

低噪声、低电压、32 抽头的数控电位器 X93154

一 概述

1. 1 描述

Xicor X93154 为数控电位器 (XDCP)。该器件包含一个电阻阵列、滑动开关、一个控制段和非易失性存储器。滑动端位置由三线接口端控制。

电位器由一个包含 31 个电阻单元的电阻阵列和一个滑动端开关网络组成。滑动端的位置由 \overline{CS} 、 $\overline{U/D}$ 和 \overline{INC} 输入端控制。滑动端的位置可存储在非易失性存储器中，在一次掉电再上电的操作中可重新被调用。

1. 2 特点

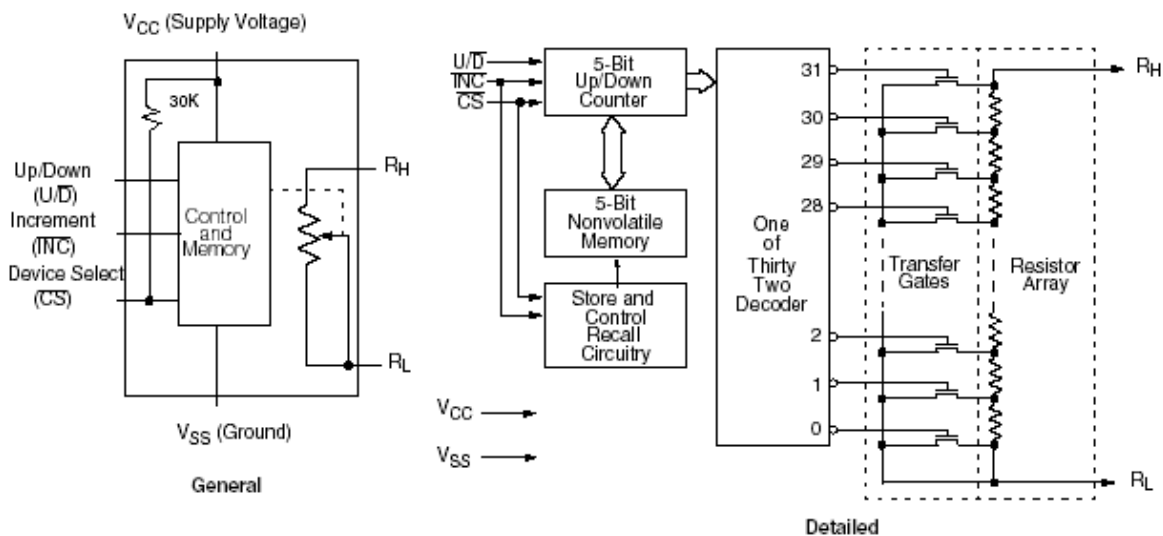
- 固态电位器
 - 三线串行接口
 - 32 滑动抽头点
 - 滑动端的位置存储在非易失性存储器中，在上电操作中可重新调用
 - 31 个电阻单元
 - 温度补偿
 - 点对点电阻范围 $\pm 30\%$
 - 终端电压，0 到 V_{CC}
 - 低电压 CMOS
- $-V_{CC}=3V \pm 10\%$
 - -有效电流，最大 $250 \mu A$
 - -待机电流，最大 $1 \mu A$
 - 高可靠性
 - 每位可允许 20000 次数据擦写
 - 寄存器数据保存期为 10 年
 - 总电阻值 (R_{TOTAL}) = $50K \Omega$
 - 封装
 - 8 引脚 MSOP, FCP

