

RAA230409 評価ボード

R18AN0015JJ0100

Rev.1.00

5.5V Input, 1.5A, 3CH Step-Down DC/DC + LDO

2014.10.27

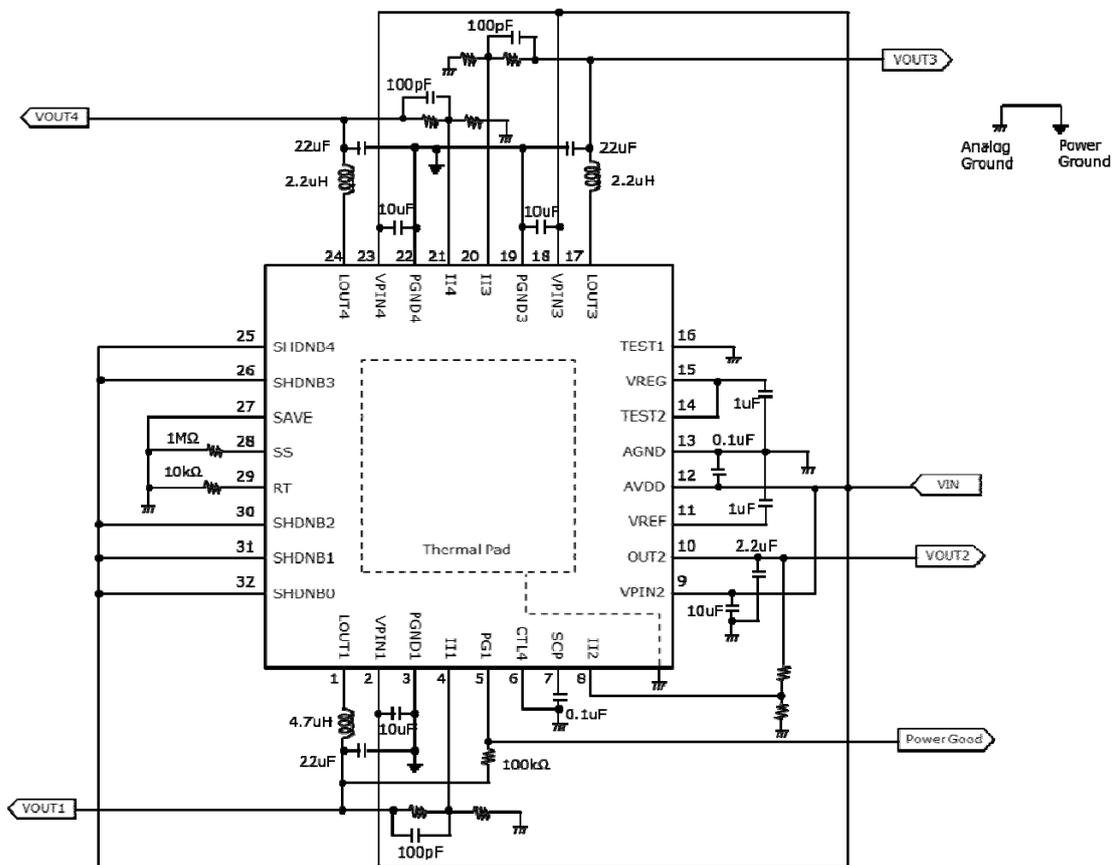
概要

RAA230409 は、4出力を1パッケージ化した電源ICです。3チャンネルの高効率の同期整流型降圧DC/DCコンバータと1チャンネルのLDO(Low Drop-Out)レギュレータを内蔵しています。評価時、回路設計時にはRAA23040x データシートも合わせてご参照ください。

ボード仕様

- 入力電圧範囲 : 2.5V~5.5V
- 基板 : 4層 / ガラスエポキシ / 片面実装
- サイズ (W x D) : 80mm x 80mm

回路例



【備考】イメージ図です。評価ボードの回路図ではありません。

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

RAA23040x 仕様概要

- DC/DC コンバータ (CH1, CH3, CH4)
 - 同期整流型降圧回路
 - 出力電圧範囲 0.9V to VIN x 0.8V
 - 最大出力電流 0.5A (CH1), 1.5A (CH3, CH4)
 - スイッチング周波数 1.3MHz to 2.2MHz
 - Power MOSFET 内蔵
 - パワーグッド機能内蔵 (CH1)
 - 位相補償回路内蔵
 - タイマ・ラッチ式短絡保護回路内蔵
 - 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)
- LDO (CH2)
- 最大出力電流 0.1A
- 過電流保護回路内蔵 (フの字型)
- 全体
 - デジタルソフトスタート内蔵
 - 放電回路内蔵
 - タイマ・ラッチ式過熱保護回路内蔵 (シャットダウン温度: 150°C 以上)
 - 復帰式低電圧誤動作防止回路内蔵

