

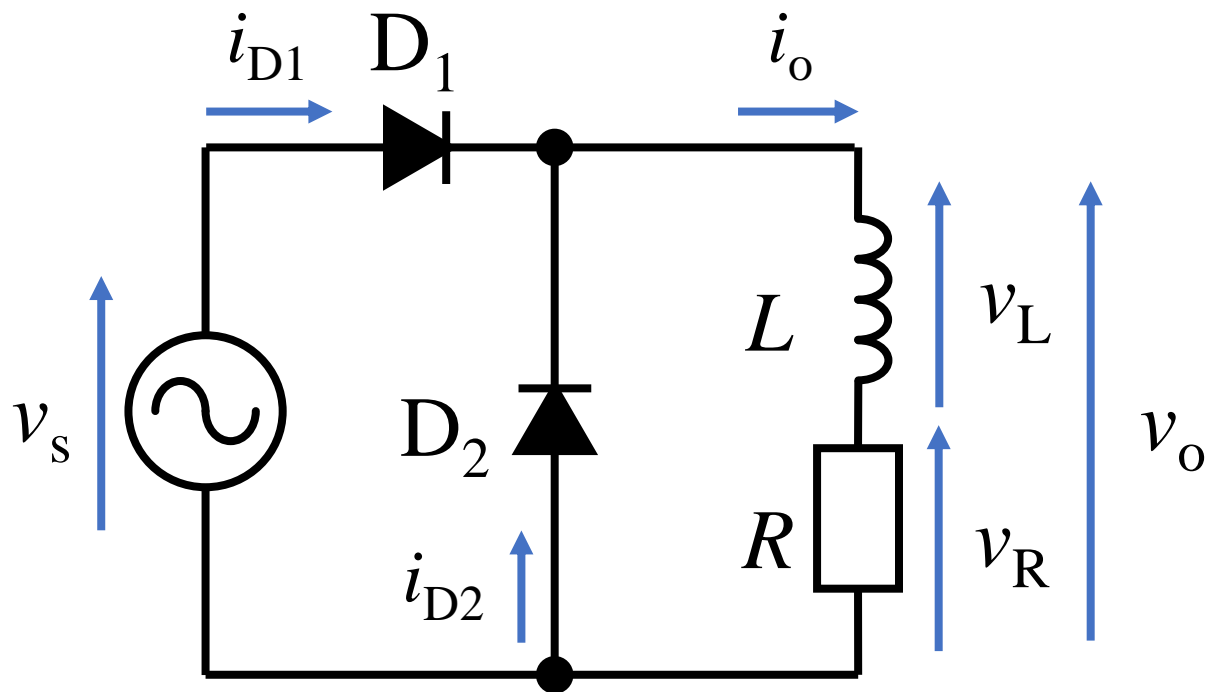
# **10. AC-DCコンバータ（整流回路）（2）**

## **10. AC-DC Converter (Rectification Circuit) ( 2 )**

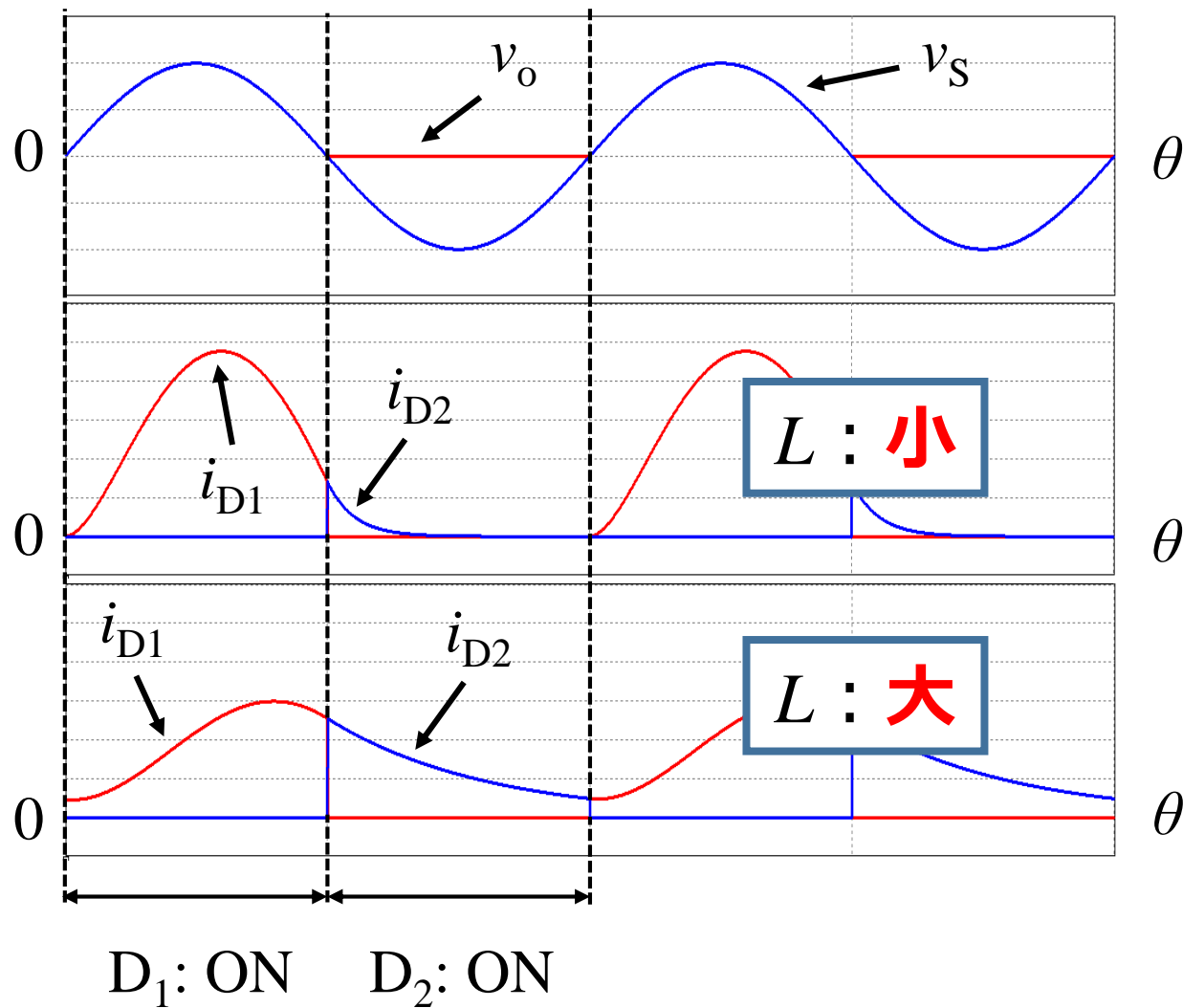
### **講義内容**

- 1. 単相半波ダイオード整流回路（2）**
- 2. 単相全波ダイオード整流回路（R負荷）**
- 3. 単相全波ダイオード整流回路（LR負荷）**

# 還流ダイオードの追加



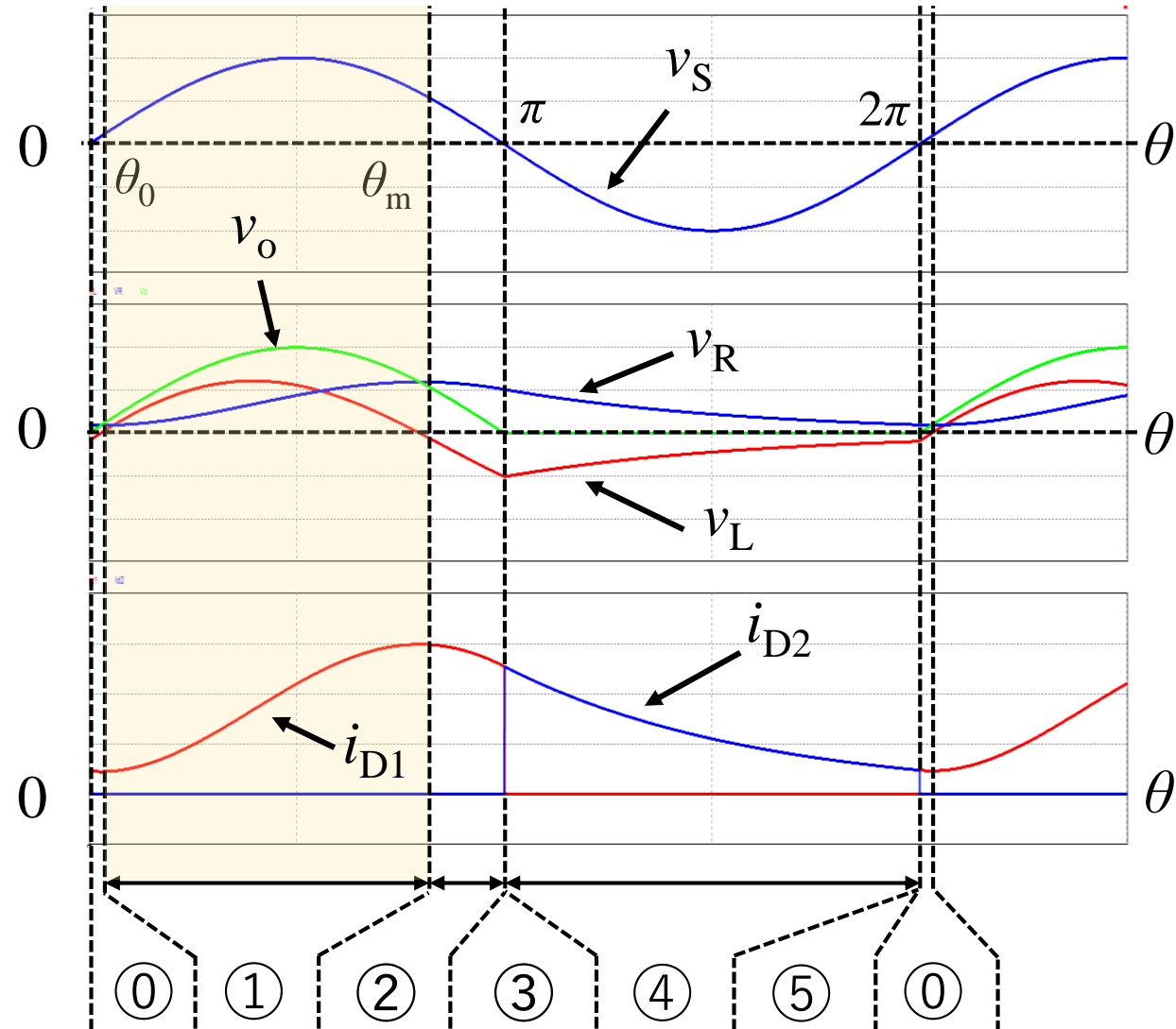
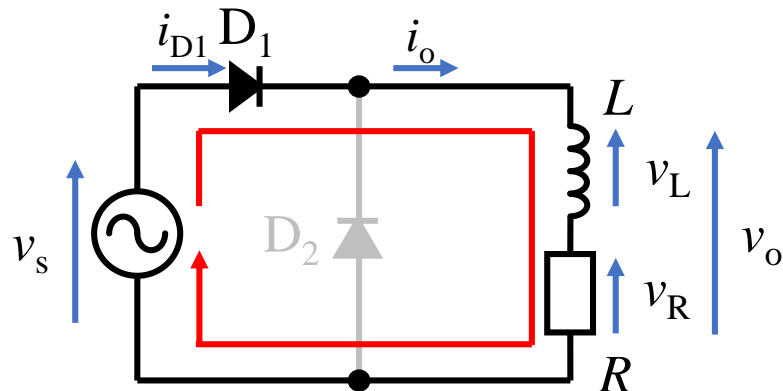
インダクタンス $L$ を **大きく** していくと  
徐々に **出力** 電流が **直流** に近づく



