

特長

- SMBus/I²C™の立上り時間を改善
- SMBus/I²C上の複数のデバイスでデータの完全性を保証
- “L”状態のノイズ・マージンを改善
- 広い電源電圧範囲：2.7V～6V
- 小型5ピンSOT-23パッケージ
- 複数のLTC1694-1デバイスの並列接続によるドライブ能力の増加

アプリケーション

- ノートブックおよびパームトップ・コンピュータ
- 携帯用計測器
- バッテリ・チャージャ
- 産業用制御アプリケーション
- TV/ビデオ製品
- ACPI SMBusインタフェース


概要

LTC[®]1694-1はデュアルのSMBusアクティブ・プルアップで、SMBusで規定されているすべての負荷条件でデータ伝送速度と信頼性を向上させるように設計されています。LTC1694-1はフィリップス社のI²C Busにも適合しています。

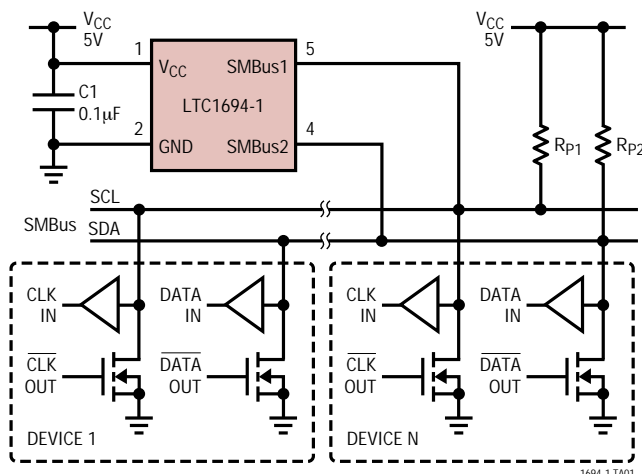
LTC1694-1では、正方向のバス遷移中に2.2mAの高プルアップ電流を供給してSMBusまたはI²Cのラインをスルーすることによって、スルーレートやバス性能に妥協することなく、複数のデバイス接続またはより長く、より大きな容量性の相互接続が可能です。

負方向の遷移または安定したDCレベルの間、LTC1694-1は電流を供給しません。各バス・ラインに一本づつある外部抵抗は、正方向のバス遷移の間にLTC1694-1をトリガし、プルダウン電流レベルを設定します。これらの抵抗は、負方向のバス遷移の間のスルーレートおよびロジック“L”のDCレベルを決定します。

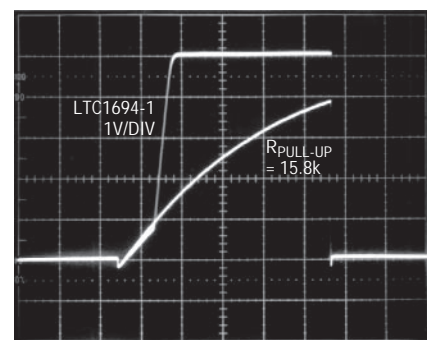
LTC1694-1は5ピンSOT-23パッケージで供給されます。

、LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。
I²CはPhilips Electronics N.V.の商標です。

標準的応用例



LTC1694-1のSMBus波形と抵抗プルアップのSMBus波形の比較



V_{CC} = 5V
C_{LD} = 200pF
f_{SMBus} = 100kHz

1694-1 TA02

LTC1694-1

絶対最大定格

(Note 1)

電源電圧 (V _{CC}).....	7V
SMBus1、SMBus2の各入力	- 0.3V ~ (V _{CC} + 0.3V)
動作周囲温度範囲	
LTC1694-1C	0 ~ 70
LTC1694-1I	- 40 ~ 85
接合部温度	125
保存温度範囲	- 65 ~ 150
リード温度 (半田付け、10秒)	300

パッケージ/発注情報

<p>TOP VIEW</p> <p>V_{CC} 1 5 SMBus1</p> <p>GND 2</p> <p>NC 3 4 SMBus2</p> <p>S5 PACKAGE 5-LEAD PLASTIC SOT-23</p> <p>T_{JMAX} = 125°C, θ_{JA} = 256°C/W</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC1694-1CS5 LTC1694-1IS5
	S5 PART MARKING
	LTHE LTA9

