

静電モーターの製作

1. ねらい

静電気には、物を引きつけたり反発したりする性質がある。そこで、蓄えた静電気によって回転するモーターを製作する。

2. 静電モーター（フランクリンモーター）の歴史

静電気ので駆動するモーターの1つに、1750年代に物理学者のベンジャミン・フランクリンらが製作した静電モーター（静電気モーター、フランクリン・モーターともいう）がある。このモーターは力が弱く、かつては実用化に向かないと考えられていたが、近年は開発が盛んになっているマイクロマシンの駆動力として再び注目を集めている。



3. 材料

- ・プラカップ(大：600mL-2個、小：400mL-1個) ・型紙1枚(添付は600mL用)
- ・アルミホイル(幅25cm×長さ120cm)1枚 ・キッチンペーパー数枚 ・画鋸1個
- ・下敷き(塩化ビニル樹脂製)1枚 ・ウレタンフォーム1個(25×7×2cm)
- ・五寸釘1本 ・丸箸1本(五寸釘も可) ・両面テープ(幅1.5cm)1個

4. 作り方

台座

- ① 図1のように、ウレタンフォームの上面にアルミホイルを両面テープで貼り、台座を作る。
- ② 左端から3cm、8cmの位置にマジックで印をつける。この位置に、後から回転子の台となる五寸釘、ブラシとなる丸箸を刺す。

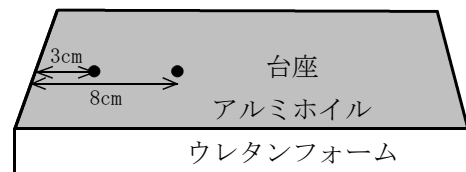
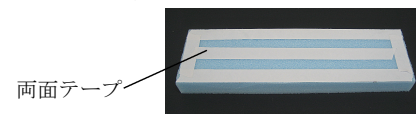


図1



回転子

- ③ プラカップ小(400mL)を回転子にする。まず、プラカップの底側を5cmに取り取る。次に、図2のように両面テープをアルミホイル(幅25cm)に貼る。3cmの長さで8枚を切り取り、図3のように等間隔でプラカップに貼る。次に、図4のように回転軸にするため画鋸をプラカップの中央の底に上から突き刺す。画鋸の刺す中央の位置は、型紙から円を切り取ってプラカップの底に入れるとよい。

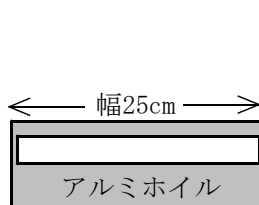


図2

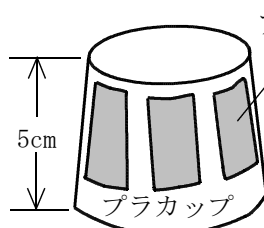


図3



図4

※プラカップは軽い方が回りやすい。

コンデンサー・電極 A

- ④ プラカップ大（600mL）2個をコンデンサーにする。まず、図5のように型紙を利用してプラカップの側面用と底用のアルミホイルを切り取る。次に、図6のようにプラカップ2個の側面と底面に両面テープを貼りアルミホイルを貼る。

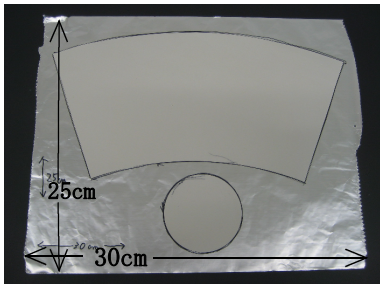


図 5

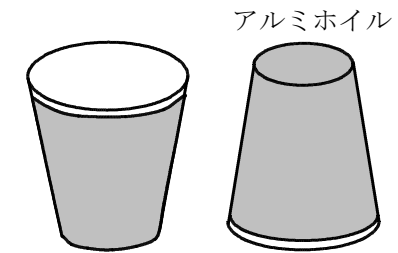


図 6

- ⑤ アルミホイルを貼ったプラカップ2個を重ねる。底面にアルミホイルを貼る理由は、台座と電気が通るようにするためである。次に、図7、図8のようなブラシ*となる電極 A と集電帯をアルミホイルを折り曲げて作り、内側と外側のプラカップの間に挟み入れて図9のような形にする。

(電極 A)

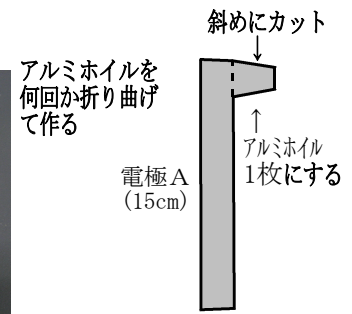
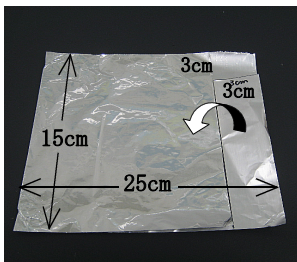
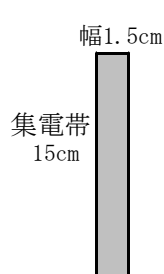
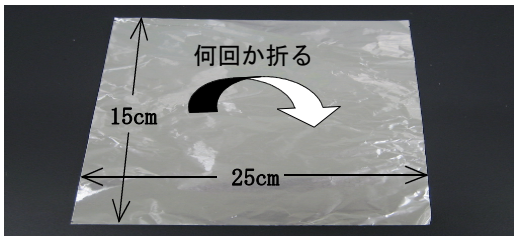


