

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

개요 (Overview)

NSE100은 2채널 뇌파를 측정할 수 있는 능동 센서이다. 센서는 이마 양쪽에 부착되는 두 측정 전극(Active)과 기준 전극(REF) 그리고 접지 전극(GND) 등 총 네 개의 전극을 구비하고 있다.

측정 전극은 은(silver)으로 구성된 전도성 실로 원형으로 박음질한 것으로 두 전극의 중심 사이의 거리가 6cm이다. 그리고 기준 전극과 접지 전극은 금 도금된 금속으로 이루어져 있으며 집게형 틀에 고정되어 피검자 오른쪽 귓볼에 물리도록 구성되어 있다.

두 개의 측정 전극과 하나의 기준 전극은 고임피던스 임피던스를 지닌 초단 버퍼 증폭기의 입력단에 연결되어 있다. 접지 전극은 초단 증폭 회로의 전원 접지에 연결되어 있어 센서의 기준 전위와 인체의 기준 전위를 일치시키는 역할을 수행한다.

센서는 접지 전극을 제외한 나머지 세 전극에 의한 측정 전위를 출력한다. 실제 뇌파 신호는 기준 전극(REF)과 각 측정 전극(Active) 사이의 차동 증폭 및 신호 처리로 얻는다. 초단 버퍼 증폭 회로는 측정 및 기준 전극에서 비롯된 생체 전기 신호원의 고임피던스 값을 저 임피던스 증폭기 출력 값으로 임피던스 변환을 수행한다.

센서 구동을 위해 최대 $\pm 12V$ 의 양전원을 인가할 수 있다.



[뇌파 센서 외형]



[머리에 센서를 장착한 모습]

기능 & 주요특징 (Functions & Key Features)

- 기능

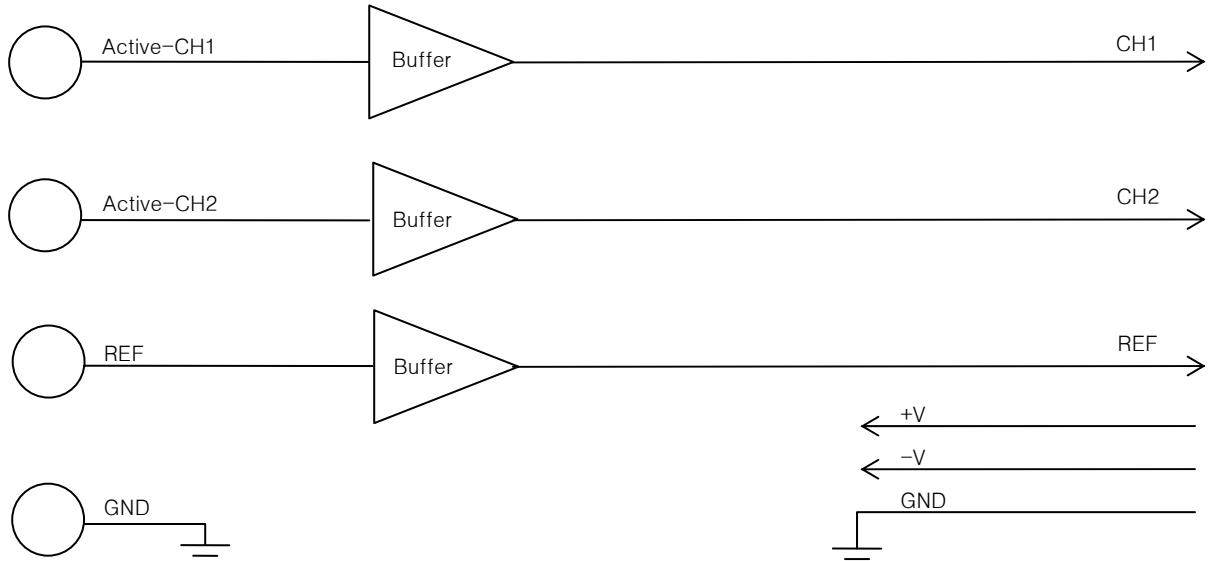
- 머리에 착용할 수 있는 밴드 구조를 지닌 2채널 뇌파 측정용 능동 센서이다.
- 좌우 이마 양쪽에 접촉되는 2개의 측정 전극(Active)과 오른쪽 귓볼에 장착할 수 있는 집게 구조에 구비된 기준 전극(REF) 및 접지 전극(GND)을 포함하고 있다.
- 두 측정 전극은 은(silver)으로 처리된 전도성 실로 원형으로 재봉하여 제작된 것으로 전해질을 바르지 않아도 뇌파 측정이 가능하며, 장시간 센서 착용 시에도 피검자에게 통증을 유발하지 않는다. 집게 구조물에 부착된 기준 전극과 접지 전극은 금도금된 금속으로 이루어져 있으며 역시 전해질을 바르지 않아도 뇌파 측정이 가능하다.
- 두 측정 전극(Active)과 하나의 기준 전극(REF)은 센서에 구비된 초단 버퍼 증폭 회로에 연결되어 고임피던스 신호원에서 생체 전기 신호를 검출하여 저 임피던스의 신호로 출력된다. 각 전극에 연결된 초단 증폭 회로는 임피던스 변환역할을 수행한다.
- 센서는 최대 $\pm 12V$, 최소 $\pm 2.5V$ 의 양전원으로 구동될 수 있다.

