

DIGCOM-A1.2 FPGA 실습키트
(VHDL, Verilog)
Quartus Prime 21.1

2022년 1월 10일

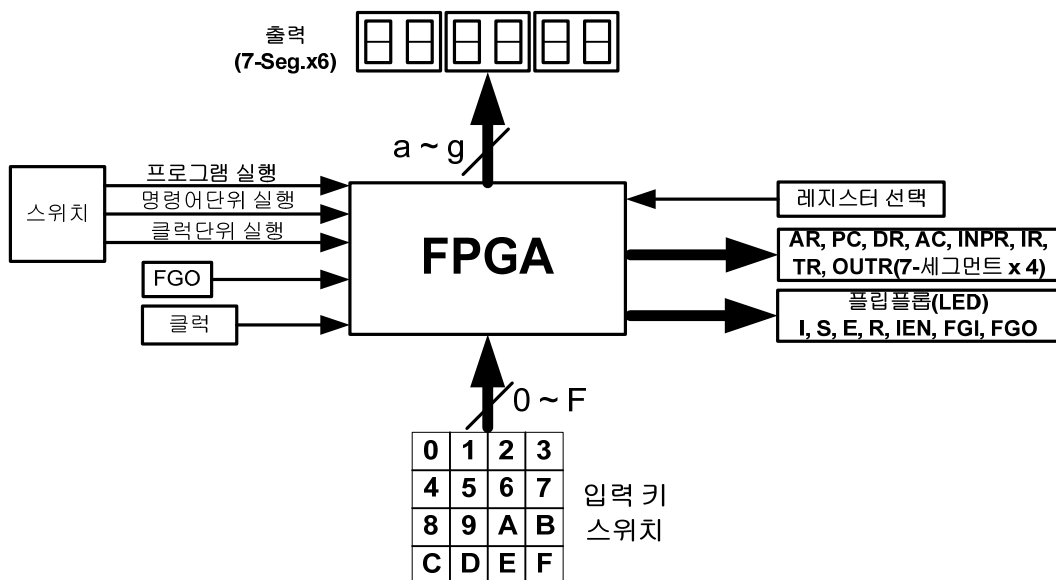
주식회사 인트모션

목 차

1. DIGCOM-A1.2 개요	3
2. Quartus Prime Lite 소프트웨어 설치	6
3. Quartus Prime Design 소프트웨어 사용	11
4. DIGCOM-A1.2 설치	12
5. DIGCOM-A1.2 디바이스 설정 및 핀 할당	14
6. USB-Blaster 드라이버 설치(64비트 윈도우10 기준) ..	20
7. DIGCOM-A1.2 회로도	25

1. DIGCOM-A1.2 개요

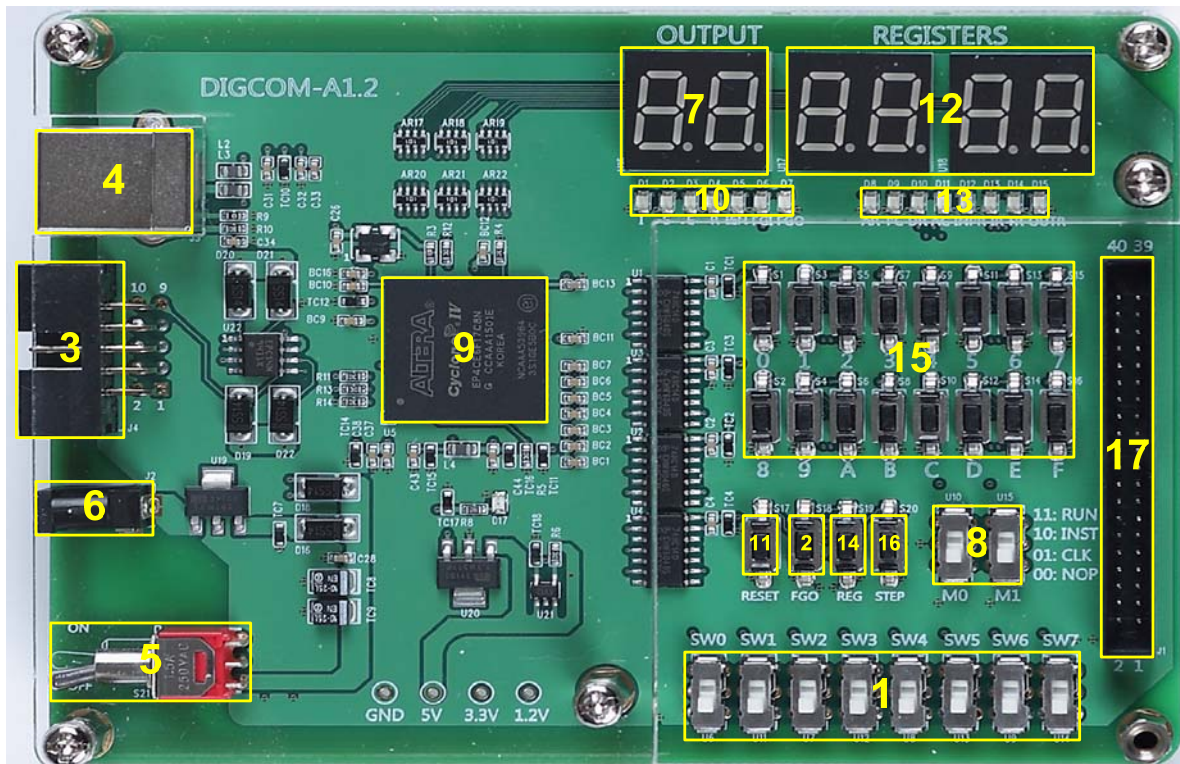
DIGCOM-A1.2의 전체 하드웨어의 구성은 [그림 1]과 같다. DIGCOM-A1.2에서는 일반적으로 사용할 수 있는 입출력 장치가 3개의 2자리 7-세그먼트 FND(Flexible Numeric Display), 16개의 푸시버튼 스위치, 8개의 슬라이드 스위치 및 15개의 LED가 있다 DIGCOM-A1.2가 기본 컴퓨터의 실습장치로 사용될 때는 16개의 푸시버튼 스위치는 키 값을 갖는 입력장치로 사용되고 3개의 2자리 7-세그먼트 FND가운데 2자리는 출력장치로 사용되며, 4자리는 프로세서 내부의 레지스터를 모니터링 할 수 있고 7개의 LED는 플립플롭을 모니터링할 수 있다. 또한 명령어 단위, 클럭 단위 또는 프로그램 단위로 실행을 제어하는 선택 스위치가 있다.



[그림 1] DIGCOM-A1.2 시스템 구성

DIGCOM-A1.2가 기본컴퓨터의 실습장치로 사용될 때 동작 모드를 결정하는 것은 슬라이드 스위치의 위치에 따라서 프로그램단위, 명령어 단위 또는 클럭 단위로 실행이 된다. 출력장치는 2자리 FND를 이용하여 8비트 값을 출력할 수 있으며, 입력으로는 0x0 ~ 0xF의 16진수 값을 갖는 16개의 입력 키 스위치를 이용하여 입력한다. 기본 컴퓨터에는 모두 8개의 레지스터가 있다. 프로그램 실행도중에 이 레지스터 값을 동시에 보기 위해서는 너무 많은 출력장치가 필요하므로 레지스터 선택 스위치를 이용해서 한번에 한 개의 레지스터 값이 2

개의 7-세그먼트 FND에 출력되도록 한다. 또한 LED를 통해 내부 플립플롭 값을 모니터링 할 수 있다. [그림 2]는 DIGCOM-A1.2의 구성과 기본 컴퓨터로 동작할 때 각 세부구성과 기능을 보여주고 있다. DIGCOM-A1.2가 일반적인 FPGA 실습장치로 사용될 때는 입출력장치를 임의로 할당하여 사용할 수 있다.



[그림 2] DIGCOM-A1.2의 구성

- ① 슬라이드 스위치 : 논리값 '0' 또는 '1'을 입력할 수 있는 입력 입력 장치. 8 개로 구성
- ② FGO_SET 스위치 : 출력 7-세그먼트에 새로운 데이터가 출력될 준비가 되었다는 것을 알리기 위해 출력 플래그(FGO)를 "1"로 설정하기 위해 사용된다.
- ③ USB Blaster 포트 : Active Serial 모드로 EPCS4 configuration 디바이스에 다운로드 할 때 사용. Configuration 디바이스에 다운로드 되므로 전원이 꺼져도 내용이 지워지지 않는다. 다운로드된 데이터는 전원이 켜질 때 자동적으로 CycloneIV FPGA 에 프로그램된다.

