

Application Brief

DC/DC 降圧コンバータ TPS544B28、TPS544E27、
TPS546E25、TPS546D24S の PMBus® コマンド セット比較

Elise Enriquez

はじめに

パワー マネージメント バス (PMBus) は、パワー マネージメント デバイスの構成、制御、監視のための標準化されたデジタル インターフェイスを提供します。PMBus は、プログラマブルな動作パラメータ、遠隔測定レポート、故障処理のサポートにより、従来のアナログ専用ソリューションよりもシステムの可視性と柔軟性を向上させます。このアプリケーション ブリーフでは、4 つの降圧コンバータ デバイスの PMBus コマンド セットを検証および比較します。これらのデバイスは、共通の PMBus 基盤を使用していますが、コマンドのサポート、遠隔測定機能、高度な機能の実装が異なります。これらの違いを理解することで、システム統合が簡素化され、特定のアプリケーションに最適なデバイスの選択が容易になります。

デバイス機能の概要

表 1 に、各デバイスの主なパラメータ性能仕様をまとめ、電気的特性、製品のサイズ、機能セットの仕様を比較するための基準を示します。

表 1. デバイス仕様の比較

パラメータ	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
入力電圧	2.7 ~ 16V	2.7 ~ 18V	2.7 ~ 18V	2.95 ~ 18V
出力電圧	0.4 ~ 5.5 V	0.25 ~ 5.5V	0.4 ~ 5.5V	0.25 ~ 5.5V
出力電流	20A	40A	50A	40A
制御アーキテクチャ	D-CAP4	D-CAP+	D-CAP4	平均電流モード制御
フィードバック精度 (-40°C < TJ < 125°C)	±1.25%	±1%	±0.85%	±1%
パッケージ	3mm × 3mm の 19 ピン QFN	5mm × 6mm の 37 ピン QFN	6mm × 5mm の 37 ピン QFN	7mm x 5mm x 1.5mm の 40 ピン QFN
接合部温度	-40°C ~ 150°C	-40°C ~ 125°C	-40°C ~ 125°C	-40°C ~ 150°C
スイッチング周波数	500kHz~1.4MHz	400kHz~2MHz	400kHz~2MHz	225kHz~1.5MHz
MOSFET オン抵抗	8.4mΩ/3.3mΩ	2.6mΩ/1mΩ	2.6mΩ/1mΩ	4.5mΩ/0.9mΩ
外部 VCC バイアス対応	3.1 ~ 4.3V	4.7 ~ 5.5V	4.7~5.3V	3.9~5.3V
スタックアップか?	いいえ	いいえ	はい (4x)	はい (4x)
M (Iout) の遠隔測定精度 (全負荷)	±7.5% (10A ~ 20A)	±6% (30A ~ 50A)	±8% (30A ~ 50A)	±4A (40A)
M (Vout) の遠隔測定精度	±2% (400mV ~ 5.5V)	±1.4% (>= 1.2V) ±2% (< 750mV)	±2% (500mV ~ 3.3V)	±2% (250mV ~ 6V)
M (Tsns) の遠隔測定精度	±4°C	±4°C	±4°C	±3°C
代替バージョン	TPS544A28 (12A)、 TPS544628 (6A)	TPS544C27 (35A)、 TPS544B27 (20A)	TPS546C25 (35A)、 TPS546B25 (25A)	TPS546B24S (20A)、 TPS546A24S (10A)

PMBus コマンド セット簡易比較

このブリーフで評価した 4 つの降圧コンバータ ファミリーは、それぞれ異なるフットプリント、効率、電流能力、デジタル インターフェイスの豊富さのバランスを目指しており、その違いが PMBus コマンド セットの対応範囲にも反映されています。各デバイス ファミリーには、電流定格またはパッケージ サイズの異なるバリエーション (E27 シリーズの TPS544B27 バージョンなど) がありますが、これらは同一の PMBus コマンド セットを備えているため、今回の比較では個別に取り上げていません。

複雑なデジタル インターフェイスを容易に評価できるようにするため、PMBus コマンドを構成、監視、故障管理、制御などの機能カテゴリにグループ化しています。表 2 では、各デバイスにおけるコマンド グループの利用可能性を概略比較しています。対応状況は、各機能カテゴリに実装されたコマンドの範囲に基づいて、+ (基本)、++ (拡張)、および +++ (最も包括的) で示しています。セキュリティ機能については、標準の PMBus セキュリティ仕様 (レベル 0 ~ レベル 2) に従って、個別に評価しています。

