

## オシロスコープ実習回路 ZA-20

このたびは、オシロスコープ実習回路ZA-20を採用いただきまことにありがとうございます。



ご使用前に、この取扱説明書をお読みのうえ、有効にご活用くださいますようお願いいたします。

### ご使用に際しての安全上の注意事項

- この取扱説明書をよく読んで正しくご使用ください。
- いつでも取扱説明書が使用できるように大切に保管してください。

#### 注 記

この取扱説明書では、警告内容を次のように規定しています。

-  **警 告** その事象を避けなければ、死亡又は重傷に至る可能性のある場合に用いています。
-  **注 意** その事象を避けなければ、軽傷もしくは中程度のけがを負う可能性のある場合、及び物的障害の可能性のある場合に用います。
- 注 記** 装置を正しくご使用していただくためのヒント的情報を記載しています。



#### 警 告



電源は必ずAC100Vを使用して下さい。  
AC100V以外では、感電・発火の原因になります。



#### 注 意



感電事故及び本器の損傷を防ぐために、ボルトスタットの出力は100Vを超えないでください。

#### 注 記

注 記 本装置を分解しないでください。

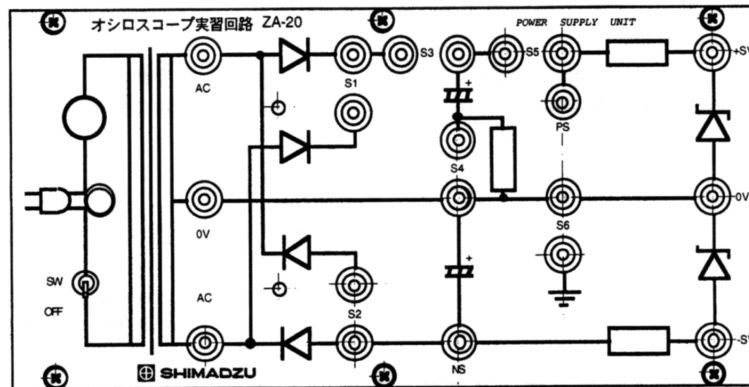
1、はじめに

オシロスコープの取り扱いに関して、その基本的な技術、知識が習得できる実習回路で、パネルブロック 6 種からなり、ショートバーやリード線での接続だけで、効果的に実習できます。

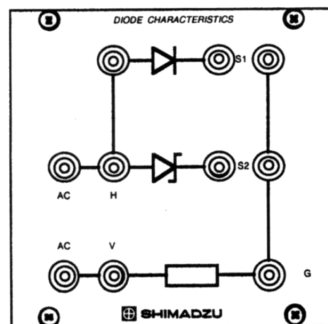
2、装置の内容

この製品は以下の部分より構成しています。

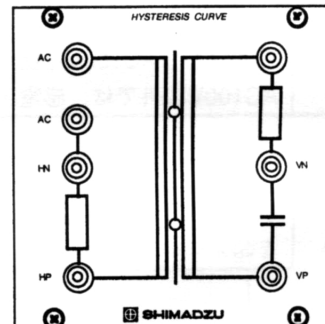
- 1) 電源パネル； 2) ダイオードパネル； 3) トランスのヒステリシス曲線パネル； 4) 移相器パネル； 5) 過渡現象パネル； 6) トランジスターパネル； 7) ショートバー 9個； 8) リード線 5本； 9) プロープ 2本



