



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0067128
(43) 공개일자 2023년05월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 5/12 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
H04R 9/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 5/123 (2013.01)
A61B 5/4884 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0152891
(22) 출원일자 2021년11월09일
심사청구일자 2021년11월09일

(71) 출원인
한림대학교 산학협력단
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교(옥천동)
(72) 발명자
이효정
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교 의과대학 이비인후과
심이슬
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교 의과대학 뇌인지용합의학연구소
김자희
강원도 춘천시 한림대학길 1, 한림대학교 의과대학 이비인후과
(74) 대리인
특허법인 티앤아이

전체 청구항 수 : 총 14 항

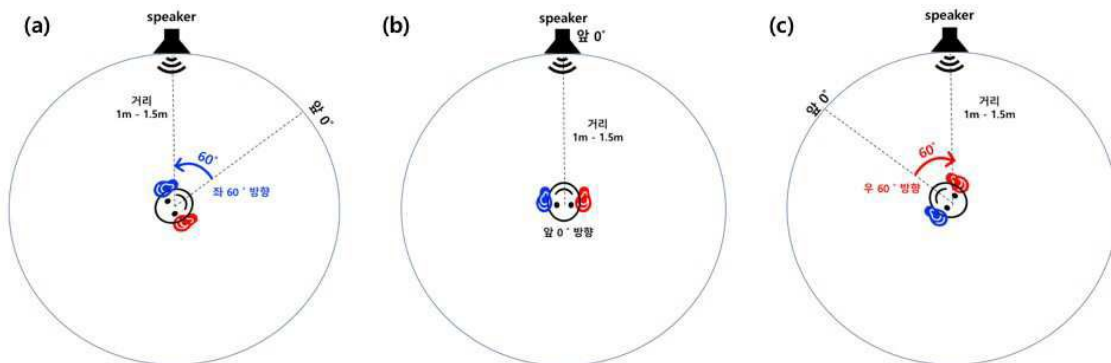
(54) 발명의 명칭 소리방향성 분별능 검사시스템 및 검사방법

(57) 요약

본 발명은 소리방향성 분별능 검사시스템 및 검사방법에 관한 것이다. 상기 시스템은, 피험자의 귀 모양을 갖는 인체 모형의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생하는 스피커; 상기 인체 모형 또는 상기 피험자의 양쪽 귀에 각각 착용되

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



어 상기 스피커로부터 수신되는 상기 복수회의 검사음을 획득하는 마이크로폰- 상기 마이크로폰은 상기 검사음을 상기 인체 모형과 상기 스피커 사이에서, 또는 회전하는 상기 피험자와 상기 스피커 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득함 -; 상기 복수의 설정 각도별로 상기 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 상기 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 검사음 재생부; 및 상기 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 상기 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 반응정보 판단부를 포함하며, 상기 마이크로폰은 상기 피험자에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득할 수 있다.

(52) CPC특허분류

A61B 5/7405 (2013.01)

A61B 5/7445 (2013.01)

A61B 5/7475 (2013.01)

H04R 9/08 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109943
과제번호	2019R1A2B5B01070129
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중견연구후속지원사업
연구과제명	소리방향성 분별능 향상을 위한 청각두뇌의 개인화 휴대용 재활도구의 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한림대학교
연구기간	2019.06.01 ~ 2022.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

피험자의 귀 모양을 갖는 인체 모형의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생하는 스피커;

상기 인체 모형 또는 상기 피험자의 양쪽 귀에 각각 착용되어 상기 스피커로부터 수신되는 상기 복수회의 검사음을 획득하는 마이크로폰- 상기 마이크로폰은 상기 검사음을 상기 인체 모형과 상기 스피커 사이에서, 또는 회전하는 상기 피험자와 상기 스피커 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득함 -;

상기 복수의 설정 각도별로 상기 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 상기 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 검사음 재생부; 및

상기 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 상기 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 반응정보 판단부를 포함하며,

상기 마이크로폰은 상기 피험자에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 피험자에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택하는 레벨 조절부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 레벨 조절부는 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택하는 횟수에 따라 레벨을 조절하고, 상기 레벨이 높을수록 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도의 수가 더 많아지도록 조절하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 검사음 재생부는 상기 레벨 조절부가 설정한 상기 각도에 해당하는 상기 검사음을 상기 피험자에게 복수회 재생하여, 상기 피험자가 검사음의 재생 방향을 사전에 확인할 수 있도록 하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 피험자가 정반응 시각 목표를 선택한 경우, 상기 피험자에게 시각적 자극을 제공하는 시각적 반응 제공부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 6

제3항에 있어서,

상기 검사음 재생부는 상기 각 레벨에서, 주변 환경에 노출된 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도별로 서로 다른 크기의 신호 대 잡음비를 갖는 복수개의 검사음을 재생하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 레벨 조절부는 n번째 레벨에서 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택한 빈도가 사전에 정해진 확률 이상인 경우, n+1번째 레벨로 레벨을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,

스피커, 마이크로폰, 검사음 재생부, 및 반응정보 판단부를 포함하는 소리방향성 분별능 검사시스템에 의해 수행되는, 소리방향성 분별능 검사방법으로서,

- (a) 상기 스피커가 피험자의 귀 모양을 갖는 인체 모형의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생시키는 단계;
- (b) 상기 마이크로폰이 상기 인체 모형 또는 피험자의 양쪽 귀에 각각 착용되어 상기 스피커로부터 수신되는 상기 복수회의 검사음을 획득하는 단계- 상기 마이크로폰은 상기 검사음을 상기 인체 모형과 상기 스피커 사이에서, 또는 회전하는 상기 피험자의 일측 귀와 상기 스피커 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득함 -;
- (c) 상기 검사음 재생부가 상기 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 상기 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 단계; 및
- (d) 상기 반응정보 판단부가 상기 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 상기 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 단계를 포함하며,

상기 마이크로폰은 상기 피험자에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 소리방향성 분별능 검사시스템은 레벨 조절부를 더 포함하며,

상기 (d) 단계 이후,

- (e) 상기 레벨 조절부가 상기 피험자에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 (e) 단계는, 상기 레벨 조절부가 상기 정반응 시간 목표를 선택하는 횟수에 따라 레벨을 조절하는 단계를 포함하는- 상기 레벨이 높을수록 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도의 수가 더 많아지도록 조절됨 - 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 (c) 단계는, 상기 검사음 재생부가 상기 (b) 단계에서 설정된 상기 각도에 해당하는 상기 검사음을 상기 피험자에게 복수회 재생하여, 상기 피험자가 검사음의 재생 방향을 사전에 확인할 수 있도록 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 소리방향성 분별능 검사시스템은 시각적 반응 제공부를 더 포함하며,

