

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

概述

DS3501是一款7位、非易失性(NV)数字电位器，具有高达15.5V的输出电压范围。该器件可通过I²C兼容接口对其进行编程设置，接口工作速度高达400kHz。电位器的最低和最高输出电压由施加在RL和RH输入端的外部电压限定。

DS3501包含一个片上温度传感器和对应的模数转换器(ADC)，ADC输出对36字节的NV查找表(LUT)进行寻址。该LUT的输出能够直接驱动电位器，或与NV初始值寄存器(IVR)的数值相加后驱动电位器。这种基于LUT的灵活架构使得DS3501能够对电位器提供任意斜率的温度补偿。

应用

TFT-LCD V_{COM}校准
线性与非线性补偿
仪器和工业控制
替代机械电位器
光纤收发器

特性

- ◆ 128抽头
- ◆ 端到端电阻：10kΩ
- ◆ 内置温度传感器和ADC
- ◆ 36字节查找表(LUT)
- ◆ I²C兼容串行接口
- ◆ 地址引脚允许多达4片DS3501共享一条I²C总线
- ◆ 数字电路工作电压：2.7V至5.5V
- ◆ 模拟电路工作电压：4.5V至15.5V
- ◆ 工作温度：-40°C至+100°C
- ◆ 引脚和软件与ISL95311兼容(默认模式)
- ◆ 10引脚μSOP封装

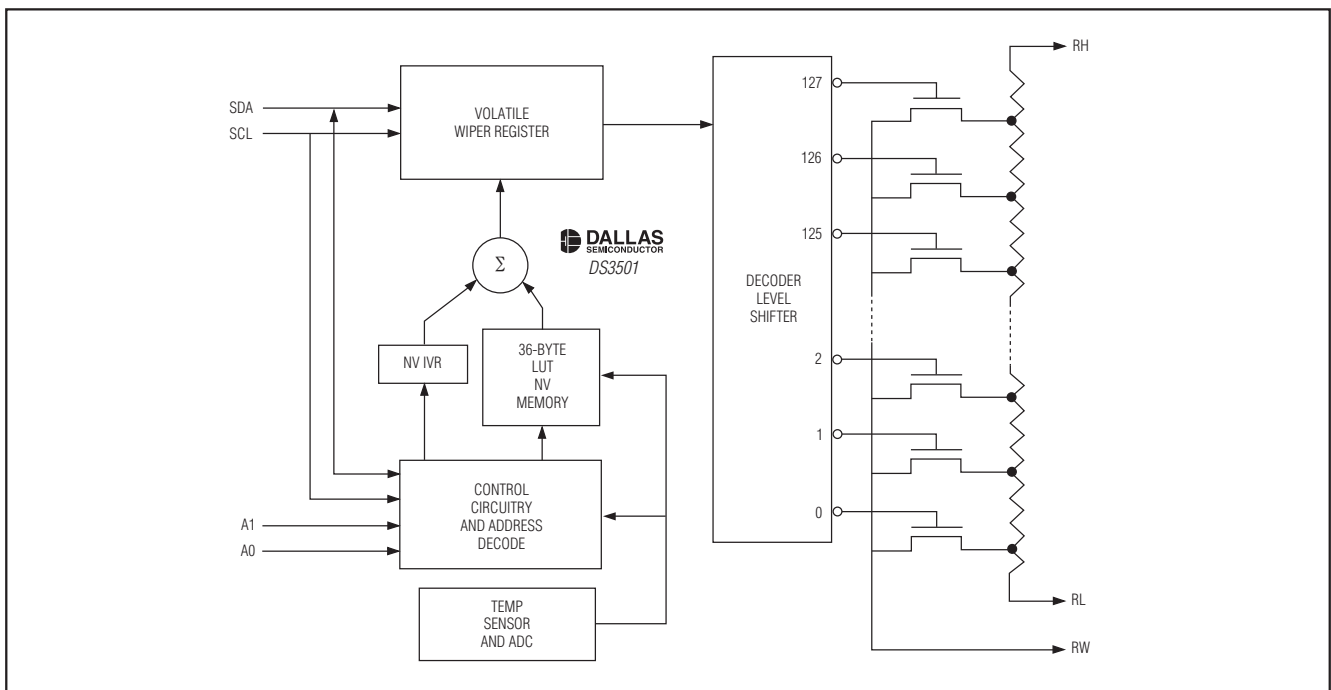
订购信息

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
DS3501U+	-40°C to +100°C	10 μSOP
DS3501U+T&R	-40°C to +100°C	10 μSOP

+表示无铅封装。
T&R表示卷带包装。

引脚配置和典型工作电路在数据资料的最后给出。

功能框图



高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on V_{CC} Relative to GND-0.5V to +6.0V
 Voltage Range on V+ Relative to GND-0.5V to +17V
 Voltage Range on SDA, SCL, A0, A1
 Relative to GND.....-0.5V to (V_{CC} + 0.5V), not to exceed 6.0V
 Voltage Range on RH, RL, RW.....-0.5V to V+
 Voltage Range Across RH and RL Pins-0.5V to V+

Operating Temperature Range-40°C to +100°C
 Programming Temperature Range0°C to +70°C
 Storage Temperature Range-55°C to +125°C
 Soldering TemperatureSee IPC/JEDEC
 J-STD-020 Specification
 Maximum RW Current1mA

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

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

(T_A = -40°C to +100°C)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}	(Note 1)	+2.7		+5.5	V
V+ Voltage	V+	V+ > V _{CC}	+4.5		+15.5	V
Input Logic 1 (SCL, SDA, A0, A1)	V _{IH}		0.7 x V _{CC}		V _{CC} + 0.3	V
Input Logic 0 (SCL, SDA, A0, A1)	V _{IL}		-0.3		0.3 x V _{CC}	V
Resistor Inputs (RL, RW, RH)	V _{RES}		-0.3		V+ + 0.3	V
Wiper Current	I _{WIPER}				1	mA

