



法的制約

SMA Solar Technology AG は、本書に記載された情報の著作権を所有しています。その内容を公開する際には、一部または全部の別を問わず、SMA Solar Technology AG の書面による許可を必要とします。ただし、製品の評価、または他の正当な目的で内部で使用する場合に限り、本書を複製することができます、事前に許可を得る必要はありません。

SMAの保証

SMA の現在の保証条件は、www.SMA-Solar.comからダウンロードできます。

商標

本書に記載されているすべての商標は、たとえその旨が明記されていない場合でも商標として認められています。商標の指定がなくても、製品またはブランドが登録商標ではないことを意味するものではありません。

Modbus®はSchneider Electricの登録商標です。Modbus Organization, Inc.によって、その使用が許諾されています。

QRコードは株式会社デンソーウェーブの登録商標です。

Phillips®とPozidriv®はPhillips Screw Companyの登録商標です。

Torx®はAcument Global Technologies, Inc.の登録商標です。

SMA Solar Technology AG

Sonnenallee 1

34266 Niestetal

ドイツ

電話：+49 561 9522-0

ファックス：+49 561 9522-100

www.SMA.de

Eメール：info@SMA.de

ステータス：2017/02/28

Copyright © 2017 SMA Solar Technology AG. All rights reserved.

目次

1	本書について	4
2	仕様	5
2.1	稼働条件	5
2.2	仕様一覧	5
2.3	変換効率と温度上昇制御	9
2.4	接続形態	9
2.5	その他の機能	10
2.6	寸法	10
2.7	製品について	11
2.8	回路図	13
3	自動同期機能	14
4	MPP追従機能	15
5	単独運転検出の機能概要	16
6	パワーコンディショナの制御電源	19
7	基本波力率 $\cos \varphi$	20
8	保護機能	21
8.1	系統連系用の保護エレメント	21
8.2	パワーコンディショナ用の保護機能	22
8.3	その他の保護要素	22
9	運転モード	23
10	ディスプレイ	25
11	保護機能シーケンス	26
12	自動起動・停止	28
13	交換部品	29
14	お問い合わせ	30

1 本書について

本書の内容は SMA パワーコンディショナの型式 STP 60-JP-10 (Sunny Tripower 60) に適用されます。

本書は太陽光発電パワーコンディショナに関する技術情報について詳しく説明します。太陽光発電パワーコンディショナに技術的変更があった場合は、それに従って本書も修正されることがあります。パワーコンディショナはトランスレス方式の電圧変換器で、太陽電池アレイから送られてくる直流電流を系統に適合する交流電流に変換し、一般の電力系統に供給します。太陽電池アレイの電力の変換が効率良く行われるように、パワーコンディショナには 1 つの MPP 追従機能 (MPP : Maximum Power Point : 最大電力点) が装備されています。パワーコンディショナは系統を保護するための様々な保護機能も提供します。パワーコンディショナは屋内でも屋外でも使用できるように設計されており、追加の換気装置を必要としません。

SMA パワーコンディショナを設置する利点は次のとおりです。

- 高い変換効率の変換を行うことが可能で、トランスレストポロジにより低電力範囲でも高効率を実現します
- JEAC 9701-2016 準拠の FRT (系統故障時の運転継続機能) : 2017 年 4 月以降の連系要件に対応
- 屋外設置が可能です。本体は保護等級 IP65 の要件を満たしているため、パワーコンディショナはあらゆる角度からの埃の侵入や水噴流から保護されています
- 塩分雰囲気中での運転が可能です
- スマート冷却システム
- 1 MPP 入力、2 スtring
- SMA OptiTrac による高性能 MPP 追従が可能です
- Sunny Portal を使って太陽光発電システムを遠隔監視できます
- イーサネットインターフェースが標準で組み込まれています
- SMA Inverter Manager を使用して大規模太陽光発電所を制御、監視できます。SMA Inverter Manager は最大 42 台のパワーコンディショナを制御、監視できます。SMA Inverter Manager には Modbus インターフェースが標準で搭載されています
- パワーコンディショナは該当するすべての規格を満たし、適合しています

2 仕様

2.1 稼働条件

パワーコンディショナを運転するための条件は以下のとおりです。

- 使用環境条件：屋外または屋内
IEC 60721-3-4: 4K4H に準拠した塩分、埃、毒性ガスに対する保護による環境安定性
- 周囲温度：-25°C ~ +60°C
- 相対湿度（非結露）：5% ~ 95%
- 設置場所の最高海拔：2000 m（高度1000mを超えるとデレーティングが発生することがあります）。ご要望により、海拔2000 m以上の場所に設置することも可能です。詳しくは、SMA Solar Technology AGにお問い合わせください。
- 接地：A種
- 取付け位置：

