

# シリアル制御の スマートカード・インタフェース

## 概要

LTC<sup>®</sup>4556は、スマートカードまたはS.A.M.カード・インタフェースに対して、必要なすべての電力制御、レベル変換、および監視機能を提供します。このデバイスは、V<sub>CC</sub>電源を発生するための低ノイズ・チャージポンプとLDOに加え、必要なすべてのレベル・シフト回路を内蔵しています。

カード電圧は1.8V、3V、または5Vに設定できます。LTC4556は、自動デバウンス回路を備えたカード検出チャンネルを内蔵しています。配線コストを削減するため、LTC4556はシンプルな4線シリアル・インタフェースを介してマイクロコントローラとのインタフェースを行います。複数のデバイスをデジタイズ方式で接続できるので、カード・ソケット・ボードへの配線数はソケットの数と無関係です。ステータス・データは同じインタフェースを介して返されます。

多彩なセキュリティ機能により、電源フォルトやスマートカードの電氣的フォルトが発生した場合に適切な不動作化シーケンシングが保証されます。スマートカード・ピンは、部品を追加せずそのままの状態でも10kVより大きいESDに耐えられます。LTC4556は高さの低い(0.75mm)小型の4mm×4mm QFNパッケージで供給されます。

LT、LT、LTC、LTM、Linear TechnologyおよびLinearのロゴはリアテクノロジー社の登録商標です。ThinSOTはリアテクノロジー社の商標です。その他すべての商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。6356140、6411531を含む米国特許によって保護されています。

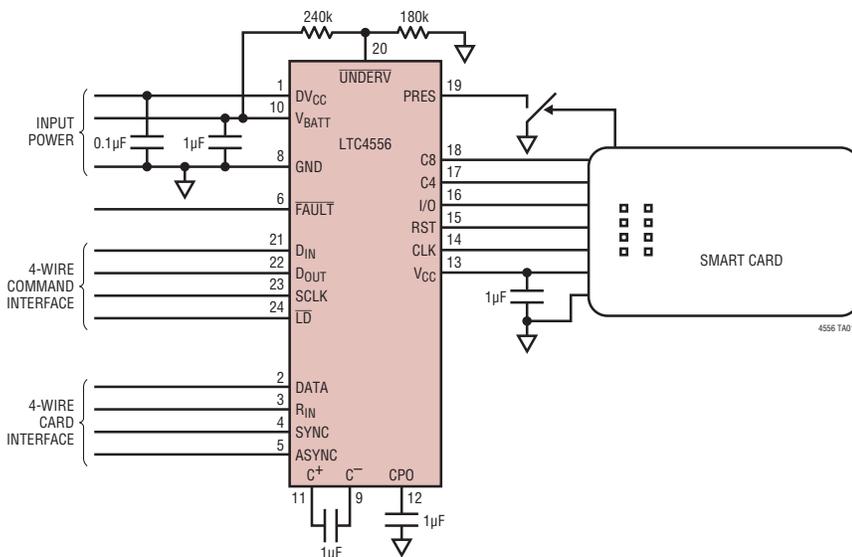
## 特長

- ISO7816-3およびEMVの電氣的仕様と互換
- デジタイズ・チェーン接続可能なコントロール/ステータス・シリアル・ポートが、マルチカード・アプリケーションに対応
- 電氣的フォルト時の自動シャットダウン
- 昇降圧チャージ・ポンプが5V、3Vまたは1.8V出力を生成 (スマートカード・クラスA、B、C)
- 自動レベル変換
- ダイナミック・プルアップによる、高速の信号立ち上がり
- スマートカードのフォルトを予防する監視機能
- 低い動作電流: 250μA (標準)
- V<sub>IN</sub>: 2.7V ~ 5.5V
- 超低シャットダウン電流
- スマートカード・ピンのESDは10kV以上
- 小型24ピン4mm×4mm QFNパッケージ

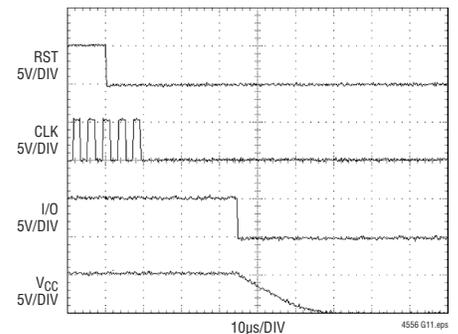
## アプリケーション

- ハンドヘルド決済端末
- 有料電話
- ATM機
- POS 端末
- コンピュータのキーボード
- マルチS.A.M. ソケット

## 標準的応用例



不動作化シーケンス



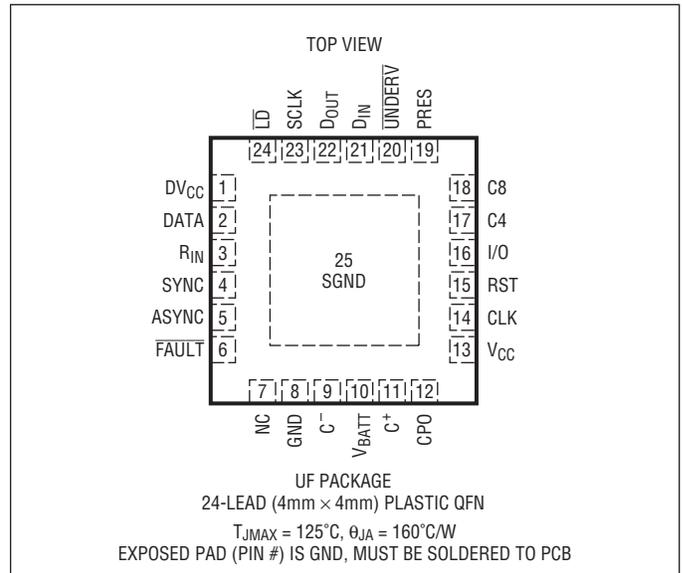
# LTC4556

## 絶対最大定格

(Note 1)

$V_{BATT}$ , $DV_{CC}$ , CPO, $\overline{FAULT}$ , $\overline{UNDERV}$ -GND 間 .....	-0.3V ~ 6.0V
PRES, DATA, $R_{IN}$ , SYNC, ASYNC, $\overline{LD}$ , $D_{IN}$ , SCLK-GND 間 .....	-0.3V ~ ( $DV_{CC} + 0.3V$ )
I/O, CLK .....	-0.3V ~ ( $V_{CC} + 0.3V$ )
$I_{CC}$ (Note 5) .....	65mA
$V_{CC}$ の短絡時間 .....	無期限
動作温度範囲 (Note 4) .....	-40°C ~ 85°C
保存温度範囲 .....	-65°C ~ 125°C

## ピン配置



## 発注情報

無鉛仕上げ	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
LTC4556EUF#PBF	LTC4556EUF#TRPBF	4556	24-Lead (4mm x 4mm) Plastic QFN	-40°C to 85°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。\* 温度グレードは出荷時のコンテナのラベルで識別されます。非標準の鉛ベース仕様の製品の詳細については、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

無鉛仕上げの製品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。テープアンドリールの仕様の詳細については、<http://www.linear-tech.co.jp/tapeandree/> をご覧ください。

## 電気的特性

● は全動作温度範囲で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、 $V_{BATT} = 3.3V$ 、 $DV_{CC} = 3.3V$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>入力電源</b>						
$V_{BATT}$ Operating Voltage		●	2.7		5.5	V
$I_{VBATT}$ Operating Current	$V_{CC} = 5V$ , $I_{CC} = 0\mu\text{A}$	●		250	400	$\mu\text{A}$
$I_{VBATT}$ Shutdown Current	No Card Present, $V_{CPO} = 0V$	●		0.5	1.75	$\mu\text{A}$
$DV_{CC}$ Operating Voltage		●	1.7		5.5	V
$I_{DVCC}$ Operating Current		●		5	25	$\mu\text{A}$
$I_{DVCC}$ Shutdown Current		●		0.2	1.5	$\mu\text{A}$
<b>チャージポンプ</b>						
$R_{OLCP}$ 5V Mode Open-Loop Output Resistance	$V_{BATT} = 3.075V$ , $I_{CPO} = I_{CC} = 60\text{mA}$ , (Note 3)	●		8.2	17	$\Omega$
CPO Turn On Time	$I_{CC} = 0\text{mA}$ , 10% to 90%	●		0.6	1.5	ms