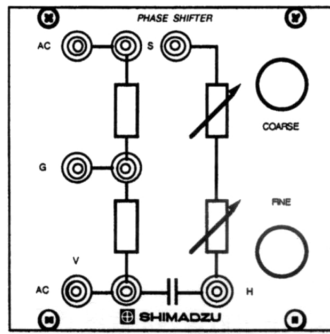
電源パネル



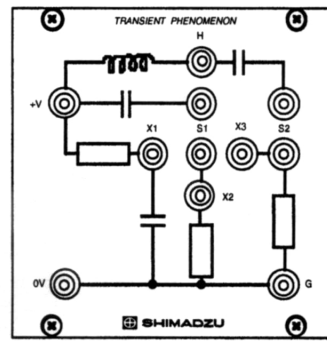
ダイオードパネル



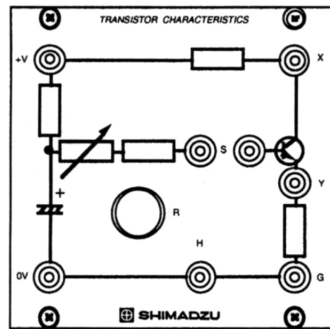
トランスのヒステリシス曲線パネル



移相器パネル



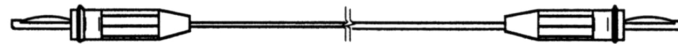
過渡現象パネル



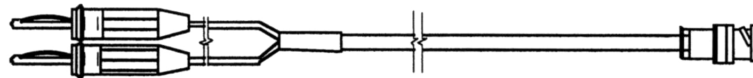
トランジスタパネル



ショートバー



リード線



プローブ

### 3、各部の説明

#### 1) 電源パネル (大きさ: W250×D125×H60)

一次側入力AC100V、2次側出力AC15V×2のトランスを内蔵し、交流波形の観察及びショートバーにより半波整流、全波整流の違いが観察できるようになっています。なお、平滑回路、リップル波形などの観測、ツェナーダイオードによる電圧の安定化の実験ができます。

#### 2) ダイオードパネル (大きさ: W125×D125×H60)

シリコンダイオードの電圧、電流特性を直視するためのパネルで、ショートバーにより整流用ダイオードとツェナーダイオードの違いが観察できるようになっています。

#### 3) トランスのヒステリシス曲線パネル (大きさ: W125×D125×H60、一次入力AC0~15V)

トランスのヒステリシス曲線をオシロスコープ上で観察するためのパネルです。

#### 4) 移相器パネル (大きさ: W125×D125×H60)

CRによる移相器により、オシロスコープ上でRの変化による正弦波の位相の変化や輝度変調による周波数比の測定などに使用します。

#### 5) 過渡現象パネル (大きさ: W125×D125×H60)

CR、RC、LCR回路により、オシロスコープ上で積分曲線、微分曲線、振動減衰曲線の観察と測定などに使用します。

#### 6) トランジスターパネル (大きさ: W125×D125×H60)

トランジスターのCE電圧とIc電流の関係を直視するためのパネルで、ベース電流の調整によりトランジスターの静特性曲線が観察できます。

#### 7) ショートバー (9個付属、ピン間隔19mm)

パネル上に設けられたにショートバーを差し込むことにより、必要な回路を作るために用いるものです。

#### 8) リード線 (6本付属、1m)

電源パネルと他のパネルとの接続に使用するもので、横穴付のため応用範囲が広く、また、リード線はネジ止めになっており、こわれにくく丈夫です。

#### 9) プローブ (2本付属、1.5m)

オシロスコープとの接続に使用するものです。

### 4、準備

ポルトスタットの出力コンセントに電源パネルのACコードを差し込み(図1)、これによって、電源パネルの一次側入力を0~100Vの間で変化させるこ

とができます。電源パネルの0V端子にオシロスコープの接地端子を接続します。またS6の端子間は、外部に電源を導く時に接地電位を決めるために使用します。

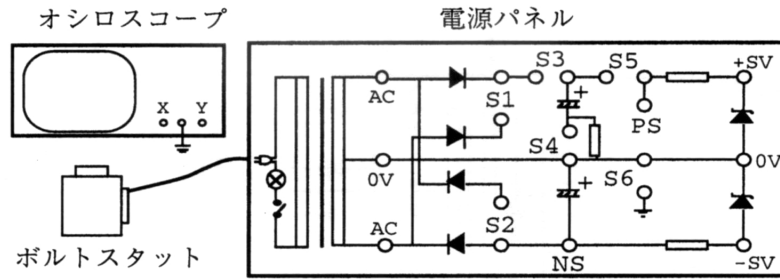


図1、装置の準備

## 5、実験例

### 1) 電源パネル実験項目

#### 半波整流と全波整流の違い

オシロスコープの入力結合はDC結合とし、Y軸の入力感度は5V/cmにします。電源パネルの一次側入力を50Vにします。

①交流波形：電源パネル上のAC端子とオシロスコープのY軸入力を結び、電源パネルの0V端子にオシロスコープの接地端子を接続します。ACと0V端子間の交流波形（図2）を観察します。

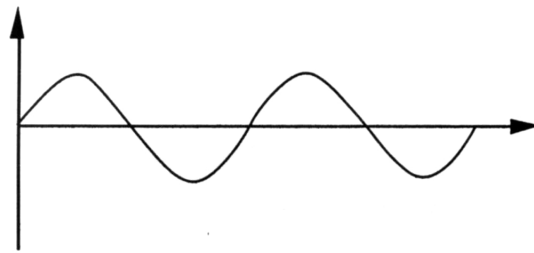


図2、交流波形

②半波整流波形：オシロスコープの入力端子をS1の上下各端子に接続して、電源パネルの0V端子にオシロスコープに接地端子を接続します。この場合、回路の構成を図3に示します。半波整流波形（図4）を観察します。

