

電子工学初学者のための音をテーマにした電子工作の取り組み

石橋 孝昭*

Approaches of electronic works on the theme of sound for beginners

Takaaki Ishibashi*

Abstract: This paper reports approaches of electronic works for beginners. Electronic kit designed on the theme of sound can be made at a low cost. Furthermore, the kit can be used with many subjects such as logical circuits, computer engineering, electrical circuits and electronic circuits. It is found that the educational kit of electronics using breadboard and electronic parts is effective for learning electronic circuit.

キーワード：電子工作教材，電子工学，ブレッドボード，音，スピーカ

Keywords：Educational materials of electronic works, Electronics, Breadboard, Sound, Speaker

1. まえがき

電子工学の講義では回路特性や電子部品の特性を解析する内容が多く，そのときに使用される素子の値はすでに与えられていたり，電子回路がすでに配線されていたりしていることが多い。したがって，電子工作を設計するためには，たくさん存在する電子部品から必要な部品を選択しなければならないことや，その電子部品の特性に合わせて回路素子の値を決める必要があることに気付く機会が少ないと思われる。そのため著者らは，電子回路の初学者を対象とした電子回路製作の基礎的な知識を深めるための取り組みを進めており，高い評価を得ている^{(1),(2),(3)}。

本稿では，これまでの取り組みを拡張して，音をテーマにして，電子工学初心者を対象とした回路設計の基礎教育を実施した。音を用いた設計では，メロディ IC をはじめとする IC を利用することが多いため，IC の使い方をデータシートで確認することも実施した。また，圧電スピーカと動電型スピーカの仕組みの違いと，それぞれを利用するときに必要な回路についても実施内容に含めた。

電子部品に関しては一般的で安価であり入手しやすいものを選定した。その結果，ブレッドボード，配線材，電池ボックスを含めて 4000 円以内で購入でき，すぐに工作を始めることができる。また，教材は学生一人に対し一つを揃えることも可能であり，学生が主体的に授業に取り組みるとともに，自宅での自学自習も期待できる。本取り組みは情報通信エレクトロニクス工学科 1 年生のものづくり基礎で実施し，アンケートで学生から高い評価を得られた。

* 情報通信エレクトロニクス工学科
〒861-1102 熊本県合志市須屋 2659-2
Dept. of Information, Communication and Electronic Engineering,
2659-2 Suya, Koshi-shi, Kumamoto, Japan 861-1102

2. 電子回路の設計と製作

電子工学の初学者に電子工学に対する興味を持たせるとともに，回路図の理解や回路の配線に慣れ，簡単な電子回路設計ができることを目指し，音をテーマにした以降の①から⑭の 14 項目の電子回路を考案した。項目を始めから順に実施することで，新しく利用する電子パーツを 1 種類程度になるように工夫した。以降では実施した各内容を示す。

①電子ブザー

【目的】

電源やグラウンドの回路記号に慣れる。
電子部品の極性と動作電圧を知る。

【内容】

簡単に音を鳴らすこのとのできるブザーを使って，回路図を書くことができるようになる。電源やグラウンドなどの回路記号を学ぶ。また，電子部品極性の有無を知り，正しく接続する方法を知る。さらに電子部品を扱うときに必要な動作電圧をデータシートから読み取る方法を学ぶ。

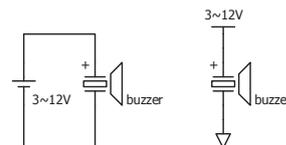


図1 電子ブザーの回路図

②防犯ブザー

【目的】

素子を直列や並列に接続したときの電流量を知る。
電子部品が動作するときに必要な電流量を知る。

【内容】

電子部品の直列接続と並列接続を知る。また、電子部品が動作するときに必要な電流量を知る。電子部品の接続方法によって電子部品を駆動する電流量が不足することを体験する。さらに、電流量が不足することで電子部品が駆動しないことを利用した新たな電子工作を製作する。

