

電気電子工学実験実習

ディジタル電子回路作製マニュアル

～目次～

	ページ
1. 抵抗器の抵抗値表示方法	1
2. ハンダ付けの方法	1
3. LED(発光ダイオード)の使い方	2
4. テスターの使い方	2
5. 回路図の見方(配線図の決まりごと)	3
6. TTL IC データシート	4
7. 実習で使用する IC のピン配列	7
8. ディジタル回路演習課題	8
課題 1 : アナログとディジタルの違い	
課題 2 : 組み合わせ回路 1	
課題 3 : 組み合わせ回路 2	
課題 4 : 順序回路	

学生番号_____

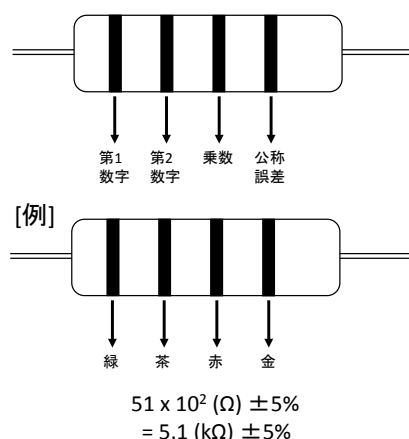
氏 名_____

ディジタル電子回路工作マニュアル

1 抵抗器の抵抗値表示方法

カラーコードによる表示

小型固定抵抗器では、本体に文字記号を印刷するのが難しいので、4色表示(下の図と表)または5色表示(高精度抵抗)のカラーコードが使われます。



色	第1色帯	第2色帯	第3色帯	第4色帯
	第1数字	第2数字	乗数	公称誤差(%)
黒	0	0	$\times 10^0$	—
茶	1	1	$\times 10^1$	±1%
赤	2	2	$\times 10^2$	±2%
橙	3	3	$\times 10^3$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	—
緑	5	5	$\times 10^5$	—
青	6	6	$\times 10^6$	—
紫	7	7	$\times 10^7$	—
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
金	—	—	$\times 10^{-1}$	±5%
銀	—	—	$\times 10^{-2}$	±10%
無色	—	—	—	±20%

2 はんだ付けの方法

はんだごてのこて先はかなり熱くなりますので(200～250℃ぐらい)、手にやけどをしたりしないように注意しましょう。また半導体部品も人間の手と同様弱いものですから、熱しすぎに注意しましょう。はんだ付けのコツをまとめておきます。

① こて先を過熱させない

これは絶対条件です。こて先に、すっとはんだが溶けてのる程度の温度が理想的です。こて先は酸化して真っ黒け、はんだがころころと玉になって落ちる、というようでは絶望的です。万一そうになったら、温度を下げ、こて先を磨きます。耐熱スポンジで常にこすり、清潔に保つのが効果的です。

② 接続部をきれいに保つ

はんだの芯に詰めてある脂(フラックス)は、接続部の表面を清浄して、はんだと接続部表面が分子レベルで融合するのを助ける働きをします。ですから、ここに最初から大きなゴミやさびがあったのでは、はんだは付きません。

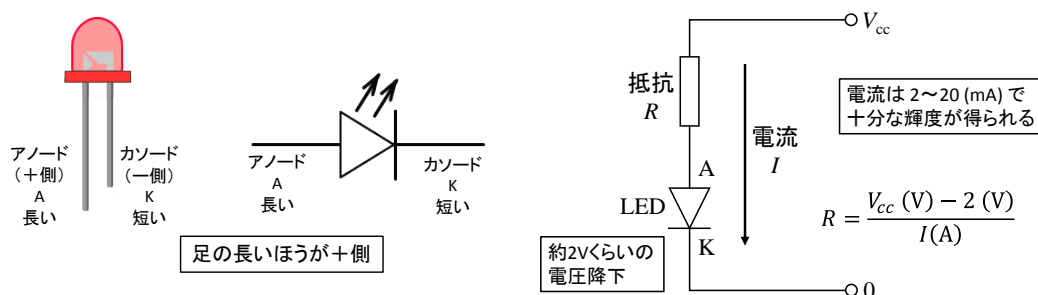
③ はんだとこて先を同時に当てで 2～3 秒

はんだと清潔なこて先を同時に接続部に押し当て、“シュッ”、と煙がほんの少し上がり、溶けて盛り上がったはんだが、すっとしみ込むように接続部に行き渡るまでこて先を動かしてはいけません。この間、2～3 秒。うまく仕上がれば、はんだの表面は青灰色にきれいに光ります。



