

AC/DC Drivers

PWM Control IC



BM1P061FJ / BM1P062FJ / BM1P101FJ / BM1P102FJ

●概要

AC/DC用PWMコントローラIC BM1Pxxxはコンセンタが存在する製品すべてに最適なシステムを供給します。

650V 耐圧起動回路内蔵により、低消費電力に貢献します。

絶縁、非絶縁の両者に対応しており、さまざまな形式の低消費電力コンバータを容易に設計可能です。スイッチング用 MOSFET 及び電流検出抵抗を外付けにすることで、自由度の高い電源設計を実現します。スイッチング周波数は固定方式です。電流モード制御を用いているため、サイクルごとに電流制限がかけられ、帯域幅と過度応答にすぐれた性能を発揮します。軽負荷時には、周波数低減を行い、高効率を実現します。周波数ホッピング機能を内蔵しており、低 EMI に貢献します。

ソフトスタート機能、バースト機能、サイクルごとの過電流リミッタ、VCC 過電圧保護、過負荷保護など種々の保護機能を内蔵しています。

●重要特性

- 動作電源電圧範囲: VCC : 8.9V to 26.0V
VH : to 600V
- 動作電流: 通常時 : 0.60mA (Typ.)
バースト時 : 0.35mA (Typ.)
- 発振周波数: BM1P061/2FJ : 65kHz (Typ.)
BM1P101/2FJ : 100kHz (Typ.)
- 動作温度範囲: -40°C to +85°C

●特長

- PWM 周波数=65kHz, 100kHz
- PWM カレントモード方式
- 周波数ホッピング機能
- 軽負荷時バースト動作 / 周波数低減機能
- 650V 起動回路
- VCC 端子 低電圧保護
- VCC 端子 過電圧保護
- CS 端子 オープン保護
- CS 端子 Leading-Edge-Blanking 機能
- サイクルごとの過電流リミッタ機能
- 過電流リミッタ AC 補正機能
- ソフトスタート機能
- 2 次側 過電流保護回路

●パッケージ

SOP-J8 4.90mm×3.90mm×1.65mm ピッチ 1.27mm
(Typ.) (Typ.) (TYP.) (TYP.)



●アプリケーション

ACアダプタ、TV、各種家電(掃除機,加湿器,空気清浄機,エアコン,冷蔵庫,IH クッキングヒーター,炊飯器, etc.)

●アプリケーション回路

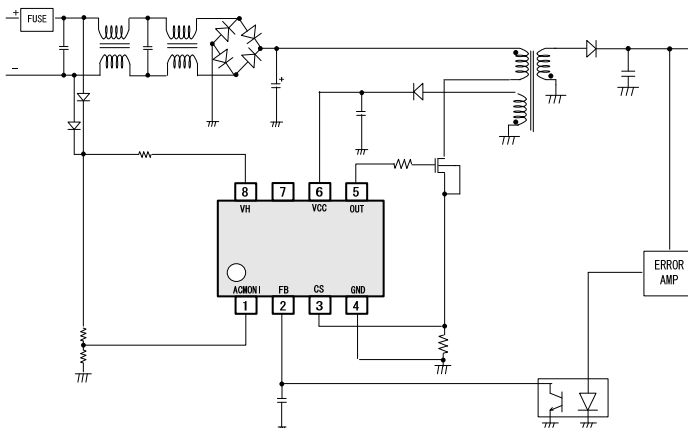


Figure 1. アプリケーション回路

●ラインアップ

	発振周波数	VCGOVP
BM1P101FJ	100kHz	自動復帰
BM1P102FJ	100kHz	ラッチ
BM1P061FJ	65kHz	自動復帰
BM1P062FJ	65kHz	ラッチ

●絶対最大定格 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位	条件
最大電圧 1	Vmax1	-0.3~30.0	V	VCC
最大電圧 2	Vmax2	-0.3~6.5	V	CS, FB, ACMONI
最大電圧 3	Vmax3	-0.3~15.0	V	OUT
最大電圧 4	Vmax4	-0.3~650	V	VH
OUT 端子出力 \bar{L} 電流	I _{OUT}	±1.0	A	
許容損失	P _d	674.9 (Note1)	mW	実装時
動作温度範囲	T _{opr}	-40 ~ +85	°C	
保存温度範囲	T _{str}	-55 ~ +150	°C	

(Note1) SOP-J8 : 70×70×1.6mm (ガラスエポキシ 1 層基板) に実装時。Ta=25°C以上で使用する時は 5.40mW/°Cで減じる。

●推奨動作条件 (Ta=25°C)

項目	記号	定格	単位	条件
電源電圧範囲 1	VCC	8.9~26.0	V	VCC 端子電圧
電源電圧範囲 2	VH	80 ~600	V	VH 端子電圧

●電気的特性 (特に指定のない限り Ta=25°C、VCC=15V)

項目	記号	仕様			単位	条件
		最小	標準	最大		
[回路電流]						
回路電流(ON)1	I _{ON1}	-	600	1000	μA	FB=2.0V (PULSE 動作時)
回路電流(ON)2	I _{ON2}	-	350	450	μA	FB=0.0V (バースト動作時)
[VCC 端子(5pin) 保護機能]						
VCC UVLO 電圧 1	V _{UVLO1}	12.50	13.50	14.50	V	VCC 上昇時
VCC UVLO 電圧 2	V _{UVLO2}	7.50	8.20	8.90	V	VCC 下降時
VCC UVLO ヒステリシス	V _{UVLO3}	-	5.30	-	V	V _{UVLO3} = V _{UVLO1} - V _{UVLO2}
VCC 低下時充電開始電圧	V _{CHG1}	7.70	8.70	9.70	V	起動回路動作電圧
VCC 充電終了電圧	V _{CHG2}	12.00	13.00	14.00	V	V _{CHG1} からの停止電圧
VCC OVP 電圧 1	V _{OVP1}	26.00	27.50	29.00	V	VCC 上昇時
VCC OVP 電圧 2	V _{OVP2}	-	23.50	-	V	VCC 下降時 BM1P061FJ/BM1P101FJ
VCC OVP ヒステリシス	V _{OVP3}	-	4.00	-	V	BM1P061FJ/BM1P101FJ
[出力ドライバー部]						
OUT 端子 H 電圧	V _{OUTH}	10.5	12.5	14.5	V	IO=-20mA
OUT 端子 L 電圧	V _{OUTL}	-	-	1.00	V	IO=+20mA
OUT 端子 プルダウン抵抗	R _{PDOUT}	75	100	125	kΩ	
[ACMONI 検出回路]						
ACMONI 検出電圧 1	V _{ACMONI1}	0.92	1.00	1.08	V	ACMONI 上昇時
ACMONI 検出電圧 2	V _{ACMONI2}	0.63	0.70	0.77	V	ACMONI 下降時
ACMONI ヒステリシス	V _{ACMONI3}	0.20	0.30	0.40	V	
ACMONI タイマー	T _{ACMONI1}	180	256	330	mS	
[起動回路部]						
起動電流 1	I _{START1}	0.400	0.700	1.000	mA	VCC= 0V
起動電流 2	I _{START2}	1.000	3.000	5.000	mA	VCC=10V
OFF 電流	I _{START3}	-	10	20	uA	UVLO 解除後の VH 端子からの流入電流
起動電流切り替え電圧	V _{SC}	0.400	0.800	1.400	V	

●制御 IC 部 電気的特性 (特に指定のない限り Ta=25°C、VCC=15V)

項目	記号	仕様			単位	条件
		最小	標準	最大		
[PWM 方式 DC/DC ドライバー部]						
発振周波数 1a	F_{SW1a}	60	65	70	kHz	FB=2.00V 平均周波数 BM1P061FJ/BM1P062FJ
発振周波数 1b	F_{SW1b}	90	100	110	kHz	FB=2.00V 平均周波数 BM1P101FJ/BM1P102FJ
発振周波数 2	F_{SW2}	-	25	-	kHz	FB=0.40V 平均周波数
周波数ホッピング幅 1	F_{DEL1}	-	4.0	-	kHz	FB=2.00V 平均周波数 BM1P061FJ/BM1P062FJ
周波数ホッピング幅 2	F_{DEL2}	-	6.0	-	kHz	FB=2.00V 平均周波数 BM1P101FJ/BM1P102FJ
ホッピング変動周波数	F_{CH}	75	125	175	Hz	
最小 Pulse 幅	T_{min}	-	400	-	ns	
ソフトスタート時間 1	T_{SS1}	0.30	0.50	0.70	ms	
ソフトスタート時間 2	T_{SS2}	0.60	1.00	1.40	ms	
ソフトスタート時間 3	T_{SS3}	1.20	2.00	2.80	ms	
ソフトスタート時間 4	T_{SS4}	2.40	4.00	5.60	ms	
最大 DUTY	D_{max}	68.0	75.0	82.0	%	
FB 端子プルアップ抵抗	R_{FB}	22	30	38	kΩ	
FB / CS ゲイン	Gain	-	4.00	-	V/V	
FB バースト電圧 1	V_{BST1}	0.300	0.400	0.500	V	FB 下降時
FB バースト電圧 2	V_{BST2}	0.350	0.450	0.550	V	FB 上昇時
FBOLP 電圧 1a	V_{FOLP1A}	2.60	2.80	3.00	V	過負荷検出 (FB 上昇時)
FBOLP 電圧 1b	V_{FOLP1B}	-	$V_{FOLP2A}-0.2$	-	V	過負荷検出 (FB 下降時)
FBOLP 検出タイマー	T_{FOLP}	44	64	84	ms	
FBOLP 起動タイマー	T_{FOLP2}	26	32	38	ms	
FBOLP 停止タイマー	T_{OLPST}	358	512	666	ms	
ラッチ解除電圧	V_{LATCH}	-	$V_{UVLO2}-0.5$	-	V	VCC 端子電圧 BM1P062FJ/BM1P102FJ
ラッチマスク時間	T_{LATCH}	50	100	200	us	VCCOVP BM1P062FJ/BM1P102FJ
[過電流検出部]						
過電流検出電圧	V_{CS}	0.380	0.400	0.420	V	Ton=0us
過電流検出電圧 SS1	V_{CS_SS1}	-	0.100	-	V	0[ms] ~ Tss1[ms]
過電流検出電圧 SS2	V_{CS_SS2}	-	0.150	-	V	TSS1 [ms] ~ TSS2 [ms]
過電流検出電圧 SS3	V_{CS_SS3}	-	0.200	-	V	TSS2 [ms] ~ TSS3[ms]
過電流検出電圧 SS4	V_{CS_SS4}	-	0.300	-	V	TSS3 [ms] ~ TSS4 [ms]
Leading Edge Blanking 時間	T_{LEB}	-	250	-	ns	
過電流検出 AC 補正係数	K_{CS}	12	20	28	mV/us	

●ピン配置

Table1. 入出力 PIN 機能

NO.	Pin Name	I/O	Function	ESD Diode	
				VCC	GND
1	ACMONI	I	コンパレータ入力端子	○	○
2	FB	I	フィードバック信号入力端子	○	○
3	CS	I	一次側電流センス端子	○	○
4	GND	I/O	GND 端子	○	-
5	OUT	O	外付け MOS ドライブ端子	○	○
6	VCC	I/O	電源入力端子	-	○
7	N.C.	-	Non Connection	-	-
8	VH	I	起動回路端子	-	○

