

バッファ付き高精度参照電圧生成器

特長

- 温度誤差：50 ppm/°C以下 (-40 ~ +125 °C)
- 初期精度：0.08% (MCP1501-10 の場合 ±0.82 mV)
- 動作温度レンジ：-40 ~ +125 °C
- 低消費電流：140 μA (typ.)
- ラインレギュレーション：50 ppm/V 以下
- 負荷レギュレーション：40 ppm/mA 以下
- 以下の電圧に対応する 8 種類の製品を提供
 - 1.024 V
 - 1.250 V
 - 1.800 V
 - 2.048 V
 - 2.500 V
 - 3.000 V
 - 3.300 V
 - 4.096 V
- 出力ノイズ (0.1 ~ 10 Hz): 0.1 μV_{P-P} 未満

アプリケーション

- 高精度データ収集システム
- 高分解能データコンバータ
- 医療機器
- 産業用制御機器
- バッテリ駆動機器

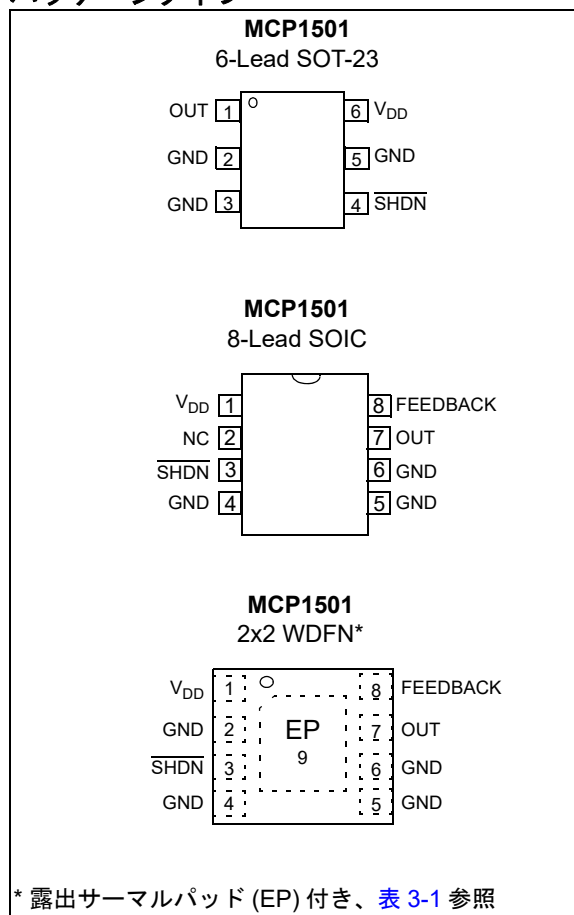
概要

MCP1501 は、20 mA の電流をソース / シンクできるバッファ付き参照電圧生成器です。本参照電圧は、低ドリフトのバンドギャップ回路より生成されます。このバンドギャップ回路は、チョッパ型増幅器によりドリフトをゼロに低減し、性能を低下させずに大電流を出力します。

MCP1501 は以下のパッケージで提供しています。

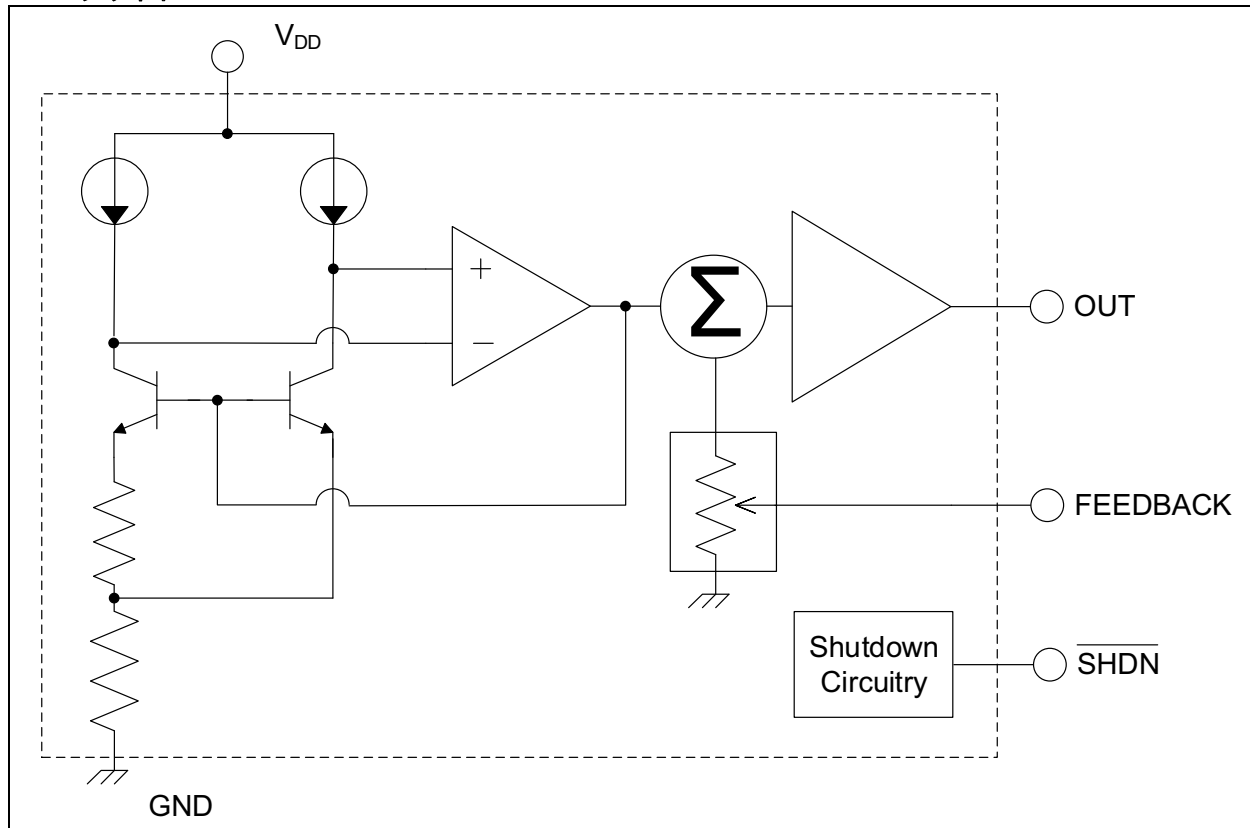
- 6 ピン SOT-23
- 8 ピン SOIC
- 8 ピン 2 mm x 2 mm WDFN

パッケージタイプ



MCP1501

ブロック図



1.0 電気的特性

絶対最大定格 (†)

V_{DD}	5.5 V
SOT-23-6 の熱抵抗 (θ_{JA}).....	+190.5 °C /W
SOIC-8 の熱抵抗 (θ_{JA}).....	+149.5 °C /W
DFN-8 の熱抵抗.....	+141.3 °C /W
V_{DD} ピンの最大入力電流.....	30 mA
クランプ電流、IK ($V_{PIN} < 0$ または $V_{PIN} > V_{DD}$).....	±20 mA
OUTPUT ピンの最大シンク電流.....	30 mA
OUTPUT ピンの最大ソース電流.....	30 mA
(HBM/CDM/MM).....	(2 kV/1.5 kV/200 V)

† Notice: ここに記載した「絶対最大定格」を超える条件は、デバイスに恒久的な損傷を生じさせる可能性があります。これはストレス定格です。本書の動作表に示す条件外でのデバイス運用は想定していません。絶対最大定格条件を超えて長期間曝露させると デバイスの信頼性に影響する可能性があります。

表 1-1: DC 特性

電気的特性: 特に明記しない場合、 $V_{DD(MIN)} \leq V_{DD} \leq 5.5 V$ 、 $-40\text{ °C} \leq T_A \leq +125\text{ °C}$ です。							
特性	記号	最小	Typ.	最大	単位	条件	
電源電圧	V_{DD}	1.65	—	5.5	V	MCP1501-10	
	V_{DD}	1.7	—	5.5	V	MCP1501-12	
	V_{DD}	2.0	—	5.5	V	MCP1501-18	
	V_{DD}	2.25	—	5.5	V	MCP1501-20	
	V_{DD}	2.70	—	5.5	V	MCP1501-25	
	V_{DD}	3.2	—	5.5	V	MCP1501-30	
	V_{DD}	3.5	—	5.5	V	MCP1501-33	
	V_{DD}	4.3	—	5.5	V	MCP1501-40	
パワーオンリセット リリース電圧	V_{POR}	—	1.45	—	V		
パワーオンリセット リアーム電圧	—	—	0.8	—	V		
出力電圧	MCP1501-10	V_{OUT}	1.0230	1.024	1.0250	V	$V_{DD(MIN)} < V_{DD} < 5.5 V$
	MCP1501-12		1.2490	1.250	1.2510	V	
	MCP1501-18		1.7985	1.800	1.8015	V	
	MCP1501-20		2.0460	2.048	2.0500	V	
	MCP1501-25		2.4980	2.500	2.5020	V	
	MCP1501-30		2.9975	3.000	3.0025	V	
	MCP1501-33		3.2975	3.300	3.3025	V	
	MCP1501-40		4.0925	4.096	4.0995	V	
温度係数	MCP1501-XX	T_C	—	10	50	ppm/°C	
ライン レギュレーション		$\Delta V_{OUT} / \Delta V_{IN}$	—	—	50	ppm/V	$V_{DD(MIN)} < V_{DD} < 5.5 V$
負荷 レギュレーション		$\Delta V_{OUT} / \Delta I_{OUT}$	—	—	40 ppm – シンク 70 ppm – ソース	ppm/mA	$V_{DD(MIN)} < V_{DD} < 5.5 V$ $-5\text{ mA} < I_{LOAD} < +5\text{ mA}$
ドロップアウト 電圧		V_{DO}	—	—	200	mV	$V_{DD(MIN)} < V_{DD} < 5.5 V$ $-5\text{ mA} < I_{LOAD} < +2\text{ mA}$

MCP1501

表 1-1: DC 特性 (続き)

電氣的特性 : 特に明記しない場合、 $V_{DD(MIN)} \leq V_{DD} \leq 5.5 \text{ V}$ 、 $-40 \text{ }^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125 \text{ }^\circ\text{C}$ です。							
特性	記号	最小	Typ.	最大	単位	条件	
電源電圧除去比	PSRR		94 dB			1.024 V 品、 $V_{IN} = 5.5 \text{ V}$ 、 1 kHz (100 mV_{P-P})	
シャットダウン	V_{IL}		1.35			$V_{IN} = 5.5 \text{ V}$	
	V_{IH}		3.80				
出力電圧ヒステリシス	ΔV_{OUT_HYST}		300 μV			テスト条件の詳細は セクション 1.1.10 「出力電圧ヒステリシス」 を参照してください。	
出力ノイズ	MCP1501-10	e_N	—	0.1	—	μV_{P-P}	0.1 ~ 10 Hz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
			—	5	—		10 ~ 10 kHz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
	MCP1501-20	e_N	—	0.1	—	μV_{P-P}	0.1 ~ 10 Hz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
			—	10	—		10 ~ 10 kHz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
	MCP1501-40	e_N	—	0.1	—	μV_{P-P}	0.1 ~ 10 Hz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
			—	20	—		10 ~ 10 kHz, $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
最大負荷電流	I_{LOAD}	—	± 20	—	mA	$T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$ 2.048 V 品	
電源電流	I_{DD}	—	140	550	μA	無負荷 無負荷、 $T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$	
		—	—	350			
シャットダウン電流	MCP1501-10	I_{SHDN}		205		nA	$T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$
	MCP1501-20			185			
	MCP1501-40			185			

