

1600W、非絶縁型 1/4 ブリック DC/DC 電源モジュール

ADPM12160

製品の特長

- 電気的特性
 - 入力電圧範囲：40V～60V
 - 完全に安定化された 12V の出力電圧
 - 熱設計電力：最大 1600W
 - ピーク電力：最大 2400W
 - ピーク効率：最大 98%（半負荷時）
 - 完全な保護機能：OTP、入力 UVLO および入力 OVLO、入力 OCP、出力 OVP、出力 OCP および出力 SCP
 - 最小負荷要件なし
 - 結合インダクタによる高速負荷過渡応答
 - リモート・オン/オフ（REM）のロジック（オプション）
 - PMBus™ 構成
 - イベント・データ・レコーダ（ブラック・ボックス）
 - アクティブ電流分担による並列動作
 - 非絶縁型
- 機械的特性
 - 業界標準の 1/4 ブリック・フットプリント：
58.4mm × 36.8mm × 15.1mm
(2.30 インチ × 1.45 インチ × 0.59 インチ)
 - オプションのピン長：2.79mm、3.70mm、4.32mm
- 安全性および認定
 - IEC/UL/EN/CSA 62368-1
 - RoHS EU 指令 2011/65/EU および (EU) 2015/863 に準拠
 - 製造施設は ISO 9001、TL 9000、ISO 14001、ISO 45001 認定を取得済み

主なアプリケーション

- 分散型電源アーキテクチャ
- ワイヤレス・ネットワーク
- アクセスおよび光ネットワーク機器
- エンタープライズ・ネットワーク
- 最新世代の IC（DSP、FPGA、ASIC）およびマイクロプロセッサで動作するアプリケーション



概要

ADPM12160 は高出力の 1/4 ブリック DC/DC コンバータで、半負荷時に最大 98% の効率を実現します。

非絶縁型コンバータの ADPM12160 は、完全に安定化された 12V 出力を提供し、1600W の連続電力レベルと最大 2400W のピーク電力能力（一定時間）を備えています。

オーダー情報は、データシートの末尾に記載しています。

絶対最大定格

IN~GND 間 ($V_{IN} > V_{IN}$ 、OVLO、およびモジュールが入力
OVLOに入ったとき) -0.3V~+75V
動作時の周囲温度 (T_A) -40°C~+85°C
保管温度 -55°C~+125°C

動作時湿度 (結露なきこと) +85RH (%)
保管湿度 (結露なきこと) +85RH (%)
動作時高度 0m~+3000m
保管時高度 0m~+3000m

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

電気的特性

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 40V \sim 60V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $C_{IN, EXT} = 200\mu F$ 、 $C_{OUT, EXT} = 1500\mu F$ (550 μF は MLCC、他は OS-CON)、抵抗性負荷。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
INPUT CHARACTERISTICS						
Operating Input Voltage	V_{IN}		40	54	60	V
Input Current	I_{IN}	$V_{IN} = 40V$ to 60V, no load		160		mA
		$V_{IN} = 40V$, full load			45	A
		$V_{IN} = 54V$, disabled by REM		10		mA
Input Reflected Ripple Current	$I_{IN, RIPPLE}$	(see Figure 1)			300	mA, pk-pk
Recommended External Input Capacitance	$C_{IN, EXT}$		200			μF
REMOTE CONTROL CHARACTERISTICS						
REM Logic Threshold	V_{REM}	Logic high	2.4		20	V
		Logic low			0.8	
REM Current	I_{REM}	$V_{REM} = 0V$			0.3	mA
Leakage Current		Logic high, $V_{REM} = 20V$		30		μA
REM Voltage when Floating	$V_{REM_FLOATING}$			3		V
OUTPUT CHARACTERISTICS						
Output Voltage Set Point	$V_{OUT, SET}$	$V_{IN} = 54V$, $I_{OUT} = 0A$	11.88	12	12.12	V
		Over V_{IN} , I_{OUT} range	11.64		12.36	
Output Current Range	I_{OUT}	$V_{IN} = 40V$ to 60V	0		133.3	A
Peak Current Duration		I_{OUT} up to 200A			150	ms
Line Regulation		$V_{IN} = 40V$ to 60V, $I_{OUT} = 0A$		60		mV
Load Regulation		$V_{IN} = 54V$, $I_{OUT} = 0A$ to $I_{OUT, MAX}$		120		mV
Temperature Coefficient		$T_A = -40^\circ C$ to $+85^\circ C$			200	ppm/ $^\circ C$
External Output Capacitance	$C_{OUT, EXT}$	No less than 550 μF for ceramic, oscon for others	1500		30000	μF
Dynamic Response	$\Delta V_{OUT, OVERSHOOT}$	75% ~ 50% of $I_{OUT, MAX}$ load step, di/dt = 1A/ μs		250		mV
	$\Delta V_{OUT, UNDERSHOOT}$	50% ~ 75% of $I_{OUT, MAX}$ load step, di/dt = 1A/ μs		250		
	Settling time	$C_{OUT, EXT} = 1500\mu F$, di/dt = 1A/ μs	Within 1% nominal V_{OUT}			200

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 40V \sim 60V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $C_{IN, EXT} = 200\mu F$ 、 $C_{OUT, EXT} = 1500\mu F$ (550 μF は MLCC、他は OS-CON)、抵抗性負荷。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Ripple and Noise		$I_{OUT} = I_{OUT, MAX}$, $C_{OUT, EXT} =$ 1500 μF + 10 μF tantalum + 1 μF ceramic	5Hz to 20MHz bandwidth		120		mV, pk- pk
			5Hz to 20MHz bandwidth		10	50	mV, RMS
Turn-On Delay Time	$t_{ON, DELAY}$	Time from instant at which $V_{IN} = 40V$, from REM assertion to $V_{OUT} = 10\%$ of $V_{OUT, SET}$			300		ms
Turn-On Rise Time	t_{RISE}	Time for V_{OUT} to rise from 10% to 90% of $V_{OUT, SET}$			45		ms
Current Sharing Accuracy		30% ~ 100% load	Four modules in parallel operation	-10		+10	%
Power-Good Signal	V_{PGOOD}			0		3.6	V
PROTECTION CHARACTERISTICS							
Input Undervoltage Lockout	$V_{IN, UVLO}$	V_{IN} rising		37	38	39	V
		V_{IN} falling		36	37	38	
Input Overvoltage Lockout	$V_{IN, OVLO}$	Latch off ¹			66		V
Output Overvoltage Lockout	$V_{OUT, OVLO}$	Latch off ¹			13.5		V
Output Overcurrent Protection	I_{OCP}	Latch off ¹			275		A
Output Short-Circuit Protection		Latch off ¹					
Overtemperature Protection	T_{OTP}	Retry ¹ , PMBus report temperature			122		$^\circ C$
GENERAL SPECIFICATIONS							
Efficiency	η	$V_{IN} = 40V$, half load			98.0		%
		$V_{IN} = 54V$, half load			97.8		
		$V_{IN} = 54V$, full load			97.5		
Switching Frequency	f_{SW}	$V_{IN} = 54V$, full load	Fixed frequency		180		kHz
FIT		10 ⁹ /MTBF			182		
MTBF		Telcordia SR-332, Issue 4, 2016, $T_A =$ +40 $^\circ C$			5.5 x 10 ⁶		hours
Weight					100		g
PMBUS							
CLK, DATA Input Logic Threshold	V_{IL}	Logic low				0.8	V
	V_{IH}	Logic high		2.1		3.6	
Output Logic Low	V_{OL}	Sinking current = 4mA	CLK, DATA, and ALERT pins			0.4	V
Leakage Current		CLK, DATA, and ALERT pins; logic output high		-5		+5	μA
Input Capacitance		CLK, DATA, and ALERT pins; inside the module			50		pF
CLK Frequency	f_{CLK}				100		kHz
Input Voltage Reporting Accuracy				-2		+2	V

(特に指定のない限り、 $V_{IN} = 40V \sim 60V$ 、 $T_A = +25^\circ C$ 、 $C_{IN, EXT} = 200\mu F$ 、 $C_{OUT, EXT} = 1500\mu F$ (550 μF は MLCC、他は OS-CON)、抵抗性負荷。)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Output Voltage Reporting Accuracy			-0.25		+0.25	V
Output Current Reporting Accuracy		< 30% load	-3		+3	A
		30% ~ 100% load	-6		+6	%
Temperature Reporting Range			-40		+125	$^\circ C$
Temperature Reporting Accuracy			-5		+5	$^\circ C$

Note 1: フォルト応答は、リトライ、ラッチ・オフ、無視のオプションを設定可能です。詳細については、[MFR_FAULT_RESPONSE \(D9h\)](#) のセクションを参照してください。

Note 2: 安全性：IEC 62368-1、UL 62368-1、EN 62368-1、CSA 62368-1 に準拠。

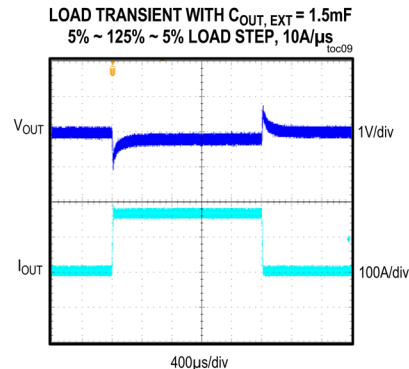
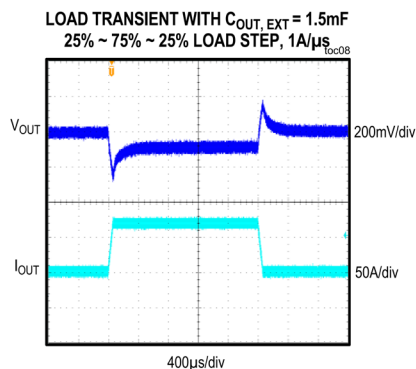
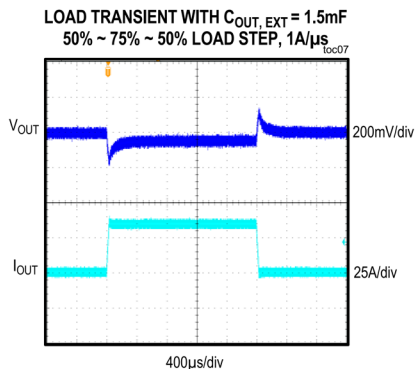
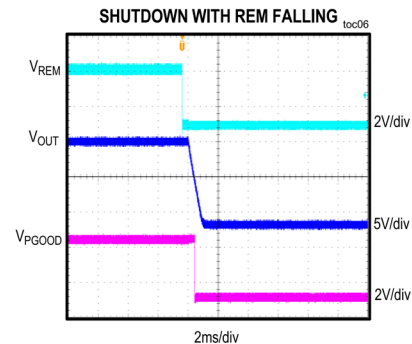
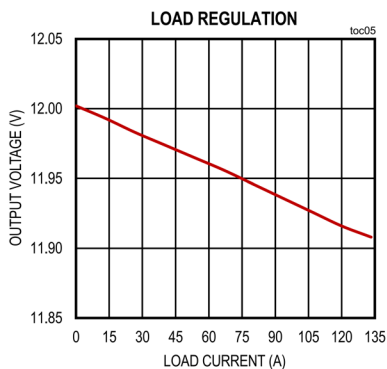
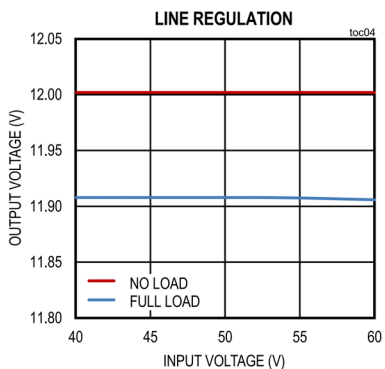
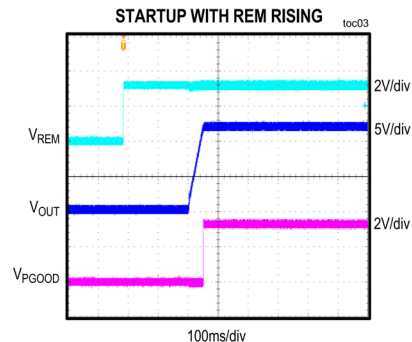
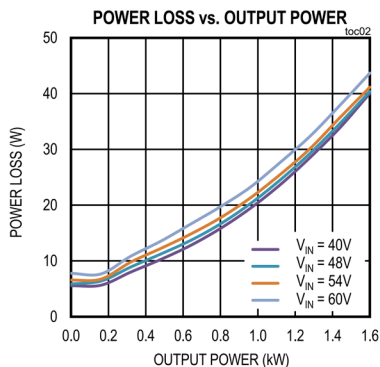
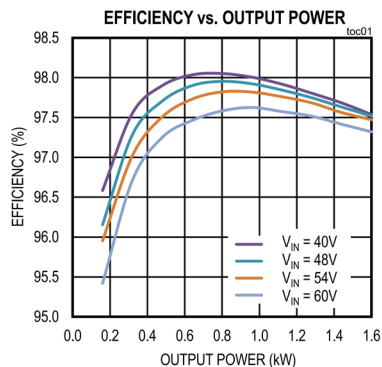
Note 3: 振動：IEC 60068-2-6 (掃引：10Hz~500Hz、振幅：0.75mm、加速度：10g、3つの直交軸のそれぞれで10分間試験)。

Note 4: 輸送：ETS 300019-1-2。

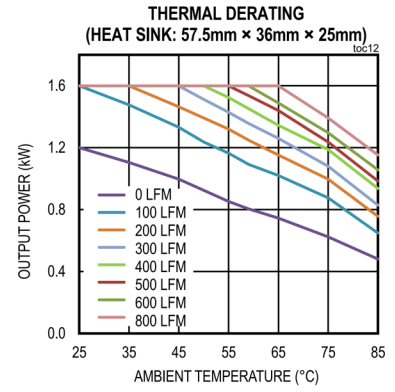
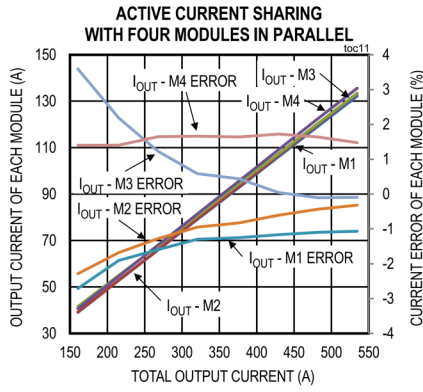
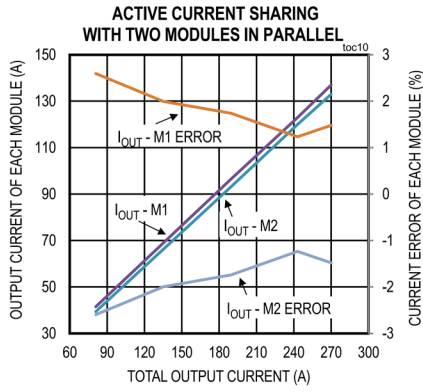
Note 5: 衝撃：IEC 60068-2-27 (加速度：200g、時間：3ms、3つの直交軸のそれぞれで6回落下)。