電気的特性

●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 °Cでの値。注記がない限り、V_{CC} = 2.7V ~ 6V。

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{CC}	Supply Voltage Range		2.7		6	V
I _{CC}	Supply Current	SMBus1 = SMBus2 = V _{CC}	● 15	45	80	μA
I _{PULL-UP}	Pull-Up Current	Positive Transition on SMBus (Figure 1) Slew Rate = 0.5V/μs, SMBus > V _{THRES}	● 1.0	2.2		mA
V _{THRES}	Input Threshold Voltage	Slew Rate = 0.5V/μs (Figure 1)	● 0.4	0.65	0.9	V
SR _{THRES}	Slew Rate Detector Threshold	SMBus > V _{THRES}	●	0.2	0.5	V/μs
t _r	SMBus Rise Time Standard Mode I ² C Bus Rise Time	Bus Capacitance = 200pF (Note 2) Bus Capacitance = 400pF (Note 3)	●	0.32	1.0	μs
f _{MAX}	SMBus Maximum Operating Frequency	(Note 4)	●		100	kHz

Note 1: 絶対最大定格はそれを超えるとデバイスの寿命に影響を及ぼす値。

Note 2: SMBusラインの立ち上がり時間は、(V_{IL(MAX)} - 0.15V) ~ (V_{IH(MIN)} + 0.15V)または0.65V ~ 2.25Vで計算される。このパラメータは設計によって保証されているが、テストされない。0.5V/μsの最小初期スルーレート、1mAの最小プルアップ電流、および0.9Vの最大入力スレッショルド電圧では次のようになる。

$$\text{Rise Time} = [(0.9V - 0.65V)/0.5V/\mu\text{s}] + [(2.25V - 0.9V) \cdot 200\text{pF}/1\text{mA}] = 0.77\mu\text{s}$$

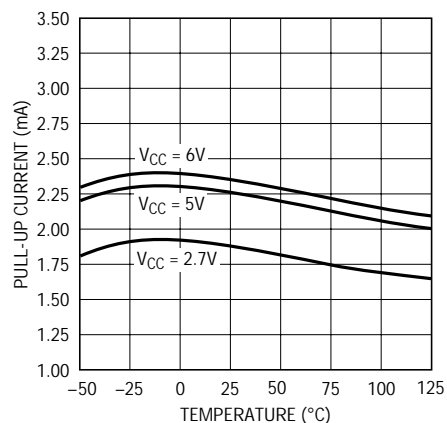
Note 3: I²Cバス・ラインの立ち上がり時間は、V_{IL(MAX)} ~ V_{IH(MIN)}または1.5V ~ 3V (V_{CC} = 5Vのとき)で計算される。このパラメータは設計によって保証されているが、テストされない。1mAの最小ブースト・プルアップ電流では次のようになる。

$$\text{Rise Time} = (3V - 1.5V) \cdot 400\text{pF}/1\text{mA} = 0.6\mu\text{s}$$