# Mode.1

Mode.1  $\theta_0 < \theta < \theta_m$

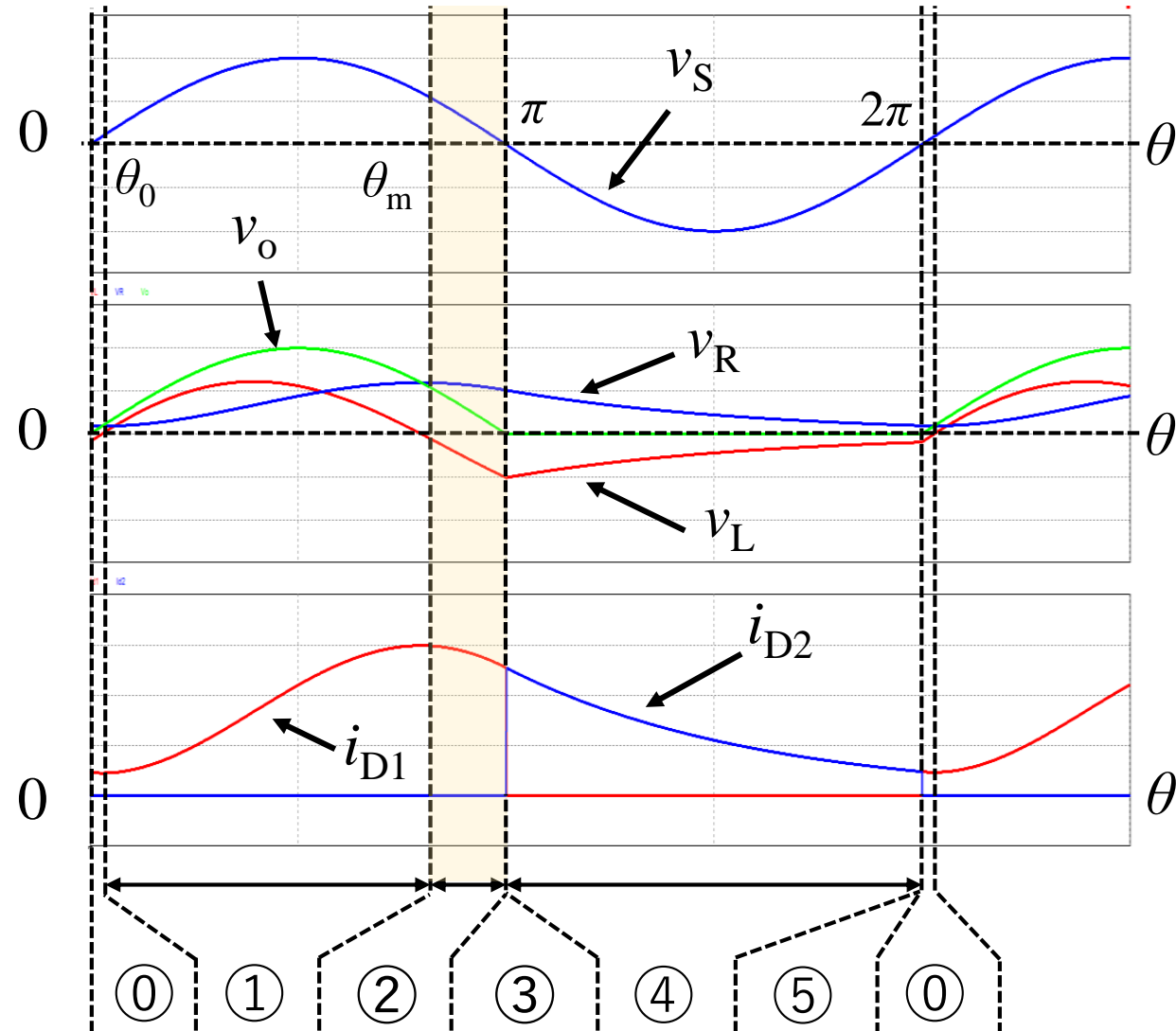
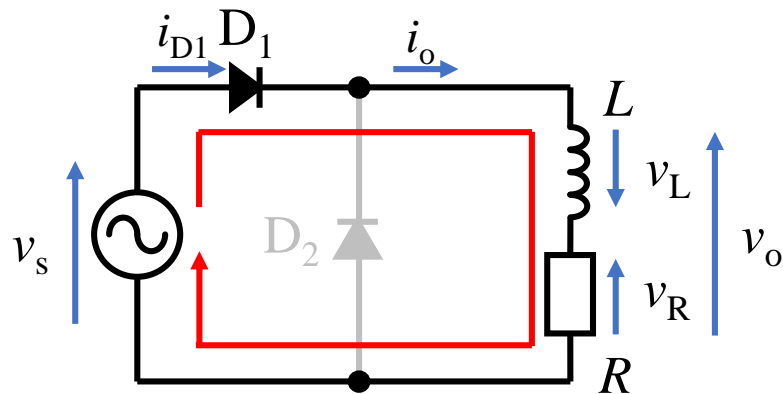
- $D_1$  : 順バイアスにより,  $D_1 = \text{ON}$  .
- $D_2$  : 逆バイアスにより,  $D_2 = \text{OFF}$  .
- $L$  :  $v_L = 0$  になるまで平滑リアクトル( $L$ )にエネルギー **充電** .  $\theta = \theta_m$  時が充電エネルギーが最大なため,  $i_o$  が **最大** 値となる.
- $R$  :  $i_o$  の向きの変化により,  $v_R$  も変化.  
( $R$  : 以降同様)



# Mode.2

Mode.2  $\theta_m < \theta < \pi$

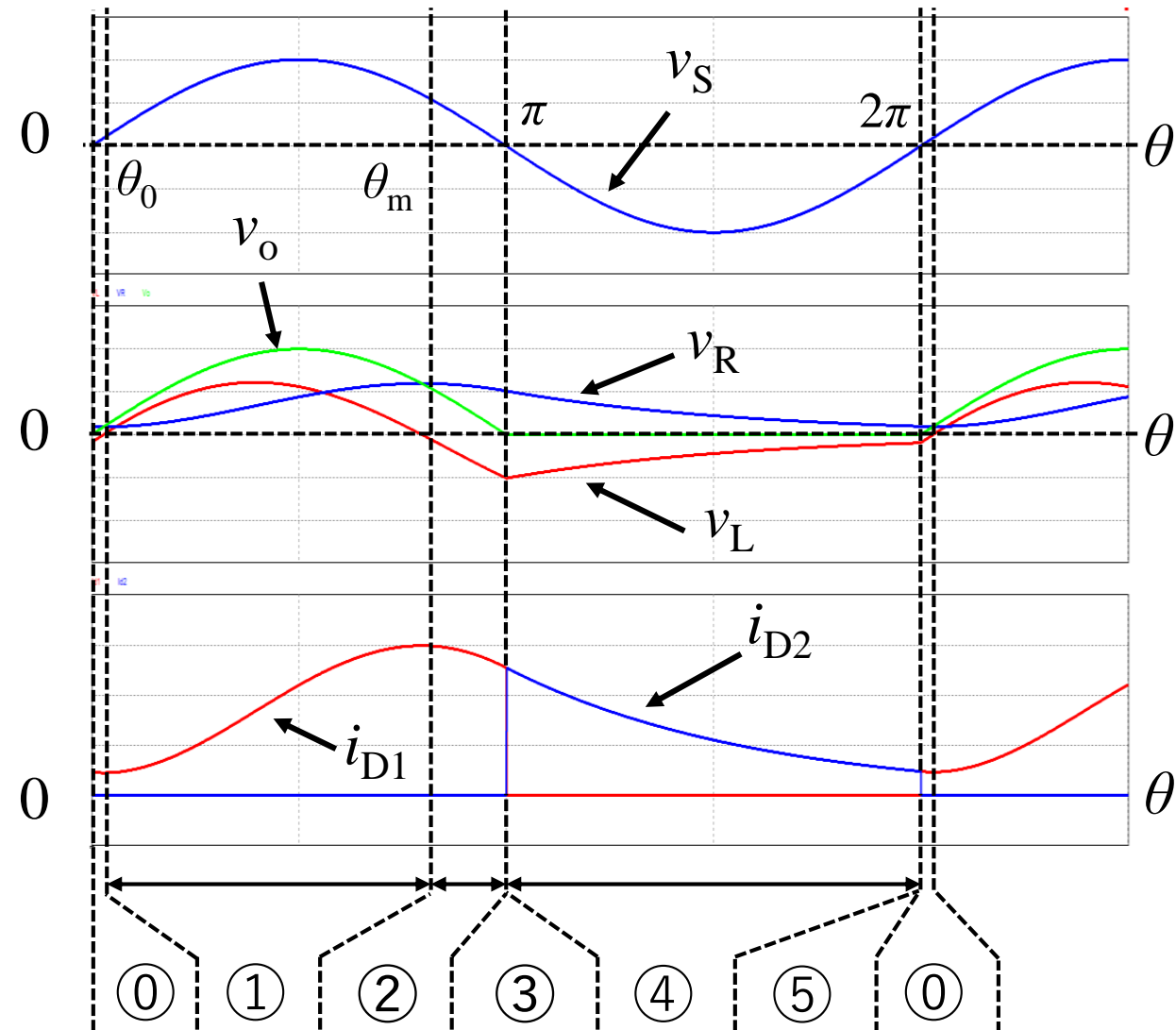
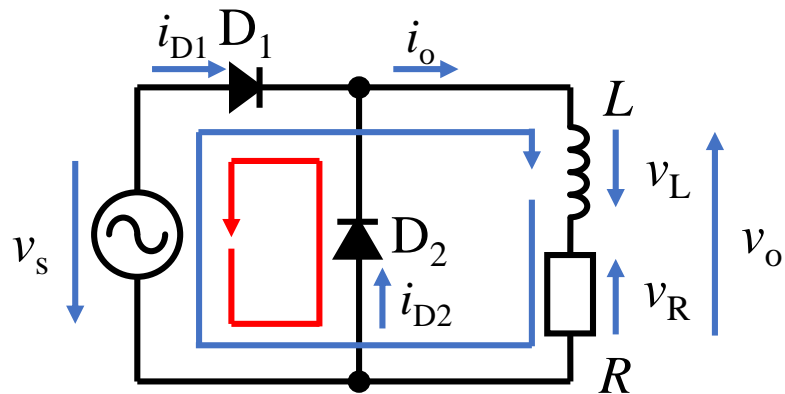
- $D_1$  : 順バイアスにより,  $D_1 = \text{ON}$  .
- $D_2$  : 逆バイアスにより,  $D_2 = \text{OFF}$  .
- $L$  :  $v_L < 0$  となり, **充電** から **放電** に移行.  
エネルギー放出により,  $i_o$  の傾きも変化.



