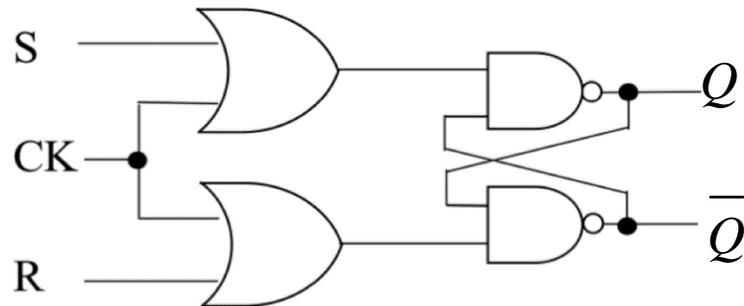

デジタル回路 演習解答例

第9回

1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

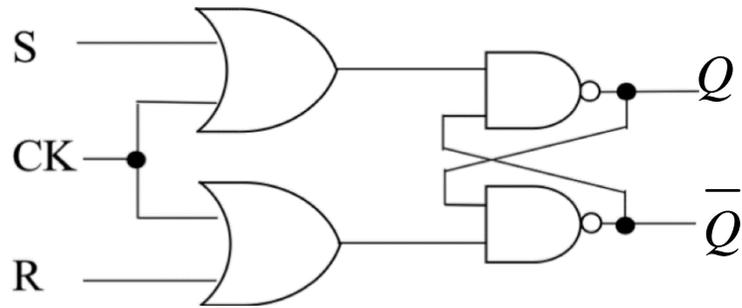
S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n

S=R=0では相補的出力ではない！

CLK=1 状態保持

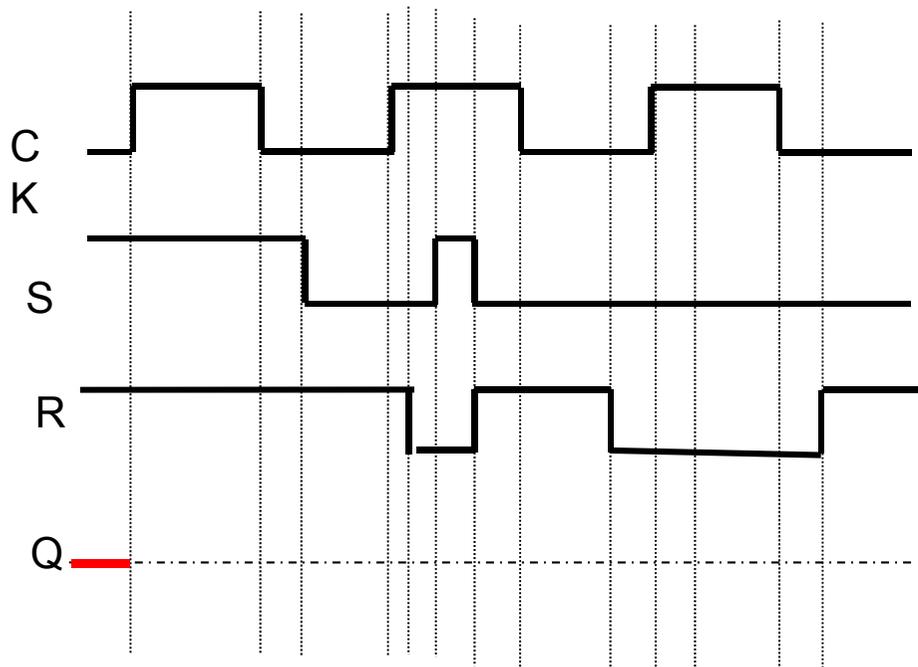
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

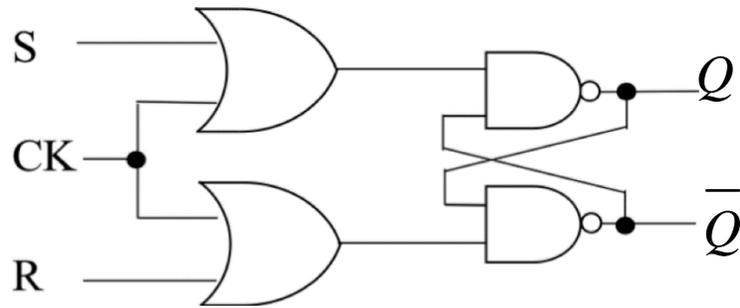
S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



CLK=1 状態保持

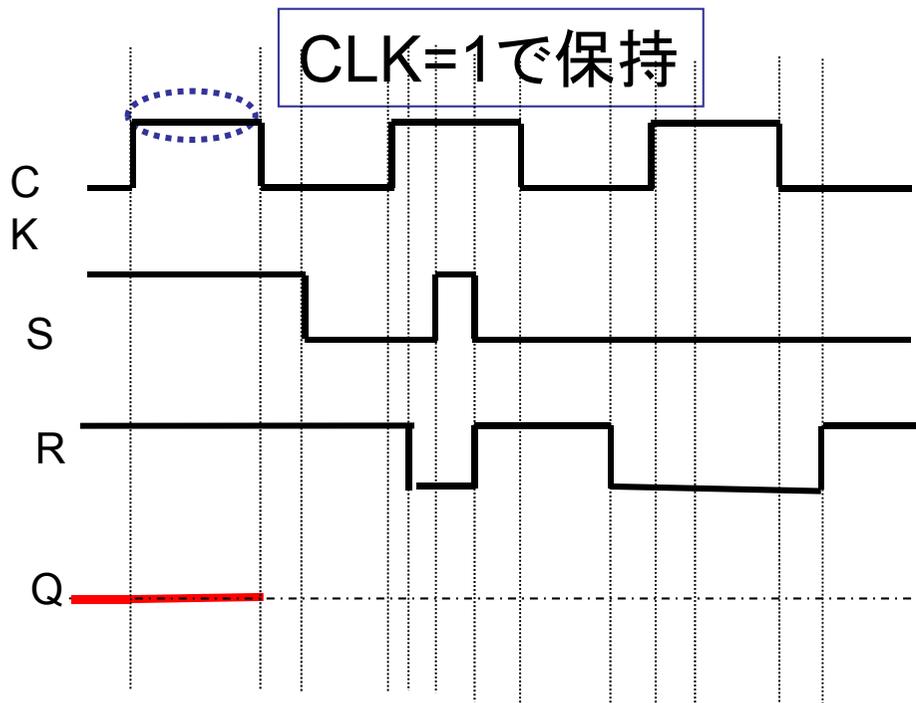
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n

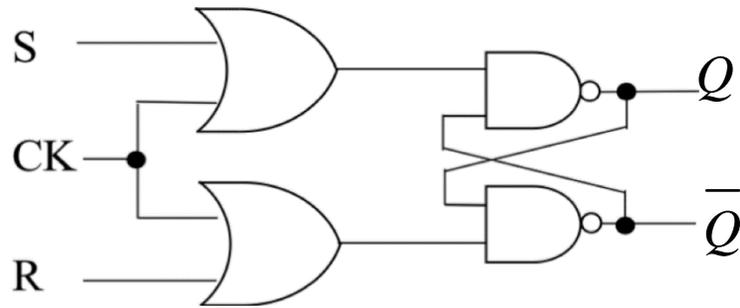


CLK=1で保持

CLK=1 状態保持

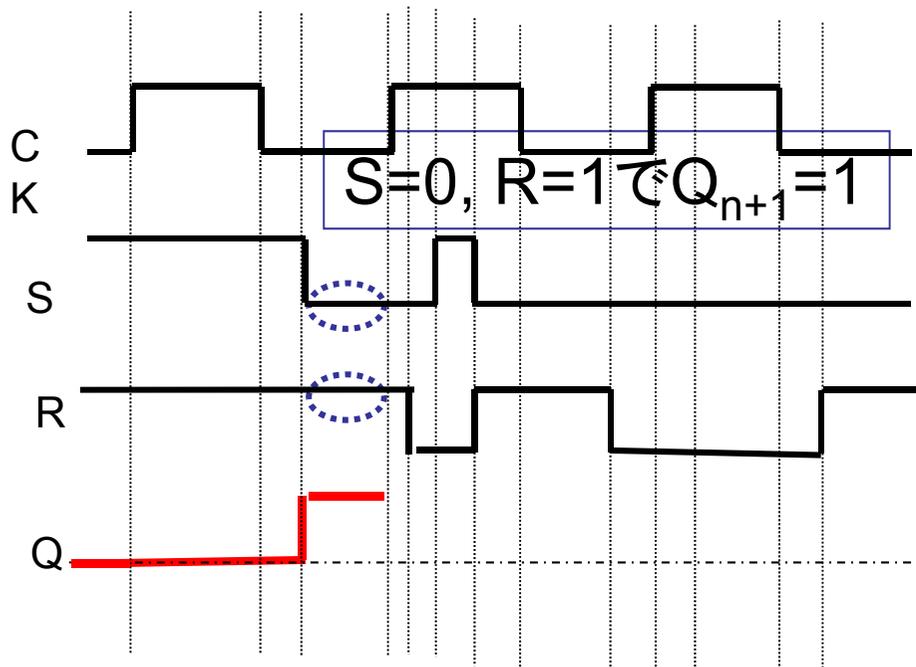
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

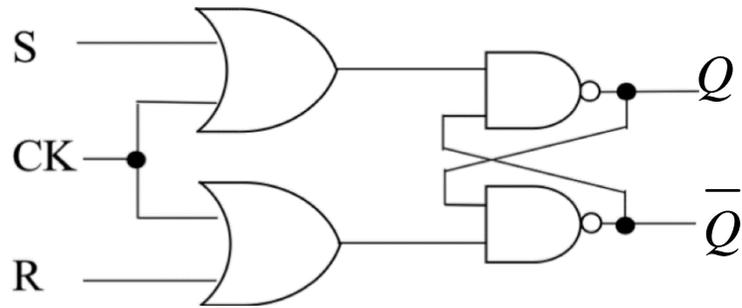
S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



CLK=1 状態保持

1)

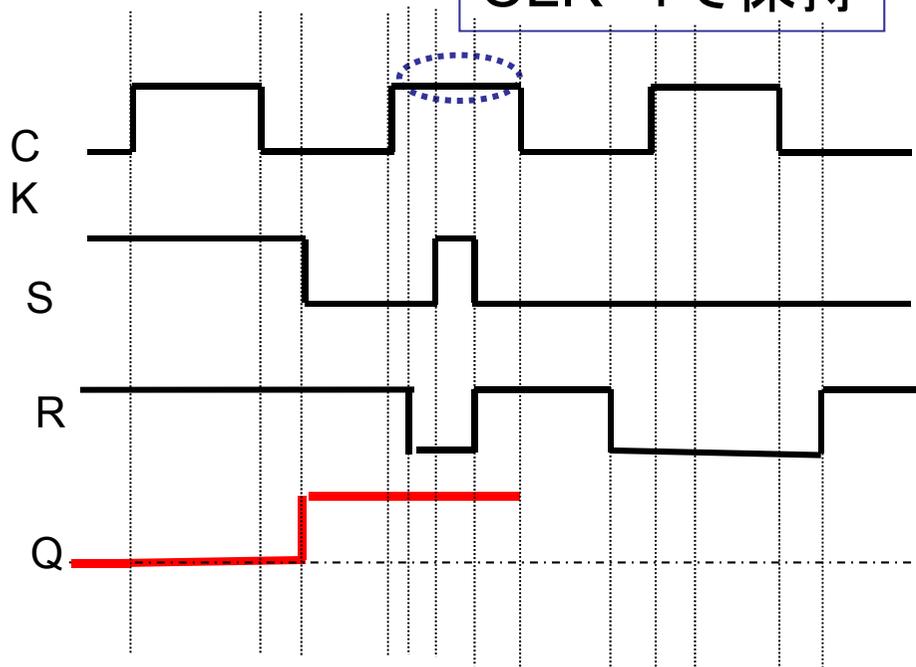
下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n

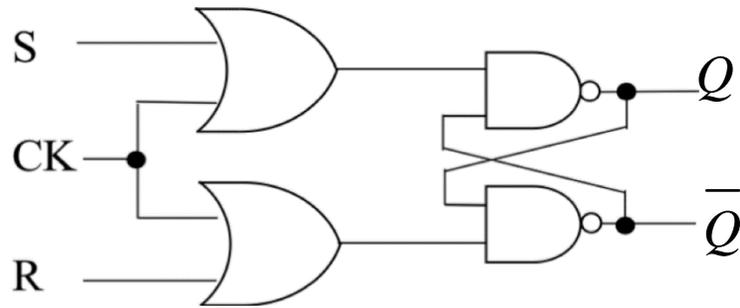
CLK=1で保持



CLK=1 状態保持

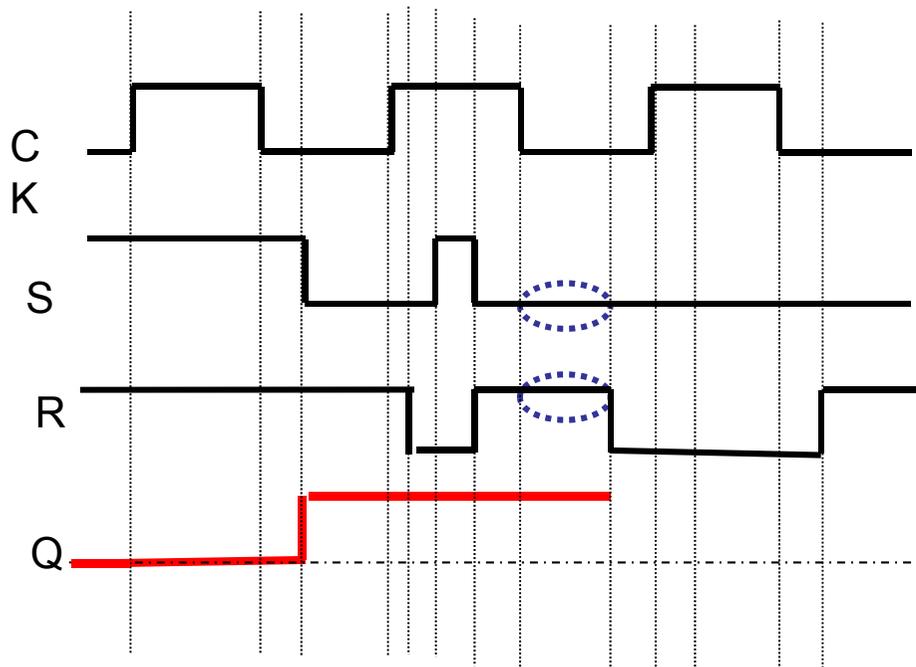
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



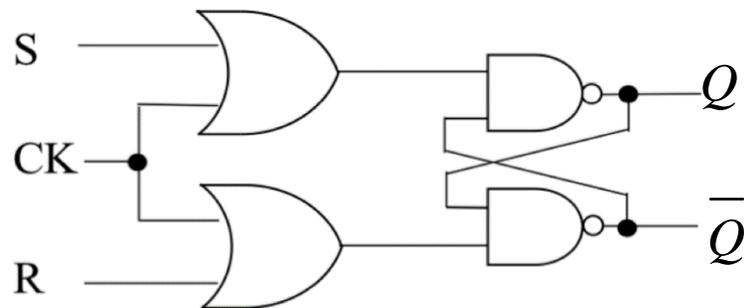
CLK=1 状態保持

$S=0, R=1$ で $Q_{n+1}=1$

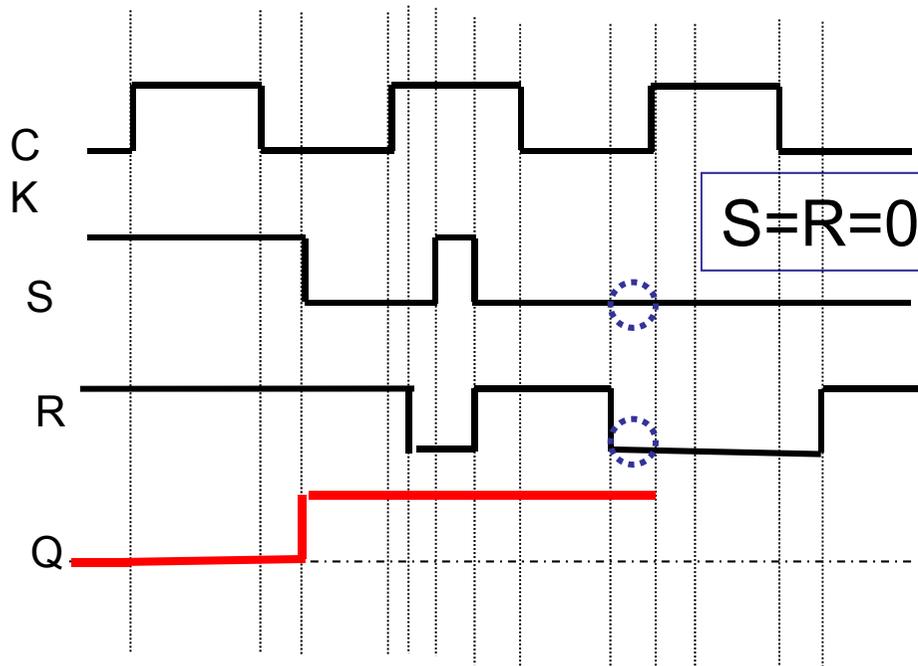
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力



S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



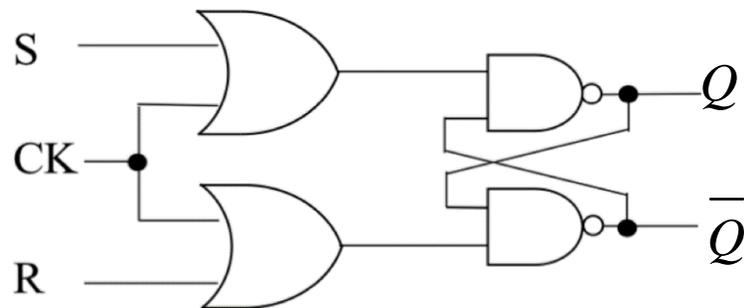
S=R=0でQ=1

S=R=0では相補的出力ではない！
 $Q=\overline{Q}=1$

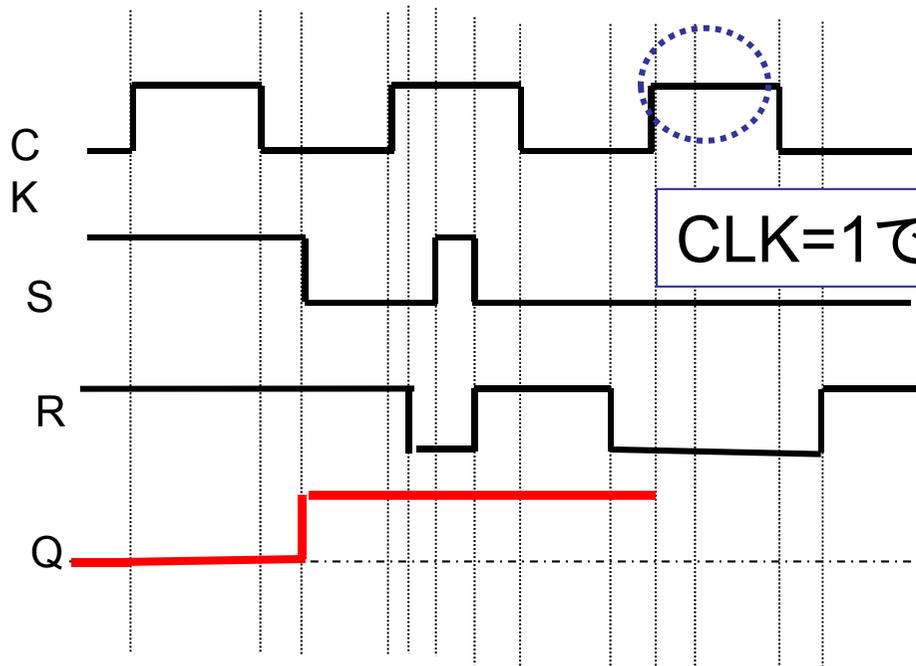
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力



