

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日

ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。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。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 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。
5. 輸出に際しては、「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。本資料に記載されている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用途の目的で使用しないでください。また、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に使用することができません。
6. 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、誤りが無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。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されてい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生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
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  
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、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社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。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、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、社会的損害など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、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、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、当社は、一切その責任を負いません。
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固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

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。

# HA16167A

## 高速応答非絶縁型同期整流 DC/DC コンバータコントロール IC

RJJ03F0217-0300

Rev.3.00

2008.06.20

### 概要

HA16167A は非絶縁型同期整流 DC/DC コンバータコントローラです。新方式のカレントモードの CR フィードバック制御方式を採用しているため、応答性に優れます。

また、低電圧/高精度の基準電圧 ( $0.5V \pm 1\%$ ) により、低電圧・大電流の出力が可能です。さらに、過電流および過電圧検出に代表される各種保護機能も充実しており、周辺回路の簡素化が可能です。

### 特長

- CR フィードバック制御方式採用：高速負荷応答性（シャント抵抗不要）
- 入力 DC 電源範囲：4.5V ~ 14.5V
- 外形：薄型シュリンクパッケージ TSSOP-20
- 高精度： $0.5V \pm 1\%$  の基準電圧出力
- リモート ON/OFF 制御
- ソフトスタート機能
- 過電圧検出
- 過電流検出
- ハイサイド MOS 短絡検出
- 同期運転
- 外部電圧により出力電圧のトラッキングが可能
- ハイサイド MOS ドライバ (GH) 抵抗値：ソース 1.7Ω/シンク 0.8Ω
- ローサイド MOS ドライバ (GL) 抵抗値：ソース 1.5Ω/シンク 0.5Ω
- 低 ESR のセラミックコンデンサを出力容量に使用可能

### アプリケーション

- オンボード電源
- POL (Point of Load) 電源
- マイコン等用電源
- DDR, XDR 等メモリ用電源

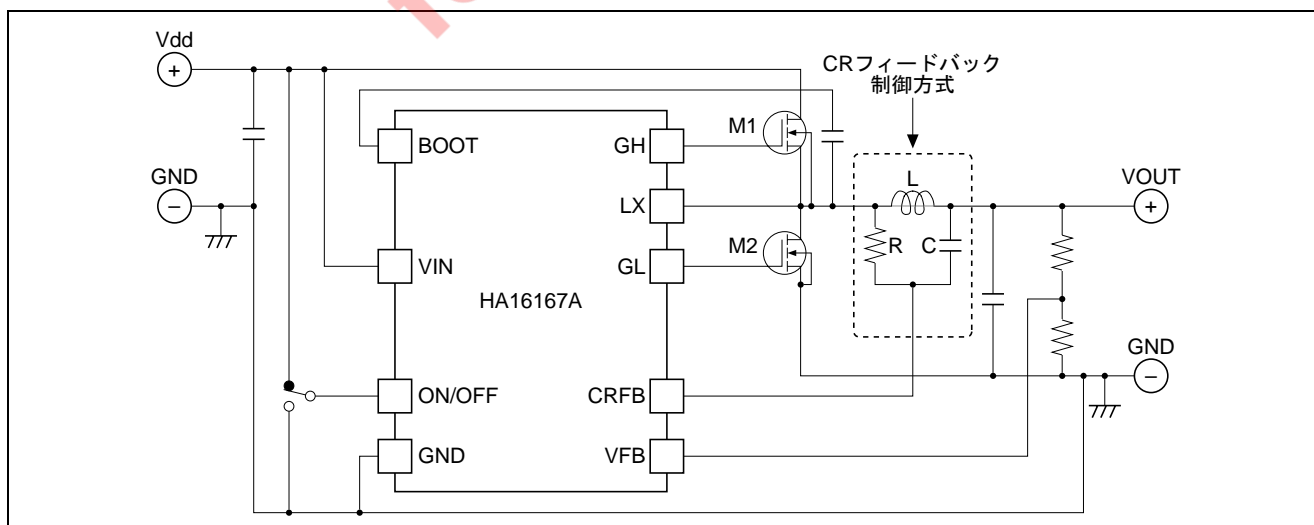
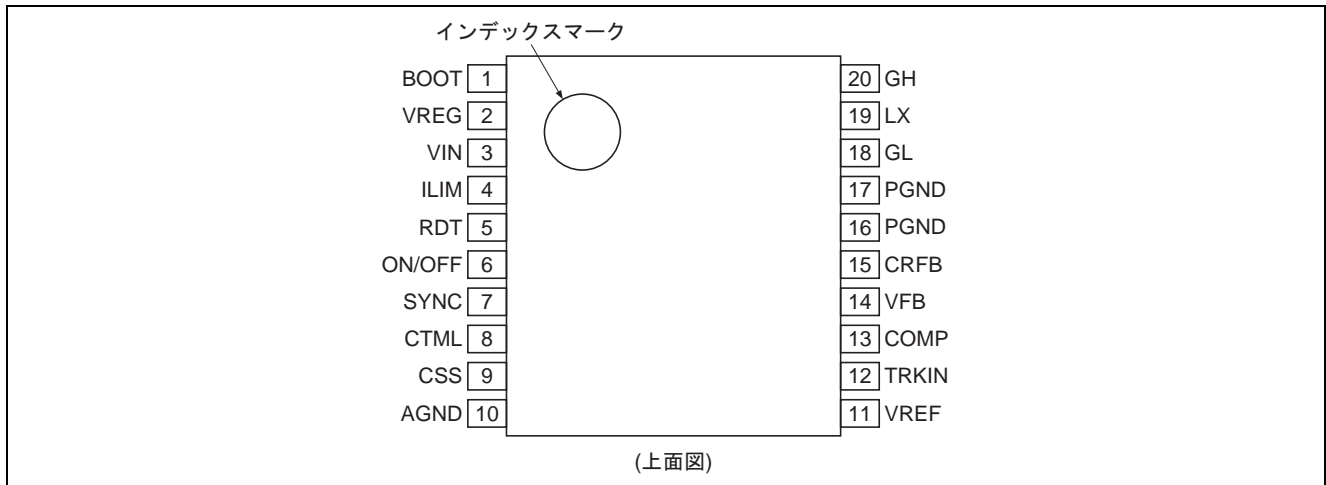


