

機械知能工学科
メカトロニクス基礎

第06回

MB-06/Rev 18-1.1

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

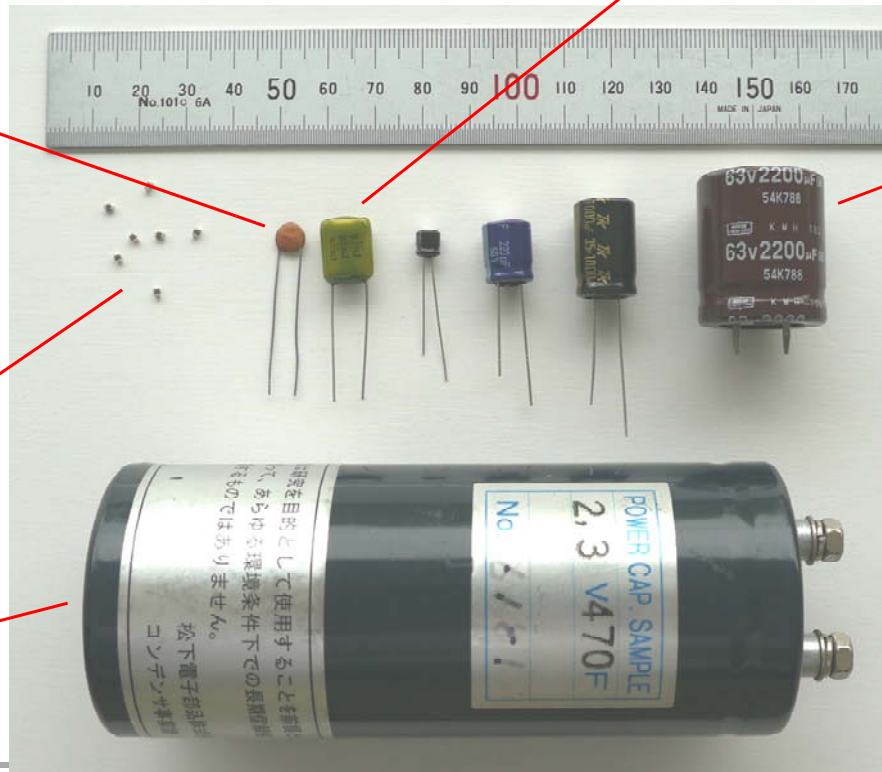
セラミック
コンデンサ
15000p 50V?

