

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-SB: ~ 10meter¹
- 동작전압: 3.6V ~ 5V (Output 3.3V)
- 소비전류: < 50mA (@ 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
- Gesture ID 제공

2. 적용가능 제품

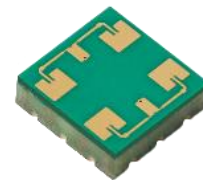
- LED 전구, 전등
- 자동문
- 가전제품, 자판기, 키오스크
- IoT 기기
- 자동차, 이동체, 로봇
- 보안 시스템

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

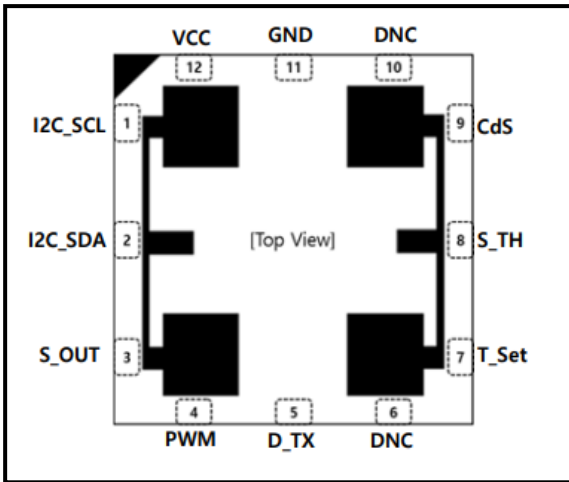
- 움직임에 대한 디지털 신호 출력
- 감지거리 및 동작 시간 조절가능
- 안테나와 컨트롤러 일체형 구조
- 주변 노이즈를 감지 후, 감도 기준 값을 자동으로 보정 (Smart Sensing)



