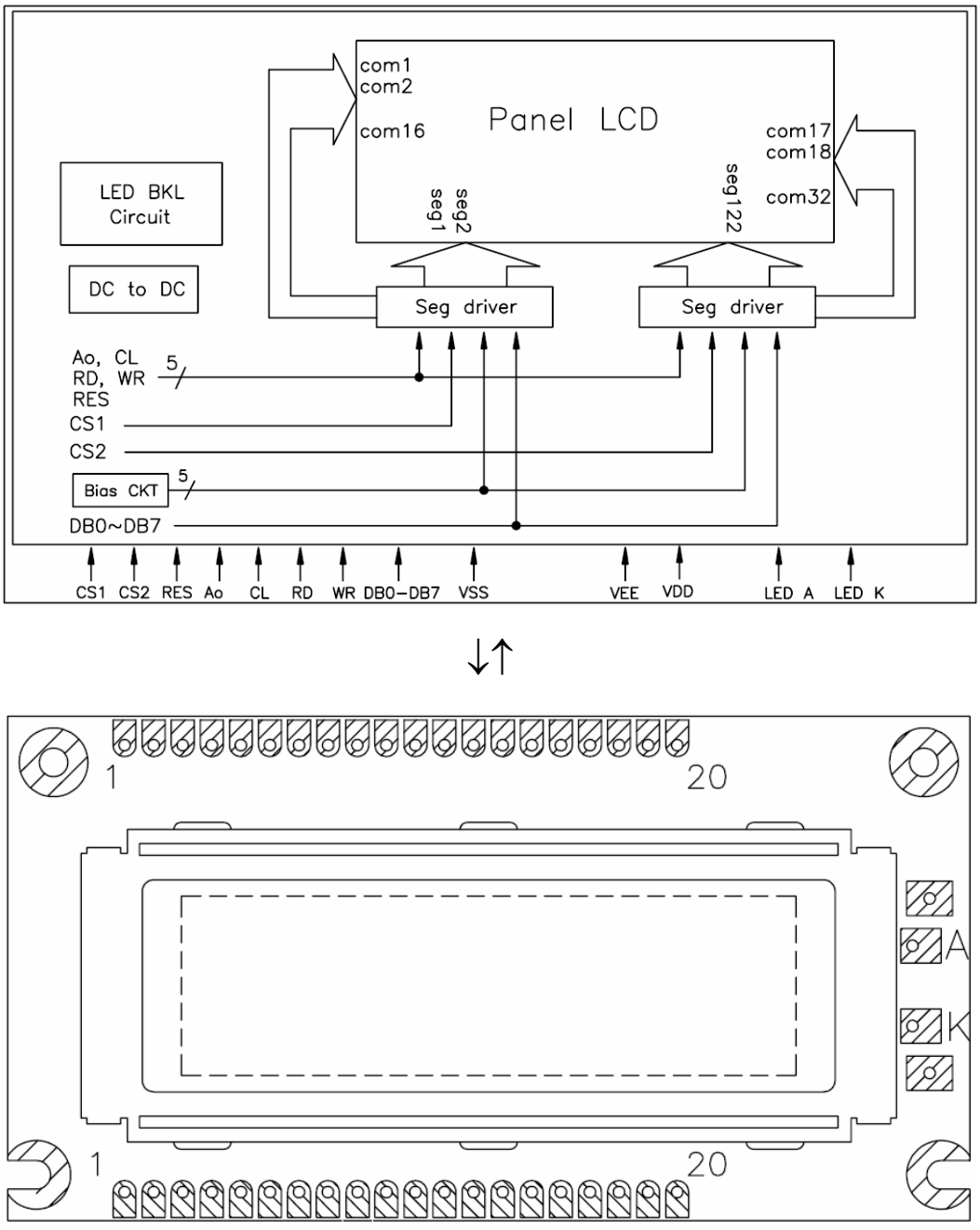
GLCD รุ่น MTB-368 (GLCD 122 x 32 Pixel)

GLCD รุ่น MTB-368 เป็นจอแสดงผล Graphic LCD ขนาด 122 x 32 Pixel โดยโครงสร้างภายในจะประกอบด้วย Controller (Epson SED1520 Compatible) จำนวน 2 ชุด ร่วมกันควบคุมการแสดงผลชุดละครึ่งหน้าจอ (61x32 Pixel) โดยการแสดงผลครึ่งหน้าจอซีกซ้ายขนาด 61x32 Pixel จะควบคุมการแสดงผลผ่าน Controller ตัวที่1 (CS1) และการแสดงผลหน้าจอซีกขวาขนาด 61x32 Pixel จะควบคุมการแสดงผลผ่าน Controller ตัวที่2 (CS2)



รูปแสดงโครงสร้างของ GLCD รุ่น MTB-368

โดยการทำงานของ Controller ทั้ง 2 ชุดจะมีคุณสมบัติและหน้าที่การทำงานเหมือนกัน เพียงแต่แยกพื้นที่การควบคุมการแสดงผลหน้าจอเป็น ซีกซ้ายและซีกขวา เท่านั้นเอง โดยสัญญาณการเชื่อมต่อของ GLCD รุ่น MTB-368 จะมี 20 เส้น โดยมีจุดเชื่อมต่อแบบ Header 1x20 ให้เลือกใช้ 2 ชุดทั้งด้านบน และ ด้านล่างของหน้าจอแสดงผล โดย Connector ทั้ง 2 จุดจะเป็นจุดต่อสัญญาณเดียวกัน โดยหน้าที่และคุณสมบัติการทำงานของสัญญาณการเชื่อมต่อของ GLCD รุ่น MTB-368 จะเป็นดังนี้

