

この ADP5061 データシートリビジョン B に間違いがありましたので、お詫びして訂正いたします。この正誤表は、2012 年 12 月 7 日現在、アナログ・デバイセズ株式会社で確認した誤りを記したものです。英語データシートのリビジョンが改定された場合、これらの誤りが訂正される場合があります。あらかじめご承知おきください。

正誤表作成年月日： 2012 年 12 月 7 日

対象資料：ADP5061 データシート

「パワーパスと USB 充電モード互換性を持つ

I<sup>2</sup>C 設定可能な小型リニア・バッテリー・チャージャ」

対象となる日本語資料のリビジョン(Rev)：B

訂正箇所：

#### P38 数式 (4)

〔誤〕  $P_{ISOFET} = R_{DSON\_ISO} \times I_{CHG}$

〔正〕  $P_{ISOFET} = R_{DSON\_ISO} \times I_{CHG}^2$



# パワーパスとUSB充電モード互換性を持つ I<sup>2</sup>C 設定可能な小型リニア・バッテリー・チャージャ

データシート

ADP5061

## 特長

- 2.6 mm × 2 mm WLCSP パッケージを採用
- I<sup>2</sup>C を使用して設定可能
- 柔軟なデジタル制御入力
- LDO モードで AC チャージャから最大 2.1 A の電流が可能
- 動作入力電圧: 4.0 V ~ 6.7 V
- 許容入力電圧: -0.5 V ~ +20 V (USB VBUS)
- USB 3.0 および USB バッテリ充電仕様 1.2 に準拠
- 電流検出機能と電流制限機能を内蔵
- バッテリーとチャージャ出力の間に最小オン抵抗 30 mΩ のバッテリ・アイソレーション FET を内蔵
- 熱制御により温度上昇を防止
- JEITA 1 および JEITA 2 リチウム・イオン・バッテリー充電温度仕様に準拠
- システム起動を保证する最小所要レベルにバッテリーが到達するまで SYS\_EN フラグを使ってシステムをディスエーブル可能

## 代表的なアプリケーション回路

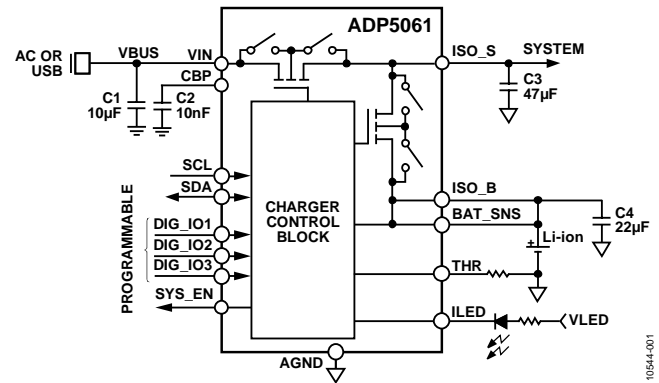


図 1.

## アプリケーション

- デジタル静止画カメラ
- デジタル・ビデオ・カメラ
- シングル・リチウム・イオン電池使用のポータブル機器
- PDA、オーディオ、GPS 機器
- ポータブル医用機器
- 携帯電話機

## 概要

ADP5061 は、USB 3.0 および USB バッテリ充電仕様 1.2 と互換性を持つチャージャであり、ミニ USB VBUS ピンを使って電源コンセント、自動車電源、または USB ホスト・ポートから電源を取得して充電を行うことができます。

ADP5061 は 4 V ~ 6.7 V の入力電圧範囲で動作し、最大許容電圧は 20 V です。20 V の許容電圧を持つため、USB バス着脱時に発生するスパイクの問題が軽減されます。

ADP5061 は、リニア・チャージャ出力とバッテリーの間に FET を内蔵しています。この FET があるためバッテリーのアイソレーションが可能になるのでバッテリー故障時またはバッテリー未接続時にシステム電源の供給が可能です。この機能により、USB 電源を接続すると直ちにシステムが機能することができます。

外付けの USB 検出チップを使って検出される USB 電源タイプに応じて、ADP5061 は最適な充電と USB 互換性が得られるように適切な電流制限値を設定することができます。

ADP5061 には出荷時に設定可能な 3 種類のデジタル入力/出力ピンがあるため、様々なシステムに対応できる柔軟性を持っています。これらのデジタル入力/出力ピンを使用すると、入力電流制限値、充電のイネーブル/ディスエーブル、充電電流制限値、専用割込み出力ピンなどの機能の組み合わせが可能になります。

Rev. B

アナログ・デバイセズ株式会社

本 社 / 〒105-6891 東京都港区海岸 1-16-1 ニューピア竹芝サウスタワービル  
電話 03 (5402) 8200  
大阪営業所 / 〒532-0003 大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36 新大阪トラストタワー  
電話 06 (6350) 6868

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。  
※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。  
©2012 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

## 目次

特長 .....	1	バッテリー・アイソレーション FET .....	20
アプリケーション .....	1	バッテリーの検出 .....	20
代表的なアプリケーション回路 .....	1	バッテリー・パック温度の検出 .....	21
概要 .....	1	I <sup>2</sup> C インターフェース .....	25
改訂履歴 .....	2	I <sup>2</sup> C レジスタ・マップ .....	26
仕様 .....	3	レジスタ・ビットの説明 .....	27
推奨入力容量と推奨出力容量 .....	6	アプリケーション情報 .....	35
I <sup>2</sup> C 互換インターフェースのタイミング仕様 .....	6	外付け部品 .....	35
絶対最大定格 .....	7	PCB レイアウトのガイドライン .....	37
熱抵抗 .....	7	消費電力と熱についての考慮事項 .....	38
ESD の注意 .....	7	チャージャ消費電力 .....	38
ピン配置およびピン機能説明 .....	8	ジャンクション温度 .....	38
代表的な性能特性 .....	9	出荷時設定オプション .....	39
温度特性 .....	11	チャージャ・オプション .....	39
代表的波形 .....	13	I <sup>2</sup> C レジスタのデフォルト値 .....	40
動作原理 .....	14	デジタル入力および出力のオプション .....	40
動作モードの概要 .....	14	パッケージとオーダー情報 .....	42
はじめに .....	15	外形寸法 .....	42
チャージャ・モード .....	17	オーダー・ガイド .....	42
サーマル・マネジメント .....	20		

## 改訂履歴

## 10/12—Rev. A to Rev. B

Deleted Bit No. 6 Row, Table 22 .....	29
Changed Bit No. [5:2] to Bit No. [6:2], Table 22 .....	29
Changes to Bit No. [2:0], Default Column, Table 26 .....	31
Changes to Charger Options Section and Table 42 .....	39
Changes to Table 50 .....	41
Changes to Ordering Guide .....	42

## 8/12—Rev. 0 to Rev. A

Changes to Figure 2 .....	6
Changes to Figure 23 to Figure 28 .....	13
Changes to Table 8 .....	14
Changes to Table 21 .....	28
Changes to Table 26 .....	31
Changes to Table 33 .....	34

## 6/12—Revision 0: Initial Version

## 仕様

特に指定がない限り、 $-40^{\circ}\text{C} < T_J < +125^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{\text{VIN}} = 5.0\text{ V}$ 、 $V_{\text{HOT}} < V_{\text{THR}} < V_{\text{COLD}}$ 、 $V_{\text{BAT\_SNS}} = 3.6\text{ V}$ 、 $V_{\text{ISO\_B}} = V_{\text{BAT\_SNS}}$ 、 $C_{\text{VIN}} = 10\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{\text{ISO\_S}} = 22\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{\text{ISO\_B}} = 22\text{ }\mu\text{F}$ 、 $C_{\text{CBP}} = 10\text{ nF}$ 、すべてのレジスタはデフォルト値。

表 1.

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
<b>GENERAL PARAMETERS</b>						
Undervoltage Lockout	$V_{\text{UVLO}}$	2.25	2.35	2.5	V	Falling threshold, higher of $V_{\text{VIN}}$ and $V_{\text{BAT\_SNS}}$ <sup>1</sup>
Hysteresis		50	100	150	mV	Hysteresis, higher of $V_{\text{VIN}}$ and $V_{\text{BAT\_SNS}}$ rising <sup>1</sup>
Total Input Current	$I_{\text{LM}}$	74	92	100	mA	Nominal USB initialized current level <sup>2</sup>
		114		150	mA	USB super speed
				300	mA	USB enumerated current level (specification for China)
		425	470	500	mA	USB enumerated current level
				900	mA	Dedicated charger input
				1500	mA	Dedicated wall charger
VINx Current Consumption	$I_{\text{QVIN}}$		2		mA	Charging or LDO mode
	$I_{\text{QVIN\_DIS}}$		280	450	$\mu\text{A}$	DIS_IC1 = high, $V_{\text{ISO\_B}} < V_{\text{VINx}} < 5.5\text{ V}$
Battery Current Consumption	$I_{\text{QBATT}}$		20		$\mu\text{A}$	LDO mode, $V_{\text{ISO\_S}} > V_{\text{BAT\_SNS}}$
				5	$\mu\text{A}$	Standby, includes ISO_Sx pin leakage, $V_{\text{VIN}} = 0\text{ V}$ , $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+85^{\circ}\text{C}$
			0.5	0.9	mA	Standby, battery monitor active
<b>CHARGER</b>						
Fast Charge Current CC Mode	$I_{\text{CHG}}$	715	750	775	mA	$V_{\text{ISO\_B}} = 3.9\text{ V}$ ; fast charge current accuracy is guaranteed at temperatures from $T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to isothermal regulation limit (typically $T_J = +115^{\circ}\text{C}$ ) <sup>2,3</sup>
Fast Charge Current Accuracy		-40		+30	mA	$I_{\text{CHG}} = 50\text{ mA}$ to $550\text{ mA}$
		-50		+30	mA	$I_{\text{CHG}} = 600\text{ mA}$ to $950\text{ mA}$
		-65		+35	mA	$I_{\text{CHG}} = 1000\text{ mA}$ to $1300\text{ mA}$
Trickle Charge Current <sup>2</sup>	$I_{\text{TRK\_DEAD}}$	16	20	25	mA	
Weak Charge Current <sup>2,3</sup>	$I_{\text{CHG\_WEAK}}$		$I_{\text{TRK\_DEAD}} + I_{\text{CHG}}$		mA	
Trickle to Weak Charge Threshold						
Dead Battery	$V_{\text{TRK\_DEAD}}$	2.4	2.5	2.6	V	$V_{\text{TRK\_DEAD}} < V_{\text{BAT\_SNS}} < V_{\text{WEAK}}$ <sup>2,4</sup>
Hysteresis	$\Delta V_{\text{TRK\_DEAD}}$		100		mV	On BAT_SNS <sup>2</sup>
Weak Battery Threshold						
Weak to Fast Charge Threshold	$V_{\text{WEAK}}$	2.89	3.0	3.11	V	On BAT_SNS <sup>2,4</sup>
	$\Delta V_{\text{WEAK}}$		100		mV	
Battery Termination Voltage	$V_{\text{TRM}}$		4.200		V	
Termination Voltage Accuracy		-0.25		+0.25	%	On BAT_SNS, $T_J = 25^{\circ}\text{C}$ , $I_{\text{END}} = 52.5\text{ mA}$ <sup>2</sup>
		-0.96		+0.89	%	$T_J = 0^{\circ}\text{C}$ to $115^{\circ}\text{C}$ <sup>2</sup>
		-1.15		+1.20	%	$T_J = -40^{\circ}\text{C}$ to $+125^{\circ}\text{C}$
Battery Overvoltage Threshold	$V_{\text{BATOV}}$		$V_{\text{IN}} - 0.075$		V	Relative to VINx voltage, BAT_SNS rising
Charge Complete Current	$I_{\text{END}}$	15	52.5	98	mA	$V_{\text{BAT\_SNS}} = V_{\text{TRM}}$
Charging Complete Current Threshold Accuracy		17		83	mA	$I_{\text{END}} = 52.5\text{ mA}$ , $T_J = 0^{\circ}\text{C}$ to $115^{\circ}\text{C}$ <sup>2</sup>
		59		123	mA	$I_{\text{END}} = 92.5\text{ mA}$ , $T_J = 0^{\circ}\text{C}$ to $115^{\circ}\text{C}$
Recharge Voltage Differential	$V_{\text{RCH}}$	160	260	390	mV	Relative to $V_{\text{TRM}}$ , BAT_SNS falling <sup>2</sup>
Battery Node Short Threshold Voltage <sup>2</sup>	$V_{\text{BAT\_SHR}}$	2.2	2.4	2.5	V	
Battery Short Detection Current	$I_{\text{TRK\_SHORT}}$		20		mA	$I_{\text{TRK\_SHORT}} = I_{\text{TRK\_DEAD}}$ <sup>2</sup>
Charging Start Voltage Limit	$V_{\text{CHG\_VLIM}}$	3.6	3.7	3.8	V	Voltage limit is not active by default
Charging Soft Start Current	$I_{\text{CHG\_START}}$	185	260	365	mA	$V_{\text{BAT\_SNS}} > V_{\text{TRK\_DEAD}}$
Charging Soft Start Timer	$t_{\text{CHG\_START}}$		3		ms	
<b>BATTERY ISOLATION FET</b>						
Bump to Bump Resistance Between ISO_Sx and ISO_Bx	$R_{\text{DSONISO}}$		30	49	m $\Omega$	On battery supplement mode, $V_{\text{INx}} = 0\text{ V}$ , $V_{\text{ISO\_B}} = 4.2\text{ V}$ , $I_{\text{ISO\_B}} = 500\text{ mA}$
Regulated System Voltage: $V_{\text{BAT}}$ Low	$V_{\text{ISO\_SFC}}$	3.6	3.8	4.0	V	$V_{\text{TRM}}[5:0]$ programming $\geq 4.00\text{ V}$
		3.3	3.5	3.7	V	$V_{\text{TRM}}[5:0]$ programming $< 4.00\text{ V}$
Battery Supplementary Threshold	$V_{\text{THISO}}$	0	5	12	mV	$V_{\text{ISO\_S}} < V_{\text{ISO\_B}}$ , $V_{\text{SYS}}$ rising

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
<b>LDO AND HIGH VOLTAGE BLOCKING</b>						
Regulated System Voltage	V <sub>ISO_STRK</sub>	4.214	4.3	4.386	V	V <sub>SYSTEM</sub> [2:0] = 000 (binary) = 4.3 V, I <sub>ISO_S</sub> = 100 mA, LDO mode <sup>2</sup>
Load Regulation			-0.28		%/A	I <sub>ISO_S</sub> = 0 mA to 1500 mA
High Voltage Blocking FET (LDO FET) On Resistance	R <sub>DS(ON)HV</sub>		330	485	mΩ	I <sub>VIN</sub> = 500 mA
Maximum Output Current			2.1		A	V <sub>ISO_S</sub> = 4.3 V, LDO mode
VINx Input Voltage, Good Threshold Rising	V <sub>VIN_OK_RISE</sub>	3.75	3.9	4.0	V	
VINx Falling	V <sub>VIN_OK_FALL</sub>		3.6	3.7	V	
VINx Input Overvoltage Threshold	V <sub>VIN_OV</sub>	6.7	6.9	7.2	V	
Hysteresis	ΔV <sub>VIN_OV</sub>		0.1		V	
VINx Transition Timing	T <sub>VIN_RISE</sub>	10			μs	Minimum rise time for VINx from 5 V to 20 V
	T <sub>VIN_FALL</sub>	10			μs	Minimum fall time for VINx from 4 V to 0 V
<b>THERMAL CONTROL</b>						
Isothermal Charging Temperature	T <sub>LIM</sub>		115		°C	
Thermal Early Warning Temperature	T <sub>SDL</sub>		130		°C	
Thermal Shutdown Temperature	T <sub>SD</sub>		140		°C	T <sub>J</sub> rising
			110		°C	T <sub>J</sub> falling
<b>THERMISTOR CONTROL</b>						
Thermistor Current						
10,000 NTC	I <sub>NTC_10k</sub>			400	μA	
100,000 NTC	I <sub>NTC_100k</sub>			40	μA	
Thermistor Capacitance	C <sub>NTC</sub>			100	pF	
Cold Temperature Threshold	T <sub>NTC_COLD</sub>		0		°C	No battery charging occurs
Resistance Thresholds						
Cool to Cold Resistance	R <sub>COLL_FALL</sub>	20,500	25,600	30,720	Ω	
Cold to Cool Resistance	R <sub>COLL_RISE</sub>		24,400		Ω	
Hot Temperature Threshold	T <sub>NTC_HOT</sub>		60		°C	No battery charging occurs
Resistance Thresholds						
Hot to Typical Resistance	R <sub>HOT_FALL</sub>		3700		Ω	
Typical to Hot Resistance	R <sub>HOT_RISE</sub>	2750	3350	3950	Ω	
<b>JEITA1 Li-ION BATTERY CHARGING SPECIFICATION DEFAULTS<sup>5</sup></b>						
JEITA Cold Temperature	T <sub>JEITA_COLD</sub>		0		°C	No battery charging occurs
Resistance Thresholds						
Cool to Cold Resistance	R <sub>COLL_FALL</sub>	20,500	25,600	30,720	Ω	
Cold to Cool Resistance	R <sub>COLL_RISE</sub>		24,400		Ω	
JEITA Cool Temperature	T <sub>JEITA_COOL</sub>		10		°C	Battery charging occurs at 50% of programmed level
Resistance Thresholds						
Typical to Cool Resistance	R <sub>TYP_FALL</sub>	13,200	16,500	19,800	Ω	
Cool to Typical Resistance	R <sub>TYP_RISE</sub>		15,900		Ω	
JEITA Typical Temperature	T <sub>JEITA_TYP</sub>				°C	Normal battery charging occurs at default/programmed levels
Resistance Thresholds						
Warm to Typical Resistance	R <sub>WARM_FALL</sub>		5800		Ω	
Typical to Warm Resistance	R <sub>WARM_RISE</sub>	4260	5200	6140	Ω	
JEITA Warm Temperature	T <sub>JEITA_WARM</sub>		45		°C	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV
Resistance Thresholds						
Hot to Warm Resistance	R <sub>HOT_FALL</sub>		3700		Ω	
Warm to Hot Resistance	R <sub>HOT_RISE</sub>	2750	3350	3950	Ω	
JEITA Hot Temperature	T <sub>JEITA_HOT</sub>		60		°C	No battery charging occurs