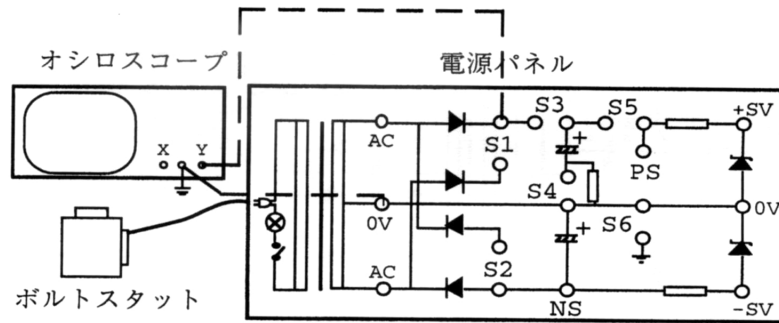


図3、半波整流回路

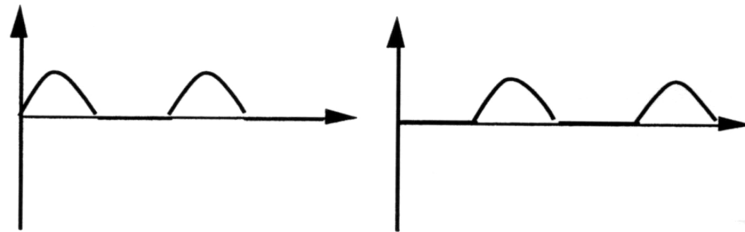


図4、半波整流波形

③全波整流波形：電源パネル上のS1端子間を付属のショートバーで短絡します。そのときの回路の構成を図5に示します。S3の左側端子にて全波整流波形（図6）が観察できます。

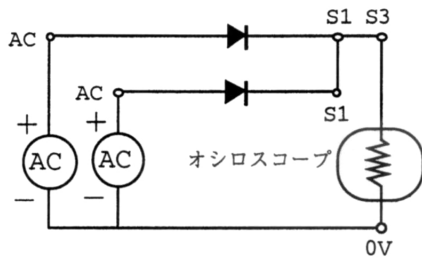


図5、全波整流回路

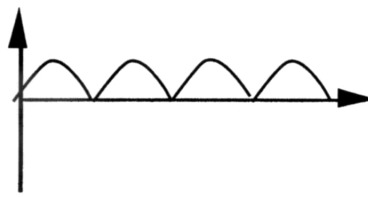


図6、全波整流波形

### 平滑回路の動き

オシロスコープの入力結合はDC結合とし、Y軸の入力感度は5V/cmにします。あらかじめS2、S3、S4およびS5端子間をショートしておきます。回路を図7に示します。次にS1上側端子とオシロスコープのY軸入力を接続し、電源パネルの一次側入力を50Vにします。オシロスコープ上で直流電圧を観測します。この時S3端子間のショートバーをはずすと、平滑回路が切り離され、半波整流の波形が観察できます。一方NS端子からは、両波整流による直流平滑電圧がマイナス電圧として観察できます。結果を図8に示します。

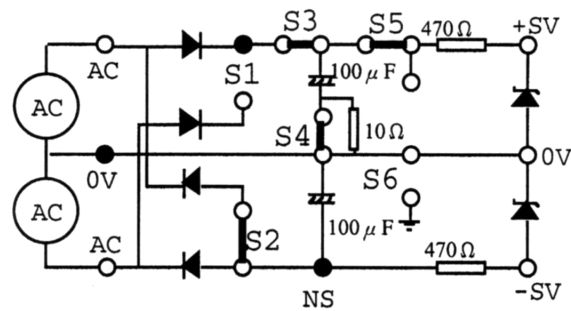


図7、平滑回路

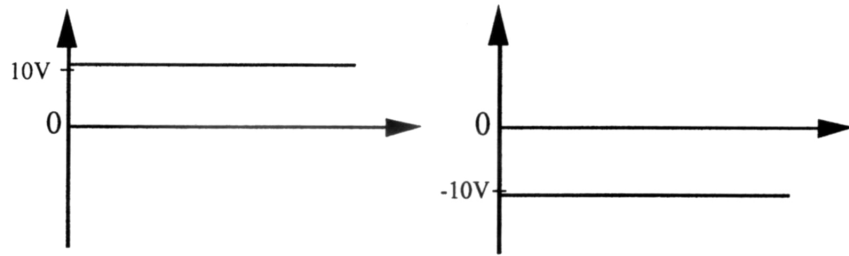


図 8、直流平滑電圧

リップル波の観測

図 7 の回路で、オシロスコープの入力結合は AC 結合とし、Y 軸の入力感度は  $0.5\text{V/cm}$  にします。NS 端子と Y 軸入力を接続し、電源パネルの一次側入力を  $100\text{V}$  にします。直流平滑電圧に含まれるリップル波形 (図 9 a) を観察します。この時 S2 端子間のショートバーをはずすと半波整流によるリップル波形 (図 9 b) があらわれ、波高値が約 2 倍 ( $2\text{Vp-p}$ ) に増加します。

