

**低消費電力オペアンプ
TC75S102F 応用回路**

デザインガイド

RD229-DGUIDE-01

東芝デバイス&ストレージ株式会社

目次

1. はじめに	3
2. 使用部品	4
2.1. オペアンプ TC75S102F.....	4
2.2. 低ドロップアウトレギュレーター (LDO) TCR3UF20A	5
2.3. ショットキーバリアダイオード 1SS389.....	5
2.4. ツエナーダイオード CEZ5V6	5
2.5. N-ch MOSFET SSM3K15AFU.....	6
3. 仕様とブロック図	7
3.1. 仕様.....	7
4. 回路設計	8
4.1. 光センサー回路 (回路 A1、A2、A3).....	8
4.1.1. 電源回路	8
4.1.2. I-V 変換回路.....	9
4.1.3. 無安定マルチバイブレーター回路.....	9
4.1.4. LED 駆動回路.....	11
4.2. 圧力センサー回路 (回路 B1、B2、B3).....	12
4.2.1. ボルテージフォロワー回路	12
4.3. 音センサー回路 (回路 C1、C2、C3).....	13
4.3.1. アンプ回路	13
4.3.2. DC サーボ回路	13
4.4. 動作時間の試算 (回路 A1 の場合)	14
5. PCB 設計	15
5.1. 部品配置例	15

1. はじめに

本デザインガイドでは低消費電力オペアンプ TC75S102F 応用回路（以下、本デザイン）の設計に関して説明します。

本デザインでは低消費電力オペアンプ [TC75S102F](#) を使用して各種機能を実現しています。電源端子への逆流防止用にショットキーバリアダイオード [1SS389](#)、過電圧保護用にツェナーダイオード [CEZ5V6](#)、LED 駆動用に [SSM3K15AFU](#)、電源 IC として低ドロップアウト（LDO）レギュレーター [TCR3UF20A](#) を使用しています。

2. 使用部品

2.1. オペアンプ TC75S102F

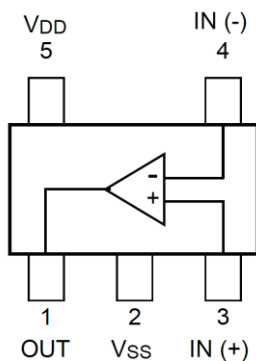
本デザインでは各種回路にて東芝製オペアンプ [TC75S102F](#) を使用しています。TC75S102F は超低消費電流を特長とする CMOS オペアンプです。IoT 機器を代表とするセットの長時間駆動に最適です。

TC75S102F の特長は以下の通りです。

特長

- 入出力フルレンジ (入出力 Rail to Rail)
- 超低消費電流 0.27 μA (標準) @ $V_{\text{DD}} = 1.5\text{ V}$
- 低入力オフセット電圧 1.3 mV (最大) @ $V_{\text{DD}} = 1.5\text{ V}$
- 低電源電圧からの駆動が可能 $V_{\text{opr}} = 1.5\text{ V to } 5.5\text{ V}$

外観と端子配置 (top view)



2.2. 低ドロップアウトレギュレーター (LDO) TCR3UF20A

本デザインでは電源回路にて低ドロップアウトレギュレーター (LDO) [TCR3UF20A](#) を使用しています。TCR3UF20A は低消費電流を特長とする LDO です。IoT、モバイル機器を代表とするセットの長時間駆動に最適です。

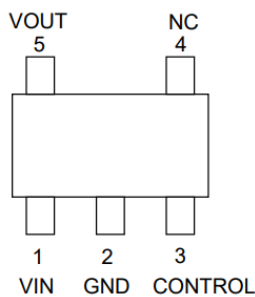
TCR3UF20A の特長は以下の通りです。

特長

- 超低消費電流 0.34 μA (標準) @ $I_{\text{OUT}} = 0 \text{ mA}$
- 高速負荷応答 $-51/+36 \text{ mV}$ @0.8 V 出力、 $I_{\text{OUT}} = 1 \text{ mA} \Leftrightarrow 50 \text{ mA}$
- 高リップル圧縮度 R.R. = 70 dB (標準) @0.8 V 出力
- 過電流保護機能・過熱保護機能・オートディスチャージ機能・突入電流抑制回路搭載

外観と端子配置 (top view)

SMV(SOT-25)(SC-74A)



2.3. ショットキーバリアダイオード 1SS389

本デザインでは電源回路にてショットキーバリアダイオード [1SS389](#) を使用しています。低 V_F (順方向電圧) を特長としています。1SS389 の特長は以下の通りです。

特長

- 2 端子小型パッケージ (ESC, SOD-523:1.6 x 0.8 x 0.6 mm) 搭載
- 順方向電圧が低い $V_F = 0.23 \text{ V}$ (標準) @ $I_F = 5 \text{ mA}$

2.4. ツェナーダイオード CEZ5V6

本デザインでは電源回路にてツェナーダイオード [CEZ5V6](#) を使用しています。過電圧保護用に最適です。CEZ5V6 の特長は以下の通りです。

特長

- 2 端子小型パッケージ (ESC, SOD-523:1.6 x 0.8 x 0.6 mm) 搭載
- ツェナー電圧 $V_Z = 5.6 \text{ V}$ (標準) @ $I_Z = 5 \text{ mA}$

2.5. N-ch MOSFET SSM3K15AFU

本デザインでは LED 駆動回路にて N-ch MOSFET [SSM3K15AFU](#) を使用しています。ロードスイッチ用途などに最適です。SSM3K15AFU の特長は以下の通りです。