Note 4: このパラメータは設計によって保証されているが、テストされない。

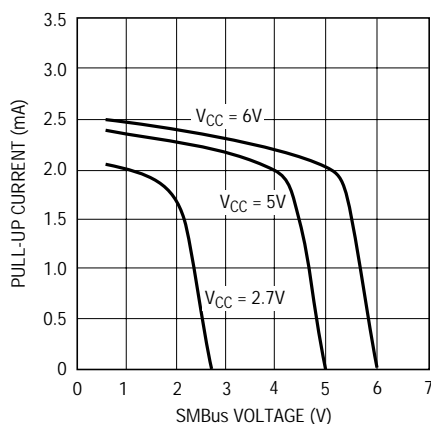
標準的性能特性

プルアップ電流



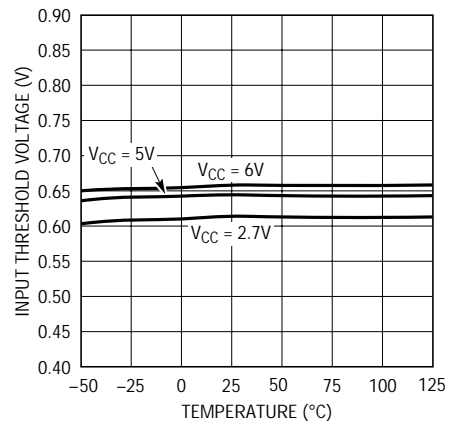
1694-1 G01

プルアップ電流とSMBus電圧



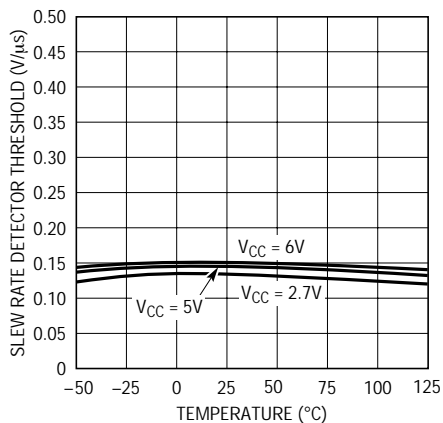
LT1694 G02

入力スレッシュホールド電圧



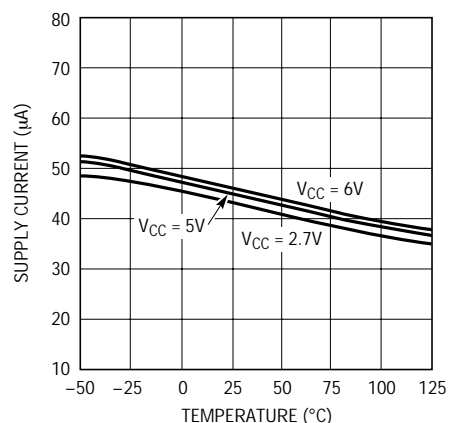
1694 G03

スルーレート検出器のスレッシュホールド



1694 G04

スタンバイ・モードの電源電流



1694-1 G05

LTC1694-1

ピン機能

V_{CC} (ピン1) : 電源入力。V_{CC}の範囲は2.7V ~ 6Vが許容され、GNDとの間に0.1μFのバイパス・コンデンサが必要です。SMBusラインまたはI²Cラインがアクティブではないとき(SCLとSDAがロジック“H”のレベル)、電源電流は標準で45μAです。

