

# 0. 準備

2004年8月に本講義ノートをWebにアップして以来、とても多くの方の訪問を受けてきました。内容が一部古くなっていたので、2012年5月時点の情報に書き改めました。主な変更点は以下の通りです。

1. プログラム開発環境(MPLAB IDE)をv8.84に更新しました。  
2012年5月時点での最新バージョンはMPLAB X IDE v1.10ですが、アセンブラの勉強のためには、旧バージョンのv8.84が良さそうです。（筆者がXを使いこなしていない。）
2. ブレッドボード上に回路を製作し、その詳細を記しました。  
ハンダ付けをほとんど必要とせずにマイコン回路を製作できました。
3. 部品を全てネットで購入して、その仕様と入手先を記しました。  
入手が容易な部品ばかりでマイコン回路を製作しました。
4. In-Circuit Debugger/ProgrammerにPICkit3を用いました。  
ブレッドボード上のマイコンへのプログラミングにPICkit3を使用した例を記しました。

# 目次

## 0.1 PIC16F84Aを用いた実験回路図 ([第6, 7章, 9章用](#))

回路図

立体配線図

## 0.2 部品リスト

部品名, 型式, 価格, 購入先(2012.5時点)

## 0.3 各部品について

## 0.4 PICkit 3との接続

## 0.5 完成写真

## 0.6 MPLAB IDE v8.84

0.6.1 プロジェクトファイルの作り方

0.6.2 ソースファイルの作り方

0.6.3 ビルドの仕方

0.6.4 シミュレーションの仕方

0.6.5 SW1, SW2, SW3入力のシミュレーションの仕方

0.6.6 マイコンへのプログラムの書き込み方と実行の仕方

## 0.7 ステッピングモータの実験回路図 ([第8章用](#))

回路図

立体配線図

部品リスト

完成写真

# 0.1 PIC16F84Aを用いた実験回路図 (第6, 7章, 9章用)

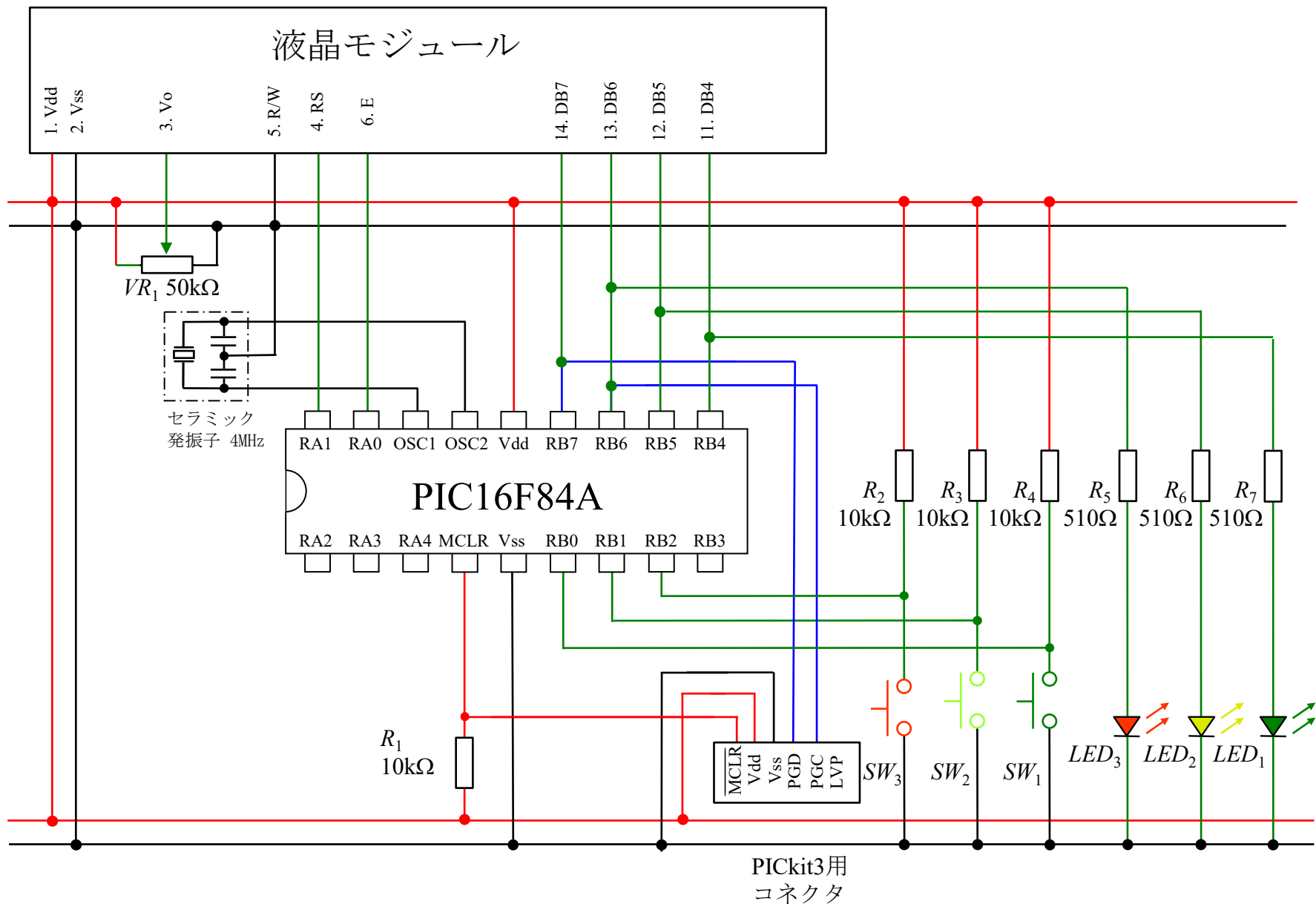


図1 第6, 7, 9章の実験回路

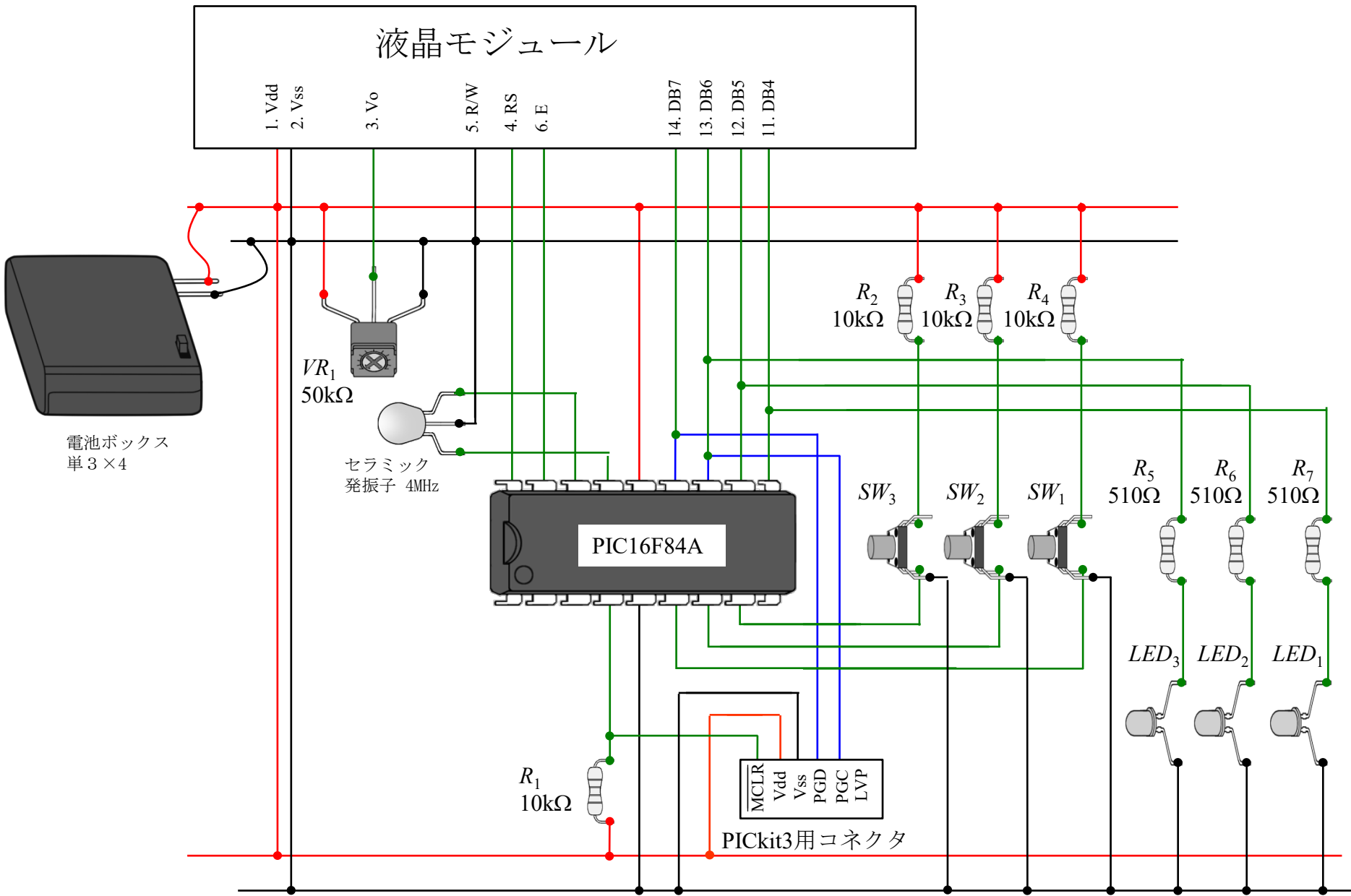


図 2 第 6, 7, 9 章の実験回路の立体配線図

## 0.2 部品リスト

表 1

品名	型式	個数	単価	値段	入手先の例
PICマイコン	PIC16F84A-20I/P	1	250	250	秋月電子通商
LCDキャラクタディスプレイモジュール	16×2行 バックライト無し	1	500	500	〃
抵抗	510Ω, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
〃	10kΩ, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
半固定ボリューム	50kΩ,	1	50	50	〃
LED	5mm 赤 10個入り	1	100	100	〃
ピンヘッダ	L型オス, 1×6 (6P)	1	20	20	〃
ピンソケット	1×6 (6P)	1	30	30	〃
セラミック発振子	4MHz コンデンサ内蔵タイプ	1	20	20	〃
タクトスイッチ	赤	1	10	10	〃
〃	黄	1	10	10	〃
〃	緑	1	10	10	〃
ブレッドボード	EIC-102J (ジャンパーワイヤー付き)	1	600	600	〃
ジャンパーワイヤー	ブレッドボード・ジャンパーコード (オス-オス) セット 64本入り	1	200	200	〃
電池ボックス	単3×4本 フタ付きプラスチック・スイッチ付き	1	150	150	〃
耐熱電子ワイヤー	協和ハーモネット KQE0.5mm L-2×6色	1	410	410	せんごくネット通販
PICkit3		1	3900	3,900	秋月電子通商
部品表			総計	6,460	

