

1. 개요

환경변수(온도, 습도, 바람, 먼지, 빛 어둠)에 영향을 받지 않는 레이더 방식의 모션감지 센서
넓은 방사각으로 사각지대 없이 감지가 가능
24GHz 로 동작하여 실내외에서 모두 사용 가능
안테나, 증폭기, 컨트롤러(MCU)가 내장되어 있고 AIM24 고유 Algorithm 으로 동작을 감지하여 사용자는 별도의 회로구성이 필요 없음
SMD(Surface Mount Device) 형태로 손쉽게 보드에 장착 가능

■ 주요 스펙

- AIM24-SA: ~ 5meter¹
- 동작전압: 3.6V ~ 5V (Output 3.3V)
- 소비전류: < 53mA (@ Full power)
- Sleep 전류: 17.7mA (ST_Buf @ 2.55Sec)
- Standby 전류: 8mA (CdS 기능 연동 시)
- 크기: 15x15x4.3
- I2C 통한 다양한 기능 제공

■ I2C 통신을 통한 제어가능 항목

- Smart Sensing 설정
- Sleep Time 설정
- 감도 값 설정
- 동작시간 설정
- PWM(Pulse Width Modulation) 동작 제어
- CdS(조도 센서) 연동 가능
- 내부메모리에 사용자 설정 값 저장 가능

2. 적용가능 제품

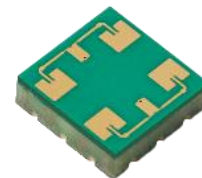
- LED 전구, 전등
- 자동문
- 가전제품, 자판기, 키오스크
- IoT 기기
- 자동차, 이동체, 로봇
- 보안 시스템

3. 요약

AIM24-Sx 모듈은 도플러 레이더 기반의 센서로 사람 또는 동물, 기계 등 움직임이 감지하여 S_OUT, PWM, I2C, UART(D_TX)로 출력
안테나 및 감지에 필요한 모든 기능이 내장되어 있어 사용자는 별도의 회로를 구성할 필요가 없음
확장된 기능이 필요할 경우 I2C 통신을 통하여 사용이 가능

■ 주요 기능

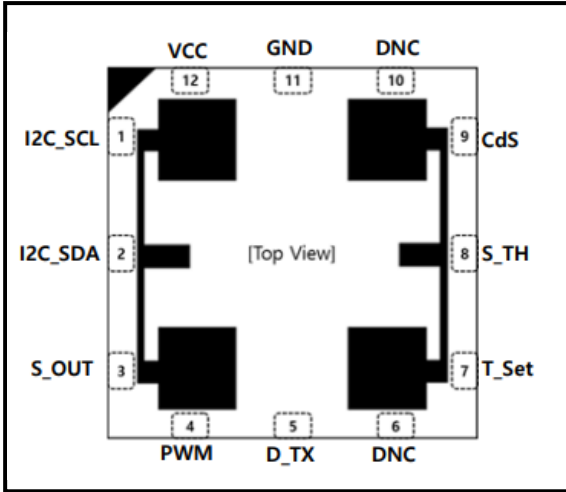
- 움직임에 대한 디지털 신호 출력
- 감지거리 및 동작 시간 조절가능
- 안테나와 컨트롤러 일체형 구조
- 주변 노이즈를 감지 후, 감도 기준 값을 자동으로 보정 (Smart Sensing)



