

論理回路基礎 (第8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
- ・ 基本的な順序回路

講義の概要と予定

1. デジタル回路入門1
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

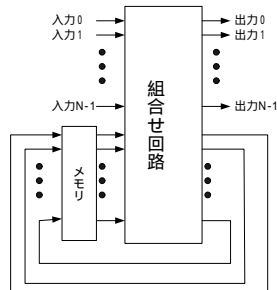
休講: 12月2日 試験: 3月3日(予定)

6. 基本的な順序回路

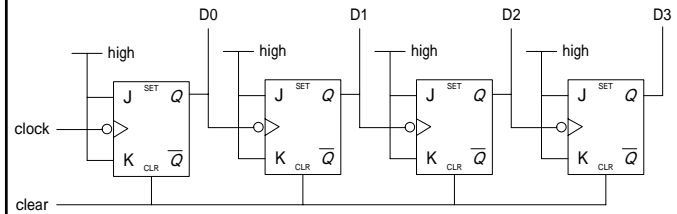
6.1 順序回路とは

状態をもつ論理回路のこと。フリップフロップを含む

- 組合せ回路: 入力 出力
- 順序回路: (入力, 状態) (出力, 次の状態)



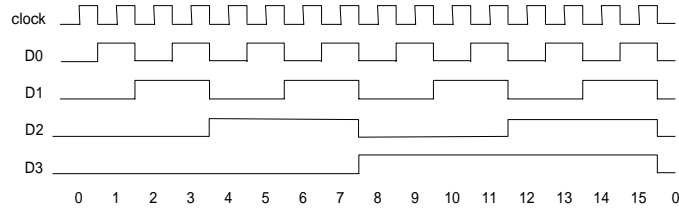
6.2 非同期カウンタ (asynchronous counter)



エッジトリガ形JK-FF: クロックの立ち下がりで値が反転する
一つ右のFFは周期が2倍の動作をする
カウンタになる (アップカウンタ)

非同期カウンタの動作

■ タイミングチャート

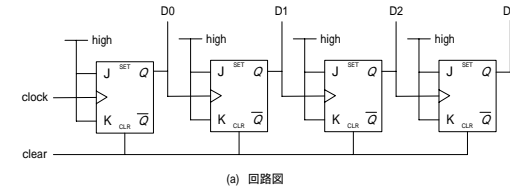


論理回路基礎

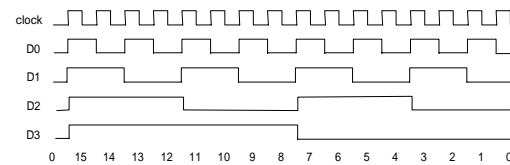
東大・坂井

非同期ダウンカウンタ

■ 降順に数を生成するカウンタ



(a) 回路図



(b) タイミング図

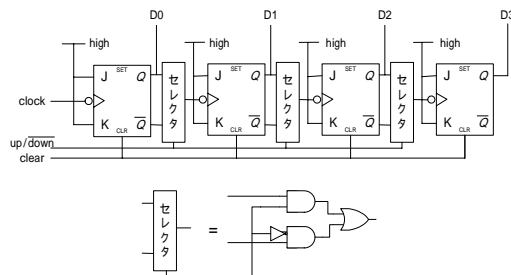
各段のクロックの入力をQではなく、 \bar{Q} にすればよい

論理回路基礎

東大・坂井

非同期アップダウンカウンタ

■ 制御信号によって昇順・降順を変えられるカウンタ



コントロール端子： H=アップ、L=ダウン

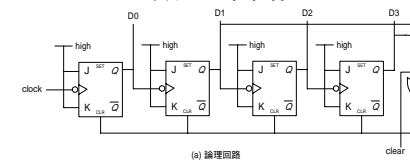
JK-FFの間は、2チャンネルマルチプレクサの回路が入る

論理回路基礎

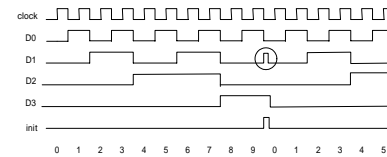
東大・坂井

N進(N = 2べき)非同期カウンタ

■ 0 ~ N-1までを数える回路



(a) 論理回路



(b) タイミング図

10進非同期アップカウンタ

2べきのカウンタで、Nになったときにリセットする回路をつけなければならない。Nの値を示す細いパルスが出る点に注意が必要

論理回路基礎

東大・坂井

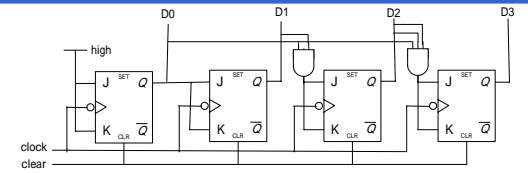
非同期カウンタの問題点

1. フリップフロップの伝播遅延が累積する。後段に行くほど遅延の影響が出る
2. N進カウンタでは、細いパルスが出る

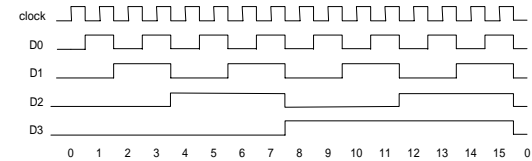
論理回路基礎

東大・坂井

6.3 同期カウンタ (synchronous counter)



