

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## 概要

MAX9117~MAX9120は、Beyond-the-Rails™入力を備え、最低+1.6Vまでの動作が保証された、省スペースSC70パッケージのナノパワーコンパレータです。MAX9117/MAX9118は、 $1.252V \pm 1.75\%$ リファレンスを内蔵しており、消費電流は600nAと非常に小さくなっています。リファレンスなしのMAX9119/MAX9120の消費電流は僅か350nAです。これらの機能により、MAX9117~MAX9120ファミリのコンパレータは2セルバッテリー監視/管理アプリケーションに最適です。

出力段はユニークな設計によってスイッチング中の電源電流サージを制限しているため、他のコンパレータに見られる電源グリッチが実質的に排除されています。この設計により、動的条件下における全体的な消費電力も最小限に抑えられています。MAX9117/MAX9119は、電流のシンクとソースが可能なプッシュ/プル出力段を備えています。さらに、大きな内部出力ドライブによって、最大5mAの負荷に対してレイルトゥレイルの出力スイングが可能です。MAX9118/MAX9120は、混合電圧設計に適したオープンドレイン出力段を備えています。全てのデバイスは超小型5ピンSC70パッケージで提供されています。

## アプリケーション

2セルバッテリー監視/管理  
超低電力システム  
移動通信  
ノートブック及びPDA  
スレッシュホールドディテクタ/ディスクリミネータ  
グラウンド又は電源ラインにおける検出  
遠隔計測及びリモートシステム  
医療機器

## 選択ガイド

| PART    | INTERNAL REFERENCE | OUTPUT TYPE | SUPPLY CURRENT (nA) |
|---------|--------------------|-------------|---------------------|
| MAX9117 | Yes                | Push-Pull   | 600                 |
| MAX9118 | Yes                | Open-Drain  | 600                 |
| MAX9119 | No                 | Push-Pull   | 350                 |
| MAX9120 | No                 | Open-Drain  | 350                 |

標準アプリケーション回路はデータシートの最後に記載されています。

Beyond-the-RailsはMaxim Integrated Productsの商標です。

## 特長

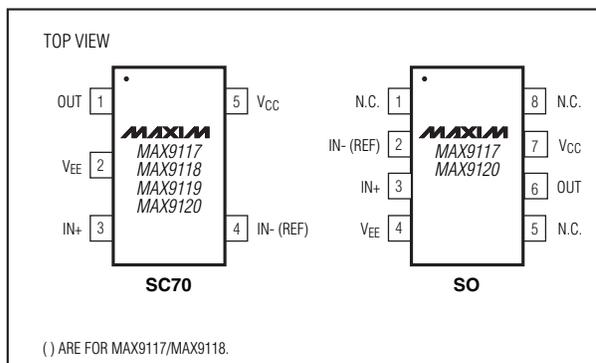
- ◆ パッケージ：省スペースSC70(SOT23の半分のサイズ)
- ◆ 超低消費電流：
  - 350nA/回路(MAX9119/MAX9120)
  - 600nA/回路(リファレンス付、MAX9117/MAX9118)
- ◆ 最低+1.6Vまで動作保証
- ◆ 内部 $1.252V \pm 1.75\%$ リファレンス(MAX9117/MAX9118)
- ◆ 入力電圧範囲は電源電圧の200mV外側まで拡張
- ◆  $\pm 5mA$ を駆動可能なCMOSプッシュ/プル出力(MAX9117/MAX9119)
- ◆ オープンドレイン出力バージョンも入手可能(MAX9118/MAX9120)
- ◆ スwitchング時のクローバー電流なし
- ◆ 内部ヒステリシスによりクリーンなスイッチング
- ◆ 入力がオーバドライブされても出力の位相逆転なし

## 型番

| PART         | PIN-PACKAGE | TOP MARK | PKG CODE |
|--------------|-------------|----------|----------|
| MAX9117EXK-T | 5 SC70-5    | ABW      | X5-1     |
| MAX9117ESA+  | 8 SO        | —        | S8-2     |
| MAX9118EXK-T | 5 SC70-5    | ABX      | X5-1     |
| MAX9119EXK-T | 5 SC70-5    | ABY      | X5-1     |
| MAX9120EXK-T | 5 SC70-5    | ABZ      | X5-1     |
| MAX9120ESA+  | 8 SO        | —        | S8-2     |

注：すべてのデバイスは $-40^{\circ}C \sim +85^{\circ}C$ の温度範囲で動作します。  
+ は鉛フリーパッケージを表します。

## ピン配置



# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

|  |  |   |   |
|--|--|---|---|
| Supply Voltage ( $V_{CC}$ to $V_{EE}$ )..... | +6V  | Continuous Power Dissipation ( $T_A = +70^\circ\text{C}$ )                  |   |
| Voltage Inputs (IN+, IN-, REF) .....         | ( $V_{EE} - 0.3\text{V}$ ) to ( $V_{CC} + 0.3\text{V}$ ) | 5-Pin SC70 (derate 2.5mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ )..... | 200mW                                       |
| Output Voltage                               |  | 8-Pin SO (derate 5.88mW/ $^\circ\text{C}$ above $+70^\circ\text{C}$ ).....  | 471mW                                       |
| MAX9117/MAX9119 .....                        | ( $V_{EE} - 0.3\text{V}$ ) to ( $V_{CC} + 0.3\text{V}$ ) | Operating Temperature Range .....   | $-40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$  |
| MAX9118/MAX9120 .....                        | ( $V_{EE} - 0.3\text{V}$ ) to $+6\text{V}$               | Junction Temperature .....  | $+150^\circ\text{C}$                        |
| Current Into Input Pins.....                 | $\pm 20\text{mA}$  | Storage Temperature Range .....   | $-65^\circ\text{C}$ to $+150^\circ\text{C}$ |
| Output Current.....                          | $\pm 50\text{mA}$  | Lead Temperature (soldering, 10s).....                                      | $+300^\circ\text{C}$                        |
| Output Short-Circuit Duration .....          | 10s  |   |   |

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX9117/MAX9118 (with REF)

( $V_{CC} = +5\text{V}$ ,  $V_{EE} = 0\text{V}$ ,  $V_{IN+} = V_{REF}$ ,  $T_A = -40^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^\circ\text{C}$ .) (Note 1)

