

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

## 概要

PMICのMAX8858は、デジタルスチルカメラ(DSC)およびデジタルビデオカメラ(DVC)向けに全機能内蔵の電源ソリューションを提供します。MAX8858は、2つのAAセルやデュアルバッテリー設計において現在入手可能なソリューションに比べ、性能、部品点数、および基板スペースの利用において優れています。内蔵のパワーMOSFETは、重要な電源に対して最大95%の効率を提供します。CCDインバータは、追加の外付け部品を使用することなく、2つのAA/NiMHバッテリーで直接動作します。

- ◆ ステップアップ同期整流DC-DCコンバータ(SU)。MAX8858は $V_{SU}$ からブートストラップされます。
- ◆ DSP I/O電源電圧用、アクティブ放電機能付き、MAIN同期整流ステップアップDC-DCコンバータ(M)
- ◆ DSP DDR電源電圧用、アクティブ放電機能付き、SDZ同期整流ステップダウンDC-DCコンバータ(SDZ)
- ◆ DSPコア電源電圧用、アクティブ放電機能付き、低電圧(最低1V)同期整流ステップダウンDC-DCコンバータ(SD)
- ◆ CCDイメージまたは正のLCDバイアス電源用、高電圧ステップアップDC-DCコンバータ(CCDBST)
- ◆ CCDイメージまたは負のLCDバイアス電源用、アクティブ放電機能付き、トランス不要の反転DC-DCコンバータ(CCDINV)。このコンバータは2つのAAバッテリーに直接接続可能です。

個別のON\_入力は、SU、CCDBST、およびCCDINVコンバータに独立したオン/オフ制御を提供し、デュアル機能入力は、MAIN、SDZ、およびSDコンバータの独立したオン/オフ制御またはパワーアップシーケンスを提供することができます。

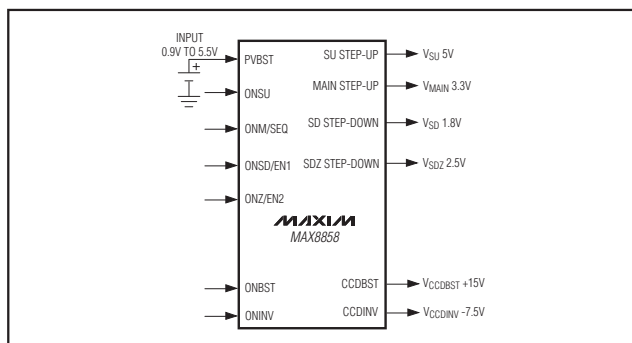
MAX8858は、5mm x 5mm x 0.8mmの32ピンTQFNパッケージで提供され、-40°C ~ +85°Cの拡張温度範囲での動作が保証されています。

## アプリケーション

DSCおよびDVC

PDAおよびポータブルメディアプレーヤー

## 標準動作回路



## 特長

- ◆ 95%効率の同期整流DC-DCコンバータ
- ◆ 最大90%効率のブーストバック動作
- ◆ 最大85%の効率の高電圧DC-DCコンバータ
- ◆ CCD用アクティブ放電機能付き、トランス不要の反転コンバータ
- ◆ MAIN、SDZ、およびSDコンバータについては、プリセットされたパワーアップシーケンス
- ◆ 2つのAAバッテリーで直接動作するインバータ
- ◆ 全チャンネルに内部補償
- ◆ すべてのステップアップコンバータにTrue Shutdown™機能
- ◆ 過負荷保護
- ◆ 立上りの短絡保護
- ◆ 突入電流を制御するソフトスタート
- ◆ 100%デューティサイクルのステップダウンコンバータ
- ◆ スイッチング周波数：2MHz ±5%
- ◆ シャットダウン消費電流：0.1μA
- ◆ すべてのパワーMOSFETを内蔵

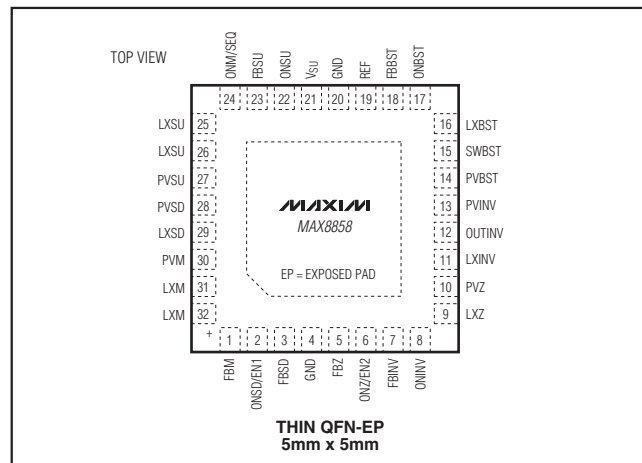
## 型番

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX8858ETJ+	-40°C to +85°C	32 Thin QFN-EP*

+は鉛フリーのパッケージを表します。

\*EP = エクスポーズドパッド

## ピン配置



True ShutdownはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ON_, FB_, PV_, SU, REF to GND .....	-0.3V to +6V	32-Pin TQFN, Multilayer Board	
SWBST to GND.....	-0.3V to (V <sub>PVBST</sub> + 0.3V)	(derate 34.5mW/°C above +70°C).....	2759mW
LXSD, LXZ Current (Note 1).....	632.5mA	Operating Temperature Range .....	-40°C to +85°C
LXSU, LXM Current (Note 1).....	2.85A	Junction Temperature .....	+150°C
LXINV to GND.....	(V <sub>PVINV</sub> - 22V) to (V <sub>PVINV</sub> + 0.3V)	Storage Temperature Range .....	-65°C to +150°C
OUTINV to GND .....	-14V to (V <sub>PVINV</sub> + 0.3V)	Lead Temperature (soldering, 10s) .....	+300°C
LXBST to GND.....	-0.3V to +28V		
EP (PG_) to GND .....	-0.3V to +0.3V		
Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)			
32-Pin TQFN, Single-Layer Board			
(derate 21.3mW/°C above +70°C).....	1702mW		

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.

**Note 1:** LXSU and LXM have internal clamp diodes to PG\_ (EP) and VPWR, where VPWR is the internal power node that is connected to the higher voltage of PVBST and PVSU or PVM, respectively. LXSD and LXZ have internal clamp diodes to PVSD and PVZ, respectively, and PG\_ (EP). LXINV has internal clamp diodes to PVINV and PG\_(EP). Applications that forward bias these diodes must be careful not to exceed the power dissipation limits of the device.

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V<sub>PVBST</sub> = V<sub>PVINV</sub> = V<sub>PVSD</sub> = V<sub>PVZ</sub> = 2.4V, V<sub>PVM</sub> = 3.3V, V<sub>PVSU</sub> = V<sub>VSU</sub> = 5V, V<sub>EP</sub> = V<sub>GND</sub> = 0V, C<sub>REF</sub> = 0.22μF, T<sub>A</sub> = -40°C to +85°C. Typical values are at T<sub>A</sub> = +25°C, unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>GENERAL</b>					
Input Voltage Range	(Note 3)	0.9		5.5	V
Minimum SU Startup Voltage			1.2	1.5	V
SU Step-Up Startup Frequency			2		MHz
Shutdown Supply Current	V <sub>ONSU</sub> = 0V T <sub>A</sub> = +25°C		0.1	10	μA
	V <sub>PVBST</sub> = 5.5V T <sub>A</sub> = +85°C		0.1		
Supply Current with SU Step-Up Enabled	V <sub>ONSU</sub> = 2.4V, I <sub>PVBST</sub> + I <sub>VSU</sub> (does not include switching losses)		40	70	μA
Supply Current with SU Step-Up and SD Step-Down Enabled	V <sub>ONSU</sub> = V <sub>ONSD/EN1</sub> = 2.4V, I <sub>PVBST</sub> + I <sub>VSU</sub> + I <sub>PVSD</sub> (does not include switching losses)		330	500	μA
Supply Current with SU Step-Up and MAIN Step-Up Enabled	V <sub>ONSU</sub> = V <sub>ONM/SEQ</sub> = 2.4V, I <sub>PVBST</sub> + I <sub>VSU</sub> + I <sub>PVM</sub> (does not include switching losses)		330	500	μA
Supply Current with SU Step-Up and SDZ Step-Down Enabled	V <sub>ONSU</sub> = V <sub>ONZ/EN2</sub> = 2.4V, I <sub>PVBST</sub> + I <sub>VSU</sub> + I <sub>PVZ</sub> (does not include switching losses)		330	500	μA
Supply Current with SU Step-Up and CCDBST Step-Up Enabled	V <sub>ONSU</sub> = V <sub>ONBST</sub> = 2.4V, I <sub>VSU</sub> + I <sub>PVBST</sub> (does not include switching losses)		600	900	μA
Supply Current with SU Step-Up and CCDINV Inverter Enabled	V <sub>ONSU</sub> = V <sub>ONINV</sub> = 2.4V, I <sub>PVBST</sub> + I <sub>VSU</sub> + I <sub>PVINV</sub> (does not include switching losses)		550	850	μA
<b>REFERENCE (REF)</b>					
Reference Output Voltage	I <sub>REF</sub> = 20μA	1.24	1.25	1.26	V
Reference Load Regulation	10μA < I <sub>REF</sub> < 100μA		3	10	mV
Reference Line Regulation	3.3V < (V <sub>PVSU</sub> = V <sub>VSU</sub> ) < 5.5V		0	5	mV

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = V_{PVZ} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{VSU} = 5V$ ,  $V_{EP} = V_{GND} = 0V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
<b>OSCILLATOR (OSC)</b>					
SU, MAIN, SDZ, SD Switching Frequency		1.9	2	2.1	MHz
SU, MAIN Step-Up Maximum Duty Cycle			85		%
SDZ, SD Step-Down Maximum Duty Cycle	(Note 4)			100	%
CCDBST, CCDINV Switching Frequency		0.634	0.667	0.700	MHz
CCDBST, CCDINV Maximum Duty Cycle			90		%
<b>SU STEP-UP DC-DC CONVERTER</b>					
Step-Up Voltage Adjust Range		3.3		5.0	V
FBSU Regulation Voltage	No load	0.995	1.015	1.025	V
FBSU Load Regulation			-7.5		mV/A
FBSU Line Regulation			-10		mV/D
FBSU Input Leakage Current	$V_{FBSU} = 1.01V$	-50	-5	+50	nA
Idle Mode™ Trip Level	(Note 5)		50		mA
LXSU Leakage Current	$V_{LXSU} = 0V, 5V, V_{PVBST} = 5V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
n-Channel On-Resistance	$I_{LXSU} = 190mA$		0.1		$\Omega$
p-Channel On-Resistance	$I_{LXSU} = -190mA$		0.14		$\Omega$
n-Channel Current Limit		2.0	2.3	2.6	A
p-Channel Turn-Off Current			10		mA
Soft-Start Interval	Full load		7.5		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
Startup into a Short Circuit	Fault timing		30		ms
<b>MAIN STEP-UP DC-DC CONVERTER</b>					
Step-Up Voltage Adjust Range		3.3		$V_{VSU}$	V
FBM Regulation Voltage	No load	0.995	1.015	1.025	V
FBM Load Regulation			-7.5		mV/A
FBM Line Regulation			-10		mV/D
FBM Input Leakage Current	$V_{FBM} = 1.01V$	-50	-5	+50	nA
Idle-Mode Trip Level	(Note 5)		50		mA
LXM Leakage Current	$V_{LXM} = 0V, 5V, V_{PVBST} = 5V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
n-Channel On-Resistance	$I_{LXM} = 190mA$		0.1		$\Omega$
p-Channel On-Resistance	$I_{LXM} = -190mA$		0.14		$\Omega$
PVM Pulldown Resistance		30	60	90	$\Omega$
n-Channel Current Limit		2.0	2.3	2.6	A

Idle ModeはMaxim Integrated Products, Inc.の商標です。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = V_{PVZ} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{VSU} = 5V$ ,  $V_{EP} = V_{GND} = 0V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
p-Channel Turn-Off Current			10		mA
Soft-Start Interval	Full load		15		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
Startup into a Short Circuit	Fault timing		30		ms
<b>SDZ STEP-DOWN DC-DC CONVERTER</b>					
Step-Down Output Voltage Adjust Range		1		$V_{VSU}$	V
FBZ Regulation Voltage	No load	0.995	1.015	1.025	V
FBZ Load Regulation			-50		mV/A
FBZ Line Regulation			-10		mV/D
FBZ Input Leakage Current	$V_{FBZ} = 1.01V$	-50	-5	+50	nA
Idle-Mode Trip Level	(Note 5)		50		mA
LXZ Leakage Current	$V_{LXZ} = 0V, 5V, V_{PVBST} = 5V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
n-Channel On-Resistance	$I_{LXZ} = 190mA$		0.21		$\Omega$
p-Channel On-Resistance	$I_{LXZ} = -190mA$		0.24		$\Omega$
LXZ Pulldown Resistance		30	60	90	$\Omega$
p-Channel Current Limit		0.425	0.5	0.575	A
n-Channel Turn-Off Current			10		mA
Soft-Start Interval			1.25		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
<b>SD STEP-DOWN DC-DC CONVERTER</b>					
SD Step-Down Output Voltage Adjust Range		1		$V_{VSU}$	V
FBSD Regulation Voltage	No load	0.995	1.015	1.025	V
FBSD Load Regulation			-60		mV/A
FBSD Line Regulation			-7		mV/D
FBSD Input Leakage Current	$V_{FBSD} = 1.01V$	-50	-5	+50	nA
Idle-Mode Trip Level	(Note 5)		50		mA
LXSD Leakage Current	$V_{LXSD} = 0V, 5V, V_{PVBST} = 5V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
n-Channel On-Resistance	$I_{LXSD} = 190mA$		0.21		$\Omega$
p-Channel On-Resistance	$I_{LXSD} = -190mA$		0.24		$\Omega$
LXSD Pulldown Resistance		30	60	90	$\Omega$
p-Channel Current Limit		0.425	0.5	0.575	A
n-Channel Turn-Off Current			10		mA
Soft-Start Interval			2.5		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
<b>CCDBST DC-DC CONVERTER</b>					
CCDBST Output Voltage Adjust Range		$V_{PVBST}$		18	V

