

エレキ解説

大林

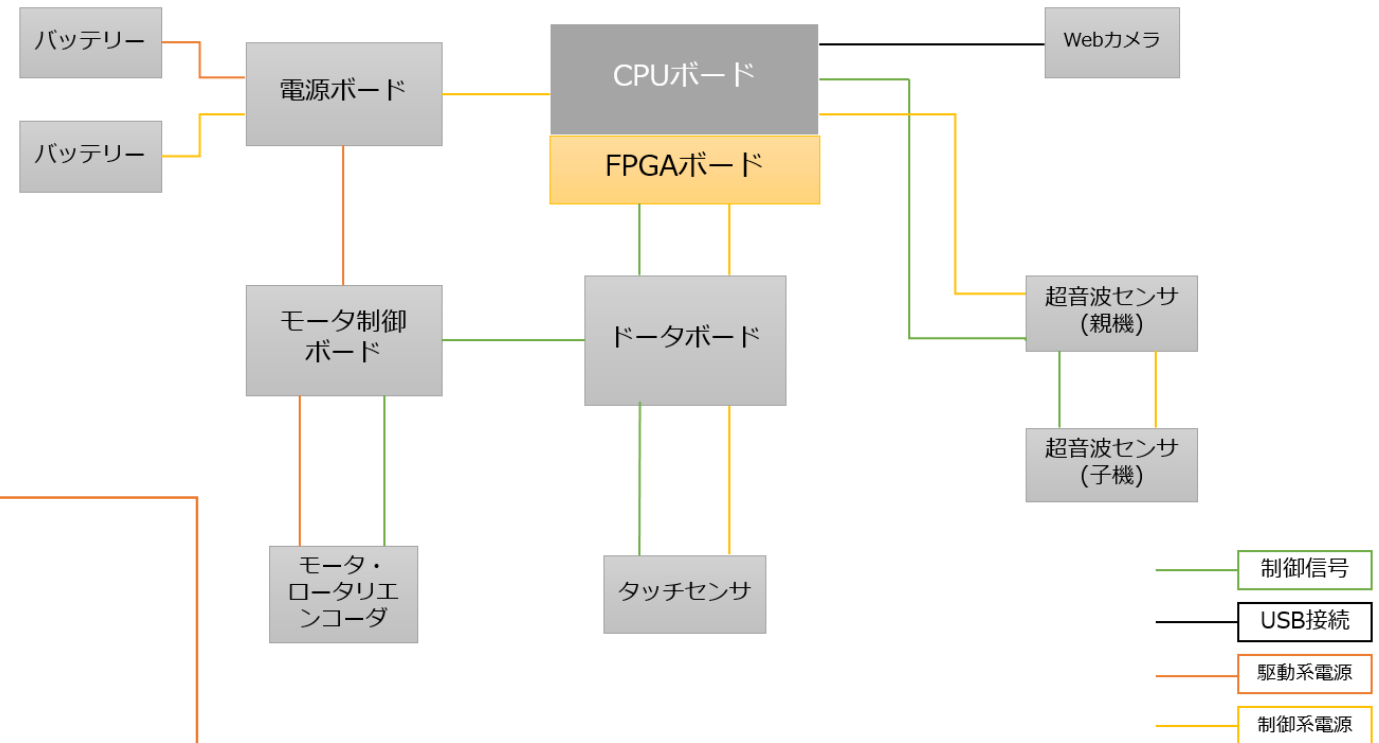
MIRSのモジュール構成

制御系・電源系

- CPU/FPGAボード
- ドータボード
- 電源ボード
- バッテリー

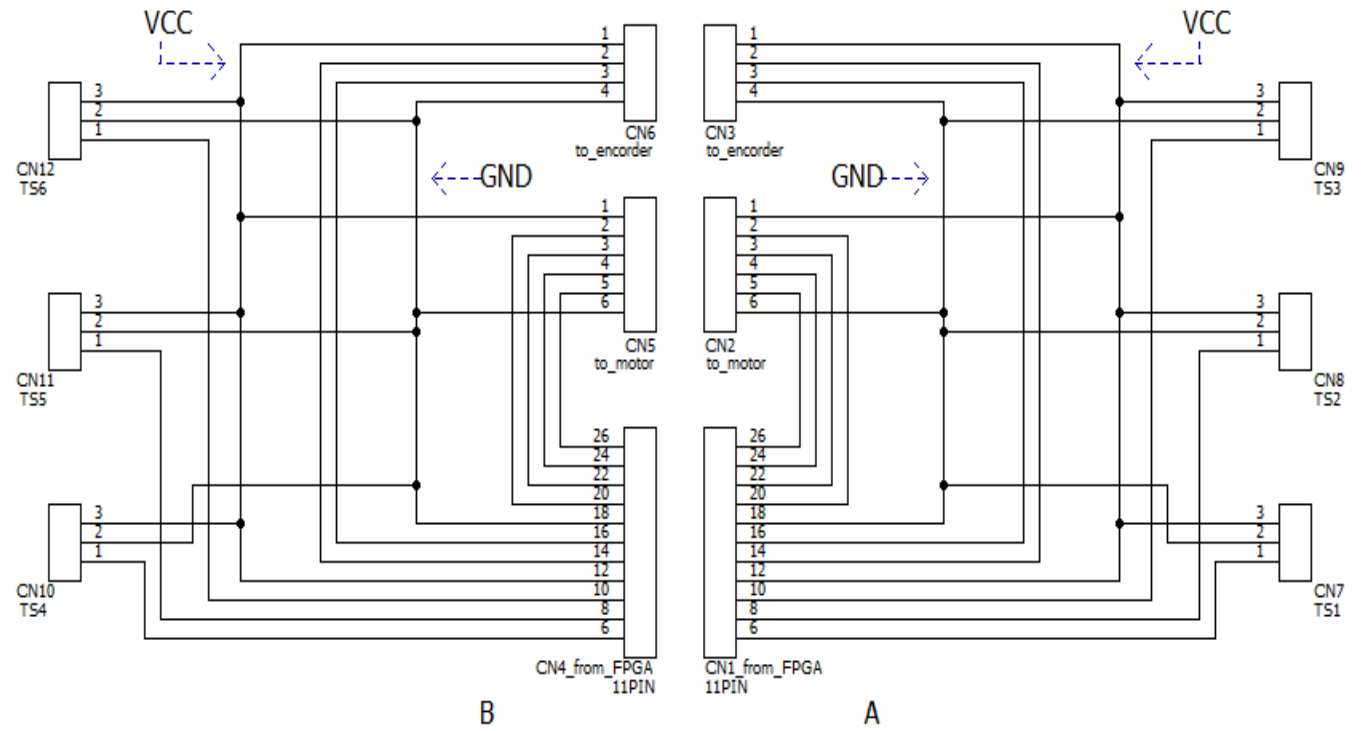
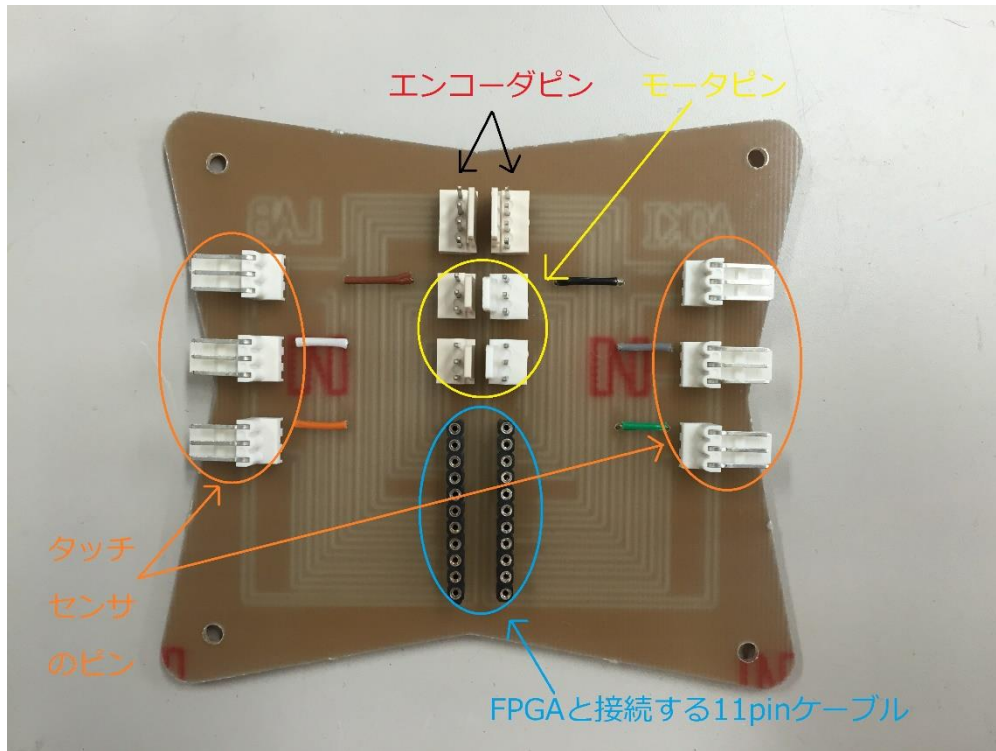
センサー系・駆動系

- 超音波測距センサ
- タッチセンサ
- モータ制御ボード
- モータ，ロータリーエンコーダ

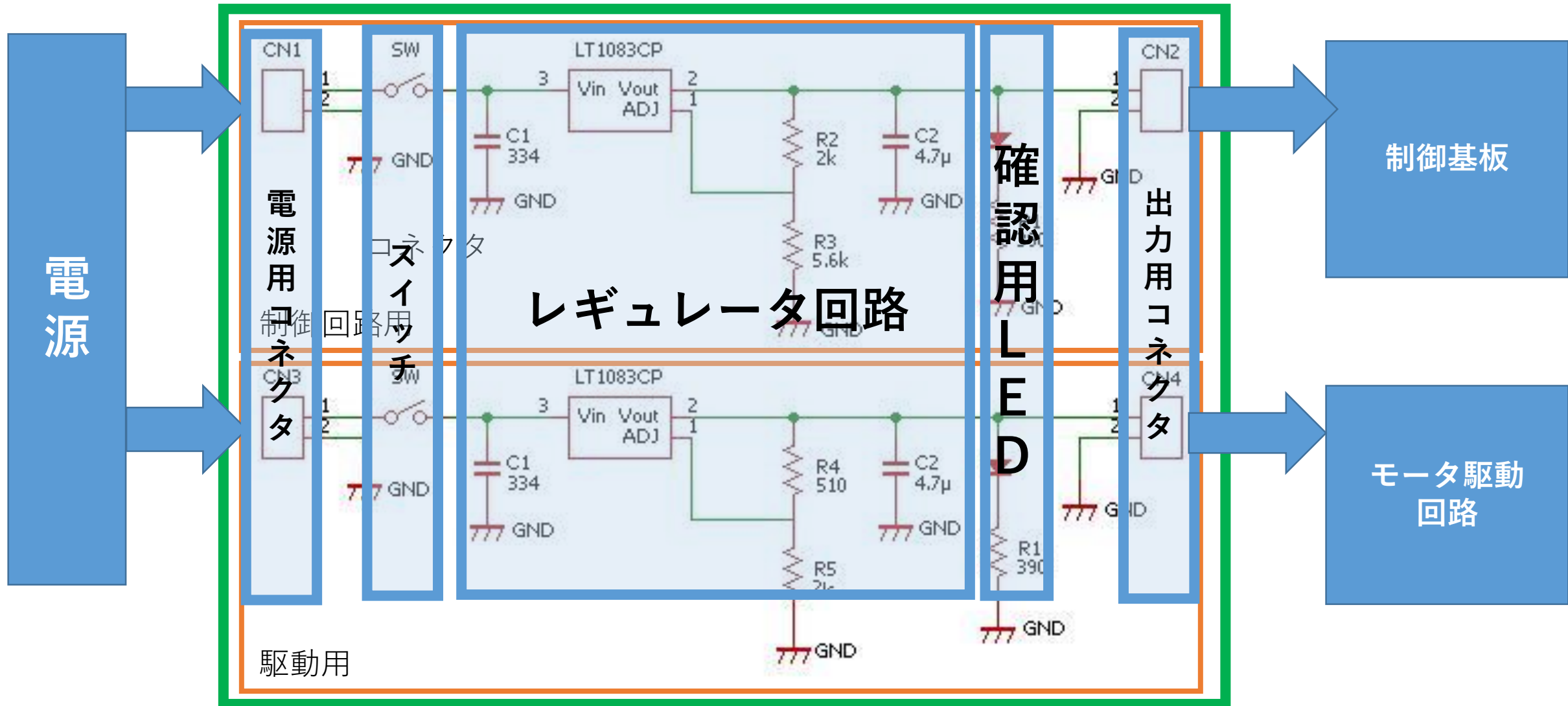


ドーターボード

- FPGAと周辺回路（モジュール）のインターフェイス基板



電源ボード (デュアルレギュレータ電源)



