </ol>	



(a) 500kHz基本波形 (TP11-TP1)      (b) COAG波形 (TP6-TP1)


図3-48 基本波形とCOAG波形

診 断：CPUで制御されているCOAGパルスが出ないことから、テストモードが機能していない。  
この状況から判断してCPU不良と考えられる。

故障箇所：CPU-IC不良、交換。

及び処置

故障原因：安定化されていない電源で使用されていたことから、電源電圧の変動やそのパルス的变化によって故障したと思われる。

<p>機 器 名：遠心分離機 メーカー／形式：クボタ／KN-70</p>	
<p>故 障 症 状：モーター回転数とスピードメーターの表示数値が一致しない。</p>	
<p>確 認 事 項：— 1. 全ての機能は正常である。 2. 操作者がスピードメーター校正用可変抵抗器を回してしまった。</p>	

診 断：スピードメーター校正用の可変抵抗器は図3-49に示すように、パネル面に低速回転用と高速回転用の二つがある。この二つの可変抵抗器を校正しなければならない。

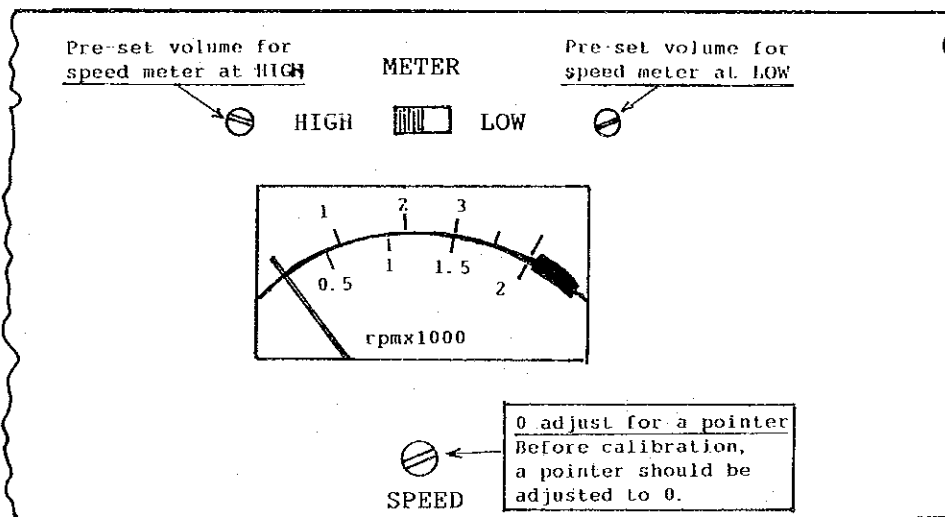


図3-49 前面パネルの校正用可変抵抗器

**校正方法：**この校正方法は非常に簡単である。図3-50に示すようにローターの中心部にスリットを取り付け、その上にオプトセンサーを取り付ける。スリットの回転によってオプトセンサーがパルスを発生し、このパルス幅を測定してモーターの回転数を求める。ただし、高速回転の測定は遠心力でスリットが飛んでしまう事から退ける。

アナログテスター1はオプトセンサーの発光側の電源（順バイアス）として用いている。アナログテスター2はオプトセンサー受光側の電源および負荷抵抗として用いている。この負荷抵抗両端の電圧変化をオシロスコープで測定することになる。

測定はモーターの回転数を徐々に上げていき、オシロスコープを観測してパルス幅が30msのところまで安定させる。この時モーターの回転数Sは次の式で求められる。

$$S = (1 \div 0.03) \times 60$$

$$= 2.000 \text{ rpm}$$

ここで、メーターレンジ切り換えスイッチをL側にし、L側の校正用可変抵抗器をメーター指示が2.000rpmになるよう調整する。次にスイッチをH側、H側の校正用可変抵抗器を同様に調節する。

