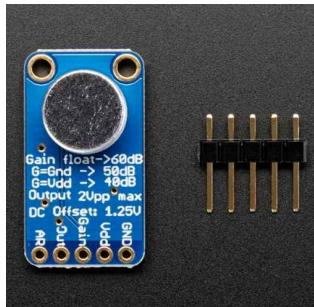


# 청각장애인용 소리감지 무드등 제작 매뉴얼

## 1. 하드웨어 설계

### 1-1. 마이크 구현하기

소리를 입력 받을 마이크 모듈을 구성합니다.



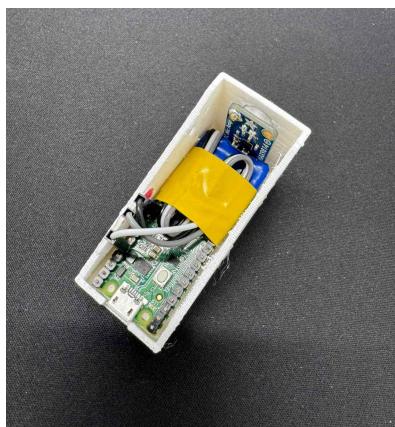
입력받을 마이크 모듈로는 MAX9814 마이크 모듈을 사용합니다.

마이크로 부터 입력받은 데이터를 신호처리하기 위한 보드로는 WIFI 통신이 가능한 Raspberry Pi Pico W를 사용합니다.

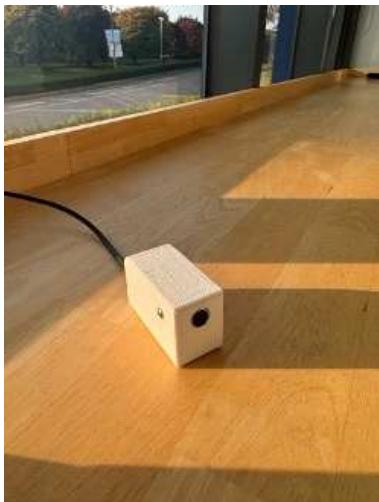


마이크 모듈과 신호처리 보드를 연결한 후 3D 프린터로 케이스를 제작하였습니다.

Raspberry Pi Pico W와 MAX9814 마이크 모듈을 연결한 후 제작한 케이스 안에 넣었습니다.



그 뒤, 케이스를 결합하면 마이크 기기의 구현은 끝나게 됩니다.



## 1-2. 무드등 구현하기

초인종 소리가 났을 때 이를 시각적으로 알려줄 수 있는 무드등을 구현해 보겠습니다.  
다양한 색의 구현과 제어가 간편한 Neopixel LED Ring -8 WS2812 LED를 사용했습니다.



신호처리 보드로는 마이크와 동일한 Raspberry Pi Pico W를 사용했습니다.

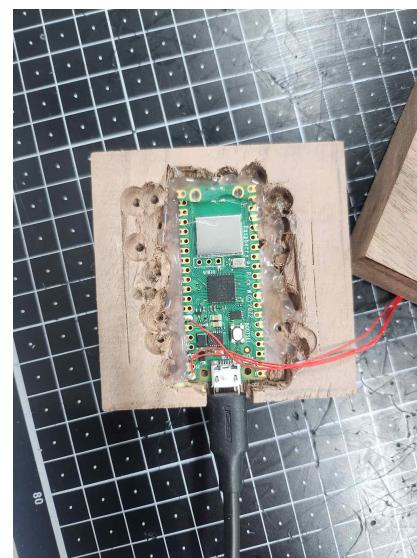


무드등 케이스로는 월 넛 목재를 사용하여 만들었습니다.



이를 2등분 하여 위, 아래로 나누어 아래쪽 목재에 Raspberry Pi Pico W가 들어갈 수 있도록 공간을 만들어 주었습니다.

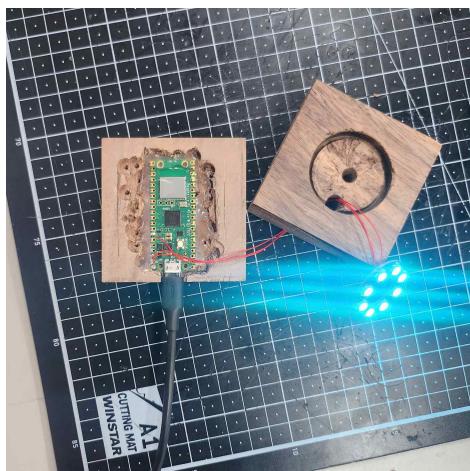
Raspberry Pi Pico W를 넣고 움직이지 않도록 글루건으로 고정시켰습니다.



윗쪽 목재에는 Neopixel LED의 크기에 맞는 홈을 뚫어 Neopixel LED를 넣고 글루건으로 고정시켰습니다.



무드등의 케이스에 Neopixel LED와 Raspberry Pi Pico W를 고정 시킨 뒤, 동작을 확인합니다.



