

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンシオメータ

概要

DS3501は、7ビットの不揮発性(NV)デジタルポテンシオメータで、最大15.5Vの出力電圧範囲を備えています。設定は、最高400kHzの速度で動作可能なI²C対応インタフェースによって行われます。外部電圧はRLとRH入力に印加され、最低と最高のポテンシオメータ出力を決定します。

DS3501は、温度センサとそれに関連するアナログ-デジタルコンバータ(ADC)を内蔵しています。このADC出力は、36ワードのNVルックアップテーブル(LUT)にアドレスします。LUTの出力は直接ポテンシオメータを駆動するか、またはポテンシオメータを駆動するNV初期値レジスタ(IVR)に加えることができます。このLUTをベースとした柔軟な構造により、DS3501は任意のスロープの温度補償されたポテンシオメータ出力を提供することができます。

アプリケーション

TFT-LCDのV_{COM}の較正

線形および非線形補償

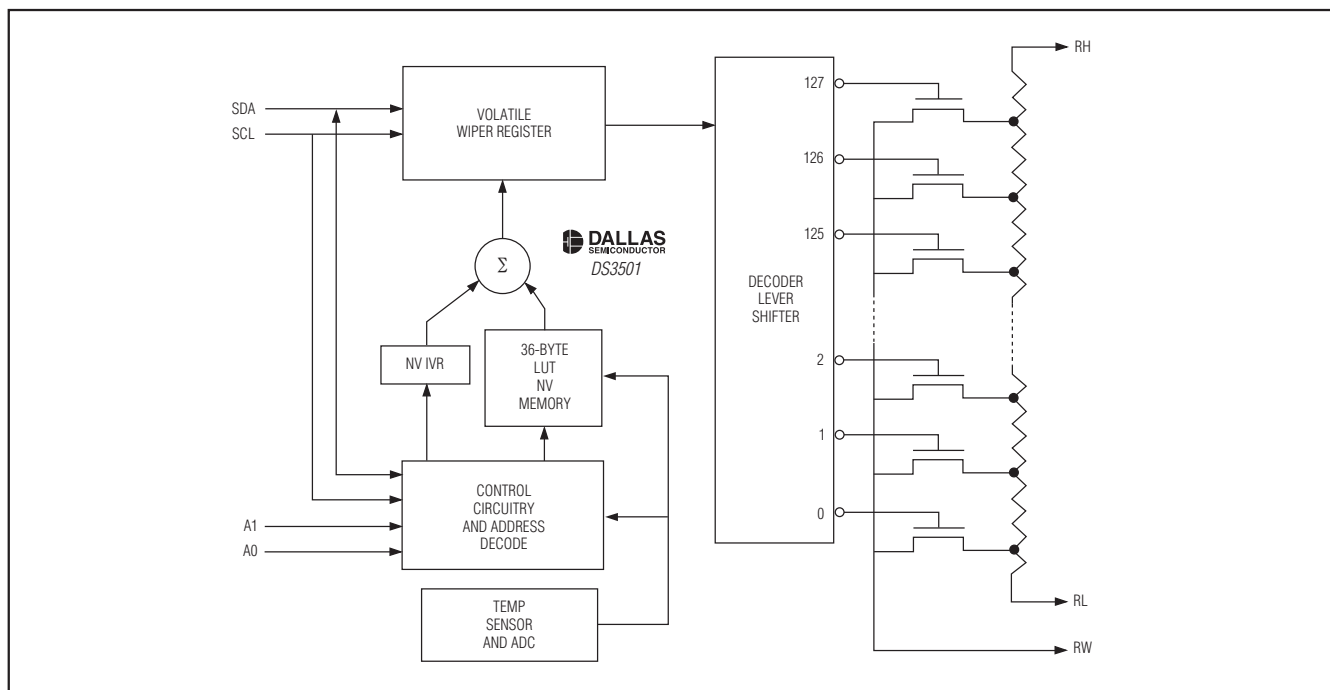
計測機器および工業制御

機械式ポテンシオメータの代替

光学トランシーバ

ピン配置と標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

機能図



特長

- ◆ 128個のワイパータップポイント
- ◆ フルスケール抵抗：10kΩ
- ◆ 温度センサとADCを内蔵
- ◆ 36バイトのルックアップテーブル(LUT)
- ◆ I²C対応のシリアルインタフェース
- ◆ アドレス端子の設定により、同一のI²Cバス上に4個のDS3501を接続可能
- ◆ デジタル動作電圧：2.7V~5.5V
- ◆ アナログ動作電圧：4.5V~15.5V
- ◆ 動作温度：-40℃~+100℃
- ◆ ISL95311と端子およびソフトウェア互換(デフォルトモード)
- ◆ 10ピンμSOPパッケージ

型番

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

+は鉛フリーパッケージを示します。
T&Rはテープ&リールを示します。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