상기 (d) 단계와 상기 (e) 단계 사이에,

상기 피험자가 정반응 시각 목표를 선택한 경우, 상기 시각적 반응 제공부가 상기 피험자에게 시각적 자극을 제공하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 (b) 단계에서, 상기 검사음 재생부는 상기 각 레벨에서, 주변 환경에 노출된 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도별로 서로 다른 크기의 신호 대 잡음비를 갖는 복수개의 검사음을 재생하는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 (e) 단계는, n번째 레벨에서 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택한 빈도가 사전에 정해진 확률 이상인 경우, n+1번째 레벨로 레벨을 상승시키는 것을 특징으로 하는, 소리방향성 분별능 검사방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 가상현실(Virtual Reality) 또는 증강현실(Augmented Reality)을 이용하여 개인별 소리방향성 분별능을 평가하는, 소리방향성 분별능 검사시스템 및 검사방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래 사용중인 소리방향성 분별능 검사는 방문 검사이며, 소리방향성 분별능 검사 중 하나인 다수의 스피커를 이용하여 검사하는 방법은, 여러 스피커가 피검자를 기준으로 서로 다른 방향에 배치되어 진행된다. 이 검사를 진행하기 위해서는 다수의 스피커가 필수적으로 필요하며, 각도에 따라 스피커 개수가 정해진다. 또한, 이 검사 진행을 위해서는 스피커와 피검자 사이의 거리를 최소 1미터 이상 유지해야 하므로 상당한 크기의 방음 부스가 필요하다. 따라서, 이 검사 방법은 임상에서 필수적으로 진행해야 할 청각검사방법 중 하나임에도 불구하고, 시간, 공간, 및 장비의 제약으로 인해 표준화된 검사로서 사용하기에는 어려움이 있다.

[0003] 소리방향성 분별능이 특히 떨어지는 비대칭성 난청의 경우, 양측 청각이 정상인 경우 사용하는 소리방향성 정보와는 다른 정보가 필요하므로 개인화된 자극음을 사용하여 검사가 진행될 필요가 있다. 정상 청력과 같이 양측 청각이 대칭적인 경우 소리방향성 정보는 음원이 양쪽 귀에 도달할 때, 양측 귀에 도달하는 시간차와 도달하는 소리의 강도차가 결정된다. 그러나, 양측 청각이 비대칭적인 경우 이러한 양이간 시간차(ITD)/강도차(ILD) 정보가 왜곡되므로 제3의 소리방향성 정보인 스펙트럼 단서(spectral cue)가 결정적으로 사용되어야 한다. 스펙트럼 정보는 이개와 외이도, 상체와 머리에 의해 반사되는 소리의 특징으로, 사람의 신체가 개인별로 다르기 때문에 스펙트럼 정보 또한 개인별로 다를 수밖에 없다. 이러한 비대칭성 난청의 경우, 개인별로 다른 스펙트럼 정보를 추출한 음원을 활용하여야만 정확한 소리방향성 분별능 검사가 이루어질 수 있으며, 실제 임상에서 개인화된 음원을 사용한 비대칭성 난청환자의 소리방향성 검사 방법은 부재한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 가상현실 및 증강현실 기술로 공간적 제약 없이, 개인별 녹음 음원의 음향적 처리를 통해 제작된 개인화 음원을 사용하여 소리의 위치를 파악하는 소리방향분별능을 평가하는, 소리방향성 분별능 검사시스템 및 검사방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 위와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명의 제1 측면은 소리방향성 분별능 검사시스템에 관한 것이다. 상기 시스템은, 피험자의 귀 모양을 갖는 인체 모형의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생하는 스피커; 상기 인체 모형 또는 상기 피험자의 양쪽 귀에 각각 착용되어 상기 스피커로부터 수신되는 상기 복수회의 검사음을 획득하는 마이크 로폰- 상기 마이크로폰은 상기 검사음을 상기 인체 모형과 상기 스피커 사이에서, 또는 회전하는 상기 피험자와 상기 스피커 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득함 -; 상기 복수의 설정 각도별로 상기 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 상기 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 검사음 재생부; 및 상기 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 상기 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 반응정보 판단부를 포함하며, 상기 마이크로폰은 상기 피험자에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득할 수 있다.

[0006] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 피험자에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택하는 레벨 조절부를 더 포함할 수 있다.

[0007] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 레벨 조절부는 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택하는 횟수에 따라 레벨을 조절하고, 상기 레벨이 높을수록 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도의 수가 더 많아지도록 조절할 수 있다.

[0008] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 검사음 재생부는 상기 레벨 조절부가 설정한 상기 각도에 해당하는 상기 검사음을 상기 피험자에게 복수회 재생하여, 상기 피험자가 검사음의 재생 방향을 사전에 확인할 수 있도록 할 수 있다.

[0009] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 피험자가 정반응 시각 목표를 선택한 경우, 상기 피험자에게 시각적 자극을 제공하는 시각적 반응 제공부를 더 포함할 수 있다.

[0010] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 검사음 재생부는 상기 각 레벨에서, 주변 환경에 노출된 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도별로 서로 다른 크기의 신호 대 잡음비를 갖는 복수개의 검사음을 재생할 수 있다.

[0011] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 레벨 조절부는 n번째 레벨에서 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택한 빈도가 사전에 정해진 확률 이상인 경우, n+1번째 레벨로 레벨을 상승시킬 수 있다.

[0012] 본 발명의 제2 측면은 소리방향성 분별능 검사방법에 관한 것이다. 상기 방법은, 스피커, 마이크로폰, 검사음 재생부, 및 반응정보 판단부를 포함하는 소리방향성 분별능 검사시스템에 의해 수행되는, 소리방향성 분별능 검사방법으로서, (a) 상기 스피커가 피험자의 귀 모양을 갖는 인체 모형의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생시키는 단계; (b) 상기 마이크로폰이 상기 인체 모형 또는 피험자의 양쪽 귀에 각각 착용되어 상기 스피커로부터 수신

되는 상기 복수회의 검사음을 획득하는 단계- 상기 마이크로폰은 상기 검사음을 상기 인체 모형과 상기 스피커 사이에서, 또는 회전하는 상기 피험자의 일측 귀와 상기 스피커 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득함 -; (c) 상기 검사음 재생부가 상기 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 상기 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 단계; 및 (d) 상기 반응정보 판단부가 상기 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 상기 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 단계를 포함하며, 상기 마이크로폰은 상기 피험자에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득할 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 소리방향성 분별능 검사시스템은 레벨 조절부를 더 포함하며, 상기 (d) 단계 이후, (e) 상기 레벨 조절부가 상기 피험자에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 (e) 단계는, 상기 레벨 조절부가 상기 정반응 시간 목표를 선택하는 횟수에 따라 레벨을 조절하는 단계를 포함할- 상기 레벨이 높을수록 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도의 수가 더 많아지도록 조절됨 - 수 있다.

