

RF MOTION SENSOR ADR-XXX SERIES

APPLICATION NOTE

(Ver 0.1)

목 차

1	Introduction	2
	1.1 Doppler Effect	2
	1.2 Doppler Effect 수식	2
	1.3 X- Band Motion sensor 동작 원리	2
2	Description @Vin = 5Vdc	3
	2.1 ADR-01A , ADR-01B	3
3	Application Design Guide	4
	3.1 Application Example Schematic Design	4
	3.2 Analog Output Signal of IF and Amplifier	5
	3.3 Application Example in PCB Layout Design	6
	3.4 PCB Layout Design Guide PCB Layout Design Guide	6
	3.5 Evaluation kit	7
4	검사 항목	8
5	SET 동작 검사 방법	8
6	보관 및 취급 시 주의 사항	9
7	납땜 및 ASS'Y 시 주의 사항	9

1 Introduction

1.1 Doppler Effect

어떤 파동의 파동원과 관찰자의 상대 속도에 따라 진동수와 파장이 바뀌는 현상을 Doppler Effect 라 한다. 음파를 예로 들면 파원이 가까워 질수록 파동의 길이는 짧아 지게 되고 짧아진 파장 만큼 주파수는 높아지게 된다. 반대로 , 멀어질수록 주파수는 낮아지게 되어 낮은 음역대의 소리로 들리게 된다.

1.2 Doppler Effect 수식

$$f' = \left(\frac{V+V_o}{V-V_s} \right) f \quad \text{여기에서}$$

f' 는 관찰자가 관측한 진동수

V 는 파동의 속도 (음파 : 340m/sec , 전자기파 : 3×10^8 m/sec)

V_s 는 파원의 이동 속도

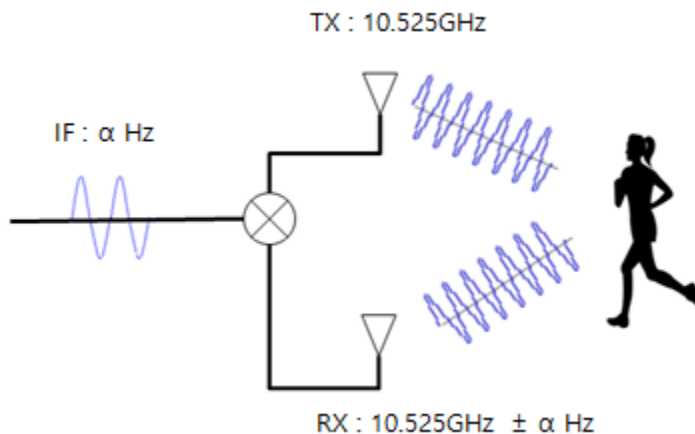
V_o 는 관측자의 이동 속도

마주 보는 방향 즉, 거리가 가까워 지는 방향으로 움직일 때 V_s 와 V_o 는 양수의 값을 가지고, 반대 방향 즉, 멀어 지는 방향으로 움직일 경우 음수의 값을 가진다.

RF Motion sensor 는 이러한 도플러 효과를 이용하여 움직이는 물체를 감지 하거나, 위치 거리, 속도 등을 측정 할 수 있다. 스피드건 , 레이더, 소나 등이 이러한 원리를 이용한 제품들이다.

앞으로 소개할 ADS-XXX Series 의 경우 10.525Ghz 대역의 RF 주파수를 사용한 Motion Sensor 이다.

