

# 電気システム工学科への移行に向けた 実践的教育の一環としての BSO カウンタ

金澤 響己\*, 吉田 雅史\*\*

## BSO counter as part of practical education for transition to Electrical Systems Engineering Department

Hibiki KANAZAWA and Masafumi YOSHIDA

**Abstract:** In order to strengthen semiconductor and information processing technologies, we have developed “BSO counter” by using shift registers and MOSFET. As a result, the functioning BSO counter worked properly. An environment where students can create BSO counters will help to know how to use semiconductor and to improve their skills. we can learn Information Processing Technology, too. As mentioned above, making BSO counters will help improve the technical skills of students in the future and can be seen as an example of an effective initiative for the transition to a new department.

**Key words:** BSO counter, MOSFET, Shift register, Arduino, Baseball

### 1. はじめに

令和8年度から電気工学科は「電気システム工学科」へと改組される。それに伴い半導体技術や情報系分野の教育が一層強化される。これまでに電気工学科では、学生主体の活動グループである E-project による活動を通じて、学生のものづくりの実践のみならずリテラシーやコンピテンシーの素養を向上させてきた<sup>1)</sup>。今回の改組により今後強化される半導体技術および情報系分野を一層定着させるために、カリキュラム以外の場でそれら分野のものづくり環境の構築できないかを検討した。そこで我々は、BSO カウンタ制作プロジェクトを立ち上げた。BSO カウンタの制作では、半導体に関する実践的な技術やプログラミング技術が重要な要素となっており、新学科への移行に向けた効果的な取り組みの一例と言える。本論文では、BSO カウンタ制作を通じて培われた能力 技術について述べるとともに、今後の学生の技術力向上に資する内容とする。

### 2. BSO カウンタ製作に向けて

#### 2. 1. 本プロジェクトの特徴

本プロジェクトの目的は学生が主体となって正しく半導体情報処理技術の実践、応用ができることにある。実際に使用した物品の中には MOSFET、シフトレジスタなどの半導体、C

言語ベースのマイコン Arduino を使用した。これらの素子や機器に関して習得するために電気工学科に設置されたカリキュラムを以下に示す<sup>2)</sup>。

- 電気工学基礎 AB
- リサーチワークショップ IA、IB
- 電気回路 IA
- 情報処理 I、II
- デジタル回路
- 電子工学 A、B
- 電子回路 I、II
- パワーエレクトロニクス
- 電気材料

以上のように幅広いカリキュラムの知識が必要であり、同時にこれらの内容は進級するごとに高度化される。これらの熟知した上で応用する力が必要である。本プロジェクトを通じて、上級生で参加する場合には、多くのカリキュラムの復習につながる。他方、下級生の場合には、大幅な予習学習につながる。つまり、本プロジェクトは、参加における学年の制限はなく、誰でも実践的なものづくりできる能力を培う機会があるという特徴を有している。

#### 2. 2. BSO カウンタとは

野球は 1 チーム 9 名の 2 チームが先攻後攻に分かれて得点を競い合うスポーツである。先攻のバッターが、後攻のピッチャーの投げるボールを打つことで状況に応じて得点が入る。詳細は参考文献を参照されたい<sup>3)</sup>。この際、ボール(Ball; B)、ストライク(Strike; S)、アウト(Out; O)のカウントが試合の行方

(2026 年 2 月 6 日受理)

責任著者：吉田雅史

\* 宇部工業高等専門学校 電気工学科 5 年

\*\* 宇部工業高等専門学校 電気工学科

を示す。BSO カウンタは 3 つの状態を表示するための道具である。試合の状況を観客に分かりやすく伝えるために使用され、試合の進行状況を把握する上で重要な役割を果たす。各状態の色は以下のように決められており、

- ・ 緑色→ボール(B)
- ・ 黄色→ストライク(S)
- ・ 赤色→アウト(O)