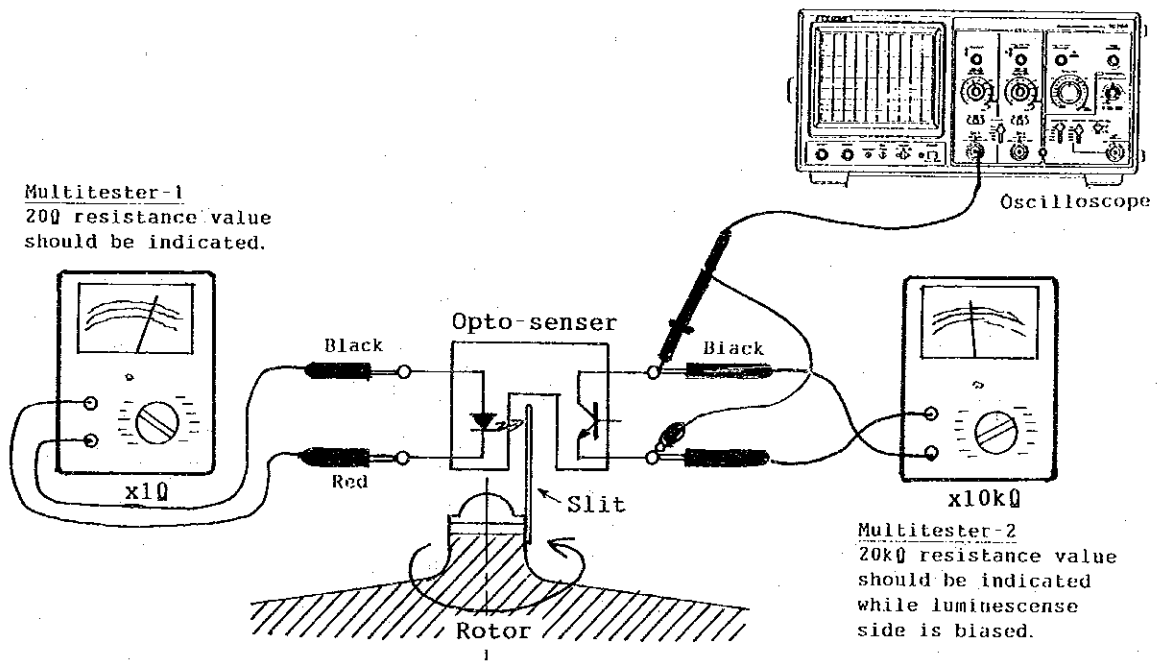
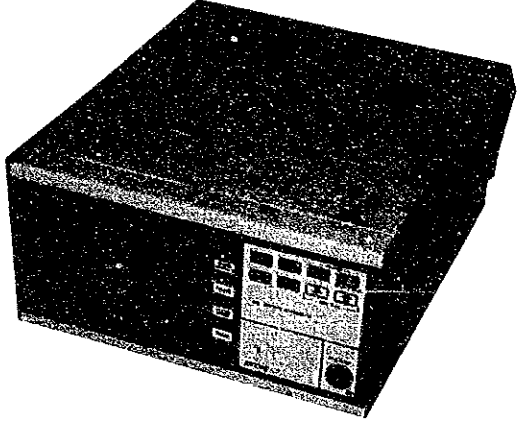


図3-50 モーター回転数測定器の構成

<p>機 器 名：小児モニター メーカー／形式：アトム／6303</p>	
<p>故 障 症 状：画像の垂直サイズが 足りない</p>	
<p>確 認 事 項：－ 1. 全ての機能は正常である。</p>	

**診 断：**本器のサービスマニュアル（電子回路図、校正を含む）はないが、垂直出力部の不良であることは容易に判定できる。機器カバーを開けて垂直出力部を捜す場合も、トランジスタの種類、使用コンデンサーの値、そして各部品の並べ方などでその場所が判定できる。目視点検をしたところ、垂直出力トランジスタのエミッターに繋がっている抵抗（R168）が変色しており、高電流と経時変化で抵抗値が上昇し、垂直出力不足となっていると判断した。

**故障箇所：**垂直出力回路のR168抵抗値上昇（硬化）。交換（価格¥25）。

**及び処置**

**故障原因：**本器は稼働後5年になる。経時変化による抵抗値の上昇ということで、摩耗故障と判断される。しかし、適正な電力値と材質の抵抗を使用しておれば、このような故障が起きる可能性は少ないことから、設計不良または設計の誤りによる故障ともいえる。ちなみに、稼働している他の同機種の機器も同じ故障が起きた。



## 付録

---

1. ECG簡易チェッカーの製作
2. 医用電気機器の使用上（安全および危険防止）の注意事項
3. 医療機器関係JIS一覧





## ECG簡易チェッカーの製作

心電計や心電モニターの保守・修理において、信号出力の確認に便利な簡易シミュレーターである。非常にシンプルな回路を使用し、ローコストで簡単に製作できる。

図1 (a) は大人の典型的なECG波形を示す。心拍数を80bpmとすると、その周期は750msとなる。R波のパルス幅は40msである。本器はこのR波を基準として図1 (b) のような擬似波形を発生する。