アプリケーション

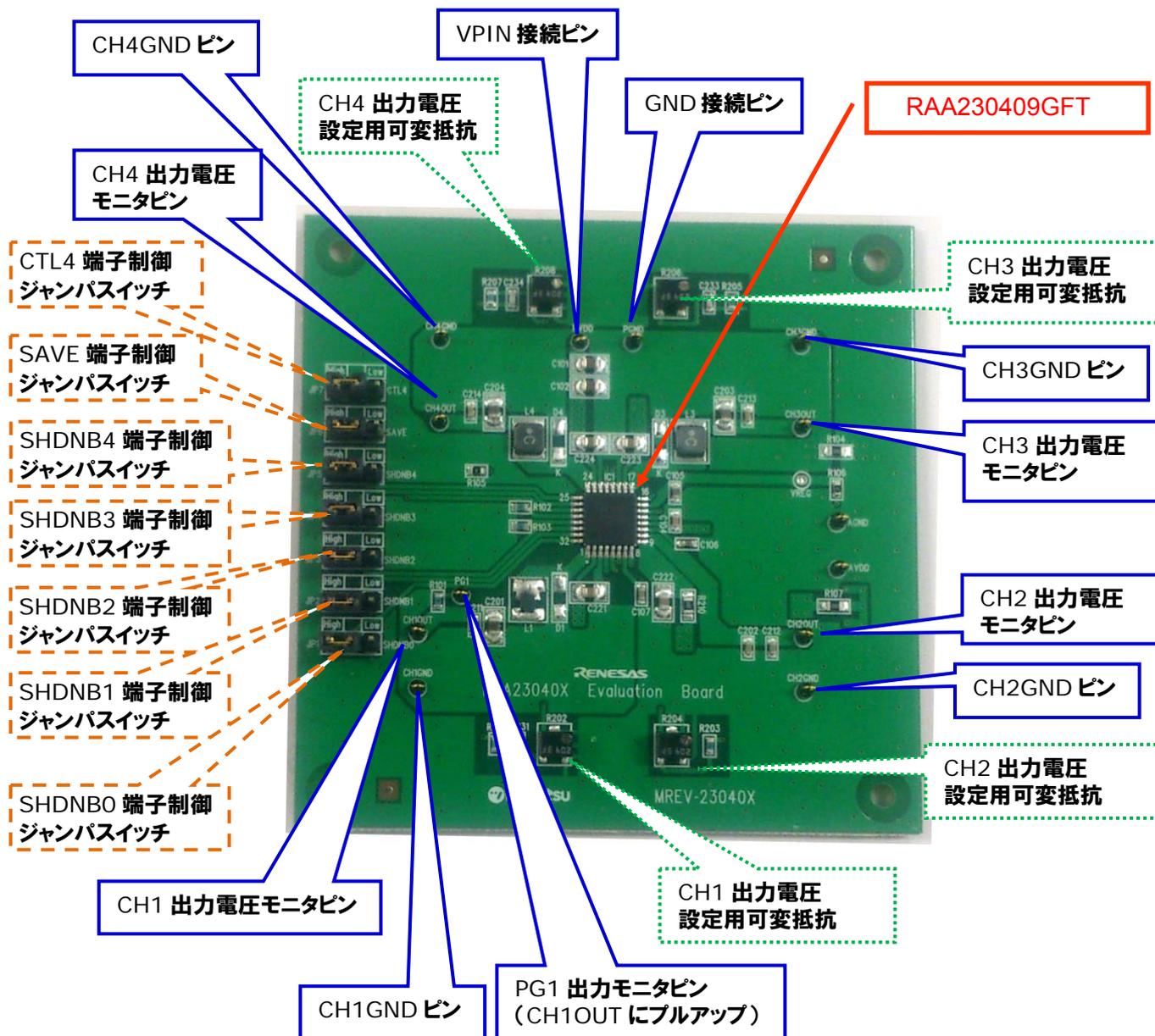
- 通信機器
- 産業・ビル機器
- 民生機器
- スマートメーター
 - その他、MCU, ASIC, FPGA 周辺等

製品ラインナップ

品名	出力	入力 電圧	出力電圧				最大 出力電流	スイッチング 周波数	パッケージ
			CH1	CH2	CH3	CH4			
RAA230401	CH1:DC/DC (降圧,電流モード)	2.5 V to 5.5 V	1.8V	1.8V	3.3V	0.9 V to VIN×0.8 (外部抵抗 設定) or 1.2V (固定)	CH1:0.5A CH2:0.1A CH3:1.5A CH4:1.5A	1.3MHz to 2.2MHz	32-pin VQFN or 32-pin TQFP
RAA230402			2.5V	2.5V	3.3V				
RAA230403	CH2:LDO		3.0V	3.0V	3.3V				
RAA230404			3.3V	3.3V	3.3V				
RAA230405			1.8V	1.8V					
RAA230406			2.5V	2.5V					
RAA230407	CH3:DC/DC (降圧,電流モード)		3.0V	3.0V					
RAA230408			3.3V	3.3V					
RAA230409	CH4:DC/DC (降圧,電流モード)		0.9 V to VIN×0.8 (各 CH 独立に 外部抵抗設定)			*CTL4 端子 で選択可能			