- 주요특징

- 전해질(전극 페이스트[전극풀])을 필요로하지 않음.
- 측정 전극이 부드러운 섬유재질로 되어 있어 장시간 측정 시 통증을 유발하지 않음.
- 이마 2채널, 귓볼 기준 전극 방식
- 빠른 측정 셋팅 가능
- $\pm 2.5V \sim \pm 12V$ 의 넓은 구동 전압 범위를 갖는 능동 뇌파 측정 센서
- 과학기술부 뇌연구프론티어사업의 개발 결과물

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

블록도(Block Diagram)



기능 블록도

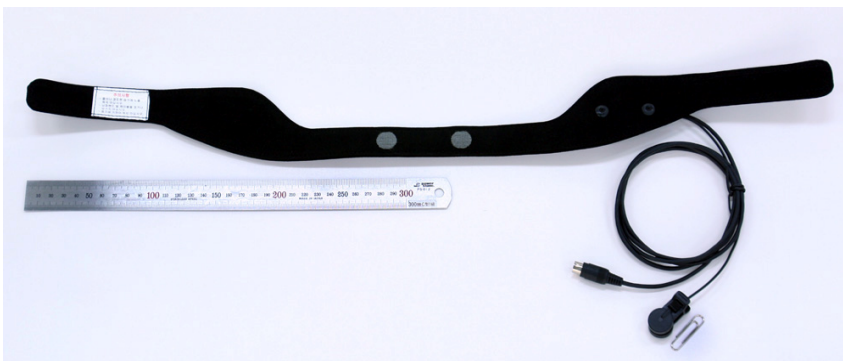
작동원리(Principle of Operation)

- 뇌파는 뇌 신경 세포(뉴런)의 활동에 의한 생체 전기 신호이다. 그 전기 신호는 머리 표면의 서로 다른 두 지점의 전위 차로 계측할 수 있다. 뇌파 검출은 기본적으로 신호원의 임피던스가 매우 큰 전압(voltage) 측정과 동등하다.
- 정확한 신호 크기 검출을 위해 측정 증폭기의 입력 임피던스를 키우든지 신호원의 임피던스를 낮춰야 한다. 전해질을 사용하여 전극의 피부접촉 저항을 낮추는 방식이 후자라면 초단 증폭 회로의 입력 임피던스를 높이는 본 센서 구성은 전자에 속한다. 전해질을 사용하지 않더라도 전극과 직결된 초단 증폭 회로의 입력 임피던스가 충분히 높다면 측정 신호 손실은 무시할 수 있다.
- 초단 증폭 회로의 구성으로 인해 신호 주파수에 따른 회로의 입력 임피던스는 $R_0 \sqrt{4 + \left(\frac{f}{f_0}\right)^2}$ 으로 주어진다. 초단 회로는 10Hz 신호에 대해 대략 1GΩ의 입력 임피던스를 갖도록 R₀와 f₀가 설정된 상태이다.
- 개별 전극에 구비된 초단 증폭 회로에 의해 임피던스가 변환되었을 지라도 뇌파 검출을 위해 후단에 REF에 대한 각 입력 채널(Active-CH1,2)의 차동 증폭 회로는 구성하여야 한다.
- 본 센서를 이용하여 안전한 뇌파 계측 시스템을 구성하기 위해서는 전원과 신호의 전기적 절연이 요구된다.

