

ハムのLED工作 お役立ちガイド

JG1CCL
内田 裕之 著

基礎編 LEDを順番に発光させる



アマチュア無線応用 LED電圧計



LED工作の基礎から ハム周辺機器への応用, イルミネーションを網羅

アマチュア無線応用 LED Sメータ



アマチュア無線応用

電波検知
ON THE AIR ランプ



イルミネーション
見本
ツリー型 LEDイルミネーション

1 章

LED工作の基礎

LED 工作もただ点灯させるだけでは面白みがありません。点滅させたり、順番に点灯させたりする回路を加えて、LED 工作をより楽しく応用できるものにするための基礎回路と工作を試してみましょう。



1-1 電子ルーレットを作る

1-2 電波と音に反応するイルミネーションを作る

JH1FCZ 大久保氏のCirQ6号^[注1]に掲載されている製作記事を参考に、LEDを使ったイルミネーションの基本となる、タイトル写真のような電子ルーレットを製作します。本物のルーレット(仏語: roulette)は、回転している円盤に球を投げ入れて、球の落ちる場所を当てるカジノ・ゲームです。しかし、製作する電子ルーレットは、円周上に配置された10個のLEDを、順番に点滅させるものです。それでは、どのようなものを製作するのか決めておきます。

● 仕様—何を製作するのか決める

- ボタンを押すと10個のLEDが順番に点滅
- ボタンを離すと少しだけ進み点灯し停止
- 電源電圧は9V(006P)

● 設計製作—手順を考える

- 10個のLEDを点灯させる回路
- 1から10までをカウントアップする回路
- カウントする信号を発生する回路

● 応用—ステップアップする

- Arduino UNOとPICで製作
- 電子サイコロの製作など

電子ルーレット

ロジックICと、汎用トランジスタなどのディスクリート部品を使って、電子ルーレットを製作します。すぐに製作から始めたいときには、「完成した回路」(p.15)から読み進めてください。

● LEDを点灯させる回路

LEDは、電流により輝度が変わります(LEDの詳細については「5章 資料編 LED使いこなしガイド」で解説)。ここでは、LED点灯回路(図1-1-1)の電流 I を簡単に計算してみます。電流 I は次式で求めることができます。

$$I = \frac{E - V_F}{R}$$



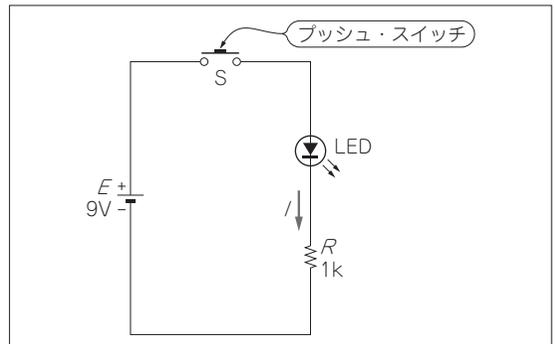
写真1-1-1 電子ルーレット

順方向電圧(V_F)は輝度に関係なく、従来の赤/緑などのLEDで $V_F = 1.6 \sim 1.8V$ 、青/白/青緑などのLEDは $V_F = 3.2 \sim 3.4V$ 程度です。電源電圧 E は9V、電流制限抵抗器 R は $1k\Omega$ 、赤色LEDでは、

