

太陽光発電用パワーコンディショナ

技術説明書

対象機種	KPM-A55-J4
	KPM-A48-J4

オムロン株式会社

目次

パワーコンディショナの構成	4
1. システム構成	4
システム構成図	5
電気方式	6
1. 電気方式	6
2. 各相に流れる電流（4 kWパワコンの例）	6
電源シーケンス	7
1. 電源シーケンスの考え方	7
2. 起動／停止シーケンス	7
3. 消費電力	7
ソフトスタート	8
1. ソフトスタートの考え方	8
直流分検出	9
1. 直流分検出の考え方	9
2. 直流分検出の整定値	9
単独運転検出能動的方式	10
1. ステップ注入付周波数フィードバック方式	10
2. 検出アルゴリズム	10
3. 単独運転判定基準	10
単独運転検出受動的方式	11
1. 周波数変化率検出の考え方	11
2. 検出アルゴリズム	11
瞬時電圧低下・瞬時停電時の FRT	12
1. FRT の目的	12
2. 性能	12

電圧上昇抑制制御(自動電圧調整機能)	13
1. 電圧上昇抑制の考え方	13
2. 電圧上昇抑制アルゴリズム	13
各種保護機能(連系運転)	14
1. 系統連系保護機能	14
2. その他保護	15
保護シーケンス	17
出力リレー仕様	20
直流地絡検出	21
1. 直流地絡検出の考え方	21
2. 直流地絡検出の方法	21
手動復帰仕様	22
出力制御機能	23
1. 部分制御	23
2. セキリュティ	23
3. 出力制御シーケンス	24
電力上限クリップ機能	25

パワーコンディショナの構成

1. システム構成

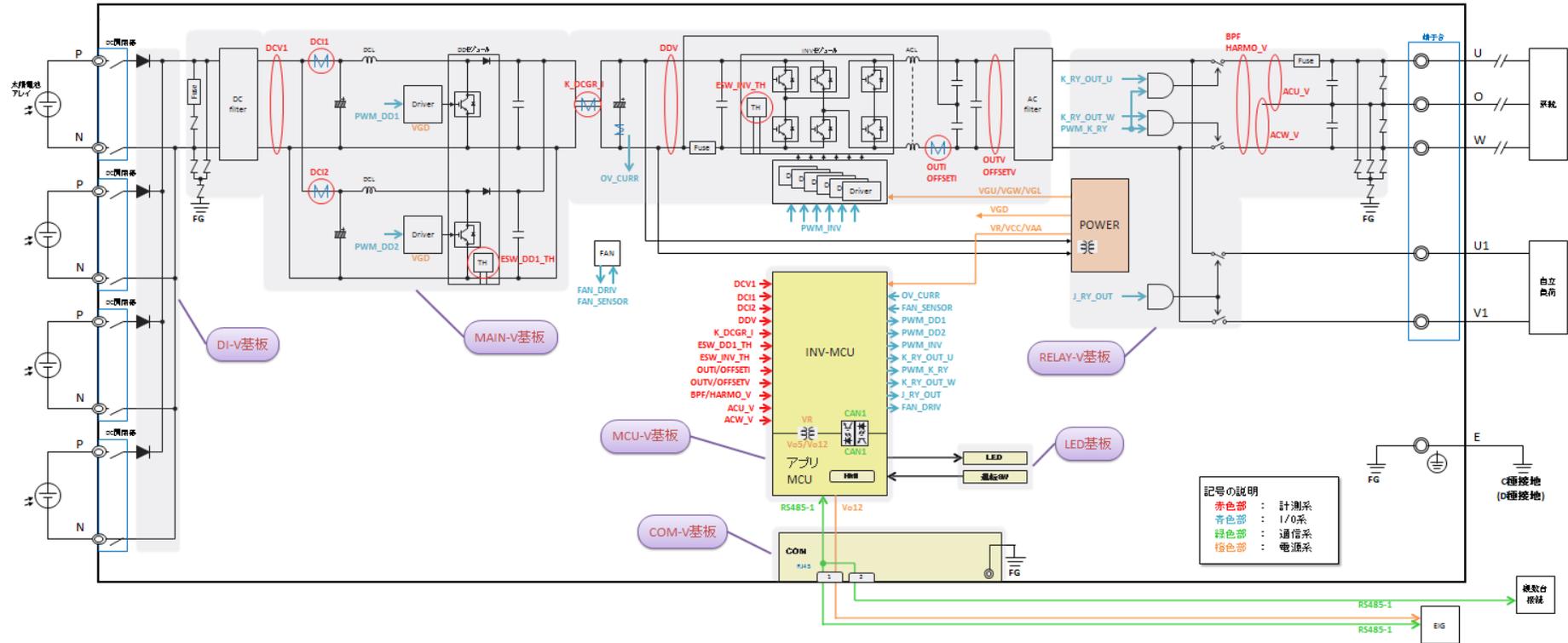
本装置のシステム構成はシステム構成図に示すとおりです。パワーコンディショナの主回路方式は、自励式電圧型電流制御方式（系統連系時）を採用しています。

系統連系時の電流制御方式はパワーコンディショナの出力電流が正弦波となるような制御を行なうもので、出力電流の位相を系統電圧の位相に一致させています。

制御方式については、電力制御方式として、最大電力点追従制御（MPPT 制御）、補助制御に電圧上昇抑制制御を、運転制御は自動起動・自動停止及び、ソフトスタート制御を行なっています。

