

単相PVインバータ 「SANUPS P61A」の開発

塩川 直彦

山田 浩

Naohiko Shiokawa

Hiroshi Yamada

1. まえがき

地球温暖化の危機が叫ばれる現在、低炭素社会の実現へ向け、機器の省エネルギー化と共に、再生可能エネルギーの普及が大きな課題として挙げられている。太陽光発電は、再生可能エネルギーの中でも特に潜在的な利用可能量が多い。我が国の「低炭素社会づくり行動計画」でも太陽光発電の導入量を2020年に2008年比10倍、2030年には40倍にすることを目標としている。

一方、海外においても、2003年以降ドイツ・スペインなどEU諸国のFIT^(*)制度等の国家施策により、太陽光発電の普及促進はめざましい。これらの諸施策により、2008年までの5年間で世界の年間導入量は10倍以上となった。引き続きEU市場は拡大傾向であるが、今後は中国・東南アジア・オセアニア地域が市場を牽引すると予想されている。

PVインバータは太陽電池と共に太陽光発電システムの重要な構成要素である。市場からは高効率、高機能、長寿命、高信頼のPVインバータの登場が望まれている。

本稿では、これらの期待に応えるべく開発した、海外市場向け単相PVインバータ「SANUPS P61A」の概要を紹介する。

2. 開発の背景

海外の給電方式は三相4線式が主流で、単相機器は中性線と各相間に接続し使用されている。使用電圧は220Vまたは230Vが主である。

これまで、当社には単相出力のPVインバータのラインアップは無かったが、拡大する海外市場向けに製品のラインアップ拡充を目指し、単相PVインバータ「SANUPS P61A」を開発した。出力容量は3kW、5kWの2タイプをシリーズ化した。

3. 製品の概要

「SANUPS P61A302」(3kW)の外観を図1に、「SANUPS P61A502」(5kW)の外観を図2に示す。

3kW、5kWともに壁掛けタイプで、全幅と奥行きは同寸法である。外観は直線を基調とし、並べて複数台設置しても景観にマッチするデザインとした。

本体色はシルバーで、「SANUPS」のブランドカラーである赤を

基調としたブランドロゴを中央に配置した。また、ブランドロゴ周辺にLCD表示パネルと操作スイッチをコンパクトにまとめ、機能性に富み、かつ洗練されたデザインとした。

LCD表示操作部の外観を図3に示す。



図1 「SANUPS P61A302」3kW



図2 「SANUPS P61A502」5kW



図3 LCD表示操作部

4. 特長

4.1 高効率

「SANUPS P61A」は入出力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、変換回路を昇圧チョッパ回路とフルブリッジインバータ回路で構成している。これらにより、業界トップクラスの高効率96%（最大効率）を達成した。

図4に負荷率-変換効率特性を示す。3kWタイプは負荷率100%、5kWタイプは負荷率60%で最大効率96%を達成した。

太陽電池の出力電圧および出力電力は、日射条件や外気温などの外部環境で大きく変動する。PVインバータは、入力電圧や負荷率が変動しても常に高い変換効率を維持する特性が求められる。

3kWタイプ、5kWタイプそれぞれの変換効率分布を図5、図6に示す。図5、図6は横軸にPVインバータの負荷率、縦軸にPVインバータの直流入力電圧をとり、変換効率の分布を示した特性図である。

3kWタイプは負荷率65%以上、直流入力電圧280V以上の動作条件で効率94%以上を達成した。同様に5kWタイプは負荷率40%以上、直流入力電圧280V以上の動作条件で効率94%以上を実現している。