(a) 論理回路



(b) タイミング図

原理：自分の値が反転するのは、自分より小さい桁の数がすべて1のときである。このときだけ、J、Kに1を入れればカウンタになる

論理回路基礎

東大・坂井

同期ダウンカウンタと同期アップダウンカウンタ

■ 同期ダウンカウンタ

- 各桁のJ、Kに入力するのを、下の桁のQのANDではなく、**QのAND**にすればよい

■ 同期アップダウンカウンタ

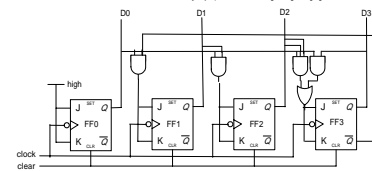
- アップのときには各桁のJ、Kへの入力を「下の桁のQのAND」とし、ダウンのときには「下の桁のQのAND」にする**マルチプレクサ**をつければよい

論理回路基礎

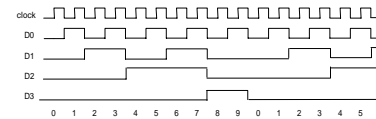
東大・坂井

N進並列カウンタ

■ 0 ~ N - 1 までを数える回路



(a) 論理回路



(b) タイミング図

同期10進カウンタ

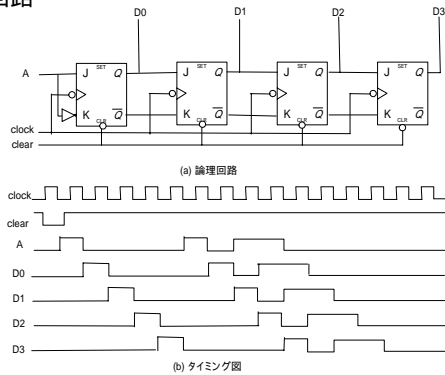
2ペキのカウンタで、N - 1になったときに次のクロックでリセットする回路をつければよい。リプルカウンタのように細いパルスは出ない

論理回路基礎

東大・坂井

6.4 シフトレジスタ

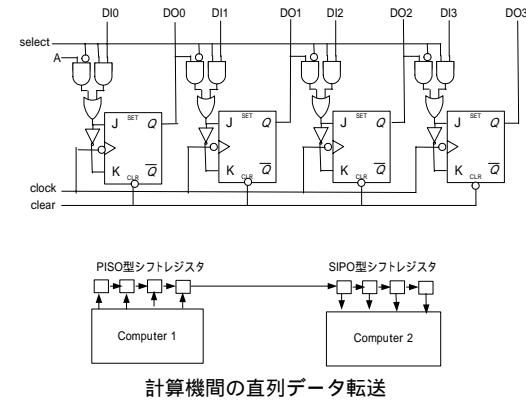
各フリップフロップの情報を順次隣のフリップフロップに移すことのできる回路



論理回路基礎

東大・坂井

並列入力直列出力型シフトレジスタ

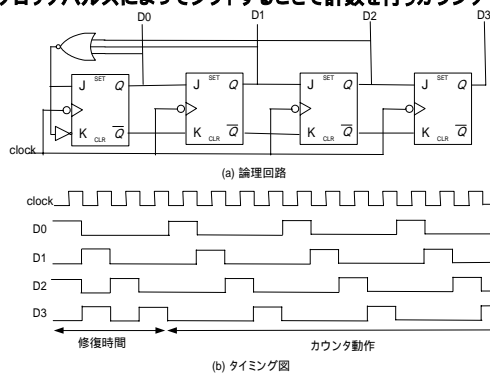


論理回路基礎

東大・坂井

6.5 リングカウンタ (ビットローテータ)

N段シフトレジスタの1段だけに“1”を与え、他は0としておき、この“1”の位置をクロックパルスによってシフトすることで計数を行うカウンタ



論理回路基礎

自己補正形： 1が複数入っても修復できる

東大・坂井

問題

- 非同期 1 4 進カウンタの回路図を書き、タイミング図を示して動作を確認せよ
- 同期 1 6 進アップカウンタの回路図を書き、タイミング図を示して動作を確認せよ
- 4 ビット直列入力並列出力シフトレジスタの回路図を書け。最下位の値を適当なパターンでセットし続けたとし、タイミング図を示して動作を確認せよ
- 非同期式で、「7 から 3 までの数を降順で出力し、3 の次には 7 を出力する」ことを無限に繰り返す回路を書け
- 同期式で、初期化後 1 4 クロックの区間だけ 1 を出力し、以後は 0 を出力し続ける回路を書け
- 順番に 000 001 011 010 110 111 101 100 000 と計数するカウンタ (グレイコードカウンタ) の回路図を書け。リップルでも並列でもよい

論理回路基礎

東大・坂井