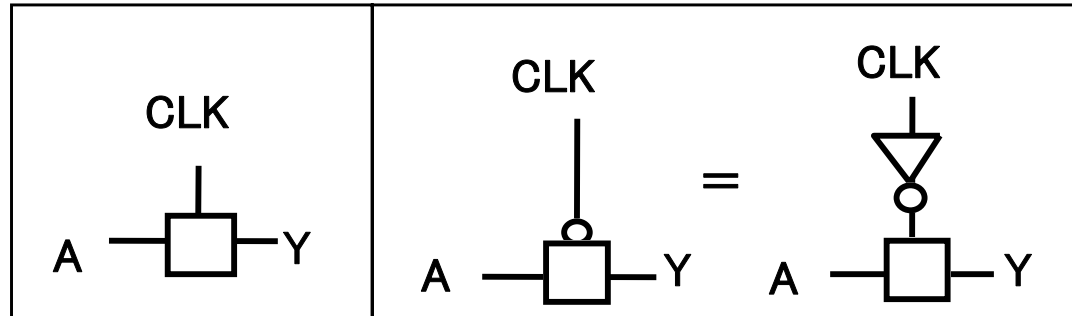


# 第8章 制御回路

## TG: トランスファゲート



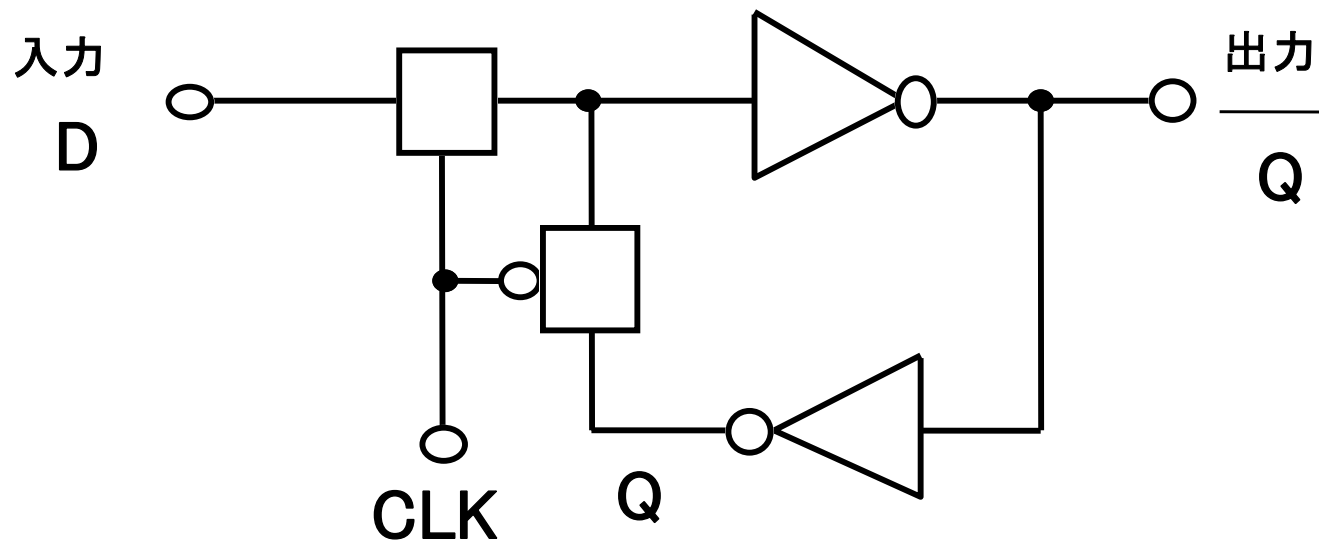
CLK="1"のときON

CLK="0"のときOFF

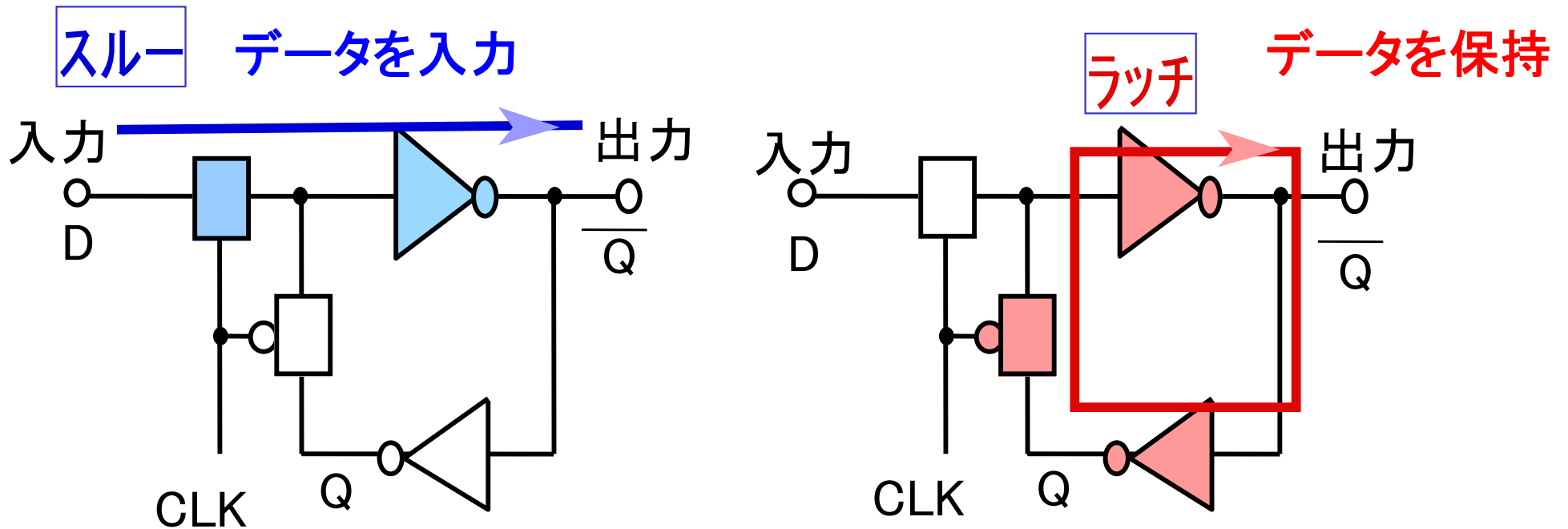
CLK="1"のときOFF

CLK="0"のときON

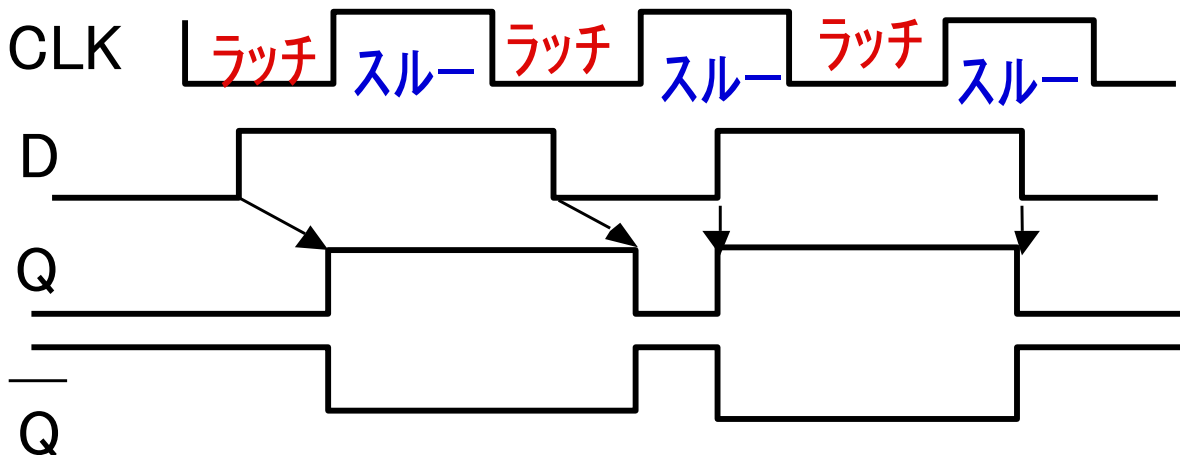
## ラッチ回路



# ラッチ回路

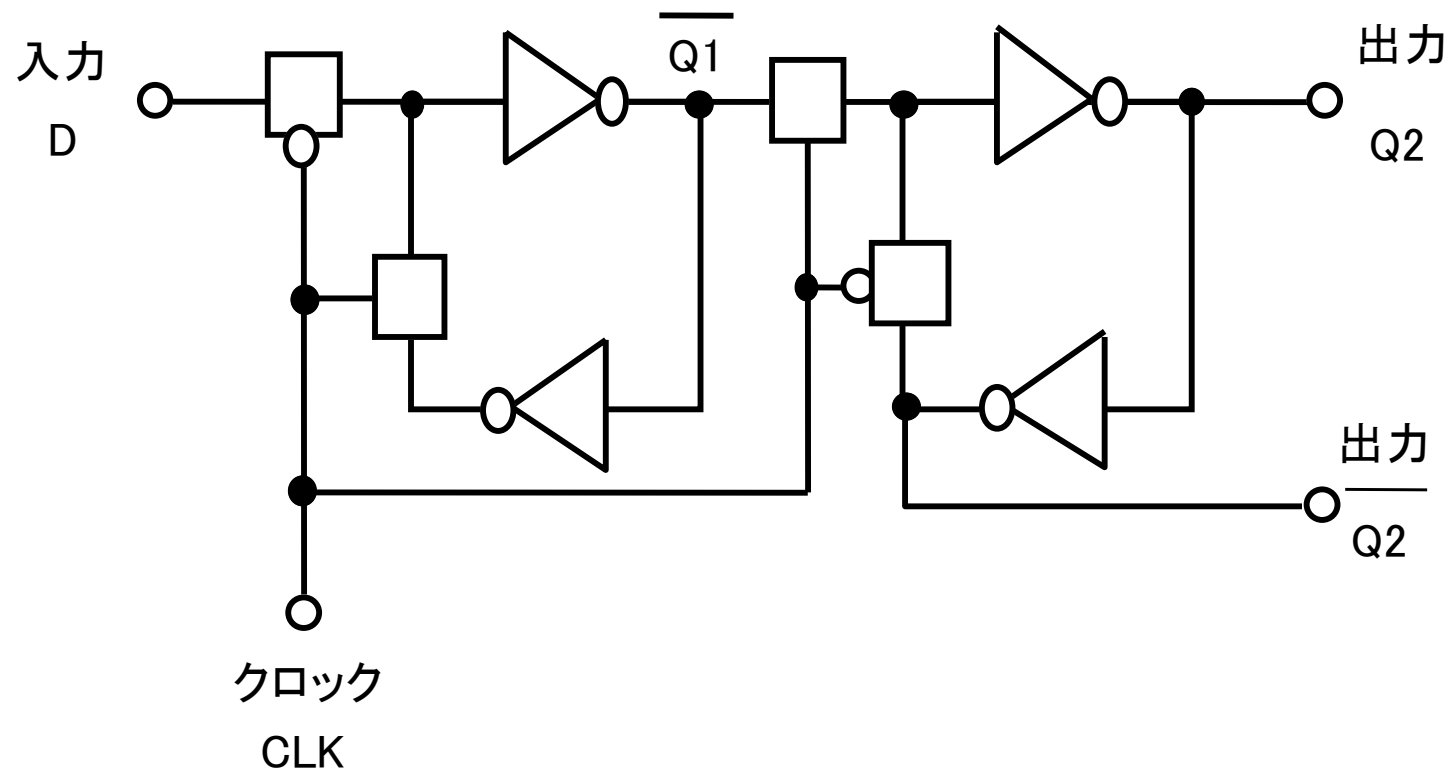


ラッチのタイミングチャート

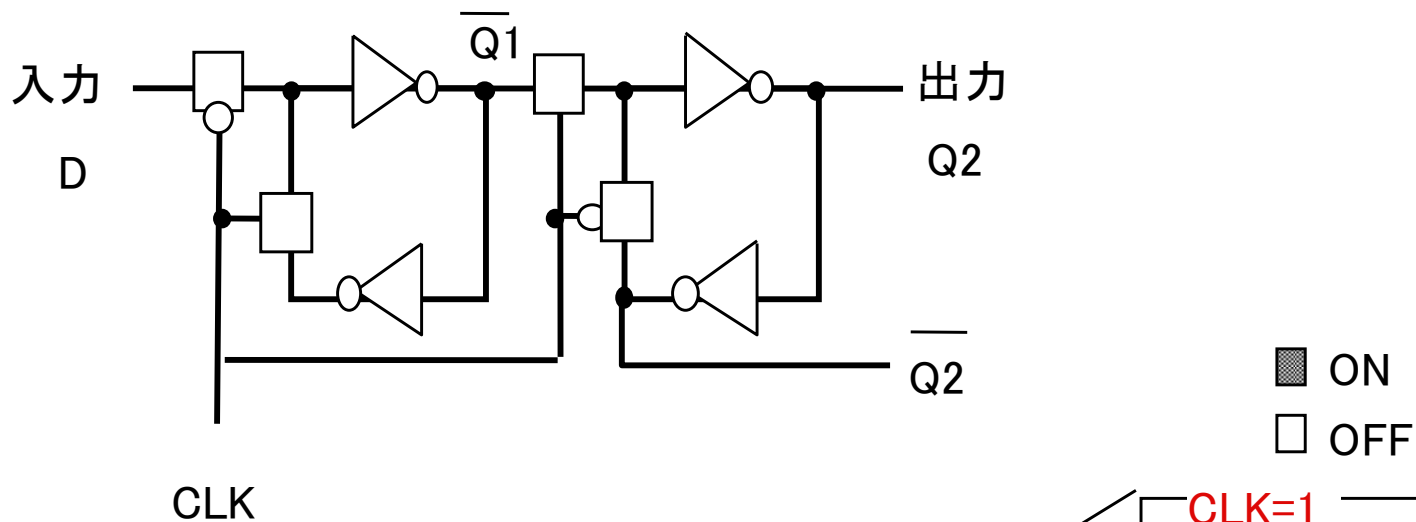


入力が変化しても  
出力は前の値を保持.  
入力が変化すると  
出力も追従して変化.

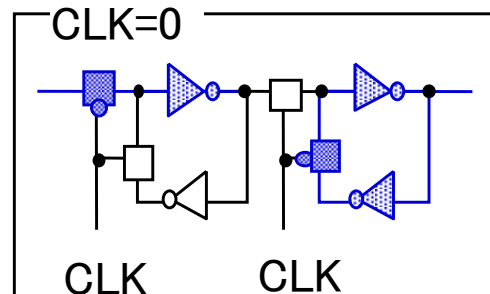
