

# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

## 概要

MAX4321は、5MHzの利得帯域幅積及び優れたDC精度特性とレイルトゥレイル®入出力範囲を兼ね備えたオペアンプです。本素子は消費電流が僅か650 $\mu$ Aとなっており、+2.4V~+6.5Vの単一電源又は $\pm 1.2$ V~ $\pm 3.25$ Vのデュアル電源で動作します(通常は最低+1.8V( $\pm 0.9$ )まで動作します)。MAX4321は最大500pFまでの容量性負荷に対してユニティゲイン安定であり、250 の負荷を電源電圧の200mV以内まで駆動する能力を持っています。

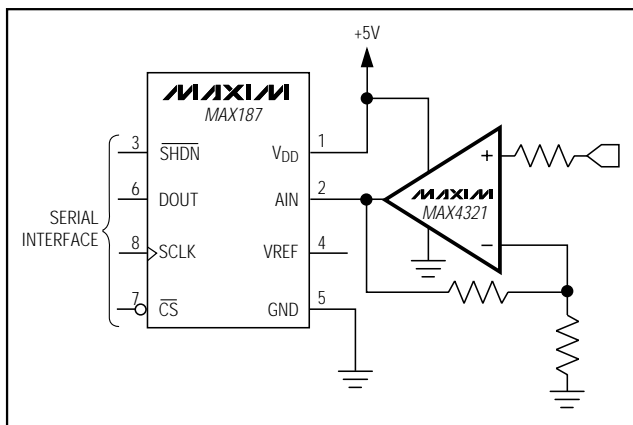
入力コモンモード電圧範囲及び出力スイングがレイルトゥレイルであるため、MAX4321は低電圧、単一電源アプリケーションに最適です。さらに、入力オフセット電圧が $\pm 1.2$ mVと低く、スルーレートが2V/ $\mu$ sと高いため、本素子は高精度、低電圧のデータ収集機器の信号処理段に適しています。MAX4321は、省スペースの5ピンSOT23パッケージで提供されており、温度範囲は拡張工業用(-40 ~ +85 )のものが用意されています。

MAX4321は、LMC7101の低電圧、ピンコンパチブルアップグレード製品です。LMC7101と比較した場合、帯域幅が5倍広く、スルーレートが2倍速く、入力電圧ノイズ密度が約半分になっています。

## アプリケーション

- バッテリー駆動機器
- ポータブル機器
- データ収集機器
- センサ及び信号調整
- 低電力低電圧アプリケーション
- 汎用低電圧アプリケーション

## 標準動作回路



レイルトゥレイルは日本モトローラの登録商標です。

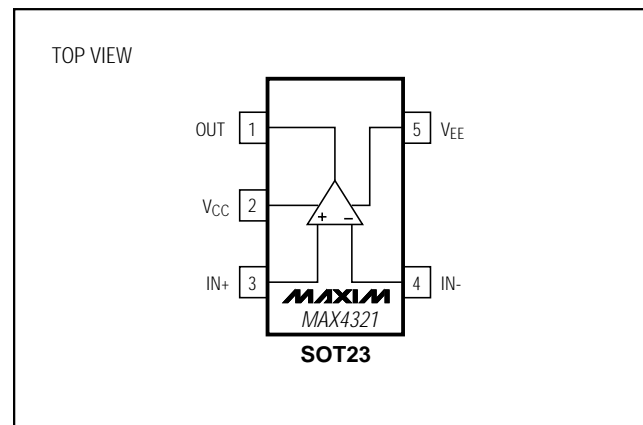
## 特長

- ◆ LMC7101の低電圧同ピン配置アップグレード製品
- ◆ 単一電源動作を保証：+2.4V~+6.5V
- ◆ 通常は最低+1.8Vまで動作
- ◆ 利得帯域幅積：5MHz
- ◆ 自己消費電流：650 $\mu$ A
- ◆ レイルトゥレイルの入力コモンモード電圧範囲
- ◆ レイルトゥレイルの出力電圧スイング
- ◆ 250 の負荷を駆動
- ◆ 500pFまでの容量性負荷に対してユニティゲイン安定
- ◆ 入力オーバードライブでも位相反転なし
- ◆ 低コスト解決法を5ピンSOT23パッケージで提供

## 型番

| PART         | TEMP. RANGE    | PIN-PACKAGE | TOP MARK |
|--------------|----------------|-------------|----------|
| MAX4321EUK-T | -40°C to +85°C | 5 SOT23-5   | ADOA     |

## ピン配置/ ファンクションダイアグラム



# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

|   |   |                                   |                      |
|---|---|-----------------------------------|----------------------|
| Supply Voltage ( $V_{CC}$ to $V_{EE}$ )                                   | .....-0.3V to +7V                               | Operating Temperature Range       | .....-40°C to +85°C  |
| All Other Pins  | .....( $V_{EE} - 0.3V$ ) to ( $V_{CC} + 0.3V$ ) | Junction Temperature              | .....+150°C          |
| Output Short-Circuit Duration<br>(short to either supply)                 | .....Continuous                                 | Storage Temperature Range         | .....-65°C to +150°C |
| Continuous Power Dissipation<br>5-pin SOT23 (derate 7.1mW/°C above +70°C) | .....571mW                                      | Lead Temperature (soldering, 10s) | .....+300°C          |

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.