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC} Supply Current	I _{CC}	(Note 2)		2		mA
	I _{CC2}	(Note 3)		250	350	μA
Standby Supply Current	I _{STBY}	(Note 4)		40	60	μA
V+ Bias Current	I _{V+}				+1	μA
Input Leakage (SDA, SCL, A0, A1)	I _L		-1		+1	μA
Low-Level Output Voltage (SDA)	V _{OL}	3mA sink current	0.0		0.4	V
I/O Capacitance	C _{I/O}			5	10	pF
Power-Up Recall Voltage	V _{POR}	(Note 5)	1.6		2.6	V
Power-Up Memory Recall Delay	t _D	(Note 6)			5	ms
Wiper Resistance	R _W	V+ = 15.0V			5000	Ω
End-to-End Resistance (RH to RL)	R _{TOTAL}			10		kΩ
R _{TOTAL} Tolerance		T _A = +25°C	-20		+20	%
R _{TOTAL} Temp Co.		(Note 7)		±200		ppm
CH, CL, CW Capacitance	C _{POT}			10		pF

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

TEMPERATURE SENSOR CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error					±5	°C
Update Rate (Temperature and Supply Conversion Time)	t _{FRAME}			16		ms

ANALOG VOLTAGE MONITORING CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Resolution	LSB	Full-scale voltage of 6.5536V		25.6		mV
Input/Supply Accuracy	ACC	At factory setting		0.25	1	% FS (Full Scale)
Input Supply Offset	V _{OS}	(Note 7)		0	5	LSB
Update Rate (Temperature and Supply Conversion Time)	t _{FRAME}			16		ms

VOLTAGE-DIVIDER CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, unless otherwise noted.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Integral Nonlinearity	INL	(Note 8)	-1		+1	LSB
Differential Nonlinearity	DNL	(Note 9)	-0.5		+0.5	LSB
Zero-Scale Error	Z _{ERROR}	V ₊ = 4.5V (Note 10)	0	0.5	2	LSB
Full-Scale Error	F _{ERROR}	V ₊ = 4.5V (Note 11)	-2	-0.003	0	LSB
Ratiometric Temp Coefficient	TCV	WR set to 40h		±4		ppm/°C

I²C AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, timing referenced to V_{IL(MAX)} and V_{IH(MIN)}. See Figure 3.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SCL Clock Frequency	f _{SCL}	(Note 12)	0		400	kHz
Bus Free Time Between STOP and START Conditions	t _{BUF}		1.3			μs
Hold Time (Repeated) START Condition	t _{HD:STA}		0.6			μs
Low Period of SCL	t _{LOW}		1.3			μs
High Period of SCL	t _{HIGH}		0.6			μs

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

I²C AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V, T_A = -40°C to +100°C, timing referenced to V_{IL(MAX)} and V_{IH(MIN)}. See Figure 3.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Data Hold Time	t _{HD:DAT}		0		0.9	μs
Data Setup Time	t _{SU:DAT}		100			ns
START Setup Time	t _{SU:STA}		0.6			μs
SDA and SCL Rise Time	t _R	(Note 13)	20 + 0.1C _B		300	ns
SDA and SCL Fall Time	t _F	(Note 13)	20 + 0.1C _B		300	ns
STOP Setup Time	t _{SU:STO}		0.6			μs
SDA and SCL Capacitive Loading	C _B	(Note 13)			400	pF
EEPROM Write Time	t _W	(Note 14)		10	20	ms
Pulse-Width Suppression Time at SDA and SCL Inputs	t _{IN}	(Note 15)		50		ns
A0, A1 Setup Time	t _{SU:A}	Before START	0.6			μs
A0, A1 Hold Time	t _{HD:A}	After STOP	0.6			μs
SDA and SCL Input Buffer Hysteresis				0.05 x V _{CC}		V

NONVOLATILE MEMORY CHARACTERISTICS

(V_{CC} = +2.7V to +5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
EEPROM Write Cycles		T _A = +70°C	50,000			Writes
		T _A = +25°C	200,000			

Note 1: All voltages are referenced to ground. Currents entering the IC are specified positive and currents exiting the IC are negative.

Note 2: I_{CC} is specified with the following conditions: SCL = 400kHz; SDA pulled up; and RL, RW, RH floating.

Note 3: I_{CC} is specified with the following conditions: SCL, SDA pulled up; RL, RW, RH floating; and temperature sensor on.

Note 4: I_{STBY} is specified with SDA = SCL = V_{CC} = 5.5V, resistor pins floating, and CR2 bit 0 = logic-high.

Note 5: This is the minimum V_{CC} voltage that causes NV memory to be recalled.

Note 6: This is the time from V_{CC} > V_{POR} until initial memory recall is complete.

Note 7: Guaranteed by design.

Note 8: Integral nonlinearity is the deviation of a measured resistor setting value from the expected values at each particular resistor setting. Expected value is calculated by connecting a straight line from the measured minimum setting to the measured maximum setting. INL = [V(RW)_i - (V(RW)₀) / LSB(ideal) - i, for i = 0...127.

Note 9: Differential nonlinearity is the deviation of the step-size change between two LSB settings from the expected step size. The expected LSB step size is the slope of the straight line from measured minimum position to measured maximum position. DNL = [V(RW)_{i+1} - (V(RW)_i) / LSB(ideal) - 1, for i = 0...126.

Note 10: ZS error = code 0 wiper voltage divided by one LSB(ideal).

Note 11: FS error = (code 127 wiper voltage - V₊) divided by one LSB (ideal).

Note 12: I²C interface timing shown is for fast-mode (400kHz) operation. This device is also backward-compatible with I²C standard mode timing.

Note 13: C_B—total capacitance of one bus line in picofarads.

Note 14: EEPROM write time begins after a STOP condition occurs.