パワーコンディショナには保護リレーと電磁接触器（連系リレー）が内蔵されており、出力端子との接続／遮断を行ないます。

システム構成図



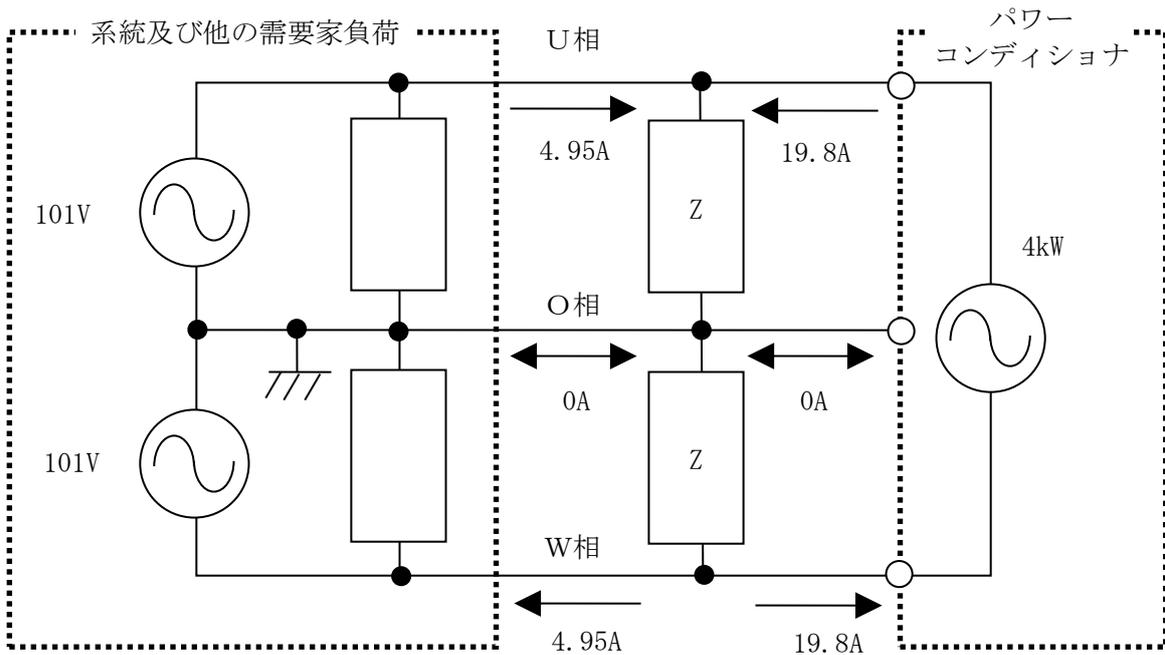
電気方式

1. 電気方式

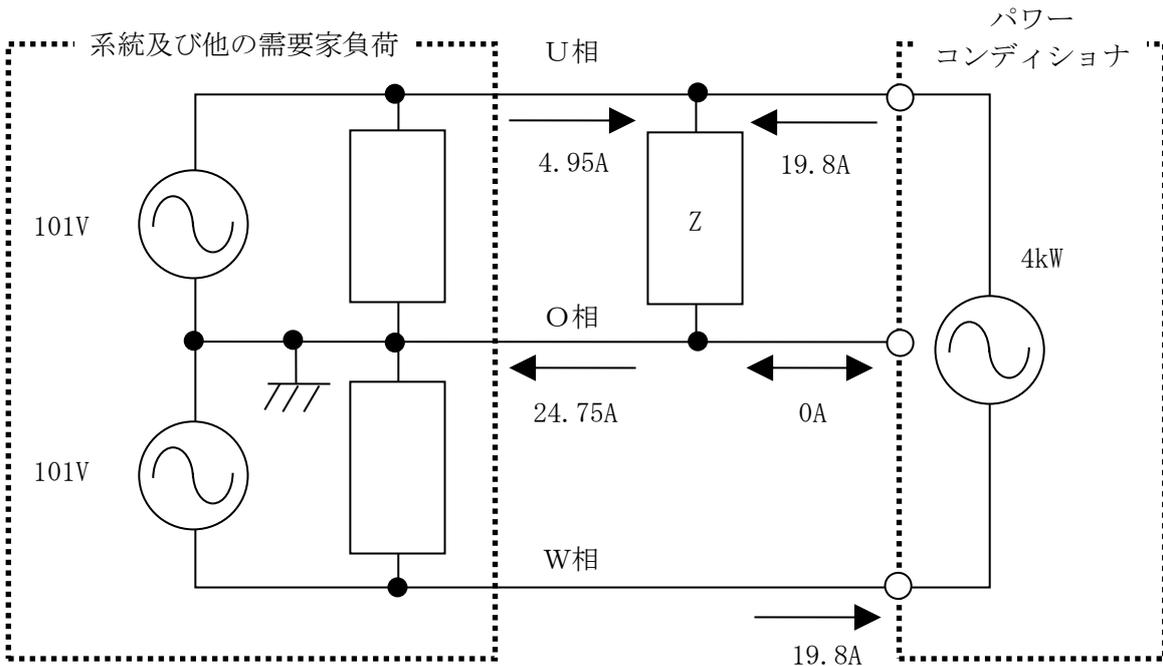
単相 2 線式 (接続方式は単相 3 線)

2. 各相に流れる電流 (4 kW パワコンの例)

① 各相に同容量の負荷が接続されている場合 (平衡負荷状態)



② U相にのみ負荷が接続されている場合 (不平衡負荷状態)



Z : 負荷インピーダンス 2.5kW(4.08Ω)とした場合

電源シーケンス

1. 電源シーケンスの考え方

装置の制御電源は、太陽電池から供給されます。

2. 起動/停止シーケンス

制御電源動作開始 : 直流電圧が 45V を上回ったとき

制御電源動作停止 : 直流電圧が 25V を下回ったとき

	パワーコンディショナ運転開始	パワーコンディショナ運転停止
連系運転	電力起動条件成立時	直流電圧が 50[V]以下

注. 制御電源動作の開始と共に保護装置の動作を開始します。

注. 電力起動条件は、太陽電池側の状態を自動判定により成立。電力起動条件参照

3. 消費電力

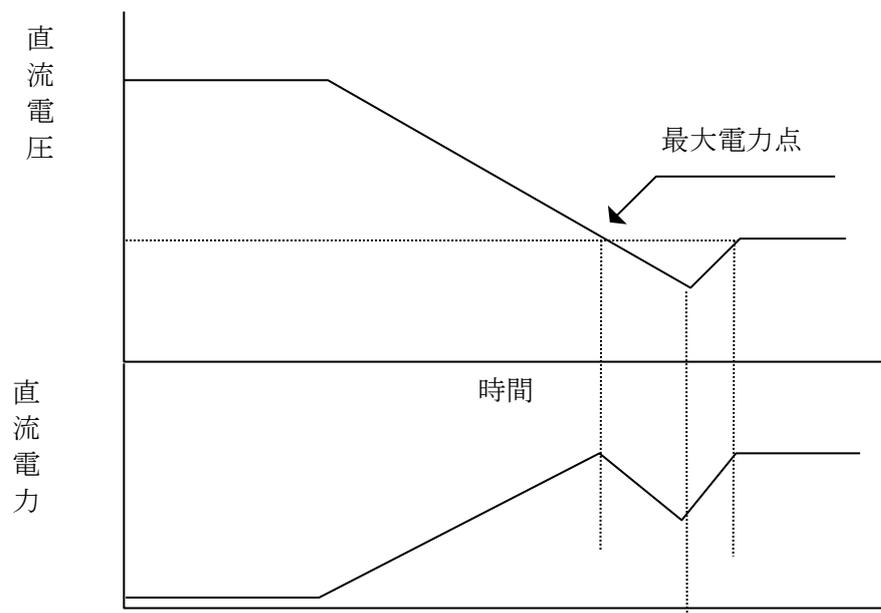
夜間 : 有効電力 0.5W 皮相電力 11.5VA

ソフトスタート

1. ソフトスタートの考え方

運転開始時に、直流電圧が太陽電池の開放電圧から $10[V/s]$ の変化量で低下するように制御します。ソフトスタートの終了は、ソフトスタート終了条件を満足した場合に終了します。

