

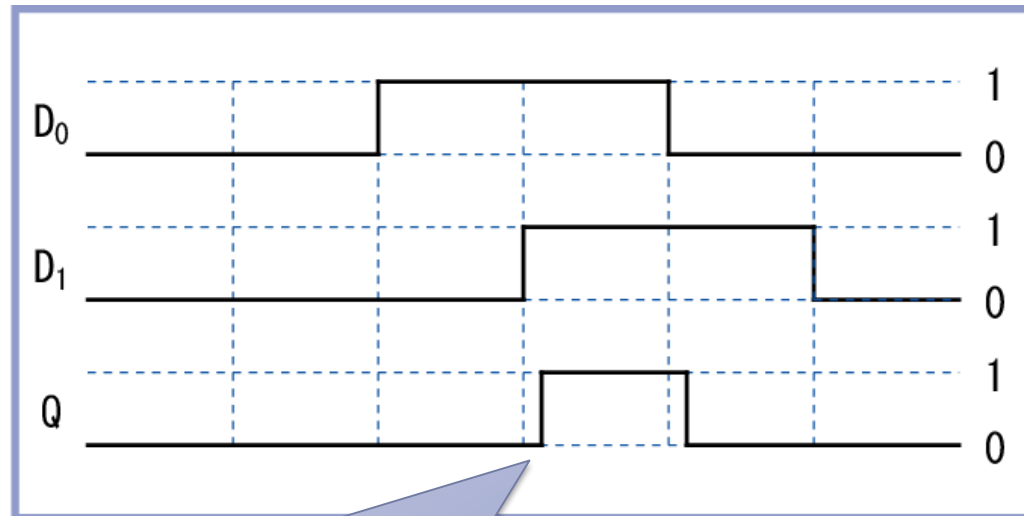
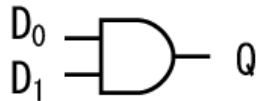
論理回路（2）

順序回路

タイミングチャート

- ▶ タイミングチャート
 - ▶ 信号の状態変化を示した図を**タイミングチャート**という.
 - ▶ 一般に, 横軸に時間を, 縦軸に論理値または電圧値をとる.

【例】 AND回路のタイミングチャート

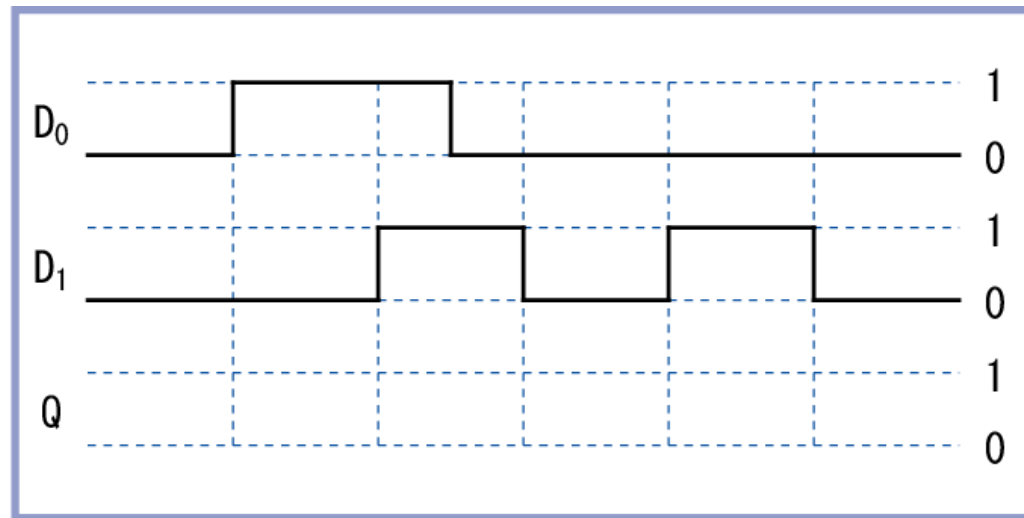


伝播遅延時間により, 出力タイミングは少し遅れる.

演習問題

▶ 問題1

- ▶ 下左図のOR回路に, 下右図のタイミングチャートに示されるような信号 D_0 と信号 D_1 が入力されるものとする. 信号 Q の状態変化を記入せよ.