### 0.3 各部品について

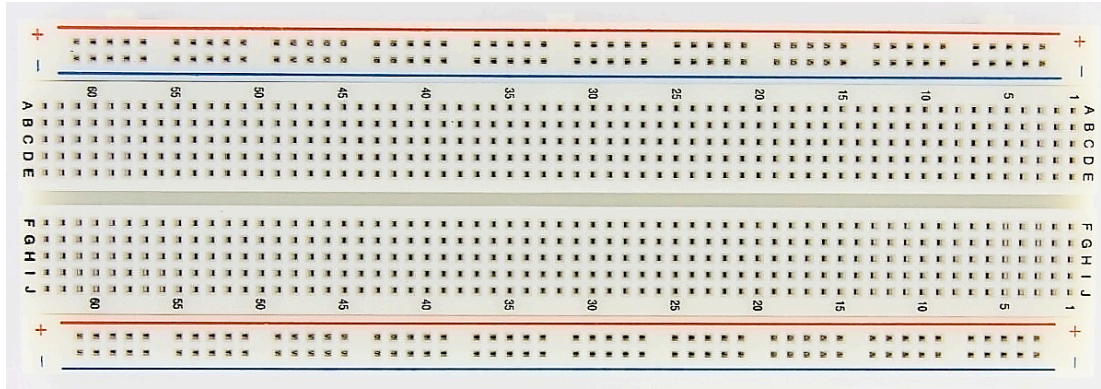


図3 ブレッドボード

黒い線でつながれた穴同士が内部でつながれています。

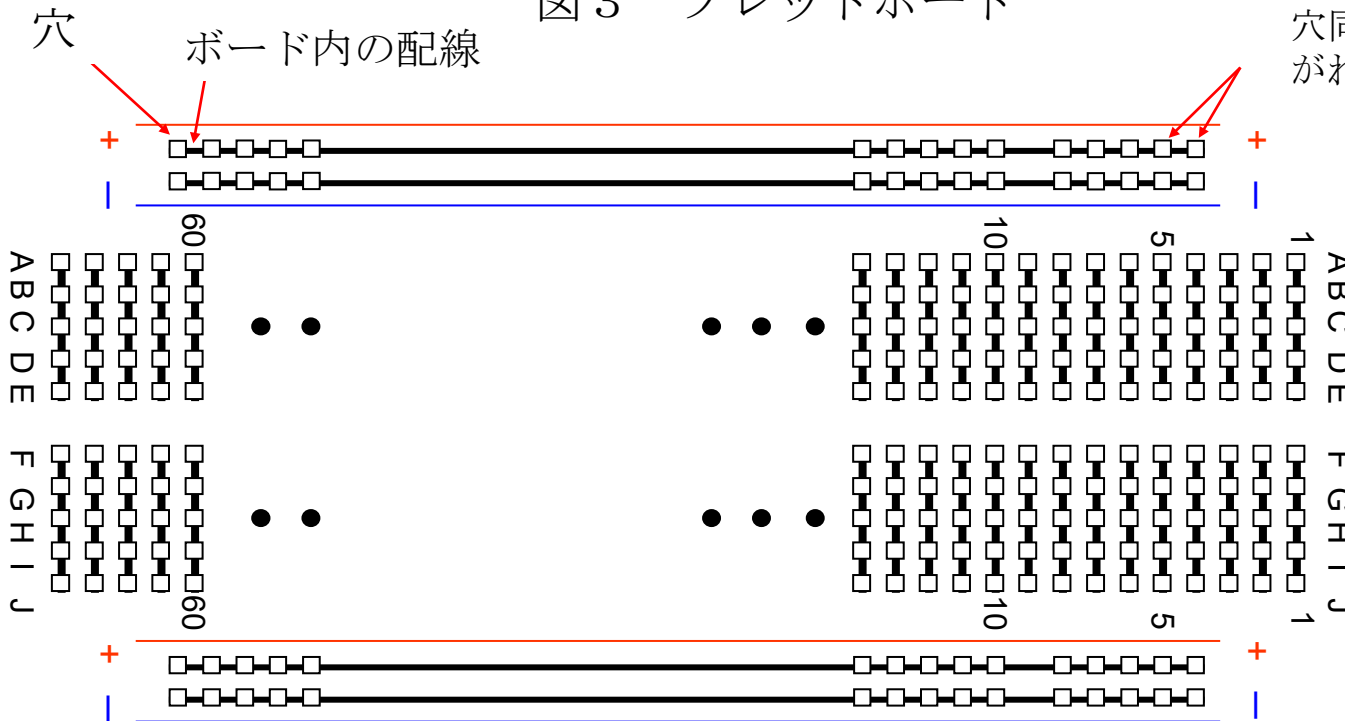


図4 ブレッドボードの穴のつながりの様子

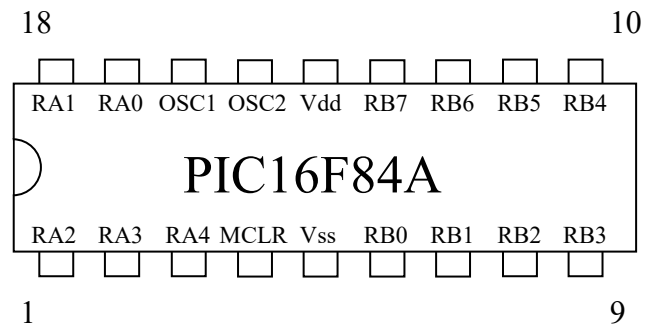
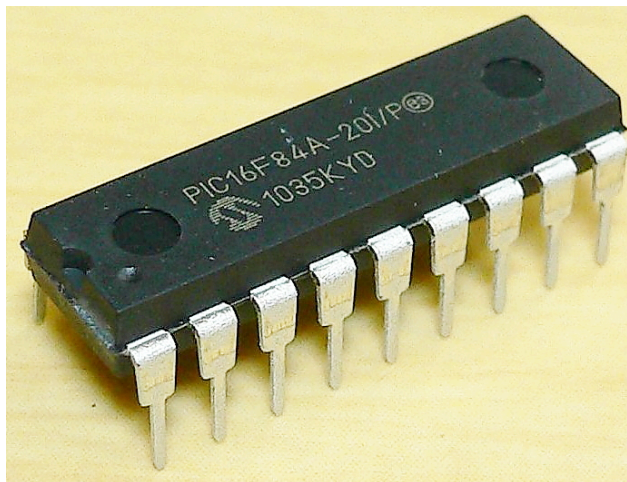


図5 PIC16F84A

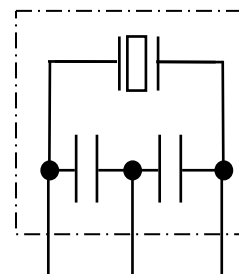
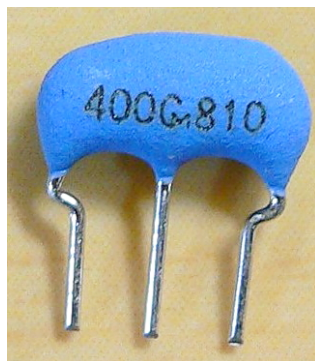
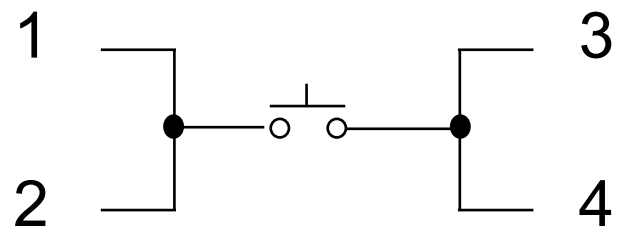
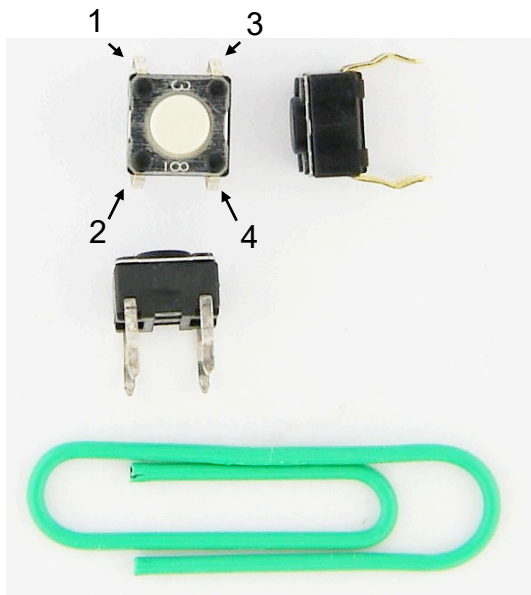


図6 セラミック発振子 4MHz コンデンサ内蔵型

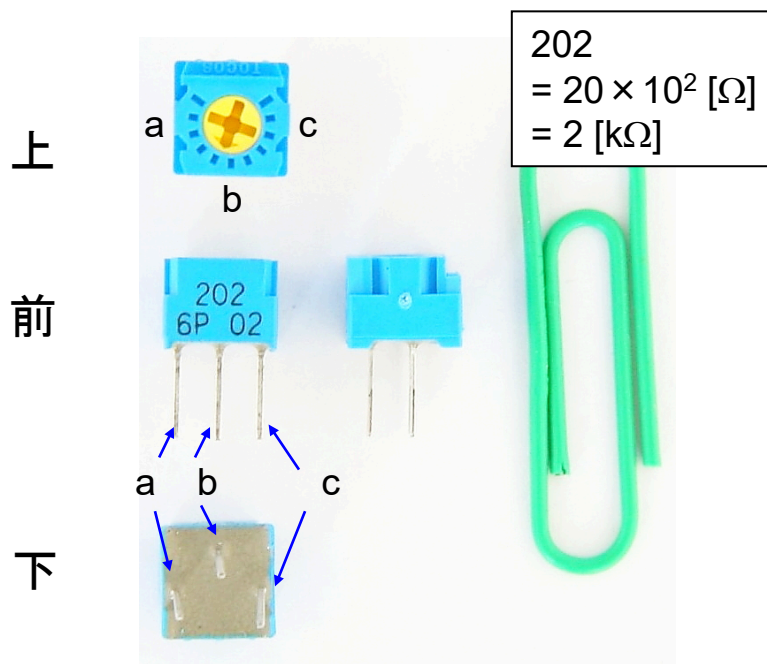


タクトスイッチの記号と端子のつながり

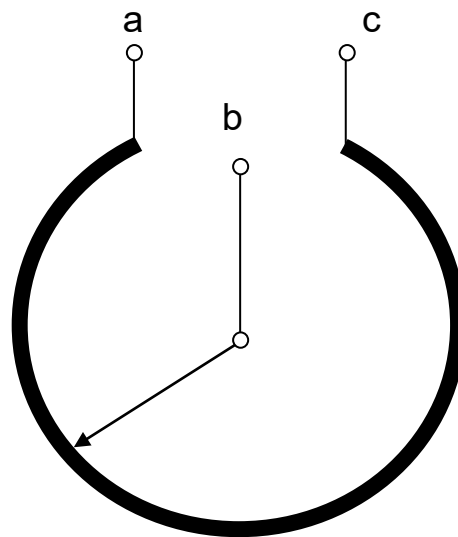
タクトスイッチ

図7 タクトスイッチ

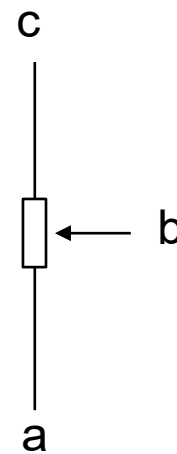




可変抵抗器（ポリユーム）の例  
(2k $\Omega$ )

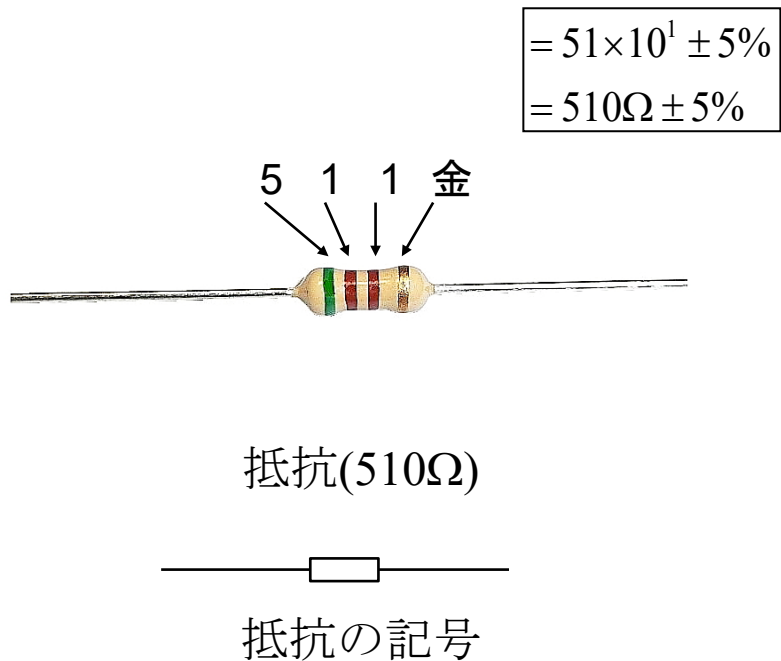


可変抵抗器の構造(上  
から見た図)



可変抵抗の記号

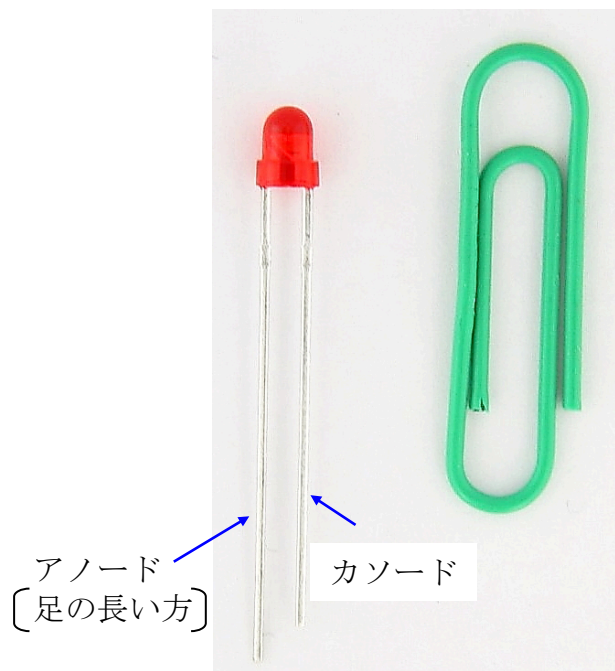
図8 可変抵抗器（ポリユーム）



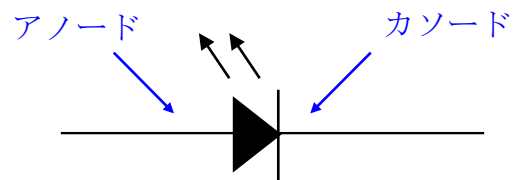
### カラーコードの意味

黒 : 0	金 : ±5%
茶 : 1	銀 : ±10%
赤 : 2	無し : ±20%
橙 : 3	
黄 : 4	
緑 : 5	
青 : 6	
紫 : 7	
灰 : 8	
白 : 9	

図 9 抵抗



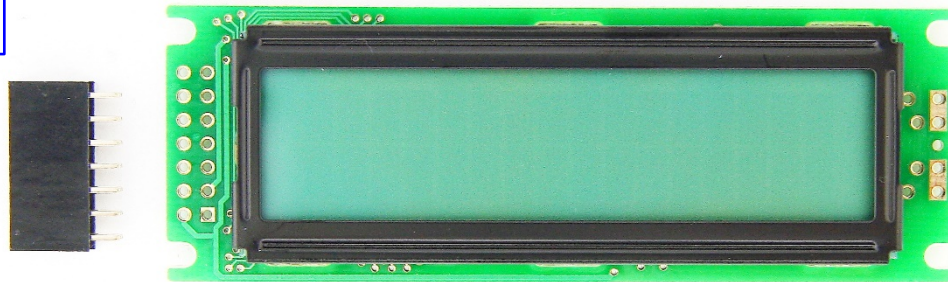
LED (発光ダイオード)



LED(発光ダイオード)の記号

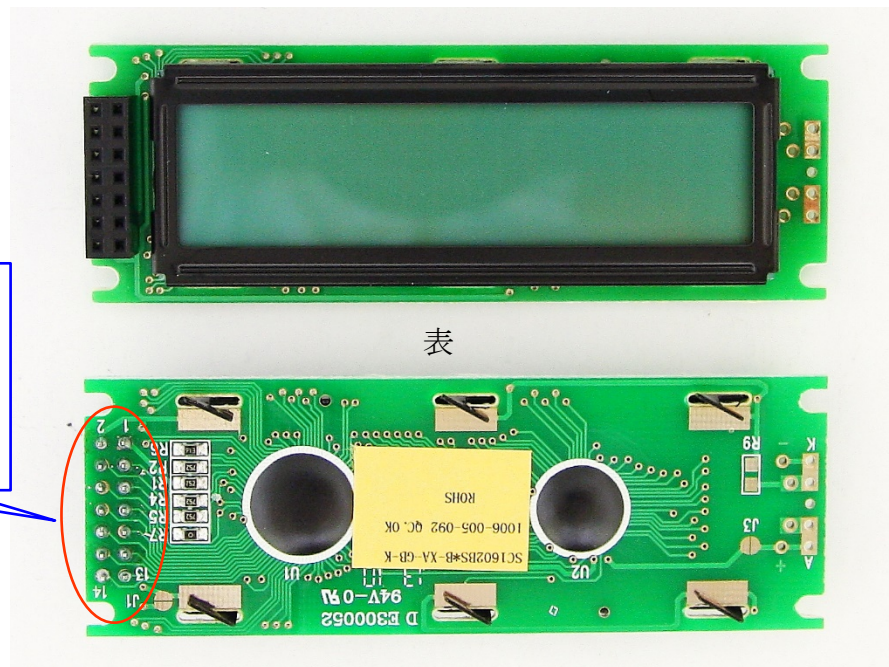
図10 LED (発光ダイオード)