今回制作するカウンタでは LED にて同様の状態表示を目指す。

### 3. 使用物品・回路図

#### 3. 1 全体構成

今回使用した物品一覧を表 1 に示す。本 BSO の表示灯として利用する LED の定格電圧は 12V であり、その定格に合わせた回路設計を行うものとする。図 1 に tinkercad で再現した全体の回路図を示す。Arduino からシフトレジスタへケーブルを接続し、シフトレジスタの計 8 つの出力部分をそれぞれ MOSFET のゲートに接続した。さらに、各 MOSFET に LED リングライトを接続することで BSO カウンタ表示できるように設計した。これは、Arduino から出力される信号でシフトレジスタの出力を制御するように設計したためである。つまり、シフトレジスタから出力された電流が各 MOSFET の出力を制御、つまりスイッチングを行うことで LED の点灯をコントロールできる。なお、右サイドのボタンはそれぞれ「ストライク」、「ボール」、「アウト」のカウントを行う際に使用する。

#### 3. 2 シフトレジスタ

シフトレジスタを中心とした回路の拡大図を図 2 に示した。シフトレジスタのデータを Arduino の 8 番ピン、クロックを 9 番ピン、ラッチを 10 番ピンに接続した。また、シフトレジスタの V<sub>CC</sub>、GND 部分を Arduino の 5V ピンと直接接続させて、電力を供給した。クリアピンを今回は使用せずに V<sub>CC</sub> に接続することで補完した。シフトレジスタの出力部分は各

表 1: 使用物品一覧。

物品名	個数
Arduino uno R3	1
AC-DC 変換アダプタ(5V 変換)	1
シフトレジスタ(74HC595)	1
N 型 MOSFET(IRFZ44N)	6
直流安定化電源	1
ボタンスイッチ(モーメンタリ)	3
LED12V ネオピクセルリング(緑)	3
LED12V ネオピクセルリング(黄)	2
LED12V ネオピクセルリング(赤)	2

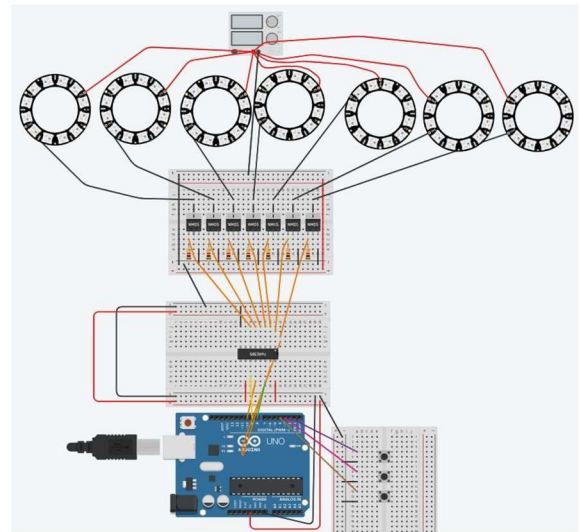


図 1: 全体の回路図。

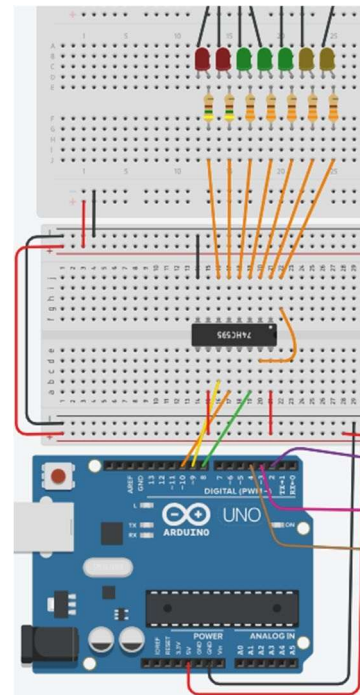


図 2: シフトレジスタを中心とした拡大図。

表 2: シフトレジスタ出力配置。

出力番号	状態	数
1 番	ストライク	1 つ目
2 番	ストライク	2 つ目
3 番	ボール	1 つ目
4 番	ボール	2 つ目
5 番	ボール	3 つ目
6 番	アウト	1 つ目
7 番	アウト	2 つ目