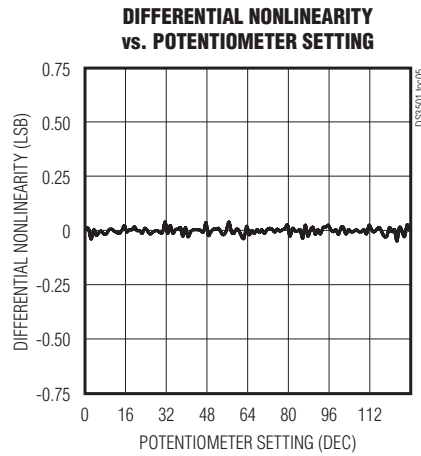
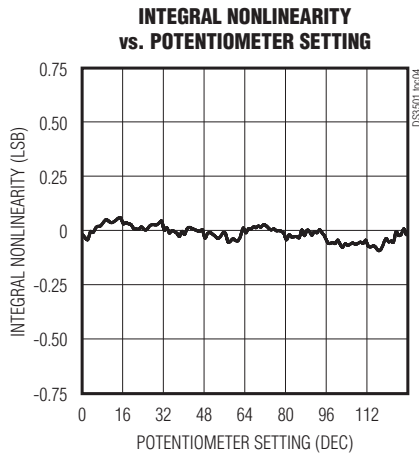
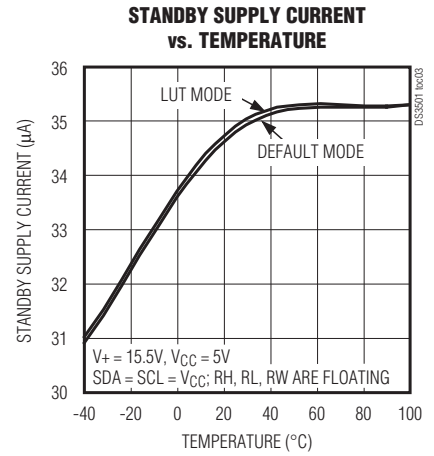
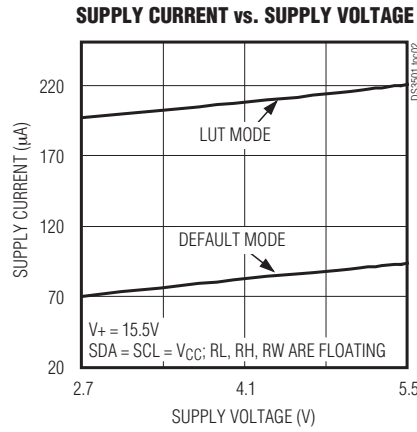
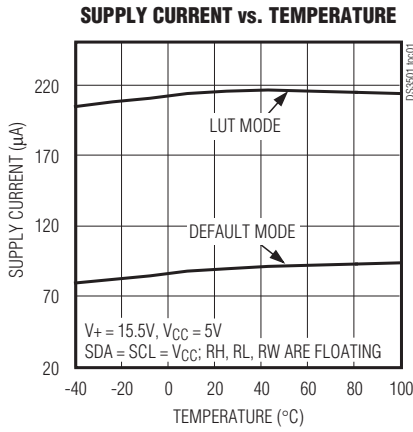
Note 15: Pulses narrower than max are suppressed.

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

典型工作特性

DS3501

(T_A = +25°C, unless otherwise noted.)



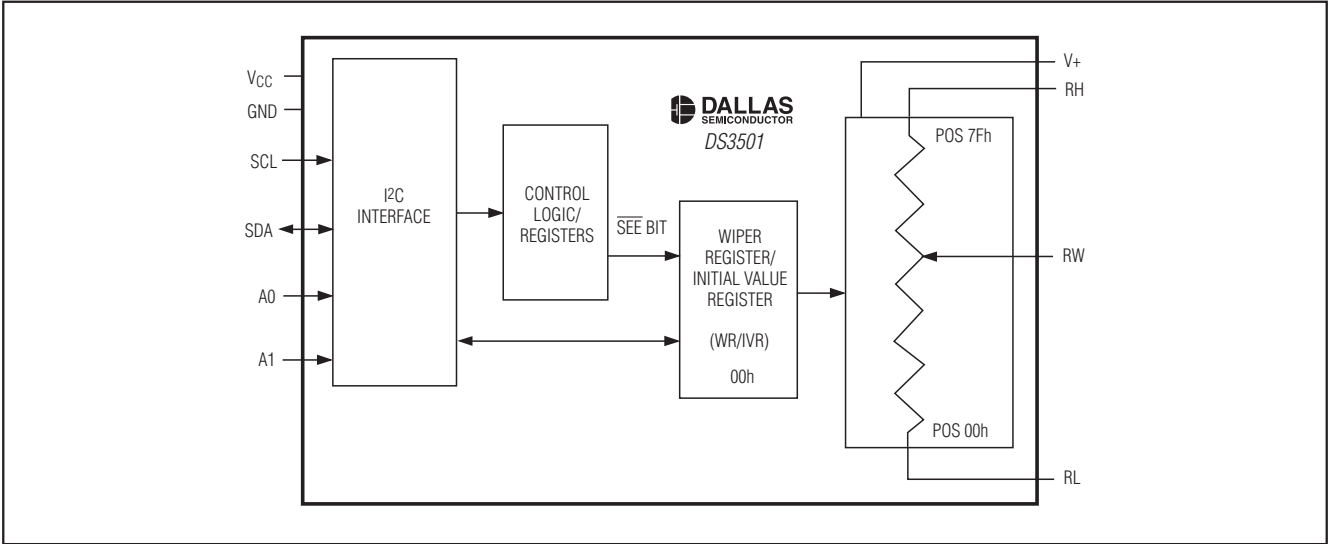
引脚说明

名称	引脚	说明
SDA	1	I ² C串行数据，用作I ² C数据的输入/输出。
GND	2	接地端。
V _{CC}	3	电源端。
A1, A0	4, 5	地址选择输入，确定I ² C从机地址。从机地址为01010A ₁ A ₀ X (详见从机地址字节和地址引脚部分)。
RH	6	电位器高端。
RW	7	电位器抽头。
RL	8	电位器低端。
V+	9	抽头偏置电压。
SCL	10	I ² C串行时钟。I ² C时钟的输入端。