ピンソケットが  
付属している



液晶表示器と付属ピンソケット

ピンソケットをハン  
ダ付けしてください。  
この実験回路で唯一  
ハンダ付けを必要と  
する箇所です。



表

裏

付属ピンソケットのハンダ付け

図11 液晶表示器 (LCDキャラクタディスプレイモジュール)



14	DB7	DB6	13
	DB5	DB4	
	DB3	DB2	
	DB1	DB0	
	E	R/W	
	RS	Vo	
2	Vss	Vdd	1

図12 液晶表示器のピン配置



## 0.4 PICkit 3との接続

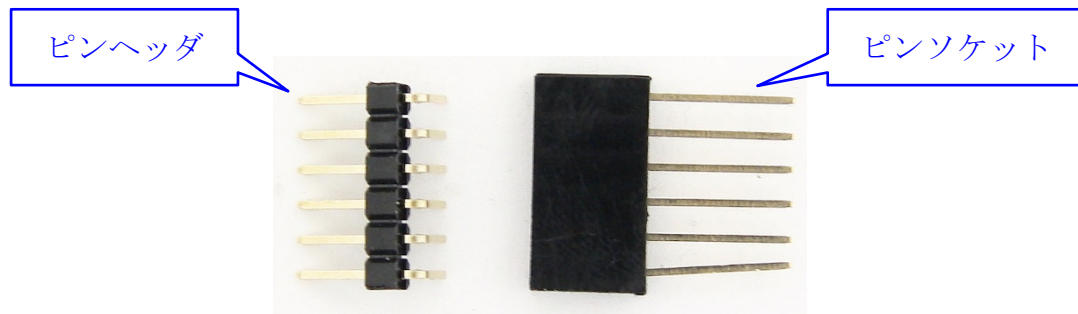


図13 ピンヘッダとピンソケット

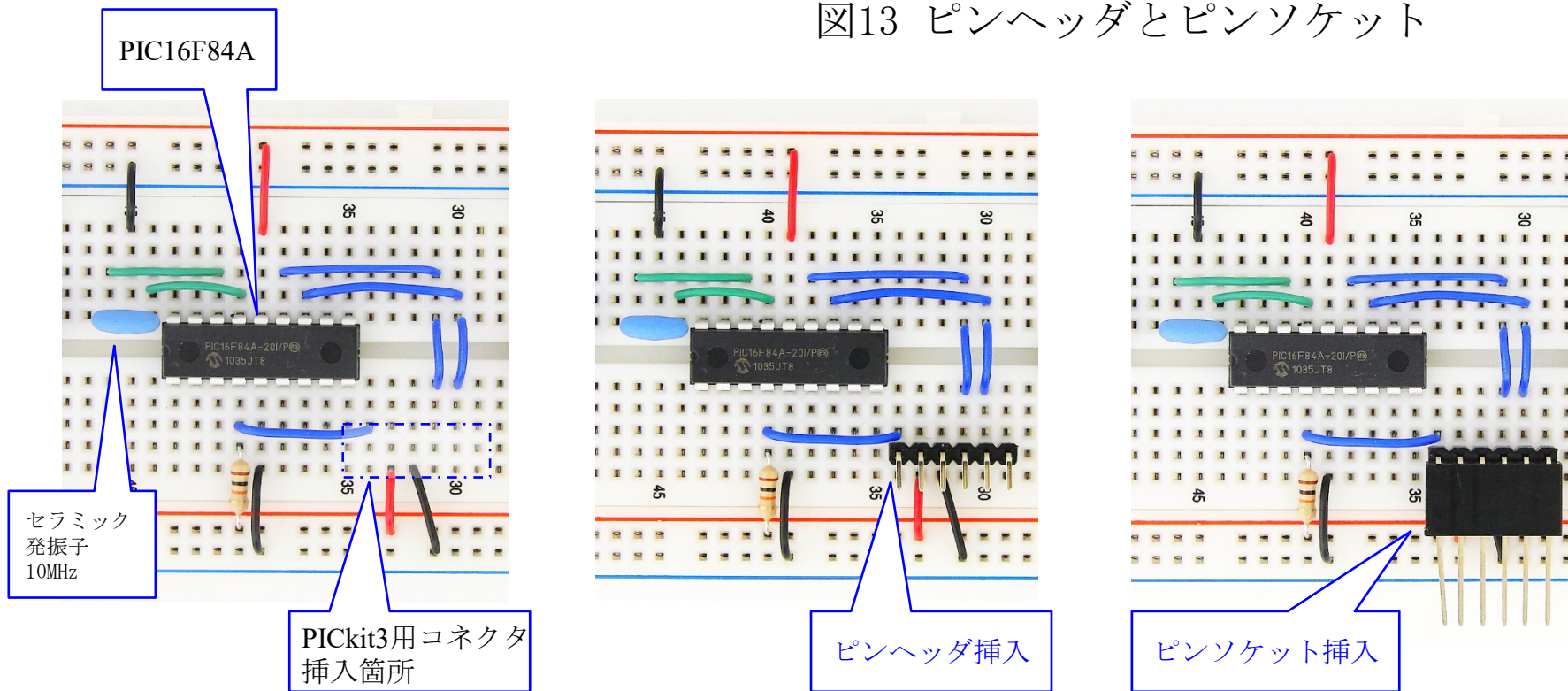


図14 PICkit 3用コネクタの接続の様子



図15 PICkit 3の接続

## 0.5 完成写真

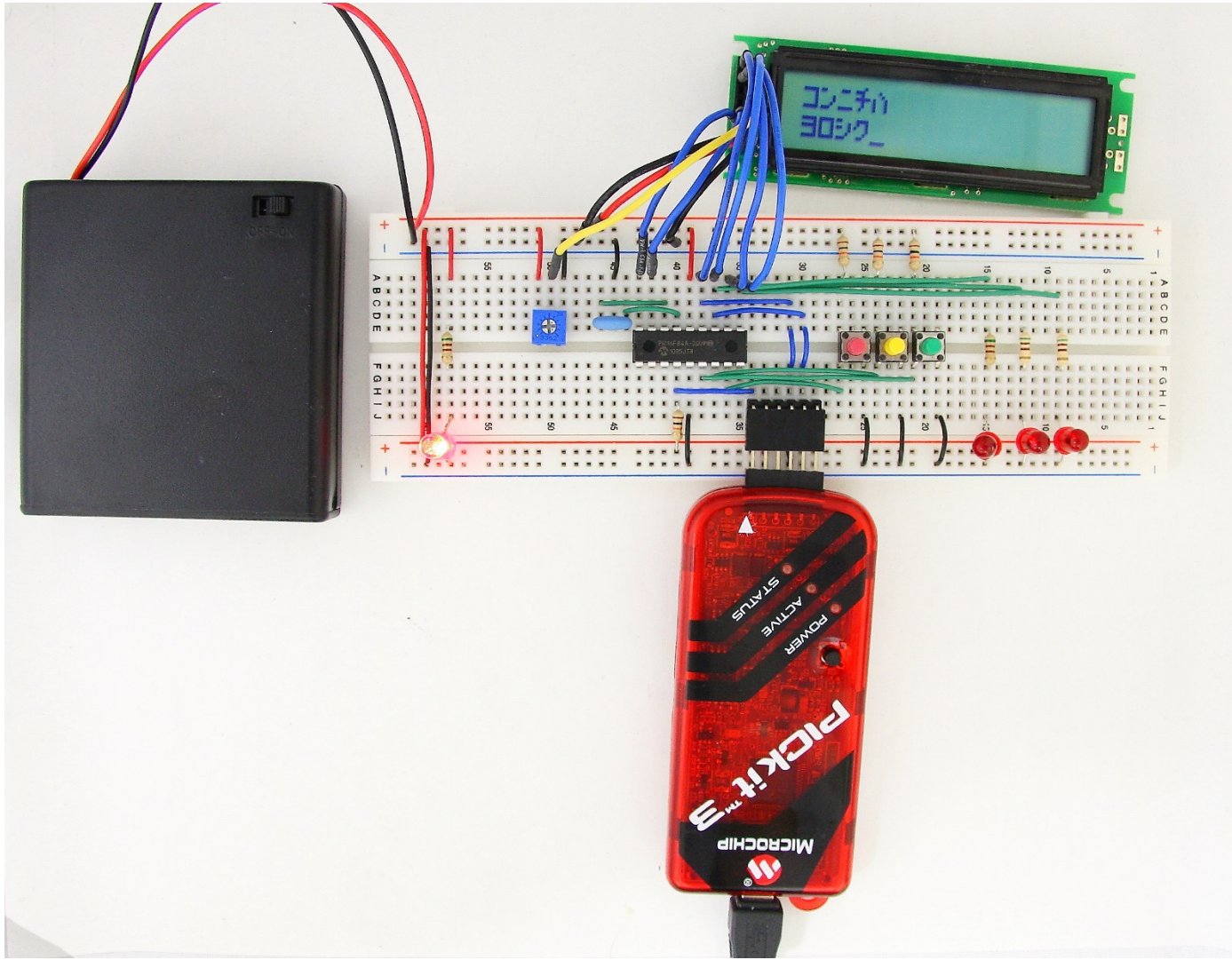
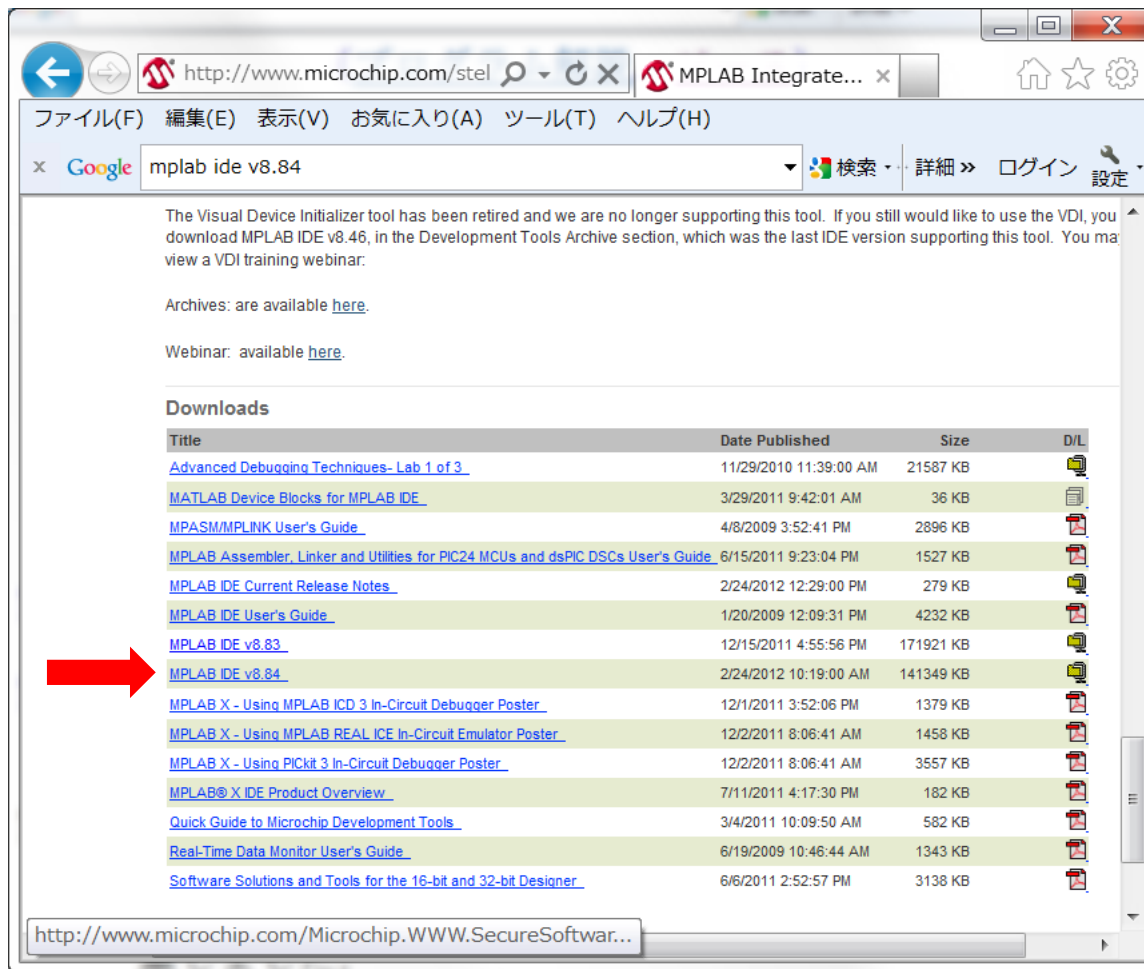


図16 完成写真



## 0.6 MPLAB IDE v8.84

GoogleなどでMPLAB IDE v8.84と入力して検索することで、直接当該ページを開くことができる。



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying <http://www.microchip.com/stel>. The search bar contains the text "mplab ide v8.84". Below the search bar, there is a message about the Visual Device Initializer tool being retired. A table titled "Downloads" lists various resources, with a red arrow pointing to the "MPLAB IDE v8.84" entry.