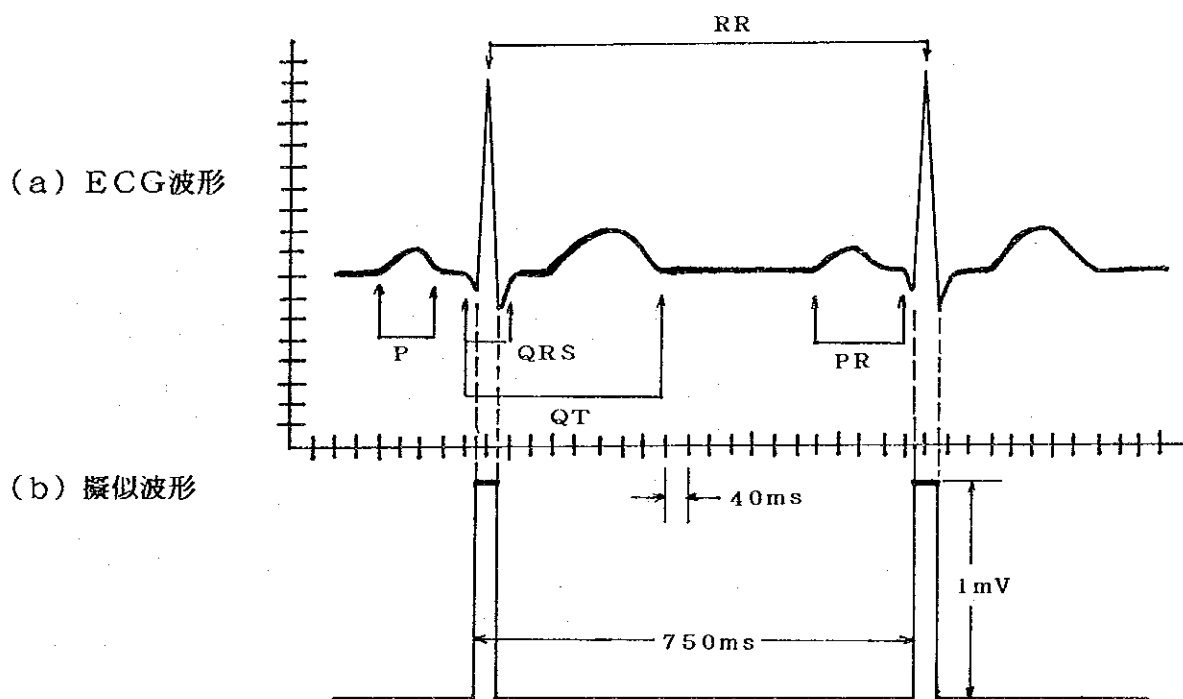
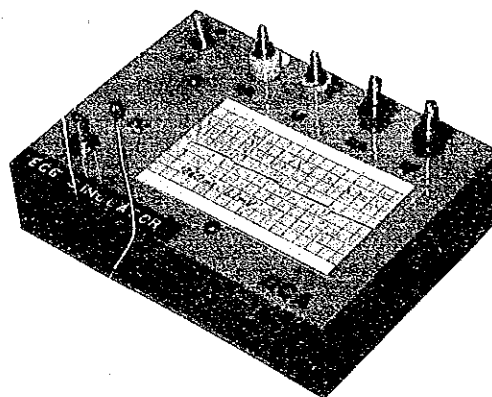


図1 ECG波形とその擬似波形

# 仕様

- ◇電源 : 9V-006P型
- ◇出力波形 : パルス幅-40ms, 周期-750ms (80bpm)
- ◇出力電圧 : 1mV
- ◇出力端子 : 標準誘導-LA, LF, RA, RF
- ◇出力表示 : パルス周期をLEDで表示

# 回路図

- 図2に回路図を示す。電源回路、パルス発生回路、減衰回路、表示回路の4つで構成される。
- 電源回路 : 電池電圧の低下による出力電圧の変化を防止するため、安定化電源回路を使用し、電源電圧5Vとする。
- パルス発生回路 : ヘックスインバーターを応用した発信回路である。パルス周期は $R_1$ と $C_1$ の時定数で決まり、パルスの幅は $R_2$ と $C_1$ で決まる。 $R_3$ は1/6-IC<sub>2</sub>の入力ゲート破壊防止のための抵抗である。
- 出力減衰器 : 3/6-IC<sub>2</sub>の出力5VをECGの基準入力電圧1mVに減衰させる。
- 表示回路 : パルス出力時にLEDを点灯させる。

