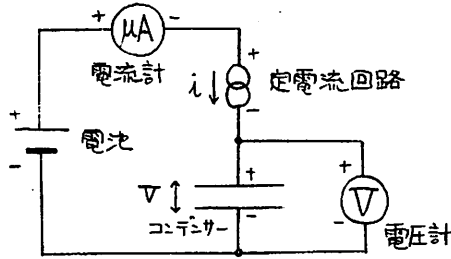


コンデンサーの電気容量

[1] 目的 コンデンサーの電気容量を測定し、コンデンサーの性質についての理解を深める。

[2] 原理 (実験 A) 図1のように定電流回路を通して一定の値に制御された電流*i*によりコンデンサーを充電し、その際の極板間電圧*V*と充電時間の関係を調べる。



《 図 1 》

コンデンサーに蓄えられた電気量 Q (C) と極板間電圧 V (V) とは比例し、その関係は

$$Q = CV \dots\dots ①$$

のように表わされる。このときの

比例定数 C (F) をコンデンサーの電気容量という。

一方、 i (A) の電流を t (S) 間流したときに移動する電気量 Q (C) は、

$$Q = it \dots\dots ②$$

で求められるので、 i を決めて V と t を測定すればコンデンサーの電気容量 C (F) は、①②式より

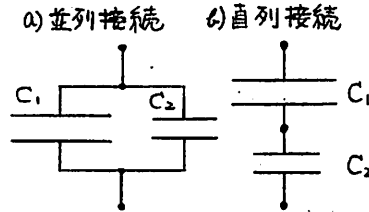
$$C = \frac{it}{V} \dots\dots ③$$

として求めることができる。

(実験 B) 電気容量がそれぞれ C_1 (F)、 C_2 (F) の2個のコンデンサーを図2(a)のように並列に接続したときの全体の容量 (合成容量) C は

$$C = C_1 + C_2 \dots\dots ④$$

となる。一方、図2(b)のように



《 図 2 》

直列に接続した場合の合成容量 C は

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots\dots ⑤$$

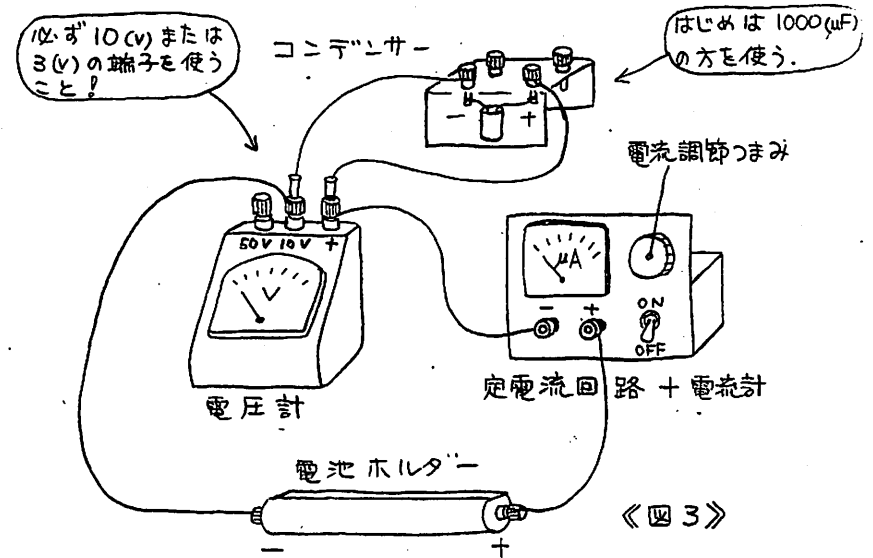
という関係を見出す。

[3] 器具 電解コンデンサー (測定試料)、定電流回路 (電流計内蔵)、電圧計、電池、接続コード

[4] 作業 (実験 A)

(1) [電圧計の点検] 電圧計の底面にあるスライドスイッチを「HIGH」側に入れる。このときメーターの指針がわずかにマイナス側に振れる。接続コードを使って「10(V) (または3(V))」の端子と「+」の端子を短絡して指針が0をさすことを確認する。

(2) [測定回路の組み立て] 図3のように接続して回路を組み立てる。試料のコンデンサーは2個のうち「1000(μF)」と表示してあるもの (小型の方) を使用する。コンデンサーや測定装置の端子の極性 (プラス・マイナス) に注意すること。



《 図 3 》

(3) [定電流回路の調整] コンデンサーの両極の端子をワニグチクリップつきコードで短絡し、定電流回路のスイッチを「ON」にして電流計の指針が $20\ (\mu\text{A})$ をさすようにつまみを調節する。その後、定電流回路のスイッチを「OFF」にしてからコンデンサーの両極を短絡していたコードをとりはずす。

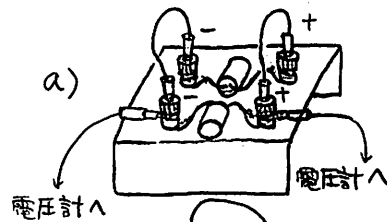
(4) [測定] 定電流回路のスイッチを「ON」にするとコンデンサーの充電が始まる。上昇していく電圧を20秒ごとに測定する。この間、電流計の指針が一定値をさしていることを確認し、電流計の指示が下がりはじめたら測定を打ち切る。

(5) 電流値 $30\ (\mu\text{A})$ 、 $40\ (\mu\text{A})$ について(3)、(4)の操作測定をくりかえす。また、試料を「 $2200\ (\mu\text{F})$ 」の表示のある大きいコンデンサーに替え、電流値 $30\ (\mu\text{A})$ について同じ測定を行なう。