1.1 用語

1.1.1 出力電圧

出力電圧とは、出力ピンで得られる参照電圧です。

1.1.2 入力電圧 (V_{IN})

入力電圧とは、 V_{DD} ピンに印加してデバイスが指定の電圧を OUT ピンに出力できる電圧です。

1.1.3 温度係数 (TC_{OUTPUT})

出力温度係数 (電圧ドリフト) とは、周囲温度の変化に対する出力電圧変化量です。電氣的特性に記載した値は式に示すように求めています。

式 1-1: TC_{OUTPUT} の計算

$$TC_{OUT} = \frac{OUT_{MAX} - OUT_{MIN}}{\Delta T \times OUT_{NOM}} \times 10^6 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$$

OUT_{MAX} = 温度レンジ内の最大出力電圧

OUT_{MIN} = 温度レンジ内の最小出力電圧

OUT_{NOM} = 温度レンジ内の平均出力電圧

ΔT = データを収集する温度レンジ

1.1.4 ドロップアウト電圧

ドロップアウト電圧とは、ラインレギュレーションに関連した指標であり、入力と出力の電圧差として定義します。この時、負荷時の出力電圧変動を公称出力電圧の 1% に維持します。ドロップアウト電圧は式 1-2 で求めます。

式 1-2:

$$V_{DROP} = V_{IN} - V_{OUT} / I_{OUT} = \text{Constant}$$

1.1.5 ラインレギュレーション

理想的な参照電圧は、入力に変化しても出力電圧を一定に維持します。しかし実際には出力に微小な誤差が観測されます。

ラインレギュレーションは、入力電圧 (ΔV_{IN}) の変化に対する出力電圧 (ΔV_{OUT}) の変化として定義され、式 1-3 に示すように % で表します。

式 1-3:

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \times 100\% = \% \text{ Line Regulation}$$

ラインレギュレーションは、式 1-4 と式 1-5 に示すように %/V または ppm/V でも表す事ができます。

式 1-4:

$$\frac{\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OUT(NOM)}} \right)}{\Delta V_{IN}} \times 100\% = \frac{\%}{V} \text{ Line Regulation}$$

式 1-5:

$$\frac{\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OUT(NOM)}} \right)}{\Delta V_{IN}} \times 10^6 = \frac{\text{ppm}}{V} \text{ Line Regulation}$$

例えば MCP1501-20 で入力が 250 mV 変化した時に出力が 2 μ V 変化した場合、誤差を %、ppm、%/V、ppm/V で表す事ができます (式 1-6 ~ 式 1-9 参照)。

式 1-6:

$$\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \times 100\% \right) \times \left(\frac{2 \mu V}{250 \text{ mV}} \times 100\% \right) = .0008\%$$

式 1-7:

$$\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \times 10^6 \right) \times \left(\frac{2 \mu V}{250 \text{ mV}} \times 10^6 \right) = 8 \text{ ppm}$$

式 1-8:

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \times 100\% = \left(\frac{\left(\frac{2 \mu V}{2.048V} \right)}{250 \text{ mV}} \right) \times 100\% = 0.000390625 \frac{\%}{V}$$

式 1-9:

$$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}} \times 10^6 = \left(\frac{\left(\frac{2 \mu V}{2.048V} \right)}{250 \text{ mV}} \right) \times 10^6 = 3.90625 \frac{\text{ppm}}{V}$$

MCP1501

1.1.6 負荷レギュレーション

理想的な参照電圧の負荷レギュレーションは、負荷の電流要求が変化しても出力電圧を一定に維持します。しかし実際には出力電圧に微小な誤差が観測されます。負荷レギュレーションは、無負荷時 ($V_{OUT} @ I_{OUT0}$) と最大負荷時 ($V_{OUT} @ I_{OUTMAX}$) の出力電圧の差として定義し、式 1-10 に示すように % で表します。

式 1-10:

$$\frac{V_{OUT} @ I_{OUT/0} - V_{OUT} @ I_{OUT/MAX}}{V_{OUT} @ I_{OUT/MAX}} = 100\% = \% \text{ Load Regulation}$$

負荷レギュレーションはラインレギュレーションと同様に、式 1-11 と式 1-12 に示すように %/mA または ppm/mA でも表す事ができます。

式 1-11:

$$\frac{\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OUT(NOM)}}\right)}{\Delta I_{OUT}} \times 100\% = \frac{\%}{mA} \text{ Line Regulation}$$

式 1-12:

$$\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{OUT(NOM)}}\right) \times 10^6 = \frac{ppm}{mA} \text{ Load Regulation}$$

例えば MCP1501-20 で出力電流の 2 mA の変化に対して出力電圧が 10 μV 変化する場合、%、ppm、%/mA、ppm/mA で表した誤差は式 1-13 ~ 式 1-16 で求める事ができます。

式 1-13:

$$\frac{2.048V - 2.04799V}{2.04799V} \times 100\% = .0004882\%$$

式 1-14:

$$\frac{2.048V - 2.04799V}{2.04799V} \times 10^6 = \left(\frac{2.048V - 2.04799V}{2.04799V} \times 10^6\right) = 4.882 \text{ ppm}$$

式 1-15:

$$\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{V_{OUT(NOM)}}\right) \times 100\% = \left(\frac{\left(\frac{10 \mu V}{2.048V}\right)}{\frac{2 \text{ mA}}{2 \text{ mA}}}\right) \times 100\% = 0.2441 \frac{\%}{mA}$$

式 1-16:

$$\left(\frac{\Delta V_{OUT}}{V_{OUT(NOM)}}\right) \times 10^6 = \left(\frac{\left(\frac{10 \mu V}{2.048V}\right)}{\frac{2 \text{ mA}}{2 \text{ mA}}}\right) \times 10^6 = 0.2441 \frac{ppm}{mA}$$

1.1.7 入力電流

入力電流 (動作電流) は、出力ピンの負荷電流がない状態で V_{IN} から GND にシンクする電流です。この電流は温度、入力電圧、出力電圧、出力電流の影響を受けます。

1.1.8 電源電圧除去比 (PSRR)

PSRR は、ある周波数での入力電圧の変化 (ΔV_{IN}) に対する出力電圧の変化 (ΔV_{OUT}) を表します。

1.1.9 長期間ドリフト

出力の長期間安定性は、図 2-17 に示す回路を構成した上で図 1-1 に示すようにデバイスを +125 °C 環境に曝露して計測します。この試験では、デバイスの全ての電氣的仕様を定期的に +25 °C で計測します。

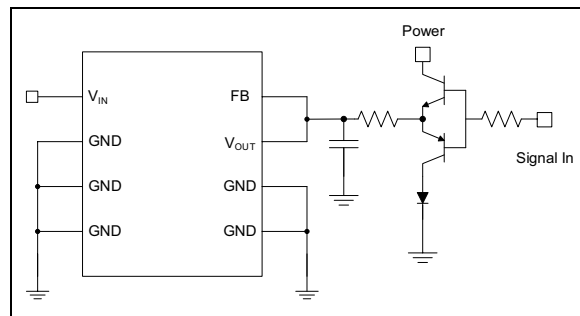


図 1-1: 長期間ドリフトの試験回路

1.1.10 出力電圧ヒステリシス

出力電圧ヒステリシスとは、動作中のデバイスが動作温度レンジ全体を一巡した時の出力電圧の誤差です。ヒステリシス量は、温度を +25 °Cから +125 °Cまで、また +25 °Cから -40 °Cまで変化させた後の +25 °Cでの出力電圧の変化を計測する事で定量化します。

MCP1501

2.0 代表性能曲線

Note: 以下の図表は限られたサンプル数に基づく統計的な結果であり、あくまでも情報提供を目的としています。ここに記載する性能特性はテストされておらず、保証されません。下図表の一部には、仕様動作レンジ外で計測されたデータも含まれます (例: 仕様レンジ外の電源を使用)。従って、これらのデータは保証範囲外です。

Note: 特に明記しない場合、 $V_{DD(MIN)} \leq V_{DD} \leq 5.5\text{ V}$ 、 $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125\text{ }^{\circ}\text{C}$ です。