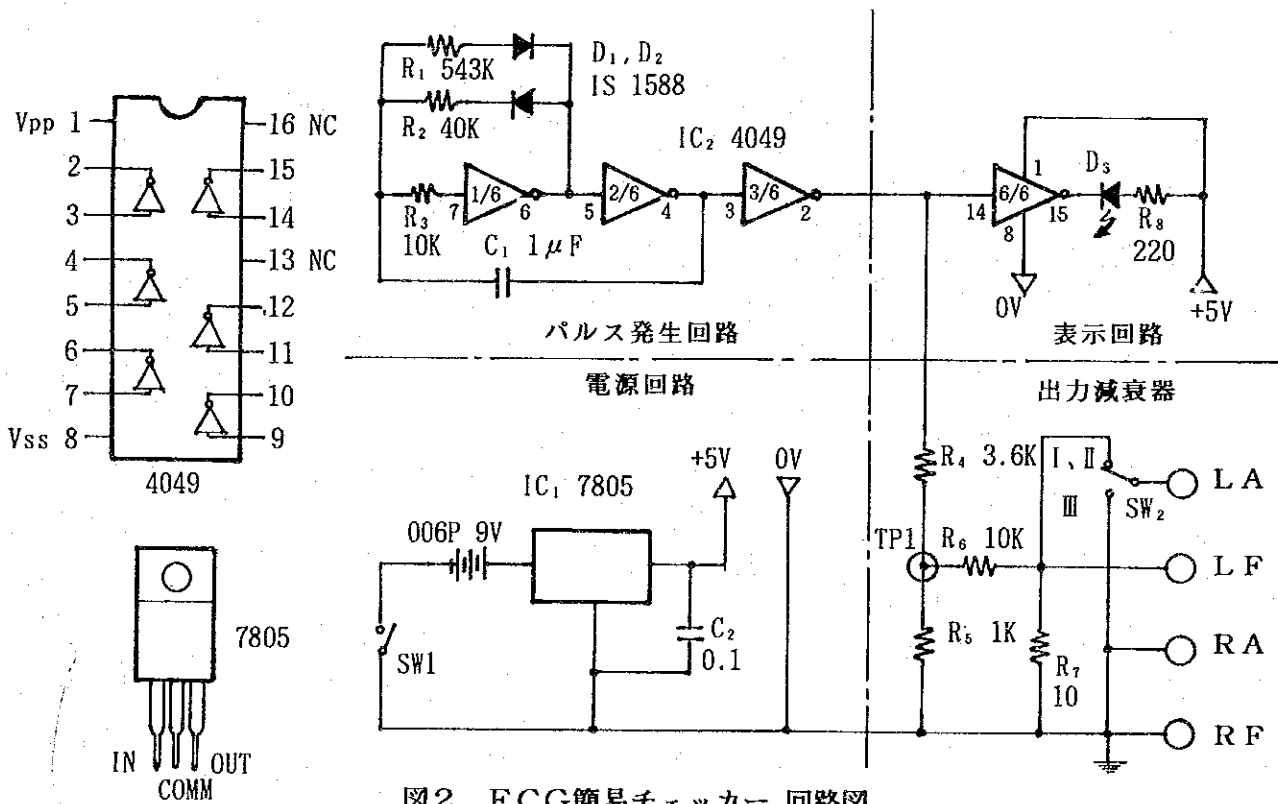


図2 ECG簡易チェッカー 回路図

## 回路の計算

$$\text{パルス幅: } T_1 = C_1 \times R_2 = 1 \times 10^{-6} \times 4 \times 10^4 = 0.04 \text{ (S)}$$

$$\text{パルス周期: } T_2 = 2 \times 0.69 C_1 R_1$$

$$= 2 \times 0.69 \times 1 \times 10^{-6} \times 543 \times 10^3 \approx 0.75 \text{ (S)}$$

$$\text{心拍数: } T_3 = (1/T_2) \times 60 = (1/0.75) \times 60 \approx 80 \text{ (bpm)}$$

減衰器の抵抗値：電圧の減衰は図3のように、5V→1V、1V→1mVの2段階で行なう。CMOS-4049の許容出力電流（ファンアウト）を考慮して出力電流を1mA程度とし、負荷抵抗値（即ち減衰器を構成する総合抵抗値）を5kΩ程度とする。

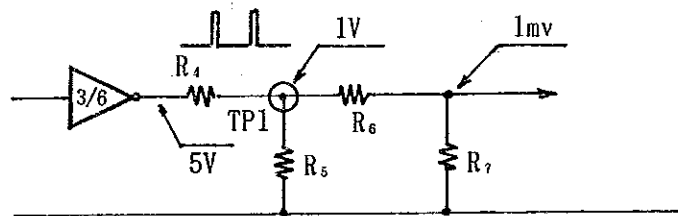


図3 パルス出力電圧の減衰

ここで、5V→1Vに減衰させる $R_4$ と $R_5$ の比は4:1であるから、 $R_4 = 4\text{k}\Omega$ 、 $R_5 = 1\text{k}\Omega$ と仮に決める。