- ④ USB 전원 공급 : USB 를 이용하여 전원을 공급하며, ⑥ 어댑터를 이용하거나 USB 전원을 이용할 수 있다.
- ⑤ 주 전원 스위치 : 전원 ON/OFF 스위치
- ⑥ 어댑터 전원 공급 : 어댑터를 이용하여 전원을 공급하며 ④ USB 전원을 이용하거나 어댑터 전원을 이용할 수 있다.
- ⑦ 출력 2 자리 7-세그먼트 FND : 출력을 위해 OTR(Output Register)에 저장된 내용을 출력한다.
- ⑧ 실행 모드 선택 스위치 : 런(run) 모드, 명령어 모드 또는 클럭 모드 중 하나를 선택하는 스위치
- ⑨ EP4CE6F17C8 CycloneIV FPGA : Verilgo 또는 VHDL 로 설계된 "기본 컴퓨터"가 프로그램되고 실행된다.
- ⑩ 플립플롭 LED : 내부 7 개의 플립플롭 상태를 표시해 준다.
- ⑪ 리셋 스위치 : 실습키트의 내부 레지스터와 플립플롭을 초기화시킨다.
- ⑫ 레지스터 출력 7-세그먼트 FND : 내부에 있는 8 개의 레지스터 값을 보여준다. ⑭ 레지스터 선택 스위치에 의해 순차적으로 레지스터의 값이 출력되며 ⑬ 레지스터선택 LED 에 현재 출력 중인 레지스터가 표시된다.
- ⑬ 레지스터 표시 LED : ⑫ 레지스터 출력 FND 에 출력중인 8 개의 레지스터중 하나를 표시한다.
- ⑭ 레지스터 선택 스위치 : 스위치를 누를 때마다 순차적으로 ⑫ 레지스터 출력 FND 에 출력될 레지스터를 선택한다.
- ⑮ 입력 스위치 : 입력은 "0"에서 "F"까지 16 진수 값을 입력할 수 있다.
- 16 스텝 스위치 : 명령어 모드 또는 클럭 모드에서 사용된다. 클럭 모드에서 스텝 스위치를 한번 누를 때마다 하나의 클럭 단위로 실행되며, 명령어 모드에서는 한번 누를 때마다 하나의 명령어가 실행된다.
- 17 확장 포트 : FPGA 입출력 단자를 확장포트로 연결하여 DIGCOM-A1.2 에 하드웨어를 설계해서 사용할 수 있도록 하였다.

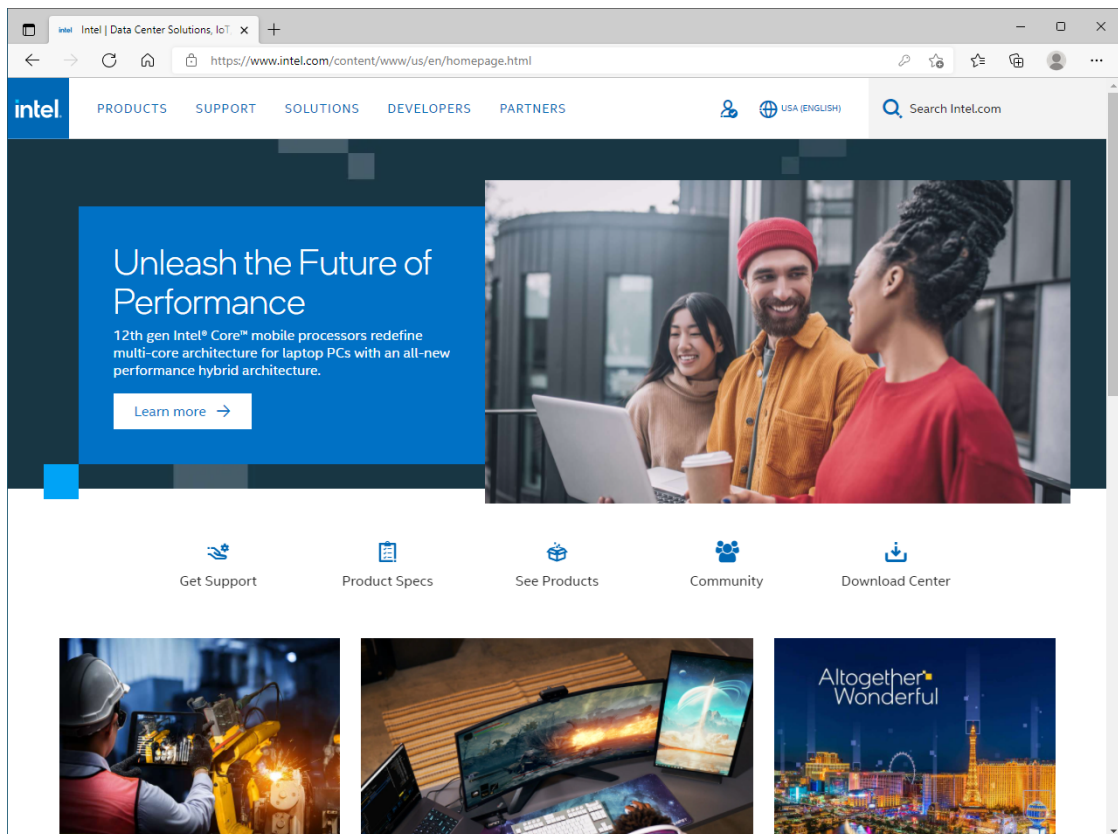
2. Quartus Prime Lite 소프트웨어 설치

a. Intel 회원 가입

(<https://www.intel.com/content/www/us/en/homepage.html>)

- 2015년에 Altera가 Intel에 합병되어 모든 자료를 Intel 홈페이지에서 다운로드 받아야 합니다.
- Intel 홈페이지에서 회원으로 가입을 해야 설계 소프트웨어를 다운로드 받을 수 있습니다.
- 인터넷 익스플로러나 크롬보다 마이크로소프트 에지를 사용할 때 프로그램 다운로드가 잘 됩니다.

b. 설계 소프트웨어 다운로드



- 회원가입 후, 초기 화면에서 "Product → FPGA and Programming Devices → Intel® Quartus® Prime Design Software"를 순서대로 선택

Features and Downloads

To compare different Intel® Quartus® Prime Editions, please visit the [getting started](#) page.

Intel® Quartus® Prime Pro Edition

The Intel® Quartus® Prime Pro Edition Software is optimized to support the advanced features in next-generation FPGAs and SoCs with the Intel® Agilex™, Intel® Stratix® 10, Intel® Arria® 10, and Intel® Cyclone® 10 GX device families.

[Download now \(paid license required\)](#)

Intel® Quartus® Prime Standard Edition

The Intel® Quartus® Prime Standard Edition Software includes extensive support for earlier device families in addition to the Intel® Cyclone® 10 LP device family.

[Download now \(paid license required\)](#)

Intel® Quartus® Prime Lite Edition

The Intel® Quartus® Prime Lite Edition software provides an ideal entry point to high-volume device families and is available as a free download with no license file required.

[Download now \(free, no license required\)](#)

- "Intel® Quartus® Prime Lite Edition"을 선택

Quartus Prime Lite Edition

Release date: March, 2021

Latest Release: v21.1

Select edition:

Select release:

Operating System   Windows  Linux

Intel® Quartus® Prime
Design Software

- 'Lite'와 '21.1'을 선택한 후에 아래 그림과 같이 "Quartus Prime (includes Nios II EDS)", "Quartus Prime (includes Nios II EDS)", "Questa - Intel FPGA Edition(includes Starter Edition) ", "Cyclone IV device support"를 각각 다운로드

Quartus Prime Lite Edition (Free)

Quartus Prime (includes Nios II EDS)

Size: 1.6 GB MD5: 4C3E00771CFE9D6DA618B2D79D54A5F6

** Nios II EDS on Windows requires Ubuntu 18.04 LTS on Windows Subsystem for Linux (WSL), which requires a manual installation.

** Nios II EDS requires you to install an Eclipse IDE manually.

Questa - Intel FPGA Edition(includes Starter Edition)

Size: 961.6 MB MD5: CAB368F5A03D78F842424CB2B0F45BB3

** Starter edition requires free license that can be obtained [here](#)

Devices You must install device support for at least one device family to use the Quartus Prime software.

