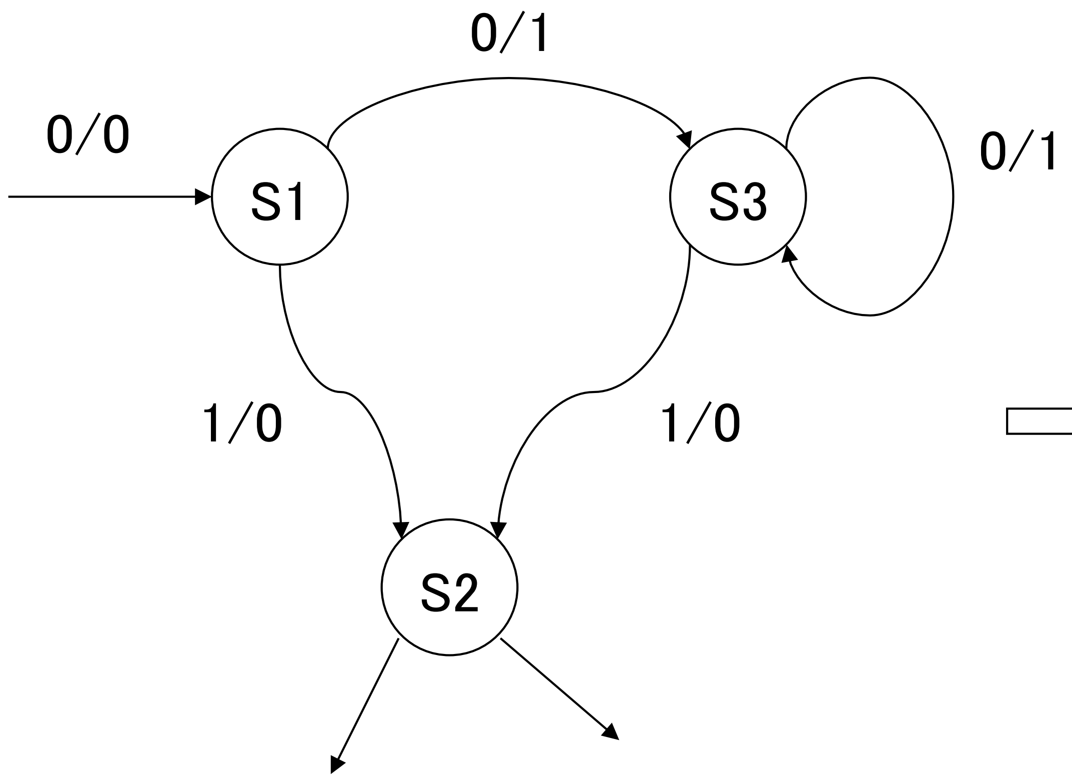
第7章「順序回路の応用」

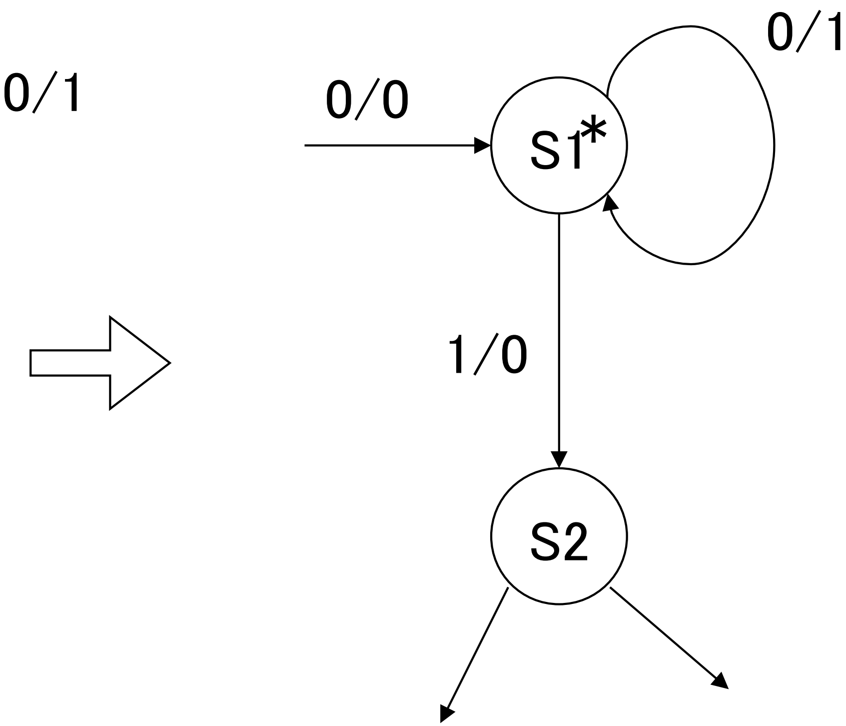
- 順序回路の設計方法
- 基本回路（レジスタ，カウンタ）

順序回路の設計手順

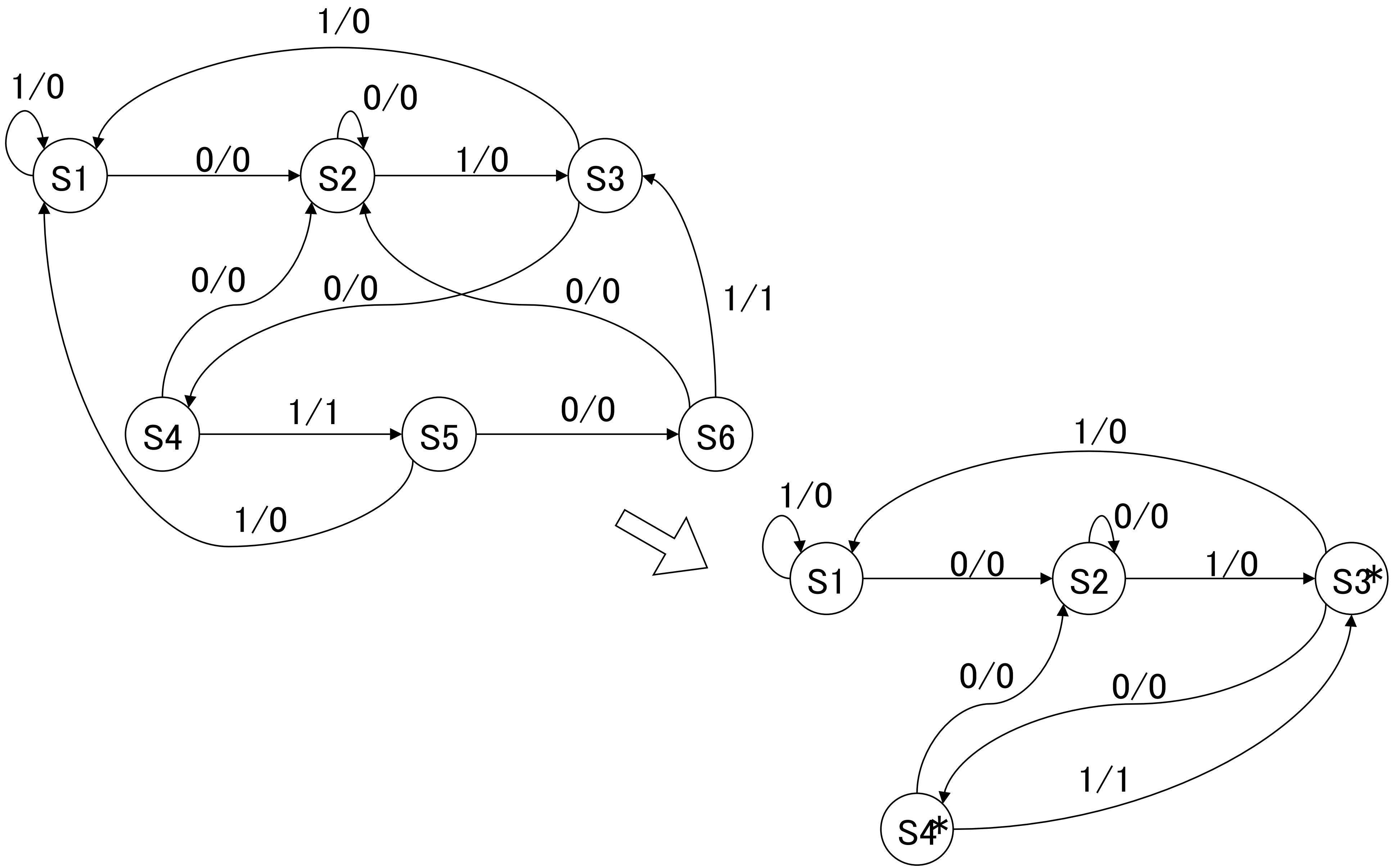
1. 仕様から状態遷移図を作成する
   - 遷移表と出力表も作成
