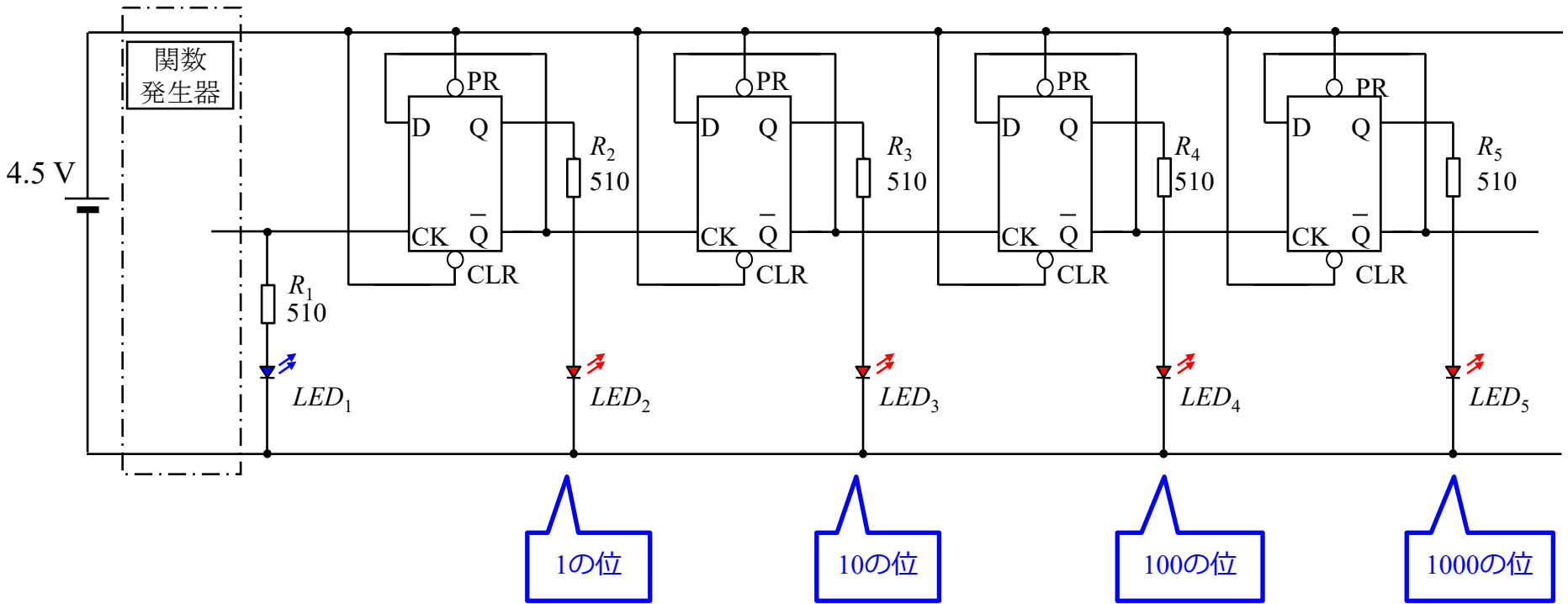


デジタル回路講義資料

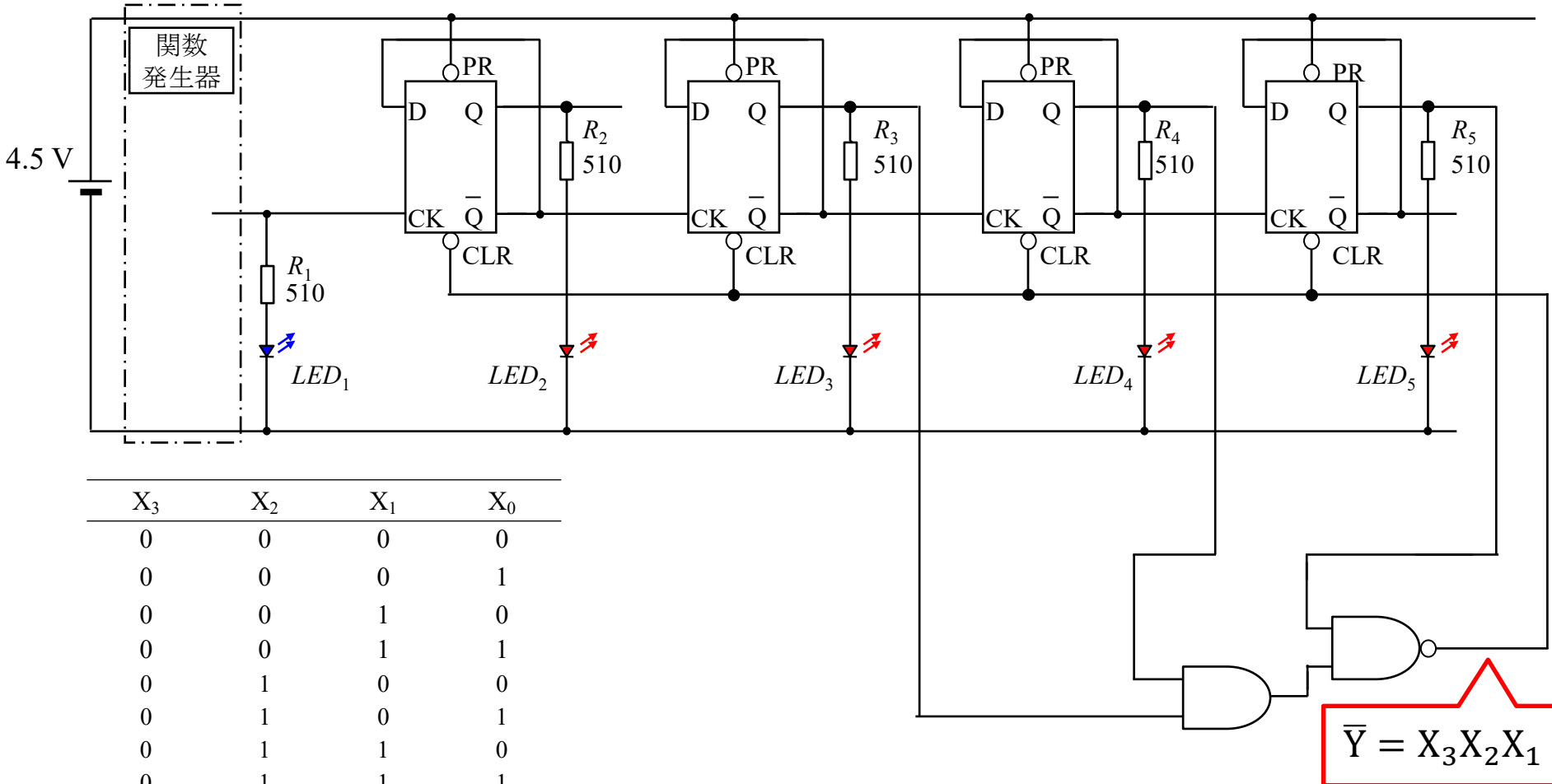
第10回 同期式 n 進カウンタ

担当：古橋武

STEP9 製作課題解答 非同期式16進カウンタを製作せよ.



