

  
**SSC2001S****アプリケーションノート    Rev.1.2**  


*Not Recommended for New Designs*

サンケン電気株式会社  
**SANKEN ELECTRIC CO., LTD.**  
<http://www.sanken-ele.co.jp>

## 目次

概要	3
1. 電気的特性	4
1.1 絶対最大定格	4
1.2 制御部電気的特性	5
1.3 パッケージ部電気的特性	6
2. ブロックダイアグラム	7
3. 各端子機能	7
4. 応用回路例	8
5. 外形図	9
6. 捺印仕様	9
7. 電流連続型(CCM)の動作説明	10
8. 動作説明	11
8.1 起動動作	11
8.2 ソフトスタート機能	11
8.3 ブラウンイン・ブラウンアウト機能	12
8.4 電流制御(力率改善制御)動作	12
8.5 電圧制御(出力定電圧制御)動作	13
8.6 高速負荷応答機能(HSR)	13
8.7 周波数変調機能	13
8.8 ゲートドライブ	14
8.9 過電流保護(OCP)	14
8.10 出力過電圧保護(OVP)	15
8.11 出力オープンループ保護(OLD)	15
9. インダクタパラメーターの設計	16
10. 設計上の注意点	18
10.1 外付け部品	18
10.2 パターン設計	18
注意書き	20

## 概要

SSC2001S は、電流連続型 (Continuous Conduction Mode) 力率改善用制御 IC です。  
平均電流制御方式により外付け部品が少ない、高出力、高効率向けの電流連続型 (CCM) ハイパワー PFC システムが実現できます。

## パッケージ

SOP8



## 特長

- 電流連続型 (CCM) 方式 (電流ピークが低く、ハイパワー向け用途に適します)
- 平均電流制御方式 (乗算器レス、入力電圧検出の不要により、少ない外付け部品、シンプルな回路構成が可能)
- PWM+周波数変調機能 (PWM 動作周波数 65kHz(TYP)固定に、Duty 値により可変する周波数を重畳)
- 最大 ON Duty= 94.0%(TYP)
- エラーアンプ基準電圧= 3.5V(TYP)
- 高速負荷応答機能内蔵
- ブラウンイン・アウト保護機能 (低入力電圧時に電源を保護)
- 保護機能
  - 出力過電圧保護 (OVP)  
パルスバイパルスで GATE 出力を OFF、自動復帰
  - 過電流保護 (OCP)  
2 種類の保護動作、自動復帰
    - ・ $V_{IS(OCPL)}$ : 検出後の次周期より Duty を絞り電力制限
    - ・ $V_{IS(OCPH)}$ : パルスバイパルスで GATE 出力を OFF
  - 出力オープンループ検出 (OLD)  
発振停止し、スタンバイモードに移る、要因解除後、自動復帰

## アプリケーション

中～高出力電力用途の力率改善回路

- AC/DC 電源
- デジタル家電: 大画面 LCDTV、PDPTV など
- OA 機器: コンピュータ、サーバー、モニターなど
- 通信機器

などの各種電子機器用力率改善回路

## 1. 電気的特性

- 詳細内容は、製品の仕様書を参照願います
- 電流値の極性は、IC を基準としてシンクが“+”、ソースが“-”と規定します

### 1.1 絶対最大定格

特記なき場合の条件 Ta= 25°C

項目	端子	記号	規格値	単位
V <sub>CC</sub> 端子電圧	7-1	V <sub>CC</sub>	-0.3~+30	V
V <sub>INS</sub> 端子電圧	4-1	V <sub>INS</sub>	-0.3~+5.5	V
I <sub>COMP</sub> 端子電圧	2-1	V <sub>I<sub>COMP</sub></sub>	-0.3~+5.5	V
I <sub>S</sub> 端子電圧	3-1	V <sub>I<sub>S</sub></sub>	-5.5~+0.3	V
I <sub>S</sub> 端子電流	3-1	I <sub>I<sub>S</sub></sub>	-1~+1	mA
V <sub>FB</sub> 端子電圧	6-1	V <sub>FB</sub>	-0.3~+5.5	V
V <sub>FB</sub> 端子電流	6-1	I <sub>I<sub>FB</sub></sub>	-1~+1	mA
V <sub>COMP</sub> 端子電圧	5-1	V <sub>V<sub>COMP</sub></sub>	-0.3~+5.5	V
GATE 端子電圧	8-1	V <sub>GATE</sub>	-0.3~+30	V
動作時フレーム温度	—	T <sub>FOP</sub>	-40~+110	°C
保存温度	—	T <sub>stg</sub>	-40~+125	°C
接合温度	—	T <sub>j</sub>	-40~+150	°C