2. 状態数を最小化
   - 前段階の作業と関係
3. 状態を符号化（状態割当て）
   - 符号化しだいで結果が変わる
4. 符号化に基づき，遷移表と出力表に対応する，出力変数関数と状態変数関数の真理値表を作成し，両関数を実現する組み合わせ回路を設計

状態数の最小化(例1)



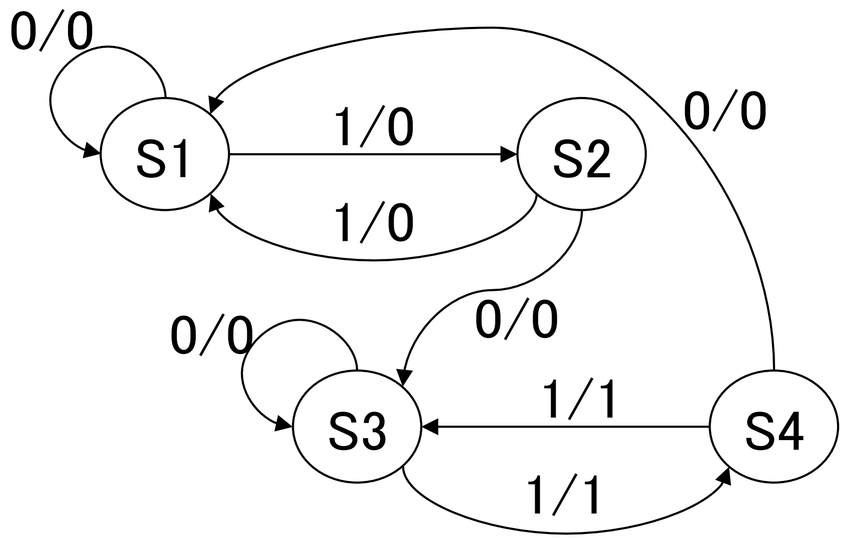


状態数の最小化(例2)


