(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0022880
(43) 공개일자 2010년03월03일

(51) Int. Cl.
A61B 5/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0081601
(22) 출원일자 2008년08월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
이상민
인천광역시 연수구 동춘동 삼환아파트 118동 303호
방경호
서울특별시 강남구 역삼동 738-11번지 302호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주

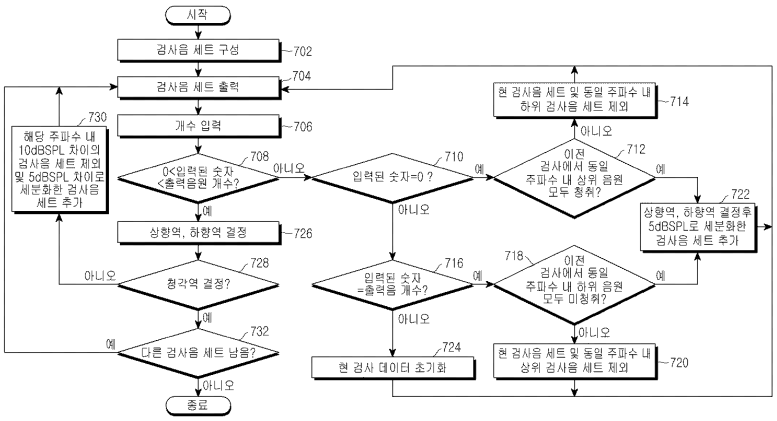
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 청력 검사 방법 및 장치

(57) 요 약

본 발명은 청력 검사 방법 및 장치에 관한 것으로, 음량을 기준으로 각 음원을 배열했을 때 이웃하는 음원 간에 음량차를 나타내는 균등 음량차가 동일하고, 동일한 주파수 대역을 가지는 복수의 음원들을 포함하는 검사음 세트를 가청 주파수 별로 복수개 구성하고, 상기 가청 주파수 별로 상기 복수개의 검사음 세트 중 하나의 검사음 세트에 포함된 음원들을 출력함으로써 상기 하나의 검사음 세트를 출력하고, 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라 다음 검사음 세트를 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받는 과정을 반복 수행하고, 상기 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 상기 가청 주파수 별로 결정한다.

대 표 도



(72) 발명자

홍성화

서울특별시 서초구 방배3동 1008-2번지 방배아트힐 아파트 106동 1002호

강상기

경기도 수원시 영통구 영통동 1052-2 쌍용아파트 246동 1204호

이근섭

서울특별시 송파구 방이동 105-18 다성시티빌 102호

김재현

경기도 수원시 영통구 영통동 1023-1 1006호

김혜미

인천광역시 남구 주안6동 968-4

임원진

경기도 고양시 일산서구 탄현동 121 대림아파트 102동 1202호

특허청구의 범위

청구항 1

청력 검사 장치의 청력 검사 방법에 있어서,

음량을 기준으로 각 음원을 순차적으로 배열했을 때 이웃하는 음원 간에 음량차를 나타내는 균등 음량차가 동일하고, 동일한 주파수 대역을 가지는 복수의 상기 음원들을 포함하는 검사음 세트를 가청 주파수 별로 복수개 구성하는 과정과,

상기 가청 주파수 별로 상기 복수개의 검사음 세트 중 하나의 검사음 세트에 포함된 음원들을 출력함으로써 상기 하나의 검사음 세트를 출력하는 과정과,

피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라 다음 검사음 세트를 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받는 과정을 반복 수행하고, 상기 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 상기 가청 주파수 별로 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 입력되는 음원 개수에 따라, 상기 입력되는 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 각 음원에 대한 상기 피검자의 청취 여부가 결정됨을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라, 바로 전에 출력한 검사음 세트와 동일한 주파수 대역에 대응되고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하는 제1단계와,

상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받는 제2단계와,

상기 제1단계와 상기 제2단계를 반복 수행하고, 상기 반복 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 결정하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라, 바로 전에 출력한 검사음 세트 및 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트와 동일한 주파수 대역과 동일한 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트에 포함된 음원들 중에서, 상기 피검자가 청취할 수 있는 가장 작은 음량을 가지는 음원인 상향역 및 상기 피검자가 청취할 수 없는 가장 큰 음량을 가지는 음원인 하향역을 결정하는 단계와,

상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차가 미리 정해진 최소 레벨차이면 상기 상향역 및 상기 하향역의 중간 음량을 가지는 음원을 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트에 대응하는 주파수 대역의 청각역으로 결정하는 단계와,

상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차가 미리 정해진 최소 레벨차보다 크면, 상기 상향역 및 상기 하향역을 포함하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트 보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 입력되는 피검자의 음원 개수에 따라, 상기 상향역 및 상기 하향역을 재결정하는 단계를 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 상향역과 상기 하향역은,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가, 상기 입력되는 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수보다 작고, 0보다 큰 경우에, 상기 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들 중에서 결정됨을 특징으로 하는 청

력 검사 방법.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가 0이고, 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트와 동일한 주파수 대역을 가지는 음원들 중에서 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들보다 큰 음량을 가진 모든 음원을 피검자가 청취한 것으로 판단된 경우, 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 중 음량이 가장 큰 음원을 상기 하향역으로 결정하고, 상기 하향역보다 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트의 균등 음량만큼 큰 음량을 가지는 음원을 상기 상향역으로 결정하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 7

제4항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수와 동일하고, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트와 동일한 주파수 대역을 가지는 음원들 중에서 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들보다 작은 음량을 가진 모든 음원을 피검자가 청취하지 못한 것으로 판단된 경우, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 중 음량이 가장 작은 음원을 상기 상향역으로 결정하고, 상기 상향역보다 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트의 균등 음량차만큼 작은 음량을 가지는 음원을 상기 하향역으로 결정하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 8

제4항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수보다 크면, 미리 정해진 무효 검사음 세트를 출력하는 단계와,

상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트를 재출력하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 9

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 피검자의 청각역을 결정하는 과정은

상기 상향역 및 상기 하향역을 결정한 후에, 상기 상향역 및 상기 하향역에 대응하는 음원 간의 음량차가 상기 최소 음량차보다 크면, 상기 상향역 및 상기 하향역을 포함하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트 보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 입력되는 피검자의 음원 개수에 따라, 상기 상향역 및 상기 하향역을 재결정하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 10

제1항 내지 4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검사음 세트에 포함된 상기 각 음원의 출력 지속 시간과, 상기 각 음원의 출력 시점은 랜덤하게 결정됨을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 11

제1항 내지 4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검사음 세트를 출력할 때, 검사 시작 시점과 검사 종료 시점을 화면에 디스플레이함을 특징으로 하는 청력 검사 방법.

청구항 12

청력 검사 장치에 있어서,

음량을 기준으로 각 음원을 순차적으로 배열했을 때 이웃하는 음원 간에 음량차를 나타내는 균등 음량차가 동일하고, 동일한 주파수 대역을 가지는 복수의 상기 음원들을 포함하는 검사음 세트를 가청 주파수 별로 복수개 저장하는 검사음 저장부와,

상기 복수개의 검사음 세트를 구성하고, 상기 가청 주파수 별로 상기 복수개의 검사음 세트 중 하나의 검사음 세트에 포함된 음원들을 출력함으로써 상기 하나의 검사음 세트를 출력하고, 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라 다음 검사음 세트를 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받는 과정을 반복 수행하고, 상기 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 상기 가청 주파수 별로 결정하는 제어부를 포함함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제어부는 상기 입력되는 음원 개수에 따라, 상기 입력되는 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 각 음원에 대한 상기 피검자의 청취 여부를 결정함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제어부는 상기 피검자의 청각역 결정시,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라, 바로 전에 출력한 검사음 세트와 동일한 주파수 대역에 대응되고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받고, 상기 제1단계와 상기 제2단계를 반복 수행하고, 상기 반복 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 결정함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 15

제13항에 있어서, 상기 제어부는 상기 피검자의 청각역 결정시,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라, 바로 전에 출력한 검사음 세트 및 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트와 동일한 주파수 대역과 동일한 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트에 포함된 음원들 중에서, 상기 피검자가 청취할 수 있는 가장 작은 음량을 가지는 음원인 상향역 및 상기 피검자가 청취할 수 없는 가장 큰 음량을 가지는 음원인 하향역을 결정하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차가 미리 정해진 최소 레벨차이면 상기 상향역 및 상기 하향역의 중간 음량을 가지는 음원을 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트에 대응하는 주파수 대역의 청각역으로 결정하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트의 균등 레벨차가 미리 정해진 최소 레벨차보다 크면, 상기 상향역 및 상기 하향역을 포함하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트 보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 입력되는 피검자의 음원 개수에 따라, 상기 상향역 및 상기 하향역을 재결정함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 상향역과 상기 하향역은,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가, 상기 입력되는 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수보다 작고, 0보다 큰 경우에, 상기 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들 중에서 결정됨을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 제어부는 상기 피검자의 청각역 결정시,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가 0이고, 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트와 동일한 주파수 대역을 가지는 음원들 중에서 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들보다 큰 음량을 가진 모든 음원을 피검자가 청취한 것으로 판단된 경우, 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 중 음량이 가장 큰 음원을 상기 하향역으로 결정하고, 상기 하향역보다 상기 0개의 음원 개수에 대응하는 검사음 세트의 균등 음량만큼 큰 음량을 가지는 음원을 상기 상향역으로 결정함을 청력 검사 장치.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 제어부는 상기 피검자의 청각역 결정시,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수와 동일하고, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트와 동일한 주파수 대역을 가지는 음원들 중에서 상기 음원 개수에

