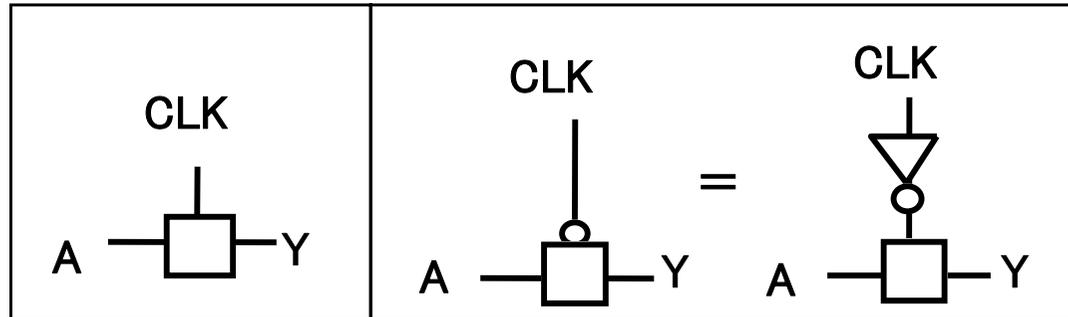


第8章 制御回路

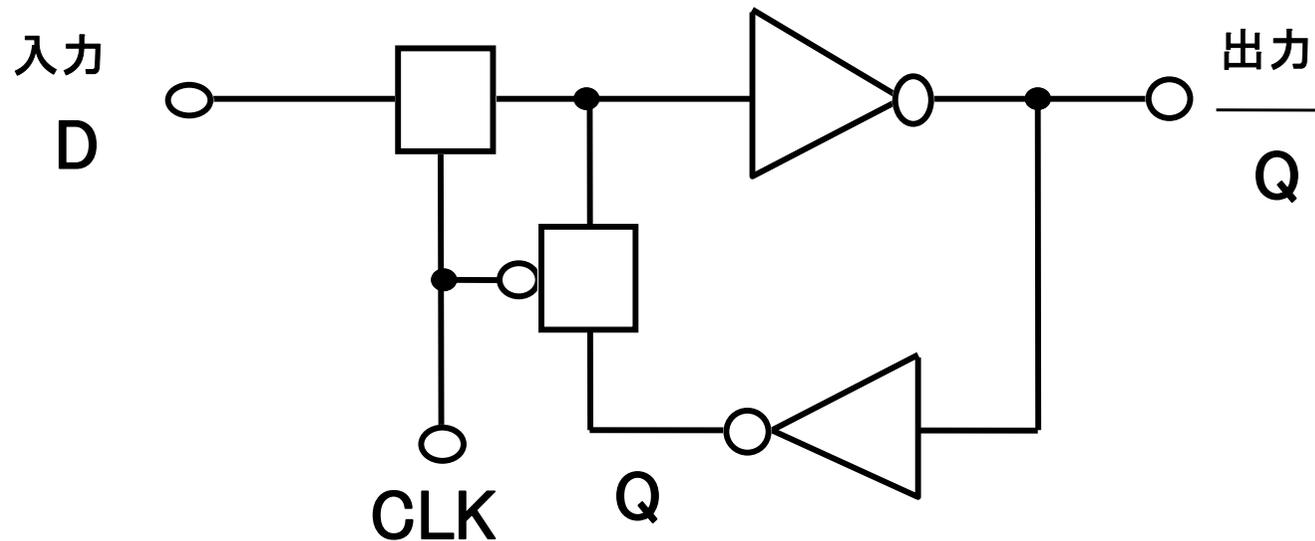
TG: トランスファゲート



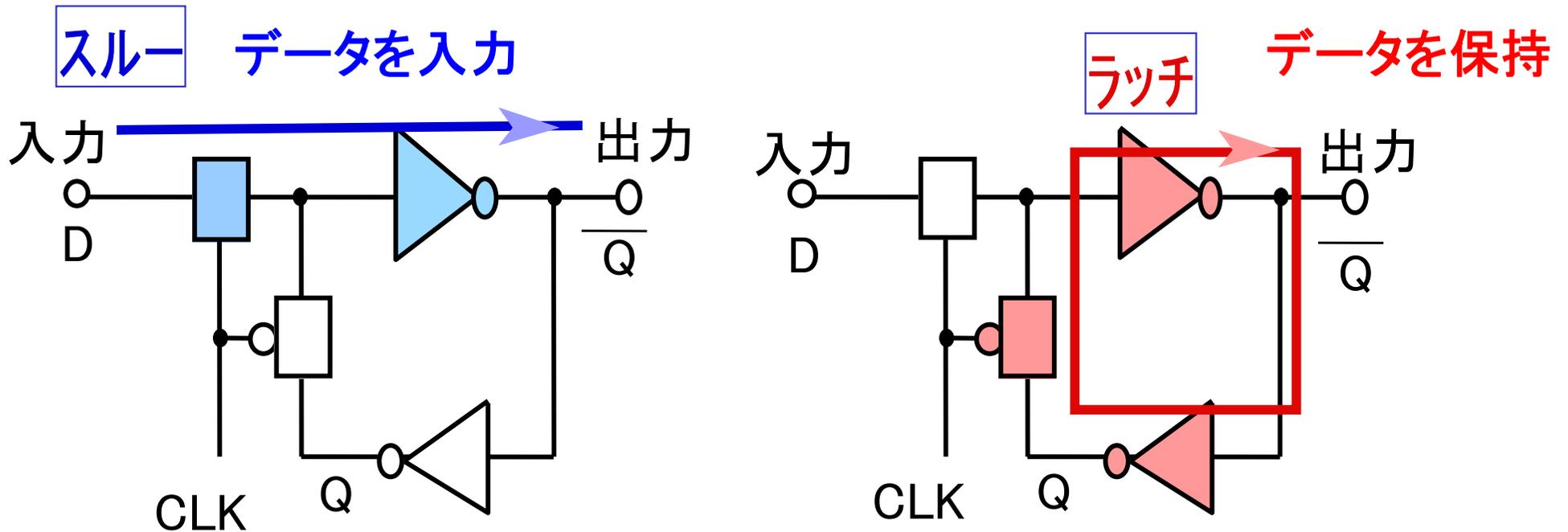
CLK="1"のときON
CLK="0"のときOFF

CLK="1"のときOFF
CLK="0"のときON

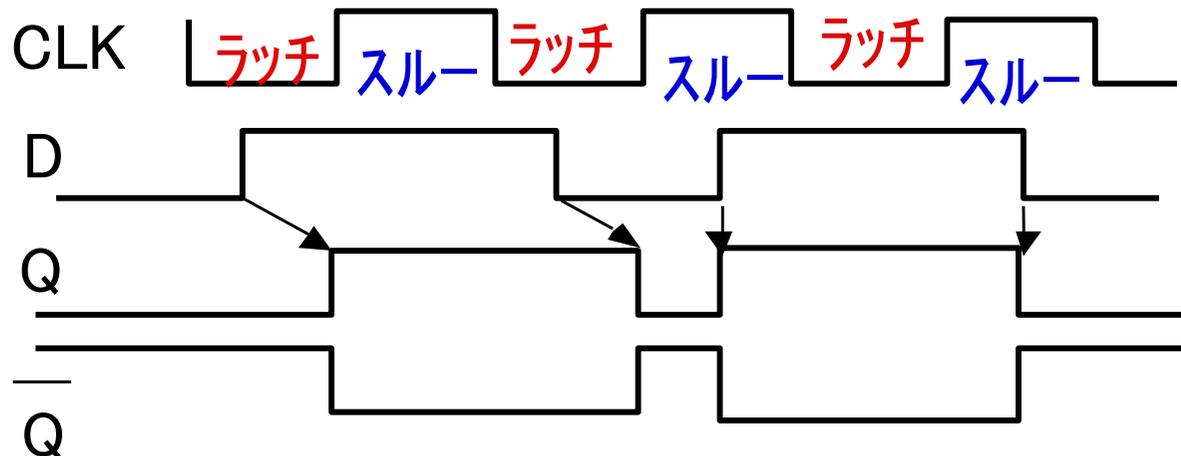
ラッチ回路



ラッチ回路

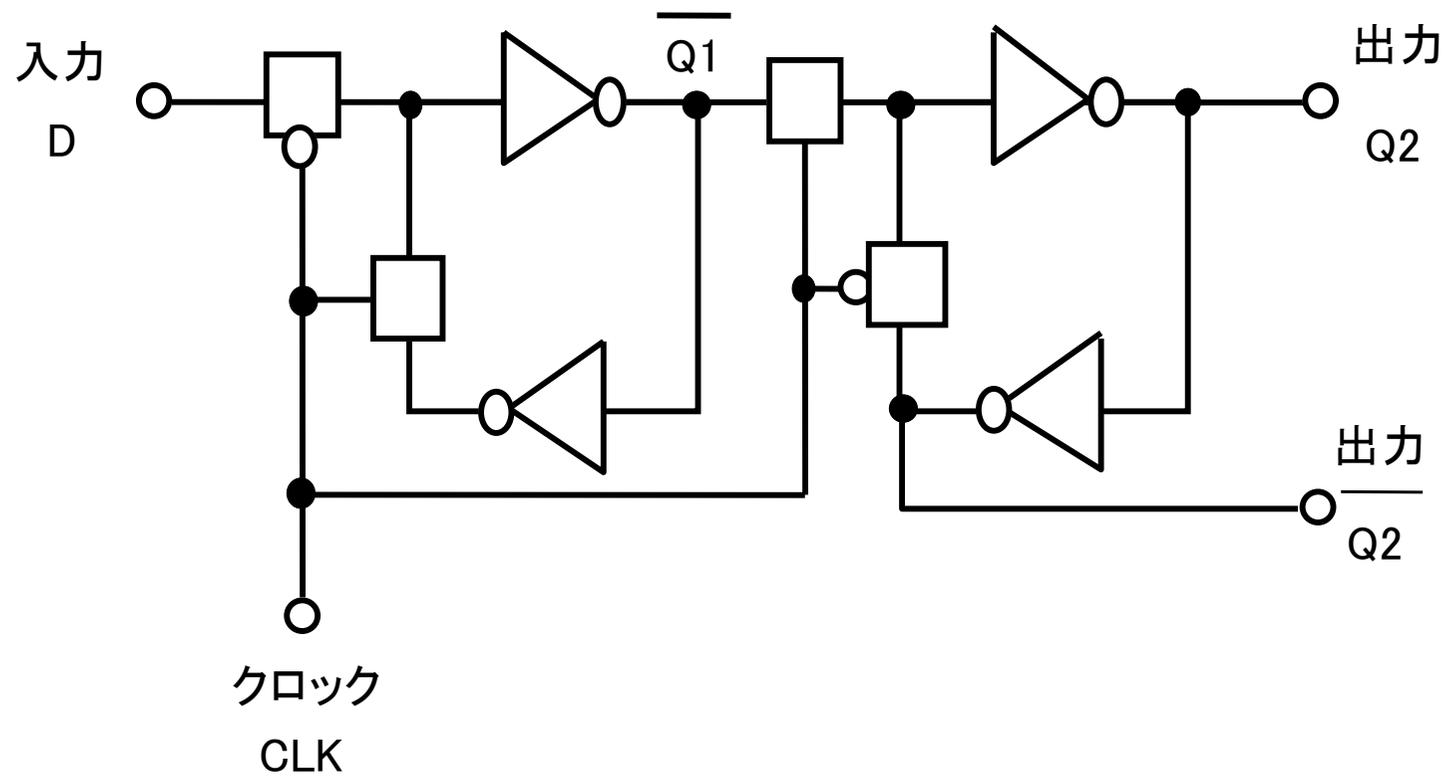


ラッチのタイミングチャート

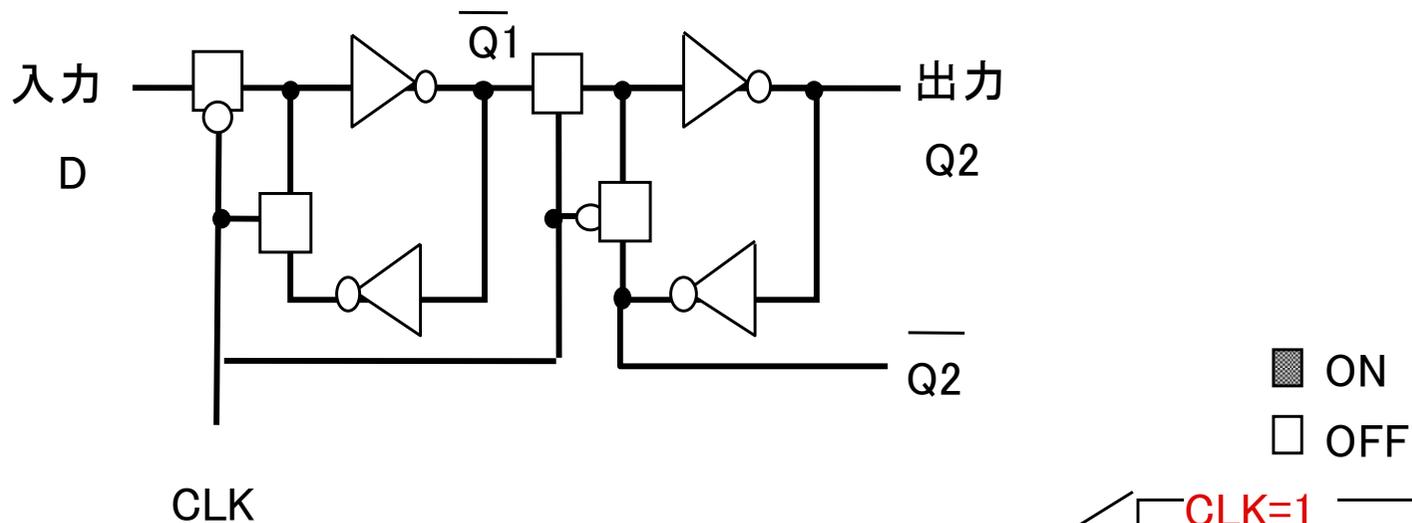


入力が変化しても
出力は前の値を保持.
入力が変化すると
出力も追従して変化.