Not Recommended for New Designs

## 1.2 制御部電気的特性

特記なき場合の条件 Ta= 25°C、V<sub>CC</sub>= 15V

項目	端子	記号	規格値			単位	備考
			MIN	TYP	MAX		
<b>電源起動動作</b>							
V <sub>CC</sub> 端子動作開始電源電圧	7-1	V <sub>CC(ON)</sub>	10.5	11.3	12.1	V	
V <sub>CC</sub> 端子動作停止電源電圧	7-1	V <sub>CC(OFF)</sub>	9.5	10.3	11.1	V	
V <sub>CC</sub> 端子電圧ヒステリシス	7-1	V <sub>CC(HYS)</sub>	0.7	0.9	1.1	V	
V <sub>CC</sub> 端子起動前回路電流	7-1	I <sub>CC(OFF)</sub>	30	100	200	μA	V <sub>CC</sub> =10V
V <sub>CC</sub> 端子動作時回路電流	7-1	I <sub>CC(ON)</sub>	6.0	9.0	12.0	mA	
V <sub>CC</sub> 端子スタンバイ時回路電流	7-1	I <sub>CC(STANDBY)</sub>	2.0	4.0	6.0	mA	V <sub>FB</sub> =0.5V
<b>発振動作</b>							
発振周波数	8-1	f <sub>OSC</sub>	57	65	70	kHz	V <sub>IS</sub> =0V, V <sub>VCOMP</sub> =4V
最大オンデューティ	8-1	D <sub>MAX</sub>	90	94	99.3	%	V <sub>IS</sub> =0V, V <sub>VCOMP</sub> =4V
最小オンデューティ	8-1	D <sub>MIN</sub>	—	—	0	%	V <sub>IS</sub> =0.5V, V <sub>VCOMP</sub> =0V
最小オフ時間	8-1	t <sub>OFFMIN</sub>	150	250	350	ns	(Not tested)
<b>保護動作</b>							
VFB 端子出力オープンループ電圧	6-1	V <sub>FB(OLD)</sub>	0.51	0.55	0.59	V	
VFB 端子出力過電圧保護電圧	6-1	V <sub>FB(OVP)</sub>	3.57	3.745	3.85	V	
IS 端子過電流保護(High)電圧	3-1	V <sub>IS(OCPH)</sub>	-0.81	-0.75	-0.69	V	
IS 端子過電流保護(Low)電圧	3-1	V <sub>IS(OCPL)</sub>	-0.54	-0.5	-0.46	V	
VINS 端子入力低電圧保護(Low)電圧	4-1	V <sub>INS(L)</sub>	0.51	0.55	0.59	V	V <sub>VINS</sub> =0V
VINS 端子入力低電圧保護(High)電圧	4-1	V <sub>INS(H)</sub>	0.94	1.0	1.08	V	
VINS 端子入力低電圧保護バイアス電流	4-1	I <sub>VINS(BIAS)</sub>	-1.0	—	0	μA	
<b>電流ループ</b>							
電流アンプゲイン	—	gm <sub>CA</sub>	1.1	1.4	1.7	mS	
電流アンプ出力ソース電流	—	I <sub>CA(SO)</sub>	—	-50	—	μA	(Not tested)
電流アンプ出力シンク電流	—	I <sub>CA(SK)</sub>	—	50	—	μA	
出力オープンループ時I <sub>COMP</sub> 端子電圧	2-1	V <sub>I<sub>COMP</sub>(OLD)</sub>	3.6	4.0	4.3	V	V <sub>FB</sub> =0.5V
<b>電圧ループ</b>							
エラーアンプ基準電圧	6-1	V <sub>FB(REF)</sub>	3.4	3.5	3.6	V	I <sub>VCOMP</sub> =0μA
エラーアンプゲイン	—	gm <sub>EA</sub>	45	60	75	μS	
エラーアンプ最大ソース電流	5-1	I <sub>VCOMP(SO)</sub>	-38	-30	-21	μA	
エラーアンプ最大シンク電流	5-1	I <sub>VCOMP(SK)</sub>	21	30	38	μA	
VFB 端子高速負荷応答動作可能電圧	6-1	V <sub>FB(HSR)ENABLE</sub>	—	3.4	—	V	(Not tested)
VFB 端子高速負荷応答動作開始電圧	6-1	V <sub>FB(HSR)ACTIVE</sub>	3.24	3.325	3.41	V	
VCOMP 端子高速負荷応答ソース電流	5-1	I <sub>VCOMP(SOHSR)</sub>	-127	-100	-72	μA	
VFB 端子入力バイアス電流	6-1	I <sub>FB(BIAS)</sub>	—	—	1	μA	
VCOMP 端子出力オープンループ電圧	5-1	V <sub>VCOMP(OLD)</sub>	0.60	1.03	1.40	V	V <sub>FB</sub> =0.5V

項目	端子	記号	規格値			単位	備考
			MIN	TYP	MAX		
ドライブ回路							
GATE 端子電圧 (Low)	8-1	$V_{GATE(L)}$	—	—	0.4	V	$I_{GATE}=-20mA$
GATE 端子電圧 (High)	8-1	$V_{GATE(H)}$	—	10.5	—	V	$V_{CC}=11V$
GATE 端子立ち上がり時間	8-1	$t_r$	—	100	—	ns	
GATE 端子立ち下がり時間	8-1	$t_f$	—	50	—	ns	
GATE 端子ピークソース電流	8-1	$I_{GATE(SO)}$	—	-0.5	—	A	(Not tested)
GATE 端子ピークシンク電流	8-1	$I_{GATE(SK)}$	—	1.0	—	A	

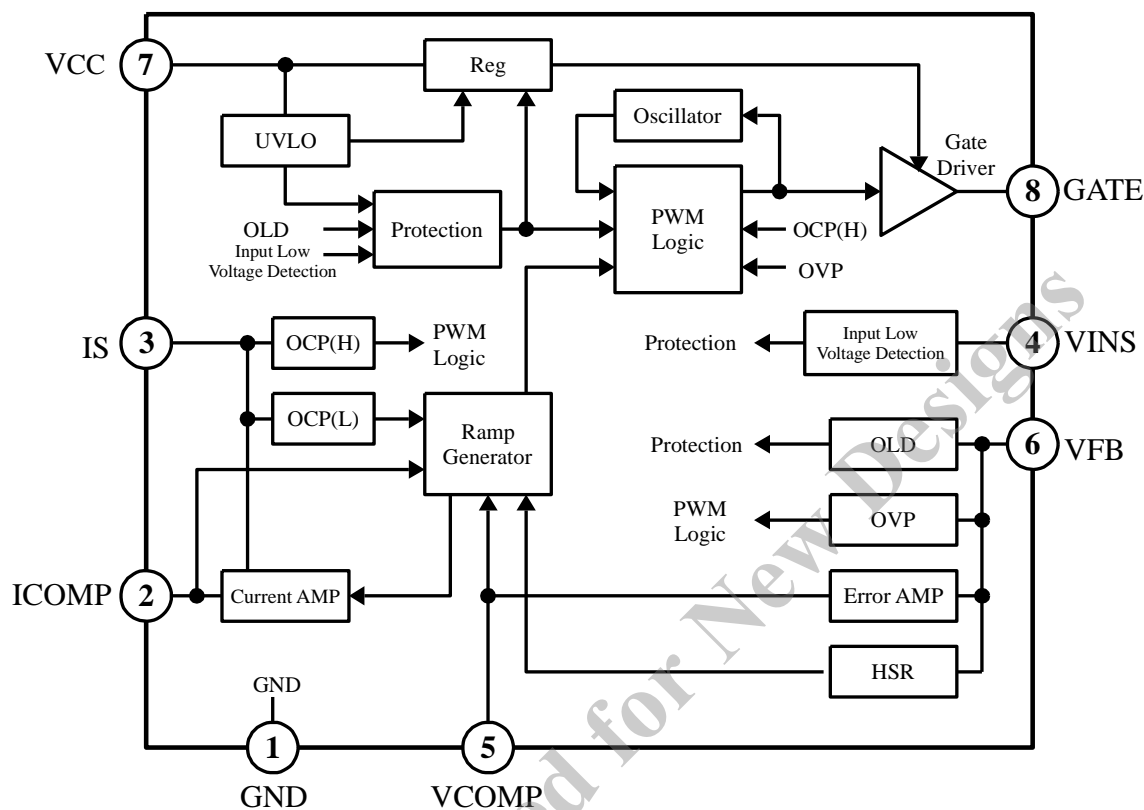
### 1.3 パッケージ部電気的特性

特記なき場合の条件  $T_a=25^{\circ}C$

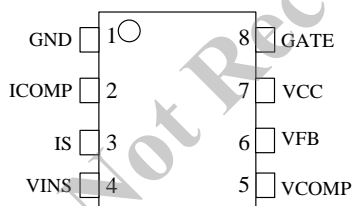
項目	記号	規格値			単位	測定条件
		MIN	TYP	MAX		
熱 抵 抗 ※	$\theta_{j-F}$	—	65	85	$^{\circ}C/W$	ジャンクションとフレーム間