[0015] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 (c) 단계는, 상기 검사음 재생부가 상기 (b) 단계에서 설정된 상기 각도에 해당하는 상기 검사음을 상기 피험자에게 복수회 재생하여, 상기 피험자가 검사음의 재생 방향을 사전에 확인할 수 있도록 하는 단계를 포함할 수 있다.

[0016] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 소리방향성 분별능 검사시스템은 시각적 반응 제공부를 더 포함하며, 상기 (d) 단계와 상기 (e) 단계 사이에, 상기 피험자가 정반응 시각 목표를 선택한 경우, 상기 시각적 반응 제공부가 상기 피험자에게 시각적 자극을 제공하는 단계를 포함할 수 있다.

[0017] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 (b) 단계에서, 상기 검사음 재생부는 상기 각 레벨에서, 주변 환경에 노출된 상기 피험자에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도별로 서로 다른 크기의 신호 대 잡음비를 갖는 복수개의 검사음을 재생할 수 있다.

[0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 (e) 단계는, n번째 레벨에서 상기 피험자가 상기 정반응 시각 목표를 선택한 빈도가 사전에 정해진 확률 이상인 경우, n+1번째 레벨로 레벨을 상승시킬 수 있다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 기존에 임상에서 사용되는 방식인 음장에서 다수의 스피커를 통해 검사하는 방법에서 벗어나, 개인별 양이청 녹음을 통해 획득한 개인화된 소리방향성 음원을 VR 및 AR 기기의 헤드폰을 통해 제시함으로써, 공간적 제약에서 벗어나 기존 검사에 비해 간편하고 보다 정확한 소리방향성 분별능 검사를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사시스템의 각 구성을 나타낸 구성도이다.

도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 인체 모형을 사용한 소리방향성 검사음 녹음의 예시를 나타낸 도면이다.

도 3의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 개인화 소리방향성 검사음 녹음의 예시를 나타낸 평면도이다.

도 4의 (a), (b)는 각각 양이청 녹음을 위한 스테레오 마이크로폰 및 이를 갑개에 착용한 상태를 나타낸 도면이다.

도 5의 (a), (b)는 본 발명의 실시예들에 따른 양이청 녹음이 정확히 방향성 음원을 재현할 수 있는지를 실험적으로 관찰한 결과를 나타낸 도면이다.

도 6의 (a), (b)는 본 발명의 실시예에 따른 VR 기기 착용모습과 VR 검사프로그램을 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사방법의 각 단계를 나타낸 순서도이다.

도 8은 도 7의 각 단계 중, 검사음 발생 단계 및 검사음 획득 단계를 나타낸 순서도이다.

도 9는 본 발명에 따른 VR/AR 기기를 이용한 소리분별능 검사의 레벨별 음원 방향 제시 각도의 예시를 나타낸

표이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 피험자를 일상환경 소음에 노출시킨 상태에서 AR을 활용하여 검사를 진행하는 각 단계를 나타낸 순서도이다.

도 11은 본 발명의 실시예에 따른 AR을 사용한 소리분별능 검사의 레벨별 음원 방향 각도 및 음량 조절을 예시적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 내용을 설명한다. 그리고 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사시스템의 각 구성을 나타낸 구성도이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사시스템은 스피커(10), 마이크로폰(20), 검사음 재생부(30), 반응정보 판단부(40), 레벨 조절부(50), 및 시각적 반응 제공부(60)를 포함한다.
- [0025] 스피커(10)는 피험자(2)의 귀 모양을 갖는 인체 모형(1)의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자(2)의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생시킨다.
- [0026] 예를 들어, 인체 모형(1)의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 복수개의 스피커(10)가 배치되거나, 하나의 스피커(10)에 대하여 인체 모형(1)이 좌우로 정해진 각도 범위로 회전하도록 설계될 수 있다. 또는, 전방에 배치된 하나의 스피커(10)를 두고 피험자(2)가 회전하도록 설계될 수 있다.
- [0027] 인체 모형(1)의 예로는 GRAS사의 KEMAR(Knowles Electronics Manikin for Acoustic Research) 또는 B&K사의 HATS(Head and Torso Simulator) 등이 있다. 예를 들어, Kemar -45BA(GRAS Sound and Vibration)이 사용될 수 있다.
- [0028] 마이크로폰(20)은 인체 모형(1) 또는 피험자(2)의 양쪽 귀에 각각 착용되어 스피커(10)로부터 수신되는 복수회의 검사음을 획득한다. 마이크로폰(20)은 상기 검사음을 인체 모형(1)과 스피커(10) 사이에서, 또는 회전하는 피험자(2)의 일측 귀와 스피커(10) 사이에서 정해진 복수의 설정 각도별로 획득한다. 마이크로폰(20)의 예로는 양이녹음 마이크로폰(Sound professionals SP-TFB-2)이 사용될 수 있다. 마이크로폰(20)은 일반적인 PC와 같은 장치에 연결되어 녹음된 검사음 데이터를 저장하고, 이를 검사음 재생부(30)에 송신한다. 마이크로폰(20)은 피험자(2)에 따라 다르게 취득되는 소리방향성 정보를 취득할 수 있다.
- [0029] 검사음 재생부(30)는 상기 복수의 설정 각도별로 획득된 검사음들 중 적어도 일부를 피험자(2)에 대하여 상기 설정 각도별로 재생한다. 검사음 재생부(30)는 마이크로폰(20)으로부터 검사음 데이터를 수신하여, 수신된 검사음 데이터를 이용하여 적어도 일 이상의 검사음을 예를 들어 PC에 연결된 이어폰을 통해 피험자(2)에게 재생할 수 있다.
- [0030] 반응정보 판단부(40)는 피험자(2)에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표(3)(도 6 참조)를 제공하고, 피험자(2)가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단한다. 상세하게는, 예를 들어 PC에 연결된 VR(또는 AR) 장비를 통해 복수의 시각 목표가 피험자(2)에게 디스플레이되며, 피험자(2)는 검사음 재생부(30)가 재생하는 검사음을 듣고, 검사음의 방향이 어디인지를 판단하여 이에 해당하는 시각 목표(3)를 선택한다. 반응정보 판단부(40)는 피험자(2)에 의해 선택된 시각 목표(3)가 정반응 시각 목표인지를 판단할 수 있다.
- [0031] 레벨 조절부(50)는 피험자(2)에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택할 수 있다.
- [0032] 시각적 반응 제공부(60)는 피험자(2)가 정반응 시각 목표를 선택한 경우, 피험자(2)에게 시각적 자극을 제공할 수 있다.
- [0033] 레벨 조절부(50)와 시각적 반응 제공부(60)의 상세 구성은 후술한다.
- [0034] 도 2는 본 발명의 제1 실시예에 따른 인체 모형을 사용한 소리방향성 검사음 녹음의 예시를 나타낸 도면이다. 도 3의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 제2 실시예에 따른 개인화 소리방향성 검사음 녹음의 예시를 나타낸 평면도이

다. 도 4의 (a), (b)는 각각 양이청 녹음을 위한 스테레오 마이크로폰 및 이를 갑개에 착용한 상태를 나타낸 도면이다.

