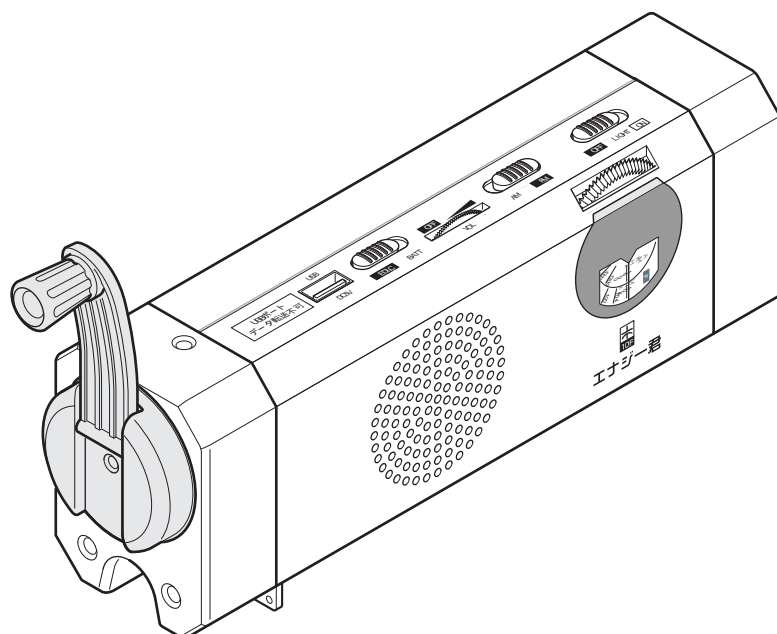


製作マニュアル



付・実験編 (P28) ⇨

白色高輝度発光ダイオード
三相交流発電機・キャパシタ搭載

エネルギー君

New Generation Teaching Material

エネルギー変換対応・新指導要領対応

仕様

電 源	キャパシタ (電気二重層コンデンサ)	10F
	三相交流発電機	2.5W
	乾電池	(単三 × 2) 二次電池搭載可能
ライト	高輝度白色発光ダイオード	インバータ使用
ラジオ	信号対雑音比 (FM/AM)	50dB/32dB
	周波数帯 (FM/AM)	76~ 108MHz / 530~ 1600kHz
	オーディオ出力	100mW
	スピーカ	55 0.5W 8
	FMアンテナ	本体内蔵型ワイヤーアンテナ
寸 法	幅 × 高さ × 全長	58 × 79 × 222mm (突起部含まず)

ナガタ産業株式会社

兵庫県三木市大塚 1-2-56

TEL.0794-82-8877 FAX.0794-83-4661

www.nagatac.co.jp info@nagatac.co.jp

学 校 名	中学校
学 級	年 組
名 前	

目次

1 製作の目的	2	5 回路図および実体配線図	12~ 13
2 部品の確認	3~ 4	1. 回路図	12
1. キット内容(部品一覧表)	3~ 4	2. 実体配線図	13
3 部品検査	5~ 10	6 組み立てと動作確認	14~ 24
1. 固定抵抗器	5	1. 基板の組み立てと動作確認	14~ 22
2. コンデンサ	6	2. ボディの組み立て	23~ 24
3. ダイオード	7	7 各部の機能	25~ 26
4. LED(発光ダイオード)	8	8 実験編	27~ 41
5. スピーカ	8	実験部品について	28
4 工具の用意と作業要領	9~ 11	1. 発電機のしくみ	29
1. 工具の用意	9	2. 充電する	30~ 31
2. 注意事項	10	3. 電気を熱と光に変換する	32~ 34
3. はんだづけの準備と練習	10	4. 電気を動力に変換する	35~ 37
4. 部品の取り付け要領	11	5. 交流について	38
		6. 電気を情報伝達に利用するしくみ	39~ 40
		7. 動力を変化させる	41

キット組立上のお願い

高周波回路は組み立て調整済みです。バリコンなどは絶対にさわらないで下さい。
調整を動かすと、受信不能になり再調整(有償)が必要になります。
注)のマークの箇所には注意点を記してあります。よく読んでから作業などに取りかかるようにしましょう。

アフターサービスについて

基板またはキャパシタに初期不良があった場合は、その旨明記してご返送下さい。
代替品を無償でお送りします。

ご返送無き場合は有償となります。ご了承下さい。

組み立て後、動作不能で自分で点検しても原因不明の場合には、電池を取り外して、破損しないように包装し、当社までお送り下さい。当社にて修理します。修理費は無料ですが、説明書を読まずに組み立てられたと考えられるもの、故意に破損したと考えられるものについては有料になります。部品破損の場合には部品代が必要です。また、返送料・包装手数料はご負担下さい。未成品(最後まで組み立てていないもの)は修理しません。必ず組み立ててください。

1 製作の目的

人類が様々な技術を得て、たゆまぬ技術革新をくりかえしてきたことで、私たちの生活は飛躍的に豊かになりました。しかし、同時にエネルギーを作るための資源は底をつき、ここ数十年の間に別のエネルギー源を探さなければならない状況になりつつあります。これからの技術はエネルギーを利用しながらも、資源や環境への影響を最小限にとどめなければならないのです。エネルギー源は再生不可能なもの(化石燃料など)から再生可能なもの(太陽電池や燃料電池など)へ、さらに電気を別のエネルギーへ変換して使う電気部品(白熱球など)はできるだけ微弱な電力で動作するもの(高輝度発光ダイオードなど)へ変化させていく必要があります。

さらにキャパシタの登場に代表される蓄電技術の発達は電力の貯蔵を可能にします。これらのことにより近い将来、電力は化石燃料を使わなくてもつくることのできるもの、「国単位でつくるもの」から「個人が自給自足できるもの」に変化していくでしょう。

やがてみなさんが大人になったとき、エネルギーの自給自足化が進み、生活者として「わが家のエネルギー供給」について考えなければいけなくなるでしょう。エナジー君では製作の過程とwebで提供している情報の活用を通して、電気の利用方法やこれからのエネルギー利用のあり方について学ぶとともに、省エネルギーに配慮する姿勢を身につけることを目的とします。

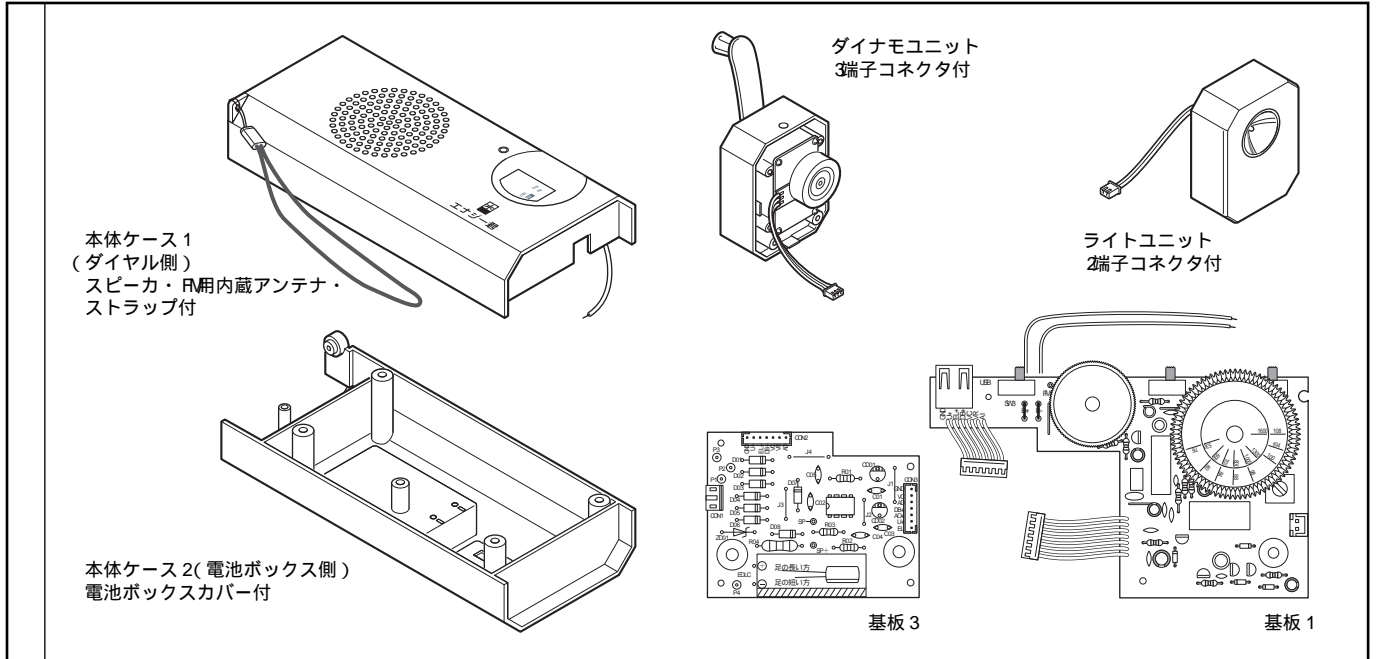
2 部品の確認

部品一覧表を参考にしながら、部品が全て揃っているか確認しましょう。

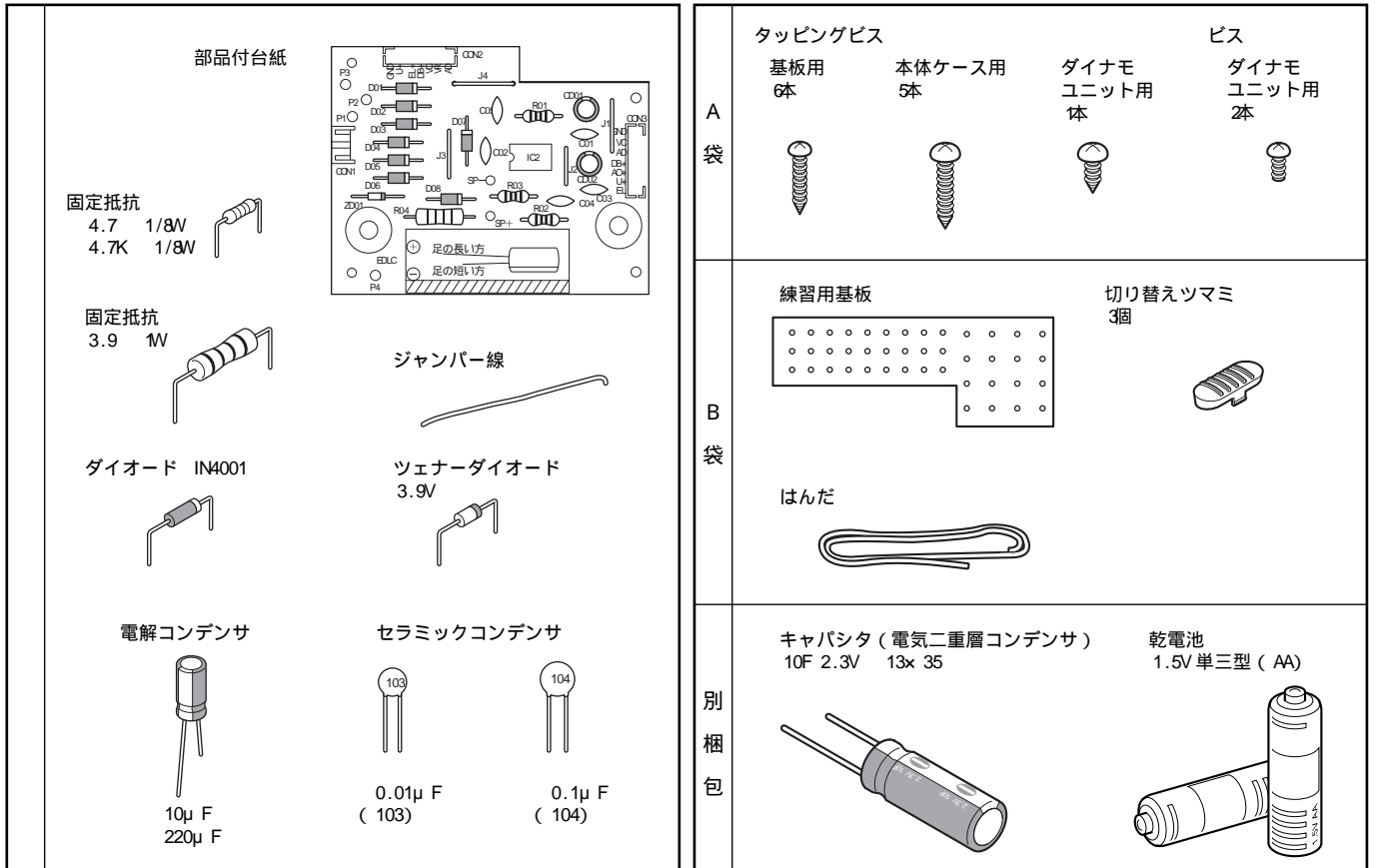
注) このキットは厳重な出荷検査をして皆さんのお手元にお届けしていますが、万一、部品確認の段階で不足や不良があれば、お手数ですが先生を通じて代理店までご請求下さい。

注) 万一組立中に部品を破損された場合は、実費にて代替部品をお送りいたします。

キット内容(部品一覧表)



