

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## 概要

MAX1645/MAX1645Aは、あらゆるバッテリーに対して充電する能力を持った高効率バッテリー充電器です。Intel社のシステムマネジメントバス(SMBus™)インタフェースを使用することにより、出力充電電圧及び電流を制御しています。

MAX1645/MAX1645Aはリチウムイオン(Li+)電池を充電する時、自動的に電流の制御から電圧の制御へ移行します。又、これらの素子はDCソースから引き出す電流が予め決められた値を超えないようにライン入力電流を制限することもできます。175秒の充電安全タイムにより、MAX1645/MAX1645Aが充電電圧/電流コマンドを受信しなくなった時の「暴走充電」を防止します。

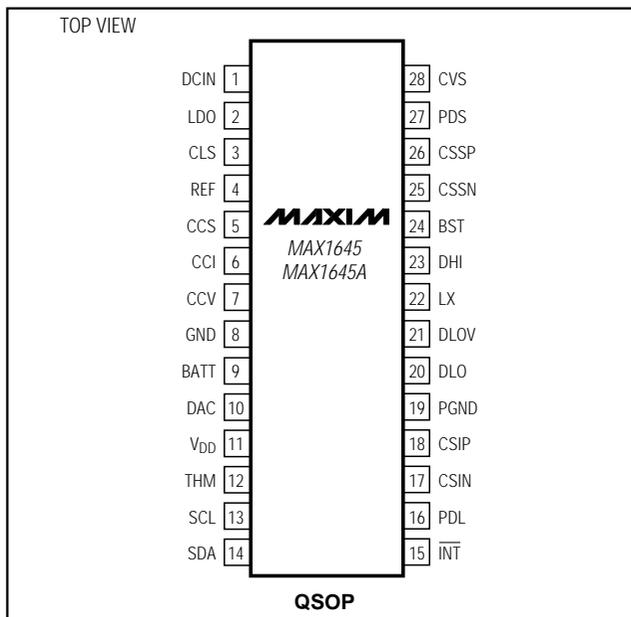
これらの素子は、99%を超えるデューティサイクルを許容することにより、最小入出力電圧ドロップを小さくした次世代同期バック制御回路を採用しています。MAX1645は、直列1~4セルのLi+電池を容易に充電できます。

MAX1645Aは低電圧の充電電流の精度を高めます。MAX1645/MAX1645Aはサーミスタの許容範囲を下回る状況下では異なった性能を発揮します。将来の充電器設計にはMAX1645Aを推奨します。

## アプリケーション

ノートブックコンピュータ  
POS端末  
PDA

## ピン配置



## 特長

- ◆ 入力電流制限
- ◆ 175秒の充電安全タイムアウト
- ◆ 128mAのウェイクアップ充電
- ◆ 任意のバッテリーを充電：Li+、NiCd、NiMH、鉛等
- ◆ Intel SMBus 2線シリアルインタフェース
- ◆ レベル2スマートバッテリー充電器規格Rev.1.0に適合
- ◆ 入力電圧範囲：+8V~+28V
- ◆ バッテリー電圧：最大18.4V
- ◆ バッテリー電圧を11ビットで設定
- ◆ 出力電圧精度：±0.8%(内部リファレンス)
- ◆ バッテリー充電電流：3A(max)
- ◆ バッテリー充電電流を6ビットで設定
- ◆ 最大99.99%のデューティサイクルにより、低ドロップアウト動作を実現
- ◆ 負荷/ソース切換えドライバ
- ◆ 効率：97%以上

## 型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX1645EEI	-40°C to +85°C	28 QSOP
MAX1645AEEI	-40°C to +85°C	28 QSOP

標準動作回路はデータシートの最後に記載されています。

SMBusはIntel Corp.の商標です。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

DCIN, CVS, CSSP, CSSN, LX to GND .....-0.3V to +30V  
 CSSP to CSSN, CSIP to CSIN .....-0.3V to +0.3V  
 PDS, PDL to GND .....-0.3V to (V<sub>CS</sub>SP + 0.3V)  
 BST to LX .....-0.3V to +6V  
 DHI to LX .....-0.3V to (V<sub>B</sub>ST + 0.3V)  
 CSIP, CSIN, BATT to GND .....-0.3V to +22V  
 LDO to GND .....-0.3V to (lower of 6V or V<sub>D</sub>CI<sub>N</sub> + 0.3V)  
 DLO to GND .....-0.3V to (V<sub>D</sub>LOV + 0.3V)  
 REF, DAC, CCV, CCI, CCS, CLS to GND ....-0.3V to (V<sub>L</sub>DO + 0.3V)

V<sub>DD</sub>, SCL, SDA, INT, DLOV to GND .....-0.3V to +6V  
 THM to GND .....-0.3V to (V<sub>DD</sub> + 0.3V)  
 PGND to GND .....-0.3V to +0.3V  
 LDO Continuous Current .....50mA  
 Continuous Power Dissipation (T<sub>A</sub> = +70°C)  
 28-Pin QSOP (derate 10.8mW/°C above +70°C) .....860mW  
 Operating Temperature Range .....-40°C to +85°C  
 Storage Temperature .....-60°C to +150°C  
 Lead Temperature (soldering, 10s) .....+300°C

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

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Circuit of Figure 1, V<sub>DD</sub> = +3.3V, V<sub>BATT</sub> = +16.8V, V<sub>DCIN</sub> = +18V, T<sub>A</sub> = 0°C to +85°C, unless otherwise noted. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL SPECIFICATIONS</b>						
DCIN Typical Operating Range	V <sub>DCIN</sub>		8		28	V
DCIN Supply Current	I <sub>DCIN</sub>	8V < V <sub>DCIN</sub> < 28V		1.7	6	mA
DCIN Supply Current Charging Inhibited		8V < V <sub>DCIN</sub> < 28V		0.7	2	mA
DCIN Undervoltage Threshold		When AC_PRESENT switches	DCIN rising	7.5	7.85	V
			DCIN falling	7	7.4	
LDO Output Voltage	V <sub>LDO</sub>	8V < V <sub>DCIN</sub> < 28V, 0 < I <sub>LDO</sub> < 15mA	5.15	5.4	5.65	V
V <sub>DD</sub> Input Voltage Range (Note 1)		8V < V <sub>DCIN</sub> < 28V	2.8		5.65	V
V <sub>DD</sub> Undervoltage Threshold		When the SMB responds to commands	V <sub>DD</sub> rising	2.55	2.8	V
			V <sub>DD</sub> falling	2.1	2.5	
V <sub>DD</sub> Quiescent Current	I <sub>DD</sub>	0 < V <sub>DCIN</sub> < 6V, V <sub>DD</sub> = 5V, V <sub>SCL</sub> = 5V, V <sub>SDA</sub> = 5V		80	150	μA
REF Output Voltage	V <sub>REF</sub>	0 < I <sub>REF</sub> < 200μA	4.066	4.096	4.126	V
BATT Undervoltage Threshold (Note 2)		When I <sub>CHARGE</sub> drops to 128mA	2.4		2.8	V
PDS Charging Source Switch Turn-Off Threshold	V <sub>PDS-OFF</sub>	V <sub>CVS</sub> referred to V <sub>BATT</sub> , V <sub>CVS</sub> falling	50	100	150	mV
PDS Charging Source Switch Threshold Hysteresis	V <sub>PDS-HYS</sub>	V <sub>CVS</sub> referred to V <sub>BATT</sub>	100	200	300	mV
PDS Output Low Voltage, PDS Below C <sub>SSP</sub>		I <sub>PDS</sub> = 0	8	10	12	V
PDS Turn-On Current		PDS = C <sub>SSP</sub>	100	150	300	μA
PDS Turn-Off Current		V <sub>PDS</sub> = V <sub>CSSP</sub> - 2V, V <sub>DCIN</sub> = 16V	10	50		mA
PDL Load Switch Turn-Off Threshold	V <sub>PDL-OFF</sub>	V <sub>CVS</sub> referred to V <sub>BATT</sub> , V <sub>CVS</sub> rising	-150	-100	-50	mV

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
PDL Load Switch Threshold Hysteresis	$V_{PDL-HYS}$	$V_{CVS}$ referred to $V_{BATT}$	100	200	300	mV	
PDL Turn-Off Current		$V_{CSSN} - V_{PDL} = 1V$	6	12		mA	
PDL Turn-On Resistance		PDL to GND	50	100	150	k $\Omega$	
CVS Input Bias Current		$V_{CVS} = 28V$		6	20	$\mu A$	
BATT Full-Charge Voltage	$V_O$	ChargingVoltage() = 0x41A0	16.666	16.8	16.934	V	
		ChargingVoltage() = 0x3130	12.492	12.592	12.692		
		ChargingVoltage() = 0x20D0	8.333	8.4	8.467		
		ChargingVoltage() = 0x1060	4.150	4.192	4.234		
BATT Charge Current (Note 3)	$I_O$	$R_{CS} = 50m\Omega$	ChargingCurrent() = 0x0BC0	2.798	3.008	3.218	A
			ChargingCurrent() = 0x0080	61.6	128	194.4	mA
DCIN Source Current Limit (Note 3)		$R_{CSS} = 40m\Omega$	$V_{CLS} = 4.096V$	4.714	5.12	5.526	A
			$V_{CLS} = 2.048V$	2.282	2.56	2.838	
BATT Undervoltage Charge Current		MAX1645	$V_{BATT} = 1V$ , $R_{CSI} = 50m\Omega$	20	128	200	mA
		MAX1645A	$V_{BATT} = 1V$ , $R_{CSI} = 50m\Omega$	61.6	128	194.4	
BATT/CSIP/CSIN Input Voltage Range			0		20	V	
Total BATT Input Bias Current		Total of $I_{BATT}$ , $I_{CSIP}$ , and $I_{CSIN}$ : $V_{BATT} = 0$ to $20V$	-700		700	$\mu A$	
Total BATT Quiescent Current		Total of $I_{BATT}$ , $I_{CSIP}$ , and $I_{CSIN}$ : $V_{BATT} = 0$ to $20V$ , charge inhibited	-100		100	$\mu A$	
Total BATT Standby Current		Total of $I_{BATT}$ , $I_{CSIP}$ , and $I_{CSIN}$ : $V_{BATT} = 0$ to $20V$ , $V_{DCIN} = 0$	-5		5	$\mu A$	
CSSP Input Bias Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = V_{DCIN} = 0$ to $28V$	-100	540	1000	$\mu A$	
CSSN Input Bias Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = V_{DCIN} = 0$ to $28V$	-100	35	100	mA	
CSSP/CSSN Quiescent Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = 28V$ , $V_{DCIN} = 0$	-1		1	$\mu A$	
Battery Voltage-Error Amp DC Gain		From BATT to CCV	200	500		V/V	
CLS Input Bias Current		$V_{CLS} = V_{REF}/2$ to $V_{REF}$	-1	0.05	1	$\mu A$	
Battery Voltage-Error Amp Transconductance		From BATT to CCV, ChargingVoltage() = 0x41A0, $V_{BATT} = 16.8V$	0.111	0.222	0.444	$\mu A/mV$	
Battery Current-Error Amp Transconductance		From CSIP/CSIN to CCI, ChargingCurrent() = 0x0BC0, $V_{CSIP} - V_{CSIN} = 150.4mV$	0.5	1	2	$\mu A/mV$	
Input Current-Error Amp Transconductance		From CSSP/CSSN to CCS, $V_{CLS} = 2.048V$ , $V_{CSSP} - V_{CSSN} = 102.4mV$	0.5	1	2	$\mu A/mV$	
CCV/CCI/CCS Clamp Voltage (Note 4)		$V_{CCV} = V_{CCI} = V_{CCS} = 0.25V$ to $2V$	150	300	600	mV	

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>DC-TO-DC CONVERTER SPECIFICATIONS</b>						
Minimum Off-Time	$t_{OFF}$		1	1.25	1.5	$\mu s$
Maximum On-Time	$t_{ON}$		5	10	15	ms
Maximum Duty Cycle			99	99.99		%
LX Input Bias Current		$V_{DCIN} = 28V$ , $V_{BATT} = V_{LX} = 20V$		200	500	$\mu A$
LX Input Quiescent Current		$V_{DCIN} = 0$ , $V_{BATT} = V_{LX} = 20V$			1	$\mu A$
BST Supply Current		DHI high		6	15	$\mu A$
DLOV Supply Current		$V_{DLOV} = V_{LDO}$ , DLO low		5	10	$\mu A$
Inductor Peak Current Limit		$R_{CSI} = 50m\Omega$	5.0	6.0	7.0	A
DHI Output Resistance		DHI high or low, $V_{BST} - V_{LX} = 4.5V$		6	14	$\Omega$
DLO Output Resistance		DLO high or low, $V_{DLOV} = 4.5V$		6	14	$\Omega$
<b>THERMISTOR COMPARATOR SPECIFICATIONS</b>						
THM Input Bias Current		$V_{THM} = 4\%$ of $V_{DD}$ to $96\%$ of $V_{DD}$ , $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$	-1		1	$\mu A$
Thermistor Overrange Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	89.5	91	92.5	% of $V_{DD}$
Thermistor Cold Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	74	75.5	77	% of $V_{DD}$
Thermistor Hot Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	22	23.5	25	% of $V_{DD}$
Thermistor Underrange Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	6	7.5	9	% of $V_{DD}$
Thermistor Comparator Threshold Hysteresis		All 4 comparators, $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$		1		% of $V_{DD}$
<b>SMB INTERFACE LEVEL SPECIFICATIONS</b> ( $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ )						
SDA/SCL Input Low Voltage					0.6	V
SDA/SCL Input High Voltage			1.4			V
SDA/SCL Input Hysteresis				220		mV
SDA/SCL Input Bias Current			-1		1	$\mu A$
SDA Output Low Sink Current		$V_{SDA} = 0.4V$	6			mA
$\overline{INT}$ Output High Leakage		$V_{\overline{INT}} = 5.65V$			1	$\mu A$
$\overline{INT}$ Output Low Voltage		$I_{\overline{INT}} = 1mA$		25	200	mV
<b>SMB INTERFACE TIMING SPECIFICATIONS</b> ( $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , Figures 4 and 5)						
SCL High Period	$t_{HIGH}$		4			$\mu s$
SCL Low Period	$t_{LOW}$		4.7			$\mu s$
Start Condition Setup Time from SCL	$t_{SU:STA}$		4.7			$\mu s$
Start Condition Hold Time from SCL	$t_{HD:STA}$		4			$\mu s$
SDA Setup Time from SCL	$t_{SU:DAT}$		250			ns
SDA Hold Time from SCL	$t_{HD:DAT}$		0			ns