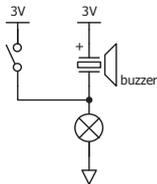


図2 防犯ブザーの回路図

③いらいらぼう

【目的】

- サイリスタの使い方を知る。
- 電子部品の絶対最大定格を知る。

【内容】

半導体を知る。電子部品の絶対最大定格についてデータシートを用いて学び、電圧値や電流値の計算方法を知る。LEDを点灯させる方法を学ぶとともに、電流制限抵抗の値の計算方法、抵抗のカラーコード、ワット数、E系列を学ぶ。

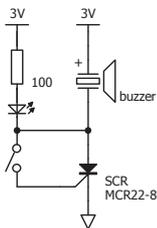


図3 いらいらぼうの回路図

④電子オルゴール

【目的】

- ICの端子を区別する。
- ICの形状とICの回路図記号の書き方を知る。

【内容】

IC (Integrated Circuit) を用いた電子オルゴールの製作を通して、ICの端子を区別して、正しく配線できる方法を知るとともに、ICを用いたときの回路図に慣れる。また、TO (Transistor Outline), SIP (Single Inline Package), DIP (Dual Inline Package) などのICの形状を知る。

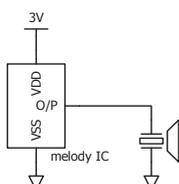


図4 電子オルゴールの回路図

⑤オルゴールの増幅

【目的】

- トランジスタの増幅作用を知る。
- バイパスコンデンサを知る。

【内容】

圧電型スピーカーと動電型スピーカーの違いを知り、トランジスタを用いた簡単な増幅回路を製作して動電型スピーカーを駆動させる方法を知る。また、コンデンサの役割について学ぶとともに、コンデンサに記載された数値から静電容量を確認する方法を知る。

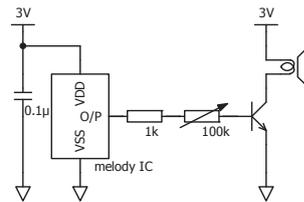


図5 オルゴール増幅回路の回路図

⑥ミュージックボックス

【目的】

- スイッチの回路数や接点数を知る。
- 用途に応じてスイッチを使い分ける。

【内容】

電子回路のスイッチについて、名称、形状、回路数、接点数などを知るとともに、各種スイッチの回路記号を知る。メロディICで製作した回路を利用して実装することを通して、目的に応じたスイッチを選択して回路に組み込む方法を学ぶ。

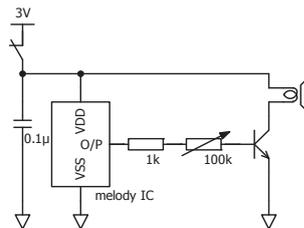


図6 ミュージックボックスの回路図

⑦タイマ回路

【目的】

- 点滅速度や音程を自由に変える方法を知る。
- 可視光の周波数と可聴音の周波数を知る。

【内容】

タイマICを用いたパルスジェネレータの製作を通して、周期、周波数、デューティ比を学ぶ。また、タイマICの出力するパルスの周波数を自由に変更する方法や、そのための設計方法を学ぶとともに、可視光の周波数と可聴音の周波数を体験的に知る。

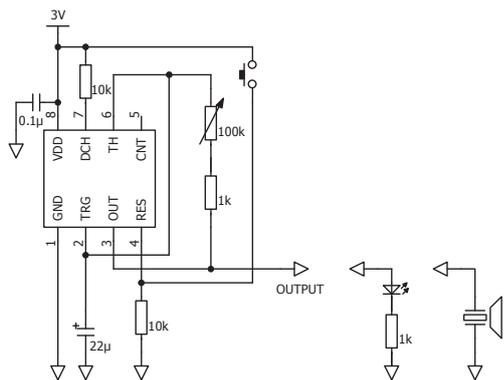


図7 50%デューティサイクル発振器の回路図

⑧電子オルガン

【目的】

周波数を変えて音階を作る。

目的に合わせて理論式から素子値を求める。

【内容】

データシートに記載されている理論式を用いて、目的の周波数となる信号を発生させるための素子値を計算し、電子回路を設計する。抵抗やコンデンサの値で任意の周波数の信号を発生できることを学んだ後、配線を工夫することで、タイマICを用いた電子オルガンを作製する。