| PARAMETER                              | SYMBOL            | CONDITIONS   | MIN  | TYP   | MAX            | UNITS         |
|--|-------------------|--|--|-------|----------------|---------------|
| Supply Voltage Range                   | $V_{CC}$          | Inferred from the PSRR test  | $T_A = +25^\circ\text{C}$                                | 1.6   | 5.5            | V             |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             | 1.8   | 5.5            |               |
| Supply Current                         | $I_{CC}$          | $V_{CC} = 1.6\text{V}$   | $T_A = +25^\circ\text{C}$                                | 0.60  | 1              | $\mu\text{A}$ |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             | 0.68  | 1.3            |               |
|  |                   | $V_{CC} = 5\text{V}$   |  |       | 1.6            |               |
| IN+ Voltage Range                      | $V_{IN+}$         | Inferred from output swing test  | $V_{EE} - 0.2$   |       | $V_{CC} + 0.2$ | V             |
| Input Offset Voltage                   | $V_{OS}$          | (Note 2)   | $T_A = +25^\circ\text{C}$                                | 1     | 5              | mV            |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             |       | 10             |               |
| Input-Referred Hysteresis              | $V_{HB}$          | (Note 3)   |  | 4     |                | mV            |
| Input Bias Current                     | $I_B$             | $T_A = +25^\circ\text{C}$<br>$T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$              |  | 0.15  | 1              | nA            |
|  |                   |  |  |       | 2              |               |
| Power-Supply Rejection Ratio           | PSRR              | $V_{CC} = 1.6\text{V}$ to $5.5\text{V}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$    |  | 0.1   | 1              | mV/V          |
|  |                   | $V_{CC} = 1.8\text{V}$ to $5.5\text{V}$ , $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |  |       | 1              |               |
| Output Voltage Swing High              | $V_{CC} - V_{OH}$ | MAX9117, $V_{CC} = 5\text{V}$ ,<br>$I_{SOURCE} = 5\text{mA}$           | $T_A = +25^\circ\text{C}$                                | 190   | 400            | mV            |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             |       | 500            |               |
|  |                   | MAX9117,<br>$I_{SOURCE} = 1\text{mA}$                                  | $V_{CC} = 1.6\text{V}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$       | 100   | 200            |               |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.8\text{V}$ ,<br>$T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |       | 300            |               |
| Output Voltage Swing Low               | $V_{OL}$          | $V_{CC} = 5\text{V}$ , $I_{SINK} = 5\text{mA}$                         | $T_A = +25^\circ\text{C}$                                | 190   | 400            | mV            |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             |       | 500            |               |
|  |                   | $I_{SINK} = 1\text{mA}$  | $V_{CC} = 1.6\text{V}$ , $T_A = +25^\circ\text{C}$       | 100   | 200            |               |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.8\text{V}$ ,<br>$T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |       | 300            |               |
| Output Leakage Current                 | $I_{LEAK}$        | MAX9118 only, $V_O = 5.5\text{V}$                                      |  | 0.002 | 1              | $\mu\text{A}$ |
| Output Short-Circuit Current           | $I_{SC}$          | Sourcing, $V_O = V_{EE}$   | $V_{CC} = 5\text{V}$                                     | 35    |                | mA            |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.6\text{V}$                                   | 3     |                |               |
|  |                   | Sinking, $V_O = V_{CC}$  | $V_{CC} = 5\text{V}$                                     | 35    |                |               |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.6\text{V}$                                   | 3     |                |               |
| High-to-Low Propagation Delay (Note 4) | $t_{PD-}$         | $V_{CC} = 1.6\text{V}$   |  | 16    |                | $\mu\text{s}$ |
|  |                   | $V_{CC} = 5\text{V}$   |  | 14    |                |               |

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

MAX9117-MAX9120

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX9117/MAX9118 (with REF) (continued)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0V$ ,  $V_{IN+} = V_{REF}$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

| PARAMETER                                 | SYMBOL                                  | CONDITIONS                                | MIN   | TYP     | MAX   | UNITS             |
|---|---|---|---|---------|-------|-------------------|
| Low-to-High Propagation Delay<br>(Note 4) | $t_{PD+}$                               | MAX9117 only                              | $V_{CC} = 1.6V$                             | 15      |       | $\mu s$           |
|   |   |   | $V_{CC} = 5V$                               | 40      |       |                   |
|   |   | MAX9118 only                              | $V_{CC} = 1.6V$ , $R_{PULLUP} = 100k\Omega$ | 16      |       |                   |
|   |   |   | $V_{CC} = 5V$ , $R_{PULLUP} = 100k\Omega$   | 45      |       |                   |
| Rise Time                                 | $t_{RISE}$                              | MAX9117 only, $C_L = 15pF$                |   | 1.6     |       | $\mu s$           |
| Fall Time                                 | $t_{FALL}$                              | $C_L = 15pF$                              |   | 0.2     |       | $\mu s$           |
| Power-Up Time                             | $t_{ON}$                                |   |   | 1.2     |       | ms                |
| Reference Voltage                         | $V_{REF}$                               | $T_A = +25^{\circ}C$                      | 1.230                                       | 1.252   | 1.274 | V                 |
|   |   | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$              | 1.196                                       |         | 1.308 |                   |
| Reference Voltage Temperature Coefficient | $TC_{REF}$                              |   |   | 100     |       | ppm/ $^{\circ}C$  |
| Reference Output Voltage Noise            | $E_N$                                   | $BW = 10Hz$ to $100kHz$                   |   | 1.1     |       | mV <sub>RMS</sub> |
|   |   | $BW = 10Hz$ to $100kHz$ , $C_{REF} = 1nF$ |   | 0.2     |       |                   |
| Reference Line Regulation                 | $\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta V_{CC}}$  | $V_{CC} = 1.6V$ to $5.5V$                 |   | 0.25    |       | mV/V              |
| Reference Load Regulation                 | $\frac{\Delta V_{REF}}{\Delta I_{OUT}}$ | $\Delta I_{OUT} = 10nA$                   |   | $\pm 1$ |       | mV/<br>nA         |

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX9119/MAX9120 (without REF)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0V$ ,  $V_{CM} = 0V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

| PARAMETER                       | SYMBOL   | CONDITIONS   | MIN                          | TYP                          | MAX            | UNITS   |      |
|---------------------------------|----------|--|------------------------------|------------------------------|----------------|---------|------|
| Supply Voltage Range            | $V_{CC}$ | Inferred from the PSRR test                              | $T_A = +25^{\circ}C$         | 1.6                          | 5.5            | V       |      |
|                                 |          |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ | 1.8                          | 5.5            |         |      |
| Supply Current                  | $I_{CC}$ | $V_{CC} = 1.6V$ , $T_A = +25^{\circ}C$                   |                              | 0.35                         | 0.80           | $\mu A$ |      |
|                                 |          |  | $V_{CC} = 5V$                | $T_A = +25^{\circ}C$         | 0.45           |         | 0.80 |
|                                 |          |  |                              | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |                |         | 1.2  |
| Input Common-Mode Voltage Range | $V_{CM}$ | Inferred from the CMRR test                              | $V_{EE} - 0.2$               |                              | $V_{CC} + 0.2$ | V       |      |
| Input Offset Voltage            | $V_{OS}$ | $-0.2V \leq V_{CM} \leq (V_{CC} + 0.2V)$<br>(Note 2)     | $T_A = +25^{\circ}C$         | 1                            | 5              | mV      |      |
|                                 |          |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |                              | 10             |         |      |
| Input-Referred Hysteresis       | $V_{HB}$ | $-0.2V \leq V_{CM} \leq (V_{CC} + 0.2V)$ (Note 3)        |                              | 4                            |                | mV      |      |
| Input Bias Current              | $I_B$    | $T_A = +25^{\circ}C$                                     |                              | 0.15                         | 1              | nA      |      |
|                                 |          | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                             |                              |                              | 2              |         |      |
| Input Offset Current            | $I_{OS}$ |  |                              | 75                           |                | pA      |      |
| Power-Supply Rejection Ratio    | PSRR     | $V_{CC} = 1.6V$ to $5.5V$ , $T_A = +25^{\circ}C$         |                              | 0.1                          | 1              | mV/V    |      |
|                                 |          | $V_{CC} = 1.8V$ to $5.5V$ , $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |                              |                              | 1              |         |      |
| Common-Mode Rejection Ratio     | CMRR     | $(V_{EE} - 0.2V) \leq V_{CM} \leq (V_{CC} + 0.2V)$       |                              | 0.5                          | 3              | mV/V    |      |