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
<b>JEITA2 Li-ION BATTERY CHARGING SPECIFICATION DEFAULTS<sup>5</sup></b>						
JEITA Cold Temperature	T <sub>JEITA_COLD</sub>		0		°C	No battery charging occurs
Resistance Thresholds						
Cool to Cold Resistance	R <sub>COLD_FALL</sub>	20,500	25,600	30,720	Ω	
Cold to Cool Resistance	R <sub>COLD_RISE</sub>		24,400		Ω	
JEITA Cool Temperature	T <sub>JEITA_COOL</sub>		10		°C	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV
Resistance Thresholds						
Typical to Cool Resistance	R <sub>TYP_FALL</sub>	13,200	16,500	19,800	Ω	
Cool to Typical Resistance	R <sub>TYP_RISE</sub>		15,900		Ω	
JEITA Typical Temperature	T <sub>JEITA_TYP</sub>				°C	Normal battery charging occurs at default/programmed levels
Resistance Thresholds						
Warm to Typical Resistance	R <sub>WARM_FALL</sub>		5800		Ω	
Typical to Warm Resistance	R <sub>WARM_RISE</sub>	4260	5200	6140	Ω	
JEITA Warm Temperature	T <sub>JEITA_WARM</sub>		45		°C	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV
Resistance Thresholds						
Hot to Warm Resistance	R <sub>HOT_FALL</sub>		3700		Ω	
Warm to Hot Resistance	R <sub>HOT_RISE</sub>	2750	3350	3950	Ω	
JEITA Hot Temperature	T <sub>JEITA_HOT</sub>		60		°C	No battery charging occurs
<b>BATTERY DETECTION</b>						
Battery Detection						
Sink Current	I <sub>SINK</sub>	13	20	34	mA	
Source Current	I <sub>SOURCE</sub>	7	10	13	mA	
Battery Threshold						
Low	V <sub>BATL</sub>	1.8	1.9	2.0	V	
High	V <sub>BATH</sub>		3.4		V	
Battery Detection Timer	t <sub>BATOK</sub>		333		ms	
<b>TIMERS</b>						
Clock Oscillator Frequency	f <sub>CLK</sub>	2.7	3	3.3	MHz	
Start Charging Delay	t <sub>START</sub>		1		sec	
Trickle Charge	t <sub>TRK</sub>		60		min	
Fast Charge	t <sub>CHG</sub>		600		min	
Charge Complete	t <sub>END</sub>		7.5		min	V <sub>BAT_SNS</sub> = V <sub>TRM</sub> , I <sub>CHG</sub> < I <sub>END</sub>
Deglintch	t <sub>DG</sub>		31		ms	Applies to V <sub>TRK</sub> , V <sub>RCH</sub> , I <sub>END</sub> , V <sub>DEAD</sub> , V <sub>VIN_OK</sub>
Watchdog <sup>2</sup>	t <sub>WD</sub>		32		sec	
Safety	t <sub>SAFE</sub>	36	40	44	min	
Battery Short <sup>2</sup>	t <sub>BAT_SHR</sub>		30		sec	
<b>ILED OUTPUT PINS</b>						
Voltage Drop over ILED	V <sub>ILED</sub>		200		mV	I <sub>ILED</sub> = 20 mA
Maximum Operating Voltage over ILED	V <sub>MAXILED</sub>			5.5	V	
<b>SYS_EN OUTPUT PIN</b>						
SYS_EN FET On Resistance	R <sub>ON_SYS_EN</sub>		10		Ω	I <sub>SYS_EN</sub> = 20 mA
<b>LOGIC INPUT PIN</b>						
Maximum Voltage on Digital Inputs	V <sub>DIN_MAX</sub>			5.5	V	Applies to SCL, SDA, DIG_IO1, DIG_IO2, DIG_IO3
Maximum Logic Low Input Voltage	V <sub>IL</sub>			0.5	V	Applies to SCL, SDA, DIG_IO1, DIG_IO2, DIG_IO3
Minimum Logic High Input Voltage	V <sub>IH</sub>	1.2			V	Applies to SCL, SDA, DIG_IO1, DIG_IO2, DIG_IO3
Pull-Down Resistance		215	350	610	kΩ	Applies to DIG_IO1, DIG_IO2, DIG_IO3

<sup>1</sup> 通常は ISO\_Sx または ISO\_Bx から発生する低電圧ロックアウト。ある変化ケースでは、VINx から発生することもあります。

<sup>2</sup> これらの値は、fC から設定することができます。値はデフォルト・レジスタ値で与えられます。

<sup>3</sup> 充電時の出力電流は、入力電流制限機能または等温充電モードにより制限されることがあります。

<sup>4</sup> 弱い充電モードでは、細流充電がディスエーブルされていない限り、このチャージャは、細流充電ブランチから少なくとも 20 mA の充電電流をバッテリーへ供給します。システムで必要とされない残りの電流もすべて、バッテリーの充電に使用します。

<sup>5</sup> JEITA1 (デフォルト) または JEITA2 は、fC 内で選択することができます。あるいは、両 JEITA 機能を fC 内でイネーブルまたはディスエーブルすることができます。

推奨入力容量と推奨出力容量

表 2.

Parameter	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
CAPACITANCES						
VINx	C <sub>VIN</sub>	4		10	μF	Effective capacitance
CBP	C <sub>BP</sub>	6	10	14	nF	Effective capacitance
ISO_Sx	C <sub>ISO_S</sub>	20	47	100	μF	Effective capacitance
ISO_Bx	C <sub>ISO_B</sub>	10	22		μF	Effective capacitance

I<sup>2</sup>C 互換インターフェースのタイミング仕様

表 3.

Parameter <sup>1</sup>	Symbol	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
I <sup>2</sup> C-COMPATIBLE INTERFACE <sup>2</sup>						
Capacitive Load for Each Bus Line	C <sub>S</sub>			400	pF	
SCL Clock Frequency	f <sub>SCL</sub>			400	kHz	
SCL High Time	t <sub>HIGH</sub>	0.6			μs	
SCL Low Time	t <sub>LOW</sub>	1.3			μs	
Data Setup Time	t <sub>SU, DAT</sub>	100			ns	
Data Hold Time	t <sub>HD, DAT</sub>	0		0.9	μs	
Setup Time for Repeated Start	t <sub>SU, STA</sub>	0.6			μs	
Hold Time for Start/Repeated Start	t <sub>HD, STA</sub>	0.6			μs	
Bus Free Time Between a Stop and a Start Condition	t <sub>BUF</sub>	1.3			μs	
Setup Time for Stop Condition	t <sub>SU, STO</sub>	0.6			μs	
Rise Time of SCL/SDA	t <sub>R</sub>	20		300	ns	
Fall Time of SCL/SDA	t <sub>F</sub>	20		300	ns	
Pulse Width of Suppressed Spike	t <sub>SP</sub>	0		50	ns	

<sup>1</sup> デザインで保証します。

<sup>2</sup> SCL の立下がりエッジの不定領域をブリッジするため、マスター・デバイスは、SDA 信号に対して最小 300 ns のホールド・タイムを保証する必要があります(図 2 参照)。

タイミング図

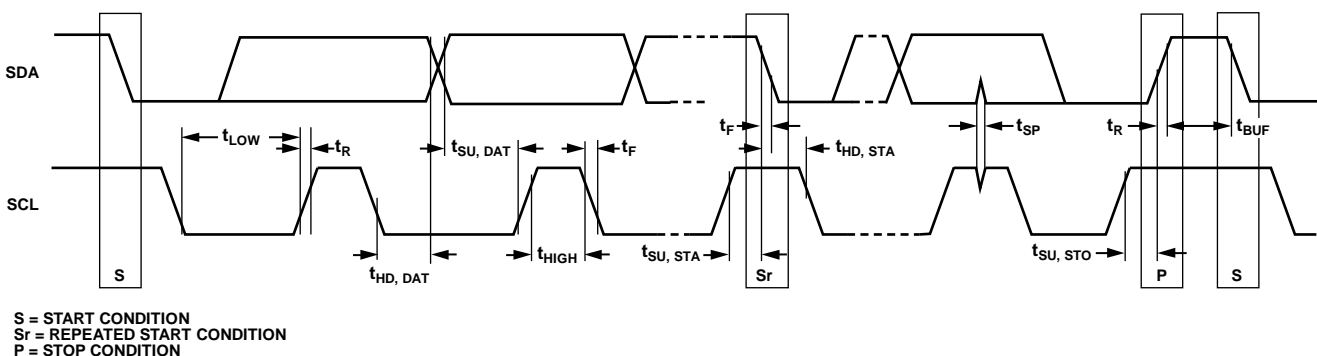


図 2. I<sup>2</sup>C のタイミング図

10644-002

## 絶対最大定格

表 4. 絶対最大定格

Parameter	Rating
VIN1, VIN2, VIN3 to AGND	-0.5 V to +20 V
All Other Pins to AGND	-0.3 V to +6 V
Continuous Drain Current, Battery Supplementary Mode, from ISO_Bx to ISO_Sx	2.1 A
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Operating Junction Temperature Range	-40°C to +125°C
Soldering Conditions	JEDEC J-STD-020

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この規定はストレス定格の規定のみを目的とするものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## 熱抵抗

$\theta_{JA}$  はワーストケース条件で規定します。すなわち表面実装パッケージの場合、デバイスを回路ボードにハンダ付けした状態で  $\theta_{JA}$  を規定します。

表 5. 熱抵抗

Package Type	$\theta_{JA}$	$\theta_{JC}$	$\theta_{JB}$	Unit
20-Lead WLCSP <sup>1</sup>	46.8	0.7	9.2	°C/W

<sup>1</sup> 5×4 アレイ、0.5 mm ピッチ (2.6 mm × 2.0 mm)、JEDEC 2S2P に準拠、4 層ボード、自然空冷。

## 最大消費電力

ADP5061 のパッケージ内での安全な最大消費電力は、チップのジャンクション温度( $T_J$ )上昇により制限されます。チップ温度約 150°C(ガラス転移温度)で、プラスチックの属性が変わります。この温度規定値を一時的に超えた場合でも、パッケージからチップに加えられる応力が変化して、ADP5061 のパラメータ性能を永久的にシフトしてしまうことがあります。175°C のジャンクション温度を長時間超えると、シリコン・デバイス内に変化が発生して、故障の原因になることがあります。

## ESD の注意



ESD (静電放電) の影響を受けやすいデバイスです。電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。



## ピン配置およびピン機能説明

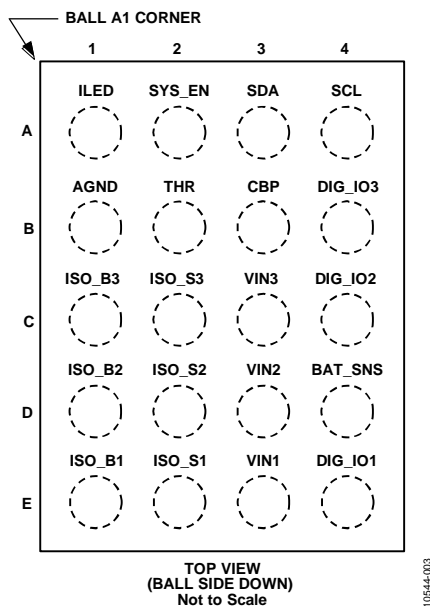


図 3. ピン配置

表 6. ピン機能の説明

ピン番号	記号	タイプ <sup>1</sup>	説明
E2、D2、C2	ISO_S1、ISO_S2、ISO_S3	I/O	内部アイソレーション FET/バッテリー電流レギュレーション FET に対するリニア・チャージャ電源側入力。高電流入力/出力。
E3、D3、C3	VIN1、VIN2、VIN3	I/O	USB VBUS に対する電源接続。充電モードのときこれらのピンは高電流入力になります。
B1	AGND	G	アナログ・グラウンド。
E1、D1、C1	ISO_B1、ISO_B2、ISO_B3	I/O	内部アイソレーション FET/バッテリー電流レギュレーション FET に対するバッテリー電源側入力。
A4	SCL	I	I <sup>2</sup> C 互換インターフェースのシリアル・クロック。
A3	SDA	I/O	I <sup>2</sup> C 互換インターフェースのシリアル・データ。
E4	DIG_IO1	GPIO	入力電流制限値を設定します。このピンが直接入力電流制限値を設定します。DIG_IO1 = ロー・レベルまたはハイ Z の場合、入力制限値は 100 mA です。DIG_IO1 = ハイ・レベルの場合、入力制限値は 500 mA です。 <sup>2, 3</sup>
C4	DIG_IO2	GPIO	IC1 のディスエーブル。このピンがチャージャを低電流モードに設定します。DIG_IO2 = ロー・レベルまたはハイ Z の場合、チャージャは通常モードで動作します。DIG_IO2 = ハイ・レベルの場合、LDO とチャージャはディスエーブルされ、VINx 消費電流は 280 μA (typ) になります。20 V VINx 入力保護機能がディスエーブルされ、VINx 電圧レベルは 5.5 V 以下である必要があります。 <sup>2, 3</sup>
B4	DIG_IO3	GPIO	充電のイネーブル。DIG_IO3 = ロー・レベルまたはハイ Z の場合、充電がディスエーブルされます。DIG_IO3 = ハイ・レベルの場合、充電がイネーブルされます。 <sup>2, 3</sup>
B2	THR	I	バッテリー・パック・サーミスタ接続。このピンを使用しない場合は、THR と GND の間に 10 kΩ ダミー抵抗を接続してください。
D4	BAT_SNS	I	バッテリー電圧検出ピン。
A1	ILED	O	LED インジケータに対するオープン・ドレイン出力。
A2	SYS_EN	O	システム・イネーブル。バッテリー・レベルが V <sub>WEAK</sub> レベルに到達したときシステムをイネーブルするバッテリー OK フラグ/オープン・ドレイン・プルダウン FET ピンです。
B3	CBP	I/O	バイパス・コンデンサ入力。

<sup>1</sup> I = 入力、O = 出力、I/O = 入力/出力、G = グラウンド、GPIO = 出荷時設定の汎用入力/出力。

<sup>2</sup> 詳細については、デジタル入力および出力オプションのセクションを参照してください。

<sup>3</sup> DIG\_IOx 設定値は、ADP5061 の初期状態を決定します。各 DIG\_IOx ピンの設定に関するパラメータまたはモードが変更されると (等価な I<sup>2</sup>C レジスタ・ビットの設定により)、I<sup>2</sup>C レジスタ設定値が DIG\_IOx ピン設定値より優先されます。VINx の接続または切り離しにより、DIG\_IOx ピンに対する制御がリセットされます。

## 代表的な性能特性

特に指定がない限り、 $V_{VIN} = 5.0\text{ V}$ 、 $C_{VIN} = 10\ \mu\text{F}$ 、 $C_{ISO\_S} = 44\ \mu\text{F}$ 、 $C_{ISO\_B} = 22\ \mu\text{F}$ 、 $C_{BP} = 10\ \text{nF}$ 、すべてのレジスタはデフォルト値。

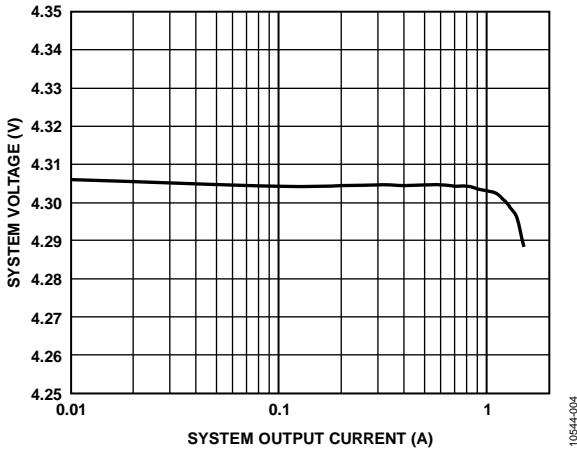


図 4. システム出力電流対システム電圧、LDO モード  
 $V_{SYSTEM}[2:0] = 000$  (バイナリ) = 4.3 V

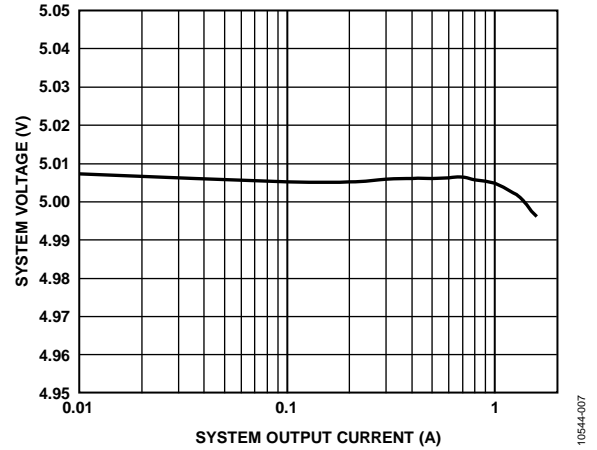


図 7. システム出力電流対システム電圧、LDO モード  
 $V_{VIN} = 6.0\text{ V}$ 、 $V_{SYSTEM}[2:0] = 111$  (バイナリ) = 5.0 V

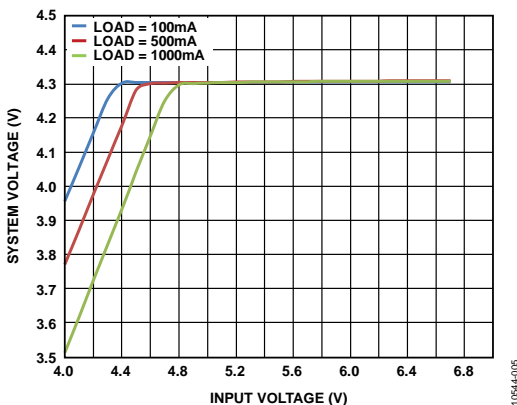


図 5. 入力電圧 (ドロップアウト) 対出力電圧、LDO モード  
 $V_{SYSTEM}[2:0] = 000$  (バイナリ) = 4.3 V

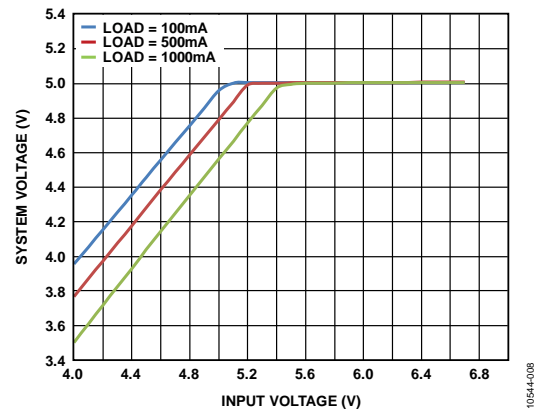


図 8. 入力電圧 (ドロップアウト) 対出力電圧、LDO モード  
 $V_{SYSTEM}[2:0] = 111$  (バイナリ) = 5.0 V

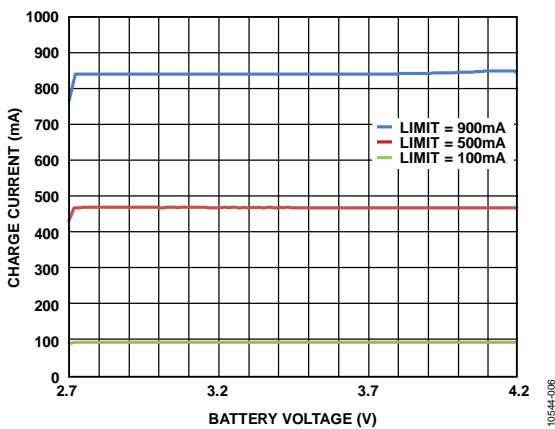


図 6. バッテリ電圧対入力電流制限充電電流

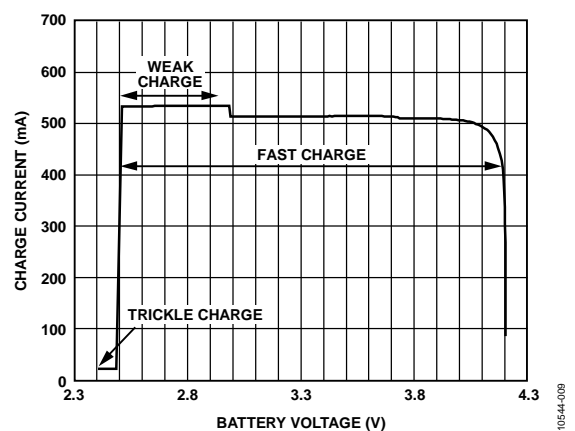
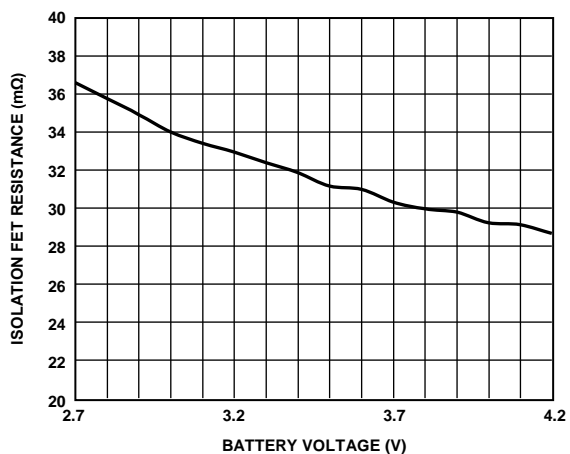
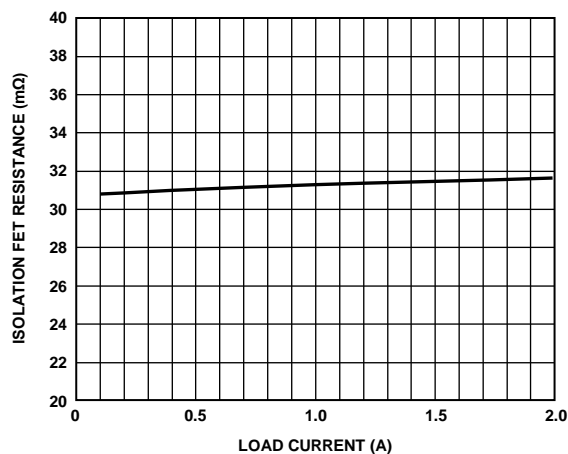


