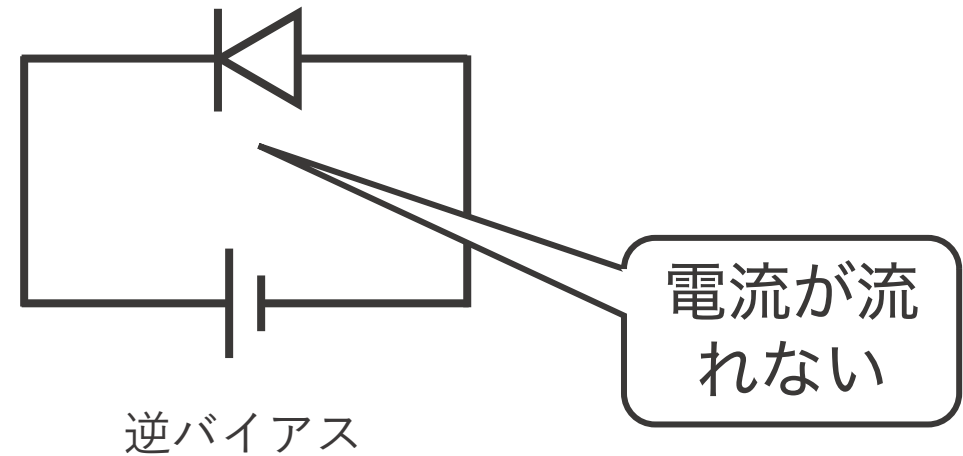
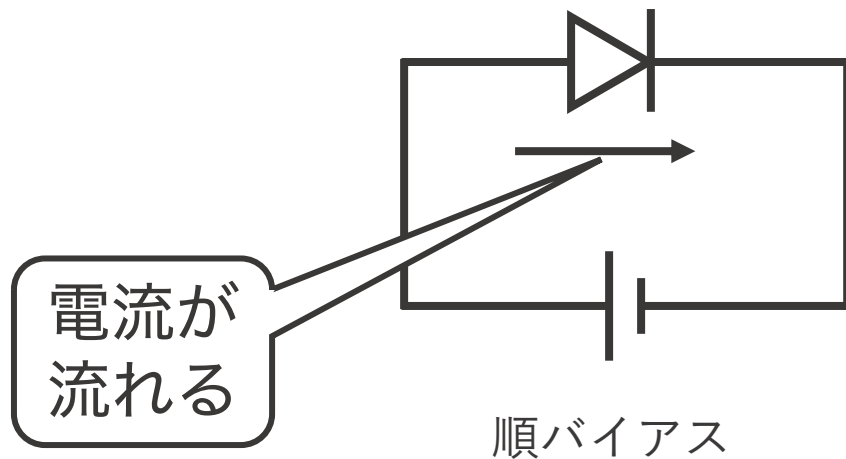


電気工学2第11回

ダイオード

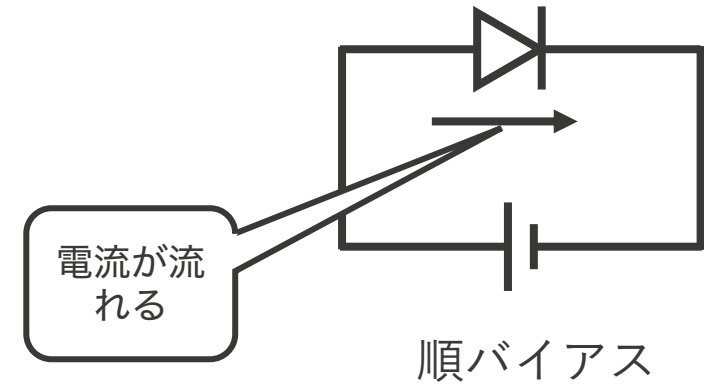
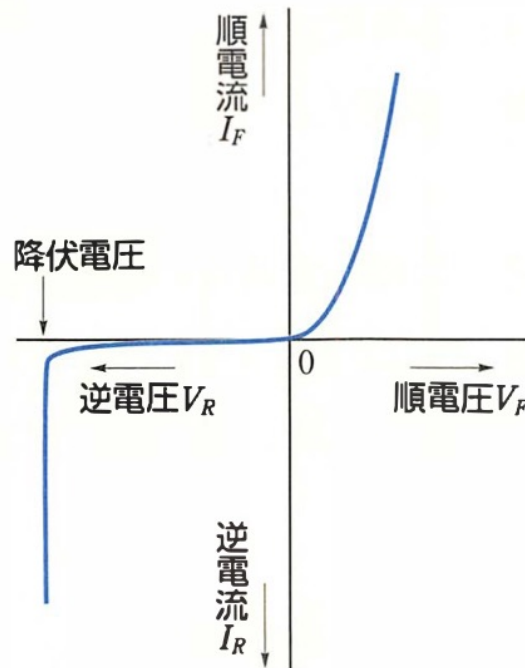
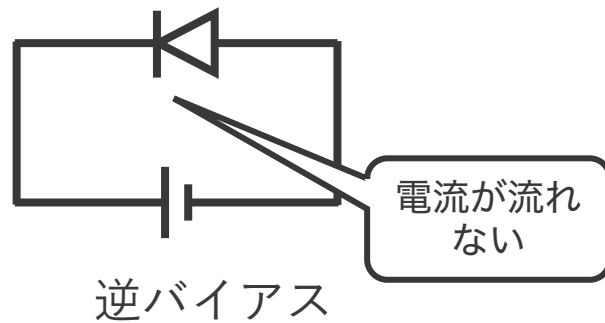
ダイオード

- 電流を一定方向にしか流さない（整流作用）
- 電流を流す方向に電圧をかけることを順バイアス（順電圧）
- 電流を流す方向に流れる電流を順電流
- 電流を流さない方向に電圧をかけることを逆バイアス（逆電圧）
- 電流を流す方向に流れる電流を逆電流



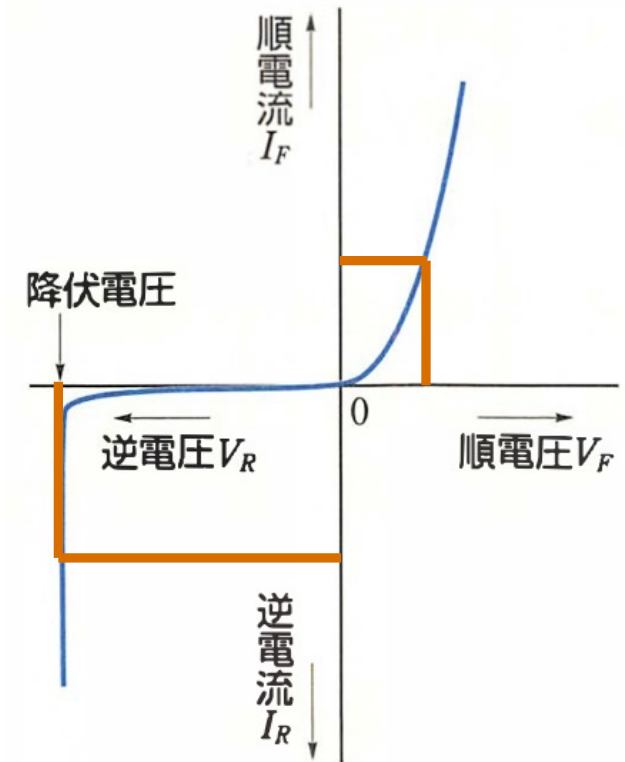
■ 特性図

- ダイオードにかける電圧（印加電圧）と電流の関係を表した図を特性図（V-I特性図）という。
- 逆電圧を大きくすると、ある電圧で大きな逆電流が流れ始める。これを降伏状態といい、その時の電圧を降伏電圧という。