STEP9 レポート課題解答 14進非同期式カウンタ



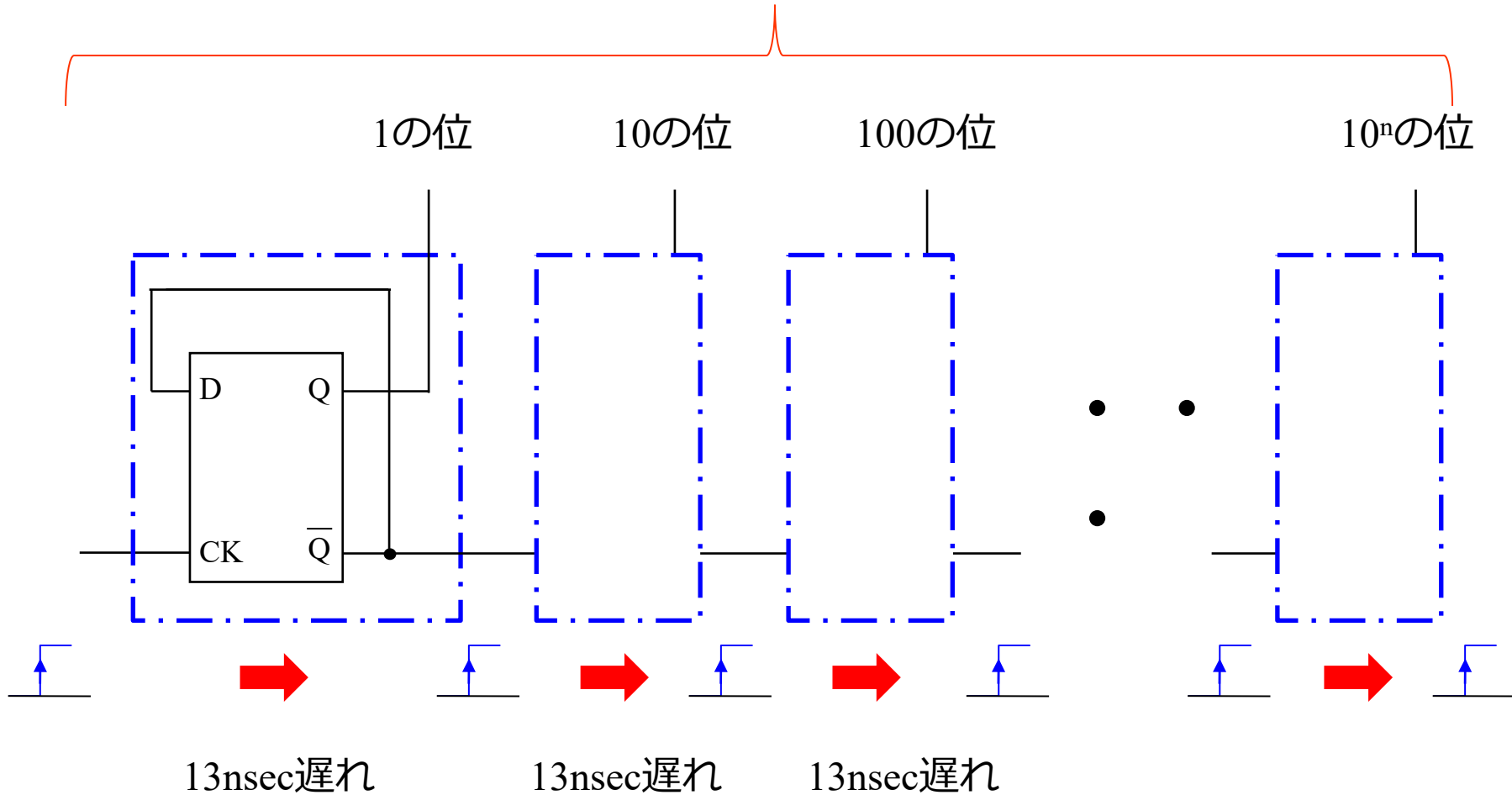
X_3	X_2	X_1	X_0
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	0	1
1	1	1	0