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +5.0V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = 0$ ,  $V_{OUT} = V_{CC}/2$ ,  $R_L = \infty$  connected to  $V_{CC}/2$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

| PARAMETER                       | SYMBOL            | CONDITIONS  |                   | MIN      | TYP       | MAX       | UNITS      |
|---------------------------------|-------------------|---|-------------------|----------|-----------|-----------|------------|
| Supply Voltage Range            | $V_{CC} - V_{EE}$ |   |                   | 2.4      |           | 6.5       | V          |
| Supply Current                  |                   | $V_{CM} = V_{OUT} = V_{CC}/2$                     | $V_{CC} = +2.4V$  | 650      |           |           | $\mu A$    |
|                                 |                   |   | $V_{CC} = +6.5V$  | 725      |           |           |            |
| Input Offset Voltage            | $V_{OS}$          | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                     |                   |          | $\pm 1.2$ | $\pm 3.5$ | mV         |
| Input Bias Current              | $I_{BIAS}$        | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                     |                   |          | $\pm 50$  | $\pm 150$ | nA         |
| Input Offset Current            | $I_{OFFSET}$      | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                     |                   |          | $\pm 4$   | $\pm 25$  | nA         |
| Differential Input Resistance   | $R_{IN}$          | $-1.5V < V_{DIFF} < +1.5V$                        |                   |          | 500       |           | k $\Omega$ |
| Common-Mode Input Voltage Range | $V_{CM}$          | Inferred from CMRR test                           |                   | $V_{EE}$ |           | $V_{CC}$  | V          |
| Common-Mode Rejection Ratio     | CMRR              | $V_{EE} \leq V_{CM} \leq V_{CC}$                  |                   | 60       | 91        |           | dB         |
| Power-Supply Rejection Ratio    | PSRR              | $2.4V < V_{CC} < 6.5V$                            |                   | 66       | 100       |           | dB         |
| Output Resistance               | $R_{OUT}$         | $A_V = +1V/V$                                     |                   |          | 0.1       |           | $\Omega$   |
| Large-Signal Voltage Gain       | $A_V$             | $V_{OUT} = 0.25V$ to $4.75V$ , $R_L = 100k\Omega$ |                   |          | 103       |           | dB         |
|                                 |                   | $V_{OUT} = 0.40V$ to $4.60V$ , $R_L = 600\Omega$  |                   |          | 100       |           |            |
|                                 |                   | $V_{OUT} = 0.40V$ to $4.60V$ , $R_L = 250\Omega$  |                   | 70       | 86        |           |            |
| Output Voltage Swing            | $V_{OUT}$         | $R_L = 100k\Omega$                                | $V_{CC} - V_{OH}$ | 25       |           | mV        |            |
|                                 |                   |   | $V_{OL} - V_{EE}$ | 20       |           |           |            |
|                                 |                   | $R_L = 600\Omega$                                 | $V_{CC} - V_{OH}$ | 135      |           |           |            |
|                                 |                   |   | $V_{OL} - V_{EE}$ | 60       |           |           |            |
|                                 |                   | $R_L = 250\Omega$                                 | $V_{CC} - V_{OH}$ | 200      | 300       |           |            |
|                                 |                   |   | $V_{OL} - V_{EE}$ | 100      | 200       |           |            |
| Output Short-Circuit Current    |                   |   |                   |          | 50        |           | mA         |

# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +5.0V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = 0$ ,  $V_{OUT} = V_{CC}/2$ ,  $R_L = \infty$  connected to  $V_{CC}/2$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted.) (Note 1)

| PARAMETER                                    | SYMBOL            | CONDITIONS                                       | MIN               | TYP     | MAX       | UNITS             |
|--|-------------------|--|-------------------|---------|-----------|-------------------|
| Supply Voltage Range                         | $V_{CC} - V_{EE}$ |  | 2.4               |         | 6.5       | V                 |
| Supply Current                               | $I_{CC}$          | $V_{CM} = V_{OUT} = V_{CC}/2$                    |                   |         | 1200      | $\mu A$           |
| Input Offset Voltage                         | $V_{OS}$          | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                    |                   |         | $\pm 6$   | mV                |
| Input Offset Voltage Temperature Coefficient |                   |  |                   | $\pm 2$ |           | $\mu V/^{\circ}C$ |
| Input Bias Current                           | $I_{BIAS}$        | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                    |                   |         | $\pm 180$ | nA                |
| Input Offset Current                         | $I_{OFFSET}$      | $V_{CM} = V_{EE}$ or $V_{CC}$                    |                   |         | $\pm 50$  | nA                |
| Common-Mode Input Voltage Range              | $V_{CM}$          | Inferred from CMRR test                          | $V_{EE}$          |         | $V_{CC}$  | V                 |
| Common-Mode Rejection Ratio                  | CMRR              | $V_{EE} \leq V_{CM} \leq V_{CC}$                 | 54                |         |           | dB                |
| Power-Supply Rejection Ratio                 | PSRR              | $2.4V < V_{CC} < 6.5V$                           | 62                |         |           | dB                |
| Large-Signal Voltage Gain                    | $A_V$             | $V_{OUT} = 0.40V$ to $4.60V$ , $R_L = 250\Omega$ | 66                |         |           | dB                |
| Output Voltage Swing                         | $V_{OUT}$         | $R = 250\Omega$                                  | $V_{CC} - V_{OH}$ |         | 350       | mV                |
|  |                   |  | $V_{OL} - V_{EE}$ |         | 250       |                   |

## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

( $V_{CC} = +5.0V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = 0$ ,  $V_{OUT} = V_{CC}/2$ ,  $R_L = 250\Omega$  connected to  $V_{CC}/2$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

| PARAMETER                           | SYMBOL       | CONDITIONS                                      | MIN | TYP   | MAX | UNITS          |
|-------------------------------------|--------------|---|-----|-------|-----|----------------|
| Gain-Bandwidth Product              | GBP          |   |     | 5     |     | MHz            |
| Phase Margin                        |              |   |     | 64    |     | degrees        |
| Gain Margin                         |              |   |     | 12    |     | dB             |
| Total Harmonic Distortion and Noise | THD+N        | 10kHz tone, $V_{OUT} = 2V_{pp}$ , $A_V = +1V/V$ |     | 0.003 |     | %              |
| Slew Rate                           | SR           | $V_{OUT} = 1V$ step                             |     | 2     |     | $V/\mu s$      |
| Settling Time to 0.01%              | $t_{SETTLE}$ | $V_{OUT} = 2V$ step, $A_V = +1V/V$              |     | 2     |     | $\mu s$        |
| Turn-On Time                        | $t_{ON}$     | $V_{CC} = 0$ to $3V$ step                       |     | 1     |     | $\mu s$        |
| Input Capacitance                   | $C_{IN}$     |   |     | 3     |     | pF             |
| Input Noise Voltage Density         |              | $f = 1kHz$                                      |     | 22    |     | $nV/\sqrt{Hz}$ |
| Input Noise Current Density         |              | $f = 1kHz$                                      |     | 0.4   |     | $pA/\sqrt{Hz}$ |

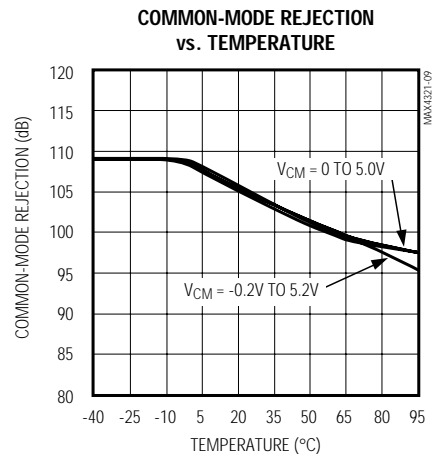
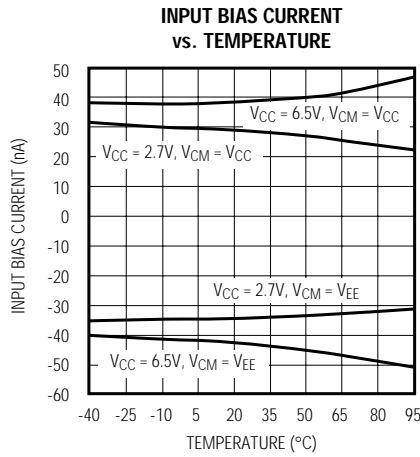
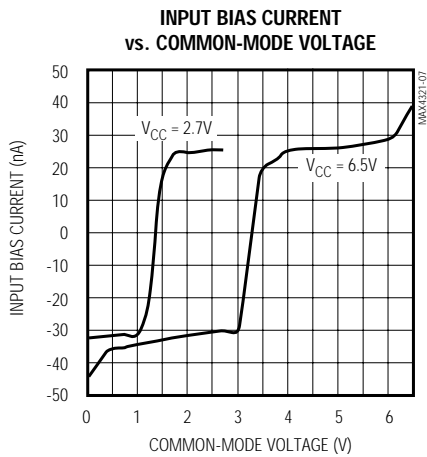
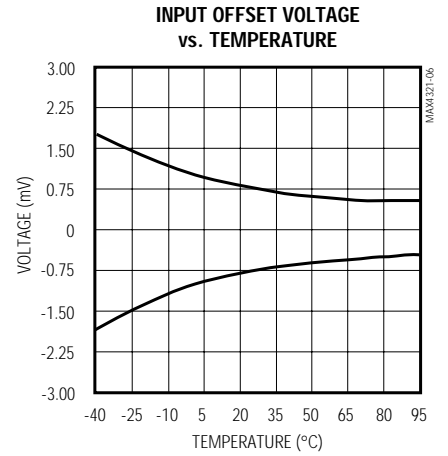
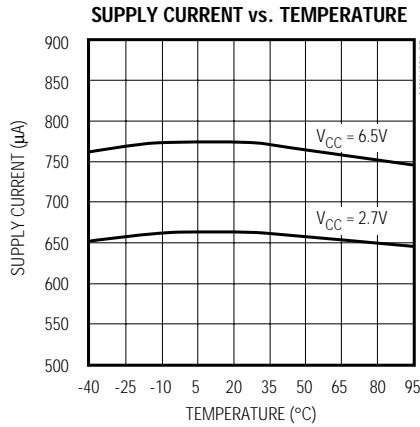
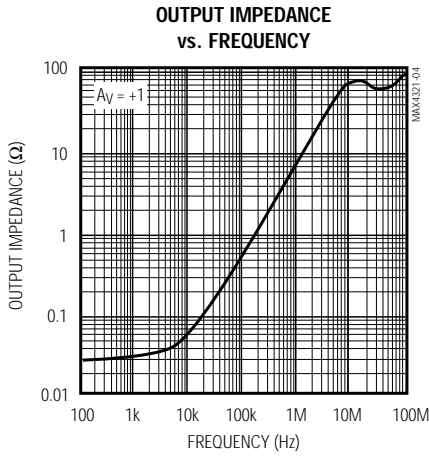
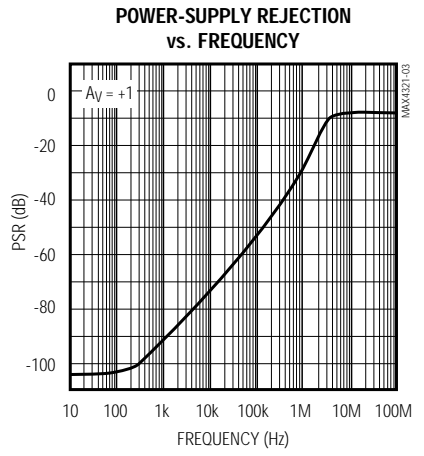
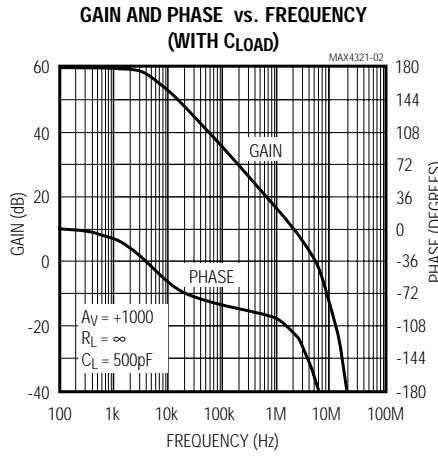
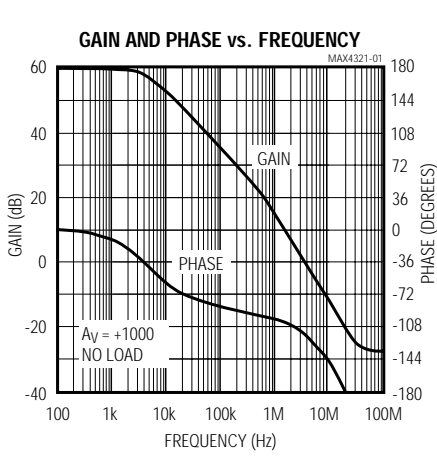
**Note 1:** All devices are 100% production tested at  $T_A = +25^{\circ}C$ . All temperature limits are guaranteed by design and characterization.

# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## 標準動作特性

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = V_{CC}/2$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

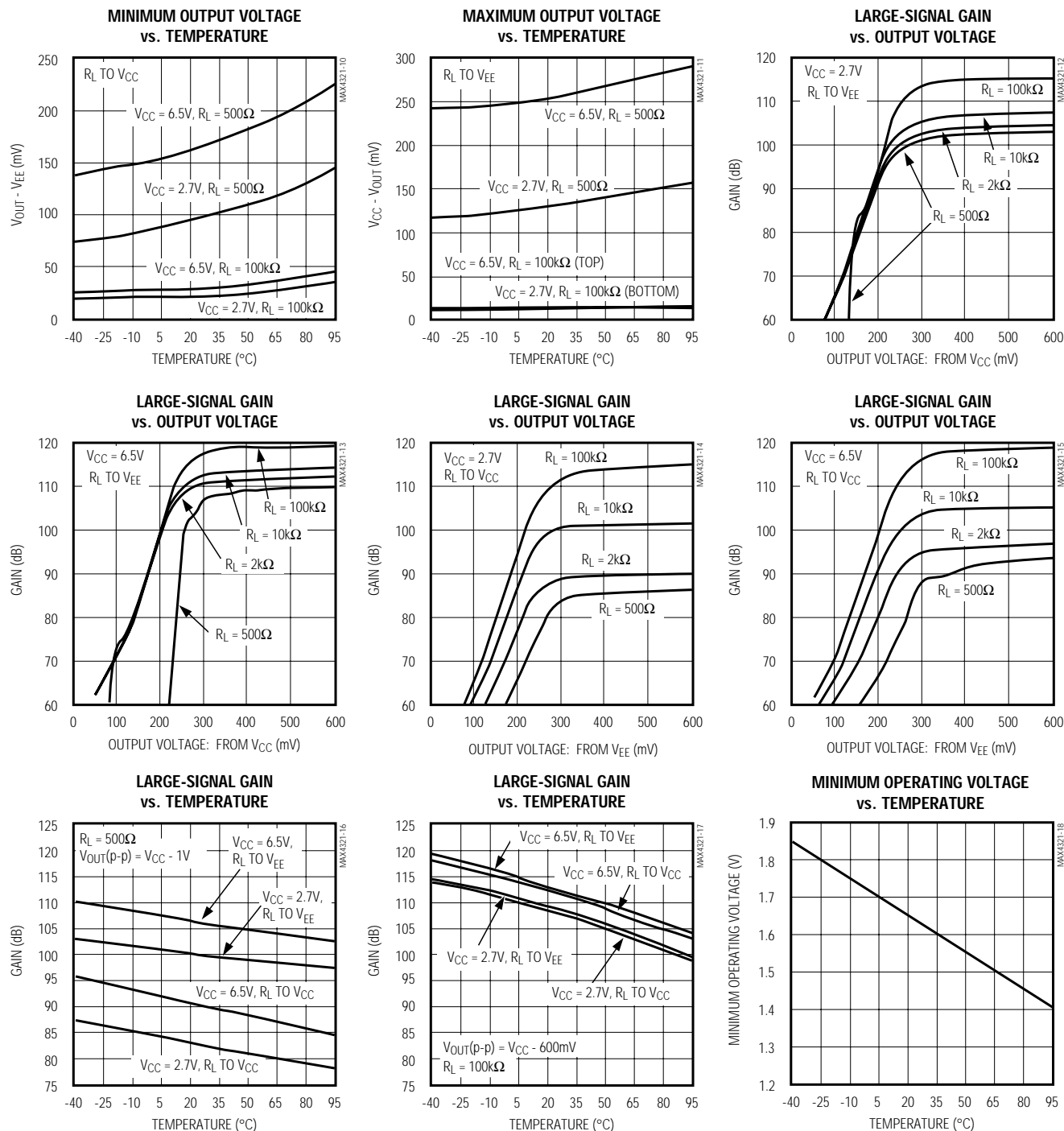


# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHz オペアンプ

MAX4321

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = V_{CC}/2$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)

