

# カウントアップタイマーの製作

梅本健太

## 1. 研究概要

ICを用いて、陸上競技などで使用されているカウントアップタイマーを製作する。

## 2. 研究の具体的内容

### (1)仕様

ア.タイマー本体の寸法は、915mm(W)×60mm(D)×260mm(H)とする。

イ.回路の部品は、TTL(Transistor Transistor Logic)を用いて製作する。

ウ.機能は、100分の1秒から最大99分59秒99までのカウントアップが可能で、スタート、ストップ、リセット機能を備えたものとする。表示部はLEDで表示する。

### (2)原理

100Hzの電気信号を発生させ、その電気信号の回数を数えて保持し、そのデータを7セグメントLEDで表示させるというものである。100Hzの電気信号は、タイマーICであるNE-555で発振させ、電気信号の回数保持には、同期式10進アップ/ダウンカウンタである74192を使用し、7セグメントLEDのデコーダには、7447を使用した。

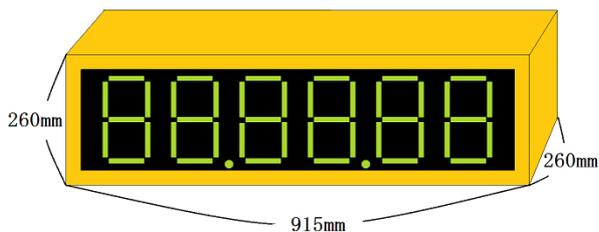


図1. 本体のイメージと寸法

### (3)使用部品の説明

#### ア.TTLとは

TTLとは、トランジスタの組み合わせによる論理回路の素子である。論理回路は基本的にAND回路、OR回路、NOT回路があるが、これらもトランジスタで構成されており、それらを集積することにより、デコーダやフリップフロップなどの機能を備えたものが、主に使用されている。

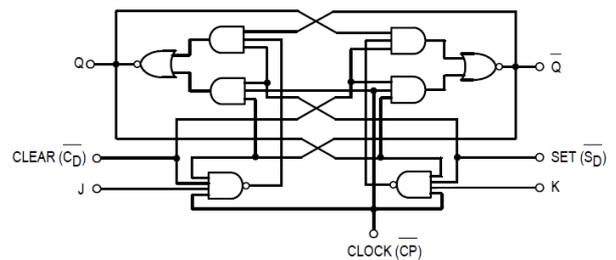


図2. TTL内部の論理回路の例(7476)

「74」はトランジスタで構成されるTTLであることを示し、その後の数字は回路の種類を示す。



図3. TTLの外観

#### (4) 表示方法

7セグメント方式で表示した。7セグメント方式とは、漢字の「日」のような形をした表示方式である。それぞれのセグメントには記号が定められている。

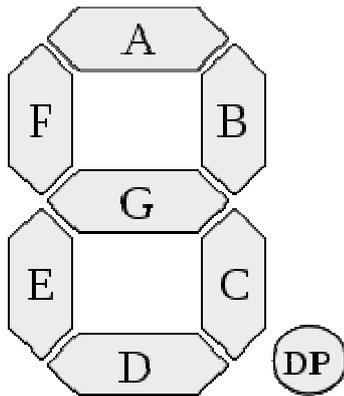


図 4. 7セグメント LED の記号配置

今回製作したタイマーは、LEDでの表示とした。しかし、実際に陸上競技で使用されているタイマーの表示部の駆動方法は、磁気反転式で、ロータリーバーが回転することにより、そのセグメントが表示されるか否かを変化させる。

#### (5) 回路の製作

製作は、ブレッドボード上への試作を重ねながら、回路を完成させた。

初期の段階では、カウントアップ回路に JK フリップフロップ IC である、7476 を使用する計画であったが、素子数とコストの問題上、2進-5進非同期カウンタ IC の 7490 に変更した。しかし、その後、様々な資料を調べた結果、同期式 10 進アップ/ダウンカウンタ IC である 74192 のほうが、利便性が良いと判断したため、最終的にはカウントアップ回路に 74192 を使用することにした。