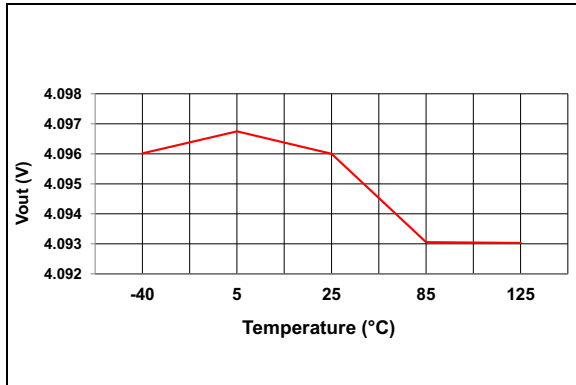


図 2-1: 温度に対する V_{OUT} 、無負荷、4.096 V 品

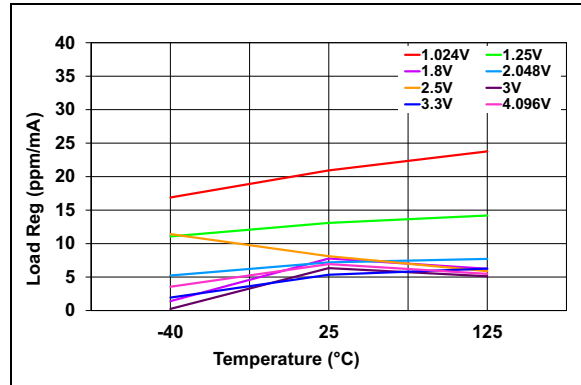


図 2-4: 温度に対する負荷レギュレーション、 $I_{LOAD} = 5\text{ mA}$ シンク、2.048 V 品

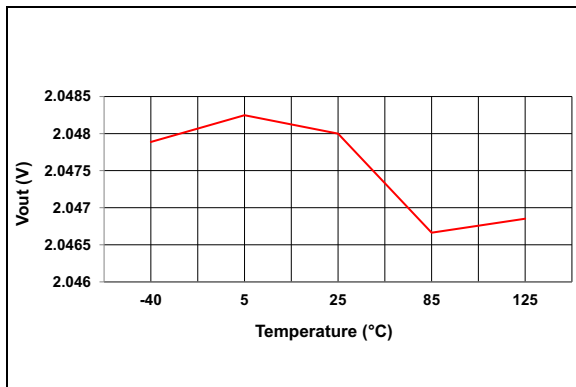


図 2-2: 温度に対する V_{OUT} 、無負荷、2.048 V 品

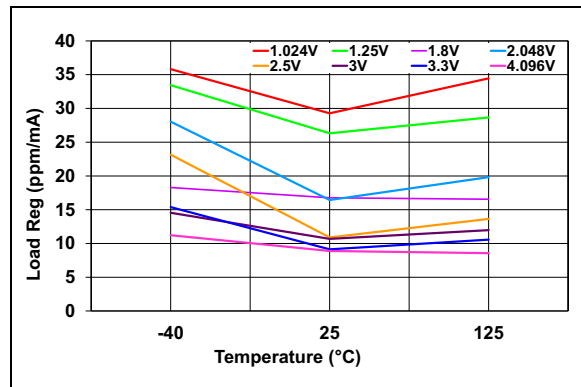


図 2-5: 温度に対する負荷レギュレーション、 $I_{LOAD} = 5\text{ mA}$ ソース、2.048 V 品

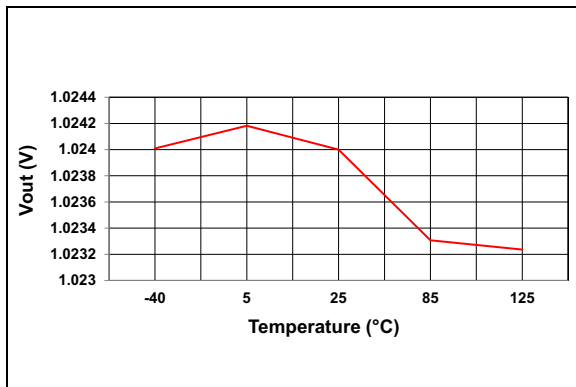


図 2-3: 温度に対する V_{OUT} 、無負荷、1.024 V 品

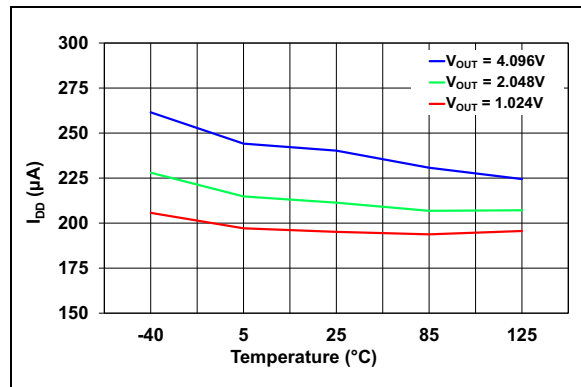


図 2-6: 温度に対する I_{DD} 、各出力電圧品

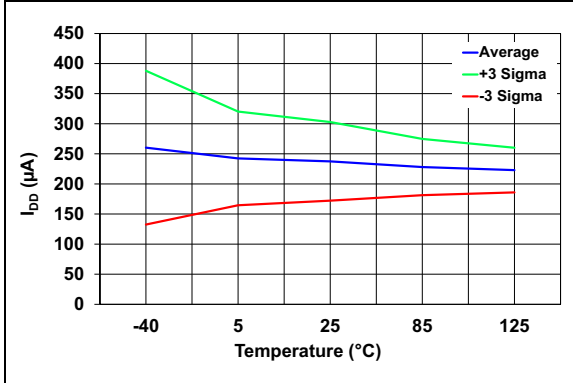


図 2-7: V_{OUT} 出力時の温度に対する I_{DD} 、50 個、無負荷、4.096 V 品

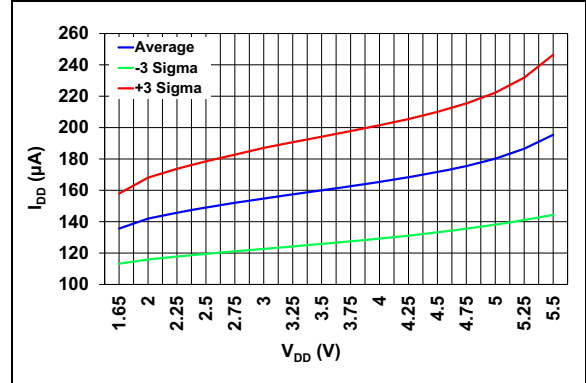


図 2-10: V_{DD} に対する I_{DD} 、 $V_{OUT} = 1.024 V$ 、50 個、無負荷

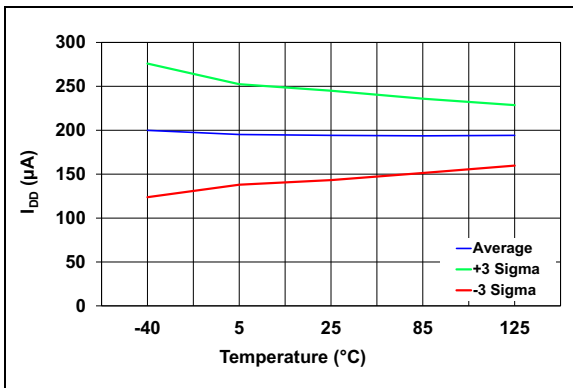


図 2-8: V_{OUT} 出力時の温度に対する I_{DD} 、50 個、無負荷、1.024 V 品

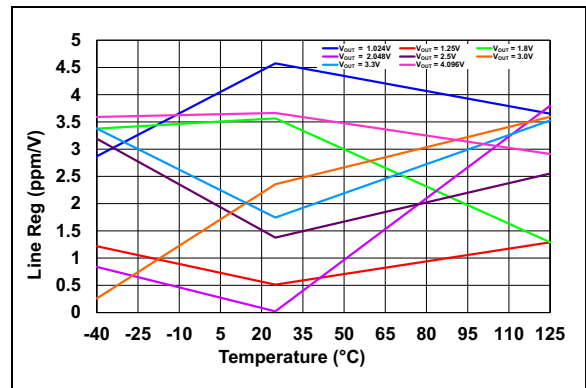


図 2-11: 温度に対するラインレギュレーション

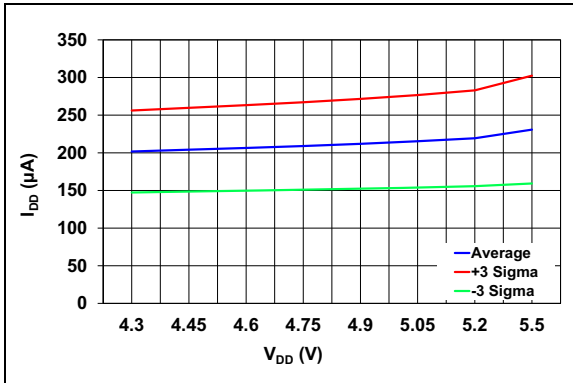


図 2-9: V_{DD} に対する I_{DD} 、 $V_{OUT} = 4.096 V$ 、50 個、無負荷

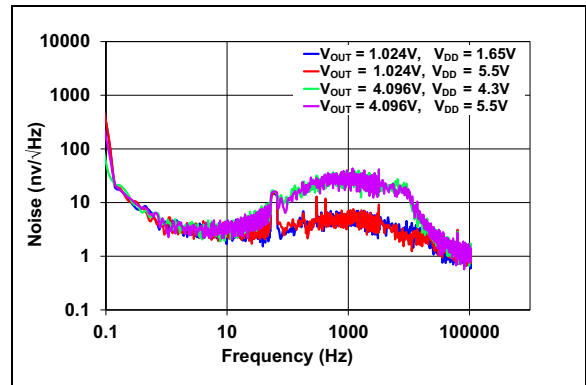


図 2-12: 周波数に対するノイズ、無負荷、 $T_A = +25\text{ °C}$

MCP1501

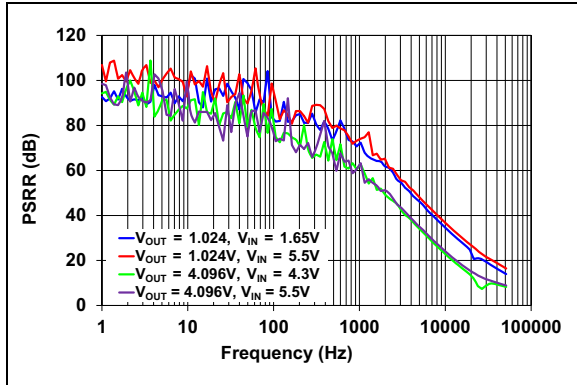


図 2-13: 周波数に対する PSRR、無負荷、 $T_A = +25^\circ\text{C}$

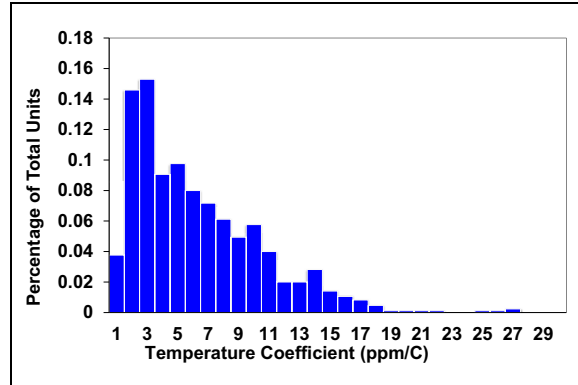


図 2-16: 温度係数の分布、無負荷、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 2.7\text{V}$ 、50 個

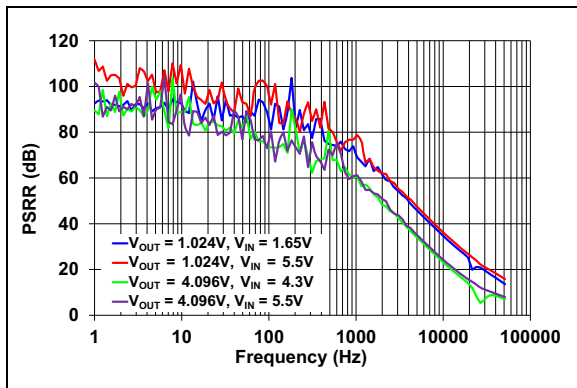


図 2-14: 周波数に対する PSRR、1 kΩ 負荷、 $T_A = +25^\circ\text{C}$

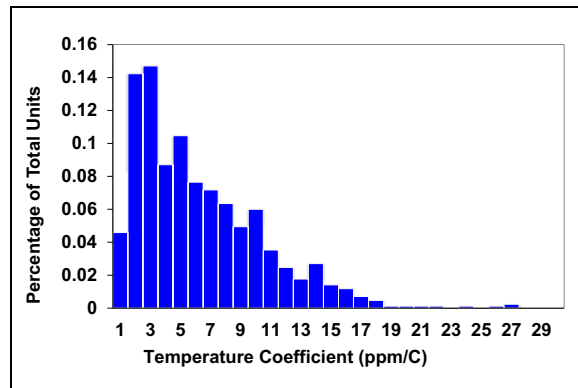


図 2-17: 温度係数の分布、無負荷、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{DD} = 5.5\text{V}$ 、50 個

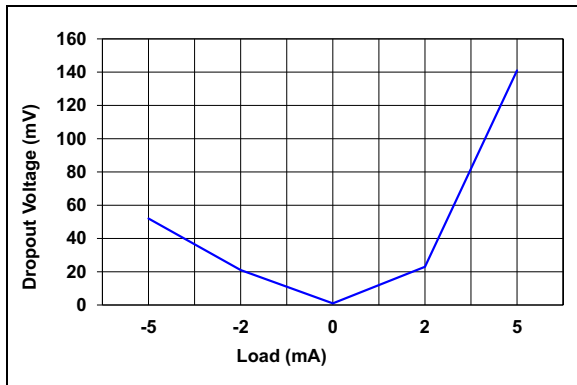


図 2-15: 負荷に対するドロップアウト電圧、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、2.048 V 品