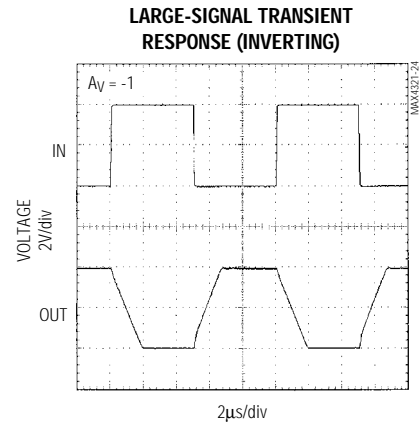
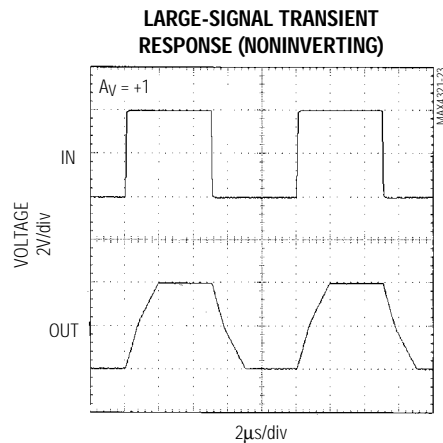
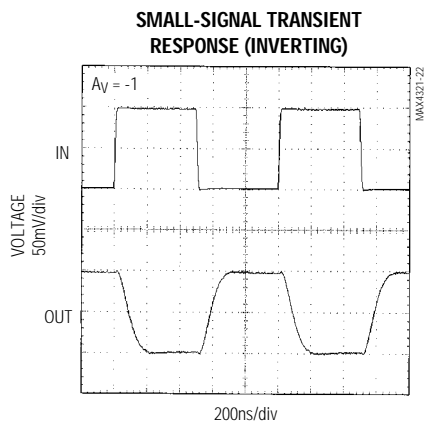
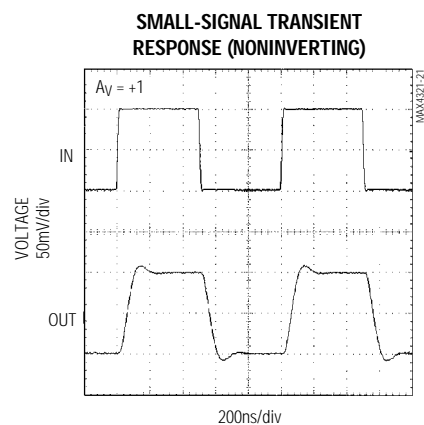
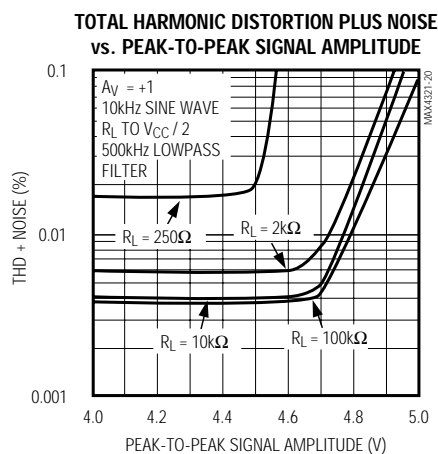
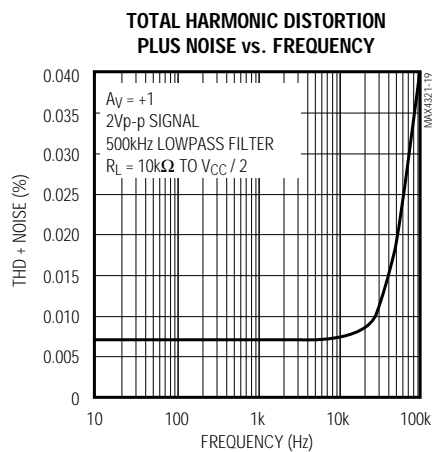


# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## 標準動作特性(続き)

( $V_{CC} = +5V$ ,  $V_{EE} = 0$ ,  $V_{CM} = V_{CC}/2$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



## 端子説明

| 端子 | 名称       | 機能                          |
|----|----------|-----------------------------|
| 1  | OUT      | 出力                          |
| 2  | $V_{CC}$ | 正電源                         |
| 3  | IN+      | 非反転入力                       |
| 4  | IN-      | 反転入力                        |
| 5  | $V_{EE}$ | 負電源。単一電源動作時にはグラウンドに接続して下さい。 |

# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## 詳細

### レールトゥレール入力段

MAX4321高速アンプは、特に低電圧、単一電源動作として設計されたレールトゥレール入力段及び出力段を備えています。入力段は個別のNPN及びPNP差動段からなり、これらの相互作用によりコモンモード領域は両方の電源電圧まで拡張されています。PNP段は負電源電圧に近い入力電圧に対してアクティブとなり、NPN段は正電源電圧に近い入力電圧に対してアクティブとなります。 $V_{CC}/2$ の近くにある切換え遷移領域を拡張して、入力ペアのミスマッチによるCMRRの悪化を最小限に抑えています。低オフセット電圧、広帯域幅、レールトゥレールの入力コモンモード範囲を備えたこのオペアンプファミリは、高精度の低電圧データ収集機器に最適です。

入力段がNPNペアとPNPペアの間で切り替わるため、入力電圧がクロスオーバー領域を通過する時に入力バイアス電流の極性が変わります。各入力から見た実効

インピーダンスをマッチングさせることにより、外部ソースインピーダンスを流れる入力バイアス電流に起因するオフセットエラーを低減して下さい(図1a及び図1b)。ソースインピーダンスが高いと、入力容量との間で寄生ポールが形成されて、それが信号応答のアンダーダмпिंगを生じます。入力容量を小さくするか、フィードバック抵抗の両端に小さなコンデンサ(2pF~10pF)を配置すると応答を改善できます。