- [0035] 본 발명은 표준화된 기기를 통한 음원 제작 및 각 개인별 양이청 녹음을 통한 음원 제작을 수행하며, 본 발명에 따른 양이청 녹음 방법의 실시예는 세 가지로 다음과 같다.
- [0036] 첫째, 알려진 HRTF 공식을 사용하여 음원을 제작할 수 있다. 정상 청력인을 대상으로 “일반적인(generic) HRTF”로 제작한 음원을 사용하여 소리방향성 검사를 진행할 수 있다. 예를 들어, “일반적인 HRTF”로 제작한 음원을 사용하여 VR 검사를 진행할 수 있다. “일반적인 HRTF” 음원을 사용한 검사 진행 시, 소리방향에 대한 분별능의 향상이 나타나며, “일반적인 HRTF” 음원과 “개인화된(Individualized) HRTF” 음원 사용 비교 시, 정상 청력을 가진 피험자들에게는 소리방향성 분별에 대한 차이가 거의 없다. 따라서, 정상 청력을 가진 피험자들은 “일반적인 HRTF”를 적용하여 제작한 음원들을 사용할 수 있다.
- [0037] 둘째, 본 발명의 제1 실시예에 따른 표준 소리방향성 자극음을 녹음하기 위한 구성을 설명하면 다음과 같다.
- [0038] 도 2를 참조하면, 인체 모형(1)(예를 들어, 도 1에 도시된 Kemar -45BA(GRAS Sound and Vibration))를 이용하여 표준화된 귀 모형을 가진 인체 모형(1)의 양쪽 귀에 마이크로폰(2)을 부착하여 검사음을 녹음한다.
- [0039] 스피커(10)는 인체 모형(1)에 대해 (좌) -90° , -45° , -30° , -15° , (앞) 0° , (우) 15° , 30° , 45° , 60° , 90° 의 각도, 또는 그 외 다양한 방향으로 조합 배치될 수 있다. 두 개의 마이크로폰(20)(예를 들어, 도 3에 도시된 Sound professionals SP-TFB-2)은 인체 모형(1)의 양쪽 외이도 입구에 각각 고정되며 스피커(10)가 배치되는 여러 방향에 대한 음원을 녹음한다.
- [0040] 또는, 스피커 간 변수를 제어하기 위해, 인체 모형(1)을 스피커 각도에 맞춰 움직이면서 방향을 순차적으로 변경하며 녹음을 진행할 수 있다. 이에 따라, 한 개의 스피커로 여러 방향에 대한 자극음을 모두 획득할 수 있다.
- [0041] 셋째, 본 발명의 제2 실시예에 따른 개인화된 소리방향성 자극음을 녹음하기 위한 구성을 설명하면 다음과 같다.
- [0042] 2개의 마이크로폰(20)(예를 들어, 도 4에 도시된 Sound professionals SP-TFB-2)을 피험자의 양쪽 외이도 입구에 각각 고정하고 예를 들어 상술한 각도들에 해당하는 방향에 대한 검사음을 녹음한다. 스피커 간 변수를 제어하기 위해 1개의 스피커(10)만을 사용하여 피험자(2)가 회전하여 방향을 변경하면서 녹음을 진행한다.
- [0043] 도 4의 (a)는 본 발명에 사용되는 마이크로폰(20)의 예시로서 양이청 녹음에 사용되는 양이(binaural) 마이크로폰(Sound professionals SP-TFB-2)을 도시하며, 도 4의 (b)는 상기 양이 마이크로폰을 갑개에 착용하였을 때 피험자의 귀의 모양에 맞게 고정된 상태를 나타낸 도면이다. 이를 통해, 다양한 방향의 음원에서 제시되는 검사음을 보다 정확하게 녹음할 수 있다.
- [0044] 도 5의 (a), (b)는 본 발명의 실시예들에 따른 양이청 녹음이 정확히 방향성 음원을 재현할 수 있는지를 실험적으로 관찰한 결과를 나타낸 도면이다. 도 5의 (a)는 원음 wave 파일을 나타내며, 도 5의 (b)는 각도에 따라 양이에 녹음된 청각자극의 wave 파일을 나타낸다.
- [0045] 도 5의 (b)와 같이 스피커(10)의 각도에 따라 마이크로폰(20)에서 실제 녹음된 파형을 살펴보면, 인체 모형(1) 또는 피험자(2)에 대해 60° 에 위치한 스피커(10)는 우측 귀에 먼저 도달하기 때문에 우측 채널의 강도가 크게 녹음되었으며, -30° 에 위치한 스피커(10)는 좌측 귀에 먼저 도달하여 좌측 채널의 강도가 크게 녹음된 것을 확인할 수 있다. 이를 통해, 좌측과 우측의 두 개의 채널에서 육안으로 보이는 강도차와 시각차를 확인할 수 있어 본 발명의 상기 구성이 청능 재활 검사에 사용될 방향성 음원의 설계로 적합함을 알 수 있다.
- [0046] 이에 따라, 본 성능 검사에서는 개개인의 귀에 도달하는 음원을 직접 녹음한 검사음을 VR/AR 검사에 사용할 수 있으며, 이 방법은 특히 비대칭 난청 환자들에게 효용이 있다.
- [0047] 도 6의 (a), (b)는 본 발명의 실시예에 따른 VR 기기 착용모습과 VR 검사프로그램을 나타낸 도면이다.
- [0048] 도 6의 (a), (b)를 참조하여, 본 발명을 적용하기 위한 VR(또는 AR) 기기를 이용한 휴대용 검사도구의 설계를 상세하게 살펴보면 다음과 같다. 본 발명의 실시예에 따른 VR(또는 AR) 기기를 이용한 휴대용 검사도구 설계 구성을 설명하면 다음과 같다. 휴대용 검사도구 설계를 위한 사용기기로는, PC, PC 모니터, VR 기기(예: VIVE pro(HTC)) 또는 AR 기기, 이어폰이 사용될 수 있다.
- [0049] 건청인(정상청력인)과 일측성 난청환자를 포함한 전체 난청환자를 대상으로 한정된 부스 밖에서 공간적 제약을

극복할 수 있는 시청각 복합자극을 이용한 휴대용 검사도구인 VR(AR) 기기를 사용한 소리방향 분별능 재활 검사 도구를 설계한다.