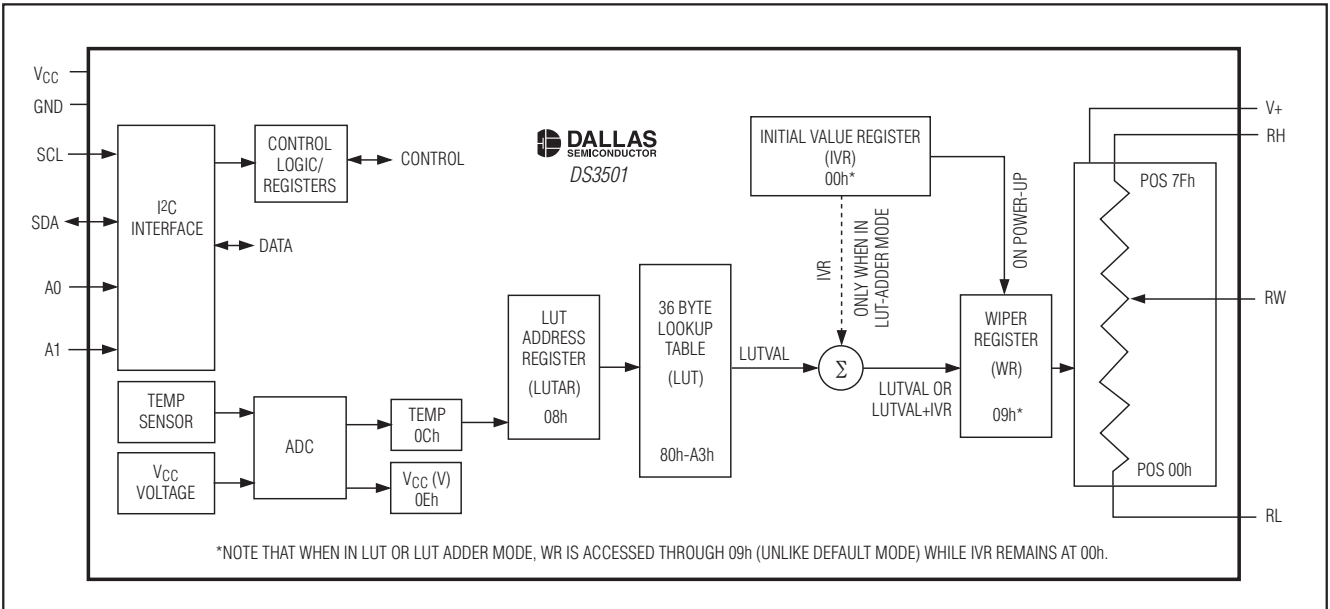
高电压、NV I²C 电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

方框图



缺省模式下的方框图(Update Mode位 = 0)



LUT和LUT加法器模式下的方框图(Update Mode位 = 1)

高压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

详细说明

电源电压监测

DS3501可工作在三种模式：缺省模式、LUT模式或LUT加法器模式。缺省模式下，DS3501引脚及软件兼容于ISL95311。电位器的抽头位置通过I²C接口由抽头寄存器(WR)和NV初始值寄存器(IVR)控制。在LUT模式和LUT加法器模式下，电位器抽头位置是DS3501内部温度传感器所测温度的函数。这两种LUT模式的区别在于电位器抽头位置的计算方法不同。下文将详细说明这三种模式以及DS3501的其它特性。

DS3501内置一个8位电源电压(V_{CC})监测器，电源电压测量结果可通过I²C接口从地址0Eh读取。

要计算电源电压，只需简单地将十六进制结果转换成十进制数，然后乘以 *Analog Voltage Monitoring Characteristics* 表中的LSB即可。

数字电位器输出

模式选择

电位器包含127个连接在RH和RL引脚间的串联电阻，在电阻之间和RH、RL两个端点处，固态开关控制RW连接到电阻网络。抽头位置和RW端的输出电压由WR值解码得到。如果RH、RL和RW在外部连接成分压器形式，则RW端电压可方便地通过下式计算：

DS3501的工作模式由控制寄存器1 (CR1)中的2个控制位确定，为非易失存储。具体来说，模式由Update Mode位(CR1.0)和Adder Mode位(CR1.1)确定，表1说明了这2个控制位对工作模式的选择。出厂时，DS3501设置为CR1.0 = 0，将DS3501配置成缺省模式。

$$V_{RW} = V_{RL} + \frac{WR}{127}(V_{RH} - V_{RL})$$

其中WR是抽头位置(0–127)的十进制格式。

表1. DS3501工作模式

UPDATE MODE BIT (CR1.0)	ADDER MODE BIT (CR1.1)	MODE
0	X	Default Mode (default)
1	0	LUT Mode
1	1	LUT Adder Mode

温度转换和电源电压监测

缺省模式

温度转换

DS3501内置一个8位温度传感器，用于驱动LUT或通过I²C读取地址0Ch获得环境温度。传感器在整个工作温度范围内保持有效工作，采用带符号位的二进制补码表示，分辨率为1°C/位。下面给出了温度传感器的位加权值。

DS3501的缺省模式是三个模式中最简单的工作方式，如缺省模式方框图所示，电位器由抽头寄存器/初始值寄存器(WR/IVR)控制。DS3501上电时，读取保存在NV初始值寄存器(IVR)中的数值，并写入易失抽头寄存器(WR)。此后可通过向WR/IVR寄存器写入所需数值，更改抽头位置。WR/IVR寄存器位于存储器地址00h处，通过EEPROM的映射SRAM进行操作。该寄存器可以看作平行的SRAM字节(WR部分)和EEPROM字节(IVR部分)。寄存器的操作通过映射EEPROM (\overline{SEE})位CR0.7控制。当 \overline{SEE} = 0时(缺省)，通过I²C接口向存储器地址00h写入数据，数据实际同时保存到SRAM (WR)和EEPROM (IVR)。否则，当 \overline{SEE} = 1时，新数值仅写入SRAM (WR)。EEPROM字节(IVR)继续保持 \overline{SEE} = 0时最后写入的数值。读取存储器地址00h可读出保存在WR中的数值。如缺省模式下存储器映射图(表2)所示， \overline{SEE} 位为易失存储器，上电缺省状态为0。

S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰
---	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

计算温度时，需将二进制补码看作无符号二进制数，然后将其转换成十进制数。若结果大于或等于128，则将结果减去256。

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

表2. 缺省模式下的存储器映射

REGISTER	NAME	ADDRESS (HEX)	VOLATILE/NONVOLATILE	FACTORY/POWER-UP DEFAULT
WR/IVR	Wiper Register/Initial Value	00h*	NV (Shadowed)	40h
CR0	Control Register 0	02h	V	00h
CR1	Control Register 1	03h	NV (Shadowed)	00h
CR2	Control Register 2	0Ah	V	00h

