

## REF19x シリーズ

### 特長

初期精度:最大±2 mV  
 温度係数:最大 5 ppm/°C  
 低電源電流:最大 45 µA  
 スリープ・モード:最大 15 µA  
 ロー・ドロップアウト電圧  
 負荷レギュレーション: 4 ppm/mA  
 ライン・レギュレーション: 4 ppm/V  
 高出力電流: 30 mA  
 短絡保護

### アプリケーション

ポータブル計測機器  
 ADC および DAC  
 スマート・センサー  
 太陽光発電アプリケーション  
 ループ電流駆動機器

### 概要

REF19x シリーズ高精度バンド・ギャップ・リファレンス電圧では、特許取得済みの温度ドリフト・カーブ補正回路と非常に安定な薄膜抵抗のレーザ・トリミングを採用して、非常に低い温度係数と高い初期精度を実現しています。

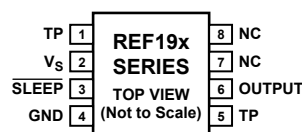
REF19x シリーズはマイクロパワー・ロー・ドロップアウト電圧 (LDV) デバイスから構成されており、出力電圧よりわずかに 100 mV 高い電源から安定な出力電圧を提供し、電源電流は 45 µA 以下です。SLEEPピンに TTL または CMOS のロー・レベルを入力すると、スリープ・モードがイネーブルされて、出力がターンオフされ、電源電流はさらに 15 µA 以下に削減されます。

REF19x シリーズのリファレンス電圧は拡張工業用温度範囲 (-40°C~+85°C) で仕様が規定され、車載などのアプリケーションに対しては -40°C~+125°C で代表的な性能仕様を規定しています。

すべての電氣的グレードでは、8ピン SOIC パッケージを採用しています。PDIP パッケージと TSSOP パッケージは最も低い電氣的グレードでのみ採用しています。

### テスト・ピン

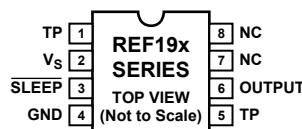
テスト・ピン 1 とテスト・ピン 5 は、パッケージ内でのツェナー・ザッピング用に予約されています。出力で最高レベルの精度を実現するために、ツェナー・ザッピング技術を使って出力電圧を調整しています。各ユニットでは調整量が異なるため、テスト・ピンの抵抗値はピン間で、またデバイス間で広く変わります。ピン 1 とピン 5 は未接続のままにしておく必要があります。



NOTES  
 1. NC = NO CONNECT.  
 2. TP PINS ARE FACTORY TEST POINTS, NO USER CONNECTION.

00371-001

図 1.8 ピン SOIC\_N と TSSOP のピン配置 (S サフィックスと RU サフィックス)



NOTES  
 1. NC = NO CONNECT.  
 2. TP PINS ARE FACTORY TEST POINTS, NO USER CONNECTION.

00371-002

図 2.8 ピン PDIP のピン配置 (P サフィックス)

表 1. 公称出力電圧

Part Number	Nominal Output Voltage (V)
REF191	2.048
REF192	2.50
REF193	3.00
REF194	4.50
REF195	5.00
REF196	3.30
REF198	4.096

## 目次

特長	1	電気的特性—REF198、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	14
アプリケーション	1	電気的特性—REF198、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	15
概要	1	絶対最大定格	16
テスト・ピン	1	熱抵抗	16
改訂履歴	3	ESDの注意	16
仕様	4	代表的な性能特性	17
電気的特性—REF191、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	4	アプリケーション情報	20
電気的特性—REF191、 $-40^{\circ}\text{C} \leq +85^{\circ}\text{C}$	5	出力短絡動作	20
電気的特性—REF191、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	6	デバイス消費電力についての注意	20
電気的特性—REF192、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	6	出力電圧のバイパス	20
電気的特性—REF192、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	7	スリープ・モード動作	20
電気的特性—REF192、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	7	リファレンス電圧の基本接続	20
電気的特性—REF193、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	8	薄膜スイッチ制御の電源	20
電気的特性—REF193、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	8	電流制限機能を持つ電流増幅リファレンス	21
電気的特性—REF193、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	9	高精度抵抗が不要な負の高精度リファレンス	21
電気的特性—REF194、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	9	任意出力を得るためのリファレンスICの縦続接続	22
電気的特性—REF194、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	10	高精度電流源	22
電気的特性—REF194、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	10	5 V/3.3 Vリファレンス電圧の出力切り替え	23
電気的特性—REF195、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	11	ケルビン接続	23
電気的特性—REF195、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	11	フェイルセーフ 5 Vリファレンス	24
電気的特性—REF195、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	12	低消費電力のストレイン・ゲージ回路	25
電気的特性—REF196、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	12	外形寸法	26
電気的特性—REF196、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +85^{\circ}\text{C}$	13	オーダー・ガイド	27
電気的特性—REF196、 $-40^{\circ}\text{C} \leq \text{TA} \leq +125^{\circ}\text{C}$	13		
電気的特性—REF198、 $\text{TA} = 25^{\circ}\text{C}$	14		

## 改訂履歴

**3/08—Rev. I to Rev. J**

Changes to General Description .....	1
Changes to Specifications Section .....	4
Deleted Wafer Test Limits Section .....	14
Changes to Table 23, Thermal Resistance Section, and Table 24 .....	16
Changes to Figure 6 .....	17
Changes to Device Power Dissipation Considerations Section .....	20
Changes to Current-Boosted References with Current Limiting Section .....	21
Changes to Precision Current Source Section .....	22
Changes to Figure 28 .....	23
Changes to Figure 30 .....	24
Changes to Low Power, Strain Gage Circuit Section .....	25
Changes to Ordering Guide .....	27

**9/06—Rev. H to Rev. I**

Updated Format .....	Universal
Changes to Table 25 .....	16
Changes to Figure 6 .....	16
Changes to Figure 10, Figure 12, Figure 14, and Figure 26 .....	17
Changes to Figure 18 .....	18
Changes to Figure 20 .....	19
Changes to Figure 23 .....	20
Changes to Figure 25 .....	21
Updated Outline Dimensions .....	25
Changes to Ordering Guide .....	26

**6/05—Rev. G to Rev. H**

Updated Format .....	Universal
Changes to Caption in Figure 7 .....	16
Updated Outline Dimensions .....	25
Changes to Ordering Guide .....	26

**7/04—Rev. F to Rev. G**

Changes to Ordering Guide .....	4
---------------------------------	---

**3/04—Rev. E to Rev. F**

Updated Absolute Maximum Rating .....	4
Changes to Ordering Guide .....	14
Updated Outline Dimensions .....	24

**1/03—Rev. D to Rev. E**

Changes to Figure 3 and Figure 4 .....	15
Changes to Output Short Circuit Behavior .....	17
Changes to Figure 20 .....	17
Changes to Figure 24 .....	19
Updated Outline Dimensions .....	23

**1/96—Revision 0: Initial Version**

## 仕様

電気的特性—REF191、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 

特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 2.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup>	$V_O$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$				
E Grade			2.046	2.048	2.050	V
F Grade			2.043		2.053	V
G Grade			2.038		2.058	V
LINE REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O / \Delta V_{IN}$	$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$				
E Grade				2	4	ppm/V
F and G Grades			4		8	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O / \Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$				
E Grade				4	10	ppm/mA
F and G Grades			6		15	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.15\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 2\text{ mA}$			0.95	V
		$V_S = 3.3\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			1.25	V
		$V_S = 3.6\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			1.55	V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^\circ\text{C}$		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		20		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。

<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。

電气的特性—REF191、 $-40^{\circ}\text{C} \leq +85^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 。

表 3.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$		2	5	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
E Grade						
F Grade						
G Grade <sup>3</sup>				10	25	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{\text{IN}}$	$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$		5	10	ppm/V
E Grade						
F and G Grades				10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{\text{LOAD}}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq 25\text{ mA}$		5	15	ppm/mA
E Grade						
F and G Grades				10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.15\text{ V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 2\text{ mA}$ $V_S = 3.3\text{ V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 10\text{ mA}$ $V_S = 3.6\text{ V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 25\text{ mA}$			0.95	V
					1.25	V
					1.55	V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	$V_{\text{H}}$		2.4			V
Logic High Input Current	$I_{\text{H}}$				-8	$\mu\text{A}$
Logic Low Input Voltage	$V_{\text{L}}$				0.8	V
Logic Low Input Current	$I_{\text{L}}$				-8	$\mu\text{A}$
SUPPLY CURRENT		No load			45	$\mu\text{A}$
Sleep Mode		No load			15	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{\text{MAX}} - V_{\text{MIN}})/V_O(T_{\text{MAX}} - T_{\text{MIN}})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電气的特性—REF191、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 4.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
E Grade						
F Grade						
G Grade <sup>3</sup>				5		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
				10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10		ppm/V
E Grade						
F and G Grades						
				20		ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 20\text{ mA}$		10		ppm/mA
E Grade						
F and G Grades						
				20		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.3\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			1.25	V
		$V_S = 3.6\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 20\text{ mA}$			1.55	V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF192、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

表 5.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup>	$V_O$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	2.498	2.500	2.502	V
E Grade						
F Grade						
G Grade						
					2.495	V
					2.490	V
LINE REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2	4	ppm/V
E Grade						
F and G Grades						
				4	8	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		4	10	ppm/mA
E Grade						
F and G Grades						
				6	15	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.5\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			1.00	V
		$V_S = 3.9\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			1.40	V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^{\circ}\text{C}$		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		25		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。

