



MCP1012

絶縁型コンバータ向け一次側起動 IC

特長：

- 高電圧起動 (定格 500 V/700 V)
- 最小限の外付け部品
- 起動用の内部開ループ ピーク電流モード (PCM) 電流レギュレータ
- 21 μ s 固定の電流レギュレータ オフタイム
- 周期を設定可能な低周波オシレータ (LFO)
- サイクル単位の電流制限
- 電流連続モード (CCM) 動作に対する保護
- アイソレータ (オプトカプラまたはパルストランス) を介して二次側コントローラから外部 PWM コマンドを受信
- 低電圧ロックアウト (UVLO) および過電圧ロックアウト (OVLO) 保護
- スリープ / 復帰コマンド
- スリープ中消費電力 : <15 mW
- 堅牢なゲートドライバ (65 kHz で 2.2 nF 負荷を駆動可能)
- 過熱保護 (サーマルシャットダウン)
- パッケージ : 7 ピン SOIC
- 環境への配慮 : EU RoHS 準拠、鉛フリー

応用例

- AC120 ~ 240 V の AC/DC アプリケーション
- 高入力電圧アプリケーション (最大 DC 500 V)
- ガルバニック絶縁が要求される DC/DC 変換
- オフライン スイッチング電源 (SMPS) 以下のアプリケーション :
 - パワーオン リセット (POR) 電圧源
 - バッテリ充電用電流源
 - 絶縁型バルクエネルギー貯蔵システム

参考文献

- MCP1012 1W 開発ボード ユーザガイド
- MCP1630 データシート
- MCP2221A データシート
- UCS2113 データシート

概要

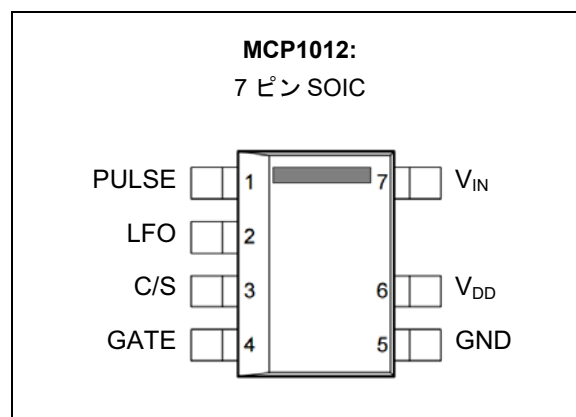
MCP1012 は、二次側コントローラと連動するオフライン スイッチング電源コンバータを起動するための一次側起動 IC として使います。MCP1012 は二次側からの制御信号がリニア方式ではありません。二次側コントローラ (デジタルおよび / またはアナログ) は、性能と効率を向上させる高度な適応制御スキームを使ってリニアにレギュレートします。

電力コンバータの代表例はフライバック コンバータです。

MCP1012 の主な機能は以下の通りです。

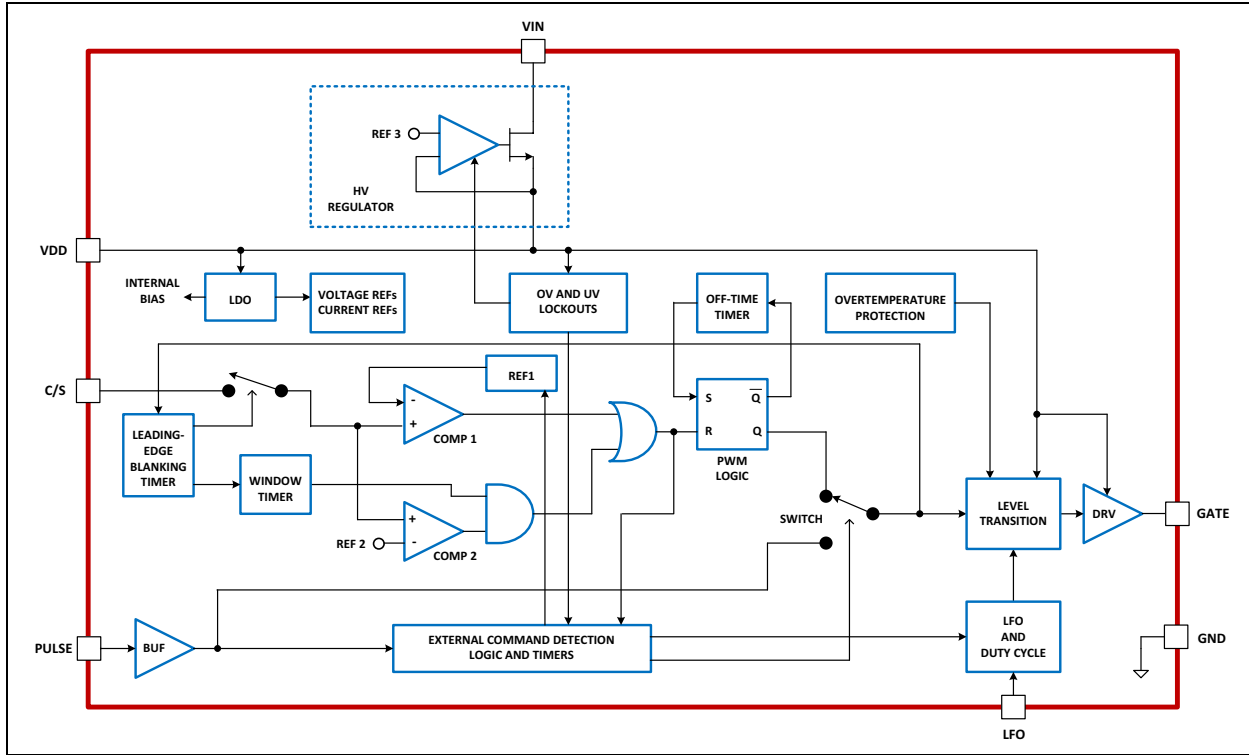
- 内部の開ループ ピーク電流モード電流レギュレータを使ってフライバック コンバータを起動する
- オプトカプラまたはパルストランスを介して二次側コントローラから PWM コマンドを受け取る
- 低電圧ロックアウト (UVLO) および過電圧ロックアウト (OVLO) 保護を提供する
- サイクル単位のピーク電流制限 (内部電流レギュレータによる制御中と二次側コントローラによる制御中の両方に適用)
- 過熱保護

パッケージタイプ (上面から見た図)

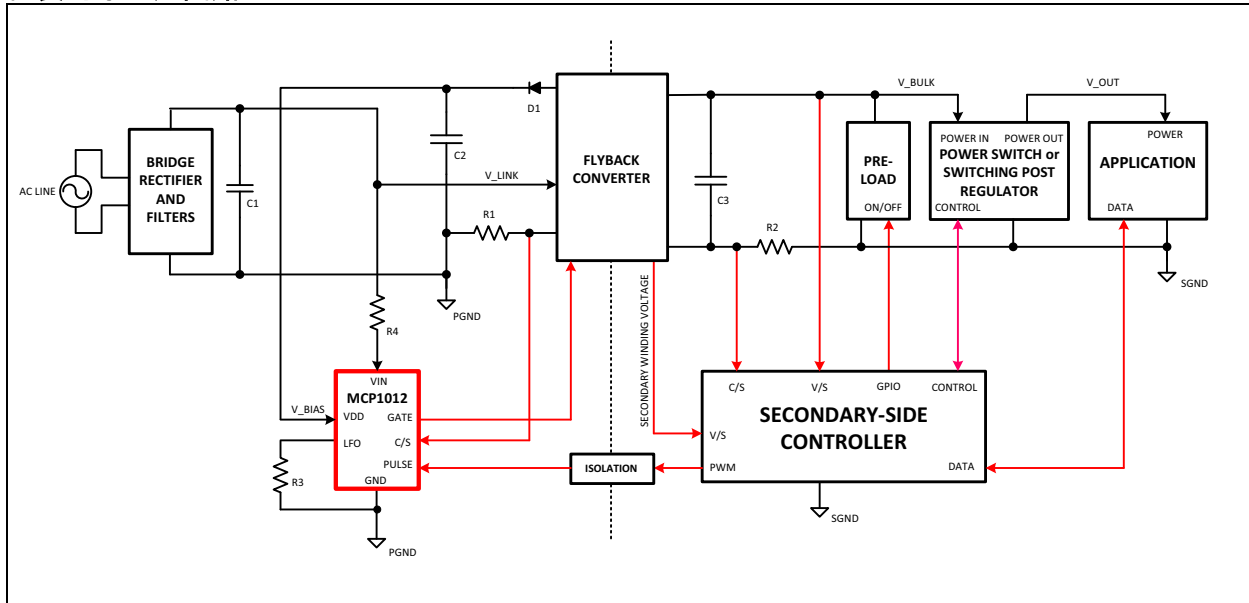


MCP1012

機能ブロック図



代表的な応用回路



1.0 電気的特性

1.1 最大絶対定格 †

入力電圧: V_{IN} (Note 1)	+700 V
外部バイアス電圧: V_{DD}	+30 V
PULSE、GATE ピン電圧	$V_{GND} - 0.3 V \sim V_{DD} + 0.3 V$
C/S、LFO ピン電圧	$V_{GND} - 0.3 V \sim 5.0 V + 0.3 V$
動作時周囲温度	-40 ~ +105 °C
保管温度	-65 ~ +150 °C
最高接合部温度	+125 °C
全ピンの ESD 保護 (HBM)	低電圧ピンに対して ±2 kV、高電圧ピンに対して 700 V

† 注意: この「絶対最大定格」を超える条件は、デバイスに恒久的な損傷を生じさせる可能性があります。これはストレス定格です。本書の動作表に示す条件または上記から外れた条件でのデバイスの運用は想定していません。絶対最大定格条件を超えて長期間曝露させるとデバイスの信頼性に影響する可能性があります。

Note 1: V_{IN} の定格は連続動作時に最大 500 V です。 V_{IN} は 10 kΩ 直列抵抗 (「代表的な応用回路」内の R4) を接続した状態で、過渡的印加に最大 700 V まで耐えます。

DC 特性

電気的特性: 特に明記しない限り以下の条件を適用:

$$V_{DD} = 15.0 V, C_{VDD} = 0.1 \mu F \times 7R, C_{GATE} = 2.2 nF, T_A = +25 ^\circ C$$

太字の仕様値は動作時周囲温度の全レンジ (-40 ~ +105 °C) に適用されます。

パラメータ	シンボル	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
高電圧起動セクション						
V_{IN} ピンでの最小起動電圧	V_{IN}	—	16	—	V	(Note 2)
HV リニア レギュレータに流れる起動電流	$I_{START-HV}$	3	14.6	—	mA	$V_{DD} = 2 V, V_{IN} = 100 V$
V_{DD} 調整電圧	V_{DD}	10.5	11.1	11.7	V	$V_{IN} = 100 V$
V_{DD} レギュレータ ターンオフしきい値電圧	V_{DD_T-OFF}	10.9	11.5	12.1	V	$V_{IN} = 100 V$
起動後のリーク電流	I_{LEAK}	—	1	10	μA	$V_{IN} = 500 V, V_{DD} = 15 V$ (Note 2)
V_{DD} セクション						
低電圧ロックアウト ターンオフしきい値	$UVLO_{OFF}$	9.5	10.0	10.5	V	V_{DD} 電圧上昇時 (Note 3)
低電圧ロックアウト ターンオンしきい値	$UVLO_{ON}$	8.9	9.4	9.9	V	V_{DD} 電圧下降時 (Note 3)
過電圧保護ターンオンしきい値	$OVLO_{ON}$	17.0	17.9	18.8	V	V_{DD} 電圧上昇時 (Note 3)
過電圧保護ターンオフしきい値	$OVLO_{OFF}$	15.4	16.2	17.0	V	V_{DD} 電圧下降時 (Note 3)
起動電流	$I_{START-VDD}$	—	320	480	μA	$V_{DD} = V_{UVLO-ON} - 1 V$ (Note 3)
ゲート スwitchングなしでの動作電流	I_{OP}	—	600	900	μA	$V_{DD} = 15 V$ (Note 3)、 $R_{LFO} = 47.5 k\Omega$
OVLO 中の静止電流	I_Q	—	500	750	μA	$V_{DD} = V_{UVLO-ON} + 1 V$ (Note 3)
V_{DD} OVP2 しきい値電圧	V_{OVP2}	24	27	29.9	V	
OVP2 モード中のシャント電流	I_{DD_OVP2}	3	5	7	mA	$V_{DD} > V_{OVP2}$

