

# デジタル回路講義資料

## 第8回 Dフリップフロップ

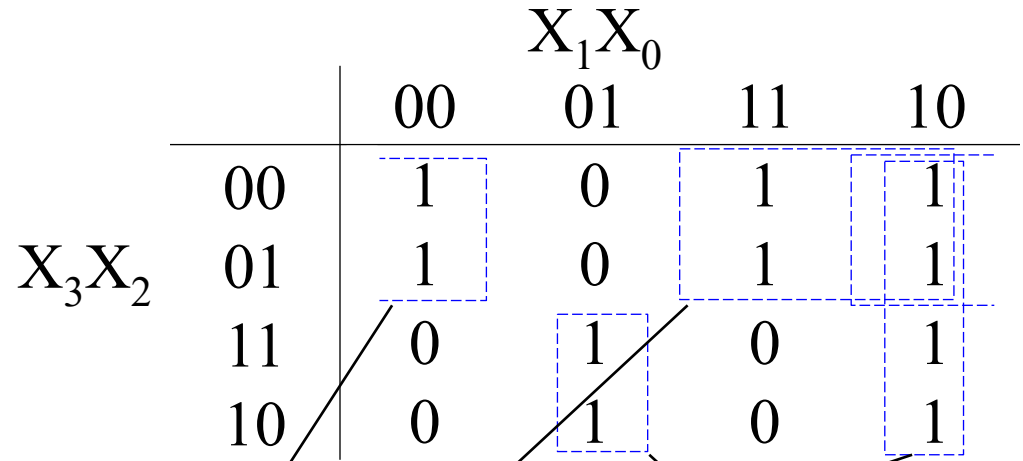
担当：古橋武

# STEP7 (解答)

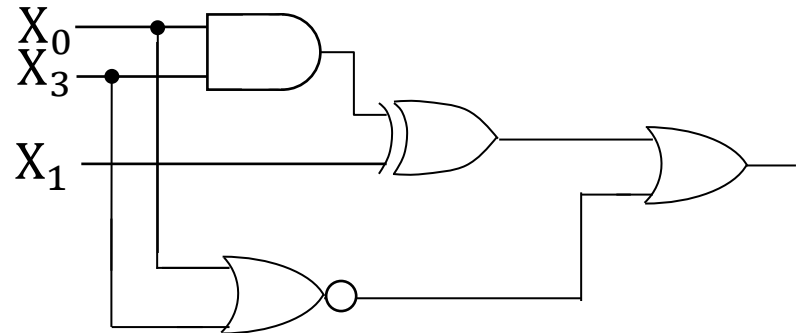
# 製作課題

$X_3$	$X_2$	$X_1$	$X_0$	Y
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

## カルノー図



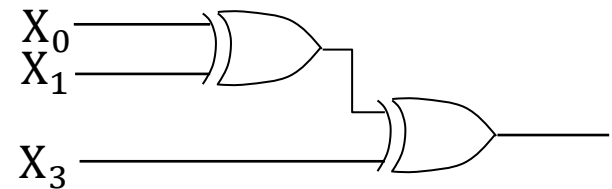
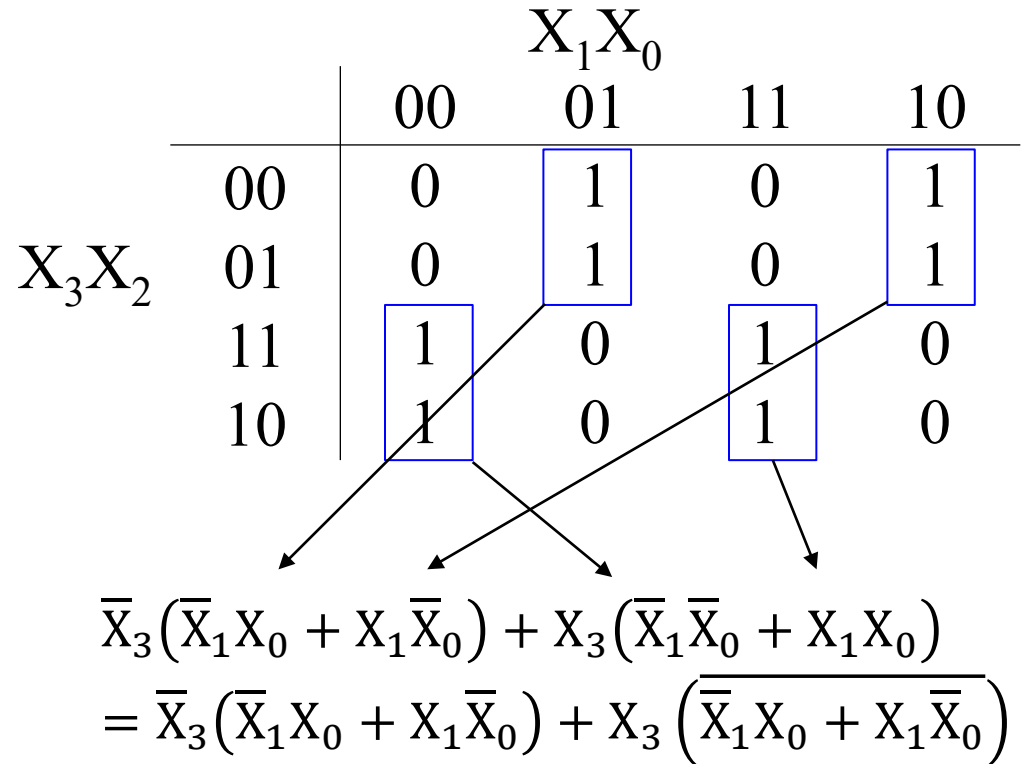
$$\begin{aligned}
 Y &= \bar{X}_3\bar{X}_0 + \bar{X}_3X_1 + X_1\bar{X}_0 + X_3\bar{X}_1X_0 \\
 &= X_1(\bar{X}_3 + \bar{X}_0) + X_3\bar{X}_1X_0 + \bar{X}_3\bar{X}_0 \\
 &= X_1\overline{X_3X_0} + \bar{X}_1X_3X_0 + \overline{X_3 + X_0}
 \end{aligned}$$



# STEP7 レポート課題

## (1) (論理回路2個)

$X_3$	$X_2$	$X_1$	$X_0$	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1



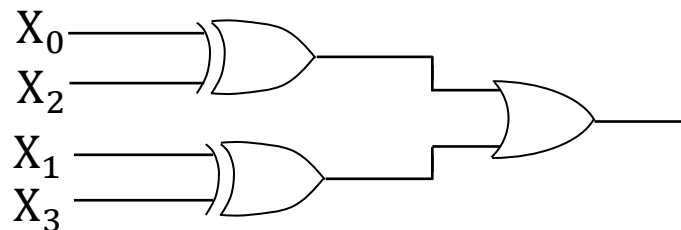
# STEP7 レポート課題

(2) (論理回路3個)

$X_3$	$X_2$	$X_1$	$X_0$	Y
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	1
0	0	1	1	1
0	1	0	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	0

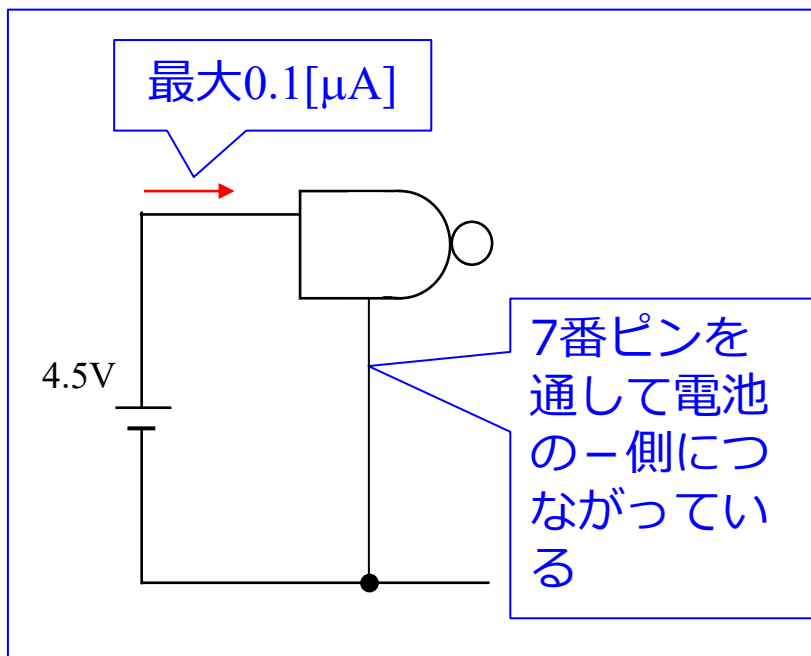
		$X_1 X_0$			
		00	01	11	10
$X_3 X_2$	00	0	1	1	1
	01	1	0	1	1
	11	1	1	0	1
	10	1	1	1	0

$$\begin{aligned}
 \bar{Y} &= \bar{X}_3 \bar{X}_2 \bar{X}_1 \bar{X}_0 + \bar{X}_3 X_2 \bar{X}_1 X_0 + X_3 X_2 X_1 X_0 + X_3 \bar{X}_2 X_1 \bar{X}_0 \\
 &= \bar{X}_3 \bar{X}_1 (\bar{X}_2 \bar{X}_0 + X_2 X_0) + X_3 X_1 (X_2 X_0 + \bar{X}_2 \bar{X}_0) \\
 &= (\bar{X}_3 \bar{X}_1 + X_3 X_1) (\bar{X}_2 \bar{X}_0 + X_2 X_0) \\
 Y &= \overline{(\bar{X}_3 \bar{X}_1 + X_3 X_1) (\bar{X}_2 \bar{X}_0 + X_2 X_0)} \\
 &= \overline{\bar{X}_3 \bar{X}_1 + X_3 X_1} + \overline{\bar{X}_2 \bar{X}_0 + X_2 X_0} \\
 &= \bar{X}_3 X_1 + X_3 \bar{X}_1 + \bar{X}_2 X_0 + X_2 \bar{X}_0
 \end{aligned}$$



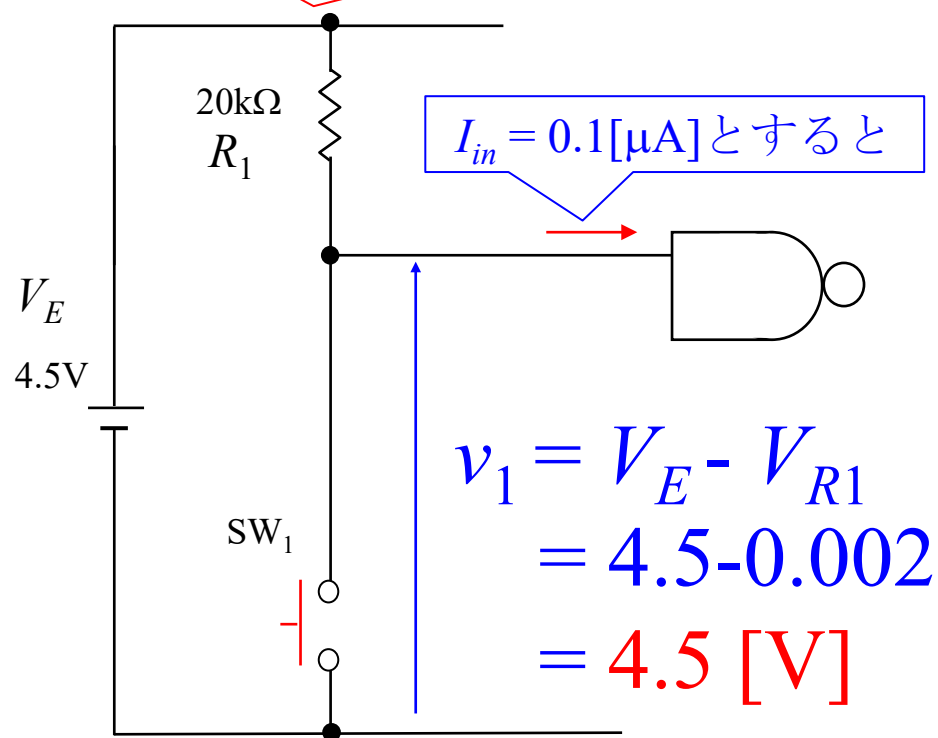
# 順序回路

## 準備 プッシュスイッチのオン/オフとICへの入力電圧(1)

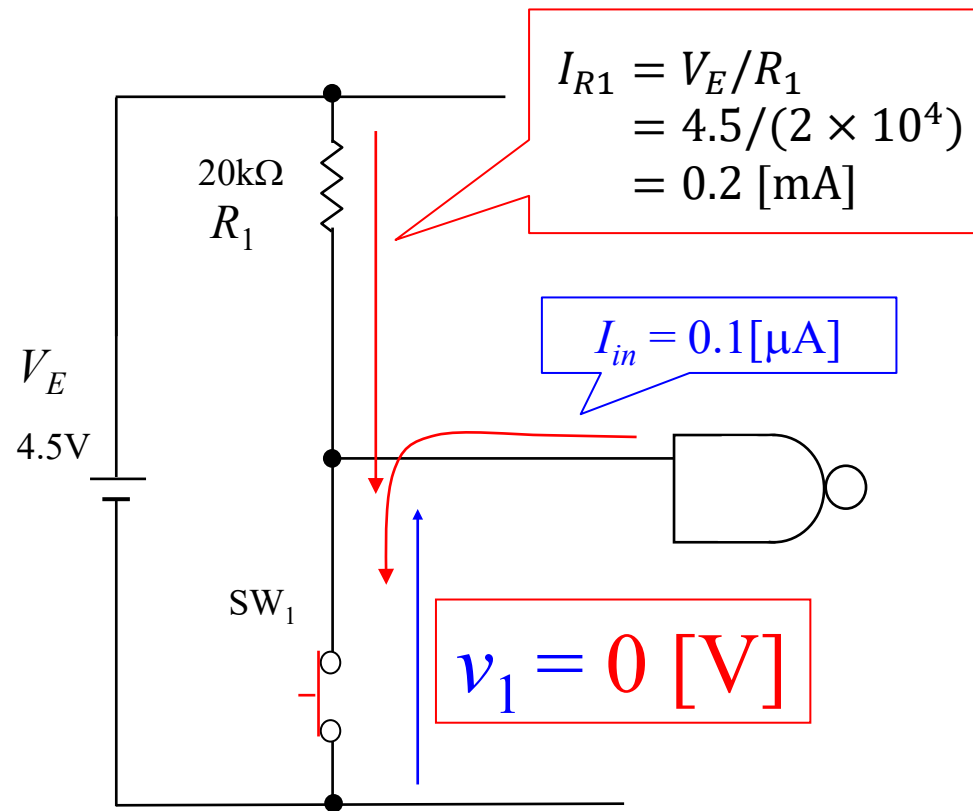
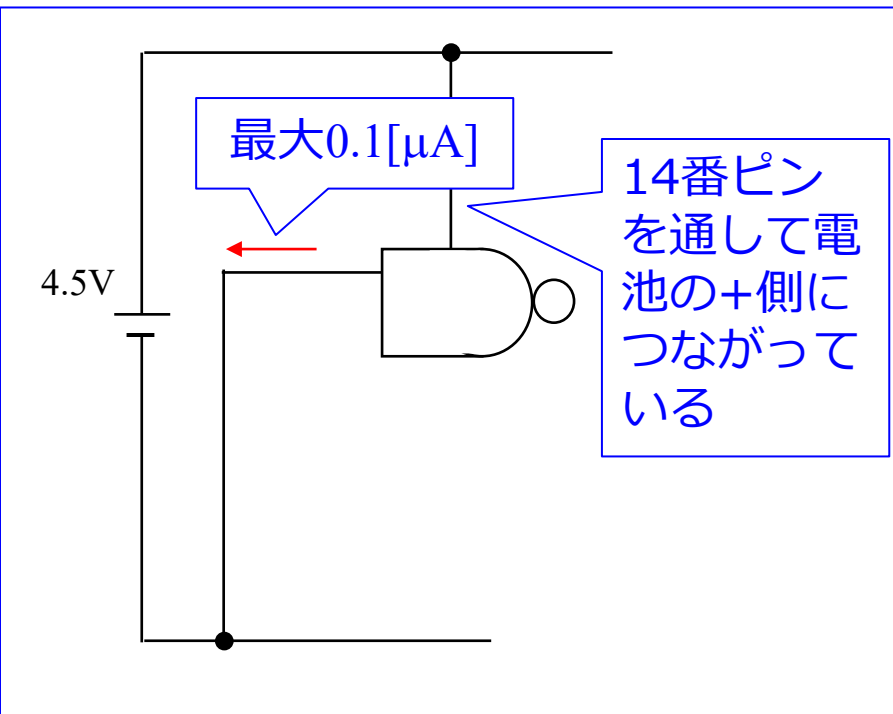


### 電圧降下

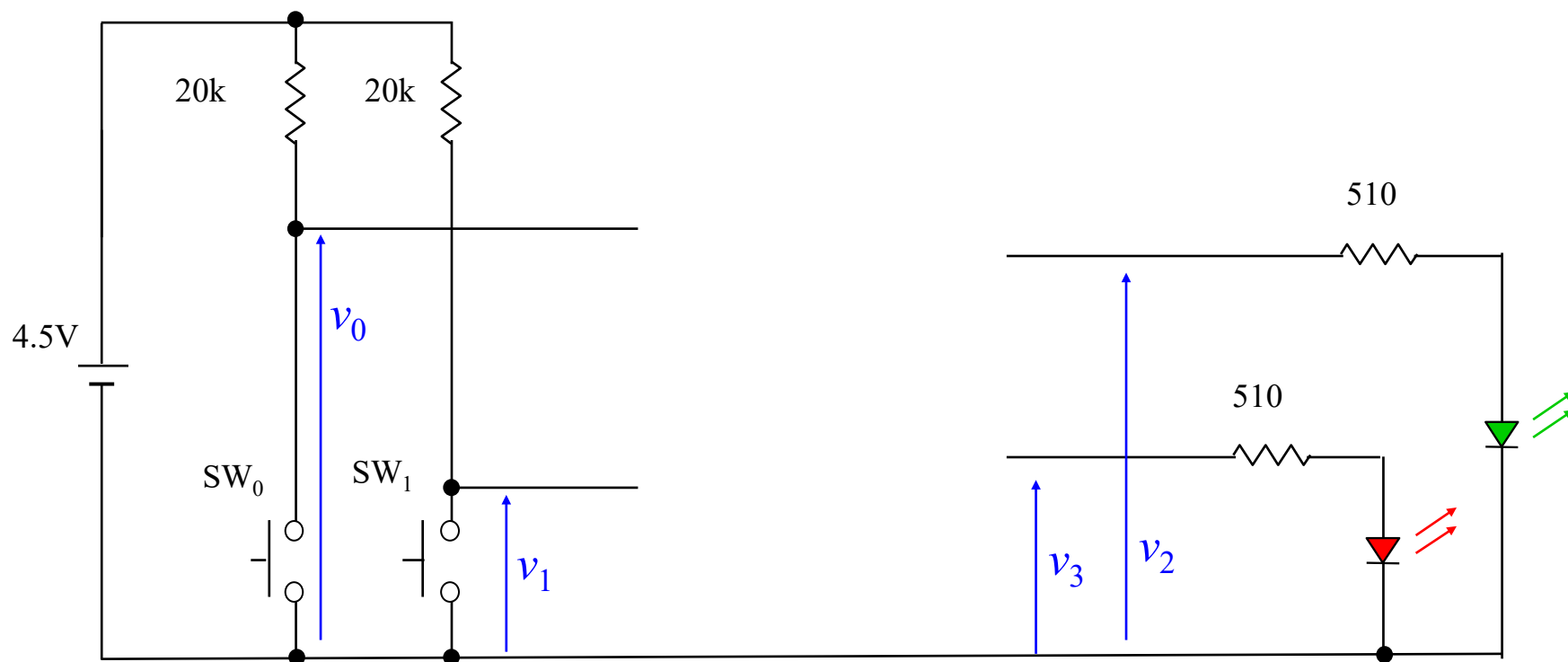
$$V_{R1} = R_1 \times I_{in} = 2 \times 10^4 \times 0.1 \times 10^{-6} = 2 \text{ [mV]}$$



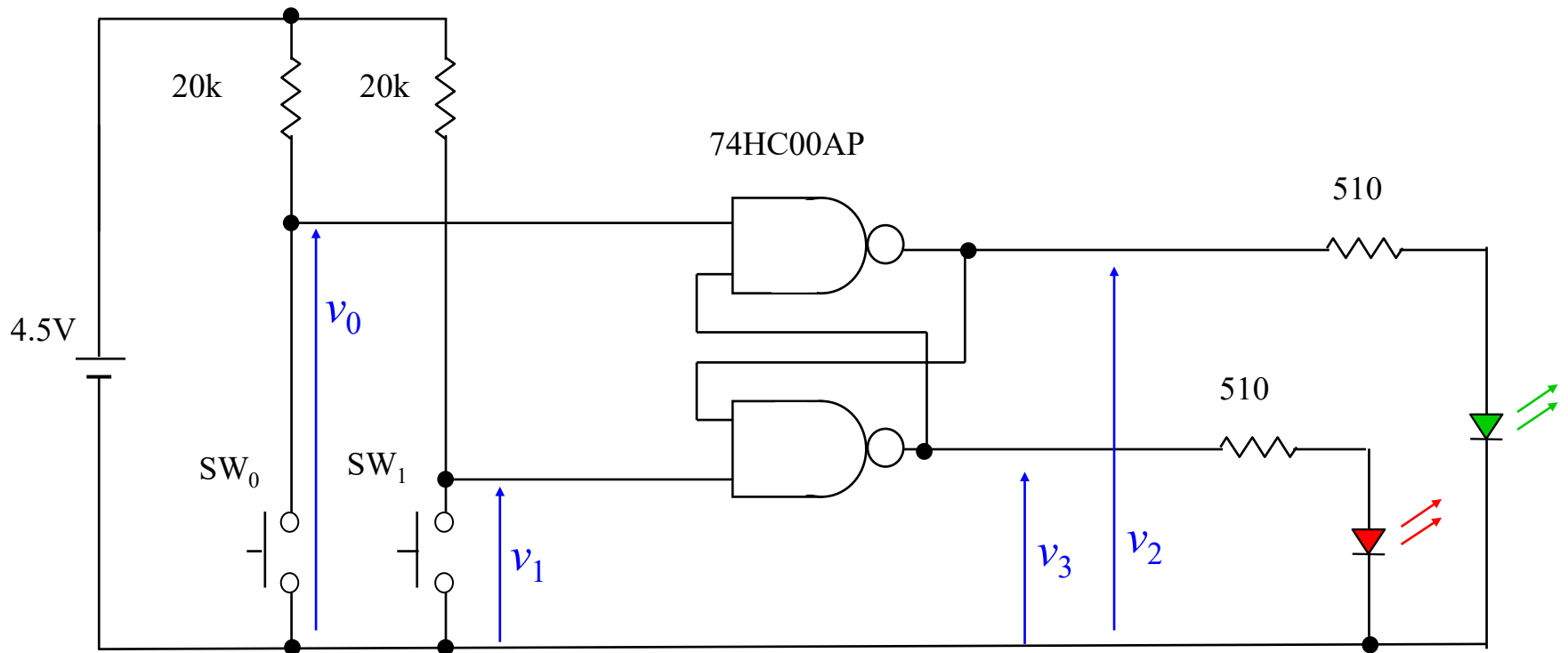
## プッシュスイッチのオン/オフとICへの入力電圧(2)



