

# RAA23022x RAA23023x

16V Input, 3A, Dual Step-Down DC/DC Converter  
+ Battery Backup

R18DS0016JJ0101  
REV.1.01  
2015.04.20

## 概要

RAA23022x・RAA23023xは、2出力、4.5V - 16V入力、最大3A出力の降圧DC/DCコンバータICです。Auto PFM モードにより軽負荷時に低消費動作するため、システムを低消費化することができます。

RAA23022xはバッテリーバックアップ回路を内蔵しており、リチウム一次電池を使用したバッテリーバックアップシステムに適しています。

## 特徴

- DC/DC
  - 2出力の同期整流型降圧回路
  - Auto PFM モード
  - バッテリーバックアップ回路 (RAA23022x)
  - 入力電圧範囲 4.5V to 16V
  - 出力電圧範囲 0.8V to 6V
  - 最大出力電流 3A
  - シャットダウン時回路電流 1 $\mu$ A (typ.)
  - スイッチング周波数 1.1MHz (fixed)
  - ソフトスタート内蔵 2ms (fixed)
  - Power MOSFET 内蔵
  - 放電回路内蔵
  - 位相補償部品内蔵
  - パワーグッド
- 保護回路
  - 短絡保護回路 (ラッチ式)
  - 過熱保護回路 (自動復帰式) 165°C (typ.)
  - 低電圧誤動作防止保護回路 (自動復帰式)
- パッケージ
  - 20-pin HTSSOP

## アプリケーション

通信機器 (ルーター、 Home Gate Way、無線機、等)  
産業機器 (監視カメラ、各種制御機器、等)  
ビル用機器 (防犯装置、防災装置、各種制御機器、等)  
OA 機器 (プリンター、複写機、等)  
スマートメーター  
スマート家電      その他、様々なアプリケーションに使用可能

**【注】** 本資料は、この製品の開発段階で作成していますので、予告なしに内容を変更することがあります。  
また、本資料で扱う製品の製品化を中止することがあります。  
本製品の品質水準は「標準水準」であり、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等

## 製品ラインナップ

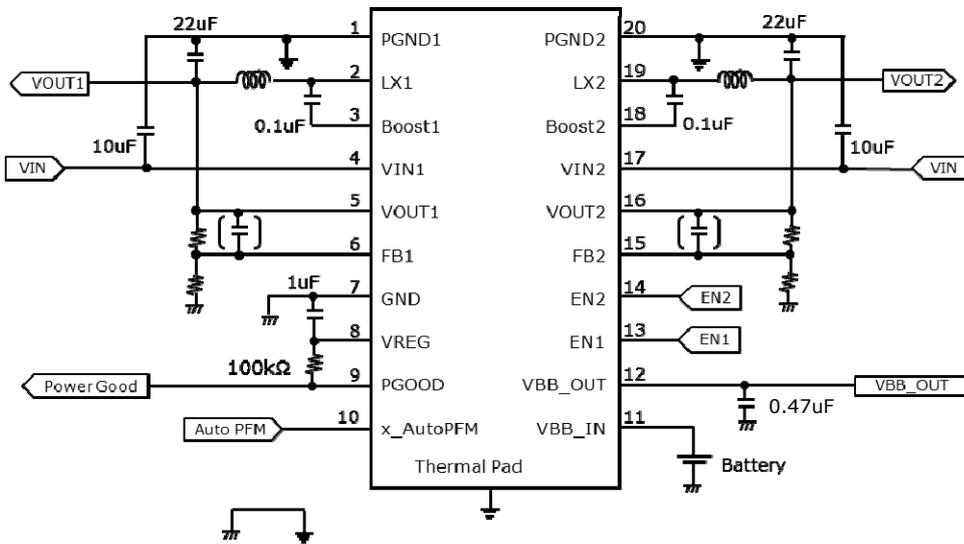
Part number	Output	Type	VIN range	VOUT	IOUT (max.)	Switching frequency
RAA230221	2	Step-down + BB <sup>*1</sup>	4.5 to 16V	CH1 3.3V (fixed) CH2 0.8V to 6.0V <sup>*2</sup>	3A	1.1MHz
RAA230222	2	Step-down + BB <sup>*1</sup>	4.5 to 16V	CH1 3.3V (fixed) CH2 5.0V (fixed)	3A	1.1MHz
RAA230223	2	Step-down + BB <sup>*1</sup>	4.5 to 16V	CH1 and CH2 0.8V to 6.0V <sup>*2</sup>	3A	1.1MHz
RAA230231	2	Step-down	4.5 to 16V	CH1 3.3V (fixed) CH2 0.8V to 6.0V <sup>*2</sup>	3A	1.1MHz
RAA230232	2	Step-down	4.5 to 16V	CH1 3.3V (fixed) CH2 5.0V (fixed)	3A	1.1MHz
RAA230233	2	Step-down	4.5 to 16V	CH1 and CH2 0.8V to 6.0V <sup>*2</sup>	3A	1.1MHz

