

個人住宅向け太陽光発電システム用 「PVH コンディショナ」

尾上 和敏(おのうえ かずとし)

木戸口 秀隆(きどぐち ひでたか)

藤本 久(ふじもと ひさし)

① まえがき

1973年（昭和48年）の第一次オイルショック以来、新エネルギー技術、省エネルギー技術の開発に関心が集まるとともに石油などの化石燃料の有限性が議論されてきた。近年では酸性雨問題、炭酸ガスによる温室効果などの地球環境問題も取り上げられている。このことからも、一次エネルギーである化石燃料の使用をできるだけ制限する必要があり、新エネルギー技術、省エネルギー技術の開発が重要な課題として位置づけられているのは当然といえる。

このようなことから1974年に国は長期的・総合的な視野に立ったサンシャイン計画を発足させた。そのなかで、太陽光発電技術開発などの、いわゆる新エネルギー関連技術の開発が行われ、さらに1993年にはサンシャイン計画を発展させたニューサンシャイン計画がエネルギーと環境を統合した新たな技術開発計画として発足している。

太陽光発電システムは新エネルギー分野の太陽エネルギーを利用する技術開発の中心に据えられ、太陽電池の開発、システムの開発が行われてきている。太陽エネルギーは自然のエネルギーであり、燃料が不要であること、クリーンであること、システムが比較的簡単であること、メンテナンスフリーであることなどの多くの特長を持っている。また、小規模なものから大規模なものまで比較的自由に設計ができ、小規模なものは時計・電卓用の電源として数Wのものから、大規模なものでは分散形電源として数百kWのものまで用いられ、幅広い利用が期待されている。

このような背景のなかで、太陽光発電の実用化開発が精力的に進められ、研究開発の段階からフィールドテストへ、さらに最近では太陽光発電システムのコストダウンの技術開発へと進んできている。

また、太陽光発電システムの合理化を図るために系統と連系して運転される方式とすることが求められるようになり、蓄電池なしの系統連系形システムがフィールドテストされ、実績を積みつつある。これらの動きに連動してシステムの主要な機器であるインバータに対しては、小形・軽量・低

コスト化はもちろんのこと、変化する太陽電池の発電量を最大限に利用するように制御する機能、系統連系したシステムから系統へ悪影響を与えない機能が要求されている。

② 太陽光発電システムに対する富士電機の取組み

富士電機は1974年に開始されたサンシャイン計画に参画し、個人住宅用システム、分散形電源システム、リゾートハウス用システム、防災表示用システムなどを受託研究として開発し、太陽電池についてはアモルファスシリコン太陽電池の開発を進めてきた。

これらのシステムの構築、研究において得られた技術をベースとして富士電機は国内外に多くの太陽光発電システムを納入してきた。最近の電力用太陽光発電システムの納入例の一部を表1に示す。

これらの経験で培った技術を基にして個人住宅向け太陽光発電システム用「PVH (Photovoltaic for Home-use) コンディショナ」を開発したので、それを中心に紹介する。

表1 富士電機の電力用太陽光発電システムの納入例

設置場所	主要構成機器	形態・用途
宮城県仙台市	太陽電池 10kW 10kVA インバータ×1	系統連系形 所内電力用
広島県広島市	太陽電池 5kW 2kVA インバータ×2	独立形 実験研究用
長野県松本市	太陽電池 20kW 20kVA インバータ×1	系統連系形 所内電力用
東京都大島支庁	太陽電池 4kW 3kVA インバータ×1	独立形 浄化槽ポンプ用
宮城県女川町	太陽電池 3kW 3kVA インバータ×1	系統連系形 PRセンター電力用
愛知県半田町	太陽電池 10kW 10kVA インバータ×1	系統連系形 所内電力用
岡山県笠岡市	太陽電池 5kW 5kVA インバータ×1	系統連系形 所内電力用

尾上 和敏

昭和56年入社。太陽熱利用システムの開発および研究開発管理業務に従事。現在、技術開発センター太陽エネルギーシステム部主査。



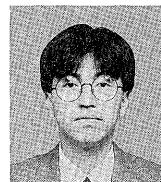
木戸口 秀隆

昭和56年入社。パワーエレクトロニクス製品の開発・設計に従事。現在、神戸工場設計部課長補佐。



藤本 久

昭和62年入社。半導体電力変換装置の開発に従事。現在、(株)富士電機総合研究所パワーエレクトロニクス開発研究所変換装置開発グループ。



③ システム構成と PVH コンディショナの特長

3.1 システム構成

個人住宅用に設置される標準的なシステムは図1のような機器で構成されている。個人住宅用のシステムは屋根上に太陽電池を設置し、日射により発生した直流電力を PVH コンディショナで交流電力に変換し、室内の負荷および配電線に接続している。

