

## 論理回路基礎 (第7回)

坂井 修一

東京大学大学院 情報理工学系研究科 電子情報学専攻  
東京大学 工学部電気工学科

- ・ 講義の概要と予定
- ・ フリップフロップ(2)

## 講義の概要と予定

1. デジタル回路入門
2. 論理演算
3. 組み合わせ回路の構成法
4. 組合せ回路の実例
5. フリップフロップ
6. 基本的な順序回路
7. 一般的な順序回路
8. 論理回路の実現
9. 記憶回路
10. デジタル回路から電子計算機へ

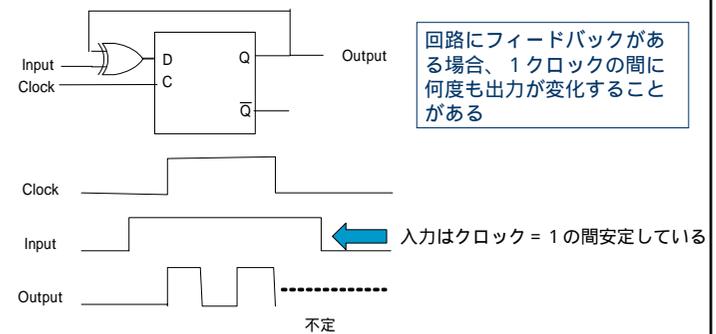
休講: 12月2日、試験: 3月3日(予定)

## 5. フリップフロップ(Flip Flop, FF)(復習)

- フリップフロップ = 1 bitの状態をもつ回路
- フリップフロップの分類
  - 非同期型(ラッチ, latch)
    - 入力を与えられるとただちに出力が変化する
      - ・ SRラッチ(非同期SRフリップフロップ)
      - ・ Dラッチ(非同期Dフリップフロップ)
  - 同期型(狭義のフリップフロップ)
    - クロック(矩形波)が生じた時点の入力にだけ出力が影響を受ける
      - ・ SRフリップフロップ
      - ・ Dフリップフロップ
      - ・ JKフリップフロップ
      - ・ Tフリップフロップ

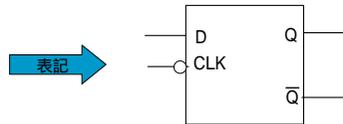
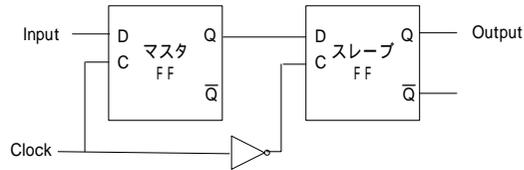
## フリップフロップの問題点

### ■ 発振



## 5.6 マスタスレーブ方式

1 クロックの間にかかる状態遷移と出力の変化を1度だけにして発振を防ぐ

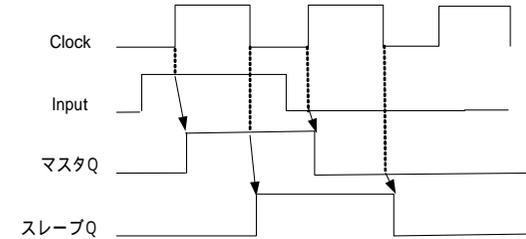


マスタスレーブ型Dフリップフロップ

論理回路基礎

東大・坂井

## マスタスレーブ形FFの動作



スレーブゲートが閉じる  
 マスタゲートが開き、マスタFFに入力値が取り込まれる  
 マスタゲートが閉じ、FFの内容がこのときの値に決まる  
 スレーブゲートが開き、マスタFFの内容がスレーブFFに移る

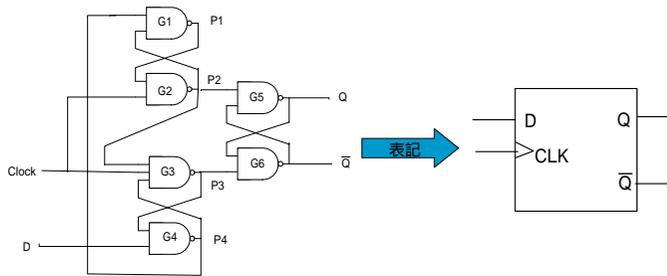
注意：通常この形のFFは、CLKの立ち上げ～立ち下げまで入力値を変えないようにしている