【注】評価ボードに搭載されている製品は、RAA230409・TQFPパッケージです。

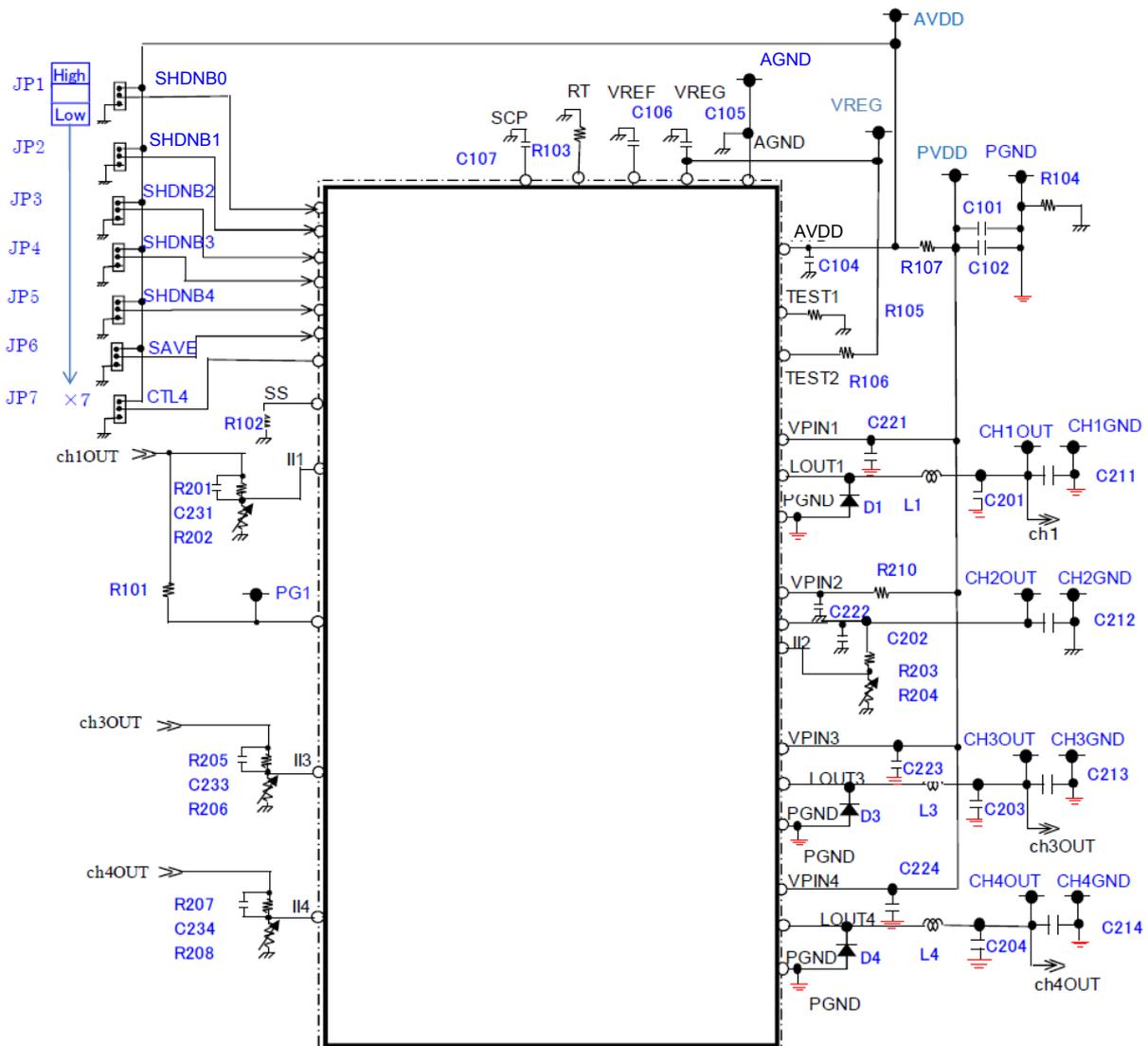
評価ボード外観・機能説明



ジャンパースイッチ設定

スイッチ名	機能	High に接続 (AVDD に接続)	Low に接続 (AGND に接続)	オープン
JP1	イネーブル (SHDNB0 端子制御)	IC 動作	IC 停止	外部信号入力
JP2	イネーブル (SHDNB1 端子制御)	CH1 動作	CH1 停止	外部信号入力
JP3	イネーブル (SHDNB2 端子制御)	CH2 動作	CH2 停止	外部信号入力
JP4	イネーブル (SHDNB3 端子制御)	CH3 動作	CH3 停止	外部信号入力
JP5	イネーブル (SHDNB4 端子制御)	CH4 動作	CH4 停止	外部信号入力
JP6	通常モード/低消費モード 切替え (SAVE 端子制御)	低消費モード	通常モード	外部信号入力
JP7	CH4 出力電圧設定方法設定 (CTL4 端子制御)	CH4 出力電圧は 1.2V 固定	CH4 出力電圧は 外部抵抗で設定	外部信号入力

回路図



D1, D3, D4, VREG pin are not mounted.

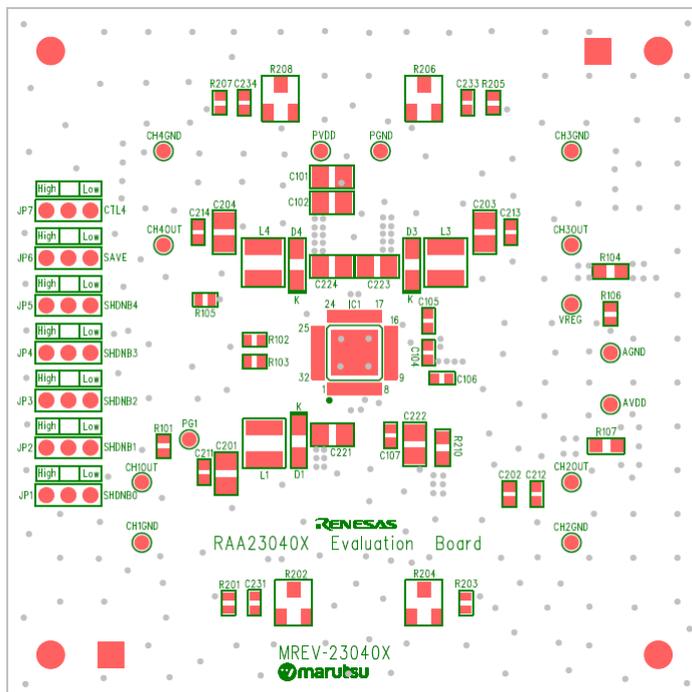
青字はシルク印字

== Power Ground (PGND)

/// Analog Ground (AGND)