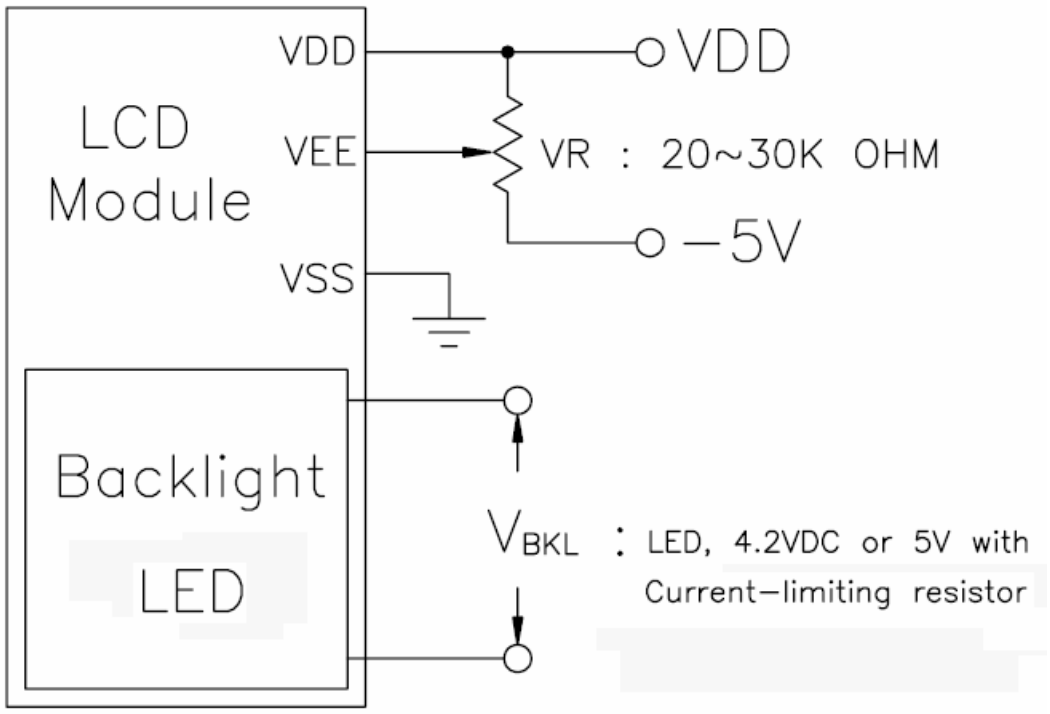
PIN	สัญญาณ	หน้าที่
1	VSS	GND
2	VDD	แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง ขนาด +5VDC
3	VEE(VO)	แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงสำหรับขับการแสดงผลหน้าจอ GLCD ใช้สำหรับปรับความสว่างของหน้าจอแสดงผลผ่านตัวต้านทานปรับค่าได้โดยการแบ่งแรงดันระหว่าง +5VDC กับ -5VDC แต่ปรกติจะปล่อยว่างไว้ เนื่องจาก GLCD มีการจัดไบอัสสำหรับปรับความสว่างหน้าจอไว้ในระดับเหมาะสมอยู่แล้วไม่จำเป็นต้องปรับความสว่างอีก
4	A0	ใช้เลือกหน้าที่ของสัญญาณ DB[0..7] ระหว่าง คำสั่ง กับ ข้อมูล โดยถ้าสัญญาณนี้เป็น “0” หน้าที่ของ DB[0..7] จะเป็นรหัส คำสั่ง ถ้าเป็น “1” หน้าที่ของ DB[0..7] จะเป็นค่าของ ข้อมูล
5	CS1	สัญญาณ Chips Select ของ Controller ตัวที่ 1 ทำงานที่ “0”
6	CS2	สัญญาณ Chips Select ของ Controller ตัวที่ 2 ทำงานที่ “0”
7	CL	สัญญาณนาฬิกาสำหรับป้อนให้ GLCD โดยต้องมีความถี่ประมาณ 2KHz
8	RD#(E)	ทำหน้าที่เป็น RD# (MPU : Bus ตระกูล 80) และเป็น E (MPU : Bus ตระกูล 68) โดยเลือกกำหนดรูปแบบของระบบบัสในการเชื่อมต่อได้จากขาสัญญาณ RES
9	WR#(R/W#)	ทำหน้าที่เป็น WR# (MPU : Bus ตระกูล 80) และเป็น R/W# (MPU : Bus ตระกูล 68) โดยเลือกกำหนดรูปแบบของระบบบัสในการเชื่อมต่อได้จากขาสัญญาณ RES
10	DB0	เป็นสัญญาณข้อมูล DB[0..7] ทำหน้าที่ รับ และ ส่ง ข้อมูลและคำสั่งระหว่าง GLCD กับอุปกรณ์ภายนอก โดยสัญญาณทั้ง 8 เส้นนี้จะเป็นได้ทั้ง Input และ Output และมีความหมายเป็นทั้ง คำสั่ง และ ข้อมูล ตามการควบคุมของสัญญาณที่เกี่ยวข้อง - A0 เป็นตัวเลือกกำหนดหน้าที่ของ DB[0..7] โดยถ้าสัญญาณ A0 ถูกกำหนดให้เป็น “0” ขาสัญญาณ DB[0..7] จะทำหน้าที่เป็น Command/Status แต่ถ้า A0 ถูกกำหนดให้เป็น “1” ขาสัญญาณ DB[0..7] จะเป็น Data - R/W#(RD#,WR#) จะทำหน้าที่เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลให้กับ GLCD โดยถ้าเป็นการเขียนจะเป็นการส่งข้อมูลเข้าไปยัง DB[0..7] ถ้าเป็นการอ่านจะเป็นการรับข้อมูลจาก DB[0..7]
11	DB1	
12	DB2	
13	DB3	
14	DB4	
15	DB5	
16	DB6	
17	DB7	

18	RES	ใช้เลือกกำหนดรูปแบบของบัส ในการเชื่อมต่อ MPU กับ GLCD โดยถ้าสัญญาณนี้ถูกกำหนดเป็น “1” จะเป็นการเลือกการเชื่อมต่อแบบ “Bus MPU ตระกูล 68” แต่ถ้าเป็น “0” จะเป็นการเลือกการเชื่อมต่อแบบ “Bus MPU ตระกูล 80”
19	BL(A)	เป็นขาสัญญาณ Anode ของ LED Backlight ต่อกับไฟ +5V
20	BL(K)	เป็นขาสัญญาณ Cathode ของ LED Backlight ต่อกับ GND

*****หมายเหตุ*****

สำหรับ GLCD รุ่น MTB-368 นั้น จะมีการไบอัสความสว่างหน้าจออย่างเหมาะสมมาให้อยู่แล้ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องต่อวงจรสำหรับปรับความสว่างหน้าจอให้กับ GLCD อีกก็ได้ ดังนั้นขาสัญญาณ Pin3 ของ GLCD ซึ่งเป็น ขา VEE(VO) สามารถปล่อยว่างไว้ได้ ไม่จำเป็นต้องต่อใช้งาน

แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าผู้ใช้ต้องการต่อวงจรสำหรับปรับความสว่างให้กับหน้าจอแสดงผลของ GLCD ได้เองโดยอิสระ ก็สามารถต่อ ตัวต้านทานปรับค่าได้ เพื่อทำการปรับค่าแรงดันส่งไปไบอัสหน้าจอให้กับ GLCD ผ่านทางขา VEE(VO) โดยปรับระหว่างแรงดันไฟ +VDD(5V) กับ แรงดันไฟ -5V ดังตัวอย่าง



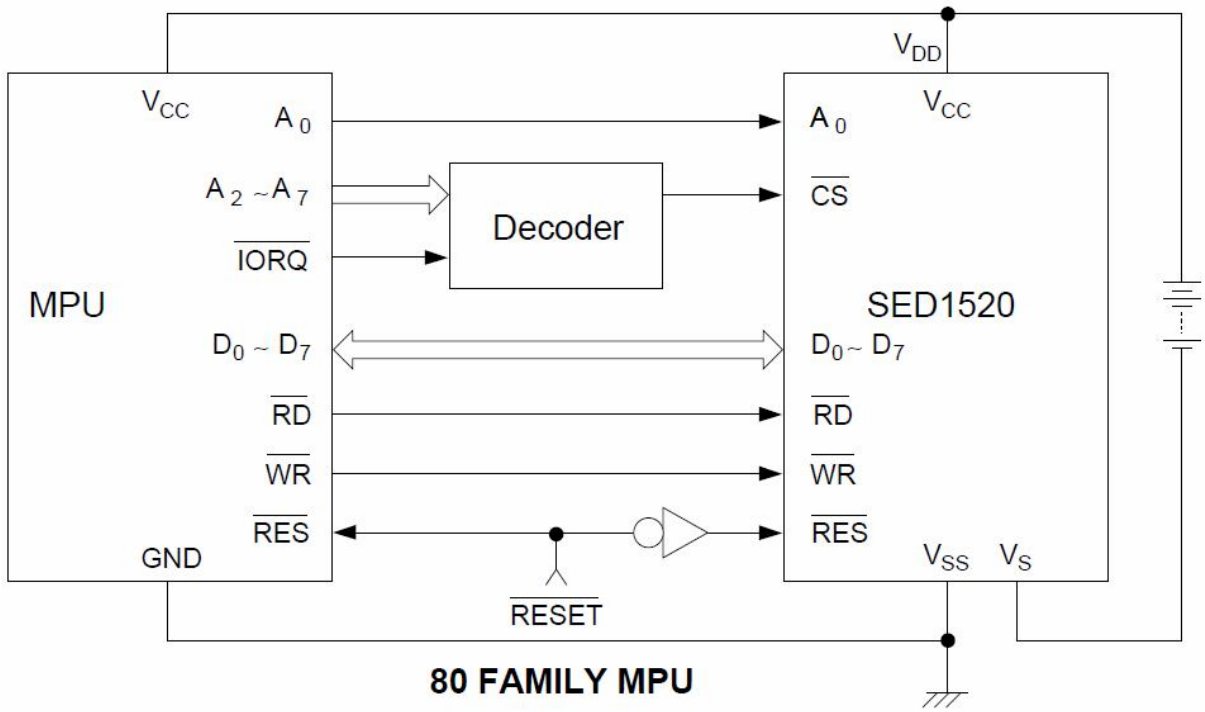
รูปแสดง การต่อวงจรปรับความสว่างภายนอกเพิ่มเติมให้ GLCD