4556fb

## 電気的特性

●は全動作温度範囲で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、 $V_{BATT} = 3.3\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3.3\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>スマートカード電源</b>						
$V_{CC}$ Output Voltage	5V Mode, $0 < I_{CC} < 60\text{mA}$	●	4.65	5.0	5.35	V
	3V Mode, $0 < I_{CC} < 50\text{mA}$	●	2.75	3.0	3.25	V
	1.8V Mode, $0 < I_{CC} < 30\text{mA}$	●	1.65	1.8	1.95	V
$V_{CC}$ Turn On-Time	$I_{CC} = 0\text{mA}$ , 10% to 90%	●		0.8	1.5	ms
Undervoltage Detection	Relative to Nominal Output	●	-9	-5	-2.5	%
Overcurrent Detection		●	60	110	150	mA
<b>スマートカード検出</b>						
Debounce Time ( $\overline{\text{PRES}}$ to $\overline{\text{D7}}$ )		●	15	32	60	ms
PRES Pull-Up Current	$V_{PRES} = 0$	●		1	2.5	$\mu\text{A}$
Deactivation Time ( $\overline{\text{RST}}$ to $V_{CC} = 0.4\text{V}$ )	$I_{CC} = 0\text{mA}$ , $CV_{CC} = 1\mu\text{F}$	●		100	250	$\mu\text{s}$
<b>CLK (非双方向モード)</b>						
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ ), (Note 2)	Sink Current = $-200\mu\text{A}$	●			0.2	V
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ ), (Note 2)	Source Current = $200\mu\text{A}$	●	$V_{CC} - 0.2$			V
Rise/Fall Time, (Note 2)	Loaded with $50\text{pF}$ , 10% to 90%	●			16	ns
CLK Frequency, (Note 2)		●	10			MHz
<b>RST, C4, C8</b>						
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ ), (Note 2)	Sink Current = $-200\mu\text{A}$	●			0.2	V
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ ), (Note 2)	Source Current = $200\mu\text{A}$	●	$V_{CC} - 0.2$			V
Rise/Fall Time, (Note 2)	Loaded with $50\text{pF}$ , 10% to 90%	●			100	ns
<b>I/O, CLK (CLKについては双方向モードのみの規格値)</b>						
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ ), (Note 2)	Sink Current = $-1\text{mA}$ ( $V_{DATA} = 0\text{V}$ or $V_{SYNC} = 0\text{V}$ )	●			0.3	V
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ ), (Note 2)	Source Current = $20\mu\text{A}$ ( $V_{DATA} = DV_{CC}$ or $V_{SYNC} = DV_{CC}$ )	●	$0.85 \cdot V_{CC}$			V
Rise/Fall Time, (Note 2)	Loaded with $50\text{pF}$ , 10% to 90%	●			500	ns
Short Circuit Current, (Note 2)	$V_{DATA} = 0\text{V}$ or $V_{SYNC} = 0\text{V}$	●		5	10	mA
<b>DATA, SYNC (SYNCについては双方向モードのみの規格値)</b>						
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ )	Sink Current = $-500\mu\text{A}$ ( $V_{I/O} = 0\text{V}$ or $V_{CLK} = 0\text{V}$ )	●			0.3	V
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ )	Source Current = $20\mu\text{A}$ ( $V_{I/O} = V_{CC}$ or $V_{CLK} = V_{CC}$ )	●	$0.8 \cdot DV_{CC}$			V
Rise/Fall Time	Loaded with $50\text{pF}$	●			500	ns
<b>R<sub>IN</sub>, D<sub>IN</sub>, SCLK, <math>\overline{\text{LD}}</math>, SYNC, ASYNC (SYNCについては非双方向モードの規格値)</b>						
Low Input Threshold ( $V_{IL}$ )		●			$0.15 \cdot DV_{CC}$	V
High Input Threshold ( $V_{IH}$ )		●	$0.85 \cdot DV_{CC}$			V
Input Current ( $I_{IH}/I_{IL}$ )		●	-1		1	$\mu\text{A}$
<b>D<sub>OUT</sub></b>						
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ )	Sink Current = $-200\mu\text{A}$	●			0.3	V
High Level Output Voltage ( $V_{OH}$ )	Source Current = $200\mu\text{A}$	●	$DV_{CC} - 0.3$			V
<b>UNDERV</b>						
Threshold		●	1.17	1.23	1.29	V
Leakage Current	$V_{UNDERV} = 3.3\text{V}$	●			50	nA

# LTC4556

## 電気的特性

● は全動作温度範囲で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、 $V_{BATT} = 3.3\text{V}$ 、 $DV_{CC} = 3.3\text{V}$ 。

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>FAULT</b>					
Low Level Output Voltage ( $V_{OL}$ )	Sink Current = $-200\mu\text{A}$	●	0.005	0.3	V
Leakage Current	$V_{FAULT} = 5.5\text{V}$	●		1	$\mu\text{A}$

## シリアル・ポートのタイミング

Symbol	Description	Conditions	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{DS}$	$D_{IN}$ Valid to SCLK Setup		8			ns
$t_{DH}$	$D_{IN}$ Valid to SCLK Hold		8			ns
$t_{DD}$	$D_{OUT}$ Output Delay	$C_{LOAD} = 15\text{pF}$	15		60	ns
$t_L$	SCLK Low Time		50			ns
$t_H$	SCLK High Time		50			ns
$t_{CL}$	SCLK to $\overline{LD}$		50			ns
$t_{LC}$	$\overline{LD}$ to SCLK		0			ns
$t_{LFC}$	$\overline{LD}$ Falling to SCLK		50			ns

**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回復不可能な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恐れがある。

**Note 2:** この規格は、スマートカードの3つの電圧クラス (1.8V、3V、5V) のすべてに適用される。

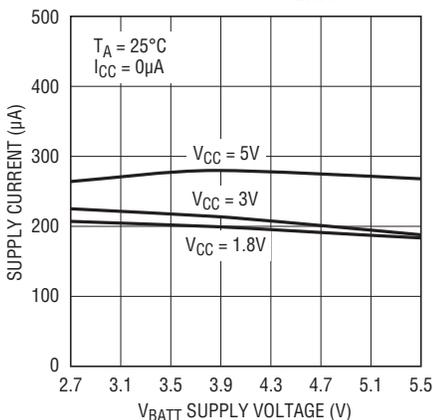
**Note 3:**  $R_{OLCP} \equiv (2V_{BATT} - V_{CPO})/I_{CPO}$ ;  $V_{CPO}$  は、全負荷 ( $I_{CC}$ ) および最小電源電圧  $V_{BATT}$  によって決まる。図6参照。

**Note 4:** LTC4556Eは  $0^\circ\text{C} \sim 70^\circ\text{C}$  の範囲で性能仕様に適合することが保証されている。 $-40^\circ\text{C} \sim 85^\circ\text{C}$  の動作温度範囲での仕様は設計、特性評価および統計的なプロセス・コントロールとの相関で確認されている。

**Note 5:** 長期電流密度制限によって保証されている。

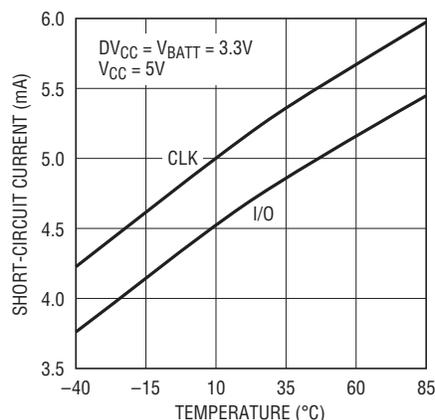
## 標準的性能特性

無負荷時電源電流と  $V_{BATT}$



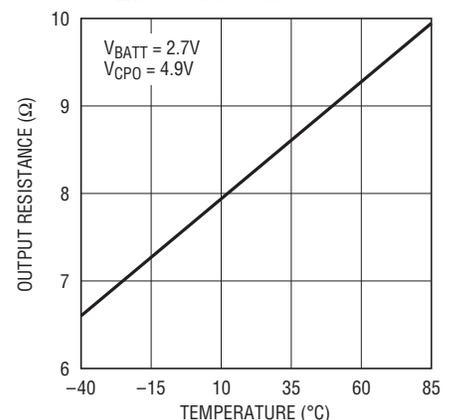
4556 G01

I/OおよびCLKの短絡電流と温度 (CLKは双方向モード)