※ フレーム温度  $T_F$  は 1 番 (GND) 端子根元の温度にて規定

## 2. ブロックダイアグラム

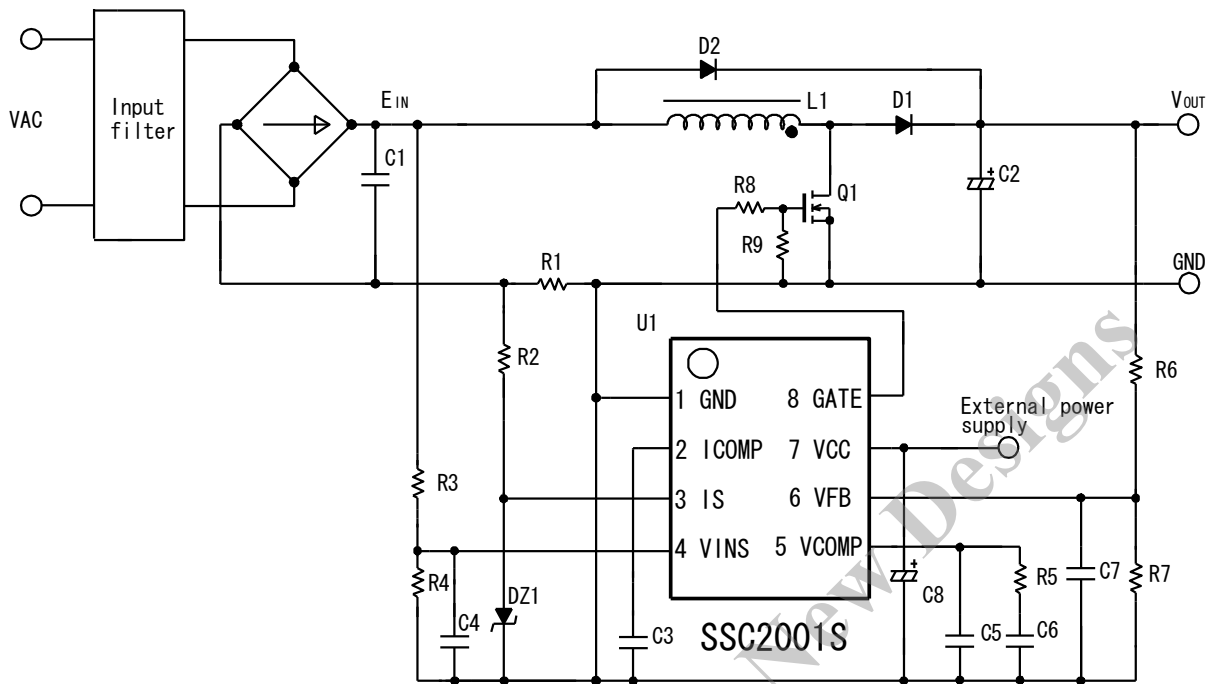


## 3. 各端子機能



端子番号	記号	機能
1	GND	グラウンド
2	ICOMP	電流アンプ出力
3	IS	過電流検出信号入力
4	VINS	入力低電圧検出信号入力 (ブラウンイン・アウト保護機能)
5	VCOMP	エラーアンプ出力/位相補償
6	VFB	出力定電圧制御信号/出力過電圧信号/ 出力オープンループ検出信号入力
7	V <sub>CC</sub>	制御回路電源入力
8	GATE	ゲートドライブ出力

4. 応用回路例







## 7. 電流連続型 (CCM) の動作説明

電流連続型 (Continuous Conduction Mode) は、PFC 回路のインダクタ電流が連続状態で動作するため、同じ出力電力の電流不連続型 (Discontinuous Conduction Mode) に比べて、インダクタ電流ピークが低くなり、昇圧用パワーMOSFET の電流定格の低減と  $R_{DS(ON)}$  の損失低減が行え、高出力電力向けに適します。

インダクタ電流の連続性は、インダクタンス値の大きさに依存し、軽負荷時は、電流不連続型 (DCM) になりますが、高調波電流規格 IEC1000-3-2 のクラス D に適合します。

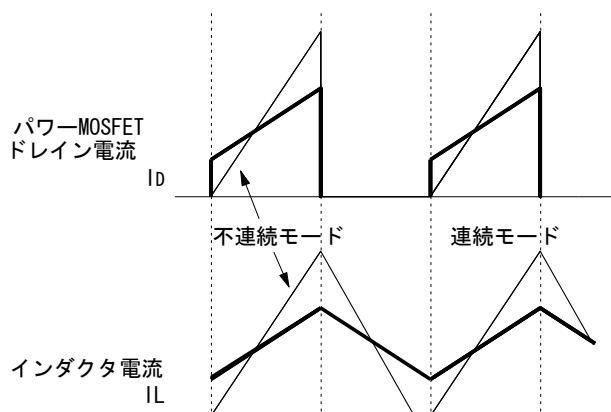


図 7-1 連続モードと不連続モードの電流波形

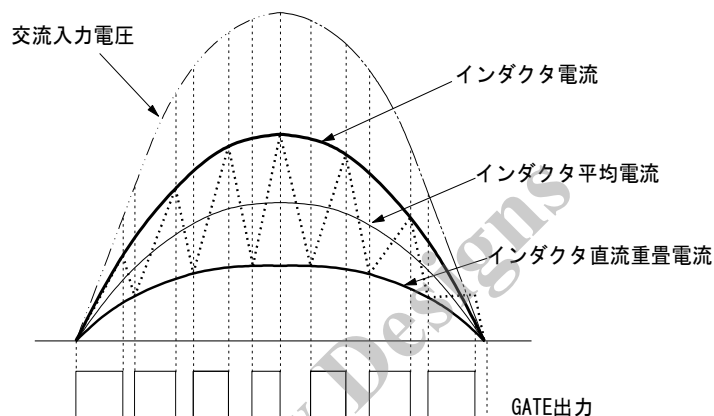


図 7-2 連続モードのインダクタ電流

本ICの平均電流制御による電流連続型 (CCM) 動作は、入力電流波形を入力電圧波形と相似な正弦波形にする乗算器やこのための入力電圧検出部品が削減できるなど、少ない外付け部品、シンプルな回路構成が可能です。