備考 \*1 BB : Battery Backup

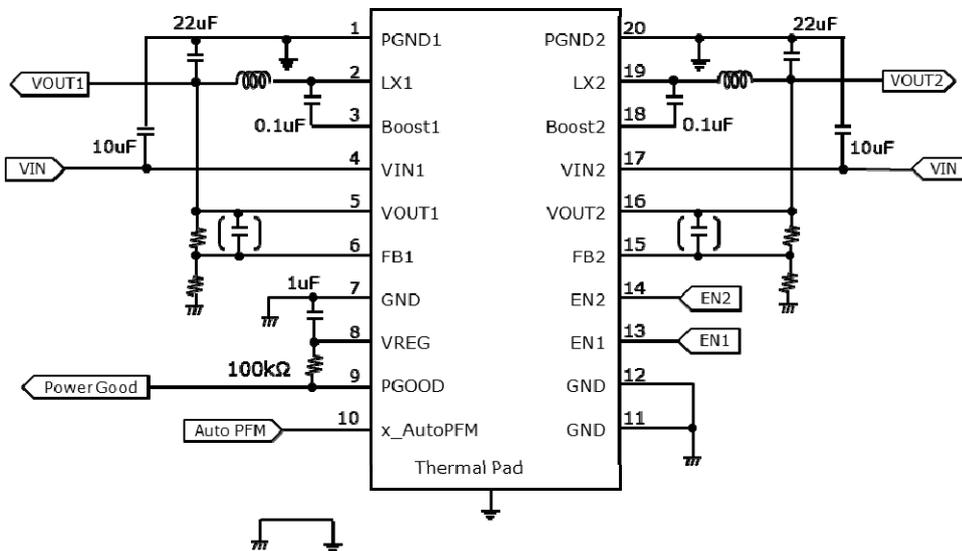
\*2 外部抵抗設定

## 回路例

### RAA23022x (2CH DCDC + Battery Backup, VOUT 外部抵抗設定品)

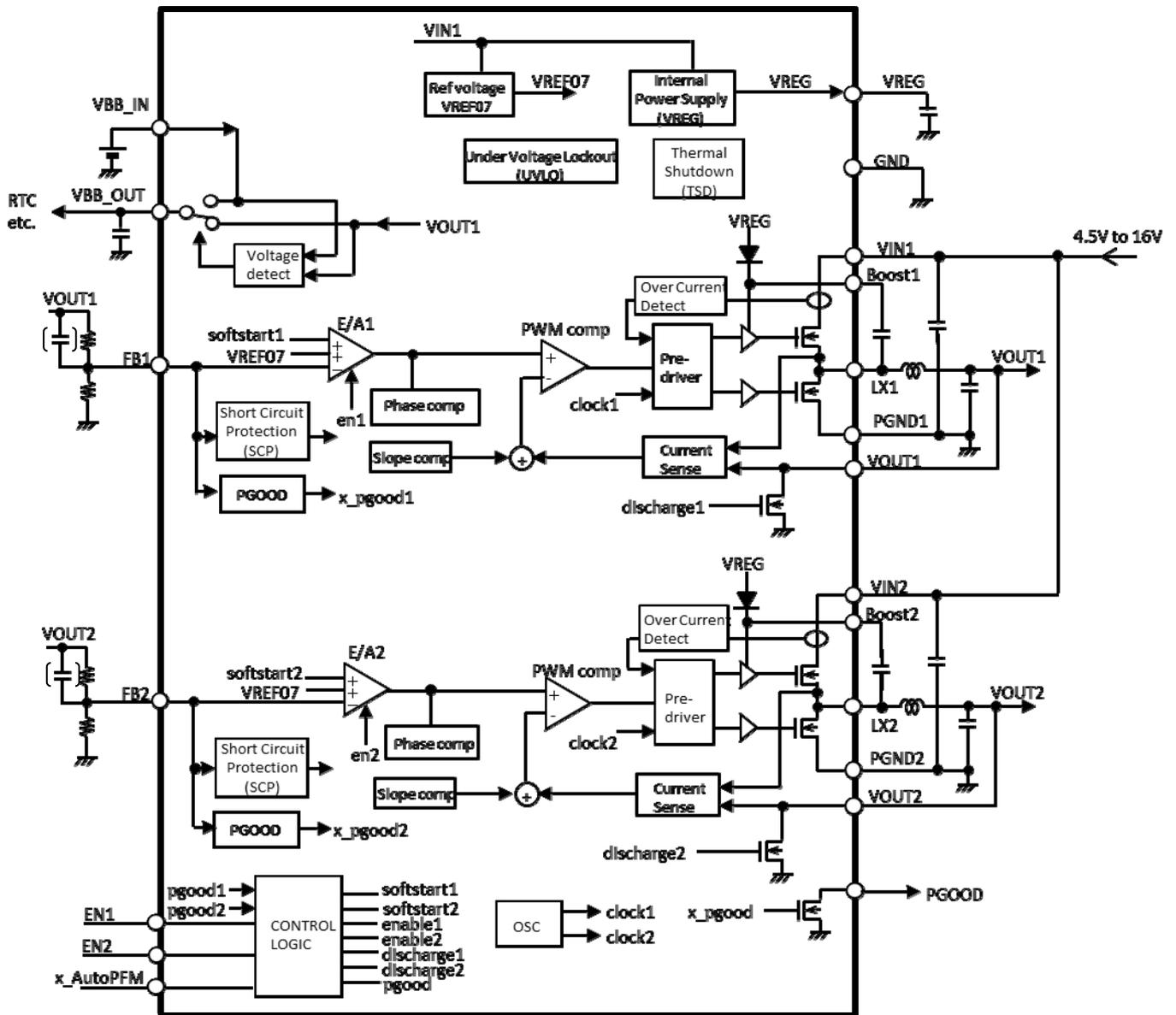


### RAA23023x (2chDCDC, VOUT 外部抵抗設定品)

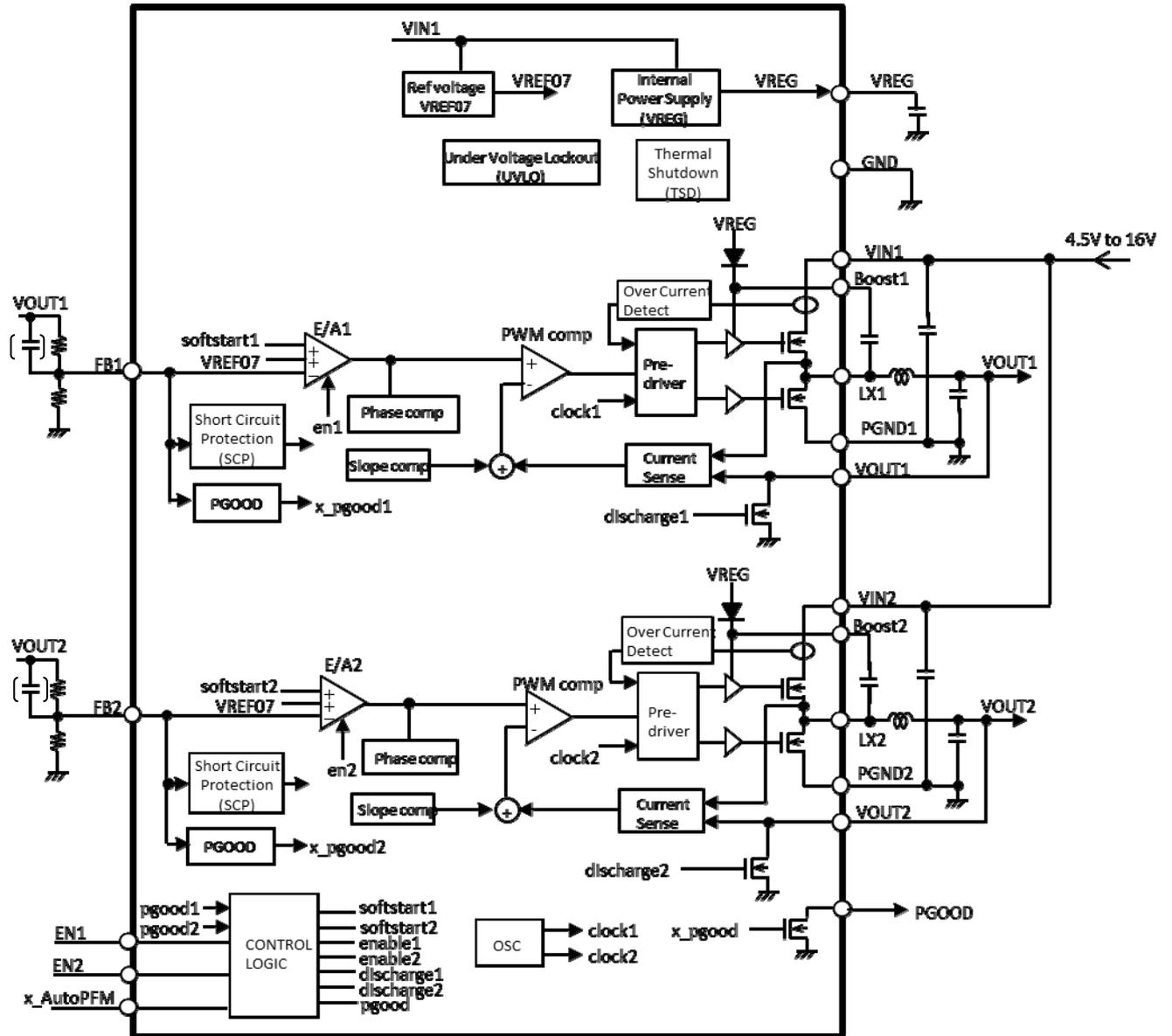


ブロック図

RAA23022x (2CH DCDC + Battery backup, VOUT 外部抵抗設定品)



RAA23023x (2CH DCDC, VOUT 外部抵抗設定品)



## 端子機能

## RAA23022x (2CH DCDC + Battery backup)

Pin No.	略号	I/O	機能
1	PGND1	I/O	CH1 パワーグランド
2	LX1	O	CH1 インダクタ接続端子
3	Boost1	I	CH1 ブートストラップ入力端子 (Boost1 – LX1 間に 0.1uF 容量を接続)
4	VIN1	I	CH1 電源
5	VOOUT1	I	CH1 出力電圧帰還端子
6	FB1	I	CH1 帰還抵抗接続端子
7	GND	I/O	アナロググランド
8	VREG	O	内部安定化電源端子 (VREG - AGND 間に 1uF 容量を接続)
9	PGOOD	O	パワーグッド出力 (オープンドレイン) CH1 and CH2 停止 : L CH1 or CH2 動作 : HiZ
10	x_AutoPFM	I	Auto PFM モード ON/OFF x_AutoPFM="L" : Auto PFM モード (PFM / PWM 自動切換) 軽負荷時 : PFM モード 重負荷時 : PWM モード x_AutoPFM="H" : PWM モード (固定)
11	VBB_IN	I	バックアップ電池接続端子
12	VBB_OUT	O	バックアップ電圧出力端子
13	EN1	I	CH1 イネーブル入力端子 EN1="L" : CH1 停止 EN1="H" : CH1 動作
14	EN2	I	CH2 イネーブル入力端子 EN2="L" : CH2 停止 EN2="H" : CH2 動作
15	FB2	I	CH2 帰還抵抗接続端子
16	VOOUT2	I	CH2 出力電圧帰還端子
17	VIN2	I	CH2 電源
18	Boost2	I	CH2 ブートストラップ入力端子 (Boost2 – LX2 間に 0.1uF 容量を接続)
19	LX2	O	CH2 インダクタ接続端子
20	PGND2	I/O	CH2 パワーグランド

## RAA23023x (2CH DCDC)

Pin No.	略号	I/O	機能
1	PGND1	I/O	CH1 パワーグランド
2	LX1	O	CH1 インダクタ接続端子
3	Boost1	I	CH1 ブートストラップ入力端子 (Boost1 – LX1 間に 0.1uF 容量を接続)
4	VIN1	I	CH1 電源
5	VOUT1	I	CH1 出力電圧帰還端子
6	FB1	I	CH1 帰還抵抗接続端子
7	GND	I/O	アナロググランド
8	VREG	O	内部安定化電源端子 (VREG - AGND 間に 1uF 容量を接続)
9	PGOOD	O	パワーグッド出力 (オープンドレイン) CH1 and CH2 停止 :L CH1 or CH2 動作 :HiZ
10	x_AutoPFM	I	Auto PFM モード ON/OFF x_AutoPFM="L" : Auto PFM モード (PFM / PWM 自動切換) 軽負荷時 : PFM モード 重負荷時 : PWM モード x_AutoPFM="H" : PWM モード (固定)
11	GND	I/O	アナロググランド
12	GND	I/O	アナロググランド
13	EN1	I	CH1 イネーブル入力端子 EN1="L" : CH1 停止 EN1="H" : CH1 動作
14	EN2	I	CH2 イネーブル入力端子 EN2="L" : CH2 停止 EN2="H" : CH2 動作
15	FB2	I	CH2 帰還抵抗接続端子
16	VOUT2	I	CH2 出力電圧帰還端子
17	VIN2	I	CH2 電源
18	Boost2	I	CH2 ブートストラップ入力端子 (Boost2 – LX2 間に 0.1uF 容量を接続)
19	LX2	O	CH2 インダクタ接続端子
20	PGND2	I/O	CH2 パワーグランド

## 絶対最大定格

(特に指定のない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

項目	略号	定格	単位	条件
VIN 入力電圧	VIN	-0.3 to +17.6	V	VIN1, VIN2
EN 入力電圧	EN	-0.3 to +17.6	V	EN1, EN2
x_AutoPFM 入力電圧	x_AutoPFM	-0.3 to +17.6	V	x_AutoPFM
PGOOD 電圧	PGOOD	-0.3 to +6.5	V	PGOOD
FB 入力電圧	FB	-0.3 to +6.5	V	FB1, FB2
VOUT 入力電圧	VOUT	-0.3 to +6.5	V	VOUT1, VOUT2
VBB_IN 入力電圧 (RAA23022x)	VBB_IN	-0.3 to +6.5	V	VBB_IN
VIN 入力電流(peak)	IVIN(peak)-	4.2	A	VIN1, VIN2
LX 出力電流(peak)	ILX(peak)+	4.2	A	LX1, LX2
VOUT シンク電流(DC)	IVOUT(DC)-	100	mA	VOUT1, VOUT2 放電回路動作時
GND 電圧	GND	-0.3 to +0.3	V	PGND1, PGND2, GND
全損失	PT	3400 <sup>*1</sup>	mW	$T_A \leq +25^\circ\text{C}$
動作周囲温度	TA	-40 to +85	°C	
動作接合温度	TJ	-40 to +125	°C	
保存温度	Tstg	-55 to +150	°C	

【注】 \*1  $T_A \leq +25^\circ\text{C}$  の値です。 $T_A > +25^\circ\text{C}$  では $-34\text{mW}/^\circ\text{C}$  でディレーティングしてください。

基板仕様：ガラスエポキシ 4 層基板、76.2mm x 114.3mm x 1.664mm

1 層,4 層：0.070mm 厚・銅箔 50%    2 層,3 層：0.035mm 厚・銅箔 95%

Exposed PAD 接続あり

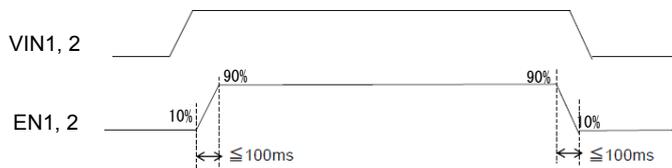
注意 各項目のうち 1 項目でも、また一瞬でも絶対最大定格を超えると、製品の品質を損なう恐れがあります。絶対最大定格とは、製品に物理的な損傷を与えかねない定格値です。必ずこの定格値を超えない状態で製品をご使用ください。

