


LCD

特性(features)

- 可以使用四位元或八位元 Microprocessor 來控制
- 顯示資料緩衝區
- 字元產生器 (Character Generator ROM, RAM)
- 可自行定義字元
- 顯示資料緩衝區和字元產生器可直接由外部存取
- 內建的控制指令
 - 清除顯示器
 - 游標歸位、移位、ON/OFF
 - 顯示器開關
 - 字元閃爍

Pin Assignment

接腳	信號名稱	輸入／輸出	功 能
1	V _{SS}	I	電源接地
2	V _{DD}	I	+5 電源供應
3	V _S	I	調整顯示器的明暗度
4	RS	I	LCD 內部暫存器的選擇線，當 RS=1 為 data I/O，RS=0 為 instruction I/O。
5	R/ \overline{W}	I	讀／寫信號
6	E	I	LCD 致能信號(Enable  Latch on Fall)
7	DB0	I/O	<div> 所有的資料線為正緣邏輯 此四位元使用在 8 位元資料傳輸 </div>
8	DB1	I/O	
9	DB2	I/O	
10	DB3	I/O	
11	DB4	I/O	<div> 此四位元被使用在 4 位元或 8 位元資料傳輸 ← 在讀取旗號時，此位元 7 亦可以當 BF 旗號 </div>
12	DB5	I/O	
13	DB6	I/O	
14	DB7	I/O	

Internal Registers

- **Instruction Register**
 - 存放 LCD 指令，如清除螢幕、移動游標
 - 存放 Display Data RAM (DDR) 或 Character Generator RAM (CGR) 的位址
 - 只可寫入
- **Data Register**
 - 將要顯示在 LCD 上的字元寫入 Data Register，系統將會將此字元移入 DDR或 CGR
 - CPU 若要讀取 DDR 或 CGR 的資料時，必須先將位址放入 IR，系統會將 DDR 或 CGR 該位址的字元碼放入 DR 讓 CPU 讀取。
- **Address Counter**
 - 用來產生 DDR 或 CGR 的位址
 - 讀寫資料會被放入位址計數器所指的位址上

Display Data RAM (DD RAM)

2 LINES X 16 CHARACTERS PER LINE

Char.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Line 1	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	8A	8B	8C	8D	8E	8F
Line 2	C0	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	CA	CB	CC	CD	CE	CF

Character Generator ROM

1111																
1110																
1101																
1100																
1011																
1010																
1010																
0111																
0110																
0101																
0100																
0011																
0010																
0000	CG RAM (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	同(1)	同(2)	同(3)	同(4)	同(5)	同(6)	同(7)	同(8)
高 4 位元																
低 4 位元	X X X X 0000	X X X X 0001	X X X X 0010	X X X X 0011	X X X X 0100	X X X X 0101	X X X X 0110	X X X X 0111	X X X X 1000	X X X X 1001	X X X X 1010	X X X X 1011	X X X X 1100	X X X X 1101	X X X X 1110	X X X X 1111

LCD指令集

指令	控制信號		指令碼								執行時間
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
清除畫面	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.64ms
游標歸位	0	0	0	0	0	0	0	0	1	x	1.64ms
進入設定模式	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	40μs
顯示器開/關	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	40μs
顯示器/游標 移位	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x	40μs
功能設定	0	0	0	0	1	DL	N	O	x	x	40μs

LCD指令集

[illegible]

進入模式

- $I/D = 1$ 代表每次讀或寫 DDR 或 CGR 後，位址計數器遞增，游標往右移動一個位置
- $I/D = 0$ 代表每次讀或寫 DDR 或 CGR 後，位址計數器遞減，游標往左移動一個位置
- $S = 1$ 代表寫一個字元到 DDR 後，整個螢幕向左 ($I/D = 1$) 或向右 ($I/D = 0$) 移動一個位址，而游標停在相對應的顯示位址上
- $S = 0$ 顯示幕不移動

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S

顯示幕開關

- $D = 1$ 開啟顯示幕
- $D = 0$ 關閉顯示幕
- $C = 1$ 游標出現在位址計數器所指的位址上
- $C = 0$ 關閉游標
- $B = 1$ 游標所在的字元閃爍 (游標和字元交互顯示)
- $B = 0$ 游標所在的字元不閃爍

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	0	1	D	C	B

顯示器/游標移位

S/C	R/C	
0	0	游標左移，位址計數器減一
0	1	游標右移，位址計數器加一
1	0	游標左移，顯示幕左移
1	1	游標右移，顯示幕右移

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	x	x

設定 CGR 位址

- A5 ~ A0 設定位址計數器的值，以便將來對 CGR 讀寫
- 可設計 CGR 自行定義字元
- 可讀取 CGR 內容

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0

設定 DDR 狀態

- A6 ~ A0 設定位址計數器的值，以便將來對 CGR 讀寫
- 使用者只要將字元碼存入 DDR 內，便可以在 LCD 上相對應的位址顯示該字元

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	1	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

讀取 LCD 狀態

- BF = 0 表示上一個指令已經執行完畢
- BF = 1 表示 LCD 正在執行內部動作，無法接受新的指令
- A6 ~ A0 表示最近一次設定或讀取 DDR 或 CGR 目前位址計數器的值

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	BF	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0

DDR 或 CGR 資料寫入

- D7 ~ D0 欲寫入的資料值
- 可將 8 位元資料寫入 Data Register
- 視之前是設定 DDR 位址計數器或 CGR 位址計數器來決定寫入的值要放入 DDR 還是 CGR 中
- 寫完後，位址計數器會自動遞增或遞減

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

DDR 或 CGR 資料讀取

- D7 ~ D0 讀出的資料值
- 可將 8 位元資料從 Data Register 讀出
- 視之前是設定 DDR 位址計數器或 CGR 位址計數器來決定讀出的值
要從 DDR 還是 CGR 中取出
- 寫完後，位址計數器會自動遞增或遞減

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0