

太陽光発電用パワーコンディショナ 「SANUPS P61B」シリーズの開発

北澤 誠

Makoto Kitazawa

柳沢 稔美

Narumi Yanagisawa

永井 正彦

Masahiko Nagai

山田 浩

Hiroshi Yamada

宮島 英彰

Hideaki Miyajima

木村 博文

Hirofumi Kimura

村井 丈夫

Takeo Murai

金子 義敬

Yoshinori Kaneko

1. まえがき

東日本大震災およびその後の原子力発電所の事故以降、電力不足への懸念や、地球環境に配慮したエネルギーを求める社会の声が追い風となり、太陽光発電システムを中心に再生可能エネルギーを利用した発電設備数が増え続けている。特に地球温暖化防止に対するCO₂削減への関心の高まりを受けて、太陽光発電用パワーコンディショナにはさらなる高効率化が期待されている。また、2012年に施行された再生可能エネルギーの固定価格買取制度も、市場の拡大を加速させる一因となっている。さらに最近では集合住宅、店舗、小型事業所の屋根や遊休農地などの限られた空間を有効利用できる小規模な太陽光発電システムに注目が集まっている。

本稿ではこれらの要求にこたえるべく開発した太陽光発電用パワーコンディショナ「SANUPS P61B」シリーズの概要を紹介する。

2. 開発の背景

前述の小規模太陽光発電システムの場合、設置および施工を行うのはシステムインテグレータや量販店であり、導入および運用が容易な必要がある。また住宅そのもの、あるいは比較的居住区域に近い場所に設置されることが多いため、従来の産業用途のパワーコンディショナとは異なった仕様が求められる。求められる仕様としては、主に以下のような条件があげられる。

- ①キュービクルの設置が不要で、計画段階で電力会社との接続協議が不要な低圧連系であること。
- ②主任技術者の選任、保安規定の届出が不要な一般電気工作物(50kW未満)であること。
- ③絶縁が不要な単相出力であること。
- ④長寿命であること。
- ⑤静音性が高いこと。
- ⑥対環境性が高いこと。

こうした状況に対応して、当社太陽光発電用パワーコンディショナにラインアップされていなかった10kW未満の容量帯をカバーする、基本ユニットの容量が1.5kWおよび5kW単相出力の太陽光発電用パワーコンディショナ「SANUPS P61B」シリーズを開発した。

3. 製品の概要

3.1 パワーコンディショナ本体

図1に「SANUPS P61B」シリーズの1.5kWモデルおよび5kWモデルの外観を示す。本装置は有線、無線両対応のLCD操作パネル(後述)にて最大3台まで一括管理でき、1.5kWから15kWまでのシステムを構成することができる。また始動・停止操作をリモートスイッチで行う有線接続であれば、最大で10台まで接続することができ、5kWモデルであれば最大50kWのシステム構成となる。図2に「SANUPS P61B」シリーズの主なシステム構成を示す。

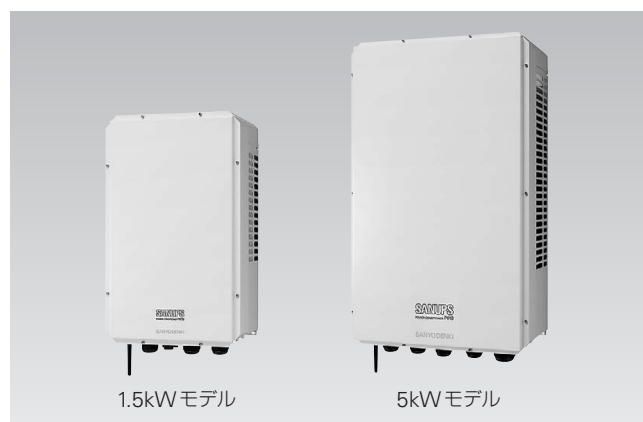


図1 「SANUPS P61B」シリーズ 外観

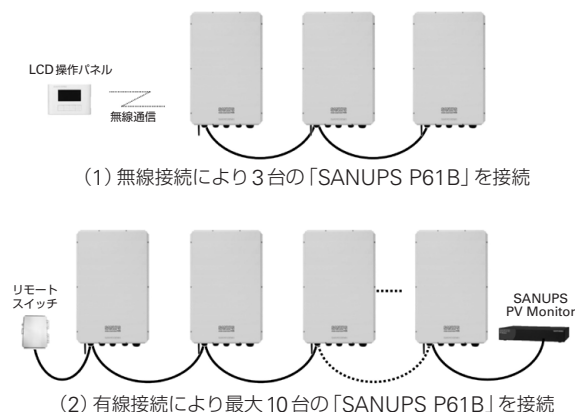


図2 「SANUPS P61B」シリーズの主なシステム構成

3.2 LCDパネル

図3にLCDパネルの外観を示す。

本LCDパネルにより、「SANUPS P61B」本体の操作や内部情報の確認を行うことができる。本体との通信方法は有線接続または無線接続を選択する。有線接続の場合、「SANUPS P61B」本体から電源供給を受け、停電時も自立して操作することができる。無線接続は2.4GHzの周波数帯域を利用するIEEE802.15.4^(注1)規格を用い、設置場所を選ばず使用できる。