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 Current.....1mA

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

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

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

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンシオメータ

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			

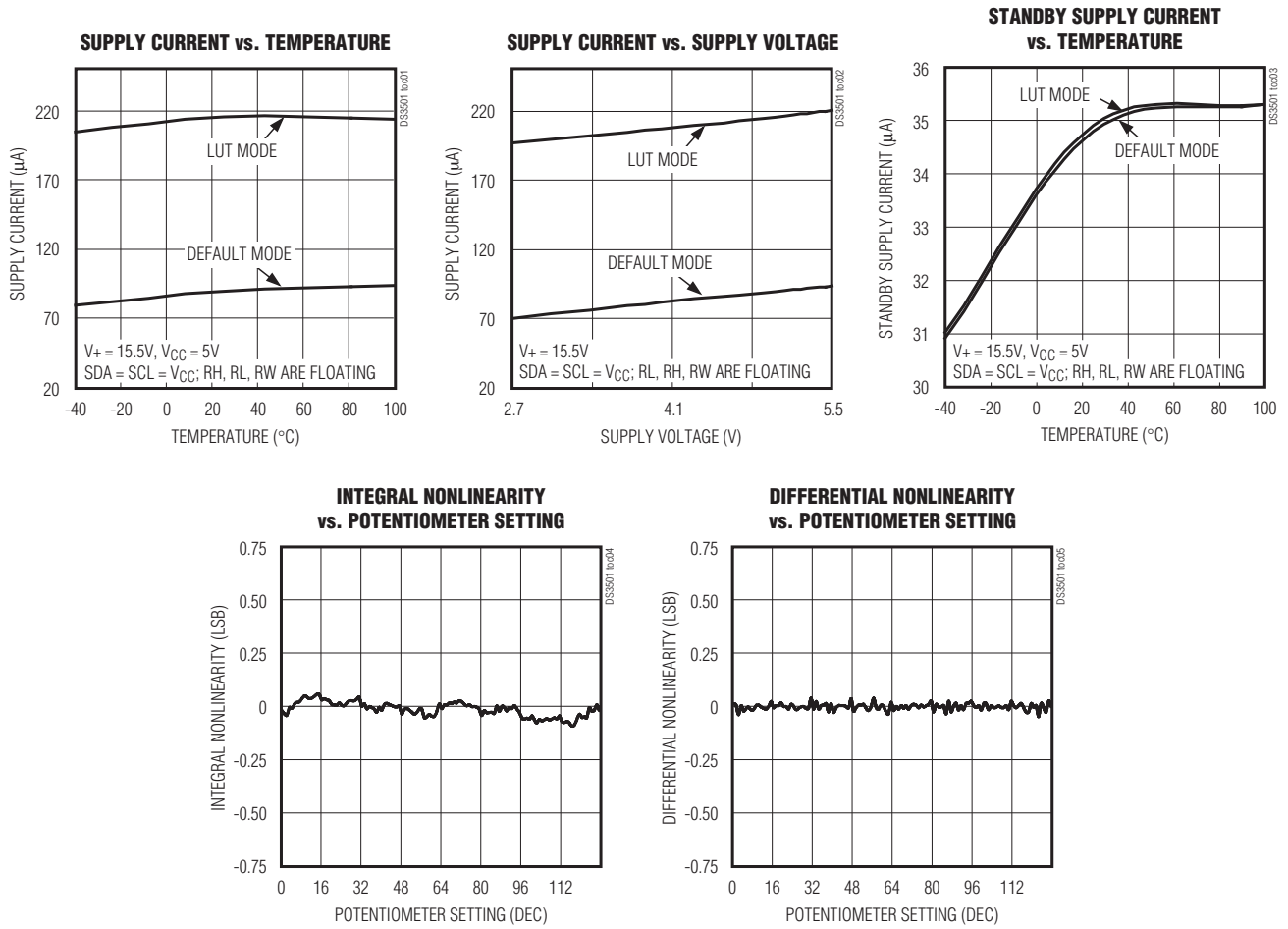
- Note 1:** All voltages are referenced to ground. Currents entering the IC are specified positive and currents exiting the IC are negative.
- Note 2:** I_{CC} is specified with the following conditions: SCL = 400kHz; SDA pulled up; and RL, RW, RH floating.
- Note 3:** I_{CC} is specified with the following 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.

