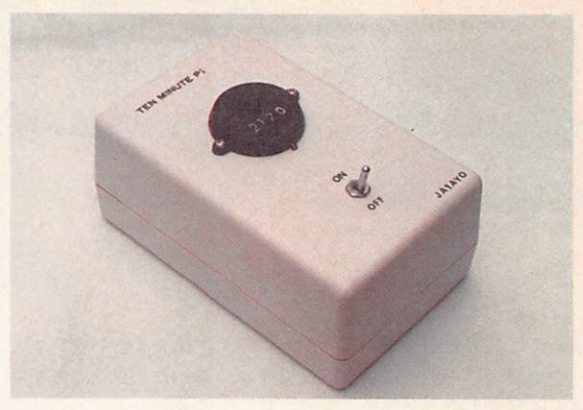


AYOの製作教室

本誌555号記念
タイマーIC555で遊ぼう！

〔10分間ピッ&ニカド〕
電池充電器の製作



JA1AYO 丹羽 一夫

応用範囲の広い タイマーIC555

今月は何を作ろうかなあと思索しているところに、編集部から本誌が9月号で555号を迎えるのでタイマーICの555を使った製作をやってみてほしいという希望がありました。そこで、喜んでこの希望に乗ることにしました。

タイマーIC555のオリジナルは、シグネティックスのNE555ですが、今ではセカンド・ソースが各社から発売されており、3端子レギュレーターの78シリーズと同じように、お店に買いに行くときには“555をください”で完全に通じます。

そのようなわけで、555のデータや応用回路は各社のリニアICの

データブックに示されています。でも、私の手元には555を使うときに絶対に手放せない技術資料が一つあります。それは、今から十数年前にシグネティックスの日本総代理店をしていた旭硝子が作ったA4判76ページほどのもので、あまり何度も見たものですから表紙がとれてしまっています。写真1は現在残っている最初の頁に今月使う555を乗せたところですが、

では、この技術資料から555を紹介してみることにしましょう。タイマーIC555の特徴は、

・マイクロ秒から数時間にわたってのタイミング、

- ・単安定／非安定モードの動作、
- ・デューティ・サイクルが加減できる、
- ・200mAの大出力電流（吸込みまたは吸出し）、
- ・温度安定度は1℃あたり0.05%、
- など、また応用例は、
- ・正確なタイマー、
- ・パルス発生器、
- ・規則的なタイミング、
- ・パルス幅変調、パルス位置変調、
- ・パルス誤り検出、

といったことがあげられています。第1図がタイマーIC555のブロックとピン接続です。これを見ると2個のコンパレータとフリ

第1図 タイマーIC-555のブロック図とピン接続図

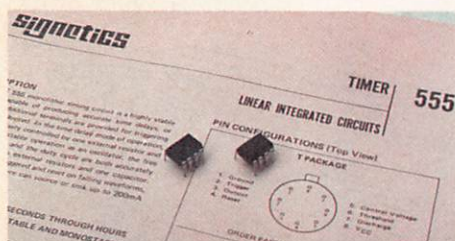
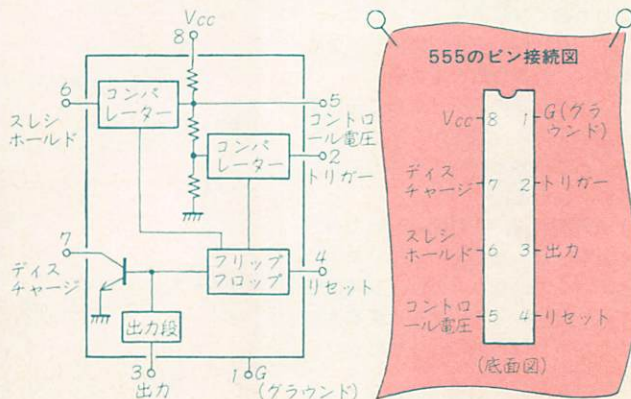


写真1 今から十数年前に旭硝子が作ったシグネティックスのNE555の技術資料。この技術資料には本当にお世話になった

第1表 NE555 の最大定格と電気的特性(抜粋)