このシステムは低圧配電線に連系するもので、一般個人住宅に設置する標準的な発電容量は最大出力で 3 kW 程度である。また、このシステムに組み込まれる PVH コンディショナは連系保護装置を内蔵している。低圧配電線との系統連系を行うためには一定の技術基準を満たしていることが必要であるが、その基準を満たす安全性・信頼性があることを証する認証登録を(財)日本電気用品試験所から取得した。

3.2 PVH コンディショナの特長

図2に、開発した PVH コンディショナの外形図を示す。外観は薄形でスマートなデザインとなっており、室内の壁に取り付けても違和感のないものとしている。図3は実際に壁に取り付けた状態の写真である。

図4に PVH コンディショナの回路構成を示す。主回路

図1 個人住宅用の標準システム

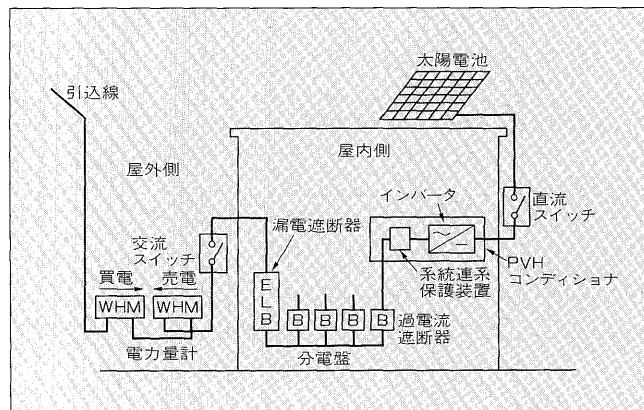
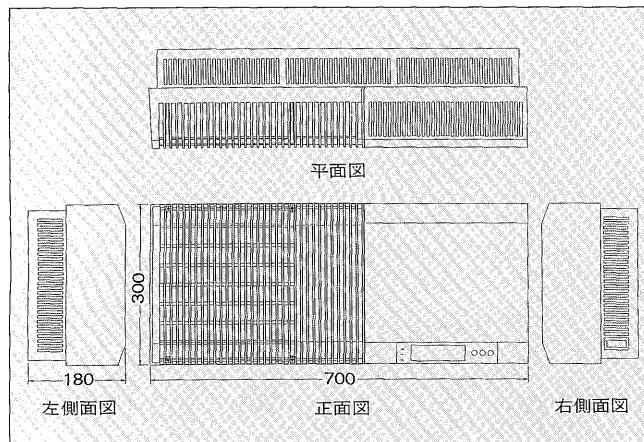


図2 PVH コンディショナ（3 kVA）の外形図



は新方式の高周波絶縁方式で構成し、制御回路は基本となる電流制御部をアナログ制御で行い、太陽光発電用インバータとして必要な最大電力追従制御、起動・停止制御、無効電力変動抑制、系統電圧上昇制御など多くの制御機能をマイクロコンピュータ（マイコン）により実現している。

表2に主な仕様を示す。今回開発したものは1相2線式100V出力となっているが、高周波絶縁方式を採用しているので、小形で高効率のオートトランジスタを出力側に設置するだけで1相3線式にも対応可能である。

以下に PVH コンディショナの個々の技術的特長について詳細に述べる。

3.2.1 新回路方式による高周波絶縁インバータ

今回開発した PVH コンディショナの大きな特長として、新回路方式による高周波絶縁があげられる。図5にインバータの主回路構成と制御ブロック図を示す。1段目のインバータで高周波 PWM スイッチングを行い、高周波トランジスタで絶縁した後、商用周波の交流に直接変換するサイクロコンバータ方式のインバータである。1段目のイン