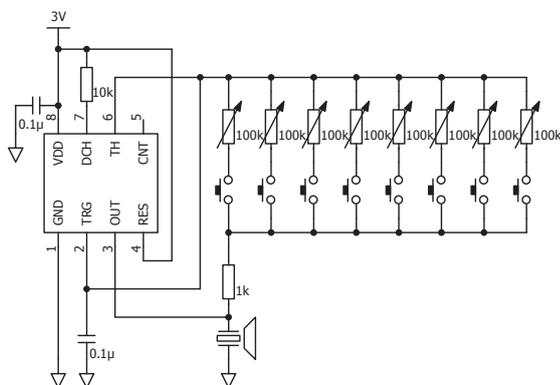


図8 電子オルガンの回路図

⑨光センサ回路

【目的】

電子回路にセンサを組み込む方法を知る。

抵抗による分圧を知る。

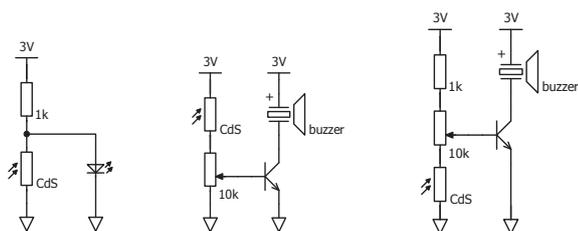


図9 光センサ回路の回路図

【内容】

光の強度によって抵抗値の変化する CdS が光センサとして用いられることを知る。また、それを用いることで、光の強度に依存して分圧されることを学び、明るいときだけや暗いときにだけに動作する回路の原理を知る。さらに、トランジスタのスイッチング作用を学ぶ。

⑩光テルミン

【目的】

光センサを使って回路を制御する。

手を触れずに音階と音量を変化させる楽器を製作する。

【内容】

タイマICを用いた発振器を利用して、周波数を決定するために利用した可変抵抗器を CdS に変更する。また、トランジスタを用いた増幅回路による音量の調整にも CdS を用いて、手を触れずに音階と音量を変化させることのできる楽器を製作する。

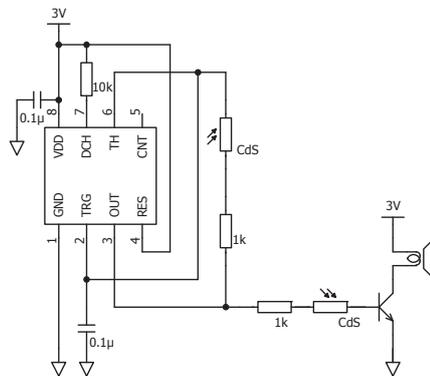


図10 光テルミンの回路図

⑪効果音発生回路

【目的】

データシートを用いて IC の使い方を知る。

タイミングチャートによる IC の動作概要を学ぶ。

【内容】

IC の動作概要について、データシートに記載されているタイミングチャートの読み方を学ぶ。トリガ入力とその応答について学ぶ。また、特定の機能が内蔵されている IC のデータシートから、周辺回路の接続方法を読み取る。

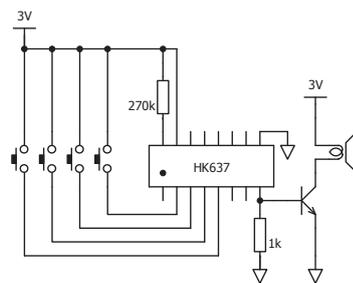


図11 効果音発生回路の回路図

⑫メロディ発生回路

【目的】

プルアップ抵抗，プルダウン抵抗を知る。
真理値表による IC の動作概要を学ぶ。

【内容】

プルアップ抵抗やプルダウン抵抗を用いて，IC にスイッチから入力された信号を送る方法を学ぶ。また，IC の動作概要について，データシートに記載されている真理値表から読み取る方法を学び，電子回路を設計する方法を知る。

