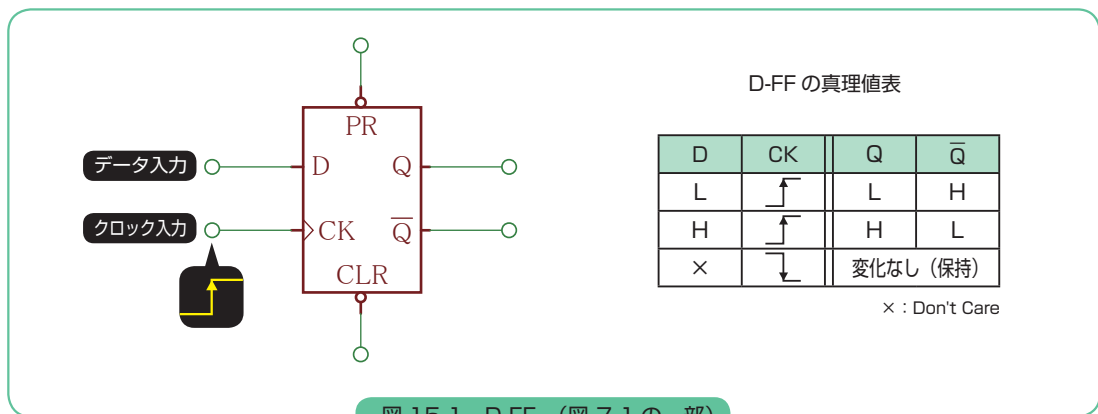


## 早押し判定回路【D-FF】

## 実験課題

**D-FF** (D フリップフロップ) を使って早押し判定回路を作ってみましょう。  
早押し判定回路の仕様は以下の4つとします。

1. 参加人数は3名
2. 一番速くボタンを押した人のLEDだけが点灯
3. 全LEDを消灯させるリセット機能
4. LEDが点灯するか確認するための点灯テスト機能