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

マイラー
フィルムコンデンサ
0.33u 50V

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

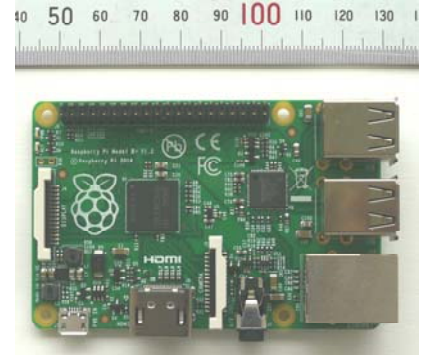


コンデンサ

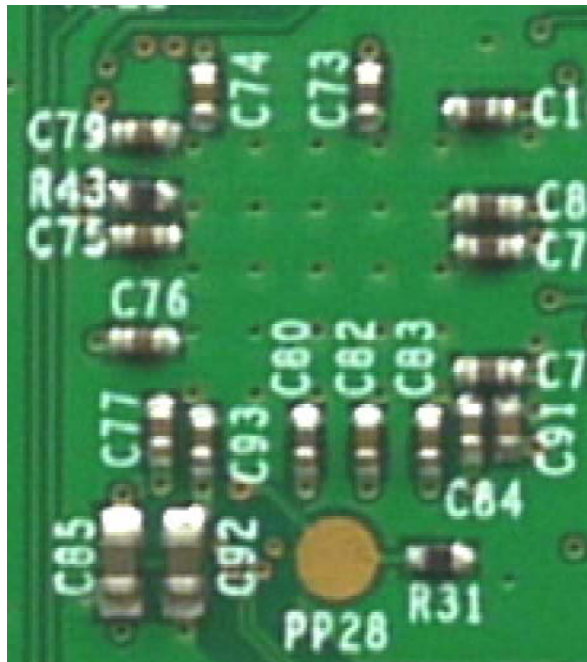
○電気を貯める部品

◇コンピュータ基板上のコンデンサ

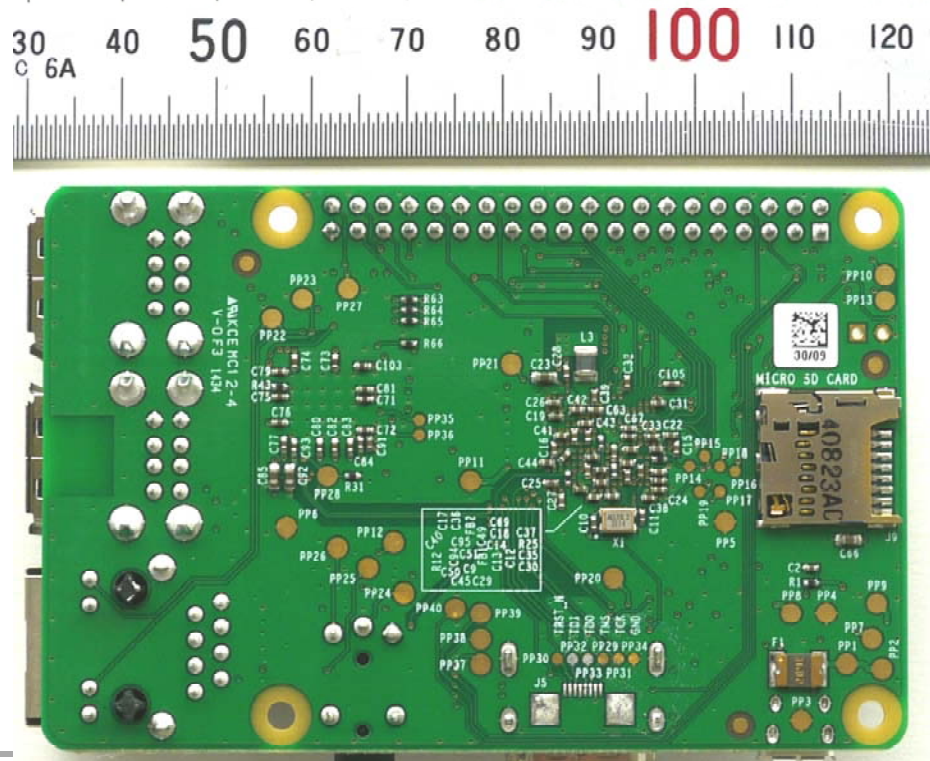
C??: コンデンサ



Raspberry Pi



MB06 コンデンサとコイル



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

リレー

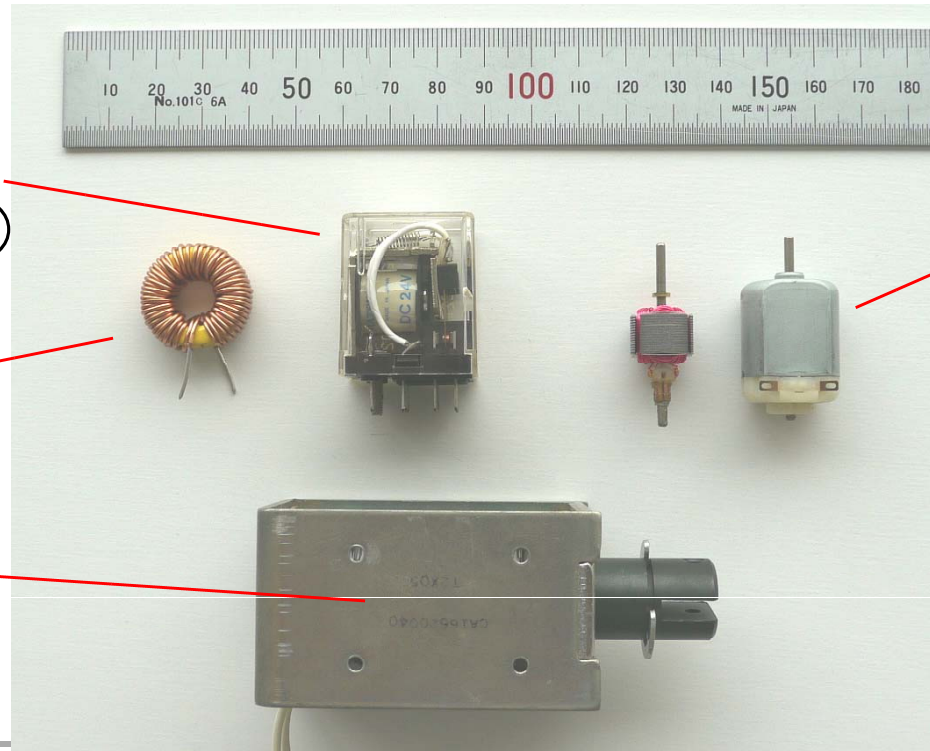
(電磁石 + スイッチ)

