

# NS-RX231에 대한 하드웨어가이드

## 목차

1 소개.....	3
2 보드의 사양 .....	4
3 보드의 구성 .....	5
4 Cap touch 보드에 관한 설명.....	6
4.1 점퍼에 관한 설명.....	7
4.2 커넥터에 관한 설명.....	7
4.3 주요 기능 핀들의 MULTI-PIN 기능에서 프로그램시 사용한 기능.....	9
5 RX231을 이용한 Cap touch 보드의 회로 설계.....	10
5.1 클럭부의 설계 .....	10
5.2 전원부의 설계 .....	11
5.3 자동 리셋 회로 / 수동 리셋 회로의 설계.....	13
5.4 접지의 설계 .....	15
5.5 AVCC와 VCC 의 설계.....	16
5.6 E1 JTAG Debugger의 연결도.....	17
5.7 USB Boot Mode 전원.....	18
5.8 USB의 전자파 인증을 위한 노이즈 제거를 고려한 설계.....	18
5.9 Cap Touch 부분의 설계.....	20

5.10 UART 관련 부분의 설계 .....	23
5.11 테스트용 LED 부분의 설계 .....	24
5.12 스피커의 구동부 설계 .....	24
5.13 MPU-6050 6축 가속도/자이로 센서모듈 연결 커넥터의 설계 .....	25
5.14 적외선(IR) 리모콘 송신부 및 수신부의 설계 .....	25
5.15 전원부 선택 스위치의 설계 .....	26

## 1 소개

이 보드는 Cap Touch를 센싱할 수 있는 RX231칩의 Demonstration으로 회로 설계, PCB 설계, 터치부 설계 방법 및 소프트웨어 작성법 등을 가이드하여, RX231칩을 이용한 어플리케이션을 시스템 설계자가 쉽게 설계하고, 프로그래머가 원하는 기능을 쉽게 프로그램할 수 있도록 가이드하는 것을 목적으로 합니다.

이 보드를 이용하여 추가적으로 적외선 리모컨 송신부, 적외선 리모컨 수신부, MPU-6050을 이용한 6축 가속도/자이로 센서, 스피커 출력, 그리고 UART 및 블루투스 통신 등을 학습할 수 있으며, 각종 Gadget 보드들과 결합할 수 있고, 이들을 사용하여 Cap-touch 보드를 활용하는 방법도 알아봅니다.

이 가이드의 목적은 Cap-touch 보드에 관한 설명, 회로 설계 및 PCB설계시에 하드웨어 디자이너가 잘 설계할 수 있도록 도움을 주는 데에 목적을 두고 있습니다.

## 2 보드의 사양

마이크론 : 32비트 RX231, R5F52315ADFM 64핀 최고 54MHz 클럭, 88.56 DMIPS, USB2.0 Full speed

USB 전용 PLL 회로 : 12MHz 크리스탈 사용하여 4체배로 48MHz를 USB Clock으로 사용

32.768kHz 외부 크리스탈 입력 제공

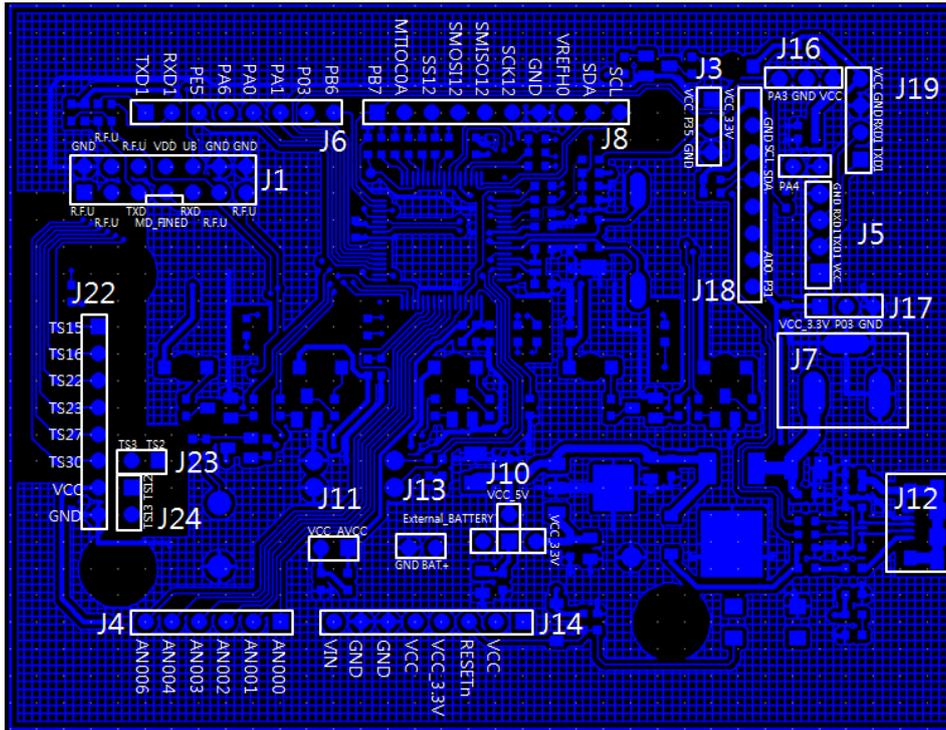
커넥터 규격 : 아두이노사의 UNO의 커넥터와 호환

적외선 리모컨 송신부(TSOP4138).....	1개
적외선 리모컨 수신부(ST-3311-H).....	1개
MPU-6050 6축가속도/자이로센서모듈용 커넥터(J18).....	1개
스피커(PS1240P02CT3 호환).....	1개
UART 통신커넥터(Female, Bluetooth모듈의 연결용 커넥터) .....	1개
UART 통신커넥터(Male) .....	1개
전원커넥터 (배터리용(J13), USB전원(J12), 아답타용(J7)).....	각각 1개
접퍼 (전원선택용(J10), AVCC전원 VCC직접연결용(J11), USB부트모드선택용(J3), MPU-6050의 AD0 어드레스 선택용(J17)) .....	각각 1개
리셋 스위치(S1).....	1개
부트모드선택스위치(SW1) .....	1개
USB커넥터(J12) .....	1개
Cap touch스위치.....	5개
Proximity touch스위치 .....	1개
추가 외부연결용 Cap touch커넥터(J22(6채널), J23(2채널), J24(2채널)).....	각각 1개

## 3 보드의 구성

NS-RX231 Cap touch 보드 .....	1매
아크릴(90 * 68.5mm) .....	1매
보드의 핀 설명서 .....	1매
점퍼 .....	4개





BOTTOM에서 본 BOTTOM

## 4.1 점퍼에 관한 설명

J10 : 전원선택용 (1번 : VCC, 2번 : VCC\_3.3V, 3번 : External\_battery, 4번 : VCC\_5V)

J11 : AVCC전원 VCC직접연결용 (1번 : AVCC, 2번 : VCC)

J3 : USB부트모드선택용 (1번 : VCC, 2번 : P35, 3번 : GND)

J17 : MPU-6050의 AD0 어드레스 선택용(1번 : VCC, 2번 : AD0, 3번 : GND)

## 4.2 커넥터에 관한 설명

J1 : JTAG 연결 단자

(1번 : R.F.U, 2번 : GND, 3번 : R.F.U, 4번 : R.F.U, 5번 : TXD, 6번 : R.F.U, 7번 : MD\_FINED, 8번 : VDD, 9번 : R.F.U, 10번 : UB, 11번 : RXD, 12번 : GND, 13번 : RESn, 14번 : GND)

J4 : UNO커넥터 (1번 : AN000, 2번 : AN001, 3번 : AN002, 4번 : AN003, 5번 : AN004, 6번 : AN006)

J5 : UART(SCI1) : (1번 : VCC, 2번 : TXD1, 3번 : RXD1, 4번 : GND)

J6 : UNO커넥터

(1번 : TXD1, 2번 : RXD1 , 3번 : PE5, 4번 : PA6, 5번 : PA0, 6번 : PA1, 7번 : P03, 8번 : PB6)

J7 : 전원 아답터 (1번 : VIN, 2번 : GND, 3번 : GND)

J8 : UNO커넥터 (1번 : PB7, 2번 : MTIOC0A, 3번 : SS12, 4번 : SMOSI12, 5번 : SMISO12, 6번 : SCK12, 7번 : GND, 8번 : VREFH0, 9번 : SDA, 10번 : SCL)

J12 : USB 커넥터 : (1번 : VBUS, 2번 : D-, 3번 : D+, 4번 : GND, 5번 : SHIELD)

J13 : 외부 배터리 연결용 단자 : (1번 : BAT+, 2번 : GND)

J14 : UNO커넥터

(1번:N.C, 2번 : VCC, 3번 :RESETn, 4번 : VCC\_3.3V, 5번 : VCC, 6번 : GND, 7번 : GND, 8번 : VIN)

J16 : IR수신모듈 (1번 : PA3, 2번 : GND, 3번 : VCC)

J18 : MPU-6050 모듈 연결용 단자

(1번 : VCC\_3.3V, 2번 : GND, 3번 : SCL, 4번 : SDA, 5번 : N.C., 6번 : N.C., 7번 : AD0, 8번 : P31)

J19 : UART(SCI1) : (1번 : TXD1, 2번 : RXD1, 3번 : GND, 4번 : VCC)

J22 : 외부 연결용 Cap touch커넥터 (1번 : TS15\_e, 2번 : TS16\_e, 3번 : TS22\_e, 4번 : TS23\_e,  
5번 : TS27\_e, 6번 : TS30\_e, 7번 : VCC, 8번 : GND)

J23 : 외부 연결용 Cap touch커넥터 (1번 : TS2\_e, 2번 : TS3\_e)

J24 : 외부 연결용 Cap touch커넥터 (1번 : TS12\_e, 2번 : TS13\_e)

J2 : 스피커가 직접 연결되어 있습니다.