[Figure 1] AIM24-SB

¹ 주변 노이즈 환경을 고려할 경우 일반적으로 7m 감지 거리로 설정하여 사용하는 것을 제안

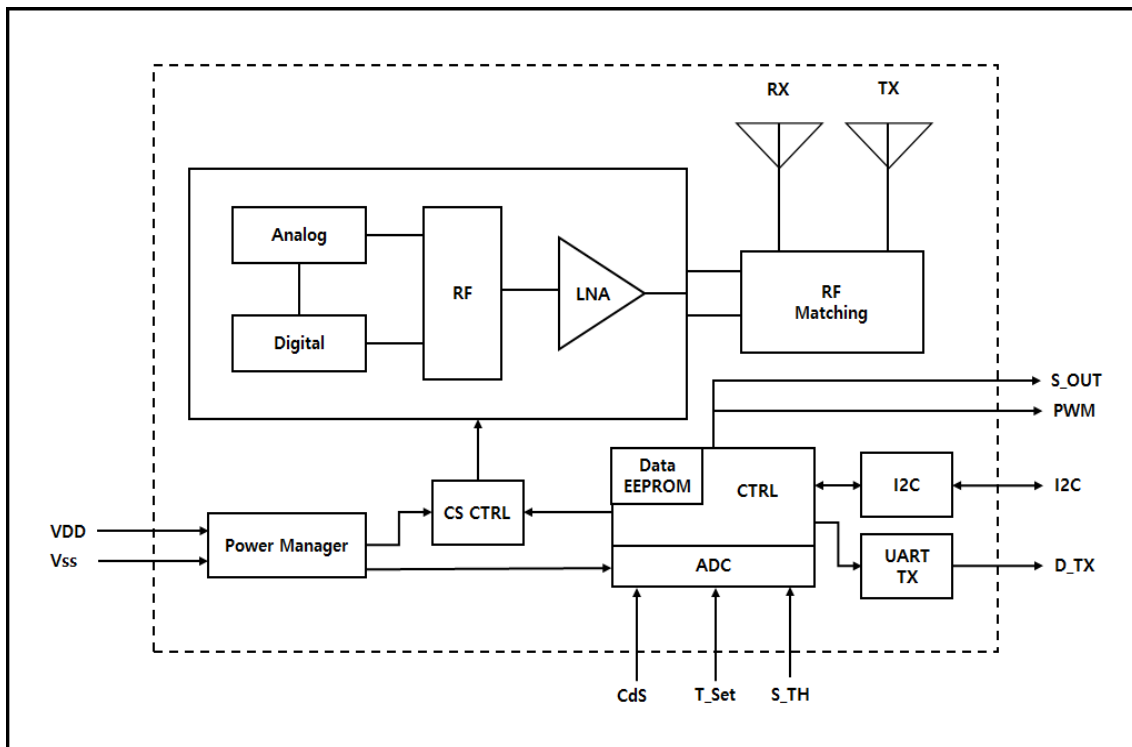
4. Pin Descriptions



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 1] Pin Function Table

5. Block Diagram



[Figure 3] Block Diagram

6. I2C

6-1. Register map

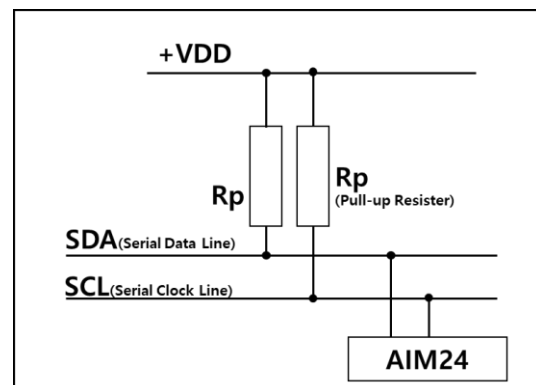
	Address	Register name	Symbol	R/W
1	0x00	AIM24 Algorithm version	A_Ver	R
2	0x01 0x02	Raw Data	R_Data	R
3	0x03 0x04	Sensitivity Control	S_Ctrl	R/W
4	0x05 0x06	Turn on time Control	T_Ctrl	R/W
5	0x07	CdS detect level Control	C_Ctrl	R/W
6	0x08	PWM duty Control	P_Ctrl	R/W
7	0x09	Function Select	F_Sel	R/W
8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

- Bit7: Gesture 기능을 활성화 / 비활성화로 설정하는 비트
- 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
Gesture	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) 0x0C / G_ID: Gesture ID (AIM24-SB Only)⁽³⁾

- 0x01: Approach (접근)
- 0x02: Stay (근거리)
- 0x03: Receding (멀어짐)

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

Default Value: 0x00

11) 0x0F / R_Save: Register data Save

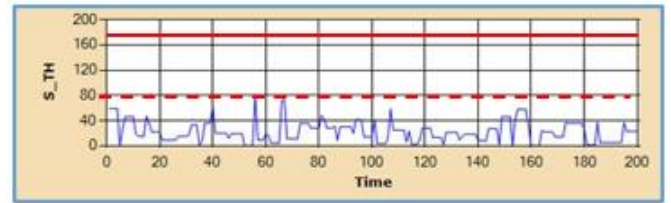
- 변경된 Parameter 를 내부 EEPROM 에 저장하는 레지스터
- EEPROM 저장을 위한 명령어: 0xA5

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

Default Value: 0xXX

24GHz Antenna Integrated Subminiature Microwave Motion Detection Sensor Module

- (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
- (3) Gesture 기능은 물체의 움직임에 대한 값을 이용하여 ID 를 생성
 주변환경 및 동작에 따라 Gesture 의 ID 가 실제 동작과 다르게 출력될 수 있음

6-4. I2C Register 설정 방법

■ Register 설정 방법(예시)

	DATA ADD	CMD DATA 1	CMD DATA 2											
Chip ADD	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												
0x12(W)	0x00													
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x00	0xC8	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x00	0x1E	0x00	
0x12(W)	0x03	0x01	0xF4											
0x12(W)	0x00													
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x01	0xF4	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x00	0x1E	0x00	
0x12(W)	0x0A	0x01												
0x12(W)	0x00													
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0xF4	0xC8	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x01	0x1E	0x00	
0x12(W)	0x0F	0xA5												
Delay 1Sec Power Off Power On														
0x12(W)	0x00													
0x12(R)	0x03	0x~~	0x~~	0x01	0xF4	0x00	0x1E	0x64	0x46	0x02	0x01	0x1E	0x00	