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

사양 (Specification)

항목	내용	값	단위	비고
Vs	구동 전압(센서 입력 전원)	$\pm 2.5 \sim \pm 12$	V	DC 양전원
Is	공급 전류	9	mA	@ $\pm 12V$
Zin	각 전극(Active, REF)입력 임피던스	1	GΩ	@10Hz; 이론적 추정
G	초단 증폭 회로 이득	1	-	신호 증폭 기능은 없음.
Lc	센서 도선 길이	1.4	m	밴드에서 커넥터까지의 길이
D	측정 전극 직경	16	mm	은(silver) 처리된 실로 재봉한 것
De	측정 전극 사의 거리	6	cm	전극 중앙 사이의 거리
W	밴드 길이	64	cm	밴드 양끝 단 거리
전극 재질	측정 전극의 재질	은 전도성 실	-	측정 시 이마 통증을 없애줌
	기준 및 접지 전극의 재질	금도금 금속	-	금도금으로 피부 거부 반응을 없앴
무게	밴드 만의 무게	35	g	밴드 착용 시 무게 감이 거의 없음
	밴드와 도선 전체의 무게	75	-	-
Topr	동작 온도	15 ~ 40	°C	실온 실내 환경에 적합
Tstg	운송 및 보관 온도	-30 ~ 70	°C	-



밴드 전체 모습



집게 전극 부

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

사용법 (Applications)

머리에 센서 착용

[주의 사항1] 밴드 센서를 머리에 착용할 때 머리가 팽 끼지 않도록 주의해야 함. 장 시간 착용 시 통증을 유발할 수 있음.

[주의 사항2] 측정 전극이 이마에 올바르게 부착될 수 있도록 이마를 머리카락이 가리지 않게 한 후 밴드를 착용함.

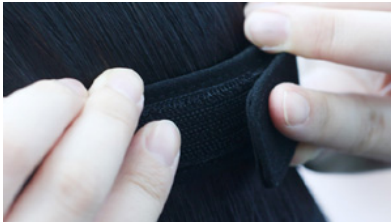
[주의 사항3] 측정 전극 부착되는 이마는 화장되지 않은 상태여야 하며, 기준 및 접지 전극이 구비된 집게 전극이 장착되는 오른쪽 귓볼에는 귀걸이가 없어야 한다. 귓볼의 귀걸이를 제거할 수 없으면, 전극 접촉 면적이 가장 넓은 귓바퀴 어딘가에 장착한다.



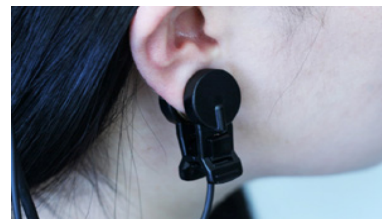
[1]-착용 전 밴드 센서 잡는 법



[2]-이마에 부착한 모습



[3]-벨크로를 이용한 밴드 고정 상태



[4]-집게 전극을 오른쪽 귓볼에 장착한 모습



[밴드 센서의 측정 전극 부위가 이마에 부착된 모습]



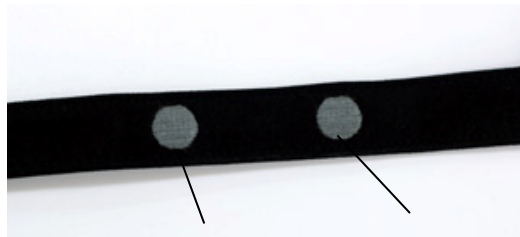
[밴드 센서를 올바르게 착용한 모습]

[밴드 센서 착용 순서 및 올바른 착용 예]

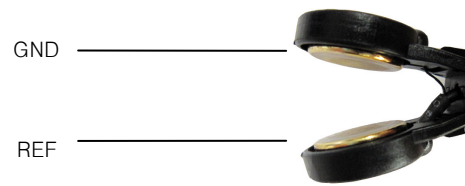
밴드형 실버 뇌파센서
(초단회로 내장)