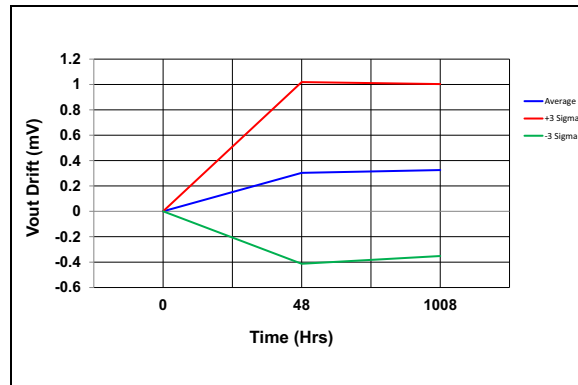


図 2-18: 時間に対する V_{OUT} ドリフト、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、無負荷、800 個

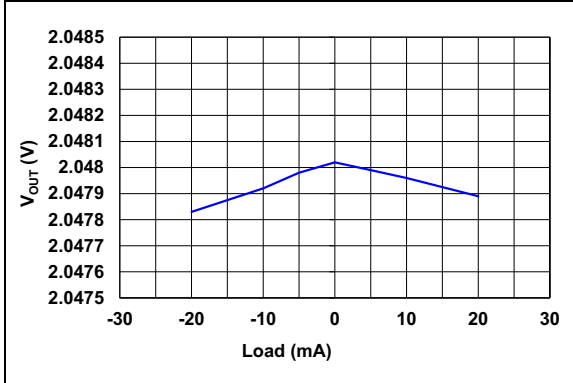


図 2-19: 負荷に対する V_{OUT} 、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 2.048 V 品

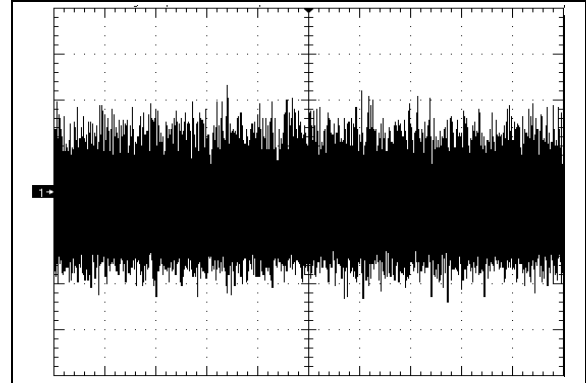


図 2-22: 時間に対するノイズ、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 2.048 V 品、無負荷、 $2\ \mu\text{V}/\text{div}$ 、 $100\ \text{ms}/\text{div}$

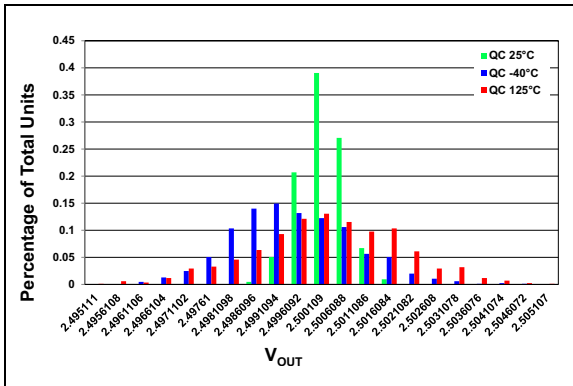


図 2-20: V_{DDMIN} に対する V_{OUT} 、 $V_{DD} = 2.7\text{ V}$ 、800 個、 2.5 V 品、無負荷

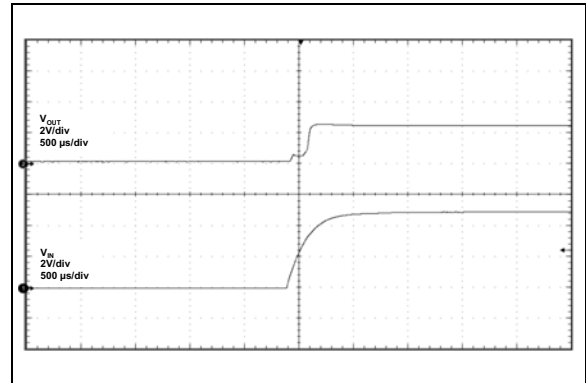


図 2-23: ターンオン過渡特性、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、 $V_{IN} = 2.048\text{ V}$ 品、無負荷

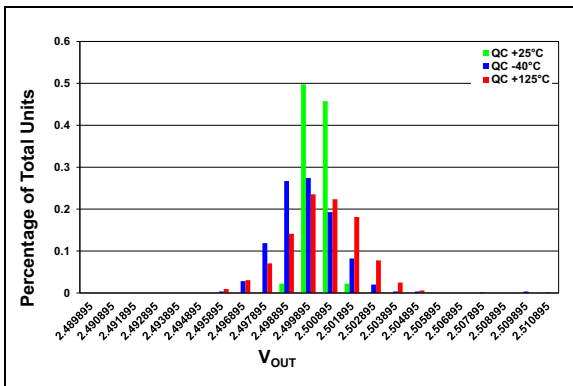


図 2-21: V_{DDMAX} に対する V_{OUT} の分布、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、800 個、 2.5 V 品、無負荷

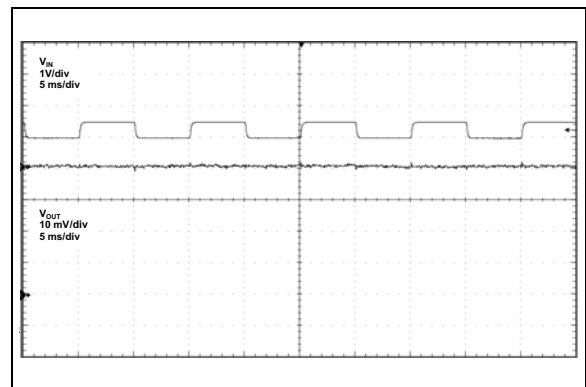


図 2-24: ライン過渡特性、 $V_{IN} = 500\ \text{mV}_{PP}$ ($\text{DC } 5\text{ V}$ に重畳)、 2.048 V 品、無負荷

MCP1501

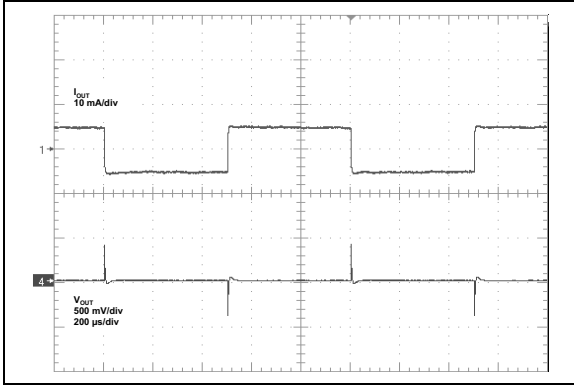


図 2-25: 負荷過渡特性、 $V_{DD} = 5.5\text{ V}$ 、 $V_{IN} = 2.5\text{ V}$ 、 2.048 V 品

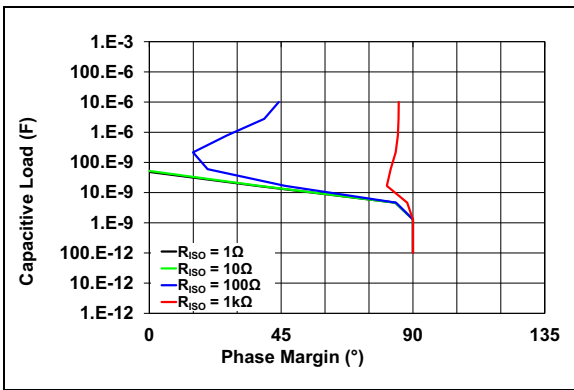


図 2-26: C_{LOAD} に対する R_{ISO} 、 4.096 V 品、無負荷

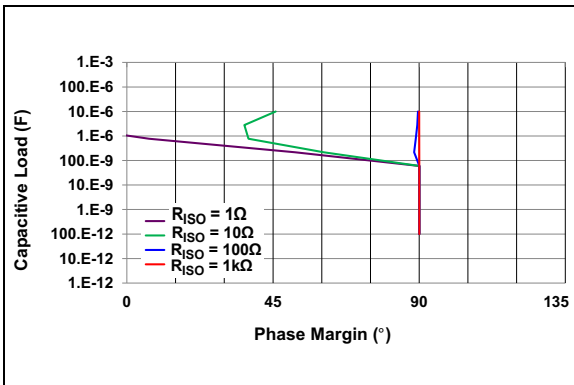


図 2-27: C_{LOAD} に対する R_{ISO} 、 4.096 V 品、負荷あり

3.0 ピン割り当て表

表 3-1 に、ピンの機能を示します。

表 3-1: ピン割り当て表

SOT-23	SOIC	2 x 2 WDFN	記号	機能
1	8	8	OUT	バッファ付き V_{REF} 出力
-	7	7	FEEDBACK	バッファ付き V_{REF} フィードバック
2,3,5	2,4,5,6	2,4,5,6	GND	システムグランド
4	3	3	SHDN	シャットダウン ピン (アクティブ Low)
6	1	1	V_{DD}	電源入力
-	-	9	EP	露出サーマルパッド

3.1 バッファ付き V_{REF} 出力 (OUT)

バッファ付き参照出力です。WDFN および SOIC パッケージでは、このピンは FEEDBACK に接続する必要があります。

3.2 バッファ付き V_{REF} フィードバック (FEEDBACK)

バッファアンプの帰還ピンです。WDFN および SOIC パッケージでは、このピンは OUT に接続する必要があります。SOT-23 パッケージでは、この接続は内部で行われています。OUT ピンと FEEDBACK ピンの間に配線インピーダンス (IR ドロップ) がある場合、正確な出力電圧を保持するのは FEEDBACK ピンの方です。これは、大電流負荷に接続した PCB トレースまたは配線抵抗で生じる IR ドロップの出力電圧への影響を除去する応用回路として利用できます。

3.3 システムグランド (GND)

電源の戻り経路であり、システムのグランドに接続します。

3.4 シャットダウン ピン ($\overline{\text{SHDN}}$)

デバイスをシャットダウンするデジタル入力です。このピンはアクティブ Low です。

3.5 電源入力 (V_{DD})

この電源ピンは参照電圧の入力電圧としても使います。デバイスごとの最小電圧は電気的特性表を参照してください。

3.6 露出サーマルパッド (EP)

内部接続していませんがグランドへの接続を推奨します。

MCP1501

4.0 動作原理

バッファ付き参照電圧のMCP1501は、入力電源電圧レンジ全体にわたって安定した出力を供給できます。MCP1501の基本([ブロック図](#)参照)は内部バンドギャップ参照回路です。他のあらゆるバンドギャップ回路と同様、内部バンドギャップ参照回路は反対の温度係数を持つ2つの電圧を加算する事で、周囲温度から独立した参照電圧を生成します。

MCP1501のバンドギャップは2次温度係数(TC)補償バンドギャップ回路(特許番号 8,222,955)に基づいています。この技術により、MCP1501は電源電圧と周囲温度にかかわらず高い初期精度と小さい温度係数で動作できます。最適の精度を得るために、デバイスの特性確認の段階でバンドギャップの曲率補正を求めてトリミングしています。