## 4.3 주요 기능 핀들의 MULTI-PIN 기능에서 프로그램시 사용한 기능

J5의 2번 TXD1과 3번 RXD1은 SCI1의 UART기능으로 각각 TXD1, RXD1 기능핀으로 사용합니다.

J18 (mpu-6050 모듈 연결용 단자)의 마이콘에서 연결된 해당 핀을

- 3번 : I2C(RIIC0)의 SCL 로 사용, J8의 10번과 연결되어 있음.
- 4번 : I2C(RIIC0)의 SDA로 사용, J8의 9번과 연결되어 있음.

J19의 1번 TXD1과 2번 RXD1은 SCI1의 UART기능으로 각각 TXD1, RXD1 기능핀으로 사용합니다.

J22는 공장출하시에 R58, R59, R60, R61, R62, R63이 N.C(Not connected)로 출하됩니다. 따라서, 연결되어 있지 않은데, 연결해 두지 않는 이유는 보드 중앙의 터치 센서 5개(TS15, TS16, TS22, TS23, TS27) 및 보드 테두리를 감싸고 있는 근접센서(TS30)의 최대 감도를 위하여, 연결하지 않았습니다. 연결한 이후에는 TS15, TS16, TS22, TS23, TS27로 기능을 사용하여 터치를 구현하도록 합니다.

J23은 TS2와 TS3을 외부 핀으로 빼서 테스트하고자 할 때에 사용되며, TS2와 TS3 기능핀으로 사용합니다.

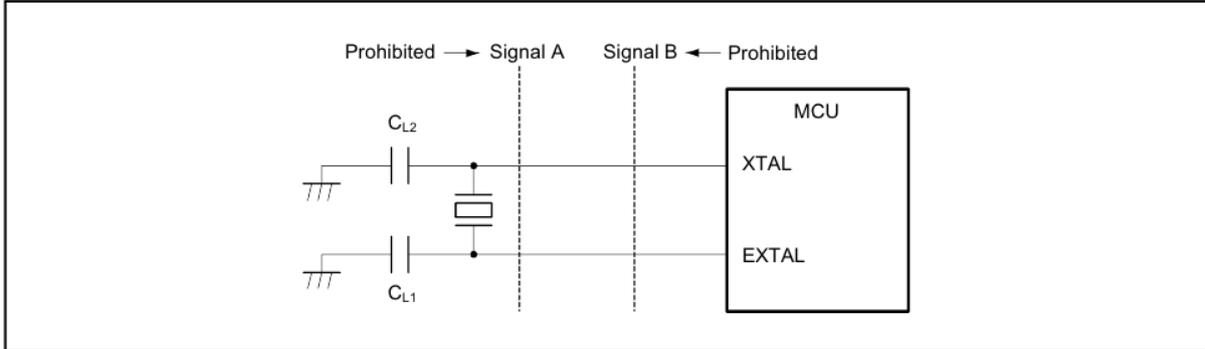
J24는 TS12와 TS13을 외부 핀으로 빼서 테스트하고자 할 때에 사용되며, TS12와 TS13 기능핀으로 사용합니다.

J2는 P05를 사용하여 GPIO제어로 ON/OFF를 하여 스피커 소리를 내도록 되어있습니다.

하지만, 멀티핀 기능을 바꿔서, D/A 컨버터 출력 1번인 DA1로 사용하여 스피커를 울리는 것도 방법입니다.

## 5 RX231을 이용한 Cap touch 보드의 회로 설계

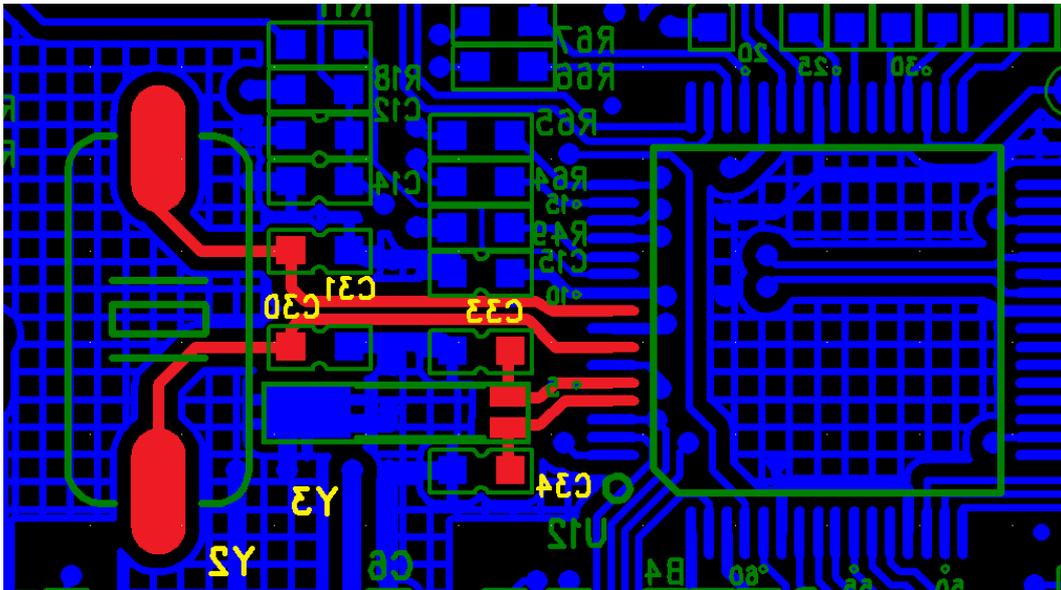
### 5.1 클럭부의 설계



1

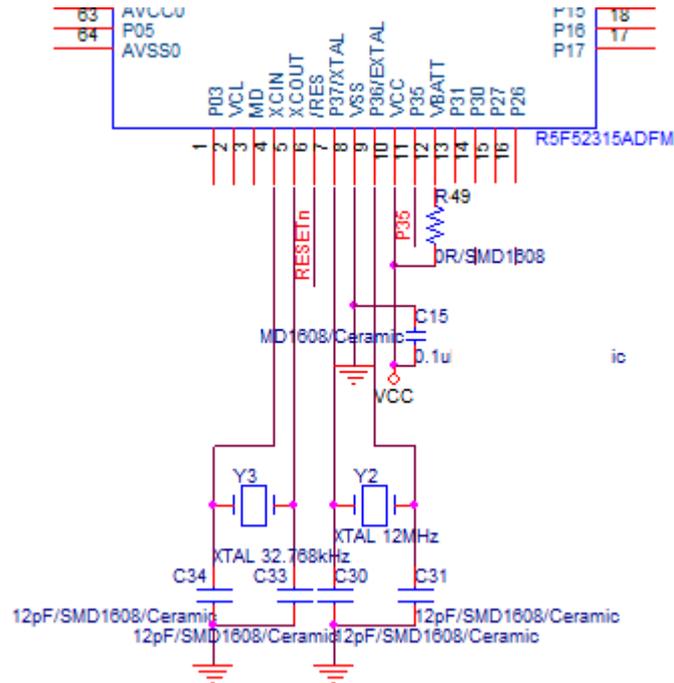
크리스탈을 사용할 때에, 크리스탈과 부하커패시터는 XTAL과 EXTAL핀들에 가능한 가까이 배치해야 합니다. 위의 그림처럼, 다른 신호선이 위의 그림처럼 클럭선 위로 배치되게 되면, 전자기파 유도에 의하여 클럭에 영향을 줄 수 있으므로, 다른 신호선들이 클럭선 위로 배치되면 안됩니다.

크리스탈과 부하커패시터를 하나의 Localized Ground Plane(이하 LGP)을 형성하여 위치시키고, LGP는 PCB의 맨바깥쪽면에 위치하고, 최소 두 개의 접지용 비아홀(Via hole)를 통해서 PCB의 주요 접지평판으로 직접 연결시킵니다.