## 早押し判定回路【D-FF】

## 回路設計の手順

参加人数は3名なので、3組のD-FF、LED、PSWを使います。

まずは、簡単な条件3.と4.を考えてみましょう。リセット・テスト用にはTSWを使います。

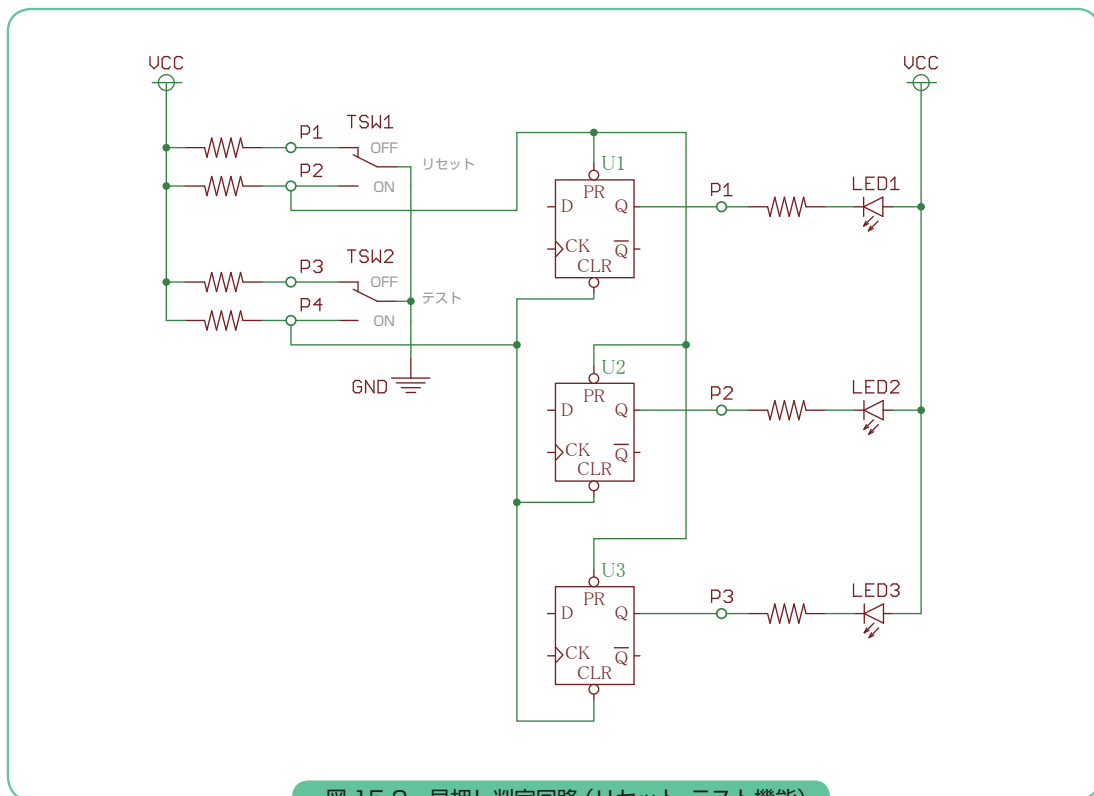


図 15-2 早押し判定回路 (リセット・テスト機能)

TSW1 をプリセットに接続し、Q を強制的に H にして、LED を全消灯させる「3. リセット機能能」とし、TSW2 をクリアに接続し、Q を強制的に L にして、LED を全点灯させる「4. 点灯テスト機」としています。

## 早押し判定回路【D-FF】

残るは「条件 2. 一番速くボタンを押した人の LED だけが点灯」することです。

図は見やすくするため PR と CLR を省略しています。

D-FF は「CK にクロック入力されると、D の値が Q に出力される」のでしたね。

ですから CK に PSW を接続します。PSW にはチャタリング対策を施しておきましょう。

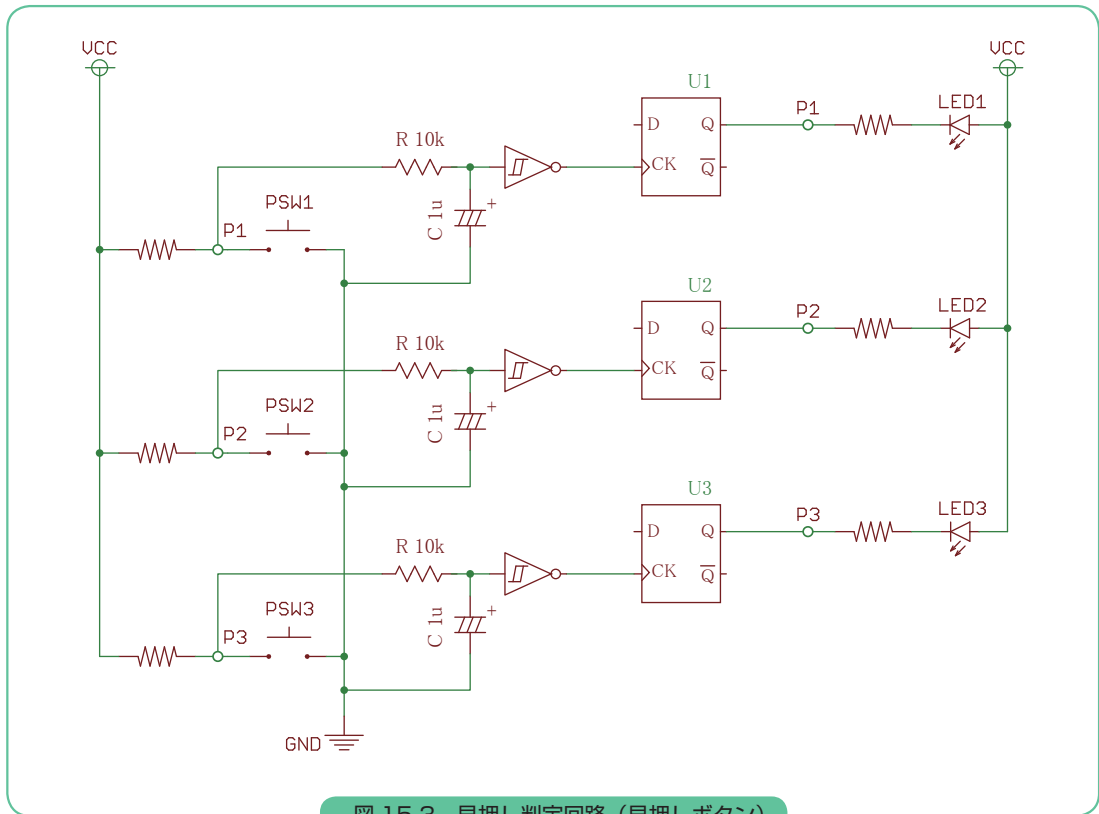


図 15-3 早押し判定回路 (早押しボタン)