- 3 -


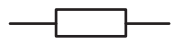


- 4 -

3 部品検査

1. 固定抵抗器

固定抵抗器には、カーボン被膜抵抗、金属被膜抵抗、巻線抵抗などがあります。身近なところではラジオ、ステレオ、テレビなどの電気機器には、他の部品に電流が流れ過ぎないようにしたり、電圧を下げるために数多く使用されています。カーボン抵抗はラジオ、インタホンに多く使用され、1/4W型、1/2W型、1W型以上のものなど、抵抗値の高いものを作れることが特徴です（エナジー君ではR10が1W型です）。

固定抵抗器	
形状	図記号
	

(1) 色表示の読み方および記号、用途

抵抗は小さく数字(抵抗値)を書いても読みにくいので、抵抗値は色で表示してあります。その単位は(オーム)で、小さいものは小数点以下の抵抗値のものから、大きいものは数百M(メガオーム...百万オーム)のものまであります。



固定抵抗器の色表示表

色	第1色帯	第2色帯	第3色帯	第4色帯
黒	0	0	× 1	
茶	1	1	× 10	± 1%
赤	2	2	× 100	± 2%
橙	3	3	× 1000	
黄	4	4	× 10 ⁴	
緑	5	5	× 10 ⁵	
青	6	6	× 10 ⁶	
紫	7	7	× 10 ⁷	
灰	8	8	× 10 ⁸	
白	9	9	× 10 ⁹	
金			× 0.1	± 5%
銀			× 0.01	± 10%
無地				± 20%
	第1数字	第2数字	乗数	誤差



(2) 検査(部品を紛失しないように、組立の際に行なって下さい)

抵抗の色表示の読みと実測値を比較して下さい。

色表示	色表示の読み	実測値
R5 	黄 紫 赤 金 = ± 5% 4 7 × 100 = 4700 = 4.7K	
R6 R7 		

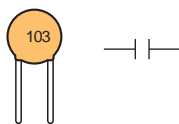
検査後は紛失しないように元に戻しておきましょう。

2. コンデンサ

コンデンサには、セラミック、フィルム、マイラ、電解コンデンサなどがあり、用途によって使い分けます。

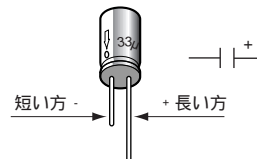
(1) 特徴および用途

セラミックコンデンサ



少容量から中容量のものが多く、高周波特性が優れているので、低周波から高周波まで幅広く使用されています。(極性 +、-)はありません)

電解コンデンサ



小型で大容量のものができますが高周波特性が悪いので、主に低周波に使用されます。(極性 +、-)があります)

(2) 容量単位および容量表示

コンデンサ容量の単位は、F(ファラッド)ですが、一般には百万分の一のマイクロファラッド[μF]または一兆分の一のピコファラッド[pF]が用いられています。(0.000001F = 1μF = 1,000,000pF)容量表示は、容量をそのまま表示したもの、数字で表示したものなどいろいろありますが、よく使用される数字表示を表にしました。

表示	容量
1 0 2	0.001μ F
2 2 2	0.0022μ F
4 7 2	0.0047μ F
1 0 3	0.01μ F
2 2 3	0.022μ F
4 7 3	0.047μ F
1 0 4	0.1μ F

(3) 検査(部品の紛失の恐れがありますので、組立の際に行なって下さい。)

テスタの抵抗レンジで次のように測定します。

セラミックコンデンサ

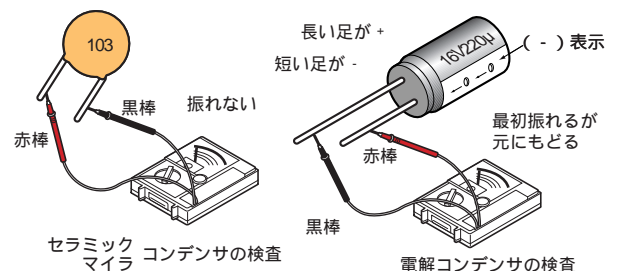
端子に赤黒どちらのテスタ棒を当てても針が振れなければ合格(容量が大きくなれば瞬間に若干振れる)。

電解コンデンサ

テスタの赤棒をコンデンサの-リードに、黒棒を+リードに当て、最初は大きく振れ、徐々に元にもどれば合格。

検査後は、紛失しないように注意して下さい。

コンデンサの検査

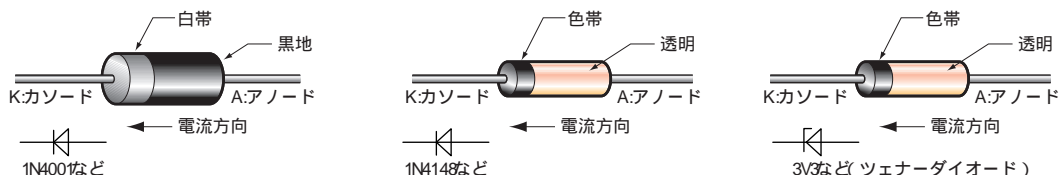


エナジー君で二次電池の代わりに使用しているキャパシタ(電気二重層コンデンサ)は電解コンデンサの一種で、従来のコンデンサよりも大きな電気容量を持っています。

3. ダイオード

ダイオードは整流（電気を一方にしか流れないようにする）や電圧を一定に保つなどの用途に使われています。一般にゲルマニウムまたはシリコンを主材料に使用しますが、ガリウム、ひ素で作られたダイオードもあります。

(1) 種類と記号および分類



用途別に分類すると、検波用ダイオード、整流用ダイオード、定電圧ダイオード、増幅用ダイオード、可変容量ダイオードなどに分けることができ、構造によって分類すると、点接触（ポイントコンタクト）形と接合形に大別されます。

(2) 検査

（部品の紛失の恐れがあるので、組立の際に行ってください）

テスタのレンジをオーム計 1M にして、0 調整後、次の方法で検査をして、測定値を書きこんで下さい。

検査の図解	1M レンジ	
	赤棒 K (印のある方)	黒棒 A
テスタ棒の接続方向	赤棒 K (印のある方)	黒棒 A
D01~ D08 1N4001	約 K	約 K
ZD01 3V9	約 K	約 K

4. 発光ダイオード (LED)

(1) 配線の方法

- 高輝度発光ダイオードを含む発光ダイオードには極性があるので注意が必要です。リード足の長い方 (A: アノード) に (+) を接続します。エネルギー君では配線済みです。
- 発光させるにはその発光ダイオードの製品規格に表われている電圧以上の直流 (順方向) 電圧が必要です。エネルギー君では 2.3V の直流を、専用の回路で必要な電圧まで昇圧して使用しています。
- 電源電圧が 3V を大きく越える場合は発光ダイオードと直列に電流制限抵抗を接続します。抵抗を入れないと破損します。

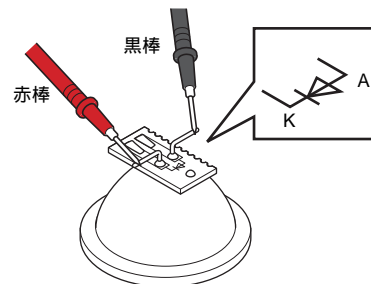
電流制限抵抗値の計算方法・・・オームの法則 $R = E / I$ より
 抵抗値 = 電源電圧 ÷ 電流 で求めることができます。

(2) 検査の方法

発光ダイオードもダイオードです。ダイオードは一方にしか電流を流さない性質があり、その性質を利用して検査します。

- テスタ (回路計: SANVA SP-18G) のオーム計を × 1Ω に合せて下さい。
- テスタの黒棒を A: アノード側に、赤棒を K: カソード側 (LED 基板) に接続して点灯すれば正常です。

注意 オーム計用の電池が 1.5V の回路計では点灯しません。

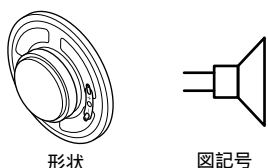


点灯すれば正常です。

5. スピーカ

スピーカは、電気信号 (音声信号、電気の振動、交流) を音声 (空気の振動) に変えるはたらきをします。

(1) 形状および図記号

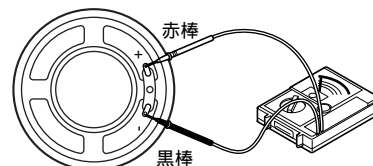


(2) 検査

テスタ (SANVA SP-18G) を抵抗計の × 1 レンジに合わせて測定して下さい。

測定した値を記入しましょう
 ・実測値

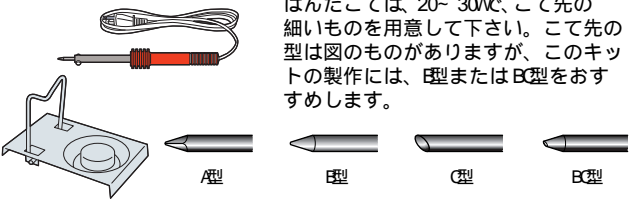

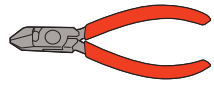
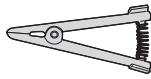
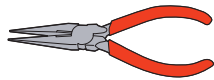

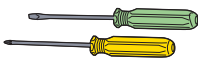
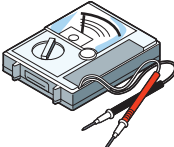
(この時、テスト棒の一方をついたり、はなしたりすると、カリカリと音がします。)



4 工具の用意と作業要領

1. 工具の用意

電気はんだごて 30W程度のもの、ドライバ(+)75~ 100mm ニッパ 125mm ラジオペンチ 150mm程度のもの。

<p>(1)はんだごて・はんだごて台</p>  <p>はんだごては、20~ 30Wで、こて先の細いものを用意して下さい。こて先の型は図のものがありますが、このキットの製作には、B型またはC型をおすすめします。</p>	<p>(5)ピンセット</p>  <p>小さな物や部品の奥にあるものはさんで取り出したり、または保持する工具です。</p>
<p>(2)ニッパ</p>  <p>ニッパは、電線の被覆を取るときや基板に挿入した部品のリードを切る時などに使用します。細い銅線などを切断することができます。</p>	<p>(6)放熱はさみ</p>  <p>部品をはんだづけする際、部品本体に熱が伝わらないようにリード線の間にはさみ、放熱する工具です。</p>
<p>(3)ラジオペンチ</p>  <p>部品のリード線を曲げたり、小さな部品をはさんだりする工具です。奥に付いている刃の部分では電線を切ることができます。</p>	<p>(7)ワイヤストリッパ</p>  <p>電線の被覆を取ったり、電線を切る専用工具です。あれば便利ですが、なくても製作できます。</p>
<p>(4)ドライバ</p>  <p>ドライバには、+・-の種類のほか、さらに大きさの種類があります。このキットでは、+ Q + 1 + 2 の4種類の内、+ 0と 1のドライバを使用します。</p>	<p>(8)回路計(テスタ)</p>  <p>電圧、電流、抵抗などを切り換えて測定できる複合計測器です。</p>

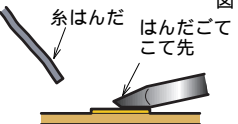

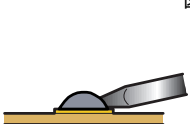
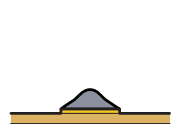
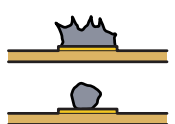
- 9 -

2. 注意事項

基板は、各ブロックごとに“ 部品の挿入 ” “ 配線点検 ” “ はんだづけ ” を行ってから次のブロックへと進んで下さい。部品は各ブロックごとに袋に入れてあります。製作中でない袋は開けないで下さい。部品は規格、定数をよく確かめてから取り付けて下さい。また、リード線の位置を間違えないようにして下さい。板金用のフラックスは使用しないで下さい。スイッチの接点などが接触不良を起こすことがあります。はんだづけの時は各部品にできるだけ熱が加わらないようにして下さい。熱が加わりすぎると部品の内部で断線が起こる場合があります。プリント間などせまいところのはんだづけは、端子間、プリント間のショートがないように特に注意して下さい。ダイオード、電解コンデンサには極性(+ ・ -)があります。間違えないように注意して下さい。

3. はんだづけの準備と練習

組立後の動作しない原因の大半は、はんだづけ不良です。しっかりはんだづけ練習をしてから組み立てましょう。練習用基板を使って下の図4のようになるまで練習して下さい。

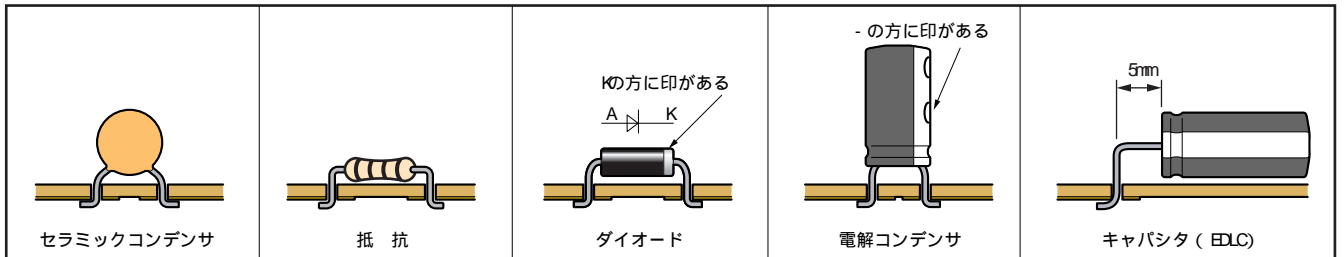
<p>図1</p>  <p>糸はんだ はんだごてこて先</p>	<p>図2</p> 	<p>図3</p> 	<p>図4</p> 	<p>図5</p> 
<p>はんだづけする部分に、はんだごてのこて先の腹をあてる。</p>	<p>こて先にはんだを持っていき、はんだを溶かす。</p>	<p>適量のはんだが溶けたらはんだをはずす。溶けたはんだがなめらかに流れるまで2~ 3秒こて先をあててから離す。</p>	<p>良 こてをはなした後富士山のようにならば合格。</p>	<p>不良 上：熱の加えすぎ 下：熱不足</p>

