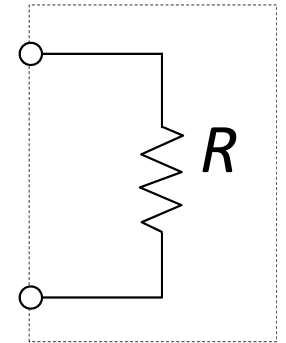


## 2. 受動素子

# 受動素子と能動素子

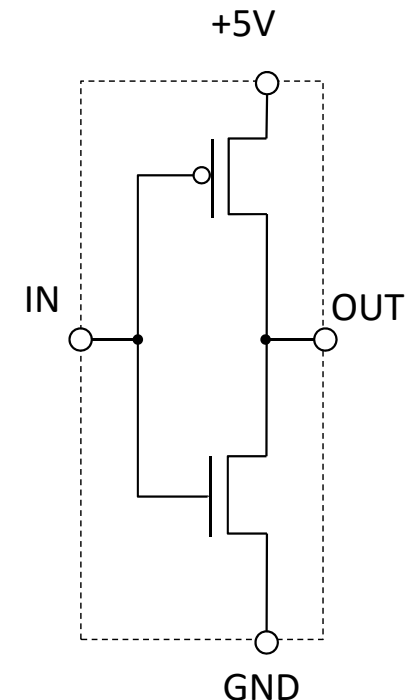
- 受動素子

- 電気エネルギーを増幅せず、消費・蓄積・放出する素子。  
2端子が多い。
- 抵抗(resistor:R), コンデンサ(capacitor:C), コイル(inductor:L)など。
- コンデンサとコイルは、交流に対して抵抗のように働く。  
この強さをリアクタンス(reactance)という。
- Rの直流抵抗分と、C,Lのリアクタンス分をひとまとめにして、  
インピーダンス(impedance)という。  
インピーダンスがわかれば受動回路の動作は全てわかる!



- 能動素子

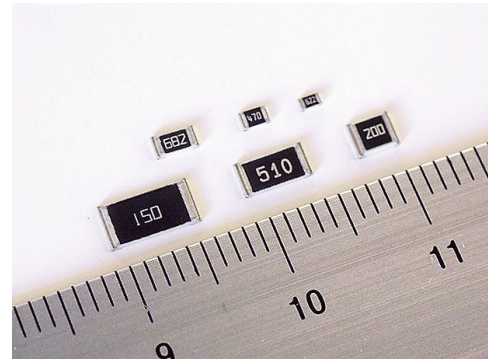
- 入力の電気エネルギーより高出力が取り出せる(増幅)素子。
- 3端子や4端子が多い。
- 入力と出力に加えて、素子自身を駆動する電源も必要。
- 主な素子は、真空管・ダイオード・MOSトランジスタなど。  
(こちらは来週に詳しく講義)



# 抵抗(resistor)

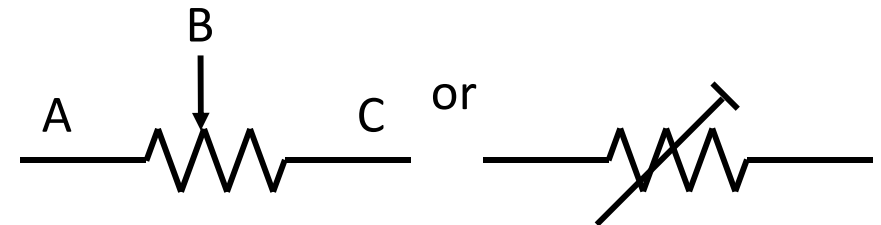
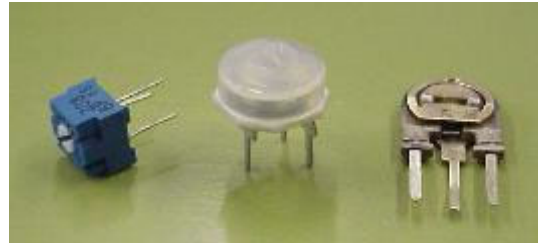
- 電気抵抗を示す1端子対の素子。単位は $[\Omega]$ (オーム)