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = 0^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Typical values are at  $T_A = +25^{\circ}C$ .)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
SDA Output Data Valid from SCL	$t_{DV}$				1	$\mu s$
Maximum Charge Period Without a Charging Voltage() or Charging Current() Loaded	$t_{WDT}$		140	175	210	s

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Guaranteed by design.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
<b>GENERAL SPECIFICATIONS</b>					
DCIN Typical Operating Range	$V_{DCIN}$		8	28	V
DCIN Supply Current	$I_{DCIN}$	$8V < V_{DCIN} < 28V$		6	mA
DCIN Supply Current Charging Inhibited		$8V < V_{DCIN} < 28V$		2	mA
DCIN Undervoltage Threshold		When AC_PRESENT switches	DCIN rising	7.85	V
			DCIN falling	7	
LDO Output Voltage	$V_{LDO}$	$8V < V_{DCIN} < 28V$ , $0 < I_{LDO} < 15mA$	5.15	5.65	V
$V_{DD}$ Input Voltage Range (Note 1)		$8V < V_{DCIN} < 28V$	2.8	5.65	V
$V_{DD}$ Undervoltage Threshold		When the SMB responds to commands	$V_{DD}$ rising	2.8	V
			$V_{DD}$ falling	2.1	
$V_{DD}$ Quiescent Current	$I_{DD}$	$0 < V_{DCIN} < 6V$ , $V_{DD} = 5V$ , $V_{SCL} = 5V$ , $V_{SDA} = 5V$		150	$\mu A$
REF Output Voltage	$V_{REF}$	$0 < I_{REF} < 200\mu A$	4.035	4.157	V
BATT Undervoltage Threshold (Note 2)		When $I_{CHARGE}$ drops to 128mA	2.4	2.8	V
PDS Charging Source Switch Turn-Off Threshold	$V_{PDS-OFF}$	$V_{CVS}$ referred to $V_{BATT}$ , $V_{CVS}$ falling	50	150	mV
PDS Charging Source Switch Threshold Hysteresis	$V_{PDS-HYS}$	$V_{CVS}$ referred to $V_{BATT}$	100	300	mV
PDS Output Low Voltage, PDS Below CSSP		$I_{PDS} = 0$	8	12	V
PDS Turn-On Current		$PDS = CSSP$	100	300	$\mu A$
PDS Turn-Off Current		$V_{PDS} = V_{CSSP} - 2V$ , $V_{DCIN} = 16V$	10		mA
PDL Load Switch Turn-Off Threshold	$V_{PDL-OFF}$	$V_{CVS}$ referred to $V_{BATT}$ , $V_{CVS}$ rising	-150	-50	mV
PDL Load Switch Threshold Hysteresis	$V_{PDL-HYS}$	$V_{CVS}$ referred to $V_{BATT}$	100	300	mV
PDL Turn-Off Current		$V_{CSSN} - V_{PDL} = 1V$	6		mA

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Guaranteed by design.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS	
PDL Turn-On Resistance		PDL to GND	50	150	$k\Omega$	
CVS Input Bias Current		$V_{CVS} = 28V$		20	$\mu A$	
<b>ERROR AMPLIFIER SPECIFICATIONS</b>						
BATT Full-Charge Voltage	V <sub>O</sub>	ChargingVoltage() = 0x41A0	16.532	17.068	V	
		ChargingVoltage() = 0x3130	12.391	12.793		
		ChargingVoltage() = 0x20D0	8.266	8.534		
		ChargingVoltage() = 0x1060	4.124	4.260		
BATT Charge Current (Note 3)	I <sub>O</sub>	R <sub>CSI</sub> = 50m $\Omega$	ChargingCurrent() = 0x0BC0	2.608	3.408	A
			ChargingCurrent() = 0x0080	15.2	240.8	mA
DCIN Source Current Limit (Note 3)		R <sub>CSS</sub> = 40m $\Omega$	V <sub>CLS</sub> = 4.096V	4.358	5.882	A
			V <sub>CLS</sub> = 2.048V	2.054	3.006	
BATT Undervoltage Charge Current		$V_{BATT} = 1V$ , R <sub>CSI</sub> = 50m $\Omega$	20	200	mA	
BATT/CSIP/CSIN Input Voltage Range			0	20	V	
Total BATT Input Bias Current		Total of I <sub>BATT</sub> , I <sub>CSIP</sub> , and I <sub>CSIN</sub> ; $V_{BATT} = 0$ to 20V	-700	700	$\mu A$	
Total BATT Quiescent Current		Total of I <sub>BATT</sub> , I <sub>CSIP</sub> , and I <sub>CSIN</sub> ; $V_{BATT} = 0$ to 20V, charge inhibited	-100	100	$\mu A$	
Total BATT Standby Current		Total of I <sub>BATT</sub> , I <sub>CSIP</sub> , and I <sub>CSIN</sub> ; $V_{BATT} = 0$ to 20V, $V_{DCIN} = 0$	-5	5	$\mu A$	
CSSP/Input Bias Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = V_{DCIN} = 28V$	-100	1000	$\mu A$	
CSSN Input Bias Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = V_{DCIN} = 28V$	-100	100	$\mu A$	
CSSP/CSSN Quiescent Current		$V_{CSSP} = V_{CSSN} = 28V$ , $V_{DCIN} = 0$	-1	1	$\mu A$	
Battery Voltage-Error Amp DC Gain		From BATT to CCV	200		V/V	
CLS Input Bias Current		$V_{CLS} = V_{REF}/2$ to $V_{REF}$	-1	1	$\mu A$	
Battery Voltage-Error Amp Transconductance		From BATT to CCV, ChargingVoltage() = 0x41A0, $V_{BATT} = 16.8V$	0.111	0.444	$\mu A/mV$	
Battery Current-Error Amp Transconductance		From CSIP/CSIN to CCI, ChargingCurrent() = 0x0BC0, $V_{CSIP} - V_{CSIN} = 150.4mV$	0.5	2	$\mu A/mV$	
Input Current-Error Amp Transconductance		From CSSP/CSSN to CCS, $V_{CLS} = 2.048V$ , $V_{CSSP} - V_{CSSN} = 102.4mV$	0.5	2	$\mu A/mV$	
CCV/CCI/CCS Clamp Voltage (Note 4)		$V_{CCV} = V_{CCI} = V_{CCS} = 0.25V$ to 2V	150	600	mV	
<b>DC-TO-DC CONVERTER SPECIFICATIONS</b>						
Minimum Off-Time	t <sub>OFF</sub>		1	1.5	$\mu s$	
Maximum On-Time	t <sub>ON</sub>		5	15	ms	
Maximum Duty Cycle			99		%	

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Guaranteed by design.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
LX Input Bias Current		$V_{DCIN} = 28V$ , $V_{BATT} = V_{LX} = 20V$		500	$\mu A$
LX Input Quiescent Current		$V_{DCIN} = 0$ , $V_{BATT} = V_{LX} = 20V$		1	$\mu A$
BST Supply Current		DHI high		15	$\mu A$
DLOV Supply Current		$V_{DLOV} = V_{LDO}$ , DLO low		10	$\mu A$
Inductor Peak Current Limit		$R_{CSI} = 50m\Omega$	5.0	7.0	A
DHI Output Resistance		DHI high or low, $V_{BST} - V_{LX} = 4.5V$		14	$\Omega$
DLO Output Resistance		DLO high or low, $V_{DLOV} = 4.5V$		14	$\Omega$
<b>THERMISTOR COMPARATOR SPECIFICATIONS</b>					
THM Input Bias Current		$V_{THM} = 4\%$ of $V_{DD}$ to $96\%$ of $V_{DD}$ , $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$	-1	1	$\mu A$
Thermistor Overrange Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	89.5	92.5	% of $V_{DD}$
Thermistor Cold Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	74	77	% of $V_{DD}$
Thermistor Hot Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	22	25	% of $V_{DD}$
Thermistor Underrange Threshold		$V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , $V_{THM}$ falling	6	9	% of $V_{DD}$
<b>SMB INTERFACE LEVEL SPECIFICATIONS</b> ( $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ )					
SDA/SCL Input Low Voltage				0.6	V
SDA/SCL Input High Voltage			1.4		V
SDA/SCL Input Bias Current			-1	1	$\mu A$
SDA Output Low Sink Current		$V_{SDA} = 0.4V$	6		mA
$\overline{INT}$ Output High Leakage		$V_{\overline{INT}} = 5.65V$		1	$\mu A$
$\overline{INT}$ Output Low Voltage		$I_{\overline{INT}} = 1mA$		200	mV
<b>SMB INTERFACE TIMING SPECIFICATIONS</b> ( $V_{DD} = 2.8V$ to $5.65V$ , Figures 4 and 5)					
SCL High Period	$t_{HIGH}$		4		$\mu s$
SCL Low Period	$t_{LOW}$		4.7		$\mu s$
Start Condition Setup Time from SCL	$t_{SU:STA}$		4.7		$\mu s$
Start Condition Hold Time from SCL	$t_{HD:STA}$		4		$\mu s$
SDA Setup Time from SCL	$t_{SU:DAT}$		250		ns
SDA Hold Time from SCL	$t_{HD:DAT}$		0		ns

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DD} = +3.3V$ ,  $V_{BATT} = +16.8V$ ,  $V_{DCIN} = +18V$ ,  $T_A = -40^{\circ}C$  to  $+85^{\circ}C$ , unless otherwise noted. Guaranteed by design.)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	MAX	UNITS
SDA Output Data Valid from SCL	$t_{DV}$			1	$\mu s$
Maximum Charge Period Without a ChargingVoltage() or Charging Current() loaded	$t_{WDT}$		140	210	s

**Note 1:** Guaranteed by meeting the SMB timing specs.

**Note 2:** The charger reverts to a trickle-charge mode of  $I_{CHARGE} = 128mA$  below this threshold.

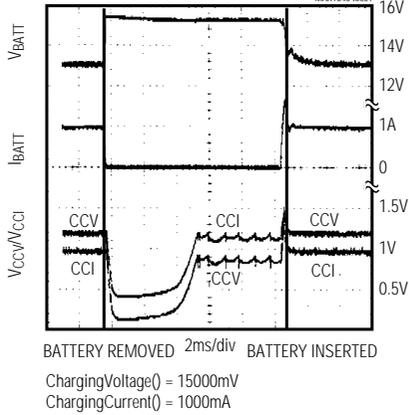
**Note 3:** Does not include current-sense resistor tolerance.

**Note 4:** Voltage difference between CCV, and CCI or CCS when one of these three pins is held low and the others try to pull high.

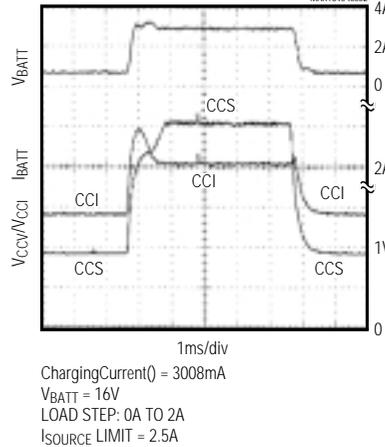
## 標準動作特性

(Circuit of Figure 1,  $V_{DCIN} = 20V$ ,  $T_A = +25^{\circ}C$ , unless otherwise noted.)

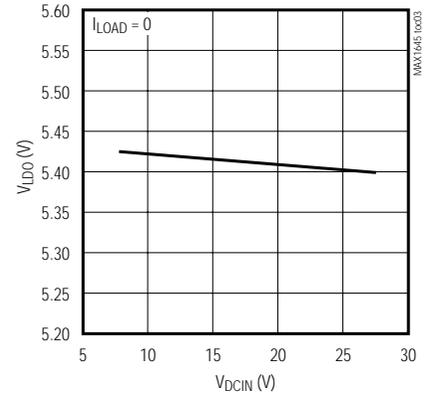
**LOAD-TRANSIENT RESPONSE (BATTERY REMOVAL AND REINSERTION)**



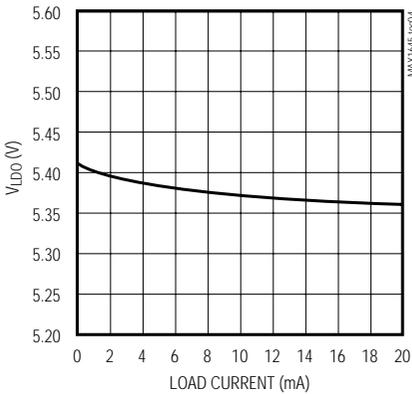
**LOAD-TRANSIENT RESPONSE (STEP IN LOAD CURRENT)**



