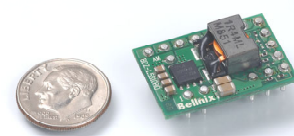


デジタル制御、ステップダウン POL DC-DC コンバータ

Bellnix®

10A BDZ Series

本製品は、シリアル通信(PMBus)により、動作中の設定変更が可能なステップダウン DC-DC コンバータです。出力電圧、立ち上がり、立ち下がりシーケンス等を、出力を維持したまま変更することが可能です。さらに、デジタル制御の採用により、高速負荷応答を実現しています。



特徴

- ・シリアル通信(PMBus)により動作中に設定変更可能
- ・立ち上がり、立ち下がりシーケンス設定可
- ・同期運転機能付
- ・発振周波数設定機能付
- ・トラッキング機能付
- ・高速負荷応答
- ・広い入力電圧範囲(12V/5V)
- ・非絶縁型コンバータ
- ・過電流保護回路内蔵
- ・低入力電圧保護機能内蔵
- ・ON/OFF 制御機能付
- ・出力電圧可変機能付
- ・DIP/SMD パッケージ
- ・動作温度 -40 ~ +85 (温度デレーティング要)
- ・RoHS 指令対応

機種・定格

表 1

形名 Models BDZ Series	入力電圧 Input V Vdc	出力電圧 Output V Vdc	出力電流 Output I A	入力変動 Line Reg. %(typ.)	負荷変動 Load Reg. %(typ.)	リップルノイズ Noise mVpp(typ.)	効率 Efficiency %(typ.)
BDZ-1.5S10R0D	4.5 ~ 14.0	0.69 ~ 3.6	0 ~ 10	0.3	0.3	20	94/92
BDZ-1.5S10R0M	4.5 ~ 14.0	0.69 ~ 3.6	0 ~ 10	0.3	0.3	20	94/92

注記 1：外付け抵抗による出力電圧の設定範囲は 0.7 ~ 3.3V。25 通りの設定値からの選択式。0.69 ~ 3.6V までの設定範囲は、シリアル通信によってのみ変更可能です。

注記 2：効率は入力電圧 5V/12V、出力電圧 3.3V、出力電流 10A 時の値です。

注記 3：リップルノイズは入力電圧 12V、出力電圧 1.5V、出力電流 10A 時の値です。

注記 4：リップルノイズの測定は、入力側に 180 μF(OS-CON)、出力側に 680 μF(OS-CON)を付加し、BW=20MHz にて行っております。

注記 5：周囲温度条件により強制空冷が必要です。

仕様

表 2

入力電圧範囲	表 1 参照
定格入力電圧	12.0V
定格出力電圧	1.5V
出力電圧可変範囲	表 1 参照
入力変動	表 1 参照 (定格出力、表 1 の入力電圧範囲の変動に対して)
負荷変動	表 1 参照 (定格入出力電圧、負荷 0 ~ 100%の変動に対して)
温度変動	0.02%/ (入出力定格、動作温度 -40 ~ +55 の変化に対して)
リップル・ノイズ	表 1 参照 (定格入出力、常温時、測定周波数帯域 20MHz)
効率	94%/92% typ. (定格入力、3.3V 出力、常温時、表 1 参照)
過電流保護回路	定格負荷電流の 105%以上にて動作 (自動復帰)
低入力電圧保護機能	あり
過入力電流保護	なし
リモート ON/OFF	14pin (ON/OFF) - 1,2pin (GND) 間：オープンで出力 ON, ショートで出力 OFF
スタンバイ電流	10mA typ. (通信使用時)
P-Good 信号	正常出力時：オープン、出力低下時：Low (過電流保護動作による出力低下時はオープン)
リモートセンシング	あり
動作温度範囲	動作温度 -40 ~ +85 (別記温度デレーティングをご覧ください)
保存温度範囲	保存温度 -40 ~ +85
湿度範囲	20 ~ 95%R.H. (ただし、最高湿球温度 35、結露なきこと)
保管条件	コンバータを実装される前の保管状態では、30 / 60% R.H.以下にて保管して下さい。(SMD のみ)
冷却条件	別記温度デレーティングをご覧ください。
振動	5 ~ 10Hz 全振幅 10mm、10 ~ 55Hz 加速度 2G (3 方向各 1 時間)
衝撃	加速度 20G (3 方向各 3 回)、衝撃時間 11±5ms
重量	4.1g typ. (DIP) 3.9g typ. (SMD)
外形寸法	W=18.0 L=26.4 H=8.5 typ. (mm) (寸法詳細は別記形状・寸法をご参照ください)

* 上記仕様は、指定条件の記載がない場合は定格値にて規定しています。

* 記載内容は、改良その他により予告なく変更する場合がありますので、あらかじめご了承ください。

1. 適用範囲

本仕様書は直流入力、非絶縁型 DC/DC コンバータ BDZ-1.5S10R0 シリーズ に適用致します。

2. 形名・定格

形名	定格入力電圧	定格出力	形状	備考
BDZ-1.5S10R0D	DC12.0V	1.5V, 10.0A	DIP	
BDZ-1.5S10R0M	DC12.0V	1.5V, 10.0A	SMD	

本仕様書中で条件に記載のない場合、入力は定格入力、出力は定格出力、周囲温度は 25°C±5°C と致します。

3. 環境条件

3-1 温度範囲

動作時 -40°C～+85°C (デイレートイング要)

保存時 -40°C～+85°C

3-2 湿度範囲

動作時 20～95%R.H. (ただし、最高湿球温度 35°C、結露なきこと)

保存時 20～95%R.H. (ただし、最高湿球温度 35°C、結露なきこと)

注) SMD 形状については、実装前の保管時は 30°C/60%R.H.以内で保管して下さい。

4. 仕様・規格

本製品は RoHS 指令対応品です。

4-1 入力特性

項目	仕様・規格	条件
入力電圧	+4.5～14.0V (定格 12.0V)	
入力電流	1.49A typ.	定格入力、定格出力時

出力特性・付属機能

※1、※2

項目	仕様・規格	条件
定格出力電圧	1.5V	
出力電圧設定偏差	±1% typ. ±1.5% max.	
出力電圧可変範囲	0.69~3.6V	外付け抵抗 ^{※3} 又はシリアル通信による
出力電流	0~10A	
入力変動	0.3% typ. 1.0% max.	入力 4.5~14V の変動に対して
負荷変動	0.3% typ. 1.0% max.	負荷 0~10A の変動に対して
温度変動	±0.02%/° C typ.	-40~+55° C の変動に対して
リップル・ノイズ	20mVp-p typ. 30mVp-p max.	BW = 20MHz
効率	86% typ.	入力電圧 12V, 出力電圧 1.5V, 出力電流 10A 時
	94% typ.	入力電圧 5V, 出力電圧 3.3V, 出力電流 10A 時
	92% typ.	入力電圧 12V, 出力電圧 3.3V, 出力電流 10A 時
発振周波数	294kHz typ. (出荷時設定)	
過電流保護回路	105%以上にて動作(自動復帰)	
最大出力付加容量	2200 μ F max.	
低入力電圧保護機能	自動復帰 動作開始電圧:4.43V typ. 動作停止電圧:4.30V typ.	8-14 項参照
ON/OFF 制御	ON/OFF 端子 - GND 端子間 オープンで ON ショート or Low で OFF	8-8 項参照
P-Good 出力	正常出力時:オープン 出力低下時:Low	8-11 項参照
入力過電圧保護機能	自動復帰	
出力過電圧保護機能	シャットダウン(電源再投入又は ON/OFF 制御で再起動)	8-17 項参照
出力過小電圧保護機能	自動復帰	8-18 項参照
過熱保護機能	自動復帰	
通信機能	あり(PMBus Rev.1.0 準拠)	
シーケンス設定機能	あり(シリアル通信による)	8-10 項参照
動作状態モニタ機能	あり(シリアル通信による)	
同期運転機能	あり	
トラッキング機能	あり(出荷時設定は無効、シリアル通信にて有効に設定可能)	8-12 項参照
発振周波数設定機能	あり(シリアル通信による)	8-6 項参照

※1 4-3 項の測定回路において

※2 断り無き場合、入力電圧 12.0V、出力電圧 1.5V、出力電流 10A、発振周波数 294kHz、周囲温度 25°C±5°Cにて測定。

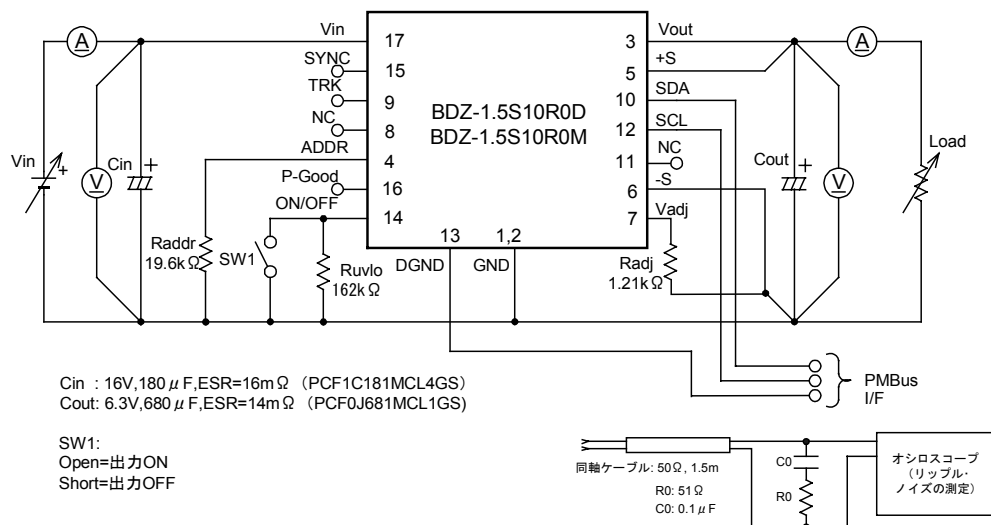
※3 外付け抵抗による設定範囲は 0.7~3.3V。25 通りの設定値からの選択式。

4-2 絶対最大定格

絶対最大定格は過渡時の定格です。なお、過度のストレスは製品への永久的なダメージを与えかねませんので長期間に渡り絶対最大定格で使用されますと、そのストレスにより製品の信頼性を損なう恐れがあります。

Pin	Name	絶対最大定格 [V]	
		min.	max.
3	Vout	-0.3	4.0
4	ADDR	-0.3	6.5
5	+S	-0.3	4.0
6	-S	-0.3	0.3
7	Vadj	-0.3	6.5
9	TRK	-0.3	6.5
10	SDA	-0.3	6.5
12	SCL	-0.3	6.5
13	DGND	-0.3	0.3
14	ON/OFF	-0.3	6.5
15	SYNC	-0.3	6.5
16	P-Good	-0.3	6.5
17	Vin	-0.3	16.0