完全に美しいはんだづけをするためには、はんだごてを常に最良の状態にしておく必要があります。こての先端部をやすりでみがいて、先端部(はんだづけする部分)にはんだが付いているように保管しておきます(はんだメッキといえます)。そうすることによって先端部の酸化を防ぎ、いつでもすぐ使えるようになります。

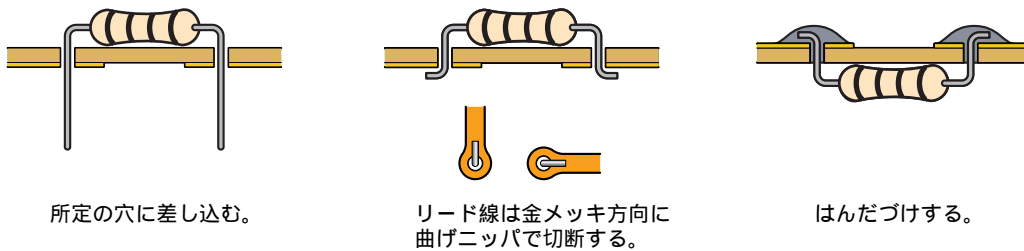
- 10 -

4. 部品の取り付け要領

部品は下図を参考にして、無理しない程度になるべく下まで差し込んで下さい。
抵抗とダイオードは、基板に当たるまで差し込んで下さい。

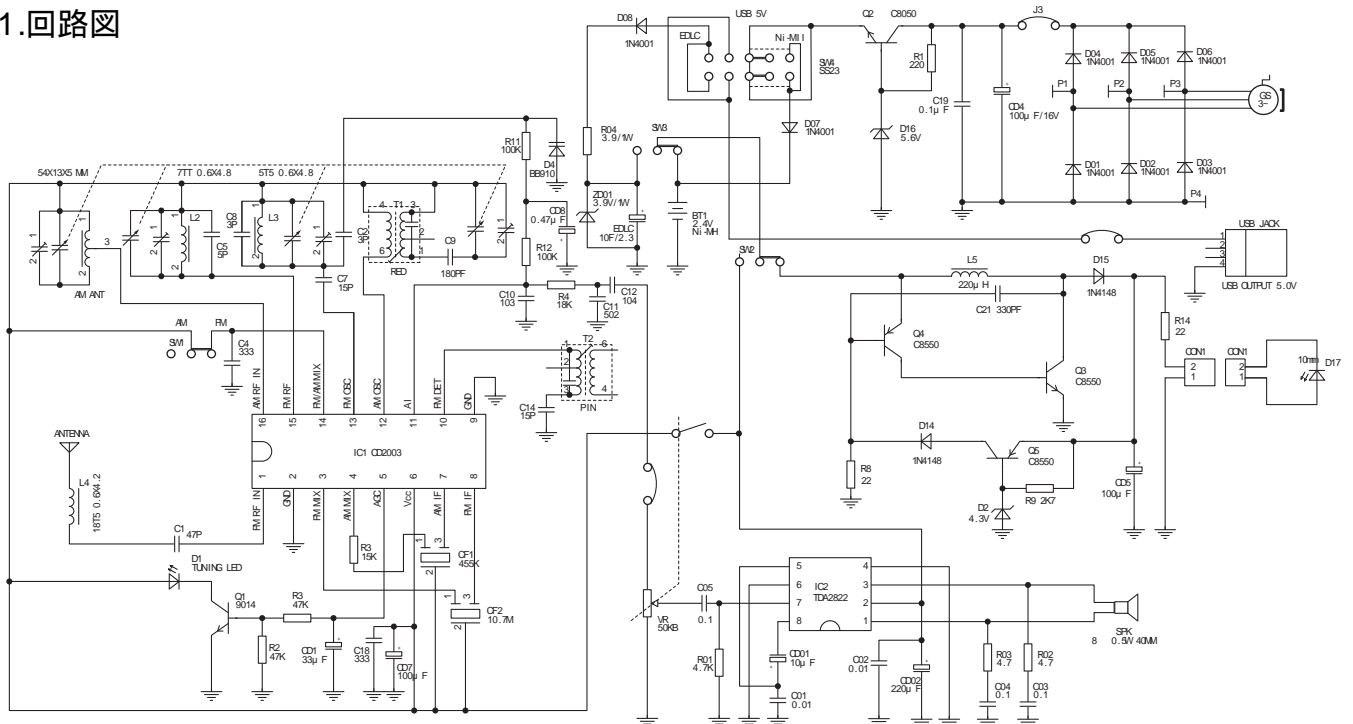


各部品は、順次に所定の穴に差し込み、裏側（金メッキ面）でリード線を曲げ1mm~1.5mm程度残してニッパで切断して下さい。このとき、プリントからはみ出さない方向に曲げるようにして下さい。



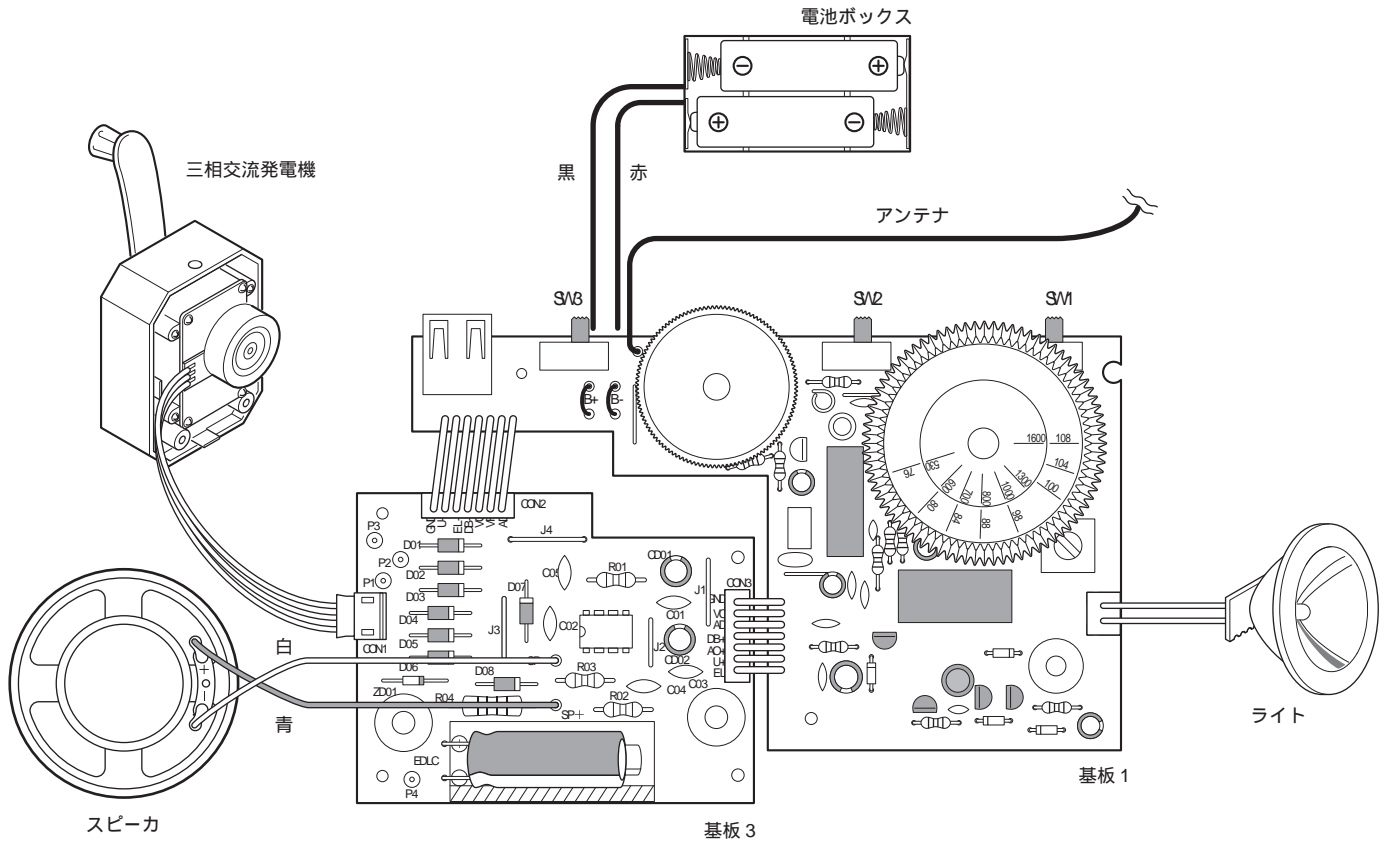
5. 回路図および実体配線図

1. 回路図



図記号には他にも色々な表現があります。図記号の新旧の比較については
ナガタックのホームページ www.nagatac.co.jp/zukigo/pdf/zukigo.pdf をご覧下さい。

2.実体配線図



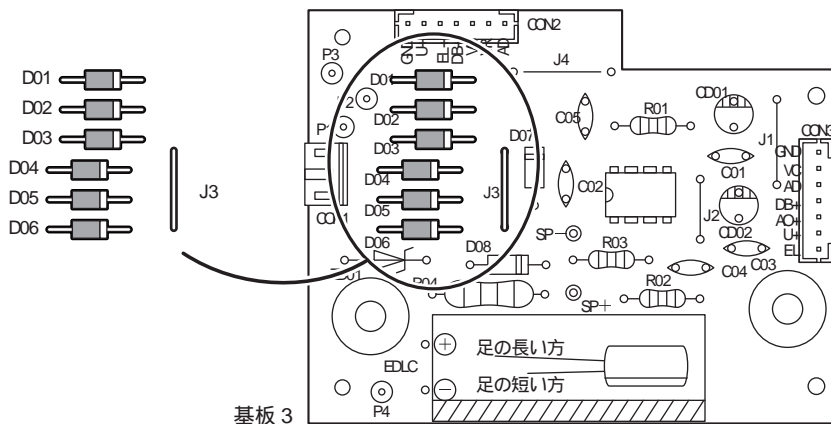
- 13 -

6/ 組み立て

1.基板の組み立て

(1) 整流回路の組み立て

基板3にダイオードD01~D06 ジャンパー線Jを取り付け、はんだづけします。



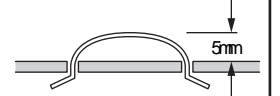
取付時注意

ダイオードには極性があります。間違えないように注意して下さい。

A:アノード K:カソード
色帯

取付時注意

ジャンパー線は基板から5mm浮かせて取り付けます。

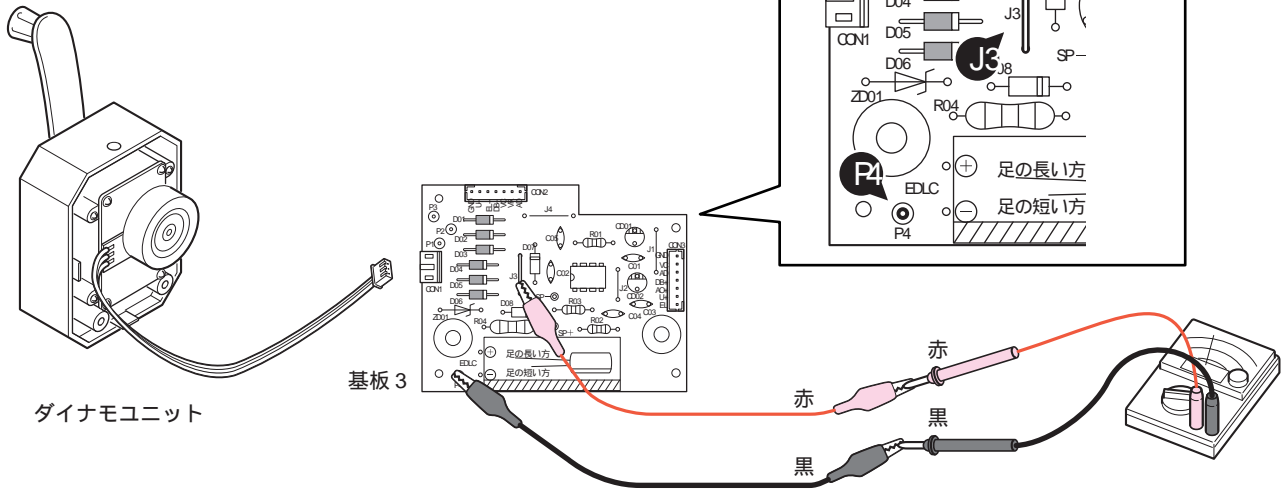


取り付けが終わったら、もう一度部品の方向とはんだづけの状態を確認して下さい。短絡や付着がないことも確認しましょう。

- 14 -

(2) 整流回路の動作確認

基板 3にダイナモユニットを接続します。
 テスタを使って整流回路が正常に動作しているかを確認します。



動作確認

基板 3にダイナモユニットを接続します。
 みの虫クリップを使って、テスタ棒（赤）とジャンパー線 J3 テスタ棒（黒）と P4を接続します。
 回路計のレンジを DC12V (= 直流測定 12Vレンジ) にセットします。