図3 PVH コンディショナの取付状況



図4 PVH コンディショナの単線結線図

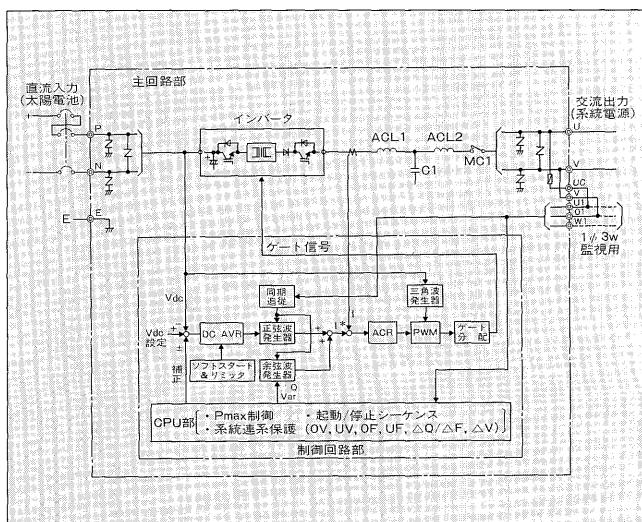
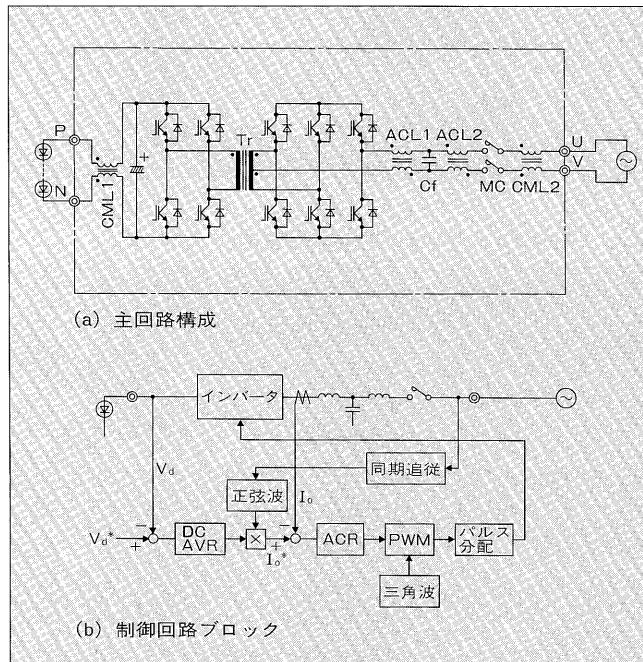


表2 PVH コンディショナの仕様

項目	単位	仕様	備考
定格出力容量	kVA	3	
主回路方式	—	電圧形インバータ	
制御方式	—	電流制御形インバータ	
絶縁方式	—	高周波トランス絶縁	
直流入力	定格電圧	V	200
	出力保証電圧	V	170~230
	入力許容電圧	V	0~300
系統条件	相数	—	1 2線
	定格電圧	V	101
	電圧変動範囲	V	±6
	定格周波数	Hz	50/60 自動切換方式
	周波数変動	%	±3.0
交流出力	力率	%	95以上 定格~1/8出力時
	電流ひずみ	総合 %	5以下 定格出力時
	各次	%	3以下
	変換効率	定格出力 %	92以上 制御電源などを含む
		50%出力	92以上
		25%出力	89以上
	出力電流制限	%	110
外寸法	mm	W700×H300×D180	
質量	kg	25	
環境条件	周囲温度	°C	0~40
	相対湿度	%	30~90
	標高	m	1,000以下