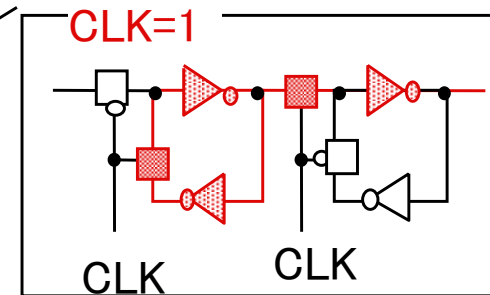
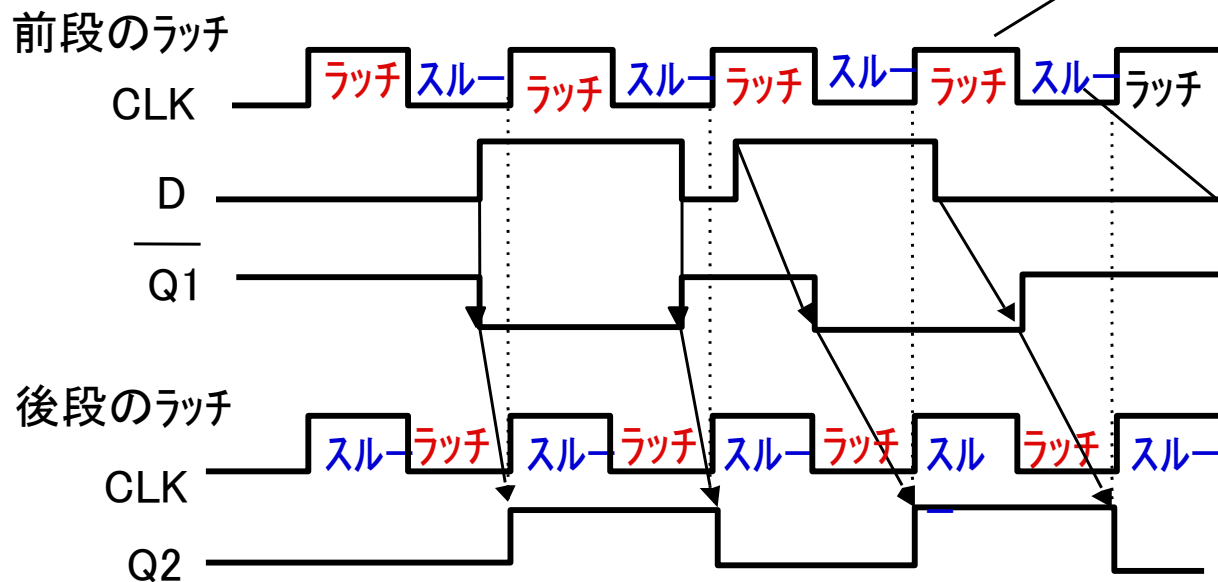
# Dタイプフリップフロップ (D-F/F)



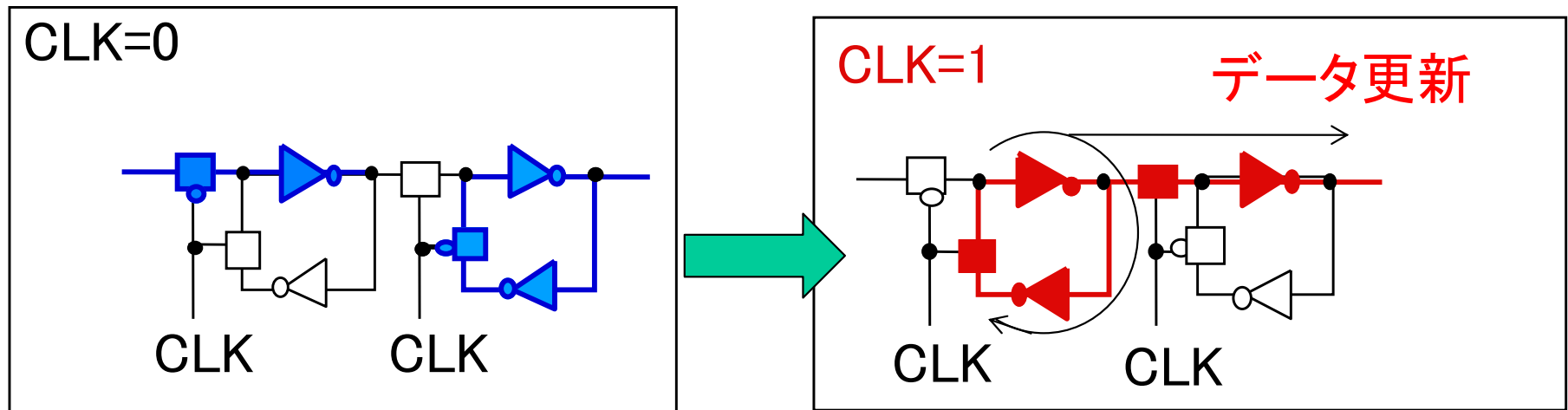
# Dタイプフリップフロップ (D-F/F)



D-F/Fのタイミングチャート



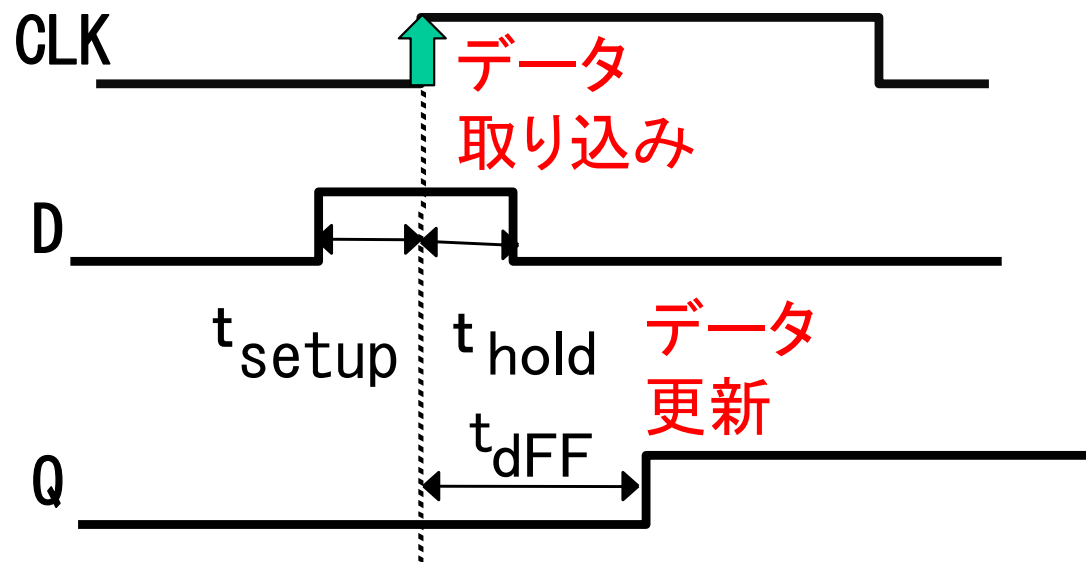
# D-F/Fのタイミングチャート ■ ON □ OFF



$t_{\text{setup}}$  : セットアップ時間

$t_{\text{hold}}$  : ホールド時間

$t_{\text{dFF}}$  : 遅延時間

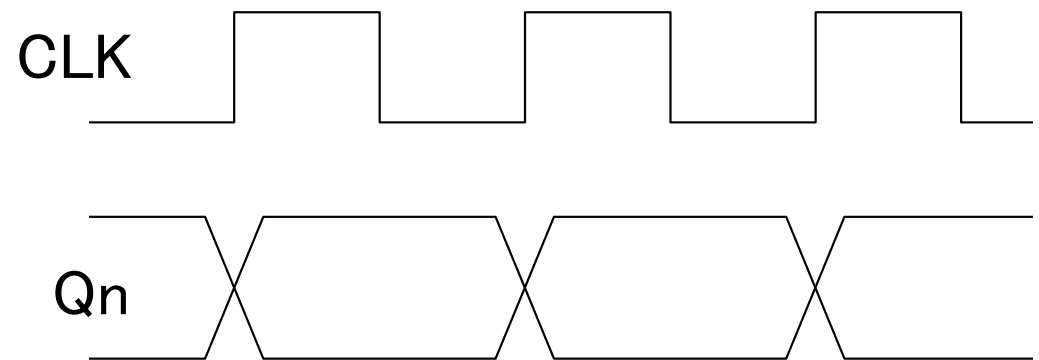
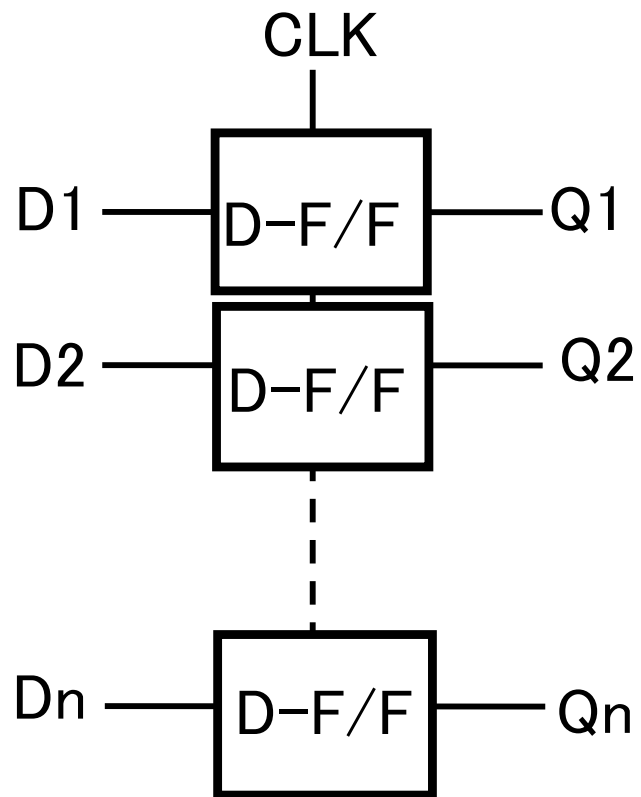