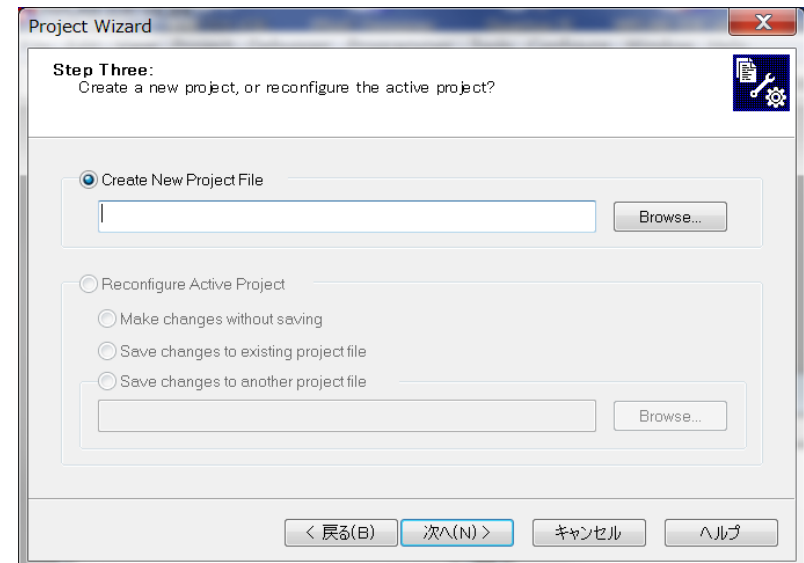
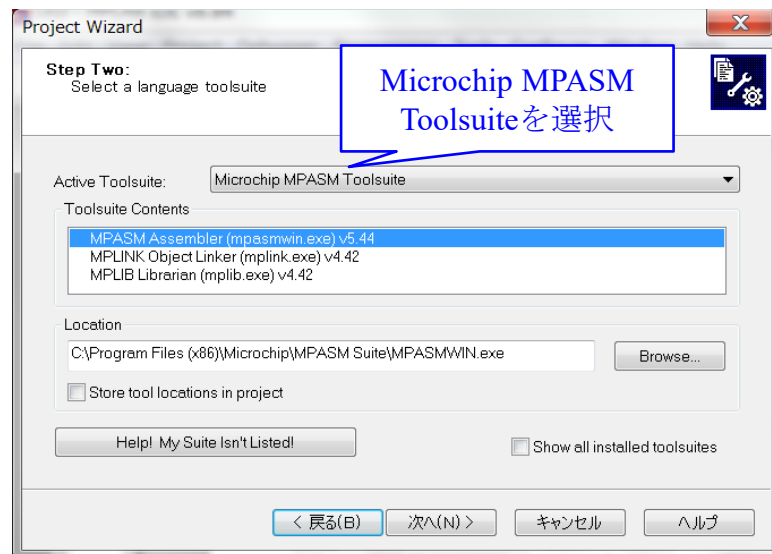
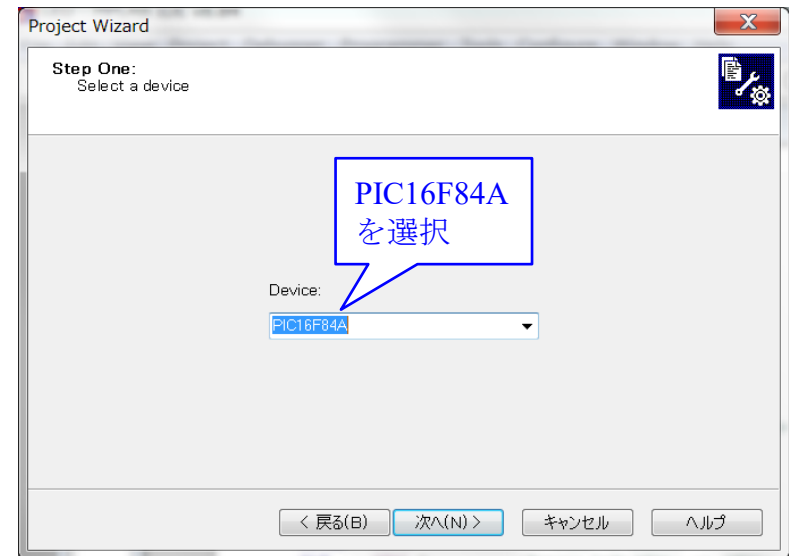
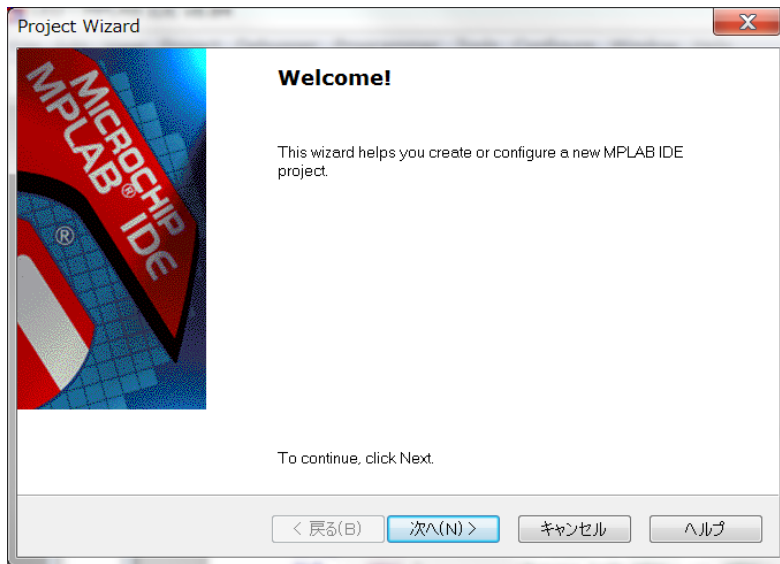
Title	Date Published	Size	D/L
<a href="#">Advanced Debugging Techniques- Lab 1 of 3</a>	11/29/2010 11:39:00 AM	21587 KB	
<a href="#">MATLAB Device Blocks for MPLAB IDE</a>	3/29/2011 9:42:01 AM	36 KB	
<a href="#">MPASM/MPLINK User's Guide</a>	4/8/2009 3:52:41 PM	2896 KB	
<a href="#">MPLAB Assembler, Linker and Utilities for PIC24 MCUs and dsPIC DSCs User's Guide</a>	6/15/2011 9:23:04 PM	1527 KB	
<a href="#">MPLAB IDE Current Release Notes</a>	2/24/2012 12:29:00 PM	279 KB	
<a href="#">MPLAB IDE User's Guide</a>	1/20/2009 12:09:31 PM	4232 KB	
<a href="#">MPLAB IDE v8.83</a>	12/15/2011 4:55:56 PM	171921 KB	
<a href="#">MPLAB IDE v8.84</a>	2/24/2012 10:19:00 AM	141349 KB	
<a href="#">MPLAB X - Using MPLAB ICD 3 In-Circuit Debugger Poster</a>	12/1/2011 3:52:06 PM	1379 KB	
<a href="#">MPLAB X - Using MPLAB REAL ICE In-Circuit Emulator Poster</a>	12/2/2011 8:06:41 AM	1458 KB	
<a href="#">MPLAB X - Using PICkit 3 In-Circuit Debugger Poster</a>	12/2/2011 8:06:41 AM	3557 KB	
<a href="#">MPLAB® X IDE Product Overview</a>	7/11/2011 4:17:30 PM	182 KB	
<a href="#">Quick Guide to Microchip Development Tools</a>	3/4/2011 10:09:50 AM	582 KB	
<a href="#">Real-Time Data Monitor User's Guide</a>	6/19/2009 10:46:44 AM	1343 KB	
<a href="#">Software Solutions and Tools for the 16-bit and 32-bit Designer</a>	6/6/2011 2:52:57 PM	3138 KB	

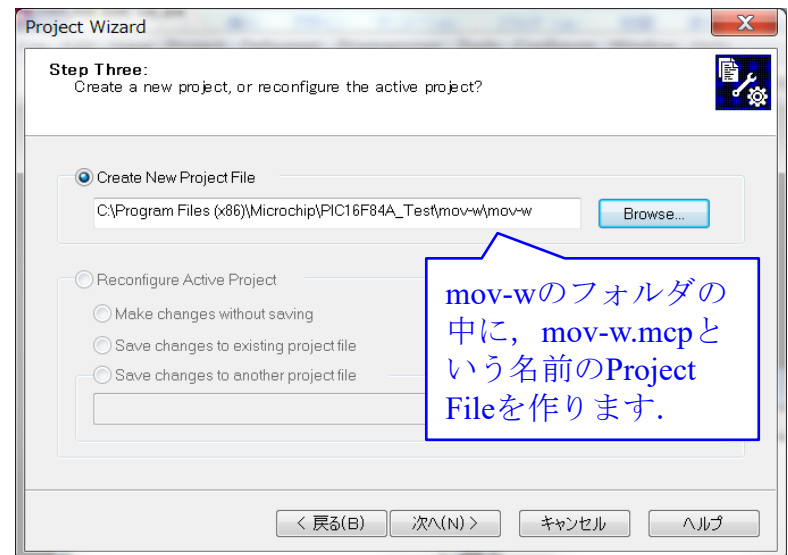
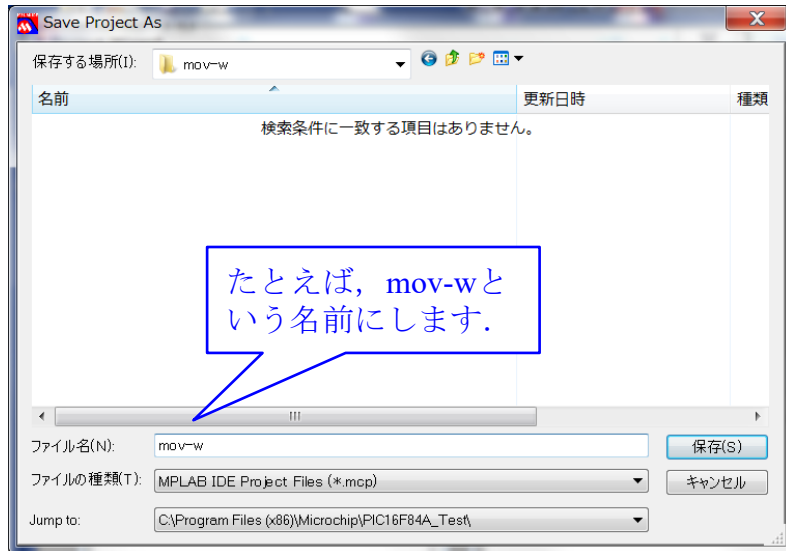
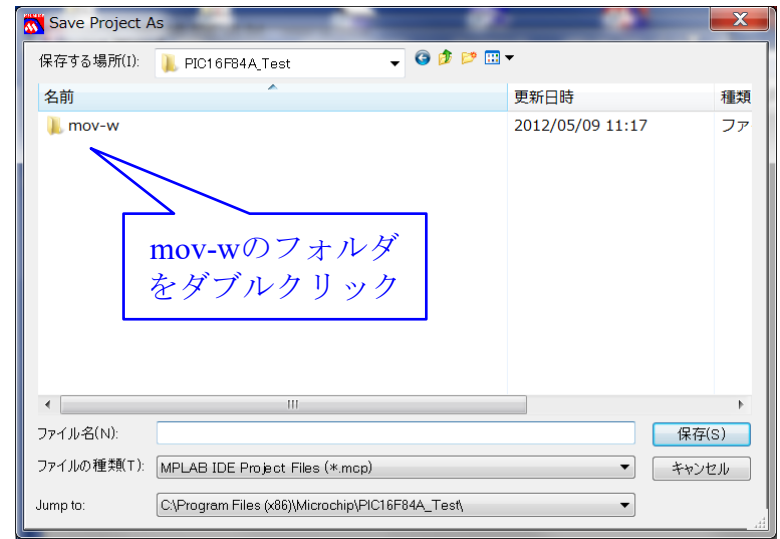
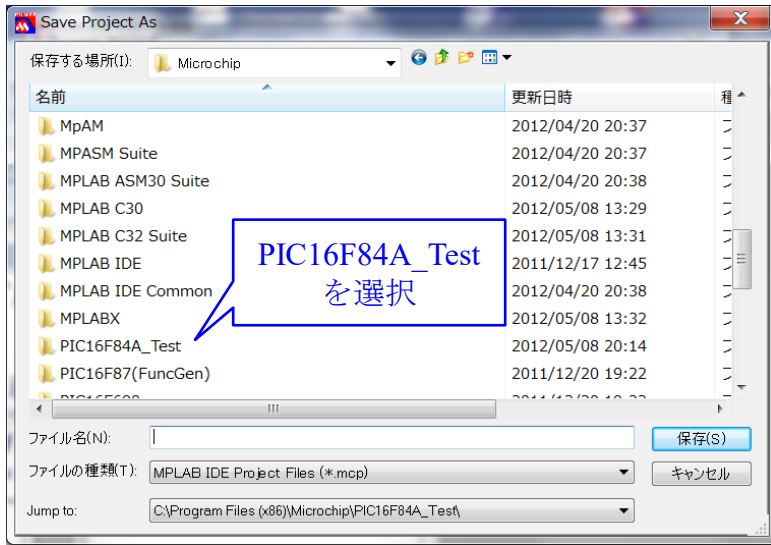
## 0.6.1 プロジェクトファイルの作り方

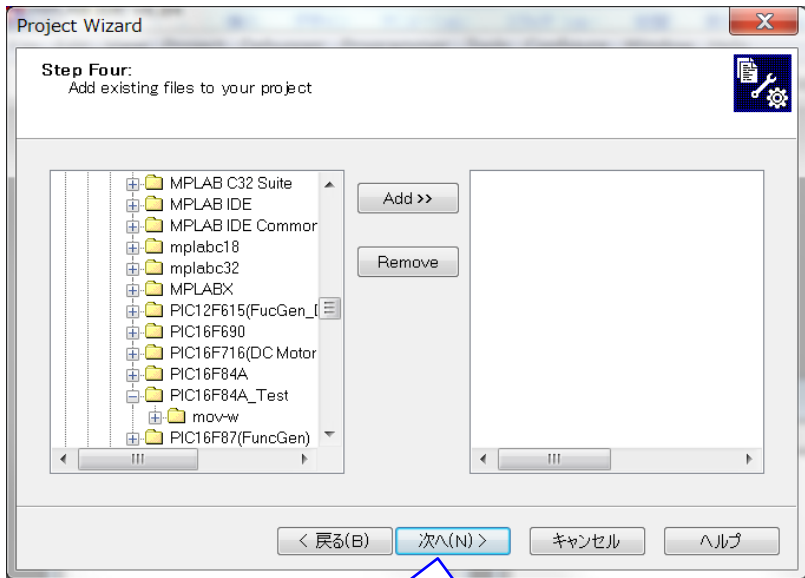
MPLAB IDE v8.84をインストールすると「C:Program Files (x86)」もしくは「C: Program Files」のフォルダ内に「Microchip」のフォルダが作られます。

このフォルダ内に例えば「PIC16F84A\_Test」というフォルダを作り、さらにその中に例えば「mov-w」というフォルダを作ってください。

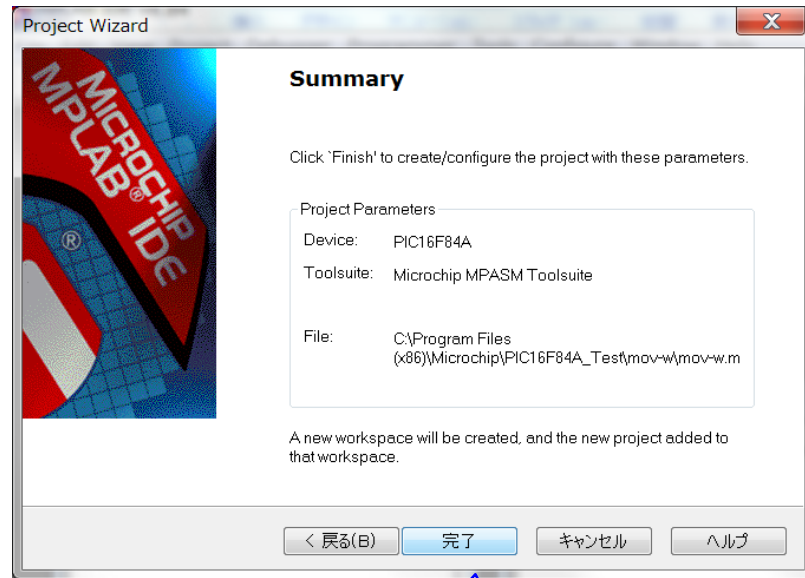
# MPLAB IDE v8.84をダブルクリック → Project → Project Wizard →







