

## 【実習】ブラウン管型オシロスコープの操作（実験書）

【目的】ブラウン管型オシロスコープの原理を理解する。

【準備】オシロスコープ，実習用回路

### 1 オシロスコープの構造と動作原理

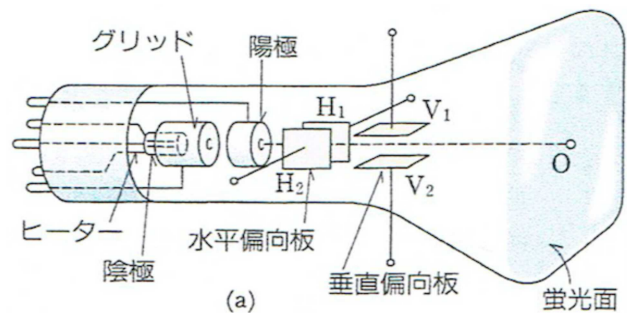
オシロスコープは入力した電圧信号の時間的変化をディスプレイ画面に表示させる装置である。オシロスコープのブラウン管は図(a)のような構造になっている。陰極で発生した電子は、グリッドと陽極間の電圧  $V_0$  によって加速され、陽極の小孔を通過して出てくる。その電子（陰極線）に、水平偏向板  $H_1$ ,  $H_2$  と垂直偏向板  $V_1$ ,  $V_2$  の間に周期的に変化する電圧  $V_H$  と  $V_V$  をかけて、電子の軌道を変え、 $V_V$  の時間的な変化が蛍光面に当たる陰極線の輝点の位置の変化となって現れるようにした仕組みになっている。



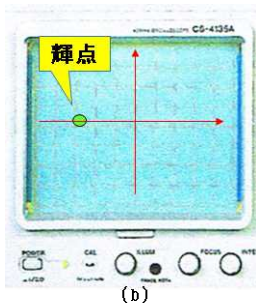
図1 オシロスコープ

陽極を通過するときの電子（質量  $m$ ，電荷  $e > 0$ ）の速度を  $u_0$  とすると、 $u_0 = \text{【① } \sqrt{2eV_0/m} \text{】}$  である。

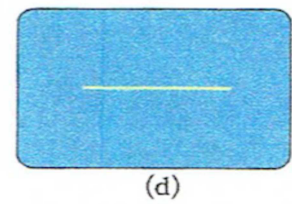
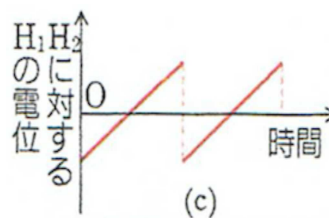
間隔が  $d_H$  の水平偏光板に  $H_1$  に対して  $H_2$  の電位が正になるように直流電圧  $V_H$  をかけると、蛍光面上には図(b)のように水平方向にずれた輝点が現れる。



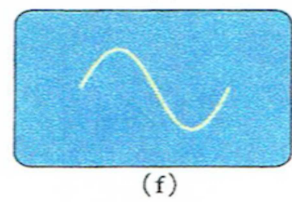
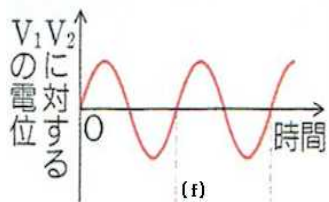
長さ  $L_H$  の水平偏光板内で電子が中心線からどれ程ずれるかを計算してみよう。電子は、【②  $eV_H/d_H$ 】の大きさの電気力を受け、水平投射に類似した放物線軌道を描く。この加速度  $a_H$  は、【③  $eV_H/md_H$ 】であるので、電子が水平極板を通過する時間  $t_H$  は、 $u_0$  と  $L_H$  で、【④  $L_H/u_0$ 】とあらわされるので、水平方向へのずれの大きさ  $x_H$  は、 $x_H = \text{【⑤ } (1/2)(eV_H/md_H)(L_H/u_0)^2 \text{】}$  である。このことから、水平偏光板にかけられる電圧に比例したずれの大きさになることがわかる。この原理は鉛直方向の鉛直偏向板においても同じことが言え、鉛直方向のずれの大きさ  $y_H$  は垂直偏向板間の電位差  $V_V$  に比例する。