3端子レギュレータ

入力された電圧を一定の電圧に変換（出力電圧一定，出力電流は変動）



出力電圧：抵抗による可変式，固定式

○出力電流に比例して熱くなる

$$\text{入力電力} = \text{出力電力} + \text{熱} \quad (1)$$

$$\text{熱} = \text{出力電流} * \text{入出力電圧差} \quad (2)$$

入出力電圧差は大きな変動はしないから

MIRSで使うICは7.5A出力できるから，お高い！お熱い！

CPUボード

- 役割：脳（センサー情報を統合しモータ等を制御）
- OS：Ubuntu
- 外部入出力：USB，シリアル，Dsub

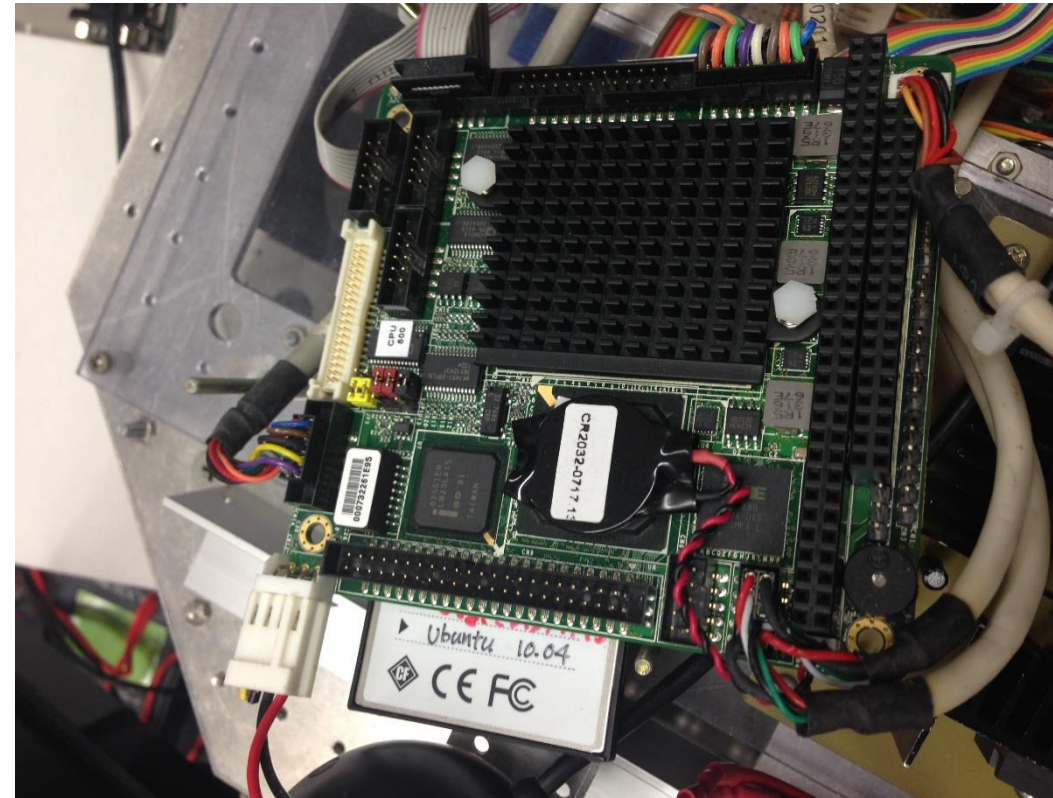
注意事項

強い衝撃X

コネクタの接触不良X

静電気X

その他のケーブル端を接触させるX



FPGAボード

- 役割：周辺回路やセンサとのデジタルIOとして使用
PICでいうポートAやB
- 編集：Quartus演習室のパソコンを使用
- 書き込み：青木研

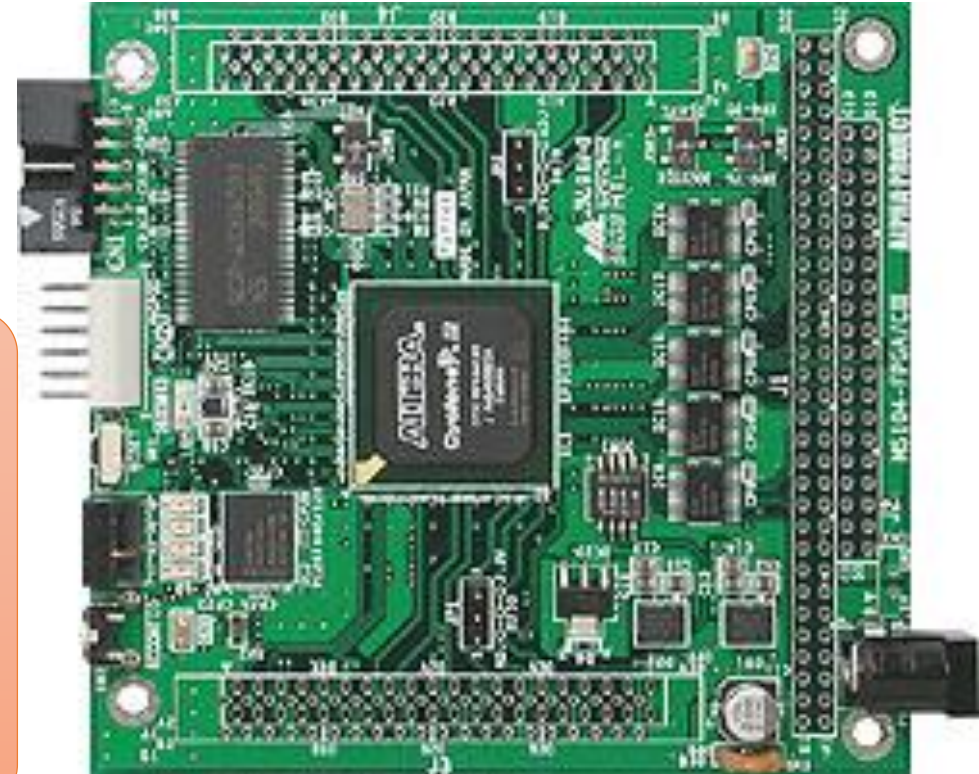
注意事項

強い衝撃X

コネクタの接触不良X

静電気X

その他のケーブル端を接触させるX



5万円するので壊さないように丁寧に扱う

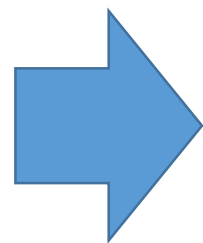
駆動系

DCモータ

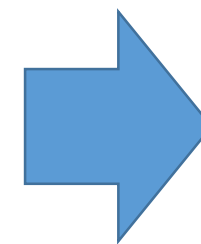
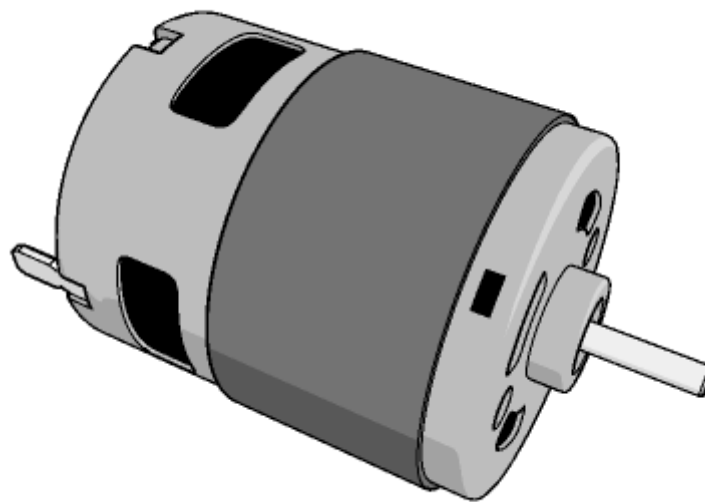
モータ制御ボード : DCモータ

役割 : DCモータの正転逆転・回転速度を制御

電
圧



入力

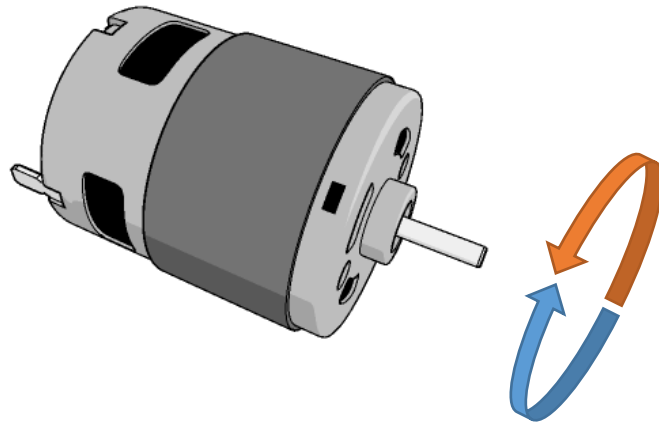


出力

回
転
速
度
回
転
方
向
ト
ル
ク

DCモータ制御ボード : 構成要素

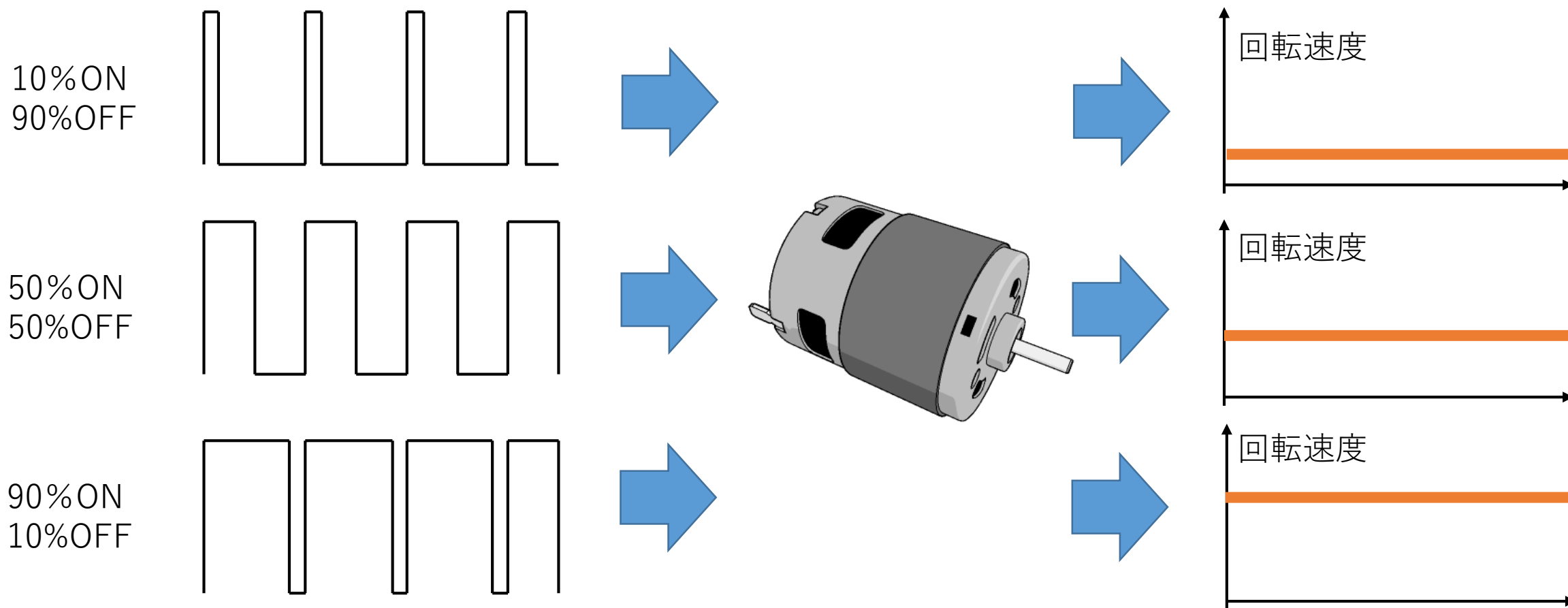
電圧の大きさを変える = 回転速度を変える
電圧の向きを変える = 回転方向を変える