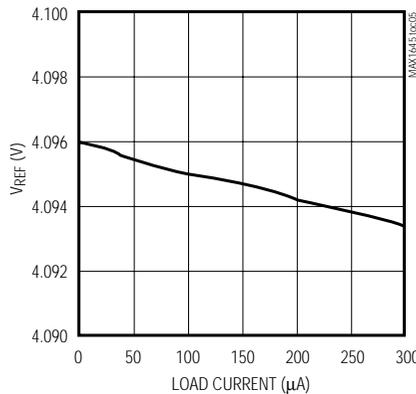
**LDO LINE REGULATION**



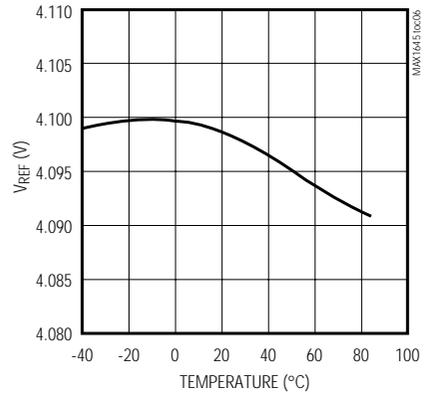
**LDO LOAD REGULATION**



**REFERENCE VOLTAGE LOAD REGULATION**



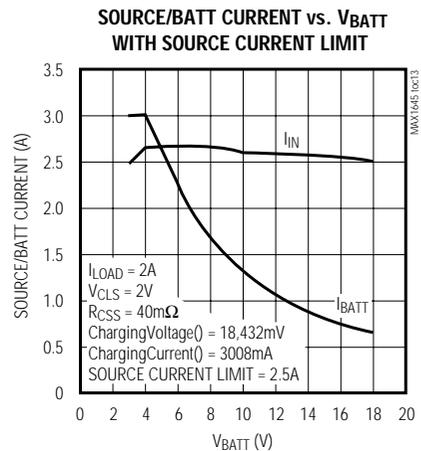
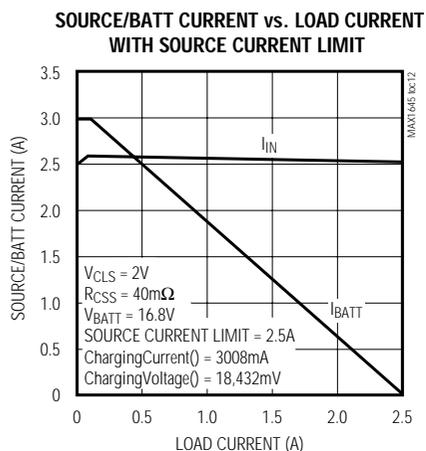
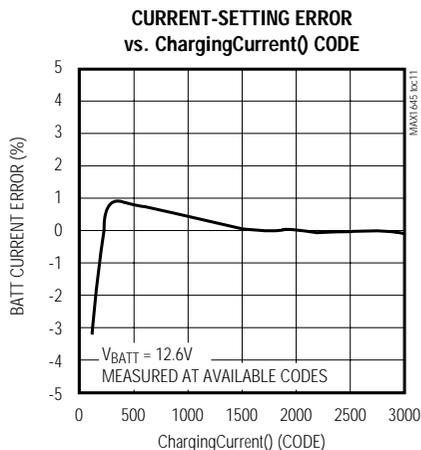
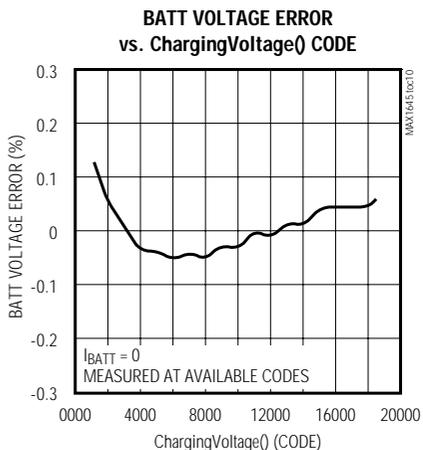
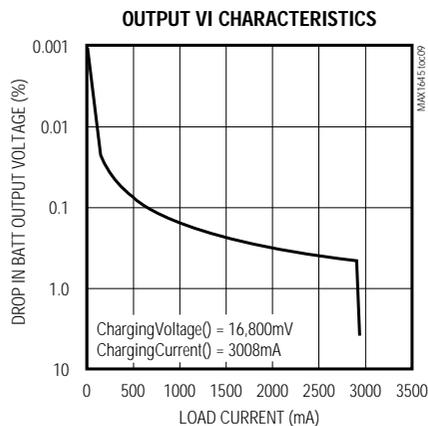
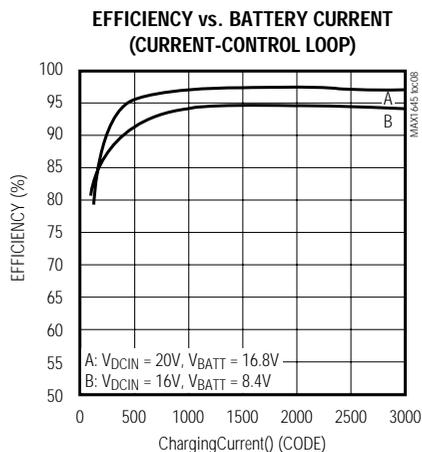
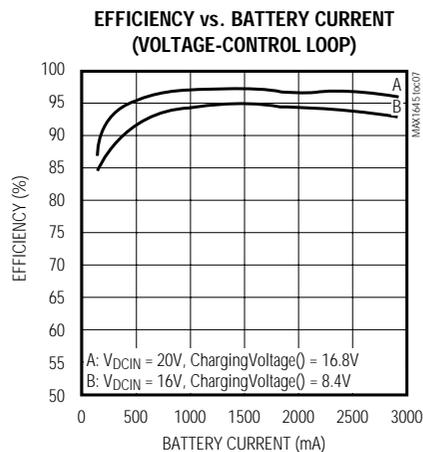
**REFERENCE VOLTAGE vs. TEMPERATURE**



# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

## 標準動作特性(続き)

(Circuit of Figure 1,  $V_{DCIN} = 20V$ ,  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.)



MAX1645/MAX1645A

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## 端子説明

端子	名称	機能
1	DCIN	DC電源入力
2	LDO	5.4Vリニアレギュレータ電圧出力。1 $\mu$ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。
3	CLS	ソース電流リミット入力
4	REF	4.096Vリファレンス電圧出力
5	CCS	充電ソース補償コンデンサ接続。CCSとGNDの間に0.01 $\mu$ Fコンデンサを接続して下さい。
6	CCI	バッテリー電流ループ補償コンデンサ接続。CCIとGNDの間に0.01 $\mu$ Fコンデンサを接続して下さい。
7	CCV	バッテリー電圧ループ補償コンデンサ接続。10k 抵抗と0.01 $\mu$ Fコンデンサを直列にしてGNDに接続して下さい。
8	GND	グランド
9	BATT	バッテリー電圧出力
10	DAC	DAC電圧出力
11	V <sub>DD</sub>	ロジック回路電源電圧入力(2.8V ~ 5.65V)
12	THM	サーミスタ電圧入力
13	SCL	SMBクロック入力
14	SDA	SMBデータ入力/出力。オープンドレイン出力。外部プルアップが必要です。
15	$\overline{\text{INT}}$	割込み出力。オープンドレイン出力。外部プルアップが必要です。
16	PDL	PMOS負荷スイッチドライバ出力
17	CSIN	バッテリー電流検出負入力
18	CSIP	バッテリー電流検出正入力
19	PGND	電源グランド
20	DLO	ローサイドNMOSドライバ出力
21	DLOV	ローサイドNMOSドライバ電源電圧。0.1 $\mu$ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。
22	LX	インダクタ電圧検出入力。
23	DHI	ハイサイドNMOSドライバ出力。
24	BST	ハイサイドドライバブートストラップ電圧入力。0.1 $\mu$ FコンデンサでLXにバイパスして下さい。
25	CSSN	充電ソース電流検出負入力。
26	CSSP	充電ソース電流検出正入力。
27	PDS	充電ソースPMOSスイッチドライバ出力。
28	CVS	充電ソース電圧入力。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## 詳細

MAX1645/MAX1645Aは、電流検出アンプ、SMBusインタフェース、トランスコンダクタンスアンプ、リファレンス回路及びDC-DCコンバータからなっています(図2)。DC-DCコンバータは、SMBusインタフェースで設定された電圧及び電流を維持するための外部MOSFETの制御信号を生成します。MAX1645/MAX1645Aは、1つの電圧レギュレーションループ及び2つの電流レギュレーションループを備えています。これらのループは互いに独立に動作します。電圧レギュレーションループはBATTを監視し、この電圧が電圧設定値(V0)を超えないようにします。バッテリー電流レギュレーションループはBATTに供給される電流を監視し、この電流が電流リミット設定値(I0)を超えないようにします。バッテリー電流レギュレーションループは、BATT電圧がV0より低い限り制御を続けます。BATT電圧がV0に達すると、電流ループは制御しなくなります。システム(メイン負荷)及びバッテリー充電器入力電流の和が充電ソース電流リミットを超えると、第3のループがバッテリー充電電流を減少させます。

## 出力電圧の設定

MAX1645/MAX1645Aの電圧DACのLSBは16mVで、フルスケールは18.432Vです。SMBus規格は16ビットのChargingVoltage()コマンドを許容します。これはLSBが1mV、フルスケール65.535Vに相当します。つまり、ChargingVoltage()の値はミリボルト単位の出力電圧に対応します。MAX1645/MAX1645Aは最初の4つのLSBを無視して、その後の11個のLSBを使用して電圧DACを制御します。0b0100 1000 0000 0000(18432mV)以上のコードは全て電圧オーバーレンジとなり、充電器電圧は18.432Vに制限されます。コードが0b0000 0100 0000 0000(1024mV)よりも低いと充電は終了します。

## 出力電流の設定

MAX1645/MAX1645Aの電流DACのLSBは64mAで、フルスケールは3.008Aです。SMBus規格は16ビットのChargingCurrent()コマンドを許容します。これはLSBが1mA、フルスケール65.535Aに相当します。つまり、ChargingCurrent()の値はミリアンペア単位の出力電流に対応します。MAX1645は最初の6つのLSBを無視して、その後の6個のLSBを使用して電流DACを制御します。0b00 1011 1100 0000(3008mA)以上のコードは全て電流オーバーレンジとなり、充電器電流は3.008Aに制限されます。コードが0b0000 0000 1000 0000(128mA)よりも低いと充電は終了します。適正なCODE/電流スケールリングを実現するには、50mΩの検出抵抗(図1のR2)が必要です。

## 入力電流制限

MAX1645/MAX1645Aは、負荷電流が大きくなった時に充電器から流れる電流を制限します。本製品は、ACアダプタ電圧が負荷によって引き下げられないように充電電流を制限します。内部アンプがCSSPとCSSNの間の電圧をCLS/20の電圧と比較します。V<sub>CLS</sub>は、REFとGNDの間の抵抗分圧器によって設定されます。

入力ソース電流は素子の電流、充電入力電流及び負荷電流の和です。素子電流は、充電及び負荷電流と比べると僅か(6mA max)です。充電器の入力電流はDC-DCコンバータによって生成されるため、実際に必要なソース電流は次式で決まります。

$$I_{SOURCE} = I_{LOAD} + [(I_{CHARGE} \cdot V_{BATT}) / (V_{IN} \cdot \eta)]$$

ここで、ηはDC-DCコンバータの効率(標準85%~95%)です。

V<sub>CLS</sub>は、CSSコンパレータのスレッシュホールド電圧を決定します。R3及びR4(図1)がCLSの電圧を設定します。検出抵抗R1が最大許容ソース電流を設定します。最大電流は次式で計算して下さい。

$$I_{MAX} = V_{CLS} / (20 \cdot R1)$$

(V<sub>CSSP</sub> - V<sub>CSSN</sub>は102.4mVと204.8mVの間に制限して下さい。)

図1の構成の場合、入力電流リミットは次式になります。

$$I_{MAX} = (2.048V / 20) / 0.04\Omega = 2.56A$$

## LDOレギュレータ

内蔵LDOレギュレータはDCINからの+5.4V電源を提供し、最大15mAの電流を供給できます。LDOは、DC-DCコンバータのNMOSスイッチのゲートドライブレベルを設定します。ドライバは、実際にはDLOV及びBSTによって駆動されます。これらは、図1に示すようにローパスフィルタ及びダイオードを通じてLDOに接続される必要があります。「MOSFETドライバ」も参照して下さい。LDOは4.096Vリファレンスと制御回路の大部分にも電源を供給しています。LDOは1μFコンデンサでバイパスして下さい。

## V<sub>DD</sub>電源

この入力、SMBusインタフェース及びサーミスタコンパレータに電源を供給します。通常はV<sub>DD</sub>をLDOに接続して下さい。DCINへの電源が除去された時にMAX1645/MAX1645AのSMBusインタフェースをアクティブに保つ場合は、外部電源をV<sub>DD</sub>に接続して下さい。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

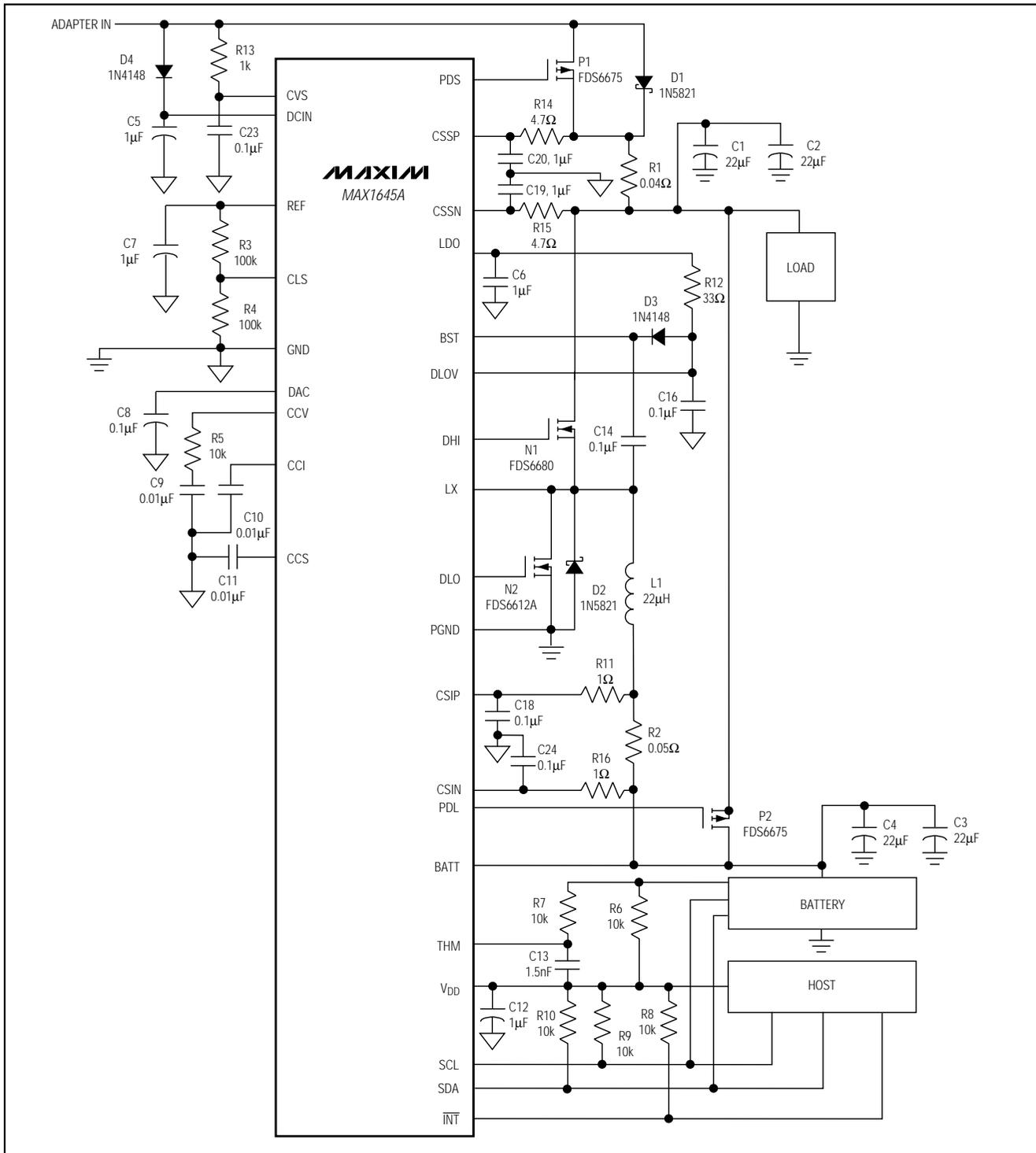


図1. 標準アプリケーション回路



# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## 動作条件

MAX1645/MAX1645AはDCIN、BATT、V<sub>DD</sub>及びTHMに依存して動作が変化します。以下に、いくつかの重要な動作条件を記述します。

