

RAA23040x

R18DS0004JJ0102

Rev. 1.02

3ch 降圧スイッチングレギュレータ + 1ch LDO

2013.07.09

概要

RAA23040x は、3ch の Power MOSFET を内蔵した出力で構成された降圧スイッチングレギュレータ IC です。また、1ch の LDO を内蔵しています。

特長

- スイッチングレギュレータ部 (ch1, ch3, ch4)
 - 同期整流型降圧回路
 - Power MOSFET 内蔵
 - 位相補償回路内蔵
 - パワーグッド機能内蔵 (ch1)
 - 低消費モード内蔵 (ch1・ch3・ch4 を低周波動作させ、IC の消費電力を低減)
 - 動作周波数: 1.3MHz~2 MHz (可変)
 - タイマ・ラッチ式短絡保護回路内蔵
- LDO 部 (ch2)
 - 過電流保護回路内蔵 (フの字型)
- 全体
 - 全 ch 独立にオン/オフ
 - デジタルソフトスタート内蔵 (ソフトスタート時間可変)
 - 放電回路内蔵
 - タイマ・ラッチ式過熱保護回路 (シャットダウン温度: 150°C 以上) 内蔵
 - 復帰式低電圧誤動作防止回路内蔵

パッケージ・梱包形態

型名	パッケージ	梱包形態
RAA23040xGNP	32 ピン VQFN	エンボス・テーピング 4000 個/リール
RAA23040xGFT	32 ピン TQFP	トレイ 1250 個単位

製品展開

出力電圧に応じて、下記 9 パターンの製品をラインアップ化します。

ch	RAA230401	RAA230402	RAA230403	RAA230404	RAA230405	RAA230406	RAA230407	RAA230408	RAA230409
1	1.8V	2.5V	3.0V	3.3V	1.8V	2.5V	3.0V	3.3V	外部抵抗 設定
2									
3	3.3V				外部抵抗設定				
4	外部抵抗設定/内部設定 (1.2V) 切替可能								

- 【注】 ch1, ch2: RAA230401~RAA230408 は出力電圧固定(抵抗内蔵)、RAA230409 は外部抵抗で出力電圧を設定。
ch3: RAA230401~RAA230404 は出力電圧 3.3V 固定(抵抗内蔵)、RAA230405~RAA230409 は外部抵抗で出力電圧を設定。
ch4: 全ての仕様で出力電圧の外部抵抗設定/内部設定(1.2V 固定)を切替可能。

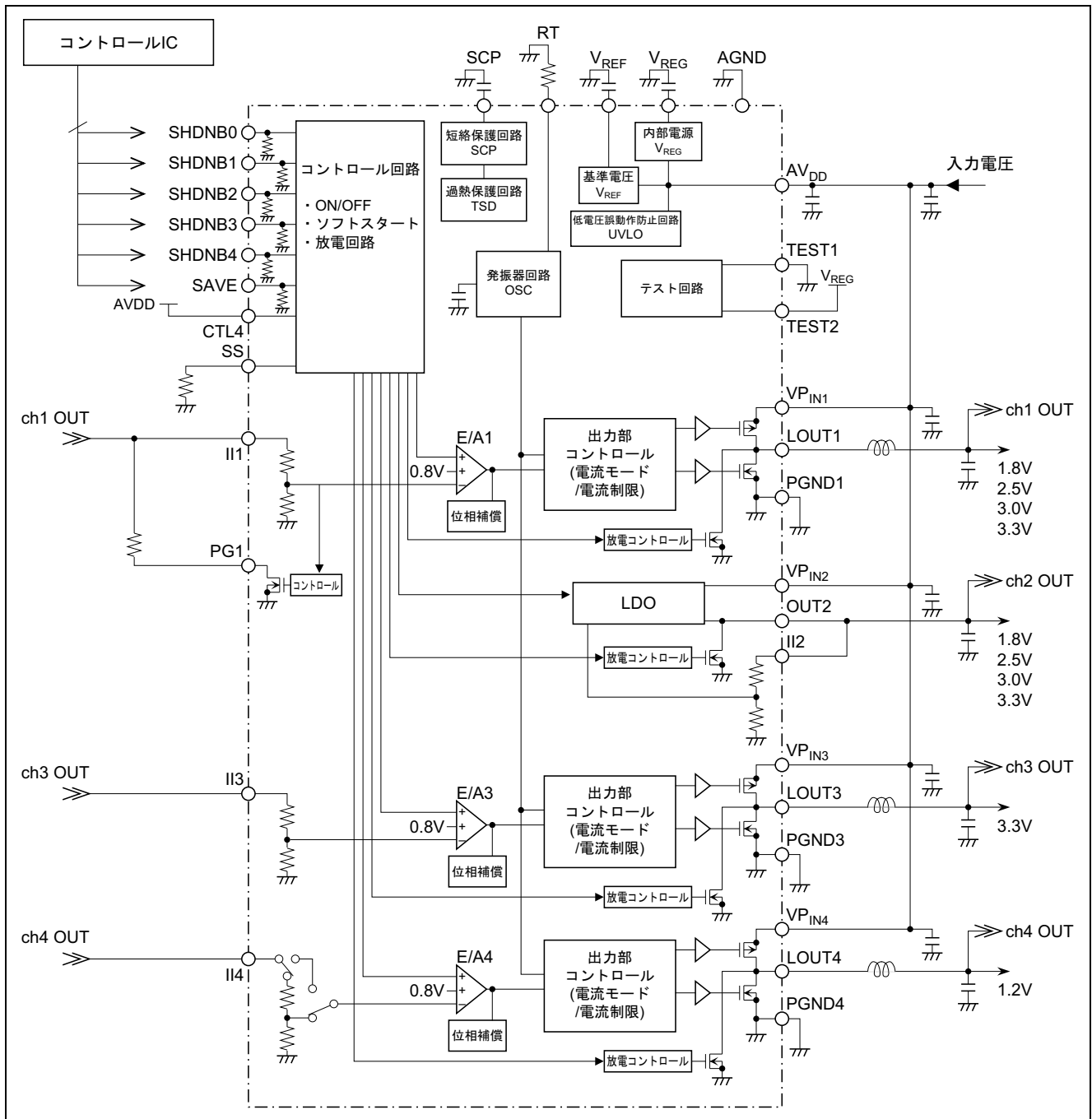
構成例

- 入力電圧: 2.5V~5.5V

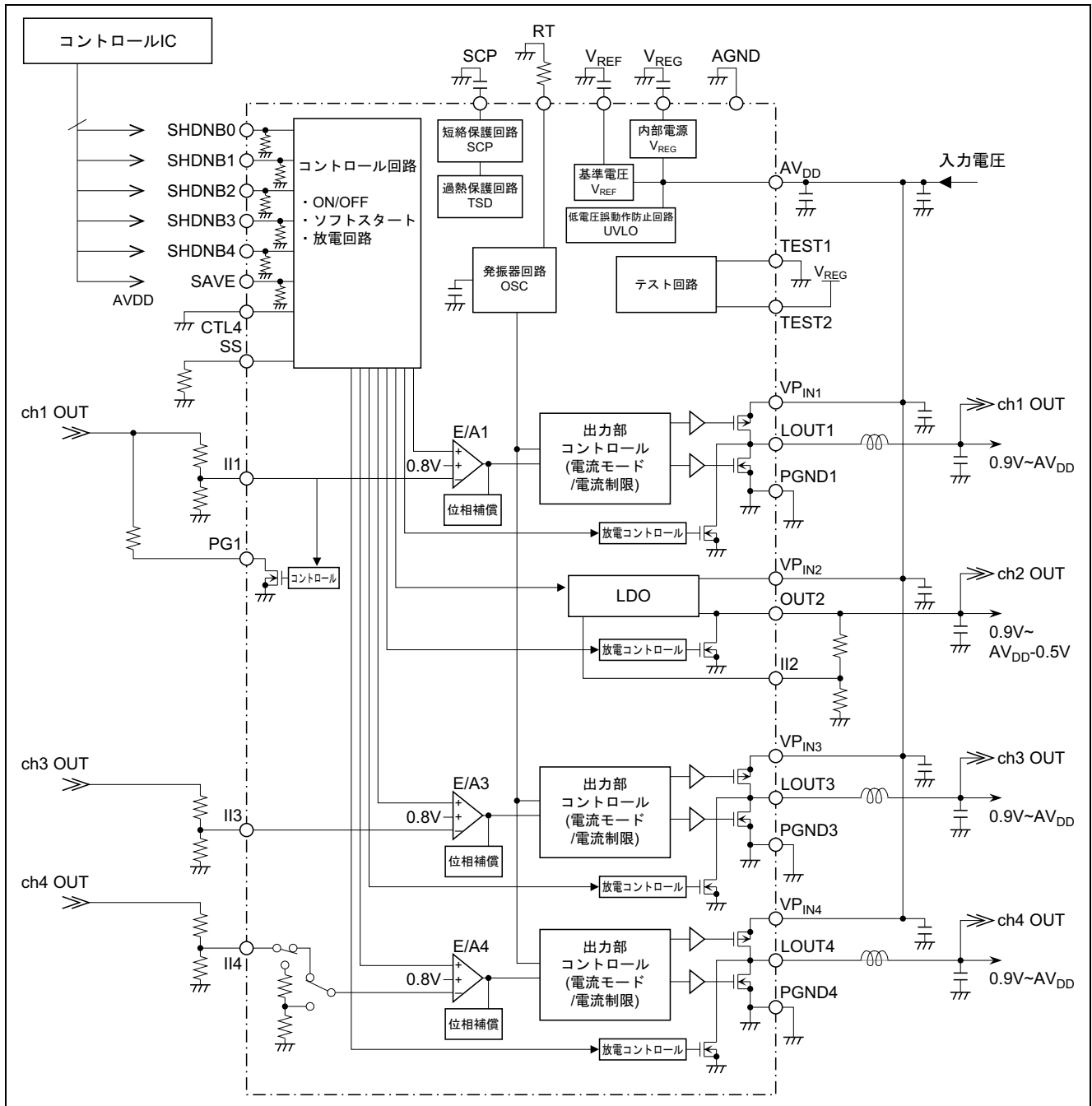
ch	方式	Power MOSFET	出力電圧	最大出力電流例
1	降圧・同期整流 (電流モード)	内蔵	$0.9V \sim V_{IN} \times 0.8V$	500mA
2	LDO	—	$0.9V \sim V_{IN} \times 0.8V$	100mA
3	降圧・同期整流 (電流モード)	内蔵	$0.9V \sim V_{IN} \times 0.8V$	1500mA
4	降圧・同期整流 (電流モード)	内蔵	$0.9V \sim V_{IN} \times 0.8V$	1500mA