- [0050] 본 검사에서 사용하는 청능검사 프로그램으로는, unity(Unity tech, 2019) 프로그램이 사용될 수 있으며, Steam(Valve cooperation, 2013) 소프트웨어를 통해 구동될 수 있다. 검사에서 사용하는 가상현실 기기로는 VIVE pro eye tracking(HTC)이 사용될 수 있다. 다만, VR 및 AR 기기는 기중에 상관없이 사용 가능하다.
- [0051] 또한, 본 검사에서 사용하는 자극 음원으로는, 건청인(정상청력인)의 경우, 표준화된 성인의 귀에서 녹음한 것과 동일한 인체 모형(1)을 이용한 양이청 음원을, 비대칭성 난청환자의 경우 피험자(2) 개인별 양이청 녹음을 통해 제작된 검사음이 사용될 수 있다.
- [0052] 도 7은 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사방법의 각 단계를 나타낸 순서도이다. 도 8은 도 7의 각 단계 중, 검사음 발생 단계 및 검사음 획득 단계를 나타낸 순서도이다.
- [0053] 도 7을 참조하면, 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사방법은 준비 단계(s1), 검사음 발생 단계(s10), 검사음 획득 단계(s20), 검사음 재생 단계(s30), 판단 단계(s40), 레벨 조절 단계(s50), 및 레벨별 검사음 재생 단계(s60)를 포함한다.
- [0054] 도 8을 참조하면, 준비 단계(s1)는 마이크로폰(20)을 인체 모형(1) 또는 피험자(2)의 외이도 입구에 장착하는 단계(s1-1)를 포함한다. 표준 소리방향성 검사음을 획득하기 위해 Kemar 인체 모형(1)이 사용될 수 있으며, 개인화 소리방향성 검사음을 획득하기 위해 피험자(2) 개별적으로 녹음이 수행될 수 있다.
- [0055] 검사음 발생 단계(s10)는 스피커(10)가 인체 모형(1)의 전방에 좌우로 정해진 각도 범위 내에 위치하도록 배치되거나, 또는 회전하는 피험자(2)의 전방에 배치되어 소리방향성 검사음을 복수회 발생시키는 단계이다. 스피커(10)는 인체 모형(1) 또는 피험자(2)에 대해 (좌) -90° , -45° , -30° , -15° , (앞) 0° , (우) 15° , 30° , 45° , 60° , 90° 의 각도, 또는 그 외 다양한 방향으로 검사음을 복수회 발생시킬 수 있다.
- [0056] 검사음 획득 단계(s20)는 마이크로폰(20)이 인체 모형(1) 또는 피험자(2)의 양쪽 귀에 각각 착용되어 스피커(10)로부터 수신되는 복수개의 검사음을 획득하는 단계이다. 마이크로폰(20)은 스피커(10)에 의해 발생하는 소리방향성 검사음을 녹음한다(s21). 녹음된 검사음은 공지된 음향 소프트웨어를 통한 음원처리 과정(s22)을 거친 후, 최종적인 소리방향성 검사음으로 생성된다(s23).
- [0057] 본 발명에 따른 소리방향성 분별능 검사방법은 피험자(2)가 검사 수준에 따른 레벨별로 검사를 진행할 수 있도록 하며, 검사는 먼저 레벨 1에서 시작한다. 각 레벨별로 획득한 검사음 중 어떠한 각도의 검사음이 재생되는지와, 재생되는 검사음의 수가 미리 정해진다. 레벨 조절부(50)는 최초 검사는 레벨 1부터 시작되도록 구성되고, 검사 진행 상황에 따라 각 검사에 적용되는 레벨을 조절할 수 있다.
- [0058] 검사음 재생 단계(s30)는 검사음 재생부(30)가 획득한 상기 검사음 중 적어도 일부를 피험자에 대하여 상기 설정 각도별로 재생하는 단계이다. 검사음 재생 단계(s30)는 검사음 사전 재생 단계(s31) 및 검사음 메인 재생 단계(s32)를 포함한다.
- [0059] 검사음 사전 재생 단계(s31)는 검사음 재생부(30)가 레벨 조절부(50)가 설정한 적어도 일 이상의 각도에 해당하는 검사음을 피험자(2)에게 복수회 재생하여, 피험자(2)가 검사음의 재생 방향을 사전에 확인할 수 있도록 한다. 상세하게는, 검사음 재생부(30)는 검사 전 각도별로 음원을 제시하여 VR/AR 환경에서의 소리방향에 익숙해지도록 할 수 있다. 예를 들어, 소리분별능 검사 세션 시작 전, 피험자(2)에게 각 단계에 해당하는 각도에서 나오는 소리를 각각 3회 내지 5회 들려주어 목표 소리방향에 대해 확인하도록 하며, 동시에 시각적 반응 제공부(60)가 시각적으로 피드백을 제공한다.
- [0060] 검사음 메인 재생 단계(s32)에서는 VR/AR 기기를 통한 메인 검사(실제 검사)에 들어가면 검사음 재생부(30)가 피험자(2)에게 각 각도별로 정해진 개수의 검사음을 무작위로 재생한다.
- [0061] 판단 단계(s40)는 반응정보 판단부(40)가 피험자에게 상기 설정 각도별로 복수의 시각 목표를 제공하고, 피험자가 상기 복수의 시각 목표 중, 상기 재생된 검사음의 설정 각도에 해당하는 정반응 시각 목표를 선택하였는지 여부를 판단하는 단계이다.
- [0062] 판단 단계(s40)에서는 피험자(2)가 상기 각각의 검사음에 대해 소리가 난다고 인지한 시각 목표에 반응하면, 반응정보 판단부(40)는 VR 컨트롤러(미도시)를 통해 피험자(2)의 반응을 체크한다.
- [0063] 그 다음, 시각적 자극 제공 단계(s45)가 수행된다. 시각적 자극 제공 단계(s45)는 피험자(2)가 정반응 시각 목

표를 선택한 경우, 시각적 반응 제공부(60)가 피험자(2)에게 시각적 자극을 제공하는 단계이다. 시각적 반응 제공부(60)는 VR/AR 기기의 디스플레이를 통해 피험자(2) 본인의 정반응 여부를 시각적 자극으로 제공하는데, 예를 들어 정반응을 보인 경우와 오류반응을 보인 경우 시각 목표의 색이 달라지도록 할 수 있다.

[0064] 도 9는 본 발명에 따른 VR/AR 기기를 이용한 소리분별능 검사의 레벨별 음원 방향 제시 각도의 예시를 나타낸 표이다.

[0065] 도 9를 참조하면, 레벨 조절 단계(s50)는 레벨 조절부(50)가 피험자에게 재생될 검사음의 설정 각도 중 적어도 하나 이상의 각도를 선택하는 단계이다. 레벨 조절부(50)는 피험자(2)가 정반응 시간 목표를 선택하는 횟수에 따라 레벨을 조절하고, 레벨이 높을수록 피험자(2)에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도의 수가 더 많아지도록 조절할 수 있다.