## 推奨動作条件

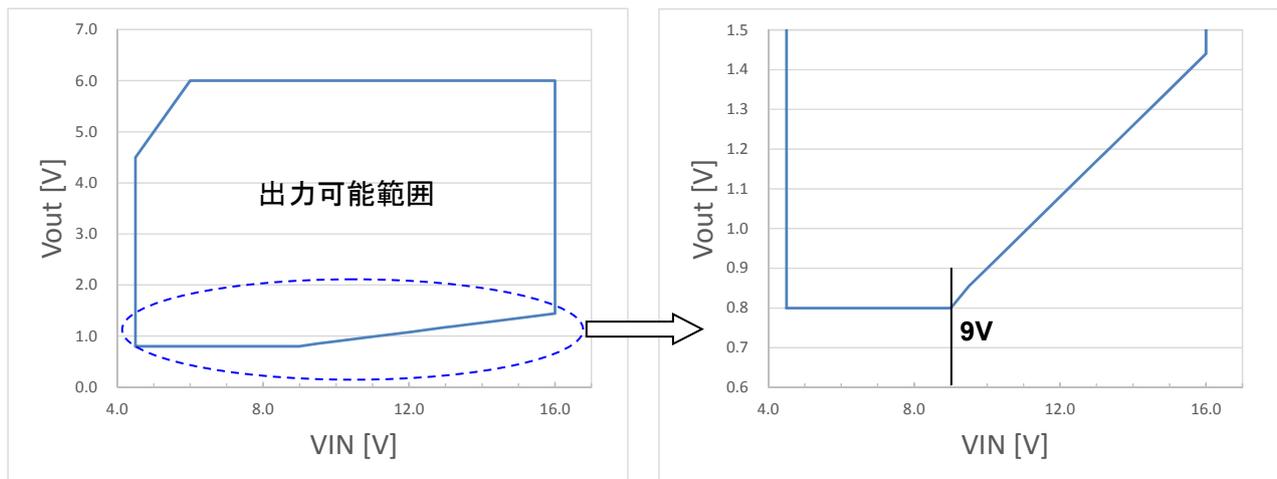
(特に指定のない限り、TA = 25°C)

項目	略号	MIN.	TYP.	MAX.	単位	条件
VIN 入力電圧	VIN	4.5		16.0	V	VIN1, VIN2
EN 入力電圧	EN	0		16.0	V	EN1, EN2 *1
x_AutoPFM 入力電圧	x_AutoPFM	0		16.0	V	x_AutoPFM
PGOOD 電圧	PGOOD	0		6.0	V	PGOOD
FB 入力電圧	FB	0		6.0	V	FB1, FB2
出力電圧設定範囲	Vdcdc_ext	*2		6.0	V	外部抵抗設定時

\*1 EN1,EN2 端子の入力信号の立上り時間 tr、立下り時間 tf について、EN1,EN2 端子を電源端子(VIN1,VIN2)とショートしない場合は、tr,tf を 100ms 以下にしてください。電源端子と EN1,EN2 端子をショートする場合には、特に制約はありません。



\*2 出力電圧設定範囲 下限値拡大



## 電氣的特性

(特に指定のない限り、TA = 25°C、VIN1 = VIN2 = 12V)

項目	略号	MIN.	TYP.	MAX.	単位	条件	
全体	シャットダウン時回路電流	IDD(SHDN)		1	10	uA	EN1 = EN2 = GND
低電圧誤動作防止回路 (UVLO)	動作開始電圧	Vrls(vin)	3.6	3.9	4.2	V	VIN1, VIN2立上り時の電圧を検知
	動作停止電圧	Vdet(vin)	3.4	3.7	4.0	V	VIN1, VIN2立下り時の電圧を検知
内部電源 (VREG)	内部電源電圧	VREG	4.7	5.0	5.3	V	Ireg = 0mA, VIN1 = 6V to 16V
出力部 (PWM モード)	E/A しきい値電圧	vref07	0.693	0.700	0.707	V	入力オフセット含む 外部抵抗設定時
	出力電圧精度	Vacc	-2.5		+2.5	%	出力電圧固定品
	ハイサイド FET オン抵抗	Ronh		180		mΩ	Io=100mA
	ロウサイド FET オン抵抗	Ronl		130		mΩ	Io=-100mA
放電回路	オン抵抗	Rondc	—	100	200	Ω	CH1, CH2, Io=15mA
ソフトスタート	ソフトスタート時間*1	tss	1.2	2	3.5	ms	
過熱保護回路 (TSD)	検出温度*2			165		°C	
	ヒステリシス温度*2			20		°C	
ロジック入力部	ハイレベル入力しきい値	VIH	1.3		VIN+0.3	V	EN1, EN2, x_AutoPFM
	ロウレベル入力しきい値	VIL	-0.3		0.4	V	EN1, EN2, x_AutoPFM
	入力電流	IEN		1		uA	EN1 = 3.3V, EN2 = 3.3V x_AutoPFM = 3.3V
バッテリーバックアップ (RAA23022x)	VBB_IN 入力電圧範囲	VBB	2.7	3.0	3.7	V	
	VBB_IN - VBB_OUT 間オン抵抗	Ron_vbat		400		Ω	VBB_OUT = VBB_IN, Io=0.5mA
	VOUT1 - VBB_OUT 間オン抵抗	Ron_vout1		100		Ω	VBB_OUT = VOUT1, Io=0.5mA
	VBB リーク電流*1	IL_BB		0.5		uA	VBB_OUT = VBB_IN = 3.0V, 無負荷

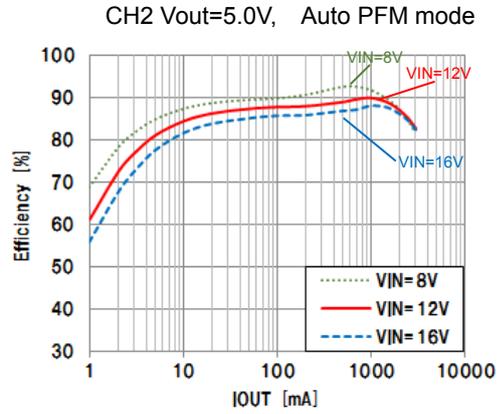
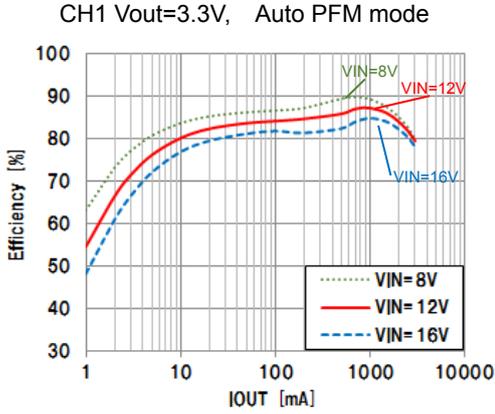
備考: \*1 参考値

\*2 実製品の検査は行っていません。

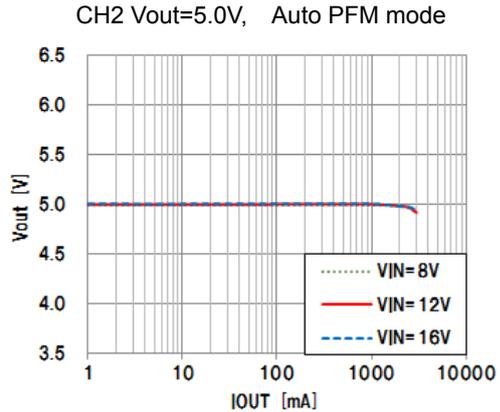
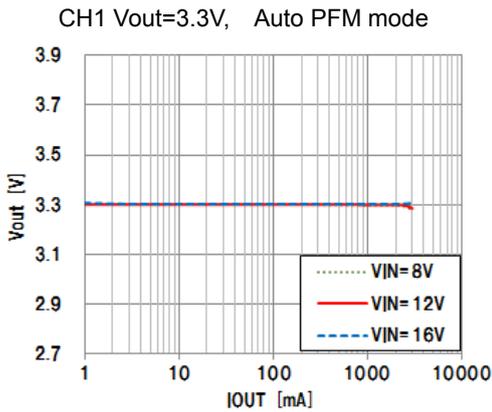
標準動作特性

(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

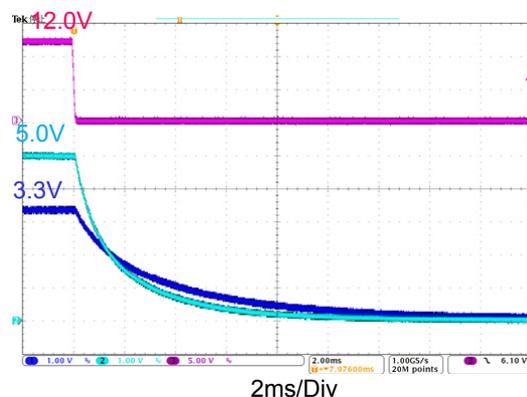
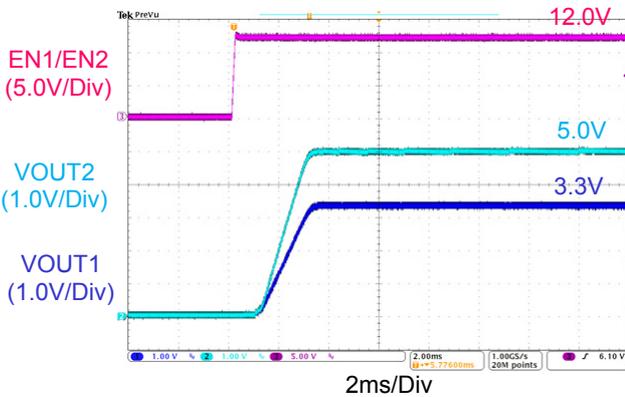
効率 - 出力負荷特性