# リファレンス付/リファレンス、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

MAX9117-MAX9120

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS—MAX9119/MAX9120 (without REF) (continued)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0V$ ,  $V_{CM} = 0V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .) (Note 1)

| PARAMETER                              | SYMBOL            | CONDITIONS                                       | MIN  | TYP   | MAX | UNITS   |
|--|-------------------|--|--|-------|-----|---------|
| Output Voltage Swing High              | $V_{CC} - V_{OH}$ | MAX9119 only, $V_{CC} = 5V$ , $I_{SOURCE} = 5mA$ | $T_A = +25^{\circ}C$                           | 190   | 400 | mV      |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                   |       | 500 |         |
|  |                   | MAX9119 only, $I_{SOURCE} = 1mA$                 | $V_{CC} = 1.6V$ , $T_A = +25^{\circ}C$         | 100   | 200 |         |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.8V$ , $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |       | 300 |         |
| Output Voltage Swing Low               | $V_{OL}$          | $V_{CC} = 5V$ , $I_{SINK} = 5mA$                 | $T_A = +25^{\circ}C$                           | 190   | 400 | mV      |
|  |                   |  | $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$                   |       | 500 |         |
|  |                   | $I_{SINK} = 1mA$                                 | $V_{CC} = 1.6V$ , $T_A = +25^{\circ}C$         | 100   | 200 |         |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.8V$ , $T_A = T_{MIN}$ to $T_{MAX}$ |       | 300 |         |
| Output Leakage Current                 | $I_{LEAK}$        | MAX9120 only, $V_O = 5.5V$                       |  | 0.001 | 1   | $\mu A$ |
| Output Short-Circuit Current           | $I_{SC}$          | Sourcing, $V_O = V_{EE}$                         | $V_{CC} = 5V$                                  | 35    |     | mA      |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.6V$                                | 3     |     |         |
|  |                   | Sourcing, $V_O = V_{CC}$                         | $V_{CC} = 5V$                                  | 35    |     |         |
|  |                   |  | $V_{CC} = 1.6V$                                | 3     |     |         |
| High-to-Low Propagation Delay (Note 4) | $t_{PD-}$         |  | $V_{CC} = 1.6V$                                | 16    |     | $\mu s$ |
|  |                   |  | $V_{CC} = 5V$                                  | 14    |     |         |
| Low-to-High Propagation Delay (Note 4) | $t_{PD+}$         | MAX9119 only                                     | $V_{CC} = 1.6V$                                | 15    |     | $\mu s$ |
|  |                   |  | $V_{CC} = 5V$                                  | 40    |     |         |
|  |                   | MAX9120 only                                     | $V_{CC} = 1.6V$ , $R_{PULLUP} = 100k\Omega$    | 16    |     |         |
|  |                   |  | $V_{CC} = 5V$ , $R_{PULLUP} = 100k\Omega$      | 45    |     |         |
| Rise Time                              | $t_{RISE}$        | MAX9119 only, $C_L = 15pF$                       |  | 1.6   |     | $\mu s$ |
| Fall Time                              | $t_{FALL}$        | $C_L = 15pF$                                     |  | 0.2   |     | $\mu s$ |
| Power-Up Time                          | $t_{ON}$          |  |  | 1.2   |     | ms      |

**Note 1:** All specifications are 100% tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . Specification limits over temperature ( $T_A = T_{MIN}$  to  $T_{MAX}$ ) are guaranteed by design, not production tested.

**Note 2:**  $V_{OS}$  is defined as the center of the hysteresis band at the input.

**Note 3:** The hysteresis-related trip points are defined as the edges of the hysteresis band, measured with respect to the center of the band (i.e.,  $V_{OS}$ ) (Figure 2).

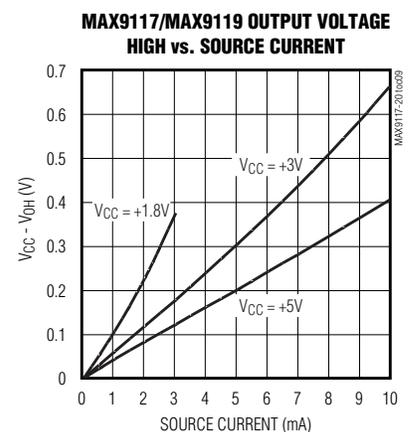
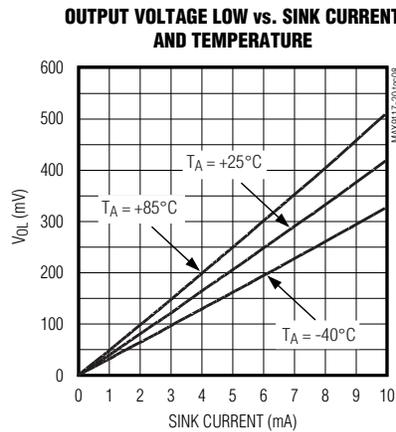
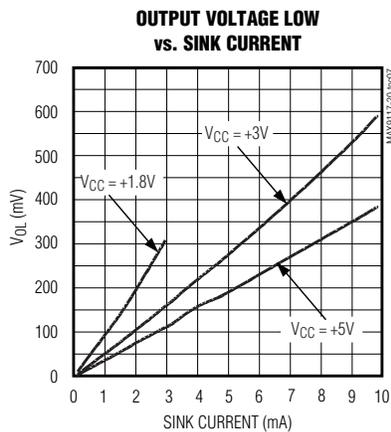
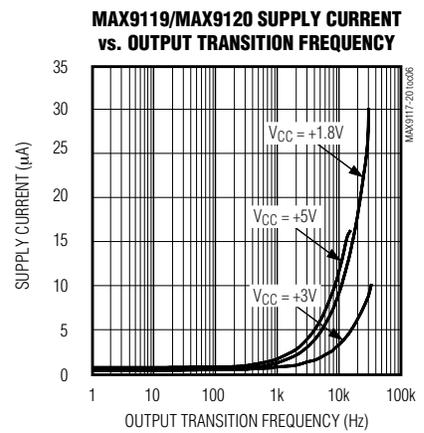
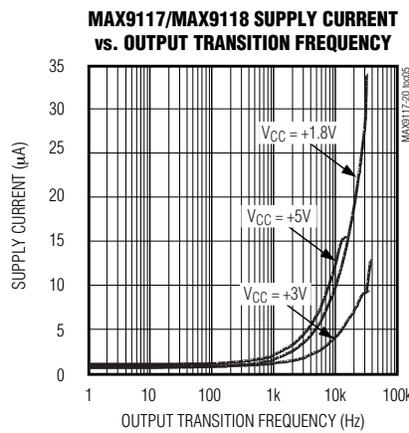
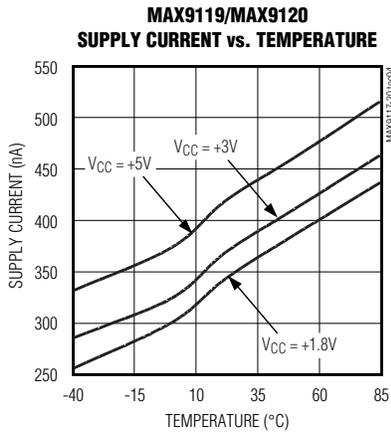
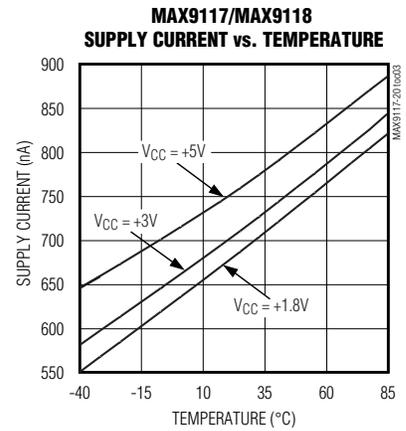
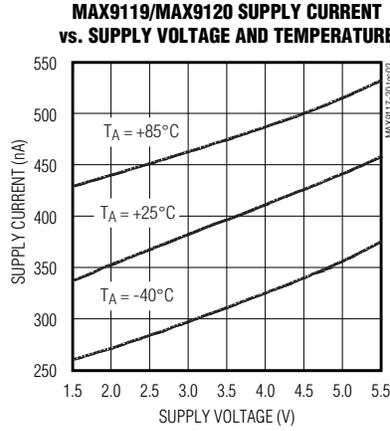
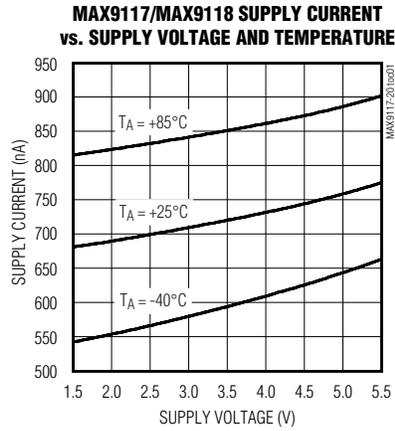
**Note 4:** Specified with an input overdrive ( $V_{OVERDRIVE}$ ) of 100mV, and load capacitance of  $C_L = 15pF$ .  $V_{OVERDRIVE}$  is defined above and beyond the offset voltage and hysteresis of the comparator input. For the MAX9117/MAX9118, reference voltage error should also be added.