電气的特性—REF192、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 。

表 6.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit			
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	TCV <sub>O</sub> /°C	I <sub>OUT</sub> = 0 mA							
E Grade							2	5	ppm/°C
F Grade							5	10	ppm/°C
G Grade <sup>3</sup>						10	25	ppm/°C	
LINE REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	3.0 V ≤ V <sub>S</sub> ≤ 15 V, I <sub>OUT</sub> = 0 mA							
E Grade							5	10	ppm/V
F and G Grades						10	20	ppm/V	
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>LOAD</sub>	V <sub>S</sub> = 5.0 V, 0 mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 25 mA							
E Grade							5	15	ppm/mA
F and G Grades						10	20	ppm/mA	
DROPOUT VOLTAGE	V <sub>S</sub> - V <sub>O</sub>	V <sub>S</sub> = 3.5 V, I <sub>LOAD</sub> = 10 mA				1.00	V		
		V <sub>S</sub> = 4.0 V, I <sub>LOAD</sub> = 25 mA				1.50	V		
SLEEP PIN									
Logic High Input Voltage	V <sub>H</sub>		2.4				V		
Logic High Input Current	I <sub>H</sub>				-8		μA		
Logic Low Input Voltage	V <sub>L</sub>				0.8		V		
Logic Low Input Current	I <sub>L</sub>				-8		μA		
SUPPLY CURRENT		No load				45	μA		
Sleep Mode		No load				15	μA		

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に 1 μF のコンデンサが必要です。<sup>2</sup> TCV<sub>O</sub> は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/°C で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN}) / V_O (T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF192、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 7.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit			
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	TCV <sub>O</sub> /°C	I <sub>OUT</sub> = 0 mA							
E Grade							2		ppm/°C
F Grade							5		ppm/°C
G Grade <sup>3</sup>						10	ppm/°C		
LINE REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	3.0 V ≤ V <sub>S</sub> ≤ 15 V, I <sub>OUT</sub> = 0 mA							
E Grade							10		ppm/V
F and G Grades						20	ppm/V		
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>LOAD</sub>	V <sub>S</sub> = 5.0 V, 0 mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 20 mA							
E Grade							10		ppm/mA
F and G Grades						20	ppm/mA		
DROPOUT VOLTAGE	V <sub>S</sub> - V <sub>O</sub>	V <sub>S</sub> = 3.5 V, I <sub>LOAD</sub> = 10 mA				1.00	V		
		V <sub>S</sub> = 4.0 V, I <sub>LOAD</sub> = 20 mA				1.50	V		

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に 1 μF のコンデンサが必要です。<sup>2</sup> TCV<sub>O</sub> は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/°C で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN}) / V_O (T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電气的特性—REF193、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 8.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup> G Grade	$V_O$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	2.990	3.0	3.010	V
LINE REGULATION <sup>2</sup> G Grade	$\Delta V_O / \Delta V_{IN}$	$3.3\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		4	8	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup> G Grade	$\Delta V_O / \Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		6	15	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.8\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 4.0\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			0.80 1.00	V V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^\circ\text{C}$		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$\epsilon_N$	0.1 Hz to 10 Hz		30		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。電气的特性—REF193、 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $T_A = -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 。

表 9.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup> G Grade <sup>3</sup>	$TCV_O / ^\circ\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10	25	ppm/ $^\circ\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O / \Delta V_{IN}$	$3.3\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O / \Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 25\text{ mA}$		10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.8\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 4.1\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			0.80 1.10	V V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	$V_H$		2.4			V
Logic High Input Current	$I_H$				-8	$\mu\text{A}$
Logic Low Input Voltage	$V_L$				0.8	V
Logic Low Input Current	$I_L$				-8	$\mu\text{A}$
SUPPLY CURRENT		No load			45	$\mu\text{A}$
Sleep Mode		No load			15	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^\circ\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN}) / V_O (T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。



電气的特性—REF193、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.3\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 10.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup> G Grade <sup>3</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.3\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		20		ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 20\text{ mA}$		10		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 3.8\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 4.1\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 20\text{ mA}$			0.80 1.10	V V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF194、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

表 11.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup> E Grade G Grade	$V_O$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	4.498 4.490	4.5	4.502 4.510	V V
LINE REGULATION <sup>2</sup> E Grade G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$4.75\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2 4	4 8	ppm/V ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup> E Grade G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.8\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		2 4	4 8	ppm/mA ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 5.00\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 5.8\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			0.50 1.30	V V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^{\circ}\text{C}$		2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		45		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。

電气的特性—REF194、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 。

表 12.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	TCV <sub>O</sub> /°C	I <sub>OUT</sub> = 0 mA		2	5	ppm/°C
E Grade						ppm/°C
G Grade <sup>3</sup>				10	25	ppm/°C
LINE REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	4.75 V ≤ V <sub>S</sub> ≤ 15 V, I <sub>OUT</sub> = 0 mA		5	10	ppm/V
E Grade						ppm/V
G Grade				10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>LOAD</sub>	V <sub>S</sub> = 5.80 V, 0 mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 25 mA		5	15	ppm/mA
E Grade						ppm/mA
G Grade				10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	V <sub>S</sub> - V <sub>O</sub>	V <sub>S</sub> = 5.00 V, I <sub>LOAD</sub> = 10 mA			0.5	V
		V <sub>S</sub> = 5.80 V, I <sub>LOAD</sub> = 25 mA			1.30	V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	V <sub>H</sub>		2.4			V
Logic High Input Current	I <sub>H</sub>				-8	μA
Logic Low Input Voltage	V <sub>L</sub>				0.8	V
Logic Low Input Current	I <sub>L</sub>				-8	μA
SUPPLY CURRENT		No load			45	μA
Sleep Mode		No load			15	μA

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に 1 μF のコンデンサが必要です。<sup>2</sup> TCV<sub>O</sub> は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/°C で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN}) / V_O (T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF194、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 13.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	TCV <sub>O</sub> /°C	I <sub>OUT</sub> = 0 mA		2		ppm/°C
E Grade						ppm/°C
G Grade <sup>3</sup>				10		ppm/°C
LINE REGULATION <sup>4</sup>	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>IN</sub>	4.75 V ≤ V <sub>S</sub> ≤ 15 V, I <sub>OUT</sub> = 0 mA		5		ppm/V
E Grade						ppm/V
G Grade				10		ppm/V
LOAD REGULATION	ΔV <sub>O</sub> /ΔV <sub>LOAD</sub>	V <sub>S</sub> = 5.80 V, 0 mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 20 mA		5		ppm/mA
E Grade						ppm/mA
Grade				10		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	V <sub>S</sub> - V <sub>O</sub>	V <sub>S</sub> = 5.10 V, I <sub>LOAD</sub> = 10 mA			0.60	V
		V <sub>S</sub> = 5.95 V, I <sub>LOAD</sub> = 20 mA			1.45	V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に 1 μF のコンデンサが必要です。<sup>2</sup> TCV<sub>O</sub> は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/°C で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN}) / V_O (T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電気的特性—REF195、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.10\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 14.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup>	$V_O$					
E Grade		$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	4.998	5.0	5.002	V
F Grade			4.995		5.005	V
G Grade			4.990		5.010	V
LINE REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$					
E Grade		$5.10\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2	4	ppm/V
F and G Grades				4	8	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$					
E Grade		$V_S = 6.30\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		2	4	ppm/mA
F and G Grades				4	8	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$					
		$V_S = 5.50\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.50	V
		$V_S = 6.30\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			1.30	V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^\circ\text{C}$		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		50		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。電気的特性—REF195、 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.15\text{ V}$ 、 $T_A = -40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 。

表 15.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	$TCV_O/^\circ\text{C}$					
E Grade		$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2	5	ppm/ $^\circ\text{C}$
F Grade				5	10	ppm/ $^\circ\text{C}$
G Grade <sup>3</sup>				10	25	ppm/ $^\circ\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$					
E Grade		$5.15\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		5	10	ppm/V
F and G Grades				10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$					
E Grade		$V_S = 6.30\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 25\text{ mA}$		5	10	ppm/mA
F and G Grades				10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$					
		$V_S = 5.50\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.50	V
		$V_S = 6.30\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 25\text{ mA}$			1.30	V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	$V_H$		2.4			V
Logic High Input Current	$I_H$				-8	$\mu\text{A}$
Logic Low Input Voltage	$V_L$				0.8	V
Logic Low Input Current	$I_L$				-8	$\mu\text{A}$
SUPPLY CURRENT						
Sleep Mode		No load			45	$\mu\text{A}$
		No load			15	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^\circ\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電气的特性—REF195、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.20\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 16.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1, 2</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
E Grade						
F Grade						
G Grade <sup>3</sup>				10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$5.20\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		5		ppm/V
E Grade						
F and G Grades				10		ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 6.45\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 20\text{ mA}$		5		ppm/mA
E Grade						
F and G Grades				10		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 5.60\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.60	V
		$V_S = 6.45\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 20\text{ mA}$			1.45	V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF196、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.5\text{ V}$ 、 $T_A = 25^{\circ}\text{C}$ 。

表 17.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup>	$V_O$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	3.290	3.3	3.310	V
G Grade						
LINE REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.50\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		4	8	ppm/V
G Grade						
LOAD REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		6	15	ppm/mA
G Grade						
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 4.1\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.80	V
		$V_S = 4.3\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			1.00	V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ $125^{\circ}\text{C}$		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		33		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。