図 9. バッテリ電圧対バッテリ充電電流  
 $I_{CHG}[4:0] = 01001$  (バイナリ) = 500 mA  
 $I_{LIM}[3:0] = 1111$  (バイナリ) = 2100 mA



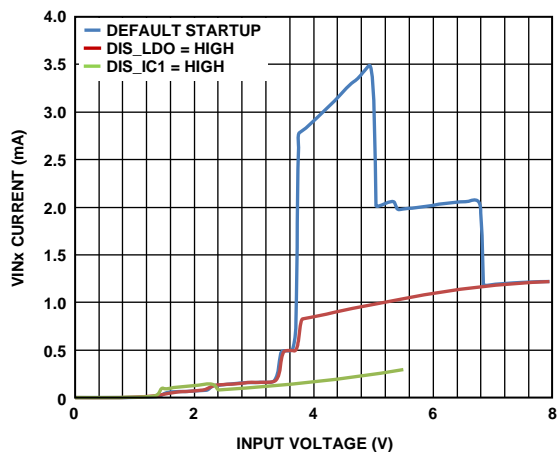
10544-010

図 10. バッテリ電圧対絶縁 FET のオン抵抗  $R_{ON}$   
 $I_{ISO\_S} = 500 \text{ mA}$ 、 $V_{INx}$  オープン



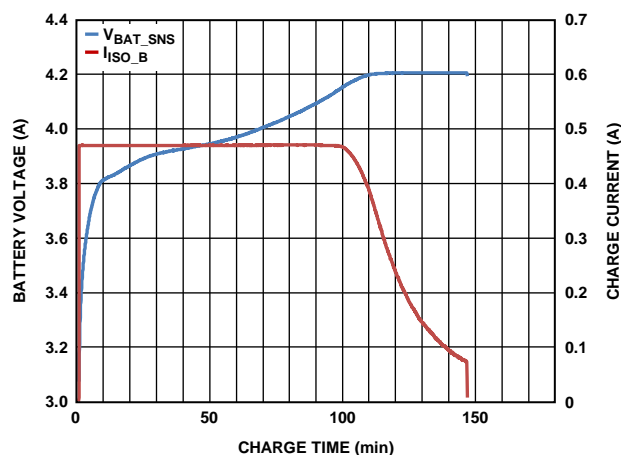
10544-012

図 12. 絶縁 FET のオン抵抗  $R_{ON}$ 、 $V_{ISO\_B} = 3.6 \text{ V}$



10544-011

図 11.  $V_{INx}$  電圧対  $V_{INx}$  電流



10544-013

図 13. 充電プロファイル  
 $ILIM[3:0] = 0110$  (バイナリ) = 500 mA  
 バッテリ容量 = 925 mAh

温度特性

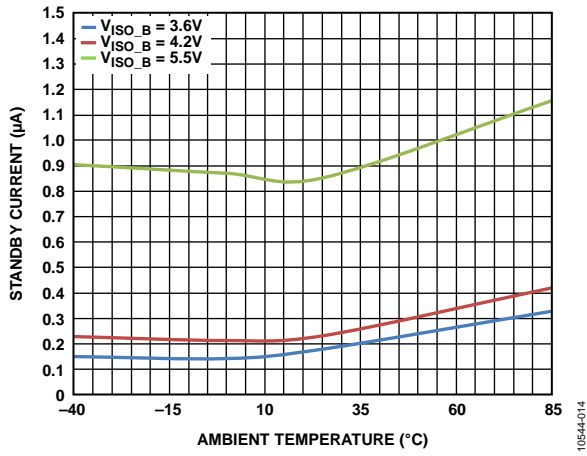


図 14. 周囲温度対バッテリー・リーク電流

10544-014

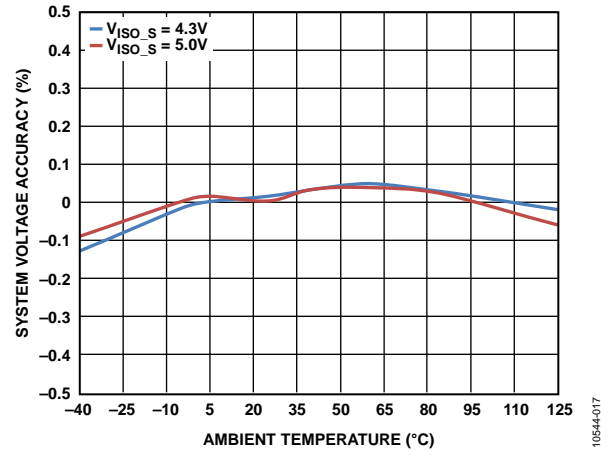


図 17. システム電圧の温度特性、トリクル充電モード  
 $V_{ISO\_S} = 4.3V$ 、 $V_{INx} = 5.0V$ 、  
または  $V_{ISO\_S} = 5.0V$ 、 $V_{INx} = 6.0V$

10544-017

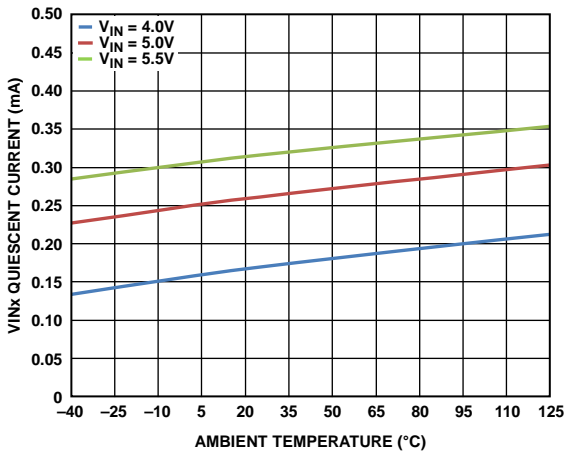


図 15. 周囲温度対 VINx 静止電流  
DIS\_IC1 = ハイ・レベル

10544-015

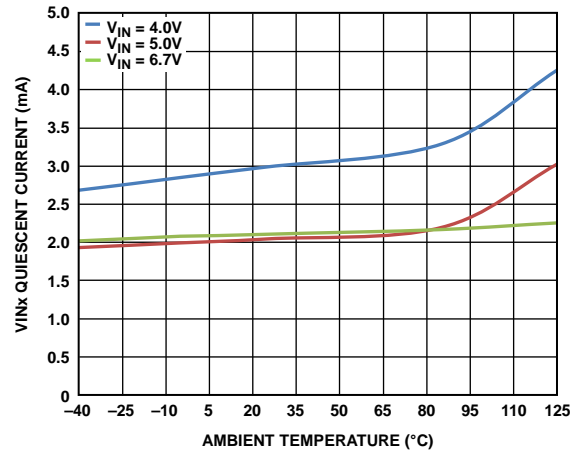


図 18. 周囲温度対 VINx 静止電流、LDO モード

10544-018

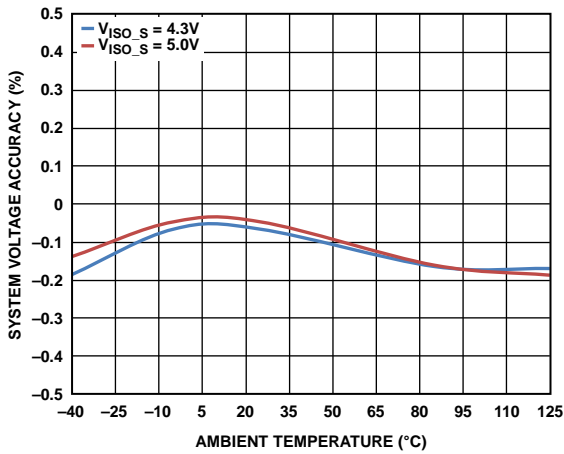


図 16. 周囲温度対 LDO モード電圧精度  
負荷 = 100 mA、 $V_{IN} = 5.5V$

10544-016

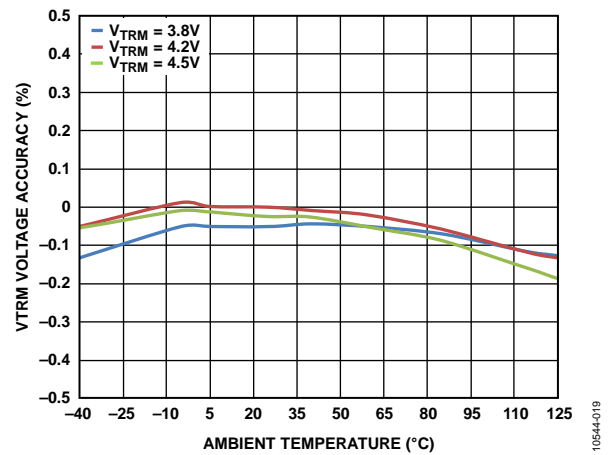


図 19. 周囲温度対最終電圧

10544-019

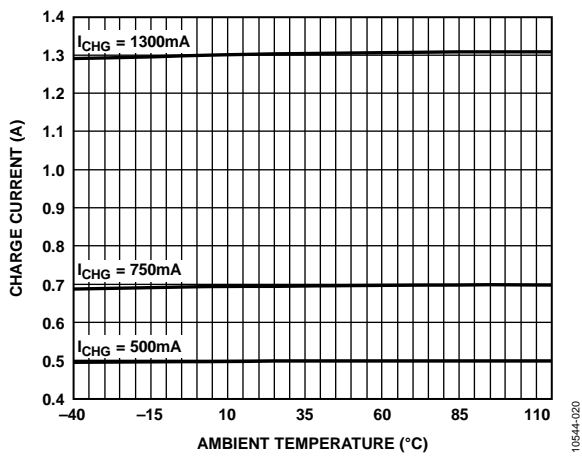


図 20. 周囲温度対高速充電 CC モード電流

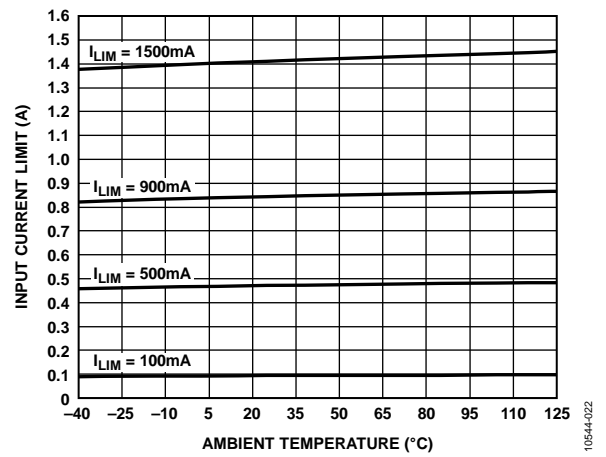


図 22. 周囲温度対入力電流制限値

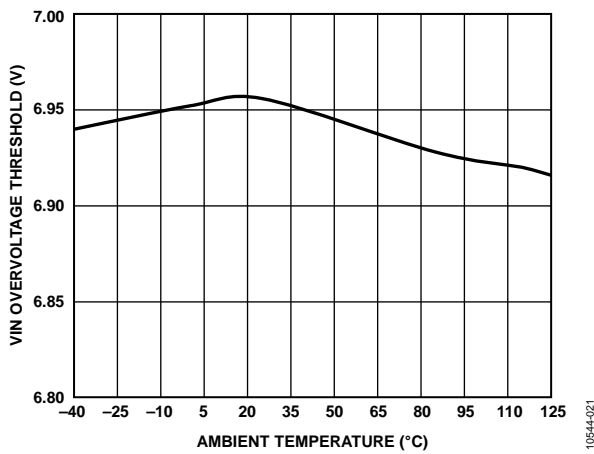


図 21. 周囲温度対 VINx 過電圧スレッシュホールド

代表的波形

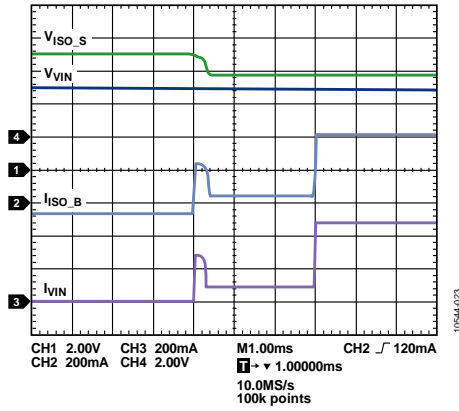


図 23.充電スタートアップ、 $V_{VIN} = 5.0\text{ V}$   
 $ILIM[3:0] = 0110$  (バイナリ) = 500 mA  
 $I_{CHG}[4:0] = 01110$  (バイナリ) = 750 mA

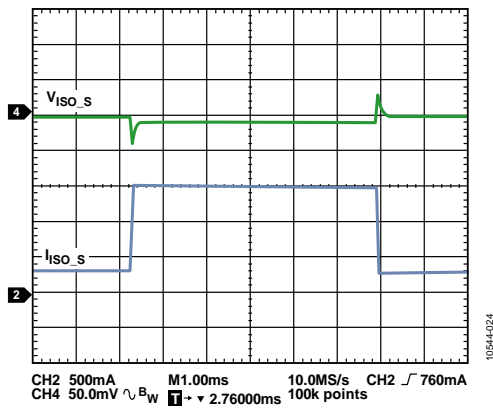


図 24.負荷過渡応答  
 $I_{ISO\_Sx}$  負荷 = 300 mA → 1500 mA → 300 mA

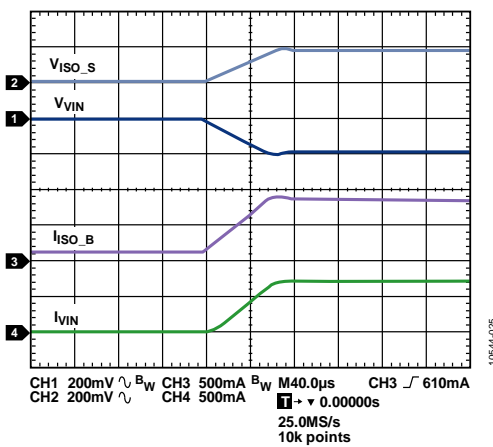


図 25.入力電流制限値変化 100 mA → 900 mA  
 $I_{SO\_Sx}$  負荷 = 66 Ω、充電 = 750 mA

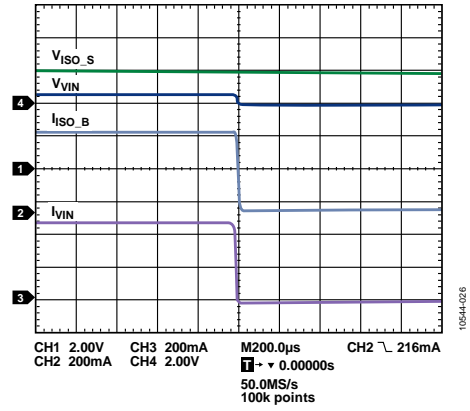


図 26.VBUS 切り離し

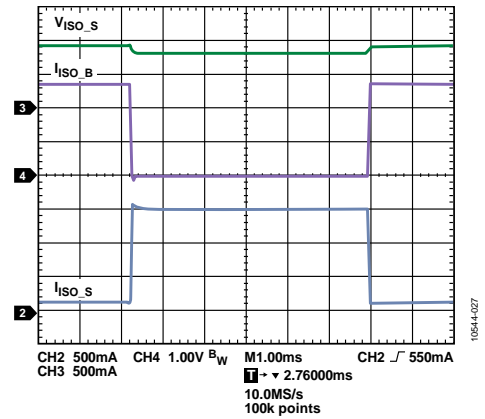


図 27.負荷過渡応答  
 $I_{ISO\_Sx}$  負荷 = 300 mA → 1500 mA → 300 mA  
 $EN\_CHG = \text{ハイ}$  レベル  
 $ILIM[3:0] = 0110$  (バイナリ) = 500 mA

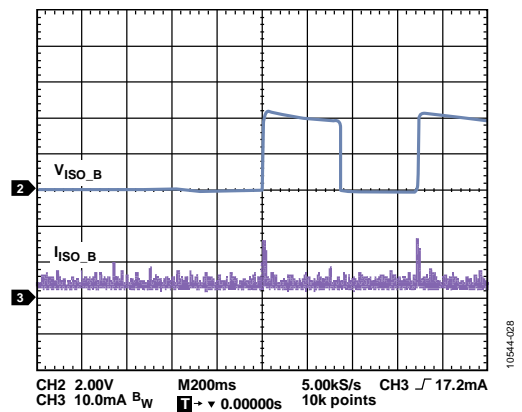


図 28.バッテリー検出波形  
 $V_{SYSTEM}[2:0] = 000$  (バイナリ) = 4.3 V、バッテリーなし

## 動作原理

## 動作モードの概要

表 7. ADP5061 動作モードの一覧

Mode Name	VINx Condition	Battery Condition	Trickle Charge	LDO FET State	Battery Isolation FET	System Voltage ISO_Sx	Additional Conditions <sup>1</sup>
IC Off, Standby	0 V	Any battery condition	Off	Off	On/Off	Battery voltage or 0 V	Disable IC1
IC Off, Suspend	5 V	Any battery condition	Off	Off	On	Battery voltage	Disable IC1
LDO Mode Off, Isolation FET On	5 V	Any battery condition	Off	Off	On	Battery voltage	Disable LDO and enable isolation FET
LDO Mode Off, Isolation FET Off (System Off)	5 V	Any battery condition	Off	Off	Off	0 V	Enable battery charging
LDO Mode, Charger Off	5 V	Any battery condition	Off	LDO	Off	5.0 V	Enable battery charging
Trickle Charge Mode	5 V	Battery < V <sub>TRK_DEAD</sub>	On	LDO	Off	5.0 V	Enable battery charging
Weak Charge Mode	5 V	V <sub>TRK_DEAD</sub> ≤ battery < V <sub>WEAK</sub>	On	CHG	CHG	3.8 V	Enable battery charging
Fast Charge Mode	5 V	Battery ≥ V <sub>WEAK</sub>	Off	CHG	CHG	3.8 V (min)	Enable battery charging
Charge Mode, No Battery	5 V	Open	Off	LDO	Off	5.0 V	Enable battery charging
Charge Mode, Battery (ISO_Bx) Short	5 V	Short	On	LDO	Off	5.0 V	Enable battery charging

<sup>1</sup> 詳細については、表 8 を参照してください。

表 8. 動作モードの制御

Pin Configuration	DIG_IOx	Equivalent I <sup>2</sup> C Address, Data	Description			
Enable Battery Charging	DIG_IO3	0x07, D0	Low = all charging modes disabled (fast, weak, trickle). High = all charging modes enabled (fast, weak, trickle).			
Disable IC1	DIG_IO2	0x07, D6	<b>Disable IC1</b>	<b>VINx<sup>1</sup> Supply Connected</b>	<b>LDO_FET</b>	<b>ISO_FET</b>
			Low	No	Off	On
			High	Yes	CHG	CHG
High	No <sup>2</sup>	Off	On			
Yes	Off	On				
Disable LDO and Enable Isolation FET		0x07, D3, D0	Low = LDO enabled. High = LDO disabled. In addition, when EN_CHG = low, the battery isolation FET is on; when EN_CHG = high, the battery isolation FET is off.			