何もしないで次へ

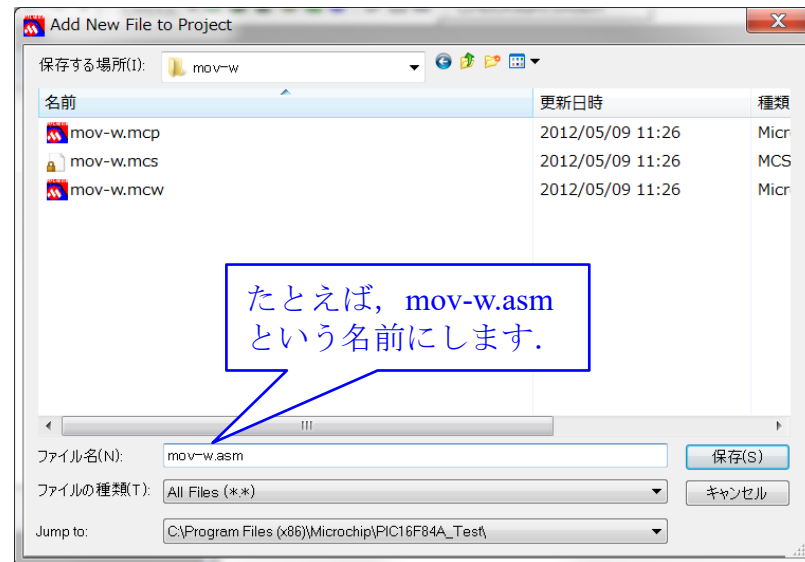


完了

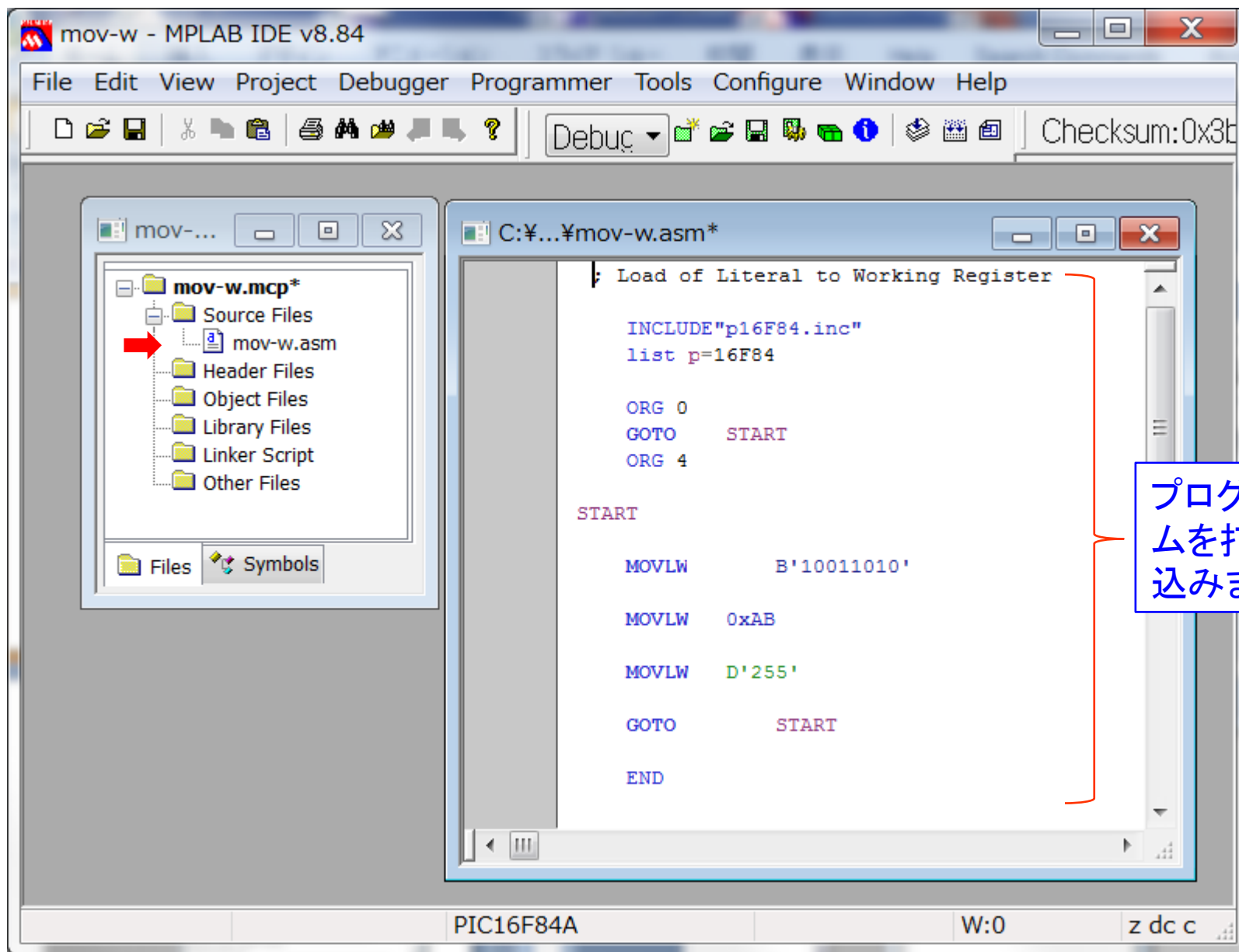
## 0.6.2 ソースファイルの作り方

(ソースファイルの詳細は[第2章](#)を参照してください。)

File → Add New File to Project →  
mov-wのフォルダをダブルクリック



Source Filesのフォルダの下にmov-w.asmのアイコンが現れ、同時にmov-w.asmの入力画面が開かれます。



## 0.6.3 ビルドの仕方

Debugger → Select Tool → MPLAB SIM → Project → Make

この画面が現れるのでAbsoluteを選択

```
; Load of Literal to Working Register  
  
INCLUDE"p16F84.inc"  
list p=16F84  
  
ORG 0  
GOTO START  
ORG 4  
  
START  
MOV  
MOV  
MOV  
GOTO  
END
```

Build | Version Control | Find in Files | MPLAB SIM

Loaded C:\Program Files (x86)\Microchip\PIC16F84A\_Test\mov-w\mov-w.cof.  
-----  
Debug build of project `C:\Program Files (x86)\Microchip\PIC16F84A\_Test\mov-w\  
Language tool versions: MPASMWIN.exe v5.44, mplink.exe v4.42, mplib.exe v4.42  
Preprocessor symbol `\_\_DEBUG` is defined.  
Wed May 09 11:32:07 2012  
-----  
BUILD SUCCEEDED

ビルド成功

MPLAB SIM | PIC16F84A | pc:0 | W:0 | z dc c | 20 MHz | bank 0



## 0.6.4 シミュレーションの仕方

View → Special Function Registers →

The screenshot shows the MPLAB IDE interface. The main window displays assembly code for a PIC16F84A. The 'Special Function Registers' window is open, showing a list of registers. A callout box points to the WREG register.

Address	SFR Name	Hex
00	WREG	0x00
01	INDF	--
02	TMR0	0x00
03	PCL	0x00
04	STATUS	0x18
05	FSR	0x00
06	PORTA	0x00
07	PORTB	0x00
08	EEDATA	0x00
09	EEADR	0x00
0A	PCLATH	0x00
0B	INTCON	0x00
81	OPTION_REG	0xFF
85	TRISA	0x1F
86	TRISB	0xFF
88	EECON1	0x00
89	EECON2	0x00

カーソルをここに持ってきて右クリック

mov-w - MPLAB IDE v8.84

File Edit View Project Debugger Programmer Tools Configure Window Help

Debug Checksum: 0xde50

mov-w.mcp

- Source Files
  - mov-w.asm
- Header Files
- Object Files
- Library Files
- Linker Script
- Other Files

C:\¥...¥mov-w.asm

```

; Load of Literal to Working Register
INCLUDE "p16F84.inc"
list p=16F84

ORG 0
GOTO START

ORG 4

START
MOV
MOV
MOV
GOTO
END
  
```

Output

Build Version Control Find in Files

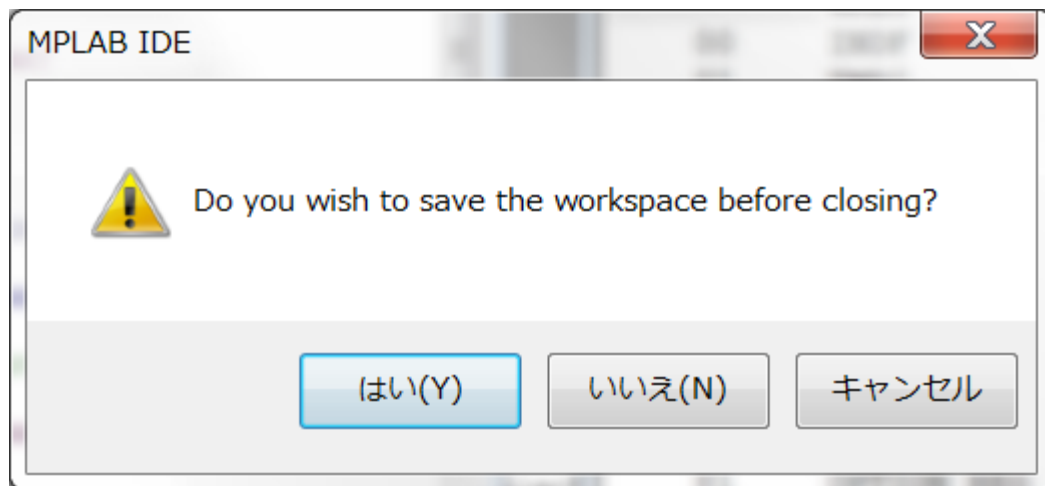
Loaded C:\¥Program Files (x86)\MPLAB\bin\mplab.exe  
 -----  
 Debug build of project  
 Language tool versions  
 Preprocessor symbol  
 Wed May 09 11:32:07 2012  
 -----  
 BUILD SUCCEEDED

Address	SFR Name	Hex	Decimal	Binary
00	WREG	0x00	0	00000000
01	INDF	--	-	-
02	TMR0	0x00	0	00000000
03	PCL	0x00	0	00000000
04	STATUS	0x18	24	00011000
05	FSR	0x00	0	00000000
06	PORTA	0x00	0	00000000
07	PORTB	0x00	0	00000000
08	EEADR	0x00	0	00000000
09	EEADRL	0x00	0	00000000
0A	PCLATH	0x00	0	00000000
0B	INTCON	0x00	0	00000000
81	OPTION_REG	0xFF	255	11111111
85	TRISA	0x1F	31	00011111
86	TRISB	0xFF	255	11111111
88	EECON1	0x00	0	00000000
89	EECON2	0x00	0	00000000

MPLAB SIM PIC16F84A pc:0 W:0 z dc c 20 MHz bank 0

ファンクションキーのF7を押して、プログラムを一行ずつ実行 → WREG (Wレジスタ)の中の数字がどう書き換えられていくかを確認してください。

最後にWindow画面を閉じるますが、そのとき以下の間に「はい」と答えます。



以降はmov-wのフォルダ内のmov-w.mcpのアイコンをダブルクリックするだけで前スライドの画面が立ち上がります。

0.6.5 SW1, SW2, SW3入力のシミュレーションの仕方  
 (ソースファイルの詳細は[第6章](#)を参照してください。)

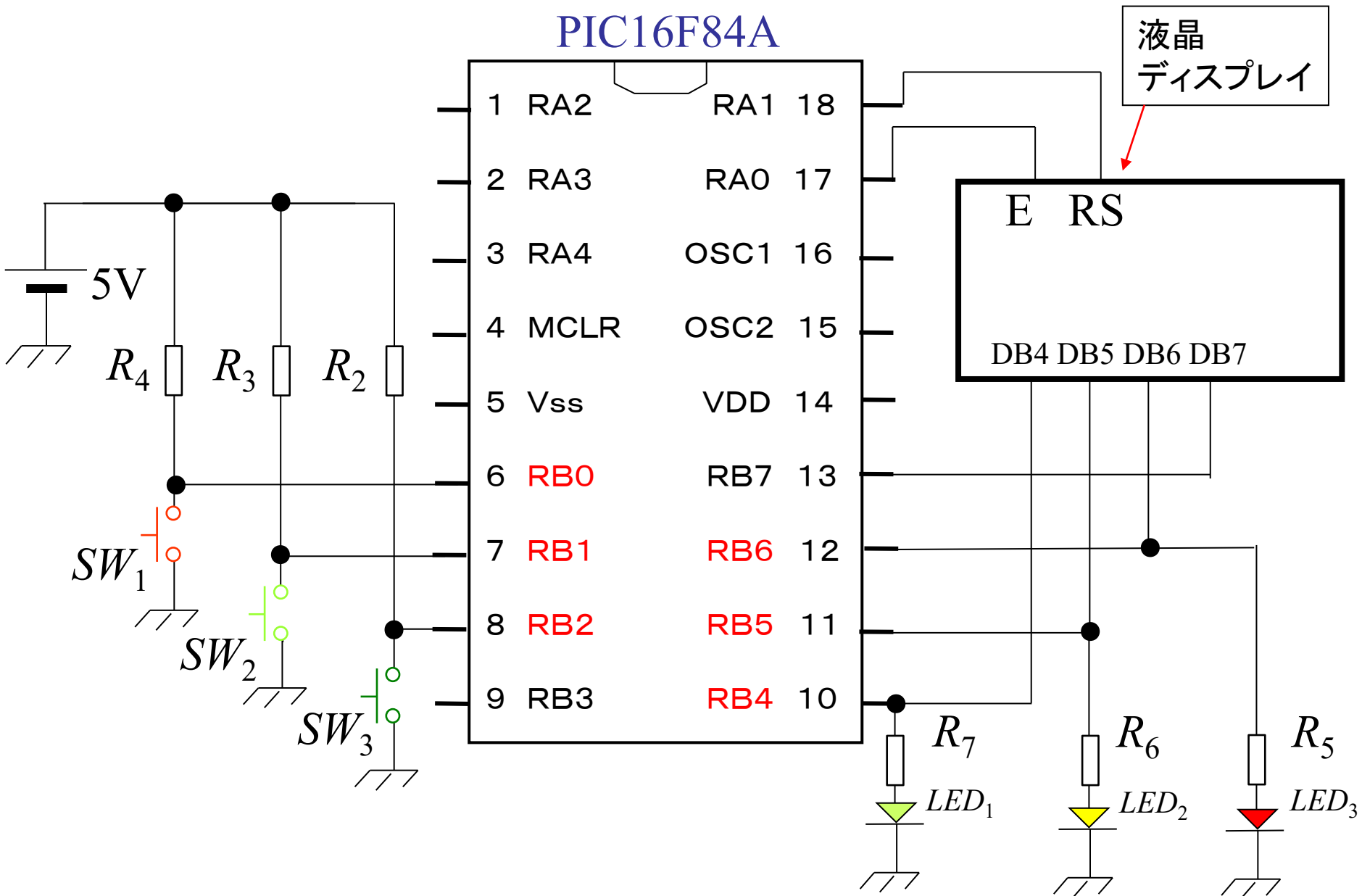


図17 マイコンの周辺回路

SW<sub>1</sub>, SW<sub>2</sub>, SW<sub>3</sub> の入力をシミュレートするにはDebugger → Stimulus → New Workbook としてPin/SFRの列のセルを左クリックしてプルダウンメニューよりRB0, RB1, RB2を選びます. それぞれのActionを例えばSet High, Set Low, Set Highと設定し, それぞれの行の先頭のFireボタンを押します. F7ボタンを押しながらステップ実行をするとMOVF PORTB, 0の命令を実行した段階で, Wレジスタに'00000101'が入力されます. プログラムの詳細は第6章を参照してください.