出力に14が出ると直ちにCLR (CLR に0を入力する) してしまえばよい。
 $\bar{Y} = X_3X_2X_1$

$\bar{Y} = X_3X_2X_1$

非同期式カウンタの問題点

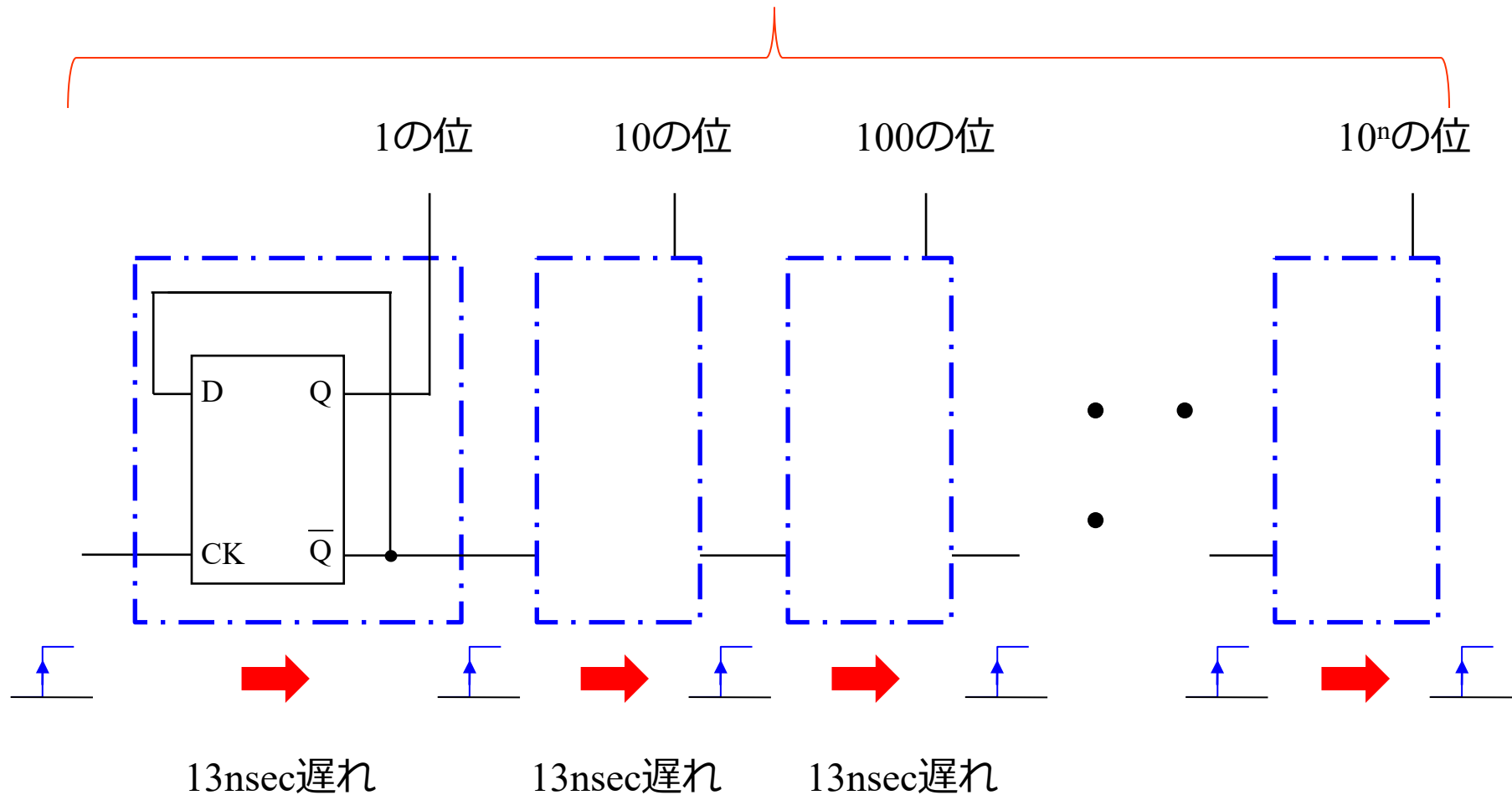
16ビットカウンタでは最大 $16 \times 13\text{nsec} \approx 200\text{nsec}$ の遅れとなる。