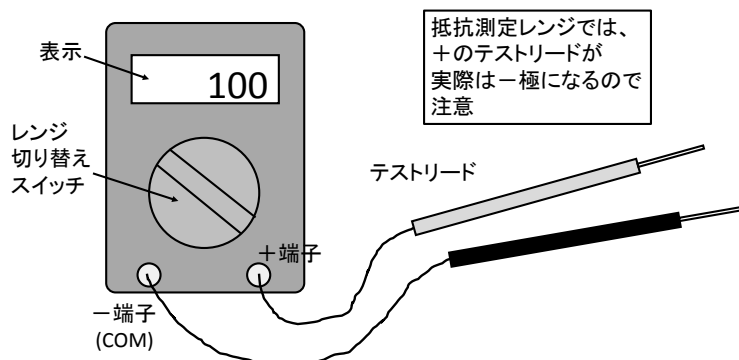
3 LED(発光ダイオード)の使い方

LED を点灯するには、アノード (A: 足の長い方)からカソード (K: 足の短い方)に向けて電流を流してやります。LED が赤色 LED の場合、電圧降下は約 2V と一定です。




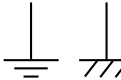

4 テスターの使い方

電圧、電流、抵抗の測定に用います。それぞれ測定レンジを合わせて測定します。

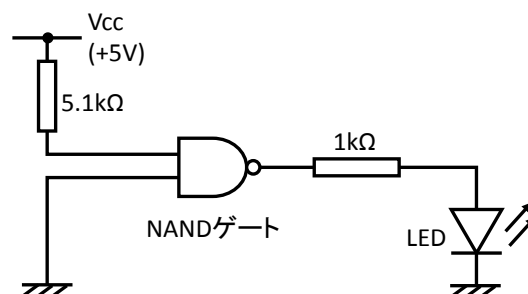


5 回路図の見方

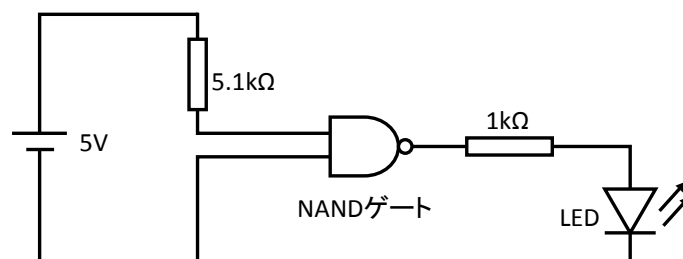
○電源に関する記号

プラス電源	
マイナス電源 (接地、グラウンド)	 