[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)

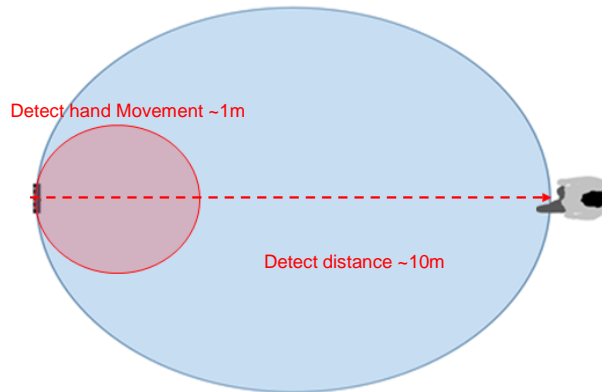
Write: 0x12 (Chip address) 0x0A (Register address) 0x01 (Customer Version)

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

7. Detection Fields

7-1. Detection distance

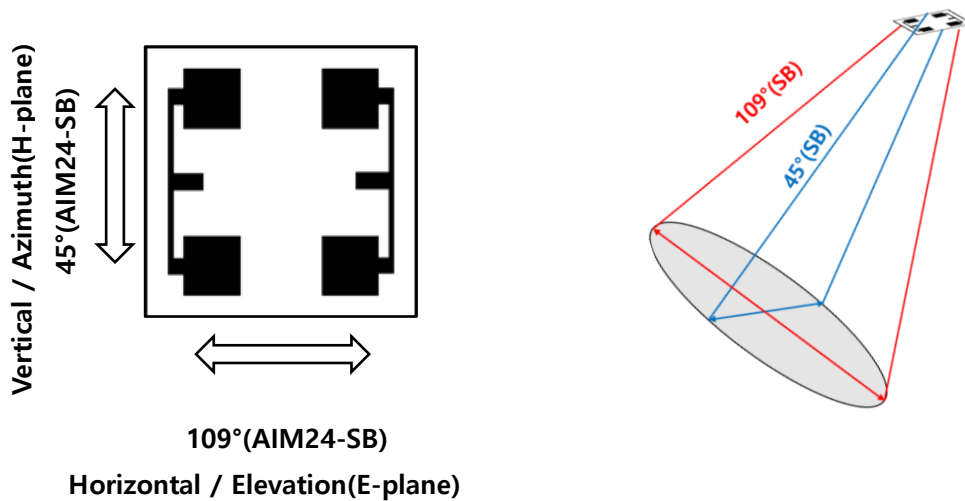
- AIM24-SB: Detect distance ~10m



[Figure 6] Detection distance

7-2. Beam width

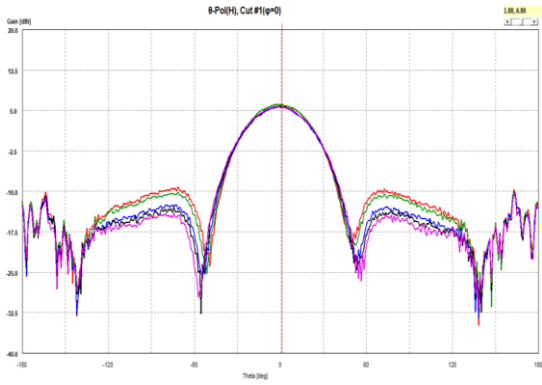
- AIM24-SB: 109°(E), 45°(H)