$R_5 = 1\text{k}\Omega$ （すなわち出力抵抗）であるから、これを受ける負荷抵抗値（ $R_6$ と $R_7$ の合成抵抗値）はその10倍が適当である。

1V→1mVに減衰させる $R_6$ と $R_7$ の比は、999:1であるから、 $R_6 = 9.99\text{k}\Omega$ 、 $R_7 = 10\Omega$

しかし、 $R_6$ の値を10kΩとしても出力電圧の誤差は僅かである。

$$\begin{aligned} V_{\text{out}} &= IR = (E/R_6 + R_7) \times R_7 \\ &= (1/10,000 + 10) \times 10 \approx 0.999\text{mV} \end{aligned}$$

したがって、 $R_6 = 10\text{k}\Omega$ 、 $R_7 = 10\Omega$ と決定する。

一方、 $R_4$ からみた負荷抵抗値は $R_5$ 、 $R_6$ 、 $R_7$ の合成抵抗値である。 $R_7$ の値は $R_5$ 、 $R_6$ に比べて非常に小さいので無視できる。ここで、 $R_5$ 、 $R_6$ の合成抵抗値 $R_0$ は、

$$R_0 = (R_5 \times R_6) / (R_5 + R_6) \\ = (1 \times 10) / (1 + 10) \doteq 0.91 \text{ k}\Omega$$

先に $R_4$ を $4 \text{ k}\Omega$ と仮に決めたが、このままではTP1に $1 \text{ V}$ が得られない。このため、 $R_4$ と $R_0$ の比を再度 $4 : 1$ にする必要がある。

$$x : 0.91 = 4 : 1$$

$$x = 4 \times 0.91 \doteq 3.6 \text{ k}\Omega$$

または、TP1が $1 \text{ V}$ のときの電流 $I_0$ を求めると、

$$I_0 = 1 / R_0 = 1 / 0.91 = 1.1 \text{ mA}$$

$$\text{ゆえに } R_4 = (5 - 1) / 1.1 \doteq 3.6 \text{ k}\Omega$$

R8の抵抗値：LEDの推奨動作電流は $10 \sim 20 \text{ mA}$ で、アノード、カソード間の順方向電圧は約 $1.6 \text{ V}$ である。 $15 \text{ mA}$ 程度の電流で動作させるとすると、 $R_8$ の抵抗値は、

$$R_8 = (5 - 1.6) / 0.015 = 226 \doteq 220 \Omega$$

注1.  $C_1$ とRの精度：出力のパルス周期とパルス幅、および出力電圧の精度は $C_1$ と $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_4 \sim R_7$ の精度に依存する。 $C_1$ の精度は $\pm 5\%$ 、Rの精度は $\pm 1\%$ が望ましい。しかし、入手不可能なら、一般市販品のそれぞれ $\pm 10\%$ 、 $\pm 5\%$ 程度のものを使用する。

2. 特殊な値の抵抗： $R_1$ と $R_2$ は特殊な値で市販されていないので下記のように抵抗を何本か組み合わせる。

$$543 \text{ k}\Omega = 470 \text{ k} + 68 \text{ k} + 4.7 \text{ k}$$

$$40 \text{ k}\Omega = 33 \text{ k} + 6.8 \text{ k} + 220$$

#### 【技術移転のポイント】

途上国の保守・修理担当技師は電子回路の各部品の数値を計算によって求めるという経験がないため、電子回路の読解力や応用力が不足している。このことから、易しい計算方法で電子回路の理解を得るよう指導する必要がある。同時に誤差の概念も植え付ける。

## 製作

### 【製作上の注意】

1. PCB：非常に簡単な回路であることから、ユニバーサル基板を使用する。ケース：プラス
2. ケース：プラスチックケースで十分である。
3. アースポイント：アルミケースを使用する場合、RFターミナルのすぐそばにアースを取る。
4. C-MOS ICの取り扱い：ICピンを素手で触れない。また、ICをプリント基板に装着したまま配線や半田付けを行なわないこと。
5. IC<sub>2</sub>：CMOS-4049の代わりに4009、4069が使用できる。ピン接続に注意。
6. 使用しないICのピン：使用しないインバーター入力側は必ずアースをとる。
7. C<sub>1</sub>：無極性のコンデンサーを使用するが、もし入手不能の場合はやむおえず図4のように、2個の有極コンデンサーを直列接続して使用する。電解コンデンサーは精度も悪く、パルス回路に向かないが、それしかない場合はやむおえない。なお、市販の有極コンデンサーは2.2μFの容量が多いので、R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>の抵抗値を変更しなければならない。