ソフトスタートの終了後はMPPT制御に移行し、直流電圧を変化させて最大電力点を探索します。ソフトスタートによって、過電流が流れることを防ぐことができます。



直流分検出

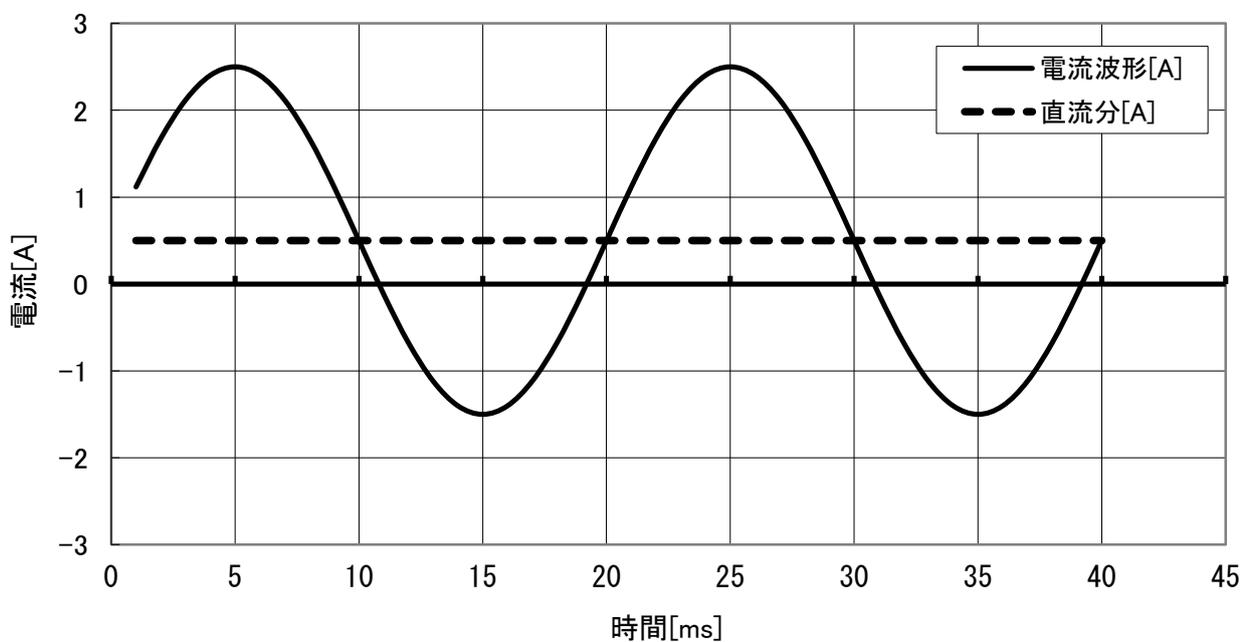
1. 直流分検出の考え方

直流成分を含んだ交流電流を DC-CT にて計測します。この計測した電流を系統電圧の 1 周期ごとに積分することで直流成分の電流を演算します。検出した直流電流値が所定の整定値を越えた場合、パワーコンディショナを停止（ゲートブロック処理及び連系リレー遮断）させます。

2. 直流分検出の整定値

検出値 : 275mA 以下 (KPM-A55-J4)、240mA 以下 (KPM-A48-J4)

検出時間 : 0.5[s] 以下



単独運転検出能動的方式

1. ステップ注入付周波数フィードバック方式

■周波数フィードバック機能

周波数フィードバック機能は、単独運転時に発生する系統周波数変動を測定し、その周波数偏差に応じて系統周波数がより変化する方向に無効電流を注入します。

■無効電力ステップ注入機能

単独運転時に、柱上トランスなどの非線形装置の影響で系統に高調波変動、及び電圧変動が発生します。この変動を検知して、無効電流を一定量注入することで系統周波数に変動を促します。

■無効電力発振抑制制御機能

無効電力の発振予兆の検出、および単独運転発生予兆の検出に基づいて周波数フィードバックによる注入無効電力量を制御します。これにより、注入無効電力の不要発振を抑制します。

(詳細については「JEM1498 資料」参照)

2. 検出アルゴリズム

パワーコンディショナは、無効電流注入による周波数変動を検出することで、単独運転状態であると判断し、連系リレーを解列します。

3. 単独運転判定基準

周波数変化を高速に増幅させるように無効電力を注入し、単独運転の判定閾値を階段状にすることで、高速で誤検出しないアルゴリズムを実現しています。従いまして、階段状に単独運転の閾値が複数あるため、一定値の検出レベルの定義はありません。

検出時間 : 0.2s 程度 (連系リレー解列)

復帰時間 : 投入遅延時間 (デフォルト : 300s)

単独運転検出受動的方式

1. 周波数変化率検出の考え方

単独運転時に、パワーコンディショナの実出力電流と負荷インピーダンスによって系統電圧が変化し、出力電流と負荷インピーダンスの関係で系統周波数変化がおきます。

系統周波数の平均値を測定し、その周波数変化によって単独運転状態を検出し、連系リレー解列します。

ただし、周波数変化は負荷状況等により発生しない場合があります、本方式のみでの検出ができない場合があります。

2. 検出アルゴリズム

一定周期毎に系統周波数の平均値を算出し、現在の系統周波数の平均値と各周期毎の系統周波数の平均値の偏差の変動が、決められた変動パターンを満足する場合（偏差の絶対値が大きくなる傾向にある場合）、単独運転状態であると判断します。従いまして、一定値の検出レベルの定義はありません。

検出時間 : 0.5 [s]以下 (連系リレー解列)

復帰時限 : 投入遅延時間 (デフォルト : 300s)

瞬時電圧低下・瞬時停電時の FRT

1. FRT の目的

本機能は多数台連系時の瞬時電圧低下・瞬時停電発生後の、パワーコンディショナの一斉脱落による系統電圧低下の増長を防止することが目的です。また、瞬時電圧低下・瞬時停電による発電量低下の場合にも、出来る限り発電量を早期に停止前の状態に戻すことで、発電所への負荷を軽減することも目的としています。

