

アナログ回路で

スペクトラムアナライザ作ってみた

野田康平

1. 概要

音楽をリアルタイムで周波数領域に分解し、LED のディスプレイに表示します。マイコンや PC などを用いてフーリエ変換の計算をしているのではなく、ディスプレイ部分も含めてすべてアナログ回路だけで構成しているのが本作品の特徴です。

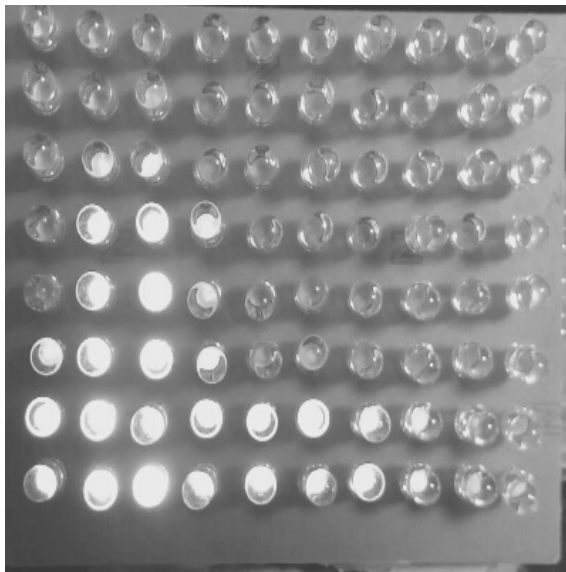


図 1 アナライザ動作時の様子

スペクトラムアナライザとは

スペクトラムアナライザとは、波を入力すると横軸に周波数、縦軸にその強度を表示する機器です。本来は波形を分析するための測定機器ですが、波形として音楽を入力すれば、音や歌のリズムに合わせてびよこびよこ動く何かが観測できて楽しいという訳です。

2. 原理

2.1 周波数分離部分

音声の波形を周波数ごとに分離する手段としてバンドパスフィルタを用いている。複数のバンドパスフィルタを通過帯域の低い順に並べ、出力電圧を LED 表示部分に送る。バンドパスフィルタは図「」に示す回路で構成した。「」はオペアンプをもちいたアクティブ・バンドパスフィルタである。

低域遮断周波数

$$f_{\text{low}} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1}$$

高域遮断周波数

$$f_{\text{high}} = \frac{1}{2\pi R_2 C_2}$$

通過帯域におけるゲイン

$$G = \frac{R_2}{R_1}$$

となる。

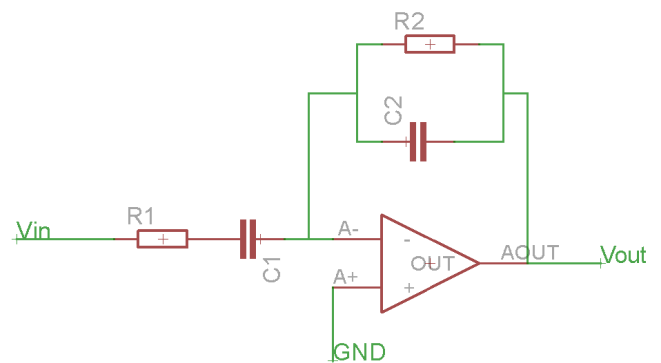


図 2 バンドパスフィルタ

実際の設計では、通過帯域はピアノのドから次のドまでの音域をとった。例えば、一番低いドである音名 C0 のドは周波数 16.35Hz、それより 1 オクターブ高い音名 C1 のドは 32.70Hz、さらにその上の音名

C2 のドは周波数 65.41 であるので、フィルタ 1 の低域遮断周波数=16.35Hz、高域遮断周波数=32.70Hz、フィルタ 2 の低域遮断周波数=32.70Hz、高域遮断周波数=65.41Hz・・・といった具合に決めた。

また、すべてのフィルタで $G=5$ [倍] とした。

2.1 LED 表示部分

表示部分は縦 8 列の LED 列が、横に 10 列並んだ構造である。列ごとに、異なる通過帯域を持つバンドパスフィルタに接続され

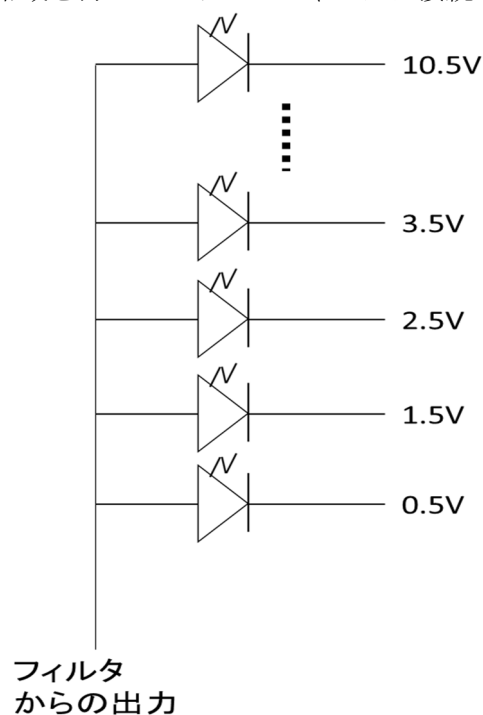


図 3 LED ディスプレイ 1 列の回路

LED はアノード(プラス側端子)の電圧が、カソード(マイナス側端子)の電圧よりも高い時のみ光を出し、低い時には導通せず光を出さない。したがって図「」において、フィルタの出力電圧が 0V のとき発光する LED は 0、1V のとき発光する LED は下の一つ、2V のとき発光するのは下の二

ており、各フィルタの出力電圧に応じて、光る LED の個数が変化する。つまり、例えば各フィルタの出力電圧が 0V のとき LED は光らない、1V のとき下 1 つの LED が、2V のとき下 2 つの LED が光る、という動作をする。

この操作を実現する回路の概略図が図「」である。LED のアノード電圧を列ごとに共通にして、カソード電圧を下の LED は低く、上の LED は高くなるように設定している。

つ・・・という動作をすることになる。