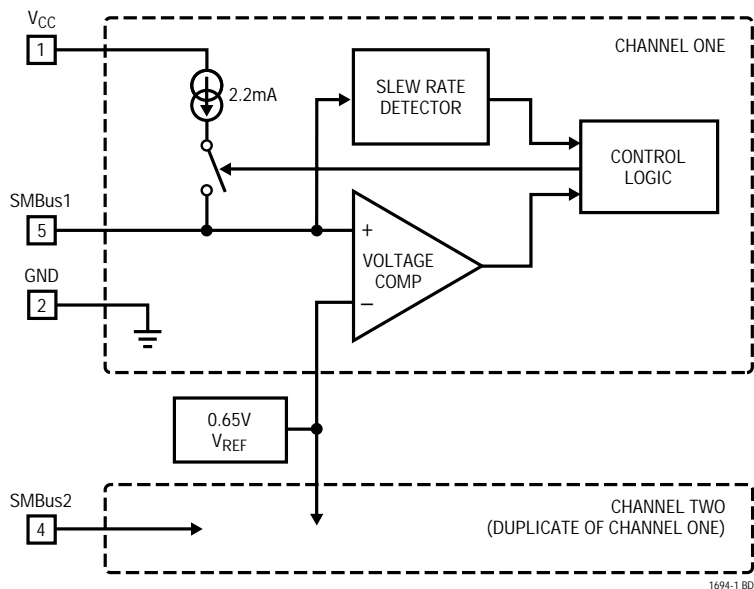
GND (ピン2) : グランド。

NC (ピン3) : 接続なし。

SMBus2 (ピン4) : SMBusのためのアクティブ・プルアップ。

SMBus1 (ピン5) : SMBusのためのアクティブ・プルアップ。

ブロック図



テスト回路

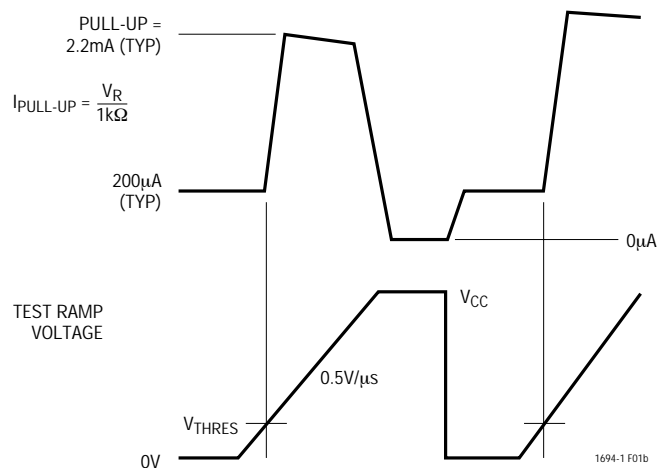
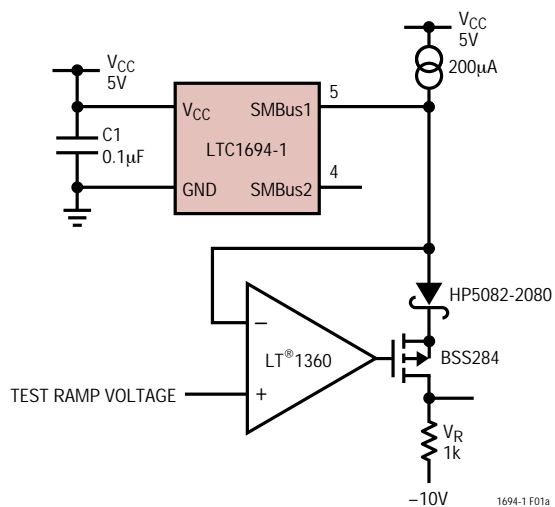


図1

sn16941 16941fs

アプリケーション情報

SMBusの概要

SMBus通信プロトコルは、プルアップ抵抗または電流源プルアップの付いたオープン・ドレイン・ドライブを採用しています。このプロトコルにより、複数のデバイスがバス競合を起こさずにバスをドライブし、モニタすることができます。抵抗または固定電流源を使ったプルアップは簡単ですが、バスの容量が大きくなると立上り時間が遅くなります。立上り時間は小さな値のプルアップ抵抗または大きな値の固定電流源を使って改善することができますが、追加電流により“L”状態のバスの電圧が上昇してノイズ・マージンが減少します。立上り時間が遅いとデータの信頼性に重大な影響を与えることがあり、最大実用バス速度がSMBusの規定最大伝送速度より大幅に低くなる可能性があります。

動作原理

LTC1694-1はこれらの問題点を克服するため、正方向のバス遷移の間だけ2.2mAのプルアップ電流を供給して、どんなバス容量でも高速でスルーします。したがって、とくにSMBusの最大負荷条件で、立上り時間が劇的に改善されます。

LTC1694-1は、各SMBus出力ピンに同一の回路を個別に備えています。この回路は正方向エッジのスルーレートの検出器と電圧コンパレータで構成されています。

SMBusライン電圧が0.65Vのコンパレータ・スレッシュホールド電圧より大きく、SMBusラインの正方向スルーレートがスルーレート検出器の0.2V/μsスレッシュホールドより大きいときだけ、2.2mAプルアップ電流はターンオンします。SMBusラインの電圧がV_{CC}の0.5V以内に達するまで、あるいはスルーレートが0.2V/μsより低くなるまで、プルアップ電流は流れ続けます。