$$I = \frac{9 - 1.8[V]}{1[k\Omega]} = 7.2[mA]$$

となります。

図1-1-1 LED点灯回路図



注1: <http://www.fc2-lab.com/CIRQ-006-2.pdf>

図1-1-2 10個のLEDを同時にすべて点灯する回路

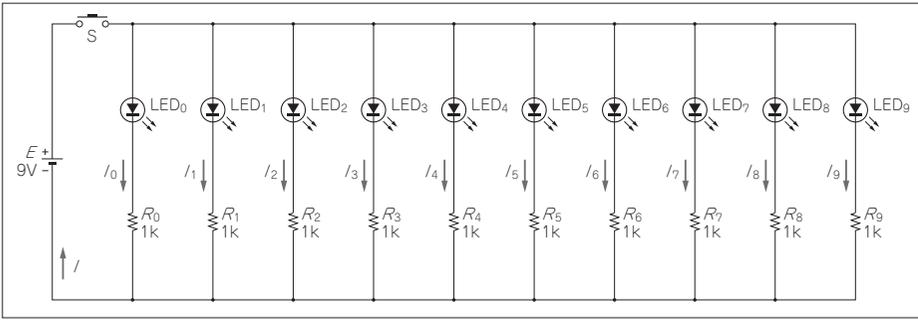


図1-1-3 10個のLEDを順番に点灯/消灯する回路

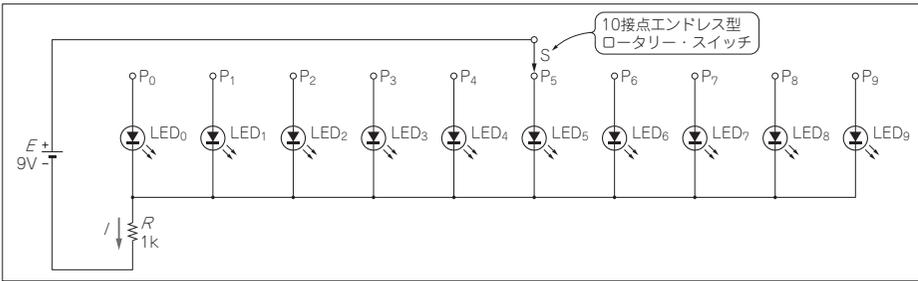


図1-1-2のように10個のLEDを同時に点灯するのであれば、LEDごとに電流制限用抵抗器が必要となります。そして電流 I は、

$$I = I_0 + I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 + I_7 + I_8 + I_9 \\ = 7.2[\text{mA}] \times 10 = 72[\text{mA}]$$

となります。しかし、同時には点灯しないので、図1-1-3のように抵抗器は1個で済みます。もちろん、電流 I は7.2mAです。

図1-1-1や図1-1-2の点灯回路では、プッシュ・スイッチをON/OFFすることによりLEDが点滅します。また、図1-1-3では、10接点エンドレス型ロー

タリー・スイッチを回すことにより、LEDが順番に点灯/消灯します。また、LEDを点灯/消灯するためのスイッチは、いろいろな方法で実現することが可能です。電氣的スイッチでは、ロータリー・スイッチをモータで回し、順番に点灯/消灯する方法も考えられます。また、機械式オルゴールのように、順

番をプログラムすることも面白いアイデアです。

電子的スイッチでは、ロジックICを使い電子スイッチで、順番に点灯/消灯することもできます。また、Arduino UNOやPICでもこの動作が可能です。それでは、ロジックICを使った回路を考えてみましょう。

● カウントアップする回路

豊富な汎用ロジックICの中から、4017(図1-1-4)という有名な10進ジョンソン・カウンタを使用します。同規格のものを各メーカーが製造していますが、電源電圧には注意が必要です。

Column

汎用ロジック IC

汎用ロジックICは、TTLの7400シリーズ(TI社)とCMOSの4000シリーズ(当時のRCA社)および4000シリーズ拡張の4500シリーズ(当時のMotorola社)が有名です。電源電圧範囲が各々異なり、4000シリーズは3~18V、4500シリーズは3~15Vと広く、74HCシリーズは2~6Vで、TTLの74シリーズと機能・ピン配置互換にしたものです。

例えば、MC14017やTC4017の電源電圧は3~18Vですが、74HC4017は2~6Vですので、使用できません。

もちろん、電源電圧範囲内で動作するように改造するのも、ものづくりの醍醐味ですね。おそらく、この章を読み終わるころには、好みで改造もできるようになっていると思います。

3 章

アマチュア無線お役立ち工作編

LED を光らせてみると、アマチュア無線運用や周辺機器への応用が頭に浮かんでくるのではないのでしょうか。ここではほんの一例ですが、お役立ち工作を並べてみることにします。電波の強さを表示したり、受信音が入ったことを光の回転で知らせたり、送信電波を感知して光る表示器など、シャックに来たアマチュア無線仲間も思わず作りたくなる工作ばかりです。



- 3-1 LED 表示電圧計を作る
- 3-2 光と音で知らせる受信報知器を作る
- 3-3 LED 表示 S メータを作る
- 3-4 LED 表示 ON THE AIR を作る
- 3-5 LED チェッカー



放送中に「ON AIR」と赤く点灯するランプをご存じですか。テレビ局やラジオ局などのスタジオでおなじみのあのランプです。アマチュア無線の交信中に、「ON AIR」や「ON THE AIR」と点灯させるのは、アマチュア無線家の憧れです。アメリカ雑貨の家庭用インテリア・ライトとしてインターネット通販でも購入でき、メッセージも「ON AIR」、「ON THE AIR」、「OPEN」や「放送中」など、さまざまな種類があるようです。ただし、家庭用電源100V仕様で、電球は100V 15W以下なのです。

それなりに味がある良い製品ですが、LEDを使って消費電力を減らしたエコ対応や、送信中のみ自動点灯などの機能が欲しくなります。また、狭い片隅のシャックでも、邪魔にならずに点灯するアクセサリならば、さらにエレガントだと思います。

ディスクリート部品で作る

汎用トランジスタなどのディスクリート部品を使って、LED表示ON THE AIRを製作します。すぐに製作から始めたいときには、「製作してみよう ●製作する回路図」(p.93)から読み進めてく