また、表示装置として横128ドット、縦64ドットのドットマトリクス液晶ディスプレイを使用し、全角10文字(半角20文字)×5行にアルファベット、算用数字、漢字仮名交じり文を表示することにより視認性を高め、装置情報をわかりやすく提供することを実現した。操作は画面下部の4つのボタンにて行われ、ボタンの操作内容が画面に表示されることで、わかりやすいユーザインタフェースと高いデザイン性を両立した。



図3 LCDパネル 外観

4. 特長

4.1 高効率

「SANUPS P61B」シリーズは主回路に絶縁トランスを使用しない非絶縁方式を採用した。また最適な部品選定、回路設計により熱損失を低減させ、高効率化を実現している。

一般的にスイッチング損失の低減にはスイッチング周波数を下げる必要があるが、高周波ノイズ音の発生原因となるが、最適設計により高効率と後述の静音性を両立している。

これらにより、「SANUPS P61B」5kWモデルは業界トップクラス^(注2)の変換効率95%^(注3)を達成した。

4.2 高い静音性

「SANUPS P61B」シリーズは高い静音性を実現するために、ファンレス化とインバータの高周波ノイズ音(モスキート音)の低減を図った。ファンレス化実現のために、開発初期段階から熱解析ツールを導入した。その結果、開発期間の短縮を図りながら、性能とコストの最適設計により、従来製品より高い静音性を実現することができた。

4.3 優れた耐環境性

「SANUPS P61B」シリーズは、密閉構造の採用および本体から操作機能を排除することにより、防塵・防水性能に優れた構造

となっている。これにより、雨水や塵、小さな虫、動物などの侵入から装置を守り、安心して屋外で長時間使用することができる、高い信頼性を実現した。

「SANUPS P61B」シリーズは、社団法人日本船舶品質管理協会製品安全評価センターの保護性能試験において、防水・防塵の保護等級IP65^(注4)を達成した。

4.4 自立運転機能

「SANUPS P61B」シリーズは、LCD操作パネルからの手動操作で、自立運転モードに切り替えることができる。自立運転時の出力方式は単相2線式101Vおよび単相3線式202Vの2つの仕様を用意している。202Vモデルの場合、自立運転時の定格出力容量は系統連系運転時の定格出力容量と同一で、商用電源が停電しても、太陽光発電システムが発電していれば、発電した電力を最大限に非常用設備で使用できる。

4.5 接続箱機能

「SANUPS P61B」5kWモデルは、最大4回路入力可能な接続箱機能を標準装備した。また、直流一括入力にも対応しており、多様な太陽電池モジュールのシステム構成に対応している。

5. 回路構成

本装置は昇圧コンバータ回路、インバータ回路、制御回路、連系保護回路、通信回路などにより構成されている。「SANUPS P61B」5kWモデルの回路系統図を図4に示す。

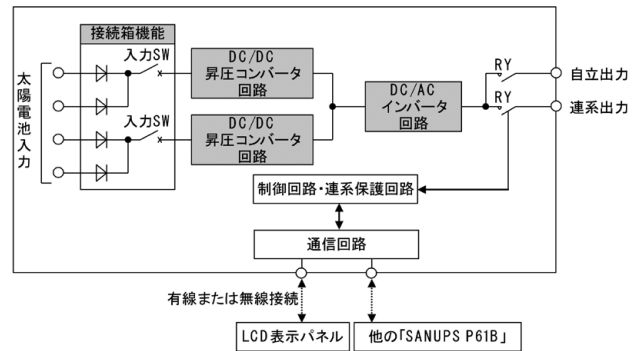


図4 回路系統図(5kWモデル)

5.1 MPPT回路

「SANUPS P61B」5kWモデルは、MPPT回路を2回路実装している。入力回路に接続された2つのストリング(ストリングとは太陽電池モジュール複数枚を直列に接続したものの)の電圧が異なる場合でも、各ストリングの発電電力を効率よく引き出すことで、発電効率を高めることを実現した。