応用回路例

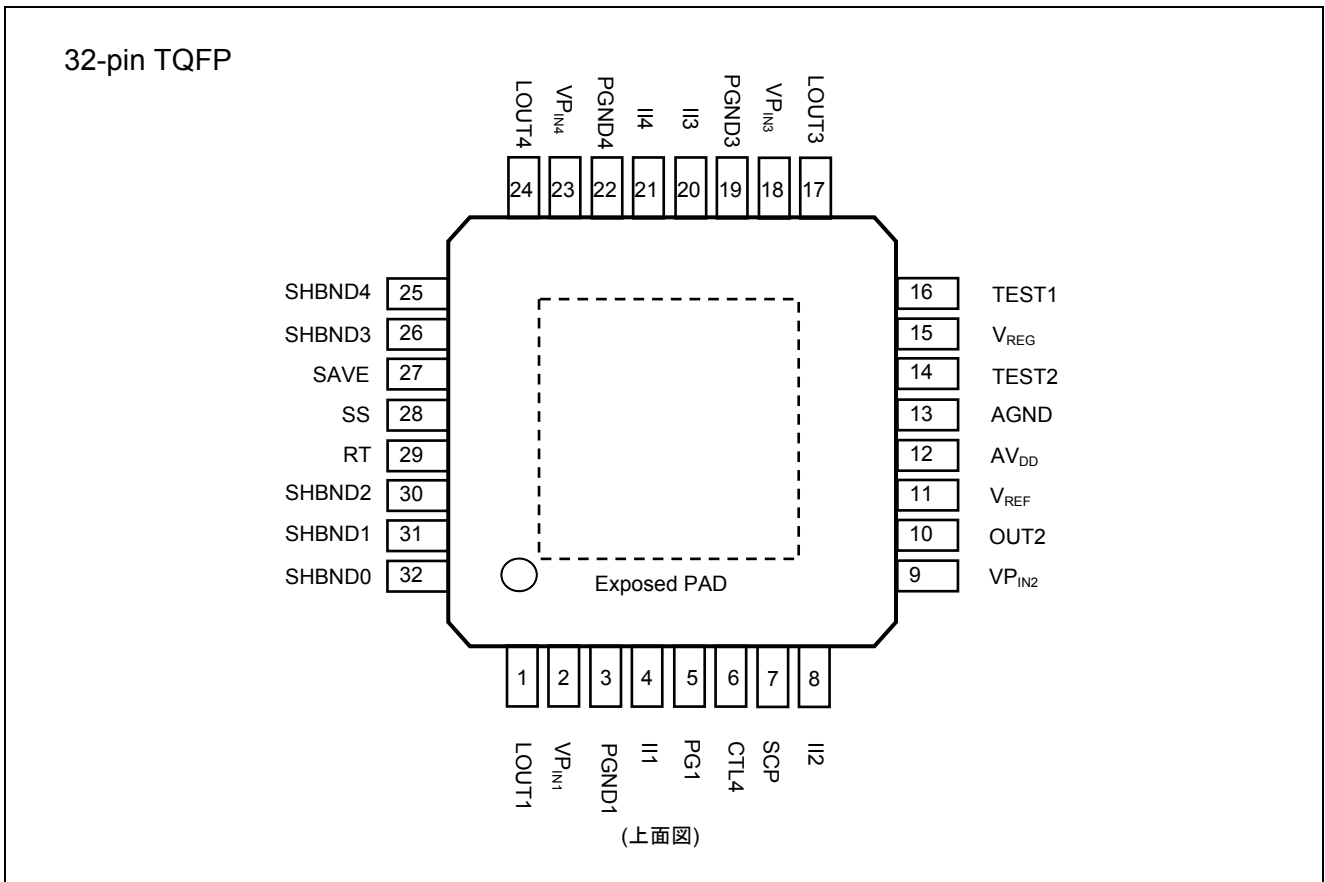
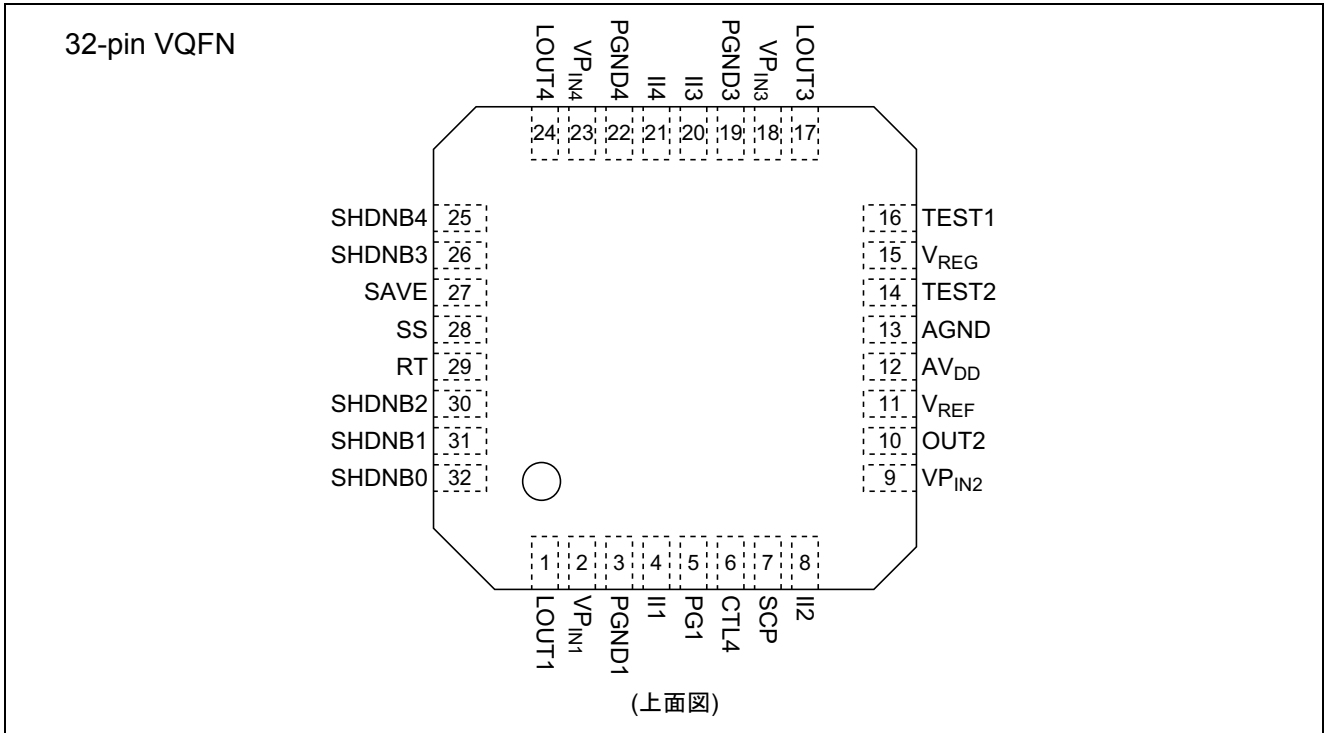
ch3 出力電圧設定抵抗内蔵、ch4 出力電圧内部抵抗設定時 (CTL4 = H)



ch1~ch3 出力電圧設定抵抗外付け、ch4 出力電圧外部抵抗設定時 (CTL4 = L)



端子接続図



端子機能一覧

端子番号	端子名	入出力	機能
1	LOUT1	出力	ch1 のインダクタ接続
2	VP _{IN1}	電源	ch1 の出力段用電源入力
3	PGND1	グラウンド	パワー・グラウンド
4	II1	入力	ch1 のフィードバック入力
5	PG1	出力	ch1 のパワーグッド信号出力端子 (オープン・ドレイン)
6	CTL4	入力	ch4 出力電圧設定方法選択
7	SCP	—	タイマ・ラッチ用容量接続端子
8	II2	入力	ch2 のフィードバック入力
9	VP _{IN2}	電源	ch2 の出力段用電源入力
10	OUT2	出力	ch2 の出力
11	V _{REF}	出力	基準電圧出力
12	AV _{DD}	電源	アナログ部電源
13	AGND	グラウンド	アナログ・グラウンド
14	TEST2	—	テスト端子 2 (V _{REG} 接続)
15	V _{REG}	出力	内部電源出力
16	TEST1	—	テスト端子 1 (AGND 接続)
17	LOUT3	出力	ch3 のインダクタ接続
18	VP _{IN3}	電源	ch3 の出力段用電源入力
19	PGND3	グラウンド	パワー・グラウンド
20	II3	入力	ch3 のフィードバック入力
21	II4	入力	ch4 のフィードバック入力
22	PGND4	グラウンド	パワー・グラウンド
23	VP _{IN4}	電源	ch4 の出力段用電源入力
24	LOUT4	出力	ch4 のインダクタ接続
25	SHDNB4	入力	ch4 の出力 ON/OFF
26	SHDNB3	入力	ch3 の出力 ON/OFF
27	SAVE	入力	IC 低消費モード動作設定
28	SS	—	ソフトスタート時間設定抵抗接続端子
29	RT	—	三角波生成用抵抗接続
30	SHDNB2	入力	ch2 の出力 ON/OFF
31	SHDNB1	入力	ch1 の出力 ON/OFF
32	SHDNB0	入力	IC の ON/OFF