# Mode.3 ( $\Delta$ : 微小期間)

Mode.3  $\pi < \theta < \pi + \Delta$

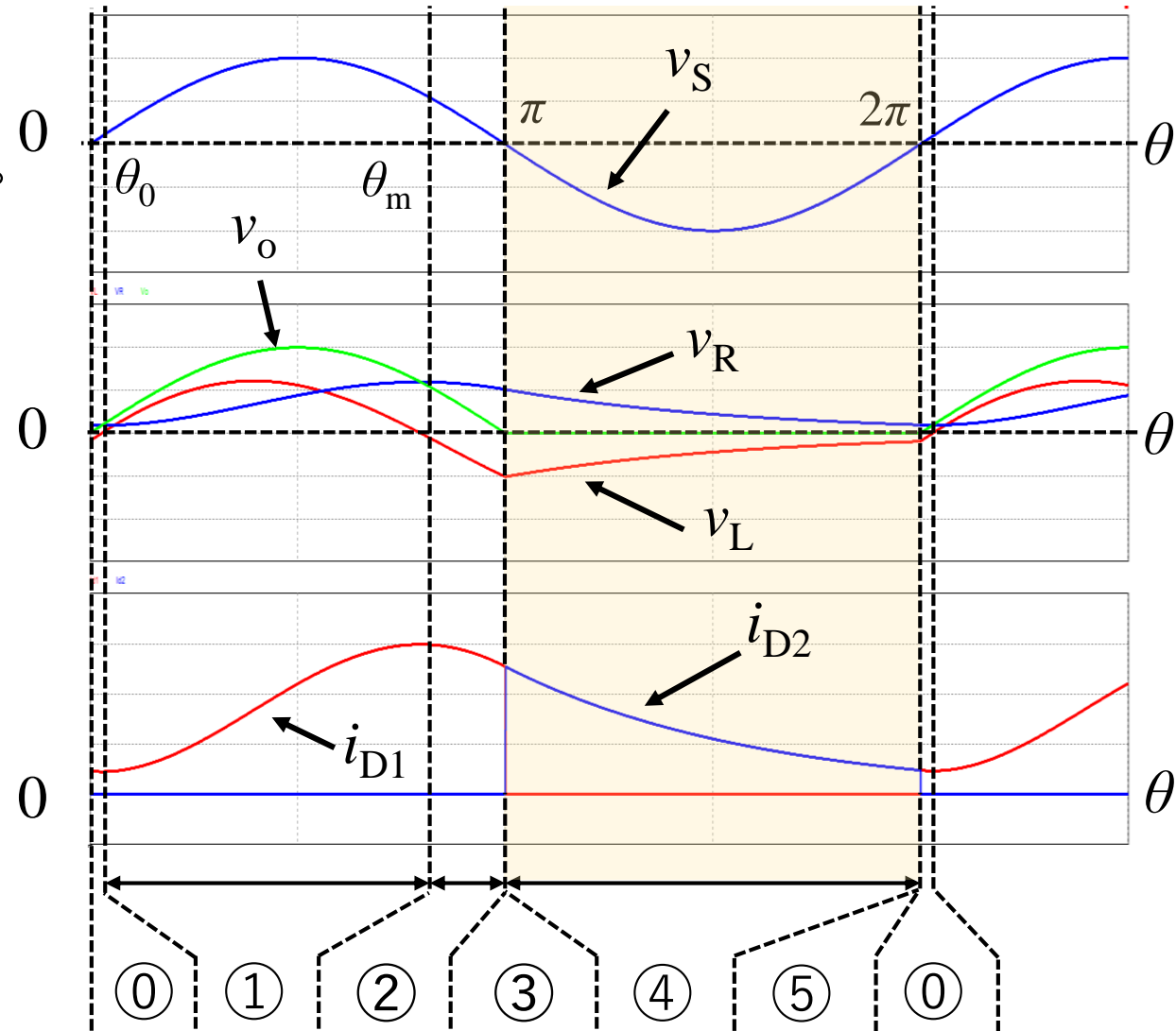
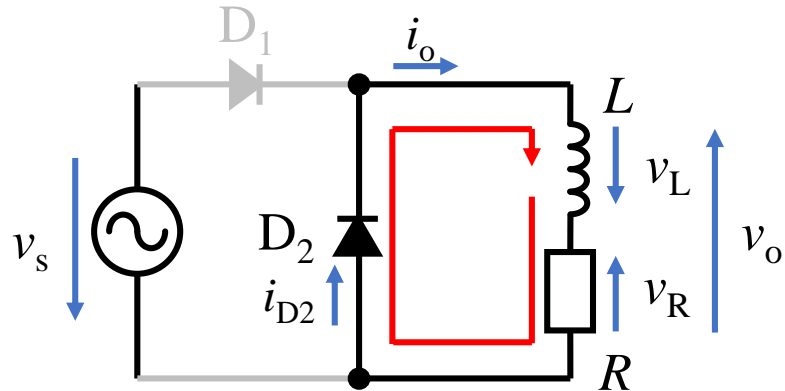
- $D_1$  : 逆バイアスだが,  $L$ が **電流源** として動作し, 導通し続ける為,  $D_1 = \text{ON}$ . しかし, 逆バイアスによる電流と $L$ の電流の向きにより電流が打ち消し合うため,  $D_1 = \text{ターンオフ}$ .
- $D_2$  : 逆バイアスにより,  $D_2 = \text{ターンオン}$ .
- $L$  : エネルギーがゼロになるまで **電流源** 動作.