대응하는 검사음 세트에 포함된 음원들보다 작은 음량을 가진 모든 음원을 피검자가 청취하지 못한 것으로 판단된 경우, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 중 음량이 가장 작은 음원을 상기 상향역으로 결정하고, 상기 상향역보다 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트의 균등 음량차만큼 작은 음량을 가지는 음원을 상기 하향역으로 결정함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 19

제15항에 있어서, 상기 제어부는 상기 피검자의 청각역 결정시,

상기 피검자로부터 입력되는 음원 개수가 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트에 포함된 음원 개수보다 크면, 미리 정해진 무효 검사음 세트를 출력하고, 상기 음원 개수에 대응하는 검사음 세트를 재출력함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 20

제16항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어부는 피검자의 청각역을 결정시,

상기 상향역 및 상기 하향역을 결정한 후에, 상기 상향역 및 상기 하향역에 대응하는 음원 간의 음량차가 상기 최소 음량차보다 크면, 상기 상향역 및 상기 하향역을 포함하고, 상기 바로 전에 출력한 검사음 세트 보다 작은 균등 레벨차를 가지는 검사음 세트를 다음 검사음 세트로 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 입력되는 피검자의 음원 개수에 따라, 상기 상향역 및 상기 하향역을 재결정함을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

청구항 21

제12항 내지 15항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 검사음 세트에 포함된 상기 각 음원의 출력 지속 시간과, 상기 각 음원의 출력 시점은 랜덤하게 결정됨을 특징으로 하는 청력 검사 장치.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 청력 검사 방법 및 장치에 관한 것으로 특히, 기존의 좌우 청각역 측정보다 정확도를 높이기 위한 방법 및 장치이다.

배 경 기 술

[0002] 외이, 중이, 내이로 구성되어 있는 사람의 귀는 이들 중 어느 부분에 이상이 생기면 소리를 잘 못 듣게 되는데 이러한 현상을 난청이라 한다. 난청에는 전음성 난청과 감각 신경성 난청 그리고 혼합성 난청으로 나눌 수 있다. 전음성 난청은 달팽이관이나 신경 기능은 약하지만 고막에서부터 신경까지의 전달이 잘 안 되어 생기는 것으로 중이염에 의한 난청이 대표적인 경우이다. 감각 신경성 난청은 듣는 신경 자체의 기능이 저하되어 들려오는 소리를 받아들이지 못하는 경우로 돌발성 난청, 소음성 난청, 노인성 난청 등이 있다. 또한 혼합성 난청은 전음성과 감각 신경성 난청의 요소를 가진 경우로 선천적, 또는 후천적으로 발생되는 발육이상이나 귀의 질환으로 인하여 손실이 발생하는 것이다.

[0003] 오늘날에 위와 같은 난청을 겪는 환자 수가 해마다 늘고 있다. 주변의 생활 소음 증가와 mp3플레이어등과 같은 음향 매체를 통해 필요 이상 강도의 소리에 자주 노출되어 소음성 난청을 겪는 젊은 층의 급격한 증가뿐 아니라 노인성 난청을 겪는 환자와 약물남용이나 환경오염 등에 의한 난청인 환자도 해마다 꾸준히 증가해 현재 우리나라를 비롯하여 전 세계적으로 난청인구는 전 세계 인구의 약 10% 정도로 추정된다.

[0004] 일반적으로 청력 검사법에는 6개의 주파수 대역, 즉, 250Hz, 500Hz, 1000Hz, 2000Hz, 4000Hz, 8000Hz의 주파수 대역을 기준으로 하여 검사자가 음을 뚜렷하게 들을 수 있는 높은 레벨(강도)에서 차차 레벨을 낮춰가며 측정하는 하강법(descending method)과, 들리지 않는 약한 레벨에서 차츰 높여 가며 측정하는 상승법(Ascending method) 이 두 가지 방법이 있다. 그런데 최소 청각역 결정 시에 후자보다 전자에서 5~10dB(decibel)정도 낮은 결과를 보인다. 또한 이러한 청력 검사법은 검사자가 주파수를 선택하고 해당 주파수에서의 검사음을 들려주고

응답 여부를 얻는 과정으로 이루어진다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0005] 종래의 청력 검사법을 시행할 시에 동일 주파수 내에서 다음 소리의 크기를 예상할 수 있기 때문에 보다 정확한 검사를 할 수 없을 뿐 아니라, 검사자가 직접 주파수를 선택하고, 검사음 출력을 제어하고, 피검사자에게 응답을 얻는 과정에 적지 않은 시간이 소요된다. 또한 긴 검사시간 때문에 검사 시에 집중도가 흐려져 검사의 정확도를 떨어뜨리며, 이는 노인성 난청을 겪는 환자의 경우에는 더 하다.

[0006] 이에 간단히 검사할 수 있는 청각 검사법도 등장했으나, 일정한 음 사이의 간격 때문에 검사음이 들리는 시점을 예상할 수 있다. 또한 출력되는 검사음의 끝나는 시점을 예상하여 다음 검사음이 출력되기까지 대략적으로 예상할 수 있으며 동일한 음의 길이로 인한 단조로움 때문에 집중력이 감소될 수 있다. 따라서 좀 더 용이하고 정확한 청력검사 방법의 도입이 시급한 시점이다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명에서는 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해, 청력 검사 시에 발생할 수 있는 예상되는 검사음의 출력 시점, 검사음의 길이, 검사음의 강도 등에 대한 기대치를 줄이고 보다 정확하고 신속한 검사 방법 및 장치를 제공한다.

[0008] 그리고 본 발명은 음량을 기준으로 각 음원을 배열했을 때 이웃하는 음원 간에 음량차를 나타내는 균등 음량차가 동일하고, 동일한 주파수 대역을 가지는 복수의 음원들을 포함하는 검사음 세트를 가청 주파수 별로 복수개 구성하는 과정과, 상기 가청 주파수 별로 상기 복수개의 검사음 세트 중 하나의 검사음 세트에 포함된 음원들을 출력함으로써 상기 하나의 검사음 세트를 출력하는 과정과, 피검자로부터 입력되는 음원 개수에 따라 다음 검사음 세트를 결정하여 출력하고, 상기 다음 검사음 세트에 대응하여 상기 피검자로부터 음원 개수를 입력받는 과정을 반복 수행하고, 상기 수행 결과에 따라 상기 피검자의 청각역을 상기 가청 주파수 별로 결정하는 과정을 포함한다.

효 과

[0009] 본 발명은 예상 검사음의 소리, 예상 검사음의 출력 시점에 대한 기대치를 낮춰 보다 정확한 청각역을 결정할 수 있다. 또한, 본 발명은 검사음 세트의 시작과 종료 그리고 진행중임을 피검자에게 알려주고 피검자가 스스로 버튼을 누르며 검사를 진행하기 때문에 검사자 없이 피검자 혼자 할 수 있는 장점이 있다. 그리고 본 발명은 검사자의 조작이 아닌 랜덤으로 구성된 시스템에 의한 조작으로 진행되는 검사이므로 시간을 단축할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 일실시예를 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면에 표시되더라도 가능한 한 동일한 참조번호 및 부호로 나타내고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0011] 본 발명에 따라 각 검사음 세트는 동일한 주파수 대역을 가지며, 순차적으로 일정한 dBSPL(Sound Pressure Level) 또는 dBHL(Hearing Level) 차이의 음량을 가지는 음원들로 이루어진다. 그리고 본 발명에 따른 청력 검사 장치는 서로 다른 주파수 대역 또는 서로 다른 음량의 음원들이 저장되어 있는 검사음 저장부, 이 음원을 발생하는 검사음 출력부 및 스피커, 하나의 검사음 세트를 출력할 때 시작 시점과 종료 시점을 알려주는 표시부와 이를 보여주는 화면, 하나의 검사음 세트의 출력을 종료한 후 피검자로부터 청취한 음원의 개수를 입력 받기 위한 숫자 입력부와 입력을 위한 버튼을 포함하며, 각 검사음 세트별로 검사할 때마다 그 결과가 저장되는 검사 데이터 저장부와, 상기 구성부 각각을 제어하는 제어부를 포함한다.

[0012] 그리고 본 발명에 따라 제어부는 저장되어 있는 음원을 하나 이상 호출하고 출력하여, 하나의 검사음 세트를 출력한 후, 다른 검사음 세트를 출력하기 위해 하나의 검사음 세트에 포함될 음원의 종류를 변경하고, 각 음원의 출력 시간을 변경할 수 있다. 그리고 제어부는 각 검사음 세트별로 검사 과정이 완료된 후 청각역을 결정하고, 잘못된 검사 시 데이터를 초기화 할 수 있다.

[0013] 그리고 본 발명은 좌우 청각역의 추정을 위하여 동일한 주파수 대역을 가지지만, 음량 레벨이 다른 음원들을 복수개로 묶은 세트를 구성하기 위해, 하나의 검사음 세트에 포함될 각 음원들의 출력 간격, 각 음원들의 출력 지속 시간, 각 음원의 종류를 랜덤으로 구성하는 단계, 구성된 검사음 세트들을 정해진 임의의 순서로 배열하거나 랜덤으로 출력하도록 구성하는 단계, 상기 구성된 검사음 세트를 피검자에게 들려줄 때 시작 시점과 종료 시점, 검사중임을 알리는 화면을 표시하고 피검자로부터 응답을 입력받는 단계, 상기 응답에 따라 검사음 세트를 재구성하는 단계, 상기 재구성하는 검사음 세트 출력하고 그에 대응하는 피검자의 응답을 획득하는 단계를 반복하여 청각역을 결정하는 단계를 포함한다.

[0014] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 청력 검사 방법 및 장치에 대한 바람직한 실시 예를 상세하게 설명한다.

[0015] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 청력 검사 장치의 구성을 도시한 도면이다.