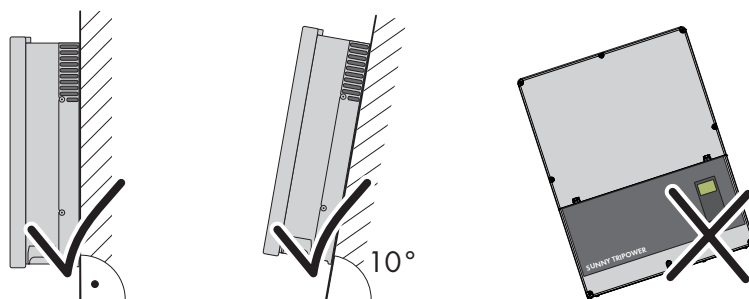


図 1: 正しい取付位置と誤った取付位置

- 推奨間隔：

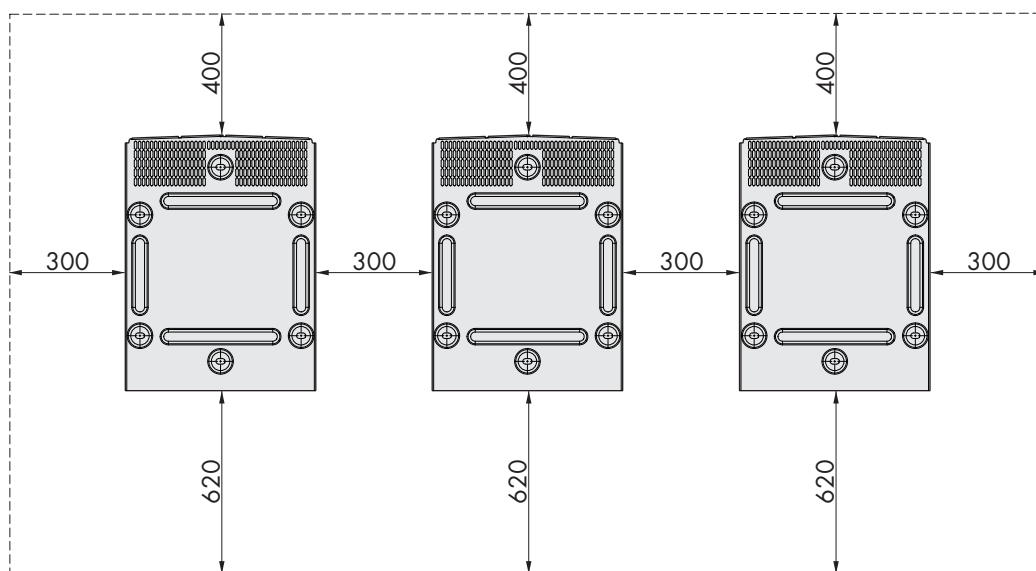


図 2: 推奨間隔（mm単位寸法）

2.2 仕様一覧

DC入力

$\cos \varphi = 1$ での最大DC電力

61240 W

最大入力電圧	1000 V
420 V ACでのMPP 電圧範囲	598 V ~ 800 V
440 V ACでのMPP 電圧範囲	627 V ~ 800 V
420V AC での定格入力電圧	660 V
440V AC での定格入力電圧	690 V
420V AC での最小入力電圧	593 V
440V AC での最小入力電圧	622 V
420V AC での起動入力電圧	628 V
440V AC での起動入力電圧	660 V
最大入力電流	110 A
ストリングごとの最大入力電流	110 A
最大短絡電流	150 A
MPP追従機能部の独立入力回路の数	1
MPP追従機能部の入力回路あたりのストリング数	2

AC 出力

420 V/440 V, 50 Hz/60 Hzでの定格電力	60000 W
420 V/440 V での最大AC皮相電力	60000 VA
公称AC電圧	3 / PE、420 V (50 Hz) 3 / PE、440 V (60 Hz)
AC電圧範囲	360 V ~ 530 V
420 Vでの公称AC電流	82.5 A
440 Vでの公称AC電流	79 A
最大出力電流	82.5 A
総合高調波歪率	≤1 %
事故時最大出力電流	87 A
周波数 / 範囲	50 Hz / 60 Hz
AC電力周波数50 Hzでの作動範囲	44 Hz~55 Hz
AC電力周波数60 Hzでの作動範囲	54 Hz ~ 65 Hz
定格電力での力率	1
力率の調整範囲	0 (遅相) ~0 (進相)
AC接続	3相3線式
IEC 62109-1準拠の過電圧カテゴリー	III

保護装置

モジュールの逆電流保護	別途DC接続箱内にて
入力側スイッチ	直流開閉器
IEC 60947-3 における入力側スイッチのカテゴリ	DC-21B
DC過電圧保護	サージアRESTA（タイプ II）
AC 過電圧保護機能	サージアRESTA（タイプ II/III）
AC耐短絡性	電流制御
系統監視装置	OV、UV、OF、UF
地絡モニタ機能	絶縁監視：Riso > 82 kΩ
AC/DC共用漏電監視ユニット	搭載
単独運転検出	受動的方式 + 能動的方式

全般

幅 × 高さ × 奥行き（直流開閉器を含む）	570 mm x 740 mm x 300 mm
質量	75 kg
設置場所の最高海拔	2000 m
騒音レベル（標準）	58 dB(A)
夜間運転時の電力損失	< 5 W
トポロジ	トランスレス
冷却方式	SMA OptiCool
IEC 60529準拠の保護等級	IP65
IEC 62109-1準拠の保護クラス	I

環境条件

IEC 60721-3-4準拠（クラス 4K4H）の設置

IEC 60721-3-4準拠の使用環境条件	4K4H/4Z4/4B2/4S3/4M2/4C2
運転温度範囲	-25°C ~ +60°C
最大相対湿度（結露なし）	5%~95%
拡張温度範囲	-25°C ~ +60°C
拡張湿度範囲	5%~95%
拡張大気圧範囲	79.5 kPa ~ 106 kPa

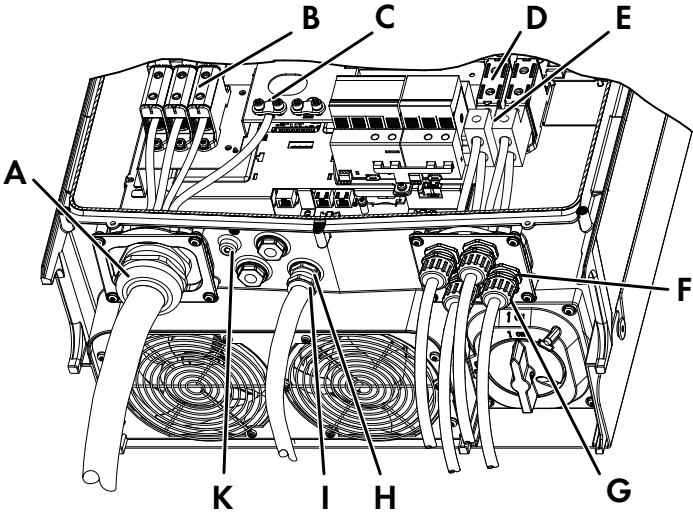
IEC 60721-3-2準拠（クラス 2K3）の輸送

温度範囲	-25°C ~ +70°C
------	---------------

工具

DC接続	DC ねじ端子
AC接続	ねじ端子
ディスプレイ	LCDグラフィックディスプレイ
SMA I/O ボックス	オプション

締め付けトルク



A	AC接続用M63 ケーブルグランド	6 Nm
B	AC 端子	14 Nm
C	第一接地端子（第二接地端子はすぐ右側にあります）	3.9 Nm
D	DC 端子	14 Nm
E	DCコレクティブ端子（圧着端子 コンバイナー）	4 Nm
F	M25ケーブルグランド	10 Nm
G	M25ケーブルグランドのクランプナット	1.8 Nm
H	M25ケーブルグランド	10 Nm
I	M25ケーブルグランドのクランプナット	1.8 Nm
K	M6 接地ボルト（等電位ボンディング）	3.9 Nm
	前面パネルのねじ（表示されていません）	1.5 Nm