# Mode.4

Mode.4  $\pi + \Delta < \theta < 2\pi$

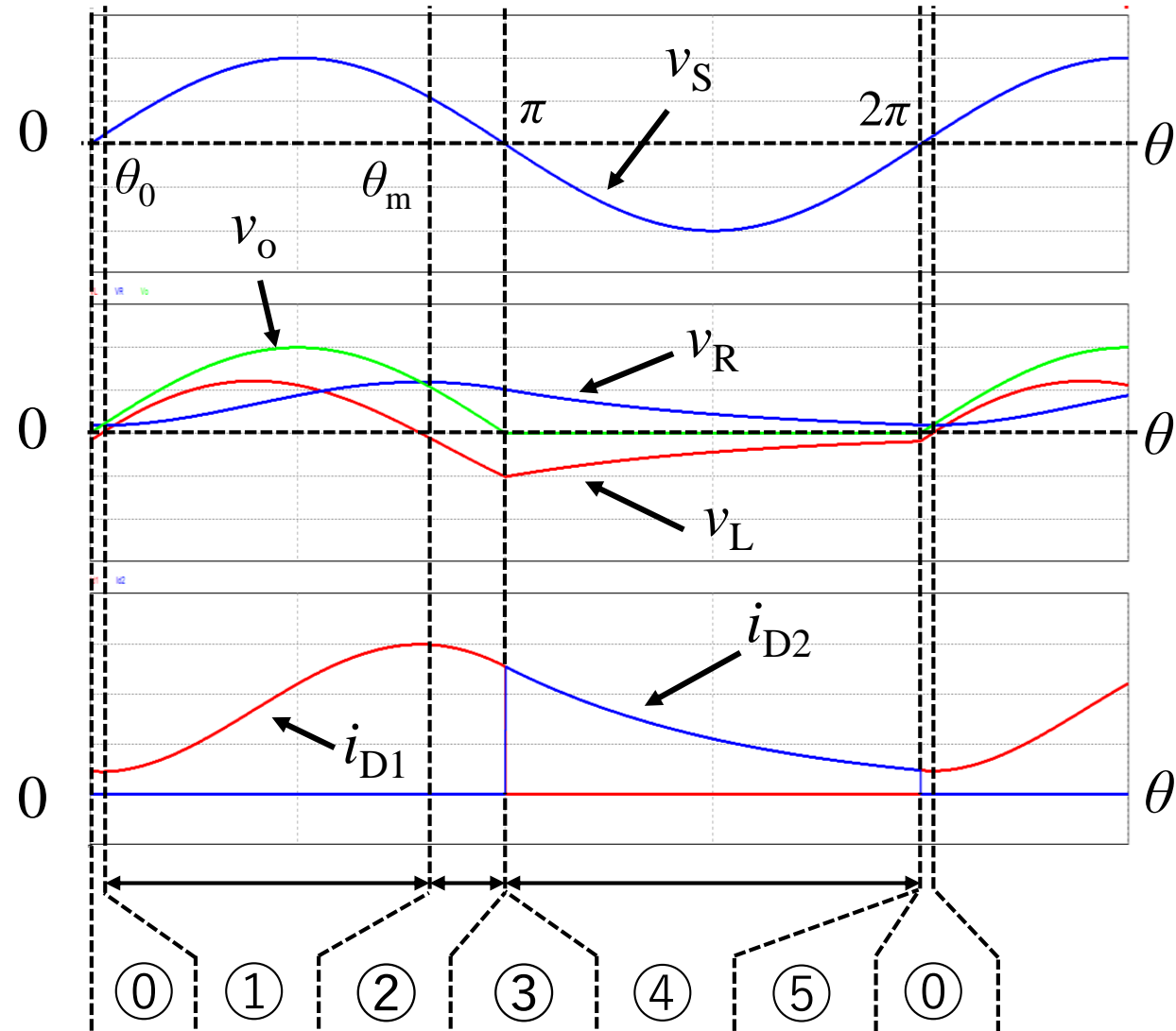
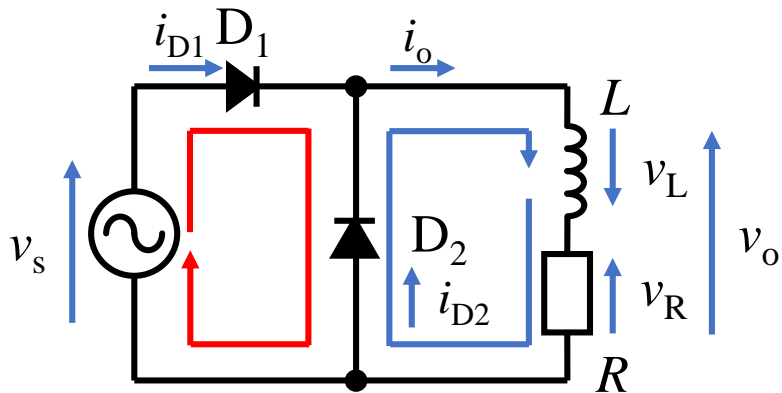
- $D_1$  :  $D_1 = \text{OFF}$  となり, 電源を経由したループが形成されない為,  $L$ に残ったエネルギーで動作.
- $D_2$  : 電源からの供給は無いが,  $L$ による電荷の引き抜きが行われるため,  $D_2 = \text{ON}$ .
- $L$  : エネルギーがゼロになるまで **電流源** 動作.  
(※  $L$  と  $R$  の値によってはこの期間にエネルギーが **ゼロ** になる場合もある)



# Mode.5

Mode.5  $2\pi < \theta < 2\pi + \Delta$

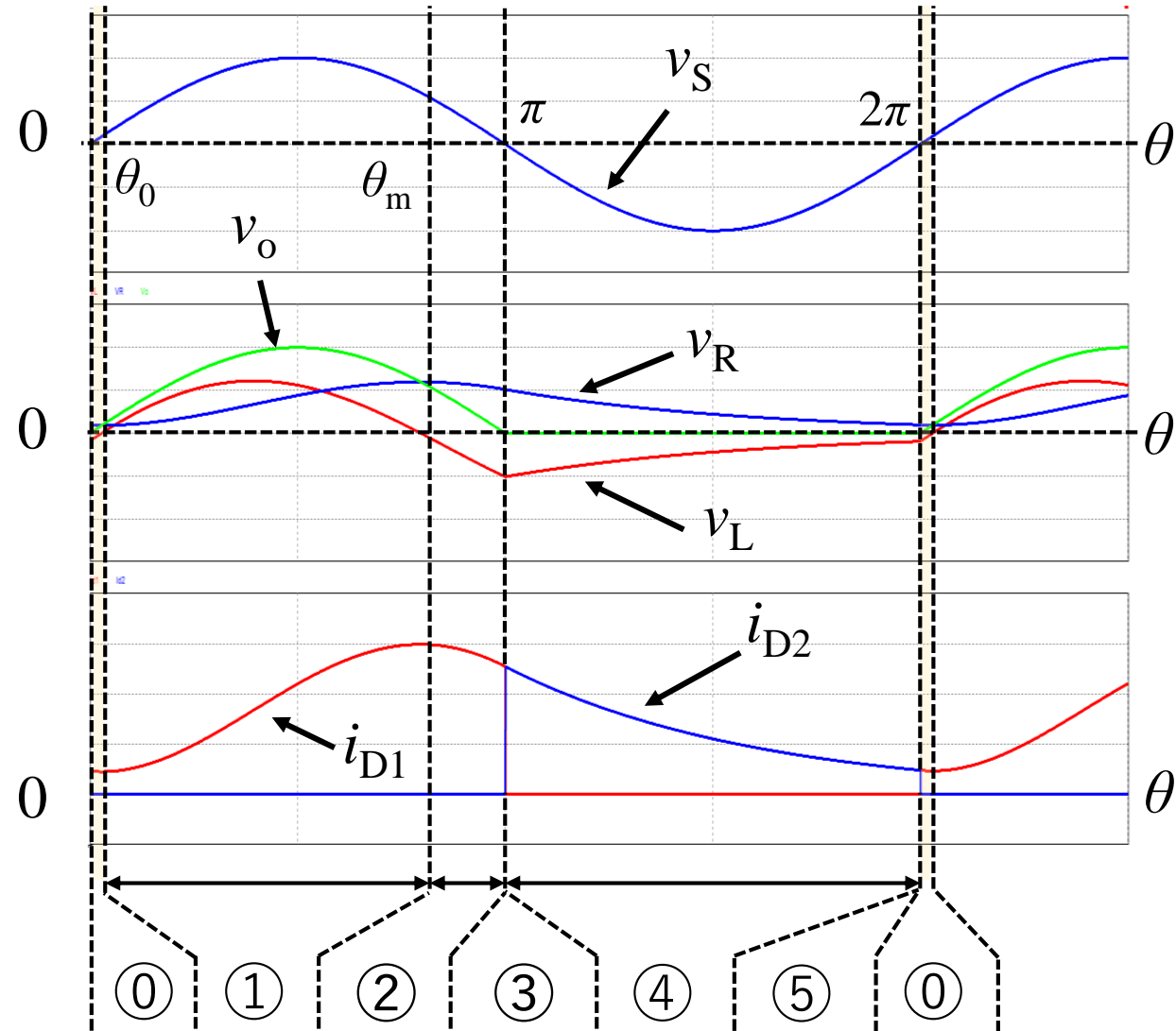
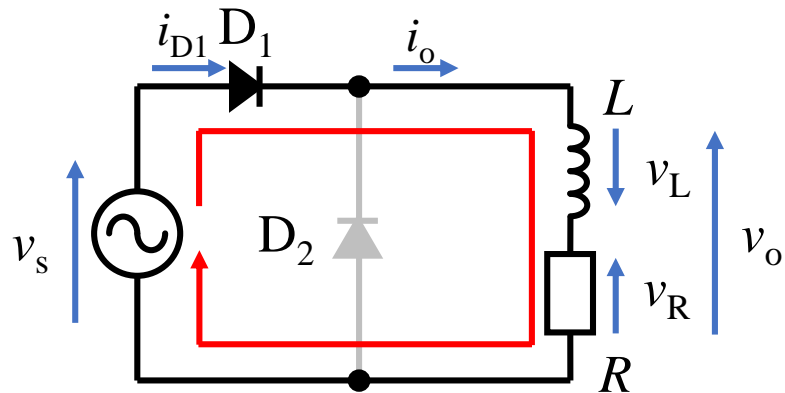
- $D_1$  : 順バイアスにより,  $D_1 = \text{ON}$  .
- $D_2$  : 逆バイアスだが,  $L$ が **電流源** として動作し, 導通し続ける為,  $D_2 = \text{ON}$  . しかし, 逆バイアスによる電流と $L$ の電流の向きにより電流が打ち消し合うため,  $D_2 = \text{ターンオフ}$  .
- $L$  : エネルギーがゼロになるまで **電流源** 動作.