# RS-フリップフロップ回路(1)

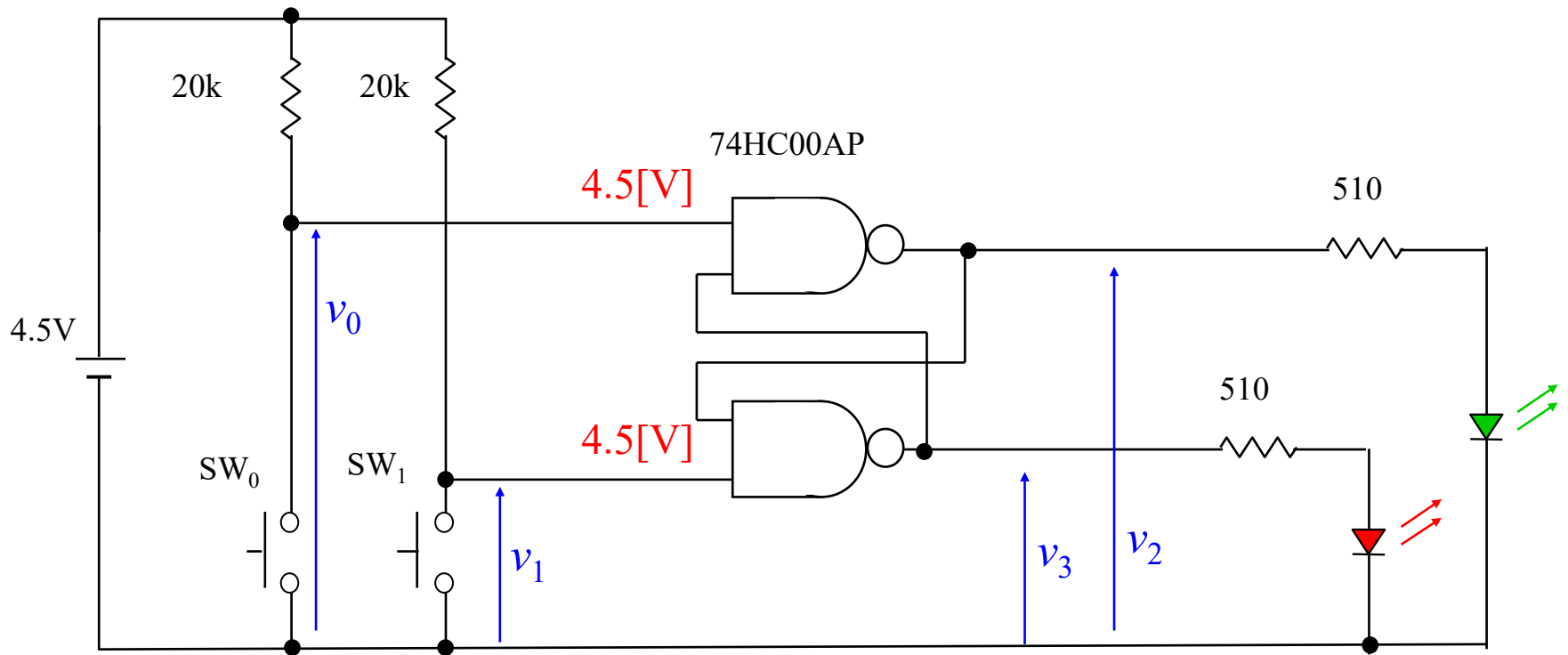


# RS-フリップフロップ回路(1)

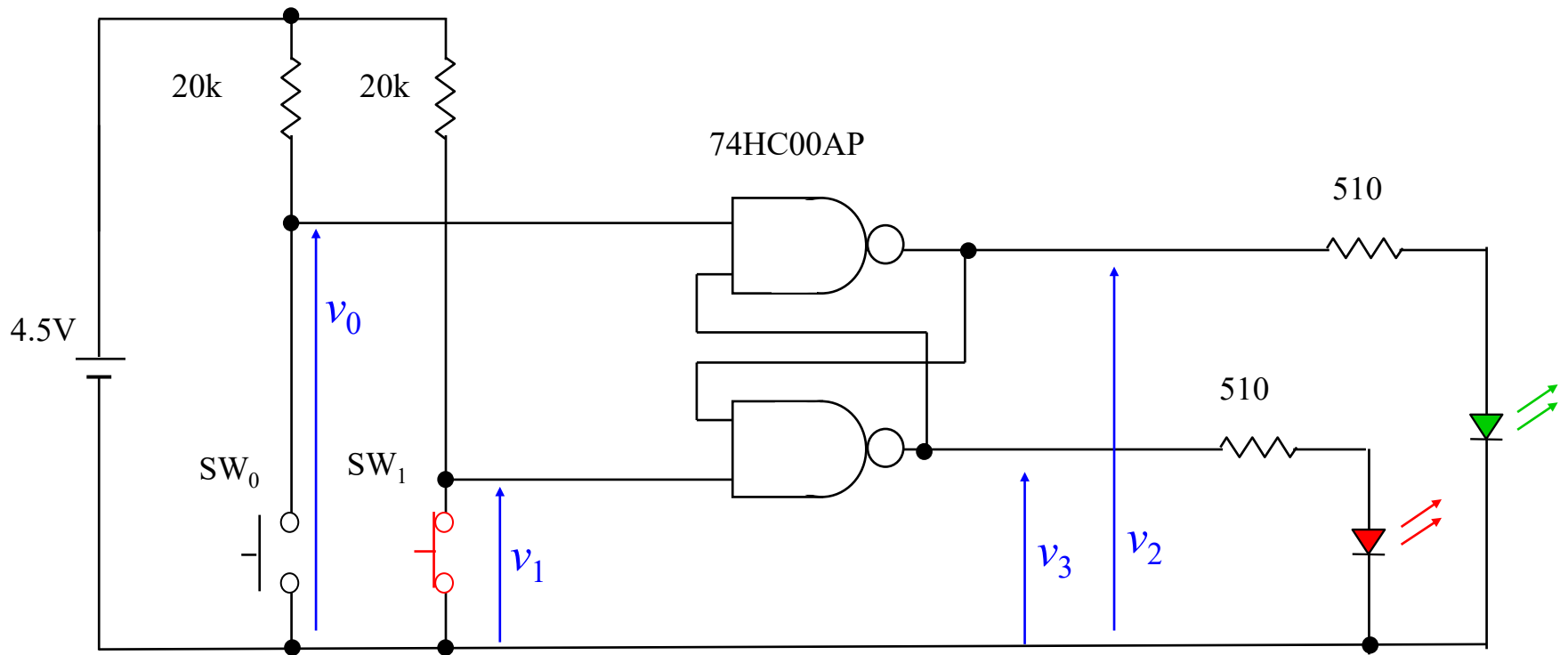




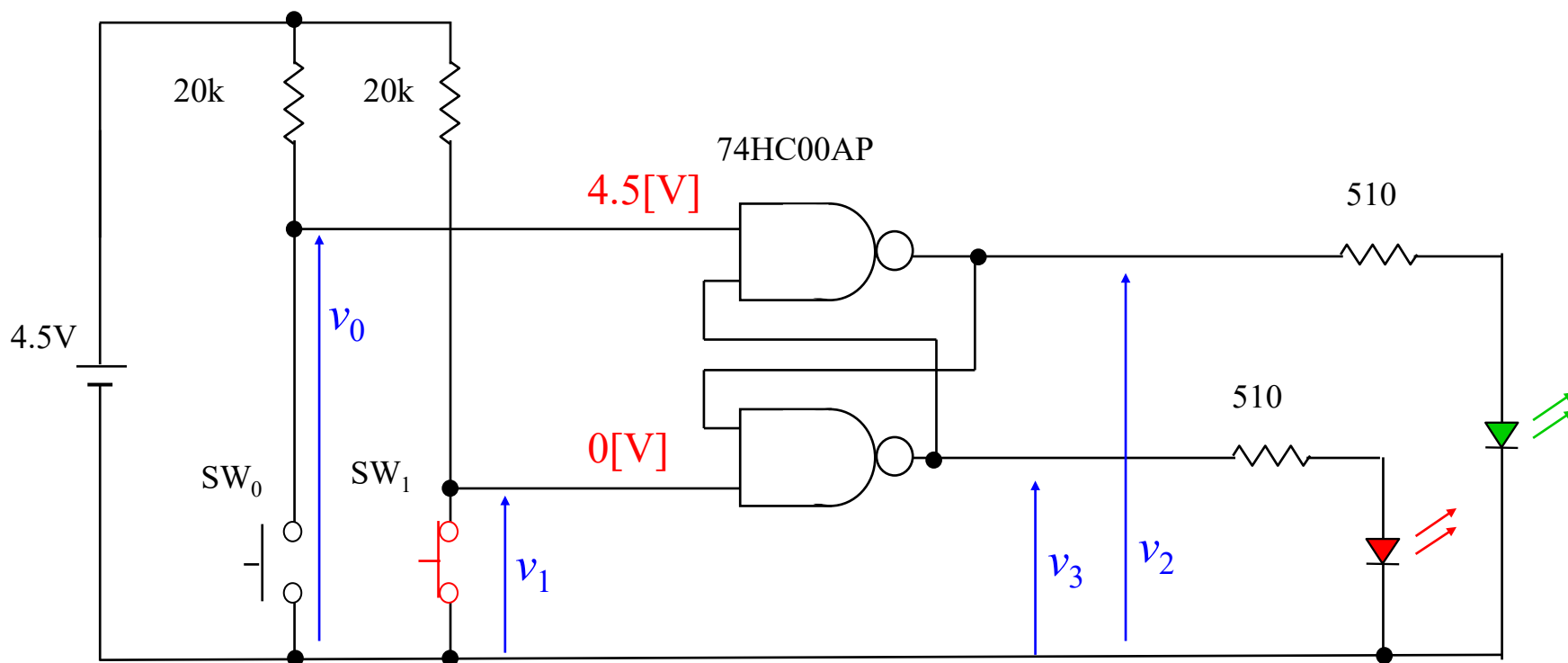
# RS-フリップフロップ回路(1)



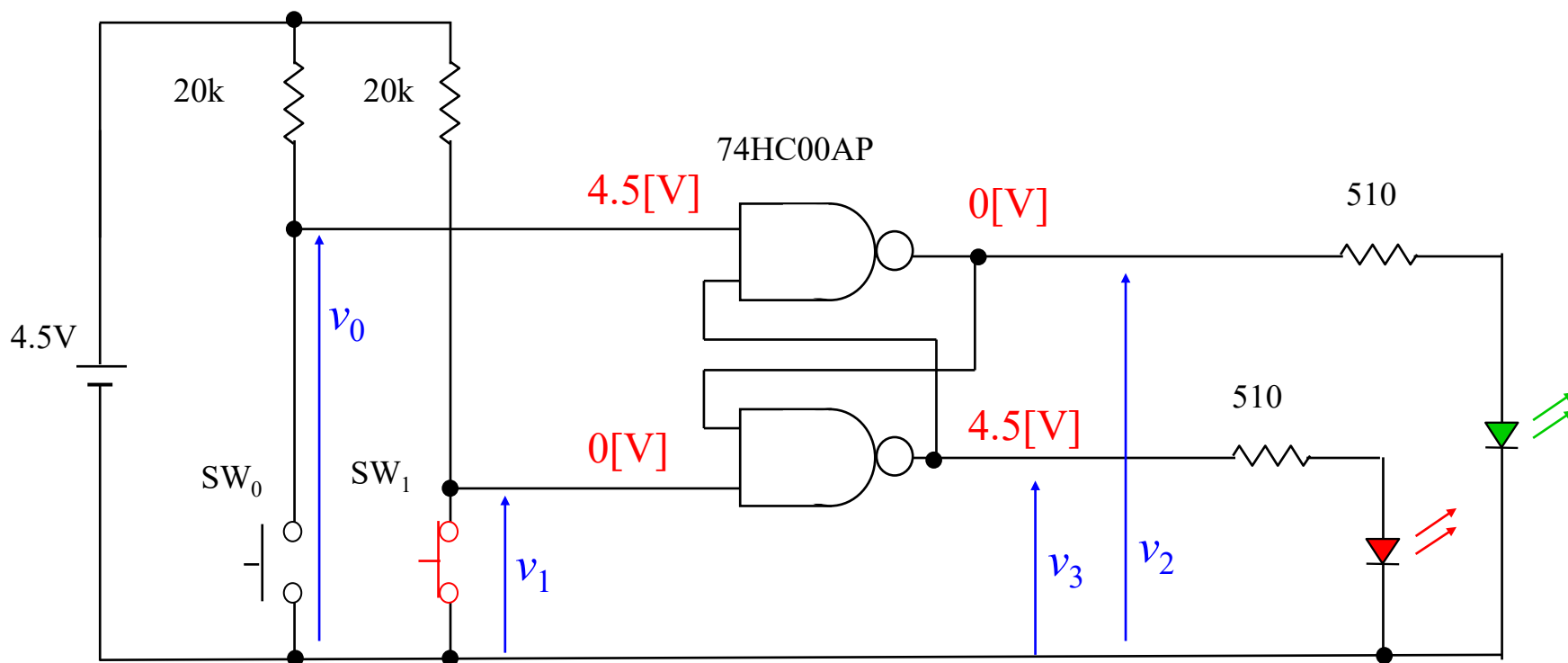
# RS-フリップフロップ回路(2)



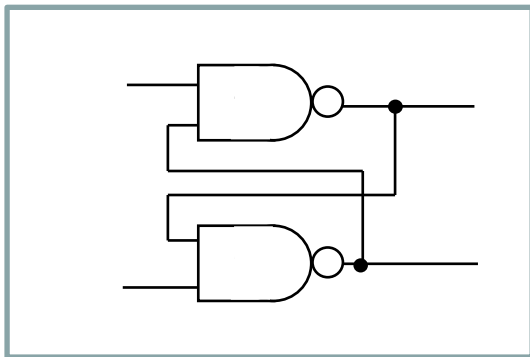
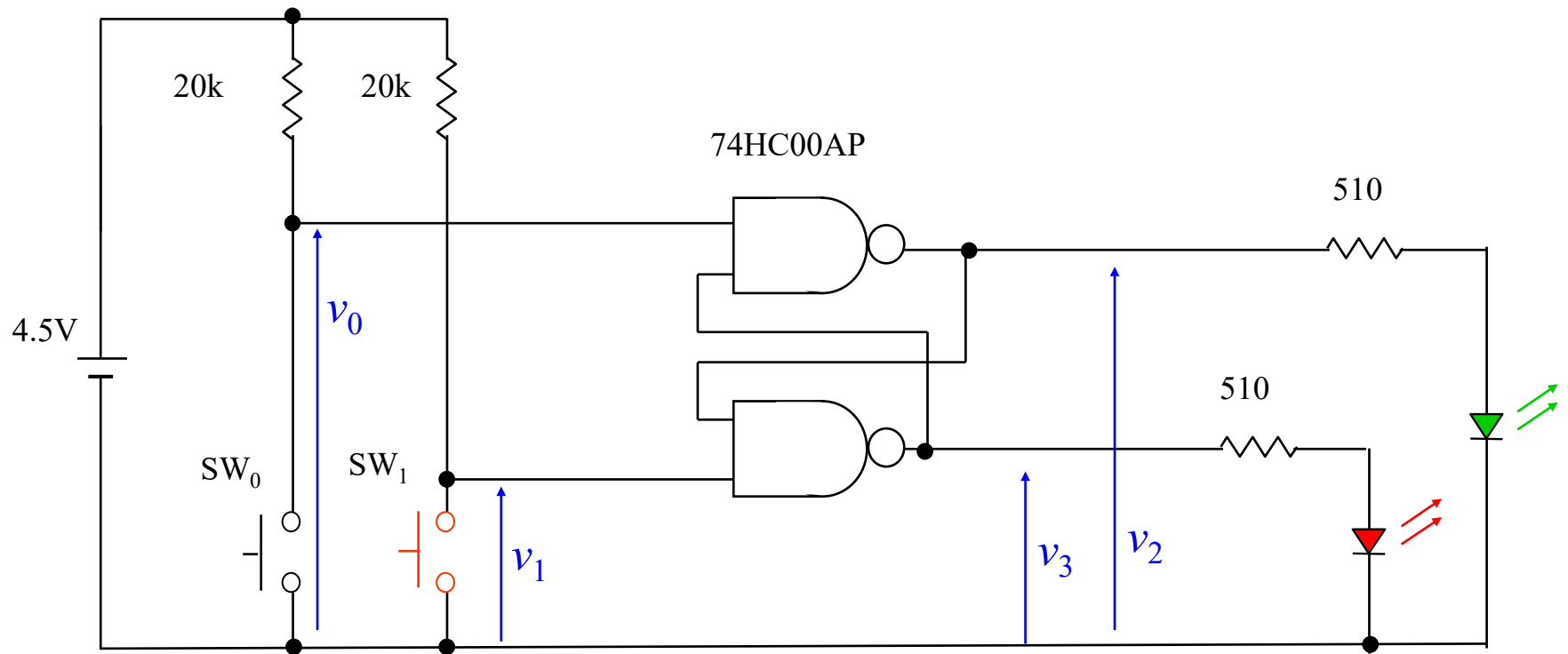
# RS-フリップフロップ回路(2)



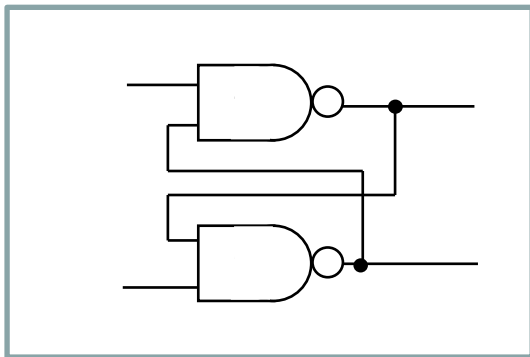
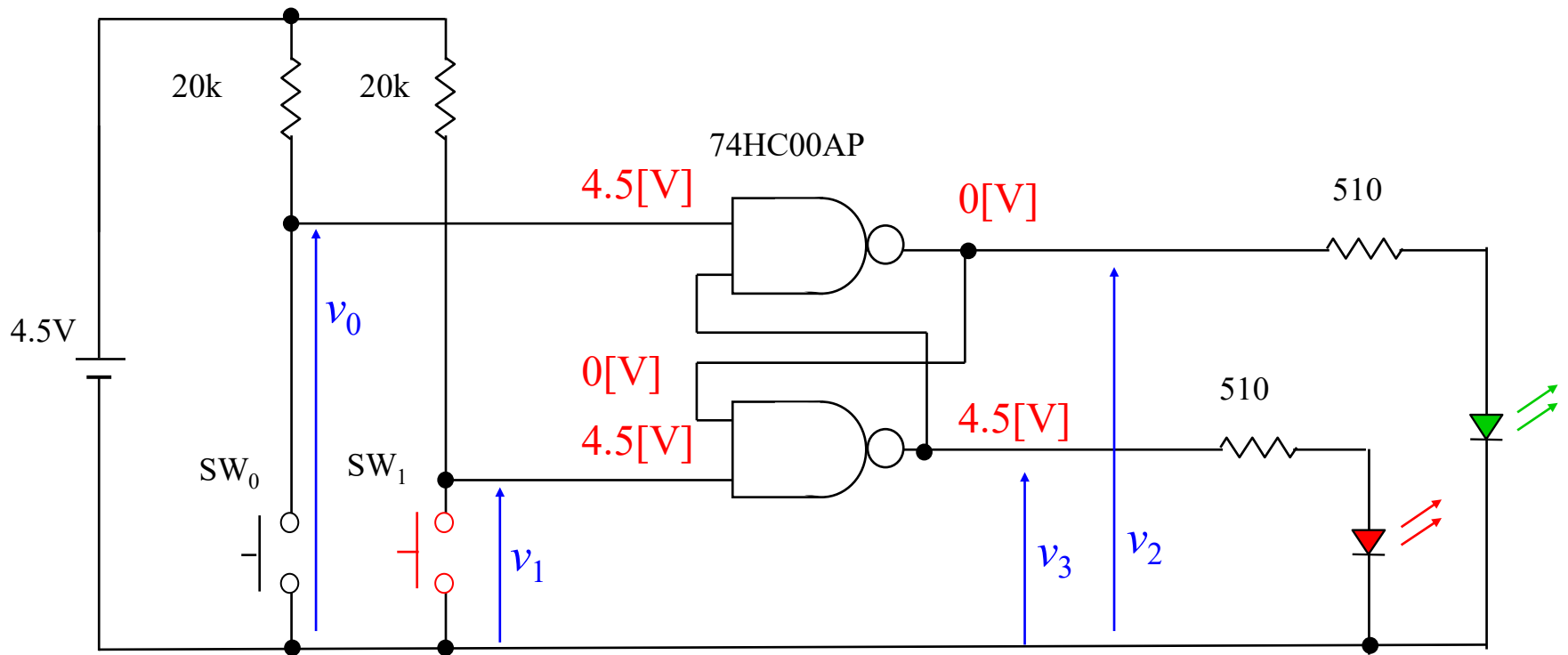
# RS-フリップフロップ回路(2)