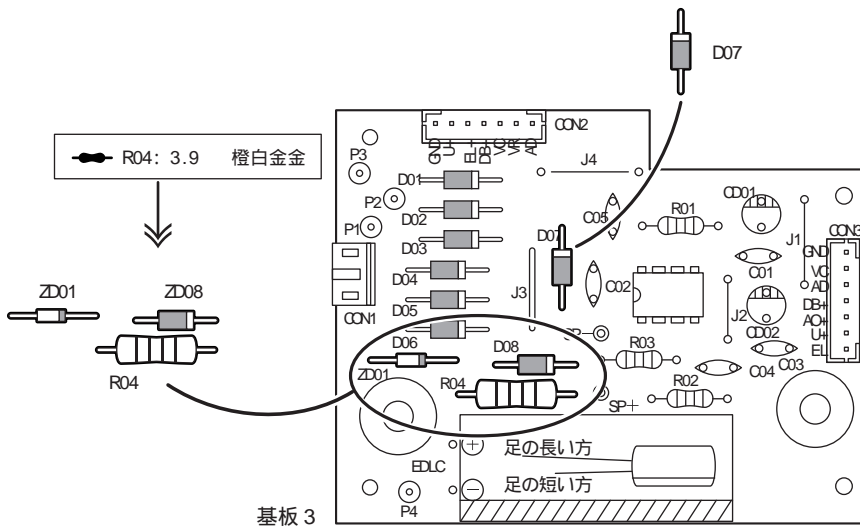
注意 ダイナモユニットのハンドルを 10秒間に 10~ 15回転程度の速さで回転させます。

テスタの針が 5~ 6前後を示しているとき、整流回路は正常に動作しています。
 電圧が 5Vを下回る場合は動作確認を中止し、部品とはんだづけを再度確認して下さい。

実験 → この動作確認に引き続き実験を行う場合は P28~ P29をご覧ください。内容：「発電機のしくみ」

(3) 発電・充電回路の組み立て

基板 3に固定抵抗器 R04 ダイオード D07、D08、ZD0を取り付け、はんだづけします。

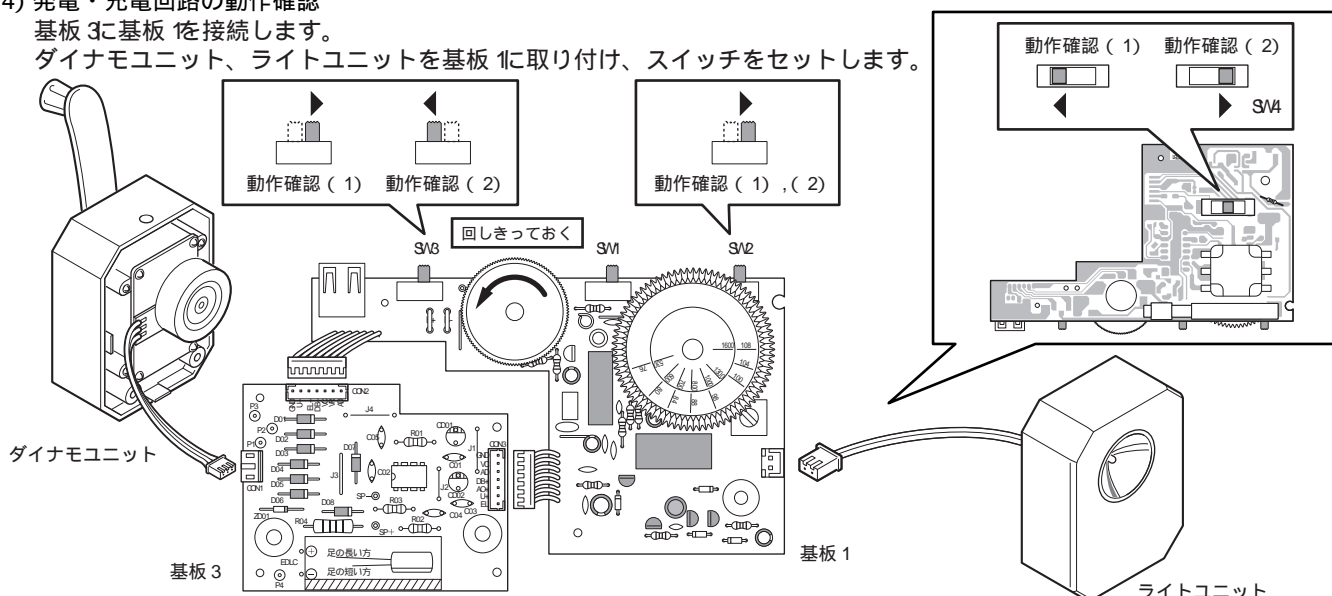


取り付けが終わったら、もう一度部品の方向とはんだづけの状態を確認して下さい。
 短絡や付着がないことも確認しましょう。

(4) 発電・充電回路の動作確認

基板3に基板1を接続します。

ダイナモユニット、ライトユニットを基板1に取り付け、スイッチをセットします。



動作確認 (1)

ダイナモをゆっくり回してみましょ。ライトが点灯します。反対側にも回してみましょ。回転に合わせて明滅します。動作すれば、発電回路と、二次電池への充電回路は正常に働いています。ライトが明滅しない場合は動作確認を中止し、部品とはんだづけ、スイッチの設定を再度確認して下さい。この試験で合格しない場合は次に進まないで下さい。

動作確認 (2)

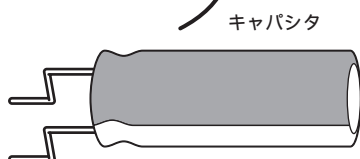
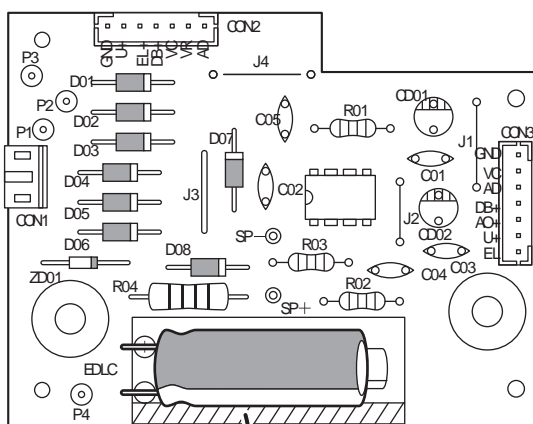
次にスイッチを(2)のようにセットします。ハンドルを回して、ライトが同じように明滅すればキャパシタ(EDLC)への充電回路は正常に働いています。動作しないようなら、動作確認は中止して、部品とはんだづけ、スイッチの設定を再度確認して下さい。この試験で合格しない場合は次に進まないで下さい。

実験 → この動作確認に引き続き実験を行う場合はP30~ P32をご覧ください。内容：「キャパシタに充電」「豆球で熱や光に変換する」

(5) キャパシタの取り付け

基板3にキャパシタを取り付けます。

キャパシタのリードは右図を参考にあらかじめラジオペンチで直角に曲げておきます。



取付時注意

キャパシタは基板と水平になるようにあらかじめリード部分を直角に曲げる。

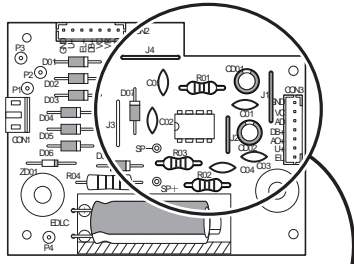
5mm

基板

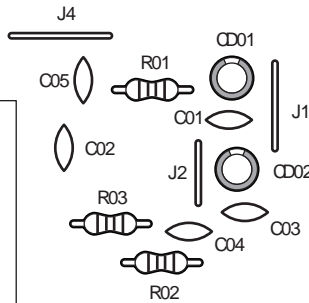
実験 → この組み立てに引き続き実験を行う場合はP33~ P34をご覧ください。内容：「発光ダイオードで光に変換する」「発光ダイオードについて」

(6) 低周波増幅回路の組み立て

ジャンパ線 J1、J2、J4 固定抵抗器 R01~ R03 電解コンデンサ C01、C02 セラミックコンデンサ C03~ C05を取り付け、はんだづけします。

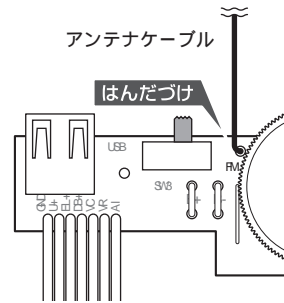


- R01: 4.7k 黄紫赤金
- R02: 4.7 黄紫金
- R03: 4.7 黄紫金
- C01: 0.01μ F (103)
- C02: 0.01μ F (103)
- C03: 0.1μ F (104)
- C04: 0.1μ F (104)
- C05: 0.1μ F (104)
- C01: 10μ F
- C02: 220μ F



(7) アンテナの取り付け

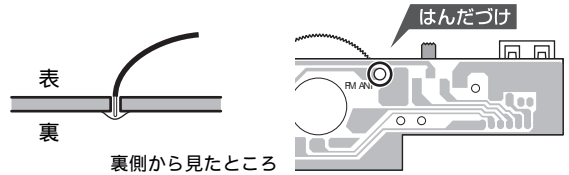
基板 1にアンテナケーブルを接続します。アンテナケーブルを基板 1のFMに取り付け、はんだづけします。アンテナケーブルはケース 2に取り付け済みです。



アンテナケーブルはケース 2に取り付け済みです。ケースからは取り外さないで下さい。

取付時注意

アンテナケーブルはガイド穴を使わずに、基板の裏側に直接はんだづけします。



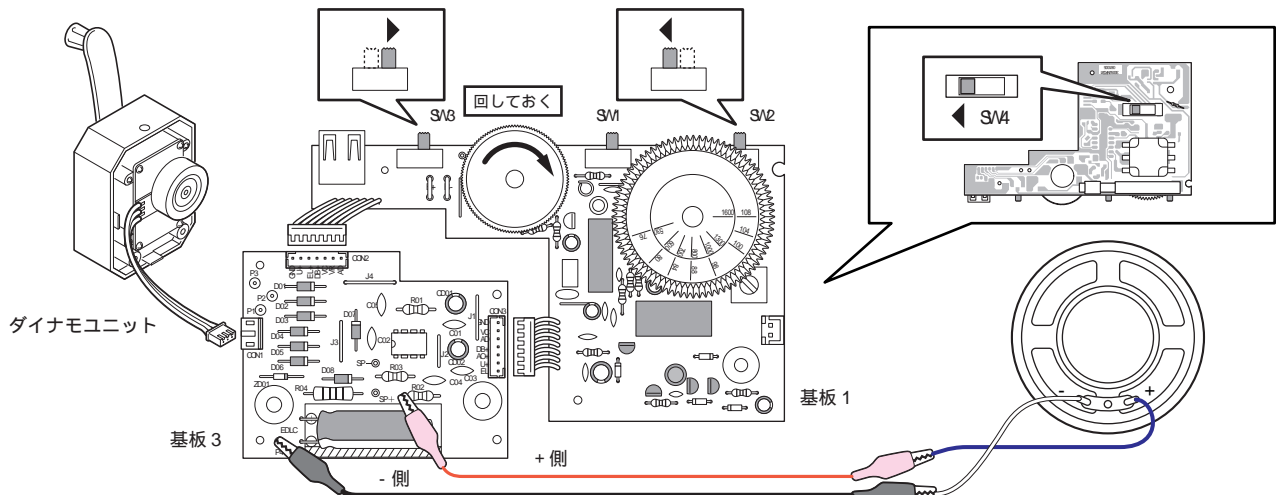
取り付けが終わったら、もう一度部品の方向とはんだづけの状態を確認して下さい。短絡や付着がないことも確認しましょう。

実験 → この組み立てに引き続き実験を行う場合はP35~ P37をご覧ください。内容：「電気を動力に変換する」

(8) 低周波増幅回路の動作確認

基板 3に基板 1を接続します。

ダイナモユニットを基板 3に取り付けます。みの虫クリップを使ってスピーカを接続します。スイッチをセットします。



動作確認

みの虫クリップを使って基板にスピーカを接続します。スピーカ側のリード線(青)をR02の足に、リード線(白)をP4に接続します。ボリュームダイヤルは「ON」側にしておきます。

スイッチの設定を確認して、発電機のハンドルを回してみましよう。部品の取り付けや配線、スイッチの位置に間違いがない場合はスピーカから音が出ます。

音が出れば、低周波増幅回路(アンプ部)と高周波増幅回路(ラジオ部)の動作確認は完了です。

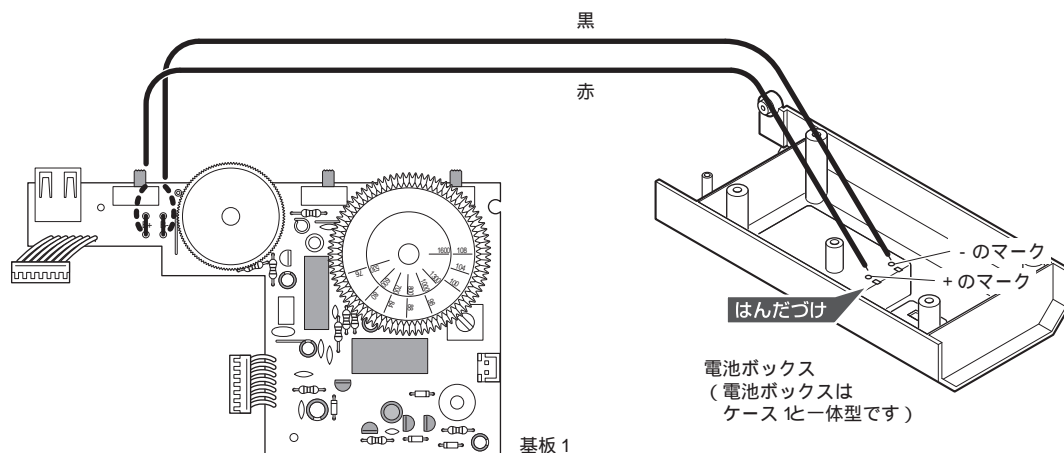
もし何も聞こえなかったら、動作確認を中止し、部品とはんだづけを再確認してください。スイッチの設定も再度確認して下さい。この試験で合格しない場合は次に進まないで下さい。動作確認終了後、ダイナモユニットとスピーカを取り外して下さい。