1. 3 应用范围

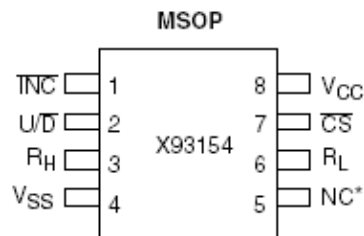
器件连接为双终端可变电阻，应用范围广泛，包括：

- 偏压和增益控制
- 液晶显示器比较调节

1. 4 方框图



1.5 引脚排列及说明



*NC 端可不连接，或连接到 V_{SS} 和 V_{CC} 之间的任何电压上。

(1) 引脚名

| 标志 | 描述 |
|------------------|---------|
| R_H | 高端 |
| R_L | 低端 |
| V_{SS} | 地 |
| V_{CC} | 电源电压 |
| U/\overline{D} | 升降控制脚 |
| \overline{INC} | “增加”控制脚 |
| \overline{CS} | 片选控制输入脚 |

(2) 引脚简单说明如下表

| MSOP | 标志 | 简单描述 |
|------|------------------|--|
| 1 | \overline{INC} | “增加”输入脚 (\overline{INC})。增加输入脚是负边沿触发。触发 \overline{INC} 将使滑动端向计数器增加或减少的方向移动，移动的方向由 U/\overline{D} 端输入的逻辑电平决定。 |
| 2 | U/\overline{D} | 升降输入脚。 U/\overline{D} 输入控制滑动端移动的方向（无论控制计数器是增加或是减少） |
| 3 | R_H | R_H 脚。X93154 的 R_H 脚和 R_L 脚等效于机械电位器的固定端。其最小电压是 V_{SS} 而最大的电压是 V_{CC} 。但必须请注意 R_H 和 R_L 这个术语只是规定了由 U/\overline{D} 输入端选择的关于滑动端方向的相对位置。 |
| 4 | V_{SS} | 地 |
| 5 | NC | 无连接（或可与 V_{SS} 和 V_{CC} 间的任一电压连接） |
| 6 | R_L | R_L 脚。X93154 的 R_H 脚和 R_L 脚等效于一个机械电位器的固定端。其最小电压是 V_{SS} 而最大的电压是 V_{CC} 。但必须请注意 R_H 和 R_L 这个术语只是规定了由 U/\overline{D} 输入端选择的关于滑动端方向的相对位置。 |
| 7 | \overline{CS} | 片选输入端。当 \overline{CS} 端输入为低时器件被选中。当 \overline{CS} 变为高，且 \overline{INC} 输入端也为高时，当前计数器的值被储存在非易失性存储器中。当储存操作完成后，X93154 将处于低功耗的等待方式，直到器件再次被选中。 |
| 8 | V_{CC} | 电源电压 |

1.6 X93154 订购代码

| 器件号 | R_{TOTAL} | 封装 | 温度范围 |
|--------------|-------------|------------|-------------|
| X93154UX8L-3 | 50Kohm | 8 凸点倒装晶片封装 | -40°C至+85°C |

| | | | |
|---------------|--------|--------------|--------------|
| X93154UM8L-3F | 50Kohm | 8 引脚 MSOP 封装 | -40°C 至+85°C |
|---------------|--------|--------------|--------------|

二 特性

2. 1 极限参数*

| | |
|---|---------------|
| 工作温度 | -65°C 至+135°C |
| 贮存温度 | -65°C 至+150°C |
| \overline{CS} 、 \overline{INC} 、 U/\overline{D} 、 R_H 、 R_L 和 V_{CC} 的电压（相对于 V_{SS} ） | -1V 至+6.5V |
| 引线温度（焊接，10 秒） | 300°C |
| 最大电阻电流 | 2mA |

2. 2 推荐工作条件

| | | |
|-----|-------|-------|
| 温度 | 最小 | 最大 |
| 工业用 | -40°C | +85°C |

| | |
|--------|--------|
| 电源电压 | 极限 |
| X93154 | 3V±10% |

*强度超出所列的极限参数可能导致器件的永久性损坏。这些仅仅是极限参数，并不意味着在极限条件下或在任何其它超出推荐工作条件所示参数的情况下器件能有效工作。延长在极限参数条件下的工作时间会影响器件的可靠性。