ださい。

● 送信電波を検出する回路

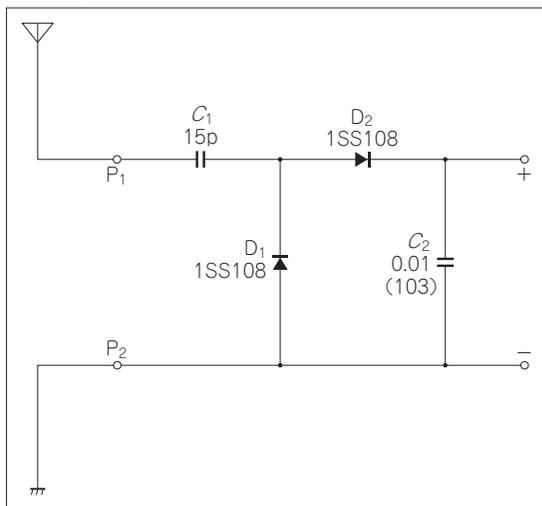
送信した電波を検出する回路は、電波検出器で定番の倍電圧検波回路(図3-4-1)です。ダイオードには、ショットキー・バリア・ダイオードを使用します。ゲルマニウム・ダイオードの1N60や1N34Aでもいいのですが、以前CQ ham radio 2015年2月号^{注1}の「100円ショップ活用ヒント集」で製作記事とした電波検出器にバッテリー・チェッカーのラジケータを使用したとき、ほとんど反応しませんでした。もちろん、筆者が愛用しているサトー電気のラジケータでは、問題なく稼働します。

そこで、ゲルマニウム・ダイオードをショットキー・バリア・ダイオード1SS108に変更すると、バッテリー・チェッカーのラジケータでもそれなりに稼働しました。ショットキー・バリア・ダイオードの実力には驚きです。

● LEDを点灯する回路

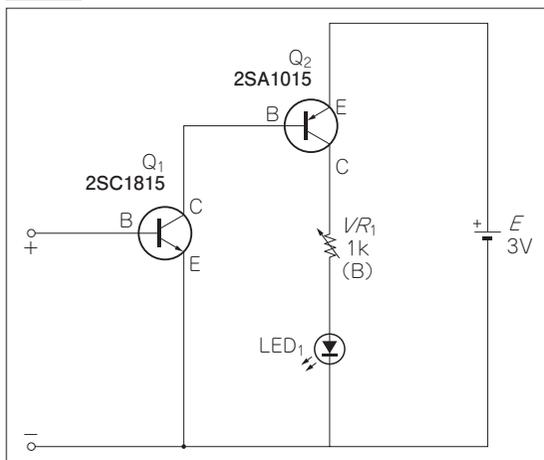
430MHz帯5W出力送信で、約20cmのリード線アンテナの倍電圧検波回路(図3-4-1)で検出した

図3-4-1 倍電圧検波回路



注1：CQ ham radio 2015年2月号 pp.60 「V/UHF帯 簡易電波検出器」

図3-4-2 LEDを点灯する回路



電圧は、トランシーバとの距離が数十cm前後、専用アンテナなどを工夫すれば数mまで、LEDを点灯させることは可能です。アンテナの指向性や

垂直水平偏波を、目で見える電波検出器として使用するのであれば十分です。

しかし、LED表示サイン・ランプとして使用するため、トランジスタをスイッチとして使って、より大きな電流を流す回路でLEDを点灯します(図3-4-2)。また、LEDの輝度を調整するため、半固定抵抗器で電流を制御します。

トランジスタ Q_1 と Q_2 のベース電流制御抵抗器がありませんが、図3-4-1の倍電圧検波回路で得られる電流は、制御抵抗器が必要でないくらいに小さいため省略しています。また、LEDを交換できるように2Pソケットを使用します。

● メッセージの表示方法

ケースの前面パネルと同じ大きさのメッセージ・パネル(図3-4-3)を作製します。そして、写真3-4-1のように取り付けたLEDをメッセージ・パネルのケース溝に挟み込み、パネルの裏側から

Column

「ON AIR」 と 「ON THE AIR」

以前 Facebook の筆者が所属するグループでも、ON AIR ランプが話題になったことがあります。同時に、放送中という意味で使われている「ON AIR」は誤りで、「ON THE AIR」が正しいという話題もありました。

また、JJ1GRK 高木誠利氏がブログ^{注2}で、空へ電波を発射するという意味が「On the air」で、

世間に向けて一般的な放送中という意味が「On air」であると書いています。筆者もそのように感じています。だとすれば、アマチュア無線の交信中は「ON THE AIR」になるのでしょうか。

参考までに、インターネットの各翻訳では、次のようになります。

Google翻訳

原語	翻訳
On air	オン・エア
On the air	オン・エア
オン・エア	On the air
Broadcast	ブロードキャスト

エキサイト翻訳

原語	翻訳
On air	空気について
On the air	空気について
オン・エア	Broadcast
ブロードキャスト	Broadcast

注2：<http://homepage3.nifty.com/jj1grk/on-air2.htm>

Yahoo!翻訳

原語	翻訳
On air	空気の上で
On the air	放送されている
オン・エア	Airing
放送中	On air
On air	放送の

Nifty翻訳

原語	翻訳
On air	放送にされる
On the air	放送にされる
On air.	放送して
オン・エア	Be on the air
放送中	It is broadcasting.