1.3 X- Band Motion sensor 동작 원리



TX 송신 Antenna 를 통해서 방사된 RF 신호가 물체에 반사되어 RX Antenna 를 통해서 입력 된다
송 수신 신호가 Mixer 를 통하게 되면 TX 와 RX 두 주파수의 차의 주파수가 출력 된다. 움직임이 없을 경우 송수신 신호의 주파수가 동일 하기 때문에 IF 신호는 발생 하지 않는다. 사물의 움직임이 발생 할 경우 수신단의 주파수가 달라지기

때문에 두 주파수의 차의 값이 IF 신호로 출력 된다. 멀어지는 방향으로 움직일 경우 수신 주파수는 감소 하고 , 가까워 지는 방향으로 움직일 경우 주파수는 증가 한다. Mixer 를 통과한 신호는 최종적으로 증가 하거나 감소한 주파수 차이 $|\alpha|$ 만이 출력 된다.

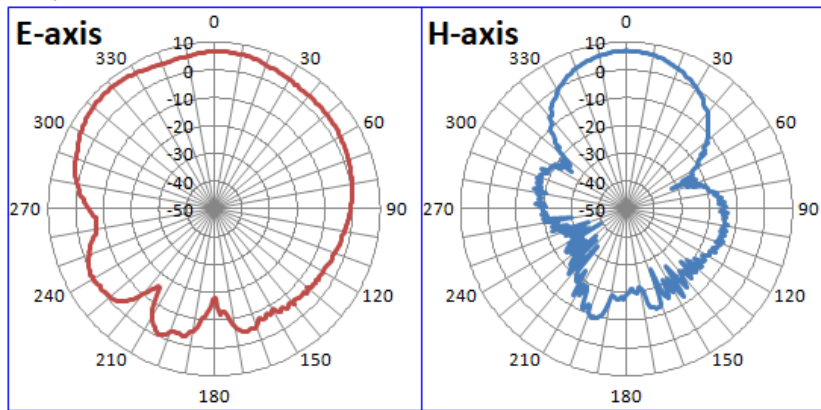
2 Description

@Vin = 5Vdc

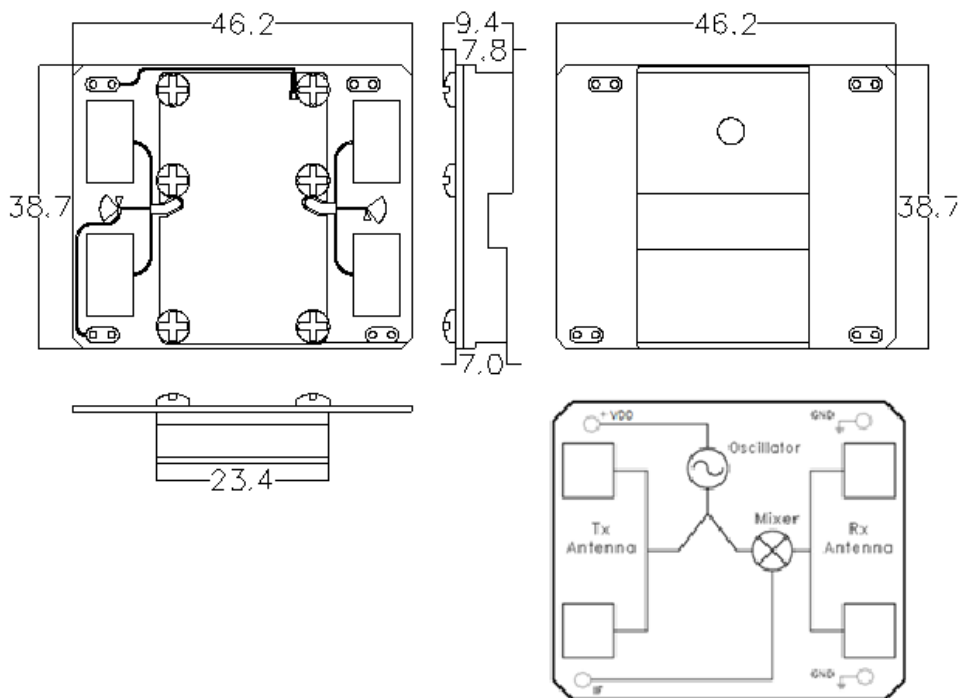
Model selection Table	전압	EIRP [dBm]	Spurious Emission [dBm]	3dBm Beam angle		Power Supply [V/mA]	Pulse Operation		Dimension [mm]
				E -axis	H -axis		Freq. [kHz]	Width [us]	
ADR-01A	3.3V	14	-30	88	39	3/20	2	20	46.2x38.7x7.8T
ADR-01B	5.0V	14	-30	88	39	5/30	2	20	46.2x38.7x7.8T