標準動作特性

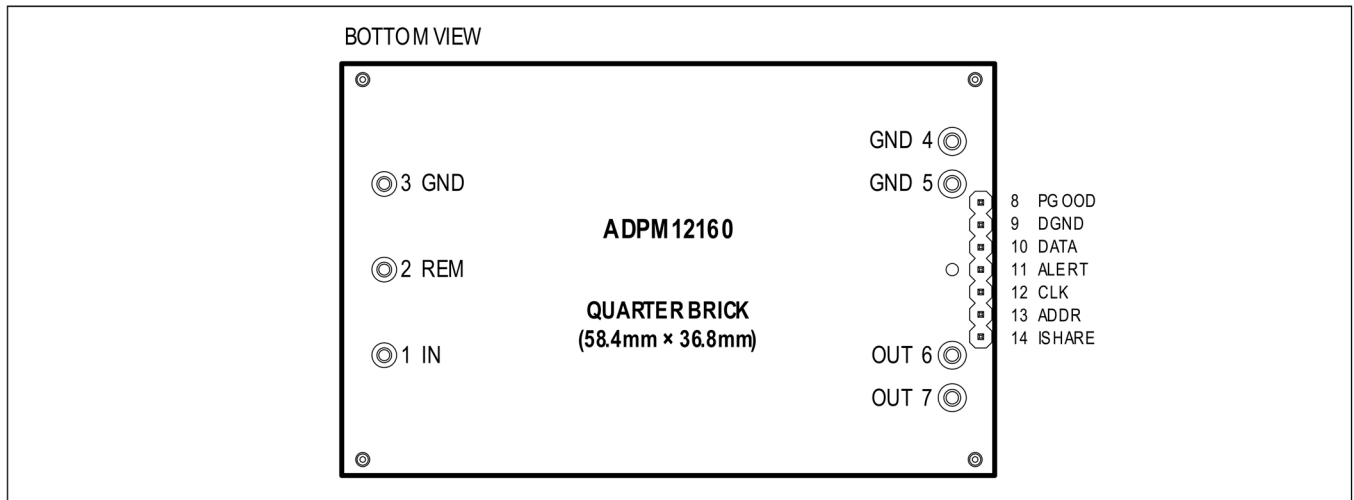
(特に指定のない限り、 $T_A = +25^{\circ}\text{C}$ 、 $V_{IN} = 54\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 。)



(特に指定のない限り、 $T_A = +25^\circ\text{C}$ 、 $V_{IN} = 54\text{V}$ 、 $V_{OUT} = 12\text{V}$ 。)



ピン配置



端子説明

ピン番号	名称	機能
1	IN	正側入力。
2	REM	リモートのオン/オフ制御。 アクティブ・ハイのモジュールの場合、このピンをハイにするかオープンのままにするとモジュールの出力をイネーブルできます。ローにすると出力をディスエーブルできます。 アクティブ・ローのモジュールの場合、このピンをハイにするかオープンのままにするとモジュールの出力をディスエーブルできます。ローにすると出力をイネーブルできます。
3, 4, 5	GND	電源グラウンド。
6, 7	OUT	正側出力。
8	PGOOD	パワー・グッド出力。10kΩの抵抗を使用して内部で3.3Vバイアスにプルアップされています。
9	DGND	デジタル・グラウンド。1点でGNDに内部接続されています。
10	DATA	PMBus データ。10kΩの抵抗を使用して内部で3.3Vバイアスにプルアップされています。
11	ALERT	PMBus アラート。10kΩの抵抗を使用して内部で3.3Vバイアスにプルアップされています。
12	CLK	PMBus クロック。10kΩの抵抗を使用して内部で3.3Vバイアスにプルアップされています。
13	ADDR	PMBus アドレス設定。ADDR ピンと DGND の間に抵抗を接続することでモジュール・アドレスを適切に選択します。
14	ISHARE	アクティブ電流分担。 スタンドアロン動作の場合は、このピンをオープン接続のままにしておきます。 並列動作の場合は、各モジュールの ISHARE を互いに接続します。このピンはオープンのままにしないでください。

アプリケーション情報

テスト構成

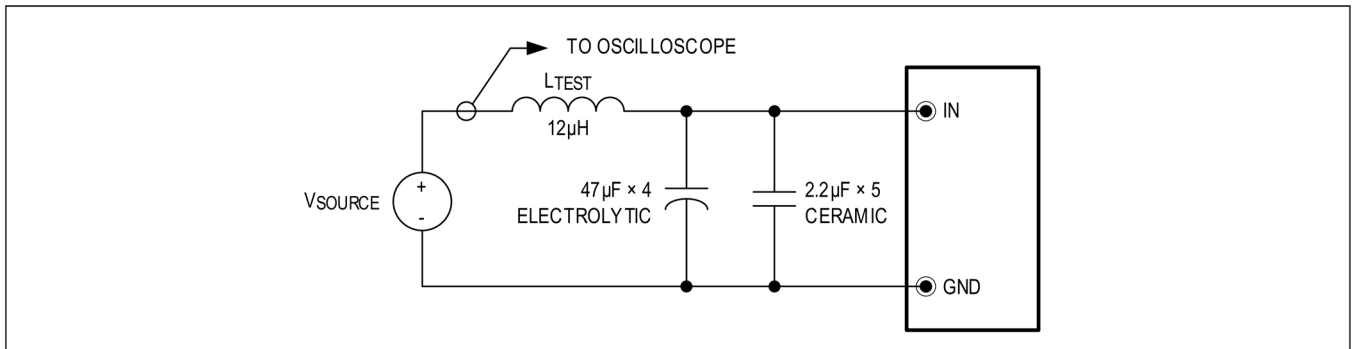


図 1. 入力反射リップル電流のテスト・セットアップ

注：12µH の擬似ソース・インダクタンスを接続して入力反射リップル電流を測定します。入力反射リップル電流の測定点を図 1 に示します。

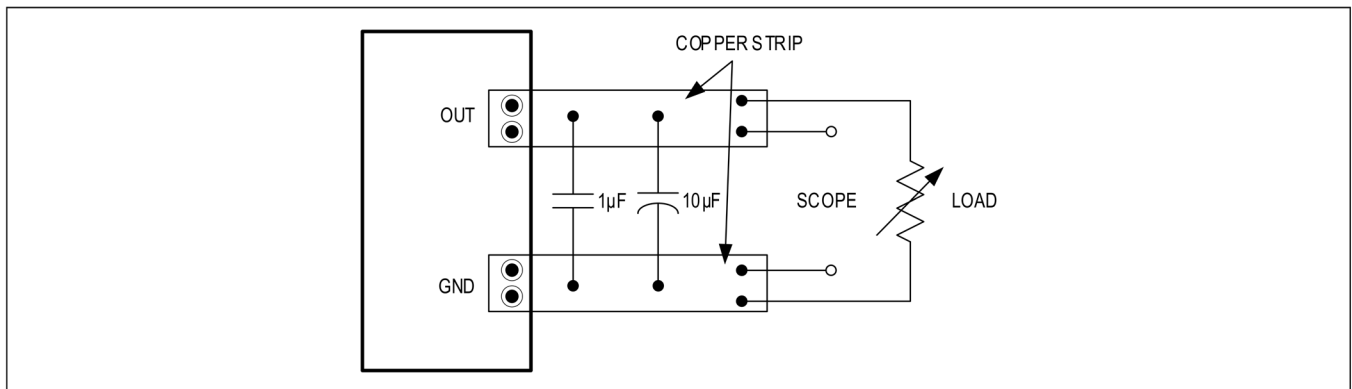


図 2. 出力リップルとノイズのテスト・セットアップ

注：オシロ・スコープの測定は、1µF のセラミック・コンデンサと 10µF のタンタル・コンデンサを接続し、BNC ソケットを使用しています。オシロ・スコープのプロブは、モジュールから 51mm～76mm (2 インチ～3 インチ) 離れた位置に設置します。

入力フィルタ

本電源モジュールは、低 AC インピーダンスの入力ソースに接続してください。高い誘導性ソース・インピーダンスは、電源モジュールの安定性に影響を及ぼす可能性があります。図 1 のテスト構成の場合では、47µF の電解コンデンサ 4 個と 2.2µF のセラミック・コンデンサ 5 個を電源モジュールの近くに並列接続することで、モジュールの安定性を確保できます。

安全に関する考慮事項

本電源モジュールを使用したシステムで安全性規制当局の認定を取得するには、最終製品の安全規格（例えば CAN/CSA-C22.2 など）で要求される空間距離と隔離距離を満足すると共に、UL 62368-1、CAN/CSA C22.2 No. 62368-1-14、EN 62368-1、および IEC 62368-1 に従って本電源モジュールを設置する必要があります。

パワー・グッド出力 (PGOOD)

このモジュールは PGOOD 信号を出力します。これは内部で 3.3V にプルアップされており、出力電圧が電源モジュールの公称出力電圧範囲に入っていることを示します。過熱、過電流、不安定化など、出力電圧が公称電圧範囲から外れるようなフォルト状態が発生した場合、PGOOD はローにプルダウンされます。

リモートのオン/オフ制御 (REM)

REM ピンを使用することで、システム信号によって電源モジュールをオン/オフできます。ロジックは、製品のバリエーションによって異なります。

アクティブ・ハイのモジュールでは、REM ピンをハイにするかオープンのままにすると出力をイネーブルできます。REM ピンをローにすると出力をディスエーブルします。

アクティブ・ローのモジュールでは、REM ピンをハイにするかオープンのままにすると出力をディスエーブルできます。REM ピンをローにすると出力をイネーブルします。

出力電流保護

出力過負荷のフォルト状態から保護するため、本モジュールは電流保護回路を内蔵しています。出力電流が過電流フォルト・リミットを上回ると、モジュールは直ちにシャットダウンして、デフォルトでラッチ・モードに入ります。

出力電圧保護

出力過電圧保護は、出力端子の電圧をモニタする回路によって構成されています。出力電圧が過電圧フォルト・リミットを上回ると、モジュールは直ちにシャットダウンして、デフォルトでラッチ・モードに入ります。

過熱保護

過熱保護は、熱による損傷を防ぐための回路で構成されています。熱センサーが OTP スレッシュホールドを上回る温度を検出すると、モジュールは直ちにシャットダウンし、温度が仕様の範囲内に戻ると再起動します。

ACS (アクティブ電流分担、ISHARE) による並列動作

良好な電流分担性能を達成するには、ACS 機能を有効化します。通常の動的負荷分担 (DLS) と比較して ACS が有利な点は、ACS が専用の電流分担バス (ISHARE) を使用して並列モジュール間での負荷バランスを取ることです。バス上の各モジュールは、電流分担バスから見た出力電流が同一になるように、安定化された出力を継続的に上下にトリミングします。ACS 機能は、モジュールの出力電圧の差、温度差、非対称なレイアウトなどによって生じる電流分担の誤差を相殺します。

並列モジュールの IN ピン同士、OUT ピン同士、および ISHARE ピン同士をそれぞれ互いに接続することで、自動的に電流分担を実現できます。

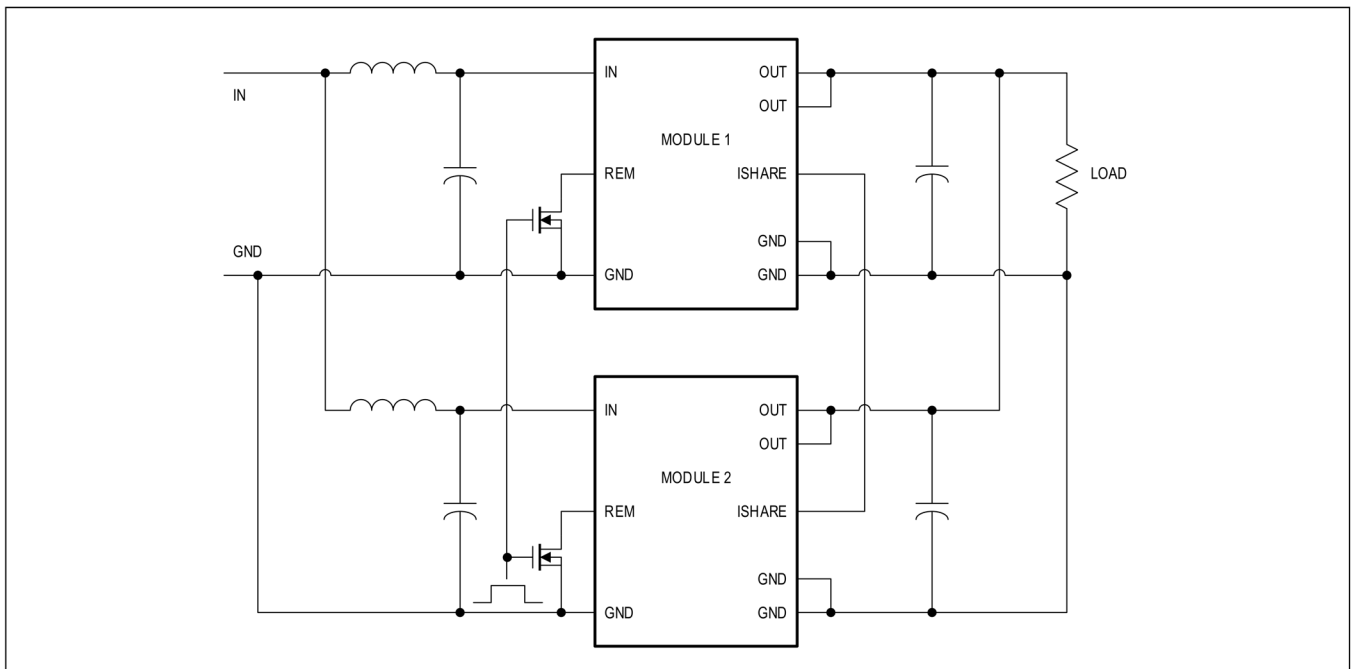


図 3. 2 個のモジュールを使用したアクティブ電流分担の回路図

良好な精度で正常な動作をさせるには、以下の設計ルールを採用します。

- 各モジュールの入力は同じ電圧ソースに接続します。
- 複数のモジュールを並列接続する場合、各モジュールの入ループと出ループはできるだけ対称に配置します。
- 並列接続された各モジュールの ISHARE は、最短の配線長で接続します。
- 並列接続された各モジュールの REM ピン同士を互いに接続します。

- 入力電圧の上昇速度 (dv/dt) を 1V/ms 以上にすると有効です。
- 起動時の出力電流分担の合計は 30A 未満にします。
- 並列接続されたモジュールの電流分担の合計は、出力電流定格の 95%未満にします。

EMC に関する考慮事項

図 4 に、EN55032 クラス B の伝導エミッションを満足するために推奨される構成を示します。

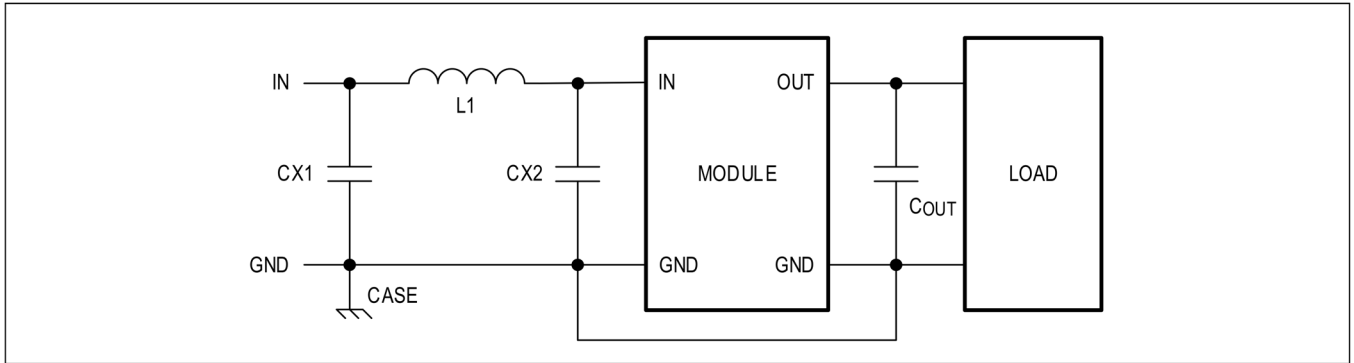


図 4. EMC テスト用の標準アプリケーション回路

表 1. EMC フィルタの推奨パラメータ

COMPONENT	SPECIFICATIONS
CX1	47 μ F/100V \times 2 (electrolytic capacitor) + 0.1 μ F \times 3 (MLCC) + 2.2 μ F \times 2 (MLCC)
CX2	47 μ F/100V \times 4 (electrolytic capacitor)
C _{OUT}	1500 μ F
L1	0.22 μ H