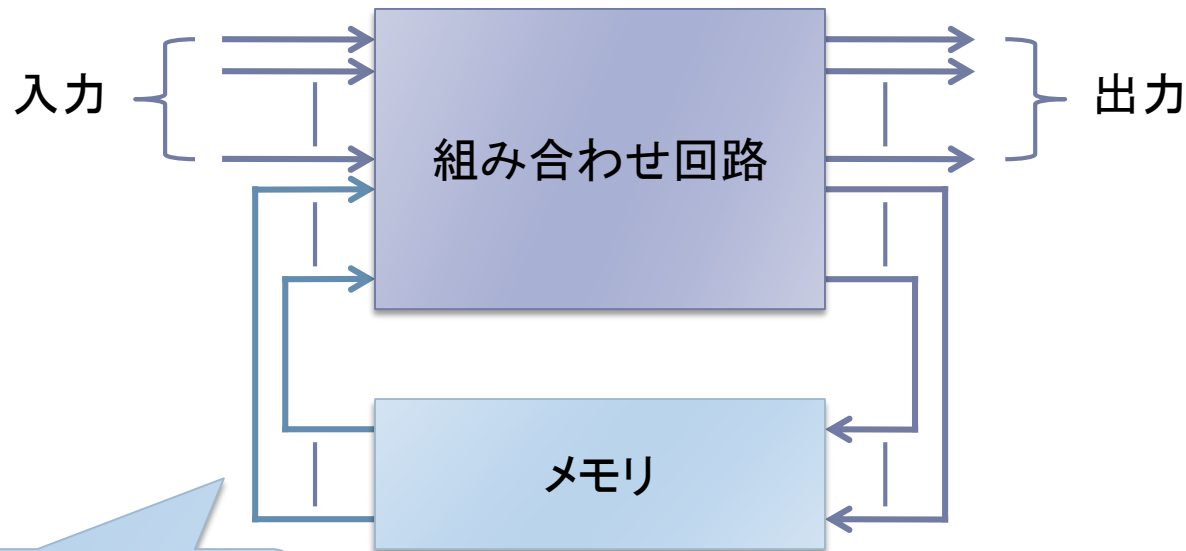
組み合わせ回路と順序回路

- ▶ 論理回路は, 組み合わせ回路と順序回路の2つに分類することができる.
- ▶ 組み合わせ回路
 - ▶ 時刻 t の出力が, 時刻 t の入力だけに依存するような論理回路.
- ▶ 順序回路
 - ▶ 時刻 t の出力が, 時刻 t の入力だけでなく, 過去の入力にも依存するような論理回路.

順序回路

▶ 順序回路

- ▶ 時刻 t の出力が、時刻 t の入力だけでなく、過去の入力にも依存するような論理回路.
- ▶ 基本的な順序回路は、組み合わせ回路とメモリで構成される.



メモリに記憶されている
過去の入力に依存した信号

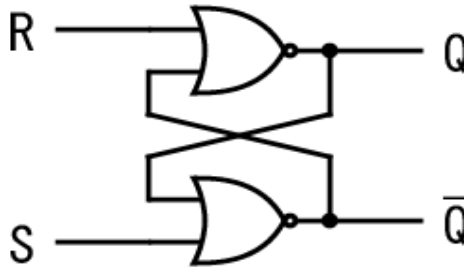
メモリ

- ▶ メモリ
 - ▶ 順序回路には、メモリが必要になる.
 - ▶ 最も簡単なメモリは、1ビットメモリである.
 - ▶ 1ビットメモリは、後述するフリップフロップで実現できる.

SRフリップフロップ

▶ SRフリップフロップ

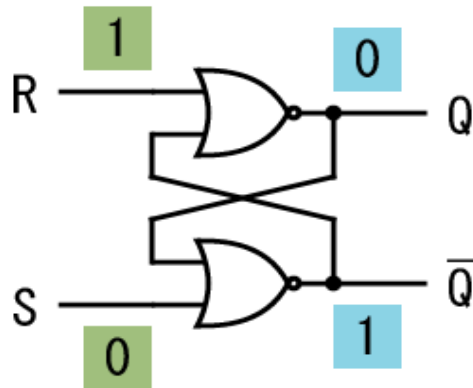
- ▶ 2個のNOR素子で構成される. (次ページにて動作説明)