การเชื่อมต่อกับ MCU

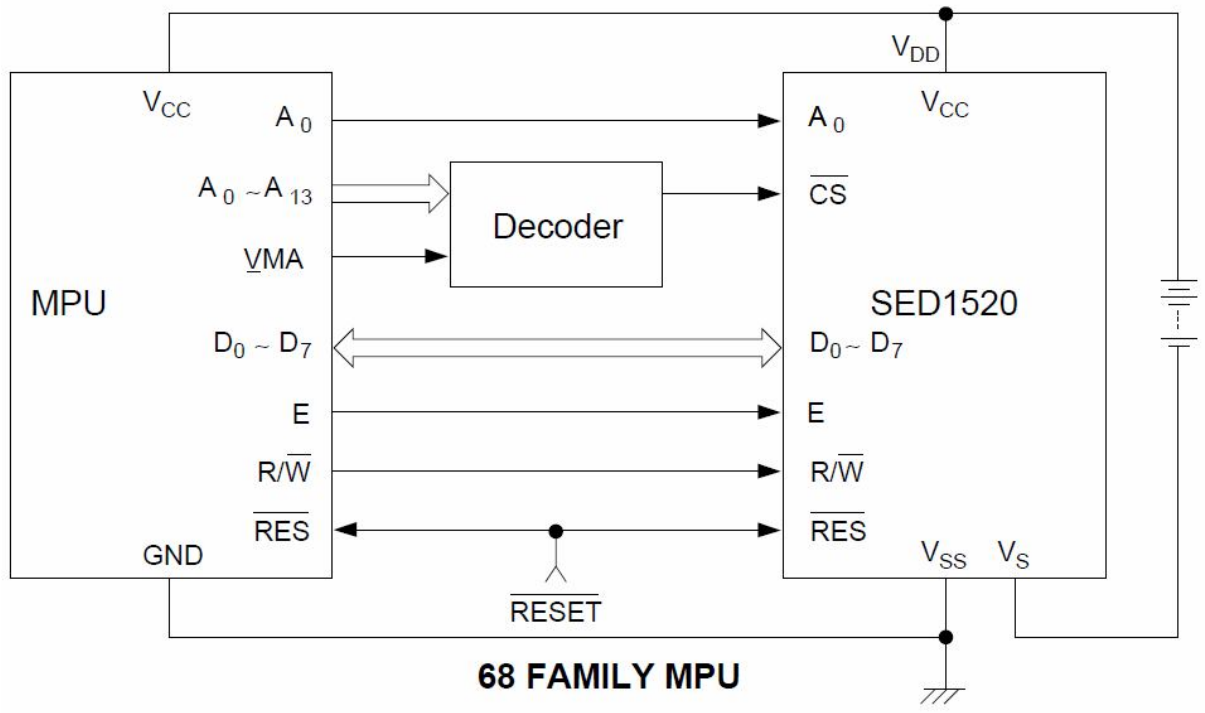
การเชื่อมต่อกับ GLCD Controller จะสามารถเลือกกำหนดรูปแบบของสัญญาณบัสที่จะใช้ในการเชื่อมต่อได้ 2 ลักษณะ โดยยึดตามรูปแบบสัญญาณระบบบัสของ MPU ตระกูล 80 และ MPU ตระกูล 68 โดยกำหนดจากขาสัญญาณ RES (Pin 18) ของ GLCD โดยถ้ากำหนดให้ขา RES เป็น “0” จะเป็นการกำหนดให้ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อกับ GLCD โดยใช้รูปแบบบัสของ MPU ตระกูล 80 แต่ถ้ากำหนดให้ขา RES เป็น “1” จะเป็นการกำหนดให้ใช้รูปแบบการเชื่อมต่อกับ GLCD ด้วยรูปแบบบัสของ MPU ตระกูล 68 ซึ่งในกรณีที่เชื่อมต่อ GLCD กับ MPU ผ่านทางระบบบัส ต้องกำหนดรูปแบบของสัญญาณให้ตรงกันด้วย แต่ในกรณีที่นำ GLCD มาเชื่อมต่อกับ MCU ผ่านทาง Pin Port สามารถเลือกกำหนดรูปแบบของสัญญาณแบบใดก็ได้ เพราะสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมจังหวะสัญญาณของ Pin Port ได้เองตามต้องการ

Common	68-MPU	80-MPU		Function
A0 (Pin4)	R/W# (Pin9)	RD# (Pin8)	WR# (Pin9)	
1	1	0	1	อ่านข้อมูลการแสดงผลจาก GLCD (Display RAM)
1	0	1	0	เขียนข้อมูลการแสดงผลให้ GLCD (Display RAM)
0	1	0	1	อ่านค่าสถานะจาก GLCD Controller (Status)
0	0	1	0	เขียนข้อมูลให้ GLCD Register (Command)

ตารางแสดง หน้าที่ของสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ MPU แต่ละโหมด



รูปแสดง ตัวอย่างแผนผังการเชื่อมต่อ GLCD กับ บัส ของ MPU ตระกูล 80

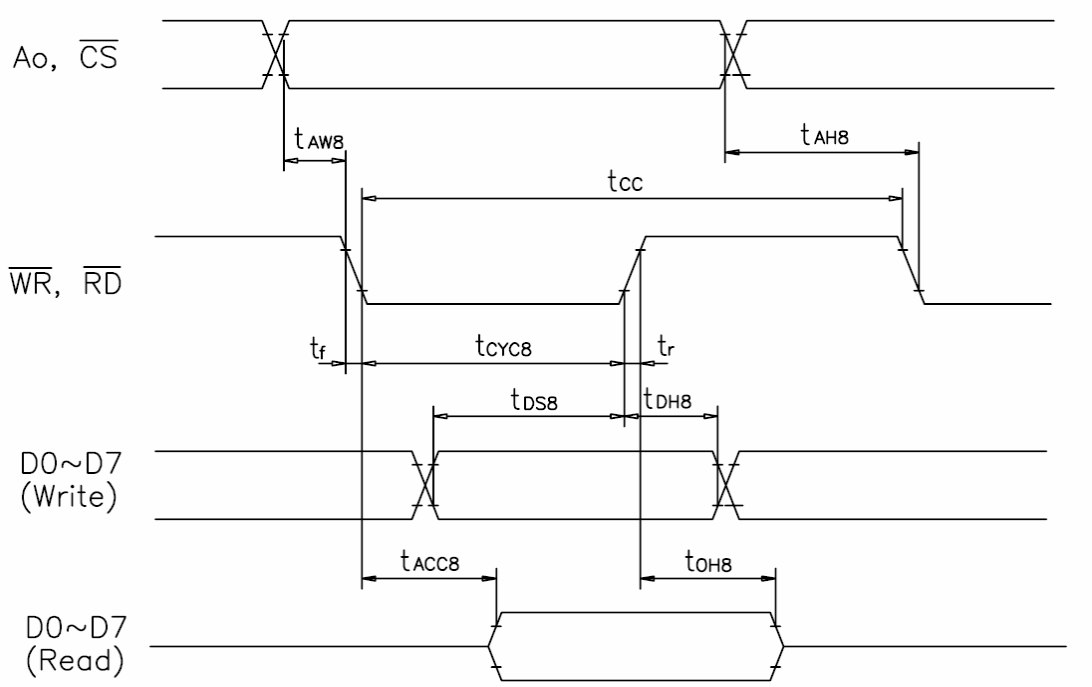


รูปแสดง ตัวอย่างแผนผังการเชื่อมต่อ GLCD กับ บัส ของ MPU ตระกูล 68

การเชื่อมต่อกับ MPU ที่ใช้ระบบบัสแบบ ตระกูล 80

การเชื่อมต่อแบบนี้ต้องกำหนดให้ขา RES (Pin18) ของ GLCD เป็น “0” ซึ่งในโหมดนี้ ขาสัญญาณ Pin8 และ Pin9 จะถูกใช้ทำหน้าที่เป็น RD# และ WR# ส่วนขาสัญญาณอื่นๆยังคงทำหน้าที่เหมือนเดิม

- ขาสัญญาณ RD#(E) หรือ Pin8 ของ GLCD จะทำหน้าที่เป็น RD#
- ขาสัญญาณ WR#(R/W#) หรือ Pin9 ของ GLCD จะทำหน้าที่เป็น WR#



รูปแบบของสัญญาณในการเชื่อมต่อกับ GLCD แบบใช้ระบบบัสของ MPU ตระกูล 80(RES=0)