実験 → この動作確認に引き続き実験を行う場合はP38をご覧ください。内容：「交流を体験する」

(9) 電池ボックスの取り付け

基板 1のリード線を電池ボックスに接続します。

基板 1のリード線 (赤) を電池ボックスの + (プラス) へ、リード線 (黒) を - (マイナス) にはんだづけします。はんだづけの際、はんだごての熱でケースを溶かさないように注意して下さい。

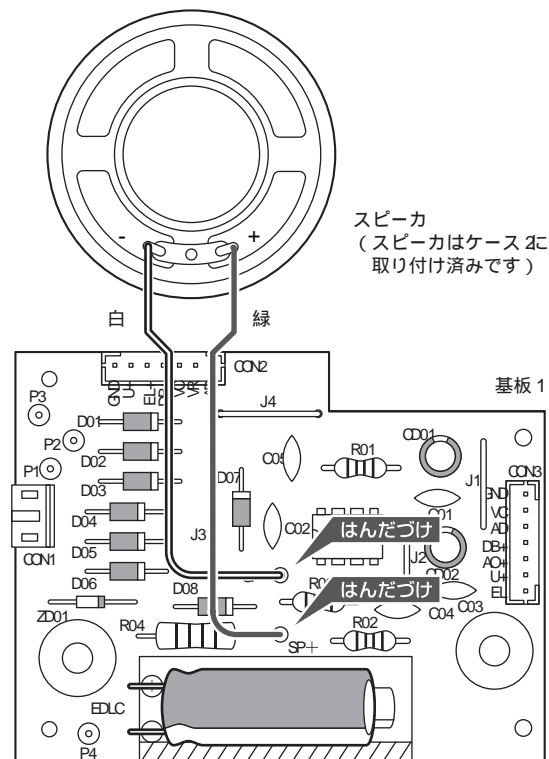


電池ボックスに電池を挿入し、EDLC/BATT切り替えスイッチを「BATT」側にセットしておきます。

実験 → この組み立てに引き続き実験を行う場合は P39~ P44をご覧ください。内容：「電気を情報伝達に利用するしくみ」

(10) スピーカの取り付け

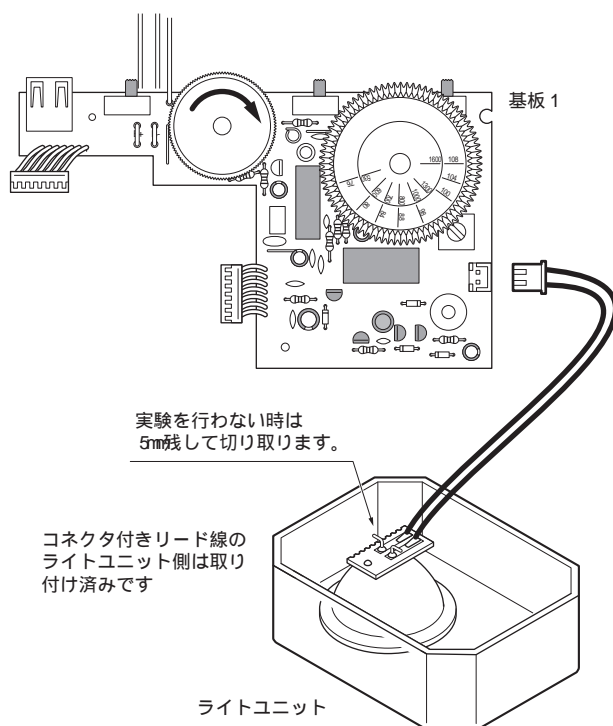
基板 3にスピーカを接続します。スピーカのリード線 (白) を基板 3の SP- に、リード線 (青) を SP+ に取り付け、はんだづけします。スピーカはケース 2 に取り付け済みです。



(11) ライトユニットの取り付け

基板 1にライトユニットを接続します。

ライトユニットとはコネクタ付きリードで接続します。

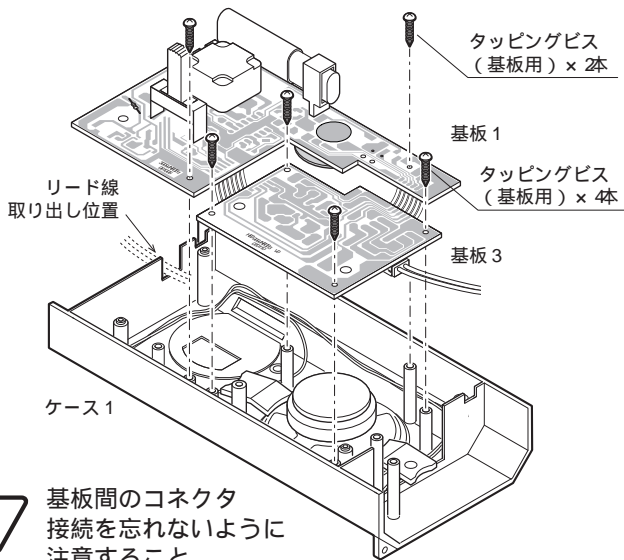


2.ボディの組み立て

(1) 基板の取り付け

ケース 1 に基板 1 を取り付けます。
 タッピングビス (基板用) 2 本で固定します。

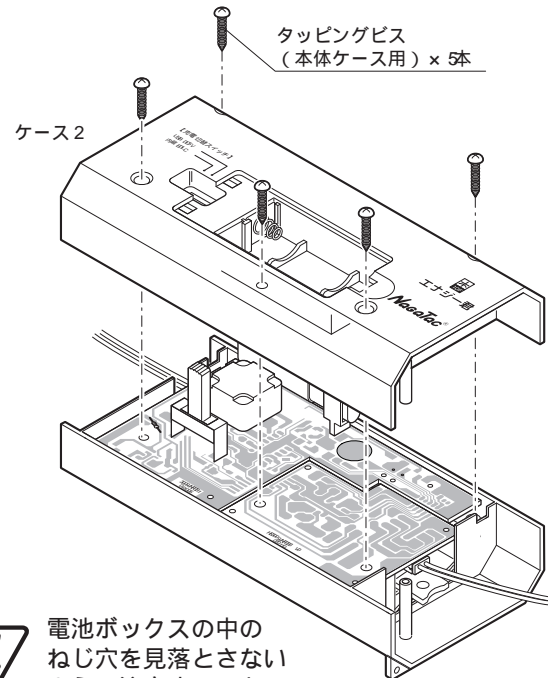
基板 3 と基板 1 をコネクタで接続します。
 ケース 1 に基板 3 を取り付け、タッピングビス (基板用) 4 本で固定します。



基板間のコネクタ
 接続を忘れないように
 注意すること

(2) ケースの組み立て

ケース 1 にケース 2 を取り付けます。
 タッピングビス (本体ケース用) 5 本で固定します。



電池ボックスの中の
 ねじ穴を見落とさない
 ように注意すること

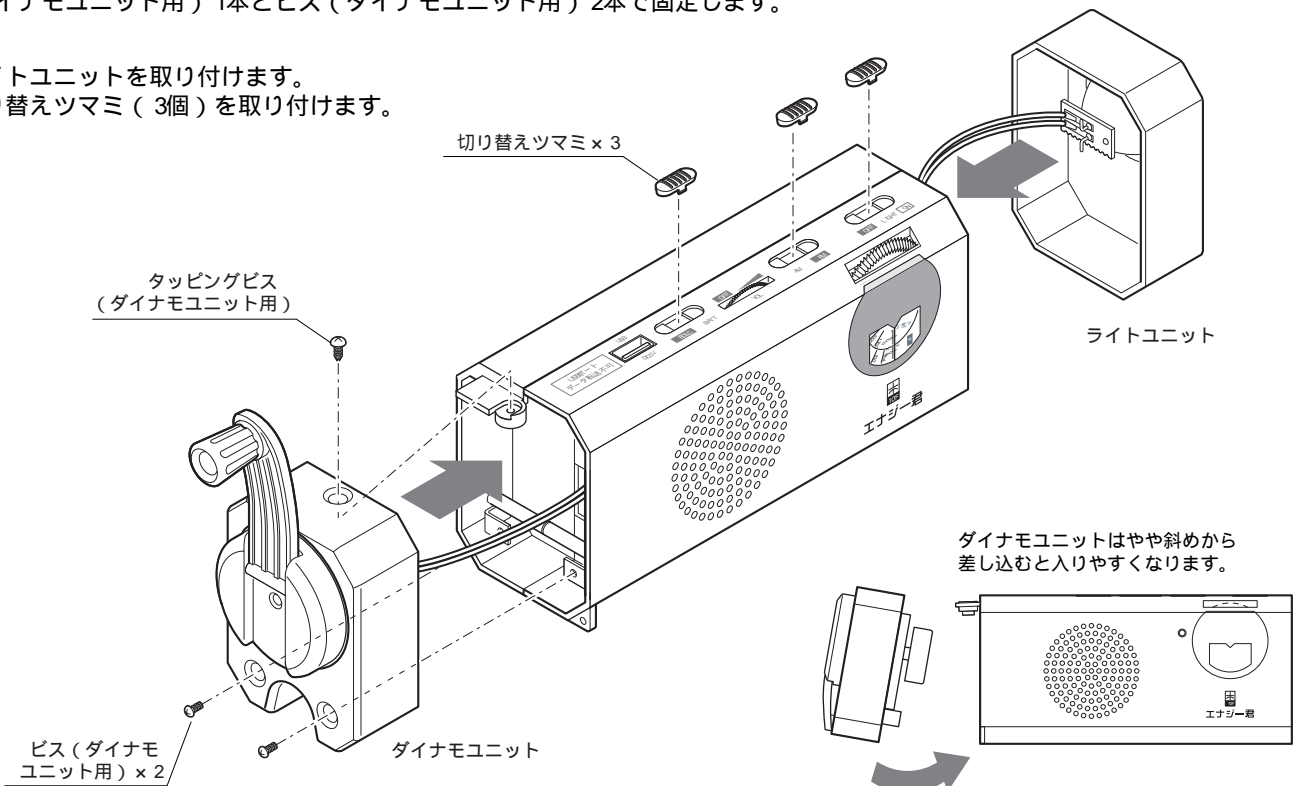
- 23 -

(3) ダイナモユニット、ライトユニットの取り付け

ダイナモユニット、ライトユニットを取り付けます。切り替えツマミを取り付けて完成です。

ボディにダイナモユニットを取り付け、タッピングビス (ダイナモユニット用) 1 本とビス (ダイナモユニット用) 2 本で固定します。

ライトユニットを取り付けます。
 切り替えツマミ (3 個) を取り付けます。

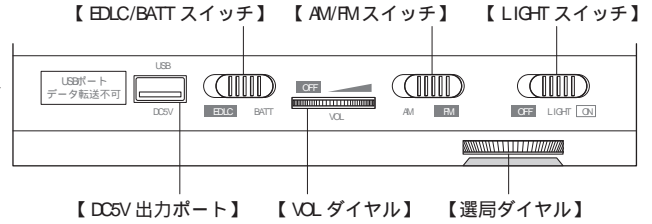
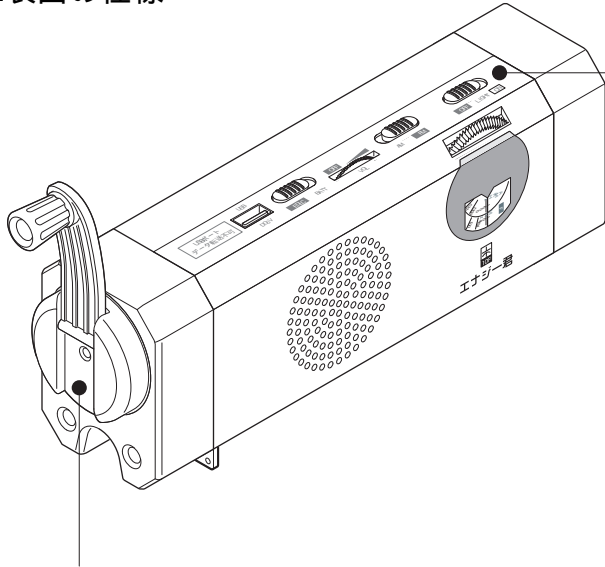