図5 インバータの主回路構成と制御ブロック図



バータのスイッチング周波数は 15.6 kHz である。図 6 に、適用した第三世代 IGBT 主回路素子と制御回路プリント

図6 第三世代 IGBT 主回路素子と制御回路プリント基板

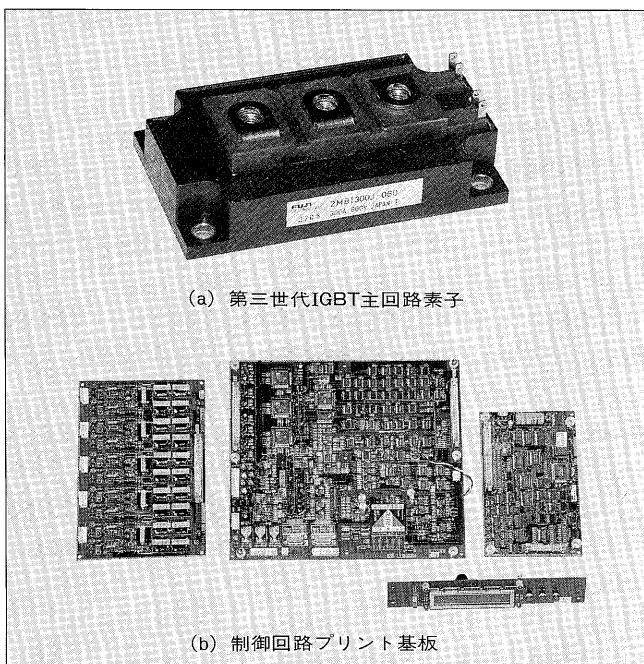
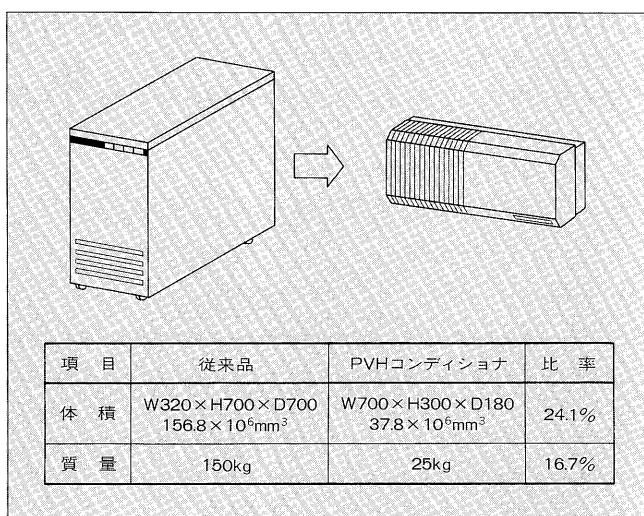


図7 従来品と PVH コンディショナとの比較



基板を示す。

3.2.2 小形・軽量

高周波絶縁方式のインバータのため、絶縁トランスを小形・軽量とすることができた。従来の商用周波トランス方式と比較（当社比）すると、体積は 24%，質量は 17% と非常に小形・軽量になっている。図 7 に従来品との比較を示す。

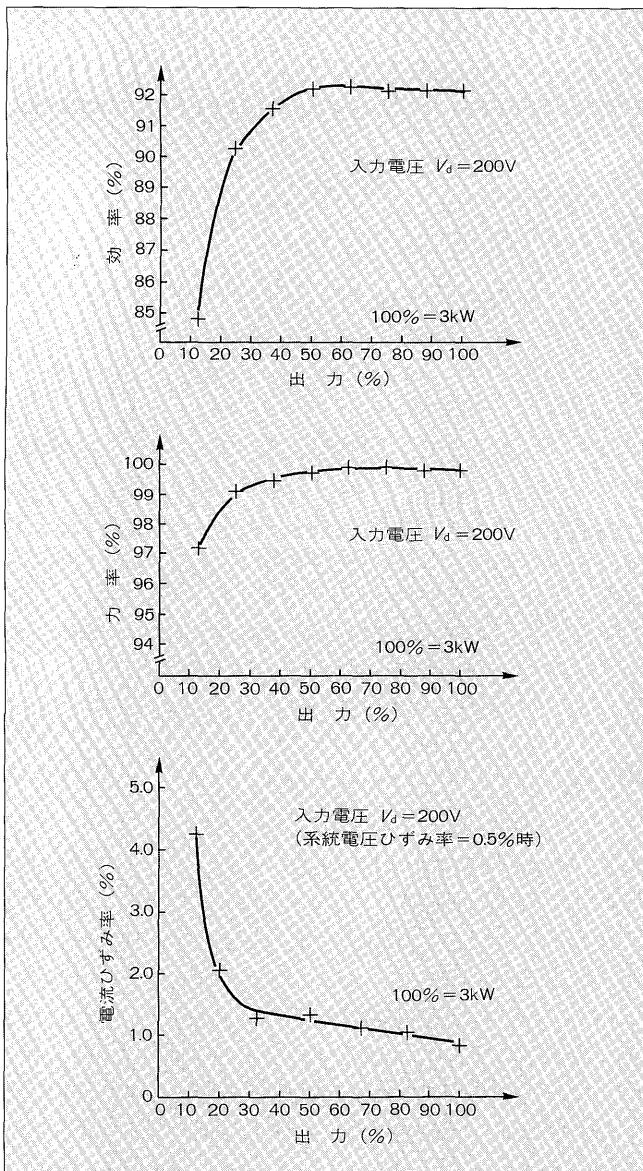
3.2.3 高効率、低ひずみ出力

図 8 に出力特性の一例を示す。効率は 92% 以上で、1/4 出力時点でも 90% を超えている。また、力率、電流ひずみ率もガイドラインの定格出力時の規格値である力率 95% 以上、高周波含有率 5% 以下（総合）を1/8出力時点でクリアしている。