昇圧方式の OFF Duty は、入力電圧  $V_{IN}$  と出力電圧  $V_{OUT}$  に、 $D_{OFF} = V_{IN} / V_{OUT}$  の関係があり、OFF 時間は、 $V_{IN}$  に比例します。

本ICは、電流制御と電圧制御の2系統が結びついた Duty 制御により、入力電流の正弦波と出力電圧の定電圧の制御を行います。

## 8. 動作説明

電流値の極性は、IC を基準として、シンクを“+”、ソースを“-”と規定します。

### 8.1 起動動作

図 8-1 に  $V_{CC}$  端子周辺回路を示します

$V_{CC}$  端子は、制御回路電源入力端子で、外部電源より電圧を供給します。図 8-2 のように、 $V_{CC}$  端子電圧が、動作開始電源電圧  $V_{CC(ON)} = 11.3V(TYP)$  まで上昇すると、制御回路が動作を開始します。制御回路動作後、動作停止電源電圧  $V_{CC(OFF)} = 10.3V(TYP)$  に低下すると、低入力時動作禁止 UVLO (Undervoltage Lockout) 回路により制御回路は動作を停止し、再び起動前の状態に戻ります。

$V_{CC}$  端子の制御電圧範囲は、 $V_{CC(OFF)} = 11.1V(MAX)$  ~ 最大定格  $30V(MAX)$  と広く、外部電源電圧の許容値を広く設定できます。

IC と図 8-1 の電解コンデンサ C8 との距離が離れている場合は、 $V_{CC}$  端子と GND 端子の近くにフィルムコンデンサ  $C_f$  (0.1 $\mu$ F 程度) を追加します。

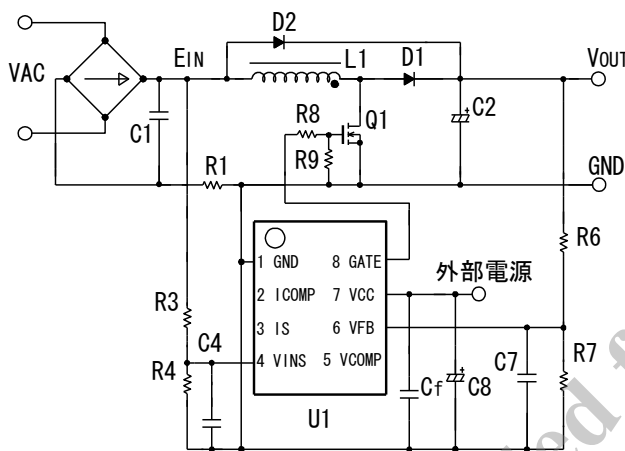


図 8-1  $V_{CC}$  端子周辺回路

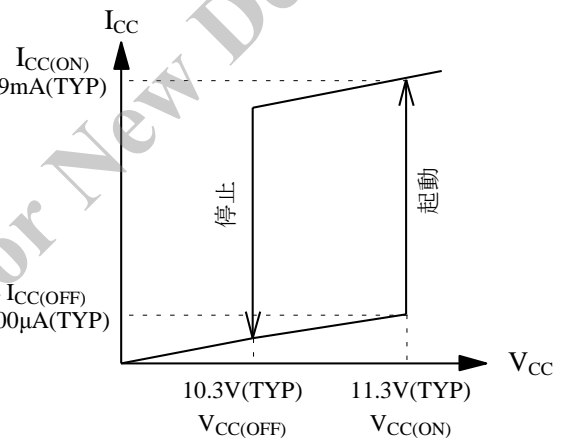


図 8-2  $V_{CC}$  端子電圧と回路電流  $I_{CC}$

電源起動時の入力電圧が、以下の条件を満たし、 $V_{CC}$  端子電圧が  $V_{CC(ON)}$  に達した後は、“8.2 ソフトスタート機能”項で述べるソフトスタート動作を開始します。

- VINS 端子電圧 > 入力低電圧保護 (High)  $V_{INS(H)} = 1.0V(TYP)$   
“8.3 ブラウンイン・ブラウンアウト機能”項を参照。
- VFB 端子電圧 > 出力オープンループ電圧  $V_{FB(OLD)} = 0.55V(TYP)$   
 $V_{FB(OLD)} = 0.55V(TYP)$  は、エラーアンプ基準電圧  $V_{FB(REF)} = 3.5V(TYP)$  より、出力電圧  $V_{OUT}$  設定の 16% に相当します。“8.11 出力オープンループ保護 (OLD)”項を参照。

### 8.2 ソフトスタート機能

入力電圧が電源起動条件 (“8.1 起動動作”項参照) を満たし、 $V_{CC}$  端子が  $V_{CC(ON)}$  電圧に達すると、ソフトスタート動作で起動を開始します。

ソフトスタートは、VFB 端子電圧が約 3V、すなわち出力電圧  $V_{OUT}$  設定の約 85%、になるまで VCOMP 端子を、エラーアンプ最大ソース電流  $I_{VCOMP(SO)} = -30\mu A(TYP)$  で充電し、起動時は徐々に電力が増加して、部品ストレスを軽減します。

### 8.3 ブラウンイン・ブラウンアウト機能

ブラウンイン・ブラウンアウト機能は、低入力電圧状態のスイッチング動作を禁止し、過入力電流や過熱の防止、電源の保護を行います。

図 8-1 のように、VINS 端子電圧は、入力電圧  $V_{IN}$  を R3, R4 で分圧した値になり、

- VINS 端子電圧が、入力低電圧保護電圧 (High)  $V_{INS(H)} = 1.0V(TYP)$  以上で制御回路が動作し、
- VINS 端子電圧が、入力低電圧保護電圧 (Low)  $V_{INS(L)} = 0.55V(TYP)$  以下で、発振停止し、スタンバイモードになります。

R3 は数 M $\Omega$  が目安になり、高電圧印加と高抵抗のため、電食を考慮した抵抗、またはそのための組み合わせを使用します。

C4 は検出電圧のリップル低減と遅延時間の役割があり、0.047 $\mu$ F $\sim$ 1 $\mu$ F 程度が目安になります。

PFC 部のリモート ON/OFF を行う場合は、外付け回路で VINS 端子電圧を  $V_{INS(L)}$  以下にする、とリモート OFF が行えます。なお、 $V_{CC}$  端子スタンバイ時回路電流  $I_{CC(STANDBY)} = 4mA(TYP)$  による消費電力が生じます。

消費電力を最も少なくする場合は、外部電源を ON/OFF、または外付け回路で  $V_{CC}$  端子のラインを ON/OFF します。

### 8.4 電流制御(力率改善制御)動作

図 8-3 に IC 周辺回路を示します。インダクタ電流  $I_L$  は、検出抵抗 R1 で検出、IS 端子へ入力して、IC 内部の電流アンプ(Current Amp)を介して ICOMP 端子のコンデンサ C3 で平均にし、インダクタ平均電流に比例した ICOMP 端子電圧を作ります。これと、図 8-4 に示す IC 内部のランプ発生回路(Ramp Generator)内のランプ波形とを比較し、入力電流を正弦波形に制御します。