## 早押し判定回路【D-FF】

次に、「D の値が Q に出力される」ので、D の値を考えます。

負論理の LED を点灯させるには Q を L にしたいので D は L でなければなりません。

ということは、初期状態はすべての D は L になっていて、どれか 1 つでも PSW が押されると D を H にして、他の PSW が押されても LED が点灯しないようにすればよさそうです。

初期状態で LED を消灯させたいので Q は H です。ということは初期状態の  $\bar{Q}$  は L です。

$\bar{Q}$  出力を利用して D を決める設計にすると、 $\bar{Q}$  と D の関係を下の真理値表のようにできればいいのです。

	U1- $\bar{Q}$	U2- $\bar{Q}$	U3- $\bar{Q}$	D
初期状態	L	L	L	L
PSW1 が最初に押された	H	×	×	H
PSW2 が最初に押された	×	H	×	H
PSW3 が最初に押された	×	×	H	H

× : Don't Care

「入力のどれか 1 つが変化すると出力を変える」ということは OR 回路です。

キットには NOR しかありませんが、出力にインバータを追加すれば OR になります。

$$\begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} \text{ OR } Y = \begin{array}{c} A \\ B \\ C \end{array} \text{ NOR } Y + A \text{ NOT } Y$$

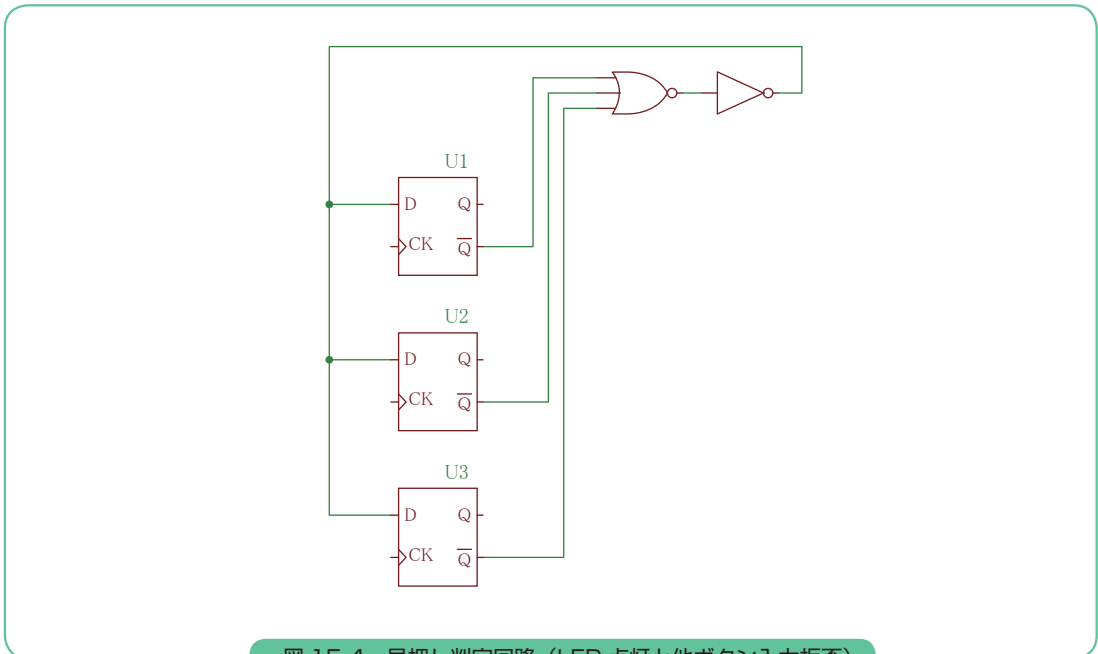


図 15-4 早押し判定回路 (LED 点灯と他ボタン入力拒否)

