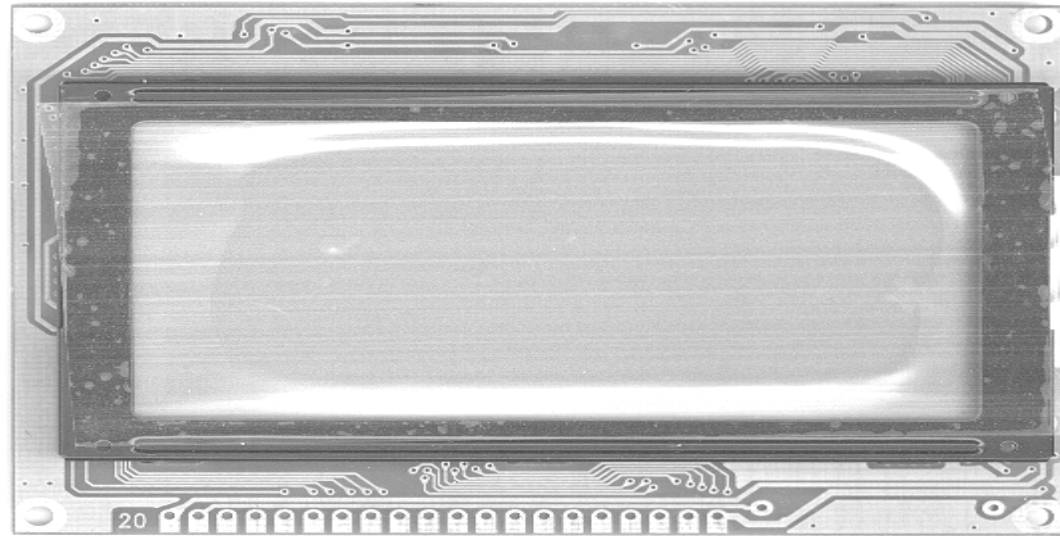


Liquid Crystal Display (LCD)