Dのデータが正しく取り込まれるためには

$t_{\text{setup}} + t_{\text{hold}}$  の時間D端子の状態が保持されていること

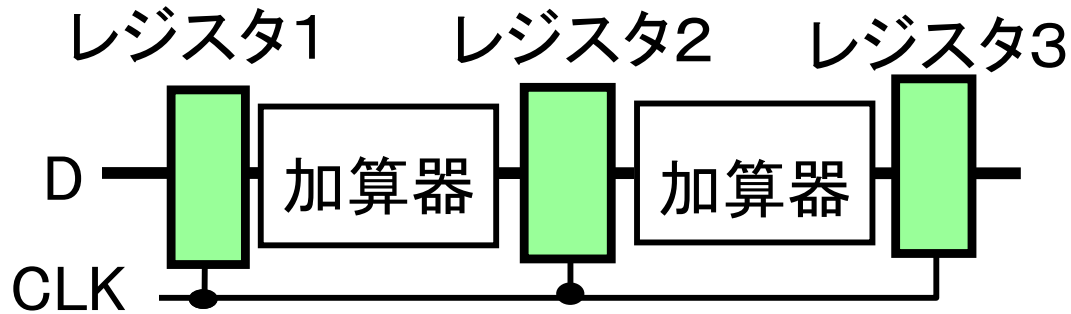
# レジスタの構成例

## nビットレジスタ

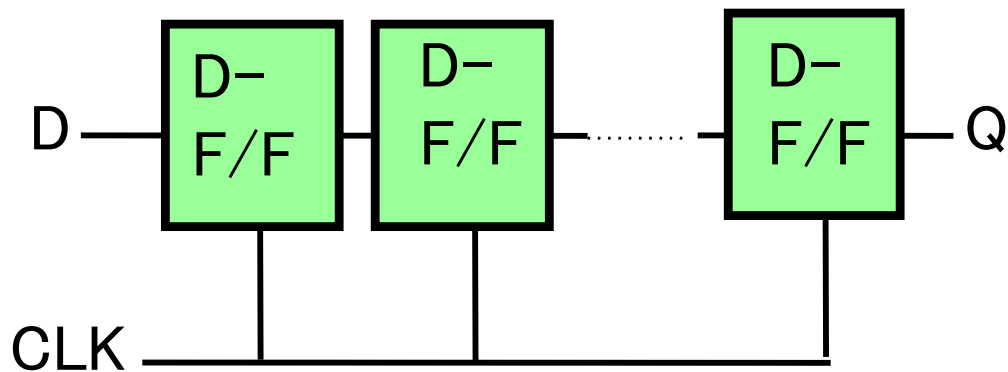


# レジスタの構成例

## パイプラインレジスタ

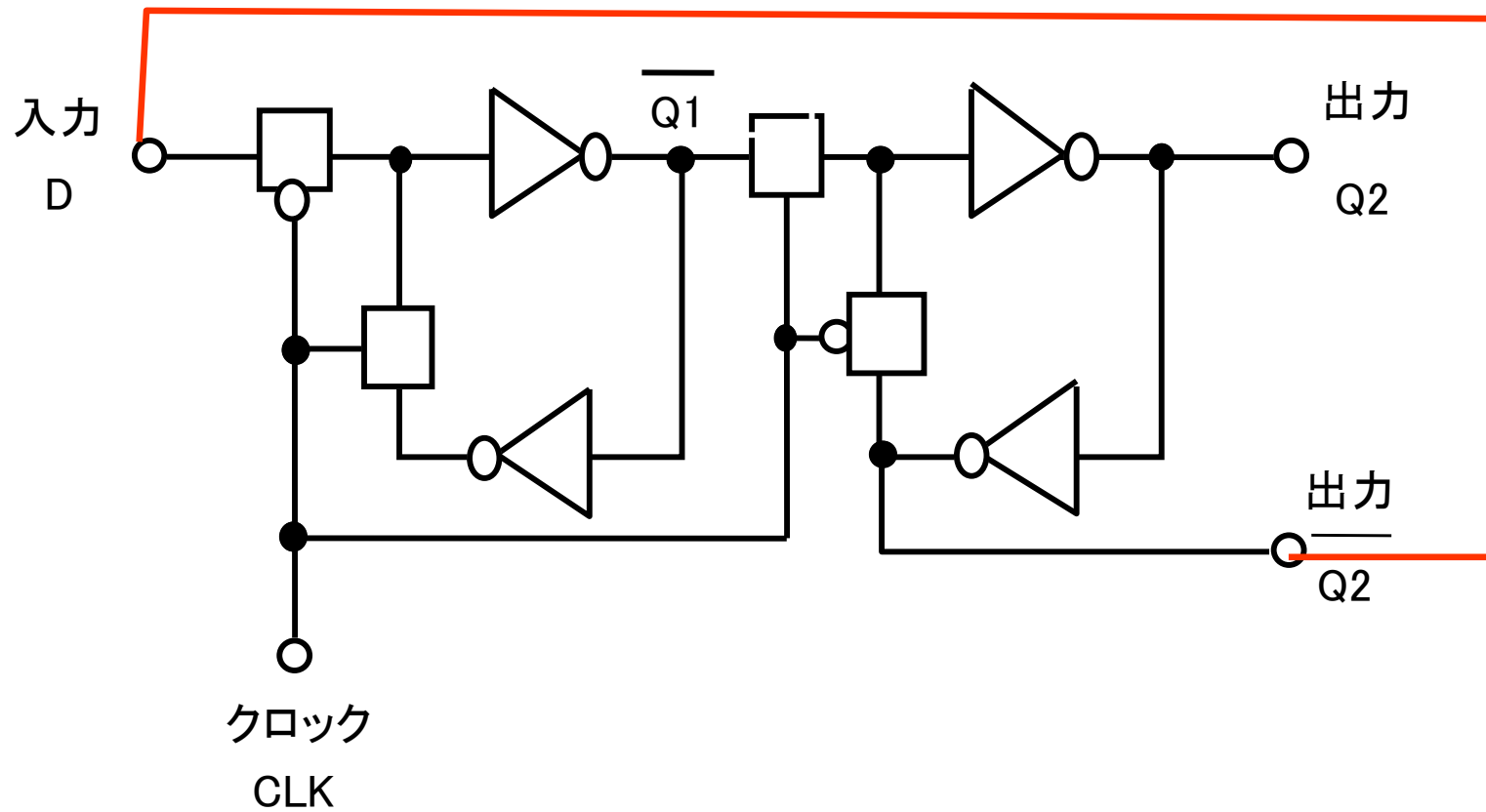


## シフトレジスタ

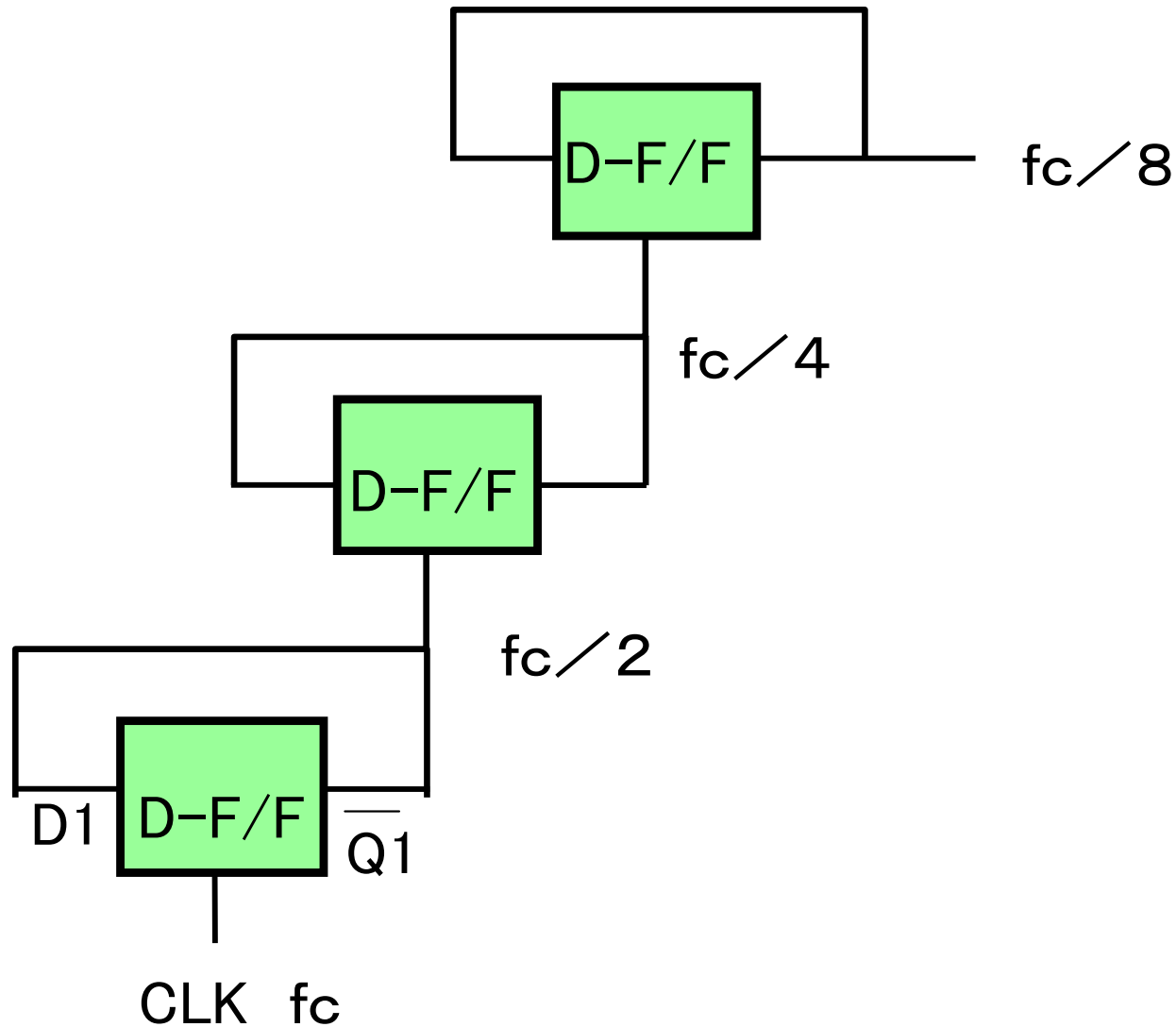