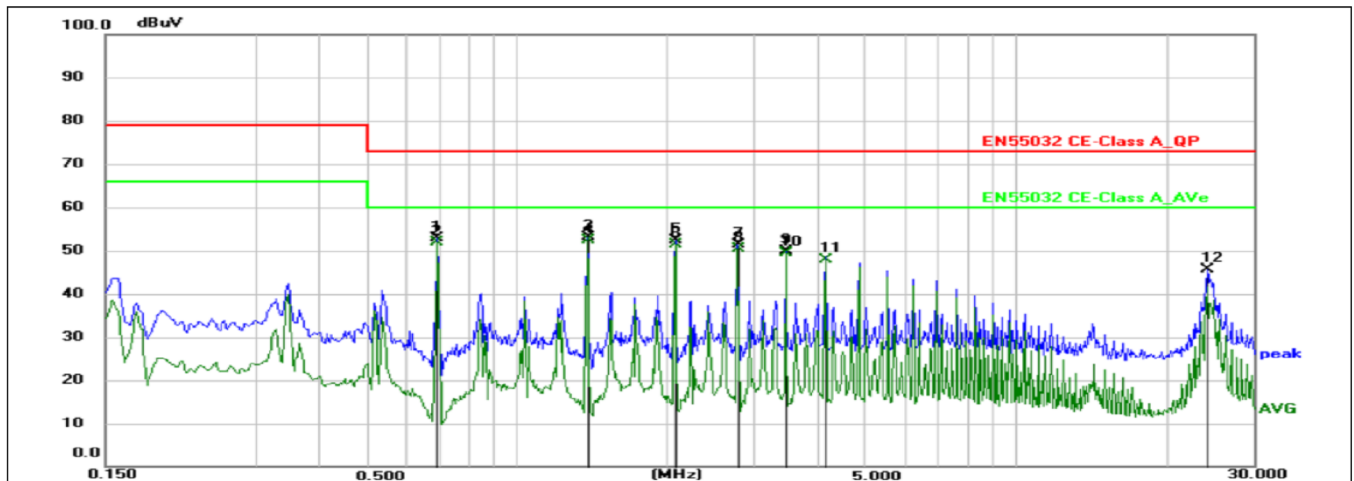


図 5. EMC テストの結果 ($V_{IN} = 54V$ 、 $I_{OUT} = 133.3A$)

出力電圧キャリブレーション抵抗の配置と外観

電源モジュールの製造時には、仕様規定された範囲内に出力電圧が確実に収まるよう、出力電圧を抵抗で調整することによりキャリブレーションする必要があります。そのため、電源モジュールは、図 6 に示すように 3 つの方法のいずれかで構成されます。これらはいずれも標準の品質を備えた製品であり、出力電圧は仕様規定された範囲内にキャリブレーションされています。

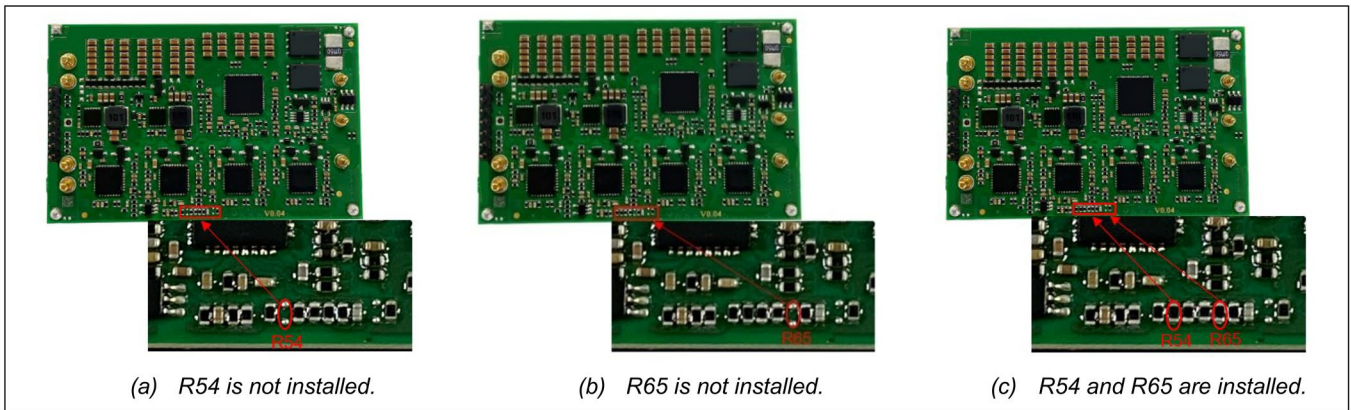


図 6. キャリプレーション抵抗の構成

デジタル機能の説明

PMBus インターフェース機能

このモジュールにはデジタル PMBus インターフェースが搭載されており、システム・コントローラによる設定と通信が可能です。

モジュールは、PMBus Power System Management Protocol Specification Part II - Command Language Revision 1.1 に定義されたコマンドのサブセットをサポートしています。PMBus コマンドの完全なリストと詳細仕様については、www.PMBus.org で入手できる PMBus 仕様の Part II を参照してください。サポートされている PMBus コマンドと、それらに対応したモジュールの動作が、このドキュメントに記載されています。

本モジュールはグループ・コマンドをサポートしており、ホストから 1 つの連続した長いデータ・ストリームを送ることで同一シリアル・バス上の複数モジュールに異なるデータを書き込むことができます。このトランザクション中にアドレス指定されたすべてのモジュールは、ホストが STOP コマンドを発行するまで待機し、発行されてからグループ・コマンドに対する応答を開始します。

モジュールには不揮発性メモリが内蔵されており、構成設定とフォルト記録に使用されます。

SMBALERT インターフェース機能

このモジュールは SMBALERT 応答プロトコルもサポートしています。SMBALERT 応答プロトコルは、モジュールがアクティブ状態であるかアラーム状態であるかを、ALERT ピンをローにすることでホストに通知するための仕組みです。

フォルトが発生したときに、ALERT 出力がイネーブル (MFR_MODE の ALERT ビット (ビット[13]) = 1) だった場合、モジュールは ALERT ピンをローにして、ホストが Alert Response Address (ARA) を送信するのを待ちます。モジュールは、ARA を受信すると ALERT をアサートし、そのモジュールはアクノリッジ (ACK) を返します。そして、他のモジュールも ARA に対して応答しようとする可能性があるため、バスのアービトレーションによって自身の固定ターゲット・デバイス・アドレスをバスに提供しようとし、アービトレーションのルールでは、最も低いアドレスのモジュールが優先されます。モジュールがアービトレーションを獲得した場合、そのモジュールは ALERT をデアサートします。アービトレーションを獲得できなかった場合、モジュールは ALERT をアサートしたまま保持し、ホストが再度 ARA を送信するのを待ちます。

PMBus のアドレス指定

モジュールは柔軟なアドレス指定の機能を備えています。PMBus アドレスを選択するには、ADDR ピンと DGND ピンの間に抵抗 (E96 シリーズ、 $\pm 1\%$) を接続します。

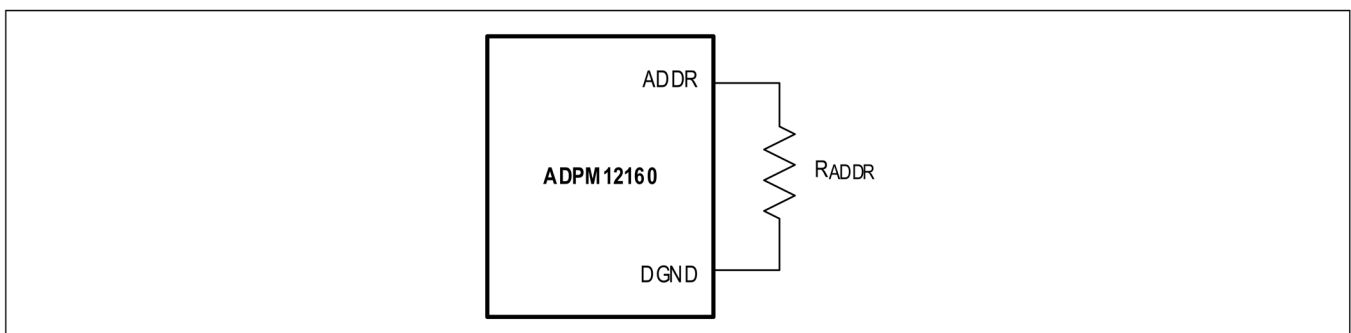


図 7. PMBus アドレスの選択

表 2. PMBus アドレス

RADDR (±1%)	7-BIT ADDRESS	RADDR (±1%)	7-BIT ADDRESS	RADDR (±1%)	7-BIT ADDRESS
10kΩ	96d (60h)	45.3kΩ	101d (65h)	130kΩ	106d (6Ah)
15kΩ	97d (61h)	56.2kΩ	102d (66h)	156kΩ	107d (6Bh)
21kΩ	98d (62h)	69.8kΩ	103d (67h)	191kΩ	108d (6Ch)
28kΩ	99d (63h)	88.7kΩ	104d (68h)	232kΩ	109d (6Dh)
35.7kΩ	100d (64h)	107kΩ	105d (69h)		

モジュールは、バス上でACKをアサートすることによって、自身の固定ターゲット・デバイス・アドレスを受信したことに対して応答します。モジュールは、ジェネラル・コール・アドレスには応答せず、自身の固定ターゲット・デバイス・アドレスか、アラート応答アドレスを受信した場合にのみ応答します。

PMBus データの形式

出力電圧や関連パラメータ（過電圧スレッシュホールドなど）を指定したり読み出したりするための電圧データは、DIRECT フォーマットで表されます。DIRECT フォーマットのデータは2バイトで、2の補数のバイナリ値です。DIRECT フォーマット・データは、パラメータ値の送信または読み出しを行う任意のコマンドで使用できます。DIRECT フォーマットでは、必要な値を計算するために、定義された係数と式を使用します。表 3 に、本モジュールで使用する係数を示します。

表 3. PMBus コマンドのコード係数

PARAMETER	COMMANDS	UNITS	RESOLUTION	MAXIMUM	m	b	R
Voltage	VOUT_MARGIN_HIGH VOUT_MARGIN_LOW VOUT_OV_FAULT_LIMIT VOUT_OV_WARN_LIMIT VOUT_UV_WARN_LIMIT VOUT_UV_FAULT_LIMIT POWER_GOOD_ON POWER_GOOD_OFF READ_VOUT MFR_VOUT_PEAK MFR_VOUT_MIN	mV	8	262136	0.125	0	0
Current	IOUT_OC_FAULT_LIMIT IOUT_OC_WARN_LIMIT READ_IOUT MFR_IOUT_PEAK MFR_IOUT_AVG	A	0.04	1310.68	0.25	0	2
Temperature	OT_FAULT_LIMIT OT_WARN_LIMIT READ_TEMPERATURE_1 READ_TEMPERATURE_PEAK	°C	0.01	327.67	1	0	2
Timing	TON_DELAY, TOFF_DELAY TON_MAX_FAULT_LIMIT MFR_FAULT_RETRY	ms	0.2	6553.4	5	0	0

注：複数のチャンネルで同時にフォルト・イベントが発生したときに、フォルトのリトライを確実に行うには、MFR_FAULT_RETRY ≥ 1s と設定することを推奨します。

受信した DIRECT フォーマット値の解析

ホスト・システムは、次式を用いてモジュールから受信した値を変換し、電圧、摂氏温度など適切な単位で読み出します。

$$X = (1/m) \times (Y \times 10^{-R} - b)$$

ここで、Xは適切な単位（V、°Cなど）で計算された実際の値、mは傾き係数、Yはモジュールから受信した2バイトの2の補数形式の整数、bはオフセット、Rは指数部です。

DIRECT フォーマット値の送信

ホストから値を送信するには、次式を用いて Y の解を求める必要があります。

$$Y = (mX + b) \times 10^R$$

ここで、Y はモジュールに送信する 2 バイトの 2 の補数形式の整数、m は傾き係数、X は伝送するために変換が必要な実際の値（単位は電圧など）、b はオフセット、R は指数部です。

パスワード保護

本モジュールは、MFR_MODE コマンドの LOCK ビットを使用してパスワード保護を行うことができます。モジュールがロックされると、特定の PMBus コマンドしかシリアル・ポートからアクセスできません。PMBus コマンドの完全なリストについては表 4 を参照してください。パスワード保護されたコマンドを読み出した場合、必要なデータ・バイト数ですべて 1 (FFh) を返します。モジュールがロックされている場合、PAGE、OPERATION、CLEAR_FAULTS、MFR_SERIAL コマンドのみ書き込むことができます。他の書込みコマンドはすべて無視されます。MFR_SERIAL が書き込まれ、上位 4 バイトが内部のフラッシュに保存された値と一致するとモジュールはロック解除され、MFR_MODE の LOCK ビットが再度アクティブになるまでロック解除の状態が保持されます。STATUS_MFR_SPECIFIC の LOCK ステータス・ビットは、常に、モジュールがロックされているかロック解除されているかを表示するために用いられます。

SMBus のタイムアウト

SMBus の通信シーケンスがアクティブなときに CLK 信号がタイムアウト時間（公称 27ms）を超えてもローのままだった場合、モジュールはシーケンスを打ち切り、シリアル・バスをリセットします。これに他の動作は必要ありません。ステータス・ビットは設定されません。

PMBus コマンド

サポートされる PMBus コマンドを表 4 に示します。

表 4. PMBus コマンド・コード

CODE	COMMAND NAME	TYPE	PAGE (Note 1)				NO. OF BYTES	FLASH STORED/ LOCKED (Note 2)	DEFAULT VALUE (Note 2)
			0-11	12-15	16-20	255			
00h	PAGE	R/W byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	N/N	00h
01h	OPERATION	R/W byte	R/W	—	—	W	1	N/N	00h
02h	ON_OFF_CONFIG	R/W byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	Y/Y	(Note 3)
03h	CLEAR_FAULTS	Send byte	W	W	W	W	0	N/N	—
10h	WRITE_PROTECT	R/W byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	N/Y	00h
11h	STORE_DEFAULT_ALL	Send byte	W	W	W	W	0	N/Y	—
12h	RESTORE_DEFAULT_ALL	Send byte	W	W	W	W	0	N/Y	—
19h	CAPABILITY	Read byte	R	R	R	R	1	N/N	20h
20h	VOUT_MODE	Read byte	R	R	R	R	1	FIXED/N	40h
25h	VOUT_MARGIN_HIGH	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	0000h (Note 4)
26h	VOUT_MARGIN_LOW	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	0000h (Note 4)
40h	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
42h	VOUT_OV_WARN_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
43h	VOUT_UV_WARN_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
44h	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
46h	IOUT_OC_FAULT_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
4Ah	IOUT_OC_WARN_LIMIT	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	See Table 6
4Fh	OT_FAULT_LIMIT	R/W word	—	—	R/W	—	2	Y/Y	2FA8h (Note 5)
51h	OT_WARN_LIMIT	R/W word	—	—	R/W	—	2	Y/Y	2AF8h (Note 5)