2. 3 电位器特性

电位器特性如下表所列（在推荐的工作条件下工作，除非另有规定）

| Symbol | Parameter | Limits | | | | Test Conditions/Notes |
|---------------|-------------------------------------|--------|----------|----------|--------------------|---|
| | | Min. | Typ. | Max. | Unit | |
| R_{TOT} | End to end resistance | 35 | 50 | 65 | K Ω | |
| V_R | R_H , R_L terminal voltages | 0 | | V_{CC} | V | |
| | Power rating | | | 1 | mW ⁽⁷⁾ | $R_{TOTAL} = 50 K\Omega$ |
| | Noise | | -120 | | dBV ⁽⁷⁾ | Ref: 1kHz |
| R_W | Wiper Resistance | | | 1000 | Ω | (5) (6) |
| I_W | Wiper Current | | | 0.6 | mA | (5) (6) |
| | Resolution | | 3 | | % | |
| | Absolute linearity ⁽¹⁾ | | | ±1 | MI ⁽²⁾ | $V_{H(n)}(actual) - V_{H(n)}(expected)$ |
| | Relative linearity ⁽²⁾ | | | ±0.5 | MI ⁽²⁾ | $V_{H(n+1)} - [V_{H(n)} + MI]$ |
| | R_{TOTAL} temperature coefficient | | ±100 | | ppm/ $^{\circ}C$ | ⁽⁷⁾ |
| $C_H/C_L/C_W$ | Potentiometer capacitances | | 10/10/25 | | pF ⁽⁷⁾ | See circuit #3 |

注：1、绝对线性用于确定实际滑动端的电压与期望电压之差 = $(V_{H(n)}(实际) - V_{H(n)}(期望)) = \pm 1 MI$ 最大值。仅在 $n = 1 \dots 29$ 时。

2、相对线性用于测量抽头间的步距误差 = $V_{H(n+1)} - [V_{H(n)} + MI] = \pm 0.5 MI$ ，仅在 $n = 1 \dots 29$ 时

3、1 MI = 最小增量 = $R_{TOT}/31$ 。

4、典型值是在 $T_A = 25^{\circ}C$ 和额定电源电压下的值。

5、该参数为周期取样，未经100%测试。

6、典型值是在 $T_A = 25^{\circ}C$ 和额定电源电压下的值。

7、该参数未经100%测试。

8、当进行多个写操作时， V_{CC} 不允许降低到低于初始值150mV以下。

2. 4 直流工作特性

直流工作特性见下表（在推荐的工作条件下工作，除非另有规定）

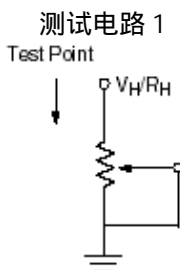
| Symbol | Parameter | Limits | | | Unit | Test Conditions |
|-------------------|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------|---|
| | | Min. | Typ. ⁽⁴⁾ | Max. | | |
| I_{CC1} | V_{CC} active current (Increment) | | 50 | 250 | μA | $\overline{CS} = V_{IL}$, $U/\overline{D} = V_{IL}$ or V_{IH} and $TNC = 0.4V$ @ max. t_{CYC} |
| I_{CC2} | V_{CC} active current (Store) (EEPROM Store) | | | 600 | μA | $\overline{CS} = V_{IH}$, $U/\overline{D} = V_{IL}$ or V_{IH} and $TNC = V_{IH}$ @ max. t_{WR} |
| I_{SB} | Standby supply current | | | 1 | μA | $\overline{CS} = V_{CC} - 0.3V$, U/\overline{D} and $TNC = V_{SS}$ or $V_{CC} - 0.3V$ |
| I_{LI} | \overline{CS} | | | ± 1 | μA | $V_{IN} = V_{CC}$ |
| I_{LI} | \overline{CS} | 60 | 100 | 150 | μA | $V_{CC} = 3V$, $\overline{CS} = 0$ |
| I_{LI} | TNC , U/\overline{D} input leakage current | | | ± 1 | μA | $V_{IN} = V_{SS}$ to V_{CC} |
| V_{IH} | \overline{CS} , TNC , U/\overline{D} input HIGH voltage | $V_{CC} \times 0.7$ | | $V_{CC} + 0.5$ | V | |
| V_{IL} | \overline{CS} , TNC , U/\overline{D} input LOW voltage | -0.5 | | $V_{CC} \times 0.1$ | V | |
| $C_{IN}^{(6)(7)}$ | \overline{CS} , TNC , U/\overline{D} input capacitance | | | 10 | pF | $V_{CC} = 3V$, $V_{IN} = V_{SS}$, $T_A = 25^\circ C$, $f = 1MHz$ |

