

第6章 太陽電池からの直流を 交流100Vに変える

出力100Wの ソーラ・インバータの製作

中平 強/浅井 順
Tsuyoshi Nakahira/Jun Asai

写真6-1に示すのは、130W級の太陽電池から出力される直流を交流100Vに変換するソーラ・インバータです。ソーラ・インバータは系統連系を行わない独立型で、昇圧チョッパ、サイン波インバータ、制御回路〔写真6-1(b)〕で構成されます。基本動作の理解を容易にするため、実製品ではマイクロプロセッサで構成される制御回路をディスクリートで組みました。

仕様

● 太陽電池

使う太陽電池は、 V_{pm} (最適動作点電圧) = 33V, 出力130W程度の24V独立システム用です。または12Vシステム用、 $V_{pm} = 16.5V$, 出力70W程度の太陽電池2枚を直列接続したものを前提としました。試験に使った太陽電池の特性を図6-1に示します。

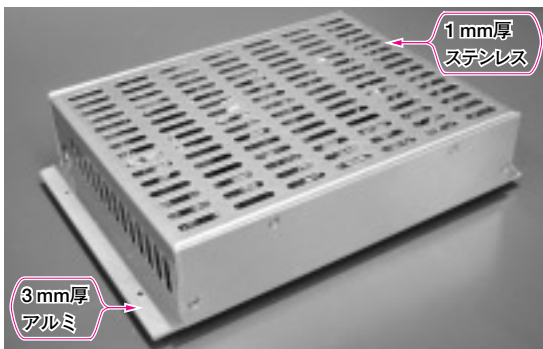
● インバータ

▶ 出力

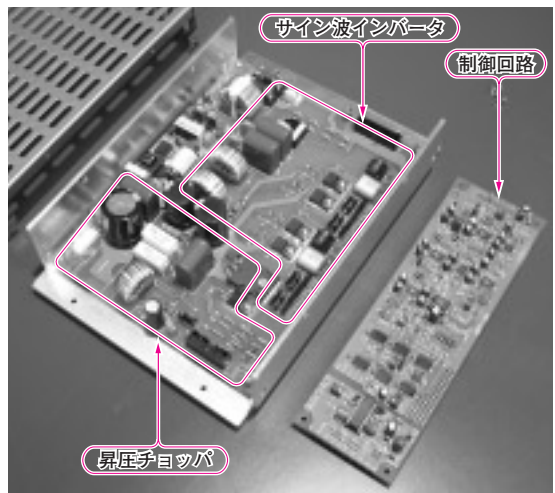
インバータの出力は、AC100V単相60Hz(定数で50Hz可)サイン波、ひずみ率5%以下、最大100Wです。製作するソーラ・インバータは、太陽電池直結だけでなく、調整により24V蓄電池システムでも使えます。

▶ 動作範囲

動作点は図6-2の領域Aを動作範囲としました。負荷に応じて開放電圧から P_{max} 点までの間で動作します。領域Bでは少しの吸い込み電流の変化で大きく電圧が変化し、本器自身の制御電源が確保できなくなる可能性があるため、最大吸い込み電圧は V_{pm} までとしています。 P_{max} 以上の負荷電力が求められる条件では、振幅(出力電圧)を下げるよう制御されます。



(a) ケース



(b) 内部基板

写真6-1 製作したソーラ・インバータの外観

Keywords

パワー・コンディショナ, サイン波インバータ, 系統連系, MPPT, 最大電力点追従, トランス・レス方式, 高周波トランス方式, 低周波トランス方式, 昇圧チョッパ, EMIフィルタ, 太陽電池模擬電源, $I-V$ 特性, 部分日陰, ひずみ率, 効率

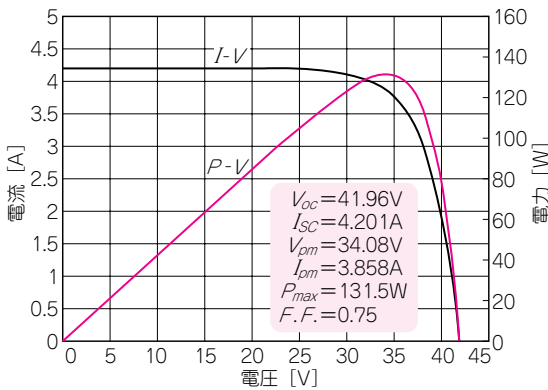


図6-1 使用する太陽電池の特性

インバータの回路設計

回路構成は、住宅連系用としてもっとも普及しているトランス・レス型(第6章 Appendix 参照)のミニチュアとしました。このため面倒なトランスを巻く必要がなく、インダクタには市販品のトロイダル・コイルを使用しました。図6-3に全体のブロック構成を示します。前段は昇圧チョッパ、後段はサイン波インバータと、2段構成になっています。