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## 標準動作特性

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $C_L = 15pF$ ,  $V_{OVERDRIVE} = 100mV$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

MAX9117-MAX9120

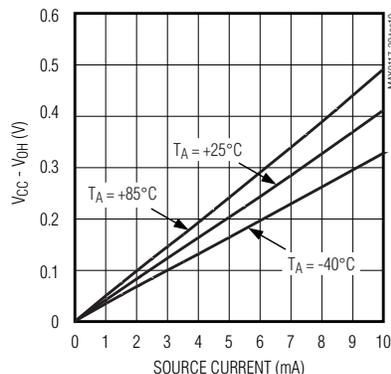


# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

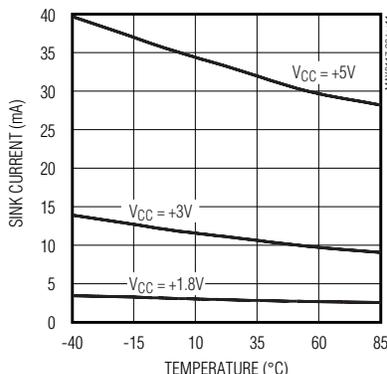
## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $C_L = 15pF$ ,  $V_{OVERDRIVE} = 100mV$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

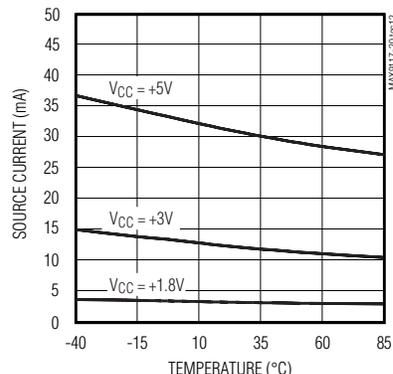
**MAX9117/MAX9119 OUTPUT VOLTAGE HIGH vs. SOURCE CURRENT AND TEMPERATURE**



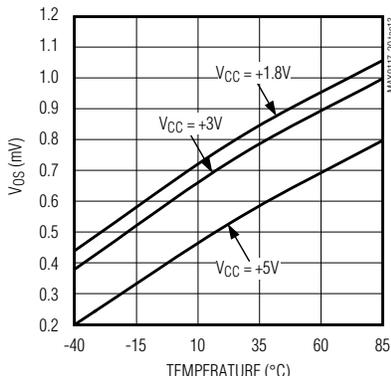
**SHORT-CIRCUIT SINK CURRENT vs. TEMPERATURE**



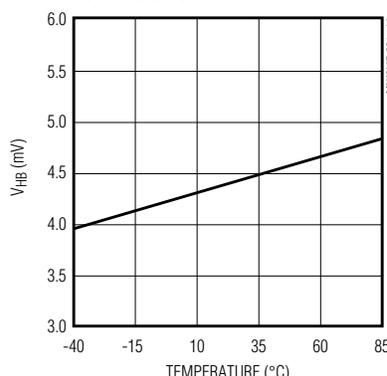
**MAX9117/MAX9119 SHORT-CIRCUIT SOURCE CURRENT vs. TEMPERATURE**



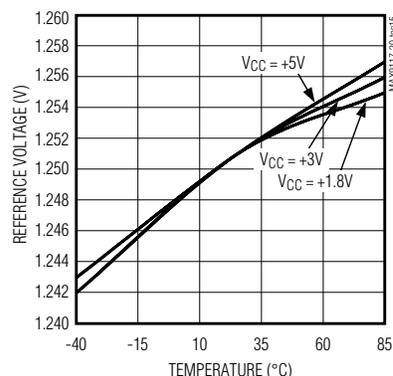
**OFFSET VOLTAGE vs. TEMPERATURE**



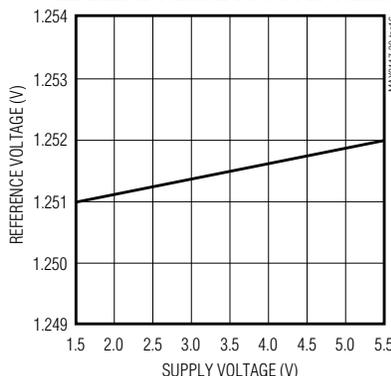
**HYSTERESIS VOLTAGE vs. TEMPERATURE**



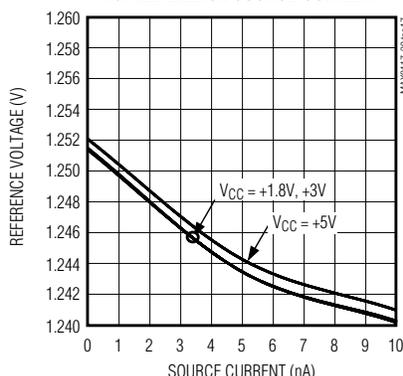
**MAX9117/MAX9118 REFERENCE VOLTAGE vs. TEMPERATURE**



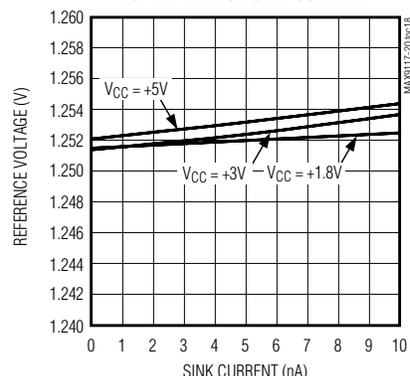
**MAX9117/MAX9118 REFERENCE VOLTAGE vs. SUPPLY VOLTAGE**



