

マイクロパワー・サンプリング  
8ビット・シリアルI/O ADコンバータ

**特長**

- 最大消費電流: 80 $\mu$ A
- シャットダウン時の標準消費電流: 1nA
- 5V動作 (LTC1096/LTC1098)
- 3V動作 (LTC1096L/LTC1098L) (最小2.65V)
- サンプル・ホールド
- 変換時間: 16 $\mu$ s
- サンプリング・レート: 33kHz
- 全温度範囲の全未調整誤差:  $\pm 0.5$ LSB
- ほとんどのMPUのシリアル・ポートおよび全てのMPUのパラレルI/Oポートへの直接3線インタフェース
- 8ピンSOプラスチック・パッケージ

**アプリケーション**

- バッテリ駆動システム
- リモート・データ収集
- バッテリのモニタ
- バッテリ・ガスゲージ
- 温度測定
- 絶縁型データ収集

、LT、LTCおよびLTMはリニアテクノロジー社の登録商標です。  
他の全ての商標はそれぞれの所有者に所有権があります。

**概要**

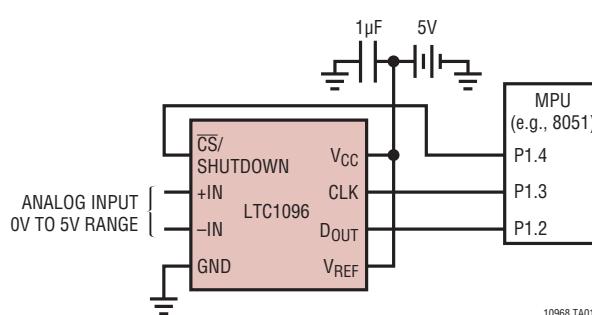
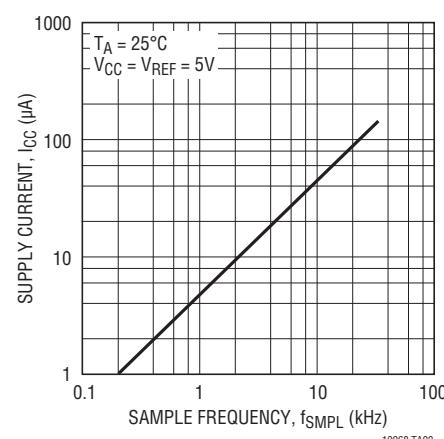
LTC<sup>®</sup>1096/LTC1096L/LTC1098/LTC1098Lはマイクロパワーの8ビットA/Dコンバータで、変換時の消費電流はわずか80 $\mu$ Aです。変換を行わないときは標準1nAの消費電流に自動的にパワーダウンします。8ピンSOパッケージで供給され、3V(L)と5Vの両バージョンがあります。この8ビット・スイッチトキャパシタ逐次比較型ADCはサンプル・ホールドを内蔵しています。LTC1096/LTC1096Lは1つの差動アナログ入力を備えています。LTC1098/LTC1098Lはソフトウェアで選択可能な2チャネル・マルチプレクサを備えています。

内蔵シリアル・ポートにより、3本の伝送線を通して様々なマイクロプロセッサおよびマイクロコントローラへ効率よくデータ転送を行えます。このこととマイクロパワー消費電力により、リモート配置が可能となり、また絶縁バリアを介したデータ転送が容易になります。

これらの回路はレシオメトリック・アプリケーションで使用可能です。また、外部リファレンスを使用することができます。高インピーダンスのアナログ入力および縮小スパン(1V以下のフルスケール)で動作可能なため、多くのアプリケーションでセンサやトランジスタに直接接続でき、利得段を必要としません。

**標準的応用例**

200Hzでサンプリングし、5Vバッテリで動作する、  
10 $\mu$ W、S8パッケージの8ビットA/D


**消費電流とサンプル・レート**


# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## 絶対最大定格

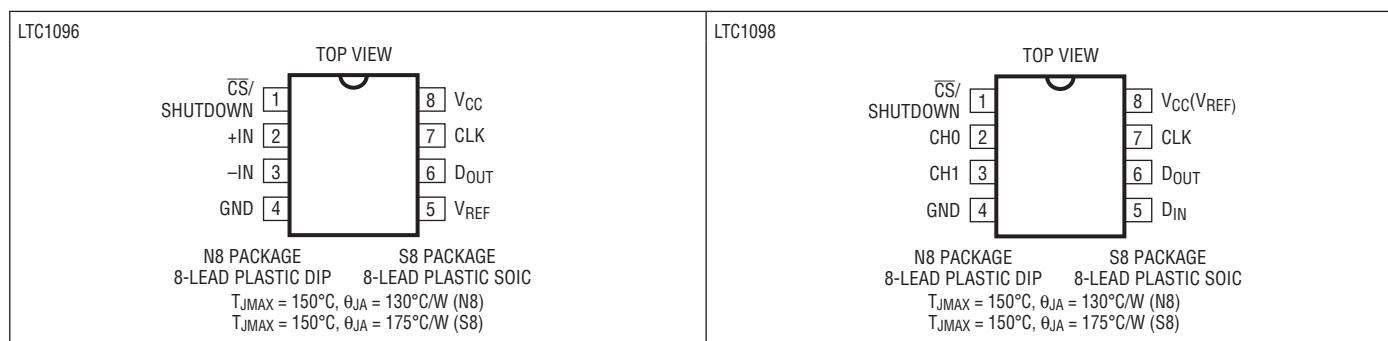
(Note 1,2)

|                             |                         |
|-----------------------------|-------------------------|
| 電源電圧( $V_{CC}$ )からGND ..... | 12V                     |
| 電圧                          |                         |
| アナログおよびリファレンス.....          | -0.3V~( $V_{CC}$ +0.3V) |
| デジタル入力.....                 | -0.3V~12V               |
| デジタル出力.....                 | -0.3V~( $V_{CC}$ +0.3V) |
| 電力損失.....                   | 500mW                   |
| 保存温度範囲.....                 | -65°C~150°C             |

## 動作温度

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| LTC1096AC/LTC1096C/LTC1096LC/     |            |
| LTC1098AC/LTC1098C/LTC1098LC..... | 0°C~70°C   |
| LTC1096AI/LTC1096I/LTC1096LI/     |            |
| LTC1098AI/LTC1098I/LTC1098LI..... | -40°C~85°C |
| リード温度(半田付け、10秒).....              | 300°C      |

## ピン配置 (Note 3)



## 発注情報

| 鉛ベース仕様          | テープアンドリール         | 製品マーキング*    | パッケージ               | 温度範囲          |
|-----------------|-------------------|-------------|---------------------|---------------|
| LTC1096ACN8#PBF | LTC1096ACN8#TRPBF | LTC1096ACN8 | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1096ACS8#PBF | LTC1096ACS8#TRPBF | 1096A       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096AIN8#PBF | LTC1096AIN8#TRPBF | LTC1096AIN8 | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1096AIS8#PBF | LTC1096AIS8#TRPBF | 1096AI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1096CN8#PBF  | LTC1096CN8#TRPBF  | LTC1096CN8  | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1096CS8#PBF  | LTC1096CS8#TRPBF  | 1096        | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096IN8#PBF  | LTC1096IN8#TRPBF  | LTC1096IN8  | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1096IS8#PBF  | LTC1096IS8#TRPBF  | 1096I       | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1096LCS8#PBF | LTC1096LCS8#TRPBF | 1096L       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096LIS8#PBF | LTC1096LIS8#TRPBF | 1096LI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1098ACN8#PBF | LTC1098ACN8#TRPBF | LTC1098ACN8 | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1098ACS8#PBF | LTC1098ACS8#TRPBF | 1098A       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098CN8#PBF  | LTC1098CN8#TRPBF  | LTC1098CN8  | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1098CS8#PBF  | LTC1098CS8#TRPBF  | 1098        | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098IN8#PBF  | LTC1098IN8#TRPBF  | LTC1098IN8  | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1098IS8#PBF  | LTC1098IS8#TRPBF  | 1098I       | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1098LCS8#PBF | LTC1098LCS8#TRPBF | 1098L       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098LIS8#PBF | LTC1098LIS8#TRPBF | 1098LI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |

## 発注情報

| 鉛ベース仕様      | テープアンドリール      | 製品マーキング*    | パッケージ               | 温度範囲          |
|-------------|----------------|-------------|---------------------|---------------|
| LTC1096ACN8 | LTC1096ACN8#TR | LTC1096ACN8 | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1096ACS8 | LTC1096ACS8#TR | 1096A       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096AIN8 | LTC1096AIN8#TR | LTC1096AIN8 | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1096AIS8 | LTC1096AIS8#TR | 1096AI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1096CN8  | LTC1096CN8#TR  | LTC1096CN8  | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1096CS8  | LTC1096CS8#TR  | 1096        | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096IN8  | LTC1096IN8#TR  | LTC1096IN8  | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1096IS8  | LTC1096IS8#TR  | 1096I       | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1096LCS8 | LTC1096LCS8#TR | 1096L       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1096LIS8 | LTC1096LIS8#TR | 1096LI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1098ACN8 | LTC1098ACN8#TR | LTC1098ACN8 | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1098ACS8 | LTC1098ACS8#TR | 1098A       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098CN8  | LTC1098CN8#TR  | LTC1098CN8  | 8-Lead Plastic DIP  | 0°C to 70°C   |
| LTC1098CS8  | LTC1098CS8#TR  | 1098        | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098IN8  | LTC1098IN8#TR  | LTC1098IN8  | 8-Lead Plastic DIP  | -40°C to 85°C |
| LTC1098IS8  | LTC1098IS8#TR  | 1098I       | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |
| LTC1098LCS8 | LTC1098LCS8#TR | 1098L       | 8-Lead Plastic SOIC | 0°C to 70°C   |
| LTC1098LIS8 | LTC1098LIS8#TR | 1098LI      | 8-Lead Plastic SOIC | -40°C to 85°C |

より広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社へお問い合わせください。\*温度等級は出荷時のコンテナのラベルで識別されます。

鉛フリー製品のマーキングの詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/leadfree/> をご覧ください。

この製品はトレイでのみ供給されます。詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/packaging/> をご覧下さい。

## 推奨動作条件

### LTC1096/LTC1098

| SYMBOL   | PARAMETER      | CONDITIONS         | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|----------|----------------|--------------------|-----|-----|-----|-------|
| $V_{CC}$ | Supply Voltage | LTC1096<br>LTC1098 | 3.0 | 9   | 6   | V     |

#### $V_{CC} = 5V$ 動作

|              |                                                                                                                                         |                                                                          |     |     |               |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---------------|
| $f_{CLK}$    | Clock Frequency                                                                                                                         | $V_{CC} = 5V$                                                            | 25  | 500 | kHz           |
| $t_{CYC}$    | Total Cycle Time                                                                                                                        | LTC1096, $f_{CLK} = 500\text{kHz}$<br>LTC1098, $f_{CLK} = 500\text{kHz}$ | 29  | 29  | $\mu\text{s}$ |
| $t_{hDI}$    | Hold Time, $D_{IN}$ After $CLK\uparrow$                                                                                                 | $V_{CC} = 5V$                                                            | 150 |     | $\text{ns}$   |
| $t_{suCS}$   | Setup Time $\overline{CS}\downarrow$ Before First $CLK\uparrow$ (See Operating Sequence)                                                | $V_{CC} = 5V$ , LTC1096<br>$V_{CC} = 5V$ , LTC1098                       | 500 | 500 | $\text{ns}$   |
| $t_{WAKEUP}$ | Wake-Up Time $\overline{CS}\downarrow$ Before First $CLK\downarrow$ After First $CLK\uparrow$ (See Figure 1 LTC1096 Operating Sequence) | $V_{CC} = 5V$ , LTC1096                                                  | 10  |     | $\mu\text{s}$ |
|              | Wake-Up Time $\overline{CS}\downarrow$ Before MSBF Bit $CLK\downarrow$ (See Figure 2 LTC1098 Operating Sequence)                        | $V_{CC} = 5V$ , LTC1098                                                  | 10  |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{suDI}$   | Setup Time, $D_{IN}$ Stable Before $CLK\uparrow$                                                                                        | $V_{CC} = 5V$                                                            | 400 |     | $\text{ns}$   |
| $t_{WHCLK}$  | CLK High Time                                                                                                                           | $V_{CC} = 5V$                                                            | 0.8 |     | $\mu\text{s}$ |
| $t_{WLCLK}$  | CLK Low Time                                                                                                                            | $V_{CC} = 5V$                                                            | 0.8 |     | $\mu\text{s}$ |

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## 推奨動作条件

### LTC1096/LTC1098

| SYMBOL     | PARAMETER                                 | CONDITIONS                                                 | MIN      | TYP | MAX | UNITS              |
|------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------|-----|-----|--------------------|
| $t_{WHCS}$ | CS High Time Between Data Transfer Cycles | $V_{CC} = 5V$                                              | 1        |     |     | $\mu s$            |
| $t_{WLCS}$ | CS Low Time During Data Transfer          | LTC1096, $f_{CLK} = 500kHz$<br>LTC1098, $f_{CLK} = 500kHz$ | 28<br>28 |     |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |

$V_{CC} = 3V$ 動作

|              |                                                                                                                                          |                                                            |          |     |                    |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------|-----|--------------------|
| $f_{CLK}$    | Clock Frequency                                                                                                                          | $V_{CC} = 3V$                                              | 25       | 250 | kHz                |
| $t_{CYC}$    | Total Cycle Time                                                                                                                         | LTC1096, $f_{CLK} = 250kHz$<br>LTC1098, $f_{CLK} = 250kHz$ | 58<br>58 |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |
| $t_{hDI}$    | Hold Time, $D_{IN}$ After $CLK \uparrow$                                                                                                 | $V_{CC} = 3V$                                              | 450      |     | ns                 |
| $t_{suCS}$   | Setup Time $\bar{CS} \downarrow$ Before First $CLK \uparrow$ (See Operating Sequence)                                                    | $V_{CC} = 3V$ , LTC1096<br>$V_{CC} = 3V$ , LTC1098         | 1<br>1   |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |
| $t_{WAKEUP}$ | Wake-Up Time $\bar{CS} \downarrow$ Before First $CLK \downarrow$ After First $CLK \uparrow$<br>(See Figure 1 LTC1096 Operating Sequence) | $V_{CC} = 3V$ , LTC1096                                    | 10       |     | $\mu s$            |
|              | Wake-Up Time $\bar{CS} \downarrow$ Before MSBF Bit $CLK \downarrow$<br>(See Figure 2 LTC1098 Operating Sequence)                         | $V_{CC} = 3V$ , LTC1098                                    | 10       |     | $\mu s$            |
| $t_{suDI}$   | Setup Time, $D_{IN}$ Stable Before $CLK \uparrow$                                                                                        | $V_{CC} = 3V$                                              | 1        |     | $\mu s$            |
| $t_{WHCLK}$  | CLK High Time                                                                                                                            | $V_{CC} = 3V$                                              | 1.6      |     | $\mu s$            |
| $t_{WLCLK}$  | CLK Low Time                                                                                                                             | $V_{CC} = 3V$                                              | 1.6      |     | $\mu s$            |
| $t_{WHCS}$   | CS High Time Between Data Transfer Cycles                                                                                                | $V_{CC} = 3V$                                              | 2        |     | $\mu s$            |
| $t_{WLCS}$   | CS Low Time During Data Transfer                                                                                                         | LTC1096, $f_{CLK} = 250kHz$<br>LTC1098, $f_{CLK} = 250kHz$ | 56<br>56 |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |

### LTC1096L/LTC1098L

| SYMBOL       | PARAMETER                                                                                                                                 | CONDITIONS                                                   | MIN      | TYP | MAX                | UNITS |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------|-----|--------------------|-------|
| $V_{CC}$     | Supply Voltage                                                                                                                            |                                                              | 2.65     | 4.0 |                    | V     |
| $f_{CLK}$    | Clock Frequency                                                                                                                           | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 25       | 250 | kHz                |       |
| $t_{CYC}$    | Total Cycle Time                                                                                                                          | LTC1096L, $f_{CLK} = 250kHz$<br>LTC1098L, $f_{CLK} = 250kHz$ | 58<br>58 |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |       |
| $t_{hDI}$    | Hold Time, $D_{IN}$ After $CLK \uparrow$                                                                                                  | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 450      |     | ns                 |       |
| $t_{suCS}$   | Setup Time $\bar{CS} \downarrow$ Before First $CLK \uparrow$ (See Operating Sequence)                                                     | $V_{CC} = 2.65V$ , LTC1096L<br>$V_{CC} = 2.65V$ , LTC1098L   | 1<br>1   |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |       |
| $t_{WAKEUP}$ | Wake-Up Time $\bar{CS} \downarrow$ Before First $CLK \downarrow$ After First $CLK \uparrow$<br>(See Figure 1 LTC1096L Operating Sequence) | $V_{CC} = 2.65V$ , LTC1096L                                  | 10       |     | $\mu s$            |       |
|              | Wake-Up Time $\bar{CS} \downarrow$ Before MSBF Bit $CLK \downarrow$<br>(See Figure 2 LTC1098L Operating Sequence)                         | $V_{CC} = 2.65V$ , LTC1098L                                  | 10       |     | $\mu s$            |       |
| $t_{suDI}$   | Setup Time, $D_{IN}$ Stable Before $CLK \uparrow$                                                                                         | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 1        |     | $\mu s$            |       |
| $t_{WHCLK}$  | CLK High Time                                                                                                                             | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 1.6      |     | $\mu s$            |       |
| $t_{WLCLK}$  | CLK Low Time                                                                                                                              | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 1.6      |     | $\mu s$            |       |
| $t_{WHCS}$   | CS High Time Between Data Transfer Cycles                                                                                                 | $V_{CC} = 2.65V$                                             | 2        |     | $\mu s$            |       |
| $t_{WLCS}$   | CS Low Time During Data Transfer                                                                                                          | LTC1096L, $f_{CLK} = 250kHz$<br>LTC1098L, $f_{CLK} = 250kHz$ | 56<br>56 |     | $\mu s$<br>$\mu s$ |       |