[Figure 1] AIM24-SA

¹ 주변 노이즈 환경을 고려할 경우 일반적으로 3m 감지 거리로 설정하여 사용하는 것을 제안

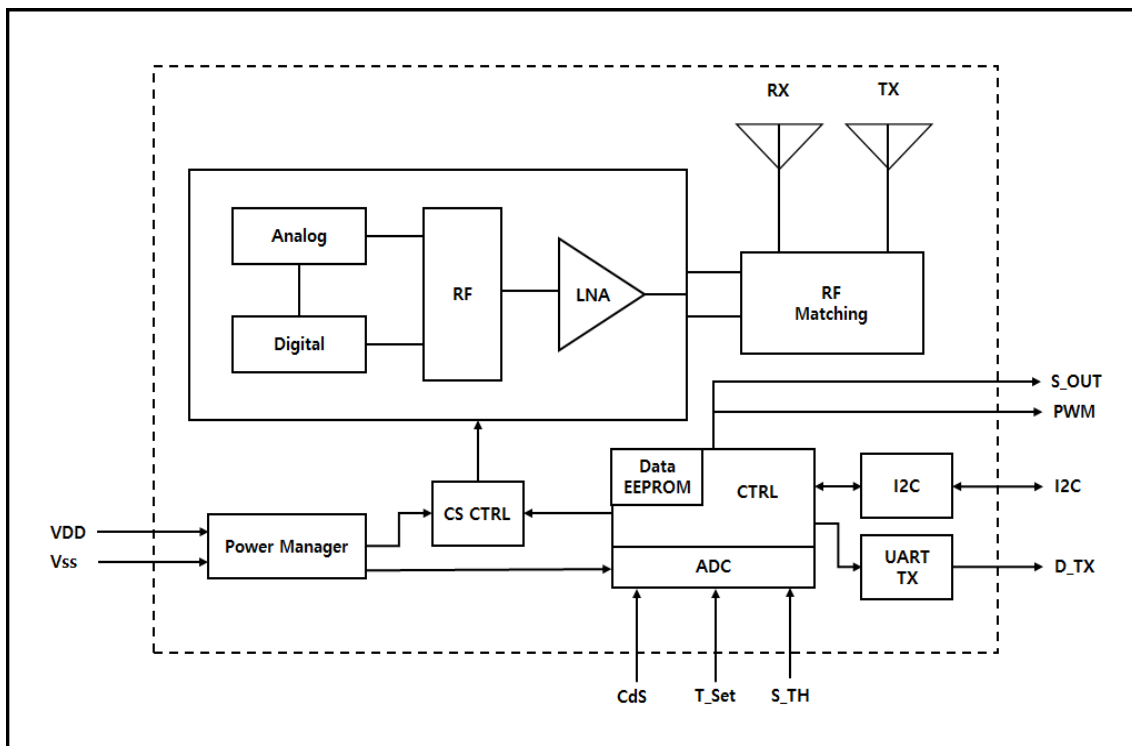
4. Pin Descriptions



[Figure 2] Pin Name

Pin	Name	Pin Descript	Etc.
1	I2C_SCL	I2C Clock	
2	I2C_SDA	I2C Data	
3	S_OUT	Sensing signal Out	High Output
4	PWM	Pulse Width Modulation	
5	D_TX	Debugging TX	
6	DNC	Do Not Connect	Never connect to GND
7	T_Set	Turn on time set	
8	S_TH	Sensitivity Threshold	
9	CdS	Connect to CdS	
10	DNC	Do Not Connect	Never connect to GND
11	GND	Ground	
12	VCC	Power Supply Input	Table

5. Block Diagram



[Figure 3] Block Diagram

6. I2C

6-1. Register map

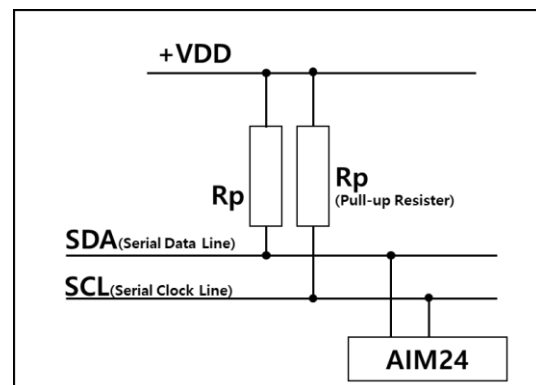
	Address	Register name	Symbol	R/W
1	0x00	AIM24 Algorithm version	A_Ver	R
2	0x01 0x02	Raw Data	R_Data	R
3	0x03 0x04	Sensitivity Control	S_Ctrl	R/W
4	0x05 0x06	Turn on time Control	T_Ctrl	R/W
5	0x07	CdS detect level Control	C_Ctrl	R/W
6	0x08	PWM duty Control	P_Ctrl	R/W
7	0x09	Function Select	F_Sel	R/W
8	0x0A	Customer Parameter Version	C_Ver	R/W
9	0x0B	Sleep Time Buffer	ST_Buf	R/W
10	0x0C	Reserved	-	R/W
11	0x0D	Reserved	-	R/W
12	0x0E	Reserved	-	R/W
13	0x0F	Register Save	R_Save	W

[Table 2] I2C Register

6-2. I2C Spec

Chip Address	0x12(7Bit) / 0x24(8Bit)
I2C Speed	400Kbps
Rp	4.7Kohm
I2C Bus Spec	NXP®
High Voltage	3.3V(5V Tolerance)

[Table 3] I2C Spec



[Figure 4] I2C Interface

※ I2C Clock Stretching 적용 추천

6-3. I2C Register

1) 0x00 / A_Ver: AIM24 Sensing Algorithm Version

- AIM24 레이더 센싱 알고리즘 버전 레지스터

7	6	5	4	3	2	1	0	R
x	X	x	x	x	x	x	x	

Default Value: 0xXX

2) 0x01:0x02 / R_Data: Raw data

- 레이더의 아날로그 신호를 내부 알고리즘을 사용하여 디지털로 변환한 Data 레지스터
- 0 ~ 1650 범위의 Sensing 된 Data 출력
- Min: 0, Max:1650 (0x0672)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	R
0	0	0	0	x	x	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	

Default Value: 0xXX

3) 0x03:0x04 / S_Ctrl: Sensitivity Control⁽¹⁾

- 움직임을 인식하는 기준 값 (감도) 설정 레지스터
- R_Data 가 S_Ctrl 값보다 크면 S_Out 출력
- Min: 0, Max:1650 (0x0672)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	

Default Value: 0x0190 → Dec: 400

4) 0x05:0x06 / T_Ctrl: Turn on Timer Control

- R_Data 가 S_TH(S_Ctrl)의 값을 넘었을 때, S_OUT Pin 이 High 상태를 유지하는 시간을 설정하는 레지스터
- S_OUT Pin 은 이 설정된 시간이후에 Low 상태로 전환 (값 단위는 초)
- Min: 1(0x0001: 1Sec), Max: 14,400(0x3840: 4 시간)

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

Default Value: 0x0001 (1 → 1 초)

24GHz Antenna Integrated Subminiature Microwave Motion Detection Sensor Module

5) 0x07 / C_Ctrl: CdS Detect Level Control

- CdS(Cadmiumsulfide Sensor; 조도센서) Pin 의 입력전압 값을 설정하는 레지스터
- 외부에 CdS 센서를 CdS Pin 과 연결하여 사용 가능
- CdS 설정 전압보다 입력전압 값이 낮으면, Standby mode 로 진입 (8-6.참조)

Example) 0x78(120) → 1.20V (CdS 의 전압이 1.2V 보다 높으면 Active mode)

- Min: 0(0V), Max: 255 (0xFF)

7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	1	1	0	0	1	0	0	

Default Value: 0x64(100 → 1.00V)

6) 0x08 / P_Ctrl: PWM Duty Control

- 움직임이 인식되었을 때 PWM Pin 으로 출력되는 Duty 를 설정하는 레지스터

Example) 조명에서 Dimming 기능으로 활용 가능

- Min: 40(0x28), Max:100(0x64).

7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	1	0	0	0	1	1	0	

Default Value: 0x46 → 70%

7) 0x09 / F_Sel: Function Select

- 기능 설정 레지스터 (1: Enable, 0: Disable). 몇몇 기능들은 레지스터의 설정에 따라 Software 또는 외부 hardware 으로 제어.