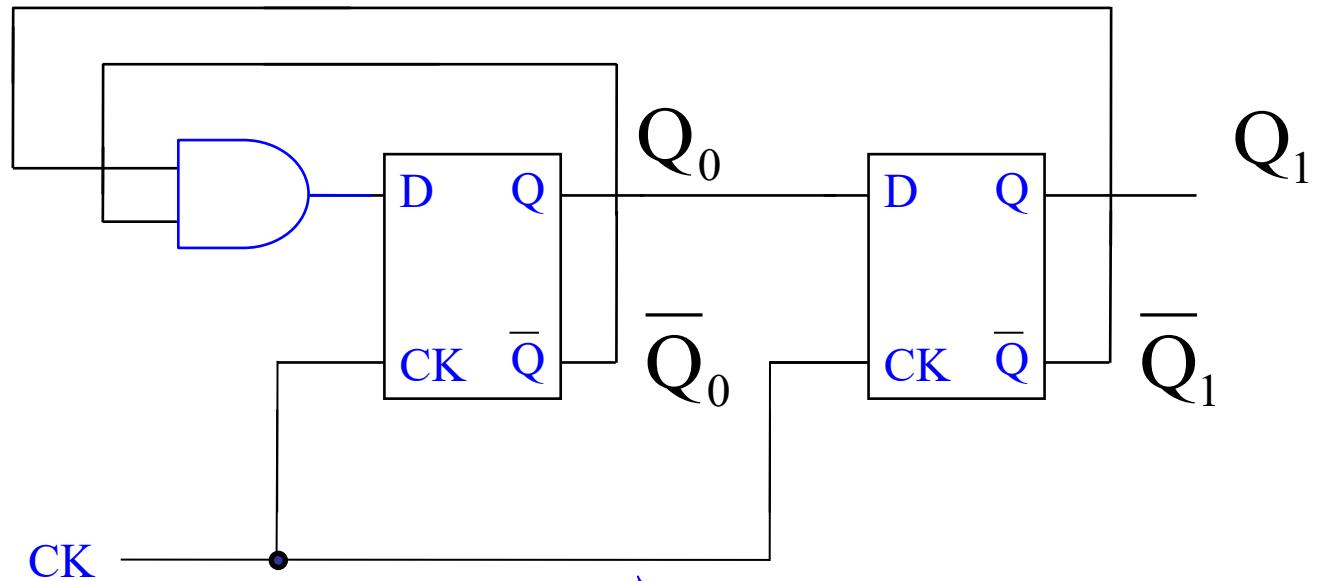
非同同期式カウンタの問題点

16ビットカウンタでは最大 $16 \times 13\text{nsec} \approx 200\text{nsec}$ の遅れとなる。

→ $1/200\text{nsec} = 5\text{ MHz}$



同期式3進カウンタ



真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

どちらのフリップフロップにも同時にクロックが入る. 出力は

全体で13[nsec]

しか遅れない.