- 固定抵抗



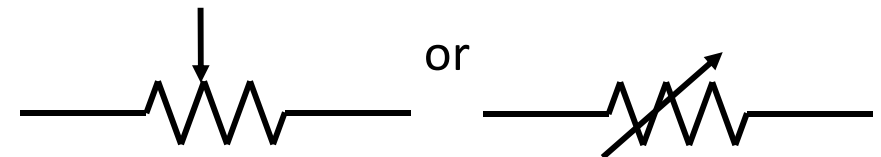
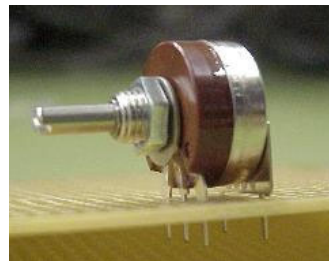
- 半固定抵抗

- 1回だけ調整
- 使用時は固定



- 可変抵抗

- 使用時に調整



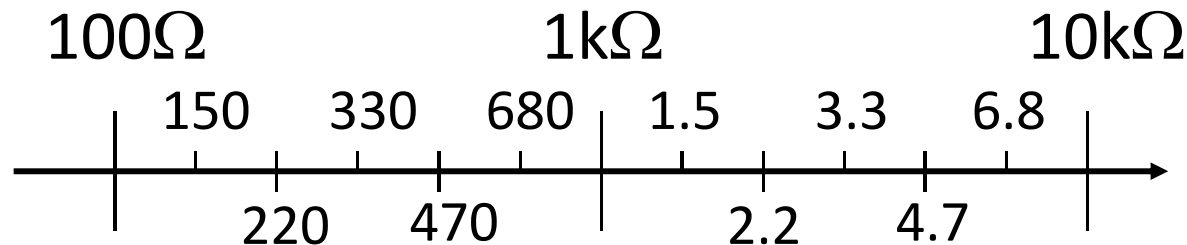
理解のポイント:

- 固定抵抗の抵抗値って、何通りあるか？
- 定格電力 $\frac{1}{4}W$ の意味は？

# 抵抗値の種類と定格

- 抵抗値の種類(=有限)

- どんな設計値でも近い値の抵抗があるように選ぶ。  
=隣り合う抵抗の誤差が一定  
=対数軸上で等間隔
- 誤差によってE6, E12, E24などの系列がある  
例: E6系(誤差50%)は抵抗値10倍分の範囲を6等分