■最大定格	電源電圧 (V_{CC})	+18V
	電力損失 (P_D)	600mW

■電気的特性 ($T_a=25^\circ\text{C}$, $V_{CC}=+5\sim+15\text{V}$)

項目	条件	最小	標準	最大	単位
電源電圧		4.5		16	V
電源電流	$V_{CC}=5\text{V}$, $R_L=\infty$		3	6	mA
	$V_{CC}=15\text{V}$, $R_L=\infty$		10	15	mA
スレシホールド電圧			2/3		$\times V_{CC}$
トリガー電圧	$V_{CC}=5\text{V}$		1.67		V
	$V_{CC}=15\text{V}$		5		V
リセット電圧		0.4	0.7	1.0	V
出力電圧降下 (LOW)	$V_{CC}=5\text{V}$, $I_{\text{SINK}}=5\text{mA}$		0.25	0.35	V
	$V_{CC}=15\text{V}$, $I_{\text{SINK}}=100\text{mA}$		2.0	2.5	V
出力電圧降下 (HIGH)	$V_{CC}=5\text{V}$, $I_{\text{SOURCE}}=100\text{mA}$	2.75	3.3		V
	$V_{CC}=15\text{V}$, $I_{\text{SOURCE}}=200\text{mA}$	12.5			V

アップ・フロップで構成されており、中には20個を超えるトランジスタが入っています。

第1表はNE555の最大定格と電気的特性の中で必要と思われるものを抜粋してみたものです。使用可能電圧範囲が広く電源電流が少ない、また出力電流を200mAも取り出せる、といったところが、このタイマーICの人気の秘密でしょう。

写真1に示したNE555の技術資料の中でとてもよくできていると思うのは、タイマーの動作を説明するために使われているマンガのカットです。

この555をタイマーやパルス発生器に使うときにはCRの時定数を利用しますが、この場合のCへの充放電は第1表のスレシホールド電圧 ($\frac{2}{3}V_{CC}$) とリセット電圧 (実は $\frac{1}{3}V_{CC}$) の間で行われます。その様子を説明したのが第2図で、見ていると思わず笑ってしまいます。いかにも、アメリカ人のセンスのよさが出ています。

表紙がどこかにいってしまった

[出典: NE555の技術資料 (シグネティックス/旭硝子) より]

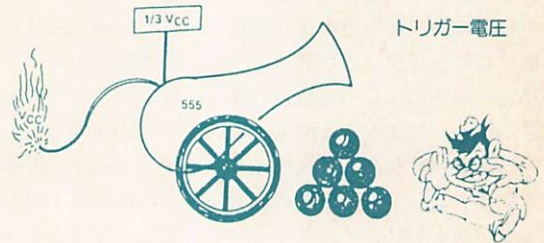
のは残念ですが、この技術資料はこれからもきっと私の役に立ってくれることでしょう。

この技術資料には555について多くの応用回路が紹介されていますが、今月はその中から、555の最も基本的な使い方である非安定マルチ・バイブレーターを応用した“10分間ピッ”と、555を電圧検出に応用した自動ON/OFF機能付きの“ニカド電池充電器”を作ってみることにします。

“10分間ピッ”の作り方

この“10分間ピッ”というのは、ID (コールサイン) を入れる合図を10分ごとにピッと鳴って教え

第2図 スレシホールド電圧とトリガー電圧



てくれるものです。スイッチを入れたときから10分ごとに、ピッ・ピッと鳴り続けます。

第3図が技術資料に示された非安定マルチ・バイブレーターの回路です。この非安定マルチ・バイブレーターでまず t_1 (10分間) を無音で過ごし、 t_2 でピッと電子ブザーを鳴らそうというわけです。