4-3 測定回路



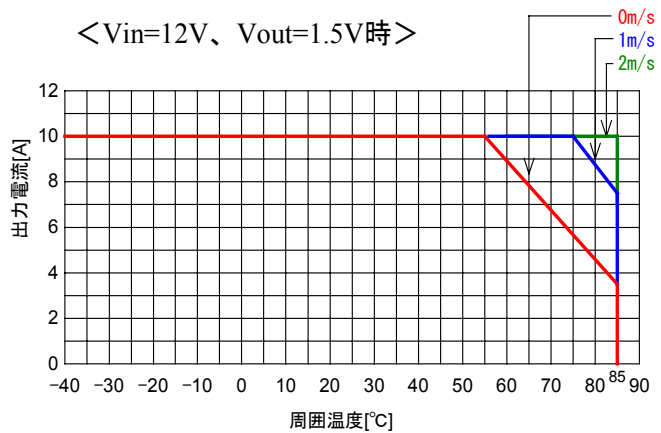
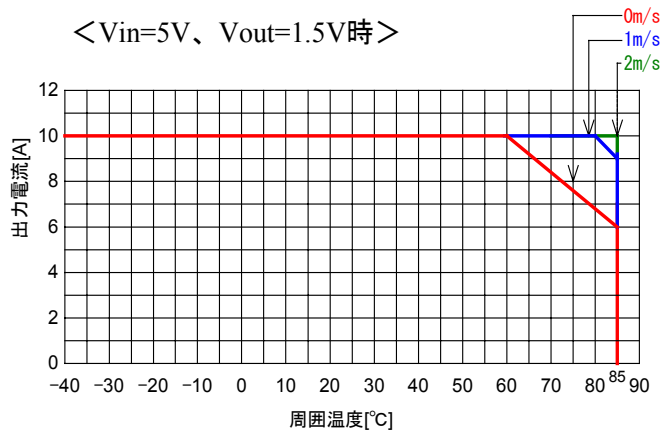
5. 温度ディレーティング

本製品は対流の良好な場所に設置して下さい。

使用する環境に合わせたディレーティングを行って下さい。

周囲温度及び入力電圧によってディレーティングを行って下さい。

コンバータの温度は、搭載される基板や周囲の状態により大きく左右されます。この為、最終的にはコンバータを実際搭載される装置内に搭載して頂き、ご利用頂く機器での最高周囲温度にて動作させた場合に、コンバータの基板又は部品の表面温度が 100°C を超えないようにお使い下さい。



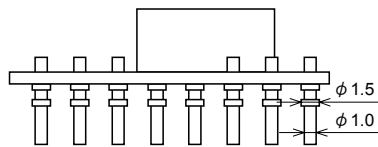
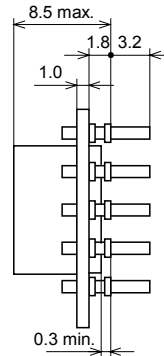
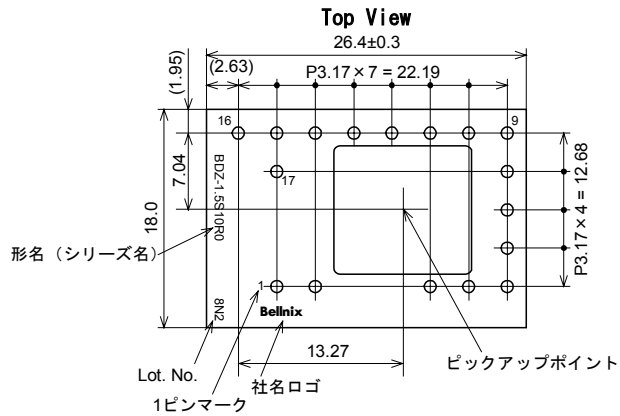
< 放熱パターン条件 >

- ・ 基板材質 FR-4 t=1.6 (両面基板)
- ・ 基板サイズ 100×100mm (銅箔厚 35 μm)

6. 外形寸法及び端子説明

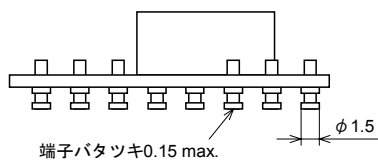
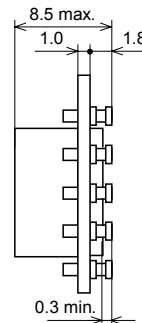
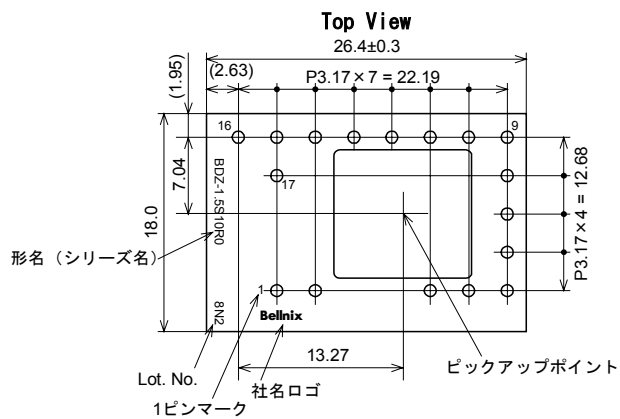
6-1 形状・寸法

6-1-1 DIP 型 (BDZ-1.5S10R0D)



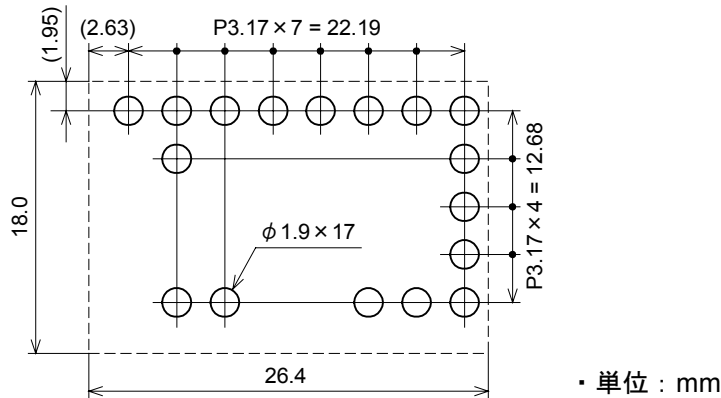
- ・ 単位 : mm
- ・ 端子間寸法公差 : ±0.25
- ・ 指定なき寸法公差 : ±0.5
- ・ 端子
- 材質 : 黄銅
- 表面処理 : Snメッキ

6-1-2 SMD 型 (BDZ-1.5S10R0M)



- ・ 単位 : mm
- ・ 端子間寸法公差 : ±0.25
- ・ 指定なき寸法公差 : ±0.5
- ・ 端子
- 材質 : 黄銅
- 表面処理 : Snメッキ

6-2 推奨フットプリント寸法 (SMD 型)



6-3 端子説明

Pin	Name	Function
1, 2	GND	パワー・グラウンド端子
3	Vout	コンバータ出力端子
4	ADDR	デバイス・アドレス設定端子
5	+S	正側リモート・センシング端子
6	-S	負側リモート・センシング端子
7	Vadj	出力電圧設定端子
8	Test pin	無接続。電氣的にどこにも接続しないで下さい
9	TRK	トラッキング信号入力端子
10	SDA	シリアル通信データ入出力端子
11	Test pin	無接続。電氣的にどこにも接続しないで下さい
12	SCL	シリアル通信クロック入力端子
13	DGND	信号グラウンド端子。内部で GND 端子と接続されています
14	ON/OFF	リモート ON/OFF 制御入力端子
15	SYNC	同期信号入力端子
16	P-Good	パワー・グッド出力端子
17	Vin	電源入力端子

6-4 ロット表示

9 1 (2009年1月製造)

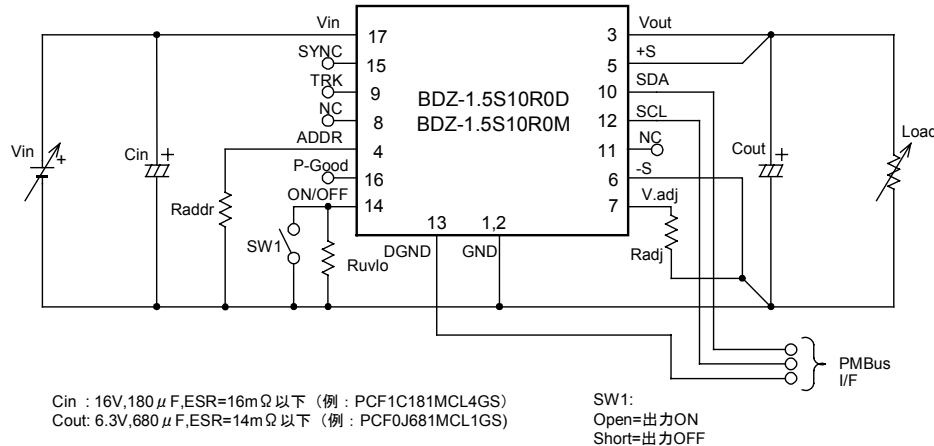
8 D 2 (2008年12月製造)

製造管理密番 (無表示の場合もあり。)

製造月 (1~9月=1~9、10月=O、11月=N、12月=D)

製造年 (西暦末尾1桁)

7. 標準接続回路



注1 +S 端子、-S 端子は必ず接続して下さい。

注2 Raddr はシリアル通信のデバイス・アドレス設定抵抗です。必要なアドレスに応じた値の抵抗を接続して下さい。シリアル通信を行わない場合も、必ず抵抗を接続して下さい。

注3 トラッキング機能を使用しない場合は、TRK 端子(9 Pin)は open として下さい。

注4 シリアル通信機能を使用しない場合は、SDA 端子(10 Pin)、SCL 端子(12 Pin)、DGND 端子(13 Pin)は open として下さい。

注5 パワーグッド機能を使用しない場合は、P-Good 端子(16 Pin)は open として下さい。

注6 入出力コンデンサ Cin、Cout は、必ず付加して下さい。付加する際は、コンバータ端子の根元に極力近いところに接続して下さい。付加するコンデンサの種類、容量及び配線等の影響によっては、仕様を満足しない場合がありますので、必ず実機にてご確認ください。

注7 センシング機能を使用しない場合でも、+S 端子(5 Pin)は+Vout 端子(3 Pin)に接続し、-S 端子(6 Pin)は GND 端子(1,2 Pin)に接続して下さい。

注8 Vadj 端子 (7Pin) --S 端子 (6Pin) 間には、必ず Radj を接続して下さい (8-6 項参照)。

注9 ON/OFF 端子 (14Pin) -- GND 端子 (1, 2Pin) 間には、必ず Ruvlo を接続して下さい (8-6 項参照)。

注10 同期運転機能を使用しない場合は、SYNC 端子(15 Pin)は open として下さい。

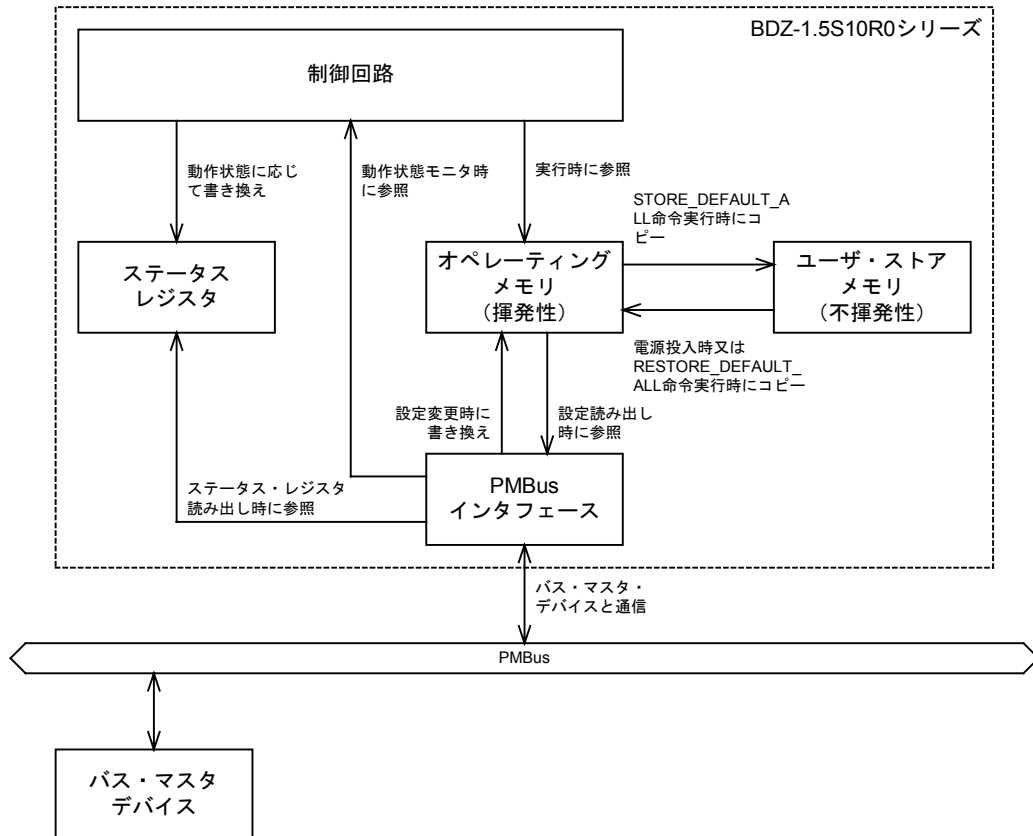
注11 出力を短絡した状態からの起動はしないで下さい。

8. 各種機能

8-1 デジタル制御

本製品は、PMBus インタフェースを通じて通信（シリアル通信）することにより、出力電圧、シーケンス等の各種設定の変更や、入力電圧、出力電流等の情報取得を行うことができます。