※FRT (Fault Ride-Through) : 運転継続機能

2. 性能

1) 瞬時電圧低下発生時

1. 0s 間の瞬時電圧低下 (残電圧 20%時) からの電圧復帰後、0.1s 以内に、瞬時電圧低下発生前における有効電力出力の 80%以上の出力を行います。

2) 瞬時停電発生時

1. 0s 間の瞬時停電 (残電圧 0%時) からの電圧復帰後、0.2s 以内に、瞬時電圧低下発生前における有効電力出力の 80%以上の出力を行います。

3) 残電圧 52%及び位相変化 41°

1. 0s 間継続の瞬時電圧低下 (残電圧 52%及び位相変化 41°) 時に、運転を継続します。

電圧復帰後 0.1s 以内に、瞬時電圧低下発生前における有効電力出力の 80%以上の出力を行います。

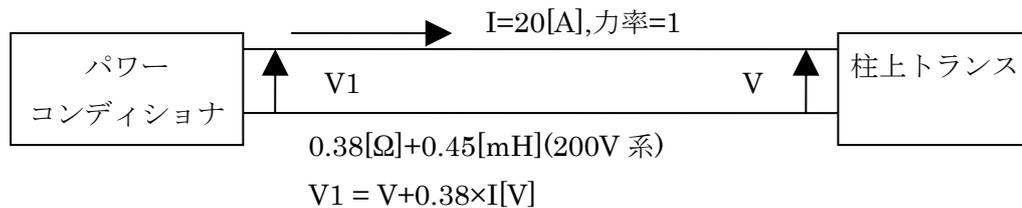
電圧上昇抑制制御（自動電圧調整機能）

1. 電圧上昇抑制の考え方

パワーコンディショナが動作状態にあるとき、パワーコンディショナの出力電流と線路インピーダンスによって系統電圧が上昇します。

本装置は、系統電圧を電圧上昇抑制設定値以下に保つよう、出力電流の制御を行います。

系統のインピーダンスを $0.38[\Omega]+0.45[\text{mH}]$ (200V 系、技術指針より) とすると、例えば 4 kW 仕様のパワーコンディショナの最大出力電流 20[A] で、最大約 7.6[V] の電圧上昇が考えられます。



2. 電圧上昇抑制アルゴリズム

■制御

- ・出力制御：有
- ・進相無効電力制御：無

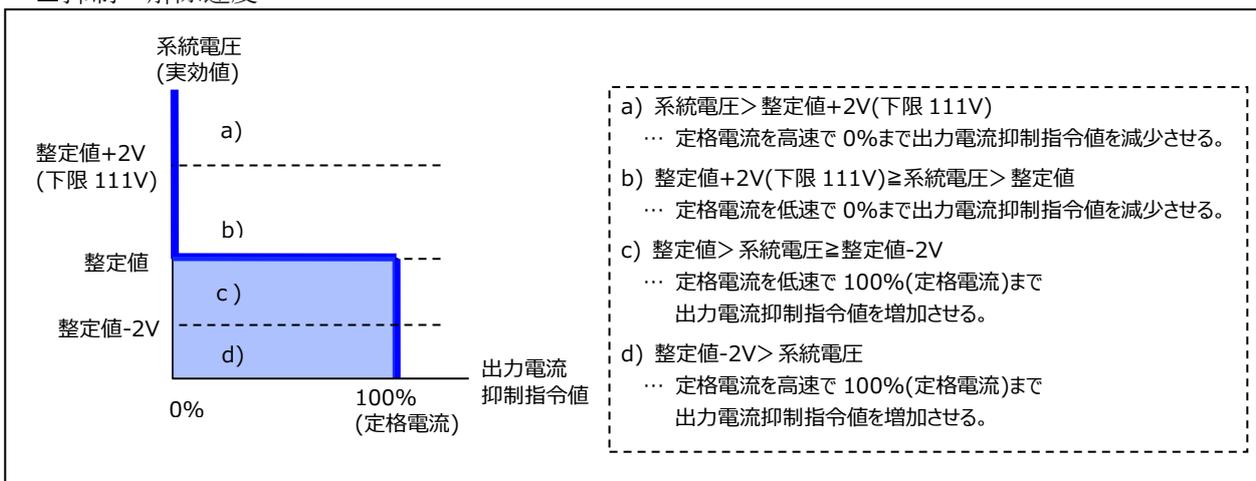
■整定値[V]

107.0/107.5/108.0/108.5/109.0(デフォルト)/109.5/110.0/110.5/111.0/111.5/112.0/112.5/113.0

■動作待機時限[s]

0/200(デフォルト)

■抑制・解除速度



■抑制・解除開始条件

- ・「系統電圧 > 整定値」が 3s 間継続すると、出力電流抑制指令値の減少（抑制）を開始
- ・「系統電圧 ≤ 整定値」が 3s 間継続すると、出力電流抑制指令値の増加（抑制解除）を開始

各種保護機能（連系運転）

1. 系統連系保護機能

エラーコード	保護機能種類	検出相数	整定値／整定時間	GB	MC	異常 LED	復帰仕様
E1-1.0	系統過電圧 (OV)	2	110V, 112.5V, <u>115V</u> , 120V 0.5s, <u>1.0s</u> , 1.5s, 2.0s	○	○	◇	自動
E1-2.0	系統不足電圧 (UV)	2	<u>80V</u> , 85V, 87.5V, 90V 0.5s, <u>1.0s</u> , 1.5s, 2.0s	○	○	◇	自動
E1-3.0	系統周波数上昇 (OF)	1	(50Hz 時) 50.5Hz, <u>51.0Hz</u> , 51.5Hz, 52.0Hz (60Hz 時) 60.6Hz, <u>61.2Hz</u> , 61.8Hz, 62.4Hz 0.5s, <u>1.0s</u> , 1.5s, 2.0s	○	○	◇	自動
E1-4.0	系統周波数低下 (UF)	1	(50Hz 時) <u>47.5Hz</u> , 48.0Hz, 48.5Hz, 49.0Hz, 49.5Hz (60Hz 時) 57.0Hz, 57.6Hz, <u>58.2Hz</u> , 58.8Hz, 59.4Hz 0.5s, <u>1.0s</u> , 1.5s, 2.0s	○	○	◇	自動
E1-5.0	単独運転検出機能 受動的方式	1	周波数変化率検出方式 0.5s 以内	○	○	◇	自動
E1-6.0	単独運転検出機能 能動的方式	1	ステップ注入付周波数 フィードバック方式 0.2s 以内	○	○	◇	自動

