

簡易電子オルガンの実装と評価

2015sc063 水谷一郎

指導教員：奥村康行

1 はじめに

最近では電子ピアノやシンセサイザーなど様々な最新電子楽器が開発されている。これらは電子回路が複雑すぎるので作製するのに時間がかかり、部品も多くなるため価格も高くなってしまふ。そこで内部構造が簡単なオリジナルの電子オルガンを作製することにした。

2 関連技術と研究の目的

アナログ回路で作製されている電子楽器として、文献 [1] のヨネミンという楽器や IC555 を使った発振回路などがある。これらは圧電スピーカーを用いて音を出している。これらと本研究との相違点は、圧電スピーカーでは出来ない広い帯域の音を出すためにアンプに対応しているところである。シンプルな構造で音階を再現することでオルガンに近づけることを目的とする。

3 自作電子オルガンの全体構成

今回作る電子オルガンはスイッチ、発振回路、増幅回路、スピーカーから構成される。簡単な一連の流れを図 1 に示す。スイッチ（鍵盤）を押すと発振回路を経由して、アンプで電気を増幅させて、スピーカーで出力させる。



図 1 自作電子オルガンの全体構成

鍵盤の数は 1 オクターブ 12 音 + ド (C6) を作り、鍵盤一つ一つに発振回路をつける。基準の周波数は 880Hz とする。

4 作製回路

自作電子オルガンの全体像の流れを説明したので、作製した発振回路と増幅回路の説明をする。

4.1 発振回路

作製した発振回路を図 2 に示す。スイッチはプッシュスイッチを使う。発信回路は IC555 を使った発振回路で可変抵抗を取り付けることで抵抗の値を変えることができる。可変抵抗の値を変えることによって音の高さを変えることができる。参考にした回路では可変抵抗を使用していたが電子オルガンでは頻りに抵抗値を変えることがないので半固定可変抵抗にし、圧電スピーカーからアンプとスピーカーに対応できるようにした。IC555 は ON/OFF を繰り返すタイマ IC である。これを使うことで、矩形波の発振器を作れる。少ない種類の部品で簡単に作ることを優先しているので綺麗な矩形波ではない。

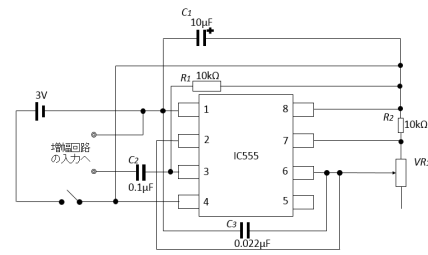


図 2 IC555 を使った発振回路 [1]

4.2 増幅回路

作製した増幅回路を図 3 に示す。この回路は電流帰還バイアス回路を用いた小信号増幅回路である。使用するトランジスタは 2SC1815 である。直流電源 9V であり、その他の材料は抵抗 (100kΩ, 15kΩ, 5.6kΩ, 1.2kΩ), 電解コンデンサ (10µF 2 個, 470µF), ブレッドボードであるので簡単に作製が出来る。

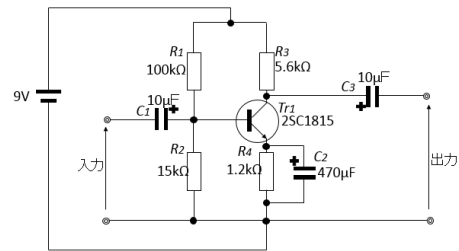


図 3 増幅回路 (アンプ) [2]

4.3 自作電子オルガンの完成図

上の二つの回路から作製された電子オルガンを図 4 に示す。



図 4 自作電子オルガン

5 評価

ここでは発振回路の可変抵抗の値の変化で周波数がどのような変化をするかを評価する。具体的にはまず、理論式

によってそれぞれの設計周波数の時の可変抵抗の値を求め、理論値の時に自作電子オルガンが出す音の周波数を計測する。次に自作電子オルガンが出す音の周波数を設計周波数と同じにして可変抵抗の値を計測する。測定環境は図5に示す。可変抵抗 VR_1 [k Ω] の理論値は、設計周波数 f [Hz]