DCモータ制御ボード : 回転速度制御

電圧の大きさを変えればいいじゃない

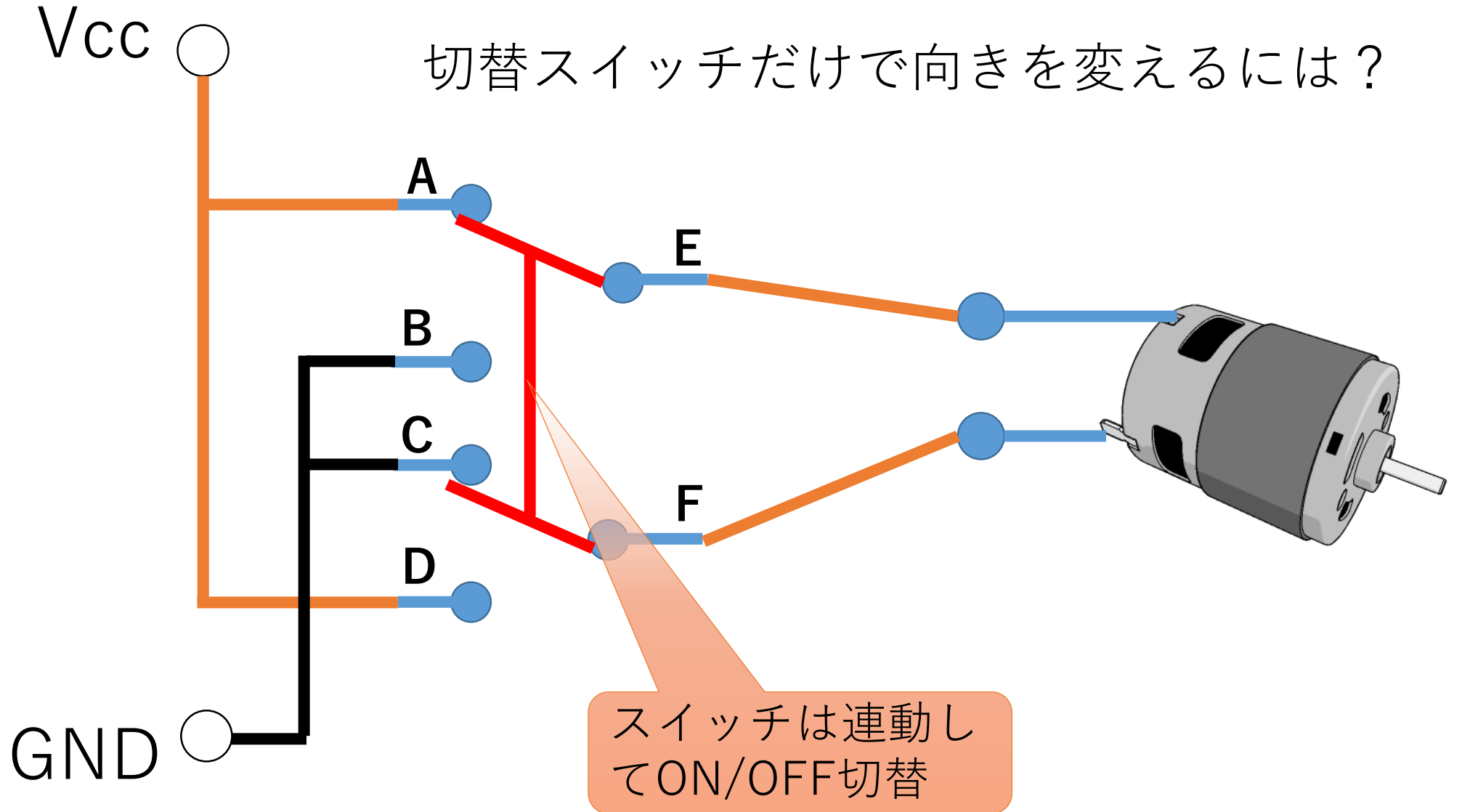
- ・ D/A(デジタル/アナログ)変換器 : お高い, 遅い
- ・ PWM : ON/OFF時間を高速に調整すれば平均電圧が調整できる, 安価, 高速



FPGAを使ってPWM信号は作る 1.1kHz

DCモータ制御ボード : 回転方向

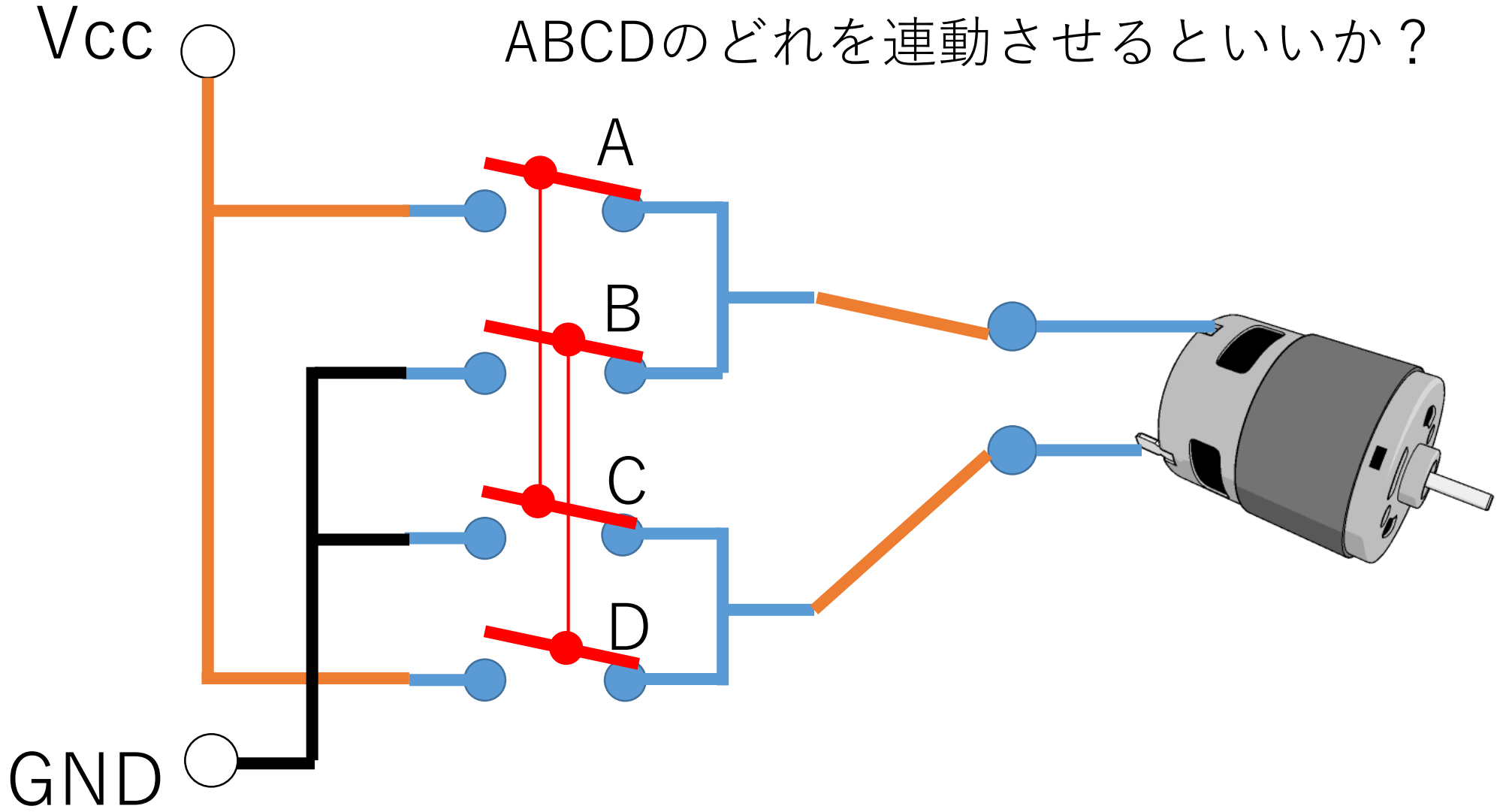
電圧の向きを変える



DCモータ制御ボード : 回転方向

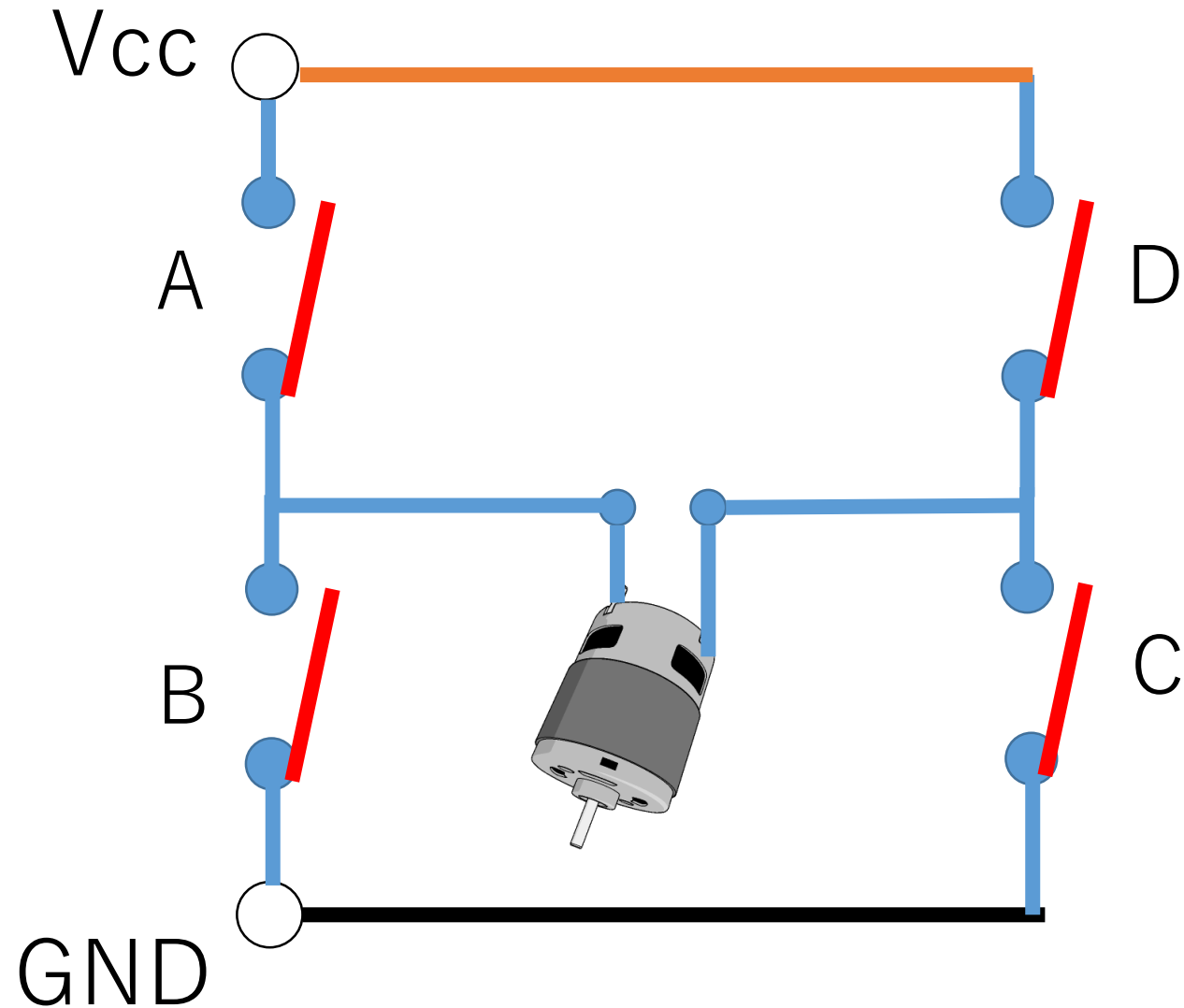
電圧の向きを変える

スイッチだけで切り替えるには
ABCDのどれを連動させるといいか？



DCモータ制御ボード : Hブリッジ

先の回路を書き直すと...

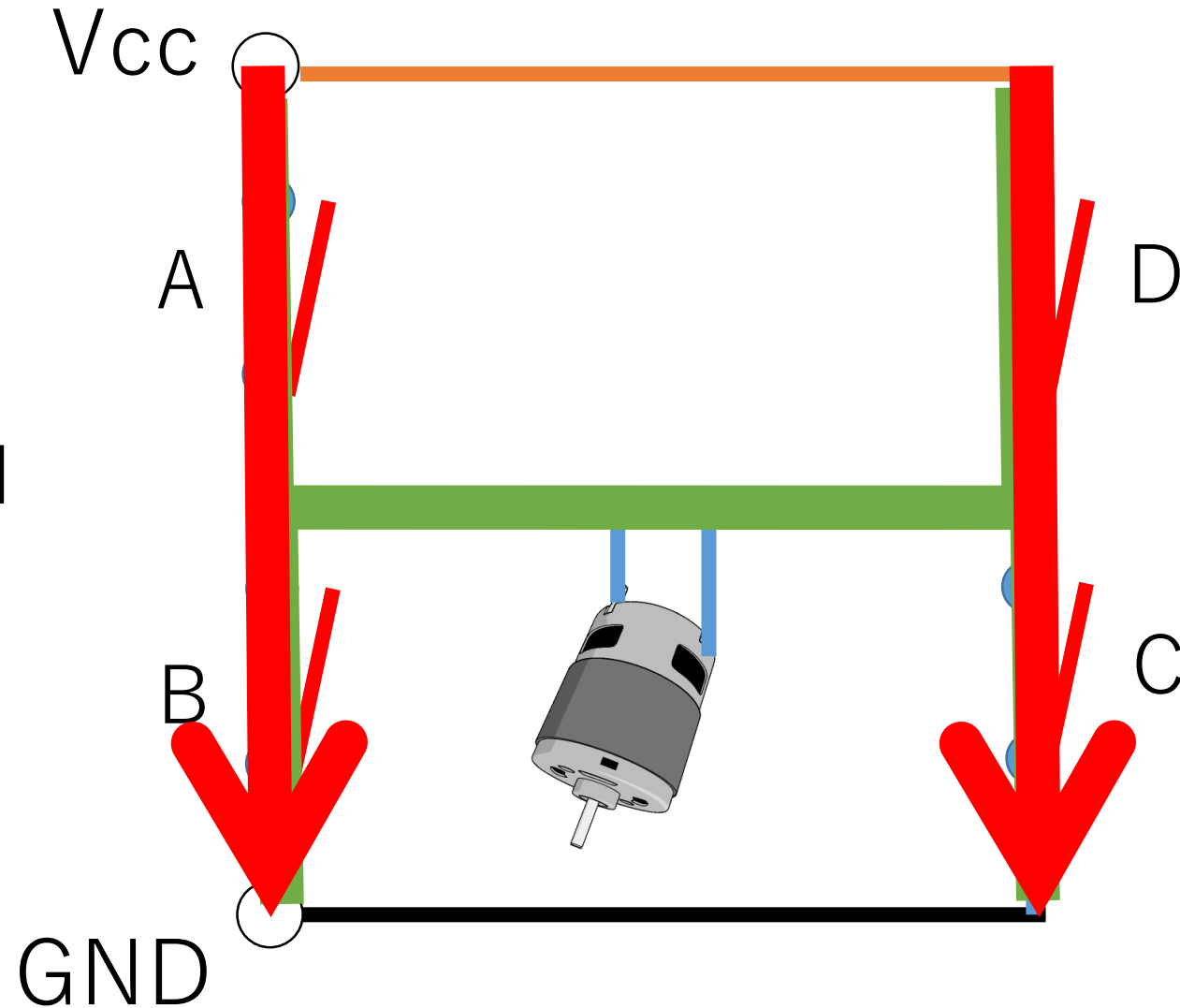


DCモータ制御ボード : Hブリッジ

先の回路を書き直すと...

