

P-ch スイッチの DCDC ダウンコンバーター

木下@木下電機

エアロバイク型人力発電機出力をバッテリー充電したり、AC100Vに変換するDCACインバータに直接投入するとき一定以上の電圧の上昇が問題になった。人力発電機にはDCブラシモータが内蔵されていて足の回転に応じて出力電圧が上昇する構成になっている。だから元気な子供達がヒッチャキになって漕ぐと50V近くの電圧が出力されることもあるからだ。

もちろんペダルと発電機のギア比を換えて最大出力電圧を制限することも可能だが、人間の負荷特性あわせて100rpmほどのペダル回転数で電力を取り出しながら12V120Wほどの出力とするのにちょうどいいギア比にしてある。(リサイクル品を利用しているので調達の問題もある)

人力発電機の負荷として自動車用DC12V系の機器が適合するが、そのまま元気な子供に漕がせるとあっという間に電解コンデンサをぶっ飛ばしてしまい顧客クレームとなる。

対策のため、人力発電機の出力電圧を制限するインバータを検討した。

入力電圧範囲は3~50Vで負荷に対する接続はシームレスで、出力電圧を12V系3~14Vに制限する。変換電力は最大150Wの降圧チョッパとした。

降圧チョッパのコントロールは高効率を狙ってLTC3824を使う。ハイサイドスイッチにP-chMOSFETを使うのでDUTY100%が可能で今回の用途にぴったりだ。同期整流型ではないが今回は出力電圧が14Vと高めなので90%以上の効率が狙えるはず。最近チョッパコンバータのコントローラはNSやLTCで販売しているデバイスで簡単に高効率が出せるのでディスクリートで組み上げようとは思えなくなった。

図2は製作したダウンコンバータ基板で60×50の面積に収めた。MOSFETとショットキーはTO220パッケージのものにし熱抵抗低め熱容量大きめにし過渡負荷による破壊に強くした、写真ではプリント基板の下に収まっている。

Digi-Keyで検索しMOSFETはゲートチャージの小さいIXYS IXTP32P05T、ショットキーは接合容量の小さいものVISHAY V30100Sを選んだ。SMDの実装はいつものようにディスペンサーでクリーム半田を盛りオープンでチン。EPCOSのインダクタが熱容量大きく手半田したがコテ2本でも温度上がらず不可、インダクタをストーブの上でしばらく焼いてからの半田付けでやっと付いた。



図1 PiccoloS.P.Aの人力遊園地例



図2 ダウンコンバータ基板 H35×W60×D50
赤囲み部分がLTC3824

製作したダウンコンバータの特性です。入力電圧が15~50Vでロードレギュレーション2%、 η も89%以上となかなかの性能だ。

出力電圧が高めなので同期整流でなくてもそれなりの効率は出る。

が、50V入力で13.7V出力なら電圧比が3.65倍もあるのにただのチョップで90%程度の効率を保つのはなかなかすごいことだ。半導体も受動部品も着々と改善されていてびっくりする。