絶対最大定格

(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	定格値	単位	条件	
アナログ電源電圧(AV_{DD} 端子)	AV_{DD}	-0.5~+6.5	V	AV_{DD}	
VP_{IN} 端子印加電圧	VP_{IN}	-0.5~+6.5	V	$VP_{IN1} \sim VP_{IN4}$	
SHDNB 端子印加電圧	V_{SHDNB}	-0.5~+6.5	V	SHDNB0~SHDNB4	
CTL4 端子印加電圧	V_{CTL4}	-0.5~+6.5	V	CTL4	
SAVE 端子印加電圧	V_{SAVE}	-0.5~+6.5	V	SAVE	
PG 端子印加電圧	V_{PG}	-0.5~+6.5	V	PG1	
II 端子印加電圧	V_{II}	-0.5~+6.5	V	II1~II4	
VP_{IN1} 端子シンク電流(ピーク)	$IP_{IN1(peak)-}$	600	mA	VP_{IN1}	
VP_{IN2} 端子シンク電流(DC)	$IP_{IN2(DC)-}$	200	mA	VP_{IN2}	
VP_{IN3} 端子シンク電流(ピーク)	$IP_{IN3(peak)-}$	2000	mA	VP_{IN3}	
VP_{IN4} 端子シンク電流(ピーク)	$IP_{IN4(peak)-}$	2000	mA	VP_{IN4}	
LOUT1 端子出カソース電流(ピーク)	$I_{LO1(peak)+}$	600	mA	LOUT1	
OUT2 端子出カソース電流(DC)	$I_{O2(DC)+}$	200	mA	OUT2	
LOUT3 端子出カソース電流(ピーク)	$I_{LO3(peak)+}$	2000	mA	LOUT3	
LOUT4 端子出カソース電流(ピーク)	$I_{LO4(peak)+}$	2000	mA	LOUT4	
LOUT1, OUT2, LOUT3, LOUT4 端子出カシンク電流(DC)	$I_{LO1,O2,LO3,4(DC)-}$	100	mA	放電回路動作時	
全損失	P_T	VQFN	1850 ^{*1}	mW	$T_A \leq +25^\circ\text{C}$
		TQFP	2100 ^{*1}		
動作周囲温度	T_A	-40~+85	$^\circ\text{C}$		
接合温度	T_J	-40~+150	$^\circ\text{C}$		
保存温度	T_{stg}	-55~+150	$^\circ\text{C}$		

【注】

- *1 $T_A \leq +25^\circ\text{C}$ の値です。 $T_A > +25^\circ\text{C}$ では VQFN: $-18.5\text{mW}/^\circ\text{C}$, TQFP: $-21\text{mW}/^\circ\text{C}$ でディレーティングしてください。
 基板仕様: VQFN: ガラスエポキシ 4 層基板、76.2mm x 114.3mm x 1.664mm 厚
 銅箔 50%(1 層目・4 層目)/95%(2 層目・3 層目)
 TQFP: ガラスエポキシ 4 層基板、80mm x 80mm x 1.6mm 厚 ルネサス評価ボード
 裏面 Exposed PAD がボード GND 銅パターンへ半田付けされていない場合の値

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。つまり絶対最大定格とは、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

(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$)

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	条件
アナログ電源電圧 (AV _{DD} 端子)	AV _{DD}	2.5	5.0	5.5	V	AV _{DD}
VP _{IN} 端子印加電圧	VP _{IN}	—	AV _{DD}	—	V	VP _{IN1} ~VP _{IN4}
SHDNB 端子印加電圧	V _{SHDNB}	0	—	AV _{DD}	V	SHDNB0~SHDNB4
CTL4 端子印加電圧	V _{CTL4}	0	—	AV _{DD}	V	CTL4
SAVE 端子印加電圧	V _{SAVE}	0	—	AV _{DD}	V	SAVE
PG 端子印加電圧	V _{PG}	0	—	AV _{DD}	V	PG1
II 端子印加電圧	V _{II}	0	—	AV _{DD}	V	II1~II4
発振周波数	f _{OSC}	1300	—	2200	kHz	
発振器タイミング抵抗	R _T	—	10	—	k Ω	R _T
ソフトスタート時間設定抵抗	R _{SS}	—	1000	—	k Ω	SS
SCP 端子コンデンサ容量	C _{SCP}	—	0.1	—	μF	SCP
V _{REF} 端子コンデンサ容量	C _{REF}	—	1.0	—	μF	V _{REF}
V _{REG} 端子コンデンサ容量	C _{REG}	—	1.0	—	μF	V _{REG}
動作接合温度	T _{JO}	-40	—	+125	$^\circ\text{C}$	

電気的特性

(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AV_{DD} = VP_{IN1} \sim VP_{IN4} = 5.0\text{V}$ 、 $f_{OSC} = 2\text{MHz}$)

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	測定条件
全体	スタンバイ電流	$I_{DD(STNBY)}$	—	1	2	μA $AI_{DD}+IP_{IN1}+IP_{IN2}+IP_{IN3}+IP_{IN4}$ $SHDNB0 \sim SHDNB4 = AGND$
	回路動作電流 1	I_{DD1}	—	1.2	2	mA AI_{DD} , $SHDNB0 = AV_{DD}$ $SHDNB1 \sim SHDNB4 = AGND$ $SAVE = GND$
	回路動作電流 2	I_{DD2}	—	0.7	1.0	mA AI_{DD} , $SHDNB0 = AV_{DD}$ $SHDNB1 \sim SHDNB4 = AGND$ $SAVE = AV_{DD}$
基準電圧部 (V_{REF})	基準電圧	V_{REF}	0.98	1.00	1.02	V $I_{REF} = 0\text{mA}$
	温度特性	—	—	0.5	—	$\%$ $T_A = -10^\circ\text{C} \sim +60^\circ\text{C}$
内部電源部 (V_{REG})	内部電源電圧	V_{REG}	2.3	2.4	2.5	V $I_{REG} = 0\text{mA}$
低電圧誤動作防止回路 (UVLO)	立ち上がり時動作開始電圧	$AV_{DD(L-H)}$	1.9	2.1	2.3	V AV_{DD} 端子電圧を検知
	動作停止電圧	$AV_{DD(H-L)}$	1.7	1.9	2.1	V AV_{DD} 端子電圧を検知
短絡保護回路 (SCP)	II1 入力検知電圧 (ch1)	$V_{TH(II)1}$	65	75	85	$\%$ II1 端子、出力電圧に対する割合
	II3 入力検知電圧 (ch3)	$V_{TH(II)3}$	65	75	85	$\%$ II3 端子、出力電圧に対する割合
	II4 入力検知電圧 (ch4)	$V_{TH(II)4}$	65	75	85	$\%$ II4 端子、出力電圧に対する割合
	DLY 検知電圧	$V_{TH(DLY)}$	0.6	0.9	1.2	V SCP 端子
	短絡ソース電流	I_{OUT}	0.6	1.0	1.4	μA
発振器部	周波数設定精度	f_{OSC}	-10	—	+10	$\%$ $R_T = 10\text{k}\Omega$
	入力安定度	Δf_{OSC}	-3	—	+3	$\%$ $AV_{DD} = 2.5\text{V} \sim 5.5\text{V}$
ソフトスタート部	ソフトスタート時間	t_{ss}	—	2.0	4.0	ms ch1~ch4, $R_{SS} = 1000\text{k}\Omega$
PWM 部	最大デューティ	$D_{MAX(PWM)}$	—	100	—	$\%$ ch1, ch3, ch4
出力電圧精度 (抵抗内部時)	ch1 出力電圧精度	V_{OUT1}	-2	—	+2	$\%$ $I_{O1} = 10\text{mA}$ 、抵抗内部時
	ch2 出力電圧精度	V_{OUT2}	-1	—	+1	$\%$ $I_{O2} = 10\text{mA}$ 、抵抗内部時
	ch3 出力電圧精度	V_{OUT3}	-2	—	+2	$\%$ $I_{O3} = 200\text{mA}$ 、抵抗内部時
	ch4 出力電圧精度	V_{OUT4}	-2	—	+2	$\%$ $I_{O4} = 200\text{mA}$ 、抵抗内部時
E/A 部 (抵抗外部時)	E/A 1 入力しきい値電圧	V_{ITH1}	0.784	0.800	0.816	V 入力オフセット含む、抵抗外部時
	E/A 2 入力しきい値電圧	V_{ITH2}	0.792	0.800	0.808	V 入力オフセット含む、抵抗外部時
	E/A 3 入力しきい値電圧	V_{ITH3}	0.784	0.800	0.816	V 入力オフセット含む、抵抗外部時
	E/A 4 入力しきい値電圧	V_{ITH4}	0.784	0.800	0.816	V 入力オフセット含む、抵抗外部時
出力部 (ch1)	P-ch 出力 ON 抵抗	R_{on-p1}	—	0.4	0.6	Ω $I_O = 100\text{mA}$
	N-ch 出力 ON 抵抗	R_{on-n1}	—	0.4	0.6	Ω $I_O = -100\text{mA}$
出力部 (ch3, ch4)	P-ch 出力 ON 抵抗	R_{on-p1}	—	0.4	0.6	Ω $I_O = 100\text{mA}$
	N-ch 出力 ON 抵抗	R_{on-n1}	—	0.4	0.6	Ω $I_O = -100\text{mA}$
放電回路部	出力 ON 抵抗 1	R_{ondc1}	—	100	200	Ω ch1, ch3, ch4, $I_{DC} = 20\text{mA}$
	出力 ON 抵抗 2	R_{ondc2}	—	200	400	Ω ch2, $I_{DC} = 20\text{mA}$

(次頁へ続く)