図 1 HA16167A を用いた CR フィードバック制御方式のシステム概略

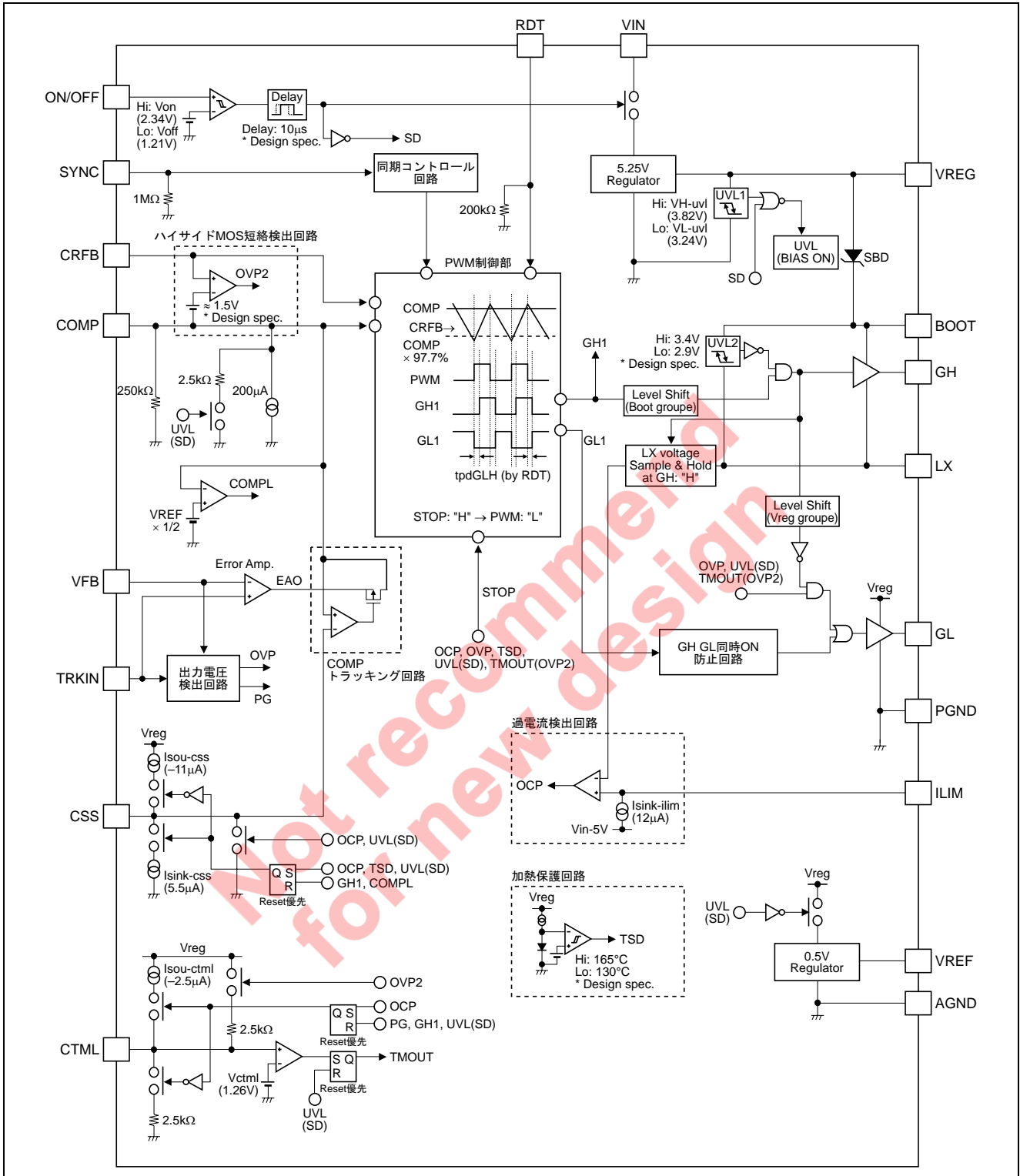
## ピン配置



## 端子機能表

端子 No.	端子名	機能
1	BOOT	ブートストラップ端子
2	VREG	5V レギュレータ出力
3	VIN	IC 電源入力
4	ILIM	過電流検出調整端子
5	RDT	デッドタイム調整端子
6	ON/OFF	リモート ON/OFF 入力端子
7	SYNC	同期信号入力端子
8	CTML	タイマラッチ時間調整端子
9	CSS	ソフトスタート時間調整端子
10	AGND	アナログ GND 端子
11	VREF	基準電圧出力端子
12	TRKIN	出力トラッキング入力端子
13	COMP	エラーアンプ出力端子
14	VFB	電圧フィードバック入力端子
15	CRFB	CR フィードバック入力端子
16	PGND	パワー-GND 端子
17	PGND	パワー-GND 端子
18	GL	ローサイドパワー-MOS ドライブ端子
19	LX	インダクタスイッチング端子
20	GH	ハイサイドパワー-MOS ドライブ端子

ブロックダイアグラム



## 絶対最大定格

(Ta = 25°C)

項目	記号	定格値	単位	注
電源電圧	Vin	-0.3 ~ +16	V	1
Vdd 系列ピン電圧	Vpin-vin	-0.3 ~ "Vin + 0.3"	V	1, 2
Vreg 系列ピン電圧	Vpin-vreg	-0.3 ~ "Vreg + 0.3"	V	1, 3
BOOT 端子電圧	Vboot	"Vlx - 0.3" ~ "Vlx + 6"	V	
GH 端子電圧	Vgh	"Vlx - 0.3" ~ "Vboot + 0.3"	V	
ILIM 端子電圧	Vilim	"Vin - 6" ~ "Vin + 0.3"	V	4
PGND 端子電	Vpgnd	-0.3 ~ +0.3	V	1
VREG 端子ソース電流	Isorce-vreg	-30	mA	5
VREF 端子ソース電流	Isorce-vref	-3	mA	5
動作時接合部温度	Tj-orp	-40 ~ +125	°C	6
保管温度	Tstg	-55 ~ +150	°C	

【注】 1. 定格電圧は、AGND 端子を基準とします。

2. Vdd 系列ピン : VIN, ON/OFF

3. Vreg 系列ピン : REG, RDT, SYNC, CTML, CSS, CREF, TRKIN, COMP, VFB, CRFB, GL

4. 最低値は"Vin - 6V"ですが、-0.3V 以下にしないでください。

5. 定格電流は、IC に流れ込む方向を(+), 吐き出す方向を(-)とします。

6. TSSOP-20 の場合 :  $\theta_{ja} = 163^{\circ}\text{C/W}$

この値は、 $40 \times 40 \times 1.6$  [mm], 配線密度 10%のガラスエポキシ基板に実装時のものです。

Not recommended  
for new design

## 電気的特性

(特記なき場合, Ta = 25°C, Vdd = 12V, ON/OFF = VIN, TRKIN = VREF, VFB = VREF, Cvin = 10.1μF, Cvreg = 0.1μF, Cvref = 0.1μF, Cboot = 0.1μF, Rilim = 33kΩ, Rdt = 10kΩ)

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	測定条件	注	
Supply	Input voltage range	Vdd	4.5	—	14.5	V		
	Operating current	Iope	—	3.6	6.0	mA	No switching	
	Shutdown current	Ishdn	—	20	50	μA	ON/OFF = 0V	
UVL (VREG UVL)	UVL high threshold	VH-uvl	3.40	3.82	4.20	V	VIN = VREG	
	UVL low threshold	VL-uvl	2.90	3.24	3.60	V	VIN = VREG	
	UVL hysteresis	Vhys-uvl	0.5	0.6	0.7	V		
Voltage regulator (VREG)	Output voltage	Vreg	5.00	5.25	5.50	V	Ireg = 0mA	
	Load regulation	Vreg-load	—	2	20	mV	Ireg = -1mA ~ -10mA	
	Temperature stability	ΔVreg/ΔTa	—	±60	—	ppm/°	Ta = -40°C ~ +85°C	1
Reference voltage (VREF)	Reference voltage	Vref	0.495	0.500	0.505	V		
	Temperature stability	ΔVref/ΔTa	—	±30	—	ppm/°	Ta = -40°C ~ +85°C	1
Hysteresis comparator	Hysteresis window	Vhys-comp	—	2.3	—	%	% of Vcomp	1
	Delay CRFB to GH	td-GH	—	35	—	ns	(internal signal)	1, 2
	Delay CRFB to GL	td-GL	—	35	—	ns	(internal signal)	1, 2
	COMP max-setup voltage	Vcomp-max	—	—	2.5	V		1, 3
	CRFB pin min-resistor	Rcrfb-min	40	—	—	kΩ		1, 4
ON/OFF control	ON threshold	Von	2.00	2.34	2.70	V		
	OFF threshold	Voff	0.90	1.21	1.50	V		
	ON/OFF detect delay	td-onoff	—	10	—	μs		1
Soft start	Source current	Isou-css	-15	-11	-5	μA	CSS = 0V	
	Sink current	Isink-css	3	5.5	8	μA	CSS = 1V	
Thermal shutdown	Thermal shutdown high	TSD-Hi	—	165	—	°C		1
	Thermal shutdown low	TSD-Lo	—	130	—	°C		1
Synchronous drive	Sync high voltage	Vsync-hi	—	VREG × 2/3	—	V		1
	Sync low voltage	Vsync-lo	—	VREG × 1/3	—	V		1
Over voltage protection	FB OVP threshold	Vovp1	—	TRKIN × 114%	—	V	TRKIN = 0.5V	1
	CRFB OVP threshold	Vovp2	—	COMP + 1.5	—	V	COMP = 1V	1
Timer latch	Source current	Isou-ilim	-3.5	-2.5	-1.9	μA	CTML = 0V	
	Timer latch threshold	Vtml	1.16	1.26	1.36	V		
Over current protection	Sink current	Isink-ilim	9	12	15	μA	ILIM = 11.6V	
	Temperature coefficient	ΔILIM/ΔTa	—	3800	—	ppm/°		1
Gate driver	GH minimum pulse wide	tongh-min	—	150	—	ns		1
	GL minimum pulse wide	tongl-min	—	550	—	ns		1
	GH source resistor	Rp-gh	0.5	1.7	2.9	Ω	Igh = 10mA load	
	GH sink resistor	Rn-gh	0.2	0.8	1.4	Ω	Igh = -10mA load	
	GL source resistor	Rp-gl	0.5	1.5	2.5	Ω	Igl = 10mA load	
	GL sink resistor	Rn-gl	0.2	0.5	0.8	Ω	Igl = -10mA load	

- 【注】 1. 設計参考値です。  
 2. 7ページのタイミングチャート「定常動作時」を参照してください。  
 3. 定常動作時のCOMP電圧の最大設定値です。  
 定常動作時のCOMP電圧については、15ページの「出力電圧の設定方法について」を参照してください。  
 4. CRFB端子にインダクタと並列に接続する抵抗値の最低抵抗値です。  
 この値よりも高い値の抵抗を推奨します。