CODE	COMMAND NAME	TYPE	PAGE (Note 1)				NO. OF BYTES	FLASH STORED/ LOCKED (Note 2)	DEFAULT VALUE (Note 2)
			0-11	12-15	16-20	255			
5Eh	POWER_GOOD_ON	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	0546h (Note 4)
5Fh	POWER_GOOD_OFF	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	Y/Y	0520h (Note 4)
60h	TON_DELAY	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	See Table 6
62h	TON_MAX_FAULT_LIMIT	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	01F4h (Note 4)
64h	TOFF_DELAY	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	See Table 6
79h	STATUS_WORD	Read word	R	R	R	R	2	N/N	0000h
7Ah	STATUS_VOUT	Read byte	R	R	—	—	1	N/N	00h
7Bh	STATUS_IOUT	Read byte	R	R	—	—	1	N/N	00h
7Ch	STATUS_INPUT	Read byte	R	R	—	—	1	N/N	00h
7Dh	STATUS_TEMPERATURE	Read byte	—	—	R	—	1	N/N	00h
7Eh	STATUS_CML	Read byte	R	R	R	R	1	N/N	00h
80h	STATUS_MFR_SPECIFIC	Read byte	R	—	—	R	1	N/N	00h
88h	READ_VIN	Read word	R	R	—	—	2	N/N	0000h
89h	READ_IIN	Read word	R	R	—	—	2	N/N	0000h
8Bh	READ_VOUT	Read word	R	R	—	—	2	N/N	0000h
8Ch	READ_IOUT	Read word	R	R	—	—	2	N/N	0000h
8Dh	READ_TEMPERATURE_1	Read word	—	—	R	—	2	N/N	0000h
98h	PMBUS_REVISION	Read byte	R	R	R	R	1	FIXED/N	11h
9Eh	MFR_SERIAL	R/W 64	R/W	R/W	R/W	R/W	8	Y/Y	(Note 6)
D1h	MFR_MODE	R/W word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	Y/Y	0022h
D4h	MFR_VOUT_PEAK	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	N/Y	0000h
D5h	MFR_IOUT_PEAK	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	N/Y	0000h
D6h	MFR_TEMPERATURE_PEAK	R/W word	—	—	R/W	—	2	N/Y	8000h
D7h	MFR_VOUT_MIN	R/W word	R/W	R/W	—	—	2	N/Y	7FFFh
D8h	MFR_NV_LOG_CONFIG	R/W word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	Y/Y	0000h
D9h	MFR_FAULT_RESPONSE	R/W 32	R/W	R/W	—	—	4	Y/Y	See Table 6
DAh	MFR_FAULT_RETRY	R/W word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	Y/Y	1388h
DCh	MFR_NV_FAULT_LOG	Read 32	R	R	R	R	255	Y/Y	(Note 7)
DDh	MFR_TIME_COUNT	R/W 32	R/W	R/W	R/W	R/W	4	N/Y	(Note 8)
DFh	MFR_MARGIN_CONFIG	R/W word	R/W	—	—	—	2	Y/Y	403Eh (Note 4)
E2h	MFR_IOUT_AVG	R/W word	R	R	—	—	2	N/Y	0000h
ECh	MFR_CONFIG_VERSION	R/W word	—	—	—	R/W	2	N/N	0000h
EEh	MFR_STORE_ALL	Write byte	W	W	W	W	1	N/Y	—
EFh	MFR_RESTORE_ALL	Write byte	W	W	W	W	1	N/Y	—

CODE	COMMAND NAME	TYPE	PAGE (Note 1)				NO. OF BYTES	FLASH STORED/ LOCKED (Note 2)	DEFAULT VALUE (Note 2)
			0-11	12-15	16-20	255			
F2h	MFR_WP_CONTROL	R/W byte	R/W	R/W	R/W	R/W	1	N/N	00h
FCh	MFR_STORE_SINGLE	R/W word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	N/Y	0000h
FEh	MFR_CRC	R/W word	R/W	R/W	R/W	R/W	2	N/Y	(Note 9)

Note 1: 共通のコマンドは灰色で表示されています。いずれのページからアクセスしても同じ応答が得られます。

Note 2: **Default Value** の列に記載された値は工場出荷時の値で、パワーオン・リセット時に自動的にロードされます。

Flash Stored/Locked の列において、左側の「N」は、STORE_DEFAULT_ALL または MFR_STORE_ALL コマンドが実行されたときにフラッシュ・メモリに保存されないパラメータであることを示します。左側の「Y」は、STORE_DEFAULT_ALL または MFR_STORE_ALL コマンドが実行されたときに、このパラメータにロードされた現在値がフラッシュ・メモリに保存され、パワーオン・リセット時に自動的にロードされることを示します。**Flash Stored** の列の「FIXED」は、この値が工場出荷時に固定され、変更できないことを示します。右側の Y/N については、「N」と記載されたコマンドのみがモジュールがロックされているときにアクセスできることを示します。他のコマンドはすべて、書き込みの場合は無視され、読出しの場合は FFh を返します。PAGE、CLEAR_FAULTS、OPERATION、MFR_SERIAL コマンドのみ書き込むことができます。モジュールに書き込まれたデータと MFR_SERIAL の上位 4 バイトが一致した場合、モジュールはロック解除されます。

Note 3: REM アクティブ・ローのモジュールは 14h、REM アクティブ・ハイのモジュールは 16h です。

Note 4: 出力電圧設定用の PAGE = 02h の場合。

Note 5: 温度設定用の PAGE = 12h (18d) の場合。

Note 6: 出荷時に設定された 8 バイト・ブロックのデフォルト値は 3130313031303130h です。

Note 7: 出荷時に設定された MFR_NV_FAULT_LOG の全ブロックのデフォルト値は FFh です。

Note 8: 出荷時に設定された 4 バイト・ブロックのデフォルト値は 00000040h です。

Note 9: REM アクティブ・ローのモジュールは 5BC4h、REM アクティブ・ハイのモジュールは AA7Ch です。

PAGE (00h)

ADPM12160 モジュールは、入力電圧、入力電流、出力電圧、出力電流およびボード温度をモニタします。モニタリングと制御はすべて、1 つの PMBus アドレスを使用して指定できます。

データ値 2~10、14、または 18 (10 進数) の PAGE コマンドを送信することで、後続の PMBus コマンドを処理する前に、電圧、電流、温度のいずれれに対して実行するかを選択します。すべてのコマンドが、各ページ内でサポートされているわけではありません。サポートされていないコマンドを受信した場合、CML ステータス・ビットがセットされます。いくつかのコマンドは共通コマンドで、どのページを選択してもモジュールに対する効果と応答は同じになります。PAGE コマンドについては、表 5 を参照してください。

次に挙げる PMBus コマンドをすべてのページに同時に適用する必要がある場合は、PAGE を 255 に設定してください。この機能が実際に必要となるコマンドはわずかで、OPERATION、および CLEAR_FAULTS のみです。

表 5. PAGE (00h) コマンド

PAGE	制御内容
0, 1, 15	内部で使用。これらのページの値は変更してはなりません。
2	出力電圧のモニタリングと制御。
3	PGOOD 出力遅延の制御。
4	出力電流の制御。
5	フェーズ 1 電流のモニタリングと制御。

PAGE	制御内容
6	フェーズ 2 電流のモニタリングと制御。
7	フェーズ 3 電流のモニタリングと制御。
8	フェーズ 4 電流のモニタリングと制御。
9	入力電圧のモニタリングと制御。
10	入力電流のモニタリングと制御。
11–13, 16, 17, 19, 20	不使用。
14	高精度の出力電流モニタリング、READ_IOUT (8Ch) コマンドでのみ使用。
18	PCB ボード温度のモニタリングと制御。
21–254	予約済み。
255	すべてのページに適用可。

表 6. 電圧／電流設定のデフォルト値

CODE	COMMAND NAME	DEFAULT VALUE WITHIN PAGE								
		2 (VOUT)	3 (PGOOD)	4 (IOUT)	5 (IPH1)	6 (IPH2)	7 (IPH3)	8 (IPH4)	9 (VIN)	10 (IIN)
40h	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0698h	—	—	—	—	—	—	203Ah	—
42h	VOUT_OV_WARN_LIMIT	0659h	—	—	—	—	—	—	1FBDh	—
43h	VOUT_UV_WARN_LIMIT	0426h	—	—	—	—	—	—	128Eh	—
44h	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	03E8h	—	—	—	—	—	—	11DFh	—
46h	IOUT_OC_FAULT_LIMIT	—	—	1AF4h	0A32h	0A32h	0A32h	0A32h	—	07B0h
4Ah	IOUT_OC_WARN_LIMIT	—	—	1AF4h	0A32h	0A32h	0A32h	0A32h	—	07B0h
60h	TON_DELAY	0424h	0000h	—	—	—	—	—	—	—
64h	TOFF_DELAY	0000h	0000h	—	—	—	—	—	—	—
D9h	MFR_FAULT_RESPONSE	0101C 009h	—	0101C 001h	0101C 001h	0101C 001h	0101C 001h	0101C 001h	0101C 009h	0101C 082h

OPERATION (01h)

OPERATION コマンドは、REM 入力ピンとの組み合わせで、モジュールをオン／オフするために使用します。また、モジュールの出力電圧をマージン電圧の上限または下限に設定する場合にも使用します。モジュールは、後続の OPERATION コマンドや REM ピン（有効の場合）状態の変化によって別のモードに変化するよう指示されるまで、指定された動作モードを維持します。

有効な OPERATION コマンド・バイト値を表 7 に示します。

表 7. OPERATION (01h) コマンド・バイト

COMMAND BYTE	OUTPUT ON/OFF		OUTPUT MARGIN STATE (PAGE = 2)
	BIT 3 OF ON_OFF_CONFIG = 1	BIT 3 OF ON_OFF_CONFIG = 0	
00h	Immediate off	No effect	-
40h	Soft-off with delay		-
80h	On		Margin off
94h	On		Margin low (ignore all faults)
98h	On		Margin low (act on any fault)
A4h	On		Margin high (ignore all faults)
A8h	On		Margin high (act on any fault)

OPERATION コマンドは、出力変更の指示を受けたときにモジュールがどのように応答するかを制御します。コマンド・バイトが 00h の場合、モジュールは直ちにオフになり、ターンオフ遅延の設定値は無視されます。コマンド・バイトが 40h に設定されていた場合、出力はターンオフ遅延の設定に従ってパワー・ダウンします。

ほとんどの場合、パワー・オン/オフ制御では PAGE を 255 に設定して OPERATION コマンドを送信する必要があります。出力マージンを制御する場合は、PAGE=2 に設定して OPERATION コマンドを使用します。表 7 において、「act on any fault」は、出力マージンが有効なときに出力で警告またはフォルトを検出した場合、モジュールはこれを警告やフォルトとして扱い、設定されたとおりに応答することを示しています。「Ignore all faults」は、出力で検出された警告とフォルトはすべて無視されることを示しています。マージン機能を開始するには、出力が POWER_GOOD_ON 値を上回っている必要があります。

ON_OFF_CONFIG (02h)

ON_OFF_CONFIG コマンドは、モジュールをオン/オフするために必要な REM 入力と PMBus OPERATION コマンドの組み合わせを設定します。これには、電源投入する際にモジュールに指示する方法も含まれています。ON_OFF_CONFIG メッセージの内容を表 8 に示します。出力がアクティブなときにホストから ON_OFF_CONFIG を変更してはなりません。

表 8. ON_OFF_CONFIG (02h) コマンド・バイト

ビット	目的	値	意味
7:6	予約済み。	N/A	常に 00 を返します。
5	OPERATION コマンドと REM ピンの AND/OR 選択。	0	OPERATION コマンドと REM ピンの両方がイネーブルのとき、AND を取ります。
		1	OPERATION コマンドと REM ピンの両方がイネーブルのとき、OR を取ります。
4	入力が存在するとモジュールをオン、または REM ピン/OPERATION コマンドを使用。	0	REM ピンによらず入力が増えるとモジュールはオンになります。
		1	REM ピン（イネーブルの場合）や OPERATION コマンドを使用します（注 1）。
3	OPERATION コマンド・イネーブル。	0	OPERATION コマンドのオン/オフ機能をディスエーブル。
		1	OPERATION コマンドをイネーブル。
2	REM ピン・イネーブル。	0	REM ピンをディスエーブル。
		1	REM ピンをイネーブル。
1	REM ピンの極性。	0	REM はアクティブ・ロー。
		1	REM はアクティブ・ハイ。
0	REM ピンのオフ動作。	0	設定されたターンオフ遅延（ソフト・オフ）を使用。
		1	モジュールは直ちにオフ。

注 1：（ビット 3 とビット 2 の両方がセットされているときに）ビット 5 がセットされない場合、モジュールをオンにするには REM ピンと OPERATION コマンドの両方が必要ですが、どちらか一方でモジュールをオフにできます。

CLEAR_FAULTS (03h)

CLEAR_FAULTS コマンドは、ステータス・レジスタにラッチされたフォルトまたは警告ビットをクリアするために使用します。また、無条件に ALERT 出力をデアサートします。このコマンドはすべてのビットを同時にクリアします。CLEAR_FAULTS コマンドが、フォルト条件によってラッチ・オフされた電源を再起動することはありません。CLEAR_FAULTS コマンドが実行された後もフォルトが存在している場合は、フォルト・ステータス・ビットが再度すぐに設定されます。ただし、ALERT は再アサートされません。ALERT は、CLEAR_FAULTS コマンドが実行された後に発生したフォルトまたは警告を検出した場合にのみ、再アサートされます。このコマンドは書き込み専用です。このコマンドにはデータ・バイトはありません。

WRITE_PROTECT (10h)

WRITE_PROTECT コマンドを使用して、モジュールの動作メモリが意図せず変更されないように保護します。WRITE_PROTECT の設定によらず、対応するコマンドのすべてでパラメータの読出しは可能です。ホストから保護領域に書き込もうとした場合でも、フォルトやエラーは生成されません。

WRITE_PROTECT メッセージの内容を表 9 に示します。

表 9. WRITE_PROTECT (10h) コマンド・バイト

コマンド・バイト	意味
80h	WRITE_PROTECT コマンド以外のすべての書き込みをディスエーブル。
40h	WRITE_PROTECT、OPERATION、PAGE コマンド以外のすべての書き込みをディスエーブル。
20h	WRITE_PROTECT、OPERATION、PAGE、ON_OFF_CONFIG コマンド以外のすべての書き込みをディスエーブル。
00h	すべてのコマンドの書き込みをイネーブル（デフォルト）。

設定データの管理

モジュールは、設定データを不揮発性のフラッシュ・メモリと揮発性 RAM の両方に保存します。モジュールの設定データ管理は PMBus エンジンが行います。図 8 を参照してください。

フラッシュ・メモリには設定パラメータ用の 3 つの独立したアレイがありますが、RAM には 1 つのアレイしかありません。モジュールに PMBus コマンドが書き込まれる場合、常に RAM に書き込まれます。モジュールの工場出荷時に、表 4 と表 6 に示す内容がフラッシュ・メモリ・アレイの MAIN と BACKUP のどちらにも同様に設定されます。SINGLE アレイは空の状態です。

フラッシュ・メモリのアレイと RAM のアレイの間でデータを転送するために使用する 5 つの PMBus コマンドが用意されています。これらのコマンドを表 10 に示します。

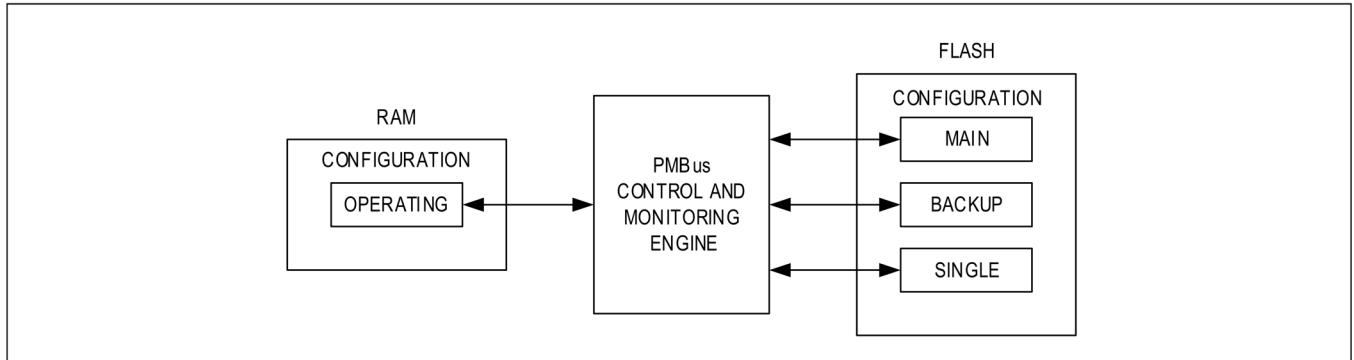


図 8. 設定データの管理

表 10. メモリ転送用の PMBus コマンド

PMBus コマンド		実行されるメモリ転送
STORE_DEFAULT_ALL		RAM の OPERATING をフラッシュの MAIN にコピー。
RESTORE_DEFAULT_ALL		フラッシュの MAIN を RAM の OPERATING にコピー。
MFR_STORE_ALL	CODE = 00h	RAM の OPERATING をフラッシュの MAIN にコピー。
	CODE = 01h	RAM の OPERATING をフラッシュの BACKUP にコピー。
MFR_RESTORE_ALL	CODE = 00h	フラッシュの MAIN を RAM の OPERATING にコピー。
	CODE = 01h	フラッシュの BACKUP を RAM の OPERATING にコピー。
MFR_STORE_SINGLE		RAM の OPERATING (単一のパラメータ) をフラッシュの SINGLE にコピー。