MCP1501はチョップパベースのアンプアーキテクチャによる優れた低ノイズ動作も特長で、温度係数増加の原因になる温度依存オフセットを低減し、長期間ドリフト性能を大幅に改善しています。デバイス出力からチョッピング周波数を除去するための回路も備えています。

バンドギャップ電圧を補償した後、増幅、バッファリングし、負荷電流(± 5 mA)をシンク/ソースする高性能出力駆動回路に供給します。

5.0 応用回路

5.1 応用に関するヒント

5.1.1 基本的な応用回路

図 5-1 に、MCP1501 の基本的な回路接続を示します。

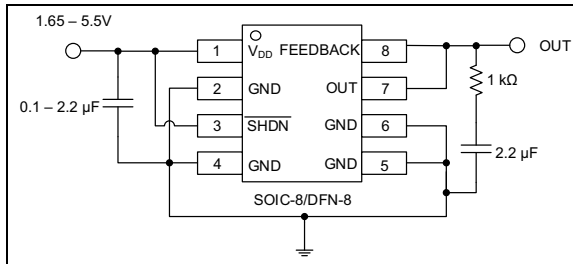


図 5-1: 基本的な回路構成

図に示すように、入力電圧はデバイスの V_{IN} 入力に接続します。このピンから GND に $2.2 \mu\text{F}$ のセラミックコンデンサを接続する事もできます。入力電圧に過大なノイズが含まれている場合、このコンデンサが必要です。 $2.2 \mu\text{F}$ のコンデンサは $1 \sim 2 \text{ MHz}$ 付近の入力電圧ノイズを除去します。この周波数より低いノイズは、参照電圧の入力電圧除去特性で十分に除去されます。 2 MHz 超のノイズは参照電圧生成器の帯域幅外であり、入力ピンから出力に伝達される事はありません。

アプリケーションによってこの参照電圧生成器からの出力ノイズが過大の場合、外部 RC フィルタとオペアンプバッファで簡単に取り除く事ができます。オペアンプの入出力電圧レンジは参照出力電圧を包含する必要があります。

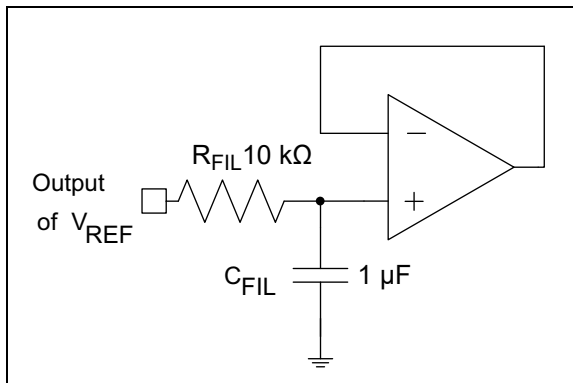


図 5-2: 出力ノイズ低減フィルタ

式 5-1 に示すように、RC フィルタの定数は要求カットオフ周波数に応じて選択します。

式 5-1:

$$f_C = \frac{1}{2\pi(R_{FIL}C_{FIL})}$$

図 5-2 に示す値 ($10 \text{ k}\Omega$, $1 \mu\text{F}$) は、アンプの出力に 1 次のローパスフィルタを構成します。このフィルタのカットオフ周波数は 15.9 Hz 、減衰スロープは 20 dB/decade です。MCP6021 アンプは、このローパスフィルタの負荷を応用回路の他の部分から分離します。このアンプは、参照電圧よりも速い応答時間を備える追加の駆動も提供します。

5.1.2 負荷コンデンサ

V_{OUT} から GND への出力コンデンサは、参照電圧の周波数ノイズフィルタとして動作するため省略できません。最大容量性負荷は 300 pF です。しかし直列に抵抗を接続する事でより大きな負荷コンデンサを実装できます。図 5-1 に、 $2.2 \mu\text{F}$ のコンデンサと直列接続した $1 \text{ k}\Omega$ の抵抗を示します。

5.1.3 プリント基板のレイアウトに関する注意事項

プリント基板 (PCB) への実装による機械的応力が、出力電圧の初期値からの変動の原因となる場合があります。一般に SOT-23-6 パッケージ デバイスは、WDFN パッケージ デバイスより組み立て応力の影響を受けやすい傾向があります。応力による出力電圧変動を低減するため、参照電圧生成器は PCB 上の低ストレス領域 (PCB の端、ねじ穴、大きな部品から離れた場所) に実装します。

MCP1501

5.2 代表的な応用回路

5.2.1 負参照電圧

負参照電圧は、MCP1501 ファミリのどのデバイスを使っても構成できます。図 5-3 に、代表的な応用回路を示します。

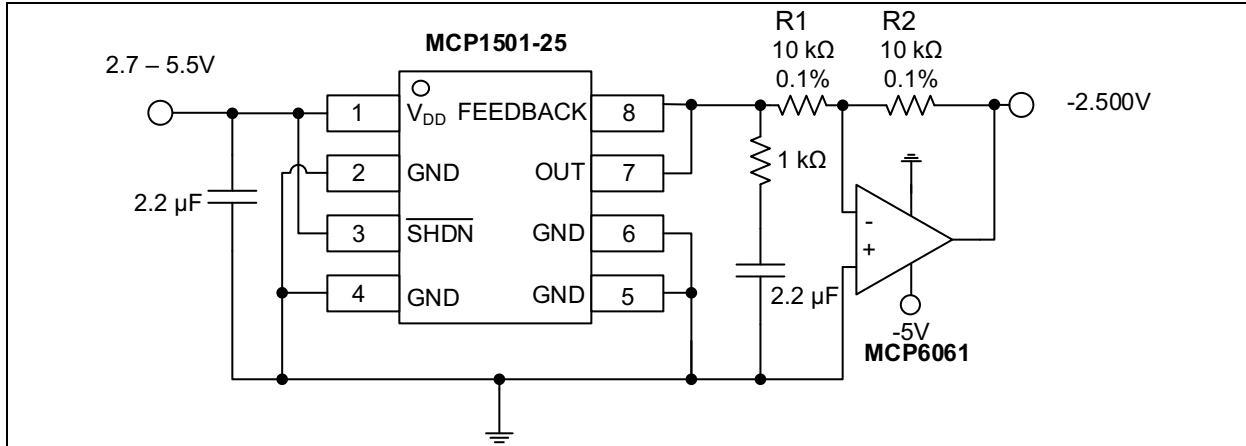


図 5-3: 負参照電圧

この回路では、MCP6061 と 2 つの等しい抵抗を使って電圧を反転しています。MCP1501 参照電圧の出力電圧は、MCP6061 アンプの反転入力に接続した R1 を駆動します。アンプの非反転入力はグラウンドに接続されているため、反転入力もグラウンド電位に近づきます。2 番目の 10 kΩ の抵抗は、アンプの帰還ループに配置されています。アンプの反転入力はハイインピーダンス

であるため、R1 を流れた電流は R2 にも流れます。その結果アンプの出力電圧は、MCP1501-25 の場合 -2.5 V、MCP1501-40 の場合 -4.096 V となります。

5.2.2 A/D コンバータの参照電圧

MCP1501-25 は、Microchip 社製 ADC ファミリーに参照電圧を提供するべく設計されました。図 5-4 の回路は、MCP3201 (12 ビット ADC) に参照電圧を提供するように構成した MCP1501-25 を示します。

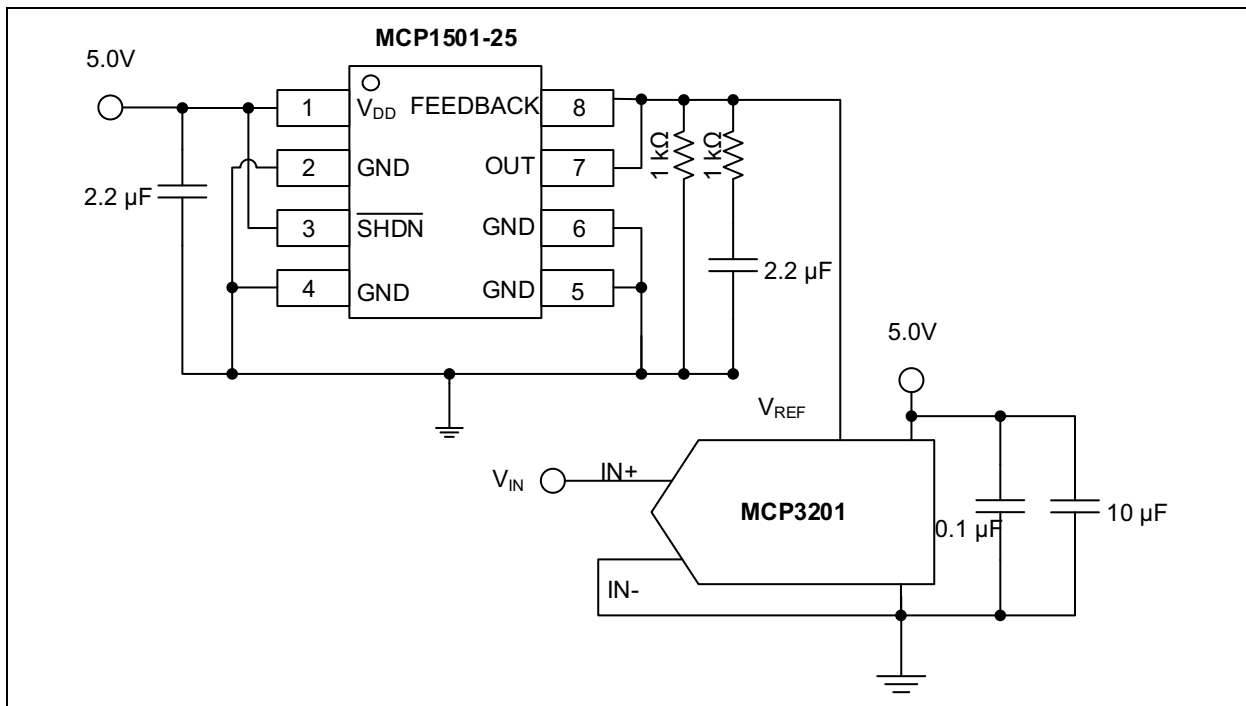
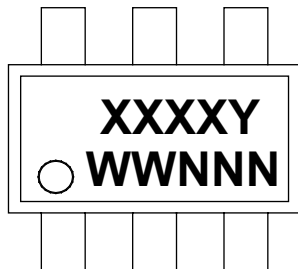


図 5-4: ADC 回路例

6.0 パッケージ情報

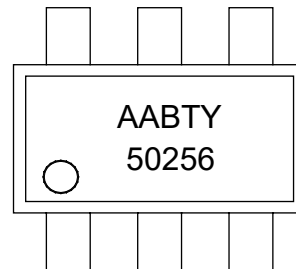
6.1 パッケージのマーキング

6ピン SOT-23

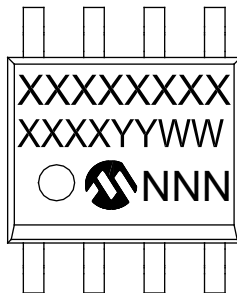


デバイス	コード
MCP1501T-10E/CHY	AABTY
MCP1501T-12E/CHY	AABUY
MCP1501-18E/CHY	AABVY
MCP1501-20E/CHY	AABWY
MCP1501T-25E/CHY	AABXY
MCP1501T-30E/CHY	AABYY
MCP1501T-33E/CHY	AABZY
MCP1501T-40E/CHY	AACAY