- Bit6: D_TX (Debug TX) 기능을 활성화 / 비활성화로 설정하는 비트
- Bit5: Sleep mode 을 활성화 / 비활성화로 설정하는 비트
- Bit4: Smart Sensing 을 활성화 / 비활성화로 설정하는 비트⁽²⁾
- Bit3: PWM Pin 의 출력을 활성화 / 비활성화로 설정하는 비트
- Bit2: CdS Pin 의 사용 여부를 설정하는 비트
- Bit1: HW T_Set → T_Set Pin 의 사용 여부를 설정하는 비트

(Enable 시 T_Set Pin 으로의 입력 전압 값에 따라, S_Out High 상태 유지시간을 제어)

- Bit0: HW S_TH → S_TH Pin 의 사용 여부를 설정하는 비트

(Enable 시 S_TH Pin 으로의 입력 전압 값에 따라, 움직임을 인식하는 기준 값 제어)

7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
Reserved	D_TX	Sleep mode	Smart Sensing	PWM Out	CDS_Set	HW T_Set	HW S_TH	
0	0	0	0	0	0	1	1	

Default Value: 0x03

24GHz Antenna Integrated Subminiature Microwave Motion Detection Sensor Module

8) 0x0A/ C_Ver: Customer Parameter Version

- 사용자가 변경한 Parameter 의 버전을 입력하는 레지스터
- 해당 번지에 값이 "0"일 경우에 Register Save 를 할 수 없음

7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	0	0	0	0	0	0	0	

Default Value: 0x00

9) 0x0B / ST_Buf: Sleep Time Buffer

- Sleep 시간 설정 레지스터 (10mSec 단위)
Example) 255(0xFF) → 2.55Sec 소모전류 약 18mA
- Min: 0(연속측정), Max: 255(0xFF)

7	6	5	4	3	2	1	0	R/W
0	0	0	1	1	1	1	0	

Default Value: 0x1E (30 → 300mSec)

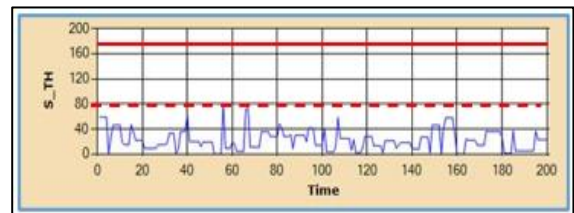
10) 0x0F / R_Save: Register data Save

- 변경된 Parameter 를 내부 EEPROM 에 저장하는 레지스터
- EEPROM 저장을 위한 명령어: 0xA5

7	6	5	4	3	2	1	0	W
x	X	x	x	x	x	x	x	

Default Value: 0xXX

- (1) S_Ctrl 값은 움직임 감지되지 않는 상태의 R_Data Max 값의 약 120%이상 값으로 설정해 주시는 것을 추천
 예) Raw Data Max = 80일 경우, $80 + (80 * 120\%) = 176$ (S_Ctrl)



[Figure 5] 움직임이 없는 상태의 R_Data

(2) Smart Sensing 이 설정되면 HW S_TH, S_Ctrl 은 Disable

Smart Sensing 의 S_Ctrl 가변 범위는 250~640. (평상시 R_Data 가 450 이하의 값에서 사용을 추천)

Smart Sensing 이 설정 후 10 초 이상 연속적(R_Data 640 이상)으로 인식될 경우, Smart Calibration(Sensing Reset)동작

6-4. I2C Register 설정 방법

■ Register 설정 방법(예시)

Chip ADDR	DATA ADDR	CMD DATA		DATA											
	DATA0	DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5	DATA6	DATA7	DATA8	DATA9	DATA10	DATA11	DATA12		
	A_Ver	R_Data		S_Ctrl			T_Ctrl		C_Ctrl	P_Ctrl	F_Sel	C_Ver	ST_Buf	G_ID	
0x12(W)	0x00														
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x00	0xC8	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x03	0x00	0x1E	0x00		
0x12(W)	0x09	0x02	① H/W S_TH 기능 Disable												
0x12(W)	0x00														
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x00	0xC8	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x00	0x1E	0x00		
0x12(W)	0x03	0x01	0xF4	③ S_Ctrl 값 0x01 0xF4 변경											
0x12(W)	0x00														
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x01	0xF4	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x00	0x1E	0x00		
0x12(W)	0x0A	0x01	⑤ C_Ver 값 0x01 변경												
0x12(W)	0x00														
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0xF4	0xC8	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x01	0x1E	0x00		
0x12(W)	0x0F	0xA5	⑦ R_Save 실행												
Delay 1Sec															
⑧ 1초 대기															
Power Off															
⑨ Power On/Off															
Power On															
0x12(W)	0x00														
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x01	0xF4	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x01	0x1E	0x00		
⑩ 변경된 EEPROM DATA 확인															

[Table 4] I2C Setting Table

■ Register 저장 방법

1. Customer I2C Version (0x0A 번지)에 "0"이 아닌 값을 입력
2. I2C Register Save(0x0F 번지)에 "0xA5" 입력
3. 기타: Data 저장에는 약 1 초의 시간이 필요

Example)

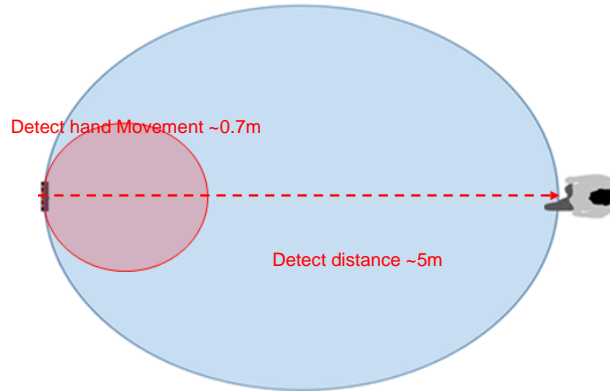
Write: 0x12 (Chip address) 0x0A (Register address) 0x01 (Customer Version)