Neopixel LED가 보이지 않도록 불투명한 레진을 이용하여 경화시켜 줍니다.



LED의 빛을 육안으로 확인하기 쉽고 무드등의 디자인 요소를 추가하기 위해 글리터를 넣은 레진을 만들었습니다.

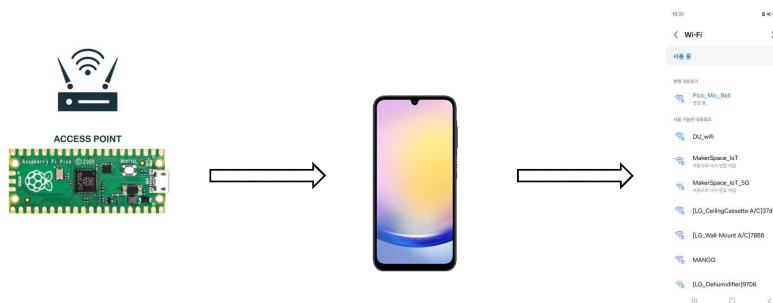


## 2. 소프트웨어

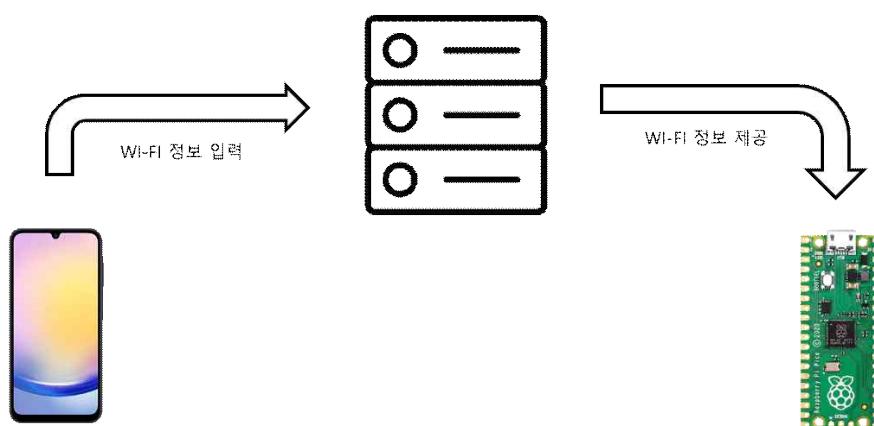
### 2-1. 어플리케이션

マイク와 무드등이 서로 WIFI 통신을 할 수 있도록 두 기기에 연결할 WIFI 정보를 전송하는 전용 어플리케이션을 구현해 줍니다.

マイク와 무드등 기기에 전원이 공급되면 Raspberry Pi Pico W가 자동으로 AP 모드에 진입하고 휴대폰에서 해당 기기에 연결합니다.



기기와 휴대폰이 AP모드로 연결된 상태에서 전용 어플리케이션을 통해 WIFI 이름과 비밀번호 정보를 Raspberry Pi Pico W에 전송합니다.





AP 연결



Wi-Fi 정보 전송

아래의 코드는 위의 동작을 구현한 코드입니다.

이를 통해 각 기기들은 동일한 WIFI에 연결하여 마이크와 무드등 기기간의 WIFI 통신이 가능하게 됩니다.

```
final TextEditingController _ssidController = TextEditingController();
final TextEditingController _passwordController = TextEditingController();

bool _isLoading = false;

String _responseMessage = "";

Future<void> _sendWifiCredentials(String ssid, String password) async {
    setState(() {
        _isLoading = true;
    });

    final encodedSsid = Uri.encodeComponent(ssid);
    final encodedPassword = Uri.encodeComponent(password);
    final url = Uri.parse('http://192.168.4.1/wifi?ssid=$encodedSsid&password=$encodedPassword');

    try {
        final response = await http.get(url);
        if (response.statusCode == 200) {
            setState(() {
                _responseMessage = "Wi-Fi 설정이 성공적으로 전송되었습니다.";
            });
        } else {
            setState(() {
                _responseMessage = "Wi-Fi 설정 전송에 실패했습니다.";
            });
        }
    } catch (e) {
        setState(() {
            _responseMessage = "Wi-Fi 설정 전송 중 오류가 발생했습니다: $e";
        });
    }
}
```

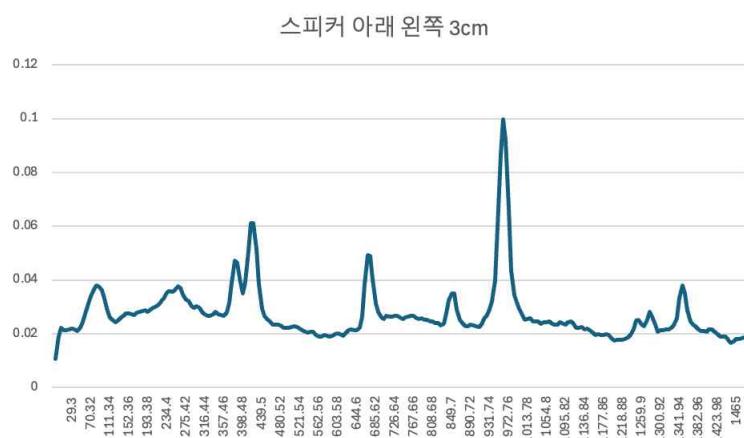
## 2-2. 마이크 소프트웨어

초인종소리를 인식하기 위해 FFT(Fast Fourier Transform)를 사용하여 타겟팅한 초인종 소리를 분석하고 해당 소리의 주파수와 진폭의 크기로 필터를 구현하였습니다.

