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

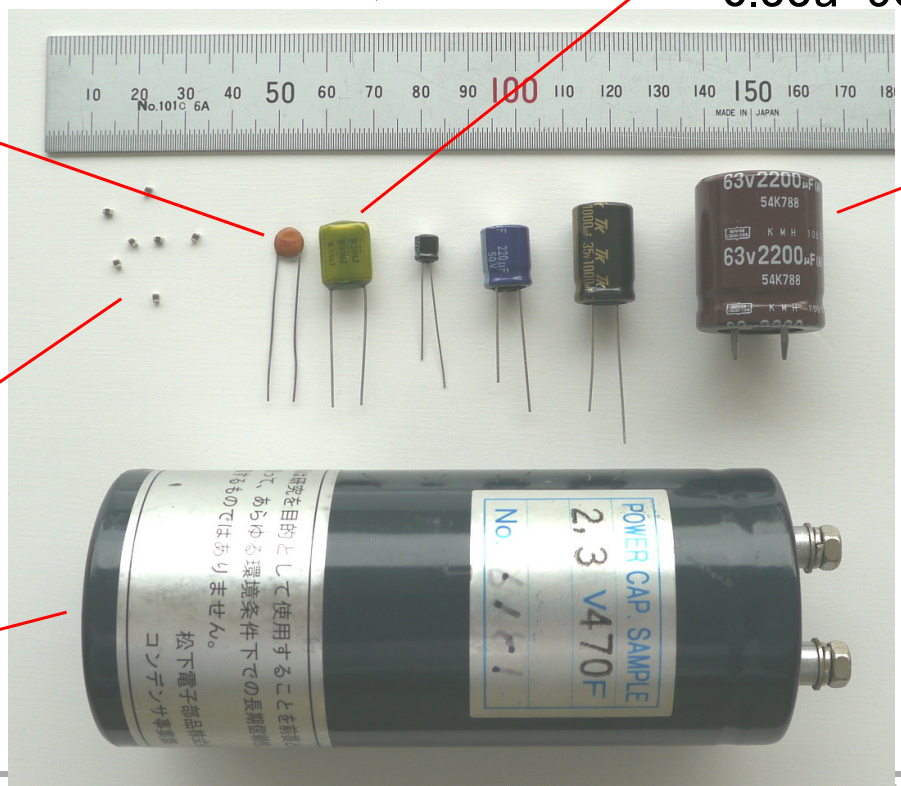
◇部品としてのコンデンサ

マイラー
フィルムコンデンサ
0.33u 50V

セラミック
コンデンサ
15000p 50V?

チップコンデンサ
2.2uF 10V

スーパー
キャパシタ
470F 2.3V
蓄電・大電力



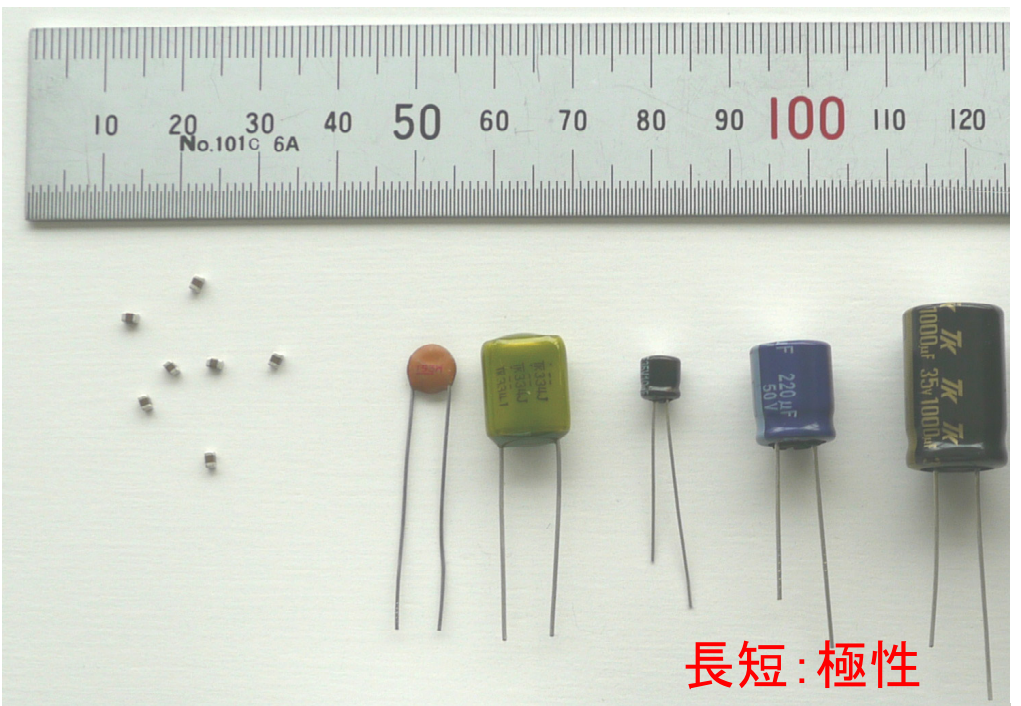
電解
コンデンサ
10u 35V
220u 50V
1000u 35V
2200u 63V