Arria II device support

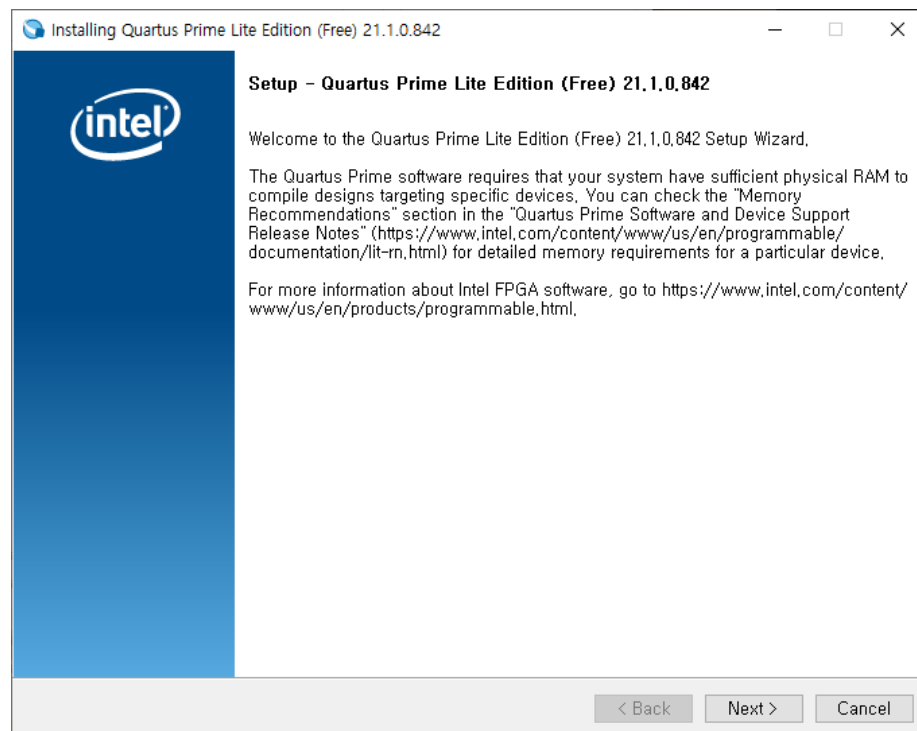
Size: 499.1 MB MD5: A2D16C109493C37BB5D10BCD3A54F58C

Cyclone IV device support

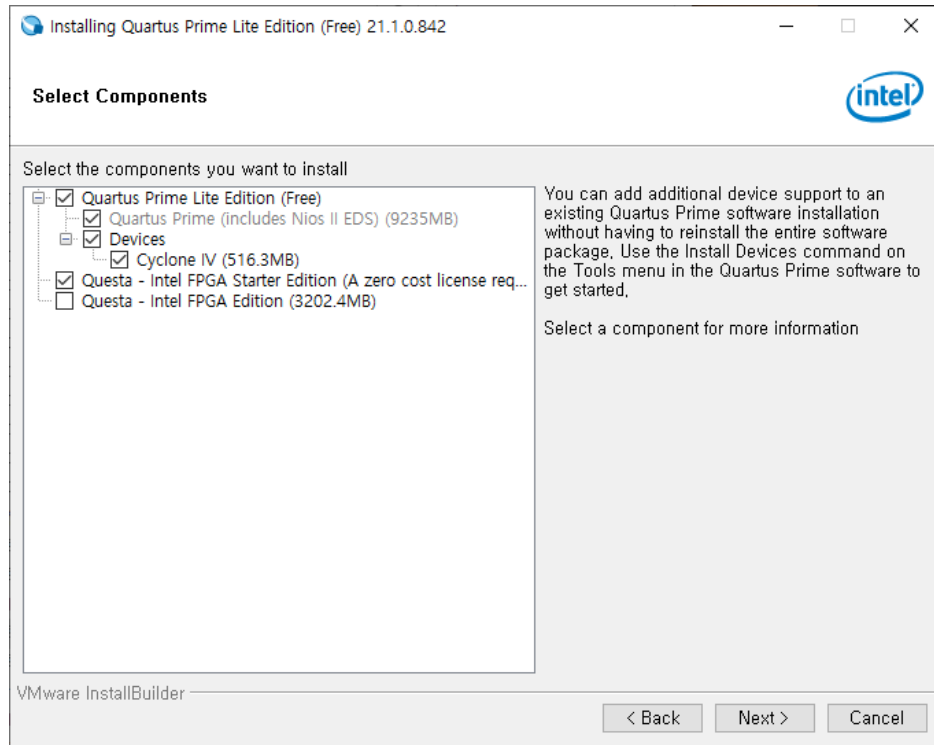
Size: 466.0 MB MD5: E37015353737752218908311E2E915F5

c. 프로그램 설치

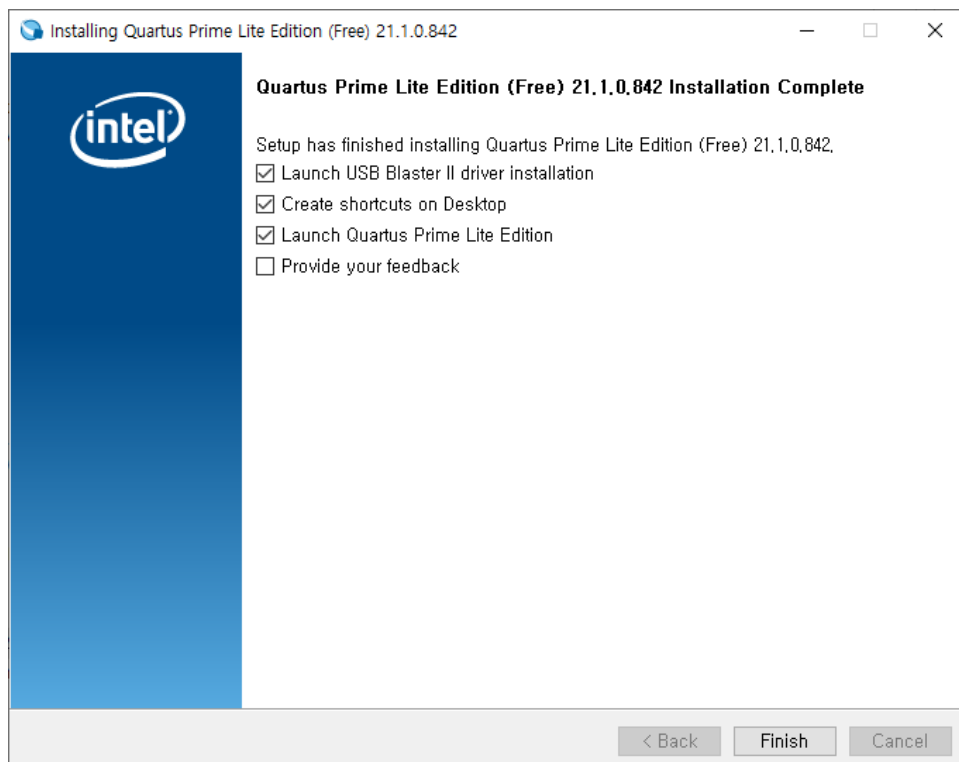
- 다운로드한 "QuartusLiteSetup-21.1.0.842-windows.exe"를 실행하여 프로그램을 설치 시작하고, license 에 동의하고 설치위치를 지정.

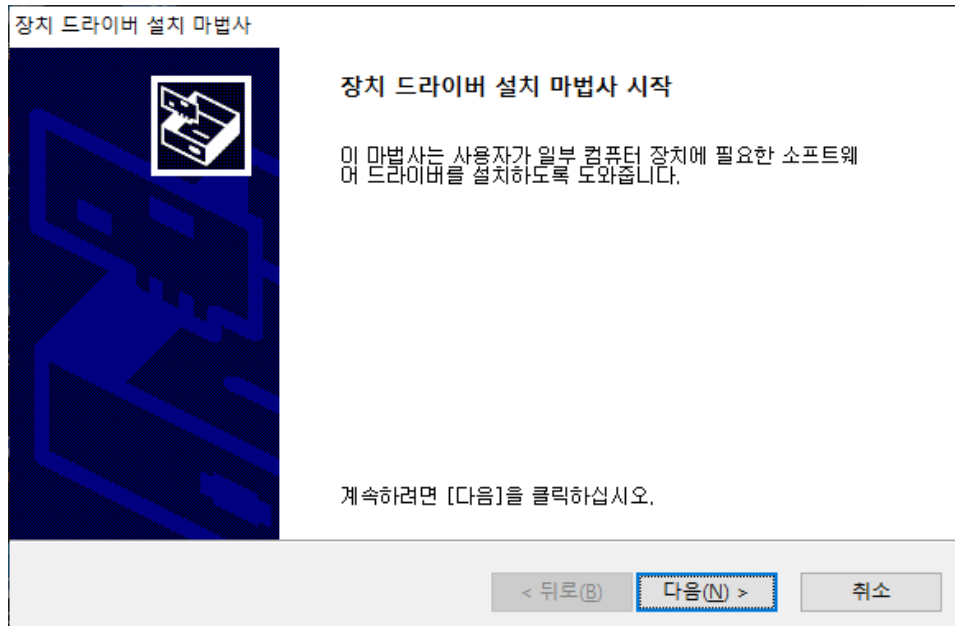


- "Select Components"에서 아래와 같이 선택.

