

# コードとデザイン

東京藝術大学 芸術情報センター開設科目 金曜4-5限 第3週

2025.04.24 松浦知也 ([matsura.tomoya@noc.geidai.ac.jp](mailto:matsura.tomoya@noc.geidai.ac.jp) [teach@matsuuratomo.ya.com](mailto:teach@matsuuratomo.ya.com))



# 本日のスケジュール

- 前回の質問コーナー (20分)
- 今回作るもの解説 (20分)
- ラボに移動、製作 (120分、適宜休憩)
- 片付け (10分)

# 微分方程式の例

$$\frac{dV}{dT} = rV - (aV)P$$

被食者個体群密度

機能的反応

$$\frac{dP}{dT} = b(aV)P - mP$$

捕食者個体群密度

数的反応

捕食者死亡率

図 3.4 割り当てを明確にしたロトカ-ヴォルテラモデルの集まり（族）

17 第2章 三つの種類のモデル

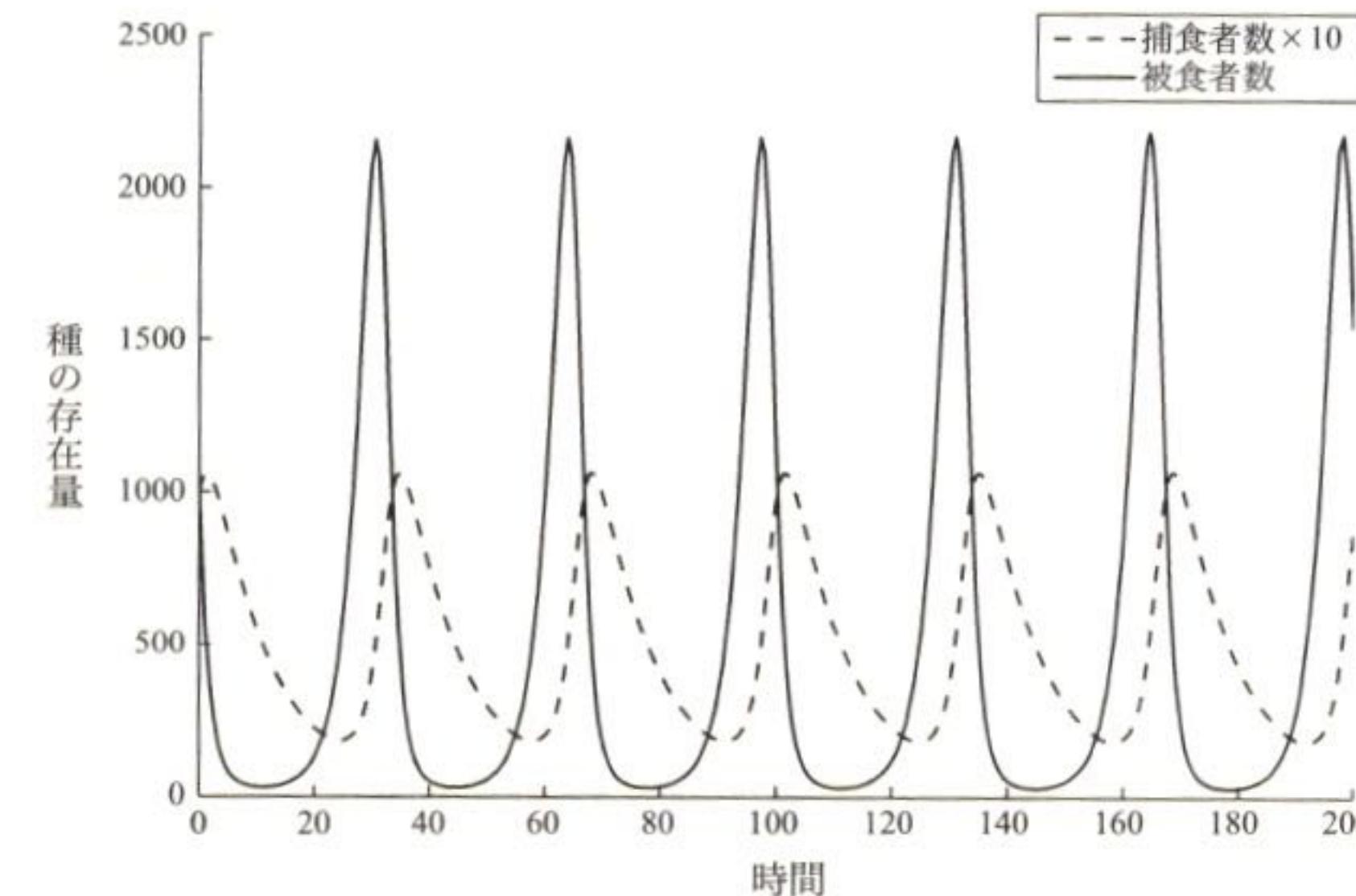


図 2.1 ロトカ-ヴォルテラモデルの振動

- 食物連鎖を微分方程式でモデルにしたもの

# 微分方程式の例



そもそも、身の回りの現象  
を数式やコードで  
モデル化するとは  
どういうことか？

科学とモデル シミュレーションの哲学 入門(2017),マイケル・ワイスバーグ著,  
松王政浩訳,名古屋大学出版会, ISBN: 978-4-8158-0872-3  
<https://www.unp.or.jp/ISBN/ISBN978-4-8158-0872-3.html>

# 微分方程式の例

## ロミオとジュリエット方程式

$$\frac{dR}{dt} = aR + bJ$$

$$\frac{dJ}{dt} = cR + dJ$$

恋愛方程式 - JPのブログ(2019), <https://reliableeng.hatenablog.com/entry/2019/11/23/111819>,

2023年4月19日最終閲覧

### ケース分け

以下のケースを実施してみた。

Case	a	b	c	d	R(0), J(0)	Remarks
1	0	1	-1	0	0.1, 0.1	自分の気持ちには無関心
2	-2	1	1	-2	-0.05, 0.1	自分の気持ちに慎重な、似たもの同士
3	-1	2	2	-1	0.11, -0.1	相手の気持ちに敏感な、似たもの同士
4	-1	2	2	-1	0.09, -0.1	Case 3の初期条件をわずかに変更

### 解法

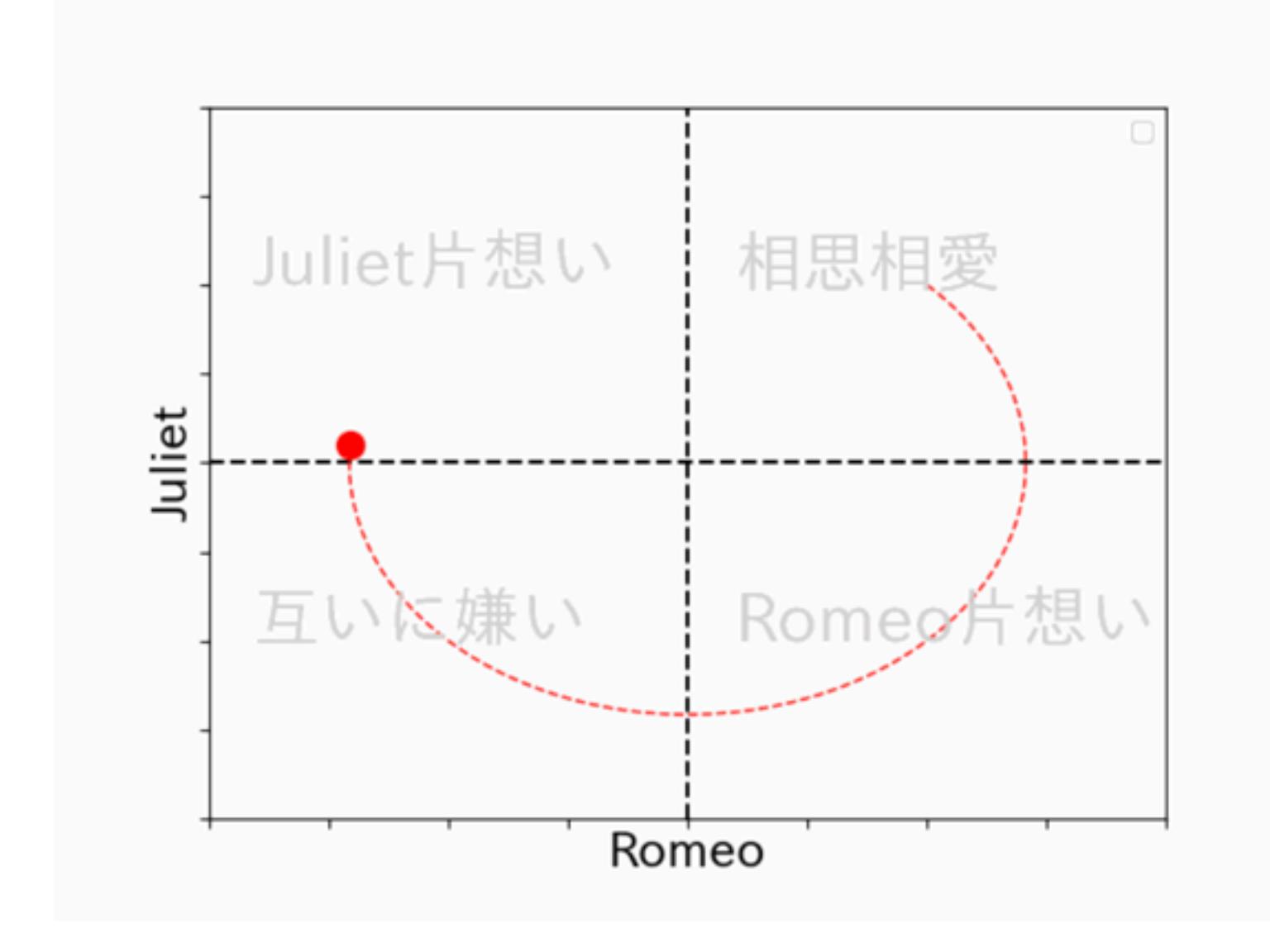
Pythonの科学計算用のパッケージにあるscipyの"odeint"を用いて微分方程式を任意の初期条件から数値的に解いた。