4556 G02

チャージポンプの開ループ 出力抵抗と温度 ( $2V_{BATT} - V_{CPO}$ ) /  $I_{CPO}$

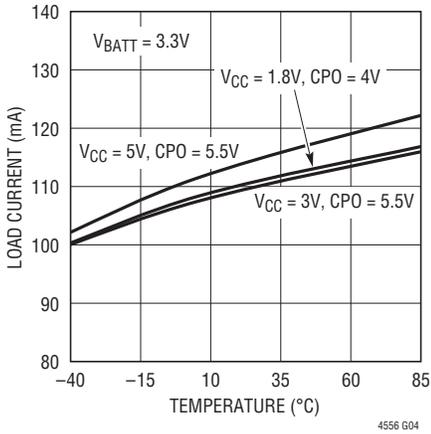


4556 G03

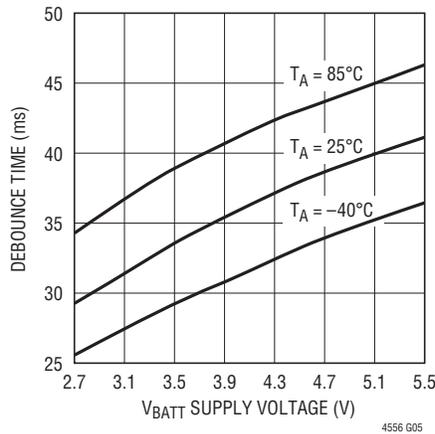
4556fb

標準的性能特性

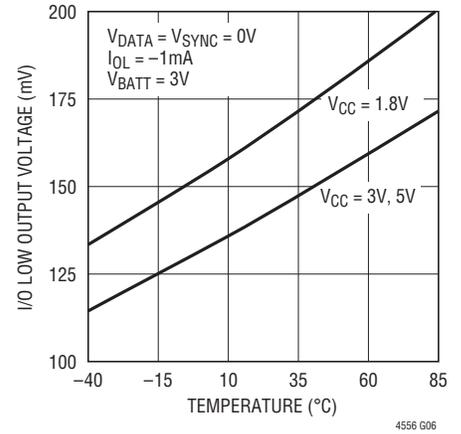
V<sub>CC</sub>の過電流シャットダウンしきい値と温度



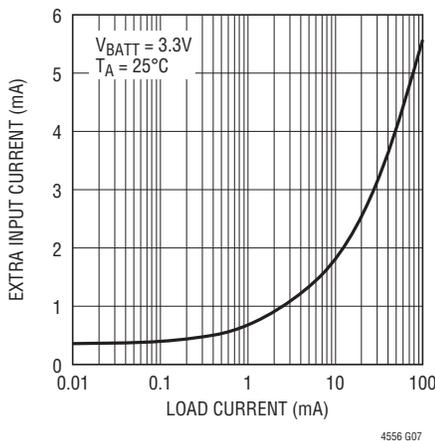
カード検出のデバウンス時間とV<sub>BATT</sub>電源電圧



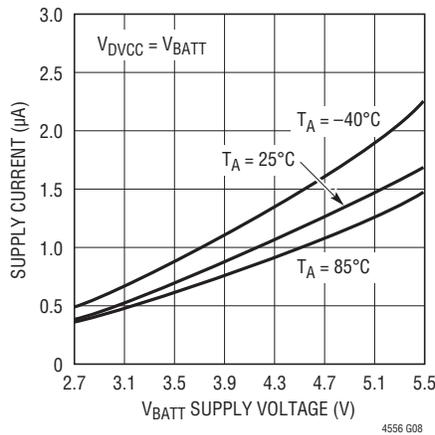
双方向チャンネル(I/O)の低出力電圧と温度



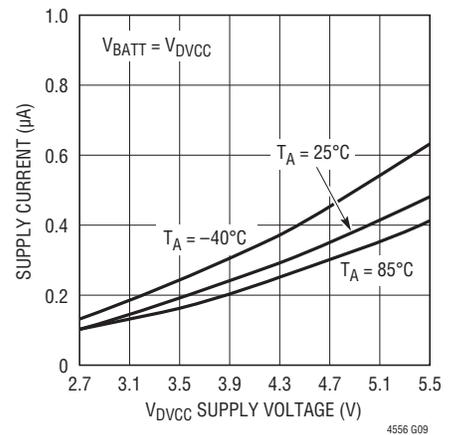
増加入力電流と負荷電流(I<sub>BATT</sub> - 2I<sub>CC</sub>)



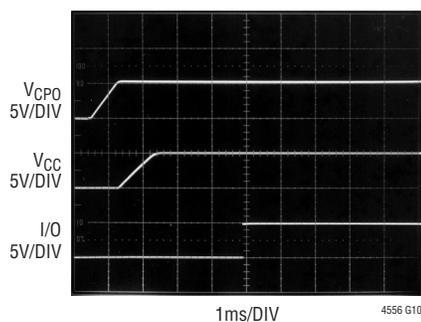
V<sub>BATT</sub>のシャットダウン電流と電源電圧



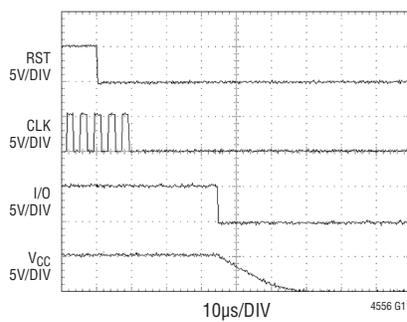
DV<sub>CC</sub>のシャットダウン電流と電源電圧



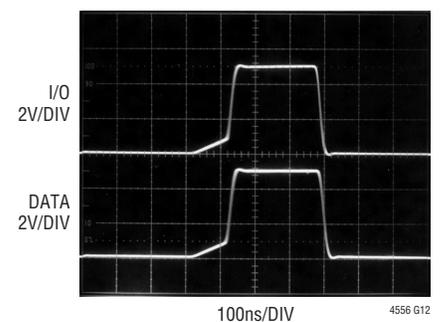
チャージポンプとLDOの動作化



不動作化シーケンス



Data - I/Oチャンネル



## ピン機能

**DV<sub>CC</sub> (ピン1)** : 電源。制御ロジックのリファレンス電圧です。

**DATA (ピン2)** : 入力/出力。マイクロコントローラ側のデータ I/O ピン。DATA ピンはスマートカードとの双方向通信経路を与えます。カードは DATA ピンを介して通信するように選択することができます。複数の LTC4556 が並列に接続されている場合、どのカード・ソケットも選択しないことにより、DATA ピンを高インピーダンスにすることができます。C4 と C8 の同期カード・ピンは、シリアル・ポートを介して選択して、DATA ピンに接続することができます (表 4 を参照)。

**R<sub>IN</sub> (ピン3)** : 入力。R<sub>IN</sub> ピンは、スマートカードに RST 信号を与えます。それはレベル・シフトされて、選択されたカードの RST ピンに直接送信されます。カードが非選択状態になると、RST ピンはその現在の状態にラッチされます。

**SYNC (ピン4)** : 入力-入力/出力。SYNC ピンは同期式スマートカードのクロック入力を与えます。同期式カードが選択されると、その CLK ピンは SYNC に直接追従します。同期式カードが非選択状態になると、CLK ピンはその現在の状態にラッチされます。双方向モードでは、SYNC ピンはスマートカード CLK ピンとともに入力/出力になります。

**ASYNC (ピン5)** : 入力。ASYNC ピンは非同期式カードのクロック入力を与えるので、自走クロックに接続します。スマートカードへのクロック信号は、ASYNC の信号の ÷1、÷2、÷4 または ÷8 にすることができます。非同期式カードは、クロックを“H”または“L”に停止して、クロック停止モードにすることもできます。

**FAULT (ピン6)** : 出力。フォルト発生時に通知するのに FAULT ピンをマイクロコントローラへの割り込みとして使うことができます。これはオープン・ドレイン出力で、論理的に D4 と等価です。(表 1 を参照)

**NC (ピン7)** : チップには接続されていません。接地することができます。

**GND (ピン8)** : グランド。チップの電源グランドです。このピンは低インピーダンスのグランド・プレーンに直接接続します。

**C<sup>-</sup>、C<sup>+</sup> (ピン 9、11)** : チャージポンプ。チャージポンプのフライング・コンデンサのピンです。C<sup>+</sup> から C<sup>-</sup> に 1μF の X5R または X7R セラミック・コンデンサを接続します。

**V<sub>BATT</sub> (ピン10)** : 電源。LTC4556 のアナログ部分および電力部分の電源電圧です。

**CPO (ピン12)** : チャージポンプ。CPO はチャージポンプの出力です。スマートカードが電力を必要とするとき、必要なスマートカード電圧に従って、チャージポンプが CPO を 3.7V または 5.35V に充電します。CPO には低インピーダンスの X5R または X7R の 1μF セラミック・コンデンサが必要です。

**V<sub>CC</sub> (ピン13)** : カード・ソケット。V<sub>CC</sub> ピンはスマートカード・ソケットの V<sub>CC</sub> ピンに接続します。V<sub>CC</sub> ピンの活性化はシリアル・ポートによって制御され (表 1 と表 2 を参照)、0V、1.8V、3V または 5V に設定することができます。

**CLK (ピン14)** : カード・ソケット。CLK ピンはスマートカード・ソケットの CLK ピンに接続します。どちらのタイプのカードにアクセスしようとしているかによって、CLK 信号は SYNC 入力または ASYNC 入力から得ることができます。カードのタイプはシリアル・ポートを介して選択されます (表 1 および表 3 を参照)。双方向モードでは、CLK ピンはマイクロコントローラ側の SYNC ピンとともに入力/出力になります。

**RST (ピン15)** : カード・ソケット。このピンはスマートカード・ソケットの RST ピンに接続します。RST 信号は R<sub>IN</sub> ピンから得られます。カードが選択されると、その RST ピンは R<sub>IN</sub> に追従します。カードが非選択状態になると、RST ピンは R<sub>IN</sub> の現在の値を保持します。

**I/O (ピン16)** : カード・ソケット。I/O ピンはスマートカード・ソケットの I/O ピンに接続します。スマートカードが選択されると、その I/O ピンは DATA ピンに接続されます。スマートカードが非選択状態になると、その I/O ピンはアイドル状態 (H) に戻ります。

**C4、C8 (ピン17、18)** : カード・ソケット。これらのピンは、スマートカード・ソケットの同期式メモリ・カードの C4 ピンと C8 ピンに接続されます。これらのピンの信号は片方向で、カードに向けてだけ送ることができます。C4 と C8 のデータは DATA ピンを介して送信され、シリアル・ポートを介して I/O の代わりに選択することができます (表 4 を参照)。C4 または C8 が選択されると、DATA ピンに追従します。それが非選択状態になると、その現在の状態にラッチされたままになります。

**PRES (ピン19)** : カード・ソケット。PRES ピンはスマートカードの存在を検出するのに使われます。これはスマートカード・アクセプタのソケットの通常開いている検出スイッチに接続します。このピンにはチップ内にプルアップ電流源が備わっているので、外付け部品は不要です。

## ピン機能

**UNDERV (ピン 20) :** 入力。UNDERV ピンは、外部電源モニタのための精密な低電圧しきい値を与えることにより、保護機能を実現します。外付け抵抗分圧器により、望みの低電圧しきい値を設定します。UNDERV が 1.23V を下回ると、LTC4556 は自動的に不動作化シーケンスを開始します。

