

照度変化認識装置の試作 –音階出力タイプ感光器–

金塚 敦（北陸先端科学技術大学院大学 院生），金田幸裕（茨城県立盲学校）
荒川美智子（茨城県立盲学校），佐々木孝浩（茨城県立盲学校）
國分義典（茨城県立盲学校），榊 守（茨城大学）

1. はじめに

感光器は、視覚に支援の必要な方が明暗を判別するために使用する装置であり、照度に比例した周波数の音出力される。視覚特別支援学校の算数や理科の授業では、水位の測定や液体の色変化の認識など多目的に使用されている。

我々は照度を音階で知らせることができ、さらに屋外でもフィルターを用いずに照度の変化を認識できるようにするために、分解能の切り替えができる感光器を試作したので報告する。

2. 感光器の構成

試作した感光器のブロック図を図1に示す。照度センサから出力される電圧は、照度に比例する。屋外での照度は $100\text{k}\text{lx}$ を超え、屋内での照度は $1\text{k}\text{lx}$ 程度である。したがって、屋外照度を基準にとって、そのまま屋内照度を測定した場合、出力電圧が小さすぎるため、その電圧を処理できない。そこで、出力電圧に対数変換を施した。これにより照度と屋外照度を同スケールで読み取ることが可能になり、屋外照度と屋内照度の範囲を計測することが可能となる。

試作した感光器は、照度を可聴領域の20段階の音階で表現している。そのため、屋内と屋外の照度の全領域を表現できるようにすると計測精度が低くなる。そこで、感光器の使用環境が屋内・屋外の判別を行うための基準照度スイッチを感光器本体に設置した。

本研究で製作した感光器の外観と内部を図2に示す。照度センサ部は図3に示した

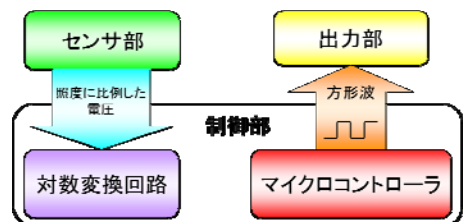


図1 ブロック図

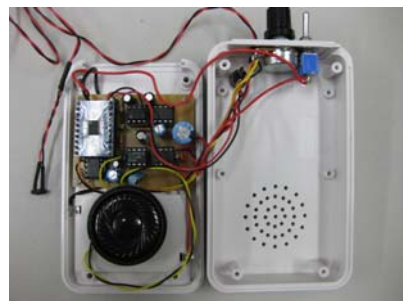
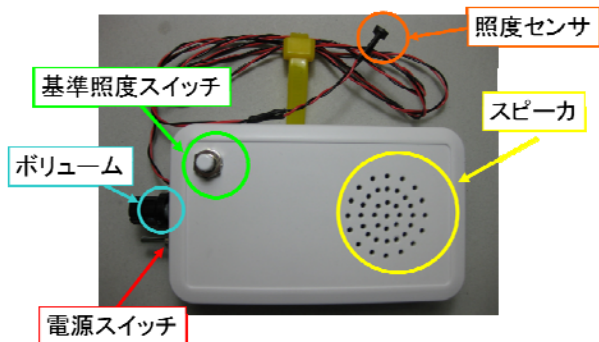


図2 試作感光器の外観と内部

ように指先にマジックテープで取り付けることができる。

図4に試作した感光器の回路図を示す。制御部にはルネサス R8C/29 マイクロコントローラー、基準電圧を出力するツェナーダイオード、使用者が操作するプッシュスイッチ (SW1) で構成される。なお、制御プログラムは R8C 用 C コンパイラを使用した。センサ部では、Si フォトダイオード S1133 の出力電流を、オペアンプ LMC6482 を使用した電流-電圧変換回路を用いて電圧に変換し、ログアンプ AD8307 を使用して電圧の対数変換を行った。AD8307 からは 負の電圧が出力されるので、両電源オペアンプ TL072CP にて、正の電圧へ変換した。出力部は制御部から出力された方形波を、オーディオアンプ LM386 で増幅し、スピーカーで音階を出力する。スピーカーの音量は、信号の入力前段にある可変抵抗で調整することができる。より大きな音量が必要な場合、可変抵抗と直列に接続されている 100k Ω 以下にすることで可能となる。