可視化にはmatplotlibのAnimation機能を使用した。

### 結果

#### ケース1 (自分の気持ちには無関心)

相思相愛になるのは1/4の周期のみで、二人の気持ちの変遷は同じ軌道を繰り返す。



# 電気と増幅器

# 増幅器 と 発振器

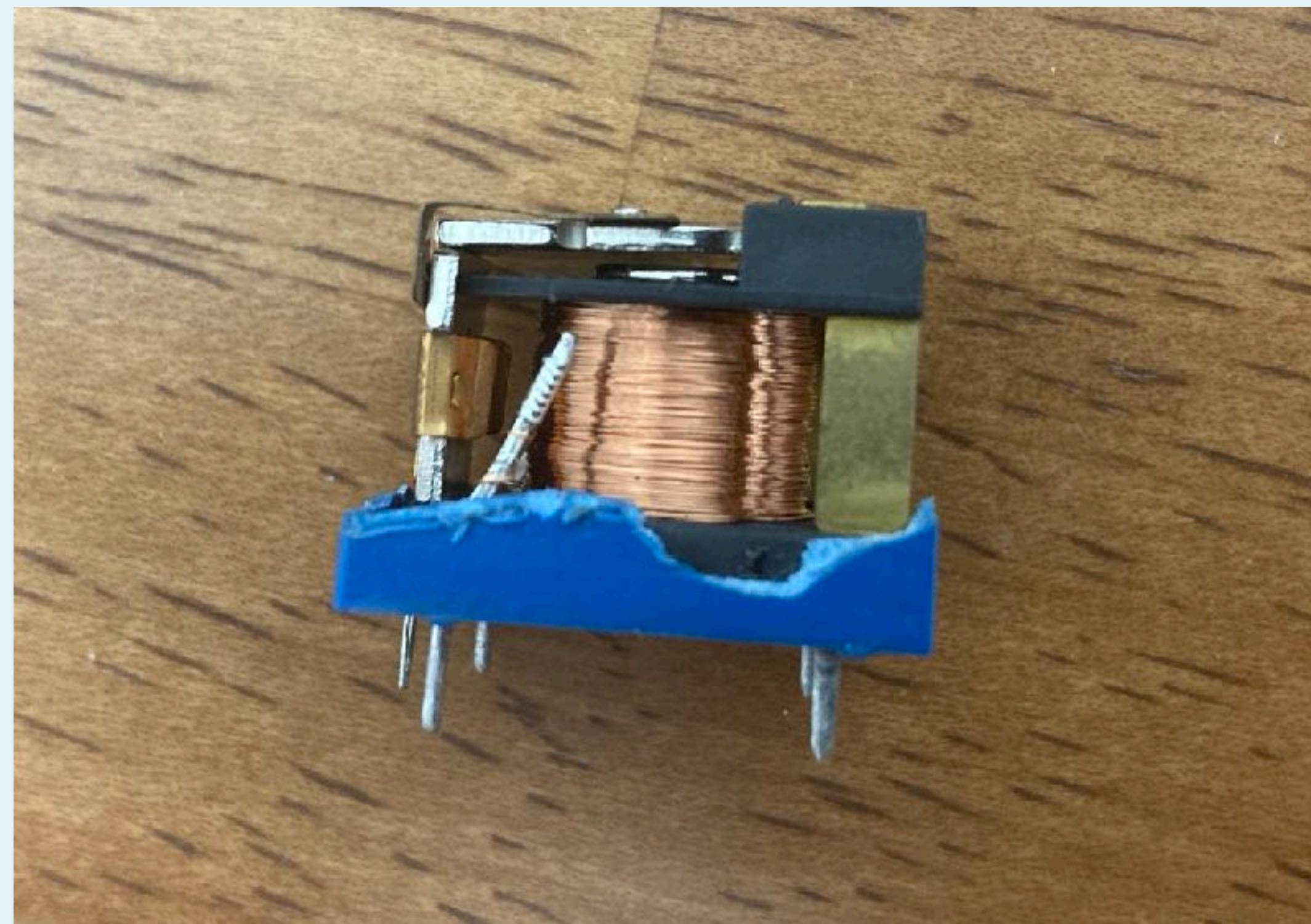
増幅器があると、論理回路を構成するスイッチが作れる

増幅器があると、発振器が作れる

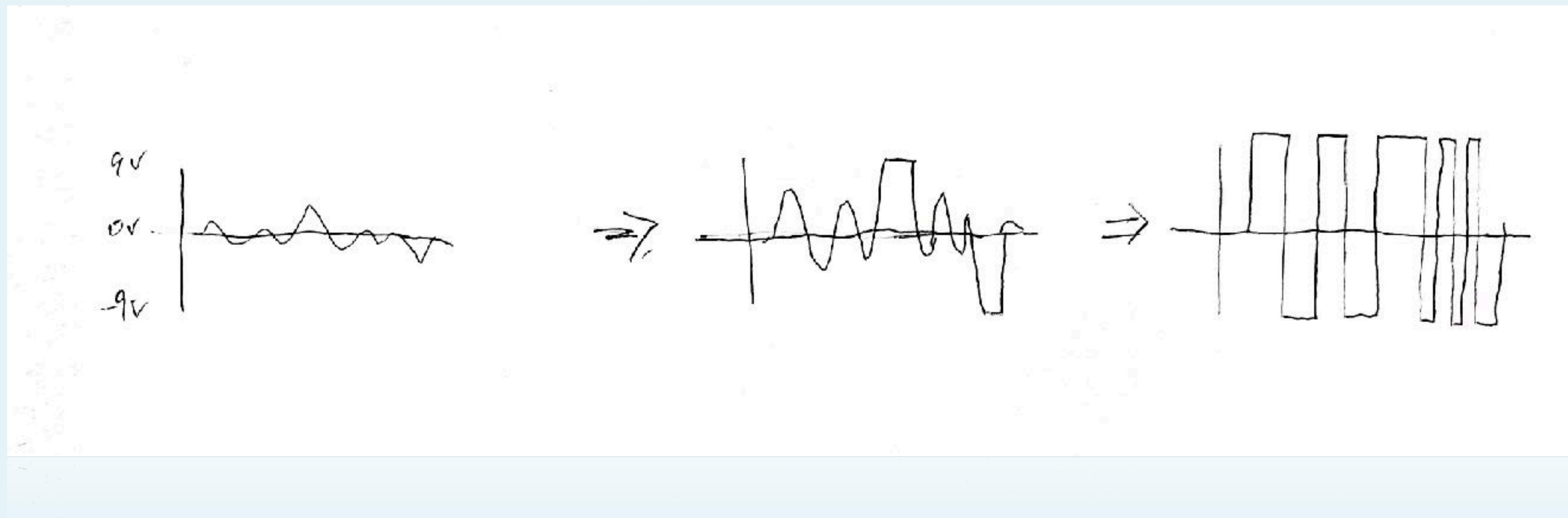
発振器がコンピューターを駆動するクロックになる

# リレー：微弱な信号で大電力を操作





# 極端な増幅=スイッチング



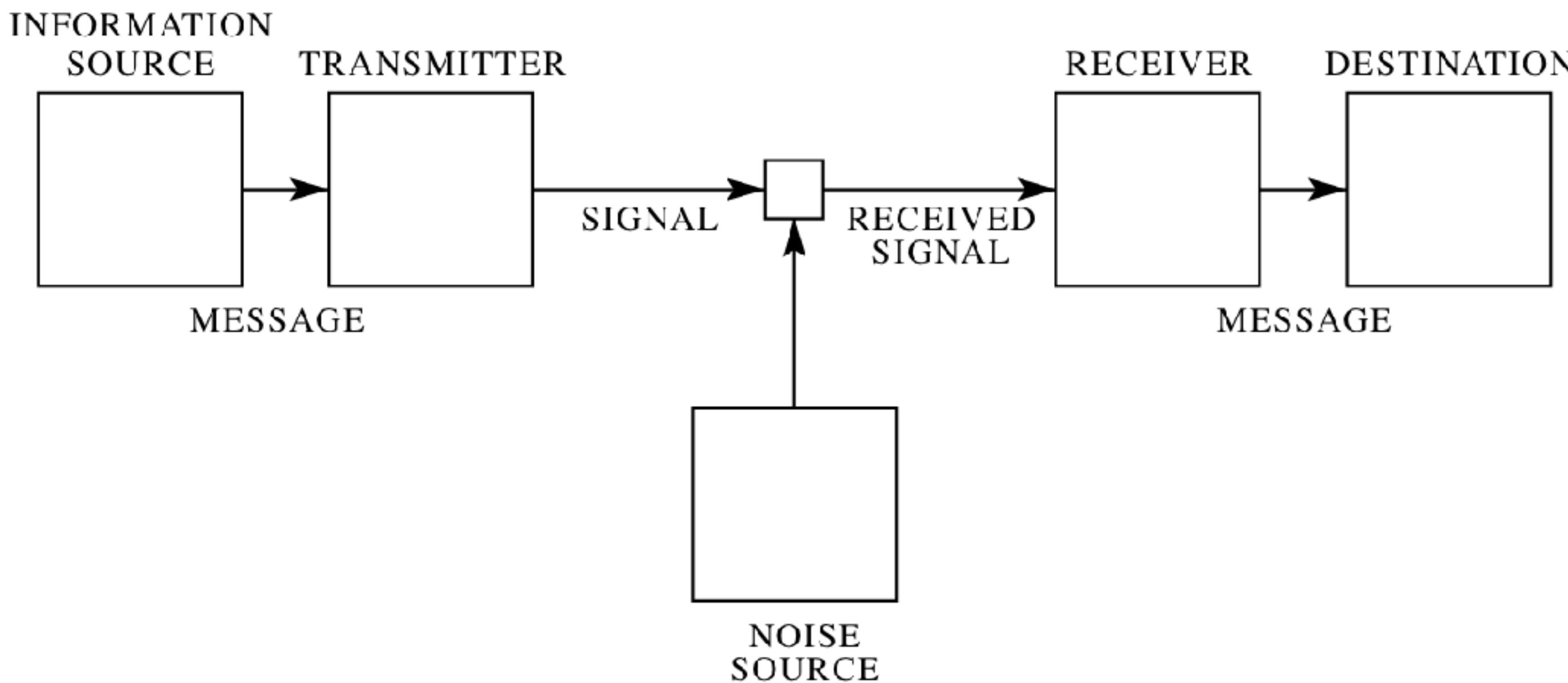
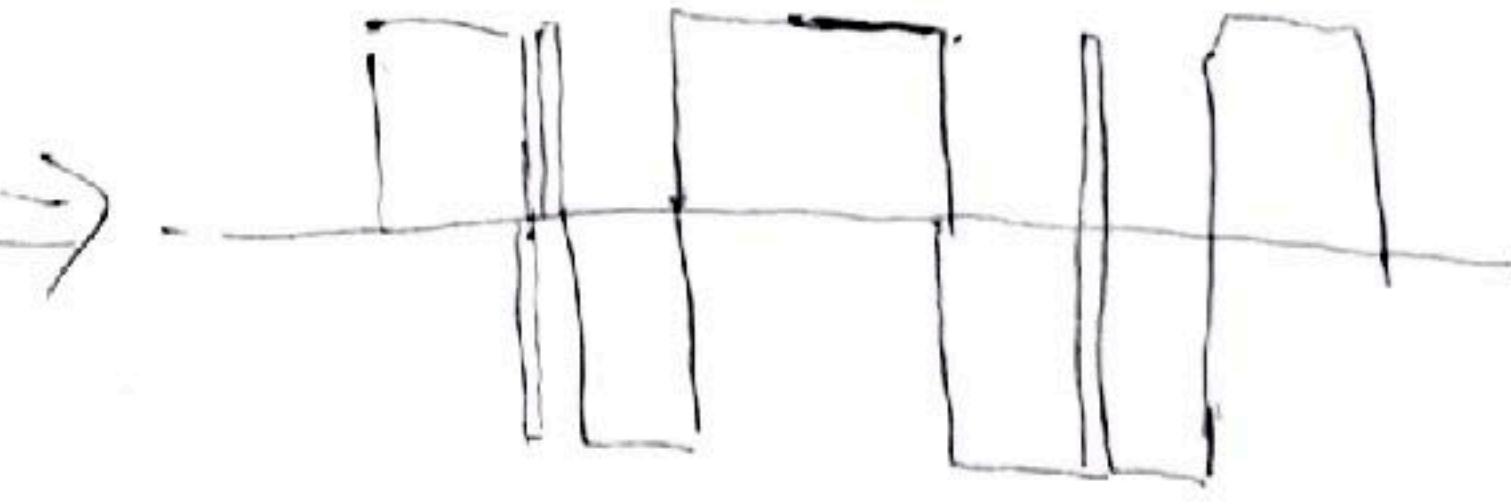
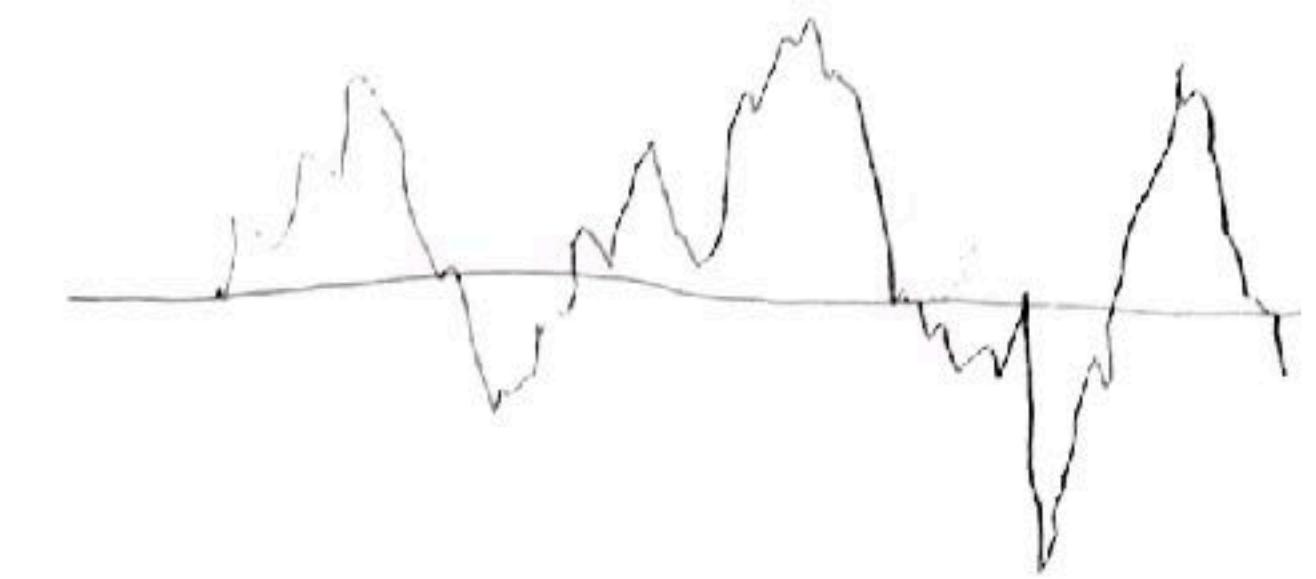
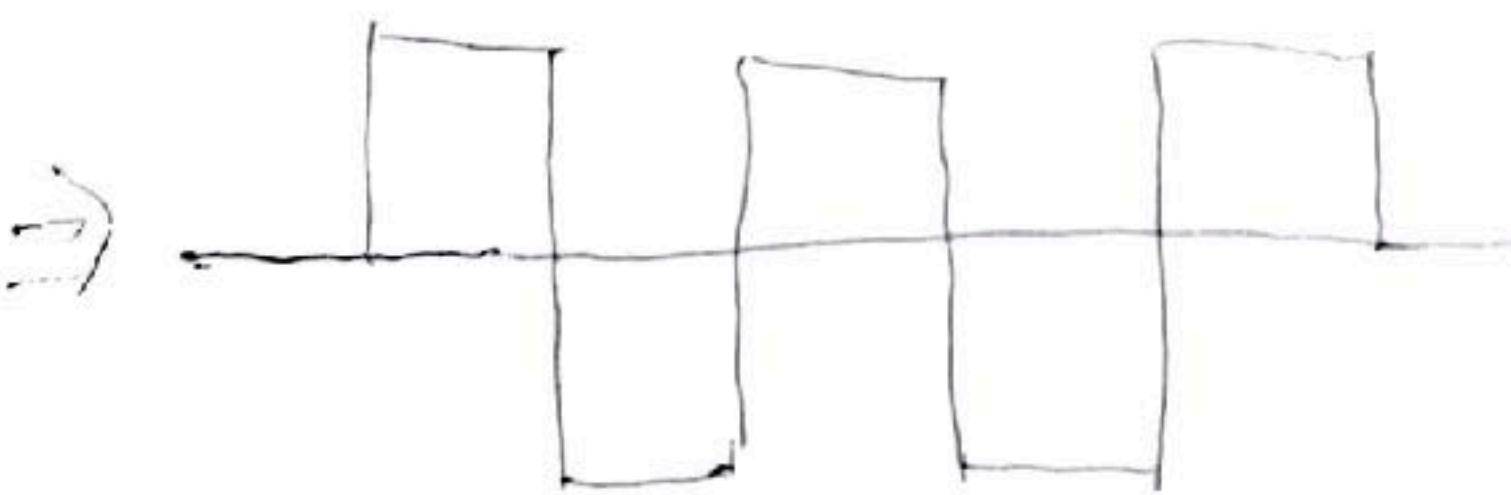
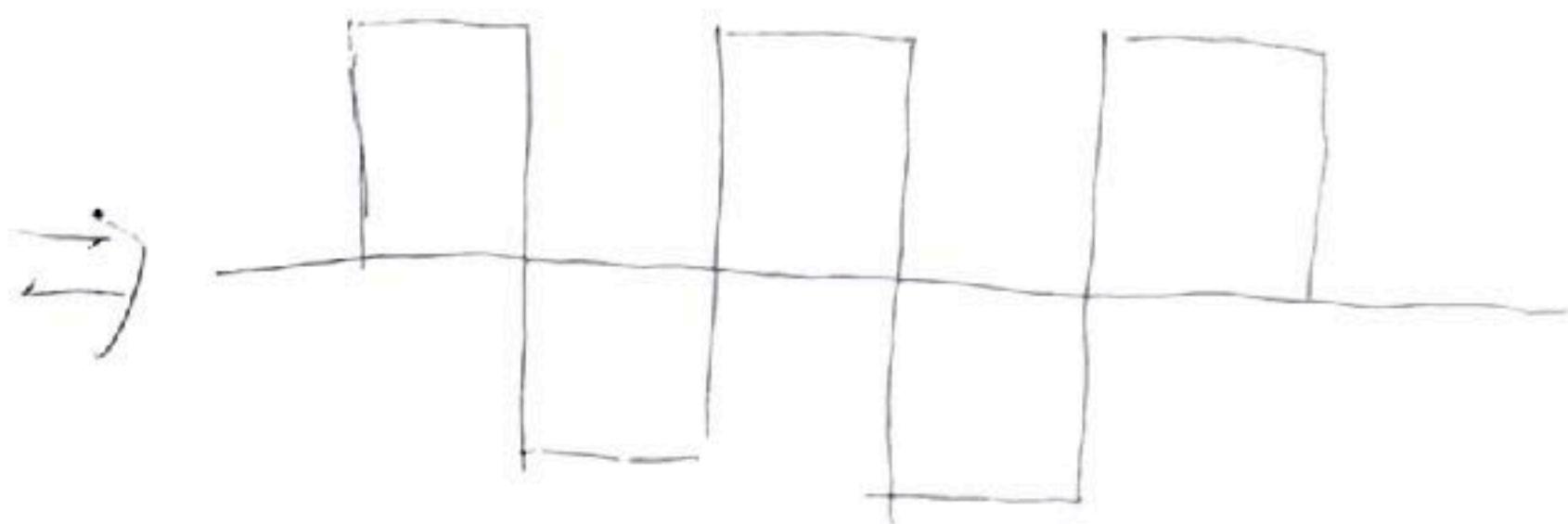
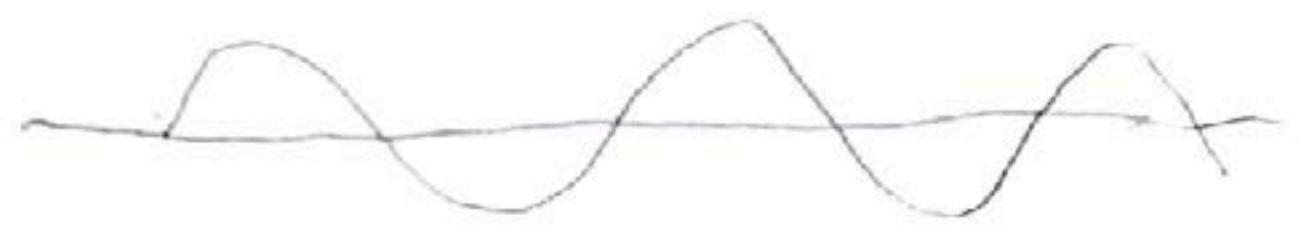


Fig. 1 — Schematic diagram of a general communication system.

Shannon, Claude E. 1948. "A Mathematical Theory of Communication." *The Bell System Technical Journal* 27: 379–423.  
<https://doi.org/10.1145/584091.584093>.



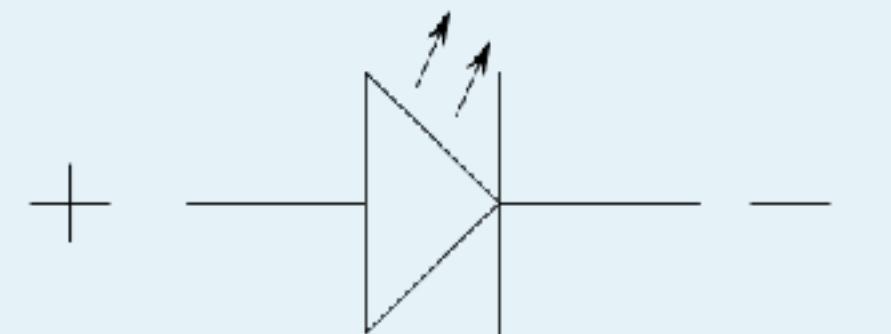
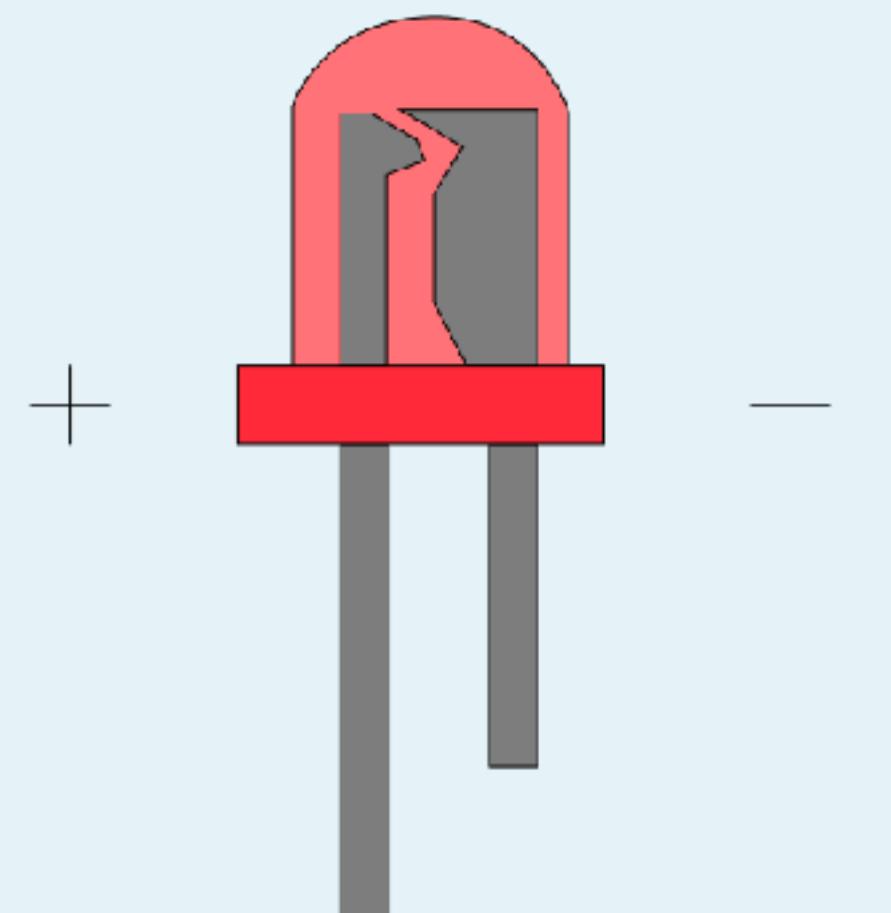
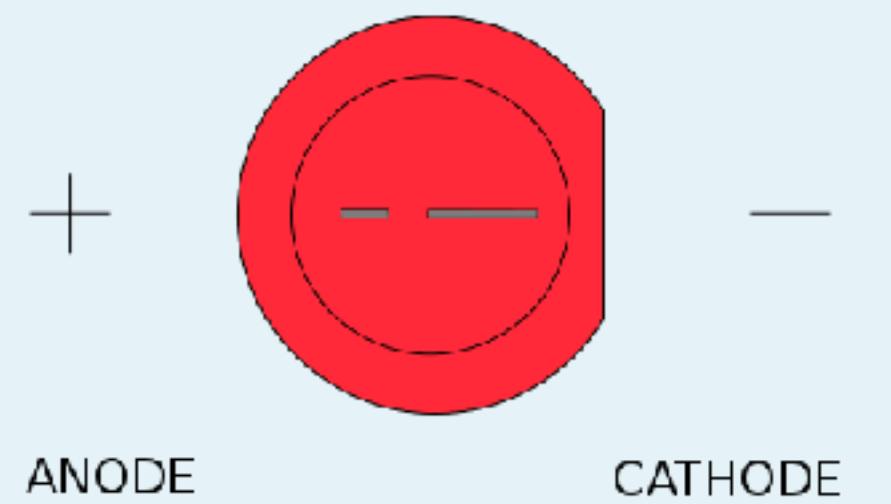
# 今日使う部品等の解説

# 材料一覧

- 画用紙
- 銅箔テープ (30cm分くらい)
- ボタン電池 (CR2025,CR2032など) x1
- 抵抗内蔵型LED x 1
- N型MOSFET(2SK2232や4033) x1
- P型MOSFET(2SJ334) x1
- マーカー
- はんだごて
- ハンダ
- フラックス

# LED

- ダイオード（電流を片方向のみに流す半導体）
- 足が長い方が+（アノード）
- 回路図記号では、電流が流れる方に矢印が向いてる
- 電源と直結させると、壊れる（ボタン電池ならOK）
- $220\Omega \sim 1k\Omega$ くらいの抵抗と直列で繋ぐ
- 今日は、あらかじめ繋がっている抵抗内蔵タイプを使用