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = V_{PVZ} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{VSD} = 5V$ ,  $V_{EP} = V_{GND} = 0V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FBBST Regulation Voltage	No load	1.005	1.02	1.035	V
FBBST Load Regulation			-15		mV/A
FBBST Line Regulation			-20		mV/D
FBBST Input Leakage Current	$V_{FBBST} = 1.01V$	-50	-5	+50	nA
SWBST Leakage Current	$V_{SWBST} = 0V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
LXBST Leakage Current	$V_{LXBST} = 28V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
Load Switch On-Resistance	$I_{SWBST} = 190mA$		0.09		$\Omega$
DMOS On-Resistance	$I_{LXBST} = -190mA$		0.4		$\Omega$
SWBST Current Limit		0.8	1.0	1.2	A
SWBST Short-Circuit Current Limit		1.1	1.3	1.6	A
Soft-Start Interval			7.5		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
<b>CCDINV DC-DC CONVERTER</b>					
CCDINV Output Voltage Adjust Range		$V_{PVINV} - 16$		0	V
FBINV Regulation Voltage	No load	-10	0	+10	mV
FBINV Load Regulation			23		mV/A
FBINV Line Regulation			20		mV/ (D-0.5)
FBINV Input Leakage Current	$V_{FBINV} = 0V$	-50	-5	+50	nA
LXINV Leakage Current	$V_{LXINV} = -14.5V$ , $V_{PVINV} = 5V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
HVPMOS On-Resistance	$I_{LXINV} = -190mA$		0.575		$\Omega$
HVPMOS Current Limit		0.8	1.0	1.2	A
OUTINV Discharge Current	$V_{LXINV} = V_{OUTINV} = -7.5V$ , $ONINV = GND$ , $V_{ONSU} = 2.4V$		50		mA
OUTINV Input Leakage Current	$V_{OUTINV} = -12V$	-5	0.1	+5	$\mu A$
Soft-Start Interval			7.5		ms
Overload Protection Fault Delay			100		ms
<b>LOGIC INPUTS/OUTPUTS</b>					
ONSU Input-Low Level	$1.5V \leq V_{PVSU} = V_{VSD} = V_{PVBST} < 5.5V$ (Note 6)			0.5	V
ONSU Input-High Level	$1.5V \leq V_{PVSU} = V_{VSD} = V_{PVBST} < 5.5V$ , $V_H$ is the higher of $V_{PVSU}$ and $V_{PVBST}$ (Note 6)		$V_H - 0.2V$ (1.3V max)		V
ONSD/EN1, ONZ/EN2, ONM/SEQ, ONBST, ONINV Input-Low Level	$3.3V \leq V_{PVSU} = V_{VSD} = V_{PVBST}$ (Note 7)			0.5	V
ONSD/EN1, ONZ/EN2, ONM/SEQ, ONBST, ONINV Input-High Level	$3.3V \leq V_{PVSU} = V_{VSD} = V_{PVBST}$ (Note 7)		1.4		V

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = V_{PVZ} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{VSU} = 5V$ ,  $V_{EP} = V_{GND} = 0V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = -40^\circ C$  to  $+85^\circ C$ . Typical values are at  $T_A = +25^\circ C$ , unless otherwise noted.) (Note 2)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
ON_ Pulldown Resistance			1		M $\Omega$
<b>THERMAL-LIMIT PROTECTION</b>					
Thermal Shutdown			+165		$^\circ C$

**Note 2:** Limits are 100% production tested at  $T_A = +25^\circ C$ . Limits over the operating temperature range are guaranteed by design and characterization.

**Note 3:** Once the SU converter has reached regulation, the battery voltage can decay to 0.9V without loss of regulation.

**Note 4:** Guaranteed by design and characterization, not production tested.

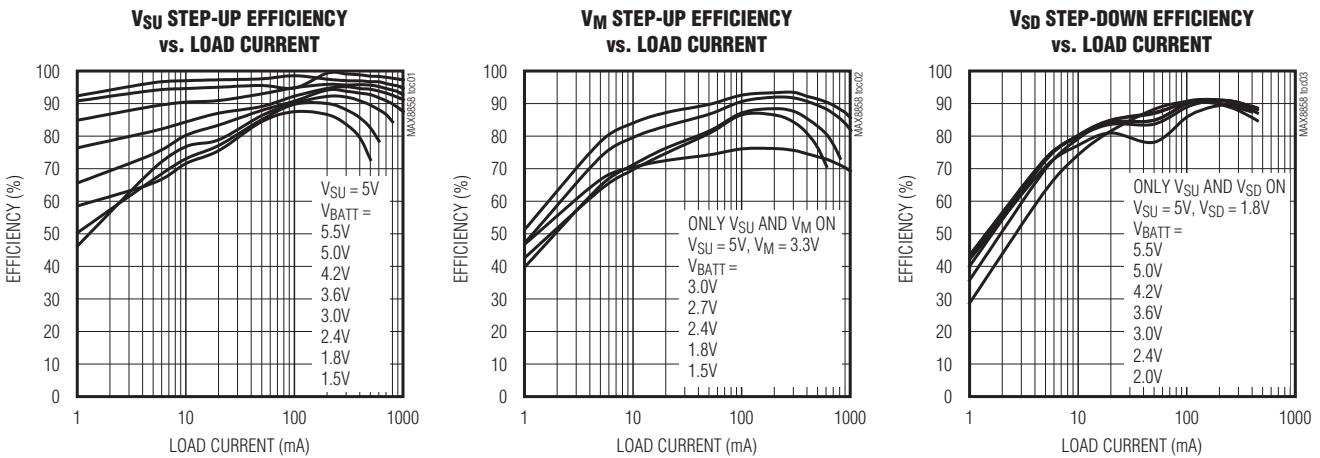
**Note 5:** The idle-mode current threshold is the transition point between fixed-frequency PWM operation and idle-mode operation. The specification is given in terms of output load current for inductor values shown in Figure 1. For the step-up converter, the idle-mode transition varies with input-to-output voltage ratio.

**Note 6:** Production tested at 1.5V. Guaranteed by design up to 5.5V.

**Note 7:** Production tested at 3.3V.

## 標準動作特性

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted.)

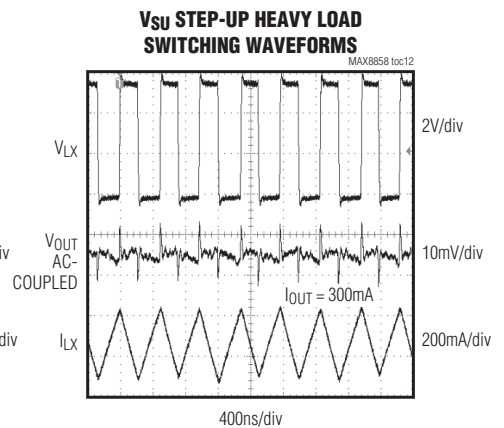
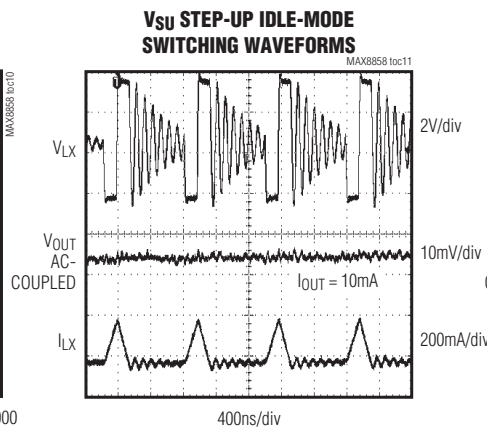
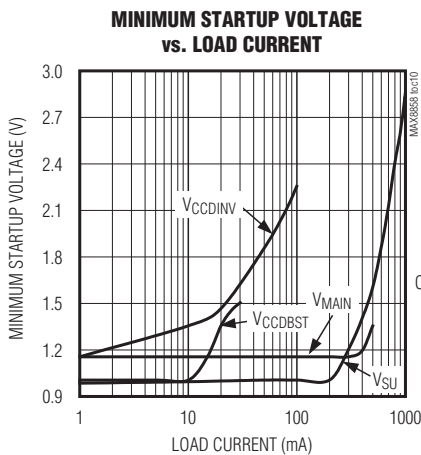
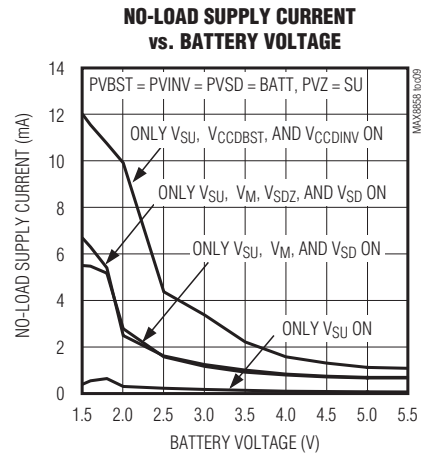
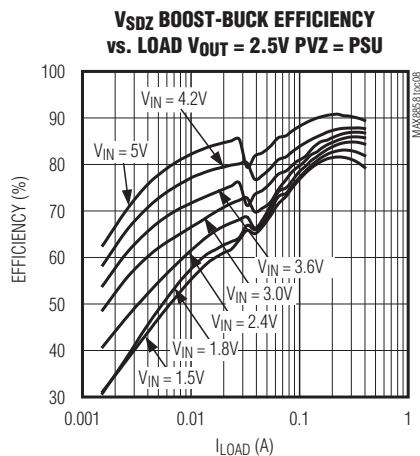
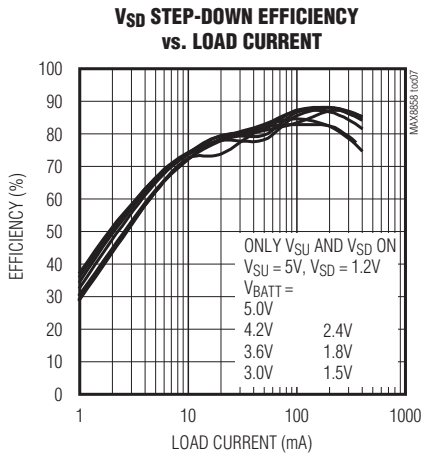
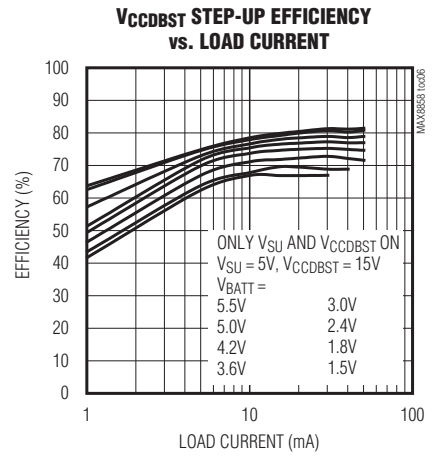
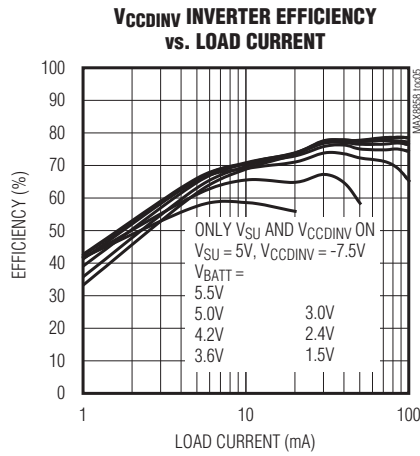
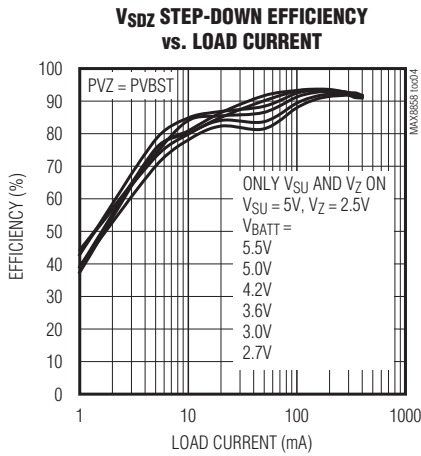


# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 標準動作特性(続き)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted).)