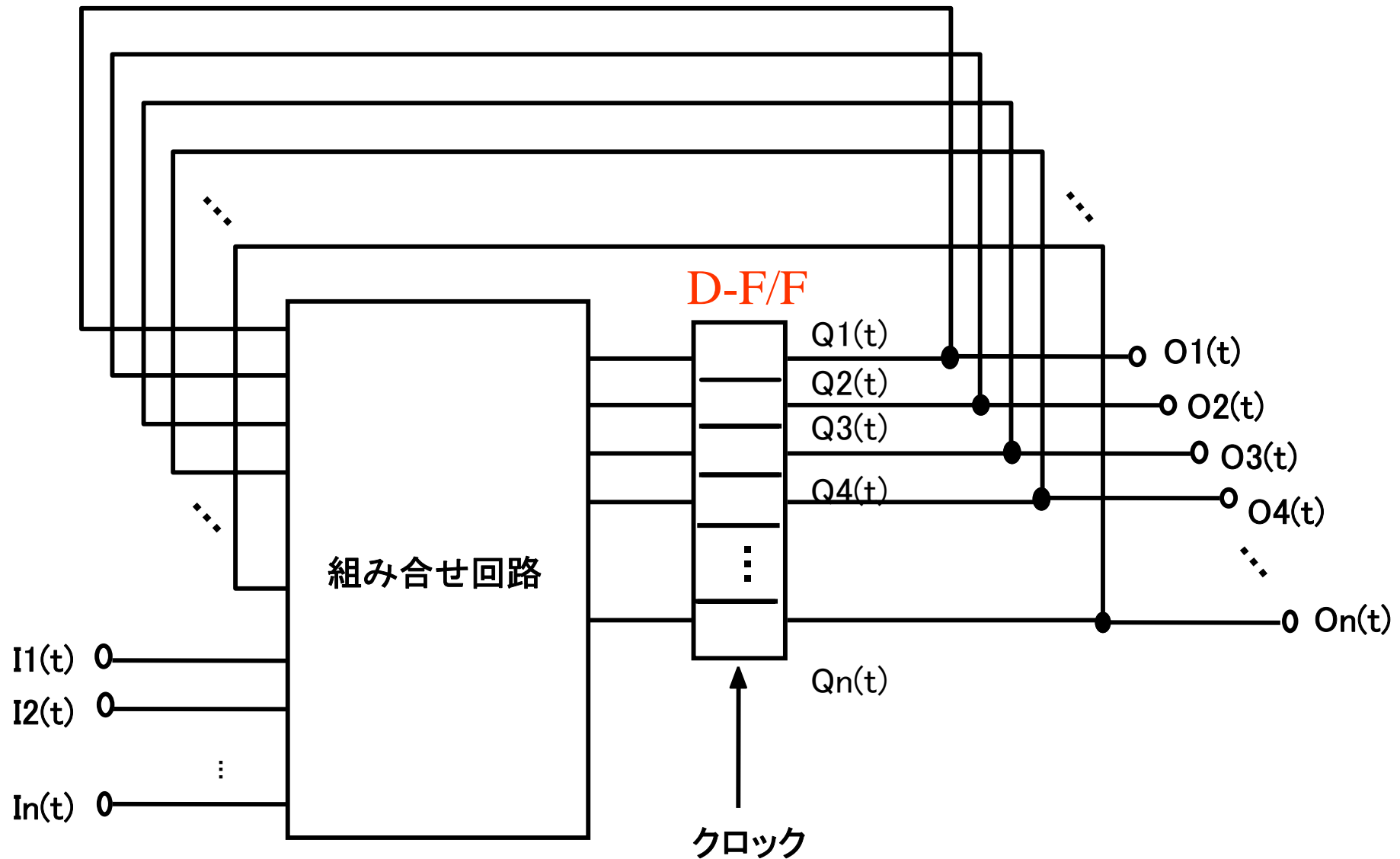
# D-F/Fを用いた分周器



# 分周器の構成例



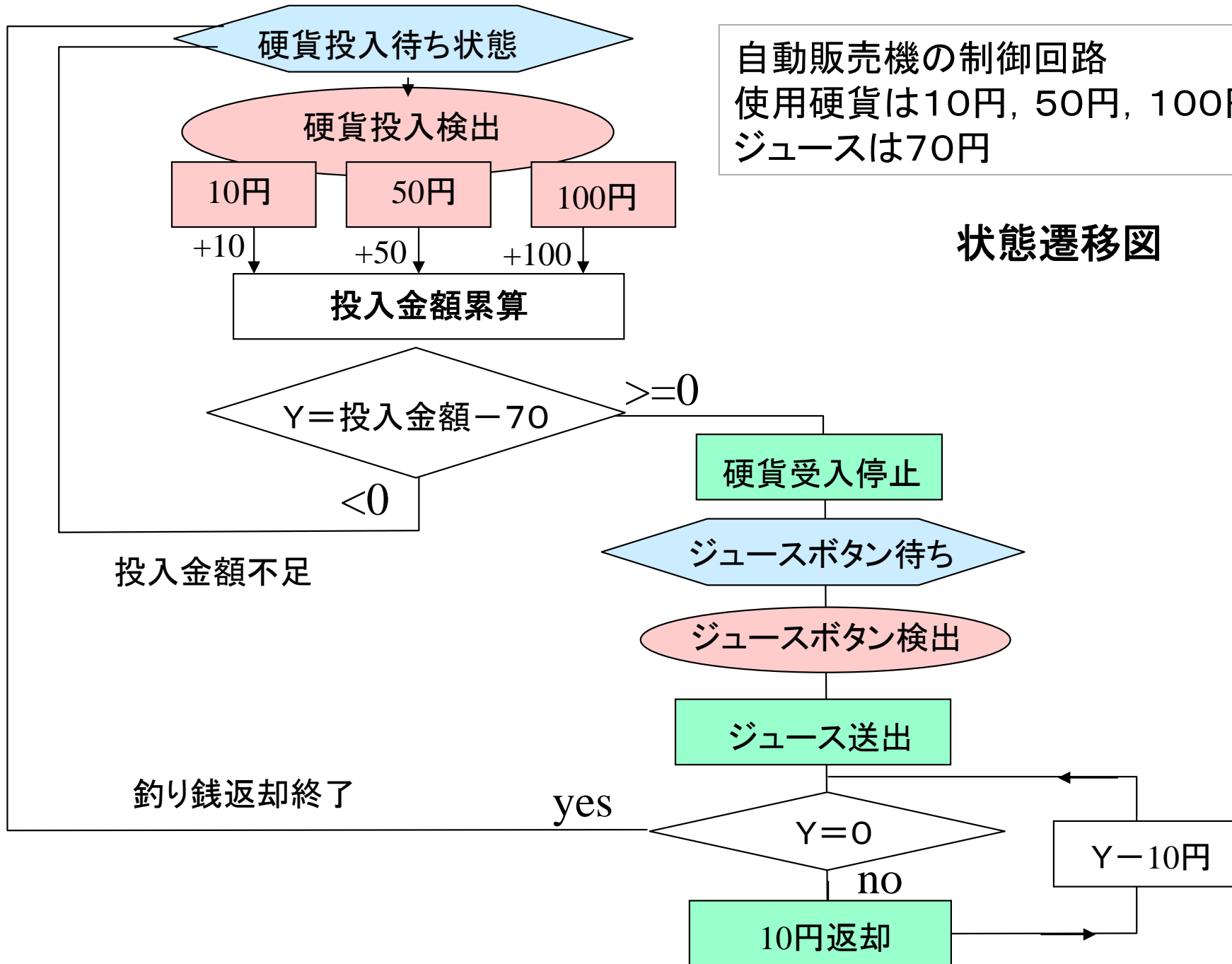
# 順序回路



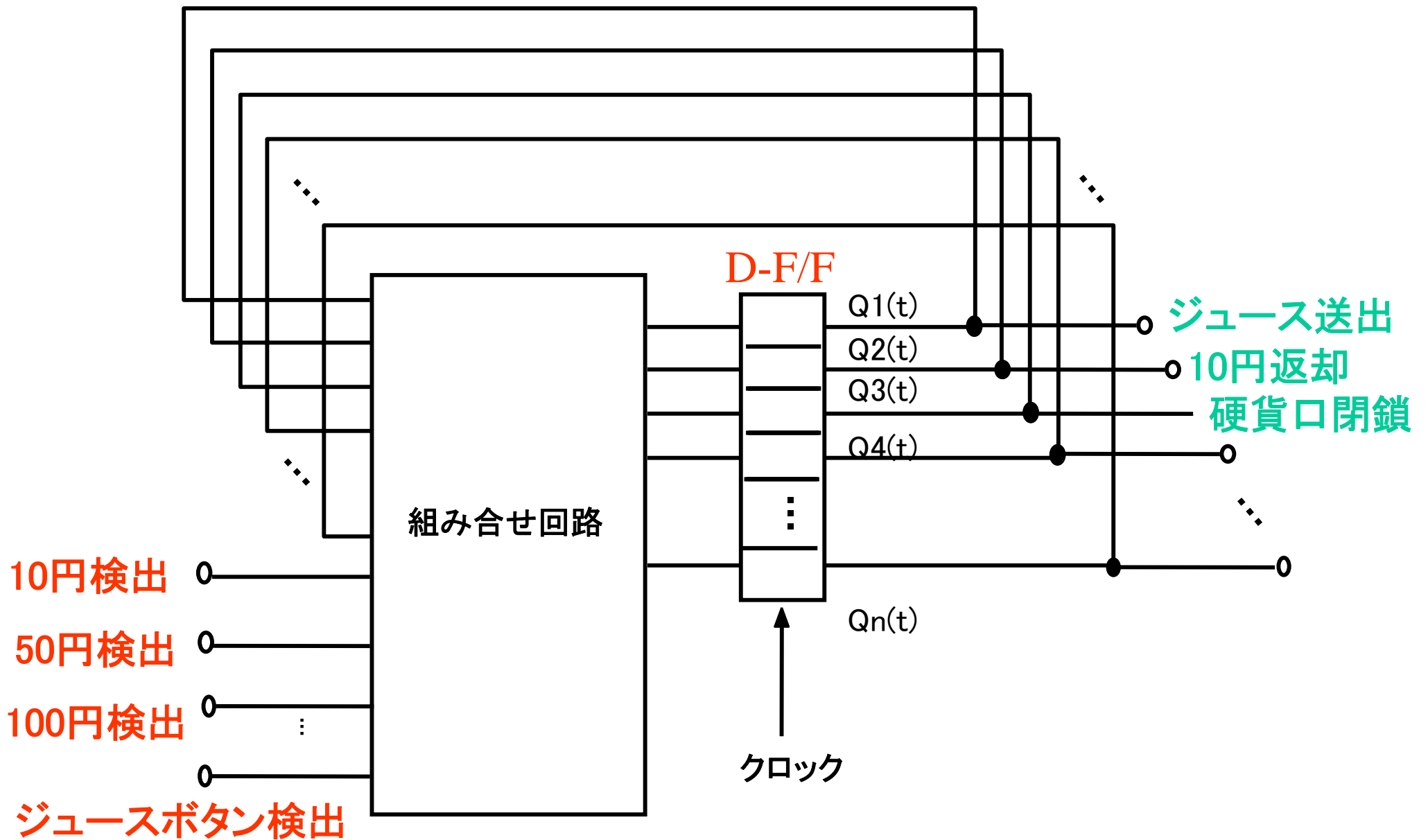
順序回路の例

自動販売機の制御回路  
 使用硬貨は10円, 50円, 100円  
 ジュースは70円

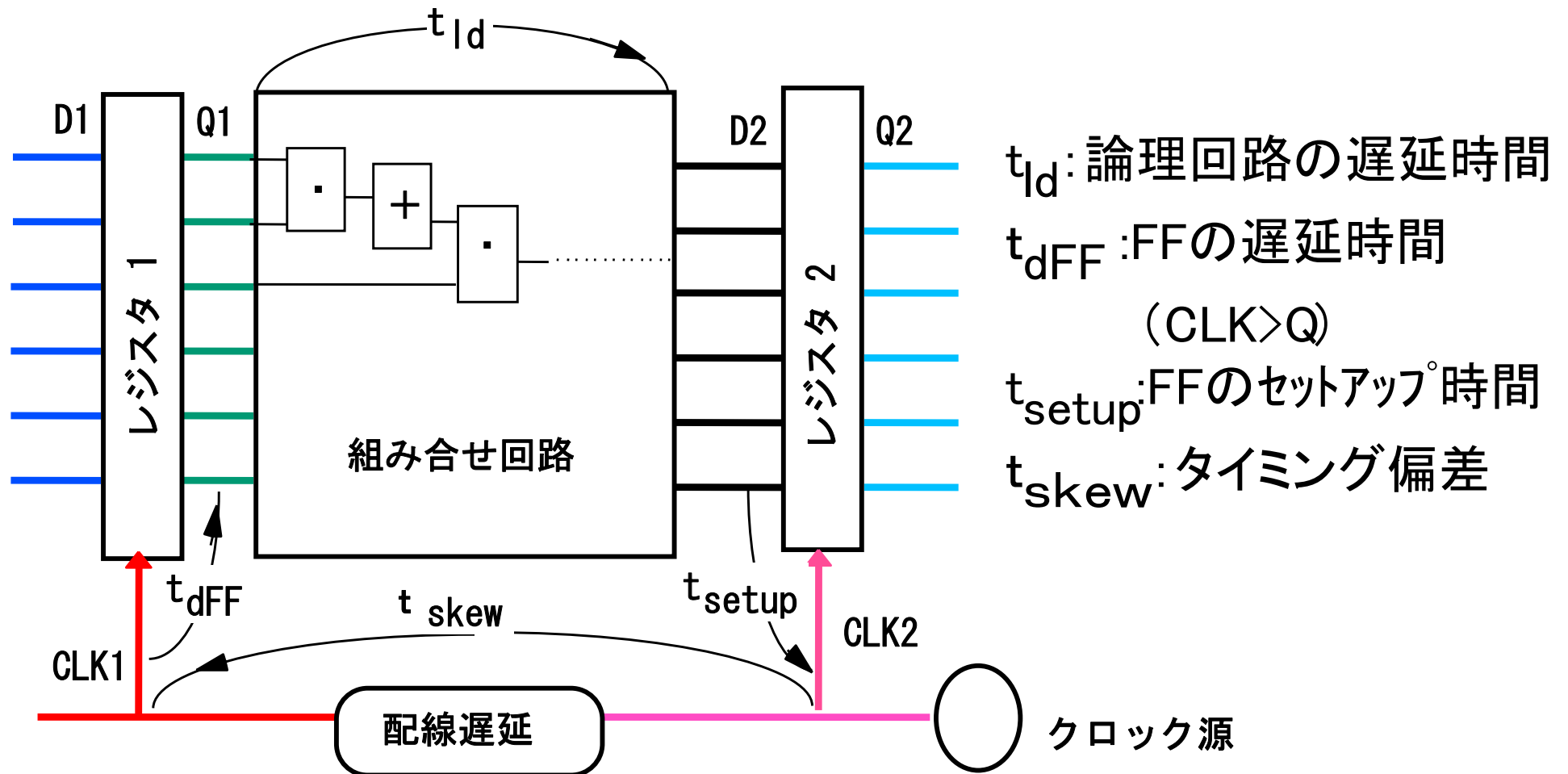
状態遷移図



# 自動販売機の順序回路



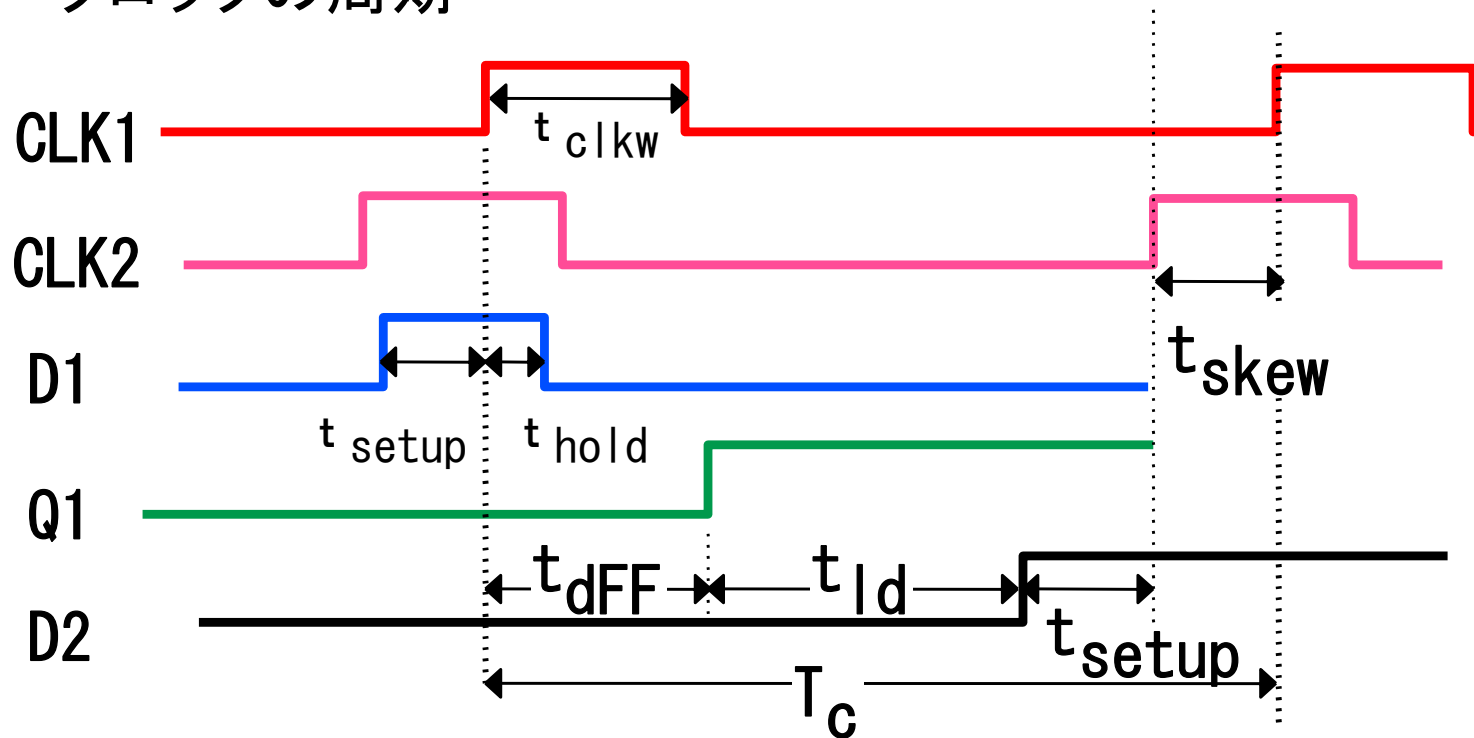