●入出力等価回路図

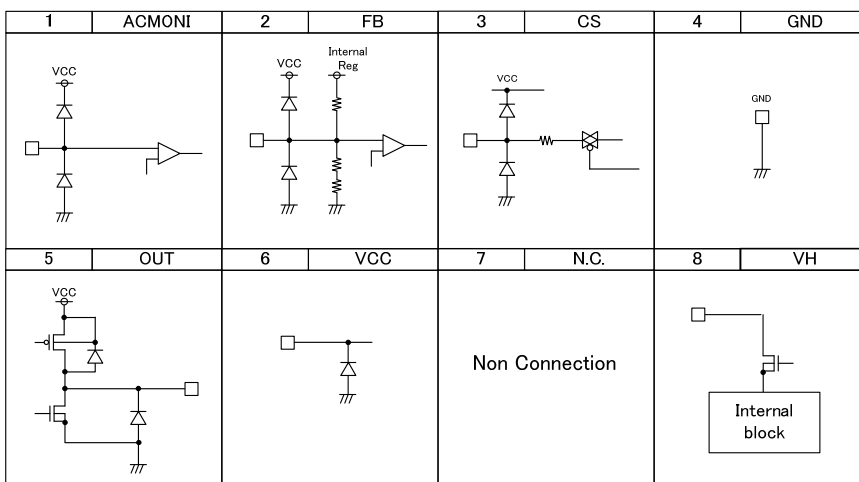


Figure 2. 入出力等価回路

●ブロックダイアグラム

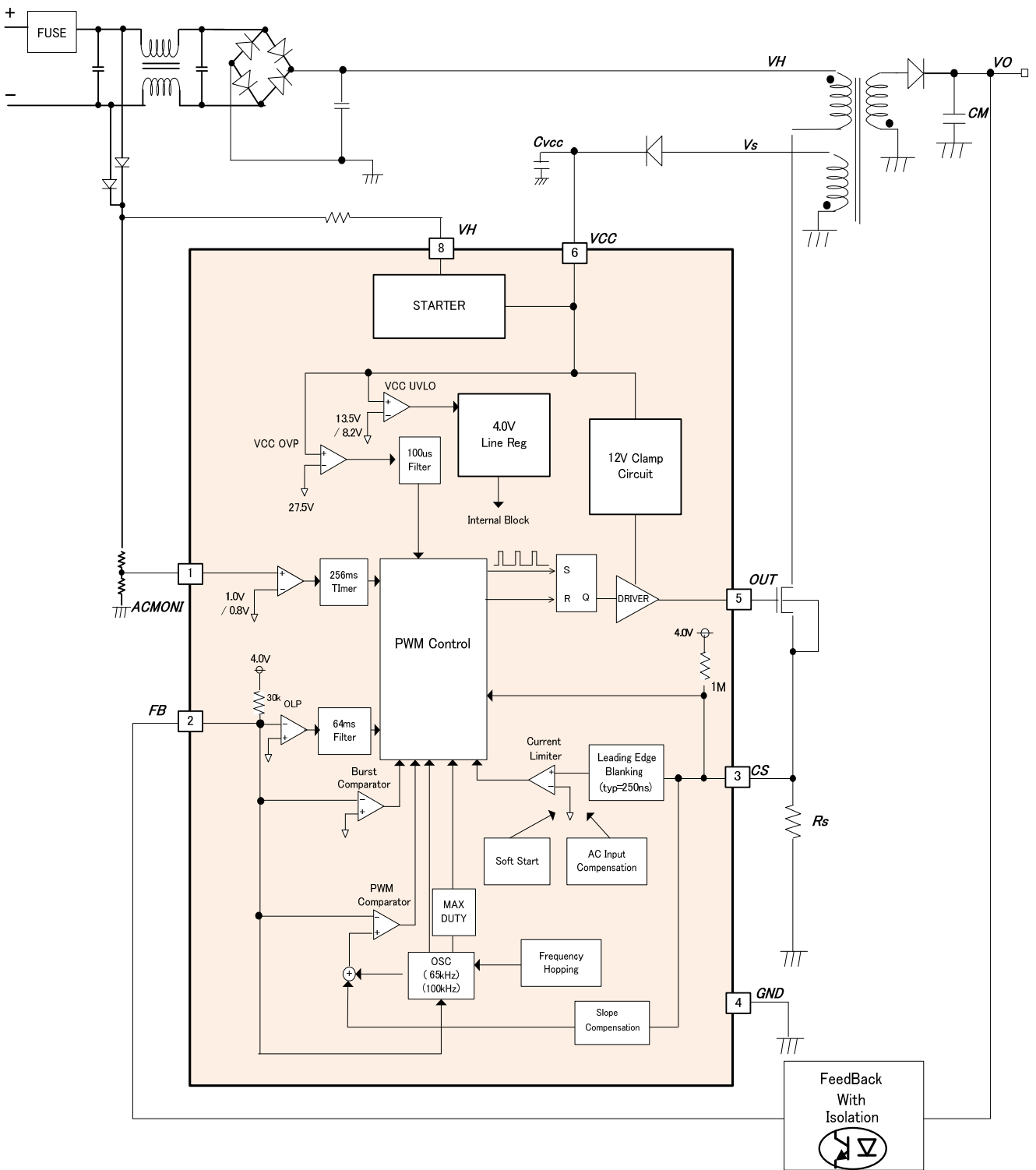


Figure 3. ブロック図

●各ブロックのアプリケーション動作説明

(1) 起動回路 (VH 端子 : 8pin)

本 IC は、起動回路(650V 耐圧)を内蔵しています。そのため、低待機電力かつ高速起動が可能となります。この起動回路は起動時のみ動作します。動作時に流れる電流は Fig-5 のようになります。起動後は、アイドル電流 I_{START3} (typ=10uA) のみの消費電力となります。

ex) Vac=100V 時、起動回路単体の消費電力
 $P_{VH} = 100V \cdot \sqrt{2} \cdot 10\mu A = 1.41mW$

ex) Vac=240V 時、起動回路単体の消費電力
 $P_{VH} = 240V \cdot \sqrt{2} \cdot 10\mu A = 3.38mW$

起動時間は VH 端子の流入電流と VCC 端子のコンデンサ容量で決定されます。Figure6 に起動時間の参考値を示します。例えば、 $C_{VCC} = 10\mu F$ 時は、0.07sec 程度で起動します。VCC 端子が GND ショートした場合は Fig-5 の I_{START1} の電流が流れます。VH 端子が GND ショートした場合には VH ラインから大電流が GND に流れます。これを防ぐためには、VH ラインと IC の VH 端子間に電流制限用の抵抗 R_{VH} (5kΩ~60kΩ) を挿入して下さい。VH 端子ショート時、抵抗に VH^2/R_{VH} の電力がかかります。このため、この電力を許容できる抵抗サイズにしてください。抵抗 1 個では許容電力を満たせない場合は 2 個以上の抵抗を直列に接続して下さい。

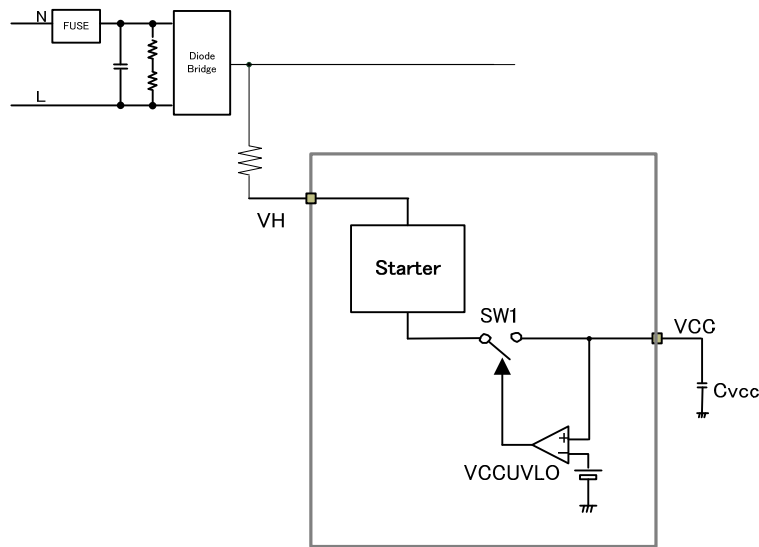


Figure 4. 起動回路ブロック図

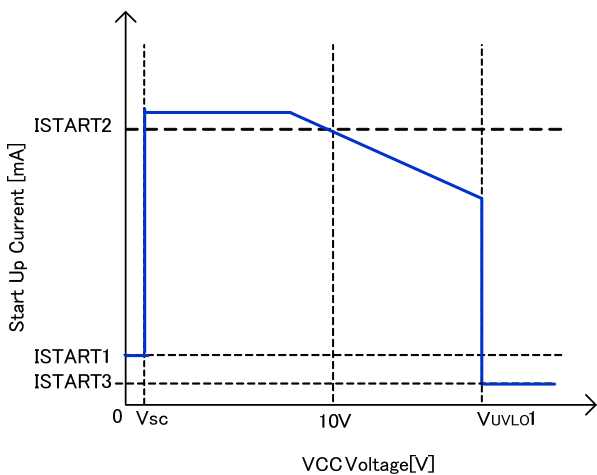


Figure 5. 起動電流 vs VCC 電圧
 (*起動電流は、VH 端子からの電流です。)

起動時の動作波形は以下になります。

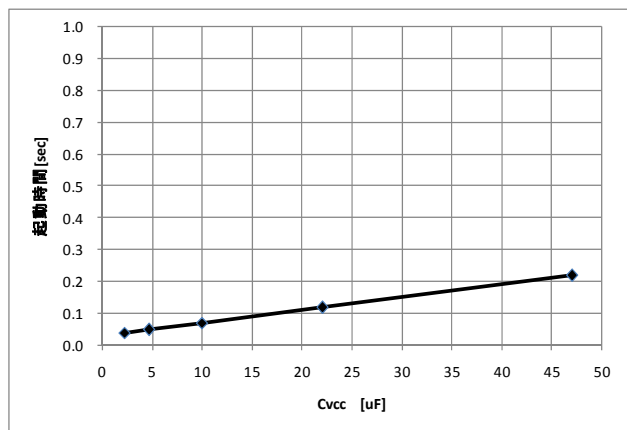


Figure 6. 起動時間 (参考値)
 (C_{VCC} は VCC 端子に付ける容量です。)

起動時の動作波形は以下 Fig-7 になります。

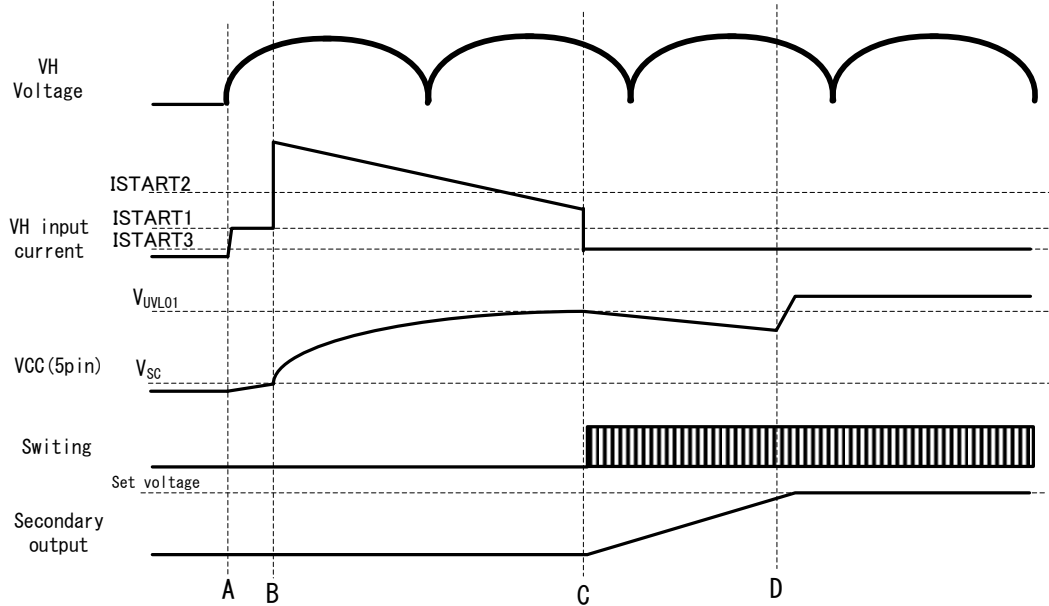


Figure.7 起動時波形

- A: コンセント差込みにより、VH 電圧印加。この時点から VH 端子から起動回路を通して、VCC 端子に充電開始。この時点では $V_{CC} < V_{sc}(typ=0.8V)$ のため、VH input current は VCC 端子ショート保護機能により、ISTART1 に制限されます。
- B: $V_{CC} 電圧 > V_{sc}(typ=0.8V)$ のために VCC ショート保護が解除され、VH input current から電流が流れます。
- C: $V_{CC} 電圧 > V_{UVL01}(typ=13.5V)$ のため、起動回路が停止し、VH input current は ISTART3($typ=10\mu A$)のみ流れます。さらに、スイッチングを開始するため、Secondary output が上がり始めますが、Secondary output は低いいため、VCC 端子電圧は低下します。VCC の立下り速度は VCC 端子コンデンサ容量と IC の消費電流および VCC 端子に接続されている負荷電流によって決まります。($V/t = C_{vcc}/I_{cc}$)
- D: Secondary output が一定電圧まで上昇した為、補助巻線から VCC 端子に電圧印加され、VCC 電圧が安定します。

(2) 起動時 IC シーケンス (起動ソフトスタート動作、軽負荷動作、過負荷保護による自己復帰動作)

起動シーケンスを Figure8 に示します。
 各々の詳細な説明は、各章で説明します。

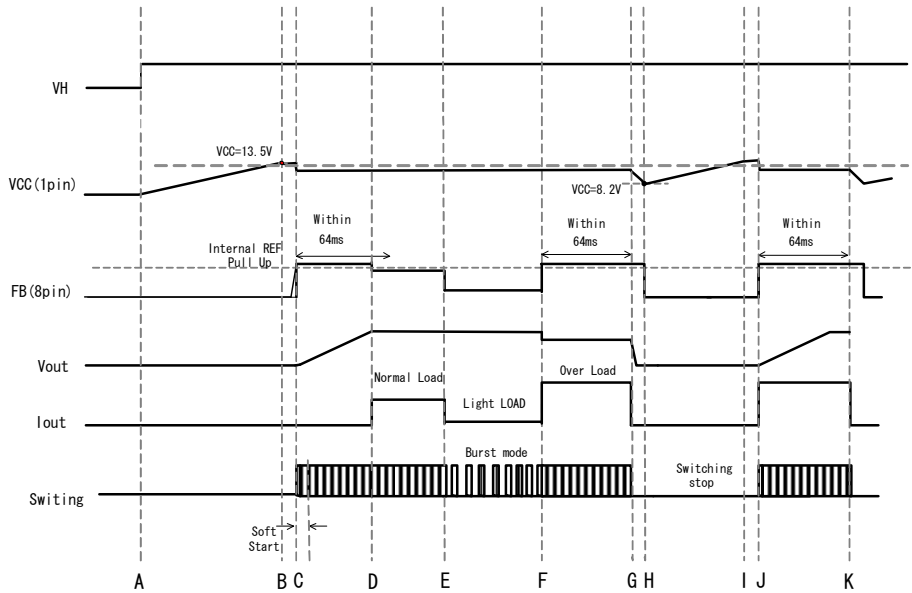


Figure 8. 起動シーケンス タイムチャート

- A: 入力電圧 VH 端子 (8pin) に電圧印加。このとき ACMONI 端子(1pin)が $V_{ACMON1} > 1.0V$ に上昇。
- B: VCC 端子 (6pin) 電圧が上昇し、 $V_{CC} > V_{UVLO1}$ (13.5Vtyp) を超えると本 IC が動作開始。
 保護機能(ACMONI, VCC, CS, FB 端子, 温度)=正常と判断した場合、スイッチング動作を開始します。
 そのとき VCC 端子(6pin)の消費電流により、必ず VCC 端子電圧が降下します。 $V_{CC} < V_{CHG1}$ (8.7V typ) となった場合、起動不良を防ぐ為に、起動回路が動作することで、VCC を充電します。充電開始後は $V_{CC} > V_{CHG1}$ (13.0V typ) となるまで充電を続けます。起動回路動作については(1)を参照してください。
- C: ソフトスタート機能を有しており、過度な電圧上昇、電流上昇が起こらないように、CS 端子 (3pin) の電圧レベルを調整します。ソフトスタート中は、IC が過電流検出電圧を V_{CC_SS1} から V_{CC_SS4} に変更するため、出力電圧のオーバーシュートを防ぎます。VCC_SS1については、下の Table2 になります。

