

Character LCD

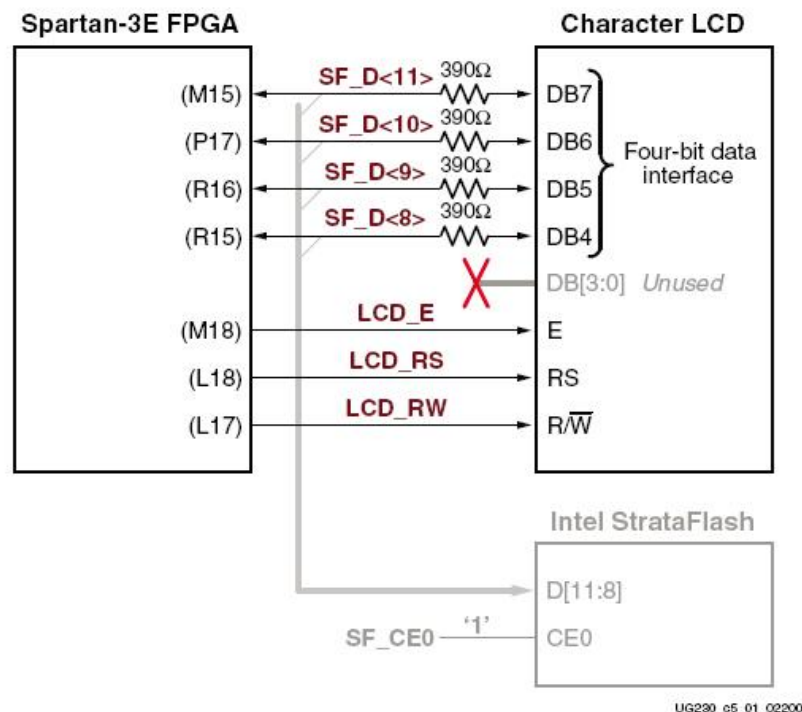
Professor Yong Ho Song

Character LCD on Spartan-3E Board



- FPGA의 control signal에 맞는 characters 출력
- 내장된 Characters 및 user configured characters 출력

Character LCD Block diagram



■ 4-bit data interface, 3개의 control signals로 구성

+ Data interface : data, command, address 등

■ 실제 data I/O의 단위는 8-bit

+ 2번에 걸쳐 I/O를 수행해야 함

Character Display Addresses																Undisplayed Addresses			
1	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	0A	0B	0C	0D	0E	0F	10	...	27
2	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	4A	4B	4C	4D	4E	4F	50	...	67
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	...	40

Figure 5-3: DD RAM Hexadecimal Addresses (No Display Shifting)

- LCD에 출력할 character code가 저장됨
 - + Address 단위 : 1bytes
 - + 한 Line당 16 characters * 2 lines = 총 32개의 characters 저장
 - + Undisplayed address
 - Character code 저장 가능
 - Shift command를 이용하여 출력 가능

Character LCD CGROM

- 실제 Characters가 저장됨
 - + ASCII English characters
 - + 日本 히라가나, 카타가나
- LCD에 출력 시, CGROM을 참조하여 출력
 - + For example
 - DDRAM의 특정 address에 0x53이 저장
 - 0x53 = 01010011 이므로
 - 대문자 'S'가 출력됨 (그림 참조)