電气的特性—REF196、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.5\text{ V}$ 、 $T_A = -40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +85^{\circ}\text{C}$ 。

表 18.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup> G Grade <sup>3</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10	25	ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.5\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 25\text{ mA}$		10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 4.1\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 4.3\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 25\text{ mA}$			0.80 1.00	V V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	$V_H$		2.4			V
Logic High Input Current	$I_H$				-8	$\mu\text{A}$
Logic Low Input Voltage	$V_L$				0.8	V
Logic Low Input Current	$I_L$				-8	$\mu\text{A}$
SUPPLY CURRENT		No load			45	$\mu\text{A}$
Sleep Mode		No load			15	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。電气的特性—REF196、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 3.50\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 19.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup> G Grade <sup>3</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$	$3.50\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		20		ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup> G Grade	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$	$V_S = 5.0\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 20\text{ mA}$		20		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 4.1\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$ $V_S = 4.4\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 20\text{ mA}$			0.80 1.10	V V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電气的特性—REF198、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 。

表 20.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
INITIAL ACCURACY <sup>1</sup>	$V_O$					
E Grade		$I_{OUT} = 0\text{ mA}$	4.094	4.096	4.098	V
F Grade			4.091		4.101	V
G Grade			4.086		4.106	V
LINE REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$					
E Grade		$4.5\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2	4	ppm/V
F and G Grades				4	8	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>2</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$					
E Grade		$V_S = 5.4\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 30\text{ mA}$		2	4	ppm/mA
F and G Grades				4	8	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$					
		$V_S = 4.6\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.502	V
		$V_S = 5.4\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 30\text{ mA}$			1.30	V
LONG-TERM STABILITY <sup>3</sup>	$DV_O$	1000 hours @ 125°C		1.2		mV
NOISE VOLTAGE	$e_N$	0.1 Hz to 10 Hz		40		$\mu\text{V p-p}$

<sup>1</sup> 初期精度には温度ヒステリシスの影響が含まれます。<sup>2</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。<sup>3</sup> 長時間安定性仕様は非累積的です。後続の 1000 時間のドリフトは、最初の 1000 時間より大幅に小さくなります。電气的特性—REF198、 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +85^\circ\text{C}$ 。

表 21.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1,2</sup>	$TCV_O/^\circ\text{C}$					
E Grade		$I_{OUT} = 0\text{ mA}$		2	5	ppm/°C
F Grade				5	10	ppm/°C
G Grade <sup>3</sup>				10	25	ppm/°C
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{IN}$					
E Grade		$4.5\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{OUT} = 0\text{ mA}$		5	10	ppm/V
F and G Grades				10	20	ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{LOAD}$					
E Grade		$V_S = 5.4\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{OUT} \leq 25\text{ mA}$		5	10	ppm/mA
F and G Grades				10	20	ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$					
		$V_S = 4.6\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 10\text{ mA}$			0.502	V
		$V_S = 5.4\text{ V}$ , $I_{LOAD} = 25\text{ mA}$			1.30	V
SLEEP PIN						
Logic High Input Voltage	$V_H$		2.4			V
Logic High Input Current	$I_H$				-8	$\mu\text{A}$
Logic Low Input Voltage	$V_L$				0.8	V
Logic Low Input Current	$I_L$				-8	$\mu\text{A}$
SUPPLY CURRENT						
Sleep Mode		No load			45	$\mu\text{A}$
		No load			15	$\mu\text{A}$

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/°C で表されます。

$$TCV_O = (V_{MAX} - V_{MIN})/V_O(T_{MAX} - T_{MIN})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

電气的特性—REF198、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 特に指定がない限り、 $V_S = 5.0\text{ V}$ 、 $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq +125^{\circ}\text{C}$ 。

表 22.

Parameter	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit
TEMPERATURE COEFFICIENT <sup>1, 2</sup>	$TCV_O/^{\circ}\text{C}$	$I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$		2		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
E Grade						
F Grade						
G Grade <sup>3</sup>				5		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
				10		ppm/ $^{\circ}\text{C}$
LINE REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{\text{IN}}$	$4.5\text{ V} \leq V_S \leq 15\text{ V}$ , $I_{\text{OUT}} = 0\text{ mA}$		5		ppm/V
E Grade						
F and G Grades						
				10		ppm/V
LOAD REGULATION <sup>4</sup>	$\Delta V_O/\Delta V_{\text{LOAD}}$	$V_S = 5.6\text{ V}$ , $0\text{ mA} \leq I_{\text{OUT}} \leq 20\text{ mA}$		5		ppm/mA
E Grade						
F and G Grades						
				10		ppm/mA
DROPOUT VOLTAGE	$V_S - V_O$	$V_S = 4.7\text{ V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 10\text{ mA}$			0.60	V
		$V_S = 5.6\text{ V}$ , $I_{\text{LOAD}} = 20\text{ mA}$			1.50	V

<sup>1</sup> 正常動作のためには、デバイスの出力ピンと GND ピンとの間に  $1\text{ }\mu\text{F}$  のコンデンサが必要です。<sup>2</sup>  $TCV_O$  は、規定の温度範囲に対する温度変化による出力変化の比として定義され、ppm/ $^{\circ}\text{C}$  で表されます。

$$TCV_O = (V_{\text{MAX}} - V_{\text{MIN}})/V_O(T_{\text{MAX}} - T_{\text{MIN}})$$

<sup>3</sup> キャラクタライゼーションにより保証。<sup>4</sup> ラインと負荷レギュレーション仕様には自己発熱の影響も含まれます。

## 絶対最大定格

表 23.

Parameter	Rating
Supply Voltage	-0.3 V to +18 V
Output to GND	-0.3 V to $V_S + 0.3$ V
Output to GND Short-Circuit Duration	Indefinite
Storage Temperature Range	
PDIP, SOIC Package	-65°C to +150°C
Operating Temperature Range	
REF19x	-40°C to +85°C
Junction Temperature Range	
PDIP, SOIC Package	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering 60 sec)	300°C

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  はワーストケース条件で規定。すなわち PDIP の場合はデバイスをソケットに実装して、SOIC パッケージと TSSOP パッケージの場合はデバイスを回路ボードにハンダ付けして、それぞれ  $\theta_{JA}$  を規定。

表 24.

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	Unit
8-Lead PDIP (N)	103	43	°C/W
8-Lead SOIC (R)	158	43	°C/W
8-Lead TSSOP (RU)	240	43	°C/W