特長

- 小型パッケージ (USM, SOT-323:2.0 x 2.1 x 0.9 mm) 搭載
- オン抵抗が低い $R_{DS(ON)} = 3.6 \Omega$ (最大) @ $V_{GS} = 4 V$
 $R_{DS(ON)} = 6.0 \Omega$ (最大) @ $V_{GS} = 2.5 V$

3. 仕様とブロック図

3.1. 仕様

表 3.1 に本回路の主な仕様、図 3.1 にブロック図を示します。

表 3.1 回路仕様

回路名称	搭載センサー	充電電源	オペアンプ 1 (OP1) 機能	オペアンプ 2 (OP2) 機能	動作
A1	光センサー (フォトダイオード)	USB Type-C® 太陽電池	I-V 変換回路	(未使用)	センサー検知にて LED 点灯
A2				無安定 マルチバイブレーター 回路	センサー検知量によって LED 点滅周期変化
A3					
B1	圧力センサー (高分子厚膜フィルム)	USB Type-C® 太陽電池	ボルテージフォロアー 回路	(未使用)	センサー検知にて LED 点灯
B2				無安定 マルチバイブレーター 回路	センサー検知量によって LED 点滅周期変化
B3					
C1	音センサー (MEMS マイク)	USB Type-C® 太陽電池	アンプ回路	(未使用)	センサー検知にて LED 点灯
C2				DC サーボ回路 (オフセットキャンセル)	センサー検知にて LED 点灯 (オペアンプオフセットキャンセル DC サーボ機能つき)
C3					

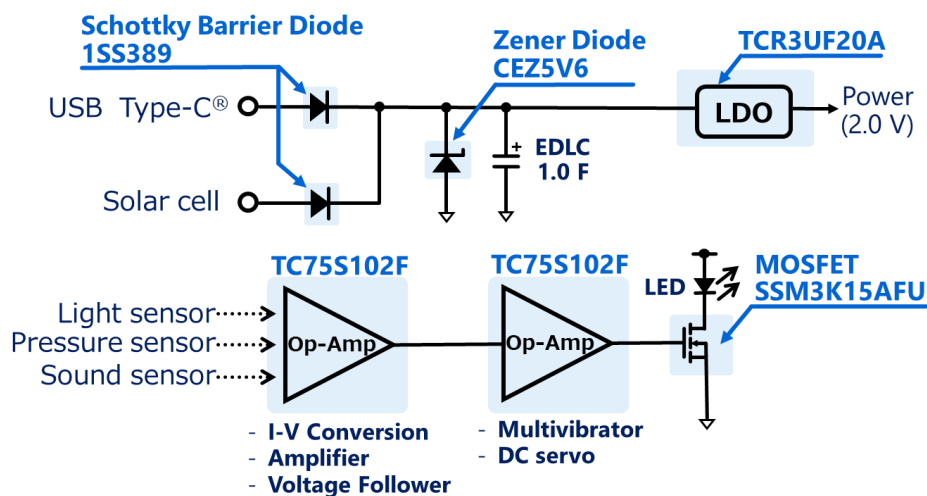


図 3.1 低消費電力オペアンプ TC75S102F 応用回路ブロック図

4. 回路設計

4.1. 光センサー回路 (回路 A1、A2、A3)