コンデンサ

○電気を貯める部品

◇部品としてのコンデンサ

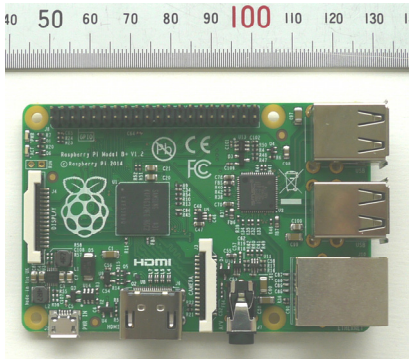




コンデンサ

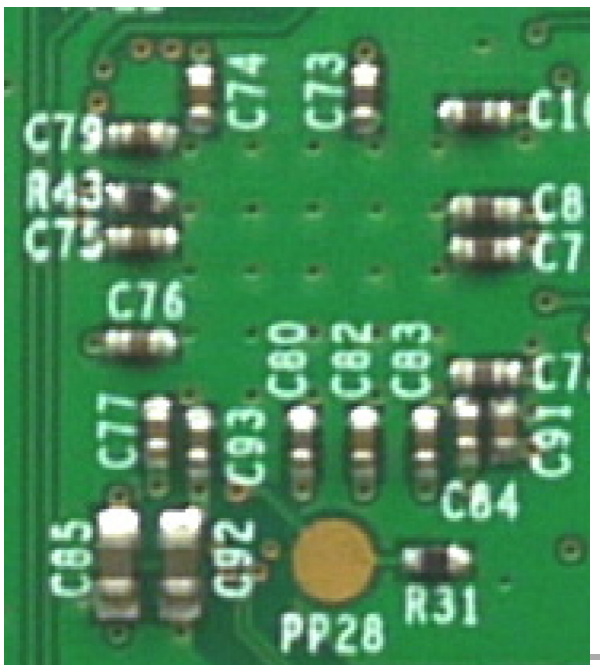
○電気を貯める部品

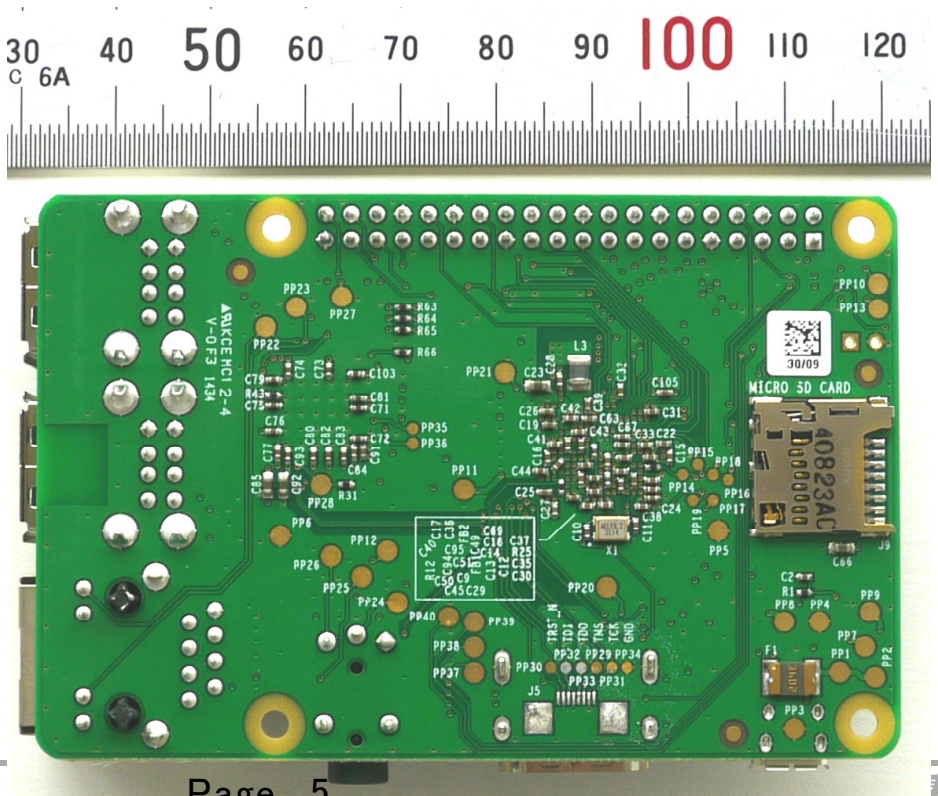
◇コンピュータ基板上のコンデンサ



Raspberry Pi

C??: コンデンサ

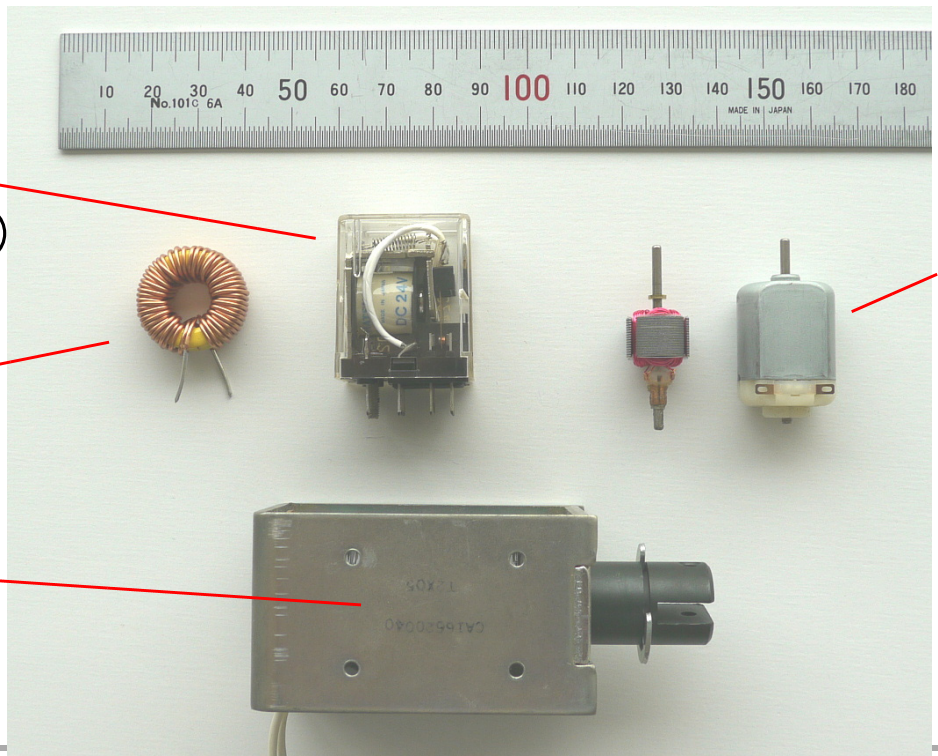




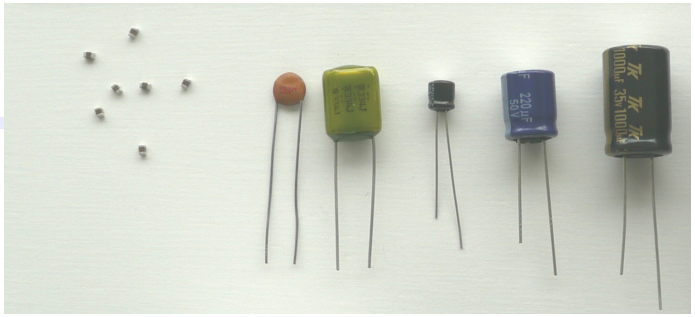
コイル

○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

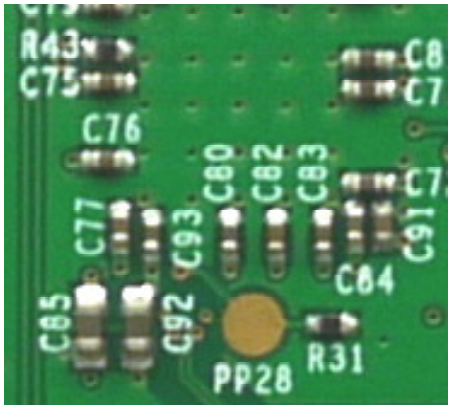


○概要

◇部品としての特徴　　[C]:クーロン

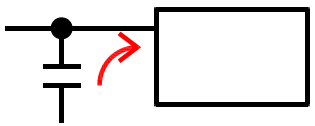
- 特性値：容量[C]、耐電圧、精度　（、ESR）
- 電流を流し込む：充電　　出す：放電
- 狭い間隔で平行にした導体で構成
  例)金属(アルミ)箔、フィルムに金属蒸着
- 導体間に何かを挟むことで容量を上げる
- 無極性　と　有極性(±，電解型)
- 英語ではCapacitor(キャパシタ)

