機械知能工学科
メカトロニクス基礎

MB-06/Rev 17-1.0

第06回

コンデンサ と コイル

工学部 機械知能工学科
熊 谷 正 朗
kumagai@mail.tohoku-gakuin.ac.jp
東北学院大学工学部
ロボット開発工学研究室RDE

今回の到達目標

○ コンデンサとコイルの特性を知る

◇コンデンサの特性を、定性的／式で説明できる
- 電荷を貯める特性 （積分）
- 周波数に対する特性

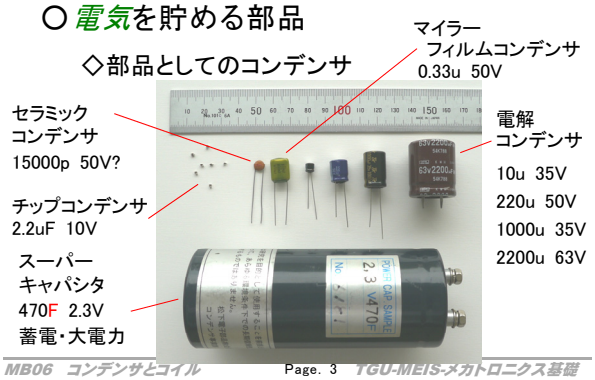
◇コイルの特性を、定性的／式で説明できる
- 電流の時間変化への反応（微分）
- 電流を維持する性質

◇コイルの重要さと危険性を説明できる
- 電磁アクチュエータの特性としてのコイル

コンデンサ

○ *電気*を貯める部品

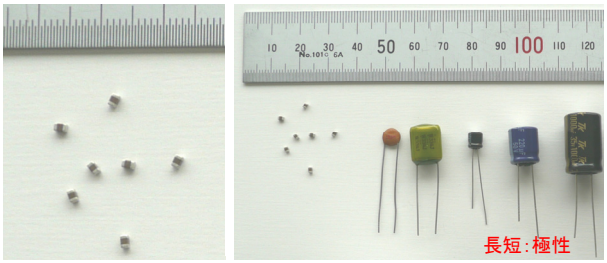
◇部品としてのコンデンサ



コンデンサ

○電気を貯める部品

◇部品としてのコンデンサ

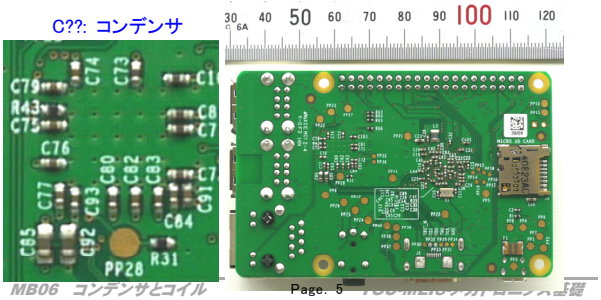


コンデンサ

○電気を貯める部品

◇コンピュータ基板上のコンデンサ

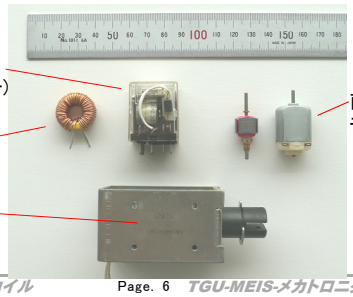




コイル

○電磁アクチュエータの基礎

◇コイルと電磁石、モータ



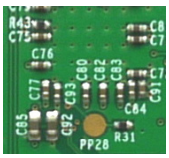
コンデンサ



○概要

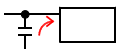
◇部品としての特徴 [C]:クーロン
- 特性値：容量[C]、耐電圧、精度 （、ESR）
- 電流を流し込む：充電 出す：放電
- 狭い間隔で平行にした導体で構成
  例)金属(アルミ)箔、フィルムに金属蒸着
- 導体間に何かを挟むことで容量を上げる
- 無極性 と 有極性(±，電解型)
- 英語ではCapacitor(キャパシタ)

コンデンサ



○概要

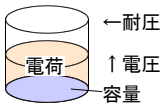
◇部品としての用途
- 電源の安定化 （パスコン←バイパスコンデンサ）



回路で急に電流が必要になっていたときに
放電することで電圧の低下を防ぐ。
現存するコンデンサの大多数の役割。

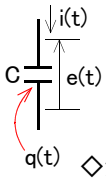
- 周波数によって信号の通し具合を変える。
  フィルタ回路など → 総合・演習＆実験I