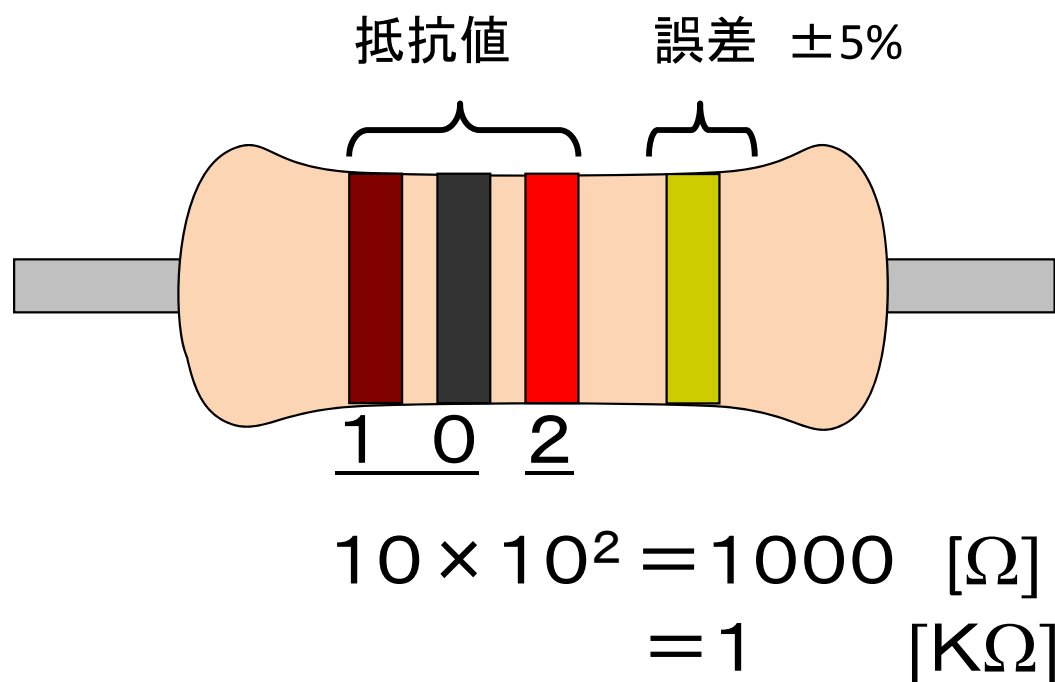


- 定格電力

- 抵抗が破壊せずに消費できる最大電力
- 電力を熱に変換して消費するので、抵抗の材料とサイズによって決まる。  
1/4Wなどという。

E3	E6	E12
1.0	1.0	1.0
		1.2
	1.5	1.5
		1.8
2.2	2.2	2.2
		2.7
	3.3	3.3
		3.9
4.7	4.7	4.7
		5.6
	6.8	6.8
		8.2

# (おまけ)抵抗値の読み方



## ポイント

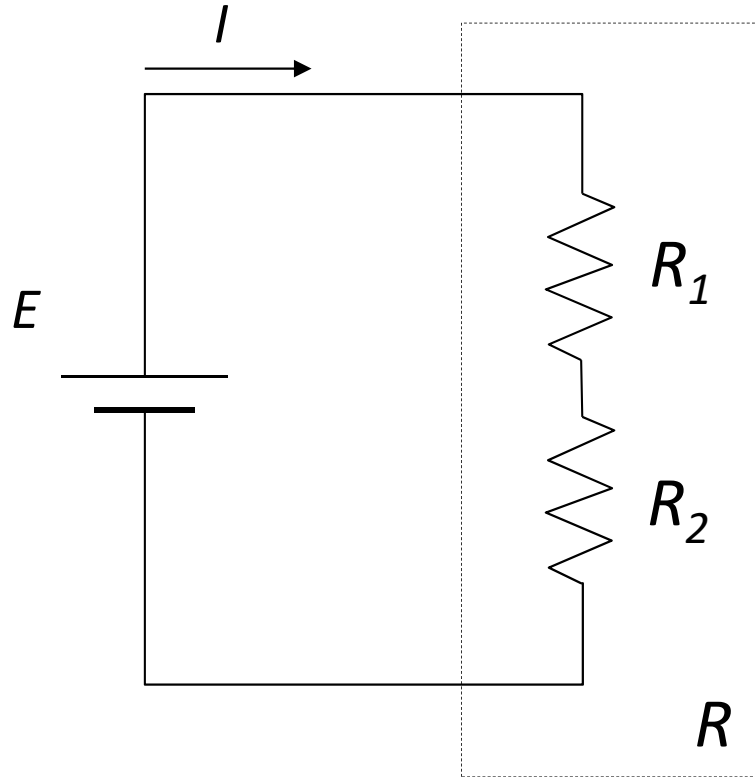
- 上2桁はそのまま読む
- 3桁めは10のべき数
- 4桁めは誤差
- 単位はオーム[Ω]