2. 5 可擦写次数和数据保存期

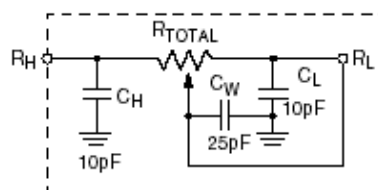
| 参数 | 最小 | 单位 |
|--------|-------|--------|
| 最小擦写次数 | 20000 | 每位数据变化 |
| 数据保存期 | 10 | 年 |

2. 6 测试的交流条件

| | |
|-----------|---------|
| 输入脉冲电平 | 0V 至 3V |
| 输入上升和下降时间 | 10ns |
| 输入参考电平 | 1.5V |



电路 2 SPICE 宏观模型

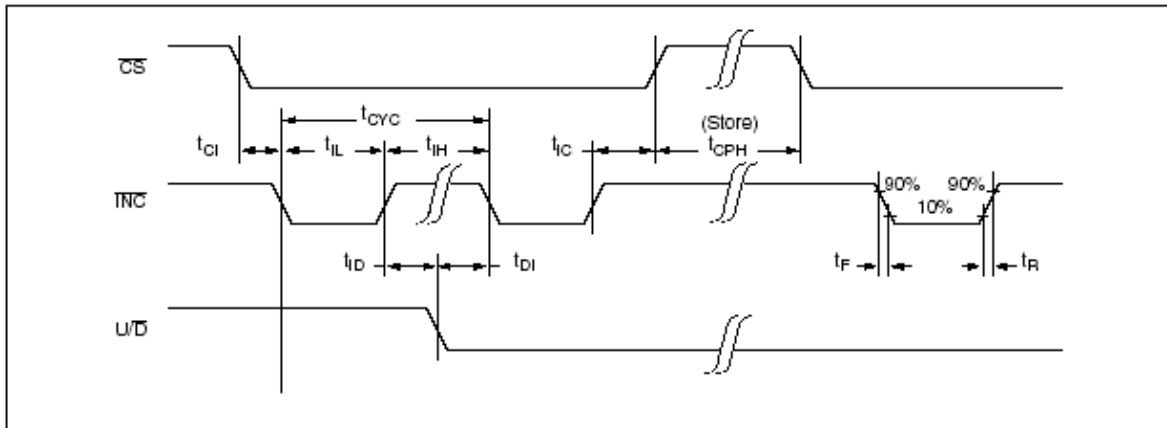


2.7 交流工作特性

交流工作特性见下表（在推荐的工作条件下工作，除非另有规定）

| Symbol | Parameter | Limits | | | Unit |
|--------------------|--|--------|---------------------|--------|---------|
| | | Min. | Typ. ⁽⁶⁾ | Max. | |
| t_{CI} | \overline{CS} to TNC setup | 100 | | | ns |
| t_{ID} | TNC HIGH to U/\overline{D} change | 100 | | | ns |
| t_{DI} | U/\overline{D} to TNC setup | 100 | | | ns |
| t_{LL} | TNC LOW period | 1 | | | μ s |
| t_{LH} | TNC HIGH period | 1 | | | μ s |
| t_{IC} | TNC Inactive to \overline{CS} inactive | 1 | | | μ s |
| t_{CPH} | \overline{CS} Deselect time (NO STORE) | 250 | | | ns |
| t_{CPH} | \overline{CS} Deselect time (STORE) | 10 | | | ms |
| t_{CYC} | TNC cycle time | 2 | | | μ s |
| $t_R, t_F^{(7)}$ | TNC input rise and fall time | | | 500 | μ s |
| $t_R V_{CC}^{(7)}$ | V_{CC} power-up rate | 1.0 | | 10,000 | V/ms |
| t_{WR} | Store cycle | | 5 | 10 | ms |

