

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

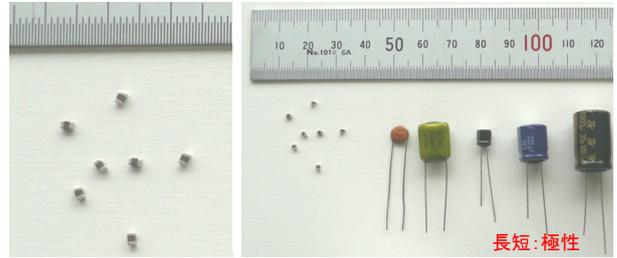
マイラー
フィルムコンデンサ
0.33u 50V

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



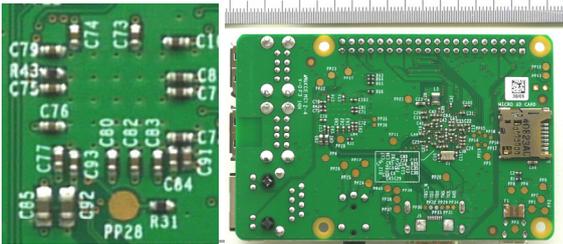
コンデンサ

○ 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



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
100uH 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

[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

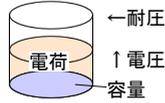
○ 概要

◇部品としての用途



- ・電源の安定化 (パソコン→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&実験!

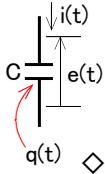
コンデンサ



○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** 鋼板、フェライトなど
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 (交流電圧の上下)
- ・ **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



◇特性式

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

[H]: (自己)インダクタンス

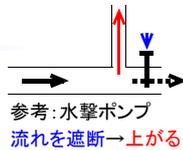
$e(t)$: 電圧 $i(t)$: 電流 ※共に時間変化

◇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

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: $e(t) = R i_0 \sin(2\pi ft)$
 \rightarrow 電圧振幅($R i_0$) \div 電流振幅(i_0) $=R$ (抵抗)
- ◇コンデンサ: $e(t) = (1/C)(1/2\pi f) i_0 (-\cos(2\pi ft))$
 \rightarrow 電圧($i_0/2\pi fC$) \div (i_0) $=1/2\pi fC$
抵抗っぽい値: $1/2\pi fC$ (fに反比例)
- ◇コイル: $e(t) = L 2\pi f i_0 \cos(2\pi ft)$
 \rightarrow 電圧($2\pi fL i_0$) \div (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**
 \rightarrow 周波数が高いほど流れやすい・直流 \times
 \rightarrow 周波数に依存した回路を作れる
- ・コイル:
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 \rightarrow 電力を吸う 放電 \rightarrow 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 $1/L = 1/L_1 + 1/L_2$