# 同期回路システムの構成



## 同期システムのクロックタイミング

$$T_c > t_{dFF} + t_{ld} + t_{setup} + t_{skew}$$

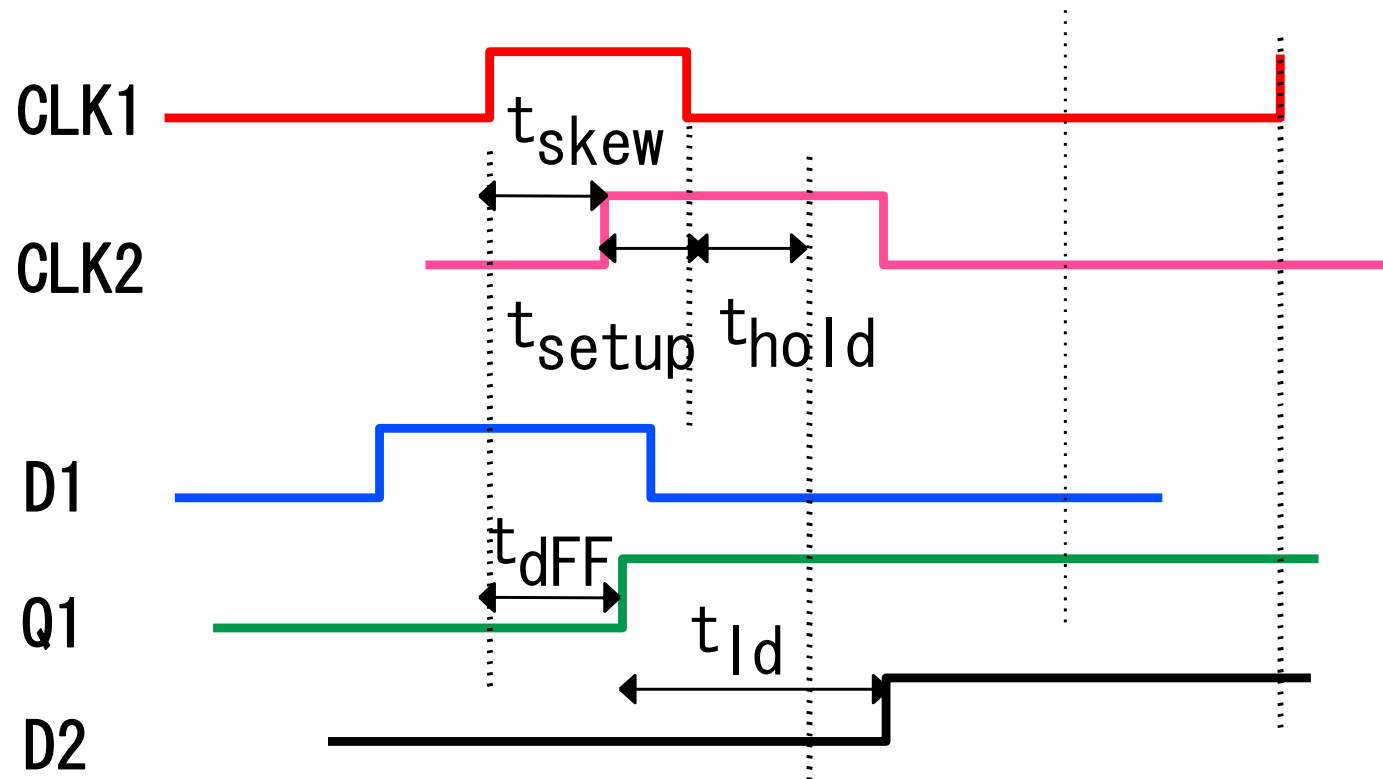
クロックの周期



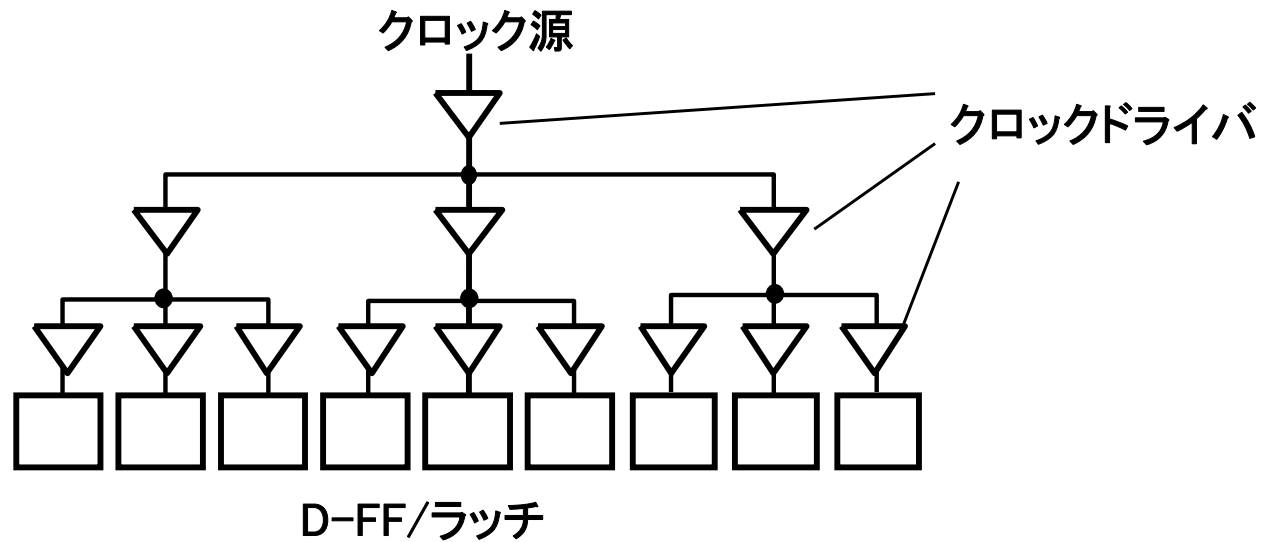
クロックの逆数

## 同期システムのクロックタイミング

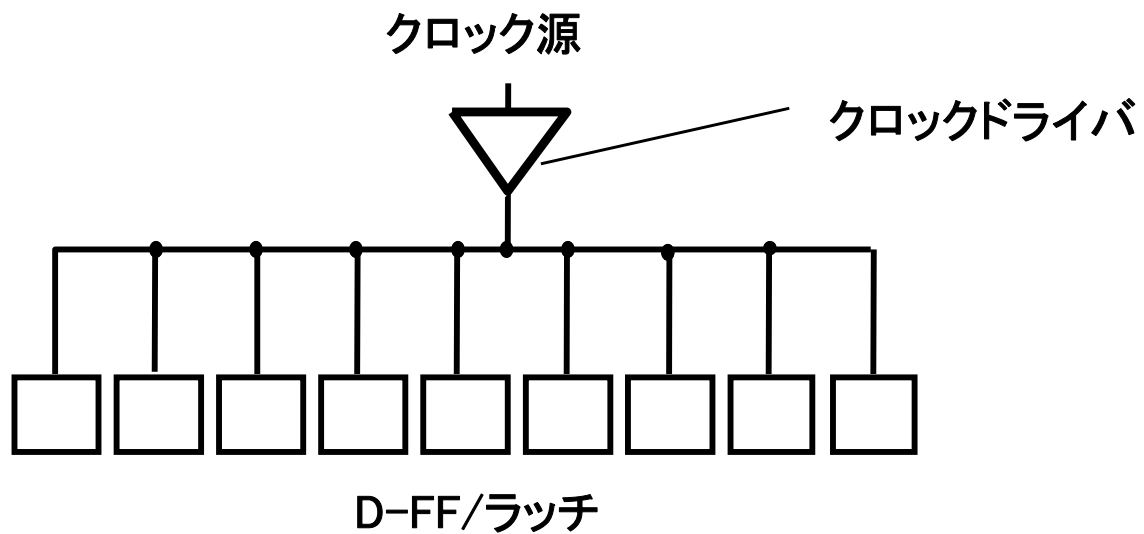
$$t_{dFF} + t_{ld} > t_{hold} + t_{setup} + t_{skew}$$







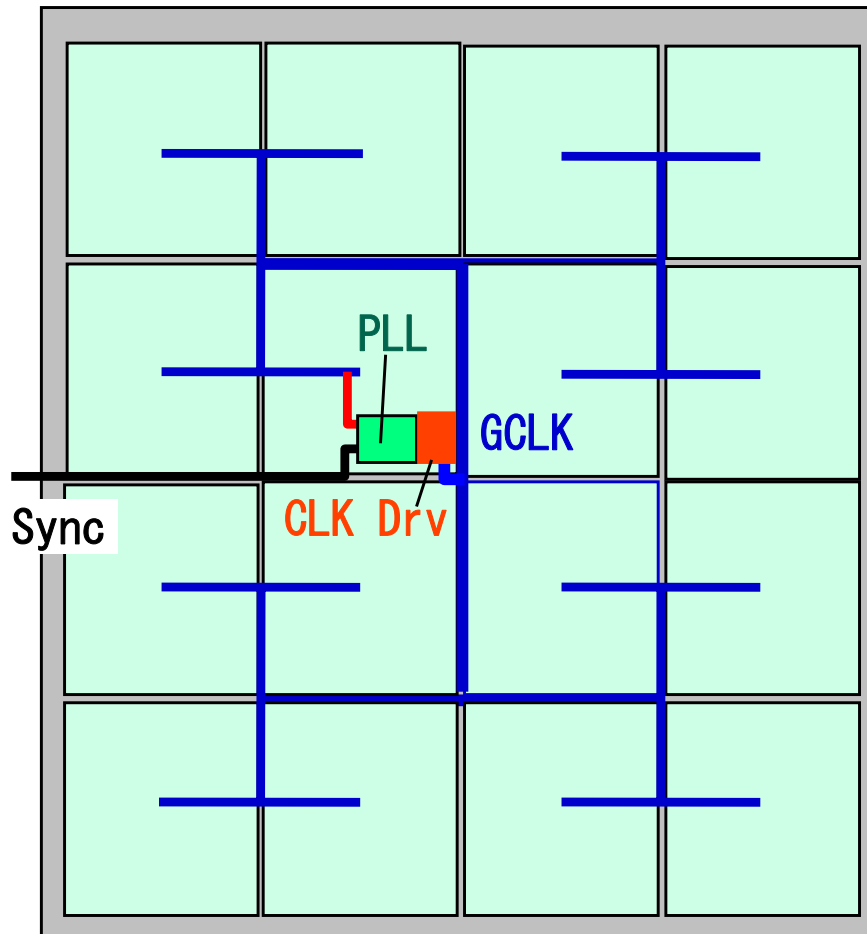