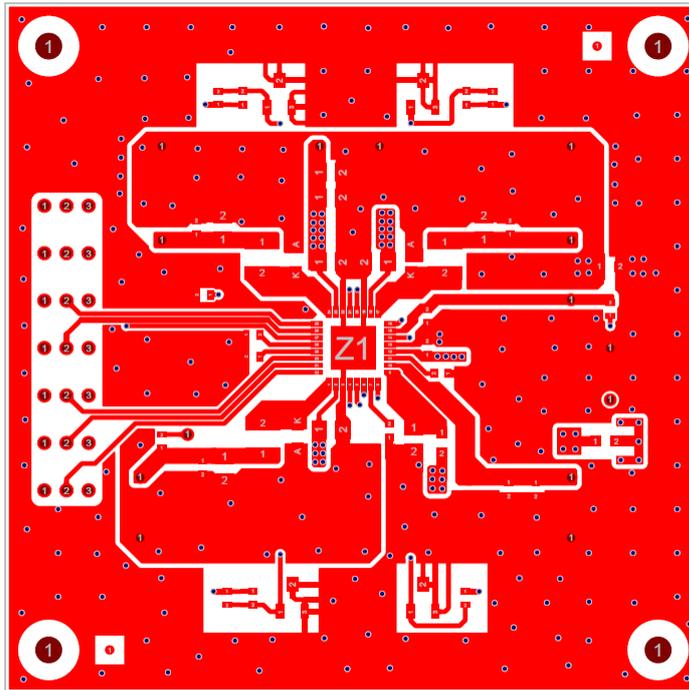
部品配置図

部品配置、シルク図

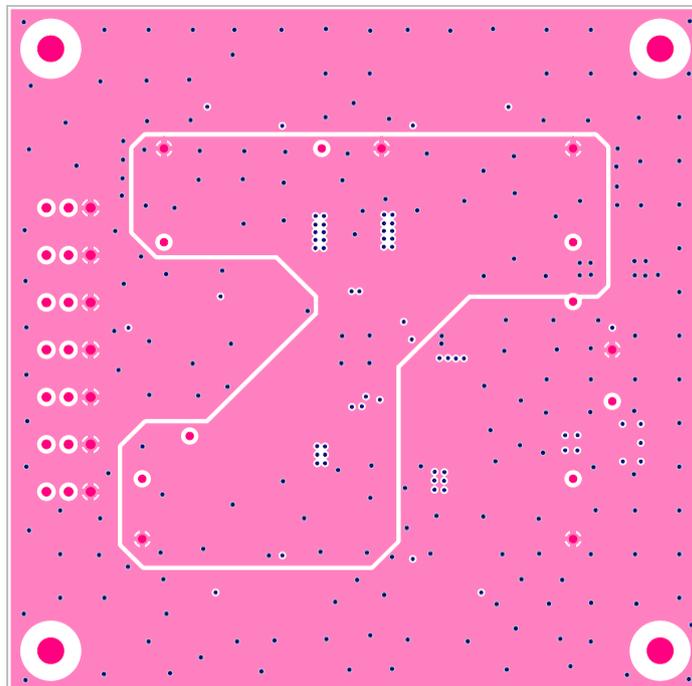


パターン図

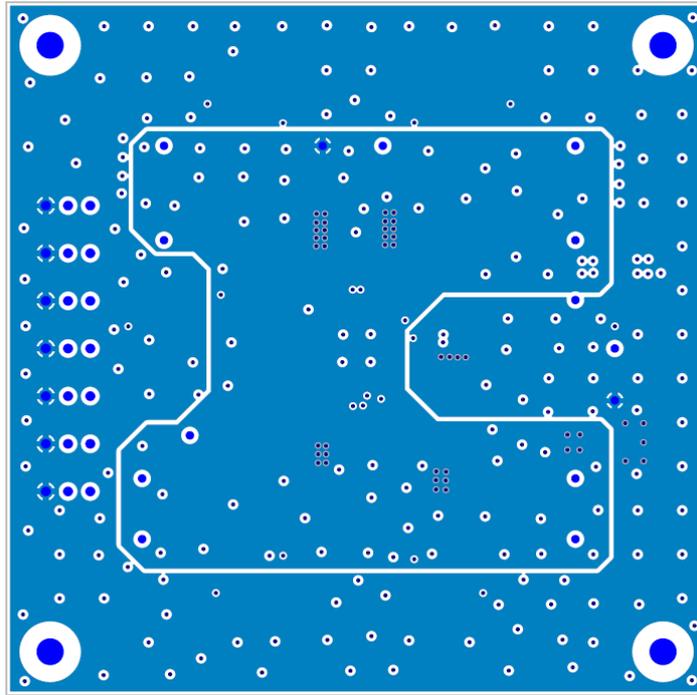
第一層(表面)



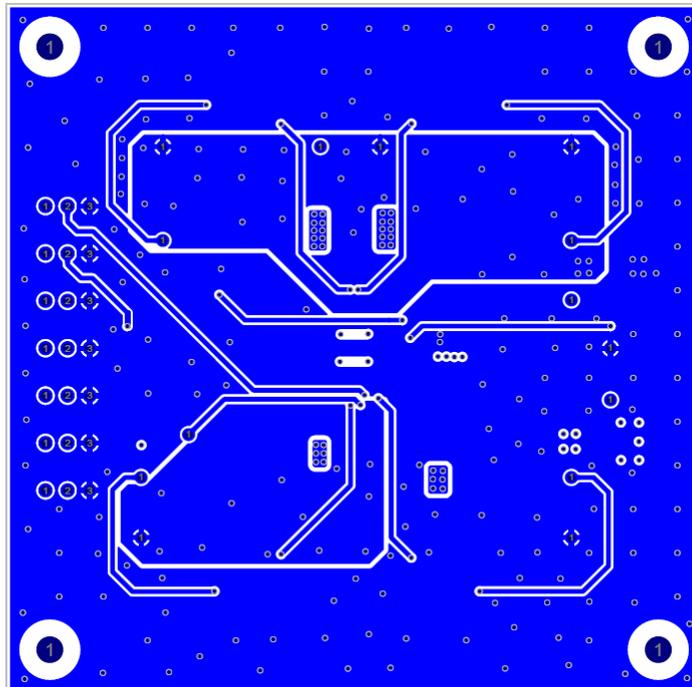
第二層



第三層



第四層(裏面)



部品表

数量	記号	特性値	機能	サイズ	品名	メーカー
1	IC1		DC/DC コンバータ IC	9x9mm	RAA230409GFT	Renesas
4	R101 R201 R203 R205	100kΩ	抵抗, チップ, 1/10W, 1%	1608 (mm) 0603 (inch)	RK73H1JTDD1003F	KOA
1	R102	1MΩ	抵抗, チップ, 1/10W, 1%	1608 (mm) 0603 (inch)	RK73H1JTDD1004F	KOA
1	R103	10kΩ	抵抗, チップ, 1/10W, 1%	1608 (mm) 0603 (inch)	RK73H1JTDD1002F	KOA
3	R104 R107 R210	0Ω	抵抗, チップ, 2A	2012 (mm) 0805 (inch)	RK73Z2ATDD	KOA
2	R105 R106	0Ω	抵抗, チップ, 1A	1608 (mm) 0603 (inch)	RK73Z1JTDD	KOA
4	R202 R204 R206 R208	200kΩ VR	可変抵抗, 0.125W	3.5x3.9mm	SM-3W200kΩ	COPAL
1	R207	51kΩ	抵抗, チップ, 1/10W, 1%	1608 (mm) 0603 (inch)	RK73H1JTDD5102F	KOA
5	C101 C102 C201 C203 C204	22uF	コンデンサ, セラミック, 25V, X5R, 20%	2012 (mm) 0805 (inch)	GRM21BR61E226ME44L	Murata
6	C104 C107 C211 C212 C213 C214	0.1uF	コンデンサ, セラミック, 25V, B, 10%	1608 (mm) 0603 (inch)	GRM188B11E104KA01D	Murata
2	C105 C106	1uF	コンデンサ, セラミック, 10V, B, 10%	1608 (mm) 0603(inch)	GRM188B11A105KA61D	Murata
1	C202	2.2uF	コンデンサ, セラミック, 16V, B, 10%	1608 (mm) 0603(inch)	GRM188B31C225KE14D	Murata
4	C221 C222 C223 C224	10uF	コンデンサ, セラミック, 16V, X5R, 10%	2012 (mm) 0805 (inch)	GRM21BR61C106KE15L	Murata
3	C231 C233 C234	100pF	コンデンサ, セラミック, 50V, CH, 5%	1608 (mm) 0603(inch)	GRM1882C1H101JA01D	Murata
1	L1	4.7uH	インダクタ, 0.9A*, 289mΩ	2x2mm	NRS2012T4R7MGJ	太陽誘電
2	L3, L4	2.2uH	インダクタ, 3A*, 50mΩ	4x4mm	NRS4018T2R2MDGJ	太陽誘電