効率

JIS C 8961規格準拠の変換効率

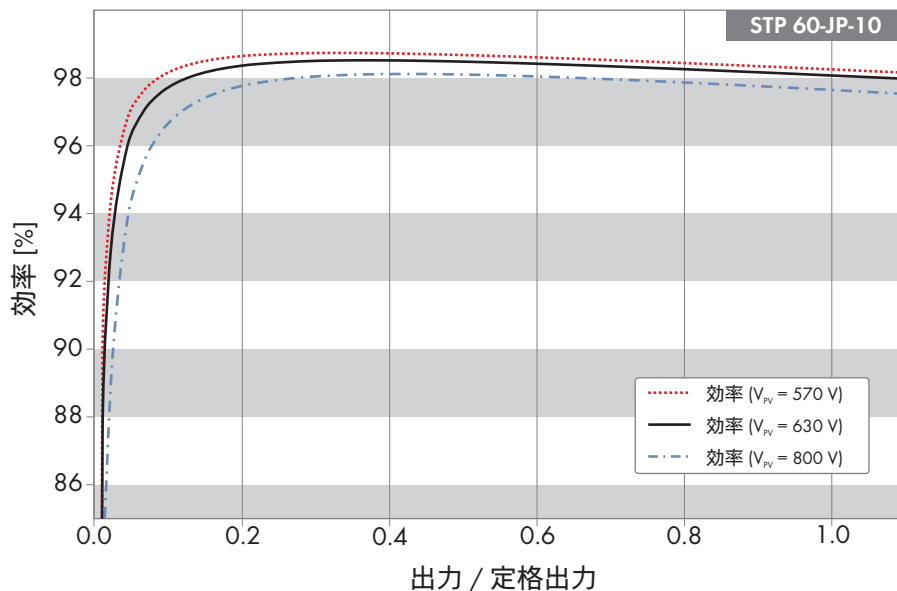
98.0 %

最大効率 (η_{\max})

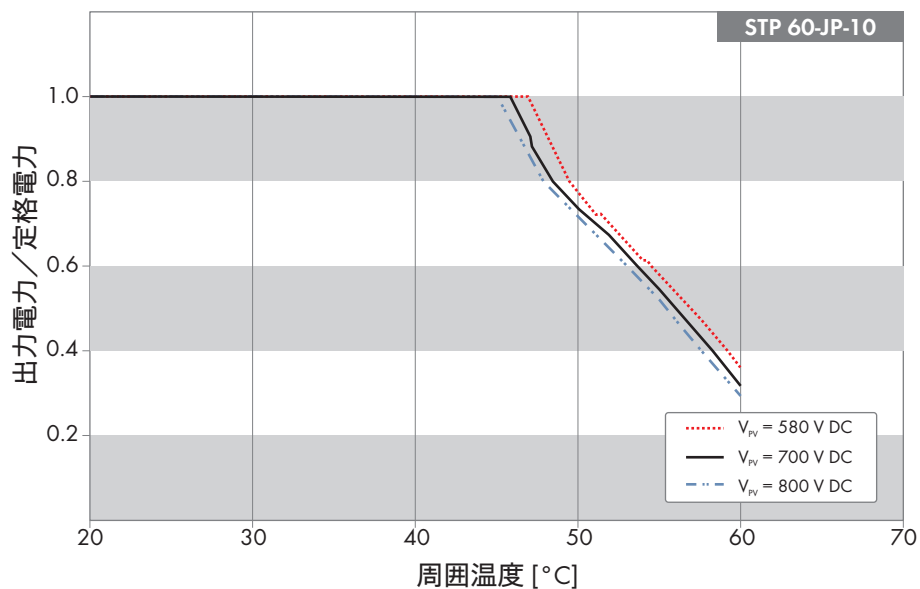
98.8 %

2.3 変換効率と温度上昇制御

変換効率



出力抑制



2.4 接続形態

- 切替モード：パルス幅変調方式 (PWM)
- 変換方式：トランスレス、自励式電圧型電流制御方式
- 出力方式：3相3線式

2.5 その他の機能

- 自動スタート、停止機能
- MPP追従機能
- DC 過電圧保護および AC 過電圧保護
- ソフトスタート機能
- 系統同期機能
- 地絡モニタ機能
- 直流分検出
- 手動復帰機能
- 力率一定制御機能（予め設定された一定の力率で運転し、電圧上昇を抑制します。）

2.6 寸法

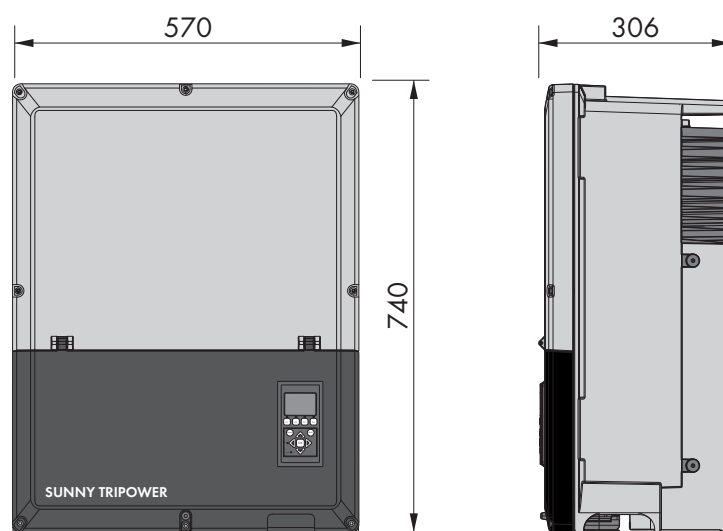


図 3: パワーコンディショナ (mm (インチ) 寸法)