図 4.1 に光センサー回路を示します。

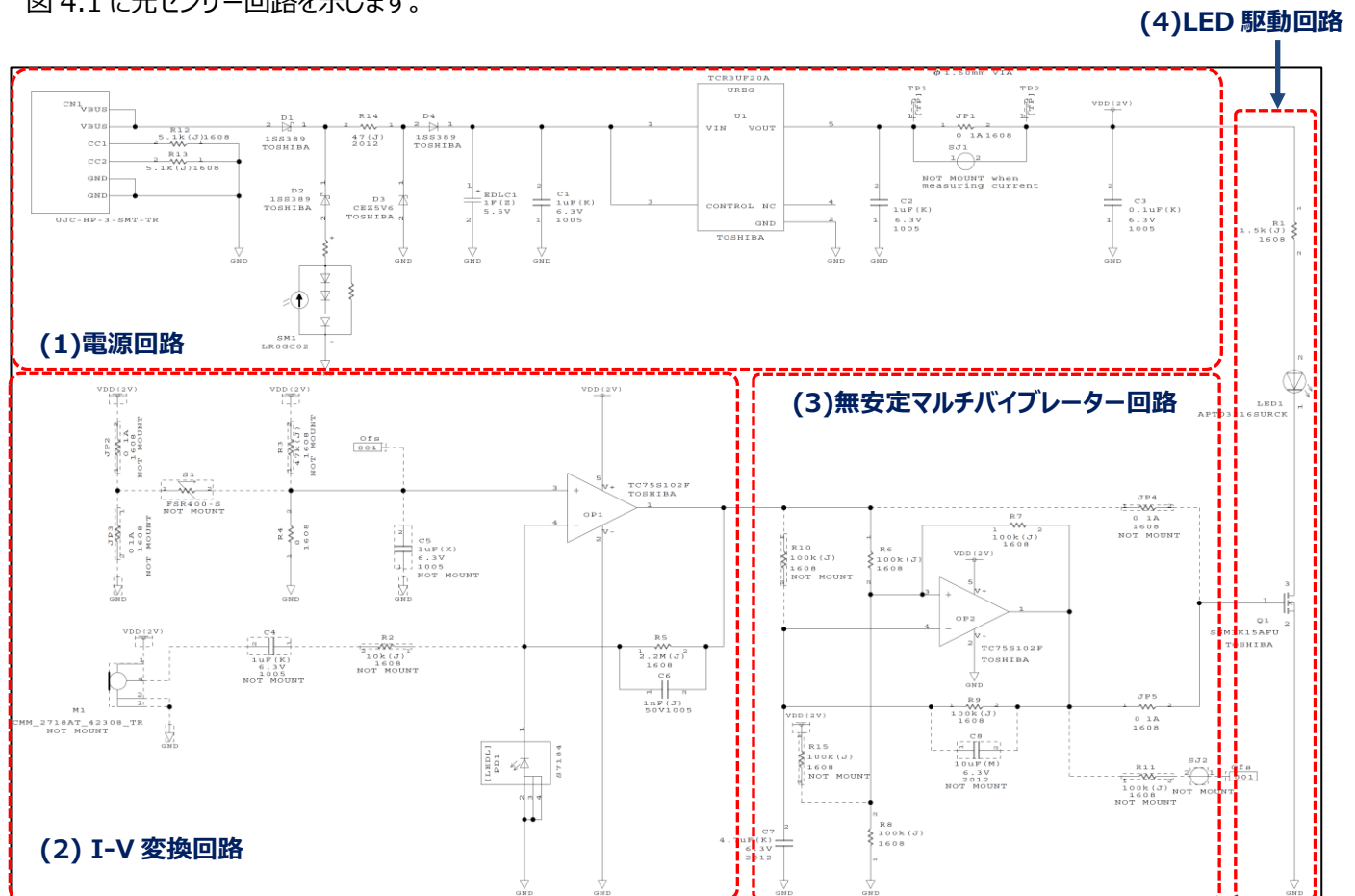


図 4.1 光センサー回路 (回路 A3 の場合)

4.1.1. 電源回路

本回路では USB Type-C[®]端子 (CN1) に USB 充電機器を接続、もしくは太陽電池 (SM1) に太陽光などを照射することで電気二重層コンデンサー (EDLC1) を充電します。電気二重層コンデンサーが充電された後は USB 充電機器を切り離し、電気二重層コンデンサーから供給される電圧が LDO、TCR3UF20A (U1) で 2.0 V に安定化出力されるため、基板単体で使用することができます。なお太陽電池は、回路 A3、B3、C3 に搭載されます。

USB Type-C[®]端子 (CN1) 端子から 5.0 V 電源を供給するため CN1 の CC1、CC2 端子は USB Type-C[®]のコンフィギュレーションに基づき外部からプラグを挿したときに電圧シンク側のレセプタクルを検出するよう 5.1 kΩ でプルダウンしています。また太陽電池 (SM1) と USB Type-C[®]端子 (CN1) 端子のどちらかから充電可能ですが、逆流防止のための ORing 回路を構成するため、ショットキーバリアダイオード 1SS389 (D1、D2) を搭載しています。抵抗 47 Ω (R14)、ツェナーダイオード CEZ5V6 (D3)、ショットキーバリアダイオード 1SS389 (D4) は 5.5 V 定格の電気二重層コンデンサー (EDLC1) に定格以上の電圧が印加されないよう、また EDLC1 の電荷がゼロの時にプリチャージによる突入電流を制限する回路を構成しています。

D1 と D2 で構成された ORing 回路のあと、ツェナーダイオード D3 で電圧制限されます。更にその後ショットキーバリアダイオード 1SS389 (D4) の順方向電圧特性で約 0.3 V 電圧降下させる事で、電気二重層コンデンサーに対する電圧が保護されます。

抵抗 47 Ω (R14) は電気二重層コンデンサーへの電流制限を行っています。充電電圧が 5.0 V、電気二重層コンデンサーの電荷がゼロのとき、1SS389 (D1) で約 0.3 V 電圧降下、さらに 1SS389 (D4) で約 0.3 V 電圧降下するため、電気二重層コンデンサー (EDLC1) へは約 4.4 V が印加されます。この時、プリチャージによる突入電流は約 4.4 V/47 Ω ≒ 94 mA 以下に制限されます。

4.1.2. I-V 変換回路

本回路は光センサー (フォトダイオード、PD1) を搭載しています。光センサーの出力は、オペアンプ OP1 で I-V (電流-電圧) 変換されます。

光センサー (PD1) の出力電流 I_L は、オペアンプ OP1、抵抗 2.2MΩ (R5) およびコンデンサー 1nF (C6) で構成された電流-電圧 (I-V) 変換回路で電圧に変換されます。OP1 の出力電圧 V_{OUT} は、

$$V_{OUT} = -I_L \times 2.2 \times 10^6 (V)$$

となります。また発振防止と不要な高周波成分を除去するためカットオフ周波数 f_z のローパスフィルター (LPF) を構成しています。ここで、

$$f_z = \frac{1}{2 \times \pi \times C6 \times R5} = \frac{1}{2 \times \pi \times 1 \times 10^{-9} \times 2.2 \times 10^6} \approx 72 (Hz)$$

となります。

回路 A1 は、I-V 変換された OP1 の出力電圧 V_{OUT} (0 V~2.0 V) で後段の MOSFET (Q1) のゲート端子を制御して LED を点灯させています。回路 A2、A3 はこの出力電圧に応じて LED の点滅周期を変える無安定マルチバイブレーター (弛張発振回路) をオペアンプ OP2 で構成しています。

4.1.3. 無安定マルチバイブレーター回路

回路 A2、A3、及び後述する回路 B2、B3 には無安定マルチバイブレーター回路を搭載しています。

無安定マルチバイブレーター回路は、R6、R7、R8 でヒステリシスコンパレーター回路を構成しており、基準電圧をオペアンプ OP2 の非反転入力端子の電圧を V_+ 、反転入力端子の電圧を V_- とした場合、電源投入直後の電位を $V_+ > V_-$ とするとオペアンプの出力電圧 V_{Output} は High レベルとなります。このとき帰還抵抗 R9 を伝わって V_{Output} の電圧で 4.7 μF のコンデンサー C7 を充電していきます。C7 が充電されて $V_- > V_+$ となると、オペアンプ OP2 の出力電圧 V_{Output} は Low レベルとなり、C7 の電荷が放電されていきます。よってこの無安定マルチバイブレーター回路はコンデンサー C7 への充放電動作を繰り返すこととなります。

