

人感センサ調査（電子工作）

【第1位は？】

- 人感センサの仕組みや、プログラミングなどを理解
- ESP32で利用した電子工作の実践データ

目次

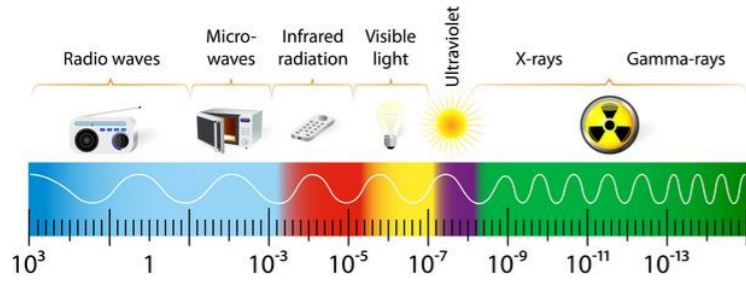
1. 人感センサの仕組み
2. 調査対象の人感センサー一覧
3. ESP32ポート
4. 各センサ性能
5. センサ単体タイプの簡易利用調査
6. 回路
7. プログラミング
8. 測定結果

1. 焦電型赤外線(人感)センサー

[参考URL]

<https://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/infrared/overview/basic/about>

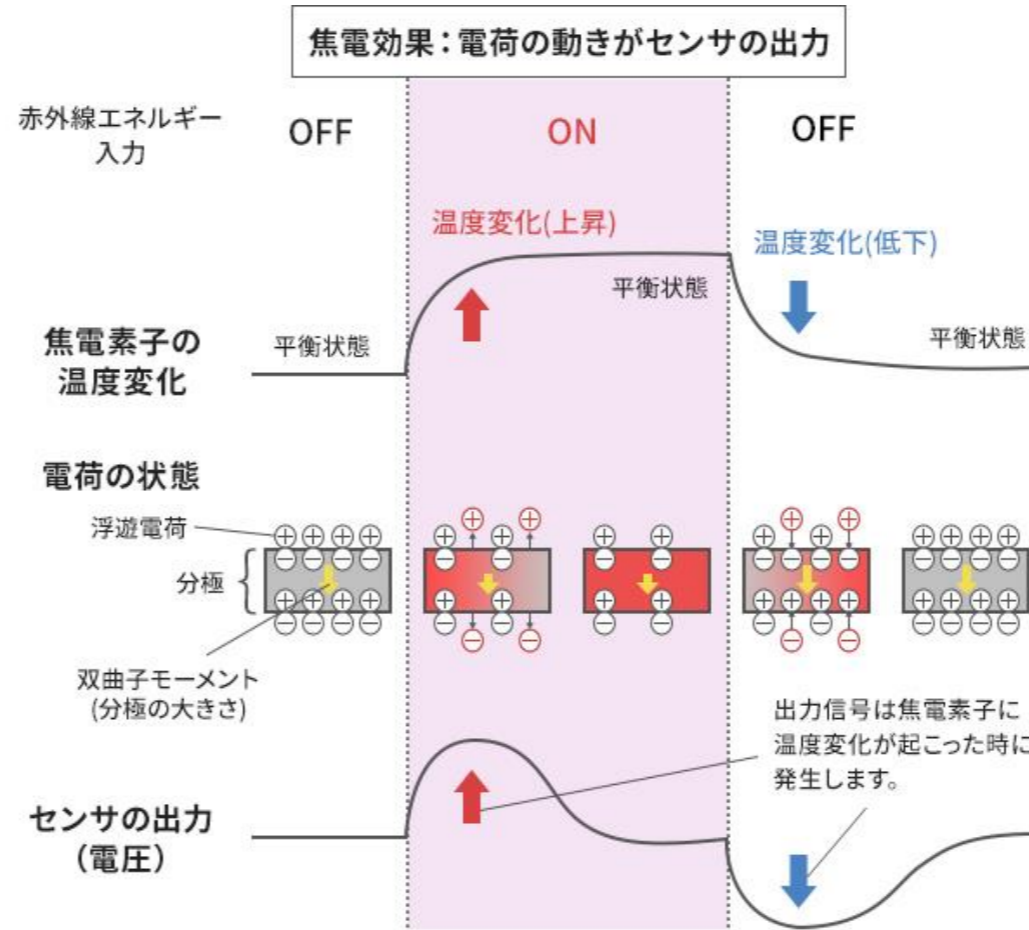
THE ELECTROMAGNETIC SPECTRUM



*1: <https://k-comfort.co.jp/post-knowledge-infrared-1/>

赤外線
(光と同じ電磁波の一種)

熱い物から冷たい物まで全ての物体は赤外線を放射
(温度により波長が異なる)



物体の温度変化により
赤外線の波長が変化

焦電素子が赤外線により
温度が変化

センサ電圧の出力が変化

2. 調査する人感センサ




選定基準(IT太郎調べ)

- ・3.3V/5V対応
- ・同タイプの価格の安い順から選出

NO	項目	メーカー	型番	イメージ	Shop-URL	Price	入/出電圧	最大検知距離	検知角度	Delay time	待機電流	記事
1	焦電型赤外線(人感)センサー モジュール SB412A	Nanyang Senba Optical&Electronic	SB412A		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gM-09002/	500	3.5-12V 3V	3~5m	~115	2.3 sec ~80 min	20 μ A 以下	
2	焦電型赤外線センサー PaPIRs (VZ) 5m EKMC1601112	Panasonic	EKMC1601112		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gM-12313/	500	3~6V Vin-0.5	~5m	82-94	-	170~ 300 μ A	5V入力では4.5V出力でNG 入力3.3Vにする必要あり
3	焦電型赤外線センサー PaPIRs (VZ) 12m EKMC1603111	Panasonic	EKMC1603111		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gM-09751/	520	3~6V Vin-0.5	~12m	92-102	-	170~ 300 μ A	5V入力では4.5V出力でNG 入力3.3Vにする必要あり
4	Grove Digital PIR Motion Sensor	Seeed Studio	101020793		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gM-16767/	480	3~5V 3.3V	3.2m ~12m	~120	~1 Sec	100~ 150 μ A	
5	焦電型赤外線センサ D203B	Nanyang Senba Optical&Electronic	D203B		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gI-05711/	100	3~15V Vin-(0.3- 1.2)	~5m	120 - 144	-	-	
6	焦電型赤外線センサ AKE-1 (RE-210)	日本セラミック	AKE-1 (RE-210)		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gI-00243/	100	3~10V 2.5V~ (4.0V)	-	135-138	-	-	5V入力では4.0V出力でNG 入力3.3Vにする必要あり
7	焦電型赤外線センサ D205B	Nanyang Senba Optical&Electronic	D205B		https://akizukidenshi.com/catalog/g/g/gI-05712/	150	3~15V Vin-(0.3- 1.2)	~5m	120 - 144	-	-	
8	M5-StackC-PIR-HAT	M5-Stack	PIR_AS312		https://shop.m5stack.com/collections/m5-sensor/products/m5stickcompatible-hat-pir-sensor	594 (\$3.5)	3.3V	~0.5m	~100	2 sec	~60 μ A	通販ではなく近隣店舗で購入

2. 調査する人感センサ(仕様上のまとめ)

「抵抗なども付加されモジュール化された製品」、「レンズ一体化」、「センサ単体」があり違いについて確認していく。

タイプ	内容	価格帯	利用方法	記事
モジュール化 [SB412A、Grove-PIR、M5Stack-PIR] 	コンデンサや抵抗が一体化した製品	同等 (センサのみの場合は、レンズやアンプが必要なため同等)	容易に利用可 (感知時に3V出力) 出力端子はそのまま利用可	
レンズ一体化 [EKMC1601112、EKMC1603111] 	レンズと一体化した製品		容易に利用可 (感知時に3V出力) 出力端子をPullDownして利用	
センサ単体 [D203B、AKE-1、D205B] 	センサのみ		回路が必要(容易には利用不可) オペアンプにより増幅して検出	フレネルレンズを別途購入し装着

2-3. フレネルレンズ装着(センサ単体)

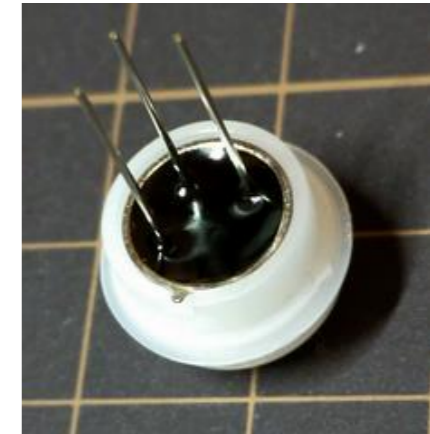
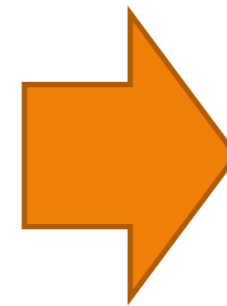
センサ単体の製品は「フレネルレンズ」を個別に購入し、装着し測定

フレネルレンズ S9001



[メーカー]
Nanyang Senba Optical&Electronic Co.,Ltd.