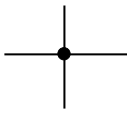

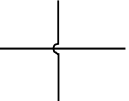
<使用例>



この回路は次の回路と等価である。

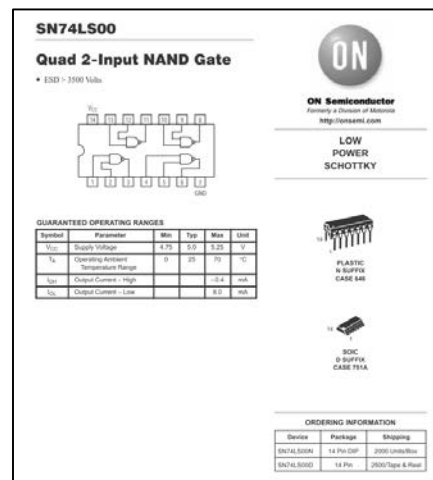


○回路の交差に関する記号

電氣的に 接続する場合	
電氣的に 接続しない場合	 

6 TTL IC データシート

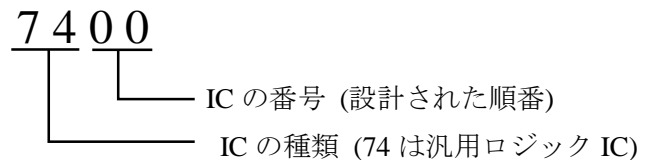
市販されている IC のピン配列や仕様などがまとめられたものをデータシートといいます。データシートは各メーカーから発行されており、インターネットでダウンロードすることができます。以下データシートに記載されているいくつかの項目について説明します。



データシートの例

1) 型番

TTL IC の型番は以下のように表示されます。



実際の IC には、74 と 00 の間にその IC の特性や製造方法の違いを示す記号が挿入されます。

例: 74LS00

その記号には、次のようなものがあります。

F: Fast の略

S: Schottky の略

LS: Low power Schottky の略

ALS: Advanced Low power Schottky の略

HC: High speed C-MOS の略

2)名称の表示

データシートには、IC の名称が表示されています。

例えば、前ページの例では

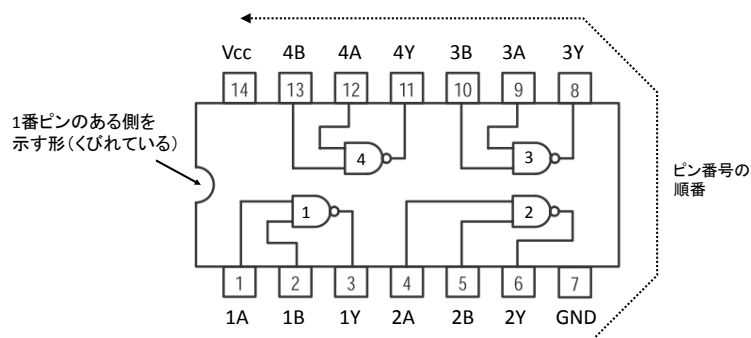
Quad 2 Input NAND

となっています。これは、1 個の IC に 2 入力タイプの NAND ゲートが 4 個(Quad)内蔵されていることを示しています。その他の名称についてはデータシートを参照してください。

3)ピン配列

みなさんが最もよく利用するのは、このピン配列表示です。IC には複数のピン(接続端子)が生えていて、それぞれのピンが別々の意味を持っています。このピンの接続を間違えると、回路が正しく動作しないだけでなく、IC を破壊してしまう可能性もあります。IC を使用する場合は、このピン配列をしっかりと確認し、正しく配線を行うことが重要です。

下図は、7400 のピン配列を表示しています。これを例にとってピン配列の見方を説明しましょう。



左側のくびれている側が、1 番ピンのある方向を示します。くびれを左側にしたときに下側の一番左のピンが 1 番で、そこから右へ向かって 2、3・・・と番号が増加し、下側の一番右まで行くと真上に上がって左向きに番号をつける決まりになっています。それぞれのピンにつけられている記号は次のような意味をもちます。

Vcc、GND: それぞれ +5V、0V の電源を接続する。これらのピンに接続する配線は、実際の回路図には記入されていないので注意。

1A、1B : IC 中のゲートへの入力ピンを示す。最初の数字はゲートの番号を示し、2 文字目のアルファベットは入力ピンの名前を示す。7400 では 4 個のゲートがそれぞれ二つの入力ピンを持つので、1 文字目は 1~4、2 文字目は A、B のどちらかとなる。

1Y: ゲートの出力ピンを示す。入力ピンと同様に 1 文字目はゲート番号。2 文字目が出力であることを示す。7400 では出力として Y を用いる。フリップフロップなどは、Q を出力ピン記号とする。