- ACの存在。DCIN > 7.5Vである時、バッテリーはACの存在状態であると見なされます。この状態においては、LDO及びREFの両方が適正に機能し、バッテリー充電が許容されます。ACが存在する時、ChargerStatus()レジスタのAC\_PRESENTビット(ビット15)が1に設定されます。
- 電源故障。DCIN < BATT + 0.3Vである時、充電器がバッテリーを充電するために十分な入力電圧を持っていないため、この素子は電源故障状態となります。電源故障状態においては、PDS入力PMOSスイッチはターンオフされ、ChargerStatus()レジスタのPOWER\_FAILビット(ビット13)が1に設定されます。
- バッテリーの存在。THM < V<sub>DD</sub>の91%である時、バッテリーが存在していることと見なされます。MAX1645/MAX1645Aは、THMピンによってバッテリーが充電器に接続されていることを検出します。バッテリーが存在すると、ChargerStatus()レジスタのBATTERY\_PRESENTビット(ビット14)が1に設定され、充電が可能になります。バッテリーが存在しないと、全てのレジスタがリセットされます。バッテリーが存在しない場合でも、充電器はバッテリーの接続においてアーク形成を最小限にするため「フロート」充電を施します。「フロート」充電は128mAの電流コンプライアンスでBATTピン電圧を18.32Vに制御しようとします。
- バッテリー低電圧。BATT < 2.5Vの場合、バッテリーは低電圧状態になります。これにより、充電器の電流コンプライアンスが128mAに低減します。ChargingCurrent()レジスタの内容は影響を受けません。BATT電圧が2.7Vを超えると通常の充電が再開されます。ChargingVoltage()は影響されず、最低1.024Vに設定することができます。
- V<sub>DD</sub>低電圧。V<sub>DD</sub> < 2.5Vの場合、V<sub>DD</sub>電源は低電圧状態です。この場合、SMBusインタフェースはコマンドに応答しません。低電圧状態から抜け出した時、この素子はパワーオンリセット状態になります。V<sub>DD</sub>が低電圧の場合、充電は起こりません。

## SMBusインタフェース

MAX1645/MAX1645Aは、SMBusインタフェースから制御入力を受け取ります。シリアルインタフェースは、SMBus規格に適合しています(Intel社のSystem Management Bus Specificationを参照)。充電器の

機能は、Intel/Duracellスマート充電器規格のレベル2充電器に適合しています。

MAX1645/MAX1645AはSMBusのRead-Word及びWrite-Wordプロトコルを使用して、充電されているバッテリーと通信します。又、(該当する場合は)レベル2 SMBus充電器として、バッテリーから充電器への通信を監視するホストシステムと通信します。MAX1645/MAX1645AはSMBusスレーブデバイスであるため、バス上で自ら通信を開始することはなく、コマンドを受け取ってステータス情報のクエリーに応答するだけとなっています。図3にSMBus Write-Word及びRead-Wordプロトコルの例を、図4及び5にSMBusのシリアルインタフェースのタイミングを示します。

これらの素子との各通信は、SCLがハイの時のSDAの立下がりエッジとして定義されるスタート状態をマスターが発信することによって開始され、SCLがハイの時のSDAの立上がりエッジとして定義されるSTOP状態で終了します。START状態とSTOP状態の間に、デバイスアドレス、コマンドバイト及びデータバイトが送信されます。MAX1645/MAX1645Aのデバイスアドレスは0x12で、表1~6に説明されている充電器コマンドをサポートします。

## バッテリー充電器コマンド

### ChargerSpeciInfo()

ChargerSpeciInfo()コマンドはRead-Writeプロトコルを使用します(図3b)。ChargerSpeciInfo()のコマンドコードは0x11(0b00010001)です。表1にデータビット(D0~D15)の機能が記載されています。ビット0はRead-WriteプロトコルのD0ビットになります。MAX1645/MAX1645Aはレベル2スマートバッテリーの充電器規格 Revision 1.0のため、ChargerSpeciInfo()コマンドは0x01を返します。

### ChargerMode()

ChargerMode()コマンドはWrite-Wordプロトコルを使用します(図3a)。ChargerMode()のコマンドコードは0x12(0b00010010)です。表2にデータビット(D0~D15)の機能が記載されています。ビット0はWrite-WordプロトコルのD0ビットになります。

サーミスタインピーダンスがHOT範囲にあるバッテリー(即ちTHERMISTOR\_HOT = 1及びTHERMISTOR\_UR = 0)を充電するには、ホストがバッテリー挿入後にChargerMode()コマンドを使用してHOT\_STOPをクリアする必要があります。バッテリーが除去されると、HOT\_STOPビットはデフォルトのパワーアップ状態(1)に戻ります

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

ChargerStatus( )

ChargerStatus()コマンドは、Read-Wordプロトコルを使用します(図3b)。ChargerStatus()のコマンドコードは0x13(0b00010011)です。表3にデータビット(D0~D15)の機能が記載されています。ビット0はRead-WordプロトコルのD0ビットになります。

ChargerStatus()コマンドは、サーミスタインピーダンス及びMAX1645/MAX1645Aの内部状態に関する情報を

返します。ラッチされたビット(THERMISTOR\_HOT及びALARM\_INHIBITED)は、BATTERY\_PERCENT = 0になるか、POR\_RESETビット = 1でChargeMode()が書き込まれるとクリアされます。ALARM\_INHIBITEDステータスビットは、新しい充電電流又は充電電圧を書き込むことによってクリアできます。

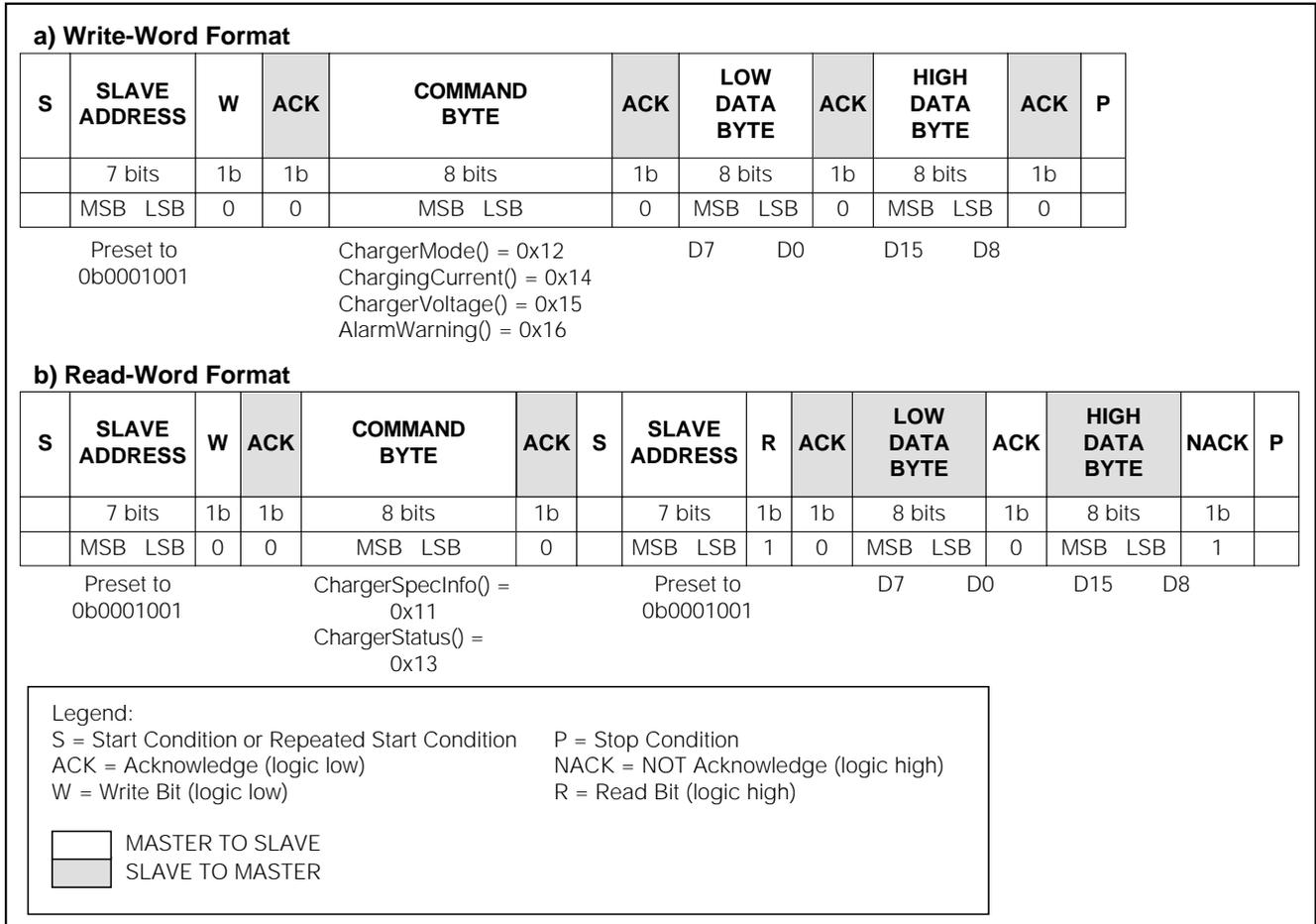


図3. SMBus a) Write-Word及び b) Read-Wordプロトコル

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

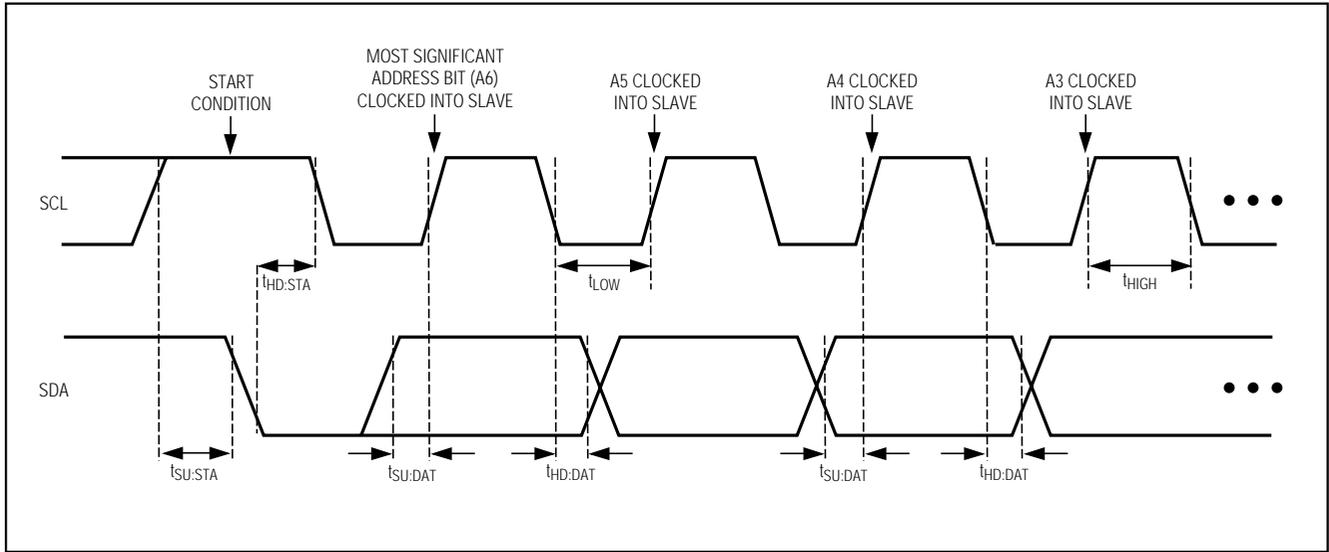


図4. SMBusシリアルインタフェースタイミング ---- アドレス

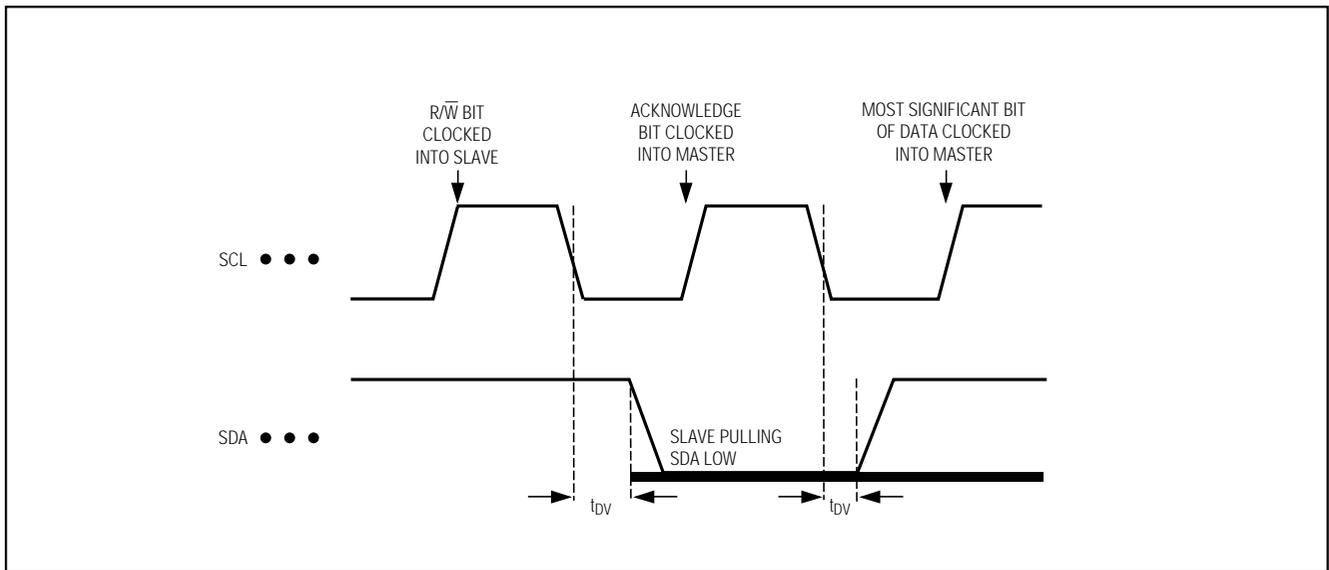


図5. SMBusシリアルインタフェースタイミング ---- アクノレジメント

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表1. ChargerSpecInfo()