論理回路基礎

東大・坂井

## 5.7 エッジトリガ(edge trigger)方式

- マスタスレーブ形の問題点: クロックの「山の幅」分の遅延がFFの中で生じる



エッジトリガ型Dフリップフロップ

原理： クロックの立ち上(下)がりで値が確定するFF

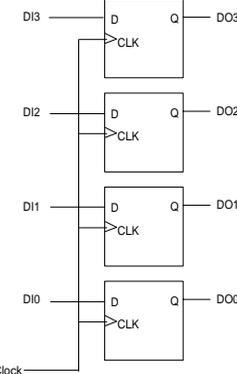
遅延は信号の変化時間だけで、クロックの山の幅には関係しない

論理回路基礎

東大・坂井

## 5.8 レジスタ(置数器、register)

- 情報を一時蓄える回路。フリップフロップを必要なビット数だけ組み合わせて実現する

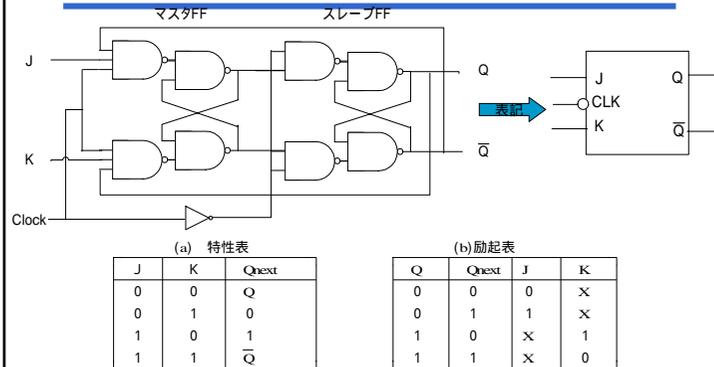


CLKの立ち上がりで、Nビットのデータを取り込み、これを出力する

論理回路基礎

東大・坂井

## 5.9 JKフリップフロップ



(a) 特性表

J	K	Q <sub>next</sub>
0	0	Q
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}$

(b) 励起表

Q	Q <sub>next</sub>	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

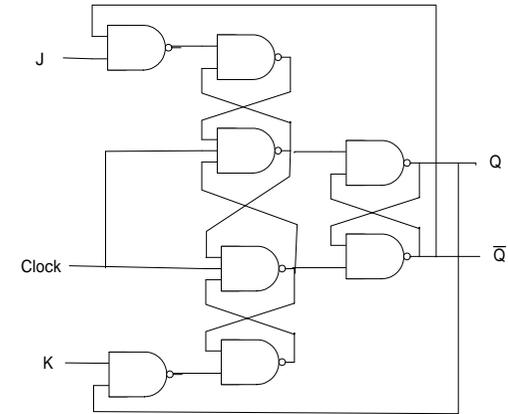
Xは、0でも1でもよい

- SR-FFとほぼ同じだが、入力が(1,1)のとき、**状態が反転**する
- マスタースレーブ型またはエッジトリガ型となる

論理回路基礎

東大・坂井

## エッジトリガ型JKフリップフロップ



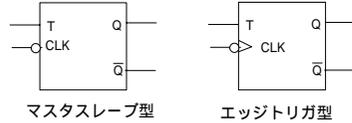
論理回路基礎

東大・坂井

## 5.10 Tフリップフロップ

### ■ T: toggle (trigger)

- JKフリップフロップの入力JとKとともにTを入力したもの



マスタースレーブ型

エッジトリガ型

(a) 特性表

T	Q <sub>next</sub>
0	Q
1	$\bar{Q}$

(b) 励起表

Q	Q <sub>next</sub>	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

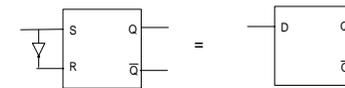
- Tが1のとき、**状態が反転**する

- マスタースレーブ形T-FF、エッジトリガ形T-FFがある

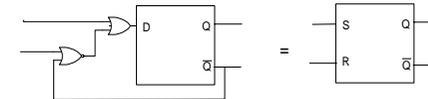
論理回路基礎

東大・坂井

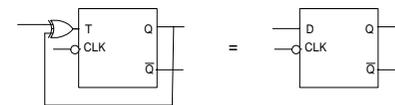
## 5.11 フリップフロップの変換



(a) SRラッチとDラッチ



(b) DラッチとSRラッチ



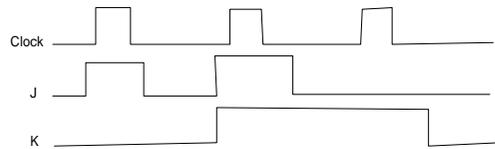
(c) TフリップフロップとDフリップフロップ (マスタースレーブ型)

論理回路基礎

東大・坂井

## 問題

1. エッジトリガ型D-FF、エッジトリガ型JK-FFの動作を確認せよ
2. マスタスレーブ型JKフリップフロップの動作を、下の入力に対して確認せよ



3. 次のフリップフロップの変換を、図を書いて行え。
  - (1)SRフリップフロップを使ってJKフリップフロップを実現(マスタスレーブ型、以下同様)
  - (2)Tフリップを使ってJKフリップフロップを実現
  - (3)JKフリップフロップを使ってSRフリップフロップを実現)
  - (4)JKフリップフロップを使ってDフリップフロップを実現
  - (5)Dフリップフロップを使ってJKフリップフロップを実現
  - (6)Dフリップフロップを使ってTフリップフロップを実現