Table2 起動時過電流検出電圧

ソフトスタート	Vlim1
起動~0.5ms	0.10V (12%)
0.5ms~1ms	0.15V (25%)
1ms~2ms	0.20V (50%)
2ms~4ms	0.30V (75%)
4ms~	0.500V (100%)

- D: スwitching動作が開始すると、2次側出力電圧 VOUT が上昇します。
 スwitching開始後、出力電圧は T_{FOLP2} (32ms typ)以内に規定の電圧になるよう設定してください。
 - E: 軽負荷時には電力を抑えるため、バースト動作となります。
 - F: 過負荷動作時には出力電圧が低下するため、FB 端子 (2pin) 電圧 $> V_{FOLP1A}$ となります。
 - G: FB 端子 (2pin) 電圧 $> V_{FOLP1A}$ の状態が T_{FOLP2} (32ms typ)以上続いた場合、過負荷保護回路により T_{OLPST} (512ms typ)の間、スイッチング動作を停止します。
 FB 端子 (2pin) 電圧 $< V_{FOLP1B}$ の状態になると、IC 内部タイマー T_{FOLP2} (32ms typ)はリセットされます。
 - H: VCC 電圧が $V_{CC} < V_{CHG1}$ (8.7Vtyp) 以下になると、起動回路が動作し、VCC を充電開始します。
 - I: VCC 電圧が $V_{CC} > V_{CHG2}$ (13.0Vtyp) 以上になると、起動回路による VCC への充電が停止します。
 - J: F と同じ
 - K: G と同じ
- 参考例として、起動時波形を Figure8 と Figure9 に示します。

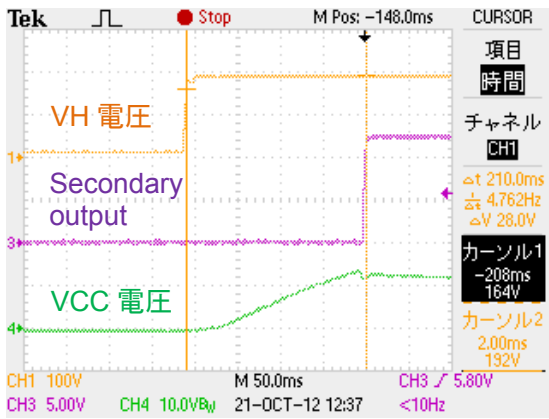


Figure-8 無負荷時起動波形

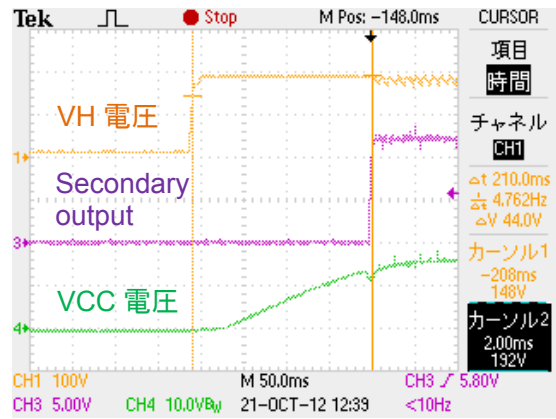


Figure-9 重負荷時起動波形

(3) VCC 端子保護機能

本 IC には VCC 端子の低電圧保護機能 VCC UVLO (Under Voltage Protection) と過電圧保護機能 VCC OVP (Over Voltage Protection), および VCC 電圧が低下した場合に動作する VCC 充電機能が内蔵されています。VCC UVLO 機能、VCC OVP 機能は VCC 電圧が低下時や過大時にスイッチング用 MOSFET の破壊を防止するための機能です。VCC 充電機能は VCC 電圧低下時に起動回路より高電圧ラインから充電を行い、Secondary output を安定化します。

(3-1) VCC UVLO / VCC OVP 機能

VCC UVLO は電圧ヒステリシスを持つ自己復帰型のコンパレータ、VCC OVP において BM1Pxx1 シリーズは自動復帰型、BM1Pxx2 はラッチ型のコンパレータとなります。VCCOVP によるラッチ動作検出後のラッチ解除 (リセット) は、 $VCC < V_{LATCH}$ (typ=7.7V) が条件となります。Figure 8 にその動作を示します。VCCOVP には、 T_{LATCH} (typ=100us) のマスク時間が内蔵しています。これは、VCC 端子 (6pin) 電圧 $> V_{OVp1}$ (typ=27.5V) の状態が、 T_{LATCH} (typ=100us) 続いた場合に、検出を行います。この機能により、端子に発生するサージ、etc をマスクします。(項目(7)を参照のこと)

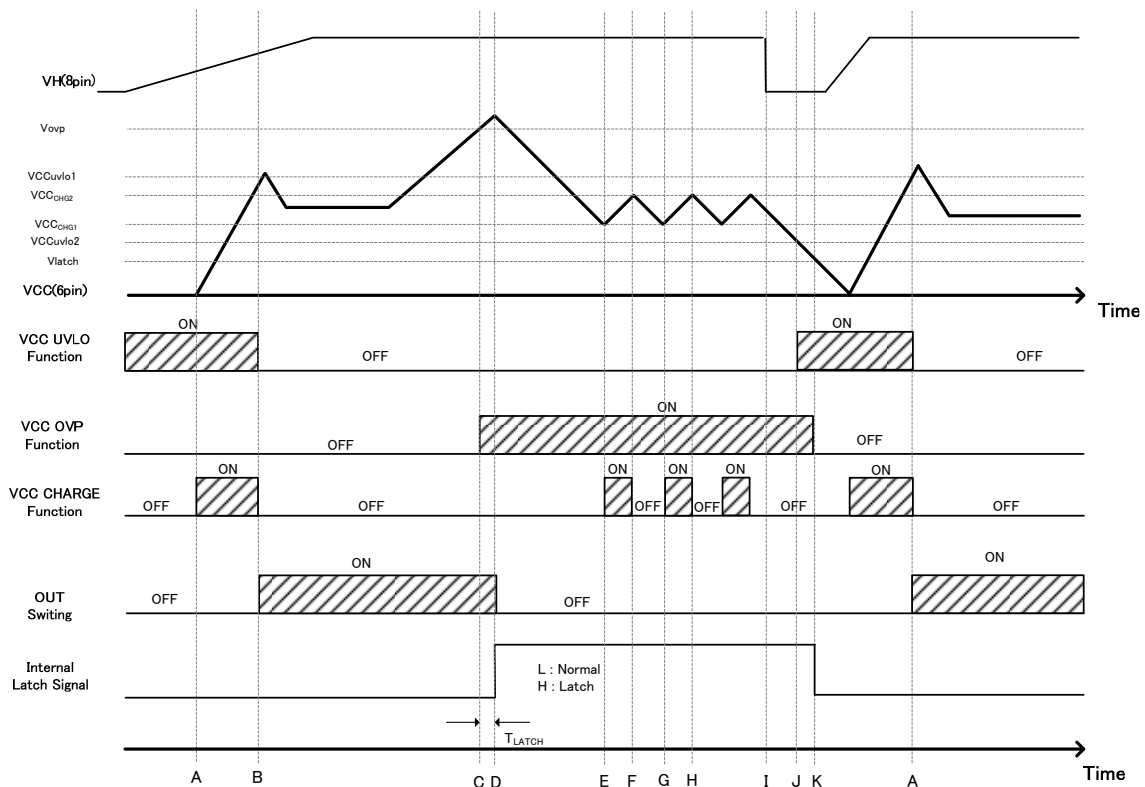


Figure 8. VCC UVLO / OVP タイムチャート

- A: VH 端子 (8pin) 電圧印加、VCC 端子 (6pin) 電圧が上昇開始
- B: VCC 端子 (6pin) 電圧 > V_{UVLO1} 、VCC UVLO 機能が解除され、DC/DC 動作開始します。
- C: VCC 端子 (6pin) 電圧 > V_{OVP} 、IC 内部で VCCOVP が過電圧を検出します。
- D: VCC 端子 (6pin) 電圧 > V_{OCP} の状態が T_{LATCH} (typ = 100us) 続いたとき、VCCOVP 機能によりスイッチング停止します。(ラッチモード)。
- E: VCC 端子 (6pin) 電圧 < V_{CHG1} 、VCC 充電機能が動作して VCC 端子 (6pin) 電圧を上昇します。
- F: VCC 端子 (6pin) 電圧 > V_{CHG2} 、VCC 充電機能が停止します。
- G: E と同じです。
- H: F と同じです。
- I: 高電圧ライン VH が低下。
- J: $VCC < V_{UVLO2}$ 、VCC UVLO 機能が動作します。
- K: $VCC < V_{LATCH}$ 、ラッチ解除されます。

・ VCC 端子のコンデンサ値について
 IC の安定動作のために、VCC 端子のコンデンサ値は 10uF 以上を設定してください。
 VCC 端子のコンデンサが大きすぎる場合は Secondary output に対して、VCC 端子の応答が遅くなってしまいますので、注意してください。またトランスの結合度が低い場合、VCC 端子に大きなサージが発生するため、IC が破壊する可能性があります。この場合には補助巻き線後のダイオードとコンデンサの間のパスに 10Ω から 100Ω 程度の抵抗を付けてください。定数については、VCC 端子の波形評価を実施して、VCC 端子のサージが VCC 端子の絶対最大定格を超えないように設定してください。

・ Secondary output が大きくなった場合の VCC OVP 電圧保護設定方法について

VCC 端子電圧は Secondary output とトランス比($N_p:N_s$)で決定されます。
 よって、Secondary output が大きくなった場合、VCCOVP によって保護することが可能です。
 VCCOVP 保護の設定は以下になります。

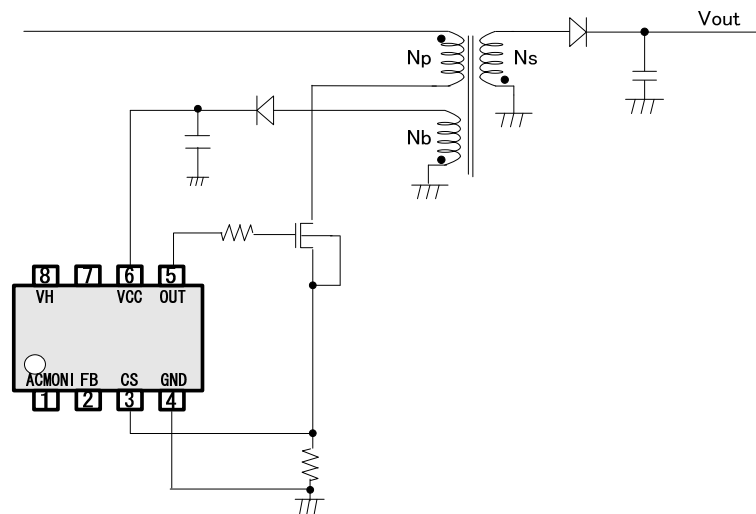


Figure 9 VCCOVP 設定方法

VCC 電圧 = $V_{out} \times N_b / N_s$ で決定されます。(Vout : Secondary output, Nb:補助巻き数, Ns:二次側巻き数)

Secondary output × 1.3 となった場合に保護をかけたいときは、 $1.3 \times V_{out} \times (N_b / N_s) > V_{OVP1}$ となるように巻き数を設定してください。

VCCOVP 保護には T_{LATCH} (typ=100us) のブランキング時間があるため、VCC 端子の瞬間的なサージノイズに対しては、VCCOVP 保護を検出しません。

しかし、トランスの結合度が低いなどの影響で、 T_{LATCH} 以上の期間、VCC 端子電圧が V_{OVP1} よりも高くなった場合には VCCOVP を検出しますので、必ずアプリケーション評価を確認して VCCOVP を設定してください。

(3-2) VCC 充電機能

一度 VCC 端子 (6pin) 電圧 $>V_{UVLO1}$ となり IC が起動してから、その後に VCC 端子 (6pin) 電圧が VCC 端子 (6pin) 電圧 $<V_{CHG1}$ に低下すると、VCC 充電機能が動作します。このとき VH 端子(8pin)から IC を通して VCC 端子 (6pin) を充電します。この動作により、VCC 起動不良が発生しません。

VCC 端子を充電して、VCC 端子 $>V_{CHG2}$ に上昇しますと、充電を終了します。この動作を Figure 9 に示します。

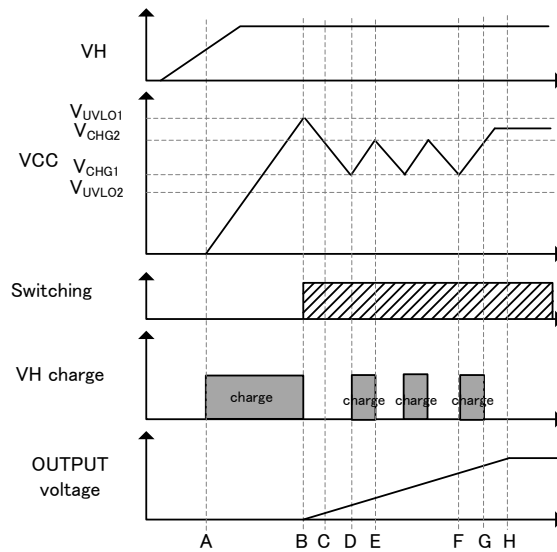


Figure 10. VCC 端子充電動作

- A: VH 端子 (8pin) 電圧が上昇して、VCC 充電機能により VCC 端子 (6pin) に充電開始
- B: VCC 端子 (6pin) 電圧 $>V_{UVLO1}$ 、VCC UVLO 機能が解除され、VCC 充電機能が停止し、DC/DC 動作開始します。
- C: 起動時、出力電圧が低いいため VCC 端子 (6pin) 電圧が低下します。
- D: VCC 端子 (6pin) 電圧 $<V_{CHG1}$ 、VCC 充電機能が動作して VCC 端子 (6pin) 電圧を上昇します。
- E: VCC 端子 (6pin) 電圧 $>V_{CHG2}$ 、VCC 充電機能が停止します。
- F: VCC 端子 (6pin) 電圧 $<V_{CHG1}$ 、VCC 充電機能が動作して VCC 端子 (6pin) 電圧を上昇します。
- G: VCC 端子 (6pin) 電圧 $>V_{CHG2}$ 、VCC 充電機能が停止します。
- H: 出力電圧が起動終了し、補助巻線より VCC 端子 (6pin) に充電され、VCC 端子 (6pin) が安定します。