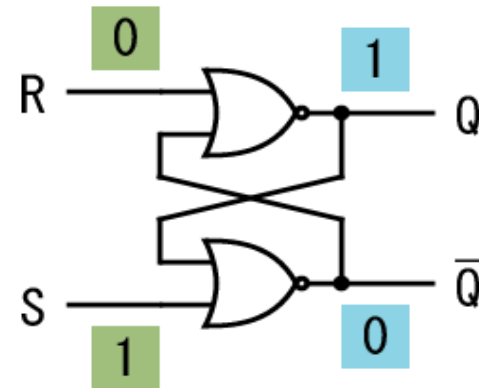
S (Set)	R (Reset)	Q	\bar{Q}
0	0	不変 (保持)	不変 (保持)
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	不定	不定

SRフリップフロップの動作

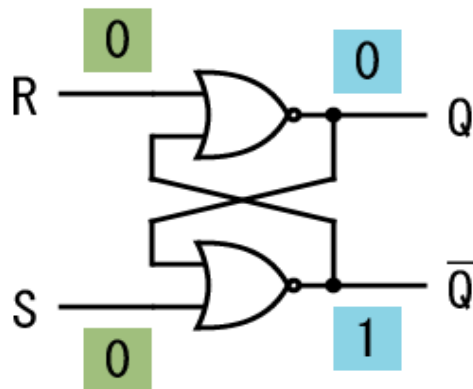
【リセット】



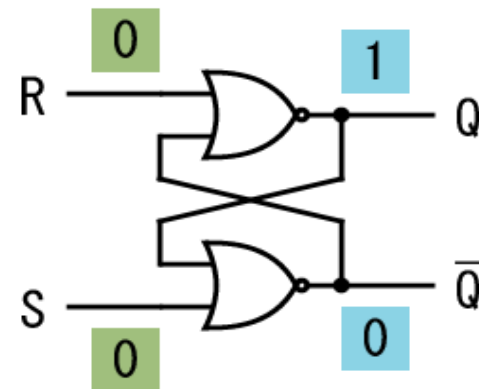
【セット】



【不変1】(リセット状態の保持)

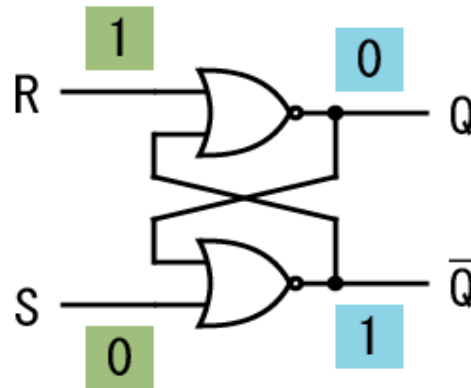


【不変2】(セット状態の保持)

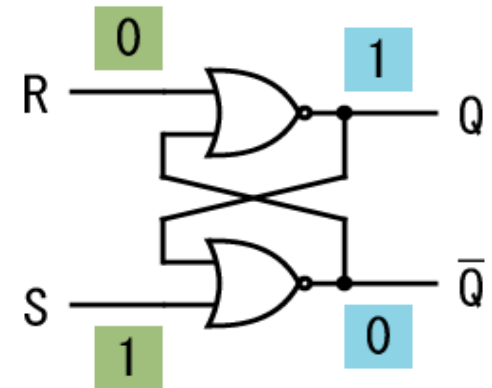


SRフリップフロップの動作

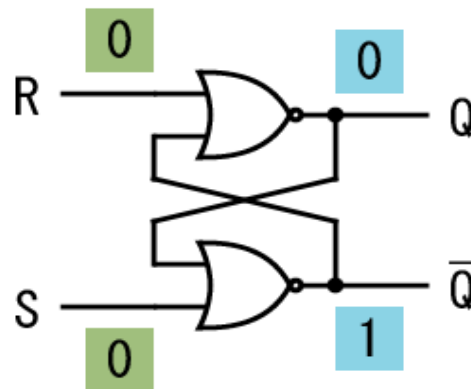
【リセット】



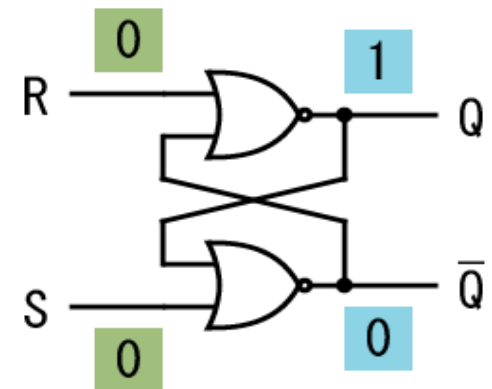
【セット】



【不変1】(リセット状態の保持)



【不変 2】(セット状態の保持)

