

SCR を用いたインバータについて

森 光 三

岡 田 衆 二

On the Inverter using SCR

Mitsuzo MORI

Kumeji OKADA

The mechanism of the inverter commutation is studied. The circuit is composed of two resistances instead of a transformer. Gate voltage is 2 V, and gate current 3 mA. Capacity of the commutation condenser is $20\mu\text{F}$. The voltage of the commutation condenser is calculated and it is shown that the anode voltage of SCR becomes negative, then it cuts the anode current of SCR. When we use as a inverter, a transformer is used instead of two resistances. The transformer has three windings whose number of turns is 300 respectively. The range of the output alternating current is $0 \sim 4\text{ A}$, and the maximum efficiency of the inverter, which converts DC energy to AC energy, reaches 75%. The range of the frequency of AC could be changed from 20 to 300 c/s in our experiments.

1. 転流の機構

並列他制式インバータが正しくはたらいっているときは、二個のSCR（シリコン制御整流器）が交互に半サイクルごとに電流を断続している。これを転流といっている。条件が適当でないと、二個のSCRには継続して電流が流れるから直流電源を短絡し、勿論交流は発生しない。SCRのゲートは陽極電流が流れるようにスイッチのはたらきをするが、一たん流れた電流を切るはたらきはない、それにもかかわらずSCRを用いて直流を交流に変換できるのは何故か。図-1の回路によ

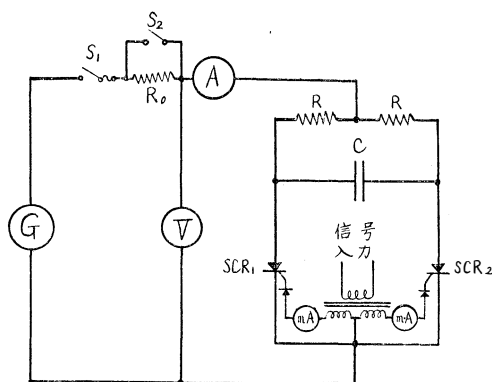


図-1

って転流の機構が理解できる。

信号入力に $60^\circ/\text{s}$ 交流を用い、ゲート、陰極間の電圧を 2V、ゲート電流は 3mA である。安全のために R_0 を入れる。 S_1 を閉じ転流していることを確かめてから S_2 を閉じる。各部の電圧電流の波形を見ると転流の機構が理解できる。

図-2(a) で C が E' に充電されており、 $t=0$ で SCR_1 が開き、 SCR_2 が閉じるとすれば (b) 図の回路になる。これは (c) 図の過渡現象を考えればよい。

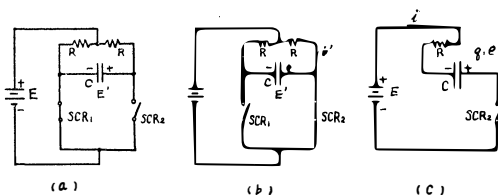


図-2

$$q = Ce = CE' - \int i dt$$

$$\frac{dq}{dt} = -i$$

$$E + \frac{q}{C} = iR,$$

$$R \frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = -E$$

これを $t=0$ で $q=CE'$ として解くと

$$q = -CE + C(E+E')e^{-\frac{t}{CR}}$$

$$e = \frac{q}{C} = -E + (E+E')e^{-\frac{t}{CR}}$$

SCR₁の陽極の陰極に対する電圧として考えれば

$$-e = E - (E+E')e^{-\frac{t}{CR}}$$

これは図-3(a)で示されるものである。短時間だけ陽極が陰極に対して負電圧になるので、これによって電流を切るわけである。

$$i = -\frac{dq}{dt} = \frac{E+E'}{R}e^{-\frac{t}{CR}}$$

これが図-3(b)の半サイクルを示している、

SCR₂を流れる電流は

$$i' + i = \frac{E}{R} + \frac{E+E'}{R}e^{-\frac{t}{CR}}$$

これが図-3(c)に示されている、

$$e_1 = iR = (E+E')e^{-\frac{t}{CR}},$$

E'がどれだけの大きさになるかはRによってきまる。

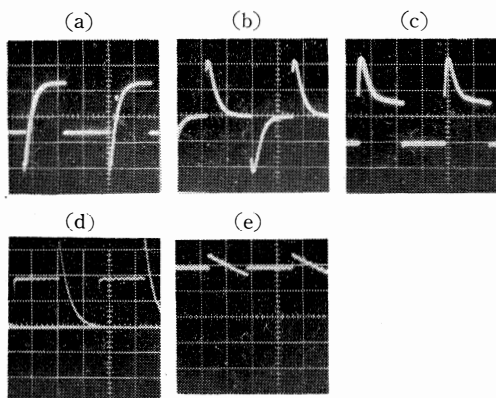


図-3

C=20μF, R=1000Ωのときが図-3(d)