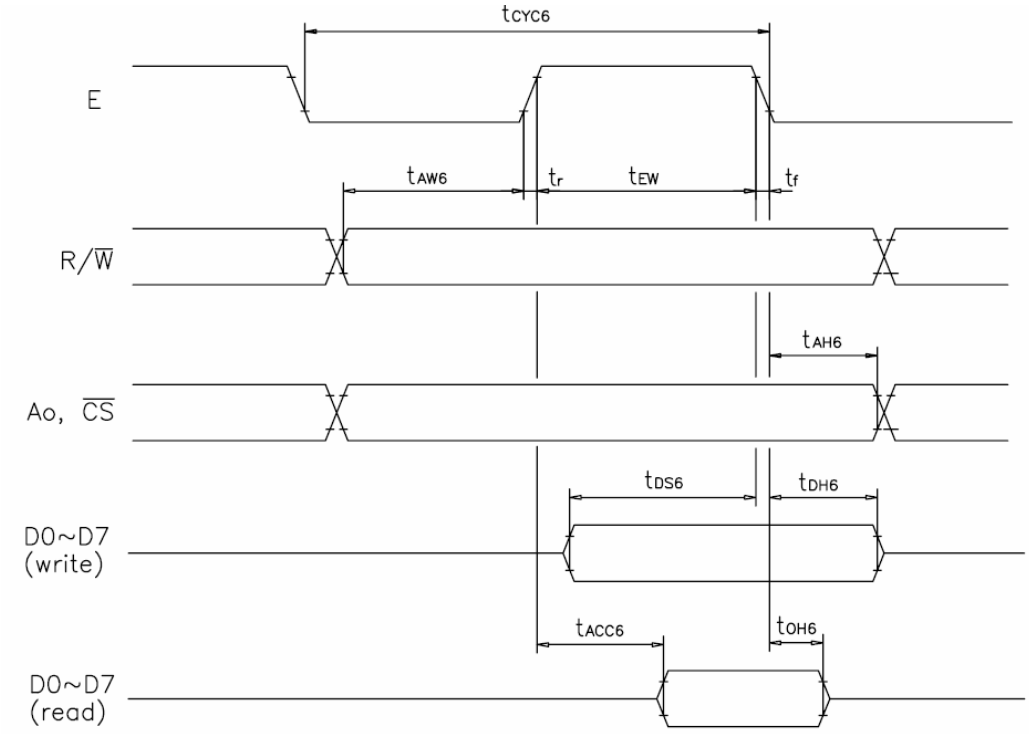
สัญญาณ			การทำงาน
A0	**WR#**	**RD#**	
0	0	1	เขียนข้อมูลให้ GLCD Register (Command)
0	1	0	อ่านค่าสถานะจาก GLCD Controller (Status)
1	0	1	เขียนข้อมูลการแสดงผลให้ GLCD (Display RAM)
1	1	0	อ่านข้อมูลการแสดงผลจาก GLCD (Display RAM)

ตารางแสดงหน้าที่ของสัญญาณของ Controller ในระบบบัสแบบ MPU ตระกูล 80

การเชื่อมต่อกับ MPU ที่ใช้ระบบบัสแบบ ตระกูล 68

การเชื่อมต่อแบบนี้ต้องกำหนดให้ขา RES (Pin18) ของ GLCD เป็น “1” ซึ่งในโหมดนี้ ขาสัญญาณ Pin8 และ Pin9 จะถูกใช้ทำหน้าที่เป็น E และ R/W# ส่วนขาสัญญาณอื่นๆยังคงทำหน้าที่เหมือนเดิม

- ขาสัญญาณ RD#(E) หรือ Pin8 ของ GLCD จะทำหน้าที่เป็น E
- ขาสัญญาณ WR#(R/W#) หรือ Pin9 ของ GLCD จะทำหน้าที่เป็น R/W# โดย ถ้าเป็น “0” เป็นการกำหนดให้เขียน Data หรือ Command ไปยัง GLCD Controller แต่ถ้าเป็น “1” เป็นการกำหนดให้อ่าน Data หรือ Status กลับออกมาจาก GLCD Controller



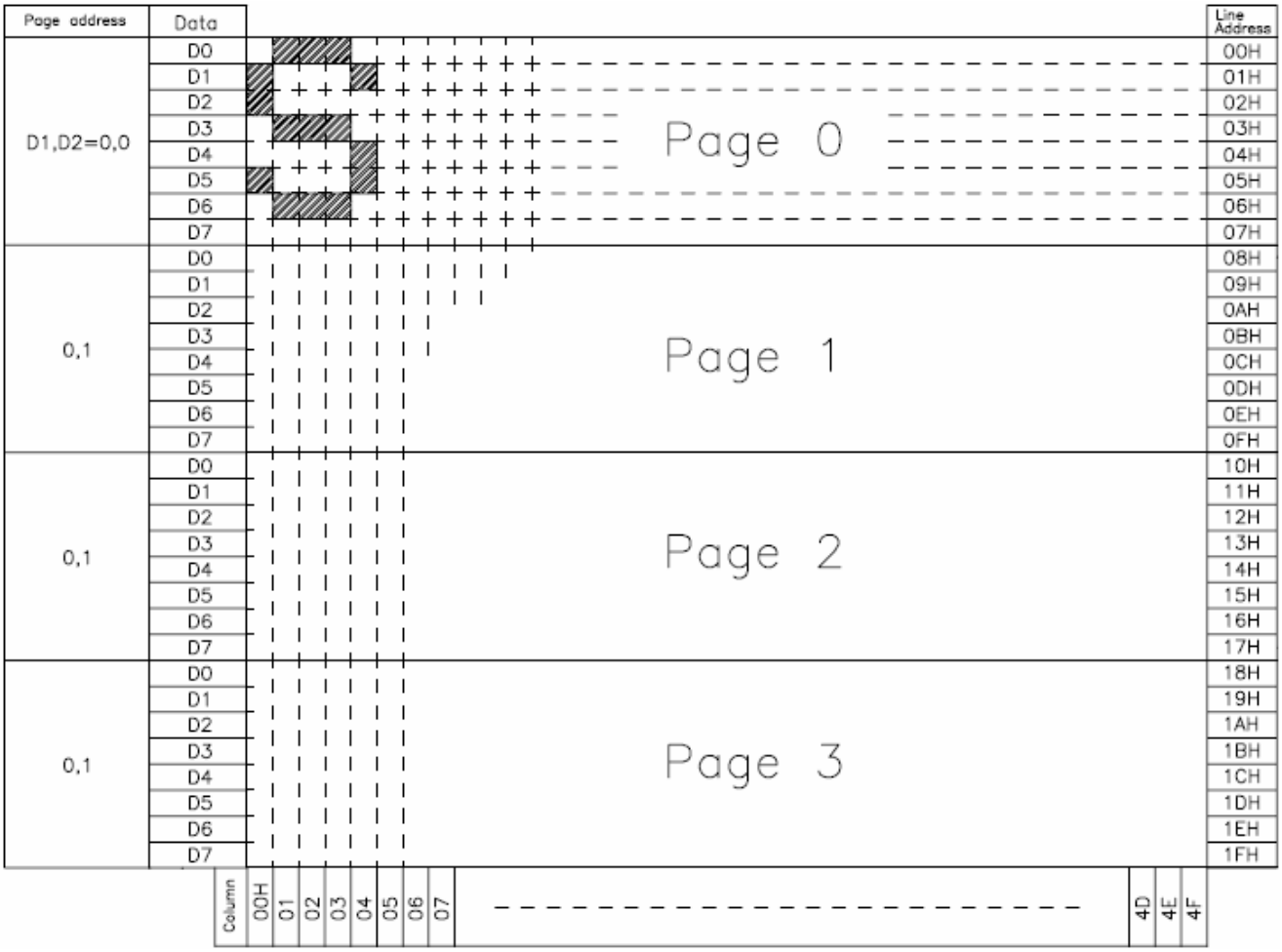
รูปแบบของสัญญาณในการเชื่อมต่อกับ GLCD แบบใช้ระบบบัสของ MPU ตระกูล 68(RES=1)

สัญญาณ		การทำงาน
A0	R/W#	
0	0	เขียนข้อมูลให้ GLCD Register (Command)
0	1	อ่านค่าสถานะจาก GLCD Controller (Status)
1	0	เขียนข้อมูลการแสดงผลให้ GLCD (Display RAM)
1	1	อ่านข้อมูลการแสดงผลจาก GLCD (Display RAM)