またヒステリシスコンパレーター回路を構成している OP2 の反転入力端子 (V_-) のしきい値電圧は下記で示すことができます。

$$a = \frac{1}{\frac{1}{R6} + \frac{1}{R7} + \frac{1}{R8}}$$

$$V_{thH} = \frac{a}{R6} \times V_{Input} + \frac{a}{R7} \times V_{OH}$$

$$V_{thL} = \frac{a}{R6} \times V_{Input} + \frac{a}{R7} \times V_{OL}$$

ここで V_{thH} は High レベルのしきい値、 V_{thL} は Low レベルのしきい値、 V_{OH} はオペアンプ OP2 の High レベルの出力電圧、 V_{OL} は Low レベルの出力電圧を示します。TC75S102F で 2.0 V 電源の場合、 $V_{OH} = 1.9$ V (最小)、 $V_{OL} = 0.1$ V (最大) となります。

無安定マルチバイブレーター回路の入力電圧を V_{Input} とした場合、

・ V_{Input} が 2.0 V の時

$$a = \frac{1}{\frac{1}{100 \times 10^3} + \frac{1}{100 \times 10^3} + \frac{1}{100 \times 10^3}} \approx 33.3 \times 10^3 (\Omega)$$

$$V_{thH} = \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 2 + \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 1.9 \approx 1.3 (V)$$

$$V_{thL} = \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 2 + \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 0.1 \approx 0.7 (V)$$

となり、V-端子に接続されるコンデンサーC7 は 1.3 V と 0.7 V の間で充放電が繰り返されます。オペアンプ OP2 の電源電圧を 2.0 V、放電開始時間を t_1 、放電終了時間を t_2 とすると、

$$V_{thH} = 1.3 = 2.0 \times e^{\frac{-t_1}{C7 \times R9}}$$

$$V_{thL} = 0.7 = 2.0 \times e^{\frac{-t_2}{C7 \times R9}}$$

となり、放電時間は、

$$\begin{aligned} t_2 - t_1 &= -C7 \times R9 \times \left(\ln \frac{0.7}{2.0} - \ln \frac{1.3}{2.0} \right) \\ &= -4.7 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 \times \left(\ln \frac{0.7}{2.0} - \ln \frac{1.3}{2.0} \right) \\ &\approx 0.29 (\text{秒}) \end{aligned}$$

充電時間も同様のため、 $V_{Input} = 2.0$ V のとき周期 T 、周波数 f は以下となります。

$$T = 0.29 \times 2 \approx 0.58 (\text{秒})$$

$$f = \frac{1}{T} \approx 1.72 (\text{Hz})$$

・ V_{Input} が 0 V の時

$$V_{thH} = \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 0 + \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 1.9 \approx 0.633 (V)$$

$$V_{thL} = \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 0 + \frac{33.3 \times 10^3}{100 \times 10^3} \times 0.1 \approx 0.033 (V)$$

となり、V-端子に接続されるコンデンサーC7 は 0.63 V と 0.03 V の間で充放電が繰り返されます。オペアンプ OP2 の電源を 2.0 V、放電開始時間を t_1 、放電終了時間を t_2 とすると、

$$V_{thH} = 0.633 = 2.0 \times e^{\frac{-t_1}{C7 \times R9}}$$

$$V_{thL} = 0.033 = 2.0 \times e^{\frac{-t_2}{C7 \times R9}}$$

となり、放電時間は、

$$\begin{aligned} t_2 - t_1 &= -C7 \times R9 \times \left(\ln \frac{0.033}{2.0} - \ln \frac{0.633}{2.0} \right) \\ &= -4.7 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3 \left(\ln \frac{0.033}{2.0} - \ln \frac{0.633}{2.0} \right) \\ &\approx 1.39(\text{秒}) \end{aligned}$$

充電時間も同様のため、 $V_{\text{Input}} = 0 \text{ V}$ のとき周期 T 、周波数 f は以下となります。

$$T = 1.39 \times 2 \approx 2.78(\text{秒})$$

$$f = \frac{1}{T} \approx 0.36(\text{Hz})$$

よって OP1、OP2 で構成される回路は、フォトダイオード PD1 の光電流 I_L をオペアンプ OP1 で電流-電圧変換し、この出力電圧 (0 V~2.0 V) に応じて約 0.36 Hz~1.72 Hz の範囲で LED (LED1) を点滅させます。実際の点滅周期は素子の特性ばらつき等で計算上の数値と一致しない事があります。

4.1.4. LED 駆動回路

LED 駆動回路は LED (LED1)、LED への電流制限抵抗 $R1$ 、回路を制御するローサイドスイッチ MOSFET (Q1) で構成され、本デザインのすべての回路に搭載しています。電流制限抵抗 $R1$ は LDO (U1) の出力電圧を 2.0 V、LED の順方向電圧 V_F は約 1.85 V、MOSFET の $V_{GS} = 2.0 \text{ V}$ でのドレイン-ソース間オン抵抗 ($R_{DS(ON)}$) は約 6 Ω 、LED の順方向電流として $I_F = (2.0 \text{ V} - 1.85 \text{ V}) / (1.5 \text{ k}\Omega + 6 \Omega) \approx 100 \mu\text{A}$ が流れるように 1.5 k Ω にしています。MOSFET (Q1) のゲート端子に High レベルの電圧を印加することで LED が点灯駆動されます。