カラーコード

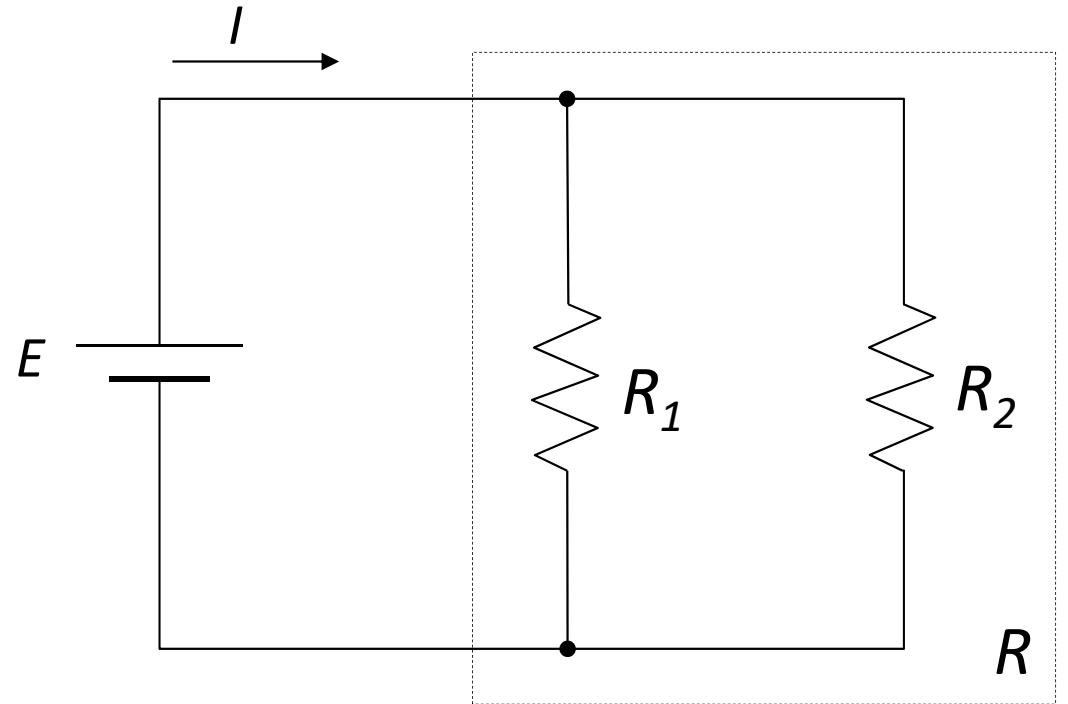
	色名	値	誤差
	くろ	0	
	ちゃ	1	±1%
	あか	2	±2%
	だいだい	3	
	き	4	
	みどり	5	±0.5%
	あお	6	
	むらさき	7	
	はい	8	
	しろ	9	
	金	-1	±5%
	銀	-2	±10%