外部電源モニタが不要であれば、UNDERV ピンを  $V_{BATT}$  または  $DV_{CC}$  に接続します。

**D<sub>IN</sub> (ピン 21) :** 入力。シリアル・ポートの入力。コマンド・データは SCLK に同期して D<sub>IN</sub> にシフトされます。D<sub>IN</sub> は、デイズ・チェーン動作のために、マイクロコントローラまたは別の LTC4556 や LTC1955 の D<sub>OUT</sub> ピンに直接接続することができます。

**D<sub>OUT</sub> (ピン 22) :** 出力。シリアル・ポートの出力。スマートカードのステータス・データは SCLK に同期して D<sub>OUT</sub> からシフトされます。D<sub>OUT</sub> は、デイズ・チェーン動作のために、マイクロコ

ントローラ、または別の LTC4556 や LTC1955 の D<sub>IN</sub> ピンに直接接続することができます。

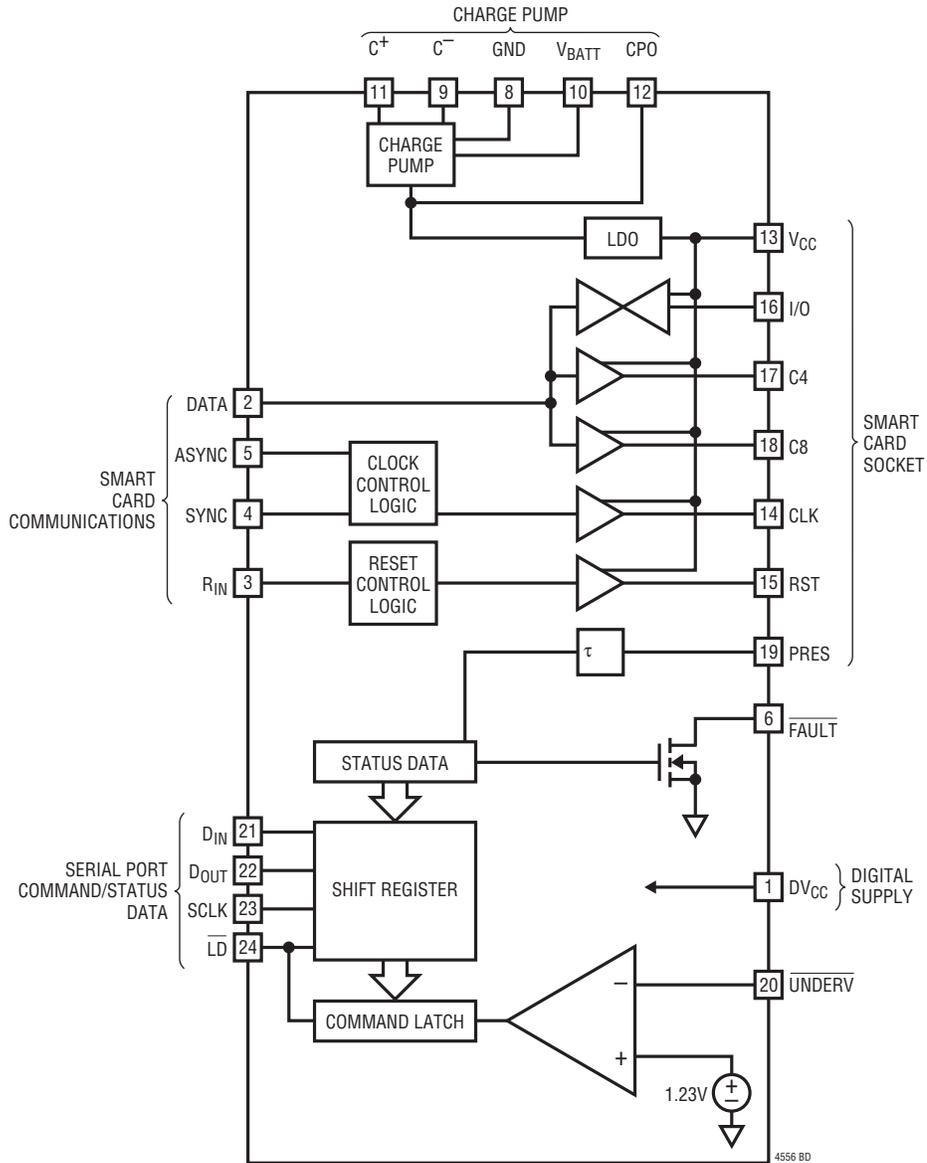
**SCLK (ピン 23) :** 入力。SCLK ピンはシリアル・ポートをクロックします。SCLK の立ち上がりエッジで新しいデータ・ビットが受信されます。SCLK はアイドル時間のあいだは“H”のまま保ち、LD が“L”のときはクロックしません。

**LD (ピン 24) :** 入力。このピンの立ち下がりエッジで、シフト・レジスタの現在の状態がコマンド・レジスタにロードされます。スマートカードへのコマンドの変更は LD の立ち下がりエッジで更新されます。LD の立ち上がりエッジで、次の読み出し/書き込みサイクルのために、ステータス情報がシフト・レジスタにラッチされます。

**SGND (ピン 25) :** 露出パッド。PCB のグラウンドに半田付けする必要があります。

# LTC4556

## ブロック図



## 動作

### シリアル・ポート

マイクロコントローラに適合したシリアル・ポートは、LTC4556の全てのコマンドと制御入力およびスマートカードのステータス情報を与えます。D<sub>IN</sub>入力のデータはSCLKの立ち上がりエッジでロードされます。D7が最初にロードされ、D0が最後にロードされます。コマンド・ビットがD<sub>IN</sub>入力にシフトされているとき、同時にステータス・ビットがD<sub>OUT</sub>出力からシフトされます。ステータス・ビットはSCLKの立ち上がりエッジでD<sub>OUT</sub>に与えられます。全ビットがシフト・レジスタにクロックされると、LDを“L”にすることによって、コマンド・データがコマンド・ラッチにロードされます。このとき、コマンド・ラッチが更新され、LTC4556は新しいコマンド・セットに従って動作を開始します。ステータス・データはLDの立ち上がりエッジでシフト・レジスタにラッチされます。SCLKが“L”の状態ではLDを“L”にし、SCLKが“H”の状態ではLDを“H”にします。このため、トランザクションごとに9番目のクロック・サイクルが必要です。シリアル・ポートの推奨動作を図2に示します。

ひとつのLTC4556のD<sub>OUT</sub>ピンを別のLTC4556のD<sub>IN</sub>ピンに接続して、複数のLTC4556をデジタイズ・チェーン接続することができます。複数のLTC1955とデジタイズ・チェーン接続した1個のLTC4556の例を図7に示します。

シリアル・ポートの最高クロック・レートは10MHzです。

シリアル・ポートはスマートカード・ソケットの以下のパラメータを制御します。

- スマートカードの選択/非選択
- カードのV<sub>CC</sub>電圧レベル(5V/3V/1.8V/0V)

- カードのクロック・モード(同期、非同期、または双方向)
- 非同期式カードの動作モード(クロック停止“H”、“L”、÷1、÷2、÷4、または÷8)
- I/Oピン、C4ピン、またはC8ピンの選択

シリアル・ポートは以下のステータス・データを与えます。

- スマートカードの有無を表示します。
- スマートカードのV<sub>CC</sub>電源の用意ができていないことを表示します。電源電圧が最終値に達するまでスマートカードとの通信はディスエーブルされます。
- フォルト状態を表示します。電氣的フォルトまたはATRフォルトが発生すると、フォルトが通知されます。電氣的フォルトの場合、LTC4556は自動的にスマートカードを不動作化します。

シリアル・データ・ワードの各ビットに関連したコマンド入力とステータス出力を表1に示します。

LTC4556では、5V、3Vおよび1.8Vの3つの電圧オプションを利用することができます。ビットD0とビットD1は選択される電圧を決めます。両方の制御ビットを0に設定すると、カードが不動作化され、スマートカードの電源電圧が0Vに設定されます。電源制御ビットの動作を表2に示します。

スマートカードへのCLKピンは多様なモードにプログラムすることができます。同期式と非同期式の両方のカードがサポートされています。非同期式カードにはいくつかのオプションを利用することができます。ビットD5～D7を使って全てのクロック・オプションを得る方法を表3に示します。

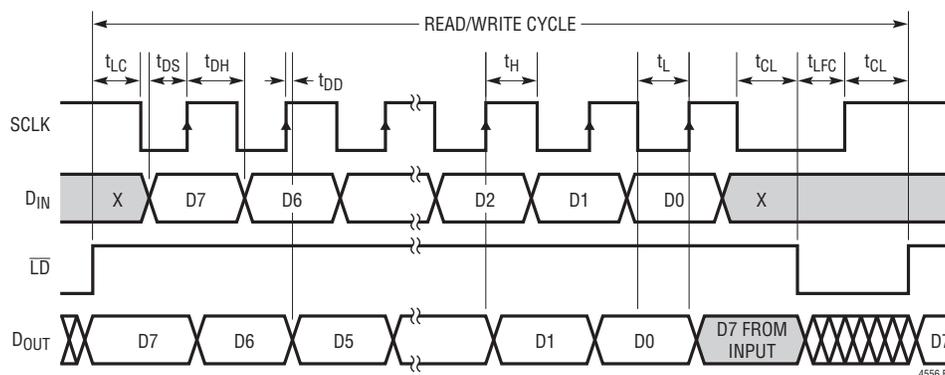


図2. シリアル・ポートのタイミング図

## 動作

表1. シリアル・ポート・コマンド

ステータス出力	ビット	コマンド入力
0	D0	V <sub>CC</sub> の選択 (表2を参照)
0	D1	
0	D2	カードの選択/非選択
0	D3	カード通信の選択 (表4を参照)
カードの電氣的フォルト	D4	カードのクロックの選択 (表3を参照)
カードのATRフォルト	D5	
カードのV <sub>CC</sub> がレディ状態	D6	
カード有り	D7	