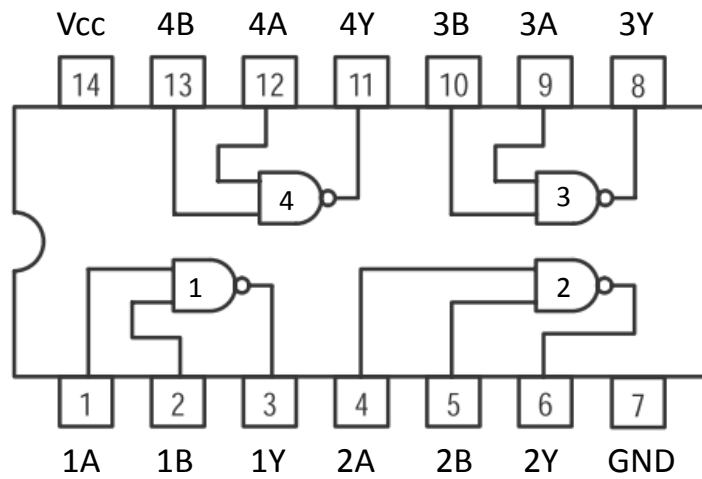
4)等価回路

それぞれのゲートは、トランジスタの組み合わせで構成されています。回路を設計する場合によっては、ゲートの内部がどのような回路構成になっているか知る必要がある。そういうときに等価回路図を利用します。みなさんにはまだあまり重要ではありません。

5)電气的特性・絶対最大定格

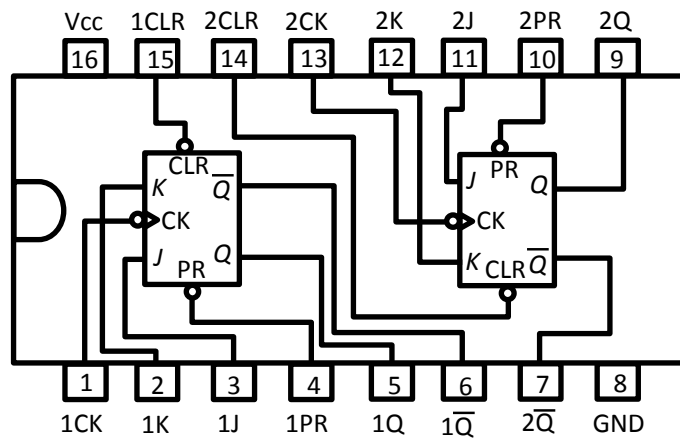
電気回路を構成する部品には、それぞれの部品ごとに電气的な特性があります。例えば、電源電圧が何ボルトで何アンペアの電流を消費するのかとか、信号が入力されてから出力が発生するまでにどの程度の時間的な遅れが生じるのかということがそれにあたります。また、電子部品には絶対最大定格と呼ばれる取り決めがあります。これは、部品の使用条件を意味していて、この最大定格を越えた使い方をすると部品の動作を保証しない、あるいは故障する可能性があることを意味しています。特に電源電圧は、厳密に守らないといけません。今の段階ではみなさんはこれらを気にする必要はありません。

7 実習で使用する IC のピン配列



SN74LS00N

(課題 1~4)