(次頁へ続く)

(特記なき場合,  $T_a = 25^\circ\text{C}$ ,  $V_{dd} = 12\text{V}$ ,  $\text{ON/OFF} = \text{VIN}$ ,  $\text{TRKIN} = \text{VREF}$ ,  $\text{VFB} = \text{VREF}$ ,  $C_{vin} = 10.1\mu\text{F}$ ,  $C_{vreg} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_{vref} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $C_{boot} = 0.1\mu\text{F}$ ,  $R_{ilim} = 33\text{k}\Omega$ ,  $R_{dt} = 10\text{k}\Omega$ )

項目	記号	Min	Typ	Max	単位	測定条件	注	
Dead Time (RDT)	Dead time LX to GL	tpdGHL	2	5	10	ns		2
	Dead time GL to GH	tpdGLH	10	—	100	ns	Adjustable by RDT	1, 2, 3
	tpdGLH at Rdt 10k $\Omega$	tpdGLH_10k	13	19	25	ns	Rdt = 10k $\Omega$	2, 3
	tpdGLH at Rdt 68k $\Omega$	tpdGLH_68k	55	75	95	ns	Rdt = 68k $\Omega$	2, 3
Error amplifier	Source current	Vea-sou	-2300	-1600	-1000	$\mu\text{A}$	Measure: COMP at 2V TRKIN = 0.5V, FB = 0.49V	
	Sink current	Vea-sink	320	450	580	$\mu\text{A}$	Measure: COMP at 2V TRKIN = 0.5V, FB = 0.51V	
Boot strap	UVL2 high threshold	VH-uvl2	3.0	3.4	3.8	V	Between BOOT and LX	
	UVL2 low threshold	VL-uvl2	2.5	2.9	3.3	V	Between BOOT and LX	
	Internal SBD VF	VF-boot	0.2	0.3	0.4	V	lboot = -1mA	

- 【注】
1. 設計参考値です。
  2. 7 ページのタイミングチャート「定常動作時」を参照してください。
  3. RDT 端子の外付け抵抗で調整します。デッドタイムの調整値は下図を参考してください。

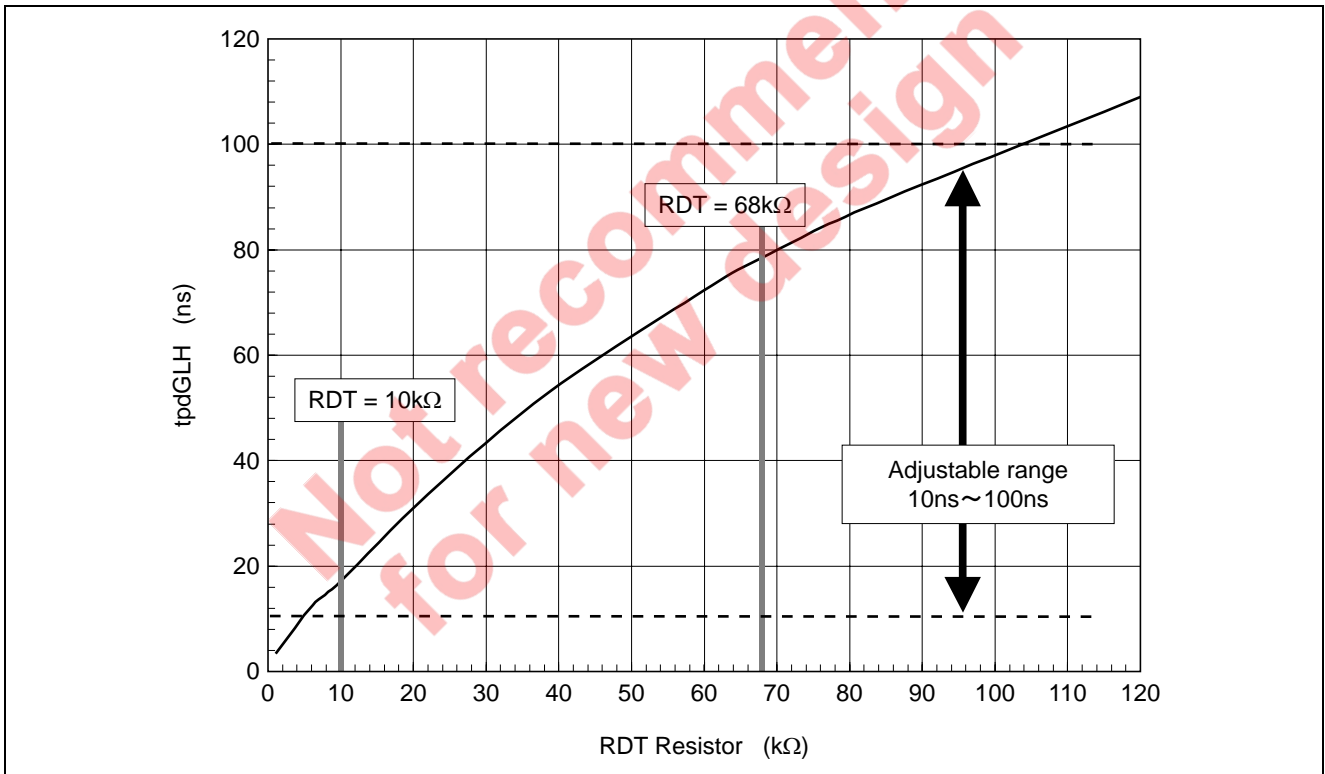
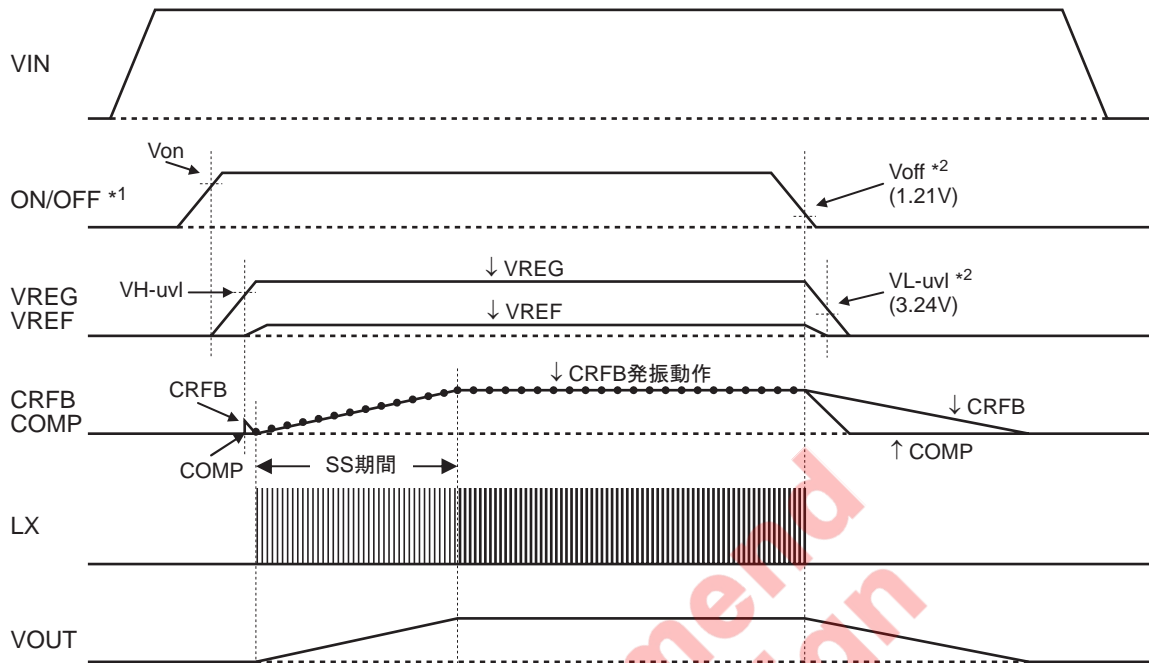


図2 デッドタイム tpdGLH 対 RDT 抵抗値 (設計参考値)