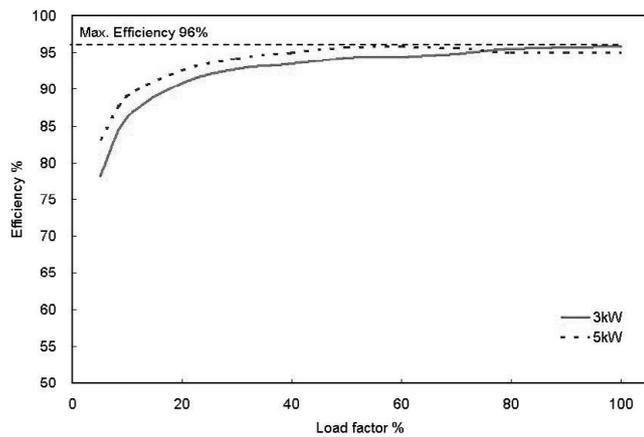


図4 負荷率—効率特性

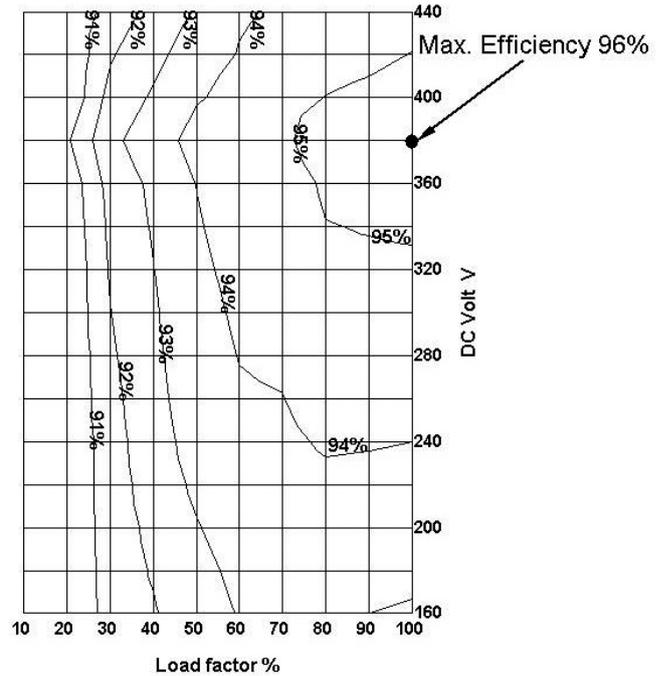


図5 効率分布(3kW)

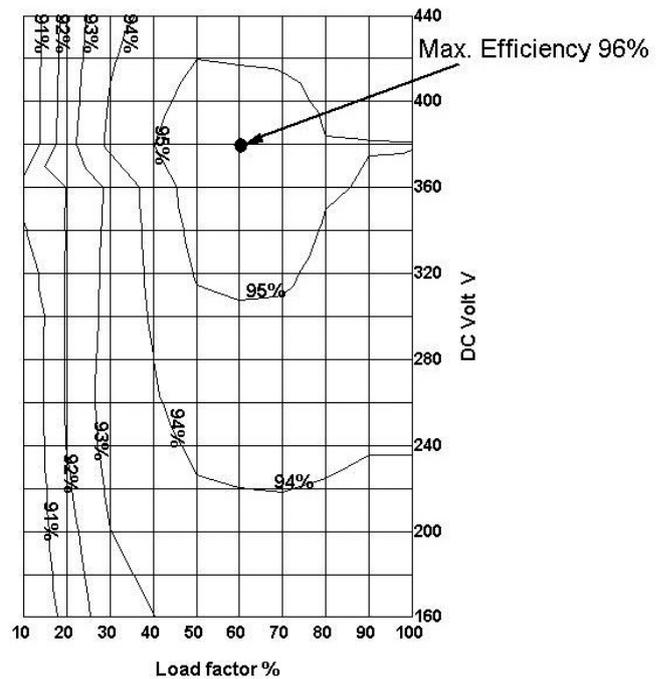


図6 効率分布(5kW)

4.2 高い防塵・防水性能

「SANUPS P61A」は冷却にファンを使用しない自然空冷方式を採用し、筐体を密閉構造とした。この結果、屋外の使用にも耐えられる防塵・防水性能を有し、保護等級IP65を達成した。

筐体のカバーを二重構造にして、それぞれのカバーと本体の間に防水パッキンを実装した。また、外部への配線インタフェースは全て本体底面に集中レイアウトし、全てのコネクタ・端子台に防水対応部品を使用した。

本体底面のレイアウトを図7に示す。また、採用した防水対応部品を図8に示す。

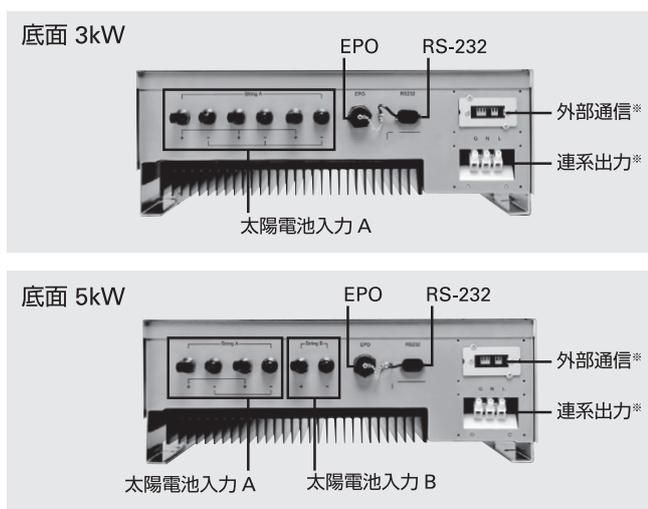


図7 本体底面の入出力インタフェースレイアウト



図8 採用した防水対応部品

4.3 長寿命

「SANUPS P61A」は、冷却ファンを使用しない自然空冷と長寿命部品の採用により、10年間部品交換を不要とした。

また、部品交換により20年間使用できる。

4.4 小型化

「SANUPS P61A」は自然空冷を採用しながらも、従来機種より小型化を達成している。従来機種P73D103(10kW)の容積出力密度は、0.0992W/cm³、「SANUPS P61A」5kWタイプは0.1266W/cm³であり、従来機種より22%小型化した。