GBの欄が [○] の場合は、異常検出時にゲートブロックが、働きます。

MCの欄が [○] の場合は、連系リレーが解列されます。

異常 LED の欄の表記について

記号	LED 仕様
◇	5 秒間に 2 回点滅
●	5 秒間に 3 回点滅
○	点灯

2. その他保護

表示	内容	停止動作 ※		異常 LED	復帰仕様
		GB	MC		
E1-0.0	停電	○	○	◇	自動
E1-7.0 E1-7.1	瞬時過電圧	○	○	◇	自動
E1-8.0	瞬時電圧低下	○	○	◇	自動
E2-1.0	直流過電圧	○	○	●	自動
E2-3.0	直流地絡	○	○	○	手動2
E3-1.0	直流過電流	○	○	○	手動2
E3-2.0	交流過電流	○	○	○	手動2
E3-3.0	直流分検出	○	○	○	手動2
E3-4.0	装置温度異常	○	○	○	手動3
E4-2.0	特性異常	○	○	○	手動2
E4-3.0	ハード異常	○	○	○	手動2
E4-4.0 E4-4.1	ROMバージョン異常	○	○	○	電断
E4-5.0	制御電源異常1	○	○	○	手動2
E4-5.1	制御電源異常2	—	—	○	自動
E4-6.0 E4-6.1	EEPROM Sum 値異常	○	○	○	電断
E4-7.0 E4-7.1 E4-7.2	EEPROM 異常	○	○	○	電断
E4-9.0	昇圧チョッパ回路異常	○	○	○	手動1
E5-1.0	連系リレー動作異常	○	○	○	手動
E5-2.1	MCU 間通信異常1	○	○	○	自動
E5-2.2	MCU 間通信異常2	○	○	○	電断
E5-2.3	MCU 間通信異常3	○	○	○	電断
E5-3.0	DC/DC コン過電圧	○	○	○	手動2
E5-4.0	DC/DC コン不足電圧	○	○	○	手動2
E5-6.0	瞬時過電流	○	○	○	手動1
E5-7.0	タイムアウト	○	○	●	自動
E5-7.1	出力制御通信途絶検出	○	○	●	自動
A1-5.0	自立運転過負荷状態	○	—	●	自動
A1-5.1	自立運転過負荷状態 (出力不足電圧)	○	○	●	自動
A2-7.0	内部ファン異常	○	○	○	手動2
A3-0.0	動作シーケンスアラーム	○	○	○	自動
EE01.1	内部 RAM 異常	○	○	○	電断
EE02.1	内部 ROM 異常	○	○	○	電断

※ 停止動作のGBの [○] は、ゲートブロックを示し、MCの [○] は、連系リレーの解列を示します。

異常 LED の欄の表記について

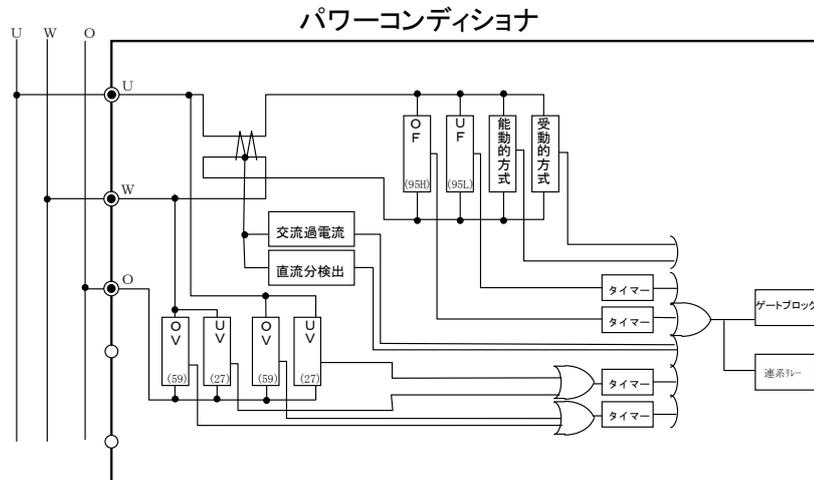
記号	LED 仕様
◇	5 秒間に 2 回点滅
●	5 秒間に 3 回点滅
○	点灯

● 復帰仕様欄の記載について

復帰仕様	内容
自動	複数回の異常が発生しても、毎回復帰条件が成立すると再運転が可能なもの
手動 1	1 回検出をもって、手動復帰となる。
手動 2	前回検出タイミングから、10 分以内に同一の異常を再検出する事が 4 回続いた場合、手動復帰となる。それまでは自動復帰となる。
手動 3	CPU リセットまでの間に同一の異常が 4 回以上発生した場合は、手動復帰となる。それまでは自動復帰となる。
手動 4	前回異常検出タイミングから 10 分以内に同一の異常を再検出する事が 4 回続いた場合は、手動復帰となる。 それまでは自動復帰となる。但し、1 分間異常が継続した場合は手動復帰となる。
電断	復帰条件が無く、電源断もしくは、CPU リセットにより復帰するもの
復帰禁止	電断しても復帰しない