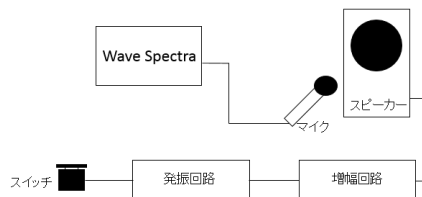


図5 測定環境

と、固定抵抗 R_2 [k Ω] の抵抗値と、電解コンデンサ C_3 [μ F] によって求められる。

$$VR_1 = 1.44/2 \times f \times C_3 - R_2/2 \quad (1)$$

となる。[4]. 設計周波数 f [Hz] は、

$$f = 880 \times 2^{d/12} \quad (2)$$

で求める。 d は整数である [3]. 設計周波数と発振回路の可変抵抗 VR_1 の理論値のグラフを図6、図7に示す。

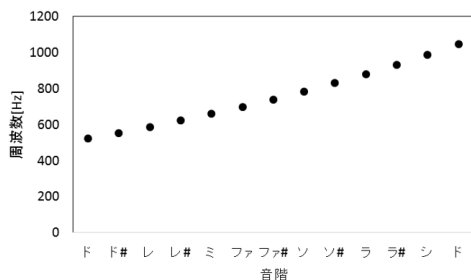


図6 設計周波数の理論値

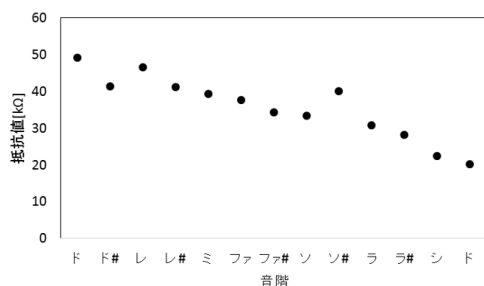


図7 可変抵抗 VR_1 の理論値

5.1 可変抵抗の値が理論値の時の周波数

発振回路の可変抵抗の抵抗値を理論値通りにして、スピーカーから出る音をマイクで音を録り WaveSpectra で測定した。周波数について設計値と測定値の比較を図8に示す。

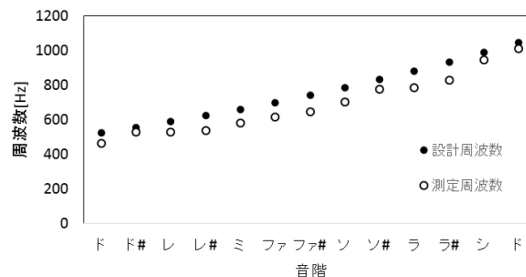


図8 周波数について設計値と測定値の比較

可変抵抗が理論値の時の周波数は右肩上がりになっていることがわかるがすべての音が設計周波数よりも低くなった。

5.2 周波数が設計値の時の抵抗 VR_1 の抵抗値

WaveSpectra を起動したまま自作電子オルガンのスイッチを押し続け、抵抗 VR_1 のつまみを回して出ている音の周波数が設計周波数と同じになるようにする。その時の抵抗 VR_1 の値をデジタルテスターを使って測定した。抵抗 VR_1 の理論値と測定結果の比較を図9に示す。



図9 抵抗について理論値と測定値の比較

自作電子オルガンを設計周波数通りになるようにしたときの抵抗値は理論値より小さくなった。音が高くなるにつれて抵抗値が低くなっていくことが分かる。

6 終わりに

本研究では調律を手探りで進めたためスイッチを二つ以上押した時に生じる音割れの改善や理論値と実測で違いが出る原因を見つけることが今後の課題となる。

参考文献

- [1] 米本実, “楽しい電子楽器 自作のススメ,” pp.219-230, 株式会社オーム社, 東京, Nov 2008.
- [2] 高木茂孝, 鈴木憲次, “電子回路概論,” pp.86-93, 実教出版株式会社, Sep 2015.
- [3] TOM's Web Site, “音階周波数,” <http://tomari.org/main/java/oto.html>, July 2018.
- [4] Let's Try 電子マスカット, “タイマ IC555 発振回路,” <http://www.zea.jp/audio/schematic/scfile/018.htm>, June 2018.