表2. V<sub>CC</sub>およびシャットダウンの選択

D1	D0	状態
0	0	V <sub>CC</sub> = 0V (シャットダウン)
0	1	V <sub>CC</sub> = 1.8V
1	0	V <sub>CC</sub> = 3V
1	1	V <sub>CC</sub> = 5V

表3. クロックの選択

D7	D6	D5	クロック・モード
0	0	0	同期モード
0	0	1	双方向モード
0	1	0	非同期の停止を“L”
0	1	1	非同期の停止を“H”
1	0	0	非同期 ÷1
1	0	1	非同期 ÷2
1	1	0	非同期 ÷4
1	1	1	非同期 ÷8

シリアル・ポートからステータス・データを受信するには、読み出し/書き込み動作を行う必要があります。スマートカードの存在を調べるポーリングをするとき、入力ワードを\$00に設定することができます。なぜなら、これはLTC4556のシャットダウン・コマンドだからです。

### データ・チャンネル

データ・チャンネルはI/Oピンの適切なV<sub>CC</sub>電圧にレベル・シフトされます。

NMOS パス・トランジスタがレベル・シフトを行います。NMOS トランジスタのゲートは、両方の側がチャンネルを解放したとき、このトランジスタが完全にオフするようにバイアスされます。チャンネルの片側が“L”をアサートすると、トランジスタが他の側に“L”を伝えます。電流はチャンネルの受信側から送信側に

流れることに注意してください。受信側の“L”の出力電圧は送信側の電圧およびパス・トランジスタのIR降下に依存します。

あるカード・ソケットが選択されると、それはDATAピンにデータをドライブすることが可能になり、同様にDATAピンからデータを受信することが可能になります。カード・ソケットが非選択状態になると、そのI/Oピンの電圧がアイドル状態(H)にもどり、チャンネルのDATA側が高インピーダンスになります。

LTC4556にはスマートカードのC4ピンとC8ピンとの片方向通信機能が備わっています。表4に示されているように、C4ピン、C8ピンおよびI/Oピンは、ビットD3とビットD4を使って、DATAピンに個別に多重化されます。

表4. 通信の選択

D4	D3	通信モード
0	0	何も選択されていない
0	1	DATAピンにC4を接続
1	0	DATAピンにC8を接続
1	1	DATAピンにI/Oを接続

### ダイナミック・プルアップ電流源

双方向ピン(DATA、I/O)の電流源は動的に活性化され、比較的低い静的電流で高速立ち上がり時間を達成します。双方向ピンが解放されると、小さな起動電流がノードを充電し始めます。エッジ・レート検出器がピンのスルーレートを内部リファレンスの値と比較して、ピンが解放されたかどうか判定します。有効な遷移が検出されると、大きなプルアップ電流がノードのエッジ・レートを上げます。スルーレートが高いほどノードを充電する決定が速くなるので、ヒステリシスの動的形状に影響を与えます。

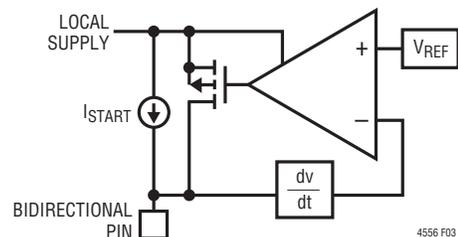


図3. ダイナミック・プルアップ電流源

## 動作

シリアル・ポートのセクションで説明されているように、LTC4556は同期式と非同期式の両方のスマートカードをサポートします。ビットD5～D7が0に設定されていると、クロック・チャンネルは同期モードになります。

同期モードでは、CLKピンは選択されたチャンネルのSYNCピンに追従します。チャンネルが(シリアル・ポートを介して)非選択状態になると、CLKラインが現在の値にラッチされます。

制御ビットのD7、D6およびD5が、それぞれ0、0および1に設定されると、クロック・チャンネルは双方向モードになります。このモードでは、双方向カードと通信するとき、クロック・ストレッチングが可能です。双方向レベル変換回路はI/O-DATA回路と全く同一です。SYNCピンまたはCLKピンのどちらからでも“L”をアサートすることができ、他方のピンは追従します。両方の側が同時にアサートすると、“L”を相手方に「手渡して」クロック・ストレッチングに影響を与えることができます。それは片方向の同期モードまたは非同期モードと同じほど高速で動作はしませんが、最大クロック・レートのために両方に加速プルアップ・ソースを用います。

非同期モードでは、CLKピンはASYNCピン(÷1モード)またはこのピンの分周バージョンに追従します。CLKピンは“H”または“L”に保つこともできます。利用できる分周比は、÷2、÷4および÷8です。分周比を切り替えるとき、内部の選択回路がCLKピンにスパイクやグリッチが生じないように保証します。したがって、クロック周波数変更コマンドが効果を現すまでに、最多8クロック・パルスを要することがあります。同期回路は、停止モードのひとつに入ったり、そこから抜け出すとき、グリッチが生じないように保証します。たとえば、ストップ・ローモードに入るとき、選択回路はCLK信号の次の立ち下がりエッジを待つて変更をおこないます。同様に、ストップ・ハイを選択すると、次の立ち上がりエッジで変更されます。

非同期式カードを非選択状態にしても、CLKピンには影響を与えません。そのクロックの開始、停止、またはその分周比の変更をいつでも行うことができます。

非同期アプリケーションの入力クロックのデューティサイクルを整えるには、÷2、÷4または÷8のクロック分周モードのどれを使っても50%に非常に近いデューティサイクルになります。

追加の同期回路が、同期モードと非同期モードとを切り替えるときグリッチが生じるのを防ぎます。この回路のため、モードを非同期から同期に切り替えるのにCLKピンに2つのエッジ(立ち下がりエッジに続く立ち上がりエッジ)が必要です。たとえば、クロック停止モードに入ると、クロック停止モードが解除されるまでクロック・チャンネルはモードを変えません。

SYNC入力とASYNC入力は両方とも独立に、CLKピンに適切な電圧(5V、3V、1.8V)にレベル・シフトされます。

### リセット・チャンネル

カードが選択されると、リセット・チャンネルがR<sub>IN</sub>ピンからRSTピンへ、レベル・シフトされた経路を与えます。カードが非選択状態になると、そのRSTピンはR<sub>IN</sub>の現在の値にラッチされます。

### スマートカード検出回路

PRESピンはスマートカードの存在を検出するために使用します。自動デバウンス回路は、標準32msのあいだ継続してスマートカードが存在するまで待機します。有効なカードの表示がなされると、ステータス・ビットが更新され、シリアル・ポートを介してデータをサイクルさせてポーリングを行うことができます。LDが“L”に保持されていると、シリアル・ポートのD<sub>OUT</sub>ピン(D7に相当)を使って、リアルタイムでカードの存在を表示することができます。

PRESピンにはプルアップ電流源が内蔵されているので、スイッチの検出に外付け部品は不要です。プルアップ電流源は、ピンの電圧が約1Vより下のあいだは小さな電流が流れ、ピンの電圧が1Vに達するといくらか大きな電流が流れるように設計されています。これは、カードが存在するときの電力消費を低く抑え、しかもカードを取り去るときの応答時間を高速にする効果があります。

### 活性化/不動作化

柔軟性を高めるため、スマートカードの活性化シーケンシングはアプリケーション・プログラマに委ねられています。ただし、不動作化は手動または自動で行うことができます。電氣的フォルト状態になると、自動不動作化がトリガされます。

## 動作

制御ビットのD0とD1を0に設定するだけで、シリアル・ポートを介して組み込みの不動作化シーケンスを実行することができます。不動作化シーケンスの概要は以下のとおりです。

1. RSTピンが直ちに“L”に引き下げられます。
2. CLKピンの不動作化は使用されるカードのタイプに依存します。  
 スマートカードが非同期モードに設定されていると、CLKピンはその次の立ち下がりエッジで“L”にラッチされます。立ち下がりエッジが5 $\mu$ s(最小)以内に発生しないと、CLKラインは“L”に強制されます。  
 スマートカードが同期モードに設定されていると、CLKピンはその現在の値(“H”または“L”のどちらか)に直ちにラッチされ、5 $\mu$ s(最小)経過後に“L”に強制されます。5 $\mu$ sのタイムアウト時間のあいだ、SYNCの変化は無視されます。
3. I/O、C4、C8の各ピンが“L”に引き下げられます。
4. V<sub>CC</sub>ピンが“L”に引き下げられます。

活性化時に、関連したスマートカード規格に準拠するため、スマートカード電源電圧(V<sub>CC</sub>)がその最終値に達する前にスマートカードのどの信号ピンも“H”になることは許されません。

### 電氣的フォルトの検出

いくつかのタイプのフォルトがLTC4556によって検出されます。それらには、V<sub>CC</sub>の低電圧、V<sub>CC</sub>の過電流、CLK、RST、C8、C4の短絡、トランザクション中のカードの取り外し、リセット応答(ATR)不良、電源の低電圧つまりUNDERVおよびチップの過温度が含まれます。誤ったエラー情報がマイクロコントローラの動作を妨げないように、電氣的フォルトは5 $\mu$ s(最小)のタイムアウト時間が経過してから処理されます。トランザクション中にカードを引き抜くフォルトは、直ちに不動作化シーケンスを開始させます。