E12系なら有効数字は2桁で十分だという割り切りが根底にある。

# 抵抗の直列接続と並列接続



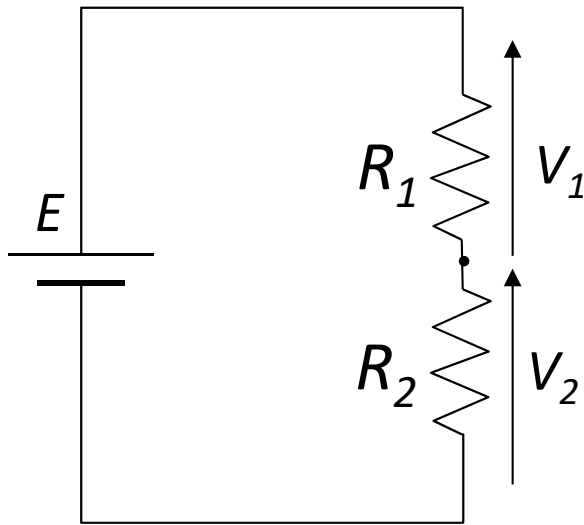
$$R = R_1 + R_2$$



$$R = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

# 抵抗の役割

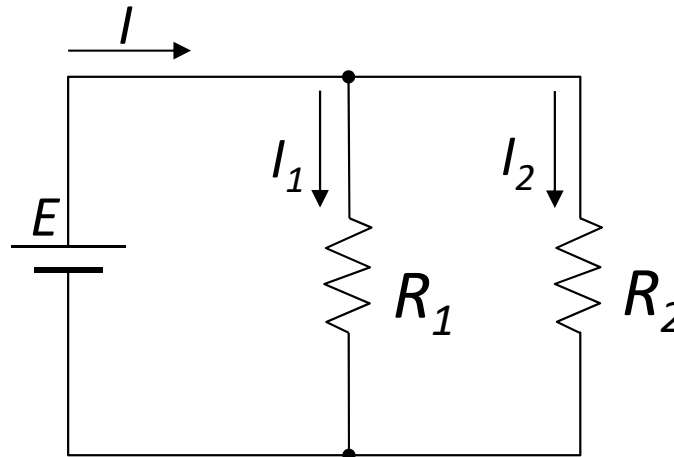
分圧



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

分流

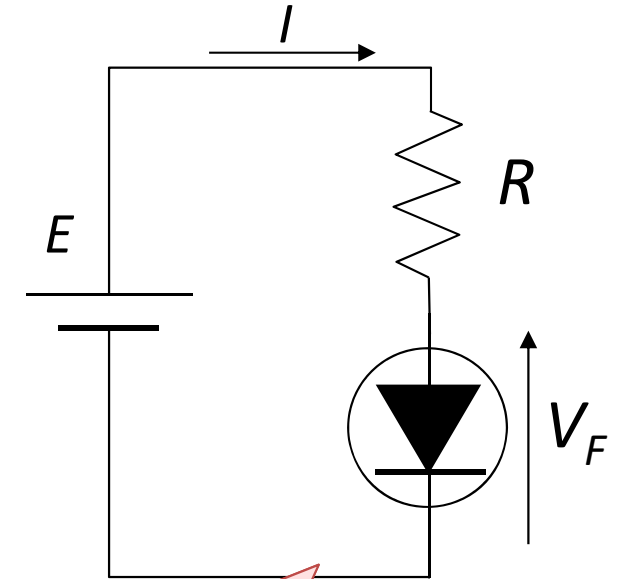


$$I_1 = \frac{E}{R_1}, I_2 = \frac{E}{R_2}, E = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$\therefore I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

電流制限

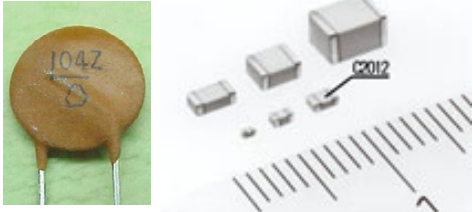



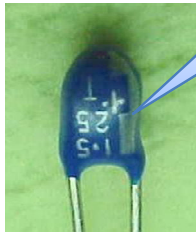
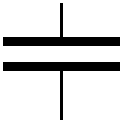
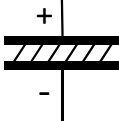


LEDは電流が増えても  
電圧降下は一定( $V_F$ )