**MAX9117/MAX9118 REFERENCE OUTPUT VOLTAGE vs. REFERENCE SOURCE CURRENT**



**MAX9117/MAX9118 REFERENCE OUTPUT VOLTAGE vs. REFERENCE SINK CURRENT**

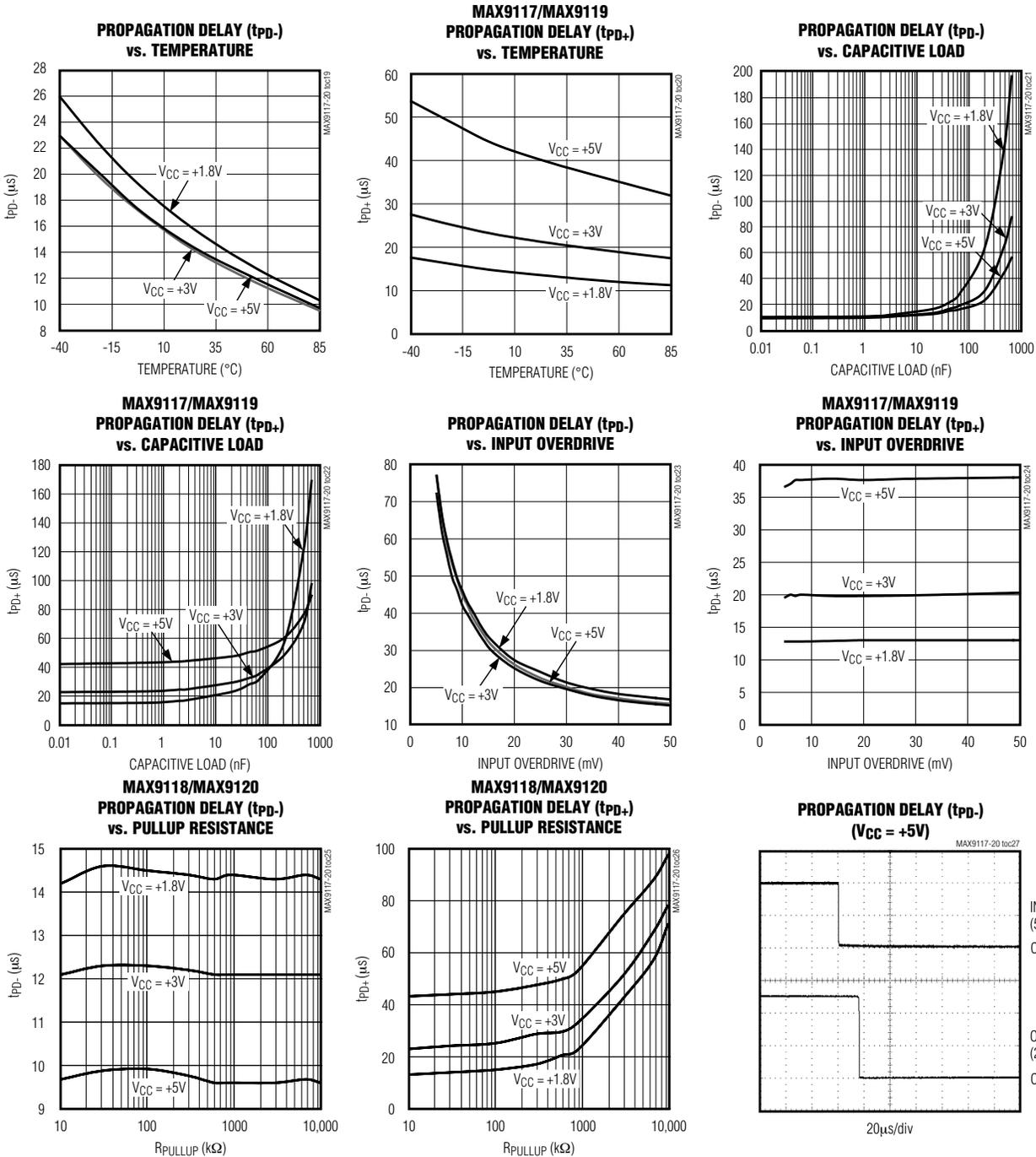


# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

MAX9117-MAX9120

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $C_L = 15pF$ ,  $V_{OVERDRIVE} = 100mV$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

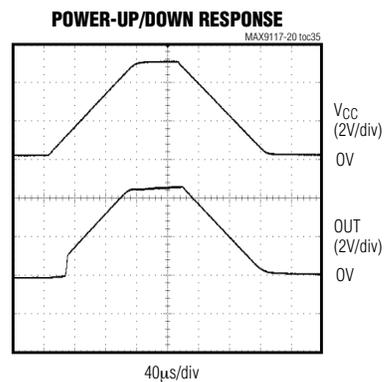
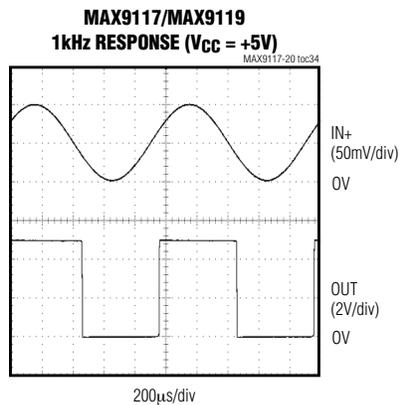
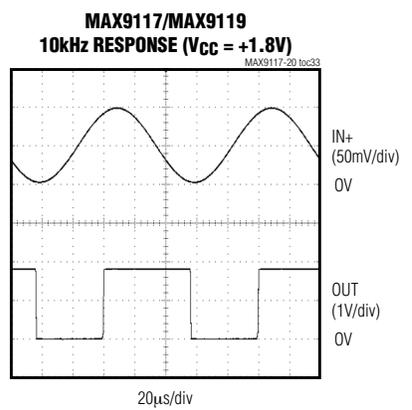
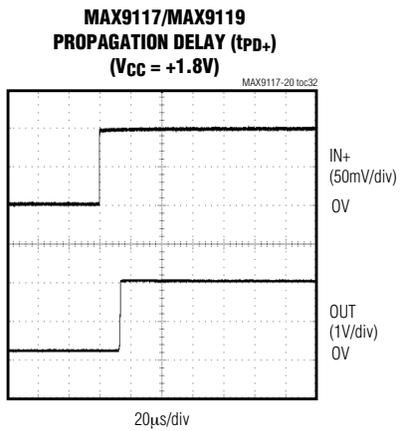
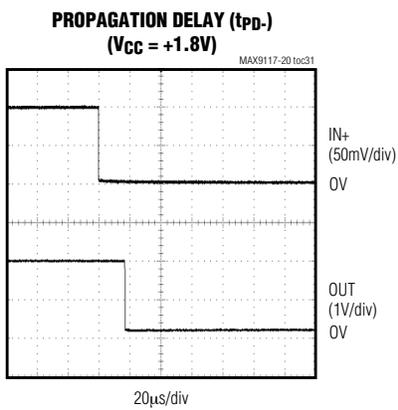
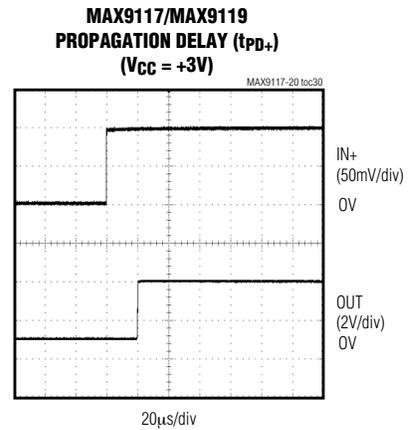
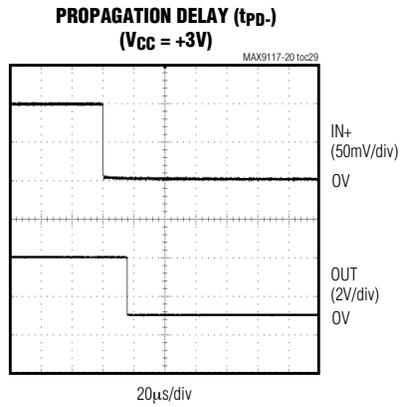
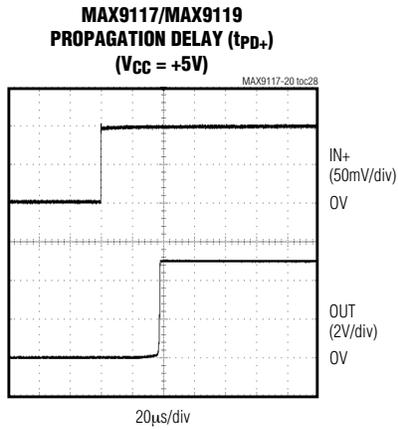


# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

MAX9117-MAX9120

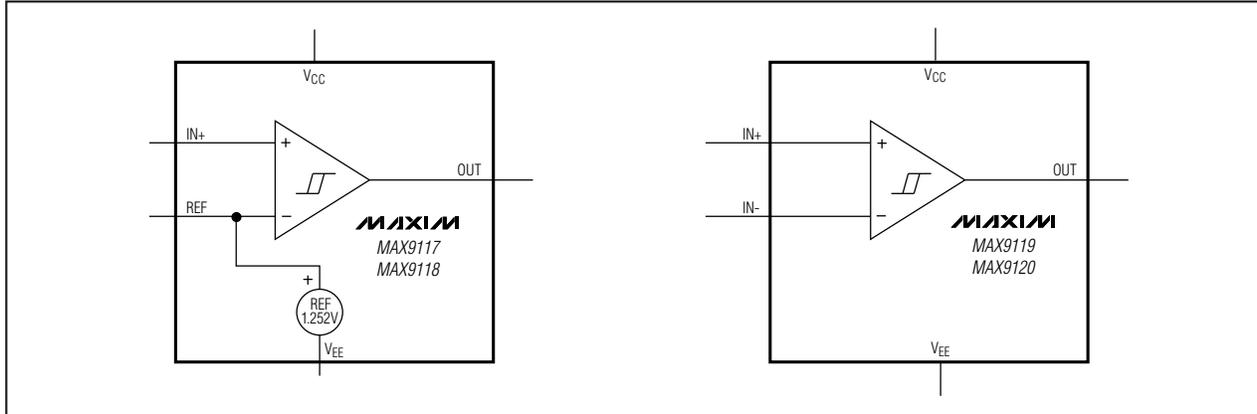
## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $C_L = 15pF$ ,  $V_{OVERDRIVE} = 100mV$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## ファンクションダイアグラム