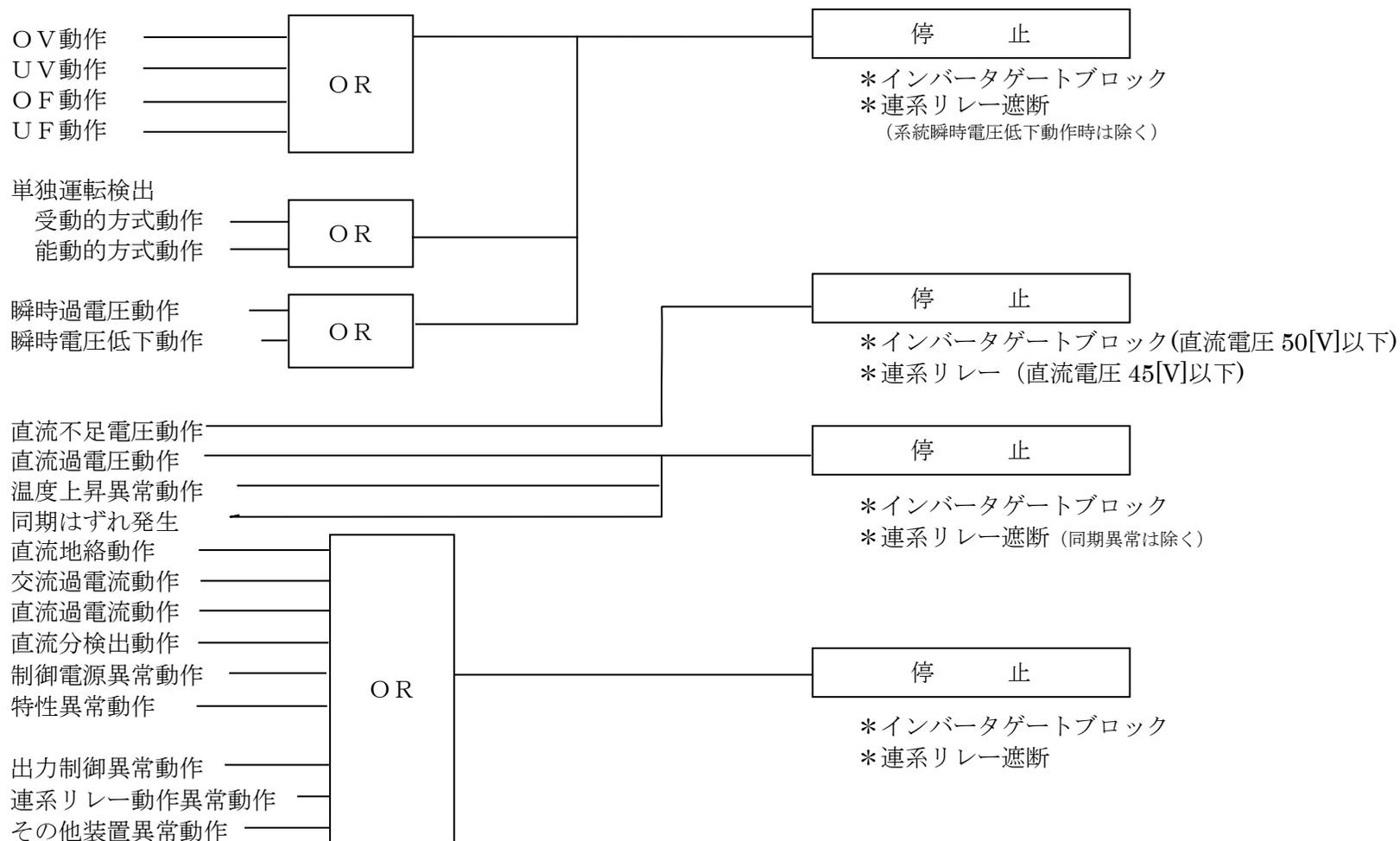
保護シーケンス

1. 連系運転時の各種保護機能の動作シーケンス

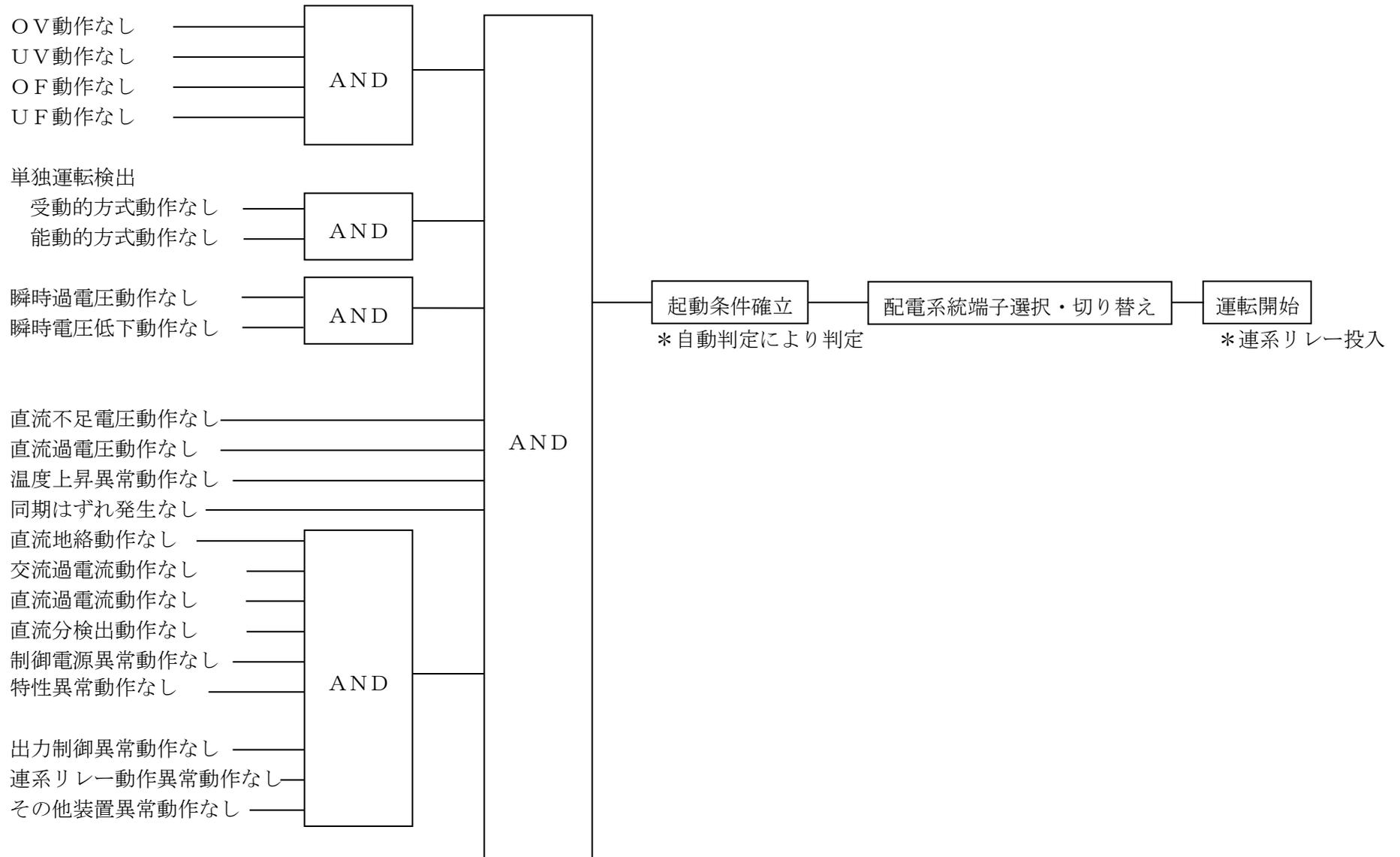


連系運転・保護シーケンスフロー図

1. 解列シーケンス（連系運転時）



2. 閉列シーケンス（連系運転時）



出力リレー仕様

	連系リレー
形式	G6QE-1A-PV
メーカー	OMRON
仕様	AC250V/31A

直流地絡検出

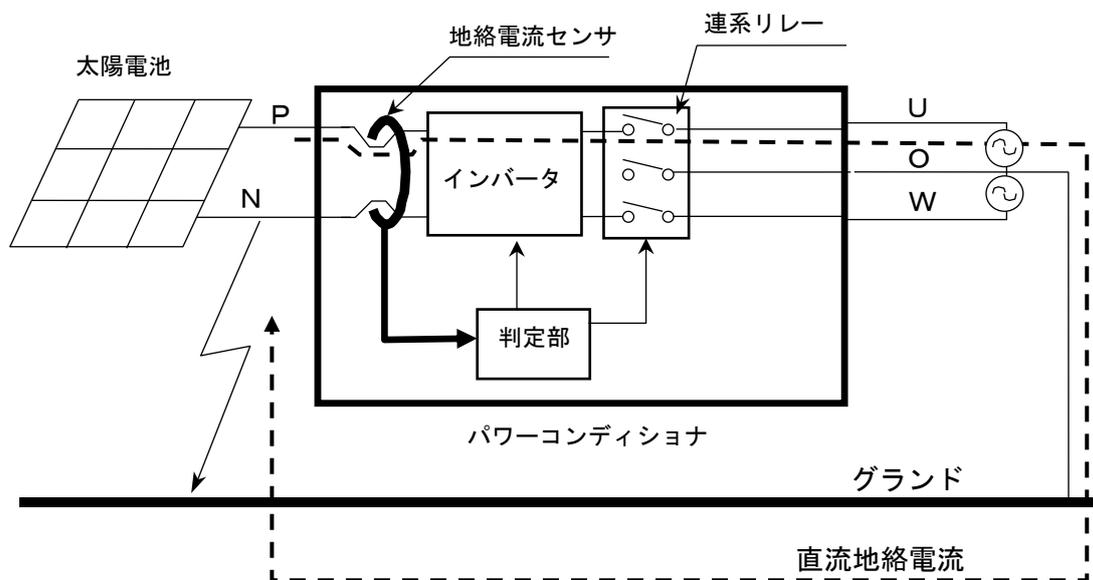
1. 直流地絡検出の考え方

直流回路の直流地絡電流を直流電流センサ+絶縁回路にて計測します。直流回路が地絡した場合に流れる直流地絡電流を検出し、パワーコンディショナを停止（ゲートブロック処理および連系リレー遮断）します。