出力電圧 - 出力負荷特性

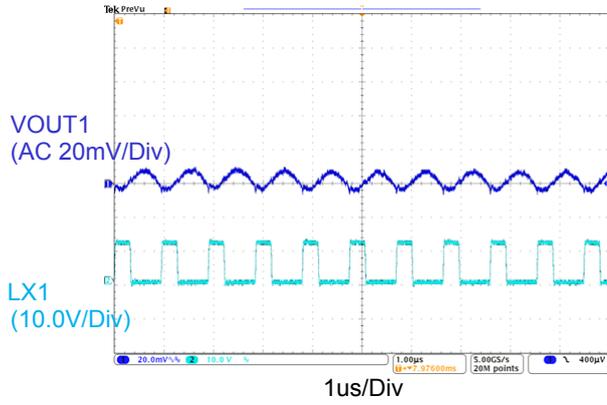


起動 - 停止負荷特性

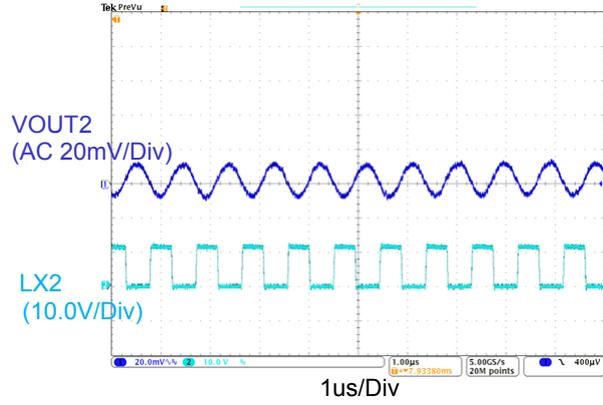


出カリプル特性

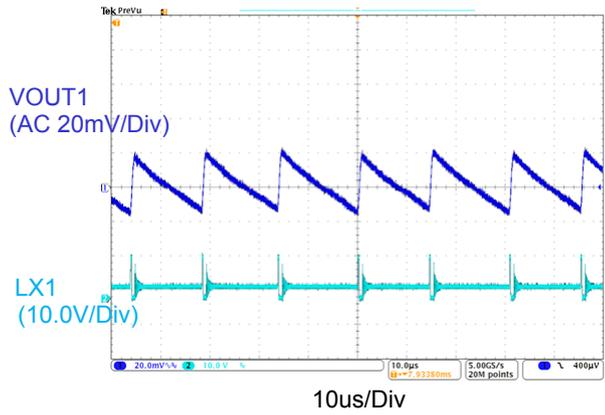
CH1 VIN=12V, Vout=3.3V, Iout=3.0A  
Auto\_PFM mode



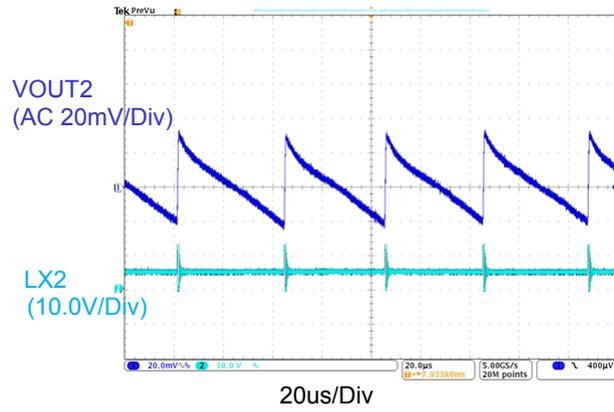
CH2 VIN=12V, Vout=5.0V, Iout=3.0A  
Auto PFM mode



CH1 VIN=12V, Vout=3.3V, Iout=0.01A  
Auto\_PFM mode

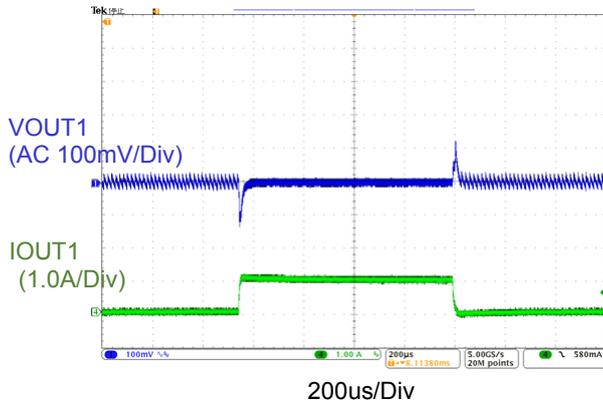


CH2 VIN=12V, Vout=5.0V, Iout=0.01A  
Auto PFM mode

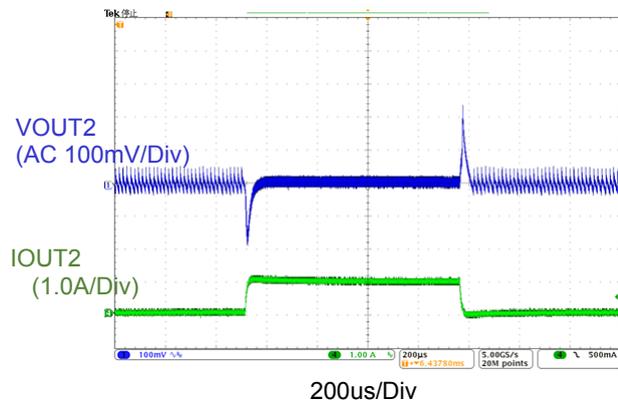


負荷応答特性

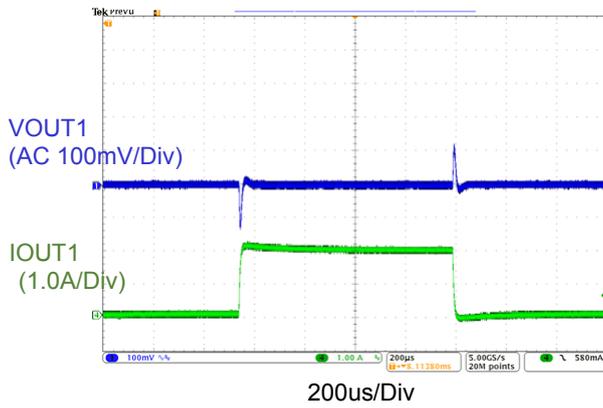
CH1 VIN=12V, Vout=3.3V, Iout=0.01A-1.0A  
Auto\_PFM mode



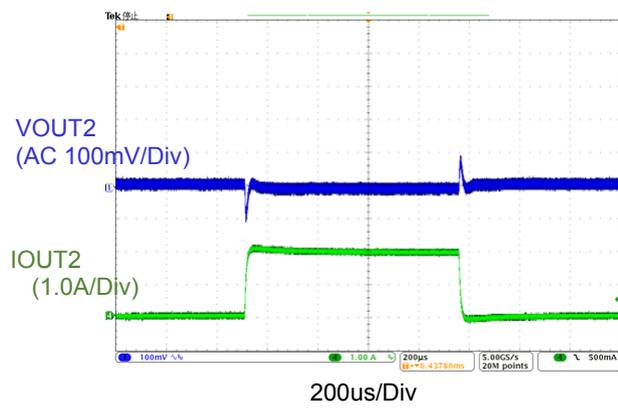
CH2 VIN=12V, Vout=5.0V, Iout=0.01A-1.0A  
Auto PFM mode



CH1 VIN=12V, Vout=3.3V, Iout=0.01A-2.0A  
PWM mode



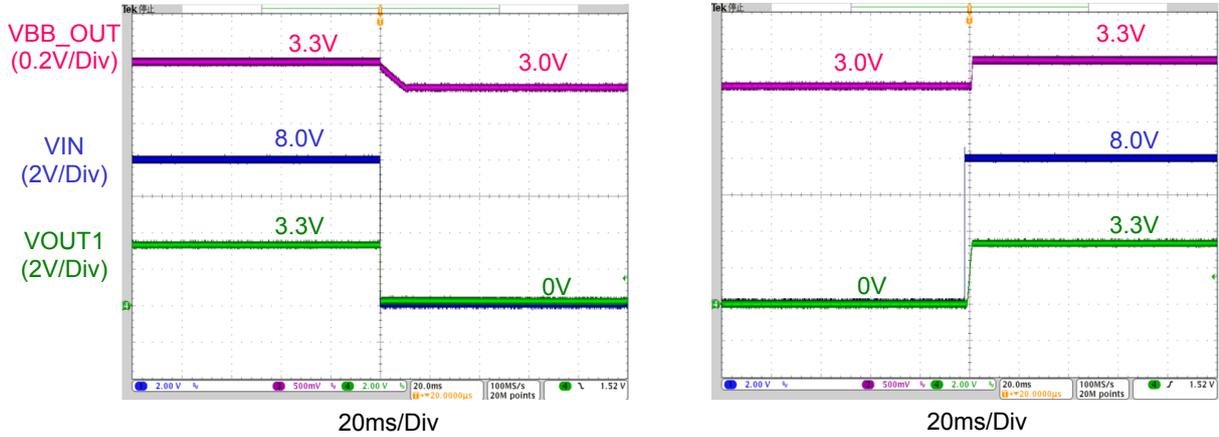
CH2 VIN=12V, Vout=5.0V, Iout=0.01A-2.0A  
PWM mode



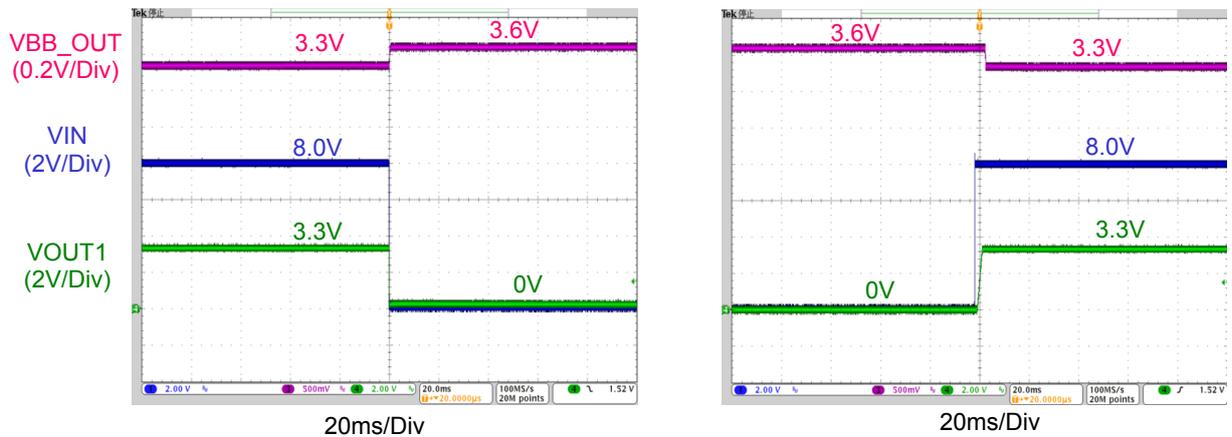
バッテリーバックアップ回路 切換え波形 (RAA23022x)