2.1 ADR-01A , ADR-01B

1) Antenna Beam Pattern

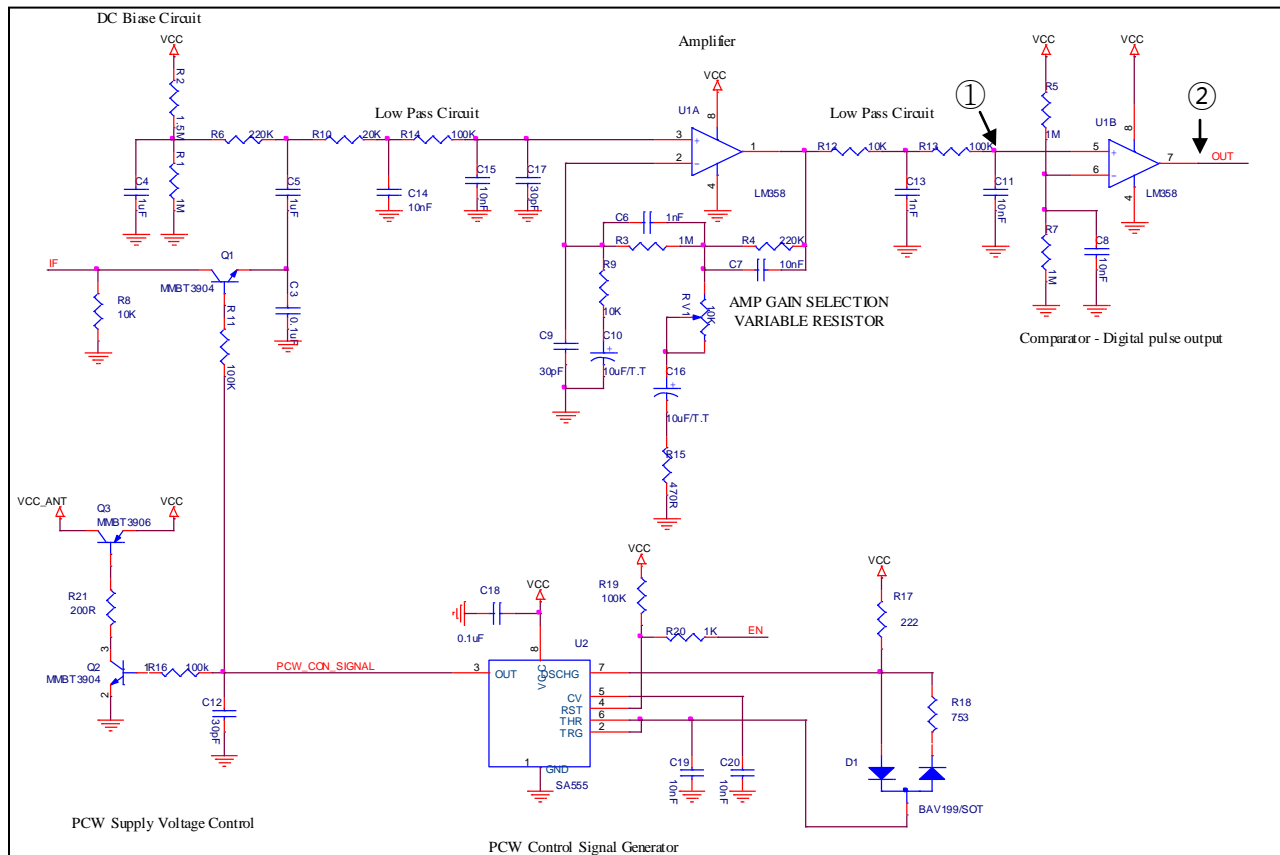


2) Physical Dimension



3 Application Design Guide

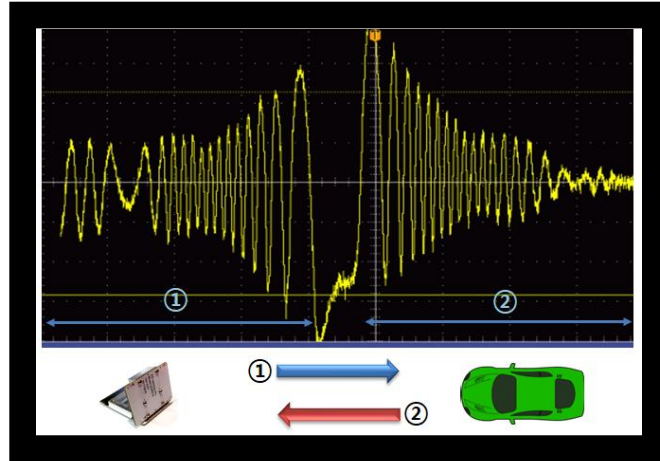
3.1 Application Example Schematic Design



- 1) PCW Control Signal Generator: SA555 5 Timer 를 이용하여 PCW(Pulse Continues wave) Mode 동작 주파수 생성 한다. Timer 대신 MCU I/O Port 를 이용하여 제어 할 수 있다.
- 2) PCW Supply Voltage Control: Timer 에서 생성된 Pulse 신호를 이용하여 Motion sensor 에 전원을 공급하고, NPN Transistor 를 사용하여 IF Signal 을 동 시간대에 신호가 전달 되도록 한다.
- 3) OP-AMP Amplifier 의 증폭비와 차단 주파수는 Resistor 와 Capacitor 의 조합에 의해 결정 된다. 감지 거리에 따라 가변저항을 이용하여 증폭비를 조절 할 수 있다.
- 4) Amplifier output Signal 의 Voltage Level 이 Comparator 의 Reference Voltage 의 level 보다 높을 경우 Comparator 의 output level 이 high 가 되고 낮을 경우 low Level 이 된다. Sine wave input signal 을 Pulse output signal 로 변환 한다. 증폭비를 결정한 상태에서 감지 하고자 하는 거리에 맞게 Reference Level 을 적절히 설정 하면 된다. Comparator 대신 MCU 의 ADC 기능을 사용하여 적절한 Level 값을 설정하여 감지 거리를 결정 할 수 있다
- 5) LED 등과 같은 소비 전류가 많은 제품을 구동할 경우 LDO 나 Regulator 와 같은 전원소자를 사용하여 전원단을 분리 하는 것이 좋다.