スタンバイモードや保護回路動作時は、ICOMP 端子を、IC 内部で 4V(TYP)にクランプします。

C3 値は、スイッチング周波数とインダクタ電流  $I_L$  のリップル電圧に対しフィルタ効果があり、商用周波数に追従する時定数に設定します。C3 は、1nF $\sim$ 22nF の範囲内を目安として、実働状態で負荷を可変し、AC 入力部の電流が正弦波形になるように調整します。

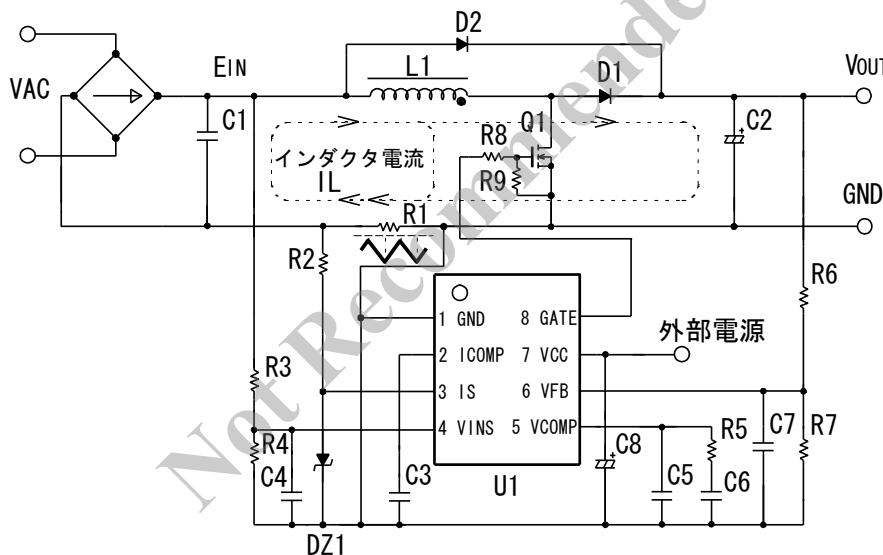


図 8-3 IC 周辺回路

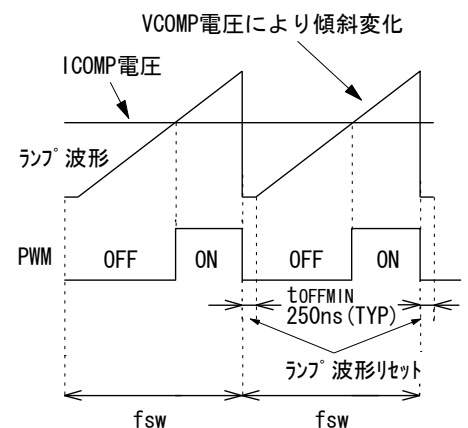


図 8-4 ランプ波形

## 8.5 電圧制御(出力定電圧制御)動作

出力電圧  $V_{OUT}$  を図 8-3 の R6、R7 で検出した VFB 端子を、IC 内部のエラーアンプ (Error Amp) で基準電圧  $V_{FB(REF)} = 3.5V(TYP)$  と比較し、この結果を VCOMP 端子に出力します。C5、C6、R5 による位相補償が加わった VCOMP 端子電圧が、図 8-4 に示すランプ波形の傾斜を調整し、出力電圧  $V_{OUT}$  を定電圧制御します。

負荷の増加などで  $V_{OUT}$  が低下すると、VCOMP 端子電圧が増加して、ランプ波形の傾斜を大きくし、ON 幅を広げて出力電力を増加させ、出力電圧の低下を抑えます。

商用周波数の正弦波入力電圧を昇圧させるため、電圧制御は、一般に 20Hz 以下の低周波数にตอบสนองする系になります。

R6 は数百 k~数 M $\Omega$  が目安になり、高電圧印加と高抵抗のため、電食を考慮した抵抗、またはそのための組み合わせを使用します。

C7 は、高周波ノイズ除去向けに、0.047 $\mu$ F~0.1 $\mu$ F 程度が目安になります。

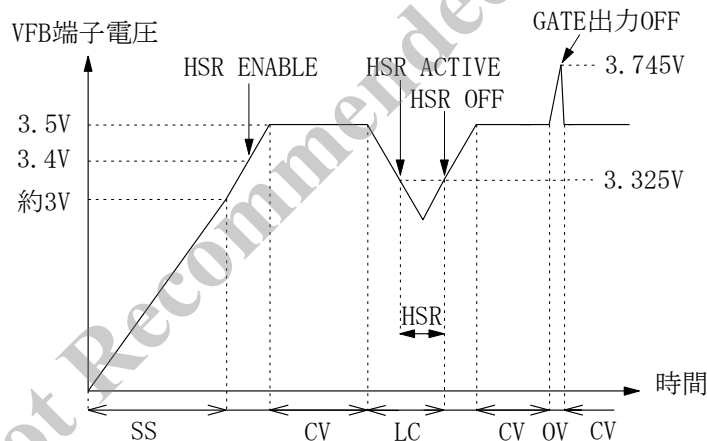
C5、C6、R5 は、C5 が 0.047 $\mu$ F~0.47 $\mu$ F、C6 が 0.47 $\mu$ F~10 $\mu$ F、R5 が 10k $\Omega$ ~47k $\Omega$  程度を目安として、実働状態で、出力電圧  $V_{OUT}$  波形のリップルが低減するように調整します。

## 8.6 高速負荷応答機能(HSR)

昇圧方式の PFC は商用周波数の正弦波入力電圧のため、電圧制御は低周波数にตอบสนองする系になります。このため、ダイナミック負荷応答が遅く、出力電圧  $V_{OUT}$  の低下が生じやすくなります。

本 IC は、ダイナミック負荷時などで生じる  $V_{OUT}$  の変動を抑えるため、高速負荷応答機能(HSR)を内蔵しています。

高速負荷応答機能(HSR)は、図 8-5 のように、VFB 端子電圧が高速負荷応答動作可能電圧  $V_{FB(HSR)ENABLE} = 3.4V(TYP)$  を超えると動作可能(ENABLE)になります。その後、ダイナミック負荷応答などで  $V_{OUT}$  が低下して、高速負荷応答動作開始電圧  $V_{FB(HSR)ACTIVE} = 3.325V(TYP)$  以下になると、HSR が動作(ACTIVE)して、3.325V(TYP)になるまで VCOMP 端子を高速負荷応答ソース電流  $I_{VCOMP(SOHSR)} = -100\mu A(TYP)$  で充電して、出力電力を増加させ、 $V_{OUT}$  の低下を抑えます。 $V_{FB(HSR)ACTIVE} = 3.325V(TYP)$  は、エラーアンプ基準電圧  $V_{FB(REF)} = 3.5V(TYP)$  より、出力電圧  $V_{OUT}$  設定の 95%に相当します。