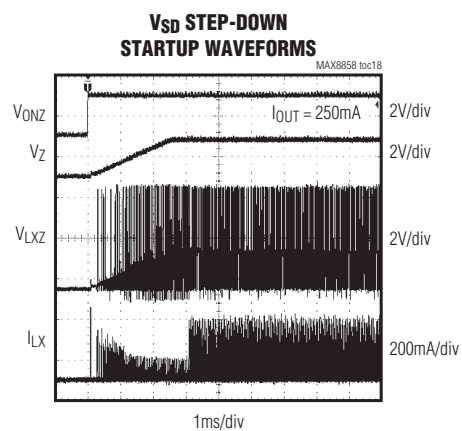
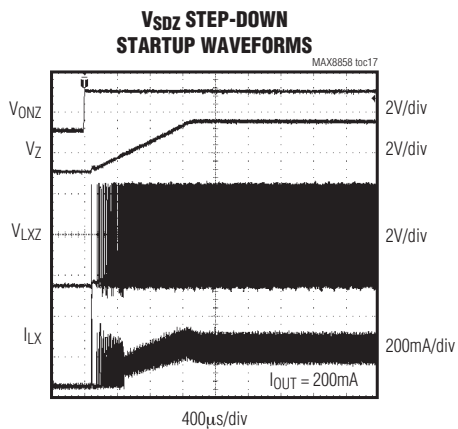
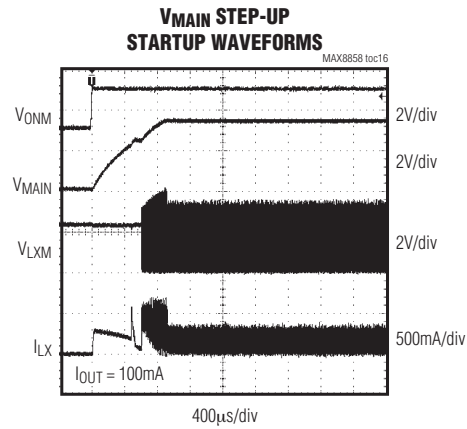
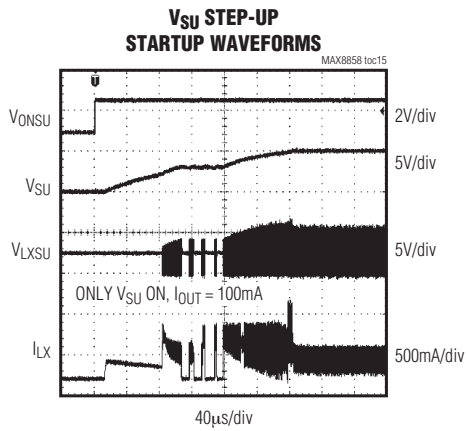
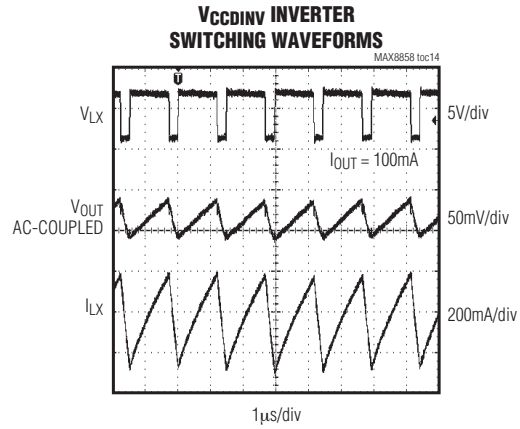
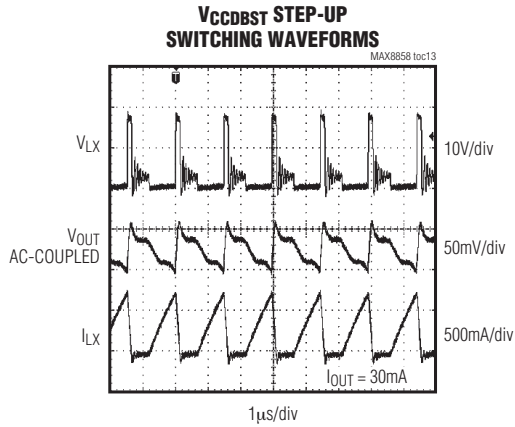


# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 標準動作特性(続き)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted.)



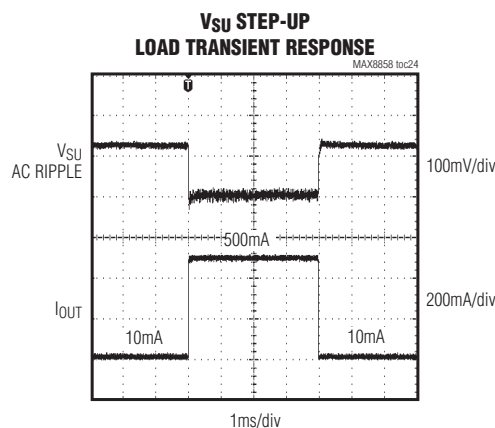
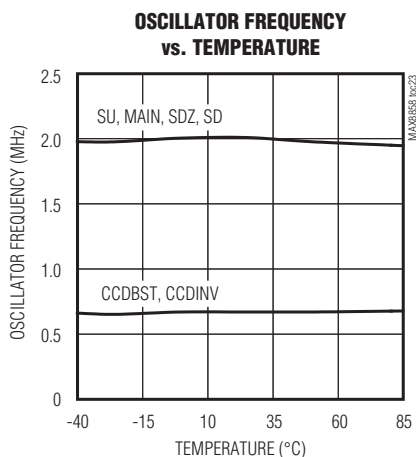
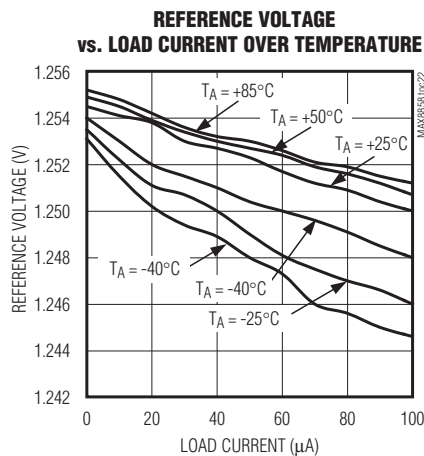
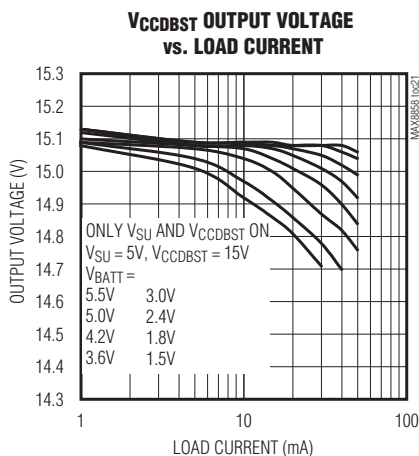
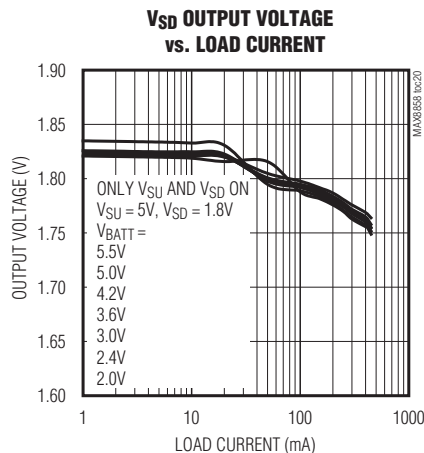
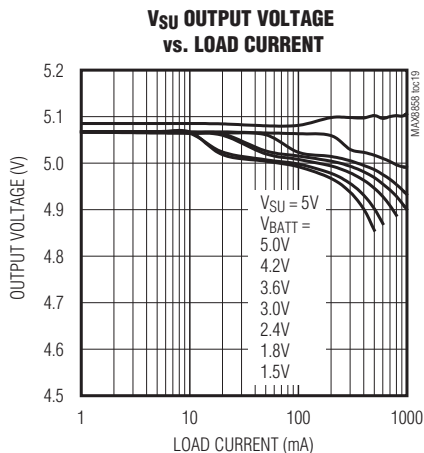


# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 標準動作特性(続き)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted.)

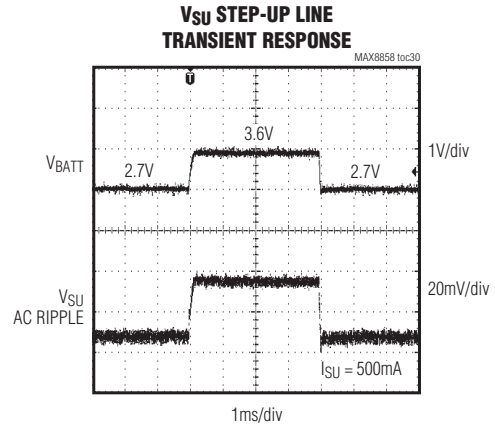
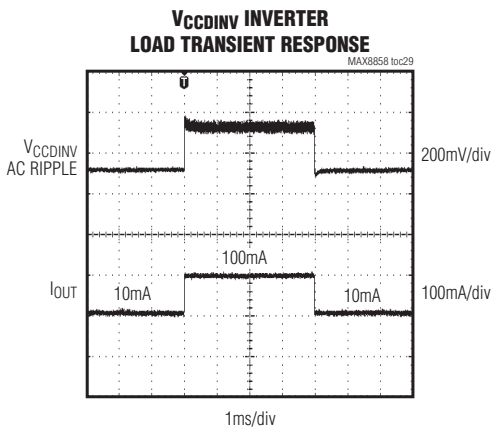
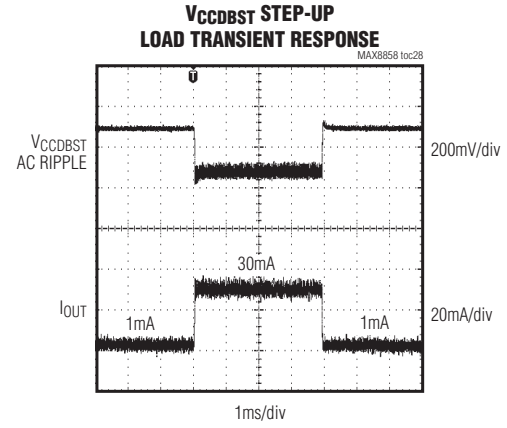
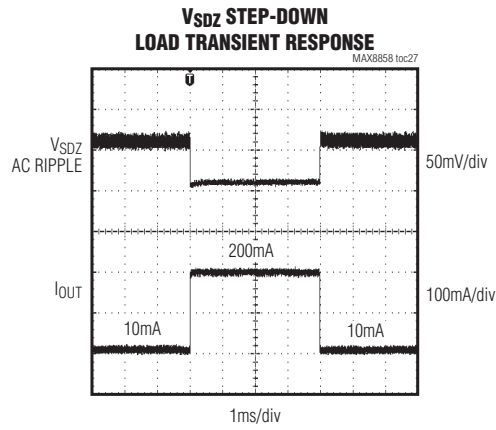
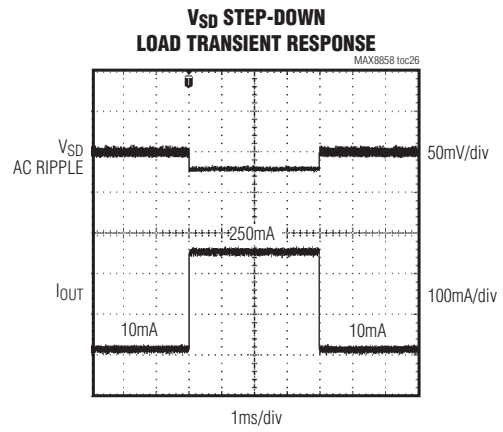
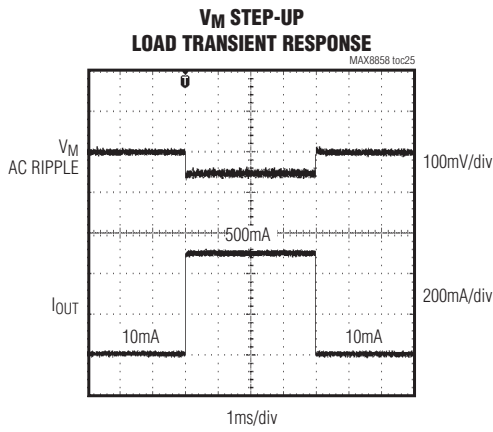


# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 標準動作特性(続き)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted.)

