

東芝 CMOS 集積回路 シリコン モノリシック

TC7738WBG

SSD 用 システム電源制御 IC

1. 概要

TC7738WBG は 6 チャンネルの降圧 DC-DC コンバータと 2 チャンネルの LDO を内蔵したシステム電源 IC です。
I²C インタフェースや端子設定により、各出力電圧変更や IC 動作電圧(3.3 V or 5 V)を変更でき、さまざまなシステムへ電源供給することが可能です。
また、入力保護用に PROTECTION-SW を内蔵しています。
(*チャンネル: 以降、CH、 DC-DC コンバータ:以降、DC-DC)

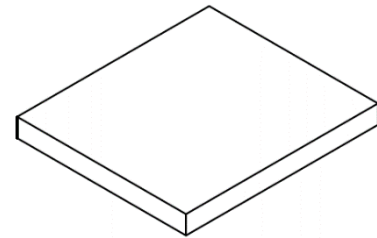
2. 用途

SSD (ソリッドステートドライブ)、携帯機器など

3. 特長

- 電源電圧 (VIN): 2.9 V ~ 5.5 V
(PVIN1 ~ 6):2.9 V ~ 5.5 V
(LDO1_IN):2.9 V ~ 5.5 V
- MODE_SEL 端子による電源電圧 3.3 V/5.0 V 時の IC 動作条件設定
- 6 CH DC-DC + 2 CH LDO
 - CH1: 2.325 V ~ 2.700 V (25 mV step)、4.0 A (MAX)
 - CH2: 1.175 V ~ 1.550 V / 1.025 V ~ 1.400 V (25 mV step)、1.0 A (MAX)
 - CH3: 1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)、2.0 A (MAX)
 - CH4: 0.825 V ~ 1.200 V / 1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)、1.0 A (MAX)
 - CH5: 0.825 V ~ 1.200 V / 0.725 V ~ 1.100 V (25 mV step)、1.0 A (MAX)
 - CH6: 0.825 V ~ 1.200 V / 0.725 V ~ 1.100 V (25 mV step)、3.5 A (MAX)
 - LDO1: 2.325 V ~ 2.700 V / 1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)、0.3 A (MAX)
 - LDO2: 3.125 V ~ 3.500 V (25 mV step)、0.3 A (MAX)
- BYPASS-SW 内蔵: CH1、LDO2
- LOAD-SW 内蔵: CH5
- 軽負荷時の効率対策 (PWM/PFM 切り替え)
- I²C インタフェースによる制御
- VSEL0 端子による DC-DC (CH1 ~ CH6)、LDO1 出力の初期値選択
- 入力 PROTECTION-SW 内蔵
- 保護機能内蔵
 - 低入力電圧検出回路 (UVLO)
 - 電源入力過電圧保護 (OVP_1)
 - 電源入力過電流リミット (OCL_1)
 - 電源入力過電流保護 (OCP)
 - 出力過電圧保護 (OVP_2)
 - 出力減電圧保護 (UVP)
 - 出力電流リミット (OCL_2)
 - 過熱保護 (TSD)
- パッケージ: S-UFBGA45-0403-0.40-001 (2.91 mm × 3.31 mm、0.4 mm Pitch)

外形図

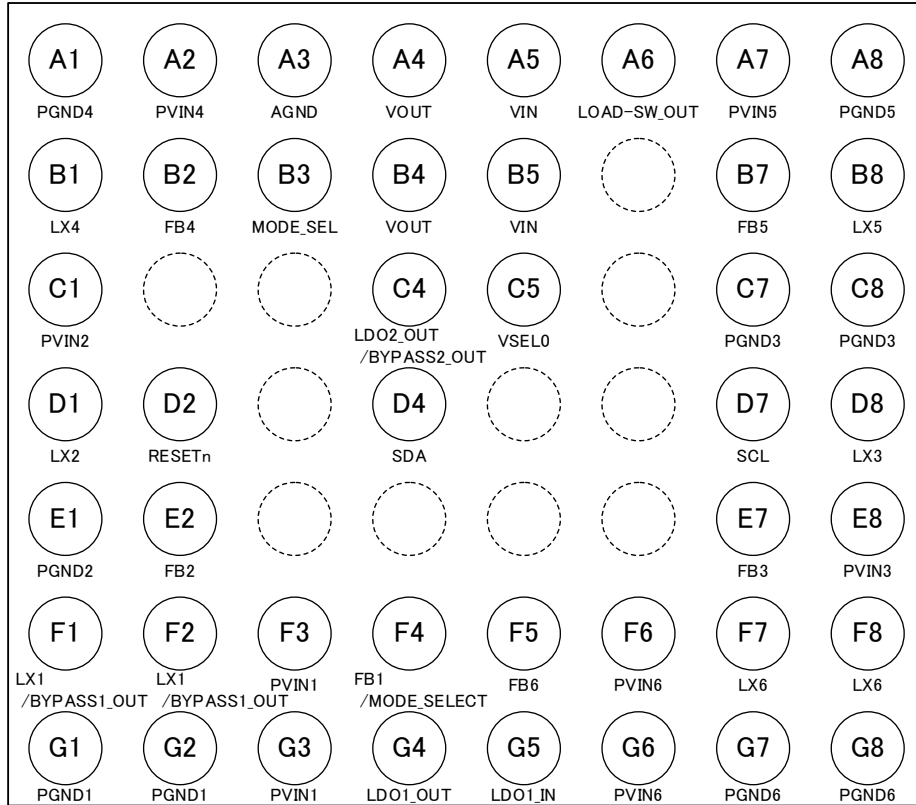


S-UFBGA45-0403-0.40-001

質量: 10 mg (標準)

4. 端子配置

TOP View



インデックス位置

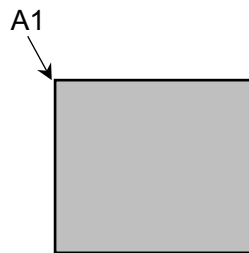


図 4-1 端子配置図

5. 端子機能説明

表 5.1 端子機能説明

端子番号	端子記号	I/O	端子機能説明
A1	PGND4	—	CH4 のグランド端子です。
A2	PVIN4	—	CH4 への電圧供給端子です。
A3	AGND	—	IC のグランド端子です。
A4、B4	VOUT	O	PROTECTION-SW 回路の出力端子です。
A5、B5	VIN	—	IC の電圧供給端子です。
A6	LOAD-SW_OUT	O	LOAD-SW の出力端子です。
A7	PVIN5	—	CH5 への電圧供給端子です。
A8	PGND5	—	CH5 のグランド端子です。
B1	LX4	O	CH4 のスイッチング出力端子です。
B2	FB4	I	CH4 の出力電圧のフィードバック端子です。
B3	MODE_SEL	I	VIN 電圧 3.3 V/5.0 V 時の IC 動作条件を設定する端子です。IC 内部の抵抗でプルアップされています。3.3 V 時は GND 接続、5 V 時は Open としてください。動作中に設定変更しないでください。
B7	FB5	I	CH5 の出力電圧のフィードバック端子で、LOAD-SW の入力端子です。
B8	LX5	O	CH5 のスイッチング出力端子です。
C1	PVIN2	—	CH2 への電圧供給端子です。
C4	LDO2_OUT /BYPASS2_OUT	O	LDO2 の出力端子です。 BYPASS MODE 時は、VOUT 端子電圧を出力します。
C5	VSEL0	I	CH1~CH6、LDO1 の出力電圧の初期値を選択する端子です。IC 内部の抵抗でプルダウンされています。GND 接続、または VOUT 接続としてください。動作中に設定変更しないでください。
C7、C8	PGND3	—	CH3 のグランド端子です。
D1	LX2	O	CH2 のスイッチング出力端子です。
D2	RESETn	O	パワーオンリセットがかかっているときに“L”を出力する端子です。プルアップ抵抗を接続してください。
D4	SDA	I/O	I ² C のデータ入出力端子です。
D7	SCL	I	I ² C のクロック入力端子です。
D8	LX3	O	CH3 のスイッチング出力端子です。
E1	PGND2	—	CH2 のグランド端子です。
E2	FB2	I	CH2 の出力電圧のフィードバック端子です。
E7	FB3	I	CH3 の出力電圧のフィードバック端子です。
E8	PVIN3	—	CH3 への電圧供給端子です。
F1、F2	LX1 /BYPASS1_OUT	O	CH1 のスイッチング出力端子です。BYPASS MODE 時は、PVIN1 端子電圧を出力します。
F3、G3	PVIN1	—	CH1 の電圧供給端子です。
F4	FB1 /MODE_SELECT	I	CH1 の出力電圧のフィードバック端子です。BYPASS MODE の設定端子も兼用しています。
F5	FB6	I	CH6 の出力電圧のフィードバック端子です。
F6、G6	PVIN6	—	CH6 への電圧供給端子です。
F7、F8	LX6	O	CH6 のスイッチング出力端子です。
G1、G2	PGND1	—	CH1 のグランド端子です。
G4	LDO1_OUT	O	LDO1 の出力端子です。
G5	LDO1_IN	—	LDO1 への電圧供給端子です。
G7、G8	PGND6	—	CH6 のグランド端子です。

6. 入出力等価回路図

表 6.1 入出力等価回路

注: 等価回路は分かりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
VIN VOUT PVIN1~6 AGND PGND1~6	
LX1/BYPASS1_OUT LX2~6	
FB1/MODE_SELECT FB2 FB3 FB4 FB6	
FB5	
LOAD-SW_OUT	
LDO1_IN LDO1_OUT	

注: 等価回路は分かりやすいように簡略化されています。

端子名	等価回路図
LDO2_OUT/ BYPASS2_OUT	
SCL	
VSEL0	
SDA	
RESETn	
MODE_SEL	

7. ブロック図

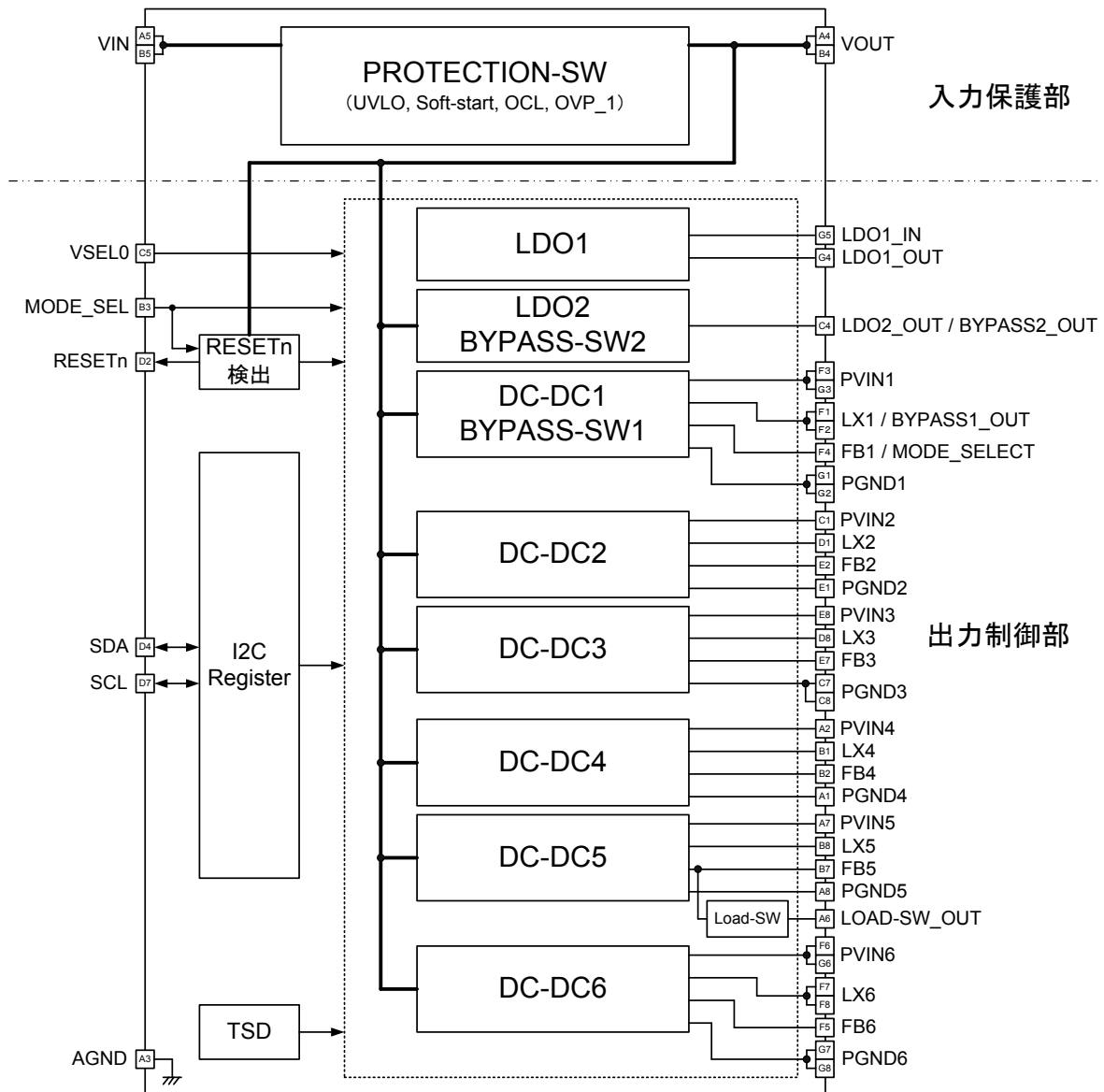


図 7-1 ブロック図

注: ブロック図内の機能ブロック / 回路 / 定数などは、機能を説明するため一部省略・簡略化している場合があります。

8. 機能仕様

8.1. 動作説明

TC7738WBG は、入力保護用の PROTECTION-SW と 6 CH の DC-DC や 2 CH の LDO の出力制御部によって構成されます。VIN に電圧が入力されると、PROTECTION-SW が ON し、出力制御部へ電圧が供給され、各 CH 出力が起動します。²I²C インタフェースを内蔵しており、出力電圧など各種設定が可能です。