水平偏向板の電圧  $V_H$  は図(c)のような周期的に変化するのこぎりの刃のような電圧をかけることができるようになっており、その結果、輝点は水平に左から右へ、繰り返して動き、周期  $T_H$  が短いと残像の効果で、肉眼では図(d)のような輝線に見える。



次に、 $H_1$ ,  $H_2$  間に図(c)のように電圧を加えながら、 $V_1$ ,  $V_2$  間に図(f)のように変化する電圧を加えると、輝点は蛍光面上を左から右にこの電圧波形と同じ形の曲線上を移動する。図(f)のような電圧波形と同じ形の曲線の輝線が見えることになる。



観察したい信号には、周期が短いものから長いものまで、また、信号の振幅も様々である。オシロスコープは、観察したい信号電圧の周期に合わせて、 $H_1$ ,  $H_2$  間の電圧の周期のほうを変えて、蛍光面上に信号電圧の波形を表示している。このつまみが操作パネルの時間軸切り替えつまみ [Sweep Time/div] でブラウン管の 1cm あたりの期間を表している。信号の振幅

は電圧  $V_v$  がプローブを通して入力され、そのまま表示される。その切り替えつまみが電圧軸切り替えつまみ [Volts/div] である。

## 2 オシロスコープの使用法

### (1) 起動

電源スイッチを入れる。しばらくするとベースラインがディスプレイ上に出るので、輝度調整つまみ (INTENSITY) で明るさを、焦点つまみ (FOCUS) で焦点を合わせ、鉛直/水平方向位置調整つまみ (VERTICAL / HORIZONTAL) で輝線を中央に合わせる。

### (2) 測定

測定は、測定したい電圧をプローブに入力する。中心のかぎ爪が正の端子、横に付属しているミノムシコードが負である。電圧を測定するため、回路に直接入れるのではなく、回路に並列に入れることに注意する。 電圧計や電流計の使用上の注意と同じように、電圧軸切り替えつまみはあらかじめ大きめに設定しておき、順次切り替えていく。また、時間切り替えつまみは、周期が読み取りやすいように切り替えながら測定する。

### (3) 2現象の使い方

機種によっては、入力が2チャンネルできるように測定するためのプローブが2本ついている。電気回路において、入力信号と出力信号などの比較をすることができる。

## 3 実験と観察

### (1) 低周波発信器からの出力波形 (正弦波・方形波) の観察

**【目的】** 低周波発信器を用いて、交流波形を観察する。

**【準備】** 低周波発信器

**【実習】**

①低周波発信器の周波数目盛を 50Hz、出力を 0dB にし 100  $\Omega$  程度の抵抗をつなぐ。周期は 0.02s であるから、掃引時間を周期と同じにすると 1 目盛りあたり 1 波形が表示される計算になる。縦軸は、入力信号によるが 0.5V / DIV にして入力信号に合わせて調整する。

②プローブを抵抗の両端にかける。このとき、電圧測定だから抵抗に並列につながなければならない。なお、交流電圧計は実効値を示すが、オシロスコープの測定では電圧の最大値を示すことに注意する。

### (2) 音声波形の観察

**【目的】** 音声波形を観察する。

**【準備】** ダイナミックマイク (音声電流は小さいので増幅してオシロスコープにつなぐ)。

**【操作】** ①音声信号は400~1000Hzと考えると周期は1~2.5ms程度になる。マイクに声やいろいろな音源で波形を観察する。縦軸は、出力の大きさによるので、縦軸は切り替えて探してみる。

②周期を読んで、振動数を計算せよ。

### (3) 自己誘導の現象の観察

**【目的】** コイルの自己誘導の波形を観察する。

**【準備】** 自己誘導観察用の電気回路、低周波発信器

**【操作】** ①ch1にコイルの出力電圧、ch2に低周波発信器の出力電圧をいれ、比較する。

**【実習結果】**

講座 ( ) ( ) 年 ( ) 組 ( ) 席 名前	共同実験者
( ) 月 ( ) 日 ( ) 曜 ( ) 限 気温 ( ) $^{\circ}\text{C}$ 気圧 ( ) hPa 湿度 ( ) %	