図3-4-3 メッセージ・パネル

パネル形式にすることで、メッセージの入れ替え変更を容易にできる



写真3-4-1 メッセージを照らすLED



写真3-4-2 メッセージ・パネルを挟み込むように加工することで、パネルを簡単に交換できる。パネルの加工については後述

照らします(写真3-4-2)。この方法なら、さまざまなメッセージ・パネルを作成できますので、ON AIRのみでなく、必要なメッセージの表示器にすることができます。メッセージ・パネルの作製については、後述の「メッセージ・パネルを加工する」で説明します。

● 外部電源

図3-4-4が、低損失三端子レギュレータ(写真3-4-3)を使った外部電源回路です。

LED表示ON THE AIRでは、単4電池を2本使

図3-4-4 外部電源回路

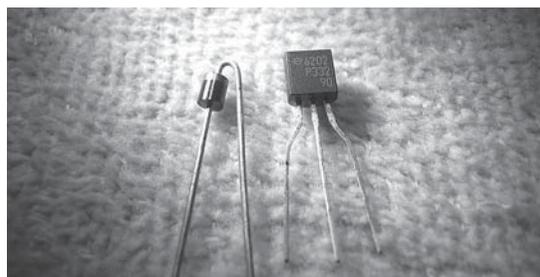
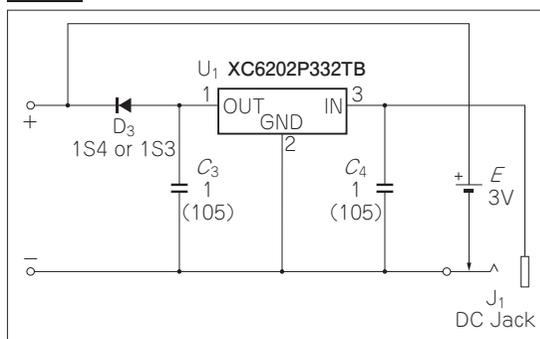


写真3-4-3 ショットキー・バリア・ダイオードと低損失3端子レギュレータ

用します。3.0Vが必要です。電池は回路に直接接続し、ACアダプタは三端子レギュレータ経由で接続します。ただし、ACアダプタを使用しないとき、電池から三端子レギュレータへの逆流を防止するため、ダイオードを挿入します。そのため、ダイオードの順方向電圧ぶん降下します。1N4007などの整流用シリコン・ダイオードでは、約0.6V降下しますので、3Vを得るには3.6Vが必要となります。しかし、1S3や1S4などの整流用ショットキー・バリア・ダイオードでは、約0.3Vの降下ですので、入手しやすい3.3Vのレギュレータが使用できます。

製作してみよう

● 製作する回路

図3-4-5がLED表示ON THE AIRの製作する回路です。また、表3-4-1が部品表となります。すべての使用している部品は、サトー電気や秋月電子通商で購入することができます。