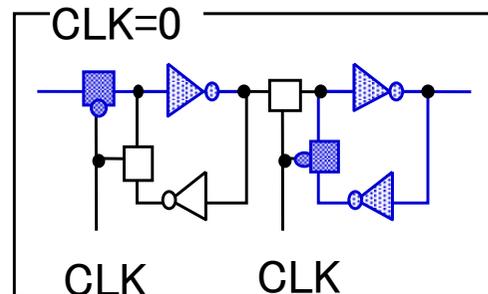
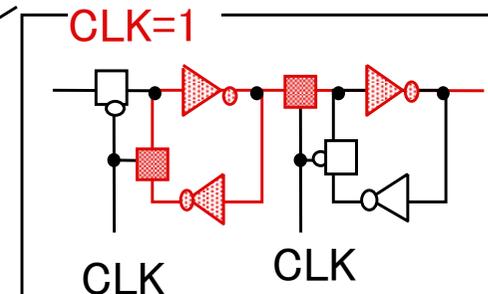
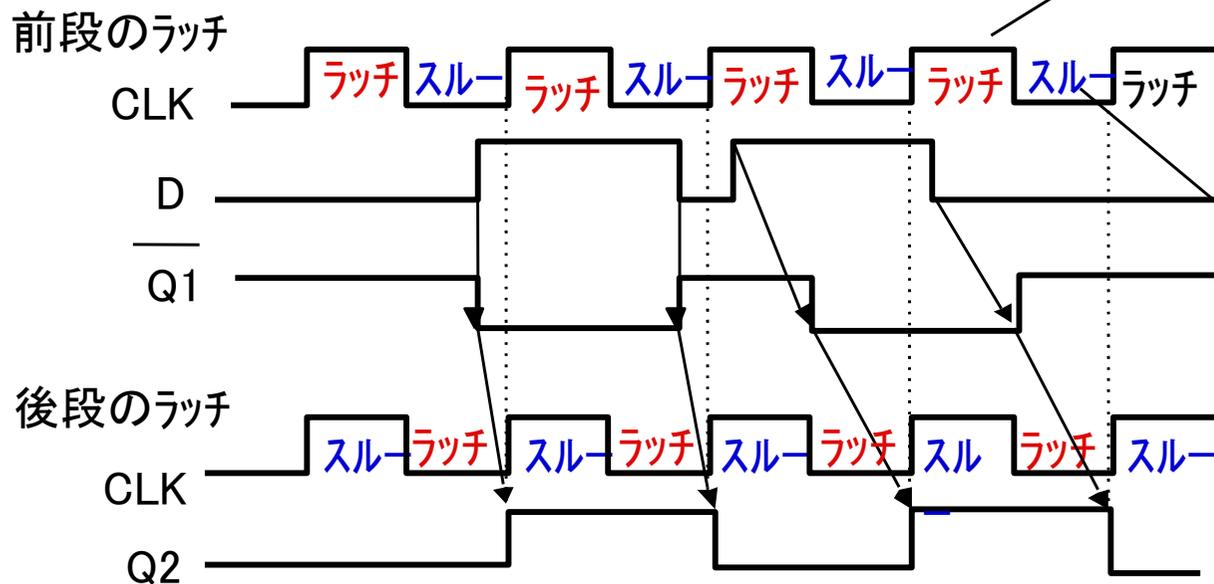
Dタイプフリップフロップ (D-F/F)



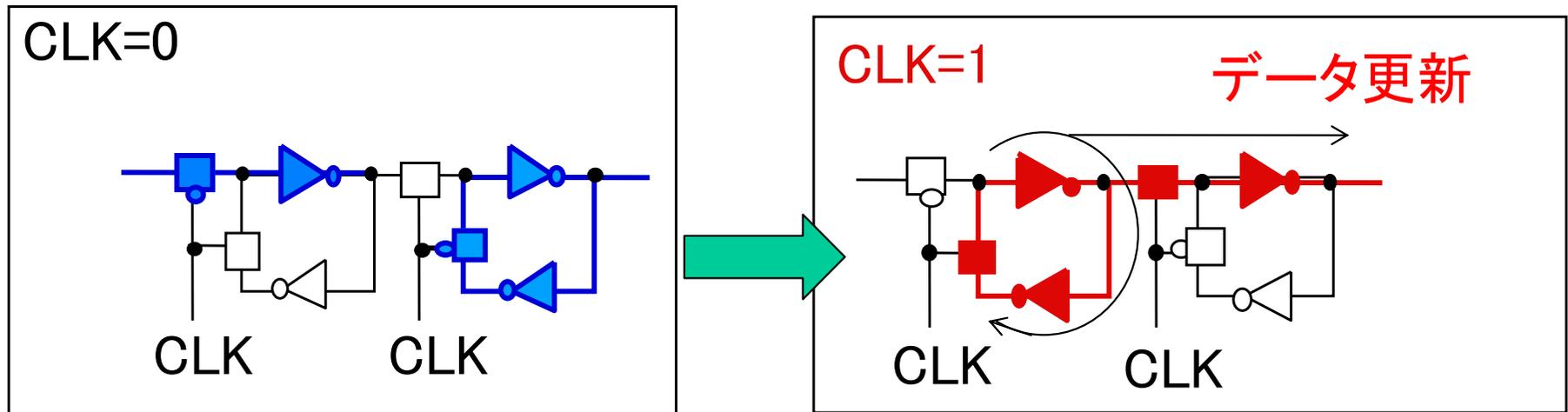
Dタイプフリップフロップ (D-F/F)



D-F/Fのタイミングチャート



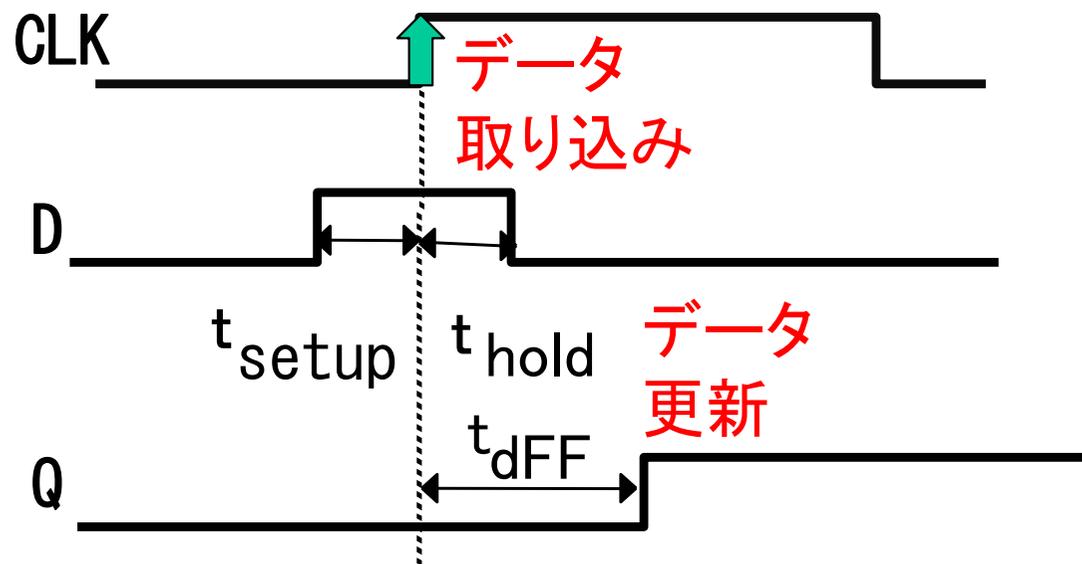
D-F/Fのタイミングチャート ■ ON □ OFF



t_{setup} : セットアップ時間

t_{hold} : ホールド時間

t_{dFF} : 遅延時間

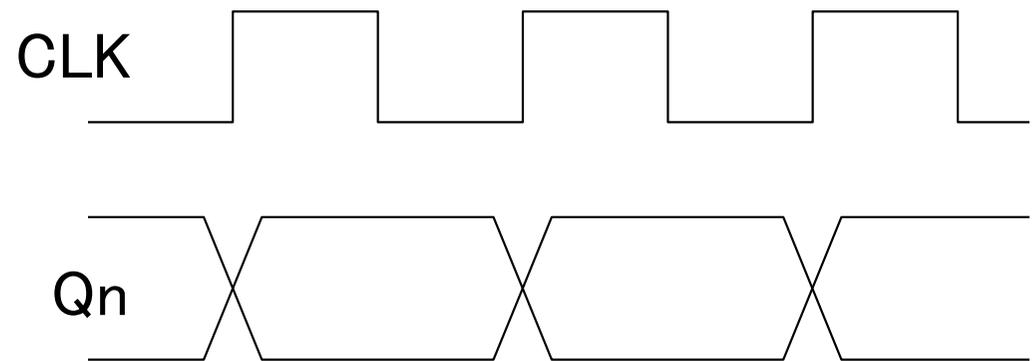
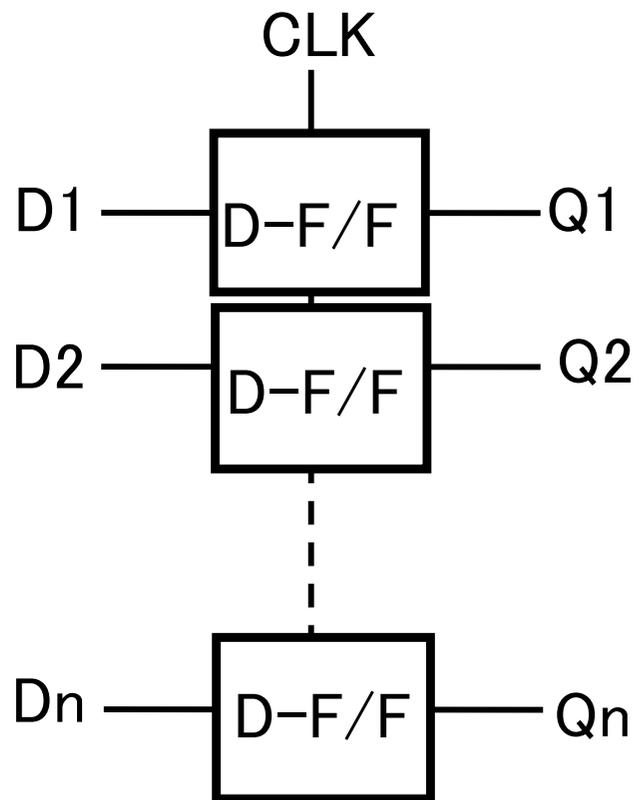