[0016] 도1에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 청력 검사 장치는 제어부(100), 검사음 저장부(102), 검사음 출력부(104), 스피커(106), 표시부(108), 화면(110), 숫자 입력부(112), 버튼(114), 검사 데이터 저장부(116)를 포함한다.

[0017] 검사음 저장부(102)는 각 가청 주파수별로 음량 레벨이 서로 다른 다수의 음원들로 이루어진 검사음 세트들을 저장한다. 이때, 하나의 검사음 세트에 포함되는 음원들은 동일한 주파수 대역을 가지며, 각 음원들을 음량을 기준으로 내림 차순 또는 올림 차순으로 배열했을 때, 서로 이웃하는 음원의 음량차는 동일하다. 이렇게 동일한 음량차를 균등 음량차라 한다. 예를 들어, 균등 음량차는 10dB 또는 5dB 또는 2.5dB가 될 수 있으며, SPL또는 HL 단위를 가질 수 있다. 그리고 각 검사음 세트에 포함되는 연속적인 음원들 간의 음량차는 동일하지만, 검사음 세트 마다 동일한 음량차를 가지는 것은 아니다. 예를 들어, 연속하는 음원 간에 5dBSPL의 균등 음량차를 가지는 검사음 세트가 있을 수 있고, 연속하는 음원 간에 10dBSPL의 균등 음량차를 가지는 검사음 세트가 있을 수 있다. 그리고 검사음 저장부(102)는 검사음 세트를 구성하기 위한 각 종 음원을 저장한다.

[0018] 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부(100)는 상기한 검사음 세트를 구성하여 검사음 저장부(102)에 저장한다. 본 발명의 실시예에 따라 하나의 검사음 세트에는 음량을 기준으로 내림 차순 또는 올림 차순으로 배열했을 때, 서로 이웃하는 음원 간에 동일한 음량 레벨 차이를 가지는, 즉, 균등 음량차를 가지는 음원들이 포함된다. 그리고 하나의 검사음 세트에 포함되는 음원의 개수, 각 음원의 출력 지속 시간, 각 음원의 출력 시점은 랜덤하게 결정될 수 있다. 그리고 제어부(100)는 검사음 출력부(104)와 스피커(106)를 통해 검사음 세트의 음원들을 검사음 저장부(102)에서 호출하여 순차적으로 출력하고, 검사음 세트를 이용한 검사 시작 및 종료 시점을 표시부(108)를 통해 화면(110)에 디스플레이한다.

[0019] 피검자는 화면(110)에 디스플레이되는 정보를 통해 하나의 검사음 세트에 대한 시작 시점과 종료 시점을 알 수 있으며, 검사음 세트의 출력이 종료되면, 청취한 음원의 개수를 숫자 입력부(112)와 버튼(114)을 이용하여 입력한다.

[0020] 제어부(100)는 사용자로부터 입력되는 음원 개수에 따른 검사 결과 정보를 검사 데이터 저장부(116)에 저장하고, 검사음 세트를 재구성한다. 도2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 제어부(100)의 동작을 도시한 도면이다.

[0021] 도2에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 제어부(100)는 음원을 호출 하고(200), 호출된 음원들을 N(N은 자연수)개로 묶인 한 세트로 구성한다(202). 하나의 검사음 세트를 구성할 때 제어부(100)는 세트에 포함될 각 음원을 선택하고, 균등 음량차를 결정하고(204), 각 음원의 출력 지속 시간을 결정하고(206), 각 음원의 출력 시점을 결정한다(208). 그리고 제어부(100)는 전체 청력 검사의 시작 시점 및 종료 시점과, 청력 검사에 따라 출력되는 각 검사음 세트에 대응하는 검사의 시작 시점과 종료 시점을 나타내는 화면을 구성하여 화면(110)에 디스플레이하면서(210), 피검자에게 들려주기 위해 검사음 세트를 출력한다(212). 그리고 피검자로부터의 검사 응답을 수신하면 이를 근거로 검사 결과를 판단하여(218), 상기 도1에 도시된 검사 데이터 저장부(116)에 저장할 것인지 초기화(220)할 것인지 결정한다. 그리고 제어부(100)는 출력할 검사음 세트를 변경하여(212), 상기 과정을 반복하며, 각 검사음 세트에 대한 검사 결과에 따라 청각역을 결정(214)한다. 상기 청각역은 임의의 주파수 대역에 대응하여 피검자가 청취할 수 있는 최소 음량으로 예측되는 값이다. 그리고 제어부(100)는 매 검사음 세트의 출력 시 검사의 객관적인 판단을 위해 각 검사음 세트를 여러 번 출력할 수도 있다.

[0022] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다수개의 검사음 세트(300)를 나타낸 도면이다. 도3을 참조하여, 검사음 세트 각각은 N개, (N-1)개, (N-2)개의 음원을 포함한다. 이때, 하나의 검사음 세트에 포함되는 음원들은 동일한

주파수 대역을 가지며, 각 음원들은 일정 크기의 순차적인 음량 레벨을 가진다. 다시 말해, 하나의 검사음 세트에 포함된 음원들을 음량 레벨을 기준으로 순차적으로 배열했을 때, 서로 이웃하는 음원들은 일정한 음량차, 예를 들어, 10dBSPL 또는 5dBSPL의 음량 레벨 차를 가지게 된다. 각 검사음 세트에 포함되는 음원의 개수는 랜덤으로 결정되며, 동일한 개수의 음원을 가지는 검사음 세트들도 있을 수 있다.

[0023] 예를 들어, 250Hz 주파수 대역에 해당하는 검사음 세트는 가장 큰 강도부터 내림차순으로 3개, 3개, 4개의 음원으로 구성될 수 있고, 500Hz 주파수 대역에 해당하는 검사음 세트는 가장 큰 강도부터 내림차순으로 4개, 2개, 4개로 구성될 수 있다. 만약 청력 검사 시 검사 시간을 줄이고자 한다면 하나의 검사음 세트에 음원이1개 이하로 구성되지 않도록 할 수도 있다. 이와 같이 하는 이유는 검사가 진행되는 동안 한 세트내에 출력되는 검사음의 개수를 예상하는 것을 막기 위한 방안이다.

[0024] 검사음 세트 내에서 검사 시작점(310)부터 첫 음원이 출력될 때까지 대기시간과, 각 음원 간의 출력 대기 시간(302)은 각 검사음 세트가 출력될 때마다 매번 M±αn초(M, α는 양의 유리수, n은 자연수)만큼 랜덤으로 조절된다. 여기서 M은 기준 대기시간이며 α는 기준 대기시간을 늘이거나 줄이는 역할을 한다. 예를 들어 기준 대기시간 M이 1초이고 α가 0.5초일 경우 각각 음원들 사이의 출력 대기 시간(302)은 0.5초, 1초, 1.5초, 2초 등으로 구성될 수 있다. 이는 검사 시 피검자에게 검사음 세트를 들려줄 때 첫 음원의 출력 시점을 다르게 하여 첫 음원 출력 시간에 대한 예상을 줄이고, 각 출력되는 음원 사이의 대기시간을 다르게 하여 다음 음원이 출력되는 시점에 대한 예상을 줄이기 위한 것이다. 그리고 하나의 검사음 세트의 검사가 종료되는 시점(312)은 모두 동일하게 맞춘다. 예를 들어 하나의 검사음 세트를 검사하는데 걸리는 시간이 총 10초라면, 검사음 세트에 포함되는 음원의 개수와 상관없이 모든 검사음 세트들의 총 검사 시간도 모두 10초로 맞춰야 한다. 이는 검사가 진행되는 동안 피검자의 검사음 개수 예측을 방지하기 위한 것이다.

[0025] 검사음 세트에 포함된 각 음원의 출력 지속 시간(304)은 N개의 음원이 출력되면서 매번 L±βn(L, β는 양의 유리수, n은 자연수)만큼 랜덤으로 조절된다. 여기서 L은 기준 출력 지속 시간이며 β는 기준 출력 지속 시간을 늘리거나 줄이는 역할을 한다. 예를 들어 기준 출력 지속 시간 L의 길이가 0.8초이고 β가 0.3초라면 0.5초, 0.8초, 1초등으로 조절 되어 출력될 수 있다. 이는 동일한 시간 동안 음원이 출력되면 단조로움에 의해 집중력이 감소하여 검사가 진행되는 동안 정확도를 떨어트릴 수 있으며, 음원의 출력이 끝나는 시점을 예상하여 다음 음원이 출력 시점을 대략적으로 예상할 수 있기 때문에, 이를 막기 위함이다.

[0026] 도4a와 도4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향역, 하향역, 청각역 결정 과정을 나타낸 도면이다. 검사 초기에 출력된 검사음 세트는 동일 주파수 대역 내에서 예를 들어, 10dBSPL 차이의 연속된 음량 레벨을 가지는 음원들을 N개로 묶어 구성하며, 이때, 가장 작은 음량 레벨과 가장 큰 음량 레벨은 주파수 대역별로 따로 정해져 있지 않다. 예를 들어, 검사음 세트는 90dBSPL, 80dBSPL, 70dBSPL로 구성되거나, 70dBSPL, 60dBSPL, 50dBSPL, 40dBSPL으로 구성될 수 있다. 또한 검사음 세트에 포함되는 음원의 출력 순서는 랜덤으로 결정된다. 예를 들어, 90dBSPL, 80dBSPL, 70dBSPL, 60dBSPL의 음원으로 구성된 제1검사음 세트(400)의 출력 순서는 60dBSPL, 80dBSPL, 70dBSPL, 90dBSPL과 같이 랜덤으로 구성할 수 있다.