シリアル通信によって設定できるのは制御目標値であり、実際の動作は製品のバラツキの影響を受ける為、設定値と実際の動作値は若干異なります。



デジタル制御概念図

8-1-1 内蔵メモリ

本製品は、揮発性のオペレーティング・メモリと、不揮発性のユーザ・ストア・メモリを内蔵しています。ユーザ・ストア・メモリにはコンバータの設定値が保存されており、入力電源投入時にユーザ・ストア・メモリの内容がオペレーティング・メモリに複写されます。

本製品の制御回路はオペレーティング・メモリの内容を参照して動作します。シリアル通信により設定値を変更した際は、オペレーティング・メモリの内容が書き換えられます。オペレーティング・メモリは揮発性の為、入力電源を切断すると変更した設定値は失われます。

入力電源投入時の設定値を変更したい場合は、オペレーティング・メモリを書き換えた後に、STORE_DEFAULT_ALL 命令により、設定値を不揮発性のユーザ・ストア・メモリに保存する必要があります。また、RESTORE_DEFAULT_ALL 命令により、オペレーティング・メモリの内容を、ユーザ・ストア・メモリに保存されている内容に変更する（直前の STORE_DEFAULT_ALL 命令実行時の設定に戻す）ことができます。

設定項目	PMBus 命令
設定値の保存	STORE_DEFAULT_ALL
設定値の復元	RESTORE_DEFAULT_ALL

8-2 出力電圧設定方法

8-2-1 出力電圧設定端子による出力電圧設定

Vadj 端子 (7Pin) --S 端子 (6Pin) 間に抵抗を接続することにより、出力電圧設定値を変更することができます。Vadj 端子 --S 端子間の抵抗値(Radj)と出力電圧設定値の関係は下表の通りです。出力電圧設定端子による出力電圧設定では、下表記載以外の値に出力電圧を設定することはできません。下表記載以外の値に出力電圧を設定したい場合は、シリアル通信により設定して下さい。

出力電圧設定値は、電源投入時の Vadj 端子 --S 端子間の抵抗値に応じた値になります。接続する抵抗は、許容差 1%以内 (E96 系列) のものをご使用下さい。電源投入後に Vadj 端子 --S 端子間の抵抗値を変えても、出力電圧設定値は変更されません。出力電圧設定値を変える際は、一度入力電源を 0V にして下さい。

出力電圧設定値 [V]	Radj [kΩ]	出力電圧設定値 [V]	Radj [kΩ]
0.7	162	0.991	21.5
0.752	110	1.00	19.6
0.758	100	1.10	16.2
0.765	90.9	1.158	13.3
0.772	82.5	1.20	12.1
0.79	75.0	1.25	9.09
0.8	56.2	1.50	7.50
0.821	51.1	1.669	5.62
0.848	42.2	1.80	4.64
0.88	34.8	2.295	2.87
0.899	31.6	2.506	2.37
0.919	28.7	3.30	1.21
0.965	23.7	—	—

8-2-2 シリアル通信による出力電圧設定

シリアル通信により、出力電圧を 0.69~3.6V の範囲で設定することができます。

シリアル通信により出力電圧設定値を変更し、ユーザ・ストア・メモリへの保存 (STORE_DEFAULT_ALL 命令の実行) を行うと、出力電圧設定値の変更ができなくなります。また、出力電圧設定端子による出力電圧設定はできなくなります。出力電圧設定端子による出力電圧設定を再び使用可能にする方法はありません。

シリアル通信による出力電圧設定の場合でも、出力電圧設定値に応じた抵抗を Vadj 端子-GND 端子間に接続して下さい。

設定値は、出力過小電圧保護機能動作閾値 (VOUT_UV_FAULT_LIMIT) < P-Good 機能動作閾値 (POWER_GOOD_ON) < 出力電圧設定値 (VOUT_COMMAND) < 出力過電圧保護動作閾値 (VOUT_OV_FAULT_LIMIT) として下さい。

注 出力電圧が ON の状態で出力電圧を変更したい場合は、必ず上記設定値の関係を保った状態で各設定項目を変更させ、保存は行わないで下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力電圧設定値	VOUT_COMMAND	0.69~3.6V	下表参照	抵抗による

出力電圧設定値に対する設定分解能は下表の通りです。

出力電圧設定値	設定分解能
0.69V~0.8V	0.30518mV
0.8V~1.2V	0.42725mV
1.2V~1.5V	0.61035mV
1.5V~1.8V	0.74114mV
1.8V~2.5V	0.91553mV
2.5V~3.3V	1.15967mV
3.3V~3.6V	2.13623mV

8-3 Margin State の変更

本製品の出力電圧設定機能には Margin State という設定項目があり、Margin OFF、Margin High、Margin Low の3つの状態を持っています。各 Margin State に対して異なる出力電圧値を設定することができ、出力電圧は、その時に選択されている Margin State の出力電圧設定値になるように制御されます。

出力電圧設定端子により出力電圧を設定している場合の、各 Margin State における出力電圧設定値は下表の通りです。

設定項目	設定値
出力電圧設定値 (Margin OFF 時)	Vadj 端子 – S 端子間の抵抗値に応じた値 (8-2-1 項参照)
出力電圧設定値 (Margin High 時)	出力電圧設定値 (Margin OFF 時) の 1.05 倍
出力電圧設定値 (Margin Low 時)	出力電圧設定値 (Margin OFF 時) の 0.95 倍

各 Margin State における出力電圧設定値は、シリアル通信により 0.69~3.6V の範囲でそれぞれ独立した値を設定できます。シリアル通信により出力電圧を設定する場合は、出力電圧設定値と Margin High、Margin Low の設定値は連動しませんので、再度設定して下さい。Margin High、Margin Low の設定値は、シリアル通信により設定できます。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力電圧設定値 (Margin OFF 時)	VOUT_COMMAND	0.69~3.6V	下表参照	抵抗による
出力電圧設定値 (Margin High 時)	VOUT_MARGIN_HIGH	0.69~3.6V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 1.05 倍
出力電圧設定値 (Margin Low 時)	VOUT_MARGIN_LOW	0.69~3.6V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 0.95 倍

出力電圧設定値に対する設定分解能は下表の通りです。

出力電圧設定値	設定分解能
0.69V~0.8V	0.30518mV
0.8V~1.2V	0.42725mV
1.2V~1.5V	0.61035mV
1.5V~1.8V	0.74114mV
1.8V~2.5V	0.91553mV
2.5V~3.3V	1.15967mV
3.3V~3.6V	2.13623mV

通常は Margin State を Margin OFF にして使用し、一時的に出力電圧を増減したい時に、Margin State を Margin High または Margin Low に切り替えます。出荷時は、Margin State は Margin OFF に設定されています。Margin State の切り替えはシリアル通信により行います。

設定項目	PMBus 命令	出荷時設定
Margin State の切り替え	OPERATION	Margin OFF

8-4 出力電圧トリミング機能

出力電圧トリミング機能を使用することにより、出力電圧を $\pm 10\%$ の範囲で増減することができます。出力電圧トリミング機能の設定値は、シリアル通信により設定できます。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力電圧トリミング設定値	VOUT_CAL_GAIN	出力電圧設定値の $\pm 10\%$	下表参照	0mV

出力電圧設定値に対する出力電圧トリミング機能の設定分解能は下表の通りです。

出力電圧設定値	設定分解能
0.69V~0.8V	0.30518mV
0.8V~1.2V	0.42725mV
1.2V~1.5V	0.61035mV
1.5V~1.8V	0.74114mV
1.8V~2.5V	0.91553mV
2.5V~3.3V	1.15967mV
3.3V~3.6V	2.13623mV

8-5 出力電圧設定値制限機能

出力電圧設定値制限機能により、VOUT_COMMAND、VOUT_MARGIN_HIGH、及び VOUT_MARGIN_LOW 命令の設定可能な値の最大値を設定することができます。本機能により、不用意に過大な電圧に設定してしまった場合でも、出力電圧設定値制限設定値に制限することができます。本機能は、設定の最大値を制限するだけですので、過電圧保護の機能はありません。

出力電圧設定端子により出力電圧を設定している場合は、出力電圧設定値制限機能の設定値は出力電圧設定値の 1.1 倍に設定されます。出力電圧設定値制限機能の設定値は、シリアル通信により設定できますが、出力電圧設定端子により設定される値の 1.1 倍を超える値に設定することはできません。シリアル通信により出力電圧設定値を設定する場合は、出力電圧設定値と VOUT_MAX の設定値は連動しませんので、再度設定して下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力電圧設定値制限設定値	VOUT_MAX	0.69~3.63V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 1.1 倍

出力電圧設定値に対する出力電圧設定値制限設定値の設定分解能は下表の通りです。

出力電圧設定値	設定分解能
0.69V~0.8V	0.30518mV
0.8V~1.2V	0.42725mV
1.2V~1.5V	0.61035mV
1.5V~1.8V	0.74114mV
1.8V~2.5V	0.91553mV
2.5V~3.3V	1.15967mV
3.3V~3.63V	2.13623mV

8-6 発振周波数設定機能

発振周波数設定機能を使用することにより、発振周波数を 242~400kHz の範囲で設定することができます。発振周波数の設定値は、シリアル通信により設定できます。

本機能により発振周波数設定を変更、保存した場合は、永久に同期運転機能は動作しません。保存していない場合は、入力電源を一度 0V まで落とすことで、同期運転機能が動作します。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
発振周波数設定値	FREQUENCY_SWITCH	242~400kHz	下表参照	294kHz

FREQUENCY_SWITCH によって設定できる発振周波数は下表の通りです。

発振周波数[kHz]				
400	348	308	276	250
381	333	294	267	242
364	320	286	258	—

8-7 リモート・センシング機能

リモート・センシング機能を使用することにより、負荷側にて良好な負荷変動特性を得ることができます。センシング・ラインはフィードバック・ループの一部であり、非常に敏感な為、引き回しには十分な配慮が必要です。+S 端子と-S 端子は寄り添うように負荷まで配線して下さい。

本機能を使用しない場合は、基板上にて Vout 端子と+S 端子、GND 端子と-S 端子を必ず接続して下さい。

8-8 ON/OFF 制御機能

ON/OFF 制御機能を使用することにより、入力を投入、切断せずに出力電圧の ON/OFF を制御することができます。本製品は、ON/OFF 端子 (14Pin) による方法と、シリアル通信による方法の 2 種類の方法で ON/OFF 制御を行うことができます。

ON/OFF 端子による ON/OFF 制御と、シリアル通信による ON/OFF 制御のそれぞれについて、有効・無効を設定できます。ON/OFF 制御の有効・無効の設定は、シリアル通信により行います。出荷時は ON/OFF 端子による ON/OFF 制御が有効となるように設定されています。

注 1 ON/OFF 制御指令は OFF の優先度が高い為、ON/OFF 端子による ON/OFF 制御と、シリアル通信による ON/OFF 制御の双方が有効になっている場合は、双方の ON/OFF 指令が ON にならないと、出力は ON になりません。また ON/OFF 端子による ON/OFF 指令を ON にしてから、シリアル通信による ON/OFF 指令を ON にしないと、出力は ON になりません。

注 2 ON/OFF 端子による ON/OFF 制御と、シリアル通信による ON/OFF 制御の双方が有効になっている場合は、ON/OFF 端子により OFF 指令を出すと、シリアル通信による ON/OFF 制御設定も OFF になります。

8-8-1 ON/OFF 端子による ON/OFF 制御

ON/OFF 端子 (14Pin) – GND 端子 (1, 2Pin) 間をオープン又はショートすることにより、出力電圧の ON/OFF を制御できます。

ON/OFF 端子の開放電圧は 2.5V typ. です。

ON/OFF 端子による ON/OFF 制御で出力を OFF する際、即座にスイッチングを停止するか、シーケンスを適用して停止するかを設定できます。どちらの停止方法を適用するかは、シリアル通信 (ON_OFF_CONFIG 命令) により設定できます。出荷時は、即座にスイッチングを停止するように設定されています。

ON/OFF 端子 (14Pin) – GND 端子 (1, 2Pin) 間
オープン (2.0V 以上)
ショート (0~0.8V、2mA max.)