VIN=8.0V, VOUT1=3.3V, VBB\_OUT 出力電流=10uA, VBB\_OUT 容量=0.47uF

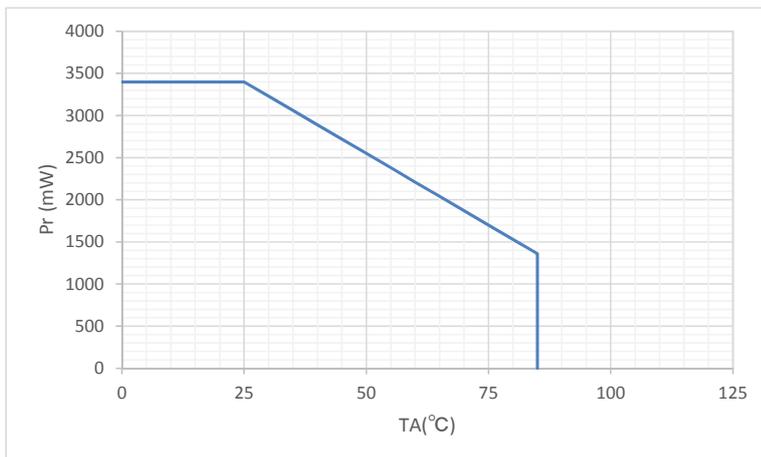
(1) バッテリー電圧(VBB\_IN 端子電圧)=3.0V、VOUT1=3.3V



(2) バッテリー電圧(VBB\_IN 端子電圧)=3.6V、VOUT1=3.3V



熱低減曲線



## 動作説明

### コントロール部

EN1, EN2 : ON/OFF setting

EN1	EN2	モード	VREG
L	L	シャットダウン (CH1 停止 CH2 停止)	0V
H	L	CH1 動作 CH2 停止	5.0V
H	H	CH1 動作 CH2 動作	5.0V
L	H	CH1 停止 CH2 動作	5.0V

備考: L: Low level, H: High level

注意: EN1,EN2 端子には軽負荷時の消費電流を低減するためプルダウン抵抗が内蔵されていません。

EN1,EN2 端子は必ずハイカロウに固定してください。

x\_autoPFM : AutoPFM mode/ PWM mode setting

x_autoPFM	動作
L	Auto PFM モード (PFM / PWM 自動切換) 軽負荷時 : PFM モード 重負荷時 : PWM モード
H	PWM モード (固定)

備考: L: Low level, H: High level

注意: x\_autoPFM 端子には軽負荷時の消費電流を低減するためプルダウン抵抗が内蔵されていません。

x\_autoPFM 端子は必ずハイカロウに固定してください。

PGOOD : Power Good output

状態	PGOOD
CH1 and CH2 停止	L
CH1 or CH2 動作	HiZ

備考: L: Low level, H: High level

パワーグッド機能を使用する場合は、PGOOD 端子を VREG、VOUT1、VOUT2 等にプルアップしてください。

VREG 端子電圧が 3.7V(Typ.)以下になると、PGOOD 端子は CH1、CH2 が停止していてもハイ・インピーダンスになります。

### Auto PFM モード

軽負荷時の効率を向上させシステムの待機電力を削減するため、RAA23022x と RAA23023x には Auto PFM モードが内蔵されており、軽負荷時は PFM(Pulse Frequency Modulation) モード、重負荷時は PWM(Pulse Width Modulation)モードで動作します。動作モードは、出力電流に応じて自動的に切り替わります。

インダクタを流れる三角波状のリプル電流の下限が 0A 以下の場合、逆電流が発生し、出力部のロウサイド MOSFET に流れます。この逆電流を検知している間、PFM モードで動作します。

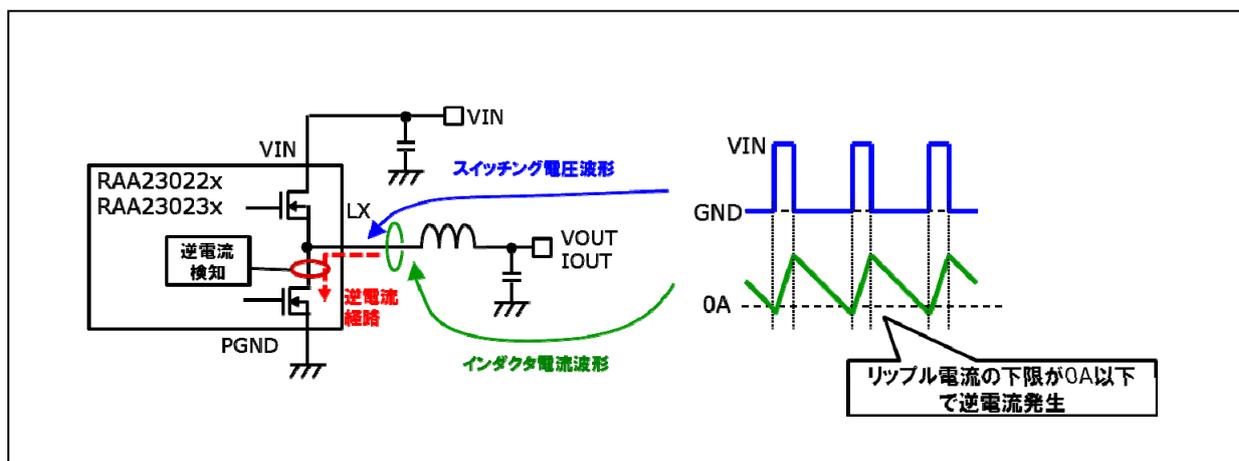
PFM モードから PWM モードに切替わる出力電流  $I_{change}$  の目安は、以下の式で計算できます。

$$I_{change} = \frac{\Delta IL}{2}$$

ここで、

$$\Delta IL = \frac{(V_{IN} - V_{OUT})}{L} \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} \times \frac{1}{f_{SW}}$$

L=インダクタンス、 $f_{sw}$ =1.1MHz です。



RAA23022x と RAA23023x には  $x\_autoPFM$  端子があり、ロウ・レベルにすると Auto PFM モード(PFM モード・PWM モード自動切換え)、ハイ・レベルにすると PWM モード固定で動作します。ハイ・レベルの時、PFM モードには入りません。

## ソフトスタート

起動時のラッシュ電流と出力電圧のオーバーシュートを防ぐため、RAA23022x と RAA23023x にはソフトスタート回路が内蔵されており、傾斜を持たせて出力電圧を起動させています。各 CH の EN 端子を”H”にすることでソフトスタートを開始します。ソフトスタート時間は CH1、CH2、両方とも 2ms(Typ.) に固定されており、外付け部品は不要です。ソフトスタートは、デジタルソフトスタート(DSS)回路で発生する階段状に上昇する電圧で、エラーアンプの入力しきい値電圧を徐々に上げていくことで実現しています。

### 放電回路

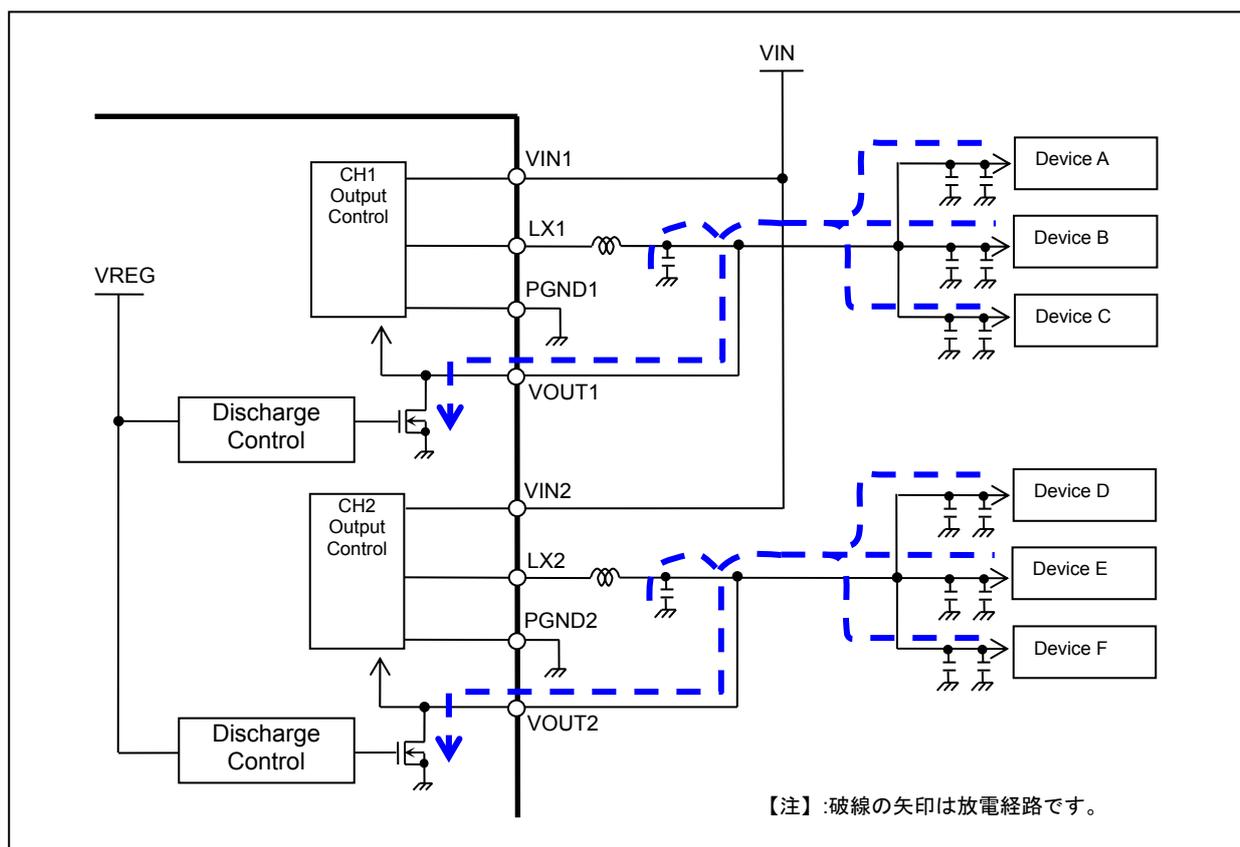
RAA23022x、RAA23023x の CH1、CH2 両方に放電回路が内蔵されており、外付け MOSFET を追加することなく急速放電が可能です。各チャネルの EN 端子をロウ・レベルにすると、それぞれのチャネルの放電回路がオンし、それぞれ VOUT1 端子、VOUT2 端子を通して、各出力に接続される全ての容量を放電します。