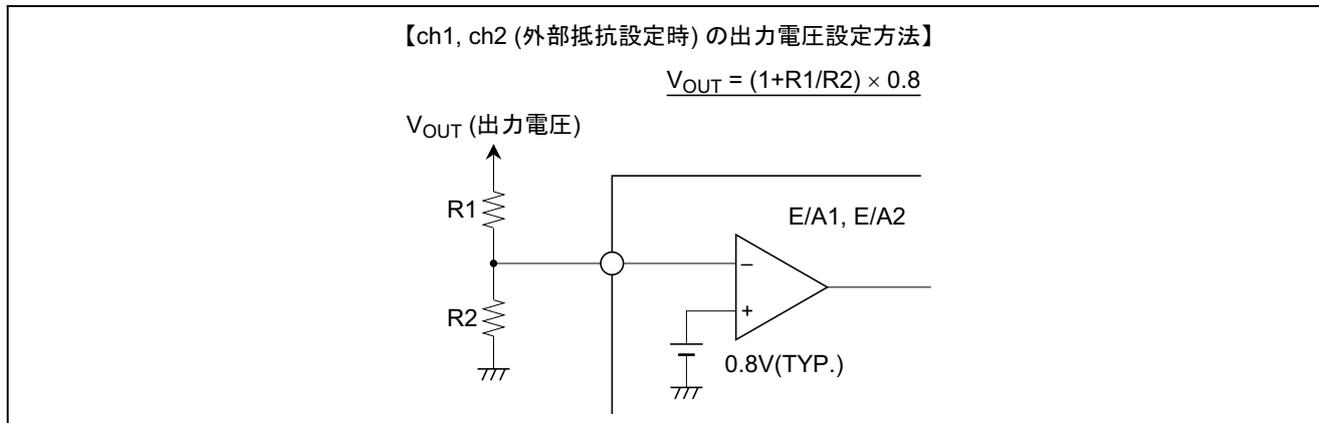
*注 : 直流重畳許容電流の最大値です。

数量	記号	特性値	機能	サイズ	品名	メーカー
3	D1, D2 D3		フライホイールダイオード		未実装	
7	JP1, JP2 JP3, JP4 JP5, JP6 JP7		ピンヘッダー		2130S1*3GSE	Link man
7	JP1, JP2 JP3, JP4 JP5, JP6 JP7		ジャンパピン		2180ABA	Link man
13	PVDD PGND AVDD AGND CH1OUT CH1GND CH2OUT CH2GND CH3OUT CH3GND CH4OUT CH4GND PG1		テストピン	2.2mmφ	LC-3-G Black	MAC8

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)

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。



参考値

Vout	0.9V	1.0V	1.05V	1.1V	1.18V	1.2V	1.5V	1.8V	2.5V	3.3V
R1	12k	16k	16k	15k	39k	15k	24k	30k	100k	75k
R2	91k	62k	51k	39k	82k	30k	27k	24k	47k	24k

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 (%)

なお、各出力の出力電圧精度は、それぞれ以下ようになります。

CH1, CH3, CH4 の場合

$$V_{OUT1ACC} = 2.5 + \frac{(V_{out} - 0.8)}{V_{out}} \times 2 \times R_{ACC}$$

CH2 の場合

$$V_{OUT2ACC} = 1 + \frac{(V_{out} - 0.8)}{V_{out}} \times 2 \times R_{ACC}$$

【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。

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。

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

ここで、 $f_{sw} = 1.3 \sim 2.2 \text{MHz}$ 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。

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

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

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
	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 C_{out} 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。

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

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。

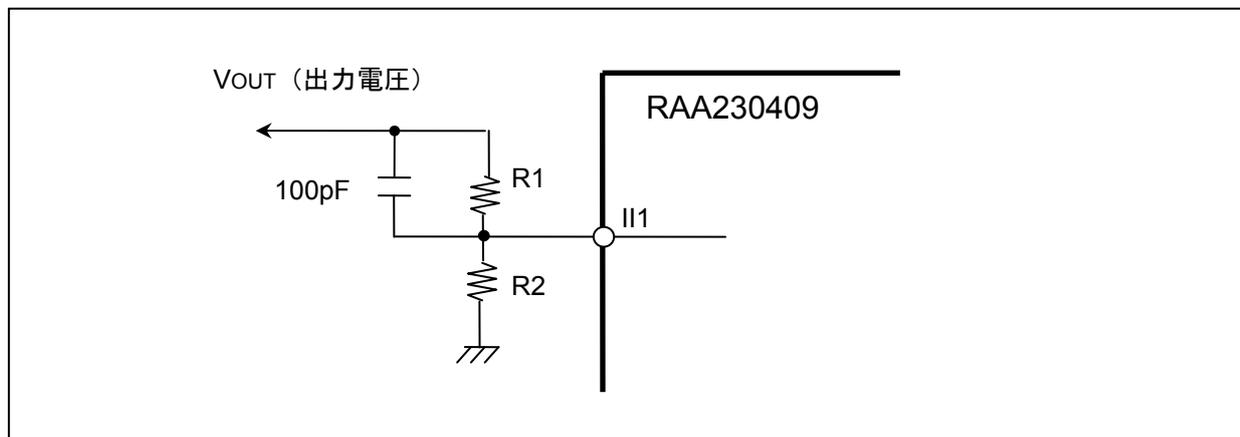
$$C_{IN} \geq \frac{I_{OUT}(MAX) \times \frac{V_{OUT}}{V_{IN}}}{\Delta V_{IN} \times f_{SW}}$$