S	R	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



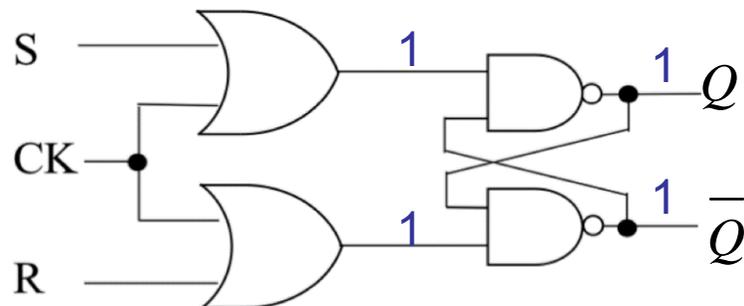
CLK=1で保持

でも一つ前はQ=Q=1だった

1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力

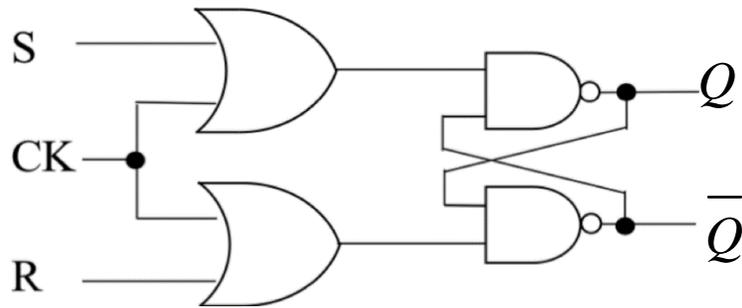


$Q=\overline{Q}=1$ の状態ではCLK=1にすると
つぎの状態では $Q=\overline{Q}=0$ になる。
で、つぎの状態では、再び $Q=\overline{Q}=1$
発振している!!!!
これがハザードの嫌なところ。
普通はちょっと遅れたどっちかの状態に
なって安定する。

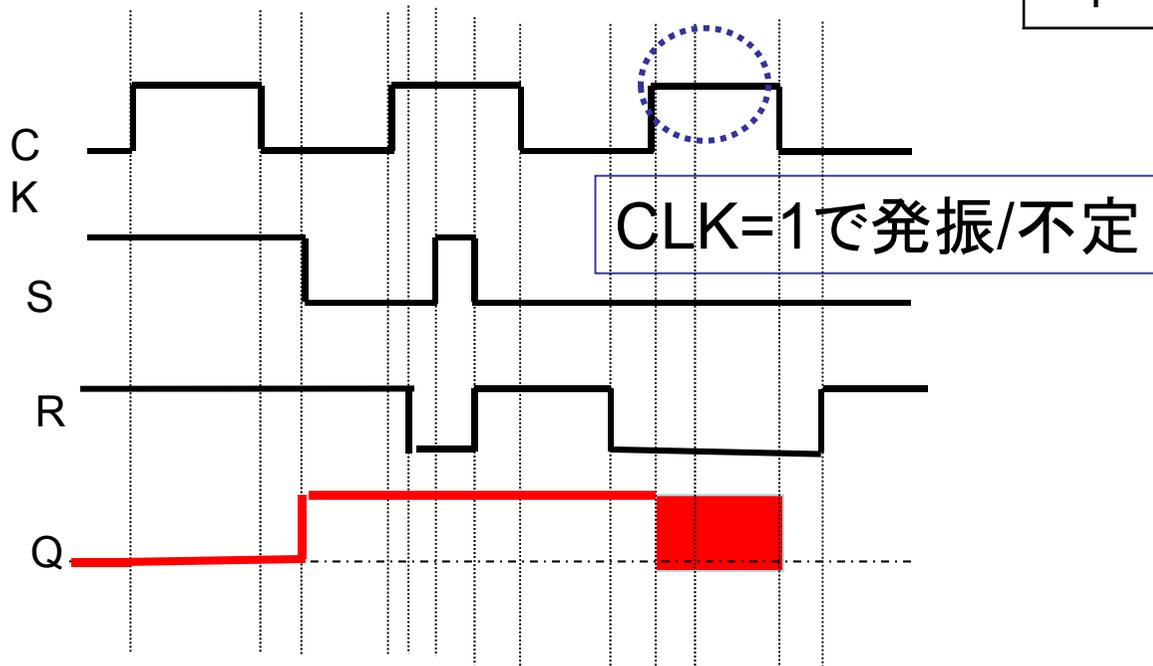
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力



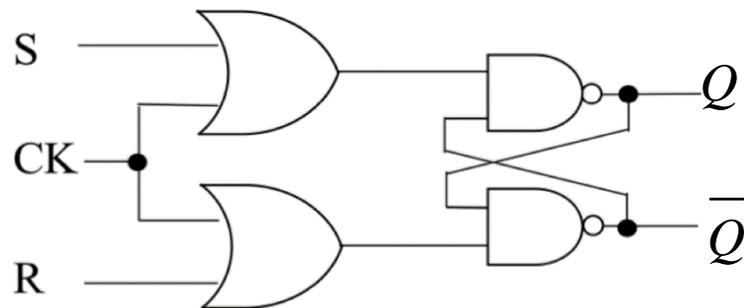
S	<u>R</u>	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



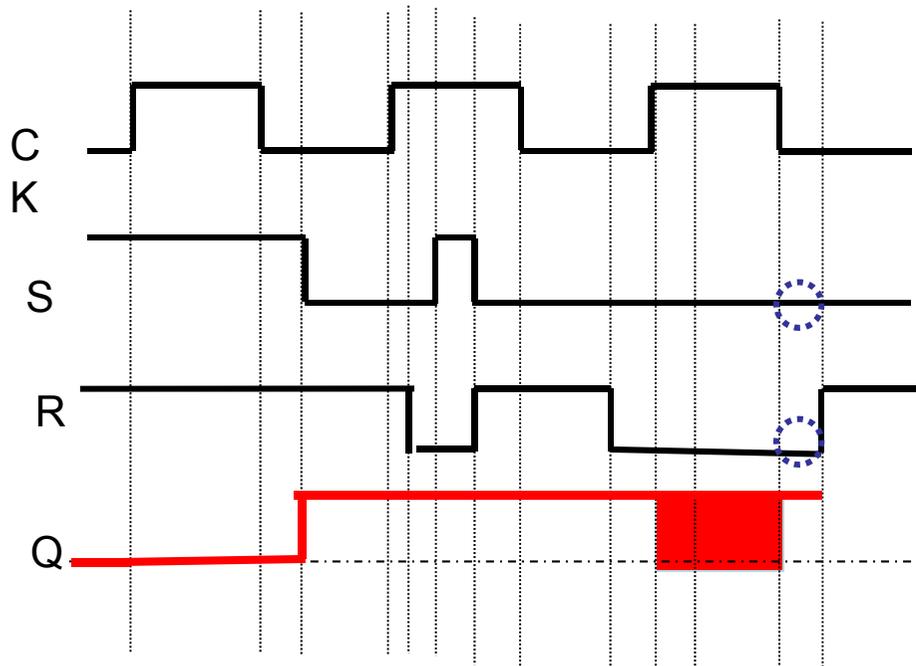
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力



S	<u>R</u>	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



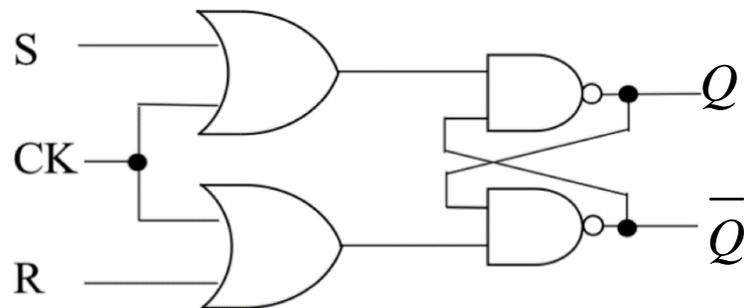
S=R=0で $Q=1$

S=R=0では相補的出力ではない！
 $Q=\overline{Q}=1$

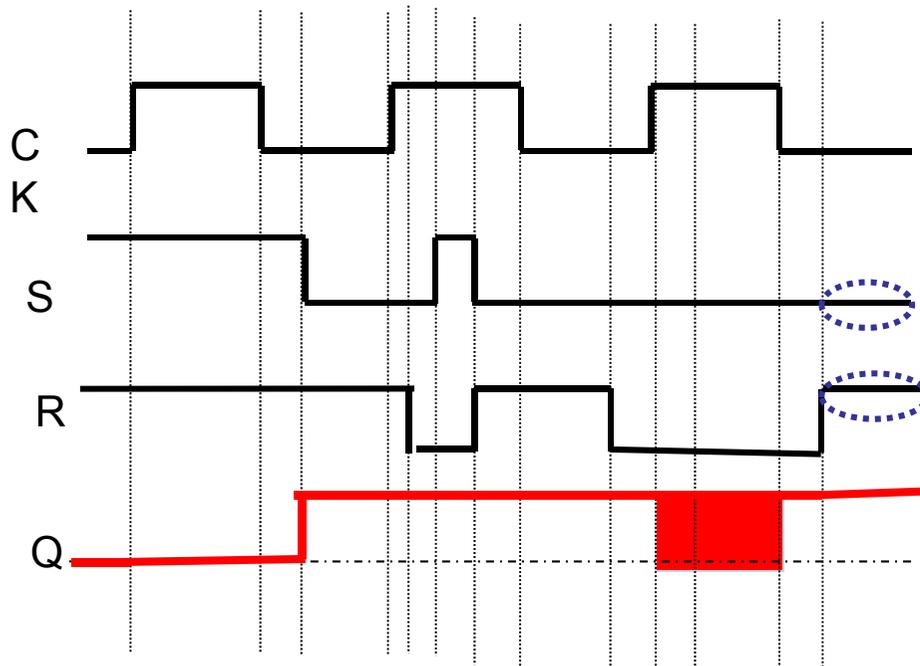
1)

下記のNANDを用いたSRフリップフロップに以下の様なクロックとS入力、Rが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。

CLK=0 NANDは11入力のみ0出力



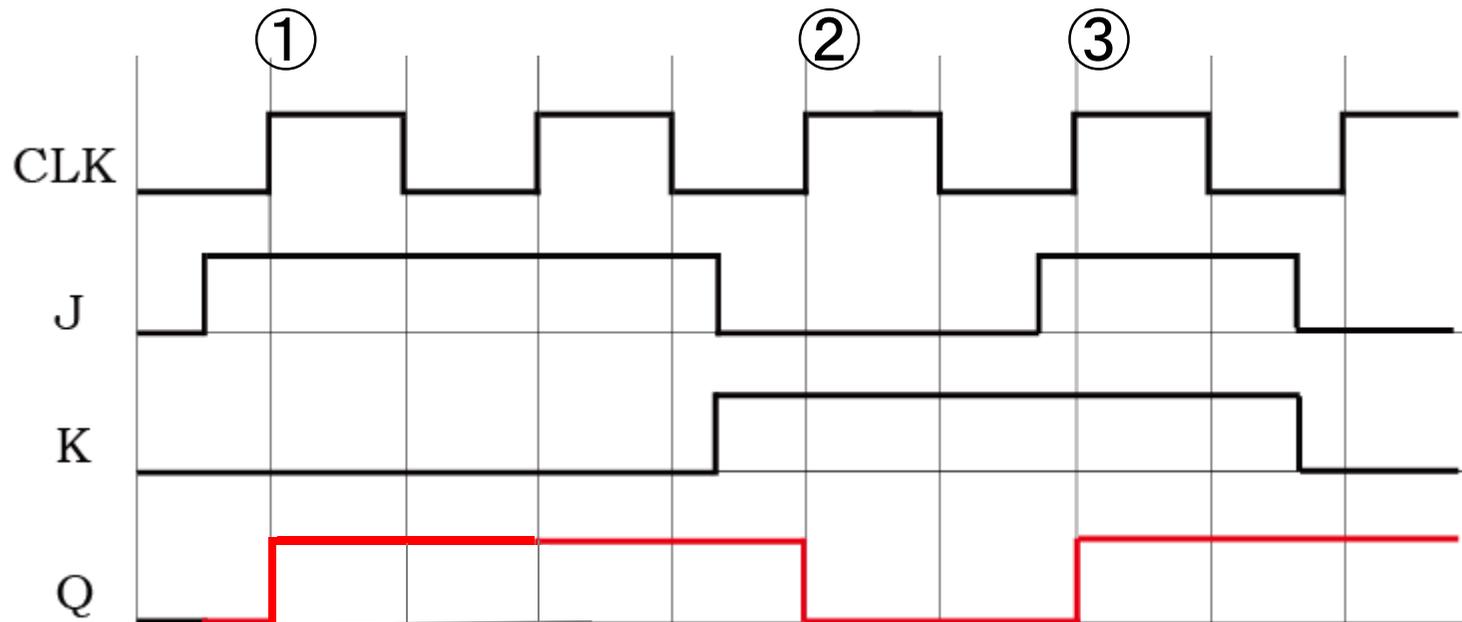
S	<u>R</u>	Q_{n+1}
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	Q_n



S=0, R=1 Q=1

2)

NAND構成の同期型JKフリップフロップに以下の様なクロックとJ入力、K入力が印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態は $Q=0$ とする。



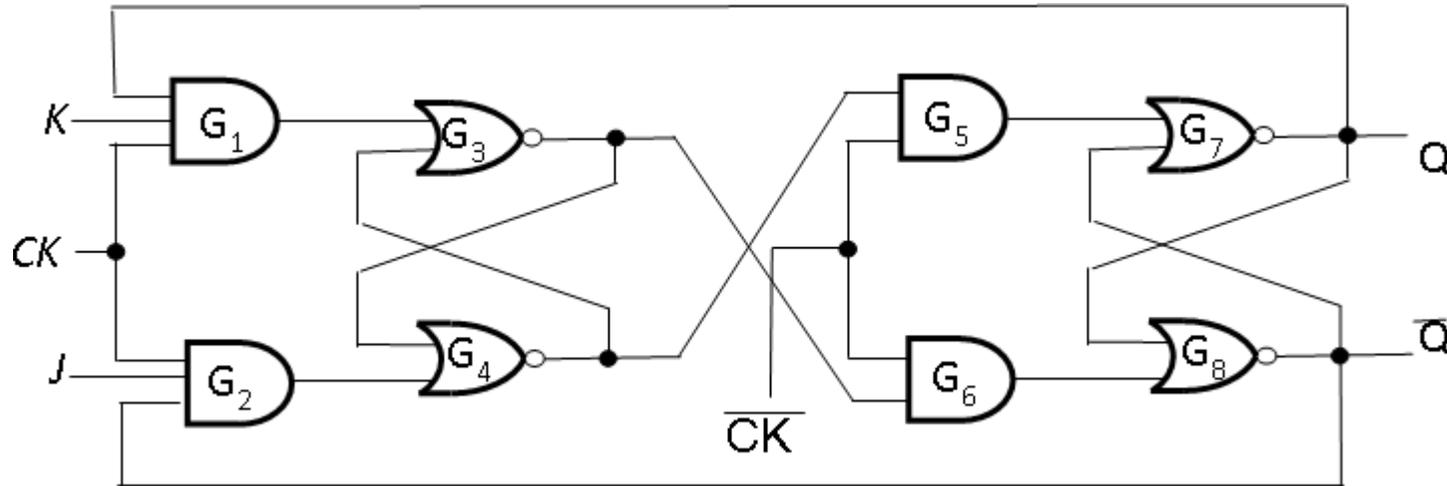
- ① CLK=1でJ=1, K=0なので、 $Q=1$
- ② CLK=1でJ=0, K=1なので、 $Q=0$
- ③ CLK=1でJ=1, K=1なので反転($Q=0 \rightarrow Q=1$)

デジタル回路 演習解答例

第10回

1)

下記のNOR型マスタースレーブフリップフロップで、以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。QとG₃の出力はどのように変化するか？初期状態はCLK=0, G₃の出力=0とする。



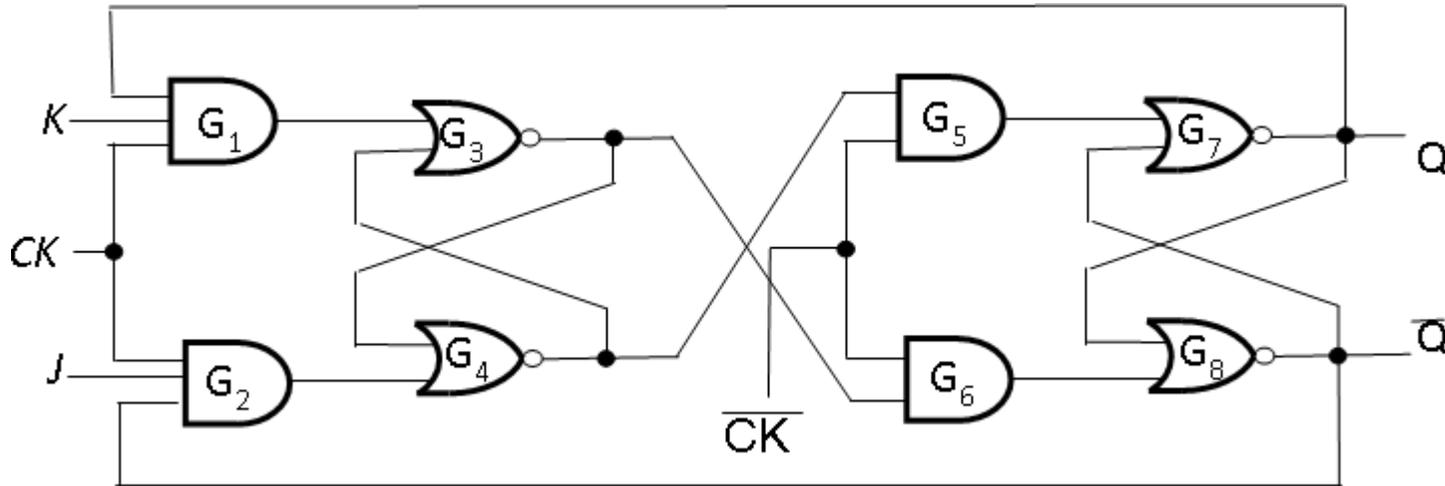
CLK=0のとき、G₁とG₂の出力は0 G₃/G₄の出力は維持。

G₃出力=1ならG₆出力も1となる。このとき次の段G₈=0となり、Q=1となる。

G₃出力=0ならG₄出力=1,G₅出力も1となる。このとき次の段G₇=0となり、Q=0となる。

1)

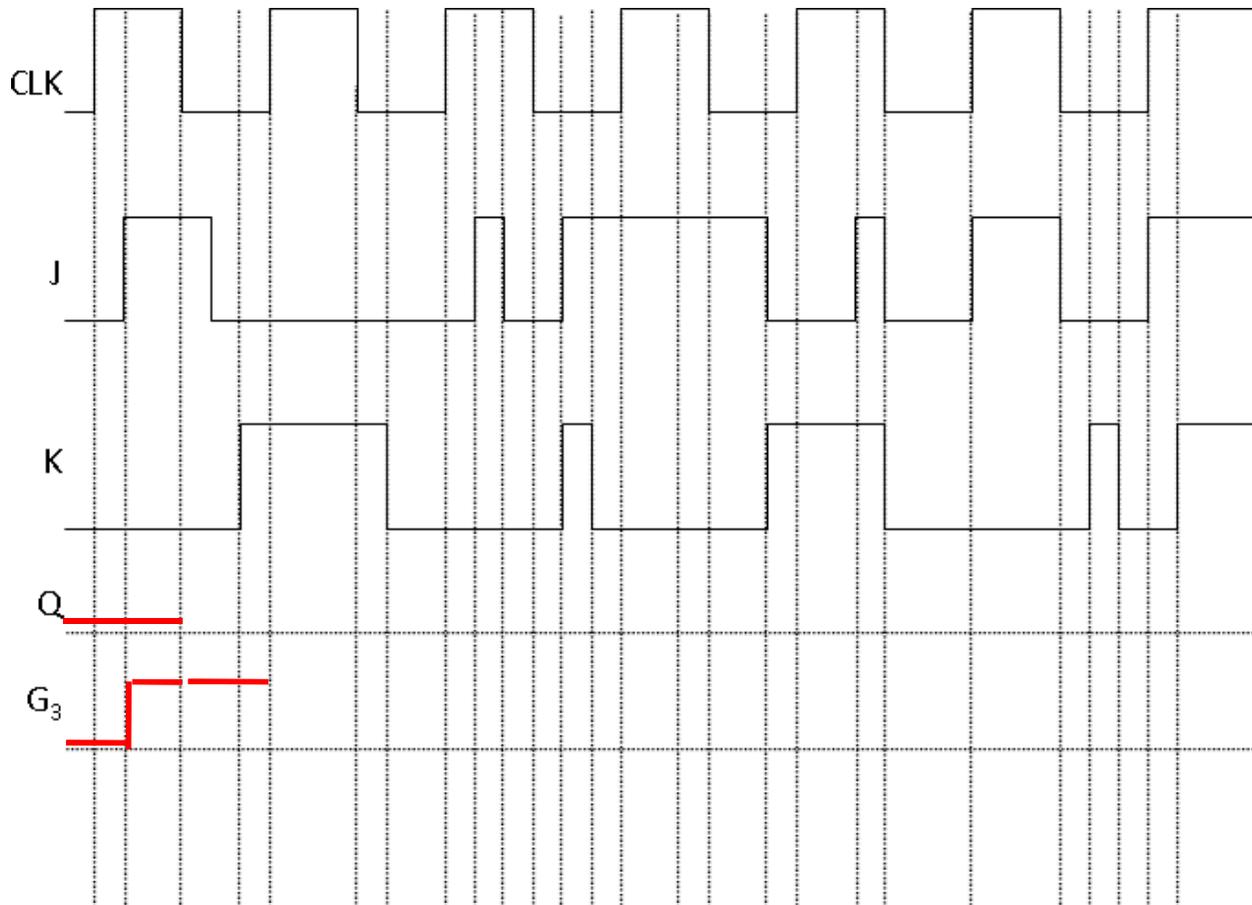
下記のNOR型マスタースレーブフリップフロップで、以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。QとG₃の出力はどのように変化するか？初期状態はCLK=0, G₃の出力=0とする。