表 2. PMBus コマンド カテゴリの比較

コマンド カテゴリ	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
Vout 構成	+	++	++	+++
スタックアップ構成	X	X	++	+++
キャリブレーション	X	++	++	+++
Vout 故障 / 警告	+	+++	+++	+++
Iout 故障 / 警告	+	++	++	+++
温度の故障 / 警告	X	+++	+++	+++
Vin 故障 / 警告	X	++	++	+++
故障のシミュレーション	X	X	X	+++
タイミング構成	+	++	++	+++
電源警告	X	+++	X	X
セキュリティ機能	レベル 0*	レベル 2	レベル 0	レベル 0
ステータス レジスタ	+	+++	+++	+++
遠隔測定	+	+++	+++	+++
デバイス / MFR 情報	+	++	++	+++
VR13 および VR14.Cloud レジスタ	X	+++	X	X
動作と構成可能性	+	++	++	+++

注

* マークの付いたレジスタはメーカー固有の実装であり、デバイスによって動作が異なる場合があります。詳細については、デバイスのデータシートを参照してください。

主要な構成コマンド

特定の構成コマンドは、システムの設計および最適化において特に重要な役割を果たします。表 3 では、出力電圧、スイッチング周波数、電流制限値などの主要な動作パラメータについて、PMBus によるプログラマビリティと分解能を 4 つのデバイス間で比較しています。

表 3. 主要なパラメータの比較

パラメータ	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
VOUT_COMMAND	0.35V ~ 5.5V 0.976mV 分解能	0.25V ~ 5.5V 1.953mV 分解能	0.25V ~ 5.5V 1.953mV 分解能	0.25V ~ 5.5V 1.95mV 分解能

表 3. 主要なパラメータの比較 (続き)

パラメータ	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
FREQUENCY_SWITCH	500kHz、600kHz、 800kHz、1000kHz、 1200kHz、1400kHz	500kHz、600kHz、 800kHz、1000kHz、 1200kHz、1500kHz、 1800kHz、2000kHz	400kHz、600kHz、 800kHz、1000kHz、 1200kHz、1400kHz、 1800kHz、2000kHz	225kHz、275kHz、 325kHz、375kHz、 450kHz、550kHz、 650kHz、750kHz、 900kHz、1100kHz、 1300kHz、1500kHz
IOUT_OC_FAULT_LIMIT	4A、7A、10A、13A、15A、 18A、21A	10A、12A、15A、18A、 20A、25A、30A、31A、 37A、40A、43A、50A	12.5A、15A、18.75A、 23.75A、26.25A、30A、 35A、37.5A、40A、 48.75A、50A、55A、60A	8A ~ 62A (2A 刻み)

デバイスの PMBus 機能概要

TPS544B28 デバイスは、本ブリーフで評価した他のデバイスと比べて PMBus コマンド セットが小規模ですが、機能セットが絞られているため、基板面積、効率、設計の簡素化が重視される多くの汎用電源アプリケーションに適しています。3mm x 3mm、20A デバイスである TPS544B28 は、低電流で高密度の設計に特に適しており、多機能なソリューションに伴う複雑さを抑えつつ、必要なデジタル パワー マネージメント機能を提供します。

実用的なアプリケーションで最も重要な PMBus 機能は、遠隔測定、故障レポート、構成可能性です。遠隔測定機能が内蔵されているため、外部の検出部品を追加しなくても、出力電圧、出力電流、デバイス温度などの主要な動作パラメータを監視できます。過電流イベントや過熱イベントなどの状態に対する故障通知機能も内蔵されているため、システム診断が簡素化され、開発中や現場運用時のデバッグ時間を大幅に短縮できます。さらに、内部補償の調整に対応し、より広範なアプリケーションや BOM 選定に対応できる柔軟性があるため、設計者は複数のベンダの部品に対応しつつ性能を最適化できます。出力電圧のような各種パラメータを迅速に構成できるので、システムの立ち上げや、設計の再利用をさらに簡素化できます。これらの機能を組み合わせることで、ほとんどのお客様が必要とする機能を提供しつつ、電力密度の向上とシステム全体の効率向上を重視した設計をサポートする、コンパクトで効率的なソリューションを維持します。

TPS544E27 デバイスは、より大きい出力電流、より大きいパッケージ、強化された PMBus 機能をサポートすることで、低電流ソリューションの機能をさらに拡張します。重要な差別化要因の 1 つは PMBus 1.5 セキュリティ機能をサポートしている点です。これにより、シンプルな実装を維持しつつも、安全な通信とシステム インテグリティの向上を必要とするアプリケーションに適したものとなっています。