Dのデータが正しく取り込まれるためには

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

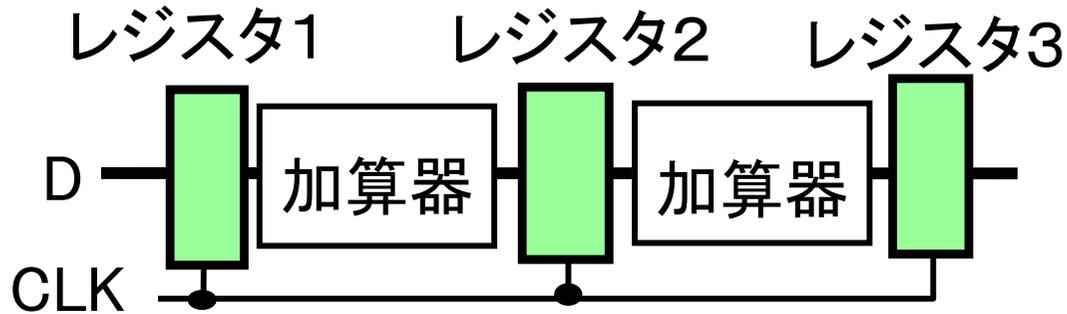
レジスタの構成例

nビットレジスタ

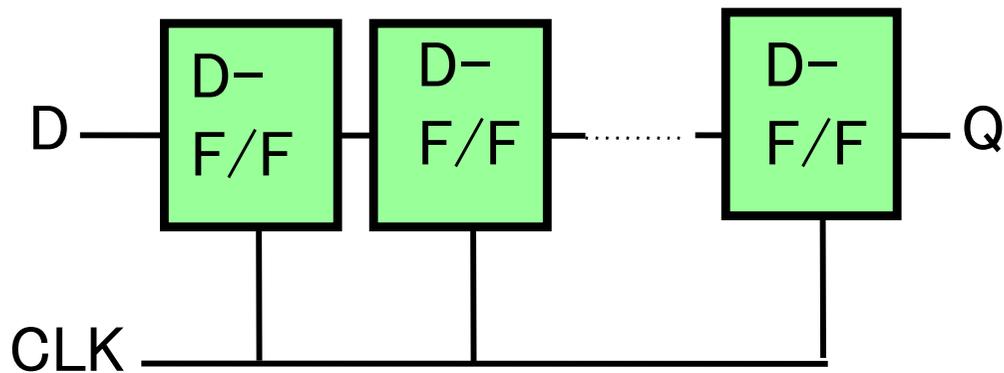


レジスタの構成例

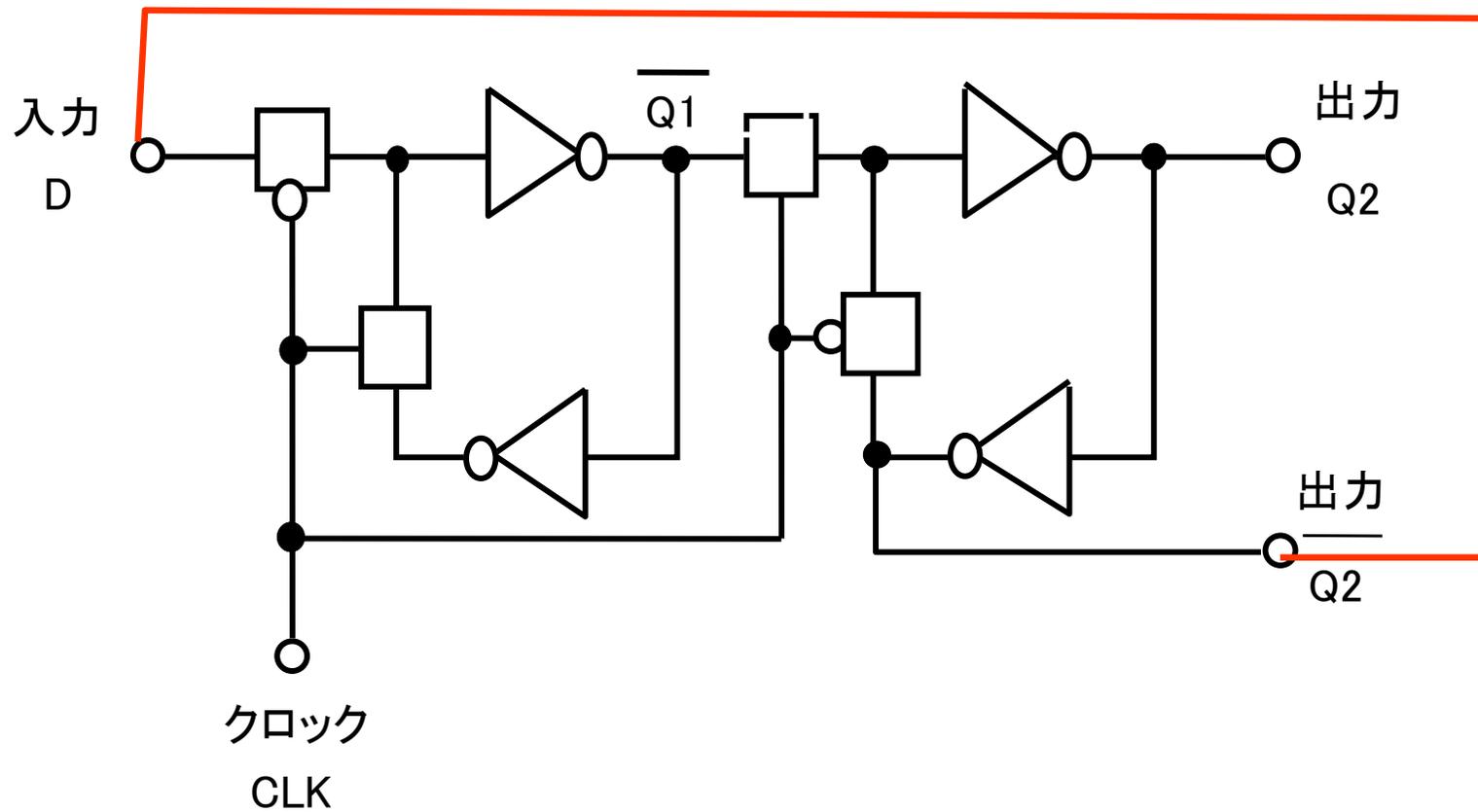
パイプラインレジスタ



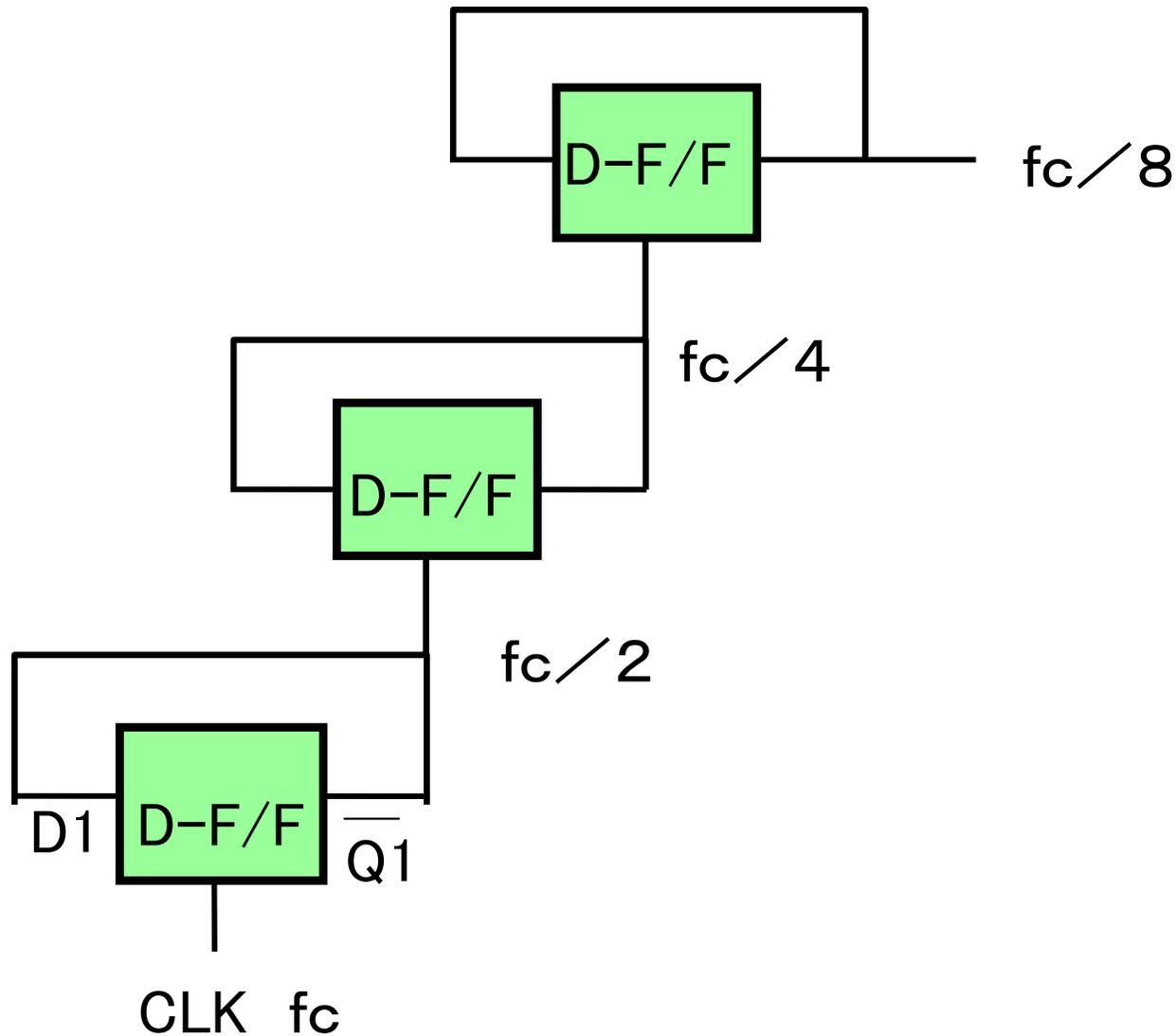
シフトレジスタ



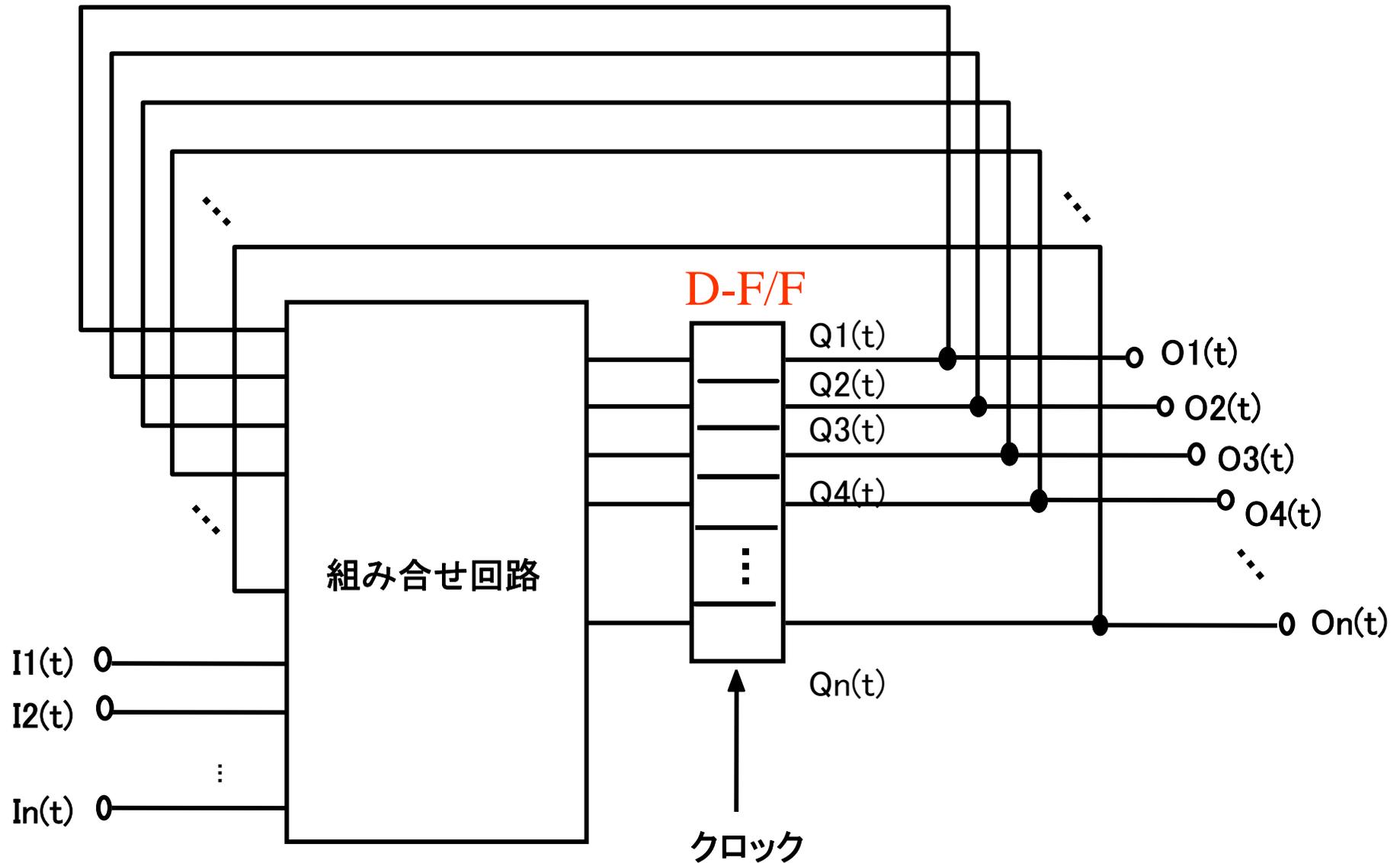