# Mode.0

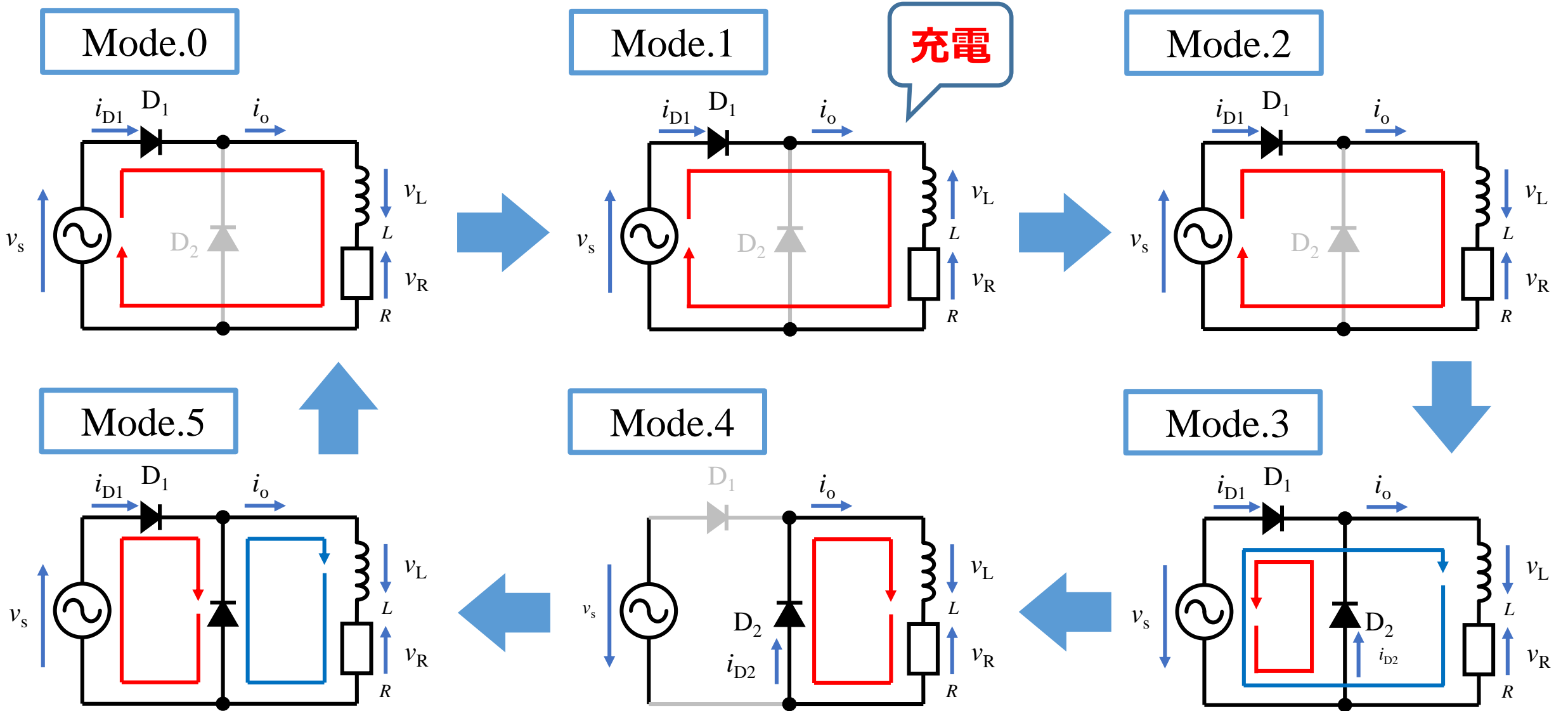
Mode.0  $2\pi + \Delta < \theta < \theta_0$

- $D_1$  : 順バイアスにより,  $D_1 = \mathbf{ON}$  .
- $D_2$  : 逆バイアスにより,  $D_2 = \mathbf{OFF}$  .
- $L$  : この期間まで  $L$  からの放電は行われるが, 電源からの供給エネルギーの方が大きいため,  $v_L$  の **傾き** が変化している .
- $R$  :  $L$  が **放電** から **充電** に切り替わるため,  $\theta = \theta_0$  で  $v_R$  が **最小**