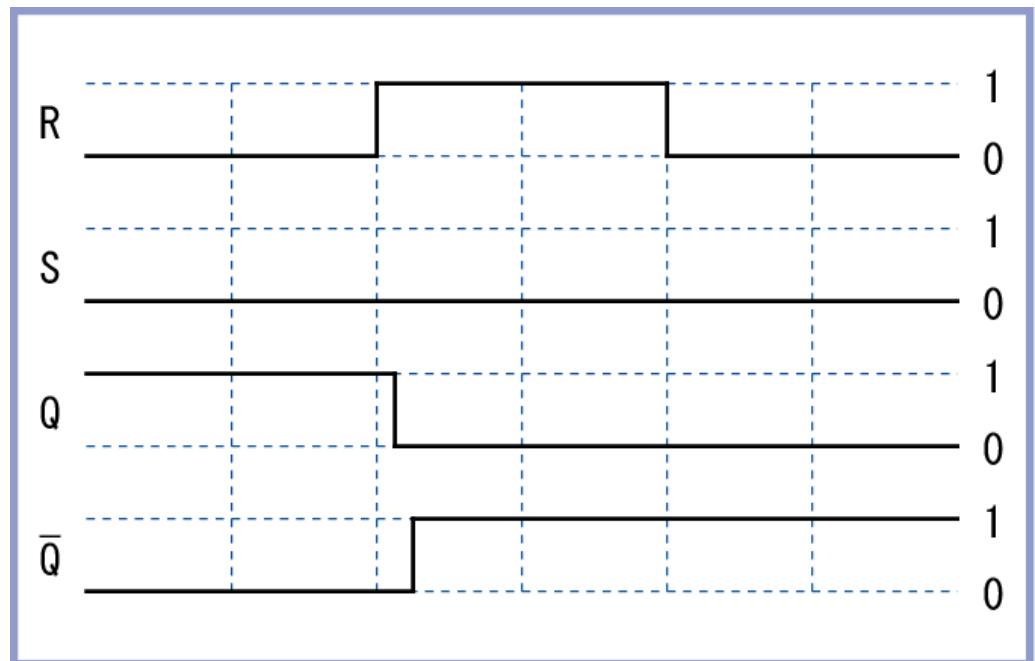
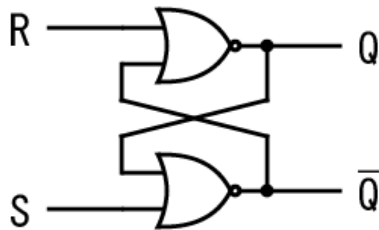


入力値 I_1	入力値 I_2	出力値 O
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

SRフリップフロップのタイミングチャート

▶ タイミングチャート

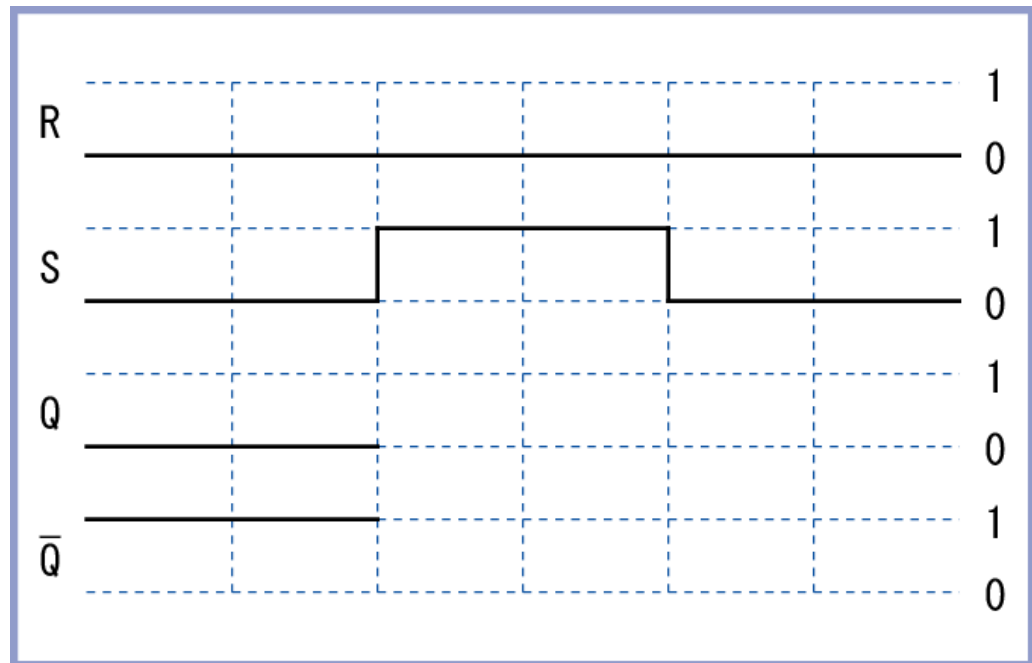
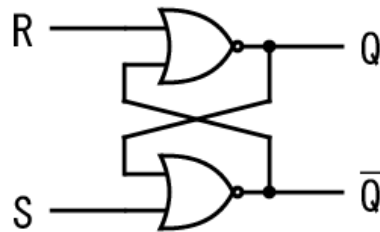
【例】 セット状態保持 → リセット → リセット状態保持



