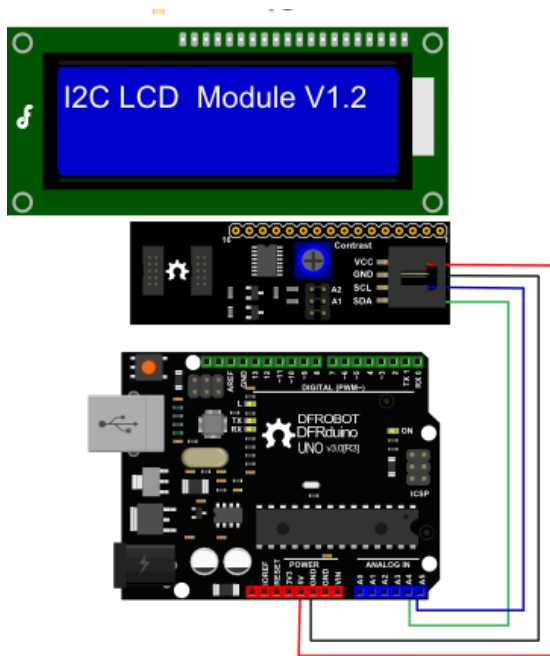


# 알람시계 I2C



## 아두이노 I2C



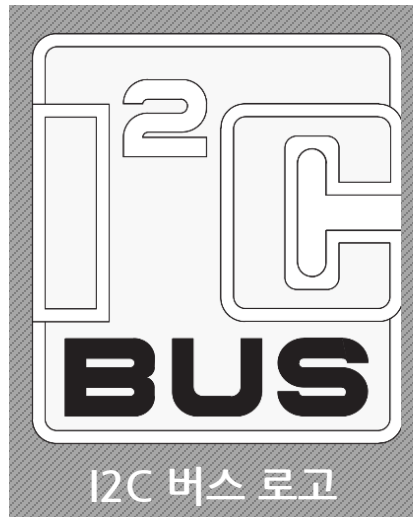
- 아두이노에 I2C LCD 모듈을 연결하고 i2c\_scanner 예제를 사용하여 I2C slave address를 알아내시오.

# STM32F429의 I2C

## ⚙ I2C 버스

### 🌈 I2C 버스의 소개

- ... 아이투씨 또는 아이스퀘어씨라고 읽음
- ... Inter-Integrated Circuit의 약자
- ... Philips사에 의해 만들어짐 → 현재는 NXP 반도체로 분사함
- ... 반도체 칩과 반도체 칩간의 통신 방법으로  
아주 널리 사용되고 있음

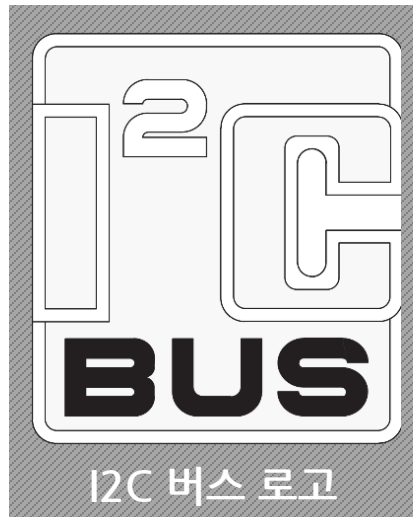


# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

### I2C 버스의 소개

- ... Data 선과 clock 선 2개로만 통신이 가능함
  - 특히 여러 칩을 연결할 때 2개의 선만으로 모든 칩의 연결이 가능하여 널리 사용됨
- ... Protocol이 간편함
- ... 주로 control용으로 사용되며 저속이기 때문에 전용 HW없이 일반 GPIO로도 구현 가능



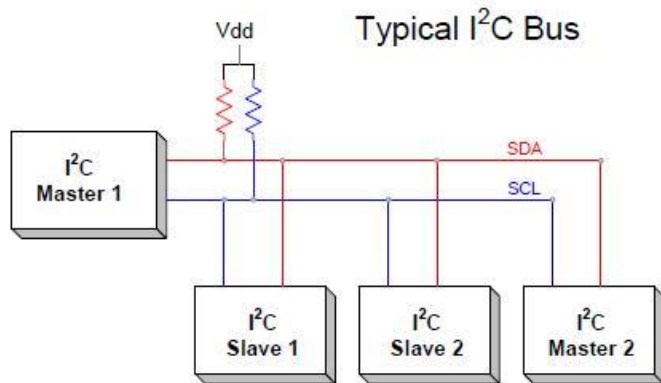
# STM32F429의 I2C

## ⚙️ I2C 버스

### 🌈 I2C 버스의 연결

- I2C버스에 여러 개의 칩을 연결할 때 SDA라는 data선과 SCL이라는 clock선만으로 연결이 가능함
- SDA, SCL 라인은 Vdd 전원과 연결된 pull-up 저항으로 연결되어 있음