トロイダルコイル

100 μ H 9A

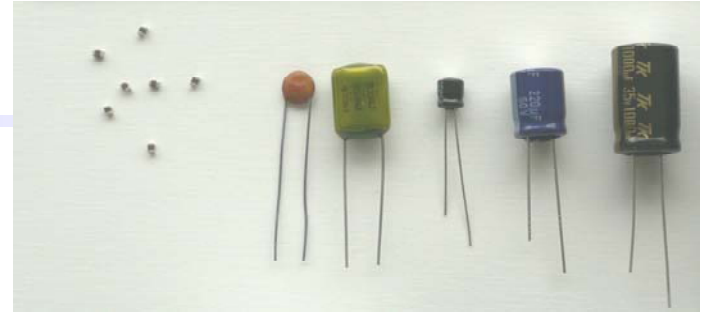
ソレノイド

(電磁石)



直流
モータ

コンデンサ



○概要

◇部品としての特徴

[F]:ファラッド

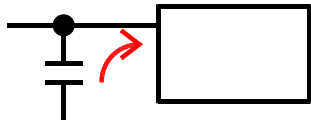
- ・ 特性値: 容量[F]、耐電圧、精度 (、ESR)
- ・ 電流を流し込む: 充電 出す: 放電
- ・ 狭い間隔で平行にした導体で構成
例) 金属(アルミ)箔、フィルムに金属蒸着
- ・ 導体間に何かを挟むことで容量を上げる
- ・ 無極性 と 有極性(±, 電解型)
- ・ 英語ではCapacitor(キャパシタ)