(4) ACMONI 端子保護機能

ACMONI(1pin)はブラウンアウト保護用の端子です。ブラウンアウト機能は入力 AC 電圧低下時に、スイッチング動作を停止する機能です。使用例を Figure 11 に示します。入力電圧を抵抗分圧し、ACMONI 端子に入力します。ACMONI 端子が V_{ACMONI} (1.0Vtyp)を超えると回路が正常状態を検出して、スイッチング動作を開始します。スイッチング動作後、ACMONI 端子が V_{ACMONI} (0.7V typ) より低下した場合、IC内部のタイマーが動作開始します。ACMONI 端子電圧が V_{ACMONI} (0.7V typ) より低下した状態が $T_{ACMONI1}$ (typ=256ms)間続いた場合に、DC/DC 動作が OFF となります。そのため、AC 電圧の瞬断が発生しても、 $T_{ACMONI1}$ (typ=256ms)期間内であれば、動作を継続します。

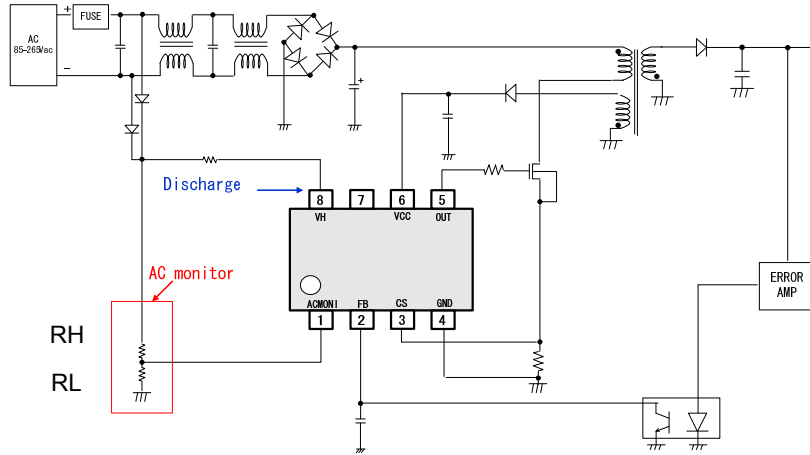


Figure 11. アプリケーション回路

ブラウンアウト設定値は ACMONI 端子の外付け抵抗で設定できます。設定方法は以下になります。

OAC ラインの波高値が V_{Hstart} よりも高くなった場合に、動作開始させたい場合は

$$V_{Hstart} = (R_H + R_L) / R_L \times V_{ACMONI1} \quad *V_{ACMONI1} = 1.0V$$

で計算されます。この式から R_H と R_L を設定してください。

このときブラウンアウト停止電圧 V_{Hend} は

$$V_{Hend} = (R_H + R_L) / R_L \times V_{ACMONI2} \quad *V_{ACMONI2} = 0.7V$$

で決定します。

*ブラウンアウト機能を使用しない場合は、 V_{ACMONI} (1.0Vtyp)~5.0V の間の電圧値に設定してください。印加方法としては、外部印加または VCC 端子から抵抗分圧での印加となります。

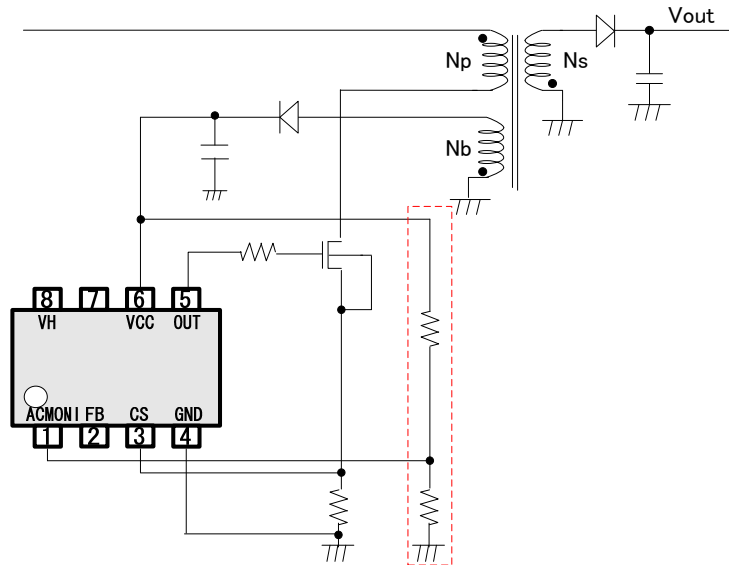


Figure-12 ブラウンアウト機能を使用しない場合の ACMONI 端子の処理

(5) DC/DC ドライバー (PWM コンパレータ、周波数 Hopping、Slope 補償、OSC、バースト)

(5-1) PWM 基本動作について

PWM 基本ブロック図と基本動作 Figure-13,14 に示します。

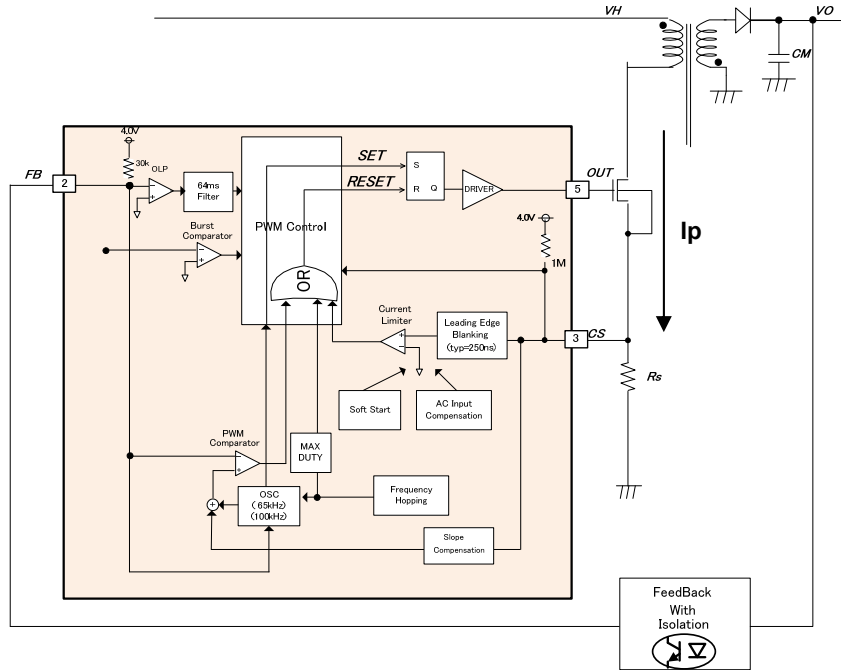


Figure-13 IC 内部 PWM 動作ブロック図

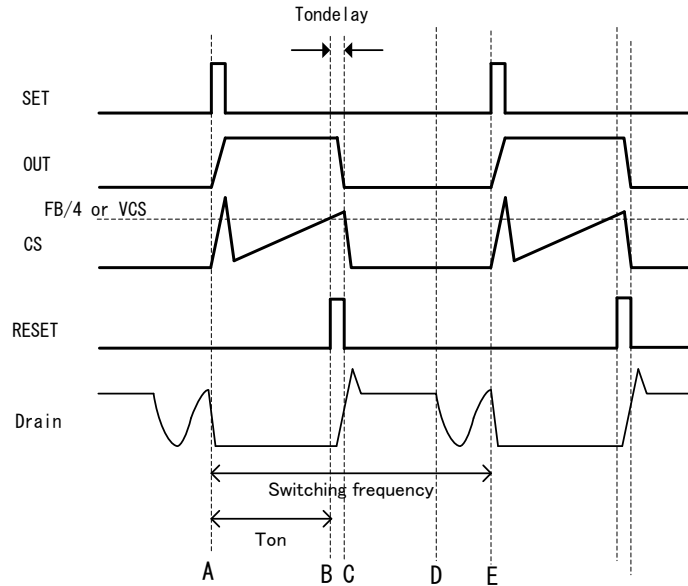


Figure-14 PWM 基本動作

- A: IC 内部の発振器により、SET 信号が出力され、MOSFET をターン ON します。
このとき MOSFET のドレイン-ソース間容量が放電されるため、CS 端子にノイズが発生します。
このノイズを Leading Edge と呼びます。
本 IC ではこのノイズに対するフィルタが内蔵されています。(6)参照
このフィルタおよび遅延時間により IC の最小パルス幅は 400ns(typ)となります。
その後、MOSFET に電流が流れ、CS 端子には $V_{cs}=R_s \cdot I_p$ の電圧が印加されます。
- B: CS 端子電圧が FB 端子電圧/Gain(typ=4)または過電流検出電圧 V_{cs} よりも上昇すると、RESET 信号を出力し、OUT をターン OFF します。
- C: B の時点から実際にターン OFF するまでに遅延時間 Tondelay があります。この時間が原因で AC 電圧による最大電力に違いが発生します。本 IC はこの違いを抑える機能を内蔵しております。(5-4)参照
- D: Ton 中にトランスに蓄えられたエネルギーを二次側に放電し、Drain 電圧がトランス L_p 値と MOSFET の C_{ds} (ドレイン-ソース間容量)による自由振動が始まります。
- E: IC 内部でスイッチング周波数は決まっているため、A から一定期間経過すると内部発振器から SET 信号が出力され、MOSFET をターン ON します。

(5-2)周波数動作について

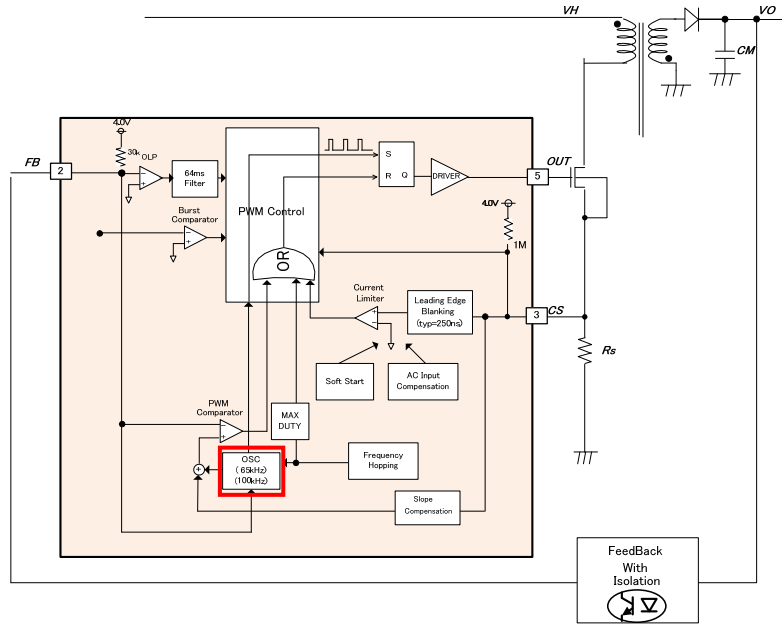


Figure-15 IC 内部 PWM 動作

Fig-15 の OSC ブロック（内部発振器）で PWM 周波数を作っています。発振器はスイッチング周波数ホッピング機能があり、スイッチング周波数は Figure16 に示すように変動します。変動周期は 125Hz です。この周波数ホッピング機能により、周波数スペクトルが分散されるため、周波数スペクトルのピークが下がります。このため EMI 試験でのマージンがUPします。

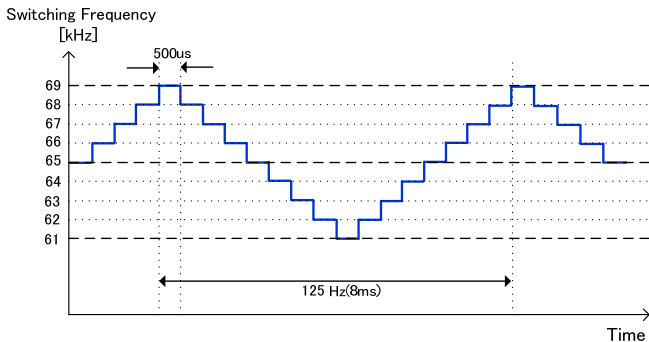


Figure 16-1. 周波数ホッピング機能(BM1P06x シリーズ)

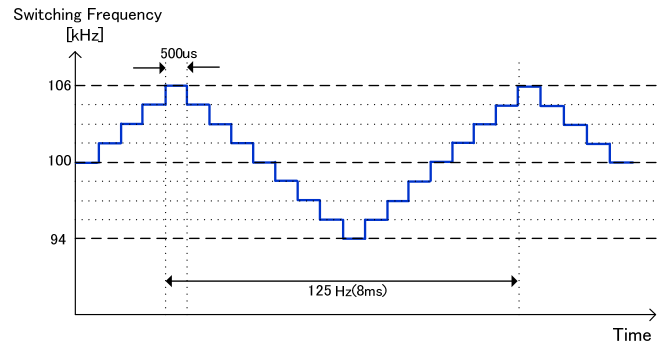


Figure 16-2. 周波数ホッピング機能(BM1P10x シリーズ)