注 ON/OFF 端子は、チャタリングの無いようにして下さい。チャタリングにより内部回路が誤動作する可能性があります。

8-8-2 シリアル通信による ON/OFF 制御

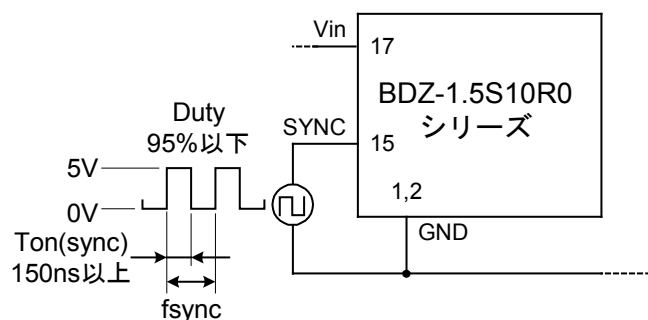
シリアル通信により出力電圧の ON/OFF を制御することができます。

シリアル通信により出力を OFF する際、即座にスイッチングを停止するか、立ち下がりシーケンスを適用して停止するかを選択することができます。

項目	PMBus 命令	出荷時設定
シリアル通信による ON/OFF 制御	OPERATION	出力 OFF
ON/OFF 制御の動作設定	ON_OFF_CONFIG	ON/OFF 端子による ON/OFF 制御有効 シリアル通信による ON/OFF 制御無効 ON/OFF 端子で OFF する際にシーケンスを適用しない

8-9 同期運転機能

同期運転機能により、SYNC 端子（15Pin）- GND 端子（1, 2Pin）間に印加した信号とスイッチング・タイミングを同期させることができます。



同期運転機能を使用する場合は、出力を ON にする前に同期信号を印加して下さい。出力を ON にした後同期信号を印加しても、同期運転しません。

同期信号は、以下の仕様に従って下さい。

- 周波数： 242～400kHz
- High レベル電圧： 2.0～6.0V
- Low レベル電圧： 0～0.8V
- 最大シンク電流： 3mA
- 最低 High 時間： 150ns
- 最大 Duty 比： 95%

注 発振周波数設定機能（8-6 項参照）により発振周波数設定を変更、保存した場合は、同期運転機能は永久に動作しません。保存していない場合は、入力電源を一度 0V まで落とすことで、同期運転機能が動作します。

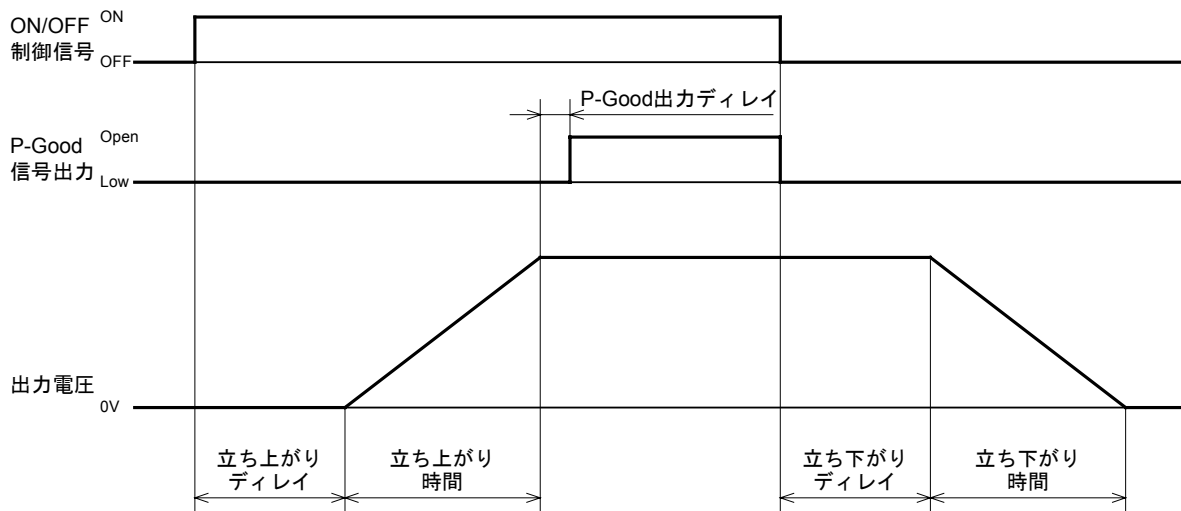
8-10 シーケンス設定機能

シーケンス設定機能を使用することにより、以下の項目を設定できます。

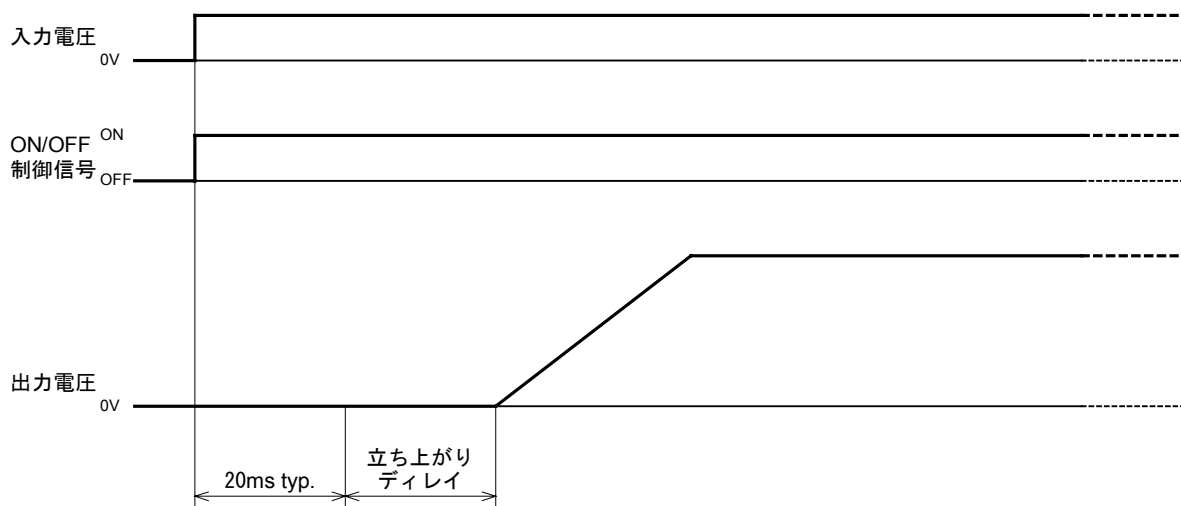
- 立ち上がりディレイ (Turn-on Delay)
- 立ち上がり時間 (Turn-on Rise)
- 立ち下がりディレイ (Turn-off Delay)
- 立ち下がり時間 (Turn-off Fall)

立ち上がりディレイとは、ON/OFF 制御 (ON/OFF 端子又はシリアル通信) により ON の指令が出されてから、出力電圧が上昇を始めるまでの時間です (下図参照)。

立ち下がりディレイとは、ON/OFF 制御 (ON/OFF 端子又はシリアル通信) により OFF の指令が出されてから、出力電圧が下降を始めるまでの時間です (下図参照)。



入力電圧投入時は、立ち上がりシーケンスを開始するまでに 20ms typ. の遅延時間があります (下図参照)。シーケンス機能のそれぞれの設定値は、シリアル通信により設定できます。ただし、立ち上がり及び立ち下がり時間は、負荷容量によっては設定通りの時間にならないことがあります。

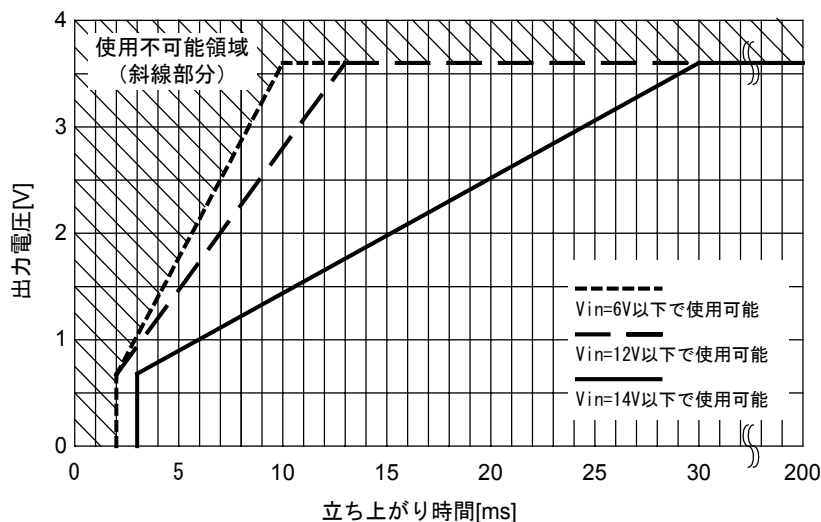


設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
立ち上がりディレイ	TON_DELAY	7~200ms	0.125μs	7ms
立ち上がり時間	TON_RISE	2~200ms	12.5μs	20ms
立ち下がりディレイ	TOFF_DELAY	7~200ms	0.125μs	7ms
立ち下がり時間	TOFF_FALL	1~200ms	12.5μs	1ms

立ち下がりディレイ及び立ち下がり時間の設定は、次の場合には適用されません。

- シリアル通信により OFF する際、立ち下がりシーケンス無しを選択した時
- ON/OFF 端子で OFF する際にシーケンスを適用しない設定の状態、ON/OFF 端子により OFF する時
- 各種保護機能（低入力電圧保護、入力過電圧保護、出力過電圧保護、出力過小電圧保護、過電流保護、過熱保護）の動作により停止する時