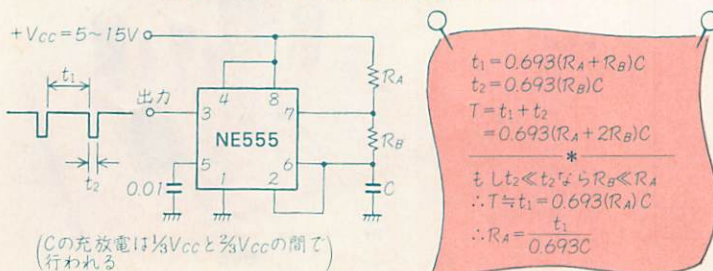
この t_1 や t_2 は R_A や R_B , それにCの値で決まりますが、 t_1 に対して t_2 が十分に短いとして検討してみた結果を第3図の右側に示してあります。そこで、Cを1000 μF , t_1 を10分 (600秒) として R_A の値を計算してみると、

$$R_A = \frac{t_1}{0.693C} \approx 866 \text{ [k}\Omega\text{]}$$

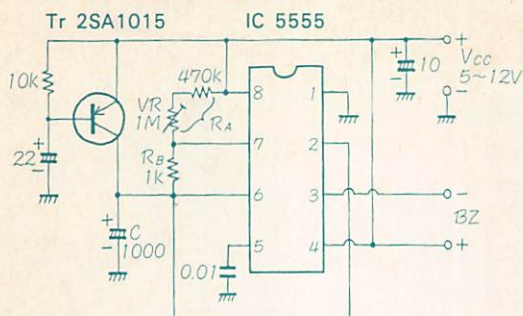
となります。まあ、これくらいのあたりをつけておいて製作にとりかかることにしましょう。

第4図が実際に製作する“10分間ピッ”の回路です。この回路では R_B を1k Ω としましたが、この場合の t_2 を計算してみたら0.693秒となりました。この時間だけ電子ブザーがピッと鳴ります。

第3図 555で作る非安定マルチバイブレーター



第4図 “10分間ビツ” の回路



次に、電源電圧のことを検討しておきましょう。このようなタイマーを作るときには時間の精度を出すためには、電源電圧を安定化しなければならないのが普通ですが、555の場合にはCの充放電は第3図にも示したように電源電圧の何分の1というかたちで決まるので、ひょっとして電源電圧の影響は少ないかもしれません。そこで完成したもので試してみたら、 $V_{cc} = 5V$ のときと $9V$ のときの違いは10分間に対して7秒ほどでした。これならば、電源を定電圧化する必要はなさそうです。

ところで、第4図を見ると第3図にはないトランジスタが一つ付

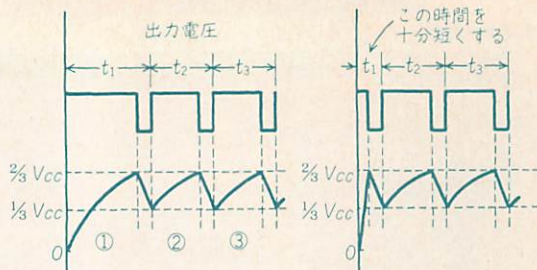
いていますが、これは何のためでしょうか。実は、第3図の回路を働かせると、第5図(a)に示したように第1回目のコンデンサーへの充電が①のようにゼロから始まるために、 t_1 の時間が t_2 や t_3 よりも30%ほど長くなってしまいます。これでは困るので、(b)のように最初に1回だけ急激にCを充電し、 t_2 からをタイマーに利用しようというのが、このトランジスタの役目です。これは、最初の1回目だけをトランジスタの助けを借りて第3図の R_A を極めて小さな値にしていると考えればよいでしょう。

なお、第5図(b)の t_1 は、 t_2 以

第5図 第1回目の時間が長くなることへの対策

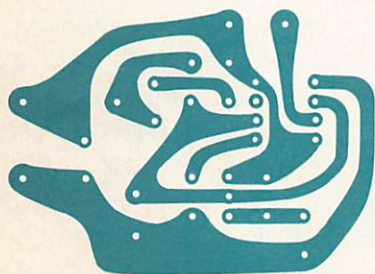
(a) 第3図の回路の場合

(b) トランジスタの働き



降が10分なのに対して1秒以下と短時間です。また、このやり方だとスタートした瞬間に1回ビツと鳴ってしまいますが、これは動作の確認として利用でき、結果としては一石二鳥です。

では、さっそく“10分間ビツ”を作ってみることにしましょう。なお、誌面がなくなってきましたし、回路も簡単なので、いつも用意している部品表は今回は省略します。使っている部品のうち、タイマーの時間を決めるCには本当はタンタル電解コンデンサーを使いたいところですが、本器はあまり正確な時間は必要ないので、ふつうのアルミ電解コンデンサーで