1/0
1/0
0/0
S1
0/0
S2
1/0
S3
0/0
0/0
0/0
1/1
S4
1/1
S5
0/0
S6
1/0
1/0
1/0
0/0
S1
0/0
S2
1/0
S3*
0/0
0/0
1/1
S4*

状態割当て

例）



全状態 = 4 = 2ビット

遷移表

	0	1
S1	S1	S2
S2	S3	S1
S3	S3	S4
S4	S1	S3

出力表

	0	1
S1	0	0
S2	0	0
S3	0	1
S4	0	1

真理値表の作成

a） S1→”00”, S2→”01”, S3→”11”, S4→”10”

遷移表

y_1y_2 \ x	0	1
00	00	01
01	11	00
11	11	10
10	00	11

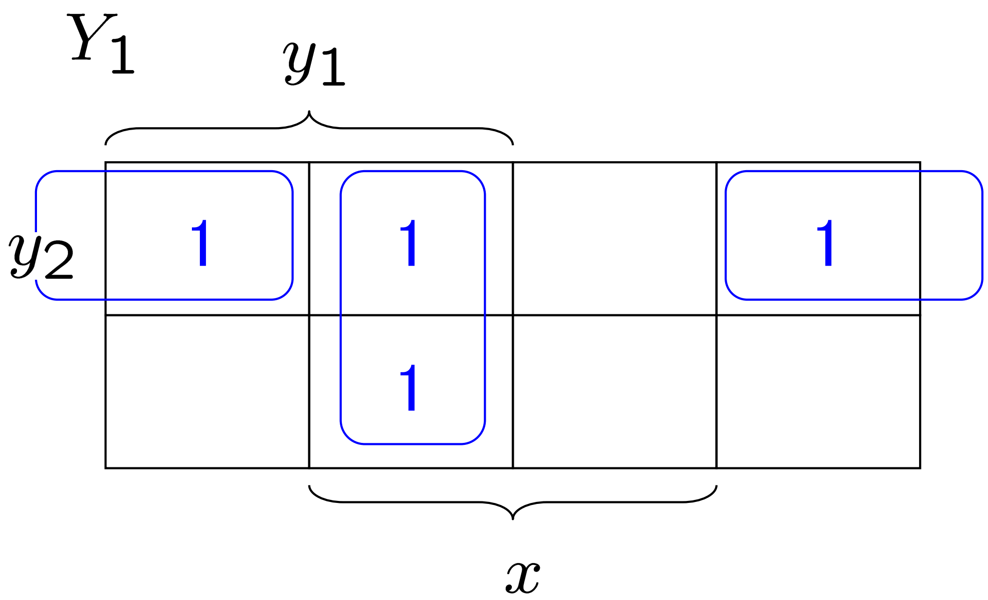
出力表

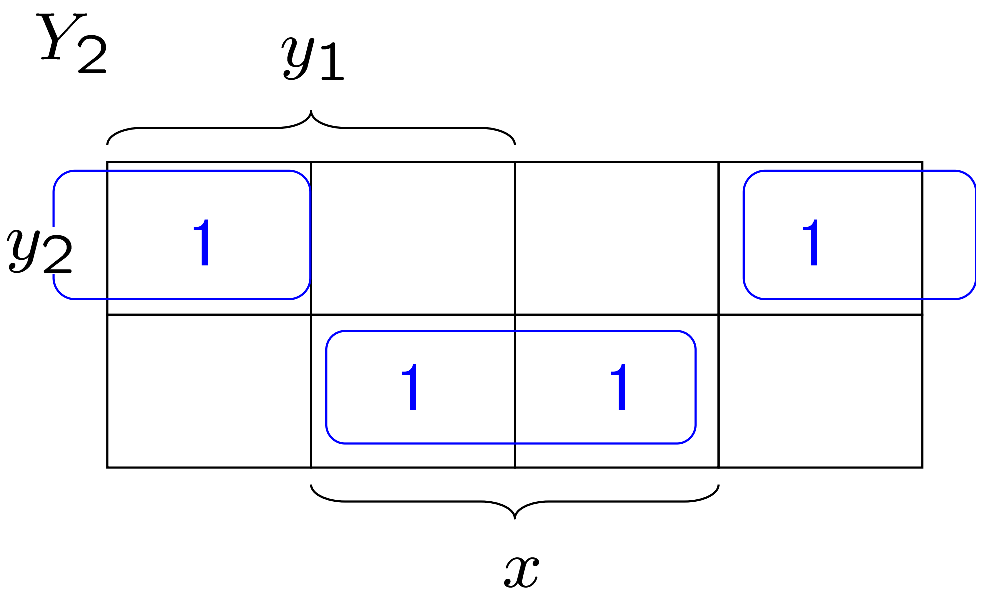
y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
01	0	0
11	0	1
10	0	1