CLK=1でQ=0のときだけ、J=1が効いてG₂出力=1となる。G₄出力=0
CLK=1でQ=1のときだけ、K=1が効いてG₁出力=1となる。G₃出力=0
G₇/G₈はG₅/G₆の出力0なので、値を維持

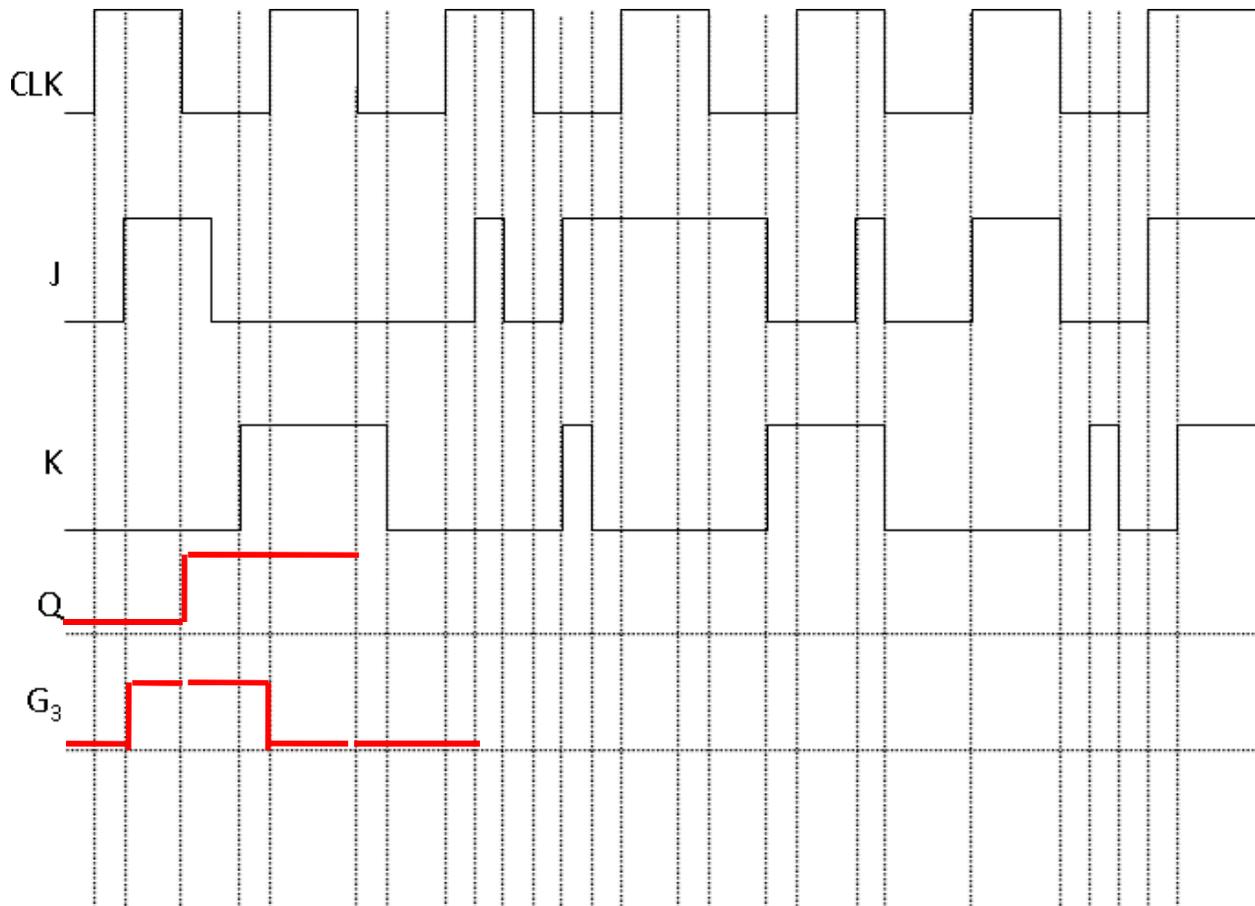
1)

CLK=0のとき、G1とG2の出力は0 G3/G4の出力は維持。
G3出力=1ならG6出力も1となる。このとき次の段G8=0となり、Q=1となる。
G3出力=0ならG4出力=1,G5出力も1となる。このとき次の段G7=0となり、Q=0となる。
CLK=1でQ=0のときだけ、J=1が効いてG2出力=1となる。G4出力=0
CLK=1でQ=1のときだけ、K=1が効いてG1出力=1となる。G3出力=0
G7/G8はG5/G6の出力0なので、値を維持



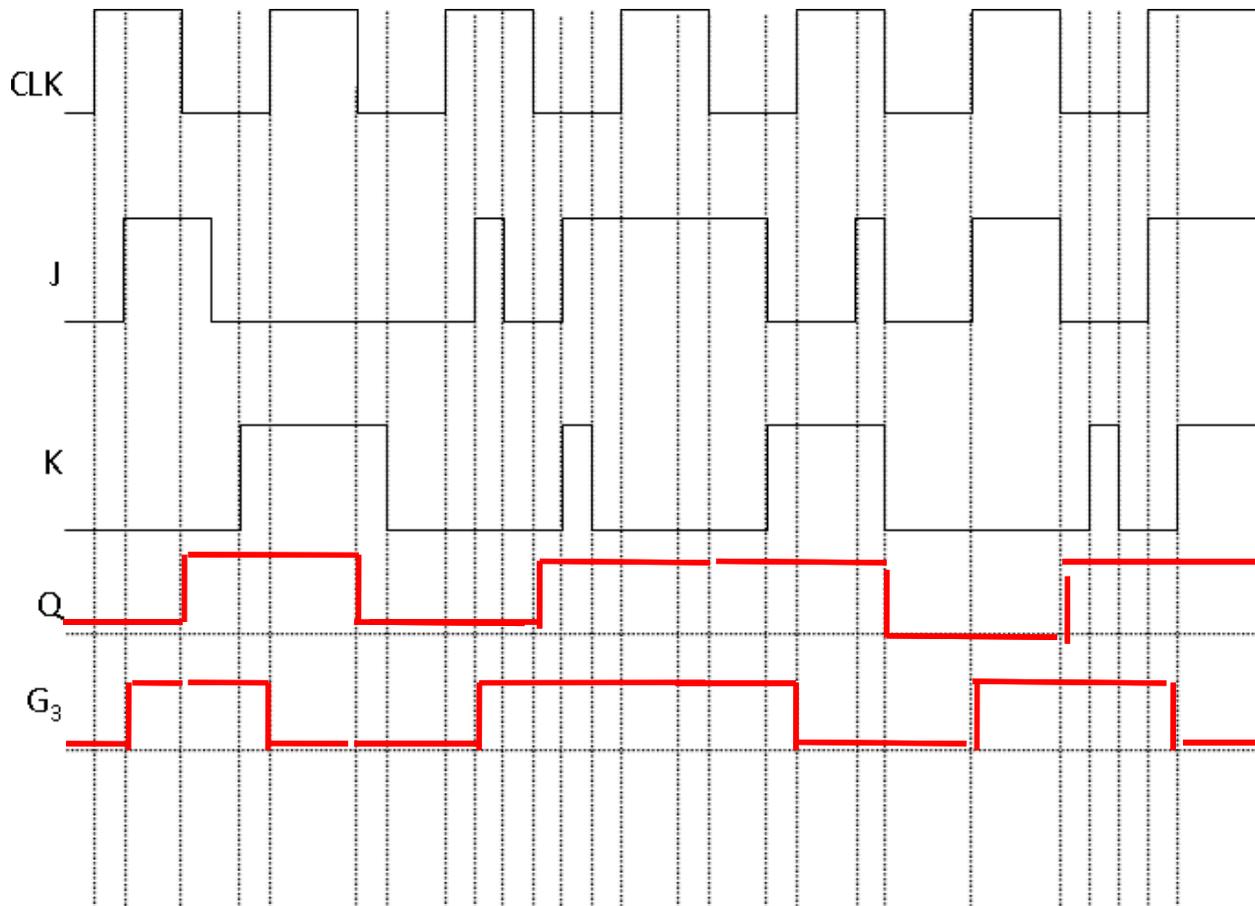
1)

CLK=0のとき、G1とG2の出力は0 G3/G4の出力は維持。
G3出力=1ならG6出力も1となる。このとき次の段G8=0となり、Q=1となる。
G3出力=0ならG4出力=1,G5出力も1となる。このとき次の段G7=0となり、Q=0となる。
CLK=1でQ=0のときだけ、J=1が効いてG2出力=1となる。G4出力=0
CLK=1でQ=1のときだけ、K=1が効いてG1出力=1となる。G3出力=0
G7/G8はG5/G6の出力0なので、値を維持



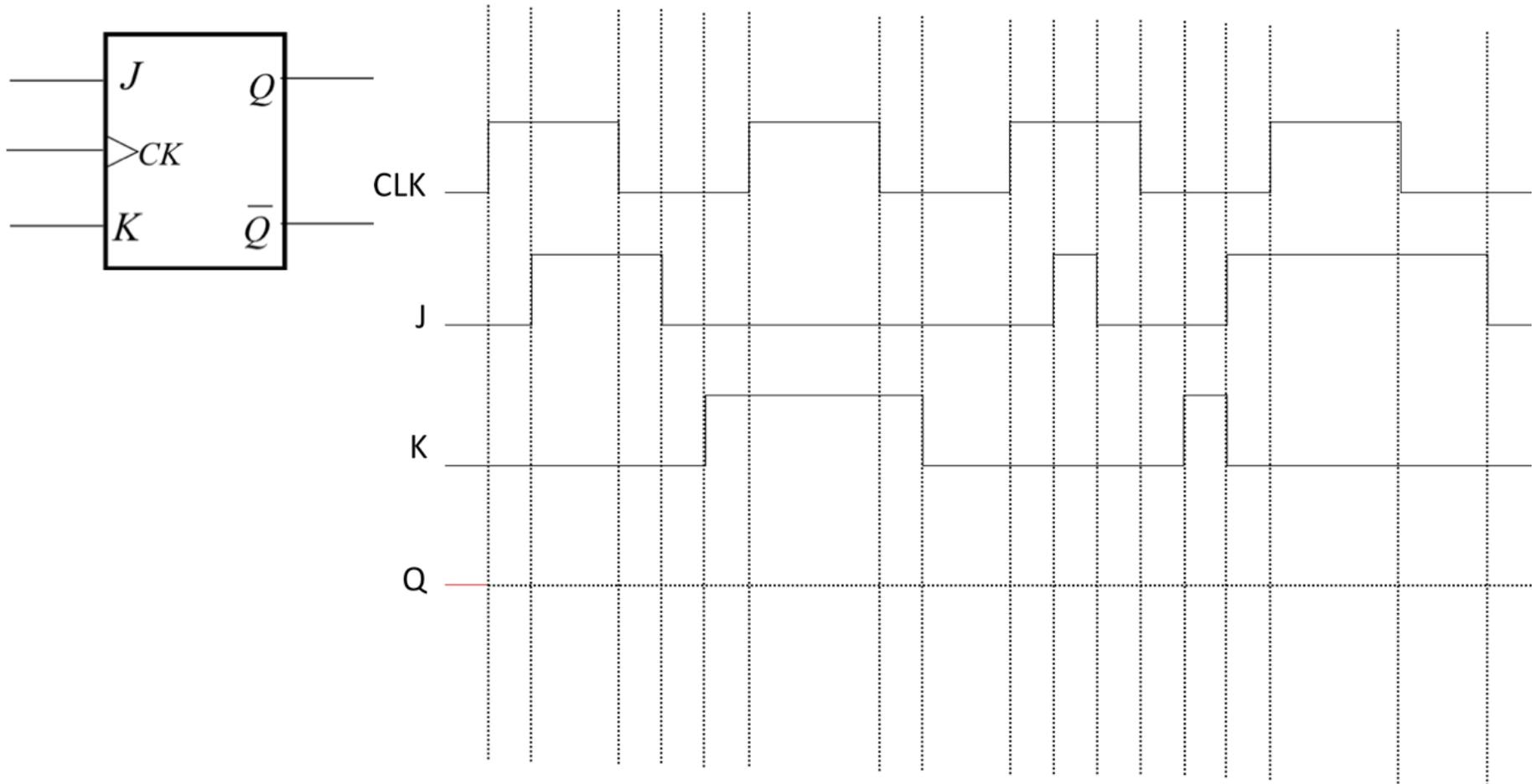
1)

CLK=0のとき、G1とG2の出力は0 G3/G4の出力は維持。
G3出力=1ならG6出力も1となる。このとき次の段G8=0となり、Q=1となる。
G3出力=0ならG4出力=1,G5出力も1となる。このとき次の段G7=0となり、Q=0となる。
CLK=1でQ=0のときだけ、J=1が効いてG2出力=1となる。G4出力=0
CLK=1でQ=1のときだけ、K=1が効いてG1出力=1となる。G3出力=0
G7/G8はG5/G6の出力0なので、値を維持



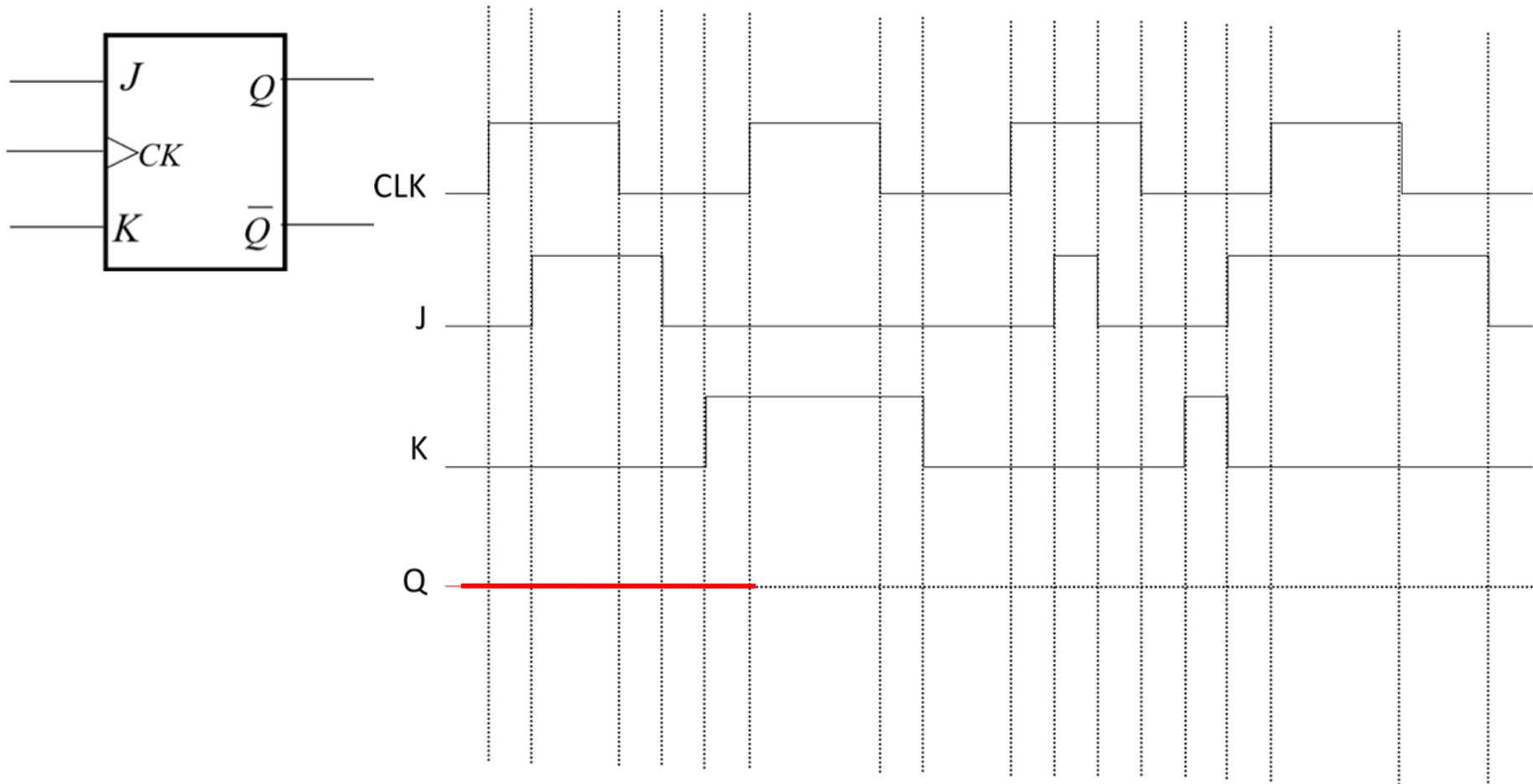
2)

下記のエッジトリガJKフリップフロップ(ポジティブエッジトリガ)に以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



2)

