

## 課題情報シート

課題名：	心電図と脈波簡易測定装置の開発		
施設名：	中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	電子技術科
課題の区分：	総合制作実習課題	課題の形態：	製作

### 課題の制作・開発目的

#### (1) 課題実習の前提となる科目または知識、技能・技術

電子回路設計、電子回路製作、センサー技術、シミュレーション CAD、PCBCAD、電子計測技術、フィルター回路設計、データ解析

#### (2) 課題に取り組む推奨段階

電子回路設計・製作技術習得後

#### (3) 課題によって養成する知識、技能・技術

課題を通して、電子回路設計及び製作を行い、実験結果を理論的に実証できる能力を身に付けます。

#### (4) 課題実習の時間と人数

人数：2名

時間：252時間

本課題では、「心電図と脈波簡易測定装置の開発」というテーマで、生体信号という新たな観点から電子回路を勉強しようという目的で、設計及び製作を行いました。

心臓が動作することにより、1mV程度の筋電が発生します。さらに、その微小な筋電信号は、1Hz程度（平常時）の周期性を持った信号でもあります。直接、オシロスコープ等で測定すると、60Hzをはじめ多くノイズを含んだ信号であります。脈拍数は心臓から血液を送り出す際に発生するものであります。赤外線を皮膚上から当て、その光反射具合によって測定することができます。脈波も心電図と同様、多くの周波数のノイズが入る可能性があるため、フィルター回路の設計が重要になります。

## 課題の成果概要

今回製作した心電図の回路は、増幅回路及びフィルター回路にて構成されています。OP アンプ IC を 1 個、そして数個の抵抗とコンデンサであり、図 1 に示すような片面のパターン図で作ることができます。その後図 2 に示すような PCB 基板へ製作します。脈波の回路においても同様の手順にて行います。

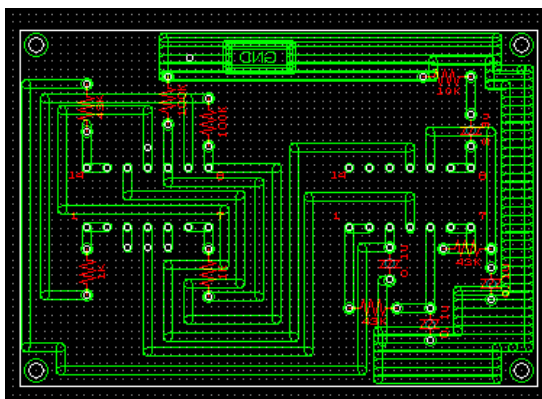


図 1 心電図回路のパターン図

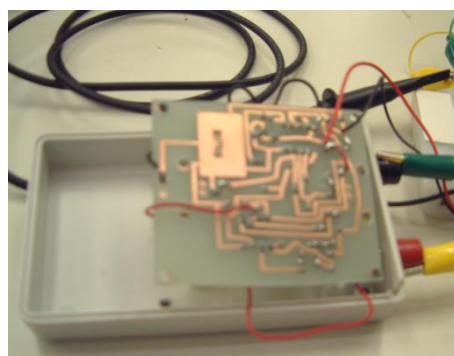


図 2 PCB のサンプル

第 7 回中国ブロックポリテクビジョン 2009 において、総合制作の発表及び展示を行い、発表部門においては校長賞を受賞しました。

## 課題制作・開発の訓練ポイントおよび所見

### <増幅回路とフィルター設計について>

心電図において 20dB の OP アンプを用いた差動増幅回路、脈波においては 37dB の非反転増幅回路を構成し、生体信号を増幅しています。

心電図の回路の概要を図 3 に示します。20dB の増幅後、3 次のローパスフィルターを構成し、1Hz から 10Hz くらいまでは通過するような回路となっております。