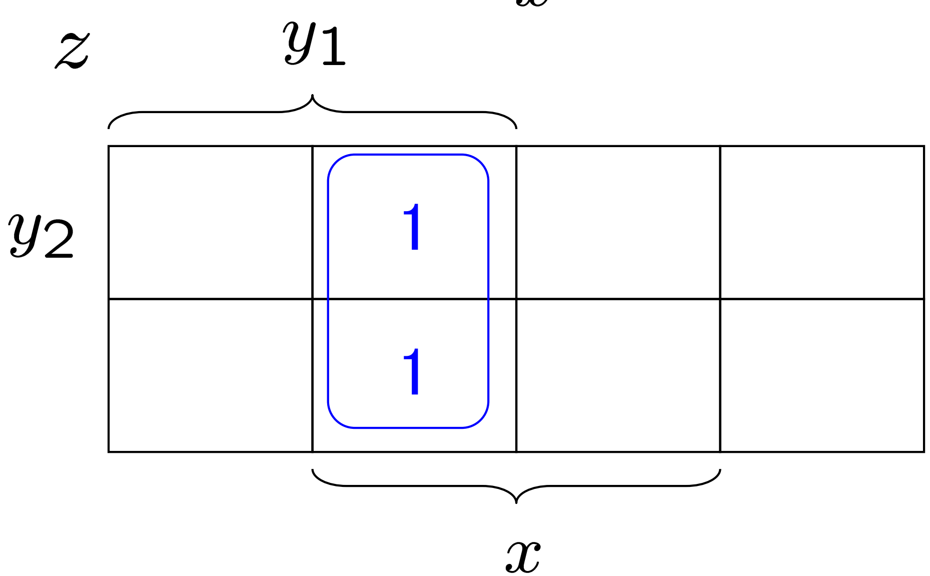
真理値表

現状態			次状態		
y1	y2	x	Y1	Y2	z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	1	0	1