실제 NS-RX231보드의 PCB에서의 LGP를 이용한 클럭부의 PCB 설계의 예

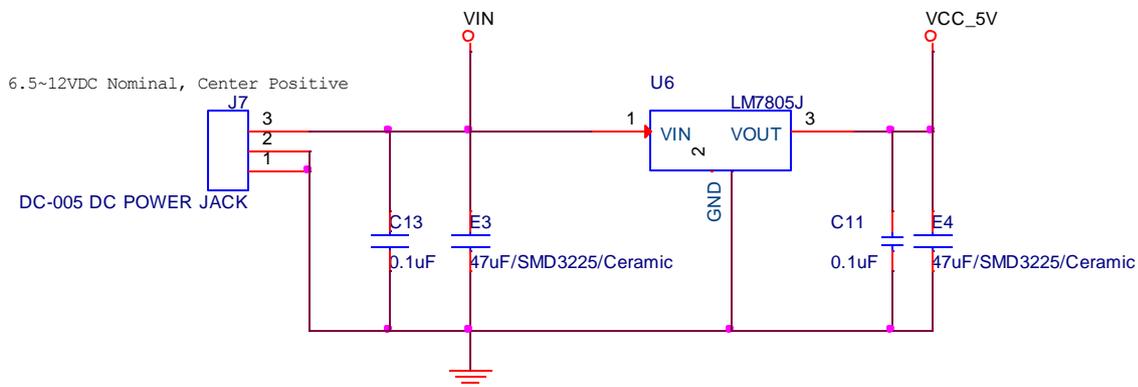
<sup>1</sup> HardwareUsersManual of RX231, Page246 Figure9.11



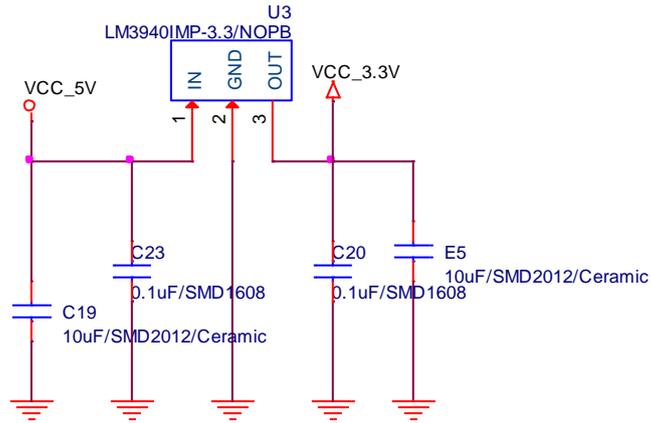
실제 NS-RX231보드의 PCB에서의 LQP를 이용한 클럭부의 회로 설계의 예

## 5.2 전원부의 설계

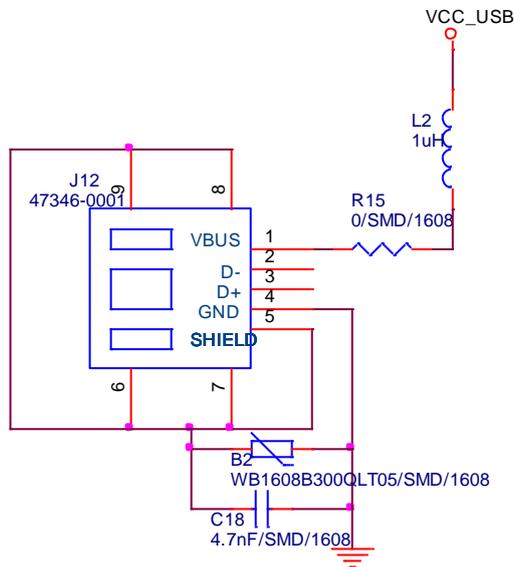
아답타를 통한 VCC\_5V전원은 7805를 통하여 5V를 만들었습니다. 이 때, VIN에서의 고주파 및 저주파 노이즈를 위하여, 각각 0.1uF와 47uF 커패시터를 사용하였고, 세라믹 커패시터를 사용하여 탄탈커패시터 사용시의 문제점인 내압이상이 가해질 경우에 터지면서 쇼트가 될 가능성을 없애고, 고주파 특성을 더욱 좋게 하였습니다. 아답타와 USB전원이 동시에 연결될 때에 아답타 쪽에서 만들어진 5V가 USB전원의 5V보다 높을 때, VCC\_5V가 VCC\_USB 쪽으로 넘어가지 않도록 다이오드를 사용하였으며, VCC\_USB에서 VCC\_5V로 최소 전압이 떨어질 수 있도록 0.2V 정도만 떨어지는  $V_f$ (Forward voltage)를 가지는 다이오드를 사용하였고, 또한 USB2.0 규격인 최대 500mA를 넘지 않도록 다이오드의  $I_f$ 도 한계 최대치로 500mA까지 사용이 가능한 다이오드를 사용했습니다.



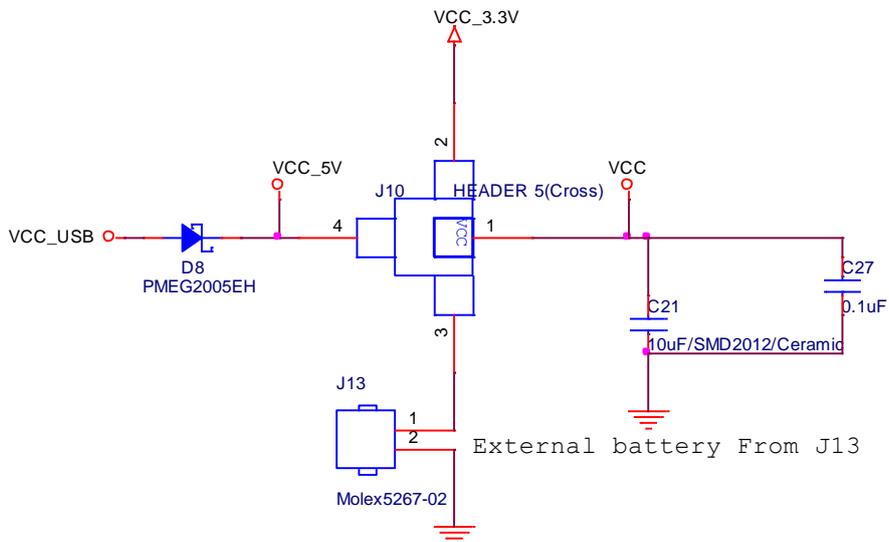
아답타 입력을 5V로 변환하여 VCC\_5V로 만드는 회로설계의 예



VCC\_5V를 변환하여 VCC\_3.3V로 만드는 회로설계의 예



USB에서 들어오는 전원으로 VCC\_USB를 만드는 회로설계의 예

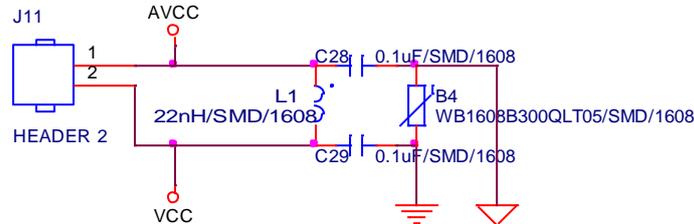


VCC\_5V, VCC\_3.3V, 외부배터리 중에서 VCC를 선택하는 점퍼회로 설계의 예

J10 Power Selection

1&2	DC 3.3V
1&3	Ext. Battery from J13
1&4	DC 5V

J10 점퍼 설정 방법

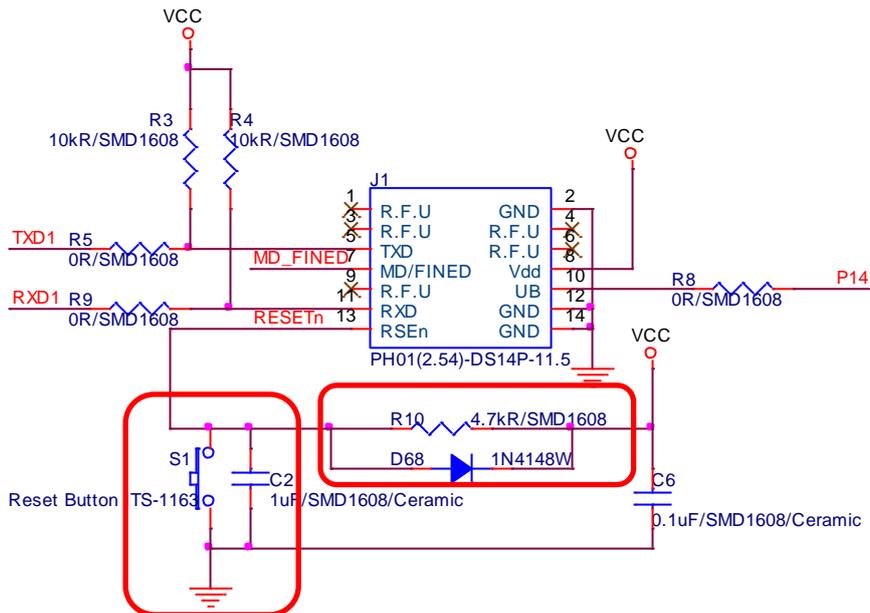


AVCC로 VCC의 디지털 노이즈 유입을 막기하기 위한 회로설계의 예

### 5.3 자동 리셋 회로 / 수동 리셋 회로의 설계

RENESAS의 RX231의 HardwareUsersManual의 1909페이지에 보면 50.3.2 Reset Timing에 대한 설명이 나옵니다. 여기에서 최소 전원이 켜질 때에 최소 3[ms] 이상의 리셋 타이밍을 가져야 한다고 되어 있습니다. 따라서, 넉넉하게 4.7[ms]를 구현해 보았습니다.