<sup>1</sup> デイスエーブル IC1 モードがアクティブで、かつ VINx 電源が接続されている場合、電源電圧レベルは、V<sub>ISO\_Bx</sub> < V<sub>VINx</sub> < 5.5 V を満たす必要があります。

<sup>2</sup> デイスエーブル IC1 モードがアクティブの場合、LDO FET のバック・ゲートは制御されません。VINx ピンが接続されていない場合、VINx の電圧は V<sub>ISO\_Bx</sub> - V<sub>f</sub> になります (V<sub>f</sub> = LDO FET ボディ・ダイオードの順方向電圧)。

## はじめに

ADP5061 は、広範囲な携帯型アプリケーションに適するシングル・セルのリチウム・イオン・バッテリーまたはリチウム・ポリマー・バッテリーを対象とするプログラマブルな I<sup>2</sup>C チャージャです。

このリニア・チャージャ・アーキテクチャにより、システム電源 4.3 V~5.0 V (I<sup>2</sup>C から設定可能)で最大 2.1 A の出力電流が可能で、専用チャージャからはバッテリーへ最大 1.3 A の充電電流が可能になります。

ADP5061 は 4 V~6.7 V の入力電圧範囲で動作し、最大許容電圧は 20 V です。20 V の許容電圧を持つため、USB バス着脱時に発生するスパイクの問題が軽減されます。

ADP5061 は、リニア・チャージャ出力とバッテリーの間に FET を内蔵しています。この機能があるためバッテリーのアイソレーションが可能になるのでバッテリー故障時またはバッテリー未接続時にシステム電源の供給が可能です。この機能により、USB 電源を接続すると直ちにシステムが機能することができます。

ADP5061 は、USB 3.0 および USB バッテリー充電仕様 1.2 に準拠しています。ADP5061 は、ミニ USB VBUS ピンを使って電源コンセント型チャージャ、自動車用チャージャ、または USB ホスト・ポートから充電することができます。外付け USB 検出デバ

イスにより検出される USB 電源タイプに応じて、ADP5061 は最適な充電と USB 互換性が得られるように正しい電流制限値を設定することができます。この USB チャージャは、電源コンセント型チャージャ、ホスト・チャージャ、ハブ・チャージャ、標準ホストおよびハブのようなすべての USB 準拠のソースで正常に動作します。

プロセッサから I<sup>2</sup>C を使って USB チャージャを制御して充電電流や次を含む多くのパラメータを設定することができます。

- トリクル充電電流レベル
- トリクル充電電圧スレッシュホールド
- 弱い充電 (定電流)電流レベル
- 高速充電 (定電流)電流レベル
- 1%精度の高速充電 (定電圧)電圧レベル
- 高速充電安全タイマ周期
- ウォッチドッグ安全タイマ・パラメータ
- 弱いバッテリー・スレッシュホールド検出
- 充電完了スレッシュホールド
- 再充電スレッシュホールド
- 充電イネーブル/ディスエーブル
- バッテリー・パック温度検出および自動チャージャ・シャットダウン



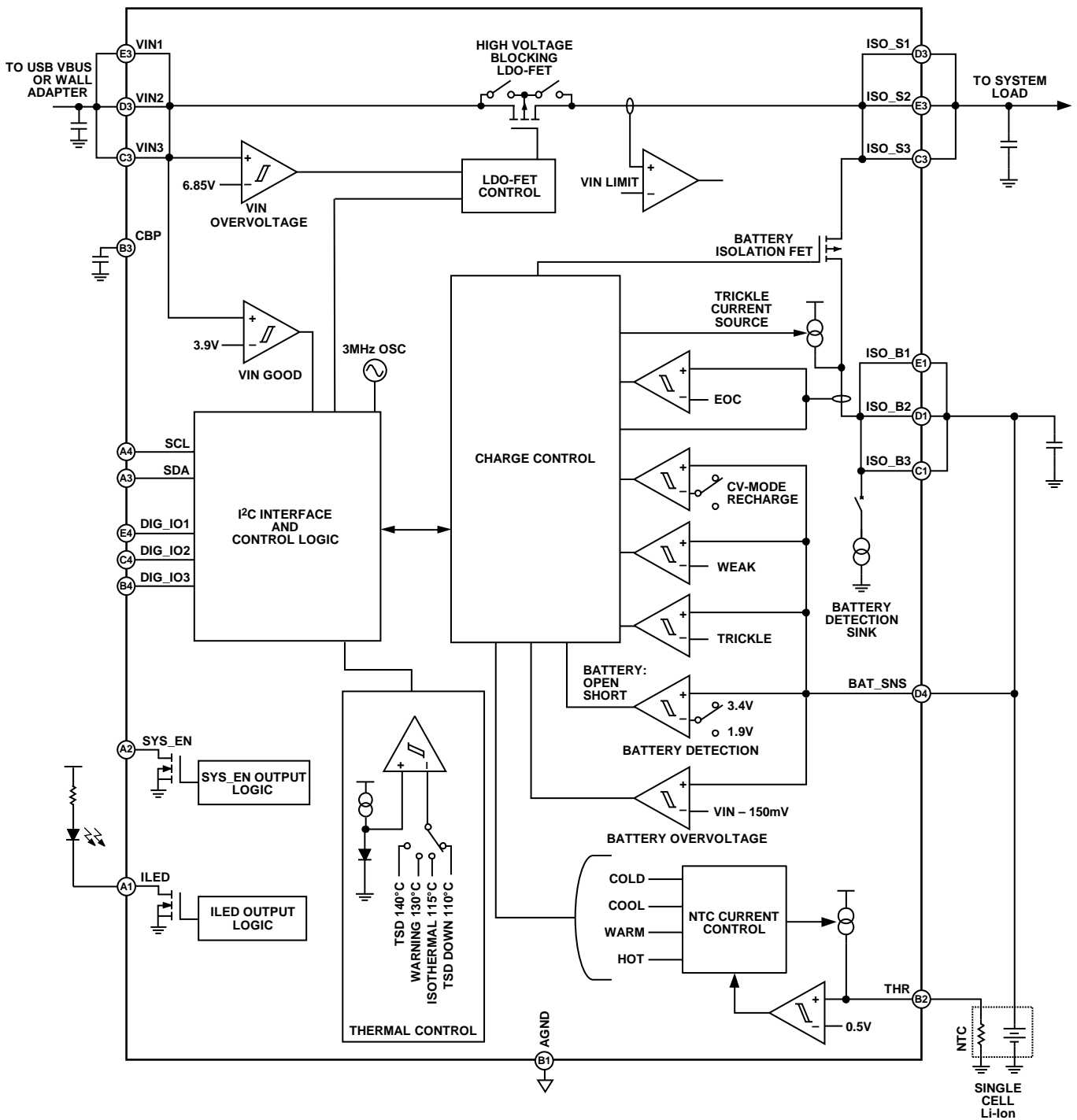


図 29. ブロック図

ADP5061 は、充電と機能を最適化する次を含む多くの重要な機能を内蔵しています。

- 最大性能を得るためのサーマル・レギュレーション
- USB ホスト電流制限精度:  $\pm 5\%$
- 最終電圧精度:  $\pm 1\%$
- バッテリ温度が制限値を超えたときにチャージャを自動シャットダウンさせる機能を持つバッテリー・サーミスタ入力 (JEITA リチウム・イオン・バッテリー充電温度仕様に準拠)
- 多くのパラメータを直接制御する 3 本の外部ピン (DIG\_IO1、DIG\_IO2、DIG\_IO3)。これらのピンは、柔軟性を大きくするため出荷時設定が可能です。次のような機能を出荷時に設定することができます。
  - 充電のイネーブル/ディスエーブル。
  - 100 mA または 500 mA 入力電流制限値の制御。
  - 1500 mA 入力電流制限値の制御。
  - バッテリ充電電流の制御。
  - 割込み出力ピン。

詳細については、デジタル入力および出力オプションのセクションを参照してください。

## チャージャ・モード

### 入力電流制限値

VINx 入力電流制限値は、内部 I<sup>2</sup>C ILIM ビットから制御されません。入力電流制限値は、表 9 に示すように DIG\_IO1 ピンから制御することもできます (出荷時に設定した場合)。I<sup>2</sup>C デフォルト

の 100 mA からの変更は、ピン設定より優先されます。

表 9. DIG\_IO1 の動作

DIG_IO1	Function
0	100 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
1	500 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value (or reprogrammed I <sup>2</sup> C value from 100 mA default)

### USB 互換性

ADP5061 は、表 10 に示す条件との互換性を保証するため I<sup>2</sup>C から設定可能な入力電流制限値を持っています。未設定の USB ホストまたはハブとの互換性を持たせるため電流制限値のデフォルト値は 100 mA になっています。

I<sup>2</sup>C レジスタのデフォルトは 100 mA です。ILIM ビットに対する I<sup>2</sup>C 書き込みコマンドは、DIG\_IOx ピンより優先されるため、I<sup>2</sup>C レジスタのデフォルト値を別条件に合わせて再設定することができます。

入力電流制限機能を使用する場合、設定された充電電流 I<sub>CHG</sub> をチャージャが満たすためには使用可能な入力電流が小さ過ぎることがあり、そのために充電レートが小さくなって、VIN\_ILIM フラグが設定されることがあります。

バッテリー側に適切な電圧レベルがないときに電圧を VINx に接続すると、高電圧阻止メカニズムが動作して、V<sub>IN</sub> が VIN\_OK レベルに到達するまで電流を 1 mA 以下に制限します。

ADP5061 チャージャは、1 本のコネクタ VINx ピンを使う次の接続をサポートしています (表 10 参照)。

表 10. 標準 USB 制限値との入力電流互換性

Mode	Standard USB Limit	ADP5061 Function
USB (China Only)	100 mA limit for standard USB host or hub	100 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
	300 mA limit for Chinese USB specification	300 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
USB 2.0	100 mA limit for standard USB host or hub	100 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
	500 mA limit for standard USB host or hub	500 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
USB 3.0	150 mA limit for superspeed USB 3.0 host or hub	150 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
	900 mA limit for superspeed, high speed USB host or hub charger	900 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value
Dedicated Charger	1500 mA limit for dedicated charger or low/full speed USB host or hub charger	1500 mA input current limit or I <sup>2</sup> C programmed value

### トリクル充電モード

リチウム・イオン電池を過放電すると電池電圧が非常に低下して、高い確率で電池を安全に充電できなくなります。ADP5061 チャージャでは、トリクル充電モードを使ってバッテリー・パック保護回路をリセットして、電池電圧を高速充電できる安全なレベルに上げます。 $V_{TRK\_DEAD}$  を下回る電圧を持つ電池は、トリクルモード電流  $I_{TRK\_DEAD}$  で充電されます。トリクル充電モードのとき、CHARGER\_STATUS ビットがセットされます。

トリクル充電では、LDO により ISO\_Sx ノードが  $V_{ISO\_STRK}$  ヘレギュレーションされ、バッテリー・アイソレーション FET がオフになります。これは、バッテリーがシステム電源から絶縁されることを意味します。

### トリクル充電モード・タイマ

バッテリーが過放電状態から回復できるようにするため、トリクル充電モードの継続時間がモニタされます。電池電圧が  $V_{TRK\_DEAD}$  に到達することなくトリクル充電モードが 60 分以上続く場合、故障状態と見なして充電を停止させます。この故障状態は CHARGER\_STATUS ビットで表示されるため、ユーザーは故障復帰のセクションで規定する故障回復手順を開始することができます。

### 弱い充電モード (定電流)

バッテリー電圧が  $V_{TRK\_DEAD}$  より高く、かつ  $V_{WEAK}$  より低い場合は、チャージャは中間充電モードへ切り替わります。

弱い充電モードでは、フル・システムをパワーアップさせるためにはバッテリー電圧が低く過ぎます。バッテリー・レベルが低いいため、USB トランシーバは電源を得ることができないので、USB ホストへの電流を増やすことができません。このため、USB の制限は 100 mA に維持されます。

マイクロコントローラおよび/またはシステム・アーキテクチャから要求される電流値に応じて、システム・マイクロコントローラはチャージャ出力電圧 ( $V_{ISO\_SFC}$ ) から電源を得ることができる場合とできない場合があります。ISO\_Sx ピンからマイクロコントローラへ電源を供給する場合、マイクロコントローラを動作させるために (その必要がある場合)、バッテリー充電電流 ( $I_{CHG\_WEAK}$ ) を 20 mA を超えて増やすことはできません。また、 $I_{CHG\_WEAK}$  も 100 mA の USB 制限値を超えて増やすことはできません。このため、バッテリー充電電流は次のように設定してください。

- リニアトリクルチャージャ・プランチを使って、デフォルトの 20 mA を設定してください (メイン・チャージャ出力 ISO\_Sx からマイクロプロセッサへ電源を供給する場合、マイクロプロセッサの動作を維持するため)。メイン・チャージャ出力 ISO\_Sx の残りの電流はすべて、バッテリーの充電に使います。
- 弱い電流モードでは、その他の機能があると、弱い充電電流がフル設定値に到達できなくなってしまいます。ある動作条件下で、等温充電モードまたは USB 互換性のための入力電流制限機能から、設定された弱い充電電流値が影響を受けることがあります。弱い充電では、バッテリー・アイソレーション FET により ISO\_Sx ノードが  $V_{ISO\_SFC}$  ヘレギュレーションされます。

### 高速充電モード (定電流)

バッテリー電圧が  $V_{TRK\_DEAD}$  と  $V_{WEAK}$  を超えると、チャージャは高速充電モードへ切り替わって、定電流  $I_{CHG}$  でバッテリーを充電します。高速充電モード (定電流) では、CHARGER\_STATUS ビットが 010 に設定されます。

定電流モードでは、その他の機能があると、 $I_{CHG}$  電流がフル設定値に到達できなくなってしまいます。ある動作条件下で、等温充電モードまたは USB 互換性のための入力電流制限機能から、 $I_{CHG}$  値が影響を受けることがあります。 $V_{ISO\_B} < V_{ISO\_SFC}$  の場合、ISO\_Sx の電圧が  $V_{ISO\_SFC}$  を維持するように、バッテリー・アイソレーション FET によりレギュレーションされます。

### 高速充電モード (定電圧)

バッテリーが充電されると、電圧が上昇して最終電圧  $V_{TRM}$  に到達します。ADP5061 チャージャは、BAT\_SNS ピンの電圧をモニタして充電を終了するタイミングを決めています。バッテリー・パックの内部 ESR、プリント回路ボード (PCB) の抵抗、その他の寄生直列抵抗との組み合わせにより、BAT\_SNS ピンの検出ポイントと電池端子の間に電圧降下が発生します。この影響を補償して電池をフル充電するため、BAT\_SNS ピンで最終電圧が検出されると、ADP5061 は定電圧充電モードになります。ADP5061 は電池の充電が続く間、充電電流を穏やかに減らして、BAT\_SNS ピンの  $V_{TRM}$  電圧を維持します。高速充電モード (定電圧) では、CHARGER\_STATUS レジスタがセットされます。

### 高速充電モード・タイマ

バッテリーが正常に充電されるようにするため、高速充電モードの継続時間がモニタされます。BAT\_SNS ピンの電圧が  $V_{TRM}$  に到達することなく、高速充電モードが  $t_{CHG}$  より長く続くと、故障状態と見なして、充電を停止させます。この故障状態は CHARGER\_STATUS ビットで表示されるため、ユーザーは故障復帰のセクションで規定する故障回復手順を開始することができます。

高速充電モードが  $t_{CHG}$  より長く続いて、BAT\_SNS ピン電圧が  $V_{TRM}$  に到達しても、充電電流が  $I_{END}$  より小さくならない場合には、充電を停止させます。この状況では故障状態を表示しないで、再充電スレッシュホールドに到達した場合、充電を通常通り再開します。

### ウォッチドッグ・タイマ

ADP5061 チャージャは、プロセッサから充電を制御するためのプログラマブルなウォッチドッグ・タイマ機能を内蔵しています。ADP5061 チャージャがプロセッサの動作が必要と判断した場合、すなわちプロセッサが最初に RESET\_WD ビットをセットした場合またはバッテリー電圧が弱いバッテリー・スレッシュホールド  $V_{WEAK}$  より高い場合に、このウォッチドッグ・タイマは動作を開始します。ウォッチドッグ・タイマが開始された後は、ウォッチドッグ・タイマ周期  $t_{WD}$  以内に周期的にリセットされる必要があります。

チャージャ・モードでは、リセットがないためにウォッチドッグ・タイマがタイムアウトすると、ADP5061 チャージャはソフトウェア問題が発生して安全タイマ  $t_{SAFE}$  が開始されたとも見なします。詳細については、安全タイマのセクションを参照してください。

## 安全タイマ

チャージャ・モードでは、ウォッチドッグ・タイマがタイムアウトすると、ADP5061 チャージャが安全タイマ  $t_{SAFE}$  を開始させます(ウォッチドッグ・タイマのセクション参照)。チャージャが安全タイマを開始させたときにプロセッサに充電パラメータが設定されていた場合は、 $I_{LIM}$  はデフォルト値に設定されます。充電が  $t_{SAFE}$  の間続いた後、チャージャはオフになり CHARGER\_STATUS ビットがセットされます。