D-F/Fを用いた分周器



分周器の構成例



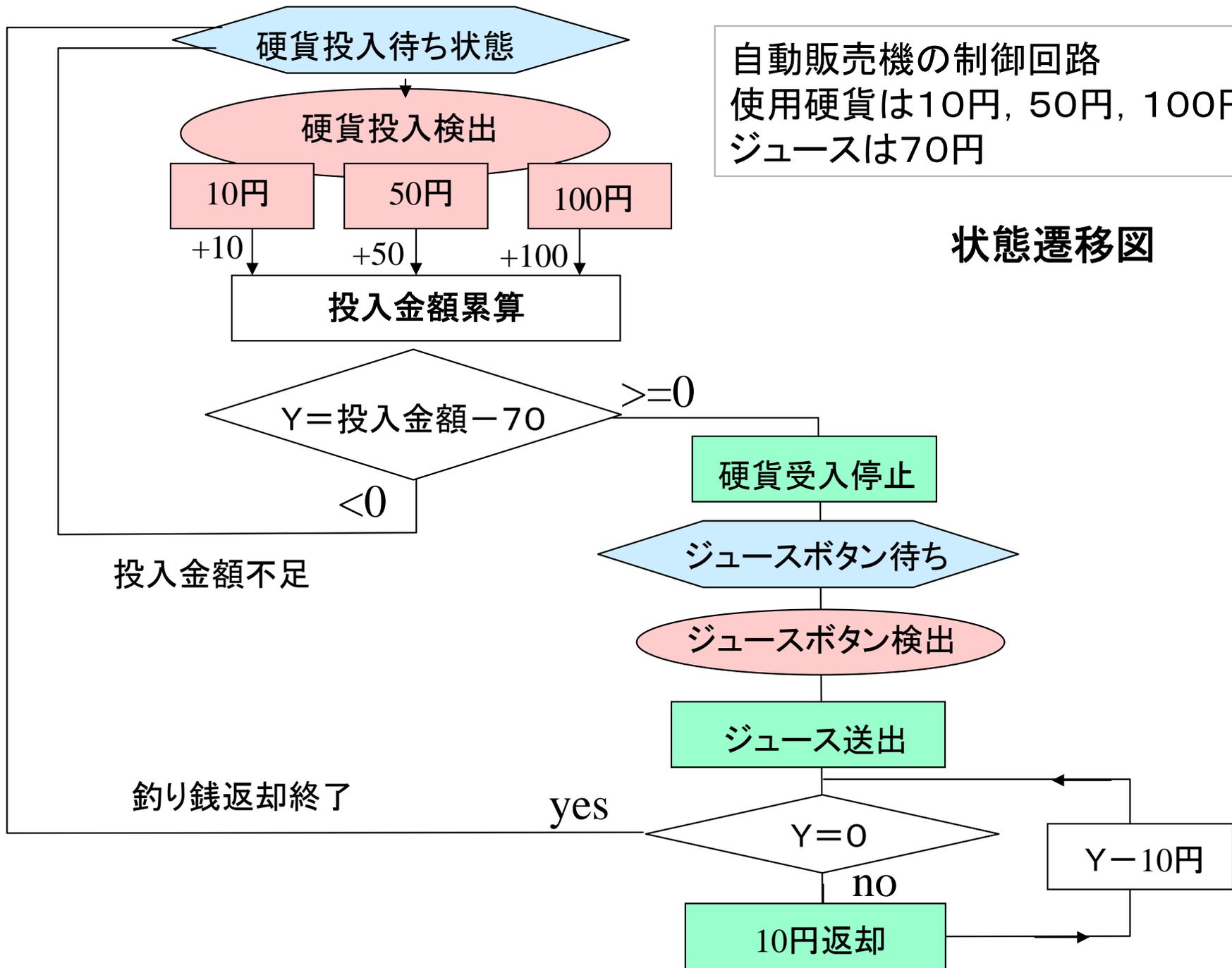
順序回路



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

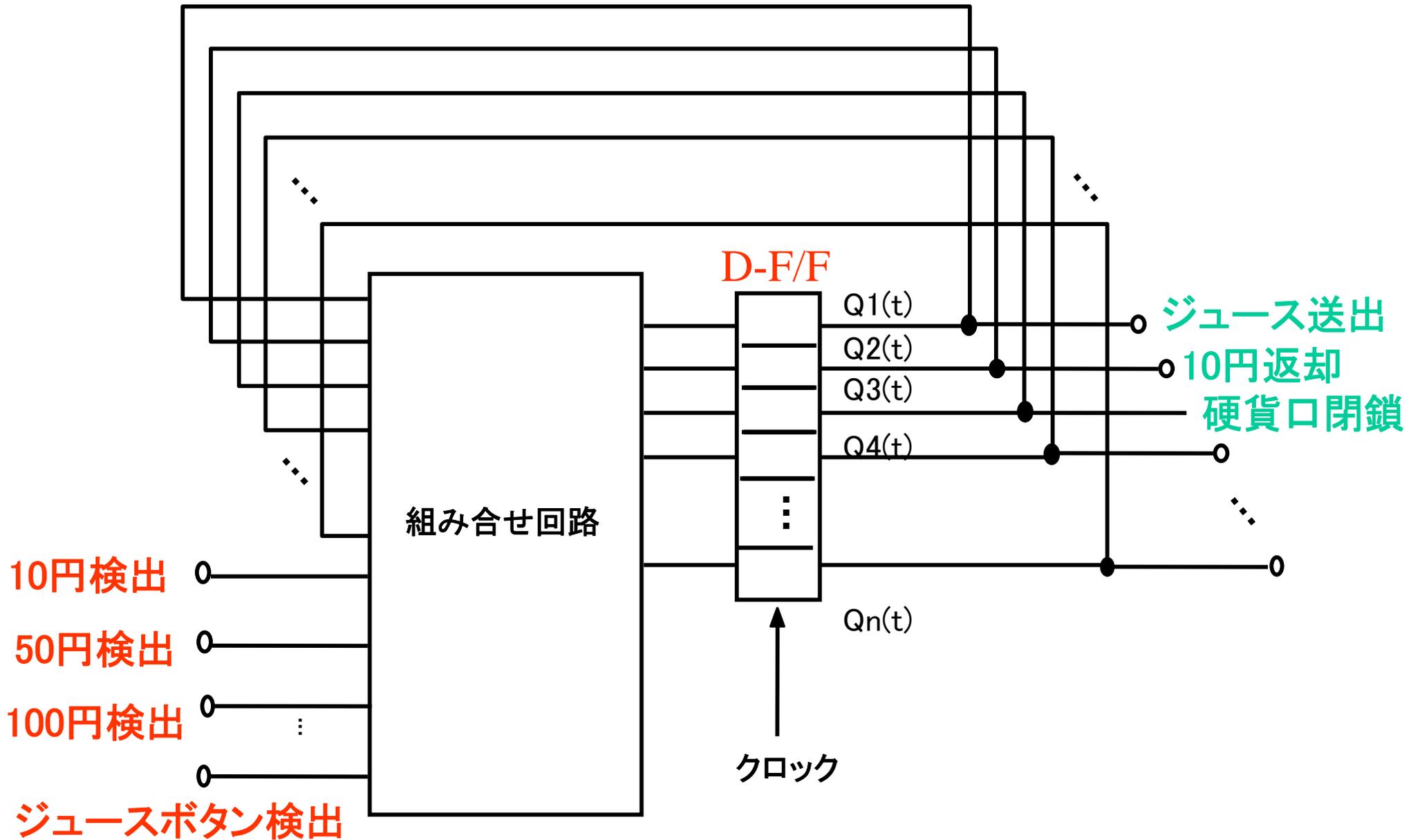
状態遷移図



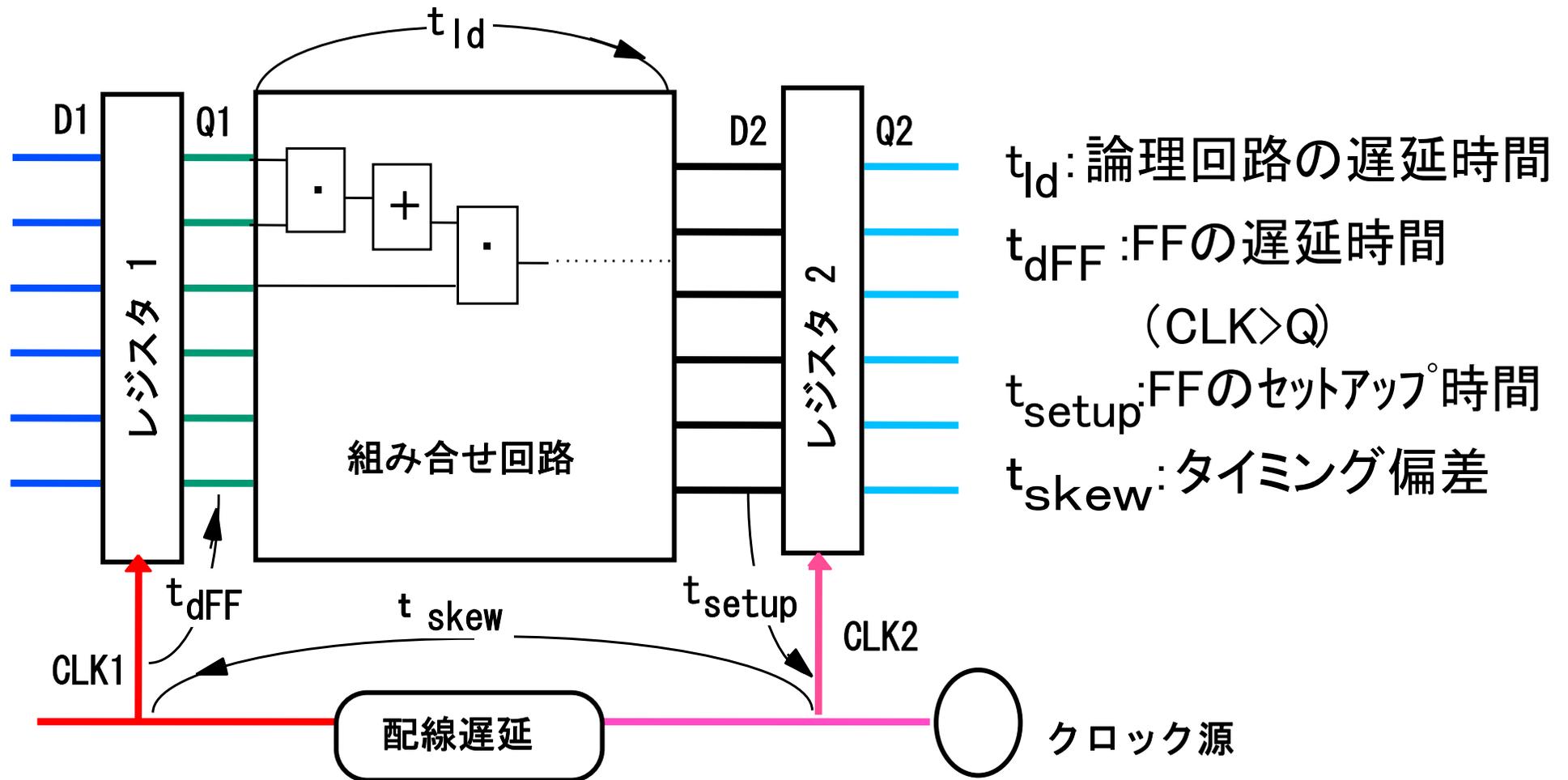
投入金額不足

釣り銭返却終了

自動販売機の順序回路



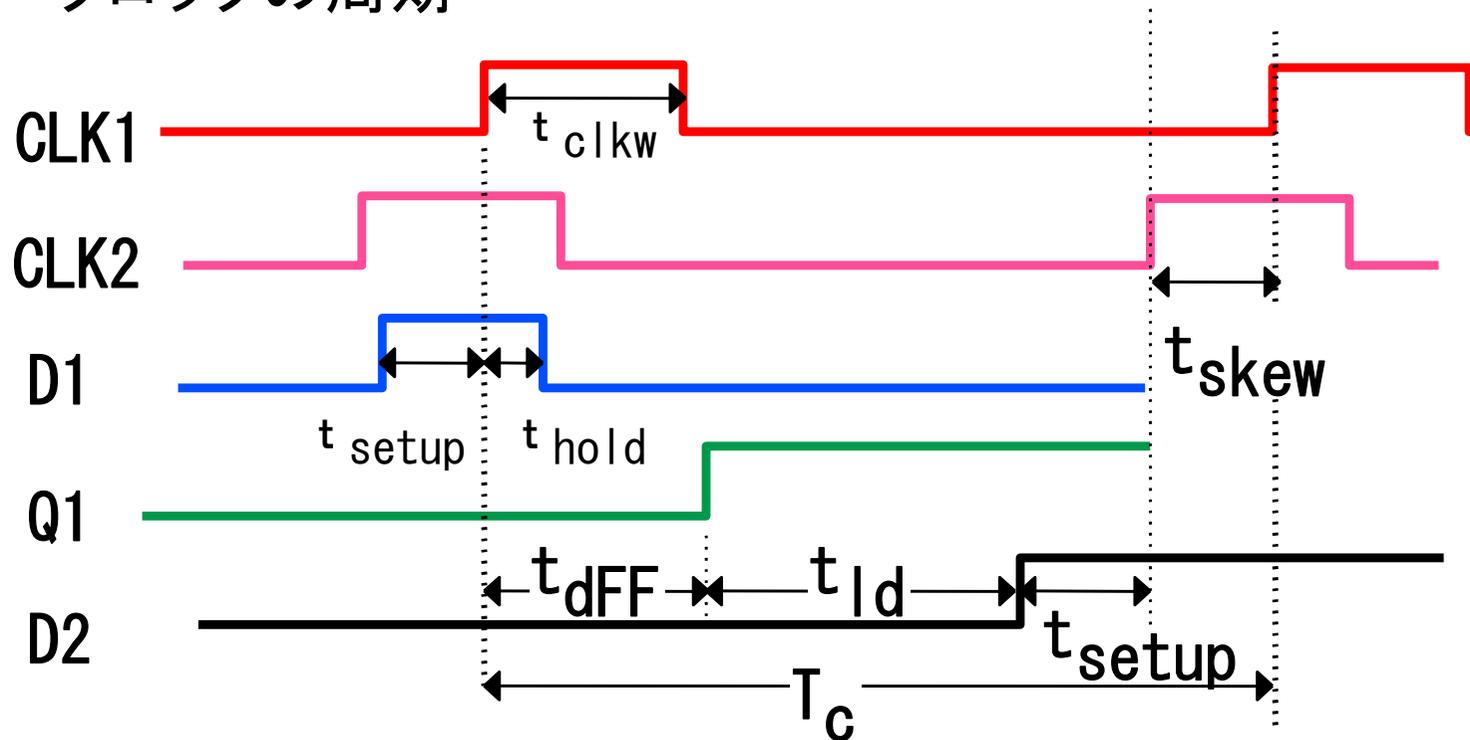
同期回路システムの構成



同期システムのクロックタイミング