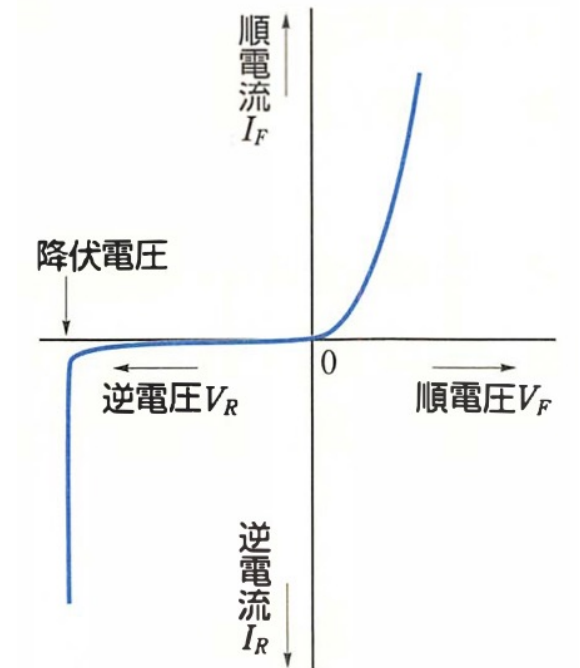
■ 特性図の解釈

- 電流に対する電圧降下の関係と見ることもできる.
- つまり, 特性図は, ある電流を流すとダイオードでどれほど電圧降下が起こるかを示す.
- 逆電流を流すと降伏電圧の電圧降下が起こる.
 - 電流をいくら流しても降伏電圧以上の電圧降下は起こらない.
 - この性質は低電圧ダイオード (ツェナーダイオード) で用いられる.
- 順電流だとしても, ダイオードで電圧降下が起こる.



■ 特性図のオームの法則による解釈

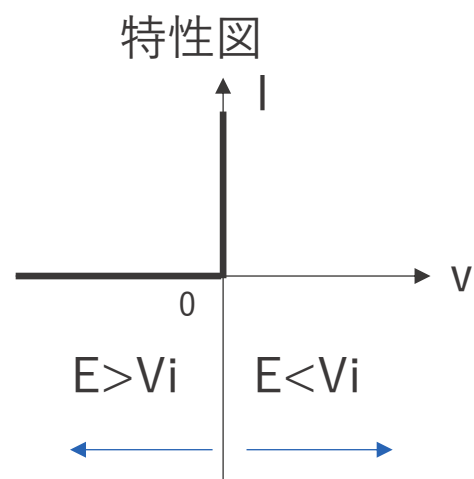
- オームの法則
- $V = RI$
- $I = V/R$
- 特性図の縦軸は電流横軸は電圧なので、特性図は $I = V/R$ を表している。
- 特性図の傾きが大きい
 - 抵抗が低い
- 特性図の傾きが小さい
 - 抵抗が大きい



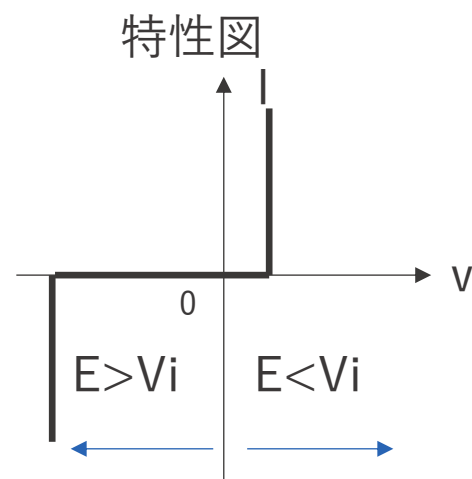
■ 問題

- 回路
- 特性図
- 電流はいくらか？

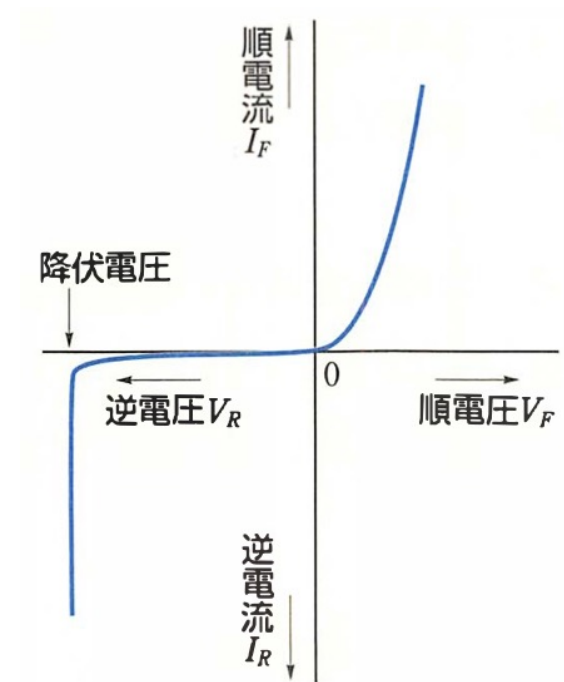
■ 様々な特性図



理想的



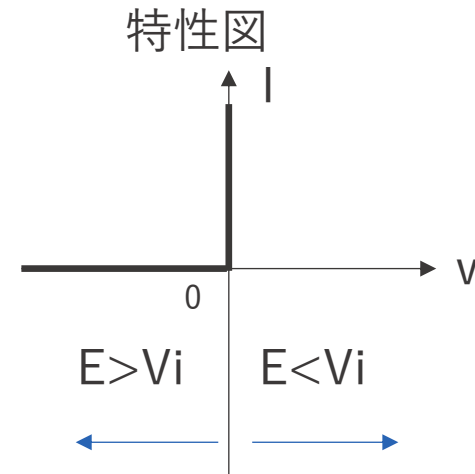
比較的理想的



現実的

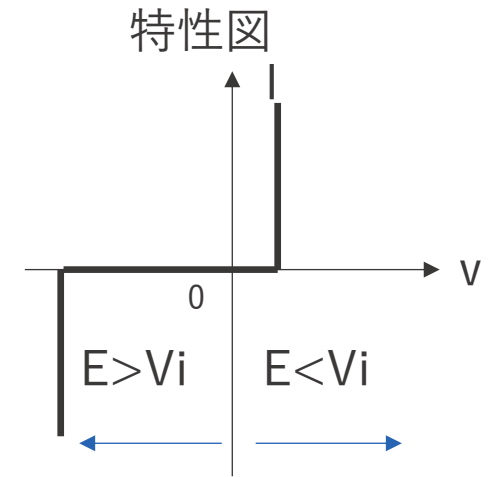
■ 理想的な場合

- $E < V_i$ のときインピーダンス0
 - 電圧降下は起こらない.
- $E > V_i$ のときインピーダンス無限大
 - 電源電圧がダイオードの電圧降下になる.



■ 比較的理想な場合

- $E < V_i$
- $E > 0, E > V_i$
- $E < V_i$
- $E < V_i$



■ 問題解説

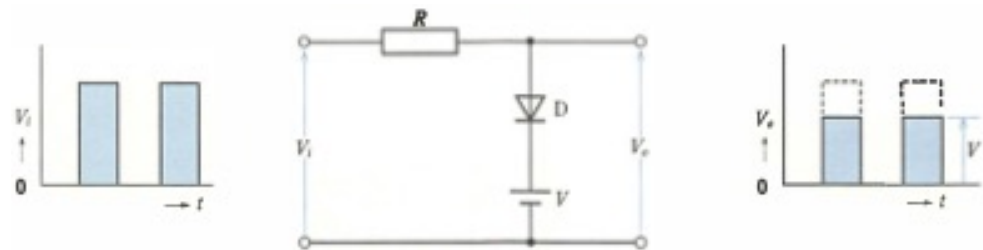
- 5Vの直流電源に抵抗器1個とLED1個を直列に接続して、電流10mAでLEDを点灯させる回路がある。LEDの電圧降下が2Vのとき抵抗器の抵抗値は何 Ω か。(第39回ME2種)
- 100
- 200
- 300
- 400
- 500