## 充電の完了

ADP5061 チャージャは、定電圧高速充電モードで充電電流をモニタします。電流が  $t_{END}$  の間  $I_{END}$  を下回ると、充電が停止して CHDONE フラグがセットされます。充電電流が  $t_{END}$  より短い間  $I_{END}$  を下回り、その後に  $I_{END}$  を再度超えた場合は、 $t_{END}$  タイマがリセットされます。

## 再充電

充電完了が検出された後および充電の休止後に、バッテリーが通常の使用で放電する間、ADP5061 チャージャは BAT\_SNS ピンをモニタします。BAT\_SNS ピン電圧が  $V_{RCH}$  を下回ると、チャージャは充電を再開させます。多くの場合、再充電スレッシュホールドを超えると、チャージャは直接、定電圧の高速充電モードで動作を開始します。

再充電機能は  $I^2C$  でディスエーブルできますが、ステータス・ビット (レジスタ 0x0C、ビット D3)により再充電サイクルが必要なことをシステムへ通知します。

## IC イネーブル/ディスエーブル

ADP5061 IC は、DIG\_IO2 デジタル入力ピン(出荷時設定の場合)または  $I^2C$  レジスタを使ってディスエーブルすることができます。IC がディスエーブルされると、すべての内部制御回路がディスエーブルされます。IC1 オプションをディスエーブルすると、LDO FET とバッテリー・アイソレーション FET の状態も制御することができます。

IC1 モードのディスエーブル時、すべての内部制御回路がディスエーブルされているため、 $V_{INx}$  の高電圧が内部電源電圧に渡されることに注意することは、非常に重要です。 $V_{INx}$  電源電圧は次の条件を満たす必要があります。

$$V_{ISO\_B} < V_{INx} < 5.5 \text{ V}$$

## バッテリー充電のイネーブル/ディスエーブル

ADP5061 の充電機能は、 $I^2C$  EN\_CHG ビットをロー・レベルに設定してディスエーブルすることができます。この状況ではシステムに対する LDO はまだ動作中で、 $I^2C$  でデフォルトに、または 4.3 V~5.0 V の  $I^2C$  設定システム電圧に設定することができます(詳細については、 $I^2C$  レジスタの説明を参照)。

ADP5061 の充電機能は、外部 DIG\_IOx ピンからも制御することができます(出荷時に設定した場合)。 $I^2C$  EN\_CHG ビットの変更は、ピン設定より優先されます。

## 充電防止用のバッテリー電圧制限機能

ADP5061 チャージャのバッテリー・モニタは、バッテリー電圧をモニタして、充電開始(EN\_CHG または DIG\_IO3 でイネーブル)時にバッテリー電圧が  $V_{CHG\_VLIM}$  (3.7 V (typ))を超えたとき充電を防止するように設定することができます。この機能を使うと、半放電バッテリーの不必要な充電を防止することができます。したがって、リチウム・イオン・バッテリー電池の寿命を延ばすことができます。バッテリー電圧が  $V_{CHG\_VLIM}$  を下回ると、充電が自動的に開始され、バッテリー電圧が  $V_{TRM}$  (4.2 V (typ))に到達するまでフル充電サイクルが続きます。

デフォルトでは、充電電圧制限機能はディスエーブルされており、 $I^2C$  レジスタ 0x08 のビット EN\_CHG\_VLIM からイネーブルすることができます。

## SYS\_EN 出力

ADP5061 は、バッテリーがシステム起動に要する最小レベルにある間にシステムをイネーブルする SYS\_EN オープン・ドレイン FET を内蔵しています。最小バッテリー電圧条件および/または最小バッテリー充電レベル条件がある場合、SYS\_EN の動作は  $I^2C$  から設定することができます。SYS\_EN の動作は、表 11 に示す 4 種類の動作条件を出荷時に設定することができます。

表 11.SYS\_EN モードの説明

SYS_EN Mode Selection	Description
00	SYS_EN is activated when LDO is active and system voltage is available.
01	SYS_EN is activated by the ISO_Bx voltage, battery charging mode.
10	SYS_EN is activated and the isolation FET is disabled when the battery drops below $V_{WEAK}$ . This option is active, when $V_{INx} = 0 \text{ V}$ and the battery monitor is activated from Register 0x07, Bit D5 (EN_BMON).
11	SYS_EN is active in LDO mode when the charger is disabled. SYS_EN is active in charging mode when $ISO\_Bx \geq V_{WEAK}$ .

## インジケータ LED 出力 (ILED)

ILED は、インジケータ LED 接続用のオープン・ドレイン出力です。オプションで、ILED 出力はマイクロコントローラに対するステータス出力として使用することができます。インジケータ LED モードを表 12 に示します。

表 12.インジケータ LED 動作モード

ADP5061 Mode	ILED Mode	On/Off Time
IC Off	Off	
LDO Mode Off	Off	
LDO Mode On	Off	
Charge Mode	Continuously on	
Timer Error ( $t_{TRK}$ , $t_{CHG}$ , $t_{SAFE}$ )	Blinking	167 ms/833 ms
Overtemperature ( $T_{SD}$ )	Blinking	1 sec/1 sec

## サーマル・マネジメント

### 等温充電

**ADP5061** は、チップ温度が  $T_{LIM}$  (115°C (typ)) を超えたとき充電電流を制限するサーマル帰還ループを内蔵しています。チップ消費電力とチップ温度が上昇すると、充電電流が自動的に削減されて、チップ温度を推奨温度範囲に維持します。消費電力の削減または周囲温度の低下によりチップ温度が下がると、充電電流は設定されたレベルに戻ります。等温充電では、**THERM\_LIM** I<sup>2</sup>C フラグがハイ・レベルに設定されます。

このサーマル帰還制御ループを使うと、最悪条件ではなく typ 条件に基づいて充電電流を設定することができます。

**ADP5061** は、LDO モードで **ISO\_Sx** 負荷電流を制限するサーマル帰還ループを内蔵していません。LDO モードでチップの消費電力によりチップ温度が 130°C を超えると、割込みが発生します。チップ温度が 140°C を超えて上昇すると、デバイスはサーマル・シャットダウンします。

### サーマル・シャットダウンとサーマル早期警告

**ADP5061** チャージャは、サーマル・シャットダウン・スレッシュホールド検出器を内蔵しています。チップ温度が  $T_{SD}$  を超えると、**ADP5061** チャージャがディスエーブルされて、TSD 140°C ビットがセットされます。チップ温度が下限値  $T_{SD}$  を下回ると、**ADP5061** チャージャが再イネーブルされて、TSD 140°C ビットがリセットされます。TSD 140°C ビットをリセットするときは、I<sup>2</sup>C 故障レジスタ 0x0D へ書込みを行うか、または電源を切った後に再投入します。

チップ温度が  $T_{SD}$  に到達する前に、 $T_{SDL}$  を超えると早期警告ビットがセットされます。この機能により、サーマル・シャットダウンが発生する前にシステムの消費電力を調整することでサーマル・シャットダウンが起動してシステムへの電源供給が止まるのを防止することができます。

### 故障復帰

次の動作の前に、故障の原因が除かれたことを確認することは重要です。

チャージャの故障から復旧するときは (CHARGER\_STATUS = 110 のとき)、VINx の電源を切った後に再投入するか、または故障レジスタの I<sup>2</sup>C 故障ビットにハイ・レベルを書込んでリセットします。

## バッテリー・アイソレーション FET

**ADP5061** チャージャは、電源パスを制御するバッテリー・アイソレーション FET を内蔵しています。バッテリー・アイソレーション FET は、放電したりチウム・イオン電池をトリクル充電モードと高速充電モードでシステム電源から切り離すため、システムの電源を常に供給することができます。

VINx が  $V_{VIN\_OK}$  を下回ると、バッテリー・アイソレーション FET がフル導通モードになります。

トリクル充電モードでは、バッテリー・アイソレーション FET はオフになります。バッテリー電圧が  $V_{TRK}$  を超えると、バッテリー・アイソレーション FET は、システム電圧レギュレーション・モードへ切り替わります。システム電圧レギュレーション・モードでは、バッテリー・アイソレーション FET が **ISO\_Sx** ピンの  $V_{ISO\_SFC}$  電圧を維持します。バッテリー電圧が  $V_{ISO\_SFC}$  を超えると、バッテリー・アイソレーション FET はフル導通モードになります。

バッテリー・アイソレーション FET は、システム電源で高電流機能をサポートするときバッテリーを補間します。**ISO\_Sx** の電圧が **ISO\_Bx** を下回ると、バッテリー・アイソレーション FET はフル導通モードになります。**ISO\_Sx** の電圧が **ISO\_Bx** を超えると、アイソレーション FET はリチウム・イオン電池電圧とリニア・チャージャ・モードに応じて、レギュレーション・モードまたはフル導通モードになります。

## バッテリーの検出

### バッテリー電圧レベルの検出

**ADP5061** チャージャは、バッテリーの不在を検出するバッテリー検出メカニズムを内蔵しています。このチャージャは、**ISO\_Bx/BAT\_SNS** ノードに対してシンク電流とソース電流をアクティブに供給して、電圧の時間変化を検出します。シンク・フェーズで充電されたバッテリーを検出し、ソース・フェーズで放電したバッテリーを検出します。

シンク・フェーズ (図 30 参照)では、**ISO\_Bx/ BAT\_SNS** ピンから時間  $t_{BATOK}$  だけ  $I_{SINK}$  電流を流します。 $t_{BATOK}$  タイマのタイムアウト時に **BAT\_SNS** ピンが  $V_{BATL}$  を下回ると、チャージャはバッテリーが存在しないものと見なして、ソース・フェーズを開始します。 $t_{BATOK}$  タイマのタイムアウト時に **BAT\_SNS** ピンが  $V_{BATL}$  を上回ると、チャージャはバッテリーが存在するものと見なして、新しい充電サイクルを開始します。

ソース・フェーズでは、 $I_{SOURCE}$  電流を時間  $t_{BATOK}$  だけ **ISO\_Bx/ BAT\_SNS** ピンへ流します。 $t_{BATOK}$  タイマのタイムアウト前に **BAT\_SNS** ピンが  $V_{BATH}$  を超えると、チャージャはバッテリーが存在しないものと見なします。 $t_{BATOK}$  タイマのタイムアウト時に **BAT\_SNS** ピンが  $V_{BATH}$  電圧を超えないとき、チャージャはバッテリーが存在するものと見なして、新しい充電サイクルを開始します。

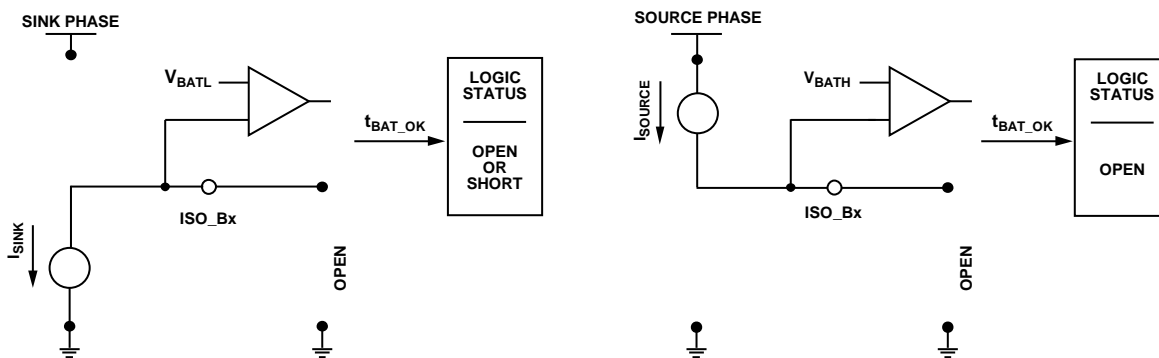


図 30.シンク・フェーズ

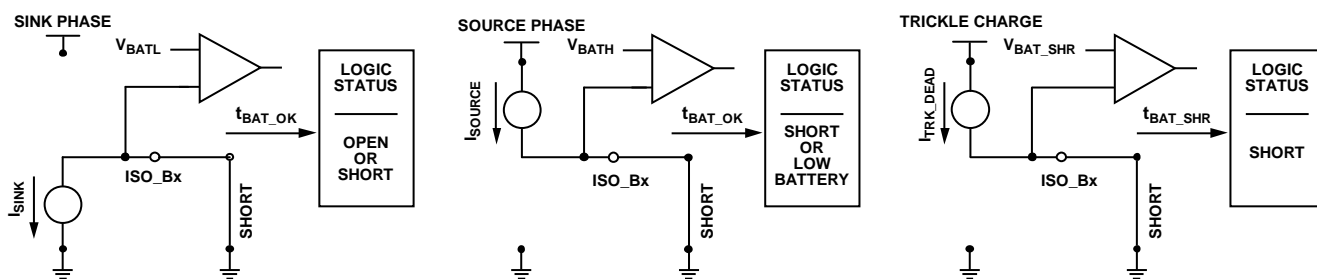


図 31.トリクル充電

**バッテリー (ISO\_Bx)短絡の検出**

バッテリーの短絡は、バッテリー故障状態またはバッテリー保護回路のイネーブル時に発生します。

トリクル充電を開始するとき、ADP5061 チャージャはバッテリー電圧をモニタします。このバッテリー電圧が規定のタイムアウト時間  $t_{BAT\_SHR}$  内に  $V_{BAT\_SHR}$  を超えない場合、故障が発生したものと見なされ、バッテリー・アイソレーション FET をオフにして、チャージャは停止されますが、システム電圧はリニア・レギュレータにより  $V_{ISO\_STRK}$  に維持されます。

ソース・フェーズの後、ISO\_Bx または BAT\_SNS レベルが  $V_{BATH}$  を下回っている場合、バッテリー電圧が低いか、またはバッテリー・ノードの短絡が考えられます。バッテリー電圧が低い場合、トリクル充電モードが開始されます (図 31 参照)。  $t_{BAT\_SHR}$  の経過後に、BAT\_SNS レベルが  $V_{BAT\_SHR}$  を下回っている場合には、ADP5061 はバッテリー・ノードが短絡しているものと見なします。バッテリー短絡の場合、トリクル充電ブランチはアクティブになり、60 分のトリクル充電モード・タイマがタイムアウトするまでバッテリーに対するトリクル充電電流が維持されます。

**バッテリー・パック温度の検出**

**バッテリー・サーミスタ入力**

ADP5061 チャージャは、バッテリー・パック温度が規定の範囲外にあるとき充電しないようにするバッテリー・パック温度検出機能を内蔵しています。THR ピンは、バッテリー・パック・サーミスタ端子に直接接続するオン/オフ・スイッチング電流源を提供します。THR 電流源の動作時間は 167 ms です。

バッテリー・パック温度検出機能は、表 13 の条件を使って、 $I^2C$  から制御することができます。EN\_THR (レジスタ 0x07) に対する  $I^2C$  レジスタのデフォルト設定は 0 で、温度検出機能はオフになっています。

表 13. THR 入力機能

Conditions		THR Function
VINx	VISO_B	
Open or $V_{IN} = 0\text{ V to }4.0\text{ V}$	<2.5 V	Off
Open or $V_{IN} = 0\text{ V to }4.0\text{ V}$	>2.5 V	Off, controlled by $I^2C$
4.0 V to 6.7 V	Don't care	Always on

バッテリー・パック・サーミスタを直接 THR ピンへ接続しない場合には、10 kΩ (許容誤差 ±20%) のダミー抵抗を THR 入力と GND の間に接続する必要があります。THR ピンをオープンのままにすると、バッテリー温度 0°C 以下が擬似検出されて、充電がデイスエーブルされることがあります。

ADP5061 チャージャは、THR ピンの電圧をモニタし、電流が 0°C 以下または 60°C 以上の範囲外になると、充電を停止させます。

ADP5061 チャージャは、25°C で 10 kΩ または 25°C で 100 kΩ (出荷時設定) の公称室温値を持つバッテリー・パック内の NTC サーミスタと組み合わせるようデザインされています。

ADP5061 チャージャは、温度係数カーブ (ベータ) を持つバッテリー・パック内の NTC サーミスタと組み合わせるようデザインされています。出荷時設定では、3150~4400 の範囲の 8 種類のベータ値をサポートします (表 44 参照)。

**JEITA リチウム・イオン・バッテリー温度充電仕様**

ADP5061 は、表 14 と表 16 に示す、それぞれ JEITA1 と JEITA2 のリチウム・イオン・バッテリー充電温度仕様に準拠しています。

JEITA 機能は、I<sup>2</sup>C インターフェースを使ってイネーブルすることができます。また、オプションで JEITA1 機能または JEITA2 機能を I<sup>2</sup>C で選択することができます。あるいは、JEITA1 または JEITA2 を出荷時設定のデフォルトとしてイネーブルすること

表 14. JEITA1 仕様

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Max	Unit
JEITA1 Cold Temperature Limits	I <sub>JEITA_COLD</sub>	No battery charging occurs		0	°C
JEITA1 Cool Temperature Limits	I <sub>JEITA_COOL</sub>	Battery charging occurs at approximately 50% of programmed level—see Table 15 for specific charging current reduction levels	0	10	°C
JEITA1 Typical Temperature Limits	I <sub>JEITA_TYP</sub>	Normal battery charging occurs at default/programmed levels	10	45	°C
JEITA1 Warm Temperature Limits	I <sub>JEITA_WARM</sub>	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV from programmed value	45	60	°C
JEITA1 Hot Temperature Limits	I <sub>JEITA_HOT</sub>	No battery charging occurs	60		°C

表 15. JEITA1 削減充電電流レベル、バッテリー低温度

ICHG[4:0] (Default)	ICHG JEITA1	ICHG[4:0] (Default)	ICHG JEITA1
00000 = 50 mA	50 mA	01100 = 650 mA	300 mA
00001 = 100 mA	50 mA	01101 = 700 mA	350 mA
00010 = 150 mA	50 mA	01110 = 750 mA	350 mA
00011 = 200 mA	100 mA	01111 = 800 mA	400 mA
00100 = 250 mA	100 mA	10000 = 850 mA	400 mA
00101 = 300 mA	150 mA	10001 = 900 mA	450 mA
00110 = 350 mA	150 mA	10010 = 950 mA	450 mA
00111 = 400 mA	200 mA	10011 = 1000 mA	500 mA
01000 = 450 mA	200 mA	10100 = 1050 mA	500 mA
01001 = 500 mA	250 mA	10101 = 1100 mA	550 mA
01010 = 550 mA	250 mA	10110 = 1200 mA	600 mA
01011 = 600 mA	300 mA	10111 = 1300 mA	650 mA