ตารางแสดงหน้าที่ของสัญญาณของ Controller ในระบบบัสแบบ MPU ตระกูล 68

การ ควบคุม การแสดงผลหน้าจอของ Controller

ดังที่ได้ทราบมาแล้วว่าขนาดหน้าจอการแสดงผลของ MTB-368 จะมีขนาด 122x32 Pixel โดยแบ่งพื้นที่ในการแสดงผลออกเป็น 2 ซีกๆละ 61x32 Pixel โดยซีกซ้ายจะเป็นของ Controller ตัวที่1 (CS1) และซีกขวาจะเป็นของ Controller ตัวที่2 (CS2) โดยที่ Controller ทั้ง2 ชุด จะมีคุณสมบัติการทำงานที่เหมือนกัน คือทำหน้าที่ควบคุมการแสดงผลของหน้าจอในพื้นที่ขนาด 61x32 Pixel โดยลักษณะการจัดแบ่งพื้นที่ในแสดงผลหน้าจอของ Controller แต่ละชุดจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 4 Page โดยมีขนาด Page ละ 61 Column โดยในแต่ละ Page ก็จะแบ่งย่อยออกเป็น 8 แถวๆละ 1 Pixel โดยภายในโครงสร้างของ Controller จะใช้หน่วยความจำ RAM เป็นพื้นที่ในการบรรจุข้อมูลการแสดงผลโดยหน่วยความจำ 1 ไบต์จะใช้บรรจุข้อมูลการแสดงผลจำนวน 8 Pixel โดยจัดเรียงกันในแนวตั้ง ซึ่งกำหนดให้บิตข้อมูลที่มีนัยความสำคัญต่ำสุด(LSB)อยู่ด้านบนและให้บิตที่มีนัยความสำคัญสูงสุด(MSB) อยู่ล่างสุดเรียงลำดับต่อเนื่องจากซ้ายไปขวา โดยพื้นที่ในการแสดงผลจะมีขนาดแถวละ80ไบท์(0x00...0x4F) แต่ส่วนของหน่วยความจำที่จะถูกนำมาใช้ในการแสดงผลที่หน้าจอจะมีเพียง 61ไบท์แรกของแต่ละ Page เท่านั้น ดังรูป



แสดง โครงสร้างการแสดงผลหน้าจอของ Controller

ชุดคำสั่งของ Controller

โมดูล GLCD รุ่น MTB-368 จะใช้ Controller ซึ่งมีการทำงาน Compatible กับ Controller เบอร์ SED1520 ของ EPSON ซึ่งมีชุดคำสั่งดังนี้

Command	Code											Function
	WR	RD	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
Display ON/OFF	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1/0	
Display Start Line	0	1	0	1	1	1	Display Start Address[0..31]					Specifies RAM Line correspond to top Line Display
Set Page Address	0	1	0	1	0	1	1	1	0	Page[0:3]		Set Display RAM Page Address
Set Column Address	0	1	0	0	Column Address[0..79]							Set Display RAM Column Address
Select ADC	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1/0	Select ADC Mode 1 : CCW 0 : CW
Static Drive ON/OFF	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1/0	Select Static Drive Operation 1 : Static Drive 0 : Normal Drive
Select Duty	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1/0	Select GLCD Duty Cycle 1 : 1/32 Duty 0 : 1/16 Duty
Read Modify Write	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	Read Modify Write ON
End	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	Read Modify Write OFF
Reset	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	Software Reset
Read Status	1	0	0	Busy	ADC	ON/OFF	Reset	0	0	0	0	Read Status From GLCD Busy 1 : Busy 0 : Ready ADC 1 : CW Output 0 : CCW Output ON/OFF 1 : Display OFF 0 : Display ON RESET 1 : Being Reset 0 : Normal
Write Display Data	0	1	1	Write Data								Write Display Data to GLCD
Read Display Data	1	0	1	Read Data								Read Display Data From GLCD

ตารางแสดง ชุดคำสั่ง GLCD รุ่น MTB-368

คำสั่ง Display ON/OFF (0xAE, 0xAF)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1/0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งควบคุมการแสดงผลหน้าจอของ GLCD โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D1 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “1010111” และใช้บิต D0 เป็นรหัสในการควบคุมการแสดงผลในคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xAE...0xAF ดังตาราง

- D0 = 0 หมายถึง Display OFF (รหัสคำสั่ง 0xAE)
- D0 = 1 หมายถึง Display ON (รหัสคำสั่ง 0xAF)

คำสั่ง Display Start Line (0xC0...0xDF)

Control			Data							
WR#	RD#	A0#	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	1	0	Display Start Line (0..31)				

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดแถวเริ่มต้นในการแสดงผลของหน้าจอ ซึ่งสามารถเลือกกำหนดได้ 32 ค่า ระหว่าง 0 ถึง 31 โดยพื้นที่การแสดงผลจะมีขนาด 32 แถว โดยปรกติจะกำหนดเป็น 0 เสมอ ซึ่งการแสดงผลของหน้าจอก็จะเริ่มแสดงผลตามข้อมูลที่ถูกบรรจุไว้ในแถวแรกซึ่งนับเป็นแถวลำดับที่ 0 เรียงลำดับไปจนถึงแถวสุดท้ายคือ 31 แต่ถ้ากำหนดค่า Display Start Line เป็น 1 การแสดงผลหน้าจอก็จะแสดงเริ่มที่แถว1 ไปจนถึงแถวที่31 และให้แถว 0 เป็นลำดับสุดท้ายแทน โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D5 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “110” และใช้บิต D4..D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดค่าแถวเริ่มต้นในการแสดงผลหน้าจอของคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xC0...0xDF ดังตาราง

- Display Start Line = 0 หมายถึง การแสดงผลจะเริ่มต้นที่แถว 0,1,2,..,31
- Display Start Line = 1 หมายถึง การแสดงผลจะเริ่มต้นที่แถว 1,2,3,..,31,0
- Display Start Line = 2 หมายถึง การแสดงผลจะเริ่มต้นที่แถว 2,3,4,...,31,0,1

  .

  .

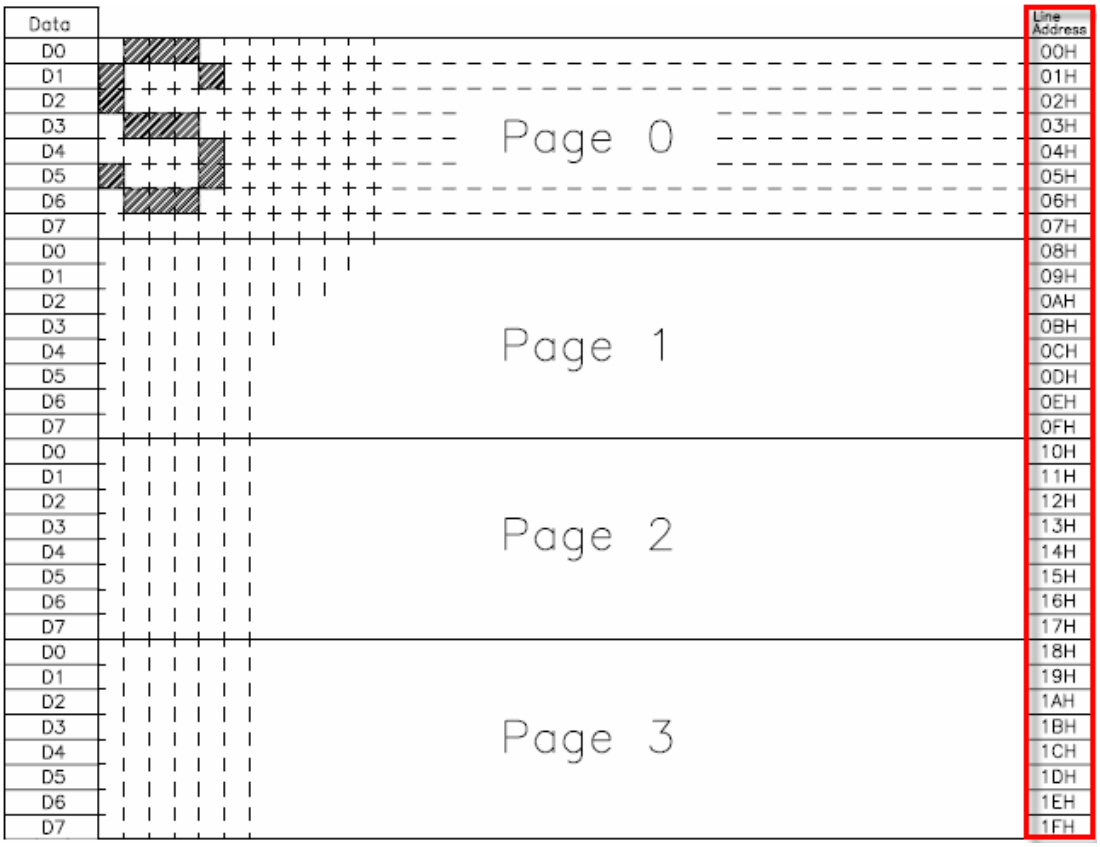
  .
- Display Start Line = 31 หมายถึง การแสดงผลจะเริ่มต้นที่แถว 31,0,1,....,30