2. 直流地絡検出の方法

直流地絡電流を検出する電流センサを以下のように配置しています。

地絡のない状態では電流センサを貫通する電流は打ち消されるため電流センサの出力はありませんが、直流回路が地絡すると電流センサを直流地絡電流が貫通するため、電流センサが信号を出力します。



手動復帰仕様

■設定メニュー

パワーコンディショナの投入遅延時間設定の1つとして、手動復帰動作での連系運転開始を指定することができます。手動復帰は、以下によりその動作を設定することができます。

設定項目	メニュー	内容
HLD	2-150-200-300 (デフォルト) -nn (手動復帰)	投入遅延時間および手動復帰設定動作を指定 手動復帰動作指定時は nn を設定

■手動復帰待ちとなる仕様

手動復帰設定されると、以下の状態になった場合、手動復帰待ちになります。

手動復帰待ちとなる条件	左記条件を満たした場合の表示
太陽電池によりパワコン制御電源が入った状態で系統が復電	7セグ表示部に“HLD”表示が点滅
手動復帰待ちの状態のパワコン制御電源喪失後、太陽電池によりパワコン制御電源が入り起動した場合（系統は健全の状態）	制御電源が入り起動後、7セグ表示部に“HLD”表示が点滅

■手動復帰待ち状態から手動復帰操作仕様

手動復帰待ち状態から（7セグ表示部に“HLD”点滅表示の状態）から連系運転を開始するには、運転スイッチを一旦OFFにし、再度ONします。（運転スイッチが最初からOFFの場合は、ONにするのみ）

出力制御機能

出力制御ユニットからの指令により、パワーコンディショナは発電出力の上限を定格出力の 0～100%の間で調整することができます。

1. 部分制御

■出力増減

出力上限(%)は、出力制御ユニットからの指令、もしくはパワーコンディショナにて設定される電力上限クリップ値 (kW) によります。

<広義のパワーコンディショナ>

出力制御ユニットからの出力抑制要求に対する制御を行うことで、パワーコンディショナ定格出力の 100→0%出力 (0→100%出力) までの出力変化時間を 5～10分に設定することができます。

■抑制分解能

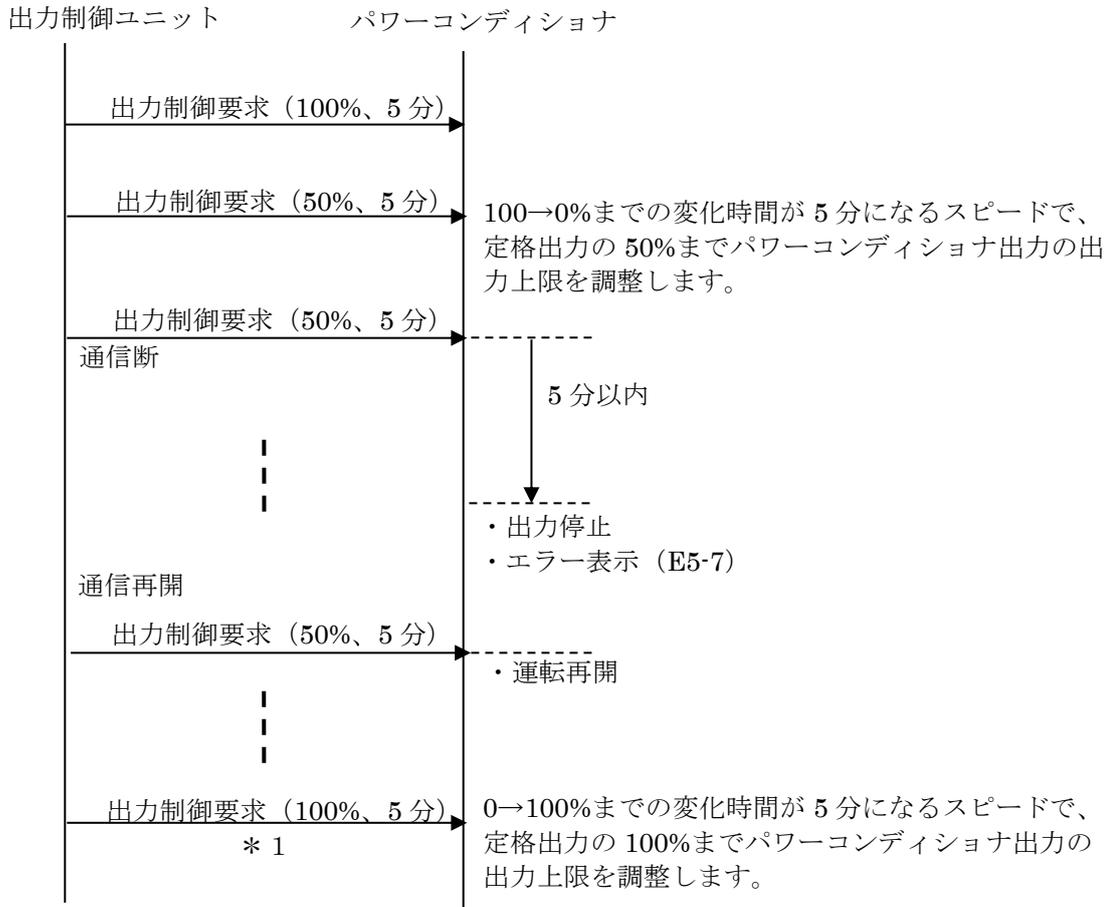
定格出力の 1%単位で制御します。

※精度は定格出力の±5%以内

2. セキュリティ

パワーコンディショナは出力制御機能を実現する機器 (出力制御ユニット) との通信が異常となつてから、5分以内で発電出力を停止し、通信が正常になれば発電出力を開始します