- 模組化、標準規格化
- 重量輕、體積小、厚度薄、攜帶方便
- 低電壓驅動，低耗電量
- 用於電子計算機、電子錶、電動玩具、電子辭典

LCD Module



20

1

特性

- 可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


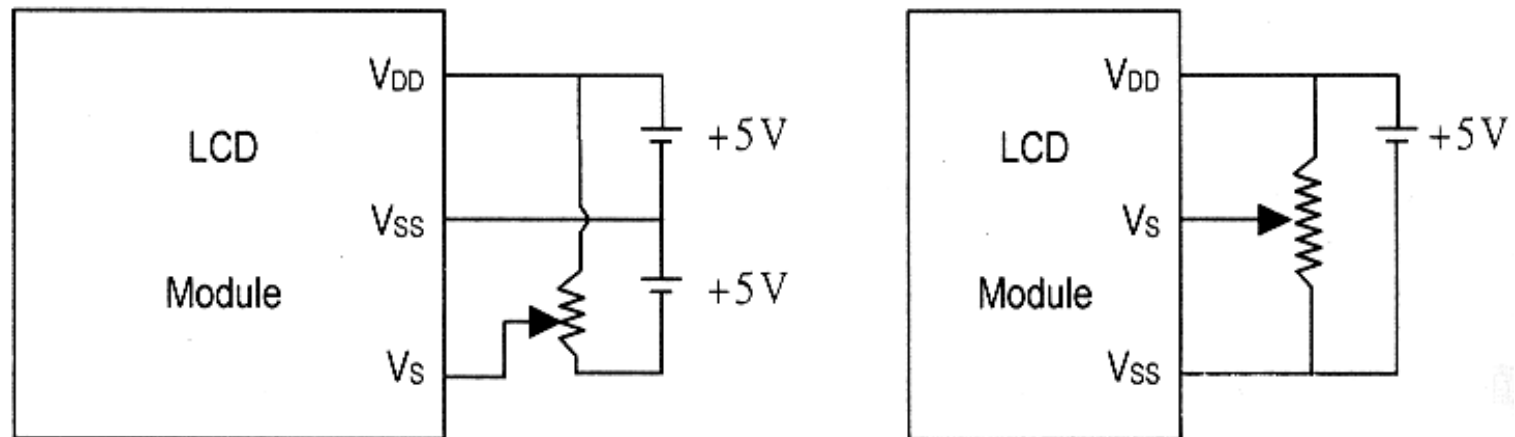
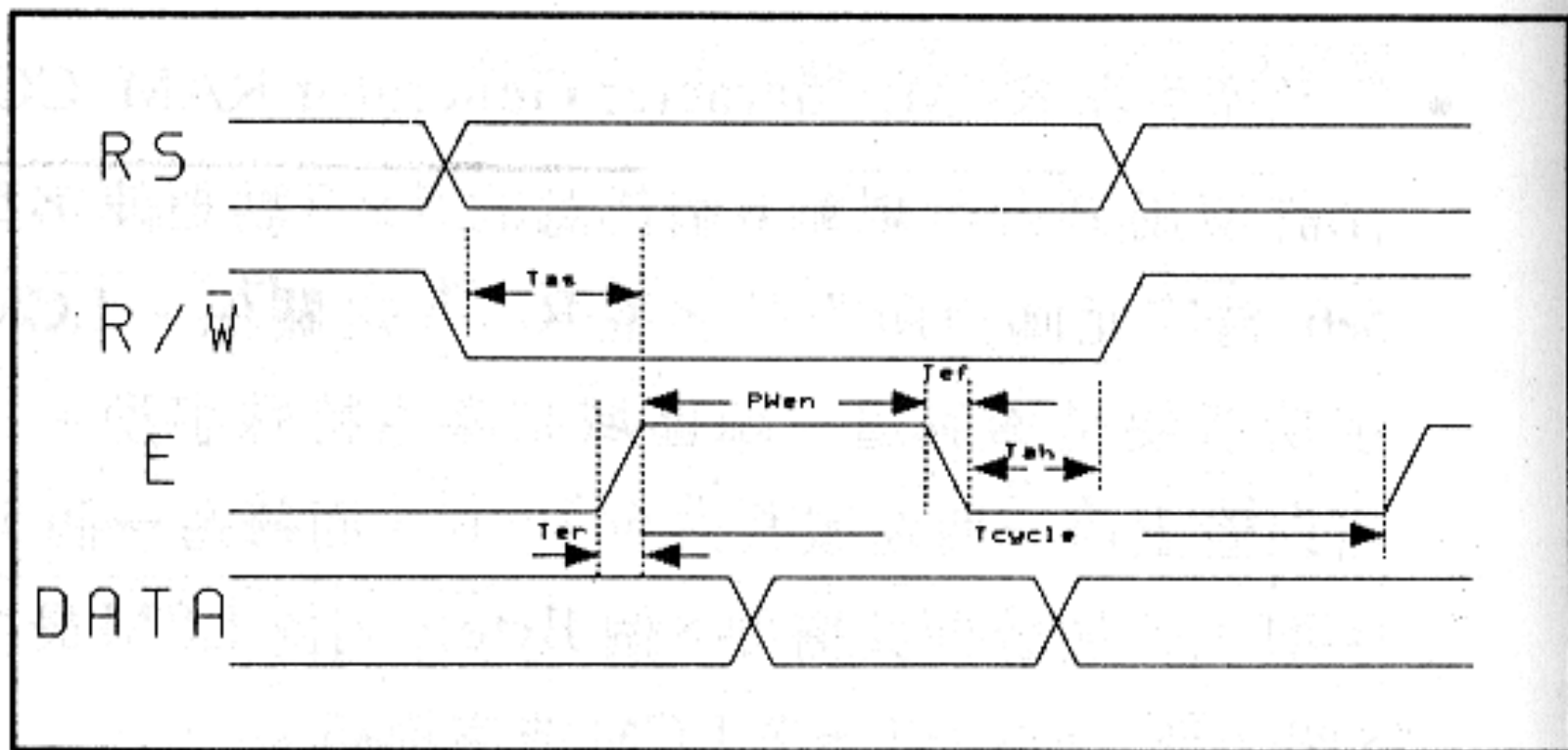
接腳	信號名稱	輸入／輸出	功 能
1	V _{SS}	I	電源接地
2	V _{DD}	I	+5 電源供應
3	V _S	I	調整顯示器的明暗度
4	RS	I	LCD 內部暫存器的選擇線，當 RS=1 為 data I/O，RS=0 為 instruction I/O。
5	R/ \overline{W}	I	讀／寫信號
6	E	I	LCD 致能信號(Enable  Latch on Fall)
7	DB0	I/O	所有的資料線為正緣邏輯 此四位元使用在 8 位元資料傳輸
8	DB1	I/O	
9	DB2	I/O	
10	DB3	I/O	
11	DB4	I/O	此四位元被使用在 4 位元或 8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