The screenshot displays the MPLAB IDE v8.84 interface for the LED\_cont project. The main window shows the assembly code for LED\_cont.asm. A red arrow points to the instruction `MOVF PORTB, 0` in the `STEP1` block. To the right, the **Special Function Registers** window is open, showing a table of registers with their addresses, names, hex, decimal, and binary values. A red arrow points to the `WREG` register, which has a binary value of `00000101`. Below that, the **File Registers** window shows registers `PCLATH`, `INTCON`, and `MEM1`. At the bottom, the **Stimulus** window is open, showing a table of actions for pins/SFRs. A red arrow points to the `RB2` row, where the `Action` is set to `Set High`.

Address	SFR Name	Hex	Decimal	Binary
00	WREG	0x05	5	00000101
01	INDF	--	--	--
02	TMR0	0x00	0	00000000
03	PCL	0x09	9	00001001
04	STATUS	0x18	24	00011000
05	FSR	0x00	0	00000000
06	PORTA	0x00	0	00000000
07	PORTB	0x05	5	00000101
08	EEDATA	0x00	0	00000000
09	EEADR	0x00	0	00000000
0A	PCLATH	0x00	0	00000000
0B	INTCON	0x00	0	00000000
0C	OPTION_REG	0xFF	255	11111111
0D	TRISA	0x1F	31	00011111
0E	TRISB	0x07	7	00000111
0F	ECON1	0x00	0	00000000

Address	Hex	Decimal	Binary	Symbol Name
0A	0x00	0	00000000	PCLATH
0B	0x00	0	00000000	INTCON
0C	0x00	0	00000000	MEM1
0D	0x00	0	00000000	

Fire	Pin / SFR	Action	Width	Units	Comments / Message
>	RB0	Set High			
>	RB1	Set Low			
>	RB2	Set High			

## 0.6.6 マイコンへのプログラムの書き込み方と実行の仕方

ブレッドボード上のピンソケットにPICkit3を差し込み、ブレッドボードの電源を入れてください。USBケーブルでパソコンとPICkit3を接続して、**Programmer → Select Programmer → PICkit3** により以下のメッセージが出れば、マイコンとPICkit3は正しく接続されています。

The screenshot displays the MPLAB IDE v8.84 interface. The main window shows an assembly file named 'LED\_cont.asm' with the following code:

```
; LED control program

INCLUDE "p16F84A.inc"
list p=16F84A

__CONFIG _HS_OSC & _WDI_OFF & _PWRTE_OFF & _CP...

MEM1 EQU 0x0C

ORG 0
GOTO START
ORG 4

START

;Port B Setting
BSF STATUS,RPO ;Selection of Bank 1
MOVLW B'00000111'
MOVWF TRISB ;RB0-2 -> Input Port, RB3-...
BCF STATUS,RPO ;Selection of Bank 0

STEP1
MOVF PORTB,0 ;(RB)->(W)
ANDLW B'00000111' ;(W) and 00000111 -> (W)
MOVWF MEM1 ;(W) -> (MEM1)
RLF MEM1,1 ;Rotate Left (MEM1) -> (MEM1)
RLF MEM1,1 ;Rotate Left (MEM1) -> (MEM1)
RLF MEM1,1 ;Rotate Left (MEM1) -> (MEM1)
RLF MEM1,1 ;Rotate Left (MEM1) -> (MEM1)
MOVF MEM1,0 ;(MEM1) -> (W)
MOVWF PORTB ;Output to Port B
GOTO STEP1 ;Repetition of Processing


END
```

The Output window shows the following messages:

```
Build Version Control Find in Files PICKit 3
PICKit 3 detected
Connecting to PICKit 3...
Firmware Suite Version..... 01 27.04
Firmware type.....Midrange
PICKit 3 Connected.
Target Detected
Device ID Revision = 00000000
```

A blue callout box with a red bracket points to the output messages, containing the text: **これらのメッセージが出ればOK** (If these messages appear, it's OK).

The status bar at the bottom indicates: PICKit 3, PIC16F84A, W:0, z dc c, bank 0, Ln 9, Col 1.

Project → Make → Programmer → Program → (ツールバーの右端近くにある)  をクリックするとボード上のマイコンを実行できます。もしくはピンソケットからPICkit 3を引き抜くことでもマイコンを実行できます。以下のような動作を確認してください。プログラムの詳細は[第6章](#)を参照してください。

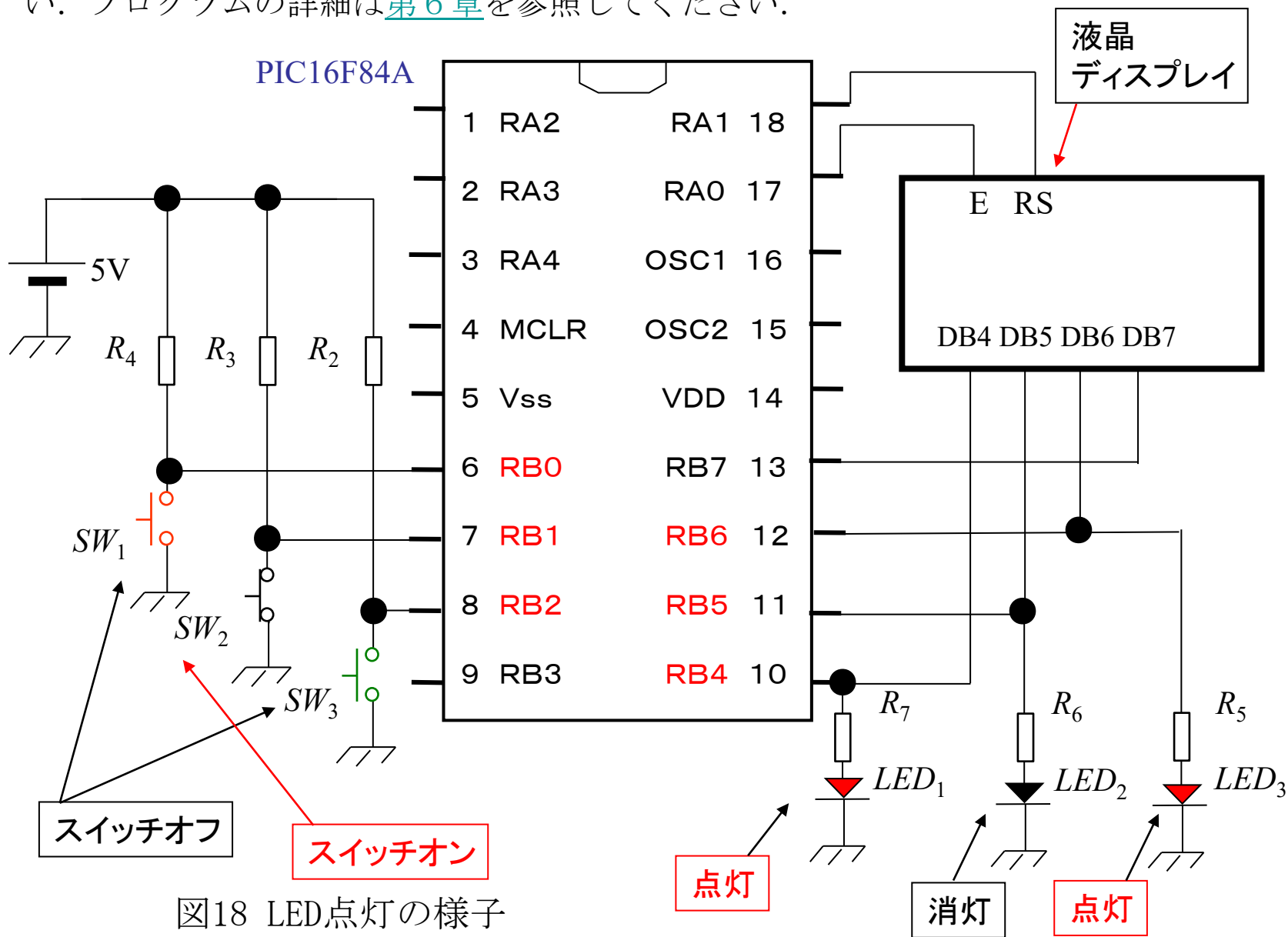


図18 LED点灯の様子

## 0.7 ステッピングモータの実験回路図 (第8章用)

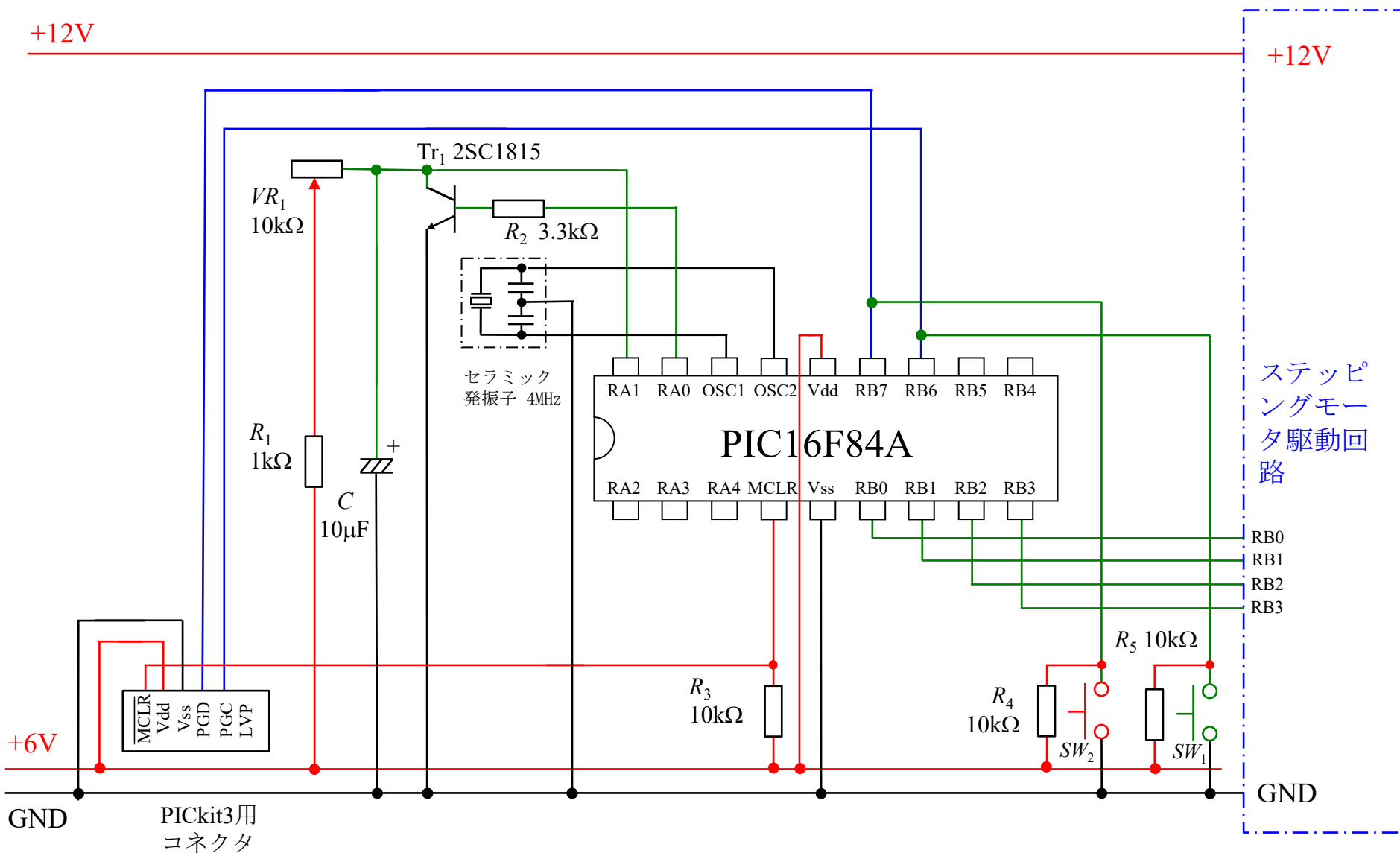


図19 第8章の実験回路 (マイコン回路)