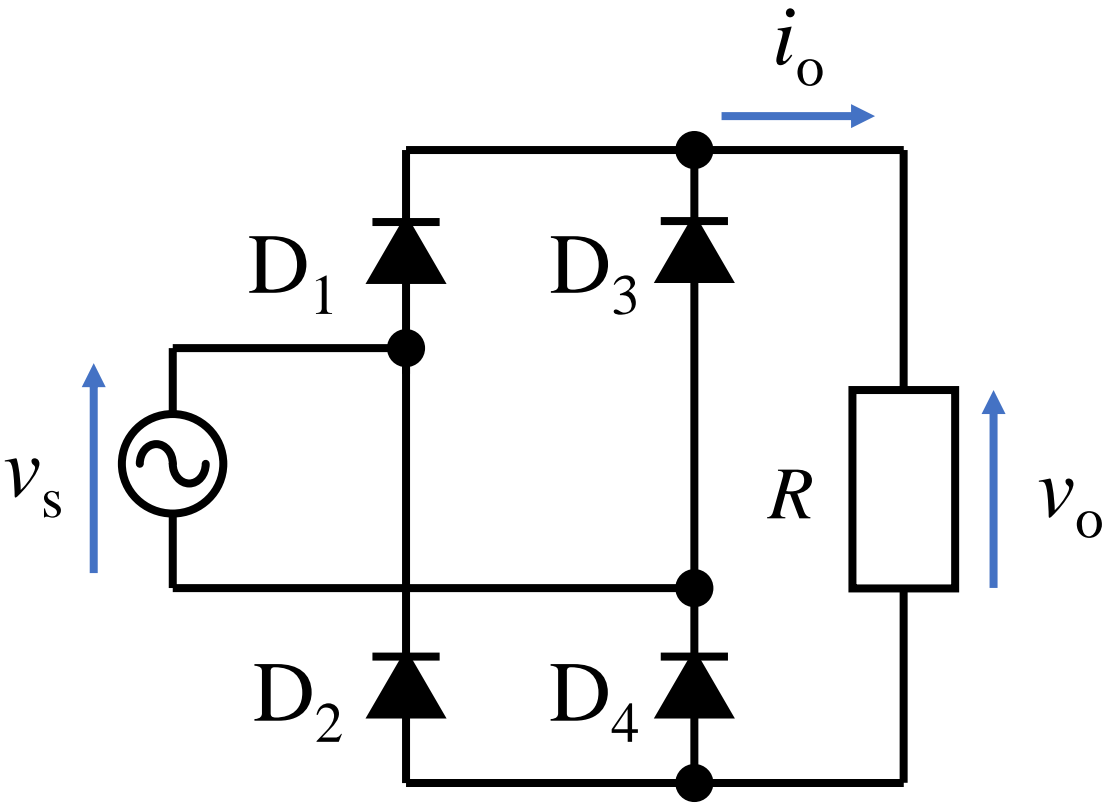




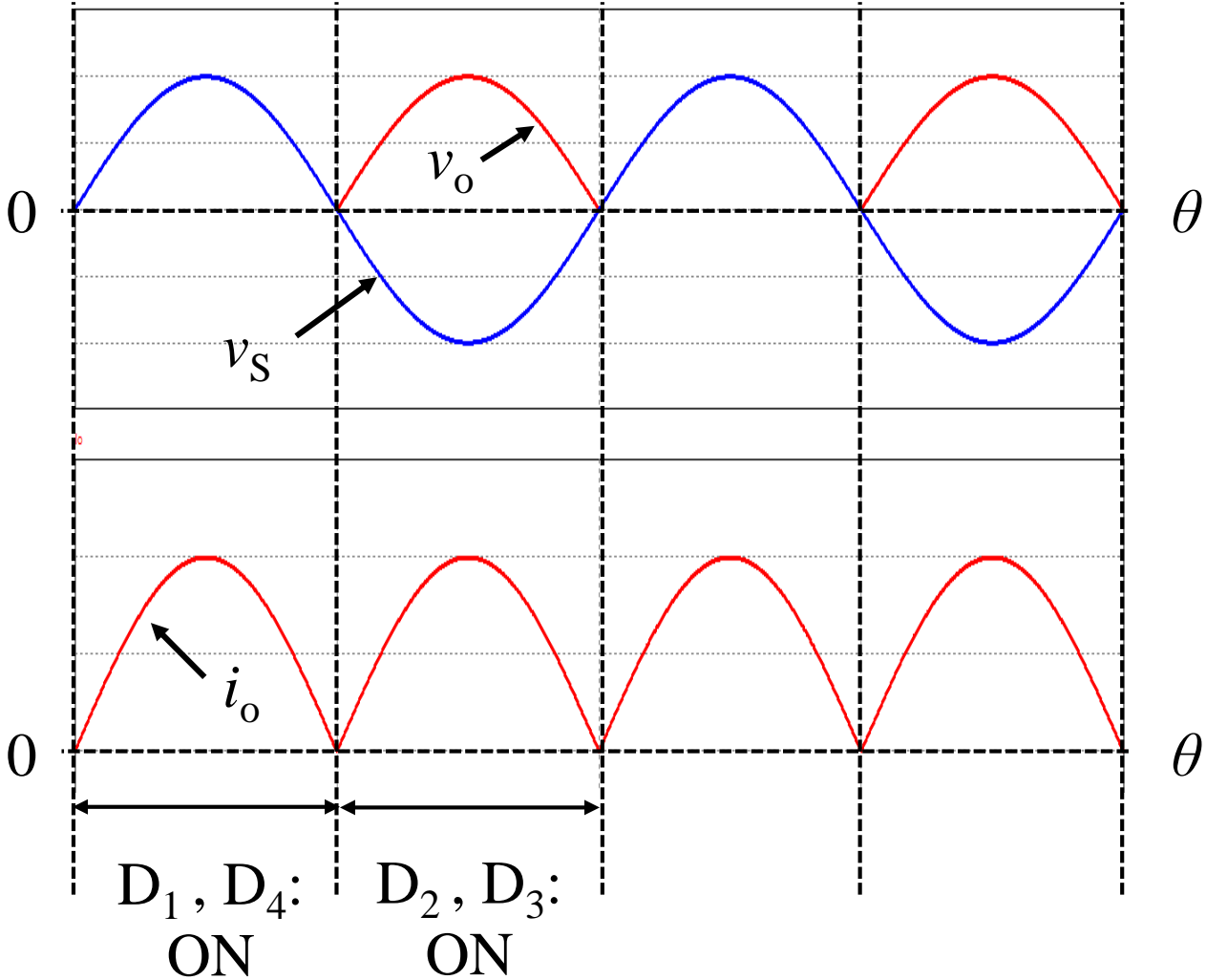
# モード解析法による動作解析



# 単相全波ダイオード整流回路：R負荷



単相全波ダイオード整流回路



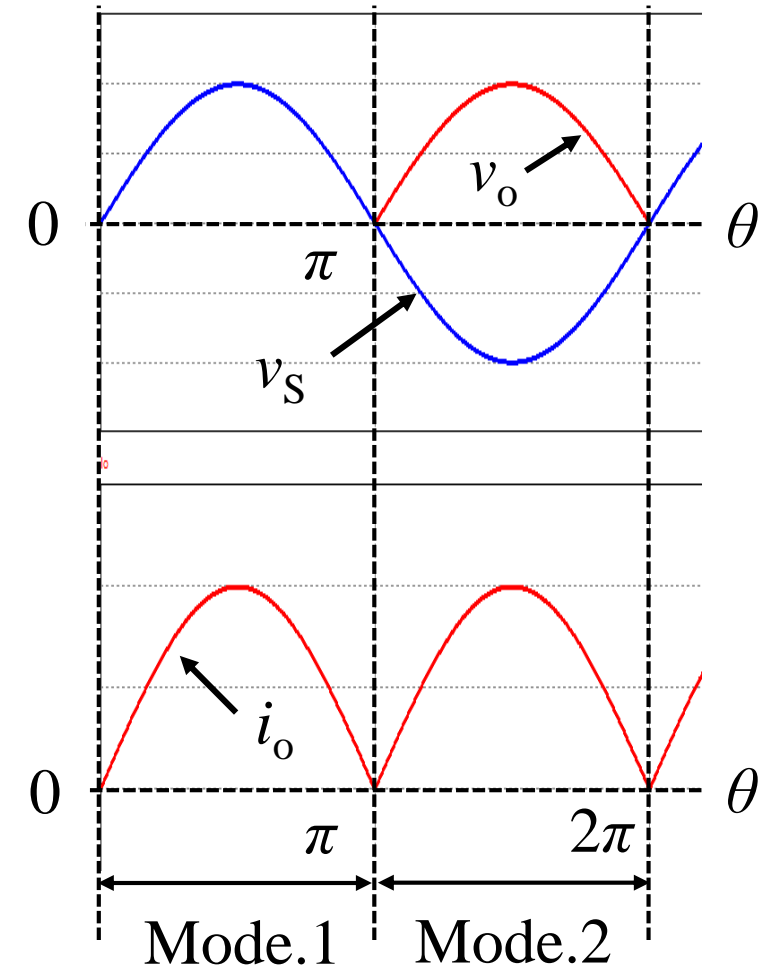
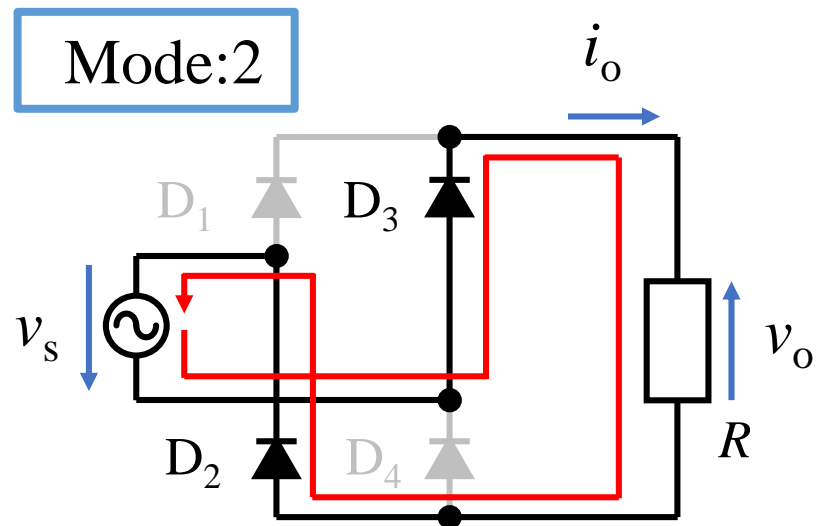
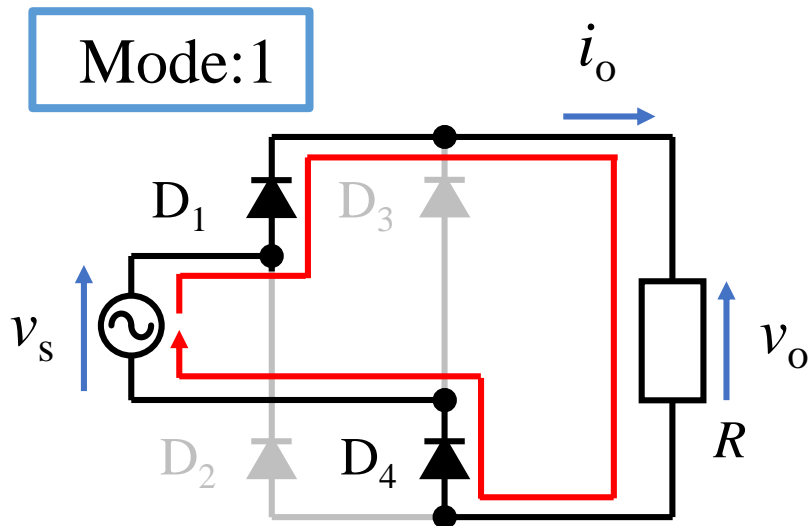
# モード解析法による動作解析：R負荷

Mode.1  
 $0 < \theta < \pi$

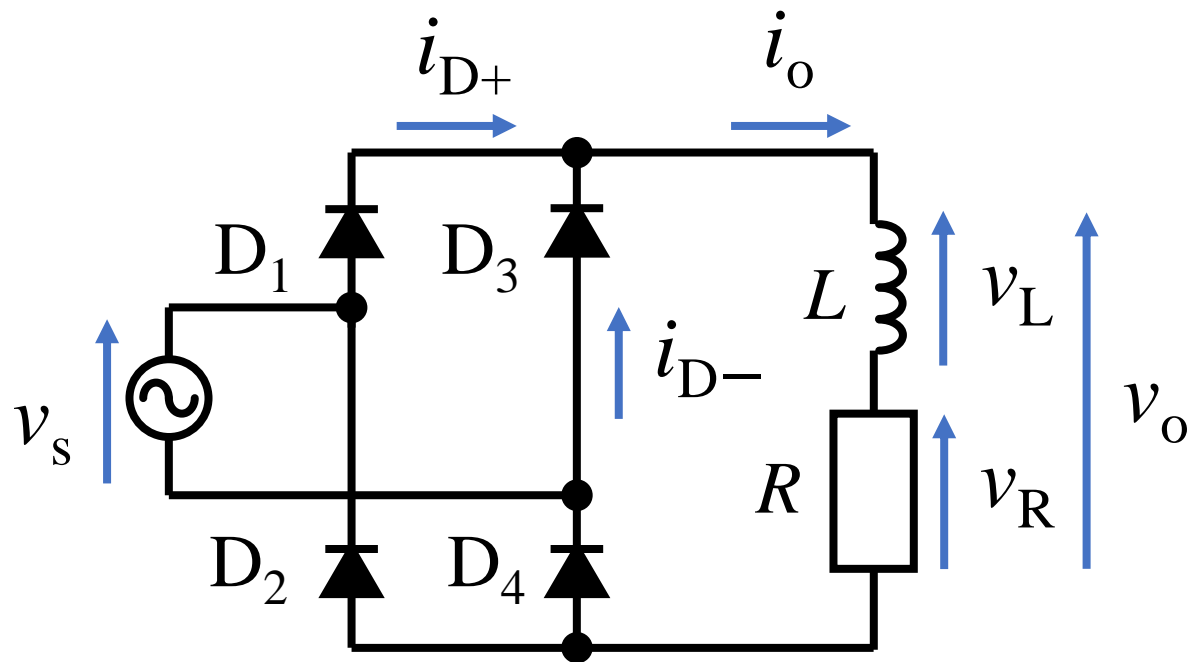
Mode.1の期間においては、 $v_s > 0$ となり、 $D_1 \rightarrow R \rightarrow D_4$ の経路で電流が流れる。

Mode.2  
 $\pi < \theta < 2\pi$

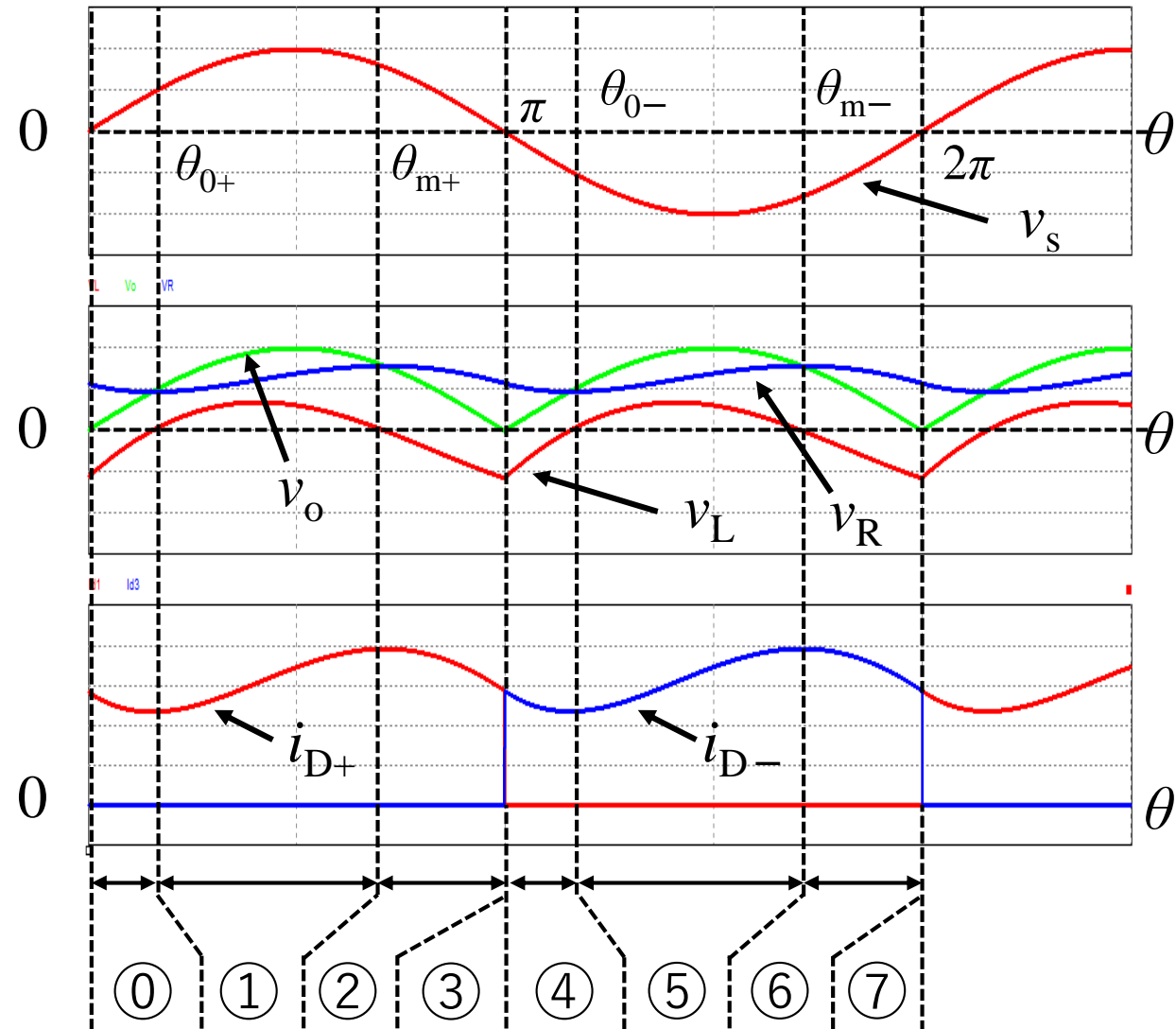
Mode.2の期間においては、 $v_s < 0$ となり  
 $D_3 \rightarrow R \rightarrow D_2$ の経路で電流が流れる。  
負荷 $R$ にはMode.1と同じ向きから電流が流れるため、出力電圧は全波整流波形となる。