表 8-4-1 LCD 模組的介面信號

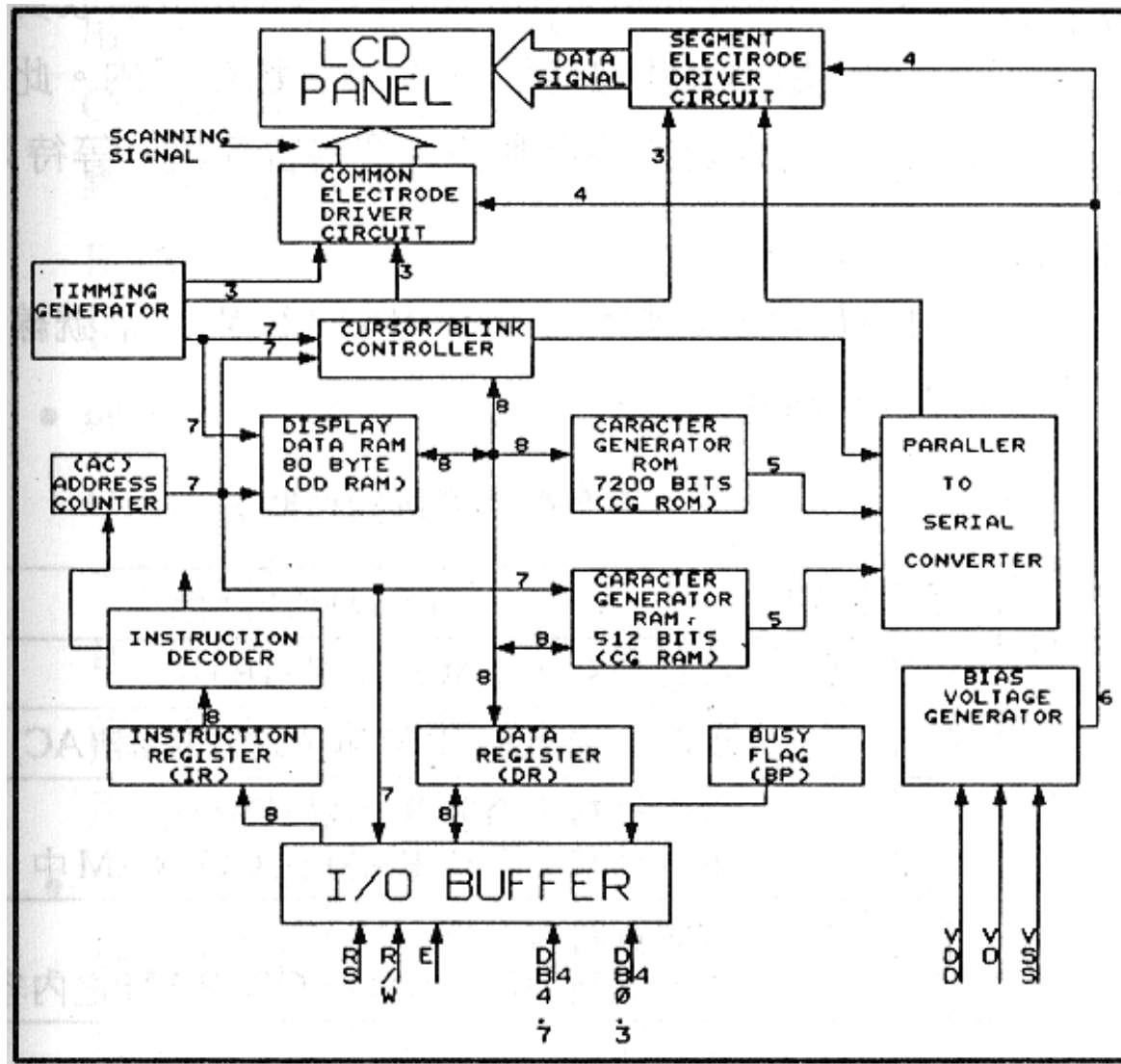
LCD 調整明暗度



LCM 操作時序圖



LCD Function Block



Internal Registers

- Instruction Register (IR)
 - 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 (DR)
 - 將要顯示在 LCD 上的字元，寫入 Data Register，系統自動將此字元移入 DDR 或 CGR
 - CPU 若要讀取 DDR 或 CGR 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，供 CPU 讀取
 - 可連續讀取或寫入

- 位址計數器 (Address Counter)
 - 用來產生 DD RAM 或 CG RAM 位址
 - 讀寫資料會被放入 DD RAM 或 CG RAM 位址計數器所指的位置上
 - 一但讀寫完後，位址計數器會自動遞增或遞減

Display Data RAM (I)

(1)EA-D16015AR(16 × 1)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DDRAM地址	00	01	02	03	04	05	06	07	40	41	42	43	44	45	46	47

請注意第8個字元地址和第9個位址不連續。

(2)EA-D16025AR(16 × 2)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
第一行地址	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F
第二行地址	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F

第一行地址和第二行地址不連續。

(3)EA-D20025AR(20 × 2)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
第一行	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
第二行	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53

Display Data RAM (II)

(4) EA-D20040AR(20 × 4)

顯示 地址 行號	列號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1		00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13
2		40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	51	52	53
3		14	15	16	17	18	19	1A	1B	1C	1D	1E	1F	20	21	22	23	24	25	26	27
4		54	55	56	57	58	59	5A	5B	5C	5D	5E	5F	60	61	62	63	64	65	66	67

(5) EA-D24016AR(24 × 1)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