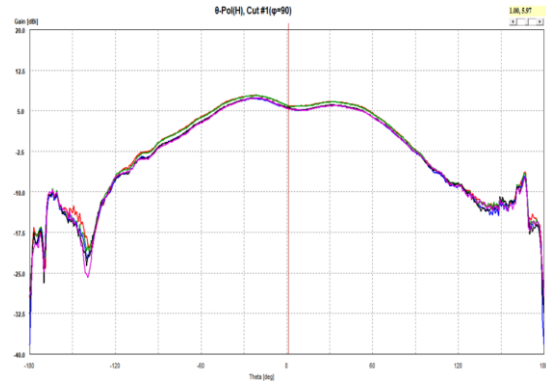
[Figure 7] Beam Width

7-3. ANT Radiation Pattern

■ AIM24-SB Radiation Pattern



[Figure 8-1] Azimuth

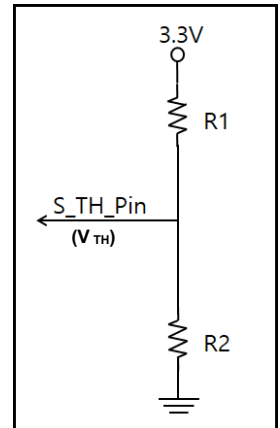


[Figure8-2] Elevation

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



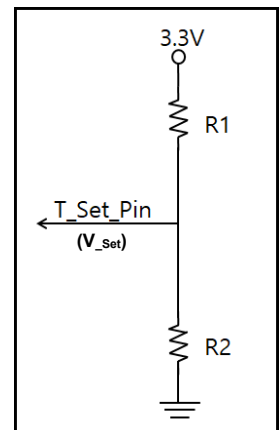
[Figure 9] S_TH

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

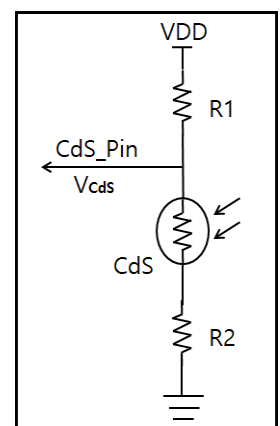
1. 초기 설정은 Enable (HW Setting 으로 설정)
2. 설정 전압의 범위는 0.00V ~ 3.30V
3. 해당 전압 범위로 S_OUT Pin 의 HIGH 유지 시간을 설정
4. 입력전압의 Max 3.3V



[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)

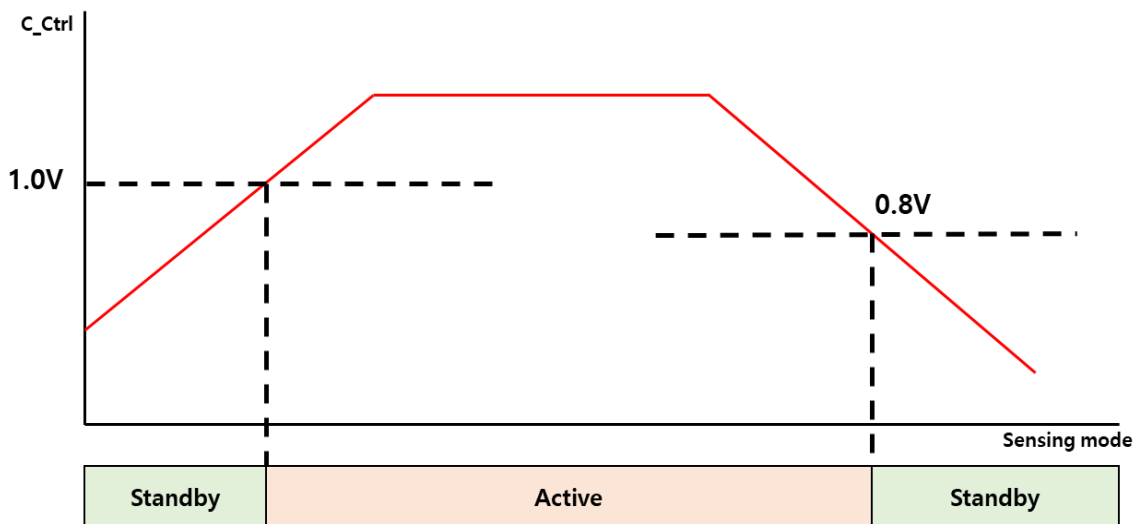
Normal	Active											
Sleep	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active
CdS Enable	Standby						Active					
Sleep +CdS Enable	Standby						Sleep	Active	Sleep	Active	Sleep	Active