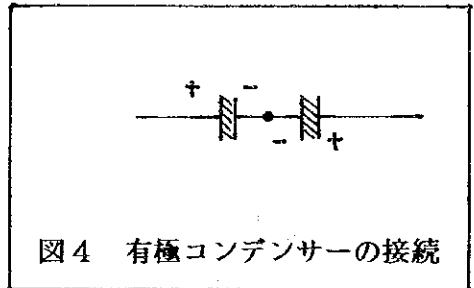


図4 有極コンデンサーの接続

$$R_1 = 0.75 / (2 \times 0.69 \times 1.1 \times 10^{-6}) \\ \doteq 494 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 0.04 / (1.1 \times 10^{-6}) \doteq 36.4 \text{ k}$$

8. C<sub>2</sub>：セラミック型を使用し、IC<sub>1</sub>のピンに直接半田付する。

## 校正とテスト

### ■オシロスコープを使用して

図5のようにTP1とアース間にオシロスコープを接続して出力波形を観測する。パルス周期が長いので若干観測しにくい。

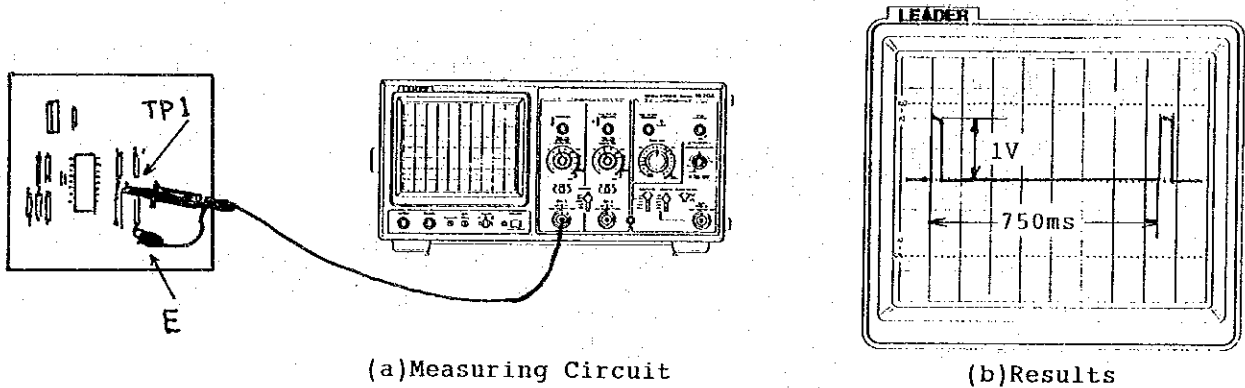


図5 オシロスコープによる波形観測

### ■心電計または心電モニターを使用して

よく調整された機器を使用して標準誘導のIおよびII、IIIの観測、または記録を行なう。心電計を使用した場合、その記録を本器に張り付けておくと良い（112ページ写真参照）。