2.7 製品について

外形図

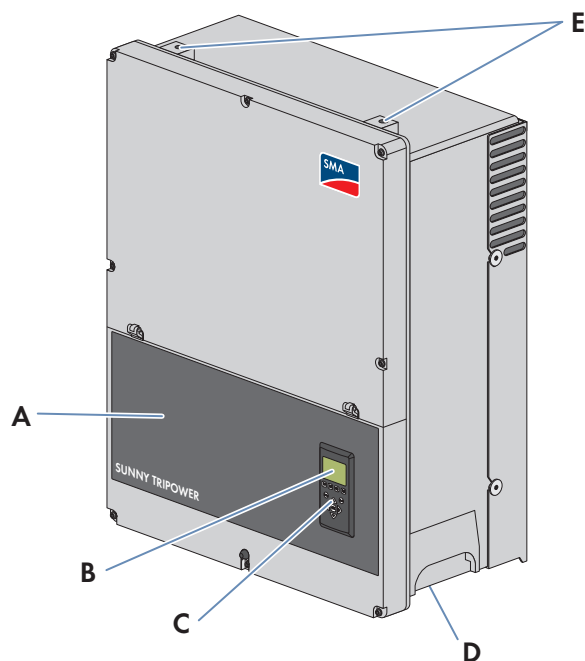


図 4: パワーコンディショナの構造

記号	名称
A	下部カバー
B	ディスプレイ
C	操作キー
D	直流開閉器
E	運搬時に2本のアイボルトをねじ込むためのネジ穴

内部図

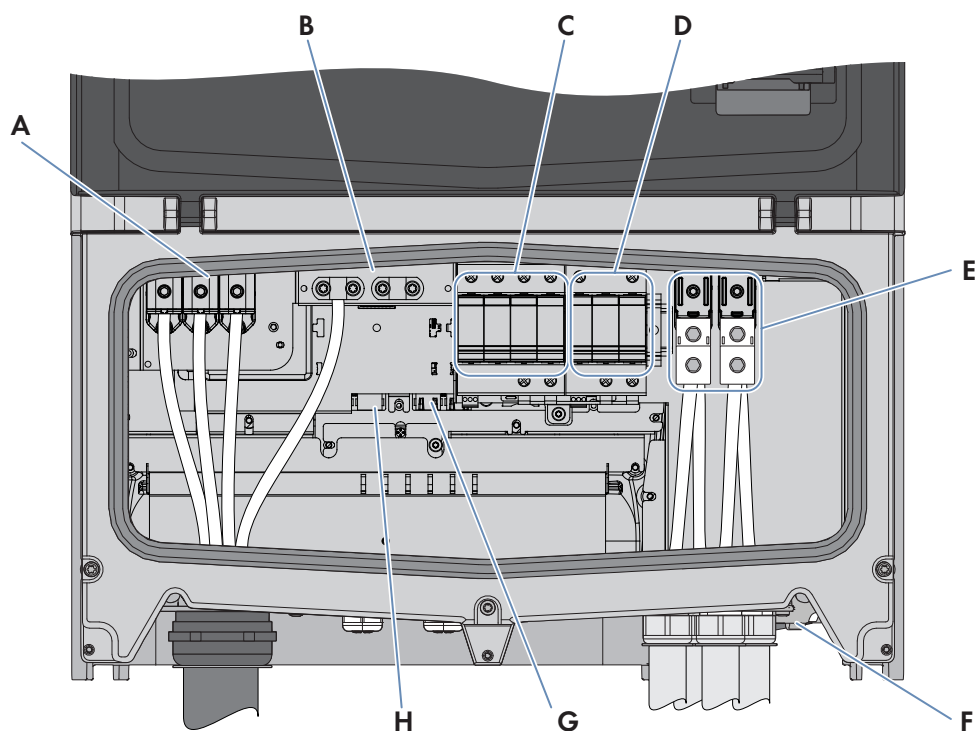
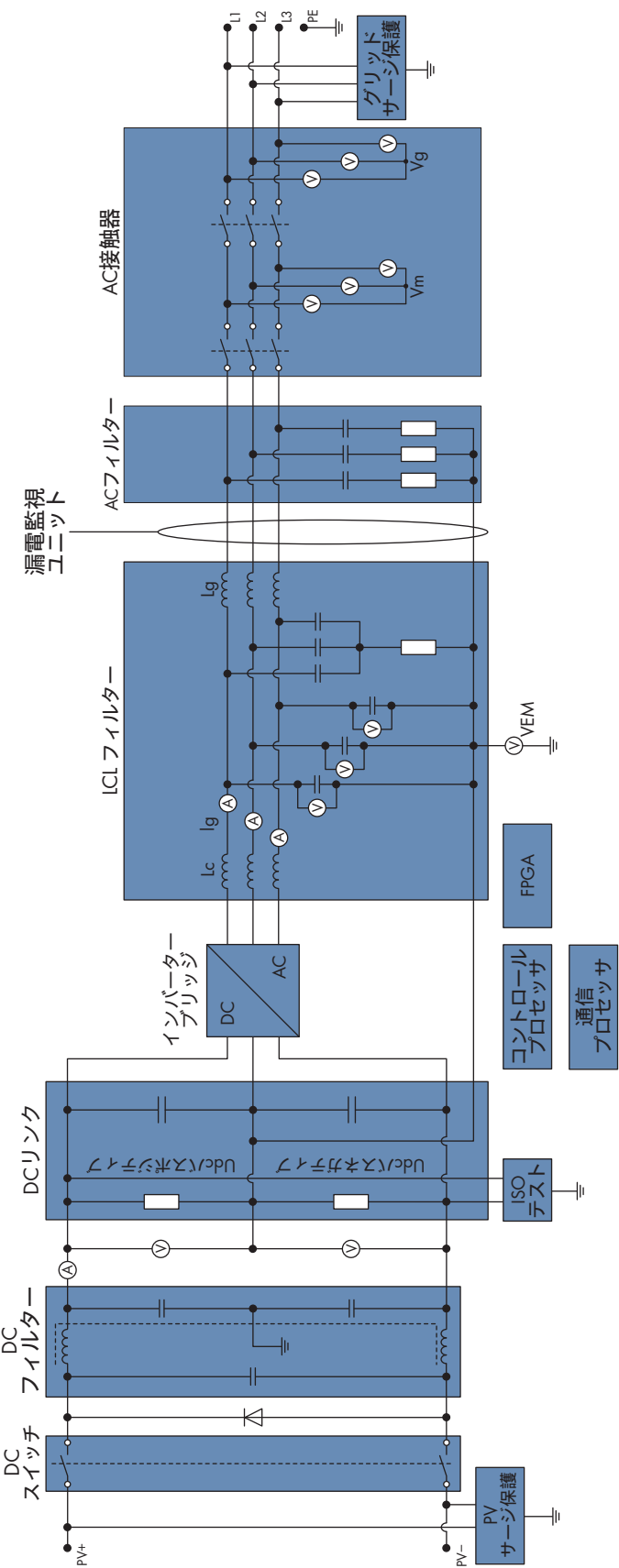


図 5: パワーコンディショナの内部図

記号	名称
A	AC 端子
B	装置の接地端子
C	AC過電圧保護 (SPD)
D	DC過電圧保護 (SPD)
E	DC 端子
F	直流開閉器
G	イーサネットインターフェース2個
H	RS485インターフェース (使用しません)

2.8 回路図



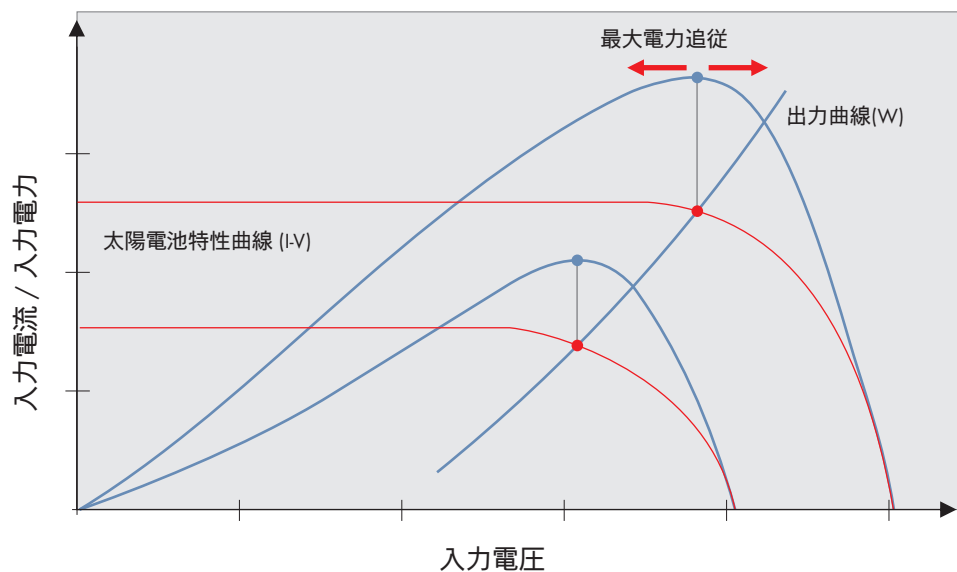
3 自動同期機能

Sunny Tripower は自己通信型のパワーコンディショナです。系統と同期するには PLL（位相ロックループ）で電圧を取得します。その後に必要な基本波力率の電流が供給されます。通常運転では供給される電力の基本波力率が常に 1 前後ですが、必要に応じてこれを変更することができます。