# 単相全波ダイオード整流回路：LR負荷



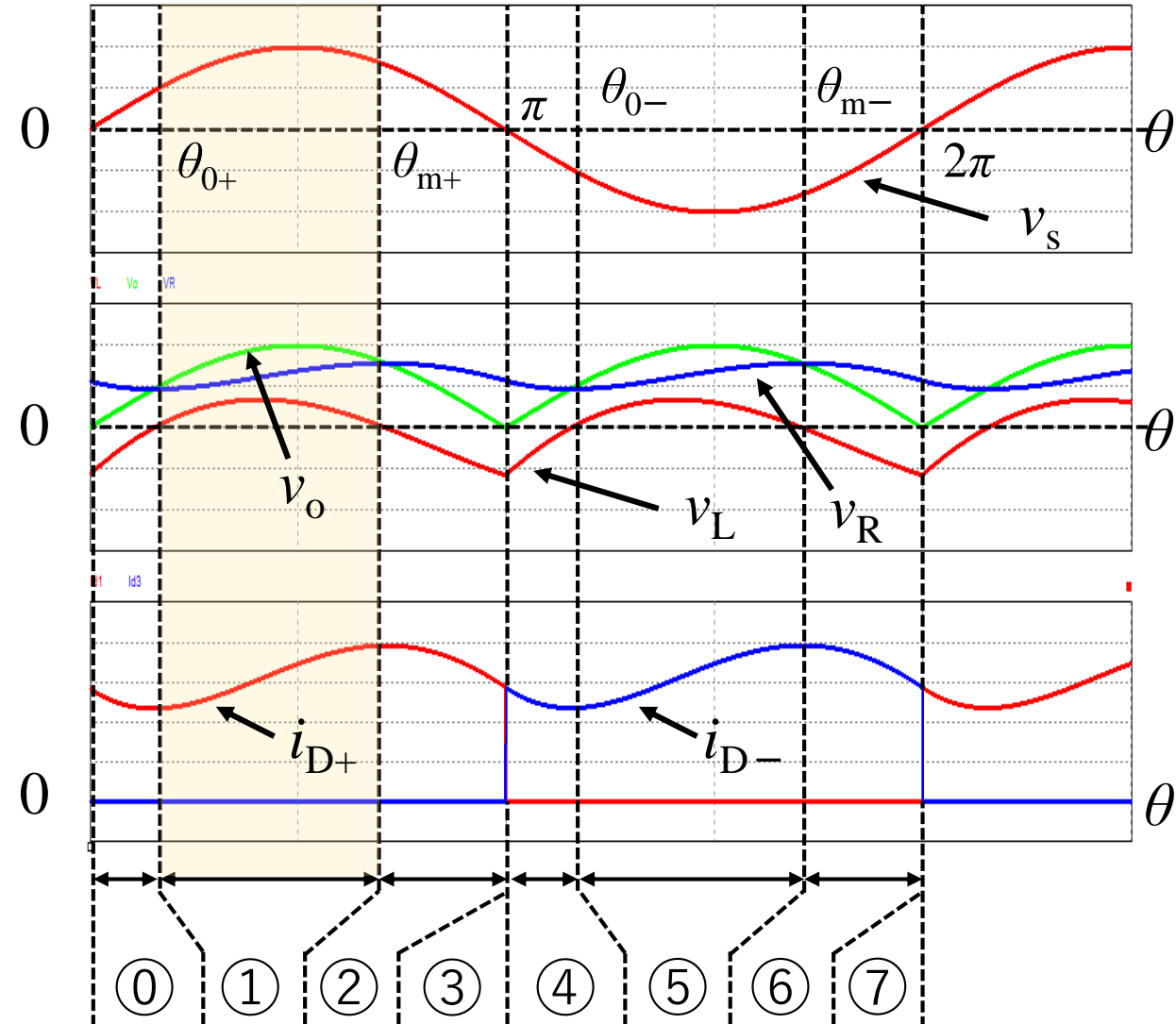
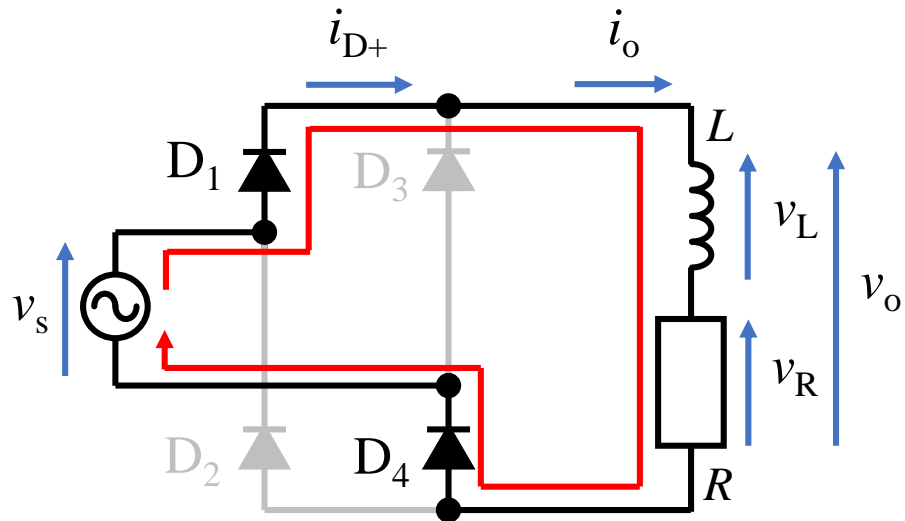
**誘導性** 負荷に変更