DUTY は Figure16 の $Ton \times \text{Switching frequency} \times 100$ で計算されます。この DUTY の最大値は $Dmax(\text{typ}=75\%)$ となっています。

PWM カレントモード方式を採用しているため、DUTY が 50% 以上になった場合はサブハーモニック発振が起こる可能性があります。その対策として、22mV/us のスロープ補償を内蔵しています。

軽負荷時には消費電力を下げるために、バーストモード回路と周波数低減回路を内蔵しています。この動作を Figure17 に示します。Figure17 に示すように FB 電圧によって周波数が増減します。FB 電圧が mode2 に示す範囲であれば、FB 電圧によって内部発振数を下げることで、スイッチング損失を削減します。

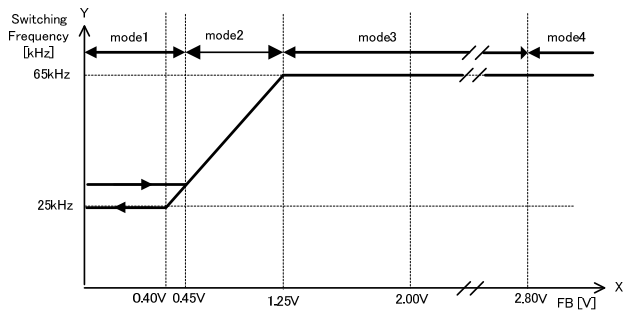


Figure 17-1. FB 端子電圧による動作(BM1P06x シリーズ)

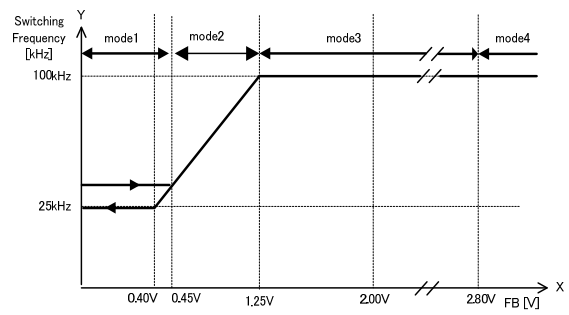


Figure 17-2. FB 端子電圧による動作(BM1P10x シリーズ)

- mode1: バースト動作
- mode2: 周波数低減動作 (最大周波数を低減します。)
- mode3: 固定周波数動作 (最大周波数で動作します。)
- mode4: 過負荷動作 (過負荷状態を検知してパルス動作を止めます。)

(5-3) 過電流検出動作について

FB 端子は内部電源(4.0V)に対して、 $R_{FB}(30k\Omega, typ)$ でプルアップされています。
 2次側出力電圧(2次側負荷電力)の負荷が変化すると、フォトカプラ電流が変化するため、FB 端子電圧が変化します。
 FB 電圧 V_{FB} は次の式で決定します。 $V_{FB} = 4V - I_{FB} \cdot R_{FB}$ * I_{FB} :フォトカプラ電流
 例えば負荷が重くなると FB 電流が低くなるため FB 電圧は上昇します。
 負荷が軽くなると FB 電流が増加するため、FB 電圧は低下します。
 このように FB 端子で二次側の電力を監視しています。

FB 端子電圧をモニタして、負荷が軽い場合(FB 電圧が低い場合)、バーストモード動作や周波数低減動作をします。
 Figure 18 に FB 電圧に対する CS 検出電圧を示します。

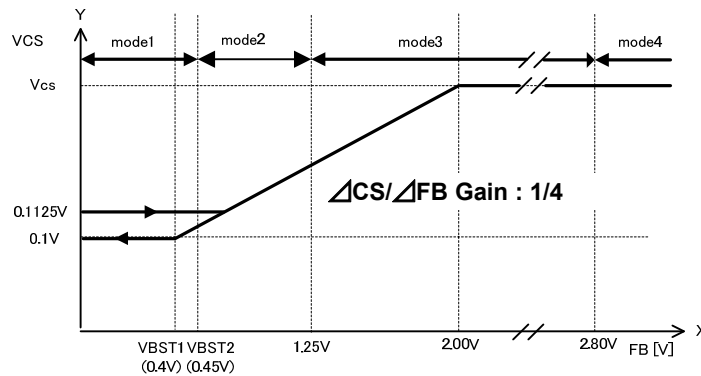


Figure 18 FB 電圧 - CS 電圧特性

FB 電圧 < 2.0V のときは、CS 電圧 > FB 電圧 / Gain (typ=4) となったときに MOSFET がターン OFF します。
 (Fig-14 の時点 C)
 FB 電圧 > 2.0V のときは、CS 電圧 = $V_{cs} + K_{cs} \cdot T_{on}$ となります。 $K_{cs} \cdot T_{on}$ は AC 電圧補正によるものです。(5-4 参照)
 そのためピーク電流 I_p は $I_p = V_{cs} / R_s$ で決定されます。
 MOSFET の電流値はこの式から求められる I_p に対して、マージンを持った値に設定してください。

最大電力は $P_{max} = 1/2 \times L_p \times I_p^2 \times F_{sw}$ で決定します。(L_p : 一次側インダクタンス値、 I_p : 一次側ピーク電流、 F_{sw} : switching Frequency)

V_{cs1} は $V_{cs1} = V_{cs}(typ=0.4V) + K_{cs}(typ=20) \cdot T_{on} + V_{delay}$ で決定します。
 V_{delay} は Fig-14 の B-C の遅延時間 $R_{ondelay}$ による CS 電圧増加分です。
 $V_{delay} = V_{in} / L_p \cdot T_{ondelay} \cdot R_s$ で計算されます。

(5-4) 過電流リミッタの AC 電圧依存補正について

本 IC は AC 電圧補正機能を内蔵しています。この機能は、時間とともに過電流リミッタレベルを増加させることで、AC 電圧に対する補正を行います。これは下の式で(A)と(B)を AC100V と AC200V で同様の数値にすることで、補正するものです。

$$V_{cs1} = V_{cs}(typ=0.4V) + \frac{Kcs(typ=20) \cdot T_{on}}{(A)} + \frac{V_{delay}}{(B)}$$

この動作を Figure 19,20,21 に示します。

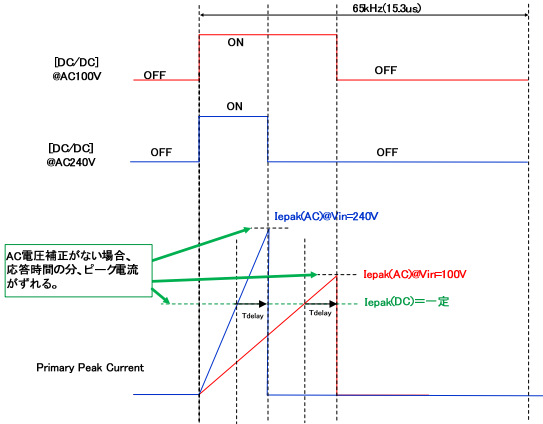


Figure 19. AC 電圧補正機能なしの場合

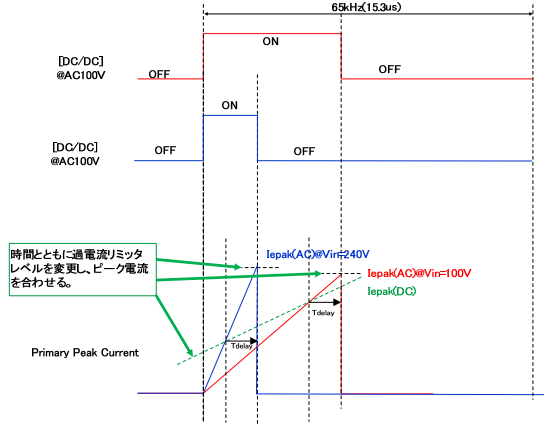


Figure 20. AC 電圧補正機能ありの場合

過負荷モードに入る 1 次側ピーク電流は下記の式で決定されます。

1 次側ピーク電流 $I_{peak} = V_{cs}/R_s + Kcs \cdot T_{on}/R_s + V_{in}/L_p \cdot T_{ondelay}$

V_{cs} : IC 内部の過電流リミッタ電圧

R_s : 電流検出抵抗

V_{in} : 入力 DC 電圧

L_p : 1 次側ピーク電流、

$T_{ondelay}$: 過電流リミッタ検出後の遅れ時間

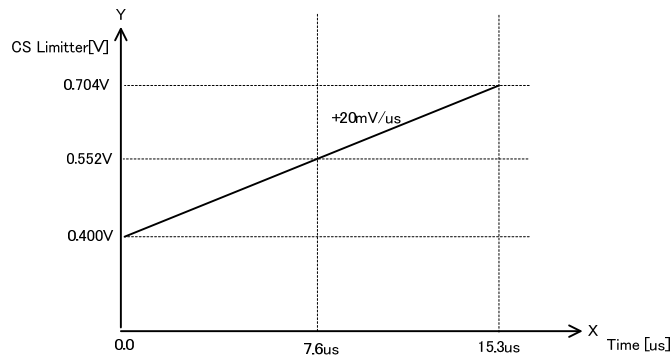


Figure 21. 過電流リミッタ電圧

(6) L.E.B ブランキング時間

ドライブ用 MOSFET のターン ON 時に、Figure-14 の時点 A で示すサージ電流が発生します。このとき、CS 電圧 (4pin) が上昇するため、過電流リミッタ回路が誤検出する可能性があります。この誤検出防止用に、本 IC には OUT 端子が L→H に切り替わってから 250ns 間 CS 電圧 (4pin) をマスクする L.E.B 機能 (Leading Edge Blanking 機能) が内蔵されています。このブランキング機能により、OUT 端子 L→H に切り替わり時発生するノイズに対する、CS 端子ノイズフィルタを削減できます。ただし、CS 端子ノイズが 250ns 以内に収まらない場合には、Figure 22 のように、CS 端子に RC フィルタを付けてください。このとき、CS 端子検出に RC フィルタによる遅延時間が発生します。またフィルタを付けない場合でも、サージ対策として、 R_{CS} を付けることを推奨します。 R_{CS} の推奨抵抗値としては $1k\Omega$ です。フィルタリングしたい場合には、この抵抗に対して、 C_{CS} で調整してください。

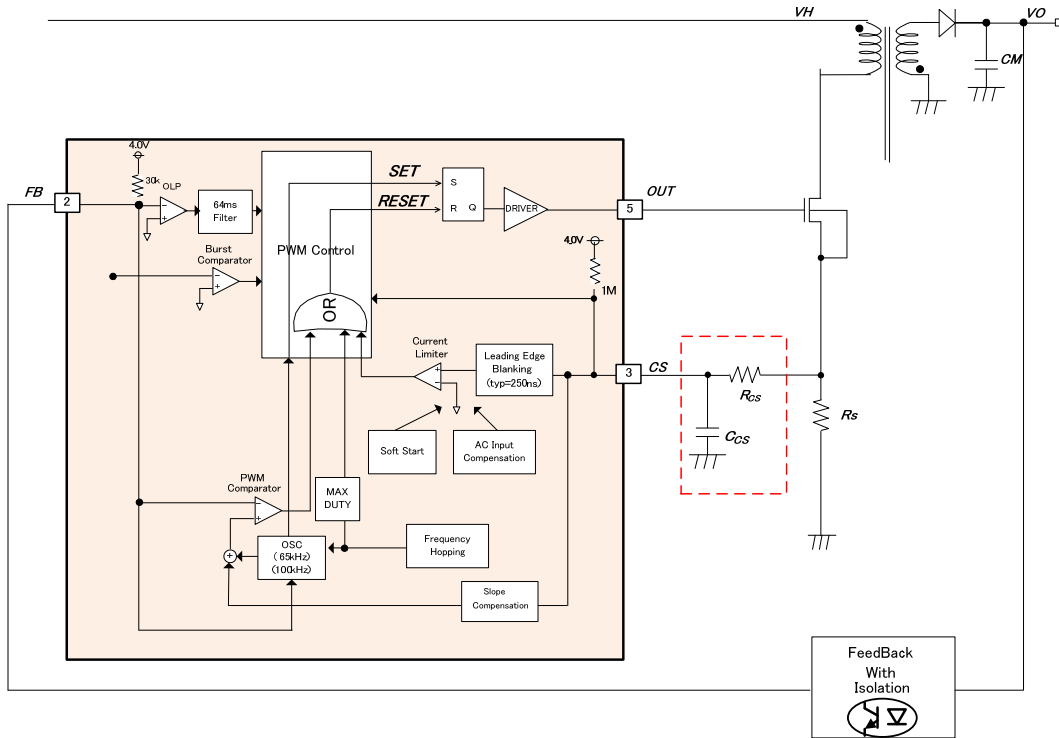


Figure22. CS 端子周辺回路

(7) CS 端子オープン保護

CS 端子 (4pin) が OPEN になった場合、ノイズ等により過度の熱が IC にかかり、破壊する可能性があります。破壊を防止するために、オープン保護回路が内蔵されています。(自己復帰保護)

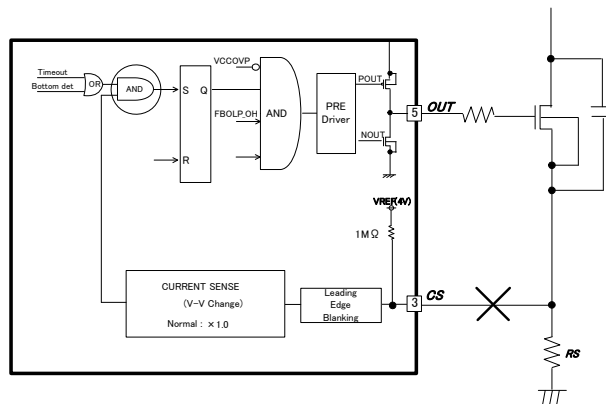


Figure 23. CS 端子周辺回路

(8) 出力過負荷保護機能 (FB OLP コンパレータ)