演習問題

▶ 問題2

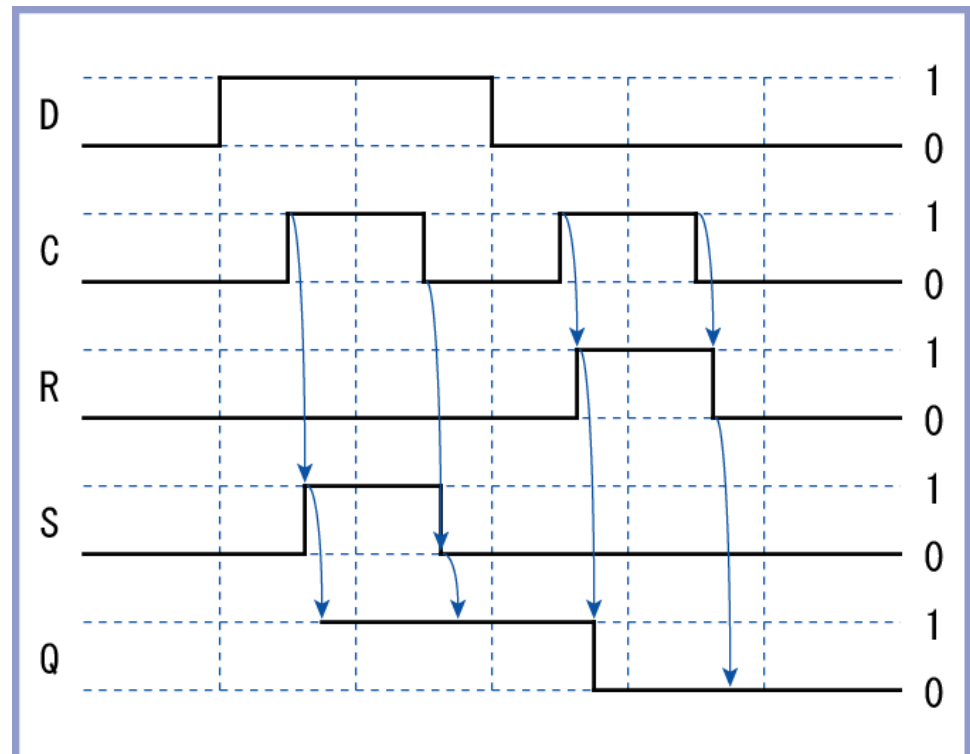
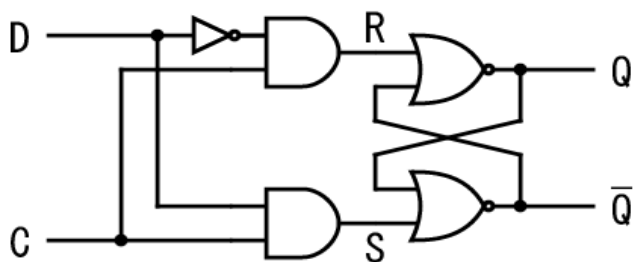
- ▶ 下左図のSRフリップフロップに, 下右図のタイミングチャートに示されるような信号Rと信号Sが入力されるものとする. 信号Qと \bar{Q} の状態変化を記入せよ.