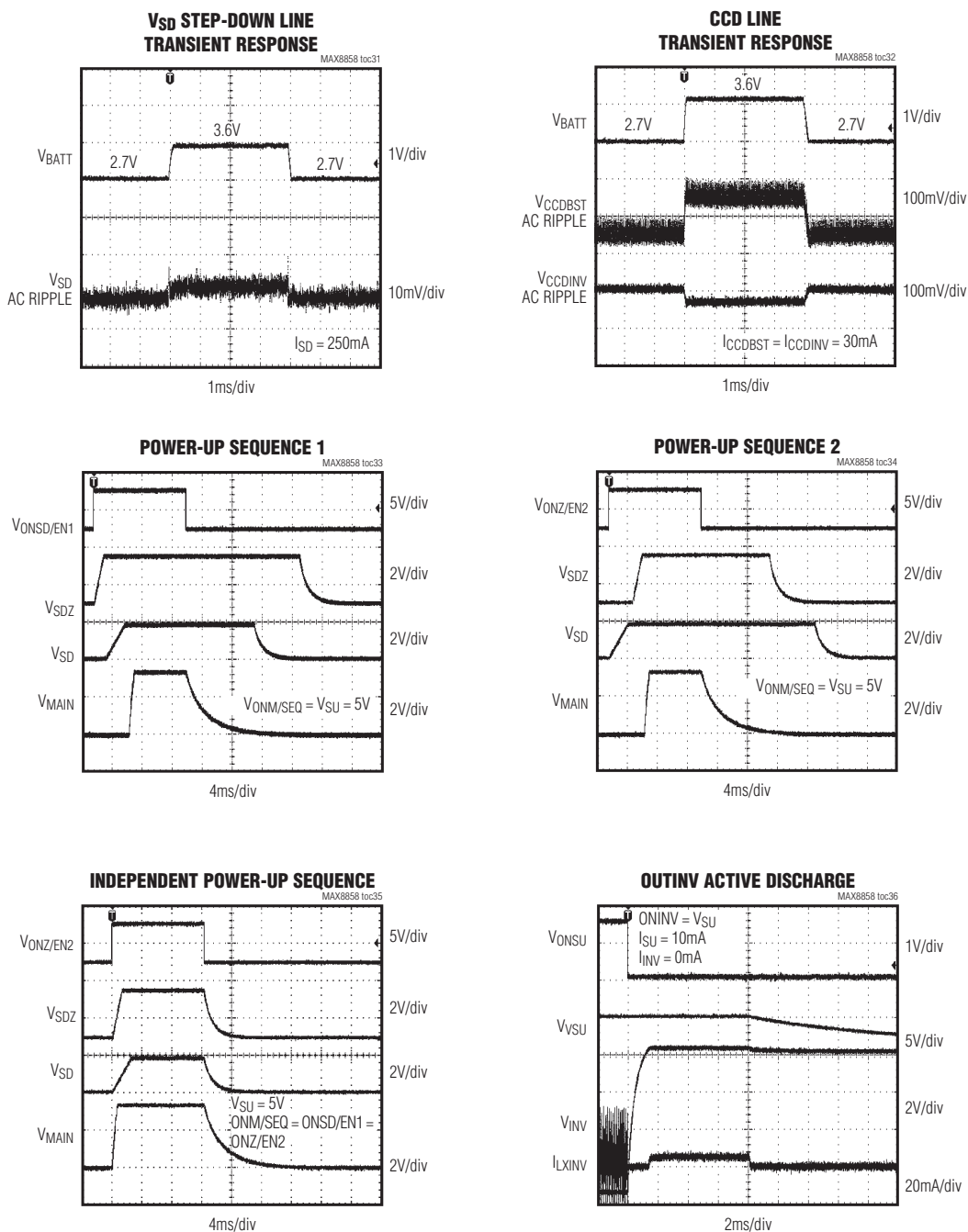


# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 標準動作特性(続き)

( $V_{PVBST} = V_{PVINV} = V_{PVSD} = 2.4V$ ,  $V_{PVM} = 3.3V$ ,  $V_{PVSU} = V_{PVZ} = 5V$ ,  $C_{REF} = 0.22\mu F$ ,  $T_A = +25^\circ C$  (circuit of Figure 1, unless otherwise noted.)



# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

## 端子説明

端子	名称	機能
1	FBM	MAINステップアップコンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッショルドは1.015Vです。FBMは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
2	ONSD/EN1	SDデュアル機能イネーブル入力。V <sub>VSU</sub> がレギュレーションに達する前にONM/SEQ = V <sub>SU</sub> の場合はONSD/EN1はパワーアップシーケンス1を選択します。V <sub>VSU</sub> がレギュレーションに達したときにONM/SEQ = GNDであればONSD/EN1によってV <sub>SD</sub> がオン/オフされます。「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。ONSD/EN1は、GNDとの間に1MΩの抵抗を内蔵しています。
3	FBSD	SDステップダウンコンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッショルドは1.015Vです。FBSDは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
4, 20	GND	アナロググランド。最高の性能を得るため、星型接続を使用して、ICの可能な限り近くでエクスポートパッド(EP)にGNDを接続してください。
5	FBZ	SDZステップダウンコンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッショルドは1.015Vです。FBZは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
6	ONZ/EN2	SDZデュアル機能イネーブル入力。V <sub>VSU</sub> がレギュレーションに達する前にONM/SEQ = V <sub>SU</sub> の場合はONZ/EN2はパワーアップシーケンス2を選択します。V <sub>VSU</sub> がレギュレーションに達したときにONM/SEQ = GNDの場合はONZ/EN2は、V <sub>SDZ</sub> をオン/オフします。「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。
7	FBINV	CCD反転コンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッショルドは0Vです。FBINVは、シャットダウン中、内部でGNDにプルダウンされています。
8	ONINV	CCD反転コンバータのオン/オフ制御入力。ONINVをSUに接続すると、CCDINVコンバータがオンになります。CCDINVは、SUステップアップコンバータがレギュレーションに達するまでオンになることはありません。
9	LXZ	SDZステップダウンコンバータのスイッチングノード。LXZは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
10	PVZ	SDZステップダウンコンバータの電源入力。ICの可能な限り近くに取り付けた1μFセラミックコンデンサでPVZをGNDにバイパスしてください。
11	LXINV	CCD反転コンバータのスイッチングノード。LXINVは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
12	OUTINV	CCD反転コンバータの放電ノード。OUTINVとINV出力コンデンサとの間に100Ωの抵抗を取り付けてください。ONINVをローに駆動するとOUTINVは、8msの間、CCDINV出力コンデンサを放電します。OUTINVは、ONINVがハイで、かつICがシャットダウン状態のときハイインピーダンスです。
13	PVINV	CCD反転コンバータの電源入力。ICの可能な限り近くに取り付けた1μFセラミックコンデンサでPVINVをGNDにバイパスしてください。
14	PVBST	CCDBSTコンバータとICの電源入力。ICの可能な限り近くに取り付けた1μFセラミックコンデンサでPVBSTをGNDにバイパスしてください。
15	SWBST	CCDBST True Shutdownスイッチ入力。LXBSTとSWBSTの間にCCDBSTコンバータ用のインダクタを接続してください。SWBSTは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
16	LXBST	CCDBSTオープンドレインのスイッチングノード。LXBSTとSWBSTの間にCCDBSTコンバータ用のインダクタを接続してください。LXBSTは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
17	ONBST	CCDブーストコンバータのオン/オフ制御入力。ONBSTをSUに接続すると、CCDBST出力がオンになります。CCDBSTは、SUステップアップコンバータがレギュレーションに達するまでオンになることはありません。ONBSTは、GNDとの間に1MΩのプルダウン抵抗を内蔵しています。
18	FBBST	CCDBSTコンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッショルドは1.02Vです。FBBSTは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

## 端子説明(続き)

端子	名称	機能
19	REF	1.25Vリファレンス出力。ICの可能な限り近くに取り付けた0.22 $\mu$ FセラミックコンデンサでREFをGNDにバイパスしてください。REFは、シャットダウン中、内部でGNDにプルダウンされています。
21	V <sub>SU</sub>	PVSUからブートストラップされる電源入力。オプションのRCフィルタを通してPVSUにV <sub>SU</sub> を接続してください。
22	ONSU	SUステップアップコンバータのオン/オフ制御入力。ONSUをPVBSTに接続すると、SU出力がオンになります。他の出力はいずれもSUステップアップコンバータがレギュレーションに達するまでオンになることはありません。ONSUは、GNDとの間に1M $\Omega$ のプルダウン抵抗を内蔵しています。
23	FBSU	SUステップアップコンバータのフィードバック入力。フィードバックのスレッシュホールドは1.015Vです。FBSUは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
24	ONM/SEQ	MAIN/SDZ/SDデュアル機能イネーブル入力。ONM/SEQは、MAIN、SDZ、およびSDコンバータ用にプリセットされたパワーアップシーケンスのいずれかを選択するか、あるいはこれらのコンバータのオン/オフ動作を独立して制御することができます。V <sub>SU</sub> がレギュレーションに達する前にONM/SEQをV <sub>SU</sub> に接続すると、プリセットされたパワーアップシーケンスを選択することができます。ONSD/EN1とONZ/EN2によって特定のパワーアップシーケンスを選択してください。あるいは、V <sub>SU</sub> がレギュレーションに達する前にONM/SEQをGNDに接続すると、MAIN、SDZ、およびSDコンバータの独立した制御を選択することができます。独立した制御を選択すると、ONM/SEQは、V <sub>MAIN</sub> コンバータのオン/オフ制御を制御します。「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。
25, 26	LXSU	SUステップアップコンバータのスイッチングノード。LXSUは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
27	PVSU	SUステップアップコンバータの電源出力。ICの可能な限り近くに取り付けた2 x 22 $\mu$ F、6.3V X5RセラミックコンデンサでPVSUをGNDにバイパスしてください。
28	PVSD	SDステップダウンコンバータの電源入力。ICの可能な限り近くに取り付けた10 $\mu$ FセラミックコンデンサでPVSDをGNDにバイパスしてください。
29	LXSD	SDステップダウンコンバータのスイッチングノード。LXSDは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
30	PVM	ステップアップコンバータの電源出力。ICの可能な限り近くに取り付けた2 x 22 $\mu$ F、6.3V X5RセラミックコンデンサでPVMをGNDにバイパスしてください。
31, 32	LXM	MAINステップアップコンバータのスイッチングノード。LXMは、シャットダウン中、ハイインピーダンスです。
—	EP	エクスポーズドパッド。EPは、すべてのコンバータの電源グラウンドに内部で接続されています。内部のボンディングワイヤがすべてのコンバータの内部電源グラウンド(PG)にエクスポーズドパッドを結合しています。EPは、最高の性能を得るため、デバイスの可能な限り近くで電源グラウンドプレーンとGNDに接続してください。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## 詳細

MAX8858は、1セルのLi+ (リチウムイオン) バッテリ、2セルのアルカリまたはNiMHバッテリーなど、さまざまな電源からの入力を受け入れ可能であり、システムはどのようなバッテリータイプも受け入れ可能なように設計されています。MAX8858には、6チャンネルのDC-DCコンバータが含まれているため、複数出力のDSC電源システムを構築することができます。

- ステップアップDC-DC同期整流コンバータ(SU)。内蔵パワーFET、内部補償、およびTrue Shutdownを装備
- MAINステップアップDC-DC同期整流コンバータ(M)。内蔵パワーFET、内部補償、True Shutdown、およびアクティブ放電機能を装備
- SDZステップダウンDC-DC同期整流コンバータ(SDZ)。内蔵パワーFET、内部補償、およびアクティブ放電機能を装備(通常、SUからステップダウン)
- コアステップダウンDC-DC同期整流コンバータ(SD)。内蔵パワーFET、内部補償、およびアクティブ放電機能を装備
- CCDステップアップDC-DCコンバータ(CCDBST)。内蔵パワーFET、内部補償、およびTrue Shutdown用の内部スイッチを装備
- CCD反転DC-DCコンバータ(CCDINV)。内蔵パワーFET、内部補償、およびアクティブ放電機能を装備。CCDINVは、追加の外付け部品を使用することなく、2つのAAバッテリーで直接動作します。

4つの同期整流DC-DCコンバータは2MHzのスイッチング周波数で動作しますが、高電圧のブーストコンバータと反転コンバータは667kHzでスイッチングされ、他方のコンバータに同期します。その他の機能としては、ソフトスタートと過負荷保護があります。ICは起動時の短絡回路に対して保護されています。つまり、SU出力が30ms以内にレギュレーションに達しなければ、デバイスがラッチオフし、MAX8858を保護します。ICは、ダイ温度が+165°Cに達するとすべての出力をラッチオフします。

2つのAAバッテリーを使用するMAX8858の標準動作回路、すなわちデュアルバッテリーの動作を図1に示します。

すべてのコンバータは、中負荷から重負荷の下で定スイッチング周波数を用いる低ノイズPWMモードで動作します。同期整流コンバータ(SU、MAIN、SD、およびSDZ)では、負荷への供給が必要な場合のみコンバータのスイッチングが行われるアイドルモードに切り替えることによって、軽負荷での効率が向上します。

SU、CCDBST、およびCCDINVコンバータについては、独立したオン/オフ制御用に個別のON\_入力を用意されていますが、デュアル機能入力によって、MAIN、SDZ、およびSDコンバータの独立したオン/オフ制御またはパワーアップシーケンスが可能です。MAX8858は、1.5V

という低い入力電圧での起動を保証しており、また入力電圧が0.9Vに低下しても動作を維持します。MAX8858には、過負荷保護とソフトスタート回路も搭載されています。ファンクションダイアグラムについては、図2を参照してください。

