

電子回路の組み立てと動作実験【製作編】

NAND ゲートを用いたロジック回路の組み立て

農業システム工学分野

第3版

目次

1	目的	1
2	注意事項	1
3	使用する部品について	2
3.1	基板	2
3.2	電池ボックス	2
3.3	電源スイッチ（スライドスイッチ）	3
3.4	入力用タクトスイッチ	3
3.5	IC	4
3.6	IC ソケット	4
3.7	LED	4
3.8	抵抗	5
3.9	コンデンサ	6
3.10	スズメッキ線，被覆線	6
3.11	基板の足（スペーサ）	6
4	部品配置	6
5	製作	7
5.1	部品取り付けの注意事項	7
5.2	ニッパ，ワイヤストリッパの使い方	7
5.3	ハンダづけの注意事項	8
5.4	部品の取り付け順序	8
6	ロジック回路の動作確認	8
6.1	回路の確認	8
6.2	動作確認	9
7	レポートについて	9

1 目的

【設計編】で選んだ、あるいは設計した CMOS NAND ゲート 74AC00 を使用したロジック回路を実際に製作する。タクトスイッチを入力とし、LED を出力として動作確認を行なう。

2 注意事項

実験にあたり、以下に注意事項を記すので、製作・実験中には十分気をつけること。

- ハンダゴテは高温なので火傷しないように注意する。また服や周りの物を焦がしたり溶かしたりしないように注意する。
- ハンダゴテを振り回すと周りの人に対しても危険である。
- 取り付けのために暖めていた部品類や溶けたハンダも高温になるので、火傷に注意する。
- ハンダづけの際に煙が出る。換気を行い、この煙を直接吸わないようにする。
- ハンダゴテはコテ台に置く。コテの電源コードを引っ掛けてハンダゴテが台から落ちると危険であるので気をつける。
- ハンダゴテで机等を焦がさないように気をつける。
- ハンダや電子部品には鉛が含まれている。口に入れないように注意する。また作業後はよく手を洗うこと。
- 電子部品のリード線やスズメッキ線は細くて尖っているので、目や皮膚を突いてケガしないように気をつける。
- ニッパやワイヤストリッパなどの刃物を使用するのでケガをしないように気をつける。
- リードやスズメッキ線を切断するときに切断した線が飛ばないように気をつける。覗き込んで作業すると飛んできた線が目に入るかもしれないので、覗き込んで作業しない。

また作業中、作業後は以下の点に注意する。

- CMOS の IC は静電気に弱いので、IC ソケットに取り付けるまでは導電性スポンジに刺しておく。
- 机、イスなど教室の備品を溶かしたり傷つけたりしないこと。
- リードやワイアの切りくず、ハンダくずなどはきちんと片付けること。
- ハンダゴテは使用しないときは必ずコンセントから抜いておく。席を離れるときも必ずコンセントから抜くこと。
- ハンダゴテは電源を切って冷えたことを確認してから片付ける。
- 支給するアルカリ乾電池は消耗した後もスイッチを入れっぱなしにしたり、長く放置していると液漏れすることがある。この液は強アルカリなので口や目に入れたり、皮膚につけると危険である。スイッチを入れっぱなしにしないこと。また消耗した後は速やかに処分すること。

- 製作した回路は基板がむき出しになっている。そのため**電池を入れたままで基板が金属に接触すると（スイッチがOFFでも）ショートして発熱、発火、破裂の恐れがある**。運ぶ時には不用意にカバン等に放り込まず、必ず電池を電池ボックスから抜いて運搬する。また電池もショートさせると危険なので、持ち運び時には注意すること。持ち帰るときは、支給するポリ袋に回路と電池を別々に入れること。

3 使用する部品について

3.1 基板

今回使用する基板の表面（部品を取り付ける面）を図1に、裏面（銅箔のある面、ハンダ付けをする面）を図2に示す。この一枚に積分回路または微分回路、およびロジック回路を組み立てる。電池ボックスものせる。穴に部品のリードを表から差し込んで、裏面でハンダ付けをする。