MAX9117-MAX9120

## 端子説明

| 端子                  |            |                     |            | 名称   | 機能                   |
|---------------------|------------|---------------------|------------|------|----------------------|
| MAX9117/<br>MAX9118 |            | MAX9119/<br>MAX9120 |            |      |                      |
| SC70                | SO         | SC70                | SO         |      |                      |
| 1                   | 6          | 1                   | 6          | OUT  | コンパレータ出力             |
| 2                   | 4          | 2                   | 4          | VEE  | 負電源電圧                |
| 3                   | 3          | 3                   | 3          | IN+  | コンパレータの<br>非反転入力     |
| 4                   | 2          | —                   | —          | REF  | 1.252Vリファレンス入力       |
| 5                   | 7          | 5                   | 7          | VCC  | 正電源電圧                |
| —                   | —          | 4                   | 2          | IN-  | コンパレータの<br>反転入力      |
| —                   | 1, 5,<br>8 | —                   | 1, 5,<br>8 | N.C. | 無接続。内部接続<br>されていません。 |

## 詳細

MAX9117/MAX9118は、1.252V $\pm$ 1.75%リファレンスを内蔵していますが、消費電流は600nAと非常に小さくなっています。MAX9119/MAX9120(リファレンスなし)の消費電流は僅か350nAです。4つのデバイス全てについて、最低+1.6Vまでの動作が保証されています。同相入力電圧範囲は電源電圧の200mV外側まで拡張されています。内部ヒステリシスにより、変化の遅い入力信号に対してもクリーンな出力スイッチングが保証されます。大きな内部出力ドライバにより、最大 $\pm$ 5mAの負荷に対して電源電圧範囲の出力が可能となっています。

出力段はスイッチング中の電源電流サージを最小限に抑えるユニークな設計になっているため、他のコンパレータに見られる電源グリッチが実質的に排除されて

います。MAX9117/MAX9119は、電流のシンクとソースが可能なプッシュ/プル出力段を備えています。MAX9118/MAX9120は、 $V_{CC}$ を超えて(絶対最大値は $V_{EE}$ の6V上)プルアップ可能なオープンドレイン出力段を備えており、ワイヤOR出力ロジック機能の実現に最適です。

## 入力段回路

入力同相電圧範囲は $V_{EE} - 0.2V$ から $V_{CC} + 0.2V$ まで拡張されています。コンパレータは、リミット内の任意の差動入力電圧において動作します。入力電圧が電源電圧範囲内であれば、入力バイアス電流は $\pm 0.15nA$ (typ)です。コンパレータの入力は電源電圧に接続された内部ESD保護ダイオードによって、過電圧から保護されています。入力電圧が電源電圧を超えると、ESD保護ダイオードは順方向バイアスとなって電流を流し始めます。

## 出力段回路

MAX9117~MAX9120は、最大負荷 $\pm 5mA$ までレイルトゥレイル動作が可能なユニークなブレイク・ピフォア・メイク出力段を備えています。多くのコンパレータはスイッチング時に、定常状態動作より何桁も大きな電流を消費しますが、このファミリのコンパレータは出力遷移中の消費電流変化を大幅に抑えます。「標準動作特性」のSupply Current vs. Output Transition Frequencyのグラフで示す通り、出力スイッチング周波数が1kHzに近づいた時の消費電流の増加は僅かです。この特性により、コンパレータのスイッチング電流に起因するグリッチを低減するための電源フィルタコンデンサの条件が緩和され、バッテリーアプリケーションにおけるバッテリー寿命が著しく拡張されます。

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## リファレンス(MAX9117/MAX9118)

MAX9117/MAX9118の内部リファレンスは、 $V_{EE}$ を基準とした出力電圧が+1.252Vとなっています。標準温度係数は-40℃～+85℃の全温度範囲にわたって100ppm/℃です。このリファレンスは、120nAの電流ソースによって駆動されるPNPエミッタフォロワです(図1)。電圧リファレンスの出力インピーダンスは200kΩ(typ)であるため、大きな負荷を駆動することはできません。また、低リークコンデンサでバイパスでき、任意の容量性負荷に対して安定です。出力インピーダンスを抑える必要のあるアプリケーションにおいては、(MAX4162等の)低入力リークのオペアンプでリファレンスをバッファして下さい。

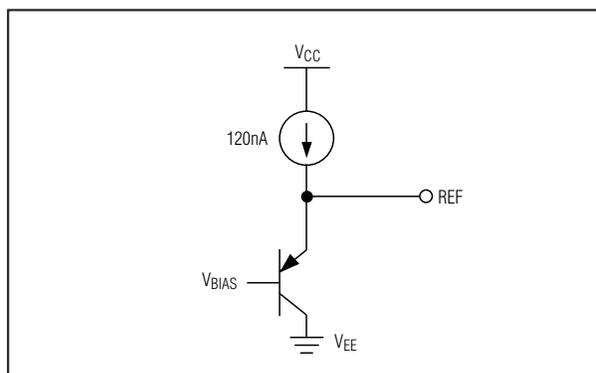


図1. MAX9117/MAX9118電圧リファレンス出力の等価回路

## アプリケーション情報

### 低電圧、低電力動作

MAX9117～MAX9120は、殆どのバッテリー駆動機器に適しています。表1に各種バッテリータイプ、容量及び公称条件を仮定した場合のMAX9117～MAX9120の動作時間の概数を示します。

### 内部ヒステリシス

多くのコンパレータは、ノイズや望ましくない寄生フィードバックのためにリニア動作領域で発振します。この現象は、片方の入力の電圧が他方の入力の電圧と等しいか、非常に近い時に生じます。MAX9117～MAX9120は、寄生効果とノイズの影響に対処するために内部ヒステリシスを備えています。

コンパレータのヒステリシスにより、2つのトリップポイントが設定されます。1つは立上がり時の入力電圧のため( $V_{THR}$ )、もう1つは立下がり時の入力電圧のため( $V_{THF}$ )です(図2)。両トリップポイントの間の差がヒステリシス( $V_{HB}$ )です。コンパレータの入力電圧同士が等しい時、ヒステリシスにより、コンパレータの片方の

入力が素早く他方をよぎり、発振の起きる領域から入力を引き離します。IN-に固定電圧が印加され、IN+が変化する例を図2に示します。入力同士が逆になってもこの図は同じで、単に出力が反転するだけです。

### ヒステリシスの追加(MAX9117/MAX9119)

MAX9117/MAX9119は、4mVの内部ヒステリシスバンドを備えています( $V_{HB}$ )。3つの抵抗を用いた正のフィードバックにより、ヒステリシスを追加できます(図3)。但し、この方法を使用するとヒステリシスの応答時間が遅くなります。以下の手順で抵抗値を計算して下さい。

- 1) R3を選択します。INにおけるリーク電流は2nA以下であるため、R3を流れる電流を少なくとも0.2μAにし、リーク電流に起因する誤差を最小限に抑えて下さい。トリップポイントにおいてR3を流れる電流は $(V_{REF} - V_{OUT})/R3$ です。2つの可能な出力状態を考慮すると、R3を求める次の2つの式が得られます: $R3 = V_{REF}/I_{R3}$ 又は $R3(V_{CC} - V_{REF})/I_{R3}$ 。この2つの抵抗値のうちの小さい方を使用して下さい。例えば、MAX9117( $V_{REF} = 1.252V$ )と $V_{CC} = 5V$ を