정확한 초인종 소리의 분석을 위해 항상 동일한 위치와 조건으로 초인종 소리를 녹음했습니다.



녹음한 초인종 소리를 FFT를 통해 그래프로 시각화하여 소리의 특징을 확인했습니다.



벨소리의 전체 그래프중 필터로 사용할 수 있는 주파수와 진폭의 범위를 정해 줍니다.

```

# 타겟팅 주파수, 진폭
target_hz_1_min = 2028
target_hz_1_max = 2095
target_am_1 = 0.02

target_hz_2_min = 2590
target_hz_2_max = 2660
target_am_2 = 0.002

```

초인종 필터의 범위를 정해준뒤, 이를 적용합니다.

```

buffer -= np.mean(buffer)
hanning_window = 0.5 * (1 - np.cos(2 * np.pi * np.arange(samples) / samples))
windowed_data = buffer * hanning_window

fft_result = np.fft.fft(windowed_data)

magnitude = np.sqrt(fft_result.real ** 2 + fft_result.imag ** 2) / (samples / 2)
magnitude = magnitude / (np.sum(hanning_window) / samples)
half_magnitude = magnitude[:samples // 2]

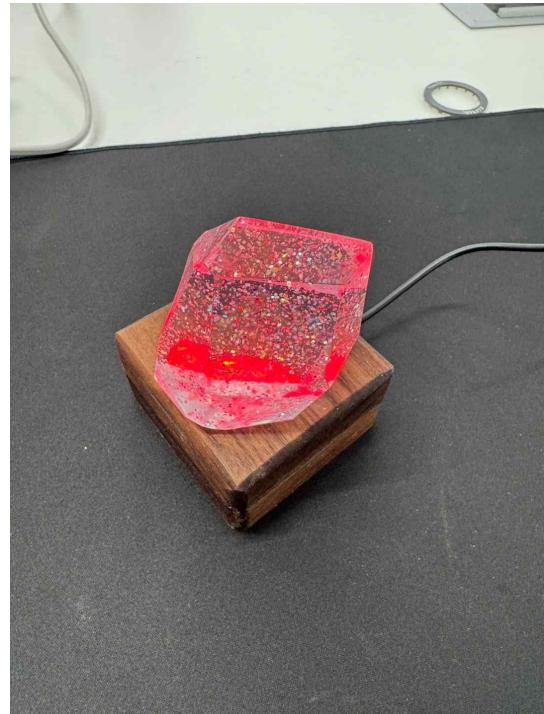
for i in range(len(half_magnitude)):
    frequency = i * sampling_rate / samples
    amplitude = half_magnitude[i]
    if target_hz_1_min <= frequency <= target_hz_1_max and amplitude >= target_am_1:
        count_target_1 += 1
    if target_hz_2_min <= frequency <= target_hz_2_max and amplitude >= target_am_2:
        count_target_2 += 1
    if count_target_1 >= 5 and count_target_2 >= 5:
        send_data_to_another_pico('1')
        print("LED ON")
        time.sleep(5) # 5초 대기
        print("LED OFF")
        count_target_1 = 0
        count_target_2 = 0
full = False

```

마이크는 상시로 소리를 입력받고 이를 FFT를 하여 모든 소리를 분석합니다.  
이때 적용한 초인종 소리의 범위의 값을 찾게 되면 WIFI통신을 통해 무드등으로  
숫자 ‘1’를 전송합니다.

## 2-3. 무드등 소프트웨어

무드등에서는 WIFI 통신으로 마이크로부터 숫자 ‘1’을 전송받을 경우 빨간색 불빛을 출력하여 초인종이 울렸음을 시각적으로 확인할 수 있도록 해줍니다.



아래의 코드는 숫자 ‘1’을 수신받으면 빨간색 불빛을 출력하는 코드입니다.

```
if data == b'1':  
    set_neopixel_color((255, 0, 0))  
    time.sleep(5)  
    set_neopixel_color((0, 0, 255))
```

이를 통해 마이크에서 초인종 소리를 인식하면 무드등에게 WIFI 통신으로 숫자 ‘1’을 보내고 무드등에서는 ‘1’을 수신하면 불빛의 색을 변경하여 초인종이 울렸음을 시각적으로 나타낼 수 있습니다.