MAX4321の入力は、内部1k 直列抵抗及び入力間に接続されたバックトゥバックのトリプルダイオードスタックによって、大きな差動入力電圧から保護されています(図2)。1.8Vよりも極小な差動入力電圧に対しては、入力抵抗は500k (typ)となっています。差動入力電圧が1.8V以上の場合は、入力抵抗が約2k となり、入力バイアス電流は次式で近似できます。

$$I_{BIAS} = \frac{V_{DIFF} - 1.8V}{2k\Omega}$$

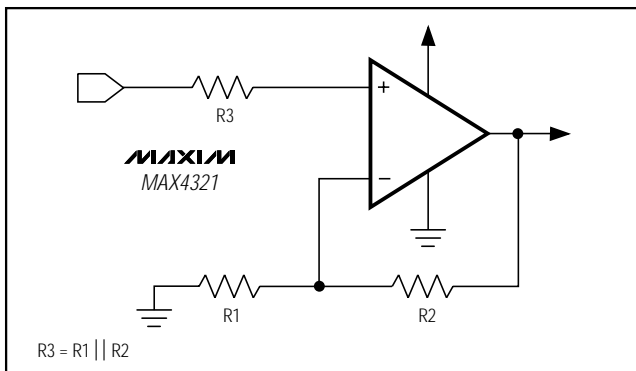


図1a. バイアス電流によるオフセットエラーの低減 (非反転)

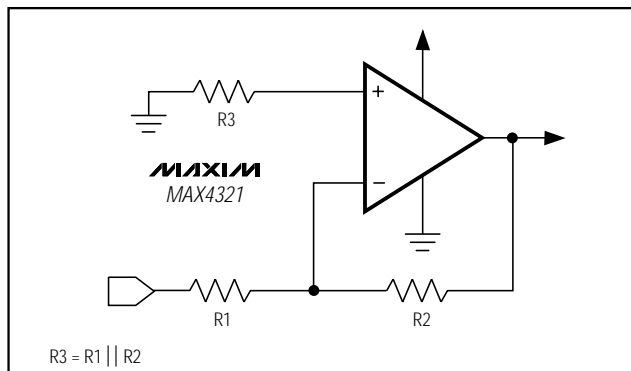


図1b. バイアス電流によるオフセットエラーの低減 (反転)

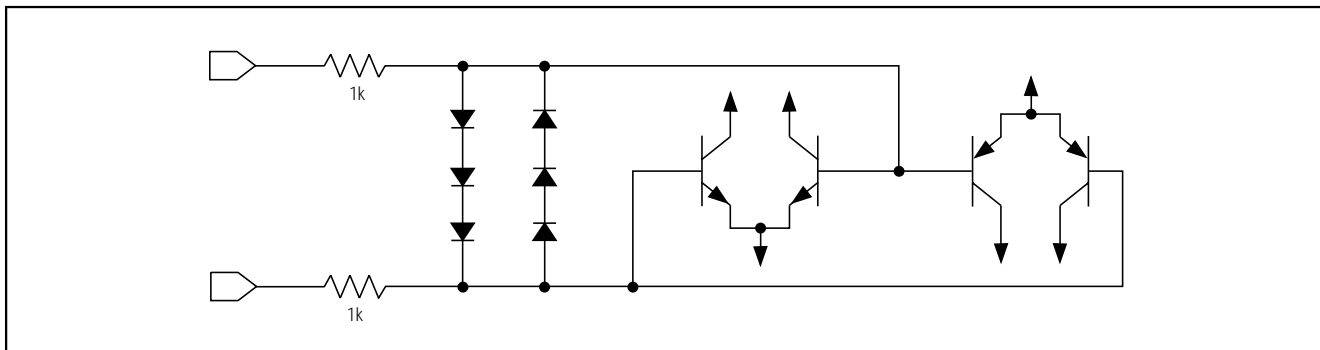


図2. 入力保護回路

# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## レールトゥレール出力段

負荷の基準がグランド( $V_{EE}$ )になっている単一電源動作においては、最小出力電圧はグランドから数ミリボルト以内になっています。図3に、MAX4321を電圧フォロワとして接続した場合の入力電圧範囲及び出力電圧スイングを示します。+3V電源を使用し、グランドに接続された100k $\Omega$ 負荷がある場合、出力スイングは0.02V~2.97Vです。最大出力電圧スイングは負荷に依存しますが、最大負荷(グランドに対して250 $\Omega$ )の場合でも+5V電源から300mV以内です。

多くの高速オペアンプは容量性負荷を駆動すると不安定になり、自己消費電流の小さなものでは特にそれが顕著です。MAX4321は容量性負荷に対する許容度が高く、500pFまでの容量性負荷に対して安定です。図4に容量性負荷に対する安定動作領域を示します。図5及び図6は、容量性負荷があった時の応答を、出力と容量性負荷の間に直列抵抗が付加された場合と比較して示しています(図7)。この抵抗は、負荷容量をオペアンプの出力から分離することによって回路の位相マージンを向上させています。