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

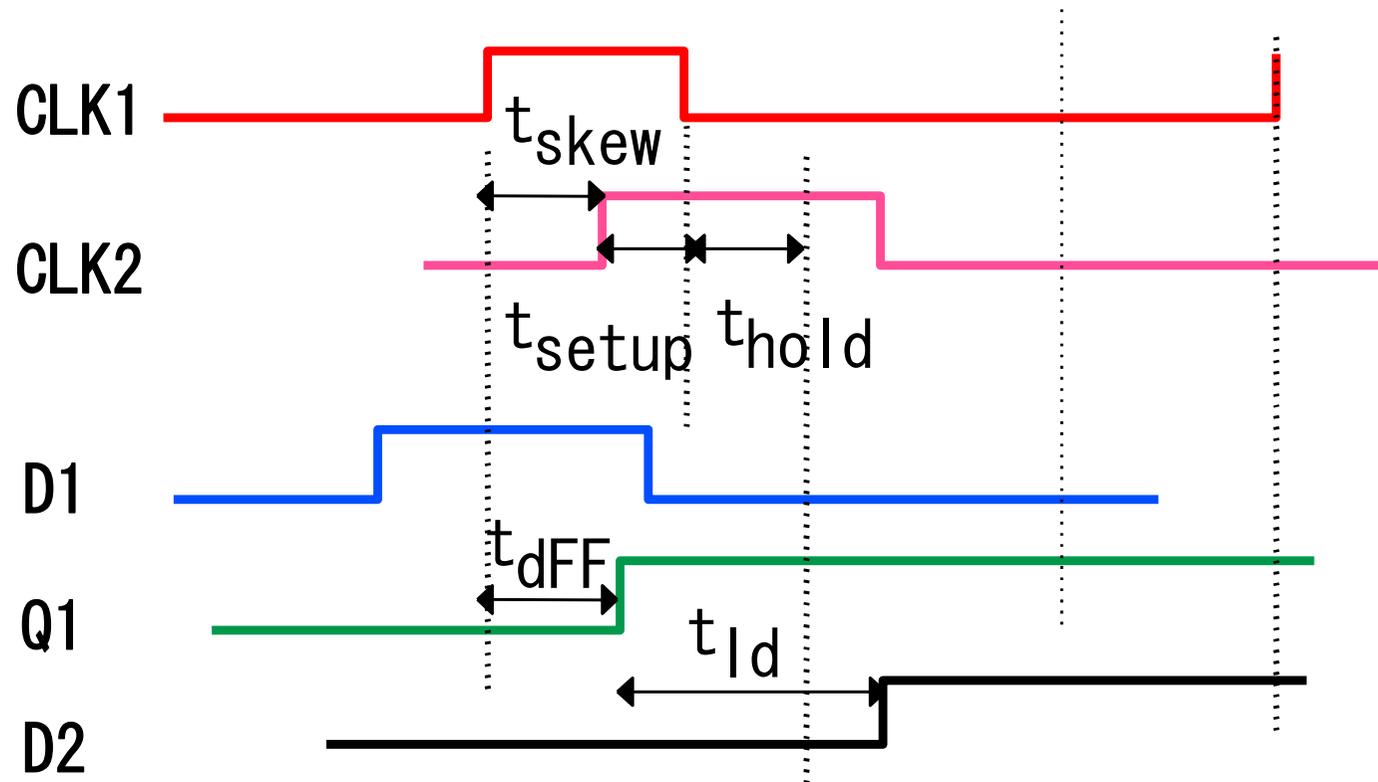
クロックの周期

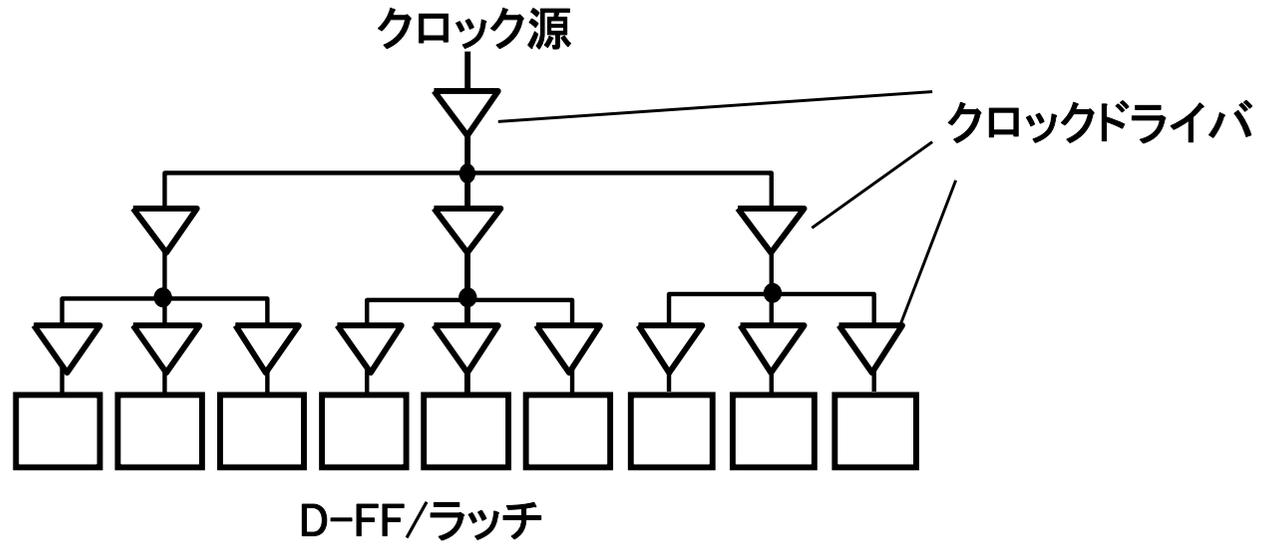


クロックの逆数

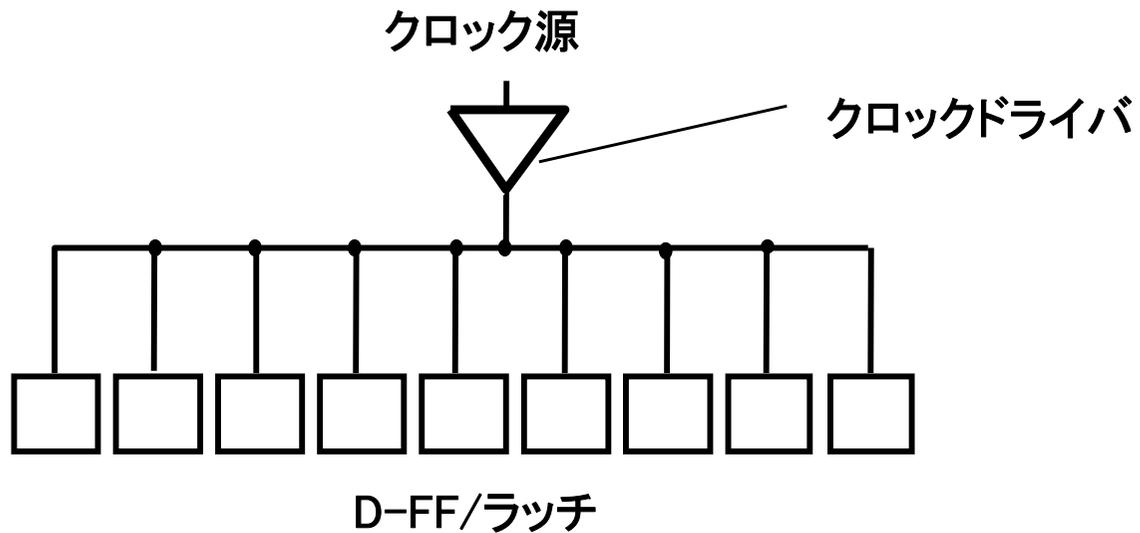
同期システムのクロックタイミング

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





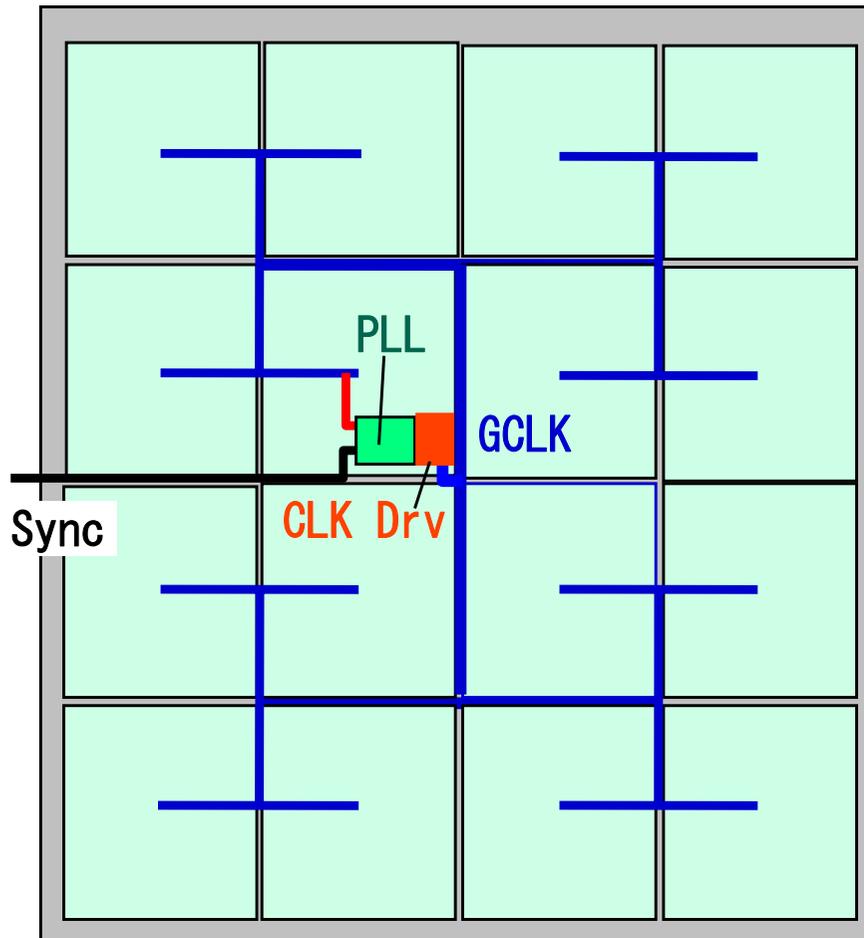