P R I M I T I V E   L E D

<https://www.youtube.com/watch?v=gPQyZ6jRYHk>

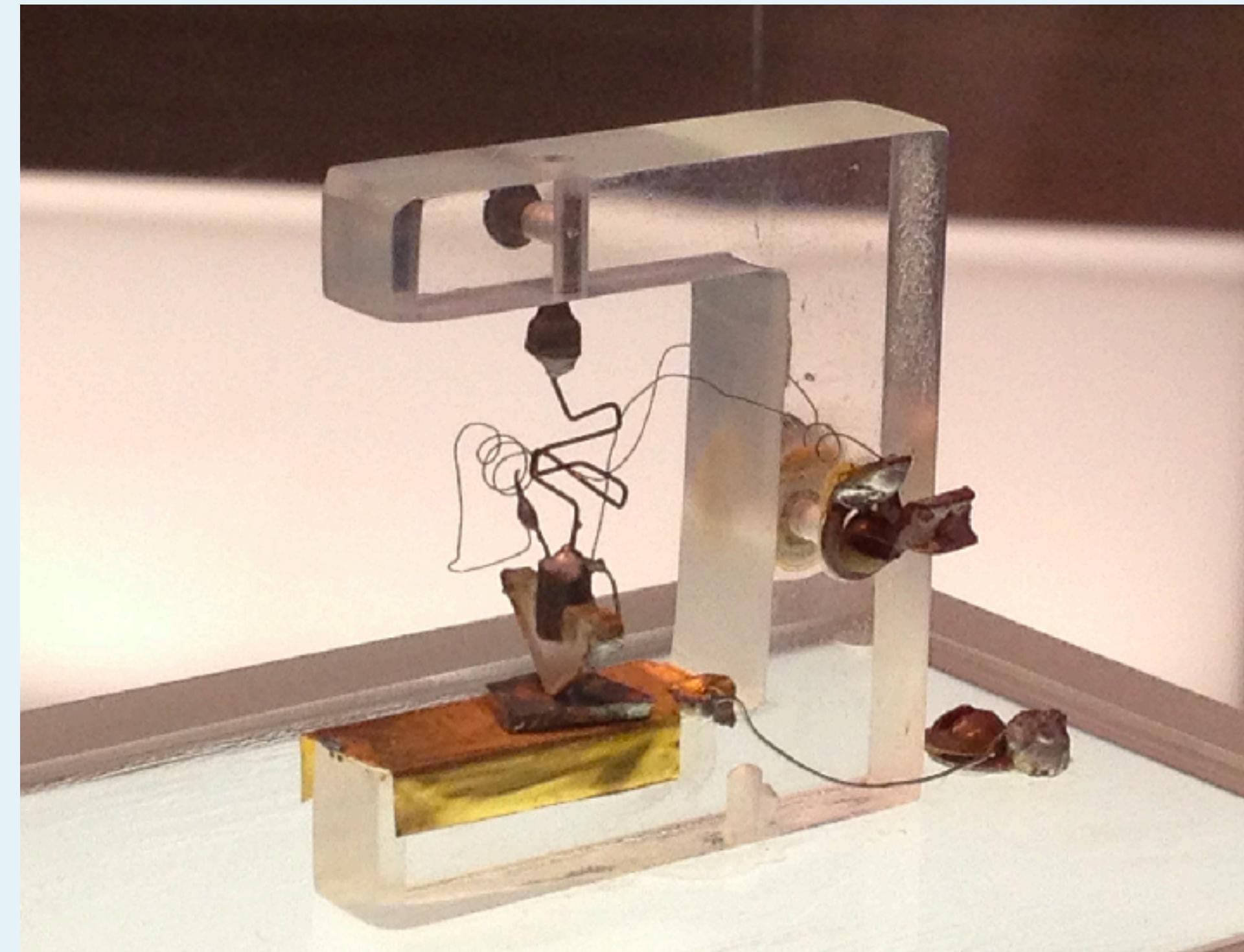
シリコンカーバイドの結晶に針を立てるとLEDになる



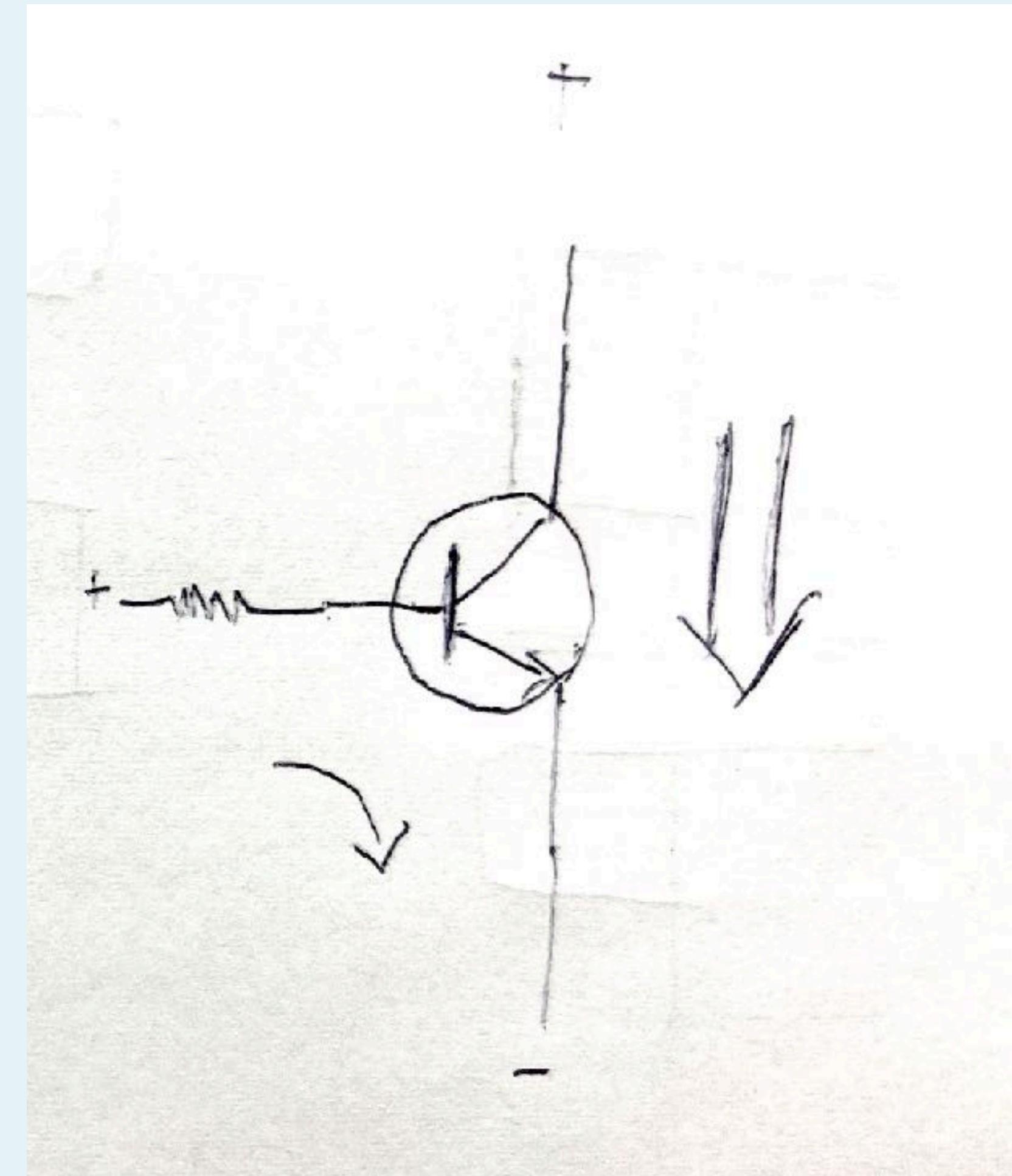
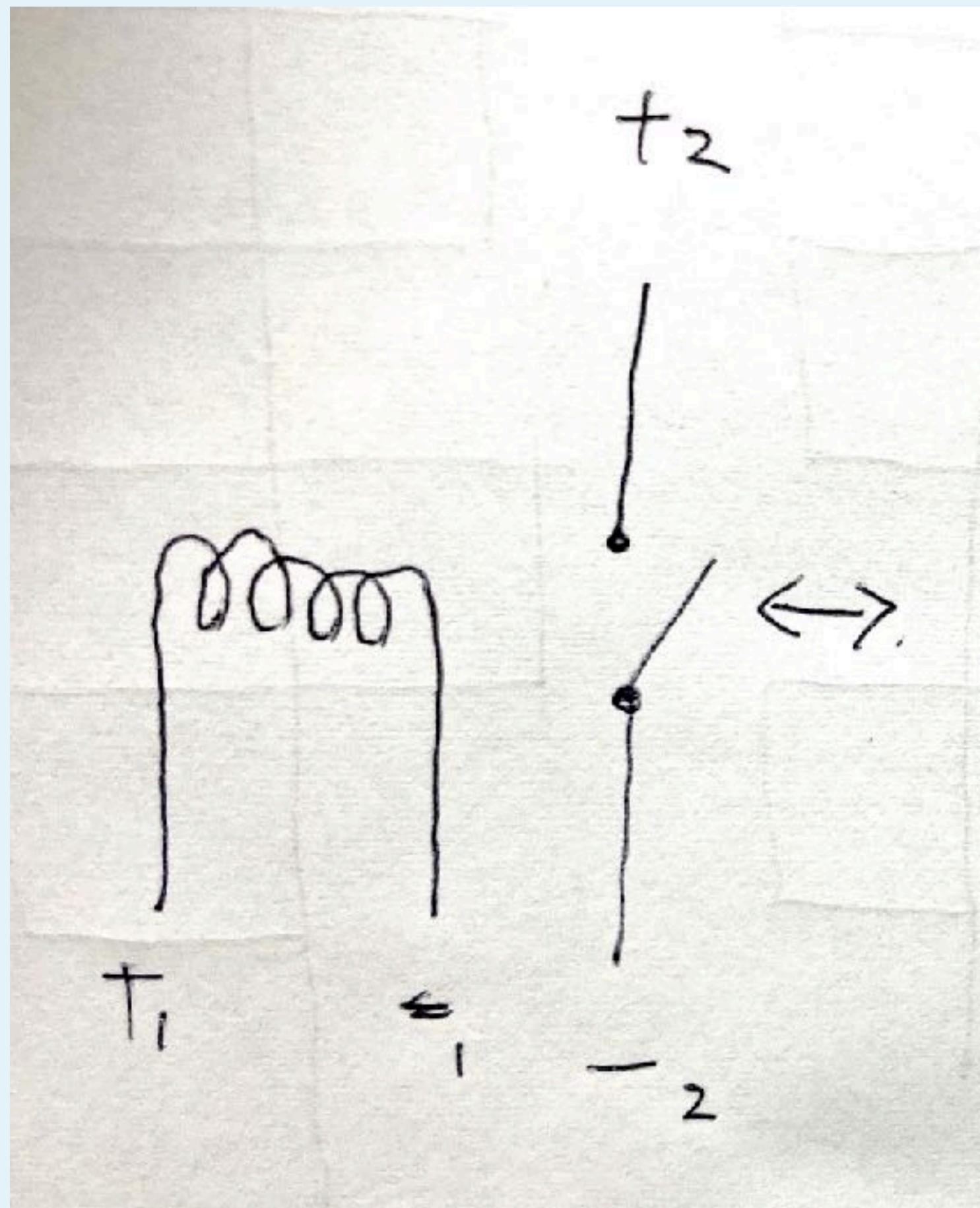
<https://hackaday.com/2012/06/05/homemade-silicon-carbide-led/>

トランジスタ

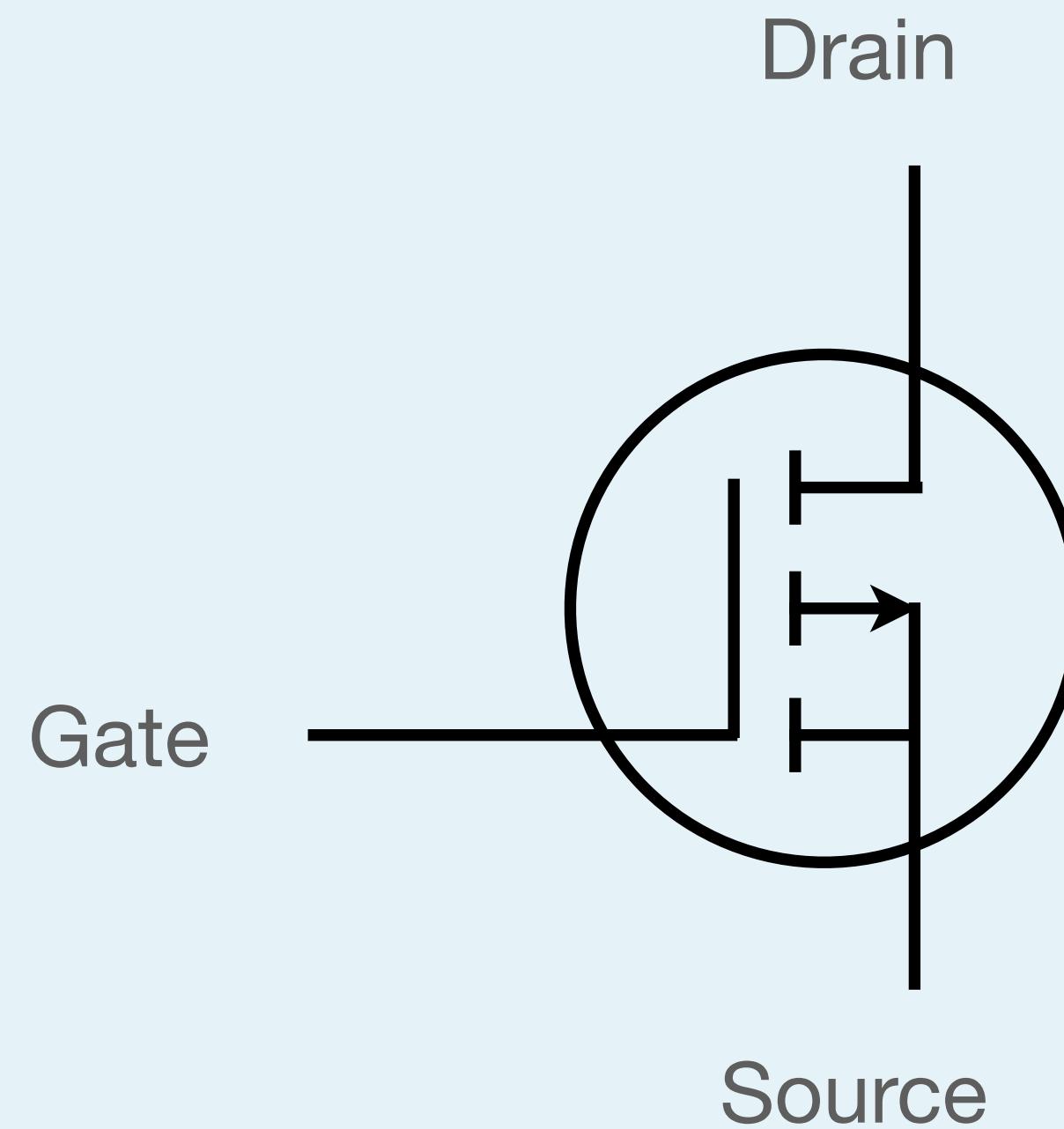
# トランジスタ



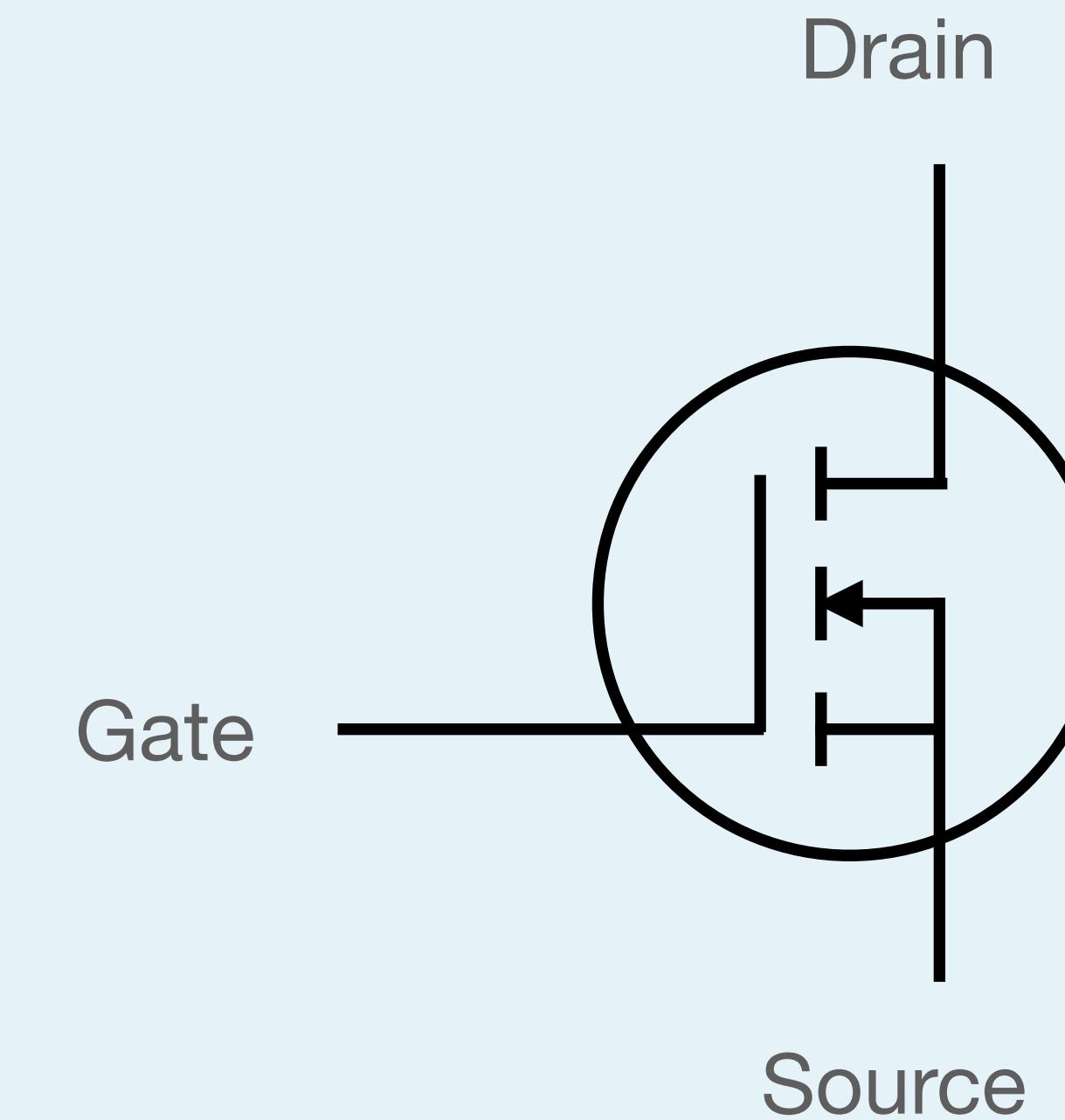
The first transistor ever made, built by John Bardeen, William Shockley and Walter H. Brattain of Bell Labs in 1947.  
Original exhibited in Bell Laboratories, Photo by unitronic, licensed under cc 3.0 by-sa