$$I = \frac{E - V_F}{R}$$

# コンデンサ(capacitor)

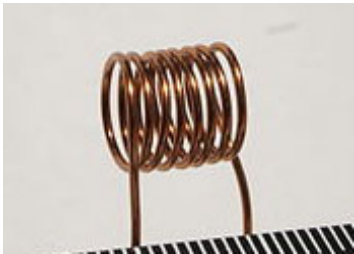



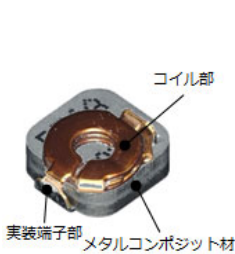

- 誘電体を板状電極で挟んだ構造で、電荷(charge)を蓄積。
- 電圧 $V$ 、電荷 $Q$ 、容量 $C$ の関係は、 $C = \frac{Q}{V}$ 。 $C$ の単位は[F](ファラッド)
- $f$ [Hz]の正弦波交流を加えたときのリアクタンスは、 $\frac{1}{2\pi f C}$ [ $\Omega$ ]  
コンデンサは、 $f$ が高いと低抵抗を示す。 $\Leftrightarrow$ 直流抵抗は $\infty\Omega$

種類	セラミック	フィルム	電解	タンタル
主な用途	高周波(>1MHz)のノイズ除去や周波数選択	オーディオ～1MHz位のノイズ除去、発振	電圧の平滑化	電圧の平滑化、特に温度変化を避けたい回路
外形例			 	
容量	1pF～1000pF	1000p～0.1mF	1mF～1000mF	1mF～100mF
回路図記号	極性なし 		極性あり 	
備考	大抵は50V以上の耐電圧		耐電圧に注意(小型は10V未満)	

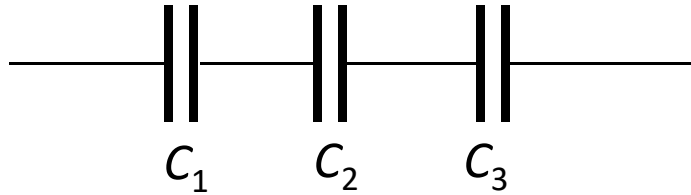


# コイル(inductor)

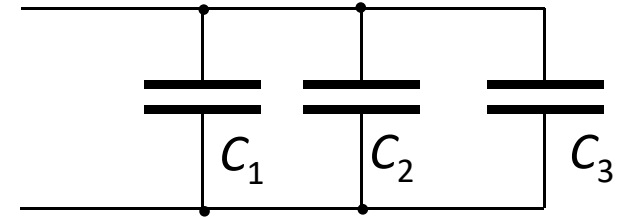
- 導線を何重にも巻いた構造
- 電流の変化を妨げる向きに起電力(逆起電力)が生じる。
- 電流 $I$ が変化したときの逆起電力 $E$ は、 $L \frac{dI}{dt} = E$  で得られる。
- 比例定数 $L$ はインダクタンス(inductance)。単位は[H](ヘンリー)。
- $f$ [Hz]の正弦波交流を加えたときのリアクタンスは  $2\pi fL$  [ $\Omega$ ]  
コイルは、 $f$ が高いと高抵抗を示す。⇔直流抵抗は $0\Omega$

種類	空芯コイル	コアコイル、マイクロインダクタ	トロイダルコア
主な用途	高周波用 (>100MHz)	一般信号用 スマホ・タブレットの小型化にも一役	磁束漏れ小 →大電流用
外形例		    <p>コイル部 実装端子部 メタルコンポジット材</p>	

# コンデンサとコイルの直列・並列接続

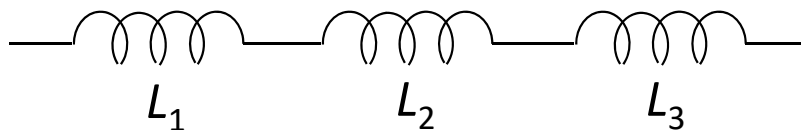


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$



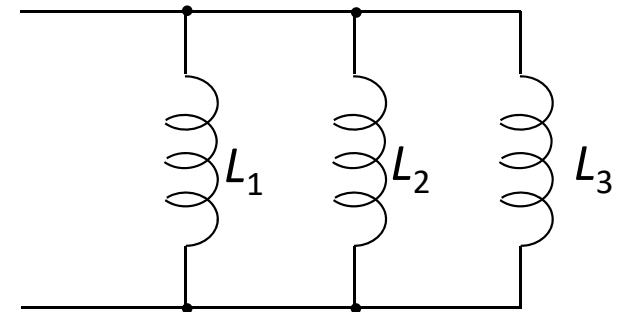
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