(a) ドライバを分散配置したクロックツリー構造



(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

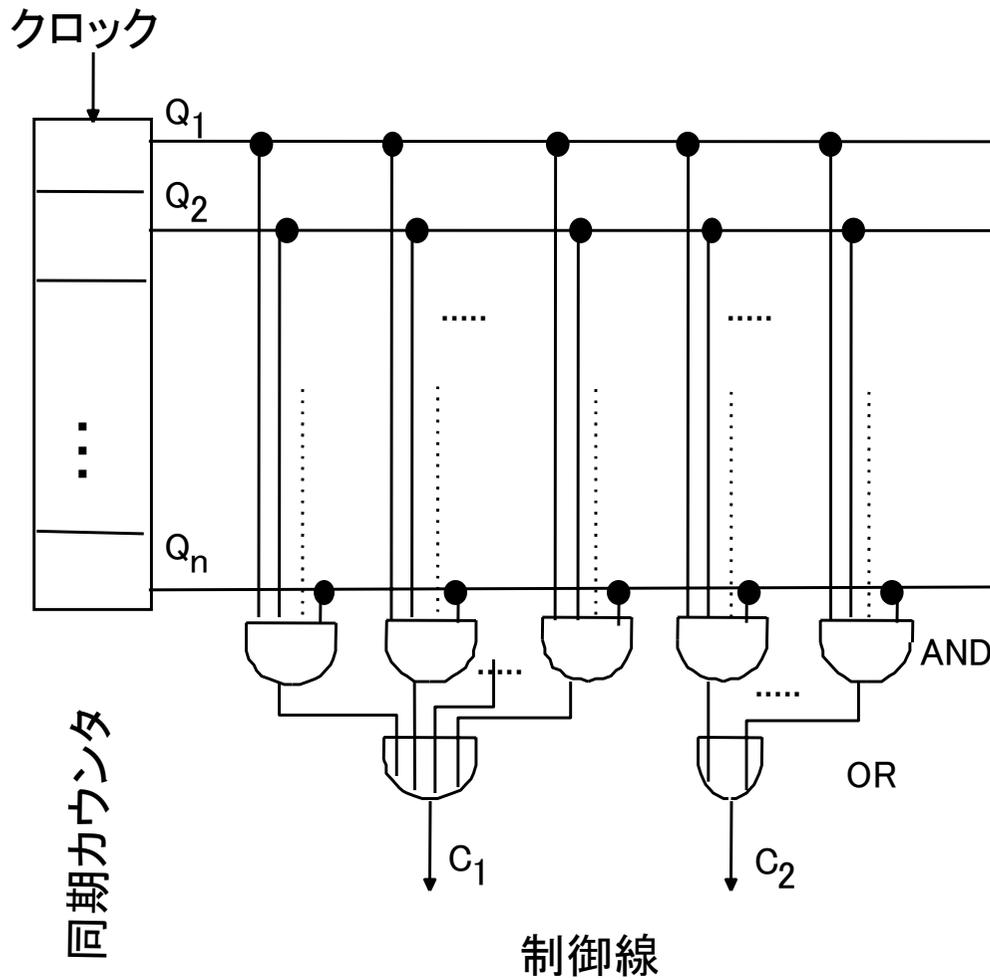
(Hツリー , PLL同期型)



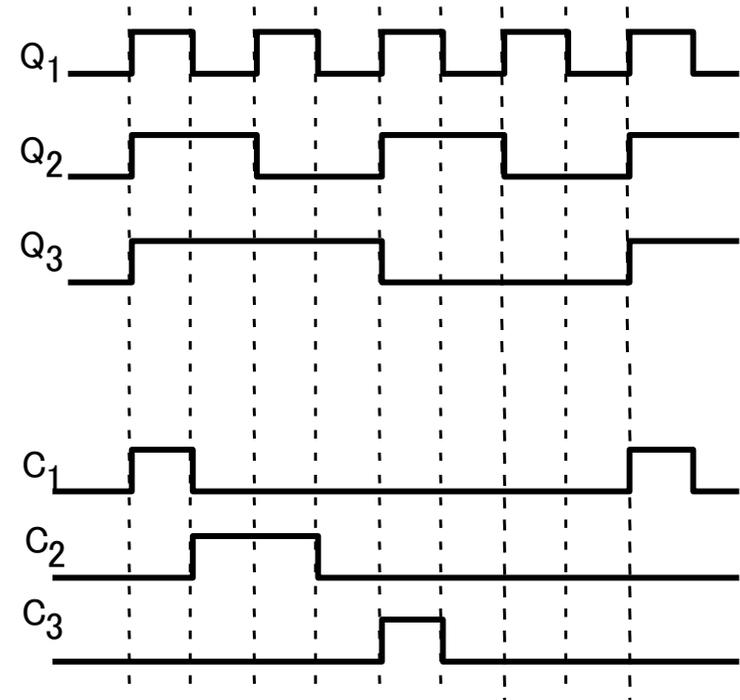
1. チップの各部へのクロック配線長を総て等しくする.
2. チップの中央に大型のクロックドライバを配置する.
3. クロックの受信端で同期クロックと位相比, スキューを最小にする.
4. CG (Clock Generator) に Clock Enable の機能を持たせる. Power Down 制御する.