回路化





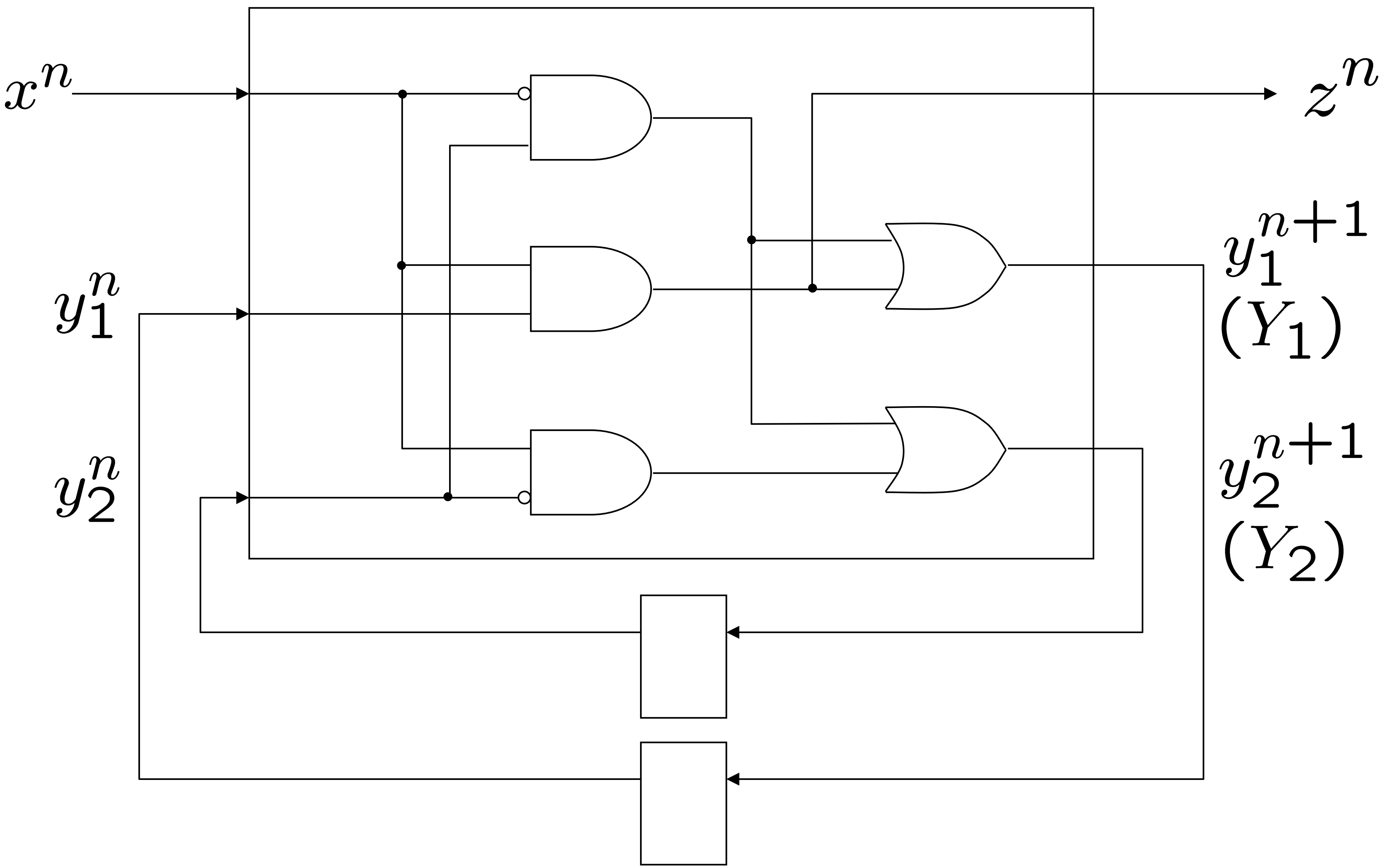


$$Y_1 = \bar{x}y_2 + xy_1$$

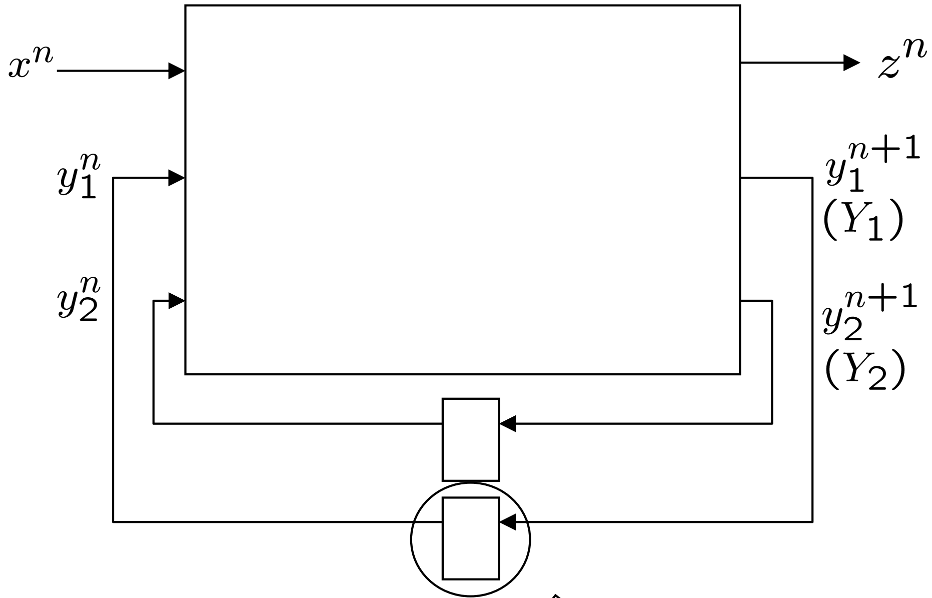
$$Y_2 = \bar{x}y_2 + x\bar{y}_2$$

$$z = xy_1$$

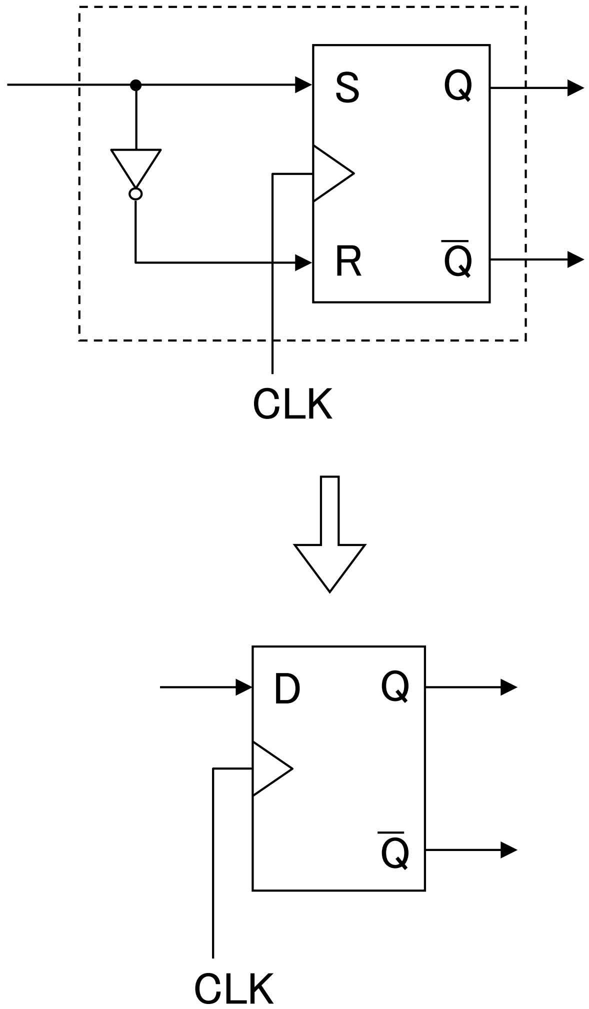
回路図



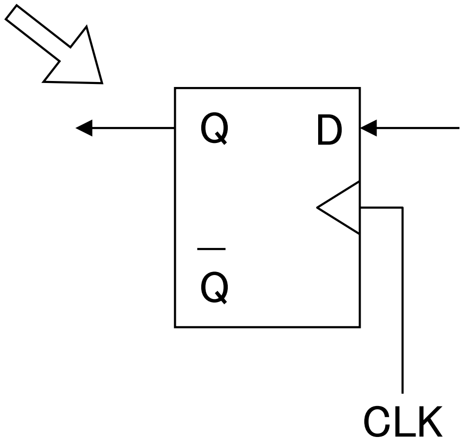
回路図(記憶回路)



D−FFのRS−FFによる構成法



1ビットにつき一つのD−FFを使用



D−FF

状態割当ての自由度

b） S1→”00”, S2→”11”, S3→”01”, S4→”10”

遷移表

y_1y_2 \ x	0	1
00	00	11
11	01	00
01	01	10
10	00	01

出力表

y_1y_2 \ x	0	1
00	0	0
11	0	0
01	0	1
10	0	1

真理値表

y1	y2	x	Y1	Y2	z
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0
1	1	1	0	0	0