*缺省模式下，WR和IVR可通过存储器地址00h访问。更多信息请参考缺省模式部分。

表3. LUT模式和LUT加法器模式下的存储器映射

REGISTER	NAME	ADDRESS (HEX)	VOLATILE/NONVOLATILE	FACTORY/POWER-UP DEFAULT
IVR	Initial Value Register	00h*	NV (Shadowed)	40h
CR0	Control Register 0	02h	V	00h
CR1	Control Register 1	03h	NV (Shadowed)	00h
LUTAR	LUT Address Register	08h	V	N/A
WR	Wiper Register	09h*	V	N/A
CR2	Control Register 2	0Ah	V	00h
TEMP	Temperature Value	0Ch	V (Read-Only)	N/A
VCC	VCC Voltage Value	0Eh	V (Read-Only)	N/A
LUT0	Wiper Value for $T \leq -37^{\circ}\text{C}$	80h	NV	00h
LUT1	Wiper Value for -36°C to -33°C	81h	NV	00h
LUT2	Wiper Value for -32°C to -29°C	82h	NV	00h
—	—	—	—	—
LUT33	Wiper Value for $+92^{\circ}\text{C}$ to $+95^{\circ}\text{C}$	A1h	NV	00h
LUT34	Wiper Value for $+96^{\circ}\text{C}$ to $+99^{\circ}\text{C}$	A2h	NV	00h
LUT35	Wiper Value for $T \geq 100^{\circ}\text{C}$	A3h	NV	00h

*在LUT模式和LUT加法器模式下，WR可通过存储器地址09h访问，而IVR仍然通过存储器地址00h访问。

LUT模式

将Update Mode位(CR1.0)置1、Adder Mode位(CR1.1)置0时选择LUT模式。DS3501在该模式下的说明请参考LUT模式和LUT加法器模式下的方框图。此外，表3给出了LUT模式和LUT加法器模式下的存储器映射。两种LUT模式的主要区别在于IVR中的数值是否与查找表保存的数值相加。框图中虚线/箭头部分不适合LUT模式。

LUT模式下，上电时会调用IVR值并写入WR寄存器，该数值会保持到上电后的第一个温度转换完成时。每隔 t_{FRAME} 测量一次温度，温度值可用于计算指向查找表相应

值的索引，该索引称为LUT地址寄存器(LUTAR)。LUTAR地址所保存的数值被称为LUTVAL。随后，抽头寄存器会自动加载LUTVAL。该过程将自动重复，不断地以闭环方式更新抽头设置。

在该模式下，36字节LUT每隔4摄氏度提供一个抽头设置，有效的抽头设置为00h到7Fh。表3中的存储器映射给出了LUT的存储器地址以及LUT中各字节对应的温度区域。此外，LUT还具有1摄氏度滞回，防止被测温度处于两个温度窗口边界时发生抖动。温度升高时，LUT在偶数温度值发生变化(见图1)。相反，温度降低时LUT在奇数温度值发生变化。

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

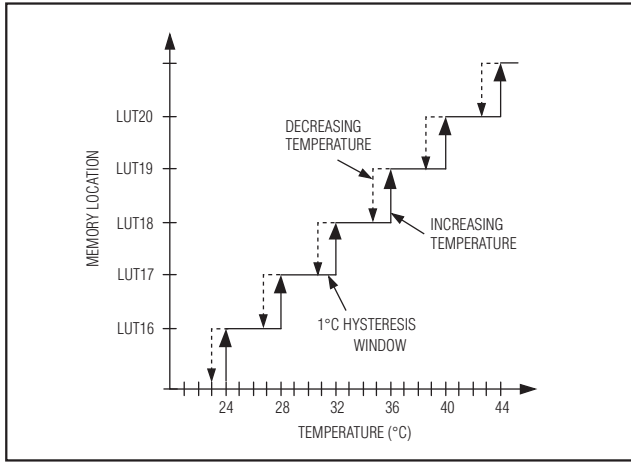


图1. LUT滞回

LUT加法器模式

将 Update Mode位(CR1.0)置1、Adder Mode位(CR1.1)置1时选择LUT加法器模式。该模式的操作与LUT模式只有一处差别(请参考LUT模式和LUT加法器模式下的方框图)。抽头寄存器加载的是LUTVAL与IVR的**和**。此外，该模式下LUT的数值为带符号的二进制补码，可方便地调整IVR数值的正负偏移量。

DS3501控制寄存器

DS3501包含三个用于配置、控制工作模式及功能的控制寄存器(CR0、CR1和CR2)。

Control Register 0 (CR0)

POWER-UP DEFAULT 00h
MEMORY TYPE Volatile

02h	SEE	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved
	bit7							bit0

bit7	SEE : Controls functionality of shadowed NV registers (such as the WR/IVR register). 0 = Data written to shadowed NV memory is stored in both SRAM and EEPROM (default). 1 = Data written to shadowed NV memory is stored only in SRAM.
bit6:0	Reserved

Control Register 1 (CR1)

FACTORY DEFAULT 00h
MEMORY TYPE Shadowed Nonvolatile

03h	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Adder Mode	Update Mode
	bit7							bit0

bit7:2	Reserved
bit1	Adder Mode: This bit is valid only if the Update Mode bit = 1. 0 = Sets the DS3501 to LUT Mode. 1 = Sets the DS3501 to LUT Adder Mode.
bit0	Update Mode: 0 = Sets the DS3501 to Default Mode. In this mode the DS3501 is compatible with the ISL95311 (default). 1 = Sets the DS3501 to one of the two LUT-based modes depending on the Adder Mode bit.

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

Control Register 2 (CR2)

POWER-UP DEFAULT 00h
MEMORY TYPE Volatile

0Ah	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	Reserved	$\overline{\text{TEN}}$	$\overline{\text{AEN}}$	Standby
	bit7							bit0

bit7:3	Reserved
bit2	$\overline{\text{TEN}}$: Temperature Update Enable bar. <i>This bit is valid only in LUT Mode and LUT Adder Mode.</i> 0 = Normal LUT operation. The WR is automatically loaded with LUTVAL+IVR or LUTVAL following each temperature conversion. 1 = Places the potentiometer in manual mode allowing WR (09h) to be written using I ² C.
bit1	$\overline{\text{AEN}}$: Address Update Enable bar. <i>This bit is valid only in LUT Mode and LUT Adder Mode.</i> 0 = Normal LUT operation. LUTAR (08h) is calculated following each temperature conversion that points to the corresponding location in the LUT. 1 = Disables automatic updates of LUTAR. This allow the user to directly write to the LUTAR register in order to exercise LUT values and functionality.
bit0	Standby: 0 = Normal operating mode. 1 = Standby Mode. Places the DS3501 in a low-power consumption state specified by I _{STBY} . The I ² C interface is still active in this state.