## コンバータとマルチプレクサの特性

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 500\text{kHz}$ 。

| PARAMETER                       | CONDITIONS                                                                        | LTC1096A/LTC1098A |     |                                                                              | LTC1096/LTC1098 |     |           | UNITS         |
|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----|-----------|---------------|
|                                 |                                                                                   | MIN               | TYP | MAX                                                                          | MIN             | TYP | MAX       |               |
| Resolution (No Missing Code)    |                                                                                   | ●                 | 8   |                                                                              | 8               |     |           | Bits          |
| Offset Error                    |                                                                                   | ●                 |     | $\pm 0.5$                                                                    |                 |     | $\pm 0.5$ | LSB           |
| Linearity Error                 | (Note 4)                                                                          | ●                 |     | $\pm 0.5$                                                                    |                 |     | $\pm 0.5$ | LSB           |
| Full Scale Error                |                                                                                   | ●                 |     | $\pm 0.5$                                                                    |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Total Unadjusted Error (Note 5) | $V_{REF} = 5.000\text{V}$                                                         | ●                 |     | $\pm 0.5$                                                                    |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Analog Input Range              | (Notes 6, 7)                                                                      |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$                                   |                 |     |           | V             |
| REF Input Range (Notes 6, 7)    | $4.5 \leq V_{CC} \leq 6\text{V}$<br>$6\text{V} < V_{CC} \leq 9\text{V}$ , LTC1096 |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$<br>$-0.05\text{V}$ to $6\text{V}$ |                 |     |           | V             |
| Analog Input Leakage Current    | (Note 8)                                                                          | ●                 |     | $\pm 1.0$                                                                    |                 |     | $\pm 1.0$ | $\mu\text{A}$ |

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 3\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 250\text{kHz}$ 。

| PARAMETER                           | CONDITIONS                             | LTC1096A/LTC1098A |     |                                            | LTC1096/LTC1098 |     |           | UNITS         |
|-------------------------------------|----------------------------------------|-------------------|-----|--------------------------------------------|-----------------|-----|-----------|---------------|
|                                     |                                        | MIN               | TYP | MAX                                        | MIN             | TYP | MAX       |               |
| Resolution (No Missing Code)        |                                        | ●                 | 8   |                                            | 8               |     |           | Bits          |
| Offset Error                        |                                        | ●                 |     | $\pm 0.75$                                 |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Linearity Error                     | (Notes 4, 9)                           | ●                 |     | $\pm 0.5$                                  |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Full-Scale Error                    |                                        | ●                 |     | $\pm 1.0$                                  |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Total Unadjusted Error (Notes 5, 9) | $V_{REF} = 2.500\text{V}$              | ●                 |     | $\pm 1.0$                                  |                 |     | $\pm 1.5$ | LSB           |
| Analog Input Range                  | (Notes 6, 7)                           |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$ |                 |     |           | V             |
| REF Input Range (Notes 6, 7, 9)     | $3\text{V} \leq V_{CC} \leq 6\text{V}$ |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$ |                 |     |           | V             |
| Analog Input Leakage Current        | (Notes 8, 9)                           | ●                 |     | $\pm 1.0$                                  |                 |     | $\pm 1.0$ | $\mu\text{A}$ |

### LTC1096L/LTC1098L

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 2.65\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 250\text{kHz}$ 。

| PARAMETER                       | CONDITIONS                                  | LTC1096A/LTC1098A |     |                                            | LTC1096/LTC1098 |     |           | UNITS         |
|---------------------------------|---------------------------------------------|-------------------|-----|--------------------------------------------|-----------------|-----|-----------|---------------|
|                                 |                                             | MIN               | TYP | MAX                                        | MIN             | TYP | MAX       |               |
| Resolution (No Missing Code)    |                                             | ●                 | 8   |                                            |                 |     |           | Bits          |
| Offset Error                    |                                             | ●                 |     |                                            |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Linearity Error                 | (Note 4)                                    | ●                 |     |                                            |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Full-Scale Error                |                                             | ●                 |     |                                            |                 |     | $\pm 1.0$ | LSB           |
| Total Unadjusted Error (Note 5) | $V_{REF} = 2.5\text{V}$                     | ●                 |     |                                            |                 |     | $\pm 1.5$ | LSB           |
| Analog Input Range              | (Notes 6, 7)                                |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$ |                 |     |           | V             |
| REF Input Range (Note 6)        | $2.65\text{V} \leq V_{CC} \leq 4.0\text{V}$ |                   |     | $-0.05\text{V}$ to $V_{CC} + 0.05\text{V}$ |                 |     |           | V             |
| Analog Input Leakage Current    | (Note 8)                                    | ●                 |     |                                            |                 |     | $\pm 1.0$ | $\mu\text{A}$ |

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## デジタルおよびDCの電気的特性

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{V}$ 。

| SYMBOL       | PARAMETER                 | CONDITIONS                                                                                                                            | MIN         | TYP        | MAX                      | UNITS              |               |
|--------------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| $V_{IH}$     | High Level Input Voltage  | $V_{CC} = 5.25\text{V}$                                                                                                               | ●           | 2.0        |                          | V                  |               |
| $V_{IL}$     | Low Level Input Voltage   | $V_{CC} = 4.75\text{V}$                                                                                                               | ●           |            | 0.8                      | V                  |               |
| $I_{IH}$     | High Level Input Current  | $V_{IN} = V_{CC}$                                                                                                                     | ●           |            | 2.5                      | $\mu\text{A}$      |               |
| $I_{IL}$     | Low Level Input Current   | $V_{IN} = 0\text{V}$                                                                                                                  | ●           |            | -2.5                     | $\mu\text{A}$      |               |
| $V_{OH}$     | High Level Output Voltage | $V_{CC} = 4.75\text{V}, I_O = 10\mu\text{A}$<br>$V_{CC} = 4.75\text{V}, I_O = 360\mu\text{A}$                                         | ●<br>●      | 4.5<br>2.4 | 4.74<br>4.72             | V                  |               |
| $V_{OL}$     | Low Level Output Voltage  | $V_{CC} = 4.75\text{V}, I_O = 1.6\text{mA}$                                                                                           | ●           |            | 0.4                      | V                  |               |
| $I_{OZ}$     | Hi-Z Output Leakage       | $\bar{CS} \geq V_{IH}$                                                                                                                | ●           |            | $\pm 3.0$                | $\mu\text{A}$      |               |
| $I_{SOURCE}$ | Output Source Current     | $V_{OUT} = 0\text{V}$                                                                                                                 |             |            | -25                      | $\text{mA}$        |               |
| $I_{SINK}$   | Output Sink Current       | $V_{OUT} = V_{CC}$                                                                                                                    |             |            | 45                       | $\text{mA}$        |               |
| $I_{REF}$    | Reference Current         | $\bar{CS} = V_{CC}$<br>$t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$<br>$t_{CYC} = 29\mu\text{s}, f_{CLK} = 500\text{kHz}$ | ●<br>●<br>● |            | 0.001<br>3.500<br>35.000 | 2.5<br>7.5<br>50.0 | $\mu\text{A}$ |
| $I_{CC}$     | Supply Current            | $\bar{CS} = V_{CC}$                                                                                                                   | ●           |            | 0.001                    | 3.0                | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1096, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$                                                                     | ●           |            | 40                       | 80                 | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1096, $t_{CYC} = 29\mu\text{s}, f_{CLK} = 500\text{kHz}$                                                                           | ●           |            | 120                      | 180                | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1098, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$<br>LTC1098, $t_{CYC} = 29\mu\text{s}, f_{CLK} = 500\text{kHz}$      | ●<br>●      |            | 44<br>155                | 88<br>230          | $\mu\text{A}$ |

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 3\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 。

| SYMBOL       | PARAMETER                         | CONDITIONS                                                                                                                            | MIN         | TYP        | MAX                      | UNITS              |               |
|--------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| $V_{IH}$     | High Level Input Voltage          | $V_{CC} = 3.6\text{V}$                                                                                                                | ●           | 1.9        |                          | V                  |               |
| $V_{IL}$     | Low Level Input Voltage           | $V_{CC} = 3\text{V}$                                                                                                                  | ●           |            | 0.45                     | V                  |               |
| $I_{IH}$     | High Level Input Current (Note 9) | $V_{IN} = V_{CC}$                                                                                                                     | ●           |            | 2.5                      | $\mu\text{A}$      |               |
| $I_{IL}$     | Low Level Input Current (Note 9)  | $V_{IN} = 0\text{V}$                                                                                                                  | ●           |            | -2.5                     | $\mu\text{A}$      |               |
| $V_{OH}$     | High Level Output Voltage         | $V_{CC} = 3\text{V}, I_O = 10\mu\text{A}$<br>$V_{CC} = 3\text{V}, I_O = 360\mu\text{A}$                                               | ●<br>●      | 2.3<br>2.1 | 2.69<br>2.64             | V                  |               |
| $V_{OL}$     | Low Level Output Voltage          | $V_{CC} = 3\text{V}, I_O = 400\mu\text{A}$                                                                                            | ●           |            | 0.3                      | V                  |               |
| $I_{OZ}$     | Hi-Z Output Leakage (Note 9)      | $\bar{CS} \geq V_{IH}$                                                                                                                | ●           |            | $\pm 3.0$                | $\mu\text{A}$      |               |
| $I_{SOURCE}$ | Output Source Current (Note 9)    | $V_{OUT} = 0\text{V}$                                                                                                                 |             |            | -10                      | $\text{mA}$        |               |
| $I_{SINK}$   | Output Sink Current (Note 9)      | $V_{OUT} = V_{CC}$                                                                                                                    |             |            | 15                       | $\text{mA}$        |               |
| $I_{REF}$    | Reference Current (Note 9)        | $\bar{CS} = V_{CC}$<br>$t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$<br>$t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$ | ●<br>●<br>● |            | 0.001<br>3.500<br>35.000 | 2.5<br>7.5<br>50.0 | $\mu\text{A}$ |
| $I_{CC}$     | Supply Current (Note 9)           | $\bar{CS} = V_{CC}$                                                                                                                   | ●           |            | 0.001                    | 3.0                | $\mu\text{A}$ |
|              |                                   | LTC1096, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$                                                                     | ●           |            | 40                       | 80                 | $\mu\text{A}$ |
|              |                                   | LTC1096, $t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$                                                                           | ●           |            | 120                      | 180                | $\mu\text{A}$ |
|              |                                   | LTC1098, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$<br>LTC1098, $t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$      | ●<br>●      |            | 44<br>155                | 88<br>230          | $\mu\text{A}$ |

## デジタルおよびDCの電気的特性

### LTC1096L/LTC1098L

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 2.65\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 250\text{kHz}$ 。

| SYMBOL       | PARAMETER                 | CONDITIONS                                                                                                                                 | MIN         | TYP                      | MAX                | UNITS         |
|--------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------|--------------------|---------------|
| $V_{IH}$     | High Level Input Voltage  | $V_{CC} = 3.6\text{V}$                                                                                                                     | ●           | 1.9                      |                    | V             |
| $V_{IL}$     | Low Level Input Voltage   | $V_{CC} = 2.65\text{V}$                                                                                                                    | ●           |                          | 0.45               | V             |
| $I_{IH}$     | High Level Input Current  | $V_{IN} = V_{CC}$                                                                                                                          | ●           |                          | 2.5                | $\mu\text{A}$ |
| $I_{IL}$     | Low Level Input Current   | $V_{IN} = 0\text{V}$                                                                                                                       | ●           |                          | -2.5               | $\mu\text{A}$ |
| $V_{OH}$     | High Level Output Voltage | $V_{CC} = 2.65\text{V}, I_O = 10\mu\text{A}$<br>$V_{CC} = 2.65\text{V}, I_O = 360\mu\text{A}$                                              | ●<br>●      | 2.3<br>2.1               | 2.64<br>2.50       | V             |
| $V_{OL}$     | Low Level Output Voltage  | $V_{CC} = 2.65\text{V}, I_O = 400\mu\text{A}$                                                                                              | ●           |                          | 0.3                | V             |
| $I_{OZ}$     | Hi-Z Output Leakage       | $\overline{CS} \geq \text{High}$                                                                                                           | ●           |                          | $\pm 3.0$          | $\mu\text{A}$ |
| $I_{SOURCE}$ | Output Source Current     | $V_{OUT} = 0\text{V}$                                                                                                                      |             |                          | -10                | mA            |
| $I_{SINK}$   | Output Sink Current       | $V_{OUT} = V_{CC}$                                                                                                                         |             |                          | 15                 | mA            |
| $I_{REF}$    | Reference Current         | $\overline{CS} = V_{CC}$<br>$t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$<br>$t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$ | ●<br>●<br>● | 0.001<br>3.500<br>35.000 | 2.5<br>7.5<br>50.0 | $\mu\text{A}$ |
| $I_{CC}$     | Supply Current            | $\overline{CS} = V_{CC}$                                                                                                                   | ●           | 0.001                    | 3.0                | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1096L, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$                                                                         | ●           | 40                       | 80                 | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1096L, $t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$                                                                               | ●           | 120                      | 180                | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1098L, $t_{CYC} \geq 200\mu\text{s}, f_{CLK} \leq 50\text{kHz}$                                                                         | ●           | 44                       | 88                 | $\mu\text{A}$ |
|              |                           | LTC1098L, $t_{CYC} = 58\mu\text{s}, f_{CLK} = 250\text{kHz}$                                                                               | ●           | 155                      | 230                | $\mu\text{A}$ |

## AC特性

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 5\text{V}$ 、 $V_{REF} = 5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 500\text{kHz}$ 。

| SYMBOL          | PARAMETER                                                    | CONDITIONS                | MIN | TYP | MAX | UNITS      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|-----|-----|------------|
| $t_{SMPL}$      | Analog Input Sample Time                                     | See Operating Sequence    |     | 1.5 |     | CLK Cycles |
| $f_{SMPL(MAX)}$ | Maximum Sampling Frequency                                   |                           | ●   | 33  |     | kHz        |
| $t_{CONV}$      | Conversion Time                                              | See Operating Sequence    |     | 8   |     | CLK Cycles |
| $t_{dDO}$       | Delay Time, $\text{CLK} \downarrow$ to $D_{OUT}$ Data Valid  | See Test Circuits         | ●   | 200 | 450 | ns         |
| $t_{dis}$       | Delay Time, $\overline{CS} \uparrow$ to $D_{OUT}$ Hi-Z       | See Test Circuits         | ●   | 170 | 450 | ns         |
| $t_{en}$        | Delay Time, $\text{CLK} \downarrow$ to $D_{OUT}$ Enable      | See Test Circuits         | ●   | 60  | 250 | ns         |
| $t_{hDO}$       | Time Output Data Remains Valid After $\text{CLK} \downarrow$ | $C_{LOAD} = 100\text{pF}$ |     | 180 |     | ns         |
| $t_f$           | $D_{OUT}$ Fall Time                                          | See Test Circuits         | ●   | 70  | 250 | ns         |
| $t_r$           | $D_{OUT}$ Rise Time                                          | See Test Circuits         | ●   | 25  | 100 | ns         |
| $C_{IN}$        | Input Capacitance                                            | Analog Inputs On Channel  |     | 25  |     | pF         |
|                 |                                                              | Analog Inputs Off Channel |     | 5   |     | pF         |
|                 |                                                              | Digital Input             |     | 5   |     | pF         |

# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## AC特性

### LTC1096/LTC1098

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 3\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 250\text{kHz}$ 。

| SYMBOL          | PARAMETER                                                   | CONDITIONS                 | MIN | TYP  | MAX  | UNITS      |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|------|------|------------|
| $t_{SMPL}$      | Analog Input Sample Time                                    | See Operating Sequence     |     | 1.5  |      | CLK Cycles |
| $f_{SMPL(MAX)}$ | Maximum Sampling Frequency                                  |                            | ●   | 16.5 |      | kHz        |
| $t_{CONV}$      | Conversion Time                                             | See Operating Sequence     |     | 8    |      | CLK Cycles |
| $t_{dDO}$       | Delay Time, $\text{CLK}\downarrow$ to $D_{OUT}$ Data Valid  | See Test Circuits (Note 9) | ●   | 500  | 1000 | ns         |
| $t_{dis}$       | Delay Time, $\bar{CS}\uparrow$ to $D_{OUT}$ Hi-Z            | See Test Circuits (Note 9) | ●   | 220  | 800  | ns         |
| $t_{en}$        | Delay Time, $\text{CLK}\downarrow$ to $D_{OUT}$ Enable      | See Test Circuits (Note 9) | ●   | 160  | 480  | ns         |
| $t_{hDO}$       | Time Output Data Remains Valid After $\text{CLK}\downarrow$ | $C_{LOAD} = 100\text{pF}$  |     | 400  |      | ns         |
| $t_f$           | $D_{OUT}$ Fall Time                                         | See Test Circuits (Note 9) | ●   | 70   | 250  | ns         |
| $t_r$           | $D_{OUT}$ Rise Time                                         | See Test Circuits (Note 9) | ●   | 50   | 150  | ns         |
| $C_{IN}$        | Input Capacitance                                           | Analog Inputs On Channel   |     | 25   |      | pF         |
|                 |                                                             | Analog Inputs Off Channel  |     | 5    |      | pF         |
|                 |                                                             | Digital Input              |     | 5    |      | pF         |

