

電圧形アクティブコモンモードノイズキャンセラ(ACC)と電流形 ACC の体積比較

◎大倉 惇稔, 渡辺 大貴, 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

インバータのスイッチング動作に起因して、電磁ノイズの主要因であるコモンモードノイズが発生する。アクティブコモンモードノイズキャンセラ(ACC)はコモンモードノイズを効果的に抑制可能である。電圧型 ACC ではキャンセラ側にコモンモードトランスが必要となる。一方、パッシブフィルタを併用した電流型 ACC は検出側にコモンモードチョークが必要となる。これらの素子は各 ACC 中の体積内訳の多くを占める可能性がある。

本論文では、ACC におけるコモンモードトランスとコモンモードチョークの体積比較を行ったので報告する。

2. 体積計算

図1に電圧形 ACC を接続した3相インバータ回路を示す。本回路では検出したコモンモード電圧を補償する際に用いるコモンモードトランスを使用している。図2に電流形 ACC を接続した3相インバータ回路を示す。本回路ではパッシブフィルタであるコモンモードチョークから漏れ電流を検出している。ACC ではトランス、チョークの体積が支配的であるため、エリアプロダクト法により体積を導出し比較を行う。エリアプロダクト法を用いるとインダクタ、およびトランスの体積 Vol は(1)式にて定まる。

$$Vol = K_{vol} \left[\frac{2W}{K_u B_{max} J} \right]^{\frac{3}{4}} \dots \dots \dots (1)$$

ここで K_{vol} はコアの形状から決定される定数、 K_u は窓の占積率、 B_{max} は最大磁束密度、 J は電流密度である。(1)式より、インダクタとトランスの体積はコアに蓄積されるエネルギーに比例する。コモンモードチョークとコモンモードトランスの各エネルギーを以下のように計算する。

最初に ACC を挿入しない場合のエネルギーを導出する。コモンモードチョークを含む EMI フィルタのカットオフ周波数は設計周波数 f_D と減衰量 Att から(2)式で表される。

$$f_{cut} = f_D \sqrt{10^{\frac{Att}{20}}} \dots \dots \dots (2)$$

インバータのスイッチング周波数 16kHz で動作しているため 150kHz 以上の帯域で初めてピークのあらわれる 160kHz で 20dB の減衰量となるよう設計した。カットオフ周波数を決定することでコモンモードチョークの値を(3)式より決定できる。なお、Y キャパシタの値を $2 \times 100nF$ と設定した。

$$L = \left(\frac{1}{2\pi f_{cut}} \right)^2 \frac{1}{C_{CM}} \dots \dots \dots (3)$$

$$w = \frac{1}{2} L i_{cm}^2 \dots \dots \dots (4)$$

次に電圧形 ACC のコモンモードトランスの計算を行う。誘導起電力の出力、電圧実効値より流れる相電流は(5)式で定まる。

$$i_i = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{W_m}{V_e} \dots \dots \dots (5)$$

励磁電流を相電流の 1/10 となるように(6)式で励磁インダクタンスの設計を行う。

$$L_m = \frac{VT/8}{i_i/10} \dots \dots \dots (6)$$

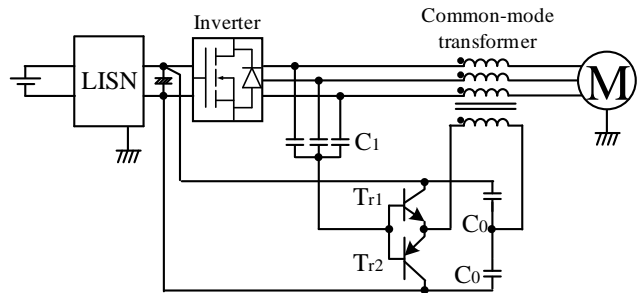


Fig.1 Inverter circuit with VSFI

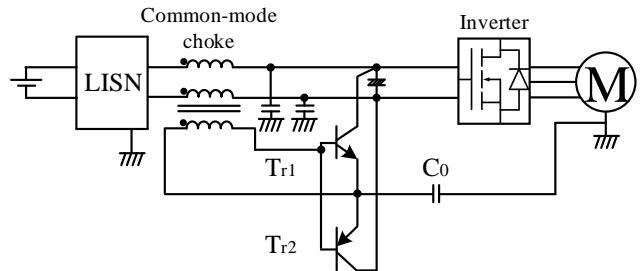


Fig.2 Inverter circuit with CSCFI

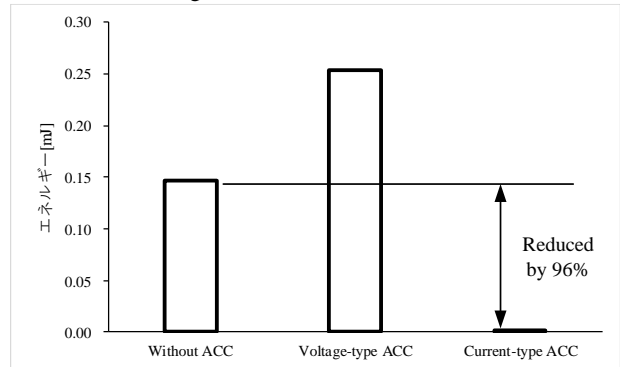


Fig3 Energy comparison

Table 1 Expected volume comparison

Circuit type	Volume
Without ACC	○
Voltage-type ACC	△
Current-type ACC	◎

最後に電流形 ACC のコモンモードチョークの設計を ACC 未挿入時と同様に行う。なお今回は設計周波数を 1.6MHz、目標減衰率を 20dB とした。

3. 体積評価結果

図3にエネルギー比較結果、表1に期待される体積比較結果を示す。図3より電流形 ACC ではチョークコイルと電流検出に使用可能であり、エネルギーを 96%減少させることが可能と分かった。そのため表1に示すように電流形 ACC は小型化が期待できる。

参考文献

- S.Ogasawara, et al, IEEE Trans. on PEL., Vol. 13, No. 5, p. 835-841 (1998)
- I.Takahashi, et al, Proceeding of the Power Conv. Conf.-Nagaoka 1997, Vol. 2 pp. 331-334 (1997)