## ESDの注意



ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。



## 代表的な性能特性

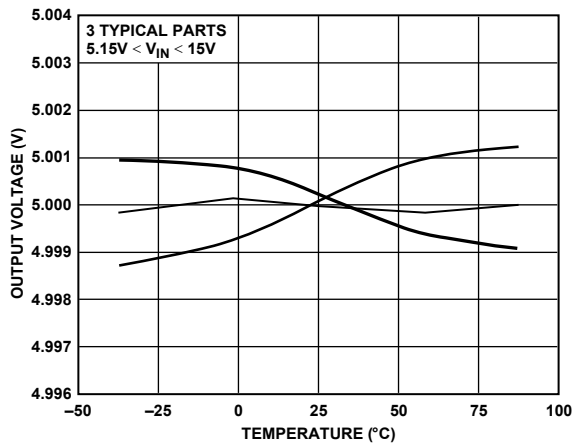


図 3. REF195 出力電圧の温度特性

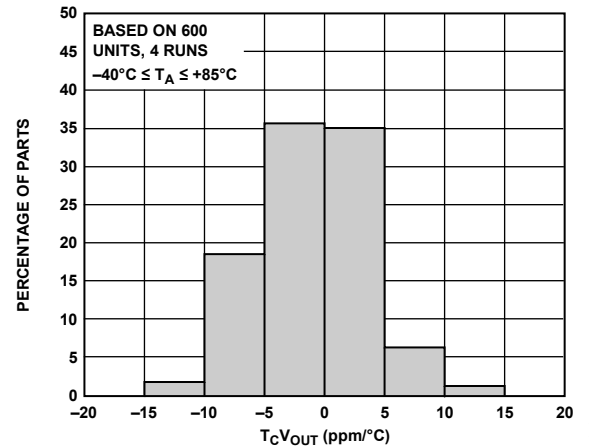
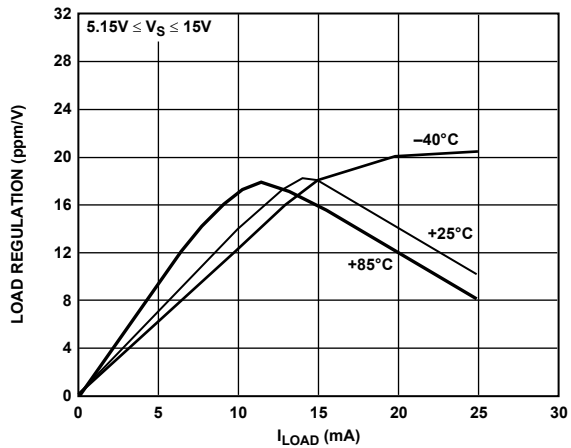
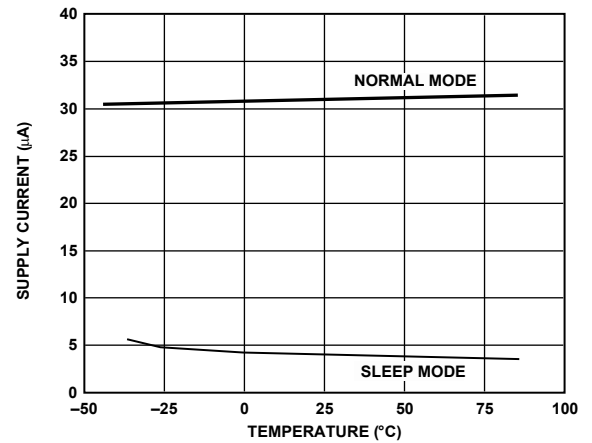
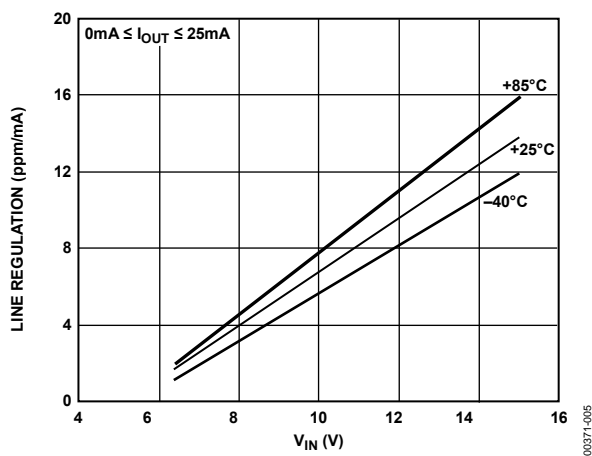
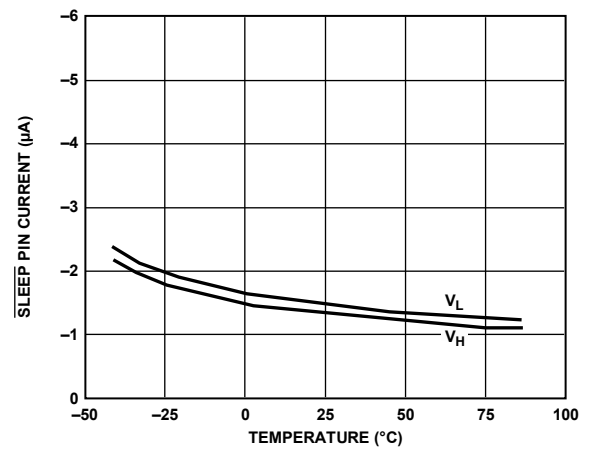
図 6.  $T_c V_{OUT}$  の分布図 4.  $I_{LOAD}$  対 REF195 負荷レギュレーション

図 7. 電源電流の温度特性

図 5.  $V_{IN}$  対 REF195 ライン・レギュレーション図 8.  $\overline{SLEEP}$  ピン電流の温度特性

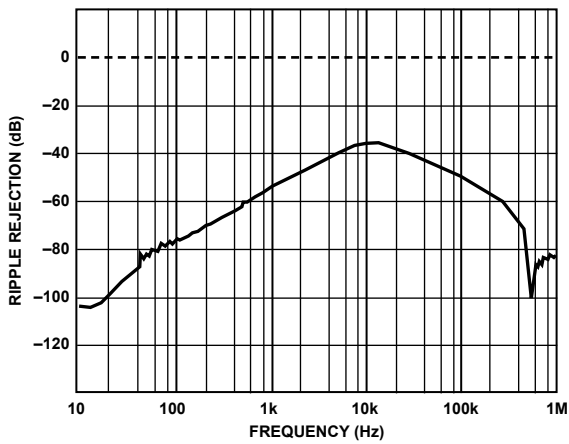


図 9.リップル除去比の周波数特性

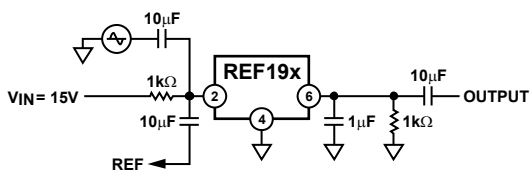


図 10.リップル除去比周波数特性の測定回路

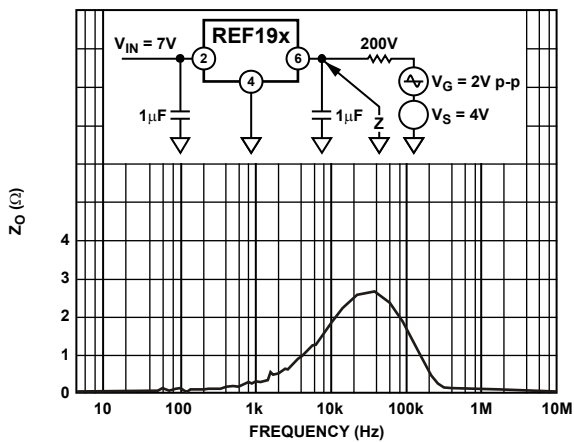


図 11.出カインピーダンスの周波数特性

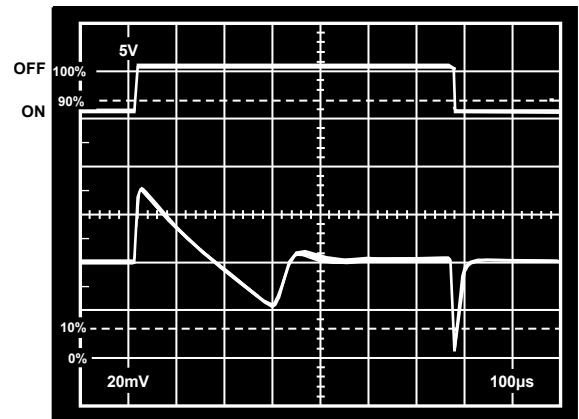


図 12.負荷過渡応答

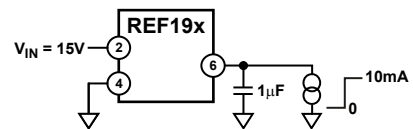


図 13.負荷過渡応答の測定回路

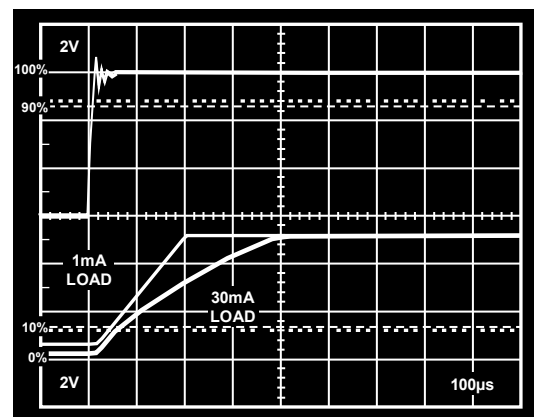


図 14.パワーオン応答時間

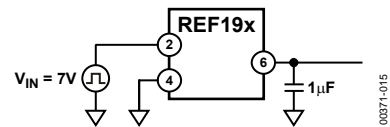


図 15.パワーオン応答時間の測定回路

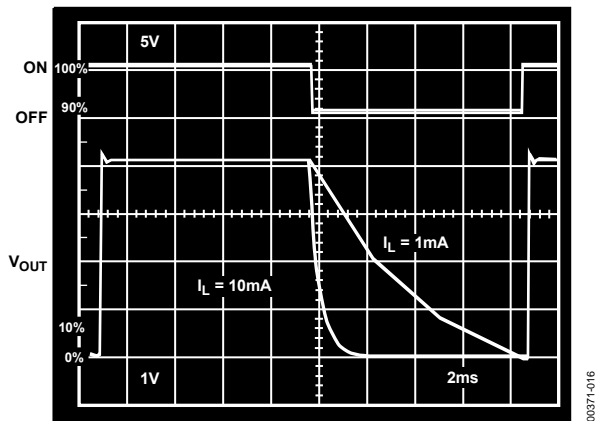


図 16. SLEEP 応答時間

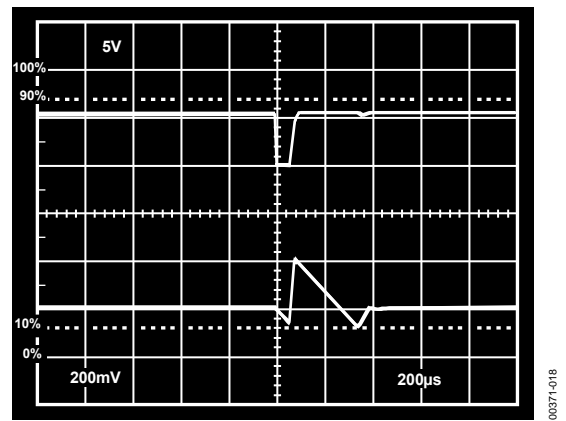


図 18. ライン過渡応答

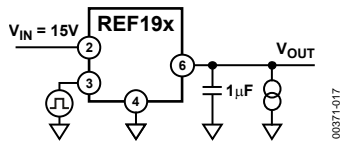


図 17. SLEEP 応答時間の測定回路

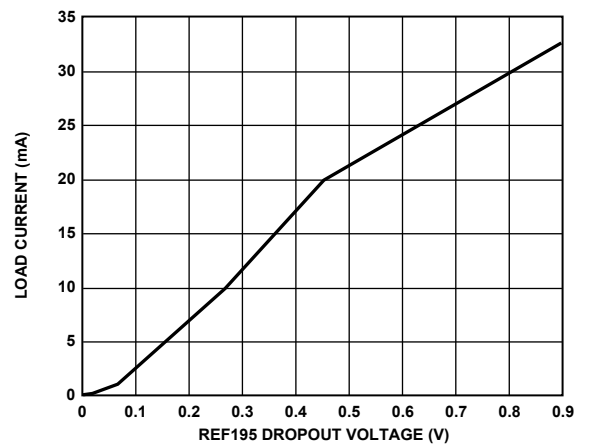


図 19. REF195 ドロップアウト電圧対負荷電流

## アプリケーション情報

### 出力短絡動作

REF19x ファミリーのデバイスは、出力の GND または  $V_S$  への偶発的な短絡による損傷から完全に保護されています。偶発的な短絡状態では、リファレンス・デバイスがシャットダウンして、電源電流が 40 mA に制限されます。