3.2.4 多機能、LCD による集中表示

マイコンによる多機能化、LCD での集中表示化を行い、

図8 出力特性

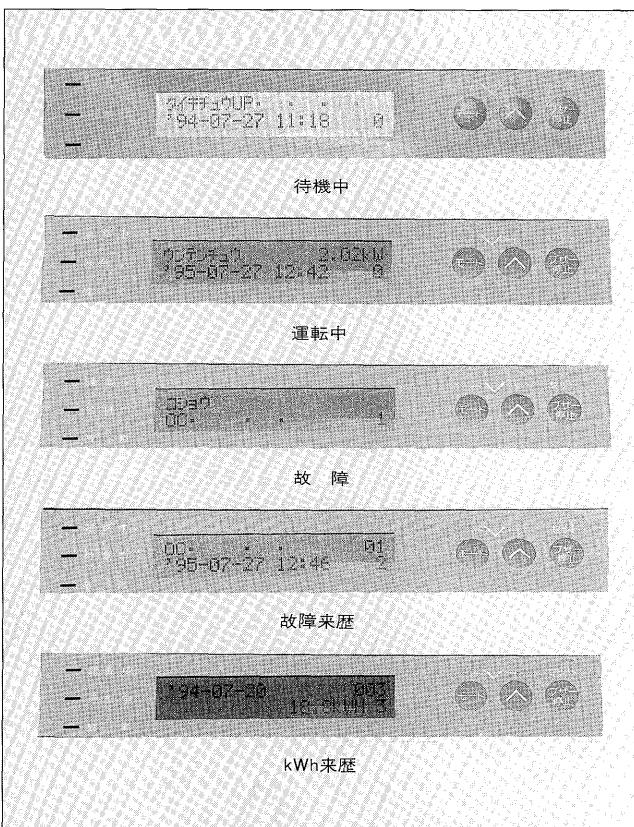


ユーザーへの表示サービスの向上とともに、試験でのデジタル化による可変調整抵抗器（VR）を不要にしている。図9にユーザーへの表示例を示す。運転、待機中の表示に加え、故障来歴表示によるトラブルシューティングの援助、kWh来歴表示による発電量記録サポートの機能を備えている。工場試験では、さらにプロジェクトを外して各制御・保護レベルの調整ができ、VR レス化による試験工数の削減も図っている。また、低日射量時の動作の不安定さが問題であった起動方式についても、起動電圧レベル学習機能を設けることで、接続された太陽電池の特性の違いや、気温変化による電圧の変化にも、安定した起動・停止動作ができるようにしている。

3.2.5 ガイドライン対応の系統連系保護装置

系統連系技術要件ガイドラインに従った低圧連系の保護装置を内蔵しており、外付けの保護リレーは不要になっていている。系統連系保護として重要な単独運転検出機能としては、受動方式として系統電圧位相跳躍を含んだ電圧波形異

図9 LCD表示部



常検出方式を、また、能動方式として無効電力変動方式を採用している。これらの検出機能により、電力系統側での異常発生時には、インバータを確実に停止させることができとなっており、単独運転現象による保守上の危険を防止している。

3.2.6 長寿命で保守・点検が容易

一般住宅という位置づけから、低騒音、保守性を考慮して自然空冷方式としているので、ファンがなく部品交換は不要である。また、系統電圧監視用の端子台を主回路端子台と別に設置しており、定期的な系統連系保護機能の確認試験も容易に行える。

4 あとがき

今回開発した個人住宅向け太陽光発電システム用「PVH コンディショナ」は、最大出力 3 kW であるが、今後、フィールドでの運転経験により、より安定性が高く、信頼性に富むものであることを実証する必要があると同時に、大容量化も課題となるといえる。

自然エネルギーの導入は必要不可欠なものとして認識されており、個人住宅向け太陽光発電システムも実用化に向けて動きだしつつある。

今後、PVH コンディショナを中心とした太陽光発電システムのさらなる技術の向上が期待されることから、関係各位の一層のご指導とご協力ををお願いする次第である。



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する商標または登録商標である場合があります。