SN74LS112AN

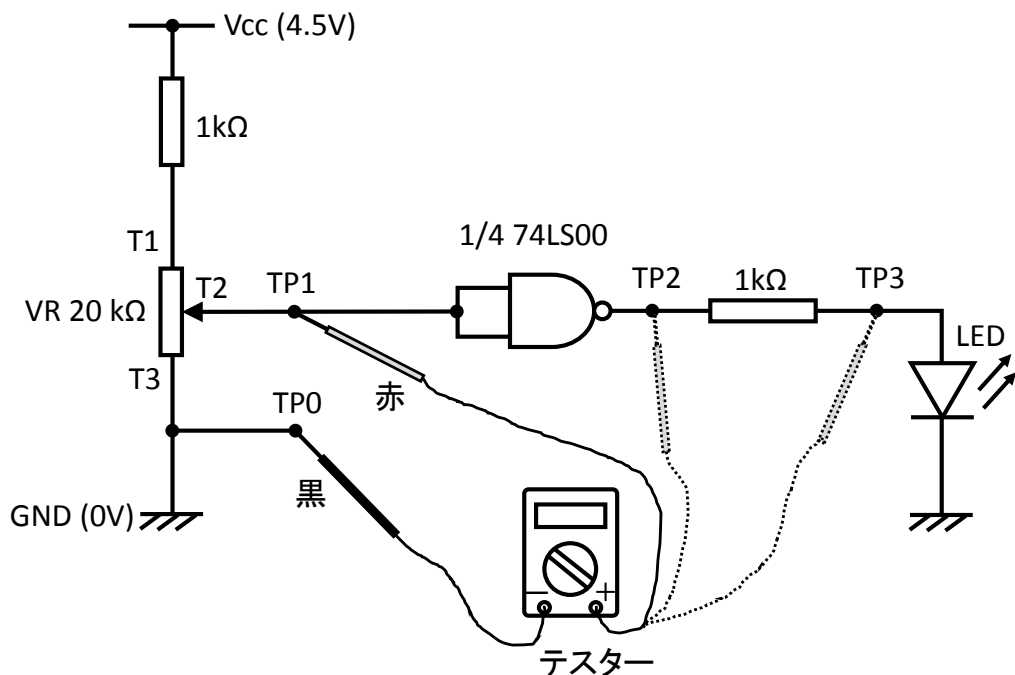
(課題 4)