### I2C 버스 연결의 예



# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

### I2C 버스의 연결

μC

마이크로 프로세서의 약자로  
같은 버스에 연결된 칩들 중  
하나가 master 역할을 할 때  
나머지는 모두 slave가 되어 동작함

Master 칩

여러 개의 slave중  
I2C slave address를 사용하여  
하나의 slave와만 통신하게 됨

통신 속도

표준 모드에서 100KHz, fast 모드에서 400kHz로 동작

# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

### I2C 버스 프로토콜

#### Master, Slave

...> 버스는 Master와 Slave 개념을 가짐

##### Master

버스를 잡은 주인,  
I2C를 GPIO로 구현한다면  
Master는  
GPIO output으로 설정하여  
GPIO의 레벨을 결정함

##### Slave

master에게 잡힌 노예,  
I2C를 GPIO로 구현한다면  
Slave는  
GPIO input으로 설정되어  
Master의 GPIO의 레벨을 인식함

...> 버스에 물려있는 디바이스는 누구나 Master나 Slave가 가능함

# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

### I2C 버스 프로토콜

#### Start 조건과 Stop 조건

- I2C는 여러 개의 칩이 같은 버스에 연결되어 있을 수 있기 때문에 Master가 Slave에게 알려줄 수 있는 Start 조건과 Stop 조건이 있음

##### Start 조건

I2C 통신을 시작하는 조건

##### Stop 조건

I2C 통신을 끝내는 조건

- 모두 Master가 만드는 조건으로 pull-up 저항에 의해 모두 high로 있다가 Master가 SDA를 low로 하고 약간의 시간차를 두고 SCL을 low로 하면 Start 조건이 됨

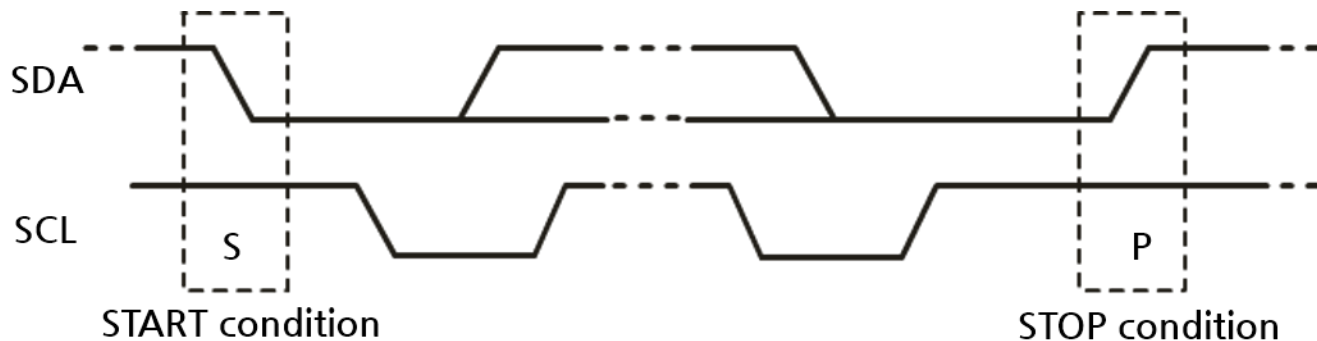


# STM32F429의 I2C

## ⚙ I2C 버스

## 🌈 I2C 버스 프로토콜

### I2C 버스 Start 조건과 Stop 조건



# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

## I2C 버스 프로토콜

### 데이터 전송 포맷

- Master가 Slave에게 값을 전송하는 포맷
- 주로 byte 단위로 전송
  - 즉, Master가 MSB부터 LSB까지 7bit를 보내고 8번째 신호는 R/W 신호
- SCL이 rising edge일 때 SDA 신호를 가져감
- 마지막 9번째 bit는 ACK(애크)신호