1uF와 4.7kR을 이용하여  $\tau = R \cdot C = 4.7 \text{ [ms]}$ 의 리셋 타이밍을 가지는 자동 리셋 회로를 설계하였습니다. 또한, S1을 Active Low 방식으로 설계하고, C2와 C6로 고주파 및 저주파 노이즈가 제거되어 채터링(Chattering) 또는 바운스현상(bounce effect)이라 불리는 노이즈를 제거하는 디바운스(de-bounce)를 하드웨어 회로로 구현하였습니다.



자동 리셋 회로 및 수동 리셋 회로 설계의 예

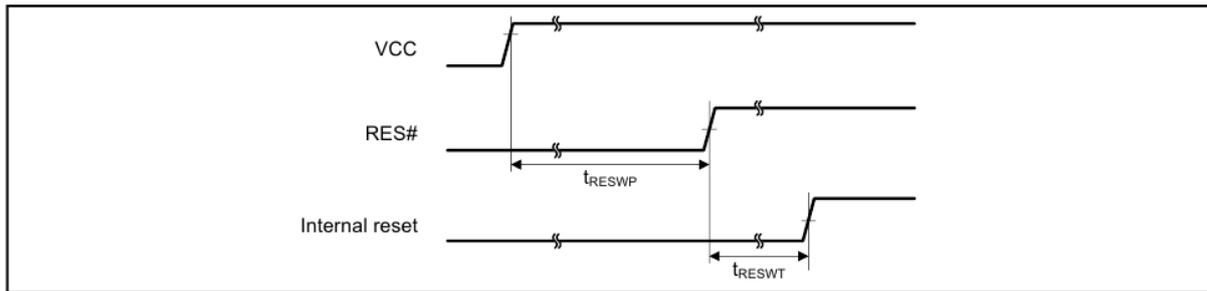
## Reset Timing

Conditions:  $1.8\text{ V} \leq VCC = VCC\_USB = AVCC0 \leq 5.5\text{ V}$ ,  $VSS = AVSS0 = VREFL0 = VSS\_USB = 0\text{ V}$ ,  $T_a = -40\text{ to }+105^\circ\text{C}$

	Item	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit	Test Conditions
RES# pulse width	At power-on	$t_{RESWP}$	3	—	—	ms	Figure 50.31
	Other than above	$t_{RESW}$	30	—	—	$\mu\text{s}$	Figure 50.32
Wait time after RES# cancellation (at power-on)	At normal startup <sup>*1</sup>	$t_{RESWT}$	—	8.5	—	ms	Figure 50.31
	During fast startup time <sup>*2</sup>	$t_{RESWT}$	—	560	—	$\mu\text{s}$	
Wait time after RES# cancellation (during powered-on state)		$t_{RESWT}$	—	120	—	$\mu\text{s}$	Figure 50.32
Independent watchdog timer reset period		$t_{RESWIW}$	—	1	—	IWDT clock cycle	Figure 50.33
Watchdog timer reset period		$t_{RESWWW}$	—	4	—	PCLKB cycle	
Software reset period		$t_{RESWSW}$	—	1	—	ICLK cycle	
Wait time after independent watchdog timer reset cancellation <sup>*3</sup>		$t_{RESWT2}$	—	300	—	$\mu\text{s}$	
Wait time after watchdog timer reset cancellation <sup>*4</sup>		$t_{RESWT2}$	—	300	—	$\mu\text{s}$	
Wait time after software reset cancellation		$t_{RESWT2}$	—	170	—	$\mu\text{s}$	

2

### Power-On에서 리셋 입력 타이밍



3

### Power-On에서 리셋 입력 타이밍

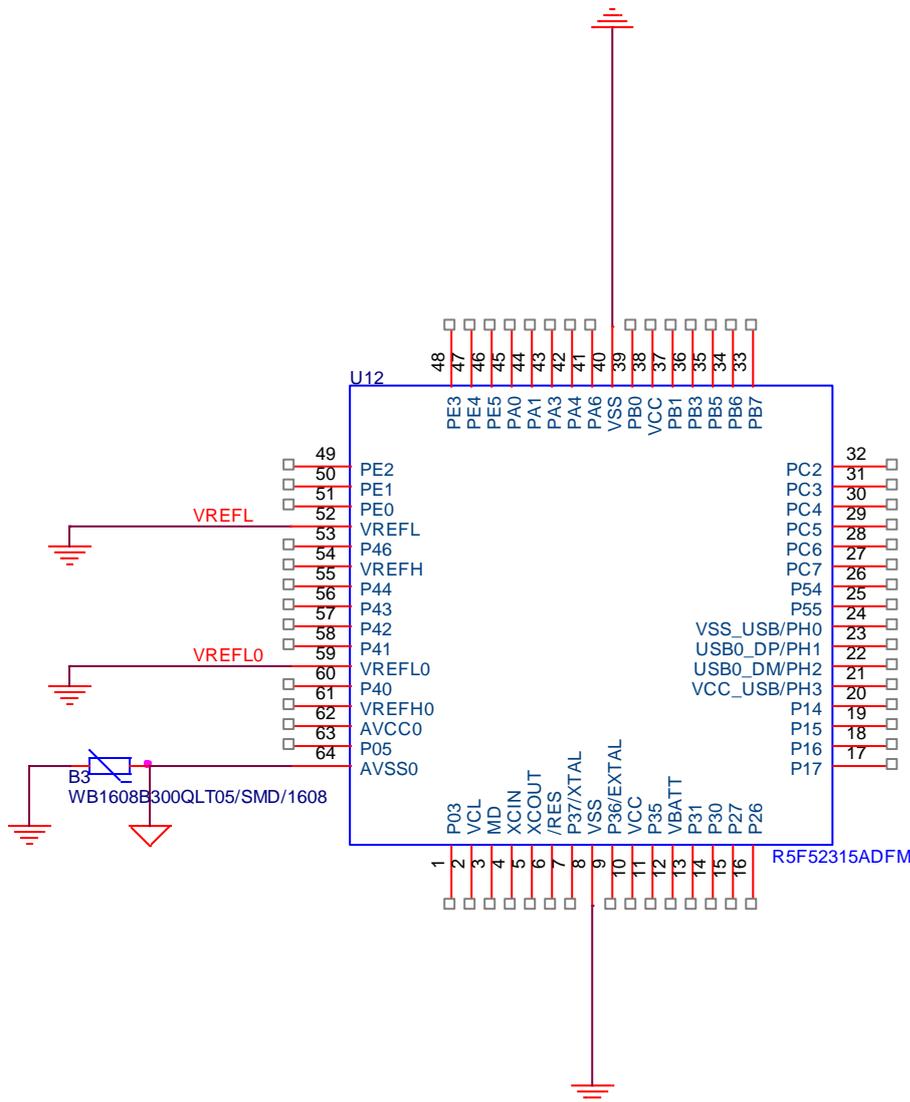
여기서,  $t_{RESWP}$ 가 우리가 설정하고자 하는 리셋 타이밍의 최소 값입니다.

<sup>2</sup> HardwareUsersManual of RX231, Page1909 Table 50.27

<sup>3</sup> HardwareUsersManual of RX231, Page1909 Figure 50.31

## 5.4 접지의 설계

디지털 접지인 VSS의 노이즈가 AVSS0의 아날로그 접지로 노이즈가 전달되지 않도록 하기 위하여, B3 비드를 사용하여 연결하였습니다. 또한, 칩의 모든 부분에 충분히 전류가 흐를 수 있도록 칩의 모든 VSS를 접지로 연결하였습니다. 아날로그 기준접지인 VREFL과 VREFLO도 모두 접지로 연결하였습니다. 여기서는 기준이 되는 전압으로 디지털 접지와 Common mode 노이즈가 발생하지 않도록 디지털접지에 연결하였습니다. 하지만, 경우에 따라서, 디지털 노이즈가 ADC에 많은 영향을 미칠 경우에는 ADC핀에서 디지털 노이즈의 제거를 위하여 VREFL과 VREFLO를 아날로그 접지로 연결하는 것도 좋겠습니다. 10MHz 이상의 회로이므로, 멀티접지로 합니다.

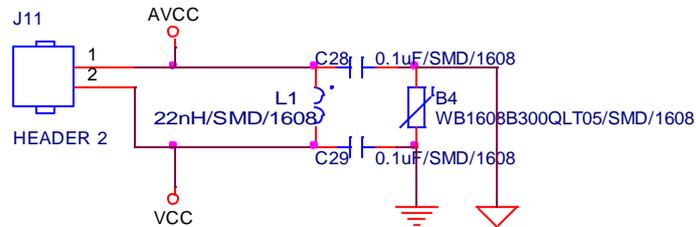


마이크론에서의 접지 회로설계의 예

## 5.5 AVCC와 VCC 의 설계

AVCC와 VCC 사이를 인덕터로 연결하여 AC노이즈의 유입을 차단하였으며, DC 전압은 감쇄없이 전달될 수 있도록 하였습니다. 또한, AVCC와 아날로그접지 사이에 0.1uF를 두어, AVCC의 고주파 노이즈가 제거되도록 하였으며, VCC와 디지털접지 사이에 0.1uF를 두어, VCC의 고주파 노이즈가 제거되도록 하였습니다. 또한, 아날로그접지와 디지털 접지 사이에 비드를 두어, 노이즈가 제거된 상태로 서로 연결되도록 하였습니다.