MODE_SEL 端子で、RESETn のしきい値や OVP_1 しきい値電圧を設定できる為、3.3 V と 5 V の両システムでの使用が可能です。また、VSEL0 端子入力で、各 CH のデフォルト出力電圧設定が可能です。

8.2. 入力保護機能(PROTECTION-SW)

TC7738WBG は、VIN/VOUT 間に ON/OFF 制御用の低 ON 抵抗の MOSFET を内蔵しており、入力の過電圧と出力の過電流から IC を保護します。

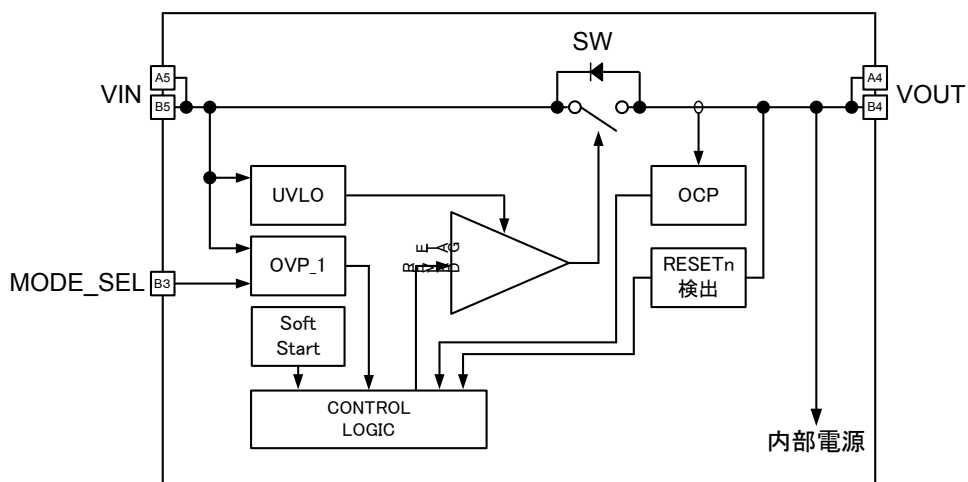


図 8-1 PROTECTION-SW ブロック図

8.2.1. 低入力電圧検出 (UVLO)

VIN 入力電圧が、UVLO 解除電圧を超えると、PROTECTION-SW が ON します。また、UVLO 検出電圧より低くなると、PROTECTION-SW は OFF され、内部回路への電圧供給が停止します。

表 8.1 PROTECTION-SW UVLO しきい値

解除/検出	しきい値
UVLO 解除 (rise/fall)	1.9 V (typ.)

8.2.2. 入力過電圧保護(OVP_1)

入力過電圧保護 (OVP_1)回路を内蔵しており、MODE_SEL 端子設定でしきい値が決まります。
VIN 電圧が OVP 検出値を上回ると、PROTECTION-SW は OFF し、OVP 解除電圧以下に回復すると ON します。

表 8.2 OVP_1 電圧

MODE_SEL	L (3.3 V モード)	Open (5.0 V モード)
OVP_1 検出 (rise)	3.9 V (typ.)	5.8 V (typ.)
OVP_1 解除 (fall)	3.8 V (typ.)	5.7 V (typ.)

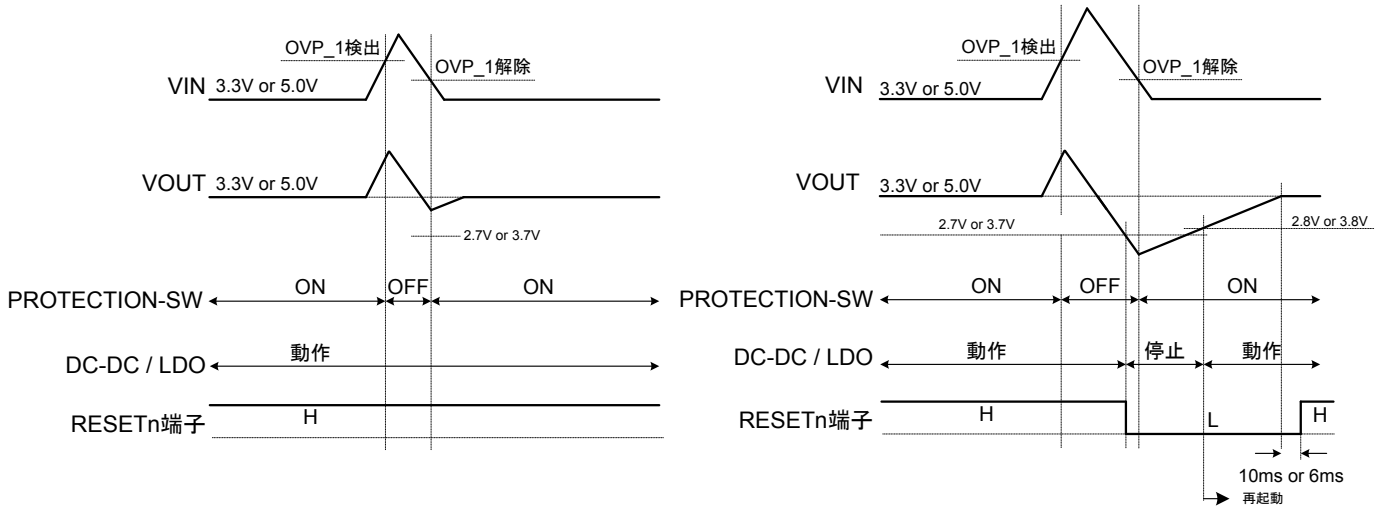


図 8-2 OVP_1 動作

8.2.3. ソフトスタート機能

VIN 入力電圧が、UVLO 解除電圧を超えると、VOUT の電圧はソフトスタート動作で上昇します。
電源投入時の突入電流を抑制するために 200 mA (max)の電流制限回路を内蔵しており、この回路で制限された電流と出力コンデンサへの充電時間によって VOUT 上昇の傾きが決まります。



注: UVLO 解除検出信号は、内部信号です。

図 8-3 ソフトスタート

8.2.4. 過電流リミット (OCL_1) /過電流保護機能 (OCP)

PROTECTION-SW に流れる電流が OCL 電流値に到達すると、入力電流は制限されます。(min 4.5 A)。

1) OCP による出力停止

入力 OCL 状態が 100 μ s 以上継続すると、全ての CH の停止と、レジスタを初期化し、RESETn = H \rightarrow L となります。また、内部の OCP カウンタを 1 カウントアップします。CH 停止により、入力 OCL 状態が解除されると、起動シーケンスに従って、各 CH が再起動します。

2) VOUT 電圧低下による出力停止

VOUT 電圧が低下し、RESETn しきい値電圧を下回った場合も、全ての CH の停止と、レジスタを初期化し、RESETn = H \rightarrow L となります。また、この場合も内部 OCP カウンタを 1 カウントアップします。CH 停止により、VOUT 電圧が復帰すると、起動シーケンスに従って、各 CH の出力が再起動します。

3) OCP による入力遮断

上記 1)、2)の出力停止が繰り返され、内部 OCP カウンタが 10 までカウントアップされると、PROTECTION-SW は OFF し、入力が遮断されます。入力遮断の解除および OCP カウンタのクリアのためには、VIN 端子電圧を UVLO 検出電圧以下に下げてください。

8.2.5. 過熱保護 (TSD)

IC の温度が 140°C (typ.)を上回ると、全ての CH の停止と、レジスタを初期化し、RESETn = H \rightarrow L となり、PROTECTION-SW を OFF します。120°C (typ.)以下に回復すると、起動シーケンスに従って再起動します。

8.3. 出力制御部

VIN への電源投入により、PROTECTION-SW が ON し、VOUT 側に電圧が供給されると、出力制御部が動作開始します。各 CH の出力電圧や入力端子は、 I^2C によるレジスタ書き込みにより設定できます。

8.3.1. RESETn 検出動作

RESETn 端子は、TC7738WBG の起動シーケンスが完了したことを外部システムに知らせる為の信号を出力します。電源投入後、VOUT 電圧が RESETn 解除しきい値を上回り VIN 電圧に到達すると、起動シーケンスが開始され、RESETn 端子は、規定の遅延時間経過後に L→H を出力します。また、電源遮断時、VOUT 電圧が RESETn 検出しきい値を下回ると、全ての CH が停止し、レジスタが初期化され、RESETn = H→L となります。(図 8-4 図 8-5、図 8-5 参照)
RESETn 端子は、Nch-MOSFET のオープンドレイン出力となっています。プルアップ抵抗を接続してください。

RESETn 検出しきい値は、MODE_SEL 端子設定により決まります。(表 8.3 参照)

RESETn 端子の出力遅延時間は、VSEL0 端子設定により決まります。(表 8.4 参照)

表 8.3 RESETn しきい値設定

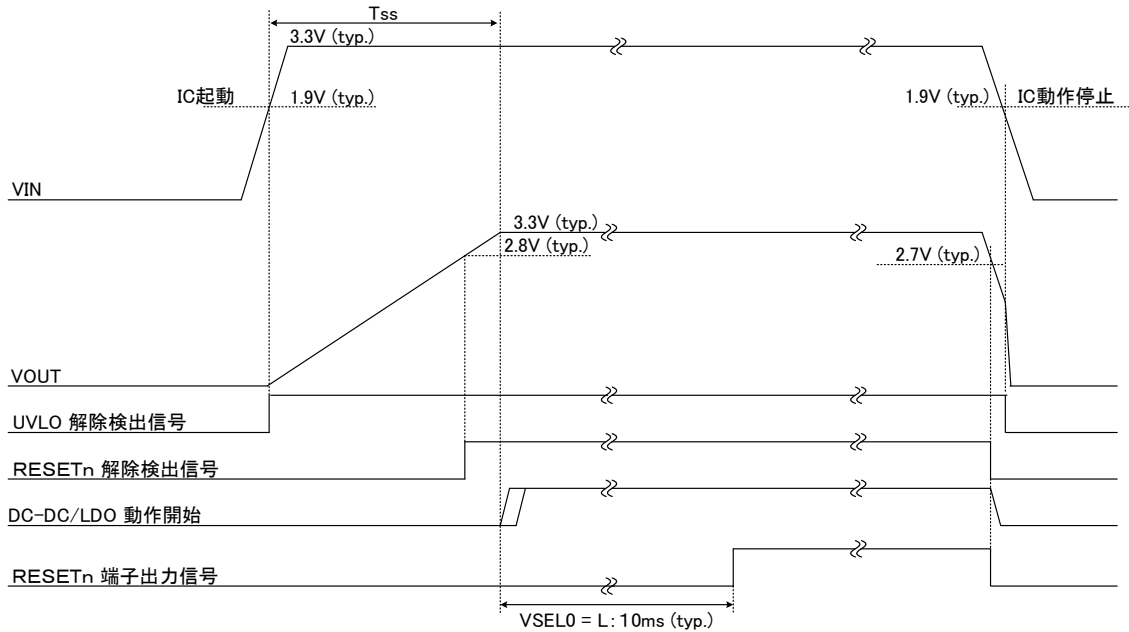
MODE_SEL	L (3.3 V モード)	Open (5.0 V モード)
RESETn 解除 (rise)	2.8 V (typ.)	3.8 V (typ.)
RESETn 検出 (fall)	2.7 V (typ.)	3.7 V (typ.)

表 8.4 RESETn 出力遅延時間設定

VSEL0	L	H
RESETn L→H 遅延時間	10 ms	6 ms

RESETn 解除/検出動作 (立ち上がり/立ち下がり動作)

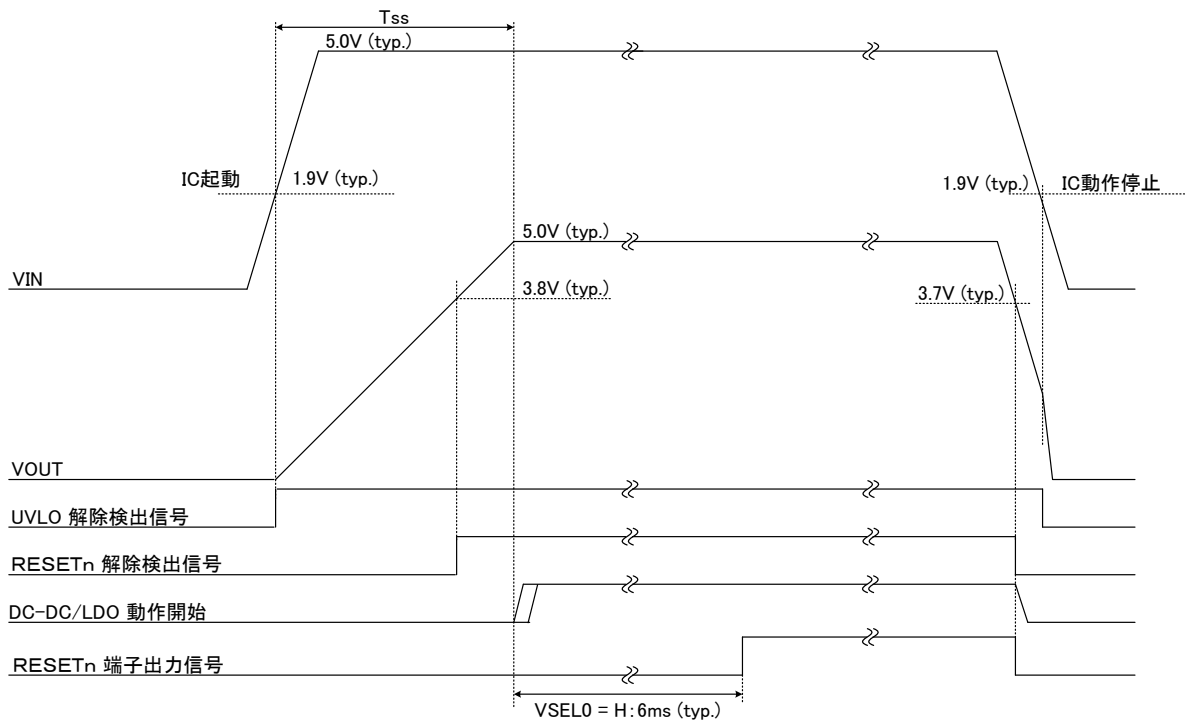
(1) VSEL0 = "L"、MODE_SEL = "L"