# N型/P型MOSFET

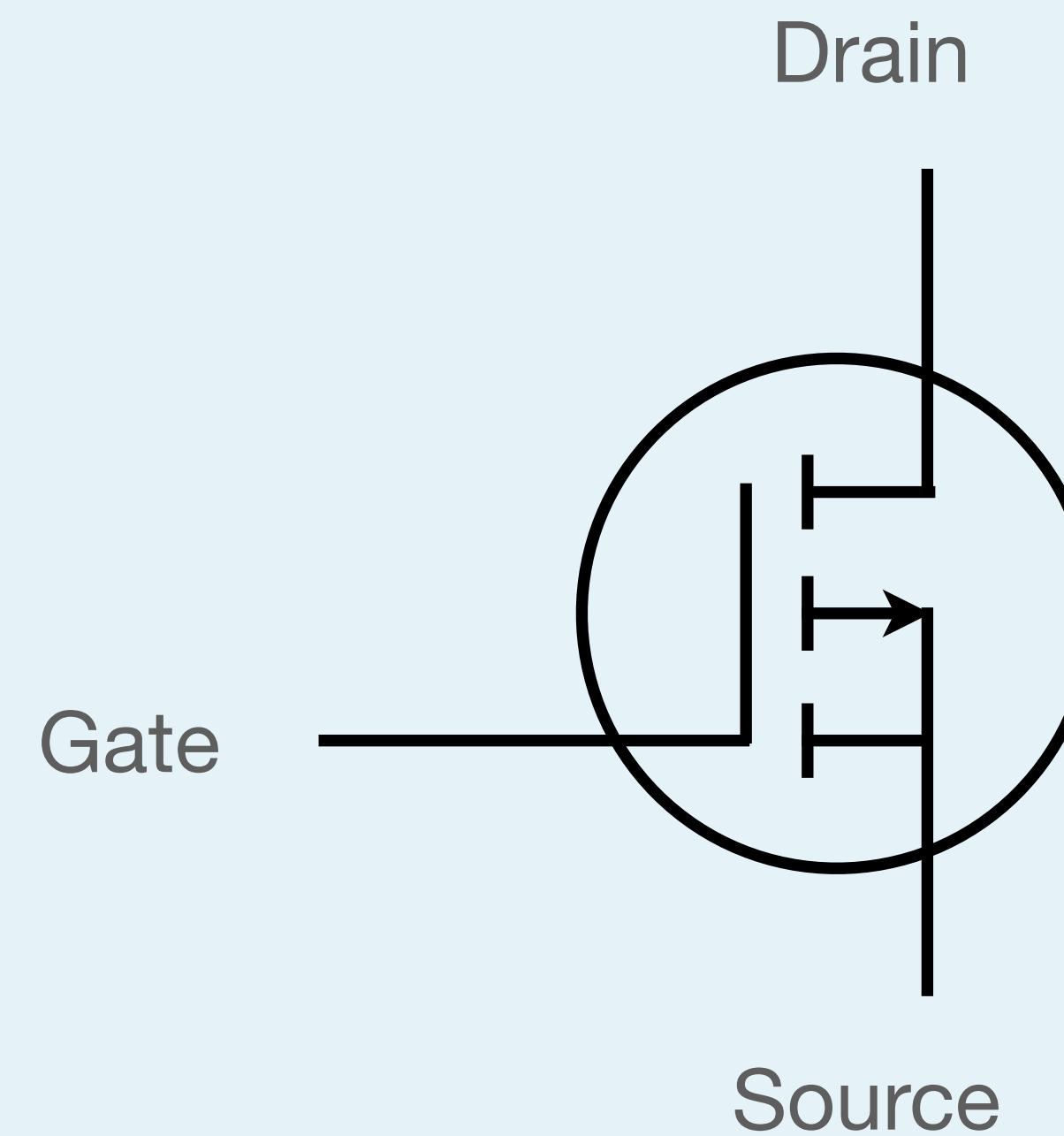


N型



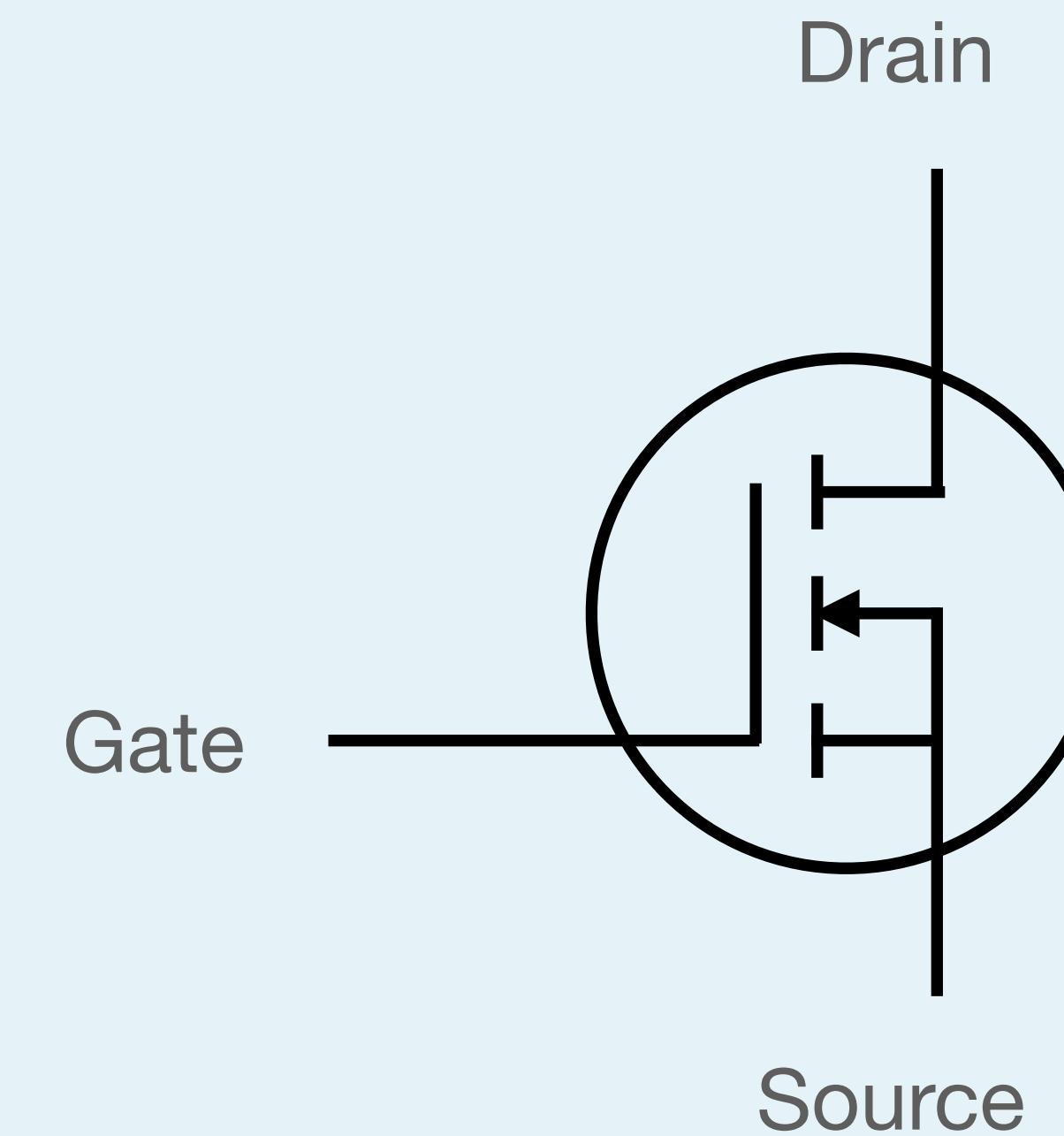
P型

# N型/P型MOSFET



N型

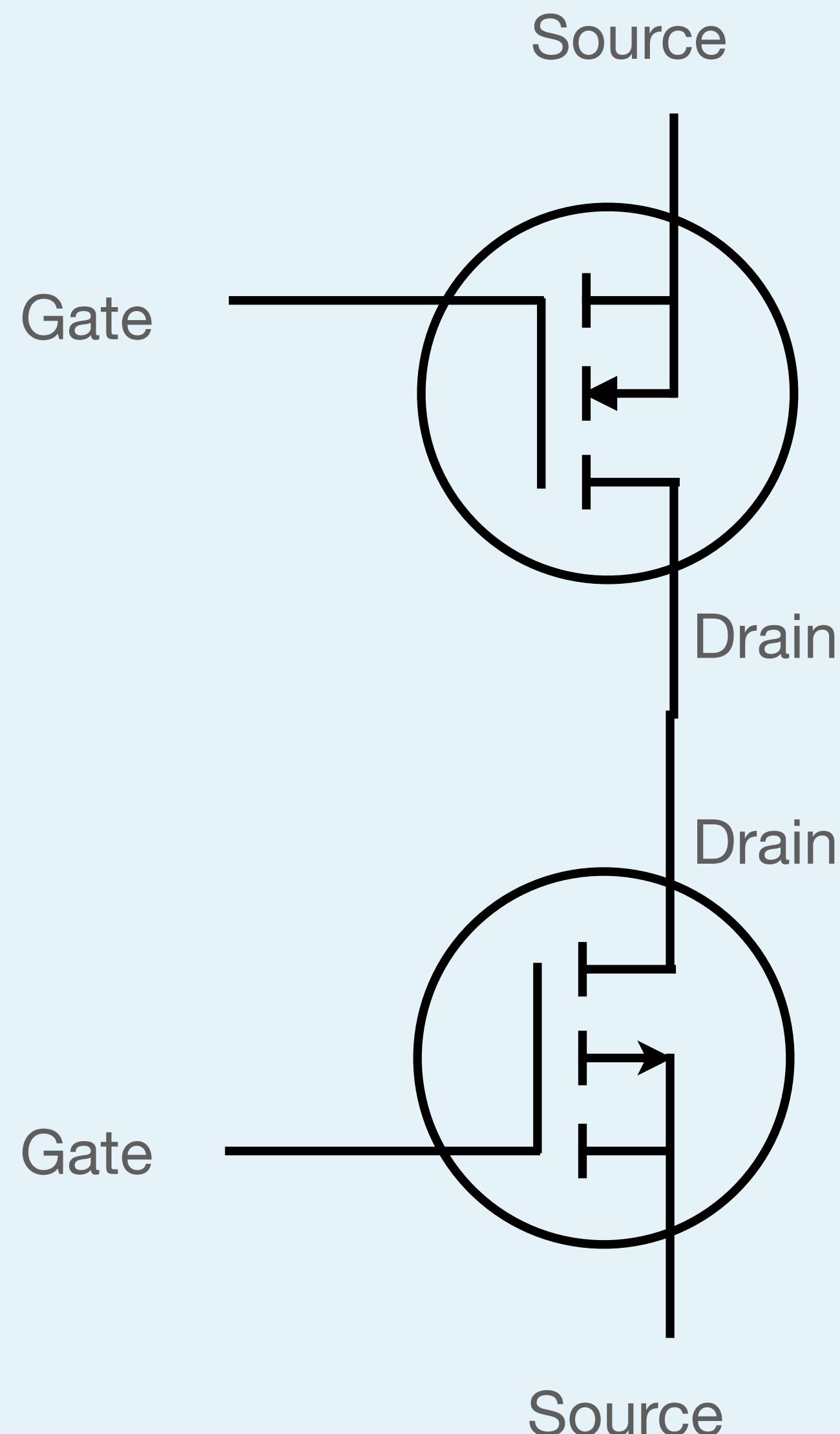
ゲートから、電子を注入するとスイッチオン

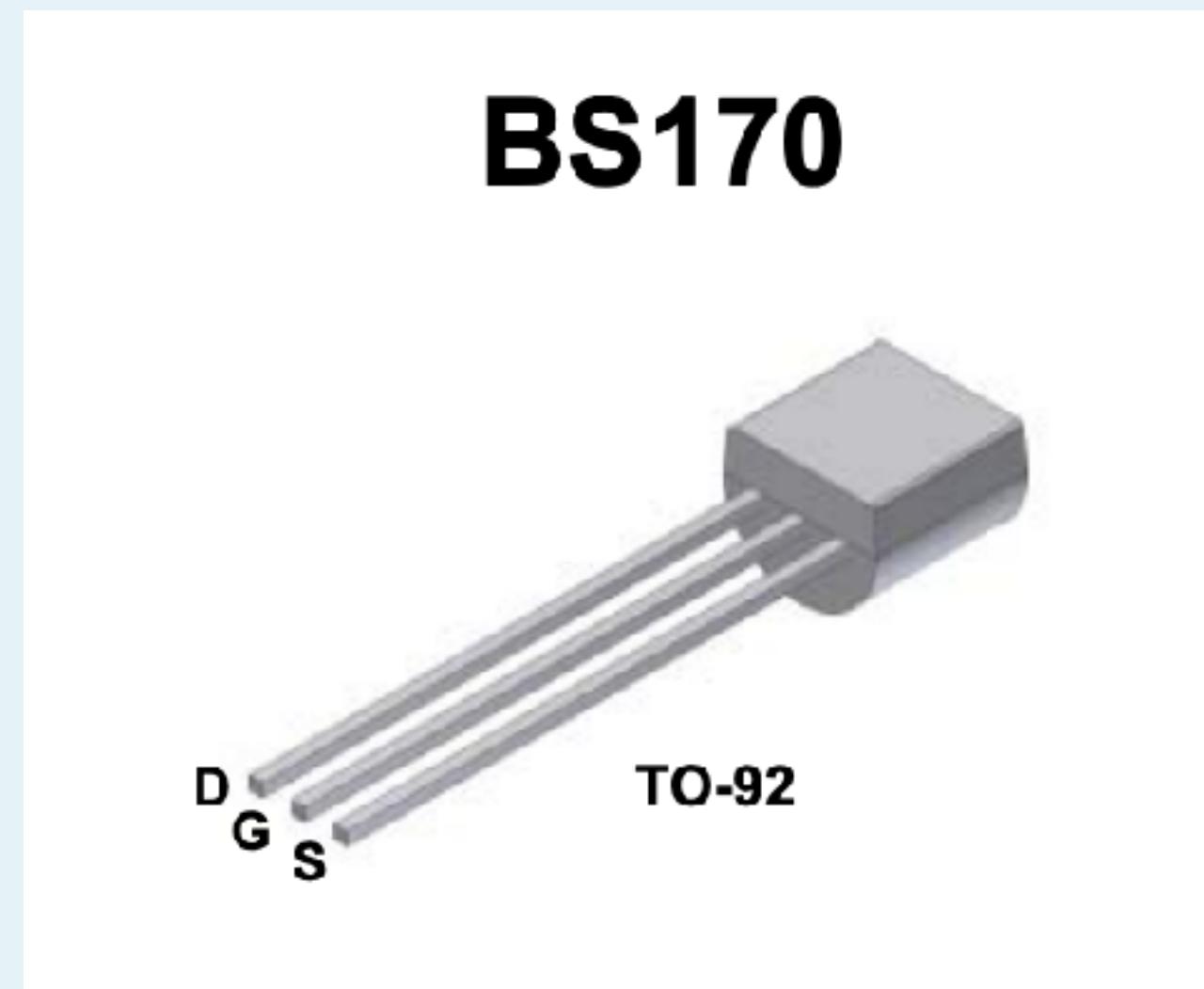


P型

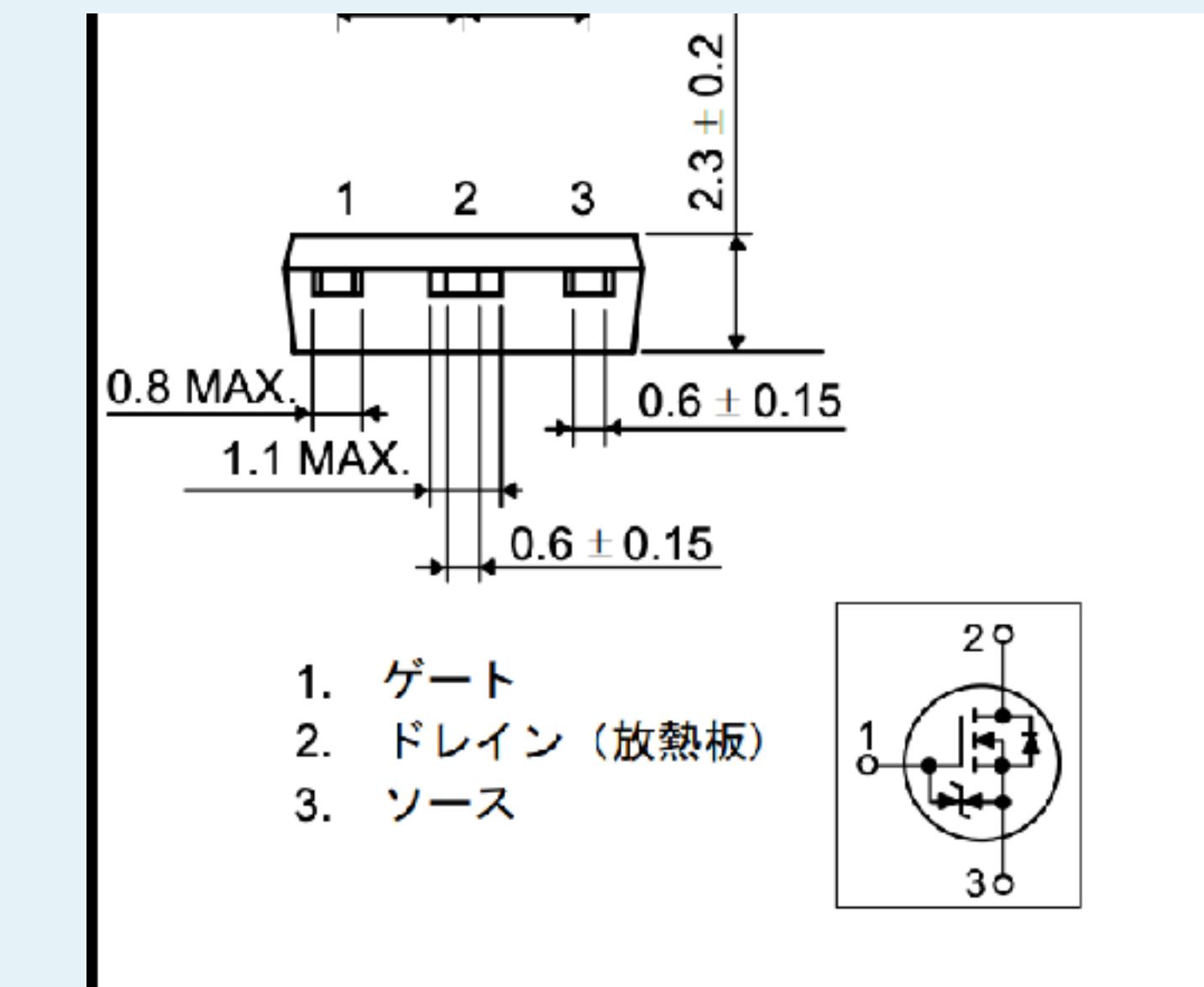
ゲートから、電子を引っこ抜くとスイッチオン

# N型/P型MOSFET





BS170(N)

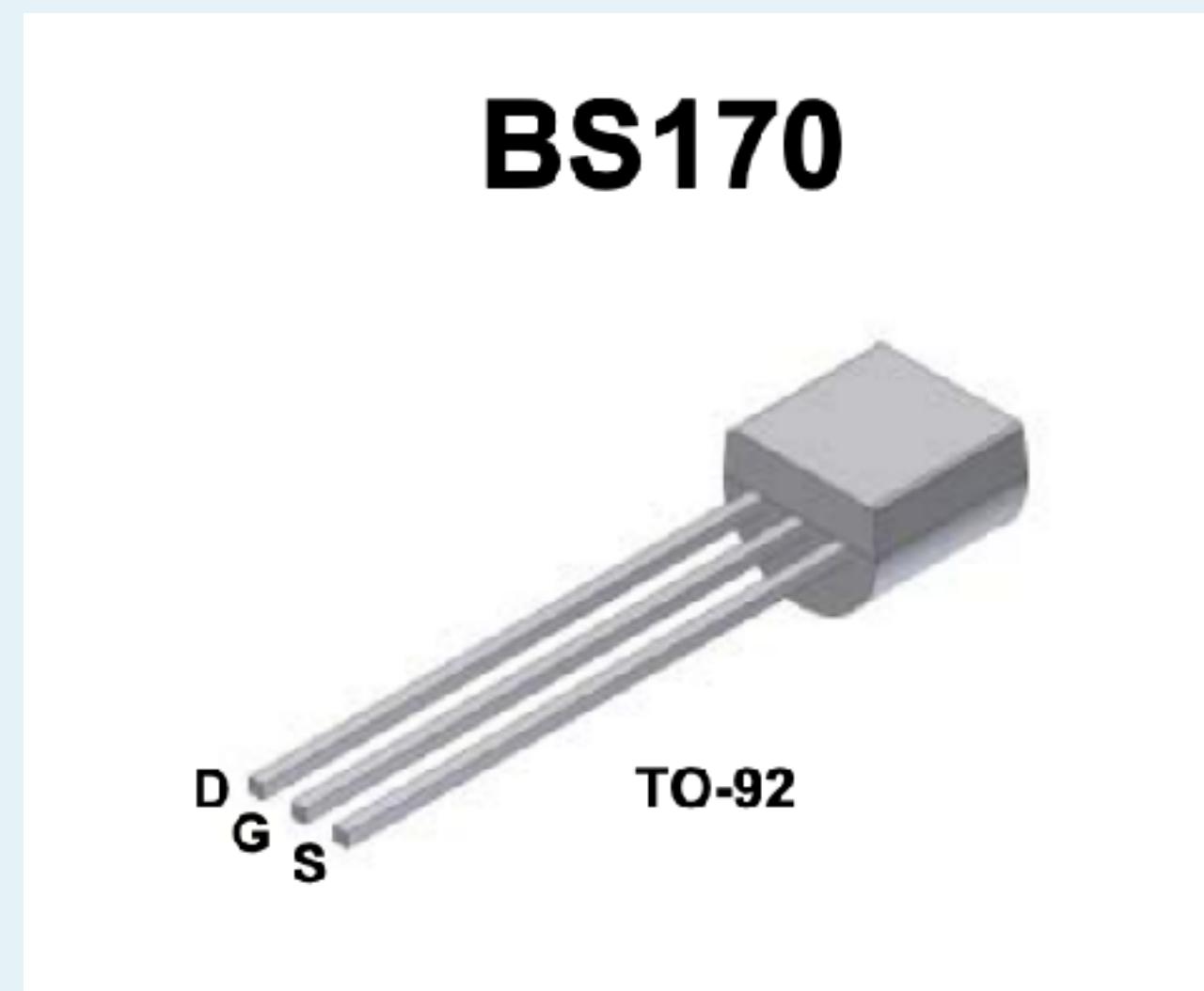


2SK2322 (N)

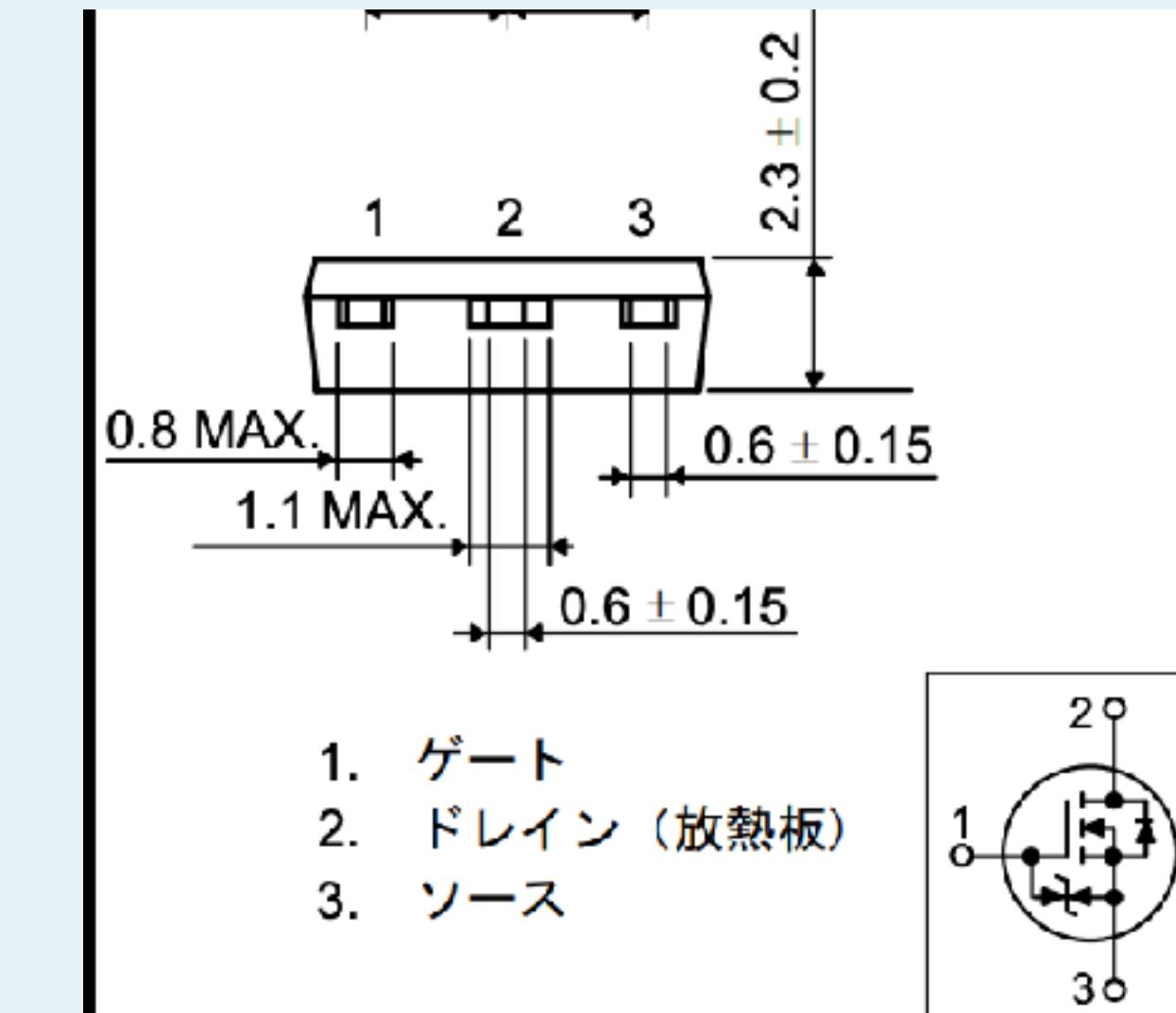
2SJ443(P)

D-G-SとG-D-Sのタイプがあるので気をつけましょう (中央ゲートは最近少なめ)

今日使うのはこっち



BS170(N)



D-G-SとG-D-Sのタイプがあるので気をつけましょう (中央ゲートは最近少なめ)

やってみよう：  
人間CMOSインバーター

# 基本ルール

- 手や肩をつなぐことで配線を表す。
- 高さが電圧を表すものとする。
- 電源と繋がっている配線は、常に高い位置にある。
- GNDと繋がっている配線は、常に低い位置にある。
- 導通している場所同士は全て同じ高さでなければならない。
- 導通しているはずなのに高さが違うのは、ショート（短絡）を意味する。これは、電源とGNDが直結され、急激に電流が流れるので実際には危険。