第6図 ケースにアイテアルのGM-20-WMを使うときの“10分間ビツ”のプリント・パターン(上)と部品配置(下)

第7図 “10分間ビツ”の使い方

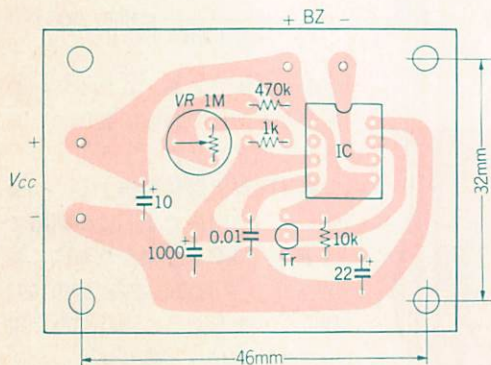
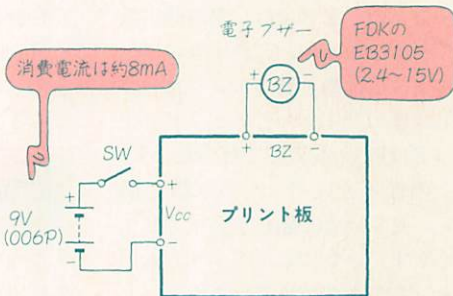
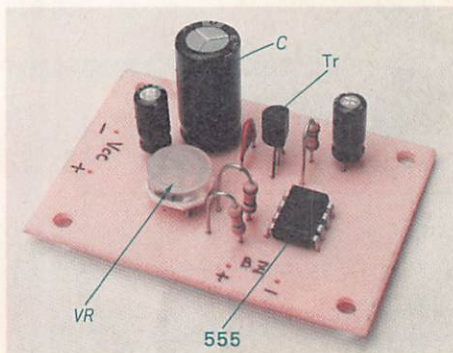
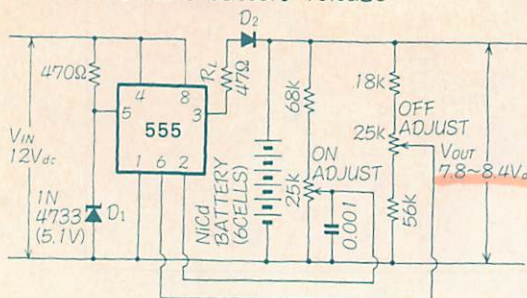


写真2 555で作る“10分間ビツ”のプリント板の完成したところ。プリント板の大きさと取付穴の位置は、使用するケースに合わせてある



第8図 技術資料で紹介されている "IC Timer Automatically monitors battery voltage"



(by Edward J. Mc Gowan, Jr.)

我慢しました。

第6図がプリント板を作るためのプリント・パターンです。なお、このプリント・パターンの取り付け穴は、ケースにアイデアルのGM-20-WMを使う場合のものとなっています。

プリント板の加工が終わったら、部品を取り付けて組み立てます。写真2にプリント板の組み立てが終わったところを示しておきます。

プリント板の組み立てが終わったところで、第7図のようにつないで動かしてみました。時間合わせは1MΩのボリュームで行いますが、ストップ・ウォッチを相手にやるとわりあい簡単に10分近くに調整できました。

プリント板がうまく動いてくれたところで、前にもちょっとふれたアイデアルのケースGM-20-WMに第7図のようにつないで入れ

てみました。写真3がケースの中、またタイトルに示す写真が完成した外観を示したものです。なお、このケースは006P用の電池ケースが付いています。

ケースに入れて完成したところでスイッチをONにしてみたら、最初にビッと鳴り、そのあと約10分ごとにビッと鳴ってくれました。なお、006Pは連続して使っても10時間くらいはもつはずで