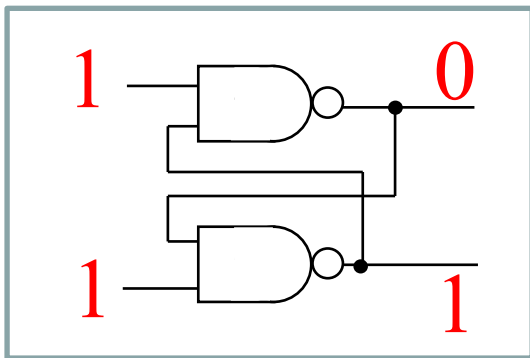
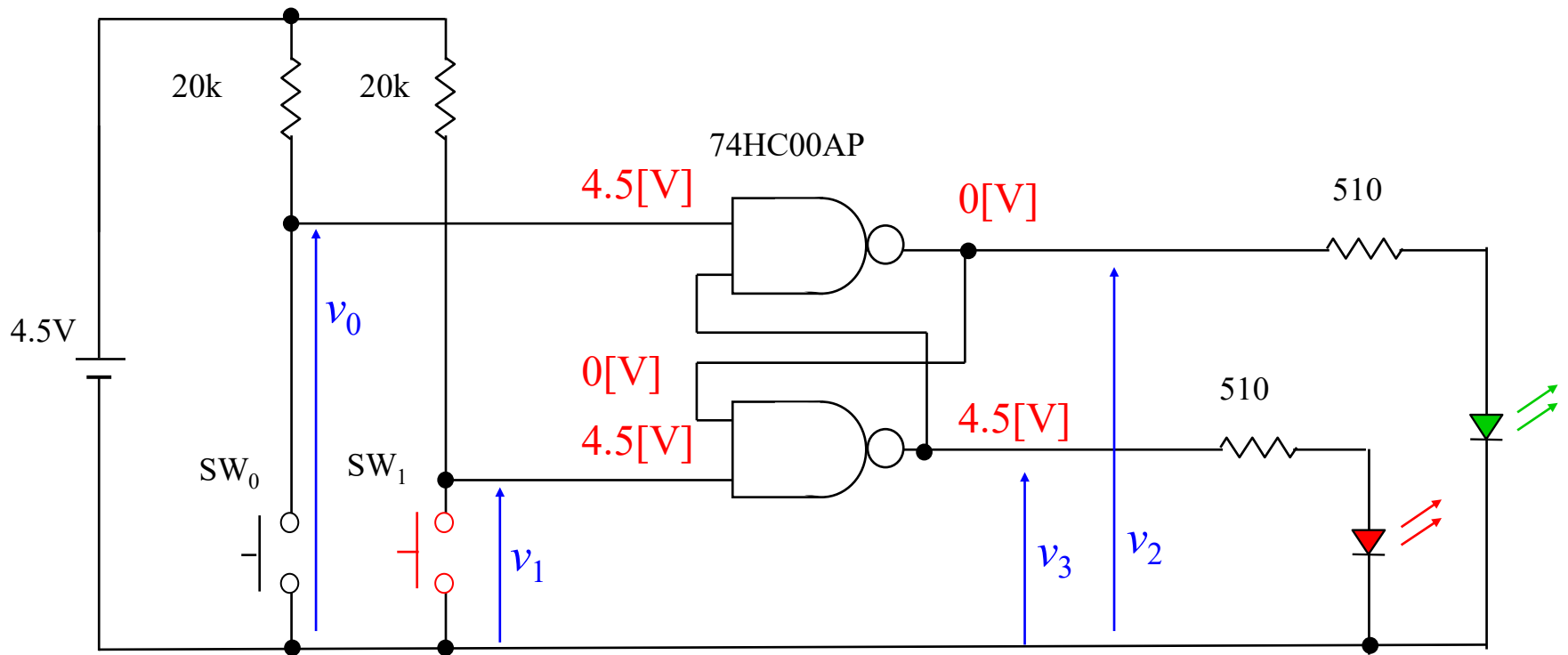
# RS-フリップフロップ回路(3)



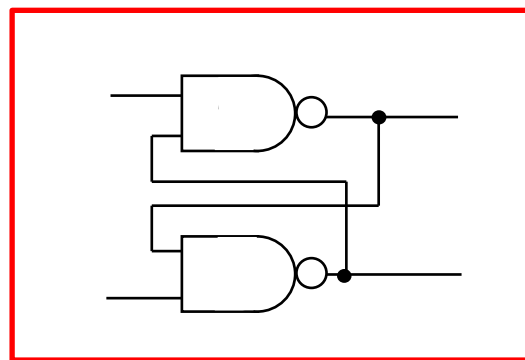
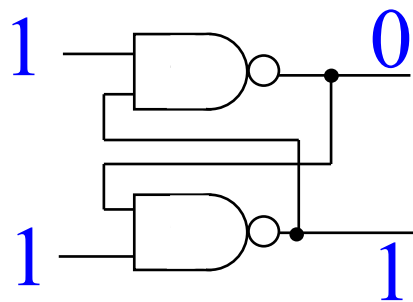
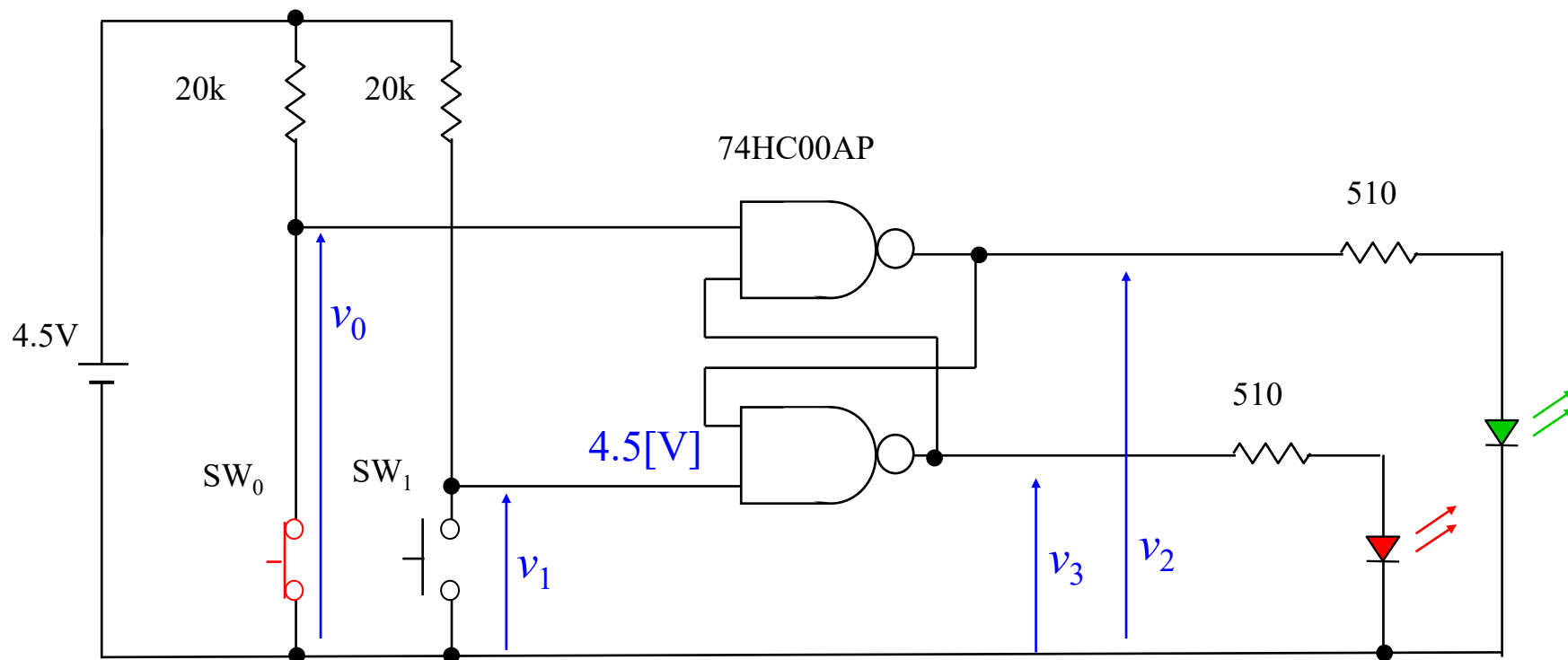
# RS-フリップフロップ回路(3)



# RS-フリップフロップ回路(3)

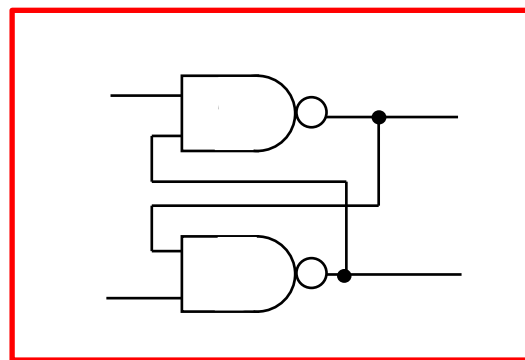
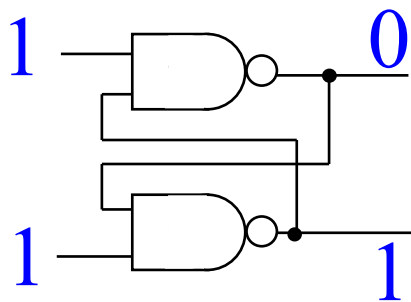
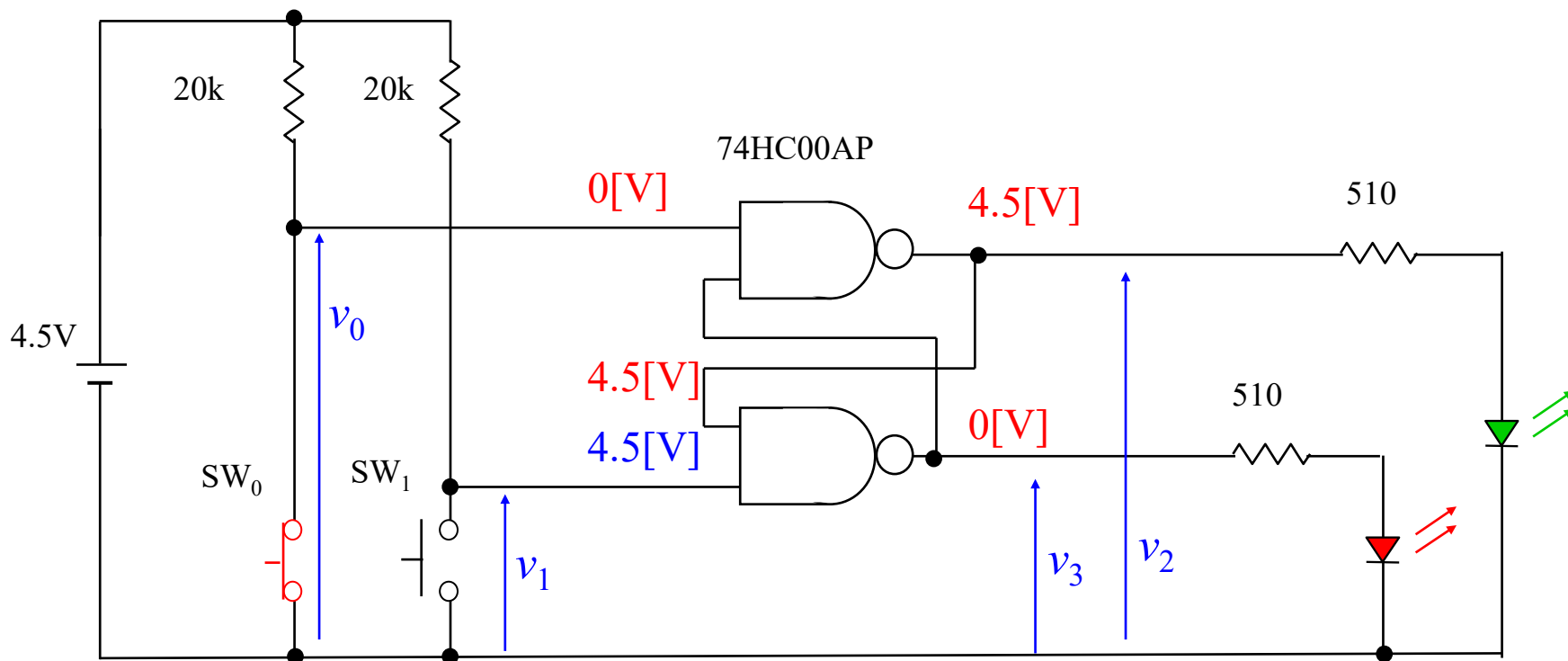


# RS-フリップフロップ回路(4)

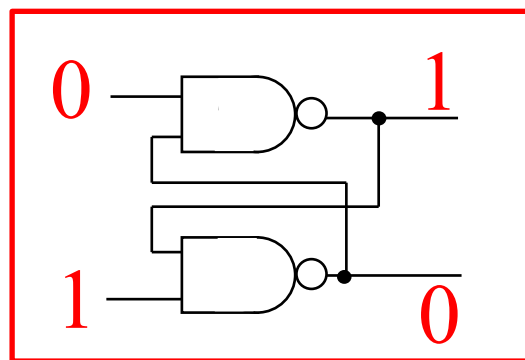
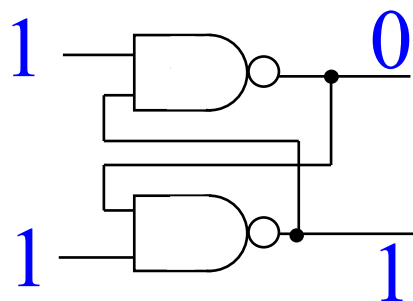
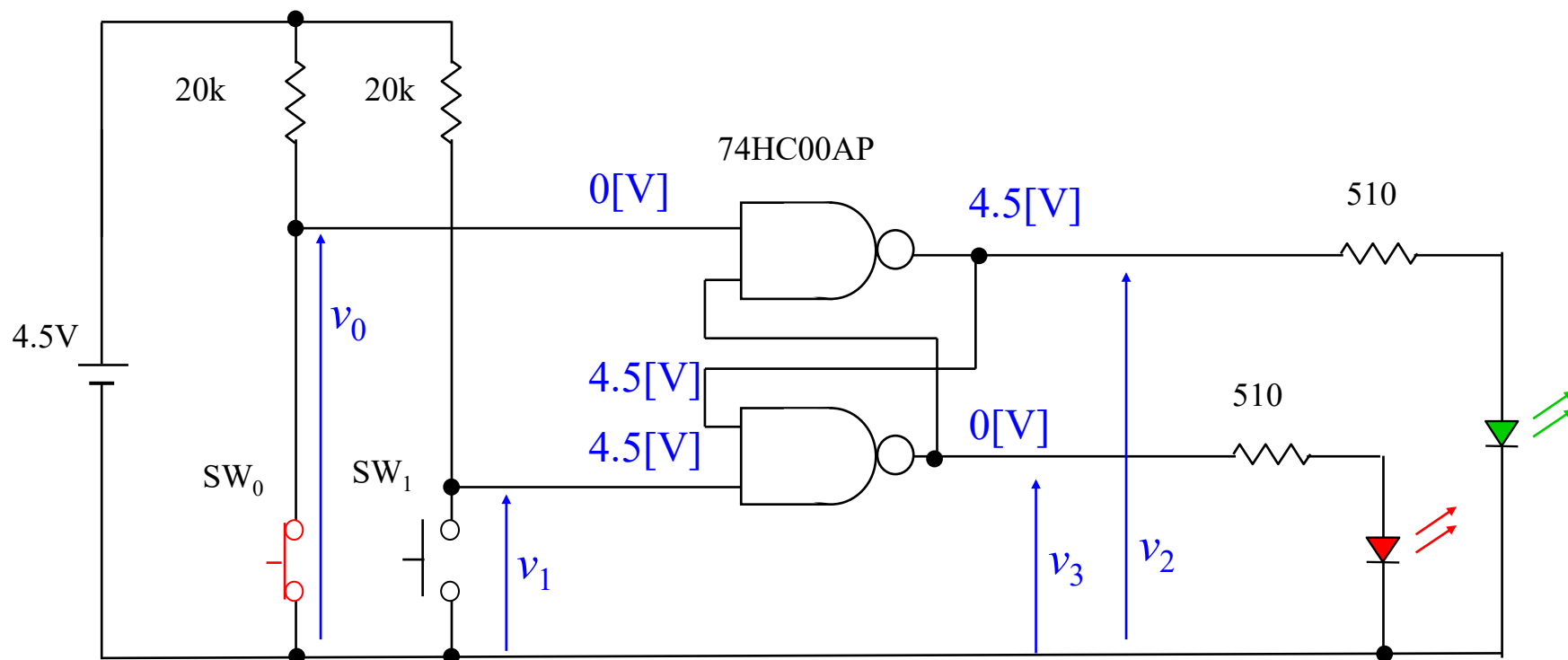




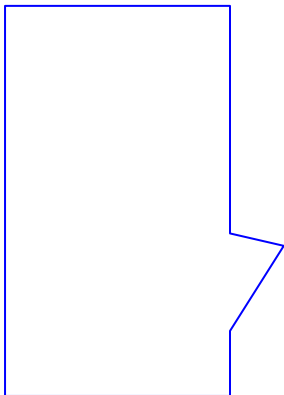
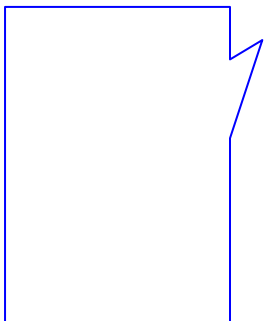
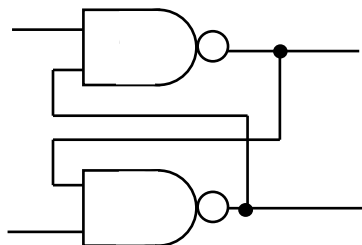
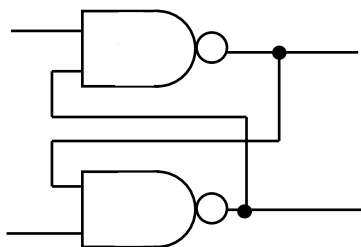
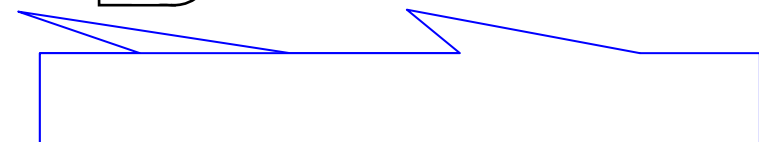
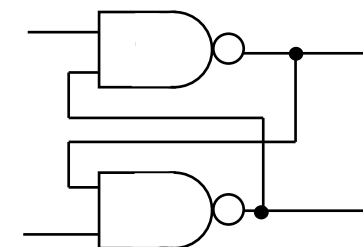
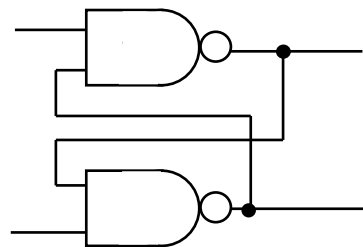
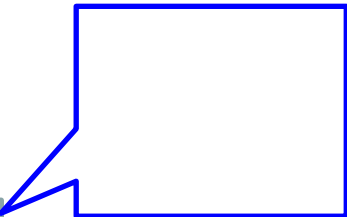
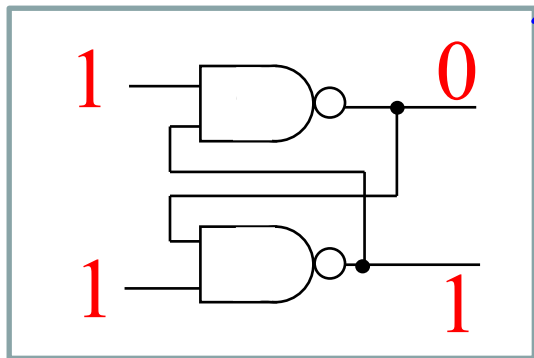
# RS-フリップフロップ回路(4)



# RS-フリップフロップ回路(4)

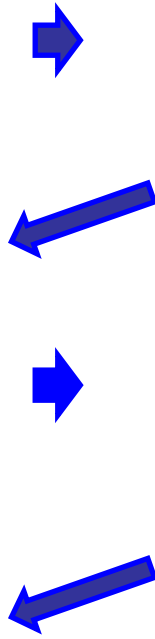
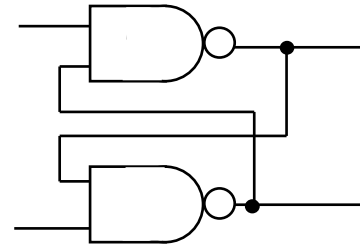
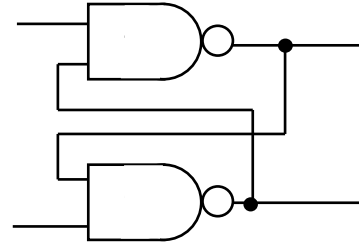
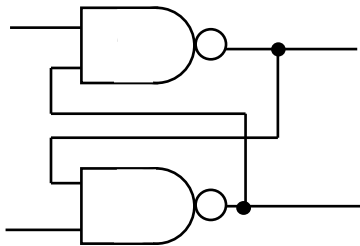
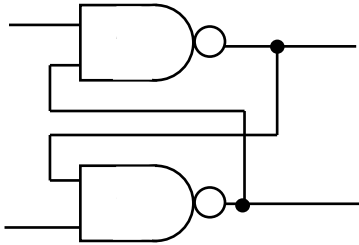
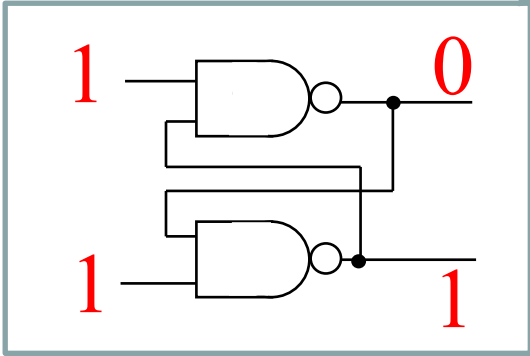


# RS-フリップフロップ回路



# RS-フリップフロップ回路

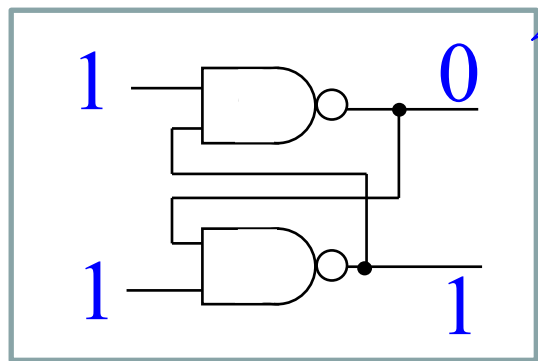
初期状態  
とする



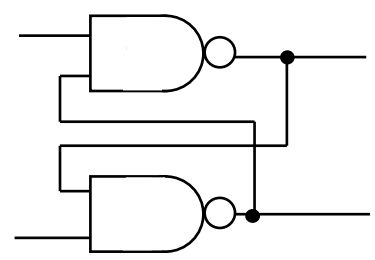
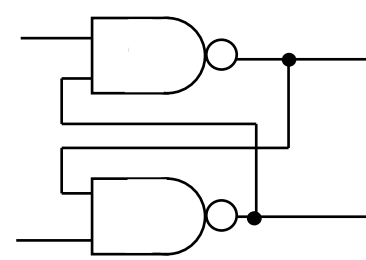
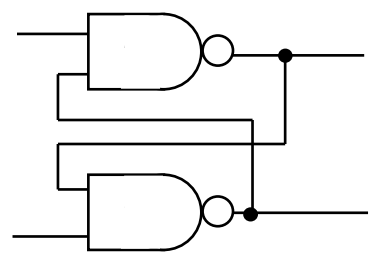
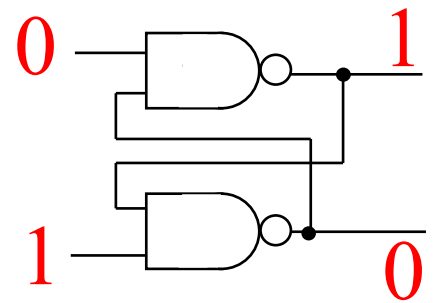
# RS-フリップフロップ回路

初期状態とする

0が入ると必ず1が出る.