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

のカウンタ出力が
こうであったとする。

入った後に
なるべきカウンタの出力

3進なので、2まで数えた
にもどって欲しい。

3進カウンタに
ので、ここは1でも0でも
カウンタの機能には関係
ない。
と呼ぶ。

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

現在のカウンタ出力が
こうであったとする。

入った後に
なるべきカウンタの出力

3進なので、2まで数えた
にもどって欲しい。

3進カウンタに

ので、ここは1でも0でも
カウンタの機能には関係
ない。

と呼ぶ。

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

現在のカウンタ出力が
こうであったとする。

クロックが入った後
なるべきカウンタの出力

3進なので、2まで数えた
にもどって欲しい。

3進カウンタに

ので、ここは1でも0でも
カウンタの機能には関係
ない。

と呼ぶ。

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

現在のカウンタ出力

クロックが入った後になるべきカウンタ出力

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1		
1	0		
1	1		

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

現在のカウンタ出力

クロックが入った後になるべきカウンタ出力

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0		
1	1		

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1		

現在のカウンタ出力

クロックが入った後になるべきカウンタ出力

3進なので、2まで数えた
次の出力は0
にもどって欲しい。

同期式カウンタ

3進カウンタの設計

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

現在のカウンタ出力

クロックが入った後になるべきカウンタ出力

3進なので、2まで数えた次の出力は0にもどって欲しい。

3進カウンタに11の出力は無いので、ここは1でも0でもカウンタの機能には関係ない。ドントケア (Don't Care) と呼ぶ。

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力 Y_0 のカルノー図

	0	1
0		
1		

$$Y_0 =$$

出力 Y_1 のカルノー図

	0	1
0		
1		

$$Y_1 =$$

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力 Y_0 のカルノー図