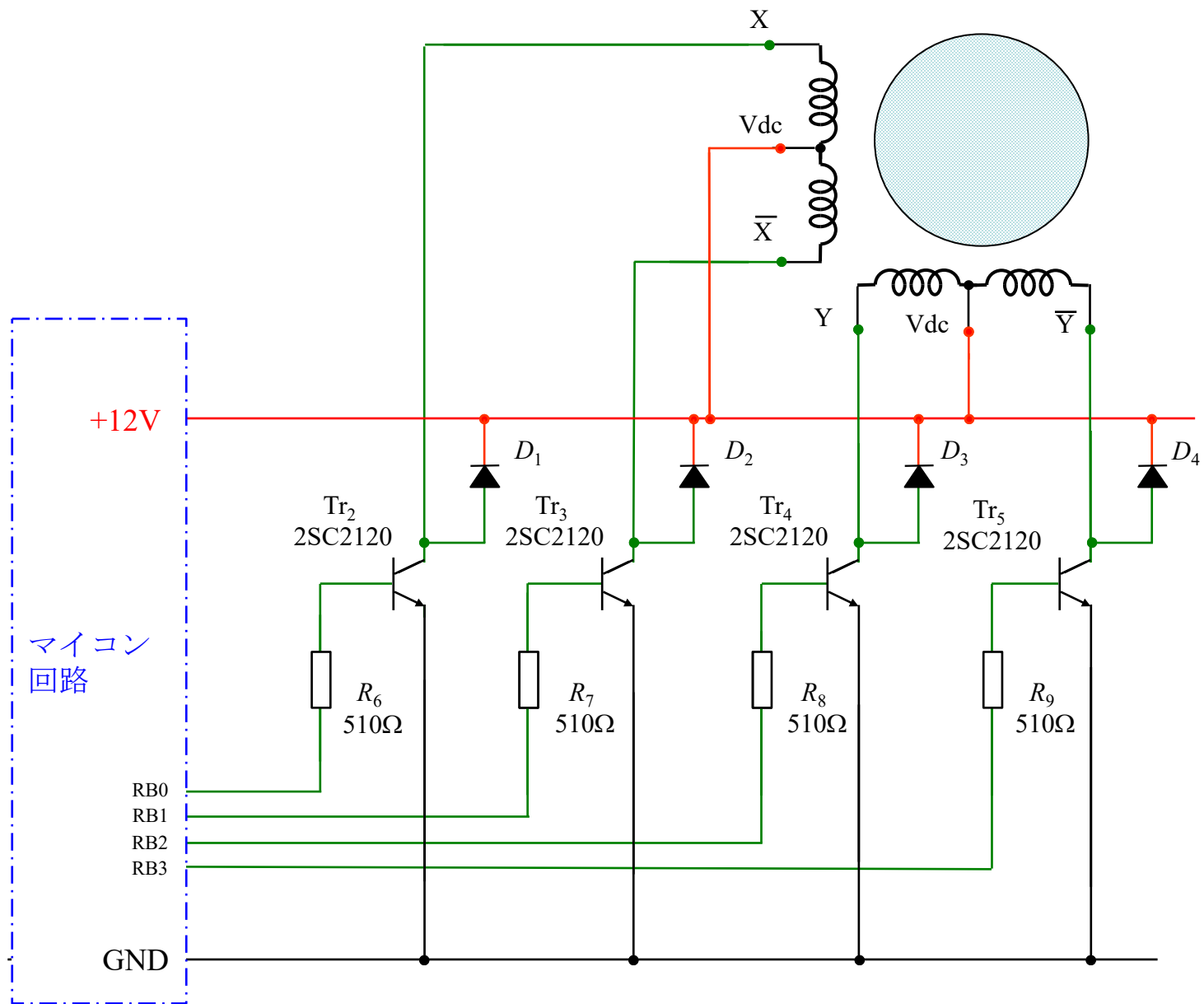


図20 第8章の実験回路 (ステッピングモータ駆動回路)

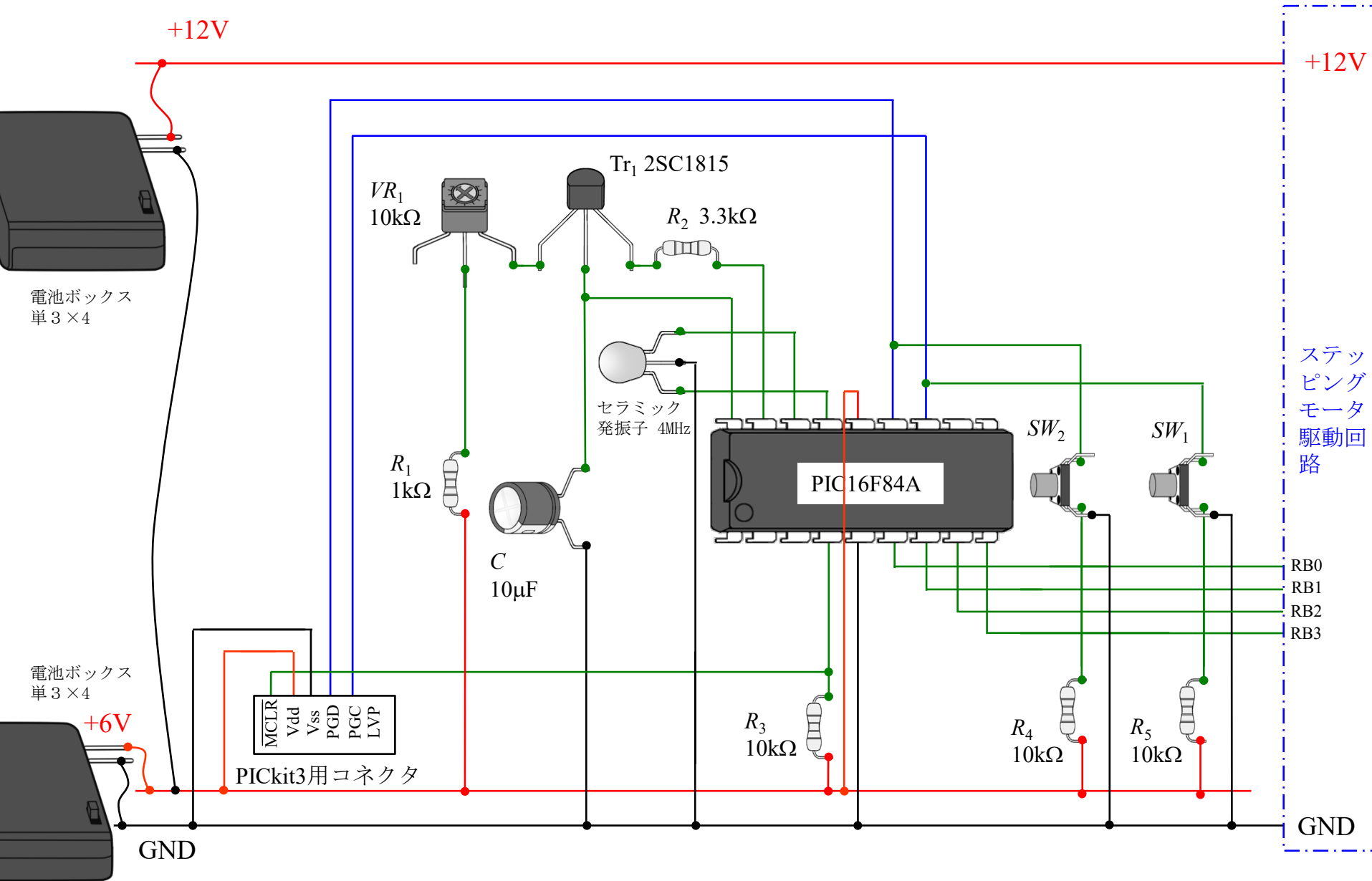


図21 第8章の実験回路の立体配線図 (マイコン回路)

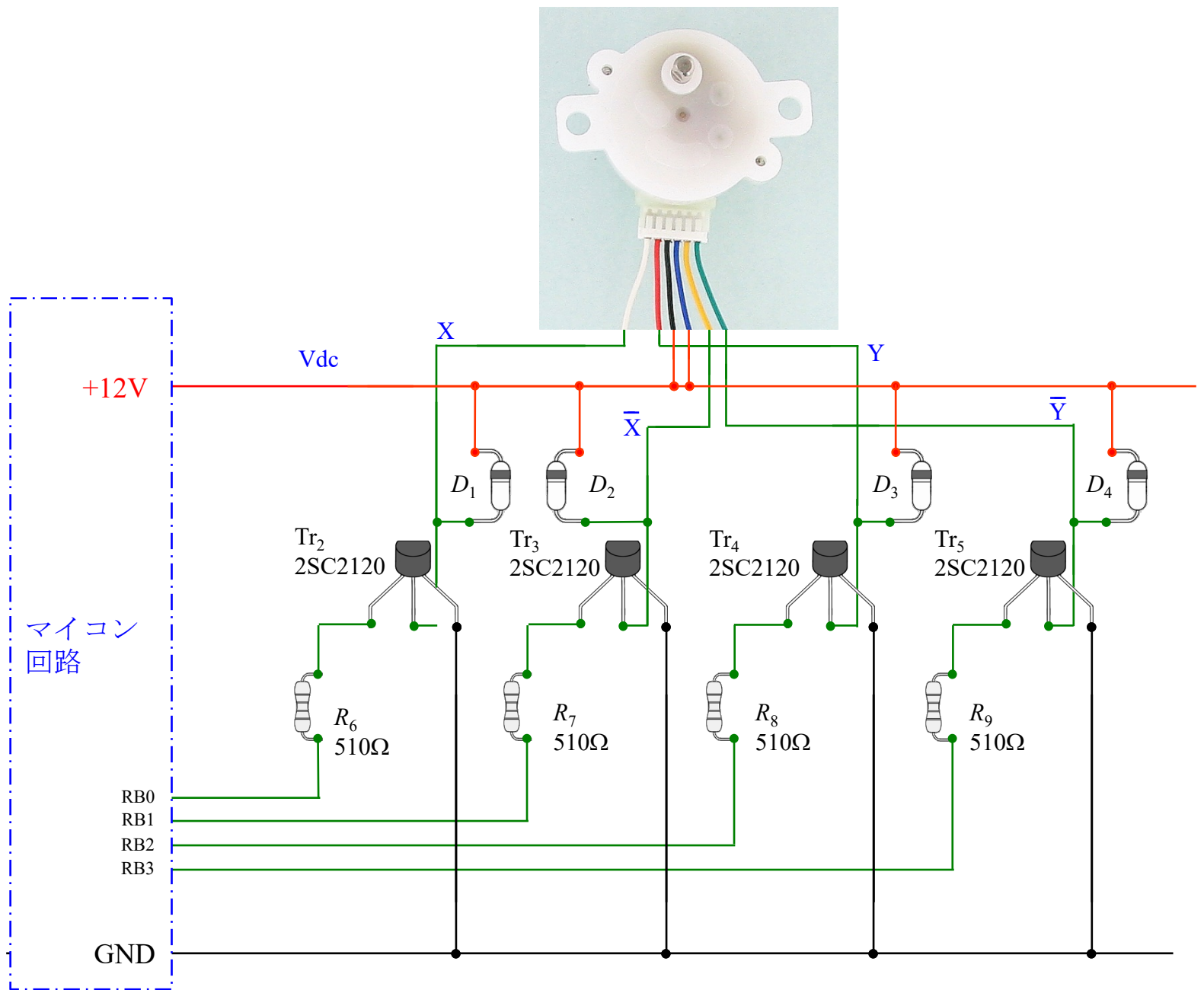
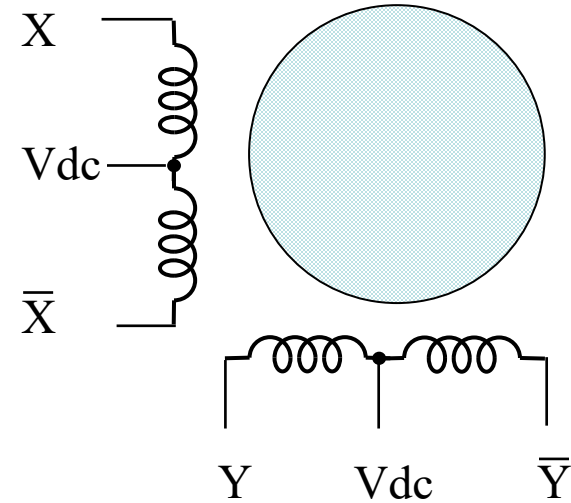
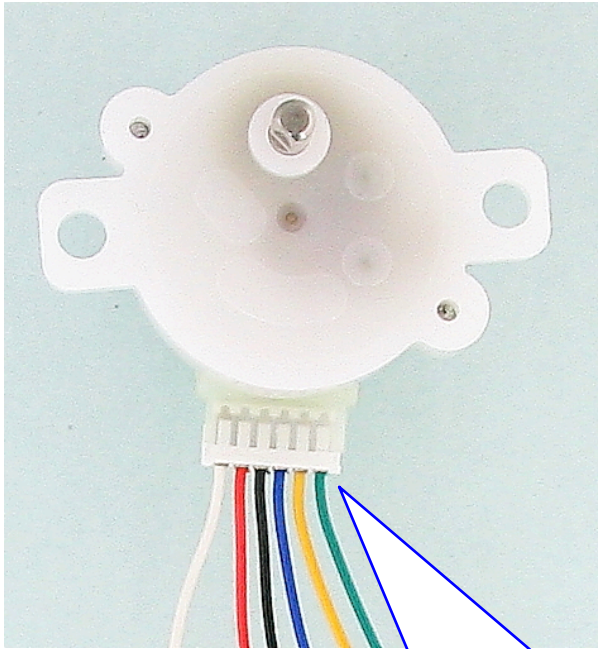


図22 第8章の実験回路の立体配線図 (ステッピングモータ駆動回路)

表 2

部品表			総計	6,460	
品名	型式	個数	単価	値段	入手先の例
ステッピングモータ	SPG20-1362	1	250	250	秋月電子通商
トランジスタ	2SC2120-Y 35V800mA 20個入り	1	200	200	〃
〃	2SC1815-GR 60V150mA 20個入り	1	100	100	〃
ダイオード	整流用ショットキーダイオード 30V1A 1S3	4	30	120	〃
抵抗	510Ω, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
〃	1kΩ, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
	3.3kΩ, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
〃	10kΩ, 1/4W 100個入り	1	100	100	〃
半固定ボリューム	10kΩ,	1	50	50	〃
コンデンサ	10μF 16V	1	10	10	〃
ピンヘッダ	L型オス, 1×6 (6P)	1	20	20	〃
ピンソケット	1×6 (6P)	1	30	30	〃
セラミック発振子	4MHz コンデンサ内蔵タイプ	1	20	20	〃
タクトスイッチ	赤	1	10	10	〃
〃	緑	1	10	10	〃
ブレッドボード	EIC-102J (ジャンパーワイヤー付き)	1	600	600	〃
電池ボックス	単3×4本 フタ付きプラスチック・スイッチ付き	2	150	300	〃
耐熱電子ワイヤー	協和ハーモネット KQE0.5mm L-2×6色	1	410	410	せんごくネット通販
			総計	2,530	