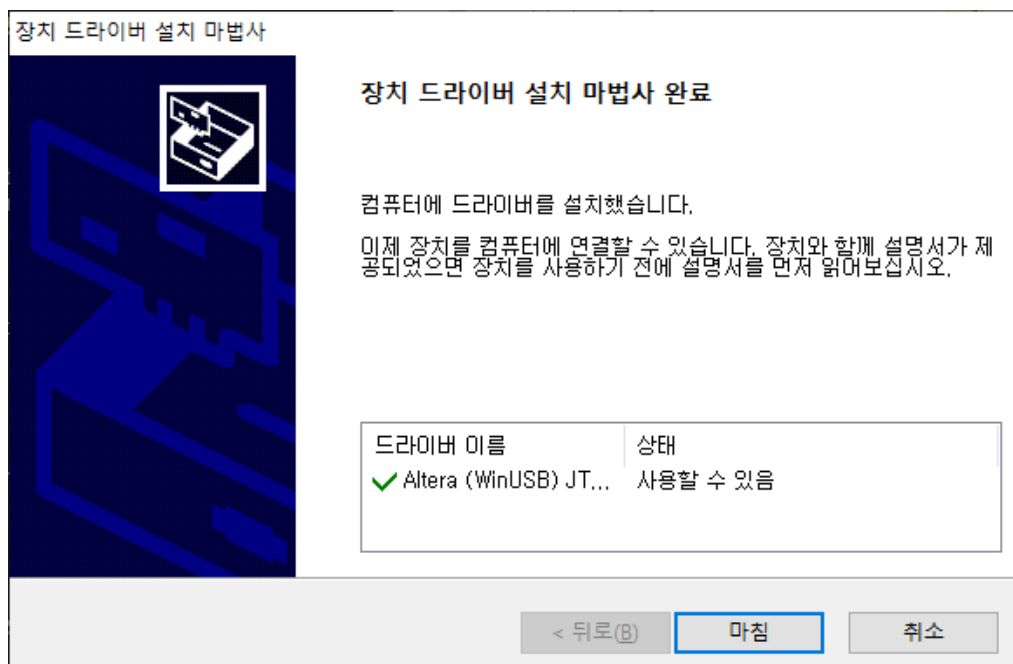


- 설치가 완료되면 장치 드라이버 설치를 시작함.





- 다음을 클릭하면 설치가 완료됨.



3. Quartus Prime Design 소프트웨어 사용

“디지털 시스템 설계 및 실습” 교재를 참조할 것.

4. DIGCOM-A1.2 설치

a. 전원연결

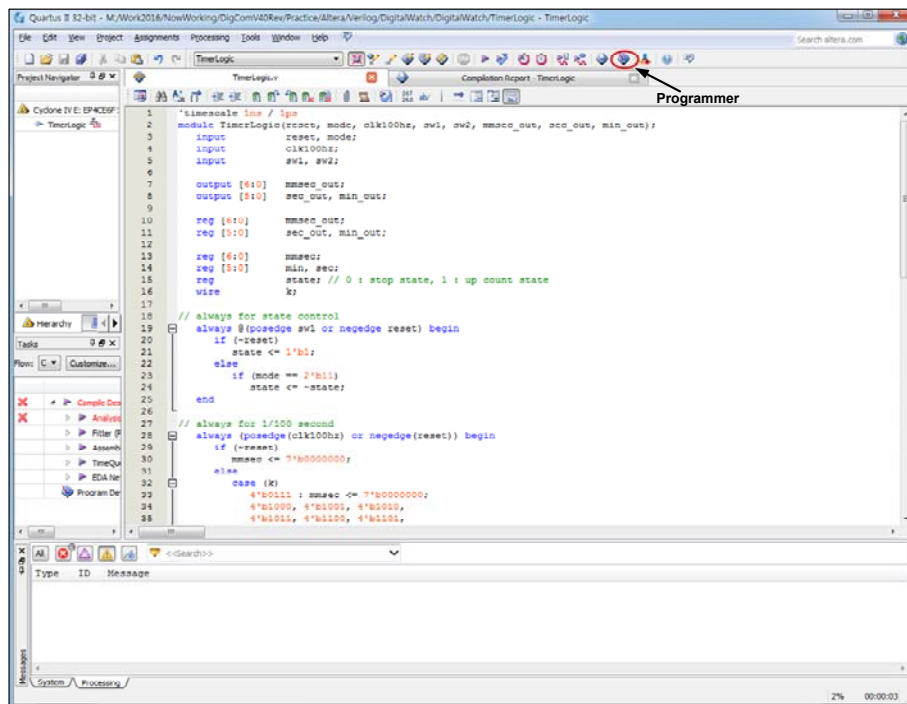
전원은 ④ USB 전원 또는 ⑥ 어댑터 전원을 이용할 수 있다. USB 포트를 사용할 수 있는 컴퓨터가 있으면 USB 전원을 사용할 수 있으나 그렇지 않은 경우에는 어댑터 전원을 이용한다. 또한 확장 포트에 하드웨어를 추가할 경우 USB 전원이 부족할 때 어댑터 전원을 사용한다.

b. USB Blaster 다운로드 케이블 연결

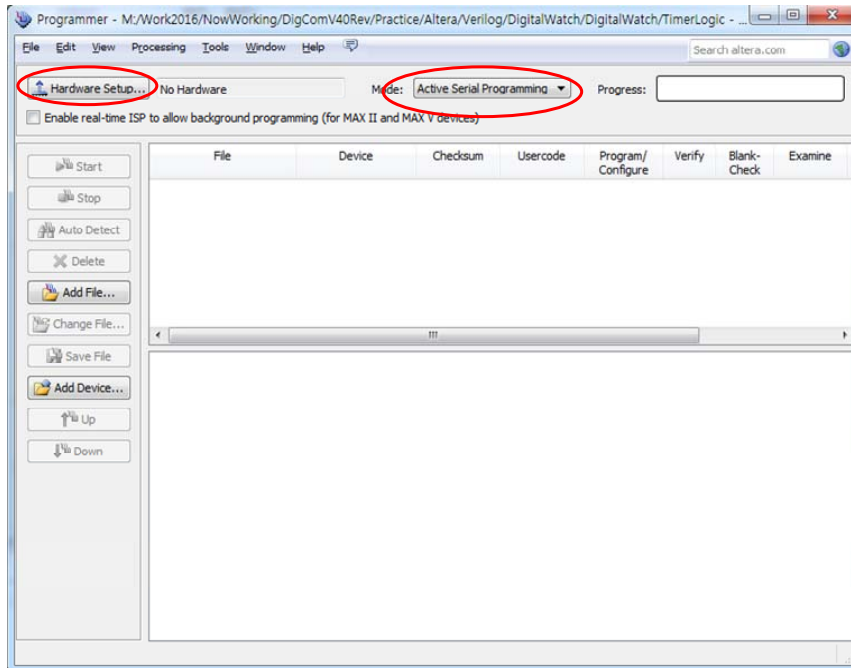
USB 케이블을 컴퓨터의 USB 포트와 USB Blaster의 USB 포트에 연결하고, 10핀 IDC 케이블을 사용하여 USB Blaster의 JTAG 포트와 DIGCOM-A1.2의 USB Blaster 포트를 연결한다.

c. USB Blaster 드라이버 설치("6. USB-Blaster 드라이버 설치" 참조)

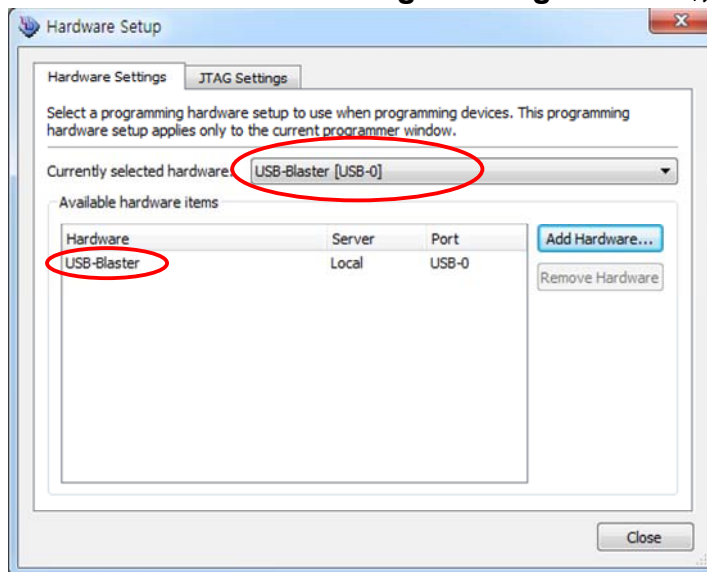
USB Blaster 다운로드 케이블 연결하고 Quartus Prime 소프트웨어를 실행하면 자동으로 드라이버를 설치하지만 설치가 안 되는 경우에 수동으로 설치한다.