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。

フィードバック容量

出力電圧外部抵抗設定品(RAA230409)を使用する場合、位相特性改善のため、CH1, CH3, CH4 の電圧設定抵抗・上側と並列に 100pF の容量を接続してください。

なお、CH2 には接続しないでください。



放電時間

RAA23040x には放電回路が内蔵されています。放電時間を $t_{dc}(s)$ 、出力に接続される全容量を $C_{ALL}(F)$ 、RAA23040x 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 ON 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、RAA23040x の出力先に接続される全ての容量の合計値となります。

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

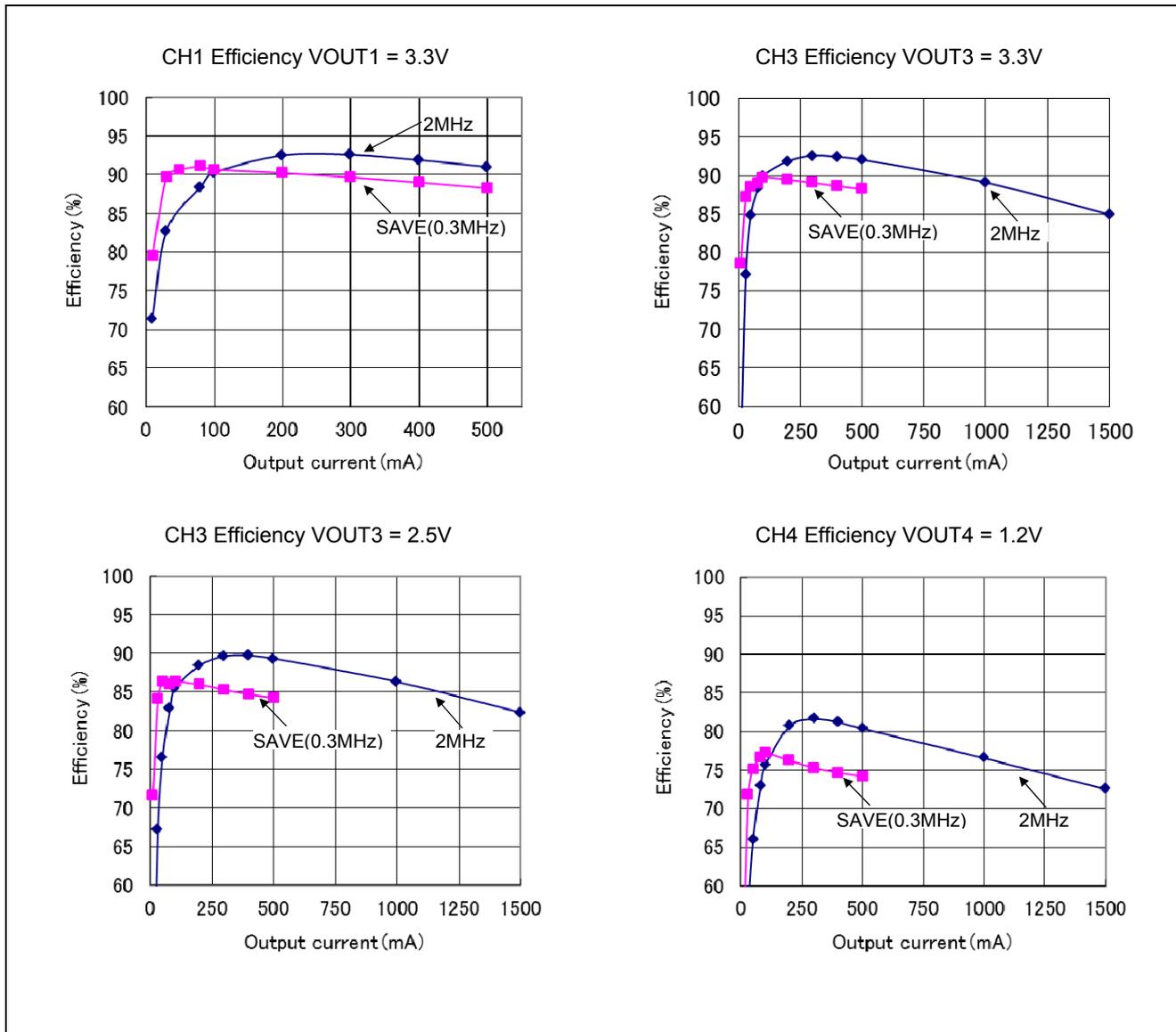
SHDNB0~SHDNB4、CTL4、SAVE 端子を固定して使用する場合は、各入力を以下の端子に接続してください。

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}

標準動作特性

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

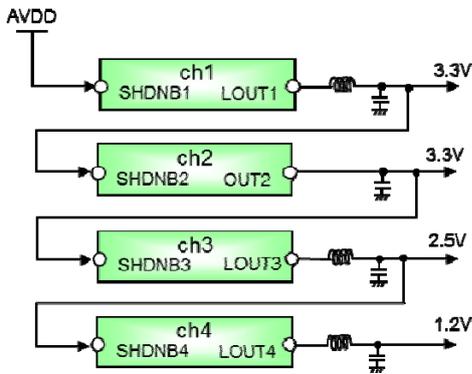
効率—出力電流特性



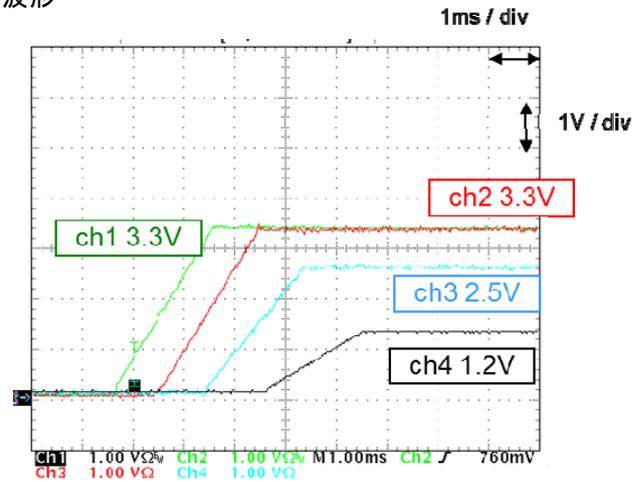
起動波形

例1 CH1(3.3V)→CH2(3.3V)→CH3(2.5V)→CH4(1.2V)

