

# 微介實驗十

## LCD顯示器

日期：2024/12/10

報告者：陳韋翰

# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 學習重點

- 了解文字型 LCD 的功能以及控制方法

# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 實驗內容

- 於LCD顯示器上顯示文字

# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 材料清單

器材名稱		數量
AT89S51		1
12MHz 石英震盪器		1
LCD		1
按壓開關		2
電阻	10k $\Omega$	1
電容	20pF	2
	10 $\mu$ F	1



# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 元件原理

- LCD

- 可分為文字型及繪圖型
- 本實驗所使用的是文字型 LCD，已有內建文字圖形
- LCD螢幕16字x2行

# 元件原理

- LCD 內部記憶體
  - CG (Character Generator) ROM
  - CG (Character Generator) RAM
  - DD (Data Display) RAM

# 元件原理

## • CG(Character Generator)ROM

- 內建字型ROM
- 儲存著192 個5×7 矩陣的字型

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111	
xxxx0000	CG RAM (1)			0	@	P	`	P				-	9	≡	α	p	
xxxx0001	(2)			!	1	A	Q	a	q			。	ア	チ	ム	ä	q
xxxx0010	(3)			"	2	B	R	b	r			「	イ	ツ	×	ß	θ
xxxx0011	(4)			#	3	C	S	c	s			」	ウ	テ	モ	ε	ω
xxxx0100	(5)			\$	4	D	T	d	t			、	エ	ト	ホ	μ	Ω
xxxx0101	(6)			%	5	E	U	e	u			・	オ	ナ	ユ	♠	Ü
xxxx0110	(7)			&	6	F	V	f	v			ヲ	カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
xxxx0111	(8)			'	7	G	W	g	w			ア	キ	ヌ	ラ	g	π
xxxx1000	(1)			<	8	H	X	h	x			ィ	ク	ネ	リ	℄	×
xxxx1001	(2)			>	9	I	Y	i	y			ッ	ケ	ル	リ	ˆ	γ
xxxx1010	(3)			*	:	J	Z	j	z			エ	コ	ハ	レ	j	〒
xxxx1011	(4)			+	;	K	[	k	{			オ	サ	ヒ	ロ	*	斤
xxxx1100	(5)			,	<	L	¥	l				ハ	シ	フ	ワ	¢	円
xxxx1101	(6)			-	=	M	]	m	}			ユ	ズ	ハ	ン	も	÷
xxxx1110	(7)			.	>	N	^	n	+			ヨ	セ	ホ	ン	ñ	
xxxx1111	(8)			/	?	O	_	o	+			ッ	ソ	マ	°	ö	■

Reference: <https://circuitdigest.com/sites/default/files/HD44780U.pdf>

# 元件原理

- CG(Character Generator)RAM
  - 自訂字型RAM
  - 可存放使用者自行設計的字型

Lower 4 Bits \ Upper 4 Bits	0000	0001	0010	0011	0100	0101	0110	0111	1000	1001	1010	1011	1100	1101	1110	1111
xxxx0000	CG RAM (1)			0@P`P								一ヲミαp				
xxxx0001	(2)			!1AQa9								。アチムäq				
xxxx0010	(3)			"2BRbr								「イツヌpθ				
xxxx0011	(4)			#3CScs								」ウテモεω				
xxxx0100	(5)			\$4DTdt								、イトトμΩ				
xxxx0101	(6)			%5EUeu								・オナユδÜ				
xxxx0110	(7)			&6FVfv								ヲカニヨρΣ				
xxxx0111	(8)			'7GWgw								アキヌラgπ				
xxxx1000	(1)			<8HXhx								ィクネリJX				
xxxx1001	(2)			>9IYiy								ゥケルル'y				
xxxx1010	(3)			*:JZjz								エコハレjチ				
xxxx1011	(4)			+;K[k{								オサヒロ*万				
xxxx1100	(5)			,<L¥ll								ハシフワΦ円				
xxxx1101	(6)			-=M]m}								ユズヘンも÷				
xxxx1110	(7)			.>N^n+								ヨセホゝñ				
xxxx1111	(8)			/?O_o+								ッソマ°ö				