クリッパ, リミッタ

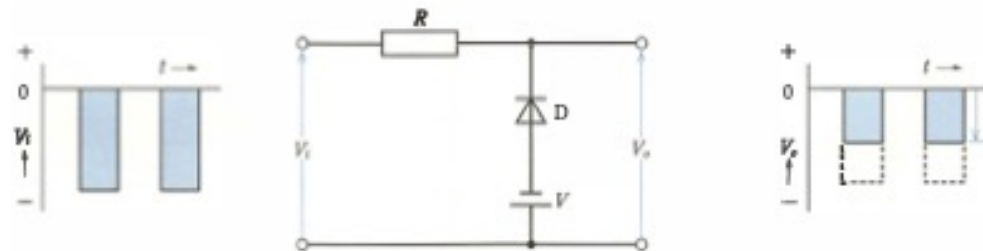
クリッパ

- クリッパとは入力波形の電圧の上部か下部をある値で切り取る役割を果たす回路である。

ピーククリッパ



ベースクリッパ



ピーククリップ回路の原理

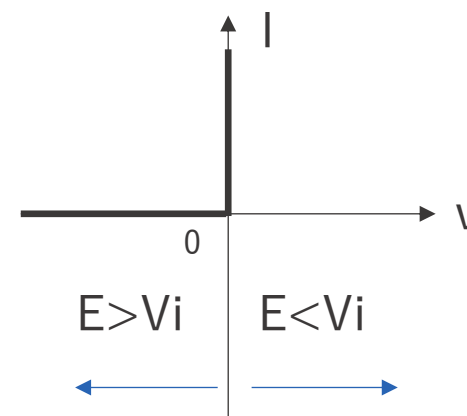
- $E > V_i$ の時

- ダイオードは V_i から見て逆バイアスとなる.
- 逆バイアスの場合, BからAへ電流が流れようとするが, ダイオードがあるため電流は流れない.
- よって, AB間のインピーダンスは無限大とみなすことができる. (開放と見なせる.)
- つまり, AB間の電圧降下は V_i そのものとなる.

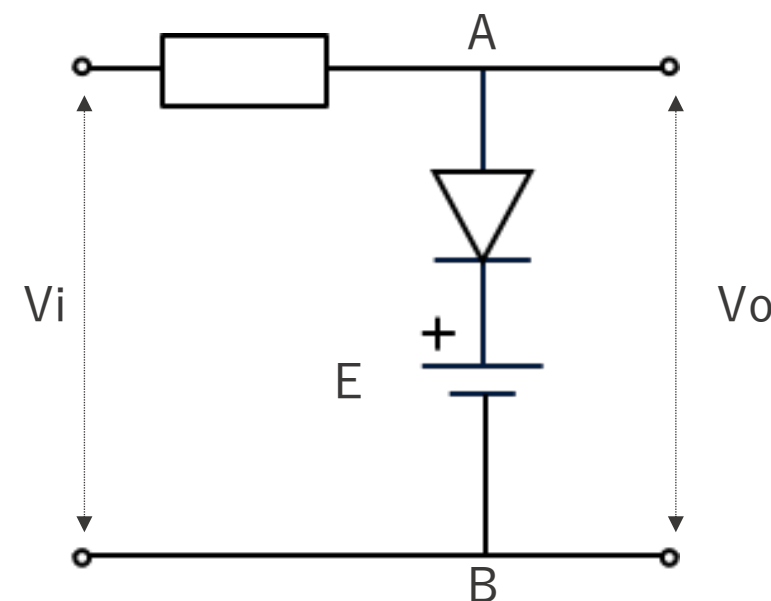
- $E < V_i$ の時

- ダイオードは V_i から見て順バイアスとなる.
- 順バイアスのとき, ダイオードの抵抗は0となるため, ダイオードは短絡とみなせる. (電圧降下は起こらない.)
- AB間の電圧降下は E のみとなるため, $V_o = E$ となる.

特性図

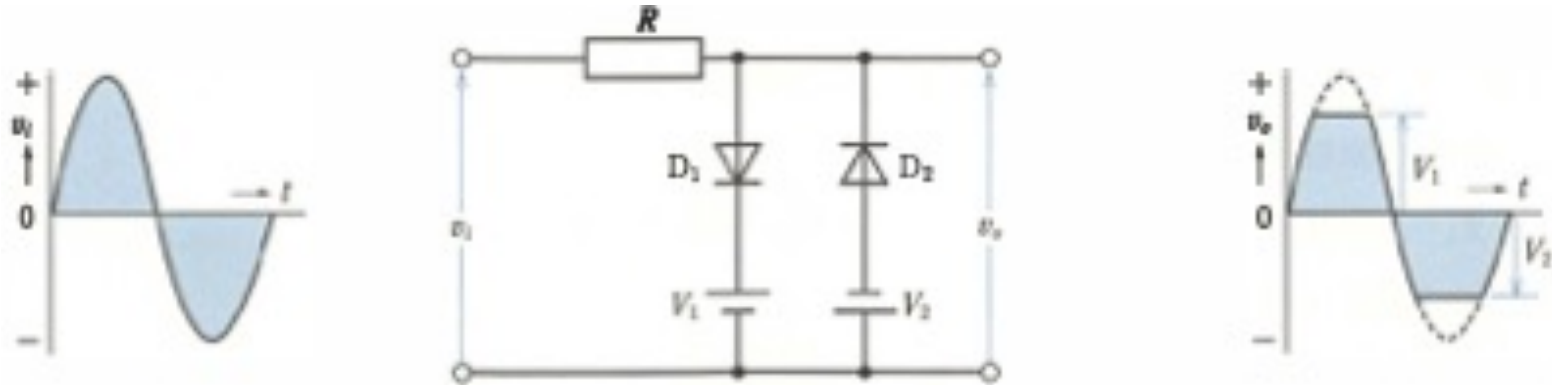


ピーククリップ回路



■ リミタ

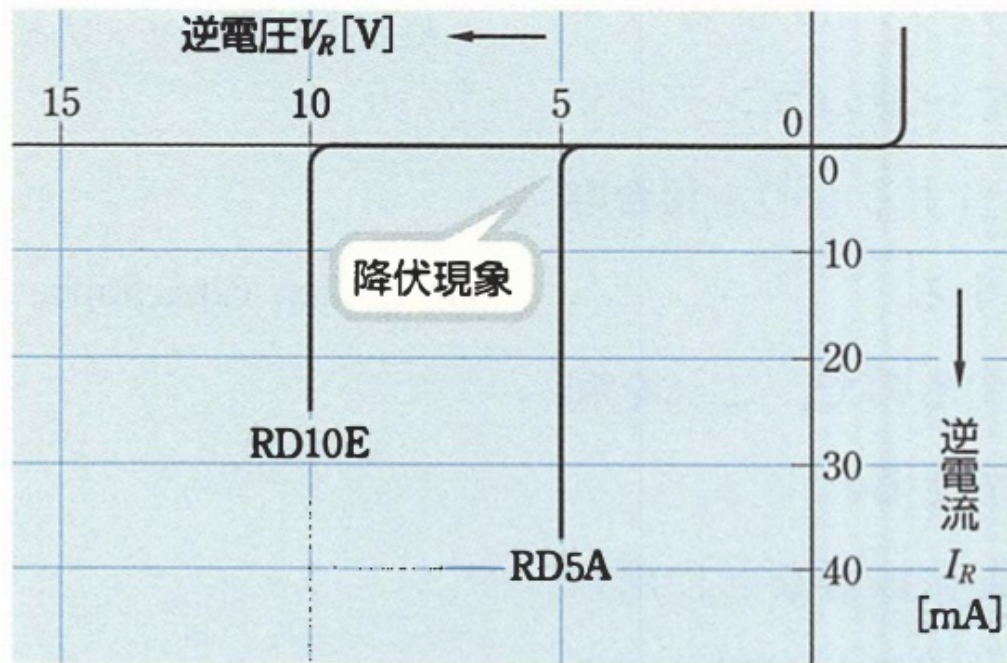
- ピーククリッパとベースクリッパを組み合わせた回路をリミタとよぶ.
- 入力電圧の振幅を制限するために用いられる.