注 出力を短絡する可能性のあるアプリケーションでご使用する場合は、立ち上がり時間は下図のディレーティング範囲にてご使用下さい。



8-11 P-Good 信号出力

P-Good 端子 (16Pin) を利用することで、DC-DC コンバータの出力の状態を知ることができます。この端子は、オープン・ドレイン出力になっています。

出力電圧が P-Good 機能の動作閾値を上回った時にオープン (ハイ・インピーダンス)、それ以外の場合は Low (0.4V max.) になります。

P-Good 端子に印加される電圧は、最大 6.0V として下さい。

P-Good 端子のシンク電流は、絶対最大定格で 8mA 以下として下さい。

注 下記条件では出力電圧が上記条件の範囲内であっても Low となる場合があります。

- 入力電圧が 4.5V 未満の時
- 出力電流が過電流状態である時
- IC の温度が 125°C を越えている場合
- 出力電圧が過電圧状態である時

出力電圧設定端子にて出力電圧を設定している場合は、P-Good 機能の動作閾値は出力電圧設定値の 90% となります。

シリアル通信により出力電圧を設定する場合は、出力電圧設定値と P-Good 機能の動作閾値は連動しません。P-Good 機能の動作閾値は、シリアル通信により設定できます。

P-Good 機能動作閾値は、出力過小電圧保護機能動作閾値(VOUT_UV_FAULT_LIMIT) < P-Good 機能動作閾値(POWER_GOOD_ON) < 出力電圧設定値(VOUT_COMMAND) < 出力過電圧保護動作閾値(VOUT_OV_FAULT_LIMIT) として下さい。

出力電圧が P-Good 機能の動作閾値を上回ってから、P-Good 信号が出力される (P-Good 端子がオープン状態になる) までの時間 (P-Good 出力ディレイ) を設定することができます。P-Good 出力ディレイの設定値は、シリアル通信により設定できます。シリアル通信により出力電圧設定値を設定する場合は、出力電圧設定値と POWER_GOOD_ON の設定値は連動しませんので、再度設定して下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
P-Good 機能動作閾値	POWER_GOOD_ON	0.621 ~ 3.6V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 0.9 倍
P-Good 出力ディレイ設定値	POWER_GOOD_DELAY	0~200ms	0.125μs	0ms

出力電圧設定値に対する P-Good 機能動作閾値の設定分解能は下表の通りです。

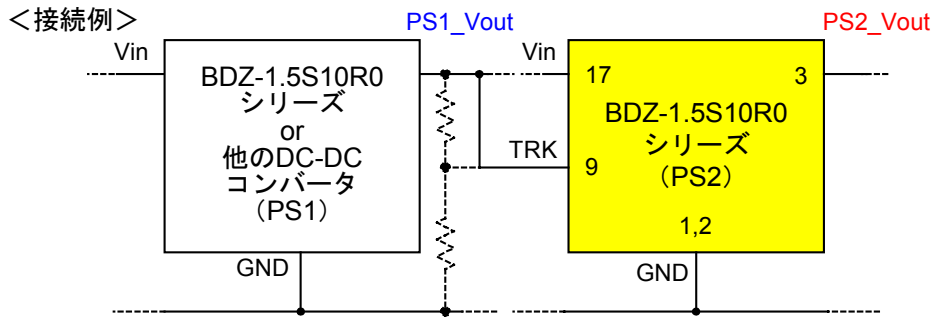
出力電圧設定値	設定分解能
0.621V~0.8V	1.221mV
0.8V~1.2V	1.709mV
1.2V~1.5V	2.441mV
1.5V~1.8V	2.965mV
1.8V~2.5V	3.662mV
2.5V~3.3V	4.639mV
3.3V~3.6V	6.104mV

8-12 トラッキング機能

トラッキングは、出荷時設定は無効となっており、シリアル通信にて有効に設定が可能です。

トラッキングは、同時トラッキング、比例トラッキングの2種類の設定が可能です。

トラッキングを行う場合は、下図のように基準電圧を TRK 端子(9pin)に印加して下さい。(下図接続図は、1例です。)



設定項目	PMBus 命令	設定内容	出荷時設定
トラッキング機能の動作設定	TRACK_CONFIG	トラッキング機能の有効・無効 同時トラッキング/50%トラッキング	トラッキング機能無効

トラッキング機能を使用しない場合は、TRK 端子はどこにも接続せず open として下さい。

TRK 端子への印加は、6.0V max として下さい。

注 出力を短絡する可能性のあるアプリケーションでご使用する場合は、立ち上がり時間は 8-10 項のデイレレーティング範囲にてご使用下さい。

8-13 動作状態モニタ機能

シリアル通信により、本製品の入力電圧、出力電圧、出力電流、発振周波数の情報を得ることができます。

入力電圧モニタの検出精度は $\pm 0.3\text{V typ.}$ です。

出力電圧モニタの検出精度は $\pm 1\% \text{ typ.}$ です。

出力電流モニタの検出精度は $\pm 1\text{A typ.}$ です。

発振周波数モニタの検出精度は $\pm 3\text{kHz typ.}$ です。

本製品は、STATUS_BYTE、STATUS_WORD、STATUS_VOUT、STATUS_IOUT、STATUS_INPUT、STATUS_TEMPERATURE の、6つのステータス・レジスタを持っています。ステータス・レジスタの内容を確認することにより、本製品のエラー状態を知ることができます。

ステータス・レジスタは、保護機能の動作時にセットされ、レジスタがセットされた原因が取り除かれても内容は保持されます。ステータス・レジスタは、以下のいずれかの条件でクリアすることができます。

- CLEAR_FAULTS 命令を実行
- 入力を再投入する
- ON/OFF 制御 (ON/OFF 端子又はシリアル通信) により一度 OFF にする。

各レジスタの内容は、シリアル通信により読み出すことができます。各レジスタの内容の詳細は、それぞれのレジスタ読み出し命令の項を参照して下さい。

項目	PMBus 命令
入力電圧モニタ	READ_VIN
出力電圧モニタ	READ_VOUT
出力電流モニタ	READ_IOUT
発振周波数モニタ	READ_FREQUENCY
STATUS_BYTE レジスタ	STATUS_BYTE
STATUS_WORD レジスタ	STATUS_WORD
STATUS_VOUT レジスタ	STATUS_VOUT
STATUS_IOUT レジスタ	STATUS_IOUT
STATUS_INPUT レジスタ	STATUS_INPUT
STATUS_TEMPERATURE レジスタ	STATUS_TEMPERATURE

注1 モニタ機能は出力が ON の状態でのみ使用して下さい。

注2 同期運転機能を使用する場合は、発振周波数モニタは動作しません。

8-14 低入力電圧保護機能

本製品は、入力電圧低下時の誤作動防止の為、低入力電圧保護機能（UVLO）を備えています。入力電圧が動作開始電圧以上になると、本製品はスイッチング動作を開始できる状態となり、入力電圧が動作停止電圧以下になると、本製品はスイッチング動作を停止します。

注 低入力電圧保護動作閾値が低い場合は、入力電圧範囲内であっても低入力電圧保護機能が動作する可能性があります。

8-14-1 外付け抵抗による低入力電圧保護動作閾値設定

ON/OFF 端子（14Pin） – GND 端子（1, 2Pin）間に抵抗を接続することにより、低入力電圧保護機能の動作閾値の設定を変更することができます。ON/OFF 端子 – GND 端子間の抵抗値(Ruvlo)と低入力電圧保護機能の動作閾値の関係は下表の通りです。接続する抵抗は、許容差 1%以内 (E96 系列) のものをご使用下さい。外付け抵抗による低入力電圧保護動作閾値設定では、下表記載以外の値に低入力電圧保護閾値を設定することはできません。

低入力電圧保護動作閾値は、電源投入時の ON/OFF 端子 – GND 端子間の抵抗値に応じた値になります。電源投入後に ON/OFF 端子 – GND 端子間の抵抗値を変えても、低入力電圧保護動作閾値は変更されません。低入力電圧保護閾値を変える際は、一度入力電源を 0V にして下さい。

低入力電圧保護動作閾値		Ruvlo [kΩ]	低入力電圧保護動作閾値		Ruvlo[kΩ]
動作停止電圧	動作開始電圧		動作停止電圧	動作開始電圧	
4.30V	4.43V	162	6.20V	6.39V	38.3
4.50V	4.64V	121	6.60V	6.80V	28.7
4.87V	5.02V	110	6.96V	7.17V	23.7
4.93V	5.08V	100	7.22V	7.44V	21.5
4.99V	5.14V	90.9	7.50V	7.73V	19.6
5.07V	5.22V	82.5	7.81V	8.04V	17.8
5.15V	5.30V	75.0	8.13V	8.37V	16.2
5.23V	5.39V	68.1	8.50V	8.76V	14.7
5.33V	5.49V	61.9	8.92V	9.19V	13.3
5.43V	5.59V	56.2	9.34V	9.62V	12.1
5.55V	5.72V	51.1	9.81V	10.10V	11.0
5.67V	5.84V	46.4	10.86V	11.19V	9.09
5.81V	5.98V	42.2	11.46V	11.80V	8.25

8-14-2 シリアル通信による低入力電圧保護動作閾値設定

シリアル通信により、動作開始電圧及び動作停止電圧を 4.3～14V の範囲で設定することができます。

シリアル通信により動作閾値を変更し、ユーザ・ストア・メモリへの保存（STORE_DEFAULT_ALL 命令の実行）を行うと、外付け抵抗による低入力電圧保護動作閾値設定はできなくなります。外付け抵抗による低入力電圧保護動作閾値設定を再び使用可能にする方法はありません。

シリアル通信による低入力電圧保護動作閾値設定の場合でも、ON/OFF 端子 – GND 端子間に抵抗を接続して下さい。

設定値は、動作停止電圧(VIN_UV_FAULT_LIMIT) < 動作開始電圧(VIN_UV_WARN_LIMIT) < 入力過電圧検出動作閾値(VIN_OV_WARN_LIMIT) として下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
動作開始電圧	VIN_UV_WARN_LIMIT	4.3~14V	15.625mV	抵抗による
動作停止電圧	VIN_UV_FAULT_LIMIT	4.3~14V	15.625mV	抵抗による

8-15 入力過電圧検出機能

本コンバータの入力電圧が入力過電圧検出機能の動作閾値以上になると、ステータス・レジスタの該当するビットがセットされ、入力過電圧検出機能が動作したことを通知します。

本機能は通知を行うのみであり、スイッチング動作は停止しません。

入力過電圧検出機能の動作閾値は、シリアル通信により設定できます。入力過電圧検出機能の動作閾値は、入力過電圧保護機能動作時の解除閾値としても使用されます。

設定値は、動作停止電圧(VIN_UV_FAULT_LIMIT) < 動作開始電圧(VIN_UV_WARN_LIMIT) < 入力過電圧検出動作閾値(VIN_OV_WARN_LIMIT) として下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
入力過電圧検出動作閾値	VIN_OV_WARN_LIMIT	4.3~15.4V	15.625mV	14.7V

8-16 入力過電圧保護機能

入力電圧が 15.4V typ.以上になると、入力過電圧保護機能が動作し、スイッチング動作を停止します。入力電圧が入力過電圧検出動作閾値以下になると、スイッチング動作を再開します。

8-17 出力過電圧保護機能

出力電圧（+S 端子 – S 端子間電圧）が出力過電圧保護機能の動作閾値以上になると、スイッチング動作を停止します。ただし、本製品の破損により過電圧が発生した場合には、本機能は動作しません。

本機能はラッチ式のため、自動復帰しません。ラッチ状態を解除するには、入力を再投入するか、ON/OFF 制御（ON/OFF 端子又はシリアル通信）により一度 OFF にして下さい。

出力電圧設定端子により出力電圧を設定している場合は、出力過電圧保護機能の動作閾値は出力電圧設定値の 1.15 倍に設定されます。出力過電圧保護機能の動作閾値は、シリアル通信により設定できます。シリアル通信により出力電圧設定値を設定する場合は、出力電圧設定値と VOUT_OV_FAULT_LIMIT の設定値は連動しませんので、再度設定して下さい。