Reference: <https://circuitdigest.com/sites/default/files/HD44780U.pdf>

# 元件原理

- DD (Data Display) RAM

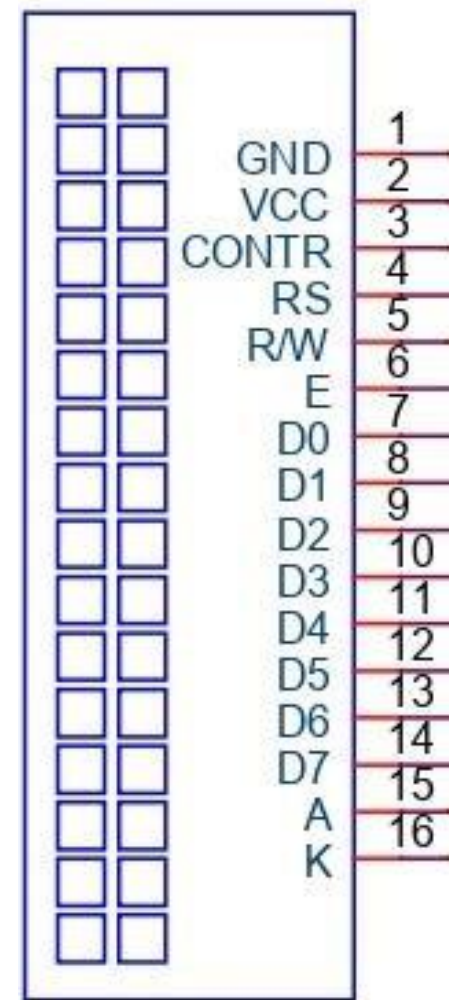
- 資料顯示 RAM，用來儲存 LCD 將要顯示的字元。
- DD RAM 的有效位址為從 00H 到 4FH，分別對應到 LCD 螢幕的各位置

顯示位置	0	1	2	...	14	15
第一行	00H	01H	02H	...	0EH	0FH
第二行	40H	41H	42H	...	4EH	4FH

# 元件原理

## • LCD接腳說明

	接腳	說明
1	VSS	LCD接地(GND)
2	VDD	LCD電源(VCC)
3	VO	LCD亮度控制，0V時字元顯示最亮
4	RS	暫存器選擇控制線。 RS = 0 時選擇指令暫存器，RS = 1 時選擇資料暫存器。
5	R/W	讀寫控制線，R/W = 0 時為寫入，R/W = 1 時為讀取。
6	E	致能控制線，負緣動作。
7~14	D0~D7	LCD資料線
15	A	背光電源(VCC)
16	K	背光接地(GND)



# 元件原理

- RS 、 R/W功能

RS	R/W	功能
0	0	寫命令到LCD。
0	1	讀取忙碌旗標和位址計數器 AC (記錄目前游標位址) 內容。
1	0	寫資料到DDRAM (要顯示的文字) 或 CGRAM (自行設計的字型)。
1	1	從 DDRAM 或 CGRAM 讀取資料。

RS	暫存器選擇控制線。RS = 0 時選擇指令暫存器，RS = 1 時選擇資料暫存器。
R/W	讀寫控制線，R/W = 0 時為寫入，R/W = 1 時為讀取。



# 元件原理

命令	指令編碼									
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1. 清除顯示器	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
2. 游標歸位	0	0	0	0	0	0	0	0	1	X
3. 模式設定	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
4. 顯示器ON/OFF控制	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
5. 顯示器或游標移動	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	X	X
6. 功能設定	0	0	0	0	1	DL	N	F	X	X
7. CGRAM位址設定	0	0	0	1	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0
8. DDRAM位址設定	0	0	1	AC6	AC5	AC4	AC3	AC2	AC1	AC0

# 元件原理

- 清除顯示器

DB0
1

– 清除LCD畫面，LCD位址計數器AC=0，游標移到左上角

- 游標歸位

DB1	DB0
1	X

– LCD畫面不變，LCD位址計數器AC=0，游標移到左上角

# 元件原理

- 模式設定

DB2	DB1	DB0
1	I/D	S

- I/D：位址計數器遞增或遞減控制

- I/D = 1 時為遞增，I/D = 0 時為遞減。
    - 在每次顯示 RAM 中字元碼時 LCD 位址計數器會加一或減一。  
游標所顯示的位置也會向右移或左移一個位置。

- S：顯示幕移動或不移動控制

- 當 S = 1 時，顯示 RAM 中字元碼時，顯示幕向左 (I/D = 1) 或向右 (I/D = 0) 移動一格，而游標位置不變。  
當 S = 0 時，顯示幕不移動。