#### カウントアップ回路

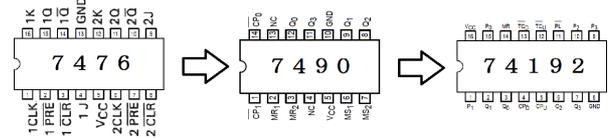


図 5. カウント IC の変更

また、発振回路には、水晶発振子を使用する予定であったが、これも分周回路の素子数とコストの問題上、パルス発生 IC である NE-555 を使用することとなった。

#### 発振回路

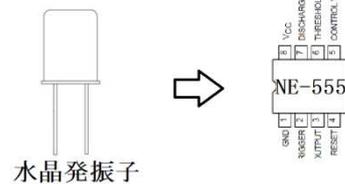


図 6. 発振回路の変更

なお、2進数から LED の表示パターンを出力するデコーダには、当初の計画であった BCD-7セグメントデコーダである 7447 を使用した。

#### デコーダ

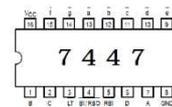


図 7. 使用したデコーダ

#### (6) 回路の設計手順

##### ア. データシートによる情報の収集

IC の仕様は、データシートを参考にして理解し、作業した。データシートとは、IC の製造メーカーが、その IC の仕様についてまとめたドキュメントファイルである。

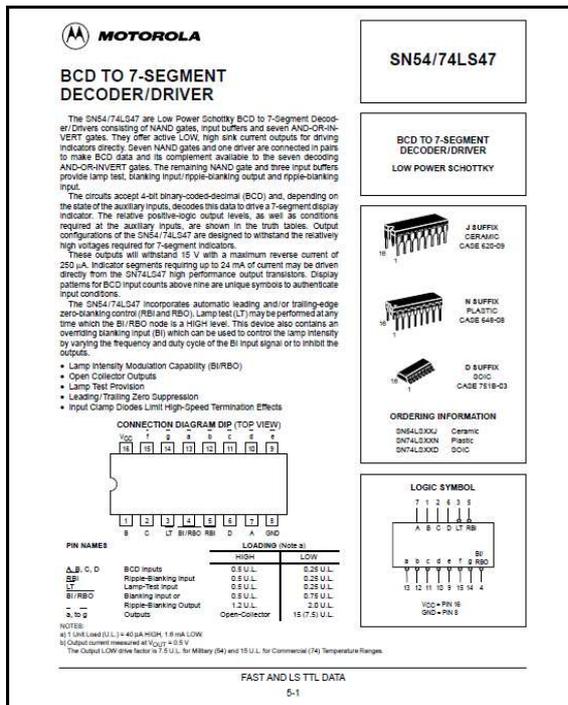


図 8. データシートの例 (7447)