R_SとR_Pの値の選択

SMBusがロジック・ゼロのとき定常状態のプルアップ電流を供給するため、各SMBusラインに外付けのプルアップ抵抗R_Pが必要です。このプルアップ電流は、LTC1694-1の2.2mAプルアップ電流を起動するため、正方向の遷移の最初の部分でSMBusラインをスルーするのに使われます。

外付けのR_Pを使って定常状態のプルアップ電流を供給することにより、ユーザーは“L”状態のロジック・レベル(V_{OL})を定めるだけでなく、立上り時間と立下り時間の関係を自由に調整することができます。

ESDとSMBus上の高電圧スパイクからI/O段を保護するため、直列抵抗R_S(図2)がバス・エージェントのオープン・ドレイン・ドライバに追加されることがあります。これはとくにSMBusで制御されるスマート・バッテリーで一般的です。

R_PとR_Sの値は“L”状態のノイズ・マージンとSMBusのタイミング条件を満たすように注意して選択する必要があります。

R_SとR_Pの値の選択の一般的手順とともに、R_SとR_Pによって影響を受ける電氣的パラメータについて以下説明します。

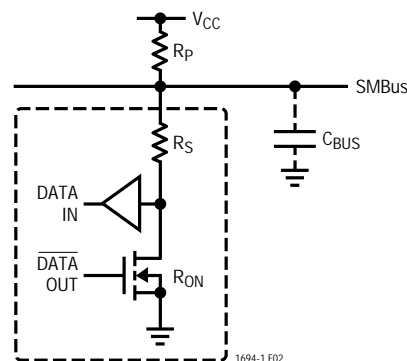


図2

“L”状態のノイズ・マージン

V_{OL}(“L”状態のロジック・レベル)は、十分なノイズ・マージンを得るため、低い値が求められています。V_{OL}は次式で計算されます。

$$V_{OL} = (R_L \cdot V_{CC}) / (R_L + R_P) \quad (1)$$

R_LはR_SとR_{ON}(オープン・ドレイン・ドライバのオン抵抗)の直列和です。

R_Pの値を大きくすると、V_{OL}の値が小さくなります。R_Lを大きくすると、V_{OL}の値が大きくなります。

初期スルーレート

バスの初期スルーレートSRは次式で定まります。

$$SR = (V_{CC} - V_{OL}) / (R_P \cdot C_{BUS}) \quad (2)$$

2.2mAのプルアップ電流を起動するには、SRはLTC1694-1のスルーレート検出器のスレッシュホールド(最大0.5V/μs)であるSR_{THRES}を超える必要があります。

アプリケーション情報

SMBusの立上り時間

SMBusラインの立上り時間は式3、4、および5を使って得られます。

$$t_r = t_1 + t_2 \quad (3)$$

$$t_1 = -R_p \cdot C_{BUS} \cdot \ln\left(\frac{V_{THRES} - V_{CC}}{V_{ILMAX} - 0.15 - V_{CC}}\right) \quad (4)$$

もし $(V_{ILMAX} - 0.15) > V_{THRES}$ ならば、 $t_1 = 0\mu s$ です。

$$t_2 = -R_p \cdot C_{BUS} \cdot \ln\left(\frac{V_{IHMIN} + 0.15 - V_{CC} - (R_p \cdot I_{PULL-UP})}{V_{THRES} - V_{CC} - (R_p \cdot I_{PULL-UP})}\right) \quad (5)$$

R_p を流れる電流を無視すると、式3の簡略版が得られません。

$$t_2 = (V_{IHMIN} + 0.15 - V_{THRES}) \cdot C_{BUS} / I_{PULL-UP} \quad (6)$$

SMBusシステムの場合、 $V_{ILMAX} = 0.8V$ および $V_{IHMIN} = 2.1V$ です。LTC1694-1では、標準で $V_{THRES} = 0.65V$ および $I_{PULL-UP} = 2.2mA$ です。

C_{BUS} はSMBusラインの全容量です。

R_p の値を大きくすると、立上り時間が増加します。

SMBusの立下り時間

SMBusラインの立下り時間は式7を使って得られます。

$$t_f = R_T \cdot C_{BUS} \cdot \ln\left(\frac{0.9 \cdot (R_p + R_L) - R_L}{(V_{ILMAX} - 0.15) \cdot (R_p + R_L) / V_{CC} - R_L}\right) \quad (7)$$