注: UVLO 解除検出信号/RESETn 解除検出信号は、内部信号です。

図 8-4 RESETn 解除/検出動作 (VSEL0 = "L"、MODE_SEL = "L")

(2) VSEL0 = "H"、MODE_SEL = "Open"



注: UVLO 解除検出信号/RESETn 解除検出信号は、内部信号です。

図 8-5 RESETn 解除/検出動作 (VSEL0 = "H"、MODE_SEL = "Open")

8.3.2. 出力電圧範囲

TC7738WBG の電源は、DC-DC1~ DC-DC6 と LDO1、LDO2 によって構成されており、DC-DC1 と LDO2 は、BYPASS MODE の設定が可能です。また、DC-DC5 は拡張出力用に LOAD-SW を内蔵しています。

表 8.5 電源構成

CH	出力モード (注 1)	デフォルト電圧 (注 1)	出力電圧調整範囲 (注 2)	出力電流 (MAX)	補足
CH1	DC-DC1	2.5 V	2.325 V ~ 2.700 V (25 mV step)	4.0 A	—
	BYPASS MODE	—	VOUT		
CH2	DC-DC2	1.35 V	1.175 V ~ 1.550 V (25 mV step)	1.0 A	—
		1.2 V	1.025 V ~ 1.400 V (25 mV step)		
CH3	DC-DC3	1.8 V	1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)	2.0 A	—
CH4	DC-DC4	1.0 V	0.825 V ~ 1.200 V (25 mV step)	1.0 A	—
		1.8 V	1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)		
CH5	DC-DC5	1.0 V	0.825 V ~ 1.200 V (25 mV step)	1.0 A	—
		0.9 V	0.725 V ~ 1.100 V (25 mV step)		
CH5-SW	LOAD-SW	DC-DC5 に準ずる	DC-DC5 に準ずる	0.5 A	DC-DC5 拡張出力 レジスタ(08h)で ON/OFF
CH6	DC-DC6	1.0 V	0.825 V ~ 1.200 V (25 mV step)	3.5 A	—
		0.9 V	0.725 V ~ 1.100 V (25 mV step)		
LDO1	LDO1	2.5 V	2.325 V ~ 2.700 V (25 mV step)	0.3 A	LDO1_IN が入力です。 VOUT に接続してください。
		1.8 V	1.625 V ~ 2.000 V (25 mV step)		
LDO2	LDO2	3.3 V	3.125 V ~ 3.500 V (25 mV step)	0.3 A	—
	BYPASS MODE	—	VOUT		

注 1: 出力モード、デフォルト電圧の設定は、表 8.6 を参照ください。

注 2: レジスタによる出力電圧の設定は、表 8.9 ~ 表 8.24 を参照ください。

8.3.3. デフォルト出力電圧設定

VSEL0、MODE_SEL 端子入力によって、各 CH の起動時のデフォルト電圧を設定することができます。

表 8.6 デフォルト出力電圧

VSEL0 (注 1)	L		H	
MODE_SEL (注 1)	L (3.3 V モード)	Open (5.0 V モード)	L (3.3 V モード)	Open (5.0 V モード)
CH1	FB1 = GND: BYPASS MODE	DC-DC1 = 2.5 V (注 2)	FB1 = GND: BYPASS MODE	DC-DC1 = 2.5 V (注 2)
	FB1 = Vout1: DC-DC1 = 2.5 V		FB1 = Vout1: DC-DC1 = 2.5 V	
CH2	DC-DC2 = 1.35 V		DC-DC2 = 1.2 V	
CH3	DC-DC3 = 1.8 V		DC-DC3 = 1.8 V	
CH4	DC-DC4 = 1.0 V		DC-DC4 = 1.8 V	
CH5	DC-DC5 = 1.0 V		DC-DC5 = 0.9 V	
CH6	DC-DC6 = 1.0 V		DC-DC6 = 0.9 V	
LDO1	LDO1 = 2.5 V		LDO1 = 1.8 V	
LDO2	BYPASS MODE	LDO2 = 3.3 V	BYPASS MODE	LDO2 = 3.3 V

注 1: VSEL0 と MODE_SEL 入力は、動作中に設定変更しないでください。

注 2: MODE_SEL = Open 時は、BYPASS MODE 設定 (FB1 = GND) としないでください。

8.3.4. 起動シーケンス

TC7738WBG は、eFuse に書き込むことで、各 CH の電源 ON 時のタイミング変更が可能であり、遅延時間は、SLOT 時間 0.5 ms (typ.) を 1 step とし、各チャンネルごとに SLT6 (3 ms (typ.))まで設定できます。下記は、"TC7738WBG-P00" の各電源の起動シーケンスとなります。P00 が設定コードとなります。

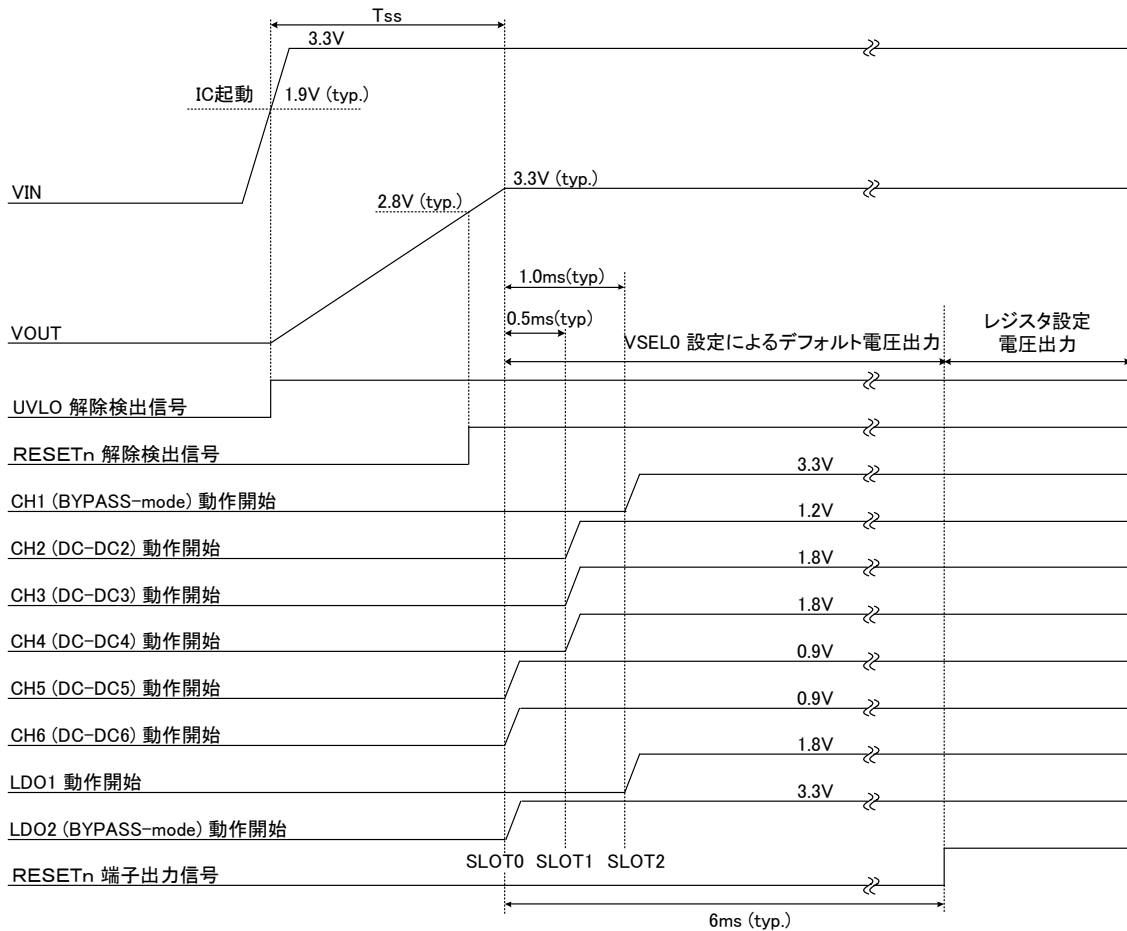
例) TC7738WBG-P00 設定

SLT0: CH5、CH6、LDO2

SLT1: CH2、CH3、CH4

SLT2: CH1、LDO1

VIN = 3.3 V、VSEL0 = H、MODE_SEL = L、FB1 = L



注: UVLO 解除検出信号/RESETn 解除検出信号は、内部信号です。

図 8-6 起動 ON シーケンス(TC7738WBG-P00)

8.3.5. 出力制御部保護機能

1) 出力過電圧保護 (OVP_2)

DC-DC1~6の出力電圧がOVP動作しきい値を上回ると、対象DC-DCのLX端子のハイサイドとローサイドのMOSFETがOFFします。検出後、出力電圧が低下し、過電圧状態が解除されるとスイッチング動作を再開します。

2) 出力減電圧保護 (UVP)

DC-DC1~6の出力電圧がUVP動作しきい値を下回った場合、対象DC-DCのLX端子のハイサイドとローサイドのMOSFETがOFFし、この状態が保持されます。解除のためには、レジスタ09hによる再起動(DC-DC*_EN=L→H)、または電源再投入が必要です。

3) 出力電流リミット (OCL_2)

- ・ DC-DC1~6

過電流状態となり、インダクタ電流のピークがOCL動作電流に達すると、出力電流が制限されます。

- ・ LDO1、LDO2

過電流状態となると、各LDOのOCL動作電流で電流制限され、フの字特性で出力電圧と電流制限値が下がります。

8.3.6. 低消費電力モード

CHごとに低消費電力動作のLow power mode (LPM)をレジスタによって設定できます。各静止時消費電流は、電気的特性を参照ください。

DC-DCやLDOの動作状態は、レジスタSLEEP(0Ch, bit0)=0のときは、レジスタDC-DCCTRL2_REG(0Bh)による設定が有効となり、SLEEP=1のときは、レジスタSLEEP_REG2(0Dh)による設定が有効となります。

表 8.7 SLEEP 信号による設定

SLEEP (0Ch, bit0)	DC-DC*_LPM、LDO*_LPM (0Bh, bit0~bit7)	DC-DC*_ALIVE、 LDO*_ALIVE (0Dh, bit0~bit7)	DC-DC*/LDO* 動作状態
0	0	X	High power mode
0	1	X	Low power mode
1	X	0	OFF
1	X	1	Low power mode

注: Low power mode は、各 CH の出力電流が 100 mA 未満で使用してください。

8.4. レジスタ

8.4.1. レジスタテーブル

レジスタテーブルについては、下表を参照してください。

表 8.8 レジスタテーブル

Address	Name	Setting
00h	DC-DC1_VSET_REG	DC-DC1 の出力レベルを設定するレジスタです。
01h	DC-DC2_VSET_REG	DC-DC2 の出力レベルを設定するレジスタです。
02h	DC-DC3_VSET_REG	DC-DC3 の出力レベルを設定するレジスタです。
03h	DC-DC4_VSET_REG	DC-DC4 の出力レベルを設定するレジスタです。
04h	DC-DC5_VSET_REG	DC-DC5 の出力レベルを設定するレジスタです。
05h	DC-DC6_VSET_REG	DC-DC6 の出力レベルを設定するレジスタです。
06h	LDO1_VSET_REG	LDO1 の出力レベルを設定するレジスタです。
07h	LDO2_VSET_REG	LDO2 の出力レベルを設定するレジスタです。
08h	LOADSW_CTRL_REG	LOAD-SW を制御するレジスタです。
09h	VOUT_CTRL_REG	各 DC-DC、LDO の Enable/Disable を制御するレジスタです。
0Ah	DC-DCCTRL1_REG	各 DC-DC のパルススキップ/PWM モードを設定するレジスタです。
0Bh	DC-DCCTRL2_REG	各 DC-DC、LDO の High/Low power mode を設定するレジスタです。
0Ch	SLEEP_REG1	SLEEP MODE を設定するレジスタです。
0Dh	SLEEP_REG2	各 DC-DC、LDO の SLEEP MODE 時の動作設定するレジスタです。

8.4.2. DC-DC1 出力電圧設定 (Address 00h)

DC-DC1 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.9 DC-DC1_VSET_REG (00h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC1_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.10 DC-DC1 出力電圧設定

設定	CH	1	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X (注 1)	
DC-DC1_VSET[3:0]	0000	2.325 V	2.325 V
	0001	2.350 V	2.350 V
	0010	2.375 V	2.375 V
	0011	2.400 V	2.400 V
	0100	2.425 V	2.425 V
	0101	2.450 V	2.450 V
	0110	2.475 V	2.475 V
	0111 (注 2)	2.500 V	2.500 V
	1000	2.525 V	2.525 V
	1001	2.550 V	2.550 V
	1010	2.575 V	2.575 V
	1011	2.600 V	2.600 V
	1100	2.625 V	2.625 V
	1101	2.650 V	2.650 V
	1110	2.675 V	2.675 V
	1111	2.700 V	2.700 V

注 1: MODE_SEL = L 時、FB1 を GND 接続すると、BYPASS MODE となります。

注 2: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.3. DC-DC2 出力電圧設定 (Address 01h)

DC-DC2 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.11 DC-DC2_VSET_REG (01h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC2_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.12 DC-DC2 出力電圧設定