図 7

(集電帯)



(コンデンサーに組立)

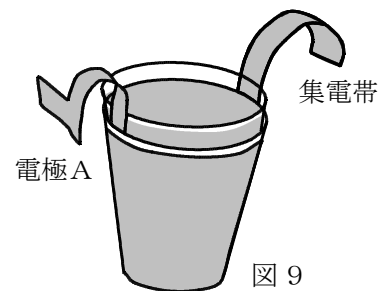


図 8

図 9

ブラシ・電極 B

*回転子に電気を流す電極部分

- ⑥ ブラシとなる電極 B (丸箸) は、図10のように15cmに切りアルミホイルを巻いて、回転子から台座まで電気が通るようにする。

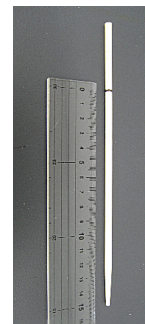
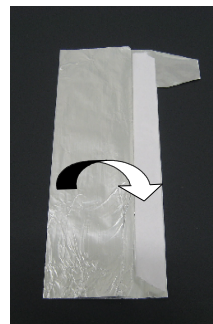
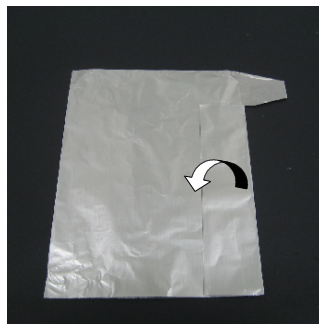


図 10

組み立て

- ⑦ 電極 B と回転台の棒（五寸釘）を台座に刺し回転子とコンデンサーを配置する。電極 A・B は、図 11 のようにブラシとなるアルミホイル 1 枚ができるだけ回転子に接近するように配置し、回転子との接触による摩擦をできるだけ小さくする。

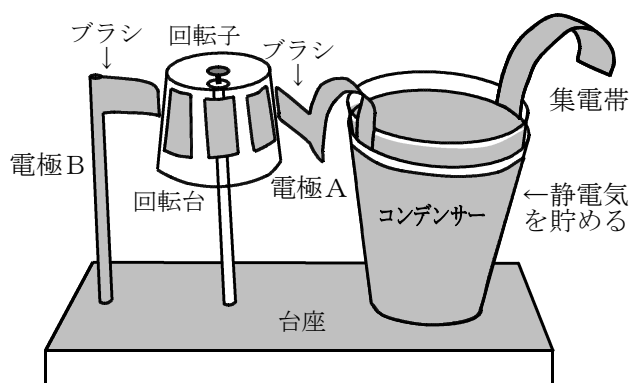


図11

5. 静電モーター（回転子）のまわし方

- ・下敷きを机の上に置き、キッチンペーパーで何度か擦り静電気を帯電させる。帯電した下敷きを集電帯に接触させ、コンデンサーに電気を貯める。コンデンサーを台座に置き、電極 A をにできるだけ近づけると回転子が回り始める。

6. 静電モーターが回転する原理

- ・一に帯電した下敷きから、集電帯を通してプラカップ・コンデンサーの内側のアルミホイルに、一の電荷を持った電子が蓄えられる。
- ・一に帯電したプラカップ側の電極 A を回転子のアルミホイルに近づけると、回転子のアルミホイルが静電誘導を起こし引き合うため、回転子が動き出す。引き合った結果、電極 A が回転子のアルミホイルに接触すると、電子が移動するため反発する。回転子はこの引力と反発力により回転を始める。
- ・回転子が回り一に帯電した回転子のアルミホイルがプラカップとは反対側に位置する電極 B に近づくと電極 B が静電誘導を起こし引き合う。また、引き合った結果、電極 B が回転子のアルミホイルに接触すると、電子が移動する。電極 B に移った電子は台座を伝わってプラカップの外側にまで広がる。
- ・回転子は、電子がプラカップの内側から外側のアルミホイルに移動し回り続ける。

7. さらに長く回転させるための工夫

- ・回転子は、なるべく質量を小さくし、回転させるために必要な力を小さくする。
- ・コンデンサーにする 2 つのプラカップは、できるだけ表面積の大きなものにする。また、できるだけ密着させ電極板の距離を短くし、たくさんの電荷を蓄えられるようにする。
- ・回転子の画鋸は、摩擦を小さくするため、画鋸の先端をヤスリ等でさらにとがらせる。
- ・回転子の回転がぶれないように回転の中心を正確に割り出す。
- ・キッチンペーパーが湿っていると十分な静電気が起こらないので、予備のキッチンペーパーで手の汗をしっかりと拭き取ってから軍手をはめて静電気を発生させる。
- ・ブラシで引力・斥力が生じるので、ブラシの形をできるだけ大きくする。
- ・ブラシが回転子に触れていると接触摩擦が生じるので、わずかに離して設置する。
- ・回転子のアルミ箔の長さをブラシの長さと同じにして、引力・斥力を効率よくする。
- ・回転子のアルミ箔の幅を狭くして数を増やし引力・斥力のタイミングを増やす。 など

参考. とやま科学オリンピック2024 (物理実験問題)