**クロックのスキューを最小化
動作地点で同期**

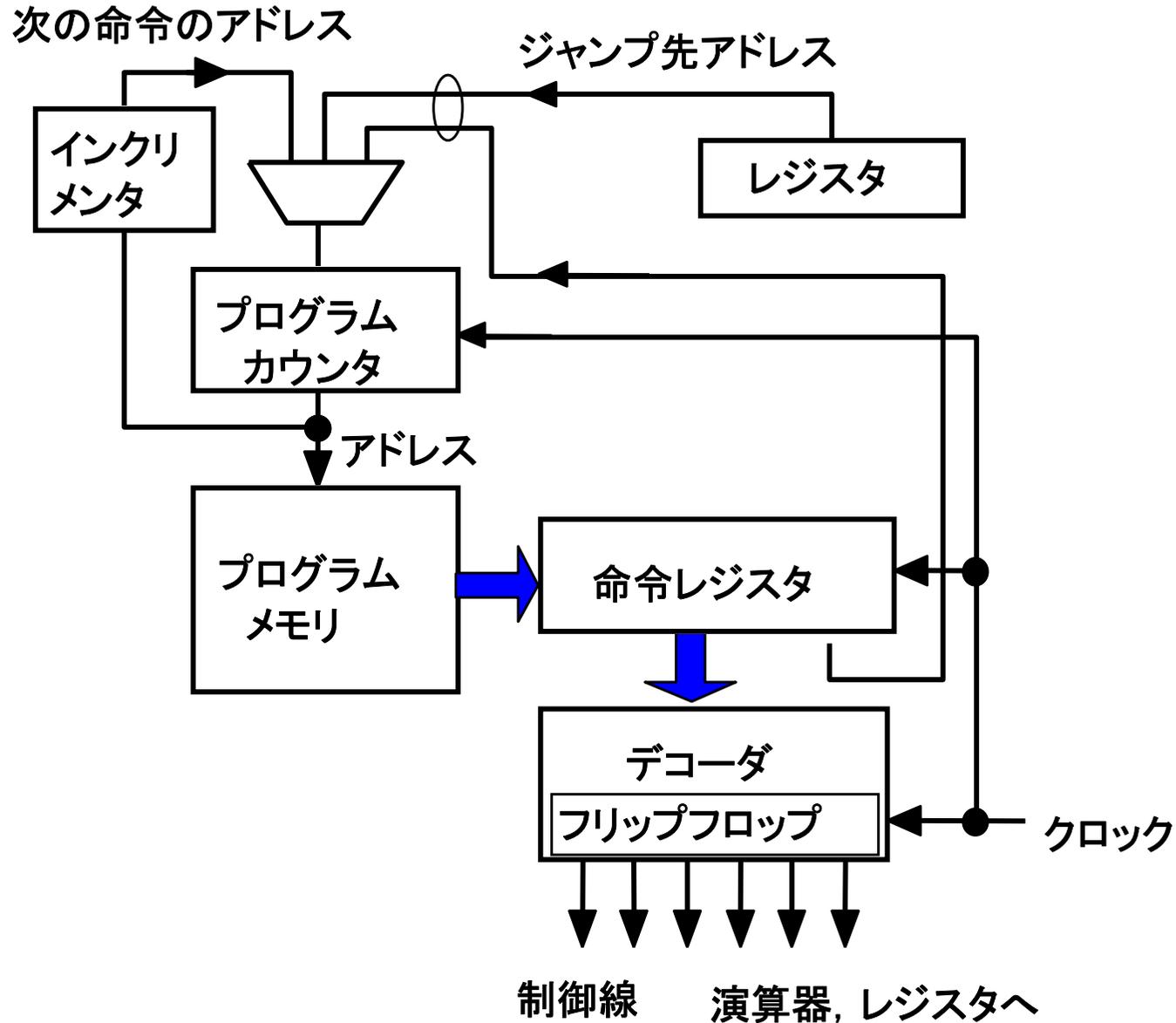
ハードウェア制御回路



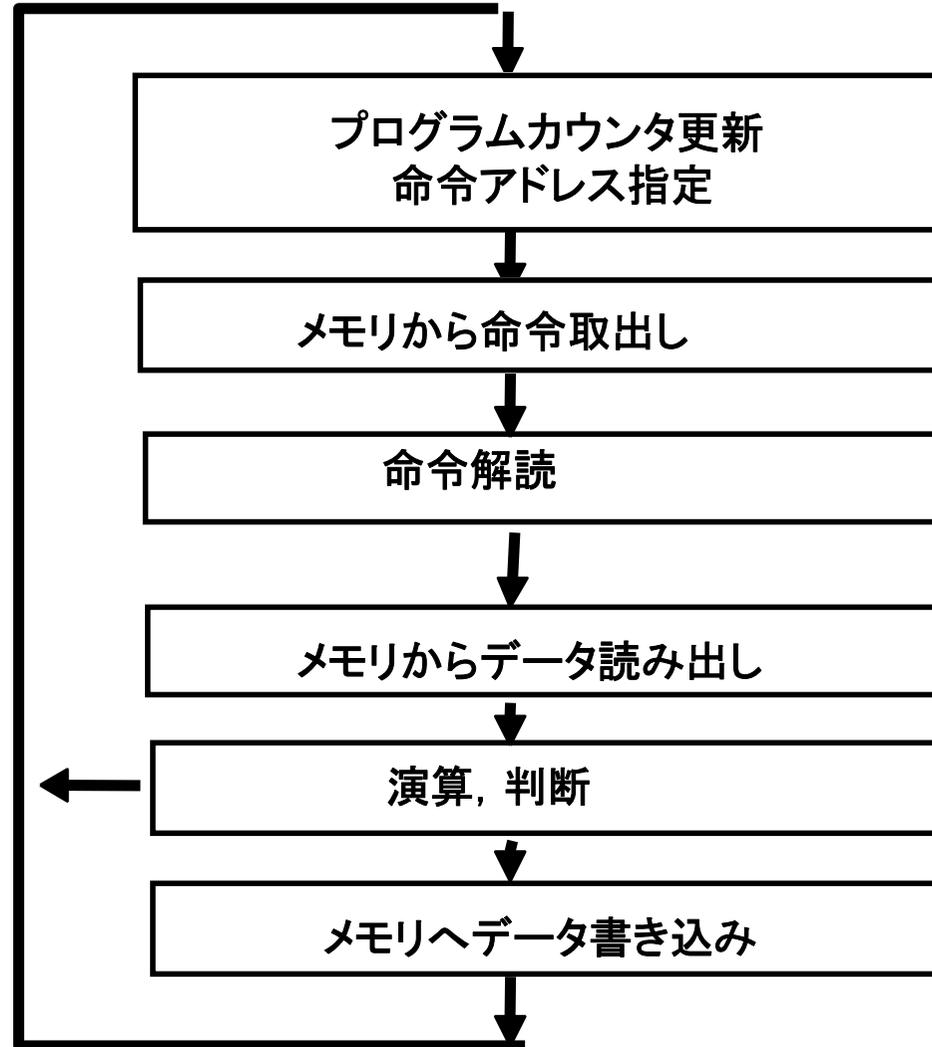
タイミングの例



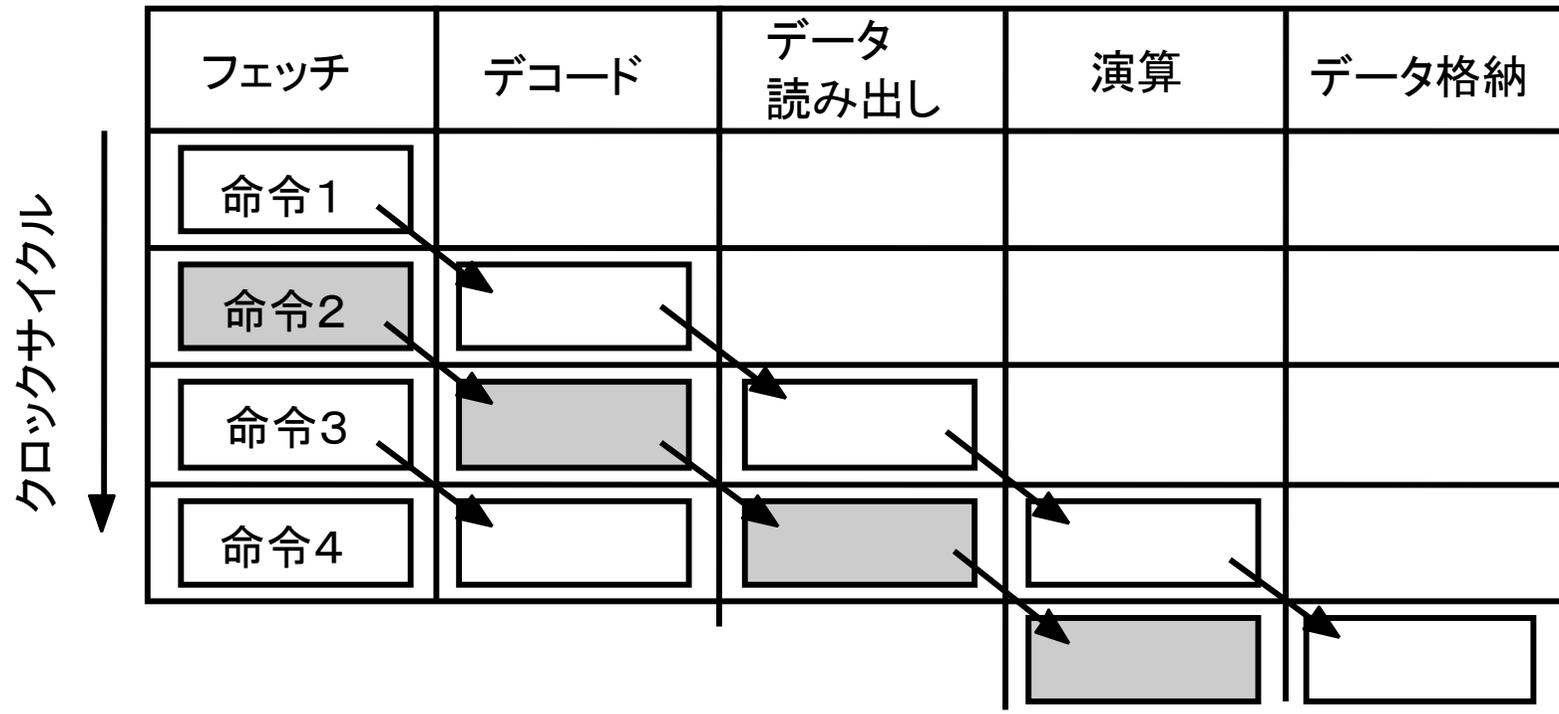
プログラム制御回路



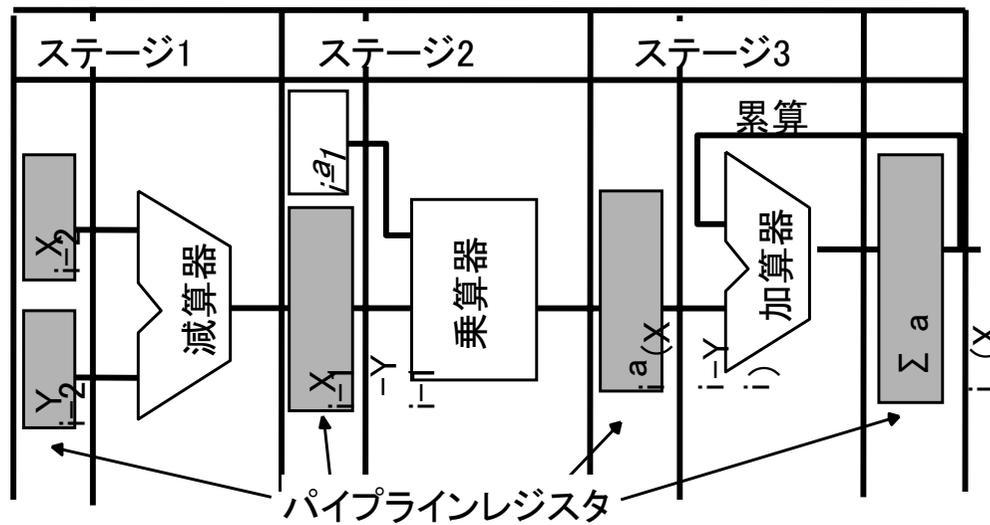
制御の流れ



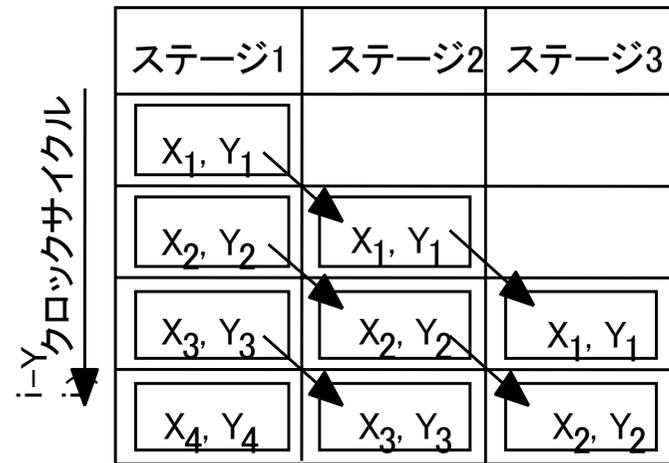
パイプライン制御



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

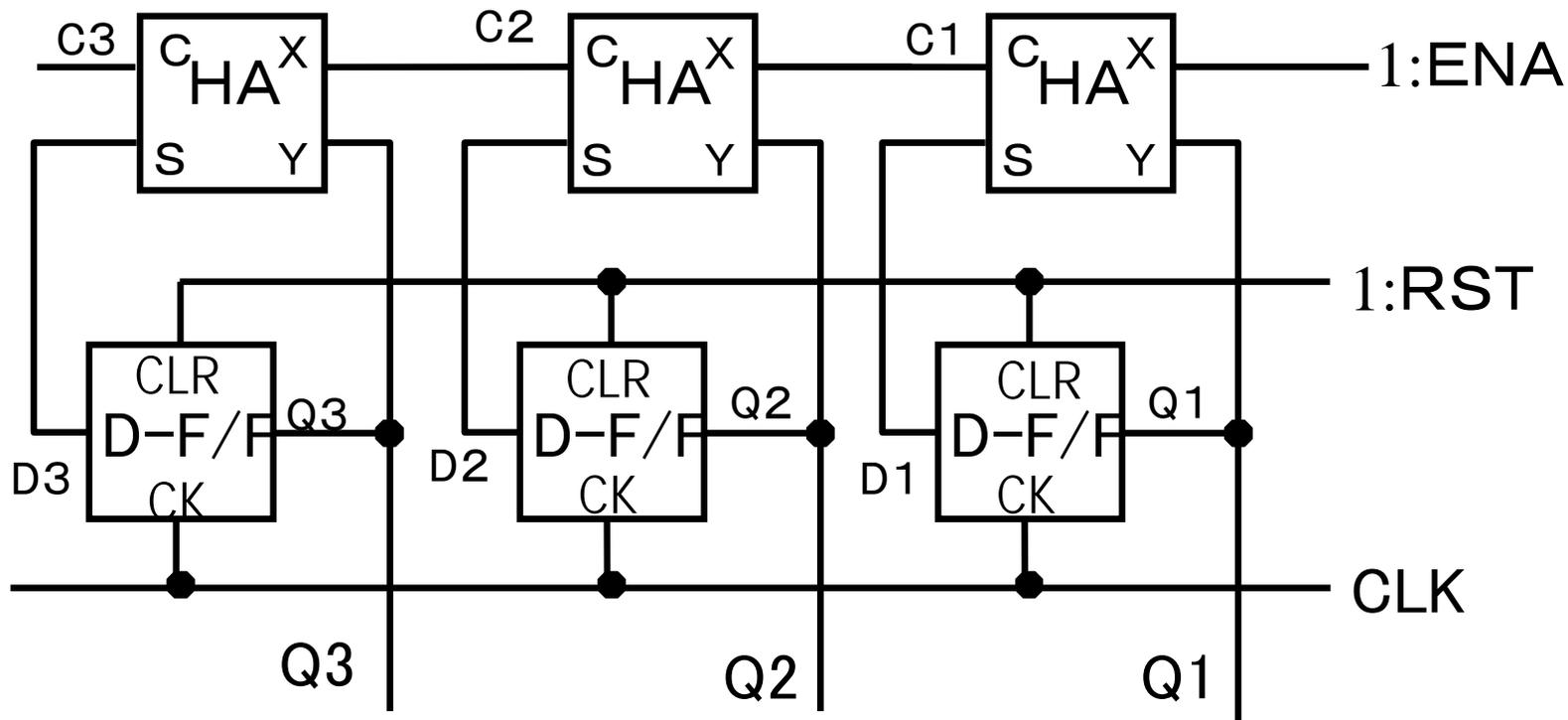
000>001>010>011>100> >111