- サイズ：12.7mmΦ
- 焦点距離：6mm
- 検出距離：5m
- 水平視野角度：100°
- 材質：HDPE(高密度ポリエチレン)
- 価格：40円 / 個



検出距離5m用でセンサに合うレンズ

<https://akizukidenshi.com/catalog/g/gP-09003/>

D203B、AKE-1、D205Bに、装着し
3つともサイズぴったりだった。

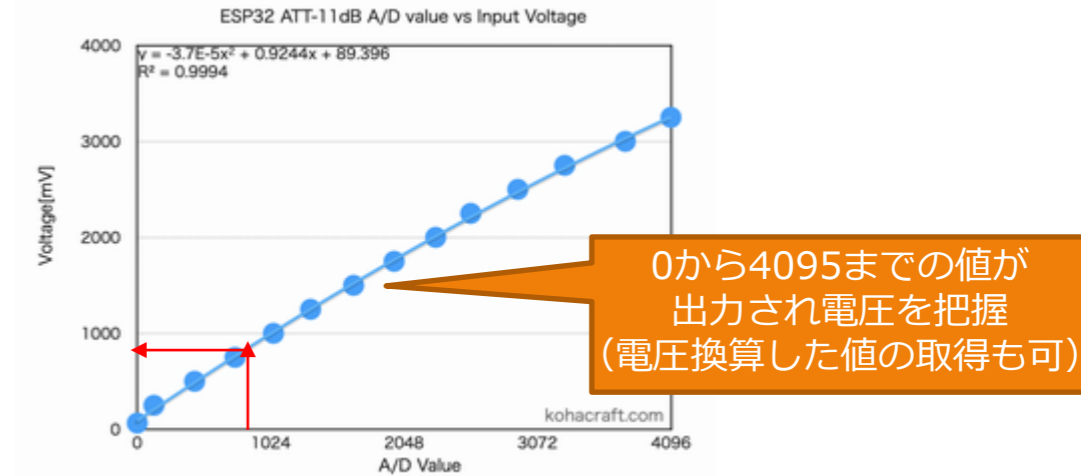
3-1. ESP32ポート

●ESP32 ポート構成

Touch	SPI/ DAC	Analog (ADC)	IO	IO	Analog (ADC)	SPI/ Serial	I2C/ Touch
			EN	GPIO23		VSPID	
		1-0 A0	GPI 36(VP)	GPIO22		VSPWIP	SCL
		1-3 A3	GPI 39(VN)	GPIO1		TXD0	
		1-6 A6	GPI 34	GPIO3		RXD0	
		1-7 A7	GPI 35	GPIO21		VSPHID	SDA
T9		1-4 A4	GPIO32	GPIO19		VSPIQ	
T8		1-5 A5	GPIO33	GPIO18		VSPICLK	
	DAC_1	2-8 A18	GPIO25	GPIO5		VSPICS0	
	DAC_2	2-9 A19	GPIO26	GPIO17		TXD2	
T7		2-7 A17	GPIO27	GPIO16		RXD2	
T6	HSPICLK	2-6 A16	GPIO14	GPIO4	A10 2-0	HSPHID	T0
T5	HSPIQ	2-5 A15	GPIO12	GPIO2	A12 2-2	HSPWIP	T2
T4	HSPID	2-4 A14	GPIO13	GPIO15	A13 2-3	HSPICS0	T3
			GND	GND			
			5V	3.3V			

●ADC (Analog to Digital Converter) 端子【電圧測定ができる】

- ADC回路は2つ搭載されている。
- 標準11dB(約3.55倍)の減衰が設定されており、0から3.3Vの測定可能(プログラムで減衰なしも設定可能。0~1.0Vの測定となり)
- 分解能は9から12bit。標準で12bitなので0~4095で出力される。(電圧換算した値を出力も可能。10bitの場合0から1023で出力される)
- ADC2利用時はWi-Fi利用不可



<https://kohacraft.com/archives/202202091047.html>

●GPIO 端子

General Purpose Input/Outputの略、汎用I/Oポートで通常の端子はこちらになります。
 3Vの電圧出力タイプはHIGH/LOWの識別で良いので、こちらのGPIO端子を利用します。

3-2. ESP32入力端子

5. Electrical Characteristics

5.1 Absolute Maximum Ratings

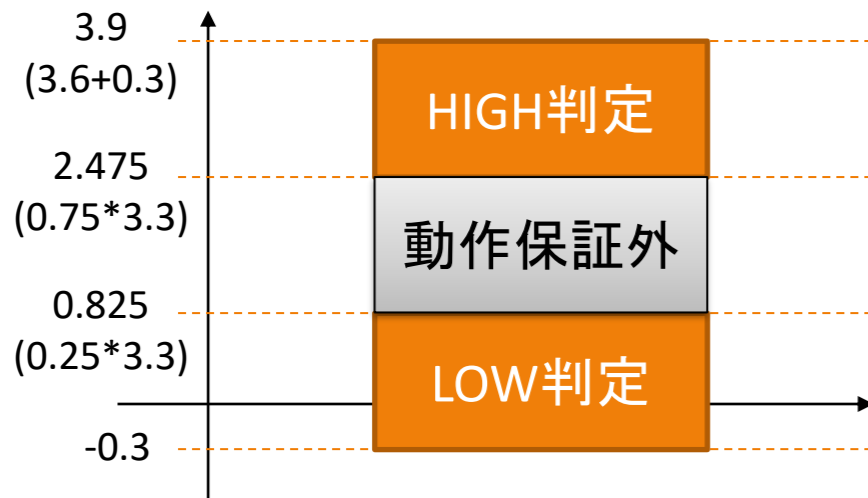
Stresses beyond the absolute maximum ratings listed in the table below may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and do not refer to the functional operation of the device that should follow the recommended operating conditions.

Table 11: Absolute Maximum Ratings

Symbol	Parameter	Min	Max	Unit
VDDA, VDD3P3, VDD3P3_RTC, VDD3P3_CPU, VDD_SDIO	Voltage applied to power supply pins per power domain	-0.3	3.6	V
I _{output} *	Cumulative IO output current	-	1,200	mA
T _{store}	Storage temperature	-40	150	°C

* The chip worked properly after a 24-hour test in ambient temperature at 25 °C, and the IOs in three domains (VDD3P3_RTC, VDD3P3_CPU, VDD_SDIO) output high logic level to ground.

●ESP32入力(DigitalRead時)のHIGH/LOW判定



5.3 DC Characteristics (3.3 V, 25 °C)

Table 13: DC Characteristics (3.3 V, 25 °C)

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit
C _{IN}	Pin capacitance	-	2	-	pF
V _{IH}	High-level input voltage	0.75×VDD ¹	-	VDD ¹ +0.3	V
V _{IL}	Low-level input voltage	-0.3	-	0.25×VDD ¹	V
I _{IH}	High-level input current	-	-	50	nA
I _{IL}	Low-level input current	-	-	50	nA
V _{OH}	High-level output voltage	0.8×VDD ¹	-	-	V
V _{OL}	Low-level output voltage	-	-	0.1×VDD ¹	V
I _{OH}	High-level source current (VDD ¹ = 3.3 V, V _{OH} >= 2.64 V, output drive strength set to the maximum)	VDD3P3_CPU power domain ^{1, 2}	-	40	mA
		VDD3P3_RTC power domain ^{1, 2}	-	40	mA
		VDD_SDIO power domain ^{1, 3}	-	20	mA
I _{OL}	Low-level sink current (VDD ¹ = 3.3 V, V _{OL} = 0.495 V, output drive strength set to the maximum)	-	28	-	mA
R _{PU}	Pull-up resistor	-	45	-	kΩ
R _{PD}	Pull-down resistor	-	45	-	kΩ
V _{IL_nRST}	Low-level input voltage of CHIP_PU to power off the chip	-	-	0.6	V

Notes:

- Please see Table IO_MUX for IO's power domain. VDD is the I/O voltage for a particular power domain of pins.
- For VDD3P3_CPU and VDD3P3_RTC power domain, per-pin current sourced in the same domain is gradually reduced from around 40 mA to around 29 mA, V_{OH}>=2.64 V, as the number of current-source pins increases.
- For VDD_SDIO power domain, per-pin current sourced in the same domain is gradually reduced from around 30 mA to around 10 mA, V_{OH}>=2.64 V, as the number of current-source pins increases.