端子の役割や許容電流、タイムチャート、ダイアグラムなどが示されている。このデータシートに記述されている情報に基づき、製作を行った。

### イ. ブロック図の作成

回路内のデータの流れを明確にするため、ブロック図を作成した。

作成した回路のブロック図を、図 9 に示す。

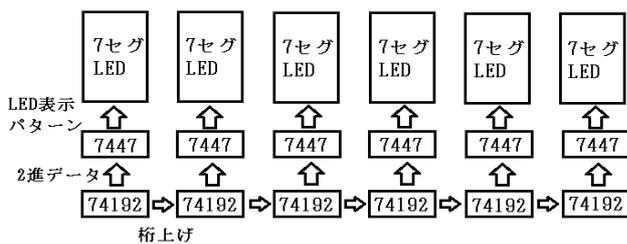


図 9. ブロック図

### ウ. ブレッドボード上への試作

回路の完成とともに、配線も複雑になる。2桁のカウントアップ回路をブレッドボード上に試作した図を次に示す。

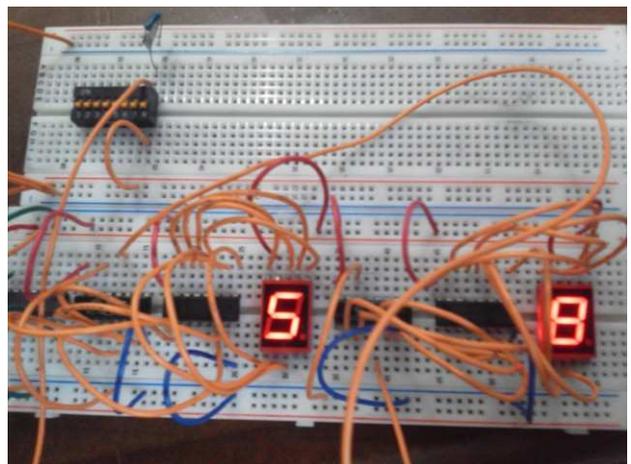


図 10. ブレッドボード上への試作

### エ. プリント基板の作成

このような複雑な配線を、リード線を用いてユニバーサル基盤上で実現するのは、極めて困難なため、今後はプリント基板での配線を行う。

プリント基板の作成には、電子回路 CAD ソフトの EAGLE を使用する。EAGLE は、コンピュータ上で回路を組み立てや、プリント基板のパターン出力が可能である。

### (5) 本体の製作

#### ア. 表示部の設計

表示部である 7 セグメント LED の部分は、CAD ソフト、its 超 CAD を使用し、以下のような設計図を作成し、それに基づいて製作を行った。

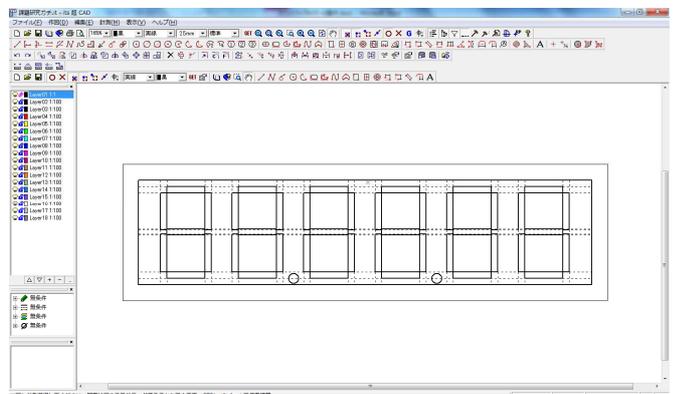


図 11. 図面の作成画面

#### イ. 表示部の製作

LED は、以下のように接続し、1つのセグメントとした。

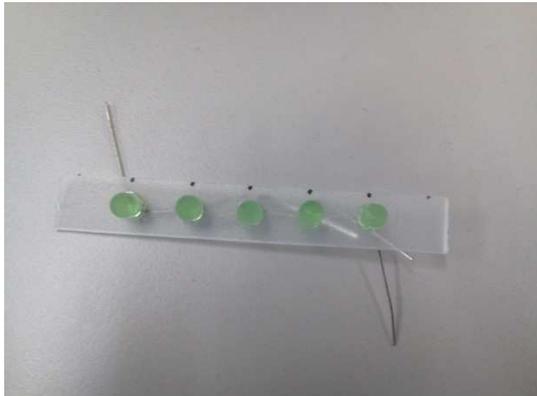


図 12. LED の接続

購入した LED をそのまま使用すると、光が想定よりも拡散されなかった。そのため、LED の表面をやすりで削り、光を拡散させるよう、工夫した。



図 13. 加工 LED と未加工 LED の比較

左がやすりで加工した LED で、右が加工を施していない LED である。加工を施した LED のほうが光をより拡散しているのが分かる。

#### ウ. 本体外枠の製作

タイマー本体の外枠は木製とし、260mm×260mm と 915mm×260mm の大きさの板を、それぞれ 2 枚と 4 枚作成した。さらに、それらを、陸上競技用タイマーと同系色である黄色に塗装した。

#### (6) 完成図

図 15 のように完成した。



図 14. 完成品



図 15. 文化祭での表示例

#### 3. 研究のまとめ

課題研究を通して、より一層ものづくりの楽しさや難しさに気づいた。作業は想定よりも遅延や不具合が多く苦労した。しかし、その問題を解決する中でも、色々な知識を得ることができた。そして、回路が動いた時や、思い通りの形になった時は、非常にやりがいを感じた。自分の考えを形にする「ものづくり」の魅力を、ぜひ色々な人にも分かってほしいと思う。

#### 参考文献

サイト名 EUC

URL <http://gauss.sdsmt.edu/shop/ttl.htm>

サイト名 趣味の電子回路工作

URL [http://www.piclist.com/images/www/hobby\\_elec/counter5.htm](http://www.piclist.com/images/www/hobby_elec/counter5.htm)