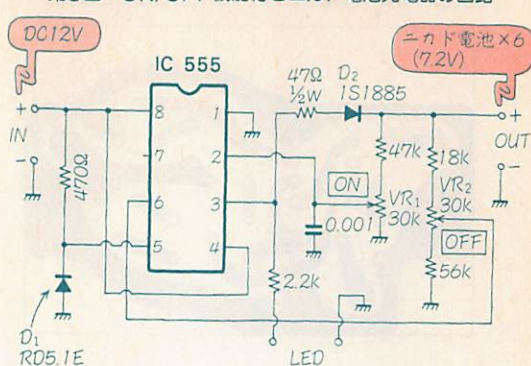
“ニカド電池充電器” というよりも…

タイトルには一応“ニカド電池充電器”と書きましたが、これは第8図のようなもので、電池電圧のモニターをタイマーICに自動的に行わせようというものです。その結果として、ニカド電池の充電を自動的に管理できます。

第8図を見ると、ニカド電池が回路の中につながりっぱなしになっています。これから察すると、充電器というよりも“無停電電源”といったほうがよいのかもしれません。

D₁のツェナー・ダイオードは基準電圧を作り出しているもので、出力側にはON/OFFの調整用ボリュームが見えます。ONというのは電圧が下がったときの充電開始電圧を設定するもので、O

第9図 ON/OFF機能付きニカド電池充電器の回路



FFというのは充電が進んで電圧が上がったときの充電終了電圧を設定するものです。

というわけで、この回路は実際に使うときにどのように働くのかいまいとはっきりしませんが、とにかくできるだけ第8図に忠実に作ってみることにしました。

第9図が実際に作ってみたい回路です。ピン3の出力にはLEDをつなぎましたが、これは555から出力電圧が出ているかどうか（ということは、充電がONかOFFか）がわかるようにしようと思ったからです。

2個のボリュームは第8図では25kΩとなっていますが、この値のボリュームは手に入らなかったもので、入手可能な30kΩとしました。また、ONのほうのVR₁に直列につなぐ抵抗が第8図では68kΩとなっていますが、これではうまくいかなかったのので、第9図のように47kΩに替えてあります。

第10図がプリント・パターンで、これは一応タカチ電機のSS-90ABというケースに入れることを想定して描いたものです。ですから、取り付け穴の位置はこのケースにあっています。

プリント板の加工が終わったら部品を取り付けて組み立てますが、そのとき、D₂の1S1885だけはボリュームの調整の都合で取り付けないでおいください。組み立てが終わったプリント板を写真4に示しますが、D₂は差してある

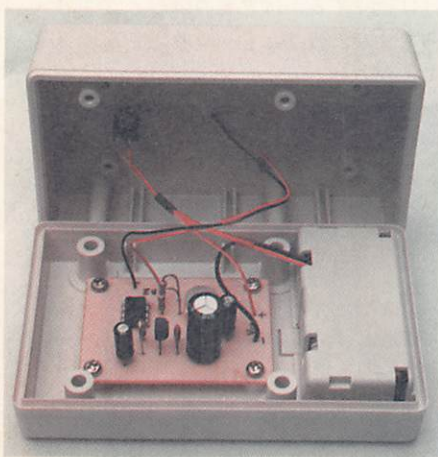
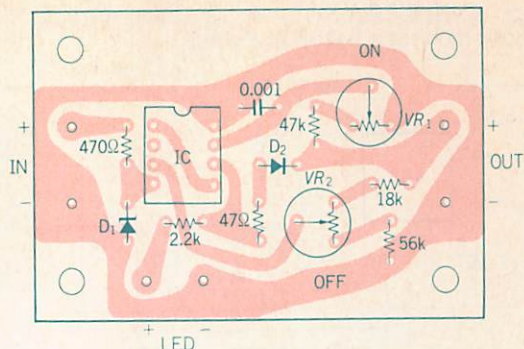
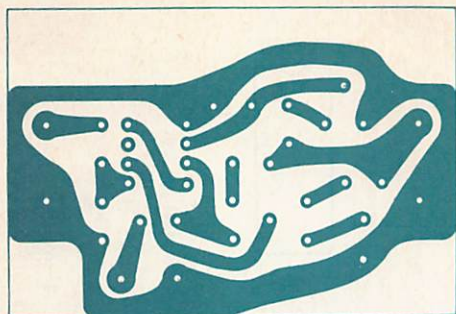