V<sub>CC</sub>の低電圧フォルトは、実際の実出力電圧を内部リファレンス電圧と比較することによって判定されます。出力がタイムアウト時間全体にわたって設定ポイントを約5%以上下回ると、フォルトが通知され、不動作化シーケンスが開始されます。

V<sub>CC</sub>の過電流フォルトは、LDOの出力電流を内部リファレンス・レベルと比較することによって検出されます。LDOの電流がタイムアウト時間全体にわたって110mA(標準)を上回ると、フォルトが通知され、不動作化シーケンスが開始されます。

CLKフォルトとRSTフォルトは、これらのピンの出力をそれらの期待される信号と比較することによって検出されます。あるピンの信号がタイムアウト時間全体にわたって正しくないと、フォルトが通知され、不動作化シーケンスが開始されます。

クロック・チャンネルは特殊ケースです。それは自走クロックを使うことができるので、エラー表示がクリアされずに長時間にわたって累積されます。クロックが動作している可能性があっても、エラーが検出されます。

過温度フォルトはICの接合部温度を検出することによって検出されます。接合部温度がタイムアウト時間全体にわたって約150°Cを超えると、フォルト・ビット(D4)をセットすることによってフォルトが通知され、不動作化シーケンスが開始されます。

カードが取り去られるフォルトは、PRESピンが“H”になると直ちに判定されます。これが生じると、フォルトが通知され、不動作化シーケンスが開始されます。

カードが存在しない状態でアプリケーション・ソフトがカード・ソケットをパワーアップしようとする、自動的にフォルトになります。

I/Oラインの短絡はフォルト検出のハードウェアでは検出されませんが、I/OからV<sub>CC</sub>への短絡は、適用される標準規格によって設定される最大電流リミット(<15mA)に適合します。CLKピンが双方向モードに設定されている場合、このピンにも同じことが当てはまります。

### リセット応答(ATR)フォルト検出

リセット応答フォルトは、RSTラインが“H”になるとスタートする内部カウンタによって検出されます。DATAピンが40,000クロック・サイクルのあいだ“H”に留まると、シリアル・ポートのステータス・レジスタ内でATRフォルト・ビットがセットされます(表1を参照)。

クロック・モードが同期に設定されていると、ATRフォルトは生じません。ATRフォルトは非同期式スマートカードの場合にだけ生じます。

## 動作

ATRフォルトは、 $R_{IN}$ を介してRSTピンを“L”にするとクリアされます。

ATRフォルトによっては、スマートカードは自動的に不動作化されません。ATRフォルトに関してステータス・レジスタをチェックして、スマートカード規格に従ってスマートカードを不動作化するのはアプリケーション・プログラマの責任です。アプリケーションは、カードを不動作化するのに、一般に40,000番目のクロック・パルスから50ms (EMV 2.1.3.1, 2.1.3.2)の時間を有しています。LTC4556は、不動作化コマンドを受け取ると、250 $\mu$ s未満でスマートカードをシャットダウンします。

## FAULTピンの使用

$\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、マイクロコントローラへの割り込みとして使用することができます。オープン・ドレイン出力で、通常プルアップ抵抗を接続する必要があります。 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、電氣的フォルトが生じると“L”になります。 $\overline{\text{FAULT}}$ ピンは、論理的に $\overline{\text{D4}}$ と同じです(表1参照)。

## アプリケーション情報

### 10kVのESD保護

全てのスマートカード・ピン(CLK、RST、I/O、C4、C8およびV<sub>CC</sub>)はそのまま10kVの人体モデルESDに耐えることができます。適切なESD保護を保証するため、基板のレイアウトに注意を払う必要があります。GNDピンはグラウンド・プレーンに直接接続する必要があります。多層セラミック・チップV<sub>CC</sub>コンデンサをV<sub>CC</sub>ピンのすぐ近くに配置し、直接グラウンド・プレーンに接続します。

### コンデンサの選択

**警告：フライング・コンデンサの電圧はLTC4556の起動時に反転することがあるので、フライング・コンデンサにはタンタルやアルミのような有極性コンデンサは決して使用しないでください。フライング・コンデンサには必ず低ESRのセラミック・コンデンサを使用してください。**

LTC4556を動作させるには、コンデンサが合計4個必要です。V<sub>BATT</sub>およびDV<sub>CC</sub>には、入力バイパス・コンデンサが必要です。スマートカードのV<sub>CC</sub>ピンには出力バイパス・コンデンサが必要です。C<sup>+</sup>からC<sup>-</sup>にはチャージポンプ・フライング・コンデンサが必要で、チャージポンプ出力ピンCPOには電荷蓄積コンデンサが必要です。

チャージポンプ動作による過度のノイズ・スパイクを防ぐため、低ESR(等価直列抵抗)の多層セラミック・チップ・コンデンサを推奨します。

いくつかの種類セラミック・コンデンサを利用できますが、それぞれ特性が大きく異なります。例えば、X7R/X5Rセラミック・コンデンサは電圧安定性と温度安定性に優れていますが、パッキング密度は比較的低いです。Y5Vセラミック・コンデンサのパッキング密度は明らかに高いのですが、定格電圧範囲や定格温度範囲全体での性能は劣ります。特定の電圧および温度条件では、Y5VとX7R/X5Rのセラミック・コンデンサを、望みの最小容量の規定値によるよりも、むしろケース・サイズによって直接比較することができます。

LTC4556を正しく動作させるにはコンデンサの配置が重要です。チャージポンプは大きな電流ステップを生じるので、全てのコンデンサをLTC4556のできるだけ近くに配置します。多層セラミック・チップ・コンデンサは低インピーダンスなので電圧スパイクを下げますが、電力経路を短くしないと(つまりイン

ダクタンスを抑えないと)効果がありません。特にV<sub>BATT</sub>ノードは十分バイパスします。このノードのコンデンサはQFNパッケージに隣接させます。CPOとフライング・コンデンサも近接させます。LTC4556は、LDOコンデンサとV<sub>CC</sub>ピンの間隔が大きくても許容できます。

単層銅を使った高密度プリント回路基板レイアウトの例を図4に示します。最良の性能を得るには、多層基板を使用することができますが、少なくともひとつの層を切れ目のないグラウンド・プレーンに使用します。

LTC4556に使用するために以下のコンデンサを推奨します。

	タイプ	値	ケースサイズ	Murata P/N
BATT、CPO、C <sub>FLY</sub> 、V <sub>CC</sub>	X5R	1μF	0603	GRM39 X5R 105K 6.3
CDV <sub>CC</sub>	X5R	0.1μF	0402	GRM36 X5R 104K 10

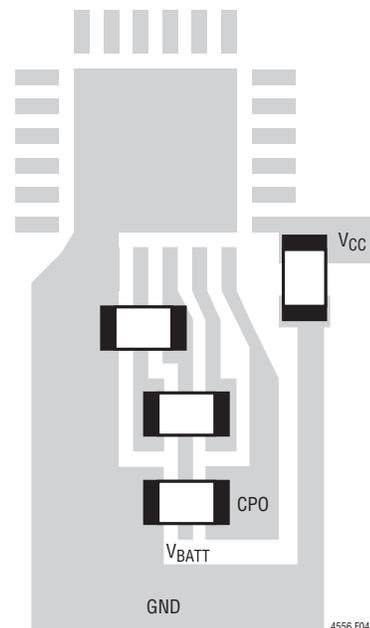


図4. 単層PCBの最適レイアウト

## アプリケーション情報

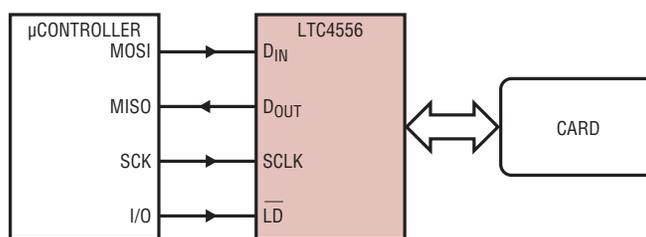
### マイクロコントローラへのインタフェース

LTC4556のシリアル・ポートは68HC11タイプのマイクロコントローラのシリアル・ポートに直接接続することができます。マイクロコントローラはマスタ・デバイスとして構成設定し、そのクロックのアイドル状態は“H” (MC68HC11ファミリーの場合、MSTR = 1、CPOL = 1、CPHA = 0)に設定します。推奨する構成設定とデータ・フローの方向を図5に示します。データがループを一巡してシフトされた後そのデータをロードするために、追加のI/Oラインが $\overline{LD}$ に必要であることに注意してください。 $\overline{LD}$ 信号の立ち上がりエッジでコマンド・データがコマンド・レジスタにラッチされます。 $\overline{LD}$ が“L”になると、LTC4556は直ちに新しいコマンド・データに従って動作を開始します。どの汎用マイクロコントローラのI/Oラインも $\overline{LD}$ ピンを制御するように構成することができます。

LTC4556のステータスはシリアル・ポートを介して返されます。ステータス・データは $\overline{LD}$ ピンの立ち上がりエッジでシフト・レジスタにラッチされます。システムがLTC4556からのステータス・データを待っているときは、その $\overline{LD}$ ピンを“L”に保持します。