R=90Ωのときが図-3(e)である。

Rが1000Ω以上になるとSCRに加わる逆電圧が小さくなって転流が不可能になるが、これもオシロからよく理解できる。

2. 並列他制式インバータ

並列他制式のインバータは図-1の抵抗Rの代りに変圧器を利用した図-4の回路である。ここで変圧器TおよびコンデンサCをどのようにするかがわからない。いろいろ試験の結果Cは20μF, Tの各コイルはそれぞれ300回、鉄心の断面85mm×45mmとした。

転流を生じない場合もあるから、はじめR₀を入れ、交流を発生していることを確かめてからS₂を閉じればよい。V₂を一定とし負荷電流と入力電流、出力電圧と

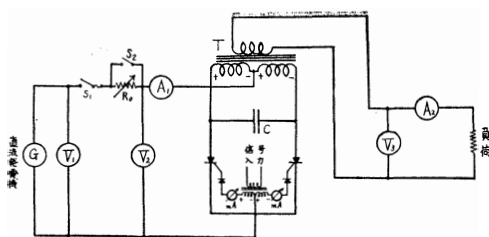


図-4

の関係が図-5である。図-6で最高効率78%に達する。

負荷抵抗が大きく負荷電流が1A以下になると転流を生ぜず、直流電源を短絡するが、このことも前節に

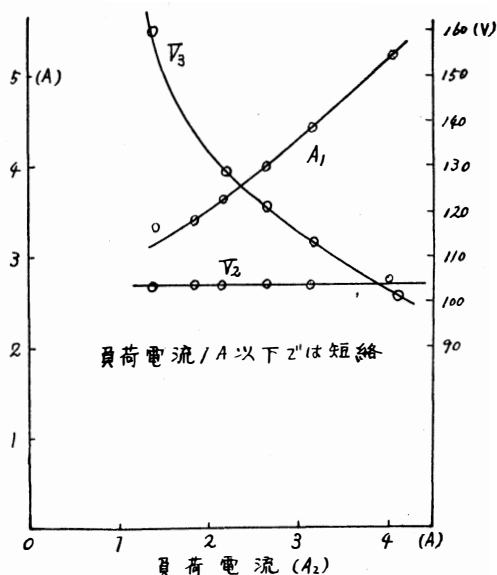


図-5

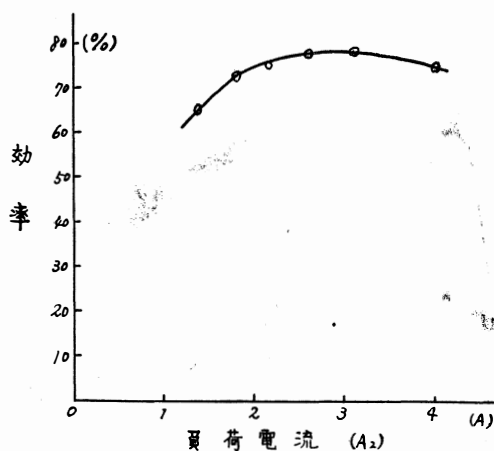


図-6