		Q_0	
		0	1
Q_1	0		
	1		

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力 Y_0 のカルノー図

		Q_0	
		0	1
Q_1	0	1	
	1		

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力 Y_0 のカルノー図

		Q_0	
		0	1
Q_1	0	1	0
	1	0	*

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

出力 Y_0 のカルノー図

		Q_0	
		0	1
Q_1	0	1	0
	1	0	*

真理値表

Q ₁	Q ₀	Y ₁	Y ₀
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力Y₀のカルノー図

		Q ₁	
		0	1
Q ₀	0	1	0
	1	0	*

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

出力Y₁のカルノー図

		Q ₀	
		0	1
Q ₁	0	0	1
	1	0	1

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

出力 Y_0 のカルノー図

Q_1

		0	1
Q_0	0	1	0
	1	0	*

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

出力 Y_1 のカルノー図

Q_0

		0	1
Q_1	0	0	1
	1	0	*

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

$$Y_1 = Q_0$$

出力 Y_0 のカルノー図

Q_1

		0	1
Q_0	0	1	0
	1	0	*

$$Y_0 = \overline{Q_1} \overline{Q_0}$$

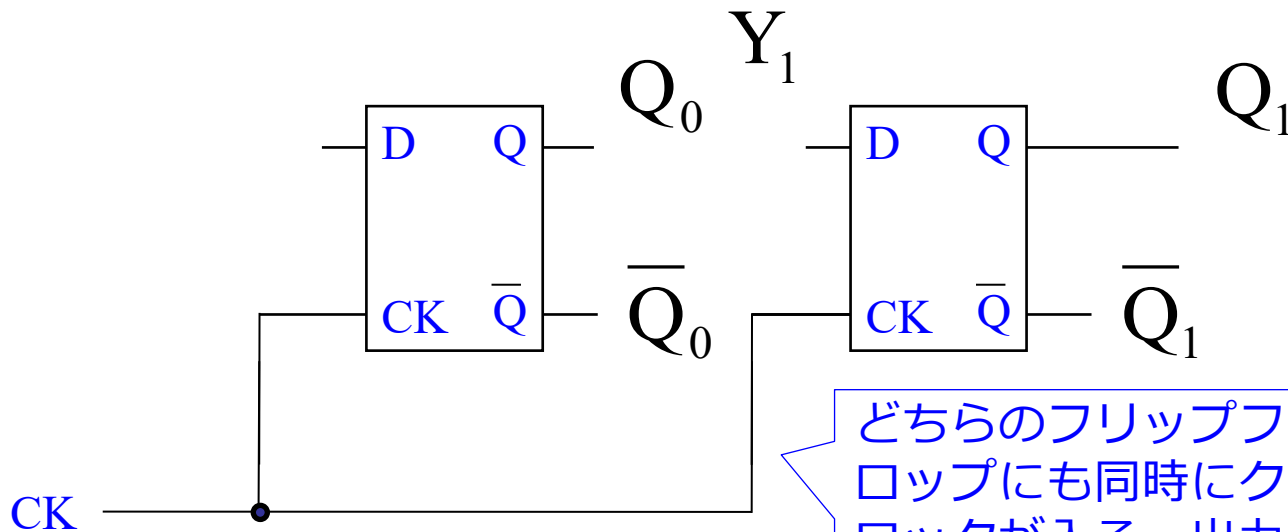
出力 Y_1 のカルノー図

Q_0

		0	1
Q_1	0	0	1
	1	0	*

3進カウンタ

現在のカウンタ出力から次のクロックが入った後のカウンタ出力を求めて、それをD入力とする。



どちらのフリップフロップにも同時にクロックが入る。出力は全体で10[nsec]しか遅れない。

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

Y_0	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
	1	*

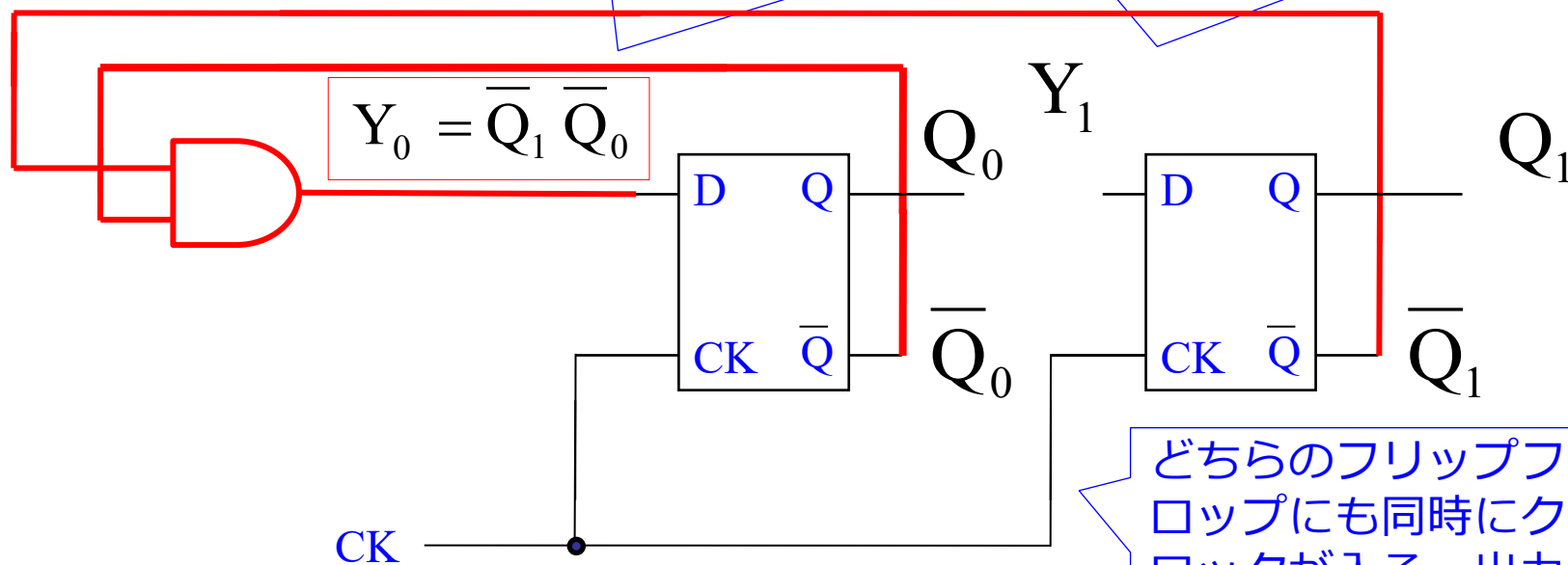
$$Y_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$$