すべてのDC-DCコンバータはピーク電流モード制御を使用しており、内部で補償されています。すべてのコンバータは負荷ラインアーキテクチャを採用し、ループゲインを低減することによって出力コンデンサがドミナントポールになることができます。結果として、MAX8858は、負荷ラインレギュレーションによって過渡時に見られる電圧低下に対応しています。これは電圧ポジショニングと呼ばれることがあります。このアーキテクチャによって、負荷を取り除いたときの電圧オーバーシュートや、軽負荷から重負荷への過渡時の電圧低下を最小限に抑えています(「標準動作特性」の項の負荷過渡グラフを参照してください)。このように、負荷に供給される電圧は、初期のDC精度は優れているが過渡時のオーバーシュートとアンダーシュートが大きいレギュレータに比べてより効率的に仕様範囲を維持します。このタイプの応答は、負荷が短期間に大幅に変動する可能性のあるデジタルカメラでは極めて重要となります。

## SUステップアップDC-DCコンバータ

SUステップアップDC-DCスイッチングコンバータは通常、1.5V~4.2Vのバッテリー入力電圧から5Vの出力電圧を生成しますが、3.3V~5Vから出力電圧を生成することも可能です。SUの出力電圧は、MAINとSDZのコンバータの電圧出力以上でなければなりません。内部スイッチと内部同期整流器によって、95%という高い変換効率が得られます。中負荷から重負荷の下では、コンバータは一定周波数を用いた低ノイズPWMモードで動作します。固定周波数の動作で生成されるスイッチング高調波は安定しているため、簡単にフィルタリングすることができます。

SUコンバータは電流モードのコンバータです。フィードバック電圧と1Vリファレンス信号との差によって誤差信号が生成され、これによってピークインダクタ電流を設定して出力電圧をレギュレートします。ピークインダクタ電流の制限は2.3A (typ)です。インダクタ電流は、内部スイッチの両端間で検出され、内部スロープ補償信号が加算されます。

軽負荷時(1.8V入力から5Vに昇圧する場合は50mA以下)には、負荷への供給が必要な場合のみスイッチングが行われるアイドルモードによって効率が向上します。このアイドルモードのスレッシュホールドは、電流検出信号と内部リファレンスを比較することによって決定されます(図2)。アイドルモードでは、電流が10mAに低減すると、直ちに同期整流器が停止して負のインダクタ電流が防止されます。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

ステップアップ出力のPVSUは負荷を接続して起動することができます(「標準動作特性」の項を参照)。ソフトスタート期間は、出力コンデンサと負荷の大きさに比例しますが、最大7.5msに制限されます。通常動作では、PVSUがデバイスに給電します。PVSUがレギュレーションに達した後は、入力電圧が0.9Vという低い電圧に低下しても回路の動作には影響しません(ただし、昇圧コンバータから利用可能な出力電力は、非常に低い入力電圧では低減されます)。他のすべての出力は、SUがそのレギュレーション電圧に達するまでロックアウトされます。

SUステップアップコンバータには、True Shutdown機能が装備されているため、入力から出力までのボディダイオードの経路がなくなり、シャットダウン時にブースト出力をGNDまで低下することができます。このことによって、起動時の突入電流を制御することが可能になり、結果としてバッテリーの寿命が延長されます。SUは内部で補償されているため、必要な外付け部品数が低減されます。

## MAINステップアップDC-DCコンバータ

MAINステップアップDC-DCスイッチングコンバータは通常、1.5V~4.2Vのバッテリー電圧で動作します。コンバータの出力電圧は、3.3V~ $V_{VSU}$  ( $V_{VSU}$ は通常5.0Vに設定)に調整可能です。内部スイッチによって95%という高い変換効率を実現しています。

軽負荷時(1.8V入力から5Vに昇圧するときには50mA以下)には、負荷への供給が必要な場合のみスイッチングが行われるアイドルモードによって効率が向上します。このアイドルモードの電流スレッショルドは、電流検出信号と内部リファレンスを比較することによって決定されます(図2)。アイドルモードでは、電流が10mAに低減すると、直ちに同期整流器が停止して負のインダクタ電流が防止されます。

MAINコンバータは、ONSD/EN1、ONZ/EN2、およびONM/SEQの各デジタル入力の状態に応じて、プリセットされたパワーアップシーケンスによって、あるいは独立したオン/オフ制御によってイネーブルにされます。詳しくは「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。MAINには、True Shutdown機能が装備されているため、入力から出力までのDC伝導経路がなくなり、シャットダウン中にステップアップ出力をGNDまで低下することができます。シャットダウンの間、PVMIは内蔵の60Ω抵抗を通してGNDにプルダウンされます。詳細については、「シャットダウン」の項を参照してください。

## SD/SDZステップダウンDC-DCコンバータ

SDステップダウンDC-DCコンバータは、通常、DSPコアを駆動するために高効率で低出力の電圧(最低1V)を生成するように最適化されています。SDZコンバータは、DSPのDDR電源電圧用のステップダウンとして構成さ

れています。SDとSDZのステップダウンコンバータは、それぞれPVSDとPVZから駆動されます。PVSDとPVZは、ヘッドルームが十分であれば、バッテリーに直結することができます。十分でなければ、別のコンバータの出力から駆動されます。SDとSDZステップダウンコンバータは、ブーストバック動作のため、SUステップアップコンバータの出力で動作することも可能です。

中負荷から重負荷の下では、SDとSDZコンバータは一定周波数を用いた低ノイズPWMモードで動作します。軽負荷時(50mA typ)には、負荷への供給が必要な場合のみステップダウンコンバータのスイッチングが行われるアイドルモードで動作することによって効率が向上します。SDとSDZステップダウンコンバータは、SUステップアップコンバータがレギュレーションに達するまで停止したままです。

SD/SDZコンバータは、ONSD/EN1、ONZ/EN2、およびONM/SEQの各入力の状態に応じて、プリセットされたパワーアップシーケンスによって、あるいは独立したオン/オフ制御によってイネーブルにされます。「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。

## 2.5Vのブーストバック動作

2つのAAバッテリーから2.5Vまたは同程度の電圧を生成するとき、2.5Vよりも大きいかまたは小さい入力電圧に対してレギュレートされた出力を維持することができるようにブーストバック動作が必要となります。この場合、SDZステップダウンコンバータ(PVZ)の入力をSUステップアップコンバータの出力に接続します。この接続による複合効率は標準値で、最大90%です。

## CCDBSTおよびCCDINVコンバータ

MAX8858には、高電圧のブーストDC-DCコンバータと反転DC-DCコンバータが搭載されており、正と負の両方のCCD(および/またはLCD)バイアスを供給します。いずれのコンバータも固定周波数、PWM、電流モードの制御方式を使用しています。電流モードPWMコントローラの心臓部は、増幅した電流検出信号とスロープ補償ランプを加算した信号に対してフィードバック誤差信号を比較するコンパレータです。各クロックサイクルの先頭で、内部パワースイッチはオンになり、それはPWMコンパレータがトリップされるまで続きます。この期間、インダクタの電流が増大し、インダクタの磁場にエネルギーを蓄えます。パワースイッチがオフになると、インダクタは蓄えたエネルギーを解放しながら電流は減少し、出力に電力が供給されます。これらのコンバータは、667kHzのスイッチング周波数で動作します。

## CCDブーストコンバータ(CCDBST)

CCDBST高電圧ブーストコンバータは、最大18Vの正の出力電圧を生成します。内部パワースイッチ、内部True Shutdownスイッチ(PVBSTとSWBSTの間)、および外