ダイナモユニットはやや斜めから
 差し込むと入りやすくなります。

- 24 -

7 各部の機能

1.表面の仕様



【キャパシタへの充電方法】

キャパシタに充電するときは、裏面のスイッチを【EDLC】にセットしてハンドルを回して下さい。

注意 このとき、ハンドルは10秒間で10~15回転を目安に回して下さい。およそ9秒で充電が完了します。早く回しても保護回路がはたらき、充電時間を短縮することはできません。また、充電量も増えません。極端に早く回すと、発電機が壊れることがあります。

【EDLC/BATT スイッチ】

電源供給元を選択するスイッチです。EDLCを選択するとキャパシタから、BATTを選択すると電池ボックス内の乾電池から電源を供給します。

【AM/FM スイッチ】

ラジオのAMとFMを切り替えるスイッチです。

【LIGHT スイッチ】

ライトのON/OFFスイッチです。

【DC5V 出力ポート】

外部機器へDC5Vを供給します。コネクタ形状はUSBに準拠しており、携帯電話充電アダプタなど、市販の機器に対応しています。

【VOL ダイアル】

ラジオの音量を調節するダイヤルです。OFF側に回しきると電源が切れます。

【選局ダイヤル】

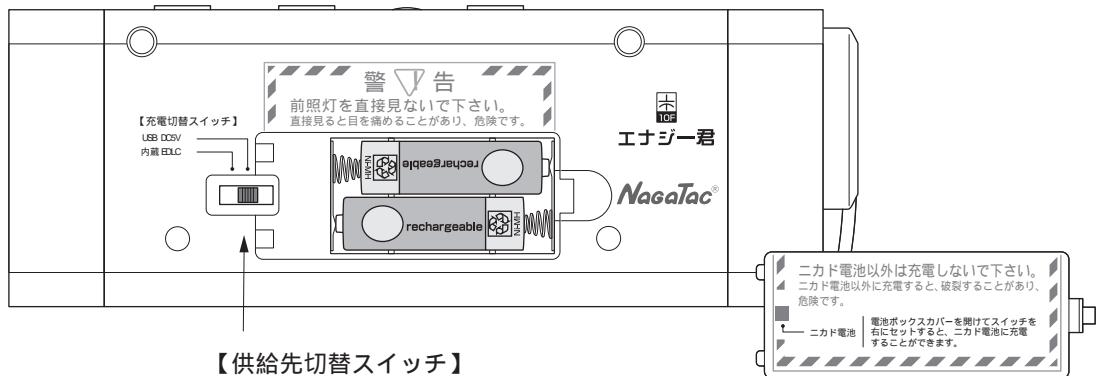
ラジオの選局を行うダイヤルです。

注意 ラジオとライトは同時に使用することはできません

2.背面の仕様

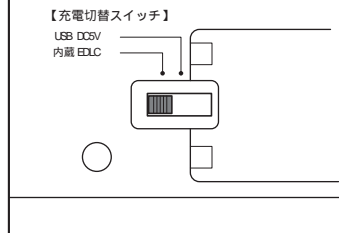
電池ボックスカバーが開いているか閉じているかで可能な操作が変わります。

ニッケル水素電池など二次電池への充電は、誤操作を防止するために電池ボックスカバーが開いている状態で行えない構造になっています。

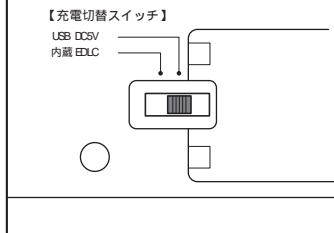


【供給先切替スイッチ】

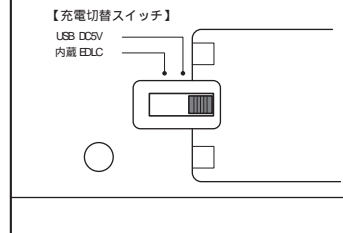
【EDLC】
内蔵のキャパシタに蓄電します。



【USB DC5V】
DC5V出力端子に接続した機器に5Vを供給します。

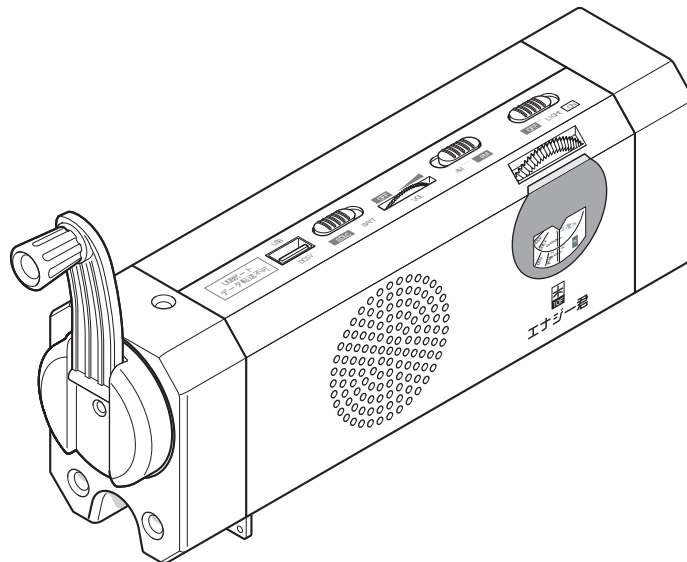


【ニカド電池】
電池ボックスに入れた二次電池に充電します。



注意 二次電池への充電は電池ボックスカバーを外した状態でしか行えなません

エネルギー君実験編



- 27 -

実験部品について

実験は必ず先生の指示に従って行ってください。
 実験用の部材は、一部キットに入っていないものがあります。
 同梱されていない部材は、実験を始める前に先生から配られます。

(1)はじめに

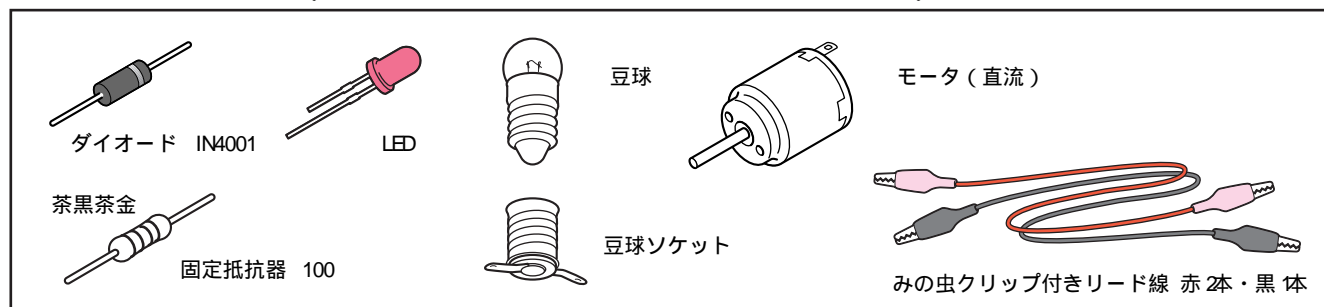
エネルギー君は、発電機によって得られた電気をキャパシタ（電気二重層コンデンサ）へ蓄電し、その電力を使ってラジオを鳴らしたり、ライトをつけたりすることができます。この「エネルギー君実験編」では、「1.電気エネルギーを作り出し利用する方法を学ぶ」「2.エネルギーの現状の理解によってエネルギー問題への関心を持ち、省エネルギーを実行する姿勢を育成する」「3.電気の安全な利用法を学ぶ」これらの3つをテーマに実験・考察などを行います。

(2)実験の用意

実験は、キットの部品と「グループで使用する部品」を使用します。
 部品を実験中に紛失しないように注意しましょう。
 「グループで使用する部品」は、特に大切にしましょう。

注意 実験時、発電機のハンドル回転数は10秒間で10～15回転を目安にして下さい。

グループで使用する部品（予備部品と一緒に、30入ケースにセット入っています）



- 28 -

1. 発電機のしくみ

P15の動作確認でテストの針が振れたのは「ダイナモユニットの発電機を回すことで電気をつくった」ということです。その原理としくみは次の通りです。

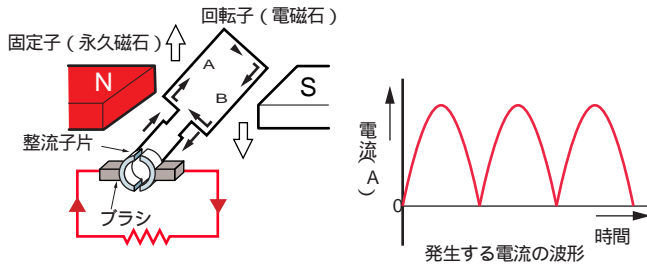
(1) 発電機の原理

エネルギー（仕事）から電力を得る機械を発電機（ダイナモ）といいます。

発電機は1831年にイギリスの物理学者ファラデーによって発見された電磁誘導（コイルの中の磁界が変化するとコイルに電流が流れる現象）の法則を利用して電気をつくっています。発電機には大きく分けると直流発電機と交流発電機があります。どちらの発電機も「永久磁石の間でコイルを回転させる」という構造が一般的です（注）。

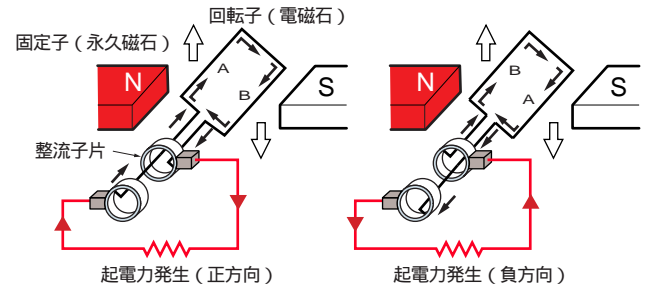
(2) 直流発電機

回転するコイルが垂直軸状にくるたびに整流子片も切り替わるため、つねに同じ向きの電力（＝直流）が取り出せます。



(3) 交流発電機

回転するコイルが垂直軸状にきたときに極性が入れかわるため、違う向きの電力（＝交流）が取り出せます。



どちらの発電機も「永久磁石とコイル（電磁石）の磁力から電気をつくり出す」もので、基本的な構造はモータと同じです。

（注）エナジー君では発電の効率を上げるために三相の発電機を使用しています。また、コイル側でなく永久磁石側を回転

発電機のしくみについて詳しくはナガタックのホームページ www.nagatac.co.jp/ani/027.htm をご覧ください。

わたしたちの生活の中で使っている発電機について調べてみよう。

発電機は私たちの生活にどのように役立っているか考えてみよう。

動作確認に戻る → P16

2. 充電する

(1) キャパシタ（EDLC、電気二重層キャパシタ）について

キャパシタはEDLCとも呼ばれます。これは電気二重層キャパシタの英称である Electric Double Layer Capacitor の略称です。

電池が化学反応を利用して電気エネルギーを蓄えるのに対して、コンデンサは、電気エネルギーを電子のまま蓄えられます。

キャパシタは従来のコンデンサよりもはるかに大きい容量の電気エネルギーを蓄えられる新しい構造のコンデンサです。

キャパシタの特徴

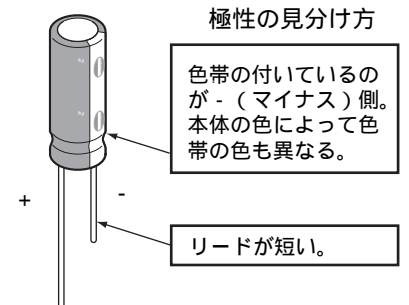
定格の範囲内で使用する限り、半永久的に使用できます。また、短時間で充電できます。

ニカド電池などの二次電池（充電して使用する）は、メモリ効果や充電しないで放置しておくとならなくなる、ショートや極端な過電流過電圧を流すと寿命が短くなる、廃棄するとカドミウムなどの重金属が残る問題があります。キャパシタは、このような問題を発生せず、生態系に優しいことなどで注目されている新しい充電装置です。

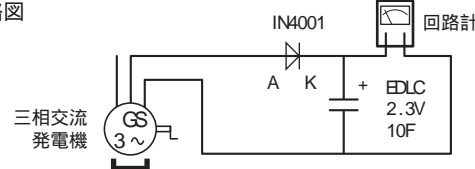
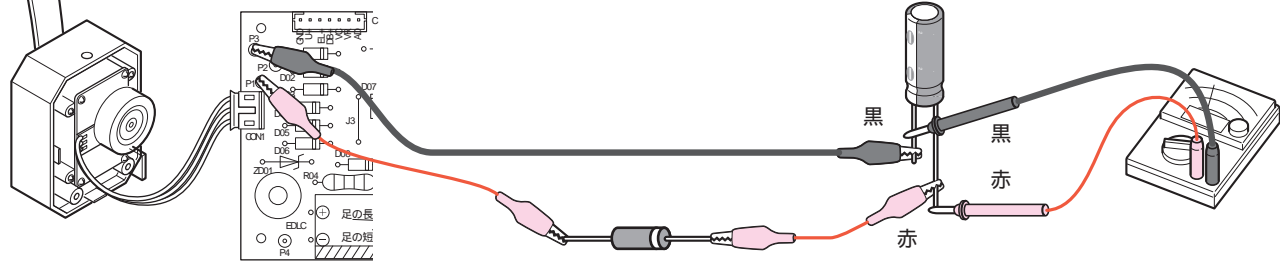
キャパシタについてはナガタックのホームページ www.nagatac.co.jp/ani/023.htm をご覧ください。