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）

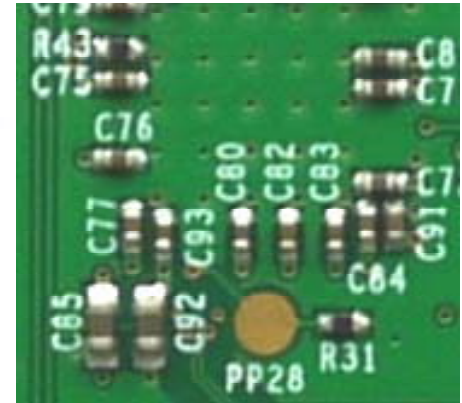


回路で急に電流が必要になっていたときに放電することで電圧の低下を防ぐ。

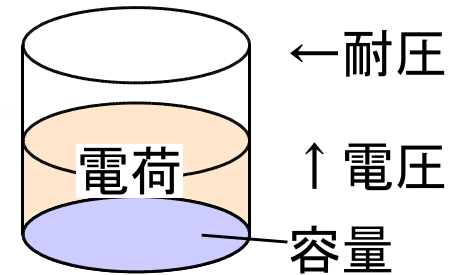
現存するコンデンサの大多数の役割。

- ・ **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

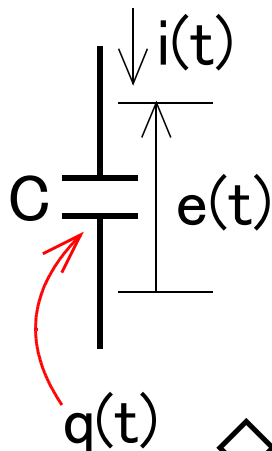
※[C]:クーロン [F]ファラッド

・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

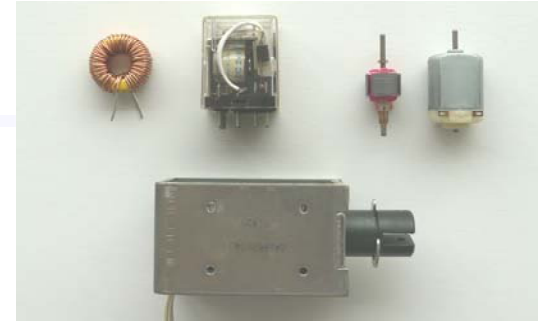
$e(t)$: 電圧 $i(t)$: 電流 ※共に時間変化



◇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

- ・ 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

[H]:ヘンリー

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

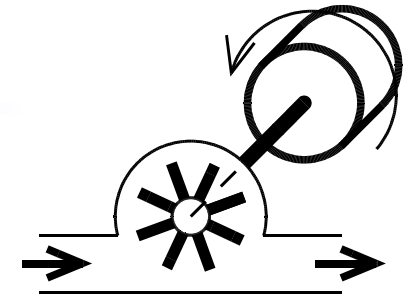
- ・ 電源回路：電流の平滑化
- ・ トランス（交流電圧の昇降）
- ・ 高電圧の発生（自動車の点火、電源回路）
- ・ 電源からのノイズ除去
- ・ 信号線のノイズ（放射）低減



信号線の
ノイズ対策

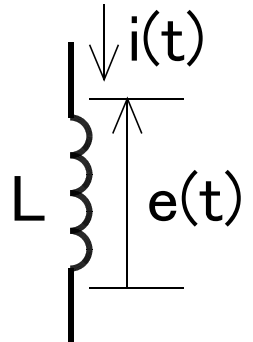
コイル

○電流の変化に応じた電圧



はずみ車付水車

◇特性式


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

$L[H]$: (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

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

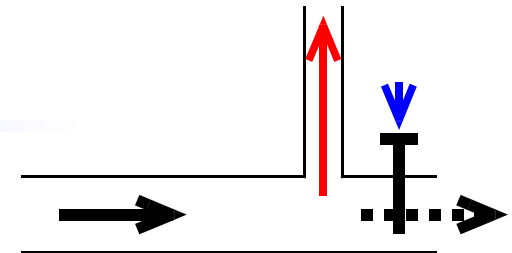
◇ $e(t)=0 \rightarrow$ 電流変化しない: 流れ続ける

◇直流電圧源Eを接続 $\rightarrow E/L$ 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

$\rightarrow$ 電流が急にゼロになる

$\rightarrow di/dt$ がマイナスに大 $\rightarrow$ 両端に高電圧発生

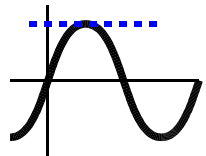


参考: 水撃ポンプ

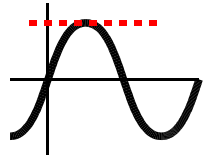
流れを遮断 $\rightarrow$ 上がる

コンデンサ・コイルの周波数特性

○正弦波交流電流を流す

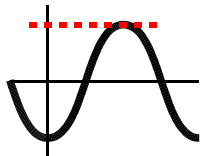


◇電流: $i(t) = i_0 \sin(2\pi f t)$ f : 周波数 (周期/秒)



◇抵抗: $e(t) = R i_0 \sin(2\pi f t)$

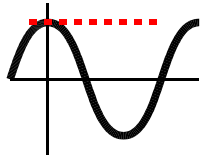
→ 電圧振幅($R i_0$) ÷ 電流振幅(i_0) = R (抵抗)



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

→ 電圧振幅($i_0/2\pi f C$) ÷ (i_0) = $1/2\pi f C$

抵抗っぽい値: $1/2\pi f C$ (f に反比例)



◇コイル: $e(t) = L 2\pi f i_0 \cos(2\pi f t)$

→ 電圧($2\pi f L i_0$) ÷ (i_0) = $2\pi f L$ (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 $1/L = 1/L_1 + 1/L_2$