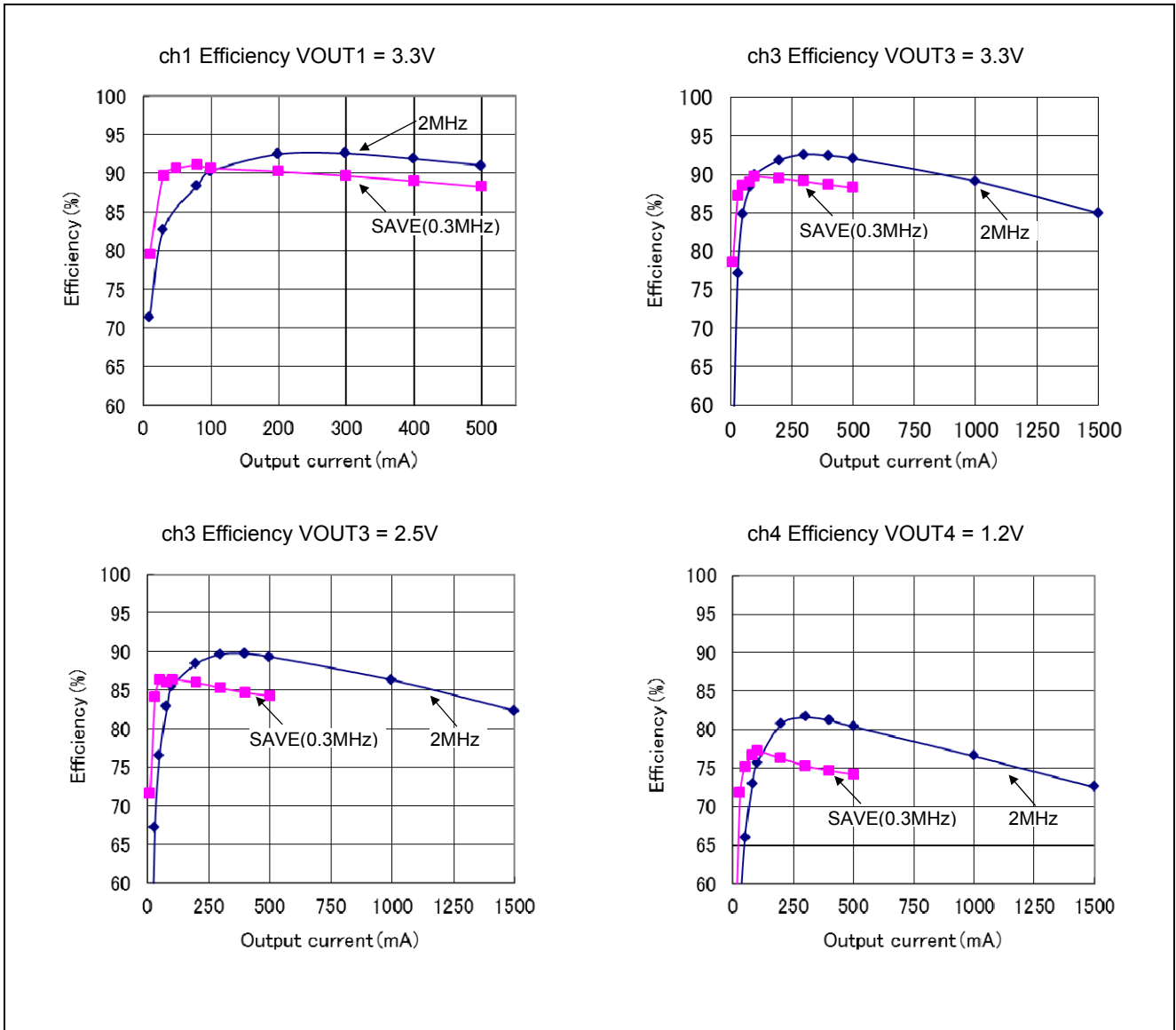
(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AV_{DD} = VP_{IN1} \sim VP_{IN4} = 5.0\text{V}$ 、 $f_{OSC} = 2\text{MHz}$)

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	測定条件
シリーズ・レギュレータ部 (ch2)	入出力間電圧	V_{DIF2}	0.5	—	—	V $I_{O2} = 20\text{mA}$
	入力安定度	REG_{IN2}	—	—	50	mV $IO2 = 20\text{mA}$, $VPIN2=VOUT2+0.5\text{V}$
	負荷安定度	REG_{L2}	—	—	50	mV $I_{O2} = 1\text{mA} \sim 100\text{mA}$
	出力短絡電流	$I_{O2short}$	—	80	—	mA $OUT2=AGND$
	ピーク出力電流	I_{O2peak}	150	—	—	mA
パワーゲット回路部 (ch1)	スレッシュホールド電圧	$V_{TH(PG)1}$	86	90	94	% PG1 = "HiZ" → "L" · "L" → "HiZ" I11 端子を検知 出力電圧に対する割合
	PG 端子出力電圧	V_{PG}	—	—	0.1	V $I_{PG-} = 0.1\text{mA}$
	PG 端子リーク電流	$I_{LEAK-PG}$	—	—	1	μA SHDNB0 ~ SHDNB4 = AGND
	遅延時間	t_{DLY-PG}	—	—	2	ms 出力起動を検知してから PG 端子が L → HiZ になるまでの時間
ON/OFF コントロール回路部	スレッシュホールド電圧	V_{TH}	0.8	—	2.0	V SHDNB0 ~ SHDNB4, SAVE
	入力プルダウン抵抗	R_{IND}	200	400	700	$\text{k}\Omega$ SHDNB0 ~ SHDNB4, SAVE

標準動作特性

(特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AV_{DD} = VP_{IN1} \sim VP_{IN4} = 5.0\text{V}$ 、 $f_{OSC} = 2\text{MHz}$)

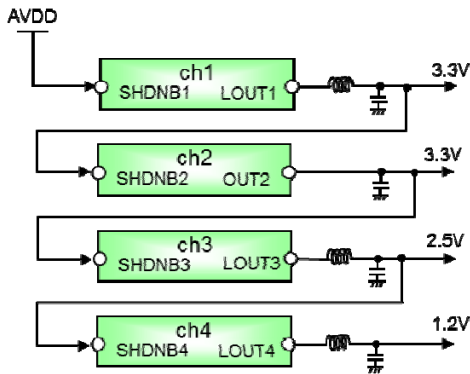
効率—出力電流特性



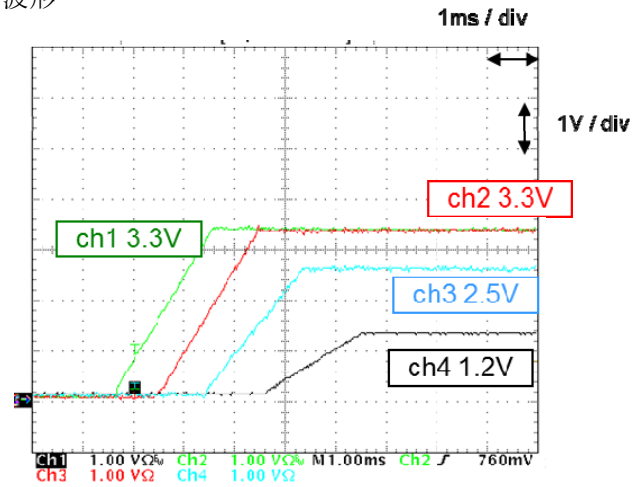
起動波形

例1 ch1(3.3V)→ch2(3.3V)→ch3(2.5V)→ch4(1.2V)

構成

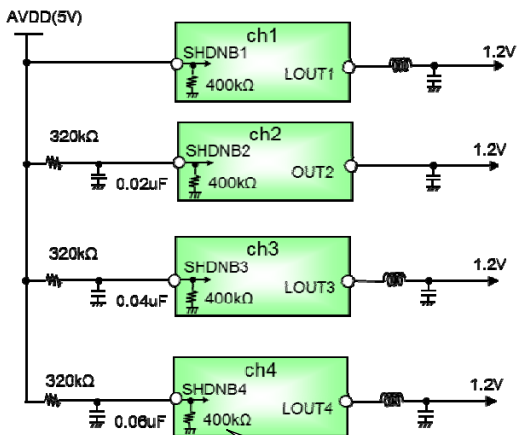


波形

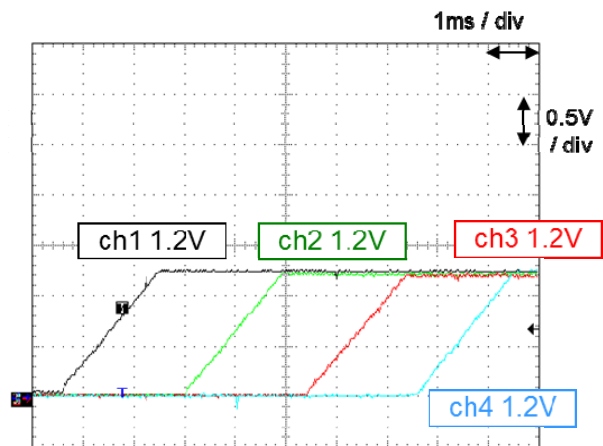


例2 ch1(1.2V)→ch2(1.2V)→ch3(1.2V)→ch4(1.2V)