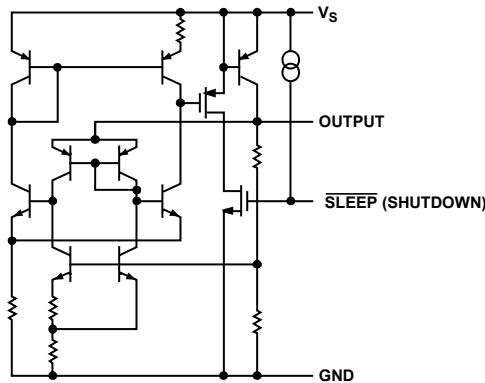


図 20.簡略化した回路図

### デバイス消費電力についての注意

REF19x ファミリーのリファレンス電圧は、3.3 V~15 V の範囲の入力電圧で、30 mA の負荷電流を出力することができます。大きな入力電圧を持つアプリケーションでこれらのデバイスを使う場合は、最大内部消費電力を超えないように注意する必要があります。最大消費電力またはジャンクション温度の公表仕様を超えると、デバイス故障が発生することがあります。デバイスの最大ジャンクション温度または消費電力を求めるときは、次式を使用します。

$$P_D = \frac{T_J - T_A}{\theta_{JA}}$$

ここで、 $T_J$  と  $T_A$  はそれぞれジャンクション温度と周囲温度、 $P_D$  はデバイス消費電力、 $\theta_{JA}$  はデバイス・パッケージの熱抵抗です。

### 出力電圧のバイパス

安定な動作のために、ロー・ドロップアウト電圧レギュレータとリファレンスでは一般に、 $V_{OUT}$  ピンと GND ピンとの間にバイパス・コンデンサを接続する必要があります。REF19x ファミリーのリファレンスは 100  $\mu$ F を超える容量負荷に対して安定に動作することができますが、1  $\mu$ F のコンデンサでも十分定格性能を保證することができます。0.1  $\mu$ F のセラミック・コンデンサをバイパス・コンデンサと並列に接続すると、負荷電流過渡性能が向上します。最適なライン電圧過渡性能を得るためには、これらのデバイスの電圧入力を 10  $\mu$ F の電解コンデンサと 0.1  $\mu$ F のセラミック・コンデンサの並列接続によりバイパスすることが推奨されます。

### スリープ・モード動作

すべての REF19x デバイスは、TTL/CMOS レベル互換のスリープ機能を内蔵しています。内部では、 $V_S$  へのプルアップ電流源が SLEEP ピンに接続されています。この機能により、SLEEP ピンをオープン・コレクタ/ドレインのドライバから駆動可能になっています。出力ステージをターンオフするときは、SLEEP ピンにロー・レベル(0V)を入力する必要があります。スリープ時、リファレンス出力は高インピーダンスになり、ピン電位は外部回路で決定されます。スリープ機能を使わない場合は、SLEEP ピンを  $V_S$  (ピン 2)に接続しておく必要があります。

### リファレンス電圧の基本接続

図 21 の回路に、REF19x ファミリーのリファレンス電圧の基本接続を示します。入力の 10  $\mu$ F/0.1  $\mu$ F のバイパス回路と出力の 1  $\mu$ F/0.1  $\mu$ F のバイパス回路に注意してください。ピン 1、ピン 5、ピン 7、ピン 8 には何も接続しないことを推奨します。スリープ機能が不要な場合、ピン 3 は  $V_S$  に接続する必要があります。

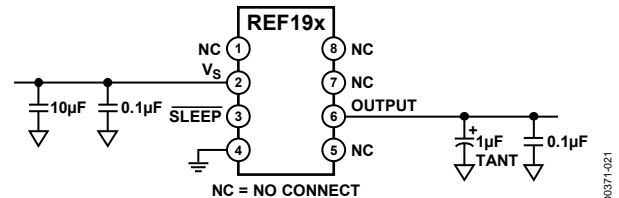


図 21.リファレンス電圧の基本接続

### 薄膜スイッチ制御の電源

REF19x ファミリーのリファレンスは、携帯機器アプリケーション内で数十mAの出力負荷電流を持つロー・ドロップアウト電源として動作することができます。図 22 に示す回路では、薄膜オン/オフ・スイッチを使って、リファレンスの動作を制御しています。初期パワーオン状態では、SLEEP ピンは 10 k $\Omega$ の抵抗によりGND レベルに維持されています。この状態(読み出し:スリー・スタート)では、REF19x出力がディスエーブルされることに注意してください。薄膜オン・スイッチが押されると、SLEEP ピンが一時的に  $V_S$  に接続されて、REF19x出力がイネーブルされます。この時点で、10 k $\Omega$ の抵抗を流れる電流が減少して、SLEEP ピンに接続された内部電流源が制御を開始します。ピン 3 は  $V_S$  と同じ電位であると見なします。薄膜オフ・スイッチが押されると、SLEEP ピンが一時的にGNDに接続されて、REF19x出力が再度ディスエーブルされます。

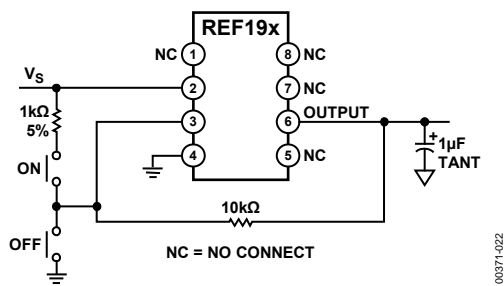


図 22. 薄膜スイッチから制御される電源

## 電流制限機能を持つ電流増幅リファレンス

REF19xシリーズの 30 mA 定格出力電流は、他の一般的なリファレンス IC より大きいですが、図 23 に示すようにシンプルな外付け PNP トランジスタを接続することにより、必要に応じてこの電流を増幅することができます。常時電流制限機能を使って、パス・トランジスタを短絡から保護しています。

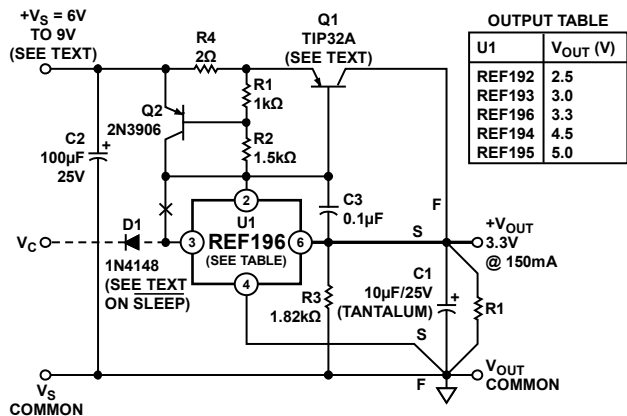


図 23. 電流制限機能を持つ、増幅型 3.3 V リファレンス電圧

この回路では、R1 から R2 へ流れるリファレンス U1 の電源電流により Q1 のベース駆動電圧が発生され、Q1 のコレクタから出力電流が供給されます。100 mA ~ 200 mA の負荷に対して Q1 のゲインは 100 (typ) もあるため、U1 では数 mA より大きな電流を供給する必要があります。このため温度ドリフトが小さくなります。短絡保護機能は Q2 により提供されます。Q2 は、図 23 に示す値の場合、Q1 の駆動を約 300 mA の負荷電流にクランプします。この制御機能と電源機能の分離により、DC の安定性が最適化されるため、U1 に対して最高グレードの REF19x デバイスを使用する利点が生じます。もちろん、それでも負荷の管理を行う必要があります。U1 のピン 6 から V<sub>OUT</sub> 検出ポイント (ポイント F、ここで Q1 のコレクタが負荷に接続されます) までの配線には、短く太い DC 抵抗 (DCR) の小さい導体を使う必要があります。

電流制限機能のため、ドロップアウト電圧回路は REF19x デバイスより約 1.1 V 持ち上げられます。これは、Q1 の V<sub>BE</sub> と電流検出抵抗 R4 の電圧降下に起因します。それでも全体ドロップアウトは十分低いため、V<sub>S</sub> = 4.5 V、負荷電流 = 150 mA の動作で示したように、U1 として REF196 を使う 5 V ~ 3.3 V のレギュレータ/リファレンスの動作が可能です。

Q1 でのヒート・シンクの必要性は、最大入力電圧と短絡電流に依存します。V<sub>S</sub> = 5 V、電流制限値 = 300 mA で、Q1 のワーストケース消費電力は 1.5 W になり、これは TO-220 パッケージの 2 W 上限値より小さい値です。ただし、2N4033 のような小型の TO-39 または TO-5 パッケージ・デバイスを使う場合は、電流制限値を