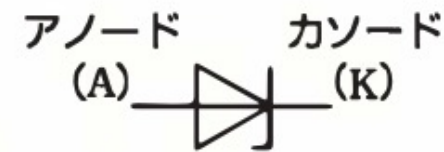
ツェナーダイオード

■ 定電圧ダイオード（ツェナーダイオード）

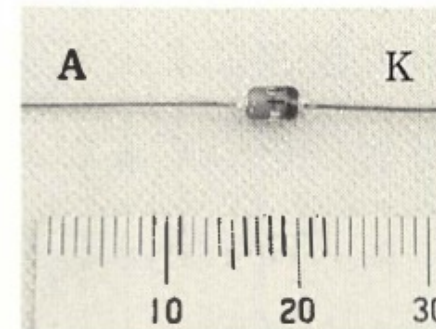
- 降伏現象を利用し，ダイオードの流れる電流の大きさにかかわらずダイオードの電圧を一定に保つ機能を持つダイオード．
- 定電圧源として利用される．



(a) 特性



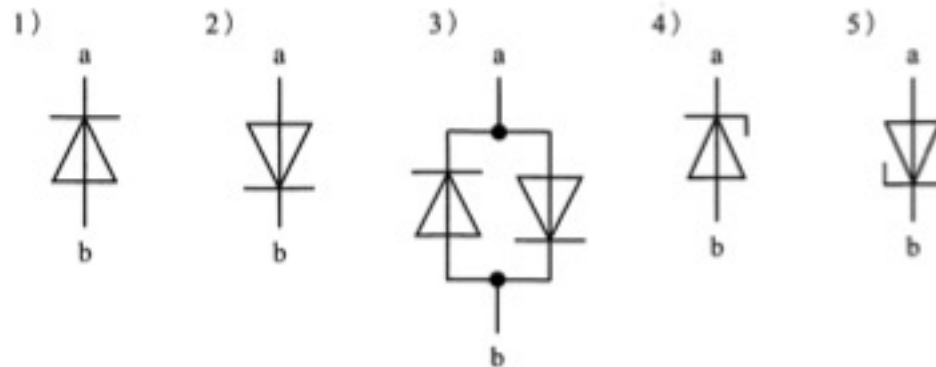
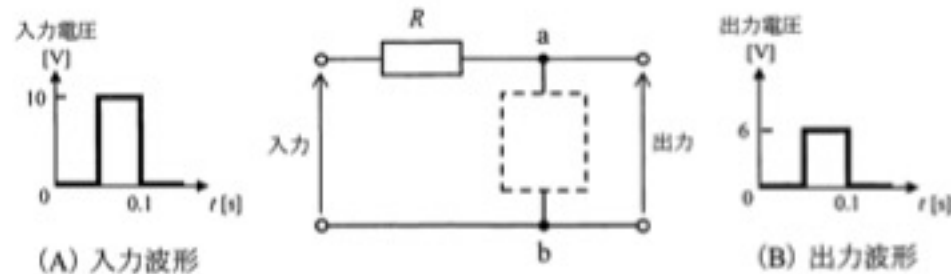
(b) 図記号



(c) 外観例

問題解説

- 図の回路a-b間に素子を接続して、(A)のような正矩形波パルス(0-10V)を入力したところ、(B)のような正矩形波パルス(0-6V)が出力された。a-b間に接続したのはどれか。(第42回ME2種)



問題解説

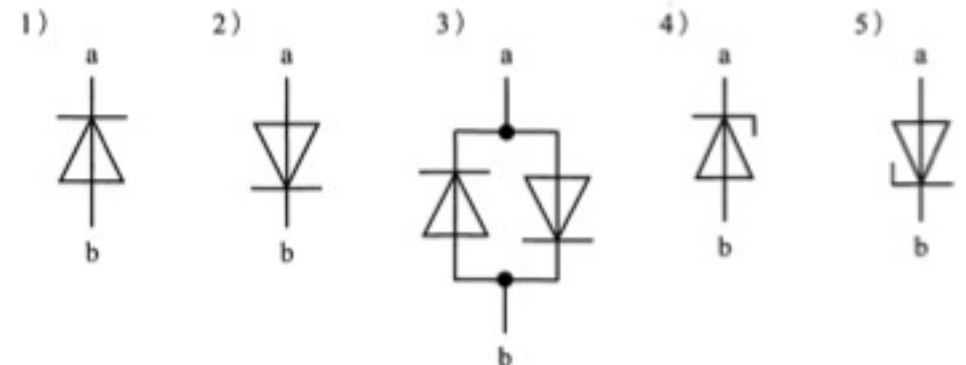
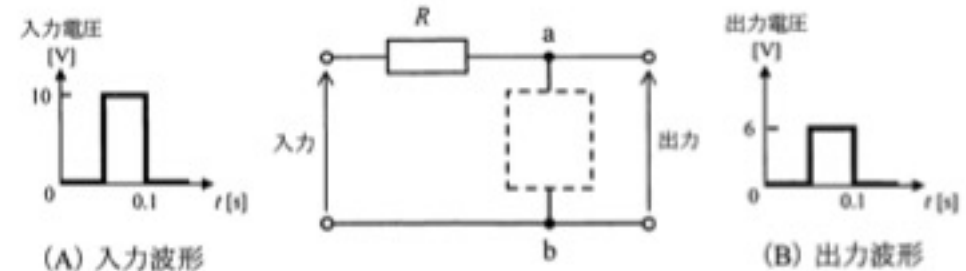
- 図の回路a-b間に素子を接続して、(A)のような正矩形波パルス(0-10V)を入力したところ、(B)のような正矩形波パルス(0-6V)が出力された。a-b間に接続したのはどれか。ただし、ダイオードはすべて理想的である。(第42回MF2種介)