Figure17 の mode4 のように FB 端子電圧が一定値以上に上がった状態を過負荷状態と呼びます。

出力過負荷保護機能とは mode4 の過負荷状態時にスイッチング停止する機能です。

過負荷状態では、出力電圧が低下するためフォトカプラに電流が流れなくなり、FB 電圧 (2pin) は上昇します。

FB 電圧 (2pin) $> V_{FOLP1A}$ (2.8Vtyp) の状態が T_{FOLP2} (64ms typ) 間続いた場合、過負荷状態と判断して、スイッチング停止します。

FB 端子 (2pin) $> V_{FOLP1A}$ (2.8Vtyp) の状態から、 T_{FOLP2} (64ms typ) 以内に FB 端子 (2pin) $< V_{FOLP1B}$ (2.6Vtyp) よりも低下した場合は、過負荷保護のタイマーがリセットされます。 T_{FOLP2} (32ms typ) の間はスイッチング動作を行います。起動時、FB 端子 (2pin) は IC 内部電圧に抵抗ブルアップされているため、 V_{FOLP1A} (2.8Vtyp) 以上の電圧から動作します。そのため、起動時は必ず T_{FOLP2} (64ms typ) 以内に FB 電圧 (2pin) が V_{FOLP1B} (2.6Vtyp) 以下になるように、2 次側出力電圧の起動時間を設定してください。

一度、FBOLP を検出してからの復帰は、 T_{FOLP2} (512ms typ) 間後となります。

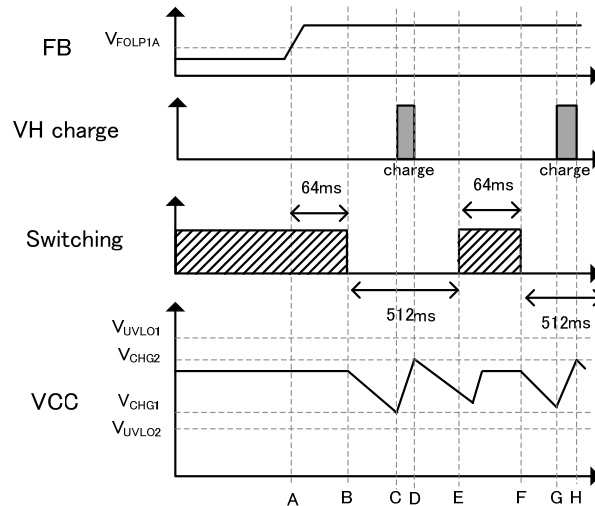


Figure 24. 過負荷保護 自己復帰

- A: $FB > V_{FOLP1A}$ のため、FBOLP コンパレータが過負荷を検出。
- B: A の状態が T_{FOLP2} (typ=32ms) の期間続くと、過負荷保護により、スイッチングを停止します、
- C: 過負荷保護によりスイッチング停止中、VCC 電圧(6pin)が低下して VCC 端子 (6pin) 電圧 $< V_{CHG}$ になると、VCC 充電機能が動作して VCC 端子 (6pin) 電圧を上昇します。
- D: VCC 充電機能により VCC 端子 (6pin) 電圧 $> V_{CHG2}$ になると VCC 充電機能が停止します。
- E: B の時点から T_{OLPST} (typ=512ms) が経過すると、ソフトスタート動作でスイッチングを開始します。
- F: 過負荷状態が続いている場合は $FB > V_{FOLP1A}$ の状態が続き、E の時点から T_{FOLP2} (typ=32ms) の期間経過するとスイッチングを停止します。
- G: スwitching停止中、VCC 電圧(1pin)が低下して VCC 端子 (6pin) 電圧 $< V_{CHG1}$ になると VCC 充電機能が動作して、VCC 端子 (6pin) 電圧を上昇します。
- H: VCC 充電機能により VCC 端子 (6pin) 電圧 $> V_{CHG2}$ になると VCC 充電機能が停止します。

(9-1) OUT 端子 クランプ機能

外付け MOSFET を保護する目的で、OUT 端子 (5Pin) の H レベルを V_{OUTH} (typ=12.5V) にクランプします。VCC 端子 (6pin) 電圧の上昇による、MOSFET ゲート破壊を防ぎます。(Figure16 に示す。)

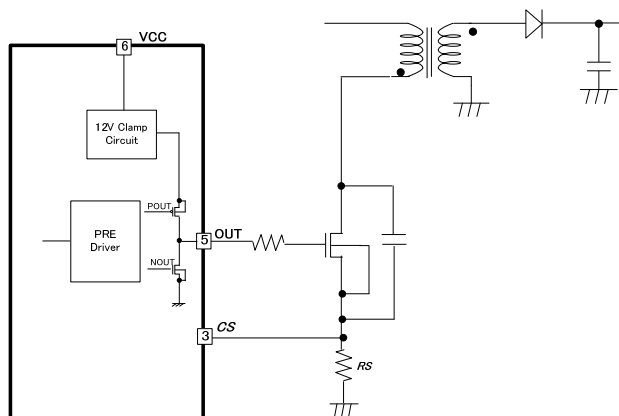


Figure 25. OUT 端子 (5pin) 概略図

(9-2) OUT 端子 ドライバ回路について

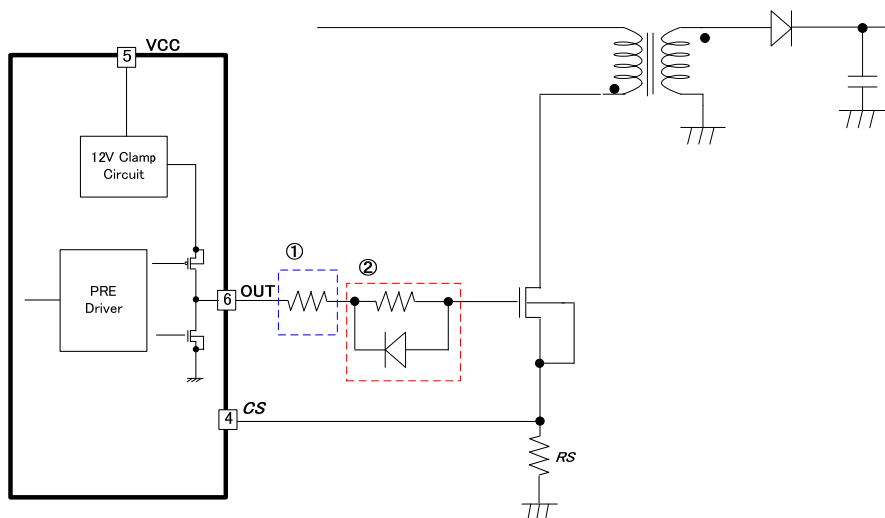


Figure 26. OUT 端子 (5pin) ドライバ回路

OUT のターン ON およびターン OFF 時に発生するスイッチングノイズにより、EMI に問題が発生する場合があります。その場合、MOSFET のターン ON 時間およびターン OFF 時間を遅らせる必要があります。ただし、ターン OFF 時間を遅らせるとスイッチング損失が増加します。Figure26 に OUT 端子の遅延回路を示します。Figure26 の①はターン ON とターン OFF の両方に効果があります。②はターン ON のみを遅らせて、ターン OFF を速めるものです。

(10) 基板レイアウトパターンの注意点

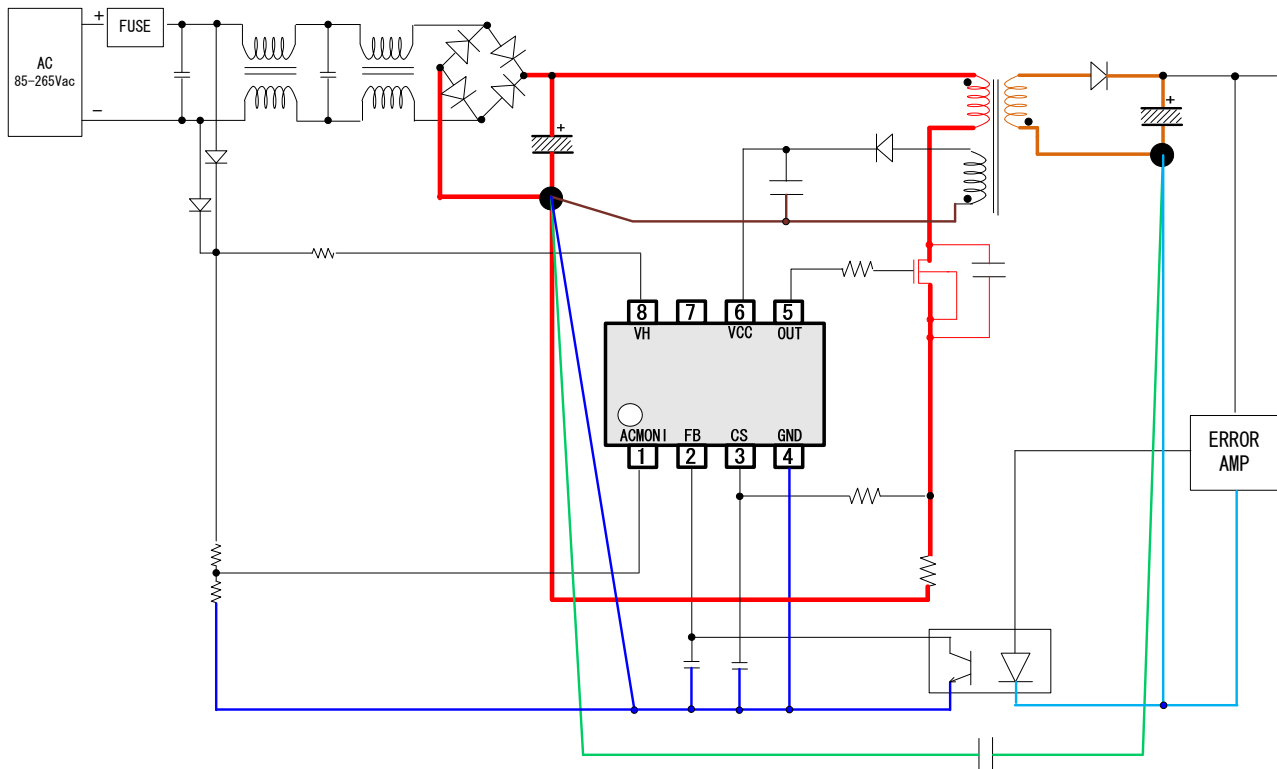


Figure 27. 基板レイアウトパターン

・ 注意点

- ① Fig27 で示す赤ラインは大電流経路であり、リングングや損失の発生要因となるため、できるだけ太く短く、レイアウトしてください。
さらに赤ラインで発生するループができるだけ小さくなるようにレイアウトしてください。
- ② Fig27 の二次側の橙色ラインも赤ライン同様に太く短く、小さいループでレイアウトしてください。
- ③ 赤ライン、茶色ライン、青ライン、緑ラインの GND は一点接地してください。
- ④ 緑ラインはサージを二次側のサージを一次側に逃がす経路となり、瞬間的に大きな電流が流れるため、赤ラインや青ラインと独立して配線レイアウトしてください。
- ⑤ 青ラインは IC 制御用の GND ラインです。大きな電流は流れませんが、ノイズの影響を受けやすくなるため、赤ラインや緑ライン、茶色ラインと独立して配線レイアウトしてください。
- ⑥ 茶色ラインは VCC 端子に流れる電流経路です。スイッチング時に電流が流れるため、この経路も独立してレイアウトしてください。
- ⑦ トランスの直下は磁束の影響を受けるため、IC 制御ラインを引かないで下さい。

●基本特性データ (あくまでも参照データであり、保証するものではありません。)

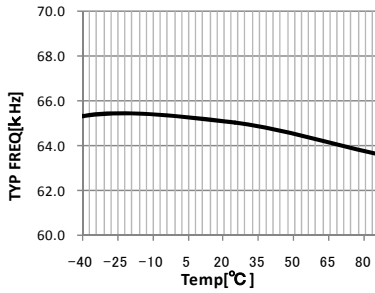


Fig-28-1 Switching frequency (TYP)

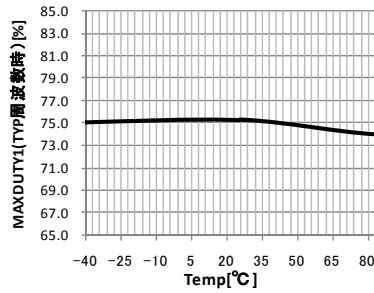


Fig-28-2 MAXDUTY1

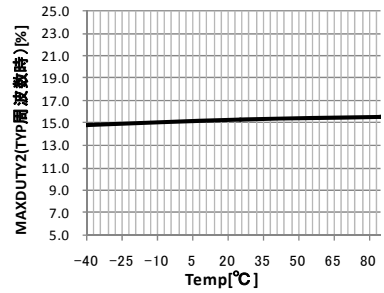


Fig-28-3 MAXDUTY2(SoftStart)

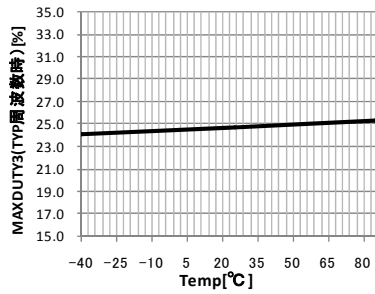


Fig-28-4 MAXDUTY3(Softstart)