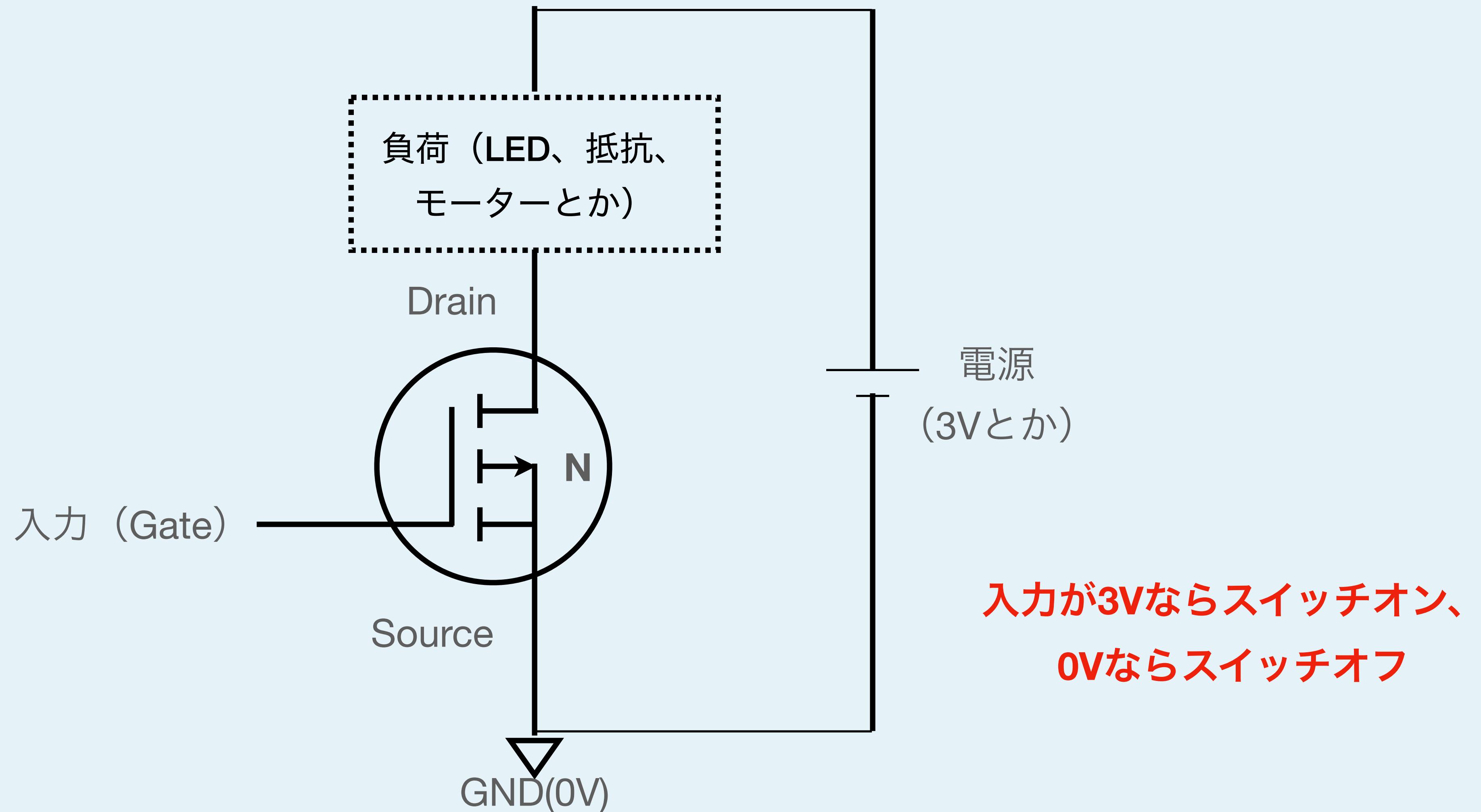
# 基本ルール

- 肩がゲート：入力とする。配線をするときは、肩に触れる。(別に直接触れなくとも良い)
- PMOS、NMOSともに、右手をソース、左手をドレインとする。
- 右手のソースは、どこかと配線されたら、繋がっている部分の電圧と同じ電圧になる。電源に繋げれば上がるし、GNDにつながれば下がる。
- NMOSの人は、ソース（右手）よりゲート（肩）の電圧が**高ければ**、ドレイン（左手）をソースを同じ電圧にする（=スイッチオン）
- PMOSの人は、ソース（右手）よりゲート（肩）の電圧が**低ければ**、ドレイン（左手）をソースを同じ電圧にする（=スイッチオン）

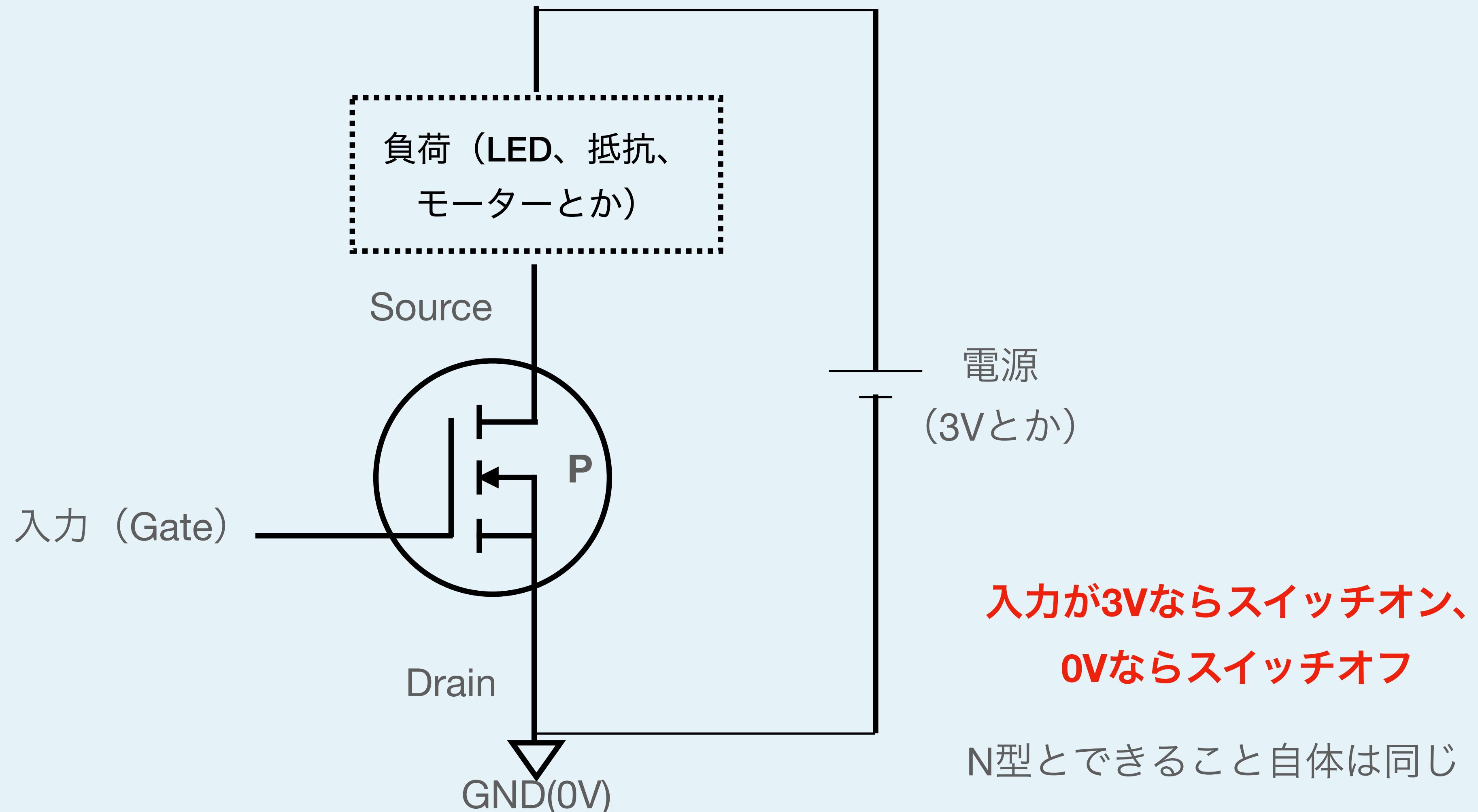
# インバーターを演じてみよう

- 入力がHIGHの時出力がLOW、入力がLOWの時出力がHIGHの回路を作れ。
- 以下の4人1組で作ろう
  - 入力配線役
  - PMOS役
  - NMOS役
  - 出力配線役
- 余りが出る場合は、1~2人を指示役として調整。

# N型MOSFET



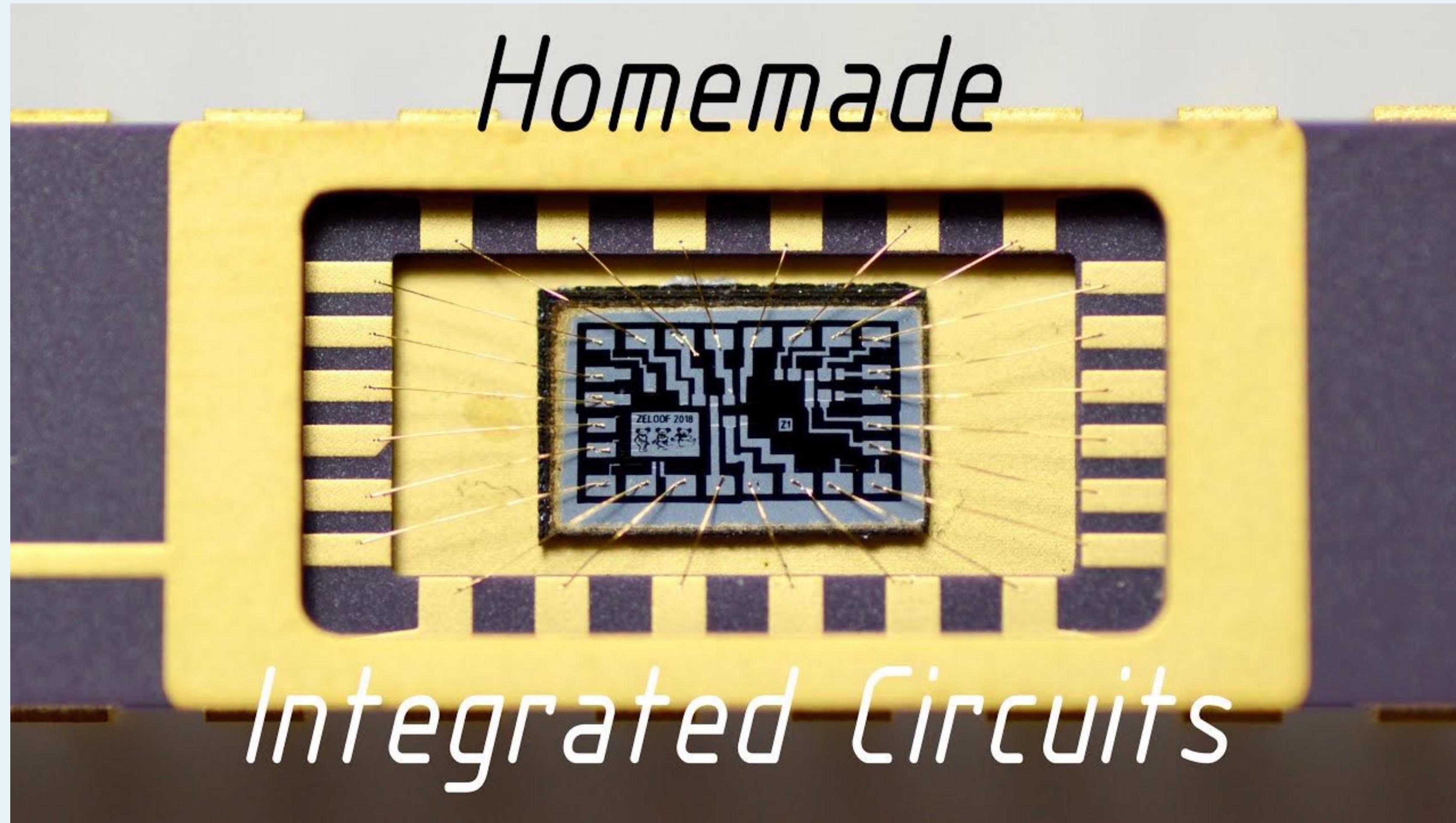
# P型MOSFET



やってみよう：Paper Circuitで  
CMOSインバーター制作

# 電子基板（PCB）、IC

- PCB : Printed Circuit Board IC : Integrated Circuit
- どちらも、産業での製造方法的にはフォトリソグラフィ：版画の延長
- 金属や半導体を平面上にうまく形成したり削り取ったりして、重ねていく



<https://www.youtube.com/watch?v=XrEC2LGGXn0>

# 藝大生のための 電子基板制作

2022.07.26

東京藝術大学 芸術情報センター

特任助教 松浦知也 [me@matsuuratomo.ya.com](mailto:me@matsuuratomo.ya.com)



# A Kit-of-No-Parts

Recipes for Materially Diverse, Functionally Transparent and Expressive Electronics

## Workshops

A Kit-of-No-Parts: Recipes for materially diverse, functionally transparent and expressive electronics

## Ingredients

Conventionally electronics that are built from a kit-of-parts have been optimized for speed, efficiency and repeatability of assembly. While this approach demonstrates the power of modular systems that have made many of the technologies we rely on possible, it also constrains us to particular styles of building, influencing what we build as well as impacting how we come to think about electronics.

## Recipes

### PARTS

Traces and Connections  
Sensors  
Actuators  
Resistors  
Capacitors  
Transistors  
Power

### CRAFTS

Drawing and Painting  
Electroplating  
Gilding  
Printing  
Carving  
Cutting and Engraving  
Etching  
Molding and Casting  
Sculpting  
Assemblage

A Kit-of-No-Parts demonstrates a new approach to building electronics that emphasizes the expressive qualities of diverse materials as well as the skill and creativity of the builder. I believe that a more insightful and skilled process is also capable of producing more intelligible and personal results.

In order to promote a different approach I have developed a series of techniques that allow us to build electronics using a variety of craft materials and tools. This website documents these techniques in the form of "recipes". Besides containing instructions on how to build electronics these recipes are also detailed accounts of my development process that aim to promote further exploration and material investigation, instead of straightforward replication.

*This website is both the documentation and result of my thesis work towards a masters degree in the High-Low Tech research group at the MIT Media Lab. My thesis describes A Kit-of-No-Parts as an approach to crafting electronics, rather than designing discrete components. While the thesis has been written and handed in, this website remains a work in progress. I continue to add new information and update the existing. >> [Download Thesis](#)*

high-low tech



HOW TO  
GET WHAT  
YOU WANT

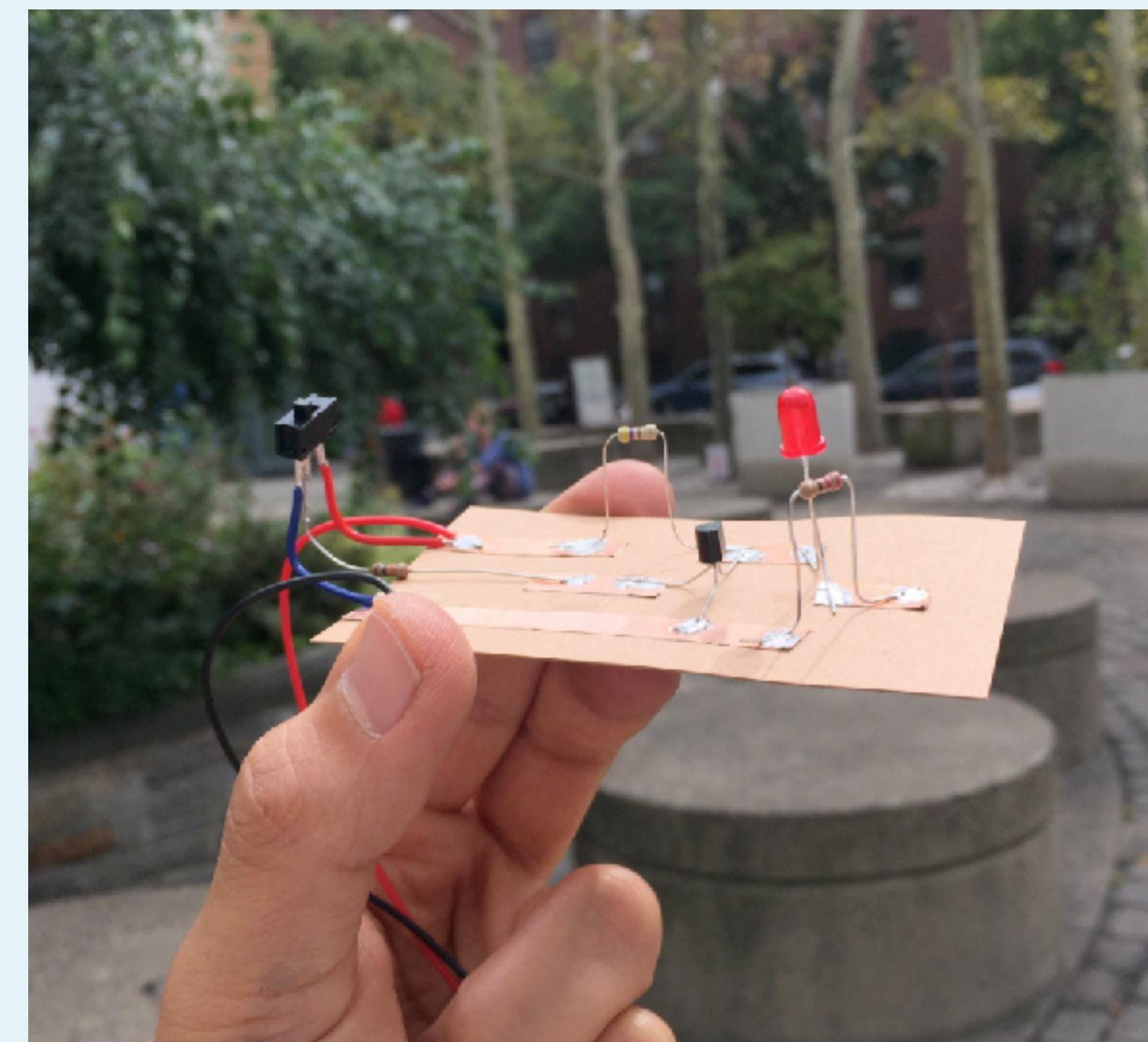
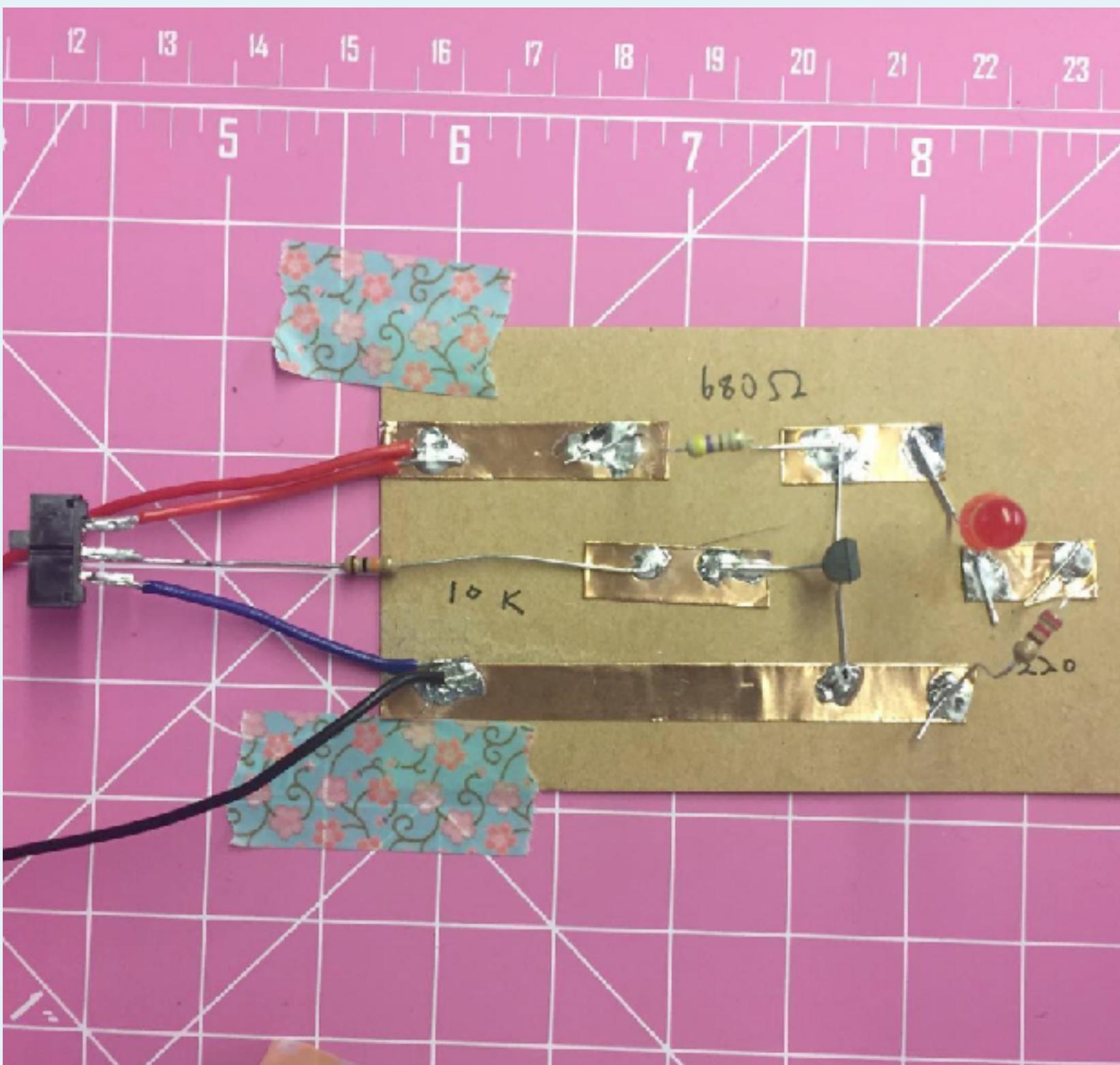
Plusea