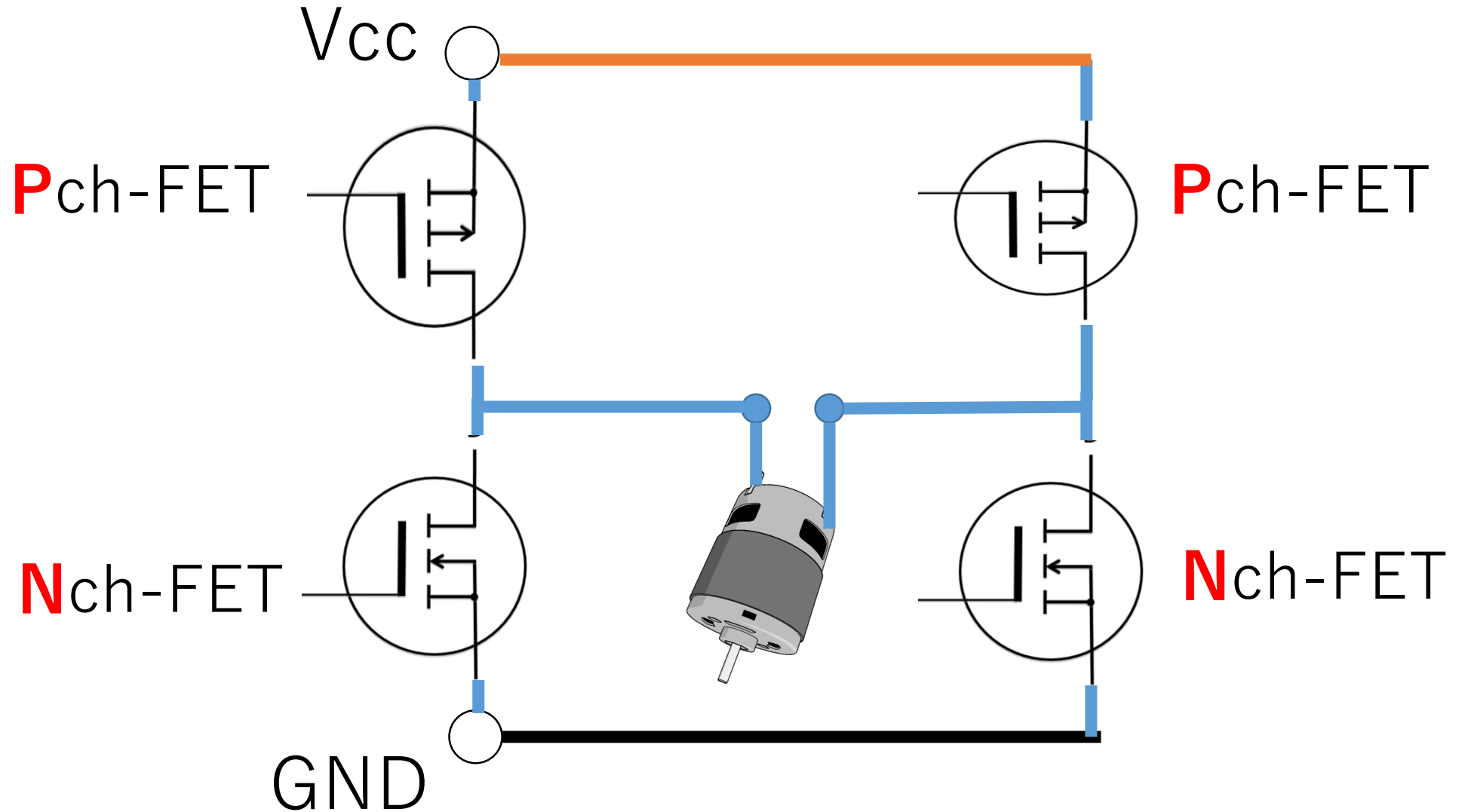
短絡は危険！
スイッチABがON
もしくはDCがON

回路が燃える！



DCモータ制御ボード : Hブリッジ

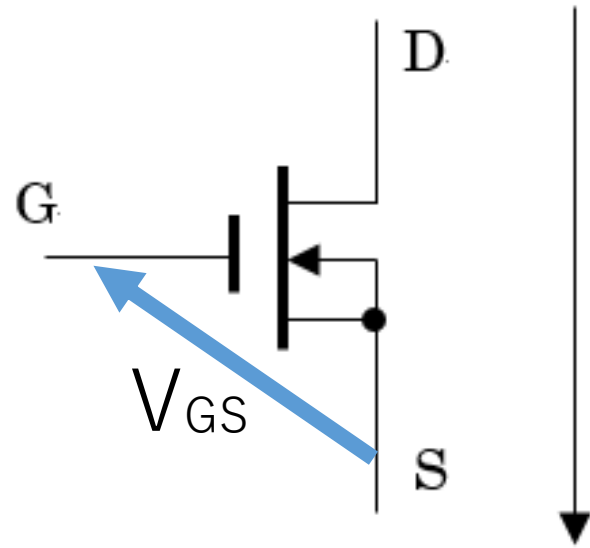
スイッチをFETに置き換え



DCモータ制御ボード : FET

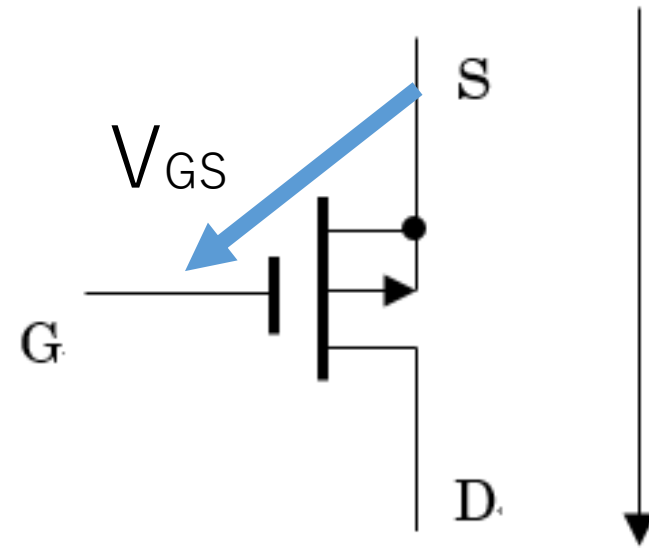
電圧を印加すると駆動 (トランジスタは電流印加で駆動)
大電流 (>3A) を流せる

n チャンネル



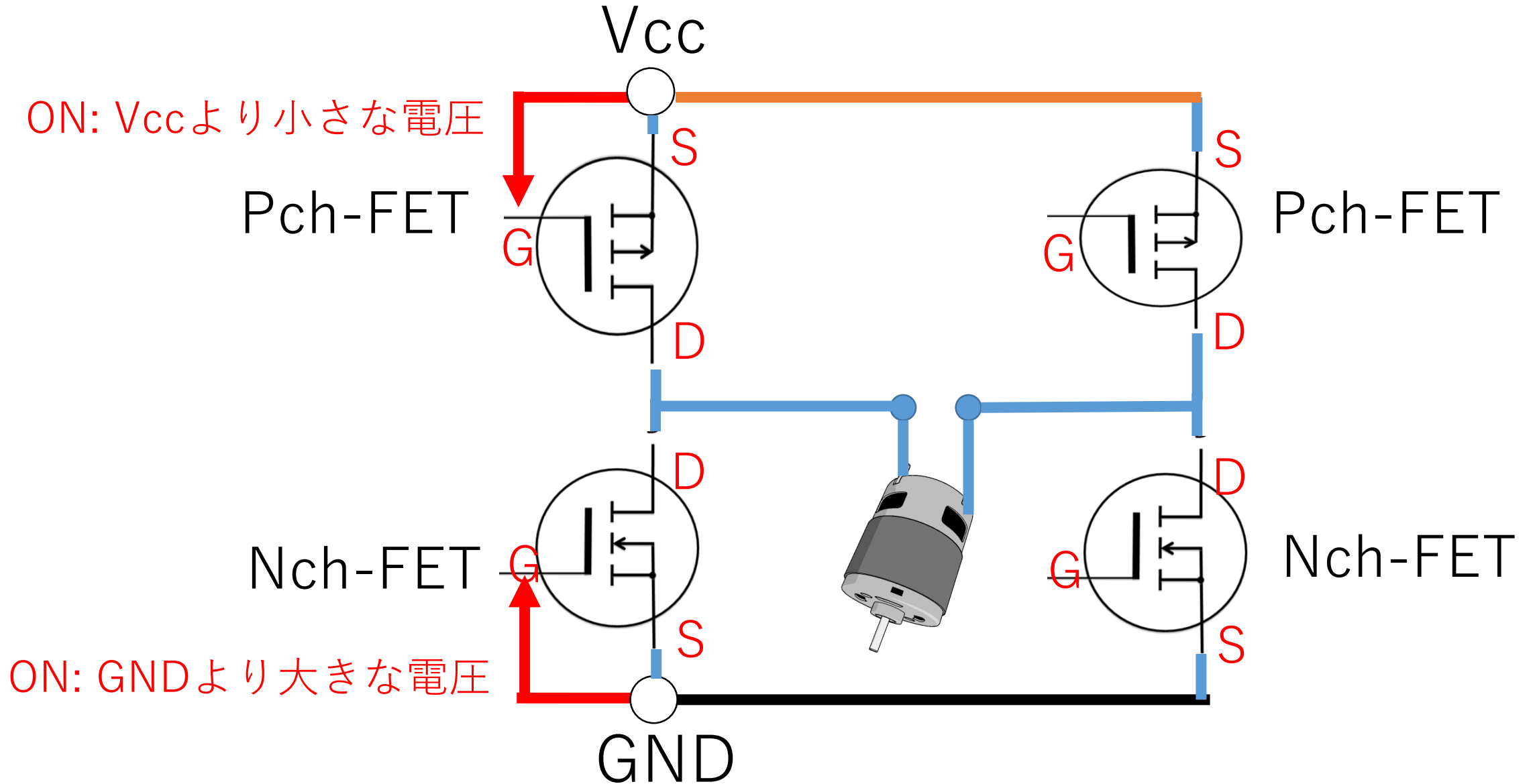
$$V_{DS} \begin{cases} \text{ON: } V_{GS} > V_s \\ \text{OFF: } V_{GS} < V_s \end{cases}$$

p チャンネル



$$V_{DS} \begin{cases} \text{ON: } V_{GS} < V_s \\ \text{OFF: } V_{GS} > V_s \end{cases}$$