設定値は、出力過小電圧保護機能動作閾値 (VOUT_UV_FAULT_LIMIT) < P-Good 機能動作閾値 (POWER_GOOD_ON) < 出力電圧設定値 (VOUT_COMMAND) < 出力過電圧保護動作閾値 (VOUT_OV_FAULT_LIMIT) として下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力過電圧保護動作閾値	VOUT_OV_FAULT_LIMIT	0~4.14V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 1.15 倍

出力過電圧保護動作閾値に対する設定分解能は下表の通りです。

出力過電圧保護動作閾値	設定分解能
0.69V~0.8V	1.221mV
0.8V~1.2V	1.709mV
1.2V~1.5V	2.441mV
1.5V~1.8V	2.965mV
1.8V~2.5V	3.662mV
2.5V~3.3V	4.639mV
3.3V~4.14V	6.104mV

注 負荷電流が急峻に変化するアプリケーションの場合は、出力電圧の変動レベルによっては、出力過電圧保護が動作する可能性があります。その場合には、出力コンデンサを追加して下さい。

8-18 出力過小電圧保護機能

出力電圧 (+S 端子 - S 端子間電圧) が出力過小電圧保護機能の動作閾値以下になると、スイッチング動作を停止します。過小電圧状態を解除すると、スイッチング動作を再開します。ただし、立ち上がりや立ち下がりの途中には本機能は動作しません。

出力電圧設定端子により出力電圧を設定している場合は、出力過小電圧保護機能の動作閾値は出力電圧設定値の 0.85 倍に設定されます。出力過小電圧保護機能の動作閾値は、シリアル通信により設定できます。シリアル通信により出力電圧設定値を設定する場合は、出力電圧設定値と VOUT_UV_FAULT_LIMIT の設定値は連動しませんので、再度設定して下さい。

設定値は、出力過小電圧保護機能動作閾値 (VOUT_UV_FAULT_LIMIT) < P-Good 機能動作閾値 (POWER_GOOD_ON) < 出力電圧設定値 (VOUT_COMMAND) < 出力過電圧保護動作閾値 (VOUT_OV_FAULT_LIMIT) として下さい。

設定項目	PMBus 命令	設定範囲	設定分解能	出荷時設定
出力過小電圧保護動作閾値	VOUT_UV_FAULT_LIMIT	0~3.6V	下表参照	抵抗による出力電圧設定値の 0.85 倍

出力過小電圧保護動作閾値に対する設定分解能は下表の通りです。

出力過小電圧保護動作閾値	設定分解能
0.69V~0.8V	1.221mV
0.8V~1.2V	1.709mV
1.2V~1.5V	2.441mV
1.5V~1.8V	2.965mV
1.8V~2.5V	3.662mV
2.5V~3.3V	4.639mV
3.3V~3.6V	6.104mV

注 負荷電流が急峻に変化するアプリケーションの場合は、出力電圧の変動レベルによっては、出力過小電圧保護が動作する可能性があります。その場合には、出力コンデンサを追加して下さい。

8-19 出力過電流保護機能

出力過電流保護が動作を開始するとスイッチング動作を停止し、定期的に再開します。過電流状態を解除するとスイッチング動作を再開し、出力電圧が復帰します。

8-20 過熱保護機能

本製品の検出温度が 125°C typ.以上になると過熱保護機能が動作し、スイッチング動作を停止します。温度が 110°C typ.以下になると、スイッチング動作を再開します。

9. シリアル・インタフェース

9-1 記号・用語の定義

9. 項で使用する記号と用語を下表のように定義します。

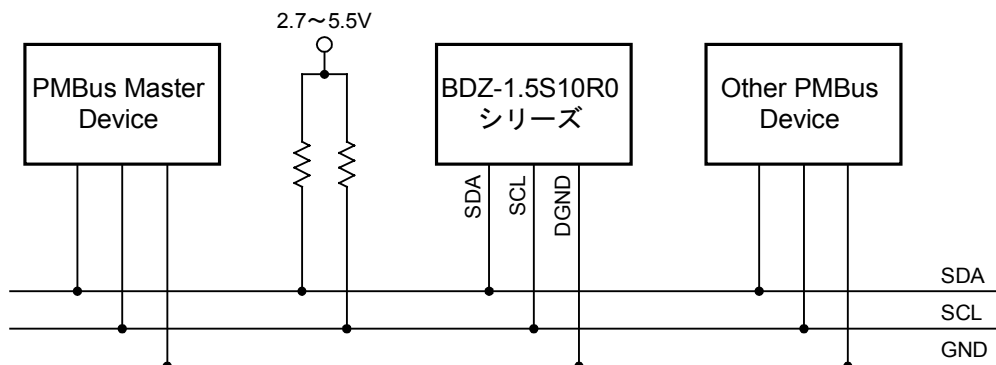
記号又は用語	定義
バイト又は Byte	8 ビット
ワード又は Word	16 ビット (2 バイト)
セット	ビットを論理'1'の値にする。
クリア	ビットを論理'0'の値にする。
nmb	数字'm'を 2 進法とする。
nnh	数字'm'を 16 進法とする。

9-2 通信方式

本製品のシリアル・インタフェースは、PMBus Specification Revision 1.0 に準拠しています。命令の転送方法等の詳細は、PMBus の規格書 (PMBus Power System Management Protocol Specification Part I , General Requirements, Transport And Electrical Interface – Revision 1.0 及び PMBus Power System Management Protocol Specification Part II , Command Language – Revision 1.0) を参照して下さい。

9-3 通信端子

PMBus 通信端子 (SDA、SCL) は、プルアップ抵抗もしくは類する方法で、2.7~5.5V の電源に接続して下さい。シリアル通信を行わない場合は、PMBus 通信端子はオープンとして下さい。



9-3-1 SDA 端子

SDA 端子 (9Pin) は、シリアル通信のデータ入出力端子です。出力時はオープン・ドレイン出力となります。

- 入力 Low レベル : 0~0.8V
- 入力 High レベル : 2.4V min.
- 出力 Low レベル : 0.4V max. (シンク電流 4mA max.)

9-3-2 SCL 端子

SCL 端子 (8Pin) は、シリアル通信のクロック入力端子です。

SCL 端子は本製品から駆動されることはありません。SCL 端子はバス・マスタ・デバイスが駆動して下さい。

- 入力 Low レベル： 0~0.8V
- 入力 High レベル： 2.4V min.

9-4 デバイス・アドレス設定

PMBus では、複数のデバイスがひとつのバスを共有するため、各々のデバイスを識別するためにデバイス・アドレスを使用します。デバイス・アドレスは、同一のバス上で重複の無いように設定する必要があります。

ADDR 端子 (4Pin) と GND 端子 (1, 2Pin) の間に抵抗を接続することにより、デバイス・アドレスを設定します。抵抗値(Raddr)とデバイス・アドレスの対応は、以下の通りです。接続する抵抗は、許容差 1% (E96 系列) のものをご使用下さい。

デバイス・アドレスは、電源投入時の ADDR 端子 - GND 端子間の抵抗値に応じた値になります。電源投入後に ADDR 端子 - GND 端子間の抵抗値を変えても、デバイス・アドレスは変更されません。

デバイス・アドレスを変える際は、一度入力電源を 0V にして下さい。

通信機能を使用しない場合でも、ADDR 端子-GND 端子間に抵抗を接続して下さい。

デバイス・アドレス	Raddr [kΩ]
0100 000	19.6
0100 001	21.5
0100 010	23.7
0100 011	26.1
0100 100	28.7
0100 101	31.6
0100 110	34.8
0100 111	38.3
0101 000	42.2
0101 001	46.4
0101 010	51.1
0101 011	56.2
0101 100	61.9
0101 101	68.1
0101 110	75.0
0101 111	82.5

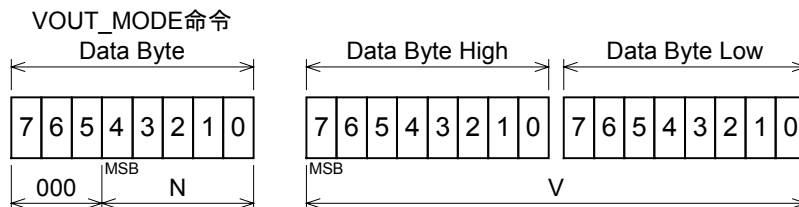
9-5 データ形式

9-5-1 16 ビット Linear Format

出力電圧に関する値を表現するのに使用するデータ形式で、次の要素により構成されます。

- 5 ビットの指数部 (Exponent) N (2 の補数表現の符号付整数)
- 16 ビットの仮数部 (Mantissa) V (符号無し整数又は 2 の補数表現の符号付整数)

本製品は、5 ビットの指数部 N は -13 固定です。



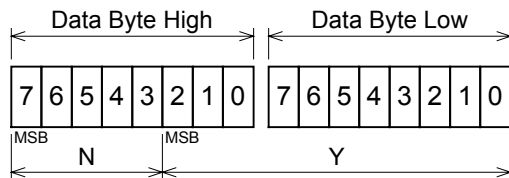
Linear Format により表される値 $Voltage$ と、指数部 N 及び仮数部 V との関係は次式の通りです。

$$Voltage = V \times 2^N$$

9-5-2 11 ビット Linear (Literal) Data Format

出力電圧以外の値を表現するのに使用するデータ形式で、次の要素で構成される 2 バイトの値です。

- 5 ビットの指数部 (Exponent) N (2 の補数表現の符号付整数)
- 11 ビットの仮数部 (Mantissa) Y (2 の補数表現の符号付整数)



Linear Data Format により表される値 X と、指数部 N 及び仮数部 Y との関係は次式の通りです。

$$X = Y \times 2^N$$

9-6 PMBus 命令

9-6-1 PMBus 命令一覧

本製品は、下表に示す PMBus 命令を使用することができます。

PMBus 命令	命令 コード	Transaction type	データ長 (Byte)	データ形式	出荷時設定
OPERATION	01h	R/W Byte	1	—	84h
ON_OFF_CONFIG※	02h	R/W Byte	1	—	17h
CLEAR_FAULTS	03h	Send Byte	0	—	—
STORE_DEFAULT_ALL※	11h	Send Byte	0	—	—
RESTORE_DEFAULT_ALL※	12h	Send Byte	0	—	—
VOUT_MODE	20h	Read Byte	1	—	13h (-13)
VOUT_COMMAND	21h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
VOUT_CAL_GAIN※	23h	R/W Word	2	Linear (16bit)	0000h (0mV)
VOUT_MAX	24h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
VOUT_MARGIN_HIGH	25h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
VOUT_MARGIN_LOW	26h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
FREQUENCY_SWITCH※	33h	R/W Word	2	Linear (11bit)	FA4Ch (294kHz)
VOUT_OV_FAULT_LIMIT	40h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
VOUT_UV_FAULT_LIMIT	44h	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
VIN_OV_WARN_LIMIT	57h	R/W Word	2	Linear (11bit)	D3ADh (14.7V)
VIN_UV_WARN_LIMIT	58h	R/W Word	2	Linear (11bit)	抵抗による
VIN_UV_FAULT_LIMIT	59h	R/W Word	2	Linear (11bit)	抵抗による
POWER_GOOD_ON	5Eh	R/W Word	2	Linear (16bit)	抵抗による
TON_DELAY※	60h	R/W Word	2	Linear (11bit)	D1C0h (7ms)
TON_RISE※	61h	R/W Word	2	Linear (11bit)	DA80h (20ms)
TOFF_DELAY※	64h	R/W Word	2	Linear (11bit)	D1C0h (7ms)
TOFF_FALL※	65h	R/W Word	2	Linear (11bit)	C100h (1ms)
STATUS_BYTE	78h	Read Byte	1	—	—
STATUS_WORD	79h	Read Word	2	—	—
STATUS_VOUT	7Ah	Read Byte	1	—	—
STATUS_IOUT	7Bh	Read Byte	1	—	—
STATUS_INPUT	7Ch	Read Byte	1	—	—
STATUS_TEMPERATURE	7Dh	Read Byte	1	—	—
READ_VIN	88h	Read Word	2	Linear (11bit)	—
READ_VOUT	8Bh	Read Word	2	Linear (16bit)	—
READ_IOUT	8Ch	Read Word	2	Linear (11bit)	—
READ_FREQUENCY	95h	Read Word	2	Linear (11bit)	—
POWER_GOOD_DELAY※	D4h	R/W Word	2	Linear (11bit)	C000h (0ms)
TRACK_CONFIG※	E1h	R/W Byte	1	—	01h