小さくして、最大消費電力をパッケージの定格より小さくする必要があります。これは、単純に R4 を大きくするだけで実現できます。

等価直列抵抗 (ESR) を小さくするため C1 にタンタル出力コンデンサを使用していますが、安定性のためには値を大きくする必要があります。コンデンサ C2 は、入力バイパス用で通常電解コンデンサを使用することができます。

ブースタ・ステージのシャットダウン制御はオプション機能であり、使う場合には注意が必要です。V<sub>S</sub> ラインから U1 までの間にアクティブ・デバイスが追加されているため、ピン 3 の直接駆動はバッファなしの REF19x デバイスの場合のように機能しません。シャットダウン制御をイネーブルするときは、U1 から Q2 への接続を X で切断し、ダイオード D1 を使って、CMOS 制御ソース V<sub>C</sub> から U1 のピン 3 を駆動してオン/オフ動作を行わせます。シャットダウンからの起動は、重い負荷の場合には基本 REF19x シリーズのように簡単ではないため、負荷がある場合数 ms 要することがあります。それでも有効であり、150 mA の負荷を完全に制御することができます。シャットダウン制御を使用する場合、重い容量負荷は最小限にする必要があります。

## 高精度抵抗が不要な負の高精度リファレンス

出力信号電圧とリファレンス電圧が同じ極性である必要のある多くの電流出力 CMOS DAC アプリケーションでは、電流切り替え型 DAC を電圧切り替え型 DAC へ再構成することがよくあります。この再構成では、1.25 V のリファレンス電圧、オペアンプ、一対の抵抗が使われます。電流切り替え型 DAC を直接使うと、信号を再反転するために出力にオペアンプを追加する必要があります。DAC 出力電圧の再反転 (電流切り替えモード) または増幅 (電圧切り替えモード) のためにオペアンプの追加が不要なため、負のリファレンス電圧を使う必要があります。一般に、すべての正のリファレンス電圧は、反転構成の中でオペアンプと一対の一致した抵抗を使って負のリファレンス電圧へ変換することができます。この方法の欠点は、回路内の最大の誤差要因が使用する抵抗の不一致であることです。

図 24 に示す回路では、アクティブ積分器回路の使用により、厳密な一致が必要とされる抵抗が不要になっています。この回路では、リファレンス電圧出力により積分器入力を駆動しています。積分器では、回路の平衡を維持するため、出力を調節してリファレンス V<sub>OUT</sub> と GND との間の適切な関係を設定しています。したがって、該当するリファレンス IC を置き換えることにより任意の所望負出力電圧を選択することができます。PNP トランジスタと 10 kΩ の抵抗を追加するだけで、回路内でスリーブ機能が維持されます。

この方法では注意が必要です。レール to レール出力アンプがアプリケーションで最適に機能しますが、これらのオペアンプでは、負荷電流が必要とされる場合、小さいヘッドルーム(mV)が必要になります。回路に負電源を使う場合にはこの問題に注意する必要があります。

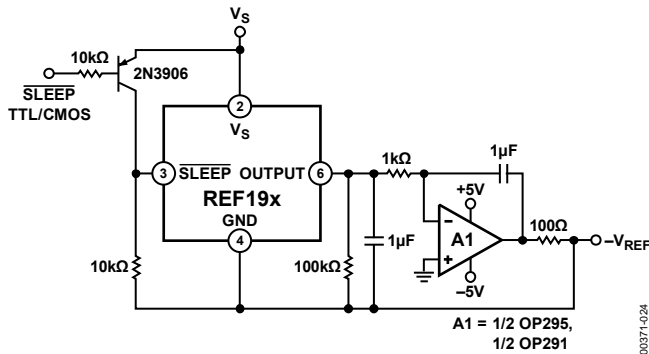


図 24.高精度抵抗が不要な負の高精度リファレンス電圧

## 任意出力を得るためのリファレンスICの縦続接続

アプリケーションによっては、標準出力の和を得るように 2 個のリファレンス電圧源を接続することが必要な場合があります。図 25 に、リファレンス電圧の縦続接続方法を示します。

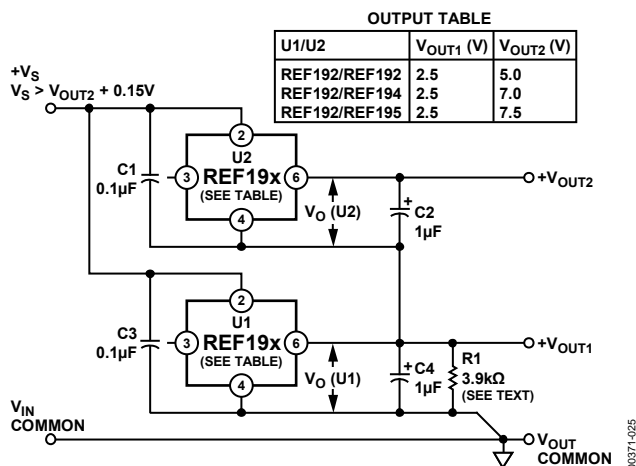


図 25.REF19x によるリファレンス電圧の縦続接続

2 個のリファレンス IC を使って、共通の非安定化入力  $V_S$  から発生します。各 IC の出力が直列に接続されて、2 つの出力電圧  $V_{OUT1}$  と  $V_{OUT2}$  が出力されます(図 25)。 $V_{OUT1}$  は U1 のピン電圧で、 $V_{OUT2}$  はこの電圧と U2 のピン電圧との和です。U1 と U2 は、所望出力を発生するように選択します(表 1 参照)。例えば、U1 と U2 が REF192 の場合、2 つの出力は 2.5 V と 5.0 V になります。

この考え方はシンプルですが、注意が必要です。低い方のリファレンス回路に、U2 からの小さいバイアス電流(50  $\mu$ A~100  $\mu$ A)と U2 内の直列 PNP 出力トランジスタからのベース電流の和が流入する必要があります。このため、U1 の外部負荷または R1 によってこの電流パスを設ける必要があります。U1 の最小負荷が不明の場合は、抵抗 R1 を使って、両端の  $V_{OUT1}$  で少なくとも 600  $\mu$ A の電流が流れるような値に設定する必要があります。2 つの U1 と U2 リファレンス回路は、ローカル的にマクロセルとして扱われ、各々は最適な安定性を得るために入力と出力に固有のバイパスを持っていることに注意してください。この回路の U1 と U2 は、フル定格までの DC 電流を供給することができます。最小入力電圧  $V_S$  は、出力  $V_{OUT2}$  と U2 のドロップアウト電圧の和によって決定されます。

2 個の 3 端子リファレンスを縦続接続する構成の変形を図 26 に示します。ここでは、U1 に REF192 を使用し、これを AD589 のような 2 端子リファレンス・ダイオードと縦続接続しています。図 25 に示す縦続接続の 3 端子リファレンスと同様に、この回路には 2 つの出力  $V_{OUT1}$  と  $V_{OUT2}$  があり、それぞれ D1 と U1 のピン電圧です。この場合 1.235 V と 2.5 V になります。これにより  $V_{OUT2} = 3.735$  V になります。D1 のような 2 端子リファレンス・ダイオードを使う場合、最小および最大の定格デバイス電流を満たす必要があり、 $V_{OUT1}$  の最大負荷電流は R1 と  $V_O$  (U1) で設定される電流を超えないようにする必要があります。 $V_O$  (U1) = 2.5 V の場合、R1 から 500  $\mu$ A のバイアスを D1 に供給するため、 $V_{OUT1}$  の最大負荷電流は 450  $\mu$ A 以下になります。

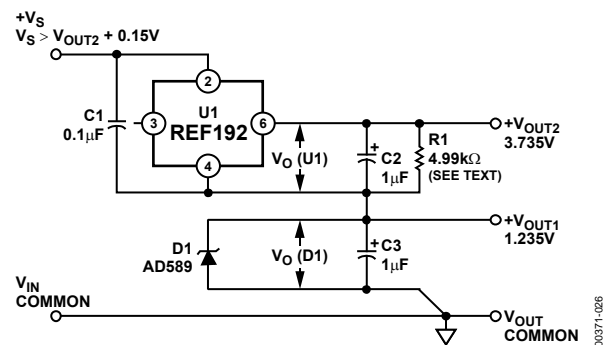


図 26.REF192 によるリファレンス電圧の縦続接続

## 高精度電流源

低消費電力アプリケーションでは、低電源電圧で動作できる高精度電流源が必要となることがあります。図 27 に示すように、REF19x ファミリーのリファレンス・デバイスは高精度電流源として構成することができます。図に示す回路構成は、グラウンドに接続された負荷を持つフローティング電流源です。リファレンス出力電圧は、負荷への出力電流を設定する  $R_{SET}$  によりブートストラップされています。この構成では、リファレンスの供給電流 30  $\mu$ A(typ)から約 30 mA までの範囲の負荷電流に対して回路精度が維持されます。これらデバイスのロー・ドロップアウト電圧により、余分なヘッドルームなしに電流源の出力電圧コンプライアンスが最大化されます。