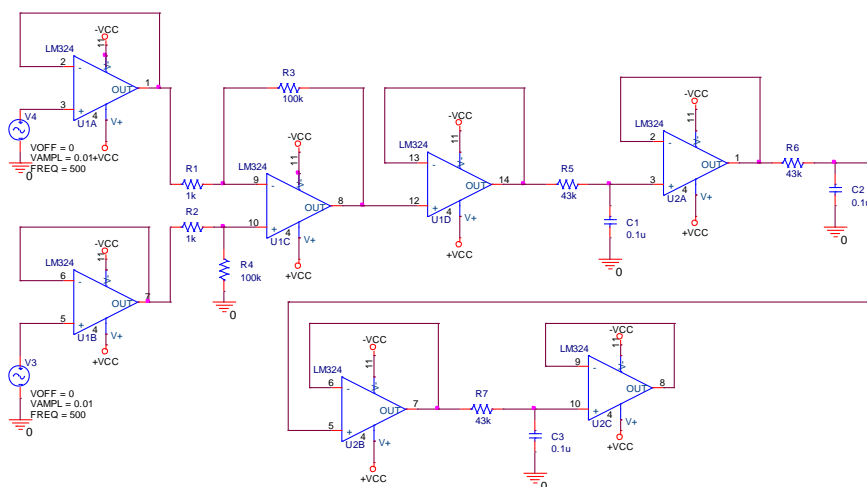


図 3 心電図測定回路

図 4 においては、図 3 の AC 解析結果となっております。

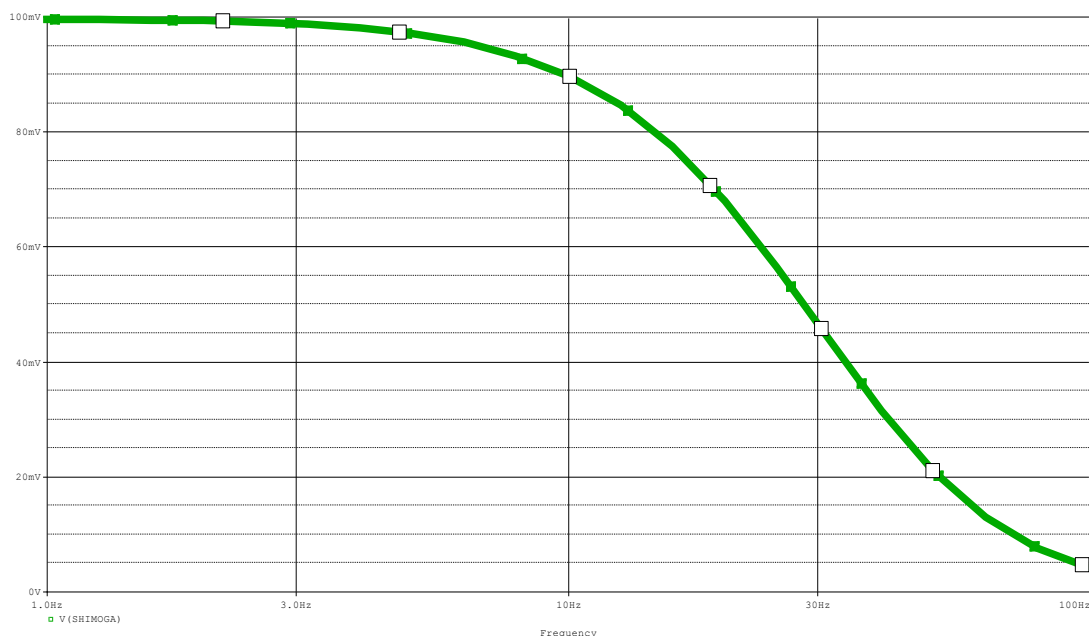


図 4 心電図回路の AC 解析結果

脈波測定回路のメイン部分について図 5 に示します。37dB の増幅を行った後、バターワースフィルタを用いて低い周波数を通すような設計を行っております。

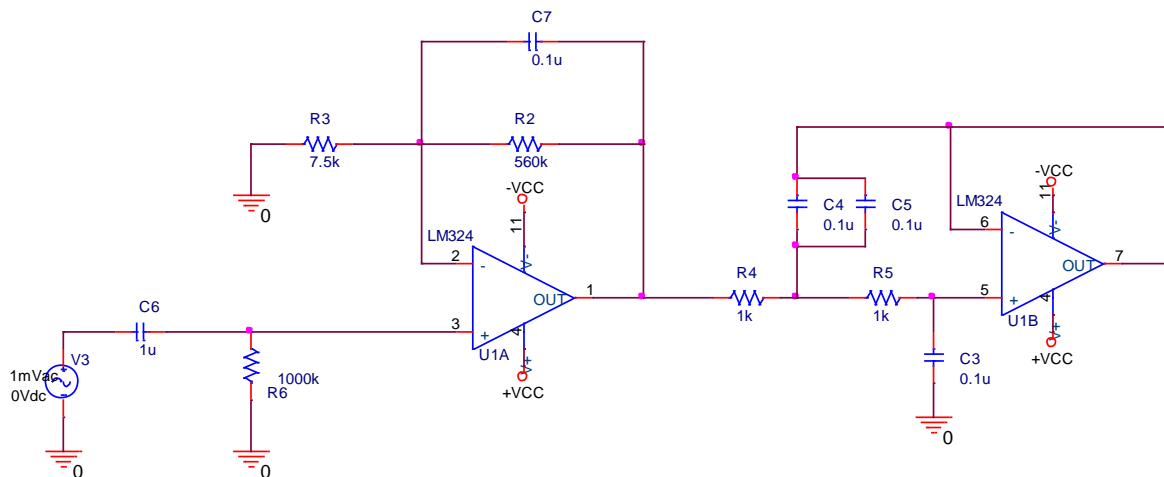


図 5 脈波測定回路

これらの設計においては、まずは紙と鉛筆を用いて、ある程度設計理論を考え、シミュレーション CAD を用いて仮想のシミュレーションを行った後、設計を行いました。

### <ものづくりについて>

図6に示すようなPCBCADでガーバーデータをつくり、図7のような基板作成を行いました。

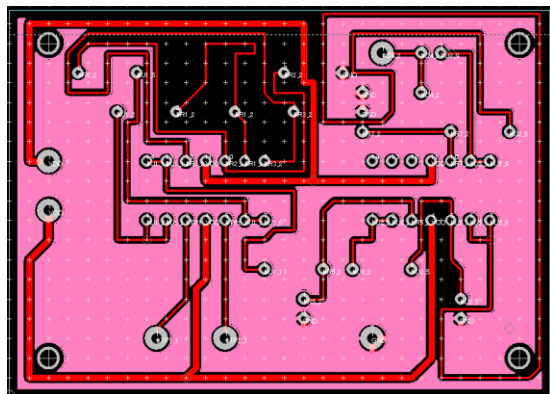


図6 PCBCADによる設計

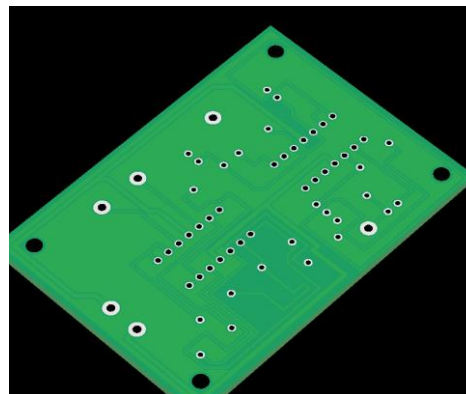


図7 基板化

今後は、LSI等を表面実装型に変え、より小さく作る必要があります。さらに半田付けにおいてもPbフリーの技術を取り入れ、より製品化に近づける指導が必要であると思います。

### <データの解析>

心電図の周波数と脈波の周波数ということで、この2つの相関関係を求めるという点においては、品質管理の授業が必要不可欠となります。このような物理現象で見て、計算すると非常に学生は分かりやすいと思いました。

### <安全について>

体に電極を貼り実験を行うので、安定化電源の電流値及び回路のショートなどのチェックは、実験前に必ず行っております。

さらに、箱の中に基板を入れたので、穴あけなどの簡単な機械工作があるため、その時の安全確保が必要であることに気がきました。