構成



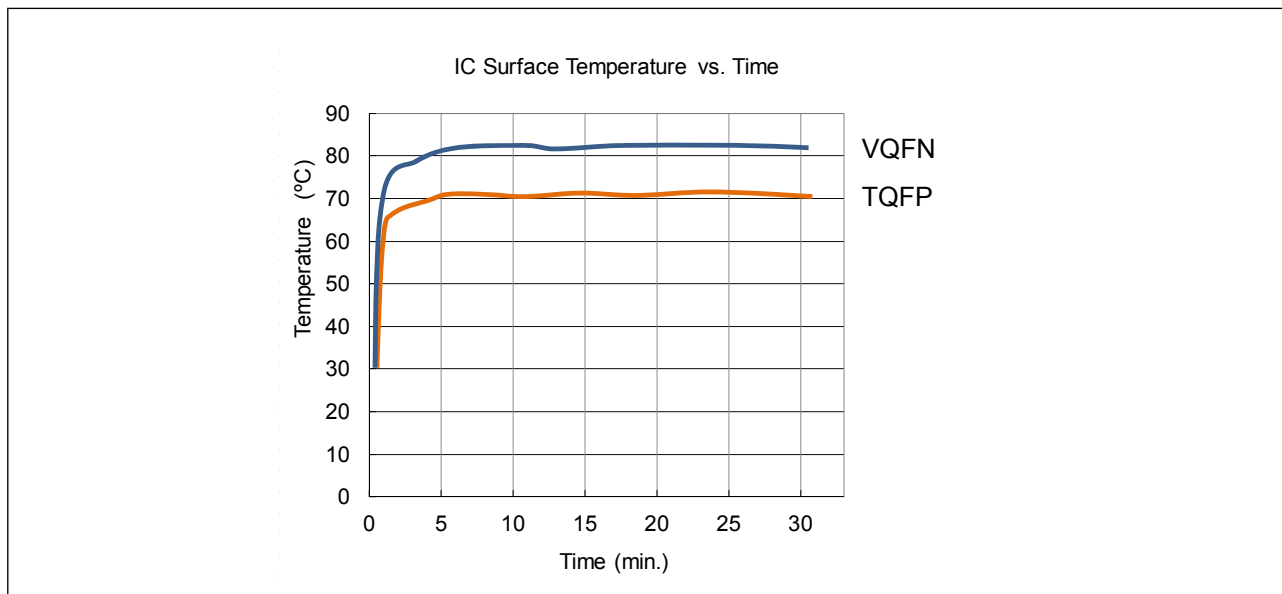
波形



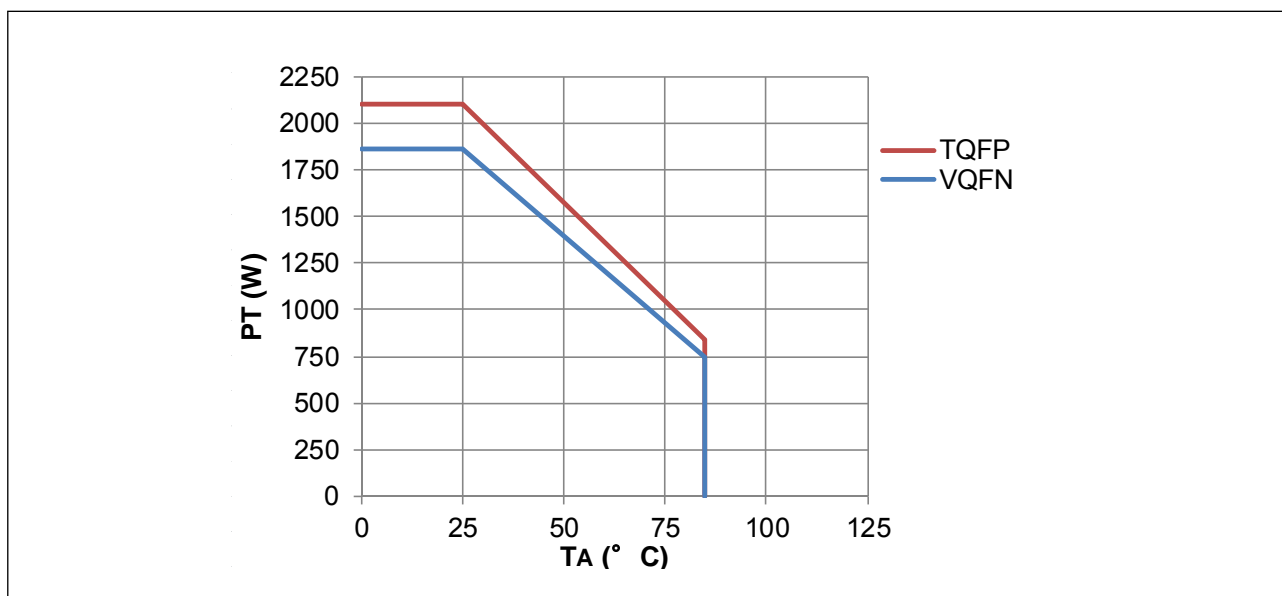
SHDNB 端子にはプルダウン抵抗 (400kΩ) が内部で接続されています。外部抵抗との分圧による SHDNB 端子印加電圧が 1.4V 以下にならないようご注意ください。

放熱特性

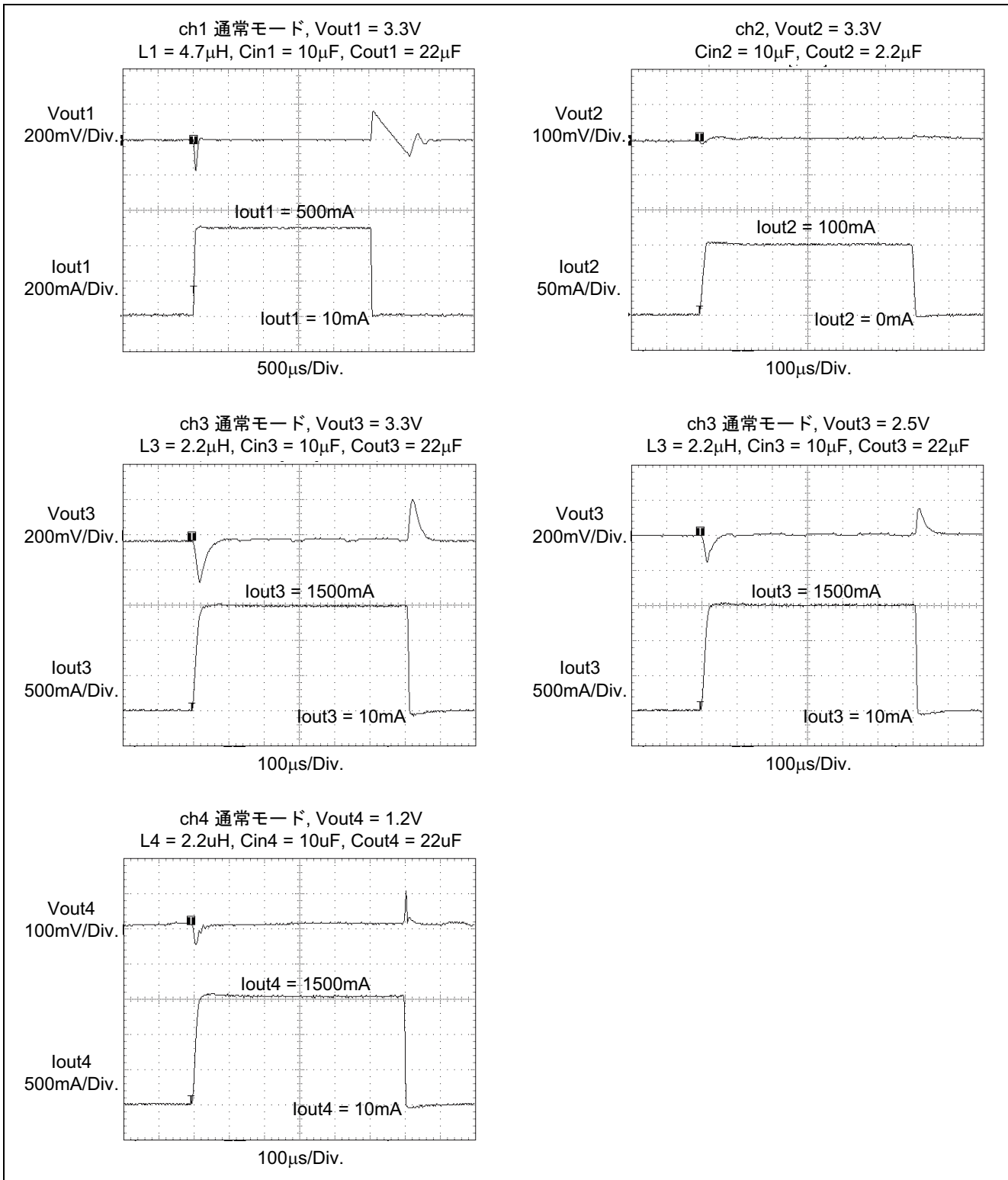
- ch1～ch4 同時動作
- VIN=5V
- ch1: 3.3V, 0.5A ch2: 3.3V, 0.1A ch3: 3.3V, 1.5A ch4: 1.2V, 1.5A
- T_A=25°C
- ルネサス評価ボード上で測定



熱低減曲線



負荷応答特性



コントロール部

SHDNB0~SHDNB4: ON/OFF 設定モード

SHDNB0	SHDNB1	SHDNB2	SHDNB3	SHDNB4	共通回路	ch1	ch2	ch3	ch4
L	L or H	L or H	L or H	L or H	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
H	L	L	L	L	ON	OFF	OFF	OFF	OFF
H	H	L	L	L	ON	ON	OFF	OFF	OFF
H	L	H	L	L	ON	OFF	ON	OFF	OFF
H	L	L	H	L	ON	OFF	OFF	ON	OFF
H	L	L	L	H	ON	OFF	OFF	OFF	ON
H	H	H	H	H	ON	ON	ON	ON	ON

【注】 L: ロウ・レベル、H: ハイ・レベル
 共通回路: 基準電圧部、内部電源部、発振器部など
 OFF: 回路スタンバイ状態、ON: 回路動作状態

SAVE: IC 低消費モード動作設定

SAVE	IC 動作
L	通常モード動作 (ch1, ch3, ch4 は RT で設定した発振周波数で動作)
H	低消費モード動作 (ch1, ch3, ch4 は SAVE = L (通常モード) 時の 15%の発振周波数で動作)

【注】 L: ロウ・レベル、H: ハイ・レベル

CTL4: ch4 出力電圧設定

CTL4	ch4 出力電圧設定
L	外部抵抗設定
H	内部抵抗設定 (1.2V 固定)

【注】 L: ロウ・レベル、H: ハイ・レベル

出力状態

V_{REG}, V_{REF} 端子状態

SHDNB0	V _{REG}	V _{REF}
L	AGND	AGND
H	2.4V	1.0V

【注】 L: ロウ・レベル、H: ハイ・レベル

ch1~ch4 出力端子状態

SHDNB0	SHDNB1~ SHDNB4	ch1	ch2	ch3	ch4
		LOUT1	OUT2	LOUT3	LOUT4
L	L or H	HiZ (放電回路・オフ)	AGND (放電回路・オン)	HiZ (放電回路・オフ)	
H	L	PGND (放電回路・オン)	AGND (放電回路・オン)	PGND (放電回路・オン)	
	H	パルス (VP _{IN1} or PGND)	ch2 設定電圧	パルス (VP _{IN3} or PGND)	パルス (VP _{IN4} or PGND)