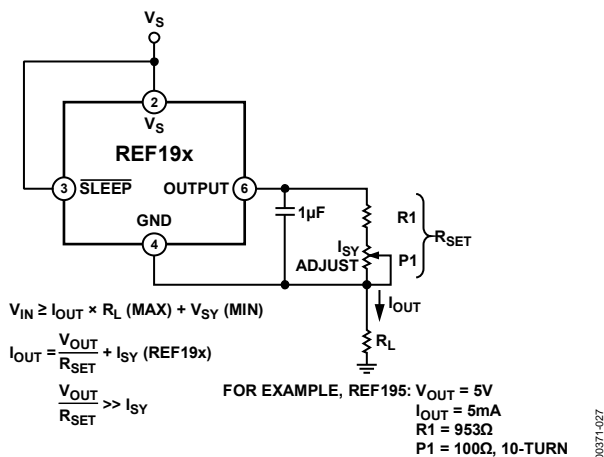


図 27. ロー・ドロップアウトの高精度電流源

## 5 V/3.3 Vリファレンス電圧の出力切り替え

アプリケーションでは、リファレンス電圧をデジタル制御して、1 つ目の安定化電圧と 2 つ目の安定化電圧とを切り替える必要が生じることがあります。REF19x シリーズに内蔵されているスリープ機能を使うと、リファレンス出力切り替え構成をハードウェアの追加なしに容易に実現することができます。

図 28 の回路に、REF19x デバイス・ファミリーの出力ワイヤード OR 機能を利用する一般的な技術を示します。REF19x デバイスがオフの場合、電源として出力ノードはオープンになります。REF19x デバイスがオンの場合、定格電流まで電流を供給することができますが、電流の流入は数  $\mu A$  (内部出力スケール分圧器の比較的小さい電流) に限定されます。このため、2 個のデバイスを共通出力で接続すると、出力電圧はオン・デバイスの出力電圧に一致します。オフ状態のデバイスには 15  $\mu A$  (最大) の小さいスタンバイ電流が流れますが、フル電流定格で動作できるオン・デバイスの動作に影響を与えることはありません。回路内の 2 個のデバイスは、便宜的に入力コンデンサと出力コンデンサを共用しており、CMOS ロジック駆動であるため、電力効率は優れていることに注意してください。

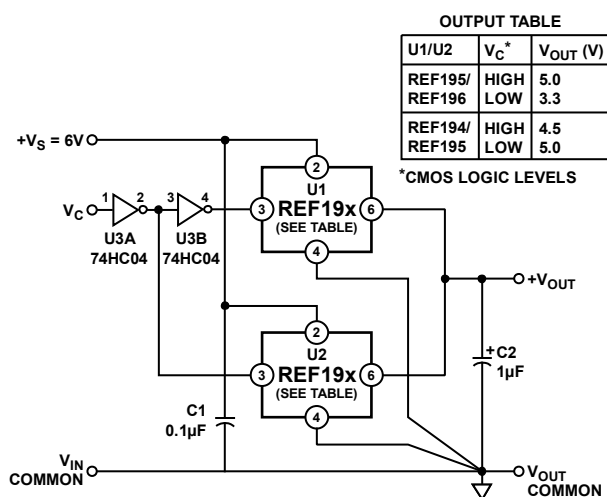


図 28. 出力切り替えのリファレンス電圧

この構成で REF19x シリーズの異なるデバイスを使うと、ロジックから指定して、U1/U2 間でピン電圧を選択することができます。例えば、U1 (REF195) と U2 (REF196) を使用する場合、図 28 の表に示すように、CMOS 互換の V<sub>C</sub> ロジック制御電圧をハイ・レベル/ロー・レベル間で変えると、公称出力 5.0 V または 3.3 V を選択することができます。他の REF19x ファミリー・デバイスも U1/U2 として使用することができ、ロジック動作は同じですが、出力は対して選択するデバイスにより異なります(図 28 の表参照)。もちろん、リファレンス電圧の正確な出力電圧偏差、ドリフト、全体品質は U1/U2 として使うデバイスのグレードに従います。

ワイヤード OR の性質上、この回路についてのアプリケーション上の 1 つの欠点を理解しておく必要があります。U1 と U2 は電流を流出させることだけが可能であるため、電流の流入を必要とする出力の立ち上がり電圧変化には、必然的に立ち上がり変化の場合より長い時間を要します。実際には、これは 3.3 V から 5 V への変化は高速ですが、5 V から 3.3 V への変化は低速になることを意味します。変化の所要時間は、負荷抵抗 R<sub>L</sub> (出力から見た値) と C2 値 (1  $\mu F$  typ) の関数になります。一般に、控え目な変化時間は 100  $\Omega$  ~ 1 k $\Omega$  の範囲の負荷抵抗に対して数 ms です。高精度の新しい出力電圧に対しては、数倍の時定数を許容する必要があることに注意してください(例えば、10 ビットで、1/2 LSB 以下の誤差に対して 7.6 以上の時定数)。

## ケルビン接続

PC ボードのコストと面積が重要となる多くの携帯計装機器アプリケーションでは、回路接続が細くなります。リファレンス電圧から種々の機能に負荷電流を供給する必要がある場合、これらの細かいラインにより大きな電圧降が発生します。回路間接続は単位面積あたり 0.45 m $\Omega$  (例えば 1 オンスの Cu) のライン抵抗比を持ちます。

これらのデバイスがロー・ドロップアウト電圧レギュレータとして構成されるアプリケーションでは、これらの配線による電圧降下が大きな誤差原因になります。この問題を回避するため、図 29 に示すように、オペアンプを使用してリファレンスに対して制御接続とセンス接続を設けることができます。この方法を使うと、配線による抵抗電圧降下の影響をなくすることができます。配線抵抗を流れる負荷電流は負荷で I-R 誤差 (I<sub>LOAD</sub> × R<sub>WIRE</sub>) を発生させます。ケルビン接続を使うと、オペアンプの制御ループ内に配線抵抗を含めることによりこの問題を解決することができます。オペアンプで負荷電圧を検出して、オペアンプ・ループ制御により出力での配線誤差を補償して、負荷に正しい電圧が発生するようにします。選択するリファレンス・デバイスに応じて、このアプリケーションではオペアンプ OP295、OP292、OP183 を使うことができます。

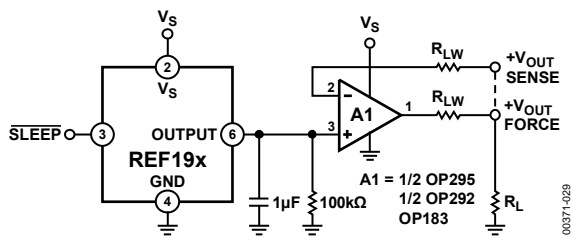


図 29.ケルビン接続のロー・ドロップアウト・リファレンス電圧

## フェイルセーフ 5Vリファレンス

重要なアプリケーションでは、プライマリ電源が失われた場合でも、リファレンス電圧が一定電圧を維持することが要求される場合があります。REF19x シリーズの小さいスタンバイ消費電力と出力切り替え機能を使うと、フェイルセーフ・リファレンス構成を容易に実現することができます。このリファレンスは、電源状態の変化が発生したときに自動的に切り替わるプライマリ電源 (AC ライン) またはスタンバイ (バッテリー駆動) 電源の厳しい出力電圧偏差を維持します。

図 30 に示す回路に、この概念を示します。この例では、図 28 に示す出力切り替えの考えを流用し、ここでも REF19x デバイス・ファミリーの出力ワイヤードOR機能を使っています。この例では、すべての状態で 5V 一定のリファレンス電圧が必要なため、2 個の REF195 デバイスを U1 と U2 に使い、オン/オフ・スイッチングをプライマリ DC 電源  $V_S$  の有無により制御します。  $V_{BAT}$  は 6V のバッテリー・バックアップ電源で、  $V_S$  が故障したときのみ負荷に電源を供給します。通常の電源状態 ( $V_S$  が正常) では、  $V_{BAT}$  からは 15  $\mu$ A (最大) のスタンバイ電流だけがオフ状態の U1 に流れます。

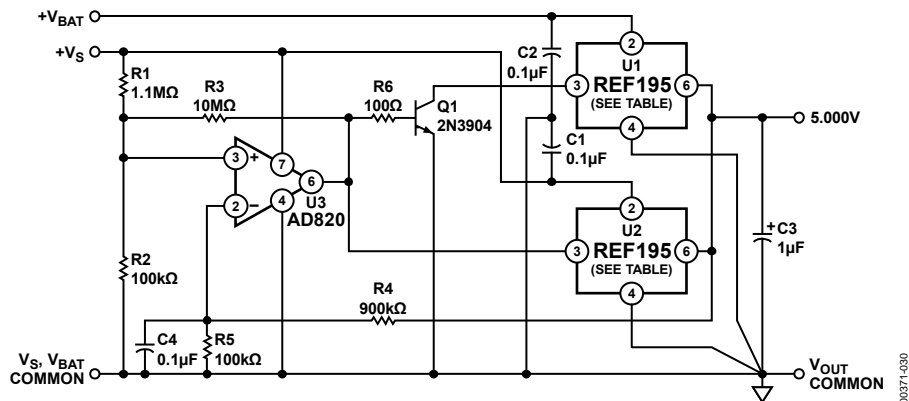


図 30.フェイルセーフ 5Vリファレンス電圧

動作中は、すべての状態で、U1 または U2 のいずれかがオンで、5V のリファレンスが出力されるものとします。この一定電圧のもとで、これを分圧した電圧がコンパレータ IC U3 に入力されて、すべての電源状態に対する負入力に固定の 0.5V 入力が入力されます。R1 と R2 の分圧器から U3 の正入力へ  $V_S$  に比例した信号が入力されます。この信号が、  $V_S$  の絶対レベルに応じて U3 と U1/U2 を切り替えます。図 30 では、オペアンプ U3 がヒステリシスを持つコンパレータとして構成され、ノイズのない出力スイッチング機能を提供します。このヒステリシスは、  $V_S$  のリップルにより発生するスレッシュホールドでの高速なスイッチングをなくするために重要です。さらに、レールtoレール出力デバイスである AD820 も使用しています。このデバイスは、  $V_S$  の数 mV 以内のハイおよびロー出力状態、正確なスレッシュホールドのグラウンド、すべての  $V_S$  状態に対する U2 の互換駆動機能を提供します。R3 は、回路ヒステリシスの正帰還を提供して、正入力のスレッシュホールドを U3 出力の関数として変えます。