4.2. 圧力センサー回路 (回路 B1、B2、B3)

図4.2に圧力センサー回路を示します。

(4)LED 駆動回路

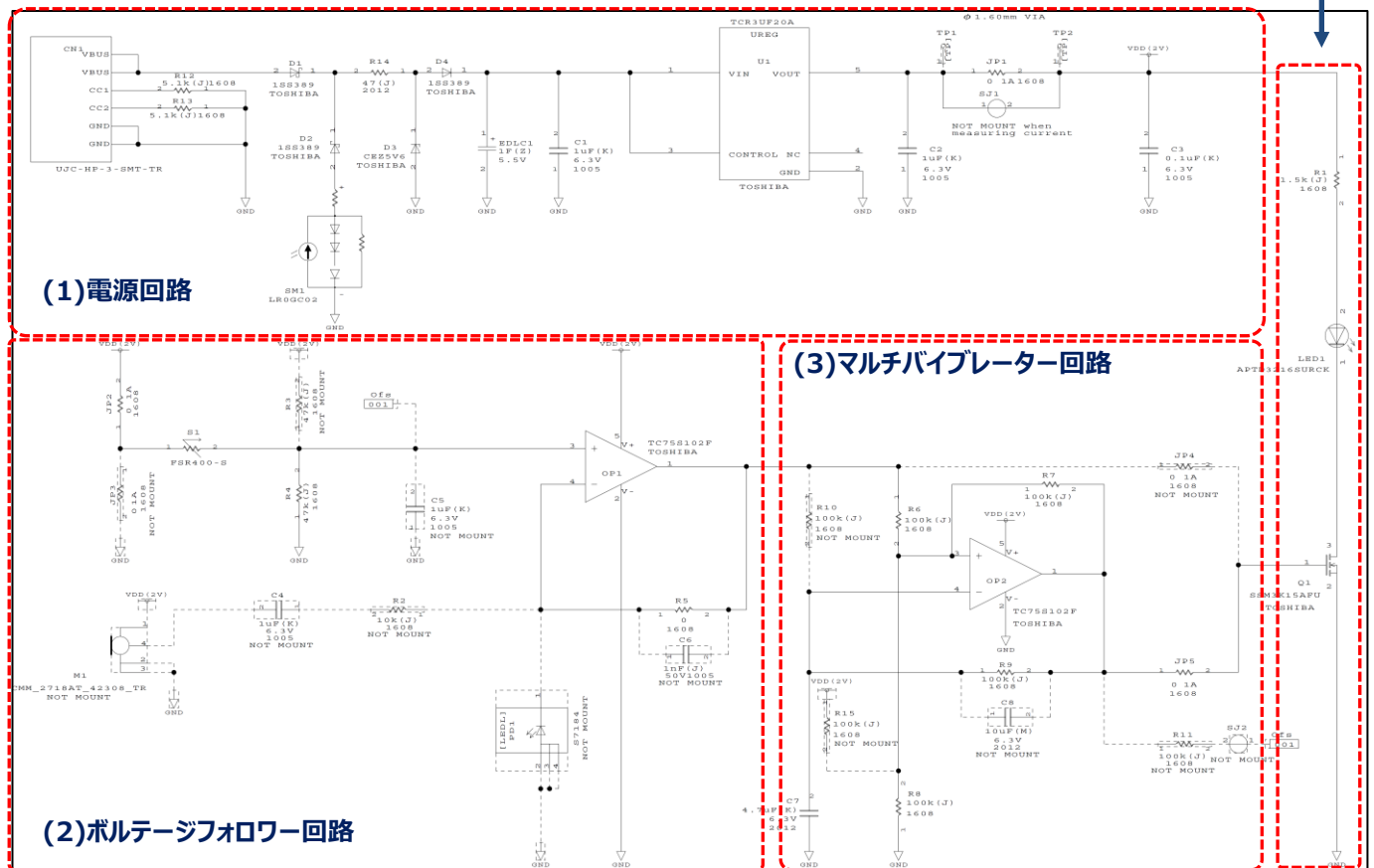


図4.2 圧力センサー回路 (回路B3の場合)

4.2.1. ボルテージフォロワー回路

圧力検知回路では、圧力センサーとして FSR400-S (Interlink Electronics 製) を使用しています。このセンサーは圧力を加えていない時は高抵抗 (100 kΩ以上) で約 20 g 以上の圧力を加えていくと徐々に抵抗値が下がる特性を持ちます (図 4.3)。

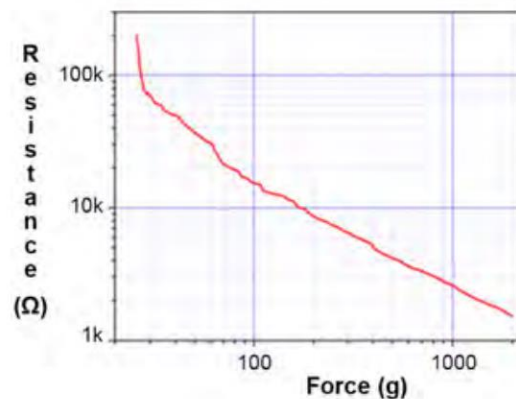


図 4.3 FSR400 抵抗値-圧力特性 (Interlink 社 FSR400 データシートから引用)

オペアンプ OP1 と抵抗 0 Ω (R5) によりボルテージフォロワー回路を構成しています。非反転入力端子には電源電圧 2.0 V を FSR400 及び 47 kΩ (R4) で分圧した電圧が印加されます。これにより、印加された圧力と同じ電圧が OP1 から出力されます。

