

コンデンサの基本特性

(馬場 清太郎)

[こんな回路を読むのに欠かせない!] 電源回路のパスコン, 積分回路, 微分回路, フィルタ回路

● コンデンサとは

コンデンサはキャパシタと呼ばれることもあります。現在の英語(1940年代後半以降)では“Capacitor”と呼ばれています。“Condenser”が死語になっています。

コンデンサの原理的な構造は、図1に示すように2枚の金属電極の間に誘電体を挟んでいます。式(1)に示すように、誘電体の誘電率 ϵ が大きいほど容量が大きくなり、同じ ϵ なら誘電体の厚さ t が薄いほど容量が大きくなります。

〇〇コンデンサと呼ぶ場合、〇〇には誘電体の材質が入るのが一般的です。

● コンデンサと直流電圧

図2はコンデンサに直流電圧を印加し直流電圧に充電した状態を示します。このときコンデンサに蓄えられる電荷 Q [C] と静電容量 C [F], 電圧 V [V], 蓄えられた静電エネルギー W [J] の関係は、図中の式に示すように、

$$Q = CV \dots\dots\dots (2)$$

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV \dots\dots\dots (3)$$

となります。これは重要な関係式ですから、覚えておくと役立ちます。例えば、パワー MOSFET の入力容量のように、 C の値は一定でないものの、 Q の値がわかっているとき、式(3)の $W = QV/2$ で必要なエネルギーを計算できるので、ドライブ回路の設計に役立ちます。

● コンデンサと交流電圧

図3にコンデンサに正弦波交流電圧を加えて定常状態になったときのコンデンサに流れる電流と端子電圧の関係を示します。コンデンサ内部つまり誘電体には定常的な直流電流は流ず、電磁気学で学ぶ「変

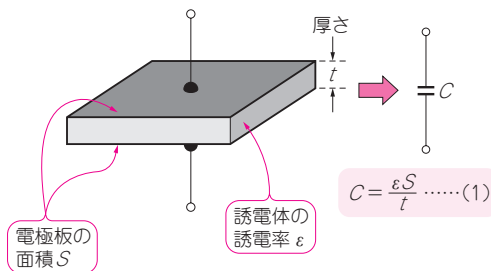


図1 コンデンサの構造

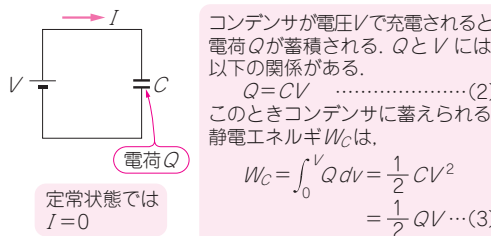


図2 コンデンサに直流電圧を加えたときの電荷とエネルギー

位電流」が流れます。「変位電流」の大きさは図3の導線に流れる電流 $i(t)$ と同じです。

定常状態では、流れる電流は電圧に対し 90° 進みます。進むというと、電圧が印加されないうちから電流が流れると誤解する人もいますが、あくまでも定常状態の話で、一定の電圧が印加され続け一定の電流が流れ続けているときに、電流の位相が進んでいるということです。式(4)と式(6)を比較すると、「 $j\omega$ 」は微分を表していて、「 $j\omega$ 」をかけることと微分することは同じであることがわかります。また、「 j 」は位相が 90° 進んでいることを表しています。

式(5)と式(6)はオームの法則であり、 $j\omega C$ をアドミタンス、逆数 $1/(j\omega C)$ をインピーダンス、 $-1/\omega C$ をリアクタンスと呼びます。コンデンサは容量性リアクタンスです。容量性リアクタンスは周波数に反比例し、直流では無限大、高周波ではゼロに近づくのは重要な性質です。

読解の素 その24 レベル: ★★★☆☆

● 次に述べるコンデンサの性質で間違っているのは何番か

- (1) コンデンサには直流電流は流れない
- (2) コンデンサに正弦波交流電圧を加えると、電圧を加える $1/4$ 周期 (90°) 前から電流は流れる

- (3) コンデンサのインピーダンスは周波数が高くなるほど小さくなる
- (4) コンデンサに直流電圧を加えると、蓄積される静電エネルギーは電圧の2乗に比例する

[正解(2)]