【注】 L: ロウ・レベル、H: ハイ・レベル、HiZ: ハイ・インピーダンス

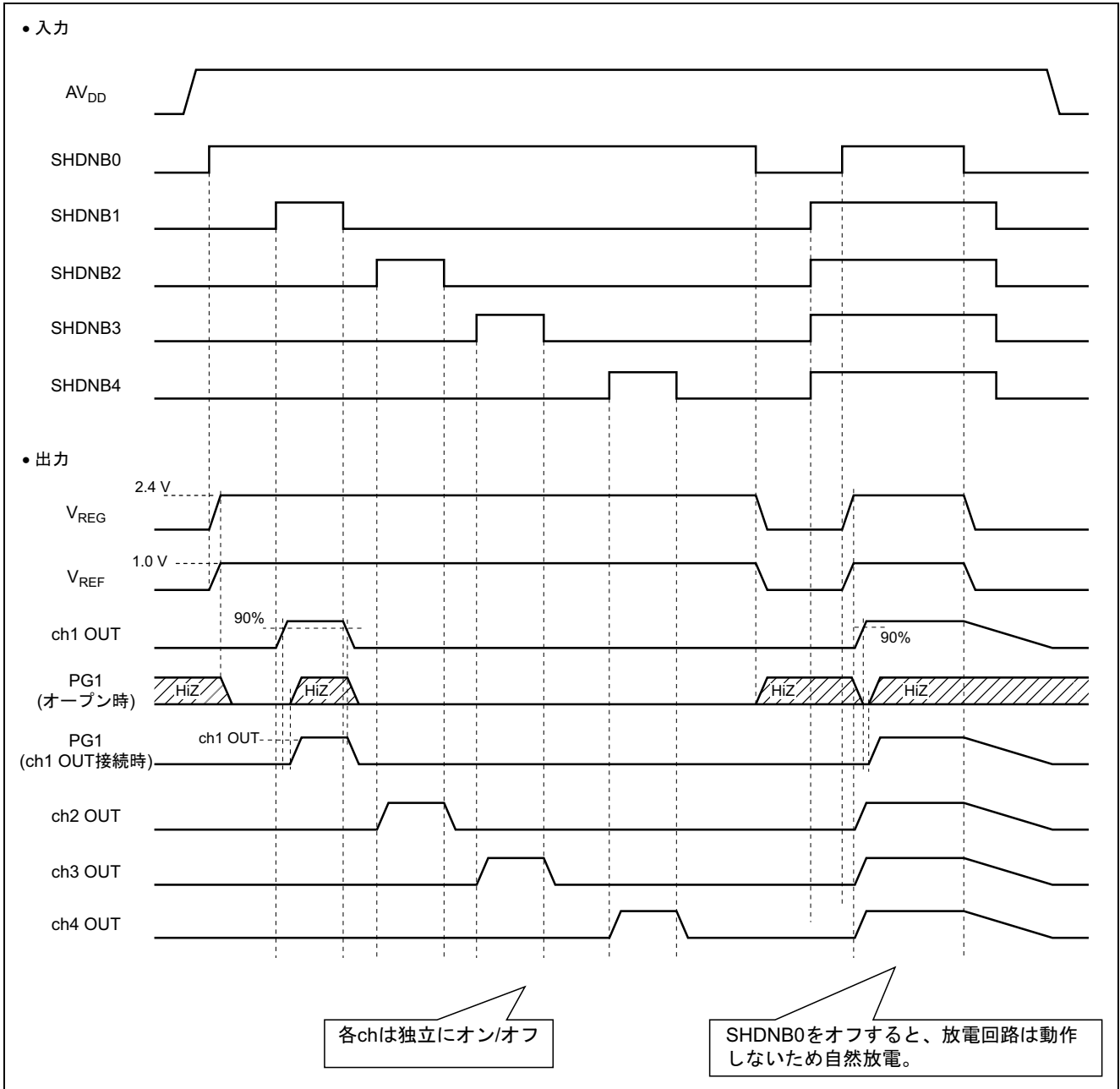
PG1 端子状態

IC 動作状態		PG1 出力状態
SHDNB0 = L		HiZ
SHDNB0 = H	ch1 出力電圧が設定電圧の 90%未満	L
	ch1 出力電圧が設定電圧の 90%以上	HiZ

【注】 L: ロウ・レベル、HiZ: ハイ・インピーダンス

注意 パワーグッド機能を使用する場合は、PG1 端子を ch1 出力電圧にプルアップしてください。

タイミング・チャート



動作説明 (概要)

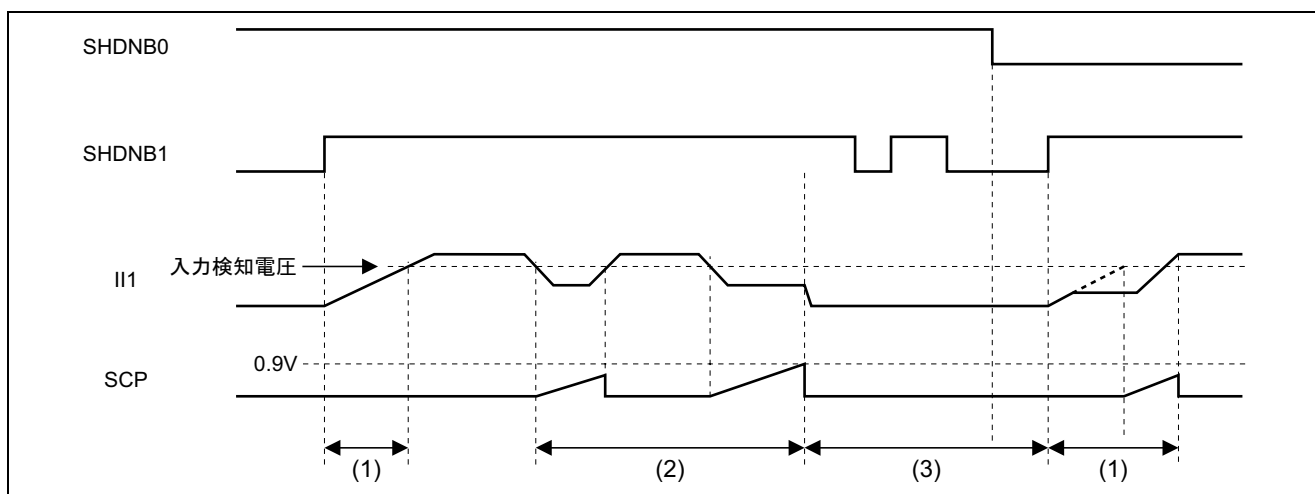
短絡保護回路 (ch1, ch3, ch4)

ch1, ch3, ch4 の出力電圧が低下すると、出力をフィードバックしている E/A の反転入力端子電圧 (II1~II4) も低下します。この反転入力端子電圧が短絡保護回路部の入力検知電圧 (出力電圧の 75%) 以下になると、タイマ回路が動作し SCP 端子に接続されるコンデンサ (CSCP) の充電を始めます。SCP 端子に接続されるコンデンサの電圧が 0.9V(TYP.)に達すると、全 ch の出力を停止 (オフにラッチ) します。このとき、共通回路 (基準電圧部, 内部電源部, 発振器部など) は動作を継続します。

ch1, ch3, ch4 のいずれかの E/A の反転入力端子電圧が短絡保護回路部の入力検知電圧以下になっていれば、SCP 端子に接続されるコンデンサの充電は継続されます。

短絡保護回路が働いた場合、SHDNB0 端子をハイからロウにするか、電源電圧 (AV_{DD}) を低電圧誤動作防止回路の動作停止電圧 (1.7V~2.1V) 以下にすることで、リセットされます。

● タイミング・チャート (ch1 が短絡した場合)



(1) 起動時

ソフトスタート動作中のチャンネルは、短絡状態を検知しない (短絡保護動作を開始しない)。

起動開始からソフトスタート時間が経過すると、短絡状態を検知。

ソフトスタート動作中に短絡した場合、起動開始からソフトスタート時間が経過した後で短絡保護動作を開始。

ソフトスタート動作中に、既に起動中の別のチャンネルが短絡した場合、短絡保護動作を開始。

(2) 短絡保護動作

短絡状態を検知 (II 端子電圧が入力検知電圧以下・ソフトスタート動作中のチャンネルは除く) すると、

SCP 端子に接続されたコンデンサの充電を開始。複数のチャンネルが短絡状態の場合、すべてのチャンネルの短絡状態が解除されるまで (II 端子電圧が入力検知電圧以上に復帰するまで)、SCP 端子に接続されたコンデンサの充電を継続。

SCP 端子電圧が 0.9V 以上になると、すべてのチャンネルの出力を停止 (オフにラッチ)。

共通回路 (基準電圧部, 内部電源部, 発振器部など) は動作を継続。

(3) 短絡保護解除

SHDNB0 端子をハイからロウにするか、電源電圧 (AV_{DD}) を低電圧誤動作防止回路の動作停止電圧 (1.7V~2.1V) 以下にすることで、ラッチ状態をリセット。

過熱保護回路 (タイマ・ラッチ式)

本 IC は温度検知回路を内蔵しており、IC 内部の温度が 150°C を越えると短絡保護回路を動作させ、SCP 端子に接続されたコンデンサの充電を開始します。SCP 端子電圧が 0.9V 以上になると、全チャネルの出力を停止 (オフにラッチ) します。このとき、共通回路 (基準電圧部、内部電源部、発振器部など) は動作を継続します。

過熱保護回路が動作した場合、ラッチ回路をリセットするには、SHDNB0 端子をハイからロウにするか、電源電圧 (AV_{DD}) を低電圧誤動作防止回路の動作停止電圧 (1.7V~2.1V) 以下にすることで、リセットされます。

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 (AV_{DD}) が動作停止電圧 (MIN. 1.7V~MAX. 2.1V) 以下になると、すべてのチャネルの出力を停止します。基準電圧部、内部電源部は動作を継続します。

(2) 出力復帰

AV_{DD} の電圧が立ち上がり時動作開始電圧 (MIN. 1.9V~MAX. 2.3V) 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、SHDNB0 端子を操作しても出力電圧は復帰しません。

電流制限

ch1, ch3, ch4 は電流制御方式で動作しており、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、II 端子電圧が II 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。

参考値 (特記なき場合、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $AV_{DD} = VP_{IN1} \sim VP_{IN4} = 5.0\text{V}$ 、 $f_{OSC} = 2\text{MHz}$)