### LTC1096L/LTC1098L

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。

注記がない限り、 $V_{CC} = 2.65\text{V}$ 、 $V_{REF} = 2.5\text{V}$ 、 $f_{CLK} = 250\text{kHz}$ 。

| SYMBOL          | PARAMETER                                                   | CONDITIONS                | MIN | TYP  | MAX  | UNITS      |
|-----------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|------|------|------------|
| $t_{SMPL}$      | Analog Input Sample Time                                    | See Operating Sequence    |     | 1.5  |      | CLK Cycles |
| $f_{SMPL(MAX)}$ | Maximum Sampling Frequency                                  |                           | ●   | 16.5 |      | kHz        |
| $t_{CONV}$      | Conversion Time                                             | See Operating Sequence    |     | 8    |      | CLK Cycles |
| $t_{dDO}$       | Delay Time, $\text{CLK}\downarrow$ to $D_{OUT}$ Data Valid  | See Test Circuits         | ●   | 500  | 1000 | ns         |
| $t_{dis}$       | Delay Time, $\bar{CS}\uparrow$ to $D_{OUT}$ Hi-Z            | See Test Circuits         | ●   | 220  | 800  | ns         |
| $t_{en}$        | Delay Time, $\text{CLK}\downarrow$ to $D_{OUT}$ Enable      | See Test Circuits         | ●   | 160  | 480  | ns         |
| $t_{hDO}$       | Time Output Data Remains Valid After $\text{CLK}\downarrow$ | $C_{LOAD} = 100\text{pF}$ |     | 400  |      | ns         |
| $t_f$           | $D_{OUT}$ Fall Time                                         | See Test Circuits         | ●   | 70   | 250  | ns         |
| $t_r$           | $D_{OUT}$ Rise Time                                         | See Test Circuits         | ●   | 50   | 200  | ns         |
| $C_{IN}$        | Input Capacitance                                           | Analog Inputs On Channel  |     | 25   |      | pF         |
|                 |                                                             | Analog Inputs Off Channel |     | 5    |      | pF         |
|                 |                                                             | Digital Input             |     | 5    |      | pF         |

**Note 1:** 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える可能性がある。

**Note 2:** 全ての電圧値はGNDを基準にしている。

**Note 3:** 8ピンPDIPに関しては、弊社にお問い合わせください。

**Note 4:** 直線性誤差は実際の値とA/D伝達曲線のポイントとの間で規定されている。

**Note 5:** 全未調整誤差には、オフセット、フルスケール、直線性、マルチブレクサおよびホールド・ステップの各誤差が含まれる。

**Note 6:** 2個の内蔵ダイオードが各リファレンス入力とアナログ入力に接続されており、ダイオード1個の電圧降下だけGNDより下、またはダイオード1個の電圧降下だけ $V_{CC}$ より上のリファレンス入力電圧またはアナログ入力電圧で導通する。この規定はどちらのダイオードの50mVの順方向バイアスをも許容する。これは、リファレンス入力またはアナログ入力が電源電圧を50mV以上超えない限り、出力コードは正しいことを意味する。したがって、0V~5Vの絶対入力電圧範囲を達成するには、初期許容誤差、温度変化および負荷に対して最小4.950Vの電源電圧が必要である。5.5V <  $V_{CC}$  < 9Vでは、リファレンスとアナログの入力範囲は5.55Vを超えてはならない。リファレンスとアナログの入力範囲が5.55Vより大きいと、出力コードが正しいことは保証されない。

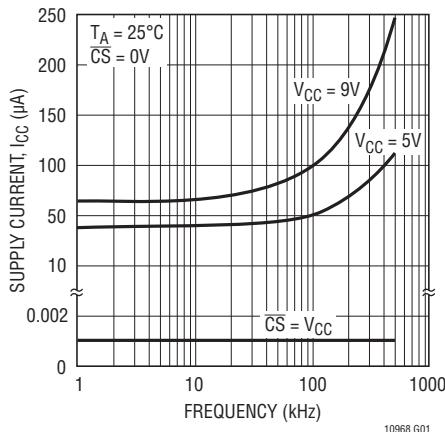
**Note 7:** LTC1096L/LTC1098Lの電源電圧範囲は2.65V~4Vである。LTC1096の電源電圧範囲は3V~9Vであるが、LTC1098の電源電圧範囲は3V~6Vである。

**Note 8:** チャネルのリーク電流はチャネル選択後に測定される。

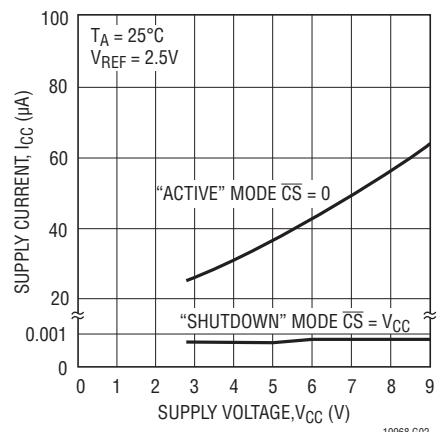
**Note 9:** これらの規定値は5Vの規定値との相関によるか、または設計によって保証される。

## 標準的性能特性

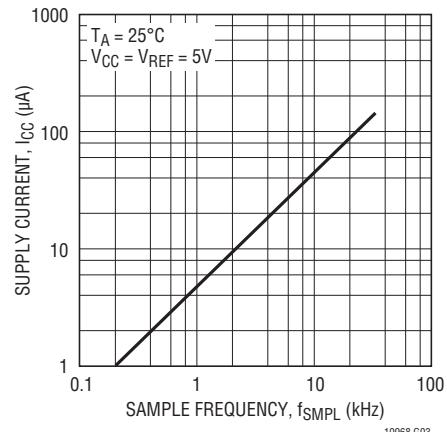
アクティブ・モードと  
シャットダウン・モードの  
消費電流とクロック・レート



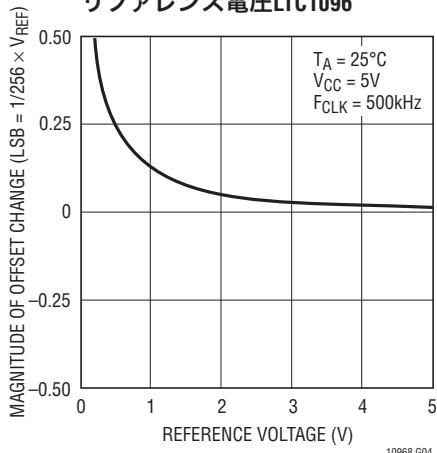
アクティブ・モードと  
シャットダウン・モードの  
消費電流と電源電圧



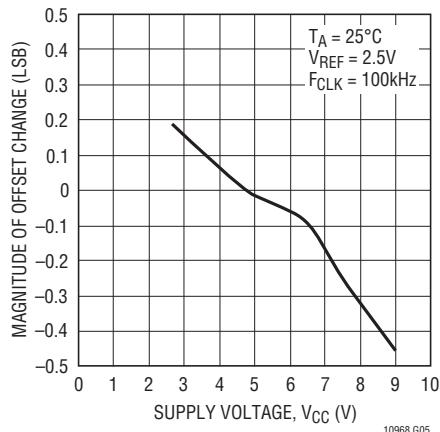
消費電流と  
サンプリング周波数LTC1096



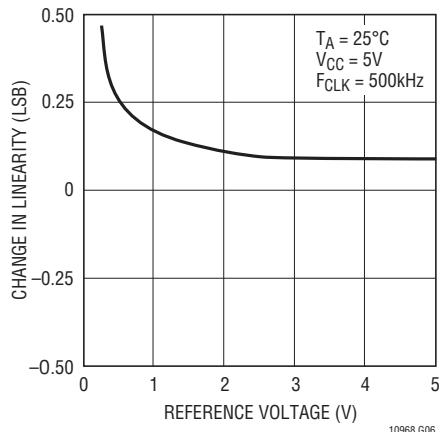
オフセットの変化と  
リファレンス電圧LTC1096



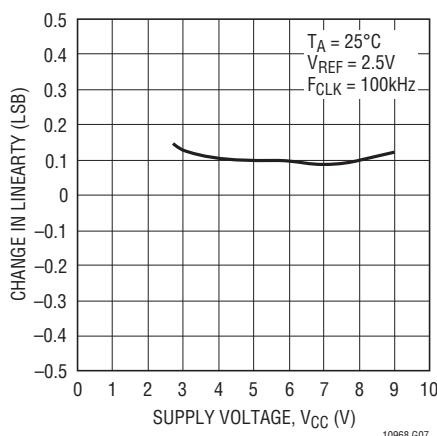
オフセットの変化と電源電圧



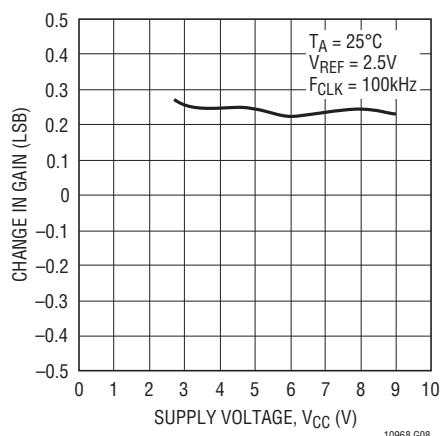
直線性の変化と  
リファレンス電圧LTC1096



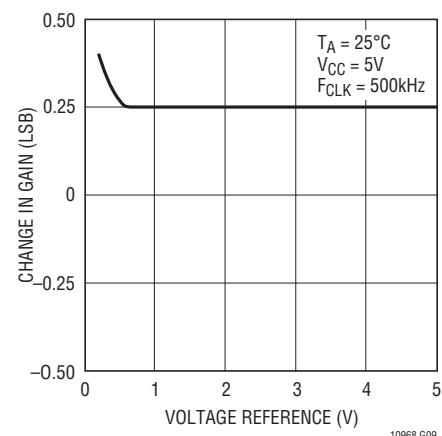
直線性の変化と電源電圧



利得の変化と電源電圧



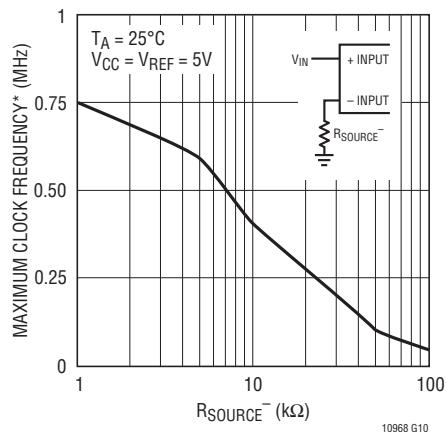
利得の変化と  
リファレンス電圧LTC1096



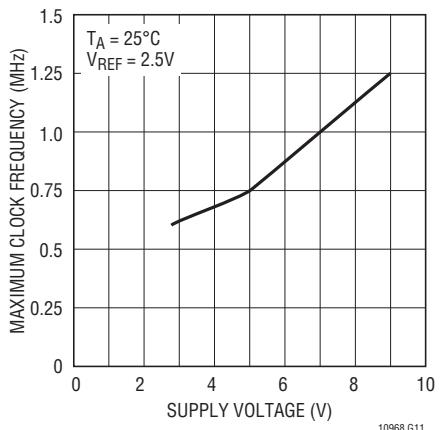
# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## 標準的性能特性

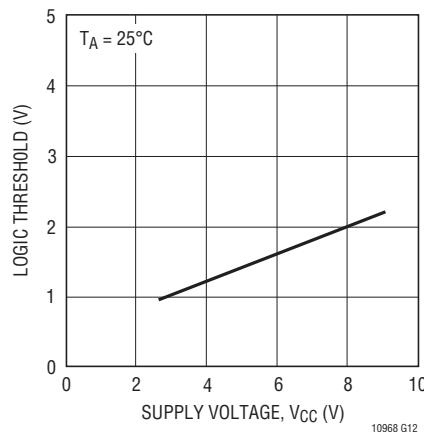
最大クロック周波数とソース抵抗



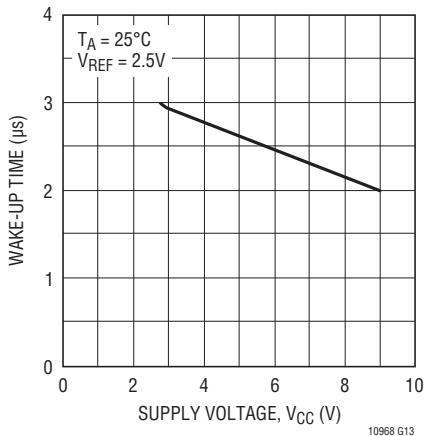
最大クロック周波数と電源電圧



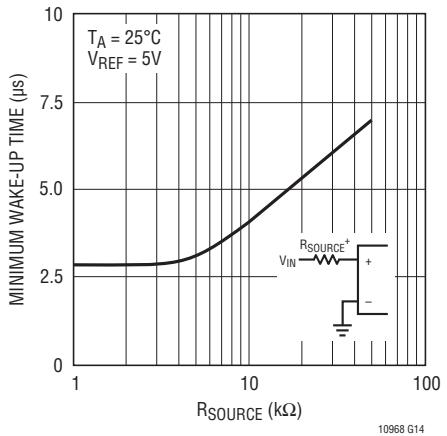
デジタル入力のロジック・スレッショルドと電源電圧



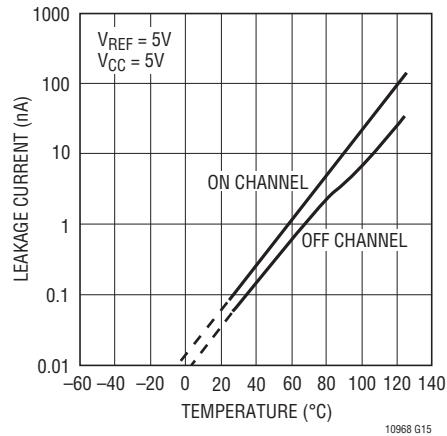
ウェークアップ時間と電源電圧



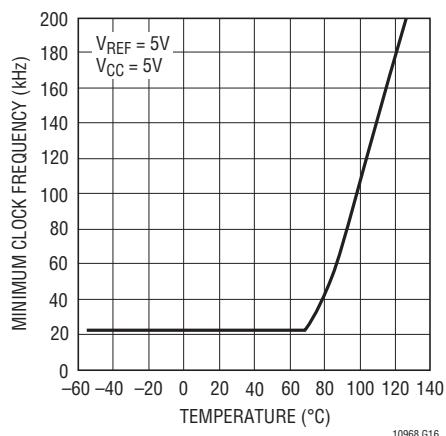
最小ウェークアップ時間とソース抵抗



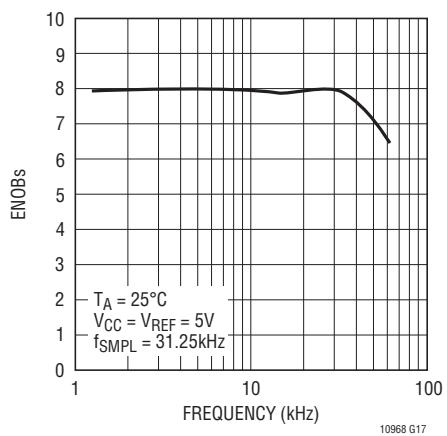
入力チャネルのリーク電流と温度



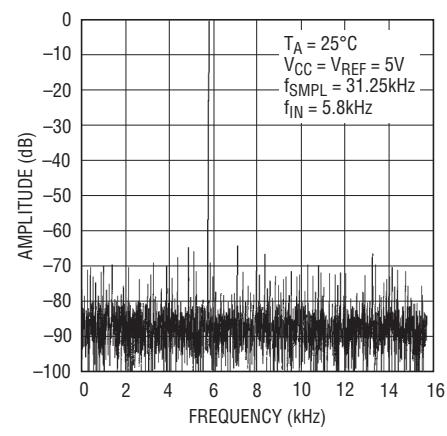
0.1LSB誤差<sup>†</sup>の最小クロック周波数と温度



ENOBと周波数



FFTプロット



\* 最大CLK周波数は、任意のコード遷移での誤差に、その0.75MHzの値から0.1 LSBのシフトが最初に検出されるクロック周波数を表す。

<sup>†</sup> 最小CLK周波数(△誤差 ≤ 0.1LSB)は、CLK周波数が500kHzから減少するとき、任意のコード遷移での誤差に、その500kHzの値から0.1 LSBのシフトが最初に検出されるクロック周波数を表す。

## ピン機能

### LTC1096/LTC1096L

**CS/SHDN(ピン1)**:チップ・セレクト入力。この入力をロジック“L”にするとLTC1096/LTC1096Lをイネーブルします。この入力をロジック“H”にするとLTC1096/LTC1096Lをディスエーブルし、LTC1096/LTC1096Lへの電源を切断します。