基板のはんだ付けは、部品面から見た部品配置と配線図(図3-4-6)と実体配線図(図3-4-7)、完成

図3-4-5 LED表示ON THE AIRの回路

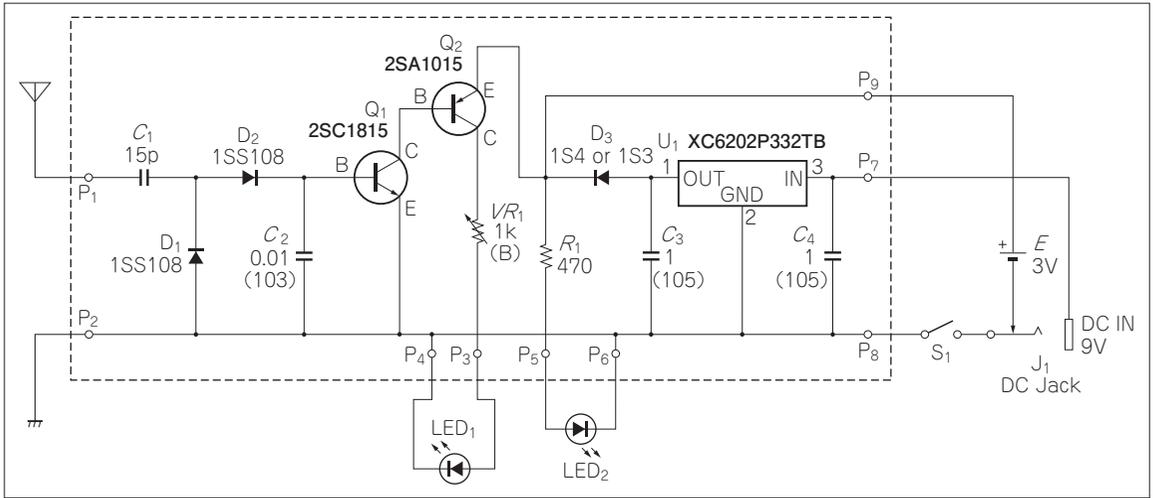


表3-4-1 使用部品一覧

部品種類	部品番号	部品名称	仕様・型番	数量		
IC	U1	低損失三端子レギュレータ	XC6202P332TB	3.3V150mA	1	
トランジスタ	Q1		2SC1815		1	
	Q2		2SA1015		1	
ダイオード	D1, D2	ショットキー・バリア	1SS108または1SS106		2	
	D3	整流用ショットキー・バリア	1S4または1S3		1	
	LED1	LED		φ5mm	高輝度赤	1
	LED2			φ3mm	橙拡散	1
コンデンサ	C1	セラミック		15pF	1	
	C2	積層セラミック		0.01μF(103)	1	
	C3, C4			1μF(105)	2	
抵抗器	R1	カーボン皮膜	1/4W	470Ω	1	
	VR1	半固定	B	1 kΩ	1	
スイッチ	S1	トグル	小型	2Pまたは3P	ON-OFFまたはON-ON	1
ICソケット	P3, P4	丸ピン	2P		LED接続用	1
電池ホルダ			単4電池×2			1
DCジャック	J1		φ2.1mm	3P		1
コネクタ		SNA				1
端子		圧着	1.25-6			1
基板			44×23mm	2.54mm	17×9穴	1
ケース			W65×H38×D100mm		XD-9(サト-電気)	1
ネジ		タッピング	なべ	M3	30mm	4
				M2.3	6mm	2
線材		ビニル線	赤/白または赤/黒		約30cm	1
		熱収縮チューブ			少々	1
ラベル用紙		ホワイト・フィルム	手作りステッカー用		エーワンなど	1
透明板		プラスチック	t1mm		塩ビなども可	1

した基板(写真3-4-4)と基板裏側(写真3-4-5)の写真を参考にしてください。また、メッセージ・パネルはケースの前面パネルと同じ大きさで、LED

の光を通すようにフィルム・ラベル用紙に印刷します(製作方法は後述)。

使用部品の実装時の注意としてコンデンサや抵

図3-4-6 部品面から見た部品配置と配線図

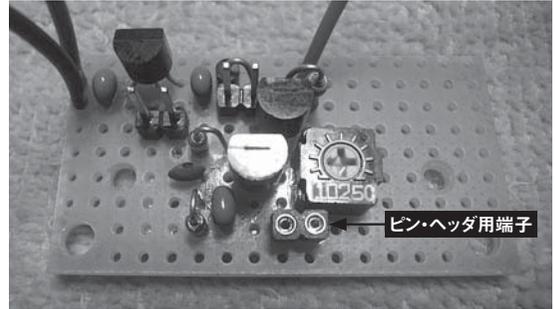
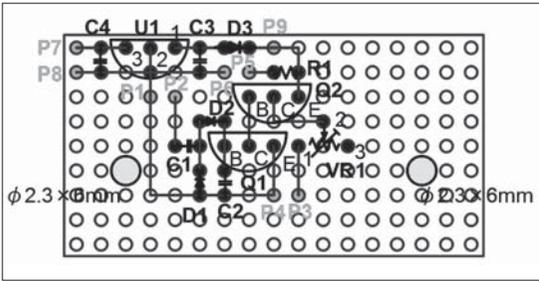