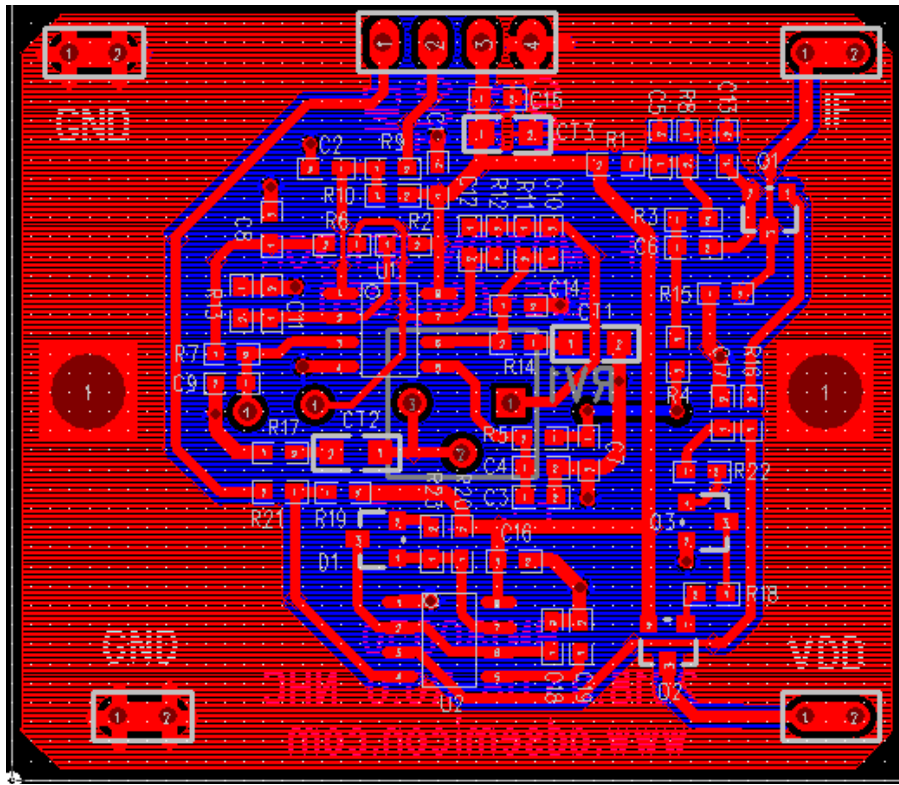
3.2 Analog Output Signal of IF and Amplifier

- 1) ① 원거리에서 근거리로 접근 시 IF Analog Output Signal
- 2) ② 근거리에서 원거리로 이동 시 IF Analog Output Signal



- ✓ Microwave Motion sensor 와 이동 물체간의 거리가 가까워 질수록 IF Signal 의 Amplitude 는 커지고, 거리가 멀어 질수록 작아 진다. 물체의 이동 속도가 동일하게 접근 하거나 멀어질 경우 주파수는 동일하다.
- ✓ 거리에 따라 IF Signal 의 Amplitude 가 다르기 때문에 증폭단 설계 시 감지 하고자 하는 거리를 고려 하여 증폭 Gain 을 설정 하여야 하고, 대상물의 이동 속도를 고려 하여 filter 시정수를 선정해야 한다. 증폭비를 높이기 위해선 저항값이 높아지게 되고, 저항 값이 높아지면 Filter 의 차단 주파수는 낮아지게 된다. 이때 적절한 Capacitor 시정수 값을 이용하여 적절한 Filter 성능을 구현한다.

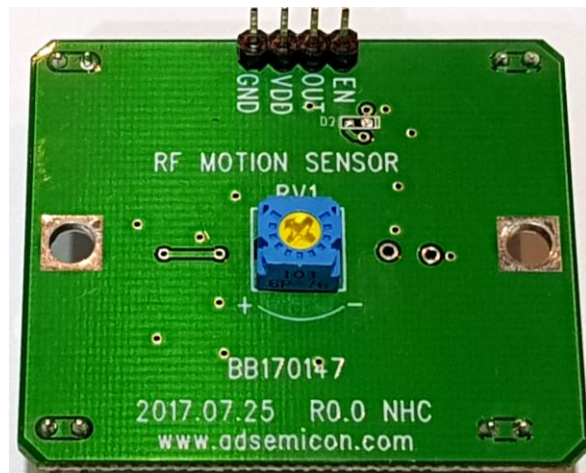
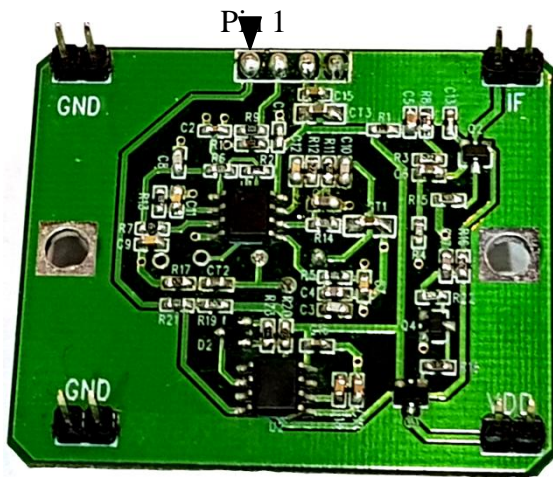
3.3 Application Example in PCB Layout Design