U3 出力は、下側スレッシュホールドより低い  $V_S$  レベルに対して、ロー・レベルになるため、U2 と Q1 はオフになり、U1 がオンになります。上側スレッシュホールドより高い  $V_S$  レベルに対しては、逆になり、U1 がオフになり U2 と Q1 がオンになります。バッテリー電源保存のため、すべての比較スイッチング回路の電源は  $V_S$  から供給し、  $V_S$  が故障したときにデフォルト出力が U1 から供給されるようにします。

図 30 に示すように、R1 と R3 の値については、下側と上側の  $V_S$  スwitching・スレッシュホールドがそれぞれ約 5.5V と 6V になるようにします。2.5V ~ 5V の出力範囲で REF19x デバイスを U1 と U2 として使えるように、R1 と R3 の値を他の  $V_S$  電源に合わせて変えることができます。U3 は下側 3.3V までの  $V_S$  で動作することができ、これは一般にすべての REF19x ファミリー・デバイスと互換性があります。



## 低消費電力のストレイン・ゲージ回路

図 31 に示すように、REF19xファミリーのリファレンスは、コアとしてREF195を使う自己完結的なストレイン・ゲージ回路内で使用することができます。その他のリファレンスも、回路エレメントの値を変えることにより容易に使うことができます。リファレンスには2つの役割があります。1つ目はストレイン・ゲージとオペアンプの電源電圧条件を満たす電圧レギュレータとして、2つ目はブリッジを励起する電流源の高精度リファレンス電圧として、それぞれ機能します。この回路の特徴的な機能は、SLEEPピンを使うデジタル的な方法でリモートからオン/オフ制御を行うことです。

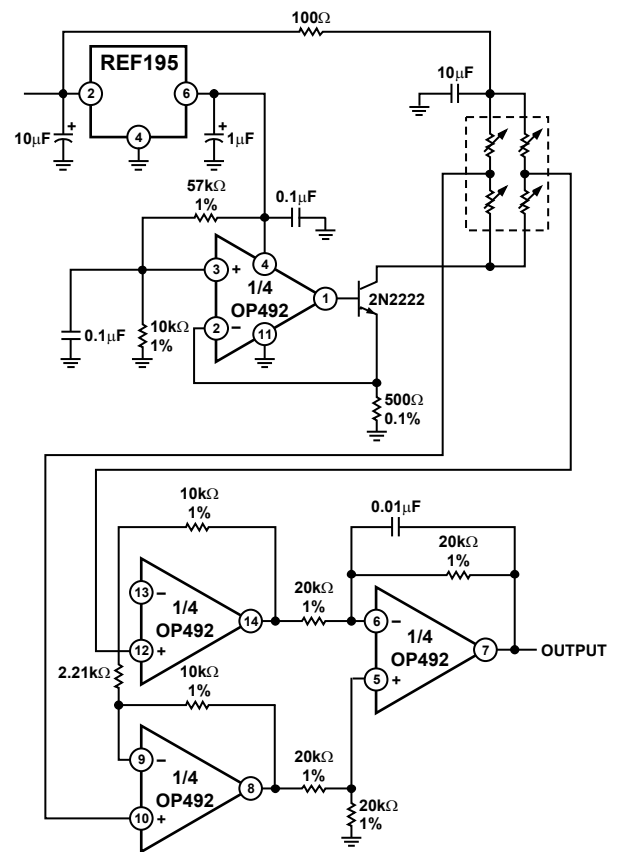


図 31.低消費電力ストレイン・ゲージ回路

06371-031

外形寸法

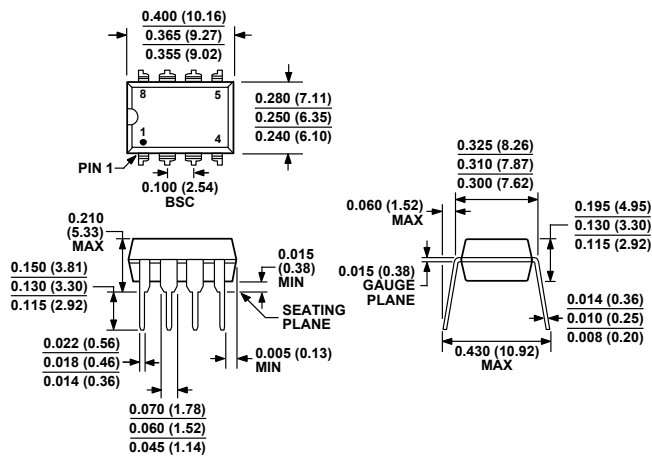


図 32.8 ピン・プラスチック・デュアルインライン・パッケージ [PDIP] (N-8) P サフィックス 寸法:インチ(mm)

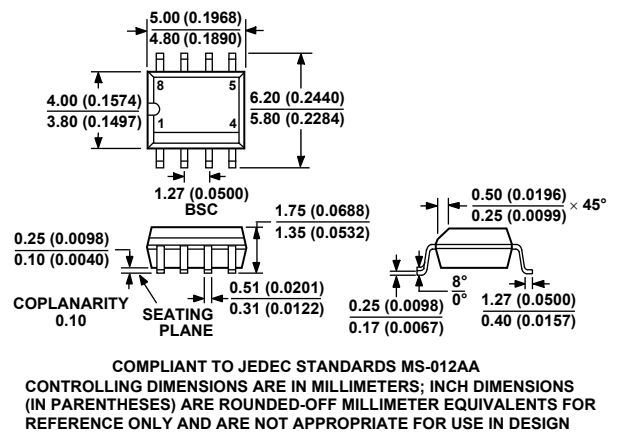


図 34.8 ピン標準スモール・アウトライン・パッケージ[SOIC\_N] ナロー・ボディ (R-8) S サフィックス 寸法: mm (インチ)

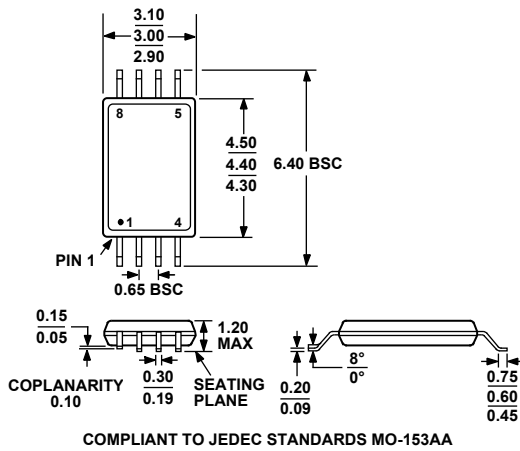


図 33.8 ピン薄型シュリンク・スモール・アウトラインパッケージ[TSSOP] (RU-8) 寸法: mm

## オーダー・ガイド

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Ordering Quantity
REF191ES	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF191ES-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF191ESZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF191ESZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF191GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF191GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF191GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF191GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192ES	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192ES-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192ES-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF192ESZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192ESZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192ESZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF192FS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192FS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192FS-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF192FSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192FSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192FSZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF192GP	-40°C to +85°C	8-Lead PDIP	P-Suffix (N-8)	
REF192GPZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead PDIP	P-Suffix (N-8)	
REF192GRU	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF192GRU-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF192GRUZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF192GRUZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF192GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192GS-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF192GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF192GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF192GSZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF193GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF193GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF193GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF193GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF194ES	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF194ES-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF194ESZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF194ESZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF194GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF194GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF194GS-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF194GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF194GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF194GSZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF195ES	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF195ES-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195ESZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF195ESZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195FS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF195FS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195FSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	

## REF19x シリーズ

Model	Temperature Range	Package Description	Package Option	Ordering Quantity
REF195FSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195GP	-40°C to +85°C	8-Lead PDIP	P-Suffix (N-8)	
REF195GPZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead PDIP	P-Suffix (N-8)	
REF195GRU	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF195GRU-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF195GRUZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF195GRUZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF195GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF195GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195GS-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF195GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF195GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF195GSZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF196GRU-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF196GRUZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF196GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF196GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF196GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF196GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF196GSZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF198ES	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198ES-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF198ESZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198ESZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF198ESZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	1,000
REF198FS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198FS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF198FSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198FSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF198GRU	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF198GRU-REEL7	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	1,000
REF198GRUZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	
REF198GRUZ-REEL7 <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead TSSOP	RU-8	2,500
REF198GS	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198GS-REEL	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500
REF198GSZ <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	
REF198GSZ-REEL <sup>1</sup>	-40°C to +85°C	8-Lead SOIC_N	S-Suffix (R-8)	2,500

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。