Note 1: この仕様値は特性評価から得られた値であり、全数検査は実施していません。

2: 設計指標です。

3: V_{DD} には外部電圧源を使用しました。

MCP1012

DC 特性 (続き)

電氣的特性：特に明記しない限り以下の条件を適用： $V_{DD} = 15.0\text{ V}$ 、 $C_{VDD} = 0.1\ \mu\text{F} \times 7R$ 、 $C_{GATE} = 2.2\ \text{nF}$ 、 $T_A = +25\ ^\circ\text{C}$ 太字の仕様値は動作時周囲温度の全レンジ (-40 ~ +105 °C) に適用されます。						
パラメータ	シンボル	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
低周波オシレータ (LFO)						
オシレータ周波数	f_{OSC}	37	50	63	Hz	$R_{LFO} = 1\ \text{M}\Omega$
		0.70	0.94	1.18	kHz	$R_{LFO} = 47.5\ \text{k}\Omega$
電流検出セクション						
C/S ピン入力バイアス電流	$I_{C/S}$	—	—	10	$\infty\ \text{A}$	$V_{C/S} = 0.25\ \text{V}$
出力に対する伝播遅延	t_{C/S_DELAY}	—	140	280	ns	$V_{C/S} = 0.25\ \text{V} + 30\ \text{mV}$ オーバードライブ
リーディングエッジブランキング (LEB) 時間	t_{LEB}	145	240	335	ns	
ブランキング直後のしきい値電圧	Ref2	80	100	120	mV	Note 2
ブランキング後に Ref2 制限を適用する時間ウィンドウ	t_{SNS_Ref2}	100	166	234	ns	Note 2
外部コマンド動作時の COMP1 しきい値電圧	Ref1	229	252	275	mV	
内部コマンド動作時の COMP1 しきい値電圧	Ref1	113	125	137	mV	Note 2
内部電流レギュレータ セクション						
レギュレータ オフタイム	t_{OFF}	12.5	21	29	μs	
1 サイクル中の連続パルス数	n_{PULSES}	—	16	—	パルス	
コマンド検出セクション						
外部 PWM 動作周波数	f_{PWM}	—	—	100	kHz	
出力に対する伝播遅延	t_{PULSE_DELAY}	—	120	280	ns	
外部 PWM 途絶時間	t_{PWM_CEASE}	145	260	375	ns	
スリープモード向け周波数レンジ	f_{SLEEP}	450	500	—	kHz	
スリープモード向け有効パルス High/Low レベル期間	t_{SLEEP}	—	—	1.1	μs	
パルス入力 High レベル	$PULSE_{HIGH}$	3.5	—	V_{DD}	V	
パルス入力 Low レベル	$PULSE_{LOW}$	0	—	1.5	V	
パルス入力バイアス電流	I_{PULSE}	—	10	—	μA	Note 1
ゲート出力セクション						
出力電圧 Low レベル	$V_{GATE-LOW}$	—	—	0.1	V	DC 試験
出力電圧 High レベル	$V_{GATE-HIGH}$	14.9	—	—	V	DC 試験
出力プルアップ抵抗	$R_{PULL-UP}$	—	9.5	13	Ω	$I_{OUT} = 50\ \text{mA}$
出力プルダウン抵抗	$R_{PULL-DOWN}$	—	2.5	3.4	Ω	$I_{OUT} = 50\ \text{mA}$
立ち上がり時間	t_{RISE}	—	—	250	ns	
立ち下がり時間	t_{FALL}	—	—	160	ns	
GATE ソース駆動能力	I_{SOURCE}	500	—	—	mA	$V_{GATE} = 0$ (Note 2)
GATE シンク駆動能力	I_{SINK}	1000	—	—	mA	$V_{GATE} = 15\ \text{V}$ (Note 2)
GATE と GND 間の内部抵抗	$R_{GATE-GND}$	140	230	320	$\text{k}\Omega$	

Note 1: この仕様値は特性評価から得られた値であり、全数検査は実施していません。

2: 設計指標です。

3: V_{DD} には外部電圧源を使用しました。

DC 特性 (続き)

電気的特性：特に明記しない限り以下の条件を適用：

$$V_{DD} = 15.0 \text{ V}, C_{VDD} = 0.1 \mu\text{F} \times 7R, C_{GATE} = 2.2 \text{ nF}, T_A = +25 \text{ }^\circ\text{C}$$

太字の仕様値は動作時周囲温度の全レンジ (-40 ~ +105 °C) に適用されます。

パラメータ	シンボル	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
過熱保護セクション						
接合部保護温度	T_{OTP}	—	146	—	°C	Note 1
ヒステリシス	T_{HYS}	—	26	—	°C	Note 1

Note 1: この仕様値は特性評価から得られた値であり、全数検査は実施していません。

2: 設計指標です。

3: V_{DD} には外部電圧源を使用しました。

温度仕様

パラメータ	記号	Min.	Typ.	Max.	単位	条件
温度レンジ						
動作時周囲温度レンジ	T_A	-40	—	+105	°C	定常
動作時接合部温度	T_J	-40	—	+125	°C	
保管温度レンジ	T_S	-65	—	+150	°C	
パッケージ熱抵抗						
熱抵抗、7ピン SOIC	θ_{JA}	—	141.5	—	°C/W	

MCP1012

NOTE:

2.0 代表性能曲線

Note: 以下の図表は限られたサンプル数に基づく統計的な結果であり、あくまでも情報提供を目的としています。ここに記載する性能特性はテストされておらず保証されません。図表の一部は仕様動作レンジ外で計測されたデータも含みます (例: 仕様レンジ外の電源を使用)。従って、これらのデータは保証範囲外です。

Note: 特に明記しない限り $T_A = +25^\circ\text{C}$ です。

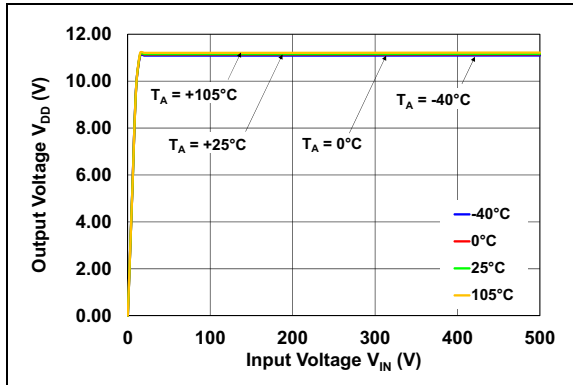


図 2-1: V_{IN} 入力電圧に対する V_{DD}

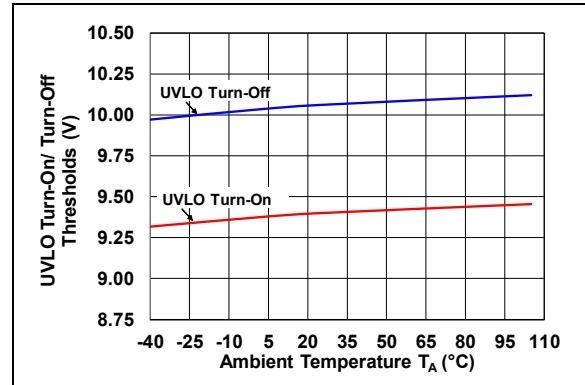


図 2-4: 温度に対する UVLO ターンオフ/ターンオンしきい値電圧

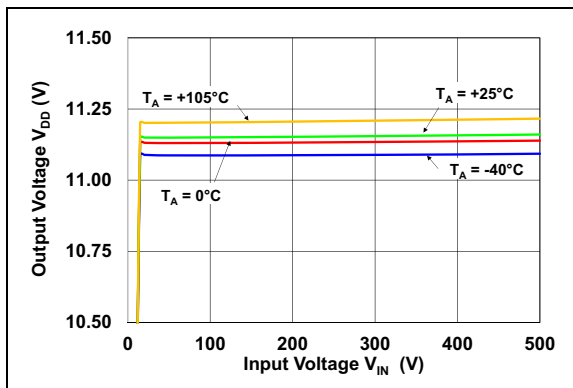


図 2-2: V_{IN} 入力電圧に対する V_{DD} (拡大図)