3. 出力制御シーケンス



* 1 出力制御ユニットから、出力上限(%)、出力変化時間(分)を指定します。

出力変化時間：T(分)は、可変です。

パワーコンディショナは、設定された時間で動作します。

電力上限クリップ機能

劣化や故障などによりパワーコンディショナを入れ替えた際に、設備認定容量の変化が発生する場合の救済措置対応用の機能です。

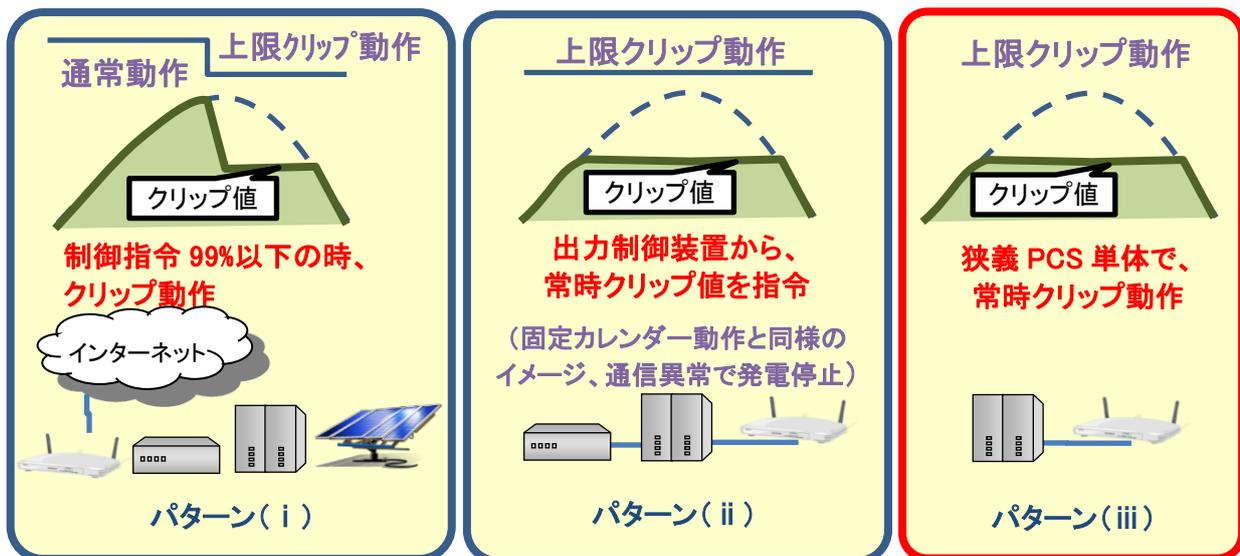
電力上限クリップ機能は、次のように設定できます。

設定項目	メニュー	内容
CLIP	1.00-1.10-・・・ 一定格出力（デフォルト） ※0.10kW単位で設定	電力上限クリップ値を設定

電力上限クリップには、下図のパターンがあります。

パターン(i)、(ii)は広義パワーコンディショナ、(iii)は狭義パワーコンディショナによる出力制御として扱われます。

上記「CLIP」設定にて動作設定されるのは、パターン(iii)の狭義パワーコンディショナによる出力制御であり、パワーコンディショナ単体で常時クリップ動作を行う機能です。



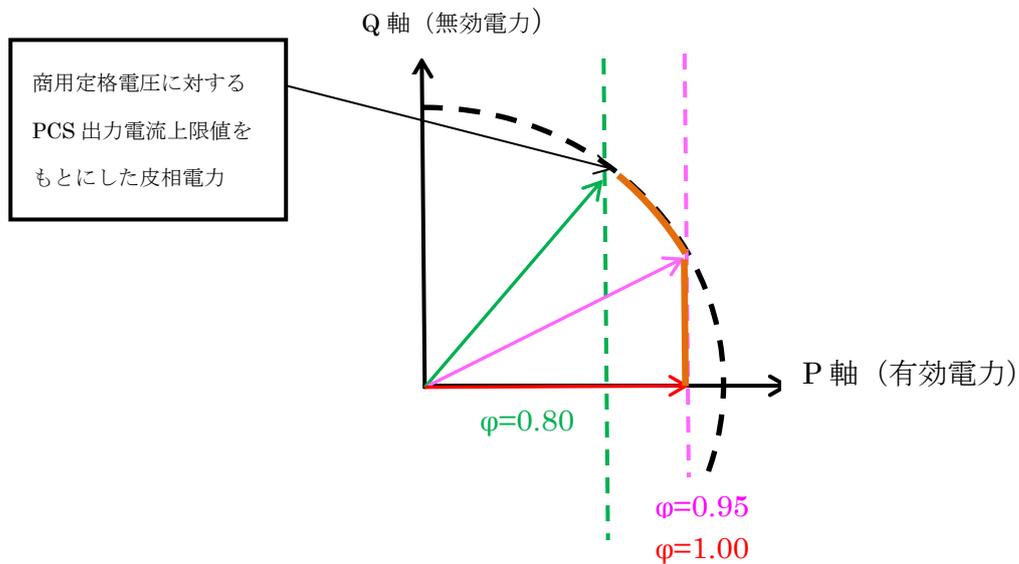
注：PCS（パワーコンディショナの略）

動作パターン	制御動作説明
パターン (i)	出力制御装置が、インターネットに接続 (外部の出力制御用サーバーからの) 出力制御指令が、 100%の時、発電出力に制約なし (通常動作) 99%以下の時、上限クリップ値、もしくは自家消費分まで発電可能
パターン (ii)	出力制御装置から、常時上限クリップ値を指令する (上限クリップ値は、出力制御装置に格納) 常時上限クリップ値、もしくは自家消費分まで発電可能
パターン (iii)	常時、狭義パワーコンディショナ単体で、 上限クリップ値以下に発電出力を制御する

電力円線図

1. 電力円線図による有効電力と皮相電力の関係

■電力円線図



注) 図は制御動作をわかりやすくするために
模式的に表現しています

- : 力率 1.00 時の皮相電力
- : 力率 0.95 時の皮相電力
- : 力率 0.80 時の皮相電力
- : 皮相電力円線図

■力率と電力の関係

力率	KPM-A55-J4		KPM-A48-J4	
	有効電力 [KW]	皮相電力 [kVA]	有効電力 [KW]	皮相電力 [kVA]
1.00	5.50	5.50	4.80	4.80
0.99	5.50	5.56	4.80	4.85
0.98	5.50	5.61	4.80	4.90
0.97	5.50	5.67	4.80	4.95
0.96	5.50	5.73	4.80	5.00
0.95 (標準力率)	5.50	5.79	4.80	5.05
0.94	5.44	5.79	4.75	5.05
0.93	5.38	5.79	4.70	5.05
0.92	5.33	5.79	4.65	5.05
0.91	5.27	5.79	4.60	5.05
0.90	5.21	5.79	4.55	5.05
0.89	5.15	5.79	4.50	5.05
0.88	5.09	5.79	4.45	5.05
0.87	5.04	5.79	4.40	5.05
0.86	4.98	5.79	4.35	5.05
0.85	4.92	5.79	4.29	5.05
0.84	4.86	5.79	4.24	5.05
0.83	4.81	5.79	4.19	5.05
0.82	4.75	5.79	4.14	5.05
0.81	4.69	5.79	4.09	5.05
0.80	4.63	5.79	4.04	5.05