8 デジタル回路演習課題

課題 1 : アナログ・デジタルの違い

NAND 回路を用いてアナログとデジタルの違いを理解する。

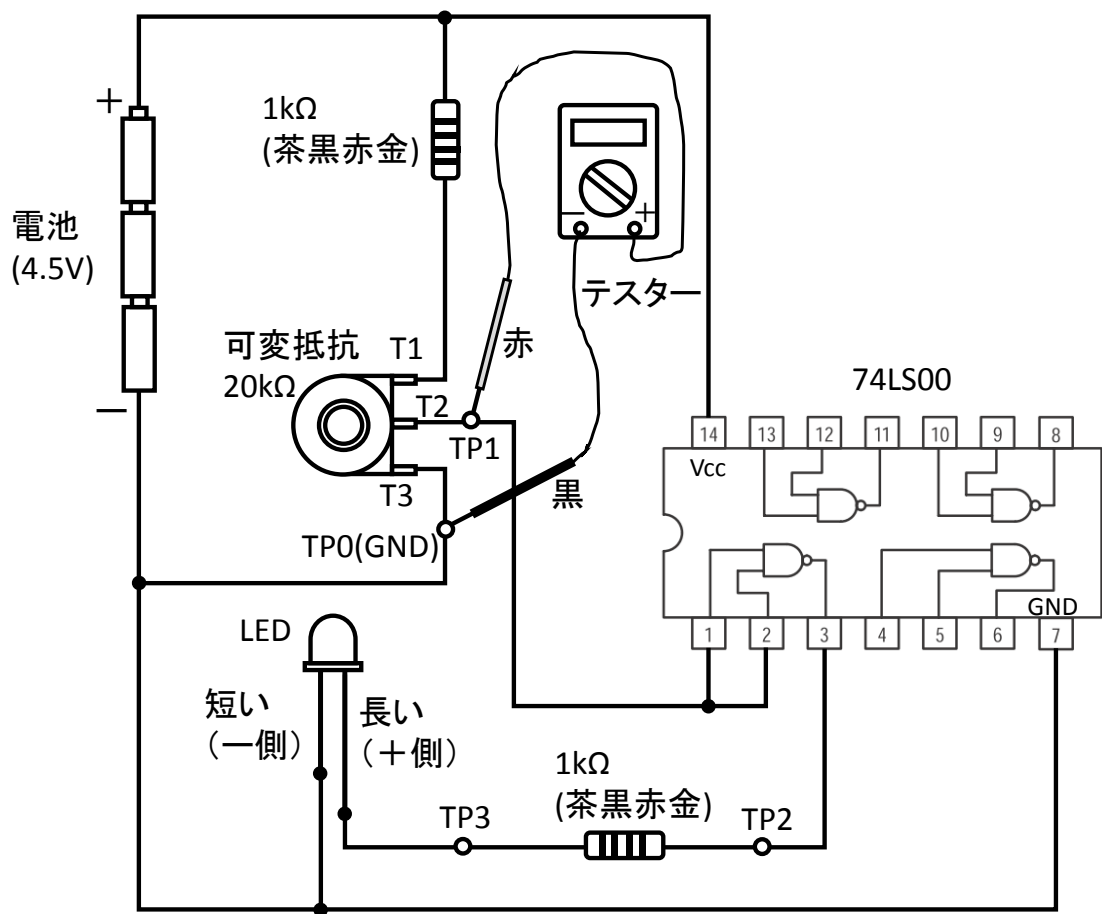
実験回路



実験手順

0. 各部品の特性を調査(テスター使用)
1. 回路図をもとに回路を作成
2. テスターの同通チェックを使って配線チェック。
配線のチェックには、上の回路図か、次ページの実配線図を用いる。
ひとつの銅線部分の接続が終わったら、テスターの抵抗レンジで導通を確認する。確認できたら赤ペンなどでその配線にチェックをつける。
この作業を繰り返して全ての銅線がチェックできれば配線は修了。
問題なければ3へ。
3. 端子 TP0 (GND) - TP1 間にテスターを電圧レンジにしてつなぐ。
4. 可変抵抗を変化させ、テスターの指示電圧と LED の点灯状態を観測する。
また、この時に端子 TP0 (GND) - TP2、 TP0 (GND) - TP3 間の電圧も観測する。
LED の点灯状態が反転する電圧を測定する。

課題 1：実配線図



実験結果記録

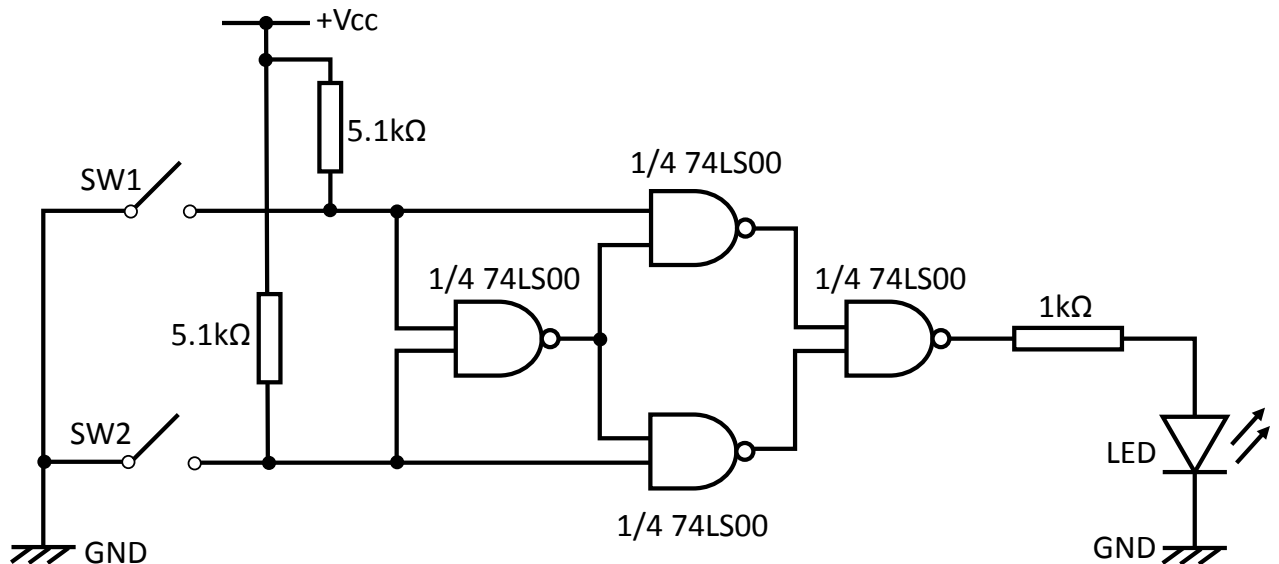
可変抵抗を変化させたときのテスターで測定した各端子間の電圧と LED の点灯状態を記録せよ。