# 元件原理

- 顯示器ON/OFF控制

DB3	DB2	DB1	DB0
1	D	C	B

- D：顯示幕開關控制位元

- $D = 1$  顯示幕開啟， $D = 0$  顯示幕關閉

- C：游標出現控制位元

- $C = 1$  游標會出現在位址計數器所指的位置， $C = 0$  則游標不出現

- B：游標閃爍控制位元

- $B = 1$  游標出現後會閃爍， $B = 0$  時游標不閃爍

# 元件原理

- 顯示器或游標移動

DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	S/C	R/L	X	X

– S/C 、 R/L可組合成以下動作

S/C	R/L	動作
0	0	游標左移
0	1	游標右移
1	0	字元和游標左移
1	1	字元和游標右移

# 元件原理

- 功能設定

DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	DL	N	F	X	X

– DL：資料長度選擇位元

➤ DL = 1 時為 8 位元資料傳送，DL = 0 時則為 4 位元資料傳送，此時只使用 D7 ~ D4 來傳送，且分 2 次送出一個完整的資料

– N：顯示幕為單列或雙列選擇

➤ N=1 為雙列顯示，N=0 為單列顯示

– F：大小字元顯示選擇

➤ F=1 時為 5X10 點矩陣，F=0 為 5X7 點矩陣字型

# 元件原理

- CGRAM位址設定

DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	A5	A4	A3	A2	A1	A0

– 將使用者自行設計的字型寫入CG RAM，位址為6位元

➤ A5 ~ A3 表示第  $n+1$  個字 ( $0 \leq n < 8$ )。

➤ A2 ~ A0 表示第  $n+1$  個字第  $m+1$  列位址 ( $0 \leq m < 7$ )。

# 元件原理

- CGRAM資料寫入
  - 每列寫入資料只取後 5bit，前 3bit 寫0
  - 最後一列為游標位址，寫入0

	Row 1	0x04
	Row 2	0x0E
	Row 3	0x0A
	Row 4	0x0A
	Row 5	0x1F
	Row 6	0x00
	Row 7	0x04
	cursor	0x00



# 元件原理

- DDRAM位址設定

DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
1	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

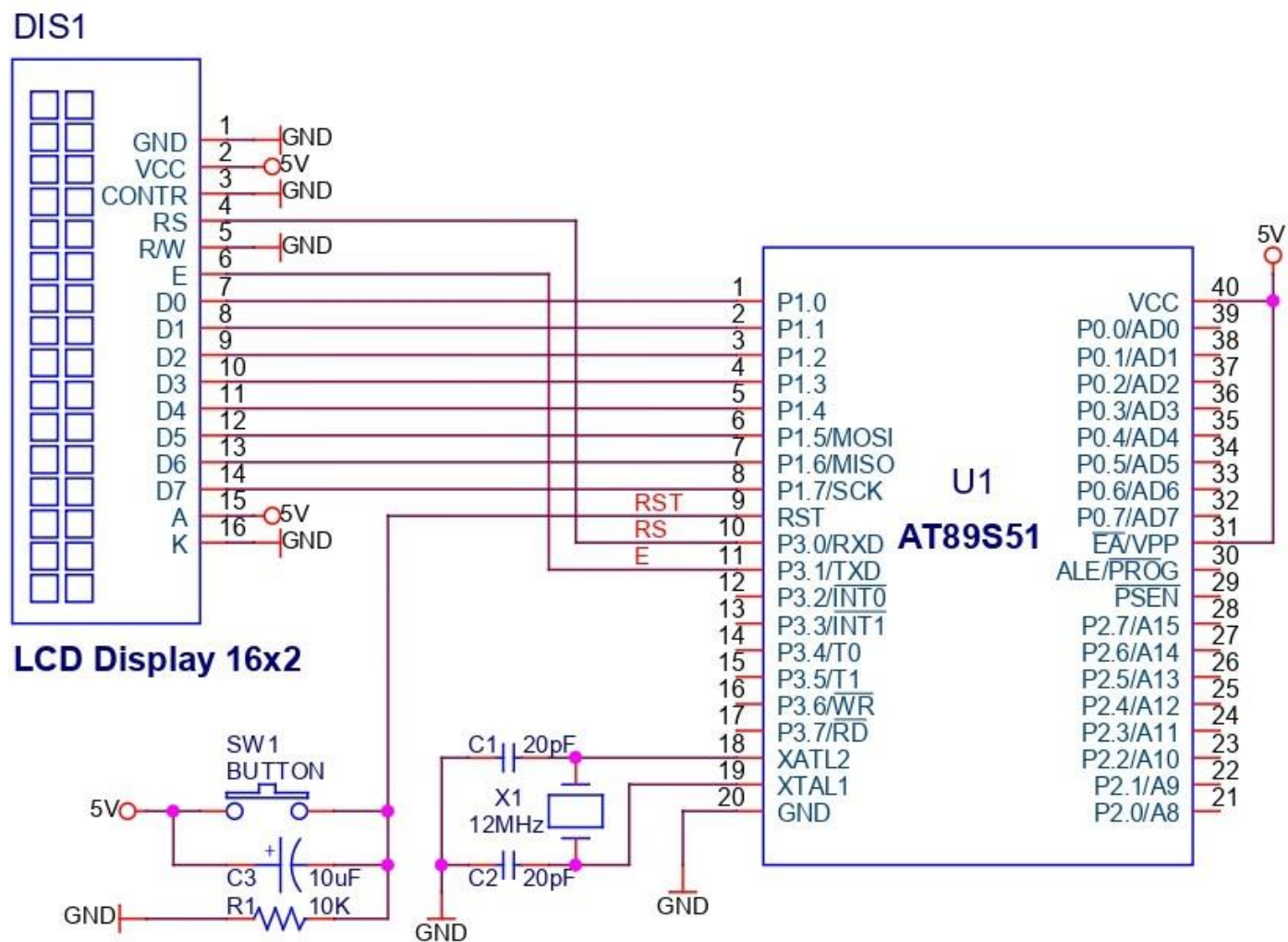
- 設定DDRAM位址，共7位元(A0~A6)。
- 將要顯示的位址 + DDRAM位址設定指令即可