出力遠隔測定と故障通知に加えて、このデバイスは入力電圧、入力電流、入力電力の遠隔測定機能および、入力電圧の故障監視機能を備えています。この遠隔測定および故障管理 PMBus コマンドの拡張により、電源システム全体の性能に対する可視性の向上、故障診断の高速化、システム管理の効率化が可能になります。また、このデバイスは SVID 通信もサポートしているため、動的な電圧制御を必要とするプロセッサ駆動のシステムの柔軟性をさらに高めることができます。TPS544E27 デバイス固有のもう 1 つの機能が、DC 負荷ラインです。DC 負荷ライン補償により、負荷電流に応じて出力電圧が自動的に調整され、過渡状態での電圧安定性が向上します。より高い電流能力、強化された遠隔測定、内蔵 PMBus セキュリティ、SVID 通信機能を組み合わせた本デバイスは、フル機能のデジタル電源ソリューションに伴う複雑さを避けつつ、より高度な機能が求められるアプリケーションにとって強力な選択肢となります。

TPS546E25 デバイスは、電流能力を最大 50A まで高め、最大 4 個のデバイスをインターリーブ動作させるスタックアップ機能を導入することによって、より高電力のアプリケーションを対象としています。このデバイスは、使い慣れた PMBus インターフェイスを維持しつつ、スケーラブルな電源ソリューションが求められるシステムに適した、バランスの良いソリューションを提供します。お客様が重視する遠隔測定機能、故障報告機能、構成機能を維持しつつ、構成の柔軟性を高め、保護機能を強化しています。その例として、短絡時の処理を改善する専用の低電圧過電流故障検出機能が備わっています。これらの機能を備えた本デバイスは、性能指向の大電流アプリケーションに適しています。

TPS546D24S は、40A に対応する電流制御モード デバイスであり、最大 4 つのデバイスによるインターリーブ動作が可能なスタックアップ構成により、スケーラブルな電力供給を可能にします。このデバイスは、本ブリーフで取り上げるデバイスの中で最も包括的な PMBus 実装を備えており、構成、故障、警告に関するレジスタを最も多く提供します。そのため、スケーラブルな電力供給と高度な故障管理、診断機能を必要とする中電力システムに最適です。

各デバイスに対応する PMBus コマンド / 機能の包括的なリスト

表 4 に、各デバイスでサポートされている PMBus コマンドの包括的な比較を示します。この詳細な一覧により、遠隔測定の詳細度、構成可能性、対応している機能の違いが明確になります。

表 4. コマンド セットの完全比較

コマンド カテゴリ	PMBus コマンド	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
Vout 構成	VOUT_MODE	✓	✓	✓	✓ ^N
	VOUT_COMMAND	✓	✓	✓	✓ ^N
	VOUT_TRIM		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_MAX		✓	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_MARGIN_HIGH	✓	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_MARGIN_LOW	✓		✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_TRANSITION_RATE	✓	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_DROOP		✓		
	VOUT_SCALE_LOOP	✓	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_SCALE_MONITOR			✓ ^N	
	VOUT_MIN			✓ ^N	✓ ^N
	VBOOT*	✓ ^N			
	VBOOT_OFFSET_1*		✓ ^N	✓ ^N	
	VBOOT_DCLL*		✓ ^N		
スタックアップ構成	INTERLEAVE				✓ ^N
	PHASE			✓	✓
	P2_PLUS_WRITE			✓	
	P2_PLUS_READ			✓	
	STACK_CONFIG			✓	
キャリブレーション	IOUT_CAL_GAIN				✓ ^N
	IOUT_CAL_OFFSET			✓ ^N	✓ ^N
	IIN_CAL*		✓ ^N		
	IMON_CAL*		✓ ^N	✓ ^N	
	MFR_SPECIFIC_00 (遠隔測定構成)				✓ ^N
Vout 故障 / 警告	VOUT_OV_FAULT_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_OV_FAULT_RESPONSE	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_OV_WARN_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_UV_WARN_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_UV_FAULT_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VOUT_UV_FAULT_RESPONSE	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
Iout 故障 / 警告	IOUT_OC_FAULT_LIMIT	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	IOUT_OC_FAULT_RESPONSE		✓		✓ ^N
	IOUT_OC_LV_FAULT_LIMIT			✓	
	IOUT_OC_LV_FAULT_RESPONSE			✓	
	IOUT_OC_WARN_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
温度の故障 / 警告	OT_FAULT_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	OT_FAULT_RESPONSE		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	OT_WARN_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
Vin 故障 / 警告	VIN_OV_FAULT_LIMIT		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VIN_OV_FAULT_RESPONSE				✓ ^N
	VIN_UV_WARN_LIMIT				✓ ^N
	VIN_ON		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	VIN_OFF		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N

表 4. コマンド セットの完全比較 (続き)