待机模式和I_{CC}

DS3501具有三个特定的电源电流等级，LUT驱动模式下，I²C通信时的工作电流标记为I_{CC}，这是“最大”电源电流；LUT驱动模式下没有I²C通信时的工作电流标记为I_{CC2}，此时SDA和SCL保持在逻辑高电平，DS3501工作在LUT驱动模式；待机模式下的电源电流为第三等级，标记为I_{STBY}，此时的电流损耗最小。

CR2.0 = 1使能待机模式，包括内部温度检测在内的所有内部操作都被挂起。因此，WR的位置不会改变，将保持为最后加载到WR的状态，但是I²C保持有效。一旦CR2.0 = 0，DS3501会在第一次温度转换周期(t_{FRAME})结束后恢复正常工作。

从机地址字节和地址引脚

从机地址字节包含7位从机地址和一个R/ $\overline{\text{W}}$ 位(见图2)，DS3501的从机地址由A0和A1地址引脚的状态确定。这些引脚允许一条I²C总线上最多挂接4个器件。地址引脚连接至GND将从机地址的相应位置0；地址引脚连接至V_{CC}时，使相应位置1。例如，当A0和A1引脚都接地时，



图2. DS3501的从机地址字节

DS3501的从机地址字节为50h，关于I²C通信的详细说明请参考I²C串行接口说明部分。

I²C串行接口说明

I²C定义

下面的术语通常用于描述I²C数据传输(更多信息请参考图3和I²C AC Electrical Characteristics表)

主机: 主机控制总线上的从机。主机产生SCL时钟和START、STOP条件。

高压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501

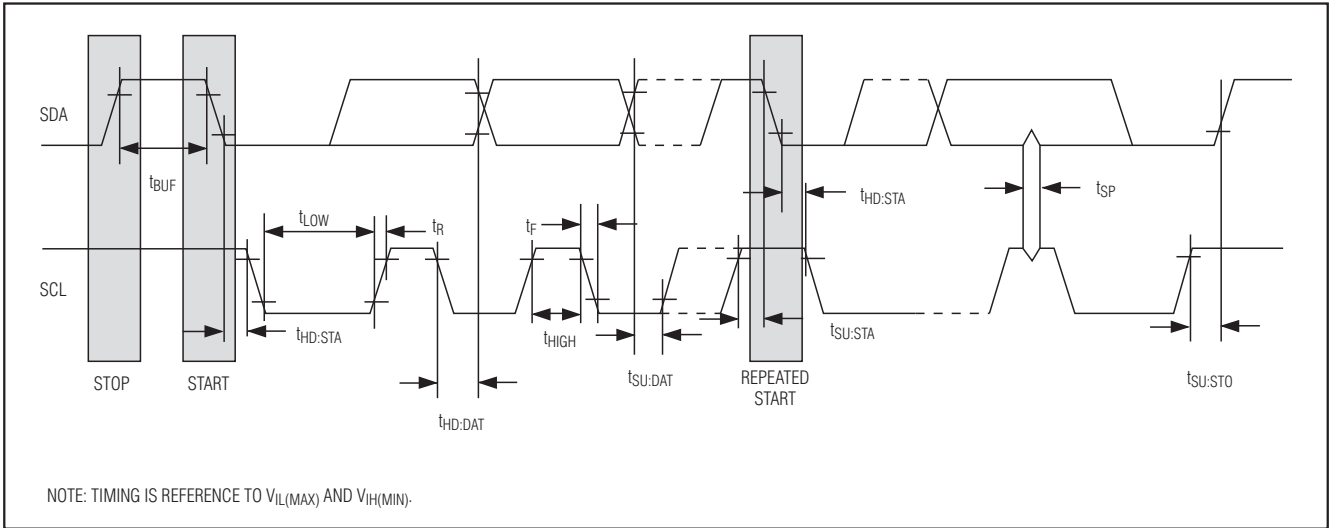


图3. I²C时序图

从机：从机在主机请求时发送和接收数据。

总线空闲或未占用：SDA和SCL都不工作并处于逻辑高电平，介于STOP和START条件之间。

START条件：START条件由主机产生，用来启动与从机的数据传输。SCL保持高电平时，SDA从高电平跳变至低电平产生START条件。

STOP条件：STOP条件由主机产生，用来结束与从机的数据传输。SCL保持高电平时，SDA从低电平跳变至高电平将产生STOP条件。

重复START条件：主机可以在一次数据传输结束时利用重复START条件在当前传输之后立刻启动一次新的数据传输。重复开始条件经常用来在读操作中确定的存储器地址开始一次数据传输。重复START条件的发送与标准START条件相同。

位写入：SDA的变化必须发生在SCL为低电平期间，并在SCL脉冲为高电平期间和所要求的建立时间和保持时间内，SDA数据保持有效且不发生变化。数据在SCL的上升沿移入器件。

位读取：写操作结束，主机读取位时必须释放SDA总线，以便在下一个SCL上升沿之前有足够的建立时间。器件在

SCL脉冲的下降沿移出SDA的各位数据，该数据位在当前的SCL脉冲上升沿有效。请注意：由主机产生所有SCL时钟，即使在从从机读数据时。

应答(ACK和NACK)：应答(ACK)或非应答(NACK)位始终是字节传输的第9位。接收数据的器件(读操作中的主机或写操作中的从机)通过在第9位发送0产生ACK；通过在第9位发送1产生NACK。ACK和NACK的时序与其它位写入操作相同。ACK表示器件正确地接收到数据，NACK用来终止读操作或表示器件没有接收到数据。

写字节：写字节操作包括8位由主机到从机的数据传输(最高位在前)和由从机发送到主机的1位应答。主机按照位写入定义发送8位数据，应答位通过位读取定义读取。

读字节：读字节操作包含8位由从机发送到主机的数据和由主机发送到从机的1位ACK或NACK。从机发送到主机的8位数据(最高位在前)由主机按照上文定义的位读取方式读出，然后，主机按照位写入定义发送ACK信号以接收其它数据字节。主机必须在读取最后一个字节后发送NACK以终止通信，使从机将SDA的控制权归还给主机。

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

从机地址字节：I²C总线上的每个从机都会响应START条件之后发送的从机地址字节。从机地址字节包括高7位从机地址和最低位R/ \bar{W} 位，图2给出了DS3501的从机地址字节。