[Table 7] F-Sel 설정에 따른 Radar 동작

Active : Radar Sensing

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

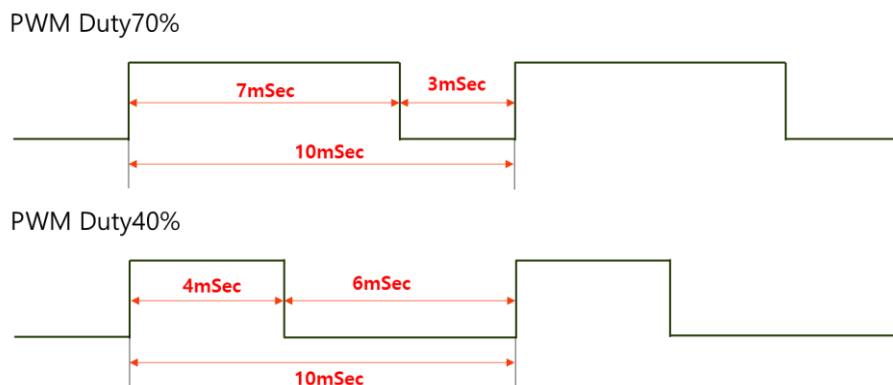
8-5. CdS 기능에 의한 Sensing Mode 변환



[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

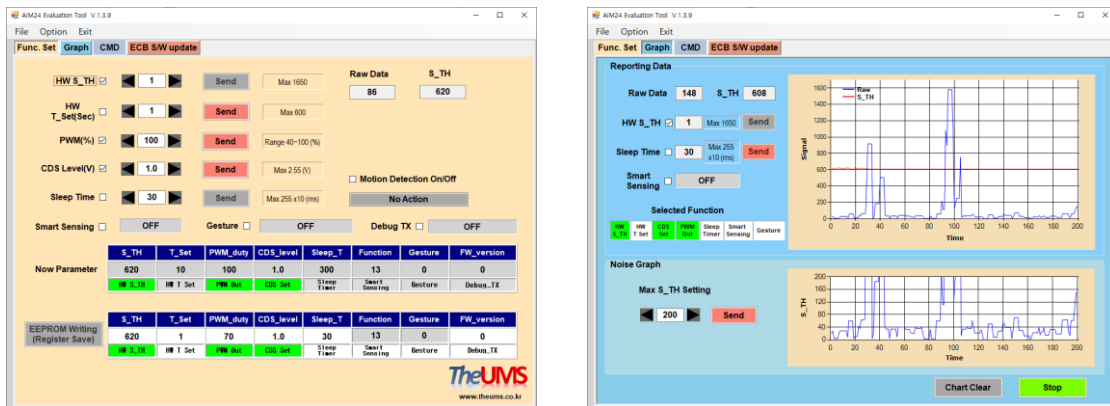
8-7. Debugging TX (TX Only : 115,200bps)

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

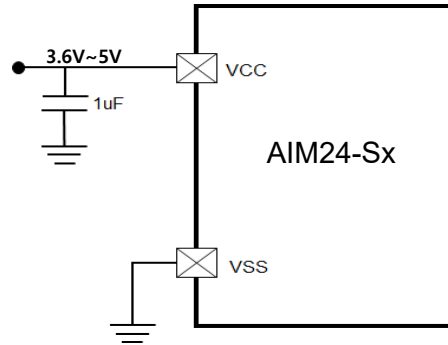
Link: www.theums.co.kr



[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.