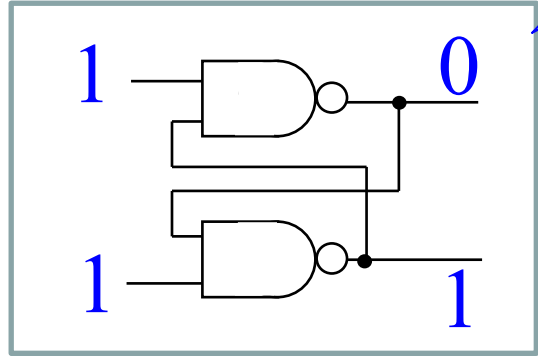


入力  
→

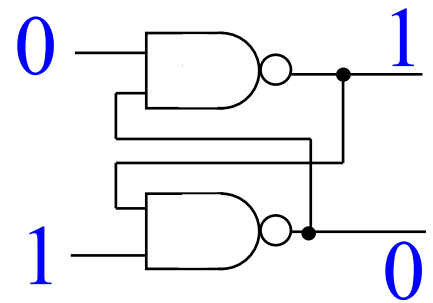


# RS-フリップフロップ回路

初期状態とする



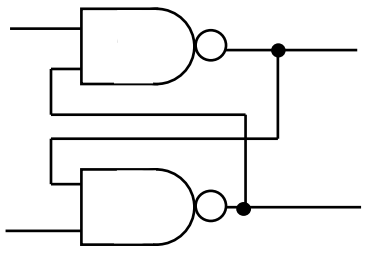
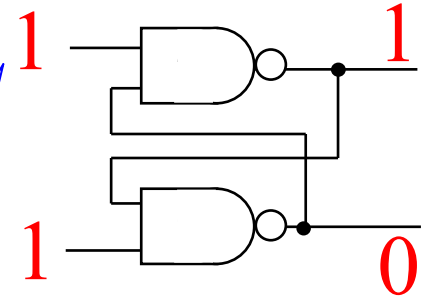
0が入ると必ず1が出る.



入力  
↓  
記憶

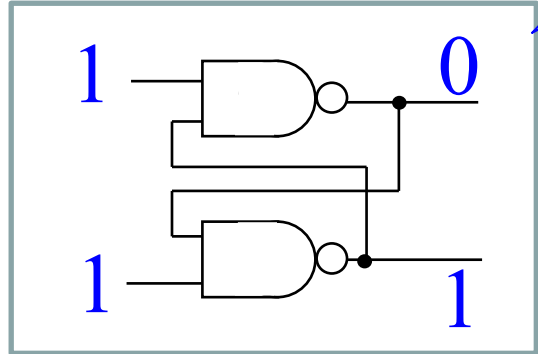


0→1で出力は変化しない



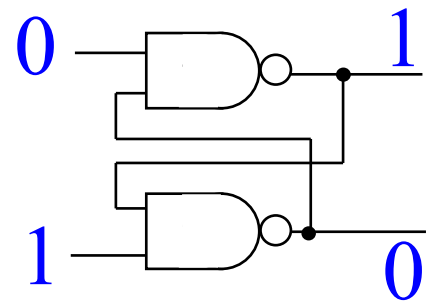
# RS-フリップフロップ回路

初期状態とする

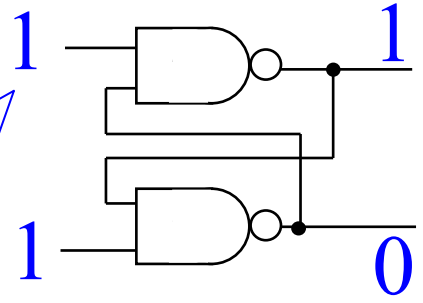


入力  
↓  
記憶  
←  
入力  
↓  
←

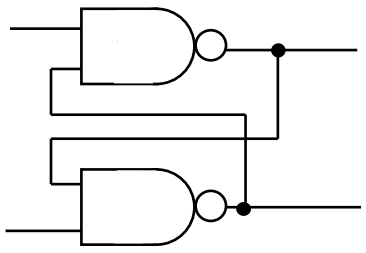
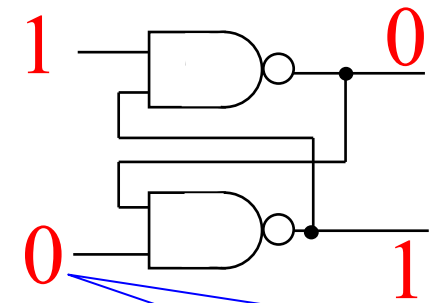
0が入ると必ず1が出る.



0→1で出力は変化しない

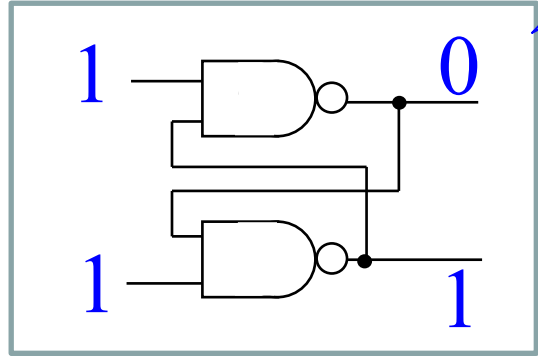


0が入ると必ず1が出る.



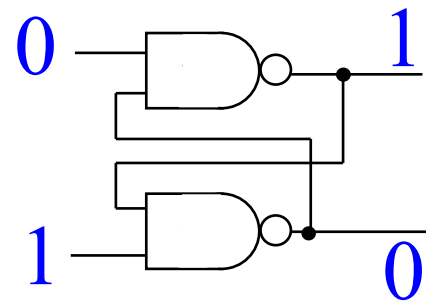
# RS-フリップフロップ回路

初期状態とする

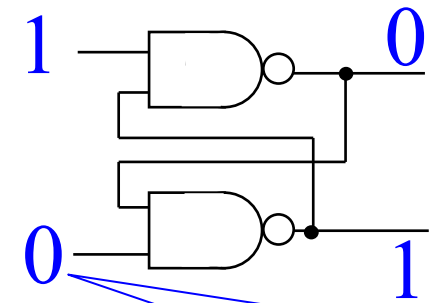


入力  
↓  
記憶  
↓  
入力  
↓  
記憶

0が入ると必ず1が出る.

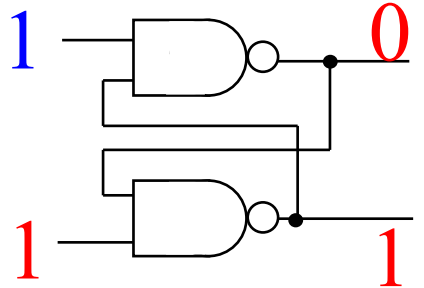
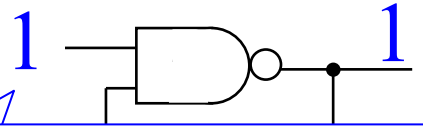


0が入ると必ず1が出る.



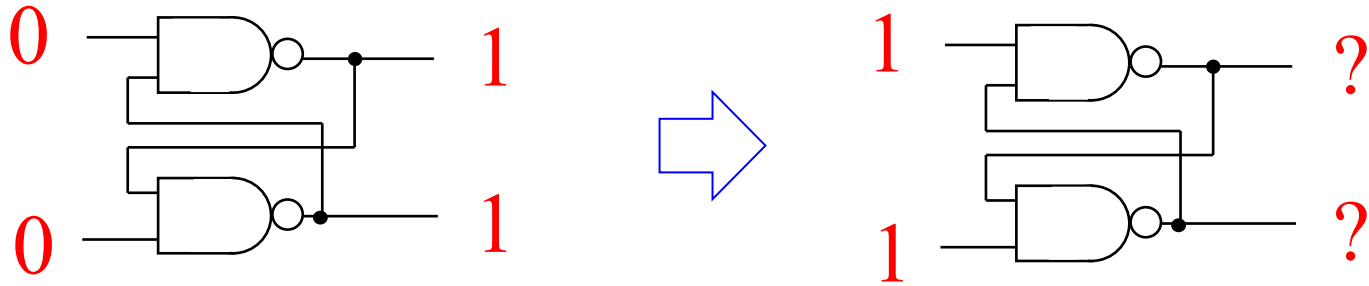
0→1で

出力は  
変化し  
ない

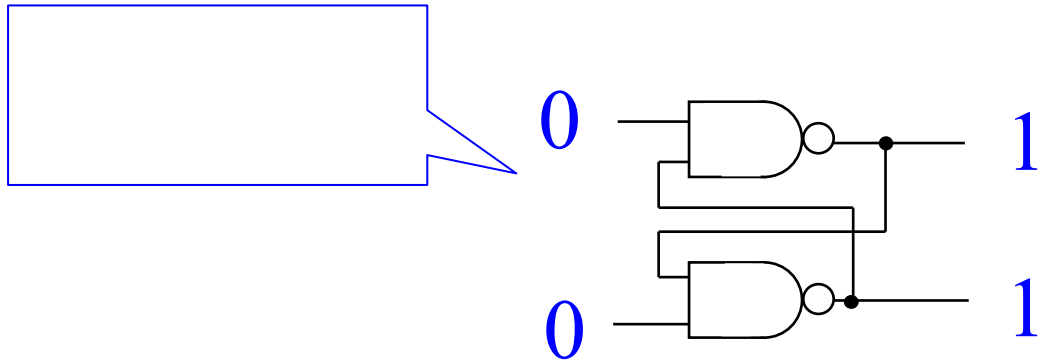




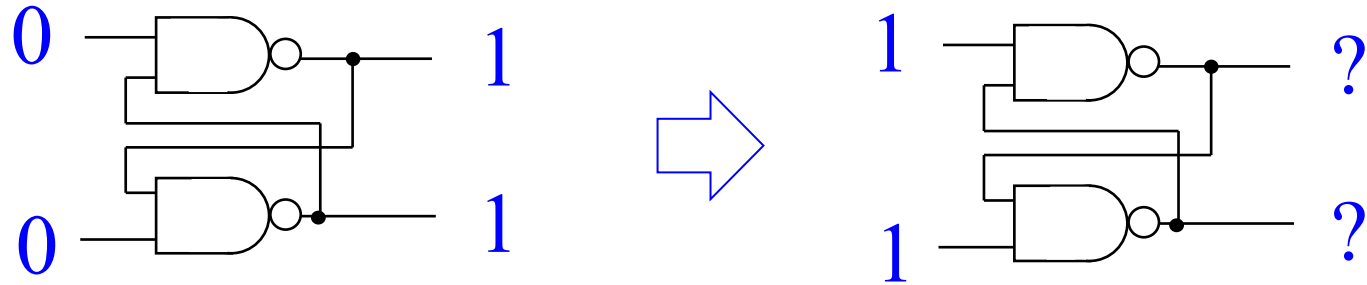
$v_0 = v_1 = 0$  とするとどうなるか？



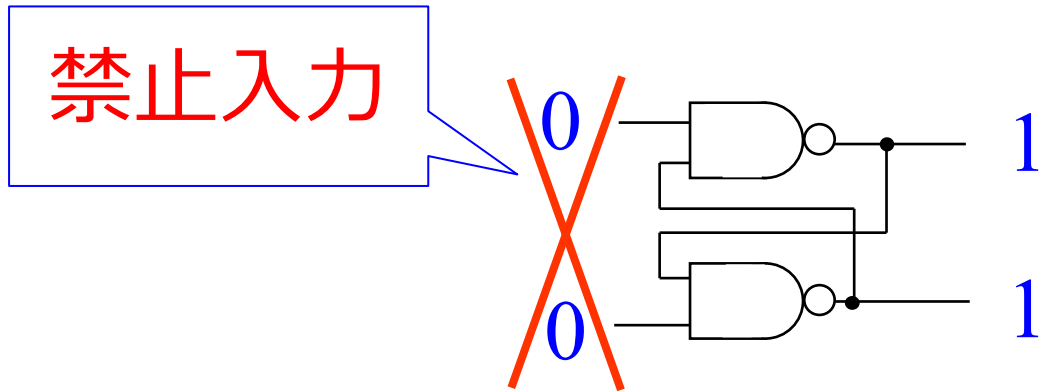
$v_1 = v_1 = 0 \rightarrow 1$  としたときの



$v_0 = v_1 = 0$  とするとどうなるか？



$v_0 = v_1 = 0 \rightarrow 1$  としたときの出力は定まらない.



## Dフリップフロップ回路

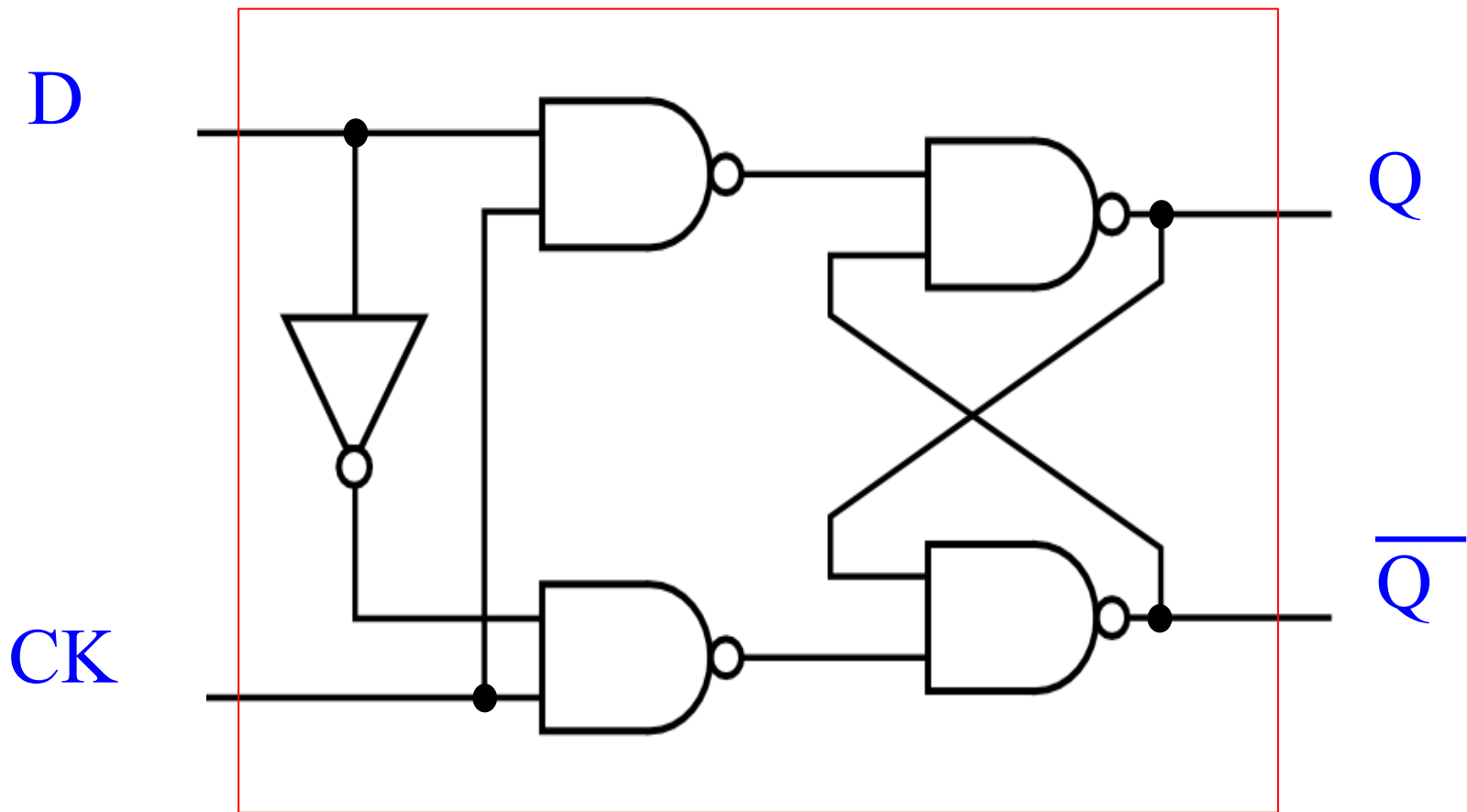
D —

— Q

CK —

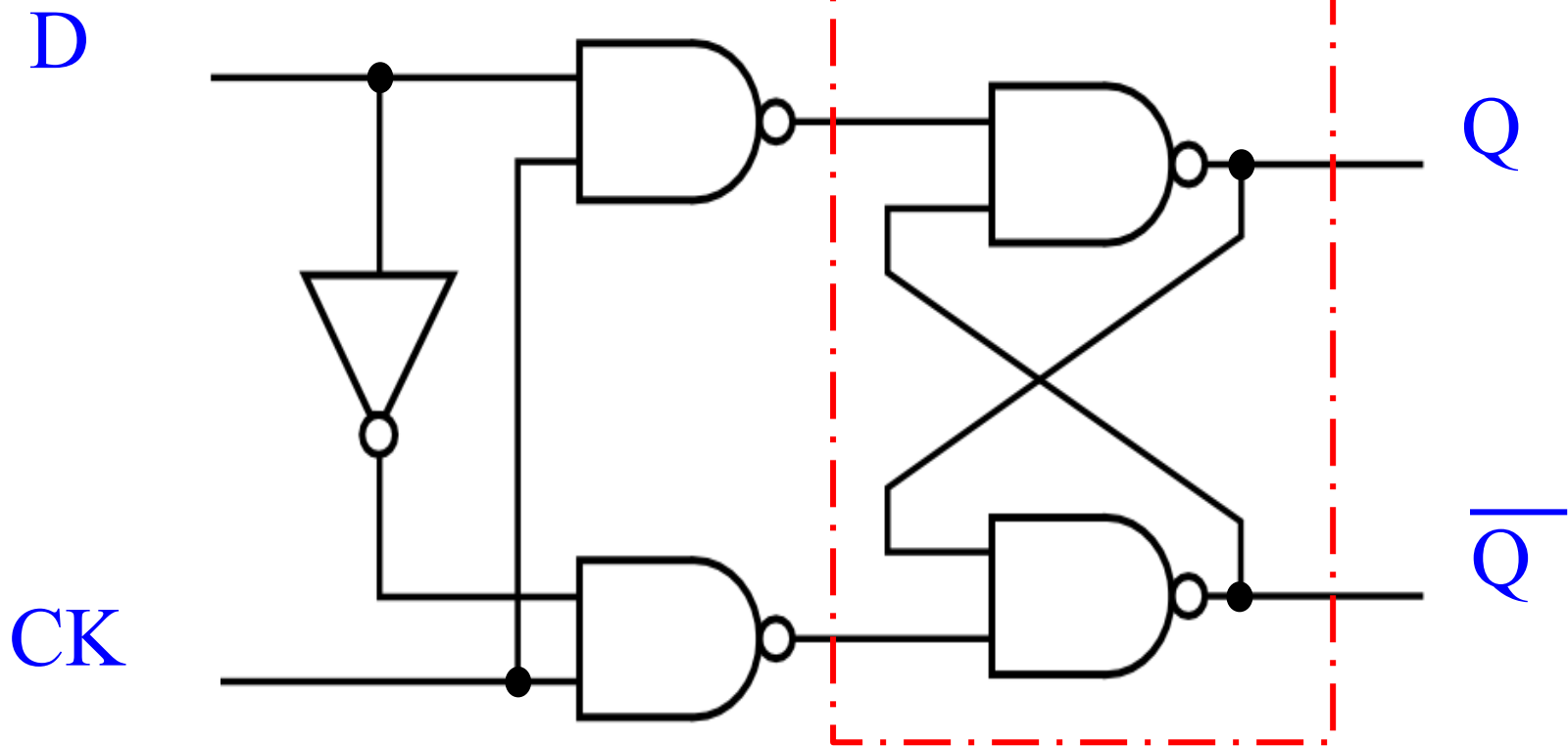
—  $\overline{Q}$

# Dフリップフロップ回路

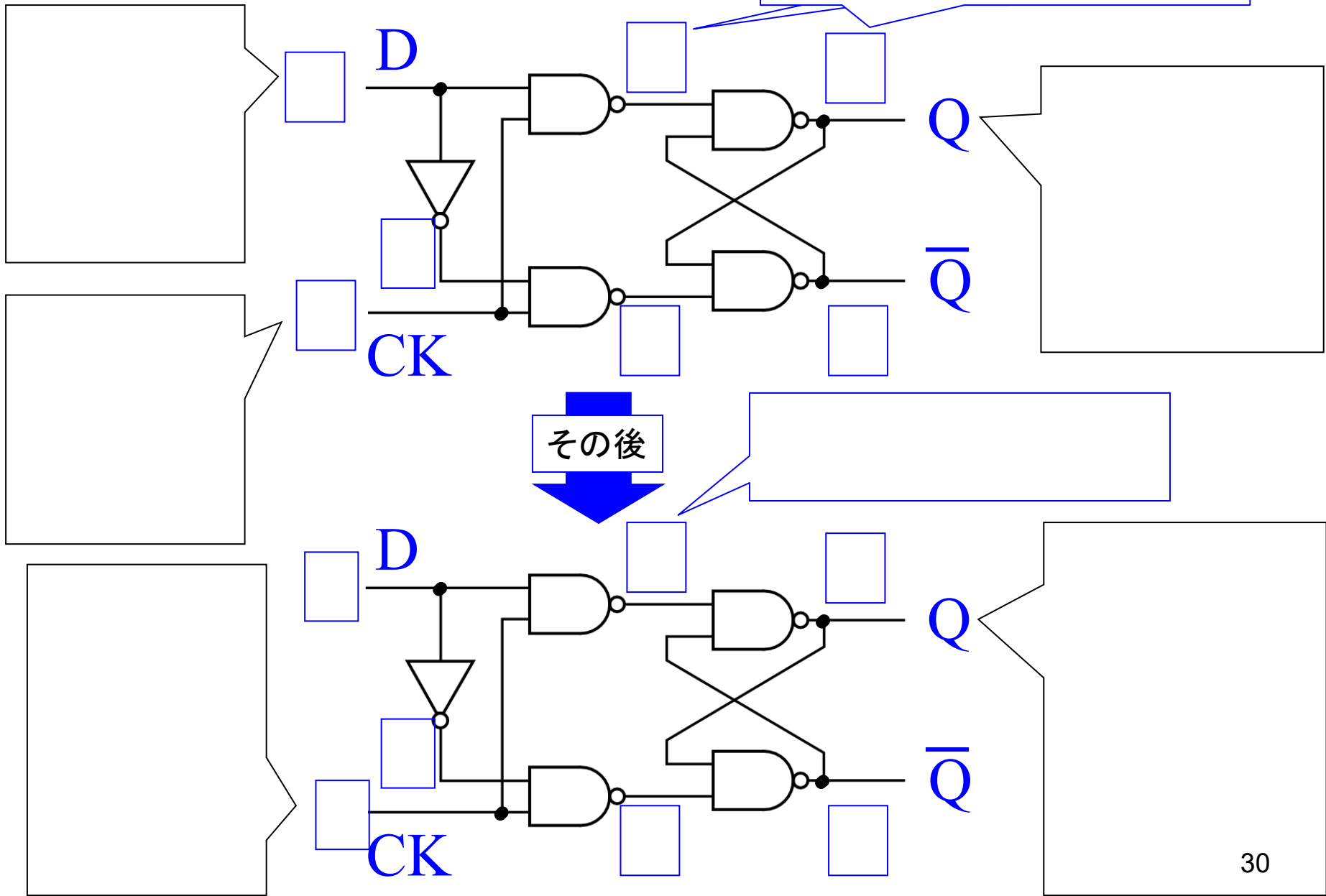


# Dフリップフロップ回路

RSフリップフロップ



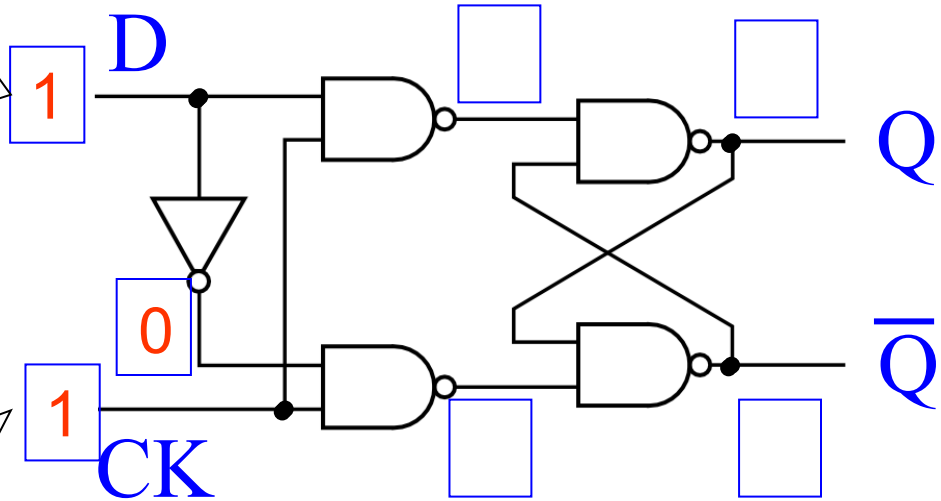
# Dフリップフロップ (1)