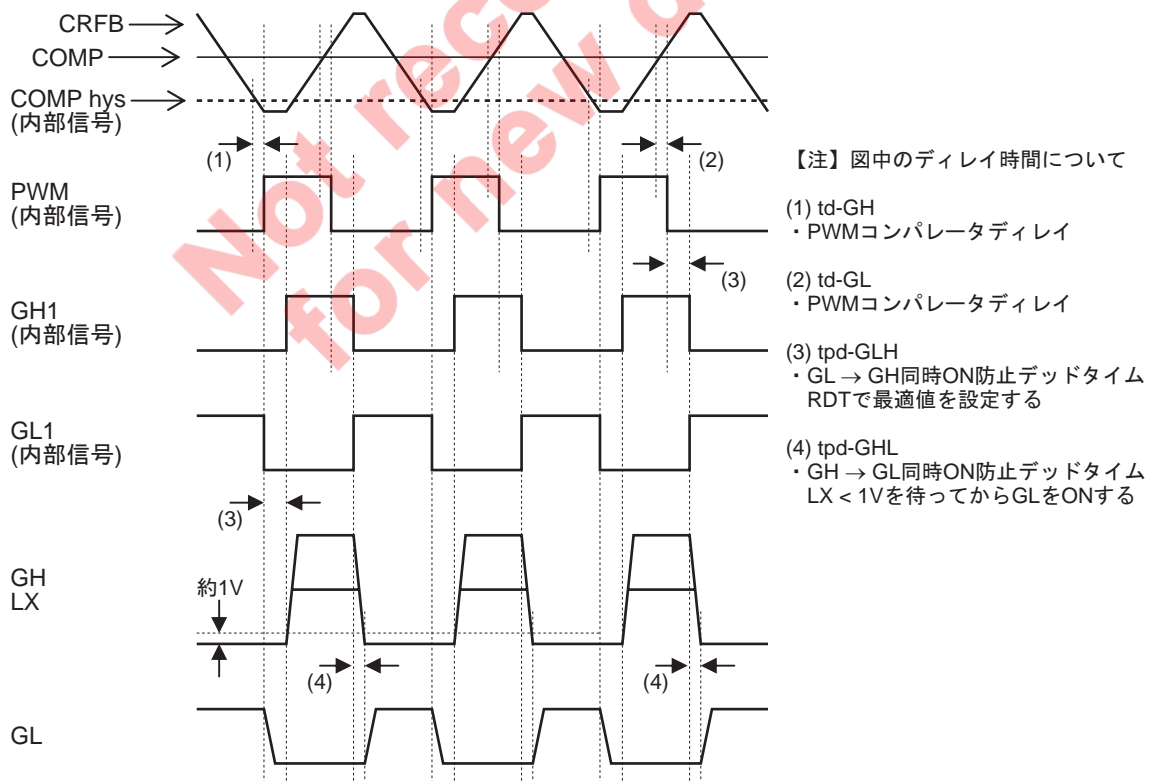
タイミングチャート

起動・停止時動作



- 【注】 1. 誤動作防止のため、ON/OFF信号を受けてからVREGが起動するまで、約10 $\mu$ sのディレイをもっています。  
 2. Voff  $\cdot$  VL-uvlどちらかの検知で停止動作に入ります。

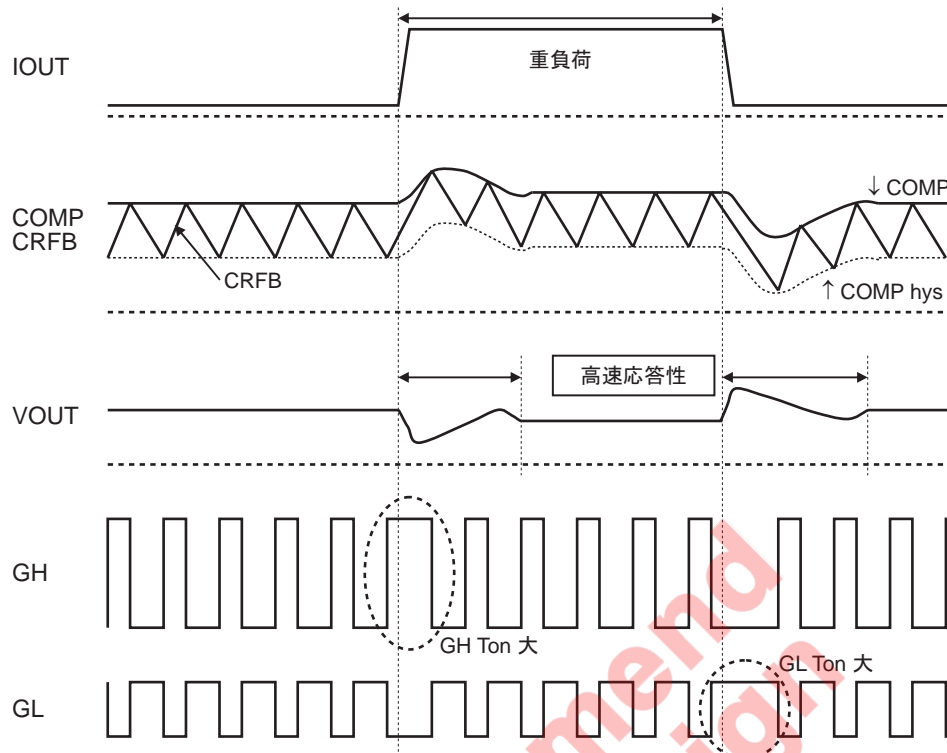
定常動作時



動作説明 :

HA16167Aは発振器を搭載していません。  
 ハイサイドMOS FETおよびローサイドMOS FETのON・OFFによりインダクタに流れる電流を等価的にCRFB端子から検出します。これをCOMP電圧と比較することで、スイッチング制御を行なっています。

## 負荷応答動作



動作説明：

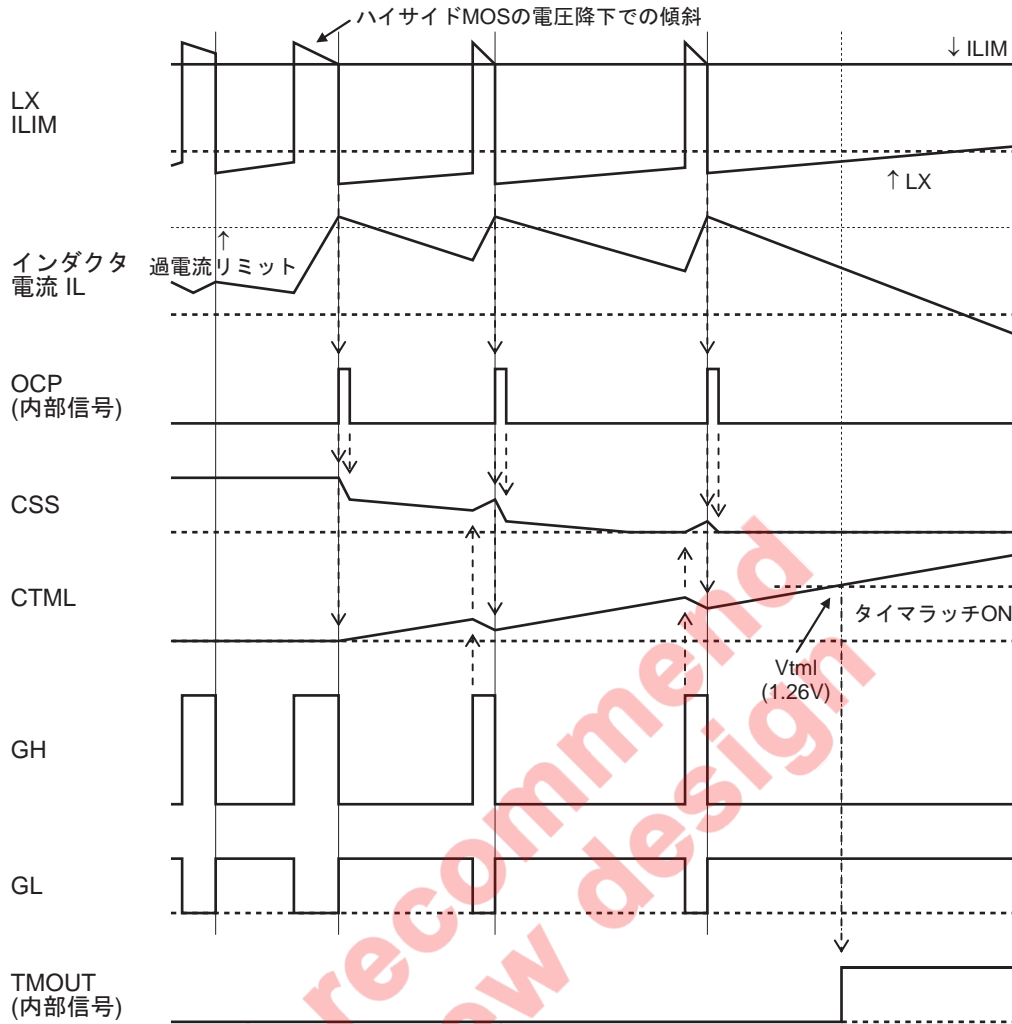
CRフィードバック制御方式は応答性に優れます。  
以下にCRフィードバック制御方式の特長を示します。