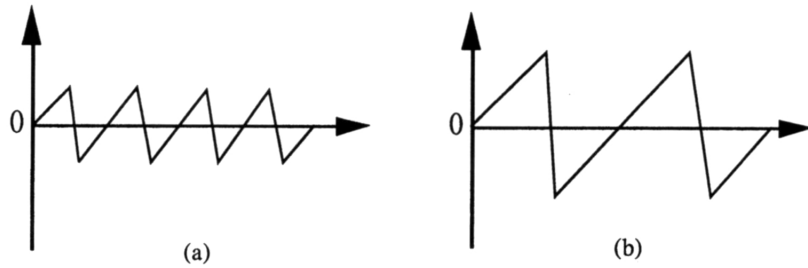


図 9、リップル波

コンデンサに流れるリップル電流

オシロスコープの入力結合は AC 結合とし、Y 軸の入力感度は  $0.5\text{V/cm}$  にします。S3 および S5 端子間をショートします。S4 上側端子と Y 軸入力を接続し、回路を図 10 に示します。電源パネルの一次側入力を  $100\text{V}$  にします。コンデンサに流れるリップル電流 (充電電流) を観測します (図 11a)。S1 端子間をショートすると、全波整流の場合のリップル電流を観察できます (図



11b)。二現象オシロスコープを使用すると、整流電圧波形やリップル電圧波形との位相関係も観測できます。

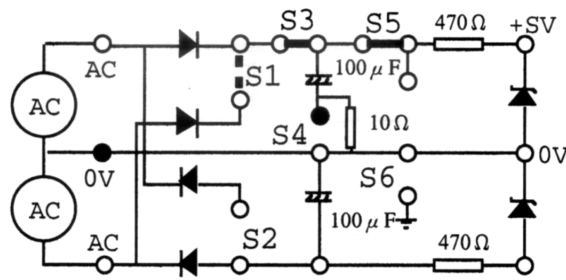


図10、回路構成

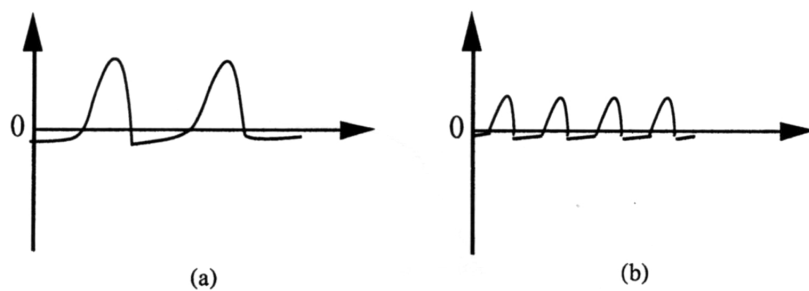


図11、コンデンサに流れるリップル電流波形

#### ツエナーダイオードによる電圧の安定化

電源パネルのS3、S4、S5端子間をショートします。交流電圧計により、ボルトスタットの出力電圧（AC 0～130V）を可変して、電源パネルの0V～AC端子間の電圧（AC 0～18V）を測定できるようにします。次に、+SV～0V端子間に直流電圧計を接続し、ボルトスタットにより電源パネルの交流入力電圧を0～130Vまで変化させた時の直流出力電圧の変化をグラフにします。実測例を下記に示しますが、ツエナーダイオードのバラツキ等のため、ツエナー電圧は、製品により異なります。