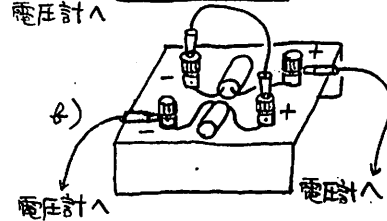
(6) [測定結果の整理] グラフ用紙に横軸に時間、縦軸に電圧をとって $1000\ (\mu\text{F})$ のコンデンサーについての測定値をプロットする(グラフ1)。また別のグラフ用紙を使って、電流値が共に $30\ (\mu\text{A})$ のときの2個のコンデンサーそれぞれの測定値をプロットする(グラフ2)。

((実験 B))

(1) [並列接続] 図4 a) のように2個のコンデンサーを並列に接続して試料とし、実験 A (3)(4) の手順で充電中の電圧を測定する。このとき電流値は $30\ (\mu\text{A})$ とする。



(2) [直列接続] 図4 b) のように2個のコンデンサーを直列に接続し、(1)と同様の測定を行なう。電流値は $30\ (\mu\text{A})$ とする。



《 図 4 》

(3) [測定結果の整理] 実験 A (6) で作成したグラフ2に(1)(2)の結果を記入し比較する。

(注) 測定が終了したら電圧計の底面のスイッチは「NORMAL」にしておく。

[5] 測定結果 (測定した電圧 V を記入する)

時間 t (s)	実験 A			実験 B		
	表示された容量 $1000\ (\mu\text{F})$			$2200\ (\mu\text{F})$	並列接続	直列接続
	$i=20\ (\mu\text{A})$	$i=30\ (\mu\text{A})$	$i=40\ (\mu\text{A})$	$i=30\ (\mu\text{A})$	$i=30\ (\mu\text{A})$	
0						
20						
40						
60						
80						
100						
120						
140						
160						
180						
200						
220						
240						
260						
280						
300						
320						
340						
360						
380						
400						
電気容量 (μF)						

※ 記入欄が足りないときはノート等で代用せよ

[6] 考察 (実験 A)

- (1) グラフ1やグラフ2の直線性はコンデンサーのどのような性質を表わしているか。
 - (2) 測定を打ち切るまでにそれぞれ何 (C) の電気量がコンデンサーに蓄えられたことになるか。(原理②式)
 - (3) 2個のコンデンサーの電気容量をそれぞれ求めよ。ただし1000(μ F)の表示のあるコンデンサーについては電流値をかえたる回の測定からそれぞれ求めたものを平均せよ。測定の信頼性を考え有効数字に注意すること。
- ④ 測定から求めた容量と、表示されている値が多少違うことがある。本実験で使用したような電解コンデンサーでは、製品のばらつきが大きいので、注意深く行なわれた測定ならば測定から求めた容量の方を信頼してよい。
- (4) それぞれの測定でコンデンサーに蓄えられた静電エネルギーはいかほどか。

《実験 B》

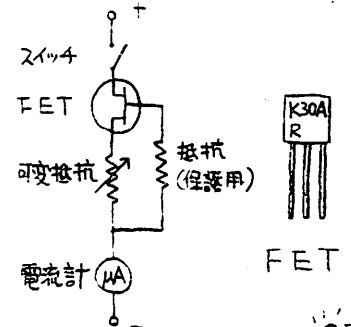
- (1) 上と同様にして、並列接続のときの容量と直列接続のときの容量をそれぞれ求めよ。
- (2) 「原理」で示した④式および⑤式により計算して求めた合成容量と、ここで測定して求めた値とを比較せよ。ただし個別の電気容量 C_1, C_2 の値としては実験Aで測定から求めたものを使うこと。(表示値でなく)

【参考】 (さらに研究したい人のために)

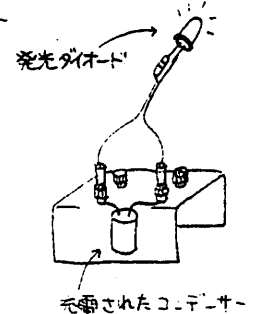
- (1) この実験で試料としたコンデンサーは、電解コンデンサー(ケミコン)と呼ばれるコンデンサーである。電解コンデンサーではアルミニウムの極板を電解液中に浸してあり、極板表面にできる酸化膜を絶縁体として用いている。酸化膜は非常に薄いため、大容量のコンデンサーを小さくすることができる。使用にあたっては極性と耐電圧に特に注意しななければならない。
- (2) この実験で使っている電圧計は、電圧計内部を通して電流が漏れるのを防ぐため特別な工夫がしてある。十分に充電したコンデンサーの両極に

電圧計を接続して底部のスイッチを「HIGH」(内部抵抗が高い)側にしたときと、「NORMAL」(普通の電圧計と同じ)にしたときとで放電の様子を比較し、測定値への影響を考えてみよう。

- (3) この実験で使用している定電流回路はFET(電界効果トランジスタ)を使った右図のような回路である。動作原理はやや難しいが、構造は簡単なので装置の内部をのぞいて右図と対応させてみるとよい。なおFETの足は折れやすいので曲げたりしないこと。



- (4) 充電されたコンデンサーの両極に発光ダイオードを接続して、短時間ながら点灯することを確認してみよう。コンデンサーに蓄えられた静電エネルギーが、光のエネルギーに変わったのである。(発光ダイオードにも極性がある。発光しないときは接続を入れかえてみる。)



Memo:

1(A) ... 1(S) 間に 1(C) の電荷が移動するときの電流
 $1(\mu\text{A}) = 10^{-6}(\text{A})$, $1(\mu\text{F}) = 10^{-6}(\text{F})$