表1. MAX9117～MAX9120を使用したバッテリーアプリケーション

| BATTERY TYPE                   | RECHARGEABLE | $V_{FRESH}$ (V) | $V_{END-OF-LIFE}$ (V) | CAPACITY, AA SIZE (mA-h) | MAX9117/MAX9118 OPERATING TIME (hr) | MAX9119/MAX9120 OPERATING TIME (hr) |
|--------------------------------|--------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Alkaline (2 Cells)             | No           | 3.0             | 1.8                   | 2000                     | $2.5 \times 10^6$                   | $5 \times 10^6$                     |
| Nickel-Cadmium (2 Cells)       | Yes          | 2.4             | 1.8                   | 750                      | 937,500                             | $1.875 \times 10^6$                 |
| Lithium-Ion (1 Cell)           | Yes          | 3.5             | 2.7                   | 1000                     | $1.25 \times 10^6$                  | $2.5 \times 10^6$                   |
| Nickel-Metal-Hydride (2 Cells) | Yes          | 2.4             | 1.8                   | 1000                     | $1.25 \times 10^6$                  | $2.5 \times 10^6$                   |

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

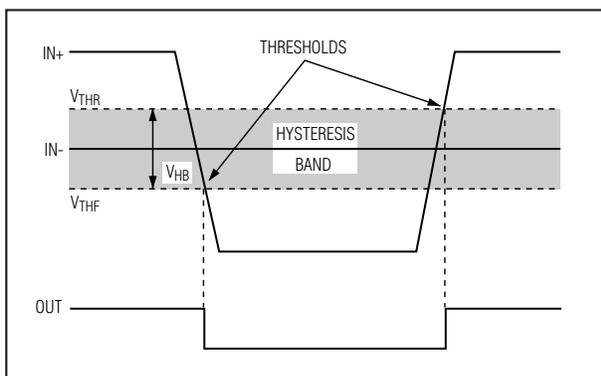


図2. スレッシュホルドのヒステリシスバンド

使用している時に $R_3 = 1\mu A$ を選ぶと、2つの抵抗値は $1.2M\Omega$ 及び $3.8M\Omega$ になります。この場合、 $1.2M\Omega$ を $R_3$ の標準値として選んで下さい。

- 2) 必要なヒステリシスバンド( $V_{HB}$ )を選びます。この例では $50mV$ を選びます。

- 3) 次式に従って $R_1$ を計算します。

$$R_1 = R_3 (V_{HB} / V_{CC})$$

この例の数値を代入すると次のようになります。

$$R_1 = 1.2M\Omega (50mV/5V) = 12k\Omega$$

- 4)  $V_{THR} > V_{REF} \times (R_1 + R_3)/R_3$ となるように、 $V_{IN}$ が上昇する時のトリップポイント( $V_{THR}$ )を選びます( $V_{THR}$ は $V_{IN}$ が上昇する時のトリップポイントです)。これは、 $V_{IN}$ がトリップポイントを超えて上昇する時にコンパレータの出力がローからハイに切り替わるスレッシュホルド電圧です。この例では、 $3V$ を選びます。

- 5) 次式で $R_2$ を計算します。

$$R_2 = 1/[V_{THR}/(V_{REF} \times R_1) - (1/R_1) - (1/R_3)]$$

$$R_2 = 1/[3.0V/(1.252V \times 12k\Omega) - (1/12k\Omega) - (1/1.2M\Omega)] = 8.655k\Omega$$

この例では、 $8.66k\Omega$ を標準値として選びます。

- 6) トリップ電圧とヒステリシスを次式で確認します。

$$V_{IN \text{ 上昇時}}: V_{THR} = V_{REF} \times R_1 [(1/R_1) + (1/R_2) + (1/R_3)] = 3V$$

$$V_{IN \text{ 下降時}}: V_{THF} = V_{THR} - (R_1 \times V_{CC}/R_3)$$

$$\text{ヒステリシス} = V_{THR} - V_{THF} = 50mV$$

## ヒステリシスの追加(MAX9118/MAX9120)

MAX9118/MAX9120は、 $4mV$ の内部ヒステリシスバンドを備えています。本製品はオープンドレイン出力

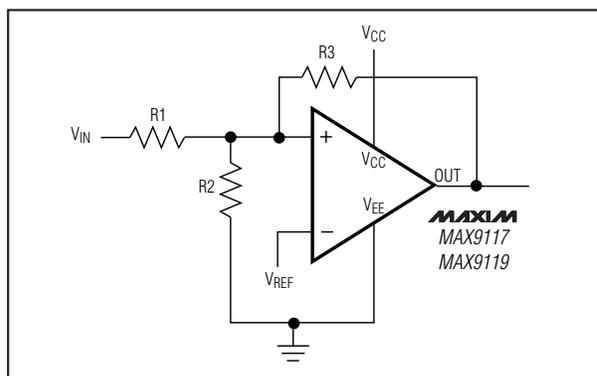


図3. MAX9117/MAX9119のヒステリシスの追加

を備えているため、外部プルアップ抵抗を必要とします(図4)。正のフィードバックを使用し、ヒステリシスを追加することができますが、その場合の式はMAX9117/MAX9119の場合と若干異なります。以下の手順で抵抗値を計算して下さい。

- 1)  $R_3 = V_{REF}/1\mu A$ 又は $R_3 = (V_{CC} - V_{REF})/1\mu A - R_4$ によって $R_3$ を選択します。この2つの抵抗値のうち小さい方を使用して下さい。

- 2) 必要なヒステリシスバンド( $V_{HB}$ )を選びます。

- 3) 次式に従って $R_1$ を計算します。

$$R_1 = (R_3 + R_4) (V_{HB}/V_{CC})$$

- 4)  $V_{IN}$ が上昇する時のトリップポイント( $V_{THR}$ )を選びます( $V_{THR}$ は $V_{IN}$ が上昇する時のトリップポイントです)。これは、 $V_{IN}$ がトリップポイントを超えて上昇する時にコンパレータの出力がローからハイに切り替わるスレッシュホルド電圧です。

- 5) 次式で $R_2$ を計算します。

$$R_2 = 1 / \left[ \left( \frac{V_{THR}}{V_{REF} \times R_1} \right) - \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_3} \right]$$

- 6) トリップ電圧とヒステリシスを次式で確認します。

$$V_{IN \text{ 上昇時}}: V_{THR} = V_{REF} \times R_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)$$

$V_{IN}$  下降時:

$$V_{THF} = V_{REF} \times R_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3 + R_4} \right) - \frac{R_1}{R_3 + R_4} \times V_{CC}$$

$$\text{ヒステリシス} = V_{THR} - V_{THF}$$

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## 基板レイアウト及びバイパス

電源バイパスコンデンサは通常不要ですが、電源インピーダンスが大きい場合、電源リードが長い場合、あるいは電源ラインに大きなノイズが予想される場合には100nFバイパスコンデンサを、デバイスの電源端子の近くに使用できます。浮遊容量を低減するため、信号トレースをできるだけ短くして下さい。グランドプレーンと表面実装部品の使用を推奨します。REFピンがデカップルした時は新しい低漏コンデンサを使用して下さい。

## ゼロクロスディテクタ

図5にゼロクロスディテクタアプリケーションを示します。MAX9119の反転入力にはグラウンドに接続されており、非反転入力には100mV<sub>p-p</sub>の信号ソースに接続されています。非反転入力における信号が0Vをよぎる時、コンパレータの出力状態が変化します。

## ロジックレベルトランスレータ

「標準アプリケーション回路」に、ロジックレベルを5Vから3Vに変換するアプリケーションを示します。MAX9120は+5V電源で駆動されており、オープンドレイン出力のためのプルアップ抵抗が+3V電源に接続されています。この構成は、3Vロジック入力に過電圧を発生することなく完全5Vロジックスイングを可能にします。3Vから5Vへのロジックレベルトランスレーションを行う場合は、+3V電源電圧をV<sub>CC</sub>に、+5V電源電圧をプルアップ抵抗に接続して下さい。