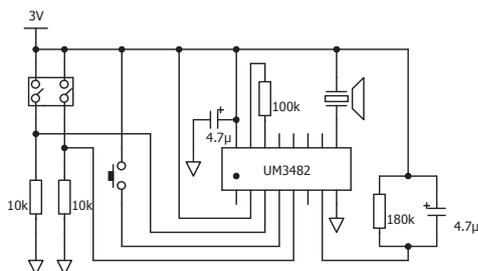


図 12 メロディ発生回路の回路図

⑬サウンドイルミネーション

【目的】

電子パーツを組み合わせて新しい回路を作る。
電圧や電流を意識した設計をする。

【内容】

イルミネーション LED や自己点滅 LED を用いて，音とともに光る回路を作成する。複数の電子回路を組み合わせるときに，電源電圧や電子回路を流れる電流の値を意識して回路を設計する。

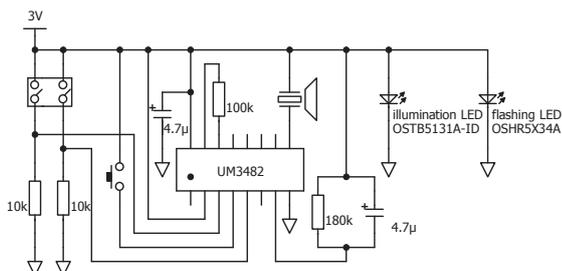


図 13 サウンドイルミネーションの回路図

⑭電子ピアノ

【目的】

マトリクス配線を知る。
ダイナミック制御を知る。

【内容】

15 曲のメロディと 15 個の音階を持つ IC を使った製作を通して，IC に多数の入力をさせるときに，IC の端子数の増加や配線の増加を防ぐために，格子状に接続するマトリクス配線を知る。さらに，マトリクス配線による出力やダイナミック制御について学ぶ。

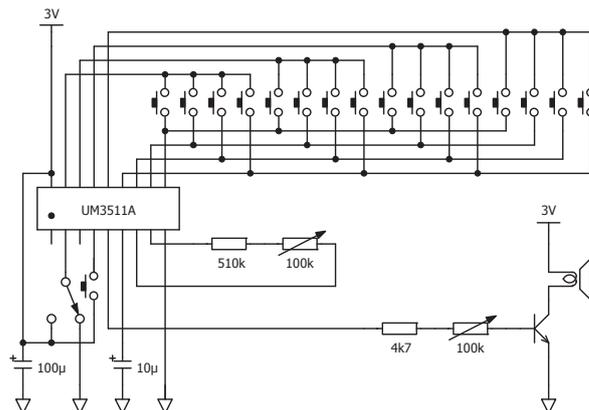


図 14 電子ピアノの回路図

3. 電子工作教材の学習効果

電子工作教材の効果を確認するために，本科 1 年生に対して実施したアンケートの結果を以下にまとめる。実験の項目数は，妥当が 49%，少ないが 33%であった。時間配分については，74%が妥当かやや短いと回答していた。このことから，実験項目数を増やし，もう少し時間をかけて実施すべきと考えられる。個々のテーマに関しては，全てのテーマで達成度や満足度が低い学生は 1 割程度を下回った。最も満足度が低かったテーマは電子ピアノであり，配線が多く難しかったためであると分析している。また，76%の学生から学習効果があると回答があったことから，本取り組みは非常に有効であると判断できた。

4. あとがき

電子回路の初学者を対象として，電子工作に興味を持たせることから，電子回路の設計の基礎や電子回路を組み合わせて新たな回路を作製することまでを盛り込んだ取り組みを実施した。各テーマを一つずつ実施していくことで，初学者が無理なく電子工作の設計ができるように工夫した。今後，本取り組みを広く利用できるようにテキストを作成するとともに実施内容を充実させていく予定である。

(平成 26 年 9 月 25 日受付)

(平成 26 年 12 月 2 日受理)

参考文献

- (1) 石橋孝昭, 葉山清輝: “電子回路学習における講義と実験の一体化の継続的取り組み,” 論文集「高専教育」, 第 36 号, pp. 103-108 (2013)
- (2) 石橋孝昭, 大隈千春, 山崎充裕: “自宅で再現可能な小中学生向け電子工作キットの考案,” 論文集「高専教育」, 第 37 号, pp. 395-400 (2014)
- (3) 石橋孝昭: “電子工学初学者のための光をテーマにした電子工作の取り組み,” 熊本高等専門学校研究紀要, 第 5 号, pp. 27-32 (2013)