IO-Pin 最大入力電圧

3.9 (3.6+0.3)

IO-Pin 出力電流

40mA

MAX3.9Vまでの入力なので、5V信号の入力不可

4-1. SB412A

《参考URL》

https://akizukidenshi.com/download/ds/senba/SB412A_20210413.pdf



可変抵抗
検出出力保持時間: 約2秒~60分

Features and Electrical Specification

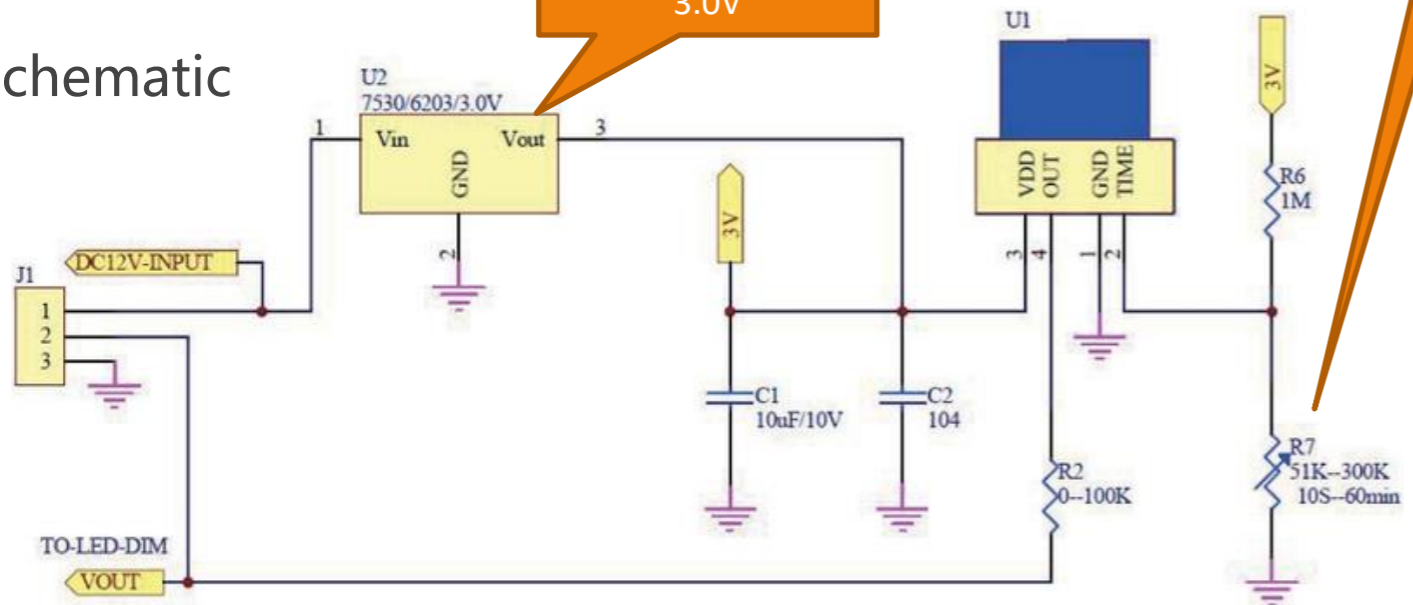
- Compact size: 18*10 mm
- Supply Voltage: DC3.5V~12V
- Quiescent Current : $\leq 20\mu A$
- Voltage Output: High level signal: 3V, Standby output is 0V or Open-Collector Output
- Delay time: 2.3S-80min(customized)
- Blockade time: 2.3S
- Trigger mode: Repeatable triggered
- Operation Temperature: $-20^{\circ}C \sim +55^{\circ}C$
- Infrared sensor: dual element, low noise, high sensitivity
- Detecting length: less than 5m($25^{\circ}C$)
- Detecting Angle: $\leq 115^{\circ}$

2. Delay time adjustment

No	On-time Voltage (VDD)	On-time center Voltage (VDD)	Pull-down- Resistor (Ω) (Pull-up=1M)	Time (Td) (sec)
0	0~1/32	1/64	0K	1.8
1	1/32~2/32	3/64	51k	3.6
2	2/32~3/32	5/64	91k	5.4
3	3/32~4/32	7/64	120k	7.2
4	4/32~5/32	9/64	180k	14.4
5	5/32~6/32	11/64	220k	29
6	6/32~7/32	13/64	270k	43
7	7/32~8/32	15/64	330k	58
8	8/32~9/32	17/64	360k	115
9	9/32~10/32	19/64	430k	230
10	10/32~11/32	21/64	510k	346
11	11/32~12/32	23/64	560k	461
12	12/32~13/32	25/64	680k	922
13	13/32~14/32	27/64	750k	1843
14	14/32~15/32	29/64	910k	2765
15	15/32~16/32	31/64	1M	3686

Schematic

電圧レギュレータ
3.0V



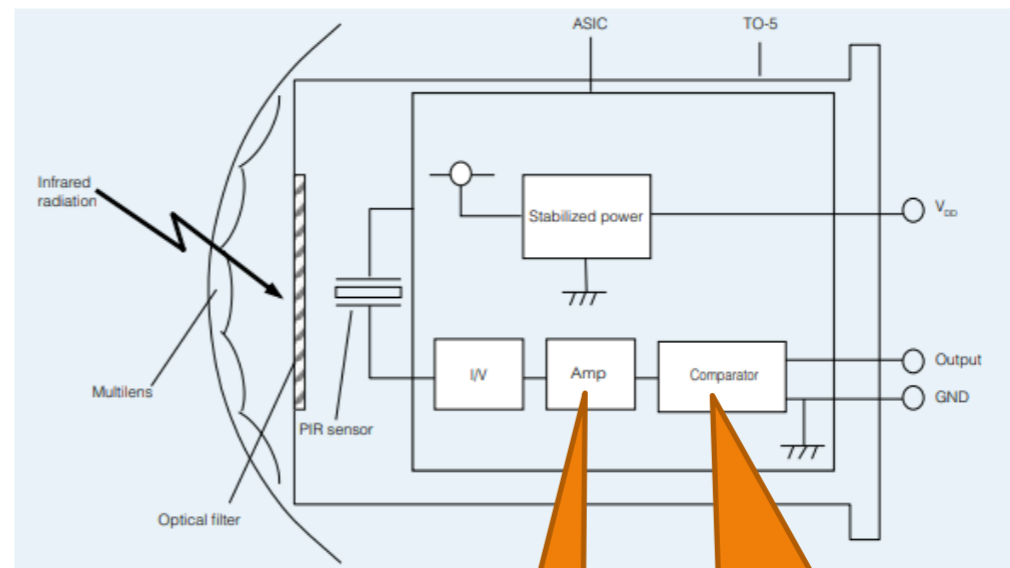
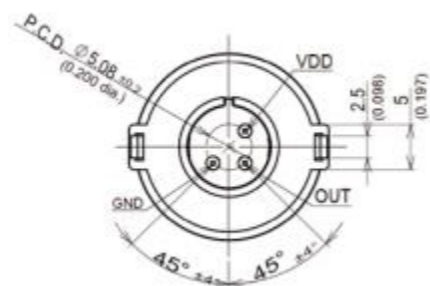
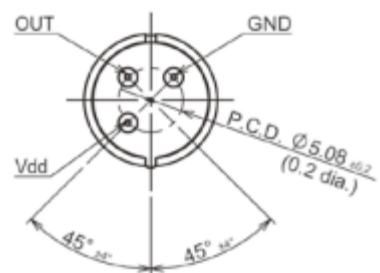
4-2/4-3. EKMC1601112/EKMC1603111

Panasonic

《参考URL》

<https://akizukidenshi.com/download/ds/panasonic/vz.pdf>

https://www.mouser.jp/datasheet/2/315/PANA_S_A0009105372_1-2560853.pdf

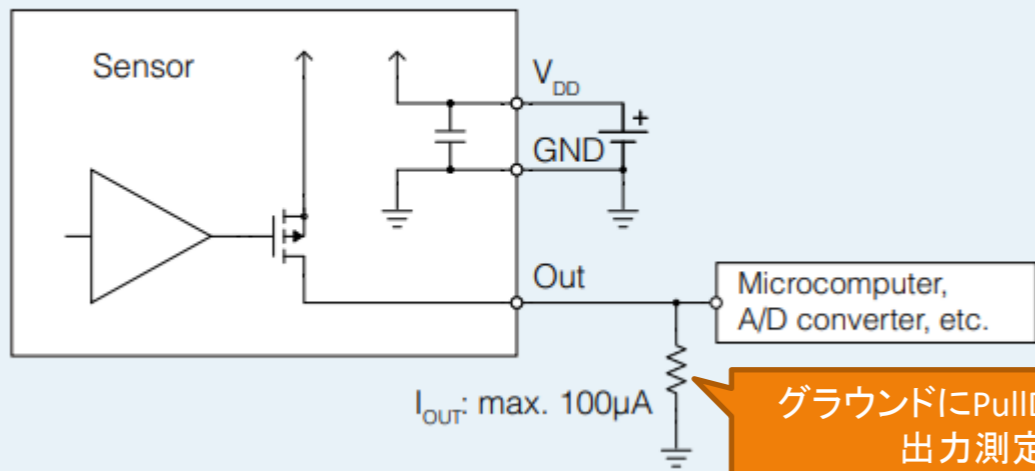


増幅

コンパレータ
(比較器: Digital変換)

動作電圧3.3V供給で、
感知時の出力が約2.8V確認
(テスターで計測)

Digital output



グラウンドにPullDownし、
出力測定

■電気特性(測定条件 周囲温度:25°C)

項目	記号	電気特性	特記事項
動作電圧	最小	3.0V DC	—
	最大	6.0V DC	—
消費電流	平均	170 μ A	I _{out} =0
	最大	300 μ A	
出力電流	最大	100 μ A	V _{out} \geq V _{DD} -0.5
出力電圧	最小	V _{DD} -0.5VDC	—
電源投入時 回路安定時間	平均	—	—
	最大	30s	

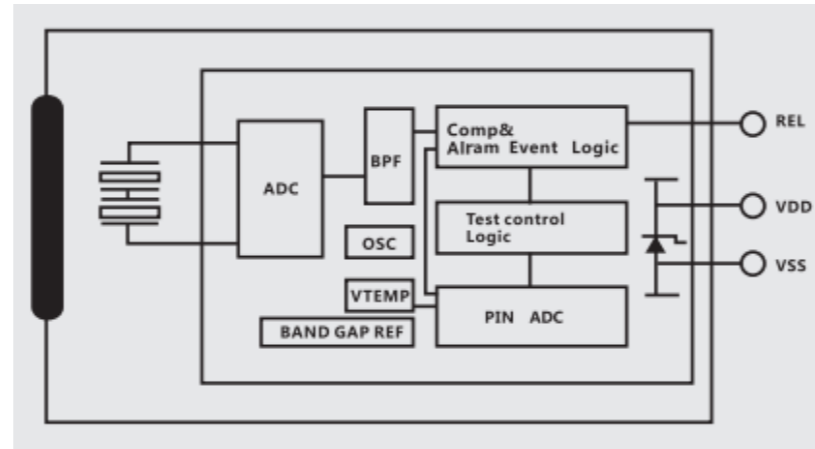
4-4. Grove - Digital PIR Motion Sensor [101020793]