設定	CH	2	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X	
DC-DC2_VSET[3:0]	0000	1.175 V	1.025 V
	0001	1.200 V	1.050 V
	0010	1.225 V	1.075 V
	0011	1.250 V	1.100 V
	0100	1.275 V	1.125 V
	0101	1.300 V	1.150 V
	0110	1.325 V	1.175 V
	0111 (注 1)	1.350 V	1.200 V
	1000	1.375 V	1.225 V
	1001	1.400 V	1.250 V
	1010	1.425 V	1.275 V
	1011	1.450 V	1.300 V
	1100	1.475 V	1.325 V
	1101	1.500 V	1.350 V
	1110	1.525 V	1.375 V
	1111	1.550 V	1.400 V

注 1: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.4. DC-DC3 出力電圧設定 (Address 02h)

DC-DC3 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.13 DC-DC3_VSET_REG (02h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC3_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.14 DC-DC3 出力電圧設定

設定	CH	3
	VSEL0	X
	MODE_SEL	X
DC-DC3_VSET[3:0]	0000	1.625 V
	0001	1.650 V
	0010	1.675 V
	0011	1.700 V
	0100	1.725 V
	0101	1.750 V
	0110	1.775 V
	0111 (注 1)	1.800 V
	1000	1.825 V
	1001	1.850 V
	1010	1.875 V
	1011	1.900 V
	1100	1.925 V
	1101	1.950 V
	1110	1.975 V
	1111	2.000 V

注 1: デフォルト出力電圧

8.4.5. DC-DC4 出力電圧設定 (Address 03h)

DC-DC4 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.15 DC-DC4_VSET_REG (03h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC4_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.16 DC-DC4 出力電圧設定

設定	CH	4	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X	
DC-DC4_VSET[3:0]	0000	0.825 V	1.625 V
	0001	0.850 V	1.650 V
	0010	0.875 V	1.675 V
	0011	0.900 V	1.700 V
	0100	0.925 V	1.725 V
	0101	0.950 V	1.750 V
	0110	0.975 V	1.775 V
	0111 (注 1)	1.000 V	1.800 V
	1000	1.025 V	1.825 V
	1001	1.050 V	1.850 V
	1010	1.075 V	1.875 V
	1011	1.100 V	1.900 V
	1100	1.125 V	1.925 V
	1101	1.150 V	1.950 V
	1110	1.175 V	1.975 V
	1111	1.200 V	2.000 V

注 1: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.6. DC-DC5 出力電圧設定 (Address 04h)

DC-DC5 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.17 DC-DC5_VSET_REG (04h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC5_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.18 DC-DC5 出力電圧設定

設定	CH	5	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X	
DC-DC5_VSET[3:0]	0000	0.825 V	0.725 V
	0001	0.850 V	0.750 V
	0010	0.875 V	0.775 V
	0011	0.900 V	0.800 V
	0100	0.925 V	0.825 V
	0101	0.950 V	0.850 V
	0110	0.975 V	0.875 V
	0111 (注 1)	1.000 V	0.900 V
	1000	1.025 V	0.925 V
	1001	1.050 V	0.950 V
	1010	1.075 V	0.975 V
	1011	1.100 V	1.000 V
	1100	1.125 V	1.025 V
	1101	1.150 V	1.050 V
	1110	1.175 V	1.075 V
	1111	1.200 V	1.100 V

注 1: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.7. DC-DC6 出力電圧設定 (Address 05h)

DC-DC6 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.19 DC-DC6_VSET_REG (05h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				DC-DC6_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.20 DC-DC6 出力電圧設定

設定	CH	6	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X	
DC-DC6_VSET[3:0]	0000	0.825 V	0.725 V
	0001	0.850 V	0.750 V
	0010	0.875 V	0.775 V
	0011	0.900 V	0.800 V
	0100	0.925 V	0.825 V
	0101	0.950 V	0.850 V
	0110	0.975 V	0.875 V
	0111 (注 1)	1.000 V	0.900 V
	1000	1.025 V	0.925 V
	1001	1.050 V	0.950 V
	1010	1.075 V	0.975 V
	1011	1.100 V	1.000 V
	1100	1.125 V	1.025 V
	1101	1.150 V	1.050 V
	1110	1.175 V	1.075 V
	1111	1.200 V	1.100 V

注 1: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.8. LDO1 出力電圧設定 (Address 06h)

LDO1 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.21 LDO1_VSET_REG (06h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				LDO1_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.22 LDO1 出力電圧設定

設定	CH	LDO1	
	VSEL0	L	H
	MODE_SEL	X	
LDO1_VSET[3:0]	0000	2.325 V	1.625 V
	0001	2.350 V	1.650 V
	0010	2.375 V	1.675 V
	0011	2.400 V	1.700 V
	0100	2.425 V	1.725 V
	0101	2.450 V	1.750 V
	0110	2.475 V	1.775 V
	0111 (注 1)	2.500 V	1.800 V
	1000	2.525 V	1.825 V
	1001	2.550 V	1.850 V
	1010	2.575 V	1.875 V
	1011	2.600 V	1.900 V
	1100	2.625 V	1.925 V
	1101	2.650 V	1.950 V
	1110	2.675 V	1.975 V
	1111	2.700 V	2.000 V

注 1: VSEL0 によるデフォルト出力電圧

8.4.9. LDO2 出力電圧設定 (Address 07h)

LDO2 出力電圧を設定するレジスタです。

表 8.23 LDO2_VSET_REG (07h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved				LDO2_VSET[3:0]			
Default	0	0	0	0	0	1	1	1
Read/Write	R	R	R	R	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.24 LDO2 出力電圧設定

設定	CH	LDO2	
	VSEL0	X	
	MODE_SEL	L	Open
LDO2_VSET[3:0]	0000	BYPASS MODE	3.125 V
	0001		3.150 V
	0010		3.175 V
	0011		3.200 V
	0100		3.225 V
	0101		3.250 V
	0110		3.275 V
	0111 (注 1)		3.300 V
	1000		3.325 V
	1001		3.350 V
	1010		3.375 V
	1011		3.400 V
	1100		3.425 V
	1101		3.450 V
	1110		3.475 V
	1111		3.500 V

注 1: MODE_SEL によるデフォルト出力電圧

8.4.10. LOAD-SW 設定 (Address 08h)

LOAD-SW を設定するレジスタです。

表 8.25 LOAD-SW_CTRL_REG (08h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved							LDSW-ON
Default	0	0	0	0	0	0	0	0
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W

表 8.26 LOAD-SW 制御

LDSW_ON	内容
0	LOAD -SW OFF
1	LOAD -SW ON

8.4.11. DC-DC、LDO 出力設定 (Address 09h)

各 DC-DC、LDO 出力の Enable / Disable を制御するレジスタです。

表 8.27 VOUT_CTRL_REG (09h)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	DC-DC1_EN	DC-DC2_EN	DC-DC3_EN	DC-DC4_EN	DC-DC5_EN	DC-DC6_EN	LDO1_EN	LDO2_EN
Default	1	1	1	1	1	1	1	1
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.28 DC-DC、LDO 出力設定

・DC-DC1 Enable / Disable 設定

DC-DC1_EN	内容
0	DC-DC1 Disable
1	DC-DC1 Enable

・DC-DC5 Enable / Disable 設定

DC-DC5_EN	内容
0	DC-DC5 Disable
1	DC-DC5 Enable

・DC-DC2 Enable / Disable 設定

DC-DC2_EN	内容
0	DC-DC2 Disable
1	DC-DC2 Enable

・DC-DC6 Enable / Disable 設定

DC-DC6_EN	内容
0	DC-DC6 Disable
1	DC-DC6 Enable

・DC-DC3 Enable / Disable 設定

DC-DC3_EN	内容
0	DC-DC3 Disable
1	DC-DC3 Enable

・LDO1 Enable / Disable 設定

LDO1_EN	内容
0	LDO1 Disable
1	LDO1 Enable

・DC-DC4 Enable / Disable 設定

DC-DC4_EN	内容
0	DC-DC4 Disable
1	DC-DC4 Enable

・LDO2 Enable / Disable 設定

LDO2_EN	内容
0	LDO2 Disable
1	LDO2 Enable

8.4.12. DC-DC パルススキップ / PWM モード設定 (Address 0Ah)

各 DC-DC (軽負荷時)のパルススキップ / PWM モードを選択するレジスタです。

表 8.29 DC-DCCTRL1_REG (0Ah)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	DC-DC1_PWM	DC-DC2_PWM	DC-DC3_PWM	DC-DC4_PWM	DC-DC5_PWM	DC-DC6_PWM	Reserved	
Default	0	0	0	0	0	0	0	0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R	R

表 8.30 DC-DC パルススキップ / PWM モード設定

・DC-DC1 Enable / Disable 設定

DC-DC1_PWM	内容
0	DC-DC1 パルススキップモード
1	DC-DC1 PWM モード

・DC-DC4 Enable / Disable 設定

DC-DC4_PWM	内容
0	DC-DC4 パルススキップモード
1	DC-DC4 PWM モード

・DC-DC2 Enable / Disable 設定

DC-DC2_PWM	内容
0	DC-DC2 パルススキップモード
1	DC-DC2 PWM モード

・DC-DC5 Enable / Disable 設定

DC-DC5_PWM	内容
0	DC-DC5 パルススキップモード
1	DC-DC5 PWM モード

・DC-DC3 Enable / Disable 設定

DC-DC3_PWM	内容
0	DC-DC3 パルススキップモード
1	DC-DC3 PWM モード

・DC-DC6 Enable / Disable 設定

DC-DC6_PWM	内容
0	DC-DC6 パルススキップモード
1	DC-DC6 PWM モード

8.4.13. DC-DC Low power mode 設定 (Address 0Bh)

各 DC-DC の High power / Low power mode の選択レジスタです。

表 8.31 DC-DCCTRL2_REG (0Bh)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	DC-DC1_LPM	DC-DC2_LPM	DC-DC3_LPM	DC-DC4_LPM	DC-DC5_LPM	DC-DC6_LPM	LDO1_LPM	LDO2_LPM
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

このレジスタによる、High power mode / Low power mode の設定は、SLEEP = 0 だけ有効となります。

表 8.32 DC-DC、LDO High / Low power mode 設定

・DC-DC1 High / Low power mode 設定

DC-DC1_LPM	内容
0	DC-DC1 High power mode
1	DC-DC1 Low power mode

・DC-DC5 High / Low power mode 設定

DC-DC5_LPM	内容
0	DC-DC5 High power mode
1	DC-DC5 Low power mode

・DC-DC2 High / Low power mode 設定

DC-DC2_LPM	内容
0	DC-DC2 High power mode
1	DC-DC2 Low power mode

・DC-DC6 High / Low power mode 設定

DC-DC6_LPM	内容
0	DC-DC6 High power mode
1	DC-DC6 Low power mode

・DC-DC3 High / Low power mode 設定

DC-DC3_LPM	内容
0	DC-DC3 High power mode
1	DC-DC3 Low power mode

・LDO1 High / Low power mode 設定

LDO1_LPM	内容
0	LDO1 High power mode
1	LDO1 Low power mode

・DC-DC4 High / Low power mode 設定

DC-DC4_LPM	内容
0	DC-DC4 High power mode
1	DC-DC4 Low power mode

・LDO2 High / Low power mode 設定

LDO2_LPM	内容
0	LDO2 High power mode
1	LDO2 Low power mode

8.4.14. SLEEP MODE 設定 (Address 0Ch)

SLEEP MODE を設定するレジスタです。

表 8.33 SLEEP_REG1 (0Ch)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	Reserved							SLEEP
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Read/Write	R	R	R	R	R	R	R	R/W

表 8.34 SLEEP MODE 設定

SLEEP	内容
0	SLEEP MODE 終了
1	SLEEP MODE 移行

8.4.15. SLEEP MODE 設定 (Address 0Dh)

SLEEP MODE 時の各 DC-DC、LDO の状態を設定するレジスタです。

表 8.35 SLEEP_REG2 (0Dh)

Bit	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
Name	DC-DC1 _ALIVE	DC-DC2 _ALIVE	DC-DC3 _ALIVE	DC-DC4 _ALIVE	DC-DC5 _ALIVE	DC-DC6 _ALIVE	LDO1 _ALIVE	LDO2 _ALIVE
Reset	0	0	0	0	0	0	0	0
Read/Write	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W	R/W

表 8.36 DC-DC、LDO SLEEP MODE 設定

・DC-DC1 SLEEP MODE 設定

DC-DC1_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC1 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC1 Low power mode 動作

・DC-DC2 SLEEP MODE 設定

DC-DC2_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC2 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC2 Low power mode 動作

・DC-DC3 SLEEP MODE 設定

DC-DC3_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC3 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC3 Low power mode 動作

・DC-DC4 SLEEP MODE 設定

DC-DC4_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC4 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC4 Low power mode 動作

・DC-DC5 SLEEP MODE 設定

DC-DC5_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC5 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC5 Low power mode 動作

・DC-DC6 SLEEP MODE 設定

DC-DC6_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、DC-DC6 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、DC-DC6 Low power mode 動作

・LDO1 SLEEP MODE 設定

LDO1_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、LDO1 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、LDO1 Low power mode 動作

・LDO2 SLEEP MODE 設定

LDO2_ALIVE	内容
0	SLEEP = 1 時、LDO2 動作 OFF
1	SLEEP = 1 時、LDO2 Low power mode 動作

SLEEP MODE ON/OFF 時のシーケンス例

(1) VSEL0 = "L"、MODE_SEL = "L"