カウンタ

・ クロック入力を0から数える

例）6進カウンタ：0, 1, 2, 3, 4, 5, 0, 1, 2, 3, 4, 5, ･･･

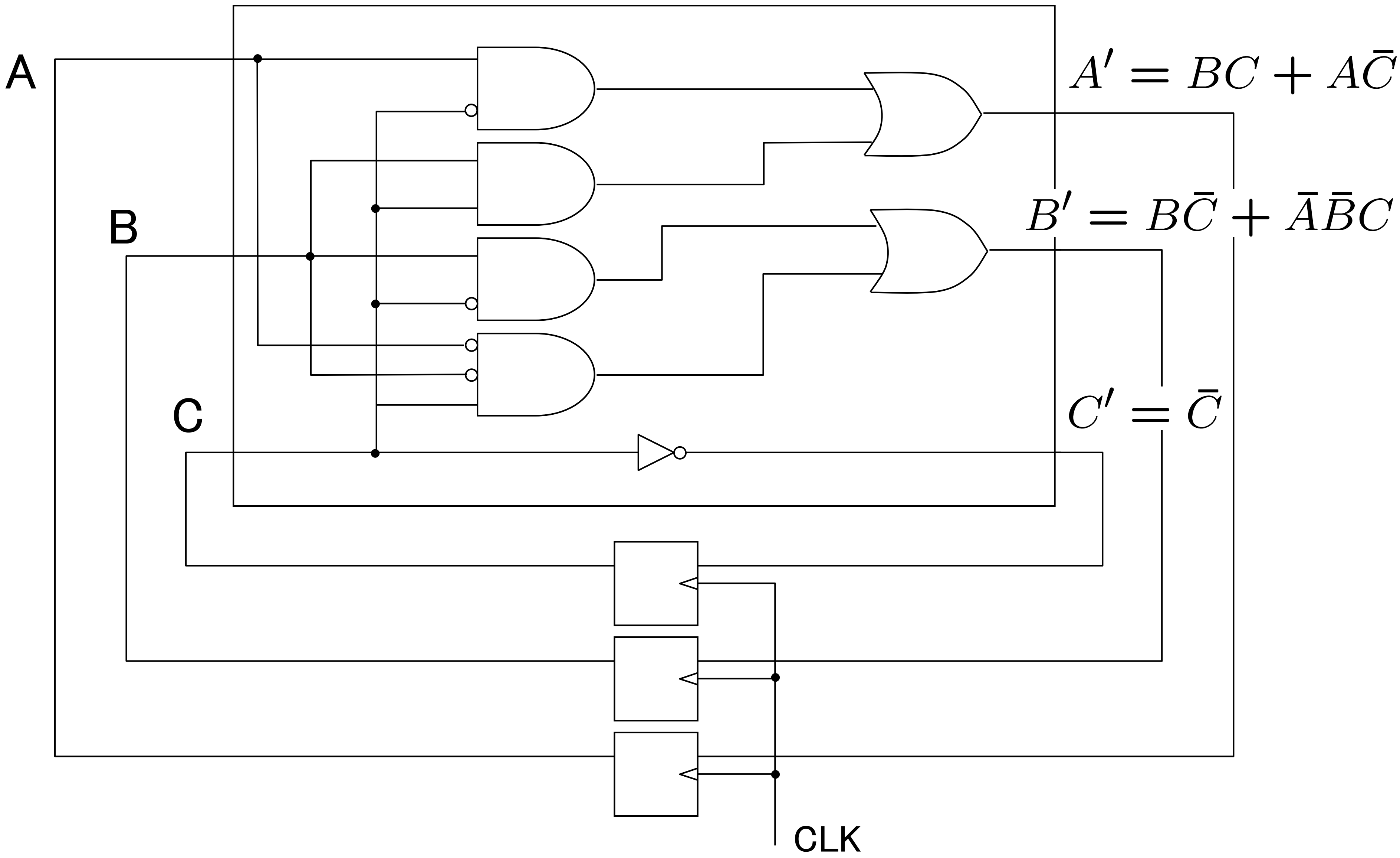
遷移表

現状態	次状態	出力 A	出力 B	出力 C
S1	S2	0	0	0
S2	S3	0	0	1
S3	S4	0	1	0
S4	S5	0	1	1
S5	S6	1	0	0
S6	S1	1	0	1