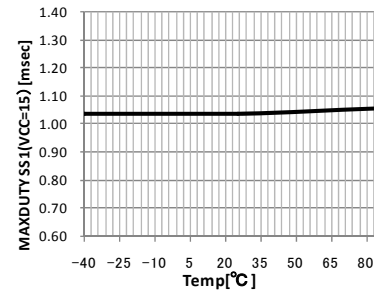


Fig-28-5 Soft Start 1

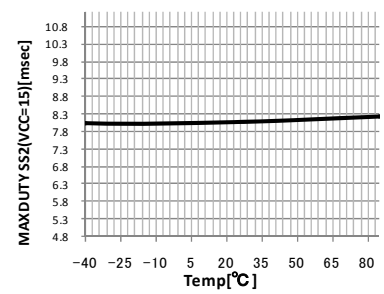


Fig-28-6 Soft Start 2

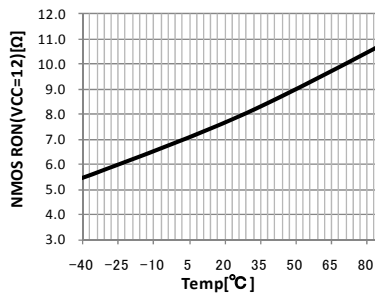


Fig-28-7 NMOS RON(VCC=15V)

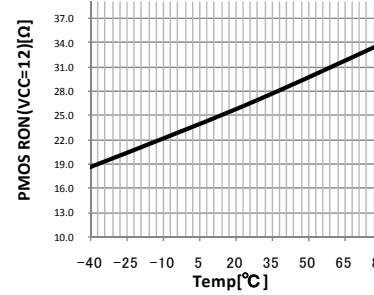


Fig-28-8 PMOS RON(VCC=15V)

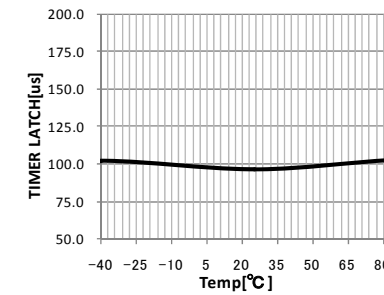


Fig-28-9 TIMER LATCH

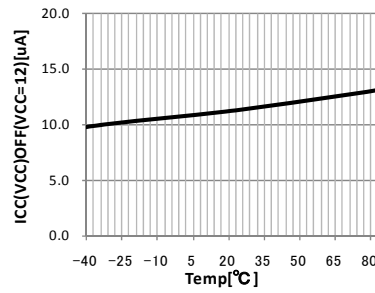


Fig-28-10 ICC(VCC)OFF(VCC=15V)

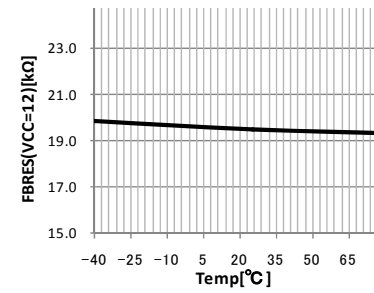


Fig-28-11 FBRES

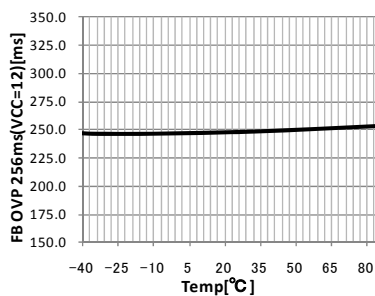


Fig-28-12 FB OVP 256ms

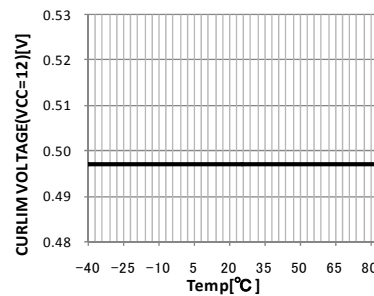


Fig-28-13 CURLIM VOLTAGE

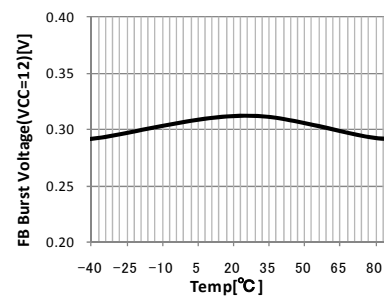
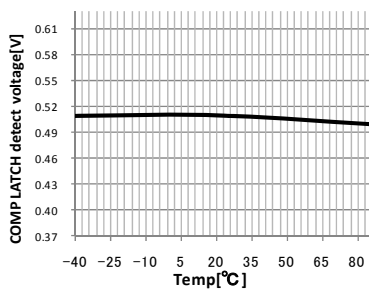
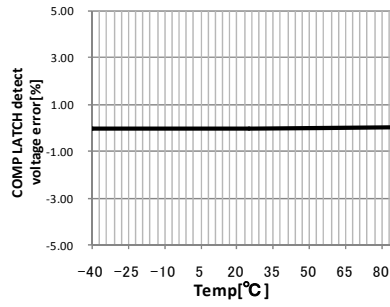


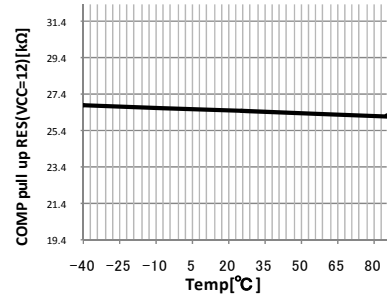
Fig-28-14 FB Burst Voltage



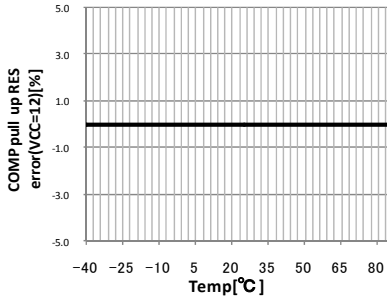
☒-27 COMP LATCH detect voltage



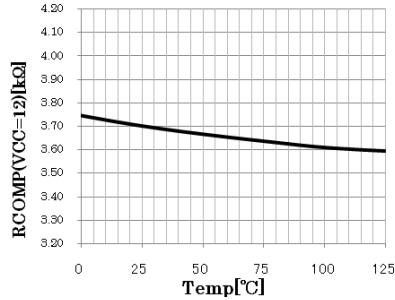
☒-28 COMP LATCH detect voltage error



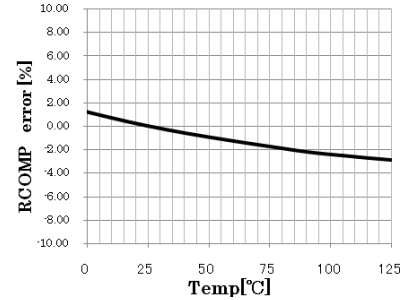
☒-29 COMP pull up RES



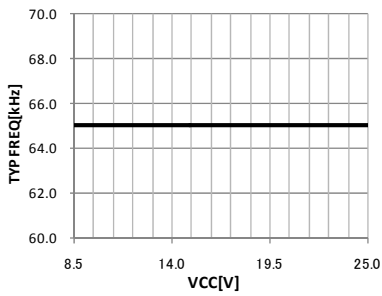
☒-30 COMP pull up RES error



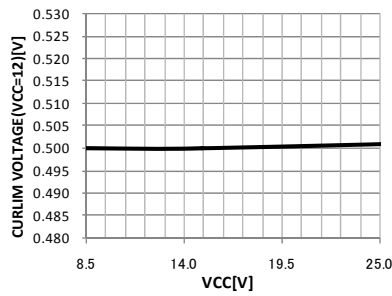
☒-31 RCOMP



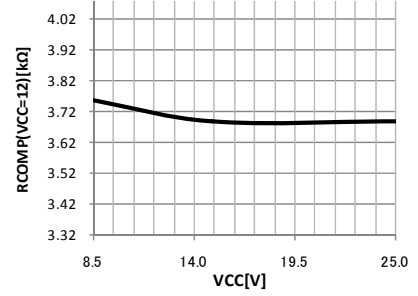
☒-32 RCOMP error



☒-33 TYP FREQ



☒-34 CURLIM VOLTAGE



☒-35 RCOMP

(アプリケーション回路例)

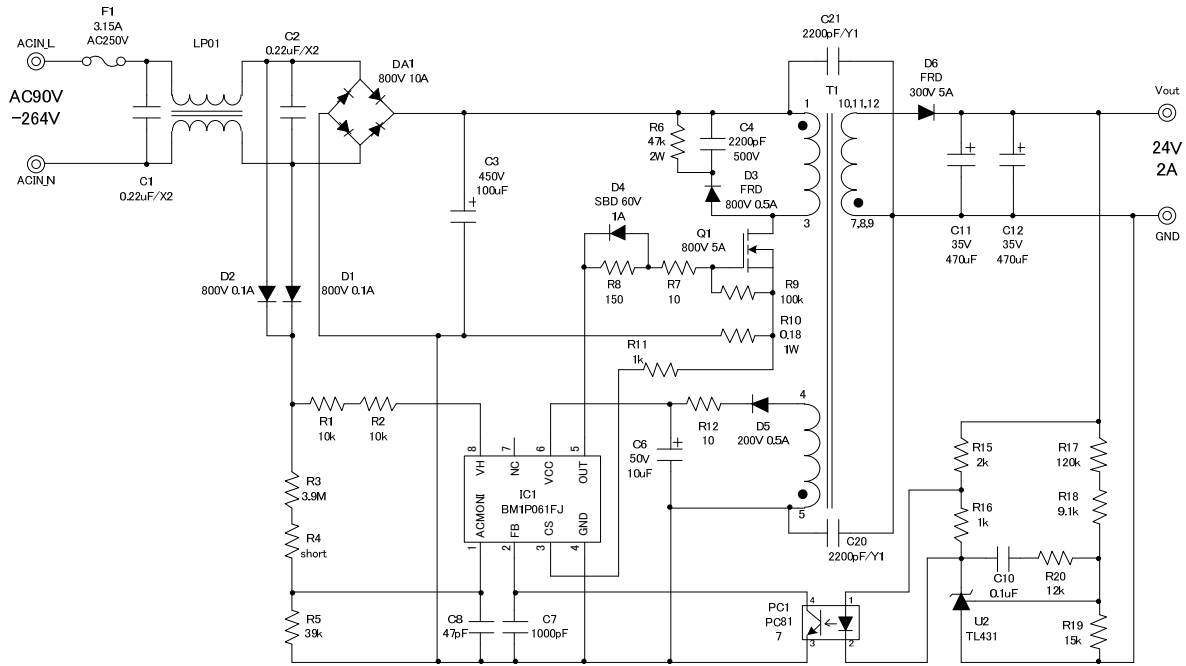


Figure 28. アプリケーション回路例

●保護回路の動作モード

各保護機能の動作モードを Table 3 に示します。

Table 3. 保護回路の動作モード

項目	動作モード
VCC Under Voltage Locked Out	自己復帰
VCC Over Voltage Protection	BM1P x x 1 シリーズ : 自動復帰 (100us タイマー付き) BM1P x x 2 シリーズ : ラッチ (100us タイマー付き)
FB Over Limited Protection	自己復帰 (64ms タイマー付き)
CS OPEN Protection	自動復帰 (100us タイマー付き)

●シーケンス

本 IC シーケンスを Figure 29 と Figure 30 に示します。

すべての状態において、VCC<8.2V となった場合は、OFF モードに遷移します。

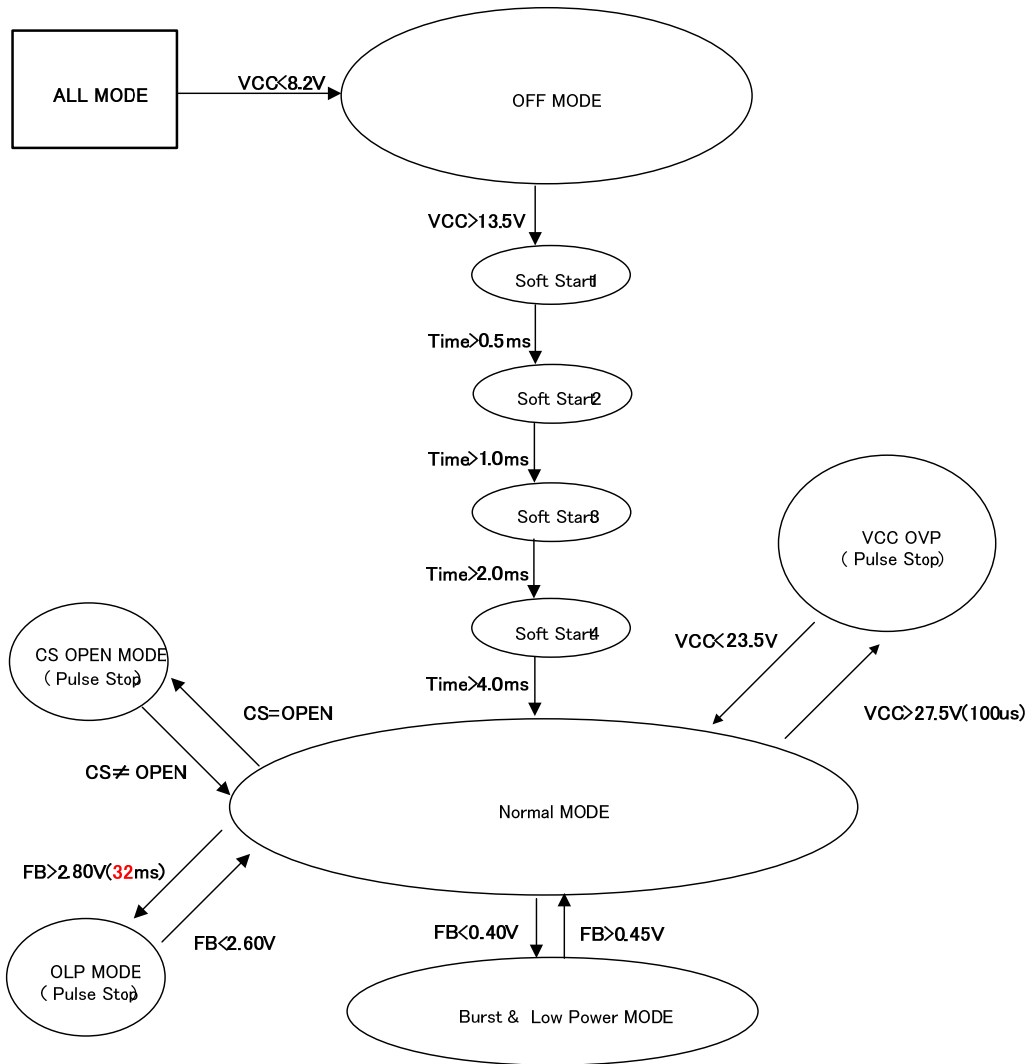


Figure 29. 各状態遷移図(BM1Pxx1 シリーズ)