例

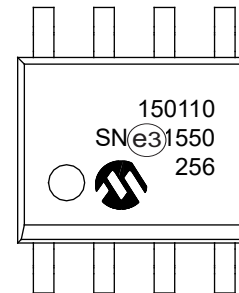


8ピン SOIC



デバイス	コード
MCP1501T-10E/SN	150110
MCP1501T-12E/SN	150112
MCP1501-18E/SN	150118
MCP1501-20E/SN	150120
MCP1501T-25E/SN	150125
MCP1501T-30E/SN	150130
MCP1501T-33E/SN	150133
MCP1501T-40E/SN	150140

例



8ピン WDFN (2 x 2 mm)



デバイス	コード
MCP1501T-10E/RW	AAQ
MCP1501T-12E/RW	AAR
MCP1501-18E/RW	AAS
MCP1501-20E/RW	AAT
MCP1501T-25E/RW	AAU
MCP1501T-30E/RW	AAV
MCP1501T-33E/RW	AAW
MCP1501T-40E/RW	AAX

例



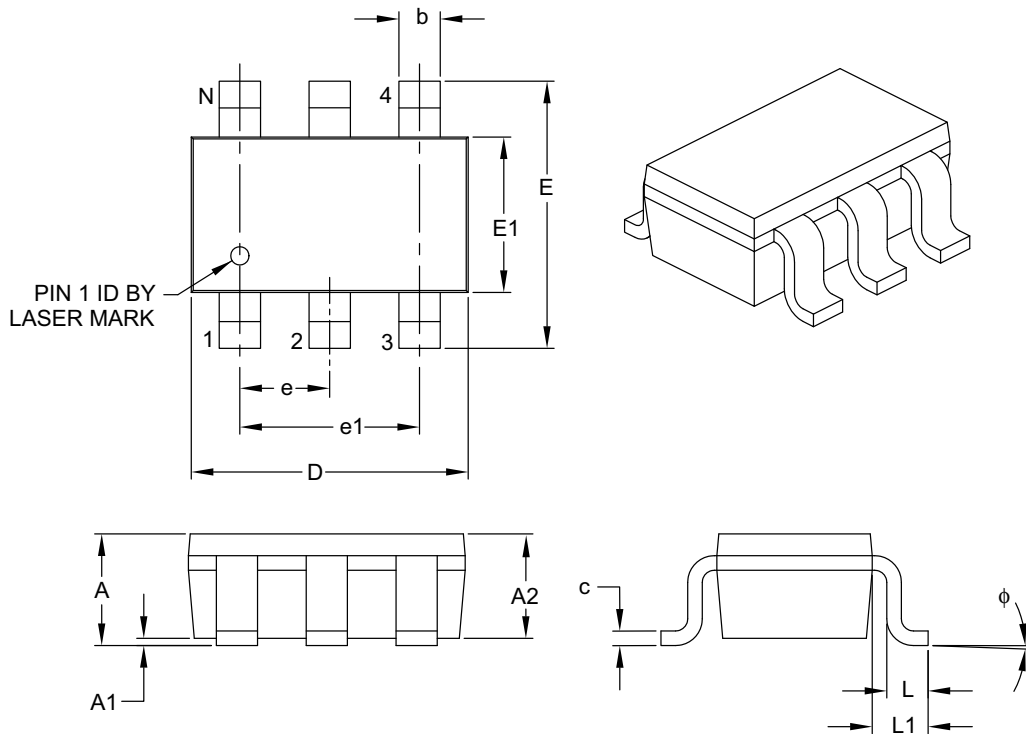
凡例: XX...X お客様固有情報
 Y 年コード (西暦の下1桁)
 YY 年コード (西暦の下2桁)
 WW 週コード (1月1日の週が「01」)
 NNN 英数字のトレーサビリティコード
 (e3) 無光沢スズ (Sn) メッキの使用を示す鉛フリー JEDEC® マーク
 * 本パッケージは鉛フリーです。鉛フリー JEDEC マーク (e3) は外箱に表記しています。

Note: Microchip 社の製品番号が1行に収まりきらない場合、複数行を使います。この場合、お客様固有情報に使える文字数が制限されます。

MCP1501

6ピン プラスチック スモール アウトライン トランジスタ (CHY) [SOT-23]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



寸法	単位	ミリメートル		
		MIN	NOM	MAX
ピン数	N	6		
ピッチ	e	0.95 BSC		
外側ピンピッチ	e1	1.90 BSC		
全高	A	0.90	-	1.45
モールドパッケージ厚	A2	0.89	-	1.30
スタンドオフ	A1	0.00	-	0.15
全幅	E	2.20	-	3.20
モールドパッケージ幅	E1	1.30	-	1.80
全長	D	2.70	-	3.10
足長	L	0.10	-	0.60
フットプリント	L1	0.35	-	0.80
足角	φ	0°	-	30°
ピン厚	c	0.08	-	0.26
ピン幅	b	0.20	-	0.51

Note:

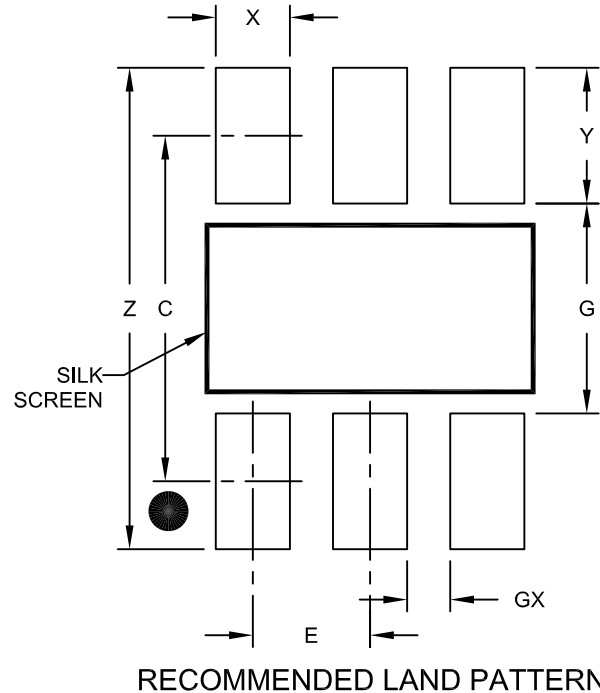
- D と E1 の寸法はバリを含みません。バリは側面から 0.127 mm を超えません。
- 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M に準拠しています。

BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

Microchip Technology Drawing C04-028B

6 ピン プラスチック スモール アウトライン トランジスタ (CHY) [SOT-23]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



寸法	単位	ミリメートル		
		MIN	NOM	MAX
コンタクトピッチ	E	0.95 BSC		
コンタクトパッド間隔	C		2.80	
コンタクトパッド幅 (X6)	X			0.60
コンタクトパッド長 (X6)	Y			1.10
パッド間距離	G	1.70		
パッド間距離	GX	0.35		
全幅	Z			3.90

Note:

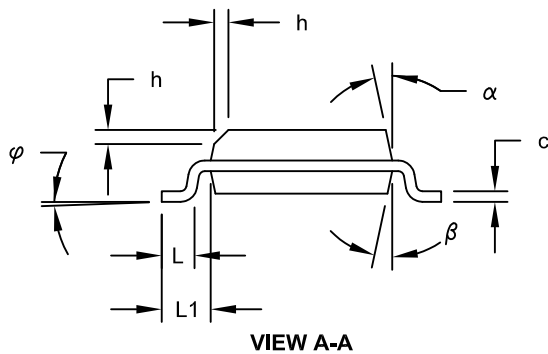
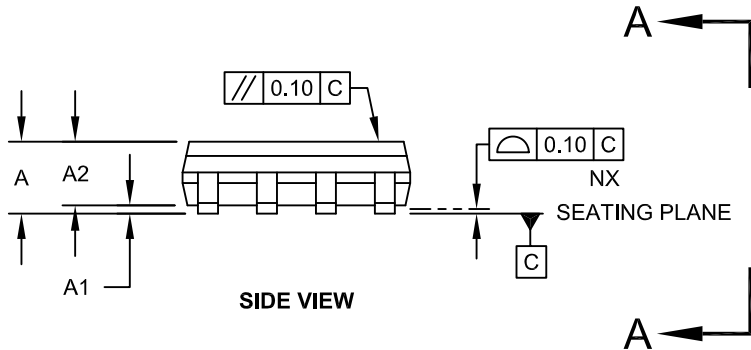
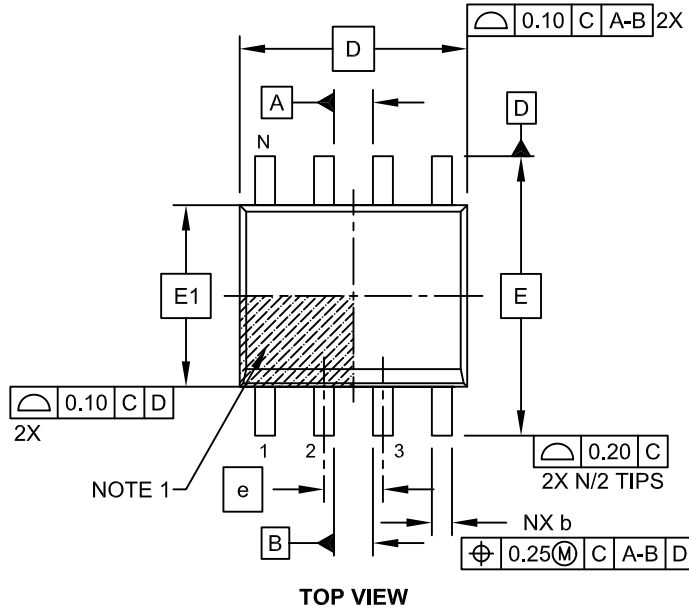
- 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M に準拠しています。
 BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

Microchip Technology Drawing C04-2028A

MCP1501

8ピンプラスチック スモールアウトライン (SN) - ナロー、3.90 mm ボディ [SOIC]

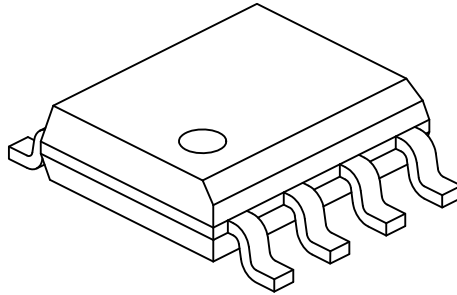
Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



Microchip Technology Drawing No.C04-057C Sheet 1 of 2

8 ピン プラスチック スモール アウトライン (SN) - ナロー、3.90 mm ボディ [SOIC]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