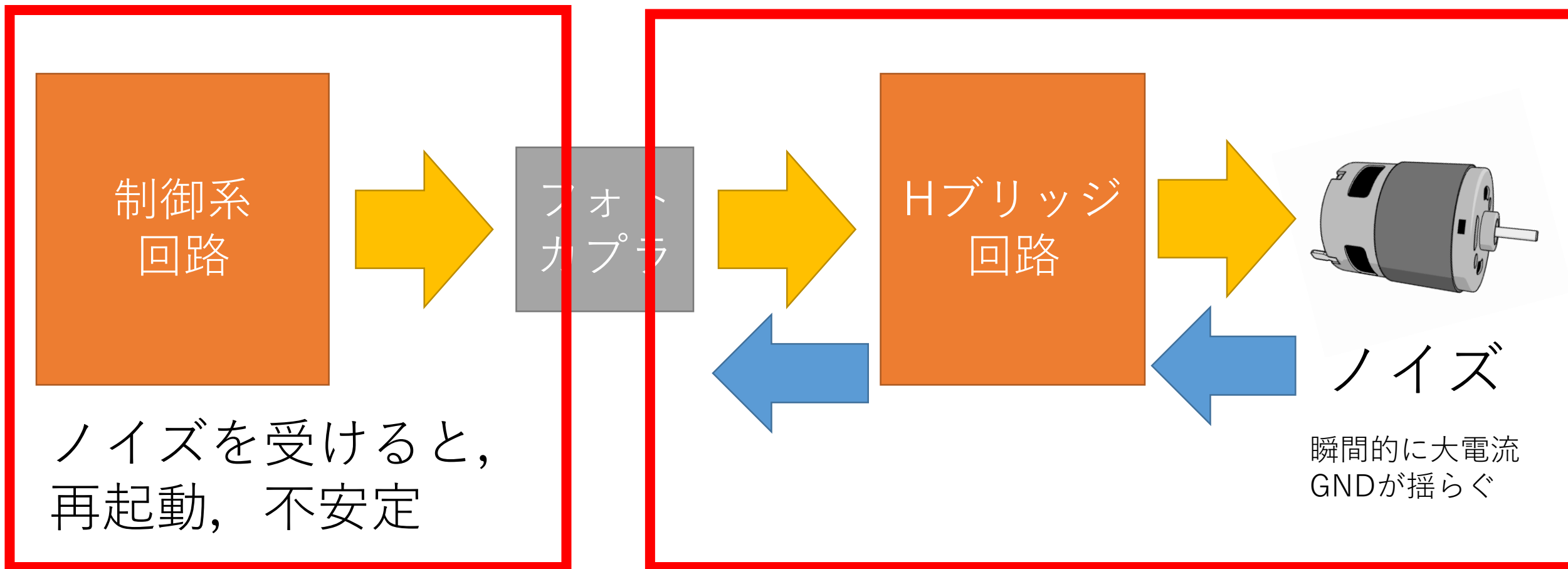
DCモータ制御ボード : Hブリッジ



DCモータ制御ボード：絶縁

制御系

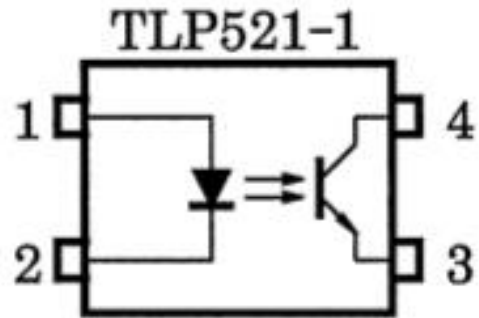
駆動系



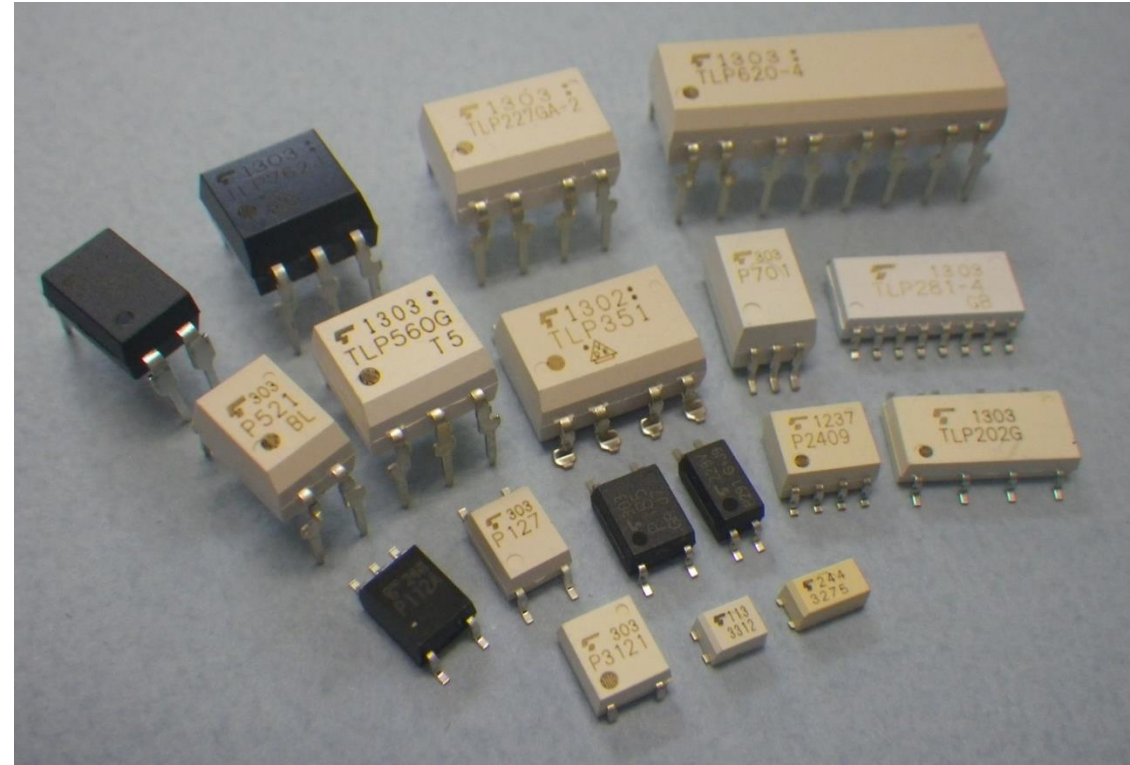
電氣的に絶縁：駆動系のノイズを隔離！

DCモータ制御ボード：フォトカップラ

- 入力側と出力側は電氣的には絶縁
- 信号は光により伝達
- 駆動周波数に注意
- 基本トランジスタなので、電流制限等をやらないと発熱



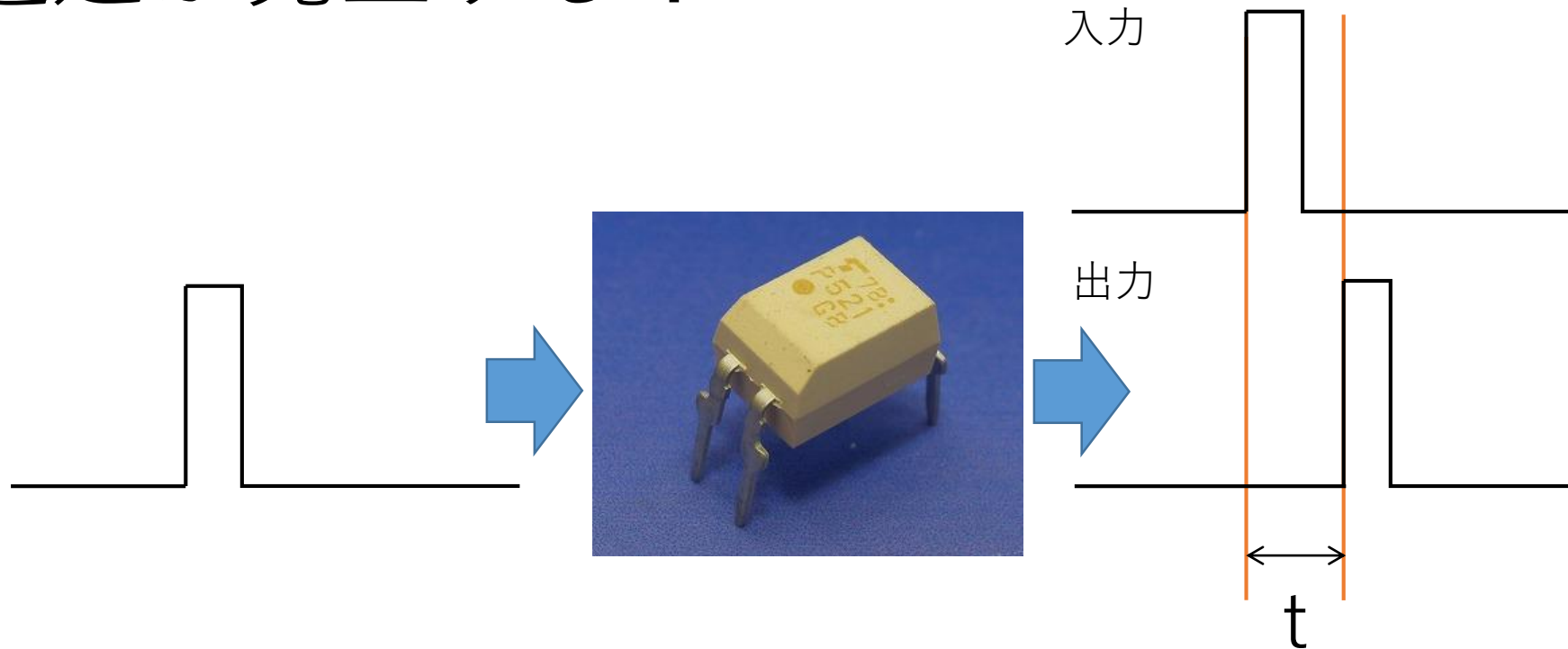
1 : アノード 3 : エミッタ
2 : カソード 4 : コレクタ



出典：豊前東芝エレクトロニクス

ICを使う注意点

1. 遅延が発生する！

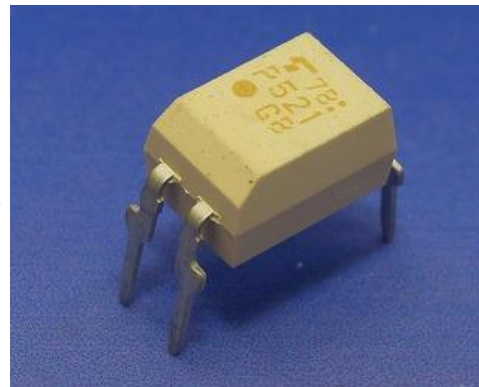
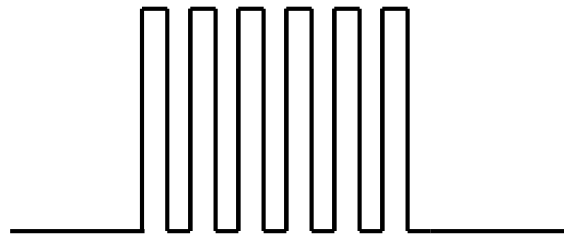


ICを多数接続すると遅延が増えることを考慮

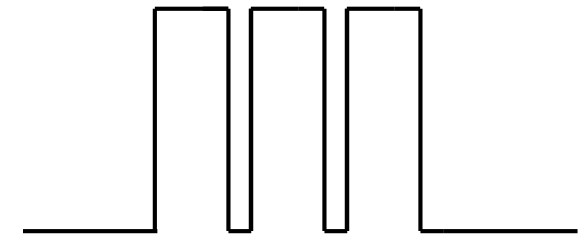
ICを使う注意点

2. 応答速度の限界がある

Duty 50%



Duty 90%



入力

出力

この理由から、PWMキャリア周波数を8kHzから1.1kHzに変更

DCモータ制御ボード：注意点①

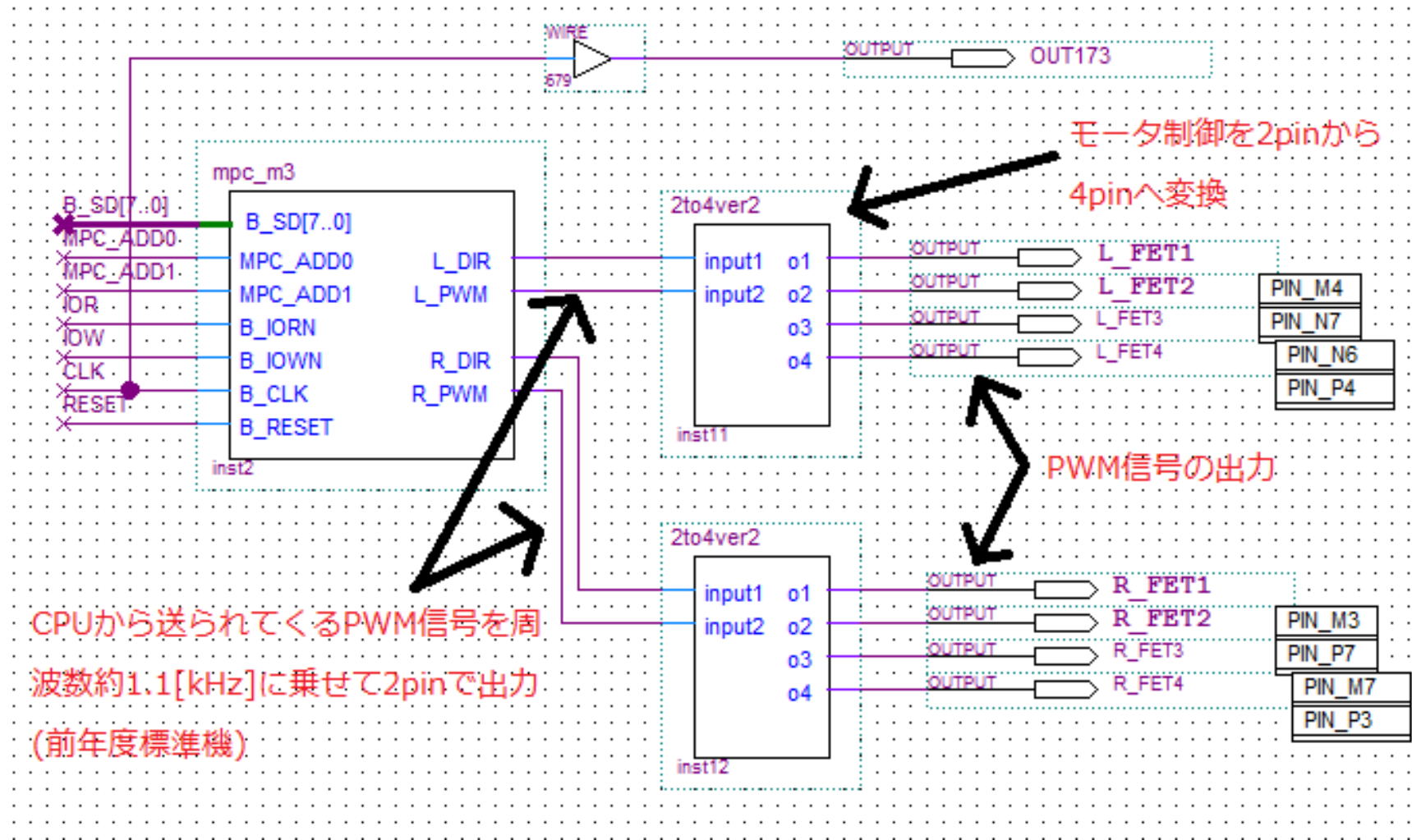
- 細い配線（＝電流が流れにくい＝抵抗値が大きい）に大きな電流をかけると燃え切れる