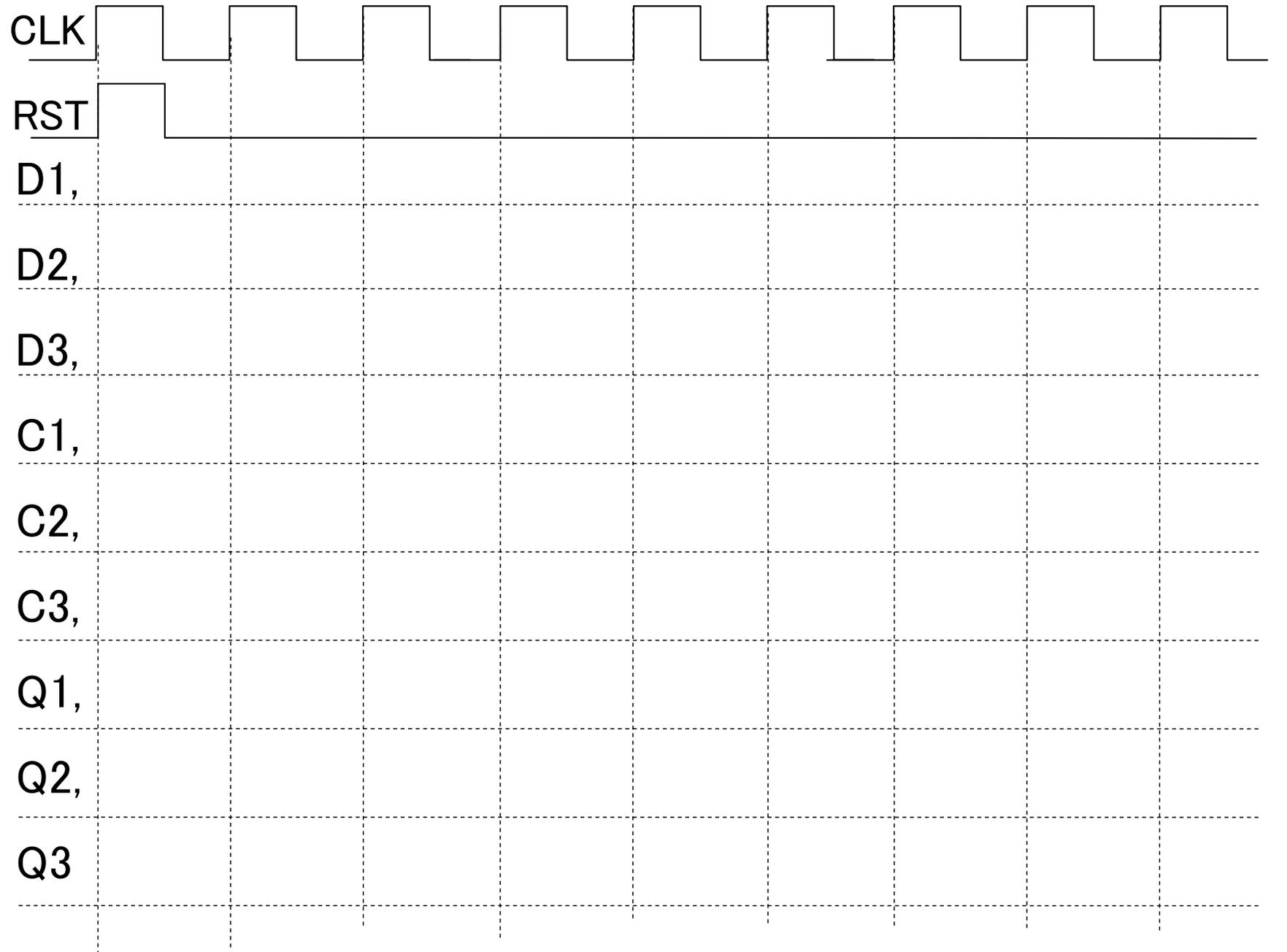
最初0000にリセットするのはどうすればいいか？

宿題 12.18

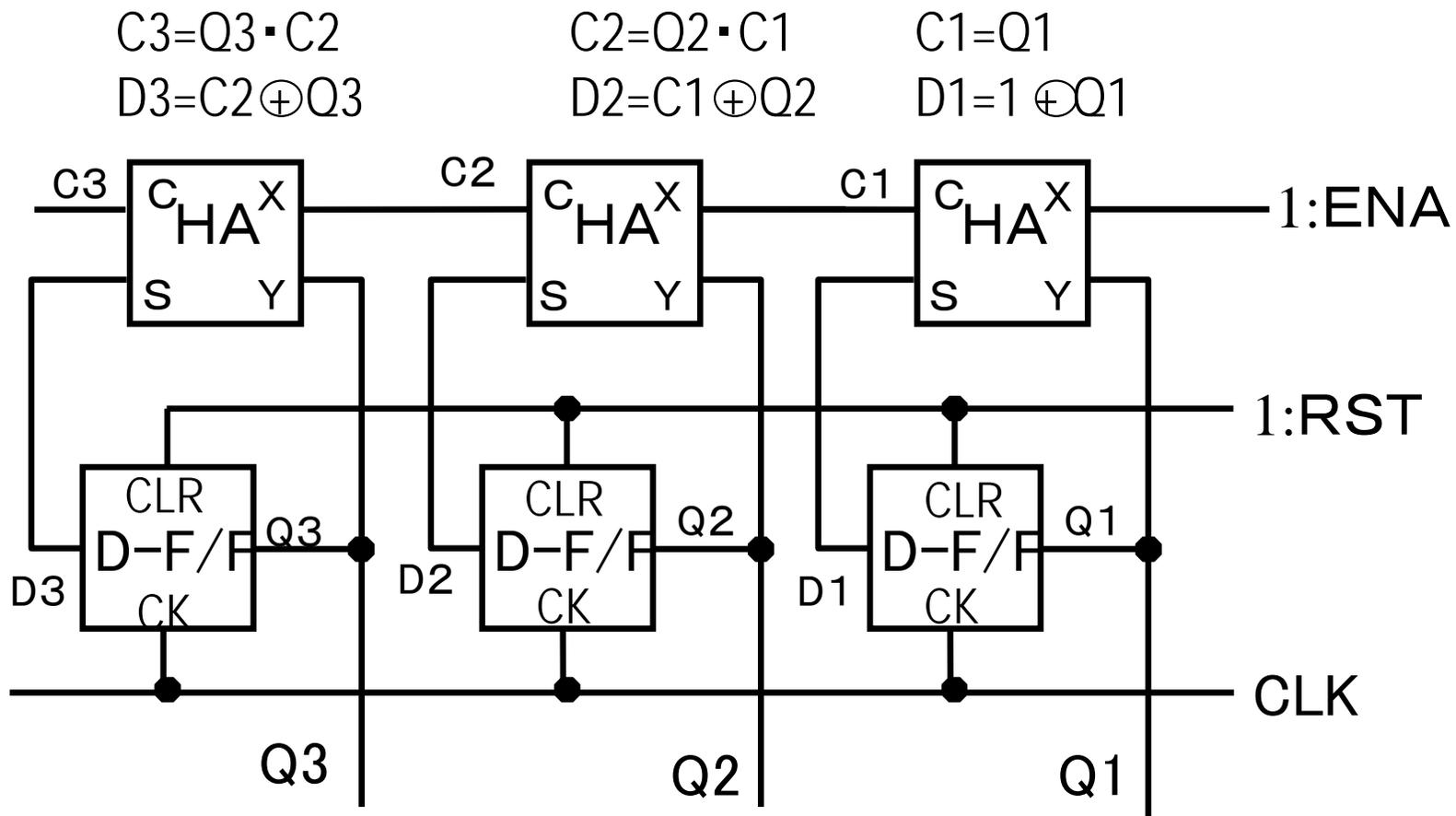
2. 3ビット同期カウンタにおいて、一定周期のクロックが入力されているとき、CLK, RST, D1, D2, D3, C1, C2, C3, Q1, Q2, Q3のタイムチャートを書け。ただし、クロックの立ち上がりでカウント動作する

3ビット同期カウンタ

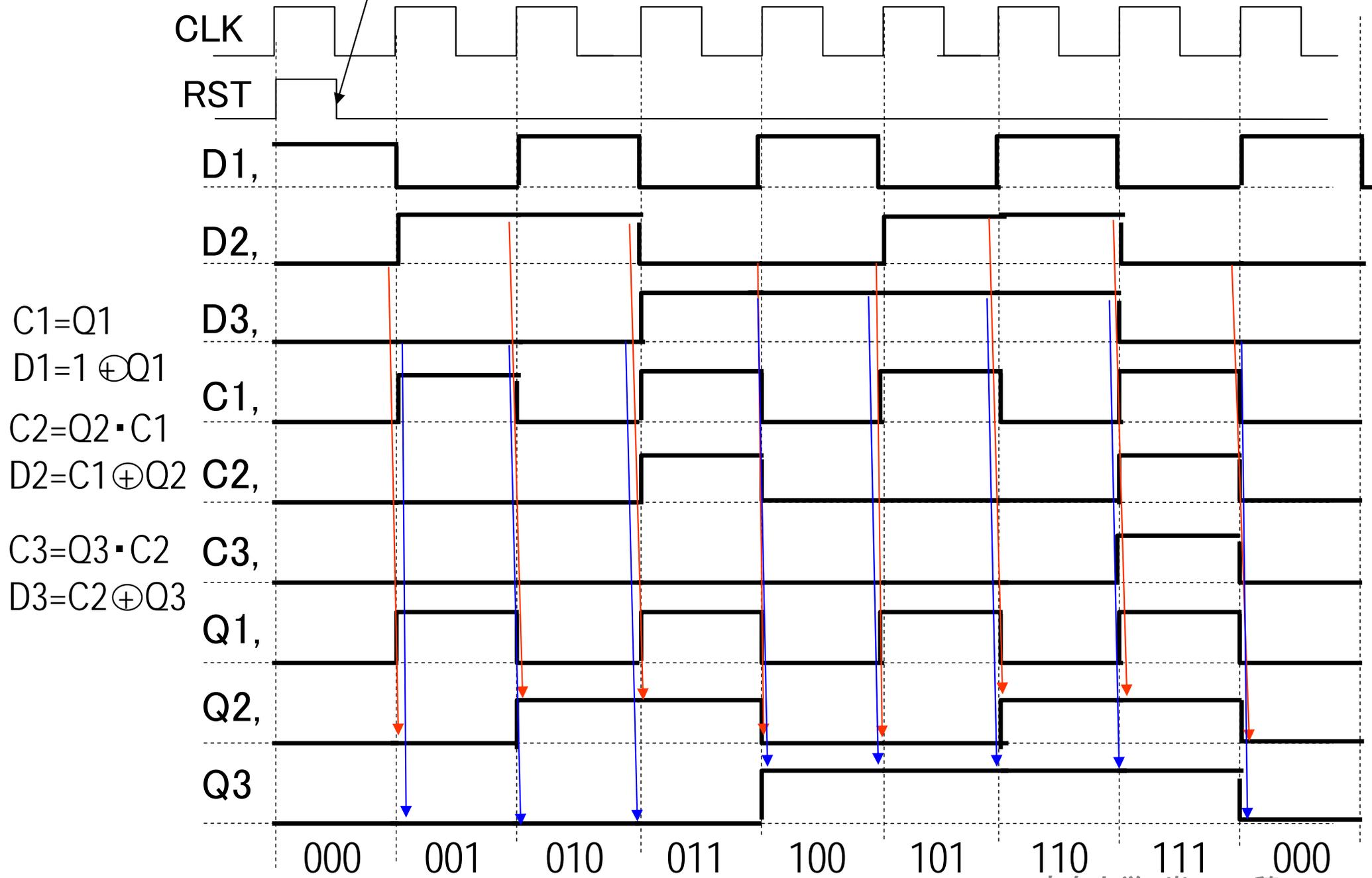




3ビット同期カウンタ



宿題 12.18 解答 リセット解除



$C1 = Q1$
 $D1 = 1 \oplus Q1$
 $C2 = Q2 \cdot C1$
 $D2 = C1 \oplus Q2$
 $C3 = Q3 \cdot C2$
 $D3 = C2 \oplus Q3$