BIT	NAME	DESCRIPTION
0	CHARGER_SPEC	Returns a "1" for Version 1.0
1	CHARGER_SPEC	Returns a "0" for Version 1.0
2	CHARGER_SPEC	Returns a "0" for Version 1.0
3	CHARGER_SPEC	Returns a "0" for Version 1.0
4	SELECTOR_SUPPORT	Returns a "0," indicating no smart battery selector functionality
5	Reserved	Returns a "0"
6	Reserved	Returns a "0"
7	Reserved	Returns a "0"
8	Reserved	Returns a "0"
9	Reserved	Returns a "0"
10	Reserved	Returns a "0"
11	Reserved	Returns a "0"
12	Reserved	Returns a "0"
13	Reserved	Returns a "0"
14	Reserved	Returns a "0"
15	Reserved	Returns a "0"

Command: 0x11

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表2. ChargerMode()

BIT	NAME	DESCRIPTION
0	INHIBIT_CHARGE	0* = Allow normal operation; clear the CHG_INHIBITED flip-flop. 1 = Turn off the charger; set the CHG_INHIBITED flip-flop. The CHG_INHIBITED flip-flop is not affected by any other commands.
1	ENABLE_POLLING	Not implemented
2	POR_RESET	0 = No change. 1 = Change the ChargingVoltage() to 0xFFFF and the ChargingCurrent() to 0x00C0; clear the THERMISTOR_HOT and ALARM_INHIBITED flip-flops.
3	RESET_TO_ZERO	Not implemented
4	AC_PRESENT_MASK	0* = Interrupt on either edge of the AC_PRESENT status bit. 1 = Do not interrupt because of an AC_PRESENT bit change.
5	BATTERY_PRESENT_MASK	0* = Interrupt on either edge of the BATTERY_PRESENT status bit. 1 = Do not interrupt because of a BATTERY_PRESENT bit change.
6	POWER_FAIL_MASK	0* = Interrupt on either edge of the POWER_FAIL status bit. 1 = Do not interrupt because of a POWER_FAIL bit change.
7		Not implemented
8		Not implemented
9		Not implemented
10	HOT_STOP	0 = The THERMISTOR_HOT status bit does not turn off the charger. 1* = The THERMISTOR_HOT status bit does turn off the charger. THERMISTOR_HOT is reset by either POR_RESET or BATTERY_PRESENT = 0 status bit.
11		Not implemented
12		Not implemented
13		Not implemented
14		Not implemented
15		Not implemented

Command: 0x12

\*State at chip initial power-on (i.e.,  $V_{DD}$  from 0 to +3.3V)

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表3. ChargerStatus()

BIT	NAME	FUNCTION
0	CHARGE_INHIBITED	0* = Ready to charge Smart Battery. 1 = Charger is inhibited, I(chg) = 0mA. This status bit returns the value of the CHG_INHIBITED flip-flop.
1	MASTER_MODE	Always returns "0"
2	VOLTAGE_NOT_REG	0 = Battery voltage is limited at the set point. 1 = Battery voltage is less than the set point.
3	CURRENT_NOT_REG	0 = Battery current is limited at the set point. 1 = Battery current is less than the set point.
4	LEVEL_2	Always returns a "1"
5	LEVEL_3	Always returns a "0"
6	CURRENT_OR	0* = The ChargingCurrent() value is valid for the MAX1645. 1 = The ChargingCurrent() value exceeds the MAX1645 output range, i.e., programmed ChargingCurrent() exceeds 3008mA.
7	VOLTAGE_OR	0 = The ChargingVoltage() value is valid for the MAX1645. 1* = The ChargingVoltage() value exceeds the MAX1645 output range, i.e., programmed ChargingVoltage() exceeds 1843mV.
8	THERMISTOR_OR	0 = THM is < 91% of the reference voltage. 1 = THM is > 91% of the reference voltage.
9	THERMISTOR_COLD	0 = THM is < 75.5% of the reference voltage. 1 = THM is > 75.5% of the reference voltage.
10	THERMISTOR_HOT	0 = THM has not dropped to < 23.5% of the reference voltage. 1 = THM has dropped to < 23.5% of the reference voltage. THERMISTOR_HOT flip-flop cleared by BATTERY_PRESENT = 0 or writing a "1" into the POR_RESET bit in the ChargerMode() command.
11	THERMISTOR_UR	0 = THM is > 7.5% of the reference voltage. 1 = THM is < 7.5% of the reference voltage.
12	ALARM_INHIBITED	Returns the state of the ALARM_INHIBITED flip-flop. This flip-flop is set by either a watchdog timeout or by writing an AlarmWarning() command with bits 11, 12, 13, 14, or 15 set. This flip-flop is cleared by BATTERY_PRESENT = 0, writing a "1" into the POR_RESET bit in the ChargerMode() command, or by receiving successive ChargingVoltage() and ChargingCurrent() commands. POR: 0.
13	POWER_FAIL	0 = The charging source voltage CVS is above the BATT voltage. 1 = The charging source voltage CVS is below the BATT voltage.
14	BATTERY_PRESENT	0 = No battery is present (based on THM input). 1 = Battery is present (based on THM input).
15	AC_PRESENT	0 = DCIN is below the 7.5V undervoltage threshold. 1 = DCIN is above the 7.5V undervoltage threshold.

Command: 0x13

\*State at chip initial power-on.

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表4. ChargerCurrent()

BIT	NAME	FUNCTION
0		Not used. Normally a 1mA weight.
1		Not used. Normally a 2mA weight.
2		Not used. Normally a 4mA weight.
3		Not used. Normally an 8mA weight.
4		Not used. Normally a 16mA weight.
5		Not used. Normally a 32mA weight.
6	Charge Current, DACI 0	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 64mA of charger-current compliance, 128mA min.
7	Charge Current, DACI 1	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 128mA of charger-current compliance.
8	Charge Current, DACI 2	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 256mA of charger-current compliance.
9	Charge Current, DACI 3	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 512mA of charger-current compliance.
10	Charge Current, DACI 4	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 1024mA of charger-current compliance.
11	Charge Current, DACI 5	0 = Adds 0mA of charger-current compliance. 1 = Adds 2048mA of charger-current compliance, 3008mA max.
12-15		0 = Adds 0mA of charger current compliance. 1 = Sets charger compliance into overrange, 3008mA.

Command: 0x14

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表5. ChargerVoltage()

PIN	BIT NAME	FUNCTION
0		Not used. Normally a 1mV weight.
1		Not used. Normally a 2mV weight.
2		Not used. Normally a 4mV weight.
3		Not used. Normally an 8mV weight.
4	Charge Voltage, DACV 0	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 16mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
5	Charge Voltage, DACV 1	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 32mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
6	Charge Voltage, DACV 2	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 64mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
7	Charge Voltage, DACV 3	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 128mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
8	Charge Voltage, DACV 4	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 256mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
9	Charge Voltage, DACV 5	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 512mV of charger-voltage compliance, 1.024V min.
10	Charge Voltage, DACV 6	0 = Adds 0mA of charger-voltage compliance. 1 = Adds 1024mV of charger-voltage compliance.
11	Charge Voltage, DACV 7	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 2048mV of charger-voltage compliance.
12	Charge Voltage, DACV 8	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 4096mV of charger-voltage compliance.
13	Charge Voltage, DACV 9	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 8192mV of charger-voltage compliance.
14	Charge Voltage, DACV 10	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Adds 16384mV of charger-voltage compliance, 18432mV max.
15	Charge Voltage, Overrange	0 = Adds 0mV of charger-voltage compliance. 1 = Sets charger compliance into overrange, 18432mV.

Command: 0x15

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表6. AlarmWarning()

BIT	BIT NAME	DESCRIPTION
0	Error Code	Not used
1	Error Code	Not used
2	Error Code	Not used
3	Error Code	Not used
4	FULLY_DISCHARGED	Not used
5	FULLY_CHARGED	Not used
6	DISCHARGING	Not used
7	INITIALIZING	Not used
8	REMAINING_TIME_ALARM	Not used
9	REMAINING_CAPACITY_ALARM	Not used
10	Reserved	Not used
11	TERMINATE_DISCHARGE_ALARM	0 = Charge normally 1 = Terminate charging
12	OVER_TEMP_ALARM	0 = Charge normally 1 = Terminate charging
13	OTHER_ALARM	0 = Charge normally 1 = Terminate charging
14	TERMINATE_CHARGE_ALARM	0 = Charge normally 1 = Terminate charging
15	OVER_CHARGE_ALARM	0 = Charge normally 1 = Terminate charging

Command: 0x16

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

ChargingCurrent() (POR : 0x0080)

ChargingCurrent()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図3a)。ChargingCurrent()のコマンドコードは0x14 (0b00010100)です。D15~D0によって形成される16ビットバイナリ数は、電流設定点(I0)をミリアンペア単位で表します。但し、MAX1645/MAX1645AがI0を設定する際の分解能は64mAであるため、D0~D5ビットは無視されます(表4)。図6に、I0(電流レギュレーターループ設定値)とChargingCurrent()コードの関係を示します。0b00 1011 1100 0000(3008mA)以上のコードは全て電流オーバーレンジとなり、充電器電流は3.008Aに制限されます。コードが0b0000 0000 1000 0000(128mA)よりも低い場合は、充電電流がオフになります。適正なCODE/電流スケーリングを達成するには、50mΩの検出抵抗(図1のR2)が必要です。

ChargingCurrent()レジスタのパワーオンリセット値は0x0080です。つまり、MAX1645/MAX1645Aの電源が最初にオンになった時にBATT電流は128mAに制御されます。バッテリーが除去されると、ChargingCurrent()レジスタはパワーオンリセット状態に戻ります。

ChargingVoltage() (POR : 0x4800)

ChargingVoltage()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図3a)。ChargingVoltage()のコマンドコードは0x15 (0b00010101)です。D15~D0によって形成される16ビットバイナリ数は、電圧設定点(V0)をミリボルト単位で表します。但し、MAX1645/MAX1645AがV0を設定する際の分解能は16mVであるため、D0、D1、D2及びD3ビットは無視されます(表5)。

ChargingVoltageコマンドは1.024V~18.432Vのバッテリー充電コンプライアンスを設定するために使用されます。0b0100 1000 0000 0000(18432mV)以上のコードは全て電圧オーバーレンジとなり、充電器電圧は18.432Vに制限されます。コードが0b0000 0100 0000 0000(1024mV)よりも低い場合は充電が終了します。図7に、V0(電圧レギュレーターループ設定値)とChargingVoltage()コードの関係を示します。

ChargingVoltage()レジスタのパワーオンリセット値は0x4880です。つまり、MAX1645/MAX1645Aの電源が最初にオンになった時にBATT電圧は18.432Vに制御されます。バッテリーが除去されると、ChargingVoltage()レジスタはパワーオンリセット状態に戻ります。DACの電圧は、設定されたコンプライアンス電圧を4.5で割った値に対応します。

AlarmWarning() (POR : 非警報)

AlarmWarning()コマンドは、Write-Wordプロトコルを使用します(図3a)。AlarmWarning()のコマンドコードは0x16 (0b00010110)です。AlarmWarning()は、

Write-WordプロトコルデータのD15、D14、D13、D12又はD11が1の時に、MAX1645/MAX1645AのALARM\_INHIBITED状態ビットをセットします。表6に、AlarmWarning()コマンドの機能が説明されています。ALARM\_INHIBITED状態ビットは、バッテリーが除去されるか、POR\_RESETビットがセットされた状態でChargeMode()が書き込まれるか、あるいは新しいChargingCurrent()かつChargingVoltage()が書き込まれるまでセットされたままです。ALARM\_INHIBITED=1である限り、MAX1645/MAX1645Aスイッチングレギュレータはオフ状態に留まります。

割込み及びアラート応答アドレス

MAX1645/MAX1645Aは、 $\overline{INT}$ ピンをローに引き下げることによって割込みをリクエストします。通常、ChargerStatus()ビット、即ちPOWER\_FAIL(ビット13)、BATTERY\_PRESENT(ビット14)、又はAC\_PRESENT(ビット15)の状態に変化があった時に割込みがリクエストされます。つまり、ACアダプタの着脱時、バッテリーの挿入/除去時、あるいは充電器がドロップアウト状態に出入りする時に $\overline{INT}$ ピンがローに引き下げられます。ChargerStatus()ビットの各々による割込みは対応するChargerMode()ビット、即ちPOWER\_FAIL\_MASK(ビット6)、BATTERY\_PRESENT\_MASK(ビット5)又はAC\_PRESENT\_MASK(ビット4)によってマスクすることができます。