顯示位置	0	1	2	...	14	15
第一行	00H	01H	02H	...	0EH	0FH
第二行	40H	41H	42H	...	4EH	4FH

# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- **實驗電路圖**
- 軟體流程圖
- 實驗程式

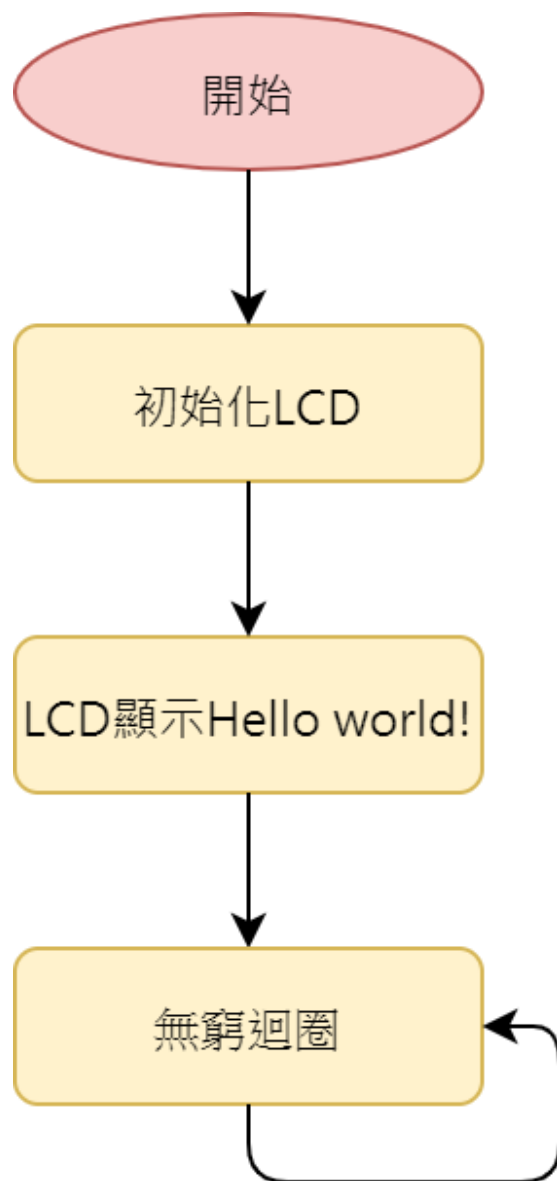
# 實驗電路圖



# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 軟體流程圖



# Outline

- 學習重點
- 實驗內容
- 材料清單
- 元件原理
- 實驗電路圖
- 軟體流程圖
- 實驗程式

# 實驗程式

```
1.  #include <regx51.h>
2.  void print_msg(char *);
3.  void write(char, int);
4.  void delay(unsigned int);
6.  void main()
7.  {
8.      write(0x38, 0);           // 功能設定 8位元、2行、5x7字型
9.      write(0x0F, 0);          // 顯示器設定開啟、有游標、要閃爍
10.     write(0x06, 0);           // 資料輸入LCD時，游標右移一格、顯示幕不動
11.     write(0x01, 0);           // 清除顯示器
12.     write(0x80, 0);           // DDRAM位址設定 00H
13.     print_msg("Hello, world!"); // LCD顯示Hello world!
14.     while (1);
15. }
```

# 實驗程式

```
16. void print_msg(char *msg)
17. {
18.     for (; *msg!='\0'; msg++)           // 疊代字元陣列
19.         write(*msg, 1);                 // LCD顯示字元
20. }
21. void write(char cmd, int rs_value)
22. {
23.     P1 = cmd;                           // 設定 cmd
24.     P3_0 = rs_value;                    // 設定 RS (0 或 1)
25.     P3_1 = 1;                           // ENABLE high
26.     delay(100);                         // 延遲讓ENABLE訊號穩定
27.     P3_1 = 0;                           // ENABLE low
28. }
29. void delay(unsigned int i)
30. {
31.     while (i--);
32. }
```



# 基礎題

- 在 LED 上顯示 Hello, world!

# Q&A