Write: 0x12 (Chip address) 0x0F (Register address) 0xA5 (Command)

7. Detection Fields

7-1. Detection distance

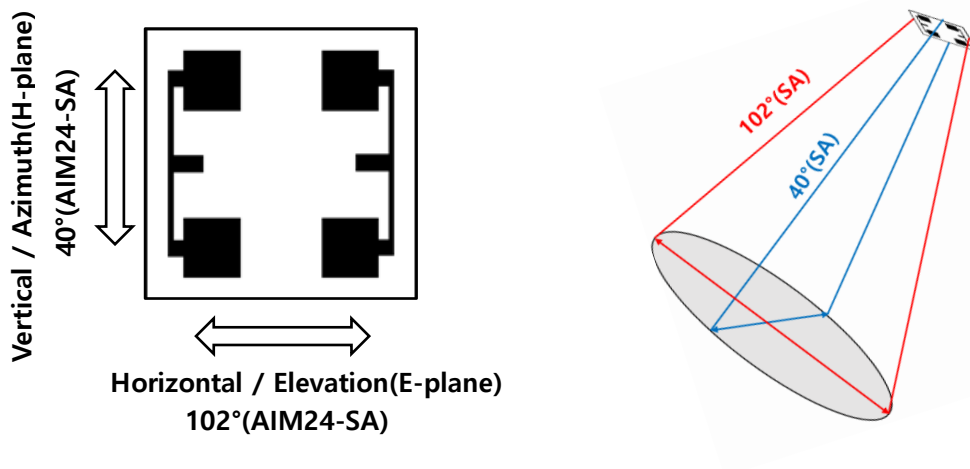
- AIM24-SA: Detect distance ~5m



[Figure 6] Detection distance

7-2. Beam width

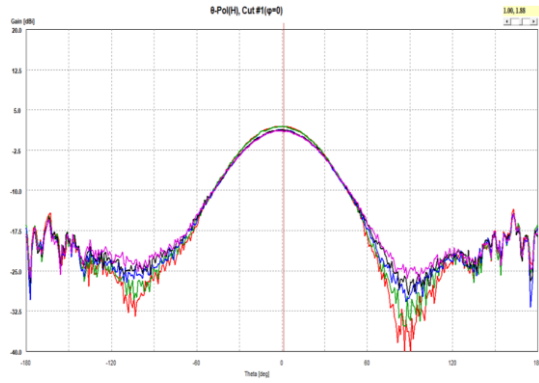
- AIM24-SA: 102°(E), 40°(H)



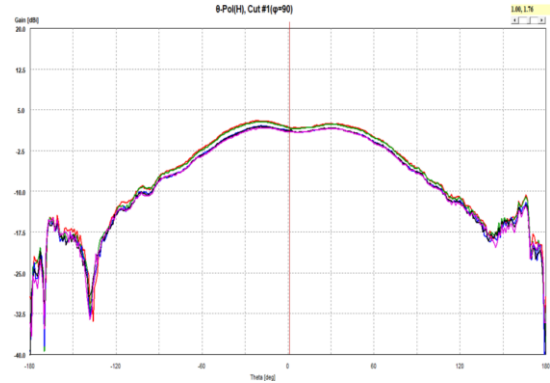
[Figure 7] Beam Width

7-3. ANT Radiation Pattern

■ AIM24-SA Radiation Pattern



[Figure 8-1] Azimuth

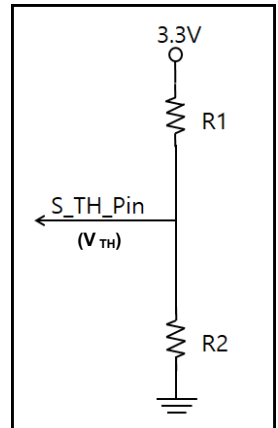


[Figure8-2] Elevation

8. Application Schematic (HW(Hardware) Setting)

8-1. Setting of S_TH

1. 초기 설정은 Enable (HW Setting 으로 설정)
2. 입력 전압 값의 범위는 0.001V~1.650V
3. 1.650V 이상의 전압 값은 1.650V 으로 인식
4. 전압 0.001V 는 S_Ctrl 1 과 같음
Ex) 1.0V = 1,000
5. 입력전압의 Max 3.3V



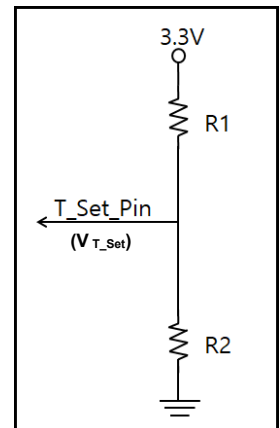
[Figure 9] S_TH

8-2. Setting of T_Set

V _{T_Set}	Sec	V _{T_Set}	Sec
3.3~2.25	1	1.24~1	90
2.24~2	5	0.99~0.75	120
1.99~1.75	10	0.74~0.5	180
1.74~1.5	30	0.49~0.25	300
1.49~1.25	60	0.24~0	600

[Table 5] V_{T_Set} Setting table

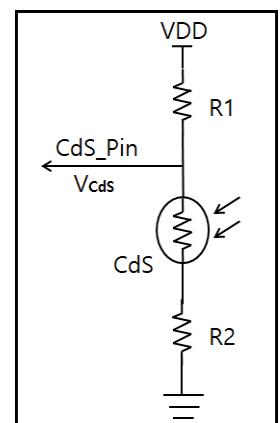
1. 초기 설정은 Enable (HW Setting 으로 설정)
2. 설정 전압의 범위는 0.00V ~ 3.30V
3. 해당 전압 범위로 S_OUT Pin 의 HIGH 유지 시간을 설정
4. 입력전압의 Max 3.3V



[Figure 10] T_Set

8-3. Setting of CdS (Cadmium-sulfide Sensor)