全ての割込みは、修正Receive Byteプロトコルを使用してAlertResponse()アドレス(0x19)にコマンドを送ること、あるいは任意のコマンドをMAX1645/MAX1645Aに送ることによってクリアすることができます。このプロトコルにおいては、割込みを設定する全てのデバイスがそれ自身のアドレスを送信することで応答を試み、

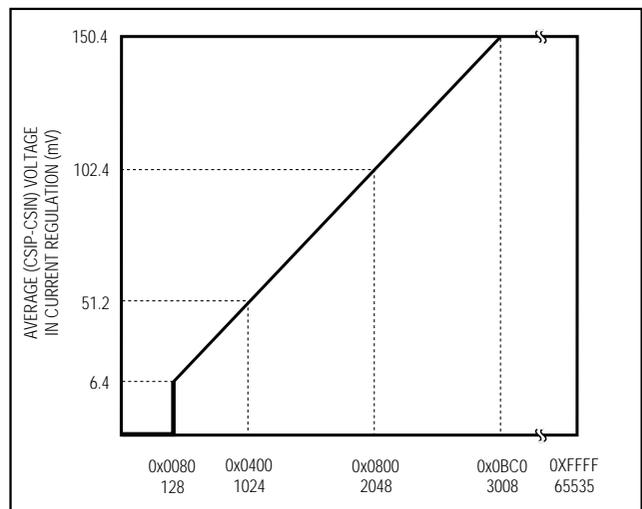


図6. CSIPとCSIN間の平均電圧対ChargingCurrent()コード

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

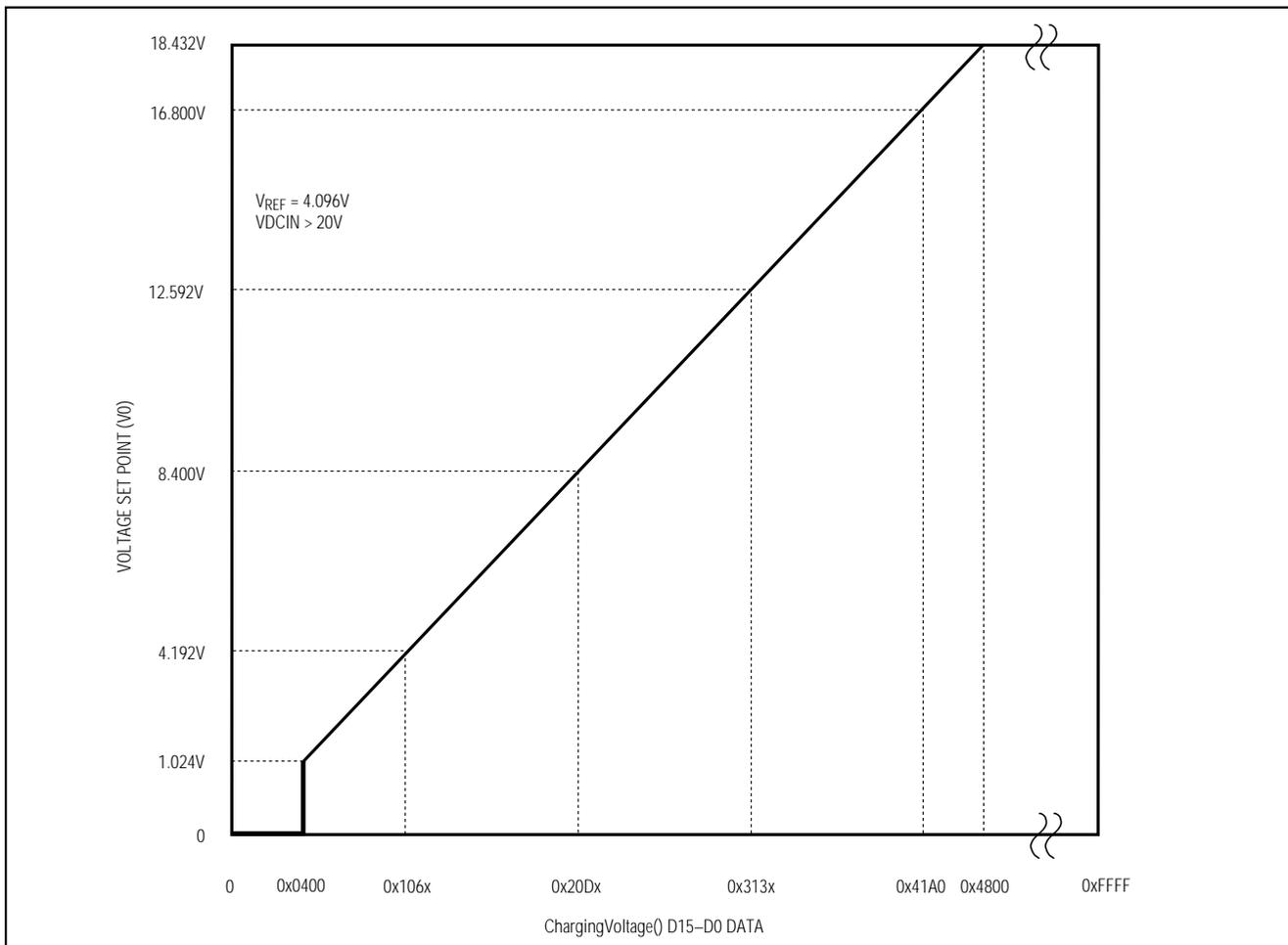


図7. ChargingVoltage()コードから電圧へのマッピング

最も優先権の高いデバイスあるいは先頭の0の数が最も多いデバイスが認識され、クリアされます。このプロセスは、割り込みをリクエストしている全てのデバイスがアドレス指定されてクリアされるまで続きます。MAX1645/MAX1645AはAlertResponse()アドレスに対して0x13で応答します。これは、これら素子のアドレスの後に1が1つ続いたものです。

## 充電器タイムアウト

MAX1645/MAX1645Aは、充電器がChargingVoltage()又はChargingCurrent()コマンドを175秒間受け取らなかった場合に充電を終了するタイマを備えています。充電中、このタイマはChargingVoltage()又はChargingCurrent()コマンドを受け取るたびにリセットされます。これにより、充電サイクルが終わらないことが保証されます。

タイムアウトが起これば、充電が終了します。再び充電を始めるには、ChargingVoltage()及びChargingCurrent()コマンドの両方が必要です。パワーオンリセットも128mAで充電を再開します。

## DC-DCコンバータ

MAX1645/MAX1645Aは、ブートストラップNMOSハイサイドスイッチ及びローサイドNMOS同期整流器付のバックレギュレータを採用しています。

## DC-DCコントローラ

制御方式は一定オフ時間、可変周波数、サイクル毎電流モードです。オフ時間は所与のBATT電圧に対して一定です(リップル電流を一定に保つために、 $V_{BATT}$ に応じて変化します)。低ドロップアウト動作中は、10msの最大オン時間によってコントローラは連続伝導で99%以上のデューティサイクルを達成することができます。図8にコントローラのファンクションダイアグラムを示します。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

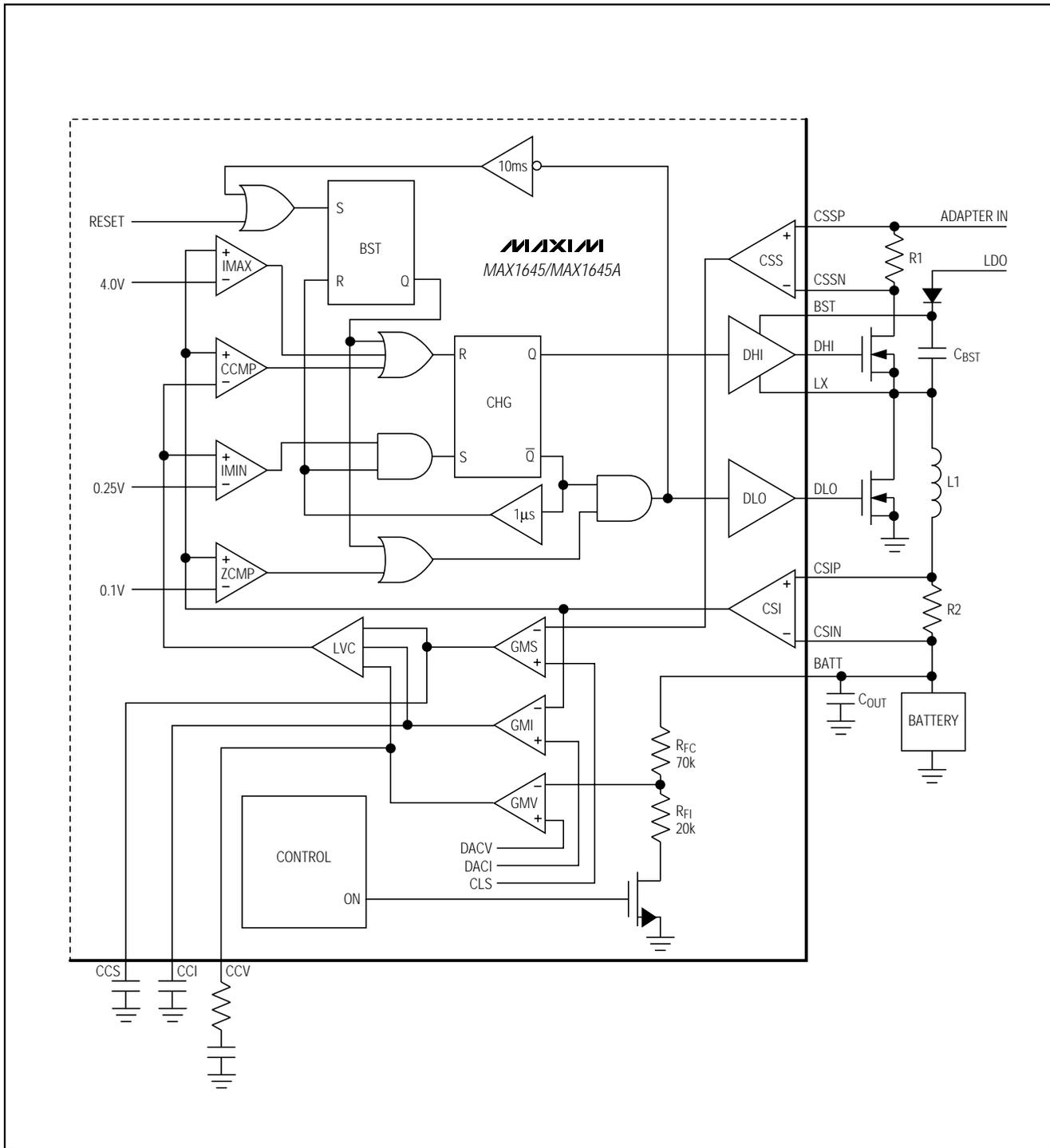


図8. DC-DCコンバータのファンクションダイアグラム

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## MOSFETドライバ

ローサイドドライバ出力DLOは、0VからDLOVにスイングします。DLOVは通常フィルタを通じてLDOに接続されます。ハイサイドドライバ出力DHIはLXからブートストラップされて、 $V_{LX}$ と $V_{BST}$ の間でスイングします。ローサイドドライバがターンオンすると、BSTはDLOVよりダイオード1個分だけ低い電圧まで上昇します。DLOVは、カットオフ周波数が約50kHzのRC回路でフィルタリングして下さい。図1の構成ではカットオフ周波数が約48kHzになっています。

$$f = 1 / 2\pi RC = 1 / (2 \cdot \pi \cdot 33\Omega \cdot 0.1\mu F) = 48\text{kHz}$$

## サーミスタコンパレータ

4つのサーミスタコンパレータによってTHM入力の電圧が評価され、バッテリー温度が求められます。この入力、バッテリーパック内でグランドに接続された内部サーミスタと共に使用するようになっています。バッテリーサーミスタの出力をTHMに接続して下さい。THMからの抵抗を $V_{DD}$ に接続して下さい。この抵抗分圧器によってTHMにおける電圧が設定されます。充電器の電源が入ってなくても、 $V_{DD}$ が外部電圧ソースから駆動されているとバッテリー温度を測定できます。

## サーミスタのビット

図9は、MAX1645/MAX1645Aと使用する103ETB型サーミスタ(+25 で公称10k、精度  $\pm 5\%$ )の予想される電気的特性です。

- THERMISTOR\_ORビットは、サーミスタ値が100kを超える時のみにセットされます。これは、サーミスタがオープンかバッテリーが存在しないことを示します。充電器はPORに設定され、BATTERY\_PRESENTビットがクリアされます。

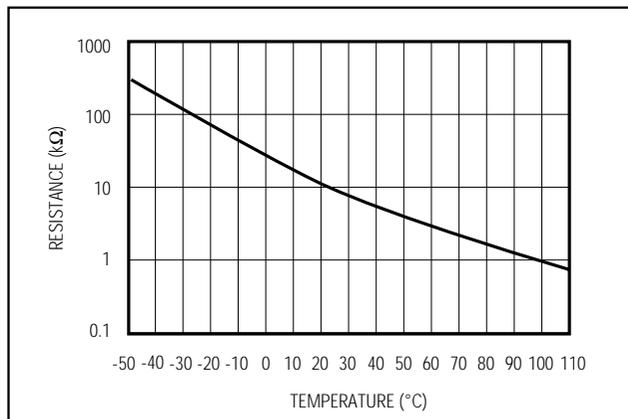


図9. 標準的なサーミスタ特性

- THERMISTOR\_COLDビットは、サーミスタ値が30kを超える時にセットされます。これは、バッテリーが冷たいことを意味します。このビットは充電に影響しません。
- THERMISTOR\_HOTビットは、サーミスタ値が3kを下回る時にセットされます。これはラッチ付ビットで、バッテリーを外すかあるいはChargerMode()コマンドでPORを送ることによってクリアされます。ChargerMode()コマンドの中のHOT\_STOPビットがクリアされていない限り、MAX1645充電器は停止します。また、ChargerMode()コマンドの中のHOT\_STOPビットがクリアされていないかRES\_URビットがセットされていない限り、MAX1645A充電器は停止します(表7を参照)。
- THERMISTOR\_URビットは、サーミスタ値が500を下回る時(即ちTHMがグランドに接続)にセットされます。

表7. サーミスタビットの設定

THERMISTOR STATUS BIT	DESCRIPTION	WAKE-UP CHARGE	CONTROLLED CHARGE
REG_UR and RES_HOT	Under Range	Not allowed by MAX1645	Not allowed by MAX1645
RES_UR and RES_HOT	Under Range	Allowed for Timeout Period by MAX1645A	Allowed by MAX1645A
RES_HOT	Hot	Not Allowed	Not Allowed
(None)	Normal	Allowed for Timeout Period	Allowed
RES_COLD	Cold	Allowed for Timeout Period	Allowed
RES_OR and RES_COLD	Over Range	Float Charge*	Not Allowed

\*See Battery Present item under Operating Conditions for more information.