DDRAM 地址	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	11	12	13	14	15	16	17

(6) EA-D40016AR(40 × 1)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	.....	35	36	37	38	39	40
顯示地址	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	.....	22	23	24	25	26	27

(7) EA-D40025AR(40 × 2)

顯示位置	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	.....	35	36	37	38	39	40
第一行	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	.....	22	23	24	25	26	27
第二行	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	.....	62	63	64	65	66	67

Character Generator ROM

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

Character Generator RAM

- 可自訂 8 個字型
 - 字型大小為 5x7 點
- 設定時按以下之步驟
 - 執行設定 CG RAM
 - CG RAM 有 64 bytes, 每個字型占 8 bytes
 - 將圖形以 8 bytes 表示
 - 填入所要的字型內

CG RAM位址與設計字型對照表

字元碼	CG RAM 位址	字型圖型
76543210	543210	76543210
MSB LSB	MSB LSB	MSB LSB
0000*000	000	*** 1111 0
	001	1000 1
	010	1000 1
	011	1111 0
	100	1010 0
	101	1001 0
	110	1000 1
	111	0000 0
0000*001	000	*** 1000 1
	001	0101 0
	010	1111 1
	011	0010 0
	100	1111 1
	101	0010 0
	110	0010 0
	111	0000 0
...	:	
0000*111	000	** * *
	001	1000 1
	111	100 101 101 110 111
		** * *

LCM Operation Mode

RS	R/W	Mode
0	0	Write Command (Write IR)
0	1	Read Status (Read IR)
1	0	Write DR
1	1	Read DR

LCM 指令集 (I)

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

LCM 指令集 (II)

指令	控制信號		指令碼								執行時間
	RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
設定CG RAM 位址	0	0	0	1	CG RAM 位址						40μs
設定DD RAM 位址	0	0	1	DD RAM 位址						40μs	
讀取旗標/位址	0	0	旗標	位址計數器						40μs	
寫入資料暫存器	1	0	欲寫入之資料								40μs
讀取資料暫存器	1	1	讀取之資料								40μs