d. QuartusII 를 실행한 후에 Programmer 를 선택.



e. Mode 를 Active Serial Programming 으로 선택, Hardware Setup 을 설정

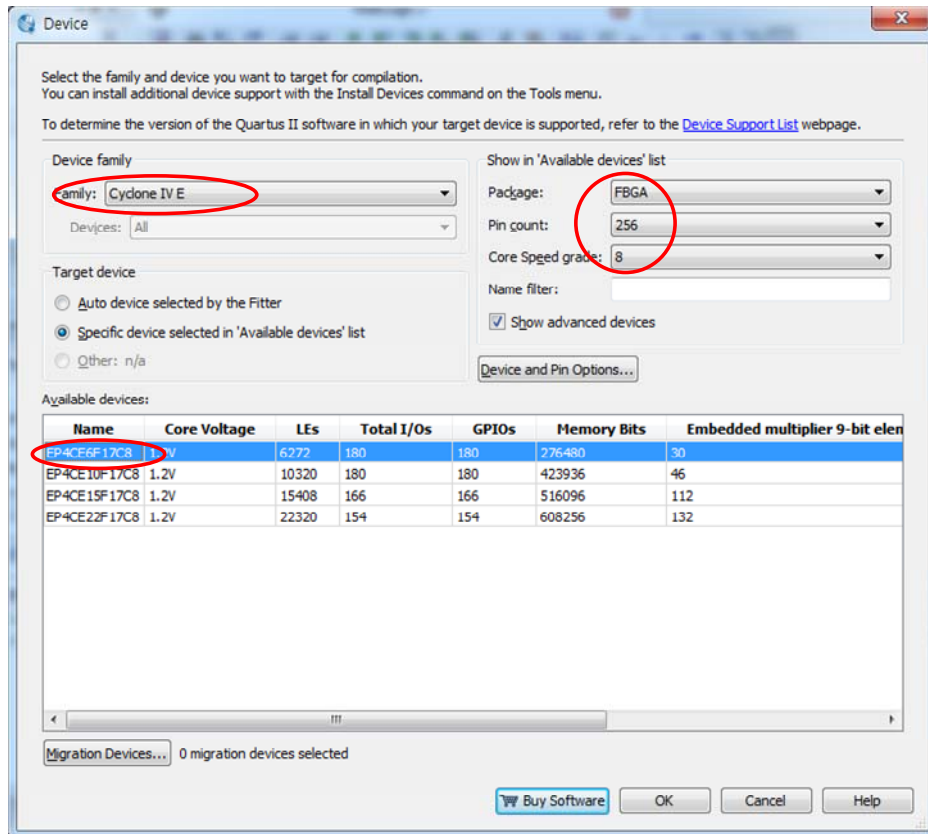


- Available hardware items 에 USB-Blaster 가 있으면 별도의 드라이버를 설치할 필요가 없으며, Currently selected hardware 를 USB-Blaster[USB-0]으로 설정.
- Available hardware items 에 USB-Blaster 가 없으면 드라이버를 설치 → USB-Blaster 설치 문서 참조

5. DIGCOM-A1.2 디바이스 설정 및 핀 할당

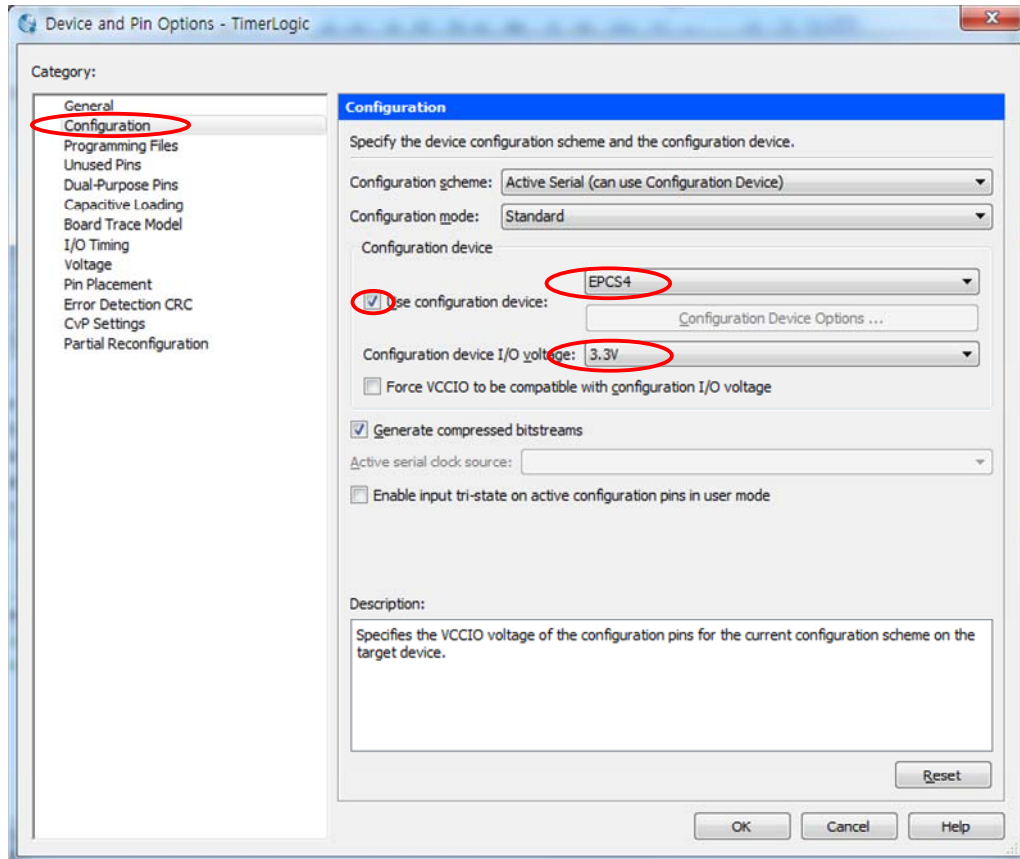
a. 디바이스 설정(CycloneIV EP4CE6F17C9)

QuartusII를 실행해서 새로운 프로젝트를 시작하거나 설계를 하기 전에 디바이스를 설정해야 한다. QuartusII를 실행하고 메뉴에서 Assignment → Device에서 다음 그림과 같이 설정한다.