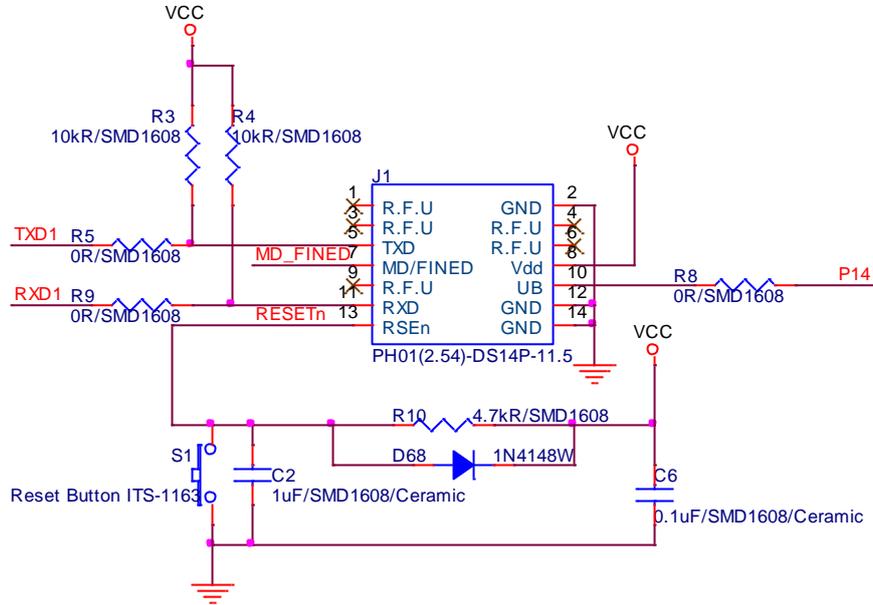
또한, AVCC와 VCC를 경우에 따라서 직접 연결할 수 있도록 J11 점퍼를 제공하였습니다. Default로는 공장 출하 시에 점퍼가 연결되어 있지 않으며, 여유분의 점퍼는 보드 구입시에 별도로 포장되어 있습니다.



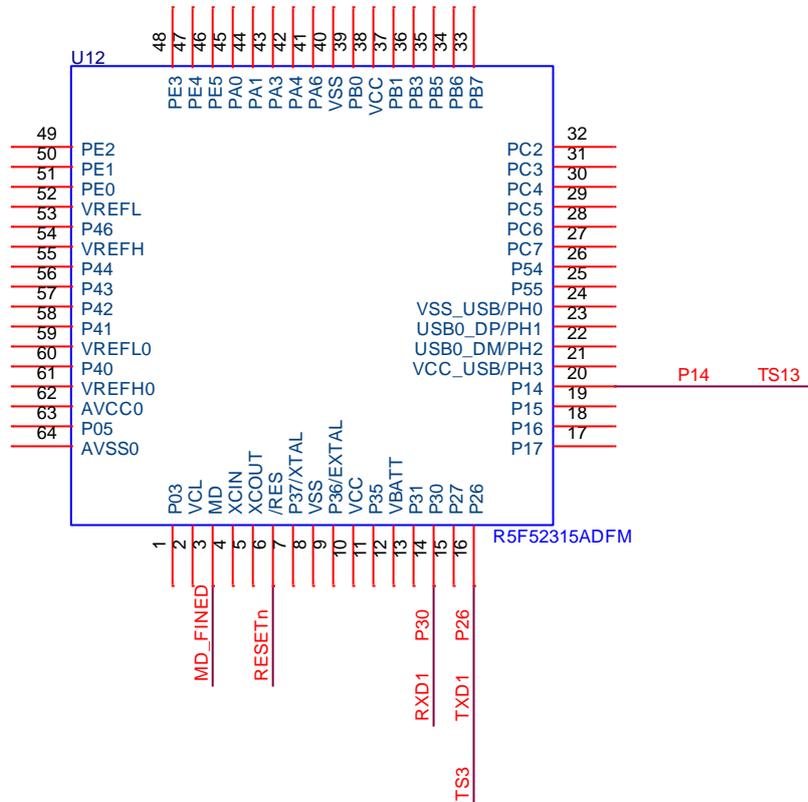
AVCC로 VCC의 디지털 노이즈의 유입을 막기 위한 회로설계의 예

## 5.6 E1 JTAG Debugger의 연결도

아래와 같이 E1 JTAG Debugger를 연결하였습니다.



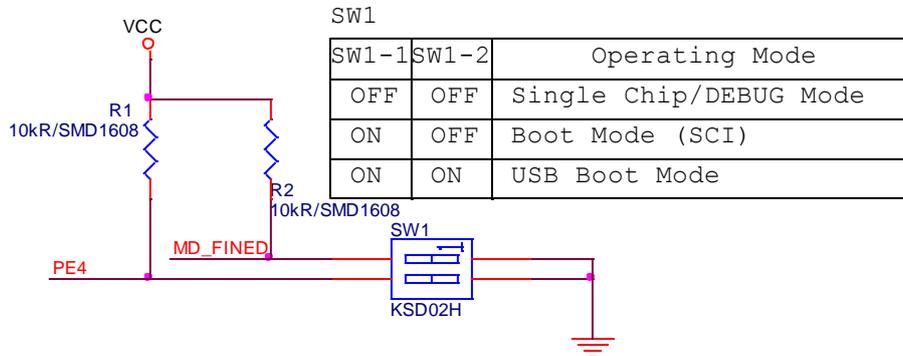
E1 JTAG Debugger에서의 회로설계의 예



마이크론에서의 E1 연결핀 회로설계의 예

## 5.7 USB Boot Mode 전원

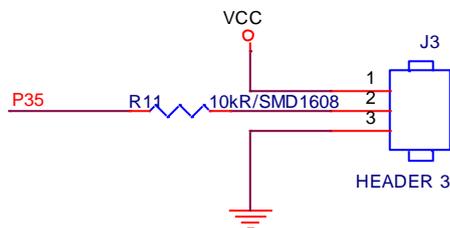
동작모드는 Default로 공장 출하 시에는 OFF, OFF로 설정되어 Single Chip/DEBUG Mode로 출하됩니다.



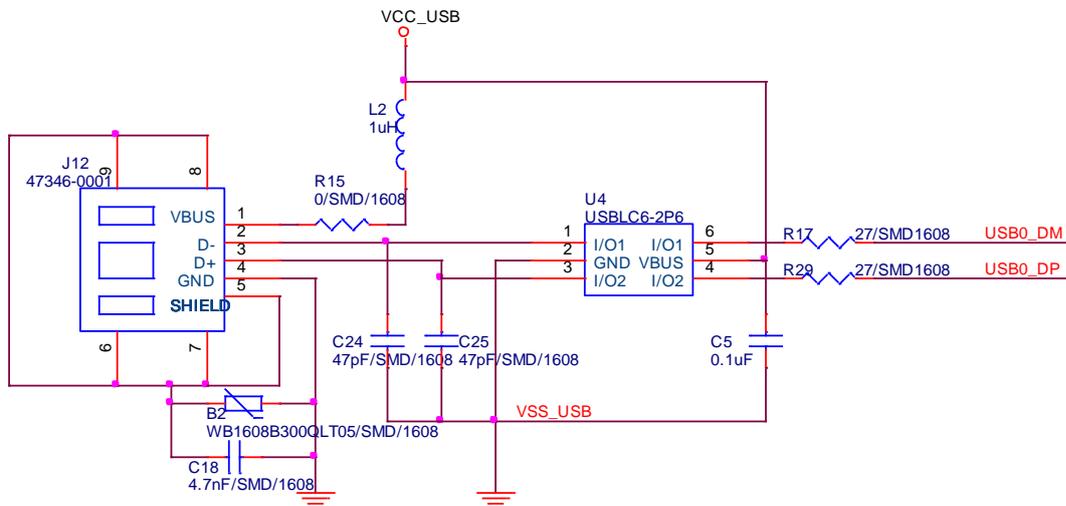
USB 부트모드 전원 조건은 Default로 공장 출하 시에 1-2 사이에 점퍼를 연결하여 출하됩니다.