負荷急変により出力電圧の増減が起きると、負荷に合わせてデューティが即座に変化します。

- ・ 負荷電流増加時：
  - VOUTが低下 → COMP電圧が増加 → 必要なインダクタ電流が増加
  - 結果：GH ON時間が増える
- ・ 負荷電流減少時：
  - VOUTが増加 → COMP電圧が低下 → 必要なインダクタ電流が減少
  - 結果：GL ON時間が増える

電流制御と電圧制御の両者の動作を合わせて制御しているので、負荷に対して高速な応答が実現しています。

## 過電流保護動作



## 動作説明:

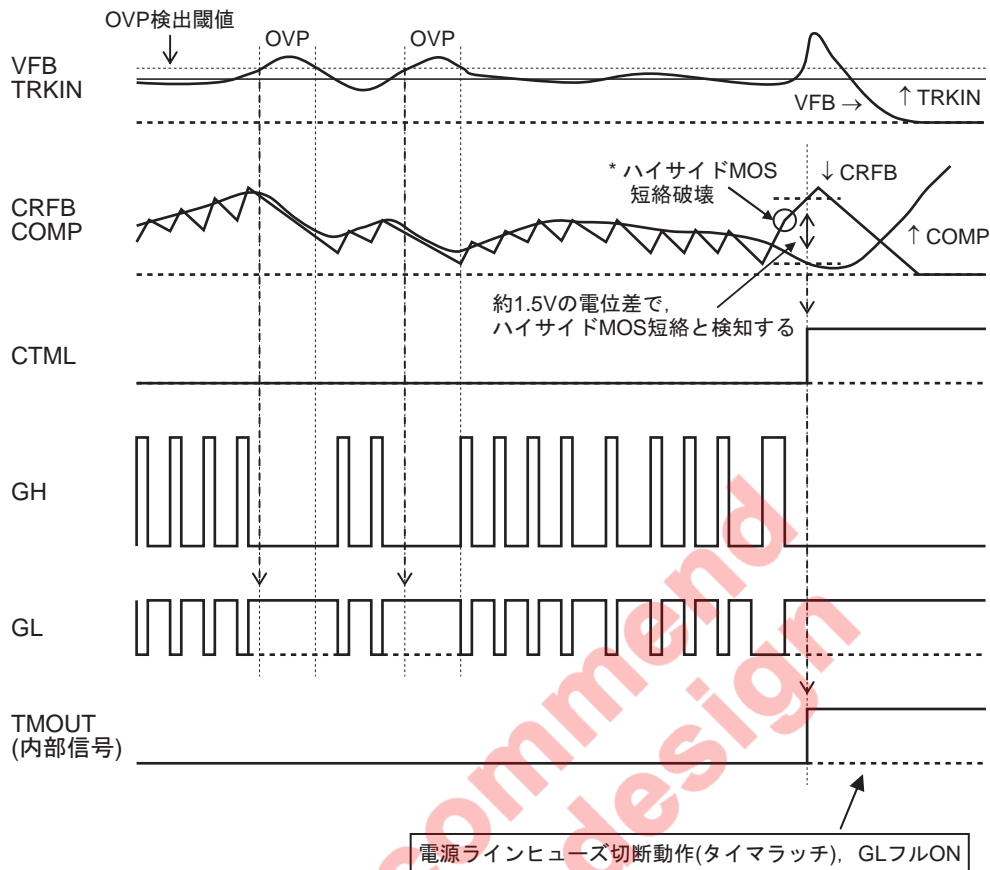
過電流はLX端子で検出します。GH ON時のLX端子電圧値がILIM端子の設定電圧以下になると、過電流と判断します。ILIM端子電圧は、VIN-ILIM間に抵抗を挿入して設定します。過電流検出からのタイマラッチ動作は次のループを行ないます。

- (1) 過電流を検出
- (2) GHがOFF → GLがON
- (3) CSSを強く放電(≒出力の周期が伸びる)
- (4) 次のGH ONまでの間、CSSを放電、タイマラッチ端子を充電する。  
この間にタイマラッチ端子が1.26Vまで充電されたらタイマラッチがかかり、GLをON固定にしてループを抜ける。
- (5) 次のGH ONを受け、CSSが充電、タイマラッチが放電に戻る。  
ここで再び過電流を受けた場合(1)に戻る。

使用するパワーMOSのON抵抗とリミットを掛けたい電流から、ILIMの抵抗値を設定してください。

## 出力OVPおよび\*ハイサイドMOS短絡保護機能 (OVP2)

(\*ただしVddラインにヒューズが必要)



## 動作説明:

VFBの電圧がTRKINの114%以上になるとOVPを検知します。  
 例えば、TRKIN = 0.5V入力時ではFB > 約0.57VでOVPが掛かります。  
 OVPを受けると次の動作を行いません。

OVP検知 → GHをOFF → OVPが効いている間はGLをON → OVP解除で通常動作

また、ハイサイドパワーMOS FETの短絡保護機能として、OVP2があります。  
 ただし、本機能を有効に使うには電源ラインにヒューズを入れる必要があります。  
 OVP2の保護動作は次になります。

ハイサイドMOS FET短絡 → VOUT上昇, CRFB上昇 → COMP低下  
 → CRFBがCOMPより1.5V以上高くなる → タイマラッチを強制ON → GLをON固定

このように、GHショート状態でGLをON固定とすることで、電源ラインのヒューズを切断して、後段の破壊を防ぐことを目的としています。

## 端子名・機能詳細

### #1: BOOT

ブートストラップ端子。

ハイサイドパワー-MOS FET のゲートドライブ信号 GH の ON 時の電圧およびハイサイドパワー-MOS FET の駆動電流を供給します。

また、IC 内部に VREG との間にショットキーバリアダイオードを内蔵していますので、外部にダイオードを挿入する必要はありません。

0.033 $\mu$ F ~ 10 $\mu$ F 程度の容量を BOOT-LX 間に接続してください。

### #2: VREG

内蔵 5V レギュレータの出力端子。

0.1 $\mu$ F ~ 33 $\mu$ F 程度の容量を GND 間に接続してください。

また、この端子は UVL 機能をもっており、3.82V (Typ) 以上になると IC を ON させ、3.24V (Typ) 以下で IC を OFF させます。

### #3: VIN

電源入力端子。

10 $\mu$ F 以上の容量を GND 間に接続してください。

### #4: ILIM

過電流検出調整端子。

ハイサイドパワー-MOS の電圧降下をモニタして、GH が ON 時に LX 端子電圧が ILIM 端子以下になると過電流を検知します。

VIN-ILIM 間に抵抗を接続して適切な検出レベルを設定してください。

ハイサイド MOS FET のドレイン-ソース電流を  $I_{ds\_hi}$ 、オン抵抗を  $R_{on\_hi}$  とした場合、過電流を検出レベルを式で表すと、“GH が ON の時の LX 端子” に次の関係が成り立った時、検知します。

$$(I_{ds\_hi} \times R_{on\_hi}) \geq (R_{ilim} \times I_{lim}) [V]$$

ただし、実際にはノイズの影響もありますので、評価での合わせ込みをお願いします。

### #5: RDT

デッドタイム調整端子。

ローサイドパワー-MOS OFF → ハイサイドパワー-MOS ON のデッドタイム  $t_{pdGLH}$  を調整します。

6 ページの電気的特性値表の注記、「図 2 デッドタイム  $t_{pdGLH}$  対 RDT 抵抗値 (設計参考値)」を参考に GND 間に適当な抵抗を接続してください。

### #6: ON/OFF

リモート ON/OFF 入力端子。

この機能を使用しない場合は VIN と短絡して使用してください。

2.34V (Typ) で VREG を Enable にし、1.21V (Typ) で IC を OFF (= UVL) させます。

## #7: SYNC

同期信号入力端子。

この端子に外部からパルスを入れることで、定常動作時の発振周波数を外部と同期させることが可能です。  
使用しない場合は OPEN/GND どちらも可能です。

同期運転の補足説明：

SYNC 端子に入力されたパルスの立ち上がりトリガを検出して、CRFB の下側のヒステリシスを通じた信号の代わりにします。このため定常時の発振周波数を同期信号の周波数以下に設定しておく必要があります。