### ACK 신호

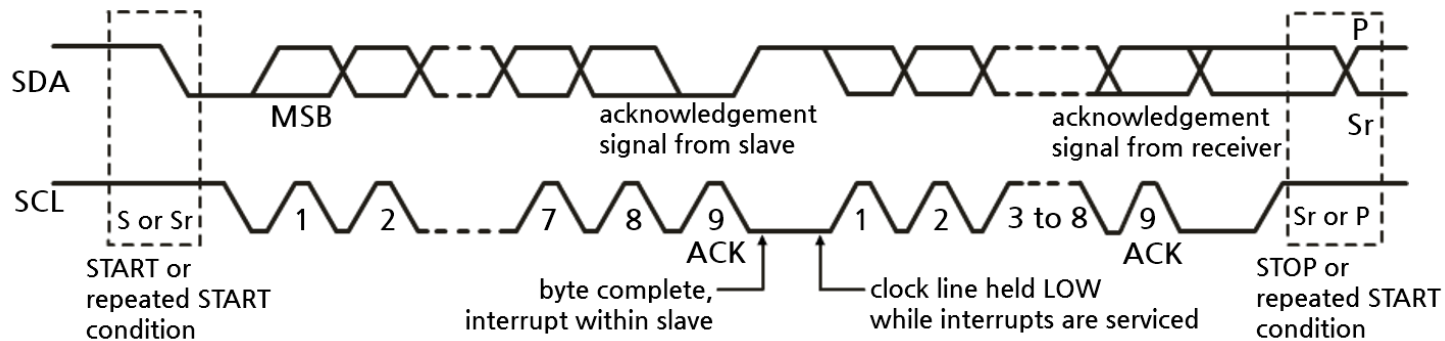
Acknowledge의 약자로 Slave가 Master에게 값을 잘 받았다는 신호

# STM32F429의 I2C

## ⚙️ I2C 버스

## 🌈 I2C 버스 프로토콜

### I2C 버스 데이터 전송 포맷과 ACK 신호



# STM32F429의 I2C

## I2C 버스

### I2C 버스 프로토콜

#### I2C slave address

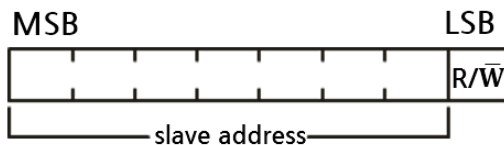
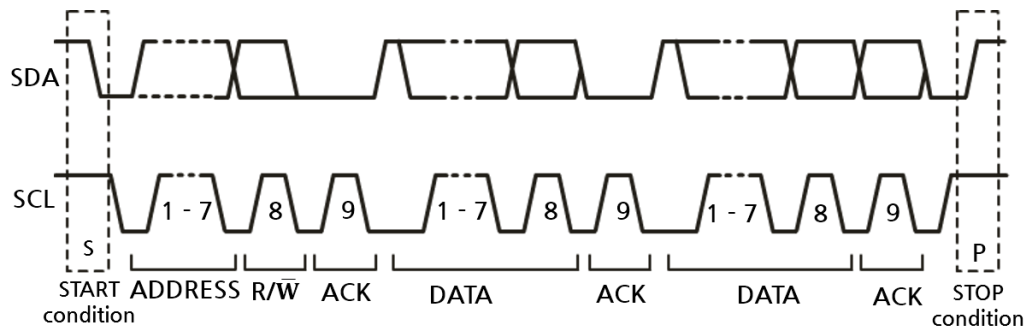
- ... I2C 버스에는 여러 종류의 slave칩들이 버스를 공유할 수 있기 때문에 slave 칩마다 고유한 주소값이 필요함
- ... I2C 칩들은 공장 출하 때부터 고유의 주소를 가지며 대부분 datasheet를 찾아보면 고유의 주소를 알 수 있음
- ... I2C 프로토콜에서 제일 먼저 나오는 8비트가 I2C slave address임

# STM32F429의 I2C

## ⚙ I2C 버스

## 🌈 I2C 버스 프로토콜

### I2C slave address



# STM32F429의 I2C



## STM32F429의 I2C 개요



## STM32F429의 I2C 특징

- ... 총 3개의 I2C 컨트롤러 내장
- ... I2C 버스의 Master로도 동작할 수도 있고 Slave로도 동작할 수 있음
- ... 표준 모드인 100kHz로 동작 가능하고 Fast 모드인 400kHz로도 동작 가능
- ... 에러 관련 여러 기능 지원
- ... 통신의 성공 유무와 에러 관련된 인터럽트 지원
- ... DMA 모드 지원