《参考URL》

<https://wiki.seeedstudio.com/Grove-Digital-PIR-Sensor>

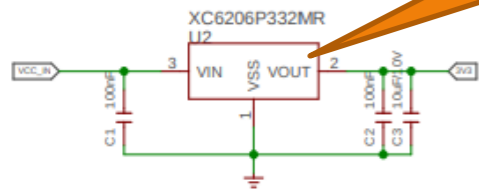
https://files.seeedstudio.com/products/101020793/document/Hardware_Schematic_SCH.pdf

Interior Diagram [BS312]

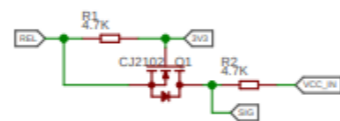
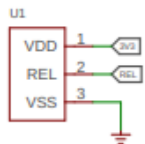
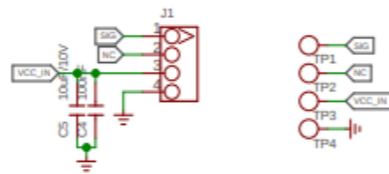


Specification	
Item	Value
Voltage range	3V-5V
Detecting angle	100 degree
Detecting distance	3.2m-12m
Response time	< 1s
Working temp	-20-85 C
Interface	Grove
Dimensions	20mm 20mm 11.5mm
Weight	3g
Battery	Exclude

Schematic



3.3V
電圧レギュレータ



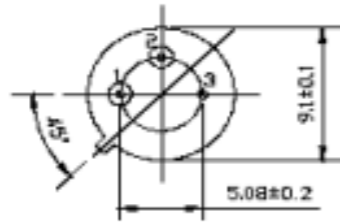
Programing

```
pinMode(digital_pir_sensor,INPUT); // set Pin mode as input
digitalRead(digital_pir_sensor);
```

4-5. 焦電型赤外線センサ D203B

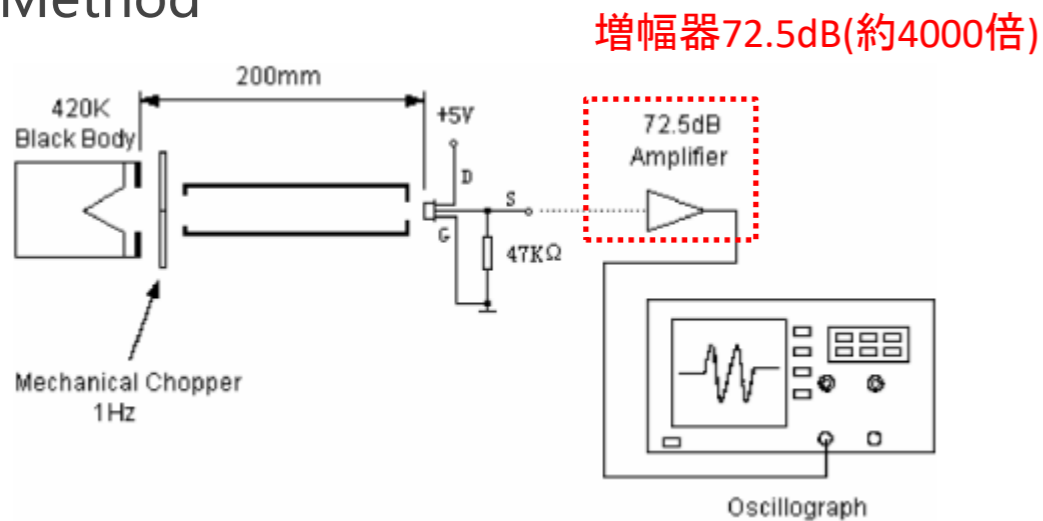
《参考URL》

<https://akizukidenshi.com/download/ds/senba/D203B.pdf>



Recommended Model	D203B
Encapsulation Type	TO-5
IR Receiving Electrode	2x 1mm, 2 elements
Window Size	5x3.8mm
Spectral Response	5- 14 μ m
Transmittance	$\geq 75\%$
Signal Output [Vp-p]	≥ 3500 mV
Sensitivity	≥ 3300 V/W
Detectivity (D*)	$\geq 1.4 \times 10^8$ cmHz ^{1/2} /W
Noise[Vp-p]	<70mV
Output Balance	<10%
Offset Voltage	0.3-1.2V
Supply Voltage	3-15V
Operating Temp.	-30-70 °C
Storage Temp.	-40-80 °C
Field of View Equivalent Circuit	
Equivalent Circuit	

Test Method



- ・3.3V電源
- ・VoutはGNDにPullDown(47KΩで接続)して利用

4-5. 焦電型赤外線センサ D203B

《参考URL》

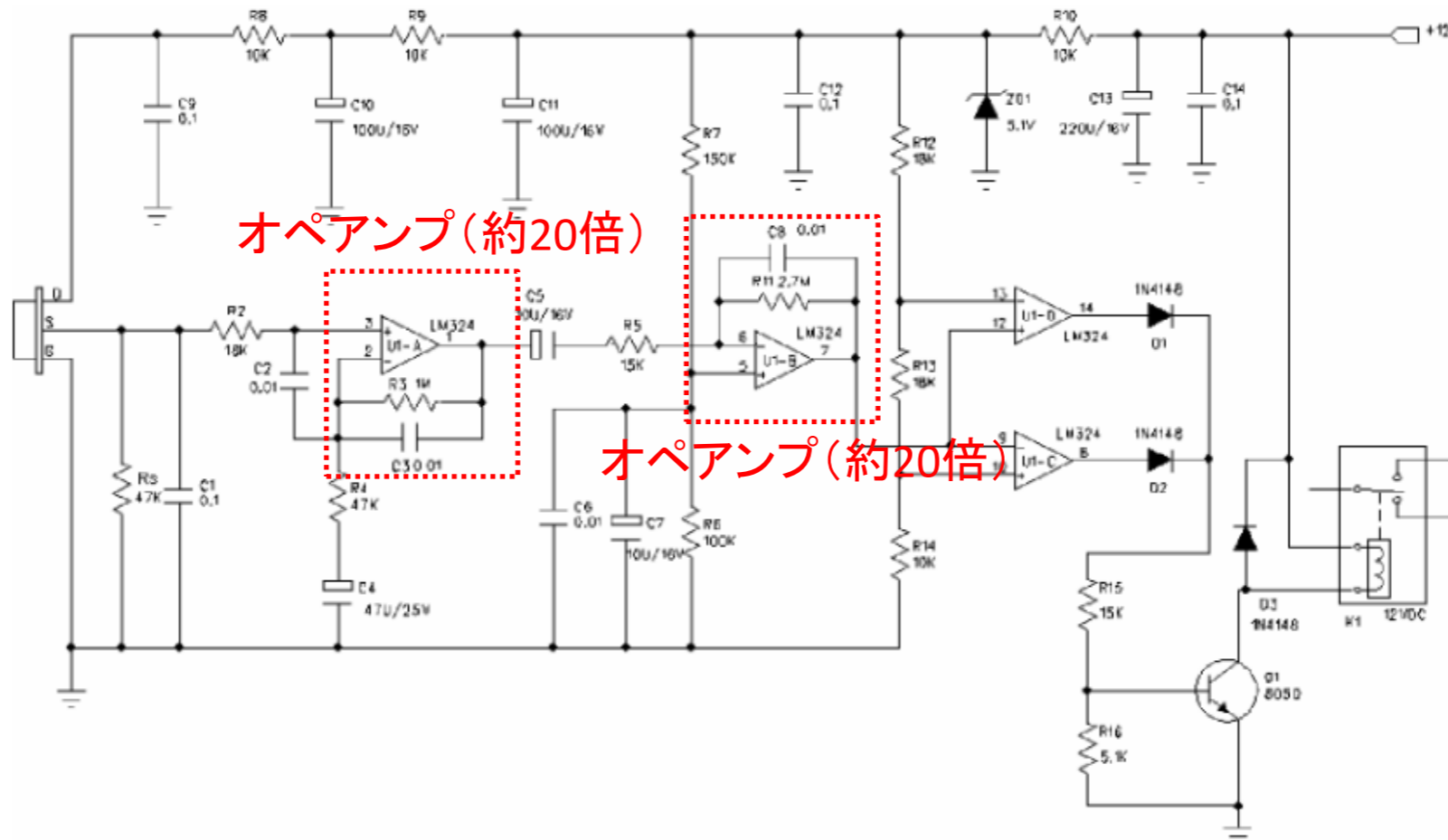
<https://akizukidenshi.com/download/ds/senba/D203B.pdf>

典型的な利用例では、2段のオペアンプを利用し72.5dB程度(約4000倍)の増幅を推奨。

今回のように1つだけカメラへの採用を検討している場合に、このような回路を価格的にも作業的にも通常採用しないため、簡易的に数mVの変動を測り利用できるか検討します。