คำสั่ง Set Page Address (0xB8...0xBB)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	0	1	1	1	0	Page[0..3]	

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดตำแหน่งของ Page สำหรับอ่านเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ ซึ่งสามารถเลือกกำหนดได้ 4 ค่า ระหว่าง 0 ถึง 3 โดยค่าของ Page เมื่อถูกกำหนดค่าแล้วจะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงจนกว่าจะสั่งกำหนดค่าใหม่ โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D2 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “101110” และใช้บิต D1...D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดค่า Page ของคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xB8...0xBB ดังตาราง

- Page = 0 หมายถึง การอ่านเขียนข้อมูลหลังจากนี้จะอยู่ในแถวที่ 0-7 ของหน้าจอ
- Page = 1 หมายถึง การอ่านเขียนข้อมูลหลังจากนี้จะอยู่ในแถวที่ 8-15 ของหน้าจอ
- Page = 2 หมายถึง การอ่านเขียนข้อมูลหลังจากนี้จะอยู่ในแถวที่ 16-23 ของหน้าจอ
- Page = 3 หมายถึง การอ่านเขียนข้อมูลหลังจากนี้จะอยู่ในแถวที่ 24-31 ของหน้าจอ



รูปแสดง ความค่า Page และ Line Address ของหน้าจอ

คำสั่ง Set Column Address (0x00...0x4F)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	0	Column[0..79]						

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดตำแหน่งของ Column สำหรับอ่านเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ ซึ่งสามารถเลือกกำหนดได้ 80 ค่า ระหว่าง 0 ถึง 79 โดยค่าของ Column จะเพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติเมื่อมีการสั่ง อ่านหรือ เขียน ข้อมูลกับหน่วยความจำของ Controller แต่เมื่อค่าตำแหน่งของ Column ถูกเพิ่มถึงตำแหน่งสูงสุดคือตำแหน่งที่ 79 แล้วค่าตำแหน่งของ Column จะหยุดการเพิ่มค่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก และจะไม่มีผลไปเปลี่ยนแปลงค่าตำแหน่งของ Page ด้วย โดยรหัสคำสั่งในบิต D7 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “0” และใช้บิต D6...D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดค่า Column ของคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0x00...0x4F ดังตาราง

หมายเหตุ สำหรับ GLCD รุ่น MTB-368 จะมีขนาดหน้าจอ 61 x 32 Pixel ต่อ Controller 1 ชุด ดังนั้นจำนวน Column ในการแสดงผลของหน้าจอจะมีขนาดเพียง 61 Column (0...60 หรือ 0x00...0x3C) เท่านั้น การกระทำใดๆกับหน่วยความจำที่อยู่นอกขอบเขตการแสดงผลของหน้าจอ ถึงแม้ว่าจะสามารถทำได้ แต่จะไม่ส่งผลใดๆต่อการแสดงผลหน้าจอของ GLCD

คำสั่ง Select ADC (0xA0, 0xA1)

Control			Data							
WR#	RD#	A0#	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1/0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดรูปแบบการแสดงผลหน้าจอของ GLCD โดยจะเป็นการเลือกกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ในการนำข้อมูลจาก RAM ใน Column ไปแสดงผลที่หน้าจอ ว่าจะเป็นแบบเดินหน้าแบบตามเข็มนาฬิกา (CW) หรือ แบบถอยหลังแบบทวนเข็มนาฬิกา (CCW) ซึ่งตามปรกติจะกำหนดเป็นแบบตามเข็มนาฬิกา (CW) เสมอ โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D1 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “1010000” และใช้บิต D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดค่า ADC ของคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xA0...0xA1 ดังตาราง

- D0 = 0 หมายถึง กำหนดให้ Controller ทำการสแกนหน้าจอแบบปรกติโดยใช้รูปแบบการ Scan แบบตามเข็มนาฬิกา (CW) โดยจะใช้ข้อมูลในหน่วยความจำ Display RAM ของแต่ละ Column จากตำแหน่งแอดเดรส 0x00...0x4F ไป Scan ออกที่หน้าจอแสดงผลของ GLCD ในตำแหน่งการแสดงผลของ Segment : Pin[1...80] เรียงลำดับต่อเนื่องกันไป
- D0 = 1 หมายถึง ให้ Controller ทำการสแกนหน้าจอแบบทวนเข็มนาฬิกา(CCW) ซึ่งการแสดงผลของหน้าจอจะกลับด้าน เนื่องจาก Controller จะใช้ข้อมูลในหน่วยความจำ Display RAM ของแต่ละ Column จากตำแหน่งแอดเดรส 0x00...0x4F ไป Scan ออกที่หน้าจอแสดงผลของ GLCD ในตำแหน่งการแสดงผลของ Segment : Pin[80...1] เรียงลำดับกันไป

ADC Column	D0=0	0x00	0x01	0x02	0x03	...	0x4C	0x4D	0x4E	0x4F
	D0=1	0x4F	0x4E	0x4D	0x4C	...	0x03	0x02	0x01	0x00
Segment Pin		1	2	3	4	...	77	78	79	80

ตารางแสดงความสัมพันธ์ของ Column Address กับ Segment Pin

คำสั่ง Static Drive ON/OFF (0xA4, 0xA5)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1/0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดรูปแบบการแสดงผลของหน้าจอ โดยถ้ากำหนดให้เป็นแบบ Static ON จะเป็นการสั่งบังคับให้จอแสดงผลทำการแสดงผลทุก Pixel ซึ่งปรกติใช้สำหรับทดสอบการแสดงผลของหน้าจอว่าสามารถแสดงผลได้ครบทุก Pixel หรือไม่ แต่ถ้ากำหนดให้แสดงผลแบบ Static OFF จะเป็นการกำหนดให้หน้าจอแสดงผลทำการแสดงผลตามข้อมูลที่กำหนดไว้ในหน่วยความจำ RAM ที่กำหนดโดยผู้ใช้ตามปรกติ โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D1 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “1010010” และใช้บิต D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดรูปแบบการแสดงผลของคำสั่ง โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xA4...0xA5 ดังตาราง

- D0 = 0 หมายถึงให้แสดงผลตามปรกติ Normal Drive (รหัสคำสั่ง 0xA4)
- D0 = 1 หมายถึงให้แสดงผลแบบ Static Drive(รหัสคำสั่ง 0xA5)

คำสั่ง Select Duty (0xA8, 0xA9)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1/0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งกำหนดรูปแบบการแสดงผล ตำแหน่งของ Column สำหรับอ่านเขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ ซึ่งสามารถเลือกกำหนดได้ 80 ค่า ระหว่าง 0 ถึง 79 โดยค่าของ Column จะเพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติเมื่อมีการสั่ง อ่าน หรือ เขียนข้อมูลกับหน่วยความจำของ Controller โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D1 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “1010100” และใช้บิต D0 เป็นรหัสสำหรับกำหนดค่า Drive ของคำสั่ง **แต่สำหรับ GLCD รุ่น MTB-368 ต้องกำหนดให้ค่าบิต D0 มีค่าเป็น “1” เสมอ** เนื่องจากโครงสร้างของ GLCD รุ่น MTB-368 นี้เป็นแบบ 1/32 Duty เท่านั้น โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งอยู่ระหว่าง 0xA8...0xA9 ดังตาราง

- D0 = 0 หมายถึง กำหนดรูปแบบการแสดงผลเป็น 1/16 Duty (รหัสคำสั่ง 0xA8)
- D0 = 1 หมายถึง กำหนดรูปแบบการแสดงผลเป็น 1/32 Duty (รหัสคำสั่ง 0xA9)