(a) ドライバを分散配置したクロックツリー構造



(b) 1個のドライバで一括してクロック供給

# クロック分配システム

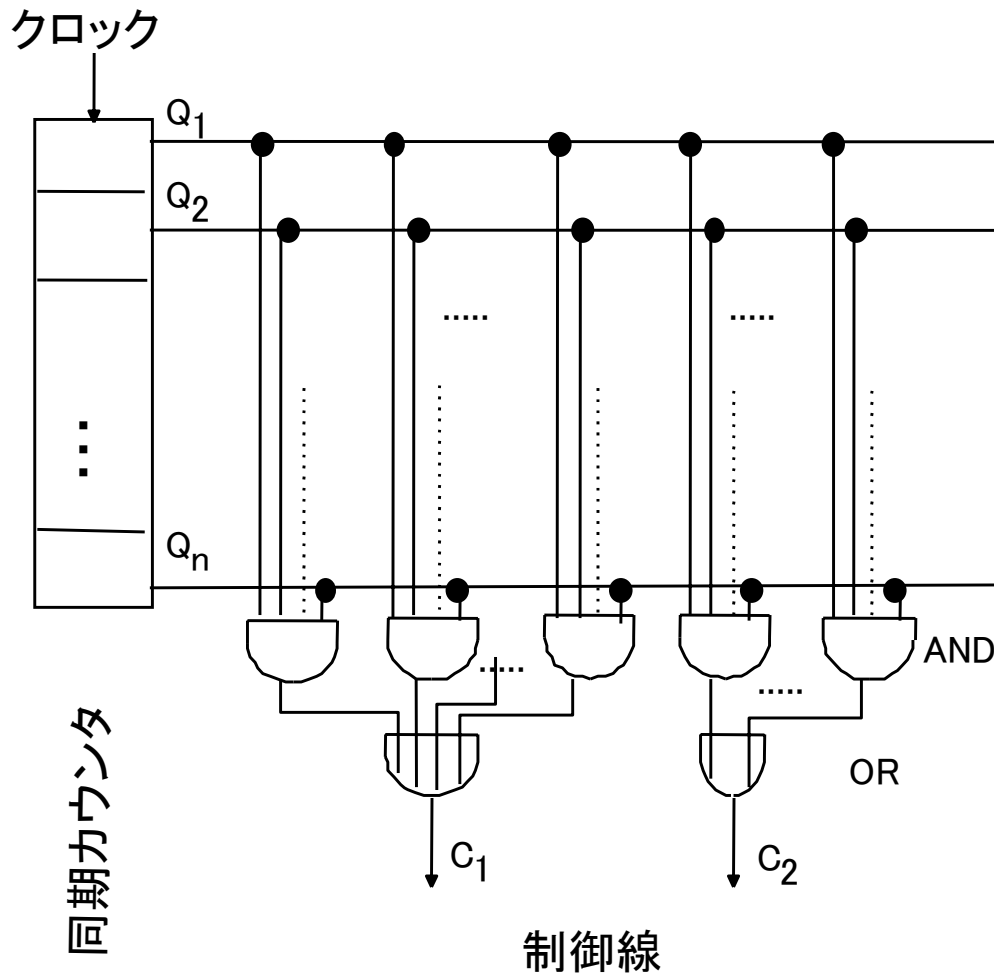
(Hツリー , PLL同期型)



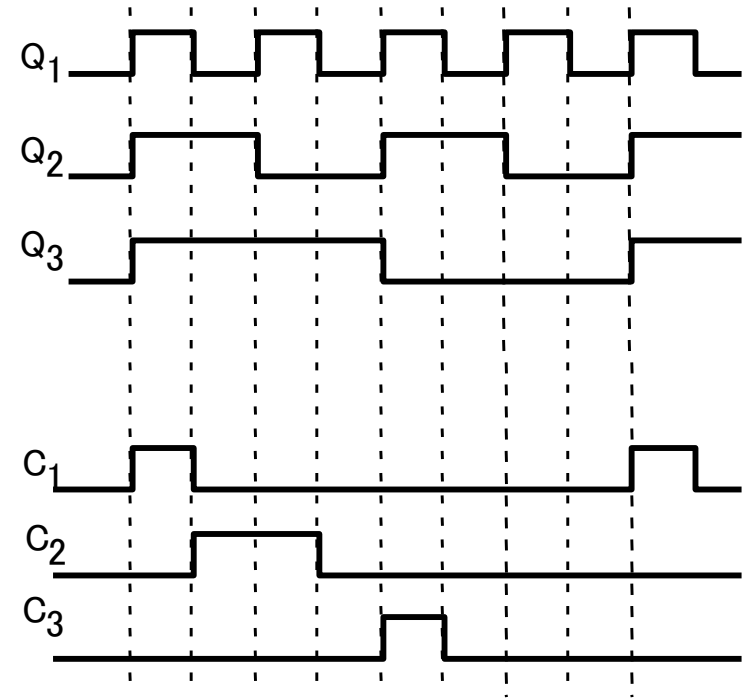
1. チップの各部へのクロック配線長を総て等しくする.
2. チップの中央に大型のクロックドライバを配置する.
3. クロックの受信端で同期クロックと位相比, スキューを最小にする.
4. CG (Clock Generator) に Clock Enable の機能を持たせる. Power Down 制御する.