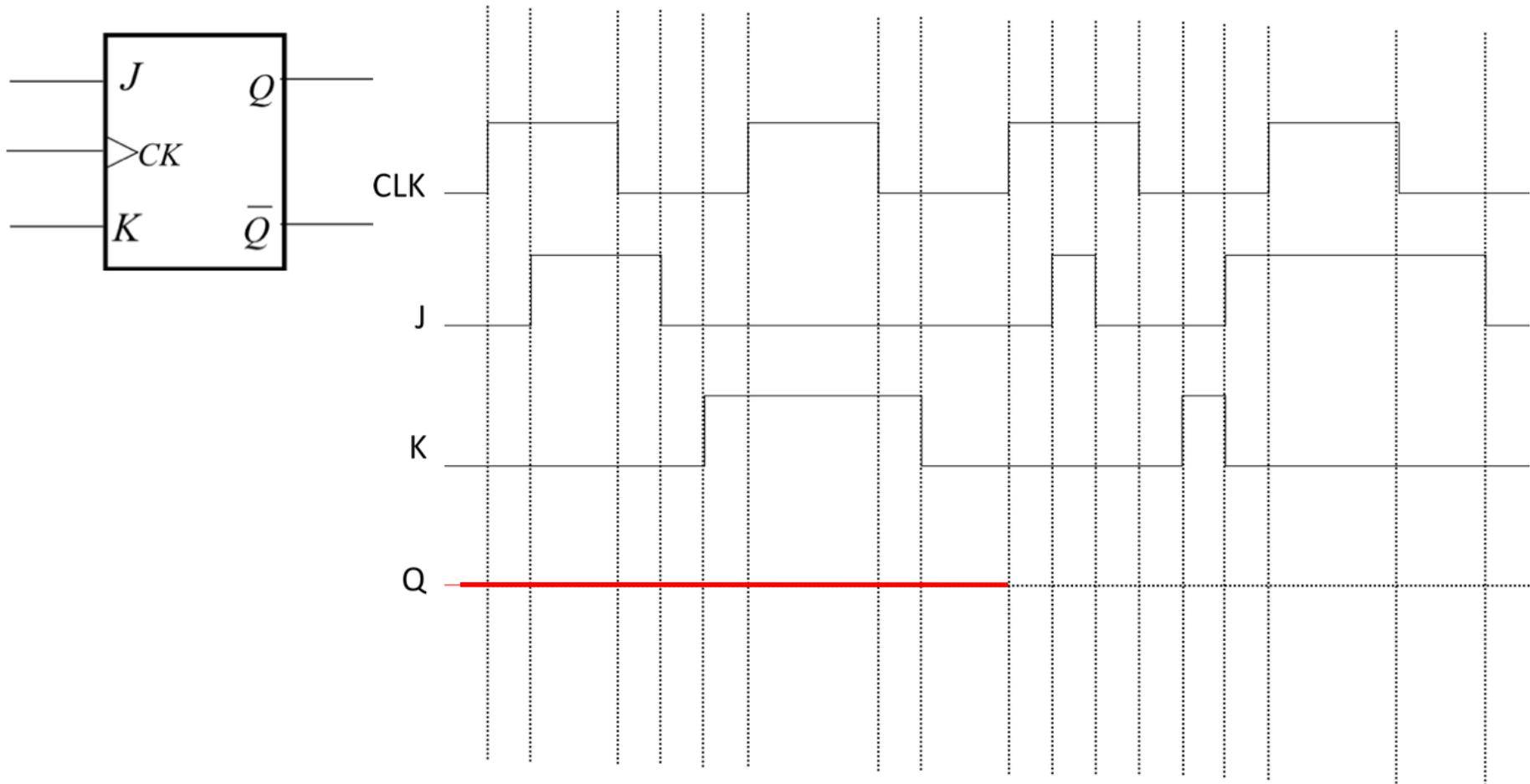
下記のエッジトリガJKフリップフロップ(ポジティブエッジトリガ)に以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



一回目のクロック立ち上がりはJ=K=0なので状態保持。そのまま二回目まで進む

2)

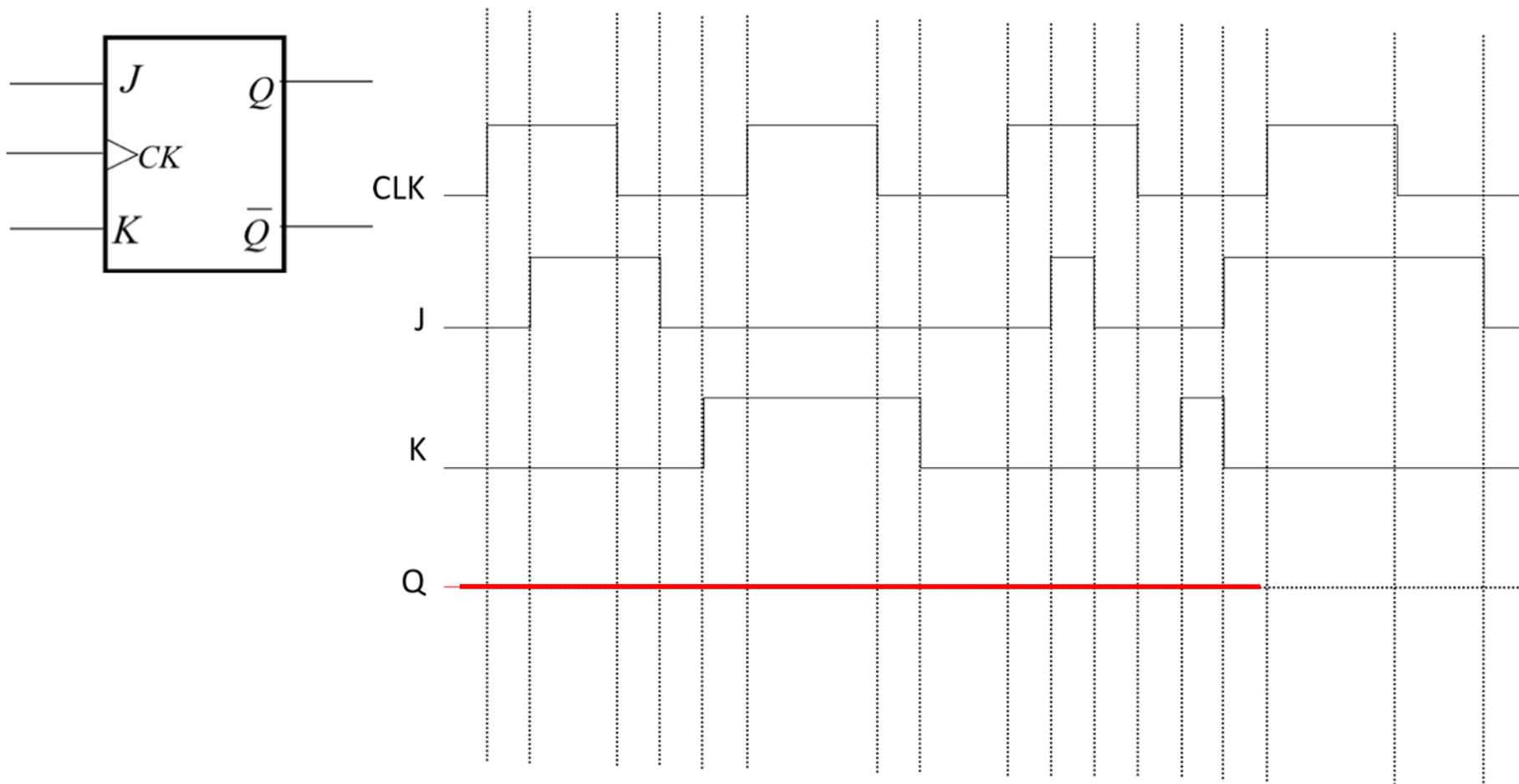
下記のエッジトリガJKフリップフロップ(ポジティブエッジトリガ)に以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



2回目のクロック立ち上がりはK=1なのでQ=0。そのまま3回目まで進む

2)

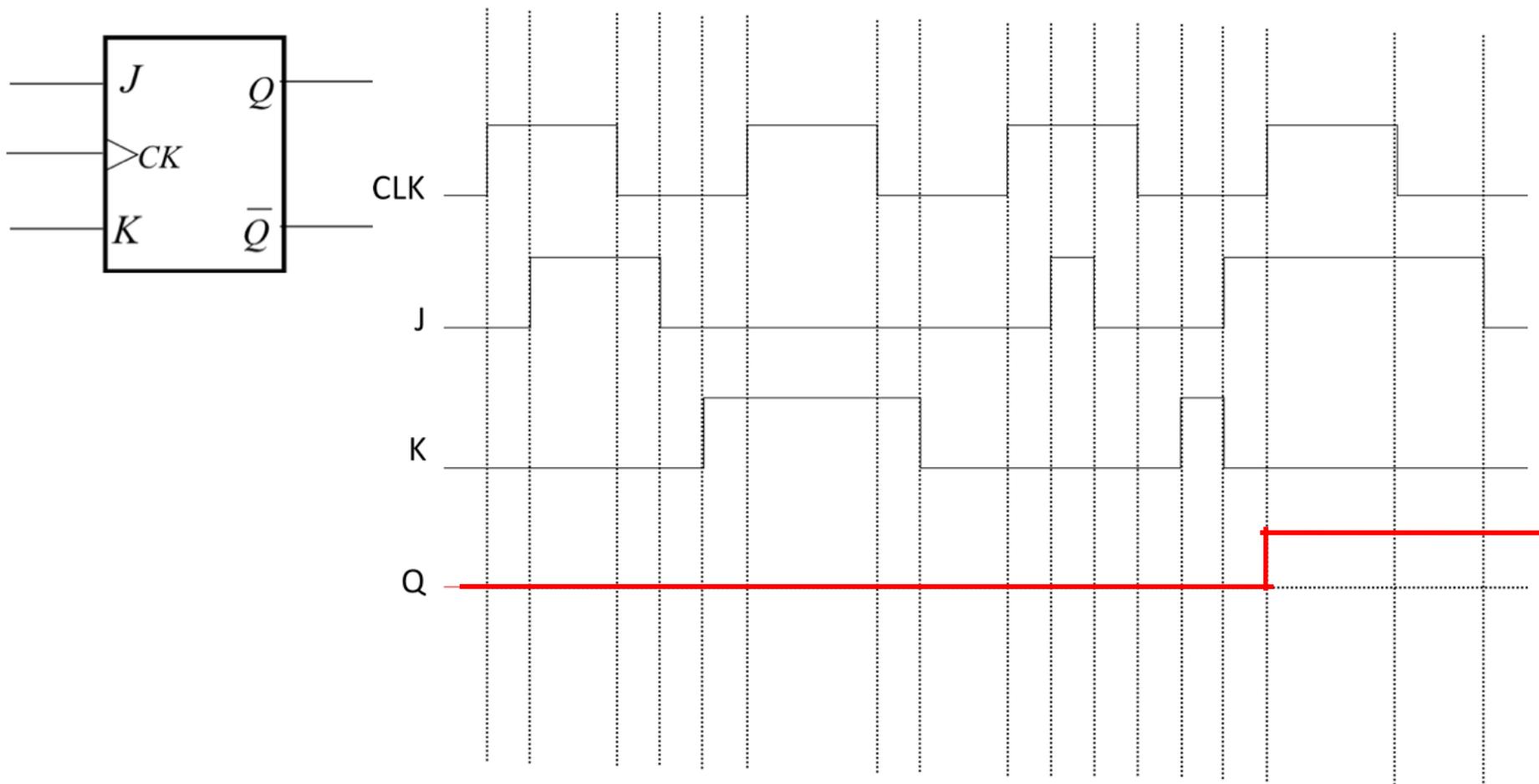
下記のエッジトリガJKフリップフロップ(ポジティブエッジトリガ)に以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



3回目のクロック立ち上がりはJ=K=0なのでQ=0。そのまま4回目まで進む

2)

下記のエッジトリガJKフリップフロップ(ポジティブエッジトリガ)に以下の様なクロックとJ,Kが印加されたとする。Qはどのように変化するか？初期状態はQ=0とする。



4回目のクロック立ち上がりはJ=1なのでQ=1。

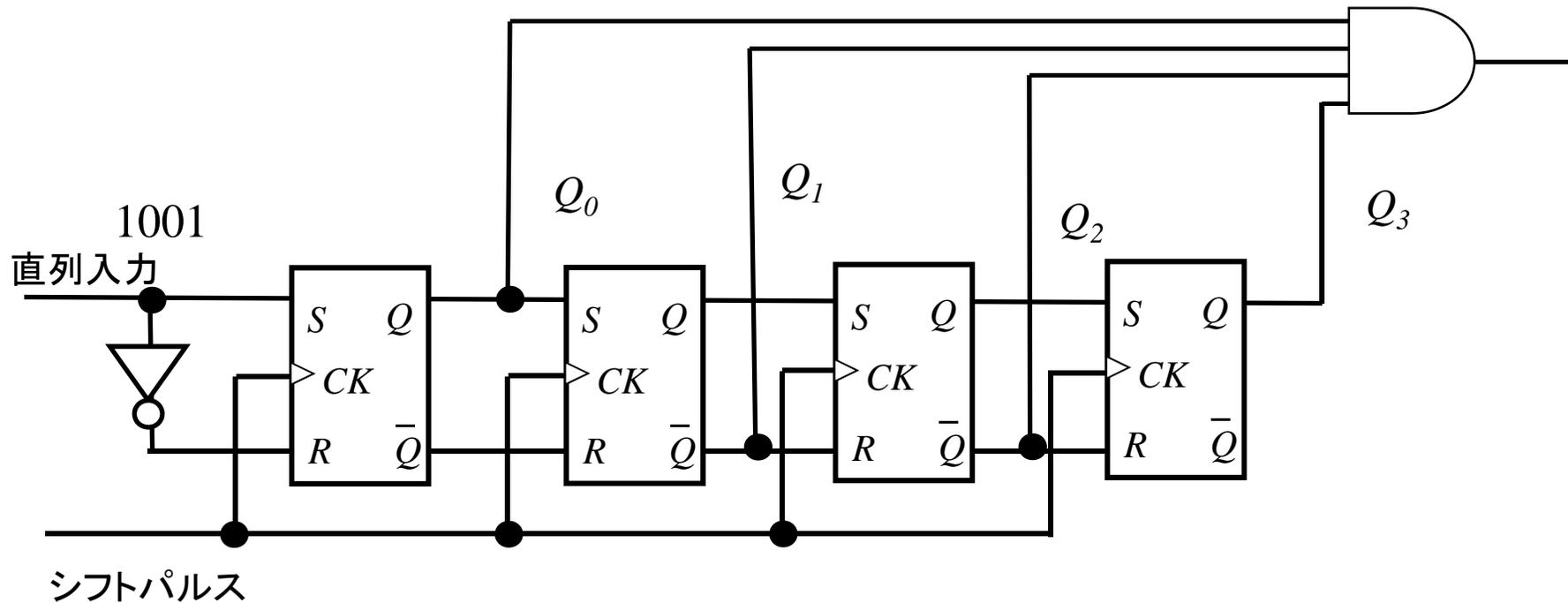
デジタル回路 演習解答例

第11回

1)

4つのSRフリップフロップを用いたシフトレジスタを用いて、 $(1001)_2$ が上位ビットから入力されたときだけ、1を出力する回路を作れ。

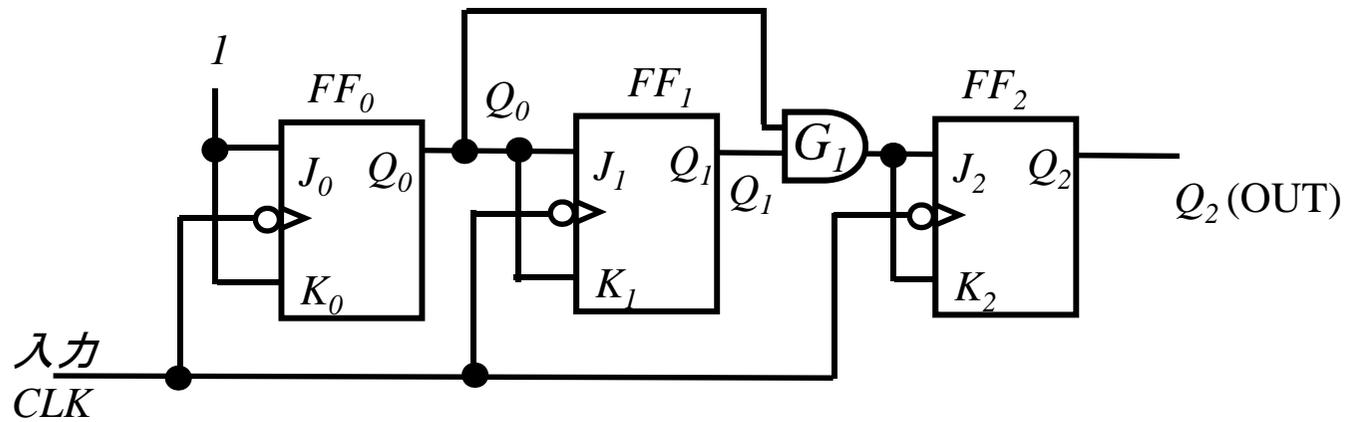
下記の回路で $Q_3=1$ 、 $Q_2=0$ 、 $Q_1=0$ 、 $Q_0=1$ 、のときだけ1を出力すればよいから



2)

JK-FFを用いて、同期式8進カウンタの回路を作れ。

講義で確認した 2^n 進カウンタそのまま



デジタル回路 演習解答例

第12回

1) 入力で0→1→0→1→1という文字列が入ったら出力1を出す回路の状態遷移図と状態遷移表を描け。(0→1→0→1→0→1→1が入力しても1を出さなければいけないことに注意せよ)

0→1→0→1→1で1が出力。

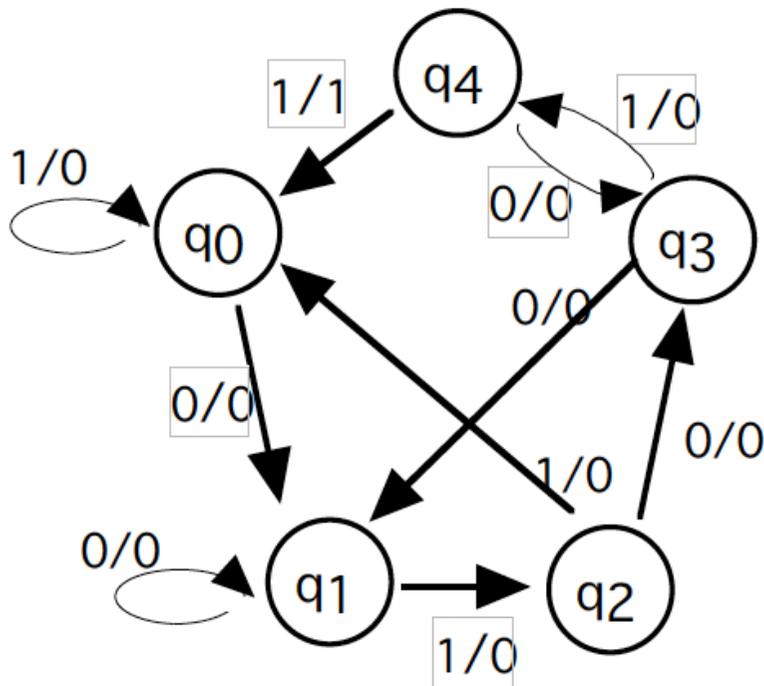
1→1が入力したら初期状態に戻る

0→0が入力したら一つ目の0が入力した状態に戻る。

0→1→0→1→0→1→1が入力しても1が出力

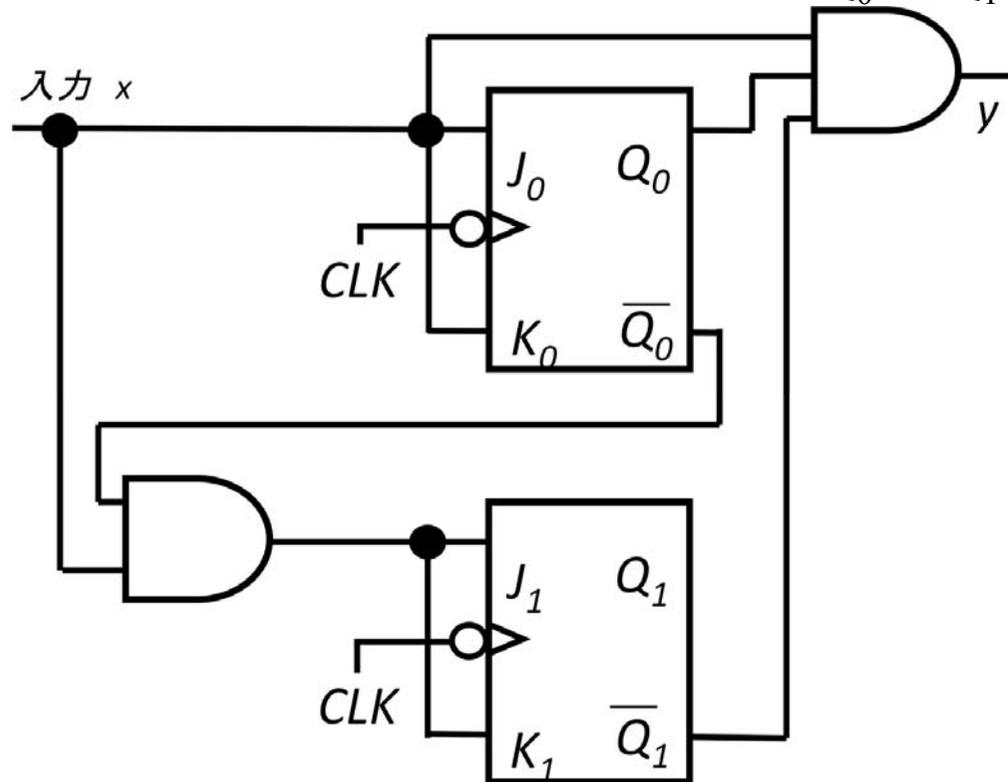
従って次のようになる。

状態遷移図



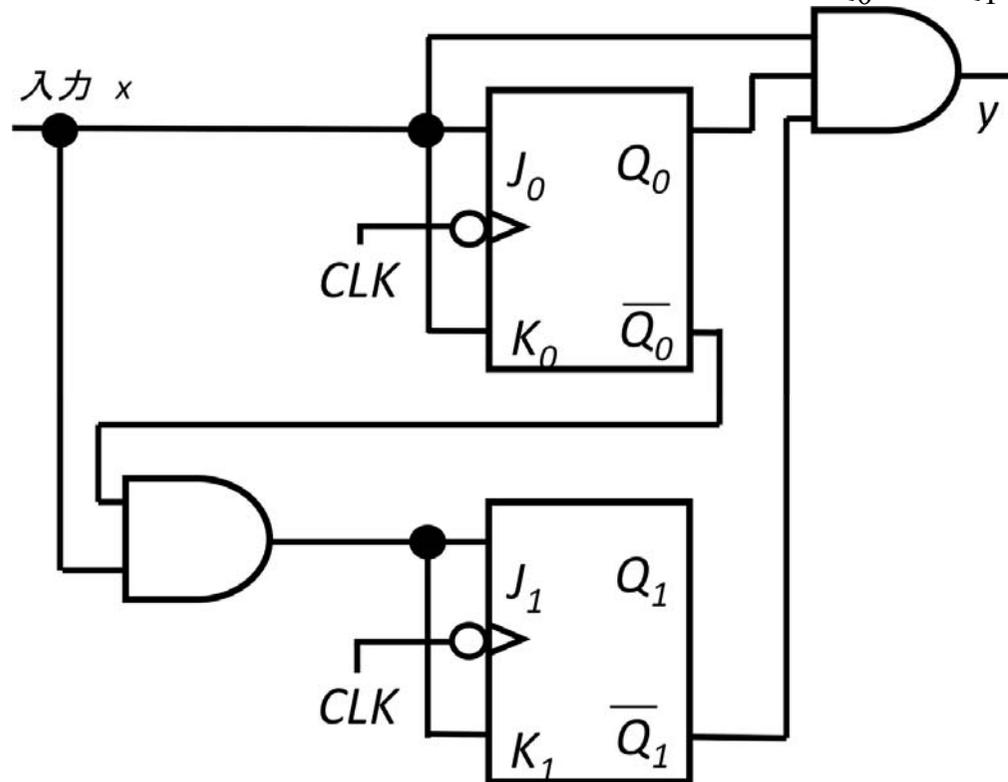
現状態	次状態	q'	出力 y	
q	入力 x	入力 x	入力 x	
	0	1	0	1
q ₀	q ₁	q ₀	0	0
q ₁	q ₁	q ₂	0	0
q ₂	q ₃	q ₀	0	0
q ₃	q ₁	q ₄	0	0
q ₄	q ₃	q ₀	0	1