写真3-4-4 完成した基板

抗器とトグル・スイッチが、接触しないように配置する必要があります。詳細は図面を参照してください。

● ケースの加工

ケースの加工は図3-4-8と加工が終わったケース(写真3-4-6)の写真を参考に行います。ケースはサトー電気で購入した樹脂製ケースを加工しました。

● 使用部品と実装時の注意

まずケースの上カバーにSMAコネクタ用の穴

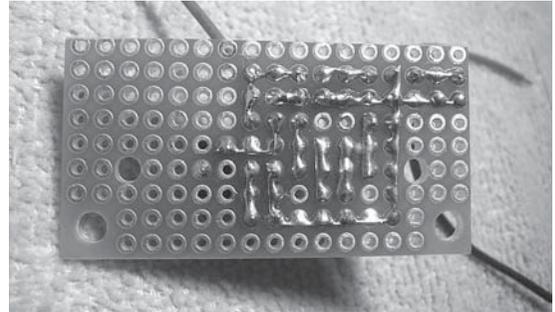


写真3-4-5 基板裏側

図3-4-7 実体配線図

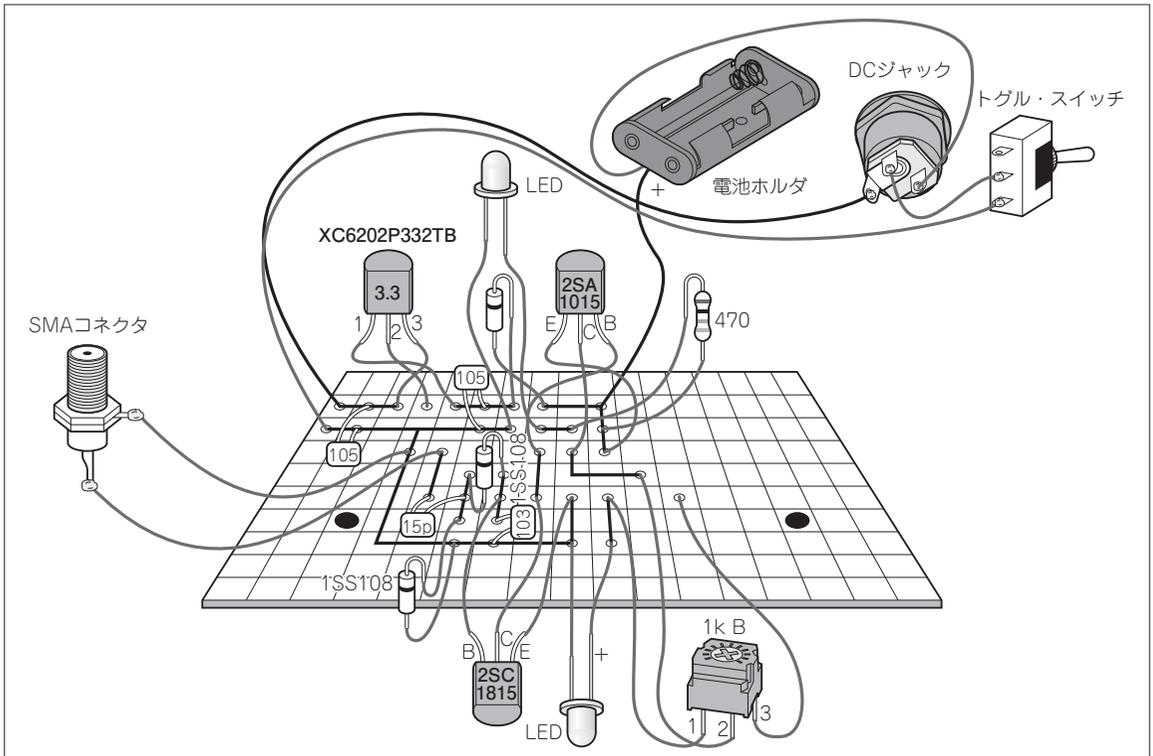


図3-4-8 ケースの加工寸法

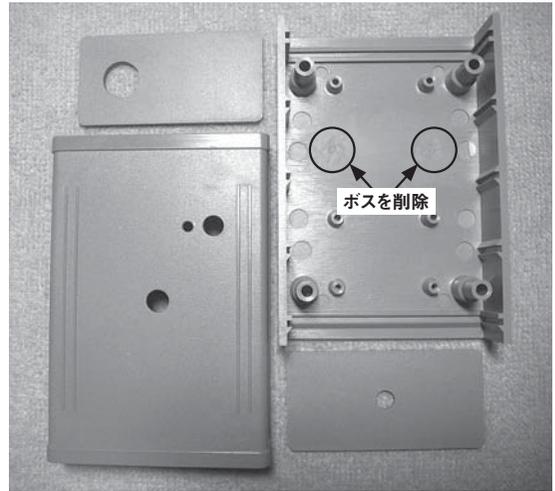
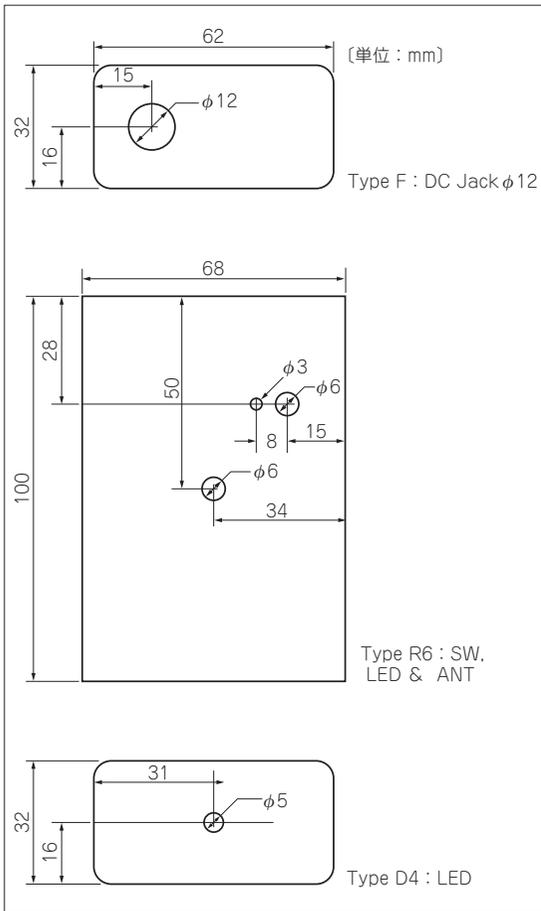