[0066] 레벨 조절부(50)는 n번째 레벨에서 피험자가 정반응 시각 목표를 선택한 빈도가 사전에 정해진 확률 이상인 경우, n+1번째 레벨로 상기 레벨을 상승시킬 수 있다. 상세하게는, VR/AR 기기를 이용한 소리분별능 검사는 난이도를 달리 하여 여러 단계로 수행될 수 있다. 레벨 조절 단계(s50)는 예를 들어 총 4개의 레벨로 구성되어, 가장 쉬운 레벨 1부터 시작하여 다음 레벨로 진행할 수 있다. 다음 레벨로의 진행은, 전 레벨에서의 검사 후 수행도 평가를 통해 정반응이 일정한 목표수준(예를 들어 70%)에 도달하면 다음 레벨의 검사로 이동한다. 반면, 수행도 평가 결과가 목표수준에 도달하지 못한 경우에는, 당해 레벨의 검사를 반복 수행한다.

[0067] 레벨별 검사음 재생 단계(s60)는 검사음 재생부(30)가 레벨 조절부(50)에 의해 설정된 각도에 따른 적어도 하나 이상의 검사음을 피험자에게 재생하는 단계이다. 레벨별 검사음 재생 단계(s60)에서는 레벨 조절 단계(s50)에서 조절된 레벨에 따른 검사음이 재생된다. 상술한 바와 같이, 각 레벨별로 획득된 검사음 중 어떠한 각도의 검사음이 재생되는지, 및 재생되는 검사음의 수가 미리 정해지며 레벨별로 정해진 검사음이 피험자(2)에게 재생된다.

[0068] 그 다음, 판단 단계(s40), 시각적 자극 제공 단계(s45), 레벨 조절 단계(50), 및 레벨별 검사음 재생 단계(s60)가 미리 정해진 횟수만큼 반복하여 수행된다.

[0069] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 피험자를 일상환경 소음에 노출시킨 상태에서 AR을 활용하여 검사를 진행하는 각 단계를 나타낸 순서도이다. 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 AR을 사용한 소리분별능 검사의 레벨별 음원 방향 각도 및 음량 조절을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[0070] 도 10 및 도 11을 참조하면, 레벨별 검사음 재생 단계(s60)는 상기 각 레벨에서, 검사음 재생부(30)가 주변 환경 소음에 노출된 피험자(2)에게 재생되는 상기 검사음의 설정 각도별로 서로 다른 크기의 신호 대 잡음비(SNR)를 갖는 복수개의 검사음을 재생할 수 있다.

[0071] 이를 위해, 준비 단계(s1)는 마이크로폰 장착 단계(s1-1), 검사 환경 선택 단계(s1-2), 및 신호 대 잡음비(SNR) 선택 단계(s1-3)를 포함할 수 있다.

[0072] 검사 환경 선택 단계(s1-2)에서는 피험자(2)가 검사 환경을 선택할 수 있으며, 예를 들어 학교, 카페, 지하철, 도서관 등의 다양한 주변 환경 중에서 특정 주변 환경을 선택할 수 있다. VR 기기는 피험자(2)가 선택한 주변 환경의 통상적인 소음을 피험자(2)에게 재생한다. AR 기기(또는 휴대폰 어플)를 사용한 검사는 피험자(2)를 다양한 일상환경(예: 버스, 정류장, 지하철, 카페, 식당, 학교 등)에 노출시켜 실제 일상에서 주어지는 소음 속에서 소리분별능 검사를 진행할 수 있도록 한다.

[0073] 신호 대 잡음비 선택 단계(s1-3)에서는 검사음 재생부(30)가 피험자(2)로부터 선택된 신호 대 잡음비 값을 수신할 수 있다. 피험자(2)는 예를 들어 -10dB, 0dB, +10dB와 같은 서로 다른 신호 대 잡음비 값 중 특정 신호 대 잡음비 값을 선택할 수 있다.

[0074] 그 다음, 검사음 발생 단계(s10), 검사음 획득 단계(s20), 검사음 재생 단계(s30), 판단 단계(s40), 레벨 조절 단계(s50), 레벨별 검사음 재생 단계(s60)가 수행된다.

[0075] 상세하게는, 이 실시예에 따른 AR 기기를 사용한 검사과정은 선행하는 실시예의 VR 기기를 사용한 검사과정과 유사한 과정으로 이루어지며(도 11 참조), 피험자(2)가 소리분별능 검사를 진행하고 싶은 일상생활 환경에 있을 때, 무작위로 각 방향별로 정해진 음원을 듣고 자극음에 대해 소리가 난다고 인지한 방향에 위치한 시각 목표에 반응하도록 한다. 또한, AR 기기(또는 휴대폰)를 사용하여 반응을 체크하고, 본인의 정반응 여부를 시각적 자극으로 제공한다.

[0076] 정반응을 보인 경우와 오류반응을 보인 경우, 시각 목표에 “0, X” 를 보여주어 시각적 피드백을 통해 피험자(2)가 자신의 수행에 대해 스스로 체크할 수 있도록 구성할 수 있다.

[0077] 이 실시예에 따른 AR 기기를 이용한 소리분별능 검사는 다양한 환경에서 여러 단계로 수행될 수 있으며, 주어지는 자극음의 음량 조절 및 소리가 들리는 방향의 개수를 통해 난이도를 조절할 수 있다. 예를 들어, 3개의 음량 조절(SNR을 사용하여, -10dB, 0dB, +10dB SNR)과 4개의 레벨로 구성된 검사음 방향 과제(소리방향이 주어지는 각도의 개수로 레벨 설정)을 사용하여 총 12단계로 구성할 수 있다(도 12 참조). 가장 쉬운 레벨 1부터 시작하여 다음 레벨로의 진행은, 전 단계 검사 후 수행도 평가를 통해 정반응이 일정한 목표수준(예를 들어 70%)에 도달하면 다음 단계의 검사로 이동한다.

[0078] AR을 이용한 소리분별능 검사는 궁극적으로 일상생활에서 피험자(2) 스스로 소리분별능 검사를 수행함으로써 검사의 일반화를 이루려는 것을 주 목적으로 하고 있으므로, 피험자는 공간 및 시간에 구애받지 않고, 본인이 원하는 시간 및 공간에서 검사를 진행할 수 있다. 검사 시간 및 횟수는 참여자의 수행도 변화에 따라 조절이 가능하며, 매 회기별 청능검사의 결과를 로그파일로 저장하여 피험자 스스로 모니터링할 수 있다.