SS : ソフトスタート期間  
CV : 定常動作期間  
LC : ダイナミック負荷変動期間  
HSR : 高速負荷応答動作期間  
OV : 過電圧動作期間

図 8-5 VFB 端子電圧

## 8.7 周波数変調機能

固定発振周波数  $f_{osc} = 65kHz(TYP)$  に、Duty 値により可変する周波数を重畳した周波数変調機能を内蔵しています。この変調周波数は、Duty が大きい(入力電圧が低い)ときに低く、Duty が小さい(入力電圧が高い)ときに高くなります。変調後の第 2 次発振周波数は、EMI 規格の 150kHz 以下で常時変化します。

### 8.8 ゲートドライブ

GATE 端子のピークソース電流/ピークシンク電流は、 $-0.5\text{A(TYP)}$ / $1.0\text{A(TYP)}$ 、Low 電圧/High 電圧は、 $0.4\text{V(MAX)}$ / $10.5\text{V(TYP)}$ に設定しており、パワーMOSFETを直接駆動できます。

図 8-6 の周辺定数は、基板パターン、パワーMOSFET 容量と関係があるため、実働状態で調整します。

R8 は、GATE 電圧のリングング低減や EMI ノイズ低減により調整し、数  $\Omega$  ~ 数十  $\Omega$  程度が目安になります。

R9 は、パワーMOSFET のターンオフ時の急峻な  $dv/dt$  による誤動作防止用抵抗で、GATEとSOURCE 端子近くに接続し、 $10\text{k}\Omega$  ~  $100\text{k}\Omega$  程度が目安になります。

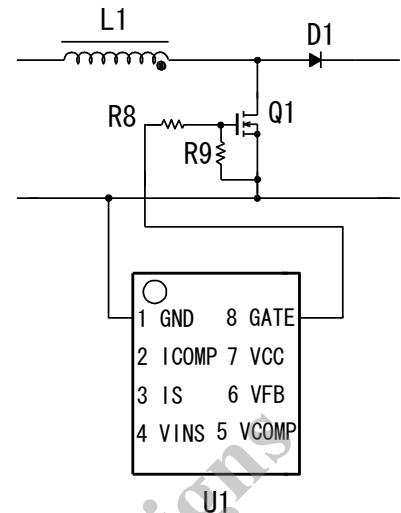


図 8-6 GATE 端子周辺回路

### 8.9 過電流保護 (OCP)

インダクタ電流  $I_L$  は、図 8-7 のように、検出抵抗 R1 で検出し、IS 端子を介して、IC 内部の電流アンプ (Current Amp) へ入力します。

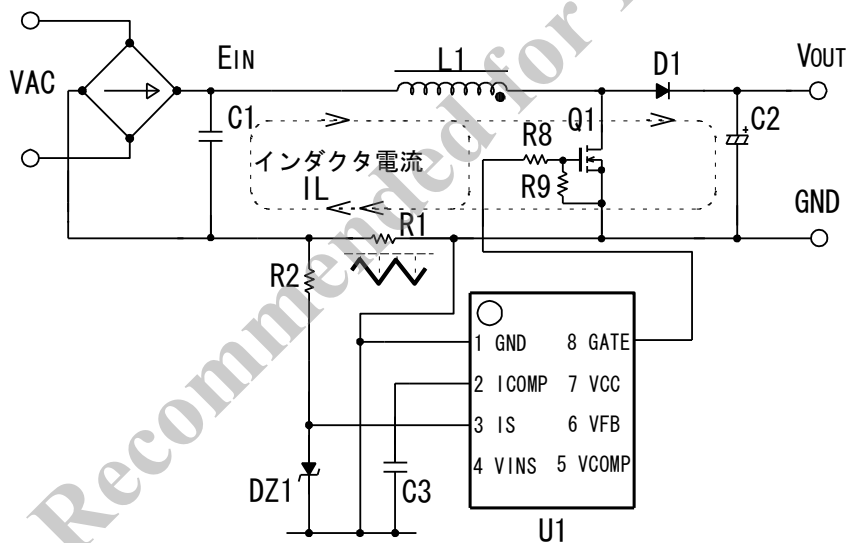


図 8-7 IS 端子周辺回路

過電流保護動作(OCP)は、以下の 2 段階があります。

a) IS 端子過電流保護(Low)  $V_{IS(OCPL)}$

最初に働く過電流保護です。IS 端子電圧が、過電流保護(Low)電圧  $V_{IS(OCPL)} = -0.5\text{V(TYP)}$ 以下になると、次の周期で ON Duty を絞り、入力電力を制限します。

検出抵抗 R1 の定数は、入力電圧下限、ピーク負荷時に、IS 端子が  $V_{IS(OCPL)}$ にかからないように、実働状態で調整します。

R2 は、突入電流などの過大電流時に IS 端子電流を  $\pm 1\text{mA}$  以下にする制限抵抗で、 $220\Omega$  になります。

DZ1 は、過大電圧印加時の保護として、 $4.7\text{V}$  ツェナーダイオードを接続します。

b) IS 端子過電流保護(High)  $V_{IS(OCPH)}$

2 番目に働く過電流保護です。IS 端子電圧が、過電流保護(High)電圧  $V_{IS(OCPH)} = -0.75\text{V(TYP)}$ 以下になると、パルスバイパルスで GATE 出力をオフします。要因を取り除くと、自動復帰します。

ノイズによる誤動作を防止するため、 $300\text{ns}$  のリーディングエッジブランキング期間を設けています。

### 8.10 出力過電圧保護 (OVP)

VFB 端子電圧が、出力過電圧保護電圧  $V_{FB(OVP)} = 3.745V(TYP)$  を超えると、パルスバイパルスで Gate 出力をオフします。要因を取り除くと、自動復帰します。

$V_{FB(OVP)} = 3.745V(TYP)$  は、エラーアンプ基準電圧  $V_{FB(REF)} = 3.5V(TYP)$  より、出力電圧  $V_{OUT}$  設定の 107% に相当します。

### 8.11 出力オープンループ保護 (OLD)

出力電圧がオープンした場合の保護として、VFB 端子電圧が、出力オープンループ電圧  $V_{FB(OLD)} = 0.55V(TYP)$  以下になると、発振停止し、スタンバイモードになります。