清除畫面

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- 將空白字元 (20H) 寫入 80 個 DD RAM 位址中
- 位址計數器 AC 重置為 0
- 將 I/D 設為 1 (位址遞增)
- 若顯示器經過移位，將恢復原先 DD RAM 位址與顯示位置對應關係
- 如有設定顯示游標，則游標將移至第一列第一個位置

游標歸位

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- 位址計數器 AC 重置為 0
- DD RAM 內容不變
- 若顯示器經過移位，將恢復原先 DD RAM 位址與顯示位置對應關係
- 如有設定顯示游標，則游標將移至第一列第一個位置

進入模式

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- I/D = 1 每次讀或寫 DD RAM 或 CG RAM 後，位址計數器遞增，游標向右移一個位置
- I/D = 0 每次讀或寫 DD RAM 或 CG RAM 後，位址計數器遞減，游標向左移一個位置
- S = 1 寫一個字元到 DD RAM 後，整個顯示幕向左 (I/D = 1) 或向右 (I/D = 0) 移動一個位置，而游標仍停在相對應的顯示位置上
- S = 0 顯示幕不移動

顯示幕開/關

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- D = 1 開啟顯示幕
- D = 0 關閉顯示幕 (DD RAM 內容不變，也不會消失)
- C = 1 游標出現在位址計數器所指的位置上
- C = 0 關閉游標
- B = 1 游標所在的字元會發生閃爍功能 (游標和字元交互顯示)
- B = 0 字元正常顯示，不閃爍

顯示器/游標移位

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

S/C R/L

- 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

單行顯示器移位

顯示位置	1	2	3	4	.....	79	80
RAM 位置	00H	01H	02H	03H	.....	4EH	4EH
	1	2	3	4		79	80
顯示器左移	01H	02H	03H	04H	.....	4EH	00H
	1	2	3	4		79	80
顯示器右移	4EH	00H	01H	02H	.....	4DH	4BH

雙行顯示器移位

顯示位置 1 2 3 4 79 80

RAM 位置	00H	01H	02H	03H	.....	26H	27H
	40H	41H	42H	43H	.....	67H	00H
	1	2	3	4		39	40

顯示器左移	01H	02H	03H	04H	.....	27H	00H
	41H	42H	43H	44H	.....	67H	40H
	1	2	3	4		39	40

顯示器右移	27H	00H	01H	02H	.....	25H	26H
	67H	40H	41H	42H	.....	65H	66H

功能設定

- 指令碼

RS	R/W	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	0	0	0	1	DL	N	F	x	x

- LCM 執行下面動作

- DL = 1 8 位元資料傳送模式
- DL = 0 4 位元資料傳送模式
- N = 1 雙列顯示
- N = 0 單列顯示
- F = 1 5x10 字型
- F = 0 5x7 字型

設定 CG RAM 位址

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

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

設定 DD RAM 位址

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- A6 ~ A0 設定位址計數器的值，以便將來對 CG RAM 讀寫。
- 使用者只要將字元碼存入 DD RAM 內，便可在 LCM 上相對應的位置顯示該字元

讀取 LCM 狀態

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

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

DD RAM 或 CG RAM 資料寫入

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- D7 ~ D0 欲寫入的資料值
- 可將 8 位元資料寫入資料暫存器 (Data Register)
- 視之前是設定 DD RAM 位址計數器或 CG RAM 位址計數器來決定寫入的值要放入 DD RAM 或 CG RAM 中
- 寫完後，位址計數器會自動遞增或遞減

DD RAM 或 CG RAM 資料讀取

- 指令碼

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

- LCM 執行下面動作

- D7 ~ D0 讀出的資料值
- 可將 8 位元資料從資料暫存器 (Data Register) 讀出
- 視之前是設定 DD RAM 位址計數器或 CG RAM 位址計數器來決定資料暫存器是從 DD RAM 或 CG RAM 中讀取值
- 寫完後，位址計數器會自動遞增或遞減