STORE_DEFAULT_ALL (11h)

STORE_DEFAULT_ALL コマンドは、RAM の OPERATING からフラッシュの MAIN メモリへのコピーをモジュールに指示します。情報のすべてが保存されるわけではありません。設定データのみが保存され、ステータス・データや動作データは保存されません。転送中にエラーが発生した場合、ALERT がアサートされ (イネーブルの場合)、STATUS_WORD の CML ビットが 1 にセットされます。STATUS_CML のビットは設定されません。このコマンドは書き込み専用です。このコマンドにはデータ・バイトはありません。

STORE_DEFAULT_ALL コマンドが開始されると、設定を転送している間、モジュールは PMBus コマンドに反応せず電源のモニタも行いません。転送を完了させるのに要する時間は 80ms (代表値) です。MFR_STORE_SINGLE コマンドを使用すると、単一のコマンドをはるかに短い時間 (310µs) で保存できます。

RESTORE_DEFAULT_ALL (12h)

RESTORE_DEFAULT_ALL コマンドは、フラッシュの MAIN メモリから RAM の OPERATING へのコピーをモジュールに指示します。RESTORE_DEFAULT_ALL コマンドは、モジュールが動作していないときのみ実行してください。このコマンドは書き込み専用です。このコマンドにはデータ・バイトはありません。RESTORE_DEFAULT_ALL が発行された場合、転送の前にデータの有効性がチェックされます。MAIN アレイが破損していた場合、モジュールは STATUS_CML のビット 1 をセットし、BACKUP のコピーをロードします。BACKUP のコピーが破損していた場合、モジュールは STATUS_CML のビット 2 をセットし、ディスエーブルの状態のままになります。データの破損を解決するには、RAM の OPERATING に設定データを書き込み、STORE_DEFAULT_ALL を発行してから電源をリセットします。

モジュールのパワーオン・リセット時には、PMBusによる動作を必要とせずにモジュールは自動的にこのコマンドを実行します。

MFR_STORE_ALL (EEh)

MFR_STORE_ALL コマンドは、RAM の OPERATING からフラッシュの MAIN メモリ・アレイ (CODE = 00h)、またはフラッシュの BACKUP メモリ・アレイ (CODE = 01h) へのコピーをモジュールに指示します。このコマンドは書込み専用です。このコマンドは 1 データ・バイト (CODE) です。CODE は、MAIN アレイへのコピーを指示する 00h か、BACKUP アレイへのコピーを指示する 01h のいずれかです。他の CODE 値はすべて無視されます。情報のすべてが保存されるわけではありません。設定データのみが保存され、ステータス・データや動作データは保存されません。転送中にエラーが発生した場合、ALERT がアサートされ (イネーブルの場合)、STATUS_WORD の CML ビットが 1 にセットされます。STATUS_CML のビットは設定されません。CODE が 00h の場合、このコマンドの動作は STORE_DEFAULT_ALL と同じです。

MFR_STORE_ALL コマンドが開始されると、設定を転送している間、モジュールは PMBus コマンドに反応せず電源のモニタも行いません。転送を完了させるのに要する時間は 80ms です。

MFR_RESTORE_ALL (EFh)

MFR_RESTORE_ALL コマンドは、フラッシュの MAIN メモリ・アレイ (CODE = 00h)、またはフラッシュの BACKUP メモリ・アレイ (CODE = 01h) から RAM の OPERATING へのコピーをモジュールに指示します。このコマンドは書込み専用です。このコマンドは 1 データ・バイト (CODE) です。CODE は、MAIN アレイからのコピーを指示する 00h か、BACKUP アレイからのコピーを指示する 01h のいずれかです。他の CODE 値はすべて無視されます。CODE が 00h の場合、このコマンドの動作は RESTORE_DEFAULT_ALL と同じです。

MFR_RESTORE_ALL コマンドは、モジュールが動作していないときにのみ実行してください。MFR_RESTORE_ALL が発行された場合、転送の前にデータの有効性がチェックされます。MAIN アレイが破損していた場合、モジュールは STATUS_CML のビット 1 をセットします。BACKUP アレイが破損していた場合、モジュールは STATUS_CML のビット 2 をセットします。これ以外の動作は発生しません。データの破損を解決するには、RAM の OPERATING に設定データを書き込み、STORE_DEFAULT_ALL または MFR_STORE_ALL を発行します。

MFR_STORE_SINGLE (Fch)

MFR_STORE_SINGLE は、RAM の OPERATING からフラッシュの SINGLE メモリ・アレイへの単一の設定パラメータのコピーを指示する読出し/書込みワード・コマンドです。MFR_STORE_SINGLE コマンドを使用すると、単一のコマンドを 310 μ s で保存できます。

PAGE が上位バイトに格納され、保存する PMBus コマンドが下位バイトに格納されます。読出し時には、フラッシュに最後に書き込まれた単一の PAGE/コマンドがレポートされます。このコマンドは、モジュールが動作している間も使用できます。転送中にエラーが発生した場合、ALERT がアサートされ (イネーブルの場合)、STATUS_WORD の CML ビットが 1 にセットされます。STATUS_CML のビットは設定されません。MFR_STORE_SINGLE コマンドは、電源再投入を行うか、RESTORE_DEFAULT_ALL コマンドを実行するまでに 85 回までしか実行できません。MFR_STORE_SINGLE コマンドを実行した後は、電源再投入を行うか、RESTORE_DEFAULT_ALL コマンドを実行するまで、STORE_DEFAULT_ALL および MFR_STORE_ALL コマンドは使用しないでください。また、MFR_STORE_SINGLE は、フラッシュに保存されないコマンドには使用しないでください。フラッシュに保存されるコマンドは、表 4 に記載されています。

MFR_CRC (FEh)

MFR_CRC は読出し/書込みワード・コマンドで、RAM の OPERATING、フラッシュの MAIN、または BACKUP のいずれかのメモリ・アレイの 16 ビット CRC 値を計算してレポートするようモジュールに指示します。フラッシュの SINGLE アレイの CRC 値は得られません。MFR_CRC を読み出すごとに 1 つの 16 ビット CRC のみがレポートされます。レポートされる CRC 値は、最も新しく書き込まれた CODE 値によって決まります (表 11 参照)。例えば、MFR_CRC に最初に 0001h の CODE が書き込まれた場合には、次の MFR_CRC の読出し時にフラッシュの BACKUP アレイの CRC がレポートされます。CODE 値が書き込まれていない場合、MFR_CRC は読出し時に FFFFh を返します。表 11 を参照してください。

表 11. MFR_CRC (FEh) コマンド・バイト

MFR_CRC の CODE 値	次の MFR_CRC 読出し時にレポートされるメモリ・アレイの CRC 値
0000h	フラッシュの MAIN
0001h	フラッシュの BACKUP
0002h	RAM の OPERATING

リセット時に、モジュールは、主要な不揮発性メモリの完全性をチェックする内部アルゴリズムを実行します。CRC チェックでエラーが発生した場合、モジュールはパワー・アップしません。

CAPABILITY (19h)

CAPABILITY コマンドは、モジュールの主要な機能を定めるために使用します。CAPABILITY コマンドは読み出し専用です。このメッセージの内容を表 12 に示します。

表 12. CAPABILITY (19h) コマンド・バイト

ビット	名称	意味
7	Packet-error checking	0 = PEC には対応していないことを表します。
6:5	PMBus speed	01 = 対応可能な最大バス速度は 400kHz です。
4	ALERT	1 = ALERT 出力をサポート (ALERT は MFR_MODE でイネーブルされています)。 0 = ALERT 出力をサポートしない (ALERT は MFR_MODE でディスエーブルされています)。
3:0	Reserved	常に 0000 を返します。

VOUT_MODE (20h)

VOUT_MODE コマンドを使用して、モジュールのデータ・フォーマットをレポートさせることができます。本モジュールでは、電圧関連のコマンドにはすべて DIRECT フォーマットを使用しています。レポートされる値は 40h で、これが DIRECT データ・フォーマットであることを示しています。このコマンドは読み出し専用です。ホストからこのコマンドを書き込もうとした場合、CML ステータス・ビットがアサートされます。様々なコマンドに対する m、b、R の値は表 3 を参照してください。

VOUT_MARGIN_HIGH (25h)

VOUT_MARGIN_HIGH コマンドは、OPERATION コマンドでマージン・ハイに設定されたときに目標となる上側のマージン電圧を設定します。モジュールが既にマージン・ハイで動作している場合、VOUT_MARGIN_HIGH を変更しても出力電圧には影響を与えません。モジュールは、新しいマージン・ハイの OPERATION コマンドを受信した後にのみ、出力を新しい VOUT_MARGIN_HIGH 電圧に調整します。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。モジュールがクロード・ループの出力マージニングに失敗した場合、モジュールは電圧マージニングの試行を続けながら、以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の MARGIN ビットをセット。
- 2) STATUS_MFR_SPECIFIC (PAGE 2) の MARGIN_FAULT ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

VOUT_MARGIN_LOW (26h)

VOUT_MARGIN_LOW コマンドは、OPERATION コマンドでマージン・ローに設定されたときに目標となる下側のマージン電圧を設定します。モジュールが既にマージン・ローで動作している場合、VOUT_MARGIN_LOW を変更しても出力電圧には影響を与えません。モジュールは、新しいマージン・ローの OPERATION コマンドを受信した後にのみ、出力を新しい VOUT_MARGIN_LOW 電圧に調整します。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。モジュールがクロード・ループの出力マージニングに失敗した場合、モジュールは電源のマージニングの試行を続けながら、以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の MARGIN ビットをセット。
- 2) STATUS_MFR_SPECIFIC (PAGE 2) の MARGIN_FAULT ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

VOUT_OV_FAULT_LIMIT (40h)

VOUT_OV_FAULT_LIMIT コマンドは、過電圧フォルトを発生させる電圧値を設定します。このフォルトをクリアするには、モニタ電圧がこの制限値より 2%以上下回る必要があります。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。VOUT_OV_FAULT_LIMIT を超えると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の VOUT_OV ビットと VOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_VOUT の VOUT_OV_FAULT ビットをセット。
- 3) MFR_FAULT_RESPONSE で規定されたとおりに応答。
- 4) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

PAGE = 2 の場合、VOUT_OV_FAULT_LIMIT コマンドは出力電圧の OV スレッシュホールドを設定します。最大スレッシュホールド値はハードウェア回路によって 14.5V にクランプされています。コマンドが適切に機能するためには、VOUT_OV_FAULT_LIMIT で 14.5V 未満に設定する必要があります。

PAGE = 9 の場合、VOUT_OV_FAULT_LIMIT コマンドは入力電圧の OV スレッシュホールドを設定します。

VOUT_OV_WARN_LIMIT (42h)

VOUT_OV_WARN_LIMIT コマンドは、過電圧警告を発生させる電圧値を設定します。この警告をクリアするには、モニタ電圧がこの制限値より 2%以上下回る必要があります。この値は、通常、VOUT_OV_FAULT_LIMIT の過電圧スレッシュホールドより小さくします。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。VOUT_OV_WARN_LIMIT を超えると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の VOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_VOUT の VOUT_OV_WARN ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

VOUT_UV_WARN_LIMIT (43h)

VOUT_UV_WARN_LIMIT は、低電圧警告を発生させる電圧値を設定します。この警告をクリアするには、モニタ電圧がこの制限値を 2%以上、上回る必要があります。この値は、通常、VOUT_UV_FAULT_LIMIT の低電圧フォルト・スレッシュホールドより大きくします。この警告は、最初に電圧が POWER_GOOD_ON で設定された値に到達するまで、および電源がディスエーブルされターンオフしている間は、マスクされます。VOUT_UV_WARN_LIMIT は 100mV より大きい電圧値に設定してください。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。VOUT_UV_WARN_LIMIT を下回ると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の VOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_VOUT の VOUT_UV_WARN ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

VOUT_UV_FAULT_LIMIT (44h)

VOUT_UV_FAULT_LIMIT コマンドは、低電圧フォルトを発生させる電圧値を設定します。このフォルトをクリアするには、モニタ電圧がこの制限値を 2%以上、上回る必要があります。このフォルトは、最初に電圧が POWER_GOOD_ON で設定された値に到達するまで、および電源がディスエーブルされターンオフしている間は、マスクされます。VOUT_UV_FAULT_LIMIT は 100mV より大きい電圧値に設定してください。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。VOUT_UV_FAULT_LIMIT を下回ると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の VOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_VOUT の VOUT_UV_FAULT ビットをセット。
- 3) MFR_FAULT_RESPONSE で規定されたとおりに応答。
- 4) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

最小入力電圧の UV 立上がりスレッシュホールドはハードウェア回路によって 38.4V (代表値) に設定されています。コマンドが適切に機能するためには、VOUT_UV_FAULT_LIMIT (PAGE=9 の場合) の値をこの値より大きくしてください。

IOUT_OC_FAULT_LIMIT (46h)

IOUT_OC_FAULT_LIMIT コマンドは、過電流フォルトを発生させる電流値を設定します。このフォルトをクリアするには、モニタ電流がこの制限値より 5%以上下回る必要があります。このフォルトは、最初に電流がこの制限値を下回るまではマスクされます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。IOUT_OC_FAULT_LIMIT を上回ると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の IOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_IOUT の IOUT_OC_FAULT ビットをセット。
- 3) MFR_FAULT_RESPONSE で規定されたとおりに応答。
- 4) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

IOUT_OC_WARN_LIMIT (4Ah)

IOUT_OC_WARN_LIMIT コマンドは、過電流警告を発生させる電流値を設定します。この警告をクリアするには、モニタ電流がこの制限値より 5%以上下回る必要があります。この値は、通常、IOUT_OC_FAULT_LIMIT の過電流フォルト・スレッシュホールドより小さくします。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。IOUT_OC_WARN_LIMIT を上回ると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の IOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_IOUT の IOUT_OC_WARN ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

OT_FAULT_LIMIT (4Fh)

OT_FAULT_LIMIT コマンドは、過熱フォルトを検出するための温度 (°C) を設定します。このフォルトをクリアするには、温度がこの制限値を 4°C 以上下回る必要があります。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。OT_FAULT_LIMIT を超えると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の TEMPERATURE ビットをセット。
- 2) STATUS_TEMPERATURE レジスタの OT_FAULT ビットをセット。
- 3) MFR_FAULT_RESPONSE で規定されたとおりに応答。
- 4) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

OT_WARN_LIMIT (51h)

OT_WARN_LIMIT コマンドは、過熱警告を検出するための温度 (°C) を設定します。この警告をクリアするには、温度がこの制限値を 4°C 以上下回る必要があります。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。OT_WARN_LIMIT を超えると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の TEMPERATURE ビットをセット。
- 2) STATUS_TEMPERATURE レジスタの OT_WARN ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

POWER_GOOD_ON (5Eh)

POWER_GOOD_ON コマンドは、PGOOD ピンをアサートするために超える必要のある出力電圧値を設定します。POWER_GOOD_ON のスレッシュホールドは、TON_MAX_FAULT_LIMIT を超えたかどうかを決定する際にも使用されます。POWER_GOOD_ON レベルは、常に POWER_GOOD_OFF レベルより高く設定する必要があります。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