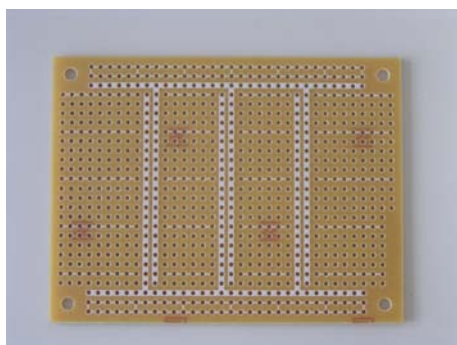


図 1: 基板の部品面

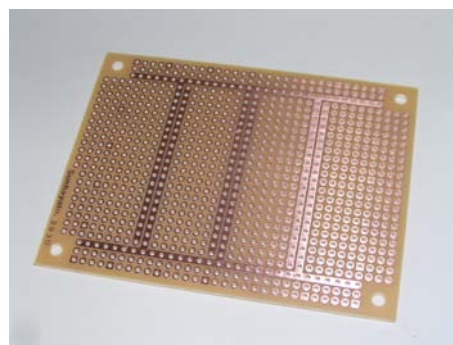


図 2: 基板のハンダ面

3.2 電池ボックス

単三乾電池 2 本直列用の電池ボックスである（図3）。リードを基板の穴から差し込んでハンダ付けで固定する。しっかり固定したい場合は電池ボックスの底の穴を利用して基板に固定する。

3.3 電源スイッチ（スライドスイッチ）

電源 ON/OFF 用のスイッチである。図4のように 3 本の足がある。スイッチをスライドさせると、図5のように中央の足と右の足がつながる（そのとき中央と左の足は導通がなくなる）、あるいはその逆に中央と左の足がつながる（そのとき中央と右の足の導通はなくなる）。この回路で使用する時は中央の足と右（あるいは左）の 2 本の足を使用する。使用しなかった足もハンダづけだけはしておいて、基板にしっかり固定する。

3.4 入力用タクトスイッチ

入力に使用するタクトスイッチの写真を図6に示す。ボタンを押している間だけスイッチがオンになり、離すとオフになる。タクトスイッチの足（ピン）は 4 本でているが、2 本ずつ内部でつながっている。これを図7に示す。組み立ての際に間違えないように気をつける。



図 3: 電池ボックス



図 4: 電源スイッチ (スライドスイッチ)

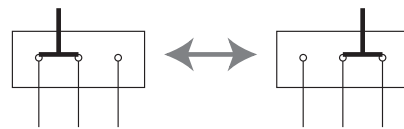


図 5: 電源スイッチ (スライドスイッチ) のピンと動作



図 6: 入力用タクトスイッチ

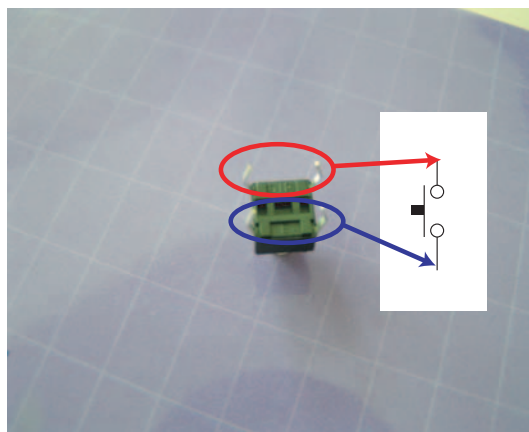


図 7: 入力用タクトスイッチのピン

3.5 IC

74AC00 の写真を図 8 に示す。74AC00 は半円形の切り欠きを上に見て左上のピンが 1 番品で反時計回りに 1 番から 14 番までピン番号がついている。この IC は CMOS で静電気に弱いので注意する。基板に取り付けた IC ソケットに刺して使用する。



図 8: NAND 74AC00

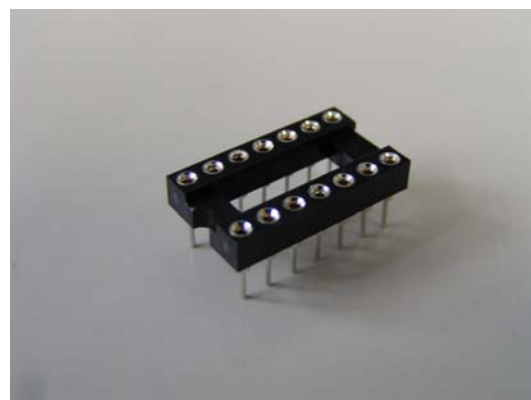


図 9: IC ソケット

3.6 IC ソケット

IC ソケットの写真を図 9 に示す。IC をソケットに挿すときに方向を間違えないように、IC ソケットにも半円形の切り欠きがついているので、逆さに取り付けないように注意すること。なお IC の 2 列の足の間の距離が広く、IC ソケットに入らない場合には、ラジオペンチ等で足を少し曲げてみる。