• Typical Application

典型的な利用例



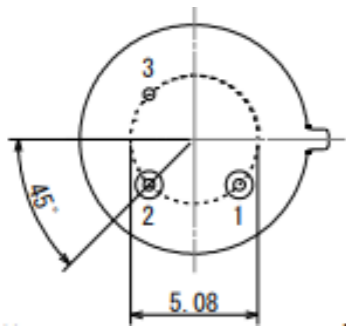
4-6. 焦電型赤外線センサ AKE-1 (RE-210)

《参考URL》

https://akizukidenshi.com/download/ds/nicera/ake-1_re-210.pdf

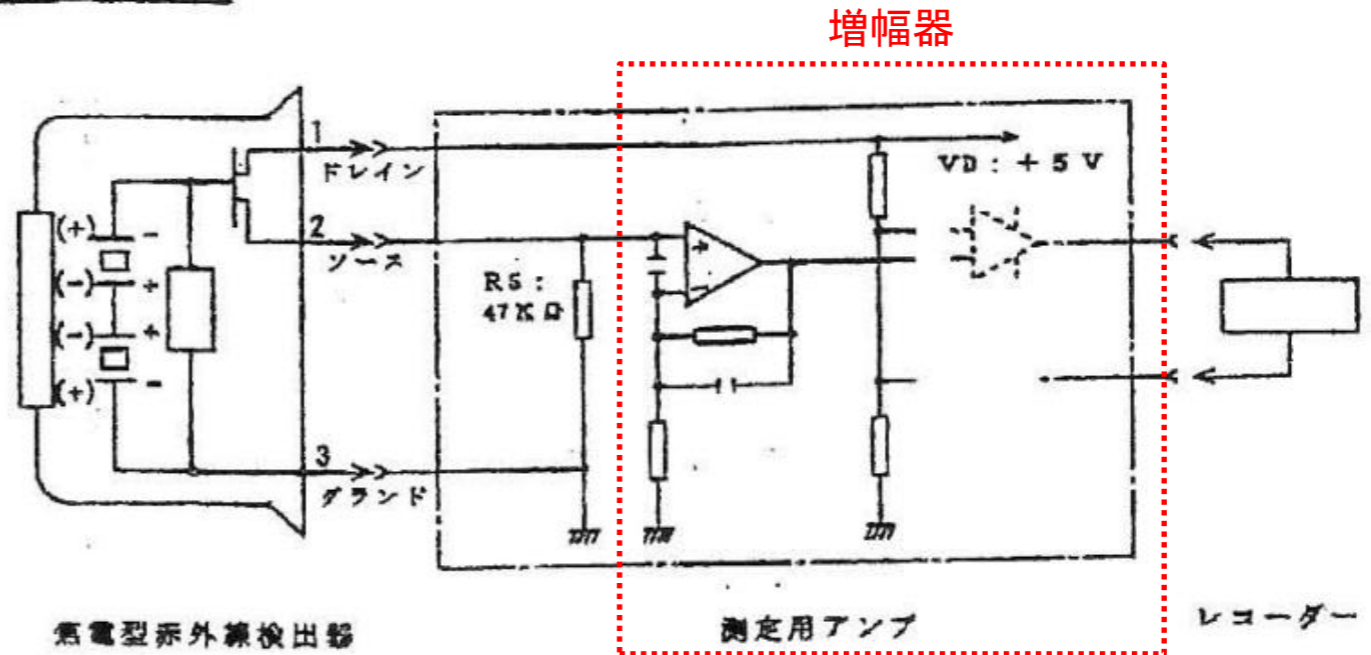


BASE VIEW



1: Drain
2: Source
3: GND

内部回路及び結線



焦電型赤外線検出器

測定用アンプ

レコーダー

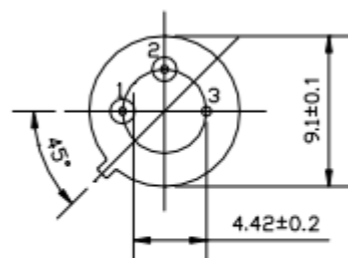
- ・3.3V電源
- ・VoutはGNDにPullDown(47KΩで接続)して利用

4-7. 焦電型赤外線センサ D205B

《参考URL》

<https://akizukidenshi.com/download/ds/senba/D205B.pdf>

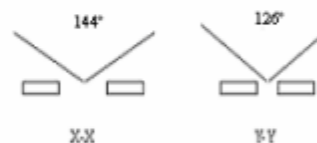
<https://micmodshop.ir/wp-content/uploads/2021/10/D205B-DataSheet.pdf>



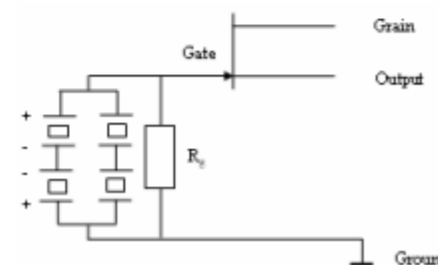
1. Drain
2. Source
3. Ground

Recommended Model	D205B
Encapsulation Type	TO-5
IR Receiving Electrode	0.7×2.4mm, 4elements
Window Size	4.9×4.9mm
Spectral Response	5— 14 μm
Transmittance	≥75%
Output Signal[Vp-p]	≥5000mV
Sensitivity	≥4300V/W
Detectivity (D*)	1.6 ×10 ⁸ cmHz ^{1/2} /W
Noise[Vp-p]	<70mV
Output Balance	<10%
Offset Voltage	0.3~1.2V
Supply Voltage	3— 15V
Operating Temp	-30— 70 °C
Storage Temp	-40— 80 °C

Field of View

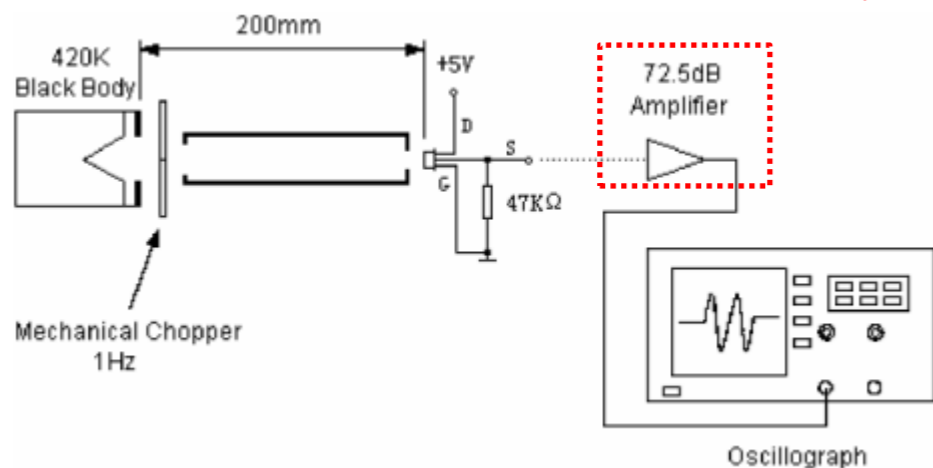


Equivalent Circuit



Test Method

増幅器72.5dB(約4000倍)

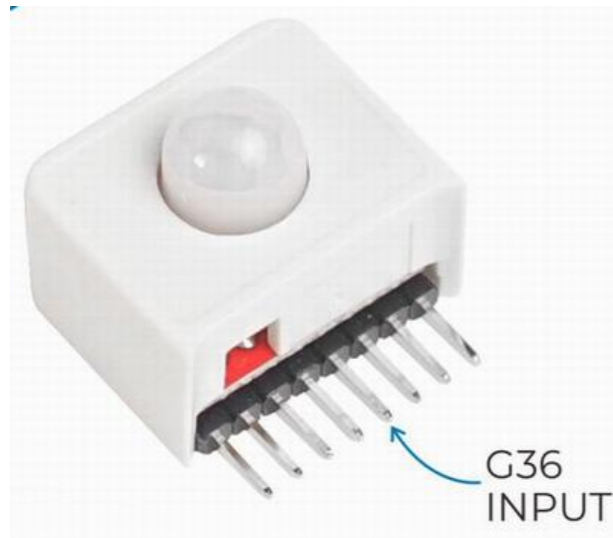


- ・3.3Vで利用可
- ・VoutはGNDにPullDown(47KΩで接続)して利用

4-8. M5-Stack PIR AS312

《参考URL》

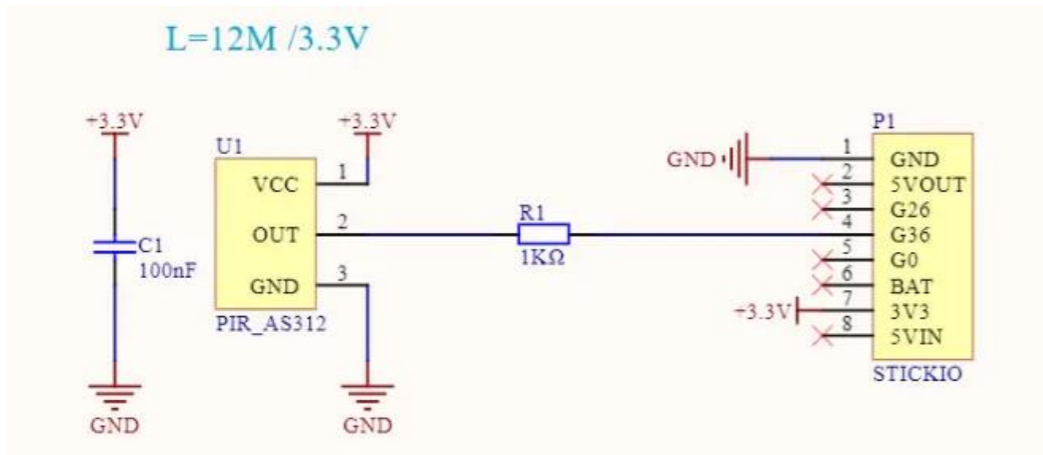
<https://docs.m5stack.com/en/hat/hat-pir>