4 MPP追従機能

SMA OptiTrac

パワーコンディショナには1つのMPP追従機能部が備わっています。これにより、太陽電池アレイが最適な動作点で継続的に稼働することが保証されます。こうした種類の制御は、太陽電池アレイが特定の日照率で得られるエネルギーを最大限に利用できることを保証します。SMAのパワーコンディショナの場合、この制御をSMA OptiTrac機能で実現しており、最大の発電量を確保します。SMA OptiTracは太陽光発電システムにおいてある時点で利用可能な最大電力を特定するMPP追従機能です。太陽光発電システムで発電される電力は、日射量と太陽電池モジュールの温度に左右されます。そのため、最大電力点（MPP）を得られる最適な動作点は1日を通して絶えず変化しています。SMA OptiTracはパワーコンディショナの動作点が常に正確にMPPを追従することを保証します。

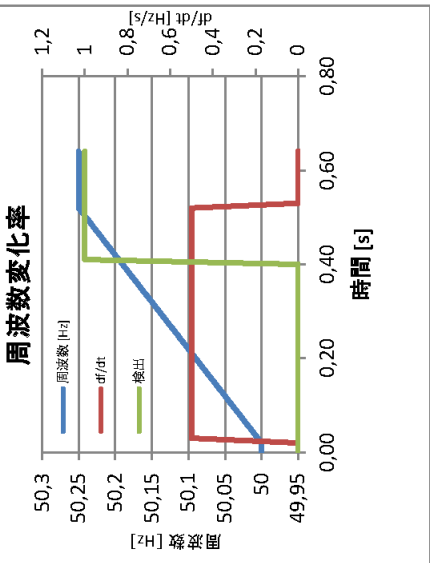


5 単独運転検出の機能概要

単独運転防止方式の概要

メーカー名	SMA Solar Technology AG
形名	STP 60-JP-10

項目	受動的方式	能動的方式
1. 方式名称	周波数変化率	サンディア周波数シフト
2. 基本原理	最低 440 ms にわたり 0.2 Hz/s の周波数変化を検出	助長式位相シフト 平均周波数に対して系統周波数が逸脱した場合、系統周波数の位相変化を助長するよう電流位相を変化
3. 回路方式 または 制御フロー	<p>パワーコンディショナ内の周波数の変化を測定し、監視する。</p> <p>440msにわたり継続的に 0.2Hz/s以上の周波数変化がある場合、単独運転状況が受動的に検出される。</p> <p>ゲートブロックが作動し、リレーが開放される。</p>	<p>AC 電圧はパワーコンディショナの AC 端子付近で測定される。12 kHz でその測定を行う。</p> <p>測定された電圧とソフトウェア上の PLL により、AC 周波数が 12 kHz で算出される。</p> <p>算出された周波数は次にローパスフィルタを通過する。ローパスフィルタを通過した周波数の差分値はライン周波数のエラーの基準となり、チョッププファクタと呼ばれる要素の計算に使用される。</p> <p>このチョッププファクタを使って、系統周波数が常に安定した状態から位相変化を助長するように電流位相を変化させる（正帰還）。</p> <p>系統周波数が 600 ms 間に± 5 Hz 変動する場合には、単独運転状態を検出する。ゲートブロックが作動し、リレーが開放される。</p>

4. 整定範囲	<div>周波数変化率</div> 	
	周波数変化率	出荷時整定値： 0.2 Hz/s 440 ms
微少な周波数変化が検出されたらパワーコンディショナはその周波数変化を増大させようとするが、正常な場合はその変化は起きず、パワーコンディショナは正常に運転を継続する。	検出周波数	出荷時整定値： 55 Hz/45 Hz: 50 Hz 系統 65 Hz/55 Hz: 60 Hz 系統 600 ms
	検出時間	

6 パワーコンディショナの制御電源

パワーコンディショナの CPU は太陽電池アレイから制御電源をとっています。通信プロセッサは太陽電池アレイまたは系統から制御電源をとっています。

直流電源が入っていない場合、CPUは稼働を休止します。通信装置を介して通信プロセッサにまだアクセス可能ですが、直流電源が入っていないければ測定値は利用できません。

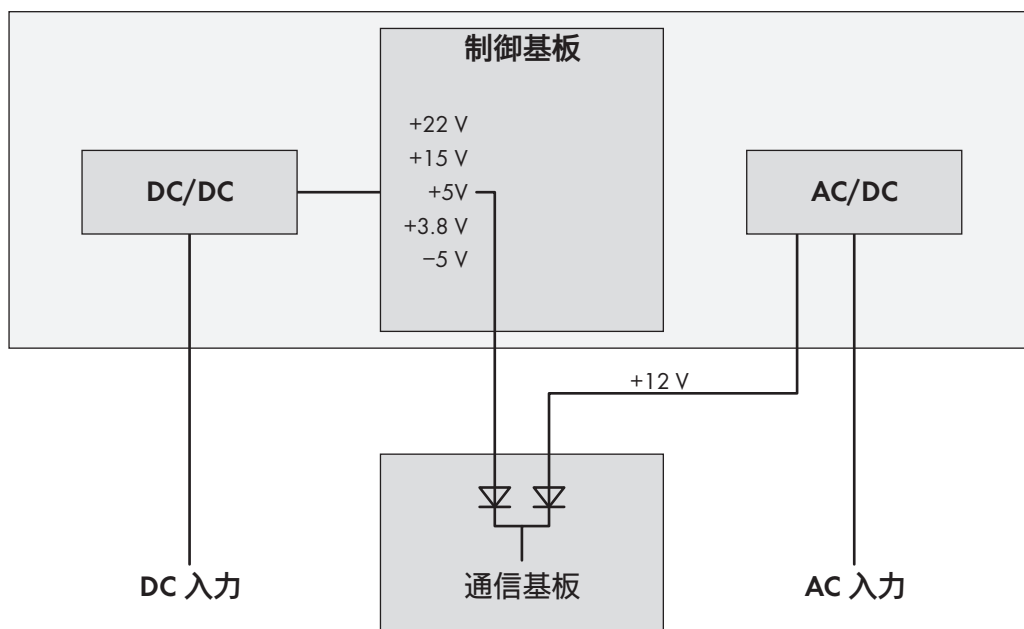
CPU 起動／停止の条件

- 起動電圧：入力電圧 $> 250 \text{ V}_{\text{DC}}$
- 停止電圧：入力電圧 $< 125 \text{ V}_{\text{DC}}$