電気を蓄えられるものには、どんなものがあるか身の回りを調べてみよう。

「電気を蓄えられるもの」は、どのように利用されているか調べてみよう。



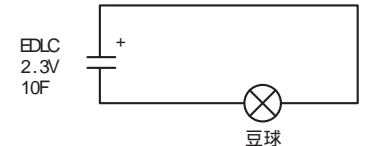
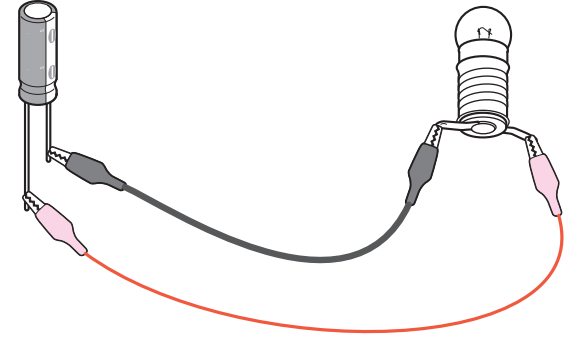
(2) キャパシタへの充電

<p>実験 (1) キャパシタへの充電の様子を確認する</p> <p>実体図を参考にリード線を使って配線します。ダイナモのハンドルを回して充電してみましょう。ハンドルを回転させて、充電を始めると回路計の指針が電圧の上昇していく（充電されている）状態を確認します。 3分で充電します。</p>	<p>回路図</p> 
 <p>注意：配線をよく確認して下さい。充電するときはダイオードのK(カソード)側をキャパシタのプラス側に接続します。 注意：この実験は発電して、3分で充電したら発電を中止して下さい。キャパシタが破損することがあります。</p>	

- 問1 充電を始める前のキャパシタは回路計では何Vを指しているか確認しましょう。 () V
- 問2 正しい語句に を書き入れましょう。
ダイナモのハンドルを回して充電を始めると、電圧は回転数と（電流・電圧・回転速度）に比例して（上昇・下降）し、（2V・5V）付近から（電流・電圧）の上昇は（急激・ゆるやか）になる。

3.電気を熱と光に変換する

(1) 豆球で熱や光に変換する

<p>実験 (2) 豆球で熱や光に変換する</p> <p>実験 (1) で充電したキャパシタを使って行います。</p> <p>この実験では電気を熱に変換し、それを高温にすることによって光に変換します。</p> <p>物質には電気が流れにくい（抵抗が大きい）ものと流れやすい（抵抗が小さい）ものがあります。 電熱線は「抵抗の大きな金属に電気を流すと発熱する」性質を利用して、電気を熱に変えています。</p> <p>電熱線に使用している金属よりも大きな抵抗を持った金属に電気を流すと高温で発熱するため光を出すことがあります。 白熱球や豆球はこのしくみを利用して電気を光に変えています。</p> <p>・豆球が何分間点灯するか調べてみましょう。</p>	<p>回路図</p>   <p style="text-align: right;">動作確認に戻る → P18</p>
--	--

- 問1 豆球は何分間点灯しましたか？ () 分
- 問2 この変換方法で光を作り出すのは効率がよいかどうか、またその理由について調べてみましょう。
()

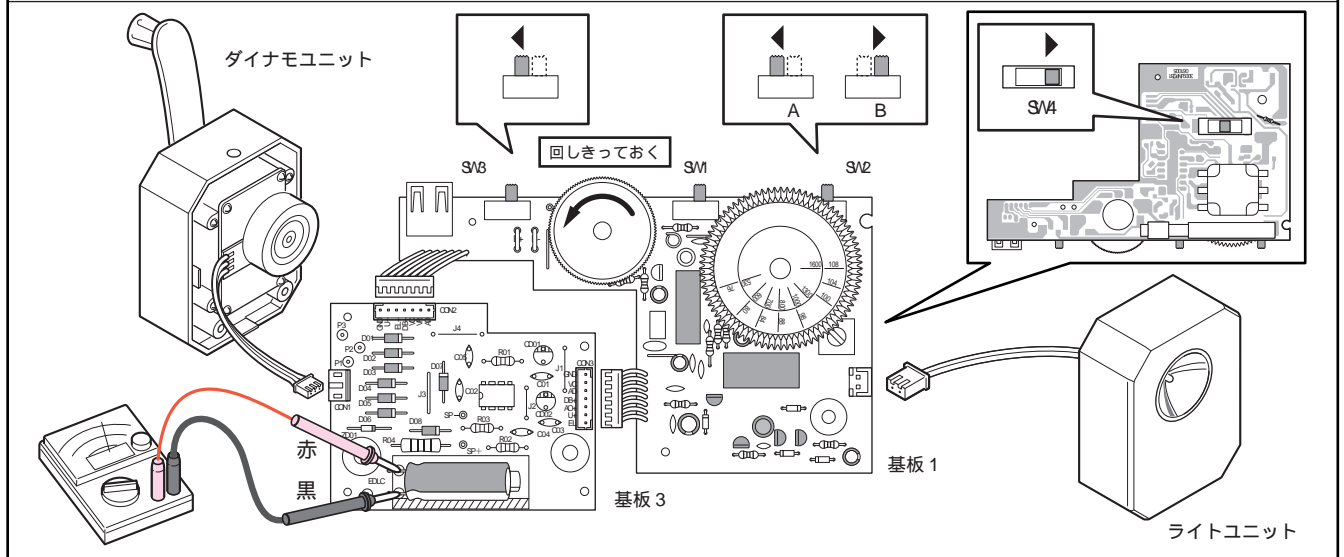
(2) 発光ダイオードで光に変換する

実験 (3) 発光ダイオードを点灯させる

基板3に基板1を接続します。

ダイナモユニット、ライトユニットを基板に取り付け、スイッチをセットします。

1. 発電機を回しキャパシタの電圧がテスター (DC12Vレンジ) の表示で3Vになるまで充電します (S/VはAに切り替えておきます)。
2. S/VをBに切り替え、キャパシタのテスターを外し、発光ダイオード (ランプ) を点灯させます (何分間点灯するか計測します)。



問1 何分間点灯しましたか？

() 分)

問2 近年、電気を光に変換する方法として、多くのものが豆球や白熱球、蛍光灯から発光ダイオードに変わりつつあります。P32の実験結果と問1の結果からその理由について考えてみましょう。

()

- 33 -

(3) 発光ダイオード (LED) について

別称のLEDとは、Light Emitting Diode (発光ダイオード) の略で半導体発光素子です。

半導体には電流を流すと光を発する性質があります。この性質を利用した光源が発光ダイオードです。

近年により明るい高輝度発光ダイオードが開発され、信号機などにも利用されるようになりました。

エナジー君のライトも高輝度発光ダイオードを利用しています。発光ダイオードは半導体であるため「長寿命」で「熱がほとんど出ず」、「電気が効率よく光に変換される」ため流れる電流が少ないなどの省エネルギー性能にすぐれています。

先ほどP32、P33の実験で発光ダイオードの方が豆球よりも長く点灯し明るかったことを考えると理解しやすいと思います。

このように発光ダイオードは省エネ性能を備えた照明器具として期待されています。

A. 明るさについて

明るさは一般的に光度 (mcd ミリカンデラ) という単位が使われます。1000mcd (カンデラ) の光源から1m先を照らす明るさが1ルクス (照度 = 光度 / 距離の²乗) です。10m先の照度 = 1/0.1² = 100ルクス。また、輝度によって汎用輝度・高輝度・超高輝度と分かれます。エナジー君に搭載されているのは高輝度発光ダイオードです。

B. 発光させる方法

発光させるには、その発光ダイオードの製品規格に表わされている電圧以上の電圧を必要とします。一般的に定格電圧は1.7V~ 5.5Vまであり、製品によって異なるので注意して下さい。電流は規格内に制限します (一般的には20~ 30mA以内)。

C. 色について

初めは赤色しかありませんでしたが、順次、黄色・緑・橙・黄緑などの光を発するものができ、光の3原色 (RGB 赤・緑・青) が揃ったことにより白やフルカラーでの表示が可能になりました。

なお、発光ダイオードで白い光 (無色) を得るには、主に2つの方法があります。

青色発光ダイオードと黄色の蛍光体を合成させる方法と、光の3原色 (赤・緑・青) を合成させる方法です。

その他、蛍光灯のアニメーションもHP上にあります。www.nagatac.co.jp/ani/029.htmをご覧ください。

電気が、どのように熱や光に変換され利用されているかを調べてみよう。

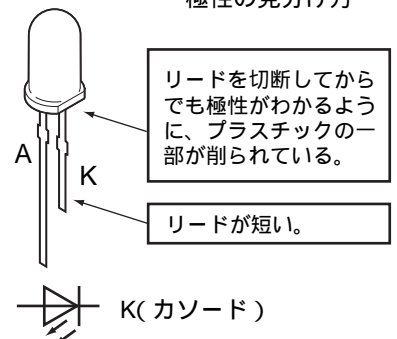
電気を光や熱に変換する機器によって、我々の生活はどのように便利になったか考えよう。

動作確認に戻る → P19

発光ダイオードの特徴

低消費電力
長寿命
極性 (+、-) あり
半導体である

極性の見分け方



発光ダイオード点灯のしくみについては、わかりやすいアニメーション教材をご用意しています。ナガタックのホームページ www.nagatac.co.jp/ani/028.htmをご覧ください。

- 34 -

4.電気を動力に変換する

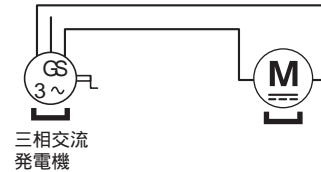
(1) 交流を体験する

実験 (4) 交流を直流モータに流す

この実験では、直流モータを使って交流と直流の違いを体験します。
まず、ボール紙で回転確認用羽根を作ります。
押しピンやコンパスの針で穴をあけ、直流モータのシャフトに差し込みます。

ダイナモユニットと基板を接続し、P1- P3の端子のうち、どれか2つにみの虫クリップを接続します。

回路図

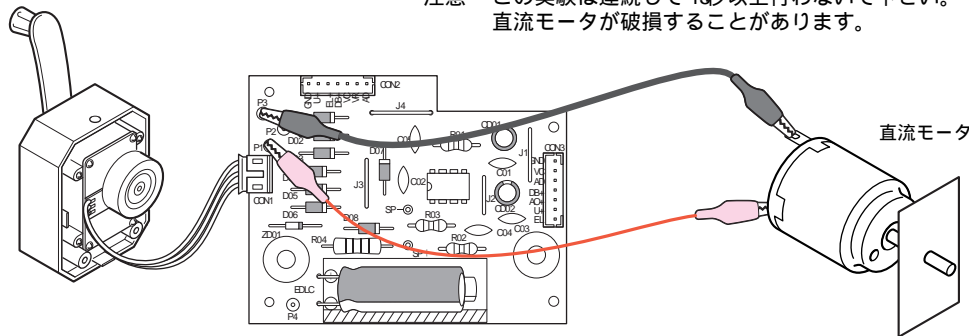
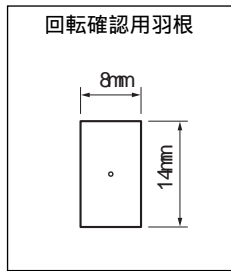


三相交流
発電機

直流モータ

注意 この実験は連続して15秒以上行わないで下さい。
直流モータが破損することがあります。

実体配線図



- 問1 発電機のハンドルを右に回すとモータはどのように動きますか。
問2 発電機のハンドルを左に回すとモータはどのように動きますか。

- A= 回転した B= 回転せず、振動した ()
A= 回転した B= 回転せず、振動した ()

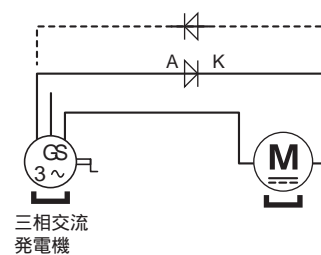
(2) ダイオードで直流に整流する

実験 (5) 電気を動力に変換する

この実験では、ダイオードの整流作用を使って交流の電気エネルギーを直流に変換したのち、動力に変換します。

実験 (2) の回路の間にダイオードを取り付けます。
ダイオードは発電機側をA(アノード)とします。

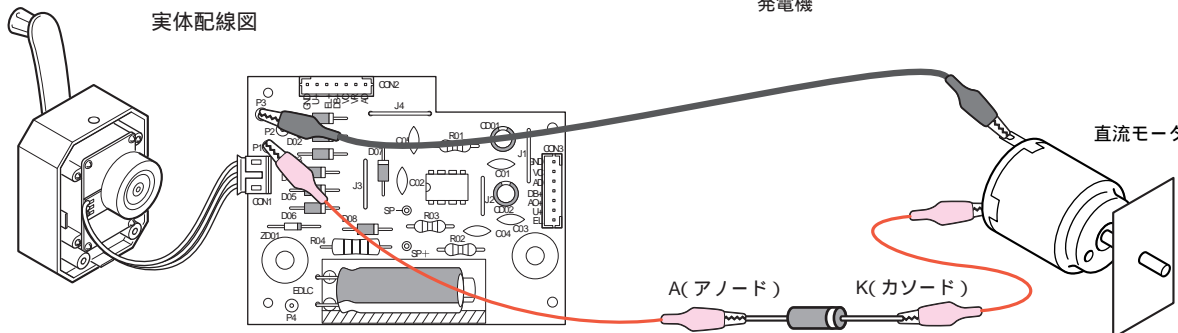
回路図



三相交流
発電機

直流モータ

実体配線図



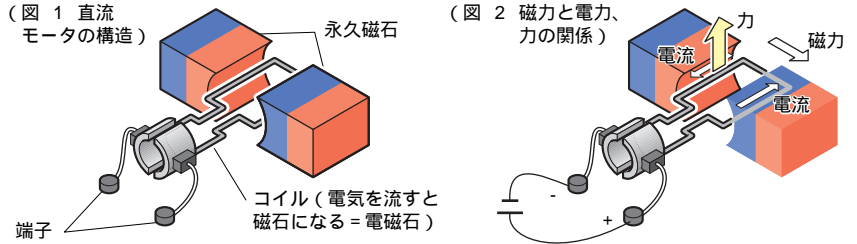
- 問1 発電機のハンドルを右に回すと直流モータはどのように動きますか。 A= 回転した B= 回転せず、振動した ()
問2 発電機のハンドルを左に回すと直流モータはどのように動きますか。 A= 回転した B= 回転せず、振動した ()
問3 クリップのアノードとカソードを入れ替えてハンドルを回すと直流モータはどのように動きますか。