**IN<sup>+</sup>(ピン2)**:アナログ入力。この入力にはGND基準のノイズがないようにする必要があります。

**IN<sup>-</sup>(ピン3)**:アナログ入力。この入力にはGND基準のノイズがないようにする必要があります。

**GND(ピン4)**:アナログ・グランド。アナログ・グランド・プレーンに直接接続します。

**V<sub>REF</sub>(ピン5)**:リファレンス入力。リファレンス入力はA/Dコンバータのスパンを定めるので、GND基準のノイズがないようにする必要があります。

**D<sub>OUT</sub>(ピン6)**:デジタル・データ出力。A/D変換の結果はこのピンからシフトされて出力されます。

**CLK(ピン7)**:シフト・クロック。このクロックはシリアル・データ転送の同期をとります。

**V<sub>CC</sub>(ピン8)**:電源電圧。このピンはA/Dコンバータに電力を供給します。アナログ・グランド・プレーンに直接バイパスして、ノイズやリップルがないようにする必要があります。

### LTC1098/LTC1098L

**CS/SHDN(ピン1)**:チップ・セレクト入力。この入力をロジック“L”にするとLTC1098/LTC1098Lをイネーブルします。この入力をロジック“H”にするとLTC1098/LTC1098Lをディスエーブルし、LTC1098/LTC1098Lへの電源を切断します。

**CH0(ピン2)**:アナログ入力。この入力にはGND基準のノイズがないようにする必要があります。

**CH1(ピン3)**:アナログ入力。この入力にはGND基準のノイズがないようにする必要があります。

**GND(ピン4)**:アナログ・グランド。アナログ・グランド・プレーンに直接接続します。

**D<sub>IN</sub>(ピン5)**:デジタル・データ入力。マルチプレクサのアドレスがシフトされてこのピンに入力されます。

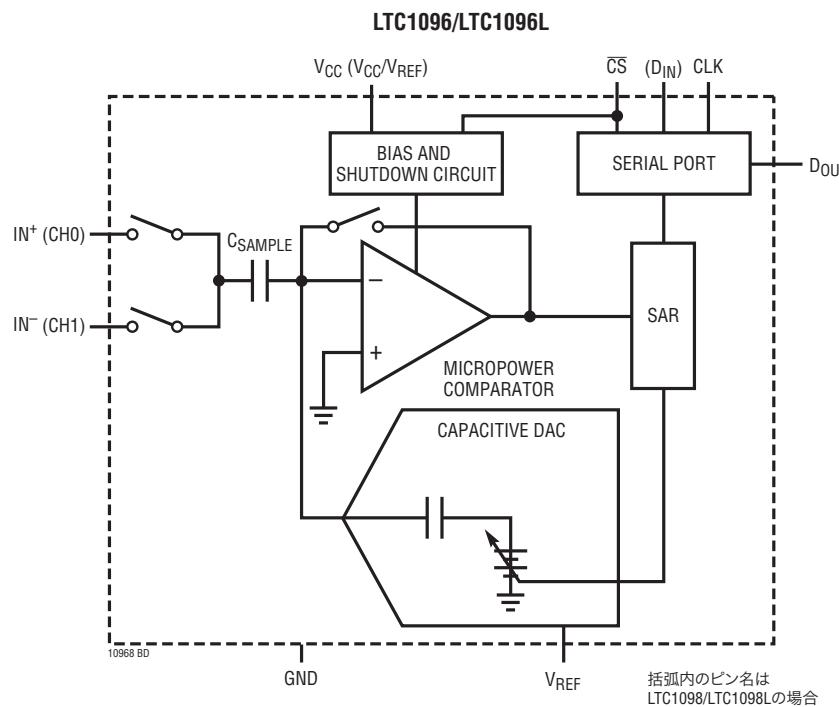
**D<sub>OUT</sub>(ピン6)**:デジタル・データ出力。A/D変換の結果はこのピンからシフトされて出力されます。

**CLK(ピン7)**:シフト・クロック。このクロックはシリアル・データ転送の同期をとります。

**V<sub>CC</sub>(V<sub>REF</sub>)(ピン8)**:電源電圧。このピンは電力を供給し、A/Dコンバータのスパンを定めます。アナログ・グランド・プレーンに直接バイパスして、ノイズやリップルがないようにする必要があります。

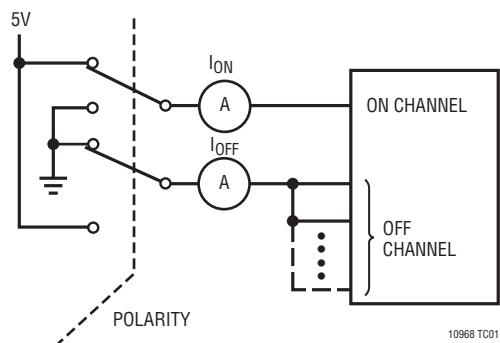
# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## ブロック図

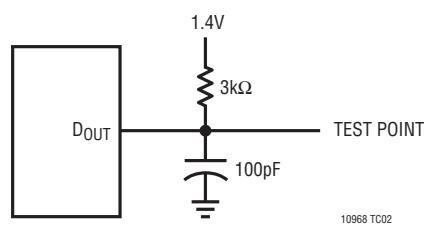


## テスト回路

オンとオフのチャネル・リーク電流

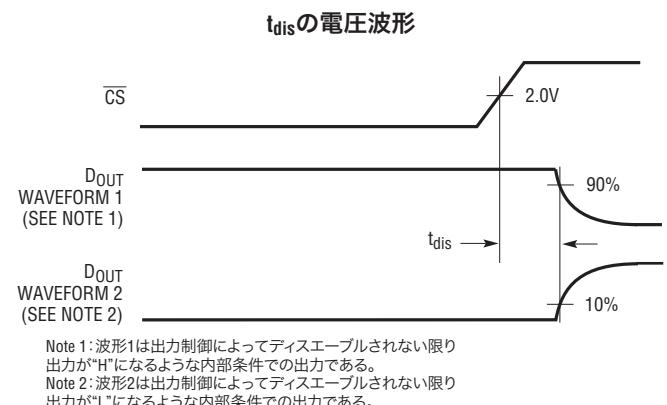
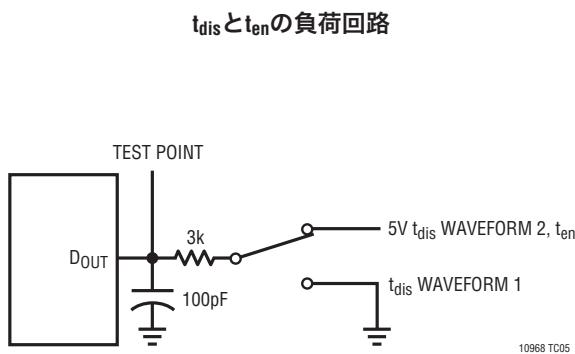
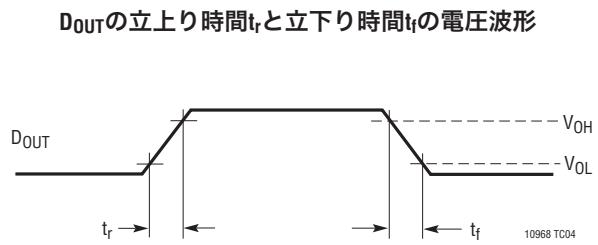
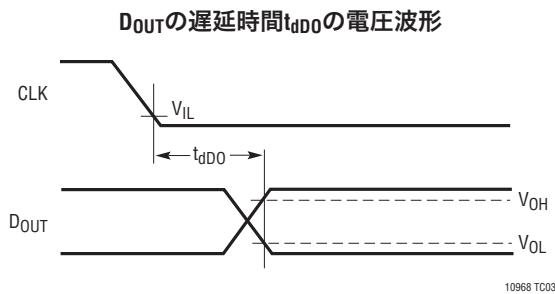


$t_{DDO}$ 、 $t_r$ および $t_f$ の負荷回路



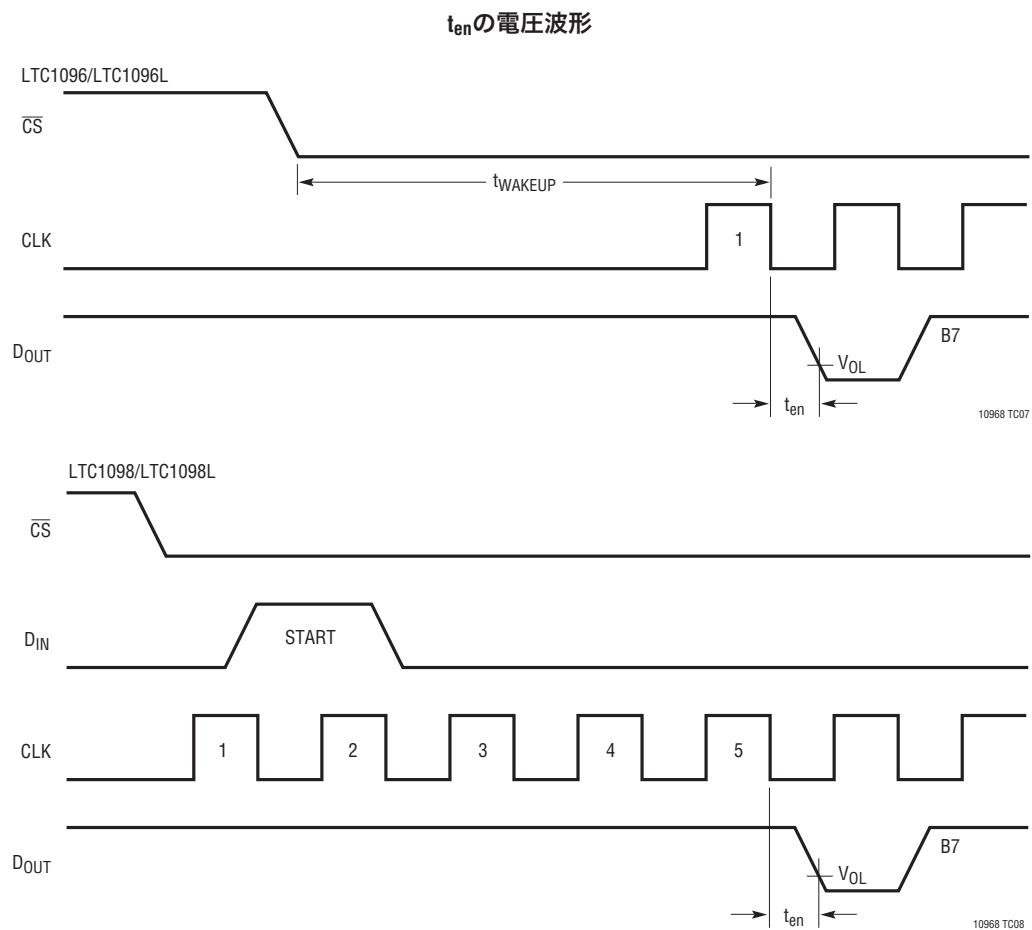
10968fc

## テスト回路



# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## テスト回路



10968fc

## アプリケーション情報

### 概要

LTC1096/LTC1096L/LTC1098/LTC1098Lは8ビット・マイクロパワーのスイッチトキャパシタA/Dコンバータです。これらのサンプリングADCは、最大33kHzでサンプリングしているとき標準120 $\mu$ Aの消費電流が流れます。サンプル・レートを下げるにつれ、消費電流が直線的に減少します(このデータシートの最初のページの「消費電流とサンプル・レート」を参照)。ADCは変換を行っていないとき自動的にパワーダウンし、リーク電流が流れるだけです。これらのデバイスは8ピンSOパッケージに収められています。LTC1096L/LTC1098Lは2.65V~4Vの単一電源で動作します。LTC1096は3V~9Vの単一電源で動作しますが、LTC1098は3V~6Vの電源で動作します。

LTC1096/LTC1096L/LTC1098/LTC1098Lは、8ビット・スイッチトキャパシタADC、サンプル・ホールドおよびシリアル・ポートで構成されています(「ブロック図」参照)。それらは同じ基本デザインを共有していますが、LTC1096(L)とLTC1098(L)はいくつかの点で異なります。LTC1096(L)は差動入力と外部リファレンス入力ピンを備えています。DC同相電圧に乗った信号を測定することができ、250mVまで減少したスパンで動作可能です。スパンを小さくすると1mVの分解能を達成することができます。LTC1098(L)は2チャネルの入力マルチプレクサを備えており、どちらのチャネルもグランドを基準にして変換するか、または両チャネルの差を変換することができます。

### シリアル・インターフェース

LTC1098(L)は同期式半二重の4線式シリアル・インターフェースを介してマイクロプロセッサや他の外部回路と通信しますが、LTC1096(L)は3線式インターフェースを使っています(図1と図2の「動作シーケンス」を参照)。

### パワーダウンとウェークアップ時間

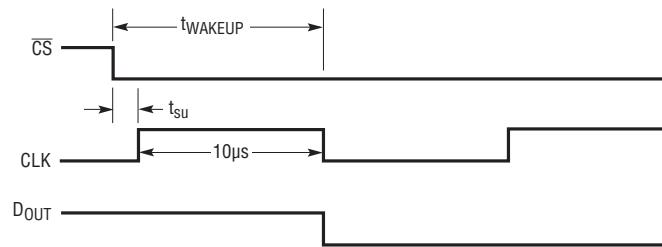
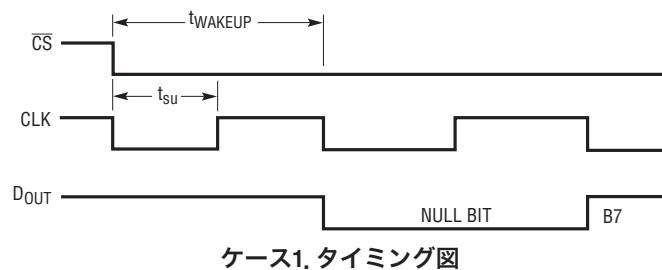
LTC1096(L)/LTC1098(L)は $\overline{CS}$ ピンが“L”的とき電力を消費し、このピンが“H”的ときシャットダウンします。正しい変換結果を得るには、LTC1096(L)の場合は $\overline{CS}$ の立下りから最初の立上りクロック(CLK)後の最初の立下りCLKまでに10 $\mu$ sのウェークアップ時間を与える必要があります。

LTC1098(L)の場合は $\overline{CS}$ の立下りからMSBFビットのCLKの立下りまでに与える必要があります(動作シーケンスを参照)。LTC1096(L)/LTC1098(L)が100kHz以下のクロック周波数で動作していると、ウェークアップ時間は本来的に与えられます。

### 例

下に2つのケースが示されており、LT1096(L)のウェークアップ時間、セットアップ時間およびCLK周波数の間の関係を示しています。

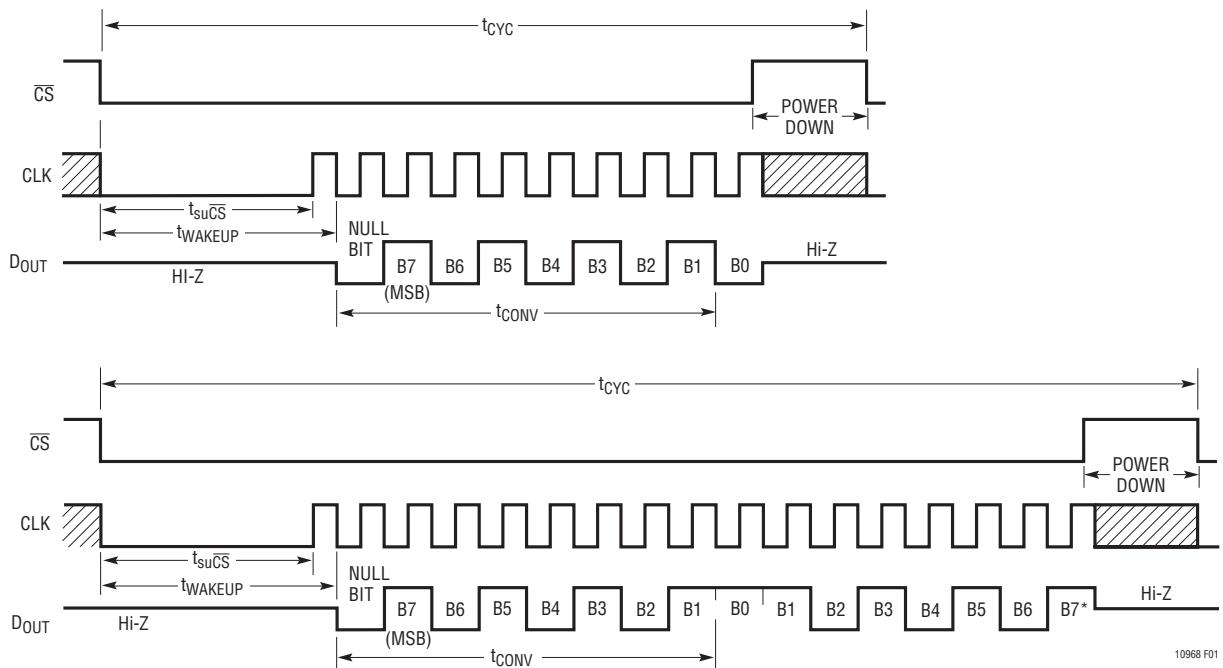
ケース1ではクロック周波数は100kHzです。1クロックサイクルは10 $\mu$ sで、これはウェークアップ時間になることができ、その半分はセットアップ時間になります。ケース2では、クロック周波数は50kHzで、クロックサイクルの半分にセットアップ時間(= 1 $\mu$ s)を加えたものがウェークアップ時間になることができます。CLK周波数が100kHzより高い場合、図1がウェークアップ時間とセットアップ時間の関係を示しています。