## 早押し判定回路【D-FF】

すべてまとめると以下のような回路図になります。

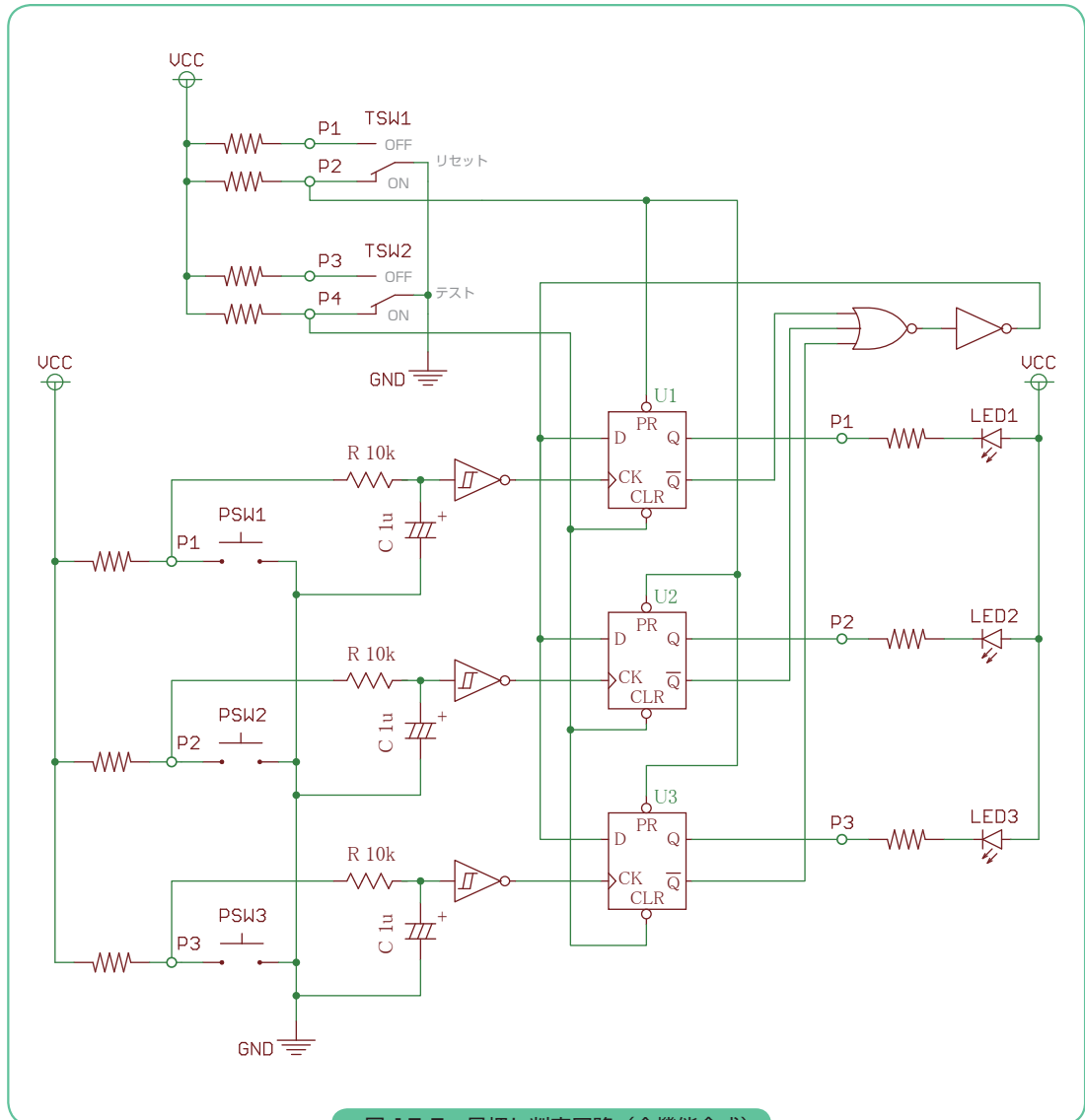


図 15-5 早押し判定回路 (全機能合成)