MOSFET のゲートにつないでおり、それぞれの出力先や役割は異なる。各出力先の役割を以下の表 2 に示した。

### 3. 3 N型.MOSFET

MOSFET はパワースイッチ素子、電力変換で使用されることが多い。本プロジェクトにおける MOSFET の役割は、直流安定化電源から給電される 12V のスイッチングである。スイッチングに関しては MOSFET に限らずトランジスタや IGBT、サイリスタなど多くの素子が挙げられるが、本プロジェクトは、早い処理が重要であるため、MOSFET を採用した。さらに、Arduino の電流に特化した MOSFET として IRFZ44N を選定した<sup>4)</sup>。MOSFET を中心とした回路を図 3 に示す。以下に回路図 3 に関する内容を示す。

ゲート…プルダウン抵抗として、GND へ向けて 1 kΩ の抵抗を接続した。

ドレイン…出力される LED のマイナス極を接続した。

ソース…GND に接続した。

なお、LED のプラス極は直流安定化電源のプラス極と接続することで LED への給電を実施している。

本プロジェクトでは、MOSFET のゲートにシフトレジスタの出力先を接続させた。この MOSFET への接続によって、定格電力の 12V を LED に印可するスイッチングが可能となる。

## 4. 各半導体の動作試験

BSO カウンタを製作する前段階として、各半導体が機能するかいくつか前実験を行った。その実験の際に使用した回路図やプログラム、結果映像を以下に示す。

### 4. 1 MOSFET

ここでは、MOSFET の動作を確認する目的で、DC モーターの起動できるか検証した。図 4 に回路図を示した。DC モーターをその起動用直流安定化電源とともに MOSFET のドレインおよびソースに接続した。また、MOSFET の動作用として単三電池の正極を MOSFET のゲートに接続した。直流安定化電源から DC12 V を DC モーターに常に供給した状態で、単三電池のスイッチを入り切り動作を繰り返した。その結果、単三電池の電気が MOSFET のゲートに流れた時のみ直流安定化電源の電気がモーターへ流れる動作が確認できた。実験映像は参考文献<sup>5)</sup>にて示す。

### 4. 2 シフトレジスタ

ここではシフトレジスタの動作確認として、2進数のカウンタアップ順に LED が点灯する動作を確認した。実験回路図を

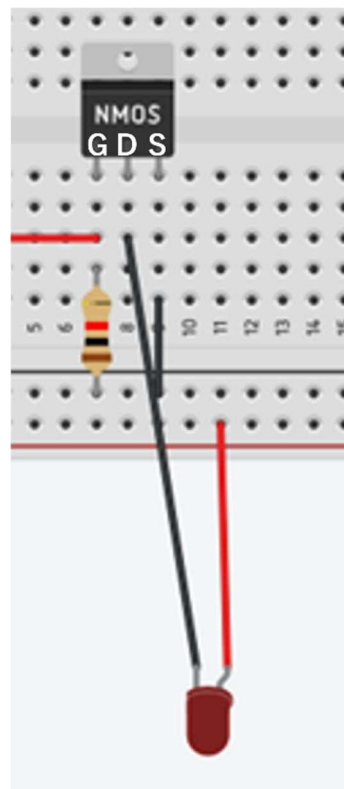


図 3: MOSFET を中心とした回路.

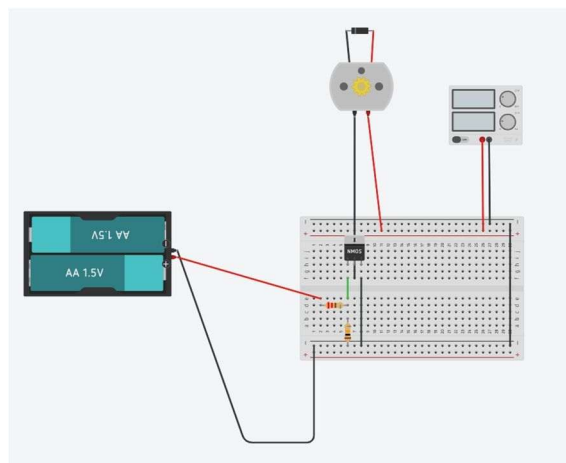


図 4: MOSFET 動作確認回路.