グラフBからa-b間で6Vの電圧降下が起こっている。

理想的なダイオードに降伏電圧がないと考えるので、1は間違いである。

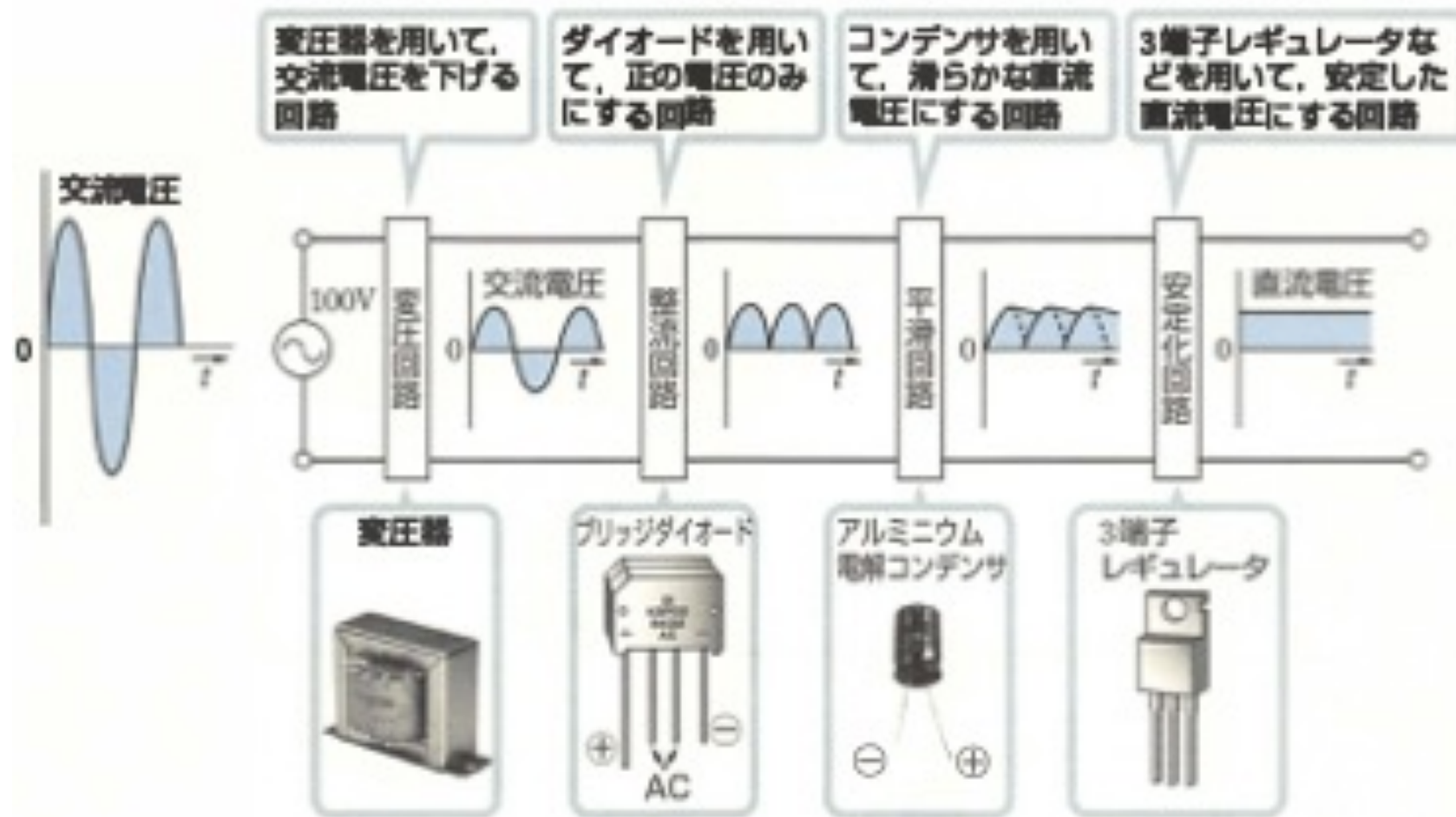
理想的なダイオードは順方向の電圧降下がないため、2, 3, 5は間違いである。

ツェナーダイオードの降伏電圧が6Vであるとする、4のツェナーダイオードが答えとなる。



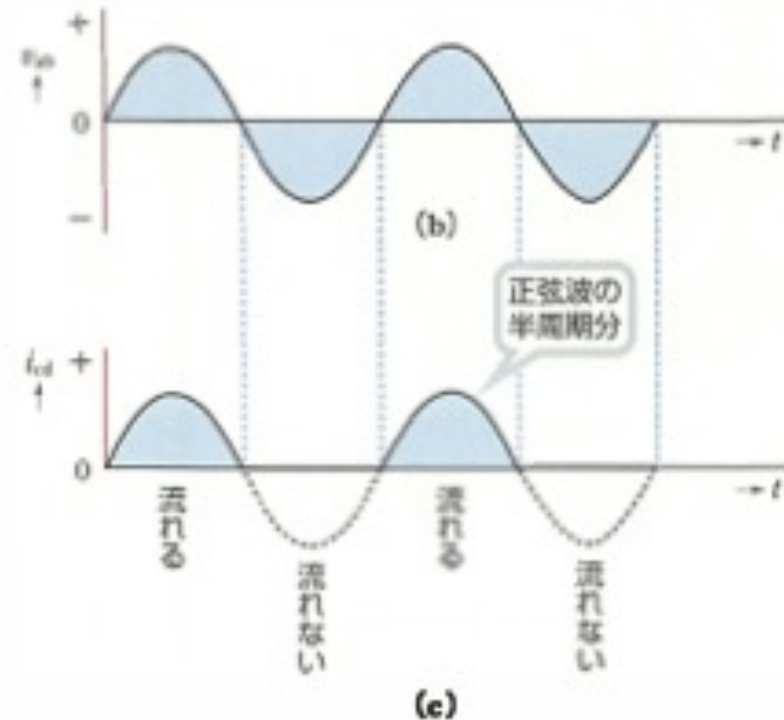
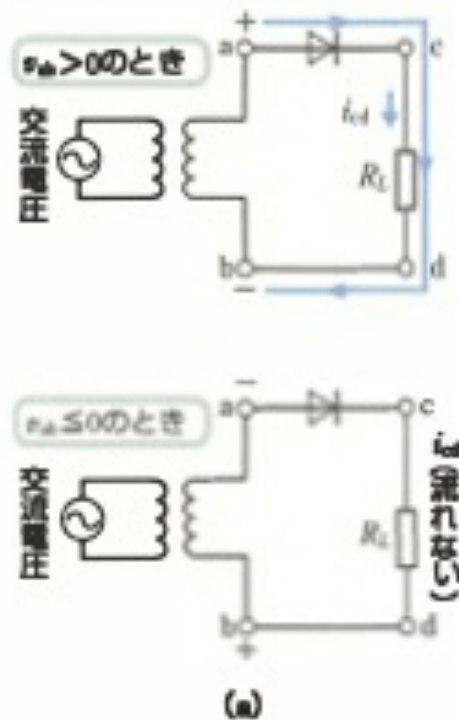
整流回路

制御系電源回路の構成



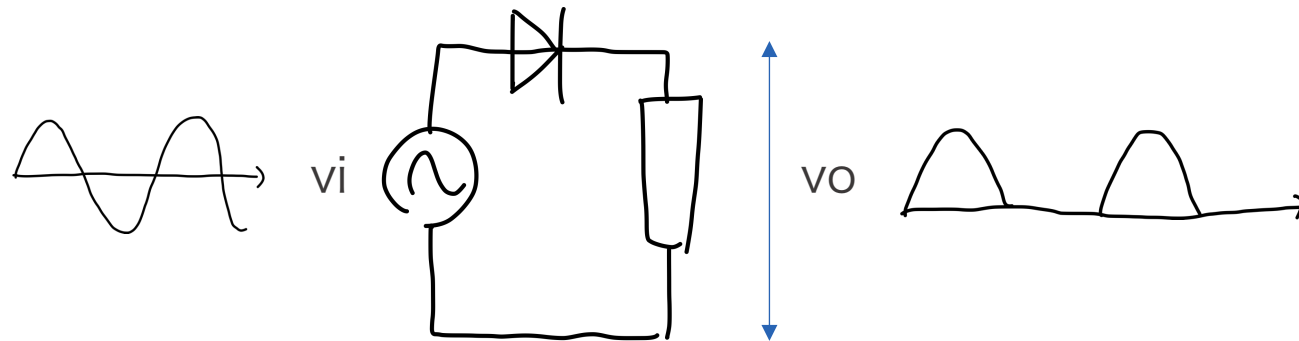
半波整流回路

- ダイオード 1 個の整流回路を半波整流回路という.
- ダイオードは一方方向の電流しか流さないため, 正弦波の半分だけが抵抗 R_L に流れる.



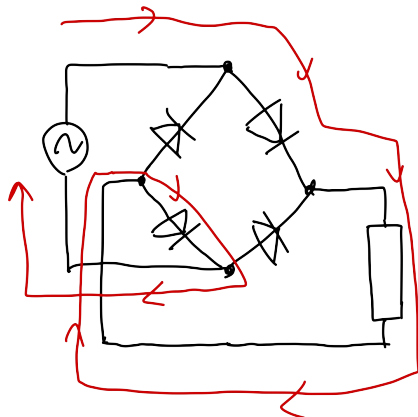
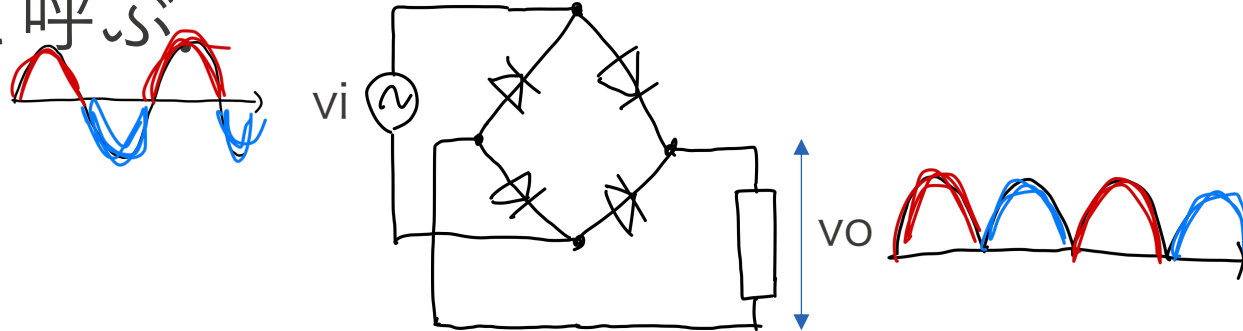
整流回路

- 交流を直流に変換する回路を整流回路という.
- 半波整流
 - ダイオード 1 個で構成される.
 - ダイオードは一方方向にしか電流を流さないため、正弦波の半分だけが抵抗に流れる.