# Mode.1

Mode.1  $\theta_{0+} < \theta < \theta_{m+}$

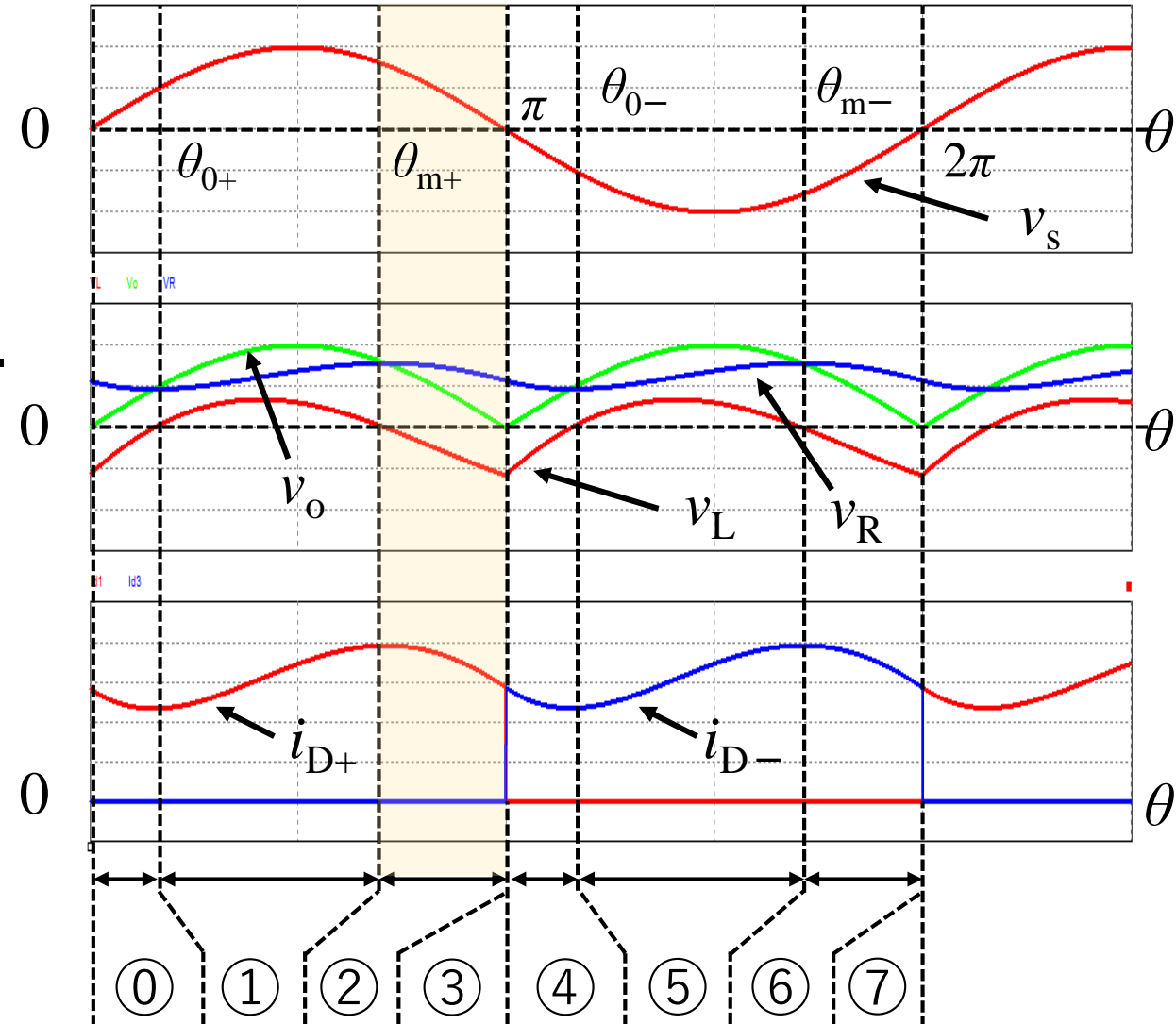
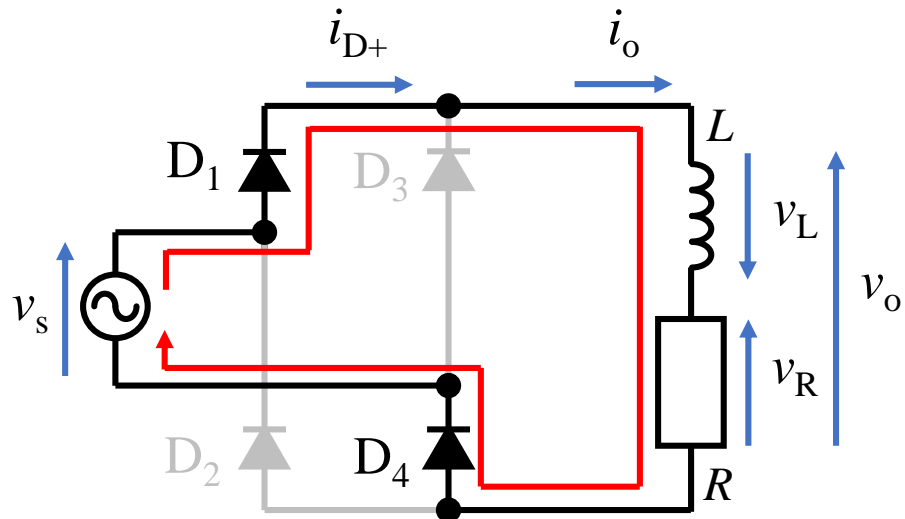
- $D_1, D_4$  : 順バイアスにより,  $D_1, D_4 = \text{ON}$  .
- $D_2, D_3$  : 逆バイアスにより,  $D_2, D_3 = \text{OFF}$  .
- $L$  :  $v_L = 0$  になるまでエネルギー **充電** .
- $R$  :  $i_{D+}$  が **最大** の時に,  $v_R$  も **最大** .



# Mode.2

Mode.2  $\theta_{m+} < \theta < \pi$

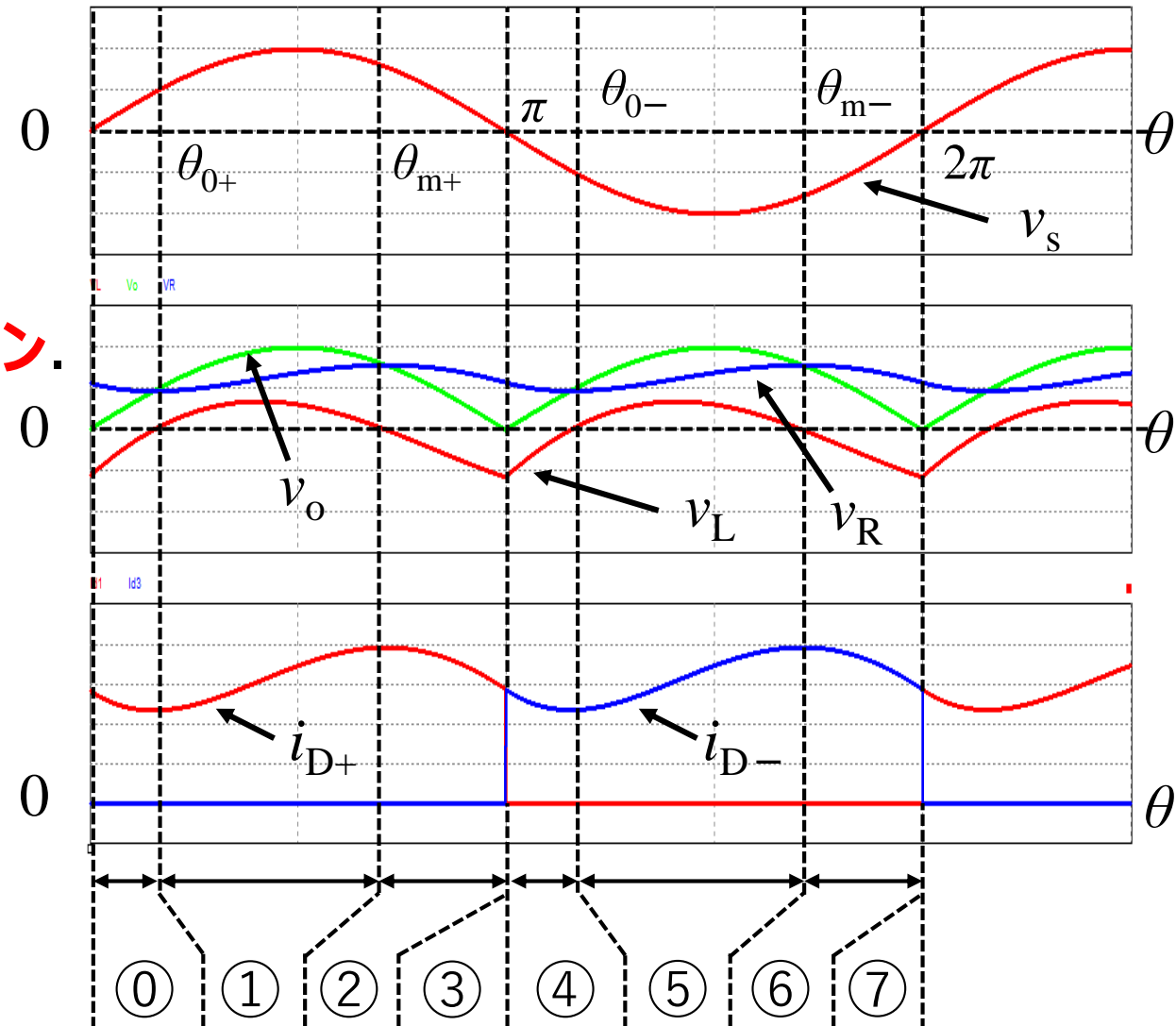
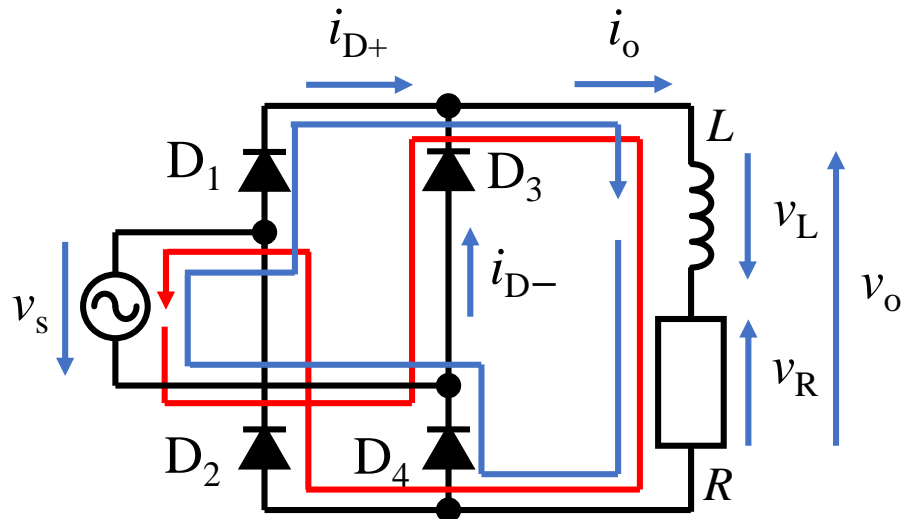
- $D_1, D_4$  : 順バイアスにより,  $D_1, D_4 = \text{ON}$  .
- $D_2, D_3$  : 逆バイアスにより,  $D_2, D_3 = \text{OFF}$  .
- $L$  :  $v_L < 0$  になりエネルギー **放電** ( **電流源** ) .
- $R$  : エネルギーが少なくなるので  $i_{D+}$  が **小さく** なる.



# Mode.3

## Mode.3 $\pi < \theta < \pi + \Delta$

- $D_1, D_4$  :  $L$ の**電流源**動作による電流と電源からの電流の相殺により,  $D_1, D_4 =$  **ターンオフ**.
- $D_2, D_3$  : 順バイアスにより,  $D_2, D_3 =$  **ターンオン**.
- $L$  : **充電** エネルギーが切れるまで **電流源** 動作.
- $R$  : 出力電流  $i_o$  が  $i_{D+}$  から  $i_{D-}$  に変化.



# Mode.4

Mode.4  $\pi + \Delta < \theta < \theta_{0-}$

- $D_1, D_4$  : 逆バイアスにより,  $D_1, D_4 = \text{OFF}$  .
- $D_2, D_3$  : 順バイアスにより,  $D_2, D_3 = \text{ON}$  .
- $L$  :  $v_L = 0$  になるまでエネルギー **放電** .
- $R$  :  $i_{D-}$  が **最小** の時に,  $v_R$  も **最小** .

※以降, 類似モード繰り返し