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

標準動作特性

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

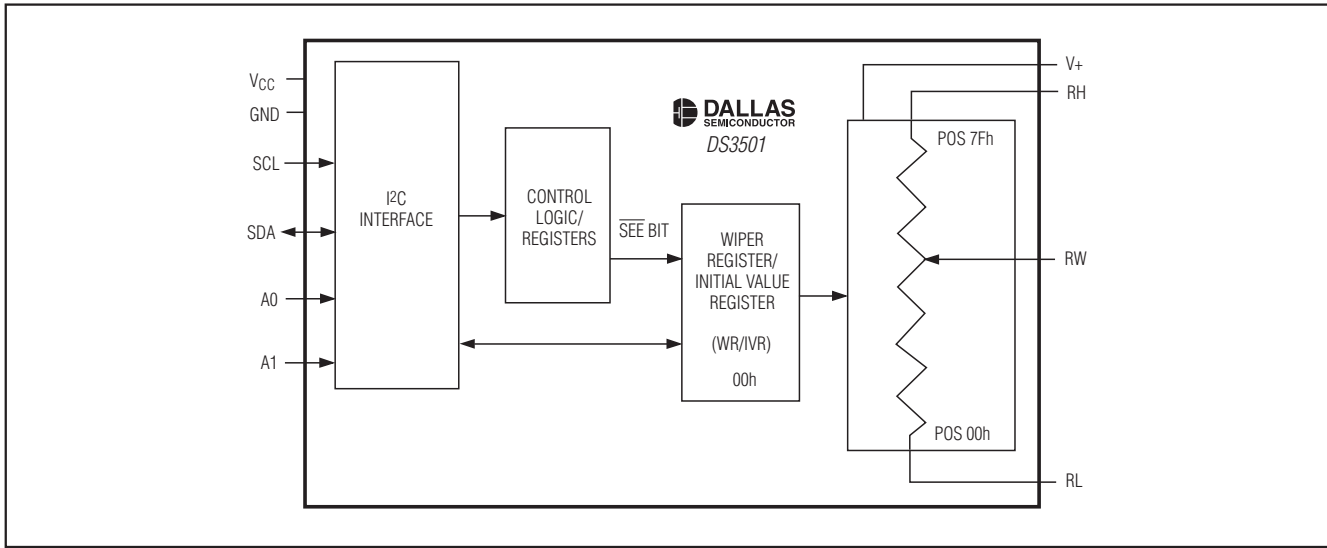


端子説明

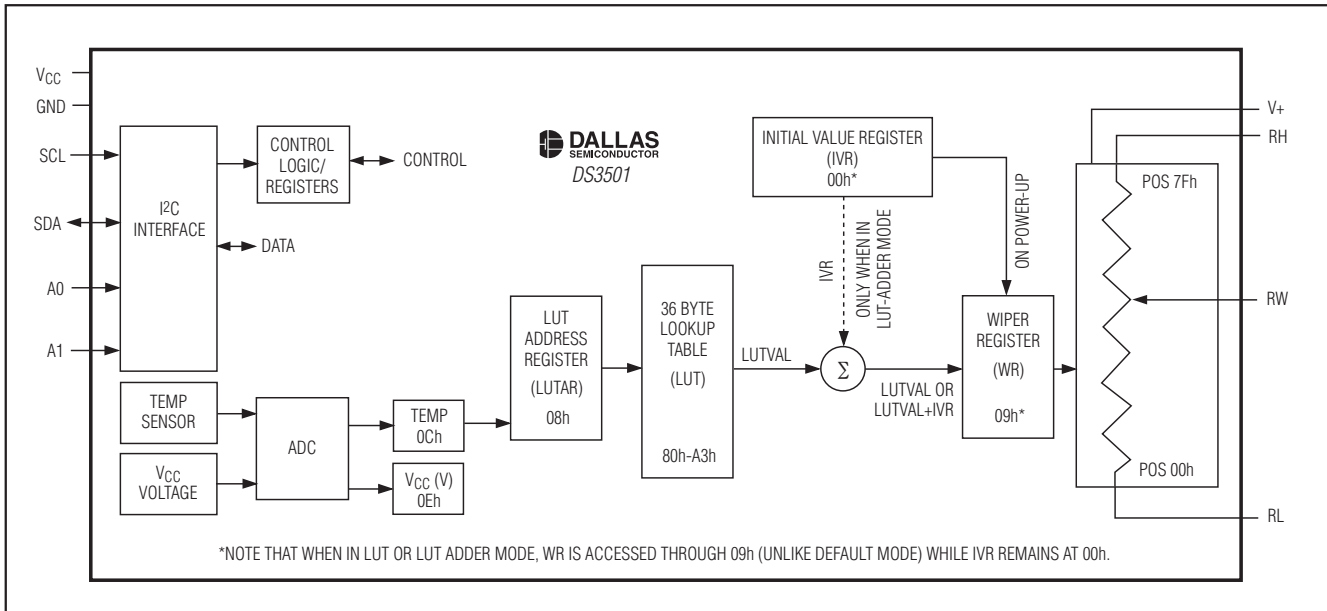
名称	端子	説明
SDA	1	I ² Cシリアルデータ。I ² Cデータ用入力/出力。
GND	2	グランド端子
V _{CC}	3	電源電圧端子
A1, A0	4, 5	アドレス選択入力。I ² Cのスレーブアドレスを決定します。スレーブアドレスは01010A ₁ A ₀ Xです。(詳細は「スレーブアドレスバイトとアドレス端子」の項を参照してください)。
RH	6	ポテンショメータのハイ側端子
RW	7	ポテンショメータのワイパー端子
RL	8	ポテンショメータのロー側端子
V ₊	9	ワイパーバイアス電圧
SCL	10	I ² Cシリアルクロック。I ² Cクロック用入力。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

ブロック図



デフォルトモードのブロック図(Update Modeビット= 0)



LUTとLUT加算モードのブロック図(Update Modeビット= 1)

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

詳細

DS3501はデフォルトモード、LUTモード、またはLUT加算モードの内のいずれかで動作します。デフォルトモードでは、DS3501はISL95311と端子およびソフトウェア互換があります。ポテンショメータのワイパー位置は、I²Cインタフェースを通して、ワイパーレジスタ(WR)およびNV初期値レジスタ(IVR)によって制御されます。LUTとLUT加算モードでは、ポテンショメータのワイパー位置は、DS3501の内蔵温度センサによって測定された現在温度の関数として計算/制御されます。2つのLUTモードは、ポテンショメータのワイパー位置の計算方法が異なります。3種のモードの詳細説明とDS3501のその他の機能を以下に示します。

デジタルポテンショメータ出力

ポテンショメータは、RHとRL端子間に直列に接続された127個の抵抗で構成されています。RWは、抵抗回路網内で各抵抗間および2つの端点のRHとRLに半導体スイッチで接続されます。RWのワイパー位置と出力は、WRの値に基づいてデコードされます。RH、RL、およびRWが外部で分圧器構成に接続された場合、RWの電圧は次の式を用いて容易に計算することができます。

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

ここで、WRはワイパー位置を10進(0~127)表現したものです。

温度変換と電源電圧監視

温度変換

DS3501は、LUTを駆動することができる8ビットの温度センサを内蔵しており、周囲温度の測定値をI²Cのアドレス0Chから読み取ることができます。このセンサは全動作温度範囲で機能し、符号付の2の補数形式で表され、分解能は1°C/ビットです。温度センサのビット重みについては下の表を参照してください。

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

温度の計算は、符号なし2進数として2の補数データを扱い、その後、10進数に変換します。計算結果が128以上であれば、その結果から256を減算してください。

電源電圧監視

DS3501は、8ビットの電源電圧(V_{CC})監視も内蔵しています。電源電圧の測定値は、I²Cのアドレス0Ehで読み取ることができます。

電源電圧は、16進数の結果を10進数に変換して、「Analog Voltage Monitoring Characteristics (アナログ電圧監視特性)」の電気的特性表に記載のLSB値を乗算することによって、計算することができます。