Y_1	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
	1	*

$$Y_1 = Q_0$$

3進カウンタ

現在のカウンタ出力から次のクロックが入った後のカウンタ出力を求めて、それをD入力とする。



どちらのフリップフロップにも同時にクロックが入る。出力は全体で10[nsec]しか遅れない。

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

Y_0	Q_0
	0 1
0	1
1	0 *

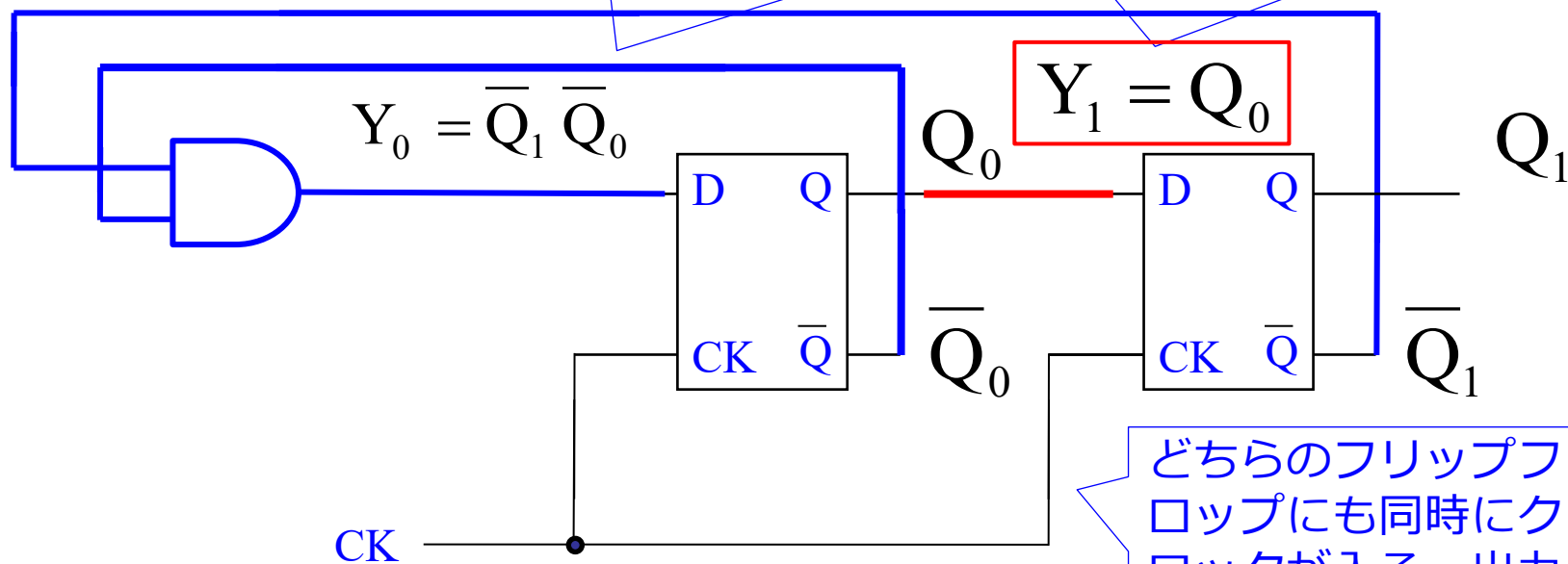
$$Y_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$$

Y_1	Q_0
	0 1
0	1
1	0 *

$$Y_1 = Q_0$$

3進カウンタ

現在のカウンタ出力から次のクロックが入った後のカウンタ出力を求めて、それをD入力とする。



$$Y_1 = Q_0$$

$$Y_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$$

どちらのフリップフロップにも同時にクロックが入る。出力は全体で10[nsec]しか遅れない。

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	1	*	*

Y_0	Q_0
	0 1
0	1 0
1	0 *

$$Y_0 = \bar{Q}_1 \bar{Q}_0$$

Y_1	Q_0
	0 1
0	0 1
1	0 *

$$Y_1 = Q_0$$

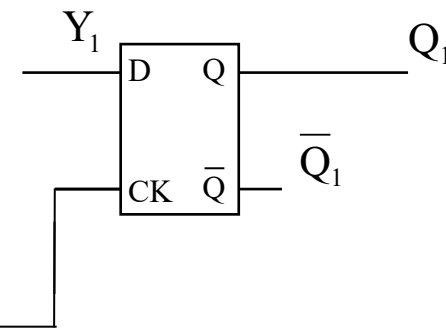
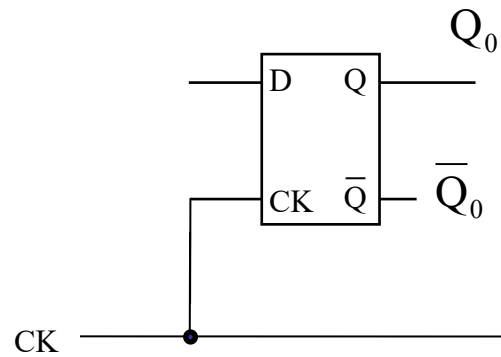
例題：同期式4進カウンタを設計せよ

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

Y_0	Q_0	
	0	1
0		
1		

Y_1	Q_0	
	0	1
0		
1		



例題：同期式4進カウンタを設計せよ

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

Y_0	Q_0	Y_1	Q_0	
	0	1	0	1
0			0	
1			1	



例題：同期式4進カウンタを設計せよ

真理値表

Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

Y_0	Q_0	Y_1	Q_1
	0	0	0
	1	1	0
0	1	0	0
1	1	0	0

$$Y_0 = \overline{Q_0}$$



例題：同期式4進カウンタを設計せよ

真理値表

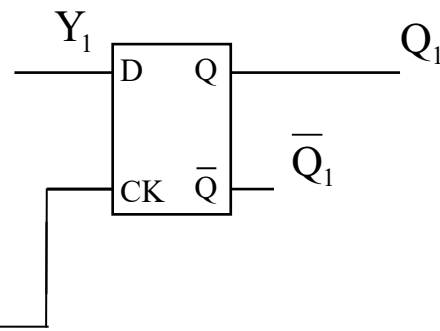
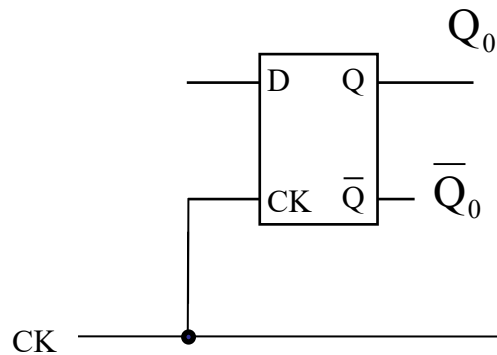
Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