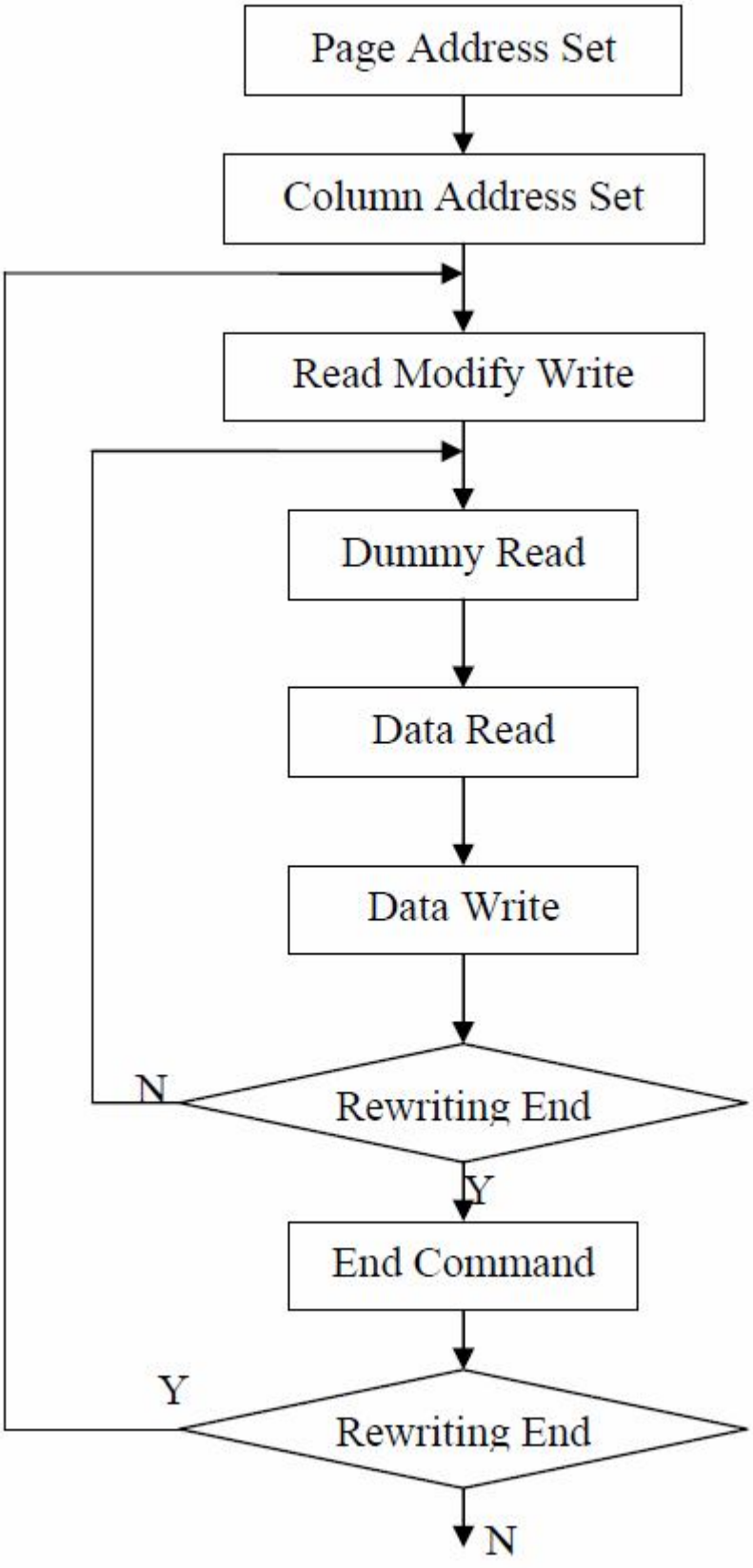
คำสั่ง Start Read Modify Write (0xE0)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0

เป็นคำสั่งสำหรับใช้แก้ไขข้อมูลการแสดงผลของหน้าจอเฉพาะจุดที่ต้องการ เช่น ใช้เพื่อทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลการแสดงผลของหน้าจอเฉพาะตำแหน่ง Pixel ที่ต้องการ ซึ่งจะใช้คำสั่งนี้สำหรับสั่งกำหนดรูปแบบการทำงานของ Controller เพื่อทำการแก้ไขค่าของข้อมูลที่จะใช้ในการแสดงผลของหน้าจอ โดยคำสั่งนี้จะหยุดการเพิ่มค่าตำแหน่งแอดเดรสอัตโนมัติของ Column เมื่อมีการ อ่าน หรือ เขียนข้อมูลกับหน่วยความจำ จนกว่า Controller จะได้รับ คำสั่ง End Read Modify Write ค่าตำแหน่งแอดเดรสของ Column จึงจะกลับมาเพิ่มค่าโดยอัตโนมัติอีกครั้งหนึ่งเมื่อมีการ อ่าน หรือ เขียน ข้อมูลตามปรกติ โดยรหัสคำสั่งในบิต D7...D1 จะถูกกำหนดคงที่เป็น “11100000” โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งคงที่เป็น 0xE0

โดยคำสั่งนี้จะใช้งานร่วมกับคำสั่ง Read Data และ Write Data ด้วย เมื่อ Controller ได้รับคำสั่งนี้แล้วการทำงานจะค้างอยู่ในโหมดของการ Read Modify Write ไปตลอดจนกว่าจะได้รับคำสั่ง End Read Modify Write ซึ่งลำดับขั้นการทำงานของคำสั่งนี้ควรเป็นดังนี้

- กำหนดค่าตำแหน่ง Page ของหน่วยความจำที่ต้องการแก้ไขข้อมูล
- กำหนดค่าตำแหน่ง Column ของหน่วยความจำที่ต้องการแก้ไขข้อมูล
- สั่งเขียนคำสั่ง Start Read Modify Write
- สั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ GLCD โดยการอ่านครั้งแรกไม่ต้องสนใจค่าข้อมูล
- สั่งอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำของ GLCD อีกครั้งหนึ่ง ซึ่งครั้งนี้จะได้ค่าของข้อมูลจริงๆจากหน้าจอปัจจุบันตำแหน่ง Page และ Column ที่กำหนดไว้ก่อนเขียนคำสั่ง Start Read Modify Write ให้ GLCD
- ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลที่อ่านกลับออกมาตามต้องการ
- สั่งเขียนข้อมูลที่แก้ไขแล้วกลับออกไปยัง GLCD
- เขียนคำสั่ง End Read Modify Write ไปยัง GLCD เพื่อเป็นการสิ้นสุดคำสั่ง โดยค่าตำแหน่งของ Page และ Column จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากการผลของการอ่านและเขียนข้อมูลที่ผ่านมา แต่หลังจากนี้ไปถ้ามีการสั่งอ่าน หรือ เขียนข้อมูลกับ GLCD อีกค่าตำแหน่งของ Column ก็จะถูกเพิ่มค่าขึ้นครั้งละ 1 ตำแหน่งตามปรกติ



แผนผังแสดงการทำงานของคำสั่ง Read Modify Write

คำสั่ง End Read Modify Write (0xEE)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งสิ้นสุดการทำงานของคำสั่ง Read Modify Write เพื่อให้ Controller กลับมาทำงานในโหมดปรกติ โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งคงที่เป็น 0xEE

คำสั่ง Reset (0xE2)

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งรีเซ็ตการทำงานของ GLCD โดยเมื่อสั่ง Reset การทำงานของ GLCD ด้วยคำสั่งนี้ GLCD จะทำการรีเซ็ตการทำงานของ Controller ภายใน ซึ่งคำสั่งนี้จะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าของข้อมูลใดๆในส่วนของ Data Display โดยผู้ใช้สามารถตรวจสอบความพร้อมของ Controller ได้โดยการสั่งอ่าน Status ของ Controller เพื่อตรวจสอบค่าสถานะของบิต Reset ได้ โดยชุดคำสั่งนี้จะมีรหัสคำสั่งคงที่เป็น 0xE2 โดยการทำงานเริ่มต้นของ GLCD จะเป็นดังนี้

- กำหนดการทำงานของ Display เป็น OFF
- กำหนดค่า Display Start Line เป็น 1
- กำหนดการทำงานของ Static Drive เป็น OFF
- กำหนดค่า Column Address เป็น Column-0
- กำหนดค่า Page Address เป็น Page-3
- กำหนดค่า Duty Cycle ของหน้าจอเป็น 1/32
- กำหนดค่า ADC เป็นแบบ CW
- กำหนดการทำงานของ Read Modify Write เป็น OFF

*****หมายเหตุ***** ถ้าผู้ใช้ต้องการ กำหนดคุณสมบัติการทำงานของ GLCD ที่แตกต่างจากนี้ออกไป ควรทำการสั่ง Initial ค่าการทำงานต่างๆให้เหมาะสมและตรงกับความต้องการเองทุกครั้งเสมอ