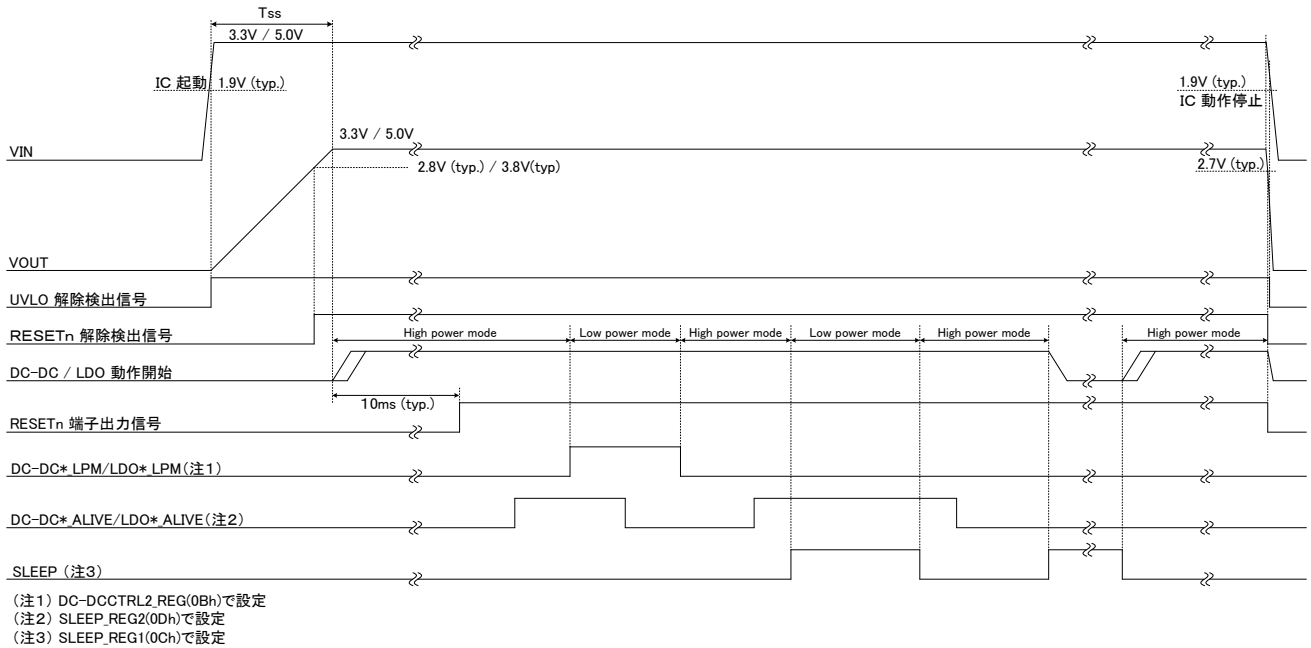


図 8-7 SLEEP MODE ON/OFF 時のシーケンス例 1

(2) VSEL0 = "H"、MODE_SEL = "Open"

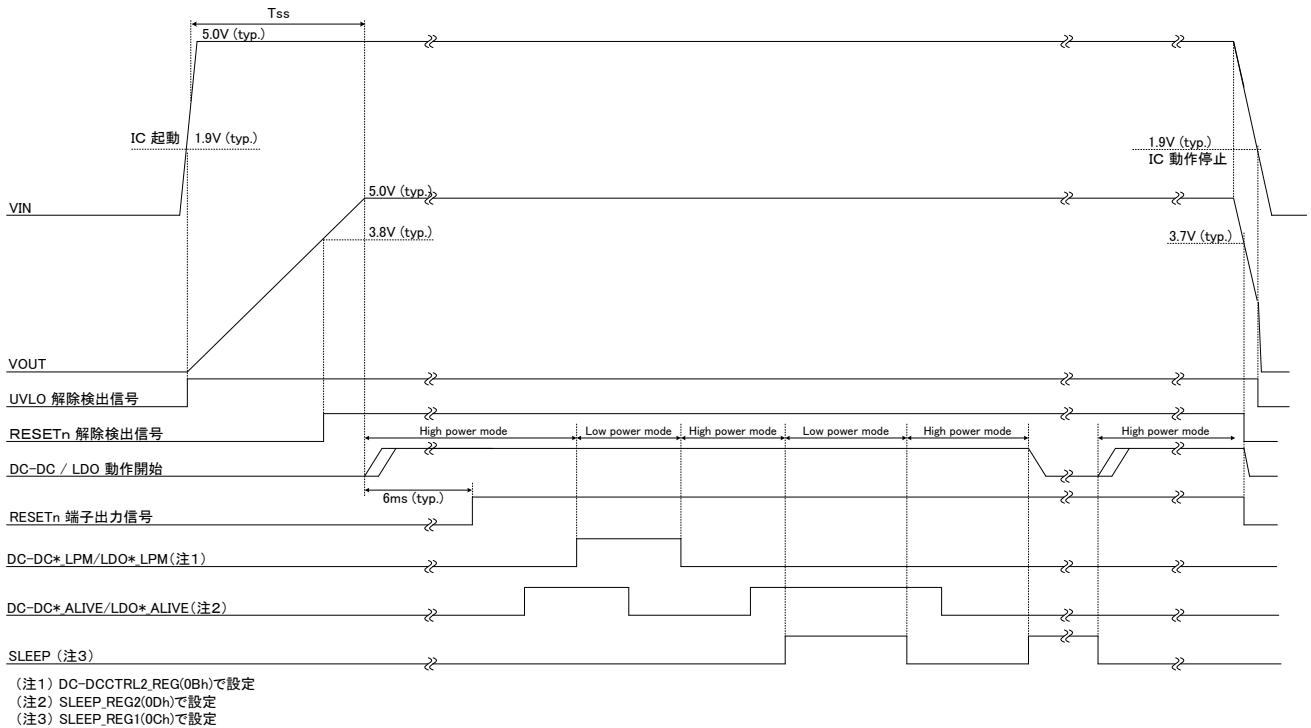


図 8-8 SLEEP MODE ON/OFF 時のシーケンス例 2

8.5. I²C インタフェース

TC7738WBG は、I²C インタフェースにより各種機能の設定を行います。下記に示すように SCL 端子、SDA 端子を外部でプルアップし、入力デバイスに接続してください。

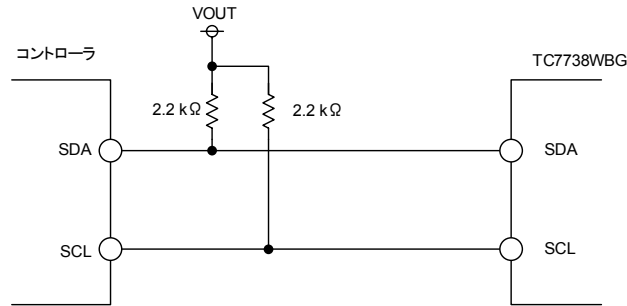


図 8-9 I²C バス接続

インタフェースは、I²C 規格のスレーブ動作およびファストモード (400 kHz)/ハイスピードモード (3.4 MHz)をサポートしており、シングル書き込み、連続書き込み、シングル読み出し、連続読み出しを行うことが可能です。TC7738WBG のスレーブアドレスは 0b1001101 固定です。

表 8.37 I²C インタフェース説明

記号	説明
S	スタートコンディション
Sr	反復スタートコンディション
Slave Address	スレーブアドレス (7 bit):0b1001101
R	リードモード (R/W=1)
W	ライトモード (R/W=0)
A	アクノリッジ信号 (L レベルを出力)
NA	非アクノリッジ信号 (HiZ 出力)
P	ストップコンディション

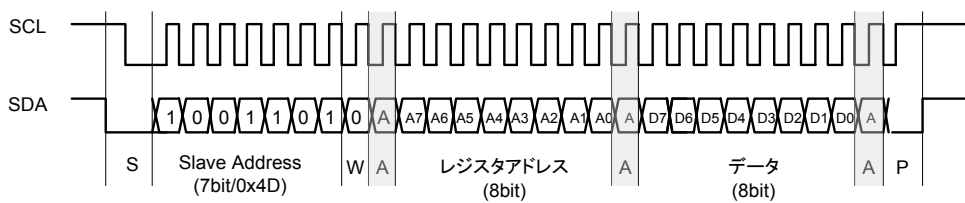


図 8-10 シングル書き込みモード

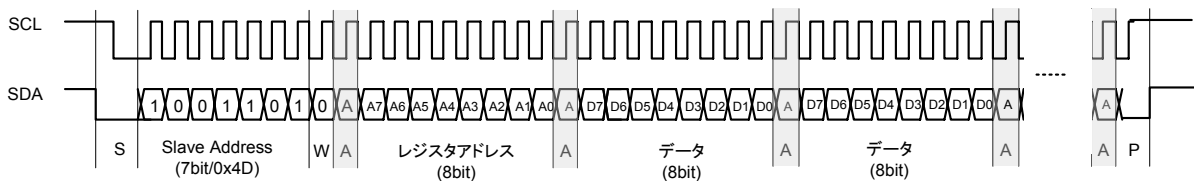


図 8-11 連続書き込みモード

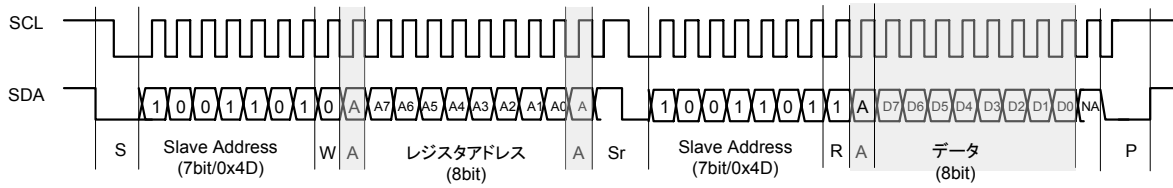


図 8-12 シングル読み出しモード

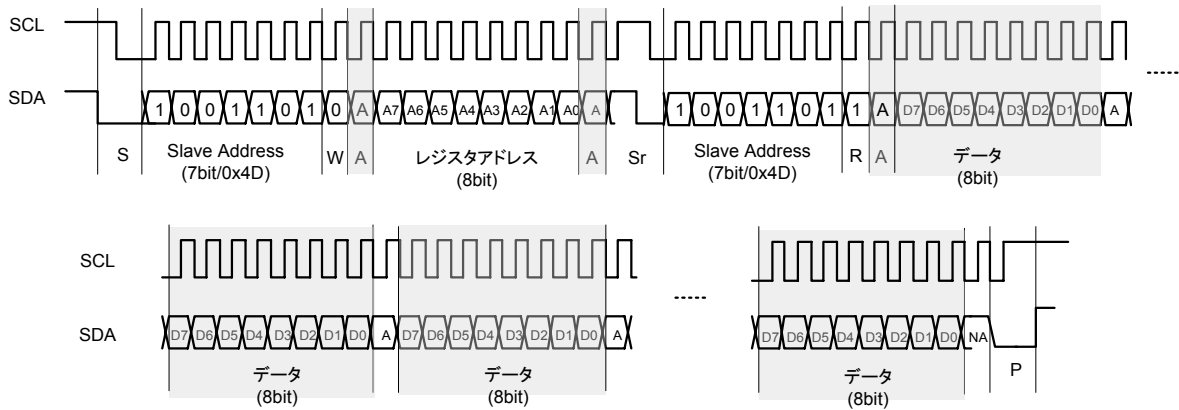


図 8-13 連続読み出しモード

注: ACK = "1"の場合、コントローラはストップコンディションを行ってください。

注: ストップコンディションを認識した場合、TC7738WBG は SDA を開放し、スタートコンディション待ちとなります。この時アクセス中であった場合は転送データを破棄とし、クロックカウンタをイニシャライズします。

注: コマンドが途中で中断した場合は、中断する前のコマンドは反映され、中断されたコマンドは実行されません。コマンドを反映させるために再度コマンド設定を行ってください。

ご注意: RESETn 端子が "L" の状態では I²C 通信を受け付けませんので、必ず "H" の状態であることを確認してから通信を行ってください。

9. 絶対最大定格(特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$)

表 9.1 絶対最大定格

項目	記号	定格	単位
電源電圧	V _{IN}	7.0	V
各端子最大印加電圧	V _{iMAX}	6.0	V
各端子最小印加電圧	V _{iMIN}	GND - 0.3	V
許容損失 (注 1)	P _D	2715	mW
飽和熱抵抗	R _{th(j-a)}	46.3	°C/W
動作周囲温度	T _{opr}	-40 ~ 85	°C
保存温度	T _{stg}	-55 ~ 150	°C
ジャンクション温度	T _j	150	°C

