

# 汎用ロジック IC を用いた電子オルゴールの設計 および電子部品を用いた視覚体験提供の提案

@yskcon

<http://yskcon.o-oi.net/>

## 1. 概要

近年、電子工作ではプログラミング可能なマイコンコンピュータ(マイコン)を使用することが多くなっている。本研究ではマイコンを用いず、汎用ロジック IC で電子オルゴールを作成することで、今日の高度化されたコンピュータについて考察を行った。また、ダイオードを効果的に用い、人の目に触れる機会の少ない電子部品をあえて全面に押し出すことで、これらの電子部品の重要性および可能性を提示した。

## 2. 回路

本回路はスイッチを押下することにより動作を開始し、32音の矩形波の単音を順次出力する。本回路は以下の3つの部分により構成される。

### 2.1 カウンタ部

カウンタ部はスイッチの押下により動作を開始し、ダイオードマトリクス部への入力を行う。

スイッチを押下するとシュミットトリガ NAND(74HC132)による発振回路の動作が開始し、4bit カウンタ(74HC393)にクロックが送られる。カウンタは2回路が直列に接続されており、下位 4bit は 4-16 デコーダ(74HC154)2 つに並列に送られ、その 1 つ上の bit でデコーダのうち 1 つを選択する。これにより、カウンタによるカウントアップによってデコーダ 2 つの計 32 出力のうち 1 出力のみが L になる。デコーダの出力はダイオードマトリクス部に接続されている。カウンタの値が 32 になると発振回路が停止し、動作が終了する。

### 2.2 波形生成部

波形生成部はダイオードマトリクス部の出力に対応した周波数の矩形波を出力する。

基準周波数として、シュミットトリガ NAND による発振回路から 12bit カウンタ(74HC4040)にクロックが入力される。カウンタの出力のうち 8bit とダイオードマトリクス部の出力 8bit は XOR(74HC86)および 13 入力 NAND(74HC133)により比較が行われ、一致した場合はカウンタがリセットされる。リセットと同時に D フリップフロップ(74HC74)にパルスが送られ、この出力から矩形波が出力される。なお、カウンタ部が動作していない場合は D フリップフロップがクリアされるため、出力は行われない。

### 2.3 ダイオードマトリクス部

ダイオードマトリクス部はダイオードのみから構成されており、メロディの情報が記録されている。この部分はピンヘッダを用いて他の部分と接続されているため、交換することで別のメロディを再生することが可能である。

回路は 32 入力であり、L になった箇所に対応した 8bit の値を出力する(図 1)。各ダイオードは入力側にカソードが、出力側にアノードが接続されており、出力側はプルアップされている。入力が L になった場合、その箇所に接続されているダイオード(図 1, 丸で囲まれている箇所)で電圧降下が起こり、アノード側の電圧が L レベルまで低下する。

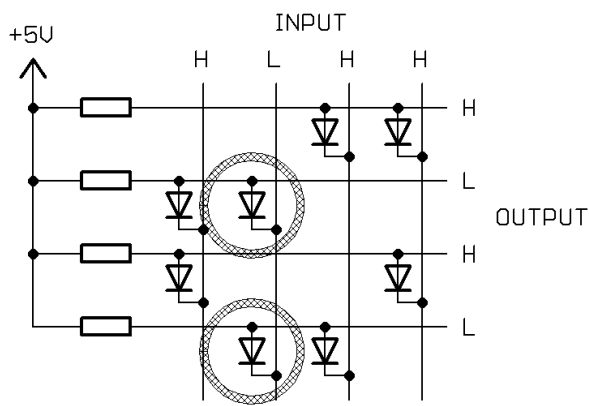


図 1. ダイオードマトリクス(4入力4出力)

本回路はダイオードの配置を工夫し、工大祭のマスコットキャラクターであるテックちゃんの横顔に見えるようにした(図 2).

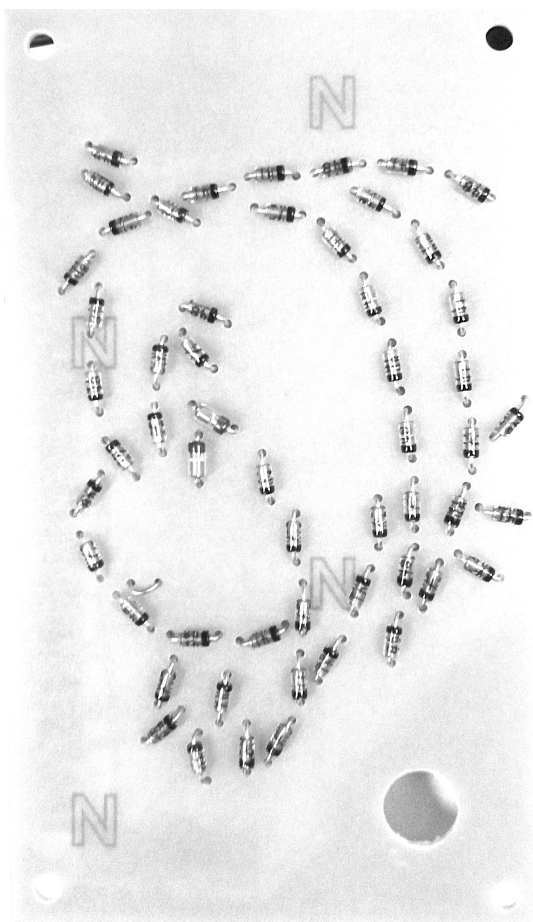


図 2. 作成したダイオードマトリクス

### 3. 回路の作成

#### 3.1 回路の設計

回路は EAGLE を用いて設計した.