[0027] 그러나 검사 시 시간의 효율적인 활용을 위한다면 평소 소리를 잘 듣는 경우, 잘 듣지 못하는 경우, 보통으로 듣는 경우에 대한 선택사항을 추가하여, 적정 검사음 세트를 먼저 출력하도록 할 수 있다. 평소 소리를 잘 듣는 경우가 선택되면, 제어부(100)는 각 주파수 대역별로 저 레벨로 구성된 검사음 세트를 먼저 구성하여 출력한다. 그리고 잘 듣지 못하는 경우가 선택되면, 제어부(100)는 각 주파수 대역별로 고 레벨로 구성된 검사음 세트를 먼저 구성하여 출력하고, 보통으로 듣는 경우가 선택되면 각 주파수 대역별로 중 레벨로 구성된 검사음 세트를 먼저 구성하여 출력한다.

[0028] 한편, 검사음 세트 출력후 사용자의 응답에 따라 상향역과 하향역을 결정하고, 결정된 상향역과 하향역에 따라 새로운 검사음 세트를 구성하고, 최종적으로 청각역을 결정하는 과정은 다음과 같다. 상기 상향역을 출력된 검사음 세트에서 피검자가 청취할 수 있는 음원 중 최소 레벨의 음원이다. 그리고 상기 하향역은 출력된 검사음 세트에서 피검자가 청취할 수 없는 음원 중 최대 레벨의 음원이다. 그리고 연속적인 음원 간의 균등 음량차가 최소 음량차로 이루어진 검사음 세트에서 하향역과 상향역이 결정되는 경우에, 청각역이 결정될 수 있으며, 상기 최소 음량차는 사람의 일반적인 청취력에 따라 미리 정해진다. 하기 실시예에서는 최소 음량차가 5dBSPL인 경우를 설명한다.

[0029] 10dBSPL 차이의 연속된 음량 레벨을 가지는 음원들로 구성된 제2검사음 세트(402)를 예로 들어, 상향역과 하향역을 결정하는 과정은 다음과 같다. 제2검사음 세트(402)는 80dBSPL, 70dBSPL, 60dBSPL, 50dBSPL, 40dBSPL의 음원들을 포함한다. 상기 제2검사음 세트(402)의 음원을 음량 기준 내림차순으로 출력한 후에, 피검자로부터 입

력된 음원 개수가 출력된 음원의 개수보다 적고 0보다 큰 경우, 즉, 3개인 경우로 가정한다. 이러한 검사자의 응답을 통해, 검사음 세트는 80dBSPL, 70dBSPL, 60dBSPL의 음원들을 포함하는 청취 부분(404)과 50dBSPL, 40dBSPL의 음원들을 포함한 미청취 부분(406)으로 나눌 수 있다. 그리고 청취 부분(404) 중 가장 작은 레벨을 가지는 60dBSPL의 음원이 상향역(408)으로, 미청취 부분(406) 중 가장 높은 레벨을 가지는 50dBSPL이 하향역(410)으로 결정된다.

[0030] 이와 같은 방법으로 대략적인 상향역과 하향역이 결정되면, 상향역(408)과 하향역(410)을 포함하고 이전 검사음 세트의 음원 간의 음량 레벨 차이보다 더 적은 음량 레벨 차를 가지는 연속적인 레벨의 음원들로 이루어진 새로운 검사음 세트를 구성한다. 예를 들어, 첫 번째 검사음 세트의 음량 레벨 차가 10dBSPL이었다면, 이로 인해 구성되는 두 번째 검사음 세트의 음량 레벨 차이는 5dBSPL가 된다.

[0031] 다른 예를 도4b를 참조하여 설명한다. 동일 주파수 대역 내에서 60, 80, 50, 70dBSPL으로 구성된 검사음 세트를 들려주었을 때 피검자로부터 2개라는 응답을 받으면, 80dBSPL, 70dBSPL는 청취 부분, 60dBSPL, 50dBSPL는 미청취 부분으로 결정된다. 그리고 70dBSPL는 상향역, 60dBSPL는 하향역으로 결정된다. 이후, 70dBSPL, 65dBSPL, 60dBSPL을 포함하고 상향역과 하향역의 그 이상, 그 이하로 5dBSPL 차이의 음량 레벨을 가지는 음원을 더하여, 75dBSPL, 70dBSPL, 65dBSPL, 60dBSPL, 55dBSPL 중 N개로 묶은 새로운 검사음 세트, 즉, 제3검사음 세트(420)로 구성되어 출력된다. 단, 이들 중 N개로 묶을 때, 정확한 검사를 위해 검사음 세트에 포함되는 음원은 둘 이상인 것이 좋으며, 상향역과 하향역과 그 사이의 음원이 포함되는 것이 바람직하다.

[0032] 본 발명의 일 실시예에 따라, 제3검사음 세트(420)는 70dBSPL, 65dBSPL, 60dBSPL의 음원들을 포함한다. 이러한 제3검사음 세트(420)를 출력하고, 이후 피검자로부터의 입력되는 음원의 개수에 따라 두 번째로 상향역과 하향역을 결정하고, 그 사이를 2,5dBSPL로 나눈 값을 청각역으로 최종 결정하게 된다.

[0033] 예를 들어, 제3검사음 세트(420)를 출력한 후, 피검자로부터 1개라는 응답을 얻으면, 피검자가 70 dBSPL의 음원은 듣고, 65 dBSPL, 60 dBSPL의 음원들은 듣지 못한 것으로 판단된다. 이에 따라 70dBSPL의 음원을 제2상향역(426)으로 결정하고, 65 dBSPL의 음원을 제2하향역(428)으로 결정하고 그 사이 값 67.5dBSPL을 최종 청각역(412)으로 결정한다.

[0034] 상기 실시예에서는 피검자의 응답이 0보다 크고 출력된 음원의 개수보다 작은 경우에 대해서는 설명하였다. 다음으로 도5를 참조하여 피검자의 응답이 출력된 음원의 개수와 동일하거나, 0인 경우를 설명한다.

[0035] 만일 한 개의 검사음 세트를 출력한 후, 피검자로부터의 입력된 음원의 개수가 출력된 음원의 개수와 같은 경우, 다음 검사음 세트를 구성할 때, 출력한 검사음 세트에 포함된 음원보다 큰 음량을 가지는 음원들은 제외한 나머지 음원들로 검사음 세트를 구성한다.

[0036] 예를 들어 어느 한 주파수 내에서 30dBSPL, 40dBSPL, 50dBSPL, 20dBSPL의 음원들로 구성된 제4검사음 세트(500)를 출력했을 때, 피검자로부터의 입력된 음원 개수가 4개 이었다면, 피검자가 모든 음원을 청취한 것이다. 때문에 상위 레벨의 음량을 가지는 음원도 청취할 수 있는 것으로 가정하여, 해당 주파수 내에서 제4검사음 세트(500)에 포함된 음원보다 상위 레벨의 음량을 가지는 음원, 즉, 60dBSPL, 70dBSPL, 80dBSPL, 90dBSPL, 100dBSPL의 음원들로 구성된 검사음 세트들은 제외한 나머지 즉, 10dBSPL, 0dBSPL의 음원들로 구성된 제5검사음 세트(502)를 구성하여 출력한다.

[0037] 그러나 제5검사음 세트(502)를 피검자에게 들려주었을 때 응답이 0이라면 피검자는 제4검사음 세트(500)는 모두 듣고, 제5검사음 세트(502)는 모두 듣지 못한 것이다. 그러므로 제5검사음 세트(502) 중 가장 큰 레벨의 음원인 10dBSPL을 하향역(506)으로 결정하고, 하향역보다 10dBSPL 큰 레벨을 가지는 음원을 상향역(504)으로 지정한다. 이는 제5검사음 세트(502)를 구성하는 음원의 레벨 차가 10dBSPL이기 때문이다.

[0038] 만일 한 개의 검사음 세트를 출력한 후 피검자로부터의 응답이 0이라면 다음 검사음 세트를 출력할 때 현 검사음 세트에 해당하는 음원과, 하위 레벨을 가지는 음원을 제외한 나머지 음원으로 검사음 세트를 구성하여 랜덤으로 출력하게 된다. 예를 들어, 제4검사음 세트(500)를 출력한 후에 피검자로부터의 응답이 0이었다면, 피검자가 모든 음원을 청취하지 못하였으므로 하위 레벨의 음원도 들을 수 없다고 가정하는 것이다. 때문에 해당 주파수 내에서 제4검사음 세트(500)에 포함되는 음원과, 하위 레벨의 음량을 가지는 음원, 즉, 0dBSPL, 10dBSPL의 음원을 제외한 나머지 음원, 즉, 70 dBSPL, 80dBSPL, 90dBSPL, 100dBSPL로 구성된 검사음 세트 중 한 검사음 세트를 선택하여 출력하게 된다.

[0039] 한편, 현 검사음 세트 출력에 대응하여 입력된 음원 개수가 0개이고, 다음 출력된 검사음 세트의 대응하여 입력된 음원 개수가 상기 다음 출력된 검사음 세트의 음원 개수와 동일하다면, 피검자는 상기 현 검사음 세트는 모

두 듣지 못하고, 상기 다음 검사음 세트는 모두 들었다고 볼 수 있다. 따라서 상기 다음 검사음 세트 중 가장 작은 레벨의 음원을 상향역으로 결정하고, 상향역보다 10dBSPL 작은 레벨을 가지는 음원을 하향역(522)으로 지정한다.

[0040] 도6a 내지 도6c는 본 발명의 일 실시예에 따라 피검자 오응답시 상향역, 하향역 결정 과정을 나타낸 도면이다. 피검자의 오응답이란 검사음 세트에 포함된 음원의 개수보다 더 많은 개수를 응답으로 입력하는 경우를 의미한다.