X	Y	Vdc	Vdc	$\bar{X}$	$\bar{Y}$
---	---	-----	-----	-----------	-----------

端子の配置の様子です。

図23 ステッピングモータ SPG20-1362

ステッピングモータのリード線をブレッドボードに挿入しやすくするために、リード線の先にスズメッキ線をハンダ付けしておくと便利です。本資料の唯二のハンダ付けです。

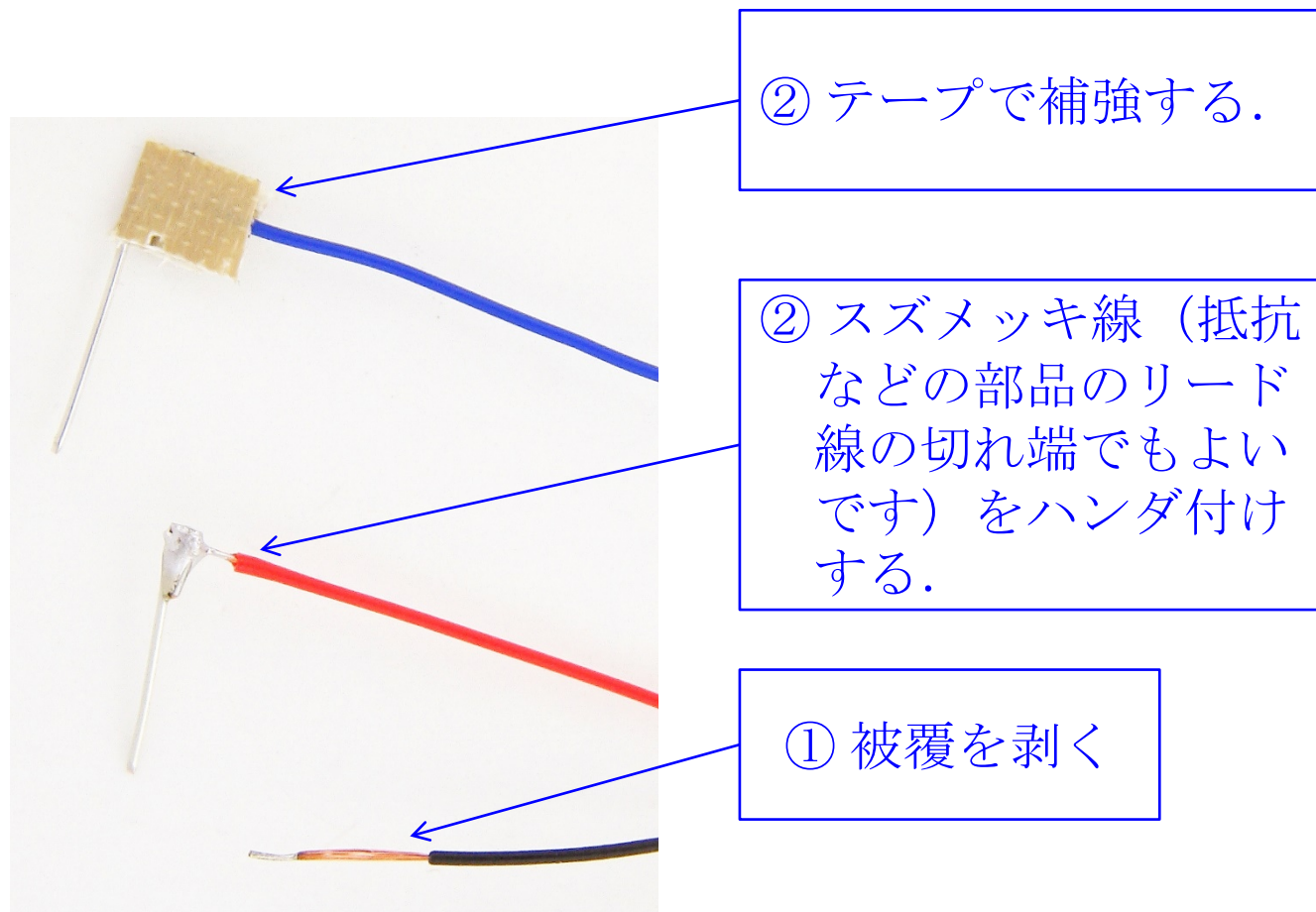
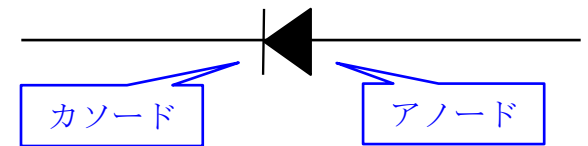
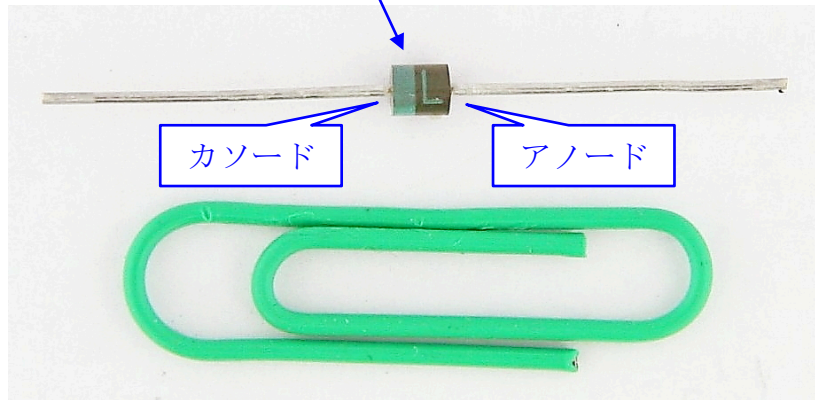


図24 ステッピングモータのリード線の加工

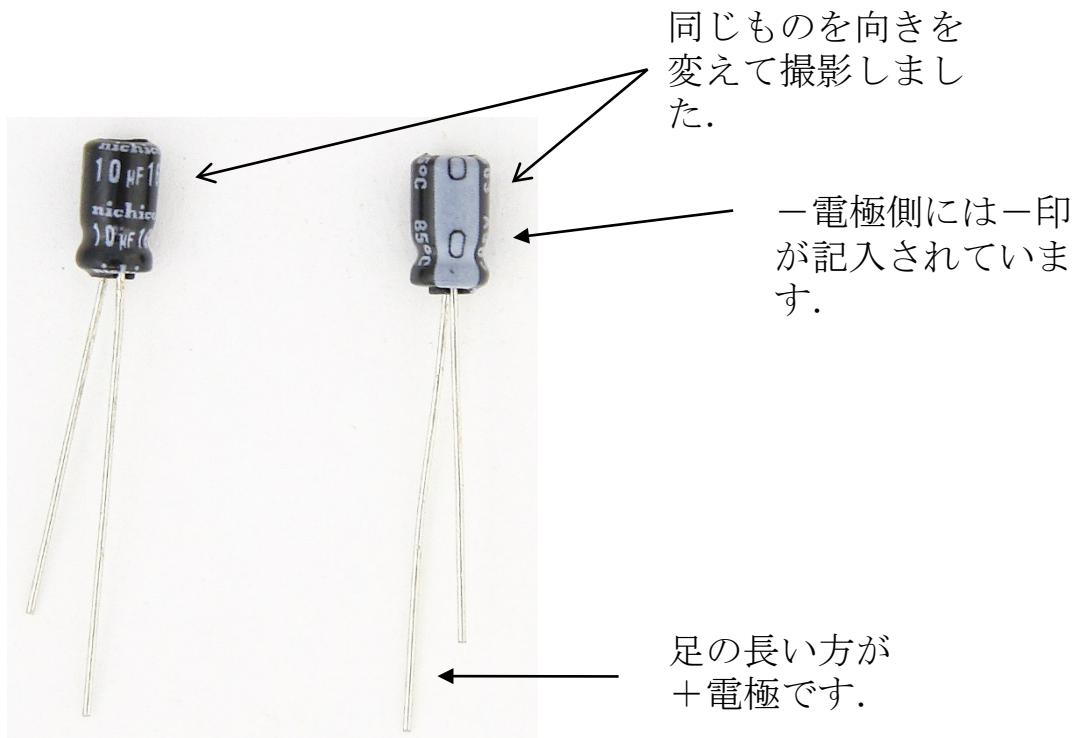
帯がダイオードの向きが目印です.



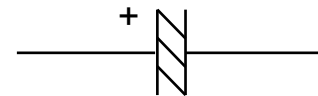
ダイオードの記号

ショットキーダイオード(30V, 1A)

図25 整流用ショットキーダイオード



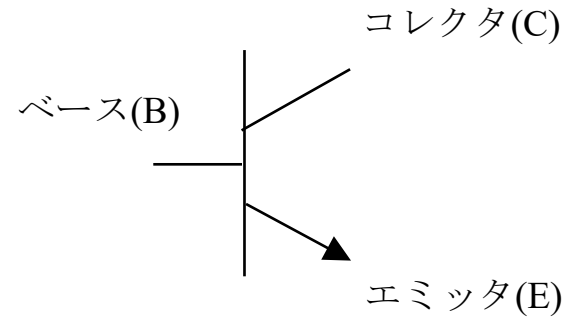
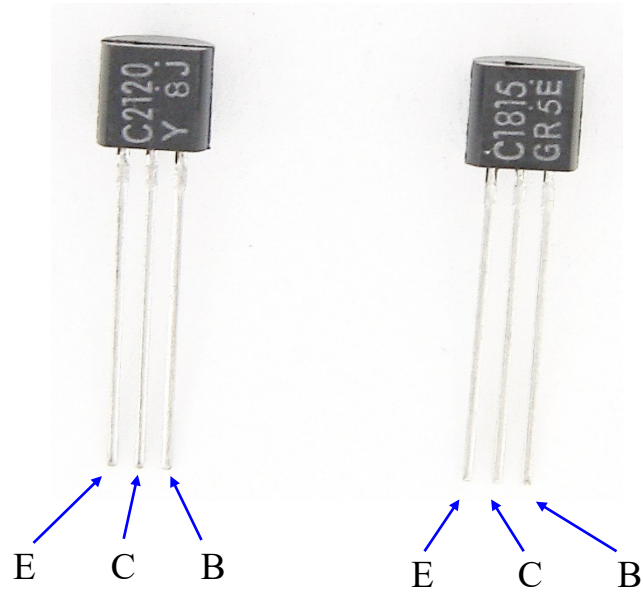
電解コンデンサ(10 $\mu$ F 16V)



電解コンデンサの記号

図26 電解コンデンサ





トランジスタ  
(左 : 2SC2120(NPN型)  
右 : 2SC1815(NPN型))

NPN型トランジスタ(2SC2120, 2SC1815)

図27 トランジスタ

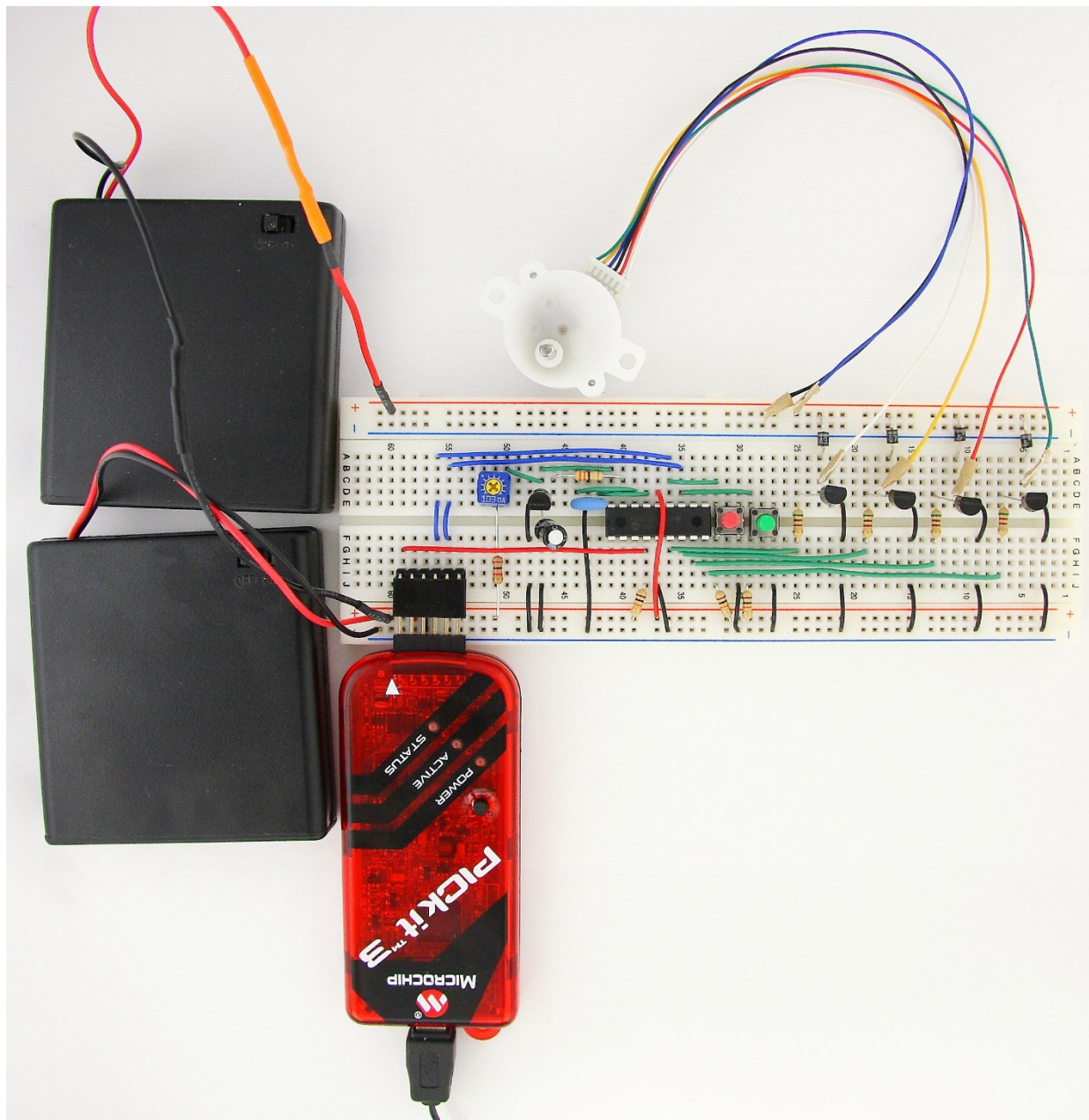


図28 完成写真 (マイコン回路+ステッピングモータ駆動回路)

2012年5月

著者:古橋 武

名古屋大学工学研究科情報・通信工学専攻

furuhashi at nuce.Nagoya-u.ac.jp