POWER_GOOD_ON は、VOUT_UV_FAULT_LIMIT と VOUT_UV_WARN_LIMIT よりも高く設定してください。それは、出力電圧が POWER_GOOD_ON のスレッシュホールドを上回るまでこれらの機能がアクティブにならないためです。

POWER_GOOD_OFF (5Fh)

POWER_GOOD_OFF コマンドは、PGOOD ピンがアサートされた後にこのピンをデアサートするための出力電圧値を設定します。POWER_GOOD_OFF レベルは、常に POWER_GOOD_ON レベルより低く設定する必要があります。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

VOUT 電圧が、POWER_GOOD_ON を上回る値から POWER_GOOD_OFF を下回る値まで低下すると、モジュールは以下を実行します。

- 1) PGOOD ピンをデアサート。
- 2) STATUS_WORD の POWER_GOOD# ビットをセット。
- 3) STATUS_MFR_SPECIFIC レジスタ (PAGE 2) の POWER_GOOD# ビットをセット。

注: POWER_GOOD_ON 値を POWER_GOOD_OFF 値より低く設定した場合、モジュールは POWER_GOOD_OFF 値を POWER_GOOD_ON 値と同じ値に設定します。反対に、POWER_GOOD_OFF 値を POWER_GOOD_ON 値より高く設定した場合、モジュールは POWER_GOOD_ON 値を POWER_GOOD_OFF 値と同じ値に設定します。

TON_DELAY (60h)

TON_DELAY は、PAGE = 2 の場合、REM がアサートされてから VOUT が立上がるまでの時間 (ms) を設定します。内部回路に必要な初期化時間を考慮し、モジュールをスタンダアロン・モードで動作させる場合は TON_DELAY を 215ms 未満に設定しないでください。並列動作によって大電力出力を行う場合、すべてのモジュールを確実に同時に起動させるため、この TON_DELAY 値は変更しないでください。

PAGE = 3 の場合、TON_DELAY は PGOOD ピンをアサートする際の遅延時間を設定します。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

TOFF_DELAY (64h)

TOFF_DELAY は、PAGE=2 の場合、REM がデアサートされてから VOUT が低下するまでの時間 (ms) を設定します。バイパス回路の内部ホールドアップ時間を考慮し、TOFF_DELAY は 1ms 未満に設定してください。OPERATION コマンドによって直ちにターンオフする場合は、TOFF_DELAY の値は無視されます。

PAGE=3 の場合、TOFF_DELAY は PGOOD ピンをデアサートする際の遅延時間を設定します。

これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

TON_MAX_FAULT_LIMIT (62h)

TON_MAX_FAULT_LIMIT は、VOUT の立上がり開始されてから POWER_GOOD_ON スレッシュホールドを超えるまでに要する上限時間 (ms) を設定します。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。この値がゼロの場合、この制限は無効になります。TON_MAX_FAULT_LIMIT を超えると、モジュールは以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の VOUT ビットをセット。
- 2) STATUS_VOUT の TON_MAX_FAULT ビットをセット。
- 3) MFR_FAULT_RESPONSE で規定されたとおりに応答。
- 4) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

STATUS_WORD (79h)

STATUS_WORD コマンドは、フォルトの理由の概要を含む 2 バイトの情報を返します。

表 13. STATUS_WORD (79h)

ビット	名称	意味
15	VOUT	電圧フォルト、電圧警告、または TON_MAX_FAULT_LIMIT が発生。
14	IOUT	過電流フォルトまたは過電流警告が発生。
13	0	常に 0 を返します。
12	MFR	STATUS_MFR_SPECIFIC (PAGE = 255) のビットがセット。
11	POWER_GOOD#	POWER_GOOD_ON から POWER_GOOD_OFF 未満まで電圧が低下 (STATUS_MFR_SPECIFIC のすべての POWER_GOOD# ビットの論理 OR)。
10:9	0	常に 00 を返します。
8	MARGIN	マーギニング・フォルトが発生。
7	0	常に 0 を返します。
6	SYS_OFF	出力オフ時にセット (STATUS_MFR_SPECIFIC のすべての OFF ビットの論理 OR)。
5	VOUT_OV	過電圧フォルトが発生。
4	IOUT_OC	過電流フォルトが発生。
3	0	常に 0 を返します。
2	TEMPERATURE	温度フォルトまたは温度警告が発生。
1	CML	通信、メモリ、またはロジックのフォルトが発生。
0	0	常に 0 を返します。

注：SYS_OFF および POWER_GOOD# ビットがセットされても ALERT 信号をアサートしません。

STATUS_VOUT (7Ah)

STATUS_VOUT コマンドは、表 14 に示す内容の情報を 1 バイトで返します。STATUS_VOUT のビットはすべてラッチされています。クリアしたときに、その状態がまだ続く場合、そのビットは再びセットされます。また TON_MAX_FAULT の場合は、再度このフォルトが発生するとセットされます。

表 14. STATUS_VOUT (7Ah)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	VOUT_OV_FAULT	V _{OUT} の過電圧フォルト。	Yes
6	VOUT_OV_WARN	V _{OUT} の過電圧警告。	Yes
5	VOUT_UV_WARN	V _{OUT} の低電圧警告。	Yes
4	VOUT_UV_FAULT	V _{OUT} の低電圧フォルト。	Yes
3	0	常に 0 を返します。	—
2	TON_MAX_FAULT	TON_MAX_FAULT_LIMIT フォルト。	Yes
1:0	0	常に 00 を返します。	—

STATUS_IOUT (7Bh)

STATUS_IOUT コマンドは、表 15 に示す内容の情報を 1 バイトで返します。STATUS_IOUT のビットはすべてラッチされています。クリアしてもその状態がまだ続いている場合、そのビットは再びセットされます。

表 15. STATUS_IOUT (7Bh)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	IOUT_OC_FAULT	I _{OUT} の過電流フォルト。	Yes
6	0	常に 0 を返します。	—
5	IOUT_OC_WARN	I _{OUT} の過電流警告。	Yes
4:0	0	常に 00000 を返します。	—

STATUS_INPUT (7Ch)

STATUS_INPUT コマンドは、表 16 に示す内容の情報を 1 バイトで返します。STATUS_INPUT のビット 3 を除くすべてのビットはラッチされています。クリアしてもその状態がまだ続いている場合、そのビットは再びセットされます。

表 16. STATUS_INPUT (7Ch)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	VIN_OV_FAULT	V _{IN} の過電圧フォルト。	Yes
6	VIN_OV_WARN	V _{IN} の過電圧警告。	Yes
5	VIN_UV_WARN	V _{IN} の低電圧警告。	Yes
4	VIN_UV_FAULT	V _{IN} の低電圧フォルト。	Yes
3	UNIT_OFF	入力電圧が不十分のためモジュールはオフ*。	No
2	IIN_OC_FAULT	I _{IN} の過電流フォルト。	Yes
1	IIN_OV_WARN	I _{IN} の過電流警告。	Yes
0	0	常に 0 を返します。	—

*入力電圧が入力ターンオン・スレッシュホールドを上回らない、または、モジュールは起動したが入力電圧がターンオフ・スレッシュホールドを下回った場合。

STATUS_TEMPERATURE (7Dh)

STATUS_TEMPERATURE コマンドは、表 17 に示す内容の情報を 1 バイトで返します。STATUS_VOUT のビットはすべてラッチされています。クリアしてもその状態がまだ続いている場合、そのビットは再びセットされます。

表 17. STATUS_TEMPERATURE (7Dh)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	OT_FAULT	過熱フォルト。	Yes
6	OT_WARN	過熱警告。	Yes
5:0	0	常に 000000 を返します。	—

STATUS_CML (7Eh)

STATUS_CML コマンドは、表 18 に示す内容の情報を 1 バイトで返します。COMM_FAULT、DATA_FAULT、MAIN_FAULT、および BACKUP_FAULT ビットはラッチされています。クリアした後、そのイベントが再度発生すると、ビットが再びセットされます。FAULT_LOG_FULL ビットは、フォルト・ログの現在の状態をリアルタイムで表しています。

表 18. STATUS_CML (7Eh)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	COMM_FAULT	無効なコマンド、またはサポートされていないコマンドを受信。	Yes
6	DATA_WARN	無効なデータ、またはサポートされていないデータを受信。	Yes
5:3	0	常に 000 を返します。	—
2	BACKUP_FAULT	フラッシュの BACKUP メモリ・アレイが破損。	Yes
1	MAIN_FAULT	フラッシュの MAIN メモリ・アレイが破損。	Yes
0	FAULT_LOG_FULL	MFR_NV_FAULT_LOG が一杯のためクリアが必要。	No

注：NV フォルト・ログの上書きがイネーブルされている場合 (MFR_MODE の NV_LOG_OVERWRITE = 1)、フォルト・ログが一杯になると FAULT_LOG_FULL がセットされますが、2 つのフォルト・ログがそれぞれに上書きが行われる前にクリアされるため、フォルト・ログの上書き時にこのビットはクリアされます。BACKUP_FAULT および MAIN_FAULT ビットの設定では ALERT 信号をアサートしません。

STATUS_MFR_SPECIFIC (80h)

STATUS_MFR_SPECIFIC のメッセージ内容は、選択 PAGE によって変わり、表 19 および表 20 のようになります。

表 19. STATUS_MFR_SPECIFIC (80h) (PAGE が 0~11 の場合)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	—	内部で使用。	No
6:4	0	常に 000 を返します。	—
3	MARGIN_FAULT	モジュールが適切に電圧のクローズド・ループ・マーージングを行えない場合、このビットがセット。	Yes
2	POWER_GOOD#	電圧が POWER_GOOD_ON から POWER_GOOD_OFF 未満まで低下した場合、このビットがセット。モジュールのリセット時には、電圧が POWER_GOOD_ON を上回るまでこのビットはセットされません。	No
1:0	0	常に 00 を返します。	—

表 20. STATUS_MFR_SPECIFIC (80h) (PAGE が 255 の場合)

ビット	名称	意味	ラッチされている
7	LOCK	モジュールがパスワード保護されるとセットされます。このビットをセットしても ALERT 信号はアサートされません。	No
6:4	—	内部で使用。	Yes
3	REM	REM 入力がデアサートされるたびにセットされます。(REM ピンを使用してこのステータス・ビットを機能させるには、ON_OFF_CONFIG を設定する必要があります。)	Yes
2:0	0	常に 000 を返します。	—

READ_VIN (88h)

PAGE=9 のとき、READ_VIN コマンドは入力電圧の実測値を返します。

READ_VIN は 5ms ごとに計測して更新されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

READ_IIN (89h)

PAGE=10 のとき、READ_IIN コマンドは最新の入力電流測定値を返します。

READ_IIN は 5ms ごとに計測して更新されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

READ_VOUT (8Bh)

PAGE=2 のとき、READ_VOUT コマンドは入力電圧の実測値を返します。

READ_VOUT は 5ms ごとに計測して更新されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

READ_IOUT (8Ch)

PAGE=14 のとき、READ_IOUT コマンドは最新の出力電流を返します。PAGE=5、6、7、8 のとき、フェーズ電流の最新の測定値を返します。

READ_IOUT は 5ms ごとに計測して更新されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

READ_TEMPERATURE_1 (8Dh)

PAGE=18 のとき、READ_TEMPERATURE_1 コマンドは PCB ボード温度の測定値を返します。

READ_TEMPERATURE_1 は 1 秒ごとに計測して更新されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

PMBUS_REVISION (98h)

PMBUS_REVISION コマンドは、モジュールが準拠する PMBus 仕様のリビジョンを返します。このコマンドは 1 バイト・データです。ビット 7:4 はモジュールが準拠する PMBus 仕様 Part I のリビジョンを示します。ビット 3:0 はモジュールが準拠する PMBus 仕様 Part II のリビジョンを示します。このコマンドは読み出し専用です。PMBUS_REVISION の読み出し値は常に 11h です。これは、モジュールが Part I、Rev 1.1 および Part II、Rev 1.1 に準拠していることを表します。

MFR_SERIAL (9Eh)

MFR_SERIAL コマンドは、モジュールの固有の識別子を示すテキスト文字 (ISO/IEC 8859-1) をロードします。文字の最大数は 8 です。このデータは、STORE_DEFAULT_ALL コマンドを使用することで内部のフラッシュに書き込まれます。工場出荷時の文字列のデフォルト値は 10101010 です。MFR_SERIAL の上位 4 バイトは、パスワード保護されたモジュールのロックを解除するために使用されます。MFR_SERIAL の下位 4 バイトはロック解除には使用されず、任意の値に設定できます。

MFR_MODE (D1h)

MFR_MODE コマンドを使用して、メーカー固有のコマンドに対応できるようにモジュールを設定できます。モジュールが動作している間、MFR_MODE コマンドは変更しないでください。MFR_MODE コマンドを表 21 に示します。

表 21. MFR_MODE (D1h)

ビット	名称	意味
15:14	0	常に 00 を返します。
13	ALERT	0 = ALERT 出力をディスエーブル (モジュールは ARA に応答しません)。 1 = ALERT 出力をイネーブル (モジュールは ARA に応答します)。
12	0	常に 0 を返します。
11	SOFT_RESET	ソフトリセットするには、このビットをセットしてからクリアし、8ms 以内に再度セットします。
10	LOCK	モジュールをパスワードで保護するには、このビットをセットしてからクリアし、8ms 以内に再度セットします。パスワード・ロックが解除されると、このビットはクリアされます。モジュールは、電源再投入を行うまでに最大 256 回までしかロック/ロック解除を行うことができません。
9:8	0	常に 00 を返します。
7:0	—	内部で使用。デフォルト値 : 22h。

MFR_VOUT_PEAK (D4h)

PAGE=2 のとき、MFR_VOUT_PEAK コマンドは実測した出力電圧の最大値を返します。PAGE=9 のとき、実測した入力電圧の最大値を返します。この値を 0 にリセットするには、データ値 0 をこのコマンドに書き込みます。このコマンドに書き込んだ任意の値が、その後のピーク値更新時に比較値として使用されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_IOUT_PEAK (D5h)

PAGE=4 のとき、MFR_IOUT_PEAK コマンドは実測した出力電流の最大値を返します。PAGE=10 のときは入力電流の最大値を、PAGE=5、6、7、8 のときはフェーズ電流の最大値を返します。この値を 0 にリセットするには、データ値 0 をこのコマンドに書き込みます。このコマンドに書き込んだ任意の値が、その後のピーク値更新時に比較値として使用されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_TEMPERATURE_PEAK (D6h)

PAGE = 18 のとき、MFR_TEMPERATURE_PEAK コマンドは実測した PCB ボード温度の最大値を返します。この値を最低値にリセットするには、データ値 8000h をこのコマンドに書き込みます。このコマンドで他の値を書き込むと、その後のピーク値更新時に比較値として使用されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_VOUT_MIN (D7h)

PAGE = 2 のとき、MFR_VOUT_MIN コマンドは実測した出力電圧の最小値を返します。PAGE = 9 のとき、実測した入力電圧の最小値を返します。この値をリセットするには、データ値 7FFFh をこのコマンドに書き込みます。このコマンドに書き込んだ任意の値が、その後最小値を更新する際に比較値として使用されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_IOUT_AVG (E2h)

PAGE = 4 のとき、MFR_IOUT_AVG コマンドは平均出力電流の計算値を返します。PAGE = 10 のときは平均入力電流の計算値を、PAGE = 5、6、7、8 のときは平均フェーズ電流の計算値を返します。このコマンドへの書き込みは無視されます。これは 2 データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_NV_LOG_CONFIG (D8h)

MFR_NV_LOG_CONFIG コマンドを使用して、モジュールの不揮発性メモリのフォルト・ログ動作を設定します。

MFR_NV_LOG_CONFIG コマンドを表 22 に示します。

表 22. MFR_NV_LOG_CONFIG (D8h)