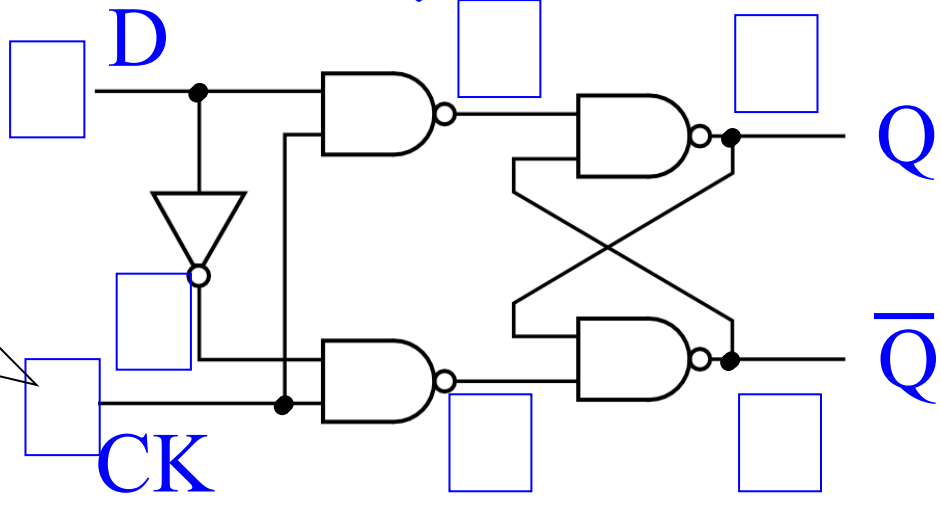
# Dフリップフロップ (1)

Dに1が入力されているときに

CKに1が入力されたとする



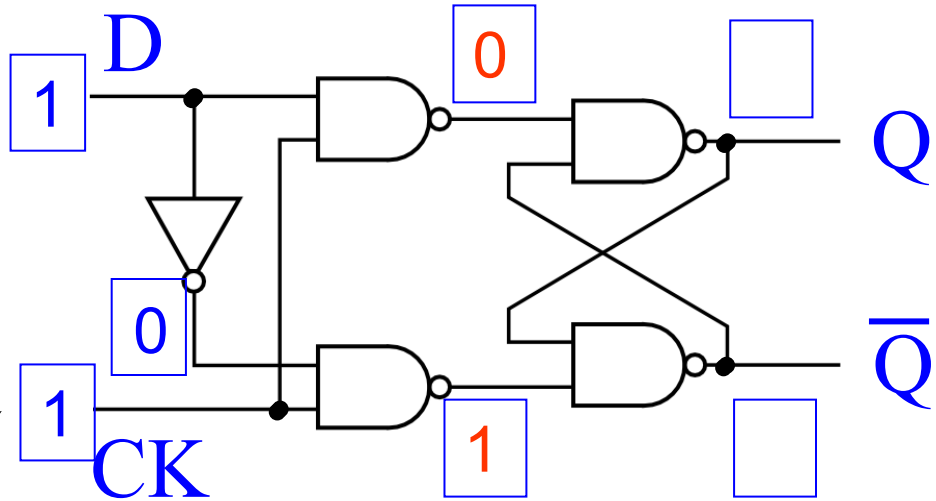
その後



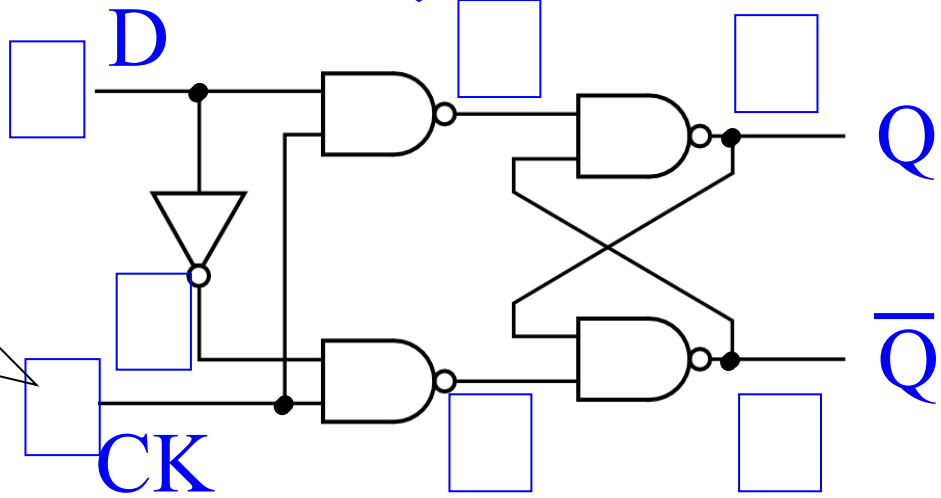
# Dフリップフロップ (1)

Dに1が入力されているときに

CKに1が入力されたとする



その後



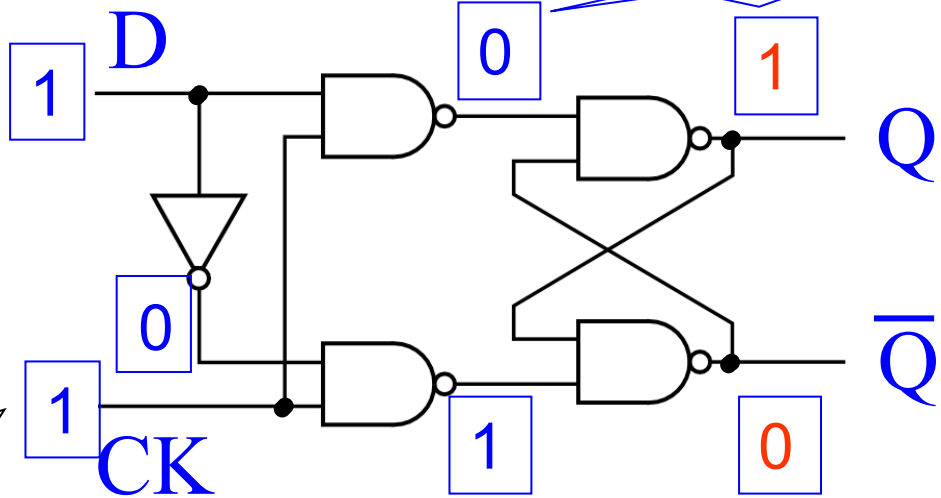


# Dフリップフロップ (1)

0が入ると必ず1が出る.

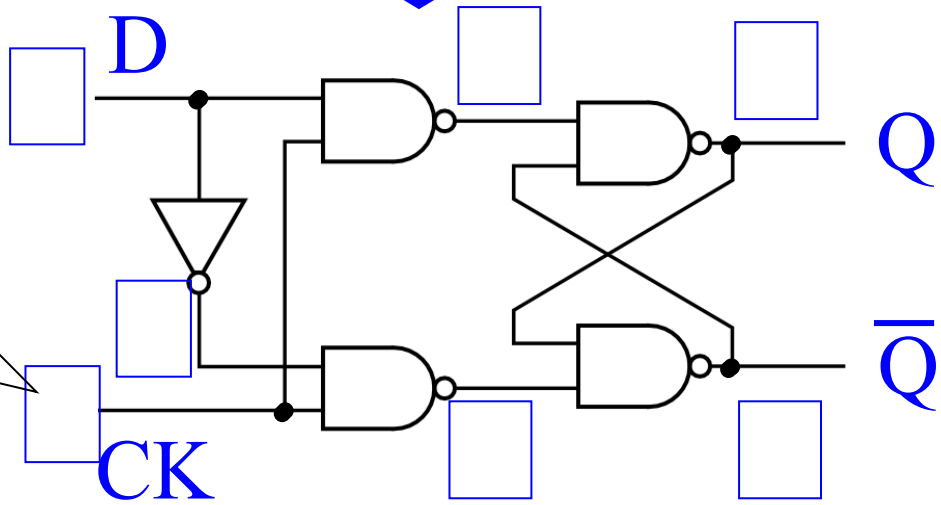
Dに1が入力されているときに

CKに1が入力されたとする



Qに1が出力される.

その後

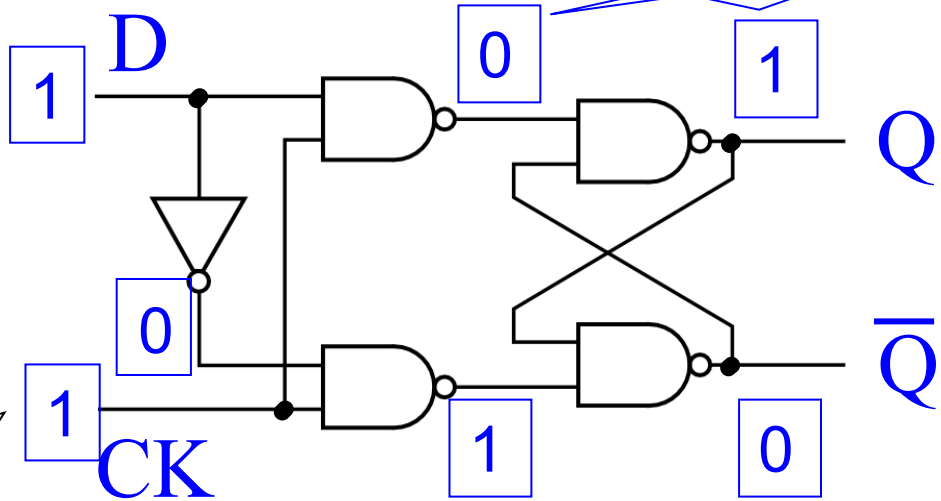


# Dフリップフロップ (1)

0が入ると必ず1が出る.

Dに1が入力されているときに

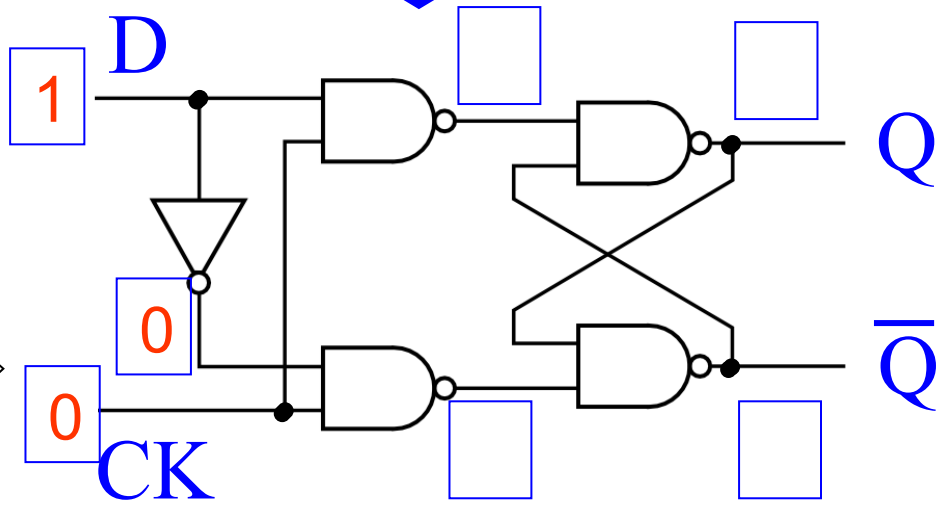
CKに1が入力されたとする



Qに1が出力される.



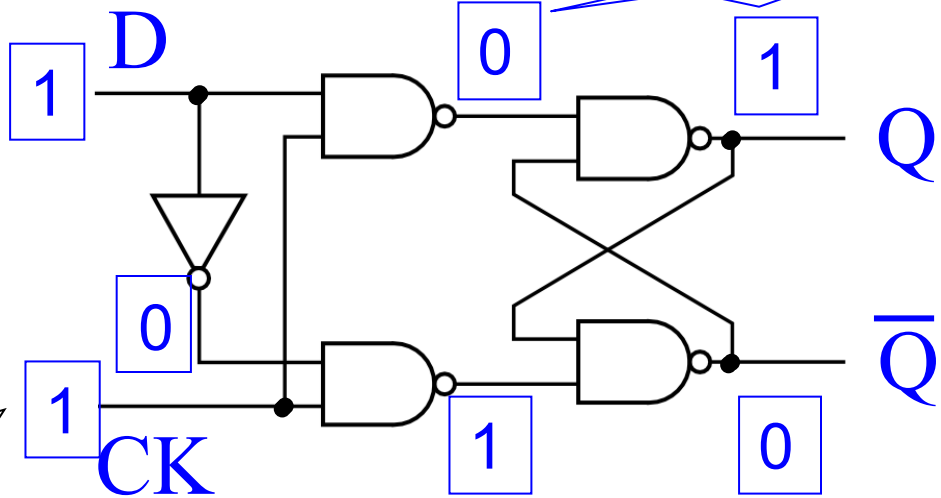
CKの入力が0となっても



# Dフリップフロップ (1)

0が入ると必ず1が出る.

Dに1が入力されているときに

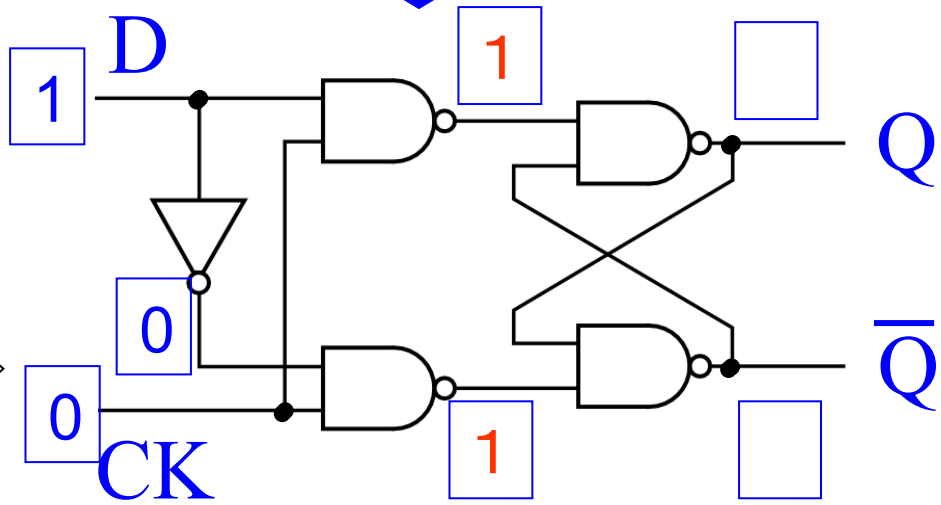


Qに1が出力される.

CKに1が入力されたとする



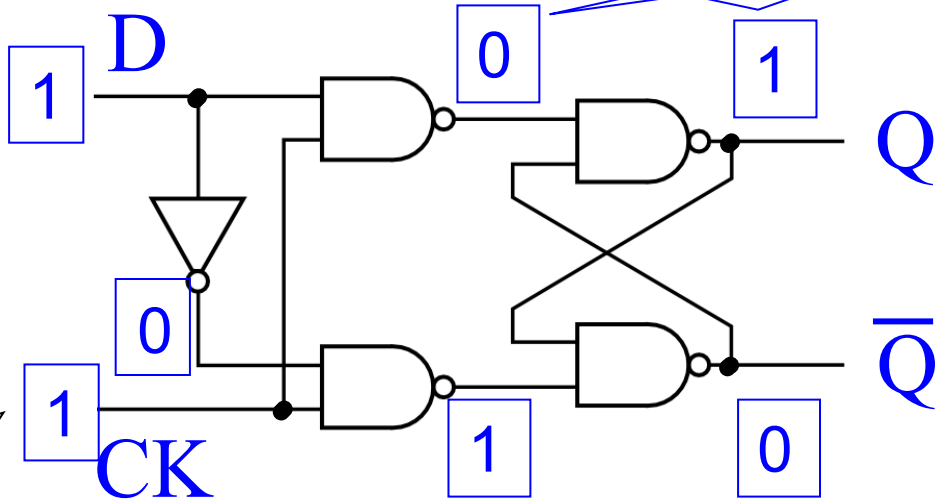
CKの入力が0となっても



# Dフリップフロップ (1)

0が入ると必ず1が出る。

Dに1が入力されているときに



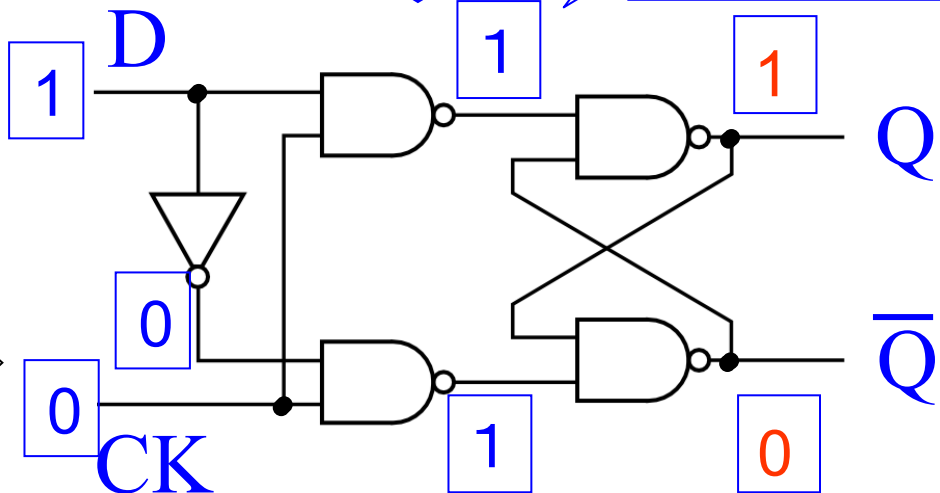
Qに1が出力される。

CKに1が入力されたとする



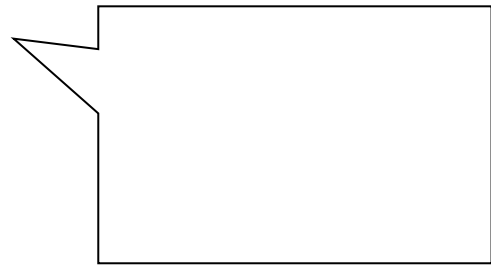
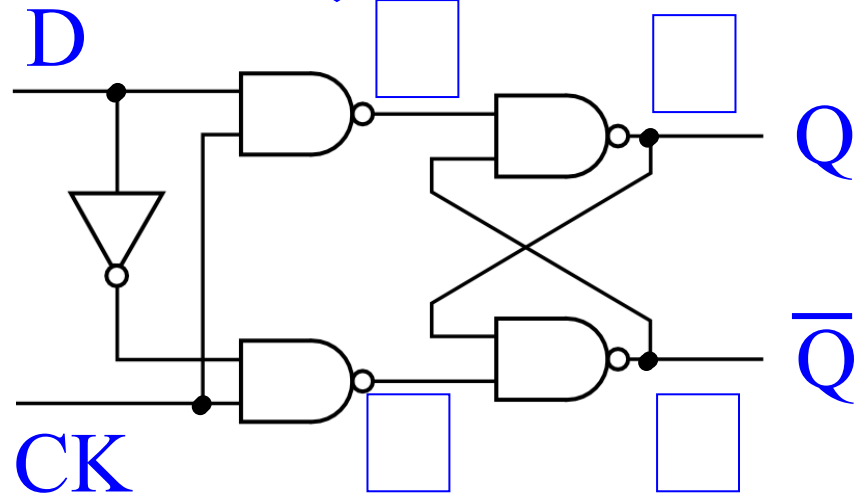
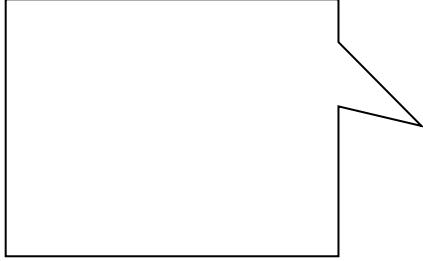
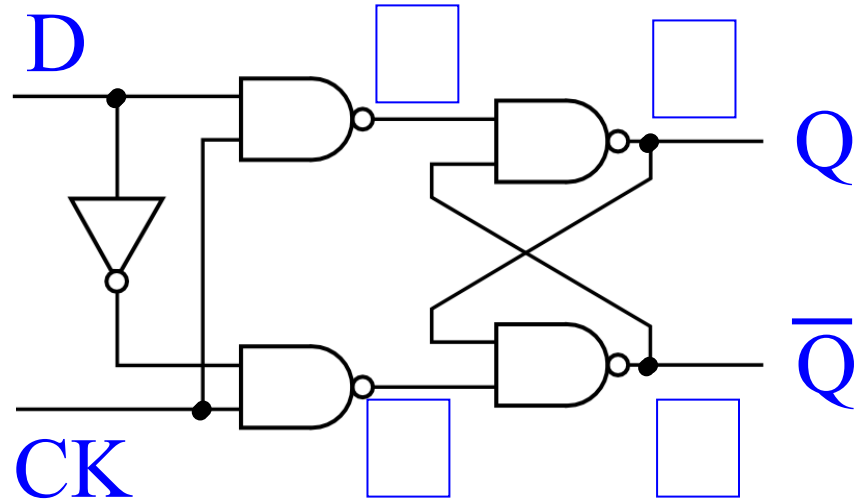
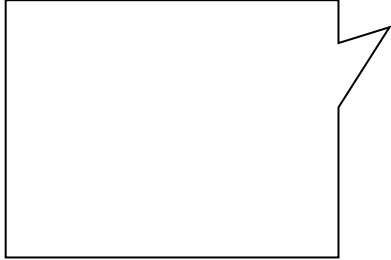
0→1で出力は変化しない