1. F_Sel 의 Bit2(CdS_Set) Enable 시, 사용 가능
2. C_Ctrl 의 설정 값으로 CdS Pin 의 입력 전압 설정 가능
3. CdS_Pin 의 입력전압 설정 전압보다 높으면 Active mode,
낮으면 Standby mode
4. 설정값의 범위는 0V~2.5V
5. 입력전압 Max 3.3v



[Figure 11] CdS

8-4 CdS & ST_Buf (Sleep)

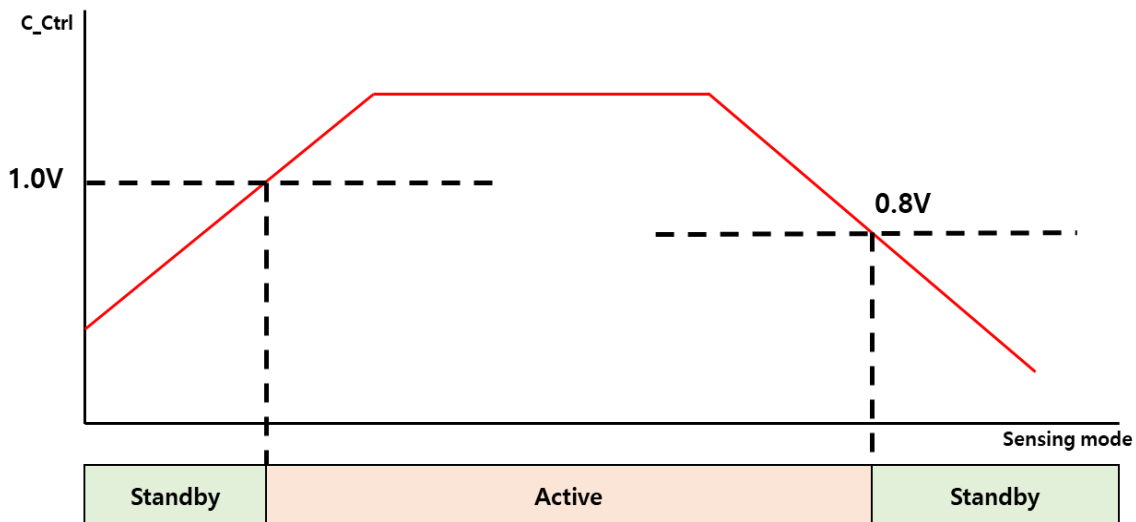
Normal	Active											
Sleep	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active
CdS Enable	Standby						Active					
Sleep +CdS Enable	Standby						Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active

[Table 7] F-Sel 설정에 따른 Radar 동작

Active : Radar Sensing

- CdS 의 기능과 Sleep 을 동시에 사용할 경우 소비 전류를 최적화할 수 있음

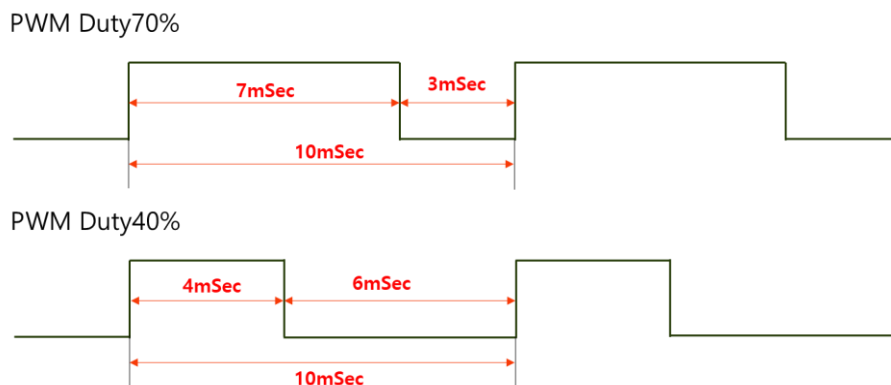
8-5 CdS 기능에 의한 Sensing Mode 변환



[Figure 13] Sensing Mode Change

- Radar Sensing 기능은 CdS 설정 전압보다 0.2V 낮은 전압에서 Active 모드에서 Standby 모드로 전환된다.

8-6. PWM Waveform



[Figure 14] PWM Waveform

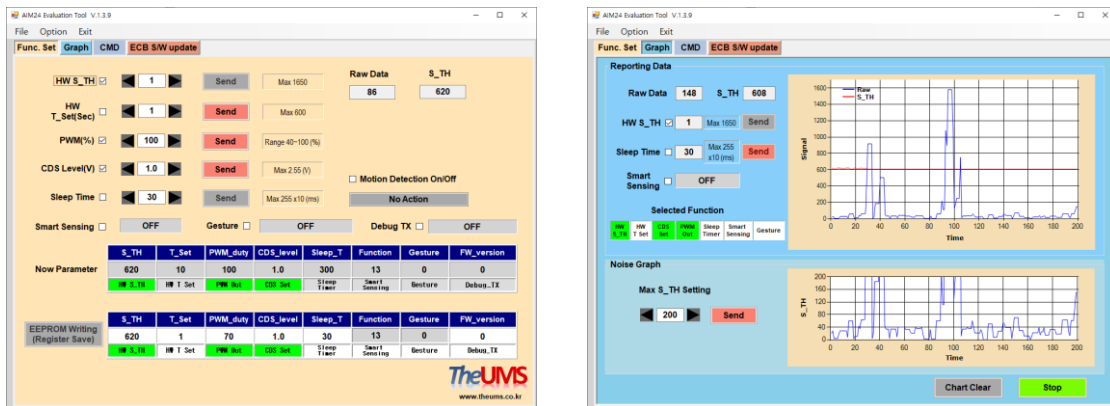
8-7. Debugging TX (TX Only : 115,200bps)