「SANUPS P61A」の外形寸法・質量を図9に示す。

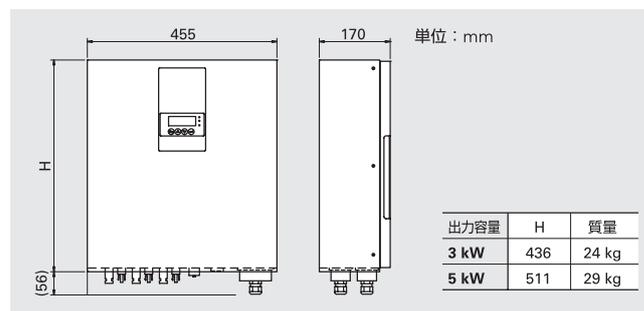


図9 「SANUPS P61A」外形寸法・質量

5. 回路構成

5.1 回路ブロック図

「SANUPS P61A」の回路ブロック図を図10、図11に示す。「SANUPS P61A」は昇圧チョップ回路・インバータ回路・フィルタ回路などの主回路部と、主回路の制御を行う制御回路・連系保護回路・外部通信回路などの制御回路部で構成されている。

各々の回路構成要素について詳細を紹介する。

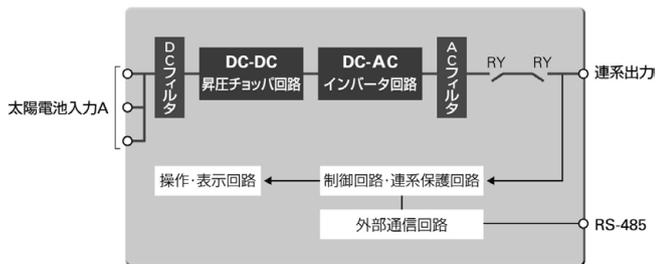


図10 回路ブロック図(3kW)

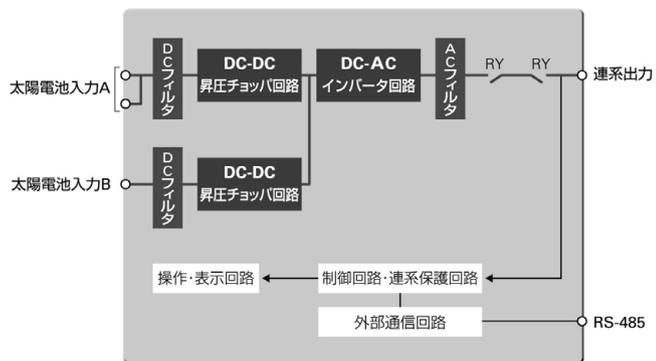


図11 回路ブロック図(5kW)

5.2 昇圧チョップ回路

昇圧チョップ回路は、太陽電池の出力電圧が低い時に、インバータ回路が連系に必要な電圧を出せるように、インバータ回路の入力電圧を昇圧する回路である。

「SANUPS P61A」は定格出力運転を行う入力電圧範囲がDC150～450Vである。昇圧チョップ回路は太陽電池入力電圧が380Vよりも低いときはインバータ回路の入力電圧を380Vまで昇圧し、太陽電池入力電圧が380Vを超えた時は動作を停止して、太陽電池入力電圧とほぼ同じ電圧をインバータ入力に供給する。変換素子にはIGBTを採用した。

5kWタイプは昇圧チョップ回路を2回路内蔵している。5kWタイプは異なる2つの太陽電池パネルの直並列構成を、それぞれ太陽電池入力A、Bに分割して入力することができる。これによりMPPT^(*)制御もそれぞれ個別に行うことができ、AおよびBに接続された太陽電池の日射条件などが異なる時でも、それぞれの太陽電池の最大出力点を追従することができる。また、本体の設定によりAおよびB入力をマルチ接続し、1回路入力として使用することもできる。

5.3 インバータ回路

インバータ回路は直流電力を交流電力へ変換し、系統へ安定した交流電力を供給する。回路方式には単相フルブリッジ方式を、変換素子には昇圧チョップ回路と同型のIGBTを採用することで部品共通化を図っている。