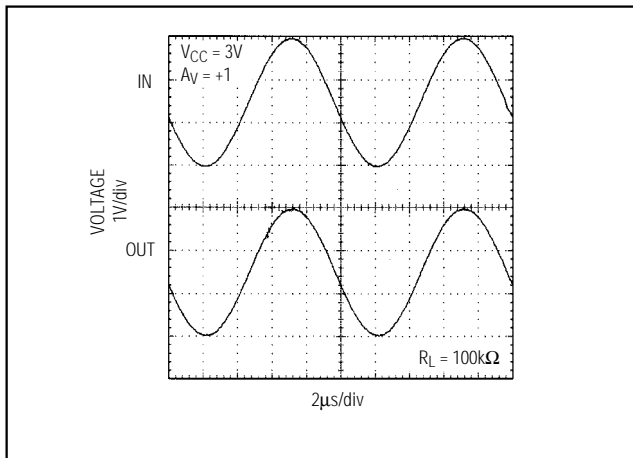


図3. レールトゥレールの入力/出力電圧範囲

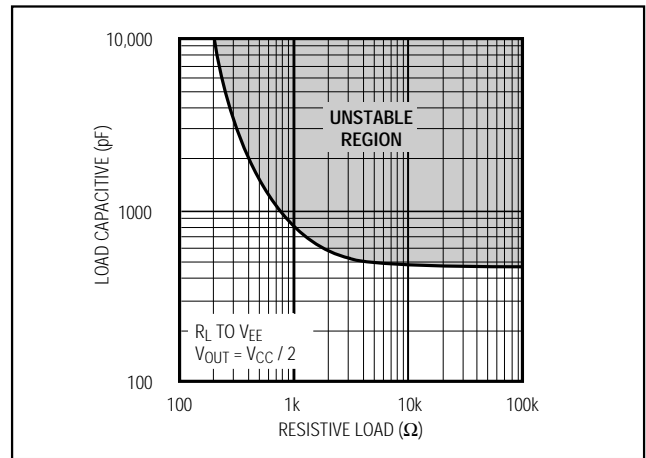


図4. 容量性負荷安定性

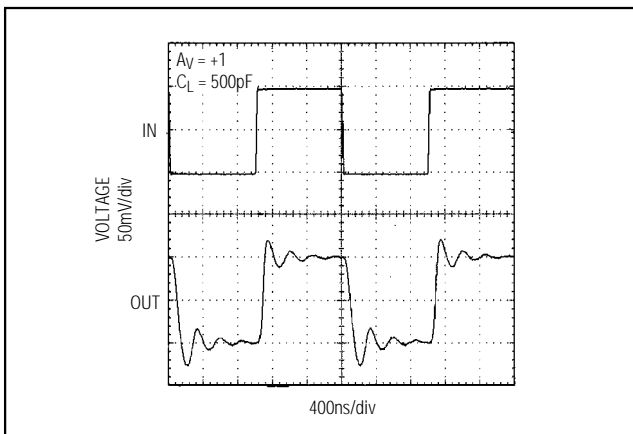


図5. 容量性負荷がある時の小信号過渡応答

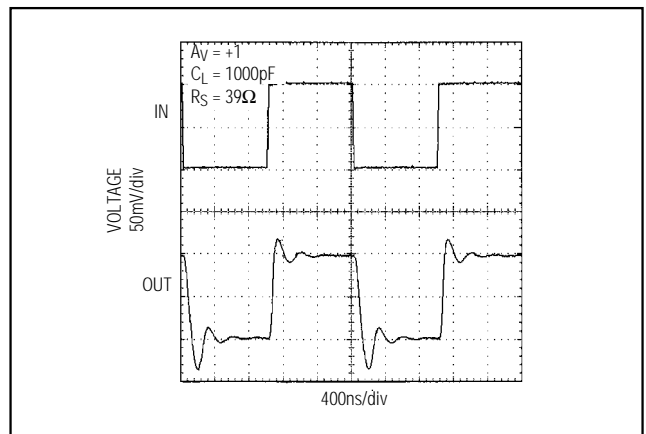


図6. 容量性負荷とアイソレーション抵抗がある時の小信号過渡応答



# 低コスト、低電力、レールトゥレール入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

## パワーアップ

MAX4321の出力のセtring時間は、通常パワーアップから1 $\mu$ sとなっています。図9及び図10に、図8のテスト回路を使用した場合のパワーアップ時の出力電圧及び消費電流を示します。

## 電源及びレイアウト

MAX4321は、+2.4V~+6.5V単一電源又は $\pm 1.2V \sim \pm 3.25V$ デュアル電源で動作します(通常は最低+1.8V( $\pm 0.9V$ )まで動作します)。単一電源動作では、0.1 $\mu$ Fセラミックコンデンサと1 $\mu$ Fを並列にしたもので電源をバイパスして下さい。デュアル電源では、各々の電源をグランドにバイパスして下さい。

良好なレイアウトにおいては、オペアンプの入力及び出力における浮遊容量が小さくなり、性能が向上します。浮遊容量を小さくするには、外付部品をオペアンプのピンの近くに配置することによってトレース及び抵抗のリード線を短くして下さい。

## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 84

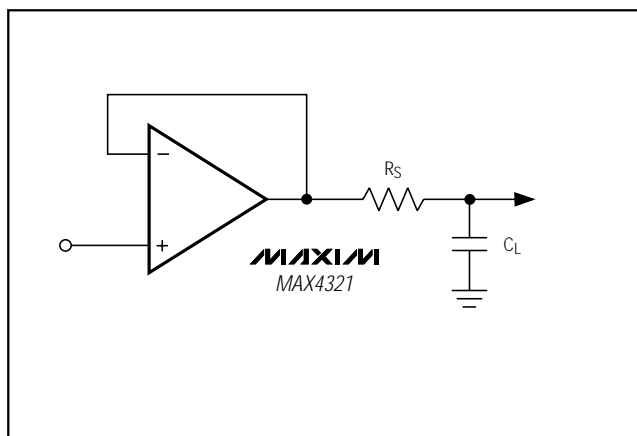


図7. 容量性負荷駆動回路

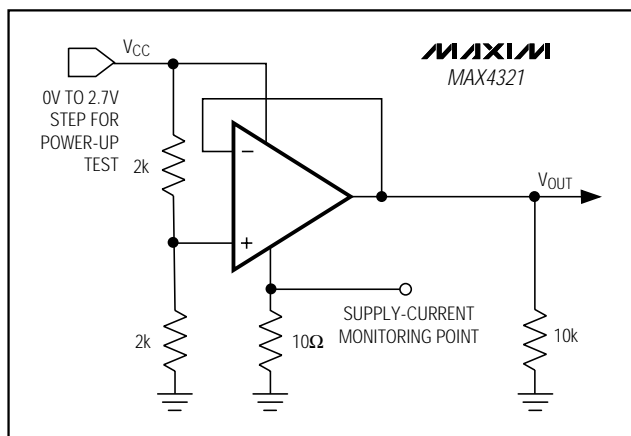


図8. パワーアップテスト回路

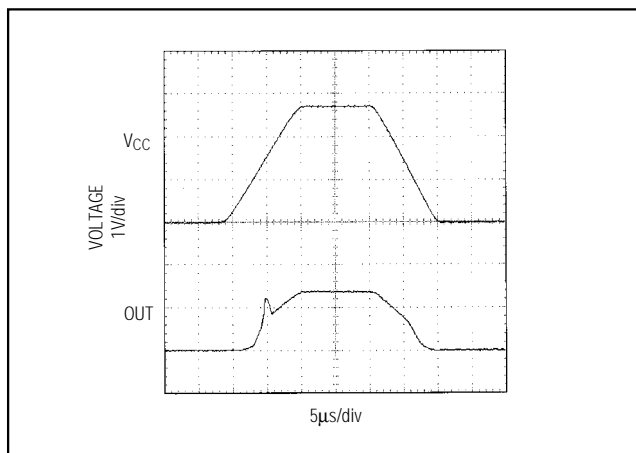


図9. パワーアップ出力電圧

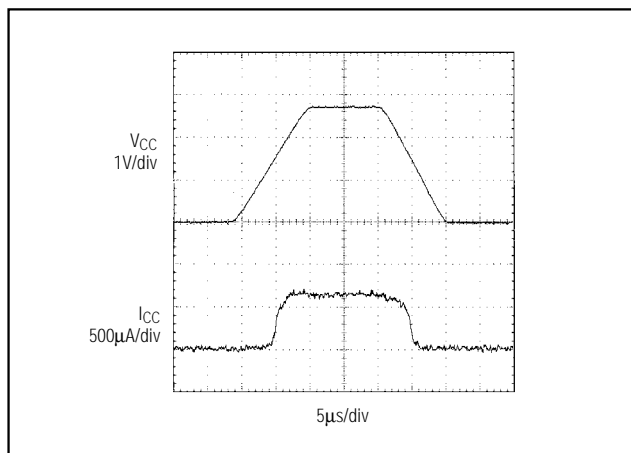
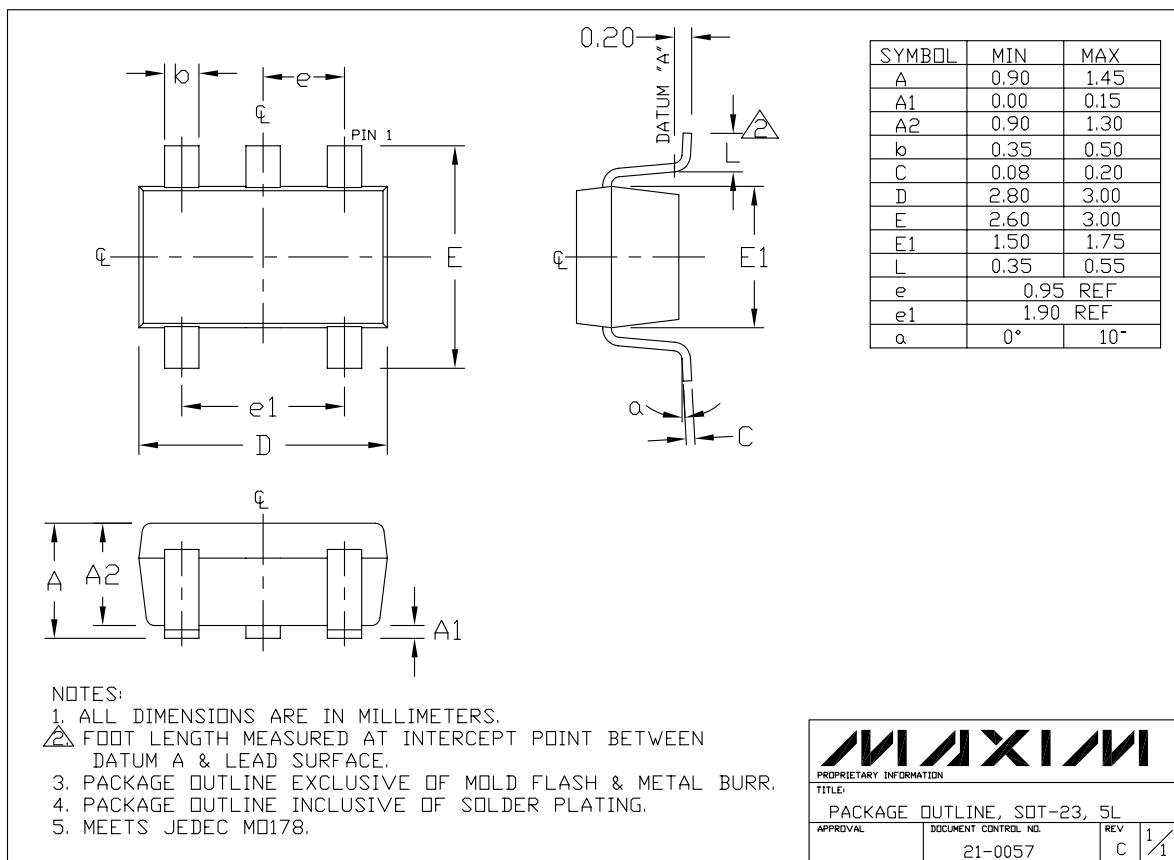


図10. パワーアップ消費電流

# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

MAX4321

パッケージ



SOT23LEPS

# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

---

NOTES

MAX4321

# 低コスト、低電力、レイルトゥレイル入出力 SOT23 5MHzオペアンプ

---

MAX4321

## NOTES

販売代理店

## 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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

12 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 2000 Maxim Integrated Products

**MAXIM** is a registered trademark of Maxim Integrated Products.