5.2 通信回路構成

パワーコンディショナとLCD操作パネル間の通信は、有線と無線を選択することができる。

有線接続のインターフェースはRS-485を使用している。RS-485はツイストペアを用いた平衡型伝送路を採用しているため、比較的遠距離まで安定した通信が実現できる。通信プロトコルは標準的なModbusプロトコルに準拠し、お客さまのシステム構築の自由度を広げている。また「SANUPS Pシリーズ」として従来機種の装置情報データ配列と互換性を持ち、当社製品の「SANUPS PV Monitor」と接続することができる。

また、IEEE802.15.4規格を採用した無線通信機能を標準装備しているため、無線通信を使用する場合は、通信線の設置工事を省略することができる。

6. 運用上のメリット

6.1 設置場所を選ばない

「SANUPS P61B」シリーズは、高い静音性により、本体を居住スペースから遠ざける必要がないため、人の行き交う場所や建物の近くでも、安心して運用することができる。また、遊休農地などの普段人が立ち入らないような場所でも優れた耐環境性により、安心して長時間運用することができる。このような設置場所を選ばない仕様は、お客さまから多種多様な設置条件が求められるシステムインテグレータや量販店にとって大きなメリットである。

6.2 導入が容易

「SANUPS P61B」シリーズは単相3線出力で、絶縁トランスを用意する必要がない。また、屋外タイプの太陽光発電用パワーコンディショナとしてJET認証^(注5)申請中である。お客さまは、電力会社との系統連系協議にかかる時間や費用を低減することができる。

6.3 スtring・インバータとしての活用

太陽電池のStringを並列接続して、電池容量を増やす場合、各Stringの電圧を揃えないと、一般的なパワーコンディショナは発電電力を最大限に引き出すことができない。この対策のひとつとして、Stringごとにパワーコンディショナを設置する方法が取られるが、このような使用形態のパワーコンディショナをString・インバータという。

「SANUPS P61B」シリーズはString・インバータとしても最適なパワーコンディショナであり、複数台によるシステム構成や2回路のMPPT回路を使用することで、個々のStringの発電電力を引き出し、システム全体の発電効率を高めることができる。この活用方法は集合住宅、店舗、小型事業所の屋根など限られた空間での太陽光発電システムにおいて、効果を発揮する。図5にString・インバータとしての活用例を示す。Stringの違いによりそれぞれのパワーコンディショナの運転状態、発電状況は異なるが、LCD操作パネル、または「SANUPS PV Monitor」で一括監視することができる。

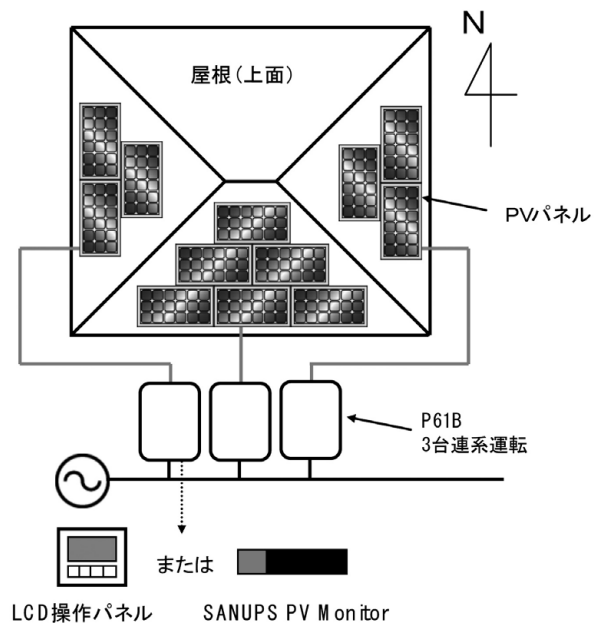


図5 String・インバータとしての活用例

7. オプション

7.1 サンシェード

サンシェードは、直射日光に対する遮熱効果を目的とした「SANUPS P61B」本体用のオプションであり、「SANUPS P61B」本体に取り付けることで、直射日光による温度上昇の軽減を図ることができる。

サンシェードは「SANUPS P61B」本体へ添付の金具を用いて、保護等級IP65を損なうことなく取り付けすることができる。図6にサンシェードを取り付けた5kWモデルの外観を示す。



図6 サンシェード 外観

7.2 「SANUPS PV Monitor」

「SANUPS P61B」シリーズは、当社製品の「SANUPS PV Monitor」と接続することで、遠隔監視やパワーコンディショナの状態情報、計測情報などのデータ収集・分析を行うことができる。図7に「SANUPS PV Monitor」を使用した遠隔監視の接続イメージを示す。