4.3. 音センサー回路 (回路 C1、C2、C3)

図4.4に音センサー回路を示します。

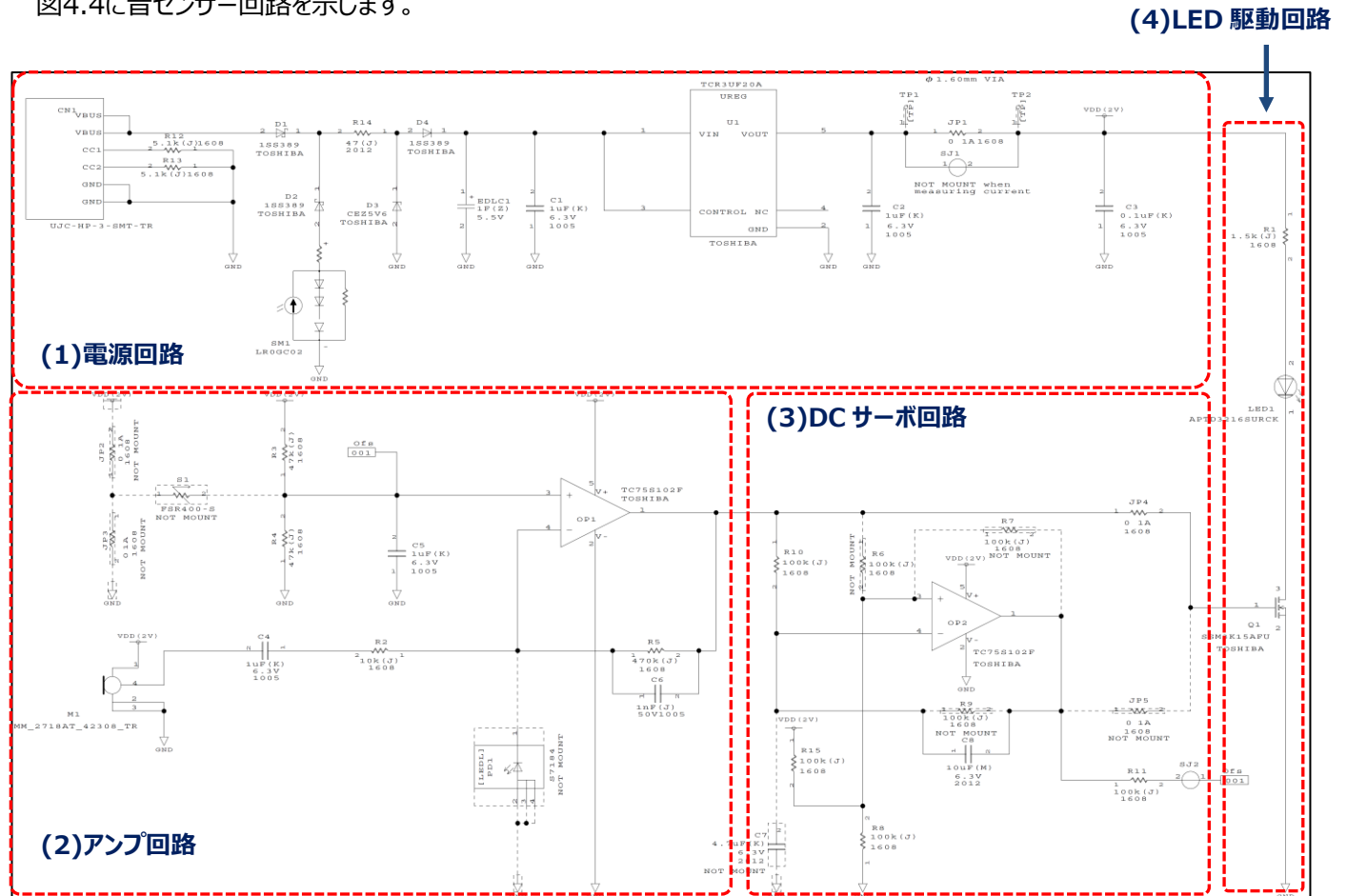


図4.4 音センサー回路 (回路C3の場合)

4.3.1. アンプ回路

音センサーとして MEMS マイク CMM-2718AT-42308-TR (CUI DEVICES 製) を搭載しています。オペアンプ OP1 は、10 kΩ (R2) と 470 Ω (R5) で増幅率-47 倍 (増幅率 $A_v = -R5/R2 = -470 \text{ k}/10 \text{ k} = 33 \text{ dB}$) の反転アンプを構成しています。オペアンプの非反転入力端子には抵抗 47 kΩ (R3) と 47 kΩ (R4) で電源電圧 2.0 V を分圧した 1.0 V バイアスが印加されており、このためオペアンプの出力には 1.0 V バイアスを中心として MEMS マイクの出力を 33 dB 増幅した電圧が出力されます。

4.3.2. DC サーボ回路

回路C2、C3はOP1の後段にオペアンプOP2の出力のDCオフセット成分だけを取り出し、反転させてからOP1の非反転入力端子へ帰還するDCサーボ回路を搭載しています。本回路によりオペアンプOP1のDC入力オフセット電圧がキャンセルされるため、オペアンプOP1では出力精度の高いアンプ回路が実現できます。