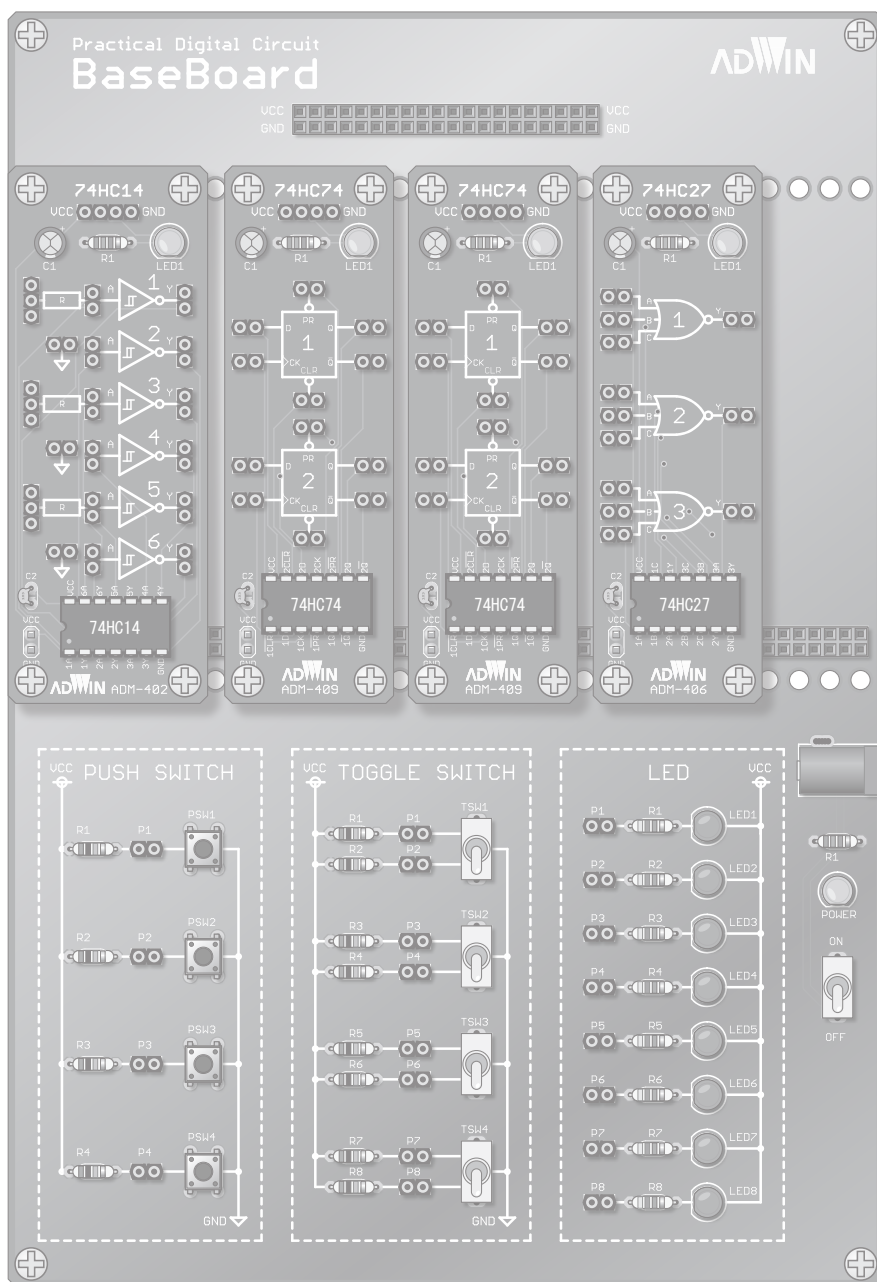
## 実験してみよう

キットの「74HC74」と「74HC24」ボードをベースボードに配置し、回路図どおりに配線してください。

### 早押し判定回路【D-FF】

#### 実体配線図

下図に実体配線を書き込んでから、キットを使って実験してみましょう。



## 早押し判定回路【D-FF】

ここで紹介した早押し判定回路は、ほんの一例です。

$\bar{Q}$  出力を利用して D を決めましたが、Q 出力を利用する設計に変更することもできます。

電源投入時に LED が点灯してしまうことがあります、この解決方法も様々です。

また、この回路は同じ PSW を続けて押すと LED が消えてしまいます。これを改善するには、設計の変更が必要です。考え方としては、PSW を D に入力、CK には発振クロックを入力しておきます。PSW が押されるとクロックを止めれば、以後の PSW 入力を受け付けないようにすることができます。この場合、PSW の最初の立下りに反応するのでチャタリング除去は不要です。

参考に、次ページに回路図を掲載しておきます。

## まとめ

ここまで学習してこられた方は、デジタル IC の面白さがわかってきたのではないのでしょうか。

キットに含まれていない他の IC も、データシートを見れば使いこなせる実力がついているはずですよ。

パズルのような感覚で回路を考えられるようになれば幸いです。

最後になりましたが、東芝セミコンダクタ社のサイトでは「デジタル IC (汎用ロジック IC) の使われ方」を以下のように説明しています。

## ① LSI 間のインタフェース

システムの大規模化、多機能化に伴い、複数の LSI が同じ基板上に搭載されています。複数の LSI の電源電圧が異なる場合、それらの LSI の信号を繋ぐために汎用ロジック IC が使われています。

## ② システムの小修正

小さなシステム修正が入った場合、LSI を始めから作りなおすには莫大な時間とコストがかかります。このため、入手しやすい汎用ロジック IC を使用して対処することが一般的です。