USB Boot Mode Power Configuration (1)

J3	Power Configuration for USB Boot
1-2	Bus Powered
2-3	Self Powered



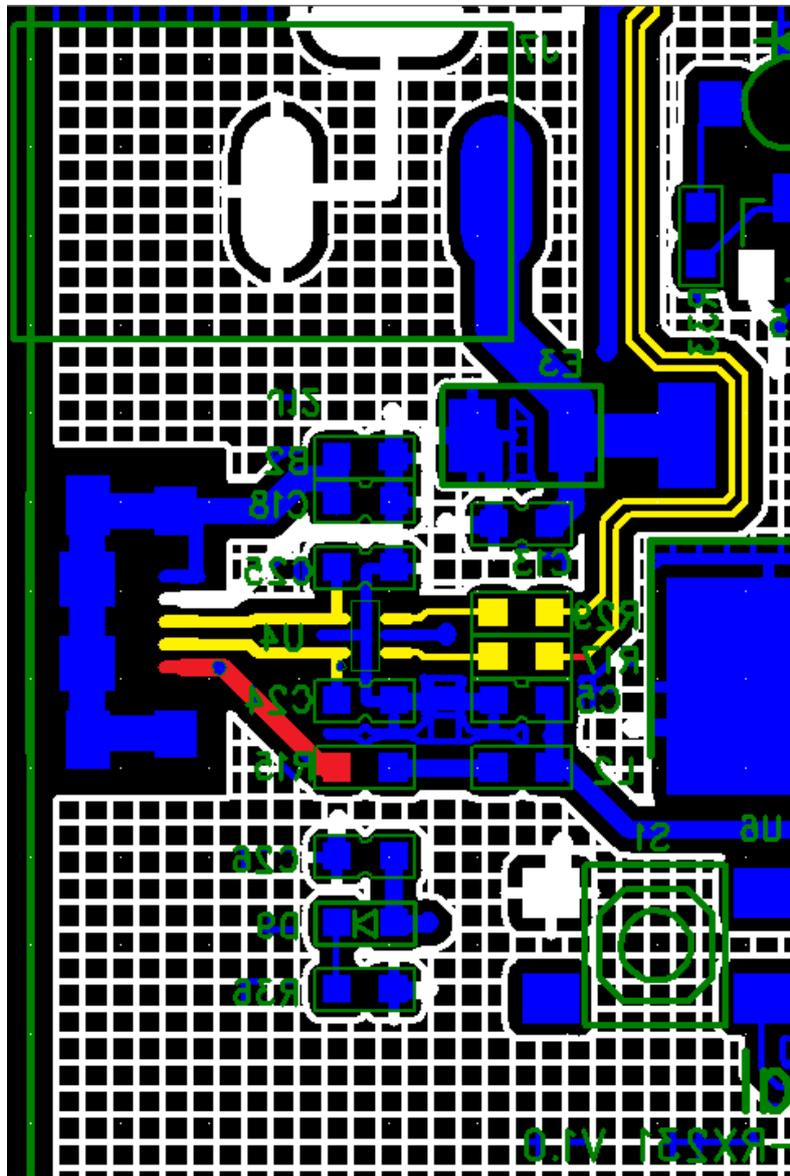
## 5.8 USB의 전자파 인증을 위한 노이즈 제거를 고려한 설계



USB에서 EMI/EMC를 위하여 노이즈 제거를 고려한 회로설계의 예

VCC와 GND는 위와 같이 인덕터와 비드 및 커패시터를 사용하여 회로를 디자인하고, 데이터선인 D+와 D-는 47pF를 사용하여 입력 노이즈를 제거하고, 디바이스 레벨에서 IEC61000-4-2 level4 호환 수준의 높은 개선된 ESD 보호회로를 구성하여, ESD가 데이터로 유입되는 것을 막아주었습니다. 동시에 USB커넥터 케이스에 직접 ESD가 들어올 경우에 SHIELD를 통하여 제거될 수 있도록 연결시켜 주었습니다. 또한, 함께 병렬로 CPU까지 함께 배선하여 만약 노이즈가 유입되더라도 함께 유입되어, 값을 서로 빼면 출발점과 같은 전압을 갖도록 설계하여 노이즈 유입은 차단됩니다.

또한, PCB회로 설계 시에 노이즈의 유입 시에 GND로 즉시 유입될 수 있도록 경로를 제공하고, 넓은 GND를 Copper pour를 이용하여 깔아주어 노이즈가 충분히 GND로 흡수되어 사라지도록 디자인하였습니다. 또한, 케이스가 있는 경우, USB의 바깥 샤시와 케이스 내부 또는 외부의 도전성면이 도전성스폰지 등을 통해 당게해 GND면이 넓도록 하여, ESD노이즈가 넓게 퍼지게 합니다.

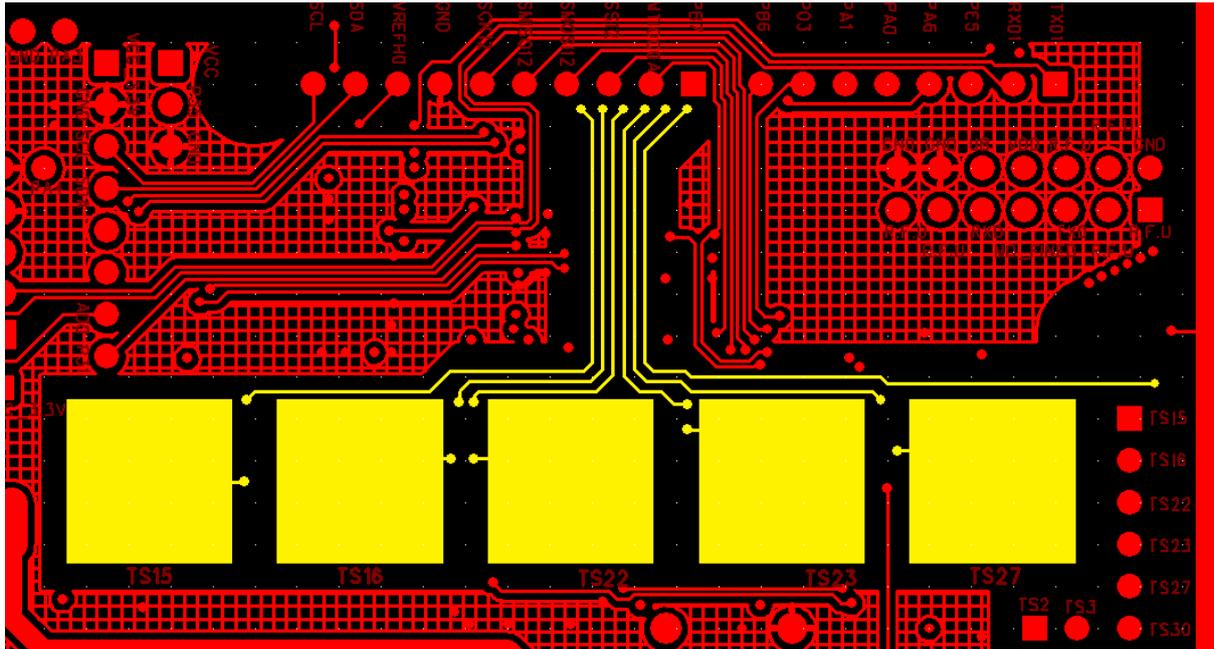


USB에서 PCB 설계 시에 효과적인 노이즈를 제거를 고려한 PCB의 설계

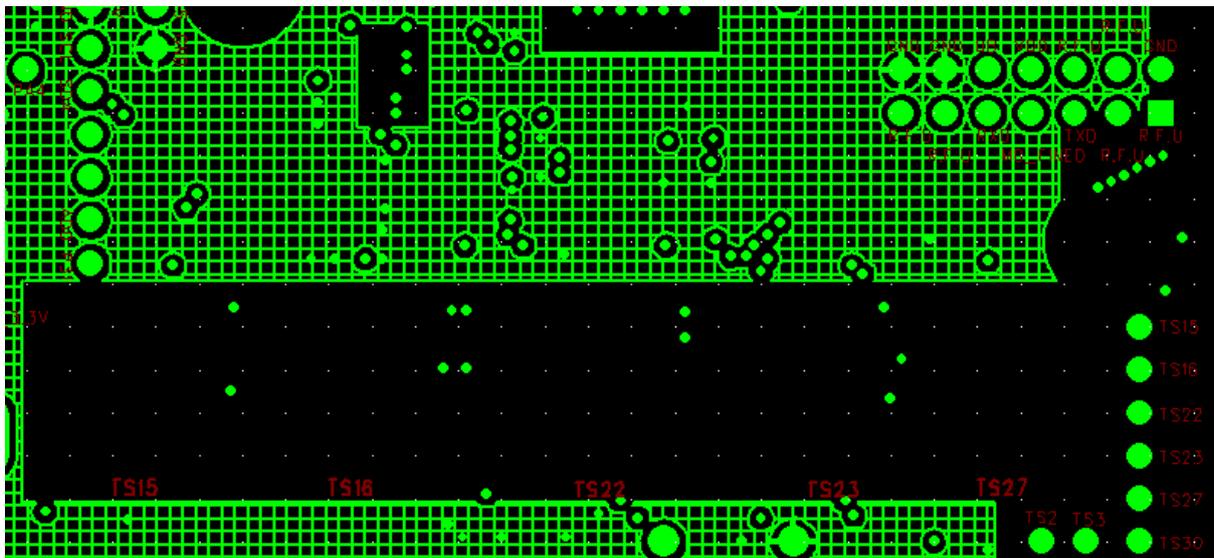
## 5.9 Cap Touch 부분의 설계

Cap Touch 의 감도향상을 위하여, Capacitance를 최소화하려고 각종 테크닉을 사용합니다.