交流时序（如下图）



2.8 上电和掉电要求

若 V_{CC} 总是大于或等于 V_H 和 V_L （即 $V_{CC} \geq V_H$ 和 V_L ），则对 V_{CC} 和加在电位器引脚上的电压的上电和掉电条件没有限制。 V_{CC} 斜率规格总是有效。

三 工作原理

3.1 X93154 有三个部分：

输入控制、计数器和译码部分；非易失性存储器以及电阻阵列。输入控制部分的工作就像一个升/降计数器。这个计数器的输出被译码而接通一个单接点的电子开关，以便把电阻阵列上的一个点连接到滑

动输出端。在适当的条件下，计数器的内容可以存储在非易失性存储器中并保持以便今后使用。电阻阵列包含 31 个单独的电阻，串联地连接。在二个端点以及每个电阻之间都有一个电子开关，可将该点的电位传输至滑动端。

当滑动端位于任一固定端点时，就像等效的机械滑动端一样，不会移动到超出终端位置。即：当计数器达到一个极端时，不会循环。

若滑动端移动了几个位置，多个抽头即会在 t_{IW} 时间（ \overline{INC} 到 V_w 变化）内连接到滑动端，而且器件的第二个端点电阻值可被一个有效值暂时改变。

当器件被断电，最后存储的计数器状态将被维持在非易失性存储器中。电源恢复时，存储器中的内容被调用，因而计数器被设置到上一次储存的值。

3. 2 指令和程序

\overline{INC} 、 U/\overline{D} 和 \overline{CS} 三个输入端控制滑动端沿着电阻阵列移动。只有 \overline{CS} 置低，器件被选中，才能使 U/\overline{D} 和 \overline{INC} 输入端接受信号。在 \overline{INC} 输入端由高至低的变化将增加或减少（这取决于 U/\overline{D} 输入端的状态）一个 5 位计数器的值。这个计数器的输出被译码，进行三十二选一的操作，使滑动端的位置沿电阻阵列移动。







只要当 \overline{CS} 转变为高而这时 \overline{INC} 输入端也是高时，计数器的值即被储存在非易失性存储器中。为避免上电时的意外存入，在初次上电期间 \overline{CS} 脚与 V_{CC} 必须为高。在进行多次写操作时， V_{CC} 不得降至低于其初始值 150mA 以上。在开路时， \overline{CS} 引脚被一个内部 30K 电阻拉升到 V_{CC} 。

系统可能选中 X93154，移动滑动端，而后再中断选择该器件而没有将最终的滑动端位置储存在非易失性存储器中。在滑动端依上述过程移动后，且一旦新的位置一达到，系统将保持 \overline{INC} 为低而 \overline{CS} 为高。新的滑动端位置将被维持直到被系统改变或直到一次电源断开再接上，重新调用以前存储的数据。为调用在上电时存储的滑动端位置， \overline{CS} 引脚必须保持为高。

这将允许系统在每次上电时预置一个值储存在非易失性存储器中；因而当系统工作时只要进行很小的调整。这种调整可以是基于用户的选择、由于温度漂移引起的系统参数变化或其它系统修整要求等。