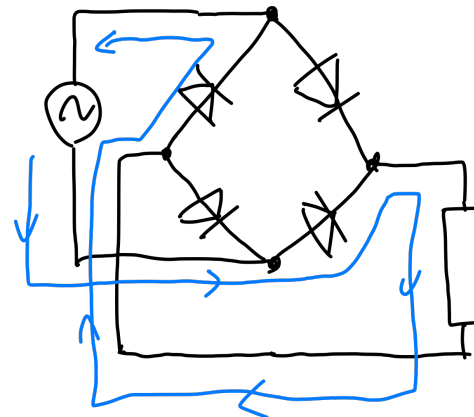


全波整流

- 全波整流では正弦波電源の正の部分はそのままに，負の部分を反転させる．
- 図のようにダイオードをブリッジ状に組んだ整流回路をブリッジ全波整流回路と呼ぶ



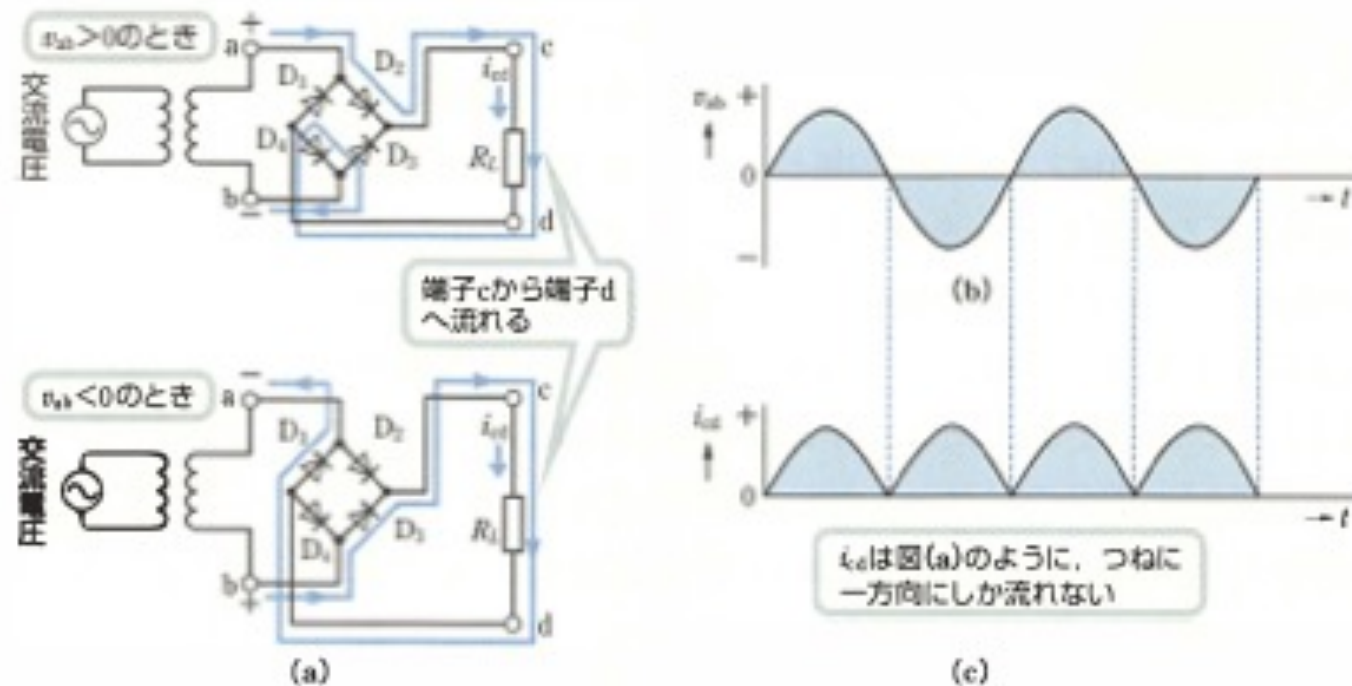
電源の電圧が正のときの電流の流れ



電源の電圧が負のときの電流の流れ

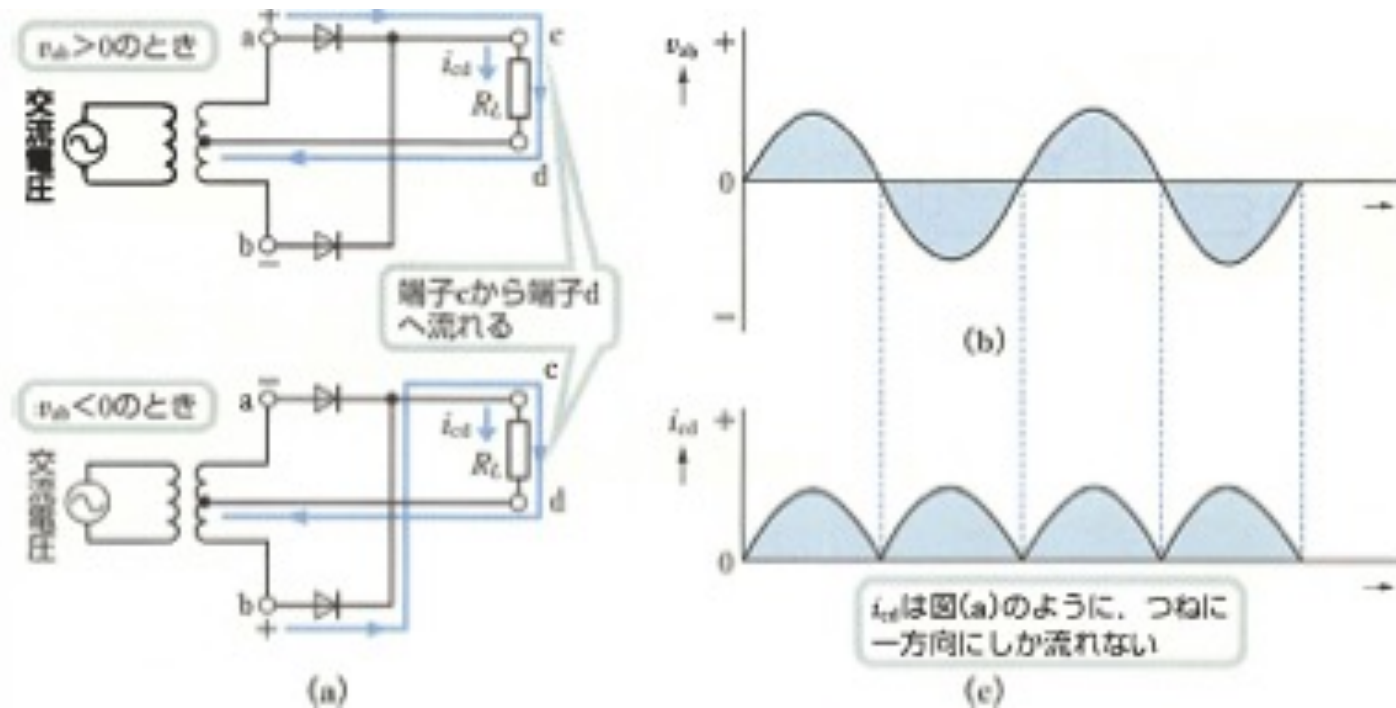
ブリッジ全波整流回路

- 全波整流では正弦波電源の正の部分はそのままに，負の部分を反転させる．
- 図のようにダイオードをブリッジ状に組んだ整流回路をブリッジ全波整流回路と呼ぶ．



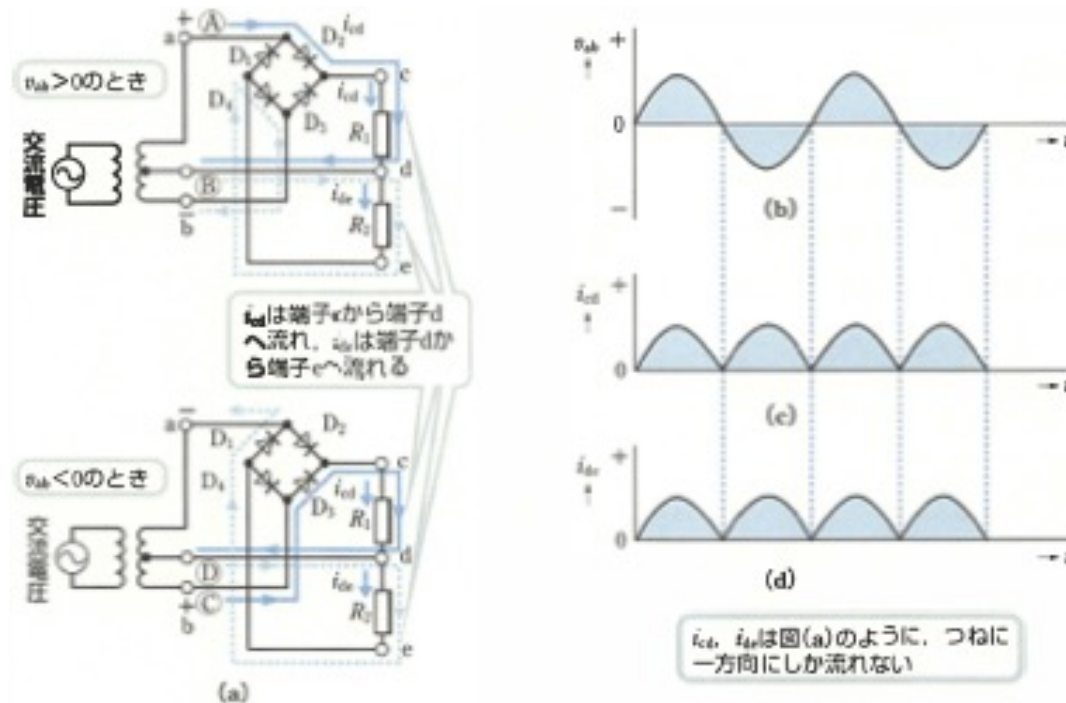