下の回路の状態遷移図を描け。初期状態では $Q_0=0, Q_1=0$ とする。



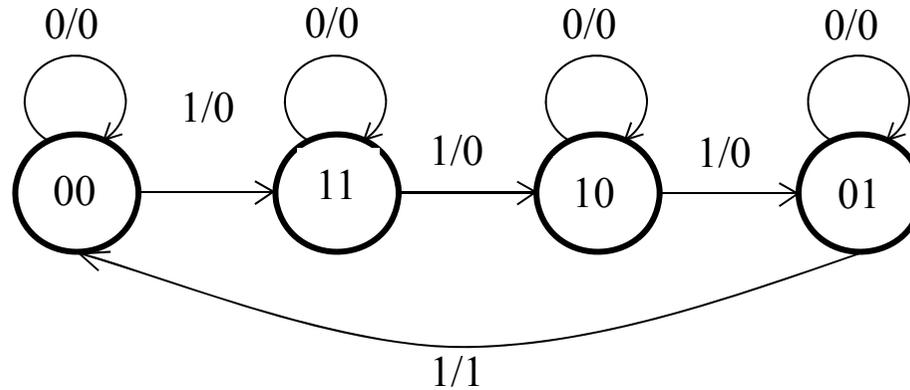
入力すると Q_0 は反転
 $Q_0=0$ で入力すると Q_1 は反転
それ以外は変化無し

下の回路の状態遷移図を描け。初期状態では $Q_0=0, Q_1=0$ とする。



入力すると Q_0 は反転
 $Q_0=0$ で入力すると Q_1 は反転
それ以外は変化無し
(Q_1Q_0)の x 入力時の変化は
 $(0,0) \rightarrow (1,1) \rightarrow (1,0) \rightarrow (0,1) \rightarrow (0,0)$

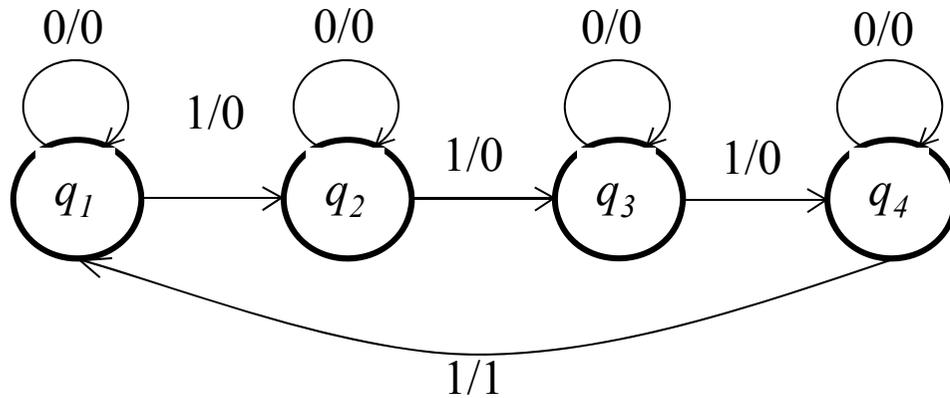
下の回路の状態遷移図を描け。初期状態では $Q_0=0, Q_1=0$ とする。



入力すると Q_0 は反転
 $Q_0=0$ で入力すると Q_1 は反転
それ以外は変化無し
(Q_1Q_0)のx入力時の変化は
 $(0,0) \rightarrow (1,1) \rightarrow (1,0) \rightarrow (0,1) \rightarrow (0,0)$

順序回路の実現(冗長な状態が無い場合) 4進カウンタ

4進カウンタ



$$q_1 = (0\ 0) \quad q_2 = (0\ 1)$$

$$q_3 = (1\ 0) \quad q_4 = (1\ 1)$$

現状態 q	次状態 q'		出力 y	
	入力 x		入力 x	
	0	1	0	1
q_1	0	0	0	0
q_2	0	1	0	0
q_3	1	0	0	0
q_4	1	1	0	1

$$Q_1' = Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot x + Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x$$

$$Q_2' = \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x + Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x$$

(v) 使用する記憶回路の特性表より、それぞれの次状態 q' を得るのに必要な記憶回路の入力状態 u を求める。

使用する記憶回路: ここではDフリップフロップを2個使用する。

(vi) (v)で求めた入力状態 u を、現状態 q 、入力 x を用いた論理式で表す。

順序回路の実現(冗長な状態が無い場合) 4進カウンタ

$$Q_1' = Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot x + Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x$$

		$Q_1 Q_2$			
		00	01	11	10
x	0			1	1
	1		1		1

$$Q_1' = Q_1 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot \bar{Q}_2 + \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot x$$

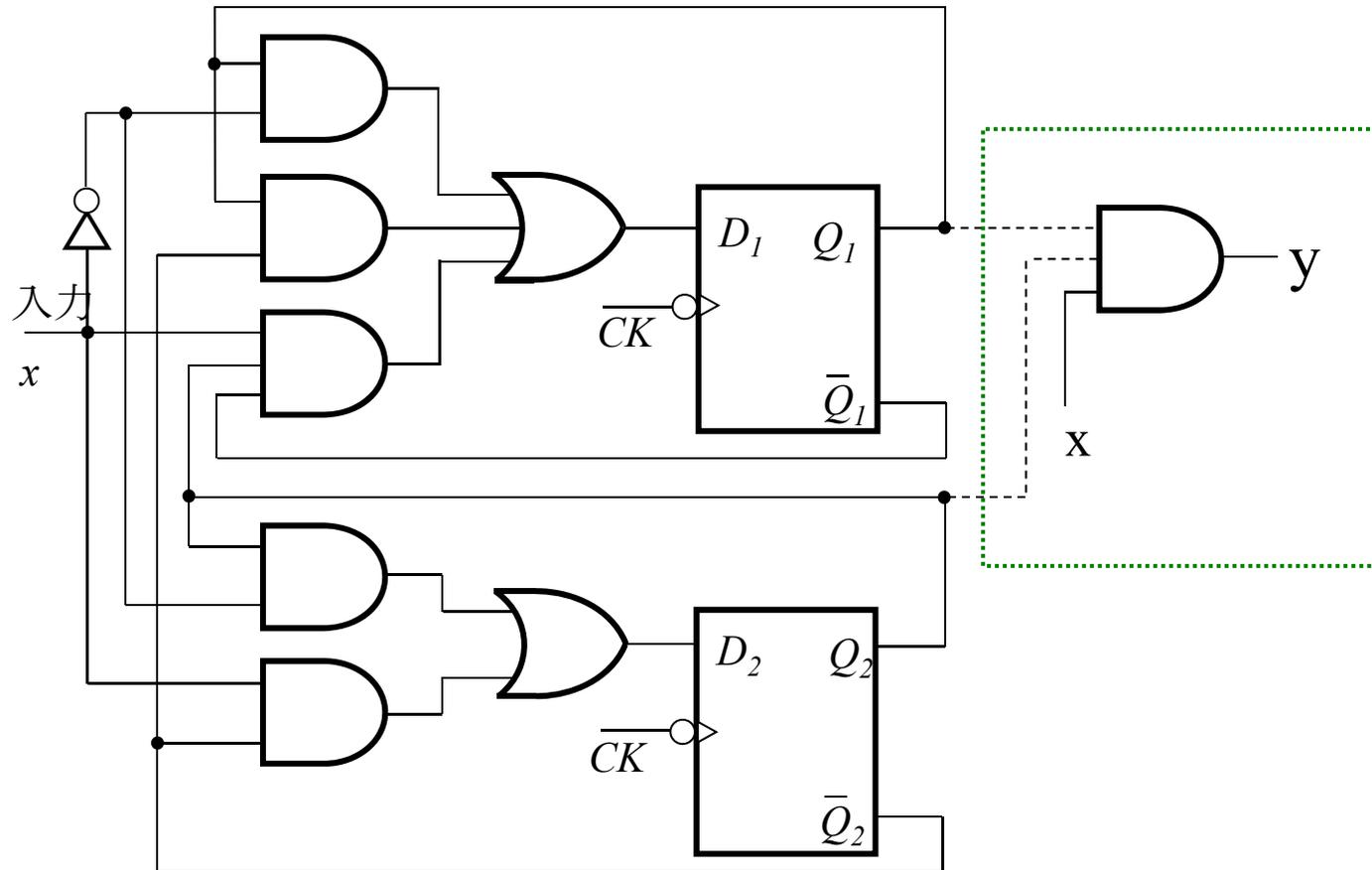
得られた Q_1' , Q_2' をDフリップフロップの入力とすればよい。

$$Q_2' = \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x + Q_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot x$$

		$Q_1 Q_2$			
		00	01	11	10
x	0		1	1	
	1	1			1

$$Q_2' = Q_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_2 \cdot x$$

順序回路の実現(冗長な状態が無い場合) 4進カウンタ



JKフリップフロップを用いて構成する方法

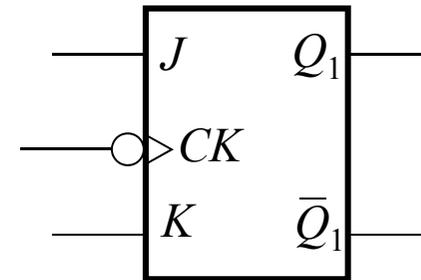
現状態 q	次状態q'		出力y	
	入力 x		入力 x	
	0	1	0	1
q ₁ 0 0	0	0	0	0
q ₂ 0 1	0	1	0	0
q ₃ 1 0	1	0	0	0
q ₄ 1 1	1	1	0	1

状態割り当ては最初のパターンで考える。

x=0のとき、 $q_1 = (0\ 0) \rightarrow q_1' = (0\ 0)$

Q_1 のみに着目すると $Q_1 = 0 \rightarrow Q_1' = 0$

この遷移を生じるための($J_1\ K_1$)入力は(0 φ)



(a) 記号

遷移先 $Q \rightarrow Q'$	入力 J K
0 → 0	0 φ
0 → 1	1 φ
1 → 0	φ 1
1 → 1	φ 0

(b) 特性表

JKフリップフロップを用いて構成した場合

現状態 q	次状態q'	
	入力 x	
	0	1
q ₁	0 0	0 1
q ₂	0 1	1 0
q ₃	1 0	1 1
q ₄	1 1	0 0

現状態 q	次状態q'を与えるための入力状態			
	(J ₁ K ₁)		(J ₂ K ₂)	
	入力 x		入力 x	
	0	1	0	1
q ₁	0 φ	φ 0	0 φ	φ 0
q ₂	0 φ	φ 0	φ 0	φ 0
q ₃	φ 0	φ 0	0 φ	φ 0
q ₄	φ 0	φ 0	φ 0	φ 0

x=0のとき、q₁ = (0 0) → q₁' = (0 0)

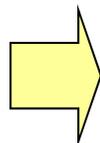
Q₁のみに着目すると Q₁=0 → Q₁'=0

この遷移を生じるための(J₁ K₁)入力は(0 φ)

遷移先 Q → Q'	入力 J K
0 → 0	0 φ
0 → 1	1 φ
1 → 0	φ 1
1 → 1	φ 0

JKフリップフロップを用いて構成した場合

現状態 q	次状態q'			
	入力 x			
	0	1	0	1
q ₁	0	0	0	0 1
q ₂	0	1	0	1 0
q ₃	1	0	1	1 1
q ₄	1	1	1	0 0



現状態 q	次状態q'を与えるための入力状態							
	(J ₁ K ₁)		(J ₂ K ₂)					
	入力 x		0		1			
q ₁	0	φ	0	φ	0	φ	1	φ
q ₂	0	φ	1	φ	φ	0	φ	1
q ₃	φ	0	φ	0	0	φ	1	φ
q ₄	φ	0	φ	1	φ	0	φ	1