Product Features

- Detecting Range: 500cm
- Delay time: 2s
- Induction Angle: < 100°
- IDDQ : < 60uA
- Op.T: -20 - 80 °C

Schematic



Programing

《Pin Setting》

```
pinMode(36, INPUT_PULLUP);
```









《Status》

```
digitalRead(36)
```

- 3.3Vで利用可
- Vout端子はPullUp設定し利用

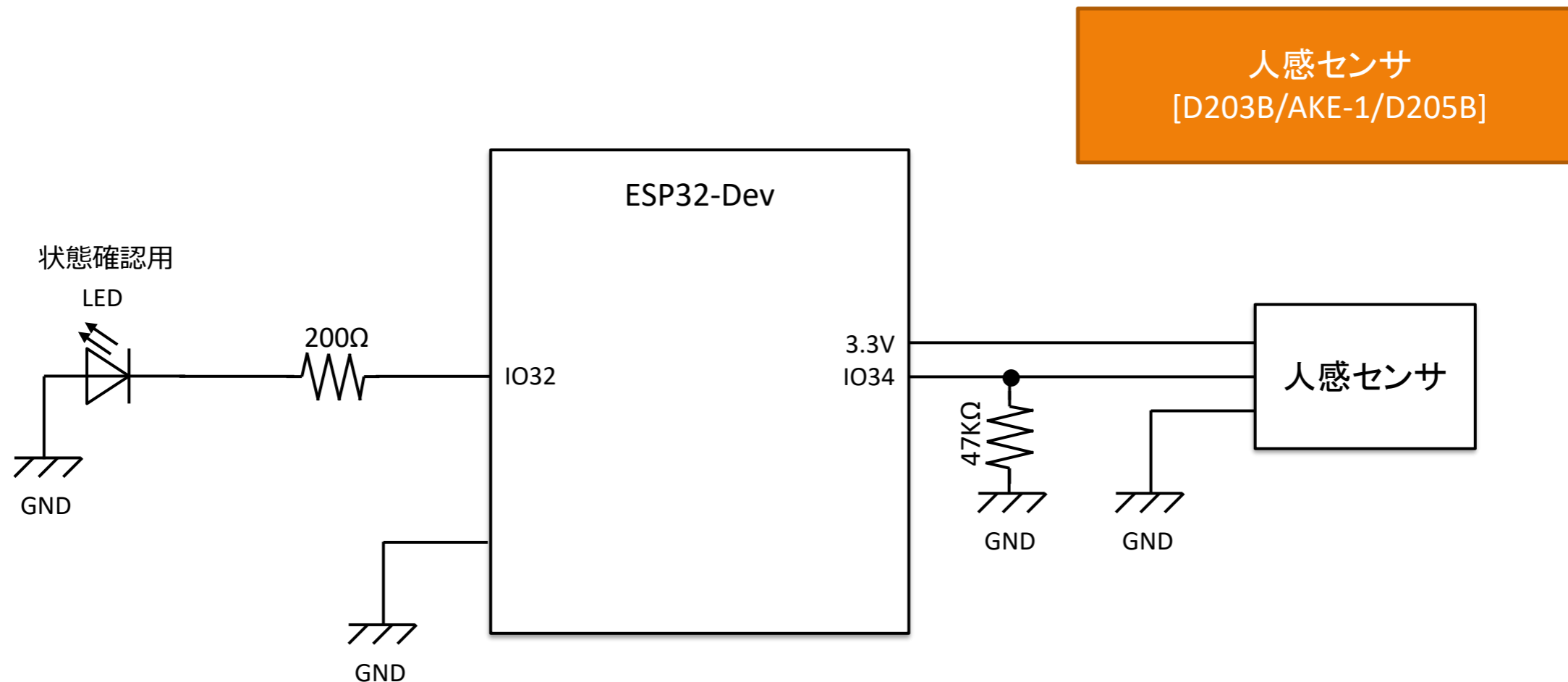
4-9. 利用方法まとめ

センサ毎の「供給電圧」と「検知出力端子のPullDown/PullUp設定」は以下のとおり

NO	Model	イメージ	Vin(Spec)	Vin	Pull Up/Down	Vout(Spec)	Distance	Angle	Delay time	Note
1	SB412A		3.5-12V	5 V	-	3V	3~5m	~115	2.3 sec ~80 min	
2	EKMC1601112		3~6V	3.3 V	PullDown	Vin-0.5	~5m	82-94	-	
3	EKMC1603111		3~6V			Vin-0.5	~12m	92-102	-	
4	Grove-PIR 101020793		3~5V			-	3.3V	3.2m ~12m	~120	~ 1 Sec
5	D203B		3~15V		Vin-(0.3-1.2)	~5m	120 - 144	-		
6	AKE-1 (RE-210)		3~10V		PullDown	2.5V~ (4.0V)	-	135-138	-	
7	D205B		3~15V		Vin-(0.3-1.2)	~5m	120 - 144	-		
8	M5Stack-PIR PIR_AS312		3.3V		PullUp	-	~0.5m	~100	2 sec	pinMode(PIN_IN, INPUT_PULLUP);

5-1. センサ単体タイプの簡易利用調査(回路)

センサ単体製品[D203B/AKE-1/D205B]に3.3Vを供給し、PullDown抵抗を設置して簡易測定できるか調査



注) D203B/AKE-1/D205BはIO34端子をADC設定(ANALOG)し、出力電圧を測定

5-2. センサ単体タイプの簡易利用調査(プログラム)

センサ単体[D203B、AKE-1、D205B]製品は、過去10回の平均値より、電圧変動したらLEDが点灯する。
(以下は7mV変化したら検出するようにしています)

```
7 #define LED_PIN 32
8 #define TEST_PIN 34
9 #define ARR_MAX 10
10
11
12 uint32_t pirArr[ARR_MAX];
13 int arrCount = 0;
14
15 unsigned long loopCount = 0;
16
17 void setup() {
18   // Serial monitor
19   Serial.begin(115200);
20   Serial.println();
21   // PIN Setting
22   pinMode(LED_PIN, OUTPUT);
23   pinMode(TEST_PIN, INPUT);
24   pinMode(TEST_PIN, ANALOG);
25   //pinMode(M5STK_PIN, INPUT_PULLUP);
26   // INIT ARREY
27   for(int i=0;i<ARR_MAX;i++){
28     pirArr[i]=0;
29   }
30   // Display Serial monitor
31   Serial.println("Setup completed!");
32 }
```

ESP32端子設定

```
34 void loop() {
35   // Sleep[1 sec]
36   delay(500);
37   loopCount++;
38   // checkStatus
39   uint16_t analoglAdc = analogRead(TEST_PIN);
40   uint32_t analoglMv = analogReadMilliVolts(TEST_PIN);
41   //Array average
42   uint32_t total = 0;
43   for(int i=0;i<ARR_MAX;i++){
44     total = total + pirArr[i];
45   }
46   uint32_t ave = total / ARR_MAX;
47   //Check Voltage
48   int diff = analoglMv - ave;
49   if( diff >= 7 || diff <= -7 ){
50     digitalWrite(LED_PIN, HIGH);
51     Serial.printf("[%ld] Yes Detected ADC=%d, mV=%d[mV], ave=%d, diff=%d\n", loopCount, analoglAdc, analoglMv, ave, diff);
52   } else {
53     digitalWrite(LED_PIN, LOW);
54     Serial.printf("[%ld] No Detected ADC=%d, mV=%d[mV], ave=%d, diff=%d\n", loopCount, analoglAdc, analoglMv, ave, diff);
55   }
56   //Update Array
57   pirArr[arrCount]=analoglMv;
58   arrCount++;
59   if( arrCount >= ARR_MAX ){
60     arrCount = 0;
61   }
62 }
```

0.5秒間Wait

ADCで電圧測定

過去10回の平均算出

7mV変化があるか判定

過去10回のデータを更新

5-3. センサ単体タイプの簡易利用調査(結果)