		Upper Data Nibble															
		DB7	DB6	DB5	DB4												
		0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
		0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1
		0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
		0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
Lower Data Nibble	xxxx0000					0	0	P	\	F		-	タ	ミ	α	ρ	
	xxxx0001					!	1	A	Q	a	q		ア	チ	Δ	Δ	Q
	xxxx0010					"	2	B	R	b	r		イ	ツ	×	β	θ
	xxxx0011					#	3	C	S	c	s		ウ	テ	ε	ε	ω
	xxxx0100					\$	4	D	I	d	i		エ	ト	μ	Ω	
	xxxx0101					%	5	E	U	e	u		オ	ナ	1	δ	ü
	xxxx0110					&	6	F	V	f	v		カ	ニ	ヨ	ρ	Σ
	xxxx0111					'	7	G	W	w	7		キ	ヲ	ラ	Q	π
	xxxx1000					(	8	H	X	h	x		ク	ネ	リ	フ	α
	xxxx1001					)	9	I	Y	i	y		ケ	ル	リ	ウ	
	xxxx1010					*	:	J	Z	j	z		コ	ハ	レ	i	〒
	xxxx1011					+	;	K	[	k	[		オ	サ	ヒ	ロ	* 万
	xxxx1100					,	<	L	¥	l	¥		イ	シ	フ	ワ	¢ 円
	xxxx1101					-	=	M	]	m	]		ユ	ズ	ヘ	ン	も ÷
	xxxx1110					.	>	N	^	n	^		ヨ	セ	ホ	° 氏	
	xxxx1111					/	?	O	_	o	_		ッ	ッ	マ	° 氏	■

Figure 5-4: LCD Character Set

■ 1단계 : Power-On Initialization

- + Power on 후 hardware 초기화 단계
- + 8-bit command signals을 4-bit data interface에 인가해주기 위해 필요
- + 일정 Timing 간격으로 command 및 control signals 입력
 - 구체적인 사항은 User guide LCD part 참고
 - Timing이 중요함 – 반드시 참고!

■ 2단계 : Display configuration

- + Hardware 초기화 이후 LCD를 setting 하는 단계
- + 첫 단계 : Function Set command 인가
 - Configure the display for operation on the board
- + 둘째 단계 : Entry Mode Set command 인가
 - DDRAM의 주소를 자동으로 증가시킴
 - 여러 characters를 동시에 표시할 때 유리함
- + 셋째 단계 : Display On/Off
 - LCD를 켜
- + 마지막 단계 : Clear Display
 - LCD를 clear함
- + 각 command에 대한 자세한 설명은 User Guide 참고



■ 3단계 : Writing Data to the Display

- + 실제로 LCD에 출력해주는 단계
- + 첫 단계 : DDRAM Address command 인가
 - Character code를 저장할 DDRAM의 address를 지정
- + 둘째 단계 : Write Data to DDRAM command 인가
 - 지정된 DDRAM address에 Character code를 저장
 - 2단계에서 Entry Mode Set command 를 인가했을 시, 여러 번에 걸쳐서 write 가능