当 \overline{CS} 保持为低时， U/\overline{D} 的状态可以被改变。这就允许主系统使能器件然后移动滑动端上升或下降达到适合的微调为止。

3. 3 模式选择

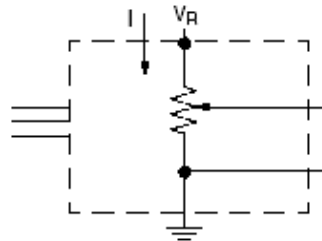
| \overline{CS} | \overline{INC} | U/\overline{D} | Mode |
|---|---|------------------|------------------------------|
| L |  | H | Wiper Up |
| L |  | L | Wiper Down |
|  | H | X | Store Wiper Position |
| H | X | X | Standby Current |
|  | L | X | No Store, Return to Standby |
|  | L | H | Wiper Up (not recommended) |
|  | L | L | Wiper Down (not recommended) |

3. 4 符号表

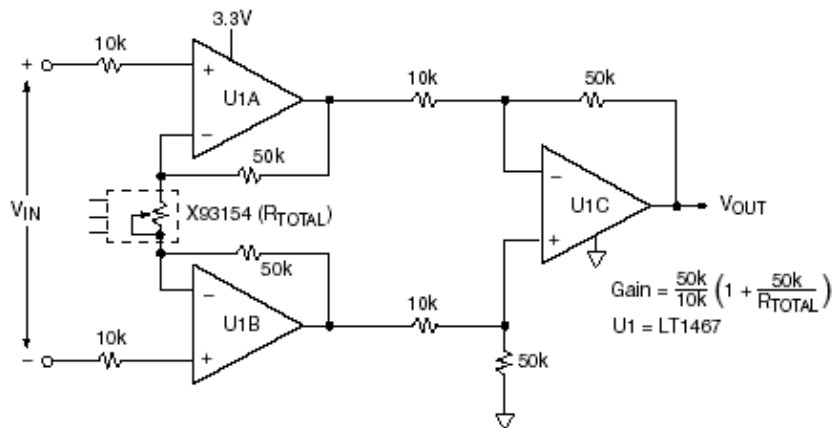
| WAVEFORM | INPUTS | OUTPUTS |
|----------|-----------------------------|-------------------------------|
| | Must be steady | Will be steady |
| | May change from Low to High | Will change from Low to High |
| | May change from High to Low | Will change from High to Low |
| | Don't Care: Changes Allowed | Changing: State Not Known |
| | N/A | Center Line is High Impedance |

四 应用信息

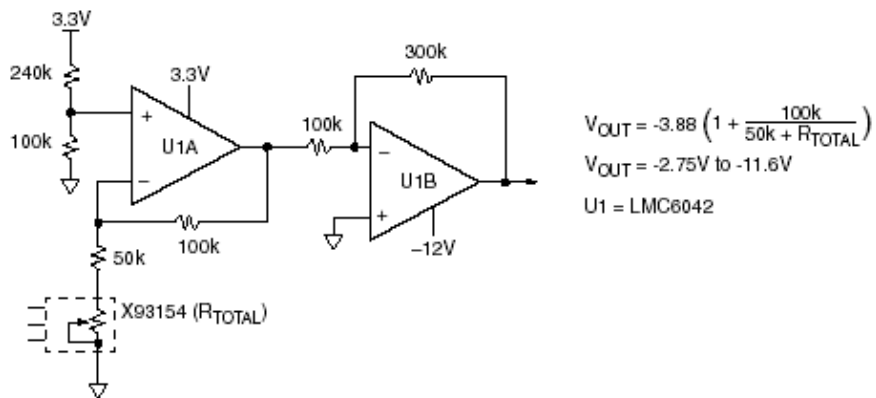
电子数控电位器 (XDCP) 具备三个有力应用优势：(1) 固态电位器的可变性和可靠性；(2) 基于计算机数控的灵活性；(3) 用于存储多个电位器设置或数据的非易失性存储器的保持性能良好。
 两端易变电阻：



