

電気泳動用の電源を「安く」つくる

東京電機大学 理工学部 生命工学科
類家正稔, 長原礼宗, 田中真人

電気泳動装置の電源は一般に定電圧電源が用いられます。これはコンセントにcoming交流 100V を直流 100V にするための装置です。定電圧電源の原理や DIY 的な作成方法は初歩的な成書に詳しく解説されていますし、最近ではネット上にも多く紹介されています。多くのものは、「簡単」「基礎的な」を強調していますが、電気回路が苦手な方には十分難解です。しかし、電気泳動の電源としては「きれいな直流」が必ずしも必要ではないことを門上らが示しており、彼らによると「ダイオード1個」でコンセントの交流を電気泳動用の電源に変換できます。実際には万が一のことを考えてヒューズやネオンランプなどを付加しますが、これらは最近ではネット通販で購入できます。もう秋葉原まで行って、電気街の気難しそうなおじさん相手に気をつかいながらパーツを購入しなくて良いのです。

■ 簡易電源 完成品を図1に示しました。電源回路はホームセンターで売られているタッパーに入っています。材料費はおよそ 2,000 円で、慣れていない人でも製作には 2 時間あれば十分でしょう。



図1 簡易的な電気泳動用電源装置

■ 製作

STEP1 ケースに穴開け加工をする

ケースにはブッシング²(16mm)、ヒューズボックス(16mm)、ネオンブラケット(10mm)、スイッチ(6mm)、バナナジャック(8mm)、ダイオードブリッジ(3mm)を取り付けるために、穴開け加工します。括弧内に示した数値は必要な穴の径です。8mm 以上の穴開け加工は 5mm 程度の下穴をあけて、リーマーを使って上記の穴径まで拡大します。穴を大きくしすぎるとパーツがグラグラになりますので、少し小さめにするのがコツです。



図2 (a) ケースに穴をあける。ボール盤が使える環境であれば申し分ないのですが、ハンドドリルでも十分代用可能です。それも無ければ、コンパスの針を熱してプスッとやればそれでも可能です。(b)(c)小さな下穴があれば、それをコジッて必要な大きさに広げます。リーマーがあれば理想的ですが、カッターでも十分可能です。

Step2 ケースに電子パーツを取り付ける

電子パーツを所定の位置に固定します。電子パーツの端子部分にあらかじめハンダを流しておきます。このひと手間で後々の配線が楽になります。



図3 ケースにパーツを取り付けます。ダイオードブリッジは2.5mmのネジで固定します。またパーツにはあらかじめハンダを流します。

Step3 配線の準備

配線はこの段階で適当な長さにカットして両端の被覆をむいてハンダを流しておきます。配線は、160mm×1本、140mm×1本、60mm×2本、50mm×1本が必要です。

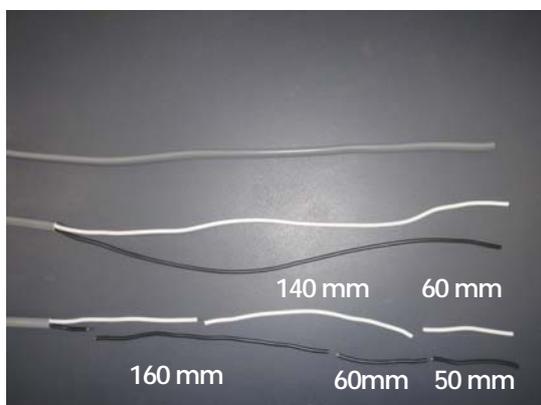


図4 ケース内の配線は電源コードの外被覆をむいて中から線を取り出して使うと、別途用意する必要がありません。1300mmの電源コードの片側を300mmだけ被覆を剥き、これを上記の長さにカットすればケース内の配線に使用できます。

Step4 電子パーツ結線する

図5を参考に結線します。慣れない方にはこのStepが一番厄介かもしれません。



図5 ケース内の配線。ネオンブラケットとスイッチの取り付け位置に、他のパーツがこないように固定するのがコツです。また、配線は長過ぎず、短過ぎずを心掛けます。写真にある番号順に結線すると、ハンダ付けが比較的容易になります。

Step5 動作確認

オシロスコープで出力を観察するのが理想ですが、テスターで出力電圧をチェックするだけでも十分でしょう。筆者らの製作したものは約90Vでした。



図6 出力電圧のチェック。

■ パーツの調達 必要なパーツや工具は別途まとめてあります。最近では秋葉原まで行かなくとも、通販で全てのものが揃います。

例えば、秋月電商：<http://akizukidenshi.com/> などです。

■ 追記 今回製作した電源は、ダイオードの「1方向にしか電流を流さない」という特性を利用したものです。変換効率を考えなければ、図7に示した回路でも電気泳動用の電源として機能します。ダイオードのこの整流特性は高等学校で勉強する物理の範囲であるので、物理実験の題材としても利用可能です。