ここで、 R_T は R_p と R_L の並列接続の抵抗値です。

I²Cシステムの立上り時間と立下り時間は以下のように計算されます。

I²Cバスの立上り時間と立下り時間

I²Cラインの立上り時間は式8を使って得られます。

$$t_r = -R_p \cdot C_{BUS} \cdot \ln\left(\frac{V_{IHMIN} - V_{CC} - (R_p \cdot I_{PULL-UP})}{V_{ILMAX} - V_{CC} - (R_p \cdot I_{PULL-UP})}\right) \quad (8)$$

I²Cラインの立下り時間は式9を使って得られます。

$$t_f = R_T \cdot C_{BUS} \cdot \ln\left(\frac{(V_{IHMIN} / V_{CC}) \cdot (R_p + R_L) - R_L}{(V_{ILMAX} / V_{CC}) \cdot (R_p + R_L) - R_L}\right) \quad (9)$$

入力レベルが固定されているI²Cシステムの場合、 $V_{ILMAX} = 1.5V$ および $V_{IHMIN} = 3V$ です。

入力レベルが V_{CC} に関連しているI²Cシステムの場合、 $V_{ILMAX} = 0.3V_{CC}$ および $V_{IHMIN} = 0.7V_{CC}$ です。

C_{BUS} はI²Cラインの全容量です。

R_p と R_L の一般的な選択手順は以下のとおりです。

- I/O保護の条件に基づいて R_L を最初に選択します。一般に、高電圧スパイクとESDに対する保護には100の R_S で十分です。 R_{ON} はオープン・ドレインのドライバのサイズによって定まり、大きなドライバの R_{ON} は小さくなります。
- 次に、 R_p の値は式3～式7(SMBusシステムの場合)または式8と式9(I²Cシステムの場合)を使って、立上り時間と立下り時間の条件に基づいて定まります。 R_p の値は立上り時間と立下り時間の両方の仕様が同時に満たされるように選択する必要があります。
- R_p と R_L を選択したら、式1と式2を使って V_{OL} とSRの必要条件が満たされているか確認します。

SRが低すぎるならば、 R_p の値を小さくします。 V_{OL} が高すぎるならば、 R_p の値を大きくします。

SMBusの設計例

以下の条件が与えられたとします。

$$\begin{aligned} V_{CC} &= 3.3V \text{ nom} \\ V_{OL} &= 0.4V \text{ max} \\ C_{BUS} &= 200pF \text{ max} \\ V_{ILMAX} &= 0.8V, V_{IHMIN} = 2.1V \\ t_r &= 0.8\mu s \text{ max}, t_f = 0.3\mu s \text{ max} \end{aligned}$$

500 の R_S が使われ、ドライバの最大 R_{ON} が200 だとすると、 $R_L = 500 + 200 = 700$ となります。
0.9Vの最大 V_{THRES} と1mAの最小 $I_{PULL-UP}$ を使い、さらに式6を使って t_2 の値を概算します。

$$t_2 = (2.1 + 0.15 - 0.9) \cdot [(200 \cdot 10^{-12}) / (1 \cdot 10^{-3})] = 0.27\mu s$$

$$t_1 = 0.8 - 0.27 = 0.53\mu s$$

式4を使って、 t_r を満足させるのに必要な R_p を求めます。

$$R_p = -t_1 / \{C_{BUS} \cdot \ln[(V_{THRES} - V_{CC}) / (V_{ILMAX} - 0.15 - V_{CC})]\} = 27k$$

$$R_T = (R_p \cdot R_L) / (R_p + R_L)$$

アプリケーション情報

式4と式5を使って、 t_r の正確な値を確認します。

$$t_r = 0.535\mu\text{s} + 0.254\mu\text{s} = 0.79\mu\text{s}$$

式7を使って t_f を確認します。

$$t_f = 0.222\mu\text{s}$$

これは0.3 μs 未満です。

式1を使って V_{OL} を確認します。

$$V_{OL} = (3.3 \cdot 700) / [700 + (27 \cdot 10^3)] = 83\text{mV}$$

出力電流は0.4V未満です。

さらに、式2を使って初期スルーレートを確認します。

$$SR = 3.3 / [(27 \cdot 10^3) \cdot (200 \cdot 10^{-12})] = 0.61\text{V}/\mu\text{s}$$