モード選択

DS3501の動作モードは、不揮発性の制御レジスタ1(CR1)にある2ビットによって決定されます。具体的には、動作モードはUpdate Modeビット(CR1.0)とAdder Modeビット(CR1.1)によって決定されます。表1に動作モード選択用のこの2つの制御ビットの使われ方が示されています。出荷時には、DS3501はCR1.0ビット=0に設定されており、これはDS3501をデフォルトモードに構成しています。

表1. DS3501の動作モード

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

デフォルトモード

DS3501のデフォルトモードは3つの内で最も単純です。デフォルトモードのブロック図に示されるように、ポテンショメータはワイパーレジスタ/初期値レジスタ(WR/IVR)によって制御されます。DS3501の電源を投入すると、NV初期値レジスタ(IVR)に格納されていた値が不揮発性のワイパーレジスタ(WR)に呼び戻されます。所望の値をWR/IVRレジスタに書き込むと、いつでもワイパー位置を変更することができます。WR/IVRレジスタはメモリアドレス00hにあり、EEPROMのシャドウSRAMとして実装されています。このレジスタは、EEPROMバイト(IVR部分)と並列にSRAMバイト(WR部分)として見えます。このレジスタの動作は、シャドウEEPROM(SEE)ビットのCR0.7によって制御されます。SEEビット=0(デフォルト)のとき、I²C経由でメモリアドレス00hに書き込まれたデータは、実際にはSRAM(WR)とEEPROM(IVR)の両方に格納されます。逆にSEE=1の場合、SRAM(WR)にのみ新しい値が書き込まれます。SEEが0であった場合は、EEPROMバイト(IVR)には最後の値まで格納が続けられます。メモリアドレス00hを読み取ると、WRに格納されていた値が読み出されます。デフォルトモードのメモリマップ(表2を参照)に示されているように、SEEビットは揮発性であり、電源投入時のデフォルト状態は0です。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

表2. デフォルトモードのメモリマップ

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

*デフォルトモードでは、WRとIVRは両方ともメモリ位置00h経由でアクセスされます。追加情報は、「デフォルトモード」の項を参照してください。

表3. LUTモードとLUT加算モードのメモリマップ

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	V _{CC} Voltage Value	0Eh	V (Read-Only)	N/A
LUT0	Wiper Value for T ≤ -37°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°C to +95°C	A1h	NV	00h
LUT34	Wiper Value for +96°C to +99°C	A2h	NV	00h
LUT35	Wiper Value for T ≥ 100°C	A3h	NV	00h

*LUTモードとLUT加算モードでは、WRはメモリアドレス09h経由でアクセスされ、他方、IVRはメモリアドレス00hのままアクセスされます。

LUTモード

LUTモードはUpdate Modeビット(CR1.0)を1に、かつAdder Modeビット(CR1.1)を0に設定すると選択されます。このモードのDS3501の概要は、LUTモードとLUT加算モードのブロック図に示されています。また、LUTモードとLUT加算モードのメモリマップは、表3に示されています。この2つのLUTモードの主な相違は、IVRの値がルックアップテーブルに格納されていた値に加算されるかどうかです。ブロック図に示された点線/矢印は、LUTモードでは非アクティブです。

LUTモードの場合、電源投入でIVRの値がWRレジスタに呼び戻されます。この値は、電源投入後の最初の温度変換が終わるまでそこに保持されます。温度はt_{FRAME}ごとに測定されます。温度の値は、ルックアップテ

ブルの対応する値を指し示すインデックスを計算するために使われます。このインデックスはLUTアドレスレジスタ(LUTAR)と呼ばれます。LUTARによって指し示された場所にあるLUTに格納された値は、LUTVALと呼ばれます。その後、ワイパーレジスタにはLUTVALが自動的にロードされます。その後、このプロセスは繰り返され、閉ループのように連続してワイパーの設定値が更新されます。

このモードでは、36バイトのLUTには、4°Cの温度ウインドウごとのワイパー設定値が格納されています。有効なワイパー設定値は00h~7Fhです。表3のメモリマップには、LUTのメモリアドレスとLUT内の各バイトに対する対応する温度範囲が示されています。また、LUTには1°Cのヒステリシスが備わっており、測定値が

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

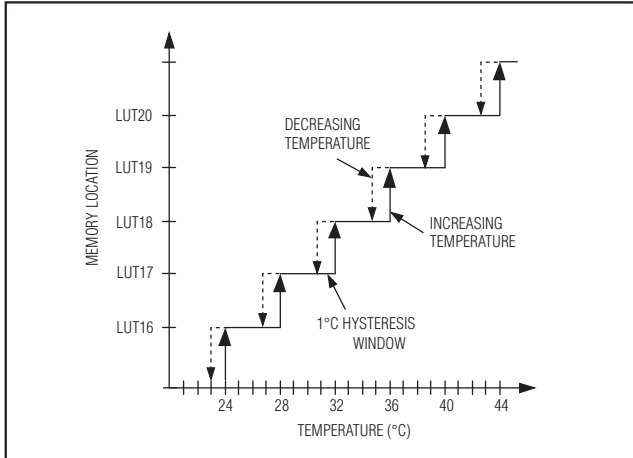


図1. LUTのヒステリシス

2つのウインドウの境界になった場合のチャタリングが防止されます。温度が上昇する場合は、LUTは偶数の温度値で変化します(図1を参照)。逆に温度が低下する場合は、LUTは奇数の温度値で変化します。

LUT加算モード

LUT加算モードは、Update Modeビット(CR1.0)を1に、かつAdder Modeビット(CR1.1)を1に設定すると選択されます。このモードはLUTモードに似た動作をしますが、大きな違いが1つあります(LUTモードとLUT加算モードのブロック図を参照してください)。ワイパーレジスタにはLUTVALとIVRの和がロードされます。さらに、このモードでは、LUTに設定された値は符号付の2の補数形式です。この形式は、公称IVR値に正と負のオフセットを設けるのに便利な方法です。

DS3501の制御レジスタ

DS3501には3つの制御レジスタ(CR0、CR1、およびCR2)があり、各種のモードと機能を構成して制御するために使われます。

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.

