

ブレッドボードを使用した電子回路製作の基礎

石田 敬三

静岡大学工学部技術部基盤技術支援室

1. はじめに

簡単な電子回路の試作では半田付けを用いないブレッドボードによる回路製作が一般的になっている。手軽に行えることや、環境問題の面から半田を使わないことが利点である。

今回の研修では電気系はもとより他系統の方々も参加出来るよう、簡単に製作できるキットを用いた。実際に電子回路を組み立てることで個々のパーツについて知り、製作の過程を経験し、回路解析を行うことで、電子回路と電子部品についての理解を深めることを目的とした。研修では市販キットを組み立てたが、重要な項目である部品の測定と考察についてはすべてオリジナルである。

2. 使用した資材について

電子回路キットは秋月電子通商製“ソルダレス・ブレッドボード使用 12 曲オルゴールキット”を用いた。UM3482^[1]は、Bowin 社が製造している電子オルゴール C-MOS IC であり、12 曲を収録し、1 曲、全曲、繰り返しの多彩な演奏モードがある。電源は 1.5V（待機電流 12 μ A）、圧電スピーカ使用において消費電流 約 2mA であり非常に低い消費電力が特徴である。応用例として、おもちゃ、ドア・ベル、オルゴール、メロディ時計、タイマー、電話などに用いられている。図 1 にキットの内容を示す。表 1 はキットの部品リストである。

表1 部品リスト

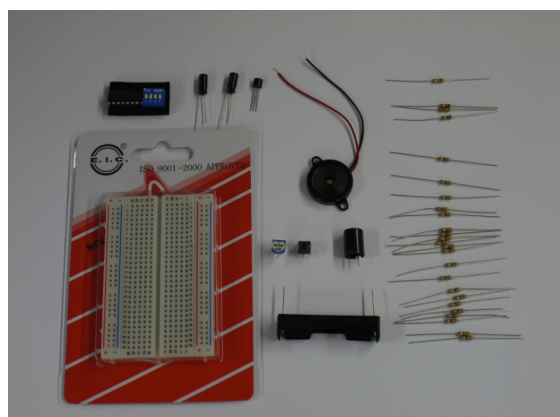


図1 電子オルゴールキット

部品名	仕様	個数
Bowin 社 12 曲メロディ IC	UM3482	1
NPN 汎用トランジスタ	2SC1815	1
炭素皮膜抵抗(1/4W)	100 k Ω	3
炭素皮膜抵抗(1/4W)	180 k Ω	1
炭素皮膜抵抗(1/4W)	0 Ω	21
半固定抵抗	500 k Ω	1
電解コンデンサ	2.2 μ F	1
電解コンデンサ	4.7 μ F	1
インダクタ	100 mH	1
タクトスイッチ	4Pin	1
圧電スピーカ	SPT08	1
電池ホルダ(単四)	1 本用	1
ソルダレスブレッドボード	EIC-801	1
アルカリ乾電池(別売り)	単四	1

デジタルマルチメータ は、Precision Mastech Enterprises Co., LTD. MY68 を使用した。仕様は、大型 LCD、オートレンジ、表示桁数：3999 表示（4000 カウント）、DCV: 1kV max、ACV: 750V max、DCA: 10A max、ACA: 10A max、抵抗: 40M Ω max、キャパシタンス: 200 μ F max、周波数: 200kHz max、ダイオードチェック、導電ブザー、hFE チェック付きである。図 2 はデジタルマルチメータを示す。なお、ワニ口クリップ付配線は自作のため付属品に含まれない。



図2 デジタルマルチメータ

3. 研修の内容について

3.1 測定機器の注意点

デジタルマルチメータの使用についてマニュアルにない注意点を次に述べる。

- テスタ棒は、ワニ口を使うと測定点の固定に便利である。
- マルチメータは、古くなると内部接点の接触不良になることがあるので注意する。
- 電灯線などの電圧測定では電圧が高いので注意して行う。特に測定レンジや、直流、交流の区別など安全面や、測定精度など気を付ける必要がある。
- ケースの保護カバーが有れば落下したときに、本体を保護するので必要である。

3.2 部品の測定

3.2.1 トランジスタの h_{FE} 測定

デジタルマルチメータの h_{FE} 測定機能を使用し、トランジスタ 2SC1815 の h_{FE} （直流電流増幅率）を測定した。マルチメータ中央部右側にあるトランジスタテストソケットへトランジスタの足を挿入して行った。結果として、 $h_{FE}=287$ であった。この値はデータシート^[2]より、GR グレードである。測定の様子を図 3 へ示す。図 4 は、 h_{FE} の説明である。 $I_C=h_{FE} \times I_B$ の関係がある。



図3 h_{FE} 測定

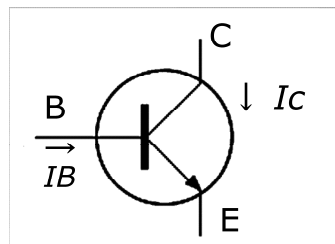


図4 h_{FE} について

3.2.2 抵抗、電解コンデンサの測定

抵抗、電解コンデンサについては、抵抗レンジ、コンデンサレンジにて行った。図5へ抵抗の測定、図6は電解コンデンサの測定の様子である。測定はワニロクリップ付配線を使用した。