Y_0	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
0	1	0
1	1	0

Y_1	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
0	0	1
1	1	0

$$Y_0 = \bar{Q}_0$$

$$Y_1 = Q_1 \bar{Q}_0 + \bar{Q}_1 Q_0$$



例題：同期式4進カウンタを設計せよ

真理値表

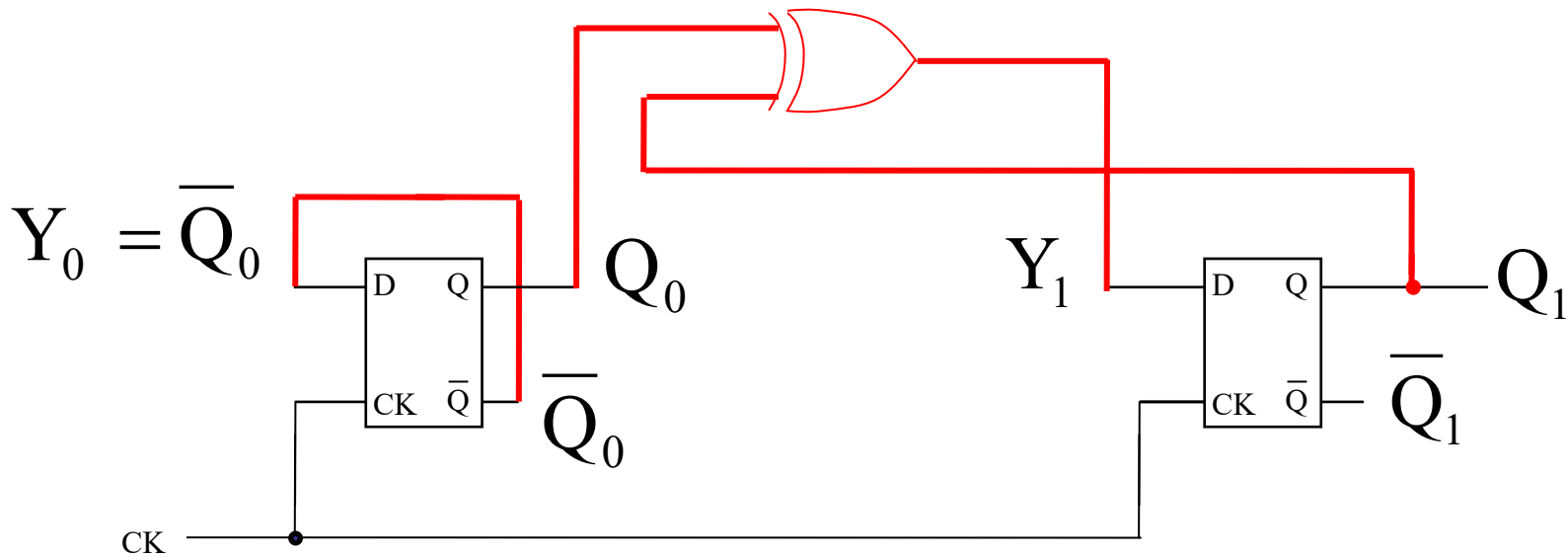
Q_1	Q_0	Y_1	Y_0
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	1	1
1	1	0	0

Y_0	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
0	1	1
1	0	0

$$Y_0 = \overline{Q_0}$$

Y_1	Q_0	
	0	1
Q_1	0	1
0	0	1
1	1	0

$$Y_1 = Q_1 \overline{Q_0} + \overline{Q_1} Q_0$$



STEP10 製作課題

以下の同期式カウンタを設計・製作せよ。真理値表，カルノー図，設計回路を紙に書いて，製作課題とともにT Aに提出してチェックを受けること。

9桁の学籍番号が奇数の学生は，5進カウンタを設計・製作せよ。

9桁の学籍番号が偶数の学生は，6進カウンタを設計・製作せよ。

ヒント

6進カウンタでは，右のようなくくり方が論理回路の簡単化に効果がありそう。

		X_1X_0			
		00	01	11	10
Y_1	0	0	1	0	1
	1	0	0	*	*

ビデオ(5進カウンタ)

http://mybook-pub-site.sakura.ne.jp/digital_circuit/Exercise12/Exercise12.mp4

STEP10 レポート課題

7進の同期式カウンタを設計せよ。真理値表，カルノー図，設計回路を提出せよ。

(ボーナス課題) このカウンタ回路を製作してTAのチェックを受けければ，+1点とする。真理値表，カルノー図，設計回路を紙に書いて，製作課題とともにTAに提出してチェックを受けること。
(締め切り：次回の講義開始まで)