構成

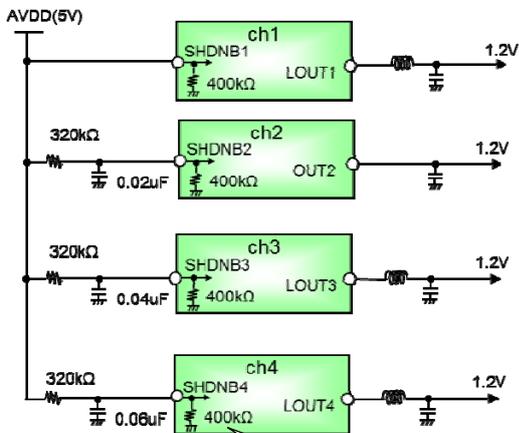


波形

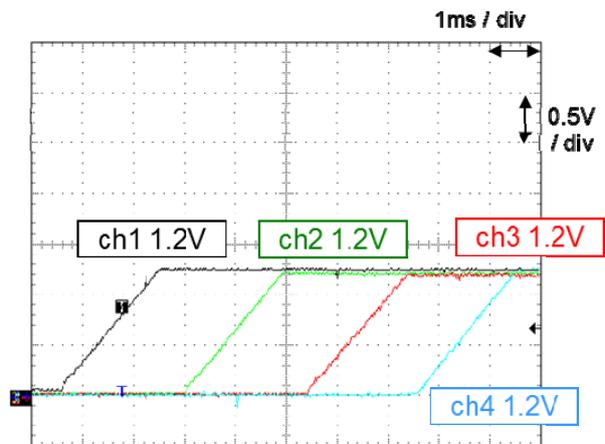


例2 CH1(1.2V)→CH2(1.2V)→CH3(1.2V)→CH4(1.2V)