電圧 (V) TP0-TP1間	0	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1
電圧 (V) TP0-TP2間									
電圧 (V) TP0-TP3間									
LED									
電圧 (V) TP0-TP1間	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.0	3.0	4.0
電圧 (V) TP0-TP2間									
電圧 (V) TP0-TP3間									
LED									

課題 2 : 組み合わせ回路(1)

NAND 回路を用いて XOR(排他的論理和)回路を作成する。

実験回路



実験手順

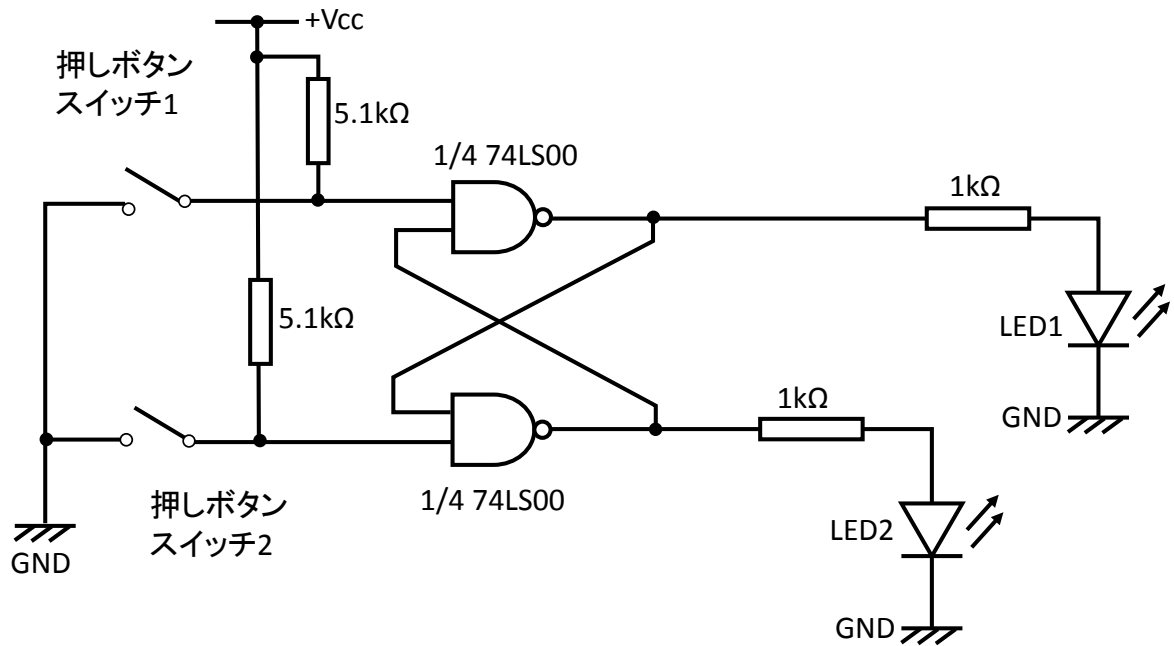
1. 回路図をもとに回路を作成
2. テスターの同通チェックを使って配線チェック。問題なければ3へ。
3. トグルスイッチ1と2を開閉したときに出力LEDの状態がどのように変化するかを観測する。そして、以下の真理値表を完成させよ。

SW1	SW2	LED
0 (押)	0 (押)	
1 (離)	0 (押)	
0 (押)	1 (離)	
1 (離)	1 (離)	

課題 3 : 組み合わせ回路(2)