คำสั่ง Write Data

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
0	1	1	Data Write							

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งเขียนข้อมูลสำหรับแสดงผลไปให้ Controller โดยข้อมูลจะถูกเขียนไปยังตำแหน่งหน่วยความจำที่ชี้โดย Page และ Column ในขณะนั้น โดยเมื่อเขียนข้อมูลเสร็จค่าของ Column จะถูกเพิ่มค่าขึ้น 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติ ส่วนค่าของ Page จะไม่เปลี่ยนแปลง

หมายเหตุ ถ้าใช้คำสั่ง Write Data ในขณะที่ Controller ทำงานอยู่ในโหมด Read Modify Write ค่าตำแหน่งแอดเดรสของ Column Counter จะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

คำสั่ง Read Data

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	1	Data Read							

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งอ่านค่าข้อมูลจากหน่วยความจำแสดงผลของ Controller ในตำแหน่งที่ชี้โดย Page และ Column ในขณะนั้นโดยเมื่อเขียนข้อมูลเสร็จค่าของ Column จะถูกเพิ่มค่าขึ้น 1 ตำแหน่งโดยอัตโนมัติ ส่วนค่าของ Page จะไม่เปลี่ยนแปลง

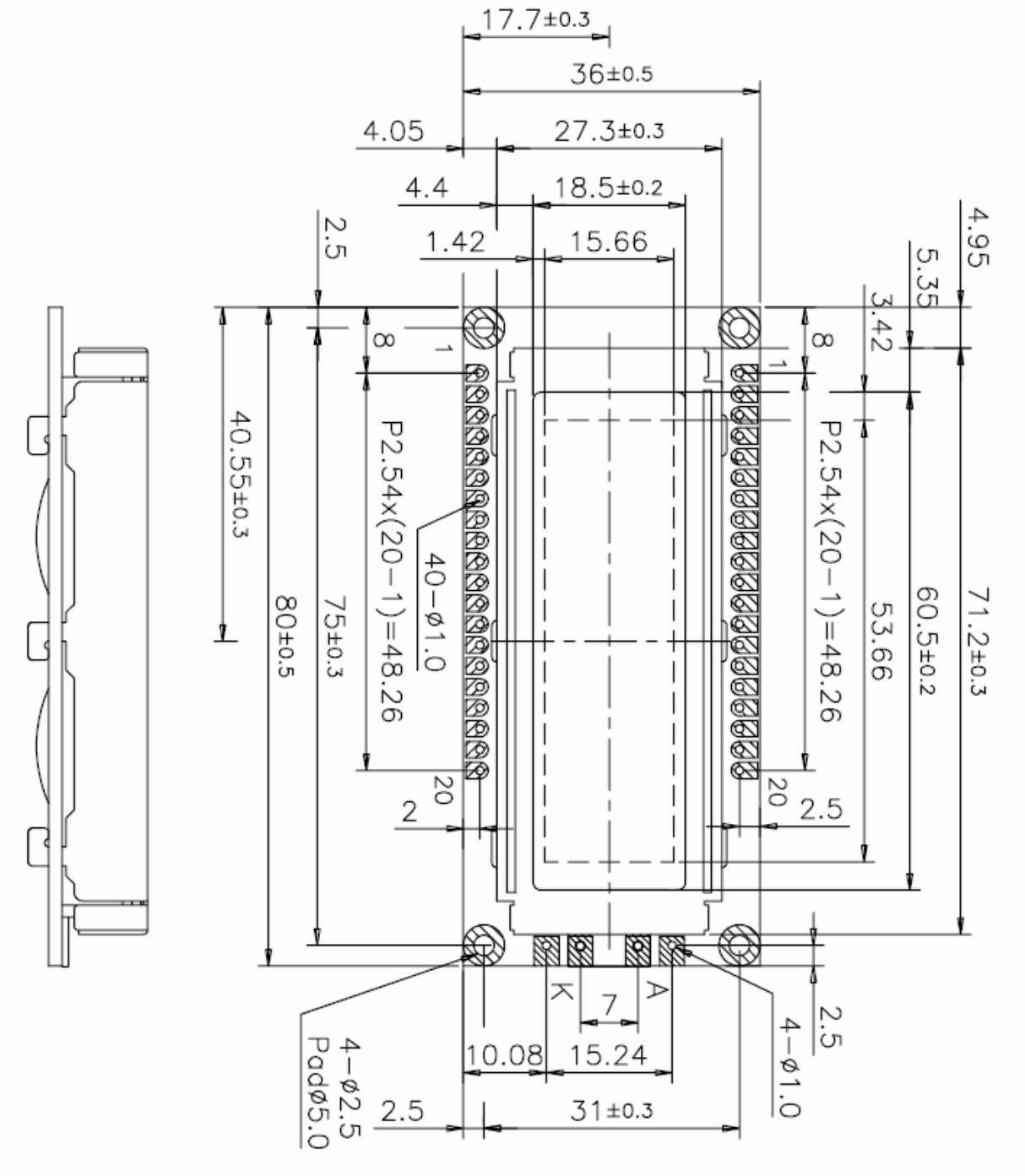
หมายเหตุ ถ้าใช้คำสั่ง Read Data ในขณะที่ Controller ทำงานอยู่ในโหมด Read Modify Write ค่าตำแหน่งแอดเดรสของ Column Counter จะมีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

คำสั่ง Read Status

Control			Data							
WR#	RD#	A0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	0	Busy	ADC	ON/OFF	Reset	0	0	0	0

เป็นคำสั่งสำหรับสั่งอ่านค่าสถานะสำหรับบ่งชี้การทำงานของ Controller ในตัว GLCD โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะมีขนาด 8 บิต แต่บิต D3...0 จะมีค่าคงที่เป็น "0" ส่วนบิต D7...4 จะใช้แสดงค่าของสถานะของ Controller ดังนี้

- **Busy** เป็นบิตใช้แสดงค่าสถานะความพร้อมของ Controller ในการรับคำสั่งใหม่จากผู้ใช้
  - เมื่อเป็น "1" หมายถึง Controller กำลังปฏิบัติงานตามคำสั่งที่ได้รับไปอยู่ยังไม่แล้วเสร็จ ยังไม่พร้อมรับคำสั่งใหม่ ผู้ใช้ต้องรอจนกว่าบิตนี้จะอ่านค่าได้เป็น "0" เสียก่อน
  - เมื่อเป็น "0" หมายถึง Controller พร้อมรับคำสั่งต่อไปจากผู้ใช้
- **ADC** เป็นบิตใช้แสดงค่าสถานะรูปแบบการ Scan หน้าจอ(ADC) ของ Controller ว่าใช้รูปแบบการ Scan แบบปรกติ (CW) หรือการ Scan แบบกลับด้าน (CCW)
  - เมื่อเป็น "1" หมายถึง CW แสดงว่า Controller ใช้การ Scan หน้าจอแบบปรกติ คือใช้หน่วยความจำ Column แอดเดรส n ไป Scan ออกที่ Segment แอดเดรส n
  - เมื่อเป็น "0" หมายถึง CCW แสดงว่า Controller ใช้การ Scan หน้าจอแบบกลับด้าน คือใช้หน่วยความจำ Column แอดเดรส 79-u ไป Scan ออกที่ Segment แอดเดรส u
- **ON/OFF** "เป็นบิตใช้แสดงค่าสถานะความพร้อมของ Controller ในการรับคำสั่งใหม่จากผู้ใช้
  - เมื่อเป็น "1" หมายถึง Display OFF
  - เมื่อเป็น "0" หมายถึง Display ON
- **Reset** เป็นบิตใช้แสดงค่าสภาวะการทำงานของ Controller ปรกติแล้วจะใช้ตรวจสอบความพร้อมของ Controller หลังรับคำสั่ง Reset หรือ Power-ON ให้ GLCD ในครั้งแรก
  - เมื่อเป็น "1" หมายถึง Controller อยู่ในสภาวะถูกรีเซ็ตการทำงานอยู่ยังไม่พร้อมรับคำสั่ง
  - เมื่อเป็น "0" หมายถึง Controller อยู่ในสภาวะทำงานตามปรกติ



รูปแสดง ขนาดหน้าจอ หน่วยเป็น มิลลิเมตร