述べたことから理解できる。出力電圧は100Vから160Vまで大幅に変わる、これも欠点である。

3. 定電圧装置を用いた回路、整流器によってフィードバックをした回路

前節に述べたように出力端子に簡単に負荷を接続しただけの回路では、軽負荷のとき交流を発生しなくなり、また負荷電流により電圧変動が著しい。これらの

欠点をのぞくために出力端子から定電圧装置（鉄共振波形調整付）をへて負荷を接続した。図-7

この場合は無負荷でも働き、出力電圧もほとんど一定で、効率は最大約60%で図-8に示される。出力電圧の波形は図-9で、波形の歪率は4.5%である。

図-10は上がSCRの陽極の陰極に対する電圧で、短時間だけ負になりここで電流を切るわけである。下はSCRの電流である。

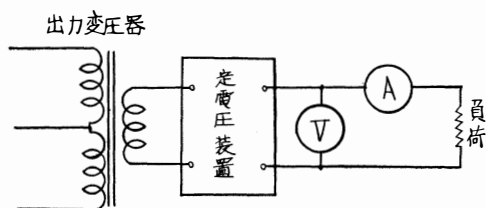


図-7

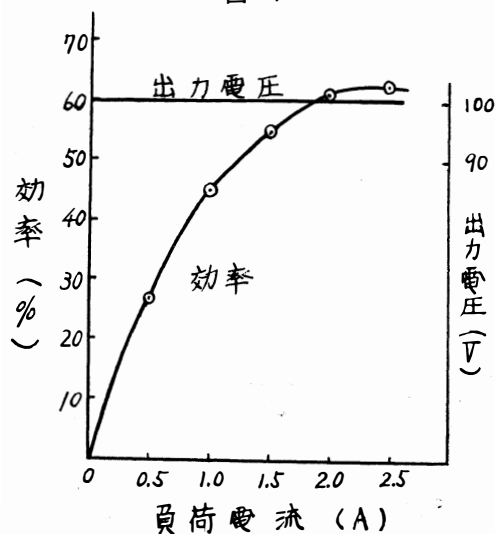


図-8

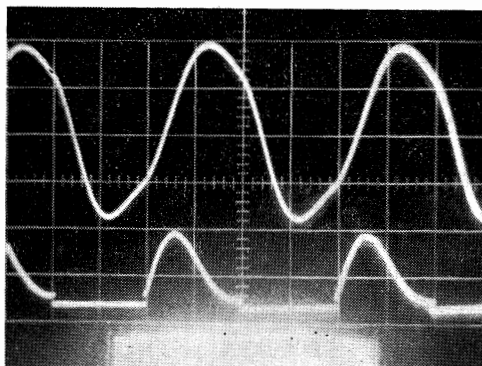


図-9

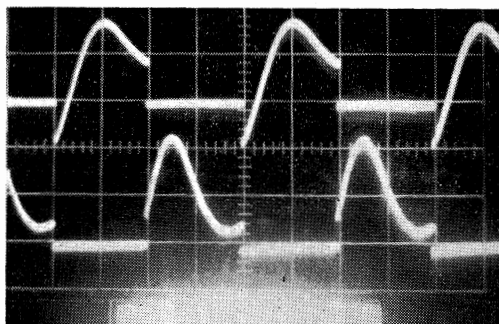
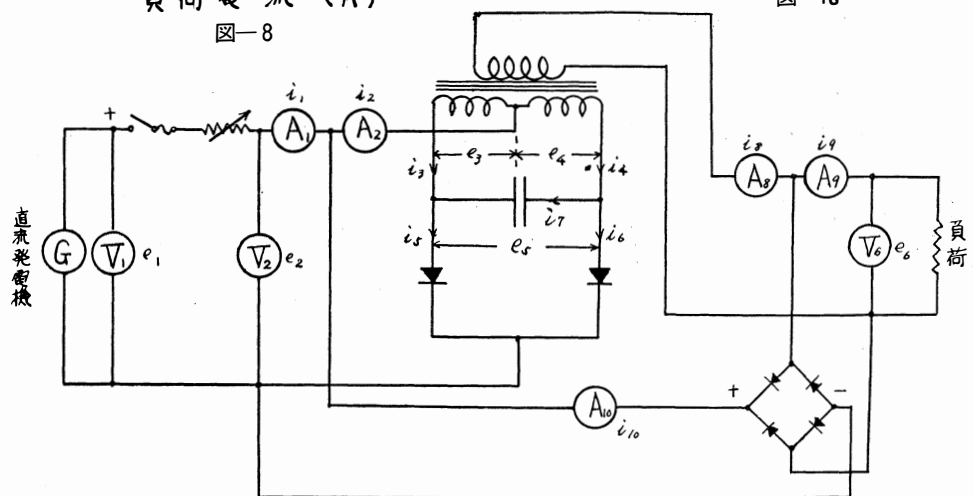