コマンド カテゴリ	PMBus コマンド	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
故障のシミュレーション	MFR_SPECIFIC_33 (故障のシミュレーション)				✓
タイミング構成	TON_DELAY	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	TON_RISE	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	TON_MAX_FAULT_LIMIT				✓ ^N
	TON_MAX_FAULT_LIMIT				✓ ^N
	TOFF_DELAY	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	TOFF_FALL	✓	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
電源警告	PIN_OP_WARN_LIMIT		✓ ^N		
セキュリティ機能	WRITE_PROTECT	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	EXTENDED_WRITE_PROTECT*		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	PASSKEY	✓ ^{N*}	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	SECURITY_BYTE		✓ ^N		
	SECURITY_BLOCK		✓ ^N		
	SECURITY_AUTO_INCREMENT		✓ ^N		
ステータス レジスタ	CLEAR_FAULTS	✓	✓	✓	✓
	SMBALERT_MASK		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	STATUS_BYTE	✓	✓	✓	✓
	STATUS_WORD	✓	✓	✓	✓
	STATUS_VOUT		✓	✓	✓
	STATUS_IOUT		✓	✓	✓
	STATUS_INPUT		✓	✓	✓
	STATUS_TEMPERATURE		✓	✓	✓
	STATUS_CML	✓	✓	✓	✓
	STATUS_OTHER		✓	✓	✓
	STATUS_MFR_SPECIFIC	✓	✓	✓	✓
	STATUS_PULSE_CATCHER*		✓		
	MFR_SPECIFIC_12 (STATUS_PHASE)				✓
	STATUS_ALL*			✓	✓
遠隔測定	READ_VIN		✓	✓	✓
	READ_IIN		✓		
	READ_VOUT	✓	✓	✓	✓
	READ_IOUT	✓	✓	✓	✓
	READ_TEMP1	✓	✓	✓	✓
	READ_PIN		✓		
	READ_TELEMETRY*			✓	✓

表 4. コマンド セットの完全比較 (続き)

コマンド カテゴリ	PMBus コマンド	TPS544B28	TPS544E27	TPS546E25	TPS546D24S
デバイス / MFR 情報	CAPABILITY	✓	✓	✓	✓
	PMBUS_REVISION	✓	✓	✓	✓
	MFR_ID	✓	✓	✓	✓ ^N
	MFR_MODEL	✓	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	MFR_REVISION	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	MFR_SERIAL				✓ ^N
	IC_DEVICE_ID	✓	✓	✓	✓
	IC_DEVICE_REV	✓	✓	✓	✓
	DIE_ID*		✓ ^N		
	FUSION_ID0*	✓	✓	✓	✓
	FUSION_ID1*	✓	✓	✓	✓
VR13 および VR14.Cloud レジスタ	SVID_IMAX*		✓ ^N		
	SVID_EXT_CAPABILITY_VIDOMAX*		✓ ^N		
	SVID_ADDR_CFG_USER*		✓ ^N		
	SVID_STATUS_1_2*		✓		
	CAPABILITY_SVID*		✓		
	VID_SETTING*		✓		
	NVM_PATCH_SPACE*		✓ ^N		
	ADV_TEL_BYTE*		✓ ^N		
	VENDOR_ID*		✓		
	CLOUD_OPTIONS*		✓ ^N		
動作と構成	動作	✓	✓	✓	✓
	ON_OFF_CONFIG	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	STORE_USER_ALL	✓	✓	✓	✓
	RESTORE_USER_ALL	✓	✓	✓	✓
	SYS_CFG_USER1*	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	
	PMBUS_ADDR*		✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	PIN_DETECT_OVERRIDE*			✓ ^N	✓ ^N
	COMP*	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	NVM_CHECKSUM	✓		✓	✓
	FREQUENCY_SWITCH	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N	✓ ^N
	USER_DATA_05 (POWER_STAGE_CONFIG)				✓ ^N
	MFR_SPECIFIC_19 (PGOOD_CONFIG)				✓ ^N
	MFR_SPECIFIC_20 (SYNC_CONFIG)				✓ ^N
	MFR_SPECIFIC_28 (STACK_CONFIG)				✓ ^N
	MFR_SPECIFIC_29 (MISC_OPTIONS)				✓ ^N

注

- * マークの付いたレジスタはメーカー固有の実装であり、デバイスによって動作が異なる場合があります。詳細については、デバイスのデータシートを参照してください。
- ^N は NVM の構成が可能であることを示します。

まとめ

デバイスを選定する際は、対象アプリケーションの具体的な要件を優先する必要があります。PMBus コマンド セットは共通の基盤を備えていますが、各デバイスは電流能力、監視、構成、セキュリティ、拡張性について、それぞれ異なるバランスで最適化されています。大電流、セキュリティ重視、診断機能重視のシステムには、TPS544E27 または TPS546D24S の拡張 PMBus 機能セットが適しています。小型でコストが重視される設計では、TPS544B28 の合理化されたアプローチが有効です。これらの機能の違いを理解することで、設計者は不要な複雑さを回避しながら、アプリケーションのニーズを最もよく満たすデバイスを選択できます。

商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

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みいかなる保証も、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](https://www.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