결선

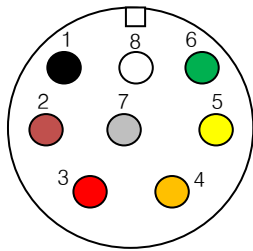
본 밴드 센서는 편편브레인(TM, 뉴로메디) 2채널 뇌파 측정 시스템의 일부로서 교체 가능한 구성 요소이다. 밴드 센서에 이상이 있을 경우 본 센서를 구입하여 장치 본체에 바로 연결하여 사용할 수 있다. 또한, 필요할 경우 자체적인 2채널 뇌파 측정 시스템을 구성할 수도 있을 것이다. 이를 위해 다음의 결선 정보를 제공한다.



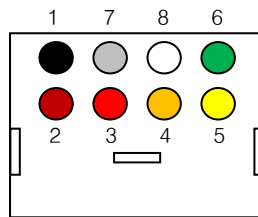
Active-CH1(왼쪽 이마) Active-CH2(오른쪽 이마)



[밴드 센서에서 측정 전극과 집계 전극 할당]



센서 커넥터 핀 배치-정면보기



대응하는 커넥터(PCB)-바닥면보기

[센서 커넥터 및 대응하는 PCB 커넥터 결선 정보]

핀번호	색깔	신호 할당
1	검정	GND
2	갈색	NA
3	빨강	NA
4	주황	+V
5	노랑	-V
6	초록	CH2
7	회색	CH1
8	하양	REF

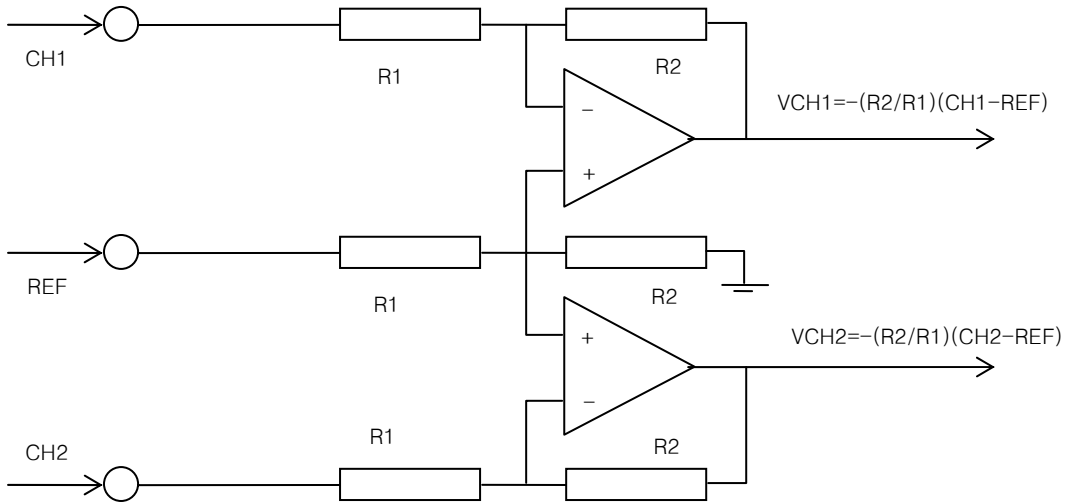


[편편 브레인 본체 연결 예시]

밴드형 실버 뇌파센서
(초단회로 내장)