注 1: 基板条件: JEDEC 4層 76.2 mm × 114.3 mm × 1.6 mm

10. 許容損失

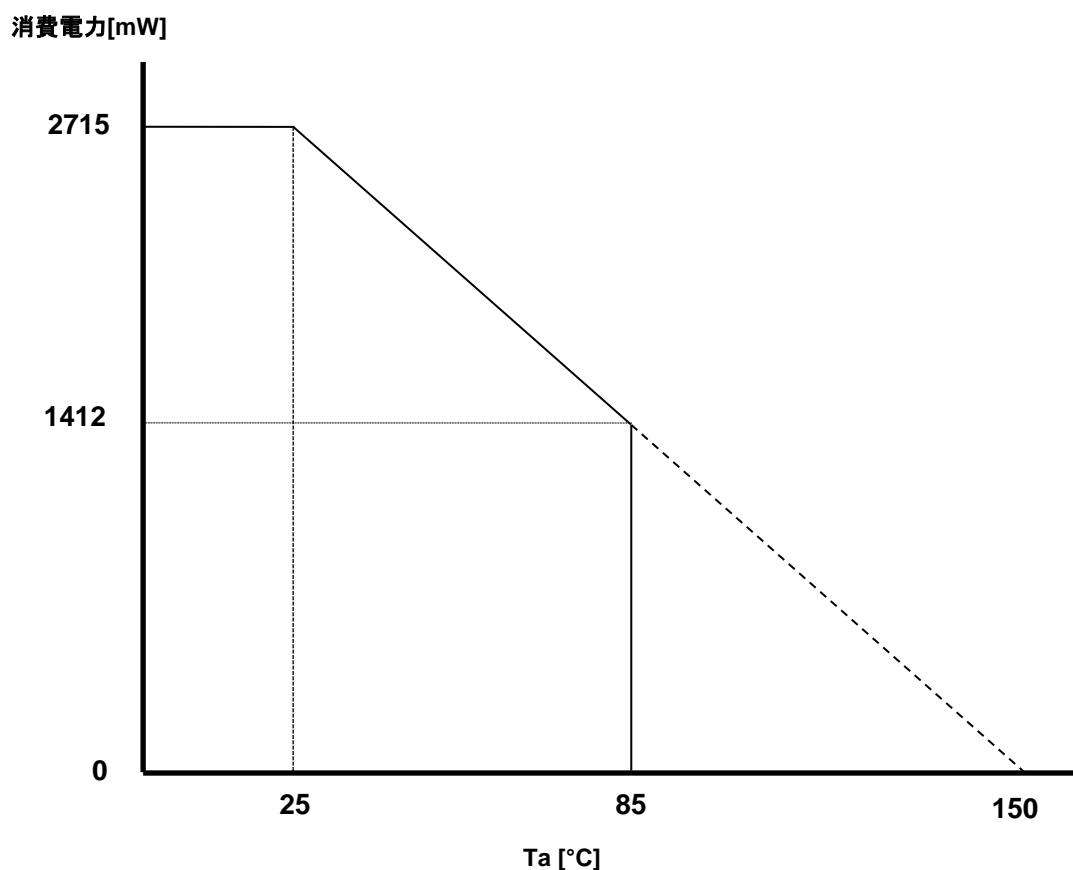


図 10-1 消費電力の温度低減曲線

11. 電気的特性

11.1. 共通特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< $V_{IN} = 3.3\text{ V}$ 設定時の UVLO、OVP_1 >						
電源電圧 (注 1)	Vin33	MODE_SEL = "L" ($V_{IN} = 3.3\text{ V}$ 設定)	2.9	3.3	3.6	V
消費電流	lin33_1	High power mode、ALL CH:ON/無負荷	—	370	520	μA
	lin33_2	SLEEP MODE、ALL CH: OFF	—	85	105	μA
	lin33_3	SLEEP MODE、CH5:ACTIVE、他 CH:OFF	—	100	125	μA
OVP_1 検出電圧	Vovp-on33	Rising	3.8	3.9	4.0	V
OVP_1 ヒステリシス電圧	Vovp1-on33hisy	—	—	100	—	mV
< $V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 設定時の UVLO、OVP_1 >						
電源電圧 (注 1)	Vin50	MODE_SEL = Open ($V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 設定)	4.0	5.0	5.5	V
消費電流	lin50_1	High power mode、ALL CH:ON/無負荷	—	465	650	μA
	lin50_2	SLEEP MODE、ALL CH: OFF	—	100	125	μA
	lin50_3	SLEEP MODE、CH5:ACTIVE、他 CH:OFF	—	120	150	μA
OVP_1 検出電圧	Viovp-on50	Rising	5.6	5.8	6.0	V
OVP_1 ヒステリシス電圧	Vovp1-on50hisy	—	—	100	—	mV
< PROTECTION-SW >						
UVLO 検出電圧	Vuvlop	Falling/Rising	—	1.9	—	V
OCL_1 動作電流	locl-on	—	4.5	—	—	A
保護スイッチ ON 抵抗	Ron_pro	—	—	20	—	$\text{m}\Omega$
ソフトスタート時制限電流	lss_pro	—	100	130	200	mA
< 入力端子 (MODE_SEL、VSEL0 各端子) >						
"H"レベル入力電圧	VIH33	VSEL0、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$	1.2	—	—	V
	VIH50	VSEL0、 $V_{IN} = 5.0\text{ V}$	1.5	—	—	
"L"レベル入力電圧	VIL	MODE_SEL、VSEL0	—	—	0.4	V
"H"レベル入力電流	IIH-vsel0	VSEL0、端子電圧 = 3.3 V	—	1.65	2.0	μA
"L"レベル入力電流	IIL-vsel0	VSEL0、端子電圧 = 0 V	-1.0	—	—	μA
	IIL-mode_sel	MODE_SEL、端子電圧 = 0 V	—	1.3	1.6	
< RESETn >						
RESETn 検出電圧	Vpor33-on	MODE_SEL = "L" ($V_{IN} = 3.3\text{ V}$ 設定)、Falling	2.673	2.700	2.727	V
	Vpor50-on	MODE_SEL = "Open" ($V_{IN} = 5.0\text{ V}$ 設定)、Falling	3.663	3.700	3.737	
RESETn ヒステリシス電圧	Vpor-hys	—	—	100	—	mV
RESETn "L"⇒"H" ディレイタイム	Tpor-on0	VSEL0 = "L"	9	10	11	ms
	Tpor-on1	VSEL0 = "H"	5	6	7	
RESETn 端子("L")電圧	Vporn	RESETn = "L"時、Sink current = 4 mA	—	—	0.4	V
< サーマルシャットダウン (TSD) >						
過熱保護動作温度	Ttsd-on	—	—	140	—	$^\circ\text{C}$
過熱保護ヒステリシス	Ttsd-hys	—	—	20	—	$^\circ\text{C}$

注 1: 本 IC を安定に動作させるために必要な電源電圧範囲です。起動は、MODE_SEL = "L" のとき $V_{IN} = 2.6\text{ V}$ (MAX)で、MODE_SEL = "Open" のとき $V_{IN} = 3.4\text{ V}$ (MAX)で開始します。

11.2. CH1 特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC1 (4.0 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch1	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch1	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	VrngX_ch1	VSEL0 = "X"、 $I^2\text{C}$ 制御、PWM モード	2.325	—	2.700	V
出力電圧初期値	VdefX_ch1	VSEL0 = "X"、PWM モード	2.45	2.50	2.55	V
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch1	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch1	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch1	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch1	V (PVIN1) = 5.0 V	—	45	—	m Ω
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch1	V (PVIN1) = 5.0 V	—	25	—	m Ω
OCL_2 動作電流	locp_ch1	—	5.0	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch1	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch1	—	115	120	125	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch1	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch1	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch1	—	—	50	—	Ω
< BYPASS-SW1 >						
スイッチ ON 抵抗	Ron_bpsw1	—	—	55	—	m Ω
OCL_2 動作電流	locl_bpsw1	—	5.0	—	—	A

11.3. CH2 特性 (特に記載がない場合は、Ta = 25°C、VIN = 3.3 V)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC2 (1.0 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch2	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch2	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	Vrng0_ch2	VSEL0 = "L"、I ² C 制御、PWM モード	1.175	—	1.550	V
	Vrng1_ch2	VSEL0 = "H"、I ² C 制御、PWM モード	1.025	—	1.400	
出力電圧初期値	Vdef0_ch2	VSEL0 = "L"、PWM モード	1.32	1.35	1.38	V
	Vdef1_ch2	VSEL0 = "H"、PWM モード	1.17	1.20	1.23	
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch2	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch2	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch2	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch2	V (PVIN2) = 5.0 V	—	55	—	mΩ
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch2	V (PVIN2) = 5.0 V	—	35	—	mΩ
OCL_2 動作電流	locp_ch2	—	2.0	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch2	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch2	—	115	125	135	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch2	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch2	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch2	—	—	200	—	Ω

11.4. CH3 特性 (特に記載がない場合は、Ta = 25°C、VIN = 3.3 V)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC3 (2.0 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch3	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch3	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	VrngX_ch3	VSEL0 = "X"、I ² C 制御、PWM モード	1.625	—	2.0	V
出力電圧初期値	VdefX_ch3	VSEL0 = "X"、PWM モード	1.76	1.80	1.84	V
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch3	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch3	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch3	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch3	V (PVIN3) = 5.0 V	—	55	—	mΩ
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch3	V (PVIN3) = 5.0 V	—	35	—	mΩ
OCL_2 動作電流	locp_ddc3	—	3.5	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch3	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch3	—	120	125	130	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch3	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch3	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch3	—	—	100	—	Ω

11.5. CH4 特性 (特に記載がない場合は、Ta = 25°C、VIN = 3.3 V)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC4 (1.0 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch4	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch4	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	Vrng0_ch4	VSEL0 = "L"、I ² C 制御、PWM モード	0.825	—	1.200	V
	Vrng1_ch4	VSEL0 = "H"、I ² C 制御、PWM モード	1.625	—	2.000	
出力電圧初期値	Vdef0_ch4	VSEL0 = "L"、PWM モード	0.98	1.00	1.02	V
	Vdef1_ch4	VSEL0 = "H"、PWM モード	1.76	1.80	1.84	
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch4	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch4	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch4	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch4	V (PVIN4) = 5.0 V	—	65	—	mΩ
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch4	V (PVIN4) = 5.0 V	—	40	—	mΩ
OCL_2 動作電流	locp_ch4	—	2.0	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch4	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch4	—	115	125	135	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch4	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch4	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch4	—	—	200	—	Ω

11.6. CH5 特性 (特に記載がない場合は、Ta = 25°C、VIN = 3.3 V)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC5 (1.0 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch5	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch5	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	Vrng0_ch5	VSEL0 = "L"、I ² C 制御、PWM モード	0.825	—	1.200	V
	Vrng1_ch5	VSEL0 = "H"、I ² C 制御、PWM モード	0.725	—	1.100	
出力電圧初期値	Vdef0_ch5	VSEL0 = "L"、PWM モード	0.99	1.00	1.01	V
	Vdef1_ch5	VSEL0 = "H"、PWM モード	0.89	0.90	0.91	
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch5	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch5	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch5	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch5	V (PVIN5) = 5.0 V	—	65	—	mΩ
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch5	V (PVIN5) = 5.0 V	—	40	—	mΩ
OCL_2 動作電流	locp_ch5	—	2.0	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch5	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch5	—	115	125	135	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch5	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch5	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch5	—	—	300	—	Ω
< LOAD-SW >						
ソフトスタート時間	Tss_ldsw	0 V → 0.9 V	—	0.36	—	ms
スイッチ ON 抵抗	Ron_ldsw	—	—	40	—	mΩ
OCL_3 動作電流	locl_ldsw	シャットダウン動作	550	—	—	mA
放電抵抗	Rdis_ldsw	—	—	140	—	Ω

11.7. CH6 特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< DC-DC6 (3.5 A MAX) >						
消費電流 (1)	IpVIN1_ch6	High power mode、出力段 OFF	—	30	—	μA
消費電流 (2)	IpVIN2_ch6	Low power mode、出力段 OFF	—	20	—	μA
出力電圧可変範囲	Vrng0_ch6	VSEL0 = "L"、 $I^2\text{C}$ 制御、PWM モード	0.825	—	1.200	V
	Vrng1_ch6	VSEL0 = "H"、 $I^2\text{C}$ 制御、PWM モード	0.725	—	1.100	
出力電圧初期値	Vdef0_ch6	VSEL0 = "L"、PWM モード	0.98	1.00	1.02	V
	Vdef1_ch6	VSEL0 = "H"、PWM モード	0.88	0.90	0.92	
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_ch6	PWM モード	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_ch6	PWM モード	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_ch6	PWM モード	—	0.5	—	%/A
ハイサイド ON 抵抗	Ronh_ch6	V (PVIN6) = 5.0 V	—	50	—	m Ω
ローサイド ON 抵抗	Ronl_ch6	V (PVIN6) = 5.0 V	—	25	—	m Ω
OCL_2 動作電流	locp_ch6	—	4.5	—	—	A
スイッチング周波数	Fsw_ch6	—	2.7	3.0	3.3	MHz
出力 OVP_2 動作しきい値	Vovp_ch6	—	115	125	135	%
出力 UVP 動作しきい値	Vuvp_ch6	—	55	60	65	%
ソフトスタート時間	Tss_ch6	—	—	0.5	0.8	ms
放電抵抗	Rdis_ch6	—	—	150	—	Ω

11.8. LDO1 特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< LDO1 (0.3 A MAX) >						
消費電流	I_Idx1in	無負荷	—	17	—	μA
出力電圧可変範囲	Vrng0_Idx1	VSEL0 = "L"、 $I^2\text{C}$ 制御	2.325	—	2.700	V
	Vrng1_Idx1	VSEL0 = "H"、 $I^2\text{C}$ 制御	1.625	—	2.000	
出力電圧初期値	Vdef0_Idx1	VSEL0 = "L"	2.45	2.50	2.55	V
	Vdef1_Idx1	VSEL0 = "H"	1.76	1.80	1.84	
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_Idx1	—	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_Idx1	—	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_Idx1	—	—	0.5	—	%/A
OCL_2 動作電流	locp_Idx1	—	0.3	0.4	—	A
出力短絡電流	Ishort_Idx1	フの字特性	—	30	—	mA
ソフトスタート時間	Tss_Idx1	EN ~ 95 %到達	—	0.3	0.6	ms
放電抵抗	Rdis_Idx1	—	—	200	—	Ω

11.9. LDO2 特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

項目	記号	備考	最小	標準	最大	単位
< LDO2 (0.3 A MAX) > MODE_SEL = "Open" (VIN = 5.0 V 設定)						
消費電流	I_Ido2in	無負荷	—	17	—	μA
出力電圧可変範囲	VrngX_Ido2	VSEL0 = "X"、 $I^2\text{C}$ 制御	3.125	—	3.500	V
出力電圧初期値	VdefX_Ido2	VSEL0 = "X"	3.23	3.30	3.37	V
出力電圧可変ステップ電圧	Vstep_Ido2	—	—	25	—	mV
ラインレギュレーション	Regli_Ido2	—	—	0.5	—	%/V
ロードレギュレーション	Reglo_Ido2	—	—	0.5	—	%/A
OCL_2 動作電流	locp_Ido2	—	0.3	0.4	—	A
出力短絡電流	Ishort_Ido2	Fの字特性	—	30	—	mA
ソフトスタート時間	Tss_Ido2	EN ~ 95 %到達	—	0.3	0.6	ms
放電抵抗	Rdis_Ido2	—	—	200	—	Ω
< BYPASS-SW2 > MODE_SEL = "L" (VIN = 3.3 V 設定)						
スイッチ ON 抵抗	Ron_bpsw2	—	—	450	—	m Ω
OCL_2 動作電流	loc_l_bpsw2	—	0.3	—	—	A