定常時の発振周波数については、14 ページの「発振周波数について」をご参考ください。

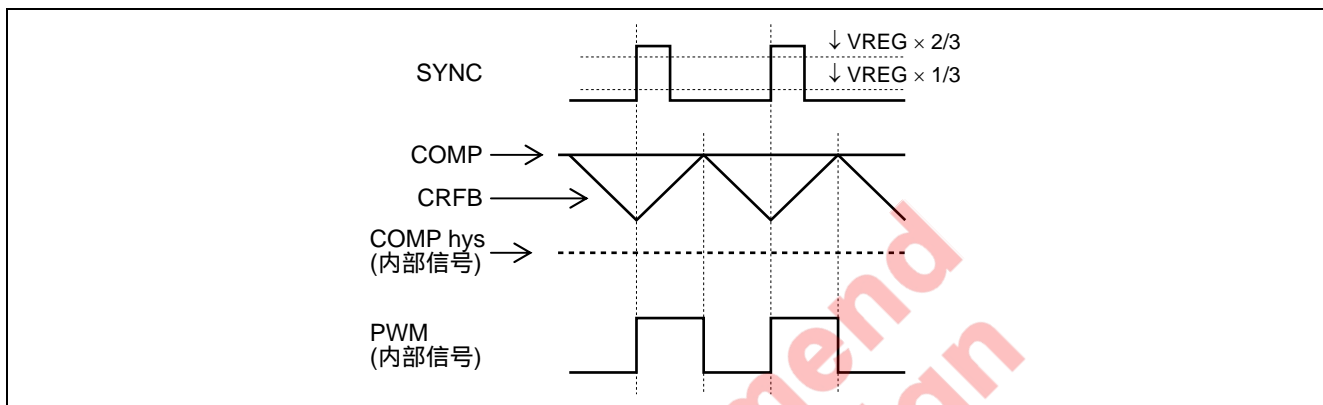


図3 SYNC 端子による同期動作

## #8: CTML

タイマラッチ時間調整端子。

過電流に入ってからタイマラッチが掛かる時間を調整する端子です。

GND 間に容量を接続して調整してください。

タイマラッチが掛かる最速の時間  $T_{ml\_min}$  の目安は次式になります。

$$T_{ml\_min} = \frac{C_{tml} \times V_{tml}}{I_{ctml}} \quad [s]$$

ただし、実際にタイマラッチが掛かる時間は過電流のタイミングチャートに示してあるように、CTML 端子のディスチャージが数回行われるので  $T_{ml\_min}$  より長い時間が掛かりますので、評価での合わせこみをお願いします。

## #9: CSS

ソフトスタート時間調整端子。

起動時に外付けの容量に 0V から VREG まで徐々に充電されます。COMP 端子電圧は CSS 端子電圧でクランプされるので、この動作がソフトスタートになります。

ソフトスタート時間  $t_{ss}$  は次式になります。

$$t_{ss} = \frac{C_{ss} \times (V_{comp\text{定常値}})}{I_{sou\_css}} \quad [s]$$

よって、同じ容量を使用した場合でも定常状態の COMP 端子電圧により、ソフトスタート時間が変わります。定常状態の COMP 端子の電圧については、15 ページの「出力電圧の設定方法について」をご参考ください。

## #10: AGND

アナログ GND 端子。

内部基準電圧の GND になるので、配線抵抗にご注意して設計してください。

## #11: VREF

内蔵 0.5V レギュレータの出力端子。

0.5V ± 1%の基準電圧です。ソース能力は室温で 100 $\mu$ A 程度と小さく、シンク能力はありませんのでリファレンス電源として使用してください。

GND 間に 0.02 ~ 1 $\mu$ F 程度の容量を接続してください。

## #12: TRKIN

出力トラッキング端子 (エラーアンプの基準電圧入力端子)。

外部から電圧を変化させることでフィードバック抵抗を変えずに出力電圧を調整することが可能です。

トラッキング機能を使用しない場合は、TRKIN 端子と VREF 端子を短絡して使用することを推奨します。

## #13: COMP

エラーアンプ出力端子。

0.1 $\mu$ F 以上の容量を GND 間に接続してください。

また、CR フィードバック制御方式は COMP 端子の電圧を基準に CRFB 端子が発振するように制御されますので、出力電圧の設定には COMP 端子の扱いも絡みます。15 ページの「出力電圧の設定方法について」をご参考ください。

## #14: VFB

電圧フィードバック入力端子 (エラーアンプの反転入力端子)。

TRKIN 端子の電圧になるように制御されますので、TRKIN 端子の電圧を踏まえて出力電圧の設定を行なってください。

## #15: CRFB

CR フィードバック入力端子。

動作の詳細については、7 ページのタイミングチャートの「定常動作時」を参照ください。

また、この端子は発振周波数と出力電圧の設定にも影響します。発振周波数と出力電圧の設定については、14 ページの「発振周波数について」と 15 ページの「出力電圧の設定方法について」をご参考ください。

## #16, 17: PGND

パワーグランド端子。

ローサイドドライバ GL の GND です。AGND と干渉を起こさないようご注意ください。

## #18: GL

ローサイドパワー-MOS FET ドライブ端子。

Nch パワー-MOS FET を直接動作できます。

## #19: LX

インダクタスイッチング端子。

GH 信号のロー電圧基準および過電流検出の機能を持っています。

## #20: GH

ハイサイドパワー-MOS FET ドライブ端子。

Nch パワー-MOS FET を直接動作できます。

## 参考資料

### 発振周波数について

HA16167A は発振器を搭載していません。

7 ページのタイミングチャートの「定常動作時」のように、インダクタに流れる電流を等価的に CRFB 端子から検出し、これを COMP 電圧と比較することで、スイッチング制御を行なっています。

このようにして得られる CR フィードバック制御方式の発振周波数の理論式は次式になります。

$$f = \frac{V_{OUT} \times (V_{IN} - V_{OUT})}{V_{IN} \times V_{hys} \times R \times C} \quad [\text{Hz}]$$

$V_{hys}$ : CRFB 端子のヒステリシス幅は COMP 電圧に依存します。

R および C: L と並列に CRFB 端子に接続される抵抗と容量です。

特徴として、

- 入力電圧，出力電圧により周波数が変化する
- インダクタの値が周波数に影響しない  
という性質があります。

しかし、上式以外にも CRFB コンパレータのディレイ ( $t_{d-GH}$ ,  $t_{d-GL}$ )，デッドタイム ( $t_{pdGLH}$ ,  $t_{pdGHL}$ )，パワー MOS FET のゲート容量 (主に  $t_{pdGHL}$  に影響)，ノイズによる CRFB ヒステリシス幅の減少などの影響のため、実測値と計算値が正確に合いません。

また、発振周波数が速くなり過ぎないように、GH および GL には最低 ON 時間を IC 内部で設定しています。

このため、最大周波数は約 1.3MHz が実測上限となります。

下図に発振周波数に影響を与える要素を示します。

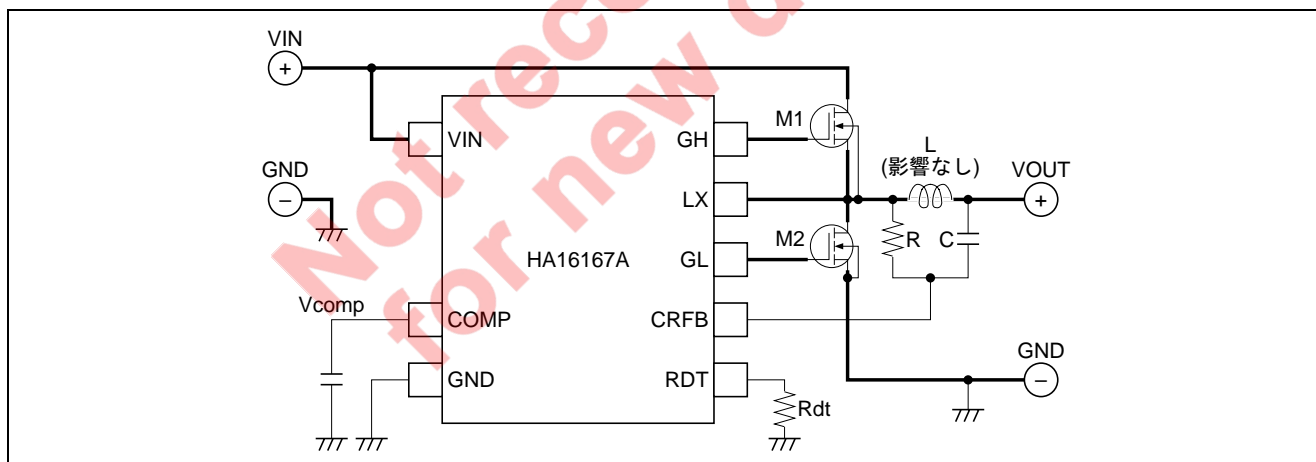


図 4 周波数に影響する要素

ご参考までに、弊社の評価ボードにおいて、

$V_{IN} = 12V$ ,  $V_{OUT} = 1V$ ,  $L = 0.2\mu H$ ,  $R = 82k\Omega$ ,  $C = 1000pF$ ,  $R_{DT} = 10k\Omega$ , ハイサイド MOS FET = HAT2168H, ローサイド MOS FET = HAT2165H の条件下において、発振周波数は約 500kHz です。