養成する能力 (知識、技能・技術)	課題制作・開発のポイント	訓練（指導）ポイント
<p>○電子回路増幅設計</p> <p>○フィルター回路設計</p> <p>○シミュレーション CAD</p> <p>○PCBCAD</p> <p>○データ解析</p>	<p>◇心電図及び脈波とは</p> <p>◇電子回路増幅設計 OP アンプ増幅回路(差動増幅回路、非反転増幅回路)</p> <p>◇フィルター回路設計 CR ローパスフィルター設計、バターワースフィルター回路</p> <p>◇シミュレーション CAD OP アンプ回路を用いた増幅回路のトランジェント解析、フィルター回路においては AC 解析</p> <p>◇PCBCAD PCBCAD の利用方法、基板作成、半田付け(今後は Pb フリーなど)</p> <p>◇データ解析 表計算ソフトを用いた相関係数の算出</p>	<p>●ネット及び文献を用いて心電図、脈波とは何か、どんな電気信号であるかを調べさせました。</p> <p>●OPアンプ+フィルター回路 最初に紙と鉛筆で解かせました。</p> <p>●シミュレーション CAD を用いて、コンピューターを使って計算させました。</p> <p>●ブレッドボードにて製作し、実験を行わせました。</p> <p>●PCBCAD にてプリント基板の作成を行わせました。 作成したプリント基板で回路を製作し、実験を行わせました。</p> <p>●データ解析においては、相関とは何かということにポイントを置くよう指導しました。表計算ソフトを上手く利用できるよう指導しました。</p>

## 課題に関する問い合わせ先

**施設名** : 中国職業能力開発大学校附属福山職業能力開発短期大学校  
**住 所** : 〒720-0074  
広島県福山市北本庄 4-8-48  
**電話番号** : 084-923-6391 (代表)  
**施設 Web アドレス** : <http://www.ehdo.go.jp/hiroshima/fukuyama/>