➡ はんだを盛る，ジャンパ線等で盛る

➡ VccもGNDも大きめに配線する

基板加工をする前に適宜調整！

FPGAモータ駆動部

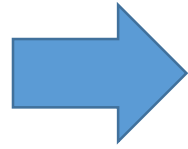


センサー系

移動距離， 移動速度， 接触状態， 現在位置を
測る

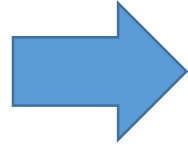
標準的に測れるもの

- 移動速度, 距離



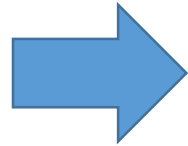
- ロータリーエンコーダ

- 接触状態検出



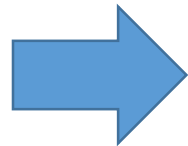
- スイッチ

- 相手位置



- 超音波センサ

- 色



- Webカメラ

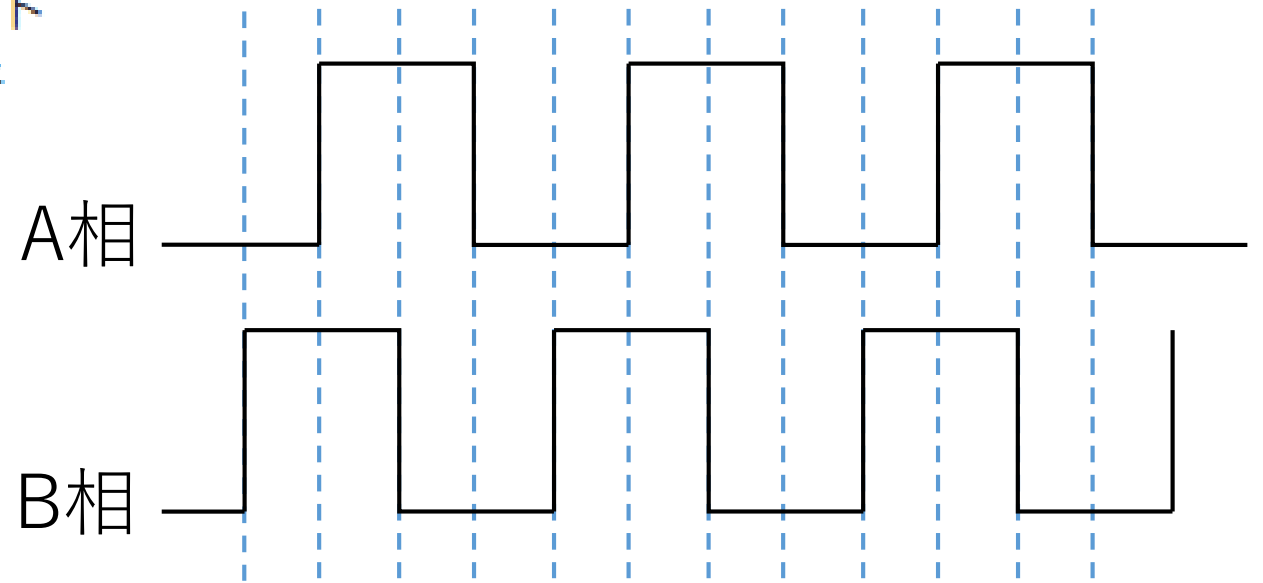
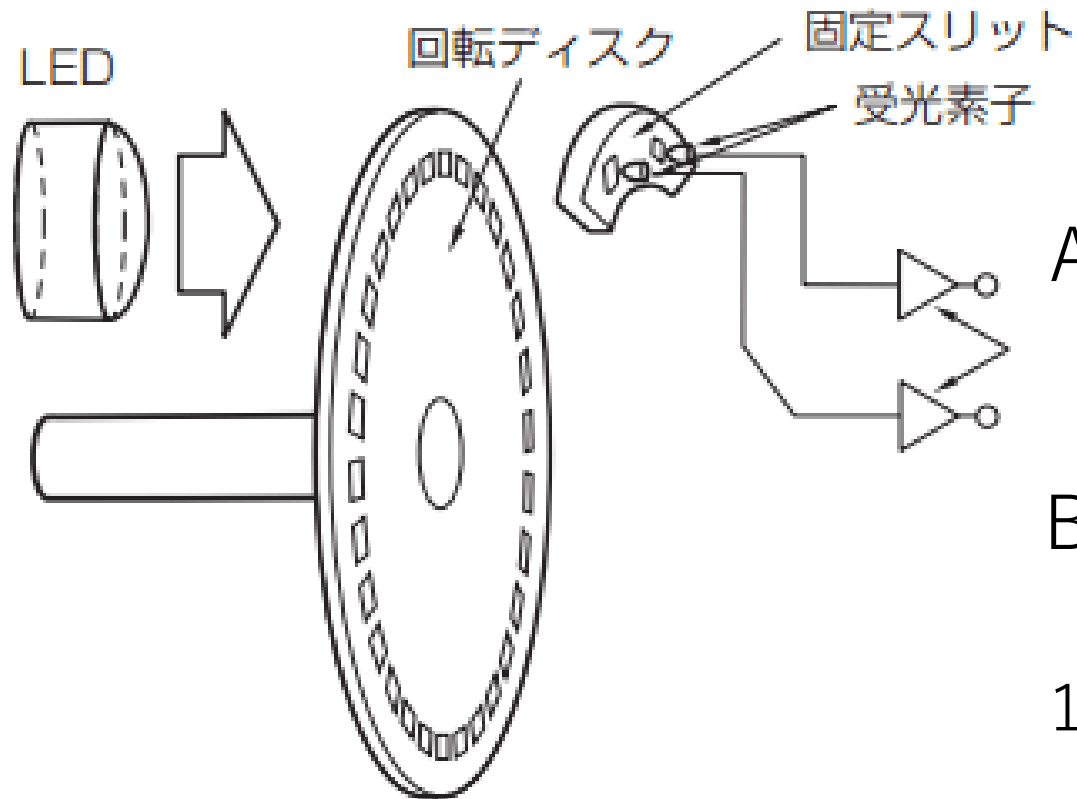
光学式ロータリーエンコーダ

