

# Piezo 6채널 측정 시 에러 코드

## 목차

1. 성공 (0x0000)
2. 측정 중복 요청 — Busy (0xFFFE)
3. 측정 시작 실패 (0xFF00 | err) 3-1. ADC 하드웨어(SPI) 초기화 실패 (0xFF01) 3-2. 측정 파라미터 이상 (0xFF02) 3-3. 에코 신호 없음 (0xFF03)
4. 에러 코드 요약

**결론: 사실상 유효한 에러코드는 측정 중복 요청(0xFFFE) 하나뿐이며, 나머지(0xFF01, 0xFF02, 0xFF03)는 현재 코드 구조상 발생하지 않음**

## 정상 흐름

- 앱 → Piezo 측정 명령(maa?: 정렬 모드 시 측정 / mbb?: Piezo 및 센서 전체 주기 측정) 전송
- Piezo 6채널 측정(CH0~CH5 순차)
  - BLE로 채널별 데이터 패킷(reb:) 전송
  - 완료 패킷 전송: raa: 0x0000 (성공)
- 모든 에러는 완료 패킷 raa: + 2byte 상태 코드로 앱에 전달

### 1. 성공 (0x0000)

- 6채널 측정 + BLE 전송이 정상 완료

### 2. 측정 중복 요청 — Busy (0xFFFE) : 발생 가능성 높음

## 원인

- 이전 측정이 아직 진행 중인데 앱이 Piezo 측정 명령(maa?/mbb?)을 다시 보낸 경우

- 6채널 측정 + BLE 전송에 수백 ms가 소요되므로, 앱에서 연타하거나 BLE 전송이 지연되면 발생 가능

측정 및 전송 소요 시간

avg	6채널 측정	BLE 전송	합계
1	~9ms	~110-210ms	~120-220ms
3 (기본)	~11ms	~110-210ms	~120-270ms
5	~13ms	~110-210ms	~123-270ms
10	~18ms	~110-210ms	~128-280ms
100	~109ms	~110-210ms	~220-320ms
1000 (최대)	~1,014ms	~110-210ms	~1.1-1.2초

- averaging 100 이하에서는 BLE 전송 시간이 지배적이며 합계 ~300ms 이내
- 현재 averaging 기본값 = 3

결과

- 새 측정을 시작하지 않음(요청은 버려지며 큐에 쌓이지 않음)
- 즉시 raa: 0xFFFE 응답
- 진행 중이던 이전 측정은 영향 없이 계속 진행
- 이전 측정이 완료된 후 앱이 다시 요청하면 정상 처리됨
- 앱이 주기적으로 요청하므로, 한 번 Busy가 발생해도 다음 주기에서 정상 수신되어 체감 영향 크지 않음

코드 경로

```
parser.c - Cmd_maa() / Cmd_mbb()  
→ maa_async_is_busy() 호출 (dr_adc121s051.c)  
→ busy이면 raa: 0xFFFE 전송 후 종료
```

3. 측정 시작 실패 (0xFF00 | err)

- maa\_async\_start()가 에러를 반환하면 parser.c에서 0xFF00 | err로 합성하여 raa: 전송
- err은 dr\_adc\_err\_t enum 값:

```
typedef enum {
    DR_ADC_OK = 0,           // 0x0000: 성공
    DR_ADC_ERR_NOT_INIT,     // 0xFF01: ADC 하드웨어 미초기화
    DR_ADC_ERR_INVALID_PARAM, // 0xFF02: 잘못된 파라미터
    DR_ADC_ERR_NO_ECHO       // 0xFF03: 에코 신호 없음
} dr_adc_err_t;
```

### 3-1. ADC 하드웨어(SPI) 초기화 실패 (0xFF01) : 발생 가능성 없음

#### 원인

- SPI 하드웨어 초기화(nrfx\_spim\_init) 실패
  - SPIM3 드라이버 중복 초기화
    - **발생하지 않음**: m\_initialized 플래그로 보호
  - 다른 드라이버가 SPIM3를 점유
    - **발생하지 않음**: nRF52840에서 SPIM3는 전용 인스턴스, 리소스 공유 없음
  - 확장 기능 미지원 인스턴스 사용
    - **발생하지 않음**: SPIM3 사용으로 해당 없음
- 비동기 상태머신 중복 진입(maa\_async\_start 진입부, state != IDLE)
  - **발생하지 않음**: 호출자(Cmd\_maa/Cmd\_mbb)가 maa\_async\_is\_busy()로 동일 조건 선체크
- dr\_adc\_capture\_echo() 내부 m\_initialized 가드
  - **발생하지 않음**: 상위 dr\_adc\_capture\_channel\_only()에서 dr\_adc\_init() 성공 후에만 호출