センサ単体タイプ[D203B、AKE-1、D205B]の製品はオペアンプなしで過去10回の平均との違いを判定し簡易的に検出できるか確認した。

数mVの測定が正確に行えず、誤検出も発生することがあるため、**簡易的な方法では実用不可**と思われる。

[450] No Detected ADC=759, mV=756[mV], ave=757, diff=-1
[451] No Detected ADC=759, mV=760[mV], ave=757, diff=3
[452] No Detected ADC=759, mV=761[mV], ave=757, diff=4
[453] No Detected ADC=763, mV=759[mV], ave=757, diff=2
[454] No Detected ADC=758, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[455] No Detected ADC=762, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[456] No Detected ADC=763, mV=758[mV], ave=757, diff=1
[457] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[458] No Detected ADC=762, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[459] No Detected ADC=765, mV=759[mV], ave=757, diff=2
[460] No Detected ADC=758, mV=763[mV], ave=758, diff=5
[461] No Detected ADC=766, mV=757[mV], ave=758, diff=-1
[462] No Detected ADC=763, mV=759[mV], ave=758, diff=1
[463] No Detected ADC=761, mV=759[mV], ave=758, diff=1
[464] Yes Detected ADC=761, mV=765[mV], ave=758, diff=7
[465] No Detected ADC=757, mV=759[mV], ave=759, diff=0
[466] No Detected ADC=757, mV=757[mV], ave=759, diff=-2
[467] Yes Detected ADC=745, mV=749[mV], ave=759, diff=-10
[468] Yes Detected ADC=745, mV=746[mV], ave=758, diff=-12
[469] Yes Detected ADC=742, mV=745[mV], ave=757, diff=-12
[470] Yes Detected ADC=747, mV=748[mV], ave=755, diff=-7
[471] No Detected ADC=752, mV=752[mV], ave=754, diff=-2
[472] No Detected ADC=755, mV=756[mV], ave=753, diff=3
[473] Yes Detected ADC=766, mV=761[mV], ave=753, diff=8
[474] Yes Detected ADC=768, mV=762[mV], ave=753, diff=9
[475] Yes Detected ADC=765, mV=762[mV], ave=753, diff=9
[476] No Detected ADC=759, mV=758[mV], ave=753, diff=5
[477] No Detected ADC=761, mV=757[mV], ave=753, diff=4

近づくとも7mV以上の差が発生するため、7mV程度で識別できないか検討

[421] No Detected ADC=765, mV=760[mV], ave=761, diff=-1
[422] No Detected ADC=766, mV=761[mV], ave=761, diff=0
[423] No Detected ADC=763, mV=759[mV], ave=761, diff=-2
[424] No Detected ADC=763, mV=762[mV], ave=761, diff=1
[425] No Detected ADC=762, mV=761[mV], ave=761, diff=0
[426] No Detected ADC=761, mV=760[mV], ave=761, diff=-1
[427] No Detected ADC=762, mV=762[mV], ave=761, diff=1
[428] No Detected ADC=763, mV=761[mV], ave=761, diff=0
[429] No Detected ADC=762, mV=759[mV], ave=761, diff=-2
[430] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=760, diff=-3
[431] Yes Detected ADC=764, mV=750[mV], ave=760, diff=-10
[432] No Detected ADC=763, mV=759[mV], ave=759, diff=0
[433] No Detected ADC=764, mV=757[mV], ave=759, diff=-2
[434] No Detected ADC=764, mV=760[mV], ave=758, diff=2
[435] No Detected ADC=761, mV=757[mV], ave=758, diff=-1
[436] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=758, diff=-1
[437] No Detected ADC=759, mV=756[mV], ave=757, diff=-1
[438] No Detected ADC=762, mV=761[mV], ave=757, diff=4
[439] No Detected ADC=761, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[440] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[441] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[442] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[443] No Detected ADC=759, mV=759[mV], ave=757, diff=2
[444] No Detected ADC=759, mV=759[mV], ave=757, diff=2
[445] No Detected ADC=759, mV=757[mV], ave=757, diff=0
[446] No Detected ADC=758, mV=756[mV], ave=757, diff=-1
[447] No Detected ADC=758, mV=754[mV], ave=757, diff=-3
[448] No Detected ADC=760, mV=757[mV], ave=757, diff=0

放置しても7mV以上も多々発生し誤検出する

7mV差で判定させているが、それ以上大きくすると通常の感知反応が悪くなる
小さくすると誤検出が多くなる。

本来は7mVより小さな数mV程度の違いを正確に判定する必要があると想定される

5-4. センサ単体タイプの簡易利用調査(まとめ)

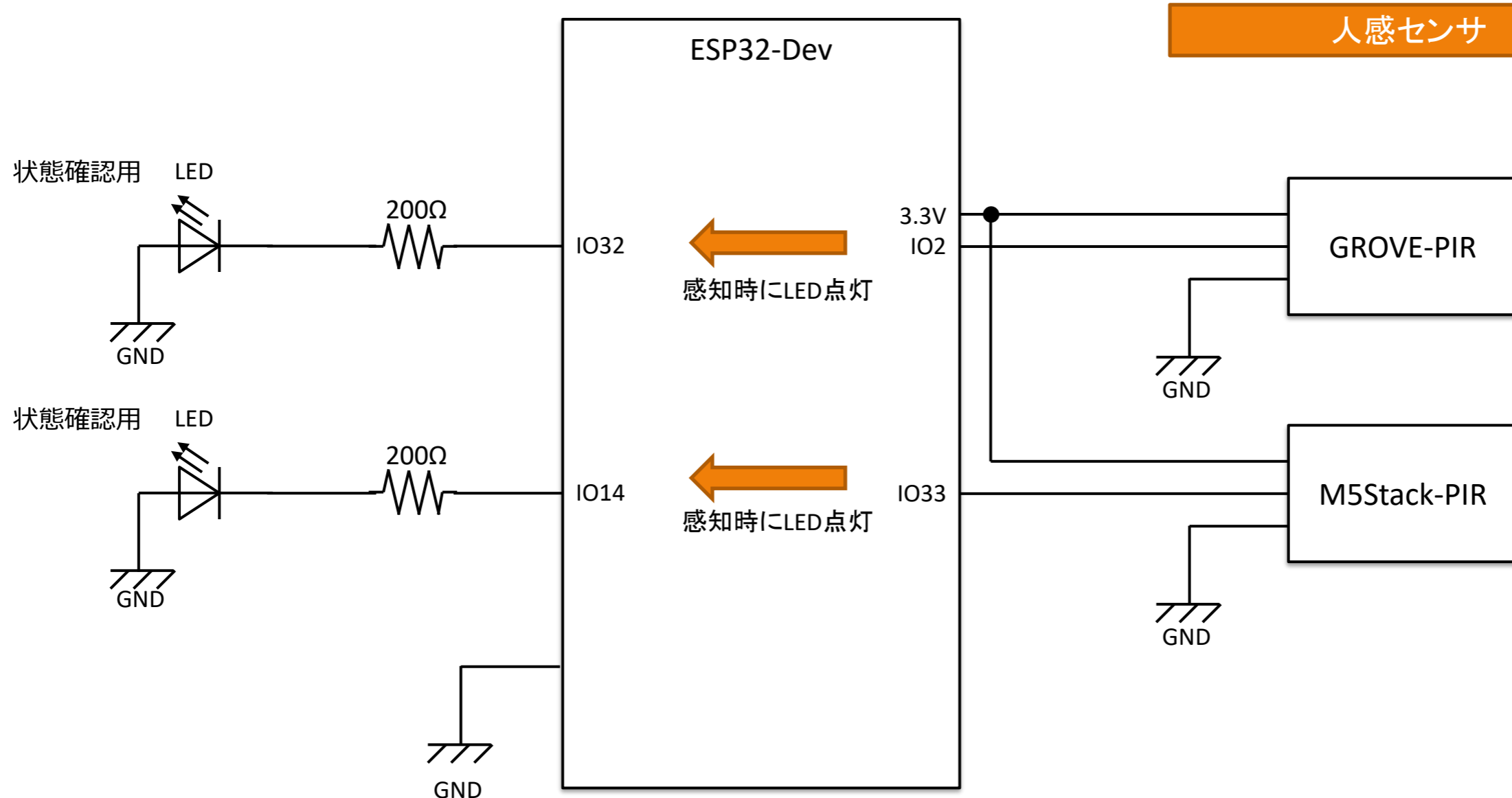
センサ単体[D203B、AKE-1、D205B]は簡易的な方法では利用困難なため、測定は残り5センサを測定

NO	Model	イメージ	Vin(Spec)	Vin	Pull Up/Down	Vout(Spec)	Distance	Angle	Delay time	Note
1	SB412A		3.5-12V	5 V	-	3V	3~5m	~115	2.3 sec ~80 min	
2	EKMC1601112		3~6V	3.3 V	PullDown	Vin-0.5	~5m	82-94	-	
3	EKMC1603111		3~6V			Vin-0.5	~12m	92-102	-	
4	Grove-PIR 101020793		3~5V			-	3.3V	3.2m ~12m	~120	~ 1 Sec
5	D203B		3~15V	3.3 V	PullDown	Vin-(0.3-1.2)	~5m	120 - 144	-	
6	AKE-1 (RE-210)		3~10V			Vin-(0.3-1.2)	~5m	135-138	-	
7	D205B		3~15V			Vin-(0.3-1.2)	~5m	120 - 144	-	
8	M5Stack-PIR PIR_AS312		3.3V			PullUp	-	~0.5m	~100	2 sec

簡易的な方法では利用困難
(利用する場合は正規のオペアンプが必要)