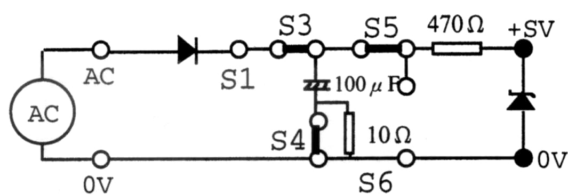


図12、回路構成

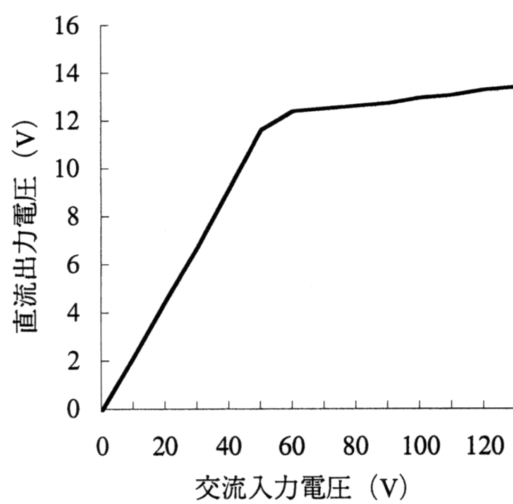


図13、ツェナーダイオードによる電圧の安定化

## 2) ダイオードパネル実験項目

### 整流ダイオードのV-I特性

オシロスコープの入力結合はDC結合とし、Y軸およびX軸の入力感度をそれぞれ5V/cm、5V/cmとします。

電源パネルの0V～AC端子間からの電圧（AC 15V）をダイオードパネルのAC端子入力に加え、整流ダイオードのV-I特性を測定する場合、ダイオードパネルのS1端子をショートします。ダイオードの両端の電圧（H-G間）を水平軸に、直列に入っている抵抗（470Ω）の電圧降下（電流に比例した値V-G間）を垂直軸に入れて、ダイオードのV-I特性を観測します。G端子はオシロスコープのGND端子に接続します。このため電流は負の方向にあらわれます。

### ツェナーダイオードのV-I特性

ツェナーダイオードのV-I特性を測定する場合、ダイオードパネルのS2端子をショートします。Y、X軸の入力感度をそれぞれ5V/cm、2V/cmとします。

実験の回路構成を図14に示します。

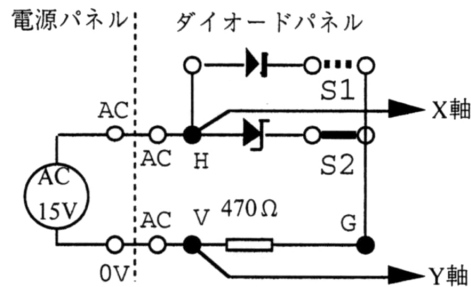


図14、回路構成

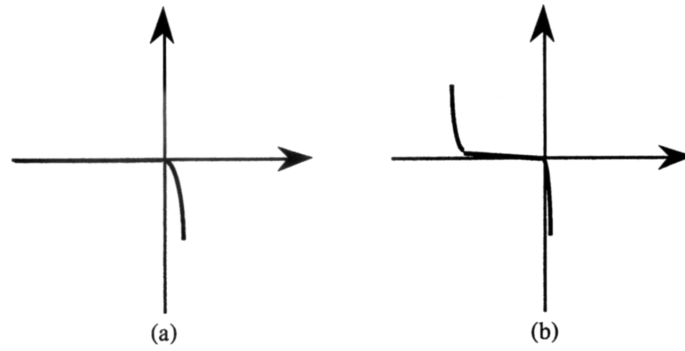
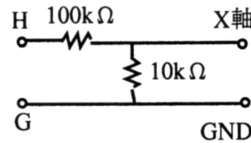


図15、整流ダイオードのV-I特性(a)、ツエナーダイオードのV-I特性(b)

(注) オシロスコープJCD75Rを使用の場合、水平軸への電圧を1/10に減衰させます。



### 3) トランスのヒステリシス曲線

トランスのヒステリシス曲線パネルを用い、ヒステリシスループを直視します。

オシロスコープの入力結合はDC結合とし、Y軸およびX軸の入力感度をそれぞれ0.2V/cm、2V/cmとします。

電源パネルの0V～AC端子間からの電圧（AC 15V）をトランスのヒステリシス曲線パネルのAC端子入力に加え、直列にいたれた抵抗（100Ω）の電圧降下（一次側に流れる電流に比例した値、HP-HN間）をオシロスコープのX軸にいます。トランスの二次側にあらわれた電圧を、CR（2μF、15KΩ）により積分して、磁束に比例した電圧（VP-VN間）をY軸にいます。回路構成を図16に示します。オシロスコープ上に観測のトランスのヒステリシ