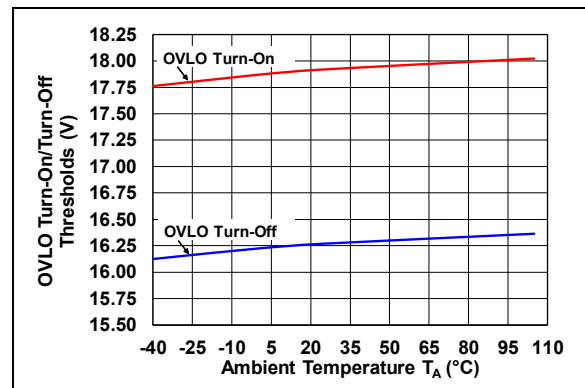


図 2-5: 温度に対する OVLO ターンオフ/ターンオンしきい値電圧

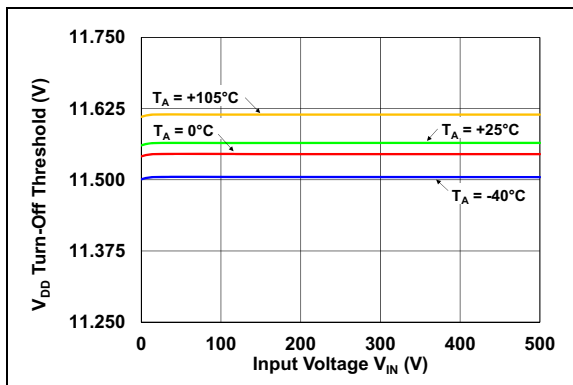


図 2-3: V_{IN} 電圧に対する V_{DD} レギュレータターンオフしきい値電圧

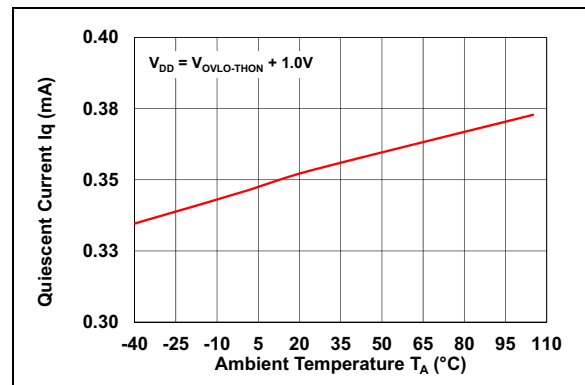


図 2-6: 温度に対する OVLO 中の静止電流

MCP1012

Note: 特に明記しない限り $T_A = +25^\circ\text{C}$ です。

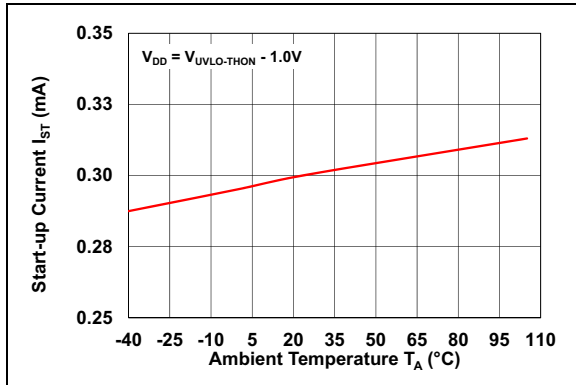


図 2-7: 温度に対する UVLO 中の起動電流

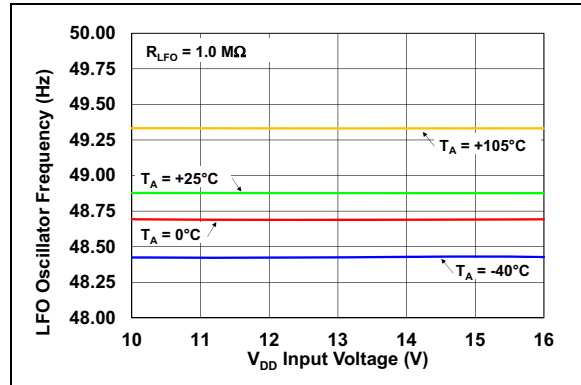


図 2-10: V_{DD} 入力電圧に対する LFO 周波数

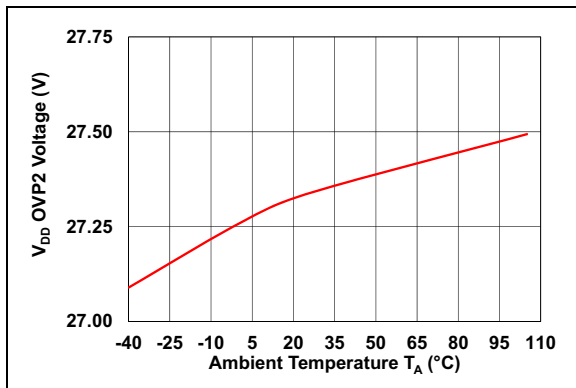


図 2-8: 温度に対する V_{DD} OVP2 電圧

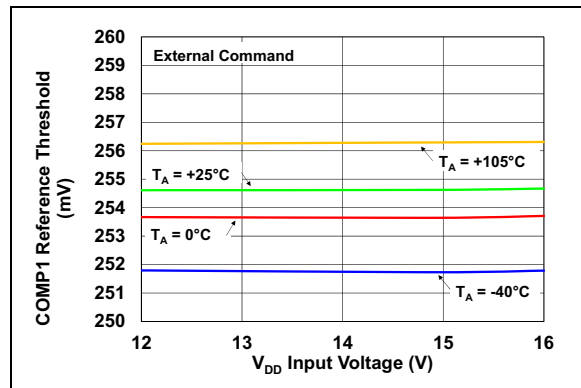


図 2-11: V_{DD} 入力電圧に対する外部コマンド中の COMP1 参照電圧

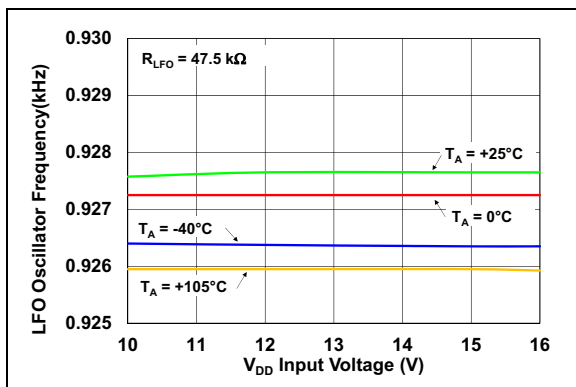


図 2-9: V_{DD} 電圧に対する LFO 周波数

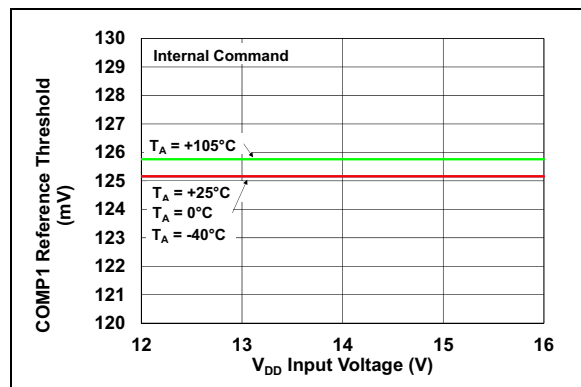


図 2-12: V_{DD} 入力電圧に対する内部コマンド中の COMP1 参照電圧

Note: 特に明記しない限り $T_A = +25^\circ\text{C}$ です。

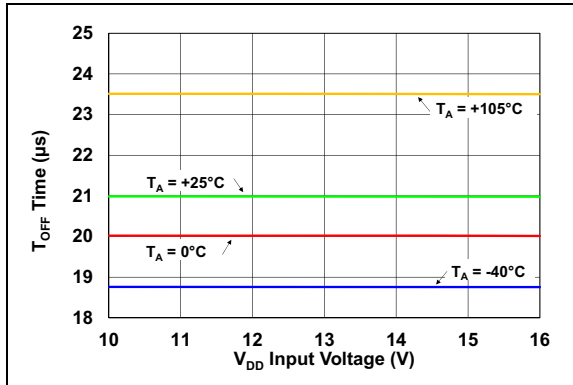


図 2-13: V_{DD} 入力電圧に対するオフタイム

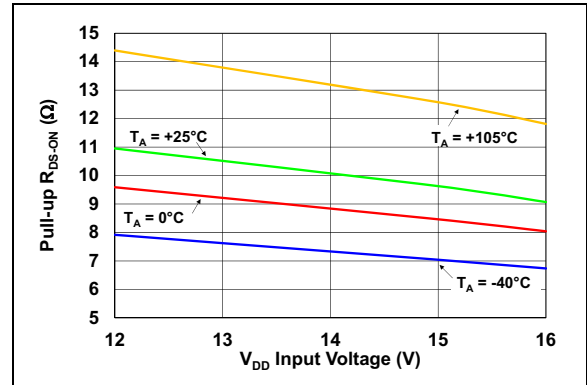


図 2-16: V_{DD} 入力電圧に対する出力ハイサイドトランジスタ R_{DS-ON}

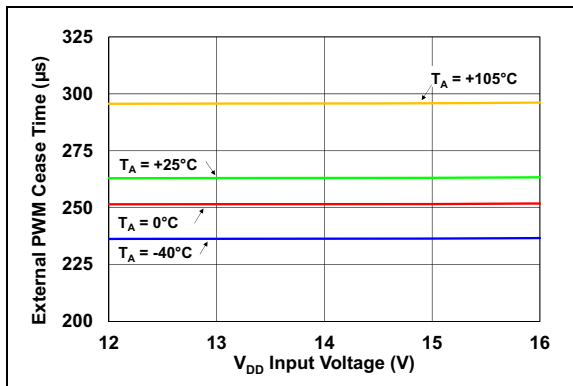


図 2-14: V_{DD} 入力電圧に対する外部 PWM 途絶時間

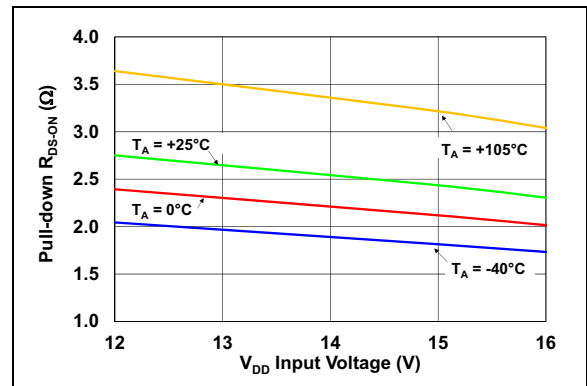


図 2-17: V_{DD} 入力電圧に対する出力ローサイドトランジスタ R_{DS-ON}

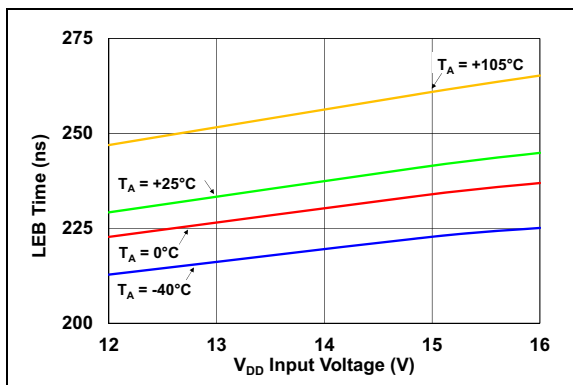


図 2-15: V_{DD} 入力電圧に対する LEB 時間

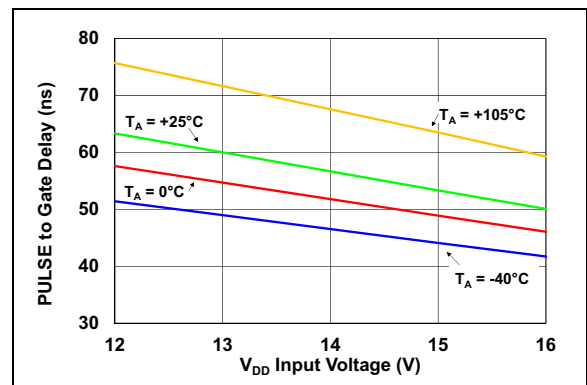


図 2-18: V_{DD} 入力電圧に対する PULSE- ゲート間遅延

MCP1012

Note: 特に明記しない限り $T_A = +25^\circ\text{C}$ です。

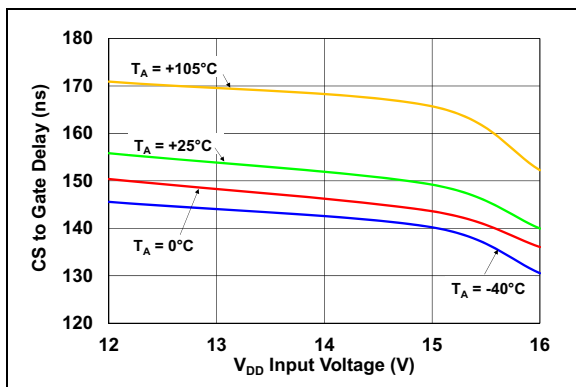


図 2-19: V_{DD} 入力電圧に対する C/S- ゲート間遅延

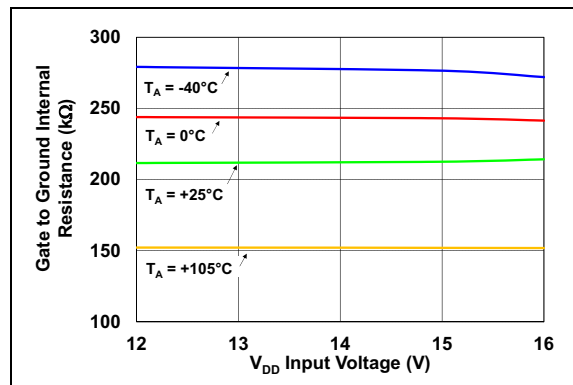


図 2-20: V_{DD} 入力電圧に対するゲート-グラウンド間抵抗

3.0 ピンの説明

表 3-1 にピン機能の一覧を示します。

表 3-1: ピン割り当て表

MCP1012 7ピン SOIC	シンボル	概要
1	PULSE	外部 PWM コマンド入力ピン
2	LFO	低周波オシレータピン: このピンと GND の間に接続する抵抗により LFO のスイッチング周期を設定します。
3	C/S	電流検出入力ピン
4	GATE	MOSFET ゲートドライバ出力ピン
5	GND	回路グランドピン
6	V _{DD}	HV リニア レギュレータの出力として機能し、ゲートドライバと本 IC の内部低電圧回路にバイアスを提供します。V _{DD} は外部バイアス電圧源の入力としても機能します。
7	V _{IN}	起動中に本 IC をバイアスするための高電圧入力ピン