[0041] 이렇게 오응답이 입력되면 검사가 잘못된 것이므로 초기화 되어야 한다. 그러나 이 경우 만일 매 검사 시 모든 검사음 세트를 랜덤으로 선택하는 시스템이 아니라면 즉, 검사 전에 검사음 세트를 임의의 순서로 배열한 후 검사를 진행하는 시스템이라면 한 세트의 검사가 잘못되었을 시에 해당 검사 데이터를 초기화 시킨 후 다음 단계로 넘어가기 전에 현 검사를 다시 실행해야 하는데 같은 검사음 세트를 연속으로 출력하면 정확도가 떨어지며 다시 현 검사음 세트를 출력한다고 해도 순서도 뒤바뀌기 때문에 그러지 못하는 어려움이 있다. 이에 따라, G검사음 세트라고 하는 검사 결과에 대한 데이터가 저장되지 않지만, 검사음 세트 형식을 그대로 따른 무효 검사음 세트를 미리 저장하여, 잘못된 검사가 진행되었을 시에 G검사음 세트를 출력된 후 다시 잘못된 검사에 해당하는 검사음 세트를 출력하도록 한다.

[0042] 도6a를 참조하여, 250kHz의 30dBSPL, 40dBSPL, 50dBSPL, 20dBSPL 음원들로 구성된 제6검사음 세트(600)를 출력하고, 피검자로부터 5라는 입력을 받았을 시에 G검사음 세트(602)를 출력한 후, 제6검사음 세트(600)를 출력한다. G검사음 세트(602)의 구성은 각 주파수별로 각각 N(N은 자연수)개의 일정한 레벨 차이로 구성된 검사음 세트 a(a는 자연수)개로 구성되도록 한다.

[0043] G검사음 세트를 도입하지 않을 경우는 다음과 같이 오입력에 대응한다. 도6b에 도시된 바와 같이, 제6검사음 세트(600)가 청취 검사가 시작되고 최초로 출력되는 검사음 세트라면, 다른 주파수 대역의 검사음 세트(608)를 출력한 후, 다시 잘못 검사된 검사음 세트, 즉, 제6검사음 세트(600)를 출력한다.

[0044] 만약, 제6검사음 세트(600)가 청취 검사가 시작되고 최초로 출력되는 검사음 세트가 아니라면, 도6c에 도시된 바와 같이, 이전에 출력된 검사음 세트(606)를 출력한 후, 제6검사음 세트(600)를 출력한다.

[0045] 도7은 본 발명의 일 실시예에 따른 전반적인 청력 검사 진행에 따른 청력 검사 장치의 동작 과정을 도시한 도면이다.

[0046] 검사음 세트는 청력 검사 시작전에 랜덤으로 미리 구성될 수 있으며, 청력 검사 전 구성된 검사음 세트는 정해진 순서로 배열되어 차례대로 출력되거나, 매 검사 시 매번 랜덤으로 뽑아 출력될 수 있다. 도7은 이 중 후자에 해당하는 과정을 나타낸다.

[0047] 도7을 참조하여, 청력 검사 장치는 청력 검사가 시작되면, 702단계에서 시작전에 구성된 검사음 세트들 중 임의의 검사음 세트를 선택한 후 시작을 알리는 화면의 출력하고, 704단계에서 선택한 검사음 세트의 음원을 출력한다. 검사 초기에 구성된 검사음 세트들은 10dBSPL차이의 레벨로 구성되어 있다고 가정한다.

[0048] 검사음 세트 출력 후 706 단계에서 피검자로부터 음원 개수를 입력 받으면, 청력 검사 장치는 708단계에서 입력된 음원 개수가 0보다 크고 출력 음원 개수 보다 작은지 판단한다. 만약 입력된 개수가 0인 경우에는 상기 704단계에서 출력한 검사음 세트 및 상기 704 단계에서 출력한 검사음 세트의 음원과 동일 주파수 대역을 가지며 하위 레벨의 음량을 가지는 음원으로 구성된 검사음 세트를 피검자가 모두 못 듣는 것으로 710단계에서 판단한다. 그리고 청력 검사 장치는 712단계로 진행하여 이전 검사에서 동일 주파수 대역을 가지는 음원 중 상위 레벨의 음원을 모두 청취했는지 확인한다. 확인 결과, 704 단계에서 출력한 검사음 세트와 동일 주파수 대역의 음원들 중, 704단계에서 출력한 검사음 세트의 음원들 보다 상위 레벨의 음원으로 구성된 검사음 세트를 모두 청취했던 기록이 있다면 722단계로 진행한다. 722단계에서 청력 검사 장치는 청력 검사 장치는 마지막으로 출력된 검사음 세트, 즉, 704단계에서 출력된 검사음 세트를 기준으로 상향역과 하향역을 결정한 후 5dBSPL로 세분화한 검사음 세트를 구성하고 704단계로 진행하여, 상기 구성된 검사음 세트를 출력한다. 만약, 동일 주파수 대역을 가지는 상기 상위 레벨의 음원으로 구성된 검사음 세트를 모두 청취한 것이 아니라면, 714단계에서 상기 마지막으로 출력한 검사음 세트 및 동일 주파수 내의 하위 레벨의 음원으로 이루어진 검사음 세트를 제외하고, 704단계로 진행하여 다음 검사음 세트를 출력한다.

[0049] 한편, 청력 검사 장치는 상기 706단계에서 입력된 음원 개수가 상기 704단계에서 출력된 음원의 개수와 동일한 것을 716단계에서 확인하면, 상기 704단계에서 출력한 검사음 세트 및 상기 704단계에서 출력한 검사음 세트와 동일한 주파수 대역을 가지는 음원 중 상기 704단계에서 출력한 검사음 세트에 포함된 음원들 보다 상위 레벨의

음량을 가지는 음원들로 구성된 검사음 세트를 피검자가 모두 들을 수 있는 것으로 판단한다. 그리고 718단계로 진행하여 상기 704단계에서 출력한 검사음 세트와 비교했을 때, 이전 검사 데이터 중 동일 주파수 내의 하위 레벨의 음원으로 이루어진 검사음 세트에 대한 미청취 기록이 있는지 확인한다. 확인 결과 미청취 기록이 있다면, 상기 722단계로 진행하여, 마지막으로 출력한 검사음 세트, 즉, 704단계에서 출력한 검사음 세트를 기준으로 상향역과 하향역을 결정한 후, 더 작은 레벨차, 예를 들어, 5dBSPL로 세분화된 검사음 세트를 구성하고, 상기 704단계로 진행하여, 상기 구성한 검사음 세트를 출력한다. 하지만 마지막으로 출력한 검사음 세트와 비교했을 때, 이전 검사 데이터 중 동일 주파수 내의 하위 음량 레벨의 음원으로 이루어진 검사음 세트에 대한 미청취 기록이 없다면, 청력 검사 장치는 720단계로 진행하여, 마지막으로 출력한 검사음 세트 및 동일 주파수 내의 상위 레벨의 음원으로 이루어진 검사음 세트를 제외한 후, 704단계로 진행하여 다음 검사음 세트를 출력한다.

[0050] 다른 한편, 상기 706단계에서 입력된 음원 개수가 0보다 크고 출력 음원 개수보다 작으면, 청력 검사 장치는 726단계로 진행하여, 상기 704단계에서 출력된 검사음 세트 내에서 상향역과 하향역을 결정하고 728단계로 진행한다. 728단계에서 청력 검사 장치는 결정된 상향역과 하향역 내에서 청각역을 결정할 수 있는지 확인한다. 청각역의 결정 여부는 704단계에서 출력된 검사음 세트를 구성하는 음원들의 균등 음량차에 따라 결정되며, 균등 음량차가 미리 정해진 최소 음량차인 경우에 청각역을 결정할 수 있다. 예를 들어, 최소 음량차가 5dBSPL인 경우, 출력된 검사음 세트의 음원들을 음량 기준으로 순차적으로 배열했을 때, 이웃하는 음원 간에 음량차가 5dBSPL인 경우에 청각역을 결정할 수 있다. 그리고 이러한 검사음 세트 내에서 상향역과 하향역이 결정된 경우에 청각역을 결정할 수 있다.

[0051] 도7로 돌아가서, 마지막으로 출력된 검사음 세트가 청각역을 결정할 수 있는 조건을 만족하지 않는다면, 청력 검사 장치는 730단계로 진행한다. 도7에 따른 실시예에서는 기본적인 검사음 세트의 균등 음량차를 10dBSPL로 가정하였기 때문에, 730단계에서 청력 검사 장치는 해당 주파수 대역에 대응하는 검사음 세트 중 10dBSPL 차이의 검사음 세트를 제외하고, 상기 결정된 상향역과 하향역을 기준으로 5dBSPL 차이로 세분화한 검사음 세트를 추가하고 704단계로 진행하여, 다음 검사음 세트를 출력한다.

[0052] 728단계의 확인 결과 704단계에서 출력된 검사음 세트가 청각역을 결정할 수 있는 조건을 만족다면, 청력 검사 장치는 해당 주파수 대역에 대응하는 청각역을 결정한 후 732단계로 진행한다. 732단계에서 청력 검사 장치는 다른 주파수 대역에 해당하는 검사음 세트가 남았는지 확인하여, 검사음 세트가 남았으면 상기 704단계로 진행하여 상기한 과정을 반복하고, 남은 검사음 세트가 없으면 청력 검사 과정을 종료한다.

[0053] 한편, 상기 706단계에서 입력된 음원 개수가 상기 704단계에서 출력한 음원 개수보다 큰 것을 716단계에서 확인하면, 724단계로 진행하여 검사 데이터를 초기화하고, 704단계에서 출력한 검사음 세트를 다음 검사음 세트 출력 시 포함하여 랜덤으로 뽑아 출력한다. 또는 도8a와 도8b에 도시된 과정으로 검사 과정을 계속한다.