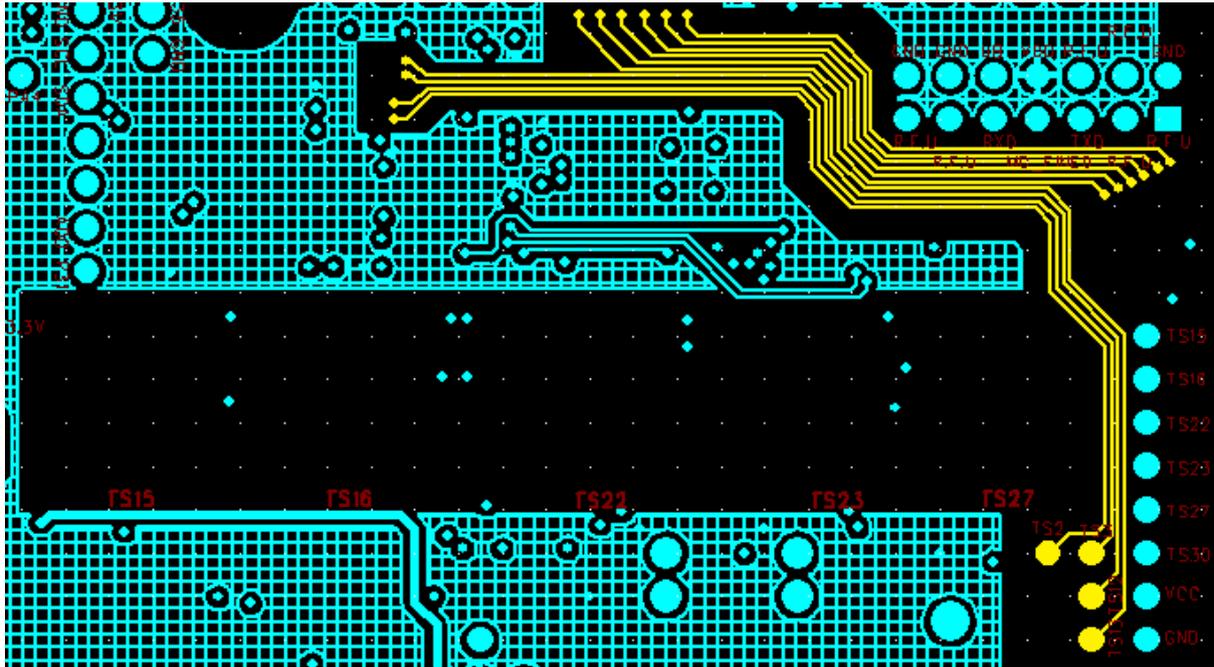
1. GND 패턴을 매쉬GND로 Copper Pour하여 기생캐패시턴스가 낮도록 접지의 면적을 낮쳤습니다. 기생캐패시턴스가 낮을수록 터치시의 용량은 상대적으로 증가하게 됩니다.
2. Cap Touch 모든 TS신호선과 매쉬GND를 2mm이상 전극과 전극의 클리어런스를 최소 2mm 주어 설계합니다.
3. 최대의 Cap Touch 감도를 얻기 위하여, Cap Touch 버튼과 아래쪽의 GND 패턴과는 최대한 멀리 되도록 2.0~2.4mm PCB로 설계하고, 내층 2층과 내층 3층에는 Cap Touch버튼 위치에 어떤 패턴이라도 없도록 설계합니다. 그렇게 하면, TOP의 Cap Touch와 BOTTOM의 매쉬GND와의 거리가 PCB 두께만큼되어 최대한 멀어지게 되므로, 기생캐패시턴스가 낮아지게 됩니다.
4. 가능하면, TS신호선의 위아래 Layer에 매쉬GND를 만들어서, 외부에서 노이즈가 유입되는 것을 방지하도록 합니다.
5. ESD를 방지하고 마이콘을 보호하기 위하여 직렬로 보호저항(560Ω)을 삽입하여 설계합니다.
6. 현재 설계된 Cap Touch버튼의 감도를 최대화하기 위하여 외부연결용 커넥터와의 연결은 끊어 두었는데, R58, R59, R60, R61, R62, R63이 N.C(Not connected)로 출하됩니다. 따라서, 연결되어 있지 않은데, 연결해 두지 않는 이유는 보드 중앙의 터치 센서 5개(TS15, TS16, TS22, TS23, TS27) 및 보드 테두리를 감싸고 있는 근접센서(TS30)의 최대 감도를 위하여, 연결하지 않았습디다만, 외부에 연결하여 사용하고 싶을 때에는 해당 저항을 0Ω을 연결하여 사용하도록 합니다. 연결한 이후에는 멀티핀 기능 중에서, TS15, TS16, TS22, TS23, TS27로 기능을 사용하여 터치를 구현하도록 합니다.



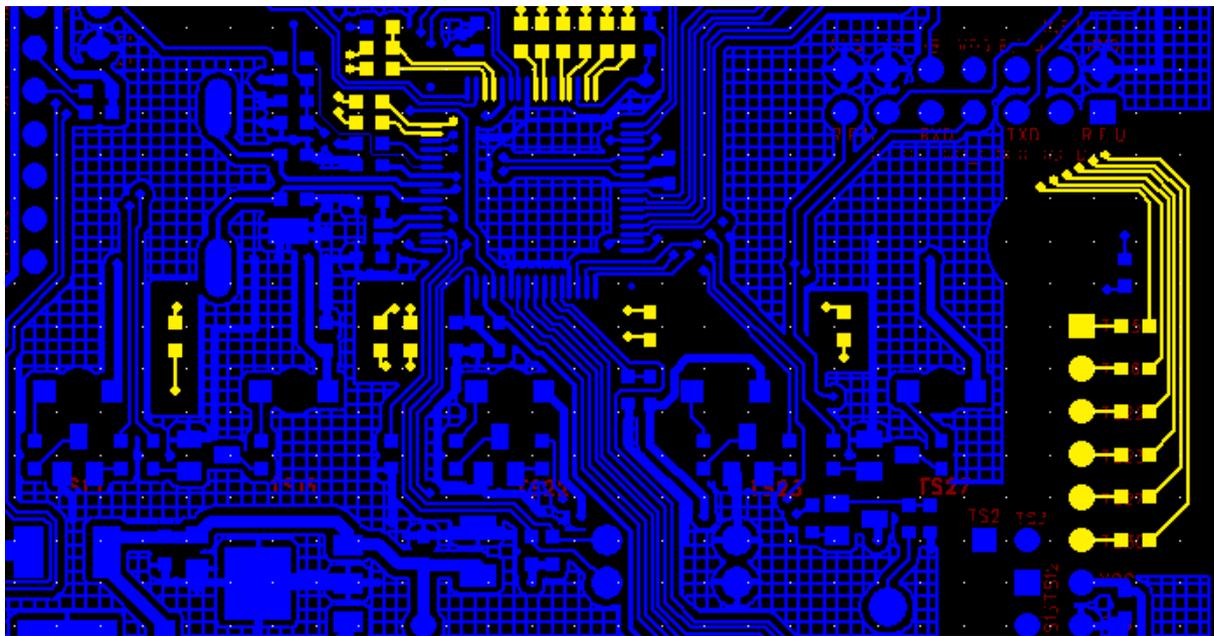
TOP Layer(1층)의 PCB 설계



내층2 Layer(2층)의 PCB 설계



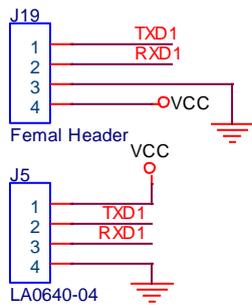
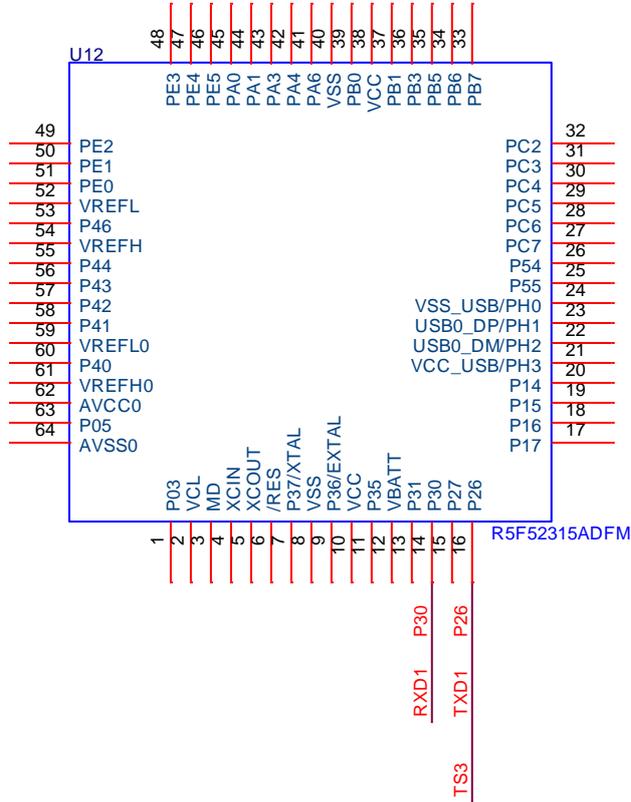
내층3 Layer(3층)의 PCB 설계