### 27.2

### I<sup>2</sup>C main features

- Parallel-bus/I<sup>2</sup>C protocol converter
- Multimaster capability: the same interface can act as Master or Slave
- I<sup>2</sup>C Master features:
  - Clock generation
  - Start and Stop generation
- I<sup>2</sup>C Slave features:
  - Programmable I<sup>2</sup>C Address detection
  - Dual Addressing Capability to acknowledge 2 slave addresses
  - Stop bit detection
- Generation and detection of 7-bit/10-bit addressing and General Call
- Supports different communication speeds:
  - Standard Speed (up to 100 kHz)
  - Fast Speed (up to 400 kHz)
- Analog noise filter
- Programmable digital noise filter for STM32F42xxx and STM32F43xxx
- Status flags:
  - Transmitter/Receiver mode flag
  - End-of-Byte transmission flag
  - I<sup>2</sup>C busy flag
- Error flags:
  - Arbitration lost condition for master mode
  - Acknowledgment failure after address/ data transmission
  - Detection of misplaced start or stop condition
  - Overrun/Underrun if clock stretching is disabled
- 2 Interrupt vectors:

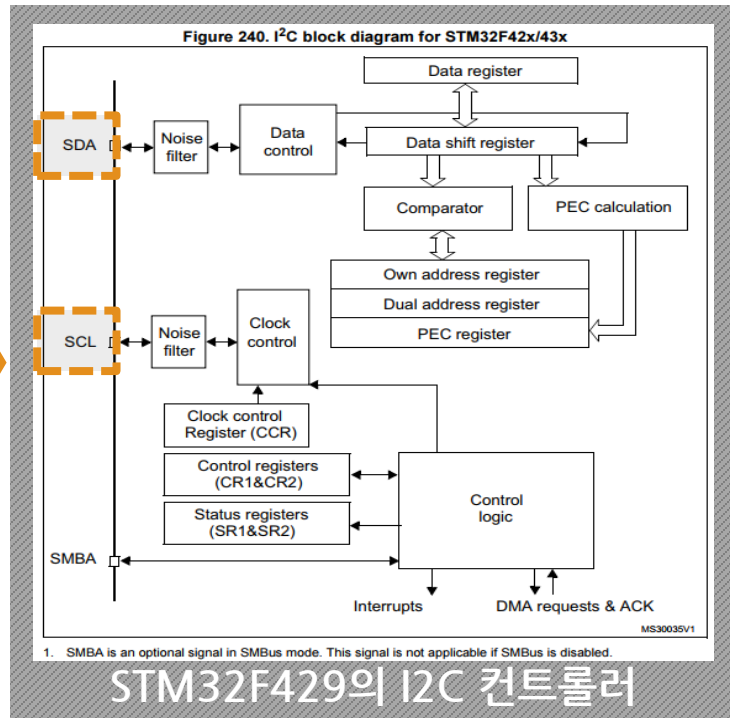
## STM32F429의 I2C 특징

# STM32F429의 I2C

## STM32F429의 I2C 개요

## STM32F429의 I2C 컨트롤러

외부 핀으로 Data 라인인 SDA와  
Clock 라인인 SCL

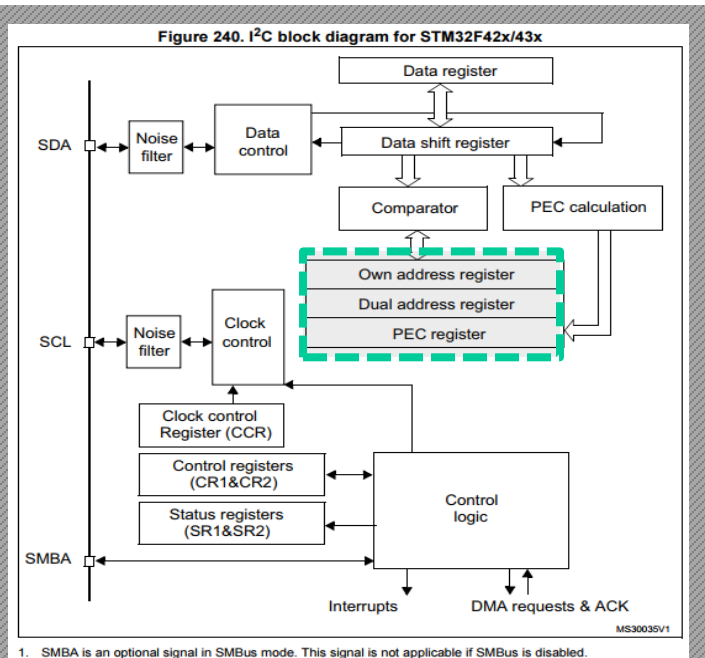


# STM32F429의 I2C

## STM32F429의 I2C 개요

## STM32F429의 I2C 컨트롤러

... I2C slave 모드로 동작할 때 필요한  