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

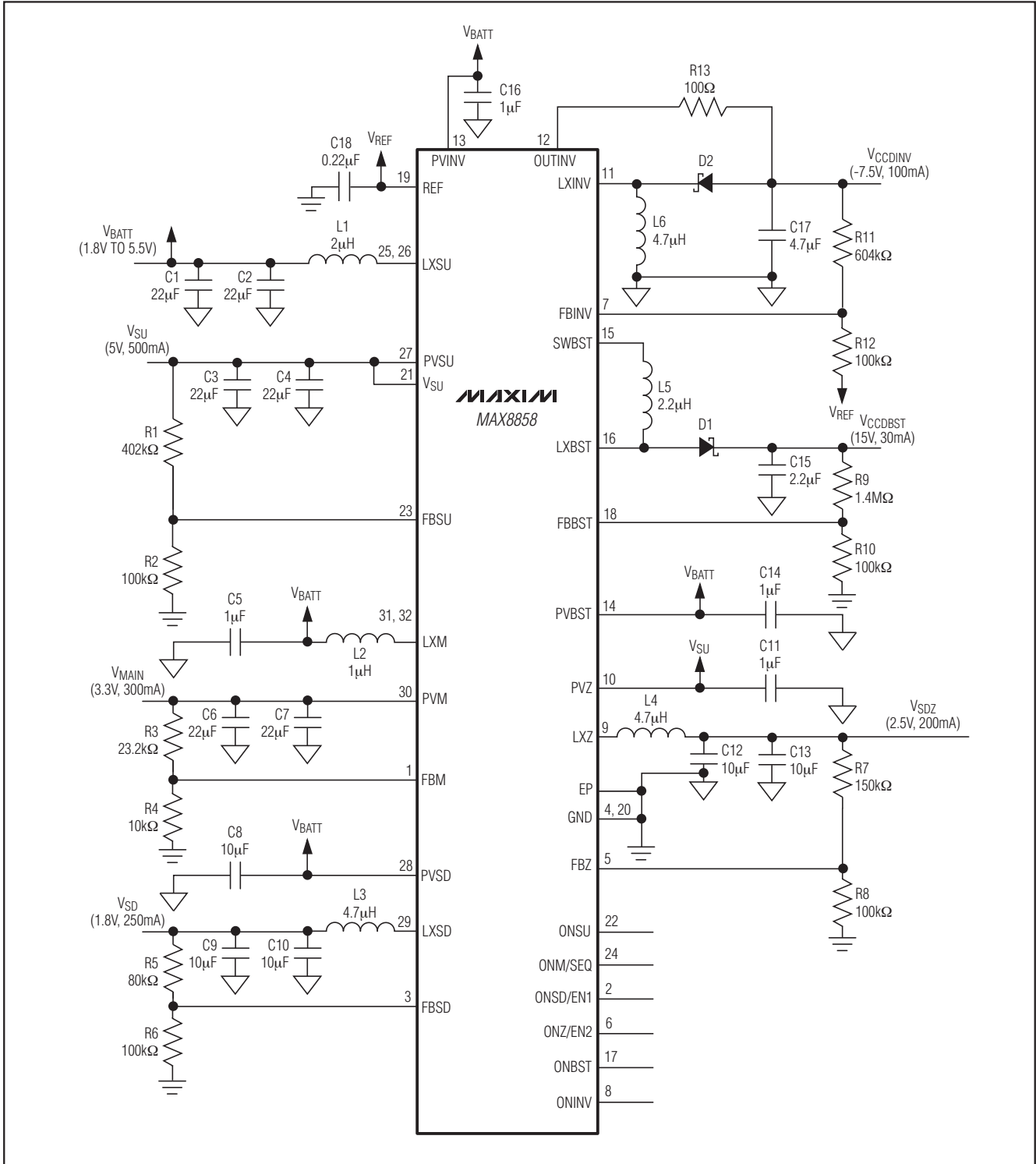


図1. MAX8858の標準アプリケーション回路



# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

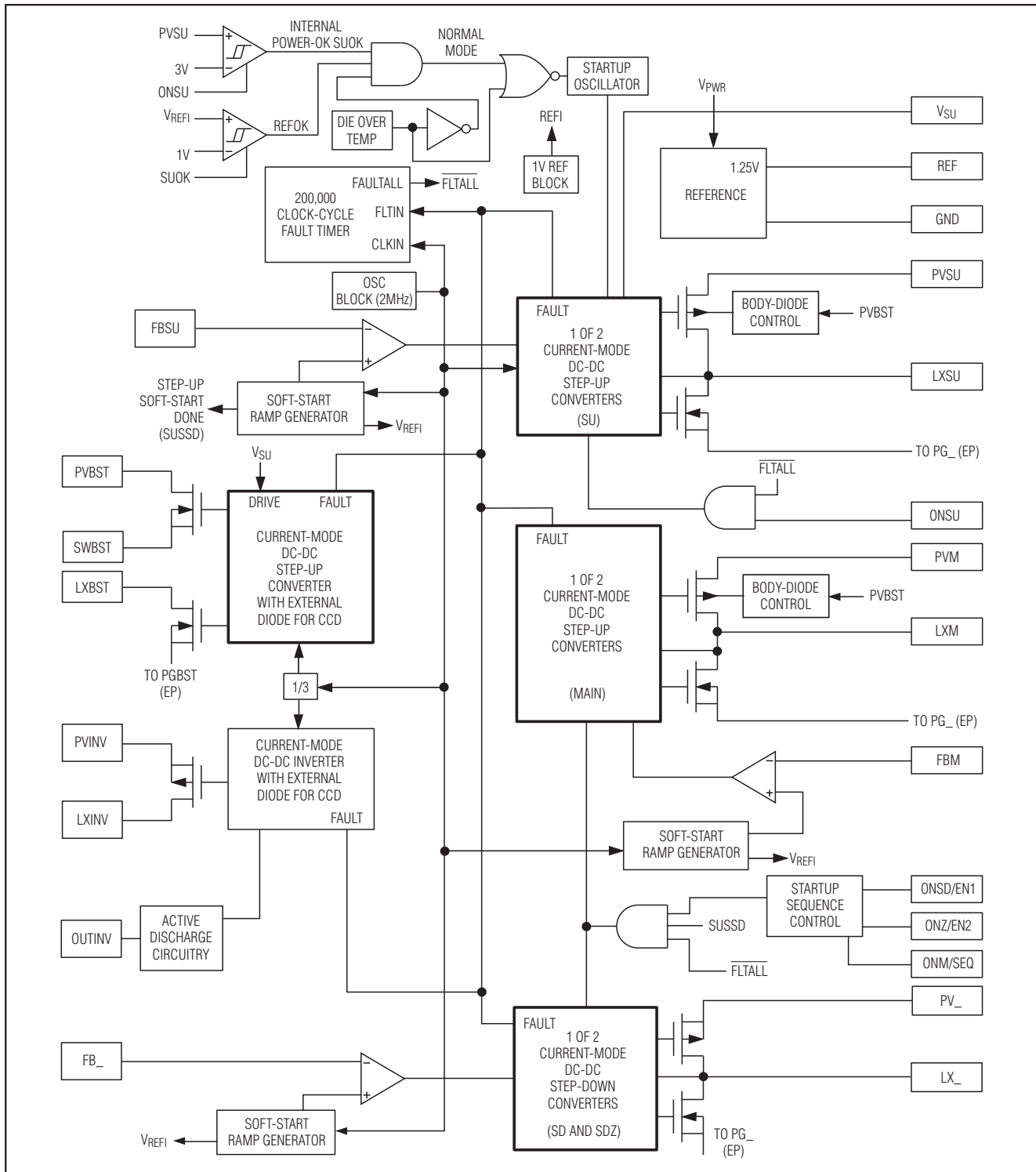


図2. MAX8858のファンクションダイアグラム

# MAX8858

## 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

付けのキャッチダイオードによって、85%という高変換効率が得られます。

内部True Shutdownスイッチは、インダクタへのバッテリー接続をオープンにすることによって負荷からバッテリーを切り離します。True Shutdownスイッチは、通常動作の間、常にオンを保ちます。CCDBSTコンバータには、ソフトスタート機能も装備されており、突入電流を制限し、起動時のバッテリー負荷を最小限に抑えます。これは、誤差アンプの入力端でリファレンス電圧を緩やかに上昇させることによって達成することができます。ブーストリファレンスは、0~1.02Vまで上昇します(ここで1.02Vはフィードバック電圧)。起動時は、ブーストコンバータの負荷スイッチがオンになってから、ブーストコンバータのリファレンス電圧が上昇します。これによって、起動時の突入電流を効率よく500mA以下に制限し、短絡保護を実現しています。

### CCDインバータ(CCDINV)

CCDINVインバータは、最低 $V_{PVINV}$  - 16Vまでの出力電圧を生成します。内部電源スイッチと外付けのキャッチダイオードによって80%という高い変換効率が可能です。インバータは、誤差アンプのリファレンス入力を1.25V~0V(ここで0Vはフィードバック電圧)まで緩やかに低下させることによってソフトスタートします。

### CCDINVアクティブ放電機能

CCDINVアクティブ放電回路は、ONINVがローに駆動されると、CCDINVコンバータの出力をGNDに強制します。このアクティブ放電回路では、GNDに放電するために十分な時間をCCDINVが備えるよう、SUコンバータが8msの間オンであることが必要です(図3を参照)。障害状態によってSUコンバータが停止すると、アクティブ放電回路は機能しなくなり、CCDINVは、そのフィードバック抵抗を通じてGNDに減衰します。OUTINVとINV出力コンデンサの間に100Ωの抵抗を取り付けてください。

### パワーアップシーケンスとオン/オフ制御 (MAIN、SDZ、SDコンバータ)

MAX8858には、MAIN、SDZ、およびSDコンバータについて、プリセットされたパワーアップシーケンスと独立したオン/オフ制御の両方が用意されています。 $V_{VSU}$ がレギュレーションに達するとONM/SEQの状態がサンプリングされて、プリセットされたパワーシーケンスを選択するのか、あるいは独立したオン/オフ制御を選択するのかが決まります。 $V_{VSU}$ がレギュレーションに達する前にONM/SEQを $V_{SU}$ に接続すると、プリセットされたパワーアップシーケンスを選択することができます。あるいは、 $V_{VSU}$ がレギュレーションに達する前にONM/SEQをGNDに接続すると、MAIN、SDZ、およびSDコンバータの独立したオン/オフ制御を選択することができます。

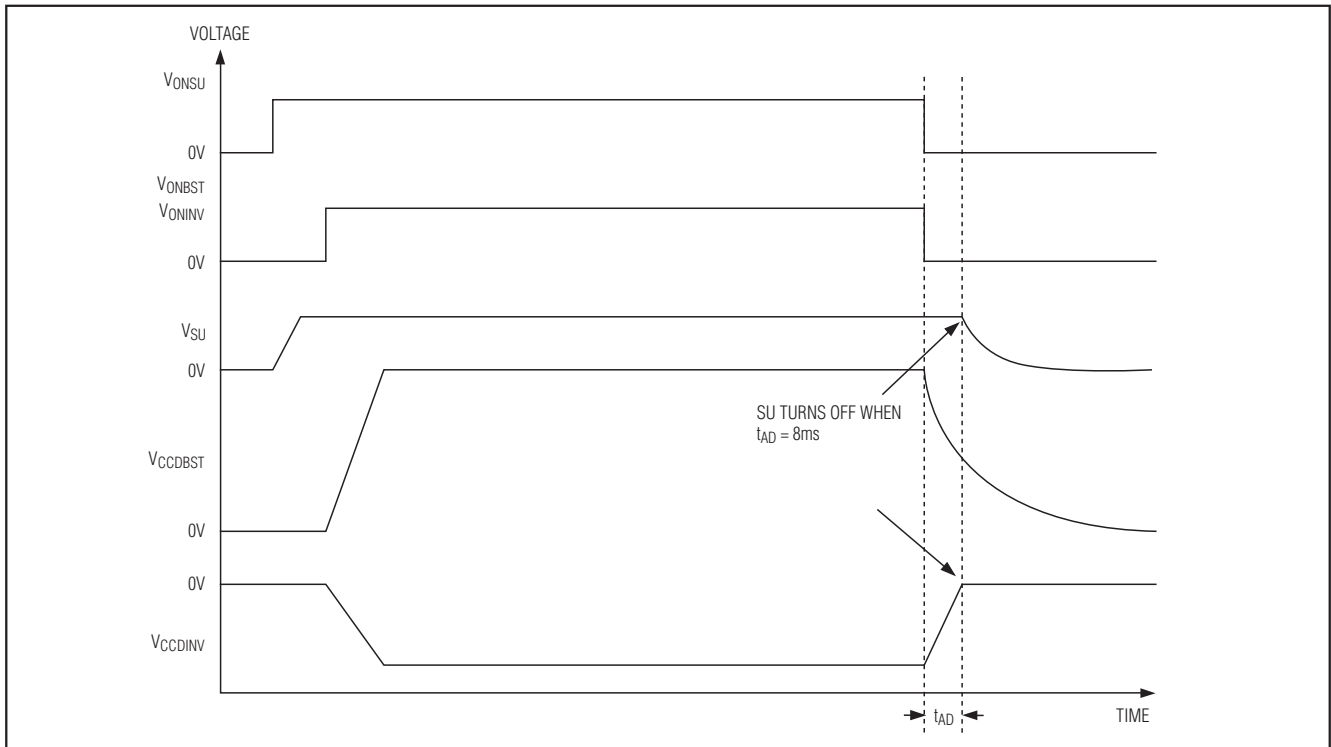


図3. CCDINVのアクティブ放電機能

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

$V_{VSU}$ がレギュレーションに達したときにONM/SEQ =  $V_{VSU}$ の場合、プリセットされたパワーアップシーケンスが選択されます。ONSD/EN1とONZ/EN2によって選択するパワーアップシーケンスが決まります。ONSD/EN1がハイに駆動された場合、パワーアップシーケンス1が選択され、SDZコンバータが最初にパワーアップされ、その後にSDコンバータ、最後にMAINコンバータがパワーアップされます(表1と図4を参照)。ONZ/EN2がハイに駆動された場合、パワーアップシーケンス2が選択され、SDコンバータが最初にパワーアップされ、その後にSDZコンバータ、最後にMAINコンバータがパワーアップされます(表1と図5)。いずれのケースでも、パワーダウンシーケンスはパワーアップシーケンスの逆になり、各コンバータ出力がアクティブに放電されます。

$V_{VSU}$ がレギュレーションに達したときにONM/SEQ = GNDの場合、MAIN、SDZ、およびSDコンバータの独立した制御が有効になります。 $V_{VSU}$ がレギュレーションに達した後、ONM/SEQ、ONSD/EN1、およびONZ/EN2は、それぞれMAIN、SD、およびSDZコンバータのオン/オフ動作を制御します(表1と図6)。各コンバータにアクティブ放電回路が備わっているため、それぞれのON<sub>1</sub>入力がローに駆動されると各出力はGNDにプルダウンされます。

## ソフトスタート

すべてのDC-DCコンバータのチャンネルにはソフトスタートの機能が備わっており、各チャンネルをレギュレーション電圧まで緩やかに上昇させることによって、突入電流を制限し、起動時の過度のバッテリー負荷を防止します。これは、チャンネルをイネーブルにしたときに、各チャンネルの誤差アンプへの内部リファレンス入力を緩やかに上昇させることによって達成可能です。

ほとんどのチャンネルにおいてソフトスタートの緩やかな上昇には約7.5msを要します。例外は、SD/SDZステップダウンコンバータです。SDZコンバータの場合には、ソフトスタートの緩やかな上昇に1.25msを要し、SDコンバータの場合には、ソフトスタートの緩やかな上昇に2.5msを要します。SDのソフトスタート時間は、他のチャンネルに比べて短くなっています。通常、SDの出力電圧がより低いからです。SDZのソフトスタート時間は、さらに短く、ONZとONSDを相互に接続したとき、SDZが最初にレギュレーションに達してからその後にSDコンバータが続きます。MAINとSUはステップアップコンバータであるため、そのソフトスタート時間は負荷に依存しますが、7.5msを超えることはありません。ただし、SUステップアップコンバータがレギュレーションに達するまで、いずれのコンバータも起動されないことに留意してください。

表1. パワーアップシーケンスとオン/オフ制御

ONM/SEQ STATE AT $V_{VSU}$ POWER-UP*	INPUT STATES AFTER $V_{VSU}$ POWER-UP			MAX8858 STARTUP BEHAVIOR
	ONSD/EN1	ONZ/EN2	ONM/SEQ	
0	0	0	0	Independent control. All converters are off.
0	0	0	1	Independent control. Only the MAIN converter turns on.
0	0	1	0	Independent control. Only the SDZ converter turns on.
0	0	1	1	Independent control. The SDZ and MAIN converters turn on.
0	1	0	0	Independent control. Only the SD converter turns on.
0	1	0	1	Independent control. The SD and MAIN converters turn on.
0	1	1	0	Independent control. The SD and SDZ converters turn on.
0	1	1	1	Independent control. All converters turn on.
1	0	0	Don't care	Preset power-up sequence. No sequence selected, all converters off.
1	0	1	Don't care	Preset power-up sequence. Power-up sequence 2 selected (see Figure 5).
1	1	0	Don't care	Preset power-up sequence. Power-up sequence 1 selected (see Figure 4).
1	1	1	Don't care	Preset power-up sequence. No sequence selected, all converters off.