BOTTOM Layer(4층)의 PCB 설계

## 5.10 UART 관련 부분의 설계

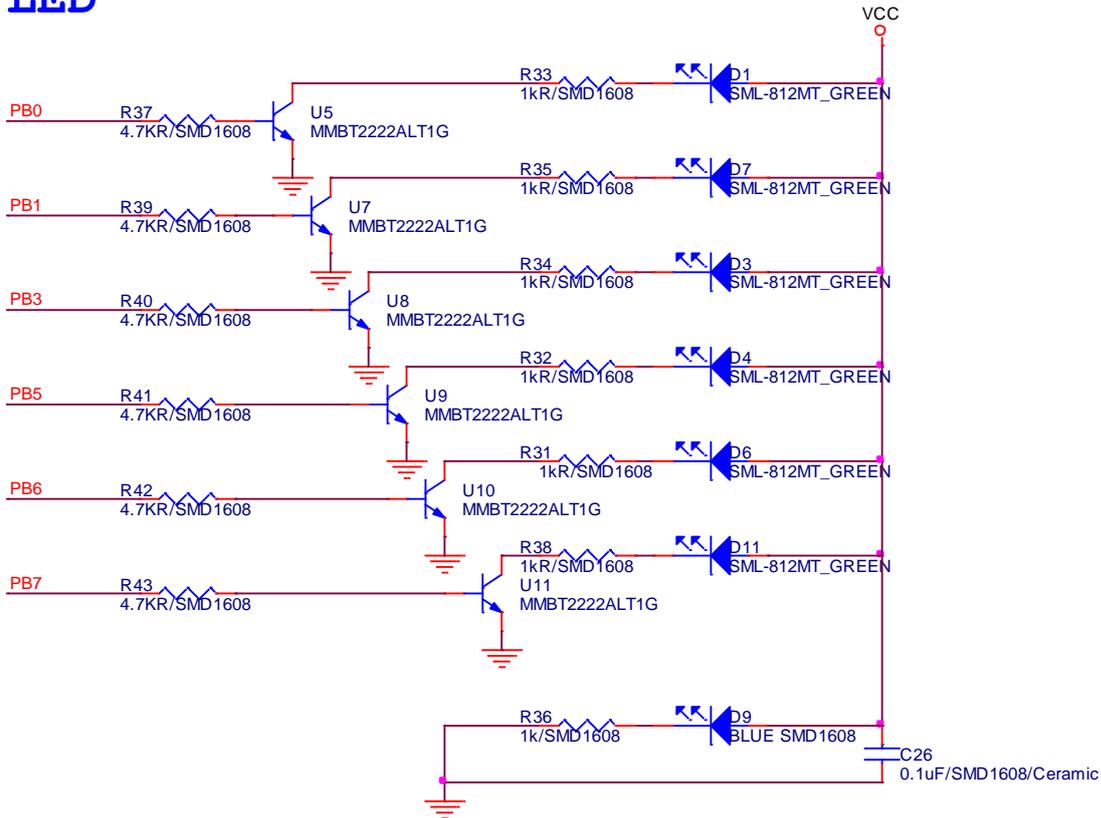
아래와 같이, UART는 J5는 UART로 J19는 블루투스모듈(HC-06)을 연결하여 사용합니다.



## 5.11 테스트용 LED 부분의 설계

RX231의 마이콘의 핀당 허용 전류는 5mA정도로 상대적으로 낮으므로, 마이콘에 부하를 적게 주게 위하여 트랜지스터를 사용하여 LED를 제어하도록 합니다. 이 보드에서는 NPN 트랜지스터를 사용하여 핀 출력이 1이면 LED가 켜지고, 0이면 꺼지도록 했습니다.

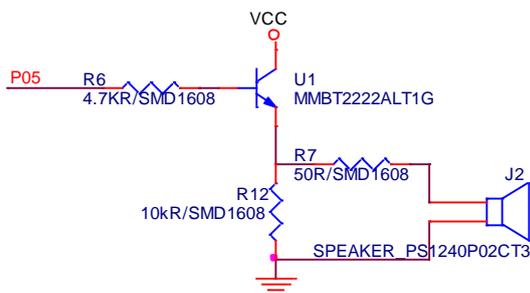
### LED



## 5.12 스피커의 구동부 설계

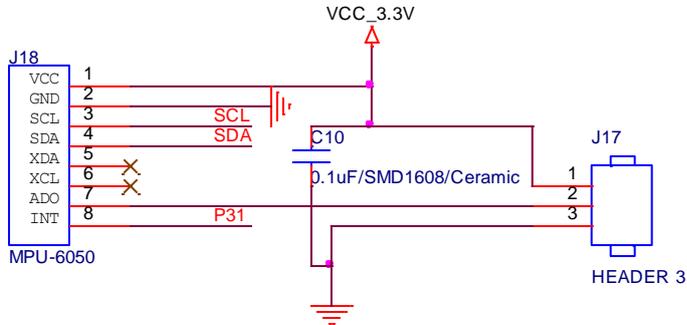
P05를 통하여 포트 출력으로 제어하였으며, 타이머로 일정한 주파수를 사용하여 떨어줄 수 있도록 하였습니다. P05는 멀티펄스핀으로 DA1입니다. 즉, 필요하면 DA 컨버터로 출력할 수 있습니다.

### SPEAKER



## 5.13 MPU-6050 6축 가속도/자이로 센서모듈 연결 커넥터의 설계

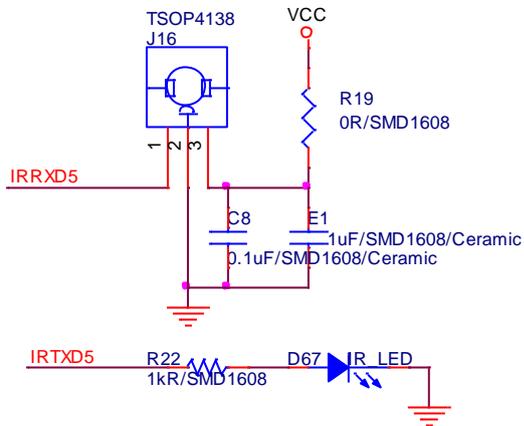
MPU-6050 모듈은 6축 가속도/자이로 모듈로 I2C(RIIC)로 제어합니다. 또한, 전원으로 3.3V를 사용하므로, VCC\_3.3V를 연결하였습니다.



## 5.14 적외선(IR) 리모콘 송신부 및 수신부의 설계

적외선을 이용한 리모콘 송신 및 수신부 회로도입니다. 송신부 및 수신부의 해당 소스는 소프트웨어 가이드를 참조합니다.

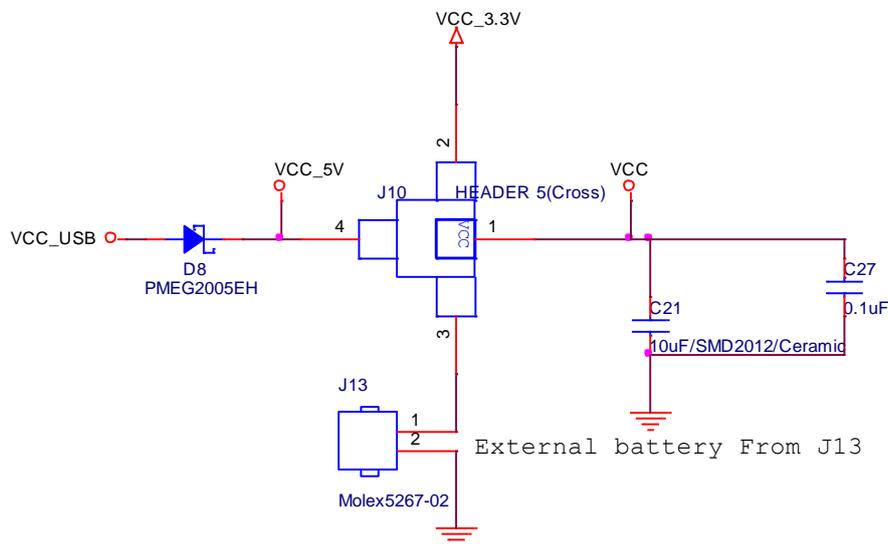
### Infra Red RX / TX



## 5.15 전원부 선택 스위치의 설계

전원은 VCC\_USB 또는 아답타에서 각각 VCC\_5V를 생성하도록 되어 있고,

VCC\_USB는 다이오드를 거쳐서 VCC\_5V로 전달됩니다. 이 때, 아답타와 USB전원이 동시에 연결될 경우 아답타 쪽에서 만들어진 5V가 USB전원의 5V보다 높을 때에 VCC\_5V가 VCC\_USB 쪽으로 역으로 넘어가지 않도록 다이오드를 사용하였으며, VCC\_USB에서 VCC\_5V로 갈 때에 최소 전압만이 떨어질 수 있도록 0.2V 정도만 떨어지는  $V_f$ (Forward voltage)를 특성으로 가지는 다이오드를 사용하였고, 또한 USB2.0 규격인 최대 500mA를 넘지 않도록 다이오드의  $I_f$ 도 한계 최대치로 500mA 까지 사용이 가능한 다이오드를 사용했습니다. 따라서, 이 회로는 PC와의 USB연결시에 안전하게 PC를 보호합니다.



VCC\_5V, VCC\_3.3V, 외부배터리 중에서 VCC를 선택하는 점퍼회로 설계의 예

J10 Power Selection

1&2	DC 3.3V
1&3	Ext. Battery from J13
1&4	DC 5V

J10 점퍼 설정 방법