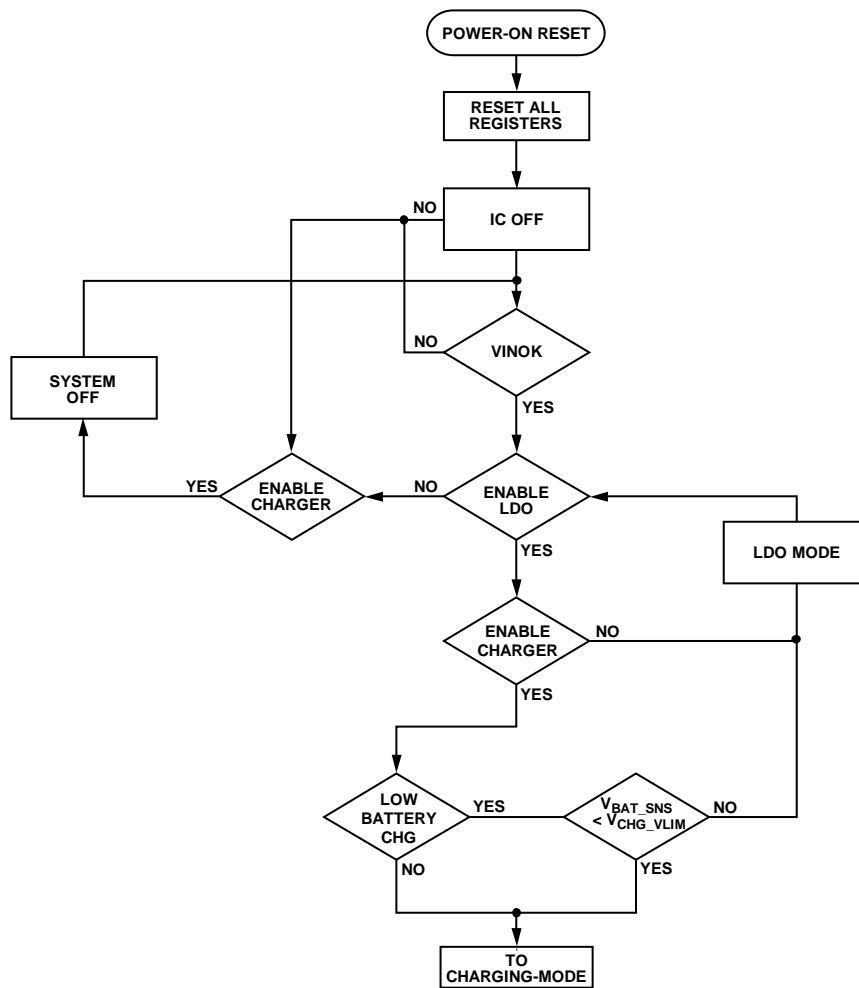
表 16. JEITA2 仕様

Parameter	Symbol	Conditions	Min	Max	Unit
JEITA2 Cold Temperature Limits	I <sub>JEITA_COLD</sub>	No battery charging occurs		0	°C
JEITA2 Cool Temperature Limits	I <sub>JEITA_COOL</sub>	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV from programmed value	0	10	°C
JEITA2 Typical Temperature Limits	I <sub>JEITA_TYP</sub>	Normal battery charging occurs at default/programmed levels	10	45	°C
JEITA2 Warm Temperature Limits	I <sub>JEITA_WARM</sub>	Battery termination voltage (V <sub>TRM</sub> ) is reduced by 100 mV from programmed value	45	60	°C
JEITA2 Hot Temperature Limits	I <sub>JEITA_HOT</sub>	No battery charging occurs	60		°C

もできます。

ADP5061 がホットまたはコールドのバッテリー状態を識別すると、ADP5061 は次の動作を行います。

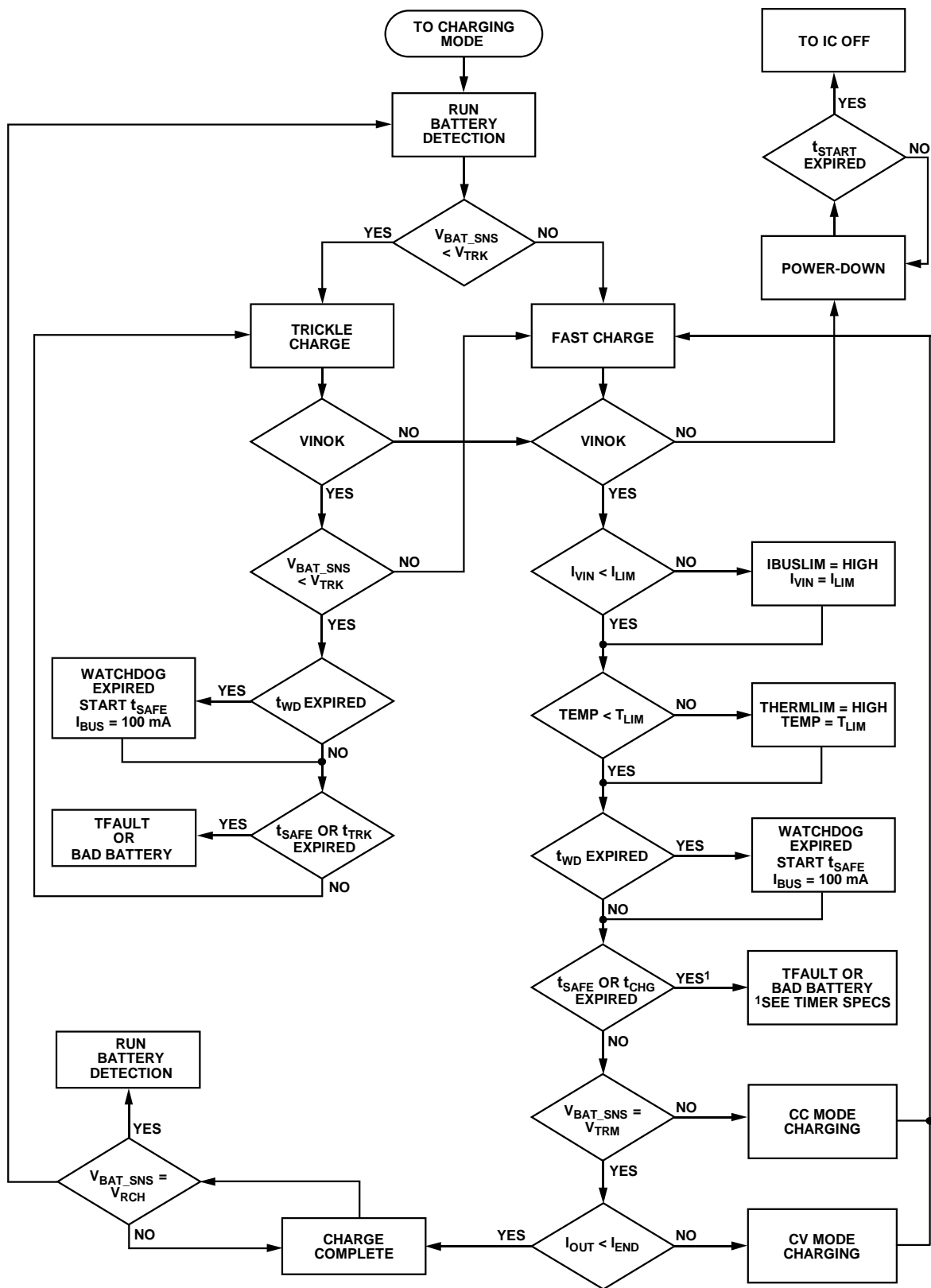
- バッテリーの充電を停止します。
- バッテリー・アイソレーション FET を接続またはイネーブルして、ADP5061 が LDO モードを続けるようにします。



10544-032

図 32. バッテリーと VIN 接続の簡略化したフローチャート





10544-033

図 33.充電モードの簡略化したフローチャート

## I<sup>2</sup>C インターフェース

ADP5061 は、充電機能と LDO 機能の制御のため、およびシステム・ステータス・レジスタのリードバックのために、I<sup>2</sup>C 互換シリアル・インターフェースを内蔵しています。I<sup>2</sup>C チップ・アドレスは、書き込みモードでは 0x28 に、読み出しモードでは 0x29 に、それぞれなっています。

VINx電源が下限電圧スレッシュホールドV<sub>VIN\_OK</sub>を下回ると、レジスタ値は、デフォルト値にリセットされます。バッテリーが切り離されてV<sub>IN</sub>が0Vになると、I<sup>2</sup>Cレジスタもリセットされます。

サブアドレス値により、最初に書き込む ADP5061 レジスタが選択されます。8 ビットのデータバイトが書込まれると ADP5061 は

アクリッジをマスターへ送信します (シングル・レジスタに対する I<sup>2</sup>C 書き込みシーケンスの例については図 34 を参照してください)。ADP5061 はサブアドレスを自動的にインクリメントし、次のレジスタでデータバイトの受信を開始させます。これは、図 35 に示すようにマスターが I<sup>2</sup>C ストップを送信するまで続きます。

図 36 にシングル・レジスタに対する I<sup>2</sup>C 読み出しシーケンスを示します。ADP5061 はサブアドレスで指定されたレジスタからデータを送信し、サブアドレスを自動的にインクリメントして、次のレジスタからのデータを送信します。これは、マスターが I<sup>2</sup>C ストップ条件を送信するまで続きます(図 37 参照)。

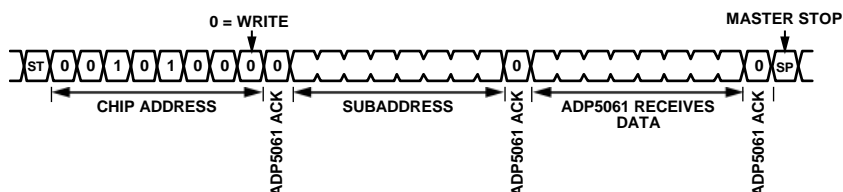


図 34. I<sup>2</sup>C シングル・レジスタ書き込みシーケンス

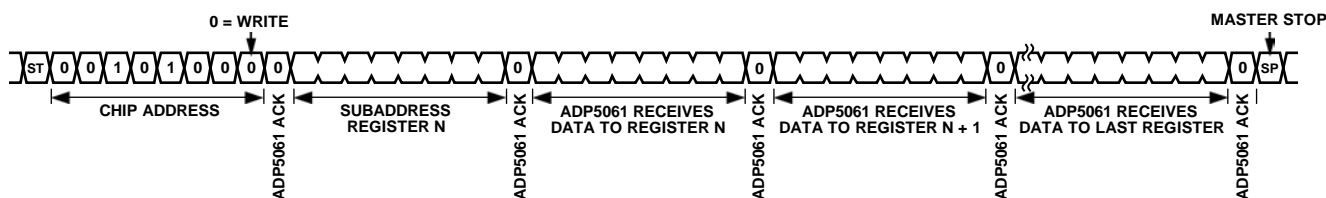


図 35. I<sup>2</sup>C 複数レジスタ書き込みシーケンス

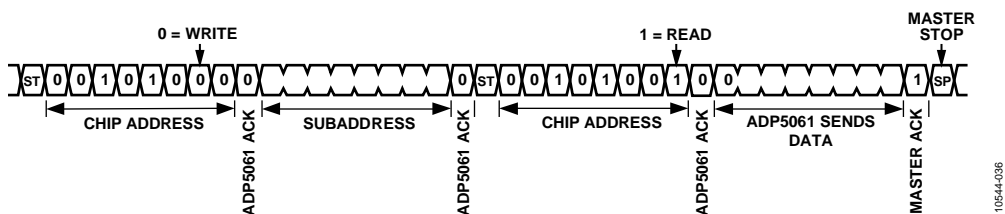


図 36. I<sup>2</sup>C シングル・レジスタ読み出しシーケンス

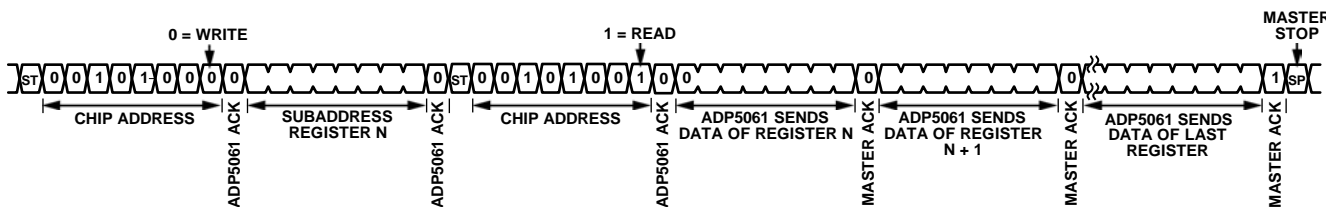


図 37. I<sup>2</sup>C 複数レジスタ読み出しシーケンス

I<sup>2</sup>C レジスタ・マップ

オプション設定の詳細については、出荷時設定オプションのセクションを参照してください。ブランク・セルは、未使用のビットを表すことに注意してください。

表 17. I<sup>2</sup>C レジスタ・マップ

Register		D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Addr	Name								
0x00	Manufacturer and model ID	MANUF				Model			
0x01	Silicon revision					REV			
0x02	VINx pins settings					ILIM <sup>1</sup>			
0x03	Termination settings	VTRM <sup>1,2</sup>						CHG_VLIM[1:0] <sup>1,2</sup>	
0x04	Charging current		ICHG <sup>1,2</sup>				ITRK_DEAD <sup>1</sup>		
0x05	Voltage thresholds	DIS_RCH <sup>1,3</sup>	VRCH <sup>1</sup>		VTRK_DEAD <sup>1,3</sup>		VWEAK <sup>1</sup>		
0x06	Timer settings			EN_TEND <sup>1</sup>	EN_CHG_TIMER <sup>1</sup>	CHG_TMR_PERIOD <sup>1</sup>	EN_WD <sup>1,3</sup>	WD_PERIOD <sup>1</sup>	RESET_WD
0x07	Functional Settings 1		DIS_IC1 <sup>1</sup>	EN_BMON <sup>1</sup>	EN_THR <sup>1</sup>	DIS_LDO <sup>1</sup>	EN_EOC <sup>1</sup>		EN_CHG <sup>1</sup>
0x08	Functional Settings 2	EN_JEITA <sup>1,3</sup>	JEITA_SELECT <sup>1,3</sup>	EN_CHG_VLIM <sup>1,3</sup>	IDEAL_DIODE[1:0] <sup>1,3</sup>		VSYSTEM[2:0] <sup>1,3</sup>		
0x09	Interrupt enable		EN_THERM_LIM_INT	EN_WD_INT	EN_TSD_INT	EN_THR_INT	EN_BAT_INT	EN_CHG_INT	EN_VIN_INT
0x0A	Interrupt active		THERM_LIM_INT	WD_INT	TSD_INT	THR_INT	BAT_INT	CHG_INT	VIN_INT
0x0B	Charger Status 1	VIN_OV	VIN_OK	VIN_ILIM	THERM_LIM	CHDONE	CHARGER_STATUS		
0x0C	Charger Status 2	THR_STATUS				RCH_LIM_INFO	BATTERY_STATUS		
0x0D	Fault register					BAT_SHR <sup>1</sup>		TSD 130°C <sup>1</sup>	TSD 140°C <sup>1</sup>
0x10	Battery short	TBAT_SHR <sup>1</sup>					VBAT_SHR <sup>1</sup>		
0x11	IEND	IEND <sup>1,3</sup>			C/20 EOC <sup>1</sup>	C/10 EOC <sup>1</sup>	C/5 EOC <sup>1</sup>	SYS_EN_SET <sup>1,3</sup>	

<sup>1</sup> VINx が接続または切断されると、これらのビットはデフォルト I<sup>2</sup>C 値にリセットされます。

<sup>2</sup> これらのビットのデフォルト I<sup>2</sup>C 値は、一部出荷時設定可能です。

<sup>3</sup> これらのビットのデフォルト I<sup>2</sup>C 値は、すべて出荷時設定可能です。

## レジスタ・ビットの説明

表 18～表 33 では、R は読出し専用を、W は書込み専用を、R/W はリード/ライトを、N/A は適用なしを、それぞれ表しています。

表 18. メーカーとモデル ID、レジスタ・アドレス 0x00

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[7:4]	MANUF[3:0]	R	0001	The 4-bit manufacturer identification bus
[3:0]	MODEL[3:0]	R	1001	The 4-bit model identification bus

表 19. シリコン・レビジョン・レジスタ、レジスタ・アドレス 0x01

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[7:4]	Not used	R		
[3:0]	REV[3:0]	R	0100	The 4-bit silicon revision identification bus

表 20. VINx 設定レジスタ、レジスタ・アドレス 0x02

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[7:5]	Not used	R		
4	RFU	R/W	0	Reserved for future use.
[3:0]	ILIM[3:0]	R/W	0000 = 100 mA	VINx input current-limit programming bus. The current into VINx can be limited to the following programmed values: 0000 = 100 mA. 0001 = 150 mA. 0010 = 200 mA. 0011 = 250 mA. 0100 = 300 mA. 0101 = 400 mA. 0110 = 500 mA. 0111 = 600 mA. 1000 = 700 mA. 1001 = 800 mA. 1010 = 900 mA. 1011 = 1000 mA. 1100 = 1200 mA. 1101 = 1500 mA. 1110 = 1800 mA. 1111 = 2100 mA.

表 21. 終了設定値、レジスタ・アドレス 0x03

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[7:2]	VTRM[5:0]	R/W	100011 = 4.20 V	Termination voltage programming bus. The values of the float voltage can be programmed to the following values: 001111 = 3.80 V. 010000 = 3.82 V. 010001 = 3.84 V. 010010 = 3.86 V. 010011 = 3.88 V. 010100 = 3.90 V. 010101 = 3.92 V. 010110 = 3.94 V. 010111 = 3.96 V. 011000 = 3.98 V. 011001 = 4.00 V. 011010 = 4.02 V. 011011 = 4.04 V. 011100 = 4.06 V. 011101 = 4.08 V. 011110 = 4.10 V. 011111 = 4.12 V. 100000 = 4.14 V. 100001 = 4.16 V. 100010 = 4.18 V. 100011 = 4.20 V. 100100 = 4.22 V. 100101 = 4.24 V. 100110 = 4.26 V. 100111 = 4.28 V. 101000 = 4.30 V. 101001 = 4.32 V. 101010 = 4.34 V. 101011 = 4.36 V. 101100 = 4.38 V. 101101 = 4.40 V. 101110 = 4.42 V. 101111 = 4.44 V. 110000 = 4.44 V. 110001 = 4.46 V. 110010 = 4.48 V. 110011 to 111111 = 4.50 V.
[1:0]	CHG_VLIM[1:0]	R/W	00 = 3.2 V	Charging voltage limit programming bus. The values of the charging voltage limit can be programmed to the following values: 00 = 3.2 V. 01 = 3.4 V. 10 = 3.7 V. 11 = 3.8 V.

表 22.充電電流設定値、レジスタ・アドレス 0x04

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
7	Not used	R		
[6:2]	ICHG[4:0]	R/W	01110 = 750 mA	Fast charge current programming bus. The values of the constant current charge can be programmed to the following values: 00000 = 50 mA. 00001 = 100 mA. 00010 = 150 mA. 00011 = 200 mA. 00100 = 250 mA. 00101 = 300 mA. 00110 = 350 mA. 00111 = 400 mA. 01000 = 450 mA. 01001 = 500 mA. 01010 = 550 mA. 01011 = 600 mA. 01100 = 650 mA. 01101 = 700 mA. 01110 = 750 mA. 01111 = 800 mA. 10000 = 850 mA. 10001 = 900 mA. 10010 = 950 mA. 10011 = 1000 mA. 10100 = 1050 mA. 10101 = 1100 mA. 10110 = 1200 mA. 10111 to 11111 = 1300 mA.
[1:0]	ITRK_DEAD[1:0]	R/W	10 = 20 mA	Trickle and weak charge current programming bus. The values of the trickle and weak charge currents can be programmed to the following values: 00 = 5 mA. 01 = 10 mA. 10 = 20 mA. 11 = 80 mA.