NAND 回路を用いて以下の回路を作成し、真理値表を完成せよ。

実験回路



実験手順

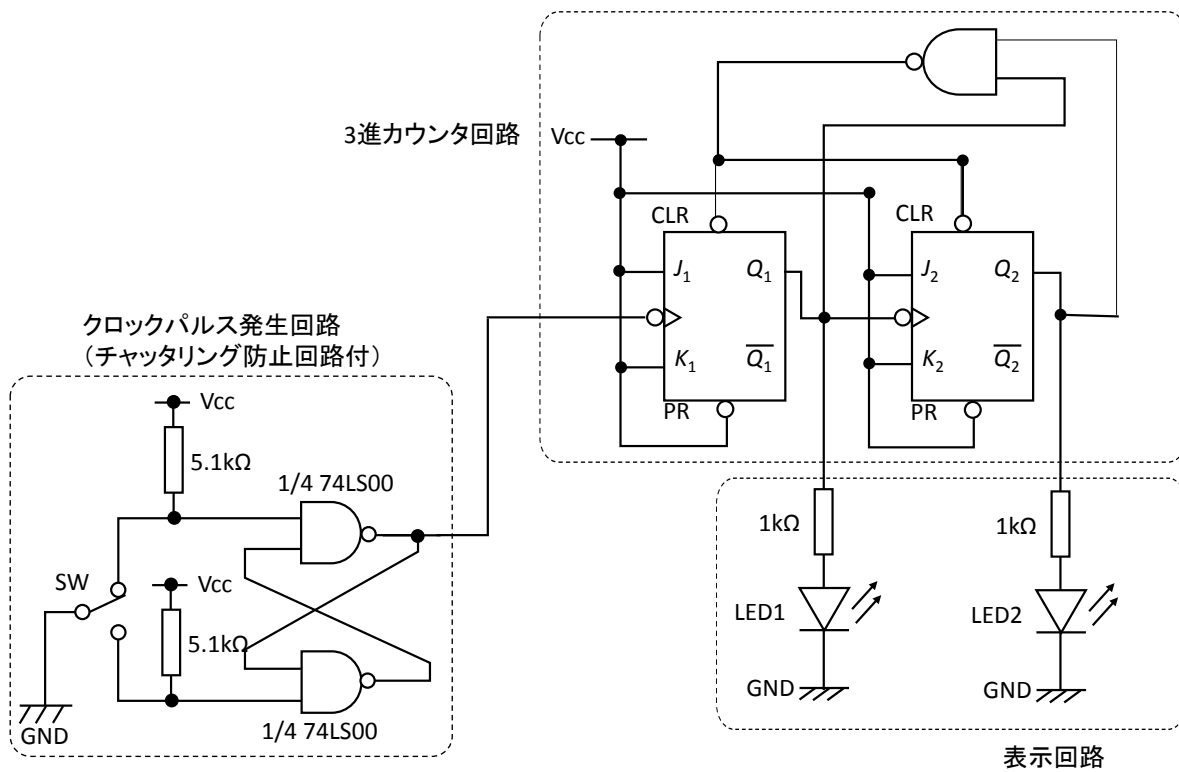
1. 回路図をもとに回路を作成
2. テスターの同通チェックを使って配線チェック。問題なければ3へ
3. 押しボタンスイッチ1と2を押したり離したりしたときに出力LEDの状態がどのように変化するかを観測し、以下の真理値表を完成させよ。

SW1	SW2		LED1	LED2
0 (押)	0 (押)			
1 (離)	0 (押)			
0 (押)	1 (離)			
1 (離)	1 (離)			

課題 4 : 順序回路(カウンタ回路)

J-K Flip Flop を用いて 3進カウンタ (チャタリング防止回路) を作製せよ。

実験回路



実験手順

1. 回路図をもとに回路を作成
2. テスターの同通チェックを使って配線チェック。問題なければ3へ。
3. スイッチを ON/OFF させる度に表示に変化が生じる。ON/OFF を繰り返して表示がどのように変化するか観測せよ。