● 昇圧チョッパ

前段の昇圧チョッパでは、太陽電池の42~33Vの電圧を200Vに昇圧しています。100V_{RMS}を出力するには $100 \times \sqrt{2} = 141$ Vの最大値でも十分に電流を流せる必要があるため、200Vとしました。

昇圧チョッパの制御には、PFC用の制御IC FA5502(富士電機)を使用しました。パワー・デバイスはMOSFETを使って、筐体に放熱しています。

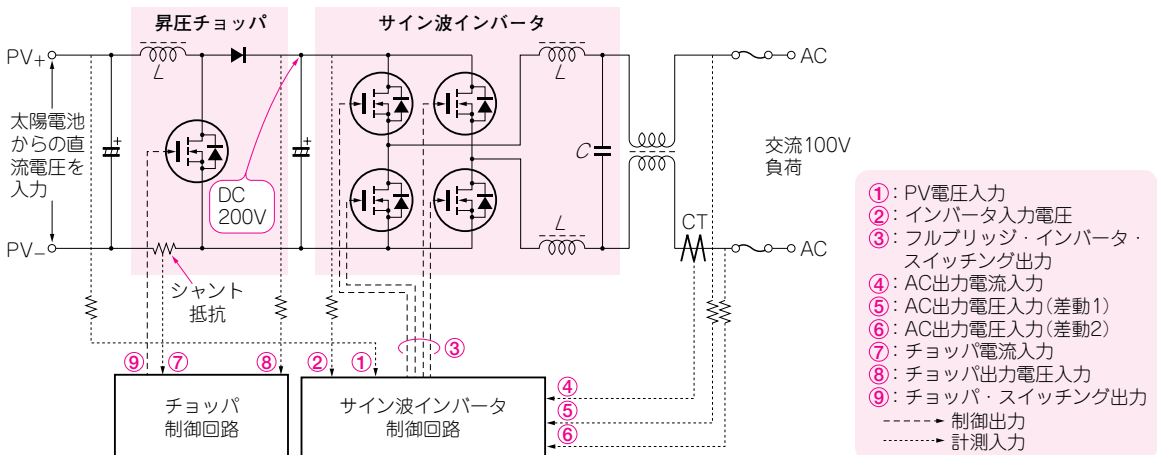


図6-3 製作したソーラ・インバータのブロック図

昇圧チョッパ、サイン波インバータ、その制御回路で構成される

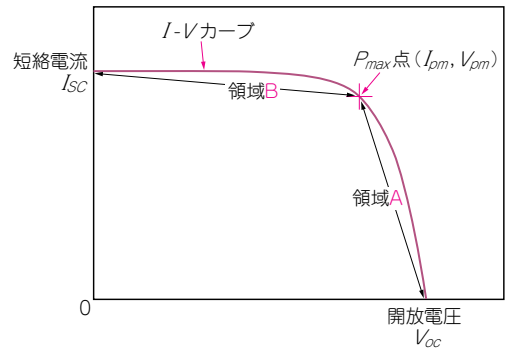


図6-2 製作したソーラ・インバータのI-V特性上の動作範囲

● サイン波インバータ

後段のサイン波インバータには、フルブリッジ回路を使っています。ハイ・サイド・ドライブには、パルス・トランスを使い、回路を簡略化しています。

パルス・トランス TF-C2(日本パルス工業)は、最大ON時間の制限があるため、ハイ・サイドを高周波(PWM)スイッチング、ロー・サイドを低周波(60Hz)スイッチングさせています。

今回、サイン波インバータの制御回路は、すべてディスクリート部品で製作しました。OPアンプとCMOSゲートICは表面実装品にしましたが、CR類は交換の容易なリード線付き部品を使用しました。動作チェック用のテスト・ポイントも多数設けています。

● コイルやほかの部品

図6-3のコイルは3個とも同じSHP-054(NECトーキン)で、出力電流センサにはCTL-06L(ユー・オール・ディー)を使用しました。ほかもできるだけ汎用部品を使用しました。

保護用として出力にヒューズを設けており、出力過電圧、過電流のときスイッチングを禁止しています。