当R/ \bar{W} 位为0时(例如50h)，主机指示向从机写数据。如果R/ \bar{W} = 1 (如51h)，主机指示读取从机数据。

如果写入了错误的从机地址，DS3501假设主机在和其它I²C设备通信，将忽略本次通信，等待下一个START条件。

存储器地址：在I²C写操作中主机必须发送存储器地址，向从机指明将要保存数据的存储器地址。存储器地址通常是写操作中紧随从机地址字节的第二个字节。

I²C通信

向从机写入单个字节：主机必须产生START条件、写入从机地址字节(R/ \bar{W} = 0)，写入存储器地址、写入数据字节，并生成STOP条件。请注意主机必须在所有写字节操作中读取从机的应答。

写入DS3501时，电位器一旦应答当前的写操作，数据即被调整到新的设置，并且EEPROM将在写指令结束的STOP条件后写入(如果SEE = 0)。如果仅仅改变设置，而不改变EEPROM，需要在STOP条件前使用重复START条件结束写操作。使用重复START条件可避免EEPROM写操作所需的 t_W 延时。

向从机写入多个字节：要在一次处理中向从机写入多个字节，主机必须产生START条件、写从机地址字节(R/ \bar{W} = 0)、写存储器地址以及最多8字节的数据，然后产生STOP条件。DS3501可以在一次写操作中写入1到8个字节(1页或行)。这由内部地址计数器控制，允许将数据写入连续的地址而无需在每个数据字节前都传送一个存储器地址。地址计数器将写操作限制在一个8字节页中(或存储器映射中的一行)。第一页起始于00h而后续页以8的倍数开始(08h、10h、18h等等)。试图向存储器的其它页写入数据时，如果不在各页之间发送STOP条件将导致地址计数

器返回上一行的起始点。为避免发生地址重叠，主机必须在各页末尾发送一个STOP条件，并等待总线空闲或EEPROM写周期结束。之后主机可以产生新的START条件，并在继续写入数据之前写入从机地址字节(R/ \bar{W} = 0)及下一行存储器的首地址。

应答轮询：无论何时向EEPROM写入一个字节，DS3501都需要在STOP条件后有一段EEPROM写时间(t_W)来将字节内容写入EEPROM。在EEPROM写入时间内，器件会因为忙状态而无法应答其从机地址。可以利用这一特性反复寻址DS3501，当DS3501就绪时便可继续进行通信。另一种应答轮询是在试图访问器件之前等待 t_W 的最长周期。

EEPROM写周期：DS3501的EEPROM写周期在*Nonvolatile Memory Characteristics*表中进行了详细说明。规格表中给出的是在最高温度情况下(热)和室温时的参数。在SEE = 1时，向映射EEPROM写数据不会算作一次EEPROM写操作。

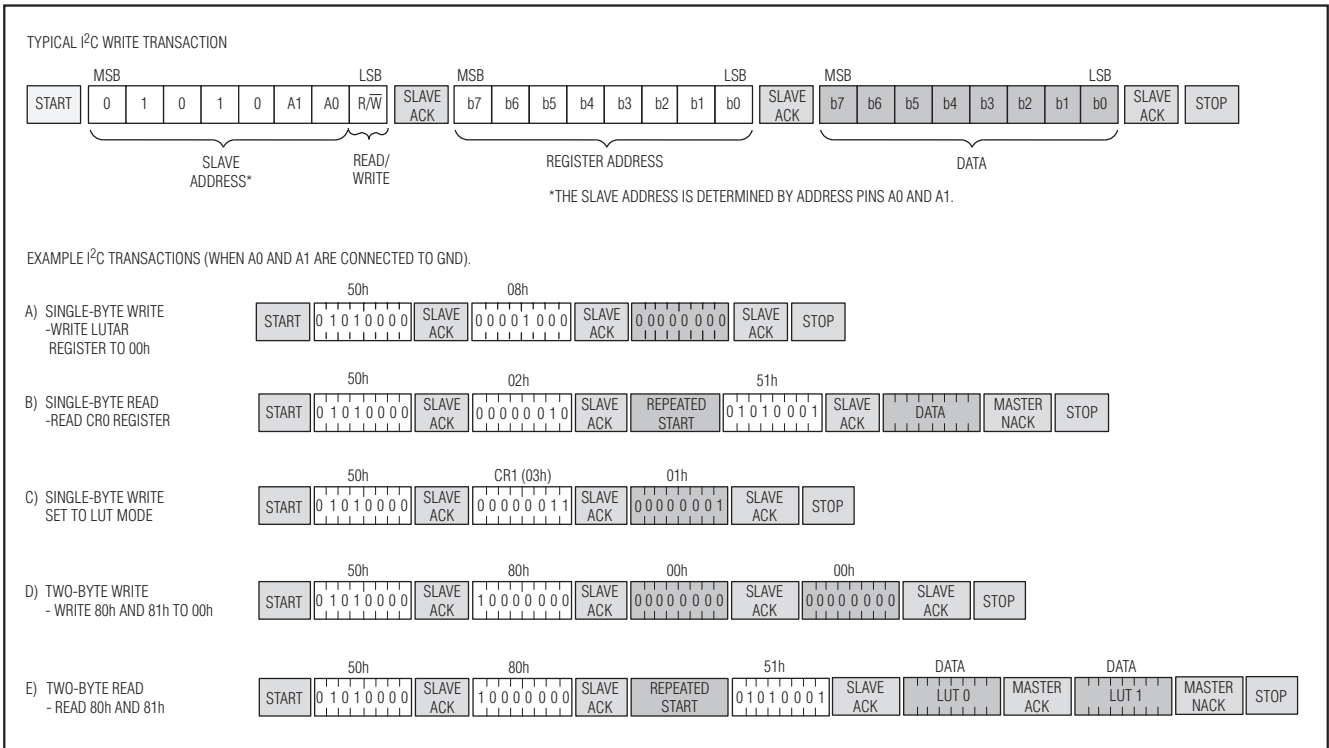
从从机读取一个字节：与写操作使用指定的存储器地址字节定义数据的写入位置不同，读操作出现在存储器地址计数器当前值所表示的位置。要从从机读取一个单字节数据，主机必须产生一个START条件，写入R/ \bar{W} = 1的从机地址字节，读取数据字节并使用NACK指示传输结束，然后产生一个STOP条件。然而，要求主机跟踪存储器地址计数器值是不切实际的，下述方法可用来从指定存储器位置读取数据。

利用地址计数器读取数据：可以使用一个空的写操作使地址计数器置为一个特定值。主机首先产生START条件，然后写入从机地址字节(R/ \bar{W} = 0)，写入要读取的存储器地址；然后产生重复START条件，写入从机地址字节(R/ \bar{W} = 1)，利用正确的ACK或NACK读取数据，最后产生STOP条件。