制御入力表: 状態遷移表の次状態を、その状態を発生するフリップフロップの入力状態で表した表。

遷移先 Q → Q'	入力 J K
0 → 0	0 φ
0 → 1	1 φ
1 → 0	φ 1
1 → 1	φ 0

JKフリップフロップを用いて構成した場合

		Q_1Q_2			
		00	01	11	10
x	0			φ	φ
	1		1	φ	φ

$J_1 = Q_2 \cdot x$ (a) J_1

		Q_1Q_2			
		00	01	11	10
x	0	φ	φ		
	1	φ	φ	1	

(b) K_1 $K_1 = Q_2 \cdot x = J_1$

		Q_1Q_2			
		00	01	11	10
x	0		φ	φ	
	1	1	φ	φ	1

(c) J_2

$J_2 = x$

		Q_1Q_2			
		00	01	11	10
x	0	φ			φ
	1	φ	1	1	φ

(d) K_2

$K_2 = x = J_2$

JKフリップフロップを用いて構成した場合

$$J_1 = Q_2 \cdot x$$

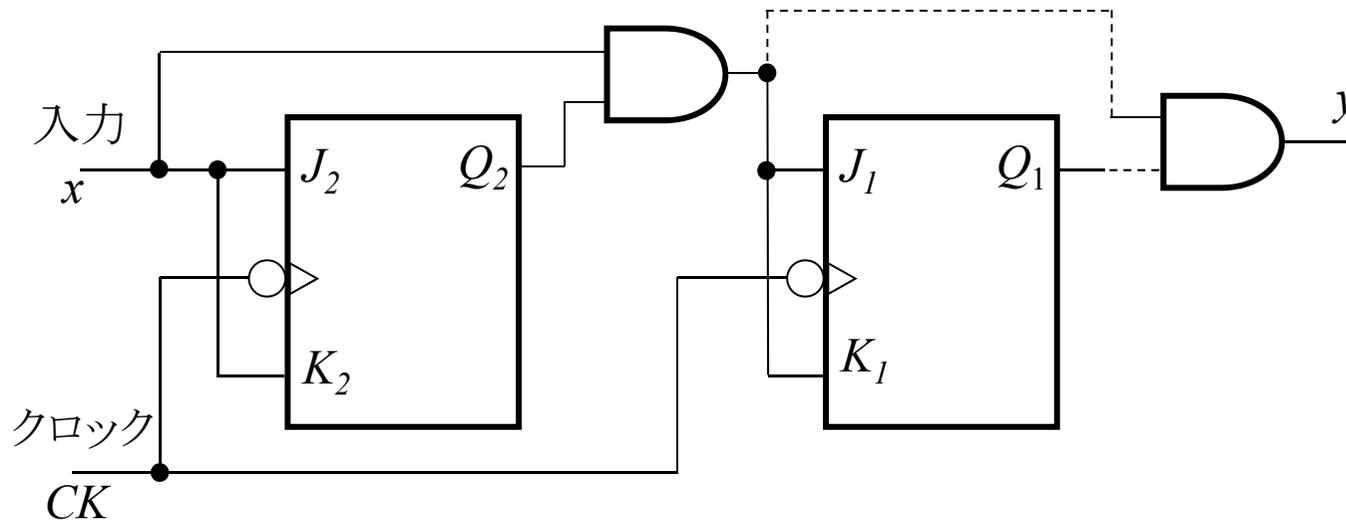
$$K_1 = Q_2 \cdot x = J_1$$

$$J_2 = x$$

$$K_2 = x = J_2$$

$$\text{出力 } y = Q_1 \cdot Q_2 \cdot x$$

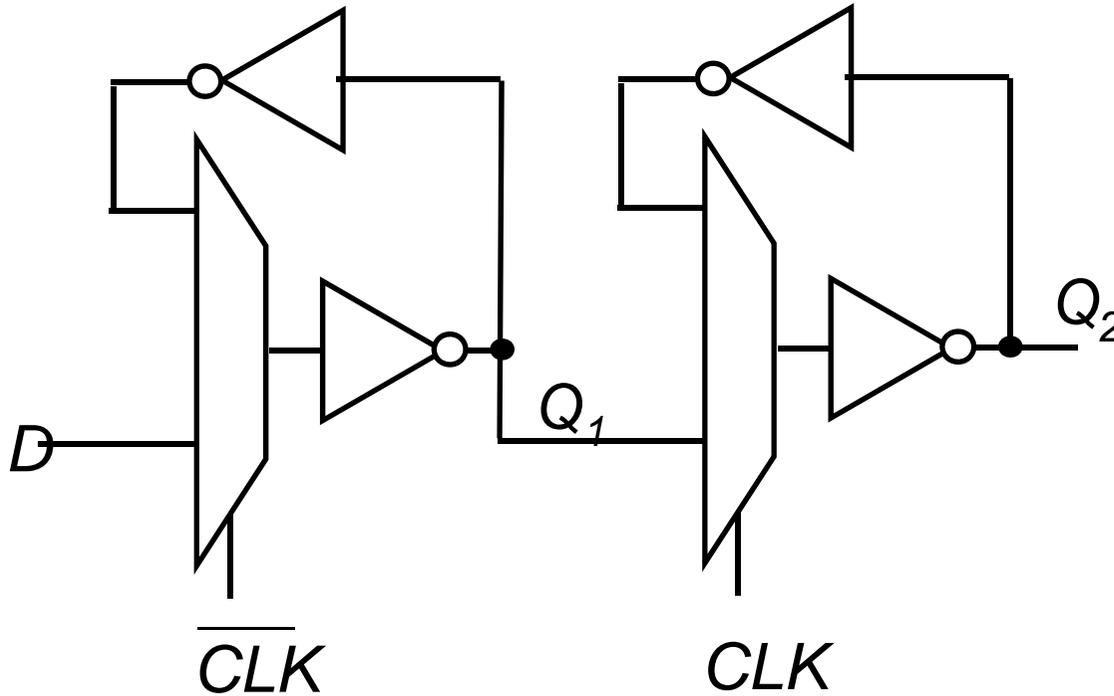
$$= Q_1 \cdot J_1$$



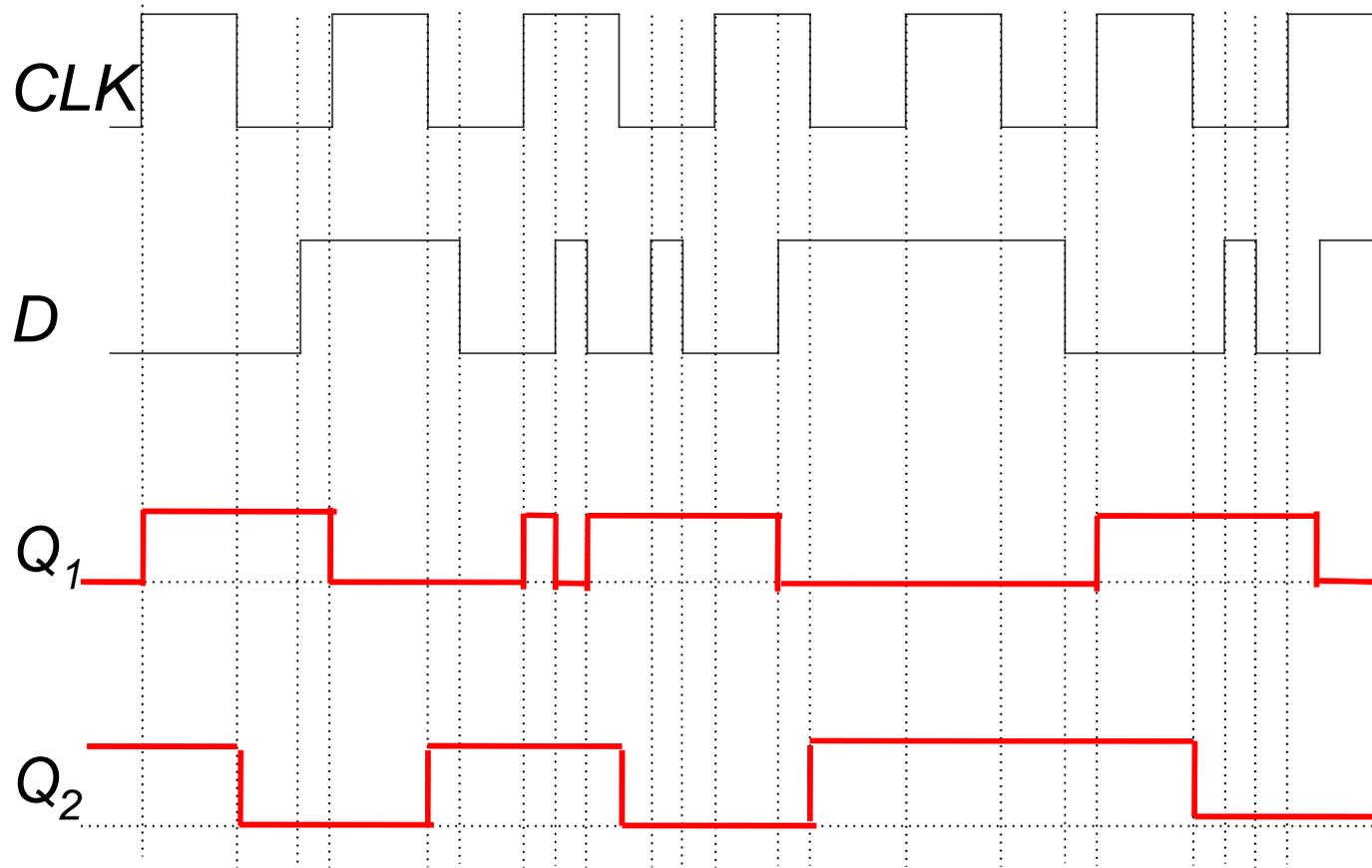
デジタル回路 演習解答例

第13回

2) 下記のマスタースレーブD-FFについてQ1とQ2がどのように変化するか示せ。
 ただし、MUXはS=1で上側の入力、S=0で下側入力に切り替わるとし、初期状態では、Q1=0,Q2=1とする。

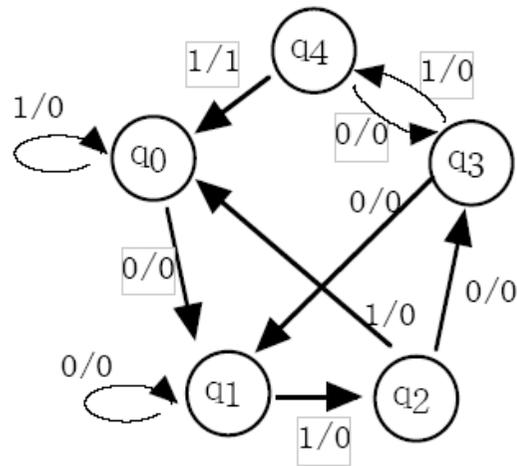


保持状態は 1段目はCLK=0、2段目はCLK=1
 透過状態は 1段目はCLK=1の時 Q₁はDの反転
 2段目はCLK=0の時 Q₂はQ₁の反転

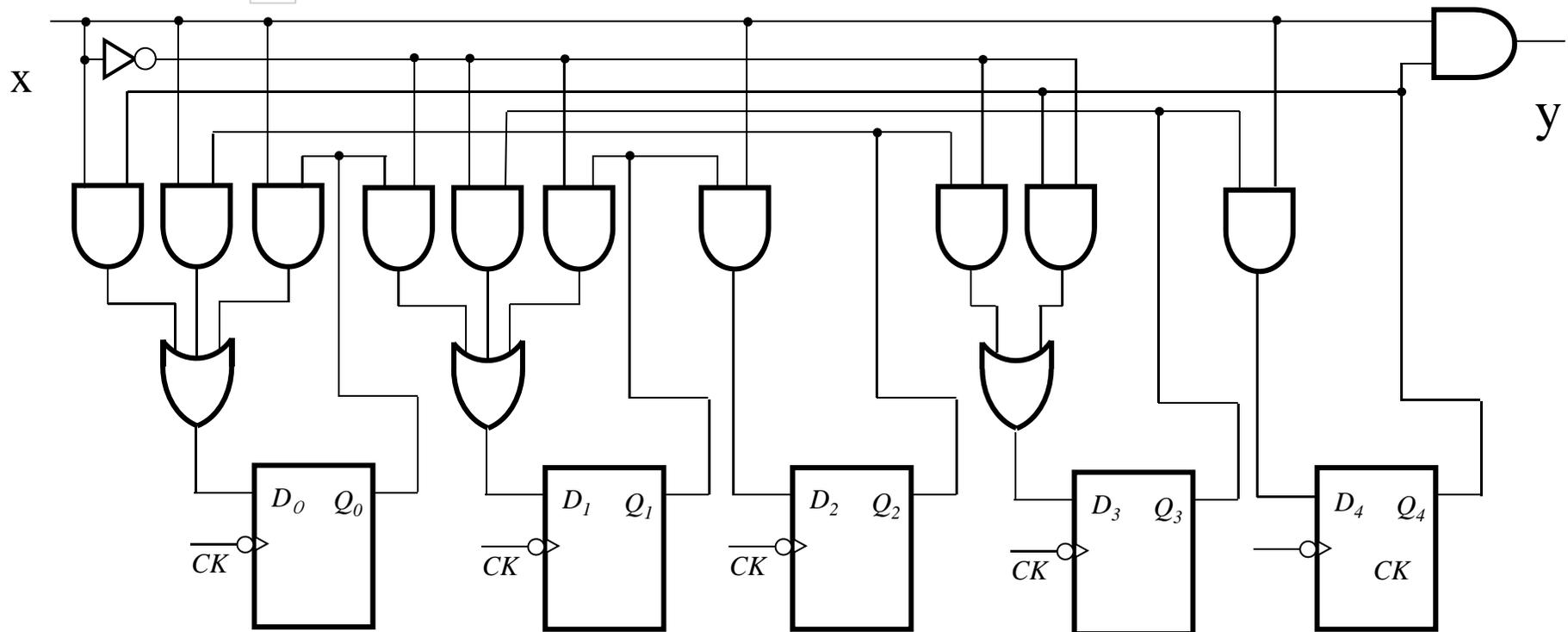


保持状態は 1段目はCLK=0、2段目はCLK=1
 透過状態は 1段目はCLK=1の時 Q₁はDの反転
 2段目はCLK=0の時 Q₂はQ₁の反転

ワンホットコードによる回路の実現



これは $0 \rightarrow 1 \rightarrow 0 \rightarrow 1 \rightarrow 1$
識別回路
(演習でやった)



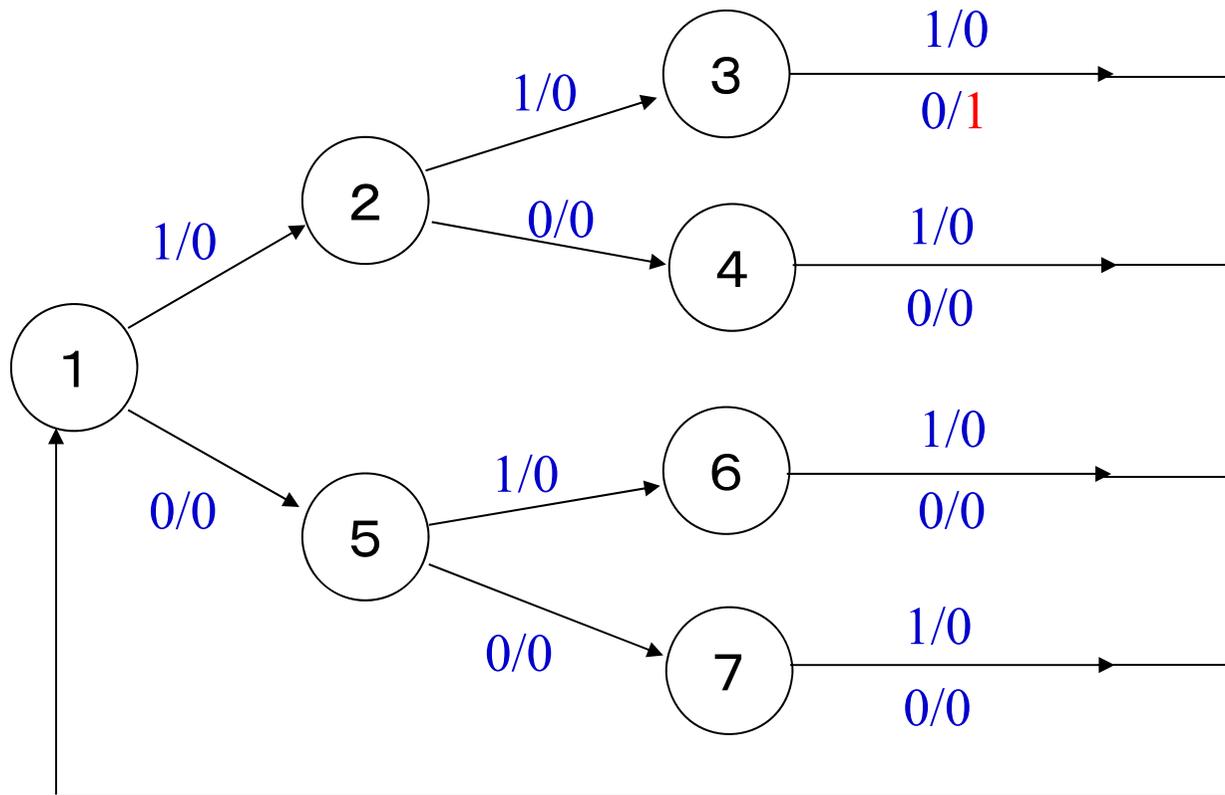
デジタル回路 演習解答例

第14回

問題1

0と1で構成された3桁の2進数の暗証番号を正しく入力したとき、鍵を開ける回路を構成したい。暗証番号は110とする。出力は鍵を開けるときを1、開けない時を0とする。必ず3桁の2進数が入力され、3桁を入力後に初期状態に戻ると仮定して、状態遷移図を書け。

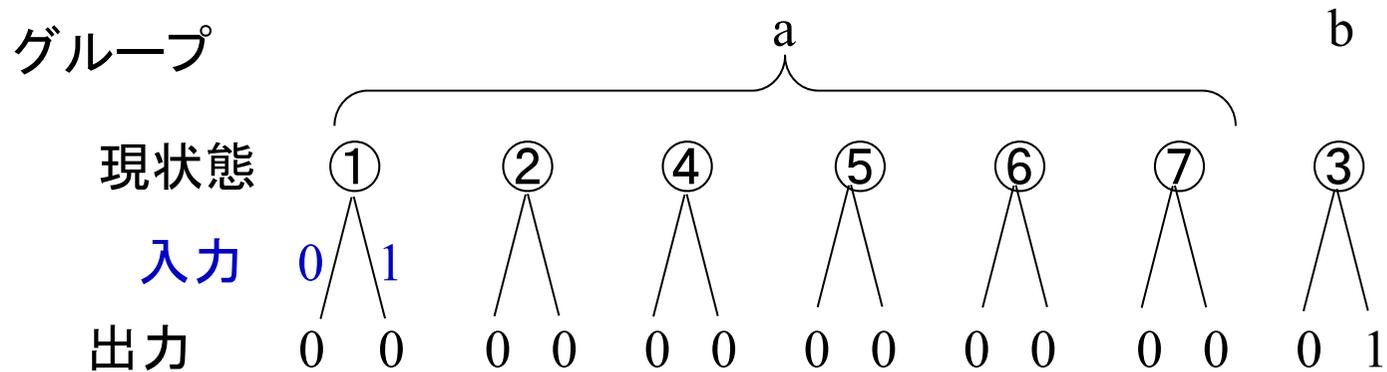
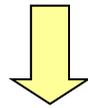
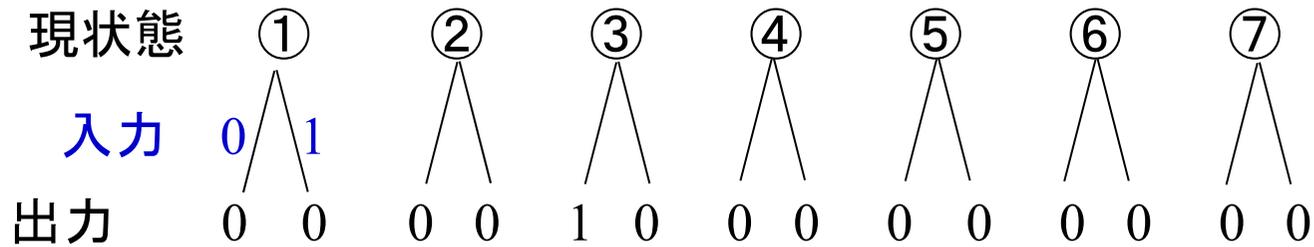
入力のすべてのパターンを考えて状態遷移図を書くと……