[0054] 도8a를 참조하면, 800단계에서, 상기 도7의 724단계에서와 동일하게 현 검사 데이터를 초기화한 후, 청력 검사 장치는 802단계로 진행하여 G 검사음 세트를 출력한다. G 검사음 세트는 총 a(a는 자연수)개의 검사음 세트를 포함하며, 청력 검사 장치는 이 검사음 세트들 중 첫 번째 세트를 출력한 후, 804단계에서 피검자로부터 음원 개수를 입력 받는다. 그리고 806단계에서 a개까지 출력했는지 확인하여, 모든 G검사음 세트를 출력하지 않았으면 808단계로 진행하여 현 검사 데이터를 저장 하지 않고 다음 순서의 G검사음 세트를 출력한다. 그리고 모든 G검사음 세트를 출력했으면, 청력 검사 장치는 810단계로 진행하여 이전에 잘못 검사된 검사음 세트를 재 출력하고, 812단계에서 피검자로부터 다시 음원 개수 입력을 받는다.

[0055] 예를 들어, 만일 G검사음 세트가 3개의 검사음 세트로 구성되어 있다면, 제 1G검사음 세트를 출력하고 피검자로부터 개수를 입력 받고 다시 제2G검사음 세트를 출력하고 피검자로부터 개수를 입력 받는 과정을 3번 실행하는 것이다.

[0056] 만일 위의 G검사음 세트를 도입하지 않을 시에는 도8b에 도시된 바와 같이, 814단계에서 잘못된 검사 후 현 검사 데이터를 초기화하고, 816단계로 진행하여, 잘못 검사된 검사음 세트가 청력 검사 과정에서 첫 번째로 출력된 검사음 세트인지 확인한다. 확인 결과, 첫 번째로 출력된 검사음 세트라면 818단계에서 다음 순서의 검사음 세트를 출력하고, 첫 번째로 출력된 검사음 세트가 아닌 경우에는 820단계로 진행하여 상기 잘못 검사된 검사음 세트 이전에 출력된 검사음 세트를 출력하여, 822단계에서 피검자로부터의 음원 개수를 입력 받는다. 그리고 824단계로 진행하여 검사 결과에 대한 정보는 저장하지 않고, 826단계로 진행하여 잘못 검사된 검사음 세트를 재출력하고, 828단계에서 그에 상응하는 음원 개수를 재입력 받아 도7에 도시된 과정과 유사하게 청력 검사를 계속한다.

[0057] 상기한 도7과 도8의 동작 과정은 각 가청 주파수 별로 수행된다.

[0058] 이와 같이, 본 발명은 예상 검사음의 소리, 예상 검사음의 출력 시점에 대한 기대치를 낮춰 보다 정확한 청각역을 결정할 수 있다. 또한, 본 발명은 검사음 세트의 시작과 종료 그리고 진행중임을 피검자에게 알려주고 피검자가 스스로 버튼을 누르며 검사를 진행하기 때문에 검사자 없이 피검자 혼자 할 수 있는 장점이 있다. 그리고 본 발명은 검사자의 조작이 아닌 랜덤으로 구성된 시스템에 의한 조작으로 진행되는 검사이므로 시간을 단축할 수 있다.

[0059] 상술한 본 발명의 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 여러 가지 변형이 본 발명의 범위에서 벗어나지 않고 실시할 수 있다. 따라서 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정할 것이 아니고 특허청구범위와 특허청구범위의 균등한 것에 의해 정해 져야 한다.

도면의 간단한 설명

[0060] 도1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 청력 검사 장치의 구성을 도시한 도면,

[0061] 도2는 본 발명의 일 실시예에 따른 제어부의 구성을 도시한 도면.

[0062] 도3은 본 발명의 일 실시예에 따른 검사음 세트 구성을 나타낸 도면,

[0063] 도4a 및 도4b는 본 발명의 일 실시예에 따른 상향역, 하향역, 청각역 결정 과정을 나타낸 도면,

[0064] 도5는 본 발명의 일 실시예에 따라 피검자의 응답에 따른 검사음 세트 구성을 나타낸 도면,

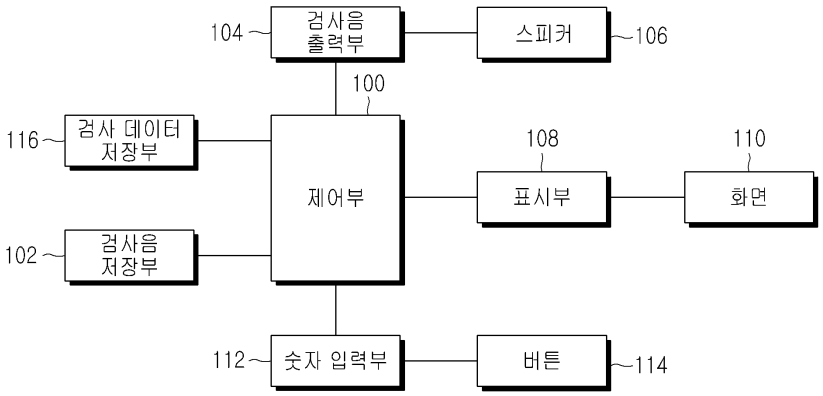
[0065] 도6a 내지 도6c는 본 발명의 일 실시예에 따라 사용자 오응답시 상향역, 하향역 결정 과정을 나타낸 도면,

[0066] 도7은 본 발명의 일 실시예에 따른 청력 검사 과정을 나타낸 도면,

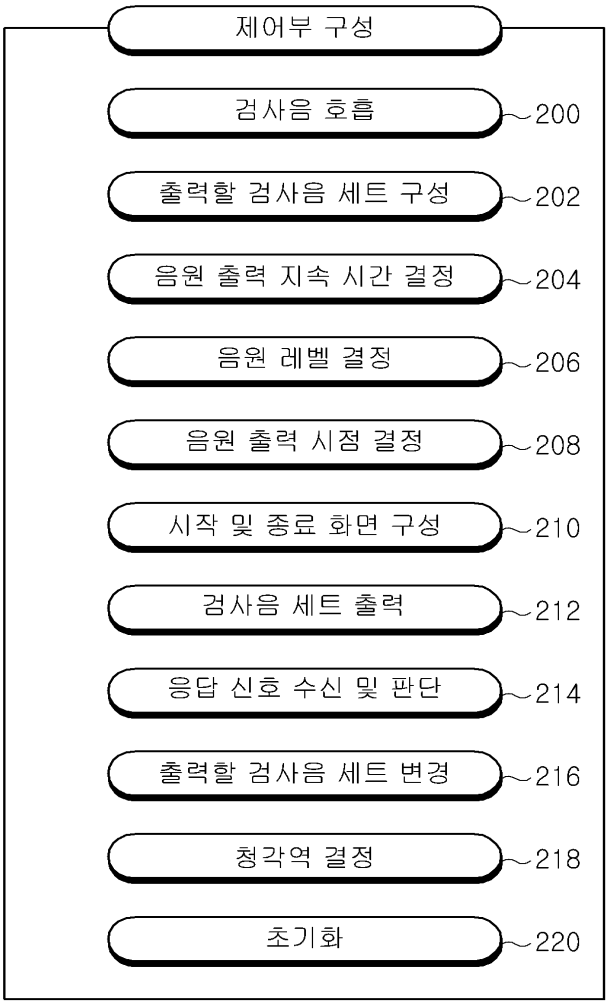
[0067] 도8a 및 도8b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 청력 검사 과정을 나타낸 도면.

