

Application Note

自動 PFM/PWM モードで 1MHz で動作する TPSM8290x 降圧モジュール ファミリの出力電圧を構成する



Nikhil S. Bhardwaj

概要

TPSM8290x ファミリー IC は、MicroSiP パッケージに封止した、高効率、低静止電流 (I_Q) の同期整流降圧 DC/DC コンバータ モジュールです。これらのモジュールは、1A (TPSM82901)、2A (TPSM82902)、3A (TPSM82903) の電流定格で利用できます。このアプリケーション ノートは、データシートの の拡張版で、1MHz の自動 PFM/PWM 動作に適用できる各種の電圧構成について詳細に説明しています。1MHz でこれらのモジュールの動作範囲を拡張することで、2.5MHz に比べて低負荷時の効率が向上します。また、入力と出力の電圧範囲と負荷電流を高精度で強調しているため、さまざまなアプリケーションでこれらのモジュールを使用できます。

目次

1 概要.....	2
2 詳細説明.....	3
2.1 TPSM8290x 向けインダクタ仕様.....	3
2.2 TPS8290x ファミリーの IF IC の電流制限.....	3
3 設計例.....	4
4 1MHz 時 TPSM8290x IC に適用可能な動作条件.....	6
5 まとめ.....	7
6 参考資料.....	8

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

1 概要

このアプリケーション ノートでは、TPSM8290x IC ファミリーに適用可能な動作条件を強調しています。これらの動作条件は、1MHz 動作時の自動 PFM/PWM モードにのみ適用されます。2.5MHz スイッチング周波数については、データシートの表 7-1 に記載されているように、TPSM82901、TPSM82902、TPSM82903 の 3 つの部品すべてが動作します。参考用のデータシートからの表はこちら

CAUTION		
For each operating mode and switching frequency, the following V_{OUT} range is recommended:		
Table 7-1. Recommended V_{OUT} Ranges with Respect to MODE and F_{SW}		
Mode	F_{SW} (MHz)	V_{OUT}
Auto PFM/PWM	1 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 2.0\text{ V}$
Forced PWM	1 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 2.0\text{ V}$
Auto PFM/PWM with AEE	2.5 MHz	$0.4\text{ V} < V_{OUT} < 5.5\text{ V}$
Forced PWM	2.5 MHz	$2.0\text{ V} < V_{OUT} < 5.5\text{ V}$

Failure to follow the recommended V_{OUT} ranges causes the device to malfunction.

1MHz には、インダクタの飽和、インダクタのディレーティング、FET 電流制限の関数として発生する制約がいくつかあります。これらの制約は、さまざまなテスト ケースに当てはまります。これは、次のセクションの例で示しています

2 詳細説明

2.1 TPSM8290x 向けインダクタ仕様

モジュールで使用する関連するインダクタの仕様を次に示します。

$L = 1\mu\text{H}$

定格電流 (I_{temp}) (温度上昇に基づく) = **3.3A**

定格電流 (I_{sat}) (インダクタンス変動に基づく) = **4.7A**

2.2 TPS8290x ファミリの IF IC の電流制限

参考用に、3 つのデバイスすべての電流制限を以下に記載

• TPSM82901

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit	TPSM82901	2.6	3.4	4.3	A
	Low-side FET current limit	TPSM82901	2.4	2.8	3.2	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

• TPSM82902

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit	TPSM82902	3.6	4.4	5.3	A
	Low-side FET current limit	TPSM82902	3.4	3.8	4.2	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

• TPSM82903

$V_I = 3\text{ V to }17\text{ V}$, $T_J = -40^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$, Typical values at $V_I = 12.0\text{ V}$ and $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise noted

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
I_{LIM}	High-side FET current limit		4.1	4.9	5.8	A
	Low-side FET current limit		3.8	4.3	4.7	A
$I_{\text{LIM_SINK}}$	Low-side FET sink current limit		1.3	1.7	2.5	A

3 設計例

ここでは、以下の条件で **TPSM82903** が動作できるかどうかを実証します

パラメータ	値
最小入力電圧 (V_{in_min})	9V
最大入力電圧 (V_{in_max})	13.2 (12V+10%)
出力電圧 (V_{out_max})	5.2V
出力電流	1.1A (1A+10%)
Fsw	1MHz
L_nominal	1uH
L_derated	0.76μH (実際のインダクタ値の 95% で 20% のデレーティングを想定)