※ 出力電圧が OFF の状態で使用して下さい。

前頁の表の、Transaction type 内のデータ形式の正式名称は下表の通りです。

Transaction type	通信プロトコル
Send Byte	Send Byte Protocol
Read Byte	Read Byte Protocol
Read Word	Read Word Protocol
R/W Byte	Read Byte Protocol 及び Write Byte Protocol
R/W Word	Read Word Protocol 及び Write Word Protocol

9-6-2 OPERATION 命令 (01h)

ON/OFF 制御及び Margin State の切り替えに使用する命令です。

データ・バイトは1バイトで、各ビットの意味は下表の通りです。

ビット				出力 ON/OFF	Margin State		出荷時 設定
7-6	5-4	3-2	1-0				
00	XX	XX	XX	OFF	Margin OFF	立ち下がりシーケンス無し 即座にスイッチングを停止	
01	XX	XX	XX	OFF	Margin OFF	立ち下がりシーケンス有り TOFF_DELAY 及び TOFF_FALL 命令により設定されたシーケンスを適用して停止	
10	00	XX	XX	ON	Margin OFF	—	●
10	01	01	XX	ON	Margin Low	非公開	
10	01	10	XX	ON	Margin Low	—	
10	10	01	XX	ON	Margin High	非公開	
10	10	10	XX	ON	Margin High	—	

X が記載されているビットは、0 と 1 のどちらでも動作に影響はありません。

出荷時設定は、ON/OFF 端子 (14Pin) – GND 端子 (1, 2Pin) 間をオープンにした場合です。

上記表に記載されていない組み合わせの値を設定した場合の動作は不定です。

ON_OFF_CONFIG 命令で、シリアル通信による ON/OFF 制御を無効にしている (ビット 4 がクリア又はビット 3 がクリア) 場合には、本命令により ON/OFF 制御を行うことはできません。

9-6-3 ON_OFF_CONFIG 命令 (02h)

ON/OFF 制御の動作の設定に使用する命令です。

データ・バイトは1バイトで、各ビットの意味は下表の通りです。

ビット	目的	値	意味	出荷時 設定
7-5	予備	無視	無効	
4	ON/OFF 制御の有効・無効の選択	0	ON/OFF 端子及びシリアル通信による ON/OFF 制御を無効にする	
		1	ON/OFF 端子及びシリアル通信による ON/OFF 制御を有効にする	●
3	シリアル通信による ON/OFF 制御の有効・無効の選択	0	シリアル通信による ON/OFF 制御を無効にする	●
		1	シリアル通信による ON/OFF 制御を有効にする	
2	ON/OFF 端子による ON/OFF 制御の有効・無効の選択	0	ON/OFF 端子による ON/OFF 制御を無効にする	
		1	ON/OFF 端子による ON/OFF 制御を有効にする	●
1	—	1	正論理 (オープンで ON)	●
0	ON/OFF 端子で OFF したときの立ち下がりシーケンスの有効・無効の選択	0	TOFF_DELAY 命令と TOFF_FALL 命令により指定されたシーケンスを適用して停止	
		1	即座にスイッチングを停止	●

9-6-4 CLEAR_FAULTS 命令 (03h)

ステータス・レジスタの全てのビットをクリアする命令です。

本命令は、ステータス・レジスタをクリアするのみですので、ステータス・レジスタがセットされた原因を排除しないまま本命令を実行しても、再びステータス・レジスタがセットされます。

9-6-5 STORE_DEFAULT_ALL 命令 (11h)

オペレーティング・メモリの内容を、不揮発性のユーザ・ストア・メモリに保存します。

注 本命令を実行した後 200ms 間は必ず入力電圧を維持して下さい。また、本命令を実行した後 1 秒間は通信を行わないで下さい。

9-6-6 RESTORE_DEFAULT_ALL 命令 (12h)

オペレーティング・メモリの内容を、不揮発性のユーザ・ストア・メモリに保存されている内容に変更します。

9-6-7 VOUT_MODE 命令 (20h)

出力電圧関連の命令で使用するデータ形式の設定の読み出しに使用する命令です。データ・バイトは1バイトです。読み出し専用の命令で、13h (Linear Mode、指数部 $N=-13$) が読み出されます。

9-6-8 VOUT_COMMAND 命令 (21h)

Margin State が Margin OFF の時の、出力電圧の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-9 VOUT_CAL_GAIN 命令 (23h)

出力電圧トリミング機能の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号付整数で表します。

9-6-10 VOUT_MAX 命令 (24h)

出力電圧設定値制限機能の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-11 VOUT_MARGIN_HIGH 命令 (25h)

Margin State が Margin High の時の、出力電圧の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-12 VOUT_MARGIN_LOW 命令 (26h)

Margin State が Margin Low の時の、出力電圧の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-13 FREQUENCY_SWITCH 命令 (33h)

発振周波数の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: kHz) です。

9-6-14 VOUT_OV_FAULT_LIMIT 命令 (40h)

出力過電圧保護の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-15 VOUT_UV_FAULT_LIMIT 命令 (44h)

出力過電圧保護の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-16 VIN_OV_WARN_LIMIT 命令 (57h)

入力過電圧警告の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: V) です。

9-6-17 VIN_UV_WARN_LIMIT 命令 (58h)

過低入力電圧警告の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: V) です。

9-6-18 VIN_UV_FAULT_LIMIT 命令 (59h)

過低入力電圧保護の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: V) です。

9-6-19 POWER_GOOD_ON 命令 (5Eh)

P-Good 機能の閾値の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、16ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-20 TON_DELAY 命令 (60h)

立ち上がりディレイの設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: ms) です。

9-6-21 TON_RISE 命令 (61h)

立ち上がり時間の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: ms) です。

9-6-22 TOFF_DELAY 命令 (64h)

立ち下がりディレイの設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: ms) です。

9-6-23 TOFF_FALL 命令 (65h)

立ち下がり時間の設定に使用する命令です。

データ・バイトは2バイトで、11ビット Linear Data Format (単位: ms) です。

9-6-24 STATUS_BYTE 命令 (78h)

STATUS_BYTE レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_BYTE レジスタは 1 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

ビット番号	ビット名	意味
7	Reserved	常に 0
6	OFF	出力 OFF (保護機能による停止だけでなく、ON/OFF 制御による停止も含む) の時に 1
5	VOUT_OV	出力過電圧保護機能が動作した時に 1
4	IOUT_OC	出力過電流保護機能が動作した時に 1
3	VIN_UV	低入力電圧保護機能の動作停止電圧を下回った時に 1
2	TEMPERATURE	STATUS_TEMPERATURE レジスタのいずれかのビットが 1 になっている場合に 1
1	—	非公開
0	—	非公開

9-6-25 STATUS_WORD 命令 (79h)

STATUS_WORD レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_WORD レジスタは 2 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

	ビット番号	ビット名	意味
下位	7	Reserved	常に 0
	6	OFF	出力 OFF (保護機能による停止だけでなく、ON/OFF 制御による停止も含む) の時に 1
	5	VOUT_OV	出力過電圧保護機能が動作した時に 1
	4	IOUT_OC	出力過電流保護機能が動作した時に 1
	3	VIN_UV	低入力電圧保護機能の動作停止電圧を下回った時に 1
	2	TEMPERATURE	STATUS_TEMPERATURE レジスタのいずれかのビットが 1 になっている場合に 1
	1	—	非公開
	0	—	非公開
上位	7	VOUT	STATUS_VOUT レジスタのいずれかのビットが 1 になっている場合に 1
	6	IOUT	STATUS_IOUT レジスタのいずれかのビットが 1 になっている場合に 1
	5	INPUT	STATUS_INPUT レジスタのいずれかのビットが 1 になっている場合に 1
	4	—	非公開
	3	—	非公開
	2	Reserved	常に 0
	1	Reserved	常に 0
	0	Reserved	常に 0

9-6-26 STATUS_VOUT 命令 (7Ah)

STATUS_VOUT レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_VOUT レジスタは 1 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

ビット番号	意味
7	出力過電圧保護機能が動作した時に 1
6	常に 0
5	常に 0
4	出力過小電圧保護機能が動作した時に 1
3	VOUT_MAX 命令の設定値を超える値に出力電圧を設定した時に 1
2	常に 0
1	常に 0
0	常に 0

9-6-27 STATUS_IOUT 命令 (7Bh)

STATUS_IOUT レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_IOUT レジスタは 1 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

ビット番号	意味
7	出力過電流保護機能が動作した時に 1
6	常に 0
5	常に 0
4	常に 0
3	常に 0
2	常に 0
1	常に 0
0	常に 0

9-6-28 STATUS_INPUT 命令 (7Ch)

STATUS_INPUT レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_INPUT レジスタは 1 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

ビット番号	意味
7	入力過電圧保護機能が動作した時に 1
6	入力過電圧検出機能が動作した時に 1
5	低入力電圧保護機能の動作開始電圧を下回った時に 1
4	低入力電圧保護機能の動作停止電圧を下回った時に 1
3	常に 0
2	常に 0
1	常に 0
0	常に 0

9-6-29 STATUS_TEMPERATURE 命令 (7Dh)

STATUS_TEMPERATURE レジスタの読み出しに使用する命令です。

STATUS_TEMPERATURE レジスタは 1 バイトのレジスタで、各ビットの示す意味は下表の通りです。

ビット番号	意味
7	過熱保護機能が動作した時に 1
6	非公開
5	非公開
4	非公開
3	常に 0
2	常に 0
1	常に 0
0	常に 0

9-6-30 READ_VIN 命令 (88h)

DC-DC コンバータの入力電圧の読み出しに使用する命令です。

データ・バイトは 2 バイトで、11 ビット Linear Data Format (単位: V) です。

9-6-31 READ_VOUT 命令 (8Bh)

DC-DC コンバータの出力電圧の読み出しに使用する命令です。

データ・バイトは 2 バイトで、16 ビット Linear Format (単位: V) です。仮数部は符号無し整数で表します。

9-6-32 READ_IOUT 命令 (8Ch)

DC-DC コンバータの出力電流の読み出しに使用する命令です。

データ・バイトは 2 バイトで、11 ビット Linear Data Format (単位: A) です。

9-6-33 READ_FREQUENCY 命令 (95h)

DC-DC コンバータの発振周波数の読み出しに使用する命令です。

データ・バイトは 2 バイトで、11 ビット Linear Data Format (単位: kHz) です。

9-6-34 POWER_GOOD_DELAY 命令 (D4h)

P-Good 信号出力遅延時間の設定に使用する命令です。

データ・バイトは 2 バイトで、11 ビット Linear Data Format (単位: ms) です。

9-6-35 TRACK_CONFIG 命令 (E1h)