等価な状態を見つけてみよう。

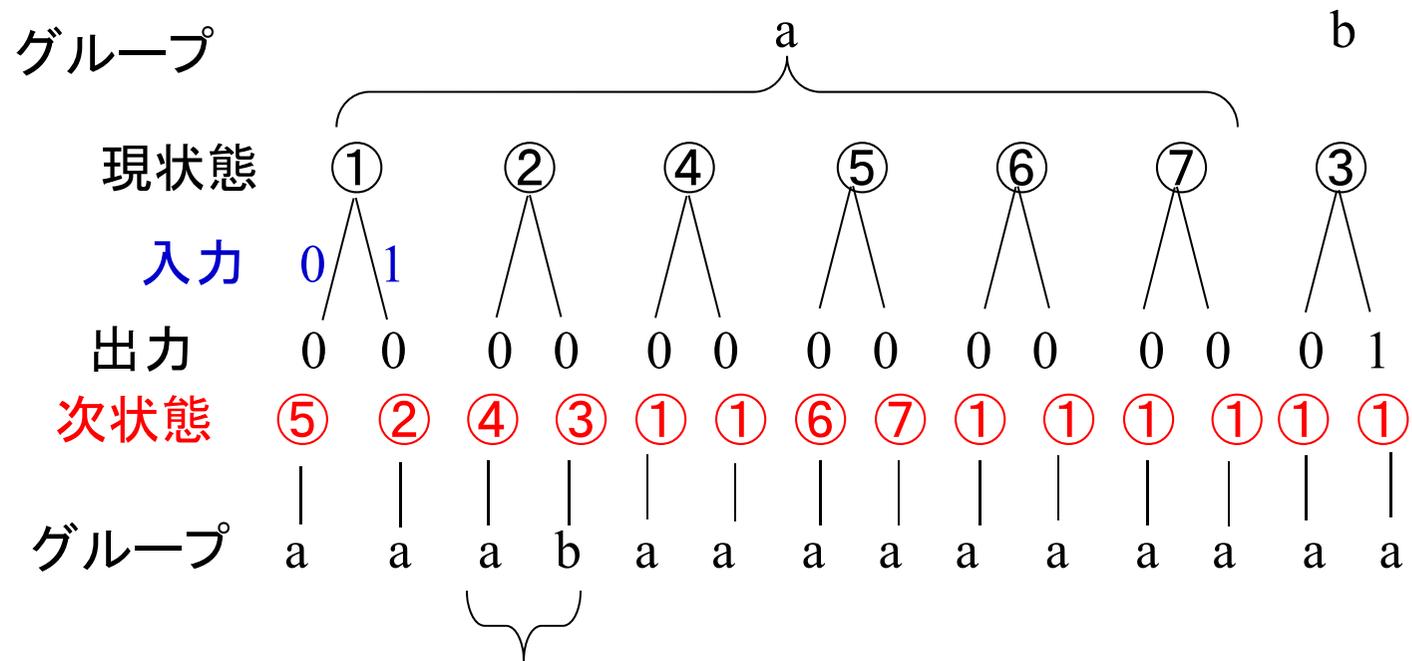
問題1

(a) 出力が同一の組を作る。



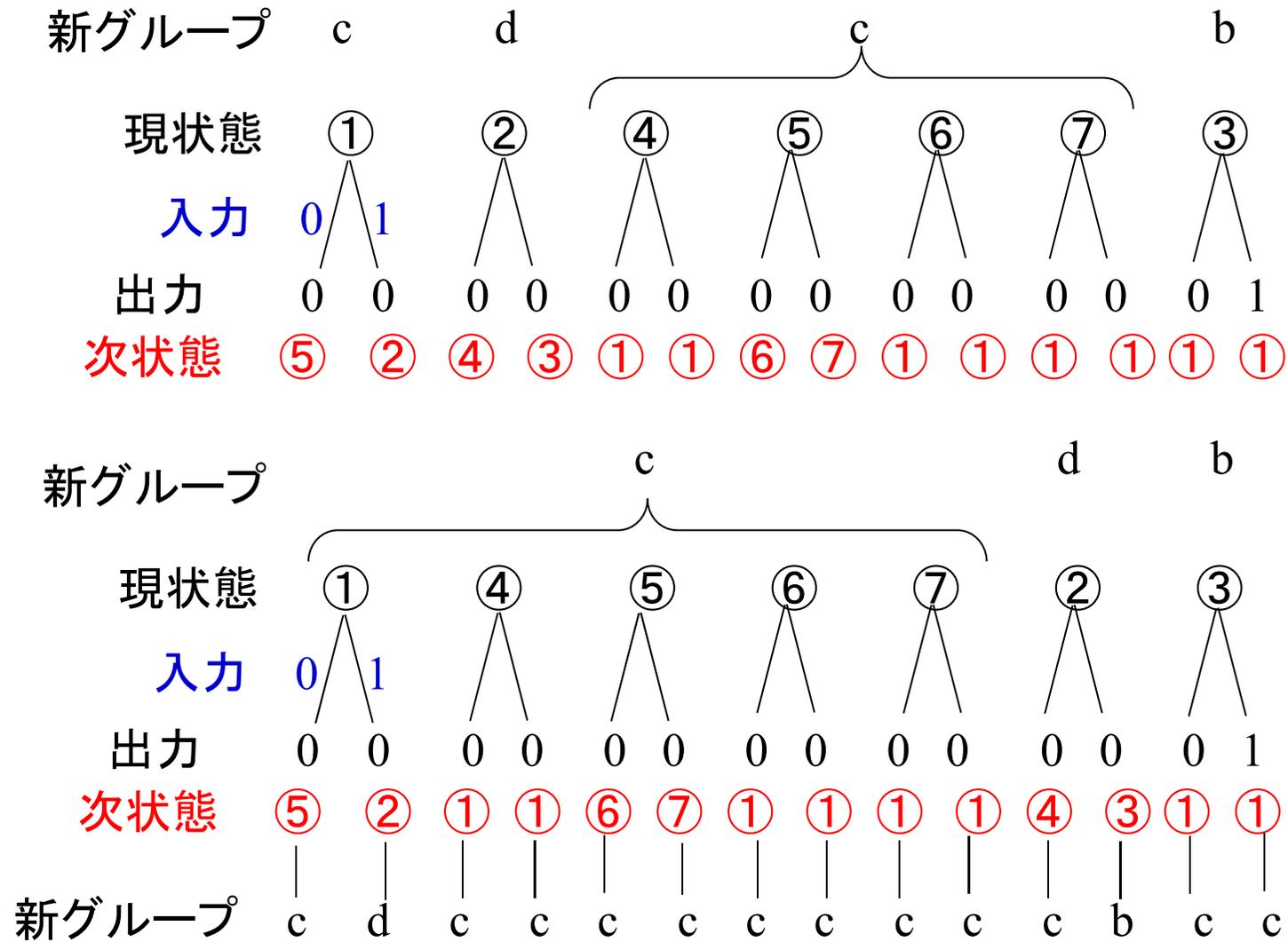
問題1

(b) 次状態がどのグループに属するかを調べる



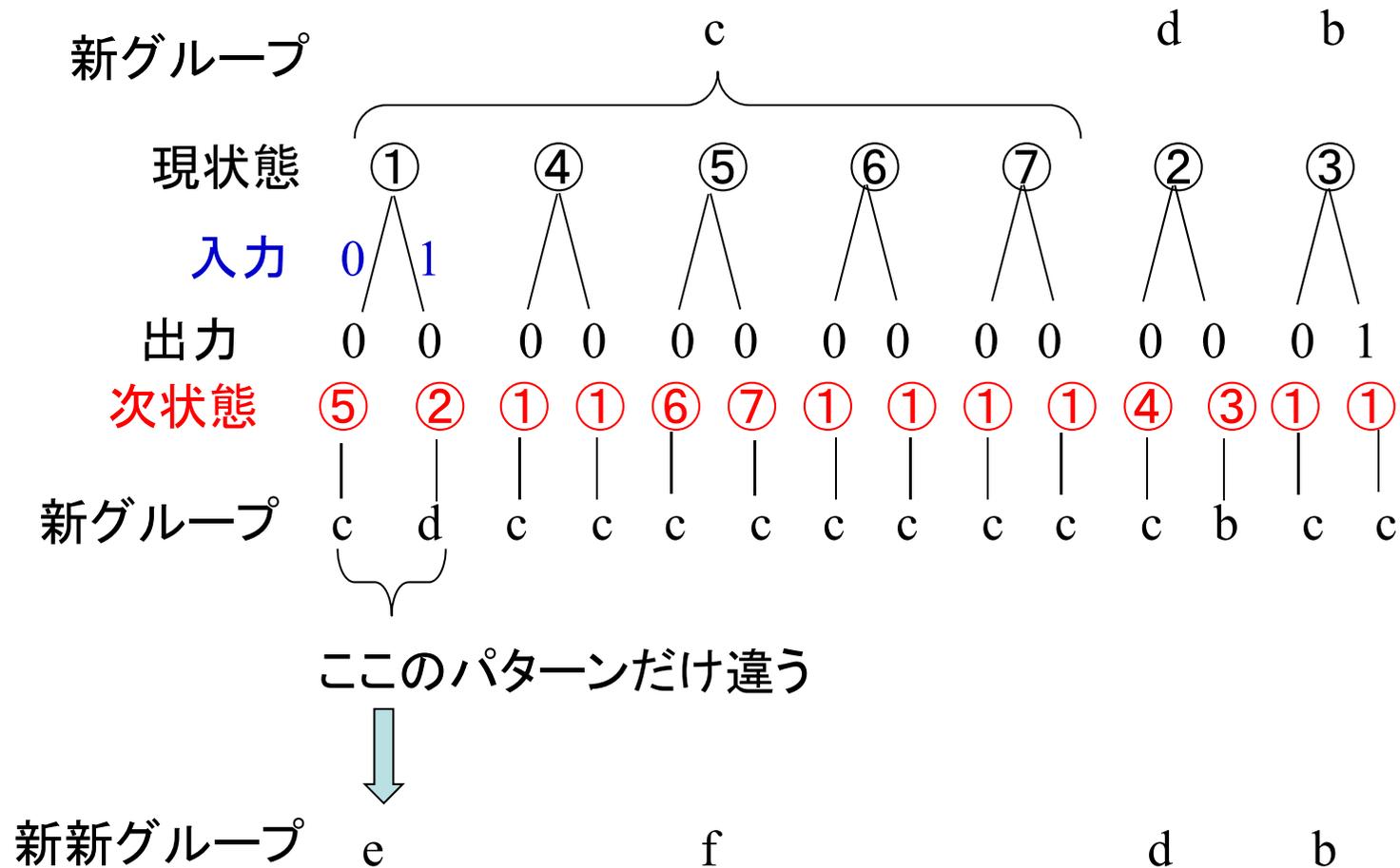
問題1

(b) 次状態がどのグループに属するかを調べる



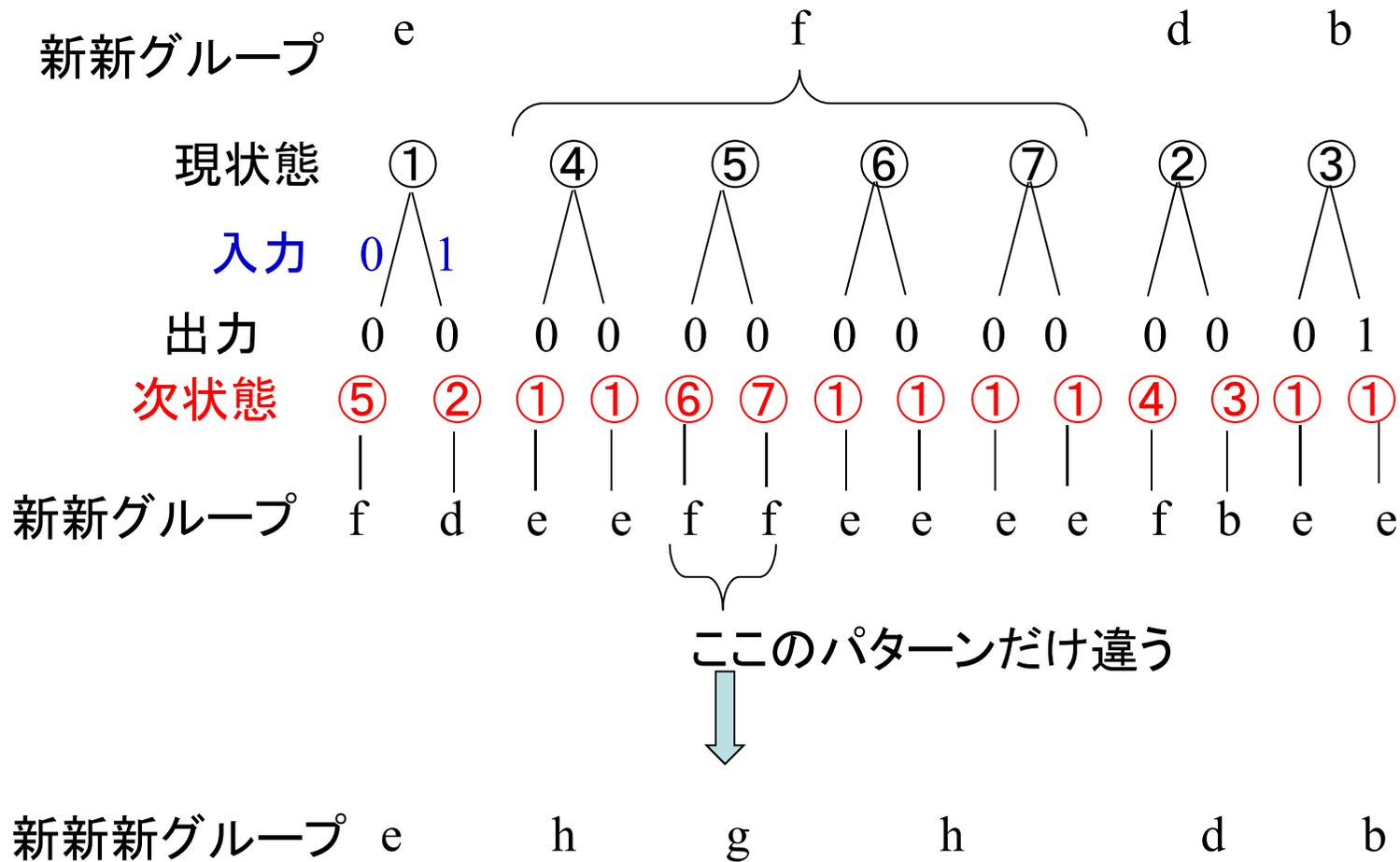
問題1

(c) 同一グループ内で次状態のグループが同一のものを新しいグループにする。



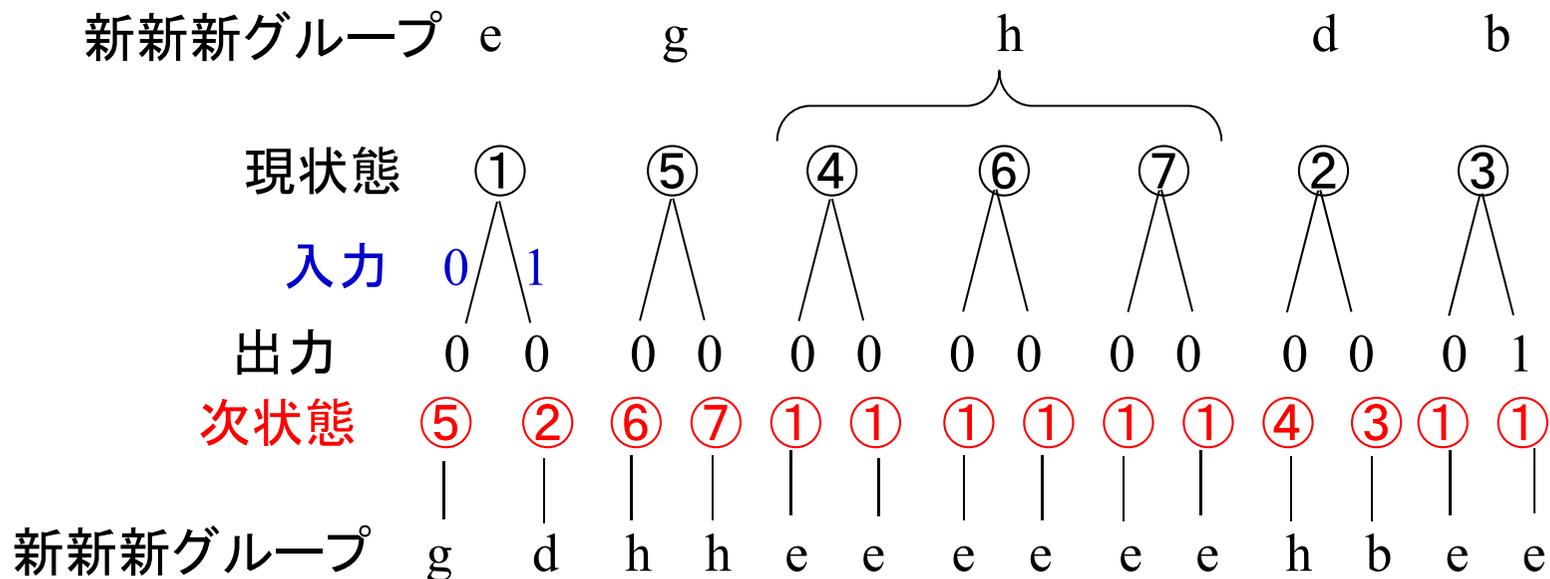
問題1

(c) 同一グループ内で次状態のグループが同一のものを新しいグループにする。



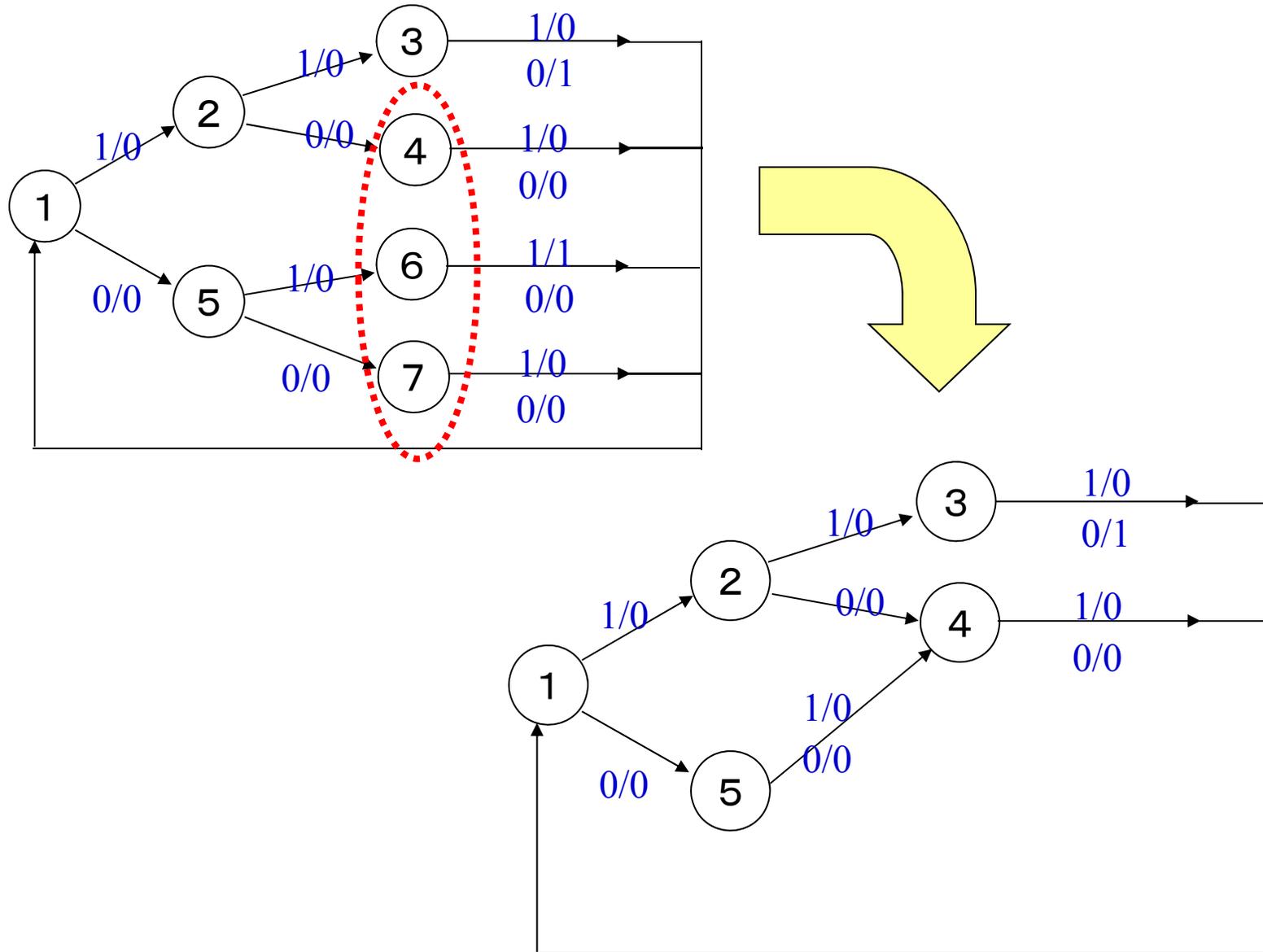
演習問題

(c) 同一グループ内で次状態のグループが同一のものを新しいグループにする。



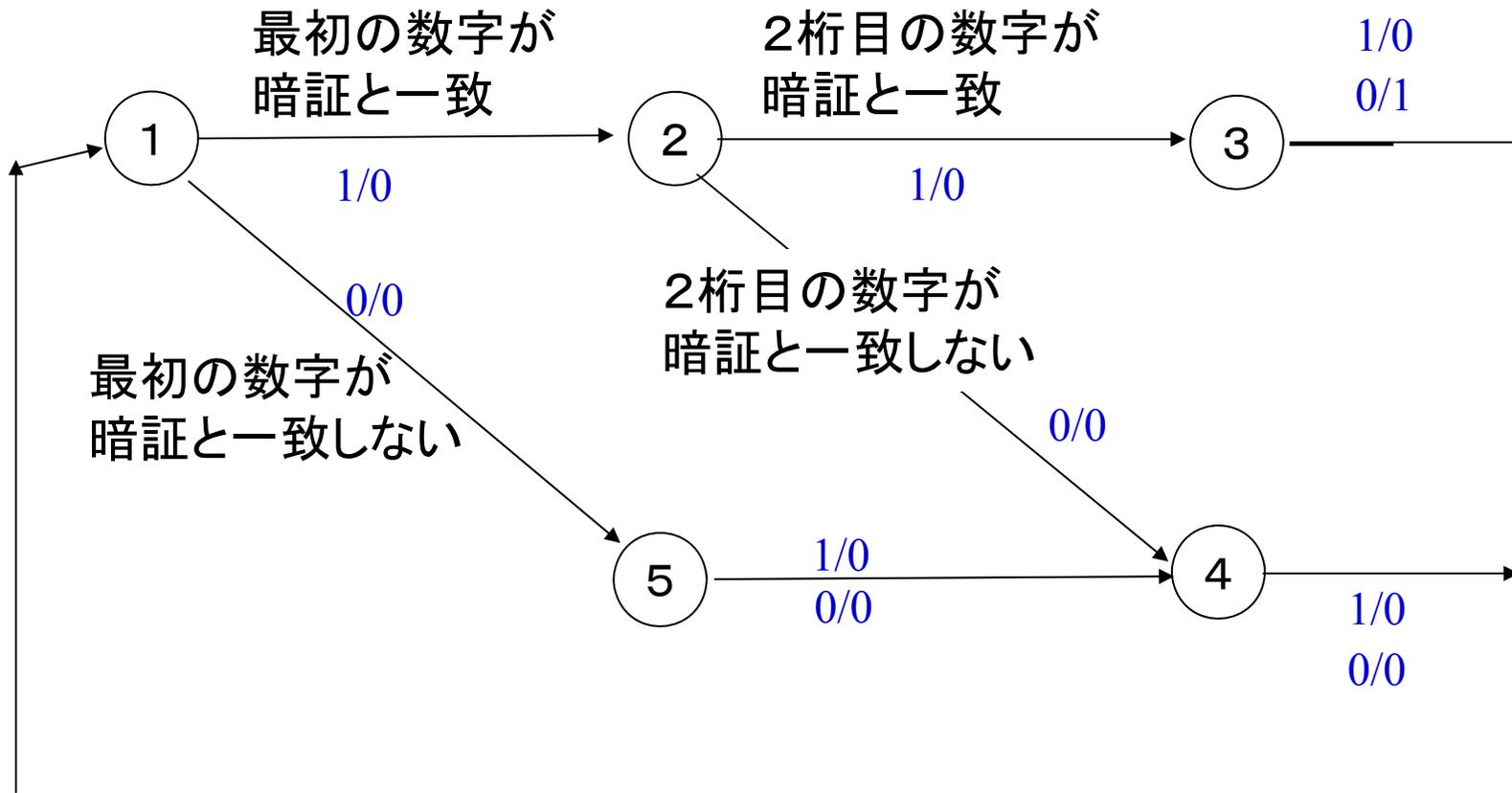
ここでやっと終了。 ④、⑥、⑦が等価な状態。

問題1



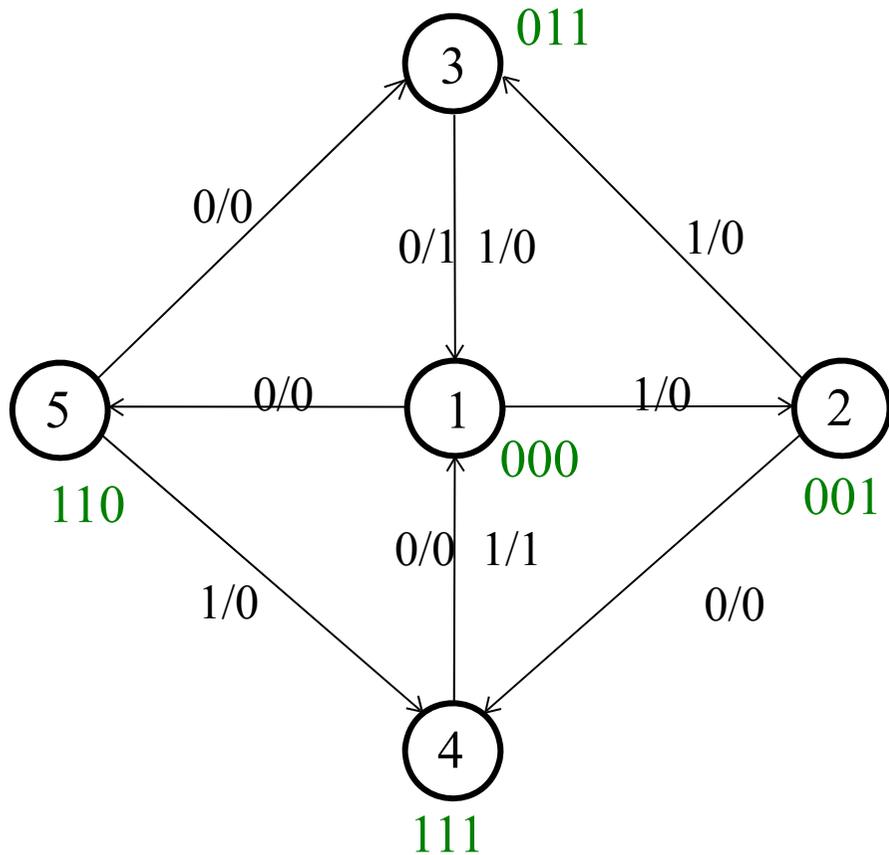
問題1

つまり...