Step1: Ton を計算する

$$T_{ON} = \frac{V_{OUT}}{V_{IN}} * \frac{1}{f_{sw}} \quad (1)$$

$$T_{ON} = 394ns \quad (2)$$

ステップ 2: パルス スキップ モード ILPSM でのピーク インダクタ電流を計算する

$$I_{LPSM(peak)} = \frac{(V_{IN} - V_{OUT})}{L} * T_{ON} \quad (3)$$

$$I_{LPSM(peak)} = 4.14A \quad (4)$$

無負荷時、コンバータは PSM (パルス スキップ モード) 状態になります。インダクタのピーク電流は、ハイスайд FET 電流制限 **TPSM82903** の最小値である **4.1A** を超えないようにする必要があります。このパラメータは、モジュールが動作できる電圧範囲を決定します。

ステップ 3: 計算 I_{Lmax} および $I_{Lmin}@ V_{in_max}$

$$I_{Lmax} = I_{out} + \frac{\Delta I_L}{2} \quad (5)$$

$$I_{Lmax} = 1.1 + \frac{4.14}{2} = 3.17A \quad (6)$$

$$I_{Lmin} = I_{out} - \frac{\Delta I_L}{2} \quad (7)$$

$$I_{Lmin} = 1.1 - \frac{4.14}{2} = -0.97A \quad (8)$$

I_{Lmin} が負の場合、コンバータが 1.1A の負荷電流に対して DCM モードであることを意味します。したがって、DCM の式を使用して、以下のデューティ サイクルを計算する必要があります。

$$V_{OUT} = V_{IN} * \left[\frac{2 * D}{D + \sqrt{D^2 + \frac{8 * L}{R * T}}} \right] \quad (9)$$

D を計算すると、次が得られます

$$D = 0.29 \quad (10)$$

ステップ 4: 計算 I_{Lmax} ステップ 3 からの D 値

$$IL_{max} = \frac{V_{IN} - V_{OUT}}{L \times f_{SW}} \times D \quad (11)$$

$$IL_{max} = 3.16A \quad (12)$$

ピーク電流は **3.16A** であり、インダクタの定格電流と飽和電流制限を両方とも下回っています。

したがって、与えられた動作条件において、無負荷時のピーク電流は、**HSFET** の電流制限もインダクタの定格電流も超えません。

4 1MHz 時 TPSM8290x IC に適用可能な動作条件

セクション 3 のアプローチを使用して、すべての TPSM8290x IC について以下の表を作成

TPSM82901 に適用可能な動作条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	≤ 5V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 1A	≤ 1A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 1A	≤ 1A	x
9V < Vin ≤ 12V	≤ 1A	≤ 1A	x
12V < Vin ≤ 17V	≤ 1A	x	x

入力電圧と負荷電流に、10% のマージンを考慮しています。

TPSM82902 に適用可能な動作条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	5 ~ 5.2V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 2A	≤ 2A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 2A	≤ 2A	≤ 1.5A
9V < Vin ≤ 12V	≤ 2A	≤ 1.5A	x
12V < Vin ≤ 17V	≤ 2A	x	x

入力電圧と負荷電流に、10% のマージンを考慮しています。

TPSM82903 に適用可能な動作条件

Vin	Vout		
	≤ 2V	> 2V - ≤ 3.3V	5 ~ 5.2V
3V < Vin ≤ 6V	≤ 3A	≤ 3A	x
6V < Vin ≤ 9V	≤ 3A	≤ 2.5A	≤ 2.2A
9V < Vin ≤ 12V	≤ 3A	≤ 2.2A	≤ 1A
12V < Vin ≤ 17V	≤ 3A	≤ 2.2A	x

入力電圧と負荷電流に、10% のマージンを考慮しています。

5 まとめ

TPSM8290x IC ファミリは、入力電圧範囲に基づいて、さまざまな出力電圧や負荷電流に対応するために、1MHz、自動PFM/PWM モードに構成でき、幅広いアプリケーションに対応できます。

6 参考資料

1. [TPSM82901、1A、3V ~ 17V、インダクタ データシート統合 MicroSiPTM パッケージ封止、高効率および低 IQ 降圧コンバータ モジュール](#)
2. [TPSM82902、2A、3V ~ 17V、インダクタ データシート統合 MicroSiPTM パッケージ封止、高効率および低 IQ 降圧コンバータ モジュール](#)
3. [TPSM82903、3A、3V ~ 17V、インダクタ データシート統合 MicroSiPTM パッケージ封止、高効率および低 IQ 降圧コンバータ モジュール \(リビジョン B\)](#)
4. [TPSM8290x 降圧コンバータ評価基板ユーザー ガイド](#)

重要なお知らせと免責事項

TI は、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、TI 製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した TI 製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとし、TI は一切の責任を拒否します。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI はその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。TI や第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](#) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI の保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月