- A= 同じ方向に回転した B= 回転せず、振動した C= 回転方向が逆になった ()

(3) モータのしくみ

電気を動力に変換するには「モータを利用する」のが一般的です。直流モータは「永久磁石の間に配置したコイルに電流を流すことでコイルを回転させる」しくみになっています(図1)。

永久磁石による磁力がかかっている間でコイルに直流を流すと矢印の方向に力がはたらき、コイル(に接続されたシャフト)を回転させます(図2)。モータの、永久磁石とコイル(電磁石)の磁力によって動力をつくり出すという構造は基本的に発電機と同じです。

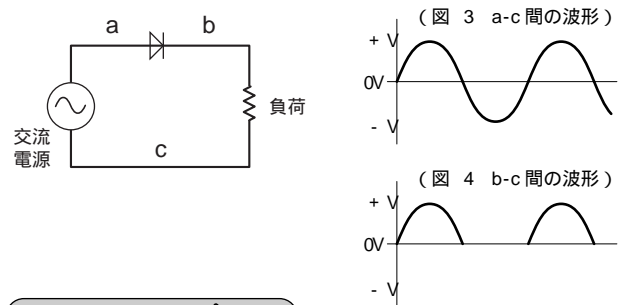


身近な電気を動力に変える機器にはどのようなものがあるか考えてみましょう。身近な電気を動力に変える機器によってわたしたちの生活がどのように便利になったか考えてみよう。

モータのしくみについては、わかりやすいアニメーション教材をご用意しています。 www.nagatac.co.jp/ani/027.htm をご覧ください。

(4) ダイオードの整流作用のしくみと半波整流

回路図のように接続し、オシロスコープでa-d間の波形を見るとプラスとマイナスを交互に行き来する波のような形状を確認することができます(図3=サイン波といいます)。b-d間の波形を見ると、マイナス側の波がなくなって、プラス側だけの波になっています(図4)。



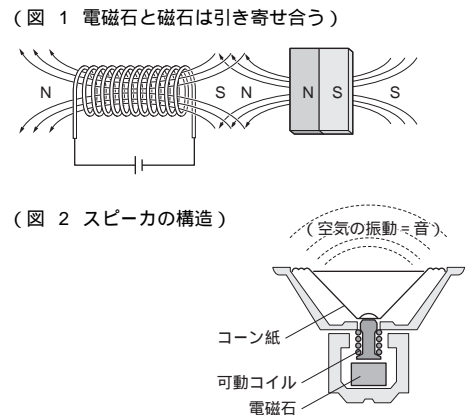
これをダイオードの整流作用といいます。また、交流の半分を整流することから、これを半波整流と呼びます。

動作確認に戻る → P20

5.交流について

エナジー君の発電機は交流です。P35の実験ではモータに交流を流すと回転せず、振動しました。それではモータの代わりにスピーカをつないでみるとどうなるでしょうか。P20の動作確認から考えてみましょう。コイルに電流を流すと磁界が発生し、コイルは電磁石になります。

ダイナモユニットのハンドルをゆっくり回転させると低い音が、速く回転させると高い音が出ます。ハンドルの回転がゆっくりの時は周波数が低く、回転が速い時周波数が高いからです。スピーカの原理は、交流の交互に発生するプラスとマイナスの電力を利用しています。コイルに電流を流すと磁界が発生し、コイルは電磁石になります。電磁石と永久磁石を磁界の向きをそろえて並べ、電磁石に電気を流すとコイルが磁石に引き寄せられます(図1)が、コイルに交流を流すと引き合ったり反発したりを繰り返し、振動が発生します。この振動をコーン紙で空気に伝え、音を出すのがスピーカです。

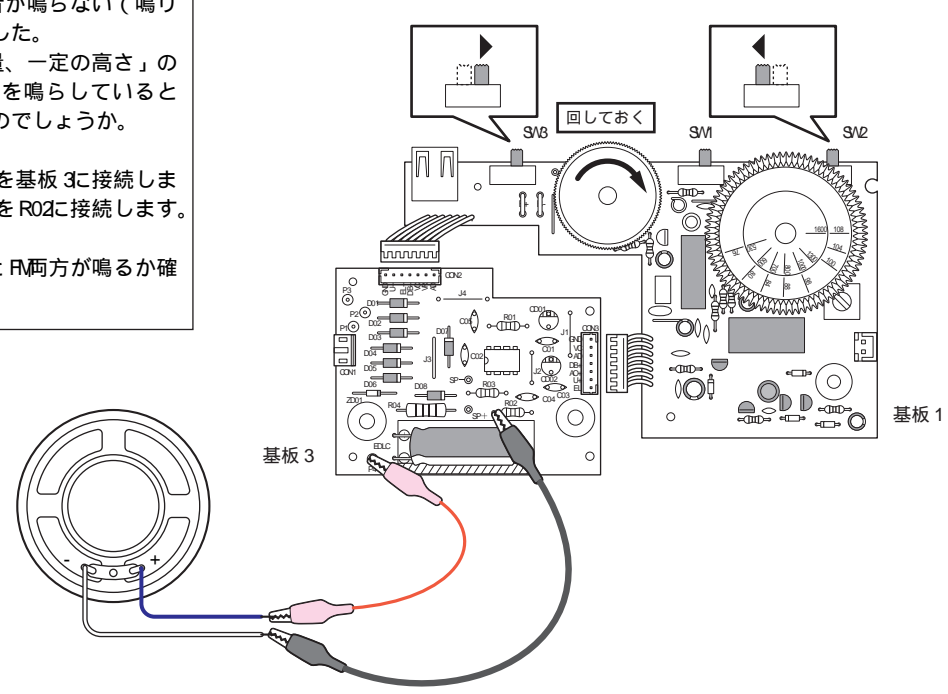
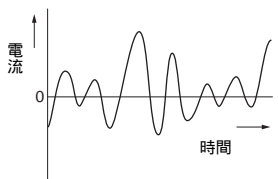


【スピーカを交流で鳴らすのはなぜ?】
スピーカの部品確認を思い出して下さい。テストで電気を流したとき、最初にカリカリと鳴り、その後何も音がなくなりました。スピーカは直流を流しても最初しか音が出ません。音を出し続けるためには交流を流す必要があります。交流は時間とともに電流のプラスとマイナスが入れ替わります。交流の波形は「波」のようになります(図3)。

動作確認に戻る → P21~ 22

6.電気を情報伝達に利用するしくみ

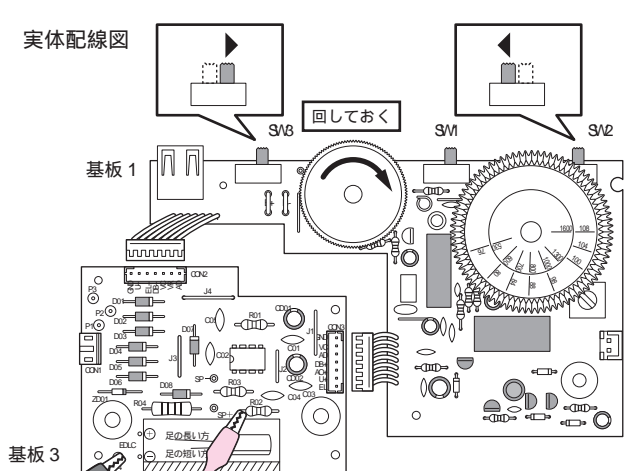
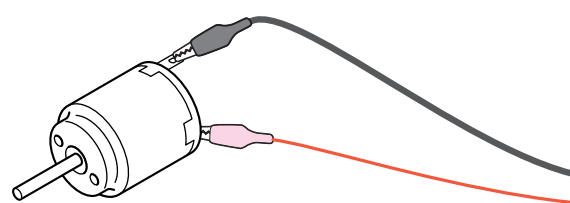
(1) スピーカでラジオを聞く

<p>実験 (6) スピーカでラジオを聞く</p> <p>P38ではスピーカは交流でないと音が鳴らない(鳴り続けられない)ということがわかりました。P38の交流の波形だと「一定の音量、一定の高さ」の音がしました。それでは、ラジオを鳴らしているときはどのような交流が流れているのでしょうか。</p> <p>みの虫クリップを使ってスピーカを基板3に接続します。スピーカの+を基板のP4 -をR02に接続します。</p> <p>乾電池を入れ、S/Mを操作してA/VとR両方が鳴るか確認しましょう。</p>	<p style="text-align: center;">実体配線図</p>  <p>スピーカに流れる電流の波形(例)</p> 
--	---

- 39 -

(2) モータを使ってラジオを聴く

P35の実験で「モータに交流を流すと振動した」ことを思い出して下さい。スピーカはコイルと永久磁石で構成されているという点がモータと共通しています。それであれば、P39の回路でスピーカの代わりにモータを接続すると、スピーカと同じように音が聞こえないでしょうか。モータをスピーカ代わりにしてラジオを聴く実験をしてみましょう。

<p>実験 (7) モータを使ってラジオを聴く</p> <p>赤のテストリードの片側をテストポイントP6に、もう一方をモータの端子に接続します。</p> <p>黒のテストリードの片側をテストポイントP7に、もう一方をモータの片側の端子に接続します。</p> <p>ボリュームスイッチを右方向最大にします。</p>	<p style="text-align: center;">実体配線図</p> 
<p>【疑似骨伝導の実験】 ひたいやほお骨など、堅いところにモータのボディーをあてます(空いた手で耳をふさぐと聞こえやすくなります)。</p> 	

身近な電気を「情報を伝えるしくみ」に利用する機器にはどのようなものがあるか考えてみましょう。電気を「情報を伝えるしくみ」に利用する機器によって、我々の生活がどのように便利になったか考えてみましょう。教科書を参考にしながら電気を「情報を伝えるしくみ」に利用する機器やしくみについて学習しましょう。

- 40 -

7.動力を変化させる

エナジー君に搭載されているギヤボックスにはギヤが3枚内蔵されています。ここではハンドル側から第1 第2 第3ギヤと呼ぶことにします。

呼称	第1ギヤ	第2ギヤ	第3ギヤ
枚数(歯数)	1枚式(45)	2枚式(10 45)	1枚式(10)

(各ギヤの仕様)

第1ギヤと第3ギヤは1枚式、第2ギヤは2枚式です。速度調節のために使用するギヤは、中間ギヤ(ここでは第2ギヤ)が2枚式である必要があります。

仮に、中間ギヤに1枚式のものを使用されていれば、そのギヤは回転方向を逆転させる目的に使われているものと想像できます。また、ギヤの枚数が奇数(3枚)なので、第1ギヤを回すと、第3ギヤは同じ方向に回転します。この場合はギヤが何枚式か、ということとは関係しません。

(ギヤの歯数について)

第2ギヤの歯数は「10 45」の2枚式です。

これは歯数の異なる2枚のギヤを一体にした構造になっていて、小さい方のギヤは10枚(10歯、ともいいます)分、大きい方のギヤでは45枚分動くと回転することを意味します。

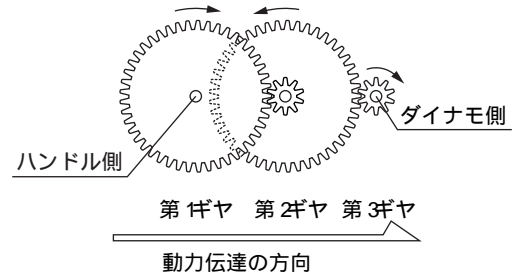


動力を変化させる方法については、わかりやすいアニメーション教材をご用意しています。
ナガタックのホームページ
www.nagatac.co.jp/ani/051.htmをご覧ください。

(ギヤの歯数と回転数の関係)

歯数が45のギヤとは、1周に45の歯がついているわけですから、逆に考えると4枚歯が動いて1回転する、ということになります。これを式で表すと、回転数 = 1/歯数となります。

先ほどの「歯数10 45」のギヤでは、小さい側のギヤは10枚、大きい方のギヤは45枚、歯が動いて1回転します。2枚のギヤは一体になっているのだから、このギヤは1枚で回転速度を4.5倍に変換することができると考えられます。



(内蔵ギヤボックスのギヤ比)

45を10に、45を10に、動かす歯数の変化をさせているので、式で表すと、 $10/45 \times 10/45$ (歯数の変化)となります。これを速度からみると、 $45/10 \times 45/10$ (速度の変化)、計算すると20.25となり、このギヤボックスのギヤ比は対20.25ということになります。

ギヤを2枚だけ使ってギヤ比 対20を出そうとすると、どのような形状のギヤになるか考えてみましょう。