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

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	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	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.

スタンバイモードとI_{CC}

DS3501には電源電流に関して3つの指定レベルがあります。LUT駆動モードでI²C通信中のアクティブ電流は、I_{CC}として仕様が定められており、これは「ファーストケース」の電源電流です。LUT駆動モードでI²C通信中でないアクティブ電流は、電源電流I_{CC2}として仕様が定められています。LUT駆動モードでDS3501が動作している間は、SDAとSCLはロジックハイレベルに固定されています。3番目のレベルは、I_{STBY}のスタンバイモードです。これは、最小の可能な電流消費モードです。

スタンバイモードは、CR2.0 = 1にするとイネーブルになります。内部温度センサの測定結果などを含めて、すべての内部動作が停止します。したがって、WRの位置は変化せず、最後にWRにロードされた状態が残されています。しかし、I²Cは動作を続け、CR2.0 = 0とすると、DS3501は、最初の温度変換サイクル(t_{FRAME})が終了すると、通常動作に復帰します。

スレーブアドレスバイトとアドレス端子

スレーブアドレスバイトは、7ビットのスレーブアドレスとR/ $\overline{\text{W}}$ ビットで構成されています(図2を参照)。DS3501のスレーブアドレスは、A0とA1アドレス端子の状態によって決まります。これらの端子によって、同じI²Cバス上で4個のデバイスの接続が可能です。GNDに接続したアドレス端子は、スレーブアドレスの対応



図2. DS3501のスレーブアドレスバイト

するビット位置では0となります。逆にV_{CC}に接続したアドレス端子は、対応するビット位置では1になります。例えば、A0とA1端子をグランドにすると、DS3501のスレーブアドレスバイトは50hとなります。I²C通信は、「I²Cシリアルインタフェースの説明」の項で詳細に説明されています。

I²Cシリアルインタフェースの説明

I²Cの定義

以下の用語は、I²Cのデータ転送の説明に一般的に使われています。(さらに別の情報については図3と「I²C AC Electrical Characteristics (I²CのAC電気的特性)」表を参照してください。)

マスタデバイス: マスタデバイスは、バス上のスレーブデバイスを制御します。マスタデバイスは、SCLクロックパルスとSTARTおよびSTOP条件を生成します。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

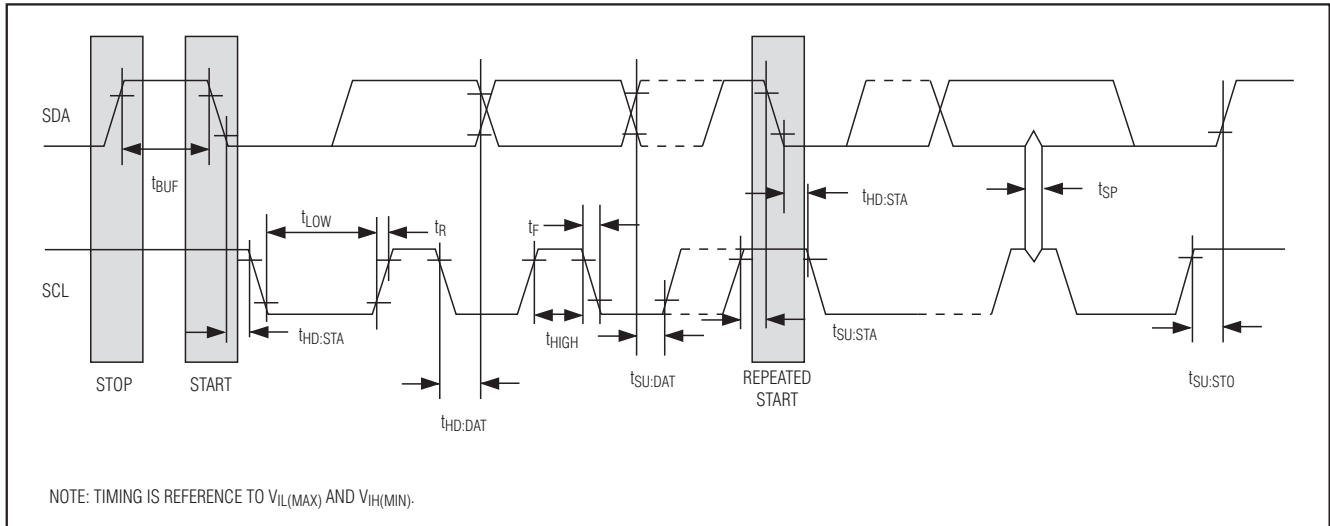


図3. I²Cタイミング図

スレーブデバイス：スレーブデバイスは、マスタの要求に応じてデータを送受信します。

バスアイドルまたは非ビジー：SDAとSCLの両方が非アクティブでロジックハイ状態にあるとき、STOPとSTART条件間の時間です。

START条件：START条件はマスタが新しいデータ転送をスレーブと開始するためにマスタによって生成されます。SCLがハイの間にSDAをハイからローに変化させると、START条件が生成されます。

STOP条件：STOP条件は、マスタがスレーブとのデータ転送を終了するために、マスタによって生成されます。SCLがハイの間にSDAをローからハイに変化させると、STOP条件が生成されます。

反復START条件：マスタは1つのデータ転送の終わりに反復START条件を使用することができ、これは現在の転送に続いて、直ちに新しいデータ転送を開始することを示します。反復スタートは、通常、データ転送を開始する特定のメモリアドレスを認定するために、読取り動作中に使われます。反復START条件は、通常のSTART条件と同等に発行されます。