運転開始および運転停止条件（系統連系運転時）

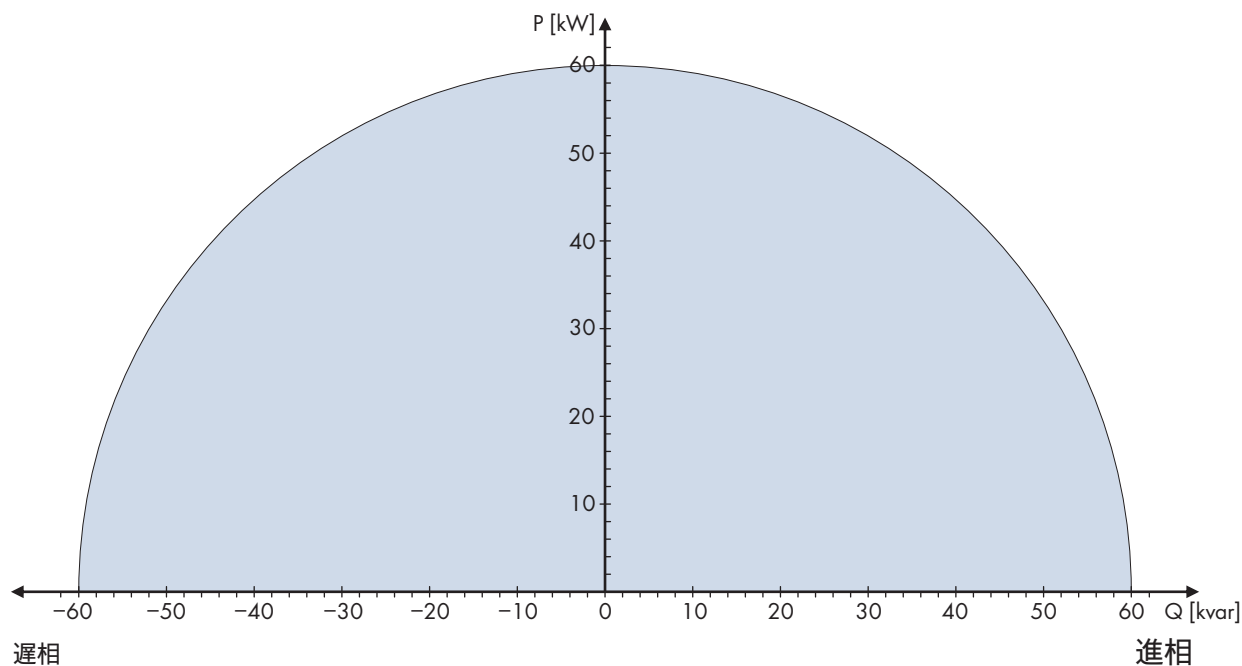
- 起動電圧：入力電圧 628 V (420 V AC) / 660 V (440 V AC)
- 停止電圧：入力電圧 593 V (420 V AC) / 622 (440 V AC)

ブロック図



7 基本波力率 $\cos \varphi$

設定範圍：0（遲相） ～ 0（進相） （設定單位：0.01）



- 力率85%時: 定格出力51kW
- 力率90%時: 定格出力54kW
- 力率95%時: 定格出力57kW
- 力率100%時: 格出力60kW

8 保護機能

パワーコンディショナには AC 側、DC 側、そして本体そのものに様々な保護機能が装備されています。これらの機能を設定し、有効にするには、通信機器を介して各種パラメータを指定します。

8.1 系統連系用の保護エレメント

パラメータ	デフォルト値 420 V	デフォルト値 440 V	設定可能な値	刻み幅	相数	ゲートブロック	リレー解列
OVRレベル	480 V	500 V	175 V ~ 520 V	0.01 V	3	○	○
OVR検出時間	1.0秒	1.0秒	0秒 ~ 60秒	0.01秒	3	○	○
UVRレベル	360 V	375 V	75 V ~ 440 V	0.01 V	3	○	○
UVR検出時間	1.0秒	1.0秒	0秒 ~ 10秒	0.01秒	3	○	○
OFRレベル	51.0 Hz	61.2 Hz	50 Hz ~ 65 Hz	0.01 Hz	1	○	○
OFR検出時間	1.0秒	1.0秒	0秒 ~ 2秒	0.01秒	1	○	○
UFRレベル	48.5 Hz	58.2 Hz	44 Hz ~ 60 Hz	0.01 Hz	1	○	○
UFR検出時間	1.0秒	1.0秒	0秒 ~ 2秒	0.01秒	1	○	○
復帰時間 300s	300 s	300 s	0秒 ~ 1600秒	0.01秒	—	—	—
有効電力制御機能	468 V	490 V	70 V ~ 550 V	0.01 V	—	—	—
無効電力制御機能	462 V	484 V	70 V ~ 550 V	0.01 V	—	—	—
出力制御限度値	0 %	0 %	0%~100%	0.1 %	—	—	—
単独運転検出 (能動)	±5 Hz、600 ミリ秒	—	固定	—	1	○	○
単独運転検出 (受動)	0.2 Hz/s、440 ミリ秒	—	固定	—	1	○	○

8.2 パワーコンディショナ用の保護機能

機能	説明	イベント 番号	検出レベル	検出時間	検出時動作		再接続
					ゲートブ ロック	リレー解 列	
絶縁抵抗	非連系運転 時のみ機能 太陽電池ア レイの地絡 検出	115	82 kΩ	-	連系開始しない		自動
漏洩電流	系統連系運 転時のみ機 能 本体または 太陽電池モ ジュールの 接地不良	34	600 mA	最大 1 秒	○	○	自動
		35	150 mA				
		36	60 mA				
		37	30 mA				
装置異常	ハードまた はソフトウ ェアのエラ ー	-	-	最大 1 秒	○	○	自動
温度異常	本体の過熱	201	100°C	最大 1 秒	○	○	自動
		202	100°C				
		203	100°C				
		205	74°C				
		207	87°C				
		208	74°C				