これは0.5V/ μs を超えています。

したがって、選択された R_p の値は27kです。

ACKデータのセットアップ時間

(プルダウン・ドライバと直列に接続される) R_S の値は注意して選択し、ACK(アクノリッジ)のデータ・セットアップ時間が満たされるようにします。最終ビットの送信終了時にSMBusのホストがSDAラインを解放し(“H”に引き上げ)、SMBusのスレーブ・デバイスがACKクロック・パルスの立上りエッジの前にSDAラインを“L”に引き下げるにより、アクノリッジが達成されます。

LTC1694-1の2.2mAのプルアップ電流はSMBusのホストがSDAラインを解放すると起動し、電圧がLTC1694-1のコンパレータの0.65Vのスレッシュホルドを超えて上昇します。SMBusのスレーブ・デバイスの R_S 値が大きいと、このスレーブ・デバイスがACKクロック・パルスの立上りエッジの前にSDAを“L”に引き下げるのに長い時間を要します。

ACKのために十分なデータ・セットアップ時間を確保するには、大きな R_S 値のSMBusスレーブ・デバイスはSDAをもっと早く“L”に引き下げる必要があります。 R_S が700 Ω でバス容量が200pFのSMBusデバイスの場合、標準で1.5 μs の最小セットアップ時間が必要です。

別の方法として、SMBusのスレーブ・デバイスは、SDAラインが安定した状態に達するまで、SCLラインを“L”に保つことができます。安定状態に達したら、SCLを解放してACKクロック・パルスを発生することができます。

複数のLTC1694-1の並列接続

LTC1694-1は200pFのバス容量で1 μs の最大SMBus立上り時間を保証するように設計されています。バス容量が200pFを超える場合には、複数のLTC1694-1を並列に接続してプルアップ電流を増やし、立上り時間の条件を満たすことができます。2個のLTC1694-1を並列に接続して4.4mAのプルアップ電流を供給する標準的なアプリケーションを図3に示します。

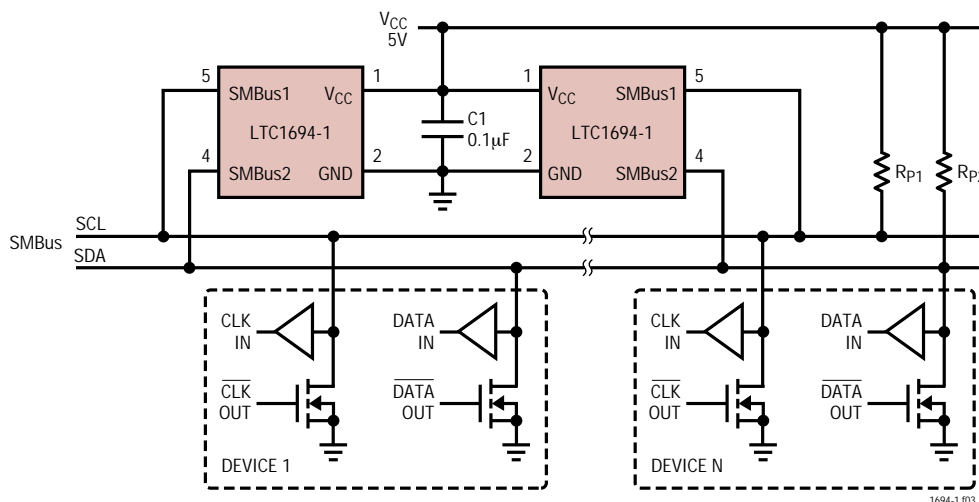
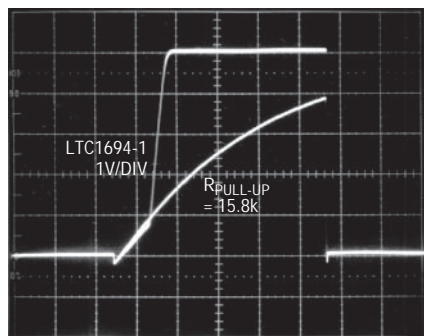


