

自然エネルギーの 活用にチャレンジ

発電機からのエネルギーをフル活用する
充電コントローラの製作

漆谷 正義
Masayoshi Urushidani

第2回

前回(第1回, 2005年8月号)は自転車の発電機(ダイナモ)に風車を取り付けて, 3連風力発電機を製作しました. 今回はこれに2次電池の充電コントローラを追加しましょう [写真2-1(a)]. 充電コントローラは, 整流回路とDC-DCコンバータから構成されます.

整流回路には倍電圧整流回路を使い, DC-DCコンバータには降圧型のゲーテッド・オシレータ方式のICを使います.

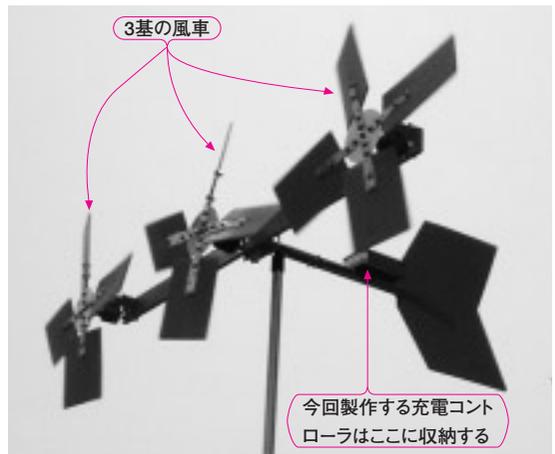
三つのダイナモからの交流出力を 高効率で足し合わせる整流回路の設計

● ダイナモの内部抵抗は無視できないほど大きい
発電機の出电压は, 磁束の強さと回転数の積に比例します. 磁束の強さは内部の磁石で決まっているので, 回転数が高いほど大きな出力が得られます.

図2-1は前回の図1-4の20 rps以下の部分を拡大したものです. 発電機の等価回路は図2-2のように, 電圧源と内部抵抗で表すことができます. 無負荷時の電圧が電圧源の電圧ですから, 20 rpsで4.25 Vです.



(a) 製作した充電コントローラ



(b) 前回製作した風力発電機

写真2-1 製作した充電コントローラと風力発電機

15 Ω負荷時の電圧が2.13 Vなので、図2-2のように内部抵抗は15 Ωと計算できます。実に発生電力の半分はダイナモ内部で熱となっているわけです。

● 3基のダイナモの出力を直流に変換してから加算する

発電機は、回転エネルギーを磁束の変化に変え、これをコイルで電流として取り出すものです。したがって、その出力は交流です。

交流の加算には同期関係が必要です。ところが、三つの風車はそれぞれ独立に回っているので、ダイナモ出力電圧の周波数と位相はそろっていません。つまり、同期していないので、ダイナモの出力を直列や並列にして電圧や電流を加算すると、互いに打ち消し合う0から最大3倍まで、不規則に大きく変動して使えません。

そこで、各ダイナモの出力を整流して直流に変換し、その後加算するようにします。

● 交流を低損失で直流に変換できる整流回路を作る

▶ 半波整流回路も全波整流回路も効率が悪い

整流回路で一番簡単なのは、ダイオード1個の半波整流回路です。図2-3はこの場合の出力波形です。マイナス側の半サイクルが使われないので、その間、コンデンサに蓄えられたエネルギーを使うことになり、図のように平均出力電圧が低下します。また、ダイオ

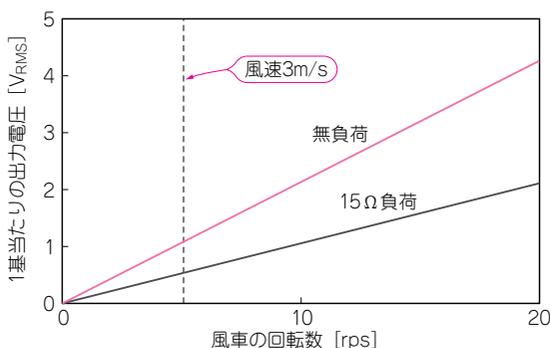


図2-1 風車の回転数と出力電圧の関係

ードの電圧降下 V_F も無視できず、得られる電圧 V_{out} はさらに低くなります。

全波整流の場合はどうでしょうか？図2-4において、電流はプラスの半サイクルで、ダイオードを2回通ることになり、得られる電圧は最大でも $V_{in} - 2V_F$ となり、 $V_{in} = 1.8V$ の場合、 $V_F = 0.3V$ とすると、

$1.8 - 2 \times 0.3 = 1.2V$ となります。したがって、ダイオードの電圧降下 V_F の影響が大きく、好ましくありません。

▶ 倍電圧整流回路によってダイオードの V_F の影響を軽減する

図2-5は倍電圧整流回路と呼ばれるもので、ダイナモのプラスの半サイクルでは、①の方向に電流が流れ、下のコンデンサは、 $V_{in} - V_F$ に充電されます。次のマイナスの半サイクルでは、②の方向に電流が流れ、上のコンデンサも $V_{in} - V_F$ に充電されます。結果として、負荷 R_L の両端には、 $2V_{in} - 2V_F$ の電圧が得られ、 $V_{in} = 1.8V$ の場合、 $2 \times 1.8 - 2 \times 0.3 = 3V$ となり、 V_F の影響は20%に軽減できます。

▶ 整流ダイオードには V_F の低いショットキー・バリア・ダイオードを使う

図2-6に通常の整流用シリコン・ダイオード (Si) 1S1887と、整流用ショットキー・バリア・ダイオード (以降、SBD) 1N5818の順方向電圧 V_F -順方向電流 I_F 特性を示します。図2-6は25℃のときのデータです。高温で V_F は低下します。

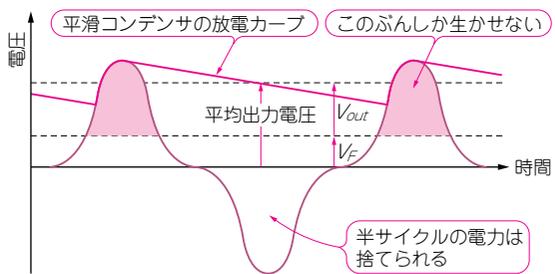


図2-3 半波整流は平均出力電圧が低く効率が悪い

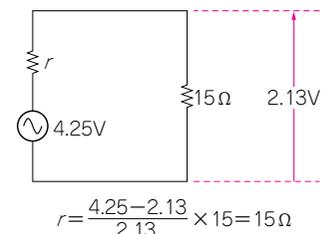


図2-2 ダイナモの内部抵抗の求めかた
ダミー負荷15 Ωを付けて電圧降下を測った

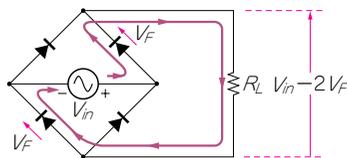


図2-4 整流電流が半サイクルに2回ダイオードを通る全波整流回路(これも効率が低い)

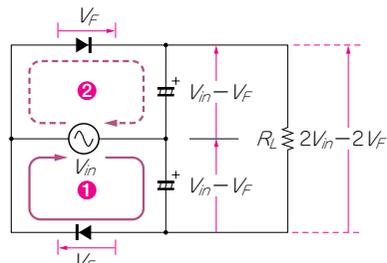


図2-5 ダイオードの V_F の影響を軽減できる倍電圧整流回路