センタタップ全波整流回路

- センタータップ付きトランスと2個のダイオードを接続した整流回路をセンタタップ型全波整流回路という。



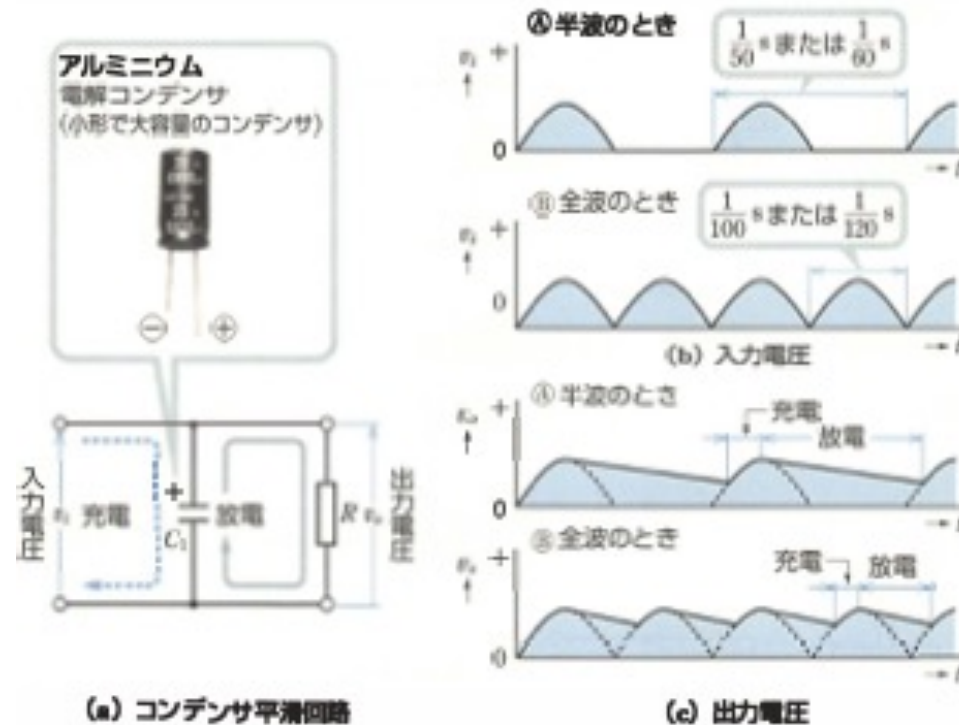
正負対称ブリッジ整流回路

- センタタップ付きトランスとダイオードを図のように接続したものを正負対称ブリッジ整流回路という。
- この回路は、全波整流回路が2つあるとみなすことが出来る。そのため、正負電源が必要な増幅回路などで用いられる。



■ コンデンサ平滑回路

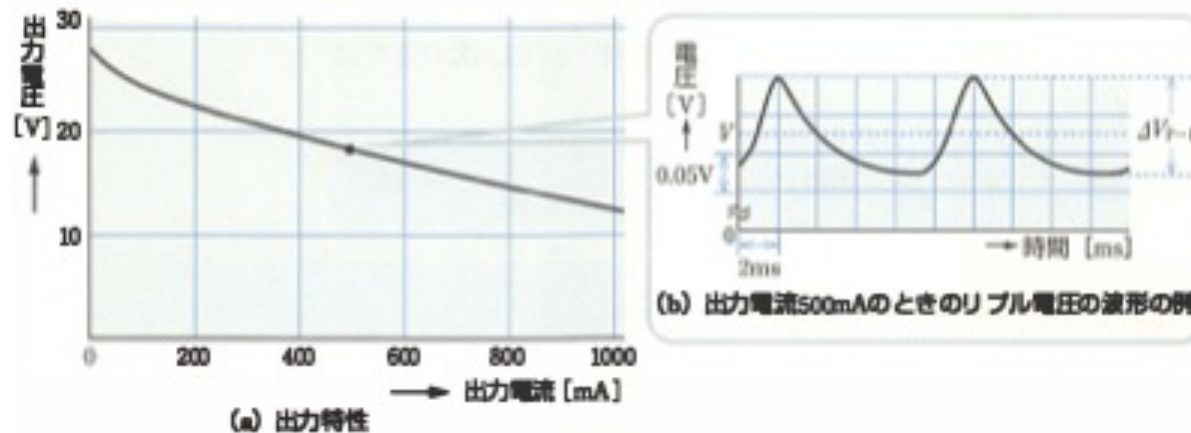
- 整流回路で整流された電流は直流電流ではなく，山が複数ある脈動電流である．
- 平滑回路により脈動電流を平にする（平滑）する．