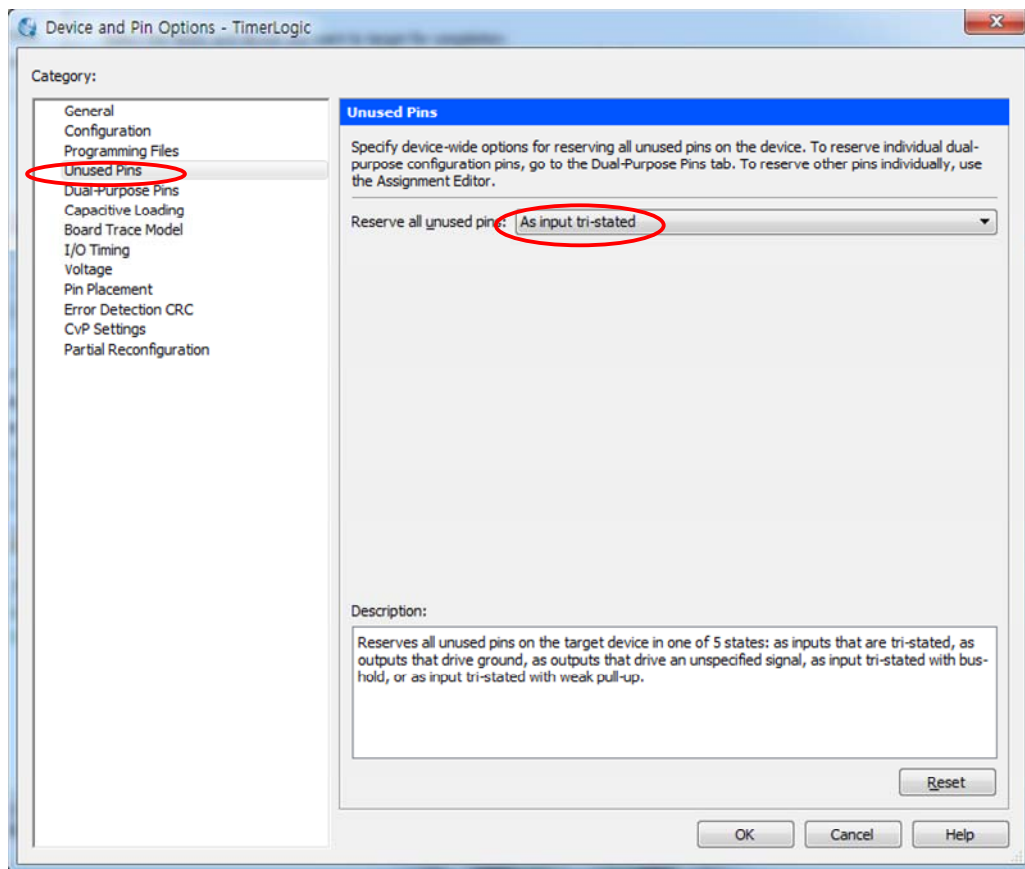


b. Device and Pin Options 설정

디바이스를 설정한 후에 configuration 디바이스와 사용하지 않는 핀에 대한 default 값을 설정한다. 메뉴에서 Assignment → Device → Device and Pin Options를 클릭한 후에 Category에서 Configuration을 선택하고, 다음 그림과 같이 설정한다.

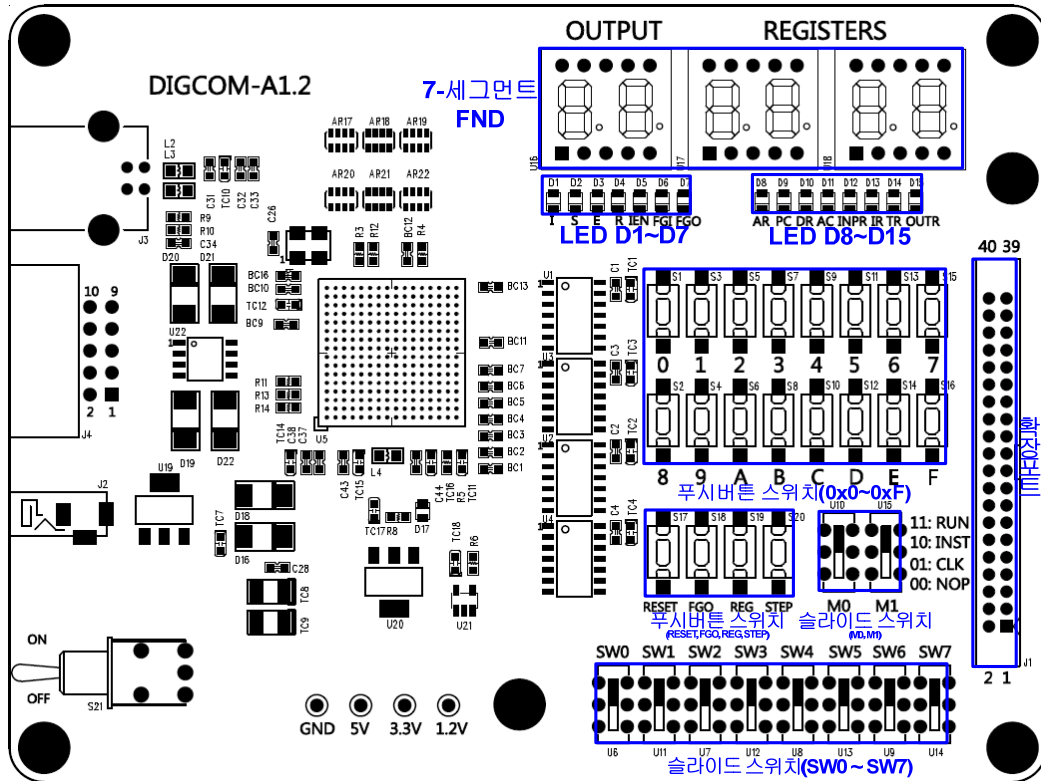


그리고 사용하지 않는 핀에 대한 default 값을 설정하기 위하여 Catagory에서 Unused Pins를 선택하고 아래 그림과 같이 설정한다.



c. Device and Pin Options 설정

DIGCOM-A1.2에서는 일반적으로 사용할 수 있는 입출력 장치는 3개의 2자리 7-세그먼트 FND, 16개의 푸시버튼 스위치(0x0 ~ 0xF), 4개의 푸시버튼 스위치(RESET, FGO, REG, STEP), 8개의 슬라이드 스위치(SW0 ~ SW7), 2개의 슬라이드 스위치(M0, M1) 및 15개의 LED(D1 ~ D15)가 있다. [그림 3]은 DIGCOM-A1.2에서 각 입출력 장치의 위치를 보여준다.



[그림 3] DIGCOM-A1.2에서 사용하는 입출력 장치

■ 푸시버튼 스위치(0x0 ~ 0xF)의 핀 할당

0x0	0x1	0x2	0x3	0x4	0x5	0x6	0x7
N3	P3	R3	T3	T2	R4	T4	N5
0x8	0x9	0xA	0xB	0xC	0xD	0xE	0xF
N6	M6	P6	M7	K8	R5	T5	R6

■ 푸시버튼 스위치(RESET, FGO, REG, STEP) 핀 할당

RESET	FGO	REG	STEP
-------	-----	-----	------

L8	P8	M8	N8
----	----	----	----

■ 슬라이드 스위치(SW0 ~ SW7) 핀 할당

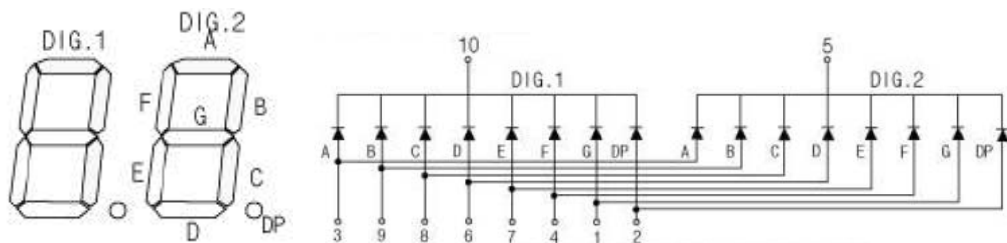
SW0	SW1	SW2	SW3	SW4	SW5	SW6	SW7
R9	T9	K9	L9	M9	N9	R10	T10

■ 슬라이드 스위치(M0, M1) 핀 할당

M0	M1
R12	T12

■ 7-세그먼트(FND3 ~ FND1) 핀 할당

FND3	FND3A	FND3B	FND3C	FND3D	FND3E	FND3F	FND3G	FND3DP	FND3Sel2	FND3Sel1
	A8	B8	C8	D8	E8	F8	A7	B7	F6	F7
FND2	FND2A	FND2B	FND2C	FND2D	FND2E	FND2F	FND2G	FND2DP	FND2Sel2	FND2Sel1
	C6	A6	B6	E7	E6	A5	A2	B5	A4	B4
FND1	FND1A	FND1B	FND1C	FND1D	FND1E	FND1F	FND1G	FND1DP	FND1Sel2	FND1Sel1
	C14	D14	D11	D12	A13	B13	A14	B14	E11	E10



[그림 4] 2자리 7-세그먼트 FND 핀 배열

■ LED(D1 ~ D7) 핀 할당

D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
A12	B12	A11	B11	C11	F10	F9