### デジタイズ動作

複数のカードソケットが必要なアプリケーション用に、LTC4556のシリアル・ポートは、デジタイズ接続が簡単に行えるように設計されています。LTC4556のD<sub>OUT</sub>ピンは、別のLTC4556またはLTC1955のD<sub>IN</sub>ピンに直接接続することができます。 $\overline{LD}$ をアサートする前に8ビットの1バイトを送るよりも、マイクロコントローラがデバイスごとに8ビットの1バイトを送るようにします。全てのデバイスが更新された後、 $\overline{LD}$ をアサートします。LTC4556を2個のLTC1955とデジタイズ方式でカスケード接続した例を図7に示します。この場合、マイクロコントローラは $\overline{LD}$ ピンをアサートする前に8ビットのバイトを5つ書き込みます。



4556 F05

図5. マイクロコントローラとのインタフェース

## アプリケーション情報

### 非同期カードの検出

$\overline{LD}$ が“L”に保持されているとき、シフト・レジスタは透過的なので、 $D_{OUT}$ はD7と同じです。表1によれば、D7はカード検出チャンネルのステータスを表示しています。したがって、カード検出ステータスを判定するのに、読み出し/書き込み動作全体を実行する必要はありません。 $\overline{LD}$ が“L”のとき、 $D_{OUT}$ を使ってカード検出割り込みをリアルタイムで発生することができます。

### $\overline{UNDERV}$ ピンの使用

$\overline{UNDERV}$ ピンを使って、電源の低電圧フォルトに対する保護を追加することができます。外付けのプログラミング抵抗を2本使って、低電圧検出を任意のレベルに設定することができます(図8を参照)。スマートカードの適切なシャットダウンを保証するには、不動作化サイクルが開始されるまでそれを動作させるのに十分なエネルギーが入力バイパス・コンデンサに供給される必要があります。フォルトの検出から不動作化シーケンスの開始まで約30 $\mu$ sかかることがあります。その間、 $V_{BATT}$ 電源を2.7V以上に保つのが望ましいです。

以下の例(ワーストケース)について検討します。

- 1)  $\overline{UNDERV}$ ピンは3.1Vより下でトリップするようにプログラムされます。
- 2) 5Vで活性化され、60mA流れるカードを用いることが可能です。

出力電圧は5Vにプログラムされるので、チャージポンプは電圧ダブラとして機能します。カードに60mA流れるとき、入力電流は $2 \cdot (60\text{mA})$ つまり約120mAになります。 $V_{BATT}$ 電源が30 $\mu$ sのタイムアウト時間のあいだに3.1Vから2.7Vに垂下するのを許容すると、入力容量は少なくとも $120\text{mA}/[(3.1\text{V} - 2.7\text{V})/30\mu\text{s}]$ つまり9 $\mu$ F必要でしょう。

### ゼロのシャットダウン電流

LTC4556はシャットダウン電流が非常に低くなるように設計されていますが、それでもシャットダウン時に $DV_{CC}$ と $V_{BATT}$ の両方に1マイクロアンペアを超える電流が流れます。シャットダウン電流を実質的にゼロにする必要のあるアプリケーションでは、 $DV_{CC}$ ピンを接地することができます。これにより、 $V_{BATT}$ の電流は1マイクロアンペアより十分下まで減少します。内部ロジックにより、 $DV_{CC}$ が接地されているときLTC4556は確実にシャットダウン状態になります。ただし、 $DV_{CC}$ を基準にする全てのロジック信号( $D_{IN}$ 、 $SCLK$ 、 $\overline{LD}$ 、 $DATA$ 、 $R_{IN}$ 、 $SYNC$ および $ASYNC$ )は、 $DV_{CC}$ のESDダイオードが順方向にバイアスされないように、0Vでなければならないことに注意してください。

### より高い電源電圧での動作

5.5V~6Vの電源電圧を利用できれば、チャージポンプをオーバーライドすることにより、いくらか節電することができます。電圧の高い電源をCPOピンに直接接続することができます。通常の安定化電圧(選択される電圧に依存して5.35Vまたは3.7V)よりCPOの電圧の方が高い限り、チャージポンプの発振器は動作しません。この構成ではチャージポンプが使用されないので、かなり節電することができます。

## アプリケーション情報

この構成でもやはり  $DV_{CC}$  と  $V_{BATT}$  の両方に電圧源が必要です。  $DV_{CC}$  が全ての制御ピンおよびスマートカードの通信ピンのロジックの基準レベルを設定することに注意してください。  $V_{BATT}$  の電圧は、「電気的特性」表のパラメータに適合する使いやすい任意のレベルにすることができます。

5.5V ~ 6V の電源は CPO に接続したままにしておくことができますが、LTC4556 がシャットダウン状態のとき約 5 $\mu$ A の電流が CPO に流れます。

### チャージポンプの能力

低  $V_{BATT}$  状態では、スマートカードで利用可能な電流量はチャージポンプによって制限されます。

実効入力電圧  $2V_{BATT}$  と実効開ループ出力抵抗  $R_{OLCP}$  が与えられているとき、利用可能な電流量を判断するのに、LTC4556 をテブナン等価回路としてモデル化する方法を図6に示します。

図6から、利用可能な電流は次式で与えられます。

$$I_{CC} \leq \frac{2V_{BATT} - V_{CPO}}{R_{OLCP}}$$

$R_{OLCP}$  は、スイッチング項  $1/(f_{OSC} \cdot C_{FLY})$ 、内部スイッチ抵抗およびスイッチング回路の重なり合わない期間を含むいくつかの要因に依存します。ただし、与えられた  $R_{OLCP}$  に対して、最小 CPO 電圧は次式から求めることができます。

$$V_{CPO} \geq 2V_{BATT} - (I_{CC})R_{OLCP}$$

LDO は、最低 5.13V までの  $V_{CPO}$  で、適用可能なスマートカードの全ての  $V_{CC}$  規格を満たすように設計されています。この情報が与えられれば、全消費電流 ( $I_{CC}$ ) および最小電源電圧に関して、ユーザーはトレードオフを行うことができます。

### スマートカードの電源電圧の変更

LTC4556 の制御システムは、スマートカードの電圧をある値から次の値へと、パワーダウン状態を経ることなく変更することを許しますが、これは推奨しません。高い電圧から低い電圧へ変更するときは一般に問題はありません。ただし、低い電圧から高い電圧への変更は、低電圧状態または過電流状態の両方を引き起こすことがあります。その結果、LTC4556 が自動的に不動作化する可能性があります。適用されるスマートカードの規格は、新しい電圧を印加する前にスマートカードの電源をゼロまでパワーダウンすることを規定しています。

### コンプライアンス・テスト

タイプ認証のための装置の長いリード線によるインダクタンスにより、テストに問題を生じるリングングやオーバーシュートが生じることがあります。LTC4556 またはスマートカード・システムの通常の電氣的性能を下げることなく、アプリケーションに小さな容量および減衰抵抗を追加することができます。図9に示されているように、これは一般に 100 $\Omega$  抵抗と 20pF コンデンサで達成されます。