$V_{FB(OLD)} = 0.55V(TYP)$  は、エラーアンプ基準電圧  $V_{FB(REF)} = 3.5V(TYP)$  より、出力電圧  $V_{OUT}$  設定の 16% に相当します。要因を取り除くと、自動復帰します。

本保護が動作すると、VCOMP 端子を、IC 内部で 1.03V(TYP) にクランプします。

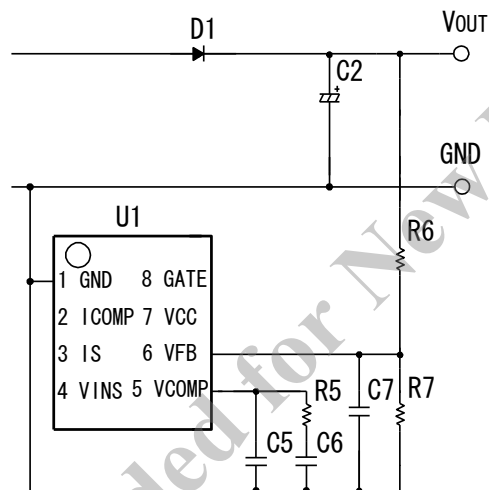


図 8-8 VFB 端子周辺回路





## (3) インダクタンス L 値

$$L \geq \frac{(V_{INRMS(MIN)})^2 \times (V_{OUT} - \sqrt{2} \times V_{INRMS(MIN)})}{r \times f_{SW} \times P_{IN} \times V_{OUT}} \quad (H) \quad (H)$$

## (4) 過電流検出抵抗 R1

R1 は、1 番目に過電流動作する IS 端子過電流保護 (Low) しきい値  $V_{IS(OCPL)}$  と、インダクタ最大ピーク電流  $I_{LPEAK(MAX)}$  より、次式になります。

$$R1 \leq \frac{|V_{IS(OCPL)}|}{I_{LPEAK(MAX)}} \quad (\Omega)$$

(5) 過電流動作時の電流制限値  $I_{LOCP(MAX)}$ 

2 番目に過電流動作する IS 端子過電流保護 (High) しきい値  $V_{IS(OCPH)}$  と前記 R1 により、 $I_{LOCP(MAX)}$  が求められます。

$$I_{LOCP(MAX)} = \frac{|V_{IS(OCPH)}|}{R1} \quad (A) \quad (A)$$

IS 端子過電流保護 (High) が動作すると、パルスバイパルスで GATE 出力をオフします。この過電流時に電源動作を満足するインダクタの設計をします。

(6) 出力コンデンサ C2 容量  $C_0$ 

C2 の容量  $C_0$  は、以下の a)、b) 項の内、大きい容量を選択します。

## a) リップル電圧

C2 のリップル電圧を  $V_{OUTRIPPLE}$  ( $V_{PP}$ ) (例 10 $V_{PP}$  など) とすると、次式になります。

$$C_0 \geq \frac{I_{OUT}}{2\pi \times f_{AC} \times V_{OUTRIPPLE}} \quad (F) \quad (F)$$

なお、C2 の電圧は  $V_{OUT} \pm V_{OUTRIPPLE}/2$  になるので、この電圧が、出力過電圧保護検出電圧 ( $V_{OUT} \times 1.07$ ) に達したり、入力電圧波高値以下になったりすると、昇圧動作は停止し、入力電流波形が歪む場合があります。歪みが大きい場合は、 $C_0$  を大きくする、または出力電圧設定値 (昇圧電圧値) を変更するなどが必須です。

## b) 出力保持時間

出力保持時間を  $t_{HOLD}$  (sec)、出力保持時の C2 の最低印加電圧を  $V_{OUT(MIN)}$  (V) とすると、次式になります。

$$C_0 \geq \frac{2 \times P_{OUT} \times t_{HOLD}}{((V_{OUT})^2 - (V_{OUT(MIN)})^2) \times \eta} \quad (F) \quad (F)$$

## 10. 設計上の注意点

### 10.1 外付け部品

各部品は使用条件に適合したものを使用します。回路記号は、図 10-2 を参照。

- 出力平滑用電解コンデンサ C2  
リップル電流・電圧・温度上昇に対し、適宜マージンを設けます。  
スイッチング電源用の許容リップル電流が高い、低インピーダンスタイプを使用します。
- インダクタ L1  
銅損・鉄損による温度上昇に対し、適宜マージンを設けます。
- 電流検出用抵抗 R1  
高周波スイッチング電流が流れるので、内部インダクタンスの大きなものを使用すると、誤動作の原因になります。内部インダクタンスが小さく、かつサージ耐量の大きいタイプを使用します。
- 高電圧が印加する高抵抗 R3、R6  
電食を考慮した抵抗、またはそのための組み合わせを使用します。
- バイパスダイオード D2  
突入電流などの過大電流に対し、D1 を保護するバイパス用ダイオードです。サージ電流耐量の高いダイオードを推奨します。
- 整流ダイオード D1  
ノイズ、損失低減のため、逆回復時間  $t_{rr}$  の短い超高速ダイオードを推奨します。
- PFC 向けバイパス用、整流用ダイオードの弊社ラインナップについては弊社営業へお問合せください。

### 10.2 パターン設計

パターン配線および実装条件によって、誤動作や、ノイズ、損失などに大きな影響が現れます。このため配線の引き回し、部品配置には十分な注意が必要です。

図 10-1 のように高周波電流がループを作る部分は、ラインパターンを“太く”、部品間の配線を“短く”、ループ内面積が極力“小さく”なるようにして、ラインインピーダンスを下げたパターン設計を行います。

アースラインは輻射ノイズに大きな影響を与えるため、極力“太く”、“短く”配線します。

スイッチング電源は、高周波かつ高電圧の電流経路が存在するため、安全規格面を考慮した部品配置およびパターン距離が必要です。

パワーMOSFETのON抵抗  $R_{DS(ON)}$  は、正の温度係数のため、熱設計に注意します。

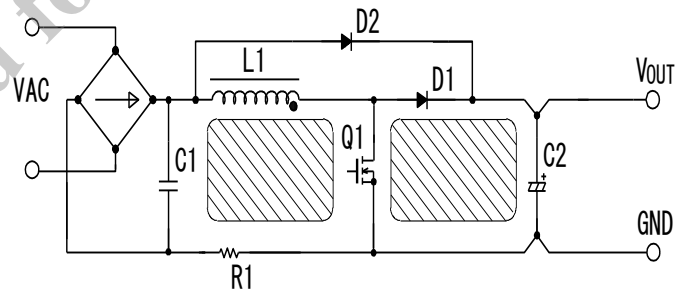


図 10-1 高周波電流ループ  
(斜線部分)