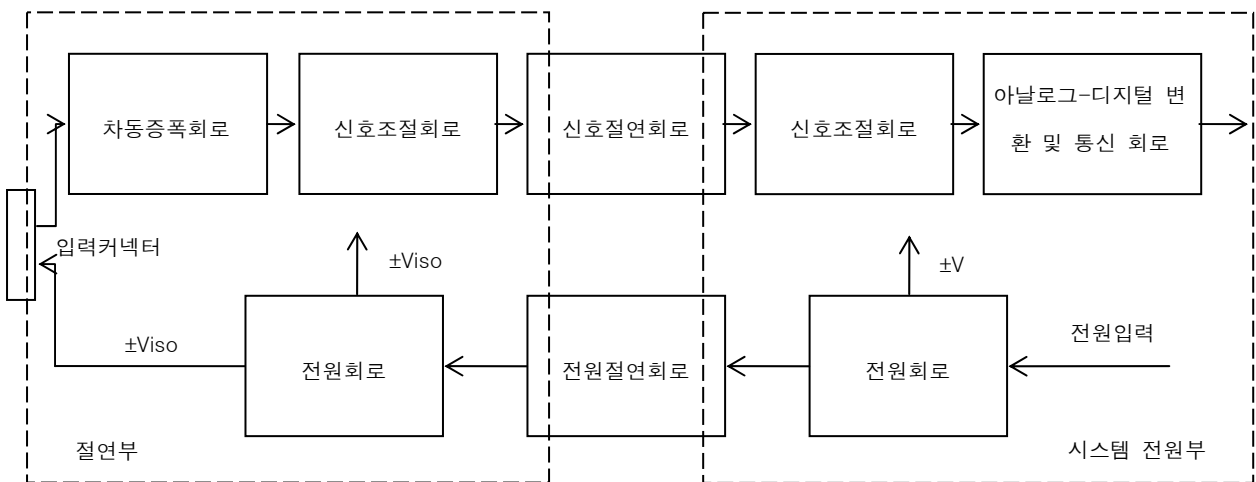
센서 신호처리회로 구성과 출력 파형

본 센서 출력 신호를 활용하기 위한 2채널 차동 증폭기의 간단한 회로는 다음 그림과 같다.



[밴드 센서 출력에서 2채널 뇌파 신호를 얻는 차동 증폭 회로 예 : 밴드센서는 아주 낮은 임피던스로 출력 신호를 제공한다. 각 출력 신호는 임피던스 불균형 없이 차동 증폭 회로에 인가되어 기준 전극(REF)에 대한 이마의 측정 전극(Active)에서 얻은 신호를 차동 증폭으로 획득한다. 차동 증폭기 출력은 엄밀히 말해 측정 전극에 대해서 반전(-) 증폭으로 제공된다. 밴드 센서 출력에 존재하는 공통 모드 신호(주로 60Hz 전원 잡음)를 효과적으로 제거하기 위해서는 R1, R2가 개별적으로 아주 정밀한 값을 가져야 한다.]

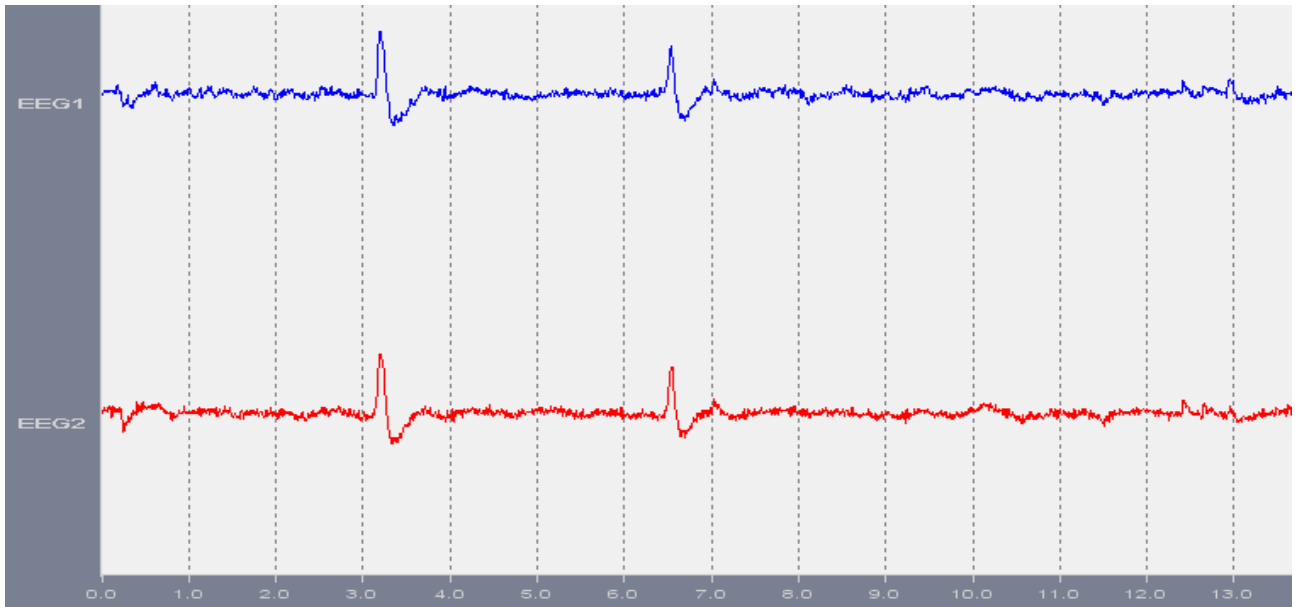
완전한 뇌파 측정 시스템을 구성하기 위한 간단한 구성도는 아래 그림과 같다.