役割：モータの回転角度や方向がわかる



- インクリメンタル型：基準位置が決まっていない。回転中のみ出力
- アブソリュート型 ：基準位置が決まっている。電源をON/OFFしても一定出力

ロータリーエンコーダ：光学式の原理



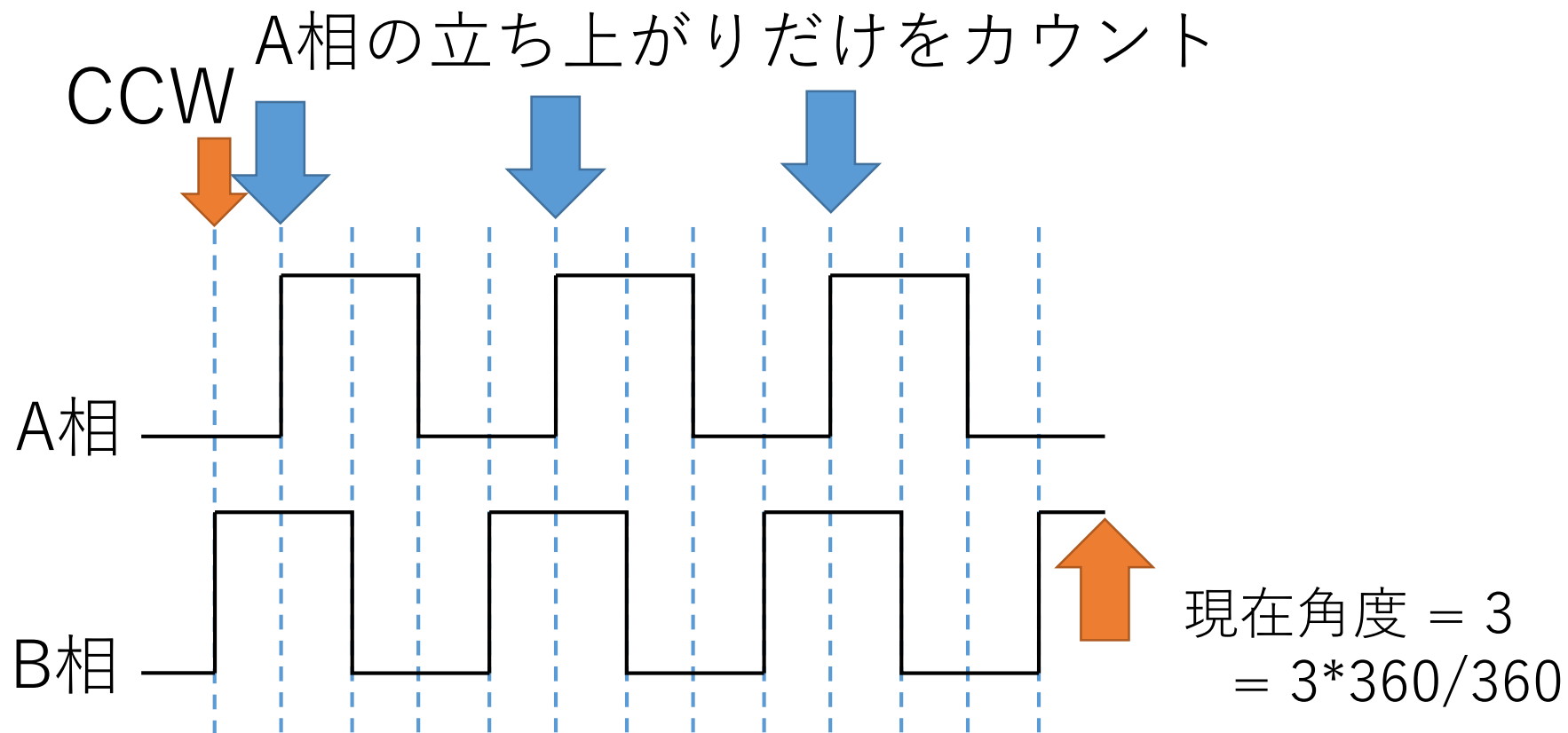
1/4位相がずれた2個のパルスが出力される

CW (ClockWise) : 正転, ABの順で立ち上がる

CCW (Counter ClockWise): 逆転, BAの順で立ち上がる

エンコーダ 1進倍

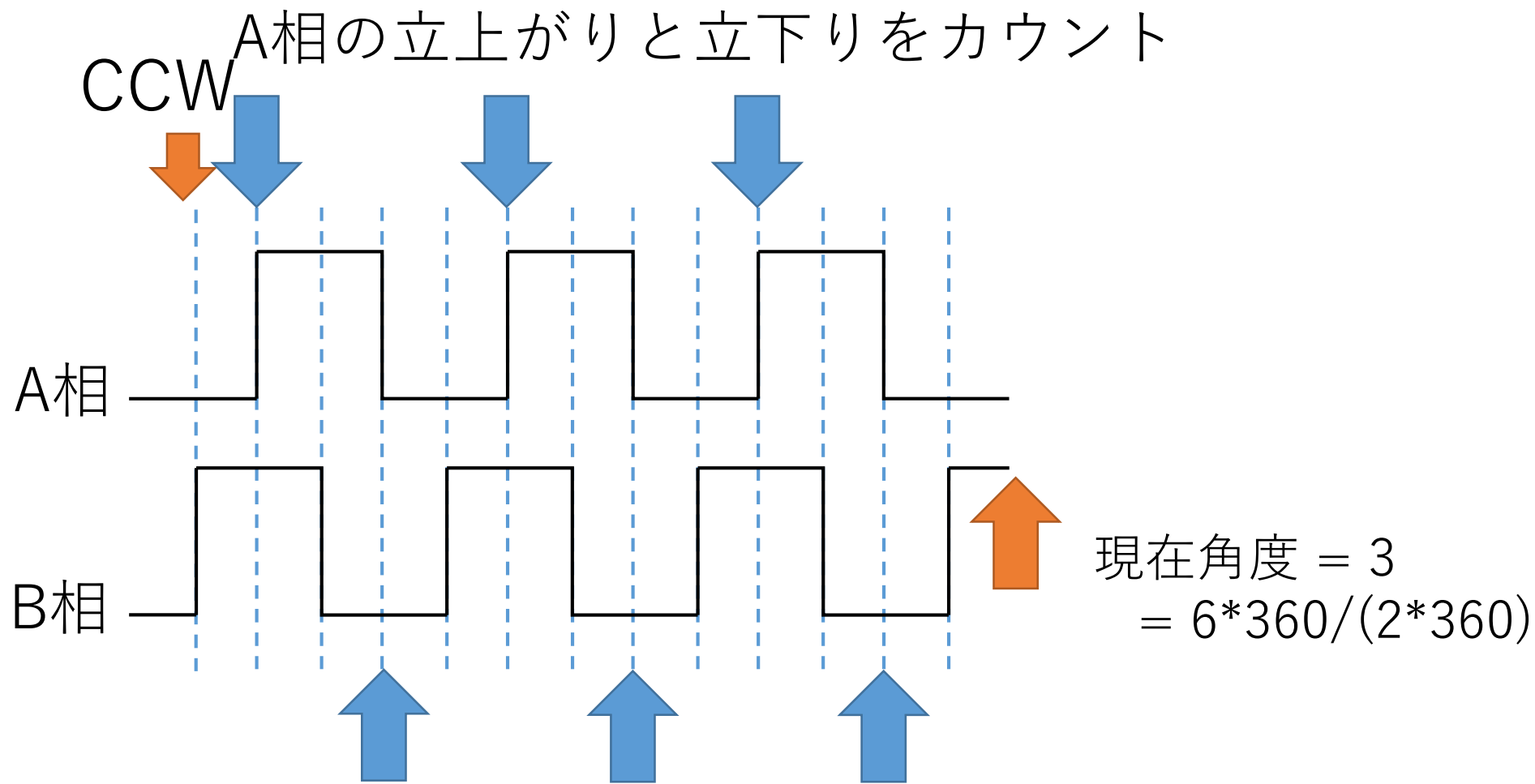
分解能 360 P/R (Pulse/Revolution 1回転当たりのパルス数)



$$\text{角度} = \text{PULSE} * (\text{DEG/Rev.}) / (\text{PULSE/Rev.})$$

エンコーダ 2進倍

分解能 360 P/R (Pulse/Revolution 1回転当たりのパルス数)

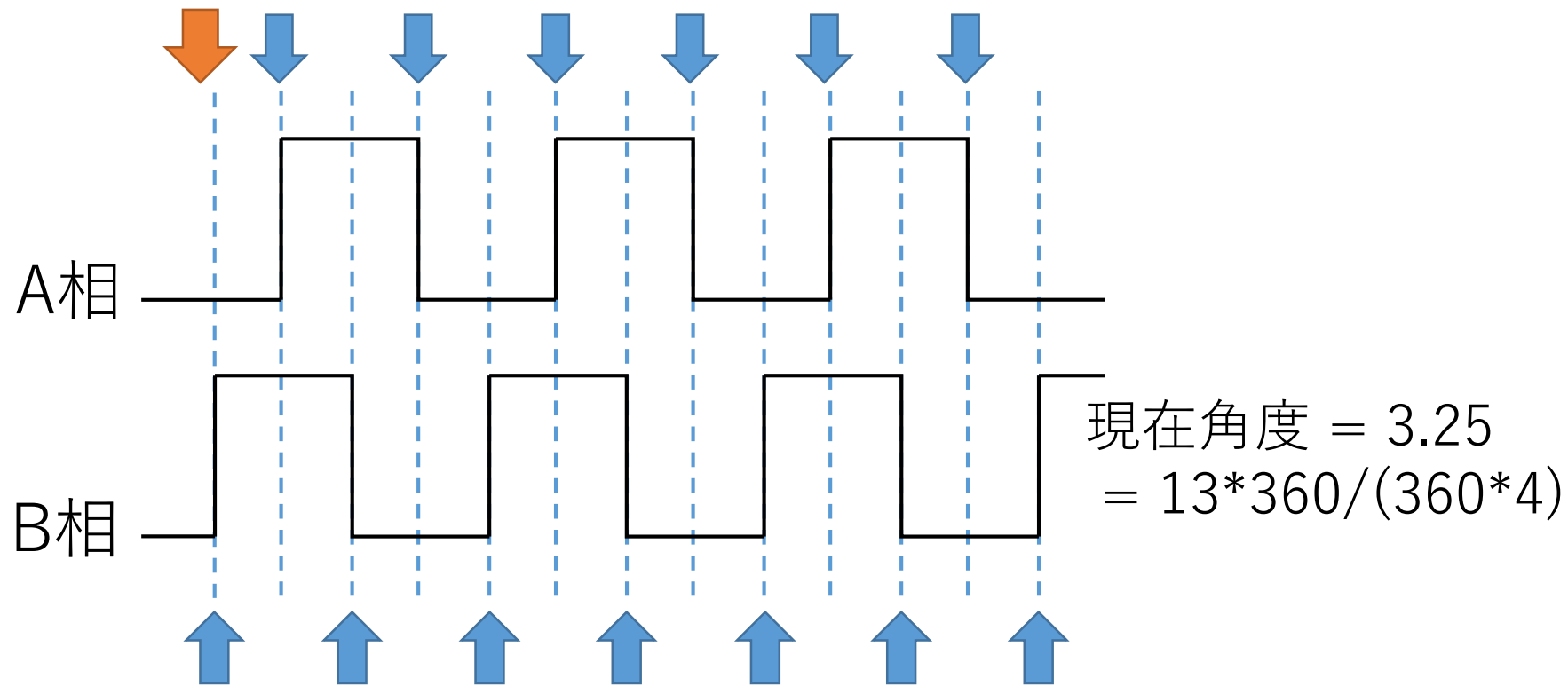


$$\text{角度} = \text{PULSE} * (\text{DEG/Rev.}) / (2 * \text{PULSE/Rev.})$$

エンコーダ 4 通倍

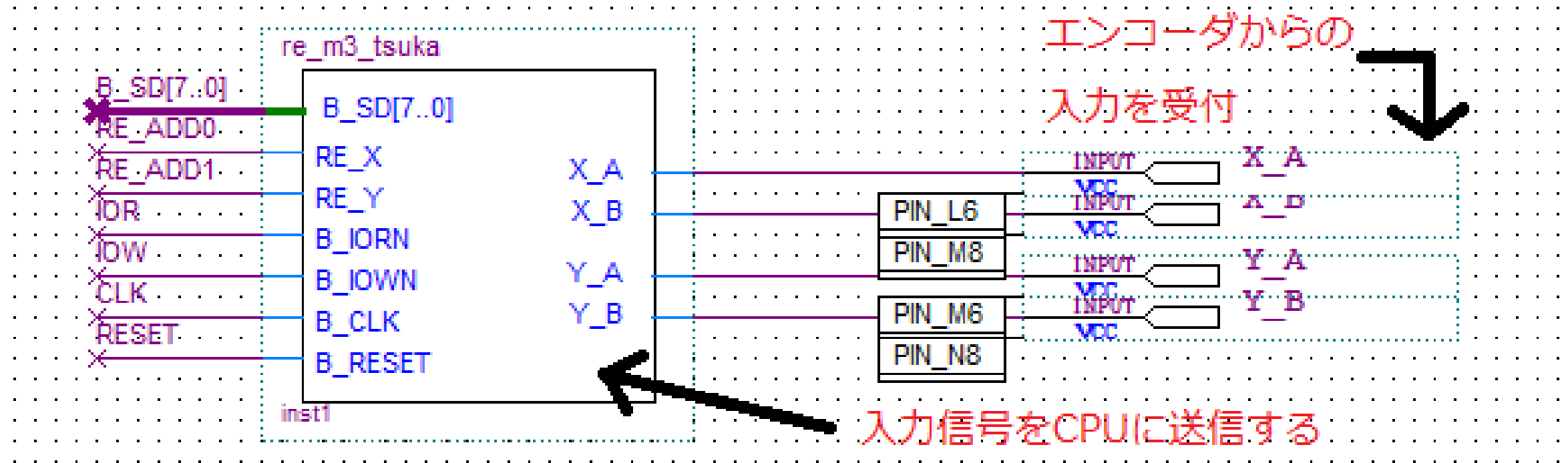
分解能 360 P/R (Pulse/Revolution 1回転当たりのパルス数)

CCW両相の立上りと立下りをカウント



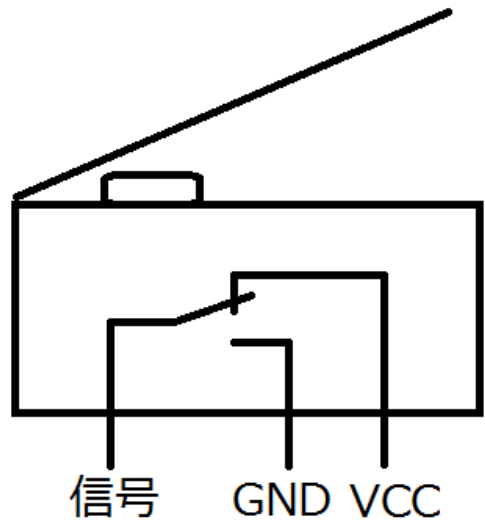
$$\text{角度} = \text{PULSE} * (\text{DEG/Rev.}) / (4 * \text{PULSE/Rev.})$$

FPGAモータエンコード部



タッチセンサ (スイッチ)

ON/OFFの状態を検出することで接触判定

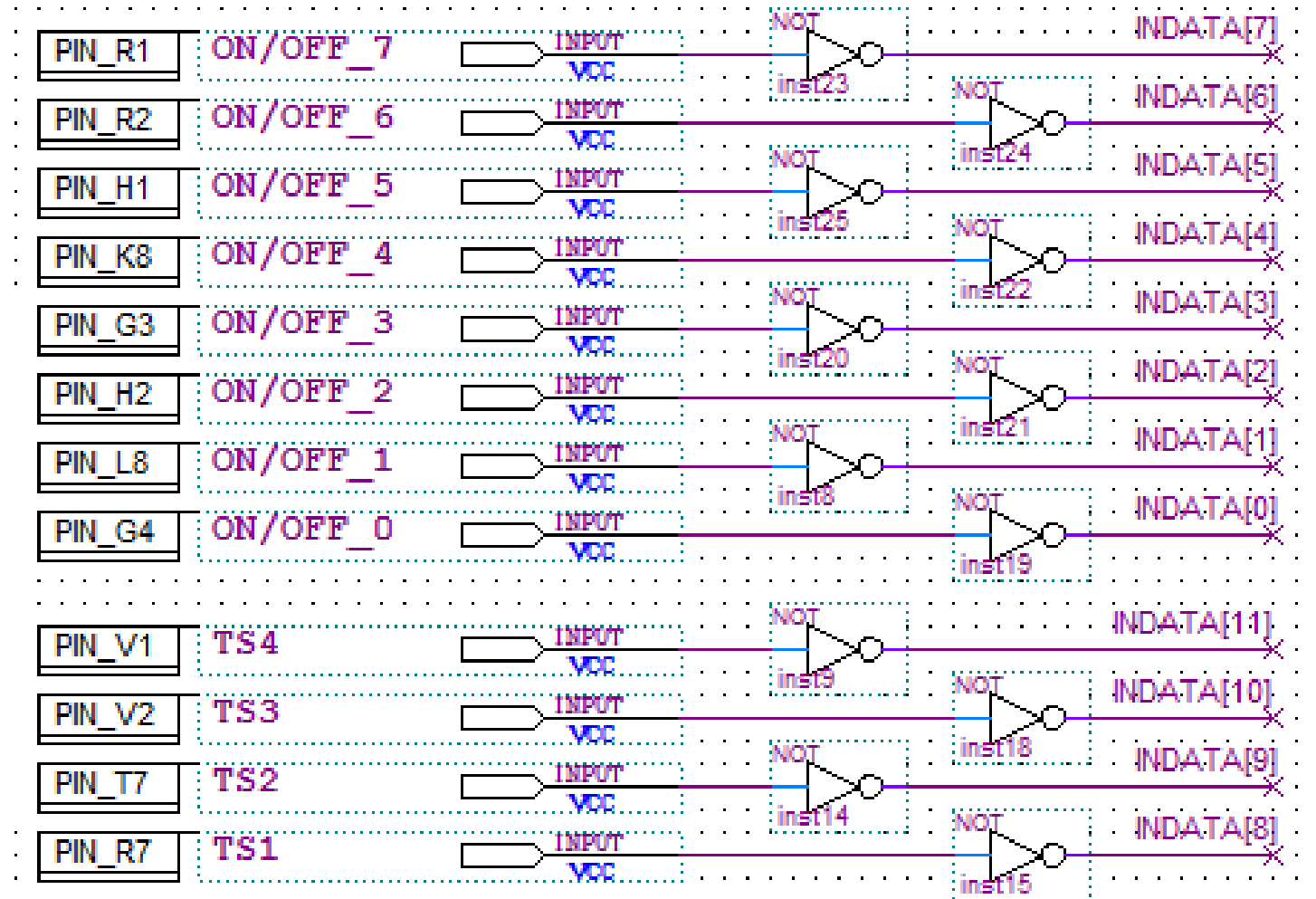
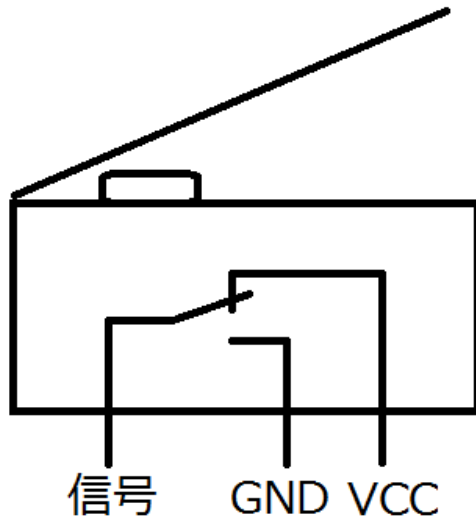