ビット書込み：SDAの遷移は、SCLがロー状態の間に行われる必要があります。SCLのハイパルスの全期間に加えて、セットアップとホールド時間要件の間、SDA上のデータは正しく保持される必要があります、変化してはなりません。データは、SCLの立上りエッジの間にデバイスにシフト入力されます。

ビット読取り：書込み動作の最後で、ビット読取り中の次のSCLの立上りエッジの前に、マスタは適正な量のセットアップ時間を確保するために、SDAバスラインを開放しなければなりません。このデバイスは、前のSCL

パルスの立下りエッジでSDA上に各データビットをシフト出力し、そのデータビットは現在のSCLパルスの立上りエッジで有効です。マスタがスレーブからビットを読み取っていることを含め、マスタがSCLクロックパルスをすべて生成することに留意してください。

確認応答(ACKとNACK)：アクノリッジ(ACK)または否アクノリッジ(NACK)は、バイト転送中に送信される常に9番目のビットです。データを受信するデバイス(読取り中のマスタ、または書込み中のスレーブ)は、9番目のビットで0を送信することでACKを実行します。デバイスは、9番目のビットで1を送信することでNACKを実行します。ACKとNACKのタイミングは、他のすべてのビット書込みと同じです。ACKは、デバイスが正しくデータを受信しているという確認です。NACKは、読取りシーケンスを終結させるために使用するか、またはデバイスがデータを受信していないことを示します。

バイト書込み：バイト書込みは、マスタからスレーブへ転送される8ビット情報(MSBファースト)とスレーブからマスタへの1ビットのアクノリッジで構成されます。マスタによって伝送される8ビットは書込みの定義に従って行われ、アクノリッジは読取りの定義を使って読み取られます。

バイト読取り：バイト読取りは、スレーブからマスタへ転送される8ビットの情報と、マスタからスレーブへの1ビットのACKまたはNACKで構成されます。スレーブからマスタへ転送される(MSBファースト) 8ビットの情報は、上述のビット読取り定義を使用して読み取られ、マスタは引き続いてデータバイトを受信するために、ビット書込み定義を用いてACKを送信します。スレーブがSDAの制御をマスタに戻すためには、マスタは、通信を終結させるために、最後の読取りバイトに対してNACKを返します。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

スレーブアドレスバイト：I²Cバス上の各スレーブは、START条件のすぐ後に送信されるスレーブアドレスバイトに応答します。スレーブアドレスバイトには、上位7ビットのスレーブアドレスと最下位ビットのR/Wビットが含まれています。DS3501のスレーブアドレスバイトは図2に示されています。

R/Wビットが0の場合(50hなど)は、マスタは、マスタがスレーブにデータを書き込むことを示しています。R/W = 1 (このケースでは51h)の場合、マスタは、マスタがスレーブから読み取ることを意図していることを示します。

正しくないスレーブアドレスが書き込まれると、DS3501は、マスタが他のI²Cデバイスと通信しているとみなし、次のSTART条件が送信されるまで、その通信を無視します。

メモリアドレス：I²Cの書き込み動作中に、スレーブがデータを格納するメモリ位置を特定するために、マスタはメモリアドレスを送信しなければなりません。メモリアドレスは、スレーブアドレスバイトに続く書き込み動作中に送信される常に2番目のバイトです。

I²C通信

1バイトのスレーブへの書き込み：マスタはSTART条件を生成し、スレーブアドレスバイトを書き込み(R/W = 0)、メモリアドレスを書き込み、データバイトを書き込み、そしてSTOP条件を生成しなければなりません。マスタは、すべてのバイト書き込みの間にスレーブのアクノリッジを読み取らなければならないことに留意してください。

DS3501に書き込む場合、書き込み中の新しいデータをアクノリッジしたら、ポテンショメータは新しい設定値に調整され、書き込みコマンドの終了時のSTOP条件の後に、EEPROMには(SEE = 0の場合)その値が書き込まれます。EEPROMを変更することなく設定値を変更するためには、次のSTOP条件が発生する前に、反復START条件によって書き込みを終結させてください。反復START条件を使用すると、EEPROMの書き込みサイクルを終了させるために要する t_W 遅延を無くすることができます。

複数バイトのスレーブへの書き込み：1つの通信単位でスレーブに複数バイトを書き込むために、マスタはSTART条件を生成し、スレーブアドレスバイトを書き込み(R/W = 0)、メモリアドレスを書き込み、最大8データバイトを書き込み、そしてSTOP条件を生成します。DS3501は、1回の書き込み処理で1~8バイト(1ページまたは1列)を書き込むことができます。これは内部でアドレスカウンタによって制御されるため、各データを送信する前にメモリアドレスを送信しないで、連続したアドレスに書き込むことができます。アドレスカウンタは、書き込みを8バイト構成の1ページに制限します(メモリマップの1列)。最初のページはアドレス00h

で始まり、それに続くページは8の倍数で始まります(08h、10h、18hなど)。ページ間でSTOP条件を送信しないで新たなメモリのページに書き込もうとすると、現在のページを先頭としてアドレスカウンタが循環する結果となります。アドレス循環を防止するためには、各ページの終了時にSTOP条件を送信して、バス開放またはEEPROMの書き込み時間が経過するのを待たなければなりません。その後で、マスタは、新しいSTART条件を生成することができ、データの書き込みを続行する前に、スレーブアドレスバイト(R/W = 0)と次のメモリ列の最初のメモリアドレスを書き込むことができます。