10968 AI Ex

# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## アプリケーション情報



\*データ転送完了後、 $\overline{CS}$ が“L”的状態でさらにクロックが与えられると、ADCは無限にゼロを出力する

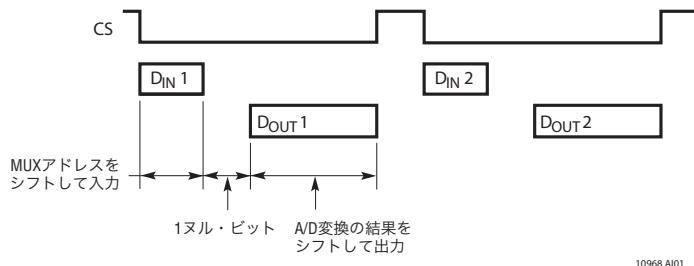
図1. LTC1096(L)の動作シーケンス

LTC1098(L)では本来、セットアップ時間 = 1μsでウェークアップ時間が与えられています(図2を参照)。

### データ転送

CLKはデータ転送の同期をとり、各ビットはCLKの立下りエッジで転送され、送信側のシステムと受信側のシステムの両方で、CLKの立上りエッジで捕捉されます。LTC1098(L)は最初に入力データを受け取ってから、A/D変換の結果を送り返します(半二重)。半二重動作なので、DINとDOUTを一緒に結線することができ、 $\overline{CS}$ 、CLKおよびDATA(DIN/DOUT)の3本のワイヤーだけで転送が可能です。

データ転送はチップセレクト( $\overline{CS}$ )信号の立下りで開始されます。 $\overline{CS}$ が立ち下がった後、LTC1098(L)はスタート・ビットを待ちます。スタート・ビットが受け取られた後、3ビットの入力ワードがDIN入力にシフトされ、LTC1098(L)の構成を設定して変換を開始します。1個のヌル・ビットの後、変換結果がDOUTラインに出力されます。



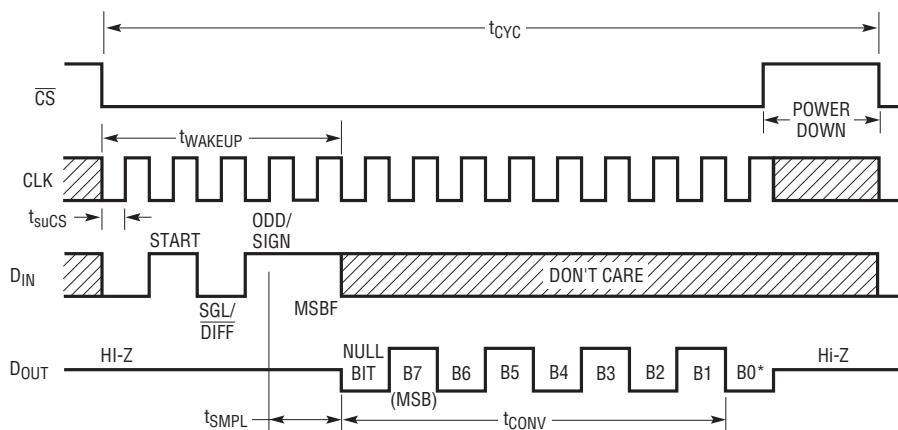
データの交換終了時に、 $\overline{CS}$ を“H”にします。これで LTC1098(L)はリセットされ、次のデータ交換の用意が整います。

LTC1096(L)は構成設定の入力ワードを必要としないので DINピンはありません。 $\overline{CS}$ の立下りは、LTC1096(L)の動作シーケンスに示されているように、データ転送を開始します。 $\overline{CS}$ が立ち下がった後、最初のCLKパルスがDOUTをイネーブルします。1個のヌル・ビットの後、A/D変換結果がDOUTラインに出力されます。 $\overline{CS}$ を“H”にすると、次のデータ交換のため、LTC1096(L)はリセットされます。

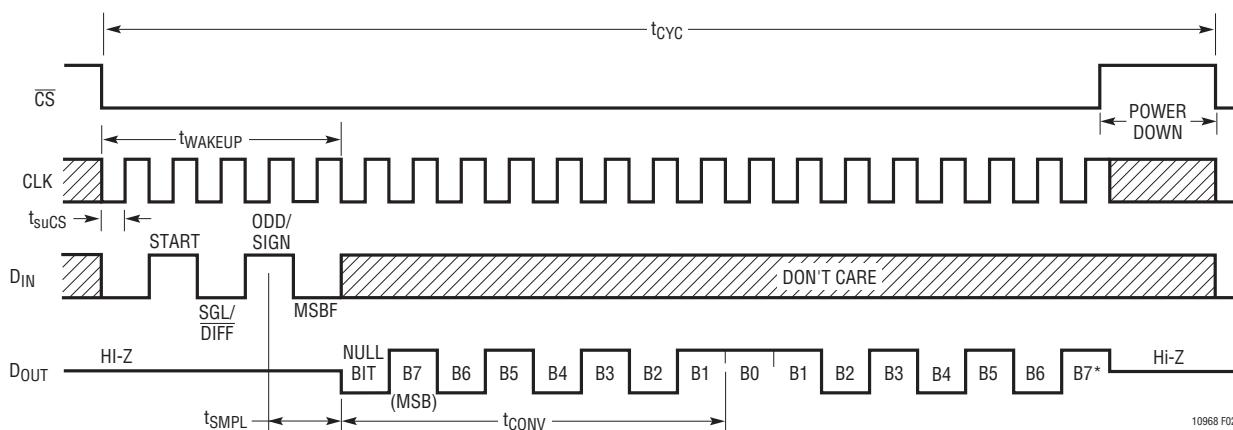
10968fc

## アプリケーション情報

MSBファーストのデータ (MSBF = 1)



MSBファーストのデータ (MSBF = 0)



\*データ転送完了後、CSが“L”的状態でさらにクロックが与えられると、ADCは無限にゼロを出力する

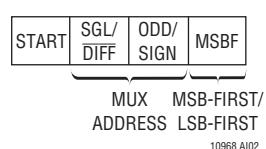
10968 F02

図2. LTC1098(L)の動作シーケンスの例: 差動入力 (CH<sup>+</sup>, CH<sup>-</sup>)

### 入力データ・ワード

LTC1096(L)はDINワードを必要としません。このデバイスはシングル差動入力に構成が固定されています。変換結果はDOUTラインにMSBファーストのシーケンスで出力され、それにLSBファーストのシーケンスが続きますので、MSBファーストまたはLDBファーストのシリアルポートへのインターフェースが容易です。

LTC1098(L)はクロックの立上りエッジによってデータをDINに入力します。入力データ・ワードは次のように定義されています。



### スタート・ビット

CSが“L”になった後、クロックによってDIN入力に取り込まれる最初の「論理1」がスタート・ビットです。スタート・ビットはデータ転送を開始します。LTC1098(L)はこの論理1に先行する全てのゼロを無視します。スタート・ビットが受け取られた後、入力ワードの残りのビットがクロックによって取り込まれます。DINピンへのその後の入力は次のCSサイクルまで無視されます。

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## アプリケーション情報

### マルチプレクサ(MUX)アドレス

STARTビットに続く入力ワードのビットは要求される変換のMUX構成を指定します。与えられたチャネル選択に対して、コンバータは次の表の選択された行の“+”と“-”の記号で示されている2つのチャネル間の電圧を測定します。シングルエンド・モードでは、全ての入力チャネルがGNDを基準にして測定されます。

LTC1098(L)のチャネルの選択

| MUX ADDRESS<br>SGL/DIFF ODD/SIGN | CHANNEL # | GND |
|----------------------------------|-----------|-----|
| 0                                | 1         | -   |
| 1                                | +         | -   |
| 1                                | -         | -   |
| 0                                | +         | -   |
| 0                                | -         | +   |

10968 AI03

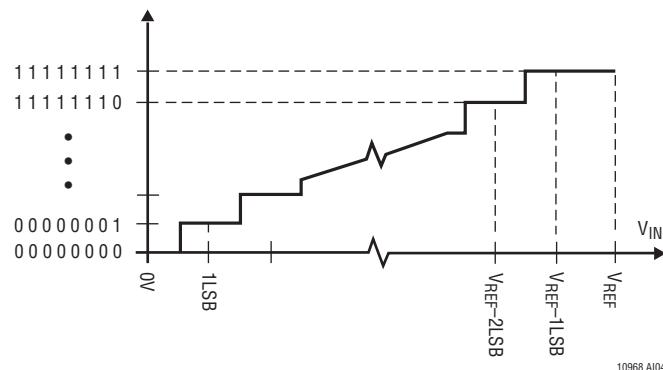
### MSBファースト/LSBファースト(MSBF)

LTC1098(L)の出力電圧は、MSBFビットを使って、MSBファーストまたはLSBファーストにプログラムします。MSBFビットが論理1のとき、データはMSBファーストのフォーマットでDOUTラインに現れます。最後のデータ・ビットに続いて、論理ゼロで無限に埋められます。MSBFビットが論理ゼロのとき、DOUTラインではMSBファーストのデータが通常のMSBファーストのデータに続きます。(「動作シーケンス」を参照)

### ユニポーラ転送曲線

LTC1096(L)/LTC1098(L)はユニポーラだけに固定して構成設定されています。この変換タイプの5Vリファレンスの場合の入力スパンとコード割当を以下の図に示します。

ユニポーラ転送曲線



10968 AI04

### ユニポーラ出力コード

| OUTPUT CODE | INPUT VOLTAGE           | INPUT VOLTAGE<br>(V <sub>REF</sub> = 5.000V) |
|-------------|-------------------------|----------------------------------------------|
| 11111111    | V <sub>REF</sub> - 1LSB | 4.9805V                                      |
| 11111110    | V <sub>REF</sub> - 2LSB | 4.9609V                                      |
| ⋮           | ⋮                       | ⋮                                            |
| 00000001    | 1LSB                    | 0.0195V                                      |
| 00000000    | 0V                      | 0V                                           |

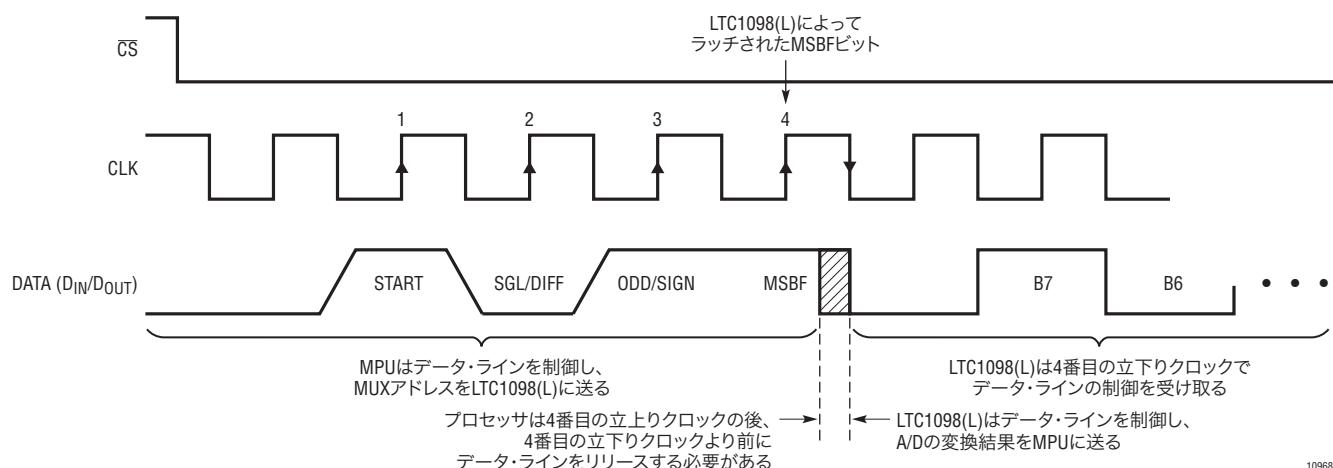
10968 AI05

### D<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を相互に結線したときの動作

LTC1098(L)はD<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を相互に結線して動作させることができます。これにより、マイクロプロセッサ(MPU)への通信に必要なラインが1本省かれます。データは1本のワイヤーで両方向に転送されます。このデータ・ラインに接続されるプロセッサのピンは、入力または出力のどちらにも構成設定します。

10968fc

## アプリケーション情報

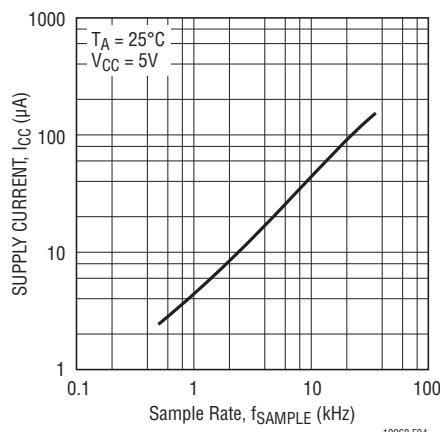


LTC1098(L)は、スタート・ビットが受け取られた後、4番目の立下りCLKエッジでデータ・ラインの制御を受け取り、データ・ラインを“L”にドライブします(図3を参照)。したがって、プロセッサのポート・ラインをこれが起きる前に入力に切り替えて、競合を防ぐ必要があります。

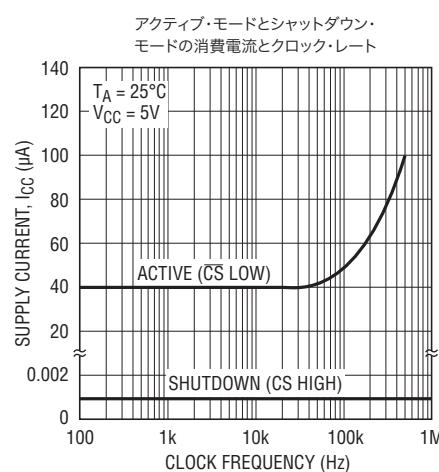
「標準的応用例」のセクションに、 $D_{IN}$ と $D_{OUT}$ を相互に結線したLTC1098(L)をインテルの8051 MPUにインターフェースさせる例があります。

### マイクロパワーの性能の実現

40 $\mu$ Aの標準動作電流および変換と変換の間の自動シャットダウンにより、LTC1096/LTC1098は広い範囲のサンプル・レートで非常に低い電力消費を達成します(図4を参照)。連続的に変換を行うシステムでは、LTC1096/LTC1098は通常の動作電力を連続的に引き出します。



50kHzより下のクロック・レートでの40 $\mu$ Aから、500kHzでの100 $\mu$ Aまで標準電流が変化することを図5は示しています。このような低消費電力を達成するにはいくつかのことを考慮に入れる必要があります。



### シャットダウン機能

LTC1096/LTC1098の動作シーケンスを図1と図2に示します。コンバータは $CS$ ピンが“L”的とき電力を消費し、このピンが“H”的ときシャットダウンします。 $CS$ ピンが“L”的ときグランドまで引き下げられないと、また“H”的とき電源まで引き上げられないと、コンバータの入力バッファに電流が流れます。

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## アプリケーション情報

この電流は標準的消費電流に比べると大きくなる可能性があります。 $\overline{CS}$ ピンが“L”的とき完全にグランドまで引き下げ、“H”的とき完全に電源まで引き上げることは、消費電流を最低にするのに有効です。

$\overline{CS}$ が“H”(= 電源電圧)のとき、コンバータはシャットダウン・モードになり、リーク電流が流れるだけです。この間、 $D_{IN}$ 入力とCLK入力の状態は消費電流に影響を与えません。 $\overline{CS} = "H"$ のとき、MPUに利益がある場合以外、 $D_{IN}$ とCLKを停止する必要はありません。

### $\overline{CS}$ が“L”的時間の最小化

変換と変換の間の時間がかなり長いシステムでは、 $\overline{CS}$ が“L”的時間が最小のとき電力損失が最小になります。 $\overline{CS}$ を“L”にし、ウェークアップ時間のため10μs待ち、できるだけ短時間にデータを転送し、 $\overline{CS}$ を“H”に戻すと、電流流出が最小になります。これはデバイスが電力を消費する時間を最小にします。デバイスが高いクロック・レートでもっと電力を消費しても、デバイスがオンしている時間がもっと短いので正味電力は減少します。

### $D_{OUT}$ の負荷

デジタル出力の容量性負荷が電力消費を増加させることができます。 $D_{OUT}$ ピンの100pFコンデンサは500kHzのクロック周波数で100μAの消費電流を倍以上にすることができます。100μAほどの余分な電流が負荷コンデンサの充放電に使われます。高い周波数で任意のロジックでドライブされるデジタル・ラインについて同じことが言えます。CxVxf電流を評価し、問題となるものを最小に抑える必要があります。

### 低電源電圧

低電源電圧用にLTC1096L/LTC1098Lが提供されています。これらのピン互換デバイスは最小2.65Vの電源で規定性能を提供します。

### 5V電源以外での動作

LTC1096は3V～9Vの電源で動作し、LTC1098は3V～6Vの電源で動作します。LTC1096/LTC1098を5V以外の電源で動作させるには、いくつかのことに注意する必要があります。