3.1 PULSE ピン

このピンは、オプトカプラまたはパルストランスを介して二次側コントローラからの信号を受け取ります。二次側コントローラがフライバック コンバータのリニア制御中である場合、PULSE への信号はデューティサイクルが変化するパルス幅変調 (PWM) 波形であり、その周波数レンジは 20 kHz ~ 65 kHz です。PULSE ピンで信号が検出されている間は、GATE ピンは PULSE ピンを介してゲートコマンドを受け取ります (本 IC の内部電流レギュレータから受け取るのではない)。PULSE ピンへの信号が 260 μ s (typ.) よりも長く途絶すると、GATE ピンは本 IC の内部電流レギュレータからゲートコマンドを受け取ります。二次側コントローラは、PULSE ピンへ高周波数 PWM 波形 (500 kHz typ.) の短いバースト (5 パルス) を送信する事により、ゲートドライバの全てのゲート動作をシャットダウンしてスリープモードを開始できます。二次側コントローラが PULSE ピンへの信号送信を再開するか、V_{DD} ピン電圧が UVLO の下限値を下回ると、ゲート動作は再開します。

3.2 LFO(低周波オシレータ)ピン

起動中に二次側へ供給される電力は、内部低周波オシレータ (LFO) のスイッチング周波数によって決まります。LFO のデューティサイクルは、内部開ループピーク電流モード電流レギュレータのスイッチング周期の数によって決まります。この数は 16 に固定されています。内部開ループピーク電流モード電流レギュレータからの PWM コマンドで動作している間は、このデューティサイクルで GATE が ON/OFF します。LFO のスイッチング周期は、LFO ピンに接続した抵抗の値によって決まります。

3.3 C/S (電流検出) ピン

このピンは、外部電流検出抵抗での電圧降下を検出します。この電圧はトランスの一次電流を反映します。MOSFET のターンオン電流スパイクによってオンタイムが早期終了する事を防ぐため、このピンにはリー

ディング エッジ ブランキング (LEB) タイマが適用されます。C/S 電圧は 2 つのコンパレータ (COMP1 と COMP2) により 2 つの参照値と比較されます。COMP1 は、C/S ピンで検出される最大電圧を制限します (最大電流制限値は参照値 REF1 により設定)。COMP2 は、LEB 期間の後のウィンドウタイマ期間中に有効となります。ウィンドウタイマ期間中の C/S ピン電圧は、COMP2 の参照値 (REF2) 以下に制限されます。

3.4 GATE ピン

このピンは、ゲートドライバから外部 N チャンネル パワー MOSFET への出力です。

3.5 GND(グランド)ピン

全ての内部回路のグランドリターンです。GND ピンは、ゲートドライバと本 IC の内部バイアスの両方に対するグランドです。プリント基板を設計する際は、1 ピン GND の共用に対して配慮する必要があります。

3.6 V_{DD} ピン

V_{DD} ピンは HV リニア レギュレータの出力であり、ゲートドライバと本 IC の内部低電圧レギュレータにバイアスを提供します。V_{DD} ピンと GND の間に外付けコンデンサを接続します。V_{DD} は、外部バイアス電圧 (すなわちコンバータからの一次側バイアス) の入力としても機能します。外部バイアス電圧が十分に高い場合、本 IC は HV リニア レギュレータをターンオフできます。V_{DD} は、低電圧ロックアウト (UVLO) および過電圧ロックアウト (OVLO) ブロックにより監視されます。

3.7 V_{IN} ピン

起動中に本 IC をバイアスするための高電圧入力です。V_{IN} は、本 IC の内部 HV リニア レギュレータへの入力です。V_{IN} 電圧はこのレギュレータにより降圧されます。このレギュレータの出力が V_{DD} です。

MCP1012

NOTE:

4.0 デバイス概要

MCP1012 は、二次側コントローラと連動するオフラインフライバックコンバータを起動するための一次側起動 IC として使います。二次側コントローラには Microchip 社のマイコン内蔵アナログ電源 (Digitally Enhanced Power Analog: DEPA) デバイスや PIC[®] MCU または ARM ベースのデジタルコントローラ等が使えます。二次側コントローラは電源の絶縁された側にあるため、二次側コントローラのリソースはアプリケーション (負荷側) から相互に利用できます。

4.1 入力電圧 (V_{IN})

内部 HV (高電圧) リニアレギュレータは V_{IN} ピンと V_{DD} ピンの間に位置します。 V_{IN} ピンは、整流およびフィルタ処理後の AC ラインに直接接続できます。通常 AC ラインの電圧レンジは AC85 ~ 265 V であり、整流後の電圧 (V_{LINK}) レンジは DC120 ~ 375 V です。連続動作時の V_{IN} の最大定格は 500 V です。 V_{IN} は、10 k Ω の直列抵抗を接続した状態で、過渡的印加に最大 700 V まで耐えます。

MCP1012 が起動モード中である場合、本 IC のバイアスは V_{IN} ピンを介して V_{LINK} から引き出されます。HV リニアレギュレータは、 V_{DD} を 11.1V (typ.) に調整します。フライバックコンバータが起動すると、一次側バイアスは追加のトランス巻き線により確保されます。このバイアスによって V_{DD} は 11.1V 以上に上昇する必要があります。これにより、内部 HV リニアレギュレータはしきい値電圧 (11.5V typ.) でターンオフし、このレギュレータに流れる電流 (V_{IN} ピンを介して V_{LINK} から引き出される電流) は 0 近くまで低下します。HV リニアレギュレータがターンオフすると、MCP1012 は **PULSE** ピンを介して二次側コントローラから外部 PWM コマンドを受け取ります。二次側コントローラは、MCP1012 が外部からバイアスされた状態を保てるようにコンバータの電圧調整を維持する必要があります。

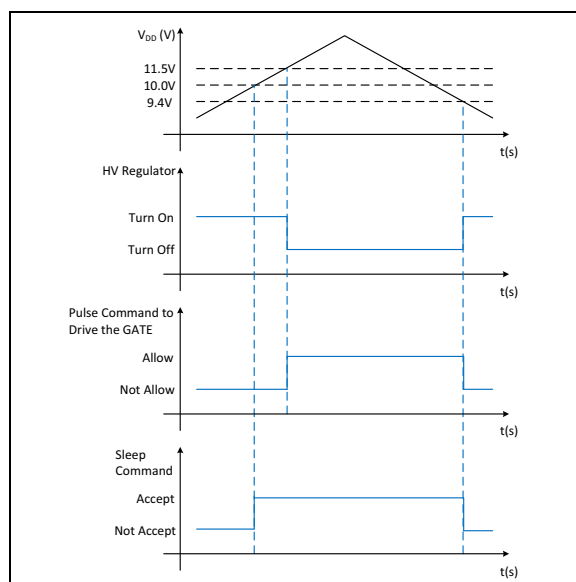


図 4-1: UVLO と HV リニアレギュレータのターンオフしきい値

4.2 V_{DD} - HV リニアレギュレータ出力 / 外部バイアス入力

V_{DD} は本 IC の内部 HV リニアレギュレータの出力として機能する他に、フライバックコンバータから追加のトランス巻き線を介して提供される外部バイアスの入力としても機能します。 V_{DD} は、0.1 μ F 以上のコンデンサによって GND へバイパスする必要があります。このコンデンサはゲート駆動ピーク電流の原因となるため、プリント基板 (PCB) のトレースを配置する際にこの事を考慮する必要があります。本 IC への電源が V_{IN} ピンを介して V_{LINK} から供給されている場合、 V_{DD} は内部 HV リニアレギュレータによって 11.1 V (typ.) に調整されます。通常動作中のフライバックコンバータは、公称 11.5 V 以上かつ過電圧ロックアウト (OVLO) 保護しきい値未満のバイアスを V_{DD} へ提供する必要があります。これにより、内部 HV リニアレギュレータはシャットダウンし、本 IC は PULSE ピンで外部 PWM コマンドを受け取り可能となります。

V_{DD} は、本 IC のゲートドライバとその他の低電圧回路を直接バイアスします。外部パワー MOSFET のゲートを保護するため、 V_{DD} は低電圧ロックアウト (UVLO) ブロックと過電圧ロックアウト (OVLO) ブロックにより監視されます。UVLO のヒステリシスレンジは 9.4 ~ 10.0 V (typ.) です。 V_{DD} が UVLO しきい値を超えると、本 IC の内部電圧レギュレータによる **GATE** の駆動が許可されます。 V_{DD} が HV リニアレギュレータターンオフしきい値 (11.5V typ.) を越えると、MCP1012 は **PULSE** ピンを介して外部 PWM コマンドが **GATE** を駆動する事を許可します。 V_{DD} が 9.4 V (typ.) を下回った場合、MOSFET のゲート処理は停止する必要があります。OVLO のヒステリシスレンジは 16.2 ~ 17.9 V (typ.) です。 V_{DD} が 17.9V (typ.) を超えた場合、MOSFET のゲート処理は停止する必要があります。

トランス巻き線の漏れインダクタンスによる電圧過渡変化のため、 V_{DD} 電圧は 30 V レベルまでさらに上昇する可能性があります。このため、第 2 の過電圧保護 (OVP2) として電流シャントが V_{DD} に追加されています。 V_{DD} 電圧が 27 V (typ.) を上回る場合、定格 5 mA (typ.) のシャントによって漏れエネルギーを消散させる事で、過渡的な電圧の上昇を制限できます。

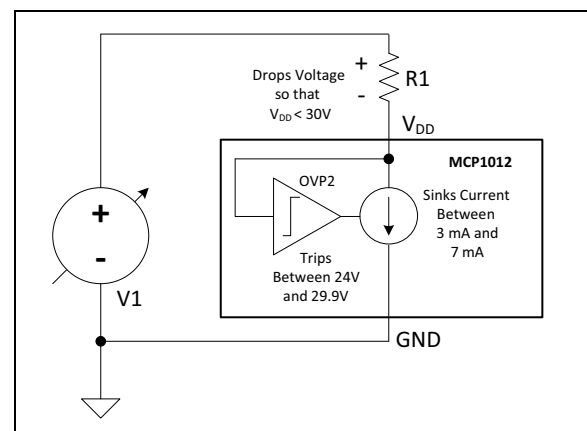


図 4-2: V_{DD} 過渡保護シャント

MCP1012

4.3 グランド (GND) ピン

MCP1012内のゲートドライバと全ての低消費電力(信号レベル)回路は1本のグランドピン(GND)を共有します。従って、プリント基板(PCB)上の電源および信号の戻り経路の配置には最大限の注意を払う必要があります。

4.4 電流検出 (C/S) ピン

C/S ピンは、外部電流検出抵抗の正極側電圧を検出します。この抵抗の値は、トランス一次側電流が最大許容値に達した時に検出される電圧が 252 mV となるように選定します。252 mV (typ.) は、MCP1012 が PULSE ピンを介して外部 PWM 信号により制御されている時(通常実行モード中)に使われるコンパレータ COMP1 の参照電圧 (REF1) です。