CKの入力が0となっても



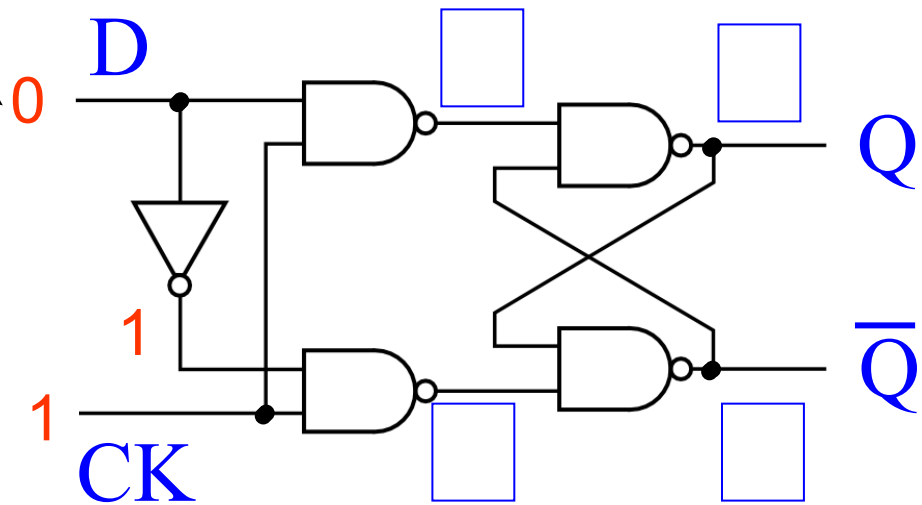
Qの出力は1に保持される。

# Dフリップフロップ (2)



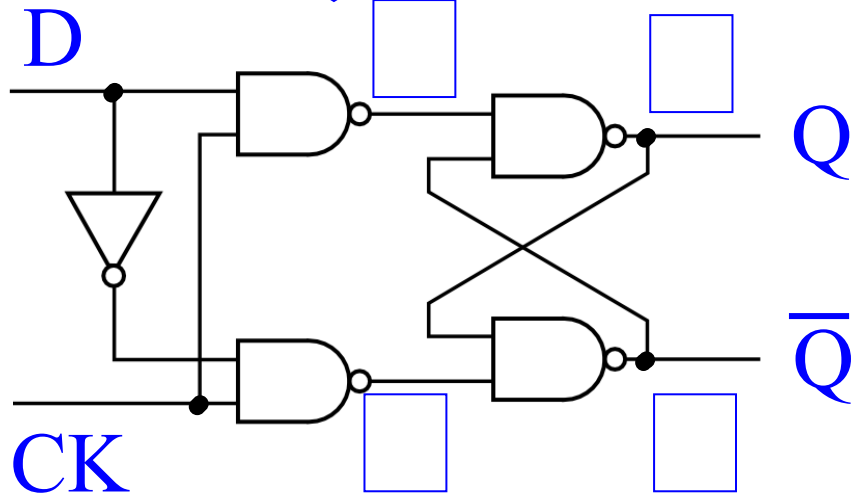
# Dフリップフロップ (2)

Dに0が入力されているときに



CKに1が入力されたとする

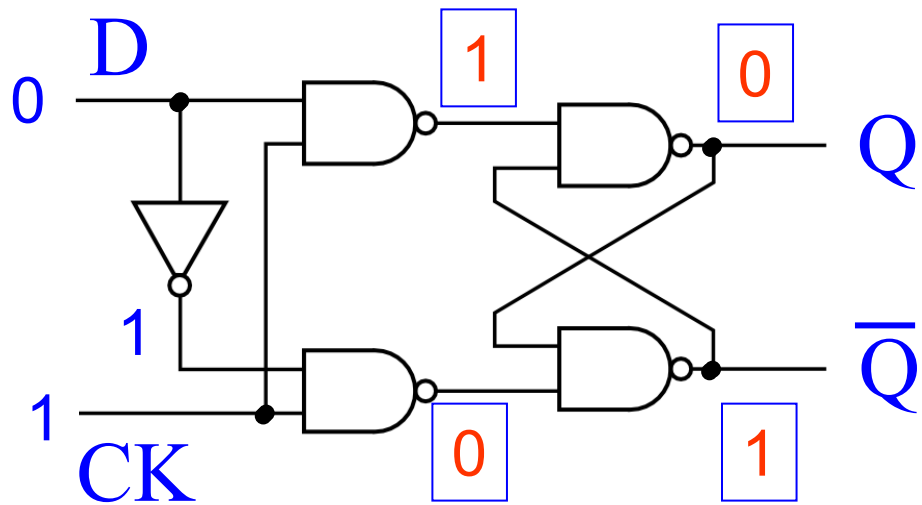
その後



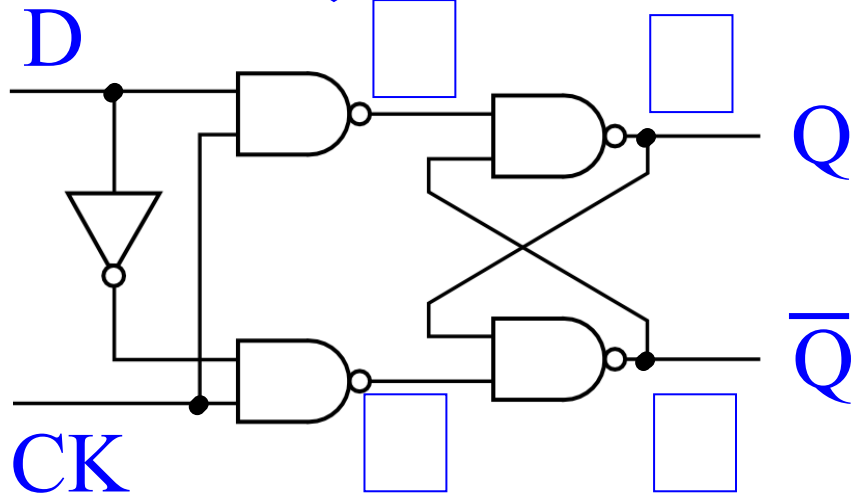
# Dフリップフロップ (2)

Dに0が入力されているとき

CKに1が入力されたとする



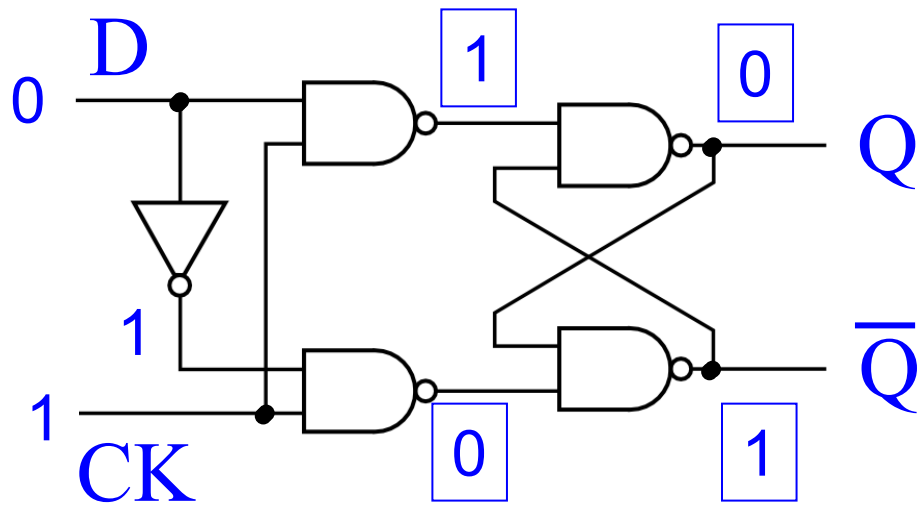
Qに0が出力される。



# Dフリップフロップ (2)

Dに0が入力されているとき

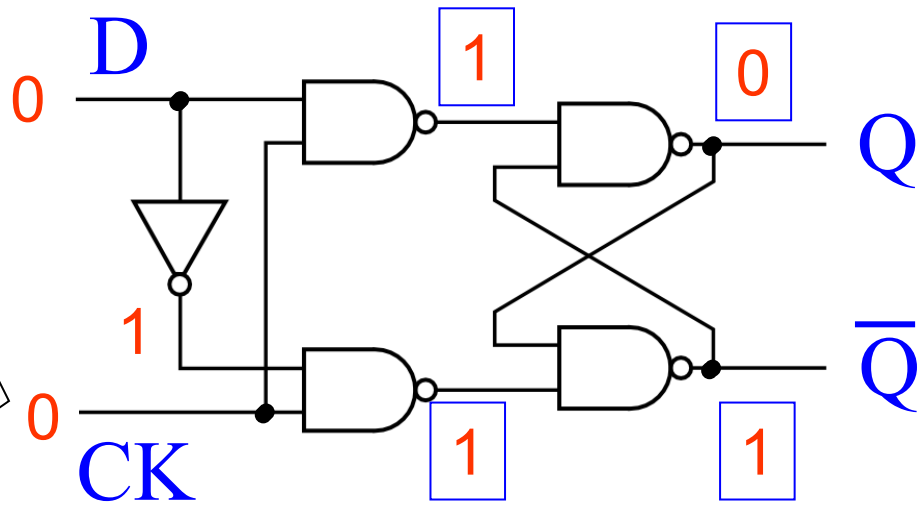
CKに1が入力されたとする



Qに0が出力される。

その後

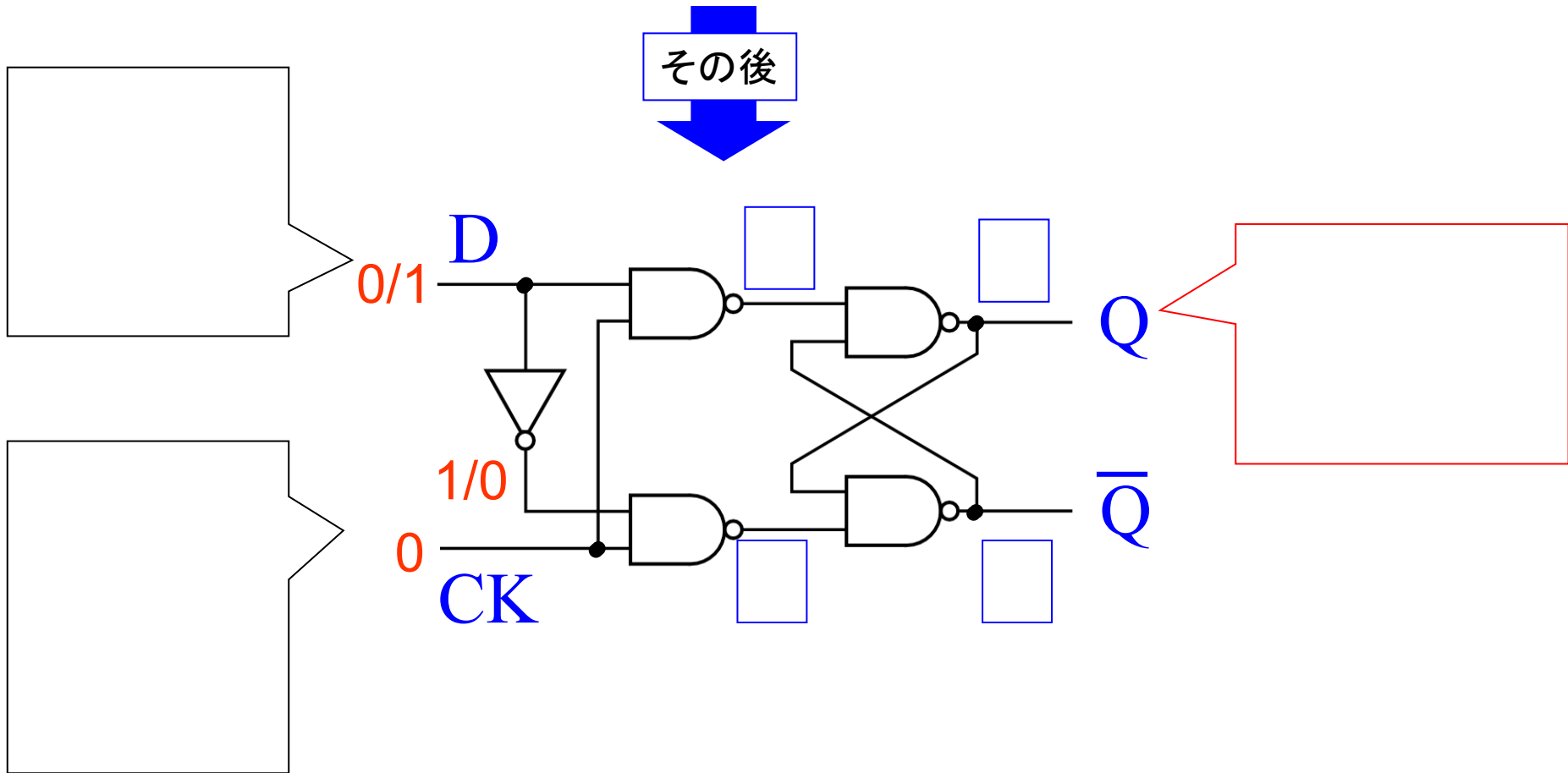
CKの入力が0となっても



Qの出力は0に保持される。



# Dフリップフロップ (3)

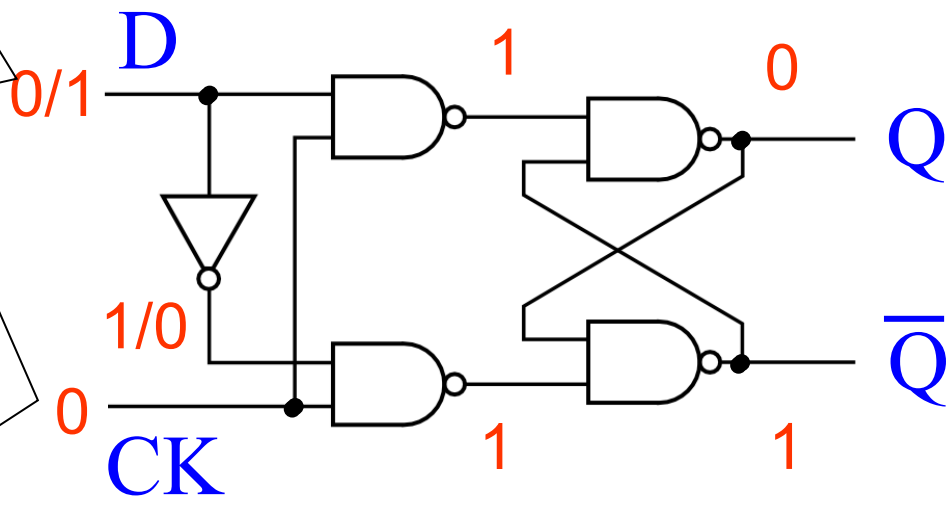


# Dフリップフロップ (3)

Dの入力が変化しても

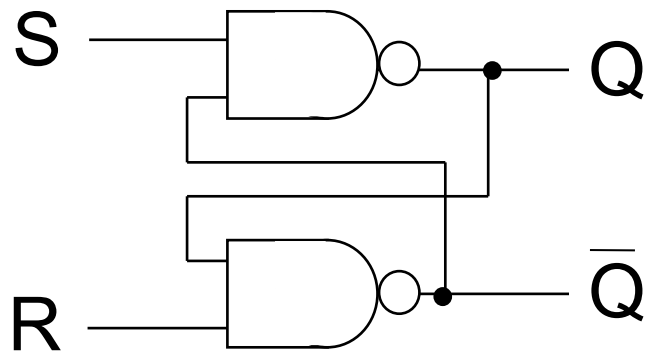
CKに0が入力されている限り

その後

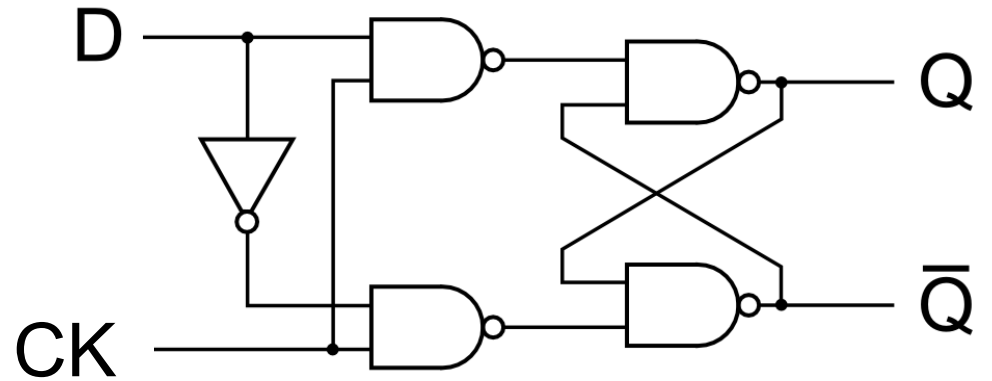


Qは前の状態を保持する.

# RSフリップフロップとDフリップフロップの違い



RS( )フリップフロップ

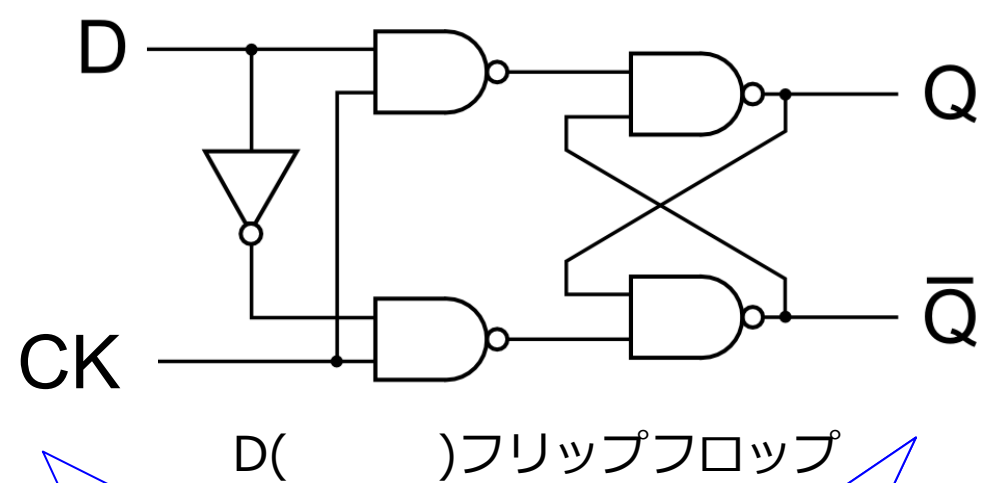
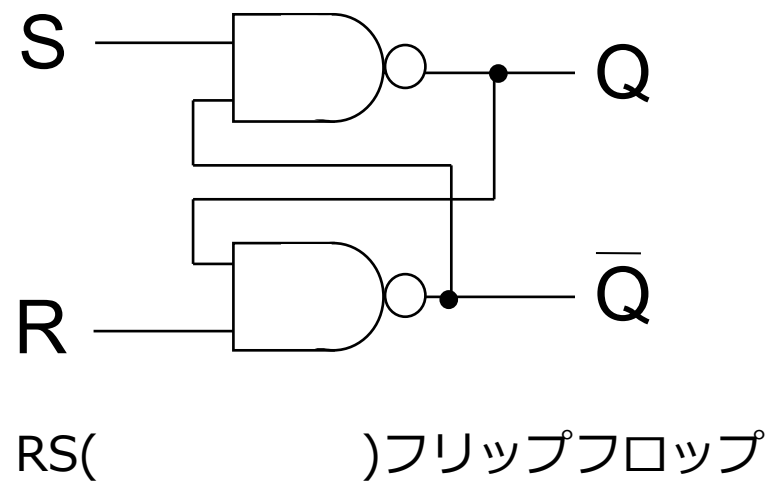


D( )フリップフロップ

入力Dの値はすぐには出力に現れず,

# RSフリップフロップとDフリップフロップの違い

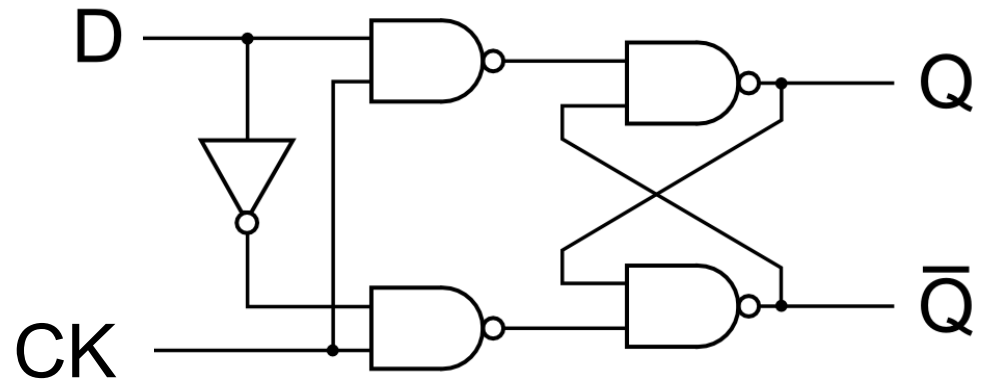
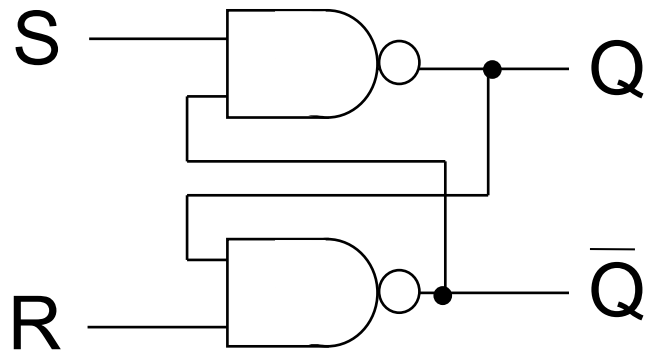
入力が即座に出力に現れる。