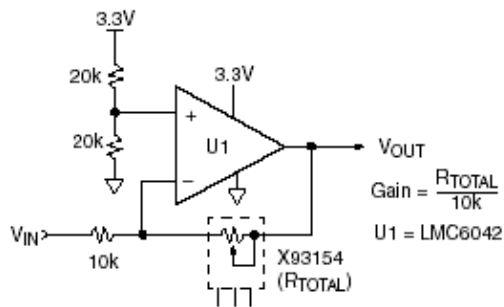
(1) 低电压、高阻抗测量放大器



(2) 低功耗液晶显示比较控制

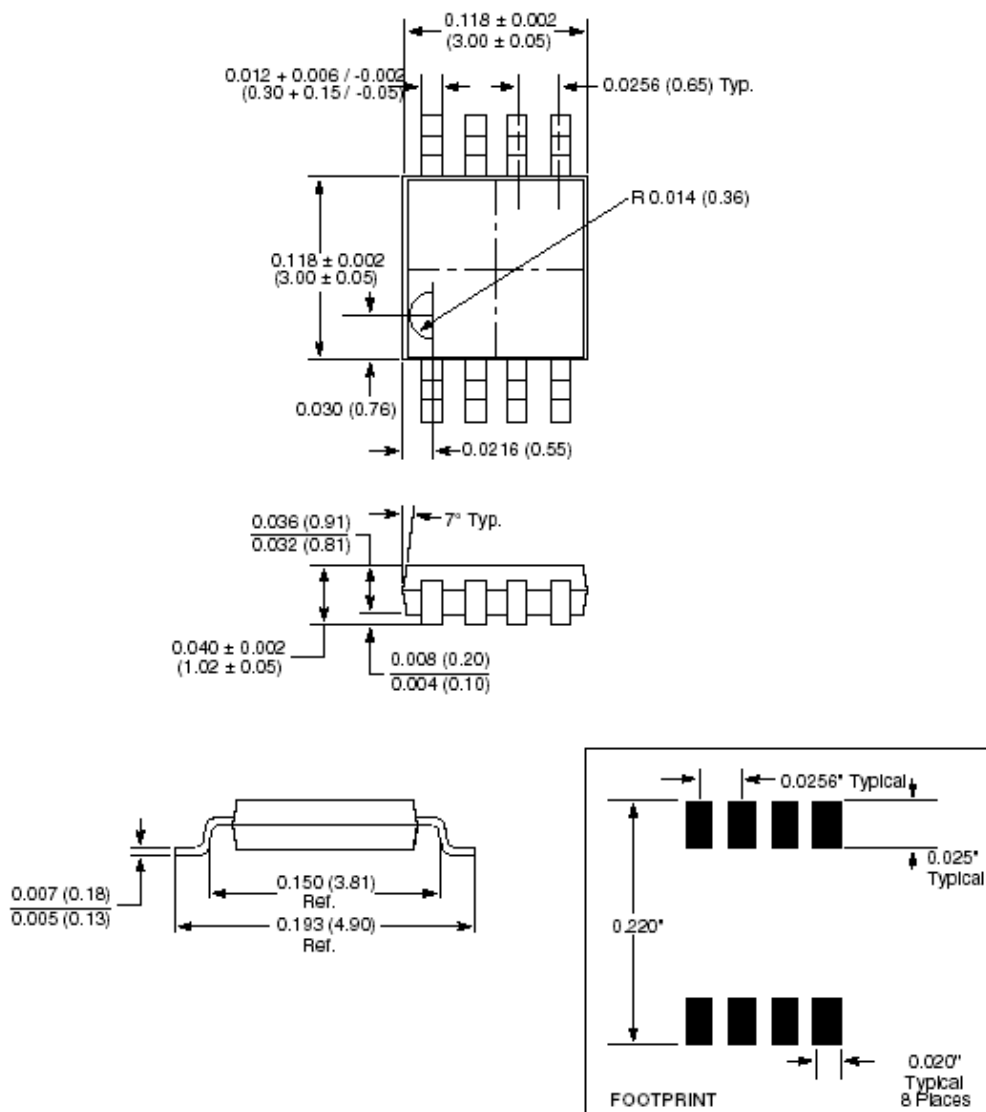


(3) 单电压可变增益放大器



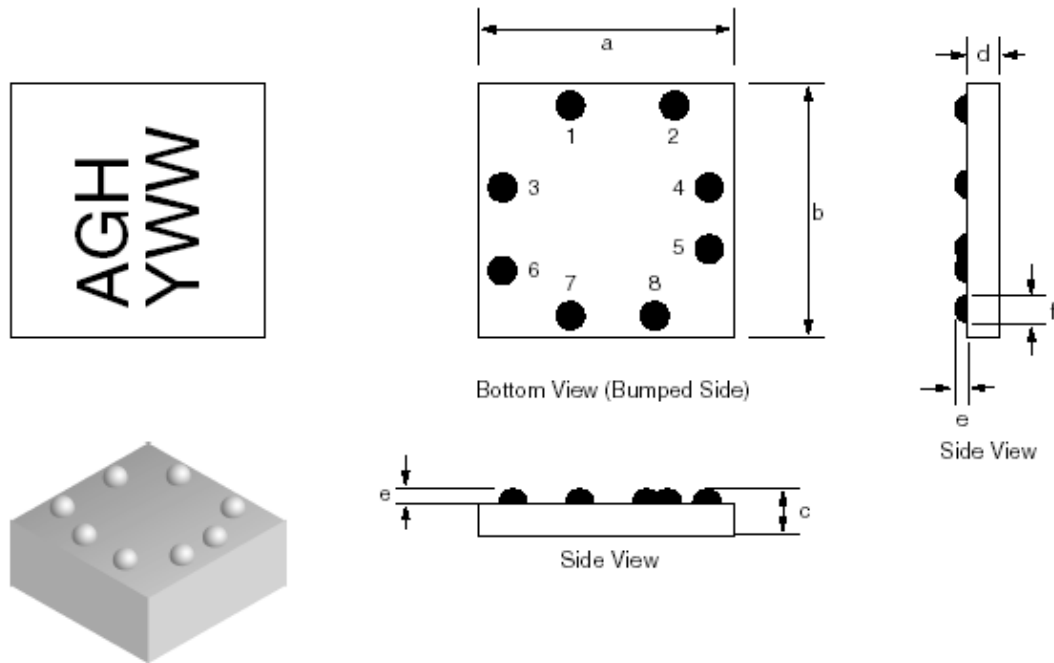
五 封装信息

(1) 8 引脚缩小型鸥翼外形 M 型封装



NOTE:
 1. ALL DIMENSIONS IN INCHES AND (MILLIMETERS)

(2) 8 凸点 FCP 封装



| | Symbol | Min | Nominal | Max |
|----------------|--------|-------------|---------|-------|
| | | Millimeters | | |
| Package Width | A | 0.960 | 0.990 | 1.020 |
| Package Length | B | 0.940 | 0.970 | 1.000 |
| Package Height | C | 0.700 | 0.730 | 0.760 |
| Body Thickness | D | 0.620 | 0.630 | 0.640 |
| Ball Height | E | 0.085 | 0.100 | 0.115 |
| Ball Diameter | F | 0.100 | 0.115 | 0.130 |

| | Bump Name | X coordinate, μm | Y coordinate, μm |
|---|-----------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 | INCb | -153.70 | 377.00 |
| 2 | Vcc | 257.50 | 375.60 |
| 3 | UDb | -382.00 | 123.20 |
| 4 | CSb | 382.00 | 114.50 |
| 5 | RL | 382.00 | -136.30 |
| 6 | RH | -382.00 | -275.10 |
| 7 | Vss | -115.30 | -377.00 |
| 8 | NC | 190.10 | -377.00 |