STX		R_Data1	R_Data2	S_Ctrl1	S_Ctrl2	ETX	
0xAA	0x01	x	x	x	x	0xFF	0xFF
STX		G_ID	ST_Buf	T_Ctrl1	T_Ctrl2	ETX	
0xAA	0x03	x	x	X	x	0xFF	0xFF
STX		P_Ctrl	C_Ctrl	F-Sel	C_Ver	ETX	
0xAA	0x04	x	x	x	x	0xFF	0xFF

[Table 8] D_Tx Protocol

1. Data Debugging 은 "AIM24 Evaluation Tool " PC Program 연동 가능
2. AIM24 Evaluation Tool 사용방법 참고

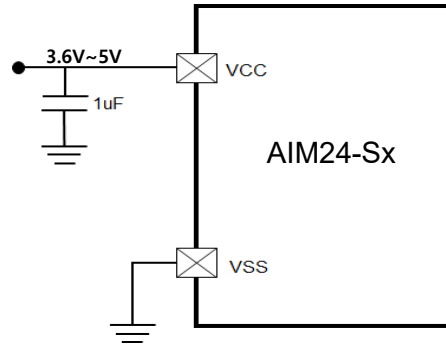
Link: www.theums.co.kr



[Figure 15] AIM24 Evaluation Tool

9. 전원

- 아래의 그림은 AIM24-Sx를 사용하고자 할 때 외부의 전원 구성.
- VCC 핀에는 바이패스용의 외부 캐패시터 (1uF; X5R 세라믹 또는 그 이상)를 연결.
- 전원 입력 이외의 다른 용도로 사용 금지.

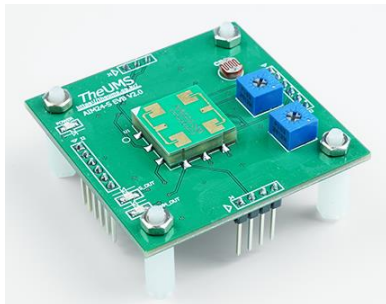


[Figure 16] Power Supply Connection

10. 평가보드

1. AIM24-SB_EVB (EValuation Board)

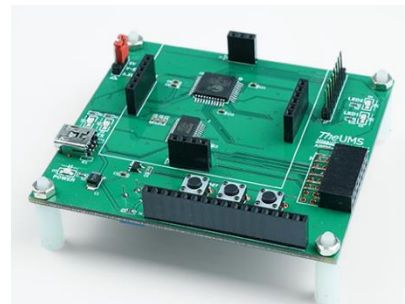
(Board Size 50x50)



[Figure 17-1] AIM24-SB EVB

2. AIM24-ECB (EValuation Control Board)

(Board Size 70x80)



[Figure 17-2] AIM24 ECB

11. RF Certification

1. KC 인증 (한국)

A. 등록번호: R-R-24U-AIM24-SB

(KS C 9832, KS C 9610-4-2, KS C 9610-4-3)

B. 등록모델명: AIM24-SA / AIM24-SB



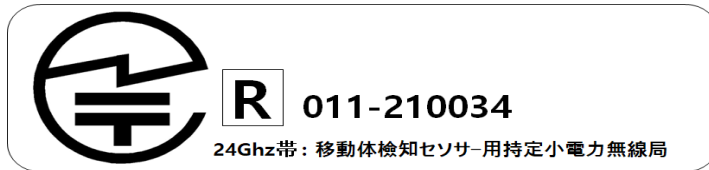
1. 기자재 명칭(제품명칭)	AIM24-SB (파생모델: AIM24-SA)
2. 인증번호	R-R-24U-AIM24-SB
3. 라이선스 소유자	주식회사 더유엠에스
4. 등록연월일	2021-06-07
5. 제조자/제조국가	주식회사 더유엠에스 / 한국

2. Japan MIC (TELEC)인증 (일본)

A. 인정(등록)번호: 011-210034

(第2条第1項第8号の無線設備)

B. 형식 또는 명칭(등록모델): AIM24-SA / AIM24-SB



12. Electrical Characteristics

Absolute Maximum Ratings

Operating Voltage	+3.6V ~ 5.5V
Ambient Temperature with power applied	-40°C to +85°C
Maximum Junction Temperature	Max 100°C
Maximum Storage Temperature	Max 125°C
ESD protection on all pins	≤ 1KV /5KV (Contact / Air)

- 위에 명기된 "절대 최대 정격"의 조건 이외에서 사용시 제품에 영구적인 손상을 입힐 수 있음.
- 절대 최대 정격을 초과하는 노출이 장시간 지속되면 제품의 신뢰성에 영향을 미칠 수 있음.

Electrical Characteristics: Unless otherwise noted,

All parameters apply at VDD = 5.0V, VSS = GND, TA = +25°C

Parameter	Sym.	Min	Typ	Max	units	Condition
Operating Specifications						
Operating Frequency	O _{Frq}	24.05	24.15	24.25	GHz	
Operating Temperature	O _{Temp}	-40	25	85	°C	
Supply Voltage	V _{DD}	3.6	5.0	5.5	V	
Current consumption	I _{CC}		53		mA	
GPIO Specifications						
S_OUT High Voltage	S_OUT _{OH}	2.7	3.3	3.3	V	
S_OUT Low Voltage	S_OUT _{OL}	-	-	0.6	V	
S_OUT Current	S_OUT _I	-25	-	25	mA	
PWM High Voltage	PWM _{OH}	2.7	3.3	3.3	V	
PWM Low Voltage	PWM _{OL}	-	-	0.6	V	
PWM Current	PWM _I	-25	-	25	mA	
ADC Specifications						
Voltage Reference	V _{Ref}	-	3.3	-	V	
ADC Input Voltage	ADC _V			3.3	V	
Resolution	S _{Res}			10	Bit	
Sample time	S _{Time}		10		μS	
ESD Specifications						
ESD Contact	V _{ESD_contact}	-1		1	KV	
ESD Air	V _{ESD_Air}			5	KV	
Parameter	Sym.	Min	Typ	Max	units	Condition