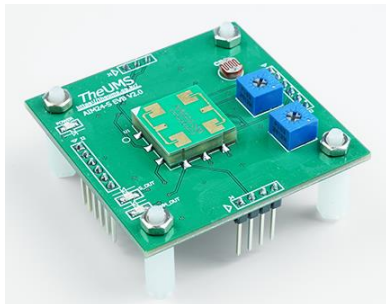


[Figure 16] Power Supply Connection

10. 평가보드

1. AIM24-SB_EVB (EValuation Board)

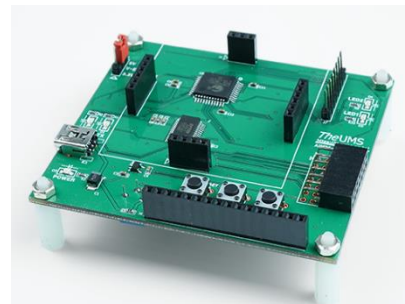
(Board Size 50x50)



[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

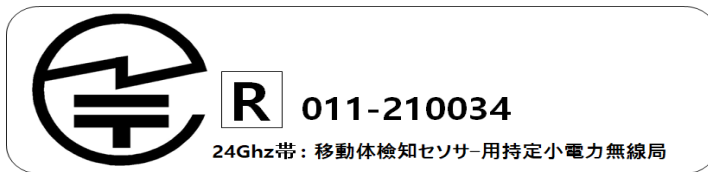
	1. 기자재 명칭(제품명칭)	AIM24-SB (파생모델: AIM24-SA)
	2. 인증번호	R-R-24U-AIM24-SB
	3. 라이선스 소유자	주식회사 더유엠에스
	4. 등록연월일	2021-06-07
	5. 제조자/제조국가	주식회사 더유엠에스 / 한국

2. Japan MIC (TELEC)인증 (일본)

A. 인정(등록)번호: 011-210034

(第 2 条第 1 项第 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}		50		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	

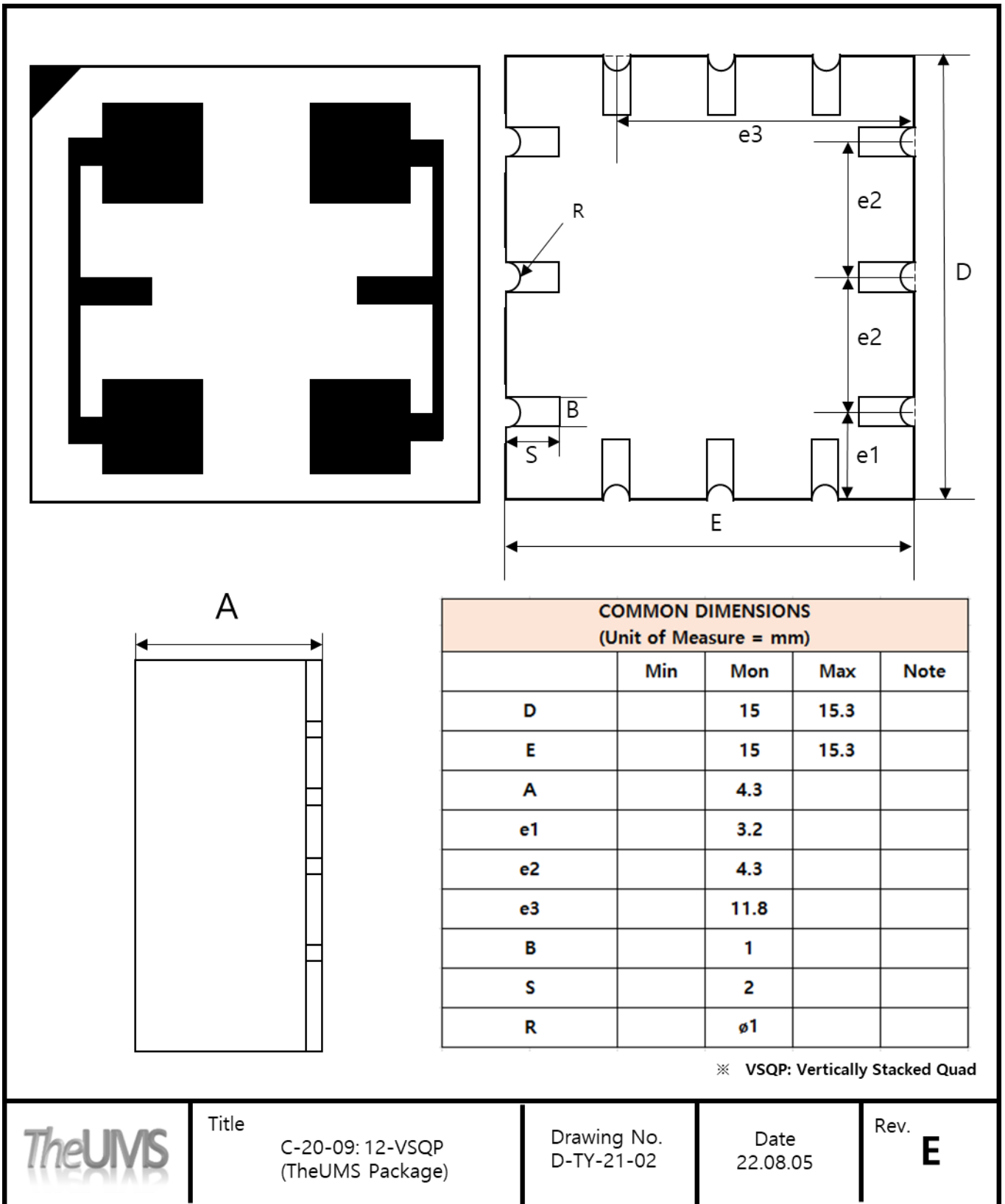
24GHz Antenna Integrated Subminiature Microwave Motion Detection Sensor Module