図3 . 4.4mAのプルアップ電流を供給するために並列接続された2個のLTC1694-1

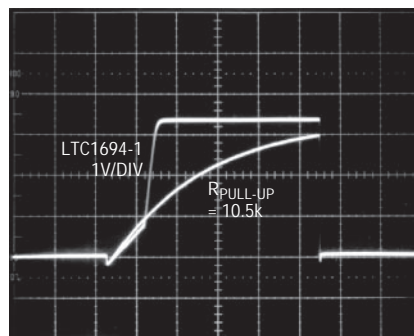
LTC1694-1

アプリケーション情報

LTC1694-1のSMBus波形と抵抗プルアップのSMBus波形の比較



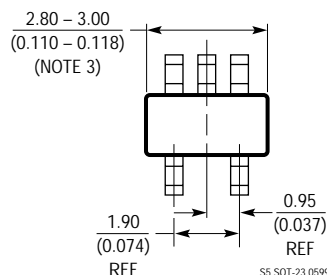
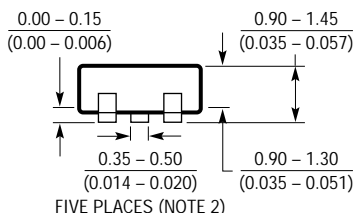
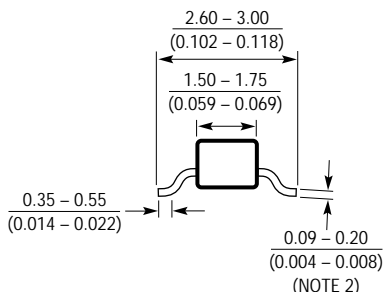
$V_{CC} = 5V$
 $C_{LD} = 200pF$
 $f_{SMBus} = 100kHz$
 1694 TA03



$V_{CC} = 3.3V$
 $C_{LD} = 200pF$
 $f_{SMBus} = 100kHz$
 1694 TA04

パッケージ寸法 注記がない限り寸法はインチ(ミリメートル)

S5パッケージ
 5ピン・プラスチックSOT-23
 (LTC DWG # 05-08-1633)



- NOTE :
1. 寸法はミリメートル
 2. 寸法にはメッキを含む
 3. 寸法にはモールドのバリやメタルのバリを含まない
 4. モールドのバリは0.254mmを超えてはならない
 5. パッケージのEIAJ参照番号はSC-74A (EIAJ)

関連製品

製品番号	説明	注釈
LTC1380/ LTC1393	SMBusインタフェース付き8チャンネル/4チャンネル・アナログ・マルチプレクサ	低 R_{ON} および低電荷注入
LTC1427	SMBusインタフェース付き10ビット電流DAC	50 μ Aフルスケール電流
LTC1623	SMBusインタフェース付きデュアル・ハイサイド・スイッチ・コントローラ	8つの選択可能なアドレス/16チャンネル対応
LTC1663	SMBusインタフェース付き10ビット・レール・トゥ・レール・マイクロパワー-DAC	DNL < 0.75LSB(最大) 5ピンSOT-23パッケージ
LTC1694	SMBusアクセラレータ	DCとACのプルアップ電流を含む
LT1786F	SMBusで制御されるCCFLスイッチング・レギュレータ	1.25A、200kHz、フロートまたは接地したランプ構成

sn16941 16941fs



リニアテクノロジー株式会社

〒102-0094 東京都千代田区紀尾井町3-6秀和紀尾井町パークビル8F
 TEL 03-5226-7291 • FAX 03-5226-0268 • www.linear-tech.co.jp

1099 4K • PRINTED IN JAPAN



© LINEAR TECHNOLOGY CORPORATION 1999