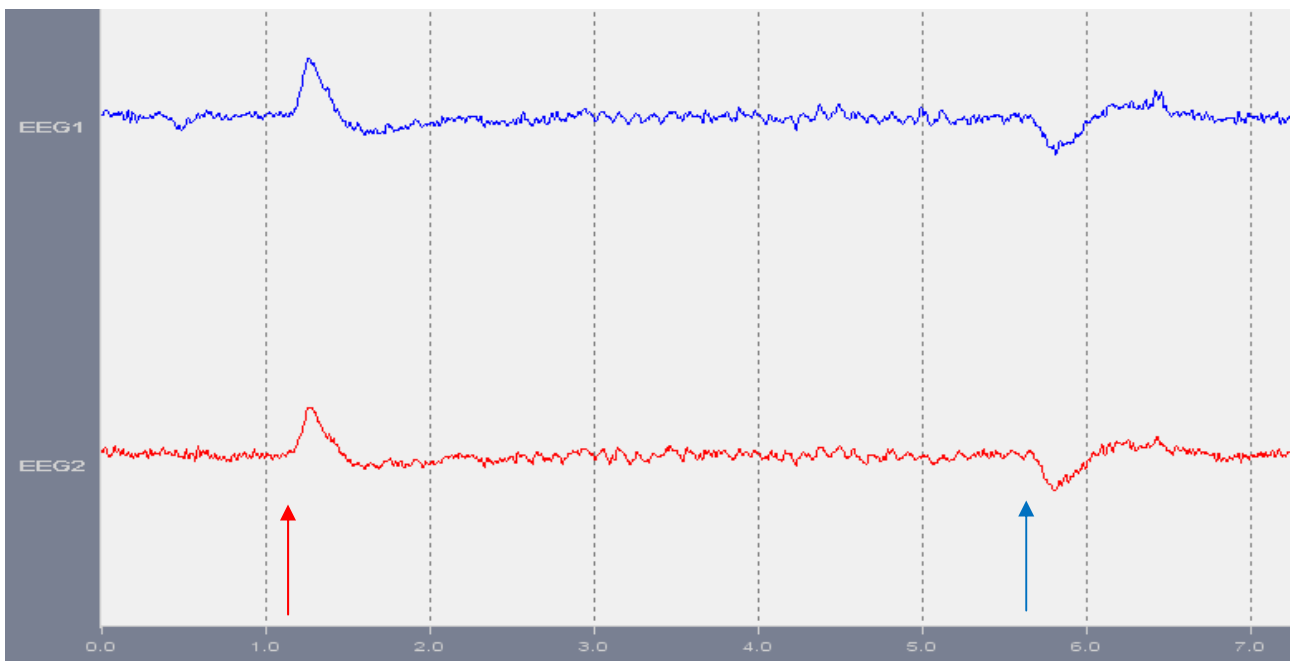
[밴드 센서를 사용한 2채널 뇌파 시스템 구성 예 : 입력커넥터에서 밴드 센서를 연결한다.]

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

2채널 뇌파 측정 시스템을 구현하여 밴드 센서로 얻은 파형이 아래와 같다.



[밴드 센서 착용으로 얻은 2채널 뇌파 신호. 화살표 지점은 눈깜박임 발생지점. 눈깜박임은 안전도(EOG) 신호를 유발한다.]