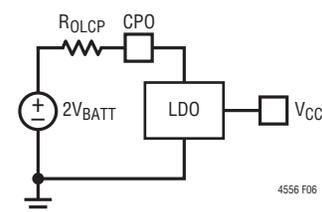


図6. 等価開ループ回路

## アプリケーション情報

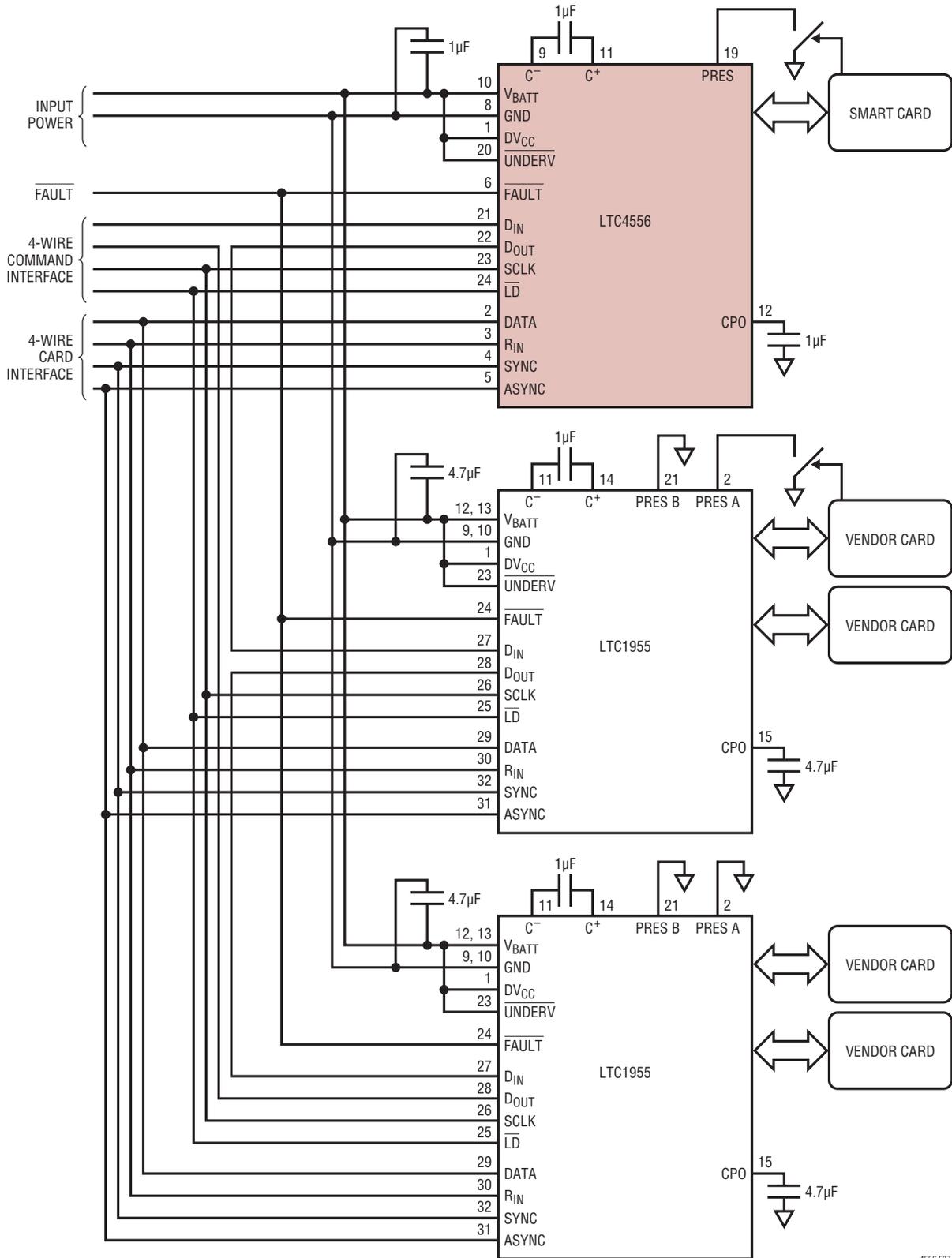


図7. デイジー・チェーン接続されたLTC4556と2個のLTC1955

4556 F07

## アプリケーション情報

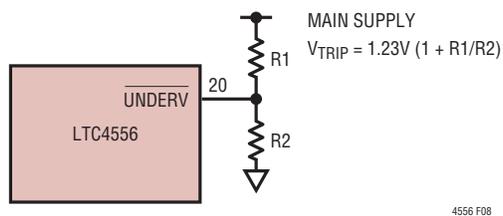


図8. 低電圧トリップ・ポイントの設定

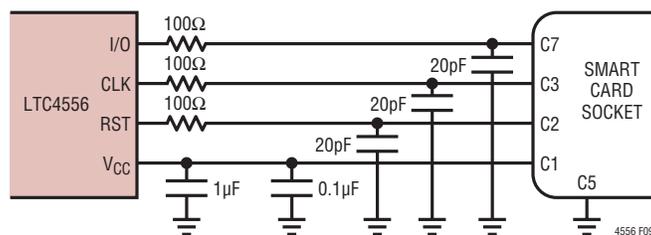


図9. コンプライアンス・テストを改善する追加部品

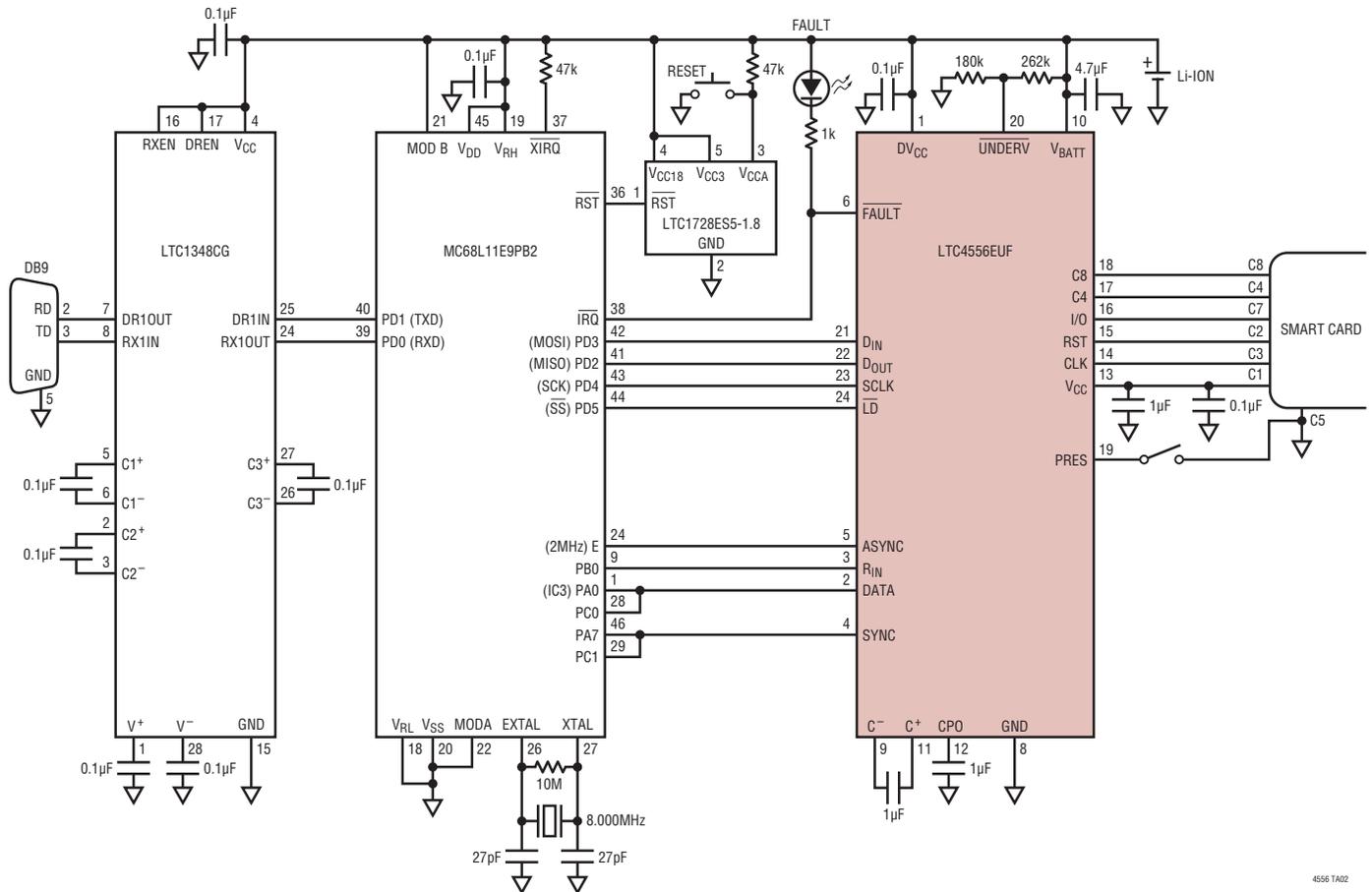


## 改訂履歴

REV	日付	概要	ページ番号
A	11/13	「シリアル・ポートのタイミング」から $t_{LW}$ の規格を除外。	4
		「シリアル・ポート」の節および図を改訂。	9
B	2/14	「シリアル・ポートのタイミング」の電氣的パラメータに $t_{FC}$ のパラメータを追加。	4
		図2を修正。	9

## 標準的応用例

### バッテリー駆動のRS232からスマートカードへのインタフェース



## 関連製品

製品番号	説明	注釈
<a href="#">LTC1555L/ LTC1555L-1.8</a>	1.8V/3V/5VのSIMカード用1MHzのSIM電源およびレベル変換器	V <sub>IN</sub> : 2.6V ~ 6V, V <sub>OUT</sub> = 1.8V/3V/5V, I <sub>Q</sub> = 32μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, SSOP16パッケージ
<a href="#">LTC1555/LTC1556</a>	3V/5VのSIMカード用650kHzのSIM電源およびレベル変換器	V <sub>IN</sub> : 2.7V ~ 10V, V <sub>OUT</sub> = 3V/5V, I <sub>Q</sub> = 60μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, SSOP16およびSSOP20パッケージ
<a href="#">LTC1755/LTC1756</a>	3V/5Vのスマートカード・アプリケーション用850kHz、シリアル制御のスマートカード・インタフェース	V <sub>IN</sub> : 2.7V ~ 6V, V <sub>OUT</sub> = 3V/5V, I <sub>Q</sub> = 60μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, SSOP16およびSSOP24パッケージ
<a href="#">LTC1955</a>	1.8V/3V/5Vのスマートカード・アプリケーション用シリアル制御のデュアル・スマートカード・インタフェース	V <sub>IN</sub> : 3V ~ 5.5V, V <sub>OUT</sub> = 1.8V/3V/5V, I <sub>Q</sub> = 250μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, QFN32パッケージ
<a href="#">LTC1986</a>	3V/5VのSIMカード用900kHzのSIM電源	V <sub>IN</sub> : 2.6V ~ 4.4V, V <sub>OUT</sub> = 3V/5V, I <sub>Q</sub> = 14μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, ThinSOT™パッケージ
<a href="#">LTC4555</a>	1.8V/3VのSIMカード用SIM電源およびレベル変換器	V <sub>IN</sub> : 3V ~ 6V, V <sub>OUT</sub> = 1.8V/3V, I <sub>Q</sub> = 20μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, QFN16パッケージ
<a href="#">LTC4557</a>	1.8V/3Vのカード用デュアルSIM/スマート・カード電源およびインタフェース	V <sub>IN</sub> : 2.7V ~ 5.5V, V <sub>OUT</sub> = 1.8V/3V, I <sub>Q</sub> < 100μA, I <sub>SD</sub> < 1μA, QFN16パッケージ