Own address register 등이 있음



STM32F429의 I2C 컨트롤러



# STM32F429의 I2C

## STM32F429의 I2C 개요

### Nucleo-F429 보드의 I2C

Nucleo-F429 보드의 I2C 인터페이스 사용



Zio 커넥터가 아두이노와 호환된다는 것을 이용함



# STM32F429의 I2C



## STM32F429의 I2C 개요



### Nucleo-F429 보드의 I2C

#### Nucleo-F429 보드

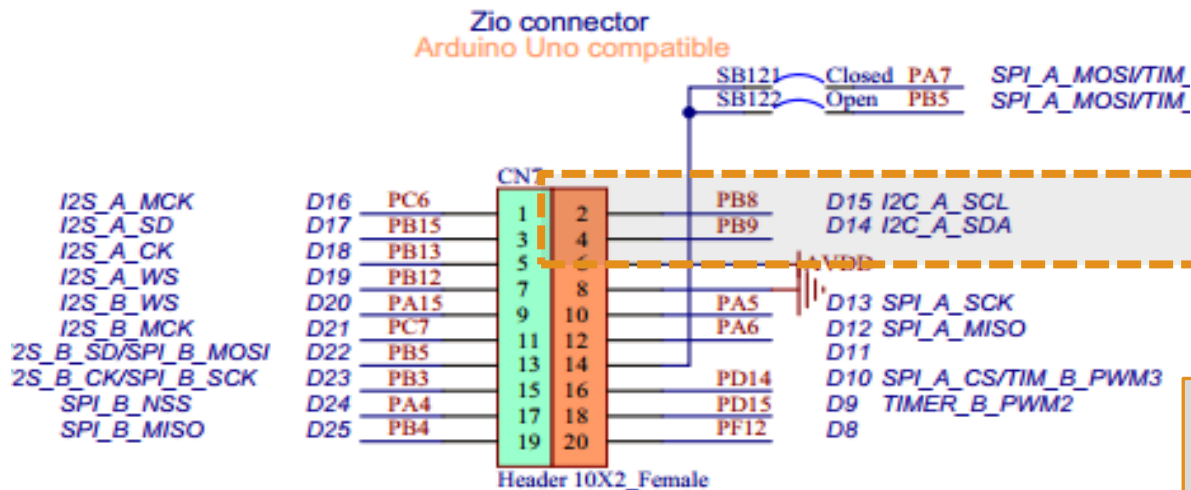
아두이노 27, 28번 핀에 해당하는 위치인 CN7의 2, 4번 핀을 이용

# STM32F429의 I2C

## STM32F429의 I2C 개요

### Nucleo-F429 보드의 I2C

#### STM32F429의 I2C 인터페이스



PB8번 핀을  
I2C clock핀으로,  
PB9번 핀을  
I2C data 핀으로 설정

# STM32F429의 I2C 제어 SW 설계하기

## I2C LCD 제어

### 실습

- ... CubeMX 를 사용하여 I2C1을 enable
- ... PB9번 핀과 PB8번 핀을 I2C 용도의 핀으로 설정
- ... LCM1602 LCD 모듈을 장착하고 I2C slave address를 PCF8574칩의 datasheet와 LCD 모듈의 회로도를 통해 확인하시오.
- ... slave address를 HAL\_I2C\_IsDeviceReady() 함수를 사용하여 확인하시오.

# STM32F429의 I2C 제어 SW 설계하기

## I2C LCD 제어

### 실습

- ... LCM1602 모듈을 사용한 예제인 <https://github.com/afiskon/stm32-i2c-lcd-1602> 을 참고하여 블루투스 시계의 LCD 부분을 완성하시오.
- ... LCD관련 코드를 Src/lcd.c 파일에 모아서 관리하시오.

# 알람시계 실습

## 소스코드 관리

### 실습

- ...> 지금 까지 작업한 GPIO, UART, ADC, I2C 관련 소스 코드를 모두 merge하시오.
- ...> Src 폴더 아래에 각각 관련 코드를 gpio.c, uart.c, adc.c, lcd.c 로 분리하여 관리하시오.
- ...> Gpio.c에는 Select키 관련 코드를 Uart.c에는 BT 모듈 관련 코드를, adc.c에는 ADC+timer 관련 코드를 lcd.c에는 LCM1602 관련 코드를 넣으시오.

Q & A  
Thank you