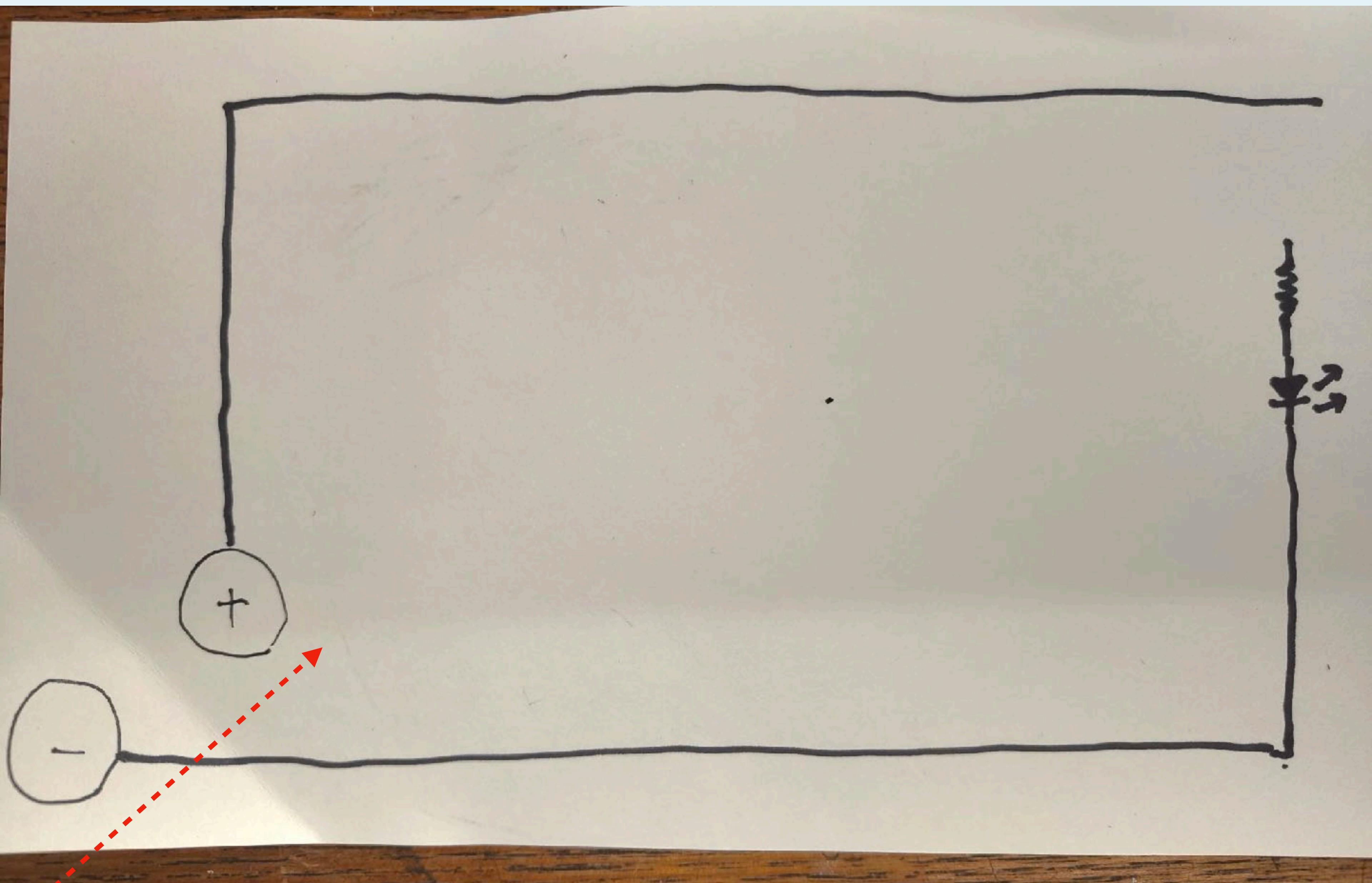
<http://konp.plusea.at/>



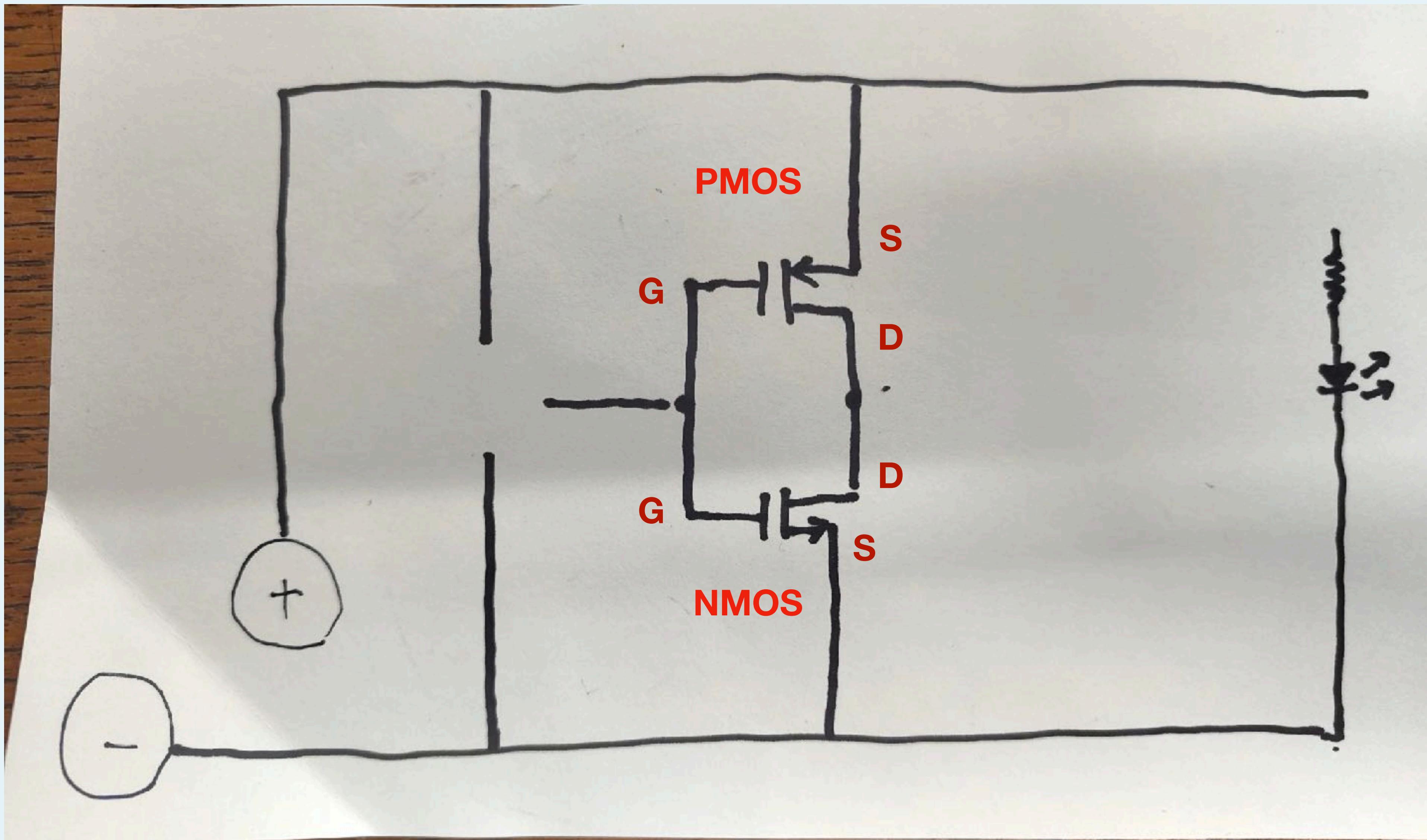
最も単純な論理回路: インバーター

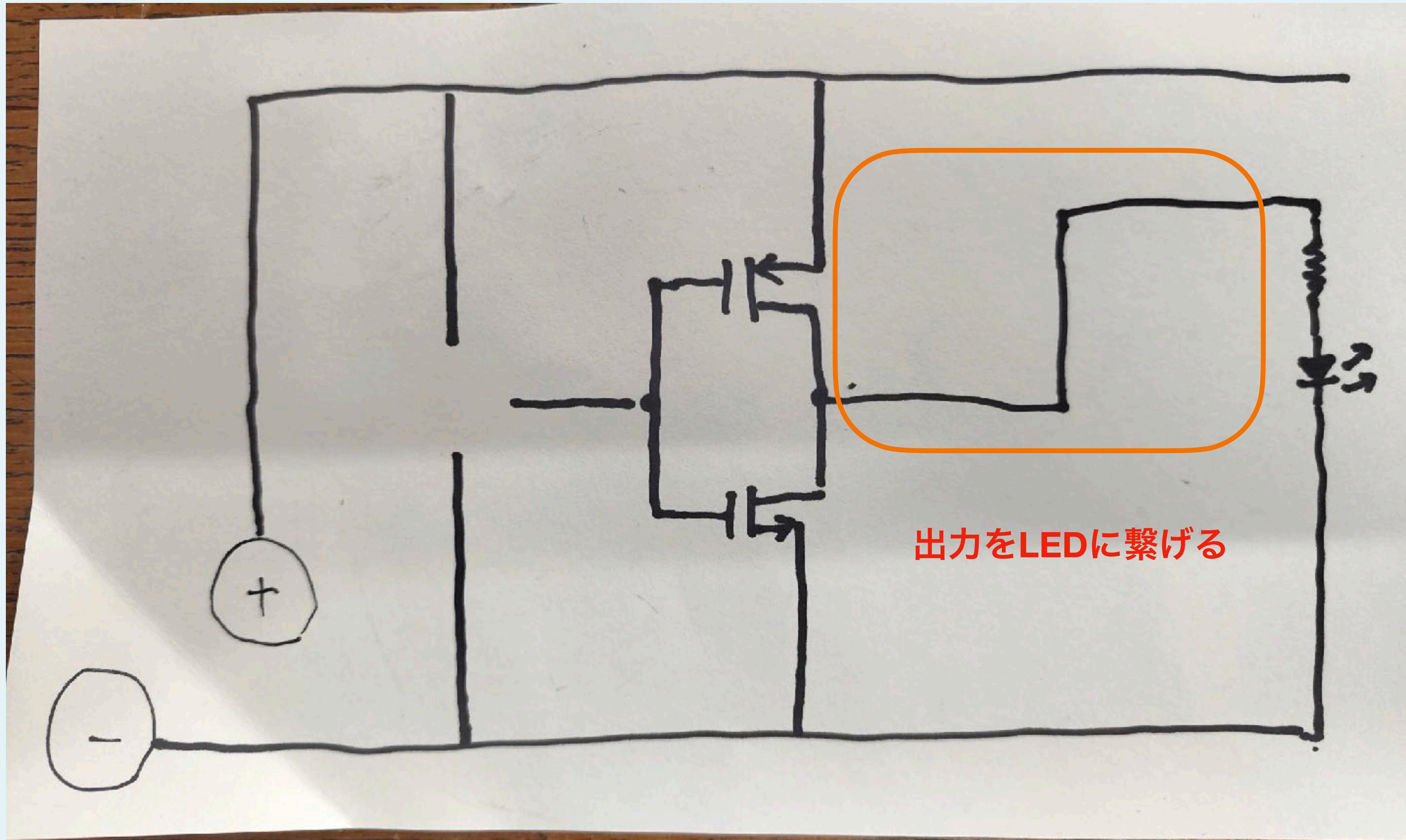
# Paper Circuitで作るインバーター

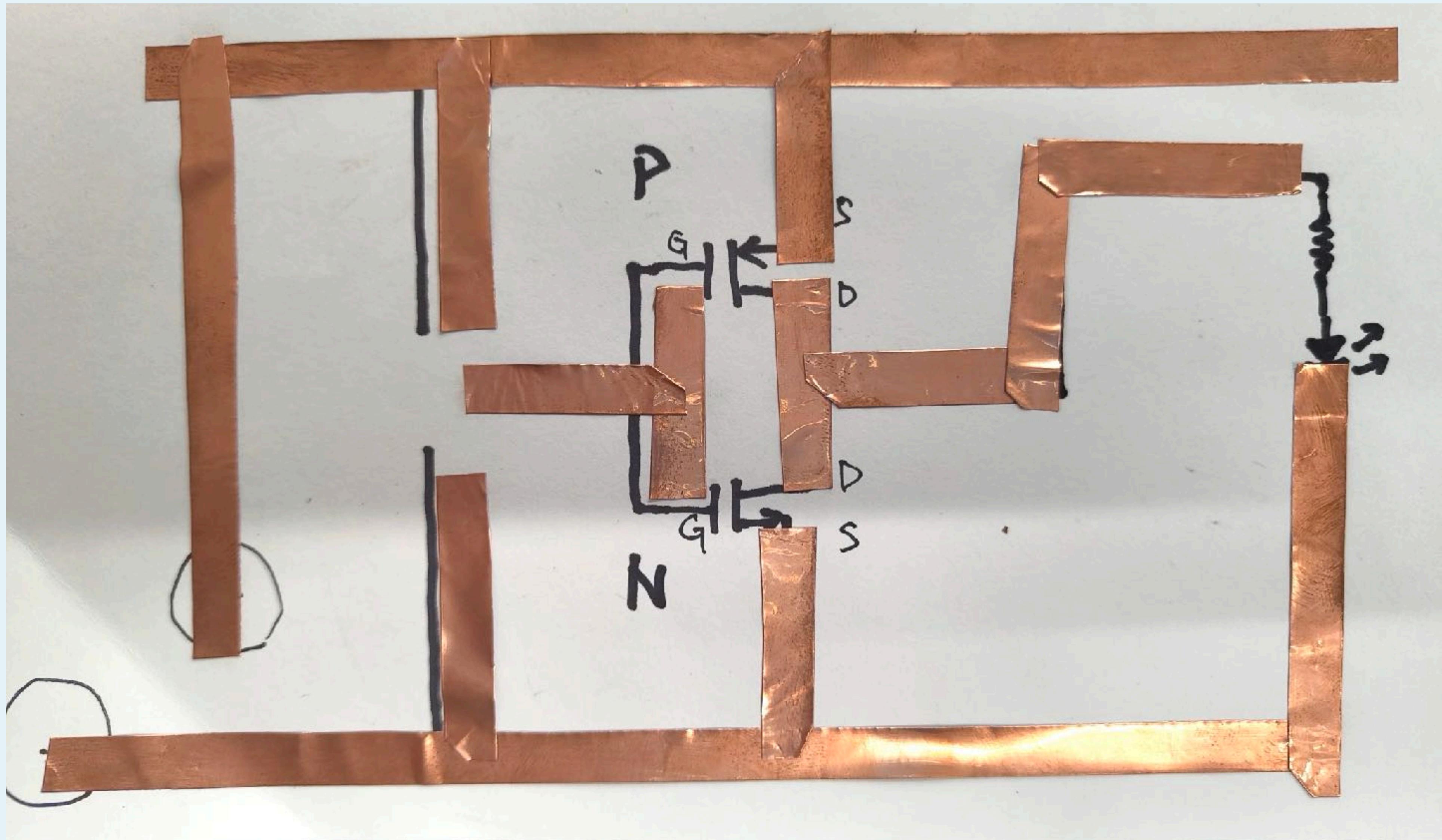




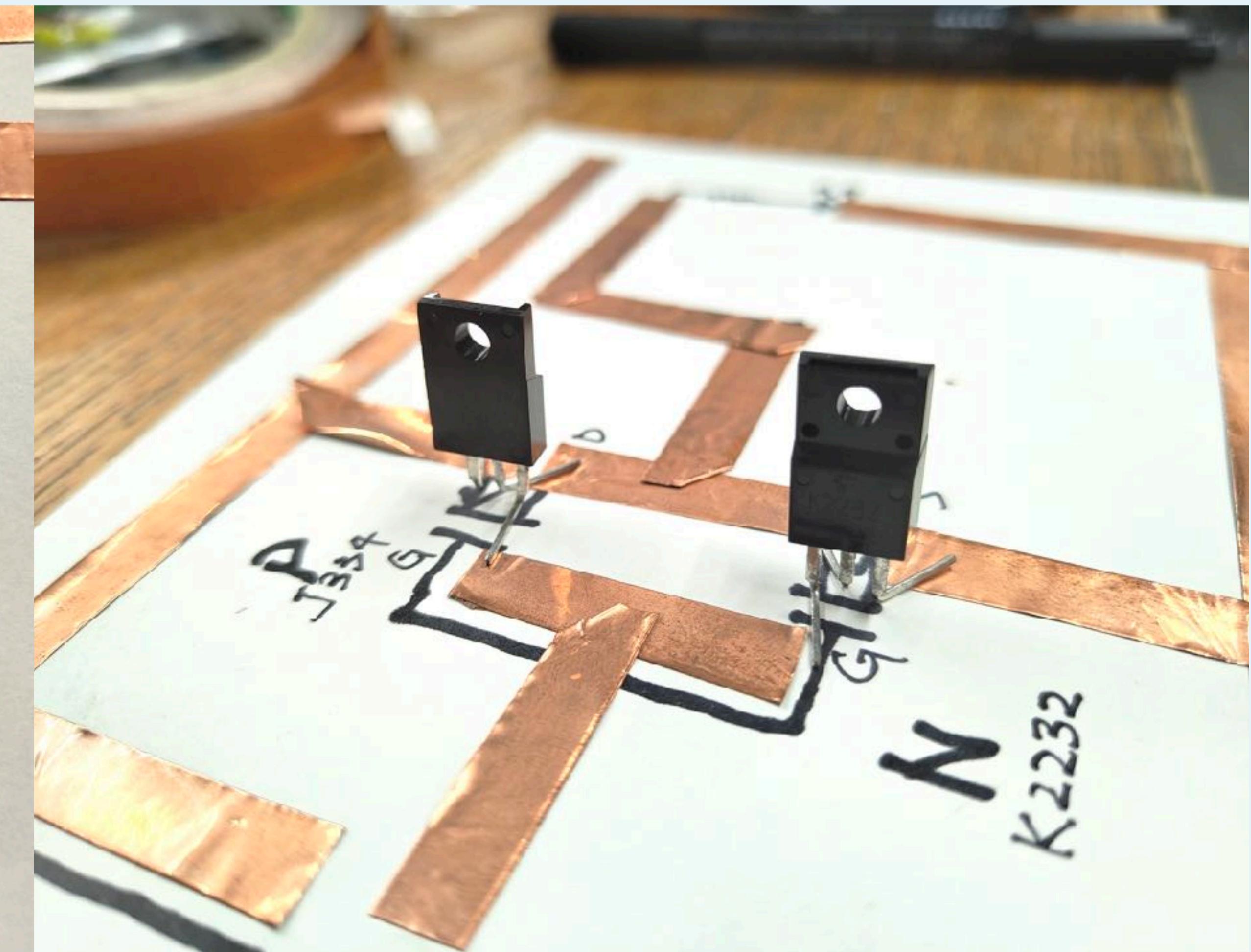
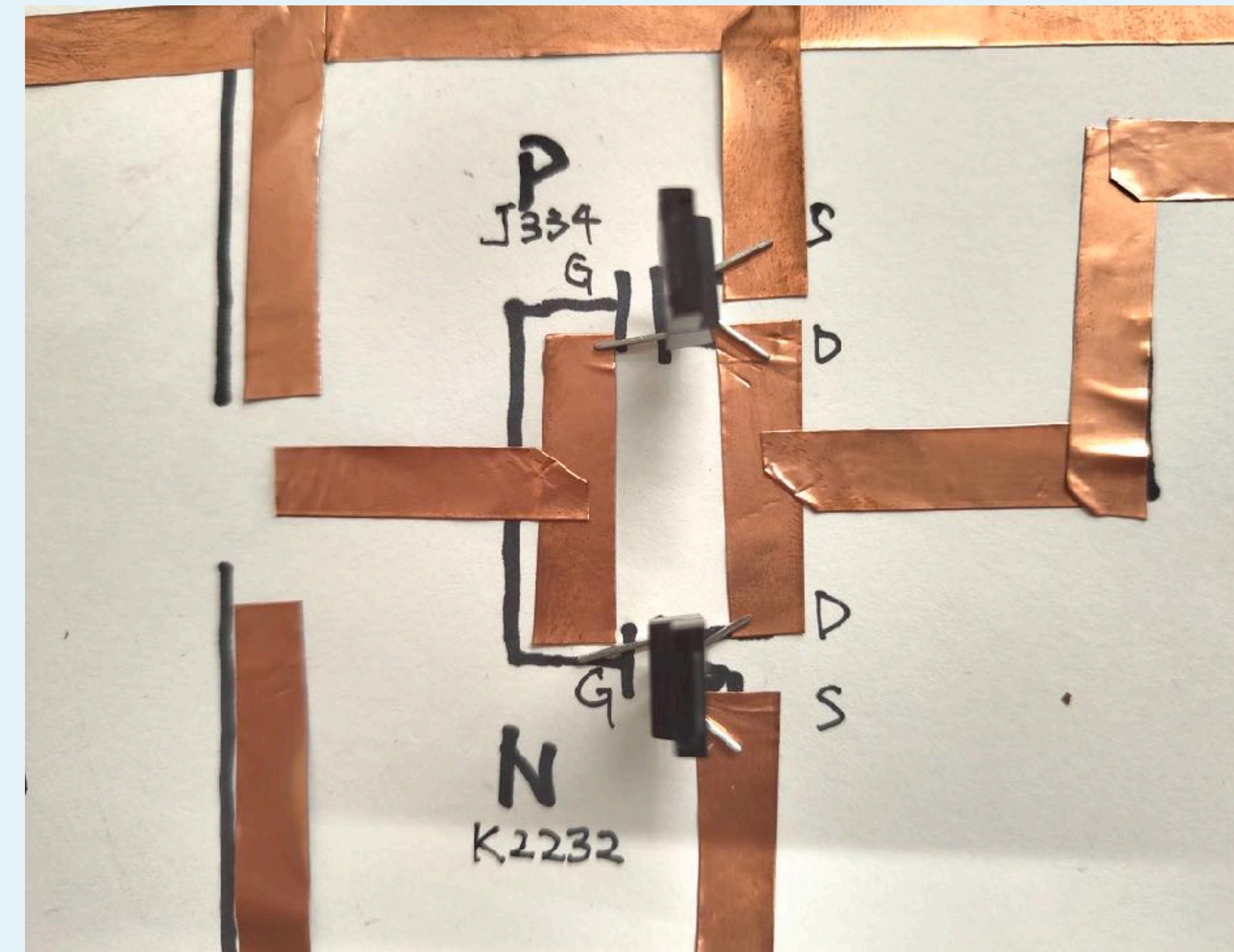
折りたたむことでボタン電池を接触させ、電源を入れるようにする