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	測定条件	
電流制限値	ch1 電流制限	I_{LIM1}	—	1.6	—	A	ch1OUT = 3.3V
	ch3・ch4 電流制限 1	I_{LIM34_1}	—	2.6	—	A	ch3OUT = ch4OUT = 3.3V
	ch3・ch4 電流制限 2	I_{LIM34_2}	—	2.1	—	A	ch3OUT = ch4OUT = 1.2V

【注】 参考値です。特性規格を保証するものではありません。

過電流保護回路 (ch2)

ch2 にはフの字型の過電流保護回路が内蔵されており、負荷電流が 150mA を超えると保護動作を開始し、負荷電流を制限します (出力短絡電流: 80mA)。

低消費モード

本 IC には低消費モードが内蔵されています。SAVE 端子をハイ・レベルにすることで、スイッチング・レギュレータ部 (ch1, ch3, ch4) の発振周波数を $SAVE = L$ (通常モード) 時の 15% に落とし、IC の消費電力を抑えます。

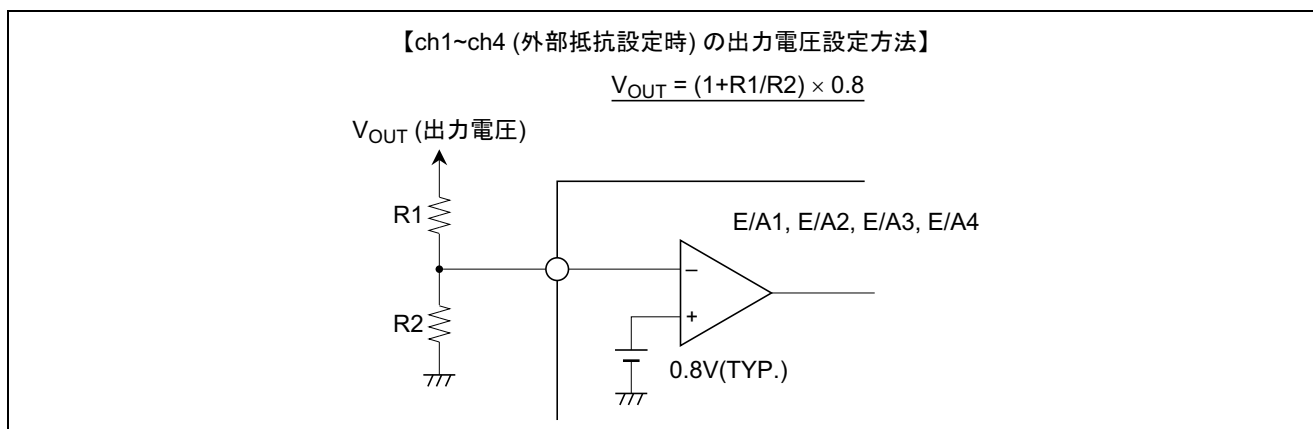
なお、低消費モードに切り替える場合は、スイッチング・レギュレータ部 (ch1, ch3, ch4) の出力電流が 100mA 以下の時に切り替えてください。

低消費モード時 ($SAVE = \text{ハイ・レベル}$) には各チャネルのリプル電圧が増加しますので、ご注意ください。

設計上のアドバイス

出力電圧設定方法

下図に出力電圧設定方法を示します。出力電圧は図中の式で求められます。



発振周波数設定方法

RT 端子に接続されるタイミング抵抗値 R_T により、発振周波数 f_{OSC} を任意に設定できます。

$$\text{近似式: } f_{OSC}[\text{MHz}] = -0.107 \times R_T[\text{k}\Omega] + 3.05$$

ソフトスタート時間設定方法

SS 端子に接続される抵抗 R_{SS} により、ソフトスタート時間 t_{SS} を任意に設定できます。

$$\text{近似式: } t_{SS}[\text{ms}] = 1.8 \times R_{SS}[\text{M}\Omega] + 0.24$$

【注】 なおソフトスタート時間は全 ch 同じです。

短絡保護回路の遅延時間の計算方法

SCP 端子に接続される容量 C_{SCP} により、短絡保護回路の遅延時間 t_{DLY} を任意に設定できます。

$$\text{近似式: } t_{DLY}[\text{s}] = 0.9 \times C_{SCP} [\mu\text{F}]$$

短絡保護回路を使用しない場合の端子処理方法

短絡保護回路を使用しない場合、SCP 端子を AGND 端子に接続してください。このとき、過熱保護回路が動作しなくなりますので過熱にご注意ください。

未使用端子処理について

未使用時の各端子は、以下のように接続してください。

電源・GND 端子は必ず接続してください。

ch1 未使用時

端子番号	端子名	接続先
31	SHDNB1	AGND
2	VP _{IN1}	AV _{DD} , 他 ch の VP _{IN}
1	LOUT1	PGND
3	PGND1	PGND
4	II1	AGND

ch2 未使用時

端子番号	端子名	接続先
30	SHDNB2	AGND
9	VP _{IN2}	AV _{DD} , 他 ch の VP _{IN}
10	OUT2	AGND
8	II2	AGND

ch3 未使用時

端子番号	端子名	接続先
26	SHDNB3	AGND
18	VP _{IN3}	AV _{DD} , 他 ch の VP _{IN}
17	LOUT3	PGND
19	PGND3	PGND
20	II3	AGND

ch4 未使用時

端子番号	端子名	接続先
25	SHDNB4	AGND
23	VP _{IN4}	AV _{DD} , 他 ch の VP _{IN}
24	LOUT4	PGND
22	PGND4	PGND
21	II4	AGND
6	CTL4	AGND

PG1 端子未使用時

端子番号	端子名	接続先
5	PG	AGND

インダクタの選定

インダクタのリプル電流が $I_{out(max)}$ の 20~40% に収まる範囲を推奨しています。

リプル電流が大きいとピーク電流も大きくなり、出力リプル電圧の増加・損失の増加を招きます。ただし、リ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。

インダクタのリプル電流 ΔI_L は以下の式で計算できます。

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

ここで、 $f_{sw} = 1.3 \sim 2 \text{MHz}$ です。

また、リプル電流を考慮したピーク電流は、以下の式で表せます。

$$I_{peak} = I_{out(max)} + \Delta I_L / 2$$

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

ch	Output Current	Inductor	Manufacturer	Inductance (uH)	I_{TEMP} (A)	I_{SAT} (A)	Size (LxWxT, mm)
ch1	less than 0.5A	CPL2512T4R7M	TDK	4.7	0.65	0.65	2.5x1.5x1.2
		NRS2012T4R7MGJ	TAIYO YUDEN	4.7	0.82	0.76	2x2x1.2
		74479787247A	WURTH	4.7	1.5	0.27	2.5x2x1
		744028004	WURTH	4.7	0.85	0.7	2.8x2.8x1.1
ch3 ch4	less than 1A	VLS201612ET-2R2M	TDK	2.2	1.15	1.05	2x1.6x1.2
		NRS2012T2R2MGJ	TAIYO YUDEN	2.2	1.37	1.35	2x2x1.2
		744029002	WURTH	2.2	1.5	1.15	2.8x2.8x1.35
ch3 ch4	1A to 1.5A	LQH44PN2R2MP0	MURATA	2.2	1.8	2.5	4x4x1.65
		NRS4018T2R2MDGJ	TAIYO YUDEN	2.2	2.2	3	4x4x1.8
		744025002	WURTH	2.2	1.8	2.4	2.8x2.8x2.8

【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。

出力容量の選択

RAA23040x の各チャンネルには、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、出力容量を以下のようにしてください。

DCDC コンバータ (ch1, ch3, ch4) : 22 μ F 以上

LDO (ch2) : 2.2 μ F 以上

出力容量 Cout には、セラミックコンデンサを使用可能です。

DCDC コンバータ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。

DCDC コンバータ出力のリプル電圧 ΔV_{rpl} は以下の式になります。

$$\Delta V_{rpl} = \Delta I_L \times (ESR + 1 / (8 \cdot C_{out} \cdot f_{sw}))$$

入力容量の選択

DCDC コンバータの入力コンデンサの推奨値は次式によって計算できます。この値以上のコンデンサを接続してください。

$$C_{in} > (I_{out(max)} \times V_{out} / V_{in}) / (\Delta V_{in} \times f_{sw})$$

LDO の入力コンデンサには、1 μ F 以上を接続してください。

使用上の注意事項

保護回路が動作しない条件について

SCP 端子を AGND 端子に接続した場合、短絡保護回路および過熱保護回路が動作しなくなります。

電源端子の接続について

電源の AV_{DD} 端子と VP_{IN} 端子 (VP_{IN2} 端子は除く) は必ず同電位を印加してください。
なお、VP_{IN2} 端子の印加電圧は、AV_{DD} 端子電圧と同じか、それ以下にしてください。

PG1 端子の接続について

パワーグッド機能を使用する場合は、PG1 端子を ch1 出力電圧にプルアップしてください。
SHDNB0 がロウの時 (IC 停止時)、PG1 端子はハイ・インピーダンスになるため、PG1 端子を AV_{DD} にプルアップすると、SHDNB0 がロウの時に PG1 端子はハイ・レベル (AV_{DD}) になります。

実際のパターン配線について

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とパワー系の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。また、V_{REF} 端子、V_{REG} 端子にノイズが侵入しないようコンデンサなどで高周波のインピーダンスを下げてください。

Exposed PAD について (TQFP のみ)