放電回路は VREG によってコントロールされており、VREG 電圧が低下すると、放電回路をオンし続けるための電圧がなくなるため、放電回路をオフします。VREG は VIN1、VIN2 から生成されますが、VIN 端子電圧が低下しても VREG 端子に接続された容量が放電されるまでには 100ms 以上かかります。従い、EN 端子を VIN 端子に接続し、VIN 端子電圧が低下した場合でも、VREG は放電回路をオンさせるのに十分な電圧をしばらく維持するため、CH1、CH2 出力電圧は急速放電されます。

放電時間を  $t_{dc}(s)$ 、出力に接続される全容量を  $C_{ALL}(F)$ 、RAA23022x / RAA23023x 内部の放電回路の抵抗値を  $R_{ondc}(\Omega)$  とすると、 $t_{dc}$  後の出力電圧  $V_{dc}(V)$  は以下のように計算されます。

$$V_{dc} = V_{OUT} \times e^{-\frac{t_{dc}}{C_{ALL} \times R_{ondc}}}$$

なお、 $R_{ondc}$  は電気的特性・放電回路部に記載されている放電回路のオン抵抗になります。また、 $C_{ALL}$  は出力容量だけでなく、出力先デバイス付近に接続されるバイパスコンデンサなど、RAA23022x、RAA23023x の出力先に接続される全ての容量の合計値となります。

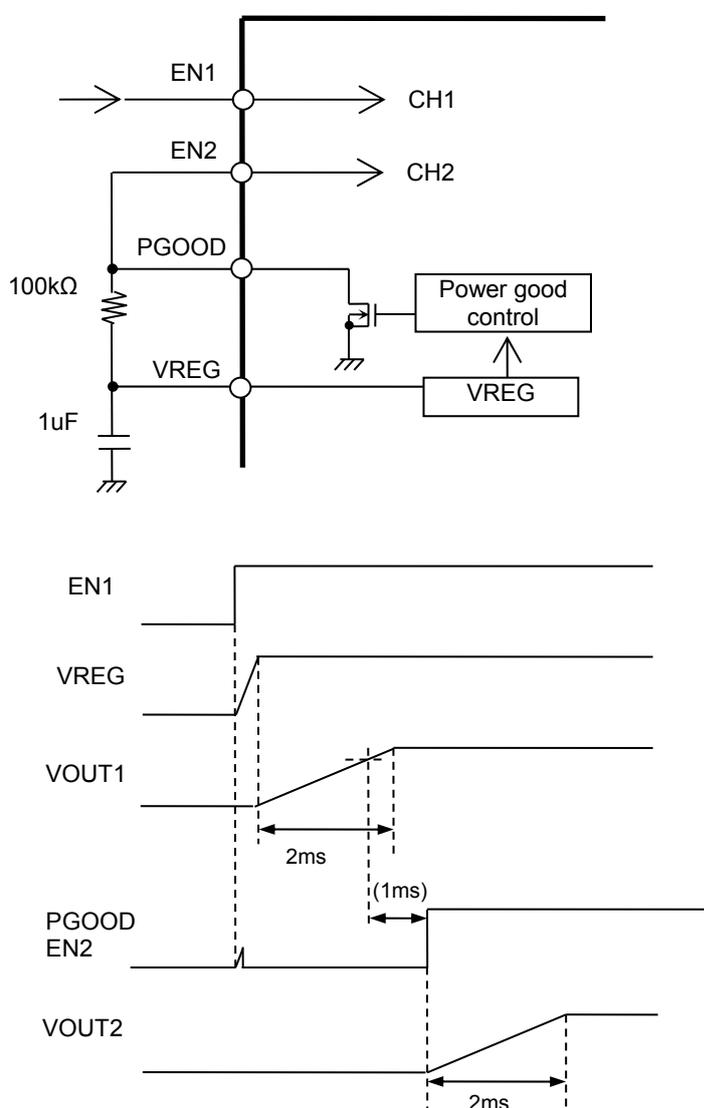


## パワーグッド

パワーグッド端子はオープンドレイン出力であり、抵抗を通してプルアップが必要です(推奨プルアップ抵抗: 100kΩ)。CH1、CH2 いずれかのフィードバック電圧、つまり出力電圧が 80%(Typ.)を超えると、PGOOD 端子はハイ・インピーダンス(HiZ)となるため、プルアップしているとハイ・レベルになります。CH1、CH2 両方の出力電圧が 80%(Typ.)を下回ると、PGOOD 端子はロウ・レベルになります。PGOOD 回路は VREG により制御されており、VREG が停止して VREG 端子電圧が 3.7V(Typ.)以下になると、CH1、CH2 が停止していても PGOOD 端子は HiZ になります。パワーグッド機能を使用する場合は、PGOOD 端子を VREG、VOUT1、VOUT2 等にプルアップしてください。

PGOOD 端子を EN1 または EN2 端子に接続することで、CH1 と CH2 を順番に起動させることができます。また、他デバイスへのシーケンス信号として使用できます。

CH1、CH2 の順で起動させる場合の構成例



### バッテリーバックアップ (RAA23022x)

RAA23022x はバッテリーバックアップ回路を内蔵しており、システム停電に備えたりチウム一次電池等によるバッテリーバックアップ回路を、ダイオードを使うことなく構成することができます。

CH1 が動作しているときは、VBB\_OUT = VOUT1 となります。CH1 が停止しているときは、VOUT1 端子電圧が VBB\_IN 端子電圧(バックアップ電池電圧)より高いと VBB\_OUT = VOUT1 となり、VBB\_IN 端子電圧より低いと VBB\_OUT = VBB\_IN となります。

VBB\_OUT 端子から実際に出される電圧は、VOUT1-VBB\_OUT 間オン抵抗、VBB\_IN-VBB\_OUT 間オン抵抗、VBB\_OUT 出力電流に依存します。それぞれの関係は、以下の式で表せます。

(1) 通常動作時 (VBB\_OUT = VOUT1)

$$V_{BB\_OUT} = V_{OUT1} - I_{BB\_OUT} \times R_{on\_vout1}$$

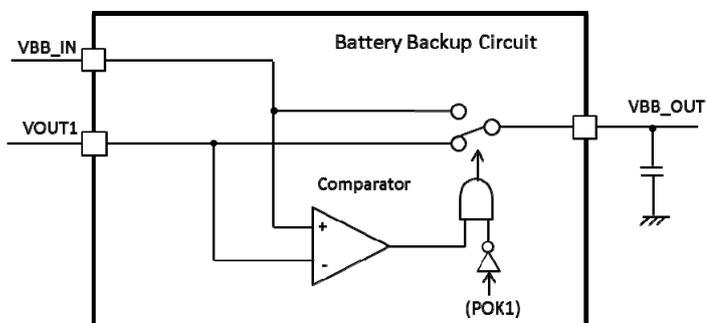
(2) バッテリーバックアップ時 (VBB\_OUT = VBB\_IN)

$$V_{BB\_OUT} = V_{BB\_IN} - I_{BB\_OUT} \times R_{on\_vbat}$$

V<sub>BB\_OUT</sub> : VBB\_OUT 出力電圧 (V)                      V<sub>OUT1</sub> : VOUT1 電圧 = CH1 出力電圧 (V)  
 V<sub>BB\_IN</sub> : VBB\_IN 電圧 = バッテリー電圧 (V)    I<sub>BB\_OUT</sub> : VBB\_OUT 出力電流 (A)  
 R<sub>on\_vout1</sub> : VOUT1-VBB\_OUT 間オン抵抗 100Ω (Typ.)  
 R<sub>on\_vbat</sub> : VBB\_IN-VBB\_OUT 間オン抵抗 400Ω (Typ.)

備考 : 2.7 ≤ V<sub>BB\_OUT</sub> ≤ 3.7V となります。

VBB\_OUT 端子には、0.47uF 以上の容量を接続してください。



注意 : POK1 は、CH1 起動状態を識別する IC 内部信号です。IC 外部から観測することはできません。

#### VBB\_OUT 出力状態

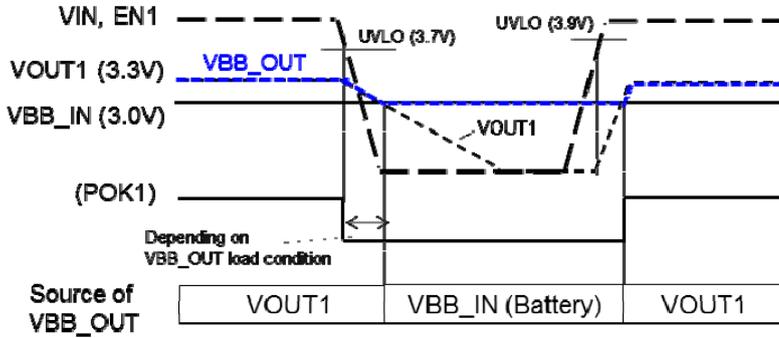
CH1 状態	VOUT1, VBB_IN 状態	VBB_OUT 出力
動作 (POK1 = H)	VOUT1 ≥ VBB_IN or VOUT1 < VBB_IN	VOUT1
停止 (POK1 = L)	VOUT1 ≥ VBB_IN	VOUT1
	VOUT1 < VBB_IN	VBB_IN