■ LED(D8 ~ D15) 핀 할당

D8	D9	D10	D11	D12	D13	D14	D15
F11	A15	A10	B10	C9	D9	E9	A9

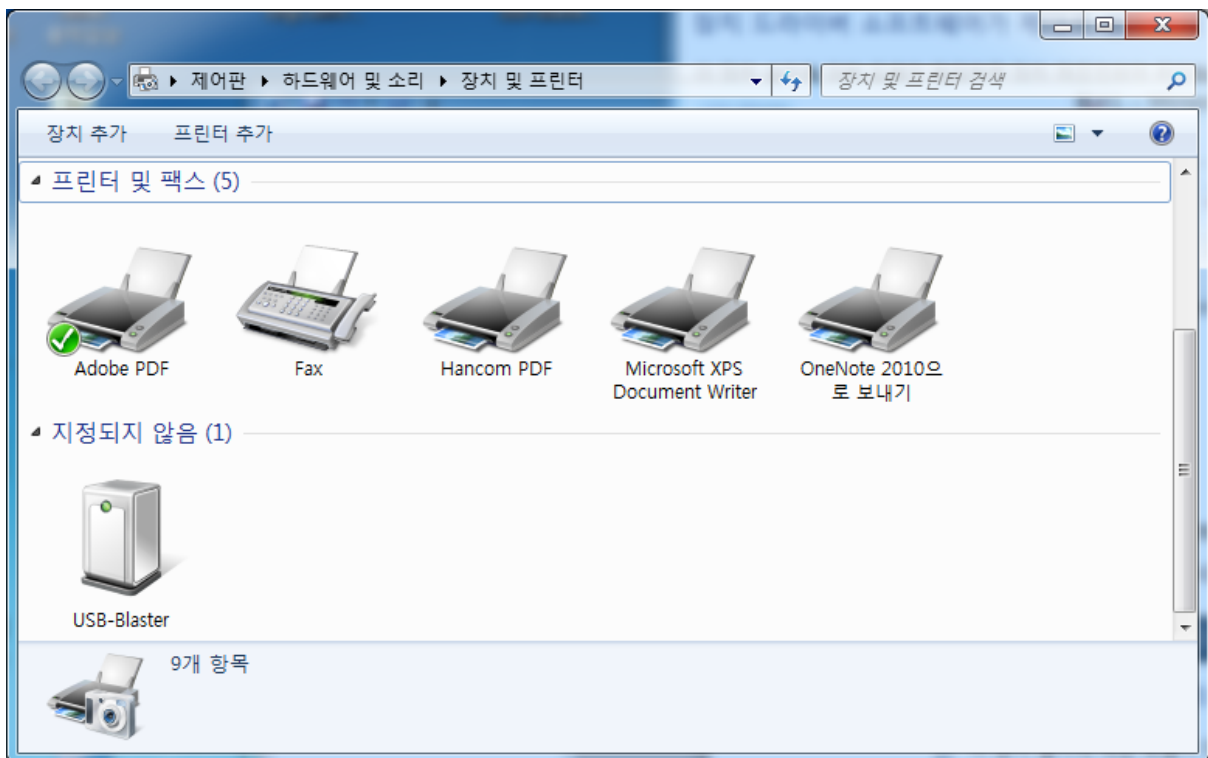
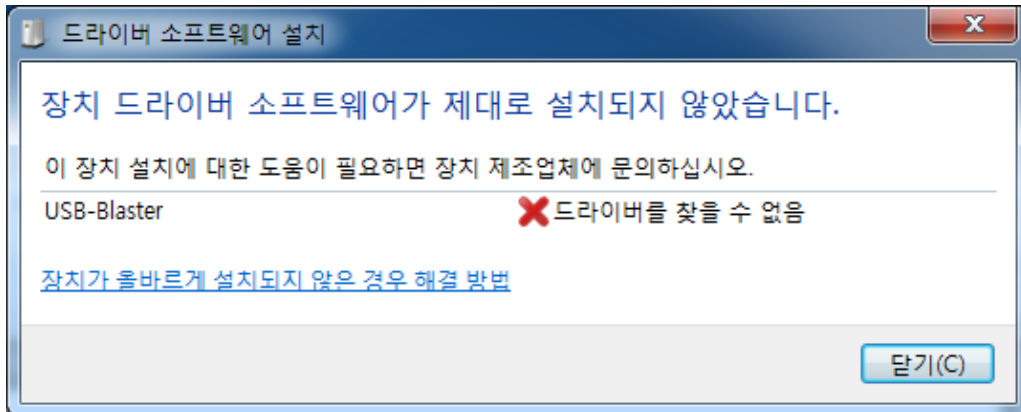
■ 확장 포트 핀 할당(IO0 ~IO31) 핀 할당

IO0	IO1	IO2	IO3	IO4	IO5	IO6	IO7
N13	M12	L12	K12	N14	P15	P16	R16
IO8	IO9	IO10	IO11	IO12	IO13	IO14	IO15
K11	N16	N15	L14	L13	L16	L15	J11
IO16	IO17	IO18	IO19	IO20	IO21	IO22	IO23
K16	K15	J16	J15	J14	J12	J13	G16
IO24	IO25	IO26	IO27	IO28	IO29	IO30	IO31
G15	F13	G11	F15	B16	F14	D16	D15