Dラッチ

▶ Dラッチ

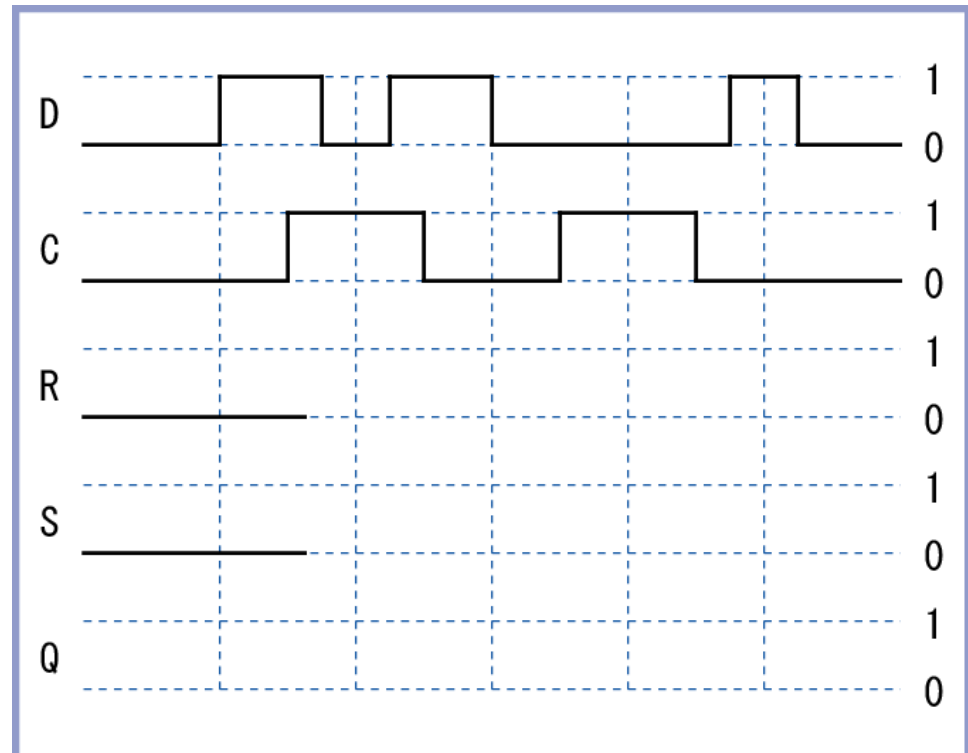
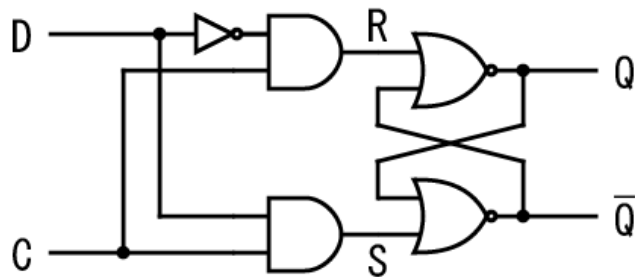
- ▶ クロック信号Cがアサートされる(1にされる)と, 入力Dの値を, 出力Qの値として出力する.
- ▶ クロック信号Cがネゲートされる(0にされる)と, その時点における出力Qの値を保持する.