入力Dの値はすぐには出力に現れず、

# RSフリップフロップとDフリップフロップの違い

入力が即座に出力に現れる。



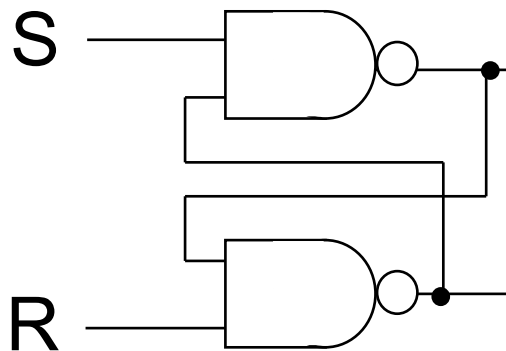
RS(**Reset-Set**)フリップフロップ

D( )フリップフロップ

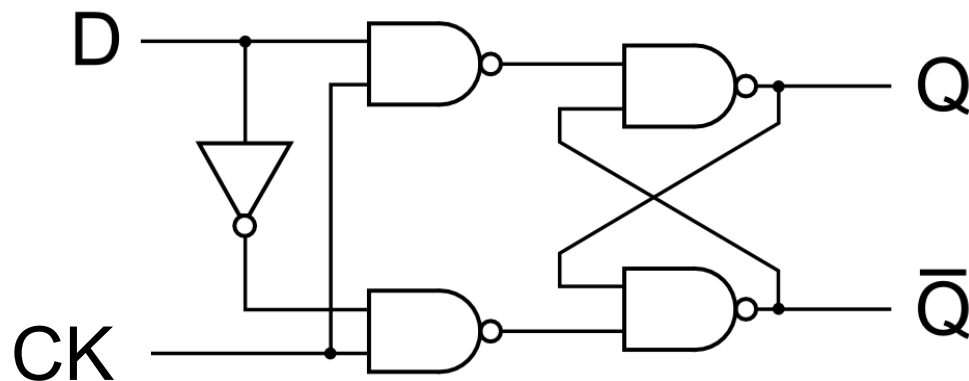
入力Dの値はすぐには出力に現れず，

# RSフリップフロップとDフリップフロップの違い

入力が即座に出力に現れる。



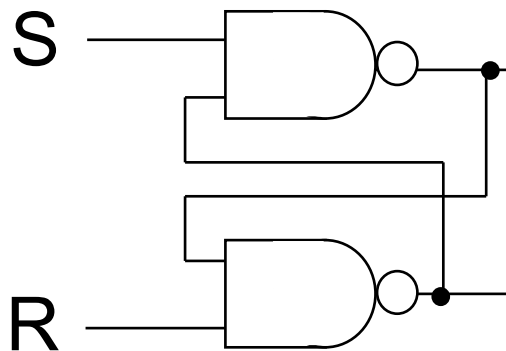
RS(Reset-Set)フリップフロップ



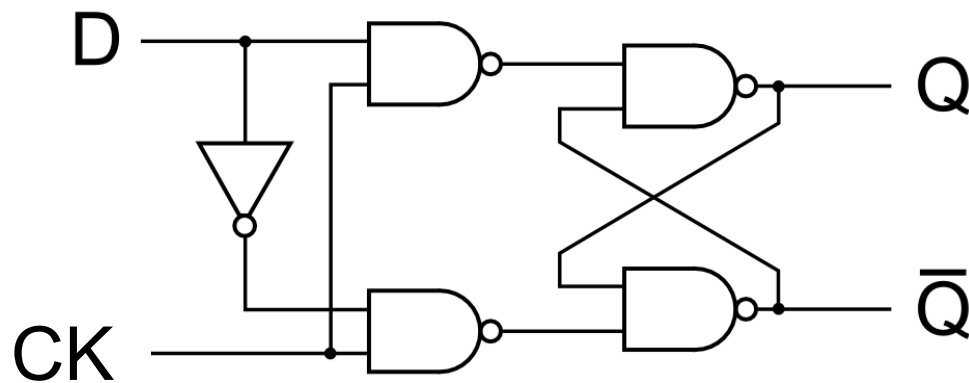
入力Dの値はすぐには出力に現れず、クロックCKが入ったときに、出力Qに現れる。Dの入力が遅れて出力される。

# RSフリップフロップとDフリップフロップの違い

入力が即座に出力に現れる。



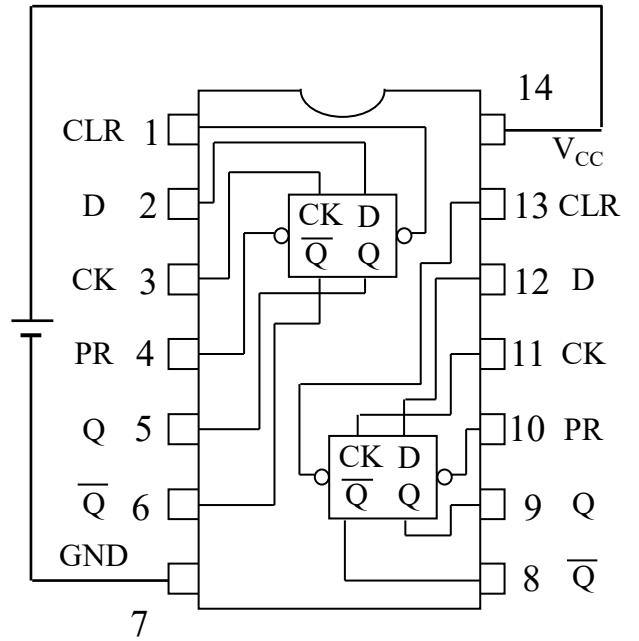
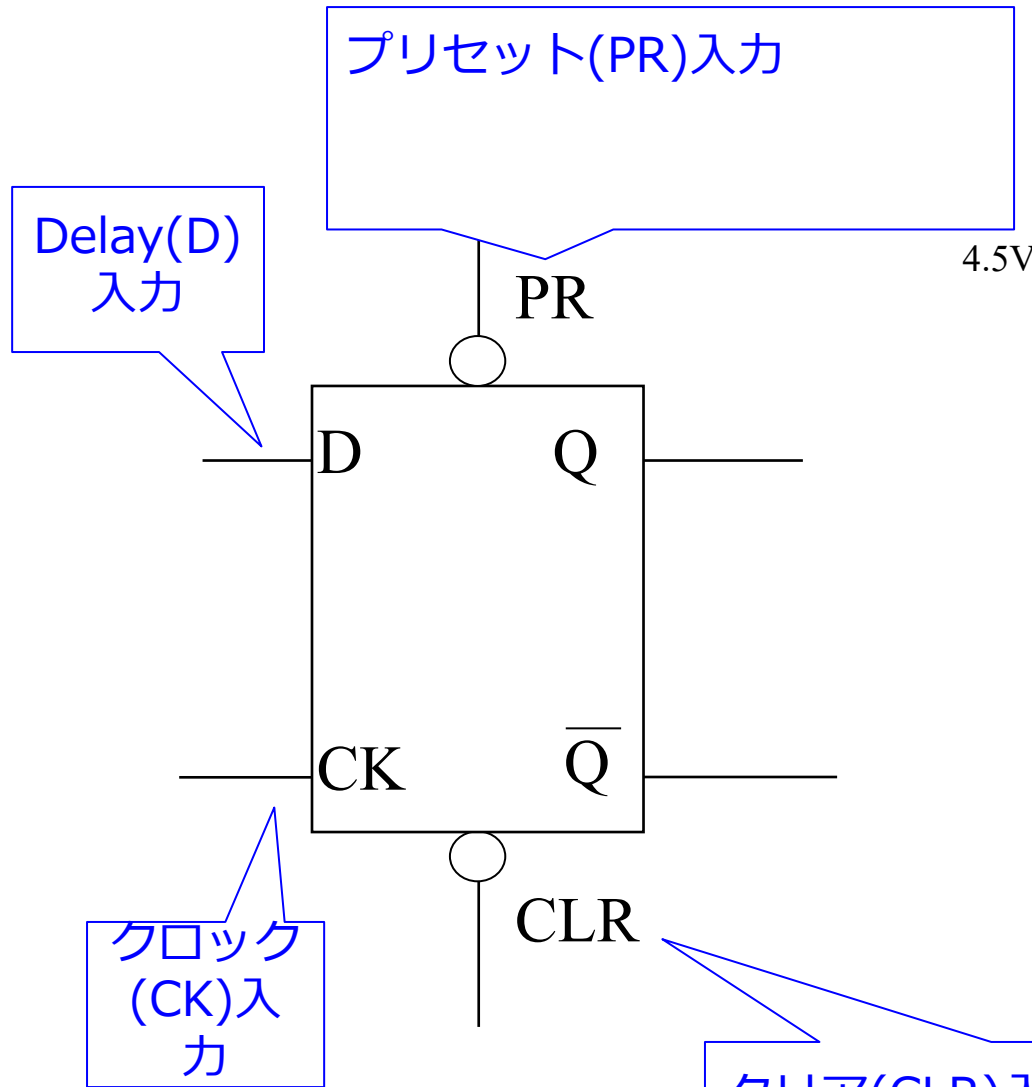
RS(Reset-Set)フリップフロップ



D(**Delay**)フリップフロップ

入力Dの値はすぐには出力に現れず、クロックCKが入ったときに、出力Qに現れる。Dの入力が遅れて出力される。

# D-フリップフロップIC



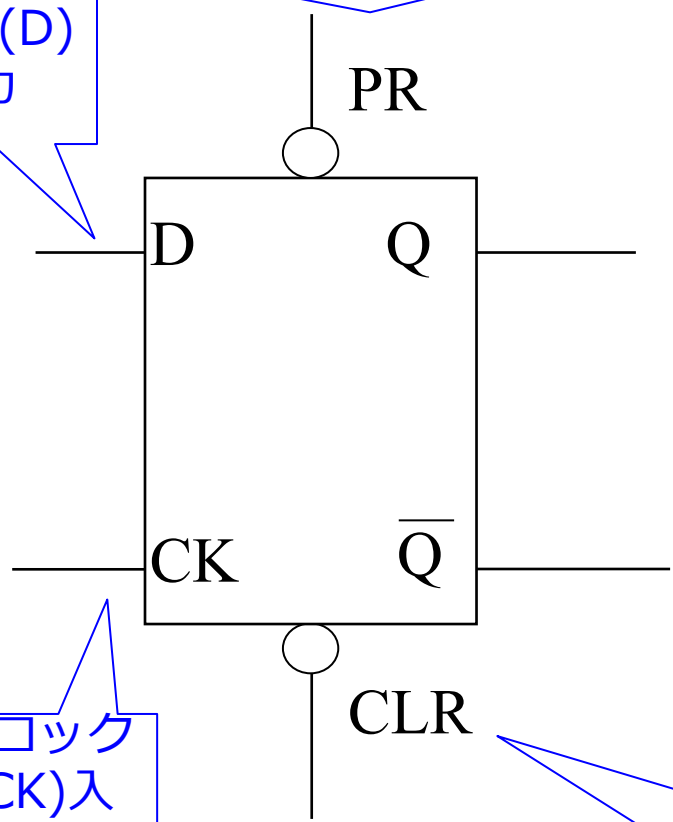
74HC74AP



# D-フリップフロップIC

プリセット(PR)入力  
0が入ると強制的に  
 $Q = 1, \bar{Q} = 0$ となる.

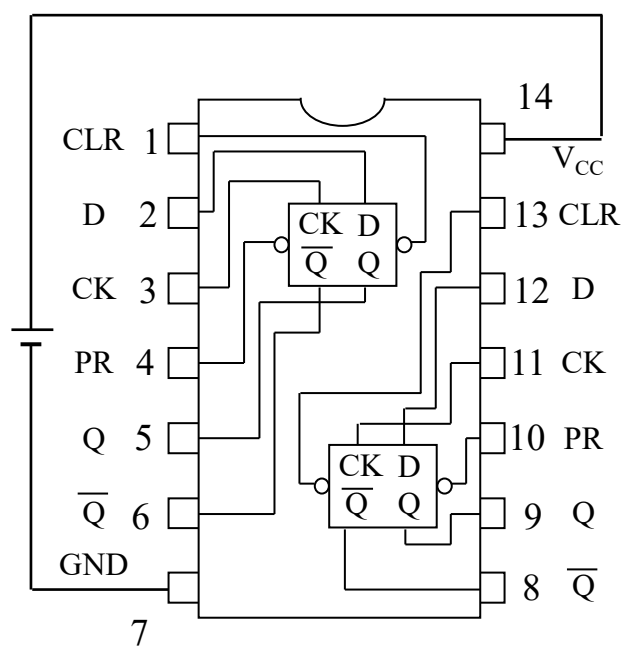
Delay(D)  
入力



クロック  
(CK)入  
力

クリア(CLR)入力

4.5V

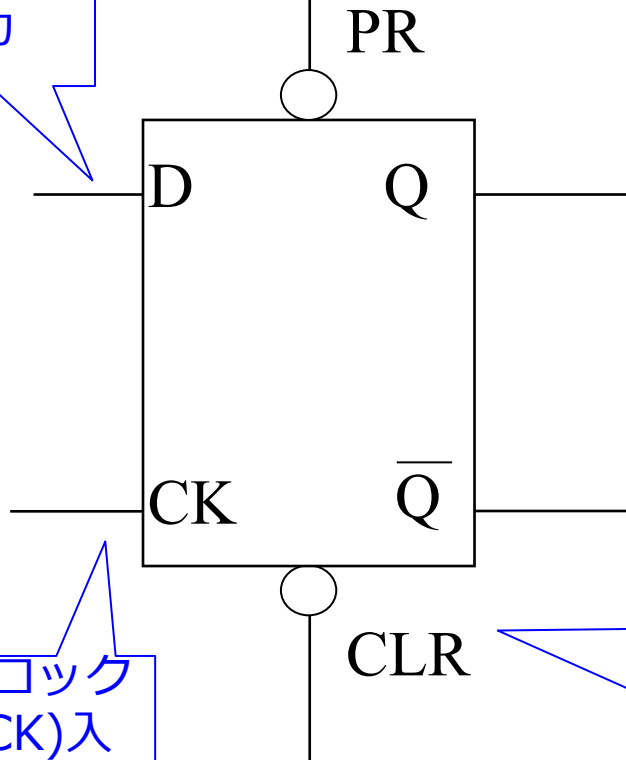


## 74HC74AP

# D-フリップフロップIC

プリセット(PR)入力  
0が入ると強制的に  
 $Q = 1, \bar{Q} = 0$ となる。

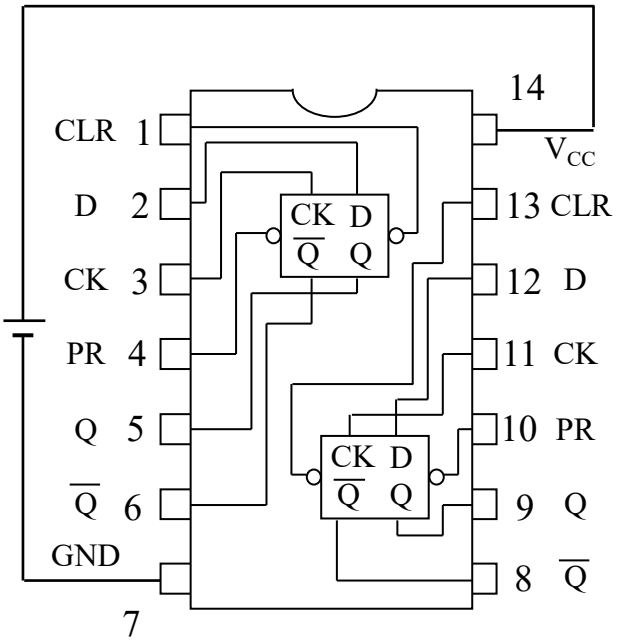
Delay(D)  
入力



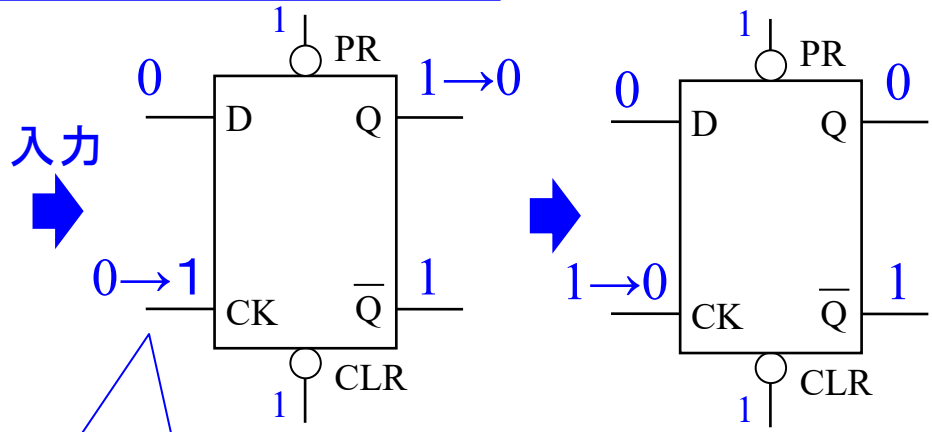
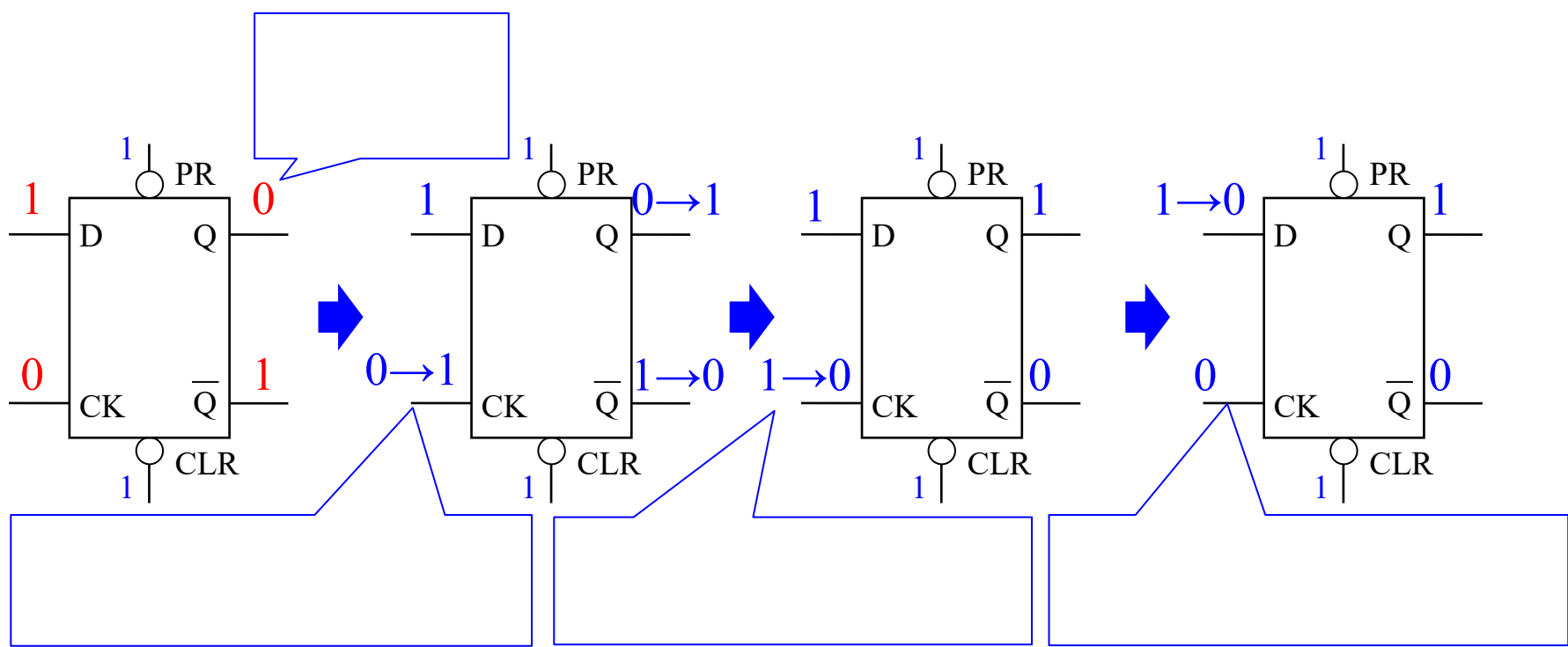
クロック  
(CK)入  
力

クリア(CLR)入力  
0が入ると強制的に  
 $Q = 0, \bar{Q} = 1$ となる。

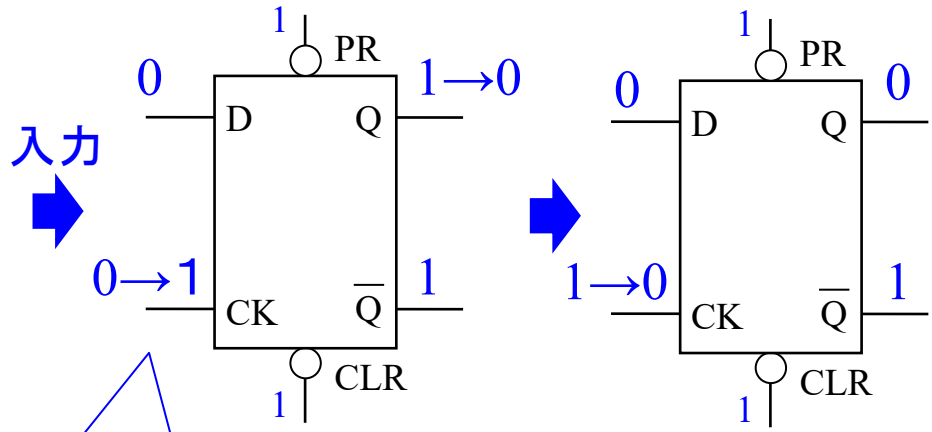
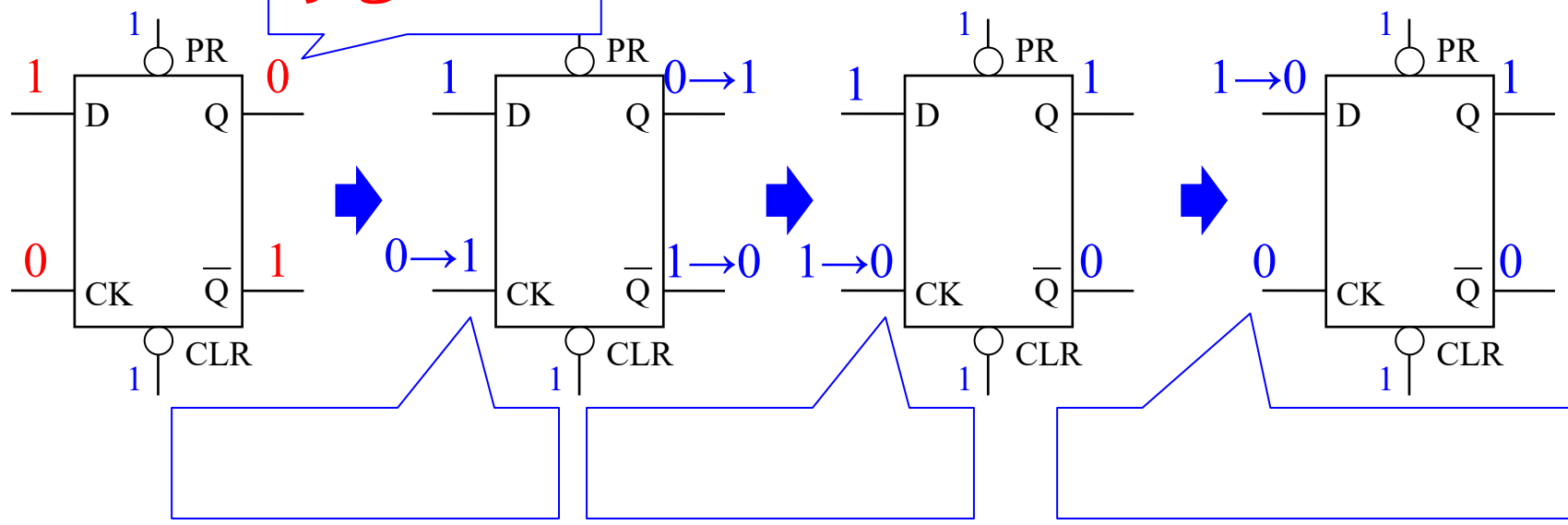
4.5V