ス曲線を図17に示します。

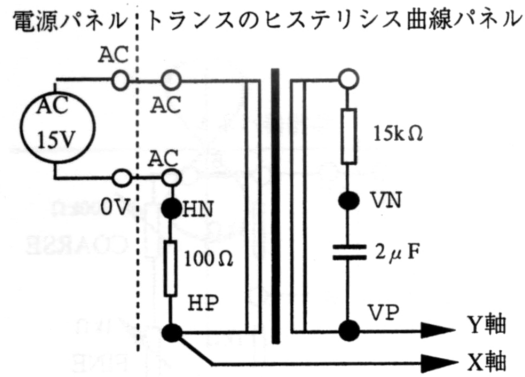


図16、トランスのヒステリシス曲線観測用回路

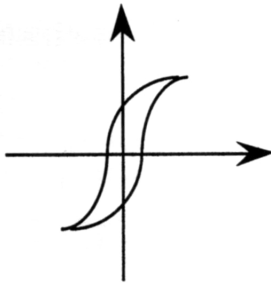


図17、トランスのヒステリシス曲線

#### 4) 移相器パネル実験項目

##### 正弦波の位相の観測

図18のように移相器パネルを用い、オシロスコープとの接続は、H端子を水平軸に、V端子を垂直軸に接続し、G端子をGNDに接続します。オシロスコープの入力結合はDC結合とし、Y軸およびX軸の入力感度をそれぞれ5 V/cm、5 V/cmとします。

移相器パネルのAC端子入力にAC0~15Vの電圧を加え、R (FINE) を右に回り切って、R (COARSE) を右に回し、位相を $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ まで変化させたときの正弦波の位相の変化を観測観測します (図19)。周波数とC ( $1\mu F$ ) とR ( $0\Omega \sim \infty\Omega$ ) の関係を観測します。

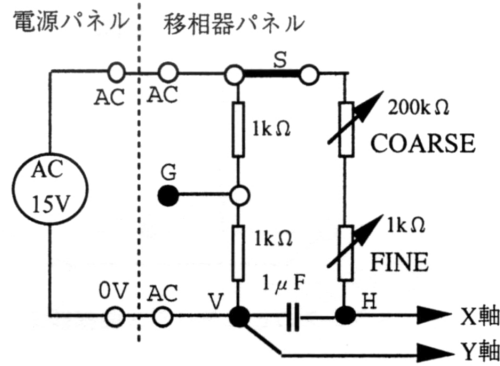


図18、移相器回路

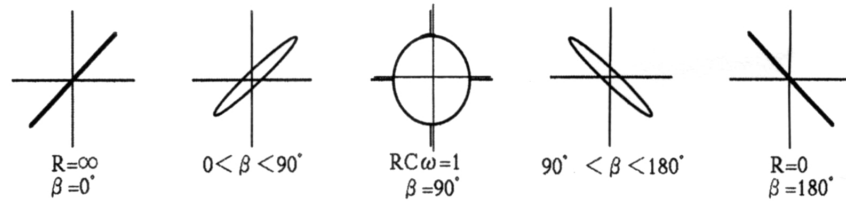


図19、正弦波の位相

リサージュ図形による周波数比の測定

移相器パネルを用い、オシロスコープとの接続は、H端子を垂直軸Yに接続し、X軸入力端子に低周波発振器の出力を入れます。一般に図形は刻々と動きますが、X軸の信号の周波数とY軸の信号の周波数とが整数または分数の比になっていると図形は止って見えます。出力周波数は100Hzにした場合、その結果を図20に示します。

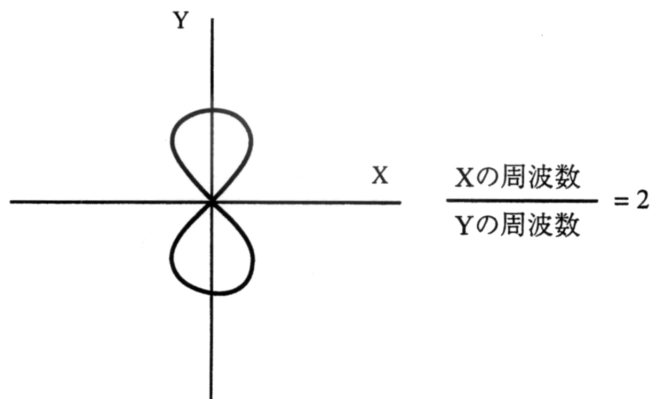


図20、リサージュ図形（周波数比=2）

#### 輝度変調の実験による周波数比の測定

Rを可変して、位相を $90^\circ$ ズラし、オシロスコープの画面に、楕円を描かせます（図21a）。この状態でオシロスコープの輝度変調端子（Z軸）へ低周波発振器により200Hzの変調信号を入れると、それまで連続した線であった図形が点線の図形に変わります。ここで、輝度調整をし、楕円の図形上に輝度が違う点線が見えるようにします。