3.4 PCB Layout Design Guide PCB Layout Design Guide

- 1) VDD line 과 증폭단과는 분리하여 배치 해야 한다. 증폭단의 Signal Line 과 VDD 전원 Line 을 인접하여 배치하게 되면 전원단으로 유입되는 Noise 가 증폭단에 유입 되면서 원치 않는 출력이 발생 하게 된다.
- 2) GND Copper 를 사용 할 경우 위 그림에서와 같이 증폭단 회로 부분은 제거 해주는 것이 좋다. GND Bounce 효과에 의해 불필요한 신호가 발생 할 수 있다.
- 3) 보통 외부로부터 유입되는 Noise 를 차폐하기 위해 GND Copper 처리를 하는 것이 일반적이거나 지금과 같이 미약한 IF Signal 을 높은 증폭비로 증폭하는 경우 GND 가 Noise Source 원이 되는 경우도 발생 한다.
- 4) IF Signal line 은 최단 거리로 설계 하고 증폭단의 소자 및 line 과 분리하여 배치 하는 것이 좋다 .
- 5) GND 는 VIA 를 통해 직접 Main GND 와 연결 하거나 증폭단과는 최대한 이격 하여 설계 하는 것이 좋다 .

3.5 Evaluation kit

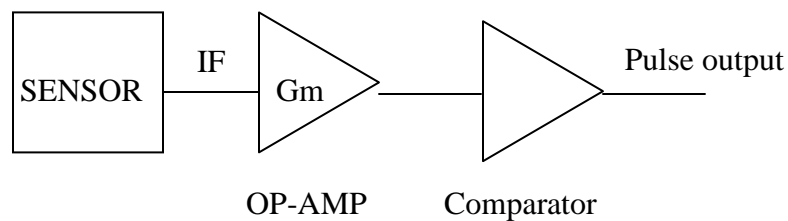


- 1) 용도 및 기능
 - 사물 또는 사람의 움직임을 감지 할 수 있는 감도 및 거리에 대한 특성 시험용
 - RF Motion Sensor 의 미약한 IF 신호를 약 80dB 증폭하여 Pulse 신호를 출력
 - 가변 저항을 이용하여 증폭 Gain 조절

- 2) 정격 및 제원
 - 사용 전압 / 전류 : DC5V/6mA
 - RV1 (Gain) 감지 거리 조절 : 시계 방향 감지 거리 증가 / 반 시계 방향 감지 거리 감소
 - PCB Dimension : 46.3 x 38.6 x 1.6T

- 3) Pin description
 - Pin1 : EN (Timer enable /disable) → high : enable / low : disable (PCW Mode)
 - Pin 2: OUT (Pulse Output) / Pin 3: VDD / Pin 4: GND

- 4) Block diagram



4 검사 항목

No.	측정 항목	Unit	규격
1	Transmit Frequency	GHz	10.50 – 10.55
2	Operating Frequency	GHz	10.525
3	Local Frequency Range	MHz	± 25.0
4	IF DC Level	mV	≥ ±300 이며
5	발진 검사		1-Point 발진 및 대역 외 발진이 없을 것
6	Operational Current (@4.75~5.25V DC)	mA	25mA ~ 35mA