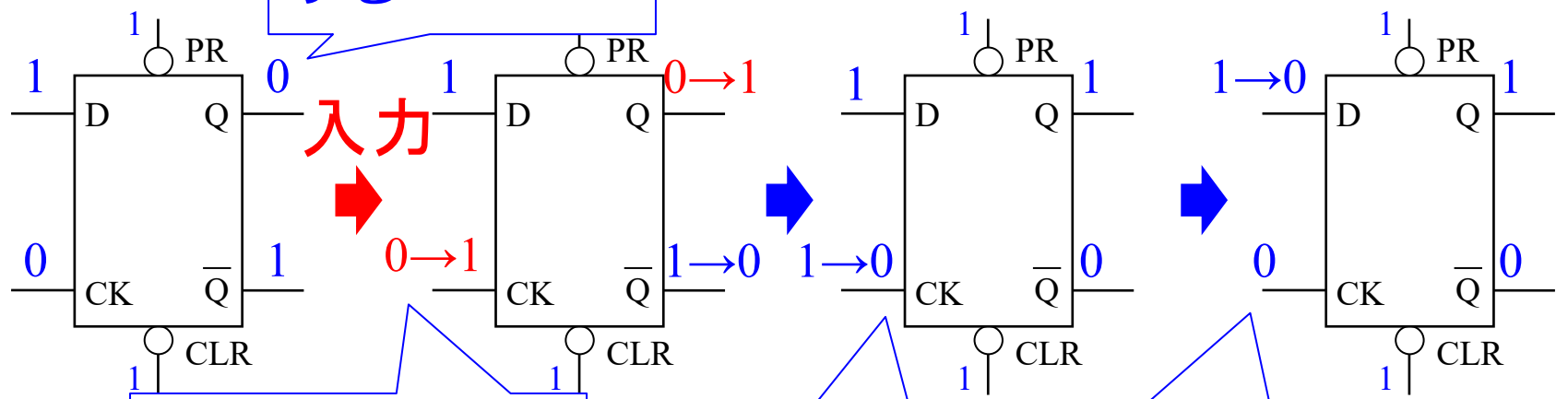
## 74HC74AP



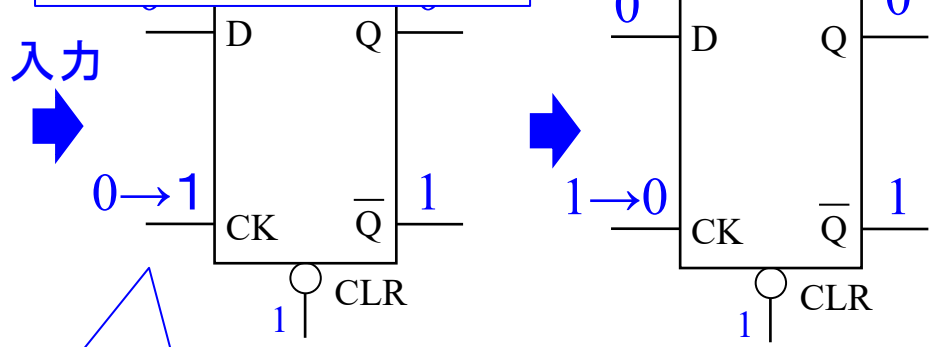
初期状態と  
する



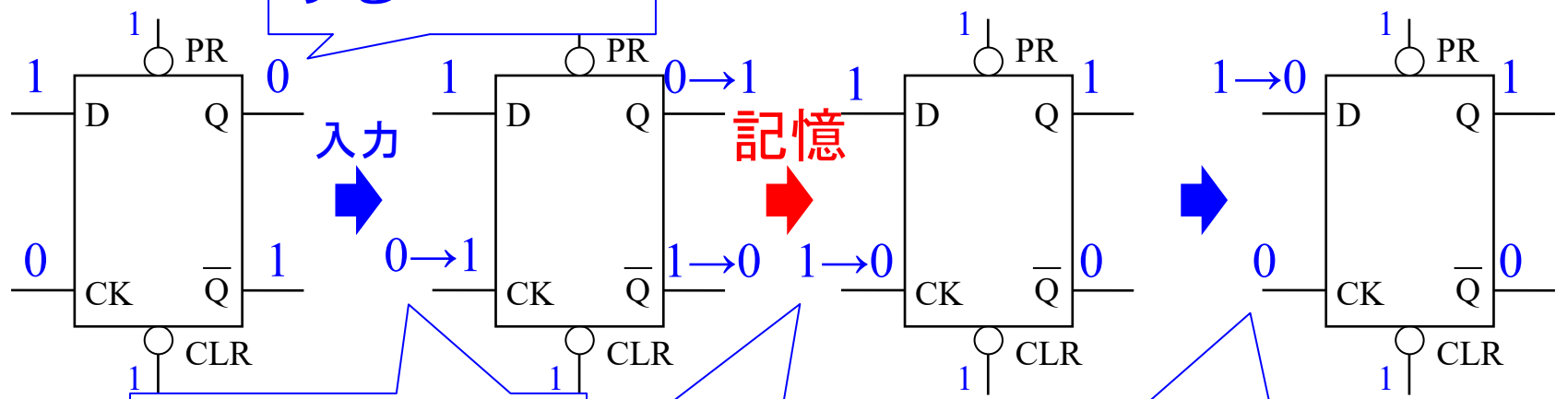
初期状態とする



CK=1となったとき, Q=Dとなる.



初期状態とする

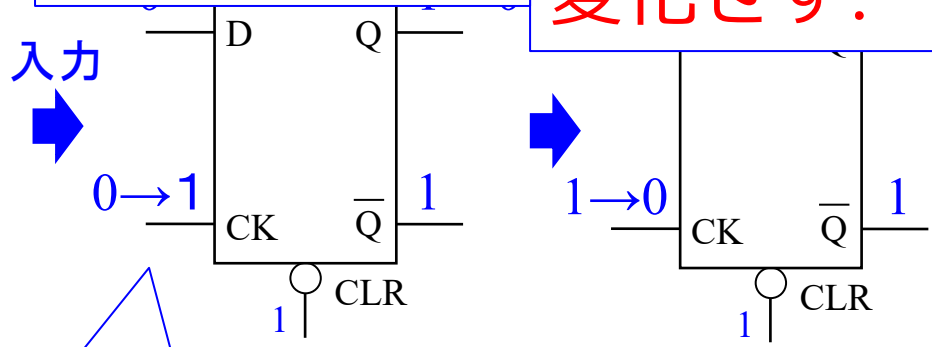


入力

記憶

CK=1となったとき, Q=Dとなる.

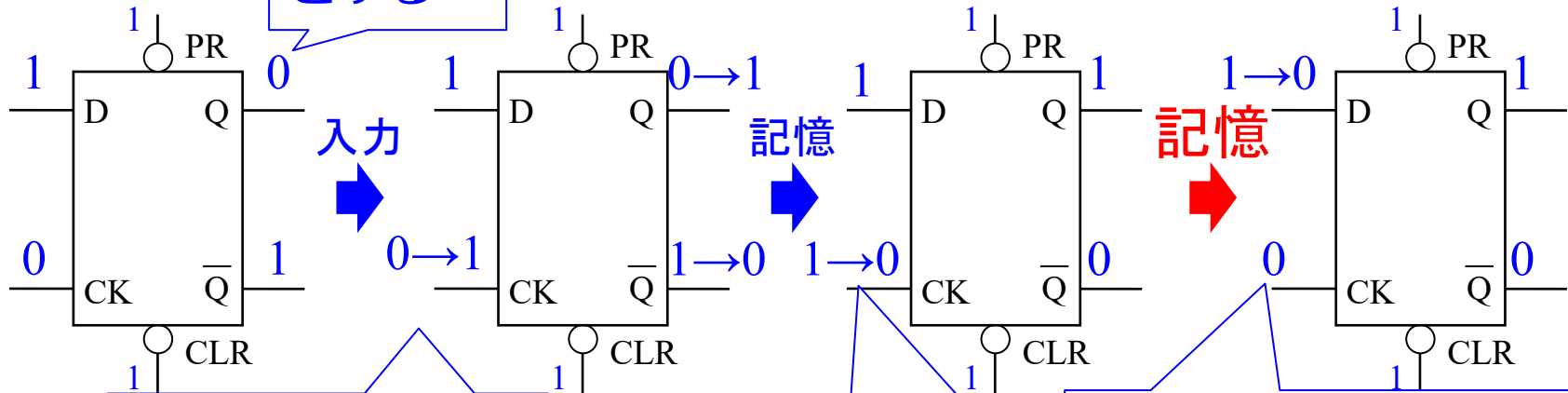
CK=0となったときはQは変化せず.



入力



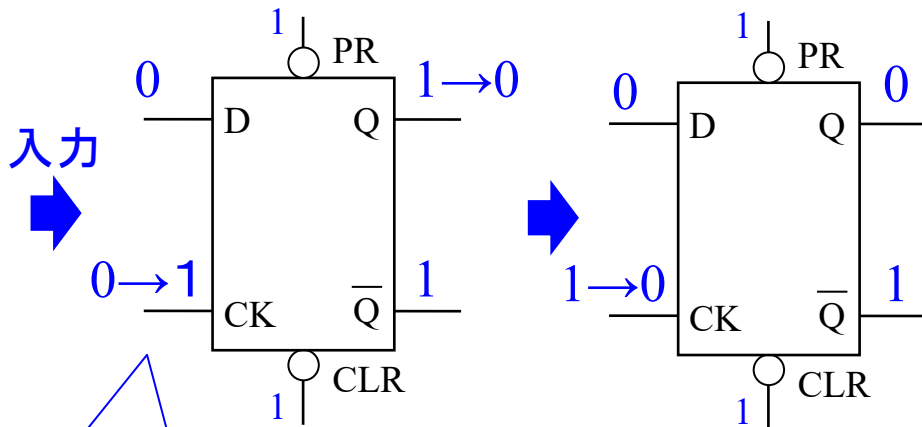
初期状態  
とする

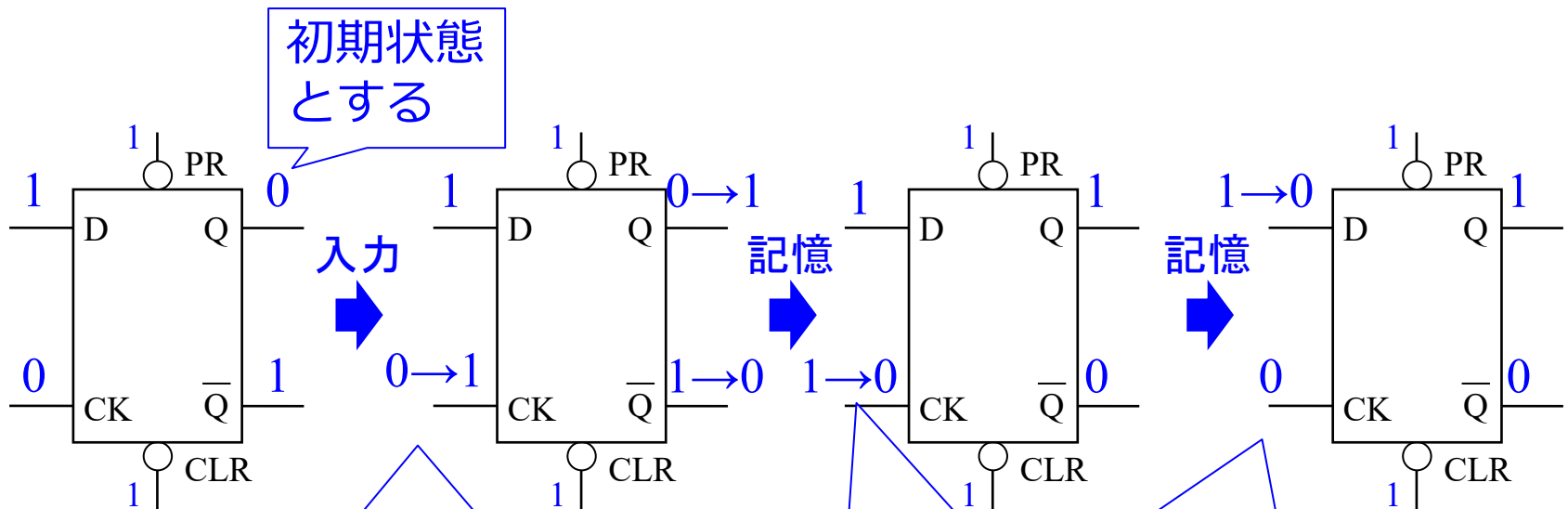


CK=1となったと  
き, Q=Dとなる.

CK=0となったと  
きはQは変化せず.

CK=0のとき,  
Dが変化しても,  
Qは変化せず.

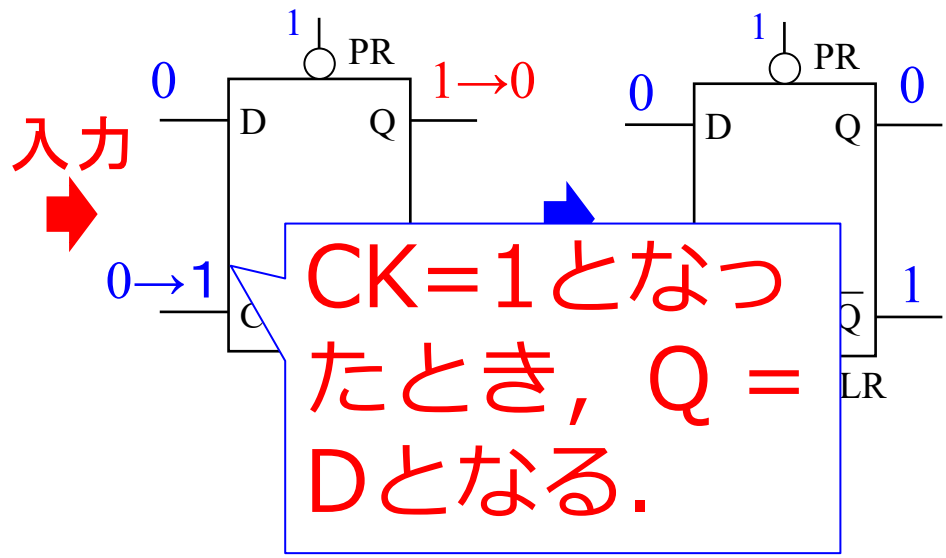




CK=1となったとき、 $Q=D$ となる。

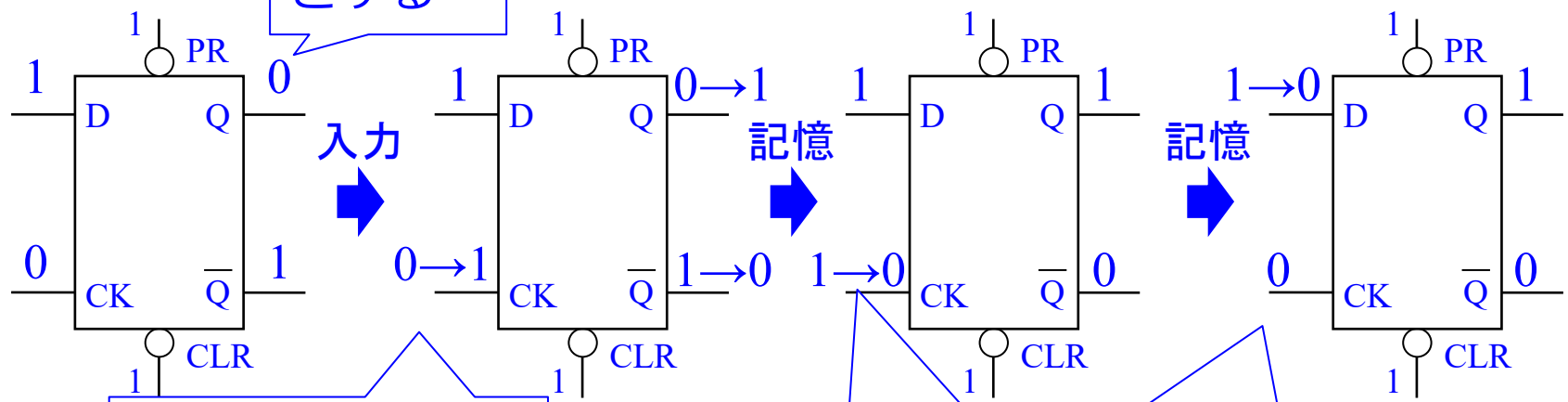
CK=0となったときはQは変化せず。

CK=0のとき、Dが変化しても、Qは変化せず。





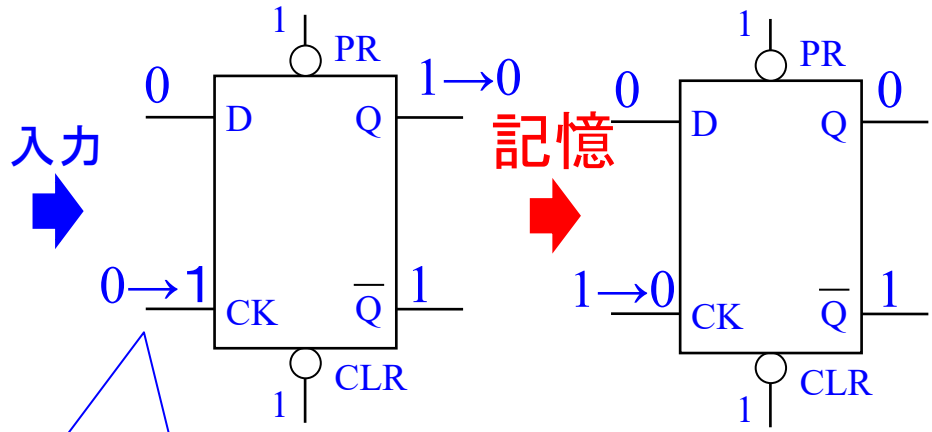
初期状態  
とする



CK=1となったとき、 $Q=D$ となる。

CK=0となったときはQは変化せず。

CK=0のとき、Dが変化しても、Qは変化せず。

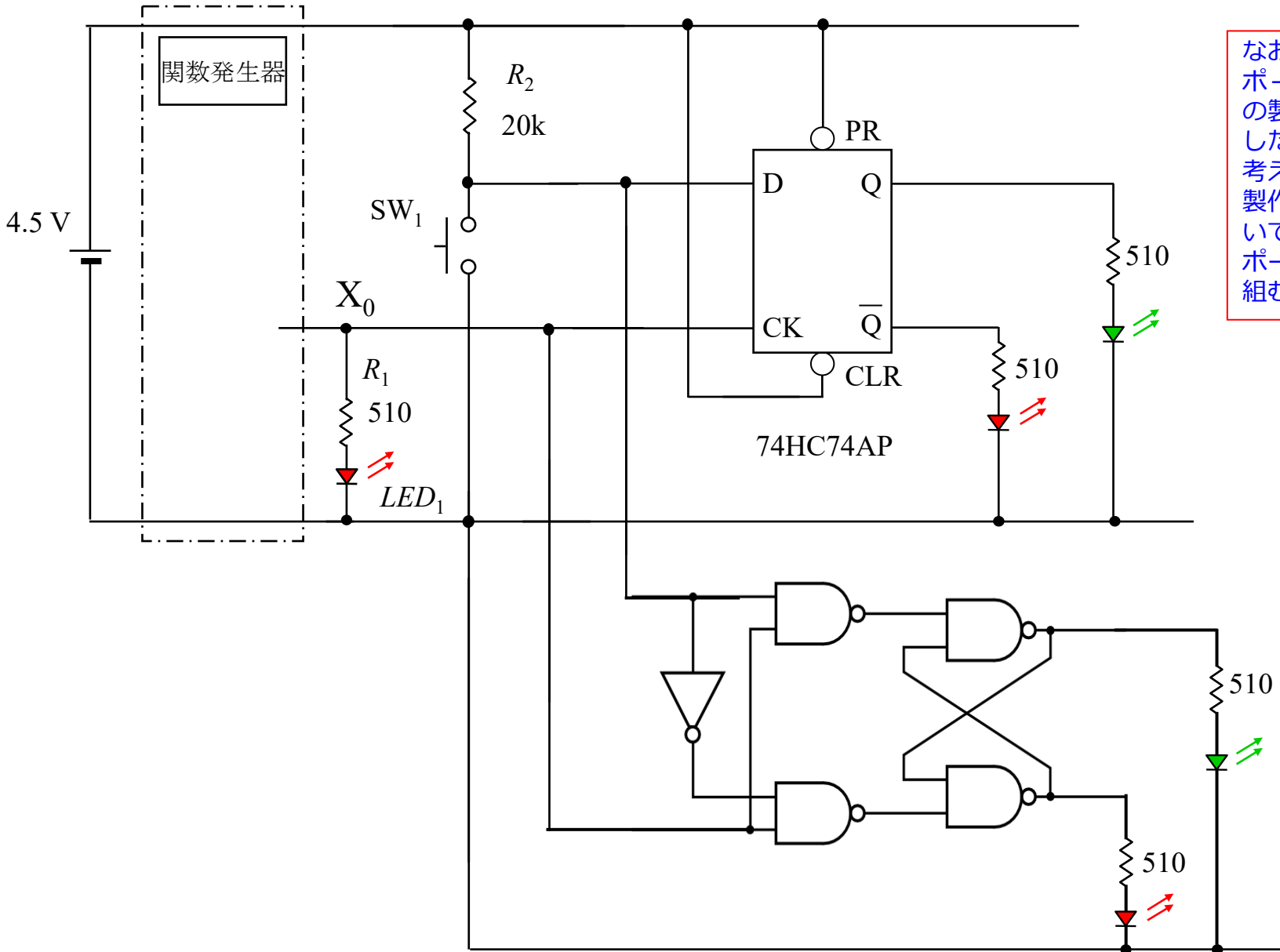


CK=1となったとき、 $Q = D$ となる。

# STEP8 製作課題

(1)以下の二つのD-フリップフロップ回路を製作し、動作を確認せよ。

(2)両者の回路は全く同じ動作をするわけではない。どのような入力的时候に動作が異なるのか確認して、TAに説明せよ。



なお、STEP7のレポート課題は、この製作課題で製作した回路を用いて考える課題である。製作回路は壊さないで、レポート課題にとり組むこと。

# STEP8 レポート課題

製作課題の2つのD-フリップフロップ回路においてそれぞれの $\bar{Q}$ をDに接続して、Qの動作を観察し、その動作の違いを記せ。