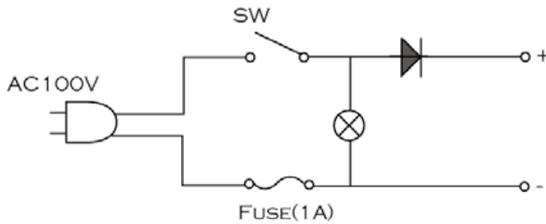


図7 ダイオード1個を用いた電気泳動用電源の例。回路としてはいわゆる半波整流回路である。これが電気泳動用電源として十分使用にたえることは20年以上前に門上らが示している。

今回はこのダイオードを4個組み合わせて1つのパーツとした「ダイオードブリッジ」を使用しています。これとスイッチ、ネオンランプ、ヒューズだけで構成される非常に簡単なものです。回路図を図8に示しました。

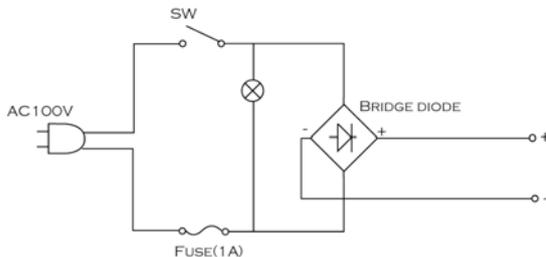


図8 電気泳動用電源装置の回路図

物理の教材として用いる場合は、今回使用したダイオードブリッジを使わずに、4個のダイオードでブリッジを組む行程を入れると、より勉強になるでしょう。ただし、ブリッジを組むにはユニバーサル基盤が必要になり、その固定も考えると、一気に作業量が増えます。よって、ブリッジダイオードが図9の構成でできていることの説明にとどめるのがいいかもしれません。

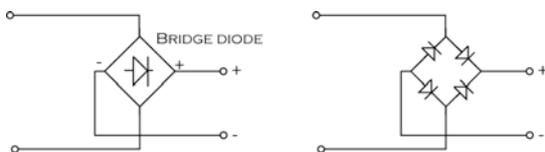


図9 4個のダイオードでダイオードブリッジをつくる。

ここで入力電圧のプロファイルと半波整流回路(図7)と全波整流回路(図8)の出力電圧プロファイルを示しておきます。

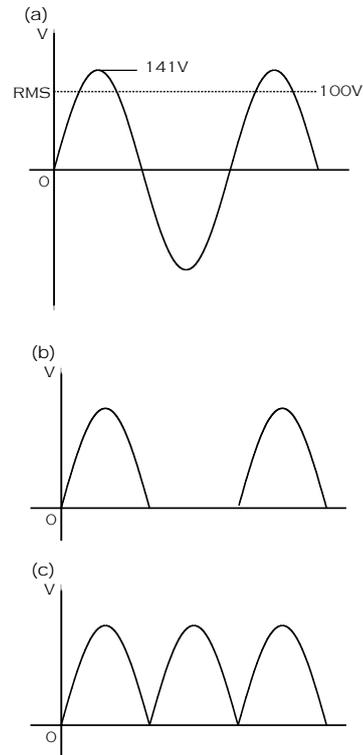


図10 (a)交流100Vの電圧プロファイル。これを直流化しなければ電気泳動には使えません。これを図7の回路に入力すると(b)の脈流が出力されます。(a)の正の領域に相当します。図8の回路に入力すると(c)の脈流が出力されます。(a)の絶対値に相当します。(b)と(c)を比較すると(c)すなわち、図8の全波整流の方が効率がいいことが分かります。

「平滑化されたきれいな直流」を得たい場合は、コンデンサと3端子レギュレータを用います。3端子レギュレータは高校生には完全なブラックボックスになりますが、コンデンサによる電圧の平滑化は高校での理科教育上意味はあるかもしれません。また、著者のひとりがこれまで見た「定電圧電源」に関する解説で、最も詳しく、かつ最も平易に書かれているものは、「トランジスタ技術」(CQ出版社)1991年の3月号P449—461にある佐藤守男氏の書かれた「電気回路を構成する部品を理解しよう」という記事です。古い記事ですが興味のある方は一読を勧めます。

¹ 門上洋一、高尾健一、西郷薫 蛋白質核酸酵素 27, 2108—2111 (1982)
² プッシングだけは六カ円形ではありませんので、注意して下さい。