トラッキング動作の設定に使用する命令です。

データ・バイトは1バイトで、各ビットの意味は下表のとおりです。

ビット	目的	値	意味	出荷時 設定
7	トラッキング機能の有効・無効の選択	0	トラッキング機能を無効にする	●
		1	トラッキング機能を有効にする	
6-3	予備	無視	無効	
2	トラッキング追従度合い	0	同時トラッキング (出力電圧は TRK 端子電圧に追従)	●
		1	50%比例トラッキング (出力電圧は TRK 端子電圧の 50%で追従)	
1	—	0	設定出力電圧まで制御	●
0	—	1	出力電圧は TRK 端子電圧に追従する	●

9-7 通信例

9-7-1 出力電圧の設定

出力電圧を 2.5V に設定し、ユーザ・ストア・メモリへ設定を保存する。

(1) 出力電圧設定値を変更

VOUT_COMMAND 命令 (21h) で 5000h を書き込む。

(2) 設定値をユーザ・ストア・メモリに保存

STORE_DEFAULT_ALL 命令 (11h) を実行する。

VOUT_COMMAND 命令のデータ・バイト算出方法

VOUT_COMMAND 命令のデータ・バイトは、16 ビット Linear Format です (9-6-8 項参照)。16 ビット Linear Format では、出力電圧 *Voltage* と指数部 *N* 及び仮数部 *V* の関係は、次式のようにになっています (9-5-1 項参照)。

$$Voltage = V \times 2^N$$

VOUT_COMMAND 命令では仮数部 *V* を指定しますので、次式のように変形して仮数部 *V* を求めます。

$$V = \frac{Voltage}{2^N}$$

9-6-7 項記載のように、指数部 $N = -13$ なので、出力電圧 $Voltage = 2.5V$ の時の仮数部 *V* は次のように求められます。

$$V = \frac{Voltage}{2^N} = \frac{2.5}{2^{-13}} = 20480 \text{ (5000h)}$$

以上より、出力電圧を 2.5V に設定する際の、VOUT_COMMAND 命令のデータ・バイトは 5000h となります。

9-7-2 出力電流値を取得

READ_IOUT 命令 (8Ch) によりデータ・バイトを読み出す。

例) READ_IOUT 命令で読み出したデータ・バイトが E85Ch の場合

READ_IOUT 命令のデータ・バイトは、11 ビット Linear Data Format です (9-6-32 項参照)。11 ビット Linear Data Format では、実数 *X* と指数部 *N* 及び仮数部 *Y* の関係は、次式のようにになっています。

$$X = Y \times 2^N$$

READ_IOUT のデータ・バイト E85Ch を 2 進数で表現すると 1110100001011100b となります。上位 5 ビットが指数部 *N*、下位 11 ビットが仮数部 *Y* なので、指数部 *N* が 11101b、仮数部 *Y* が 00001011100b です。指数部 *N* は符号付整数なので 10 進数にすると -3、仮数部 *Y* を 10 進数にすると 92 となります。

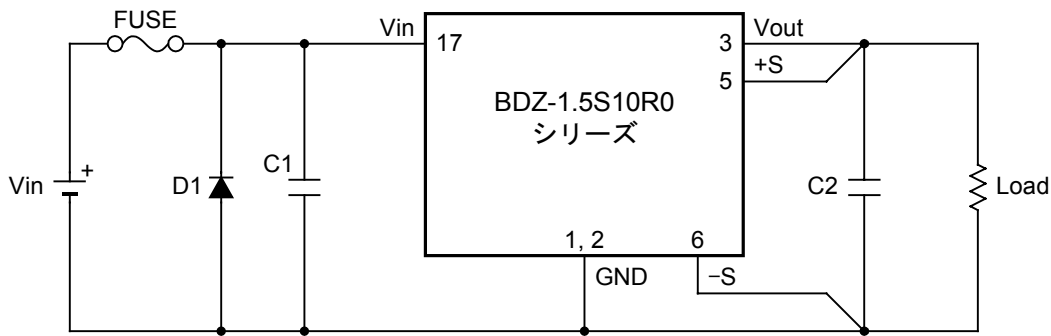
したがって、実数表現の電流値 *X* は以下ようになります。

$$X = Y \times 2^N = 92 \times 2^{-3} = 11.5[A]$$

10. 入力電源の逆接続防止方法 (例)

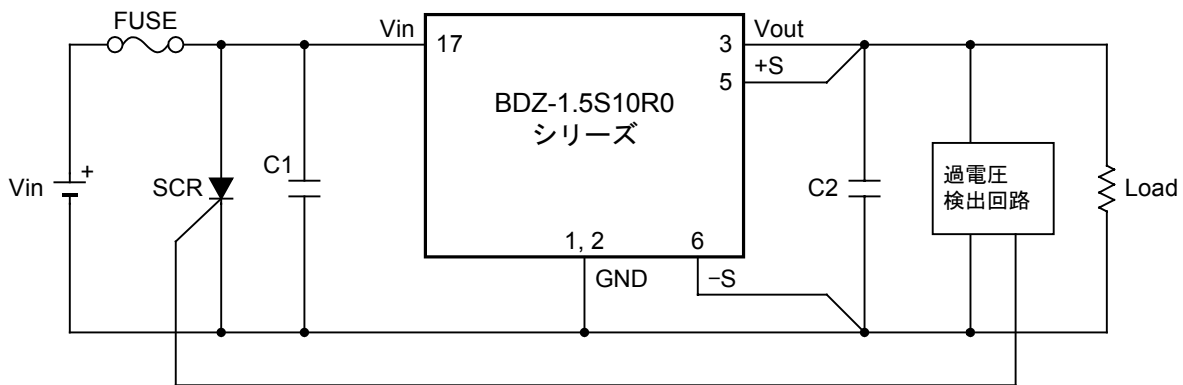
本製品は、誤って入力極性を逆に接続しますと破損します。逆接続の恐れがある場合は、下記の図のように保護回路を付加して下さい。

下記の図はヒューズとダイオードを用いた例です。



11. 過電圧保護回路 (例)

本製品には、過電圧保護機能が内蔵されておりますが、製品内部のスイッチ素子がショートモードで破損した場合は、DC 入力電圧がそのまま出力に現れますので、過電圧モードの破損に備えて下記の図のような入力遮断回路を付加して下さい。



注1 過電圧モードで破損の場合には ON/OFF 制御は動作いたしません。

注2 供給電源側に ON/OFF 機能がある場合はこれを使用することができます。

注3 供給側の DC 電源はヒューズを溶断できる容量を持たせて下さい。

12. 実装条件

ハンダ付け温度及び時間、実装前の保管は下記の条件で行って下さい。

12-1 DIP 型 (BDZ-1.5S10R0D)

- 半田ごて : 340~360°C, 5s max.
- 半田ディップ槽 : 240~260°C, 10s max.

12-2 SMD 型 (BDZ-1.5S10R0M)

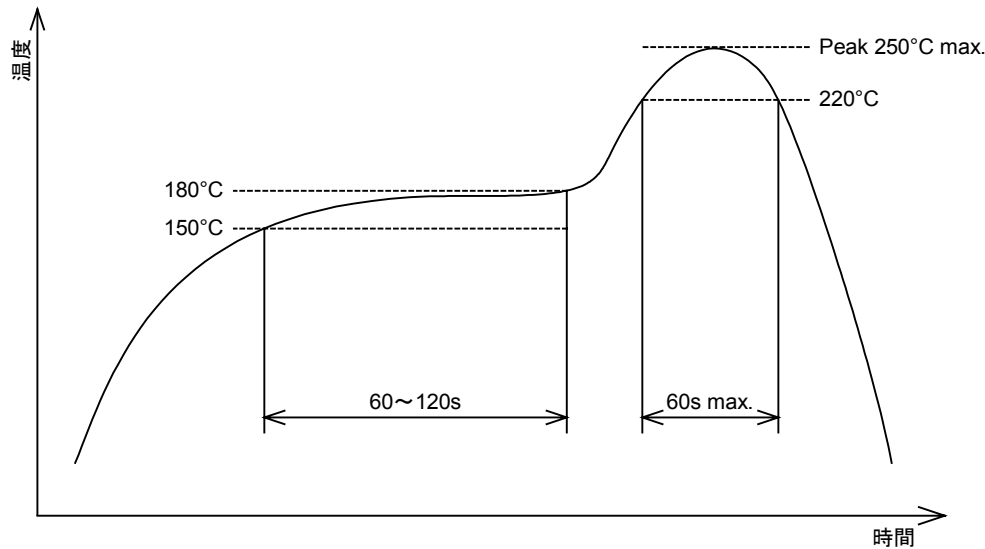
リフロー法

- プリヒート温度 : 150~180°C, 120s max. (下図参照のこと)
- ピーク温度 : 250°C max.
220°C 以上 60s max.
- リフロー回数 : 1 回

リフロー時は振動を与えないようにお願いします。コンバータを構成する部品が移動する場合がございます。

コンバータを基板搭載後に、搭載された基板を裏返しての再リフローはできません。

本製品は、フローでの実装はできません。



12-3 実装前の保管について

本製品の湿度管理レベルはMSL3です。実装前の保管に関しましては、ドライパックを開けた場合 30°C/60% R.H.以下にて保管して頂きますようお願いいたします。また、ドライパックの状態でも 1 年、ドライパックを開いて 30°C/60% R.H.にて 168 時間を越えた場合は、リフロー前にベーキング (125°C, 9 時間) が必要になります。

実装後は、保存条件によります。

13. 振動・衝撃試験

振動：5~10Hz 全振幅 10mm、10~55Hz 加速度 2G (3 方向各 1 時間)

衝撃：加速度 20G (3 方向各 3 回)

衝撃時間 11±5ms

14. 洗浄について

本製品の丸洗い洗浄はできません。本製品は無洗浄フラックスを推奨いたします。

DIP 型のみ、やむを得ず洗浄する場合は、半田面のみをイソプロピルアルコール (IPA) による、手洗いブラシ洗浄を行って下さい。また、洗浄後は十分な乾燥を行った後にご使用下さい。

15. ご使用上の注意事項

本製品を御使用の際にはお客様の安全を確保する為に仕様をご覧になり、下記の注意事項を必ず守って御使用下さい。

- 本製品は一般電子機器（事務機、通信機器、測定機器）に使用される事を意図としております。本製品の破損が直接人命・財産に影響を与える恐れのある医療機器、原子力機器、列車などには使用しないで下さい。一般電子機器以外に使用される場合は弊社までご確認下さい。
- 本製品は直列・並列運転はできません。
- 本製品の実装には、コネクタ、ソケットを使用しないで下さい。接触抵抗の影響で性能を満足できない場合があります。プリント基板への実装はハンダ付けにて実施下さい。
- 本製品には過電流保護回路が内蔵されておりますが、長時間の短絡は故障の原因になりますので避けて下さい。
- 本製品を規格外の電氣的条件や、温度等の環境条件等で使用した場合には破損する事があります。必ず規格内で使用して下さい。
- 本製品は、腐食性ガスが発生する場所や塵埃の影響を受ける場所での使用は避けて下さい。
- 静電気により破損する恐れがあります。作業者に帯電した静電気は接地放電させる等、静電対策された環境で作業して下さい。
- 本製品はヒューズを内蔵しておりません。アブノーマル時、入力に過大電流が流れたときの保護として+入力ラインにヒューズを接続して下さい。供給電源はヒューズを切断できる容量を持たせて下さい。
- 本製品は過電圧保護を内蔵しておりますが、モジュール内の異常で過電圧が発生した場合、入力電圧がそのまま出力に現れるモードがあり、発煙、発火の原因になります。これらを防止するため必ず過電圧保護回路を付加して下さい。
- 本製品には試験成績書は添付されません。

16. 保証

本製品の保証期間は1年間となっております。保証期間中に弊社の設計、製造上の要因で不具合が生じた場合には無償にて修理、又は良品と交換させていただきます。ただし、内部の改造等をされた場合には保証することができません。

また本製品の保証範囲は当該製品の範囲となります。