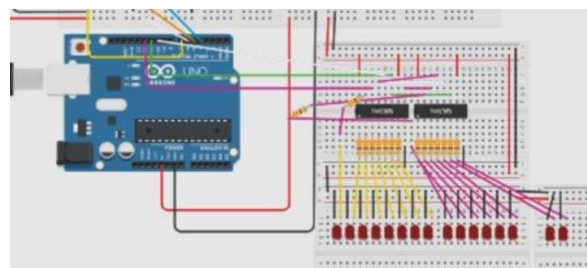


図 5: シフトレジスタ動作確認回路.

図5に示す。Arduinoと2個のシフトレジスタを接続して、シフトレジスタからさらに計16個のLEDを接続した。Arduinoからの信号を受けて、各LEDが順番に光るように設計した。その結果、正常に動作することを確認できた。この時のArduinoプログラム及び動作映像は参考文献<sup>6,7)</sup>にて示す。

## 5. BSOカウンタの製作

### 5.1 構成プログラム

今回1つのArduinoで全ての動作を制御した。主に3つのボタンの状態を読み取り、状況によって、どのような処理をシフトレジスタに施すのかというコンセプトのプログラムである。特に重要なプログラムは以下の1文のプログラムである。

```
digitalWrite(latchPin, LOW);
shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, numberToDisplay);
digitalWrite(latchPin, HIGH);
```

ここでは、本来シフトレジスタをLEDの発光位置はdataピン、clockピン、latchピンの3ピンに電気を流すタイミングによって調整することができる。プログラムの段取りを以下に示す。

1. digitalWrite(latchPin, LOW);  
latchピンには出力無しの状態にする。
2. shiftOut(dataPin, clockPin, MSBFIRST, numberToDisplay);を通してデータ入力を済ませる。このプログラムはdataPin, clockPinに同時に電流が流れたり、clockPinのみ電流を流したりなどの処理をArduino自身で行うためのプログラムである。shiftOutのカッコ内の意味を以下に示す。

dataPin…シフトレジスタのSERが繋がっているArduinoのピン番号が入る。

clockPin…シフトレジスタのSRCLKが繋がっているArduinoのピン番号が入る。

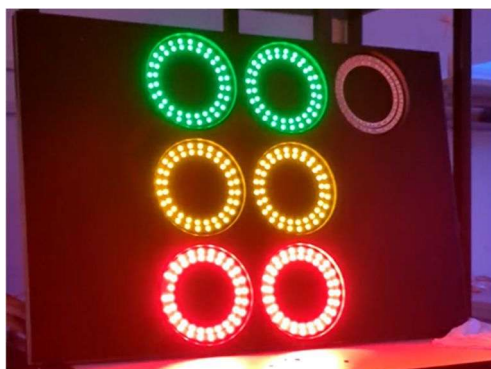


図6: 動作結果.

MSBFIRST…左(上位)から右(下位)にビットを出力という意味である。

numberToDisplay…出力される状態について明記する欄である。例として120を入れた時、2進数で01111000と変換され、8つのLEDは最終的にこの2進数の順番で点灯する。※0は消灯、1は点灯を意味する。

3. digitalWrite(latchPin, HIGH);  
データ送信終了後latchピンへ電流送信することで、シフトレジスタのそれぞれのピンから電気出力される。

完成プログラムを参考文献<sup>8)</sup>にて示す。なお、文字でシフトレジスタの仕組み、操作方法を説明するのは非常に難しいため、シフトレジスタ74HC595の使い方を指とLEDで習得する参考文献<sup>9)</sup>にて理解を進めていただきたい。

### 5.2 動作結果

完成した状態の画像を図6に示す。上から3つの緑色のLED、2つの黄色のLED、2つの赤色のLEDがあり、それぞれボール、ストライク、およびアウトの個数を表示している。それらの点灯状態はボール、ストライク、およびアウトに対応する計3つのボタンで調整できる。実際に動作している映像を参考文献<sup>10)</sup>に示したのでぜひ視聴いただきたい。