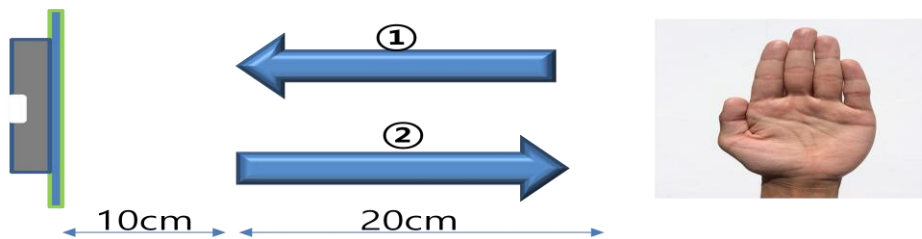
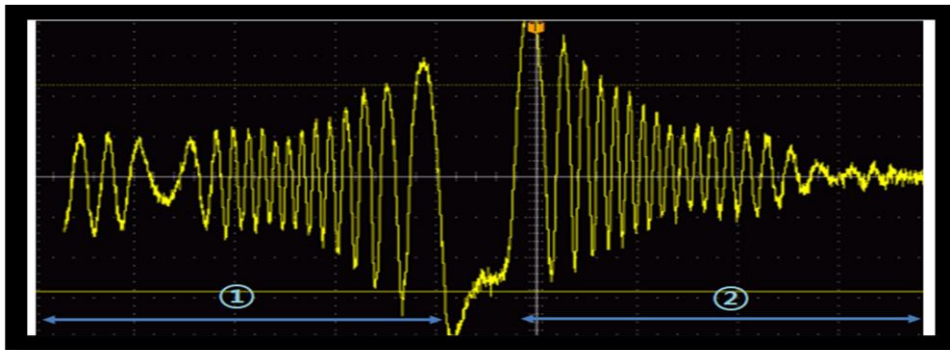
5 SET / 단품 수입 검사 항목(TX Power 및 Frequency 측정 불가 시)

- 1) 소비 전류 측정
- 2) IF Output Signal DC Level 및 파형 Amplitude 측정

(1) 센서 ANT 전면 방향으로 일정한 거리를 반복적으로 움직인다.

(2) 오실로스코프를 이용하여 센서 IF 단자의 AC 파형의 Amplitude 를 확인 한다.

(오실로 스코프 셋팅 조건 : 전압 Resolution 50mV or 100mV, Time : 500msec)



※ 손을 왕복으로 움직일 시 정속을 유지 할 것

※ 주변 환경 및 센서의 ANT 방향은 동일한 조건으로 유지 할 것

6 보관 및 취급 시 주의 사항

- 1) 보관 및 취급 시 정전기 ,과전압 등에 주의 할 것
- 2) 센서 모듈에 충격 또는 무리한 힘을 가하지 말 것 .
- 3) 상온/ 상습 (50%RH @25℃) 조건에서 보관 할 것

7 납땜 및 ASS'Y 시 주의 사항

- 1) 인두기 사용시 인두팁 필히 방전 후 사용 할 것 (금속등에 터치 후 사용)
- 2) 납땜 작업 시 최소 시간으로 작업 하여 PCB 가 전체적으로 가열 되지 않게 할 것.
- 3) PCB ASS'Y 에 결합 시 무리한 힘을 가하지 말 것
- 4) 센서 모듈의 PCB 가 휘거나 뒤틀리지 않게 조립 할 것
- 5) Shield Case (금속 Case) 가 다른 부품에 닿지 않게 2~3mm 이상 이격 시킬 것.
- 6) 작업대는 필히 접지에 연결 하고 누설 전류가 흐르지 않게 관리 할 것
- 7) 작업시 접지 링을 착용하여 ESD 를 방지 할 것

LIFE SUPPORT POLICY

AD SEMICONDUCTOR'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF AD SEMICONDUCTOR CORPORATION

The ADS logo is a registered trademark of ADSemiconductor

© 2019 ADSemiconductor – All Rights Reserved

www.adsemicon.co.kr