備考: L: Low level, H: High level

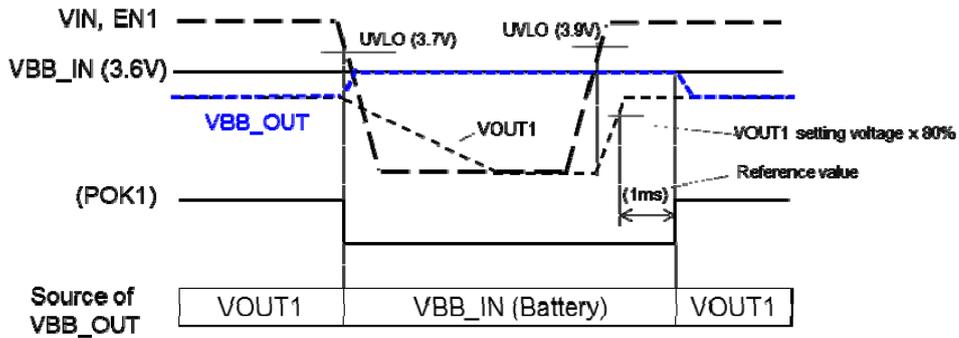
バッテリーバックアップの続き

タイミング・チャート

(1) 3.0V バッテリー使用時



(2) 3.6V バッテリー使用時



## 保護回路一覧

保護回路	機能	動作状態		解除方法
		共通回路 (VREG 等)	CH1, CH2 出力	
短絡保護回路 (SCP)	短絡状態などによる出力 電圧低下を検知 (ラッチ式)	動作	停止 (オフにラッチ)	EN1, EN2 を L にする or VIN1, VIN2 を UVLO の動作 停止電圧以下にする
過熱保護回路 (TSD)	IC 内部の温度上昇を検知 (165°C 以上) (自動復帰式)	動作	停止	温度低下
低電圧誤動作 防止回路 (UVLO)	VIN の低下を検知 (自動復帰式)	動作	停止	VIN1, VIN2 を動作開始電圧 (3.9V)以上にする

備考 SCP : Short Circuit Protection  
TSD : Thermal Shutdown Circuit  
UVLO : Under Voltage Lockout Circuit

## 短絡保護回路 (ラッチ式)

CH1 または CH2 の出力電圧が低下すると、それぞれの FB 端子電圧も低下します。FB 端子電圧が短絡保護回路の入力検知電圧(0.35V(typ.))以下になると、CH1、CH2 両出力を停止(オフにラッチ)します。このとき、共通回路(VREG 等)は動作を継続します。

短絡保護回路が働いた場合、EN1 端子、EN2 端子をハイからロウにするか、電源電圧(VIN1、VIN2)を低電圧誤動作防止回路の動作停止電圧以下にすることで、リセットされます。

## 過熱保護回路 (自動復帰式)

IC 内部の温度が165° C を越えると、CH1、CH2両出力を停止(非ラッチ動作)します。このとき、パワー出力段の上側MOSと下側MOSは共にOFFします。共通回路 (VREG等) は動作を継続します。

温度が下がり、過熱検知温度以下になると保護動作は解除され、出力は自動復帰します。

## 低電圧誤動作防止回路 (自動復帰式)

## (1) 低電圧誤動作防止動作

電源電圧VIN1、VIN2が動作停止電圧(3.7V(typ.))以下になると、出力を停止します。共通回路(VREG 等)は動作を継続します。

## (2) 出力復帰

VIN1、VIN2の電圧が立ち上がり時動作開始電圧(3.9V(typ.))以上に復帰すると、低電圧誤動作防止機能が解除され、出力は自動で再起動します。

低電圧誤動作防止動作中は、EN端子を操作しても出力は復帰しません。

## 電流制限

RAA23022x、RAA23023x は過電流時、パルスごとに電流を制限します (パルス・バイ・パルス電流制限)。電流センス部で過電流を検知すると電流を制限し、次のサイクルまで Power MOSFET のスイッチング動作を停止します。

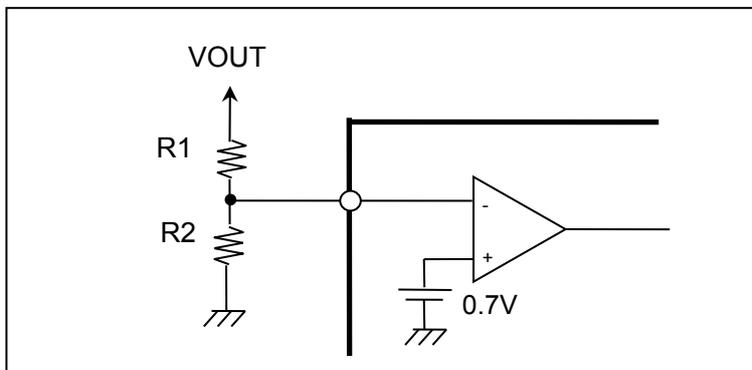
電流制限時に過電流状態のチャネルの出力電圧が低下し、FB 端子電圧が FB 入力検知電圧を下回った場合、短絡保護回路が保護動作を開始します。

## 設計ガイド

### 出力電圧設定方法（出力電圧外部抵抗設定の場合）

出力電圧  $V_{OUT}$  は、以下の式で決まります。

$$V_{OUT} = 0.7 \times (1 + R1 / R2)$$



### 参考値

Vout	0.9V	1.0V	1.05V	1.1V	1.18V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V	5.0V
R1	110k	100k	100k	91k	110k	130k	150k	130k	100k	100k	110k
R2	390k	240k	200k	160k	160k	180k	130k	82k	39k	27k	18k

### 出力電圧の精度（出力電圧外部抵抗設定の場合）

出力電圧精度は、以下の式で計算できます。

$$V_{OUTACC} = V_{ITHACC} + \frac{(V_{out} - V_{ITH})}{V_{out}} \times 2 \times R_{ACC}$$

$V_{OUTACC}$  : 出力電圧精度 (%)

$V_{ITHACC}$  : E/A 入力しきい値電圧精度 (%)

$V_{OUT}$  : 出力電圧 (V)

$R_{ACC}$  : 外付け出力電圧設定抵抗精度 (%)

したがって、本 IC の出力電圧精度は以下のようになります。

$$V_{OUTACC} = 1 + \frac{(V_{out} - 0.7)}{V_{out}} \times 2 \times R_{ACC}$$

【注】：これらの式には、負荷変動による出力電圧変動は含みません。

## インダクタ

インダクタの選定は、インダクタのリップル電流が最大出力電流  $I_{out(max)}$  の 10~40% に収まる範囲が目安となります。リップル電流が大きいとピーク電流も大きくなり、出力リップル電圧の増加・損失の増加を招きます。ただし、リップル電流を小さくしようとするほどインダクタのサイズが大きくなります。

インダクタのリップル電流  $\Delta I_L$  は以下の式で計算できます。

$$\Delta I_L = \frac{(V_{in} - V_{out})}{L} \times \frac{V_{out}}{V_{in}} \times \frac{1}{f_{sw}}$$

ここで、 $f_{sw} = 1.1\text{MHz}$  です。

また、リップル電流を考慮したピーク電流は、以下の式で表せます。

$$I_{L_{Peak}} = I_{OUT(MAX)} + \frac{\Delta I_L}{2}$$

上記で求めたピーク電流よりも大きい飽和電流定格のインダクタを選択してください。

## インダクタ例

Inductance (uH)	Inductor	Manufacturer	$I_{TEMP}$ (A)	$I_{SAT}$ (A)	Size (LxWxT, mm)
2.2	NRS5024T2R2NMGJ	TAIYO YUDEN	3.1	4.1	4.9x4.9x2.4
2.2	744778002	WURTH	4.0	4.8	7.3x7.3x3.2
3.3	NRS5030T3R3MMGJ	TAIYO YUDEN	3.0	3.6	4.9x4.9x3.1
3.3	7447789003	WURTH	3.4	4.2	7.3x7.3x3.2
4.7	NRS5040T4R7NMGK	TAIYO YUDEN	3.1	3.3	4.9x4.9x4.1
4.7	744777004	WURTH	4.0	4.0	7.3x7.3x4.3

- 【注】  $I_{TEMP}$ ：自己温度上昇に基づく定格電流     $I_{SAT}$ ：インダクタンス値の変化率に基づく定格電流  
 上記は一例です。使用条件に合わせてご検討下さい。  
 各インダクタの詳細は、インダクタメーカーにお問い合わせ下さい。

## 出力容量

RAA23022x、RAA23023x には、各動作に最適化された位相補償回路が内蔵されています。この位相補償を効かせ安定動作させるために、出力容量  $C_{out}$  を 22 $\mu$ F 以上にしてください。なお、出力容量にはセラミックコンデンサが使用可能です。出力のリプル電圧を小さくするには、低 ESR のコンデンサを推奨します。

DC/DC コンバータ出力のリプル電圧  $\Delta V_{rpl}$  は以下の式になります。

$$\Delta V_{rpl} = \Delta IL \times \left( ESR + \frac{1}{(8 \times C_{OUT} \times f_{SW})} \right)$$

ESR : 出力容量の等価直列抵抗( $\Omega$ )     $f_{sw}=1.1\text{MHz}$

## 入力容量

各チャネルの VIN 端子とパワーグラウンドの間に、10 $\mu$ F 以上の入力容量を接続してください。また、入力容量はできるだけ RAA23022x、RAA23023x の近くに配置してください。

## VREG容量

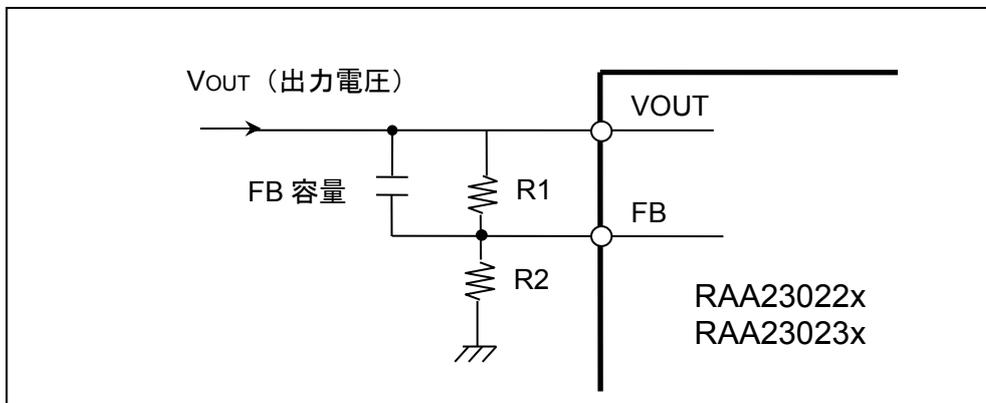
1 $\mu$ F のセラミックコンデンサを VREG 端子-アナロググラウンド間に接続してください。