変調信号の周波数によって、点線の数が違います。一般に点線を作る点は楕円の上を動いていますが、低周波発振器の周波数を増減させると楕円の上を動く点の速度が変わります。変調信号の周波数が電源信号周波数の整数倍に等しくなると点は動かなくなります。この時、点の数を数えて、周波数比を求めます。図21bの場合、4つの点がありますので、変調信号と電源信号の周波数比は4です。

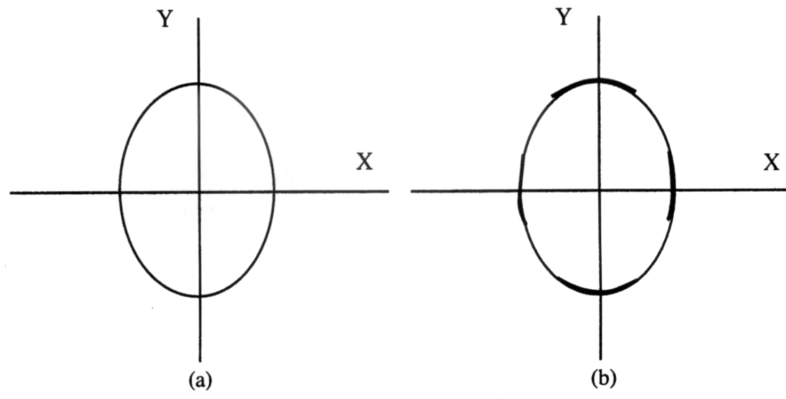


図 2 1、輝度変調



### 5) 過渡現象パネル実験項目

過渡現象パネルの回路を図22に示します。

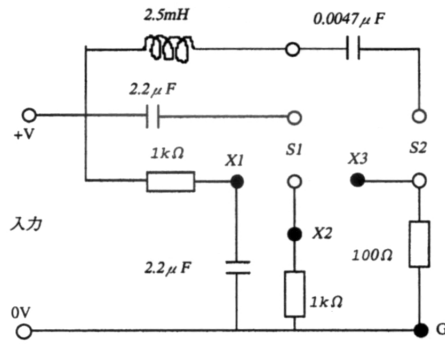
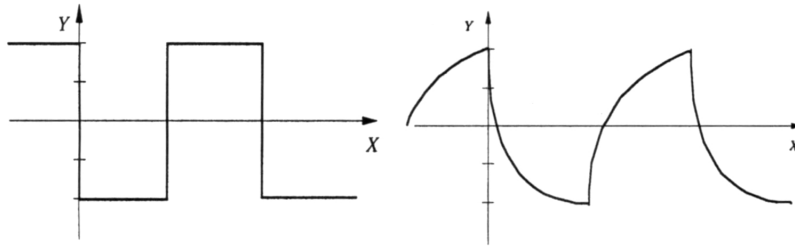


図22 過渡現象パネルの回路

#### 積分回路

大電力低周波発振器の周波数を50Hzにし、オシロスコープのX軸、Y軸の入力感度を2V/cmとし、時間軸の入力感度を2ms/cmにします。発信器の出力とY軸プローブを+Vと0Vに接続し、X軸をX1端子とG端子に接続します。入力波と出力波の波形（図23）を観察できます。



入力波形

出力波形

図23 積分曲線

#### 微分回路

大電力低周波発振器の周波数を50Hzにし、オシロスコープのX軸、Y軸の入力感度を2V/cmとし、時間軸の入力感度を2ms/cmにします。発信器の出力とY軸プローブを+Vと0Vに接続し、Sをショートし、X軸をX2端子とG端子に接続します。入力波と出力波の波形（図24）を観察できます。

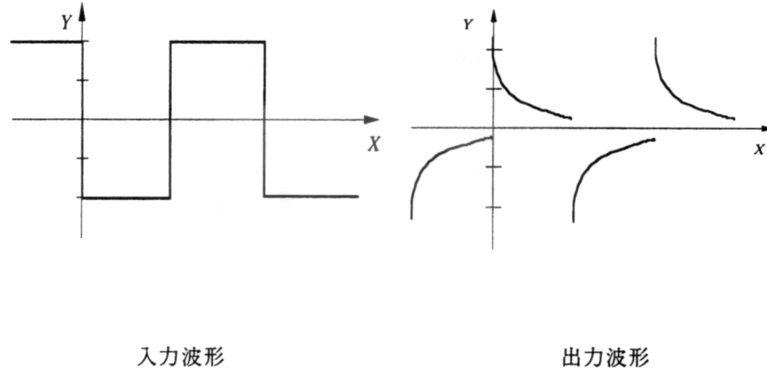


図 2 4 微分曲線

LCR回路による減衰曲線

大電力低周波発振器の周波数を1kHzにし、オシロスコープのY軸の入力感度を2V/cm、X軸の入力感度を50mV/cmとし、時間軸の入力感度を0.1ms/cmにします。発信器の出力とY軸プローブを+Vと0Vに接続し、S2をショートし、X軸をX3端子とG端子に接続します。入力波と出力波の波形（図25）を観察できます。X3端子から観察もできます。この場合はX軸の入力感度を2V/cmとします。