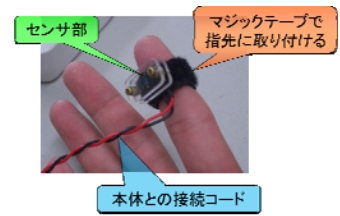


図3 照度センサ部

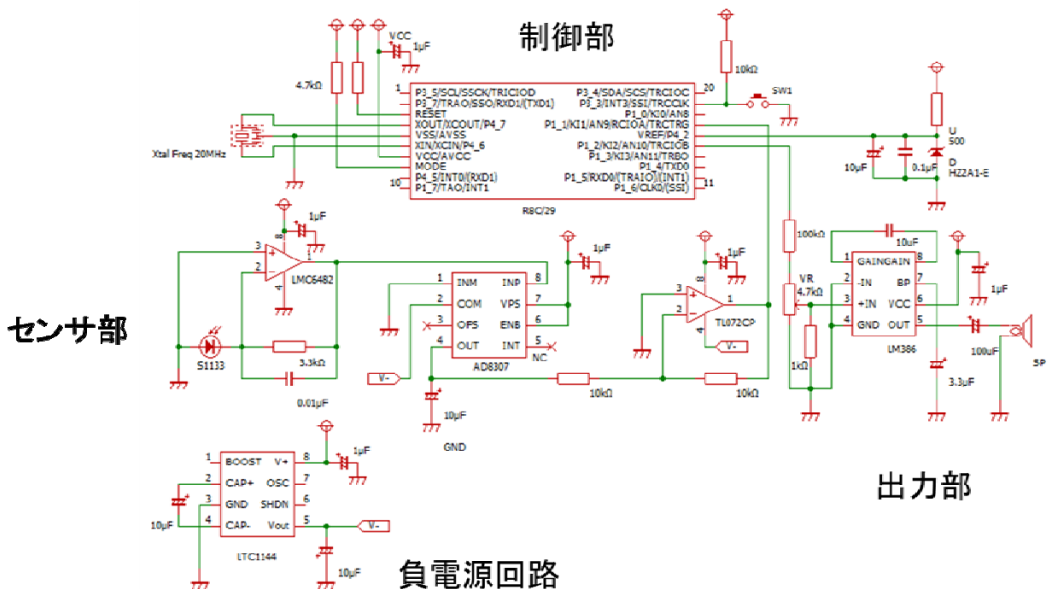


図4 全回路図

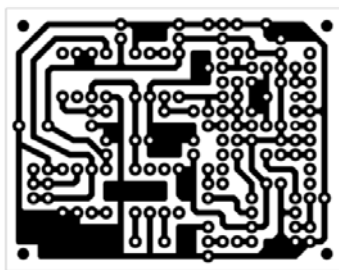


図5 基板パターン

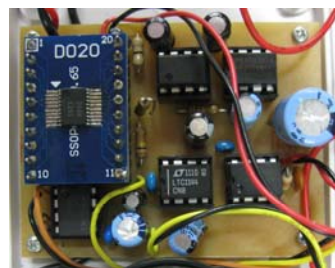


図6 実装図

図 5 に基板パターン図，図 6 に実装図を示す。PCB エディタを使用してプリント基板のパターンを設計し，ポジ感光基板 NZ-10PK 上に部品を実装した。

使用した部品一覧を表 1 に示す。部品は汎用品で入手の容易なものを使用した。部品の合計は¥4,538 となった。

表 1 部品一覧

部品名	製造会社名	個数	価格 (円)
LC 型ハンドタイププラスチックケース (LC115H-F3-W)	TAKACHI	1	850
クイックポジ感光基板 (NZ-10PK)	サンハヤト	1	380
R8C/29 マイクロコントローラー	ルネサスエレクトロニクス	1	300
SOP→DIP 変換基板	ダイセン電子工業	1	110
押ボタンスイッチ	ミヤマ電器	1	111
8pin DIP ソケット	Neltron Industrial	5	50
丸ピンフレーム 1*20		1	50
セラロック 20MHz (CSTLS20M0X51)	村田製作所	1	40
Si フォトダイオード(S1133)	浜松ホトニクス	1	450
オーディオ用オペアンプ(LM386)	National Semiconductor	1	50
2 回路入りオペアンプ(LMC6482)		1	150
2 回路入り両電源オペアンプ(TL072CP)	Texas Instruments	1	68
ログアンプ(AD8307)	Analog Devices	1	1000
電圧コンバータ(LTC1144)	Linear Technology	1	300
ツェナーダイオード(HZ2A1-E)	ルネサスエレクトロニクス	1	20
スピーカー(k36wp)	Visaton	1	360
カーボン抵抗 1/4 W 1k Ω	KOA	1	1
カーボン抵抗 1/4 W 10k Ω		6	6
カーボン抵抗 1/4 W 100k Ω		1	1
カーボン抵抗 1/4 W 3.3k Ω		1	1
可変抵抗(ボリューム) 4.7k Ω	Supertech Electronic	1	100
積層セラミックコンデンサ 0.01 μ F 50V	村田製作所	1	10
積層セラミックコンデンサ 0.1 μ F 50V		1	10
電解コンデンサ 1 μ F 25V	ルビコン	6	60
電解コンデンサ 10 μ F 25V		5	50
電解コンデンサ 100 μ F 25V		1	10
電解コンデンサ 3.3 μ F 25V		1	10
			計 4,548

3. 視覚特別支援学校における検証

試作した感光器を茨城県立盲学校にて検証した。屋外では日陰と日向では音階が変化し、生徒は日陰の位置を特定することができた。屋外など持ち運ぶ際には丁度よい大きさであり、操作も単純でわかりやすいという意見があった。

屋内使用に際しては、試験管内の水の高さを識別することが難しく、溶液中とそうでない部分の照度の差は、周囲の照度および光源の位置が強く影響した。フォトダイオードの出力電圧が $500\mu\text{V}$ 程度しか変化しない場合もあれば、 50mV 以上変化する場合もあった。AD 変換値の変動が大きい場合、プログラムを改良することで聞き取り易い音階出力に工夫したい。

参照データシート Web ページ

- 1) 「R8C/29 グループドキュメント」 ルネサスエレクトロニクス

<http://japan.renesas.com/products/mpumcu/r8c/r8c2x/r8c29/Documentation.jsp>

- 2) データシート：「HZ シリーズ」 ルネサスエレクトロニクス

<http://www.technobase.jp/eclib/OTHER/DATASHEET/hzxx.pdf>

- 3) データシート：「S1087/S1133 シリーズ」 浜松ホトニクス

http://jp.hamamatsu.com/resources/products/ssd/pdf/s1087_etc_kspd1039j01.pdf

- 4) データシート：「LMC6482」 National Semiconductor

<http://www.ti.com/lit/ds/symlink/lmc6482.pdf>

- 5) データシート：「TL07x」 TEXAS INSTRUMENTS

<http://www.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/tl072.pdf>

- 6) データシート：「AD8307」 ANALOG DEVICES

<http://akizukidenshi.com/download/AD8307A.pdf>

- 7) データシート：「LTC1144」 LINEAR TECHNOLOGY

<http://cds.linear.com/docs/Datasheet/lt1144.pdf>