電流検出信号は、外部 MOSFET ゲートオンタイムの開始時に 240 ns (typ.) 間「ブランキング」されます。これをリーディングエッジブランキング (LEB) と呼びます。LEB により、MCP1012 の内部電流レギュレータは、電流検出抵抗に流れるターンオン電流スパイクを無視できます。これにより、オンタイムの早期終了を招く無用なトリップを防ぐ事ができます。

LEB 期間が終了するとウィンドウタイム期間 (166 ns, typ.) が始まります。このウィンドウ中に、COMP2 コンパレータは C/S の信号レベルを REF2 (100 mV typ.) と比較します。ウィンドウタイム期間中に信号レベルが REF2 を超えると、ゲートオンタイムは終了します。COMP2 は、フライバック コンバータが連続モード動作に過剰に入り込んでしまうのを防ぐ事を目的とします。これにより、二次側に異常がある場合に、トランスの二次側巻き線で過大な電流を防ぐ事ができます。

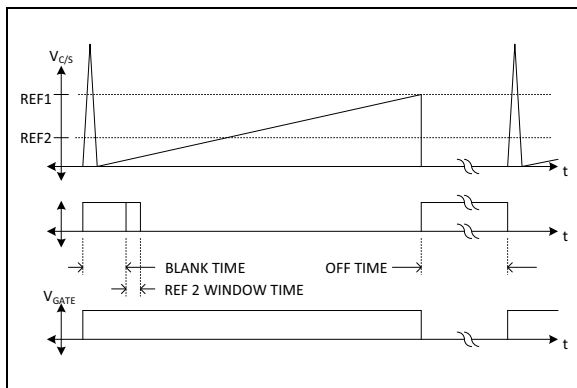


図 4-3: C/S 信号が COMP1 の REF1 に達した場合の GATE オンタイムの終了

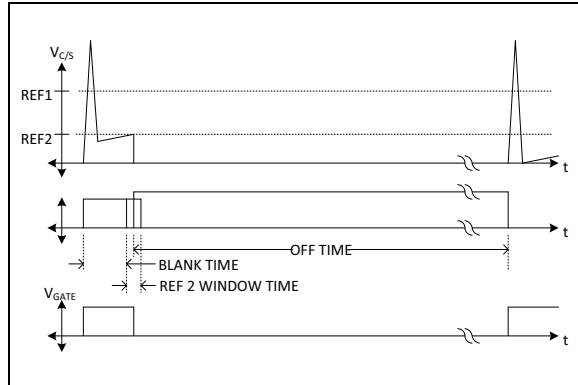


図 4-4: C/S 信号が COMP2 の REF2 に達した場合の GATE オンタイムの終了

COMP1 および COMP2 出力の論理和 (OR) が SR ラッチに入力されます。どちらのコンパレータも SR ラッチをリセットできます。リセットが発生すると、オンタイムが終了してオフタイムが始まります。オフタイムの長さは内部で 21 μ s (typ.) に固定されています。オフタイムの終了によって SR ラッチがセットされ、オンタイムが再び始まります。この構成は開ループピーク電流モード電流レギュレータを形成します。

この電流レギュレータは、起動モード中にトランスの一次側電流を制限しながらフライバック コンバータの出カコンデンサを充電する事で、二次側コントローラの起動を可能にします。COMP1 は最大電流制限保護を提供し、COMP2 はフライバック コンバータが過剰に電流連続モード (COM) 動作に入り込む事を防ぎます。内部電流レギュレータが GATE を制御している間 (すなわち起動モード中) は、COMP1 の REF1 が 125 mV (typ.) に設定されます。

フライバック コンバータが起動すると、二次側コントローラは PULSE ピンを介して MCP1012 のゲートドライバを制御します。COMP1 と COMP2 は、フライバック コンバータの起動後も電流保護機能を提供し続けます。二次側コントローラがコンバータを正常に制御している限り、C/S ピンの信号は COMP1 も COMP2 もトリップさせません。従って、オンタイムもオフタイムも外部コントローラの指示通りに制御されます。MCP1012 が外部から制御されている時に COMP1 または COMP2 がトリップするとオンタイムは終了し、次のオンタイムは外部コントローラから PULSE ピンへ送信される PWM 信号によって開始されます。MCP1012 が外部から制御されている間 (すなわち通常実行モード中) は、COMP1 の REF1 が 252 mV (typ.) に設定されます。

4.5 低周波オシレータ (LFO)

MCP1012は低周波オシレータ (LFO) を備えています。LFOの周波数は 50 ~ 1000 Hz (typ.) のレンジで選択できます。この周波数は、LFO ピンに接続した抵抗の値によって決まります (式 4-1 参照)。

式 4-1:

$$R_{LFO} = \frac{5 \cdot 10^7}{f} - 6011.2$$

R_{LFO} = LFO ピンと GND の間の抵抗値 (Ω)
 f = 周波数 (Hz)

LFO のデューティサイクルのオンタイムは、内部開ループ ピーク電流モード電流レギュレータのスイッチング周期の数で指定されます。この数は 16 に固定されています。言い換えると、起動中に **GATE** は、LFO の各スイッチング周期で MOSFET を内部電流レギュレータ周波数で 16 回駆動します。

LFO を使って起動中に二次側へ供給される電力を決定する方法を以下に示します。

- 必要な起動電力 **P** (単位は W) を決定します。
 - この電力と充電される出力コンデンサの大きさにより、フライバック出力電圧の立ち上がり速度が決まります。
 - 出力整流損失と二次側静止負荷も、出力電圧の立ち上がり速度に影響を及ぼします。
- 出力コンデンサが充電された後、コンデンサの電圧はシャントによってクランプされる場合があります。シャントは、二次側コントローラが起動して MCP1012 の制御を引き継ぐまで、二次側コントローラによって消費されない起動電力を消散させます。二次側コントローラが起動した後は、シャントをターンオフできます。
- トランスの一次側電圧範囲の中央値 (AC 整流後電圧変動範囲の中央) を選定します。
- フライバック トランスの一次側インダクタンス (L_{MAG}) の値を使います。
- 一次側電流検出抵抗の値を使います。
 - この値により、COMP1 の参照電圧が 252 mV に設定されている時のコンバータの最大許容電力が決まります。

- 起動中は、COMP1 の参照電圧は 125 mV に設定されます。 L_{MAG} とフライバックへの入力電圧が既知であれば、一次側電流が上昇して電流検出抵抗で計測される電圧が 125 mV に達するまでにかかる時間が決まります。
- 内部電流レギュレータのオフタイムは 21 μ s (typ.) で固定されています。電流検出抵抗で計測される電圧が 125 mV に達するまでの時間を 21 μ s のオフタイムに加算する事で、内部電流レギュレータのスイッチング周期が決まります。
- 各スイッチング サイクル中に二次側へ供給されるエネルギーを計算します。電流検出抵抗で計測される電圧が 125 mV である時の一次側ピーク電流 (I_{peak}) が決まれば、供給されるエネルギー **E** (単位は J) は下式により求められます。

$$0.5 * L_{MAG} * I_{peak}^2$$
- このエネルギーを 16 倍します。これは各 LFO スwitching 周期中に供給されるエネルギーです。
- 目標とする起動電力 **P** を供給するために必要な 1 秒あたりの LFO 周期数 (すなわち LFO スwitching 周波数) を下式により求めます。

$$f = P/E$$
 LFO 周波数が決まると、LFO ピンに接続する抵抗の値が決まります。

MCP1012 が起動モード (内部 PWM コマンドで動作) 中である場合、LFO 周期あたり 16 回のゲートパルスが生成されます (パルスは内部開ループ ピーク電流モード電流レギュレータの周波数で生成)。 **GATE** が **PULSE** ピンでの外部 PWM 信号によって制御される通常実行モード中である場合、LFOは無効になります。

4.6 PULSE

PULSE ピンは、外部コントローラ (通常は電源の二次側に配置) から送信される PWM コマンドの入力ピンです。二次側コントローラから **PULSE** ピンへの信号は、オプトカプまたはパルストランスを介して (絶縁境界を越えて) 送信できます。図 4-5 に、**PULSE** 入力インターフェイスを示します。

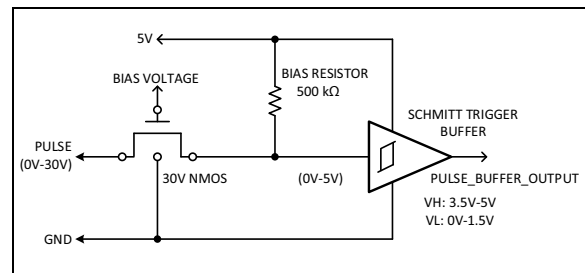


図 4-5: PULSE 入力インターフェイスの概略図

MCP1012

インターフェ이스の概要

- 外部の **PULSE** ドライバ回路を V_{DD} へとバイアス可能
- パルス入力は 30 V NMOS トランジスタを経由する
- 5 V を超えるパルス電圧は 5 V へ変換される
- 500 k Ω のバイアス抵抗が内部 5 V に接続される (プルアップ)
- 入力ソース電流 : 10 μ A typ. (5V/500 k Ω)
- 高速対応 > 1 MHz
- 内部 5 V シュミットトリガ (ロジックレベル対応)
Low レベル = 0 ~ 1.5 V、High レベル = 3.5 ~ 5 V
- ヒステリシス電圧 : 約 300 mV

PULSE ピンで Low 状態の外部 PWM 信号は、**GATE** を High にするコマンドです (**PULSE** はアクティブ Low)。

PULSE で受け取る外部ゲートコマンドは、HV リニアレギュレータが OFF の時のみ **GATE** を駆動します。**PULSE** で受け取る外部「復帰 / スリープ」コマンドは、本 IC がアクティブかつ V_{DD} が UVLO 下限しきい値を上回る場合に有効です。

PULSE 検出ロジックは、SR ラッチの「R」入力 (COMP1 と COMP2 の論理和、「機能ブロック図」参照) を監視します。COMP1 または COMP2 によって「R」入力の状態が遷移すると、このロジックは **GATE** のオンタイムを終了させます。GATE は、外部 PWM 信号の ON コマンドを受け取るまで OFF のままです。

通常、二次側コントローラは 20 kHz ~ 65 kHz でパルス幅変調 (PWM) 信号を送信します。この信号が存在する場合、MCP1012 のゲートドライバは、(本デバイスの内部電流レギュレータからの信号ではなく) **PULSE** ピンでの信号によって駆動されます。これが通常実行モードです。外部 PWM 信号が 260 μ s (typ.) よりも長く途絶した場合、ゲートドライバは内部電流レギュレータによって駆動されます (起動モードに戻ります)。

PWM 信号が途絶して **PULSE** で信号が High 状態のままである場合、PWM 信号の最後の立ち下がりエッジから 260 μ s (typ.) 後に **GATE** は内部電流レギュレータによって制御されます (MCP1012 は起動モードに戻ります)。