## ブートストラップ容量

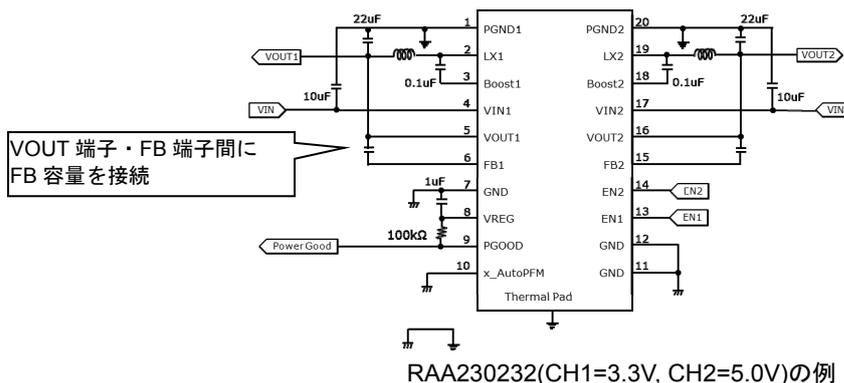
0.1 $\mu$ F のセラミックコンデンサを各チャネルの LX 端子-BOOST 端子間に接続してください。

### FB容量

Auto PFM モード選択時の PFM 動作期間において、位相特性調整のために電圧設定抵抗・上側と並列に容量を接続することが可能です。なお、接続の際は、重負荷時(PWM 動作期間)において安定性を損なう可能性があります。システム動作条件で十分ご評価ください。

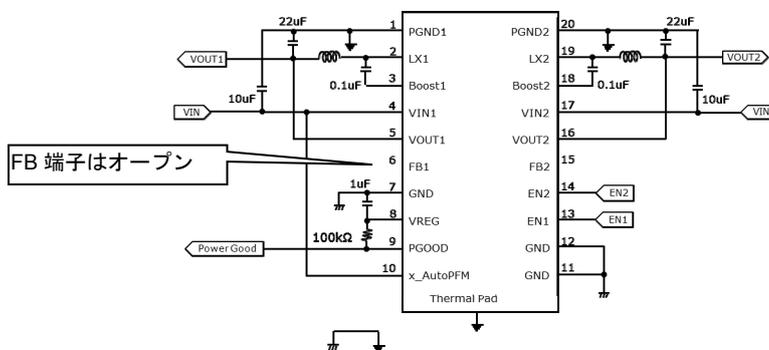


出力電圧固定品でFB容量を接続する場合、VOUT端子とFB端子の間にFB容量を接続してください。



RAA230232(CH1=3.3V, CH2=5.0V)の例

出力電圧固定品でFB容量を使わない場合は、FB端子をオープンにしてください。



RAA230232(CH1=3.3V, CH2=5.0V)の例

## 周边部品例

VIN (V)	VOUT (V)	L (uH)	Cout (uF)	C <sub>FB</sub> (pF)	
				Auto PFM mode	PWM mode
12	5V	3.3	22 to 44	0 to 100	No need
	3.3V	3.3	22 to 44	0 to 100	No need
	1.2V	3.3	22 to 44	0 to 100	No need
5	3.3	2.2	22	0 to 100	No need
	1.2	2.2	22	0 to 100	No need

## 使用上の注意事項

### VIN入力電圧

電源のVIN1端子とVIN2端子には必ず同電圧を入力してください。

### パターン配線

実際にパターン配線を行う場合には制御系のグラウンド(アナログ・グラウンド)とパワー系のグラウンド(パワー・グラウンド)を分離し、共通インピーダンスをできるだけ持たないようにする必要があります。

### Exposed PAD

パッケージの裏面には、放熱性向上のためExposed PADがついています。実装の際は、PGNDもしくはGNDに接続してください。

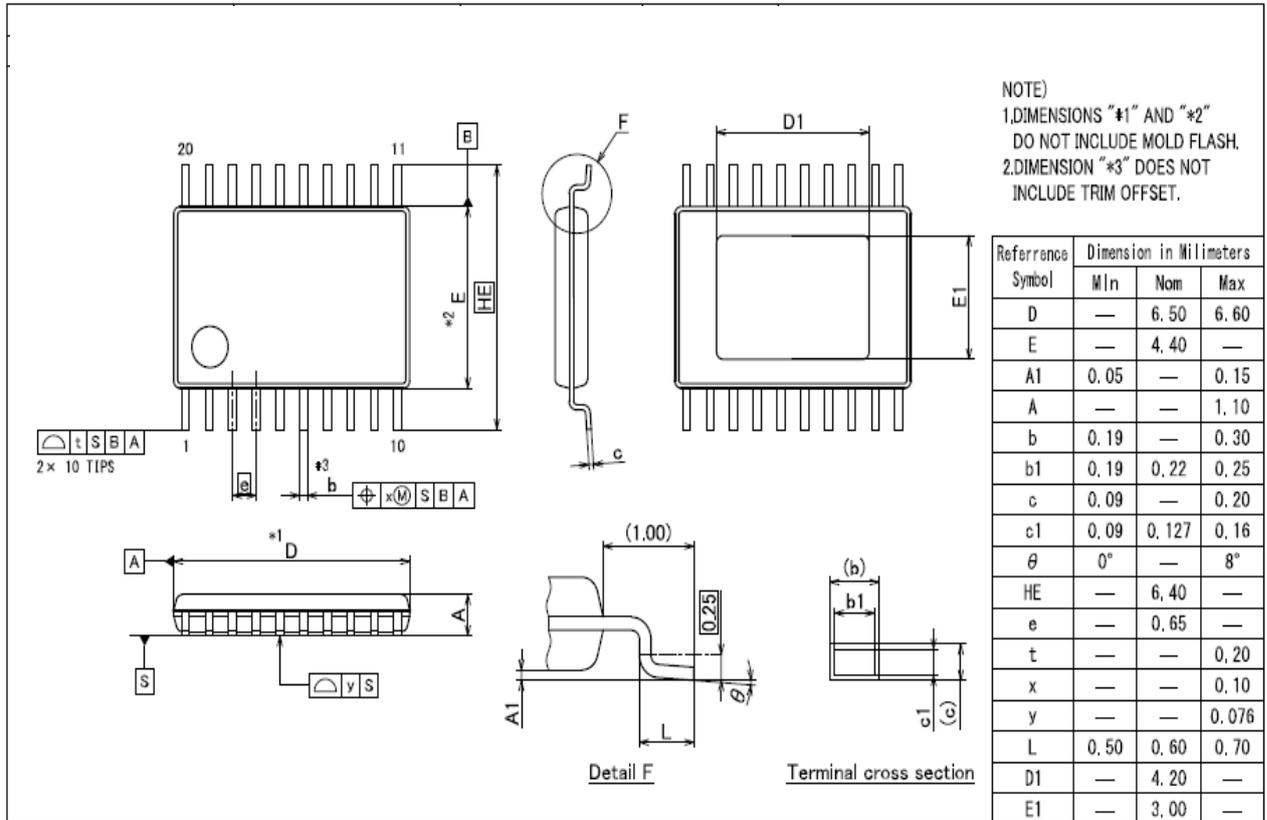
### コントロール入力端子の固定仕様について

EN、x\_AutoPFM端子を固定して使用する場合は、各入力を以下の端子に接続してください。

入力端子	接続端子	
	ロウ・レベル固定	ハイ・レベル固定
EN1	GND	VIN
EN2	GND	VIN
x_AutoPFM	GND	VIN

外形图

20pin HTSSOP  
 Renesas code : PTSP0020JF-A



改訂記録	RAA23022x, RAA23023x データシート
------	-----------------------------

Rev.	発効日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2015.04.03	-	初版発行
1.01	2015.04.20	17	ソフトスタート部を見直し
		23	出力電圧設定抵抗の参考値を見直し

すべての商標および登録商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## ご注意書き

1. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器・システムの設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因して、お客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
2. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したものです。誤りがないことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
3. 本資料に記載された製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズム、応用回路例等の情報の使用に起因して発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権に対する侵害に関し、当社は、何らの責任を負うものではありません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
4. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。かかる改造、改変、複製等により生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」および「高品質水準」に分類しており、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使用されることを意図しております。  
標準水準： コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、  
家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット等  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、  
防災・防犯装置、各種安全装置等  
当社製品は、直接生命・身体に危害を及ぼす可能性のある機器・システム（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの等）、もしくは多大な物的損害を発生させるおそれのある機器・システム（原子力制御システム、軍事機器等）に使用されることを意図しておらず、使用することはできません。たとえ、意図しない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に損害が生じて、当社は一切その責任を負いません。なお、ご不明点がある場合は、当社営業にお問い合わせください。
6. 当社製品をご使用の際は、当社が指定する最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他の保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害等を生じさせないよう、お客様の責任において、冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、お客様の機器・システムとしての出荷保証を行ってください。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様の機器・システムとしての安全検証をお客様の責任で行ってください。
8. 当社製品の環境適合性等の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。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、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、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、当社は、一切その責任を負いません。
9. 本資料に記載されている当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器・システムに使用することはできません。また、当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事情報に使用しないでください。当社製品または技術を輸出する場合は、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。
10. お客様の転売等により、本ご注意書き記載の諸条件に抵触して当社製品が使用され、その使用から損害が生じた場合、当社は何らの責任も負わず、お客様にてご負担して頂きますのでご了承ください。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを禁じます。

注1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサス エレクトロニクス株式会社およびルネサス エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注1において定義された当社の開発、製造製品をいいます。



ルネサス エレクトロニクス株式会社

営業お問い合わせ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問い合わせ窓口の住所は変更になることがあります。最新情報につきましては、弊社ホームページをご覧ください。

ルネサス エレクトロニクス株式会社 〒100-0004 千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)

技術的なお問合せおよび資料のご請求は下記へどうぞ。  
総合お問い合わせ窓口：<http://japan.renesas.com/contact/>