コンデンサ



○概要

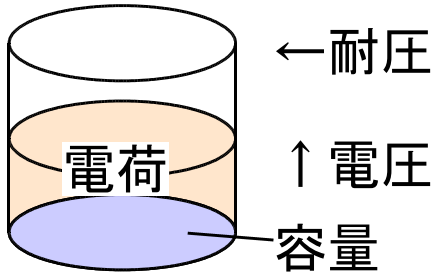
◇部品としての用途



・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

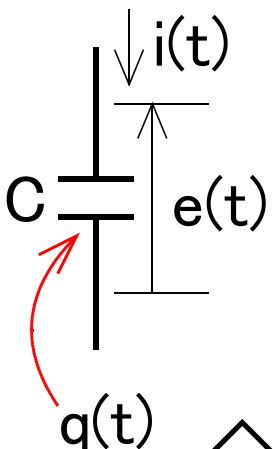
◇特性式　　※[C]:クーロン　[F]ファラッド

・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

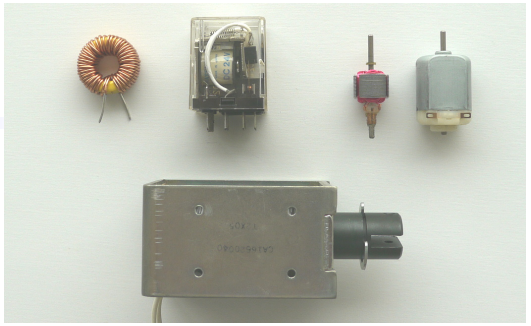


◇解釈

・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

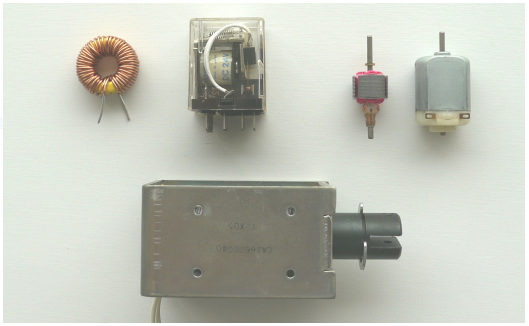


○概要

◇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



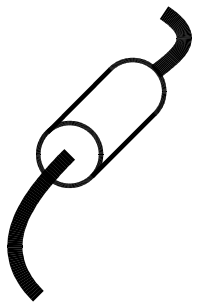
○概要

◇部品としての用途

- 電磁アクチュエータ

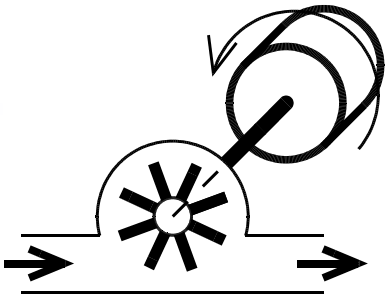
  ※コイルとして使うわけではない

- 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



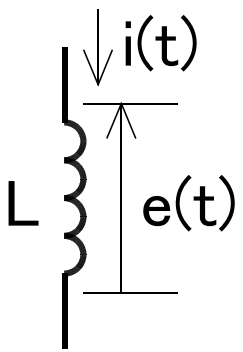
信号線の
ノイズ対策

コイル


はずみ車付水車

○電流の変化に応じた電圧

◇特性式



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

L[H]: (自己)インダクタンス　※[H]:ヘンリー

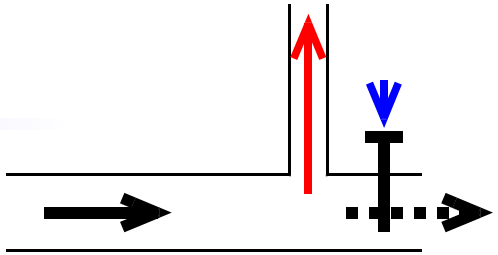
e(t): 電圧　i(t): 電流　※共に時間変化

◇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

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

◇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

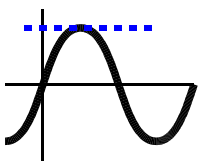
◇電流が流れているコイルをスイッチオフ

→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

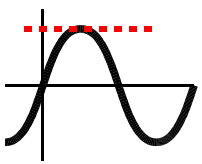
コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す



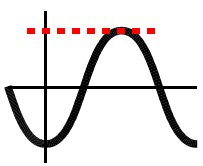
◇電流： $i(t)=i_0 \sin(2\pi f t)$　f：周波数（周期/秒）

◇抵抗： $e(t)=R\ i_0 \sin(2\pi f t)$



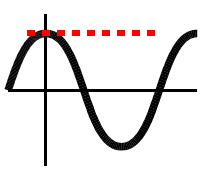
→ 電圧振幅($R\ i_0$)÷電流振幅(i_0)＝R(抵抗)

◇ｺﾝﾃﾞﾝｻ: $e(t)=(1/C)(1/2\pi f)\ i_0\ (-\cos(2\pi f t))$



→ 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： $e(t)=L\ 2\pi f\ i_0 \cos(2\pi f t)$

→ 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　$1/L = 1/L_1 + 1/L_2$