写真3-4-6 加工したケース



写真3-4-7 加工が終了したパネル

をあけます。続いてトグル・スイッチ用に $\phi 6\text{mm}$ の穴をあけます。電源ONを確認するためのLED用に穴をあけます。 $\phi 2\text{mm}$ であけた後に、実装するLEDを当てながら、ヤスリやリマなどですこずつ大きくしていきます。LEDは $\phi 3\text{mm}$ でも種類により形状が異なり、微妙にサイズが違ってきます。焦らずゆっくりと作業することが重要です。

電池ホルダを収納するため、下カバーにある8個の基板取り付けボスのうち2個を削り取ります。前面パネルに、点灯用LEDを通す穴 $\phi 5\text{mm}$ くらいをあけます。この穴は、使用するLEDより少し大きめに、基板上的2ピンICソケットにLEDを挿入しやすくしておきます。また、前面パネルは一つ奥の溝に挟み込みます(写真3-4-1)。

背面パネルに、DCジャック用の穴 $\phi 12\text{mm}$ をあけてケースは完成です。

●メッセージ・パネルを加工する

ケース前面パネルと同じ大きさ(32×62mm)に、VisioやExcelなどを使ってメッセージをデザインしてください。

まず、手作りステッカ用のホワイト・フィルム用紙に印刷します。プラスチック板に気泡が入らないように貼り付けます。そのあと、カッター・ナイフで切り取ります(写真3-4-7)。

●基板に実装する

片面2.54mmピッチの万能基板17×9穴(44×

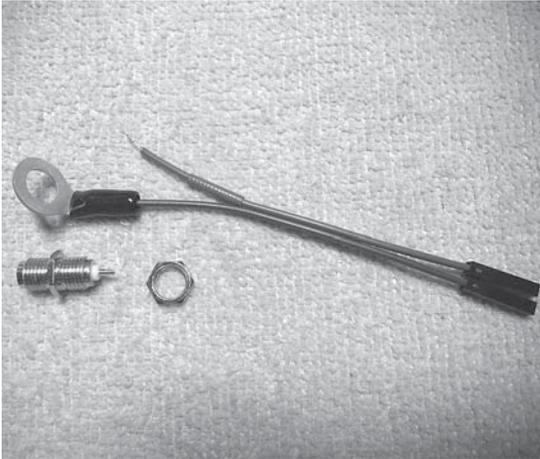


写真3-4-8 SMAコネクタの取り付け

23mm)に実装します。また、コンデンサと抵抗器の切断したリード線を利用して配線してください。

まず、抵抗器とコンデンサをはんだ付けします。半固定抵抗器を、向きを間違えないようにはんだ付けします。三端子レギュレータとトランジスタも、向きを間違えないようにはんだ付けします。

2ピンICソケットをはんだ付けします。基板からビニル線で、トグル・スイッチとLEDへ配線します。

背面パネルにDCジャックを取り付けた後、基板からビニル線で電池ボックスとDCジャックへ

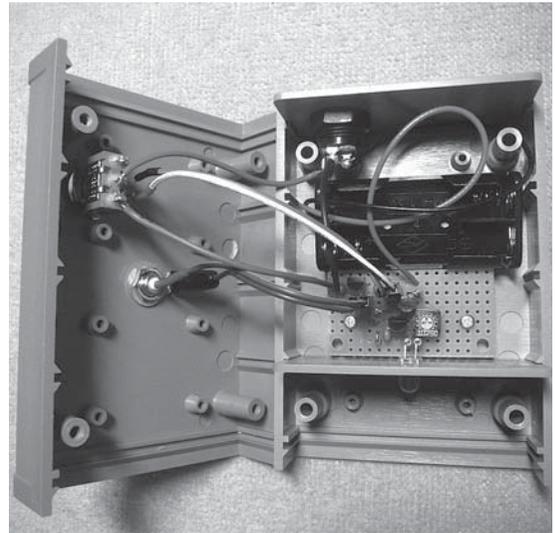


写真3-4-9 ケース内に基板を固定

配線します。

写真3-4-8のように、圧着端子にビニル線を圧着またははんだ付けし、熱収縮チューブなどで保護しておきます。ただし、この段階では、基板とビニル線のはんだ付けのみで、SMAコネクタのターミナル・ピンにははんだ付けをしないでください。

● ピン・ヘッダとQIピン付きケーブルの利用

写真3-4-4では、SMAコネクタと電源ON確認用LEDの接続に、ピン・ヘッダを利用しています。

Column

ピン・ヘッダとQIピン付きケーブル

筆者は、サトー電気で販売しているQIピン付きケーブル(20cm)を、適当な長さに切断して使用しています(写真3-4-A)。

コネクタやLEDなどの部品とあらかじめはんだ付けしておき、基板上に立てたピン・ヘッダとケース実装時に接続することができます。また、折れやすい接続部分は熱収縮チューブで保護しています。ケースに組み込む前の事前確認や、ブレッドボードと併用するときに便利です。お勧めです。