表 23.電圧スレッシュホールド、レジスタ・アドレス 0x05

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
7	DIS_RCH	R/W	0 = recharge enabled	0 = recharge enabled. 1 = recharge disabled.
[6:5]	VRCH[1:0]	R/W	11 = 260 mV	Recharge voltage programming bus. The values of the recharge threshold can be programmed to the following values (note that the recharge cycle can be disabled in I <sup>2</sup> C by the DIS_RCH bit): 00 = 80 mV. 01 = 140 mV. 10 = 200 mV. 11 = 260 mV.

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[4:3]	VTRK_DEAD[1:0]	R/W	01 = 2.5 V	Trickle to fast charge dead battery voltage programming bus. The values of the trickle to fast charge threshold can be programmed to the following values: 00 = 2.0 V. 01 = 2.5 V. 10 = 2.6 V. 11 = 2.9 V.
[2:0]	VWEAK[2:0]	R/W	011 = 3.0 V	Weak battery voltage rising threshold. 000 = 2.7 V. 001 = 2.8 V. 010 = 2.9 V. 011 = 3.0 V. 100 = 3.1 V. 101 = 3.2 V. 110 = 3.3 V. 111 = 3.4 V.

表 24. タイマ設定値、レジスタ・アドレス 0x06

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
[7:6]	Not used			
5	EN_TEND	R/W	1	0 = charge complete timer, $t_{END}$ , disabled. A 31 ms deglitch timer remains on. 1 = charge complete timer enabled.
4	EN_CHG_TIMER	R/W	1	0 = trickle/fast charge timer disabled. 1 = trickle/fast charge timer enabled.
3	CHG_TMR_PERIOD	R/W	1	Trickle and fast charge timer period. 0 = 30 sec trickle charge timer and 300 minute fast charge timer. 1 = 60 sec trickle charge timer and 600 minute fast charge timer.
2	EN_WD	R/W	0	0 = watchdog timer is disabled even when BAT_SNS exceeds $V_{DEAD}$ . 1 = watchdog timer safety timer is enabled.
1	WD_PERIOD	R/W	0	Watchdog safety timer period. 0 = 32 sec watchdog timer and 40 minute safety timer. 1 = 64 sec watchdog timer and 40 minute safety timer.
0	RESET_WD	W	0	When RESET_WD is set to logic high by I <sup>2</sup> C, the watchdog safety timer is reset.

表 25. 機能設定値 1、レジスタ・アドレス 0x07

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
7	Not used			
6	DIS_IC1	R/W	0	0 = normal operation. 1 = the ADP5061 is disabled, $V_{VIN}$ must be $V_{ISO\_B} < V_{VIN} < 5.5$ V.
5	EN_BMON	R/W	0	0 = when $V_{VIN} < V_{VIN\_OK}$ , the battery monitor is disabled. When $V_{VIN} = 4.0$ to 6.7 V, the battery monitor is enabled regardless of the EN_BMON state. 1 = the battery monitor is enabled even when the voltage at the VINx pins is below $V_{VIN\_OK}$ .
4	EN_THR	R/W	0	0 = when $V_{VIN} < V_{VIN\_OK}$ , the THR current source is disabled. When $V_{VIN} = 4.0$ V to 6.7 V, the THR current source is enabled regardless of the EN_THR state. 1 = THR current source is enabled even when the voltage at the VINx pins is below $V_{VIN\_OK}$ .
3	DIS_LDO	R/W	0	0 = LDO is enabled. 1 = LDO is off. In addition, If EN_CHG = low, the battery isolation FET is on. If EN_CHG = high, the battery isolation FET is off.
2	EN_EOC	R/W	1	0 = end of charge not allowed. 1 = end of charge allowed.
1	Not used			
0	EN_CHG	R/W	0	0 = battery charging is disabled. 1 = battery charging is enabled.

表 26.機能設定値 2、レジスタ・アドレス 0x08

Bit No.	Bit Name	Access	Default	Description
7	EN_JEITA	R/W	0 = JEITA disabled	0 = JEITA compliance of the Li-Ion temperature battery charging specifications is disabled. 1 = JEITA compliance enabled.
6	JEITA_SELECT	R/W	0 = JEITA1	0 = JEITA1 is selected. 1 = JEITA2 is selected.
5	EN_CHG_VLIM	R/W	0	0 = charging voltage limit disabled. 1 = voltage limit activated. The charger prevents charging until the battery voltage drops below the $V_{CHG\_VLIM}$ threshold.
[4:3]	IDEAL_DIODE[1:0]	R/W	00	00 = ideal diode operates always when $V_{ISO\_S} < V_{ISO\_B}$ . 01 = ideal diode operates when $V_{ISO\_S} < V_{ISO\_B}$ and $V_{BAT\_SNS} > V_{WEAK}$ . 10 = ideal diode is disabled. 11 = ideal diode is disabled.
[2:0]	VSYSTEM[2:0]	R/W	See Table 42 for the mode-specific default values.	System voltage programming bus. The values of the system voltage can be programmed to the following values: 000 = 4.3 V. 001 = 4.4 V. 010 = 4.5 V. 011 = 4.6 V. 100 = 4.7 V. 101 = 4.8 V. 110 = 4.9 V. 111 = 5.0 V.

表 27.割込みイネーブル・レジスタ、レジスタ・アドレス 0x09

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
7	Not used			
6	EN_THERM_LIM_INT	R/W	0	0 = isothermal charging interrupt is disabled. 1 = isothermal charging interrupt is enabled.
5	EN_WD_INT	R/W	0	0 = watchdog alarm interrupt is disabled. 1 = watchdog alarm interrupt is enabled.
4	EN_TSD_INT	R/W	0	0 = overtemperature interrupt is disabled. 1 = overtemperature interrupt is enabled.
3	EN_THR_INT	R/W	0	0 = THR temperature thresholds interrupt is disabled. 1 = THR temperature thresholds interrupt is enabled.
2	EN_BAT_INT	R/W	0	0 = battery voltage thresholds interrupt is disabled. 1 = battery voltage thresholds interrupt is enabled.
1	EN_CHG_INT	R/W	0	0 = charger mode change interrupt is disabled. 1 = charger mode change interrupt is enabled.
0	EN_VIN_INT	R/W	0	0 = VINx pin voltage thresholds interrupt is disabled. 1 = VINx pin voltage thresholds interrupt is enabled.



表 28. 割込みアクティブ・レジスタ、レジスタ・アドレス 0x0A

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
7	Not used			
6	THERM_LIM_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by isothermal charging.
5	WD_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by the watchdog alarm. The watchdog timer expires within 2 sec or 4 sec, depending on the watch dog period setting of 32 sec or 64 sec, respectively.
4	TSD_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by an overtemperature fault.
3	THR_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by THR temperature thresholds.
2	BAT_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by battery voltage thresholds.
1	CHG_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by a charger mode change.
0	VIN_INT	R	0	1 = indicates an interrupt caused by VIN voltage thresholds.

表 29. チャージャ・ステータス・レジスタ 1、レジスタ・アドレス 0x0B

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
7	VIN_OV	R	N/A	1 = indicates that the voltage at the VINx pins exceeds $V_{VIN\_OV}$ .
6	VIN_OK	R	N/A	1 = indicates that the voltage at the VINx pins exceeds $V_{VIN\_OK}$ .
5	VIN_ILIM	R	N/A	1 = indicates that the current into a VINx pin is limited by the high voltage blocking FET and the charger is not running at the full programmed $I_{CHG}$ .
4	THERM_LIM	R	N/A	1 = indicates that the charger is not running at the full programmed $I_{CHG}$ but is limited by the die temperature.
3	CHDONE	R	N/A	1 = indicates the end of charge cycle has been reached. This bit latches on, in that it does not reset to low when the $V_{RCH}$ threshold is breached.
[2:0]	CHARGER_STATUS[2:0]	R	N/A	Charger status bus. 000 = off. 001 = trickle charge. 010 = fast charge (CC mode). 011 = fast charge (CV mode). 100 = charge complete. 101 = LDO mode. 110 = trickle or fast charge timer expired. 111 = battery detection.

表 30.チャージャ・ステータス・レジスタ 2、レジスタ・アドレス 0x0C

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
[7:5]	THR_STATUS[2:0]	R	N/A	THR pin status. 000 = off. 001 = battery cold. 010 = battery cool. 011 = battery warm. 100 = battery hot. 111 = thermistor OK.
4	Not used	R	N/A	
3	RCH_LIM_INFO	R	N/A	The recharge limit information function is activated when DIS_RCH is logic high and the CHARGER_STATUS[2:0] = 100 (binary). The status bit informs the system that a recharge cycle is required. $0 = V_{BAT\_SNS} > V_{RCH}$ $1 = V_{BAT\_SNS} < V_{RCH}$ .
2:0	BATTERY_STATUS[2:0]	R		Battery status bus. 000 = battery monitor off. 001 = no battery. $010 = V_{BAT\_SNS} < V_{TRK}$ $011 = V_{TRK} \leq V_{BAT\_SNS} < V_{WEAK}$ $100 = V_{BAT\_SNS} \geq V_{WEAK}$ .

表 31.故障レジスタ<sup>1</sup>、レジスタ・アドレス 0x0D

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
[7:4]	Not used			
3	BAT_SHR	R/W	0	1 = indicates detection of a battery short.
2	Not used	R/W		
1	TSD 130°C	R/W	0	1 = indicates an overtemperature (lower) fault.
0	TSD 140°C	R/W	0	1 = indicates an overtemperature fault.

<sup>1</sup> 故障レジスタの故障ビットをリセットするときは、VINxの電源をオフにした後オンにするか、または対応する I<sup>2</sup>C ビットへハイ・レベルを書込みます。

表 32.バッテリー短絡、レジスタ・アドレス 0x10

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
[7:5]	TBAT_SHR[2:0]	R/W	100 = 30 sec	Battery short timeout timer. 000 = 1 sec. 001 = 2 sec. 010 = 4 sec. 011 = 10 sec. 100 = 30 sec. 101 = 60 sec. 110 = 120 sec. 111 = 180 sec.
[4:3]	Not used	R/W		
[2:0]	VBAT_SHR[2:0]	R/W	100 = 2.4 V	Battery short voltage threshold level. 000 = 2.0 V. 001 = 2.1 V. 010 = 2.2 V. 011 = 2.3 V. 100 = 2.4 V. 101 = 2.5 V. 110 = 2.6 V. 111 = 2.7 V.

表 33.IEND レジスタ、レジスタ・アドレス 0x11

Bit No.	Mnemonic	Access	Default	Description
[7:5]	IEND[2:0]	R/W	010 = 52.5 mA	Termination current programming bus. The values of the termination current can be programmed to the following values: 000 = 12.5 mA. 001 = 32.5 mA. 010 = 52.5 mA. 011 = 72.5 mA. 100 = 92.5 mA. 101 = 117.5 mA. 110 = 142.5 mA. 111 = 170.0 mA.
4	C/20 EOC	R/W	0	The C/20 EOC bit has priority over the other settings (C/10 EOC, C/5 EOC, and IEND). 1 = the termination current is ICHG/20 with the following limitations: Minimum value = 12.5 mA. Maximum value = 170 mA.
3	C/10 EOC	R/W	0	The C/10 EOC bit has priority over the other termination current settings (IEND), but does not have priority over the C/20 EOC setting. 1 = the termination current is ICHG/10 unless C/20 EOC is high. The termination current is limited to the following values: Minimum value = 12.5 mA. Maximum value = 170 mA.
2	C/5 EOC	R/W	0	The C/5 bit has priority over the other termination current settings (IEND), but does not have priority over the C/20 EOC setting or the C/10 EOC setting. 1 = the termination current is ICHG / 5 unless the C/20 or the C/10 EOC is high. The termination current is limited to the following values: Minimum value = 12.5 mA. Maximum value = 170 mA.
1:0	SYS_EN_SET[1:0]	R/W	00	Selects the operation of the system enable pin (SYS_EN). 00 = SYS_EN is activated when LDO is active and the system voltage is available. 01 = SYS_EN activated by ISO_Bx voltage, the battery charging mode. 10 = SYS_EN is activated and the isolation FET is disabled when the battery drops below $V_{WEAK}$ <sup>1</sup> . 11 = SYS_EN is active in LDO mode when the charger is disabled. SYS_EN is active in the charging mode when $V_{ISO\_B} \geq V_{WEAK}$ .

<sup>1</sup> VINx = 0 V で、バッテリー・モニタがレジスタ 0x07、ビット D5 (EN\_BMON)から起動されると、このオプションはアクティブになります。

## アプリケーション情報

### 外付け部品

#### ISO\_Sx (V<sub>OUT</sub>)コンデンサの選択

ADP5061 を安全に安定動作させるためには、ISO\_Sx コンデンサとシステム容量の合計実効容量は 20 μF より小さい必要があり、動作中のすべてのポイントで 100 μF を超えることはできません。

このコンデンサ値を選択するときは、出力電圧 DC バイアスに起因する容量損失を考慮することも重要です。セラミック・コンデンサは様々な誘電体を使って製造されて、各々は温度と加えられる電圧に対して異なる動作をします。コンデンサは、必要とされる温度範囲と DC バイアス条件で最小容量を確保できる十分な誘電体を持つ必要があります。最適性能を得るために、電圧定格値が 6.3 V 以上の X5R または X7R の誘電体を推奨します。Y5V と Z5U の誘電体は、温度特性や DC バイアス特性が劣るため、DC/DC コンバータには適していません。

温度、部品の許容誤差、電圧によるコンデンサの変動を考慮して、最悪時の容量を求めるときは、次式を使用します。

$$C_{EFF} = C_{OUT} \times (1 - TEMPCO) \times (1 - TOL)$$

ここで、

$C_{EFF}$  は動作電圧での実効容量。

$TEMPCO$  は最悪時のコンデンサ温度係数。

$TOL$  は最悪時の部品許容誤差。

この例では、-40°C~+85°C の温度範囲でのワーストケース温度係数(TEMPCO)を、X7R 誘電体では 15%と想定しています。図 38 に示すように、コンデンサの許容誤差(TOL)は 20%、かつ 5.0 V で  $C_{OUT} = 30.4 \mu F$  としています。

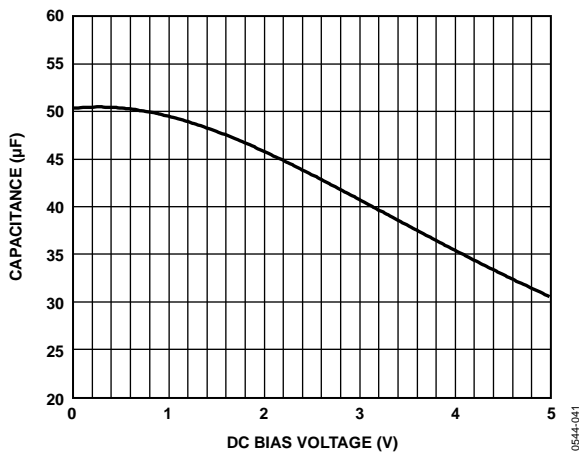


図 38. Murata GRM32ER61A476ME20C のバイアス電圧対容量

これらの値を式に代入すると、次のようになります。

$$C_{EFF} = 34.3 \mu F \times (1 - 0.15) \times (1 - 0.2) \approx 20.7 \mu F$$

トリクル充電、定電流充電、定電圧充電などの種々の動作モードでチャージャ性能を保証するためには、コンデンサ動作に対する DC バイアス、温度、許容誤差の影響を各アプリケーションごとに評価することが不可欠です。

#### ISO\_Sx 容量の分割

多くのアプリケーションでの合計 ISO\_Sx 容量は、多数のコンデンサから構成されています。システム電圧ノード (ISO\_Sx) は通常、1 つのレギュレータまたは複数の IC とレギュレータに電源を供給します。これら各々には電源入力の近くにコンデンサが必要で (図 39 参照)。

動作中のすべてのポイントで合計実効容量が少なくとも 20 μF であるかぎり、ADP5061 ISO\_Sx 出力の近くの容量は少なくとも 10 μF である必要があります。

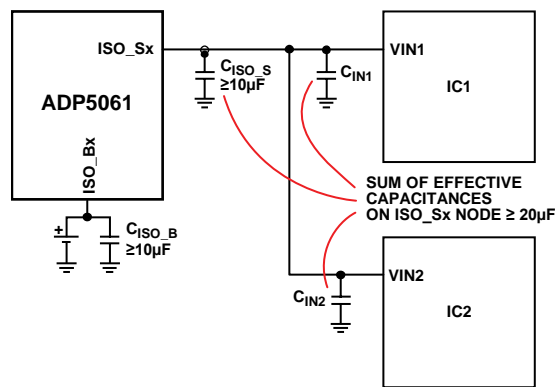


図 39. ISO\_Sx 容量の分割

#### ISO\_Bx コンデンサの選択

ISO\_Bx 実効容量 (温度と DC バイアスの影響を含む) は、動作中のすべてのポイントで 10 μF を下回ることはできません。一般に、すべての動作ポイントで条件を満たすためには 22 μF の公称容量が必要です。推奨 ISO\_Bx コンデンサを表 35 に示します。

#### CBP コンデンサの選択

ADP5061 の内部電源電圧には、CBP ピンにノイズ除去コンデンサが接続されています。動作中のすべてのポイントで CBP 容量が 14 nF を超えないようにしてください。外部電圧源、抵抗負荷、その他の電流負荷を CBP ピンに接続しないでください。推奨 CBP コンデンサを表 36 に示します。

## VINx コンデンサの選択

USB 2.0 仕様に従い、USB ペリフェラルは USB ポートに接続されたとき VBUS 上で検出可能な容量変化を持ちます。ペリフェラル・デバイスの VBUS バイパス容量は少なくとも 1  $\mu$ F である必要がありますが、10  $\mu$ F を超えることはできません。

ADP5061 の VINx 入力、20 V までの電圧に耐えますが、アプリケーションで VINx 入力が 20 V までの電圧に耐える必要がある場合には、コンデンサの電圧範囲も 20 V を超える必要があります。推奨 VINx コンデンサを表 37 に示します。

セラミック・コンデンサを使用する場合は、物理的サイズの大きい部品を選択すると高い電圧範囲が得られます。20 V 以下の VINx 入力電圧を保証するアプリケーションでは、小型の出力コンデンサを使うことができます。

表 34. 推奨 ISO\_Sx コンデンサ

Vendor	Part Number	Value	Voltage	Size
Murata	GRM32ER61A476ME20	47 $\mu$ F	10 V	1210
TDK	C3225X5R1A476M	47 $\mu$ F	10 V	1210

表 35. 推奨 ISO\_Bx コンデンサ

Vendor	Part Number	Value	Voltage	Size
Murata	GRM31CR61A226KE19	22 $\mu$ F	10 V	1206
Murata	GRM31CR60J226ME19	22 $\mu$ F	6.3 V	1206
TDK	C3216X5R0J226M	22 $\mu$ F	6.3 V	1206
Taiyo-Yuden	JMK316ABJ226KL	22 $\mu$ F	6.3 V	1206

表 36. 推奨 CBP コンデンサ

Vendor	Part Number	Value	Voltage	Size
Murata	GRM15XR71C103KA86	10 nF	16 V	0402
TDK	C1005X7R1C103K	10 nF	16 V	0402