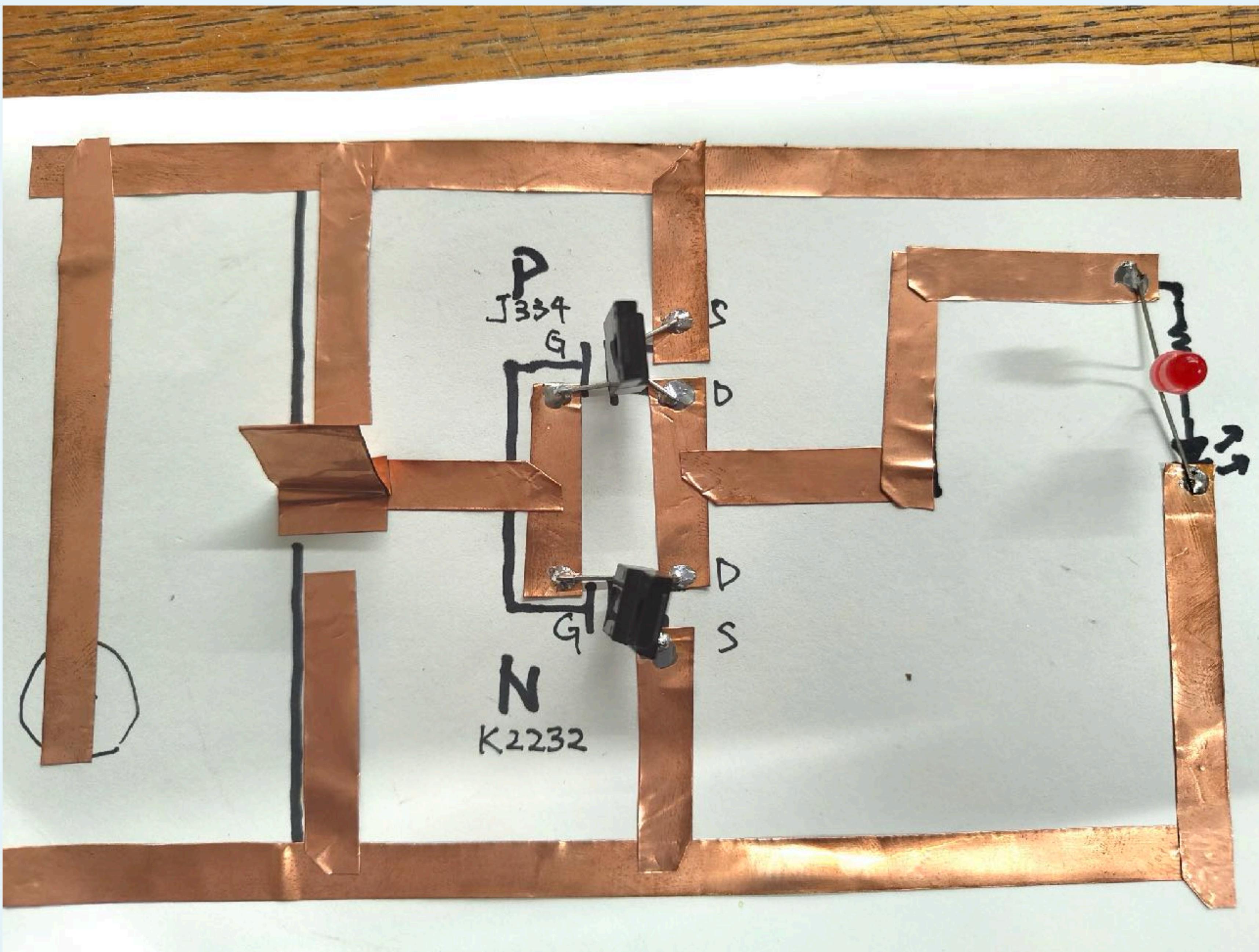




銅箔テープを重ねるときは、四隅を軽く折り込んで接触させる（はんだ付けすると確実）

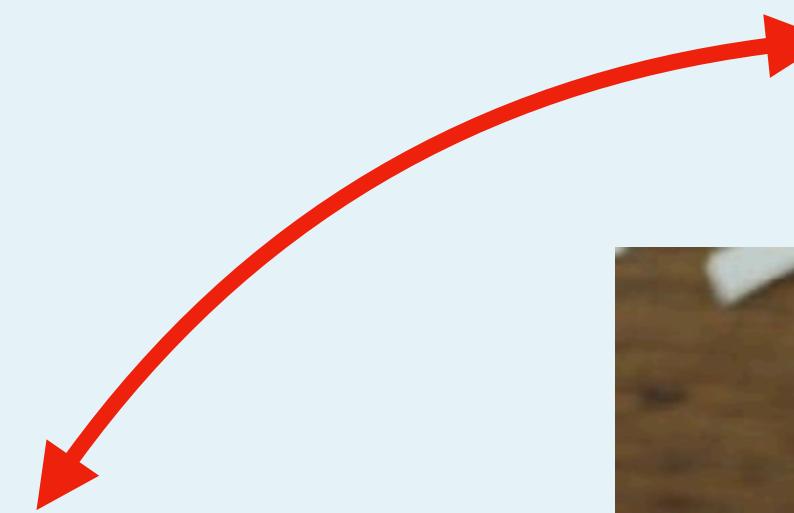


PMOSFETとNMOSFETを、向きを間違えないように配置

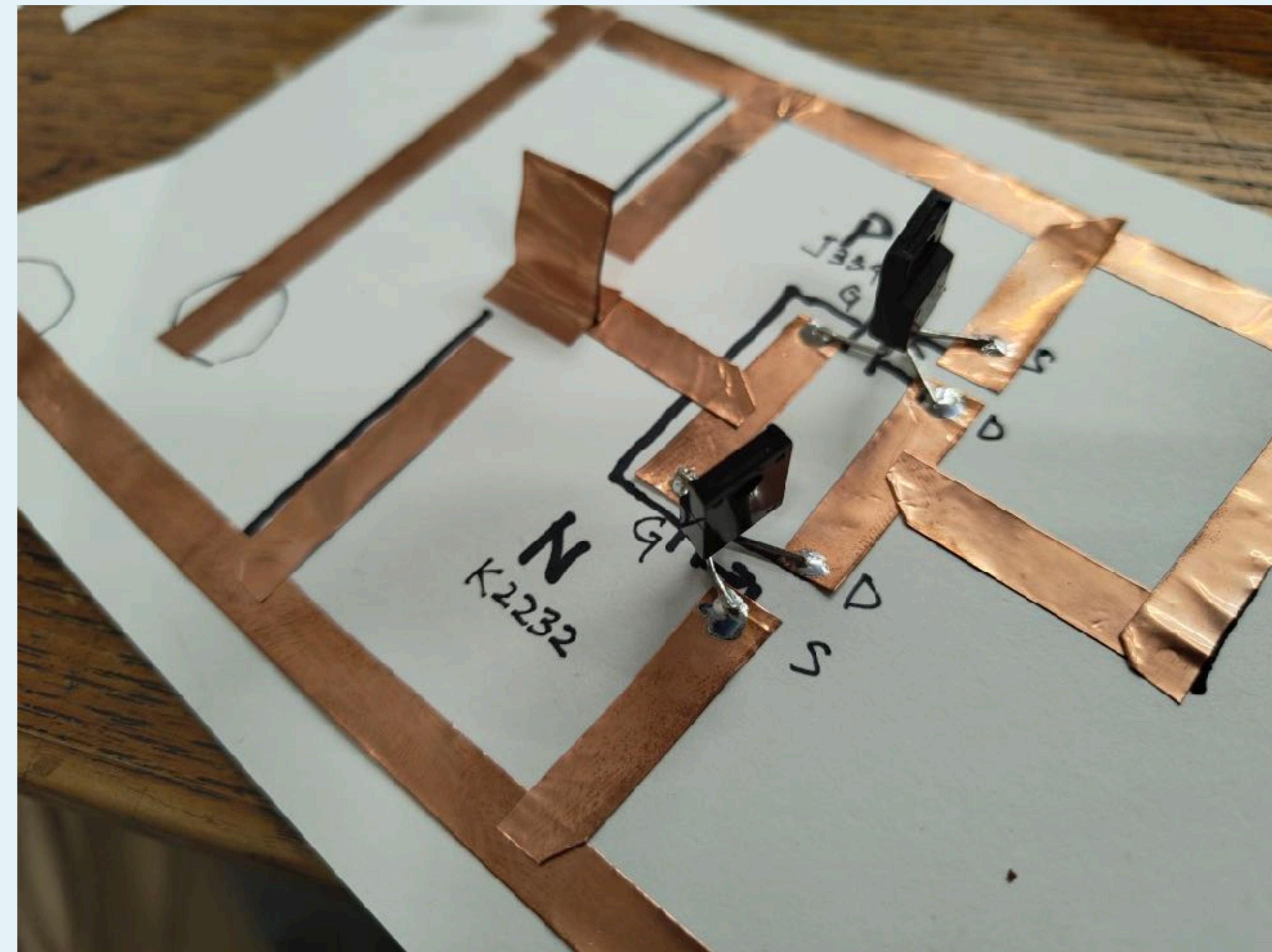


今日使うLEDは、  
抵抗内蔵タイプ。  
足が長い方が+（上）

スイッチを上に倒すと、入力HIGH（出力LOWで、LED消灯）

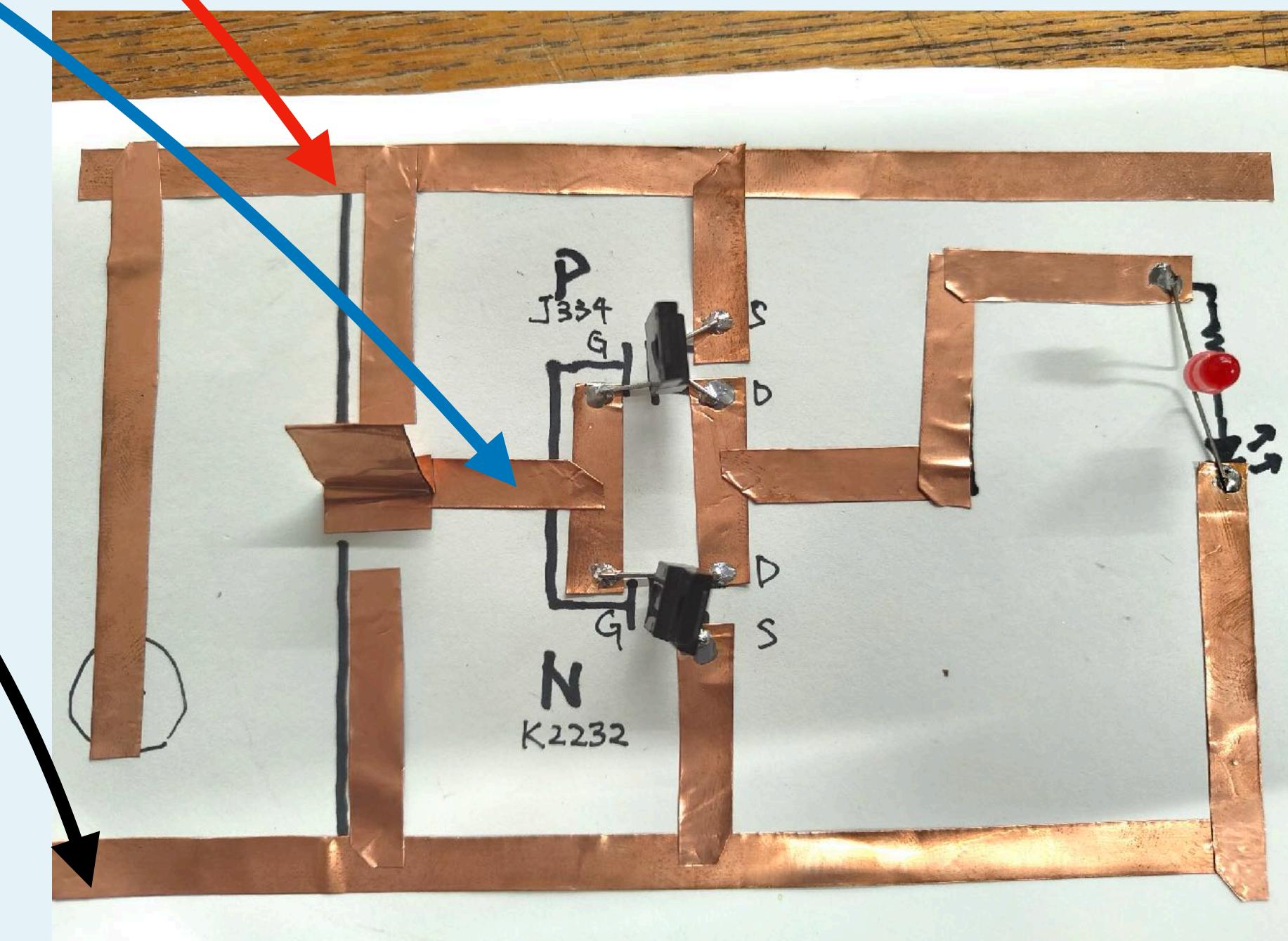
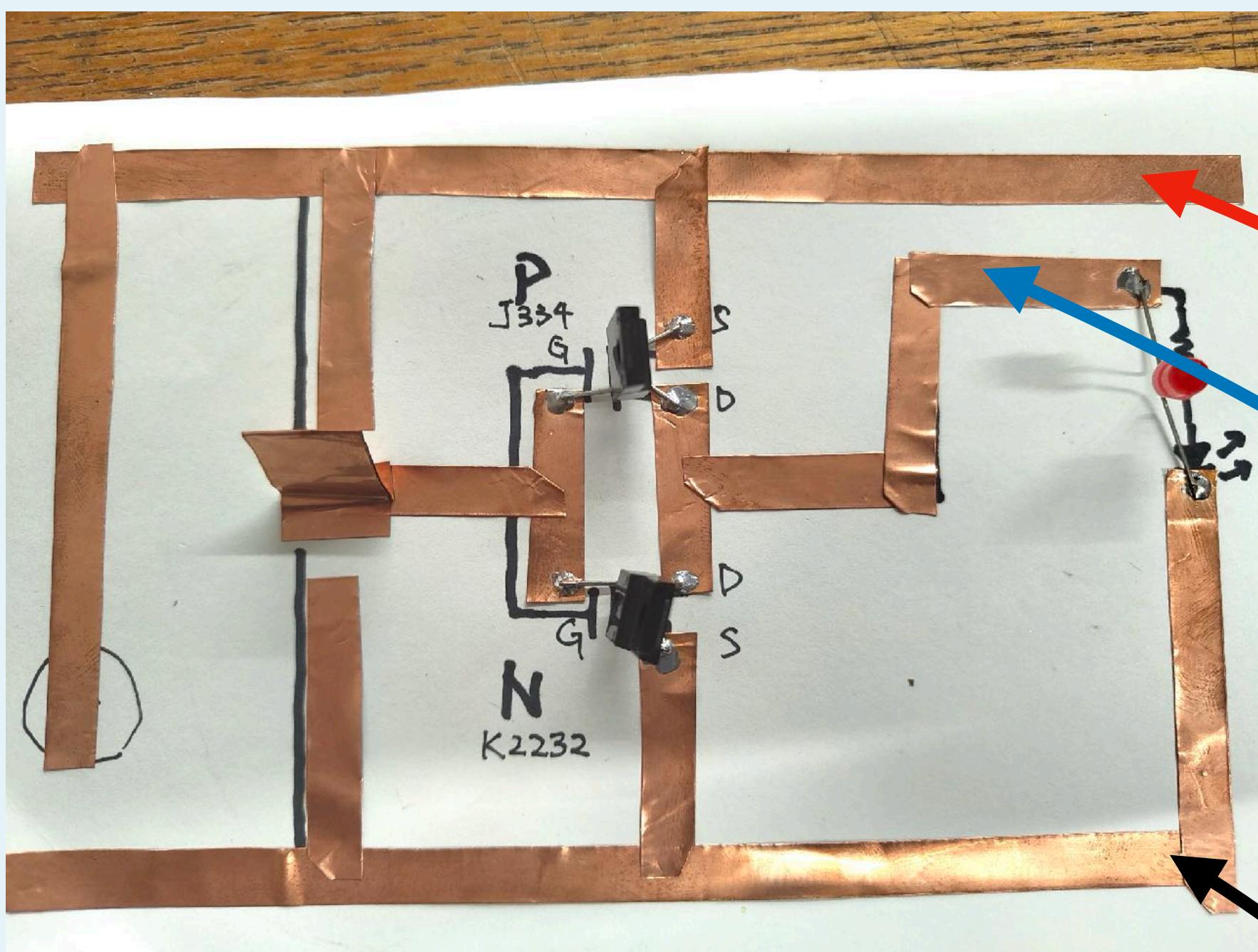