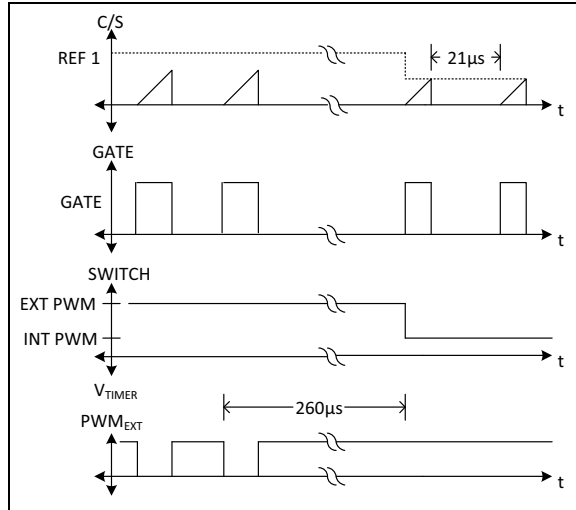


図 4-6: 外部 PWM 信号が途絶して High を維持
PWM 信号が途絶して信号が Low 状態のままである場合、**GATE** は最初に High 状態ですが、**C/S** での信号レベルが COOMP1 または COMP2 のトリップ点に達した時点で **GATE** は Low へ遷移します。PWM 信号の最後の立ち下がりエッジから 260 μ s (typ.) 後に、**GATE** は内部電流レギュレータによって制御されます (MCP1012 は起動モードに戻ります)。

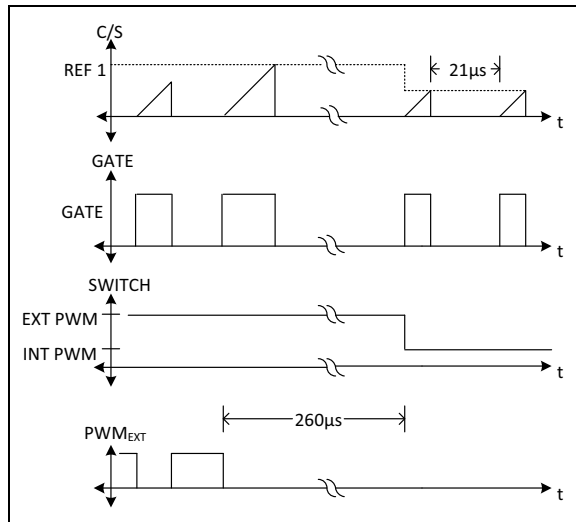


図 4-7: 外部 PWM 信号が途絶して Low を維持

二次側コントローラは、MCP1012のゲート処理をターンオフさせるために **PULSE** ピンへ高周波信号バーストを送信します。**PULSE** ロジックがこの信号を検出すると、MCP1012はスリープモードへ移行します。このバーストパターンには、5回のパルス (**PULSE** ピンで5回の立ち下がリエッジ)が必要です (周波数: 500 kHz (typ.)、デューティサイクル: 50% (typ.))。二次側コントローラからのこのコマンドは、内部電流レギュレータによるゲート処理を禁止します。この「スリープ」状態は、以下により終了します。

- 二次側コントローラが以下のいずれかの信号を送信すると、スリープは終了します。
 - PWM 信号の送信を再開する (通常実行モードへ戻る)、または、
 - 単発パルスを送信する。このパルスから 260 μ s typ. (外部 PWM コマンド途絶期間) が経過した後に、内部電流レギュレータによるゲートドライバの制御が許可されます (起動モードに戻る)。

- V_{DD} 電圧が自然に低下して UVLO 下限しきい値レベルを下回ると、スリープは終了します。
 - バーストパターン (スリープ コマンド) を受信すると、 V_{DD} が UVLO 下限しきい値を下回るか **PULSE** で信号を受信するまで、内部 HV リニアレギュレータはアクティブになれません。
 - PULSE** ロジックは、内部 HV リニアレギュレータがアクティブになって V_{DD} が UVLO 上限しきい値を超えた事を検出すると、内部電流レギュレータによるゲートドライバの制御を許可します (起動モードに戻ります)。

V_{DD} が内部 HV リニアレギュレータからバイアスされている場合または V_{DD} が外部からバイアスされている場合、MCP1012はバーストパターンコマンドを受け取るとゲート処理を停止します。

スリープモードの目的は、MCP1012の消費電力を可能な限り低減する事です。

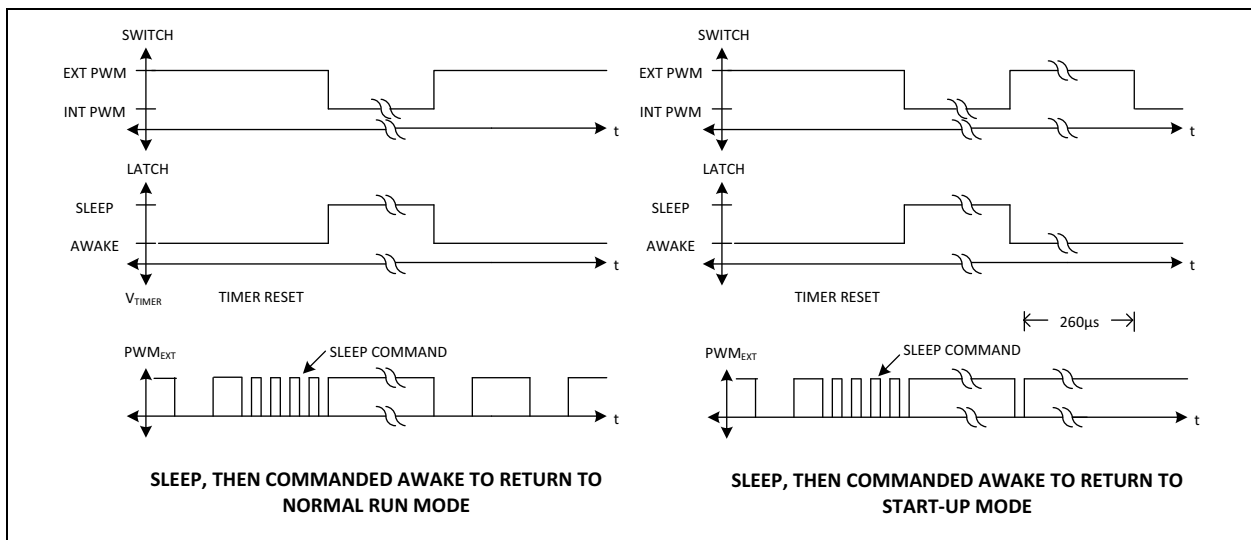


図 4-8: 外部からのコマンドによるスリープモードの開始 / 終了

4.7 応用回路と課題

以下に、MCP1012 を使って「[代表的な応用回路](#)」に記載したフライバック コンバータを起動する場合の例を示します。

- 電源要件：
 - 一般的な AC ライン入力
 - 5 V 出力
 - 出力電流制限：0.5 ~ 3 A のレンジで調整可能
 - スイッチング周波数：65 kHz
 - 低消費電力スタンバイモード
- 動作原理：
 - AC ライン電源が投入されると MCP1012 は起動モードに移行します。
 - 電源供給スイッチは開いており、負荷は電源出力から切り離されています。
 - 電源供給スイッチの例：UCS2113
 - MCP1012 は、一定の起動電力を供給するよう設定されます。
 - プリロード回路はメイン出力のクランプ電圧のすぐ下に 5 V 制御点が位置するように構成します。
 - プリロードによって二次側回路を安全な範囲にバイアスします。
 - 二次側コントローラ (μC) が起動します。
 - 二次側コントローラは、アイソレータを介してプリロードの正極側電圧を 5 V に調整します (通常実行モード)。
 - 電源は、負荷への電力供給開始コマンドをアプリケーションから受け取るまで待機します。
 - アプリケーションからこのコマンドを受け取るまでの間、二次側コントローラは MCP1012 の「スリープ」コマンドを使って「スタンバイモード」に移行できます。
 - 二次側コントローラは、 $I^2\text{C}/\text{USB UART}$ (例：MCP2221A) を介してアプリケーションと通信できます。
- 目標の起動電力を達成するために必要な LFO 周波数を決定します。
 - 二次側への目標起動電力を 1 W とします。
 - この電力は、二次側コントローラが制御を引き継ぐまでプリロードによって消費されません。
 - プリロードは、二次側コントローラが制御の引き継ぎに失敗した場合に起動電力を無期限に消費できる必要があります。
 - フライバック コンバータの出力整流回路で 0.4 W の追加損失があると想定します。
 - トランスは 1.4 W の電力を二次側へ供給します。
 - このフライバック コンバータ (定格 15 W) のトランスは 1 mH の一次側インダクタンス (L_{MAG}) を有すると想定します。
 - MCP1012 の内部電流レギュレータの固定オフタイムは 21 μs (typ.) です。
 - 電流検出抵抗の値を 0.25 Ω とします。
 - COMP1 の REF1 が 252 mV に設定されている時 (通常実行モード中) に最大 1 A の電流が許容されます。従って、通常実行モード中に二次側へ供給可能な最大許容電力は下式により求められます。
$$0.5 * L_{\text{MAG}} * 1^2 * 65000 = 32.5 \text{ W}$$
 - COMP1 の REF1 が 125 mV に設定されている時 (起動モード中) は、最大 0.5 A の電流が許容されます。
 - 内部電流レギュレータのオンタイムを決定します。
 - フライバック コンバータへの中央入力電圧は DC248 V であり、内部電流レギュレータは一般的な AC ライン電圧レンジに対して一定の起動電力を維持すると想定します。
 - オンタイムは下式により求められます。
$$0.5\text{A} * L_{\text{MAG}}/248 \text{ VDC} = 2.016 \mu\text{s}$$
(オフタイムは 21 μs で一定)
 - 内部電流レギュレータのスイッチング周期は下式により求められます。
$$2.016 \mu\text{s} + 21 \mu\text{s} = 23.016 \mu\text{s} \text{ (typ.)}$$
(スイッチング周波数 = 43.4 kHz)
 - 内部電流レギュレータのスイッチングサイクルあたりのエネルギーは、 $0.5 * L_{\text{MAG}} * 0.5^2 = 0.000125 \text{ J}$ です。
 - 内部電流レギュレータの 16 スイッチングサイクルあたりのエネルギーは、 $16 * 0.000125 \text{ J} = 0.002 \text{ J}$ です。
 - 1.4 W を供給するために必要な LFO 周波数は、 $1.4 \text{ W}/0.002 \text{ J} = 700 \text{ Hz}$ です。
 - LFO 周期は、 $1/700 = 1.429 \text{ ms}$ です。
 - LFO ピンに必要な抵抗値は、 $5 * 10^7/700 - 6011.2 = \text{約 } 65.4 \text{ k}\Omega$ です。
 - LFO の「オンタイム」は、 $16 * 23.016 \mu\text{s} = 0.368 \text{ ms}$ です。
 - LFO の「デューティサイクル」は、 $0.368 \text{ ms}/1.429 \text{ ms} = 25.8\%$ です。

4.8 デジタル オプトカプラによる絶縁

通常、電源の外部コントローラは負荷側に置かれ、MCP1012 は AC ライン側に置かれます。そして、両側の間は安全な絶縁バリアにより分離されます。従って、外部コントローラから MCP1012 の PULSE ピンへ PWM コマンドを送信するために、絶縁バリアを横断する回路が必要です。

MCP1012 の PULSE ピンの定格は、MCP1012 の V_{DD} ピンと同じです。この目的は、シリーズレギュレータを必要とせずにオプトカプラ回路またはトランス型パルス成形回路へトランスの一次側にある第3の巻き線から給電可能とする事です。