TQFP 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、AGND に接続してください。

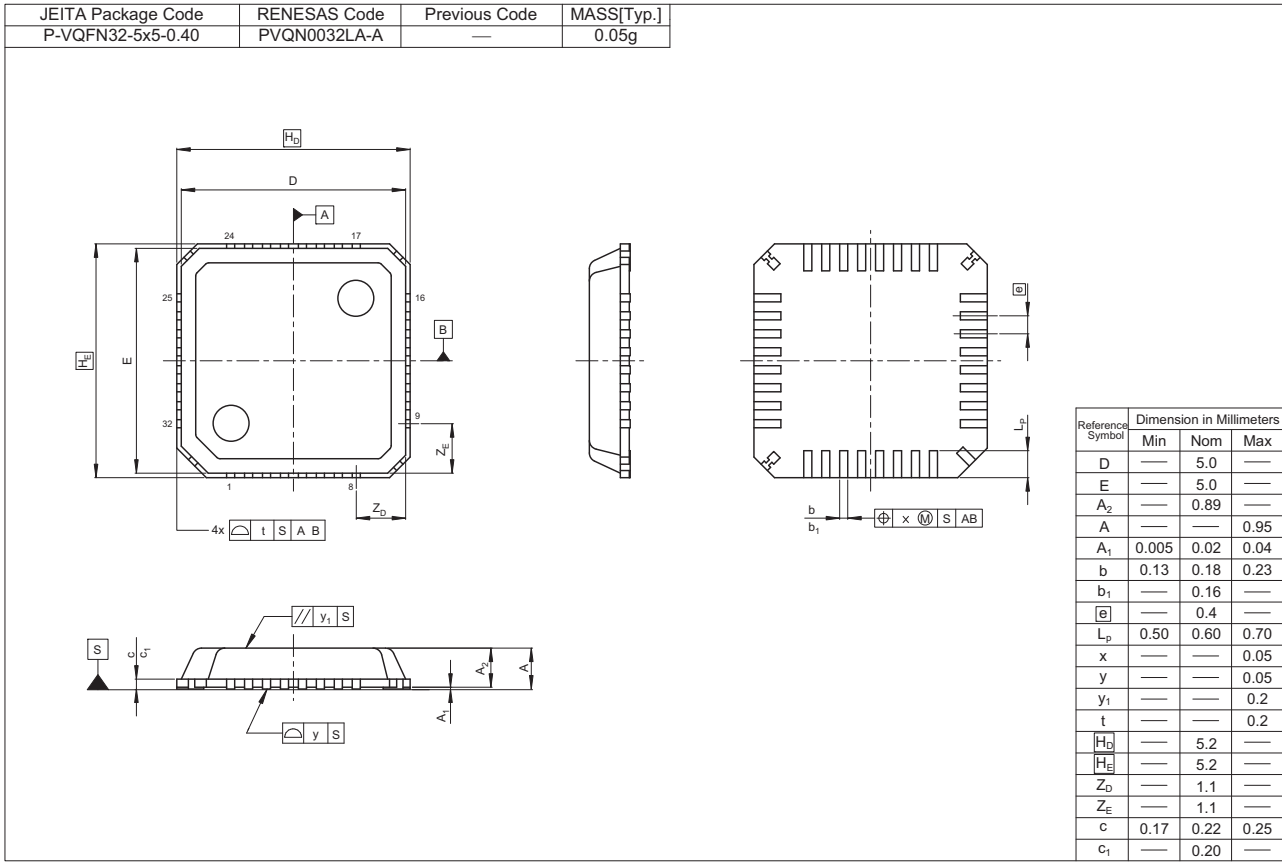
コントロール入力端子の固定使用について

SHDNB0~SHDNB4、CTL4、SAVE 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
SHDNB0	AGND	AV _{DD}
SHDNB1	AGND	AV _{DD}
SHDNB2	AGND	AV _{DD}
SHDNB3	AGND	AV _{DD}
SHDNB4	AGND	AV _{DD}
CTL4	AGND	AV _{DD}
SAVE	AGND	AV _{DD}

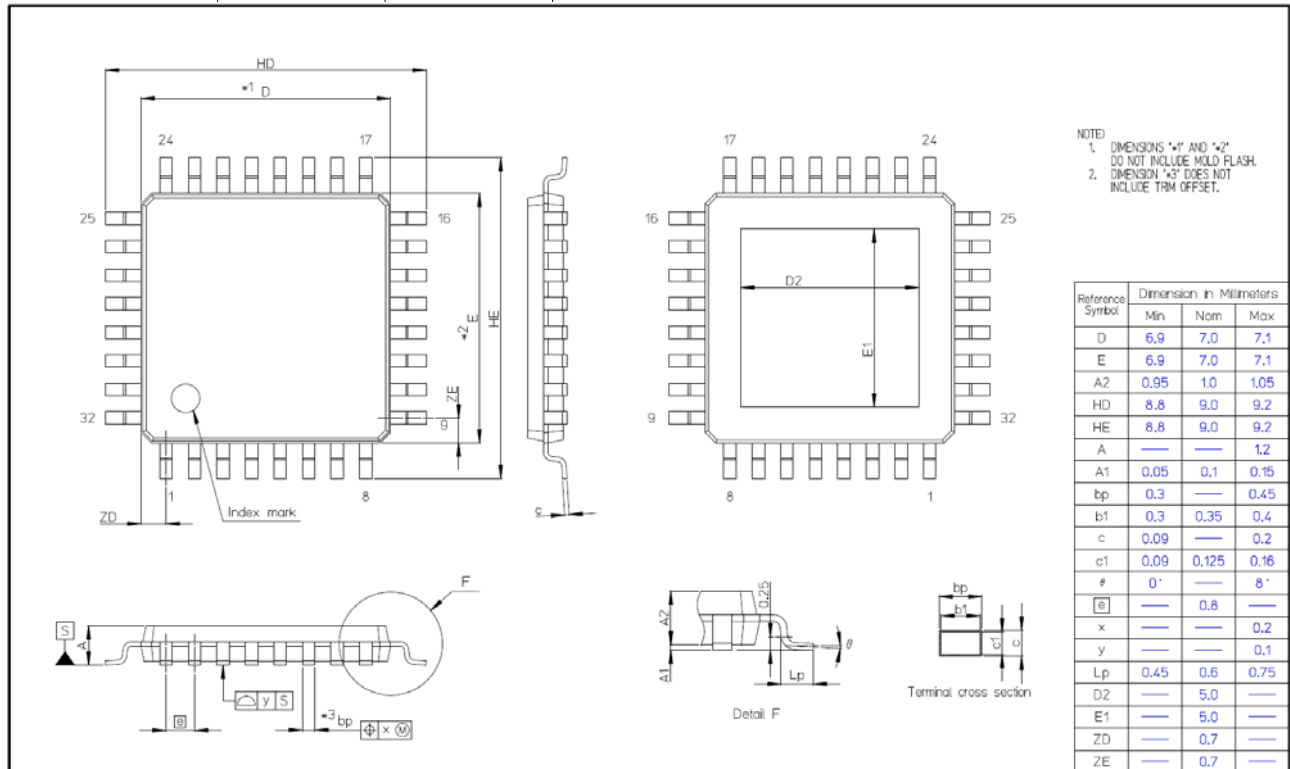
外形寸法図

32-pin VQFN 5mm × 5mm 0.4mm pitch



32-pin TQFP 7mm × 7mm 0.8mm pitch

JEITA Package Code	RENESAS Code	Previous Code	MASS[Typ.]
P-HTQFP32-7x7-0.80	PTQP0032GA-A	32P6X-A	0.14g



改訂記録

RAA23040x データシート

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.01	2012.10.18	-	初版発行
1.02	2013.07.09	1	パッケージ LQFP を TQFP に変更。梱包単位を追記。
		5	32-pin TQFP の端子接続図を追記。
		7	全損失と基板仕様を追記。
		9	短絡ソース電流 Min 0.7uA を 0.6uA に、Max1.3uA を 1.4uA に変更。
		10	出力短絡電流 Typ40mA を 80mA に変更。 入力安定度、負荷安定度と出力短絡電流の測定条件を追記。
		12	起動波形を追加。
		13	入力電圧 VIN の条件を追加。出力電圧/電流の条件を変更。 VTQFP 品のデータを追加。熱低減曲線を追加。
		16	SHDNB0=L 時の ch2 の出力状態を HiZ から GND に変更。
		19	電流制限の参考地を追記。 過電流保護回路(Ch2)の出力短絡電流 Typ40mA を 80mA に変更。
		21	未使用端子処理について追記。
		22	インダクタの選択を追記。
		23	出力容量の選択、入力容量の選択を追記。
		24	Exposed PAD の接続先について追記。
		26	TQFP パッケージの外形寸法図を追加。

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。

CMOS デバイスの一般的注意事項

(1) 入力端子の印加波形

入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。

CMOS デバイスの入力がノイズなどに起因して、VIL (MAX.) から VIH (MIN.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定な場合はもちろん、VIL (MAX.) から VIH (MIN.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズ等が入らないようご使用ください。

(2) 未使用入力の処理

CMOS デバイスの未使用端子の入力レベルは固定してください。

未使用端子入力については、CMOS デバイスの入力に何も接続しない状態で動作させるのではなく、プルアップかプルダウンによって入力レベルを固定してください。また、未使用の入出力端子が出力となる可能性 (タイミングは規定しません) を考慮すると、個別に抵抗を介して VDD または GND に接続することが有効です。

資料中に「未使用端子の処理」について記載のある製品については、その内容を守ってください。

(3) 静電気対策

MOS デバイス取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。

MOS デバイスは強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレイやマガジン・ケース、または導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。

また、MOS デバイスを実装したボードについても同様の扱いをしてください。

(4) 初期化以前の状態

電源投入時、MOS デバイスの初期状態は不定です。

電源投入時の端子の出力状態や入出力設定、レジスタ内容などは保証しておりません。ただし、リセット動作やモード設定で定義している項目については、これらの動作ののちに保証の対象となります。

リセット機能を持つデバイスの電源投入後は、まずリセット動作を実行してください。

(5) 電源投入切断順序

内部動作および外部インタフェースで異なる電源を使用するデバイスの場合、原則として内部電源を投入した後に外部電源を投入してください。切断の際には、原則として外部電源を切断した後に内部電源を切断してください。逆の電源投入切断順により、内部素子に過電圧が印加され、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。

資料中に「電源投入切断シーケンス」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。

(6) 電源 OFF 時における入力信号

当該デバイスの電源が OFF 状態の時に、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。

入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。

資料中に「電源 OFF 時における入力信号」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。

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のですが、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いません。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合せください。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て、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が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。



営業お問合せ窓口

<http://www.renesas.com>

営業お問合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 エレクトロニクス販売株式会社 〒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。
総合お問合せ窓口： <http://japan.renesas.com/contact/>