UDC 621.314.13:621.316.5

広範囲直流昇降圧変換比を持つ高速スイッチング方式 DC/DC コンバータ

正員 中岡睦雄・正員 丸橋 徹 (神戸大)

研究開発
ノート

54-B 4

本報告は電子加速器・進行波管ドライブ用に適した高出力高圧直流電源方式と、出力特性について述べている。第1図はリアクトル系エネルギー蓄積形の直流昇降圧チョッパを2段カスケード接続した表題の系構成と動作波形を示す。1段チョッパ U_1 は単巻リアクトル構成、2段チョッパ U_2 は差動巻リアクトル構成 (1:2) である。 U_1, U_2 は構成簡単で、 $di/dt, dv/dt$ ストレスが小さく、転流余裕時間が単位チョッパ周波数の一周程度 (第1図(c)参照) とれるため 20 kHz 以上の超音波周波数帯での高周波チョッパ動作が可能である。 U_1, U_2 を複合化した回路は平滑用転流用の回路要素が小形軽量化され速応性が高くなる他、直流間絶縁が可能で直流昇降圧比が単位チョッパのそれよりも大きくとれる。 U_1, U_2 直流変換比を α_1, α_2 とすると U_1 内のリアクトル L_1 での蓄積エネルギーが U_2 の入力抵抗 $Z_i = V_i/I_i \triangleq R_1$ の消費エネルギーとバ

第2図
出力制御特性
Fig. 2.
Control
characteristics.

第1図 エネルギー蓄積形直流昇降圧チョッパ
Fig. 1. Energy storage step-up/down chopper.

High-Frequency Switching DC/DC Converter with Wide-Range Step-up/down Voltage Ratio. By Mutuo Nakaoaka, Member, & Toru Maruhashi, Member (Kobe University)

中岡睦雄: 正員, 神戸大学工学部
丸橋 徹: 正員, 神戸大学工学部

ランスし、かつ U_2 内のリアクトル L_2 の蓄積エネルギーが負荷回路の抵抗 R_2 の消費エネルギーとバランスするという関係 $1/2 L_1 i_{Th1}^2 (t_1 - 0) = (V_i^2/R_1) T_1$, $1/2 L_2 i_{Th2}^2 (t_2 - 0) = (V_0^2/R_2) T_2$ から

$$\alpha_1 = \frac{V_i}{E} = \frac{1}{4} \{ \nu_1 + (\nu_1^2 + 8\nu_1)^{1/2} \} \triangleq f_1(\nu_1) \dots \dots (1)$$

$$\alpha_2 = \frac{V_0}{V_i} = \frac{1}{4} \{ \nu_2 + (\nu_2^2 + 8\nu_2)^{1/2} \} \triangleq f_2(\nu_2) \dots \dots (2)$$

但し、 $\nu_1 = R_1 C_1 / T_1$, $\nu_2 = R_2 C_2 / T_2$, $T_1 T_2: U_1$ および U_2 のチョッパ動作周期。 U_2 の等価入力抵抗 R_1 は $I_i = \frac{1}{T_2} \int_0^{t_2} i_{Th2}(t) dt = C_2 V_i (1 + \alpha_2) / 2 T_2$ と V_i / T_1 から $R_1 = 2 T_2 / C_2 (1 + \alpha_2)$ と表わされる。従って $\nu_1 = R_1 C_1 / T_1 = 2 C_1 T_2 / C_2 T_1 (1 + \alpha_2) = 2 \beta / (1 + \alpha_2)$ ($\beta \triangleq C_1 T_2 / C_2 T_1$) が得られる。上式から α_2 を求め (2) 式に代入し ν_1 を算定すると

$$\nu_1 = \frac{8\beta}{4 + \nu_2 + \nu_2^2 \sqrt{1 + (8/\nu_2)}} \dots \dots (3)$$

$U_1 U_2$ カスケード形の DC/DC コンバータの直流昇降圧変換比 α は

$$\alpha = \alpha_1 \alpha_2 = V_0 / E = f_1(\nu_1) f_2(\nu_2) = f_1(\nu_2, \beta) f_2(\nu_2)$$

第2図は β をパラメータとした $\nu_2 - \alpha_2$ および β をパラメータとした $\nu_2 - \alpha$ の関係を示す。 U_2 一段だけの α_2 と α を比較してみると2段カスケード複合回路の方が極めて広い直流昇降圧比が得られている。各チョッパはPFM制御系で $T_1/T_2 = \text{一定}$ となる状態制御をしている。(昭和53年9月14日受付)