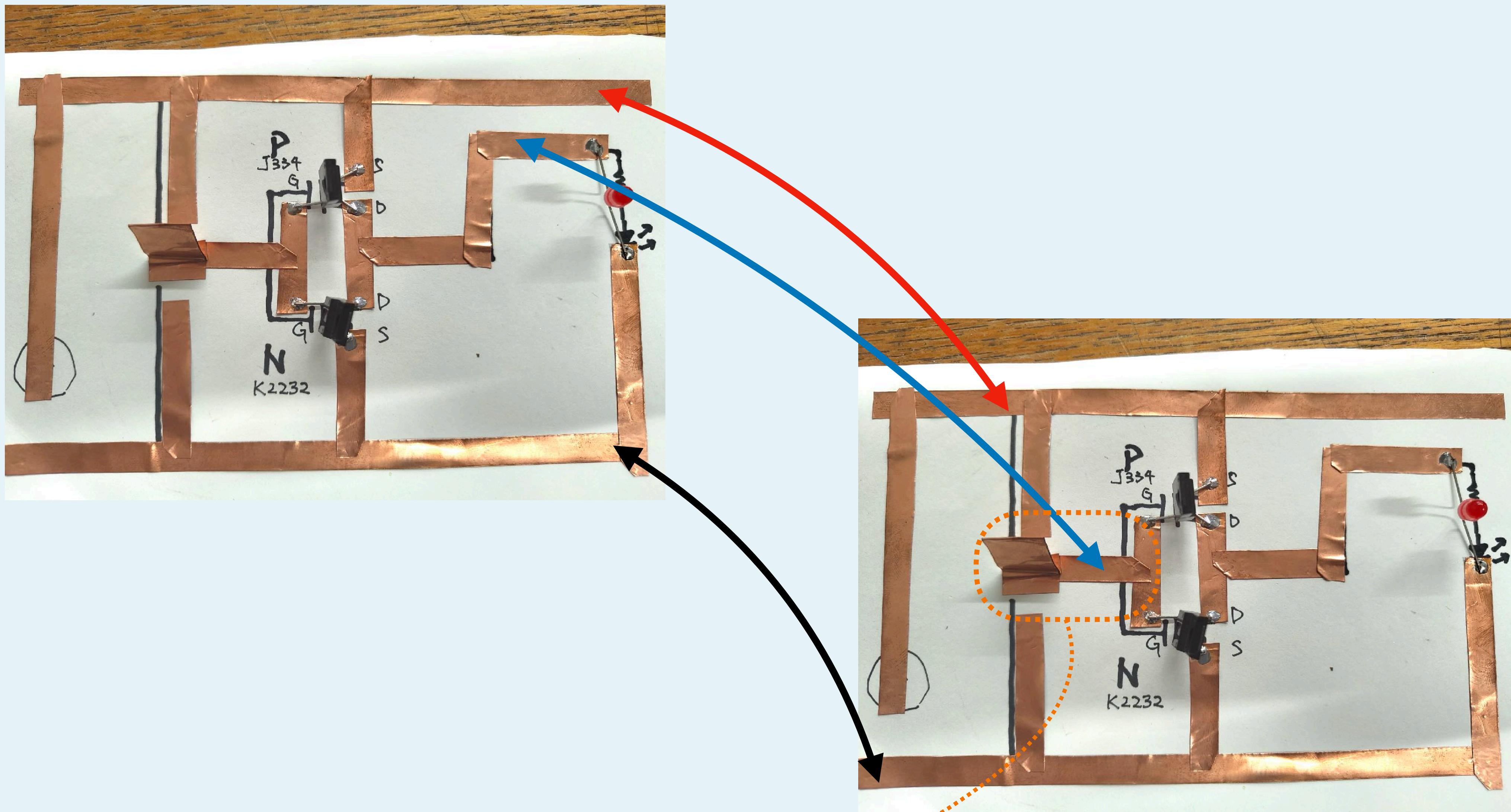
スイッチを下に倒すと、入力LOW  
(出力HIGHで、LED点灯)



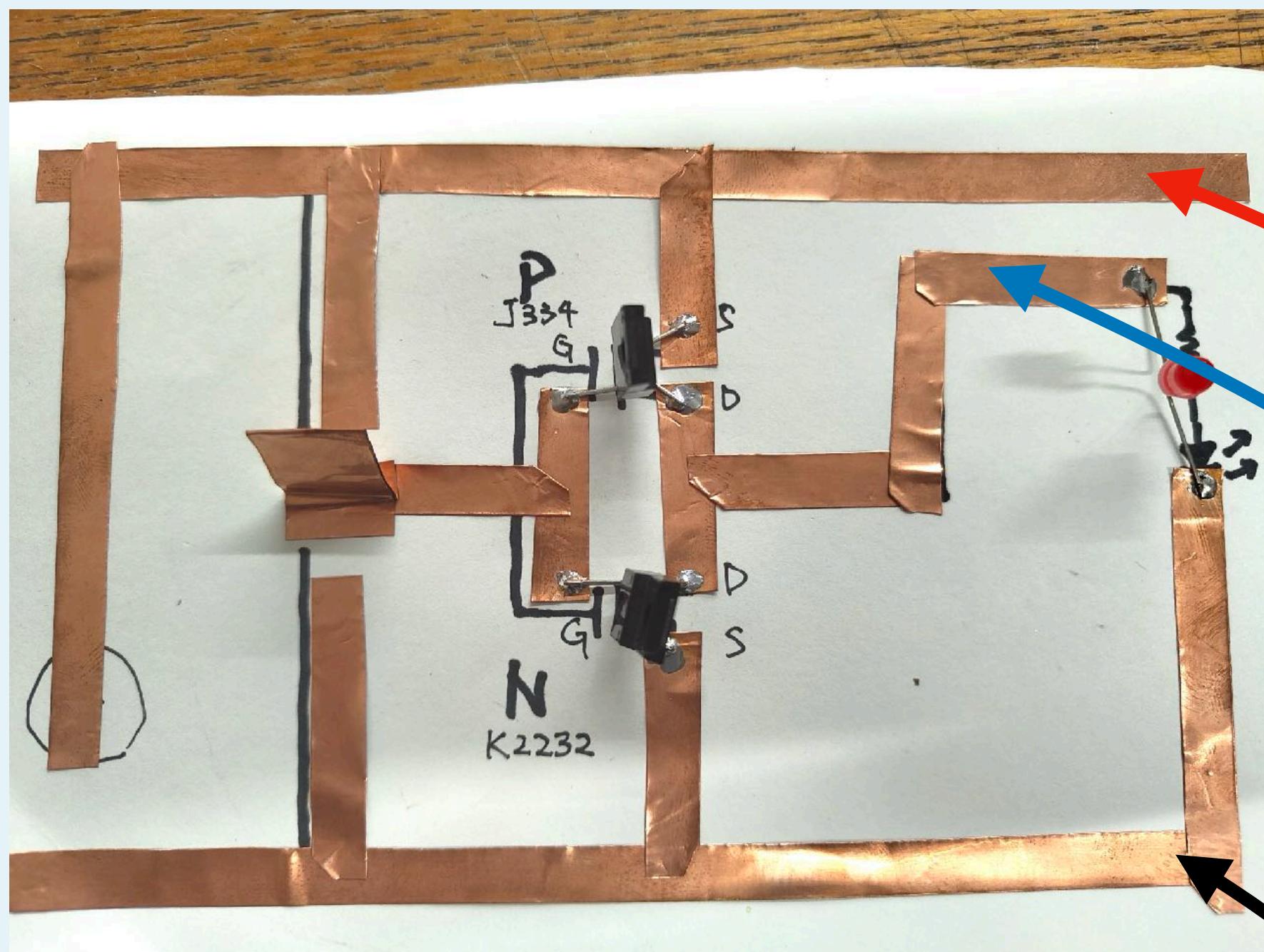
電源とGND、1つの出力をもう1つの入力に繋いでみよう

反転の反転は？

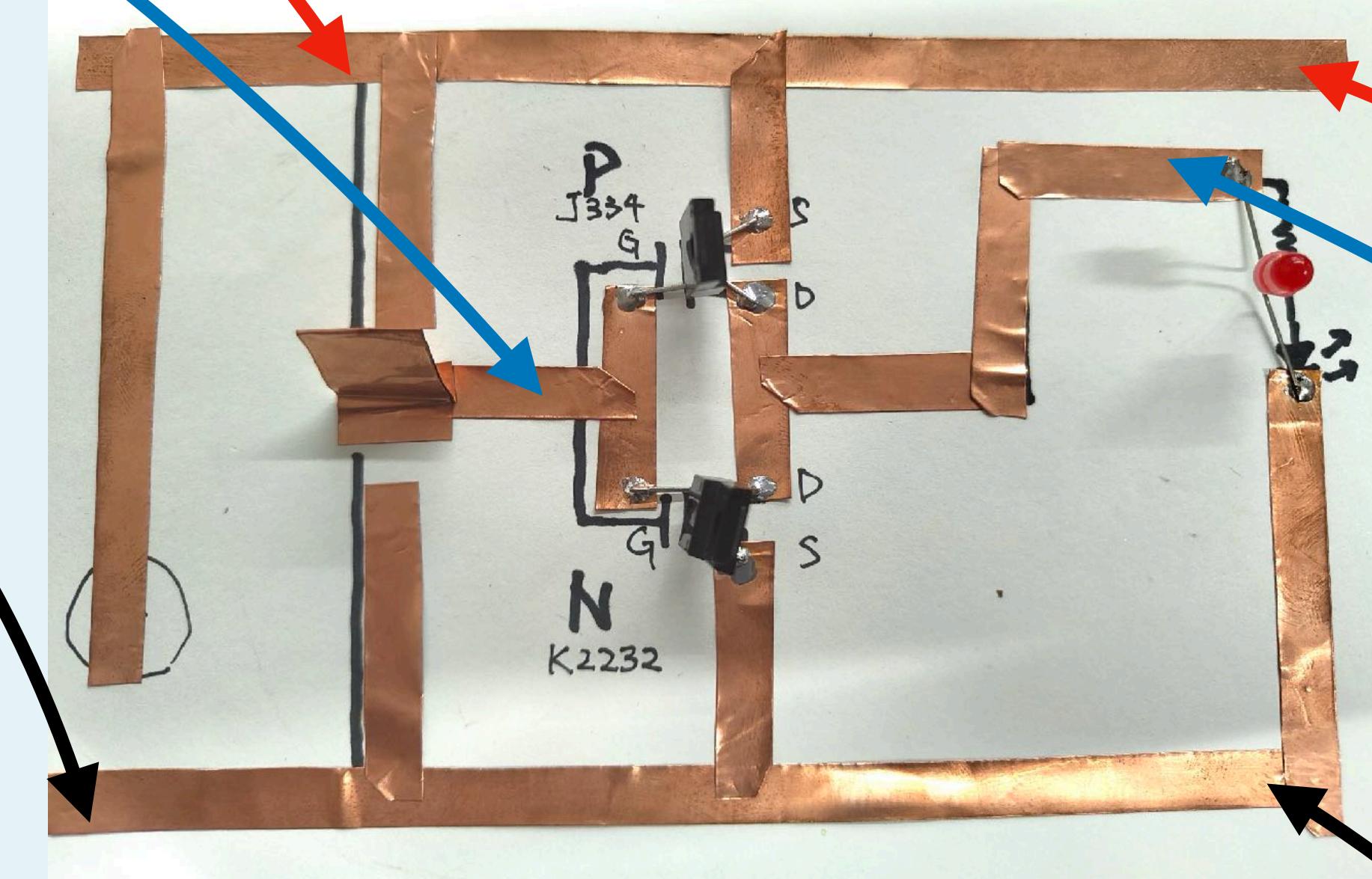
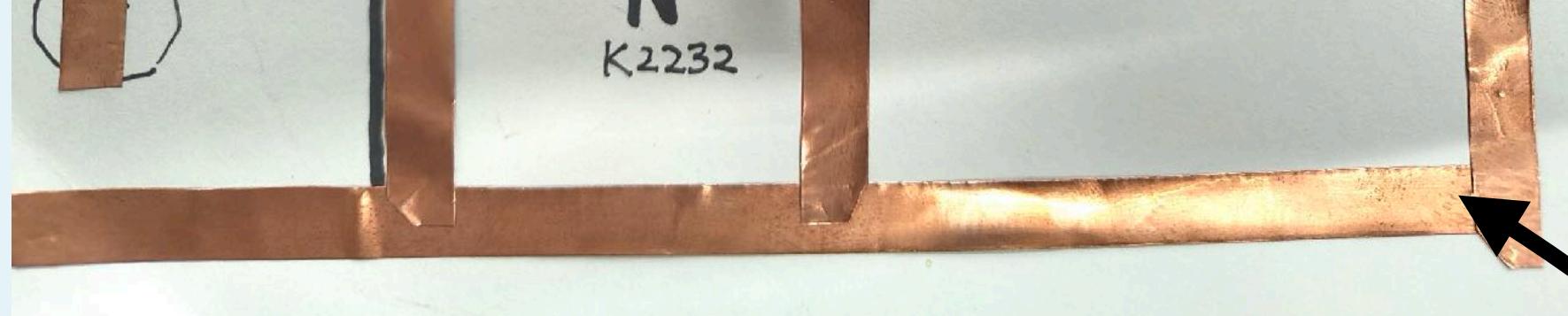
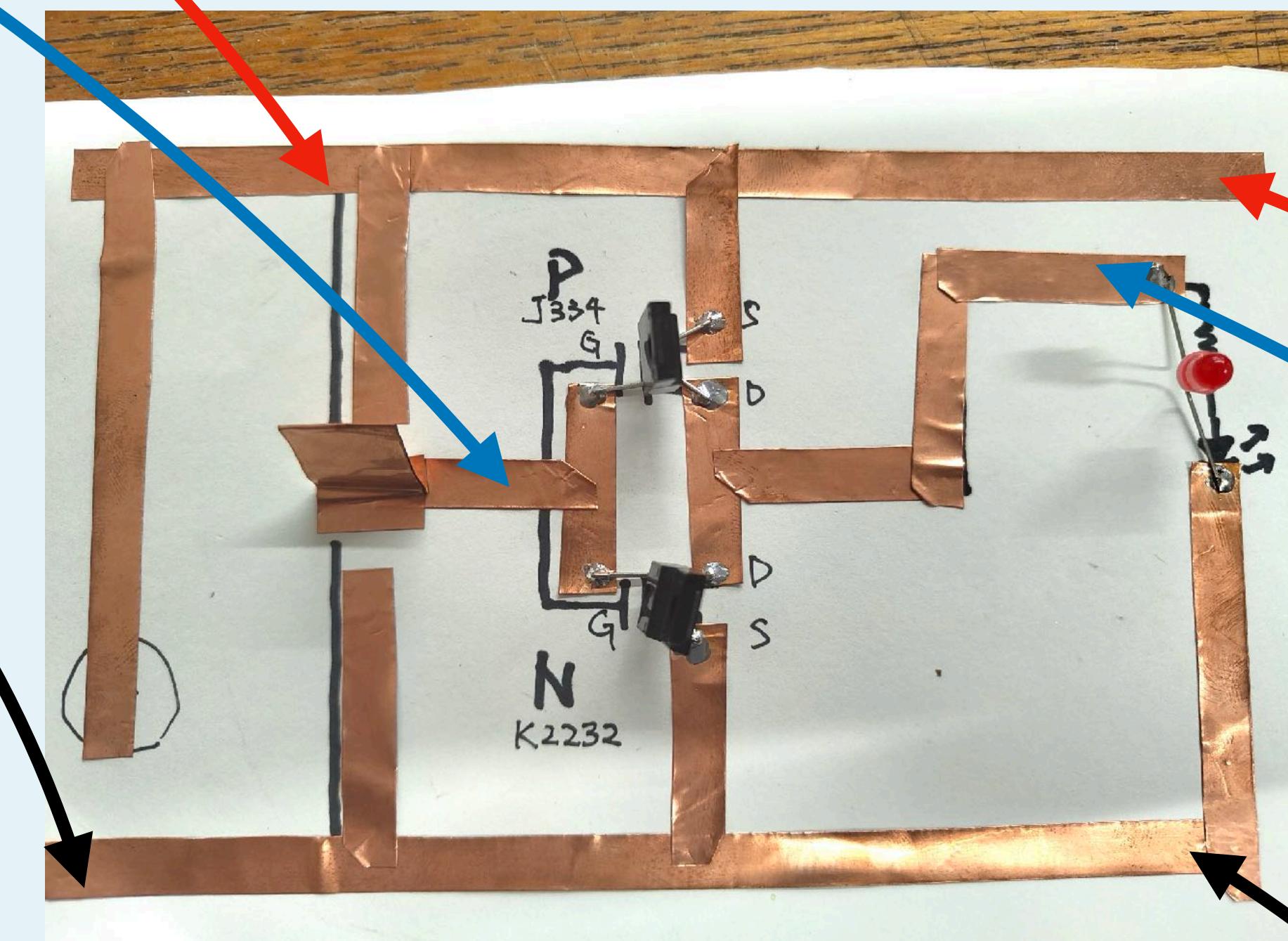




こちらはスイッチを使用せず、電圧の入力で電圧を制御している



更に増やしていくこともできる



# 小課題

- 今日作ったものの記録を写真に撮ってアップロード
  - 必要に応じてあれば学んだことのメモなども書き加えましょう
- +日常生活の中から「インバーター」として表現できるものを1つ以上探してきてください（家電、流通、自然、感情、いろんなパターンを考えてみましょう）

# 来週以降の内容：

- 二進数の計算についてカードゲームで学ぶ
- ↓
- Paper CircuitでNAND回路を作って、足し算をしてみよう

# 補添：はんだ付け入門

# 安全第一

- ・ 金属部分を触らない
- ・ 換気する
- ・ 席を離れるときは電源を切る
- ・ コードを整理する
- ・ 化織の服の人は袖とか注意
- ・ 髪が長い人はまとめておく方が無難

# はんだ付けに使うもの



Goot PX-280 (安くて高性能)



HAKKO FX-888D (高いけど使いやすい)



ALIENTEK T-65 (USB-typeC充電式)

# はんだ付けに使うもの



- 鉛フリーはんだは融点高いので少し難易度上がる

# あると便利



逆作用ピンセット



ヒートクリップ



フラックス



ハンダ吸い取り線



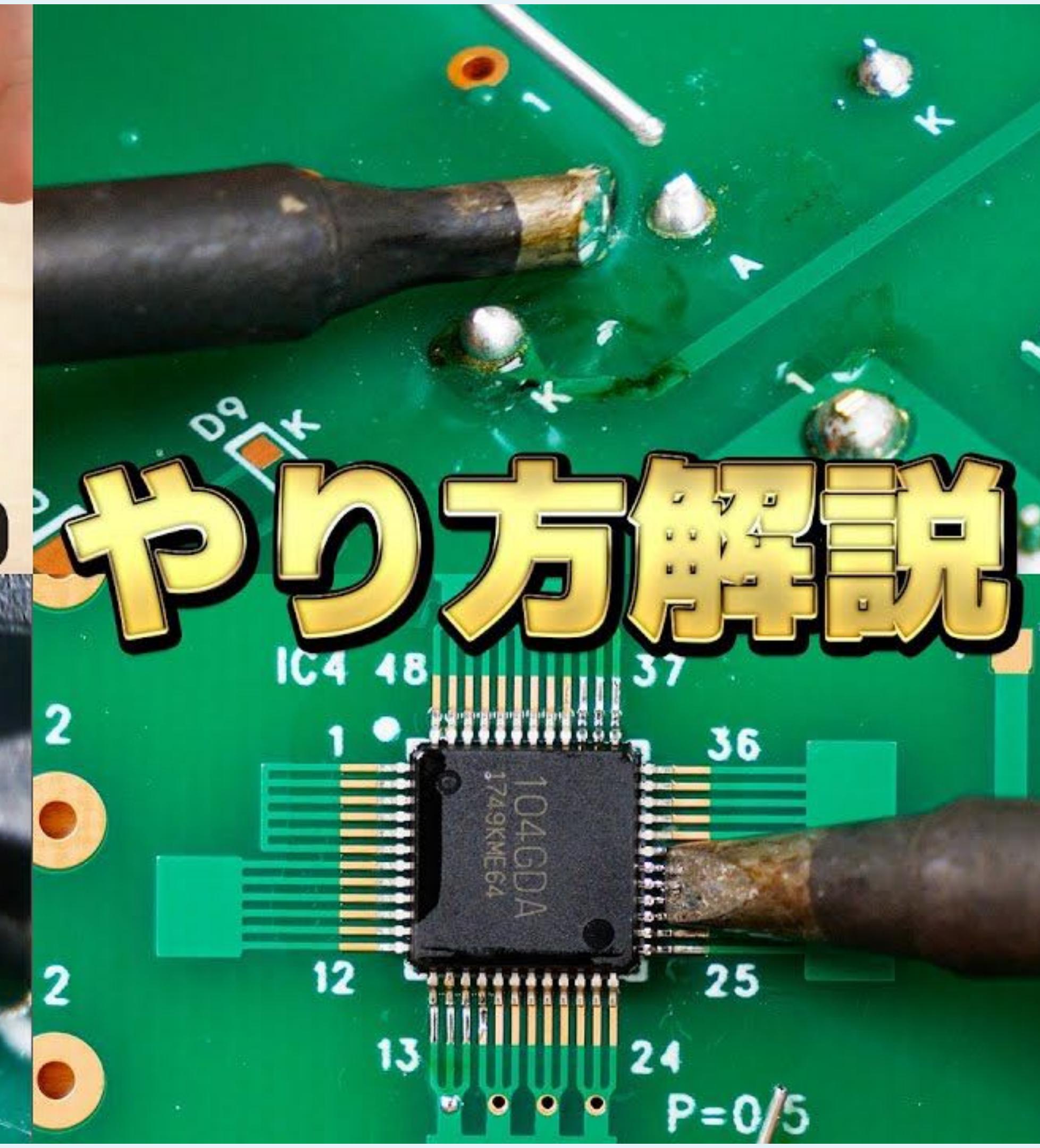
ハンダ吸い取りポンプ



フラックスクリーナー

# コテの當て方

- ・ **✗** ハンダを溶かしてパツに乗せる
- ・ 乗せるところにフラックスを塗り、接点をコテで十分に熱してからハンダを持っていく



【永久保存版】はんだ付けのやり方を解説します【はんだづけの原理, DIP部品, 表面実装】【イチケン電子基礎シリーズ】RX-802AS

<https://www.youtube.com/watch?v=dQ7AUjb1tkA>