3.7 LED

図 10 に LED の写真を示す。LED の 2 本の足は片方が長くもう一方が短い。**長い方がアノード（記号では三角形の底辺のほう）、短い方がカソード（記号では横棒があるほう）**である。間違えると光らないので気をつける。また熱に弱いので、基板に引っ付けて取り付けず、足を 1~2cm 残した状態で取り付けたとよい。3 色あるがこの回路ではどこにどれを使用してもよい。

3.8 抵抗

抵抗を図 11 に示す。抵抗は 4 本の色の帯で抵抗値が表示されている。これをカラーコードという。色の意味は表 1 で示すとおりである。

表 1: 抵抗のカラーコード

	黒	茶	赤	橙	黄	緑	青	紫	灰	白	金	銀
値	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10^{-1} 又は精度 $\pm 5\%$	10^{-2} 又は精度 $\pm 10\%$

例えば $47\ \Omega$ は黄紫黒金で、



図 10: LED (3 色)



図 11: 抵抗

黄	紫	黒	金
4	7	$\times 10^0$	(精度 $\pm 5\%$)

ということである。

3.9 コンデンサ

図 12 にコンデンサの写真を示す。今回使用するコンデンサはすべて積層セラミックと呼ばれるタイプであり、極性は無い。コンデンサの種類によってはプラスマイナスの極性があるので注意すること。

部品に印刷されている数字は 104, 107 である。これはそれぞれ、 $10 \times 10^4 [\text{pF}]$ ($0.1 [\mu\text{F}]$)、 $10 \times 10^7 [\text{pF}]$ ($100 [\mu\text{F}]$) を表している。今回使用するのはすべて $10 \times 10^4 [\text{pF}]$ (104) である。



図 12: 積層セラミックコンデンサ

3.10 スズメッキ線、被覆線

スズメッキ線は図 13 の左の銀色の線、被覆線は右の色のついた線である。スズメッキ線は金属がむき出しになっており、このままハンダ付けに使用する。被覆線はワイヤストリッパで被覆をむいて使用する。被覆は今回の製作では端の 1mm 程度をむけばよい。

3.11 基板の足（スペーサ）

基板を置いたとき、基板の裏が接触しないように図 14 に示すスペーサを利用して足とする。

4 部品配置

この資料の最後に基板の穴の配置図をつけてあるので、製作に取りかかる前に部品配置をその図に書き込む。そして結線を図に書き入れる。電池ボックスを含めたすべての回路が基板に載るように配置する。



図 13: スズメッキ線と被覆線



図 14: 基板の足（スペーサ）

グラウンドの記号どうしはすべてつなぐ。また電源プラスの記号どうしも同様にすべて接続する。スズメッキ線で結線できるところはスズメッキ線を使用する。また穴に差し込んだ部品の足をまげて利用できるところはそれを利用するとよい。交差する結線は被覆線を用いる。

部品の配置を行うときは、部品を離しすぎずコンパクトに配置する。ただし実際に部品のスペースが確保できるかどうか気をつける。またパソコンは IC から離して配置すると効果がなくなるので、なるべく IC の Vcc と GND の間に最短距離で接続する。

基板には 2 つの系統の直線パターンが配置されている。一方を Vcc、もう一方を GND（グラウンド）とする。隣接する 2 本の直線パターンをまたぐように IC を配置する。IC のすぐそばの、この 2 本のパターンにパソコンを付けるとよい。

5 製作

以下に製作上の注意点を説明する。

5.1 部品取り付けの注意事項

部品の向き 極性や方向のある部品の取り付け向きに注意する。

IC の取り付け IC は直接基板に取り付けず、IC ソケットを基板に取り付け、すべての取り付けが終わった後で IC ソケットに挿す。IC ソケットのハンダ付けは、まず対角の 2 つのピンをハンダ付けし、IC ソケットが基板から浮いていないことを確認すること。IC ソケットの向きを間違えないようにする。