図-10



ゲート回路略 図-11

図-11は出力端子の交流電圧を整流してこれを直流側にフィードバックした回路である。この接続にすると無負荷でも交流を発生している。直流電圧を一定とし負荷電流と出力電圧、効率は図-12。効率は最大72%である。出力電圧は80Vから105Vまで変る。図-

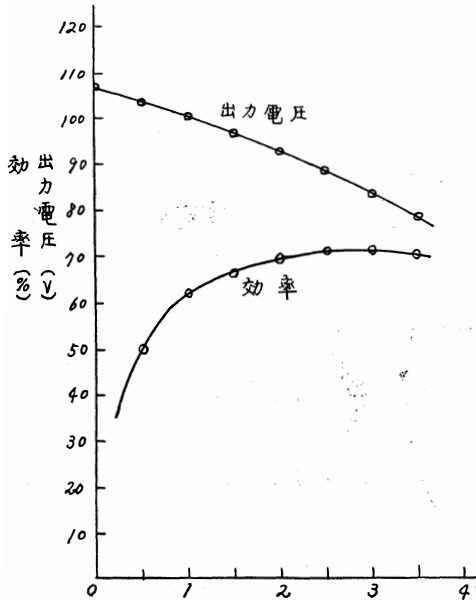


図-12

13には各部の電圧電流が示される。

直流電源は6KWの直流発電機であるが、この電圧 e_1 は相当脈動している。普通の負荷では勿論一定である。これは予想しないことであつた。コイルの端子電圧 e_8 は特異な形をしており上下対称でないが、2個のコイルの端子電圧を加えたものすなわちコンデンサの端子電圧 e_9 は上下対称の交流電圧になっている。

e_8 は出力電圧で e_9 とわずかに異なる。電源からの入力電流 i_1 は脈動が著しくある時刻では0になっている。これも予想しないことであつた。コイルの電流 i_8 とSCRの電流 i_5 とは図のように著しく異なる。コンデンサ電流 i_7 は上下対称のものである。変圧器の出力電流 i_8 と負荷電流 i_9 もかなり違った波形である。

4. 発生可能な交流周波数

入力の交流周波数を変えて整流器によりフィードバックした回路で発生可能な交流周波数の範囲を求めた。変圧器のコイルはそれぞれ300回のものである。Cを $20\mu\text{F}$ として発生可能な最低周波数は20%である。これ以下になれば電源を短絡する。Cを $4\mu\text{F}$ として最高周波数は300%であつた。変圧器のコイルの巻数とコンデンサ容量を調整すれば、もっと広い範囲の周波数の交流の発生が可能である。

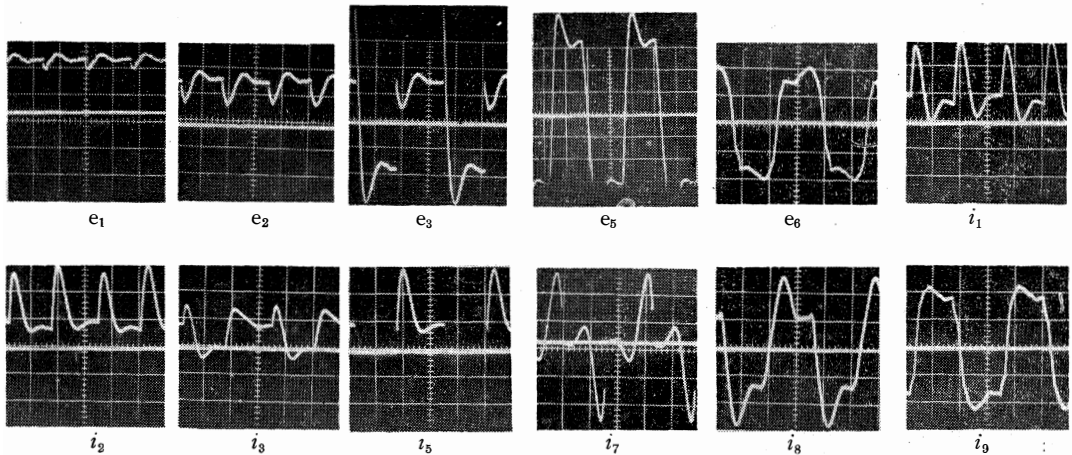


図-13

(昭和39.10.31受付)