

# 第4章

## 高効率スイッチング電源回路ほか 各種オンボード用DC-DCコンバータから高調波対策電源まで



### 4-1

### 降圧型 DC-DC コンバータのインダクタ

リップル率の設定がかぎ

#### 例解

図1に示す入力12V、出力3.3V/1Aの降圧型DC-DCコンバータのインダクタンスを求めます。

最初にデューティ・サイクル  $D$  を求めてから  $L_1$  を算出します。

$$D = \frac{V_{out} + V_F}{V_{in} + V_F} = \frac{3.3 + 0.45}{12 + 0.45} = 0.3$$

$$L_1 = \frac{(V_{in} - V_{out})D}{KI_{out}f_{SW}} = \frac{(12 - 3.3) \times 0.3}{0.3 \times 1 \times 300 \times 10^3}$$

$$= 29.1 \mu\text{H}$$

ただし、 $V_{in}$  ( $V_{inmin} \sim V_{inmax}$ ): 直流入力電圧 (範囲) [V],  $V_{out}$ : 直流出力電圧 [V],  $I_{out}$ : 直流出力電流 [A],  $K = \Delta I_L / I_{L\text{ave}}$ : インダクタンス電流のリップル率 (経験的に与える条件) (0.3),  $V_F$ :  $D_1$  の順方向電圧 (0.45) [V],  $f_{SW}$ : スwitching周波数 (300 k) [Hz]

算出結果から、 $L_1 = 33 \mu\text{H}$  とします。

出力リップル電圧  $V_R$  を  $0.033 V_{P-P}$  ( $V_{out} = 3.3 \text{ V}$  の1%) 以下にするためには、 $C_2$  の等価直列抵抗  $R_{ESR}$  を、

$$R_{ESR} \leq \frac{L_1 f_{SW} V_R}{(V_{in} - V_{out})D}$$

$$= \frac{33 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^3 \times 0.033}{(12 - 3.3) \times 0.3}$$

$$= 0.125 \Omega$$

とする必要があります。

データシートから330ZLH10M (330  $\mu\text{F}$ , 10 V, 94 m $\Omega$ , ルビコン) を選ぶと、次のようになります。

$$V_R = \frac{(V_{in} - V_{out})D}{L_1 f_{SW}} R_{ESR}$$

$$= \frac{(12 - 3.3) \times 0.3 \times 0.094}{33 \times 10^{-6} \times 300 \times 10^3} = 0.025 V_{P-P}$$

$R_{ESR}$  を無視できるセラミック・コンデンサの場合、

$$C_2 \geq \frac{1}{8} \times (1 - D) \frac{V_{out}}{L_1 f_{SW}^2 V_R} = \frac{1}{8} \times (1 - 0.3)$$

$$\times \frac{3.3}{33 \times 10^{-6} \times (300 \times 10^3)^2 \times 0.033} = 2.95 \mu\text{F}$$

#### 例題

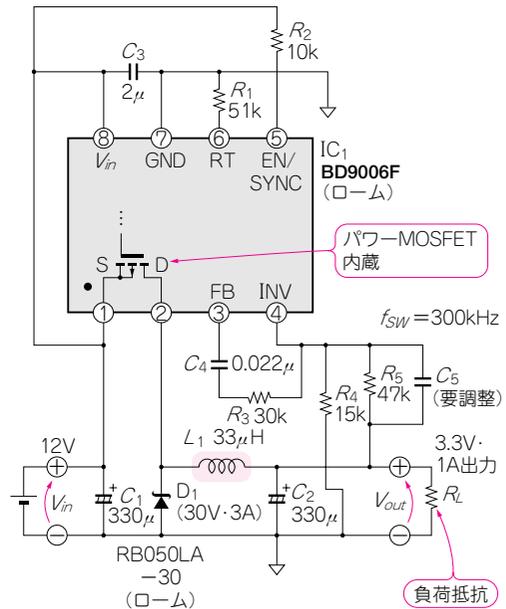


図1 入力12V、出力3.3V/1Aの降圧型DC-DCコンバータのインダクタンスとリップル電圧を算出したい  
IC1周辺の  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$ ,  $R_4$ ,  $R_5$  は BD9006F のデータシートを参照のこと

ですが、直流電圧が加わることによる容量の減少があるため、GRM21BB30J106K (2012B10  $\mu\text{F}$ , 6.3 V, 村田製作所) を選ぶと、次のようになります。

$$V_R = \frac{1}{8} \times (1 - D) \frac{V_{out}}{L_1 C_2 f_{SW}^2} = \frac{1}{8} \times (1 - 0.3)$$

$$\times \frac{12}{33 \times 10^{-6} \times 7 \times 10^{-6} \times (300 \times 10^3)^2} = 0.014 V_{P-P}$$

$C_2$ 容量低下

この場合、 $C_2$  と  $R_{ESR}$  によってループ・ゲインの周波数特性上に与えられていたゼロが無くなるので、 $C_5$  を調整してゼロを与えないと発振します。