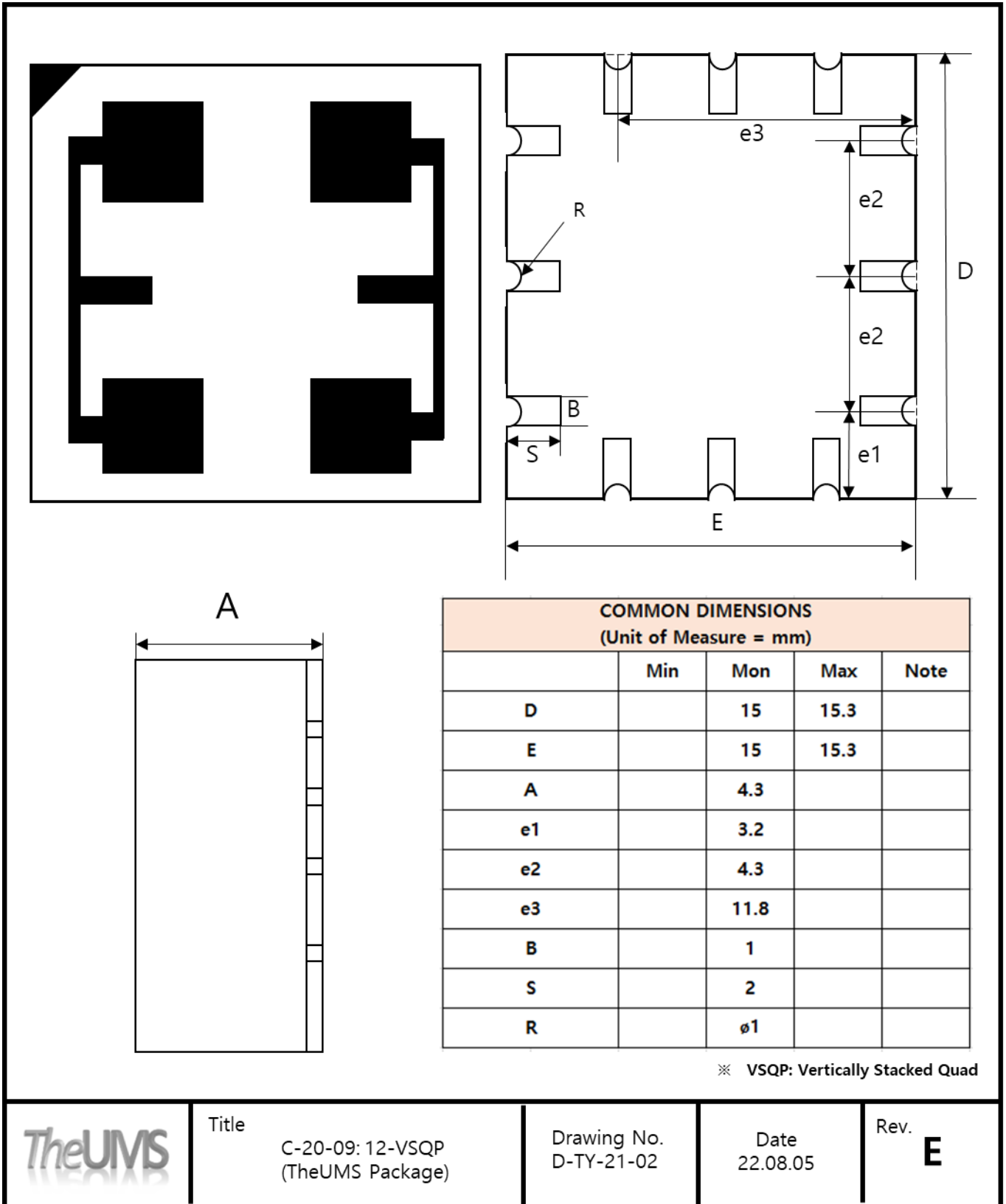
24GHz Antenna Integrated Subminiature Microwave Motion Detection Sensor Module

RF (Radio Frequency) Specifications						
Detection distance	Dd		3 ⁽¹⁾	5	Meter	
Detection field (Beam Width)	H		40		°	
	E		102		°	
Overall gain (Output Power)	OP _{OG}			10	dBm	
General Characterization						
Start-up Time (Power On)	1Sec (Normal Sensing)					
	2Sec (Smart Sensing Enable)					
Response Time	10mSec (If all "F_Sel" is disabled)					
	30mSec (If all "F_Sel" is enabled)					
Package Moisture Sensitivity Level (MSL)	MSL 3					
ANT Type	Omni-Directional					
I2C Data Rate	50 ~ 400 Kbps					
D_TX Baud Rate	115,200bps					
Solder Reflow Peak Temperature ⁽²⁾	Max 250°C / 30Seconds					