状態割当て済真理値表

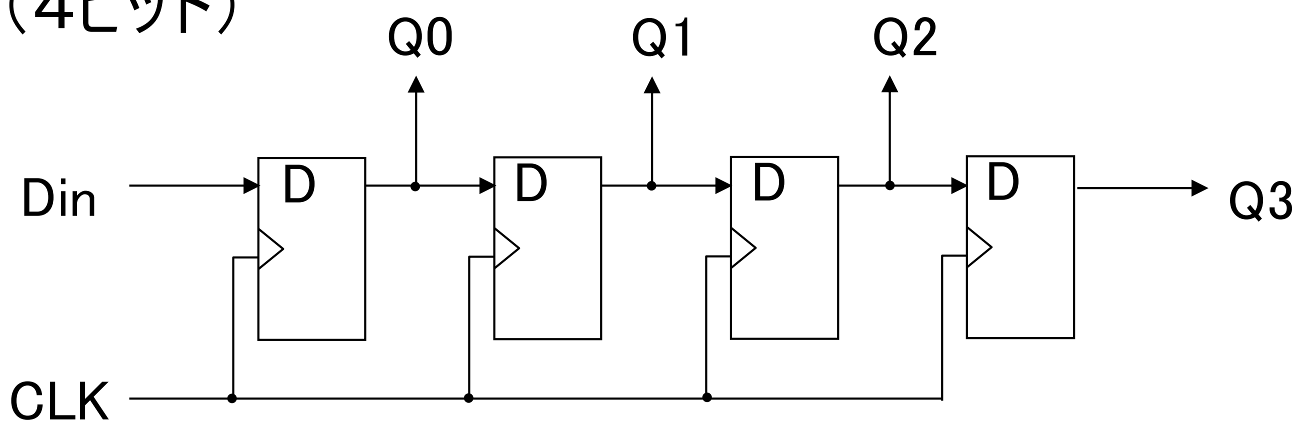
	現在			次		
	A	B	C	A’	B’	C’
S1	0	0	0	0	0	1
S2	0	0	1	0	1	0
S3	0	1	0	0	1	1
S4	0	1	1	1	0	0
S5	1	0	0	1	0	1
S6	1	0	1	0	0	0