足の配線を間違えるとFPGAボードを壊すこともあるので注意

= ドーターボードには電流阻止抵抗が付いていない。FPGA入力端子に直差しだからな-

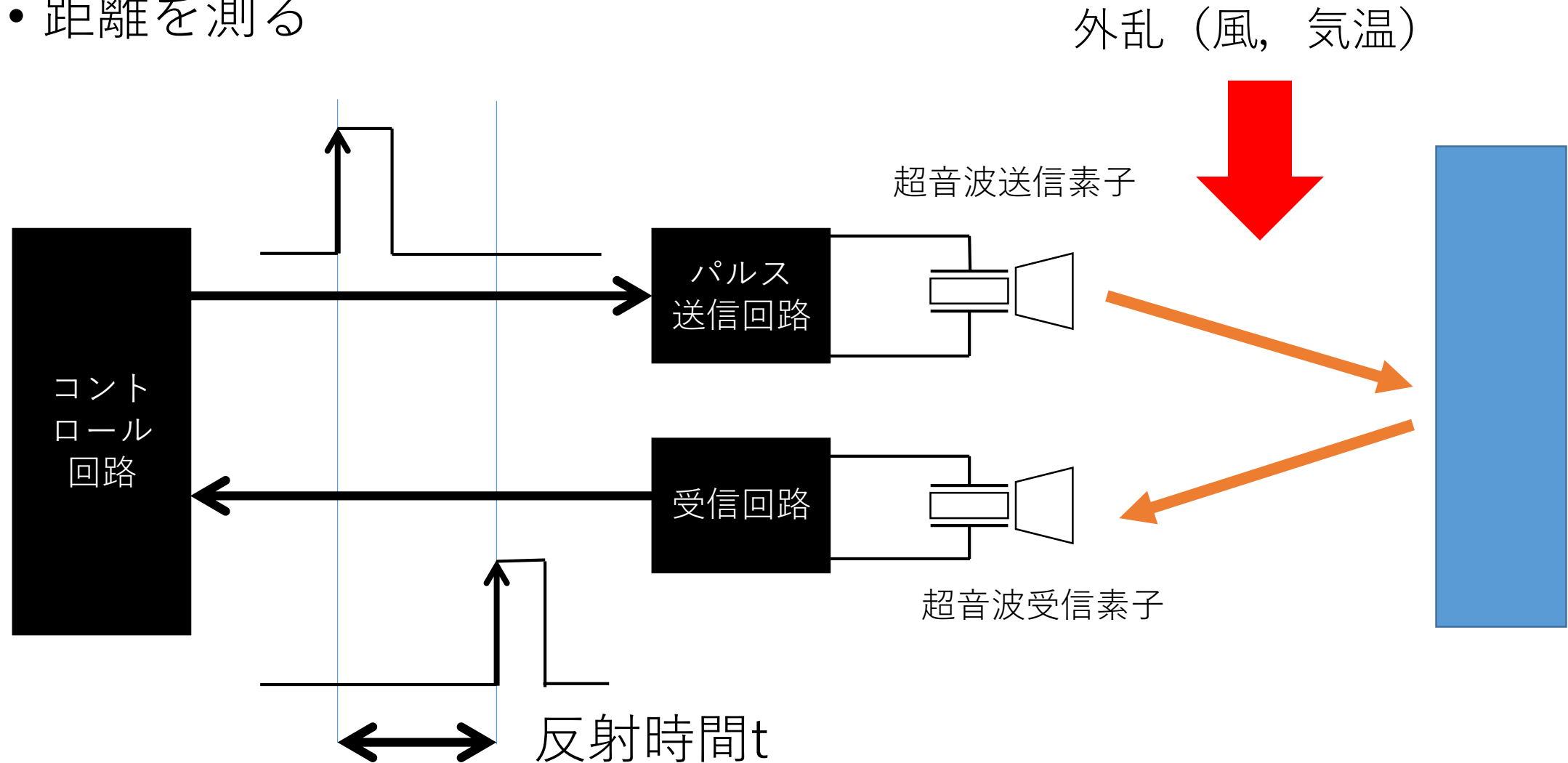
FPGAタッチセンサ

- ON/OFF 1bit
- 12個 12bit



超音波センサ（超音波測距センサ）ソナー

- 距離を測る



距離計算

- 距離 d [m], 音速 v [m/s], 温度 T [度], センサ距離 l [m]

$$v = 331.5 + 0.607 \times T \quad [m/sec]$$

$$d = \sqrt{\left(\frac{331.5 + 0.607 \times T}{2} \times t\right)^2 - l^2} \quad [m]$$

温度計測は困難なので常温と仮定して, $v = 340$ [m/s] で計算されている

$$d = \sqrt{\left(\frac{1}{2} \times v \times t\right)^2 - l^2} \quad [m]$$

MIRS超音波測距センサ仕様

- 最大測定距離 約200 [cm]
- 最小測定距離 約20 [cm]
- データの送受信：シリアル通信
- 親機や子機は識別IDがふられている
- 親機 — 子機 — 子機で数珠つなぎに出来る
- CPUボードは，親機に識別IDを送信すればそれに対応したセンサ情報が返答する

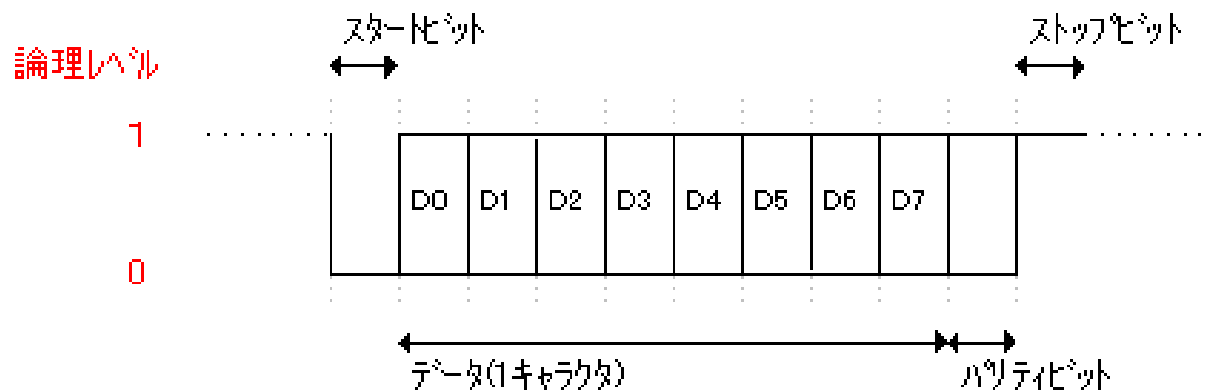


図 3：子機の外観図

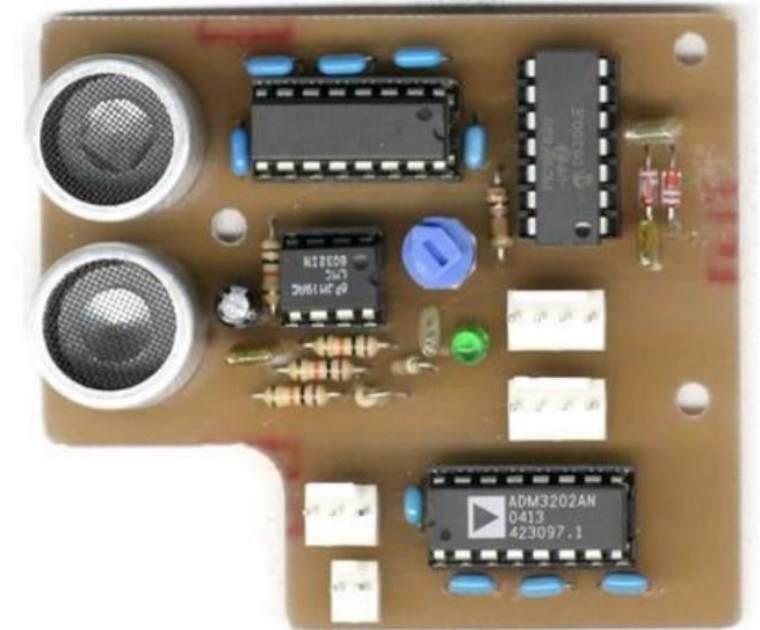


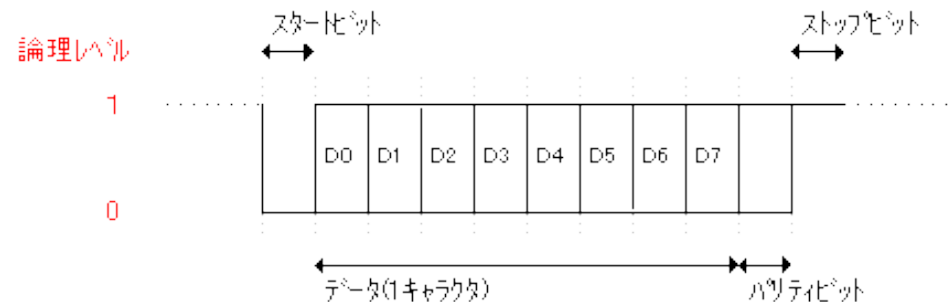
図 4：親機の外観図

超音波センサ：シリアル通信

表 2：シリアル通信の仕様

規格	RS232-C
通信速度	9600bps
接続方式	3線式
同期方式	非同期
パリティビット	なし
スタートビット	1bit
データビット	8bit
ストップビット	1bit

- 9600 bit per sec
- 3線式 (TXD,RXD,SG(GND))
 - TXD: Transmit eXchange Data
データ送信ピン
 - RXD: Received eXchange Data
データ受信ピン
- パリティビット = 誤り訂正に使うもの, 奇数or偶数



超音波センサ: 親子の仕組み

接続方法

- 4ピン端子同士を接続

ID: 1

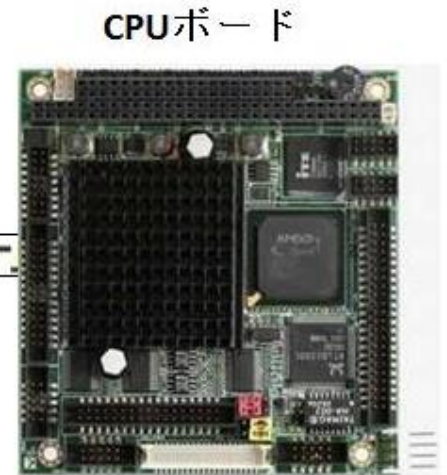
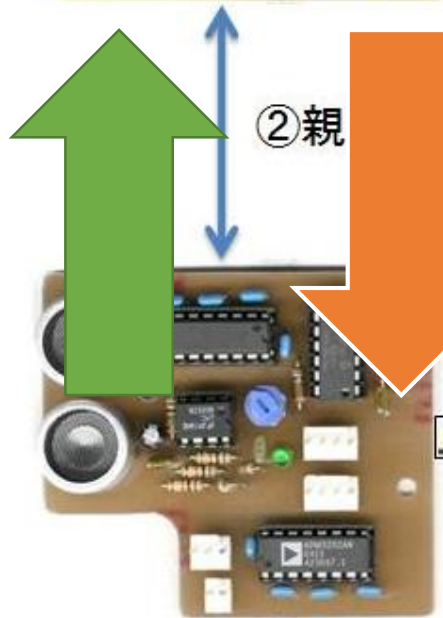
超音波センサボード(子機)

ID: 2

超音波センサボード(子機)



③子機同士の接続



CPUボード

②親機と子機の接続

①CPUボードと親機の接続

超音波センサボード(親機)

ID: 0

ID=1

IDを送信

電子工作の注意点

• 1 発本番はやらない

- 簡単なところからコツコツと積み上げる
- 導通チェック, 電圧測定
- わからないなら調べる. 下手なら練習する
- 半田ごては確実に消す. やけどに注意する

• 基板加工機は丁寧に扱う

- マニュアルをよく読んで使う
- 動作中はよく観察する
- 壊したらすぐ連絡 (大林まで)