問題2

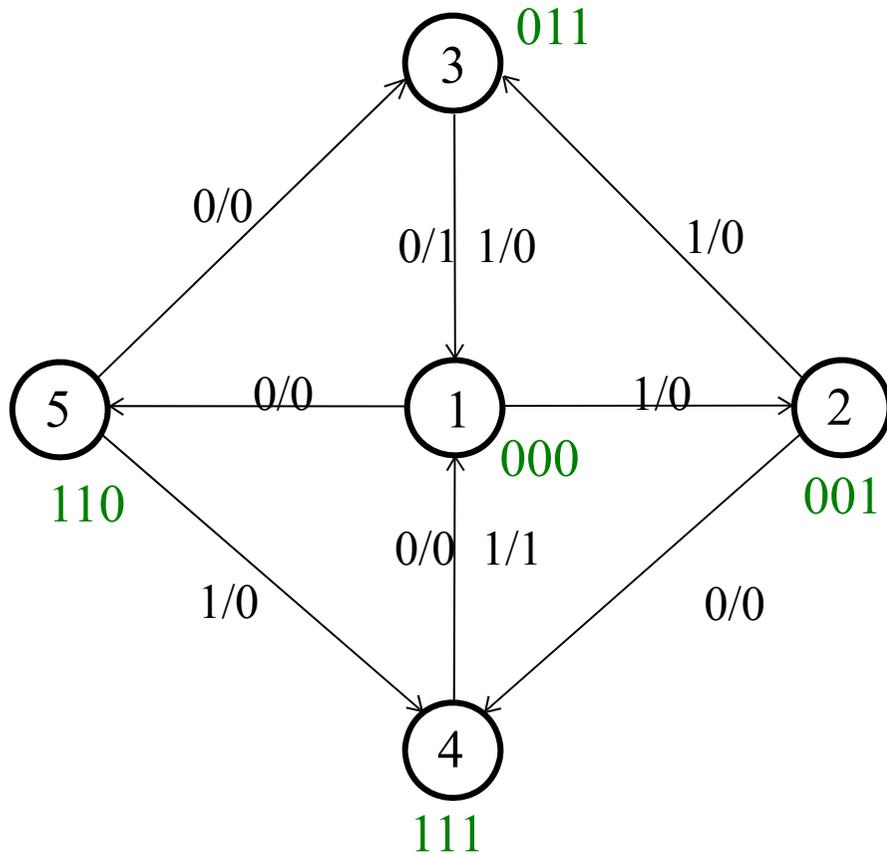
以下のように状態割り当てをした場合にはどうなるか？
未定義の状態を使用しない場合と使用した場合の両方を答えよ。



現状態	次状態		出力
	入力 0	入力 1	入力 x
① 0 0 0			
② 0 0 1			
③ 0 1 1			
④ 1 1 1			
⑤ 1 1 0			

問題2

(iv) 状態割り当て



現状態	次状態		出力
	入力 0	入力 1	入力 01
① 000	110	001	00
② 001	111	011	00
③ 011	000	000	10
④ 111	000	000	01
⑤ 110	011	111	00

問題2

(v) 入力方程式の導出

現状態	次状態		出力
	入力 x		入力 0 1
	0	1	
① 0 0 0	1 1 0	0 0 1	0 0
② 0 0 1	1 1 1	0 1 1	0 0
③ 0 1 1	0 0 0	0 0 0	1 0
④ 1 1 1	0 0 0	0 0 0	0 1
⑤ 1 1 0	0 1 1	1 1 1	0 0

$$Q_1' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

$$Q_2' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot x + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

$$Q_3' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot x + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

問題2

(v) 入力方程式の導出

$$Q_1' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

$$Q_2' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot x + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

$$Q_3' = \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x + \bar{Q}_1 \cdot \bar{Q}_2 \cdot Q_3 \cdot x + Q_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

Q_3x	Q_1Q_2	00	01	11	10
00		1			
01				1	
11					
10		1			

(a) Q_1'

Q_3x	Q_1Q_2	00	01	11	10
00		1		1	
01				1	
11		1			
10		1			

(b) Q_2'

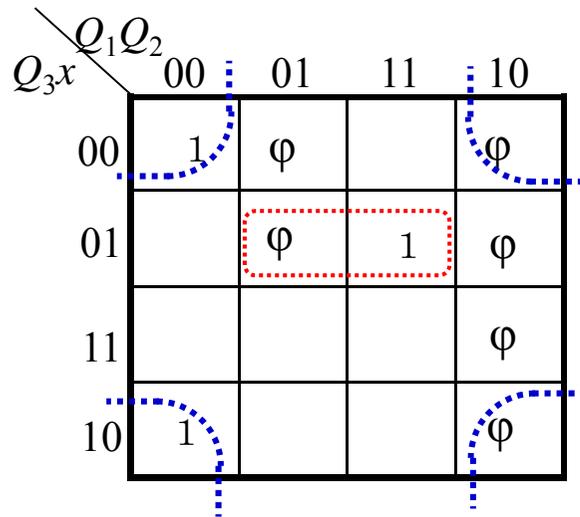
Q_3x	Q_1Q_2	00	01	11	10
00				1	
01		1		1	
11		1			
10		1			

(c) Q_3'

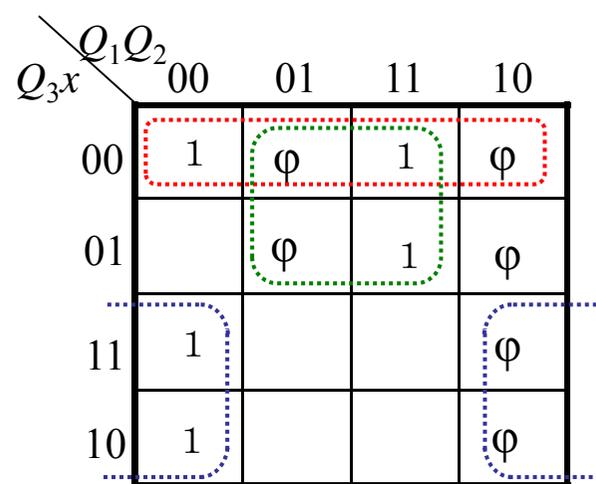
未定義の状態が使用できる場合

現状態	次状態		出力
	入力 x		入力 0 1
	0	1	
① 000	110	001	00
② 001	111	011	00
③ 011	000	000	10
④ 111	000	000	01
⑤ 110	011	111	00

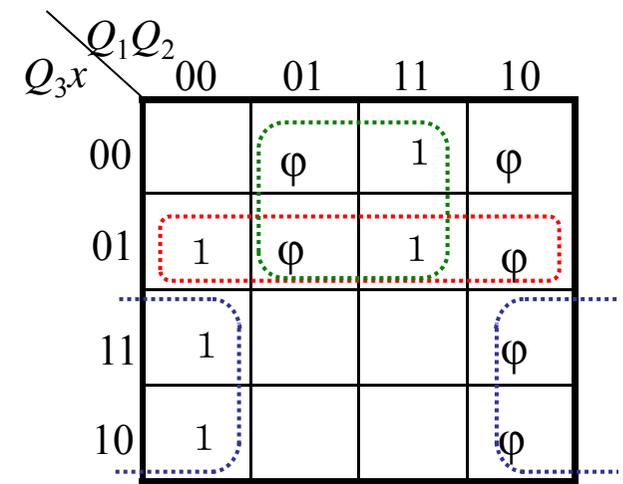
(010), (100), (101)が未定義。
 これらをドントケアとしてカルノー図
 を書くと・・・。



(a) Q_1'



(b) Q_2'



(c) Q_3'

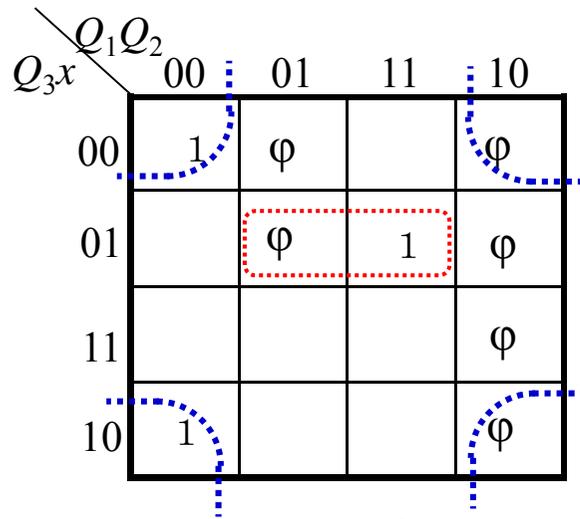
未定義の状態が使用できる場合

$$Q_1' = \overline{Q_2} \cdot \overline{x} + Q_2 \cdot \overline{Q_3} \cdot x$$

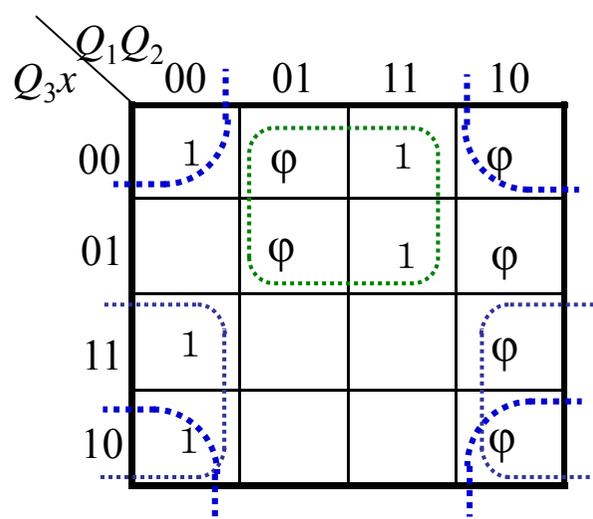
$$Q_2' = \overline{Q_2} \cdot \overline{x} + \overline{Q_2} \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \overline{Q_3}$$

$$Q_3' = \overline{Q_3} \cdot x + \overline{Q_2} \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \overline{Q_3}$$

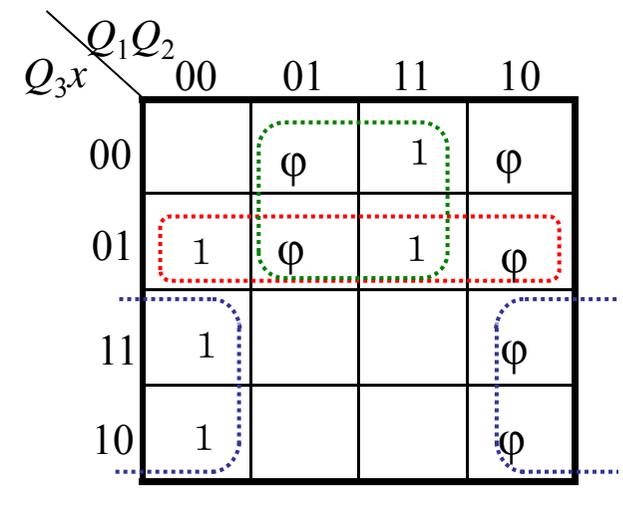
これ以外の取り方でもよい。



(a) Q_1'



(b) Q_2'



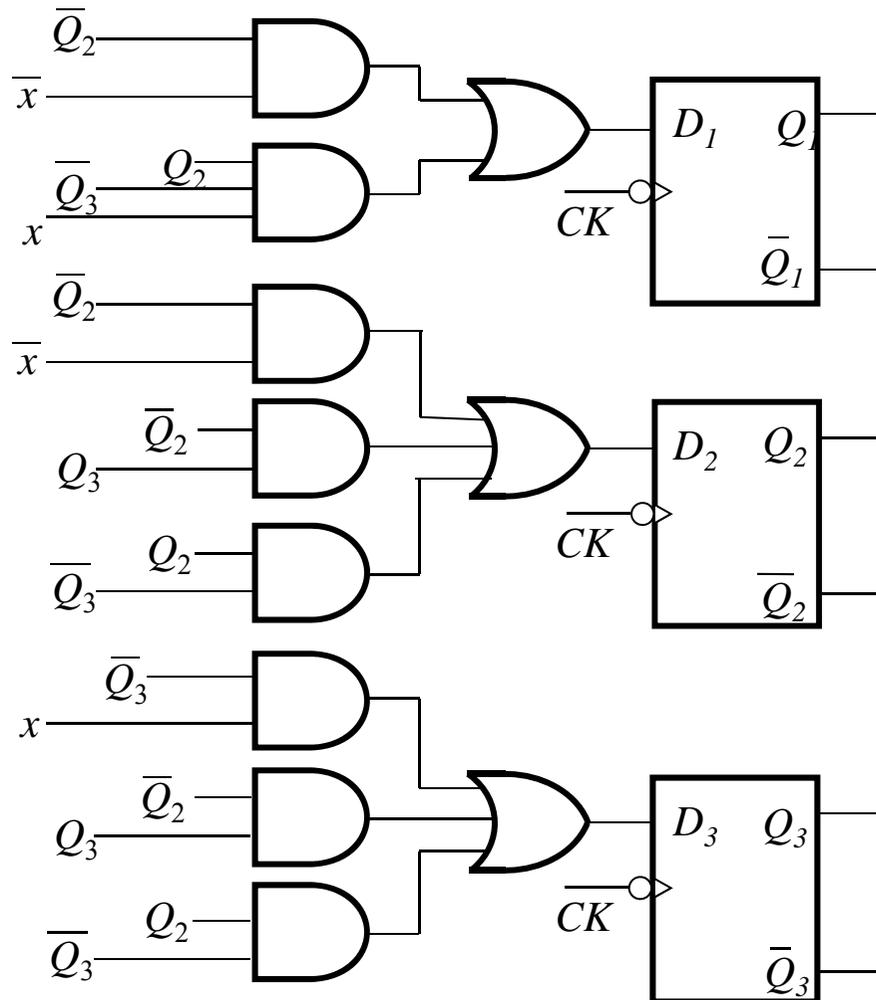
(c) Q_3'

未定義の状態が使用できる場合

$$Q_1' = \overline{Q_2} \cdot \overline{x} + Q_2 \cdot \overline{Q_3} \cdot x$$

$$Q_2' = \overline{Q_2} \cdot \overline{x} + \overline{Q_2} \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \overline{Q_3}$$

$$Q_3' = \overline{Q_3} \cdot x + \overline{Q_2} \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \overline{Q_3}$$

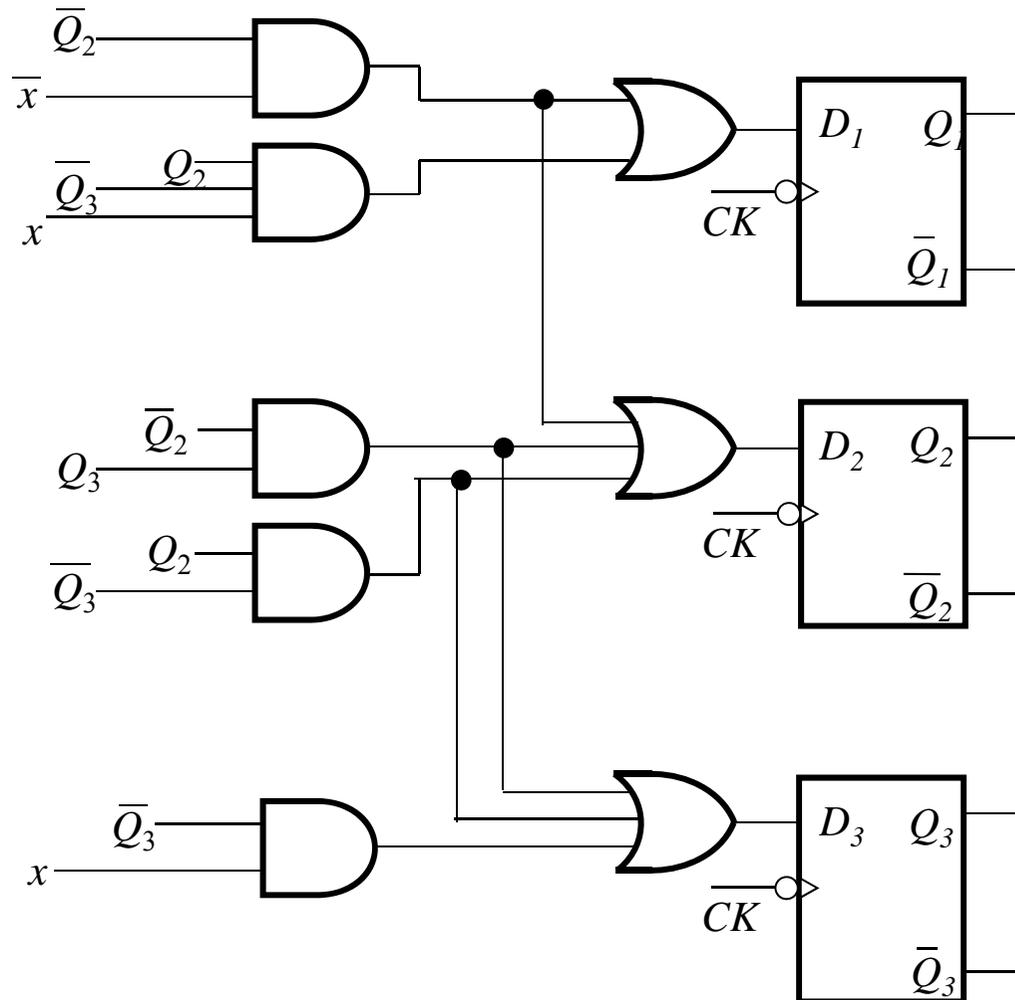


未定義の状態が使用できる場合

$$Q_1' = \bar{Q}_2 \cdot \bar{x} + Q_2 \cdot \bar{Q}_3 \cdot x$$

$$Q_2' = \bar{Q}_2 \cdot \bar{x} + \bar{Q}_2 \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \bar{Q}_3$$

$$Q_3' = \bar{Q}_3 \cdot x + \bar{Q}_2 \cdot Q_3 + Q_2 \cdot \bar{Q}_3$$



未定義の状態が使用できる場合

出力方程式

$$y = \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_2 \cdot Q_3 \cdot x$$

→ $y = \bar{Q}_1 \cdot Q_2 \cdot \bar{x} + Q_1 \cdot Q_3 \cdot x$

Q_3x \ Q_1Q_2	00	01	11	10
00		ϕ		ϕ
01		ϕ		ϕ
11			1	ϕ
10		1		ϕ

(a) y