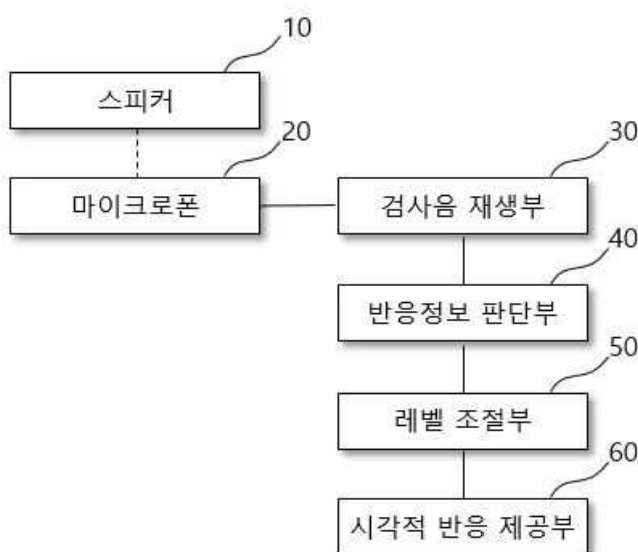
[0080] 이 분야의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명의 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

부호의 설명

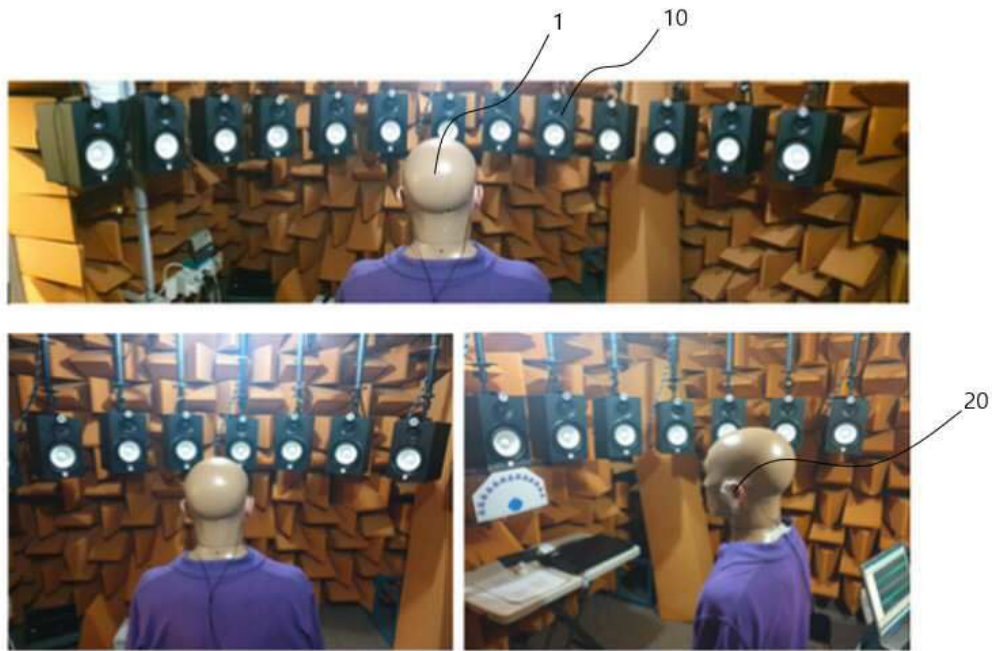
- [0081]
- | | |
|----------------|-------------|
| 1: 인체 모형 | 2: 피험자 |
| 3: 시각 목표 | 10: 스피커 |
| 20: 마이크로폰 | 30: 검사음 재생부 |
| 40: 반응정보 판단부 | 50: 레벨 조절부 |
| 60: 시각적 반응 제공부 | |