EAGLE では, EAGLE のデータ構造にアクセスし, 多様な出力ファイルを作成することのできる EAGLE User Language<sup>[1]</sup>を利用することができる. これは User Language Program(ULP)として記述, 実行される. 本研究では, ダイオードマトリクス部の作成に際して, 作業の効率化および手作業によるミスの防止のためにダイオードマトリクス回路を作成する ULP を作成した. この ULP は回路図(Schematic)編集画面で実行するとテキスト形式の 2 進数データとその長さを入力としてそれに対応したダイオードマトリクス回路を作成し, 基板図(Board)編集画面で実行すると x, y 方向の間隔を入力として回路図と同じ位置関係でダイオードを整列させる.

#### 3.2 基板の作成

基板は某所の基板切削機を用いて作成した.

### 4. 考察

本回路の作成により, 汎用ロジック IC を用いて高度な機能を持つデジタル回路を作成することはあまり好ましくないことが分かった.

電子部品の重要性およびテックちゃんのかわいさを提示するという点においては, 本研究は有意義であったといえる.

本研究の発展課題としては, 2 進数データと画像を入力としてその画像のように視認できるダイオードマトリクスの回路を自動で生成するプログラムの作成が挙げられる.

#### 参考文献

[1] CadSoft(2013), "ulp640\_en.pdf",

<http://www.cadsoftusa.com/downloads/documentation>

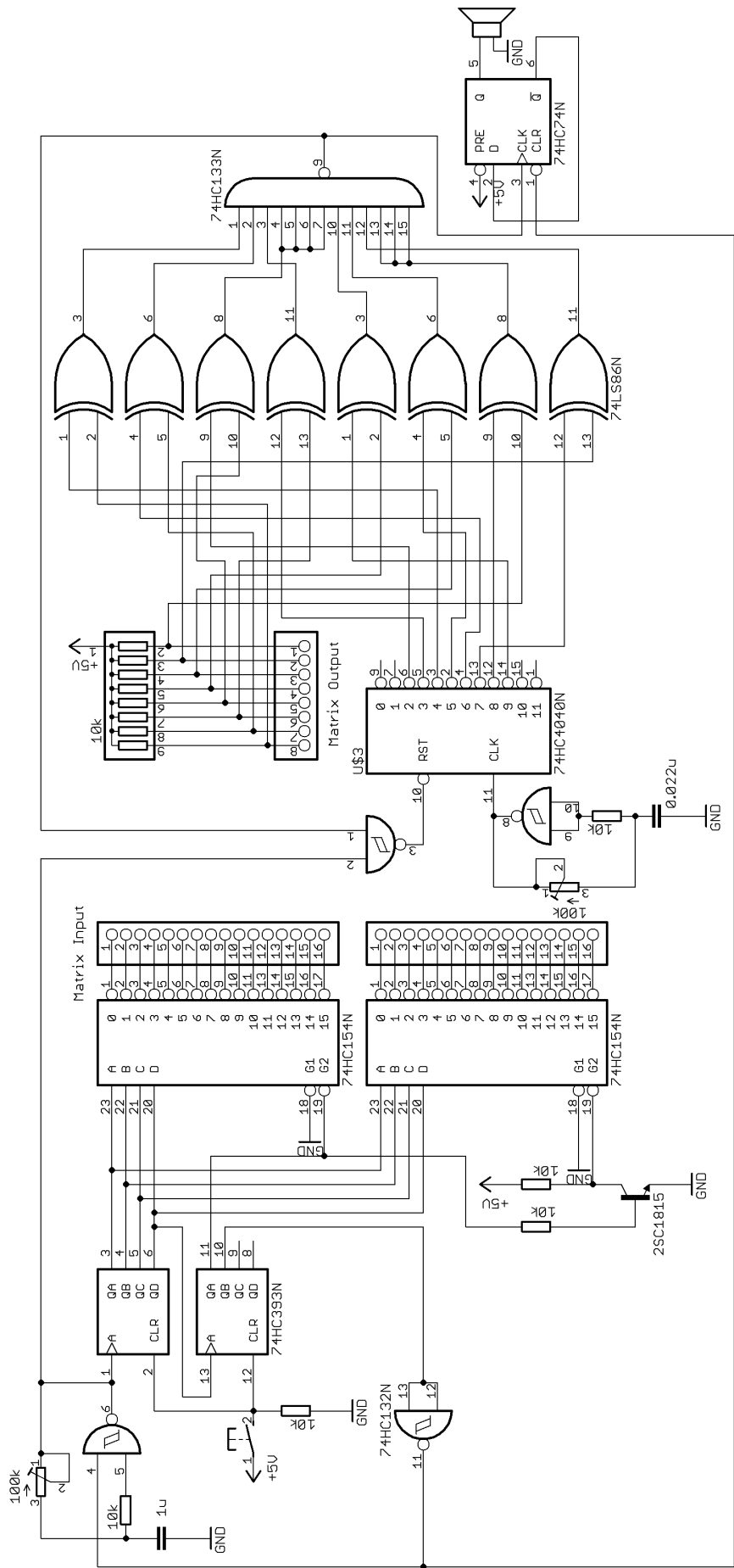


図 3. 回路図(ダイオードマトリクス部は省略)