表 37. 推奨 VINx コンデンサ

Vendor	Part Number	Value	Voltage	Size
Murata	GRM21BR61E106MA73	10 $\mu$ F	25 V	0805
TDK	C2012X5R1E106K	10 $\mu$ F	25 V	0805

PCB レイアウトのガイドライン

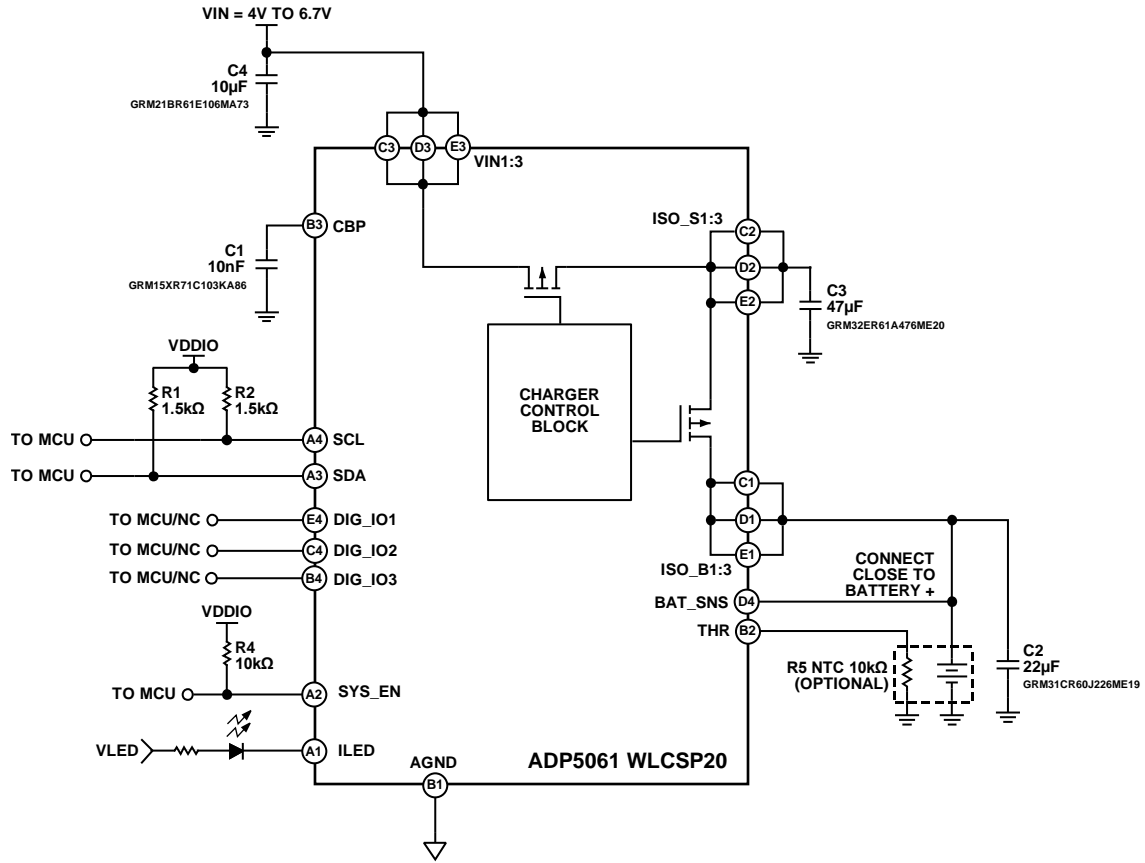


図 40. 参考回路図

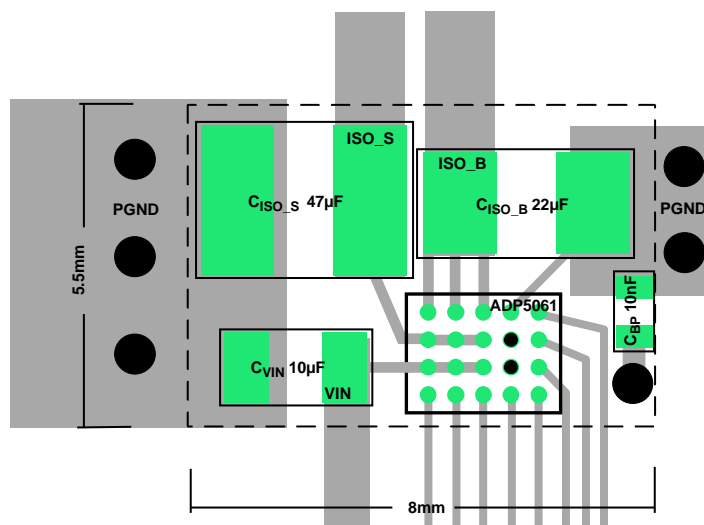


図 41. 参考 PCB フロア・プラン

## 消費電力と熱についての考慮事項

### チャージャ消費電力

ADP5061 が高い周囲温度で最大充電電流かつ最大負荷状態で動作する場合は、ジャンクション温度が最大許容動作温度 (125°C) に到達することがあります。

ジャンクション温度が 140°C を超えると、ADP5061 はターンオフして、デバイスの冷却を可能にします。チップ温度が 110°C を下回り、かつレジスタ 0x0D の TSD 140°C 故障ビットが 1<sup>2</sup>C 書込みによりクリアされると、ADP5061 は通常の動作を再開します。

このセクションでは、ADP5061 を確実に最大許容ジャンクション温度より下で動作させるために、デバイス消費電力を計算するガイドラインを示します。

種々の動作条件下で、様々な動作モードでの有効出力電流を求めるときは、次式を参考にすることができます。

$$P_D = P_{LDOFET} + P_{ISOFET} \quad (1)$$

ここで、

$P_{LDOFET}$  は入力 LDO FET で消費される電力。

$P_{ISOFET}$  はバッテリー・アイソレーション FET で消費される電力。

LDO FET とバッテリー・アイソレーション FET の消費電力を式 2 と式 3 を使って計算します。

$$P_{LDOFET} = (V_{IN} - V_{ISO_S}) \times (I_{CHG} + I_{LOAD}) \quad (2)$$

$$P_{ISOFET} = (V_{ISO_S} - V_{ISO_B}) \times I_{CHG} \quad (3)$$

ここで、

$V_{IN}$  は VINx ピンでの入力電圧。

$V_{ISO_S}$  は ISO\_Sx ピンでのシステム電圧。

$V_{ISO_B}$  は ISO\_Bx ピンでのバッテリー電圧。

$I_{CHG}$  はバッテリー充電電流。

$I_{LOAD}$  は ISO\_Sx ピンからのシステム負荷電流。

### LDO モード

システム・レギュレーション電圧は、4.3 V~5.0 V でユーザー設定可能です。LDO モード (充電をディスエーブル、EN\_CHG = ロー・レベル) では、すべての電流が VINx ピンを流れ、かつバッテリーは ISO\_Sx により共用されないとすると、総合消費電力の計算は簡素化されます。

$$P_D = (V_{IN} - V_{ISO_S}) \times I_{LOAD}$$

### 充電モード

充電モードでは、ISO\_Sx ピンの電圧はバッテリー・レベルに依存します。バッテリー電圧が  $V_{ISO\_SFC}$  (3.8 V (typ)) より低い場合は、バッテリー・アイソレーション FET の電圧降下が大きくなるため、消費電力は式 3 を使って計算する必要があります。バッテリー電圧レベルが  $V_{ISO\_SFC}$  に到達する場合は、消費電力は式 4 を使って

計算することができます。

$$P_{ISOFET} = R_{DS(on)\_ISO} \times I_{CHG} \quad (4)$$

ここで、

$R_{DS(on)\_ISO}$  はバッテリー・アイソレーション FET のオン抵抗 (充電時 110 mΩ (typ))。

ADP5061 のサーマル制御ループは、自動的に充電電流を制限してチップ温度を  $T_{LM}$  (115°C (typ)) より低く維持します。

ADP5061 デバイスの消費電力を計算する最も分かりやすく実用的な方法は、入力とすべての出力で消費される電力を測定することです。測定はワーストケース条件 (電圧、電流、温度) で行う必要があります。入力電力と出力電力との差がデバイスの消費電力です。

### ジャンクション温度

ボード温度  $T_A$  が既知の場合、熱抵抗パラメータ  $\theta_{JA}$  を使ってジャンクション温度上昇を計算することができます。 $T_J$  は次式を使って  $T_A$  と  $P_D$  から計算されます。

$$T_J = T_A + (P_D \times \theta_{JA}) \quad (5)$$

20 バンプ WLCSP の  $\theta_{JA}$  値 (typ) は 46.8°C/W です (表 5 参照)。考慮すべき非常に重要なファクタは、 $\theta_{JA}$  が 4 層、4 インチ × 3 インチ、2.5 オンスの銅ボード、JEDEC 標準に基づいていることであり、実際のアプリケーションではサイズと層数が異なる可能性があります。デバイスから熱を除去するためには、使用する銅の量を増やすことが重要です。空気に露出している銅は、内部層で使用される銅より放熱が優れています。

ケース温度が測定可能な場合は、ジャンクション温度は次式で計算されます。

$$T_J = T_C + (P_D \times \theta_{JC}) \quad (6)$$

ここで、

$T_C$  はケース温度。

$\theta_{JC}$  はジャンクション-ケース間の熱抵抗 (表 5 に示します)。

WLCSP デバイスで可能な場合、電流が流れる各バンプ (VINx、ISO\_Sx、ISO\_Bx) の熱を放散させます。例えば、これらのピンの近くに、可能な場合、ボード電源プレーンへ接続したサーマル・ビアを配置することができます。

チャージャの信頼度の高い動作は、ADP5061 の予測チップ・ジャンクション温度 (式 5) が 125°C より低い場合にのみ実現することができます。信頼性と故障までの平均時間 (MTBF) は、ジャンクション温度の増加により大きな影響を受けます。製品の信頼性の詳細については、弊社ウェブサイト [信頼性ハンドブック](#) に掲載する「ADI Reliability Handbook」を参照してください。

## 出荷時設定オプション

## チャージャ・オプション

表 38 ～表 50 に、ADP5061 の出荷時設定オプションを示します。これらの各表で、selection 列は ADP5061ACBZ-2-R7 モデルと ADP5061ACBZ-4-R7 モデルのデフォルト設定を表しています。これらの 2 つのモデルの違いは、表 42 に示します。その他の全デフォルト設定は、各モデルとも同じです。

表 38. デフォルト最終電圧

Option	Selection
000 = 4.20 V	000 = 4.20 V
010 = 3.70 V	
011 = 3.80 V	
100 = 3.90 V	
101 = 4.00 V	
110 = 4.10 V	
111 = 4.40 V	

表 39. デフォルト高速充電電流

Option	Selection
000 = 500 mA	
001 = 300 mA	
010 = 550 mA	
011 = 600 mA	
100 = 750 mA	100 = 750 mA
101 = 900 mA	
110 = 1300 mA	
111 = 1300 mA	

表 40. デフォルト最終充電電流

Option	Selection
000 = 52.5 mA	000 = 52.5 mA
001 = 72.5 mA	
010 = 12.5 mA	
011 = 32.5 mA	
100 = 142.5 mA	
101 = 167.5 mA	
110 = 92.5 mA	
111 = 117.5 mA	

表 41. トリクル充電から高速充電へのデフォルト・スレッシュホールド

Option	Selection
00 = 2.5 V	00 = 2.5 V
01 = 2.0 V	
10 = 2.9 V	
11 = 2.6 V	

表 42. デフォルト・システム電圧

Option	Selection
000 = 4.3 V	000 = 4.3 V (ADP5061ACBZ-4-R7)
001 = 4.4 V	
010 = 4.5 V	
011 = 4.6 V	
100 = 4.7 V	
101 = 4.8 V	
110 = 4.9 V	
111 = 5.0 V	111 = 5.0 V (ADP5061ACBZ-2-R7)

表 43. サーミスタ抵抗

Option	Selection
0 = 10 k $\Omega$	0 = 10 k $\Omega$
1 = 100 k $\Omega$	

表 44. サーミスタ・ベータ値

Option	Selection
0100 = 3150	0100 = 3150
0101 = 3350	
0110 = 3500	
0111 = 3650	
1000 = 3850	
1001 = 4000	
1010 = 4200	
1011 = 4400	

表 45. DIS\_IC1 モード選択

Option	Selection
0 = DIC_IC1 mode select, VINx current = 280 $\mu$ A, ISO_B can float, no leak to ISO_Bx	0
1 = DIC_IC1 mode select, VINx current = 110 $\mu$ A, supply switch leaks from VINx to ISO_Bx	

表 46. トリクル充電または高速充電タイマ故障の動作

Option	Selection
0 = after timeout LDO off, charging off	
1 = after timeout LDO mode active, charging off	1 = LDO mode active



I<sup>2</sup>C レジスタのデフォルト値表 47. I<sup>2</sup>C レジスタのデフォルト設定値

Bit Name	I <sup>2</sup> C Register Address, Bit Location	Option	Selection
CHG_VLIM	Address 0x03, Bits[D1:D0]	0 = limit 3.2 V, 1 = limit 3.7 V	0 = limit 3.2 V
DIS_RCH	Address 0x05, Bit D7	0 = recharge enabled, 1 = recharge disabled	0 = recharge enabled
EN_WD	Address 0x06, Bit D2	0 = watchdog disabled, 1 = watchdog enabled	0 = disabled
DIS_IC1	Address 0x07, Bit D6	0 = not activated, 1 = activated	0 = not activated
EN_CHG	Address 0x07, Bit D0	0 = charging disabled, 1 = charging enabled	0 = charging disabled
EN_JEITA	Address 0x08, Bit D7	0 = JEITA disabled, 1 = JEITA enabled	0 = JEITA disabled
JEITA_SELECT	Address 0x08, Bit D6	0 = JEITA1 charging, 1 = JEITA2 charging	0 = JEITA1 charging
EN_CHG_VLIM	Address 0x08, Bit D5	0 = limit disabled, 1 = limit enabled	0 = limit disabled
IDEAL_DIODE[1:0]	Address 0x08, Bits[D4:D3]	00 = ideal diode operates when $V_{ISO\_S} < V_{ISO\_B}$ 01 = ideal diode operates when $V_{ISO\_S} < V_{ISO\_B}$ and $V_{BAT\_SNS} > V_{WEAK}$ 10 = ideal diode is disabled 11 = ideal diode is disabled	00

## デジタル入力および出力のオプション

表 48. I<sup>2</sup>C アドレス 0x11、ビット[D1:D0] SYS\_EN 出力のデフォルト

Option	Selection
00 = SYS_EN is activated when LDO is active and system voltage is available	00
01 = SYS_EN is activated by ISO_Bx voltage; battery charging mode	
10 = SYS_EN is activated and isolation FET is disabled when battery drops below VWEAK <sup>1</sup>	
11 = SYS_EN is active in LDO mode when charger is disabled. SYS_EN is active in charging mode when $V_{ISO\_B} \geq V_{WEAK}$	

<sup>1</sup> VINx = 0 V で、バッテリー・モニタがレジスタ 0x07、ビット D5 (EN\_BMON) から起動されると、このオプションはアクティブになります。

DIG\_IO1、DIG\_IO2、DIG\_IO3 のオプション

表 49.DIG\_IO1 極性

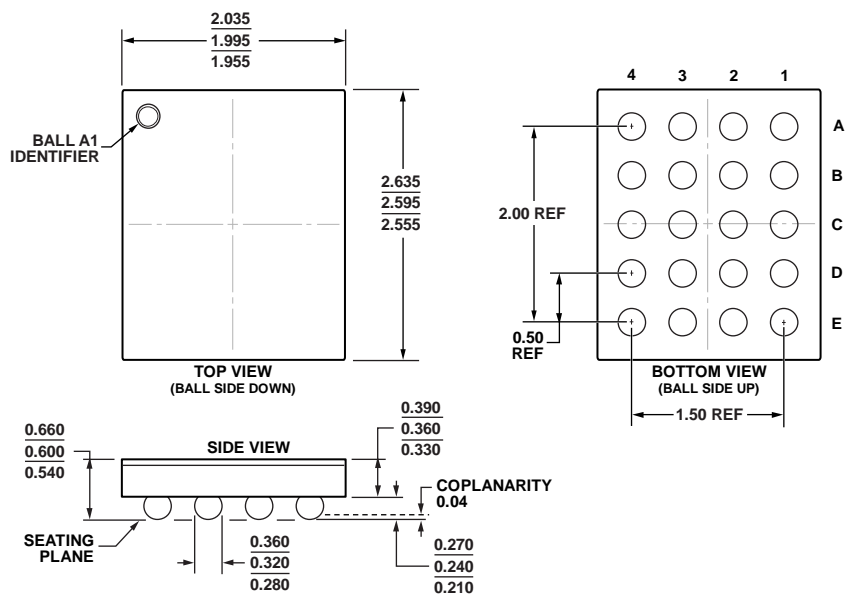
Option	Selection
0 = DIG_IO1 polarity, high active operation	0 = high active
1 = DIG_IO1 polarity, low active operation	

表 50.DIG\_IOx のオプション

Option	DIG_IO1 Function	DIG_IO2 Function	DIG_IO3 Function	Selection
0000	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Disable IC1 Low = not activated High = activated	Charging disable/enable Low = charging disable High = charging enabled	0000
0010	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VINx</sub> limit 1500 mA	Disable IC1 Low = not activated High = activated	
0011	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VINx</sub> limit 1500 mA	Fast charge current Low = ICHG[4:0] High = ICHG[4:0] ÷ 2	
0100	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VIN</sub> limit 1500 mA	LDO Low = LDO active High = LDO disabled	
0101	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VINx</sub> limit 1500 mA	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	
0110	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Recharge Not applicable High = disable recharge	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	
0111	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	Disable IC1 Low = not activated High = activated	Recharge Not applicable High = disable recharge	
1000	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VINx</sub> limit 1500 mA	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1001	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1010	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Disable IC1 Low = not activated High = activated	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1011	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Recharge Not applicable High = disable recharge	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1100	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	Fast charge current Low = ICHG High = ICHG[4:0] ÷ 2	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1101	I <sub>VINx</sub> limit Low = 100 mA High = 500 mA	LDO Low = LDO active High = LDO disabled	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1110	I <sub>VINx</sub> limit Not applicable High = I <sub>VINx</sub> limit 1500 mA	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	Interrupt output Not applicable Not applicable	
1111	Disable IC1 Low = not activated High = activated	Charging Low = charging disabled High = charging enabled	Interrupt output Not applicable Not applicable	

## パッケージとオーダー情報

### 外形寸法



04-18-2012-A

図 42.20 ボール・ウェハー・レベル・チップ・スケール・パッケージ[WLCSP]  
(CB-20-9)  
寸法: mm

### オーダー・ガイド

Model <sup>1,2</sup>	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADP5061ACBZ-2-R7	-40°C to +125°C	20-Ball WLCSP	CB-20-9
ADP5061ACBZ-4-R7	-40°C to +125°C	20-Ball WLCSP	CB-20-9
ADP5061CB-EVALZ		Evaluation Board	

<sup>1</sup> Z = RoHS 準拠製品。

<sup>2</sup> その他の出荷時設定オプションについては、最寄りのアナログ・デバイセズ販売代理店へご連絡ください。