\*SUコンバータがレギュレーションに達したときのONM/SEQの論理状態によって、プリセットされたパワーアップシーケンスが選択されるのか、独立したオン/オフ制御が選択されるのかが決まります。

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

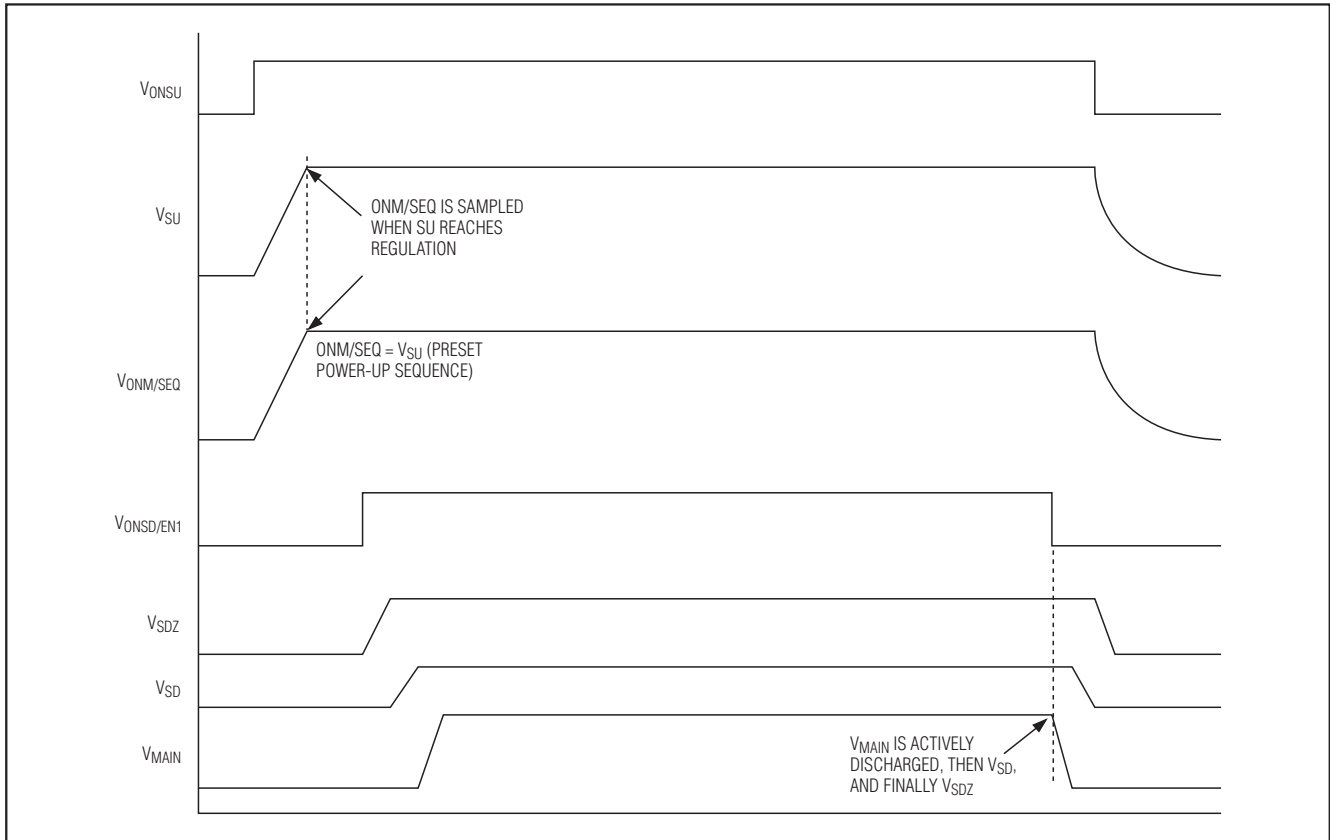


図4. パワーアップシーケンス1

## リファレンス

MAX8858は、高精度の1.250V電圧リファレンスがREFに用意されています。REFは、0.22 $\mu$ FのセラミックコンデンサでGNDにバイパスしてください。REFは外付けの負荷に対して最大100 $\mu$ Aを供給することができます。REFは、シャットダウン中、内部でGNDに強制されています。

## 発振器

動作周波数は内部で2MHzに設定されています。コンバータのすべてのチャンネルは同期していますが、同じ周波数で動作していないことに留意してください。効率を最適化するため、SU、MAIN、SD、およびSDZの各コンバータはすべて2MHzで動作し、CCDBST、およびCCDINVの各コンバータは667kHzで動作します。

## 障害保護

MAX8858は、堅牢な障害保護と過負荷保護を備えています。パワーアップの後、デバイスは、過負荷や短絡状態など、レギュレーションを外れた状態がないかどうかを監視します。いずれかのDC-DCコンバータが100msの間、障害状態のままであれば、すべての出力は、ONSUの切替えまたはICの再パワーサイクルによってSU

ステップアップDC-DCコンバータが再初期化されるまでラッチオフされます。SUの出力がレギュレーション電圧よりも10%低下すると、あるいは短絡状態になると、デバイスは即座に障害状態になります。次にデバイスは、すべての出力をシャットダウンします。すべての出力は、ONSUの切替えまたはICの再パワーサイクルによってSU DC-DCコンバータが再初期化されるまでラッチオフされたままです。

ICのパワーアップ前にSUに短絡が存在する場合、SUステップアップコンバータは、一度ソフトスタート(30ms)を実行してから、ラッチオフされます。それは $V_{SU}$ がレギュレーションに達することはないからです。ソフトスタートの期間、デバイスは約1Aの入力電流を引き込みます。MAX8858はこの状態にある期間を制限することによって熱暴走を防止します。ONSUのサイクリングまたはICへの電源投入によって、SUステップアップコンバータのソフトスタートシーケンスが再初期化されます。

CCDBSTコンバータの過負荷/短絡状態によって、CCDBSTコンバータのスイッチングは即座に停止されます。True Shutdownスイッチが、インダクタの電流を100msの間、制限します。この期間を過ぎても過負荷/短絡状態が続いた場合、デバイスは障害状態に移行します。すべてのチャンネルはシャットダウンされ、ONSUの切替えまたは

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

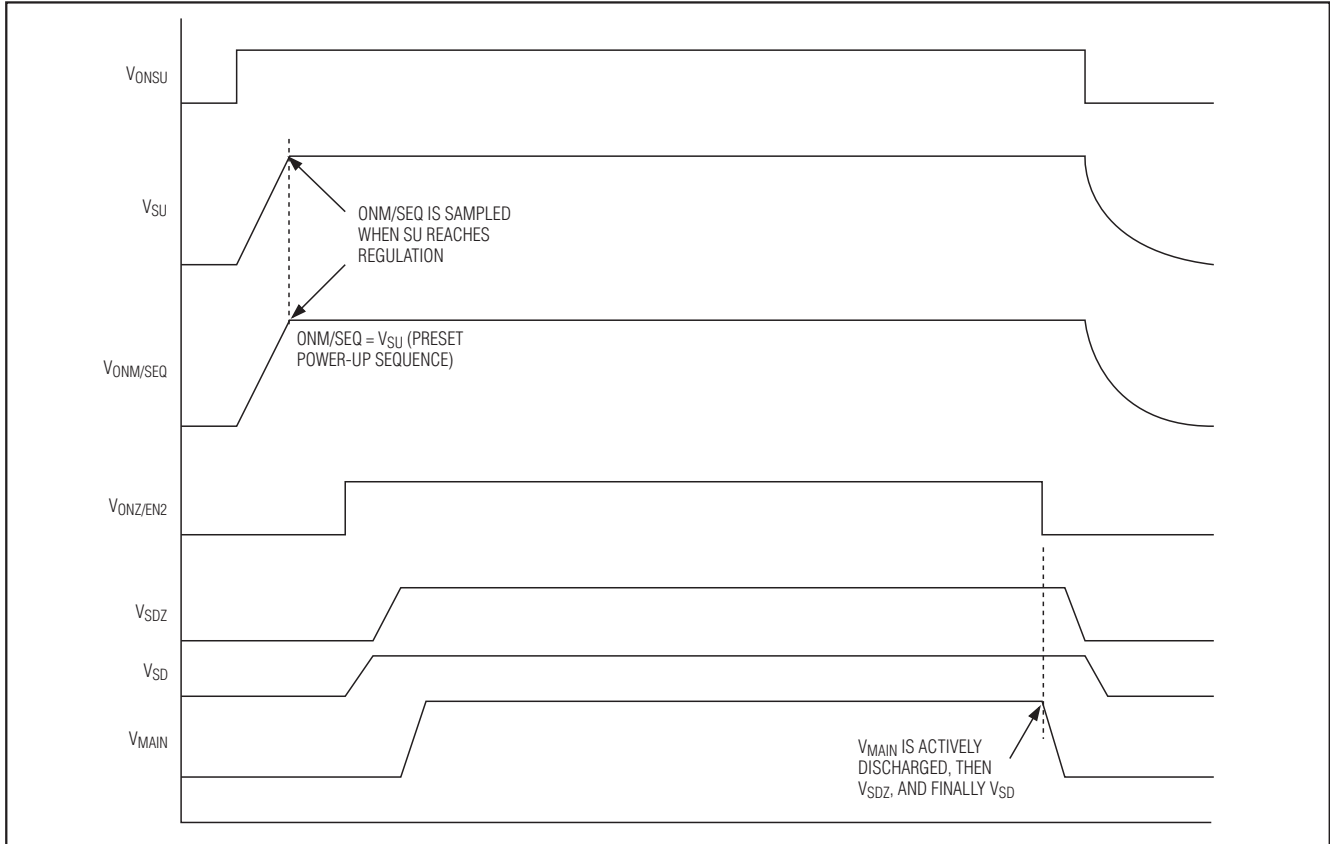


図5. パワーアップシーケンス2

ICの再パワーサイクルによってSUステップアップDC-DCコンバータが再初期化されるまでラッチオフされます。過負荷/短絡状態が100ms以内に取り除かれると、ソフトスタートが再開始されます。

他のすべての出力については、過負荷/短絡状態が100msを超えて出力で続く場合、障害状態になります。いったん障害状態になると、すべての出力はシャットダウンされ、ONSUの切替えまたはICの再パワーサイクルによってSUステップアップDC-DCコンバータが再初期化されるまでラッチオフのままになります。

## シャットダウン

SUステップアップコンバータは、ONSUにロジックハイ信号を入力することによってアクティブになります。他のコンバータはすべて、それぞれのON\_入力をロジックハイレベルにすることによって個別にアクティブになります。チャンネルの自動起動については、対応するON\_をPVSUまたは1.4Vよりも大きいロジックレベルに接続してください。あらかじめプログラム設定されたパワーアップシーケンスを選択する場合の詳細については、「パワーアップシーケンスとオン/オフ制御(MAIN、SDZ、SDコンバータ)」の項を参照してください。すべてのON\_入力(またはONSU)をロジックローに駆動すると、

MAX8858はシャットダウンモードになり、消費電流は0.1 $\mu$ Aに低減します。シャットダウン中、制御回路、内部スイッチングMOSFET、および同期整流器はオフになり、LX\_はハイインピーダンスになります。

従来のブースト回路は、シャットダウンでは、同期整流器のボディダイオードまたは外付けのショットキーダイオードが順方向バイアスされ、電流が入力から出力に流れます。コンバータのシャットダウン時にこの電流経路を避けるためには、特別な外付けスイッチと回路を使用する必要があります。MAX8858では、6つのすべてのコンバータチャンネルについて外付け回路は不要であり、True Shutdownを実現しています。

## 設計手順

### 出力電圧の設定

MAX8858のすべての出力電圧は、抵抗分圧器で設定されます。コンバータの出力から対応するFB\_入力のために抵抗分圧器を接続し、次にGNDに接続して(FBINVを除く)出力電圧を設定します。FB\_スレッショルドは、すべてのチャンネルについて1.015Vです。ただし、FBBST (1.02V)とFBINV (0V)を除きます。FB\_入力バイアス電流は50nA以下であるため、下位側の抵抗(FB\_とGND

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

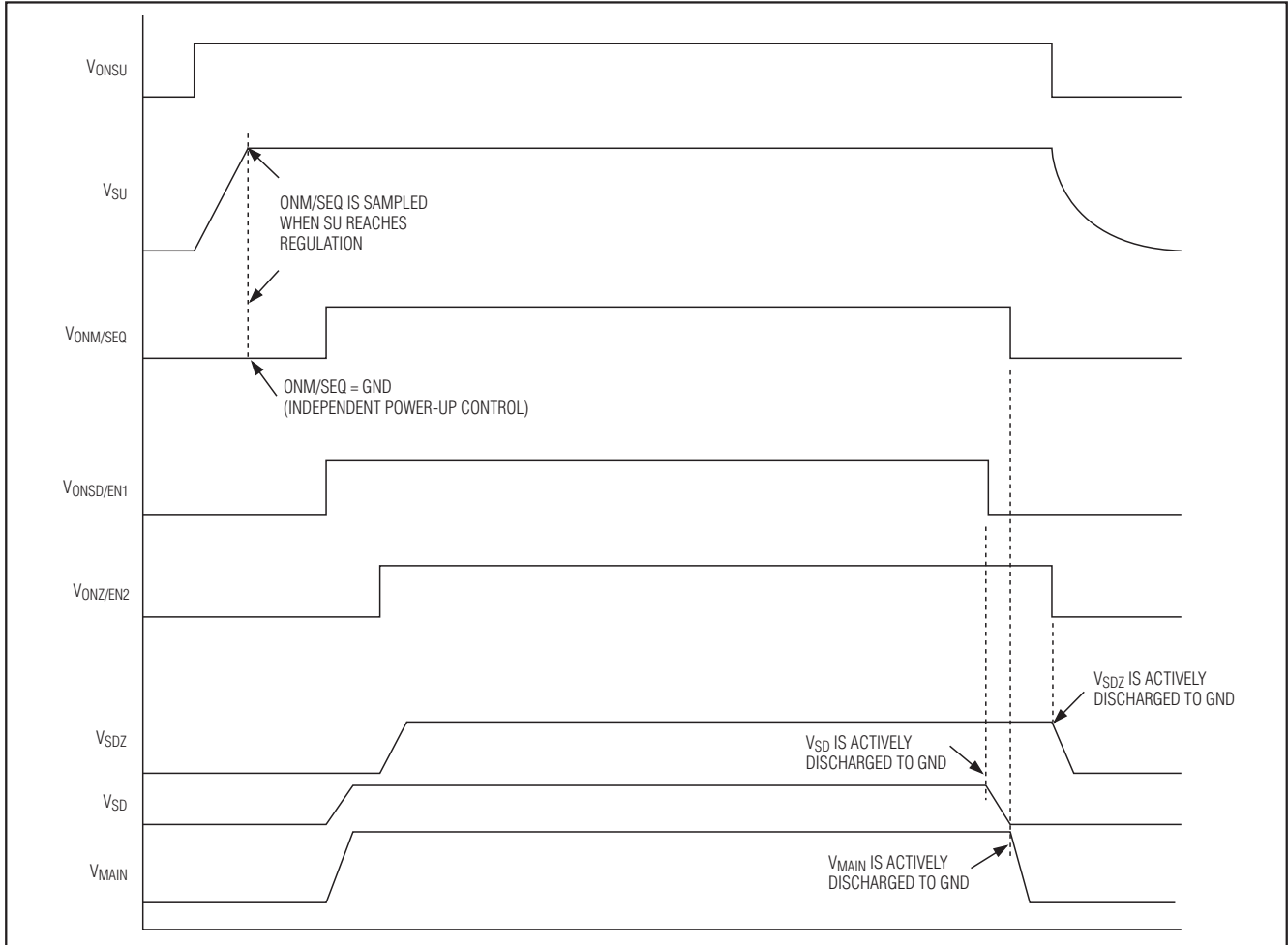


図6. 独立したパワーアップシーケンス

の間の $R_{BOTTOM}$ )を $100k\Omega$ 以下になるように選択してください。次に、上位側の抵抗(出力と $FB_{-}$ の間の $R_{TOP}$ )を次式で計算します。