アクノリッジポーリング：EEPROMに書き込む場合は、EEPROMにバイト内容を書き込むために、STOP条件の後、DS3501はEEPROMの書き込み時間 t_W を必要とします。EEPROMの書き込み時間の間、デバイスは、そのスレーブアドレスに対してデバイスがビジーであるためにアクノリッジしません。この現象を利用すると、DS3501のアドレスを繰り返し指定して、DS3501がレディになると直ぐに通信を続けることができます。アクノリッジポーリングをする別の方法として、 t_W の最大期間が経過するのを待ってからデバイスへのアクセスを行うことができます。

EEPROM書き込みサイクル：DS3501のEEPROMの書き込みサイクルは、「Nonvolatile Memory Characteristics (不揮発性メモリ特性)」の表に規定されています。仕様は、室温およびワーストケースの温度(高温)で示されています。 $\overline{SEE} = 1$ としてシャドウEEPROMへ書き込むと、EEPROMの書き込みとしてはカウントされません。

スレーブからの1バイト読取り：データを書き込むための場所を決定するために、特定のメモリアドレスバイトを使用する書き込み動作と異なり、読取り動作はアドレスカウンタの現在値で行われます。スレーブから1バイトを読み取るためには、マスタはSTART条件を生成し、R/W = 1としてスレーブアドレスを書き込み、データバイトを読み取ってNACKによって転送終了を示し、そしてSTOP条件を生成します。しかし、マスタにメモリアドレスカウンタの追跡を要求することは不可能であるため、指定したメモリ位置からの読取りを実行するためには、次に示す方法を使用してください。

読取りのためのアドレスカウンタの操作：アドレスカウンタを特定の値にするために、ダミーの書き込みサイクルを使用することができます。これを行うために、マスタはSTART条件を生成し、スレーブアドレスバイトを書き込み(R/W = 0)、読取りを所望するメモリアドレスを書き込み、反復START条件を生成し、スレーブアドレスバイトを書き込み(R/W = 1)、可能ならばACKまたはNACKでデータを読取り、そしてSTOP条件を生成します。

開始メモリ位置を特定するために反復START条件を使用する読取り例は、図4を参照してください。

温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

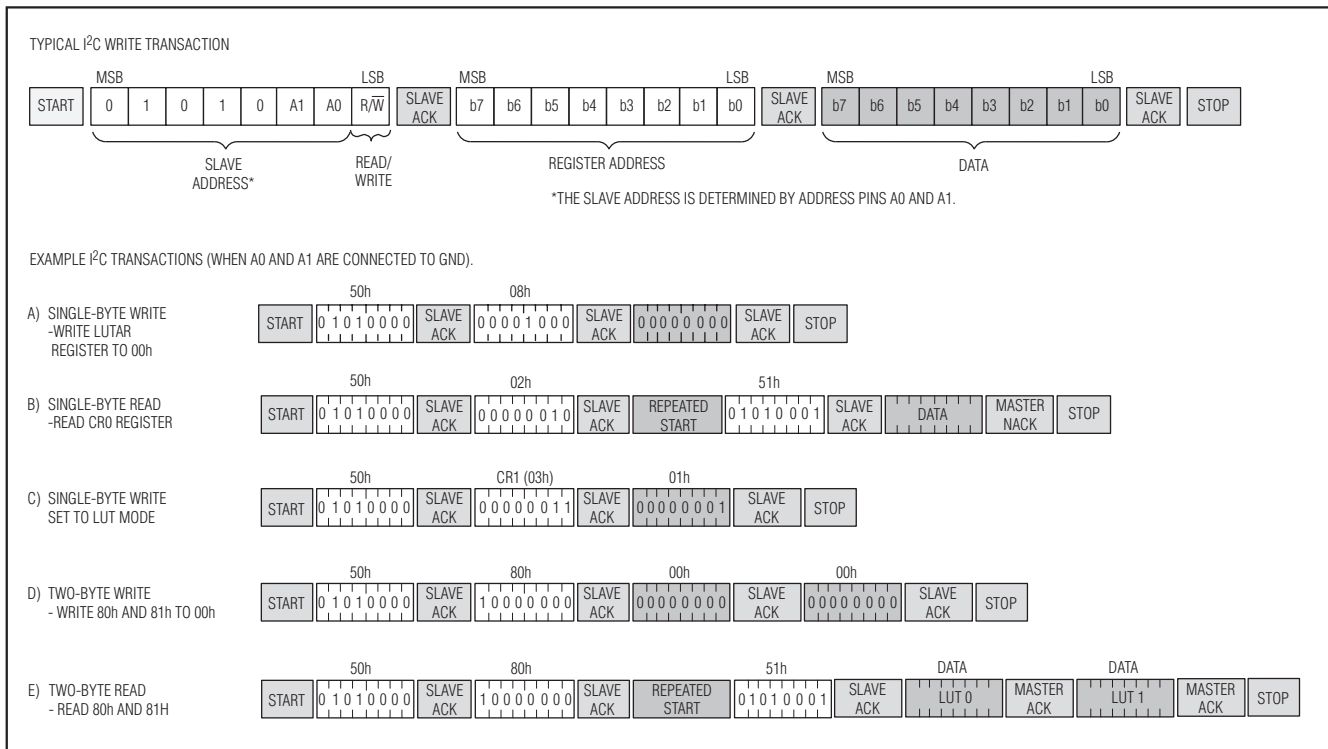


図4. I²C通信の例

スレーブからの複数バイト読み取り：読み取り動作を使って1回の転送で複数バイトを読み取ることができます。スレーブから複数バイトを読み取るとき、処理を終了する前に続いてバイトの読み取りを所望する場合には、マスタは単にACK応答を返します。最後のバイトをマスタが読み取ると、マスタは、転送の終了を示すためにNACKを返す必要があり、その後、STOP条件を生成します。