使用重复START条件指定起始存储器地址的读操作实例如图4所示。

高电压、NV I²C电位器， 具有温度检测和LUT

DS3501



从从机读取多个字节数据：读操作可以在单次传输中读取多个字节。读取从机数据字节时，如果主机需要在传输结束前读取另一个字节，只需简单发送ACK应答当前字节；主机读取最后一个字节后必须发送NACK指示传输结束，并产生STOP条件。

应用信息

电源退耦

使用DS3501时为了获得最佳特性，应使用一个0.01μF或0.1μF电容为电源和抽头偏置电压退耦，最好选择高质量陶瓷表贴电容。表贴元件的引线电感最小有助于提高性能，而陶瓷电容用于退耦时提供足够的高频响应。

SDA和SCL上拉电阻

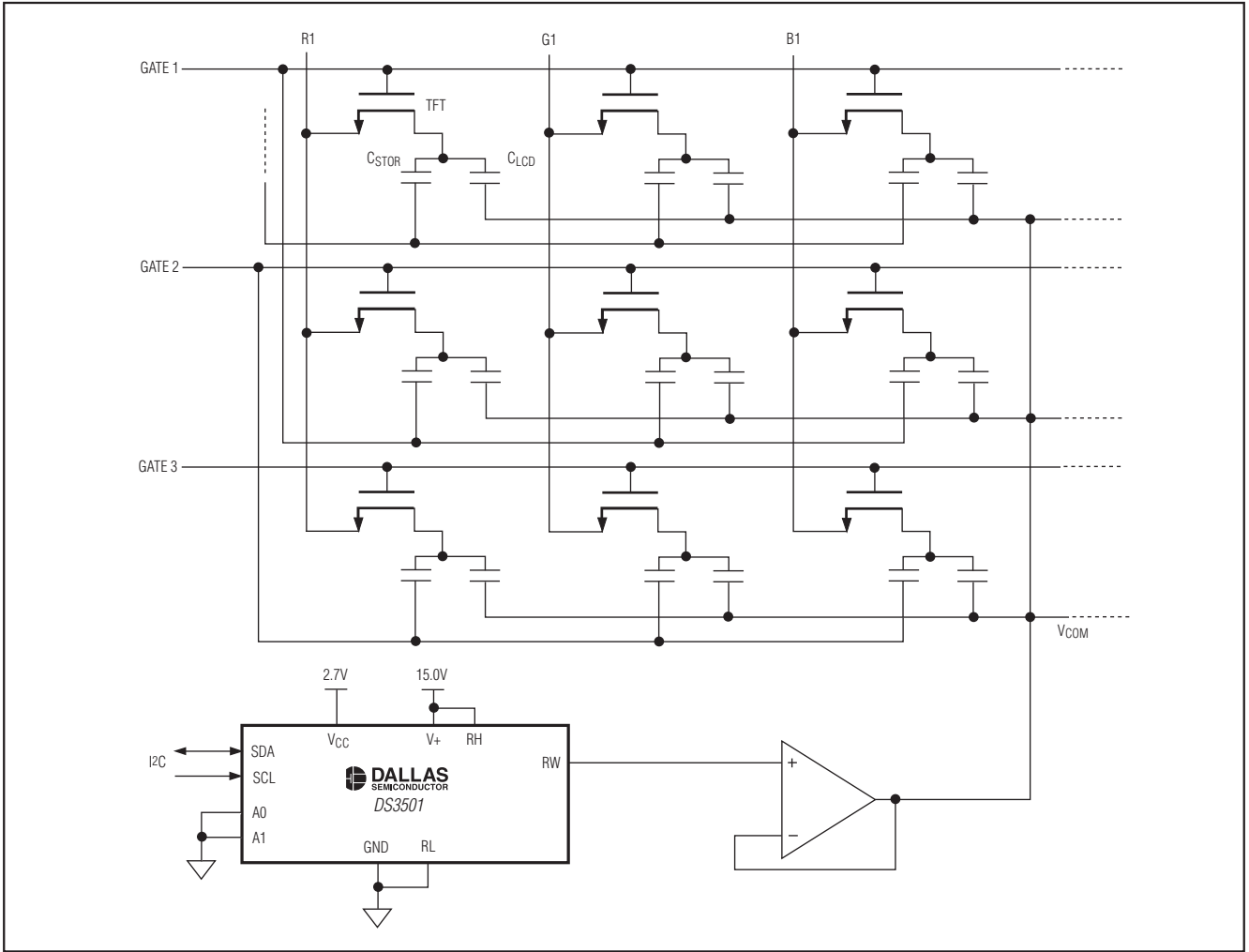
SDA是具有漏极开路输出的I/O端，需要上拉电阻实现逻辑高电平。带有上拉电阻的漏极开路输出或推挽输出的主机可用于驱动SCL。必须选择合适的上拉电阻，以满足I²C AC Electrical Characteristics中列出的上升和下降时间的要求。上拉电阻的典型值为4.7kΩ。

芯片信息

TRANSISTOR COUNT: 22,400
SUBSTRATE CONNECTED TO GROUND

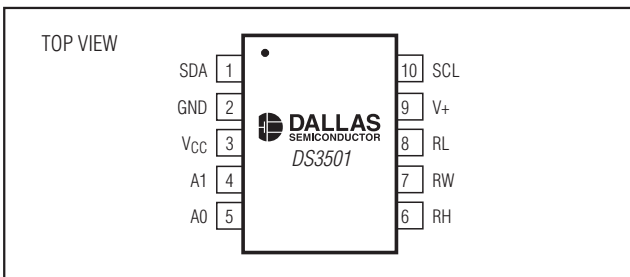
高电压、NV I²C 电位器， 具有温度检测和 LUT

典型工作电路



引脚配置

封装信息



如需最近的封装外形信息，请查询
www.maxim-ic.com.cn/DallasPackInfo。

Maxim 不对 Maxim 产品以外的任何电路使用负责，也不提供其专利许可。Maxim 保留在任何时间、没有任何通报的前提下修改产品资料和规格的权利。

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

© 2007 Maxim Integrated Products

MAXIM 是 Maxim Integrated Products, Inc. 的注册商标。

DALLAS SEMICONDUCTOR 是 Dallas Semiconductor Corporation 的注册商标。