DC サーボ回路の-3 dB しゃ断周波数 f_{CL} は次のようになります。

$$f_{CL} = \frac{1}{(2 \times \pi \times C8 \times R10)} \times \frac{R4}{R4 + R11} \times \frac{R2 + R5}{R2}$$

$$= \frac{1}{2 \times \pi \times 10 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3} \times \frac{47 \times 10^3}{47 \times 10^3 + 100 \times 10^3} \times \frac{4.7 \times 10^3 + 470 \times 10^3}{4.7 \times 10^3}$$

$$= 5.14(\text{Hz})$$

本回路では f_{CL} 以下の周波数成分を反転増幅回路に帰還しています。

また OP1 と OP2 は電源電圧 2.0 V の片電源で動作させているため、MEMS マイクの交流信号出力は OP1 で前述したように 1.0 V をバイアス重畳しています、よって DC サーボ回路でも OP2 の非反転入力端子を R8 と R15 で電源電圧を分圧して 1.0 V をバイアス重畳し、OP2 の DC 成分を帰還させています。

4.4. 動作時間の試算（回路 A1 の場合）

本回路の動作時間を、回路 A1 を例に試算してみます。電気二重層コンデンサの電圧を 5.0 V、容量を 1.0 F、センサーオン検知時間（LED 点灯時間）を 1 時間のうち 5 秒間とします。

回路の主要素子の消費電流は、

オペアンプ TC75S102F (OP1) の消費電流…約 0.27 μA

LDO TCR3UF20A (U1) の消費電流…約 0.4 μA

LED (LED1) の消費電流…約 100 μA (100 %点灯時)

なお LED は点灯時の順電流 100 μA 、センサーオン検知時間が 1 時間のうち 5 秒間のため、LED の平均消費電流は 0.139 μA となり、回路の主要素子の平均消費電流 I は

$$I = 0.27 + 0.4 + 0.139 \approx 0.809(\mu\text{A})$$

となります。

電気二重層コンデンサの動作開始電圧:5.0 V、動作終了電圧を 2.0 V とすると、

$$Q = C \times V = \int Idt = I \times t$$

から、

$$Q = 1.0 \times (5.0 - 2.0) = 0.809(\mu\text{A}) \times t$$

$$t = \frac{1.0 \times 3.0}{0.809 \times 10^{-6}} \approx 3.71 \times 10^6(\text{秒}) \approx 42.9(\text{日})$$

となります。

よって計算上は電気二重層コンデンサに蓄えられた電荷にて約 42.9 日間、本回路は動作する事ができます。

5. PCB 設計

5.1. 部品配置例

図 5.1、図 5.2 に部品配置例を示します。

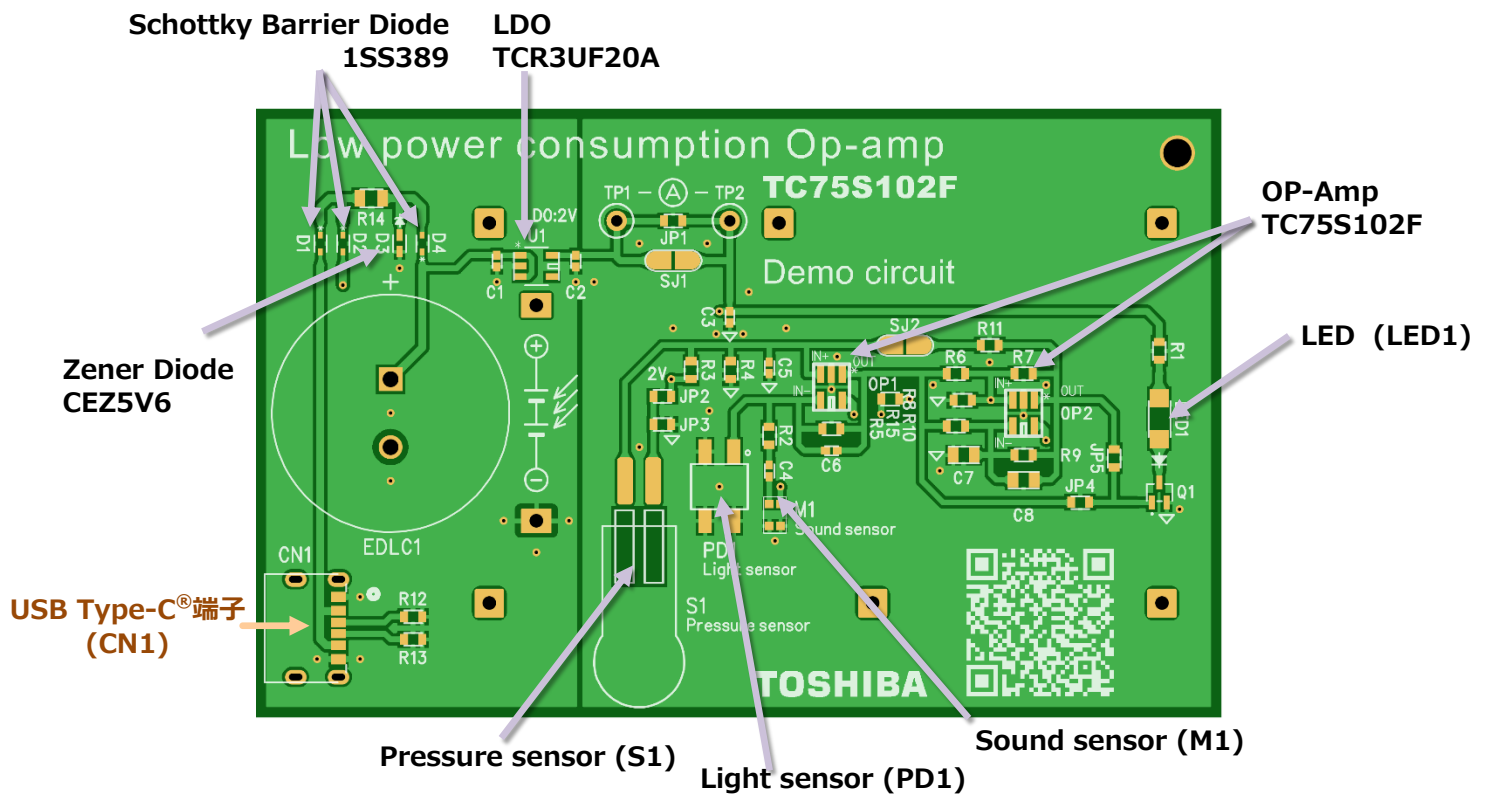


図 5.1 基板部品配置 (表面)