**クロックのスキューを最小化  
動作地点で同期**

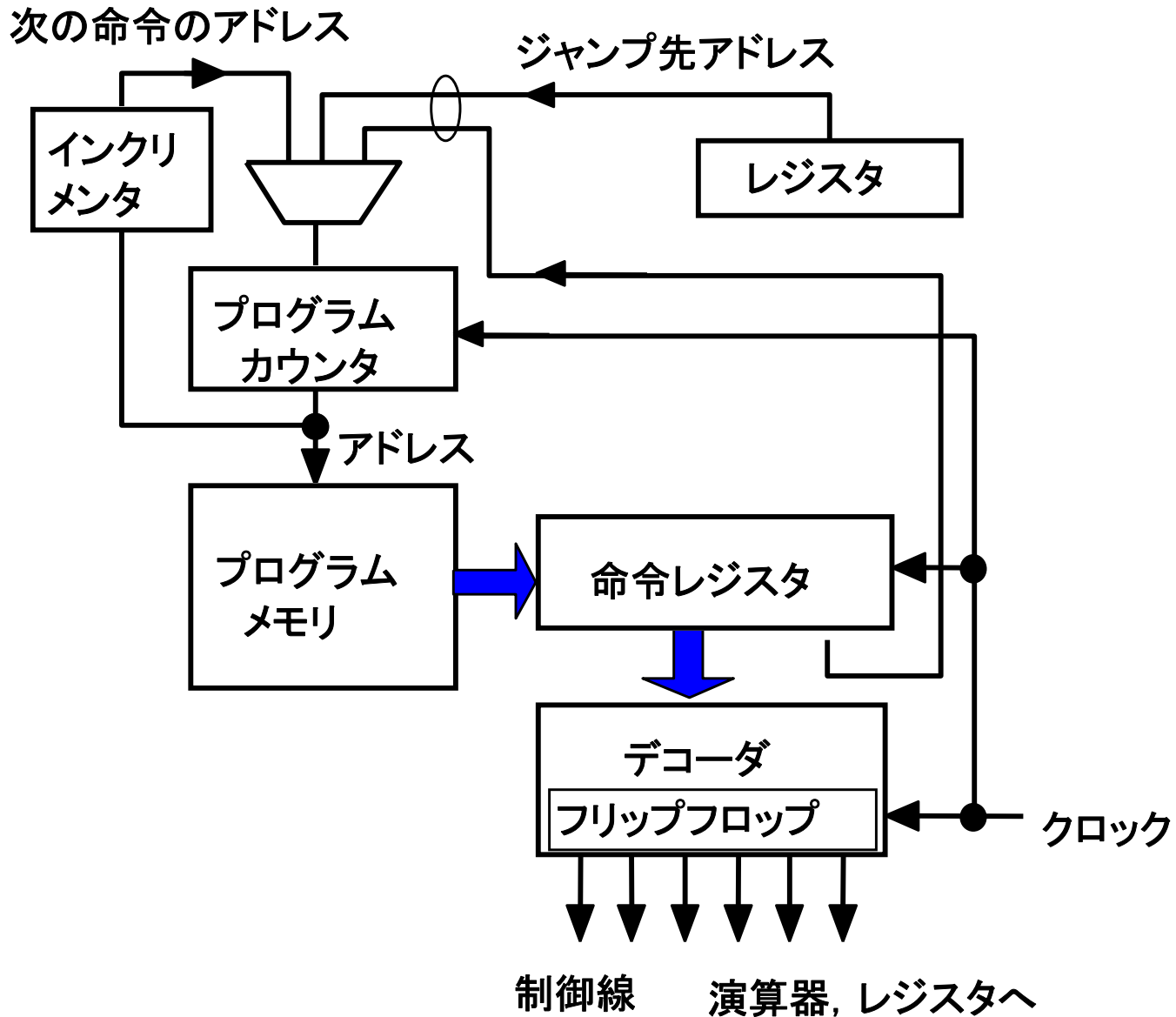
# ハードウェア制御回路



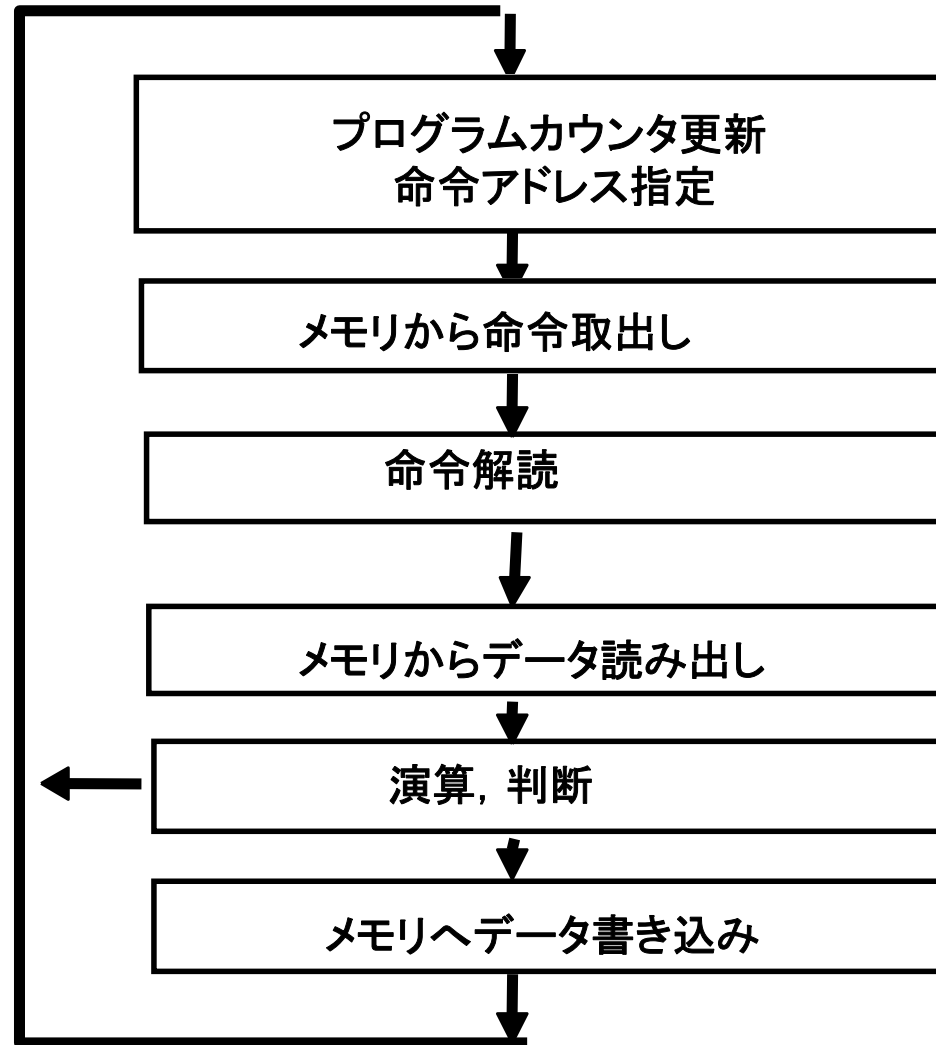
タイミングの例



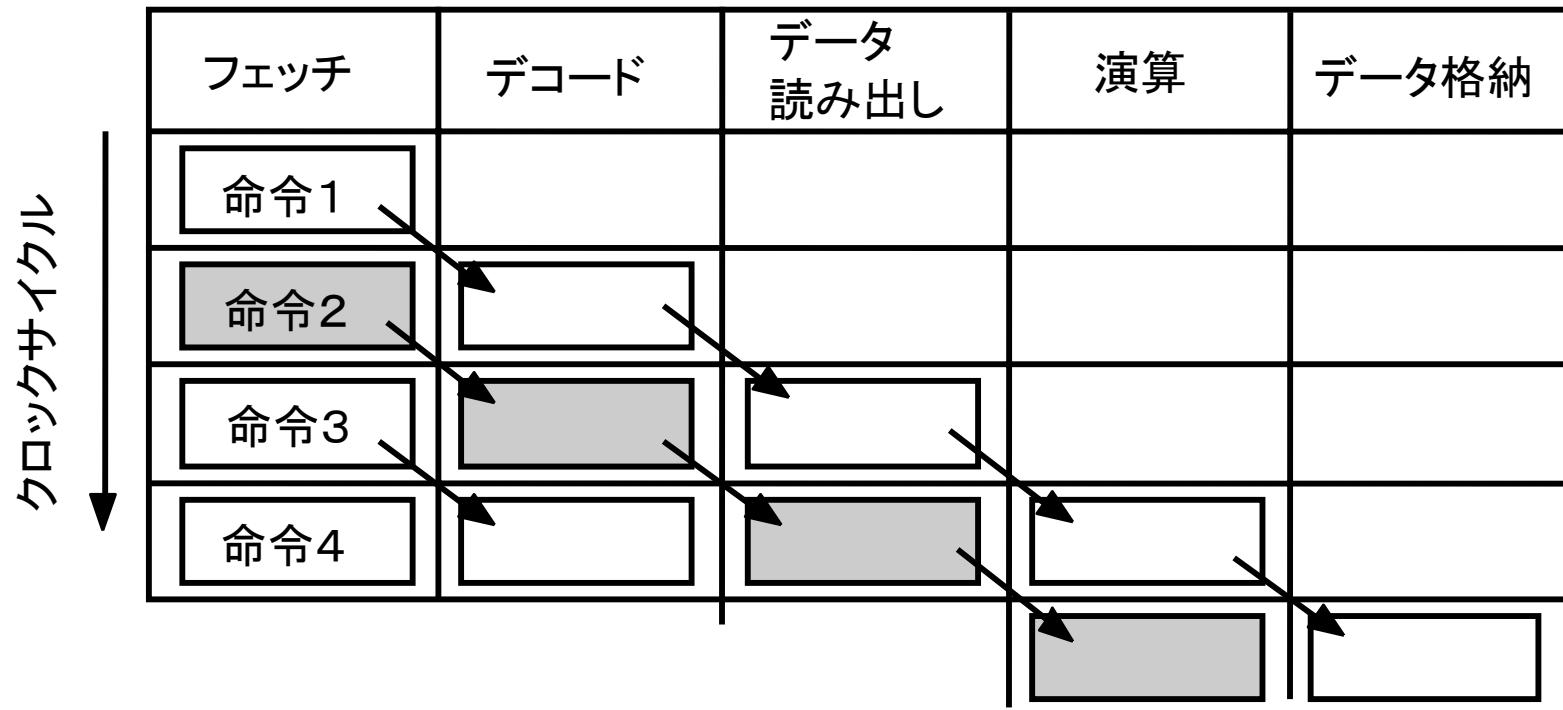
# プログラム制御回路



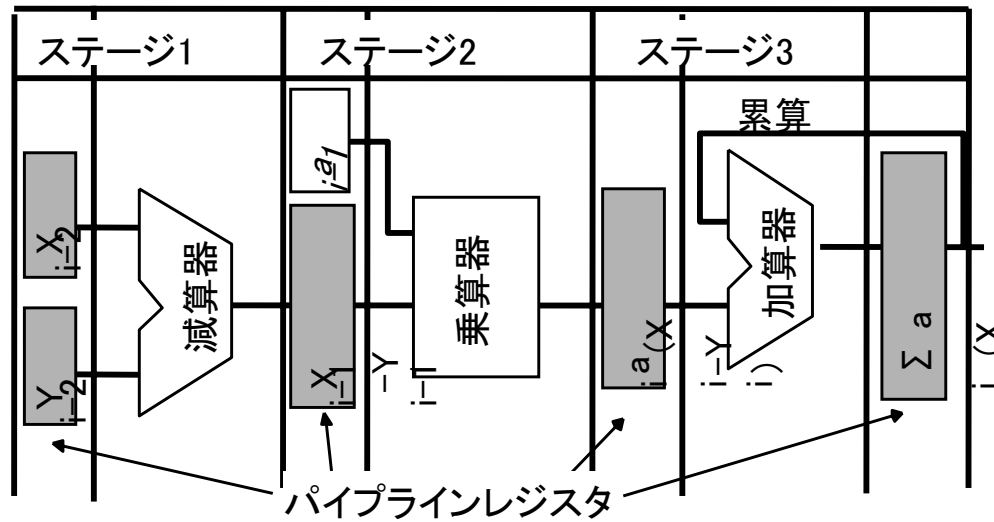
# 制御の流れ



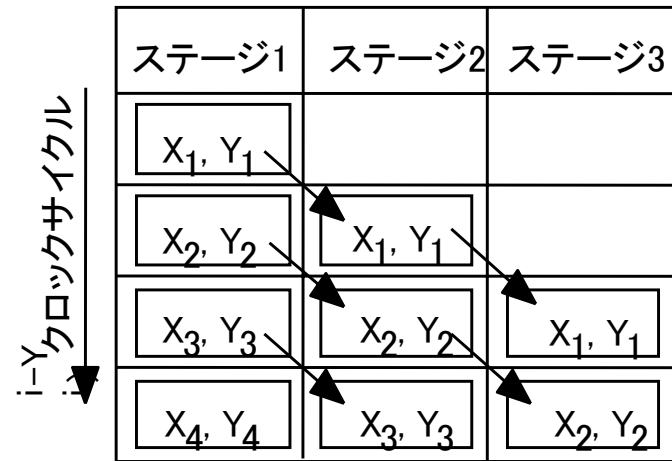
## パイプライン制御



# パイプライン演算



(a) 構成例



(b) データの流れ

宿題 12.18

1. DFFを使って3ビットの2進のカウンターの回路を書け