도면

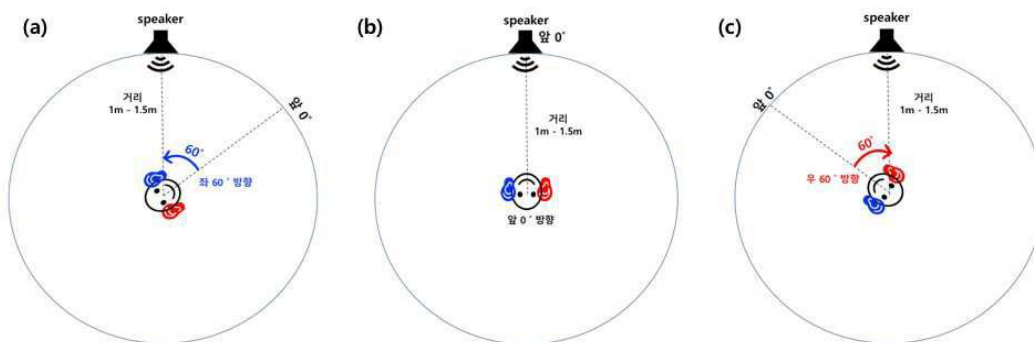
도면1



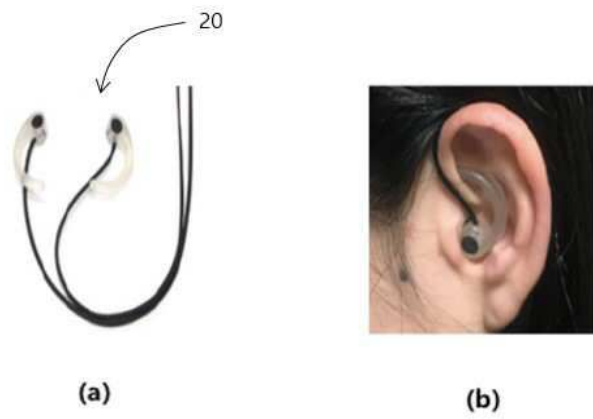
도면2



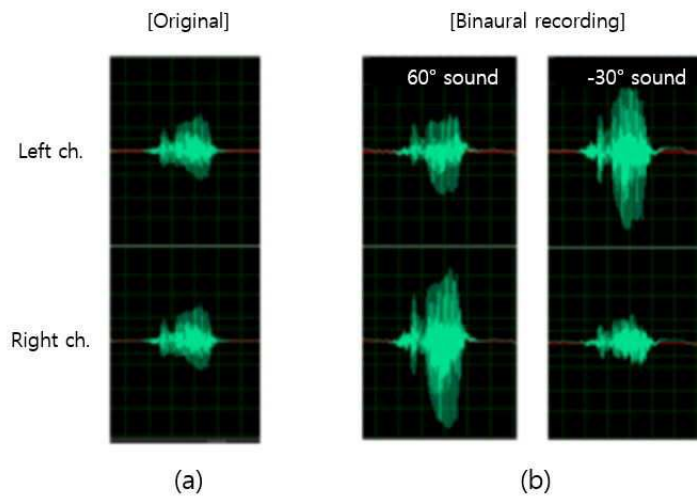
도면3



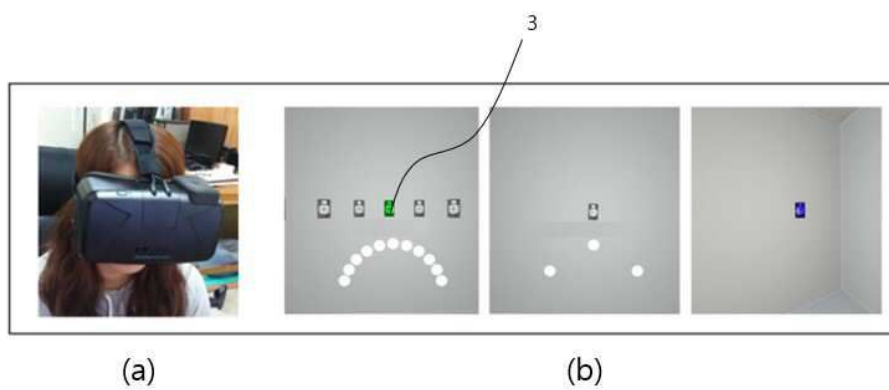
도면4



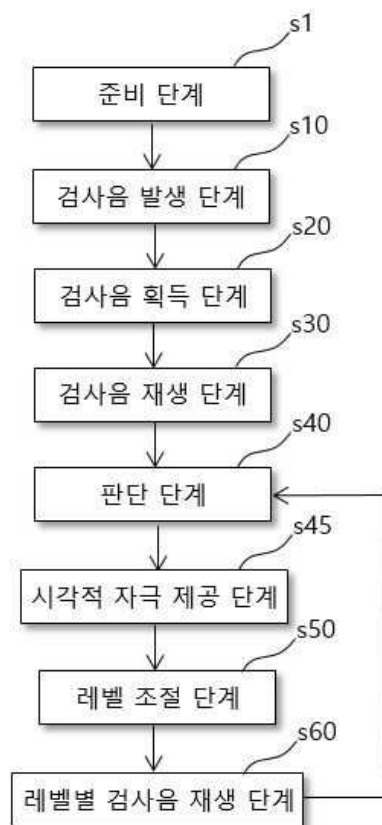
도면5



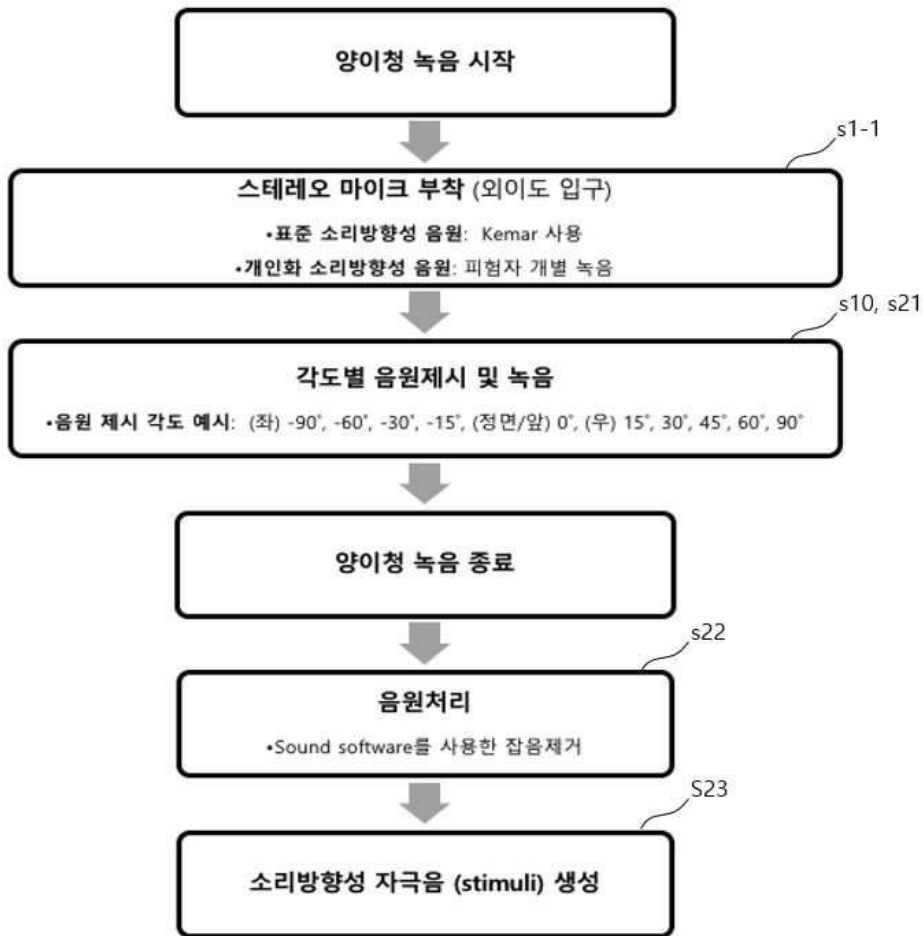
도면6



도면7



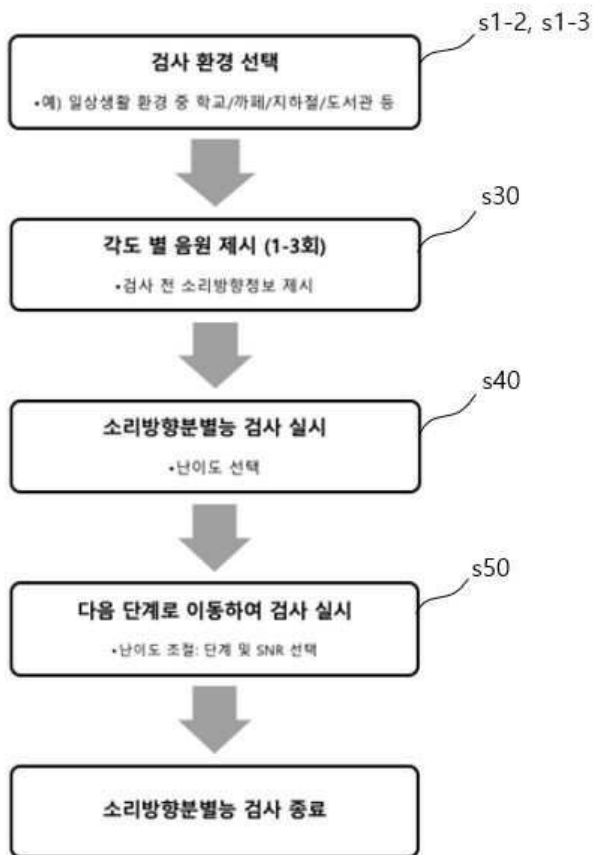
도면8



도면9

자극 방향	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°
1 단계									
2 단계									
3 단계									
4 단계									

도면10



도면11