なお、QIピンがメス-メス、メス-オス、メ

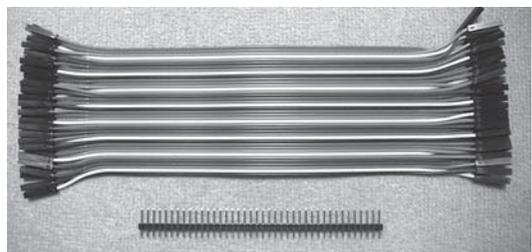


写真3-4-A ピン・ヘッダとQIピン付きケーブル

ス-メスの3種類ありますので、用途に応じて使い分けできます。

ピン・ヘッドは、ケースに組み込む前に基板上でテストや測定をするときに役立ちます。

● ケースへの部品取り付け

ケースの上カバーに、SMAコネクタ、トグル・スイッチとLEDを取り付けます。基板取り付け前に、SMAコネクタのターミナル・ピンをはんだ付けし、熱収縮チューブで保護します。

写真3-4-9のように、基板をタッピング・ネジ(M2.3×6mm)で固定します。前面パネルに、LEDを通し基板の2ピンICソケットに差し込みます。

極性がありますので、アノードとカソードを間違えないように取り付けてください。前面パネルは、一つ奥の溝に挟み込みます。

背面パネルを取り付け、ネジの緩み止めボンドなどで、スイッチとLED、SMAコネクタ、DCジャックを固定しておきます。

写真3-4-10のように、メッセージ・パネルを装着します。

最後に、各種ラベルを貼り付けて完成です。

調整をする

回路と基板などの配線に、間違いがないことを確認してください。それでも細かな間違いは発生します。筆者は、図3-4-7の実体配線図まで正しかったのですが、ケースに実装するとき、トグル・スイッチの接続をプラス電源で接続してしまいました。写真3-4-9の配線を見るとわかると思います。

ここでは、ACアダプタを使うときには電源をOFFすることができますが、電池を使用した場合には常に電源ONになってしまいます。

実際に、電池で確認したときに気がつきました。図3-4-4の外部電源回路で使用するときには、マイナス電源側にスイッチが入りますので注意してください。

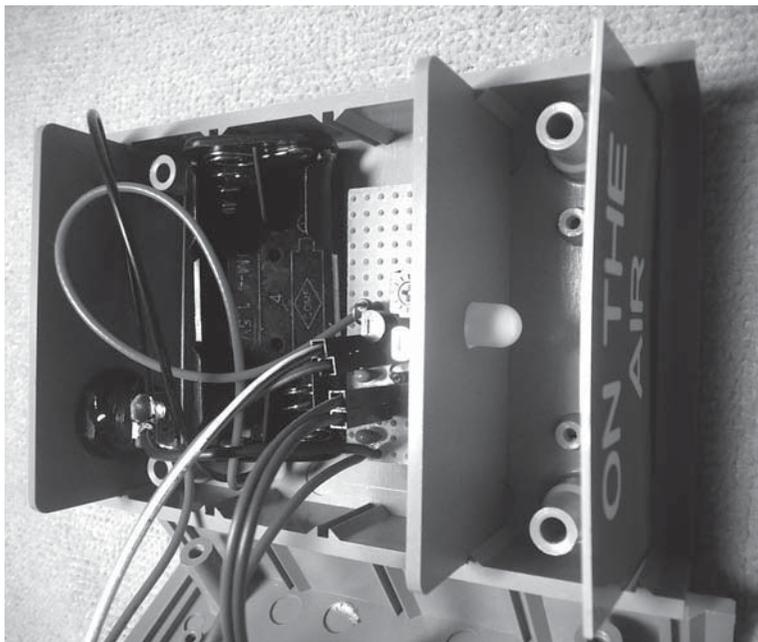


写真3-4-10 メッセージ・パネルを装着

試験電波を送信して調整をします。ものづくりをするときに自分で電波を出せることは、アマチュア無線の醍醐味の一つです。ただし、周辺地域や交信している局に迷惑をかけないように、必ずアマチュア無線のルールを守り電波を送信してください。

- 電源をONに。
- 試験電波を送信し、LEDの明るさを見ながら、半固定抵抗器 VR_1 を調整。

以上で調整完了です。

メッセージ・パネルやLEDの種類を変えて、用途や好みのサイン・ランプを製作してみてください。

また、SMAコネクタへのアンテナもいろいろと交換するのも面白いと思います。さらに、「センサを電波検出器でなく「3-2 光と音で知らせる受信報知器を作る」で使用した光センサや赤外線センサにすることもできますね。

電波検出器の電圧を、Arduino UNOやPICを使ってA/D変換し、LCDに表示するスケッチやプログラミングを製作してみたいかがでしょう。



ISBN978-4-7898-1564-2

C3055 ¥2400E

CQ出版社

定価：本体2,400円（税別）



9784789815642



1923055024007

ハムのLED工作 お役立ちガイド

このPDFは、CQ出版社発売の「ハムのLED工作お役立ちガイド」の一部見本です。

内容・購入方法などにつきましては以下のホームページをご覧ください。

内容 <http://shop.cqpub.co.jp/hanbai/books/15/15641.htm>

購入方法 <http://www.cqpub.co.jp/order.htm>