### ウェークアップ時間

ADCが5V電源で正しく変換を行うには10μsのウェークアップ時間を与える必要があります。電源電圧範囲全体でウェークアップ時間は標準3μs以下です(「ウェークアップ時間と電源電圧」の標準曲線を参照)。電源電圧範囲全体で10μsのウェークアップ時間が与えられれば、ADCは覚醒して入力信号を収集するのに適切な時間を得ます。

### 入力のロジック・レベル

$\overline{CS}$ 、CLKおよび $D_{IN}$ の入力のロジック・レベルは5V電源のTTLの要件を満たします。電源電圧が変化すると、入力のロジック・レベルも変化します。LTC1096/LTC1098が正しくサンプリングして変換するには、動作電源電圧を基準にしてデジタル入力がロジックの“L”と“H”的レベルを満たす必要があります(「デジタル入力のロジック・スレッショルドと電源電圧」の標準曲線を参照)。電力消費をマイクロパワー・レベルに下げるこを望むなら、デジタル入力は電源とグランドの間をレール・トゥ・レールで振幅する必要があります(「マイクロパワーの性能の実現」のセクションを参照)。

### クロック周波数

最大推奨クロック周波数は、5V電源で動作するLTC1096/LTC1098では500kHzです。電源電圧の変化に伴い、デバイスの最大クロック周波数も変化します(「最大クロック周波数と電源電圧」の標準曲線を参照)。最大クロック周波数が使われる場合、デバイスが正しく変換するように注意を払う必要があります。

### ミックス電源

5V電源で動作しているマイクロプロセッサが3Vや9Vの電源で動作しているLTC1096/LTC1098と通信する可能性があります。これを実現する要件として、MPUからの $\overline{CS}$ 、CLKおよび $D_{IN}$ の出力がADCの対応する入力をトリップ可能でなければならず、ADCからの $D_{OUT}$ 出力がMPUの対応する入力をトグル可能でなければなりません(「デジタル入力のロジック・スレッショルドと電源電圧」の標準曲線を参照)。LTC1096が9V電源で動作しているとき、 $D_{OUT}$ 出力は0Vと9Vの間で振幅可能です。9Vの出力は、5V電源で動作しているMPUに損傷を与える可能性があります。この可能性を回避するには、 $D_{OUT}$ に抵抗分割器を接続し(図6)、その中間点をMPUの入力に接続します。

## アプリケーション情報

完全にシャットダウンするには、LTC1096/LTC1098の $\overline{CS}$ 入力を $V_{CC}$ 電圧にドライブする必要があることに注意してください。この場合、図6の $\overline{CS}$ 信号にレベルシフト回路を追加する必要があります。

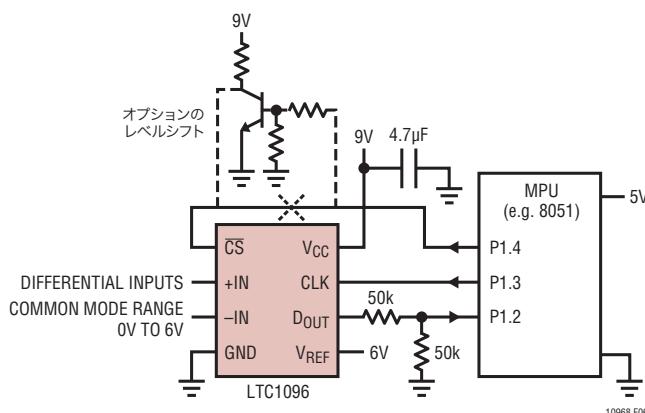


図6. 9Vで給電されるLTC1096の5Vシステムへのインターフェース

## 基板レイアウトに関する検討事項

## 接地とバイパス

LTC1096(L)/LTC1098(L)にはアナログ・グランド・プレーンと一点接地の方法を使います。GNDピンはグランド・プレーンに直接接続します。

V<sub>CC</sub>ピンは1μFのタンタル・コンデンサを使ってできるだけ短いリードでグランド・プレーンにバイパスします。電源がクリーンであれば、LTC1096(L)/LTC1098(L)はもっと小さな0.1μFの表面実装セラミック・バイパス・コンデンサでも動作可能です。全てのアナログ入力は一点グランドを直接基準にします。デジタル入力とデジタル出力はリファレンスとアナログ回路からシールドし、リファレンスとアナログ回路から離して配線します。

サンプル・ホールド

LTC1096(L)とLTC1098(L)の両方とも、信号を収集するためのサンプル・ホールド(S&H)機能を内蔵しています。LTC1096(L)のサンプル・ホールドはtWAKEUP時間の間に“-”入力を基準にした“+”入力から入力信号を収集します(図1を参照)。ただし、LTC1098(L)のサンプル・ホールドは、tSMPL時間の間にシングルエンド・モードまたは差動入力で入力信号をサンプルすることができます(図7を参照)。

### シングルエンド入力

LTC1098(L)のサンプル・ホールドは急速に変化する信号の変換を可能にします。図7に示されているように、入力電圧はt<sub>SMPL</sub>時間の間にサンプルされます。サンプリング時間はMSBFビットに先行するビットがシフトされて取り込まれたとき開始され、MSFBビットが受け取られた後のCLKの立下りエッジまで継続します。

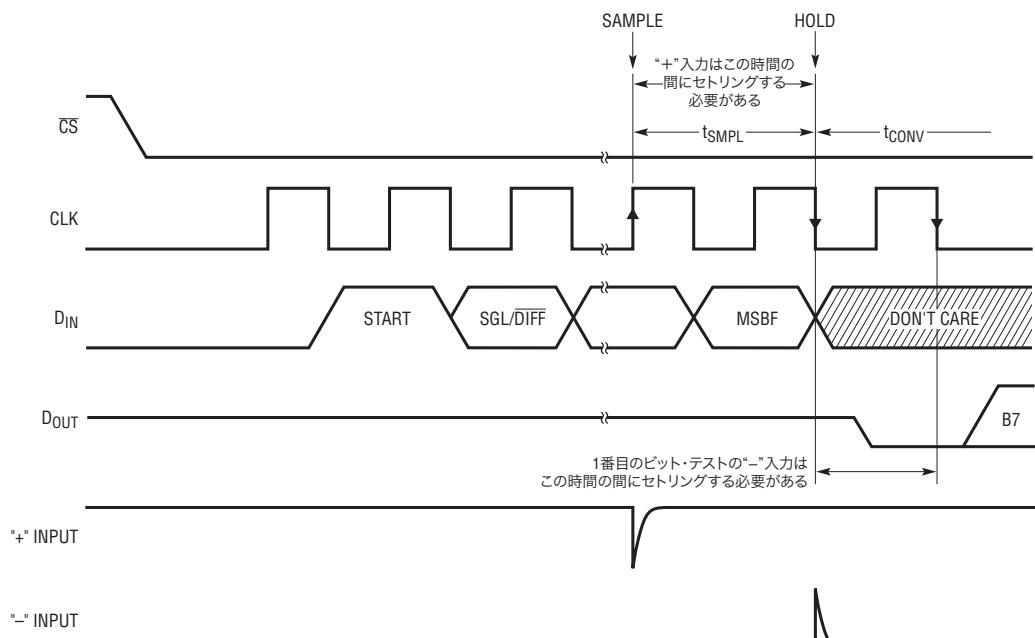


図7. LTC1098(L)の“+”入力および“-”入力のセトリング波形

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## アプリケーション情報

この立下りエッジで、サンプル・ホールドはホールド・モードになり、変換が開始されます。

### 差動入力

差動入力では、ADCはもはや単に1つの電圧を変換するのではなく、2つの電圧の差を変換します。この場合、選択された“+”入力の電圧は依然サンプルされてホールドされるので、シングルエンド・モードの場合と全く同様に、時間とともに急速に変化することができます。ただし、選択された“-”入力の電圧は、変換時間の間を通して一定に留まり、ノイズやリップルがないことが必要です。そうでないと、差動動作を正確に行うことができない可能性があります。変換時間は8CLKサイクルです。したがって、この時間の間に“-”入力の電圧が変化すると、変換誤差が生じる可能性があります。“-”入力の正弦波電圧の場合、この誤差は次のようにになります。

$$V_{\text{ERROR}(\text{MAX})} = V_{\text{PEAK}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot f(-) \cdot 8/f_{\text{CLK}}$$

ここで、 $f(-)$ は“-”入力の電圧の関数、 $V_{\text{PEAK}}$ はそのピーク振幅、 $f_{\text{CLK}}$ はCLKの周波数です。ほとんどの場合、 $V_{\text{ERROR}}$ は大きくはなりません。コンバータが $\text{CLK} = 500\text{kHz}$ で動作しているとき、“-”入力の60Hz信号が1/4LSBの誤差(5mV)を発生するには、そのピーク値は750mVなければならないでしょう。

### アナログ入力

電荷再配分A/D変換手法が使われているので、LTC1096(L)/LTC1098(L)のアナログ入力には容量性スイッチングによる入力電流スパイクが現れます。これらの電流スパイクは急速にセトリングし、問題は生じません。ただし、大きなソース抵抗が使われているか、あるいはセトリングに時間がかかる低速オペアンプが入力をドライブしている場合、電流スパイクに起因する過渡現象が変換開始までに完全にセトリングするように注意してください。

### “+”入力のセトリング

LTC1096(L)の入力コンデンサはウェークアップ時間の間“+”入力に切り替えられ(図1を参照)、その時間内に入力信号をサンプルします。ただし、LTC1098(L)の入力コンデンサはサンプル・フェーズの間( $t_{\text{SMPL}}$ 、図7を参照)“+”入力に切り替えられます。サンプル・フェーズは変換が開始される前の1.5CLKサイクルです。“+”入力の電圧は、LTC1096(L)の場合は $t_{\text{WAKEUP}}$ 以内に、LTC1098(L)の場

合は $t_{\text{SMPL}}$ 以内に完全にセトリングする必要があります。 $R_{\text{SOURCE}}^+$ と $C_1$ を最小にすると入力のセトリング時間が改善されます。大きな“+”入力のソース抵抗を使う必要があれば、サンプル時間は低速のCLK周波数を使って増加させることができます。

### “-”入力のセトリング

$t_{\text{WAKEUP}}$ または $t_{\text{SMPL}}$ の終了時に、入力コンデンサは“-”入力に切り替わり、変換が開始されます(図1と図7を参照)。変換の間、“+”入力の電圧はサンプル・ホールドによって効果的に「保持」され、変換結果には影響を与えません。ただし、“-”入力電圧が変換時間の最初のCLKサイクルの間に完全にセトリングし、ノイズがないことが重要です。 $R_{\text{SOURCE}}^-$ と $C_2$ を最小にするとセトリング時間が改善されます。“-”入力に大きなソース抵抗を使う必要があれば、低速のCLK周波数を使ってセッティングに許される時間を長くすることができます。

### 入力オペアンプ

オペアンプでアナログ入力をドライブするとき、オペアンプが許容された時間内にセトリングすることが重要です(図7を参照)。この場合も、上述のように、“+”と“-”のサンプリング時間を長くして低速アンプに適合させることができます。LT1006やLT1413の単一電源オペアンプを含むほとんどのオペアンプは、500kHzの最大クロック・レートで生じる3μs(“+”入力)の最小セトリング・ウインドウであっても、十分セトリングさせることができます。

### ソース抵抗

LTC1096/LTC1098のアナログ入力は、図8に示されているように、 $500\Omega$ の抵抗( $R_{\text{ON}}$ )に直列に接続された $25\text{pF}$ のコンデンサ( $C_{\text{IN}}$ )のように見えます。 $C_{\text{IN}}$ は、変換サイクル毎に1度だけ、選択された“+”入力と“-”入力の間で切り替えられます。

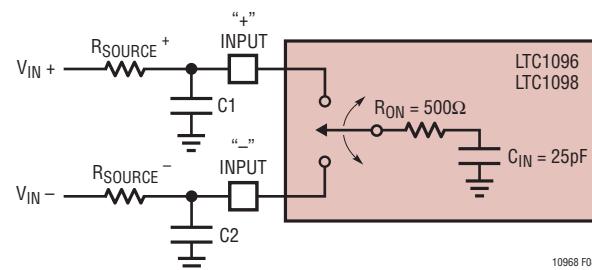


図8. アナログ入力の等価回路

## アプリケーション情報

外部ソースの抵抗と容量が大きいと、入力のセトリングが遅くなります。全体のRC時定数が十分短く、アナログ入力が許された時間内に完全にセトリングすることができることが重要です。

### 入力のRCフィルタリング

図9に示されているようなRCネットワークで入力をフィルタすることができます。大きな値の $C_F$ では(たとえば、 $1\mu F$ )、容量性入力のスイッチング電流は正味DC電流に平均化されます。したがって、抵抗両端のDC電圧降下を防ぐため、小さな抵抗と大きなコンデンサのフィルタを選択します。DC電流の大きさはおよそ  $I_{DC} = 25pF(V_{IN}/tCYC)$  であり、 $V_{IN}$ にはほぼ比例します。 $29\mu s$ の最小サイクル時間で動作するとき、入力電流は $V_{IN} = 5V$ で $4.3\mu A$ に等しくなります。この場合、 $390\Omega$ のフィルタ抵抗は0.1 LSBのフルスケール誤差を生じます。もっと大きなフィルタ抵抗を使う必要があれば、サイクル時間を長くして誤差を除去することができます。

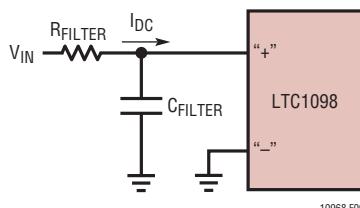


図9. RC入力フィルタリング

### 入力のリーク電流

ソース抵抗が大きくなりすぎると、入力のリーク電流も誤差を生じことがあります。たとえば、 $3.9k\Omega$ のソース抵抗を流れる最大入力リーク電流の規定値 $1\mu A(125^\circ C)$ は、 $3.9mV$ つまり $0.2LSB$ の電圧降下を生じます。この誤差は、低い温度ではリーク電流が急速に低下するので大きく減少します(「入力チャネルのリーク電流と温度」の標準曲線を参照)。

### リファレンス入力

LTC1096のリファレンス入力の電圧によりA/Dコンバータのスパンが定まります。スイッチトキャパシタ変換手法のため、容量性スイッチング電流過渡がリファレンスに生じます。ADCにより、変換の各ビット・テストで(CLKサイクル毎に)容量性電流スパイクがリファレンス・ピンに発生します。これらの電流スパイクは急速にセトリングし、問題は生じません。

低速のCLKを使うと、リファレンスがセトリングするのにもっと長い時間が許されます。500kHzの最大CLKレートであっても、ほとんどのリファレンスとオペアンプは $2\mu s$ のビット時間内にセトリングさせることができます。

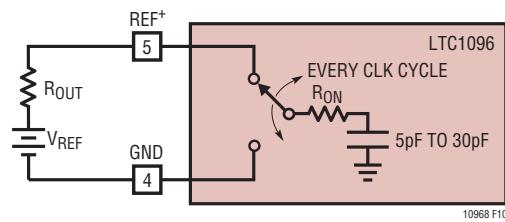


図10. リファレンス入力の等価回路

### 低電圧リファレンス動作

$V_{CC}$ 電源とリファレンスは内部で相互に接続されているので、LTC1098の最小リファレンス電圧は $3V$ に制限されています。ただし、LTC1096は $1V$ 以下のリファレンス電圧で動作可能です。

LTC1096の実効分解能はコンバータの入力スパンを狭くすることにより増加させることができます。LTC1096は広い範囲のリファレンス電圧で十分な直線性と利得を示します(「直線性およびフルスケール誤差とリファレンス電圧」の標準曲線を参照)。ただし、小さなLSBステップ・サイズとその結果として高い精度の要件がコンバータに対して課せられるので、低い値の $V_{REF}$ で動作させるときは注意が必要です。低い $V_{REF}$ 値で動作させるときは以下の要因について検討する必要があります。

1. オフセット
2. ノイズ
3. 変換速度(CLK周波数)

### 低 $V_{REF}$ でのオフセット

LTC1096のオフセットは、ADCが低いリファレンス電圧で動作するとき出力コードに対して大きな影響を与えます。オフセット(これは一般に固定された電圧です)はLSBの大きさが減少するにつれLSBの大きな部分を占めます。「未調整オフセット誤差とリファレンス電圧」の標準曲線は、 $V_{OS}$ の標準値に対してLSBのオフセットがリファレンス電圧にどのように関係しているかを示しています。

# LTC1096/LTC1096L

# LTC1098/LTC1098L

## アプリケーション情報

たとえば、5Vのリファレンスで0.1LSBである2mVのV<sub>OS</sub>は、1Vのリファレンスでは0.5LSBになり、0.2Vのリファレンスでは2.5LSBになります。このオフセットを許容できなければ、受け取る側のシステムでデジタル処理で補正するか、またはLTC1096の“-”入力をオフセットさせて補正することができます。

### 低V<sub>REF</sub>でのノイズ

LTC1096の入力基準の全ノイズは、グランド・プレーン、十分なバイパス、適切なレイアウト手法を使って、リファレンス入力のノイズを最小に抑えることにより、ピーク・トゥ・ピークで約1mVに減らすことができます。このノイズは5Vリファレンスでは大きくはありませんが、 LSBの大きさが減少するにつれLSBの大きな部分を占めるようになります。