8.3 その他の保護要素

機能	説明	設定値	検出時動作	
			ゲートブロッ ク	リレー解列
DC 過電圧 DCOVR	検出レベル	1000 V	○	○
	検出時間	最大 0.5 秒	○	○
DC不足電圧 DCUVR	検出レベル	593 V	○	○
	検出時間	最大 0.5 秒	○	○
直流分検出	検出レベル	870 mA	○	○
	検出時間	最大 0.5 秒	○	○
交流過電流 ACOC	検出レベル	95 A	○	○
	検出時間	0.45 秒	○	○

9 運転モード

パワーコンディショナには5つの運転モードがあり、それぞれLEDの状態が異なります。

ステータス	LED	
オフグリッド	緑	- - - - -
	赤	- - - - -
接続中（接続モード）	緑	■ ■ ■ ■ ■
	赤	- - - - -
オングリッド	緑	■ ■ ■ ■ ■
	赤	- - - - -
内部パワーコンディショナイベント	緑	■ ■ ■ ■ ■
	赤	- - - - -
安全制御	緑	- - - - -
	赤	■ ■ ■ ■ ■

解列（LEDが消灯）

#0-51

パワーコンディショナから系統に10分以上給電されないと、ユーティリティ系統との接続が自動的に切断され、パワーコンディショナのスイッチが切れます。ユーザーインターフェースと通信インターフェースの電源は、通信のために入った状態を保ちます。

接続中（緑のLEDが点滅）

#52-53

太陽電池からの入力電圧が、設定された初期電圧に達すると、パワーコンディショナが運転を開始します。パワーコンディショナ内部で、太陽電池アレイと大地間の絶縁抵抗測定を含む、一連のセルフテストが実行されます。これと同時に、系統パラメータもモニタリングされます。系統パラメータが制限時間内（系統連系要件によって異なります）に、指定された範囲内になると、パワーコンディショナが系統に給電を開始します。

連系（緑のLEDが点灯）

#60

パワーコンディショナが系統に連系され、送電しています。次の場合に、パワーコンディショナが解列されます。

- ・パワーコンディショナが系統の異常（系統連系要件によって異なります）を検出した場合
- ・パワーコンディショナ内部で問題が発生した場合
- ・発電量が不足している場合（太陽電池からパワーコンディショナに約10分間電流が流れていない場合）

内部イベント（緑のLEDが点滅）

#54

パワーコンディショナ内の状態が、しきい値内に収まる（温度が上がりすぎた場合など）のを待っています。正常な状態に戻ると、系統に再接続されます。

安全制御（赤のLEDが点滅）

#70

パワーコンディショナのセルフテスト（接続モード）中か運転中に、回路の故障が検出されると、安全制御モードに移行してから、系統連系が切断されます。太陽電池から給電されないまま10分経過するか、パワーコンディショナの交流側と直流側の両方のスイッチを切るまで、安全制御モードの状態が保たれます。

10 ディスプレイ

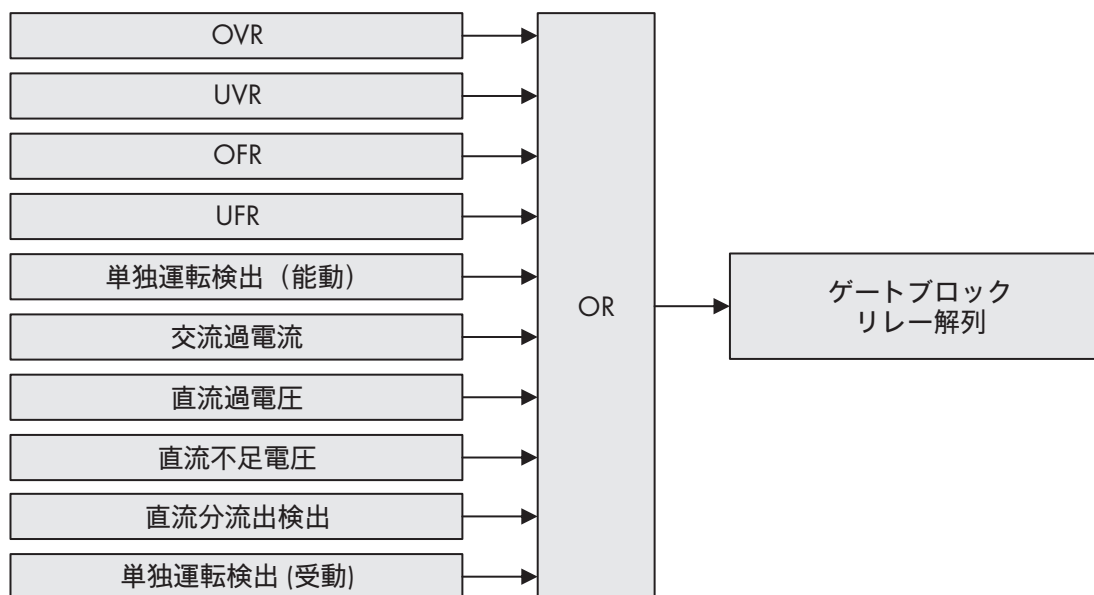


図 6: CtrlとFnキーで概要を表示します

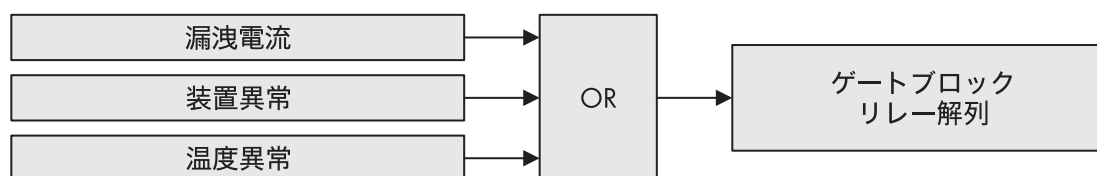
ボタン	機能
F1	ディスプレイのコントラストを調整します。F1ボタンを押したまま、上向き矢印または下向き矢印ボタンを押してください。
F2	本機では使用されません。
F3	
F4	
ホーム	メイン画面に戻ります
OK	本機では使用されません。
上向き矢印	1段階上に移動します
下向き矢印	1段階下に移動します
右向き矢印	右側の画面に移動します
左向き矢印	左側の画面に移動します
戻る	本機では使用されません。
オン - 緑色のLED	
アラーム - 赤色のLED	