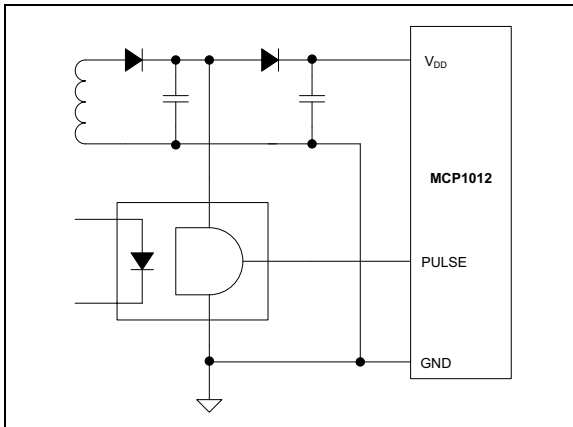


図 4-9: デジタル オプトカプラによる絶縁

オプトカプラ アプリケーション回路には HCPL2202 (レシーバ側の定格は 20 V) 等が使えます。図 4-9 に例を示します。

- ダイオードは、MCP1012 の V_{DD} ピンへの直接負荷から HCPL2202 を絶縁します。
 - HCPL2202 は、バイアス用巻き線のみによって給電されます。
 - MCP1012 の V_{DD} は、大きな外部負荷を許容しません。

- V_{CC} にはシリーズレギュレータは不要です。
 - V_{DD} の OVLO は、 V_{DD} ピン電圧が 17.9 V (typ.) を超える事を防ぎます。
 - PULSE ピンの論理 High しきい値は 3.5 V 以上です。PULSE 伝送にオプトカプラを使う場合、5 V レギュレータを受光回路側に必要とする部品では、論理 Low のしきい値 (1.5 V) を確実に満たすよう留意して下さい。
- MCP1012 は、 V_{DD} が 11.5 V (typ.) を上回る (従って、バイアス用巻き線が MCP1012 と HCPL2202 にアクティブに給電している) 場合にのみ PULSE ピン上のコマンドに応答します。

4.9 パルストランスによる絶縁

図 4-10 に、パルストランスを使ったパルス成形回路の例を示します。このパルストランスは、プリント基板上にレイアウトした一次および二次ともにワンターントレースのコイルで、U 字コアをスロットを介して基板を挟むように構成してトランスを形成します。電圧を絶縁するため、片方のトレースはプリント基板の上面に配置し、もう一方のトレースは底面に配置します。PDRV は、電源の負荷側にある外部コントローラから AC ライン側にある MCP1012 の PULSE ピンへ PWM 信号を送信するドライバ出力です。この回路は、トランスに流れる ON および OFF 電流スパイクから PULSE ピン上の電圧波形を成形します。パルス成形回路は、MCP1012 の V_{DD} 電位でバイアスされます。

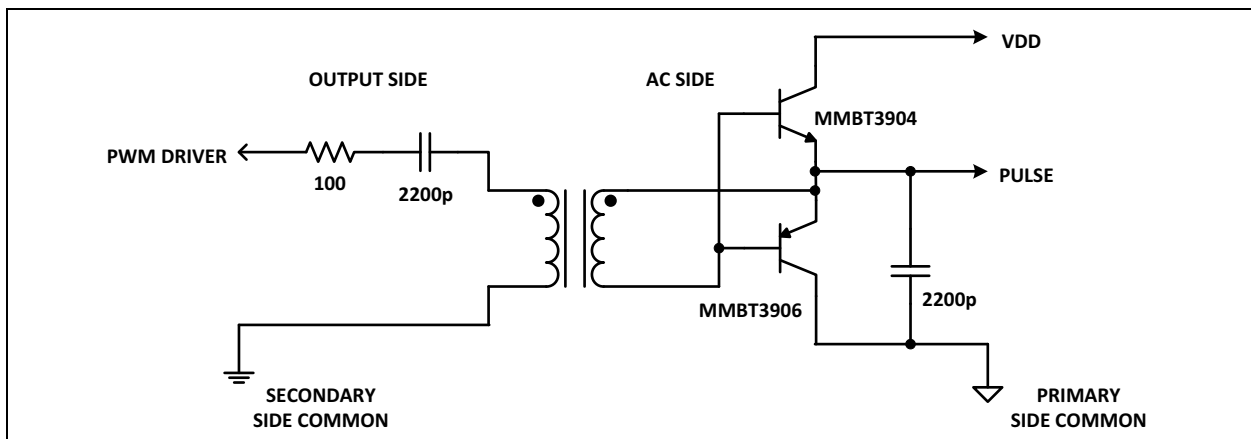


図 4-10: プレーナ型トランスによる絶縁方式

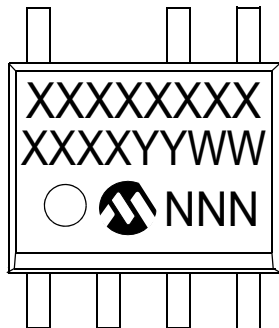
MCP1012

NOTE:

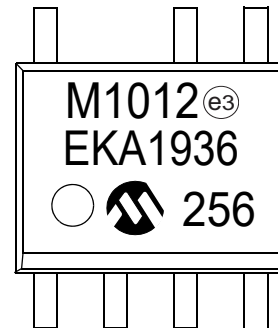
5.0 パッケージ情報

5.1 パッケージのマーキング情報

7ピンSOIC



例:

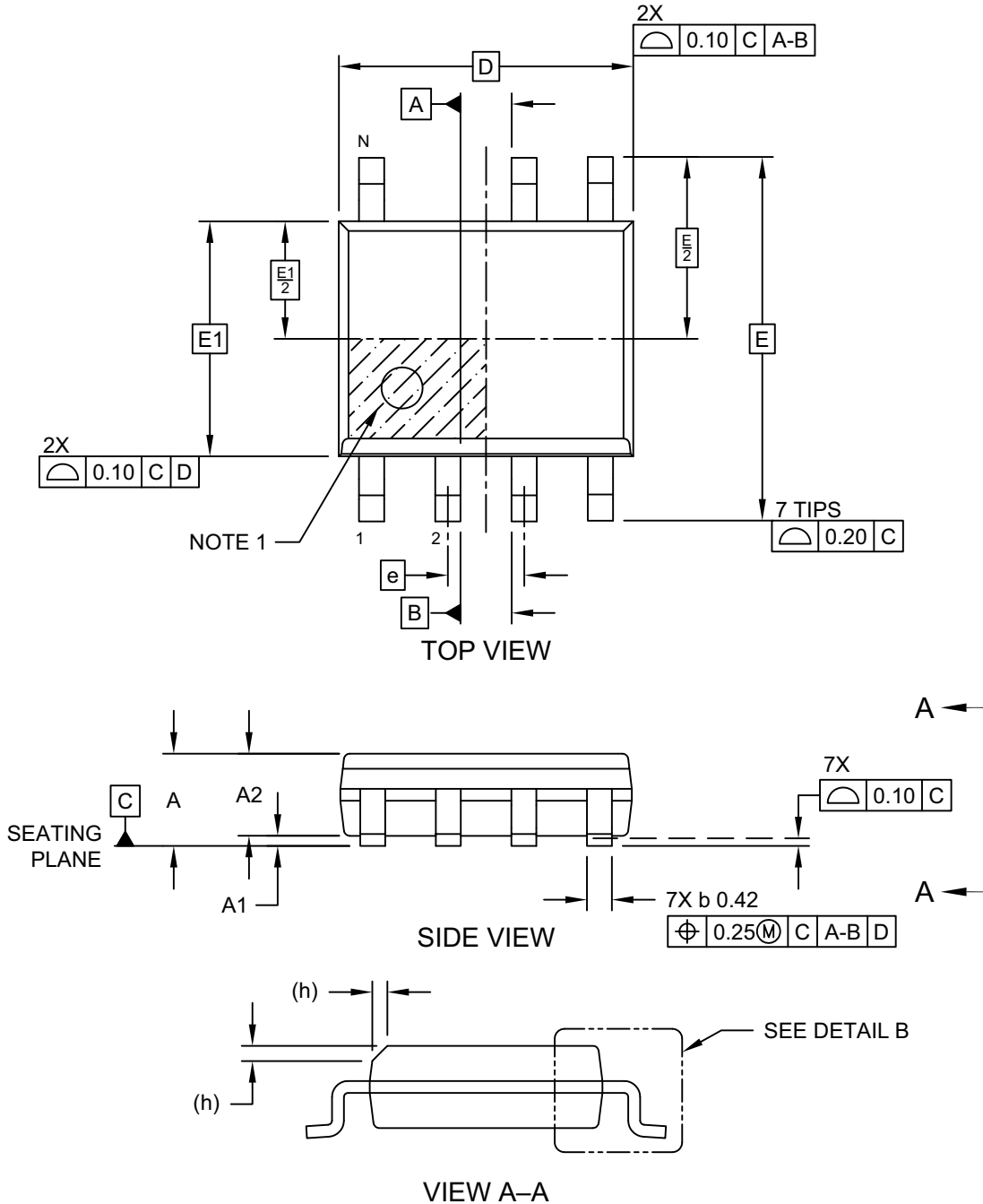


凡例:	XX...X	お客様固有情報
	Y	年コード (西暦の下1桁)
	YY	年コード (西暦の下2桁)
	WW	週コード (1月1日の週を「01」とする)
	NNN	英数字のトレーサビリティコード
	(e3)	無光沢スズ (Sn) めっきの使用を示す鉛フリーの JEDEC マーク
	*	このパッケージは鉛フリーです。鉛フリー JEDEC マーク ((e3)) は外箱に表記しています。
Note: Microchip 社の製品番号が1行に収まりきらない場合は複数行を使います。その場合、お客様固有情報に使える文字数が制限されます。		

MCP1012

7-Lead Small Outline Integrated Circuit (EKA) - 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

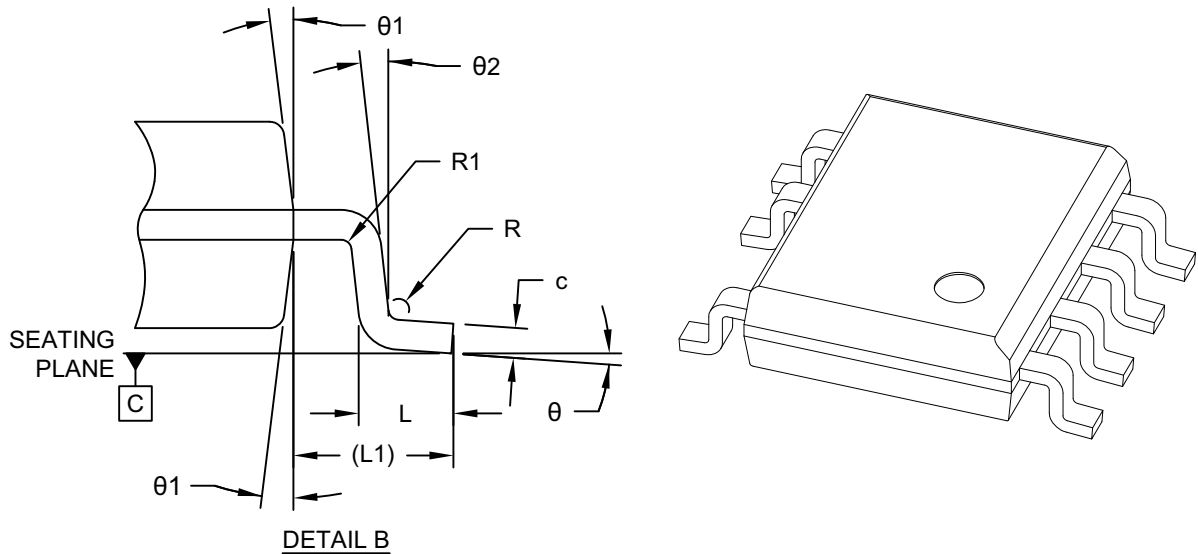
Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Microchip Technology Drawing C04-1278 Rev A Sheet 1 of 2

7-Lead Small Outline Integrated Circuit (EKA) - 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packaging>



Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Number of Terminals	N	7		
Pitch	e	1.27 BSC		
Overall Height	A	1.37	1.55	1.73
Standoff	A1	0.10	0.17	0.23
Molded Package Thickness	A2	1.27	1.39	1.50
Overall Length	D	4.90 BSC		
Overall Width	E	6.05 BSC		
Molded Package Width	E1	3.91 BSC		
Terminal Width	b	0.33	0.42	0.51
Terminal Thickness	c	0.10	0.20	0.25
Corner Chamfer	h	0.25 REF		
Terminal Length	L	0.508	-	0.762
Footprint	L1	1.40 REF		
Lead Bend Radius	R1	0.07	-	-
Lead Bend Radius	R2	0.07	-	-
Foot Angle	theta	0°	-	8°
Mold Draft Angle	theta1	5°	-	15°
Lead Angle	theta2	0°	-	-

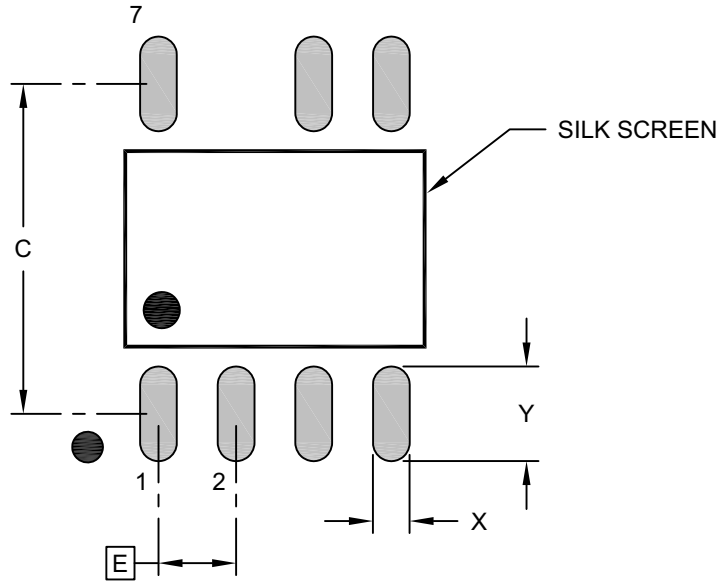
Notes:

- Pin 1 visual index feature may vary, but must be located within the hatched area.
- Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M
 BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.
 REF: Reference Dimension, usually without tolerance, for information purposes only.

MCP1012

7-Lead Small Outline Integrated Circuit (EKA) - 3.90 mm (.150 In.) Body [SOIC]

Note: For the most current package drawings, please see the Microchip Packaging Specification located at <http://www.microchip.com/packageing>



RECOMMENDED LAND PATTERN

Dimension Limits	Units	MILLIMETERS		
		MIN	NOM	MAX
Contact Pitch	E	1.27 BSC		
Contact Pad Spacing	C		5.40	
Contact Pad Width (Xnn)	X			0.60
Contact Pad Length (Xnn)	Y			1.55

Notes:

1. Dimensioning and tolerancing per ASME Y14.5M

BSC: Basic Dimension. Theoretically exact value shown without tolerances.

Microchip Technology Drawing C04-3278 Rev A

補遺 A: 改訂履歴

リビジョン A (2020 年 2 月)

- 本書は初版です。

MCP1012

NOTE:

製品識別システム

ご注文または価格 / 納期等は、最寄りの Microchip 社販売代理店へお問い合わせください。

<p>製品番号</p> <p>デバイス</p> <p>温度レンジ</p> <p>パッケージ</p>	<p>-X</p> <p>温度レンジ</p> <p>/XXX</p> <p>パッケージ</p>	<p>例:</p> <p>a) MCP1012-V/EKA: 一次側起動IC、 -40~+105 °C、 7ピンSOIC</p> <p>Note 1: テープ&リールの識別情報はカタログの製品番号説明にのみ記載しています。これは製品の注文時に使う識別情報であり、デバイスのパッケージには印刷していません。テープ&リールが選択できるパッケージの在庫 / 供給状況は、弊社にお問い合わせください。</p>
<p>デバイス:</p>	<p>MCP1012: 絶縁型コンバータ向け一次側起動 IC</p>	
<p>温度レンジ:</p>	<p>V = -40 ~ +105 °C (産業用)</p>	
<p>パッケージ:</p>	<p>EKA = スモール アウトライン (SOIC)</p>	

MCP1012

NOTE:

Microchip 社製デバイスのコード保護機能に関して次の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに仕様に従って使用した場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- しかし、コード保護機能を解除するための不正かつ違法な方法が存在する事もまた事実です。弊社の理解ではこうした手法は、Microchip 社データシートにある動作仕様書以外の方法で Microchip 社製品を使用する事になります。このような行為は知的財産権の侵害に該当する可能性が非常に高いと言えます。
- Microchip 社は、コードの保全性に懸念を抱くお客様と連携し、対応策に取り組んでいきます。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。

コード保護機能は常に進歩しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。Microchip 社のコード保護機能の侵害は、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。そのような行為によってソフトウェアまたはその他の著

本書に記載されているデバイス アプリケーション等に関する情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されているものであり、更新によって無効とされる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。Microchip 社は、明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、状態、品質、性能、商品性、特定目的への適合性をはじめとする、いかなる類の表明も保証も行いません。Microchip 社は、本書の情報およびその使用に起因する一切の責任を否認します。Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使用する事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

商標

Microchip 社の名称と Microchip ロゴ、dsPIC、FlashFlex、KEELOQ、KEELOQ ロゴ、MPLAB、PIC、PICmicro、PICSTART、PIC³² ロゴ、rfPIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、UNI/O は、米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

FilterLab、Hampshire、HI-TECH C、Linear Active Thermistor、MTP、SEEVAL、Embedded Control Solutions Company は、米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Silicon Storage Technology は、その他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Analog-for-the-Digital Age、Application Maestro、BodyCom、chipKIT、chipKIT ロゴ、CodeGuard、dsPICDEM、dsPICDEM.net、dsPICworks、dsSPEAK、ECAN、ECONOMONITOR、FanSense、HI-TIDE、In-Circuit Serial Programming、ICSP、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB 認証ロゴ、MPLIB、MPLINK、mTouch、Omniscient Code Generation、PICC、PICC-18、PICDEM、PICDEM.net、PICkit、PICtail、REAL ICE、rLAB、Select Mode、SQL、Serial Quad I/O、Total Endurance、TSHARC、UniWinDriver、WiperLock、ZENA、Z-Scale は、米国およびその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

SQTP は、米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

GestIC と ULPP は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. & KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他、本書に記載されている商標は各社に帰属します。

©2013, Microchip Technology Incorporated, Printed in the U.S.A., All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-5224-6015-2

**QUALITY MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
= ISO/TS 16949 =**

Microchip 社では、Chandler および Tempe (アリゾナ州)、Gresham (オレゴン州)の本部、設計部およびウェハ製造工場そしてカリフォルニア州とインドのデザインセンターが ISO/TS-16949:2009 認証を取得しています。Microchip 社の品質システム プロセスおよび手順は、PIC[®] MCU および dsPIC[®] DSC、KEELOQ[®] コード ホッピング デバイス、シリアル EEPROM、マイクロペリフェラル、不揮発性メモリ、アナログ製品に採用されています。さらに、開発システムの設計と製造に関する Microchip 社の品質システムは ISO 9001:2000 認証を取得しています。

各国の営業所とサービス

北米

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel:480-792-7200
Fax:480-792-7277
技術サポート：
[http://www.microchip.com/
support](http://www.microchip.com/support)
URL:
www.microchip.com

アトランタ
Duluth, GA
Tel:678-957-9614
Fax:678-957-1455

オースティン、TX
Tel:512-257-3370

ボストン
Westborough, MA
Tel:774-760-0087
Fax:774-760-0088

シカゴ
Itasca, IL
Tel:630-285-0071
Fax:630-285-0075

ダラス
Addison, TX
Tel:972-818-7423
Fax:972-818-2924

デトロイト
Novi, MI
Tel:248-848-4000

ヒューストン、TX
Tel:281-894-5983

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel:317-773-8323
Fax:317-773-5453
Tel:317-536-2380

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel:949-462-9523
Fax:949-462-9608
Tel:951-273-7800

ローリー、NC
Tel:919-844-7510

ニューヨーク、NY
Tel:631-435-6000

サンノゼ、CA
Tel:408-735-9110
Tel:408-436-4270

カナダ - トロント
Tel:905-695-1980
Fax:905-695-2078

アジア / 太平洋

オーストラリア - シドニー
Tel:61-2-9868-6733

中国 - 北京
Tel:86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel:86-28-8665-5511

中国 - 重慶
Tel:86-23-8980-9588

中国 - 東莞
Tel:86-769-8702-9880

中国 - 広州
Tel:86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel:86-571-8792-8115

中国 - 香港 SAR
Tel:852-2943-5100

中国 - 南京
Tel:86-25-8473-2460

中国 - 青島
Tel:86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel:86-21-3326-8000

中国 - 瀋陽
Tel:86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel:86-755-8864-2200

中国 - 蘇州
Tel:86-186-6233-1526

中国 - 武漢
Tel:86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel:86-29-8833-7252

中国 - 厦門
Tel:86-592-2388138

中国 - 珠海
Tel:86-756-3210040

アジア / 太平洋

インド - バンガロール
Tel:91-80-3090-4444

インド - ニューデリー
Tel:91-11-4160-8631

インド - プネ
Tel:91-20-4121-0141

日本 - 大阪
Tel:81-6-6152-7160

日本 - 東京
Tel:81-3-6880-3770

韓国 - 大邱
Tel:82-53-744-4301

韓国 - ソウル
Tel:82-2-554-7200

マレーシア - クアラルンプール
Tel:60-3-7651-7906

マレーシア - ペナン
Tel:60-4-227-8870

フィリピン - マニラ
Tel:63-2-634-9065

シンガポール
Tel:65-6334-8870

台湾 - 新竹
Tel:886-3-577-8366

台湾 - 高雄
Tel:886-7-213-7830

台湾 - 台北
Tel:886-2-2508-8600

タイ - バンコク
Tel:66-2-694-1351

ベトナム - ホーチミン
Tel:84-28-5448-2100

ヨーロッパ

オーストリア - ヴェルス
Tel:43-7242-2244-39
Fax:43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel:45-4485-5910
Fax:45-4485-2829

フィンランド - エスポー
Tel:358-9-4520-820

フランス - パリ
Tel:33-1-69-53-63-20
Fax:33-1-69-30-90-79

ドイツ - ガーヒング
Tel:49-8931-9700

ドイツ - ハーン
Tel:49-2129-3766400

ドイツ - ハイムブロン
Tel:49-7131-72400

ドイツ - カールスルーエ
Tel:49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン
Tel:49-89-627-144-0
Fax:49-(89)-627-144/-44

ドイツ - ローゼンハイム
Tel:49-8031-354-560

イスラエル - ラーナナ
Tel:972-9-744-7705

イタリア - ミラノ
Tel:39-0331-742611
Fax:39-0331-466781

イタリア - バドヴァ
Tel:39-049-7625286

オランダ - ドリュエネン
Tel:31-416-690399
Fax:31-416-690340

ノルウェー - トロンハイム
Tel:47-7288-4388

ポーランド - ワルシャワ
Tel:48-22-3325737

ルーマニア - ブカレスト
Tel:40-21-407-87-50

スペイン - マドリッド
Tel:34-91-708-08-90
Fax:34-91-708-08-91

スウェーデン - ヨーテボリ
Tel:46-31-704-60-40

スウェーデン - ストックホルム
Tel:46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキンガム
Tel:44-118-921-5800
Fax:44-118-921-5820