5Vリファレンスでの動作では、ピーク・トゥ・ピークで1mVのノイズはわずか0.05LSBです。この場合、LTC1096のノイズは実際上出力コードに対してどんな不確実性も与えません。ただし、低いリファレンスでは、ノイズが1LSBの大きな部分を占めるようになり、出力コードに望ましくないジッタを生じることがあります。たとえば、1Vリファレンスでは、この同じ1mVのノイズがピーク・トゥ・ピークで0.25LSBになります。これは1LSBで安定した出力コードを達成できる入力電圧の範囲を減少させます。リファレンスをさらに200mVまで下げると、1mVノイズは1.25LSBに等しくなり、安定したコードを達成するには困難になります。この場合、測定値の平均化が必要になります。

このノイズ・データは非常にクリーンなテスト・セットアップで得られました。テスト・セットアップで生じるどんなノイズも(V<sub>CC</sub>、V<sub>REF</sub>またはV<sub>IN</sub>のノイズやリップル)内部ノイズに追加されます。使われるリファレンス電圧が低いほど、クリーンなノイズの無いテスト・セットアップの使用が重要になります。

### 低V<sub>REF</sub>での変換速度

低いリファレンス電圧では、LSBのステップ・サイズが減少し、LTC1096の内部コンバータのオーバードрайブが減少します。したがって、V<sub>REF</sub>の低い値が使われると最大CLK周波数を下げる必要があります。

### 入力分圧器

クロックが動作するビット時間内にリファレンス入力をセトリングさせることができる限り、LTC1096のリファレンス入力に入力分圧器を使うのはかまいません。リファレンス入力に大きな値の抵抗分割器を使う場合、“-”入力を等価抵抗で整合させます。

### 分圧器を使ったリファレンス入力のバイパス

リファレンス入力を分圧器でバイパスすることも可能ですが、ただし、リファレンス入力のDC電圧が意図されたリファレンス電圧より下に下がりすぎないように注意が必要です。

### AC性能

デジタル信号処理のアプリケーションでADCの動的性能を規定する2つのよく使われる性能指数は、信号対雑音比(SNR)と実効ビット数(ENOB)です。

### 信号対雑音比

信号対雑音比(SNR)は、基本入力周波数のRMS振幅とADCの出力の他の全ての周波数成分のRMS振幅の比です。これにはノイズ積とともに歪みが含まれており、そのため、信号対雑音+歪み(S/(N+D))と呼ばれることもあります。出力の帯域はDCからサンプリング周波数の半分までの周波数に制限されます。DCから15.625kHz(これは31.25kHzのサンプリング・レートの1/2です)までのスペクトル成分を図11に示します。

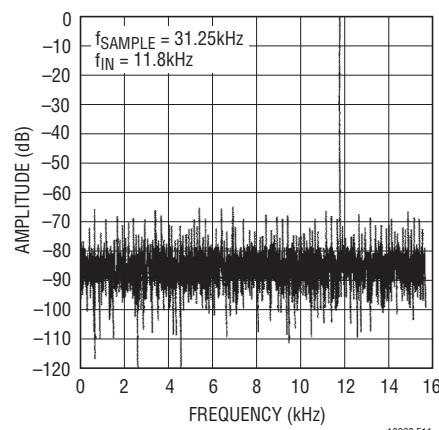


図11. 31.25kHzのレートでサンプリングしているときわずか100µAしか流れないADCの優れた性能を示す11.8kHz入力のクリーンなFFT

## アプリケーション情報

### 実効ビット数

実効ビット数(ENOB)はA/Dの分解能の大きさであり、次式のように直接S/(N+D)と関係しています。

$$ENOB = [S/(N+D) - 1.76]/6.02$$

ここで、S/(N+D)はdBで表されます。33kHzの最大サンプリング・レートでは、LTC1096は40kHzまで7.5 ENOB以上を維持します。図12に示されているように、40kHzを超えると、2次高調波歪みの増加により、ENOBは徐々に低下します。ノイズ・フロアは約70dBに留まります。

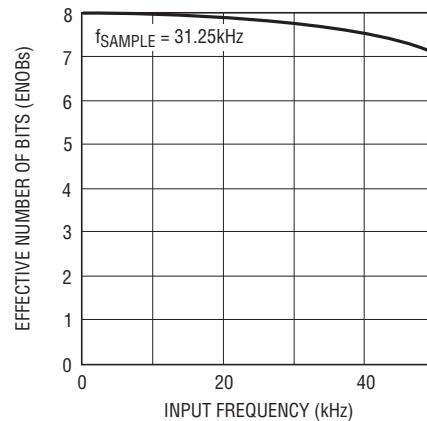


図12. 最大40kHzの入力周波数まで維持される動的精度

## 標準的応用例

### マイクロプロセッサとのインターフェース

LTC1096(L)/LTC1098(L)は直接(外部のハードウェアなしに)ほとんどのよく使われているマイクロプロセッサ(MPU)の同期シリアル・フォーマットにインターフェースすることができます(表1を参照)。専用のシリアル・ポートを持たないMPUが使われる場合、MPUの3本か4本のパラレル・ポートのラインをプログラムして、LTC1096(L)/LTC1098(L)へのシリアル・リンクを形成することができます。ここで取り上げるのは、シリアル・インターフェースの一例と、シリアル・インターフェースを形成するようにプログラムされたパラレル・ポートの一例です。

### モトローラのSPI (MC68HC05C4、CM68HC11)

MC68HC05C4は、専用シリアル・ポートを備えたMPUの一例として選びました。このMPUはMSBファーストで8ビットのインクリメントを使ってデータを転送します。2つの8ビット転送では、A/Dの結果がMPUに読み取られます。最初の8ビット転送はDINワードをLTC1098(L)に転送し、クロックでプロセッサに入力します。2番目の8ビット転送では、クロックによりA/Dの変換結果(B7~B0)がMPUに送り込まれます。

MPUによって受け取られた最初のバイトを00HexとAND演算すると最初のバイトがクリアされます。MPUによって送られた最初のワードのスタート・ビットの位置をどのように使って、A/Dの結果を2つのメモリ位置に右揃えで位置決めするかに注意してください。

表1. LTC1096(L)/LTC1098(L)と互換性のあるハードウェア・シリアル・インターフェースを備えたマイクロプロセッサ

| PART NUMBER                   | TYPE OF INTERFACE |
|-------------------------------|-------------------|
| <b>Motorola</b>               |                   |
| MC6805S2,S3                   | SPI               |
| MC68HC11                      | SPI               |
| MC68HC05                      | SPI               |
| <b>RCA</b>                    |                   |
| CDP68HC05                     | SPI               |
| <b>Hitachi</b>                |                   |
| HD6305                        | SCI Synchronous   |
| HD63705                       | SCI Synchronous   |
| HD6301                        | SCI Synchronous   |
| HD63701                       | SCI Synchronous   |
| HD6303                        | SCI Synchronous   |
| HD64180                       | CSI/O             |
| <b>National Semiconductor</b> |                   |
| COP400 Family                 | MICROWIRE™        |
| COP800 Family                 | MICROWIRE/PLUS™   |
| NS8050U                       | MICROWIRE/PLUS    |
| HPC16000 Family               | MICROWIRE/PLUS    |
| <b>Texas Instruments</b>      |                   |
| TMS7002                       | Serial Port       |
| TMS7042                       | Serial Port       |
| TMS70C02                      | Serial Port       |
| TMS70C42                      | Serial Port       |
| TMS32011*                     | Serial Port       |
| TMS32020                      | Serial Port       |

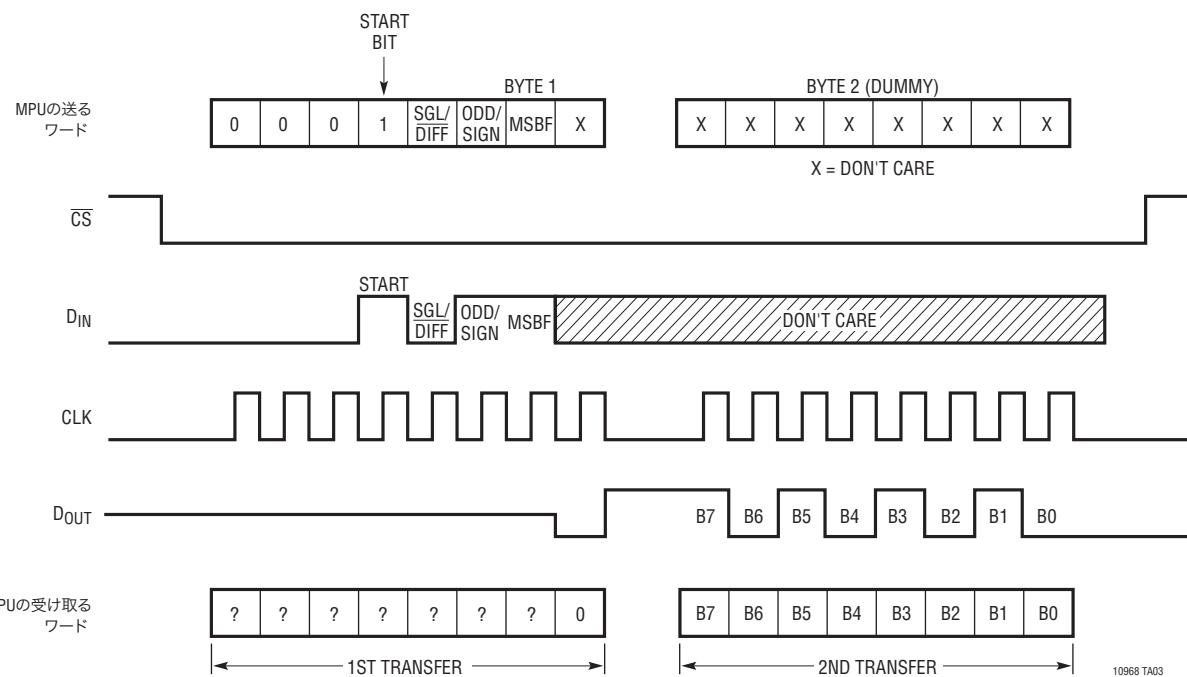
\* 外部ハードウェアが必要

MICROWIREとMICROWIRE/PLUSはナショナルセミコンダクタ社の商標です。

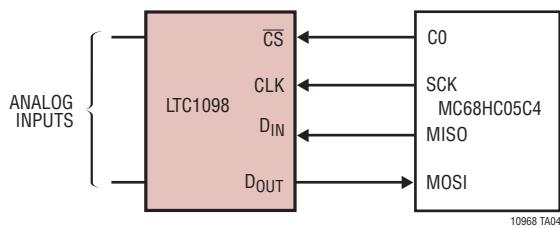
# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## 標準的応用例

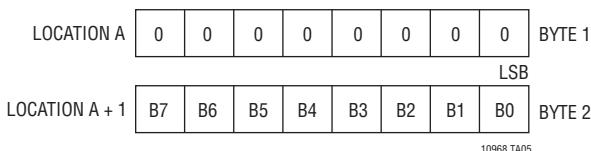
### LTC1098(L)とMC68HC05C4の間のデータ交換



### モトローラのMC68HC05C4へのハードウェアとソフトウェアのインターフェース



### MC68HC05C4に保存される、LTC1098(L)からのDOUT



| ラベル   | ニーモニック | 注釈                                    |
|-------|--------|---------------------------------------|
| START | BCLRn  | ポートCのビット0が“L”になる( $\bar{CS}$ が“L”になる) |
|       | LDA    | LTC1098(L)のD_INワードをAccにロードする          |
|       | STA    | LTC1098(L)のD_INワードをAccからSPIにロードする     |
|       | TST    | 転送開始                                  |
|       | BPL    | SPIFの状態をテスト                           |
|       | LDA    | 転送が終了しないと前の命令にループする                   |
|       |        | SPIデータ・レジスタの内容をAccにロードする(D_OUT MSB)   |
|       | STA    | 次のSPIサイクルを開始                          |
|       | AND    | 最初のD_OUTワードをクリア                       |
|       | STA    | メモリ位置Aに保存(MSB)                        |
|       | TST    | SPIFの状態をテスト                           |
|       | BPL    | 転送が終了しないと前の命令にループする                   |
|       | BSETn  | ポートCのB0をセットする( $\bar{CS}$ が“H”になる)    |
|       | LDA    | SPIデータ・レジスタの内容をAccにロードする(D_OUT LSB)   |
|       | STA    | メモリ位置A+1に保存(LSB)                      |

## 標準的応用例

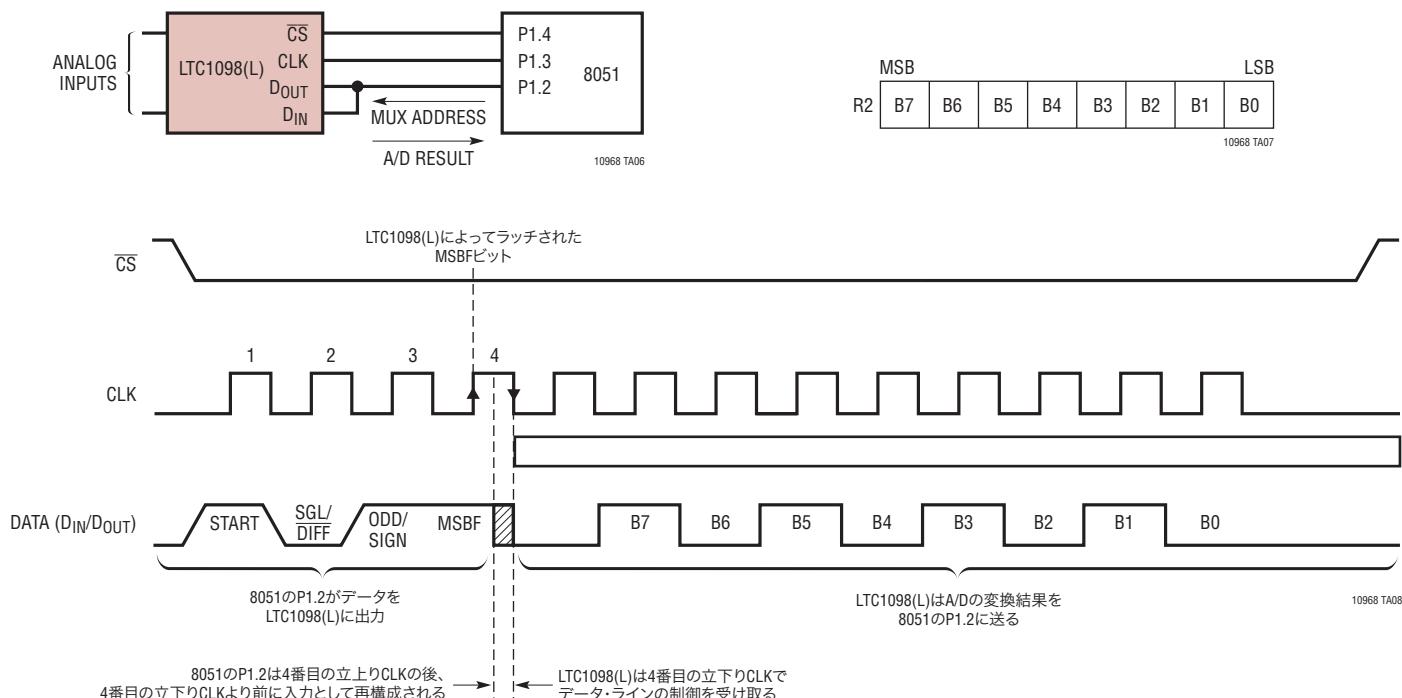
### インテルの8051ファミリーのパラレル・ポートへのインターフェース

LTC1098(L)とパラレル・ポートのマイクロプロセッサの間のインターフェースを示すために、インテルの8051を選びました。通常、 $\overline{CS}$ 、CLKおよびD<sub>IN</sub>の信号は3つのポート・ラインに発生し、D<sub>OUT</sub>信号は4番目のポート・ラインで読み取られます。これはうまく動作します。ただし、ここでは、「シリアル・インターフェース」のセクションで説明されている、LTC1098(L)のD<sub>IN</sub>とD<sub>OUT</sub>を相互に結線したインターフェースを示します。これにより、1本のワイヤーが節約されます。

8051は最初、P1.2に接続されたデータ・ラインを使って、スタート・ビットとMUXアドレスをLTC1098(L)に送ります。次いで、P1.2は(それに1を書き込むことにより)入力として再構成され、8051は同じデータ・ラインを使って8ビットA/Dの結果を読み取ります。

| ラベル    | ニーモニック | オペランド      | 注釈                                |
|--------|--------|------------|-----------------------------------|
| LOOP 1 | MOV    | A, #FFH    | LTC1098(L) のD <sub>IN</sub> ワード   |
|        | SETB   | P1.4       | $\overline{CS}$ が“H”であることを確認      |
|        | CLR    | P1.4       | $\overline{CS}$ が“L”になる           |
|        | MOV    | R4, #04    | カウンタをロードする                        |
|        | RLC    | A          | D <sub>IN</sub> ビットをキャリーに送る       |
|        | CLR    | P1.3       | CLKが“L”になる                        |
|        | MOV    | P1.2, C    | D <sub>IN</sub> ビットをLTC1098(L)に出力 |
|        | SETB   | P1.3       | CLKが“H”になる                        |
|        | DJNZ   | R4, LOOP 1 | 次のビット                             |
|        | MOV    | P1, #04    | ビット2が入力になる                        |
| LOOP   | CLR    | P1.3       | CLKが“L”になる                        |
|        | MOV    | R4, #09    | カウンタをロードする                        |
|        | MOV    | C, P1.2    | データ・ビットをキャリーに読み込む                 |
|        | RLC    | A          | データ・ビットをAccに送る                    |
|        | SETB   | P1.3       | CLKが“H”になる                        |
|        | CLR    | P1.3       | CLKが“L”になる                        |
|        | DJNZ   | R4, LOOP   | 次のビット                             |
|        | MOV    | R2, A      | MSBをR2に保存する                       |
|        | SETB   | P1.4       | $\overline{CS}$ が“H”になる           |
|        |        |            |                                   |