11.10. AC 特性 (特に記載がない場合は、 $T_a = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 3.3\text{ V}$)

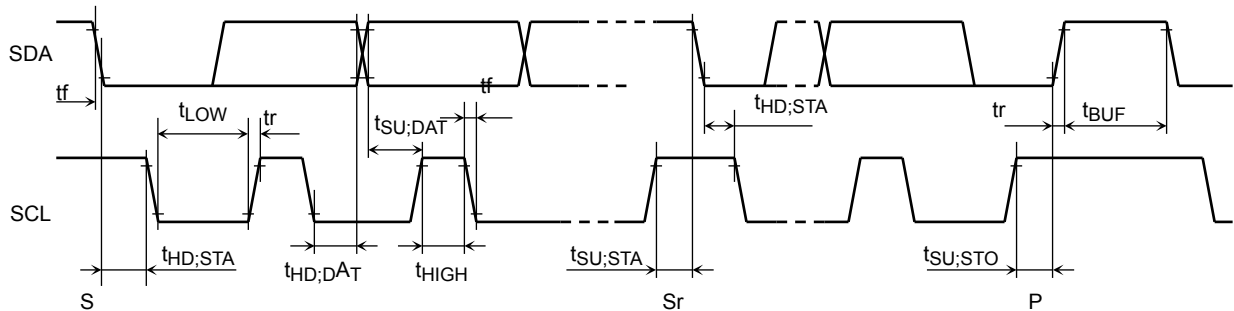


図 11-1 I²C バス

I²C ファストモード

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
SDA、SCL 入力電圧	VIH1	—	1.2	—	—	V
	VIL1	—	—	—	0.4	
SDA 出力電圧	VOL1	Sink current = 4 mA	—	—	0.4	V
動作クロック周波数	f_{SCL}	—	—	—	400	kHz
反復スタート条件のホールド時間	$t_{HD;STA}$	—	0.6	—	—	μs
反復スタート条件のセットアップ時間	$t_{SU;STA}$	—	0.6	—	—	μs
データホールド時間	$t_{HD;DAT}$	—	0	—	0.9	μs
データセットアップ時間	$t_{SU;DAT}$	—	100	—	—	ns
SCL 信号 Low 期間	t_{LOW}	—	1.3	—	—	μs
SCL 信号 High 期間	t_{HIGH}	—	0.6	—	—	μs

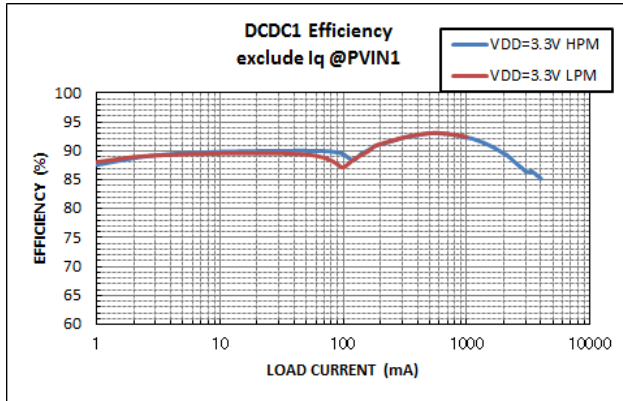
I²C ハイスピードモード

項目	記号	測定条件	最小	標準	最大	単位
SDA、SCL 入力電圧	VIH1	—	1.2	—	—	V
	VIL1	—	—	—	0.4	
SDA 出力電圧	VOL1	Sink current = 4 mA	—	—	0.4	V
動作クロック周波数	f_{SCL}	—	—	—	3.4	MHz
反復スタート条件のホールド時間	$t_{HD;STA}$	—	60	—	—	ns
反復スタート条件のセットアップ時間	$t_{SU;STA}$	—	60	—	—	ns
データホールド時間	$t_{HD;DAT}$	—	0	—	70	ns
データセットアップ時間	$t_{SU;DAT}$	—	10	—	—	ns
SCL 信号 Low 期間	t_{LOW}	—	160	—	—	ns
SCL 信号 High 期間	t_{HIGH}	—	60	—	—	ns

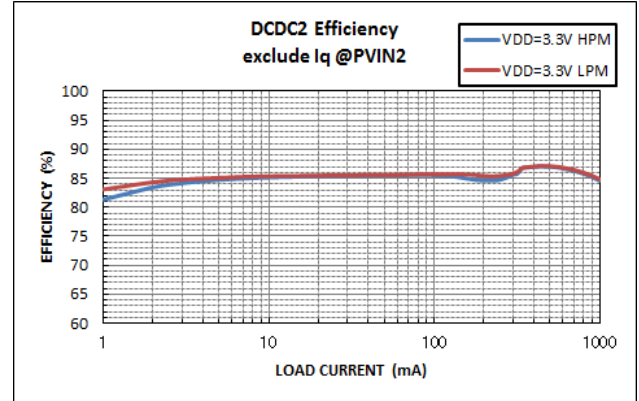
12. 標準特性(参考値)

12.1. DC-DC 効率特性 (Ta = 25°C、VIN = 3.3 V)

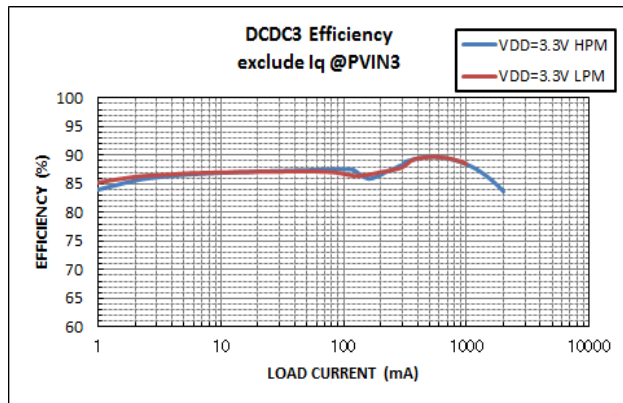
DC-DC1



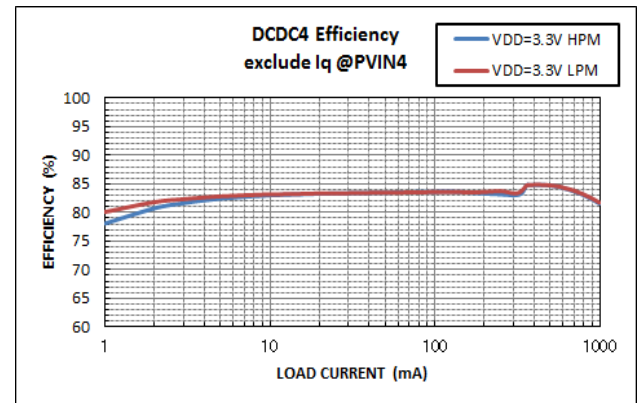
DC-DC2



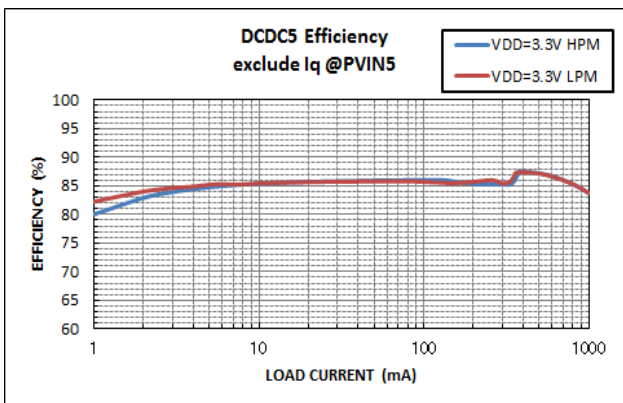
DC-DC3



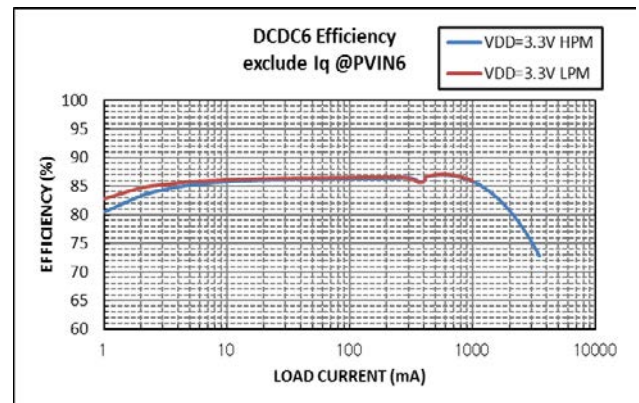
DC-DC4



DC-DC5

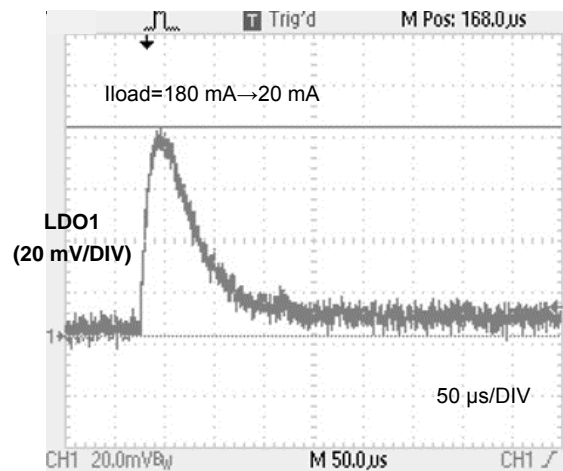
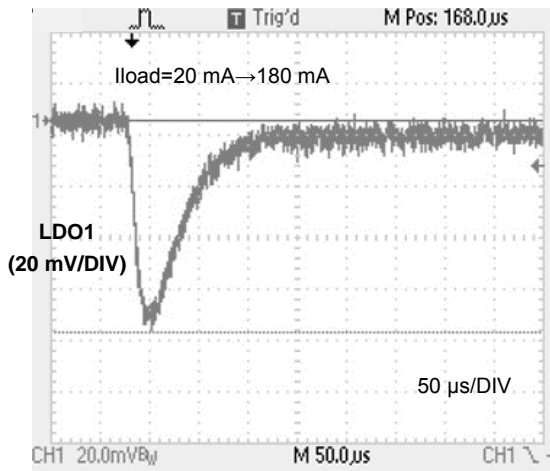


DC-DC6

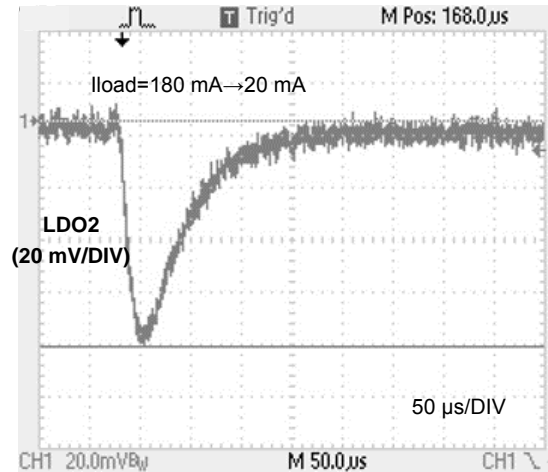
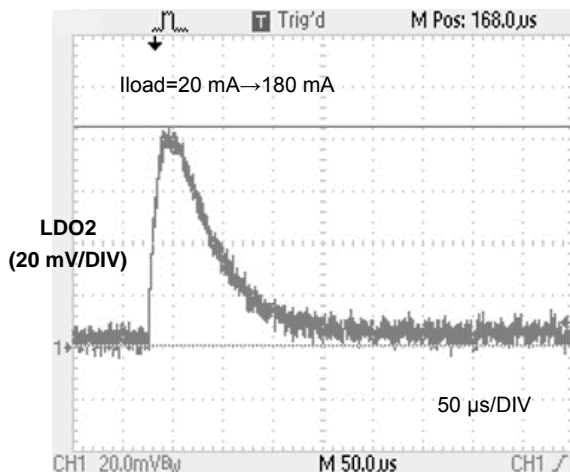


12.2. LDO 負荷応答レギュレーション (Ta = 25°C)

LDO1 (VIN=3.3 V, MODE_SEL=L、VSEL0=L)

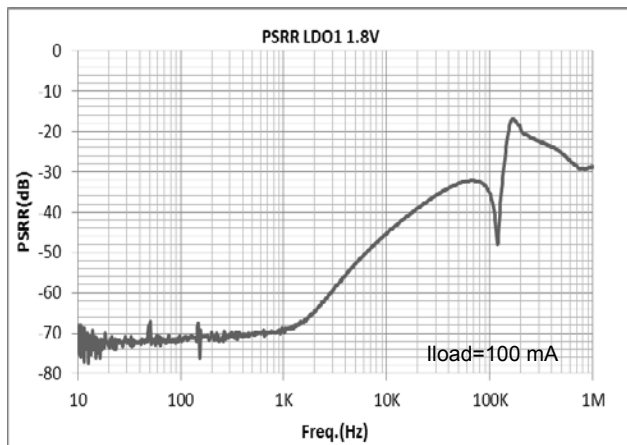


LDO2 (VIN=5V, MODE_SEL=Open、VSEL0=L)