カウンタ

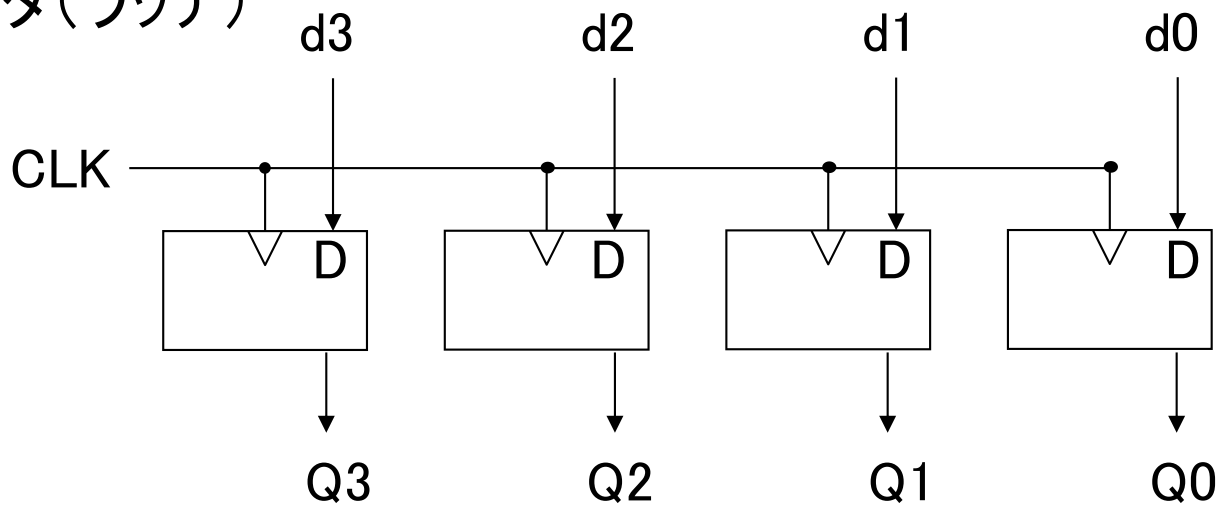


レジスタ

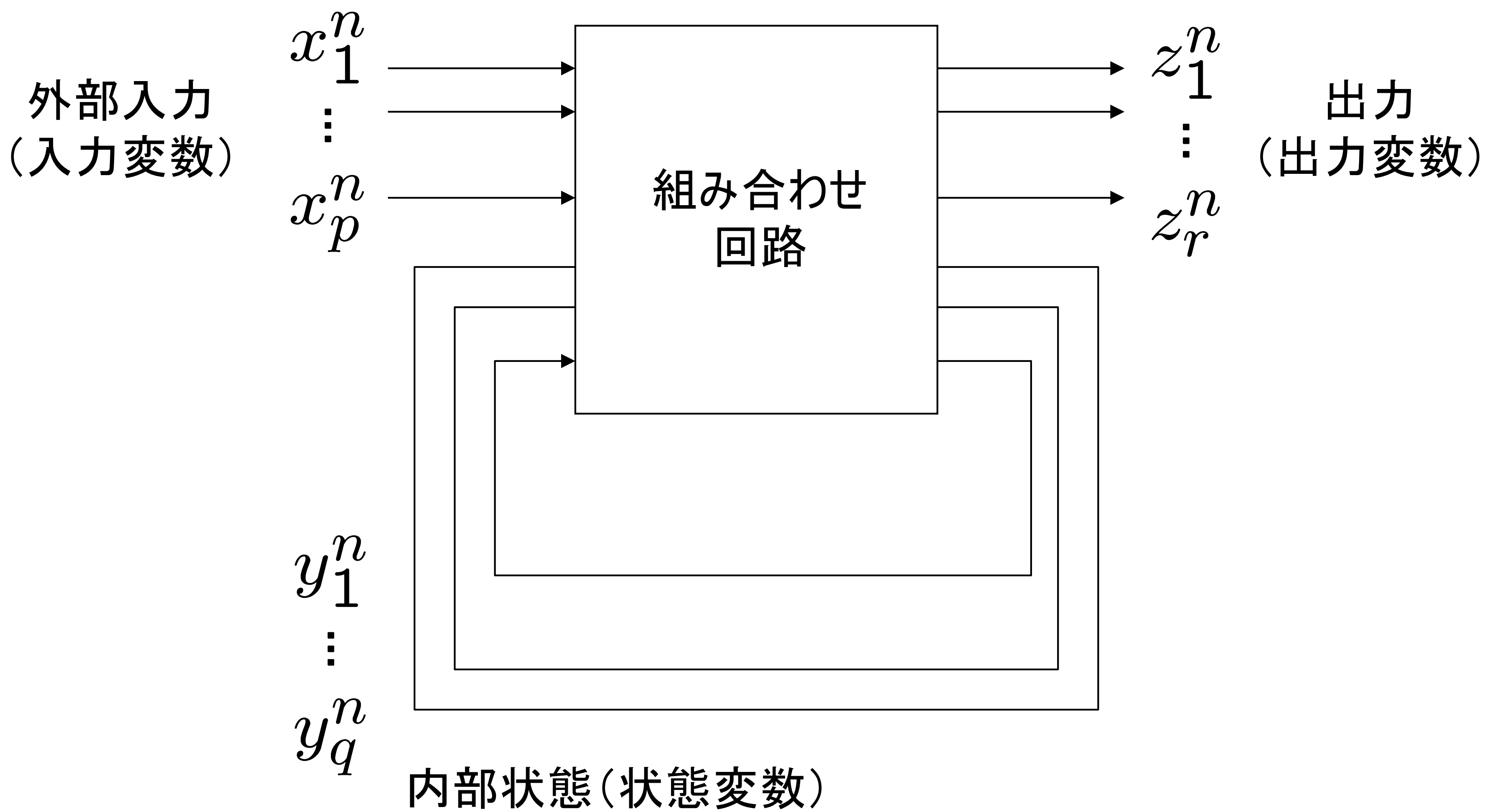
- シフトレジスタ（4ビット）



- 4ビットレジスタ（ラッチ）



非同期式順序回路(1)

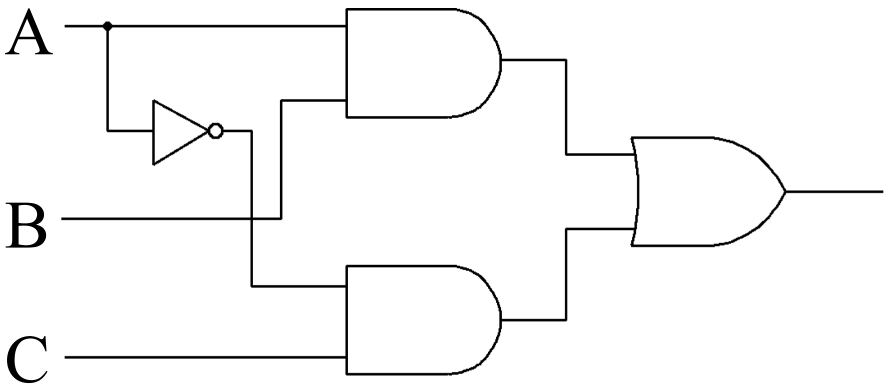


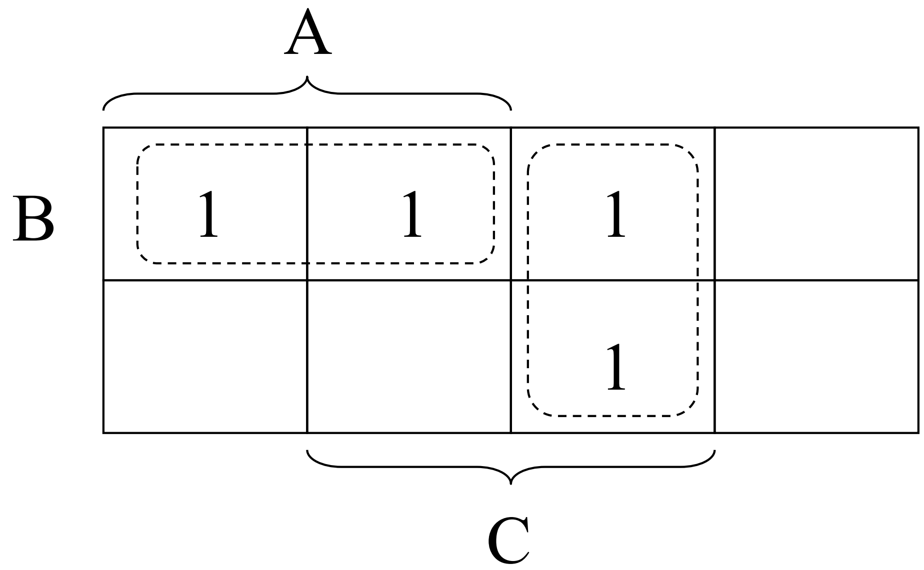
非同期式順序回路(2)

- 入力変数の変化により，状態が遷移する
  - 同時に2つ以上の入力変数が変化することはないとする
- 内部状態が変化しない状態を安定状態と呼ぶ
  - 永久に安定状態に入らない場合（例：発振）が有りうる（当然これを避けるように設計する）．
  - 安定状態における出力のみが意味をもつ

ハザード

$$f(A, B, C) = A\,B + \overline{A}\,C$$





$$(A, B, C) = (1, 1, 1)$$

$$(A, B, C) = (0, 1, 1)$$