ビット	名称	意味		
15	FORCE_NV_FAULT_LOG	このビットを 1 にセットすると、モジュールは不揮発性メモリのフォルト・ログにデータを記録します。セット後この動作を完了すると、モジュールはこのビットをクリアします。後続の動作をさせるには、ホストから再度セットする必要があります。この動作中にエラーが発生した場合、モジュールは STATUS_WORD の CML ビットをセットします。STATUS_CML のビットはセットされません。		
14	CLEAR_NV_FAULT_LOG	このビットを 1 にセットすると、モジュールは、すべてのバイト位置に FFh を書き込むことによって不揮発性メモリのフォルト・ログをクリアします。セット後この動作を完了すると、モジュールはこのビットをクリアします。後続の動作をさせるには、ホストから再度セットする必要があります。この動作中にエラーが発生した場合、モジュールは STATUS_WORD の CML ビットをセットします。STATUS_CML のビットはセットされません。フォルト・ログをクリアしている間、モニタリングは停止します。また、この間コマンドを PMBus ポートに送信してはなりません。		
13:11	0	常に 000 を返します。		
10	NV_LOG_T0_CONFIG	このビットは、不揮発性メモリのフォルト・ログ書き込み時に、各ページの T0 位置に書き込むデータ・ソースを決定します。 0 = 通常の収集間隔で読み出された ADC の最新値を記録。 1 = ログ記録前の ADC の最新値を読み出して記録。		
9	NV_LOG_OVERWRITE	0 = NV のフォルト・ログを上書きしない。 1 = NV のフォルト・ログが一杯になると上書きする。上書きがイネーブルされている場合、モジュールは 2 つのフォルト・ログを同時にクリアします。		
8:7	NV_LOG_DEPTH	この 2 ビットで NV フォルト・ログの深さを決定します。		
			ADC の結果の収集間隔	NV フォルト・ログの深さ
		00	5ms	15ms
		01	20ms	60ms
		10	80ms	240ms
		11	160ms	480ms
6:0	—	内部で使用。デフォルト値 : 00h。		

MFR_FAULT_RESPONSE (D9h)

MFR_FAULT_RESPONSE コマンドは、それぞれのフォルト／警告状態に対するモジュールの応答を指定します。フォルト／警告に対して、モジュールは常に、これに該当するステータス・レジスタにフォルト／警告をレポートし、ALERT 出力をアサートします (MFR_MODE がイネーブルの場合)。CML フォルトの場合、ステータス・ビットをセットし ALERT 出力をアサートする以外、モジュールは何の動作もしません。MFR_FAULT_RESPONSE コマンドを表 23 に示します。

フォルトによってラッチ・オフするように設定されている場合、出力は、設定またはコマンドに従って直ちにオフになるか、TOFF_DELAY 後にオフになります。その後、ON_OFF_CONFIG コマンドの設定に応じて OPERATION コマンドか REM ピンを使用して電源をトグルするまで、または、モジュールが電源再投入されるまで、オフのままになります。

フォルトによってリトライするように設定されている場合、出力は、設定またはコマンドに従って直ちにオフになるか、TOFF_DELAY後にオフになります。その後、MFR_FAULT_RETRY時間が終了するまでオフを維持し、再起動します。

出力をイネーブルする前に、モジュールは過電圧、過電流、および過熱フォルトをチェックします。低電圧フォルトは、出力がオンになってもパワー・グッド・レベルに到達できずに TON_MAX_FAULT_LIMITを超えた場合にのみ、検出されます。

MFR_FAULT_RESPONSEのビット15がセットされた場合、該当のフォルトに対して何も応答しない (FAULT_LIMIT_RESPONSE = 00) という設定になっていない限り、内蔵の不揮発性メモリのフォルト・ログにフォルトが記録されます。フォルト・ログが大量のデータによって不要一杯にならないよう、後続のフォルト発生時には次のようなルールが適用されます。過電圧フォルトが発生した場合、後続の過電圧フォルトは、CLEAR_FAULTS コマンドが発行されるかモジュールがリセットされるまでフォルト・ログに書き込まれません。同様のルールが過電流フォルト、低電圧フォルト、過熱フォルト、およびシーケンシングのフォルトにも適用されます。

表 23. MFR_FAULT_RESPONSE (D9h)

ビット	名称	意味	
31:16	—	内部で使用。デフォルト値：0101h。	
15	NV_LOG	0 = フォルトは MFR_NV_FAULT_LOG に記録されない。 1 = フォルトは MFR_NV_FAULT_LOG に記録される。	
14	—	内部で使用。デフォルト値：1。	
13:12	FILTER	フォルトまたは警告が発せられアクションが取られるまでに逸脱状態が継続する時間。	
		00	Immediate
		01	2ms
		10	3ms
11	4ms		
11:8	—	内部で使用。デフォルト値：0000。	
7:6	OT_FAULT_LIMIT_RESPONSE (when PAGE = 18)	Bits [7:6], [5:4], [3:2], [1:0]	フォルト応答
5:4	TON_MAX_FAULT_LIMIT_RESPONSE (when PAGE = 2)	11	適切なステータス・レジスタにおいて該当するフォルト・ビットをセットします (注1)。 NV_LOG = 1 の場合、MFR_NV_FAULT_LOG にフォルトを記録します。 動作を続行します。
3:2	VOUT_UV_FAULT_LIMIT_RESPONSE (when PAGE = 2, 9)	10 (Retry)	出力をシャットダウンします。 適切なステータス・レジスタにおいて該当するフォルト・ビットをセットします (注1)。 NV_LOG = 1 の場合、MFR_NV_FAULT_LOG にフォルトを記録します。 MFR_FAULT_RETRY で設定された時間だけ待機してから再起動します。
1:0	VOUT_OV_FAULT_LIMIT_RESPONSE (when PAGE = 2, 9)	01 (Latch off)	出力をラッチ・オフします。 適切なステータス・レジスタにおいて該当するフォルト・ビットをセットします (注1)。 NV_LOG = 1 の場合、MFR_NV_FAULT_LOG にフォルトを記録します。
	IOUT_OC_FAULT_LIMIT_RESPONSE (when PAGE = 4, 5, 6, 7, 8, 10)	00	適切なステータス・レジスタにおいて該当するフォルト・ビットをセットします (注1)。 特に対応することなく動作を継続します。

注 1: 新しくステータス・ビットがセットされると、ALERT がアサートされます (イネーブルの場合)。ステータス・ビットは、フォルト応答を生じさせるフォルトが発生した場合にラッチされます。

MFR_FAULT_RETRY (DAh)

MFR_FAULT_RETRY コマンドは、フォルト応答としてリトライが設定されている場合に、フォルト・イベントによってシャットダウンしてから再起動するまでの間の遅延時間を設定します。このコマンド値は、すべてのフォルト応答に使われます。

これは2データ・バイトで、DIRECT フォーマットです。

MFR_NV_FAULT_LOG (DCh)

不揮発性メモリの 15 個の各フォルト・ログから得られるデータは、(不揮発性メモリ内で) 255 バイトのブロックとして構成されています。Read 32 SMBus プロトコルを使用して MFR_NV_FAULT_LOG コマンドを実行すると、255 バイトの各ブロックを 4 バイトのパケットでモジュールから読み出すことができます。また、Block Read SMBus プロトコルを使用して MFR_NV_FAULT_LOG コマンドを実行すると、255 バイトのブロック全体を読み出すことができます。この場合、モジュールは読出し時にバイト・カウントをレポートしません。

不揮発性メモリのフォルト・ログ全体をダンプするには、MFR_NV_FAULT_LOG コマンドを 15 回実行する必要があります。返されたフォルト・ログがすべて FF だった場合 (バイト 0 と 1 を除く)、このフォルト・ログはモジュールによって書き込まれていないことを示します。モジュールは、動作している間、電圧・電流・温度の最新の動作状態を読み出して、ステータス・レジスタを更新しています。これらの情報のすべては、内蔵の RAM に保存されます。フォルトが検出されると (MFR_FAULT_RESPONSE 内のビットがイネーブルの場合)、モジュールは、不揮発性メモリの 15 個のフォルト・ログの 1 つにこの情報を自動的に記録します。15 個のフォルトが書き込まれると STATUS_CML のビット 0 がセットされ、追加のフォルト・ログの書き込みを停止するか、最も古いデータを上書きするかのどちらかを (MFR_NV_LOG_CONFIG の NV_LOG_OVERWRITE ビットを使用して) 設定できます。ホストは、MFR_NV_LOG_CONFIG の CLEAR_NV_FAULT_LOG ビットをセットすることでフォルト・ログをクリアできます。

各フォルト・ログの先頭には、どのフォルト・ログが最新であるかを示す FAULT_LOG_COUNT (16 ビット・カウンタ) があります。このカウンタは、65,535 以上のフォルトが記録されるとロール・オーバーします。MFR_NV_LOG_CONFIG の CLEAR_NV_FAULT_LOG ビットがトリガされていると、このカウンタはクリアされません。MFR_NV_FAULT_LOG コマンドによって返される 255 バイトを表 24 に示します。

モジュールが MFR_NV_FAULT_LOG に書き込もうとしているとき、あるいはクリアしようとしているときにエラーが発生すると、モジュールは STATUS_WORD の CML ビットをセットし (STATUS_CML のビットはセットされません)、ALERT がアサートされます (MFR_MODE がイネーブルの場合)。

表 24. MFR_NV_FAULT_LOG (DCh)

BYTE	PARAMETER	BYTE	PARAMETER
0	00h/FAULT_LOG_INDEX	128	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 9
2	FAULT_LOG_COUNT	130	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 9
4	MFR_TIME_COUNT (LSW)	132	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 10
6	MFR_TIME_COUNT (HSW)	134	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 10
8	0000h	136	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 10
10	STATUS_CML/00h	138	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 11
12	STATUS_WORD	140	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 11
14	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 0/1	142	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 11
16	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 2/3	144	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 12
18	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 4/5	146	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 12
20	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 6/7	148	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 12
22	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 8/9	150	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 13
24	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 10/11	152	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 13
26	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 12/13	154	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 13
28	STATUS_VOUT/STATUS_IOUT PAGES 14/15	156	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 14
30	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 0/1	158	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 14
32	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 2/3	160	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 14
34	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 4/5	162	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 15
36	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 6/7	164	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 15
38	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 8/9	166	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 15
40	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 10/11	168	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 0
42	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 12/13	170	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 1
44	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGES 14/15	172	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 2
46	STATUS_MFR_SPECIFIC PAGE 255/00h	174	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 3
48	STATUS_TEMPERATURE PAGES 16/17	176	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 4
50	STATUS_TEMPERATURE PAGES 18/19	178	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 5
52	STATUS_TEMPERATURE PAGE 20/00h	180	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 6
54	CURRENT_CHANNELS (Note 4)	182	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 7
56	STATUS_INPUT PAGES 0/1	184	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 8
58	STATUS_INPUT PAGES 2/3	186	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 9

BYTE	PARAMETER	BYTE	PARAMETER
60	STATUS_INPUT PAGES 4/5	188	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 10
62	STATUS_INPUT PAGES 6/7	190	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 11
64	STATUS_INPUT PAGES 8/9	192	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 12
66	STATUS_INPUT PAGES 10/11	194	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 13
68	STATUS_INPUT PAGES 12/13	196	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 14
70	STATUS_INPUT PAGES 14/15	198	MFR_VOUT_PEAK/MFR_IOUT_PEAK PAGE 15
72	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 0 (Notes 2, 3)	200	MFR_VOUT_MIN PAGE 0
74	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 0 (Notes 2, 3)	202	MFR_VOUT_MIN PAGE 1
76	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 0 (Notes 2, 3)	204	MFR_VOUT_MIN PAGE 2
78	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 1	206	MFR_VOUT_MIN PAGE 3
80	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 1	208	MFR_VOUT_MIN PAGE 4
82	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 1	210	MFR_VOUT_MIN PAGE 5
84	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 2	212	MFR_VOUT_MIN PAGE 6
86	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 2	214	MFR_VOUT_MIN PAGE 7
88	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 2	216	MFR_VOUT_MIN PAGE 8
90	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 3	218	MFR_VOUT_MIN PAGE 9
92	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 3	220	MFR_VOUT_MIN PAGE 10
94	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 3	222	MFR_VOUT_MIN PAGE 11
96	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 4	224	MFR_VOUT_MIN PAGE 12
98	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 4	226	MFR_VOUT_MIN PAGE 13
100	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 4	228	MFR_VOUT_MIN PAGE 14
102	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 5	230	MFR_VOUT_MIN PAGE 15
104	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 5	232	READ_TEMPERATURE_1 PAGE 16
106	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 5	234	READ_TEMPERATURE_1 PAGE 17
108	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 6	236	READ_TEMPERATURE_1 PAGE 19
110	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 6	238	READ_TEMPERATURE_1 PAGE 19
112	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 6	240	READ_TEMPERATURE_1 PAGE 20
114	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 7	242	MFR_TEMPERATURE_PEAK PAGE 16
116	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 7	244	MFR_TEMPERATURE_PEAK PAGE 17
118	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 7	246	MFR_TEMPERATURE_PEAK PAGE 18
120	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 8	248	MFR_TEMPERATURE_PEAK PAGE 19
122	READ_VOUT/READ_IOUT T1 PAGE 8	250	MFR_TEMPERATURE_PEAK PAGE 20
124	READ_VOUT/READ_IOUT T2 PAGE 8	252	0000h
126	READ_VOUT/READ_IOUT T0 PAGE 9	254	LOG_VALID (Note 1)

Note 1: フォルト・ログに有効なデータが格納されている場合、LOG_VALIDはDDhにセットされます。

Note 2: READ_VOUTおよびREAD_IOUTにおいて、T2は最も古い読出し、T0は最新の読出しです。

Note 3: STATUS_VOUT/STATUS_IOUTおよびREAD_VOUT/READ_IOUTは、レール（またはPAGE）が電圧をモニタする設定になっているか電流をモニタする設定になっているかによって変わります（表5を参照）。

Note 4: CURRENT_CHANNELSはビットマスク（0=電圧、1=電流）であり、どのチャンネル（またはPAGE）が電流測定用にイネーブルされているかを示します（表5を参照）。

MFR_TIME_COUNT (DDh)

MFR_TIME_COUNT コマンドは、リアルタイム・カウンタの現在値を返します。カウンタは、MFR_NV_LOG_CONFIGのNV_LOG_DEPTH ビットの設定に応じて、5ms、20ms、80ms、または160msごとにインクリメントされます。このカウンタは、複数のフォルトが発生したときのフォルト間の時間を知るのに便利です。このカウンタは32ビット値で、ロール・オーバーされます。モジュールの電源再投入時、またはソフトリセット時にゼロにリセットされます。MFR_TIME_COUNTを任意の値にプリセットすることで、このプリセット値からカウントを開始できます。

MFR_MARGIN_CONFIG (DFh)

本モジュールは、内部の PWM 信号を使用して MARGIN 機能を実行します。この PWM 信号で出力電圧をマーキングするよう設定するには、MFR_MARGIN_CONFIG (DFh) コマンドを使用します。MFR_MARGIN_CONFIG コマンドを表 25 に示します。

表 25. MFR_MARGIN_CONFIG (DCh)

ビット	名称	意味
15	SLOPE	DAC および PWM 設定と得られる電圧の関係： 0 = 負のスロープ、PWM デューティサイクルを増加させると電圧が低下します。 1 = 正のスロープ、PWM デューティサイクルを増加させると電圧が上昇します。
14	OPEN_LOOP	0 = 通常のクロード・ループ・マーキング。 1 = マーキングを開始すると、PWM デューティサイクルまたは DAC 値は常に DC_DAC 値にセットされます。
13:8	0	常に 000000 を返します。
7:0	DC_DAC	この 8 ビット値には 2 つの目的があります (デフォルト値は 3Eh)： PWM マーキングの場合、モジュールが電源の上側、または下側のマーキングを開始するときに、PWM デューティサイクルの初期値として使用されます。 ビット 14 がセットされている場合、この値を使用して PWM デューティサイクルを設定します。