11 保護機能シーケンス

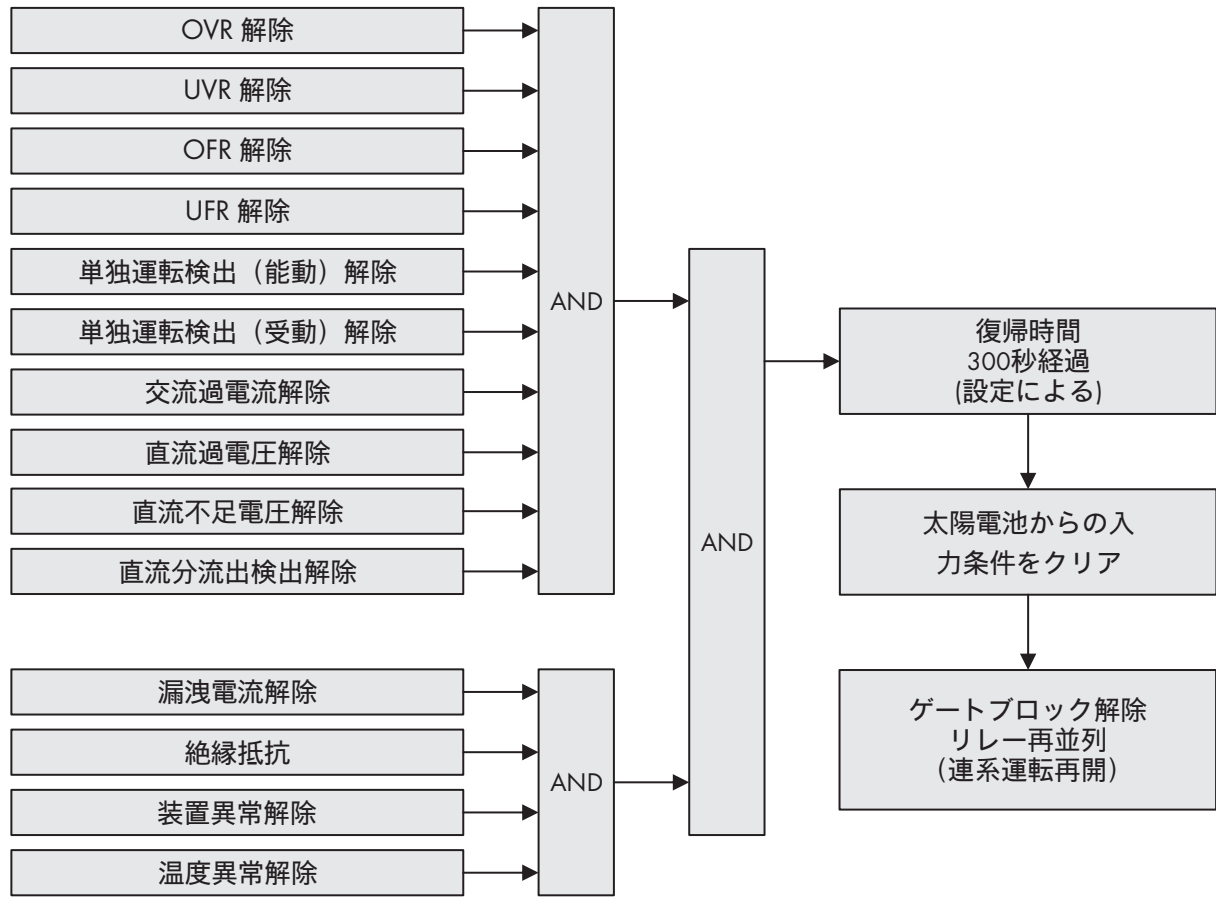
解列シーケンス



パワーコンディショナの保護機能

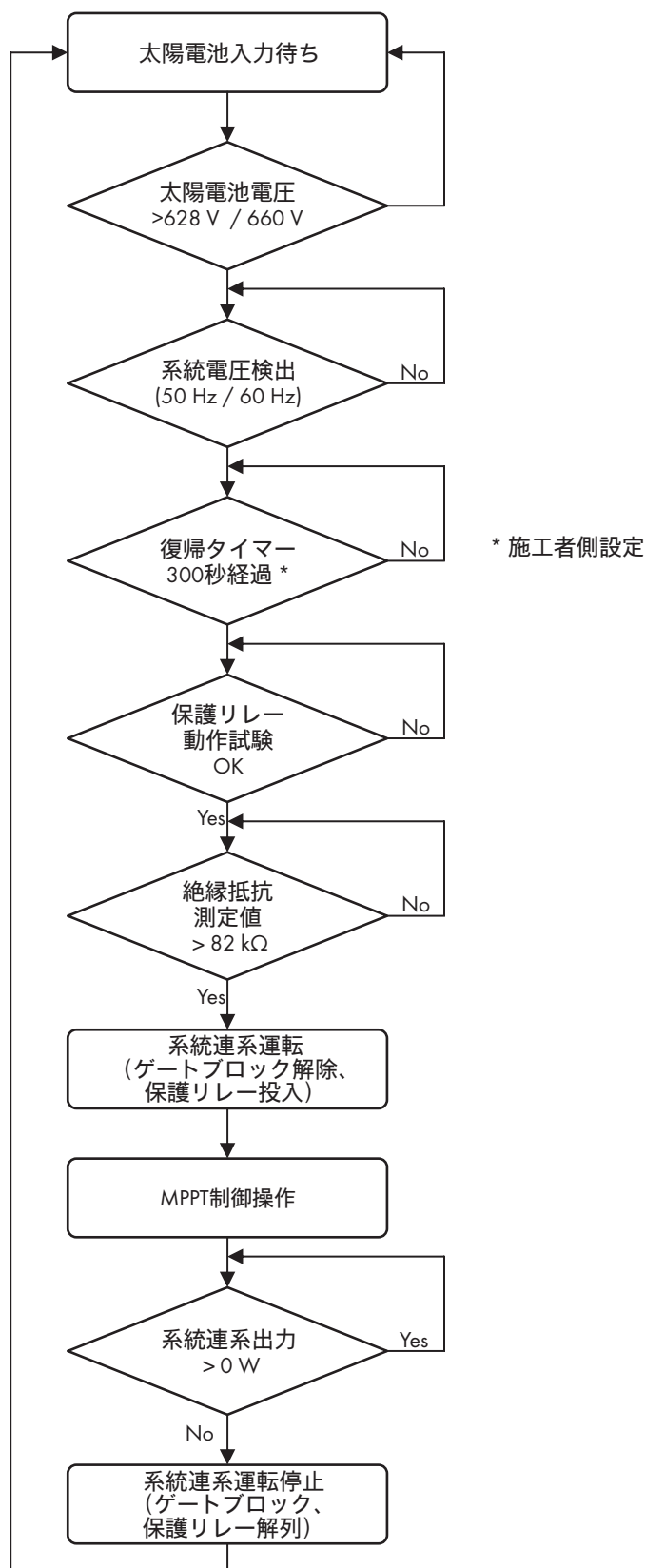


再並列シーケンス



12 自動起動・停止

以下に通常運転のフローチャートを示します。ただし、系統保護機能およびこのパワーコンディショナの保護機能の運用は、以降の通常運転よりも優先されます。



13 交換部品

定期的に交換が必要な部品はありません。

14 お問い合わせ

製品に関する技術的な問題については、販売代理店にお問い合わせください。

ENERGY
THAT
CHANGES