写真3 プリント板をケースに入れて完成したケースの中を見たところ。タイトルにある写真は外観、黒く見えているのが、電子プザーのEB3105

第10図 ニカド充電器のパターン(左)と部品配置(右)



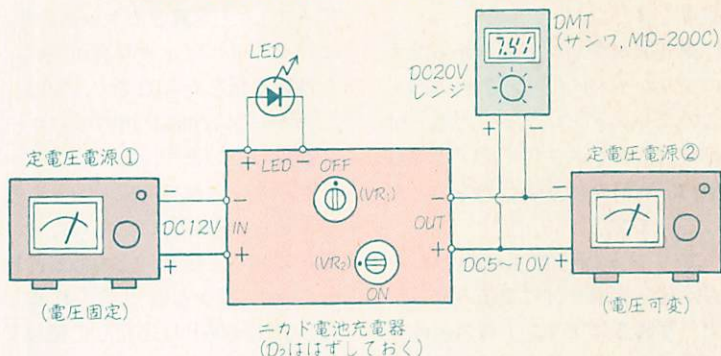
だけでハンダ付けはしてありません。

では、 D_2 を外したプリント板にLEDなどを第11図のようにつなぎ、ON-VRとOFF-VRの調整をしましょう。やり方は、定電圧電源②の電圧を10Vから下げていったときに7.40VでLEDが光るようにON-VRを、また同じく電圧を5Vから上げていったときに8.40VでLEDが消えるようにOFF-VRを調整します。この調整は一筋縄ではいきませんが、根気よくやればなんとかなります。

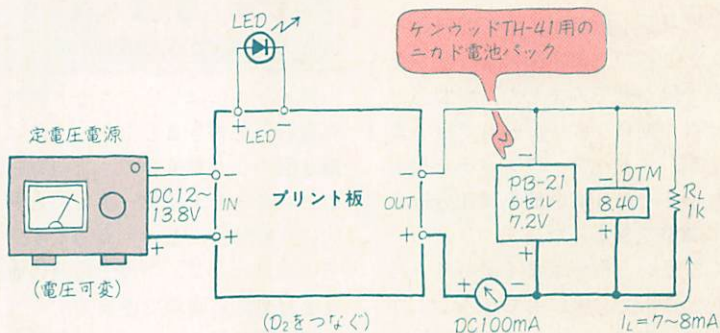
なんとか二つのボリュームの調整ができたところで、第12図のようにニカド電池をつなぎ、負荷をかけて使ってみました。写真5にその様子を示しますが、放電してDTMの指示が7.40Vを下回るとLEDが光って自動的に充電を開始します。このときの充電電流は5mAくらいでしたが、INに加える電圧を13.8Vまで上げたら充電電流は10mAくらいまで増えました。

第12図の状態ではおいていたら、1~2時間おきにLEDが光ったり消えたりする(もちろん、

第11図 ON-VR(VR_1)とOFF-VR(VR_2)の調整

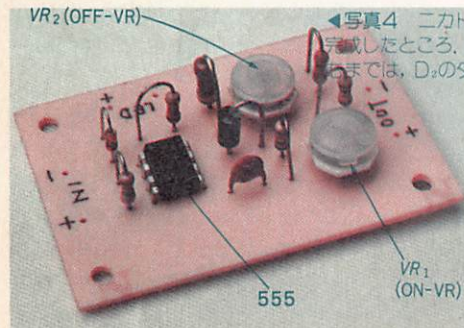


第12図 どうも、こういう使い方をするらしい...



LEDが光っているときに充電している)のが観察できました。どうやら、これがこのニカド電池充電器の働きのようです。

このニカド電池充電器をどのように役立てるかは思案のいるところですが、皆さんも一つ考えてみてください。



◀写真4 ニカド電池充電器のプリント板の完成したところ。2個のボリュームの調整が済んだら、 D_2 のダイオードはつなぐ

▶写真5 ポリウムの調整が終わったニカド電池充電器に D_2 を付け、ニカド電池と負荷(R_L)をつないで実際に動かしてみているところ。放電するとLEDが光って自動的に充電をはじめ、満杯になるとLEDが消えて自動的に充電が終わる