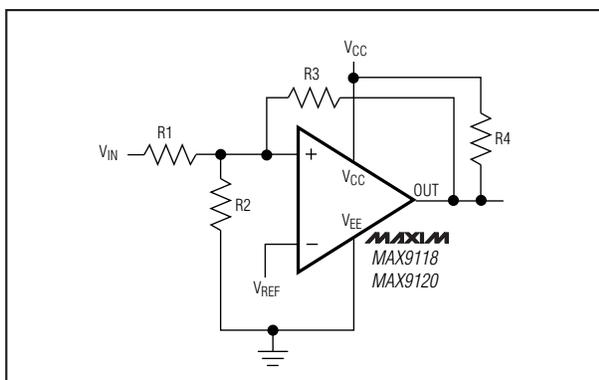
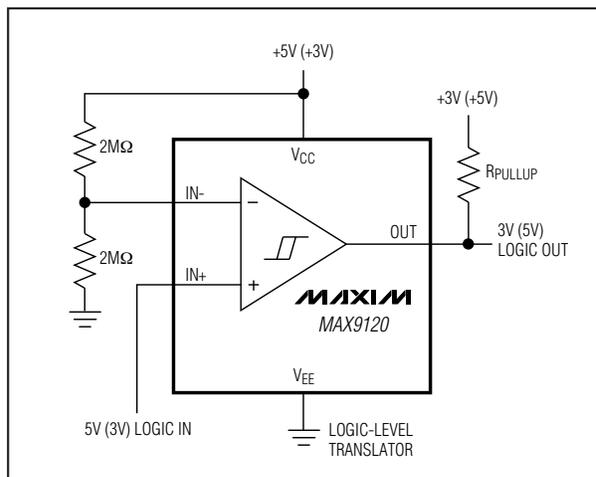


図4. MAX9118/MAX9120の追加ヒステリシス

## 標準アプリケーション回路



## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 98

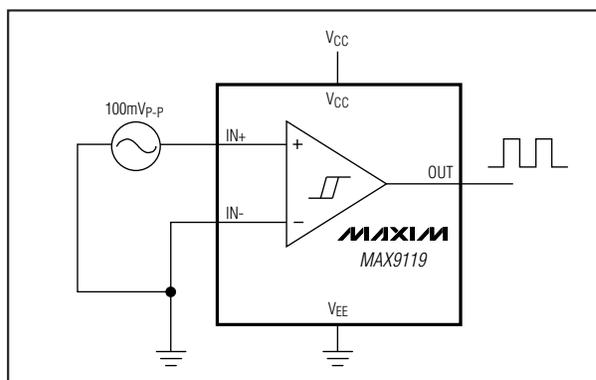
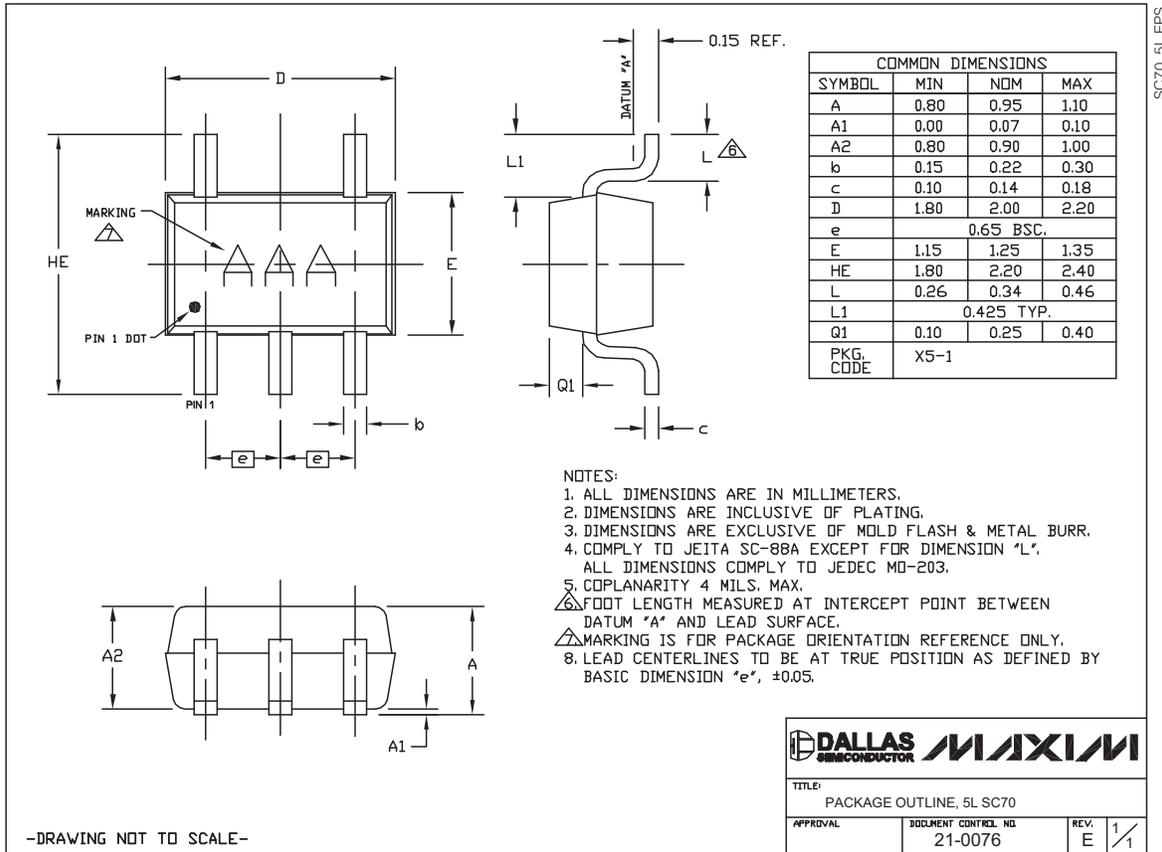


図5. ゼロクロスディテクタ

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## パッケージ

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)



MAX9117-MAX9120

# リファレンス付/リファレンスなし、SC70、1.6V、 ナノパワー、Beyond-the-Railsコンパレータ

## パッケージ(続き)

(このデータシートに掲載されているパッケージ仕様は、最新版が反映されているとは限りません。最新のパッケージ情報は、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照下さい。)

SOICN LEPS

| DIM | INCHES    |       | MILLIMETERS |      |
|-----|-----------|-------|-------------|------|
|     | MIN       | MAX   | MIN         | MAX  |
| A   | 0.053     | 0.069 | 1.35        | 1.75 |
| A1  | 0.004     | 0.010 | 0.10        | 0.25 |
| B   | 0.014     | 0.019 | 0.35        | 0.49 |
| C   | 0.007     | 0.010 | 0.19        | 0.25 |
| e   | 0.050 BSC |       | 1.27 BSC    |      |
| E   | 0.150     | 0.157 | 3.80        | 4.00 |
| H   | 0.228     | 0.244 | 5.80        | 6.20 |
| L   | 0.016     | 0.050 | 0.40        | 1.27 |

VARIATIONS:

| DIM | INCHES |       | MILLIMETERS |       | N  | MS012 |
|-----|--------|-------|-------------|-------|----|-------|
|     | MIN    | MAX   | MIN         | MAX   |    |       |
| D   | 0.189  | 0.197 | 4.80        | 5.00  | 8  | AA    |
| D   | 0.337  | 0.344 | 8.55        | 8.75  | 14 | AB    |
| D   | 0.386  | 0.394 | 9.80        | 10.00 | 16 | AC    |

**NOTES:**

1. D&E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH.
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED 0.15mm (.006").
3. LEADS TO BE COPLANAR WITHIN 0.10mm (.004").
4. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETERS.
5. MEETS JEDEC MS012.
6. N = NUMBER OF PINS.

PROPRIETARY INFORMATION  
TITLE:  
PACKAGE OUTLINE, .150" SOIC  
APPROVAL: \_\_\_\_\_ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0041 REV. B 1/1

## 改訂履歴

Rev 4で改訂されたページ : 1、2、9、13

# マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16 (ホリゾン1ビル)  
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

14 **Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600**