## 6. まとめと今後の展望

BSOカウンタを製作した。シフトレジスタやMOSFETを組み合わせることで正常に動作させることに成功した。今回、BSO製作に携わったのは筆者含めて、ほんの一部であるが、ここでの完成に至る過程は、参加者の知識定着のみならず実践的な応用力強化、完成した際の達成感の経験や自信につながる。今後、本プロジェクトを精査して、学科カリキュラム内の座学、実験を補完する新たな教材として発展させる予定である。今後筆者はE-project内にてMOSFET、シフトレジスタに関する講習を行い、より多くの学生に理解を深めてもらう予定である。この教材を通じて、半導体や情報処理に触れる機会を増やし、自ら回路設計、プログラミングを行う技術やそれらを応用できる実践的技術者の素養を養いたい。今後の学生がより幅広い場面で電気の技術を活躍できるよう心から祈る。

### 参考文献

- 1) <https://www.ube-k.ac.jp/>  
宇部高専公式ホームページ 2026年1月9日閲覧
- 2) [https://syllabus.kosen-k.go.jp/Pages/PublicSubjects?school\\_id=36&department\\_id=12&year=2025&lang=ja](https://syllabus.kosen-k.go.jp/Pages/PublicSubjects?school_id=36&department_id=12&year=2025&lang=ja)  
宇部高専 Web シラバス 2026年1月9日閲覧

- 3) <https://magazine.ahuro.com/76412/>  
ビギナーズマガジン 野球の BSO ルールを徹底解説！  
2026 年 1 月 9 日閲覧
- 4) <https://www.allelcoelec.jp/blog/IRFZ44N-MOSFET-Pinout.Arduino-Interface.and-Features.html#1.%20Overview%20of%20the%20IRFZ44N%20MOSFET>  
ALLELCO IRFZ44N MOSFET について  
2026 年 1 月 9 日閲覧
- 5) [https://drive.google.com/file/d/1bKrFJ1ZuMTzfNvPLvEutQtILOw\\_5\\_x7b/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1bKrFJ1ZuMTzfNvPLvEutQtILOw_5_x7b/view?usp=drive_link)  
MOSFET 動作確認動画 2026 年 1 月 9 日閲覧
- 6) [https://drive.google.com/file/d/1iqnwhRcXJMC\\_bMsHv\\_rnNqYQ8j3bJe4c/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1iqnwhRcXJMC_bMsHv_rnNqYQ8j3bJe4c/view?usp=drive_link)  
シフトレジスタ動作確認プログラム 2026 年 1 月 9 日閲覧
- 7) [https://drive.google.com/file/d/18ah0JYh4or3XdWmxUIf9XCROqAN0zDjB/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/18ah0JYh4or3XdWmxUIf9XCROqAN0zDjB/view?usp=drive_link)  
シフトレジスタ動作確認動画 2026 年 1 月 9 日閲覧
- 8) [https://drive.google.com/file/d/1KITbD0LAGBaW9LZdWNX83dJiLORB-R8K/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/1KITbD0LAGBaW9LZdWNX83dJiLORB-R8K/view?usp=drive_link)  
完成形 Arduino プログラム 2026 年 1 月 9 日閲覧
- 9) <https://youtu.be/q22PR8UiYKc?si=TWHiU3TvK8-Y-Kjq>  
【電子工作】シフトレジスタ 74HC595 の使い方を指と LED で習得するシナモン&黒猫師匠動画 2026 年 1 月 9 日閲覧
- 10) [https://drive.google.com/file/d/19bQ80C7TFLyq7601hKYhTGLpXJLktBkv/view?usp=drive\\_link](https://drive.google.com/file/d/19bQ80C7TFLyq7601hKYhTGLpXJLktBkv/view?usp=drive_link)  
完成形点灯映像 2026 年 1 月 9 日閲覧