LTC1098(L)からのD<sub>OUT</sub>が8051のRAMに保存される



LTC1096/LTC1096L  
LTC1098/LTC1098L

## LTC1096の「簡易テスト」回路

ユーザーは次の簡単な回路を使ってLT1096の機能とタイミングを簡単に調べることができます。V<sub>REF</sub>はV<sub>CC</sub>に接続されています。V<sub>IN</sub>は+IN入力に与えられ、-IN入力はグランドに接続されています。 $\overline{CS}$ は74C161によってクロック・レートの1/16でドライブされ、D<sub>OUT</sub>からデータが出力されます。D<sub>OUT</sub>からの出力データはオシロスコープで観察することができます。オシロスコープは $\overline{CS}$ の立ち下りエッジでトリガるように設定します(図14)。 LSBデータは、 $\overline{CS}$ が“H”になる前に部分的にクロックで出力されることに注意してください。

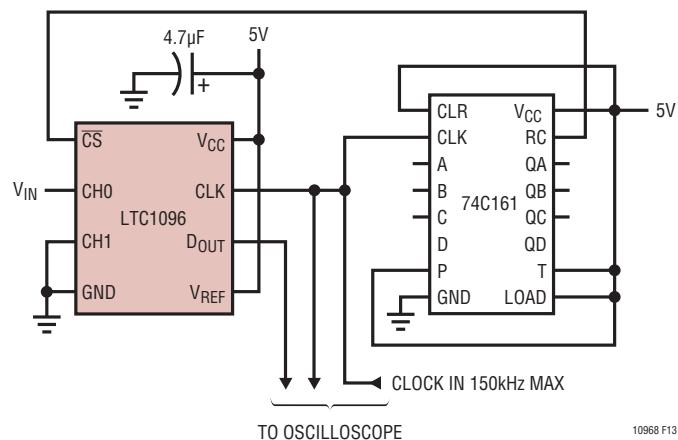


図13. LTC1096の「簡易テスト」回路

温度測定システムを図15に示します。LTC1096は低価格のシリコン温度センサに直接接続されています。V<sub>REF</sub>ピンに与えられる電圧がA/Dのフルスケールをセンサの出力範囲に調整します。コンバータのゼロ・ポイントは、LTC1096の負入力の電圧によってセンサのゼロ出力電圧に整合しています。

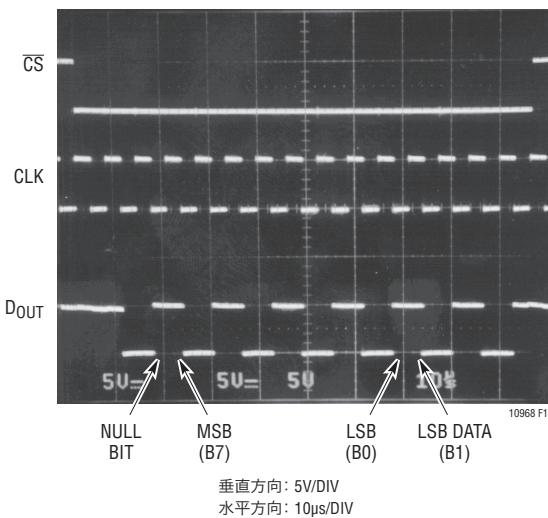


図14. A/Dの出力10101010 (A<sub>AHEx</sub>)を示すLTC1096の「簡易テスト」回路のオシロスコープのトレース

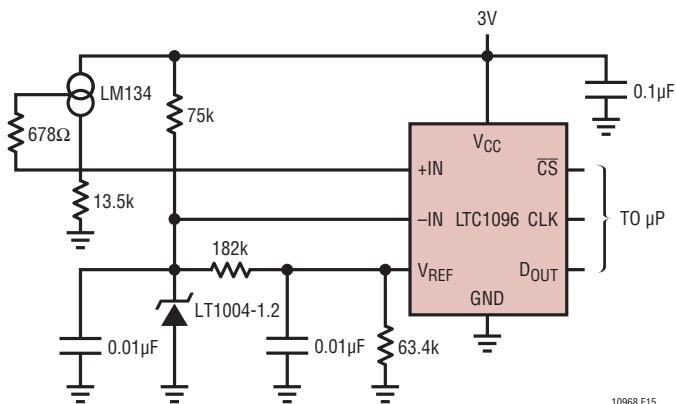


図15. LTC1096の高インピーダンス入力はこの温度センサに直接接続されており、この0°C~70°Cの温度計の信号調製回路は省かれている

リモートまたは絶縁されたシステム

接地されたホスト・システムにデータを送るフロートしたシステムを図16に示します。フロートした回路は2個のオプトアイソレータによって絶縁され、簡単なコンデンサ・ダイオードのチャージポンプによって給電されます。システムの電力要件は非常に小さくなります。LTC1096は変換と変換の間はシャットダウンし、オプトアイソ

レータはデータが転送されるときだけ電力を消費するからです。システムは10Hzのサンプル・レートで(1msのオン時間と99msのオフ時間)、わずか50μAしか消費しません。これは5MHzで動作するチャージポンプによって容易に供給できる電流の範囲です。真に絶縁されたシステムが必要なら、システムが低電力なので、絶縁された電源の発生またはバッテリからの給電が簡素化されます。

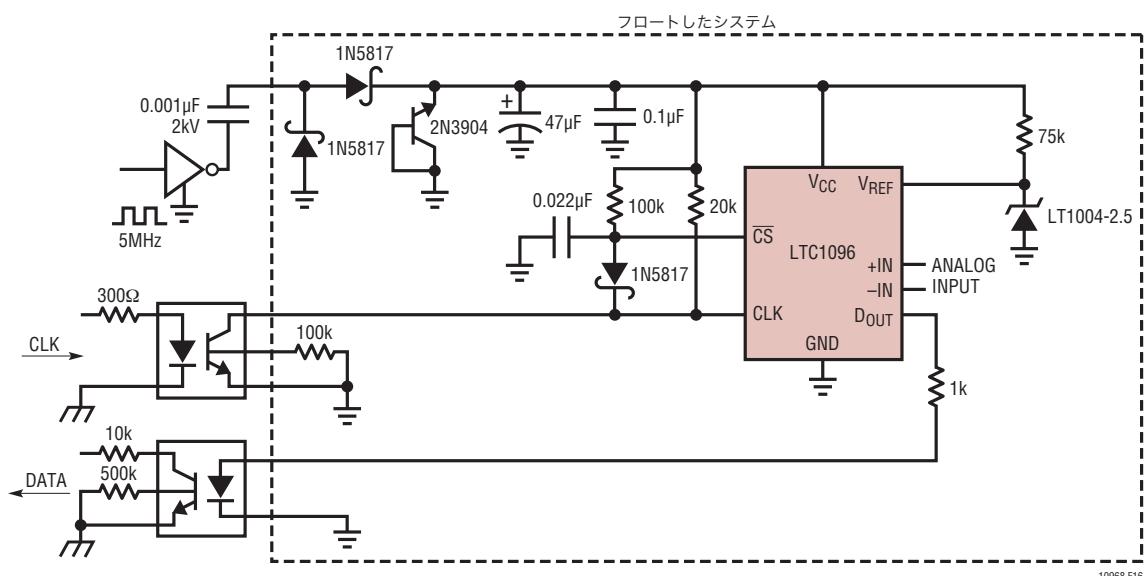
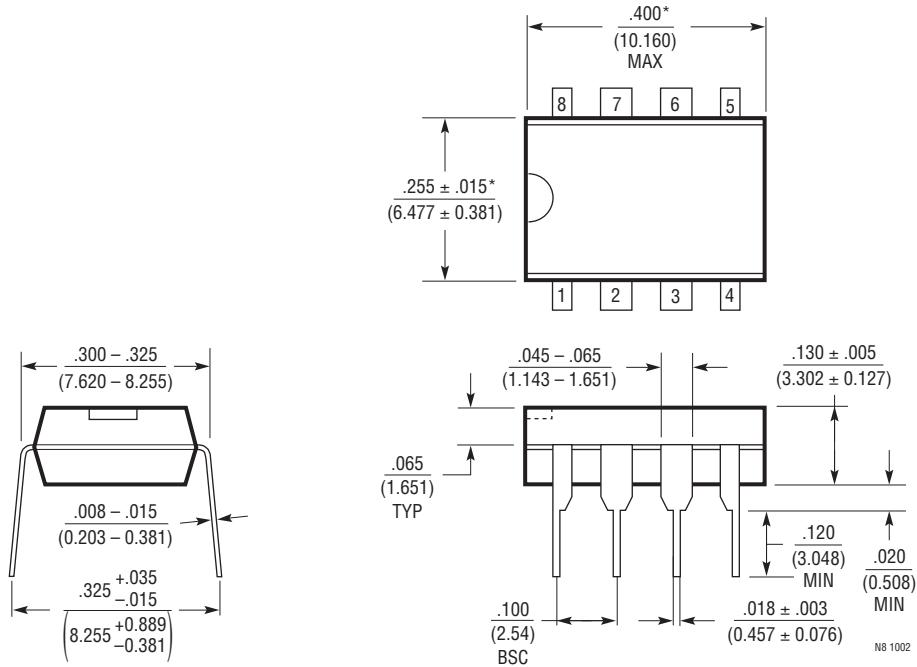


図16. このフロートしたA/Dシステムの電力は簡単なコンデンサ・ダイオードのチャージポンプによって与えられる。2個のオプトアイソレータはサンプルとサンプルの間では電流が流れず、クロックを送り、データを受け取るときだけオンする

# LTC1096/LTC1096L LTC1098/LTC1098L

## パッケージ

N8パッケージ  
8ピンPDIP(細型0.300インチ)  
(Reference LTC DWG # 05-08-1510)

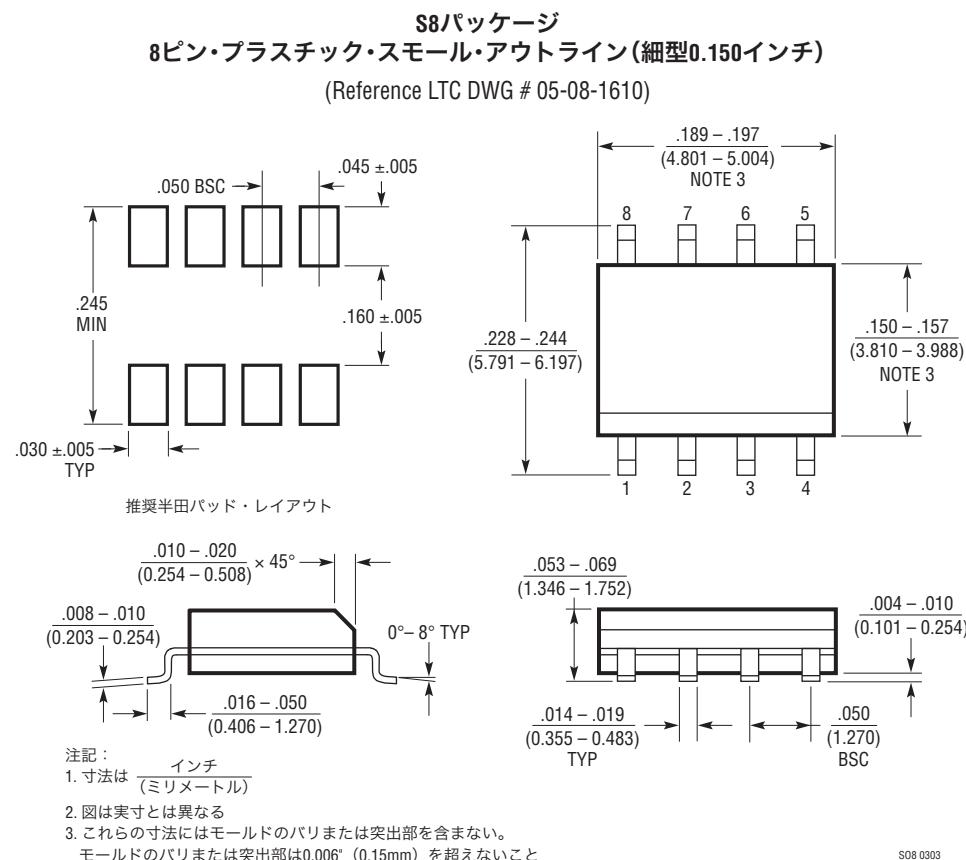


注記:

1. 寸法は インチ  
ミリメートル

\* これらの寸法にはモールドのバリまたは突出部を含まない。  
モールドのバリまたは突出部は0.010" (0.254mm) を超えないこと

## パッケージ



LTC1096/LTC1096L  
LTC1098/LTC1098L

## 標準的應用例

3VシステムのためのA/D変換

LTC1096/LTC1098は3Vシステムに最適です。図17は3V～6Vのバッテリ電流モニタを示しており、モニタするバッテリからわずか70µAしか流れません。バッテリ電流は0.02Ω抵抗を使って検出し、LT1178によって増幅します。LTC1096がアンプの出力をデジタル化し、それをシリアル・フォーマットでマイクロプロセッサに送ります。

LT1004がADCのためにフルスケール・リファレンスを与えます。LTC1178の他の半分は低バッテリ検出に使われています。回路の70 $\mu$ Aの消費電流はオペアンプとリファレンスによって支配されます。回路はバッテリの近くに配置することができ、データはシリアルにマイクロプロセッサに送ることができます。

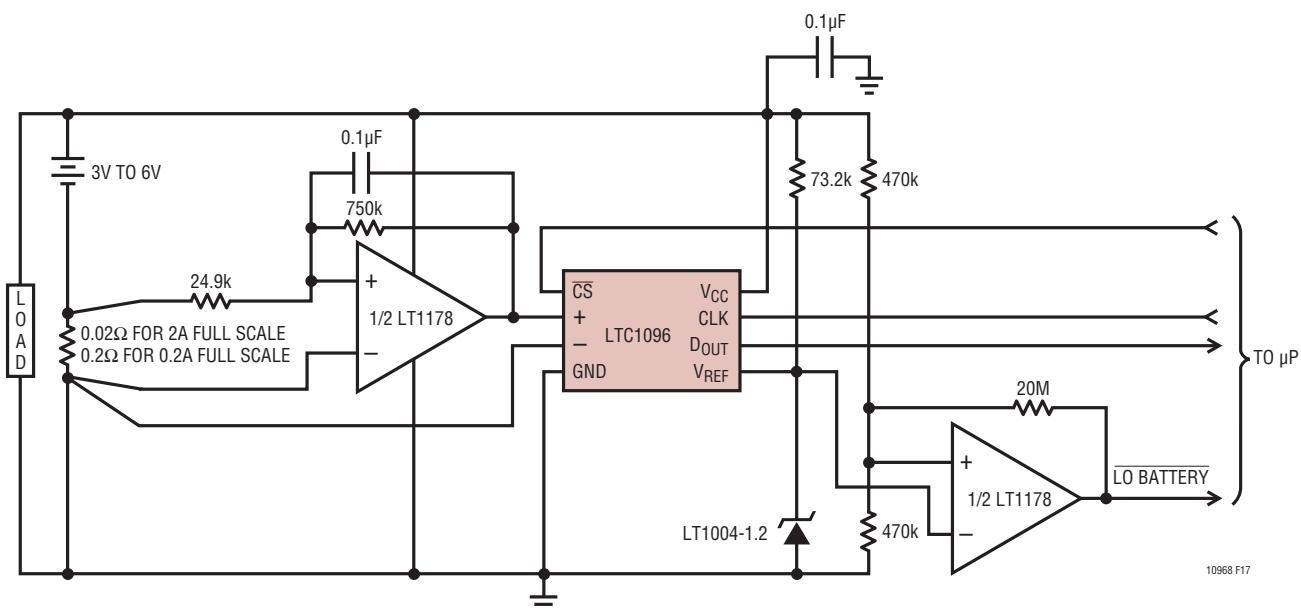


図17. この0A～2Aのバッテリ電流モニタには3Vバッテリからわずか70μAしか流れない

関連製品

| 製品番号              | 説明                               | 注釈                                         |
|-------------------|----------------------------------|--------------------------------------------|
| LTC1196/LTC1198   | 8ピンSO、1Msps、8ビットADC              | 低消費電力、小型サイズ、低成本                            |
| LTC1286/LTC1298   | 8ピンSO、5Vマイクロパワー、12ビットADC         | 1チャネルまたは2チャネル、自動シャットダウン                    |
| LTC1285/LTC1298   | 8ピンSO、3マイクロパワー、12ビットADC          | 1チャネルまたは2チャネル、自動シャットダウン                    |
| LTC1400           | 5V高速、シリアル12ビットADC                | 400ksps、V <sub>REF</sub> 、CLK、サンプル・ホールドを完備 |
| LTC1594/LTC1598   | 4チャネルおよび8チャネル、5Vマイクロパワー、12ビットADC | 低消費電力、小型サイズ、低成本                            |
| LTC1594L/LTC1598L | 4チャネルおよび8チャネル、3Vマイクロパワー、12ビットADC | 低消費電力、小型サイズ、低成本                            |