構成



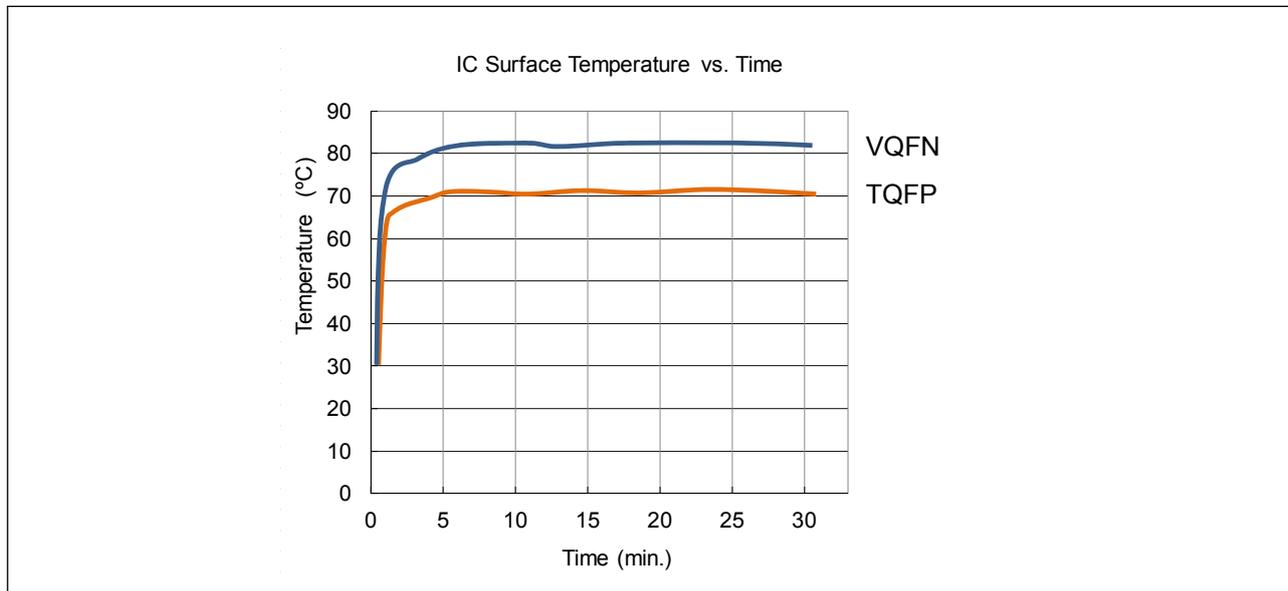
波形



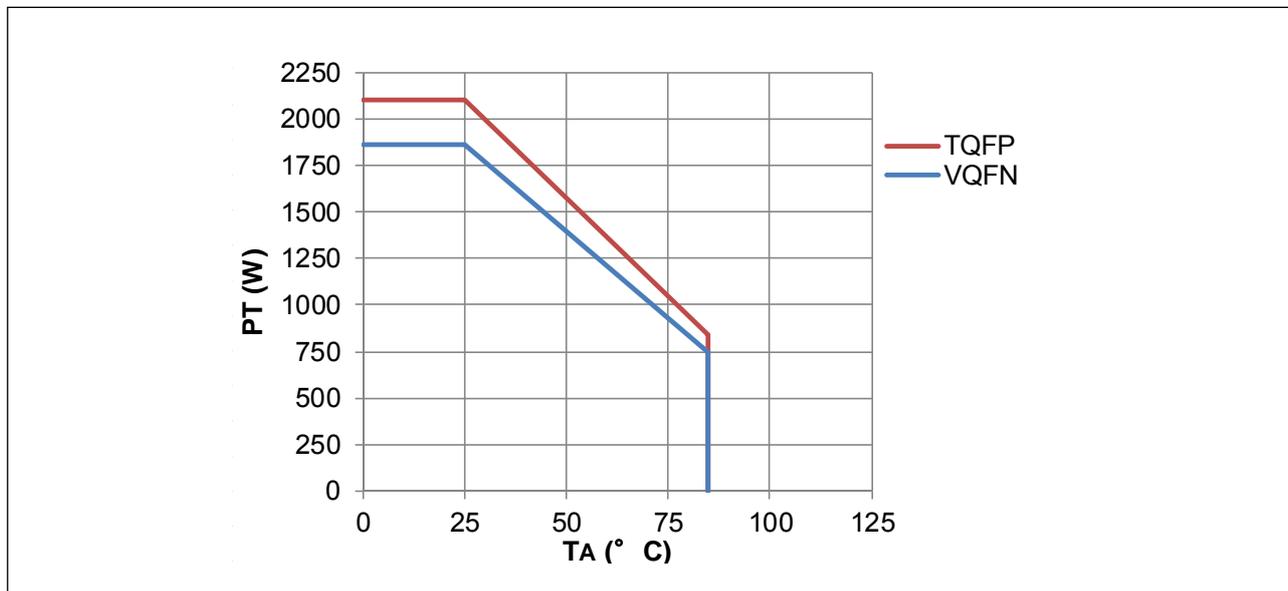
SHDNB 端子にはプルダウン抵抗 (400kΩ) が内部で接続されています。外部抵抗との分圧による SHDNB 端子印加電圧が 1.4V 以下にならないようご注意ください。

放熱特性

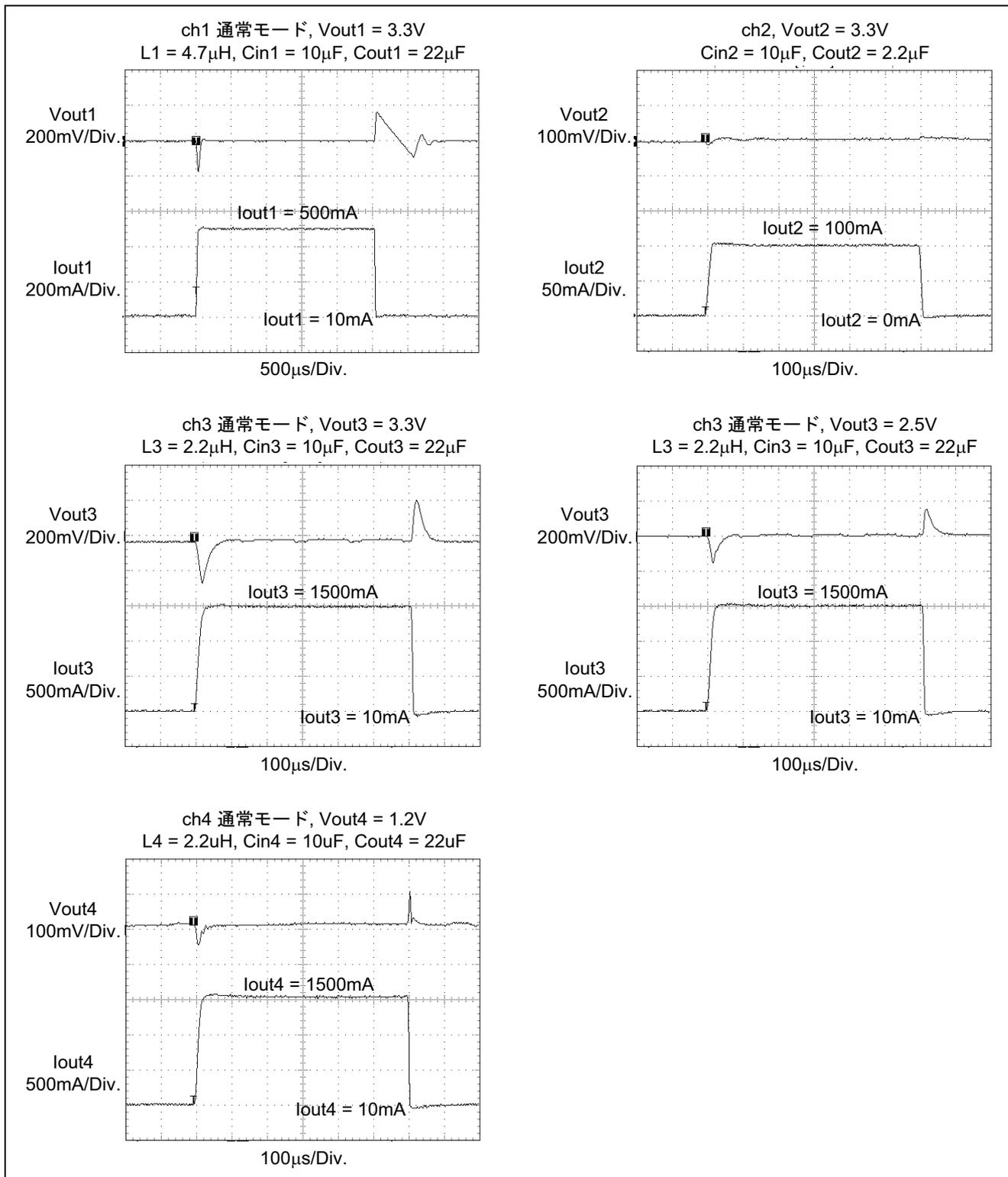
- CH1~CH4 同時動作
- VIN=5V
- CH1: 3.3V, 0.5A CH2: 3.3V, 0.1A CH3: 3.3V, 1.5A CH4: 1.2V, 1.5A
- T_A=25°C
- ルネサス評価ボード上で測定



熱低減曲線



負荷応答特性



改訂記録	RAA230409 評価ボード
------	-----------------

Rev.	発行日	改訂内容	
		ページ	ポイント
1.00	2014.10.27	-	初版発行

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も、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用用途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きを行ってください。
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/>