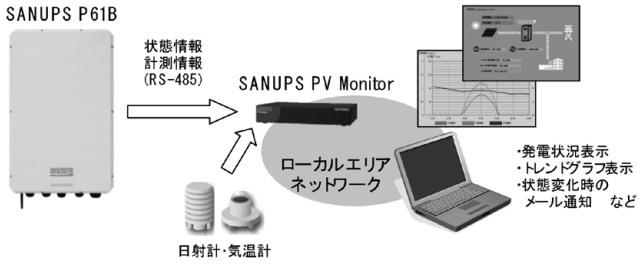


図7 「SANUPS PV Monitor」接続イメージ

8. 仕様

本装置の標準仕様を表1に示す。

表1 「SANUPS P61B」標準仕様

項目		型名	P61B152SJ	P61B502SJ	備考
定格出力容量	系統連系運転時		1.5kW	5.0kW	
	自立運転時		1.5kW (定格電圧 AC 202Vの場合) / 0.75kW (定格電圧 AC 101Vの場合)	5kW (定格電圧 AC 202Vの場合) / 2.5kW (定格電圧 AC 101Vの場合)	
絶縁方式			絶縁トランスなし		トランスレス方式
直流入力	定格電圧		DC220V	DC280V	
	入力電圧範囲		DC0 ~ 450V		
	入力運転電圧範囲		DC60 ~ 400V	DC60 ~ 450V	起動電圧：DC80V 定格出力範囲 1.5kW：DC150V ~ 350V 5kW：DC150V ~ 400V (温度による出力抑制あり)
	入力回路数		1回路	4回路 (一括入力あり)	
	MPPT回路数/モード		1回路	2回路/一括モード, 2系統独立モード	
	最大電流容量	総合/MPPT回路		11A / 11A	35A / 18A
総合/入力回路			11A / 11A	35A / 9A	
交流出力	相数・線数		単相3線		
	定格電圧	系統連系運転時	AC202V		
		自立運転時	AC101V		AC202V仕様も選択可能 (出荷時に設定)
	定格周波数		50Hz / 60Hz		
	交流出力電流ひずみ率		総合電流5%以下, 各次調波3%以下		定格出力電流比
	出力力率		0.95以上		系統連系運転・定格出力時
効率			94.5%	95% (接続箱機能除く)	JIS C 8961に基づく効率測定方法
通信方法			有線：RS-485, 無線：IEEE802.15.4		
冷却システム			自然空冷		
連系保護			過電圧 (OVR), 不足電圧 (UVR), 周波数上昇 (OFR), 周波数低下 (UFR)		
単独運転検出	受動的方式		電圧位相跳躍検出方式		
	能動的方式		ステップ注入付周波数フィードバック方式		
複数台連動機能			あり		
LCDパネル			表示部 単色グラフィックバックライト付きLCD (128×64ピクセル)		オプション
騒音			28dB以下		A特性 正面1m
使用周囲温度			-20 ~ +60°C		温度による出力抑制あり
防水・防塵保護等級			IP65		本体

9. むすび

今後、太陽光発電の普及が進むにつれて、太陽光発電システムの構成も多様化し、パワーコンディショナのさらなるラインアップ拡充が求められていく。また、さらなる高信頼、高効率、高機能、低コストのパワーコンディショナが求められていくと考えられる。

これらの市場要求に対応した迅速な製品開発をおこない、今後もお客さまが満足できる製品を提供していく所存である。

今回の開発、製品化にあたり、ワーキンググループのメンバーをはじめとする多くの関係者の協力と助言を得られたことに深く感謝する次第である。

(注1) IEEE802.15.4は米国に本部を有するIEEE (アイ・トリプルイー) により策定された標準規格。

(注2) 2013年8月現在。同容量の、日本国内向け太陽光発電用パワーコンディショナとして。当社調べ。

(注3) 「JIS C 8961 太陽光発電用パワーコンディショナの効率測定方法」に基づく定格負荷率。

(注4) 「JIS C 0920 電気機械器具の外郭による保護等級 (IPコード)」に規定されている等級分類。

IP65：じんあいの侵入がなく、あらゆる方向からの噴流水による影響がない。

(注5) JET：一般財団法人 電気安全環境研究所



北澤 誠

1999年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



柳沢 稔美

1995年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



永井 正彦

1993年入社

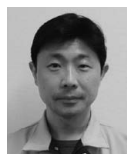
パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



山田 浩

1994年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



宮島 英彰

1992年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



木村 博文

2007年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



村井 丈夫

2012年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の開発・設計に従事。



金子 義敬

1992年入社

パワーシステム事業部 設計第二部
無停電電源装置の機構設計に従事。