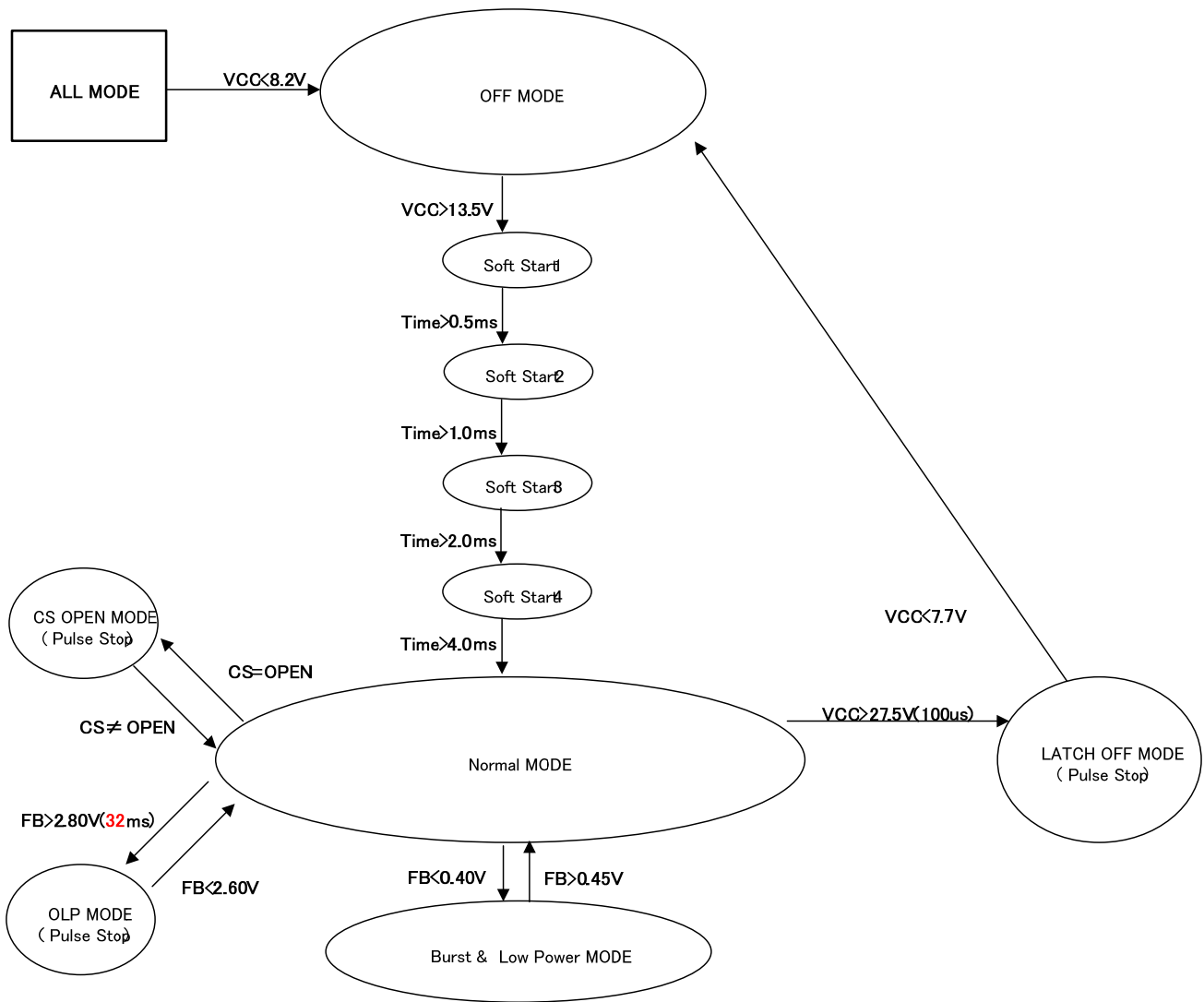


Figure 30. 各状態遷移図(BM1Pxx2 シリーズ)

●熱損失について

熱設計において、次の条件内で動作させてください。

(下記温度は保証温度ですので、必ずマージンなどを考慮してください。)

1. 周囲の温度 T_a が 85°C 以下であること。
2. IC の損失が許容損失 P_d 以下であること。

熱軽減特性は次の通りです。(PCB : 70mm×70mm×1.6mm ガラスエポキシ基板実装時)

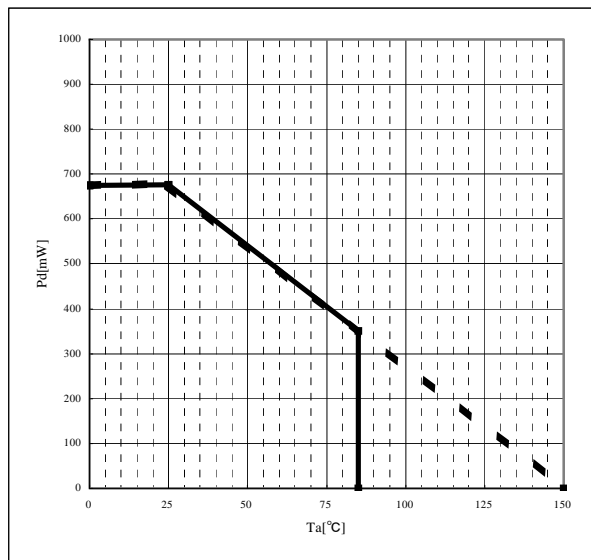


Figure 31. 熱軽減特性

●使用上の注意

(1) 絶対最大定格について

印加電圧及び動作温度範囲などの絶対最大定格を越えた場合、破壊する恐れがあり、ショートもしくはオープンなどの破壊モードが特定できませんので、絶対最大定格を越えるような特殊モードが想定される場合には、ヒューズなどの物理的な安全対策を施すよう検討をお願いします。

(2) 電源及びグラウンドラインについて

基板パターンの設計においては、電源及びグラウンドラインの配線は、低インピーダンスになるようにしてください。複数の電源及びグラウンドがある場合は、配線パターンの共通インピーダンスによる干渉に気をつけてください。グラウンドラインについては特に、外付け回路も含めて大電流経路と小信号経路の分離について注意してください。また、LSI のすべての電源端子について電源-グラウンド端子間にコンデンサを挿入するとともに、コンデンサ使用の際は、低温で容量ぬげが起こることなど、使用するコンデンサの諸特性に問題ないことを十分ご確認のうえ、定数を決定してください。

(3) グラウンド電位について

グラウンド端子の電位はいかなる動作状態においても、最低電位になるようにしてください。

(4) 端子間ショートと誤装着について

セット基板に取り付ける際、LSI の向きや位置ずれに十分ご注意ください。誤って取り付けた場合、LSI が破壊する恐れがあります。また、端子間や端子と電源、グラウンド間に異物が入るなどしてショートした場合についても破壊の恐れがあります。

(5) 強電磁界中の動作について

強電磁界中でのご使用は、誤動作をする可能性がありますのでご注意ください。

(6) 各入力端子について

LSI の構造上、寄生素子は電位関係によって必然的に形成されます。寄生素子が動作することにより、回路動作の干渉を引き起こし、誤動作、ひいては破壊の原因となり得ます。したがって、入力端子にグラウンドより低い電圧を印加するなど、寄生素子が動作するような使い方をしないよう十分ご注意ください。また、LSI に電源電圧を印加していないとき、入力端子に電圧を印加しないでください。さらに、電源電圧を印加している場合にも、各入力端子は電源電圧以下の電圧もしくは電気的特性の保証値内としてください。

(7) 外付けコンデンサについて

外付けコンデンサに、セラミック・コンデンサを使用する場合、直流バイアスによる公称容量の低下、および温度などによる容量の変化を考慮の上定数を決定してください。

(8) 熱設計について

実際の使用状態での許容損失(Pd)を考慮して十分なマージンを持った熱設計を行ってください。

また、出力 Tr が定格電圧及び ASO を超えない範囲で使用してください。

(9) ラッシュカレントについて

CMOS IC では電源投入時に内部論理不定状態で、瞬間的にラッシュカレントが流れる場合がありますので、電源カップリング容量や電源、GND パターン配線の幅、引き回しにご確認ください。

(10) テスト用端子、未使用端子処理について

テスト用端子、未使用端子につきましては機能説明書やアプリケーションノートなどの説明に従って、実使用状態で問題ないように処理して下さい。また、特に説明のない端子については、弊社担当者へ問い合わせください。

(11) 資料の内容につきまして

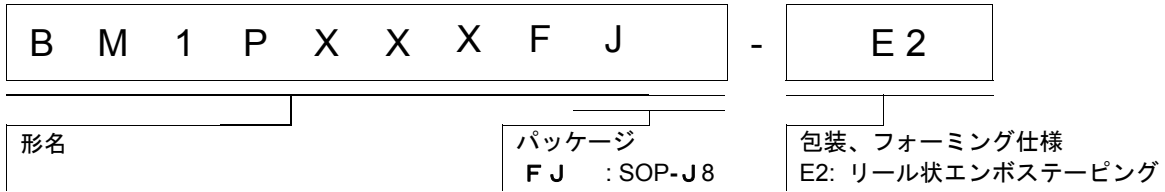
アプリケーションノートなどはアプリケーション設計を行うための設計資料であり、その内容につきましては保障するものではありません。外付け部品を含めて十分な検討・評価をおこなった上でアプリケーションを決定してください。

この文章の扱いについて

この文書の日本語版が正式な仕様書です。この文書の翻訳版は、正式な仕様書を読むための参考としてください。

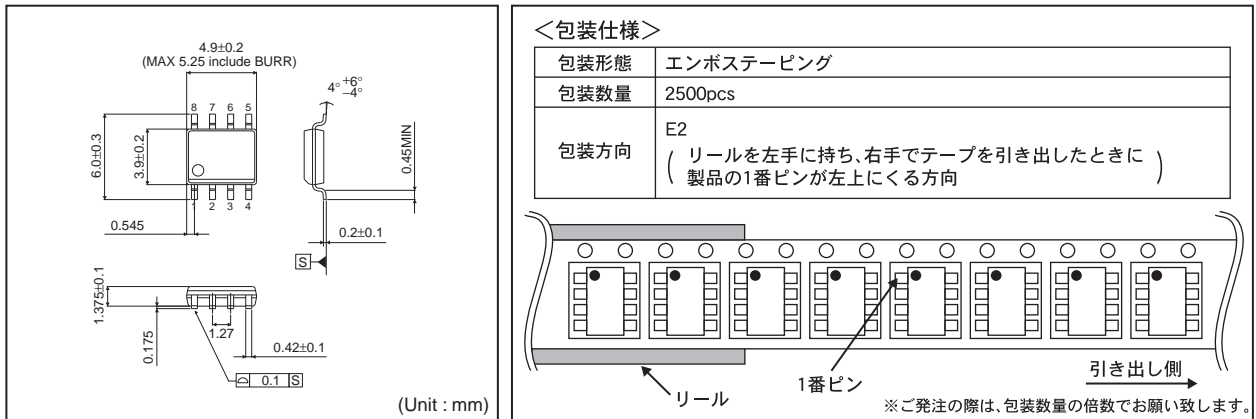
なお、相違が生じた場合は、正式な仕様書を優先してください。

●発注形名セレクション

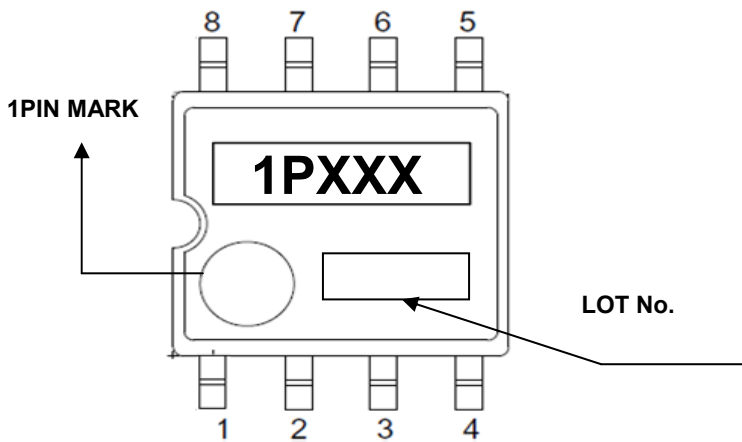


●包装図、フォーミング仕様

SOP-J8



●標印図



●ラインアップ

形名 (BM1PXXXFJ)
BM1P101FJ
BM1P102FJ
BM1P061FJ
BM1P062FJ

ご 注 意

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 6) 本製品は、一般的な電子機器（AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など）および本資料に明示した用途への使用を意図しています。
- 7) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされておられません。
- 8) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム
- 9) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器
- 10) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 11) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 12) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上でご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス・オフィスまでお問合せください。
- 13) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。
- 14) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

<http://www.rohm.co.jp/contact/>