寸法	単位	ミリメートル		
		MIN	NOM	MAX
ピン数	N	8		
ピッチ	e	1.27 BSC		
全高	A	-	-	1.75
モールドパッケージ厚	A2	1.25	-	-
スタンドオフ §	A1	0.10	-	0.25
全幅	E	6.00 BSC		
モールドパッケージ幅	E1	3.90 BSC		
全長	D	4.90 BSC		
面取り部 (オプション)	h	0.25	-	0.50
足長	L	0.40	-	1.27
フットプリント	L1	1.04 REF		
足角	φ	0°	-	8°
ピン厚	c	0.17	-	0.25
ピン幅	b	0.31	-	0.51
モールドドラフト角トップ	α	5°	-	15°
モールドドラフト角ボトム	β	5°	-	15°

Note:

1. ピン 1 のビジュアル インデックスの場所にはばらつきがありますが、必ず斜線部分内にあります。
2. § 重要な特性です。
3. D と E1 の寸法はバリを含みません。バリは側面から 0.15 mm を超えません。
4. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M に準拠しています。

BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

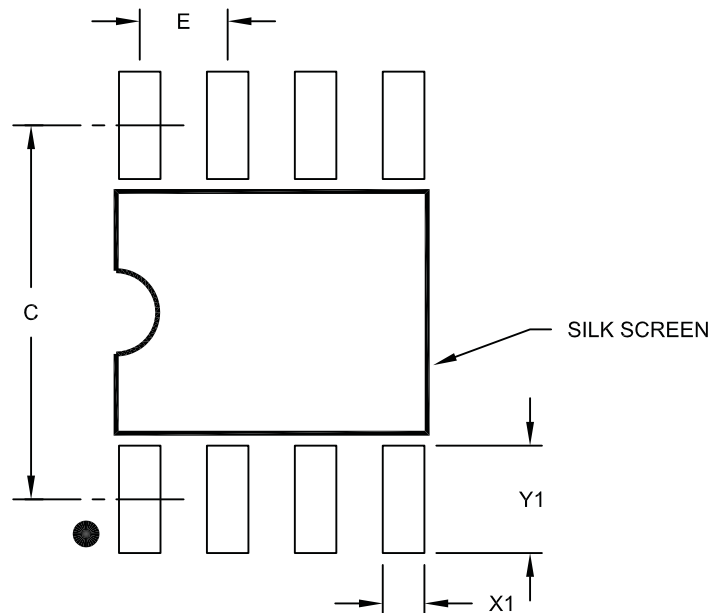
REF: 参考寸法、通常は許容誤差を含まない、情報としてのみ提示される値

Microchip Technology Drawing C04-057C Sheet 2 of 2

MCP1501

8ピンプラスチック スモールアウトライン (SN) - ナロー、3.90 mm ボディ [SOIC]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



RECOMMENDED LAND PATTERN

単位	ミリメートル			
	寸法	MIN	NOM	MAX
コンタクトピッチ	E	1.27 BSC		
コンタクトパッド間隔	C		5.40	
コンタクトパッド幅 (X8)	X1			0.60
コンタクトパッド長 (X8)	Y1			1.55

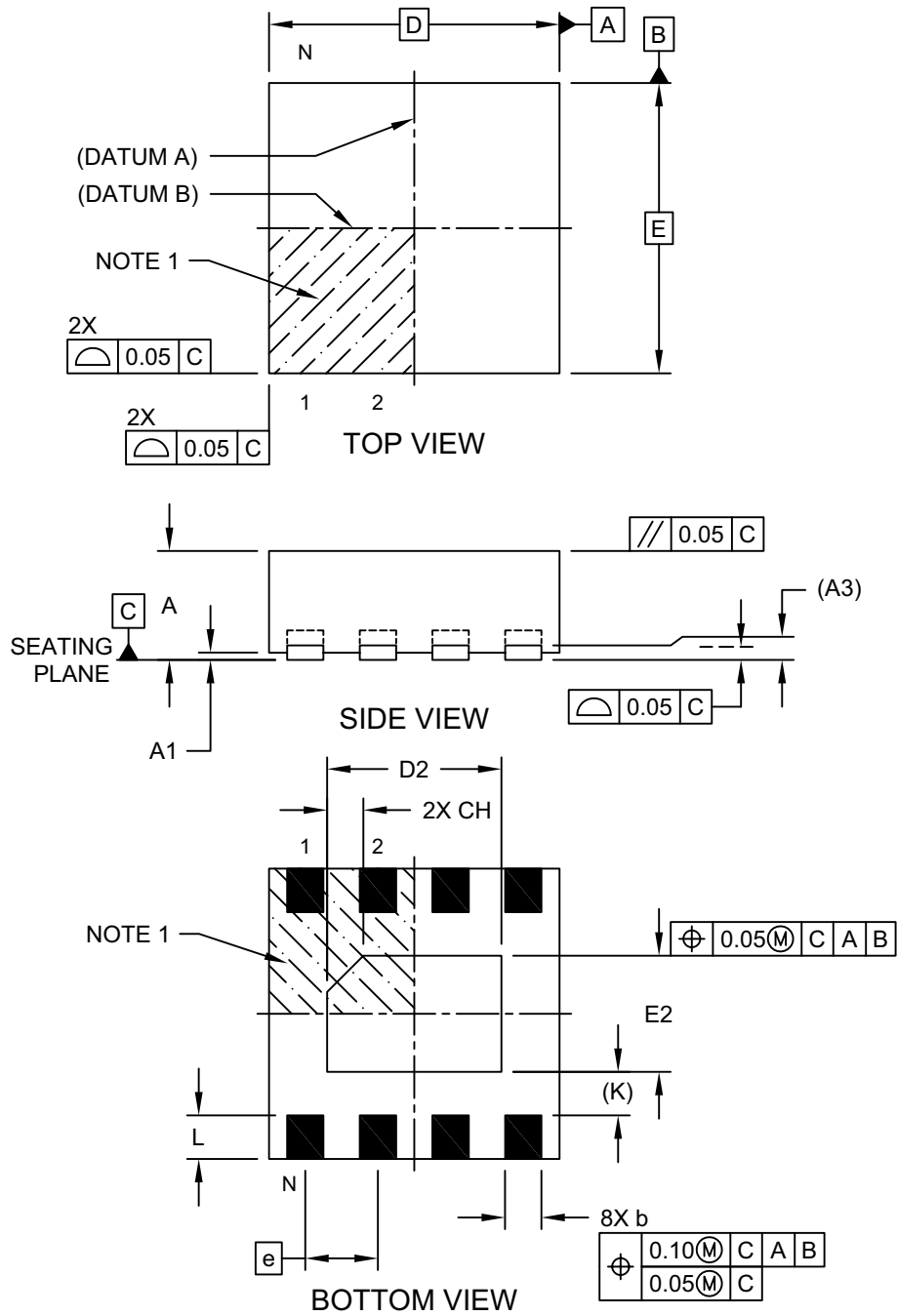
Note:

- 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M に準拠しています。
 BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

Microchip Technology Drawing C04-2057A

8ピンプラスチック極薄デュアルフラット、リードレスパッケージ (RW) - 2x2 mm ボディ [WDFN]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>

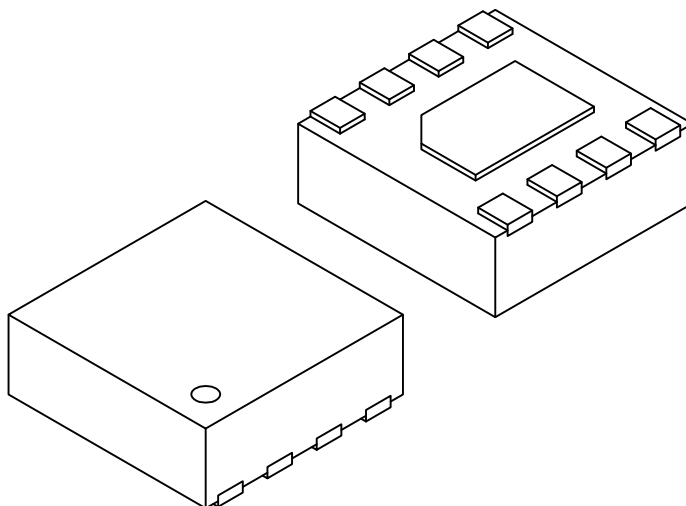


Microchip Technology Drawing C04-261A Sheet 1 of 2

MCP1501

8ピンプラスチック極薄デュアルフラット、リードレスパッケージ (RW) - 2x2 mm ボディ [WDFN]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



単位	寸法	ミリメートル		
		MIN	NOM	MAX
端子数	N	8		
ピッチ	e	0.50 BSC		
全高	A	0.70	0.75	0.80
スタンドオフ	A1	0.00	0.02	0.05
端子厚	(A3)	0.10 REF		
全幅	E	2.00 BSC		
露出パッド幅	E2	0.70	0.80	0.90
全長	D	2.00 BSC		
露出パッド長	D2	1.10	1.20	1.30
露出パッド面取り部	CH	-	0.25	-
端子幅	b	0.20	0.25	0.30
端子長	L	0.25	0.30	0.35
端子 - 露出パッド間距離	(K)	0.30	-	-

Note:

- ピン1のビジュアルインデックスの場所にはばらつきがありますが、必ず斜線部分内にあります。
- パッケージはダイサーで個片化されています。
- 寸法と許容誤差はASME Y14.5Mに準拠しています。

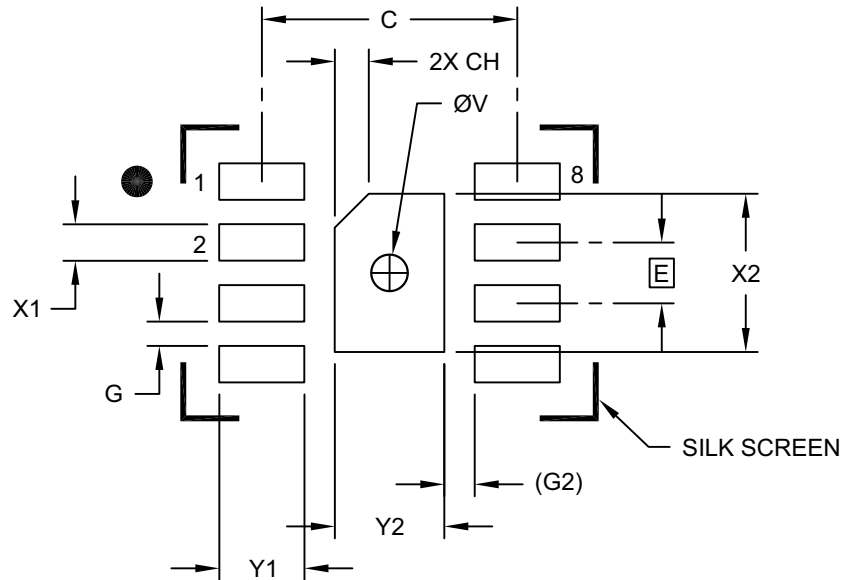
BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

REF: 参考寸法、通常は許容誤差を含まない、情報としてのみ使われる値

Microchip Technology Drawing C04-261A Sheet 2 of 2

8ピンプラスチック極薄デュアルフラット、リードレスパッケージ (RW) - 2x2 mm ボディ [WDFN]

Note: 最新のパッケージ図面については、以下のウェブページにある「Microchip Packaging Specification (Microchip 社パッケージ仕様)」を参照してください。
<http://www.microchip.com/packaging>