## 出力電圧の設定方法について

本 IC の CR フィードバック制御方式では、COMP 端子の電圧を基準に CRFB 端子が発振します。しかし、COMP の推奨設定電圧値は 2.5V 以下のため、出力電圧の設定の際には注意が必要です。以下、図 5 の回路を基準に説明します。

## (1) 出力電圧設定が 2.5V 以下の場合

COMP 電圧を考慮する必要はありません。

R1 および R2 で VFB 端子を調整し、Rcf2 はオープンにします。

なお、VFB の安定電圧は TRKIN 端子により設定可能です。

(推奨: TRKIN = VREF。TRKIN 端子を VREF 端子に短絡してください。)

この場合、

$$V_{OUT} = TRKIN \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

$$CRFB \cong COMP \cong V_{OUT}$$

という関係になります。

## (2) 出力電圧設定が 2.5V 以上の場合

こちらも(1)と同じく、R1 および R2 で VFB 端子を調整しますが、そのままだと CRFB 端子電圧が 2.5V より高い出力電圧になるため、COMP 端子の電圧を下げる工夫が必要になります。

こうした場合、CRFB 端子電圧を Rcf1, Rcf2 で分圧することにより、等価的に COMP の電圧が低い状態で安定するように設定します。

ただし、CRFB を分圧することで対 GND への電流パスが形成されるため、前頁の周波数に影響があるのでご注意ください。

この場合、

$$V_{OUT} = TRKIN \times \frac{R1 + R2}{R2}$$

$$CRFB \cong COMP \cong V_{OUT} \times \frac{Rcf2}{Rcf1 + Rcf2} = TRKIN \times \frac{(R1 + R2) \times Rcf2}{R2 \times (Rcf1 + Rcf2)}$$

$$f = \frac{Rcf1 \times Rcf2 \times V_{OUT} \times (VIN - V_{OUT})}{\{(VIN - V_{OUT}) + Rcf1 \times Rcf2 \times V_{OUT}\} \times V_{\text{phys}} \times (Rcf1 + Rcf2) \times C} \quad [\text{Hz}] \quad \text{【*参考値】}$$

という関係になります。

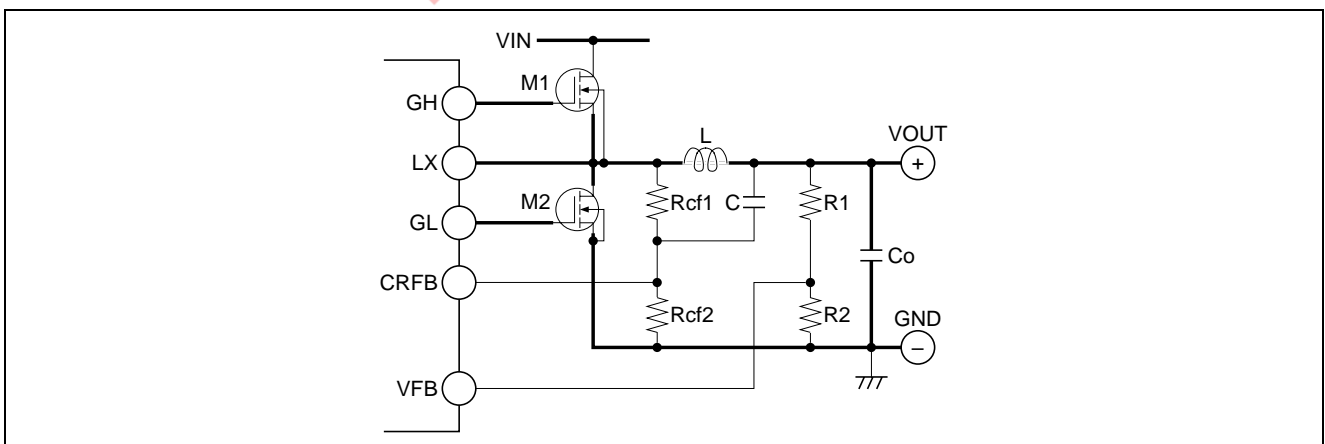
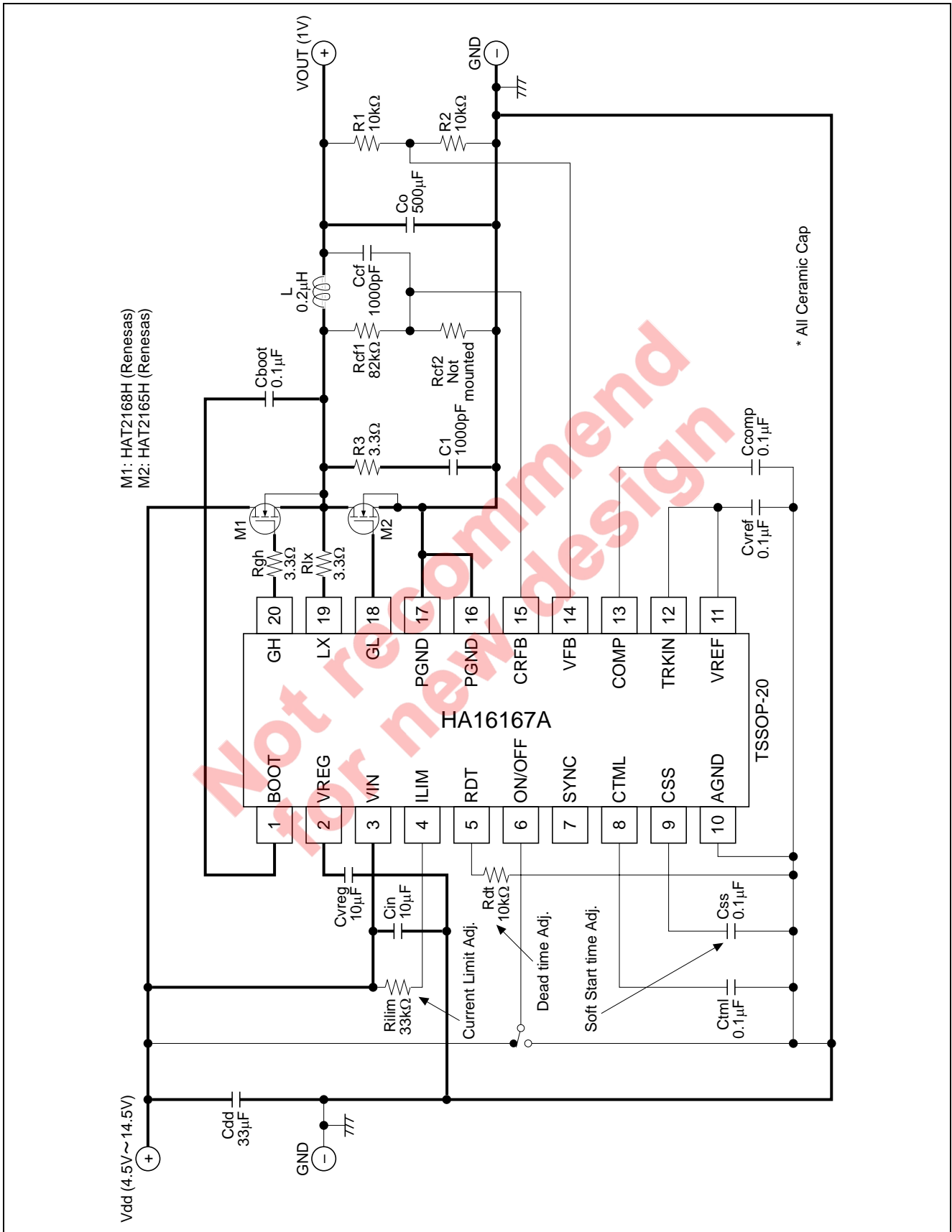