도면

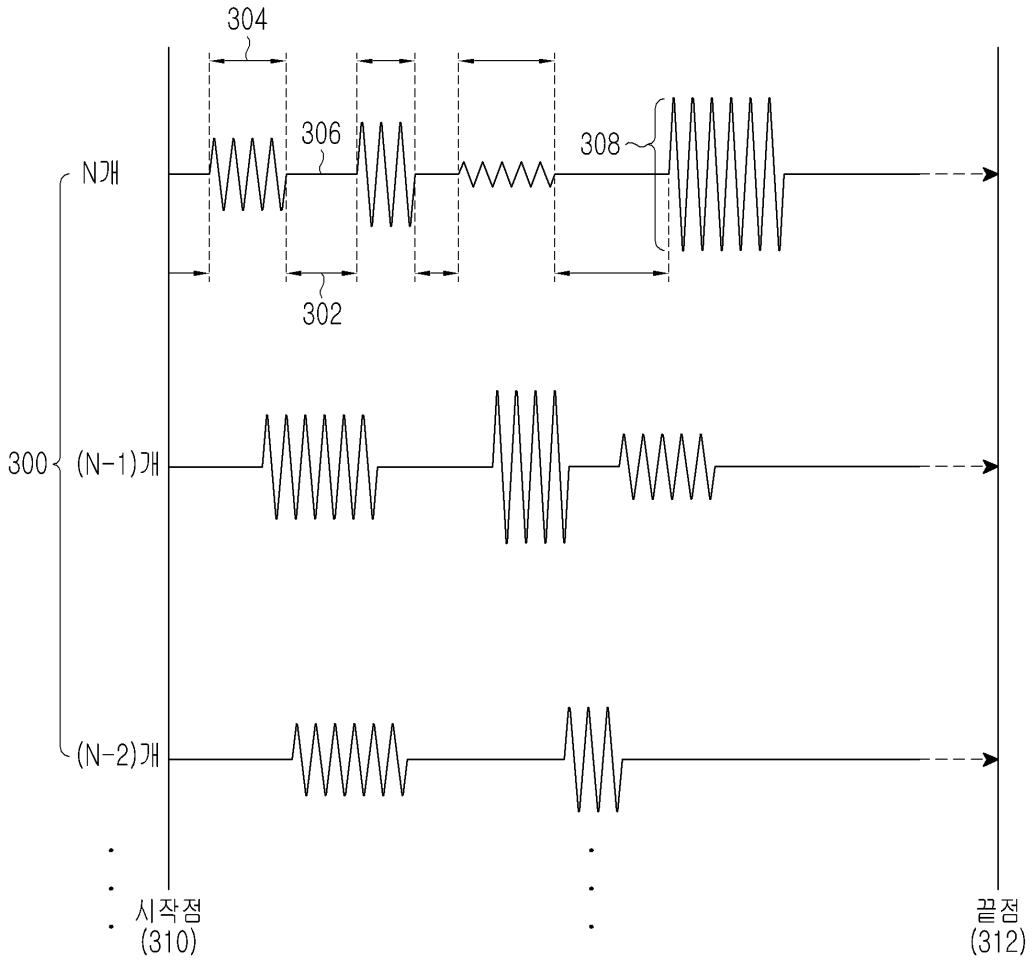
도면1



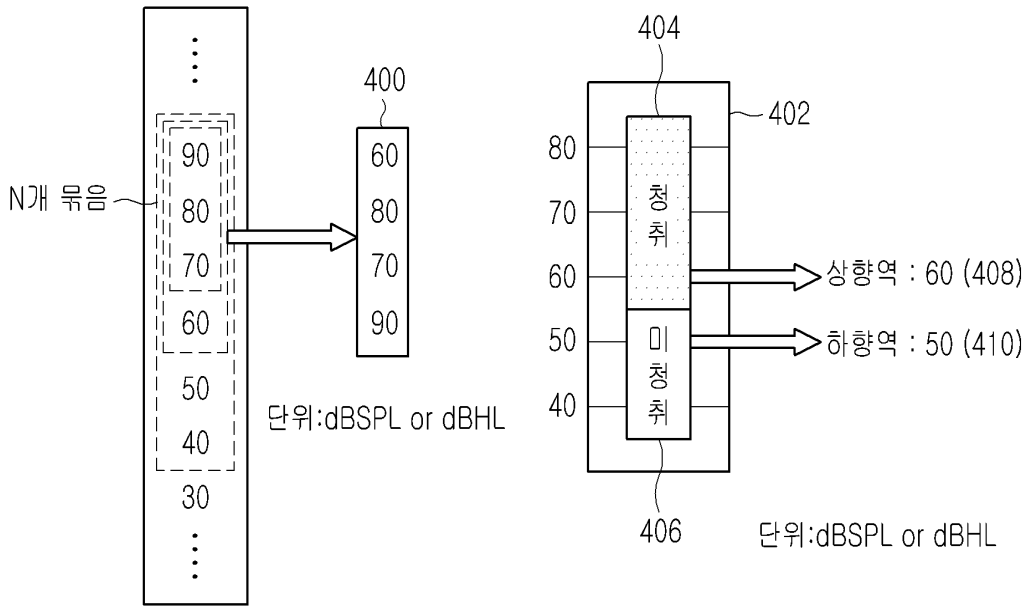
도면2


제어부 구성
검사음 호흡
200
출력할 검사음 세트 구성
202
음원 출력 지속 시간 결정
204
음원 레벨 결정
206
음원 출력 시점 결정
208
시작 및 종료 화면 구성
210
검사음 세트 출력
212
응답 신호 수신 및 판단
214
출력할 검사음 세트 변경
216
청각역 결정
218
초기화
220

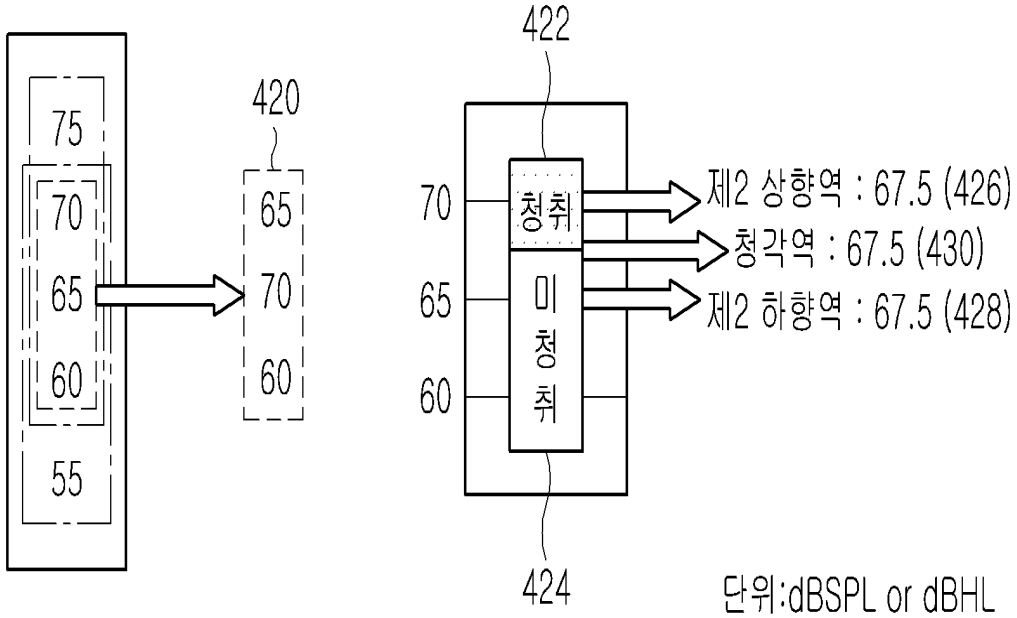
도면3


304
306
308
N개
302
300
(N-1)개
(N-2)개
시작점
(310)
끝점
(312)

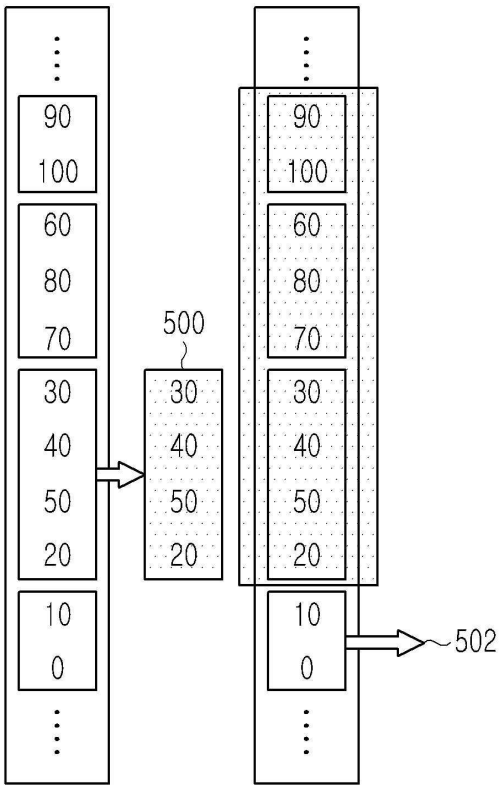
도면4a

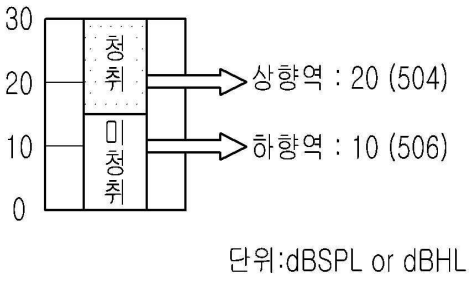

400
N개 묶음
90
80
70
60
50
40
30
60
80
70
90
단위:dBSPL or dBHL
404
402
80
70
60
50
40
청취
미청취
상향역 : 60 (408)
하향역 : 50 (410)
406
단위:dBSPL or dBHL

도면4b

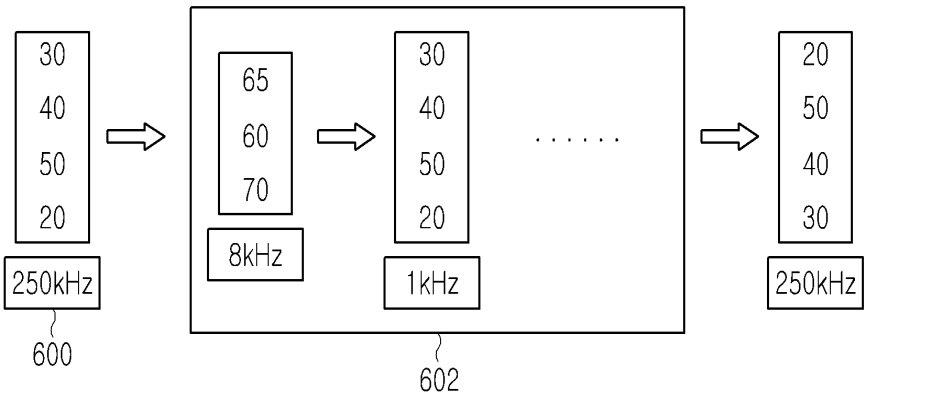

75
70
65
60
55
420
65
70
60
422
70
65
60
청취
미청취
제2 상향역 : 67.5 (426)
청각역 : 67.5 (430)
제2 하향역 : 67.5 (428)
424
단위:dBSPL or dBHL