5.2 ニッパ、ワイヤストリッパの使い方

ニッパでスズメッキ線を切るときは刃の向きに注意する。切断すると切り口が直角に近いものと、尖ったものの 2 つに切れる。使用する線が尖っていない方になるような向きで使用する。

被覆線の被覆をむくときはワイヤストリッパを使用する（図 15）。今回の線は AWG28 という太さなので、ワイヤストリッパの AWG28 の位置で使用する。間違えるとうまくむけない。



図 15: ワイアストリッパ

5.3 ハンダづけの注意事項

ハンダづけしたハンダはきらりと光り富士の裾野のようにのびて十分な量があるのが望ましいと言われている。里芋の葉の上の水滴のように丸くなっているとよくない（イモハンダ）。またハンダの量が不足して穴があいたようになっているのもよろしくない（テンプラハンダ）。

ハンダづけの際は、その箇所をコテ先で十分に暖める。そして暖まったところにハンダの先を押してけてハンダを溶かす。ハンダがきれいに流れたらコテとハンダ線を離す。この間の時間は数秒が目安である。熱しすぎると半導体部品が壊れたり、プラスチックが溶けたりする。

飛び出しているリード線はハンダづけの後、ニッパで余分な長さを切断する。

ハンダゴテのコテ先は、水を含ませたスポンジを利用して常にきれいな状態にしておく。

5.4 部品の取り付け順序

基本的には高さの低い部品から取り付けていく。初心者は大きな部品から取り付ける傾向があるので気をつけること。

6 ロジック回路の動作確認

6.1 回路の確認

回路図どおりに結線できているか 電池、電源を入れる前にまず、きちんと回路図どおりに結線できているかどうかを確認する。また、隣接していて、接触してはいけない箇所どうしが接触していないかどうか、よく見て確認する。

IC を挿す前の確認 次に IC は IC ソケットに挿さずに、電池を入れ電源スイッチを ON にする。テスターで IC ソケットの Vcc と GND の間の電圧を測り、きちんと 3[V] になっているかどうか確認する。この際に電池や部品の発熱、焦げくさい臭い、異音がないかどうかチェックする。

ICを挿して確認 ICソケットに電源がきちんと来ていることが確認されたなら、ICをソケットに挿す。ICの向きを間違えないようにする。ICや他の部品が異常発熱していないかどうか、焦げくさい臭い、異音がないかどうかチェックする。

6.2 動作確認

真理値表に基づいてタクトスイッチから入力し、LEDの点灯を観察し、ロジック回路が設計どおりに動作しているかどうかを確認する。タクトスイッチを適当に押すのではなく、真理値表に基づいてすべての入力パターンを入力して確認すること。

7 レポートについて

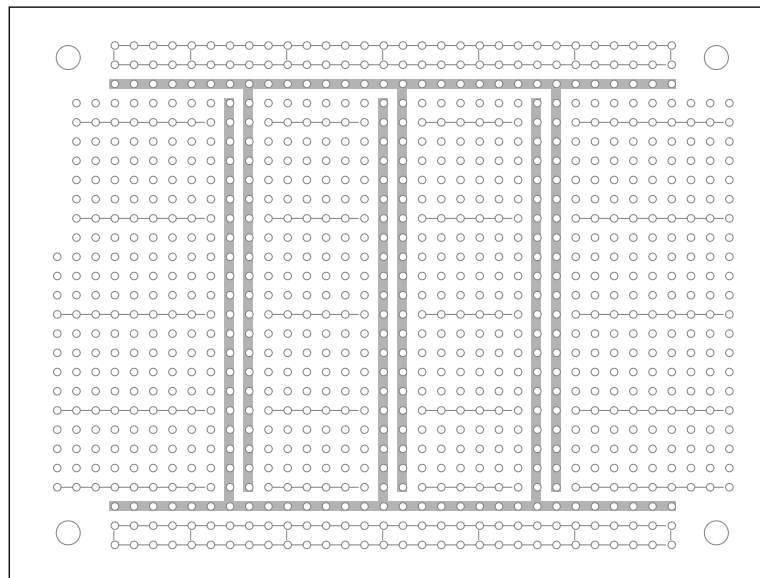
電子回路の2週分の実験を一つのレポートにまとめて提出する。構成は製作したロジック回路の説明（動作原理）、製作に使用した部品の説明、製作の方法、ロジック回路の動作確認の方法、動作確認の結果にわけてわかりやすくまとめる。目的、原理、製作した回路、方法、計測（動作確認）結果、考察などについて詳しく説明すること。