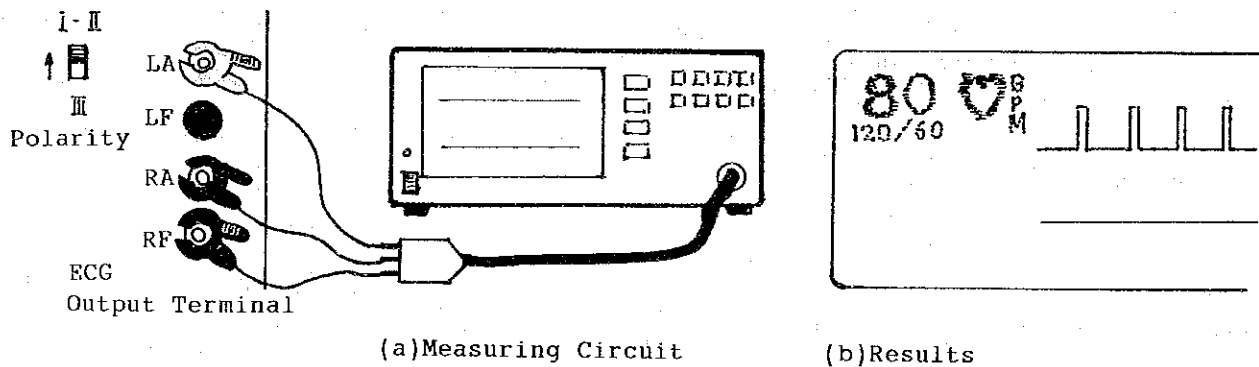


図6 ECGモニターによる観測

## パーツリスト

項目	仕様
R <sub>1</sub>	543k $\Omega$ , 1/4W
R <sub>2</sub>	40k $\Omega$ , 1/4W
R <sub>3</sub> , R <sub>6</sub>	10k $\Omega$ , 1/4W
R <sub>4</sub>	3.6k $\Omega$ , 1/4W
R <sub>5</sub>	1.0k $\Omega$ , 1/4W
R <sub>7</sub>	10 $\Omega$ , 1/4W
R <sub>8</sub>	220 $\Omega$ , 1/4W
C <sub>1</sub>	1 $\mu$ F, 16V, 無極性
C <sub>2</sub>	0.1 $\mu$ F, 16V, セラミック
D <sub>1</sub> , D <sub>2</sub>	1S1588、スイッチングダイオード
LED	一般的なもの、何色でも可
IC <sub>1</sub>	7805、+5VレギュレータIC
IC <sub>2</sub>	4049、CMOSインバーター
SW <sub>1</sub>	小型トグルスイッチ
SW <sub>2</sub>	3P小型スライドorトグルスイッチ
PCB	ユニバーサル基板
ICソケット	4049用、16ピン
出力端子	赤 (RA), 黒 (RF), 黄 (LA), 緑 (LF), 各一個
電池クリップ	006P-9V用
電池	006P-9V
その他	サポーター、配線コード、ネジなど

### 【技術移転のポイント】

本器は途上国で市販されている部品のみで製作できる。製作コストは数千円もかからない。製作実習することにより、機器の製造技術や修理テクニックを体で覚えるとともに、物を作る喜びを与える。また、生体信号とエレクトロニクスの実際に応用する教材ともなろう。



## 付録 2

### 医用電気機器の使用上（安全および危険防止）の注意事項

（昭和47年6月1日付薬発第495号厚生省薬務局の通知に基づく医用電気機器に関する使用上の一般注意事項）

1. 熟練した者以外は機器を使用しないこと。
  - (1) 水のかからない場所に設置すること。
  - (2) 気圧、温度、湿度、風通し、日光、ほこり、塩分、硫黄分等を含んだ空気などにより悪影響の生ずる恐れのない場所に設置すること。
  - (3) 傾斜、振動、衝撃（運搬時を含む）など安定状態に注意すること。
  - (4) 化学薬品の保管場所やガスの発生する場所に設置しないこと。
  - (5) 電源の周波数と電圧および許容電流値（または消費電力）に注意すること。
  - (6) 電池電源の状態（放電状態、極性など）に注意すること。
  - (7) アースを正しく接続すること。
  
2. 機器を使用する前には次の事項に注意すること。
  - (1) スイッチの接触状況、極性、ダイヤル設定、メーター類の点検などを行ない、機器が正確に作動することを確認すること。
  - (2) アースが完全に接続されていることを確認すること。
  - (3) 全てのコードの接続が正確かつ安全であることを確認すること。
  - (4) 機器の併用は正確な診断を誤らせたり、危険を起こす恐れがあるので、十分注意すること。
  - (5) 患者に直接接続する外部回路を再点検すること。
  - (6) 電池電源を確認すること。
  
3. 機器の使用中は次の事項に注意すること。
  - (1) 診断・治療に必要な時間・量を超えないようにすること。
  - (2) 機器全般および患者に異常のないことを絶えず監視すること。
  - (3) 聞き及び患者に異常が発見された場合には、患者に安全な状態で機器の作動を止めるなど適切な処置を講ずること。
  - (4) 機器に患者が触れることのないよう注意すること。

4. 機器の使用後は次の事項に注意すること。

- (1) 定められた手順により操作スイッチ、ダイヤルなどを使用前の状態に戻したのち、電げんを切ること。
- (2) コード類の取り外しに際しては、コードを引き抜くなど無理な力を加えないこと。
- (3) 保管場所についてはつぎの事項に注意すること。
  - (イ) 水のかからない場所に保管すること。
  - (ロ) 気圧、温度、湿度、風通し、日光、ほこり、塩分、硫黄分等を含んだ空気などにより悪影響の生ずる恐れのない場所に保管すること。
  - (ハ) 傾斜、振動、衝撃（運搬時を含む）など安定状態に注意すること。
- (ニ) 化学薬品の保管場所やガスの発生する場所に設置ないこと。
- (4) 付属品、コード、導子などは清浄にした後、整理してまとめておくこと。
- (5) 機器は次回の使用に支障のないよう必ず清浄にしておくこと。