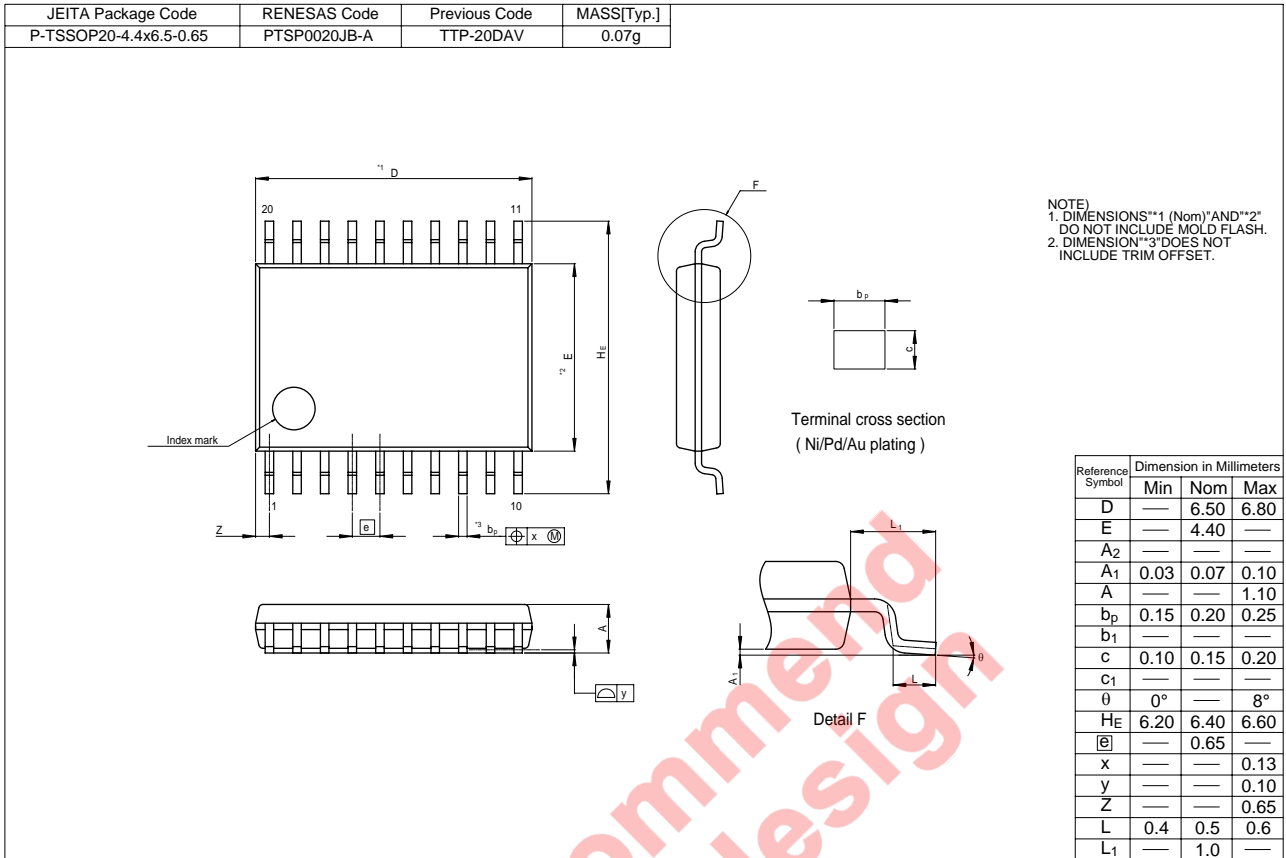
図 5 出力電圧を高くする時の接続方法

アプリケーション回路例

HA16167A を用いた VOUT = 1V 出力のステップダウンコンバータの作成例



外形寸法图



Not recommended for new design

本資料ご利用に際しての留意事項

- 本資料は、お客様に用途に応じた適切な弊社製品をご購入いただくための参考資料であり、本資料中に記載の技術情報について弊社または第三者の知的財産権その他の権利の実施、使用を許諾または保証するものではありません。
- 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例など全ての情報の使用に起因する損害、第三者の知的財産権その他の権利に対する侵害に関し、弊社は責任を負いません。
- 本資料に記載の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、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、「外国為替および外国貿易法」その他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を行ってください。
- 本資料に記載の製品データ、図、表、プログラム、アルゴリズムその他応用回路例などの全ての情報は本資料発行時点のものであり、弊社は本資料に記載した製品または仕様等を予告なしに変更することがあります。弊社の半導体製品のご購入およびご使用に当たりましては、事前に弊社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、弊社ホームページ(<http://www.renesas.com>)などを通じて公開される情報に常にご注意ください。
- 本資料に記載した情報は、正確を期すため慎重に制作したのですが、万一本資料の記述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、弊社はその責任を負いません。
- 本資料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流用する場合は、流用する情報を単独で評価するだけでなく、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。弊社は、適用可否に対する責任を負いません。
- 本資料に記載された製品は、各種安全装置や運輸・交通用、医療用、燃焼制御用、航空宇宙用、原子力、海底中継用の機器・システムなど、その故障や誤動作が直接人命を脅かすあるいは人体に危害を及ぼすおそれのあるような機器・システムや特に高度な品質・信頼性が要求される機器・システムでの使用を意図して設計、製造されたものではありません（弊社が自動車用と指定する製品を自動車に使用する場合を除きます）。これらの用途に利用されることをご検討の際には、必ず事前に弊社営業窓口へご相談ください。なお、上記用途に使用されたことにより発生した損害等について弊社はその責任を負いかねますのでご了承願います。
- 第7項にかかわらず、本資料に記載された製品は、下記の用途には使用しないでください。これらの用途に使用されたことにより発生した損害等につきましては、弊社は一切の責任を負いません。
  - 生命維持装置。
  - 人体に埋め込み使用するもの。
  - 治療行為（患部切り出し、薬剤投与等）を行うもの。
  - その他、直接人命に影響を与えるもの。
- 本資料に記載された製品のご使用につき、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件およびその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用ください。弊社保証値を越えて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、弊社はその責任を負いません。
- 弊社は製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、特に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。弊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、社会的損害など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、誤動作防止設計などの安全設計（含むハードウェアおよびソフトウェア）およびエンジニアリング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。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、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
- 本資料に記載の製品は、これを搭載した製品から剥がれた場合、幼児が口に入れて誤飲する等の事故の危険性があります。お客様の製品への実装後に容易に本製品が剥がれることがなきよう、お客様の責任において十分な安全設計をお願いします。お客様の製品から剥がれた場合の事故につきましては、弊社はその責任を負いません。
- 本資料の全部または一部を弊社の文書による事前の承諾なしに転載または複製することを固くお断りいたします。
- 本資料に関する詳細についてのお問い合わせ、その他お気付きの点等がございましたら弊社営業窓口までご相談ください。

営業お問合せ窓口  
株式会社ルネサス販売



<http://www.renesas.com>

本	社	〒100-0004	千代田区大手町2-6-2 (日本ビル)	(03) 5201-5350
西	支	〒190-0023	立川市柴崎町2-2-23 (第二高島ビル)	(042) 524-8701
東	支	〒980-0013	仙台市青葉区花京院1-1-20 (花京院スクエア)	(022) 221-1351
北	支	〒970-8026	いわき市平宇田町120番地ラトブ	(0246) 22-3222
い	支	〒312-0034	ひたちなか市堀口832-2 (日立システムプラザ勝田)	(029) 271-9411
茨	支	〒950-0087	新潟市東大通1-4-2 (新潟三井物産ビル)	(025) 241-4361
新	支	〒390-0815	松本市深志1-2-11 (昭和ビル)	(0263) 33-6622
松	支	〒460-0008	名古屋市中区栄4-2-29 (名古屋広小路ブレイス)	(052) 249-3330
中	支	〒541-0044	大阪中央区伏見町4-1-1 (明治安田生命大阪御堂筋ビル)	(06) 6233-9500
関	支	〒920-0031	金沢市広岡3-1-1 (金沢パークビル)	(076) 233-5980
北	支	〒680-0822	鳥取市今町2-251 (日本生命鳥取駅前ビル)	(0857) 21-1915
鳥	支	〒730-0036	広島市中区袋町5-25 (広島袋町ビルディング)	(082) 244-2570
広	支	〒812-0011	福岡市博多区博多駅前2-17-1 (博多プレステージ)	(092) 481-7695
九	支			

営業お問い合わせ窓口の住所・電話番号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。

■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：コンタクトセンター E-Mail: [csc@renesas.com](mailto:csc@renesas.com)