マーキング機能は、出力電圧が POWER_GOOD_ON の設定レベルより高い場合にのみ動作します。

OPERATION がマーキング状態のうちの 1 つに設定されている場合、マーキングが起動し、モジュールは出力電圧をマーキングします。モジュールは、合計 20ms の間に V_{OUT} の 4 サンプルを平均化します。 V_{OUT} の測定値と目標値 ($V_{OUT_MARGIN_HIGH}$ または $V_{OUT_MARGIN_LOW}$ で設定) が異なる場合は、PWM デューティサイクルを 1 ステップ分だけ調整します。デューティサイクルの調整方向は、MFR_MARGIN_CONFIG の SLOPE ビットによって決まりますが、ここでは負のスロープを使用してください。

OPERATION コマンドがマーキングを無効化したときに「Ignore All Faults」の条件でマーキングが行われていた場合、モジュールは「マーキング・オフ」入力を受信してから 100ms 間、フォルトのモニタリングを開始しません。これにより、出力電圧が通常状態まで戻る時間が得られます。

マーキング・フォルト

モジュールは、次の 2 つのマーキング・フォルトを検出します。1 つ目は、最初の PWM デューティサイクルによって V_{OUT} が目標値 (モジュールがマーキング・ハイに指示されているかマーキング・ローに指示されているかによって上側目標値または下側目標値) を超えてしまう場合で、これによりフォルトが生じます。2 つ目は、PWM デューティサイクルがゼロ、またはフルスケールになっても目標値に達しない場合で、これによってもフォルトが生じます。どちらかのマーキング・フォルトが発生した場合、モジュールは出力のマーキングを試行しながら、以下を実行します。

- 1) STATUS_WORD の MARGIN ビットをセット。
- 2) STATUS_MFR_SPECIFIC (PAGE 2) の MARGIN_FAULT ビットをセット。
- 3) ALERT をアサートしてホストに通知 (MFR_MODE でイネーブルされている場合)。

DC_DAC 値

MFR_MARGIN_CONFIG のビット 14 がセットされると、次式を用いて、DC_DAC 値を調整することによって出力電圧を調整できます。

$$DC_DAC = 626.4 - 47.23 \times V_{OUT_TARGET}$$

ここで、 V_{OUT_TARGET} は目標出力電圧 (V)、DC_DAC は MFR_MARGIN_CONFIG のビット [7:0] の値 (10 進数) です。

MFR_CONFIG_VERSION (ECh)

MFR_CONFIG_VERSION コマンドは、ユーザによって定義された設定ファイル・バージョンをモジュールからロードして返します。このコマンドは、読み出し/書き込み可能です。

MFR_WP_CONTROL (F2h)

MFR_WP_CONTROL コマンドは、モジュールの書き込み保護機能を提供します。これにより、設定ファイルが変更されてしまうのを防ぎます。提供される書き込み保護機能は二重のセキュリティとなっており、ユーザは、MFR_WP_CONTROL に特定の値を最初に書き込んでから、電源再投入して書き込み保護を無効化する必要があります。これを 1 つの手順のみで行ったり、予約済みのシーケンスで行ったりし

ても、モジュールの書き込み保護を無効化することはできません。モジュールの書き込み保護はデフォルトで無効になっており、9Ch 以外の任意の値をコマンドに書き込むことで有効化できます。

外形寸法

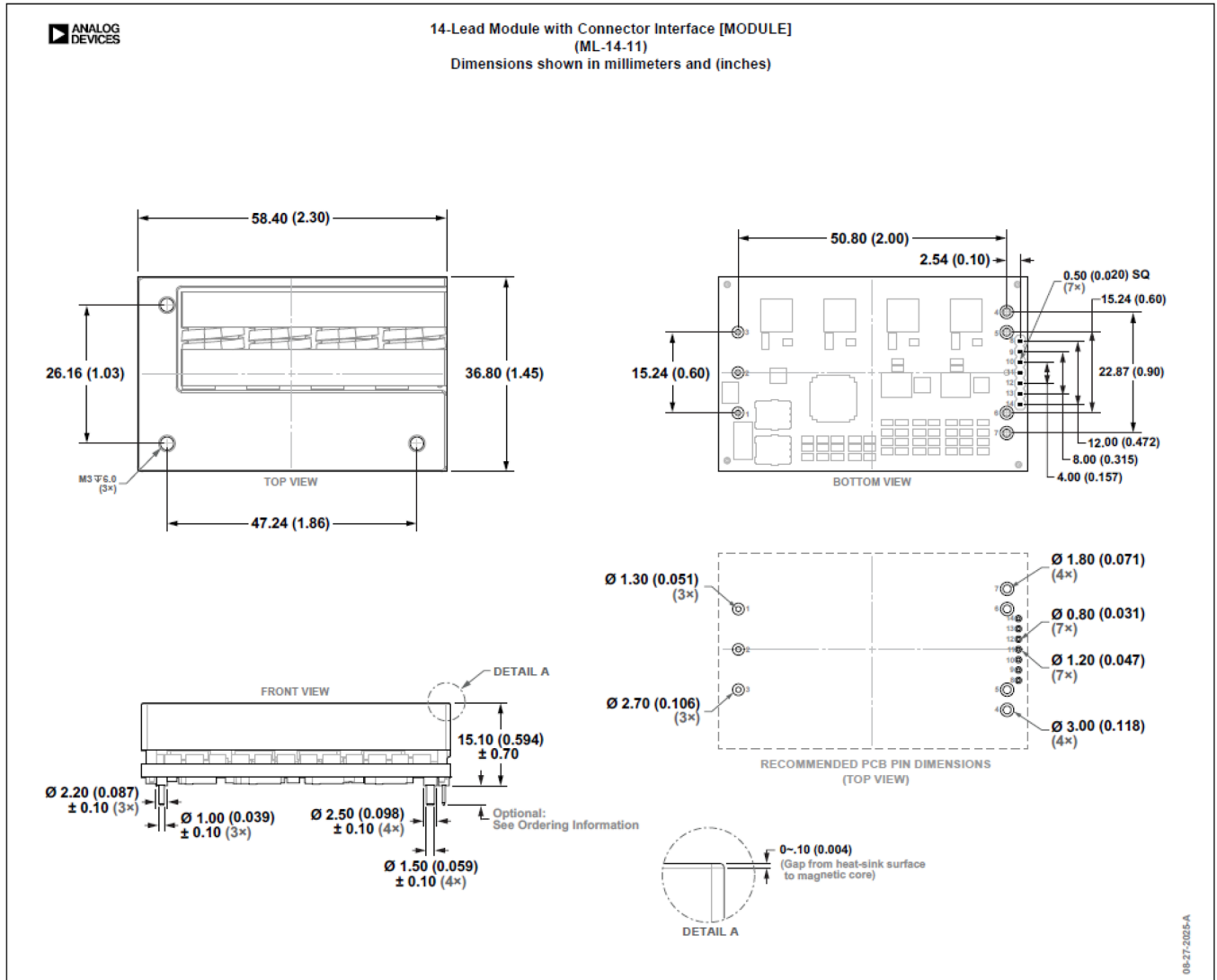


図 9. 外形図

ハンダ付け処理の情報

スルーホールのハンダ付け処理

ホール実装型の本製品は、ウェーブ・ハンダ付け、またはマニュアル・ハンダ付け処理によってメッキ・スルーホールに実装することを前提としています。リフローによるハンダ付け処理は、信頼性を損なう難しさが伴うため、スルーホール実装型の電源モジュールには推奨されません。

3°C/s の最大プリヒート・レートと+150°C（最大値）の温度を推奨します。マニュアルでハンダ付け処理を行う場合、過熱を防ぐために、高温のハンダゴテとピンを数秒以上、直接接触させないよう注意してください。

DC/DC 電源モジュールのキャビティ内への洗浄液の混入を防止するため、無洗浄（NC）フラックスを推奨します。洗浄液が残ると、長期間の信頼性と絶縁電圧に影響を及ぼす可能性があります。

鉛フリー (Pb フリー) のハンダ付け処理

鉛フリーのハンダ付け処理では、ハンダ結合部の信頼性を確保するため、ピン温度 (T_{PIN}) をハンダの熔融温度 (T_L , Sn/Ag/Cu ハンダ合金の場合+217°C~+221°C) を超える温度で 30 秒以上維持し、すべてのハンダ結合部のピーク温度が+240°C となるような条件を推奨します。

鉛フリーのハンダ付け処理に関して、ADPM12160 は IPC/JEDEC J-STD-020C 規格の MSL 3 に適合するよう準備を進めています。

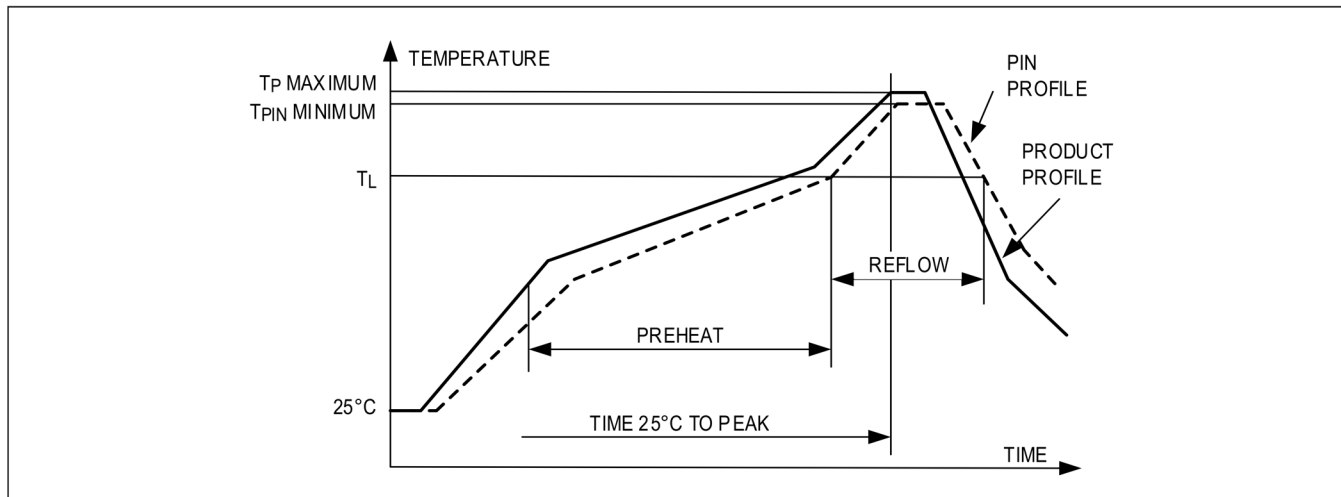


図 10. 推奨されるリフロー・プロファイル

表 26. リフロー・プロセス・スペック表

REFLOW PROCESS SPECIFICATIONS		Pb-FREE
Average ramp-up rate (T_p)		3°C/s, max
Typical solder melting (liquidus) temperature	T_L	+221°C
Minimum reflow time above T_L		30s ~ 90s
Minimum pin temperature (measured on the power module pins)	T_{PIN}	+235°C
Peak product temperature	T_{PEAK}	+240°C
Average ramp-down rate (T_p)		6°C/s, max
Maximum time 25°C to peak		8min

オーダー情報

PART NUMBER	PIN LENGTH	MSL	REM LOGIC	PACKAGE DESCRIPTION	TEMP RANGE
ADPM12160CMLZBH	2.79mm	—	Active high	Quarter brick, 58.4mm × 36.8mm × 15.1mm	-40°C to +85°C
ADPM12160CMLZCH	3.70mm				
ADPM12160CMLZDH	4.32mm				
ADPM12160CMLZBL	2.79mm	—	Active low		
ADPM12160CMLZCL	3.70mm				
ADPM12160CMLZDL	4.32mm				

すべての製品はハロゲンフリーです。

* MSL3 適合は準備中のため、適合が完了するまでは保証されません。

パッキングの詳細

本製品は、標準で図 11 に示す帯電防止トレイに収納されて供給されます。

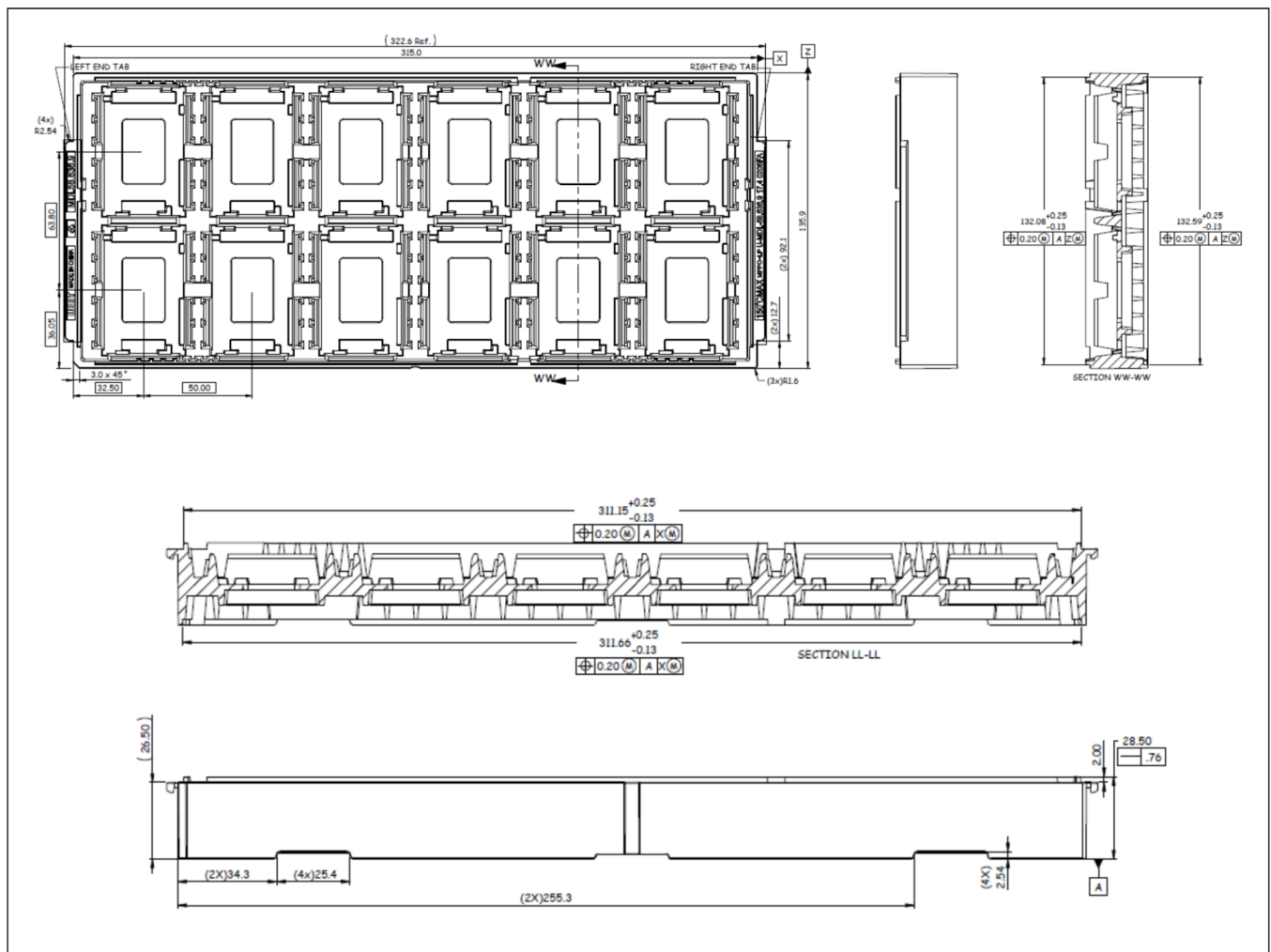


図 11. パッケージ・トレイ図面

表 27. トレイの仕様

Material	CF, antistatic
Surface Resistance	$10^6\Omega \sim 10^{11}\Omega$
Tray Capacity	12 products/tray
Box Capacity	36 products, 3 full trays/box

改訂履歴

版数	改訂日	説明	改訂ページ
0	10/25	初版発行	-