Parameter	Sym.	Min	Typ	Max	units	Condition
RF (Radio Frequency) Specifications						
Detection distance	Dd		7 ⁽¹⁾	10	Meter	
Detection field (Beam Width)	H		45		°	
	E		109		°	
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 7m 감지 거리로 설정하여 사용하는 것을 제안

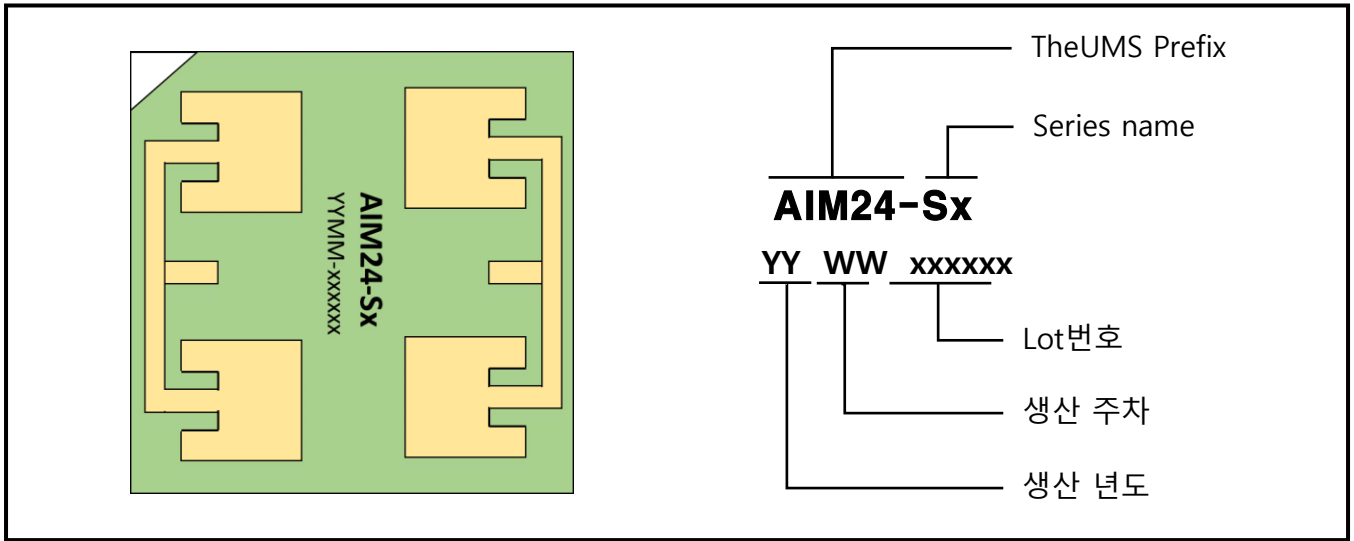
(2) For reference only. The package is generically qualified by the manufacturer.