図5 抵抗の測定



図6 電解コンデンサの測定

3.2.3 圧電スピーカの測定

圧電スピーカは、圧電セラミックの機械的固有共振現象を利用した小型スピーカであり、容量性の負荷になっている。そのため、マルチメータのコンデンサ測定モードにて測定した。結果、15.2nFの容量が計測された。さらに測定に用いる 1kHz の微弱な音が圧電スピーカから放射された。図7へ圧電スピーカの測定を載せる。

3.2.4 インダクタの測定

インダクタンスの測定は、このマルチメータでは機能がないため出来ないのですが、インダクタの直流抵抗を測定して、導通があることを確認した。インダクタの直流抵抗値は、204Ωであった。図8はインダクタの測定の様子である。



図7 圧電スピーカの測定



図8 インダクタの測定

3.2.5 ブレッドボードについての注意事項

ブレッドボードは、板バネ接点による点接触のため接触不良を起こしやすい。また、使用する周波数は最大 100kHz 程度であり、電流は最大 500mA 程度である。IC を使用する場合はピンの幅が広いためうまく刺さらないため金属板の上などでICのピンを曲げて幅を補正する必要がある。

4. 消費電流の測定

電源と回路の途中にデジタルマルチメータを接続し消費電流を測定した結果、0.69mA であった。この電子オルゴールの消費電力は約 1mW 程度であり、非常に低い消費電力であることが分かった。

5. インダクタの役割について(回路解析)

圧電スピーカは、電圧で駆動されるため電源電圧(Vdd) が 1.5V では十分な音量が得られない。そのため圧電スピーカとインダクタ (100 mH) を並列に接続し共振作用で駆動電圧を大きくしている。図 9 の Vdd-C 間をオシロスコープで観測した波形を図 10 に載せた。インダクタと圧電スピーカの LC 共振(共振周波数 $f_0 \approx 4.1\text{kHz}$)により、駆動電圧(約 3.8Vpp)が生じて圧電スピーカから大きなメロディ音が発生した。インダクタの代わりに 100k Ω の抵抗を接続した場合(図 11)は、駆動電圧が小さい(約 0.8Vpp)ため低い音量である。Vdd-C 間のオシロスコープによる電圧波形を図 12 に示す。

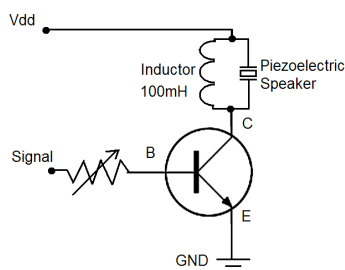


図9 インダクタの役割

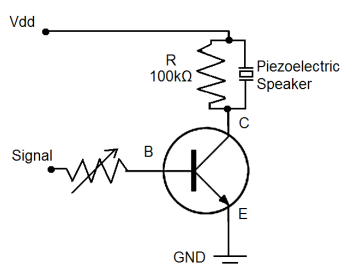


図11 抵抗の場合

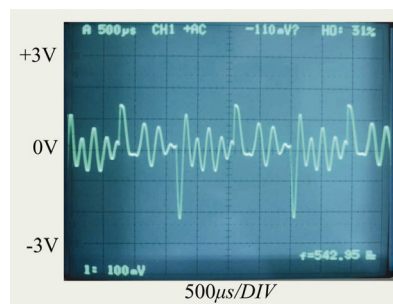


図10 インダクタ時の波形

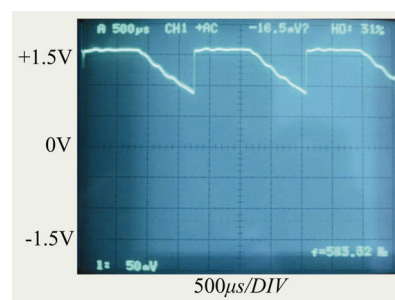


図12 抵抗時の波形

6. まとめ

研修の成果を箇条書きにすれば次の様になった。

- 電子オルゴールキットの製作を通し、デジタルマルチメータによる部品の測定を行なった。
- 電子オルゴール回路の消費電流を測定した。
- 圧電スピーカとインダクタの役割について回路を解析し考察した。
- 電子回路、電子部品とデジタルマルチメータの使用法について理解が深まった。

7. 参考資料

- [1] トランジスタ 2SC1815 データシート, (株) 東芝, (2007) .
[2] UM3481A Multi-Instrument Melody Generator Data Sheet, BOWIN ELECTRONIC CO.

8. 謝辞

今回の研修は、参加者各位の協力により有意義な研修となった。参加された皆様へ感謝する。

参加者: 黒川正明, 深谷 充, 島田和彦, 本山英明, 加藤武則, 吉田博文, 高木廣伸 (敬称略)

(実施日時: 2010 年 9 月 7 日 (火) 13:00~17:00)