Character LCD Interface Timing

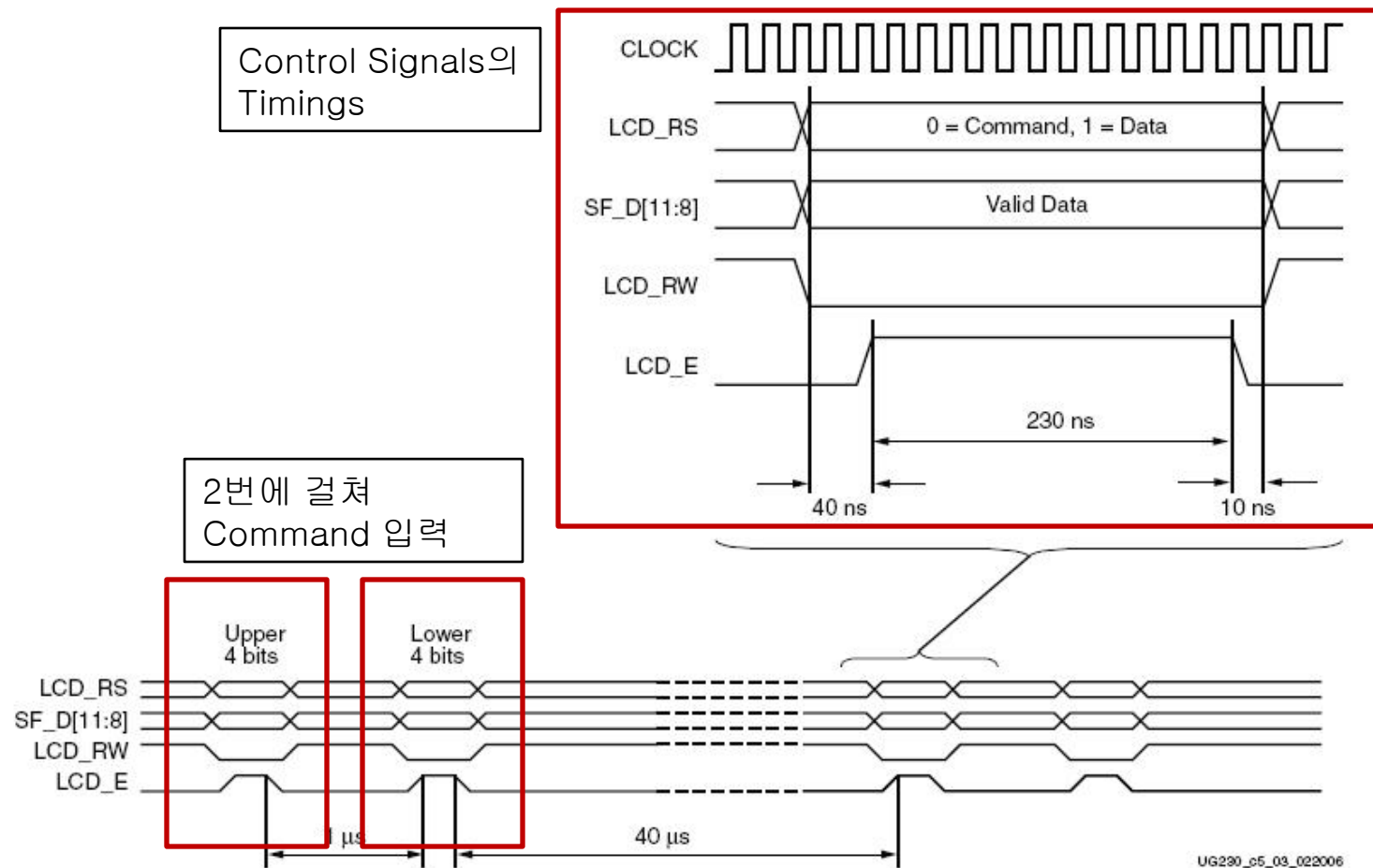


Figure 5-6: Character LCD Interface Timing

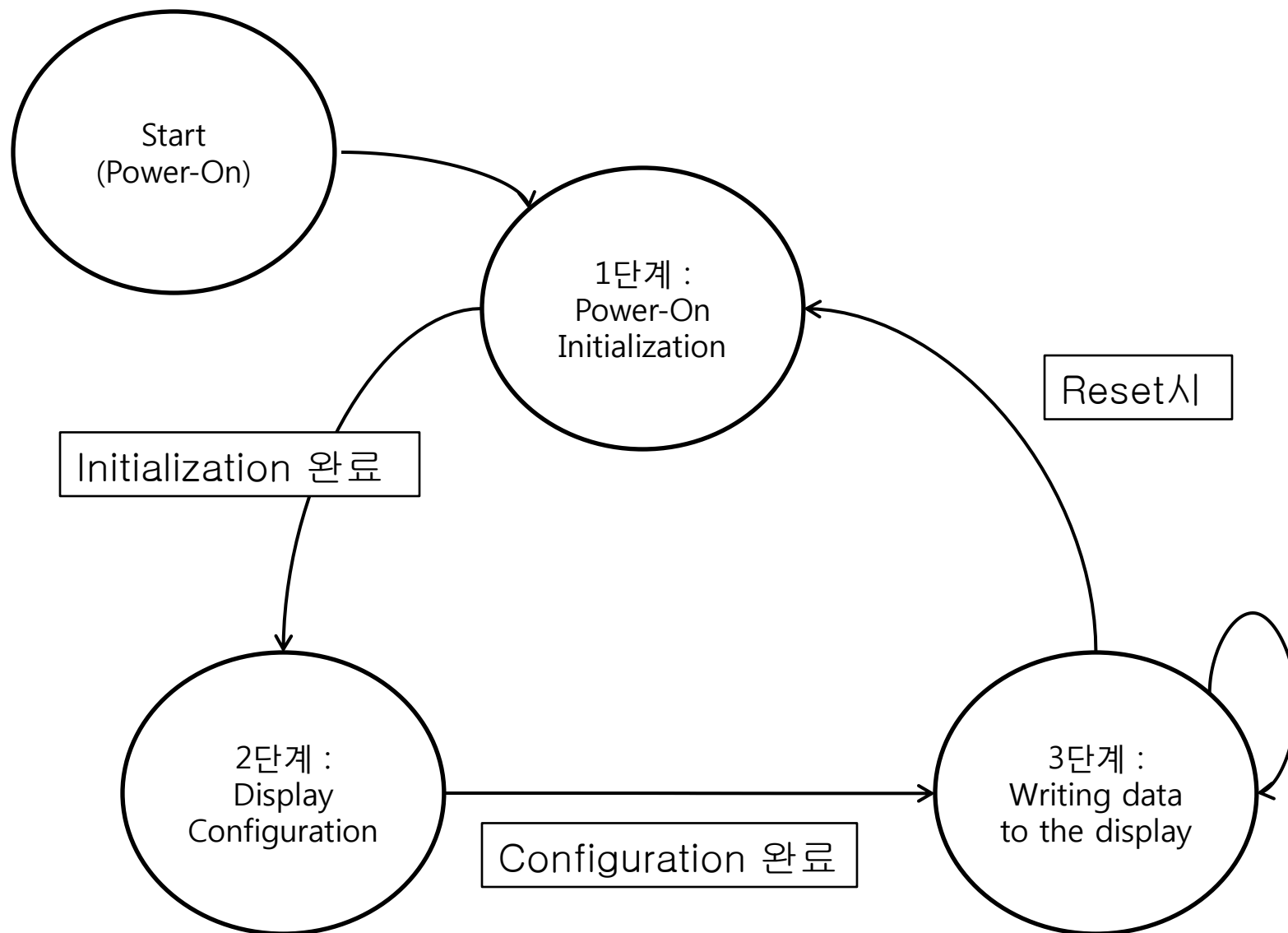
Character LCD Command Sets

Table 5-3: LCD Character Display Command Set

Function	LCD_RS	LCD_RW	Upper Nibble				Lower Nibble			
			DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0
Clear Display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Return Cursor Home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-
Entry Mode Set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S
Display On/Off	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B
Cursor and Display Shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	-	-
Function Set	0	0	0	0	1	0	1	0	-	-
Set CG RAM Address	0	0	0	1	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Set DD RAM Address	0	0	1	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Read Busy Flag and Address	0	1	BF	A6	A5	A4	A3	A2	A1	A0
Write Data to CG RAM or DD RAM	1	0	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Read Data from CG RAM or DD RAM	1	1	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

※ Command의 자세한 기능 및 Timing 등은 User guide 참고

Character LCD State Machine





■ LCD Control 및 Characters 출력

- + 출력 characters : 원하는 문자열
- + Buttons
 - Reset button : reset 및 initialization
 - Button 1 ~ 3 : 해당 button을 누르면 그에 맞는 문자열들 출력 (총 3문자열)
- + Spartan User Guide의 Character LCD part를 숙독할 것
 - State machine 설계
 - 전체 동작 flow 설계
 - 각 command의 timing설정
- + 나머지 부분은 자유롭게 구성
 - State machine 설계 시 세부적인 부분
 - Debug용 LED 설정 등

Thank You

Q & A