$$R_{TOP} = R_{BOTTOM}[(V_{OUT}/V_{FB_{-}}) - 1]$$

ここで、 $V_{FB_{-}}$ は、特定のDC-DCコンバータチャンネルのフィードバックレギュレーション電圧です。

## インバータの出力電圧の設定

MAX8858は、CCDインバータを備えています。CCDインバータのフィードバック入力( $FB_{INV}$ )のスレッシュホールドは $0V$ です。負の出力( $V_{CCD_{INV}}$ )から $FB_{INV}$ 入力のために抵抗分圧器を接続し、次に $REF$ に接続して負の出力電圧を設定します。 $FB_{INV}$ 入力バイアス電流は $50nA$ 以下であるため、 $FB_{INV}$ と $REF$ の間の抵抗 $R_{REF}$  (図1の $R_{12}$ )を $100k\Omega$ 以下となるように選択します。次に出力と $FB_{INV}$ の間の抵抗 $R_{INV}$  (図1の $R_{11}$ )を次のようにして計算します。

$$R_{INV} = R_{REF} (I_{V_{CCD_{INV}}}/1.25V)$$

## フィルタコンデンサの選択

DC-DCコンバータの入力コンデンサによってバッテリーやその他の入力電源から引き込む電流ピークを低減し、コントローラ内のスイッチングノイズを低減します。スイッチング周波数における入力コンデンサのインピーダンスは入力源のインピーダンスより小さくなければなりません。これは高周波スイッチング電流が入力源を通過しないようにするためです。

DC-DCコンバータの出力フィルタコンデンサは、出力リップルを小さく抑え、制御ループの安定性を確保する必要があります。また出力コンデンサは、スイッチング周波数におけるインピーダンスが小さくなければなりません。セラミック、ポリマー、および低ESRのタンタルコンデンサが適していますが、セラミックコンデンサが最小のESRと高周波インピーダンスを示します。セラミック出力コンデンサによる出力リップルは、ほぼ次式のようになります。

$$V_{RIPPLE} = I_{L(PEAK)} \times [1/(2\pi f_{OSC} C_{OUT})]$$

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

出力コンデンサのESRは重要であり、制御ループの安定性に影響します。ESRが50mΩ以下のコンデンサの使用を推奨します。

## ステップアップ部品の選択

この項では、SUとMAINのステップアップコンバータの部品選択について説明します。ステップアップコンバータに必要な外付け部品は、インダクタと、入力および出力のフィルタコンデンサです。インダクタは通常、最高の効率を得るために連続電流で動作するように選択されます。例外は、ステップアップ比( $V_{OUT}/V_{IN}$ )が1/(1 -  $D_{MAX}$ )よりも大きい場合です。ここで、 $D_{MAX}$ は、「Electrical Characteristics (電気的特性)」表に記載した最大PWMデューティファクタです。

ほとんどのステップアップ設計では、次式から適切なインダクタ値( $L_{IDEAL}$ )を得ることができます。この式は、ピークトゥピークの連続インダクタ電流をDCインダクタ電流の1/3に設定しています。

$$L_{IDEAL} = [3.5 \times V_{IN(MIN)} \times D \times (1 - D)] / (I_{OUT} \times f_{OSC})$$

ここでDは、次の式で与えられるデューティファクタです。

$$D = 1 - (V_{IN}/V_{OUT})$$

$L_{IDEAL}$ が得られると、連続モードのピークトゥピークインダクタ電流は、 $I_{OUT}/[3(1 - D)]$ となります。ピークインダクタ電流は $I_{L(PEAK)} = 1.25 \times I_{OUT}/(1 - D)$ です。 $L_{IDEAL}$ よりも小さなインダクタンス値を使用すればインダクタのサイズを小さくすることができます。ただし、非常に小さい値を使用すると、インダクタ電流が増大するため、出力リップルを抑えるためには、より大きな出力コンデンサが必要となる場合があります。

電流モードのステップアップコンバータでは、出力コンデンサが制御ループの安定性に影響します。MAX8858のSUステップアップコンバータで最適な性能を得るためには、2μHのインダクタと2 x 22μF出力コンデンサを推奨します。MAINステップアップコンバータには、1μHのインダクタを使用してください。

## ステップダウン部品の選択

この項では、SDZとSDのステップダウンコンバータの部品選択について説明します。ステップダウンコンバータに必要な外付け部品は、インダクタと、入力および出力のフィルタコンデンサです。ステップダウンコンバータでは、連続インダクタ電流で最高の効率を得られます。次式から適切なインダクタ値( $L_{IDEAL}$ )を得ることができます。

$$L_{IDEAL} = [3 \times V_{IN} \times D_{SD} \times (1 - D_{SD})] / (I_{OUT} \times f_{OSC})$$

この式は、ピークトゥピークのインダクタ電流をDCインダクタ電流の1/3に設定しています。 $D_{SD}$ は、次に示す、ステップダウンスイッチのデューティサイクルです。

$$D_{SD} = V_{OUT}/V_{IN}$$

$L_{IDEAL}$ が得られると、ピークトゥピークインダクタ電流は、 $I_{OUT}/3$ となります。絶対ピークインダクタ電流は $1.17 \times I_{OUT}$ です。 $L_{IDEAL}$ よりも小さなインダクタンス値を使用すればインダクタのサイズを小さくすることができます。ただし、あまり小さな値を使用すると、インダクタ電流が増大するため、出力リップルを抑えるために、より大きな出力コンデンサが必要となります。 $L_{IDEAL}$ より大きな値を使用すると、より多くの出力電流が得られますが、通常、物理的に大きなインダクタになります。

## CCD部品の選択

### CCDのインダクタの選択

CCDBSTとCCDINVの各コンバータの高スイッチング周波数では、小さなインダクタを使用することが可能です。ほとんどのアプリケーションでは、図1のL5とL6のインダクタを推奨します。フェライトコアまたは同等品のインダクタを使用してください。粉末鉄コアを高スイッチング周波数で使用することは推奨しません。インダクタの飽和定格は、LXBSTとLXINVの電流制限を満たすか、またはこれを超える必要があります。最大限の効率を得るには、DC抵抗の低いインダクタを使用してください。表2には、CCD出力のための推奨インダクタを一覧で示しています。

### CCDのダイオードの選択

高スイッチング周波数では、高速整流器が必要です。最高の性能を得るには、CMHSH5-4やMBR0530Lなどのショットキーダイオードを推奨します。ダイオードのピーク電流定格が指定の電流制限を超えること、またブレイクダウン電圧が出力電圧を超えるようにしてください。最も好ましいのは、順方向電圧の低いショットキーダイオードですが、超高速シリコン整流器も可能です。

### CCDBSTとCCDINVの出力フィルタコンデンサ

ほとんどのアプリケーションでは、2.2μFと10μFのセラミック出力フィルタコンデンサがそれぞれCCDBSTとCCDINVの出力に適しています。低出力電流でのスペースを節約するため、あるいはより大きなリップルを許容可能な場合は、より小さい値も可能です。安定性を得るために必要な最小コンデンサ値は、次式で計算されます。CCDBST出力の安定性のため、フィルタコンデンサ $C_{BST}$ は、次の式を満足する必要があります。

$$C_{BST} > (10 \times L \times I_{BST}) / (R_{CS} \times (1 - D_{BST}) \times V_{BST}^2)$$

ここで、 $I_{BST}$ は出力電流、 $V_{BST}$ は出力電圧、 $R_{CS} = 0.015\Omega$ 、および $D_{BST}$ は、ブーストスイッチのデューティサイクルです。

$$D_{BST} = 1 - (V_{PV_{BST}}/V_{BST})$$

# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャネルPMIC

MAX8858

表2. CCDのインダクタ選択ガイド

OUTPUT VOLTAGE AND LOAD CURRENT	INDUCTOR	L (μH)	DCR (mΩ)	IsAT (A)	SIZE (mm)
15V, 50mA -7.5V, 100mA	TOKO DE2818C 1072AS-100M	10	150	0.95	3.0 x 3.2 x 1.8
	TOKO DP418C S1024AS-100M	10	100	0.92	4.2 x 4.2 x 1.8
	TOKO DE2818C 1072AS-4R7M	4.7	70	1.3	3.0 x 3.2 x 1.8
15V, 20mA -7.5V, 40mA	TOKO DE2818C 1072AS-2R2M	2.2	40	1.5	3.0 x 3.2 x 1.8
	TDK MLP2520S2R2M	2.2	80	1.3	2.5 x 2.0 x 1.0
	TDK MLP2520S4R7L	4.7	110	1.1	2.5 x 2.0 x 1.0

CCDINVの安定性のため、フィルタコンデンサC<sub>INV</sub>は、次の式を満足する必要があります。

$$C_{INV} > (3 \times L \times V_{REF} \times I_{INV}) / (R_{CS} \times (1 - D_{INV}) \times (V_{REF} - V_{INV}) \times V_{INV})$$

ここで、I<sub>INV</sub>は出力電流、V<sub>INV</sub>は出力電圧、R<sub>CS</sub> = 0.015Ω、およびD<sub>INV</sub>はインバータスイッチのデューティサイクルです。

$$D_{INV} = |V_{INV}| / (|V_{INV}| + V_{PVINV})$$

## アプリケーション情報

### 図1. 2-AA/NiMHバッテリーの動作

図1は、2セルのアルカリまたはNiMH入力(1.5V~3.6V)に対して最適化されています。SUステップアップコンバータは5Vを生成します。DSPコア用の1.8V電源は、バッテリー入力からステップダウンされます。CCDINV用の-7.5VとCCDBST用の+15Vはバッテリーから直接供給されます。

### PCBの設計

MAX8858から最適の性能を得るには、優れたPCBレイアウトが重要となります。基板設計が貧弱であると、過剰な伝導ノイズや放射ノイズが生じます。不連続な電流を流す導体や大電流経路は、可能な限り短くかつ広くしてください。LX\_ノードは可能な限り小さくして放射ノイズを低減してください。

ステップダウンコンバータの入力コンデンサ(PVSDとPVZ)およびステップアップコンバータの出力コンデンサ

(PVSUとPVM)は、それぞれのPV\_端子とエクスポートパッド(PG\_)間に接続し、最小限のトレース長でループ面積を最小限に抑える必要があります。各コンバータには、それぞれの専用電源グランドプレーンが必要です。この場合、入力と出力のバイパスコンデンサとインダクタ(INV)をともに接地して、コンバータ間のクロストークを最小限に抑えます。すべてのコンバータの電源グランドプレーンをともにエクスポートパッドに接続してください。

リファレンスバイパスコンデンサのグランド端子とフィードバック抵抗のグランドに対して個別の低ノイズアナロググランドプレーンを作成します。この低ノイズアナロググランドプレーンを単一点(エクスポートパッド)で電源グランドプレーンに接続し、電源グランド電流の影響を最小限に抑えてください。

最高の性能を得るため、リファレンスバイパスコンデンサをREFおよびAGNDのピンの可能な限り近くに配置してください。フィードバック抵抗を可能な限りデバイスの近くに配置し、FB\_ノードをLX\_トレースから離して配置することによってノイズ耐性を最大にすることができます。

PCBレイアウトの例については、MAX8858の評価キットを参照してください。

## チップ情報

PROCESS: BiCMOS



# 高効率、全MOSFET内蔵、2AA デジタルカメラシステム用の6チャンネルPMIC

MAX8858

## パッケージ

最新のパッケージ情報とランドパターンは、[japan.maxim-ic.com/packages](http://japan.maxim-ic.com/packages)をご参照ください。

パッケージタイプ	パッケージコード	ドキュメントNo.
32 Thin QFN-EP	T3255+5	<u>21-0140</u>

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

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

**Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600** \_\_\_\_\_ **25**