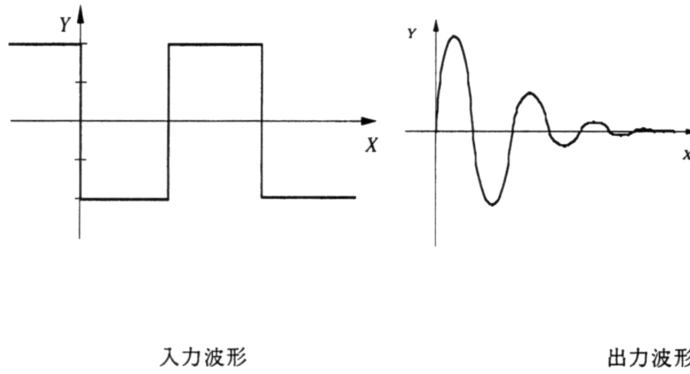


図 2 5 減衰曲線

## 6) トランジスタの静特性

電源パネルの入力電源を100Vにし、電源パネル上のS1端子間を付属のショートバーで短絡します。S3の左側端子と0V端子からトランジスタパネルの+Vと0V端子入力に加え、トランジスタパネルのS端子をショートし、X軸、Y軸プローブをX、YとG端子に接続し、Y軸の入力感度を0.1V/cm、X軸の入力感度を5V/cmとし、回路を図26に示します。可変抵抗Rを左から右に回して、ベース電流を調節するによりトランジスタの $V_{ce}$ — $I_c$ の関係曲線（図27）を観察することができます。

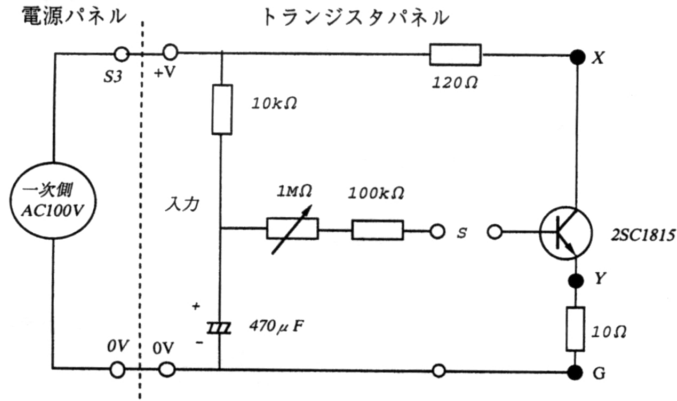


図 2 6 トランジスタパネル回路図

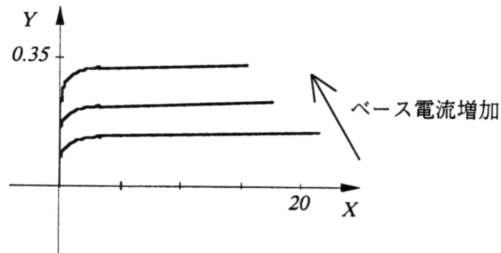


図 2 7 トランジスタの静特性曲線

6、関連機器：

- 108-510 オシロスコープ SDS-200
- 108-380 大電力低周波発振器 URP-10
- 134-270 単巻可変変圧器 SLT-105
- 107-911 デジタルマルチメータ MD-700

参考文献

平田森三編 基礎物理学実験 裳華堂

---

株式会社 **島津理化**

〒136-0071 東京都江東区亀戸6丁目1番8号  
TEL. (03) 5626-6600 URL : <http://www.shimadzu-rika.co.jp>

本製品の技術のお問合せは、コールセンターまで  
フリーダイヤル **0120-376-673** (携帯電話、PHSではご利用になれません。)  
受付時間 平日9:00~12:00, 13:00~17:00

e-mail : [soudan@shimadzu-rika.co.jp](mailto:soudan@shimadzu-rika.co.jp) FAX : (075) 823-2804

M100720D0904TY010-A

2009.04.10TD (D-4264)

---