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

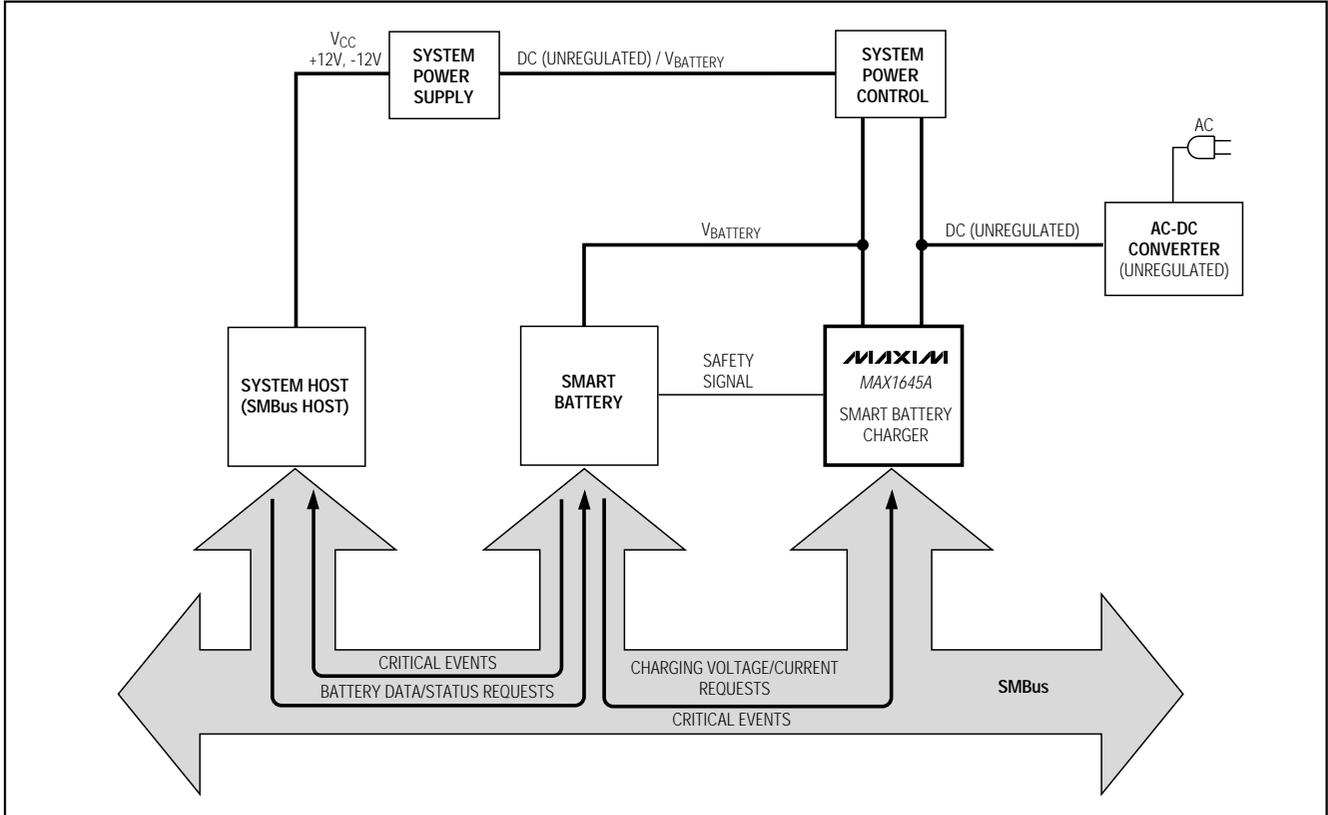


図10. 標準シングルスマートバッテリーシステム

サーミスタの値によっては、複数のビットがセットされる場合があります(例えば、サーミスタが450 の場合、THERMISTOR\_HOT及びTHERMISTOR\_URビットの両方がセットされます)。二次的なフェイルセーフインジケータとしてサーミスタを必要としないバッテリーパックの場合、サーミスタを固定抵抗で置き換えることができます。この場合、バッテリーパックが抵抗を操作して充電器に正しい動作をさせる必要があります。

## 負荷及びソーススイッチドライバ

MAX1645/MAX1645Aは2つのPチャンネルMOSFETを駆動することによって、ショットキダイオードの両端の電圧ドロップを排除できます(負荷電流をバッテリーからメインDCソースに切り換えるために、通常はショットキダイオードが使用されます)。

- ソーススイッチP1はPDSによって制御されます。このPチャンネルMOSFETはCVSがBATTの300mV上まで上昇した時にターンオンし、CVSがBATTの100mV上まで低下した時にターンオフします。PDSを制御しているものと同じ信号が、ChargerStatus()レジスタのPOWER\_FAILビットも設定します。「動作条件」を参照して下さい。

- 負荷スイッチP2はPDLによって制御されます。このPチャンネルMOSFETはCVSがBATTの100mV下まで上昇した時にターンオフされ、CVSがBATTの300mV下まで低下した時にターンオンします。

## ドロップアウト動作

MAX1645/MAX1645Aは、デューティサイクル99.99% (最大オン時間10ms、オフ時間1µs)の能力を持っています。これにより、充電器のドロップアウト性能を制限するのはDC-DCコンバータの部品(P1、R1、N1、R2；図1を参照)の抵抗性損失だけとなります。実際のドロップアウト電圧は、パワーフェイルコンパレータにより、CVSとBATTの間が300mVに制限されています(「動作条件」を参照)。

## アプリケーション情報

### スマートバッテリー充電システム/基本説明

最も単純な構成のスマートバッテリー充電システムは、スマートバッテリー、及びSMBusを使用したスマートバッテリーシステム規格とコンパチブルなスマートバッテリー充電器からなっています。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

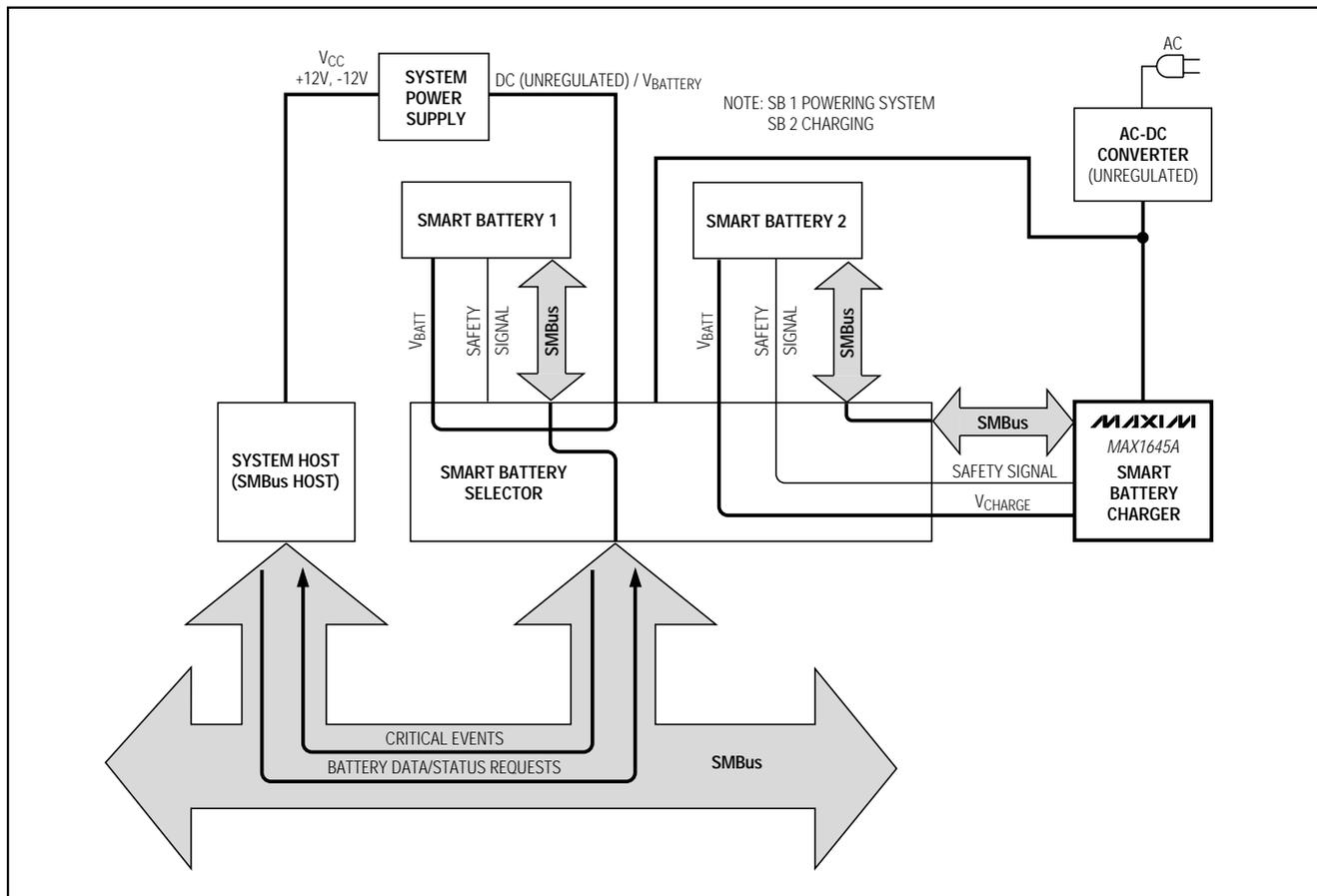


図11. 複数のスマートバッテリーを使用した標準的なシステム

表8. SMBusモード及び充電アルゴリズム  
ソースによるスマートバッテリー充電器  
のタイプ

SMBus MODE	CHARGE ALGORITHM SOURCE	
	BATTERY	MODIFIED FROM BATTERY
Slave only	Level 2	Level 3
Slave/Master	Level 3	Level 3

注記：レベル1スマートバッテリー充電器は、バージョン0.95a規格で定義されています。これらの充電器は、SMBusの充電完了メッセージを正しく解釈して過充電を最小限に抑えることができますが、真にあらゆるバッテリー種に対応する充電はできません。スマートバッテリー充電器規格ではこれらの充電器が定義されておらず、これらは本規格及び将来のスマートバッテリー充電器規格には適合しないことが明示されています。

1つのシステムに、1つ以上のスマートバッテリーを使用できます。図10に示すスマートバッテリー充電システムでは、シングルバッテリーシステムになっています。これはノートブックコンピュータ、ビデオカメラ、携帯電話及びその他のポータブル電子機器で通常見られる形です。

2つ以上のスマートバッテリーを使用したシステムも可能です(図11)。バッテリーをスマートバッテリー充電器又はシステムに接続するか、切り離すためにスマートバッテリーセレクトラを使用します。各バッテリーについて、電源(バッテリーの正及び負端子)、SMBus(クロック及びデータ)及び安全信号(抵抗、通常は温度に依存)の3つを接続する必要があります。さらに、システムホストがシステム内の全てののバッテリーの状態を表示できるように、システム内の任意のバッテリーにクエリーすることが必要です。

図11は、2バッテリーシステムです。バッテリー2が充電中で、バッテリー1がシステムを駆動している場合を示しています。この構成は、バッテリー1をコンディショニングして、充電の前に完全放電するために使用できます。

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

## スマートバッテリー充電器のタイプ

レベル2及びレベル3の2つのタイプのスマートバッテリー充電器が定義されています。全てのスマートバッテリー充電器は、SMBusを使用してスマートバッテリーと通信します。この2つのタイプは、SMBus通信モードが異なり、又スマートバッテリーの充電アルゴリズムを修正するかどうかどうかが異なっています(表8参照)。レベル3スマートバッテリー充電器はレベル2充電器のスーパーセットになっているため、レベル2充電器の全てのコマンドをサポートします。

## レベル2スマートバッテリー充電器

レベル2(スマートバッテリーに制御されるスマートバッテリー充電器)はスマートバッテリーの重要な警報メッセージを解釈し、スマートバッテリーから送られてくるCharging Voltage()及びCharging Current()メッセージにตอบสนองするSMBusスレーブデバイスとして動作します。充電器は、バッテリーから受け取ったメッセージに直接従属的にตอบสนองして、それ自身の出力特性を調整します。レベル2充電においては、通信を開始して充電アルゴリズムを充電器に提供する役目はスマートバッテリーが全面的に担っています。

スマートバッテリーは、それ自身に対して最適な充電条件をバッテリー充電器に知らせることができます。バッテリー内の充電アルゴリズムが静的な充電条件を要求したり、あるいは適宜定期的にスマートバッテリー充電器の出力を調整する場合があります。レベル2スマートバッテリー充電器は真にあらゆるバッテリーに対応しています。また、SMBusスレーブデバイスとしてのみ定義されているため、比較的安価で使いやすくなっています。

表9. 部品メーカー

COMPONENT	MANUFACTURER	PART
Inductor	Sumida	CDRH127 series
	Coilcraft	D03316P series
	Coiltronics	UP2 series
MOSFET	Internal Rectifier	IRF7309
	Fairchild	FDS series
	Vishay-Siliconix	Si4435/6
Sense Resistor	Dale	WSL series
	IRC	LR2010-01 series
Capacitor	AVX	TPS series, TAJ series
	Sprague	595D series
Diode	Motorola	1N5817-1N5822
	Nihon	NSQ03A04
	Central Semiconductor	CMSH series