IC 周辺回路および整流平滑回路の接続例を図 10-2 に示します。

- 信号系パターンは、クロストークノイズを拾わないように、できるだけ主回路パターンに対し平行配線を避けます。
- 信号系グランドパターンと主回路グランドパターンの共通インピーダンスを極力低減するため、GND 端子(1 番ピン)パターンは、R1 の根元から、できるだけ短い専用パターンで配線し、R2 パターンも同様に R1 の根元から専用パターンで配線します。
- IC の周辺部品は、できるだけ短いパターンで IC に接続します。
- $V_{CC}$  端子と電解コンデンサ C8 との距離が離れている場合は、 $V_{CC}$  端子と GND 端子間にフィルムコンデンサ  $C_f$  ( $0.1\mu\text{F} \sim 1.0\mu\text{F}$  程度)などを追加します。
- R9 は、Q1 の GATE 端子と SOURCE 端子の近くに接続します。

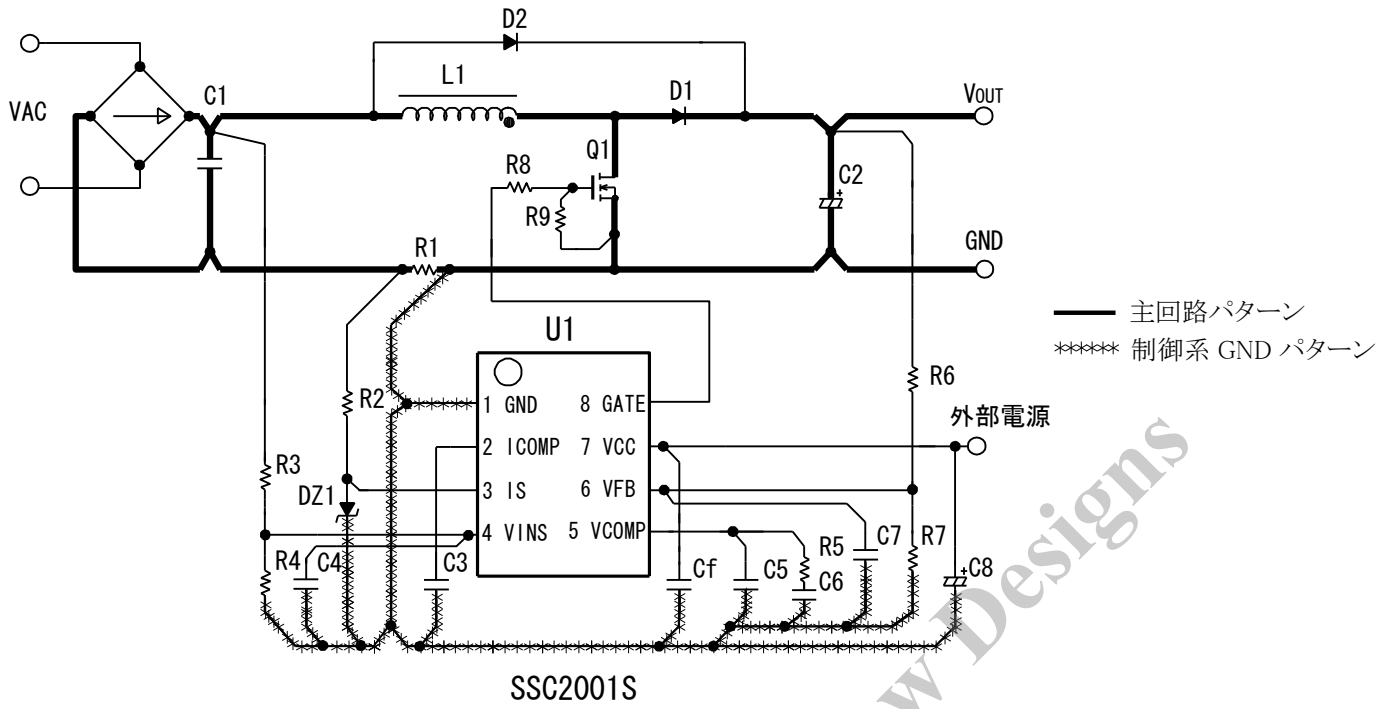


図 10-2 周辺部品の接続例

Not Recommended for New Designs

## 注意書き

- 本資料に記載している内容は、改良などにより予告なく変更することがあります。  
ご使用の際には、最新の情報であることを確認してください。
- 本書に記載している動作例および回路例は、使用上の参考として示したもので、これらに起因する弊社もしくは第三者の工業所有権、知的所有権、その他の権利の侵害問題について弊社は一切責任を負いません。
- 弊社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品では、ある確率での欠陥、故障の発生は避けられません。製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害などが発生しないよう、使用者の責任において、装置やシステム上で十分な安全設計および確認を行ってください。
- 本書に記載している製品は、一般電子機器(家電製品、事務機器、通信端末機器、計測機器など)に使用することを意図しております。  
高い信頼性を要求する装置(輸送機器とその制御装置、交通信号制御装置、防災・防火装置、各種安全装置など)への使用を検討、および一般電子機器であっても長寿命を要求する場合は、必ず弊社販売窓口へ相談してください。  
極めて高い信頼性を要求する装置(航空宇宙機器、原子力制御、生命維持のための医療機器など)には、弊社の文書による合意がない限り使用しないでください。
- 弊社の製品を使用、またはこれを使用した各種装置を設計する場合、定格値に対するデレーティングをどの程度行うかにより、信頼性に大きく影響します。  
デレーティングとは信頼性を確保または向上するため、各定格値から負荷を軽減した動作範囲を設定したり、サージやノイズなどについて考慮したりすることです。デレーティングを行う要素には、一般的に電圧、電流、電力などの電気的ストレス、周囲温度、湿度などの環境ストレス、半導体製品の自己発熱による熱ストレスがあります。これらのストレスは、瞬間的数値、あるいは最大値、最小値についても考慮する必要があります。  
なおパワーデバイスやパワーデバイス内蔵 IC は、自己発熱が大きく接合部温度のデレーティングの程度が、信頼性を大きく変える要素となるので十分に配慮してください。
- 本書に記載している製品の使用にあたり、本書記載の製品に他の製品・部材を組み合わせる場合、あるいはこれらの製品に物理的、化学的、その他何らかの加工・処理を施す場合には、使用者の責任においてそのリスクを検討の上行ってください。
- 本書記載の製品は耐放射線設計をしておりません。
- 弊社物流網以外での輸送、製品落下などによるトラブルについて、弊社は一切責任を負いません。
- 本書記載の内容を、文書による当社の承諾なしに転記複製を禁じます。