ロードレギュレーションがだらだらと落ちているのは入力電圧14Vの時。100m Ω 分ぐらい落ちた。

測定環境

気温 15 $^{\circ}$ C

電源 HP6038A

電子負荷 ERL150-D

電圧計 HIOKI7016

電流シャント PCN 20m Ω 4端子

入力電圧電流はHP6038Aの読み値、出力電圧は7016で測定

出力電流はシャント電圧を7016で確認

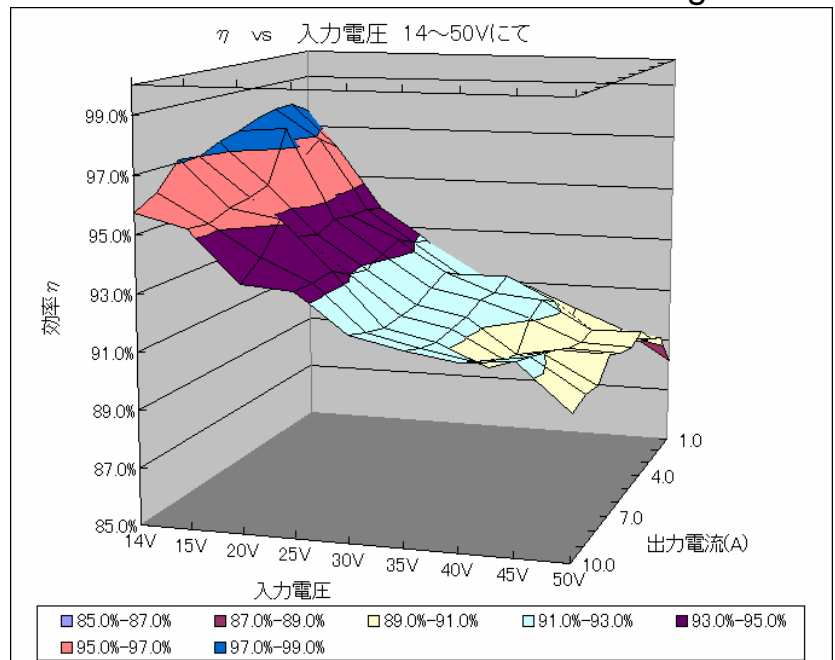


図3 製作したダウンコンバータの効率

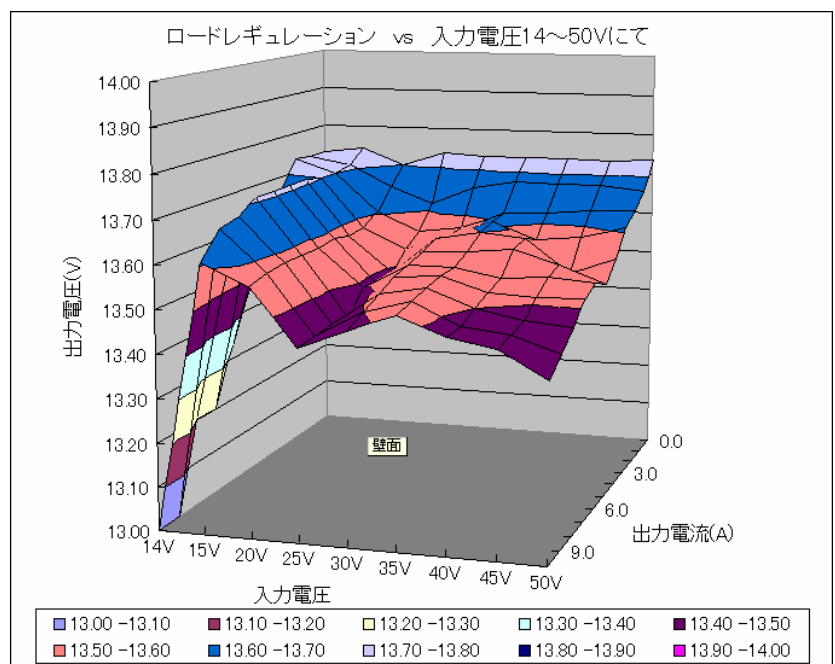


図4 ダウンコンバータのロードレギュレーション

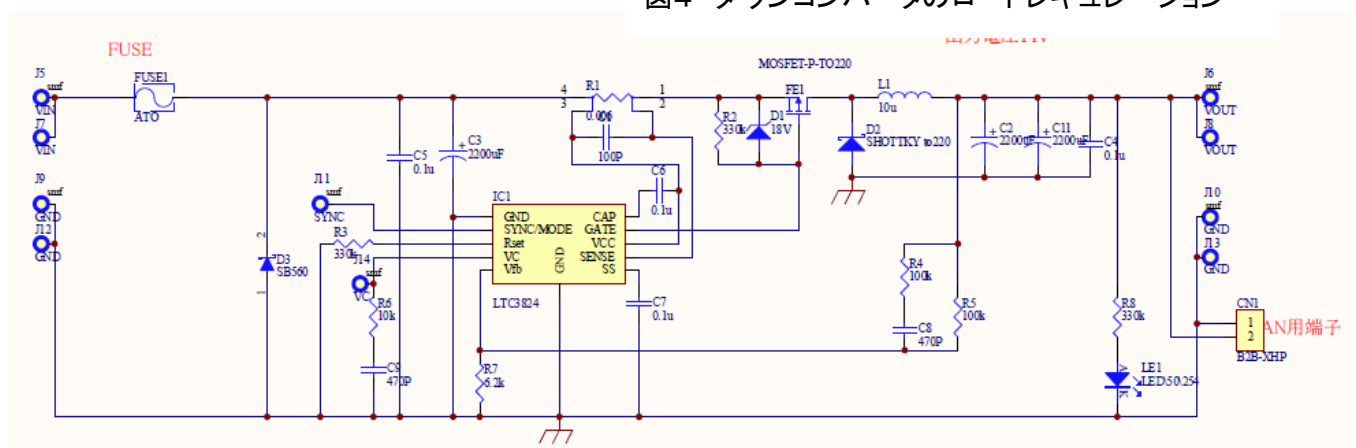


図5 ダウンコンバータ回路図 何も特別なことは無いです