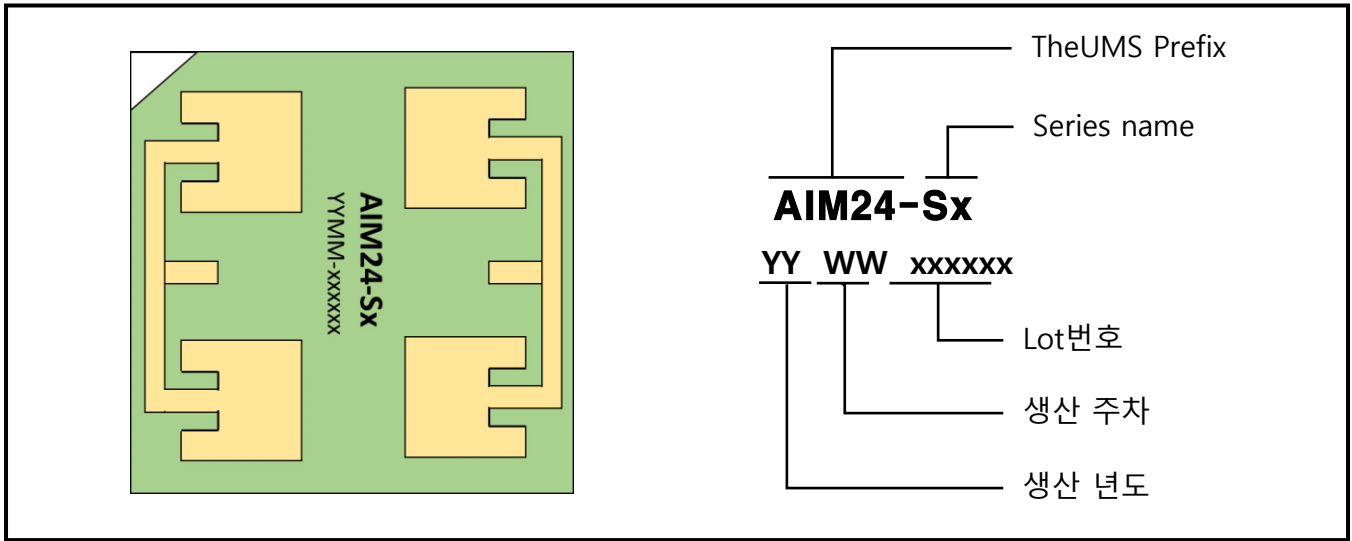
(1) 주변 노이즈 환경을 고려할 경우 일반적으로 3m 감지 거리로 설정하여 사용하는 것을 제안

(2) For reference only. The package is generically qualified by the manufacturer.

13. Package Outline

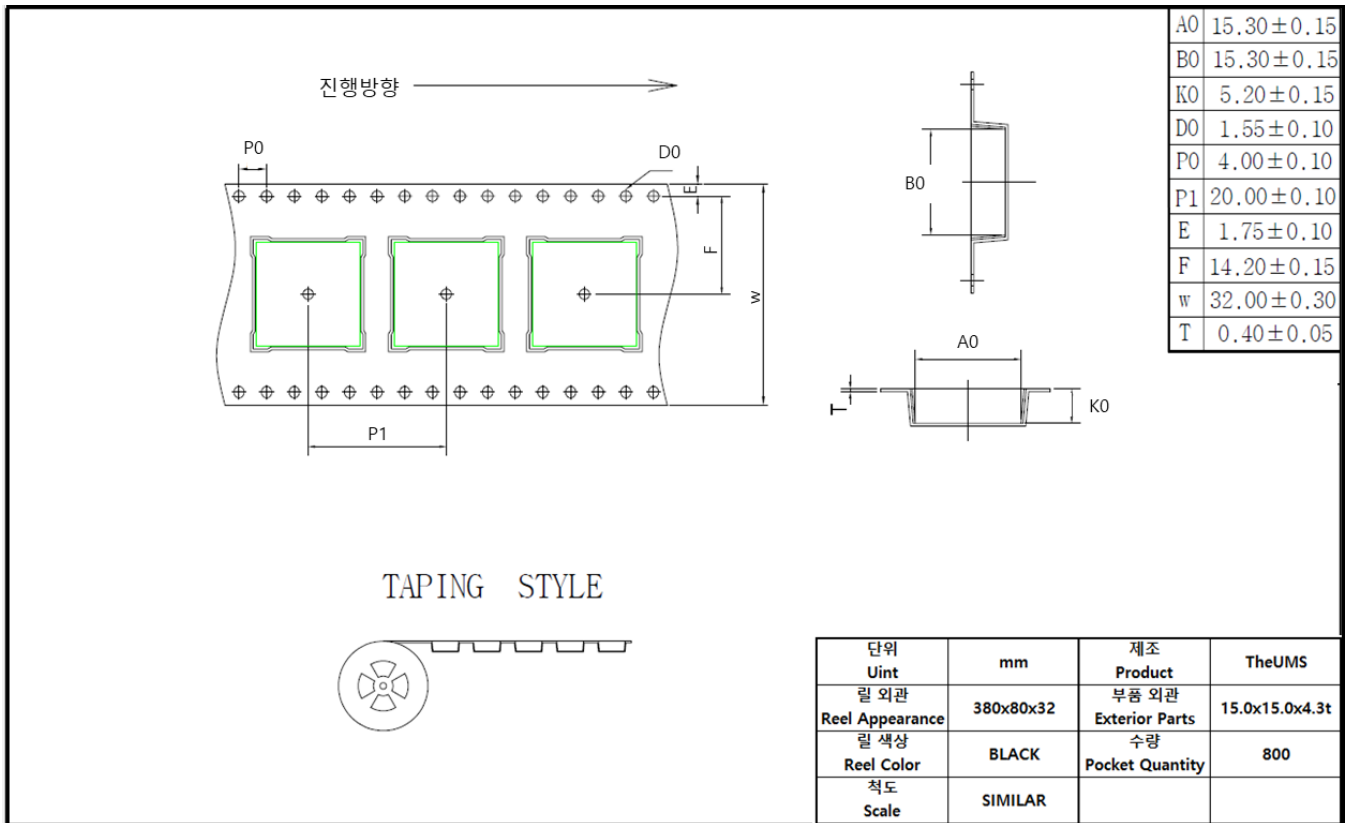


14. Marking Information



[Figure 19] Nomenclature

15. Reel Information



[Figure 20] Reel Outline

16. 주의 사항

1. AIM24의 안테나를 삼파장 전구의 빛과 수직으로 마주보는 방향으로 설치하지 말 것.
2. Front Cover 사용 시, 도전성(카본)도료 및 재질을 사용하지 말 것
3. Front Cover 사용 시, AIM24의 안테나로부터 0.1mm 이상 이격하여 사용할 것

17. Errata

수정 날짜	내용	버전 (A_Ver)
21.11.29	<ul style="list-style-type: none"> - Gesture 기능 제거 - Sleep mode 기능 개선 	Ver_0.4
21.12.14	<ul style="list-style-type: none"> - 오타 수정 - CdS 기능 개선 	Ver_A1