6. 故障したときは勝手にいじらず適切な表示を行ない、修理は専門家に任せること。

7. 機器は改造しないこと。

8. 保守点検

- (1) 機器及び部品は必ず定期点検を行なうこと。
- (2) しばらく使用しなかった機器を再使用するときには、使用前に必ず機器が正常にかつ安全に作動することを確認すること。

## 付録 3

### 1. 医用電気機器関係の J I S 規格一覧

分類コード	規 格 名	分類コード	規 格 名
JIS T 1001	医用電気機器の安全通則	JIS T 1214	医用トレッドミル
JIS T 1002	医用電気機器の安全性試験方法通則	JIS T 1301	患者監視装置通則
JIS T 1005	医用電気機器取扱説明書の様式	JIS T 1303	分娩監視装置
JIS T 1006	医用電気機器図記号	JIS T 1304	心電図監視装置
JIS T 1011	医用電気機器用語 (共通編)	JIS T 1305	観血式血圧監視装置
JIS T 1021	医用差込接続器	JIS T 1306	電子体温モニター
JIS T 1022	病院電気設備の安全基準	JIS T 1307	臨床用無線心電図テレメータ
JIS T 1031	医用電気機器の警報通則	JIS T 1308	新生児監視装置
JIS T 1113	心音計	JIS T 1309	臨床用多用途記録監視装置
JIS T 1114	ベクトル心電計	JIS T 1353	マイクロ波治療器
JIS T 1115	非観血式血圧計	JIS T 1355	除細動器
JIS T 1116	臨床用観血式血圧計	JIS T 1356	体外式心臓ペースメーカー
JIS T 1117	長時間心電図携帯形記録装置 (ホルタ心電計)	JIS T 1453	電気手術器 (電気メス装置)
JIS T 1140	電子体温計	JIS T 1501	パルス反射法超音波診断装置の性能測定方法通則
JIS T 1141	医用赤外線撮像装置	JIS T 1503	Aモード超音波診断装置
JIS T 1150	筋電計	JIS T 1504	手動操作Bモード超音波診断装置
JIS T 1160	眼振計	JIS T 1505	Mモード超音波診断装置
JIS T 1161	網膜電位計	JIS T 1507	電子リニア操作式超音波診断装置
JIS T 1170	臨床用電子式スライロメータ	JIS T 1603	人工心肺用電動式血液ポンプ
JIS T 1171	鼻くう通気度計	JIS T 1653	輸液ポンプ
JIS T 1190	重心動揺計	JIS T 1701	医療用遠心機
JIS T 1201	オーディオメータ	JIS T 1702	孵卵器
JIS T 1202	心電計	JIS T 7201	麻酔器
JIS T 1203	脳波計	JIS T 7303	保育器
JIS T 1204	レーザー光凝固装置	JIS T 6310	低周波治療機
JIS T 1205	超音波眼軸長測定装置		
JIS T 1206	自動視野計		
JIS T 1213	脳波用閃光刺激装置		

## 2. 医用電気機器のIEC規格一覧\*

IEC番号	名 称
90	補聴器用プラグの寸法
118	補聴器の電気音響特性の測定法
126	耳孔挿入形イヤホン使用補聴器用IEC標準化ケーブル
150	超音波医療装置の試験法および校正法
318	聴力測定用イヤホン校正用広帯域IEC人工耳
336	医用X線装置の焦点特性
406	放射線カセット
407	管電圧10~400kVの医用X線装置の放射線防護
513	医用に供する電気機器の安全に関する基本的考察(研究報告)
520	X線イメージンテンシファイアの入射面視野寸法
522	X線管装置の固有ろ過
526	医用X線装置のX線高電圧ケーブル用プラグおよびソケットの接続
572	X線イメージンテンシファイアの輝度分布の測定
573	X線イメージンテンシファイアの変換係数の測定
580	面積線量計
601	医用電気機器の安全
601-1	Part 1: 通則
601-2	Part 1: 個別安全規格
601-2-1	1~50MeVの医用電子加速装置: 総則、装置の放射線防護
601-2-2	電子手術器(電気メス)
601-2-3	短波治療装置
601-2-4	除細動器及びモニター付除細動器
601-2-5	超音波治療器
601-2-6	マイクロ波治療器
645	オージオメータ
789	核映像機器の特性および試験条件
806	診断用回転陽極X線管の対象最大照射野の決定
858	X線イメージンテンシファイアの像ひずみの決定

\* 発展途上国ではIEC規格を自国語に翻訳し、これを輸入製品に適用している国が多い。自国製品については、IEC規格を模倣した国家規格を制定し、これを基準としている国が多いが、IECにも準拠しようとしている。





JICA