000>001>010>011>100>     >111

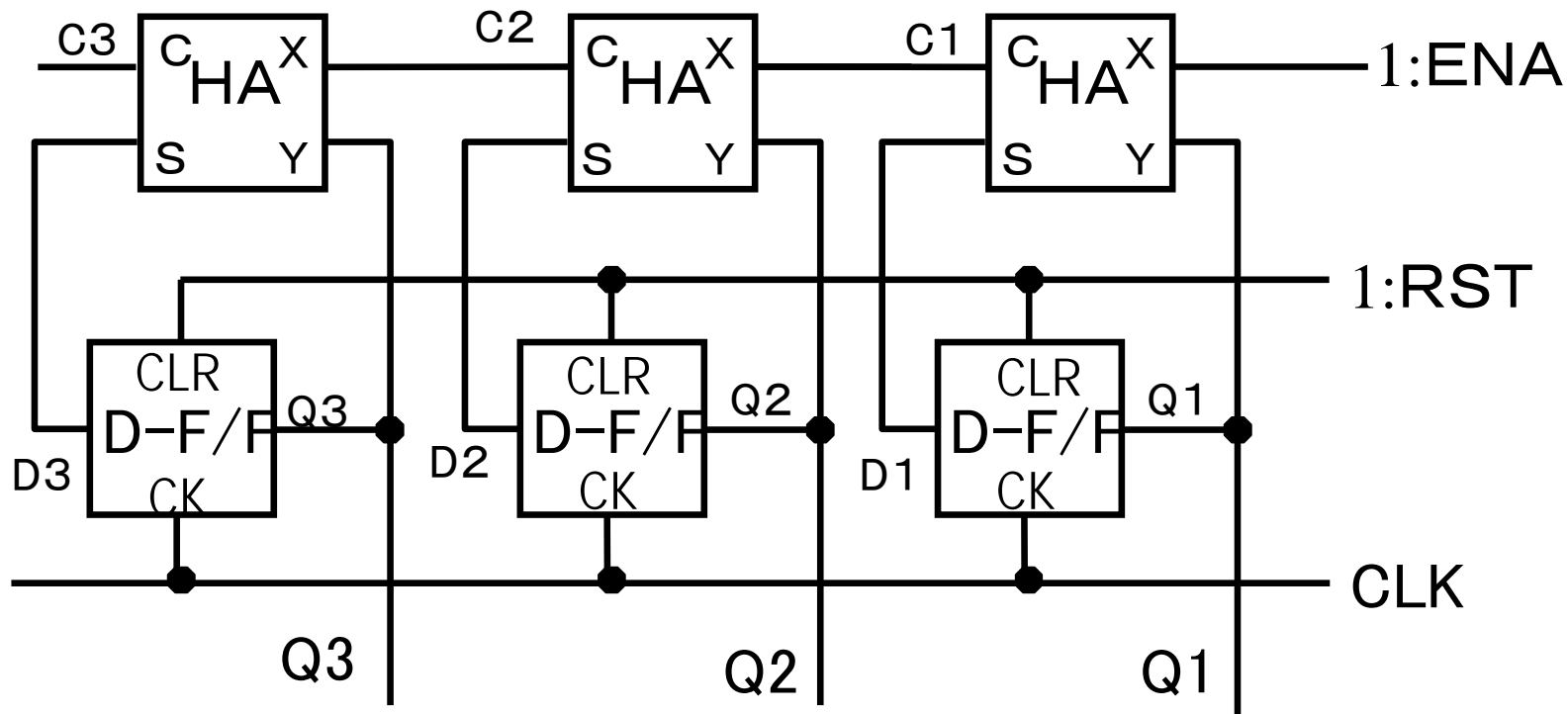
最初0000にリセットするのはどうすればいいか？

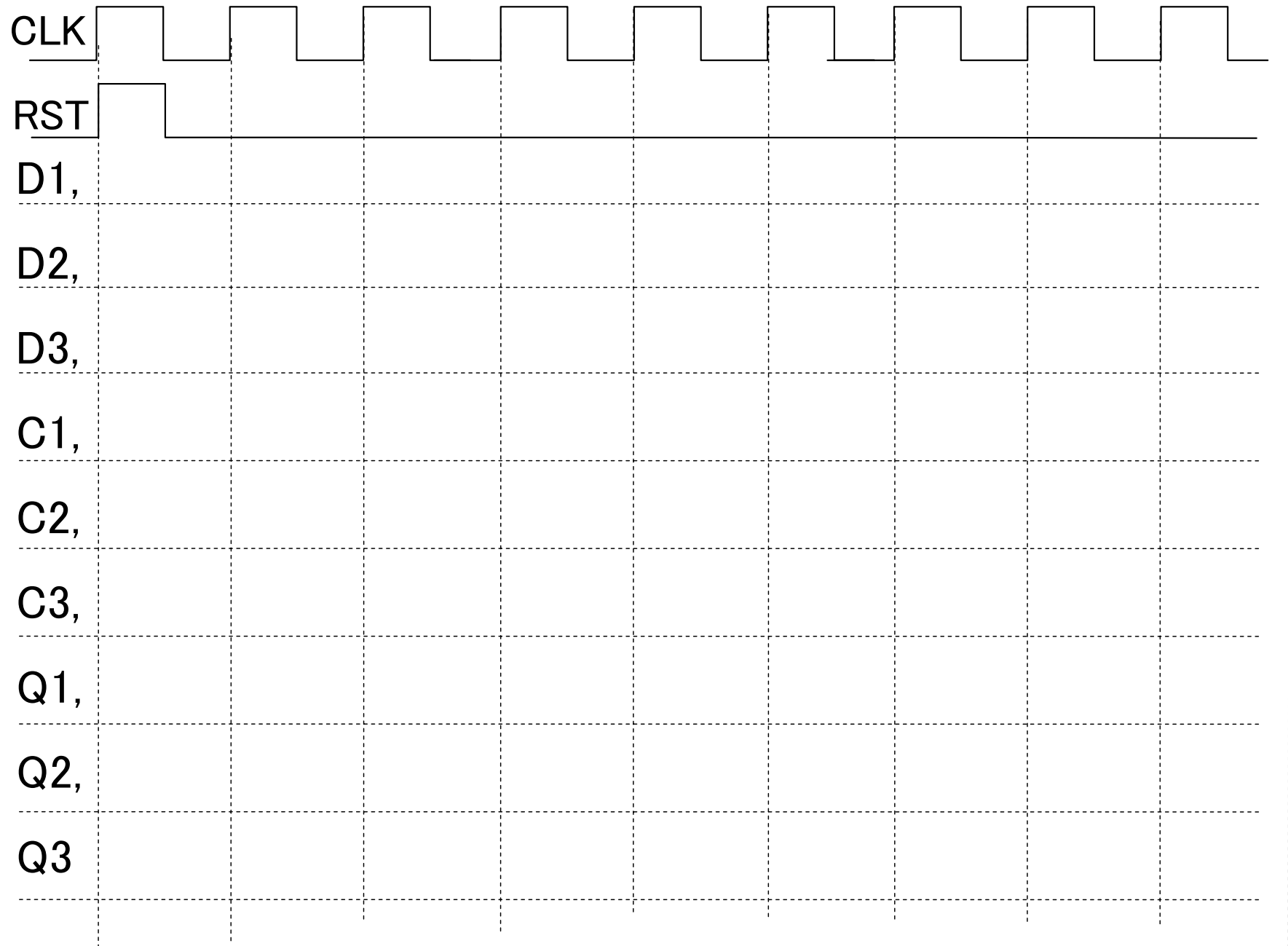


## 宿題 12.18

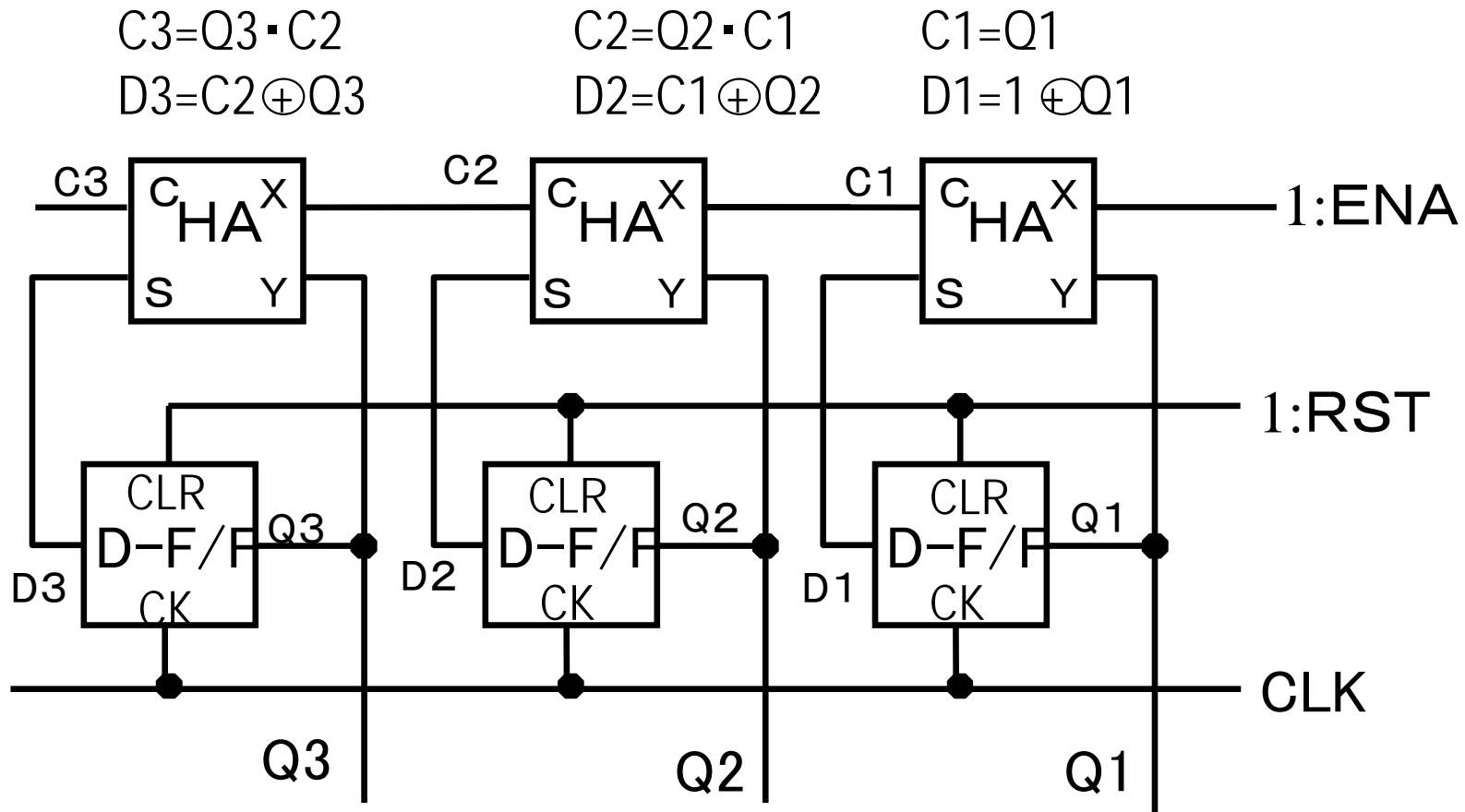
2. 3ビット同期カウンタにおいて、一定周期のクロックが入力されているとき、CLK, RST, D1, D2, D3, C1, C2, C3, Q1, Q2, Q3のタイムチャートを書け。ただし、クロックの立ち上がりでカウント動作する

## 3ビット同期カウンタ





# 3ビット同期カウンタ



宿題 12.18 解答 リセット解除