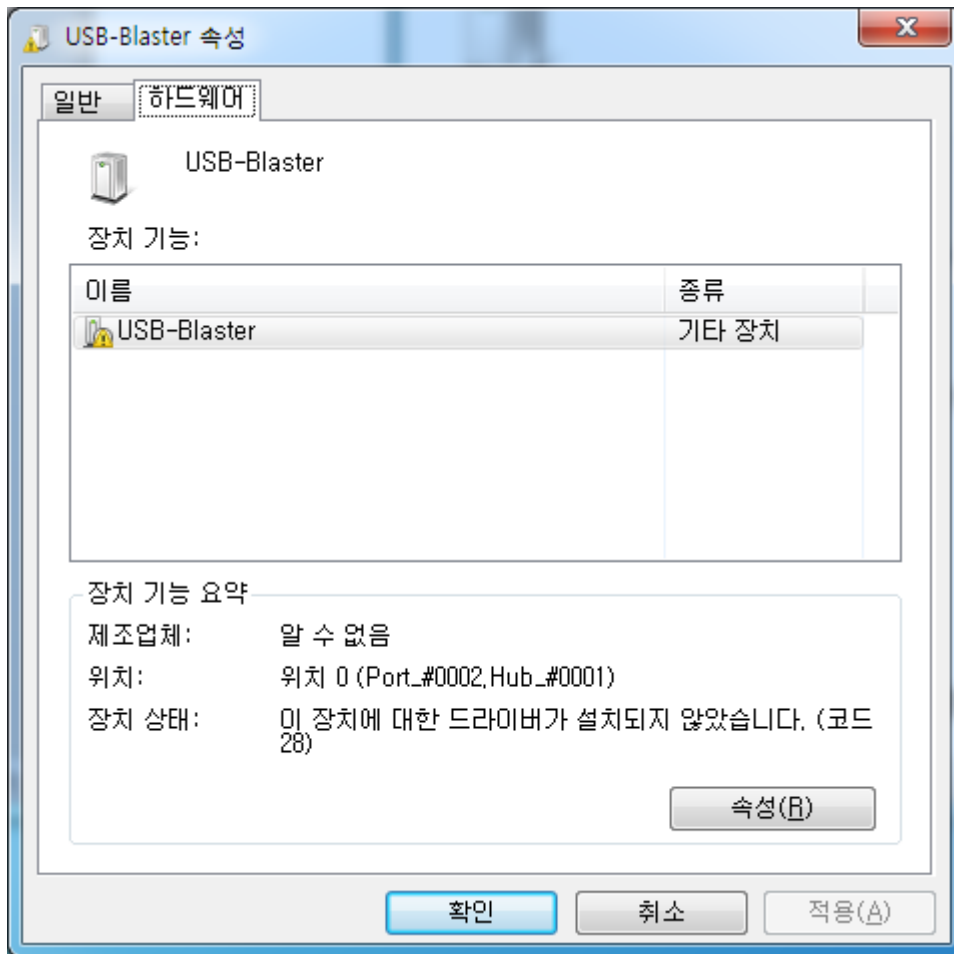
■ Oscillator : E16, E15

6. USB-Blaster 드라이버 설치(64비트 윈도우10 기준)

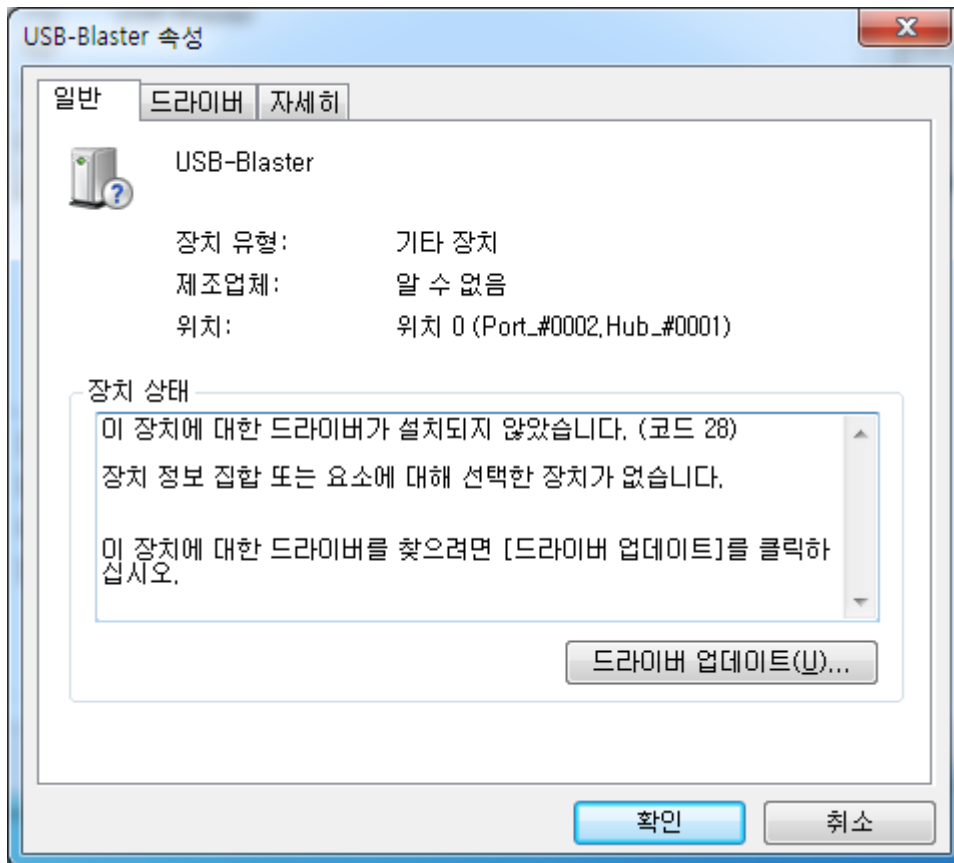
Usb blaster 케이블을 연결하면 다음과 같은 메시지가 표시되며, 제어판에서 장치 및 프린터에 USB-BLASTER가 "지정되지 않음"으로 표시됨.



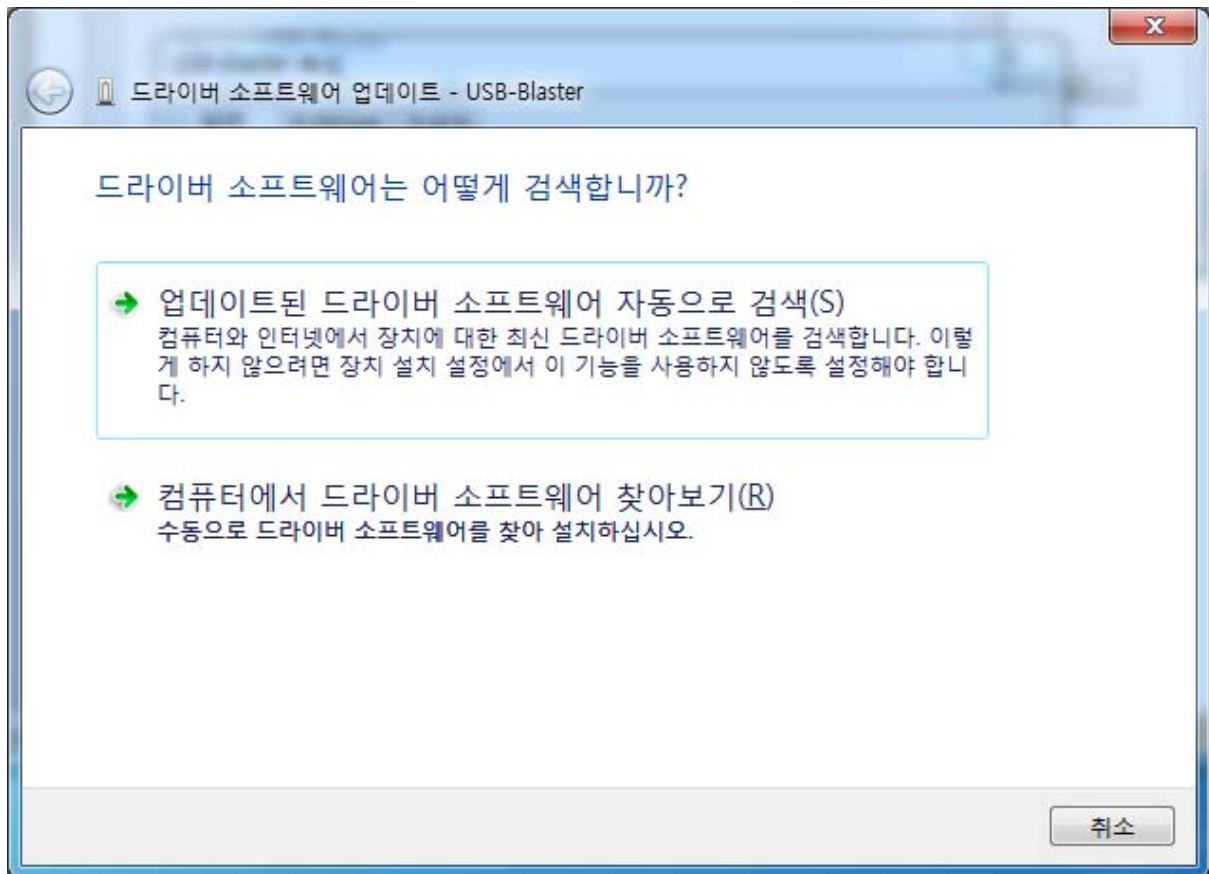
Usb blaster 아이콘위에서 마우스의 오른쪽 버튼을 클릭해서 속성을 클릭하면 Usb-blaster 속성이 나오고, 하드웨어 탭을 선택한다.



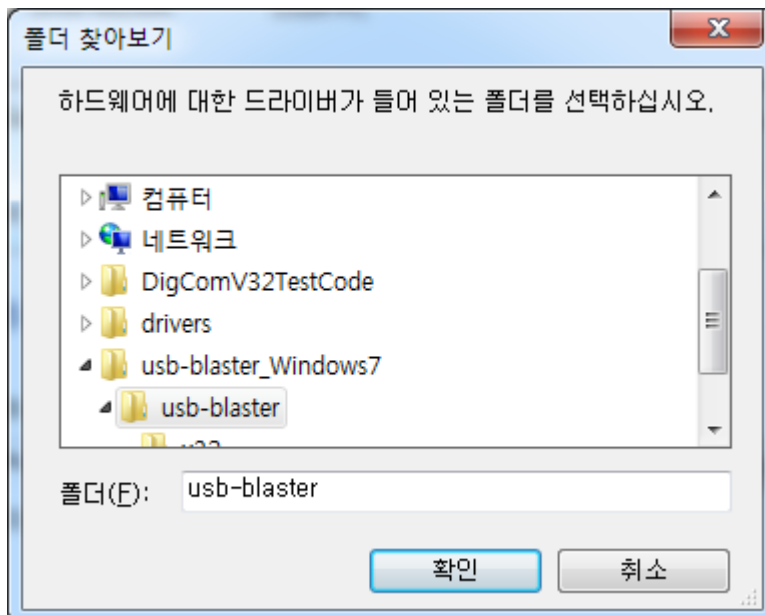
속성을 클릭한 후 드라이버 업데이트를 클릭한다.



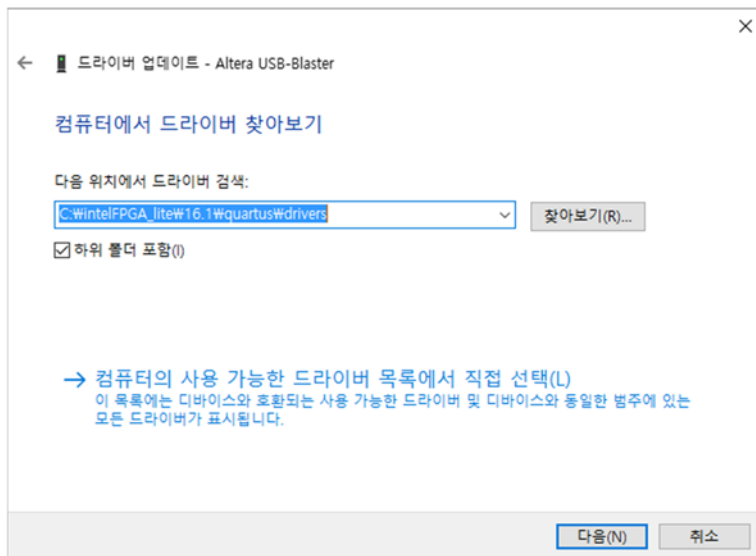
속성을 클릭한 후 드라이버 업데이트를 클릭한다.



컴퓨터에서 드라이버 소프트웨어 찾아보기를 선택하여 드라이버가 있는 폴더로 이동하고 확인을 클릭하여 설치를 진행한다..



이 때 드라이버 폴더를 선택할 때 C:\intelFPGA_lite\16.1\quartus\drivers 전체를 선택하고 하부 폴더 검색을 체크한다.



7. DIGCOM-A1.2 회로도