5.4 制御回路

制御方式はデジタル制御を採用し、高速処理が可能なDSP (Digital Signal Processor) を使用している。制御回路を駆動する制御電源は、太陽電池入力からの供給のみとし、夜間の待機電力は0.2W以下を達成した。

5.5 外部通信回路

外部通信回路は、通信方式にRS-485を採用し、遠隔監視装置「SANUPS PV Monitor」の接続に対応している。通信速度は汎用計測機器との互換性確保のため、9600bpsとした。

「SANUPS PV Monitor」を接続することで「SANUPS P61A」の遠隔監視や日射計・外気温度計のデータ収集・分析をすることが可能である。

「SANUPS PV Monitor」を使用した遠隔監視の接続イメージを図12に示す。

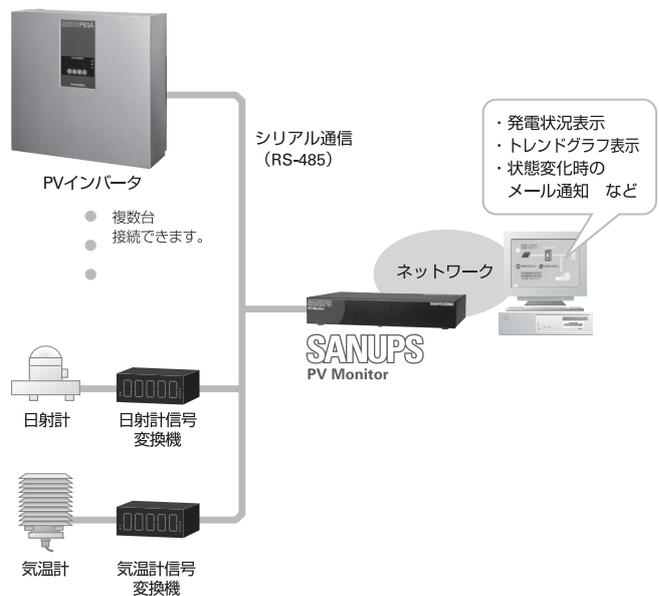


図12 PV Monitor 接続イメージ

5.6 電気仕様

表1に「SANUPS P61A」の仕様を示す。

表1 「SANUPS P61A」の主な仕様

項目	型式	P61A302	P61A502	備考
出力容量		3kW	5kW	
方式	主回路方式	自励式電圧形		
	スイッチング方式	高周波PWM方式		
	絶縁方式	絶縁トランスなし(非絶縁)		
直流入力	最大許容入力電圧	DC500V		
	入力運転電圧範囲	DC120 ~ 500V		
	定格出力範囲	DC150 ~ 450V		
	最大出力追従制御範囲	DC150 ~ 450V		
	MPPT ^(*2) 回路数	1	2	
交流出力	相数・線数	単相2線		
	定格電圧	AC230V		
	電圧範囲	AC184 ~ 264.5V		
	定格周波数	50または60Hz		
	定格出力電流	AC13A	AC21.7A	
	交流出力電流ひずみ率	総合電流 5%以下, 各次 3%以下		定格出力電流比
	出力力率	0.99以上		定格出力時
効率	最大効率	96%		
	EU効率	94%		
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	無効電力変動方式		
通信方式		RS-485 Modbus		RTU mode
使用環境	設置場所	屋外		
	周囲温度	-25 ~ 60°C		40°Cを超える場合は出力制限運転
	相対湿度	0 ~ 90%		結露なきこと
	標高	2,000m以下		
保護等級		IP65		
冷却方式		自然空冷		
接続		交流出力: 端子台, 直流入力: コネクタ(MC4)		

6. むすび

以上、「SANUPS P61A」について、概要を紹介した。

本製品の開発により、海外で使用できる太陽光発電用インバータのラインアップは3kW ~ 100kWとなった。

今後、太陽光発電の普及に伴い、高効率、高機能、高信頼、低コストのPVインバータ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行い、お客様が満足する製品の提供と、低炭素社会の実現に貢献する所存である。

なお、今回の開発、製品化にあたり、多くの関係者から協力と助言を得られたことに感謝する次第である。



塩川 直彦

1989年入社
パワーシステム事業部 設計第一部
太陽光発電システムの開発、設計に従事。



山田 浩

1994年入社
パワーシステム事業部 設計第一部
太陽光発電システムの開発、設計に従事。

(*1) FIT ; (Feed - in Tariff), 固定価格買取制度のこと。太陽光発電などの再生可能エネルギーを普及させる手法として注目されている。

(*2) MPPT:(Maximum Power Point Tracking), 最大電力点追従制御とも呼ばれる。太陽電池は日射量、外気温などの外部環境により最大電力を出力できる動作点が常に変化する。この動作点を常に追従制御すること。