#### 결과

- 측정을 시작하지 않음
- Piezo TX/RX Sleep
- raa: 가 2회 전송됨
  - 1차: raa: 0xFFFF0 | ch (실패한 채널 번호 포함)
  - 2차: raa: 0xFF01

#### raa: 2회 전송

- SPI 초기화 실패 시 내부(dr\_adc121s051.c)와 외부(parser.c)에서 각각 raa: 를 한 번씩 전송
- 앱에서 raa: 수신 처리 시 고려 필요

#### 코드 경로

```

parser.c - Cmd_maa() / Cmd_mbb()
→ dr_adc121s051.c - maa_async_start()
→ dr_adc121s051.c - maa_async_capture_channel(ch)
→ dr_adc121s051.c - dr_adc_capture_channel_only()
→ SPI 미초기화 감지 → dr_adc_init() 호출
→ nrfx_spim_init() 실패 → DR_ADC_ERR_NOT_INIT 반환
← 에러 전파
← 에러 전파
→ maa_async_send_completion(0xFF0|ch) 전송 (1차 raa:)
← 에러 반환
→ single_format_data("raa:", 0xFF01) 전송 (2차 raa:)

```

### 3-2. 측정 파라미터 이상 (0xFF02) : 발생 가능성 없음

#### 원인

- BLE 전송 버퍼가 NULL (maa\_async\_start 내부)
  - **발생하지 않음**: 전역 배열 ble\_bin\_buffer를 항상 전달
- 측정 샘플 수(piezo\_num\_samples)가 0이거나 119 초과 (maa\_async\_start 내부)
  - 앱에서 mcs? 명령으로 잘못된 파라미터를 설정하는 경우
  - Flash(FDS)에 저장된 설정값이 깨짐
  - 기본값: 100샘플 (정상 범위: 1 ~ 119)
  - 현재 앱에서 mcs? 명령 시 파라미터로 변경 가능하나, 추후 고정할 예정으로 **발생 가능성 없음**
- 채널 번호 범위 초과 (maa\_async\_capture\_channel 내부, ch > 5)
  - **발생하지 않음**: 호출자의 for 루프가 0~5 고정
- 출력 구조체 NULL (dr\_adc\_capture\_channel\_only 내부)
  - **발생하지 않음**: 전역 구조체 배열의 멤버 주소를 전달 (NULL 불가)
- 샘플 수 > 200 (dr\_adc\_capture\_channel\_only 내부)
  - **발생하지 않음**: 상위에서 > 119로 더 엄격하게 검증 완료
- dr\_adc\_capture\_echo() 내부 buffer NULL / num\_samples 가드
  - **발생하지 않음**: buffer는 모듈 내부 static 배열, num\_samples는 상위에서 2중 검증

#### 결과

- 측정을 시작하지 않음
- Piezo TX/RX Sleep
- raa: 0xFF02 응답

코드 경로

```
parser.c - Cmd_maa() / Cmd_mbb()  
  → dr_adc121s051.c - maa_async_start()  
    → num_samples 범위 체크 실패 → DR_ADC_ERR_INVALID_PARAM 반환  
  ← 에러 반환  
  → raa: 0xFF02 전송
```

3-3. 에코 신호 없음 (0xFF03) : 발생 가능성 없음

- 단일 채널 측정(mec?) 명령 전용 에러
- dr\_adc\_analyze\_echo()에서 에코 피크가 threshold 미만인 경우 반환
- maa/mbb 경로에서는 에코 분석(dr\_adc\_analyze\_echo)을 수행하지 않고 raw 데이터를 그대로 앱에 전송하므로 발생하지 않음(앱에서 baseline, peak 등 분석)

코드 경로

```
dr_adc121s051.c - dr_adc_analyze_echo()
```

4. 에러 코드 요약

발생 가능한 에러

코드	의미	발생 가능성	측정	비고
0xFFFE	측정 중복 요청	높음	X	이전 측정은 계속 진행
0xFF01	SPI 하드웨어 실패	없음	X	raa: 2회 전송 주의
0xFF02	파라미터 이상	없음	X	추후 샘플 수 고정 예정
0xFF03	에코 신호 없음	없음	X	단일측정 전용