極板の面積が増えるのでCも増える



$$L = L_1 + L_2 + L_3$$

巻数がが増えるのでLも増える



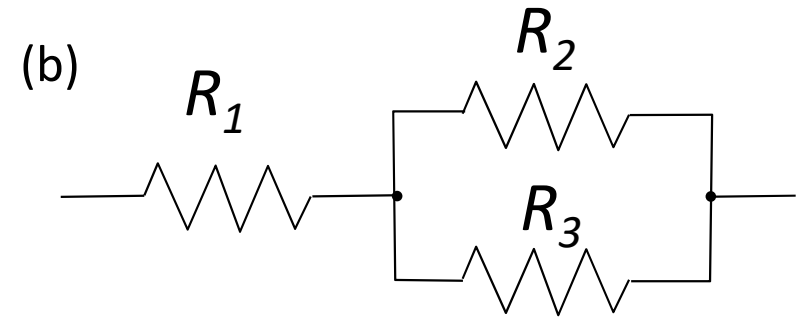
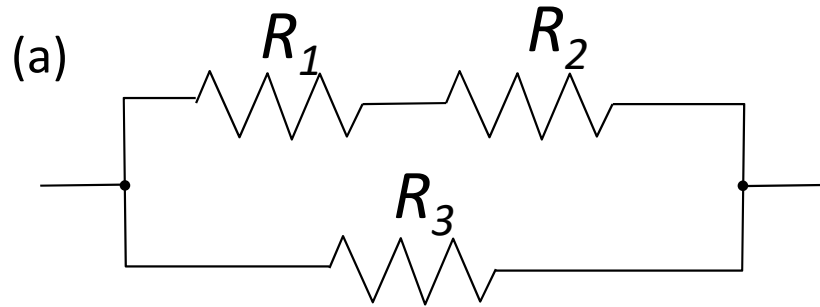
$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3}$$

# まとめ

- 回路素子には、受動素子〔 $R$ 〕と、能動素子〔 $E$ 〕の2種類がある
- 受動素子は、電気エネルギーを〔 $R$ 〕せず、消費・蓄積・放出する素子。
- 受動素子の典型は、抵抗〔 $R$ 〕, コンデンサ〔 $C$ 〕, コイル〔 $L$ 〕
- コンデンサとコイルは、交流に対して抵抗のように働く。この強さをリアクタンス〔 $X$ 〕と呼び、周波数 $f$ の正弦波交流に対して、コンデンサの場合〔 $X_C$ 〕 $[\Omega]$ 、コイルの場合〔 $X_L$ 〕 $[\Omega]$
- 抵抗の直流抵抗分と、コンデンサ・コイルのリアクタンス分を総合して、インピーダンス〔 $Z$ 〕と呼び、受動素子の性質を全て表している。
- 抵抗はインピーダンスが〔 $Z$ 〕の素子。
- 抵抗の直列・並列接続の公式を組み合わせると、複雑な負荷回路でも合成抵抗を求めることができる。

## 2. 演習問題

1. 下図の合成抵抗値を求めよ。



2. 1kHzの正弦波を $0.1\mu\text{F}$ のコンデンサに加えたときのリアクタンスを求めよ。
3. 1kHzの正弦波を $1\text{mH}$ のコイルに加えたときのリアクタンスを求めよ。
4. 6Vの電圧源を用いて、あるLED(発光ダイオード)に $20\text{mA}$ の電流を流したい。LEDに直列に挿入する電流制限抵抗の値を求めよ。ただし、LEDの順方向電圧降下 $V_F=2.3\text{V}$ とする。  
ヒント: 抵抗の役割プリントの図を参照。