演習問題

問題3

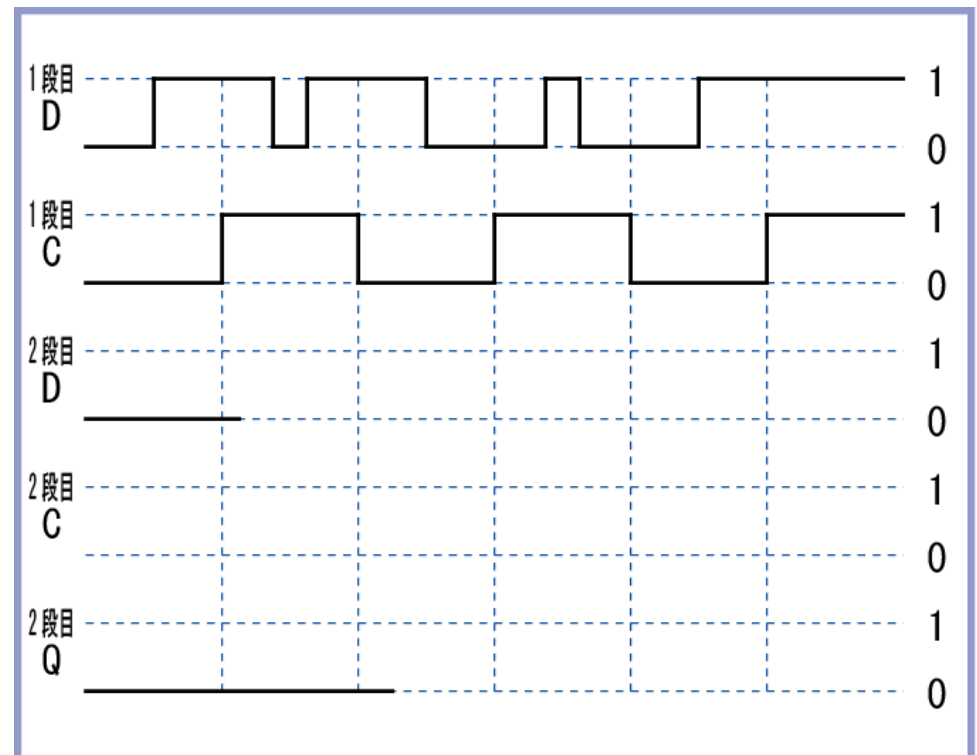
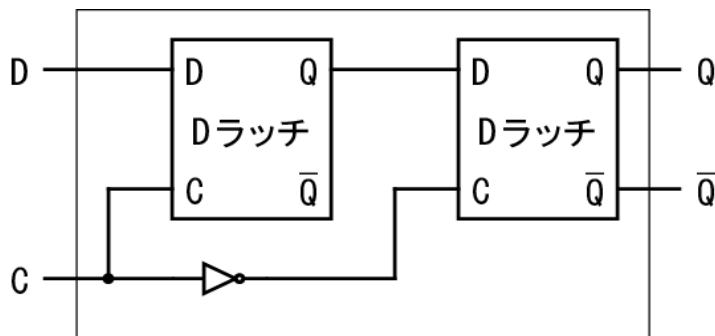
- 下左図のDラッチに、下右図のタイミングチャートに示されるような信号Dと信号Cが入力されるものとする。信号R、信号S、信号Qの状態変化を記入せよ。



演習問題

問題4

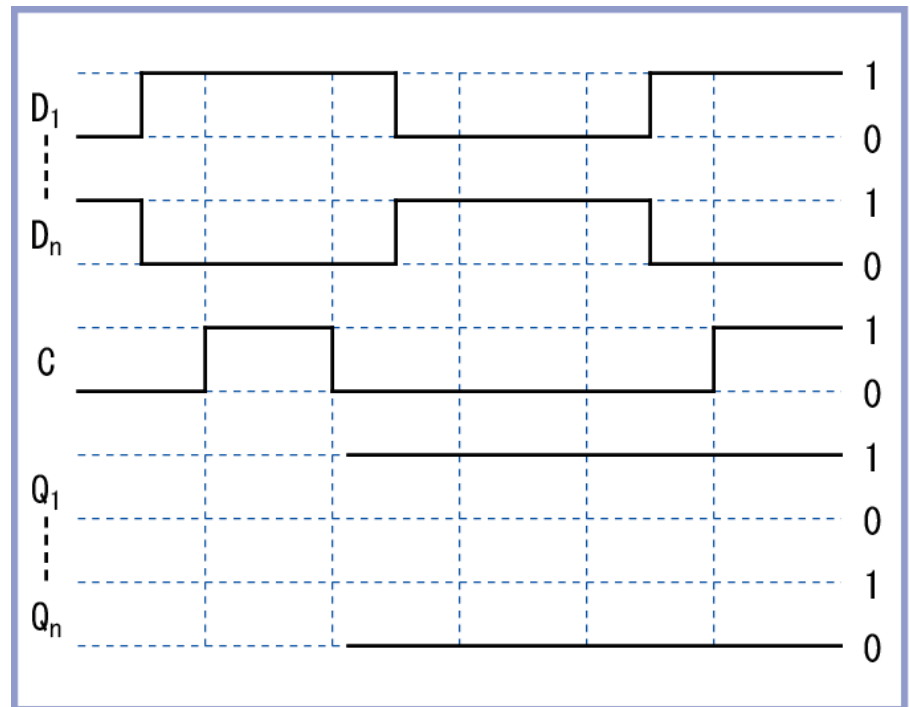
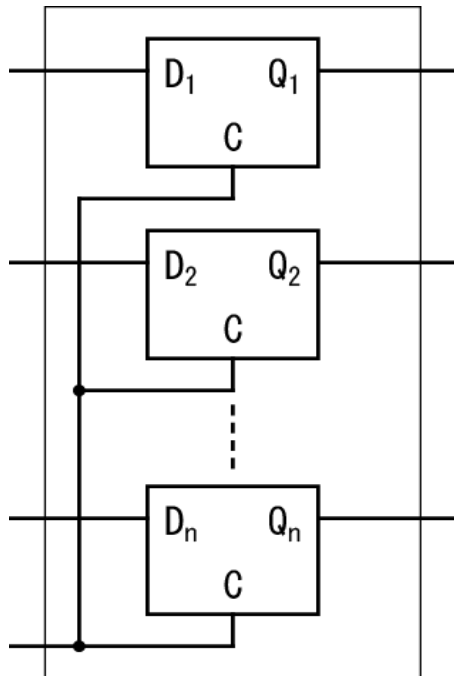
- 下左図のDフリップフロップに、下右図のタイミングチャートに示されるような信号Dと信号Cが入力されるものとする。2段目のDラッチにおける信号D, 信号C, 信号Qの状態変化を記入せよ。