13. Package Outline



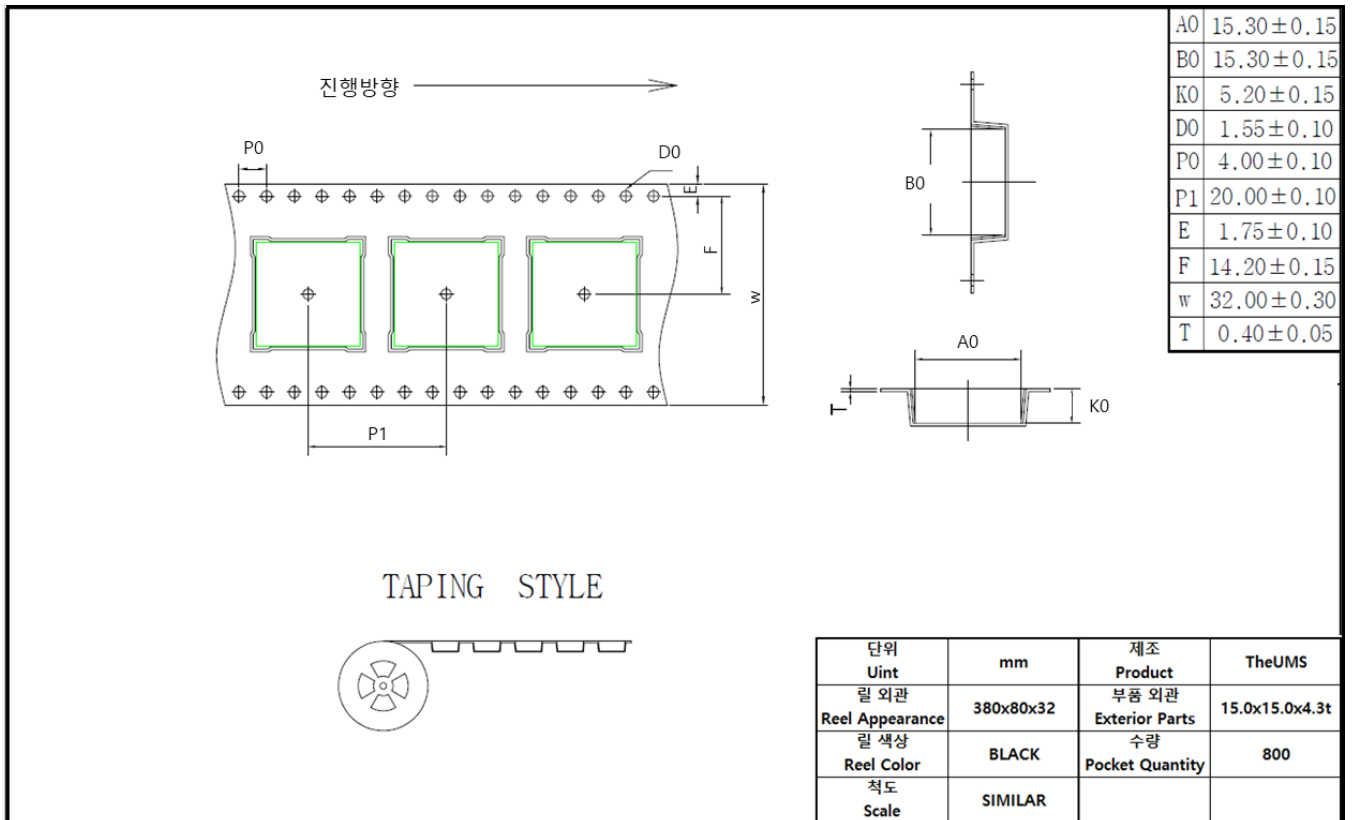
[Figure 18] 12-VSQ type

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	-. Sleep mode 기능 개선 -. CdS 기능 개선	Ver_0.4
21.12.14	-. 오타 수정 -. CdS 기능 개선	Ver_B1