RECOMMENDED LAND PATTERN

	単位 寸法	ミリメートル		
		MIN	NOM	MAX
コンタクトピッチ	E	0.50 BSC		
オプションのセンターパッド幅	Y2			0.90
オプションのセンターパッド長	X2			1.30
コンタクトパッド間隔	C		2.10	
コンタクトパッド面取り部	CH		0.28	
コンタクトパッド幅 (X8)	X1			0.30
コンタクトパッド長 (X8)	Y1			0.70
コンタクトパッド - コンタクトパッド間 距離 (X6)	G1	0.20		
コンタクトパッド - センターパッド間 距離 (X8)	G1		0.25 REF	
放熱用スルーホール直径	V		0.30	

Note:

1. 寸法と許容誤差は ASME Y14.5M に準拠しています。

BSC: 基本寸法、理論的に正確な値、許容誤差なしで表示

REF: 参考寸法、通常は許容誤差を含まない、情報としてのみ提示される値

Microchip Technology Drawing C04-2261A

MCP1501

NOTE:

補遺 A: 改訂履歴

リビジョン B (2016 年 1 月)

変更内容は以下の通りです。

1. セクション6.0「パッケージ情報」を更新しました。
2. 「製品識別システム」セクションを更新しました。
3. 細かな誤字を訂正しました。

リビジョン A (2015 年 12 月)

本書は初版です。

MCP1501

NOTE:

製品識別システム

ご注文や製品の価格、納期につきましては、弊社または販売代理店にお問い合わせください。

製品番号	X	/XX																																					
デバイス	出力電圧	パッケージ																																					
<p>デバイス: MCP1501 – 温度ドリフト 50 ppm (typ.) のバッファ付き参照電圧生成器</p> <p>出力電圧:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>10</td><td>=</td><td>1.024 V</td></tr> <tr><td>12</td><td>=</td><td>1.200 V</td></tr> <tr><td>18</td><td>=</td><td>1.800 V</td></tr> <tr><td>20</td><td>=</td><td>2.048 V</td></tr> <tr><td>25</td><td>=</td><td>2.500 V</td></tr> <tr><td>30</td><td>=</td><td>3.000 V</td></tr> <tr><td>33</td><td>=</td><td>3.300 V</td></tr> <tr><td>40</td><td>=</td><td>4.096 V</td></tr> </table> <p>パッケージ:</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>CHY*</td><td>=</td><td>6ピン プラスチック スモール アウトライン トランジスタ (SOT-23)</td></tr> <tr><td>SN</td><td>=</td><td>8ピン プラスチック スモール アウトライン – ナロー、3.90 mm ボディ (SOIC)</td></tr> <tr><td>RW</td><td>=</td><td>8ピン 超薄型プラスチック デュアルフラット、リードレス パッケージ – 2 x 2 mm ボディ (WDFN)</td></tr> <tr><td>*Y</td><td>=</td><td>ニッケルパラジウム金めっき製品を表します。これは SOT-23 パッケージでのみ提供しています。</td></tr> </table>				10	=	1.024 V	12	=	1.200 V	18	=	1.800 V	20	=	2.048 V	25	=	2.500 V	30	=	3.000 V	33	=	3.300 V	40	=	4.096 V	CHY*	=	6ピン プラスチック スモール アウトライン トランジスタ (SOT-23)	SN	=	8ピン プラスチック スモール アウトライン – ナロー、3.90 mm ボディ (SOIC)	RW	=	8ピン 超薄型プラスチック デュアルフラット、リードレス パッケージ – 2 x 2 mm ボディ (WDFN)	*Y	=	ニッケルパラジウム金めっき製品を表します。これは SOT-23 パッケージでのみ提供しています。
10	=	1.024 V																																					
12	=	1.200 V																																					
18	=	1.800 V																																					
20	=	2.048 V																																					
25	=	2.500 V																																					
30	=	3.000 V																																					
33	=	3.300 V																																					
40	=	4.096 V																																					
CHY*	=	6ピン プラスチック スモール アウトライン トランジスタ (SOT-23)																																					
SN	=	8ピン プラスチック スモール アウトライン – ナロー、3.90 mm ボディ (SOIC)																																					
RW	=	8ピン 超薄型プラスチック デュアルフラット、リードレス パッケージ – 2 x 2 mm ボディ (WDFN)																																					
*Y	=	ニッケルパラジウム金めっき製品を表します。これは SOT-23 パッケージでのみ提供しています。																																					
			<p>例:</p> <p>a) MCP1501T-10E/CHY: 1.024 V、6ピン SOT-23 パッケージ、テープ&リール</p> <p>b) MCP1501-12E/SN: 1.2 V、8ピン SOIC パッケージ</p> <p>c) MCP1501T-18E/SN: 1.8 V、8ピン SOIC パッケージ、テープ&リール</p> <p>d) MCP1501T-20E/RW: 2.048 V、8ピン WDFN パッケージ、テープ&リール</p>																																				

MCP1501

NOTE:

Microchip 社製デバイスのコード保護機能に関して以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに仕様に従って使用した場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- しかし、コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在する事もまた事実です。弊社の理解では、こうした手法は Microchip 社データシートにある動作仕様書以外の方法で Microchip 社製品を使用する事になります。このような行為は知的財産権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- Microchip 社は、コードの保全性に懸念を抱いているお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。Microchip 社のコード保護機能の侵害は、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著作物に不正なアクセスを受けた場合、デジタル ミレニアム著作権法の定めるところにより損害賠償訴訟を起こす権利があります。

本書に記載されているデバイス アプリケーション等に関する情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。Microchip 社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、商品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。Microchip 社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害を受けない事に同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、dsPIC、FlashFlex、flexPWR、JukeBlox、KEELOQ、KEELOQ logo、Kleer、LANCheck、MediaLB、MOST、MOST logo、MPLAB、OptoLyzer、PIC、PICSTART、PIC³² logo、RightTouch、SpyNIC、SST、SST Logo、SuperFlash および UNI/O は米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Embedded Control Solutions Company、mTouch は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、BodyCom、chipKIT、chipKIT logo、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、ECAN、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Inter-Chip Connectivity、KleerNet、KleerNet logo、MiWi、motorBench、MPASM、MPF、MPLAB Certified logo、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、RightTouch logo、REAL ICE、SQL、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、USBCheck、VariSense、ViewSpan、WiperLock、Wireless DNA、および ZENA は米国およびその他の Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Silicon Storage Technology は他の国における Microchip Technology Inc. の登録商標です。

GestIC は Microchip Technology Inc. の子会社である Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG 社の他の国における登録商標です。

その他本書に記載されている商標は各社に帰属します。

© 2016, Microchip Technology Incorporated, All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-5224-0237-4

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
== ISO/TS 16949 ==**

Microchip 社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州)の本部、設計部およびウェハー製造工場そしてカリフォルニア州とインドのデザインセンターがISO/TS-16949:2009 認証を取得しています。Microchip 社の品質システム プロセスおよび手順は、PIC® MCU および dsPIC® DSC、KEELOQ® コードホッピング デバイス、シリアルEEPROM、マイクロペリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。さらに、開発システムの設計と製造に関する Microchip 社の品質システムはISO 9001:2000 認証を取得しています。

各国の営業所とサービス

北米

本社

2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
技術サポート：
[http://www.microchip.com/
support](http://www.microchip.com/support)
URL:
www.microchip.com

アトランタ

Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

オースティン、TX

Tel: 512-257-3370

ボストン

Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ

Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

クリーブランド

Independence, OH
Tel: 216-447-0464
Fax: 216-447-0643

ダラス

Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト

Novi, MI
Tel: 248-848-4000

ヒューストン、TX

Tel: 281-894-5983

インディアナポリス

Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453

ロサンゼルス

Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608

ニューヨーク、NY

Tel: 631-435-6000

サンノゼ、CA

Tel: 408-735-9110

カナダ - トロント

Tel: 905-673-0699
Fax: 905-673-6509

アジア / 太平洋

アジア太平洋支社

Suites 3707-14, 37th Floor
Tower 6, The Gateway
Harbour City, Kowloon
Hong Kong
Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

オーストラリア - シドニー

Tel: 61-2-9868-6733
Fax: 61-2-9868-6755

中国 - 北京

Tel: 86-10-8569-7000
Fax: 86-10-8528-2104

中国 - 成都

Tel: 86-28-8665-5511
Fax: 86-28-8665-7889

中国 - 重慶

Tel: 86-23-8980-9588
Fax: 86-23-8980-9500

中国 - 東莞

Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 杭州

Tel: 86-571-8792-8115
Fax: 86-571-8792-8116

中国 - 香港 SAR

Tel: 852-2943-5100
Fax: 852-2401-3431

中国 - 南京

Tel: 86-25-8473-2460
Fax: 86-25-8473-2470

中国 - 青島

Tel: 86-532-8502-7355
Fax: 86-532-8502-7205

中国 - 上海

Tel: 86-21-5407-5533
Fax: 86-21-5407-5066

中国 - 瀋陽

Tel: 86-24-2334-2829
Fax: 86-24-2334-2393

中国 - 深圳

Tel: 86-755-8864-2200
Fax: 86-755-8203-1760

中国 - 武漢

Tel: 86-27-5980-5300
Fax: 86-27-5980-5118

中国 - 西安

Tel: 86-29-8833-7252
Fax: 86-29-8833-7256

アジア / 太平洋

中国 - 厦門

Tel: 86-592-2388138
Fax: 86-592-2388130

中国 - 珠海

Tel: 86-756-3210040
Fax: 86-756-3210049

インド - バンガロール

Tel: 91-80-3090-4444
Fax: 91-80-3090-4123

インド - ニューデリー

Tel: 91-11-4160-8631
Fax: 91-11-4160-8632

インド - プネ

Tel: 91-20-3019-1500

日本 - 大阪

Tel: 81-6-6152-7160
Fax: 81-6-6152-9310

日本 - 東京

Tel: 81-3-6880-3770
Fax: 81-3-6880-3771

韓国 - 大邱

Tel: 82-53-744-4301
Fax: 82-53-744-4302

韓国 - ソウル

Tel: 82-2-554-7200
Fax: 82-2-558-5932 または
82-2-558-5934

マレーシア - クアラルンプール

Tel: 60-3-6201-9857
Fax: 60-3-6201-9859

マレーシア - ペナン

Tel: 60-4-227-8870
Fax: 60-4-227-4068

フィリピン - マニラ

Tel: 63-2-634-9065
Fax: 63-2-634-9069

シンガポール

Tel: 65-6334-8870
Fax: 65-6334-8850

台湾 - 新竹

Tel: 886-3-5778-366
Fax: 886-3-5770-955

台湾 - 高雄

Tel: 886-7-213-7830

台湾 - 台北

Tel: 886-2-2508-8600
Fax: 886-2-2508-0102

タイ - バンコク

Tel: 66-2-694-1351
Fax: 66-2-694-1350

ヨーロッパ

オーストリア - ヴェルス

Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン

Tel: 45-4450-2828
Fax: 45-4485-2829

フランス - パリ

Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - デュッセルドルフ

Tel: 49-2129-3766400

ドイツ - カールスルーエ

Tel: 49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン

Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

イタリア - ミラノ

Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

イタリア - ヴェニス

Tel: 39-049-7625286

オランダ - ドリユネン

Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

ポーランド - ワルシャワ

Tel: 48-22-3325737

スペイン - マドリッド

Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

スウェーデン - ストックホルム

Tel: 46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキンガム

Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820