コンデンサ



○電荷を貯める

◇特性式　※[C]:クーロン　[F]ファラッド



・電荷　$q(t)=\int i(t)dt$　　q[C]

・$q(t)=Ce(t)$,　$e(t)=(1/C)q(t)=(1/C)\int i(t)dt$

C[F]:（静電)容量

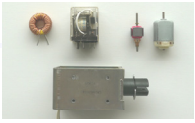
e(t): 電圧　i(t): 電流　※共に時間変化

◇解釈

・両端の電圧は電流の時間積分に比例する

・電荷は電圧と容量に比例する

コイル



○概要

◇部品としての特徴　[H]:ヘンリー

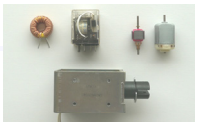
・特性値:インダクタンス[H]　（、許容電流）

・線を巻いたものはコイルになる。

・中に何か入れるとインダクタンスを増やせる。
入れたもの:コア　材質:鋼板、フェライト等
中が空:空心コイル

・電磁石、モータはすべてコイルと考える
→ メカトロでは非常に重要

コイル



○概要

◇部品としての用途

・電磁アクチュエータ
※コイルとして使うわけではない



・電源回路:電流の平滑化

・トランス（交流電圧の昇降）

・高電圧の発生（自動車の点火、電源回路）

・電源からのノイズ除去

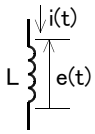
・信号線のノイズ(放射)低減

コイル

○電流の変化に応じた電圧



◇特性式



・$e(t)=L\frac{di(t)}{dt}$　　$\frac{di(t)}{dt}=\frac{1}{L}e(t)$

L[H]:（自己)インダクタンス　※[H]:ヘンリー

e(t): 電圧　i(t): 電流　※共に時間変化

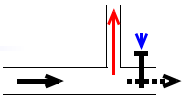
◇解釈

・両端の電圧は電流の時間変化に比例する

・電流の変化は　かけた電圧に比例する

コイル

○コイルの性質と危険性



◇特性式

・$e(t)=L\frac{di(t)}{dt}$　　$\frac{di(t)}{dt}=\frac{1}{L}e(t)$

◇e(t)=0 → 電流変化しない:流れ続ける

◇直流電圧源Eを接続→E/Lで電流が増加する

◇電流が流れているコイルをスイッチオフ
→電流が急にゼロになる
→di/dtがマイナスに大→両端に高電圧発生

コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す



◇電流:　$i(t)=i_0\sin(2\pi ft)$　f:周波数（周期/秒）



◇抵抗:　$e(t)=R\ i_0\sin(2\pi ft)$
→ 電圧振幅(R i_0)÷電流振幅(i_0)=R(抵抗)



◇ｺﾝﾃﾞﾝｻ:　$e(t)=(1/C)(1/2\pi f)\ i_0\ (-\cos(2\pi ft))$
→ 電圧振幅($i_0/2\pi fC$)÷(i_0)=$1/2\pi fC$
抵抗っぽい値:$1/2\pi fC$　（fに反比例）



◇ｺｲﾙ:　$e(t)=L\ 2\pi f\ i_0\cos(2\pi ft)$
→ 電圧($2\pi fL\ i_0$)÷(i_0)=$2\pi fL$（fに比例）

コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す

◇交流電流に対する特徴

・抵抗:周波数に依存しない

・コンデンサ:
抵抗っぽい値が周波数に反比例
→周波数が高いほど流れやすい・直流×
→周波数に依存した回路を作れる

・コイル:
同周波数に比例、周波数が低いほど流れる

コンデンサ・コイルの計算

○合成など

◇平均するとコンデンサもコイルも消費ゼロ[W]
・充電→電力を吸う　放電→電力を吐く

◇コンデンサ合成　※抵抗と反対

・直列　$1/C=1/C_1+1/C_2$

・並列　$C=C_1+C_2$

◇コイル合成　※抵抗と同じ

・直列　$L=L_1+L_2$

・並列　$1/L=1/L_1+1/L_2$