## 外付部品の選択

表10に、図1の回路の推奨部品が記載されています。表9にはメーカーの連絡先が記載されています。以下に、これらの部品の選び方を説明します。

## MOSFET及びショットキダイオード

ショットキダイオードD1は、ACアダプタが挿入されている時に負荷に電源を供給します。3A以上のショットキダイオードを選んで下さい。P1を使用した場合は、このダイオードが必要なくなる場合もあります。PチャンネルMOSFET P1は、 $V_{CVS} > V_{BATT}$ の時にターンオンします。これにより、ショットキダイオードの電圧降下と電力消費が排除されます。電力損失を排除するため、 $R_{DS(ON)}$ が50mΩ以下のMOSFETを選択して下さい。このMOSFETは、R1によって設定された最大電流を供給する能力を持っている必要があります。D1及びP1は、アダプタ入力における逆電圧からの保護を提供します。

NチャンネルMOSFET N1及びN2は、バックコントローラのスイッチングデバイスです。ハイサイドスイッチN1は電流定格が少なくとも6A、 $R_{DS(ON)}$ が50mΩ以下のものにして下さい。N1のドライバはBSTによって駆動されます。この電流は10mA以下にして下さい。全ゲート電荷の低いMOSFETを選び、必要な駆動電流は $I_{GATE} = Q_{GATE} \cdot f$ (ここで、fはDC-DCコンバータの最大スイッチング周波数400kHz)で求めて下さい。

ローサイドスイッチN2は、電流定格が少なくとも3A、 $R_{DS(ON)}$ が100mΩ以下で全ゲート電荷が10nC以下のものにして下さい。N2は、BSTコンデンサC14に開始電荷を供給するために使用されます。通常動作中、電流はショットキダイオードD2を流れます。ショットキダイオードとしては、3A以上のものを選んで下さい。

D3は1N4148等の信号レベルダイオードです。このダイオードは、ハイサイドMOSFETドライバに電源電流を供給します。

PチャンネルMOSFET P2は、ACアダプタが除去されている時に負荷に電流を供給します。電力損失及び電圧降下を最小限に抑えるため、 $R_{DS(ON)}$ が50mΩ以下のMOSFETを選択して下さい。

## インダクタの選択

インダクタL1は充電中のバッテリーに電源を供給します。このインダクタの飽和電流は、少なくとも3Aプラス電流リップル( $\Delta I_L$ )の半分であることが必要です。

$$I_{SAT} = 3A + 1/2 \Delta I_L$$

コントローラは、一定オフ時間の長さ(BATT電圧に依存)を決定します。これにより、リップル電流が入力及びバッテリー電圧に無関係になり、1A以下に維持されます。 $\Delta I_L$ は次式で計算して下さい。

$$\Delta I_L = 16V\mu s / L$$

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

表10. 部品の選択

DESIGNATION	DESCRIPTION
C1, C2 Input Capacitors	22 $\mu$ F, 35V low-ESR tantalum capacitors AVX TPSE226M035R0300
C3, C4 Output Capacitors	22 $\mu$ F, 25V low-ESR tantalum capacitors AVX TPSD226M025R0200
C5, C19, C20	1 $\mu$ F, >30V ceramic capacitors
C6, C7, C12	1 $\mu$ F ceramic capacitors
C8, C14, C16	0.1 $\mu$ F ceramic capacitors
C9, C10, C11 Compensation Capacitors	0.01 $\mu$ F ceramic capacitors
C13	1500pF ceramic capacitor
C18, C24	0.1 $\mu$ F, >20V ceramic capacitors
C23	0.1 $\mu$ F, >30V ceramic capacitor
D1, D2	40V, 2A schottky diodes Central Semiconductor CMSH2-40
D3, D4	Small-signal diodes Central Semiconductor CMPSH-3
L1	22 $\mu$ H, 3.6A buck inductor Sumida CDRH127-220
N1 High-Side MOSFET	30V, 11.5A, high-side N-channel MOSFET (SO-8) Fairchild FDS6680
N2 Low-Side MOSFET	30V, 8.4A, low-side N-channel MOSFET Fairchild FDS6612A or 30V, signal level N-channel MOSFET 2N7002
P1, P2	30V, 11A P-Channel MOSFET load and source switches Fairchild FDS6675
R1	40m $\Omega$ $\pm$ 1%, 0.5W battery current-sense resistor Dale WSL-2010/40m $\Omega$ /1%
R2	50m $\Omega$ $\pm$ 1%, 0.5W source current-sense resistor Dale WSL-2010/50m $\Omega$ /1%
R3, R4	R3 + R4 >100k $\Omega$ input current-limit setting resistors
R5, R7, R8, R9, R10	10k $\Omega$ $\pm$ 5% resistors
R6	10k $\Omega$ $\pm$ 1% temperature sensor network resistor
R11, R16	1 $\Omega$ $\pm$ 5% resistors
R12	33 $\Omega$ $\pm$ 5% resistor
R13	1k $\Omega$ $\pm$ 5% resistor
R14, R15	4.7 $\Omega$ $\pm$ 5% resistors

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

インダクタ値が大きければ、リップル電流が小さくなります。インダクタ値が小さい場合は高い飽和電流が必要となり、効率が低下します。通常は、22 $\mu$ Hのインダクタが全ての動作条件に対して最適です。

## その他の部品

CCV、CCI及びCCSは、3つのレギュレーションループの補償ポイントです。CCVは、10k 抵抗と0.01 $\mu$ Fコンデンサを直列に接続したものでGNDにバイパスして下さい。CCIとCCSは、0.01 $\mu$ FコンデンサでGNDにバイパスして下さい。R7とR13はそれぞれTHMとCVSの保護抵抗です。許容精度を達成するには、R6を10k (1%)にして内部バッテリーサーミスタとマッチングさせて下さい。

## 電流検出入力フィルタリング

標準部品を使用した通常の回路動作においては、大きな電流変化及び寄生成分インダクタンスのために電流検出信号が0.5Vを超える高周波トランジェントを含む場合があります。適正なバッテリー及び入力電流コンプライアンスを達成するために、入力信号をフィルタリングして大きな同相トランジェントを除去して下さい。入力電流リミット検出回路は、図1の入力フィルタコンデンサ(C1及びC2)において大きな電流ステップがあるために、もっとも難しいケースです。CSSPとCSSNの間に1 $\mu$ Fのセラミックコンデンサを使用して下さい。CSIP及びCSIN入力とGNDの間には(バッテリーへの電流は連続的であるため)、より小さな0.1 $\mu$ Fセラミックコンデンサを使用して下さい。これらのコンデンサは、MAX1645/MAX1645Aの直下のシングルポイントグラウンドのとなり配置して下さい。

## レイアウト及びバイパス

1 $\mu$ FでDCINをGNDにバイパスして下さい(図1)。D4はDC電源入力が逆になった時に素子を保護します。DCINはLDOと内部リファレンスを駆動するだけであるため、D4は信号ダイオードで十分です。LDO、BST、DLOV及びその他のピンは、図1に示す方法でバイパスして下さい。

仕様のノイズ、効率及び安定動作を実現するには、良好なプリント基板レイアウトが必要です。プリント基板レイアウト作成者には、パワースイッチング部品及び大電流配線の配置を示す鉛筆描きのスケッチ等、明確な指示を与える必要があります。プリント基板レイアウトの例については、MAX1645/MAX1645A評価キットのマニュアルを参照して下さい。最適の性能を得るために、グラウンドプレーンが必須です。殆どのアプリケーションにおいては、回路は複層基板上に配置されますが、4層以上の銅層を十分に活用することを推奨します。最上層は大電流接続に、最下層は静かな接続(REF、CCV、CCI、CCS、DAC、DCIN、V<sub>DD</sub>及びGND)に使用して下さい。

中間層は切れ目のないグラウンドプレーンとして使用して下さい。以下の手順に従って下さい。

1)大電力部品を最初に配置します。その際、これらの部品のグラウンド同士を隣接させます。

- 電流検出抵抗のトレース長をできるだけ短くし、電流を正確に検出するためにケルビン接続にします。
- 大電流経路のグラウンドトレースをできるだけ短くします。
- 大電流経路のその他のトレースをできるだけ短くします。
- トレースの幅を5mm以上にしてください。
- C1及びC2とハイサイドMOSFETを接続して下さい(最大長10mm)。
- 整流器ダイオードのカソードをローサイドMOSFETに接続して下さい(最大長5mm)。
- LXノード(MOSFET、整流器カソード、インダクタ：最大長15mm)。表面実装電力部品同士が接触し、各グラウンド端子同士が殆ど触れ合っている形が理想的です。これらの大電流グラウンドは、ビアを通さないで最上層の銅の広い隙間のないゾーンで互いに接続します。こうしてできた最上層の「サブグラウンドプレーン」は、出力グラウンド端子のところで通常の内層のグラウンドプレーンに接続します。これにより、ICのアナロググラウンドがIRドロップやグラウンドノイズの影響なしに電源の出力端子で検出できるようになります。その他の大電流経路もできるだけ短くすべきですが、主にグラウンドや電流検出線の接続の短縮に重点を置くことにより、プリント基板のレイアウトの問題の約90%までは解決されます。

2)C及び信号部品を配置します。メインスイッチングノード(LXノード)を敏感なアナログ部品(電流検出トレース及びREFコンデンサ)から遠ざけてください。重要：ICは電流検出抵抗から10mm以内に配置する必要があります。

ゲート駆動トレース(DHI、DLO及びBST)は20mm以内に短く保ち、電流検出ライン及びREFから遠ざけて配線してください。セラミックバイパスコンデンサは、ICの近くに配置してください。パルクコンデンサは、これより遠くても構いません。電流検出入力フィルタコンデンサは素子の下に配置し、GNDピンに直接接続して下さい。

3)素子の直下にシングルポイント・スターグラウンドを設けて下さい。入力グラウンドトレース、パワーグラウンド(サブグラウンドプレーン)及び通常グラウンドプレーンをこのノードに接続して下さい。

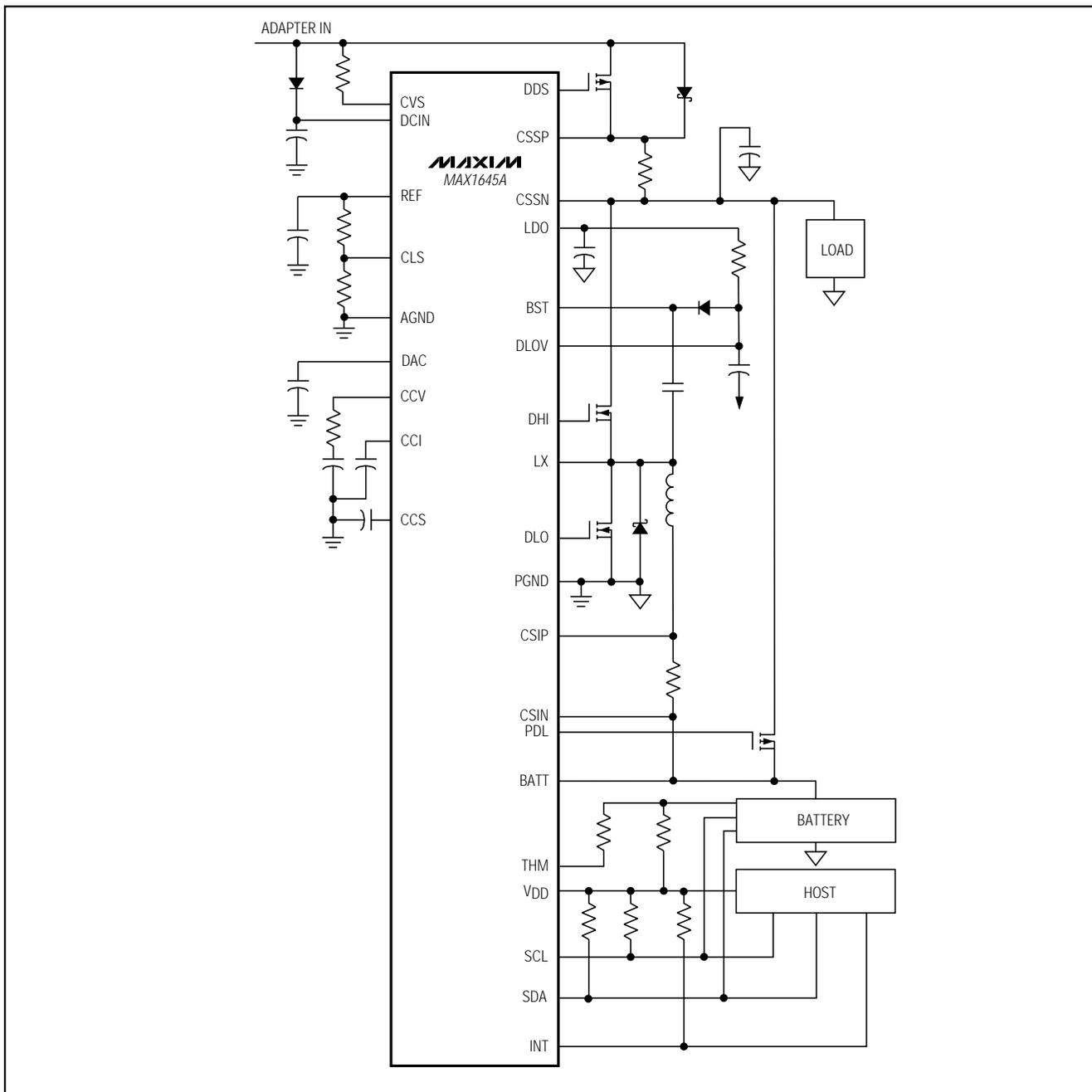
## チップ情報

TRANSISTOR COUNT: 6996

# 全バッテリー対応、レベル2 バッテリー充電器、入力電流制限付

MAX1645/MAX1645A

標準動作回路



マキシム・ジャパン株式会社

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

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

32 \_\_\_\_\_ Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600

© 1999 Maxim Integrated Products

MAXIM is a registered trademark of Maxim Integrated Products.