## ③ アナログスイッチ、高駆動バッファなどの必要性

アナログスイッチや高駆動バッファなどを LSI に取り込むと LSI のコストがあがるため、汎用ロジック IC を使うケースが多いようです。 — 引用ここまで

マイコンや CPLD、FPGA などと比べて単純で古い技術と思われがちなデジタル IC ですが、すべてのデジタル回路の基礎となる技術です。

繰り返しになりますが、本教材を標準的な「デジタル技術の教科書」として活用していただき、デジタル技術のレベルを上げ、幅を広げていただくきっかけとなれば幸いです。

### 早押し判定回路【D-FF】

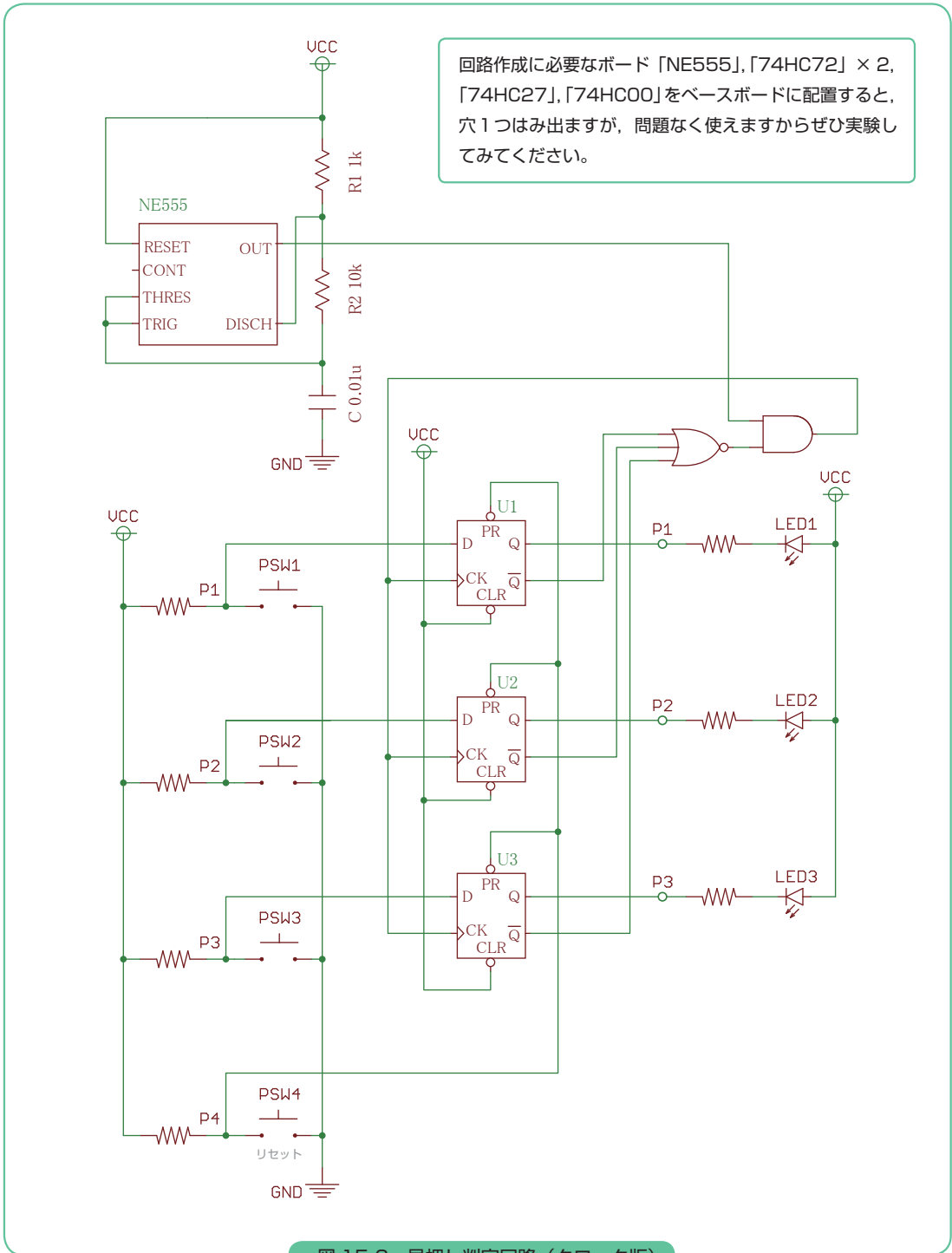


図 15-6 早押し判定回路 (クロック版)