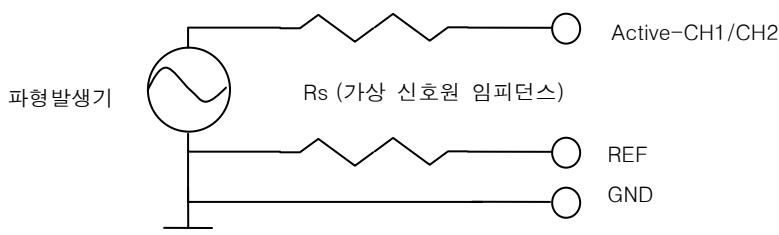


[밴드 센서 착용으로 얻은 알파파(α -wave) 신호. 눈 감은 시점(빨간색 화살표)에서 눈 뜬 시점(파란색 화살표) 사이에 규칙적으로 나타나는 파형이 8~13Hz 대역의 알파파 신호이다. 장치의 신호 통과 대역은 2~45Hz (-3dB)이다.]

밴드형 실버 뇌파센서 (초단회로 내장)

사용 주의 사항 및 기타 정보

- 이미 표면 상태에 관한 주의 사항 : 올바른 신호 계측을 위해서는 이마와 오른쪽 귓볼의 표면을 깨끗하게 유지해야 한다. 피부 표면에 색조 화장을 하지 않아야 하며 귓볼에는 귀고리를 하지 않는 것이 바람직하다.
- 밴드 착용에 관한 주의 사항 : 측정 전극이 이마에 올바르게 접촉되도록 위치시키고 장시간 착용에 따른 고통이 따르지 않도록 머리를 너무 쪼이지 않게 착용한다.
- 밴드 취급에 관한 주의 사항 : 측정 전극과 기준 및 접지 전극이 물기에 노출되지 않도록 주의한다. 피부에 땀이 많은 경우에는 땀을 제거한 후 착용한다. 적당한 피부 습기는 측정에 도움이 될 수 있으나, 너무 많은 땀은 전극 부를 오염시켜 측정 불량을 초래할 수 있다. 장기적으로 전극 부의 오염은 밴드 센서 자체를 사용하지 못하게 할 수 있다. 또한, 밴드를 심하게 구부리는 것도 내부 단선을 초래하여 밴드 고장의 원인이 될 수 있으므로 취급 시 주의해야 한다.
- 집게 전극 부 취급에 관한 주의 사항 : 사용하지 않을 경우에는 집게 사이에 이물질들을 넣지 않아야 한다. 장시간 집게 아가리를 벌려 두면 플라스틱 판 스프링의 탄성이 약해져 귓볼 착용 시 전극이 올바르게 부착되지 못해 밴드 센서 사용 불능을 초래할 수 있다.
- 집게 도선 취급에 관한 주의 사항 : 귓볼에서 집게를 제거할 경우에는 집게 도선을 잡아 당기지 말고 집게를 눌러 귓볼에서 떼어낸다. 반복적으로 집게 도선을 잡아 당기면 연결 도선이 끊어질 수 있어 센서 고장의 원인이 될 수 있다.
- 연결 도선 취급에 관한 주의 사항 : 밴드 센서의 커넥터 부와 밴드 연결 부는 사용 중 심하게 구부리지 않아야 한다. 특히 커넥터 부는 장치 본체 연결/해제 시 반드시 커넥터 몸체를 잡고 연결/해제해야 한다.
- 피부 거부 반응에 대한 주의 사항 : 금도금 금속의 피부 알레르기 반응이 있는 피검자는 사용에 주의해야 한다.
- 커넥터 정보 : 밴드 센서 커넥터에 대응하는 커넥터는 락싸 온라인숍(<http://www.laxtha-eshop.kr>)에서 구입 가능(제품 ID=LAX-DIN-001J)하며 부품 전문 업체 digikey에서도 구입 가능(CP-2490-ND, 275-1045-ND, 275-1051-ND)하다.
- 밴드 센서 색상에 관한 정보 : 현재 밴드 센서는 검정색 한 가지 색상을 제공하며, 실제 제품의 색상은 사진과 조금 다를 수 있다.
- 밴드 센서를 사용할 수 있는 상용 장비 : 편편브레인(제조사 뉴로메디) 등.
- 신호 결선 정보 : 밴드 센서에 신호를 인가할 경우 다음 그림과 같이 결선하여 제공한다.



[전극 접촉에 따른 신호원 임피던스를 고려하려면 R_s 에 대응하는 임피던스 값을 갖는 저항을 삽입한다. 단순한 신호 확인용으로 사용하는 대부분의 경우, $R_s=0$ 로 둔다.]