ラッチとレジスタ

▶ ラッチとレジスタ

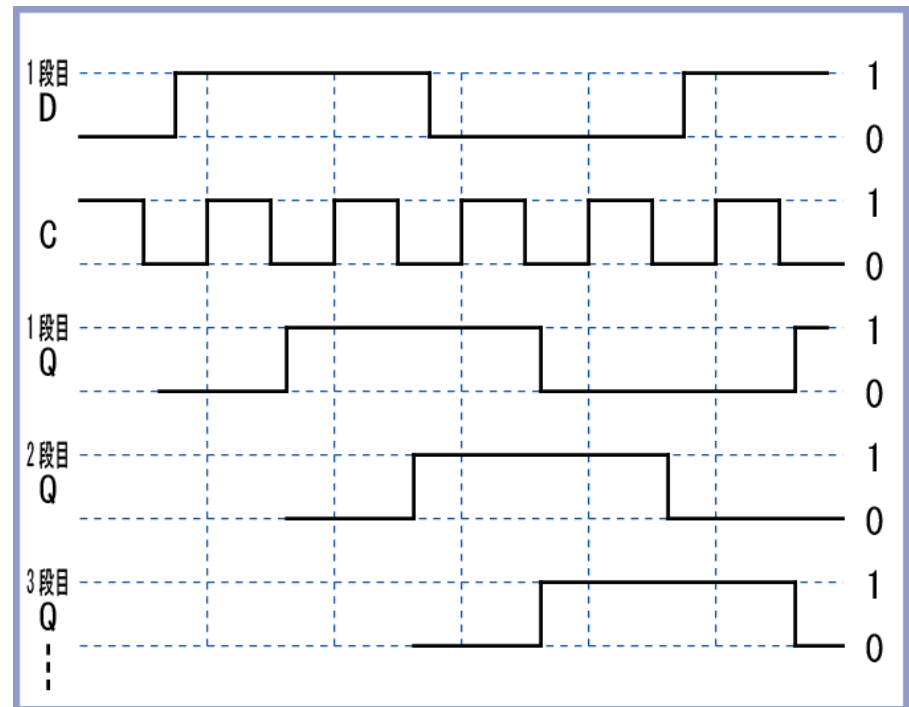
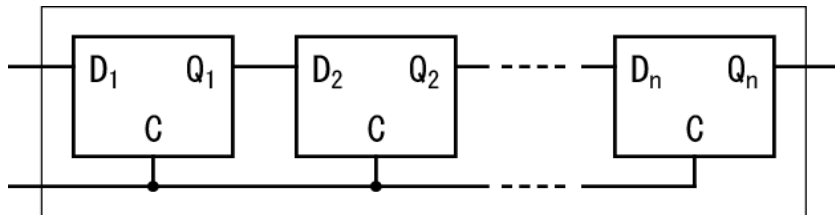
- ▶ 複数個のフリップフロップを並列に配置したものを、**ラッチ**あるいは**レジスタ**という。ここで、各フリップフロップは、同一クロックに同期して動作する。
- ▶ ラッチやレジスタは、制御情報(信号)やデータの一時的格納機構として、コンピュータ装置の各所で使用される。



シフタ

▶ シフタ

- ▶ フリップフロップの出力を別のフリップフロップの入力として、直列に連結したフリップフロップ群をシフタという。ここで、各フリップフロップは、同一クロックに同期して動作する。
- ▶ 直列・並列の相互変換や固定小数点数乗除算などに応用される。



演習問題

問題5

- 下左図のシフタに、下右図のタイミングチャートに示されるような信号Dと信号Cが入力されるものとする。2段目のDフリップフロップにおける信号Q, 3段目のDフリップフロップにおける信号Qの状態変化を記入せよ。