参考文献

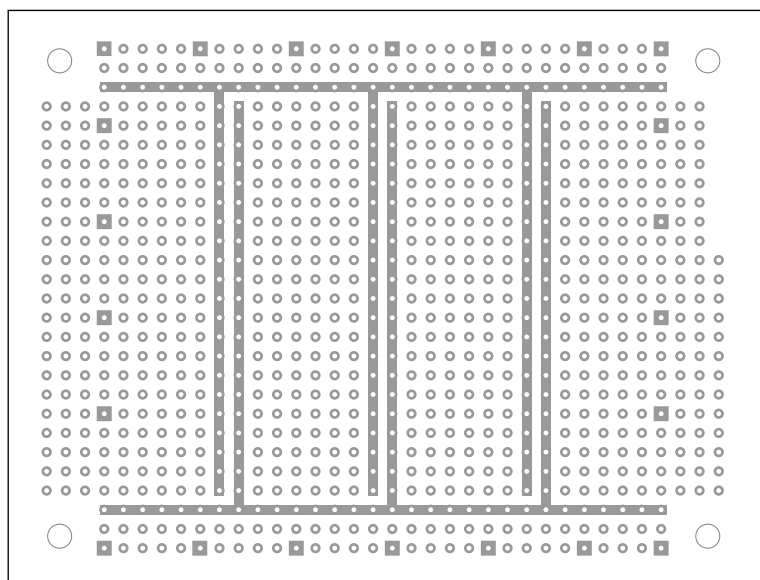
- [1] 三宅和司, 2000. 抵抗&コンデンサの適材適所, CQ出版社.
- [2] 西堀賢司, 1993. メカトロニクスのための電子回路基礎, コロナ社.
- [3] 猪飼國夫, 本田中二, 1990. 定本ディジタル・システムの設計, CQ出版社.
- [4] Texas Instruments, SN54AC00, SN74AC00 QUADRUPLE 2 INPUT POSITIVE NAND GATES, (データシート) .
<http://focus.tij.co.jp/jp/lit/ds/symlink/sn74ac00.pdf>
- [5] 橋本順次, 1977. デジタル技術実戦教室（電子展望別冊）, 誠文堂新光社.
- [6] 井澤裕司. 論理回路1, 信州大学.
http://laputa.cs.shinshu-u.ac.jp/yizawa/logic_textbook.html

(2011年度版)

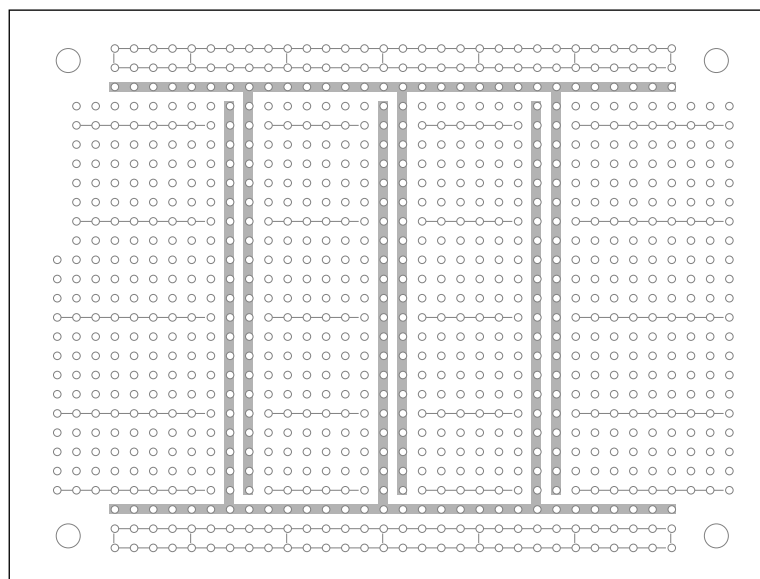
おもて（部品面）



うら（銅箔面）



おもて（部品面）



うら（銅箔面）