■ 電圧変動率

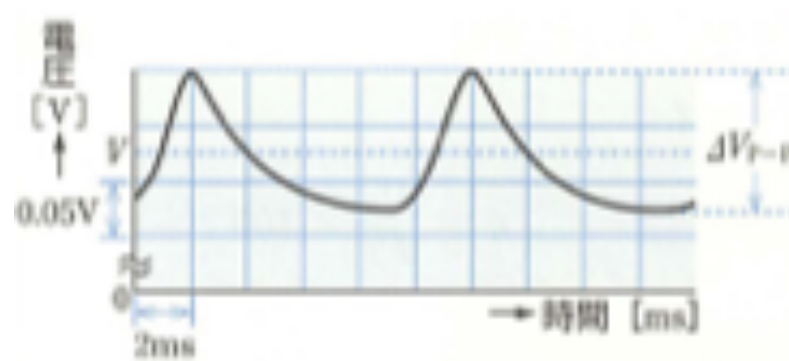
- 電源回路では，負荷側で多くの出力電流を流すと，変圧器の内部インピーダンスやダイオードの順方向抵抗などによる電圧降下のため，出力電圧が下がる．
- 出力変動の割合が小さいものが望ましい．その割合を電圧変動率と呼ぶ．
- 無負荷時の出力電圧を V_0 ，負荷接続時の出力電圧を V_L とすると，電圧変動率 δ は次のように表される．

$$\delta = \frac{V_0 - V_L}{V_L} \times 100 [\%]$$



リップル

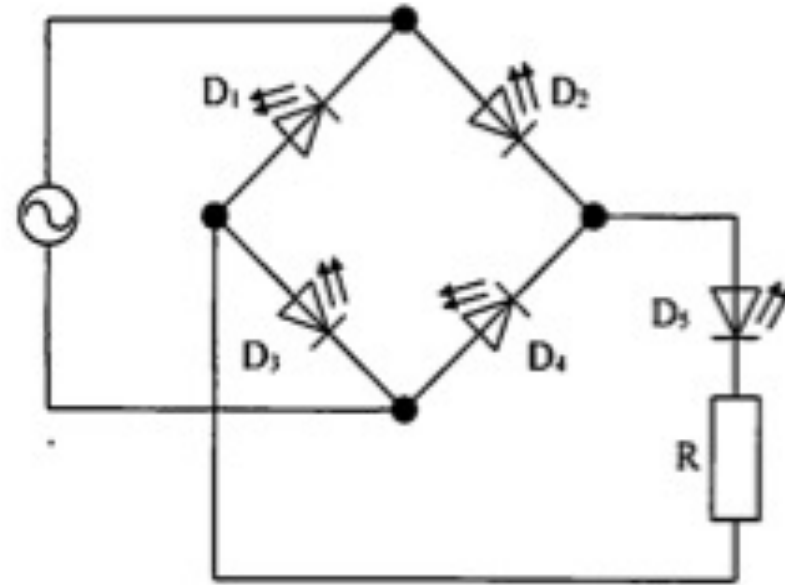
- 交流電源から直流を得る場合，どうしても図のような完全な直流にならず交流成分が残ってしまう．
- この交流分をリップルと呼ぶ．



■ 第41回ME2種

- 図の回路においてD1のLED（発光ダイオード）が発光しているときに同時に発光するのはどれか。

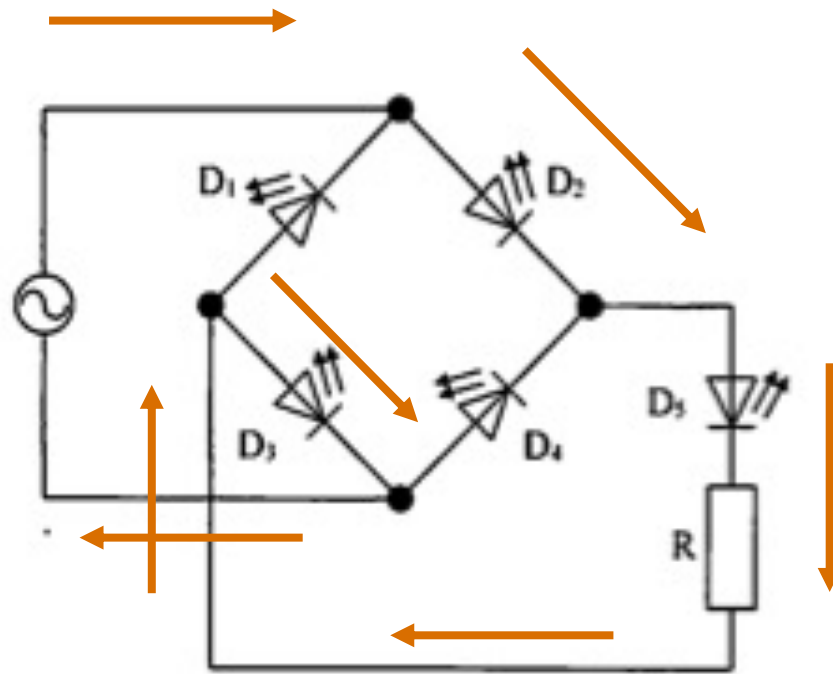
1. D2とD3
2. D2とD5
3. D3とD4
4. D3とD5
5. D4とD5



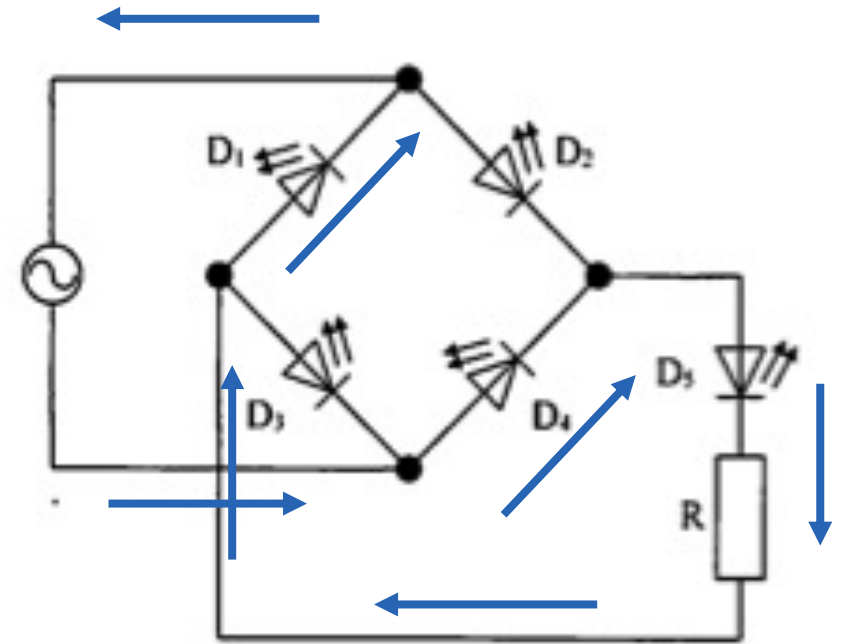
第41回ME2種

- 図の回路においてD1のLED（発光ダイオード）が発光しているときに同時に発光するのはどれか。

1. D2とD3
2. D2とD5
3. D3とD4
4. D3とD5
5. D4とD5



電源の電圧が正のとき
D1は点灯しない。



電源の電圧が負のとき
D1は点灯する。
このとき、電流が流れているD4
とD5も点灯している。

■ 実効値（資格試験・国家試験のために覚える）

- 交流

- $\frac{V}{\sqrt{2}}$

- 全波整流（計算で2乗するため，交流と同じ値となる）

- $\frac{V}{\sqrt{2}}$

- 半波整流

- $\bar{P} = \frac{1}{T} \int_0^{T/2} \frac{V^2 \sin^2(\omega t)}{R} dt = \frac{V^2}{TR} \int_0^{T/2} \frac{1}{2} (1 - \cos(2\omega t)) dt$

- $= \frac{V^2}{2TR} \left[t - \frac{1}{2\omega} \sin 2\omega t \right]_0^{T/2} = \frac{V^2}{2TR} \left[\frac{T}{2} - \frac{1}{2\omega} \sin \omega T + \frac{1}{2\omega} \sin 0 \right]$

- $= \frac{V^2}{4TR} \times T = \frac{V^2}{4R} = \frac{V}{2R} \frac{V}{2} = I_e V_e$

- よって実効値は $V/2$

平滑回路

■ 平滑回路

- 半波整流回路も全波整流回路も出力は直流ではない。
- より直流に近づけるためには、交流成分（脈流）を軽減する平滑回路が必要となる。
- 平滑回路とは、出力を直流に近づけるため、出力の凸凹を平らに、なめらかにする回路である。