アプリケーション情報

電源のデカップリング

DS3501を使用して最良の結果を得るためには、電源端子とワイパーバイアス電圧端子の両方を0.01μFまたは0.1μFのコンデンサでデカップルしてください。可能であれば、高性能の表面実装型のセラミックコンデンサを使用してください。表面実装部品はインダクタンスを最小化するので性能が改善され、セラミックコンデンサは、一般にデカップリング用として十分な高周波応答を示します。

SDAとSCLのプルアップ抵抗器

SDAはオープンコレクタのI/O端子であり、ハイレベルロジックとするためにはプルアップ抵抗器が必要です。プルアップ抵抗器を備えたオープンコレクタ出力、またはプッシュプル出力を使用するマスタは、SCL用に使用することができます。プルアップの抵抗値は、「I²C AC Electrical Characteristics (I²CのAC電氣的特性)」表に記載された立上りと立下り時間が仕様内であることが保証されるように選択されなければなりません。プルアップ抵抗器の代表的な値は4.7kΩです。

チップ情報

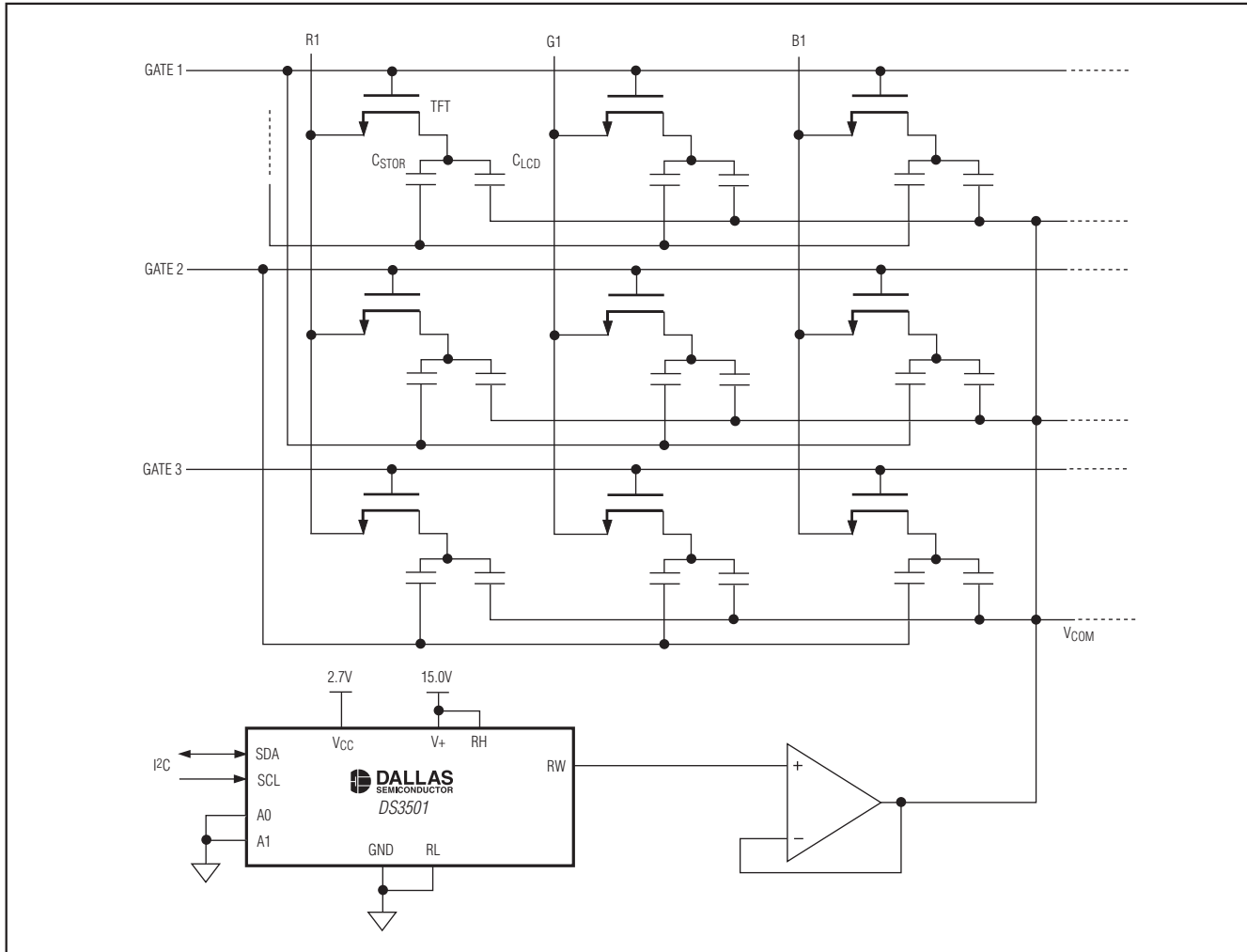
TRANSISTOR COUNT: 22,400

SUBSTRATE CONNECTED TO GROUND

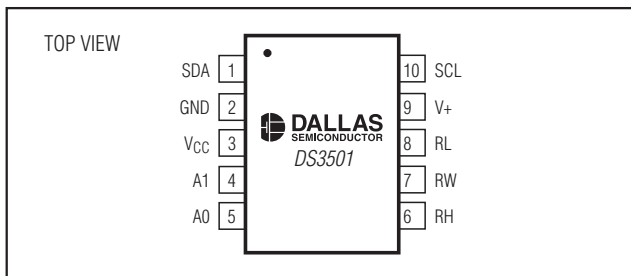
温度センサとルックアップテーブル付き 高電圧、NV、I²Cポテンショメータ

DS3501

標準動作回路



ピン配置



パッケージ

最新のパッケージ情報は、japan.maxim-ic.com/DallasPackInfo をご参照ください。

マキシム・ジャパン株式会社

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

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

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

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

DALLAS SEMICONDUCTOR is a registered trademark of Dallas Semiconductor Corporation.

© 2007 Maxim Integrated Products