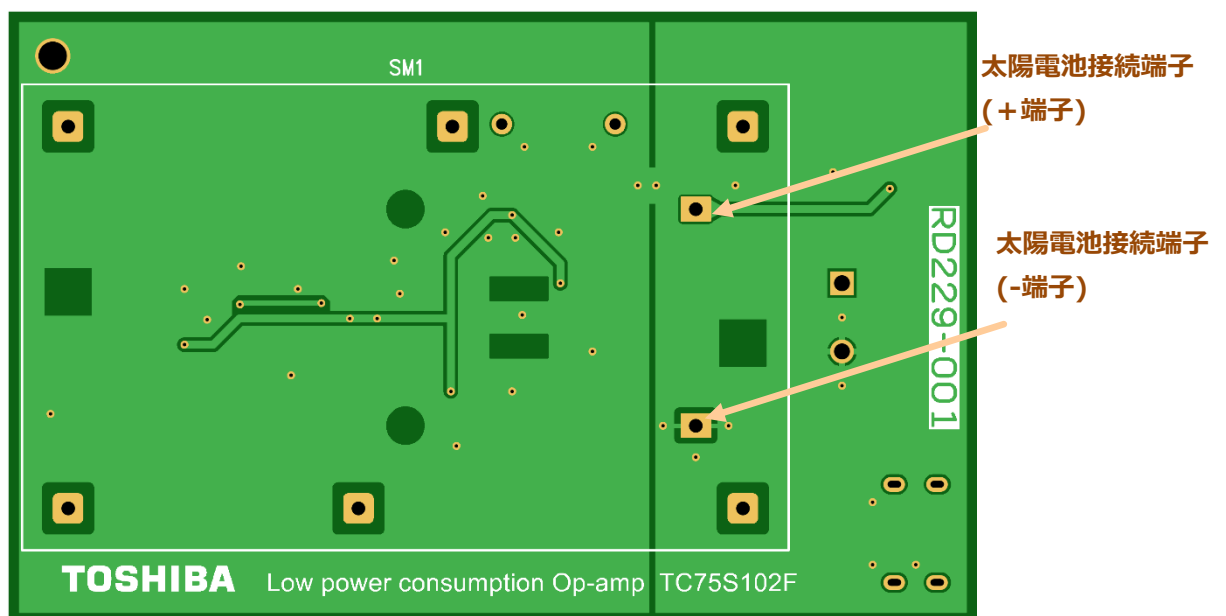


図 5.2 基板部品配置 (裏面)

- ※ USB Type-C[®]、USB-C[®]は、USB Implementers Forum の登録商標です。
- ※ その他の社名・商品名・サービス名などは、それぞれ各社が商標として使用している場合があります。

ご利用規約

本規約は、お客様と東芝デバイス&ストレージ株式会社（以下「当社」といいます）との間で、当社半導体製品を搭載した機器を設計する際に参考となるドキュメント及びデータ（以下「本リファレンスデザイン」といいます）の使用に関する条件を定めるものです。お客様は本規約を遵守しなければなりません。本リファレンスデザインをダウンロードすることをもって、お客様は本規約に同意したものとみなされます。なお、本規約は変更される場合があります。当社は、理由の如何を問わずいつでも本規約を解除することができます。本規約が解除された場合は、お客様は、本リファレンスデザインを破棄しなければなりません。またお客様が本規約に違反した場合は、お客様は、本リファレンスデザインを破棄し、その破棄したことを証する書面を当社に提出しなければなりません。

第1条 禁止事項

お客様の禁止事項は、以下の通りです。

1. 本リファレンスデザインは、機器設計の参考データとして使用されることを意図しています。信頼性検証など、それ以外の目的には使用しないでください。
2. 本リファレンスデザインを販売、譲渡、貸与等しないでください。
3. 本リファレンスデザインは、高温・多湿・強電磁界などの対環境評価には使用できません。
4. 本リファレンスデザインを、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用しないでください。

第2条 保証制限等

1. 本リファレンスデザインは、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
2. 本リファレンスデザインは参考用のデータです。当社は、データおよび情報の正確性、完全性に関して一切の保証をいたしません。
3. 半導体素子は誤作動したり故障したりすることがあります。本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。また、使用されている半導体素子に関する最新の情報（半導体信頼性ハンドブック、仕様書、データシート、アプリケーションノートなど）をご確認の上、これに従ってください。
4. 本リファレンスデザインを参考に機器設計を行う場合は、システム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断して下さい。当社は、適用可否に対する責任を負いません。
5. 本リファレンスデザインは、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
6. 当社は、本リファレンスデザインに関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をせず、また当社は、本リファレンスデザインに関する一切の損害（間接損害、結果的損害、特別損害、付随的損害、逸失利益、機会損失、休業損、データ喪失等を含むがこれに限らない。）につき一切の責任を負いません。

第3条 輸出管理

お客様は本リファレンスデザインを、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用してはなりません。また、お客様は「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守しなければなりません。

第4条 準拠法

本規約の準拠法は日本法とします。