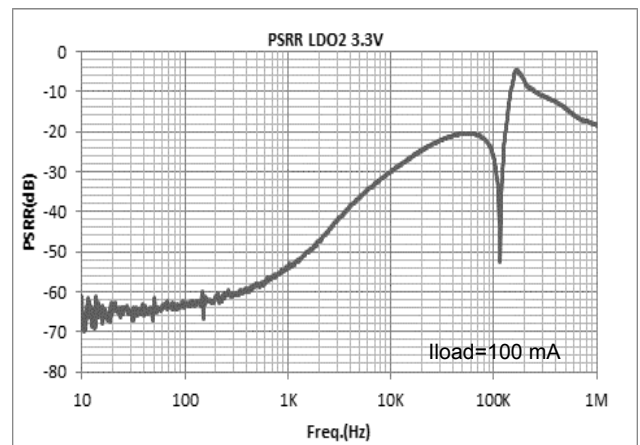


12.3. LDO PSRR (Ta = 25°C)

LDO1 (VIN=3.3 V、MODE_SEL=L、VSEL0=L)



LDO2 (VIN=5 V、MODE_SEL=Open、VSEL0=L)



13. 応用回路例

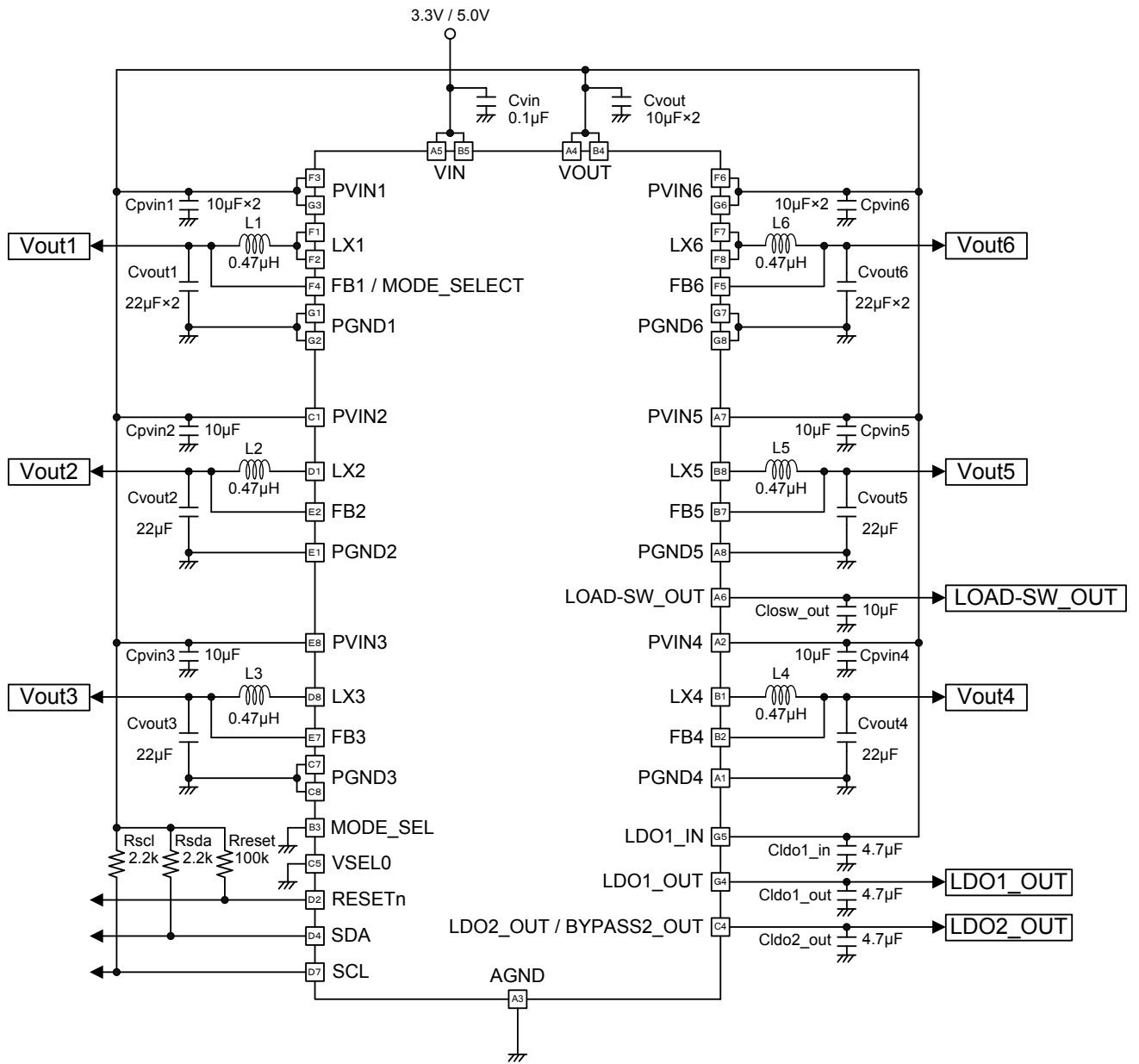


图 13-1 应用回路例

14. 推奨外付け部品

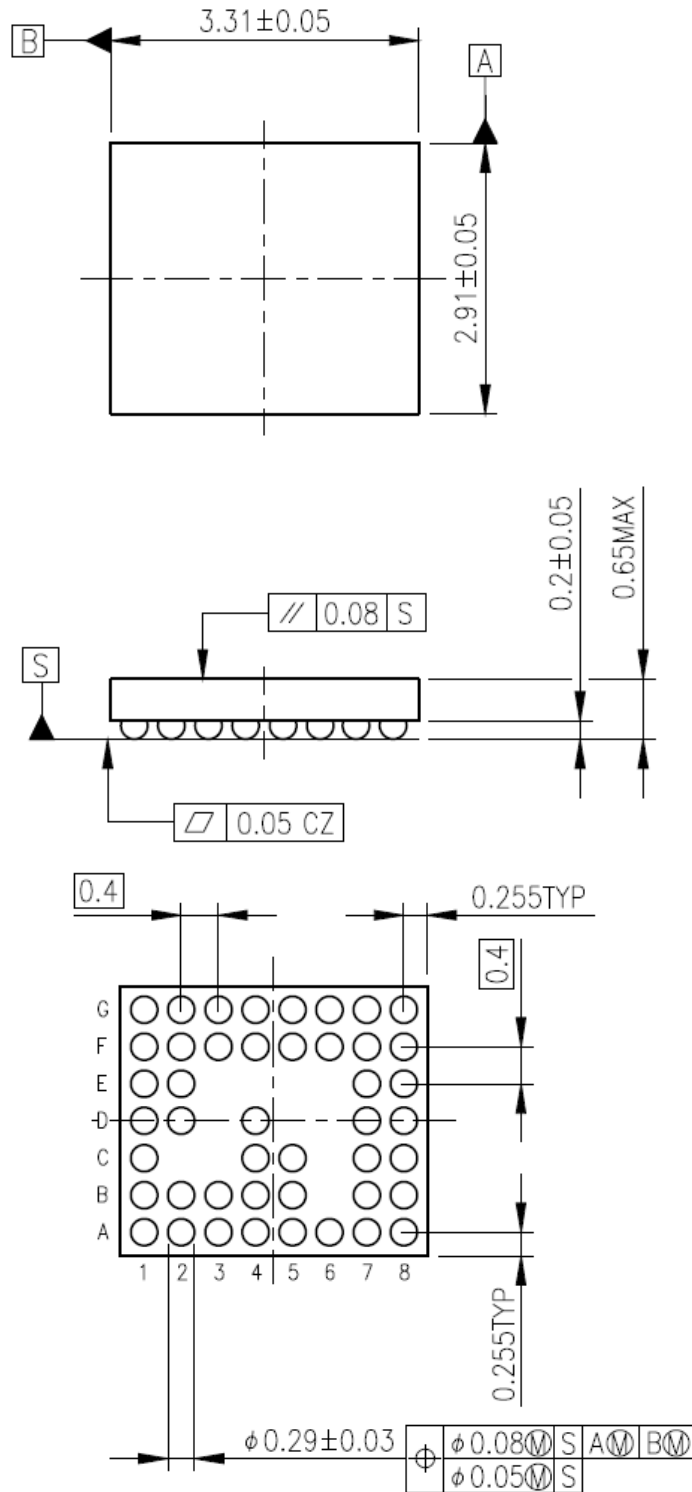
表 14.1 外付け部品例

Parts No.	用途	値	サイズ	部品名称	メーカー
L1	DC-DC1 用インダクタ	0.47 μ H	2.5 × 2.0	TFM252010ALM_R47MTAA	TDK
L2	DC-DC2 用インダクタ	0.47 μ H	2.0 × 1.6	MLP2016WR47M	TDK
L3	DC-DC3 用インダクタ	0.47 μ H	2.5 × 2.0	MLP2520WR47M	TDK
L4	DC-DC4 用インダクタ	0.47 μ H	2.0 × 1.6	MLP2016WR47M	TDK
L5	DC-DC5 用インダクタ	0.47 μ H	2.0 × 1.6	MLP2016WR47M	TDK
L6	DC-DC6 用インダクタ	0.47 μ H	2.5 × 2.0	TFM252010ALM_R47MTAA	TDK
Cvin	VIN 入力コンデンサ	0.1 μ F (min)	—	—	—
Cpvin1	PVIN1 入力コンデンサ	20 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D ×2	村田製作所
Cpvin2	PVIN2 入力コンデンサ	10 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D	村田製作所
Cpvin3	PVIN3 入力コンデンサ	10 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D	村田製作所
Cpvin4	PVIN4 入力コンデンサ	10 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D	村田製作所
Cpvin5	PVIN5 入力コンデンサ	10 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D	村田製作所
Cpvin6	PVIN6 入力コンデンサ	20 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D ×2	村田製作所
Clдо1_in	LDO1 入力コンデンサ	4.7 μ F	1005	GRM155C80J475MEAAD	村田製作所
Cvout	VOOUT 出力コンデンサ	22 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D	村田製作所
Cvout1	DC-DC1 出力コンデンサ	44 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D ×2	村田製作所
Cvout2	DC-DC2 出力コンデンサ	22 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D	村田製作所
Cvout3	DC-DC3 出力コンデンサ	22 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D	村田製作所
Cvout4	DC-DC4 出力コンデンサ	22 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D	村田製作所
Cvout5	DC-DC5 出力コンデンサ	22 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D	村田製作所
Cvout6	DC-DC6 出力コンデンサ	44 μ F	1608	GRM188C80J226ME15D ×2	村田製作所
Clдо1_out	LDO1 出力コンデンサ	4.7 μ F	1005	GRM155C80J475MEAAD	村田製作所
Clдо2_out	LDO2 出力コンデンサ	4.7 μ F	1005	GRM155C80J475MEAAD	村田製作所
Closw_out	LOAD-SW 出力コンデンサ	10 μ F	1005	GRM155C80J106ME11D	村田製作所
Rreset	RESETn プルアップ抵抗	100 k Ω	—	—	—
RsdaA	SDA プルアップ抵抗	2.2 k Ω	—	—	—
RscI	SCL プルアップ抵抗	2.2 k Ω	—	—	—

15. パッケージ

S-UFBGA45-0403-0.40-001

“Unit:mm”



注: 本図面は説明のための図です。
 図面上に表記されていない寸法などについては弊社担当までお問い合わせください。

図 15-1 パッケージ外形図

製品取り扱い上のお願い

- 本資料に掲載されているハードウェア、ソフトウェアおよびシステム（以下、本製品という）に関する情報等、本資料の掲載内容は、技術の進歩などにより予告なしに変更されることがあります。
- 文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。また、文書による当社の事前の承諾を得て本資料を転載複製する場合でも、記載内容に一切変更を加えたり、削除したりしないでください。
- 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体・ストレージ製品は一般に誤作動または故障する場合があります。本製品をご使用頂く場合は、本製品の誤作動や故障により生命・身体・財産が侵害されることのないように、お客様の責任において、お客様のハードウェア・ソフトウェア・システムに必要な安全設計を行うことをお願いします。なお、設計および使用に際しては、本製品に関する最新の情報（本資料、仕様書、データシート、アプリケーションノート、半導体信頼性ハンドブックなど）および本製品が使用される機器の取扱説明書、操作説明書などをご確認の上、これに従ってください。また、上記資料などに記載の製品データ、図、表などに示す技術的な内容、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの情報を使用する場合は、お客様の製品単独およびシステム全体で十分に評価し、お客様の責任において適用可否を判断してください。
- 本製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、またはその故障や誤作動が生命・身体に危害を及ぼす恐れ、膨大な財産損害を引き起こす恐れ、もしくは社会に深刻な影響を及ぼす恐れのある機器（以下“特定用途”という）に使用されることは意図されていませんし、保証もされていません。特定用途には原子力関連機器、航空・宇宙機器、医療機器（生命直結機器）、車載・輸送機器、防衛関連機器などが含まれますが、本資料に個別に記載する用途は除きます。特定用途に使用された場合には、当社は一切の責任を負いません。なお、詳細は当社営業窓口まで、または当社 Web サイトのお問い合わせフォームからお問い合わせください。
- 本製品を分解、解析、リバースエンジニアリング、改造、改変、翻案、複製等しないでください。
- 本製品を、国内外の法令、規則及び命令により、製造、使用、販売を禁止されている製品に使用することはできません。
- 本資料に掲載してある技術情報は、製品の代表的動作・応用を説明するためのもので、その使用に際して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 別途、書面による契約またはお客様と当社が合意した仕様書がない限り、当社は、本製品および技術情報に関して、明示的にも黙示的にも一切の保証（機能動作の保証、商品性の保証、特定目的への合致の保証、情報の正確性の保証、第三者の権利の非侵害保証を含むがこれに限らない。）をしておりません。
- 本製品、または本資料に掲載されている技術情報を、大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的、あるいはその他軍事用途の目的で使用しないでください。また、輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」等、適用ある輸出関連法令を遵守し、それらの定めるところにより必要な手続きを行ってください。
- 本製品の RoHS 適合性など、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問い合わせください。本製品のご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用ある環境関連法令を十分調査の上、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関して、当社は一切の責任を負いかねます。