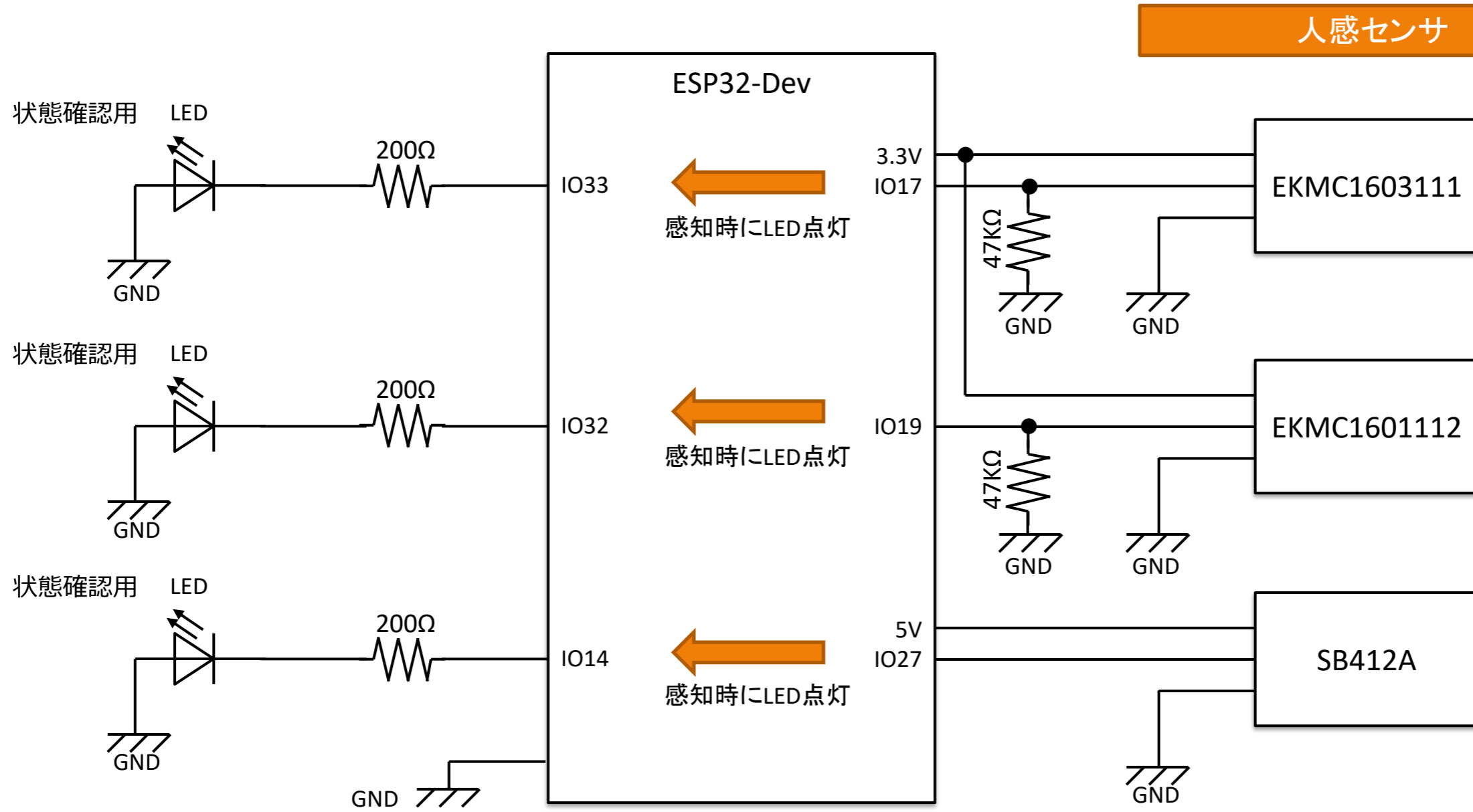
6-1. 回路1

ESP32に2つの人感センサを接続し、感知時にLEDで状態確認できるように回路を作る



6-2. 回路2

ESP32に3つの人感センサを接続し、感知時にLEDで状態確認できるように回路を作る



7. プログラム

Vout端子にHigh信号を検出したら、LEDが点灯する。

```
7 #define LED1_PIN  32
8 #define LED2_PIN  14
9 #define GROVE_PIN 2
10 #define M5STK_PIN 33
11
12 unsigned long loopCount = 0;
13
14 void setup() {
15     // Serial monitor
16     Serial.begin(115200);
17     Serial.println();
18     // PIN Setting
19     pinMode(LED1_PIN, OUTPUT);
20     pinMode(LED2_PIN, OUTPUT);
21     pinMode(GROVE_PIN, INPUT);
22     pinMode(M5STK_PIN, INPUT_PULLUP);
23     // Display Serial monitor
24     Serial.println("Setup completed!");
25 }
26
27 void loop() {
28     // Sleep[1 sec]
29     delay(1000);
30     loopCount++;
31     // checkStatus
32     int checkStatus = digitalRead(GROVE_PIN);
33     if( checkStatus ){
34         digitalWrite(LED1_PIN, HIGH);
35         Serial.printf("[%ld]GROVE Yes Detected checkStatus=%d\n", loopCount, checkStatus);
36     } else {
37         digitalWrite(LED1_PIN, LOW);
38         Serial.printf("[%ld]GROVE No Detected checkStatus=%d\n", loopCount, checkStatus);
39     }
40     checkStatus = digitalRead(M5STK_PIN);
41     if( checkStatus ){
42         digitalWrite(LED2_PIN, HIGH);
43         Serial.printf("[%ld]M5STK Yes Detected checkStatus=%d\n", loopCount, checkStatus);
44     } else {
45         digitalWrite(LED2_PIN, LOW);
46         Serial.printf("[%ld]M5STK No Detected checkStatus=%d\n", loopCount, checkStatus);
47     }
48 }
```

ESP32端子設定

1秒毎に処理

GROVEセンサー感知情報を取得

感知結果によりLED制御及びシリアル情報表示

M5Stackセンサー感知情報を取得

感知結果によりLED制御及びシリアル情報表示

8-1. 測定結果1 (冷たい物)

冷たい物にも検知できるか調査。全てのセンサで問題なく検出可能

タイプ	製品	測定方法	測定結果	記事
モジュール化	SB412A 	冷やした保冷剤を距離1m程度で、感知できるか測定 (ビニール袋に入れ棒で、センサ前面で動かし測定)	冷たい物も問題なく検出可能	室内で測定 (気温は約10°C)
	Grove-PIR 			
	M5Stack-PIR 			
レンズ一体化	EKMC1601112 		冷たい物も問題なく検出可能	室内で測定 (気温は約10°C)
	EKMC1603111 			

8-2. 測定結果2(小さい物)

《ドローン購入URL》






<https://www.amazon.co.jp/gp/product/B096DW2XJ6>

小さな動くものも検知可能か測定。おもちゃのドローンでは、正面の約50cm以下で検知可能

タイプ	製品	測定方法	測定結果	記事
モジュール化	SB412A 	ドローン(9*9*3cm)を動作させ 検知できるか測定 	正面の約50cm以下で検知可能 (詳細は測定動画参照)	室内で測定 (気温は約10°C)
	Grove-PIR 			
	M5Stack-PIR 			
レンズ一体化	EKMC1601112 			
	EKMC1603111 			

8-3. 測定結果3(屋外:公園)



EKMC1601112/EKMC1603111は利用可能。その他センサは1分以内に誤検知し測定不可

タイプ	製品	測定方法	測定結果	記事
モジュール化	SB412A 	快晴(雲一つない快晴で、1m/s程度のそよ風、気温20°C程度)の公園で測定	測定不可 (1分以内に誤検知)	
	Grove-PIR 			
	M5Stack-PIR 			
レンズ一体化	EKMC1601112 		検知可能 (詳細は次ページ)	
	EKMC1603111 			

8-3. 測定結果3(屋外:公園)

EKMC1601112/EKMC1603111について概ね仕様通りの検知が可能

測定方法: 一歩(50cm程度)動いて感知するか確認。
(ただし、水平方向、垂直方向の設置基準は目測のため精度低)

 :80%以上で感知
 :50%以上で感知



EKMC1601112



EKMC1603111








正面方向には最大12m程度まで測定可能



正面方向には最大15m程度まで測定可能






8-4. 測定結果4(屋外:屋根下)

センサを屋根下の影に設置し測定したが、公園時と同等の結果

タイプ	製品	測定方法	測定結果	記事
モジュール化	SB412A 	快晴(雲一つない快晴で、1m/s程度のそよ風、気温20°C程度)の屋根下の陰にセンサを設置し測定 (5mまでの距離を測定)	利用不可 (1分以内に誤検知)	
	Grove-PIR 			
	M5Stack-PIR 			
レンズ一体化	EKMC1601112 		検知可能 (結果は公園時と同等のため省略)	
	EKMC1603111 			

8-5. 測定結果5(室内)

室内で測定した結果、2mまでは全てのセンサで問題なく感知可能。3mではセンサにより感度の差が確認された。

タイプ	製品	測定方法	測定結果	記事
モジュール化	SB412A 	室内にて、正面方向に 1、2、3mで測定 一步横(約50cm)に移動し 検知できるか測定	2mまでは問題なく検知可能 (3mは50%程度)	気温は約10°C
	Grove-PIR 			
	M5Stack-PIR 			
レンズ一体化	EKMC1601112 		検知可能	
	EKMC1603111 			

8-6. 測定結果まとめ

測定結果から、第一位は「EKMC1603111」で第二位は「EKMC1601112」であった。

タイプ	製品	冷たい物	小さい物	屋外(影も)	屋内	記事
モジュール化	SB412A 	問題無く感知	50cm程度以下で感知	測定不可	2mまでOK (3mは50%程度)	
	Grove-PIR 					
	M5Stack-PIR 				2mまでOK (3mはほぼ不可)	
レンズ一体化	EKMC1601112 			仕様通り (縦12m程度)	3mでもOK (4m以上は未測定)	
	EKMC1603111 			仕様通り (縦15m程度)		近距離も精度高く 検出できていた