도면5


90
100
60
80
70
30
40
50
20
10
0
500
502

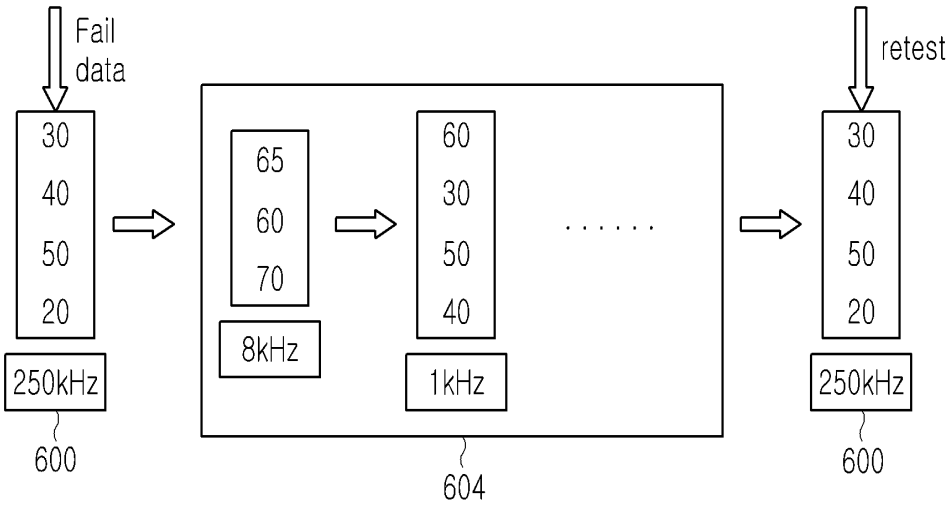

30
20
10
0
청취
미청취
상향역 : 20 (504)
하향역 : 10 (506)
단위:dBSPL or dBHL

도면6a

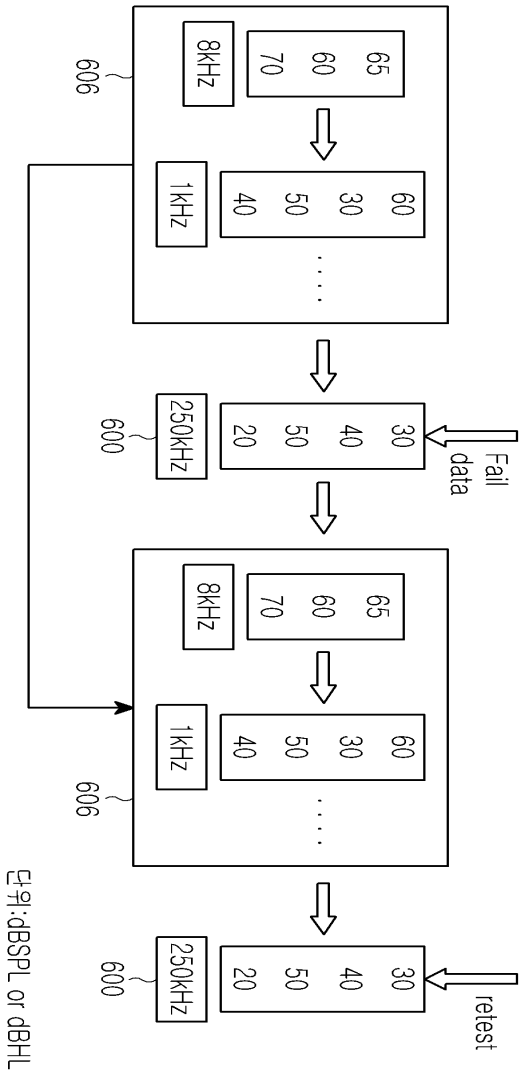


단위:dBSPL or dBHL

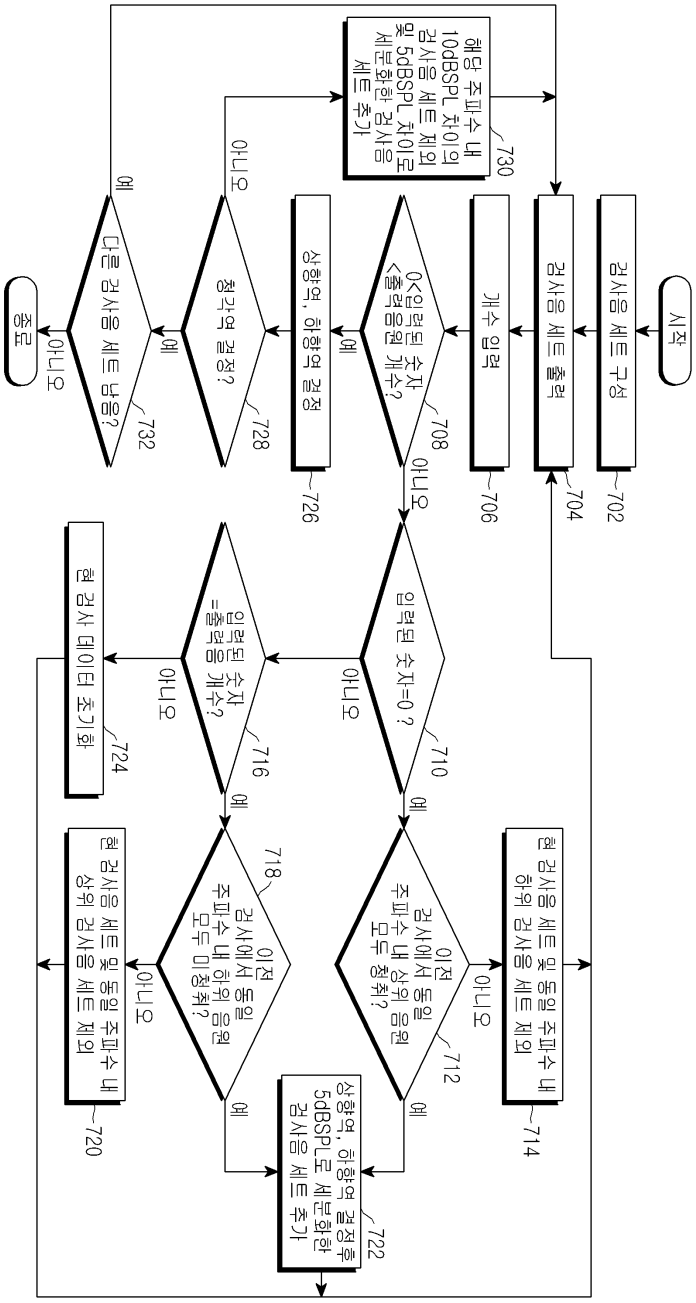
도면6b



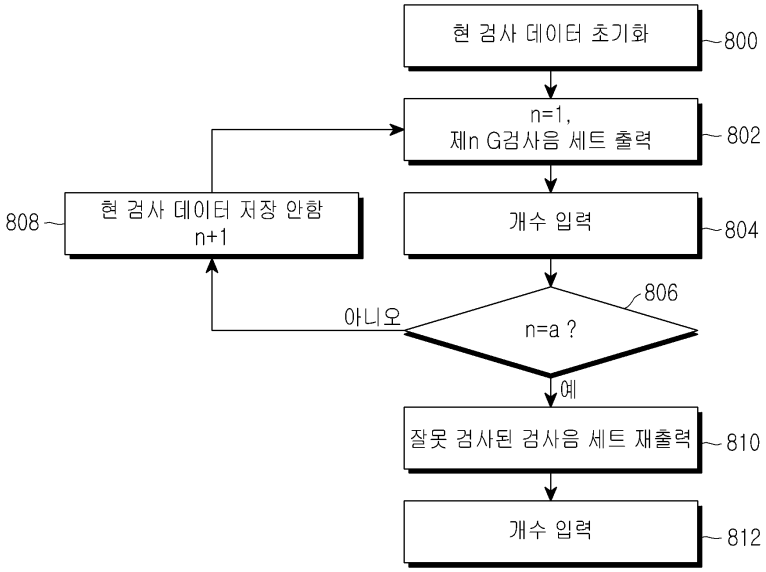
도면6c


606
8kHz
70
60
65
1kHz
40
50
30
60
600
250kHz
20
50
40
30
Fail data
606
8kHz
70
60
65
1kHz
40
50
30
60
600
250kHz
20
50
40
30
retest
단위:dBSPL or dBHL

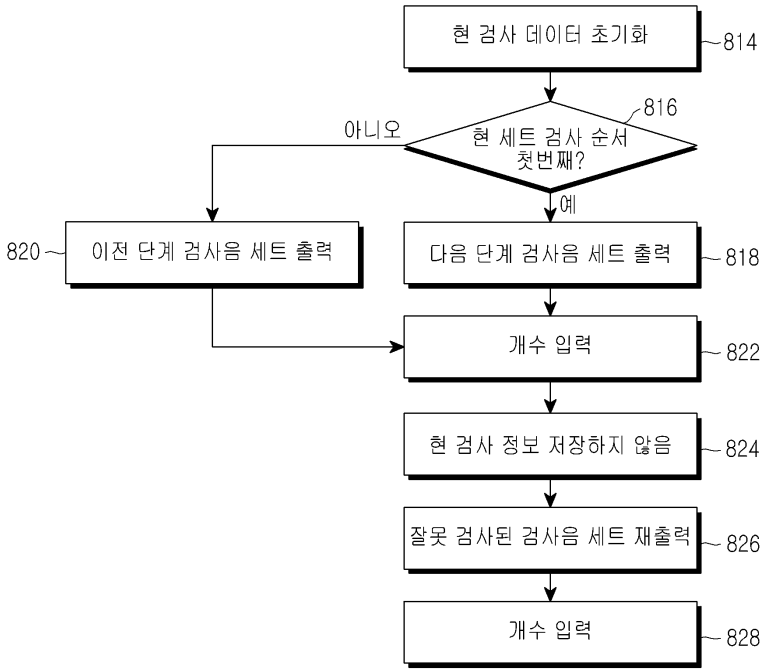
도면7


시작
검사음 세트 구성
702
검사음 세트 출력
704
개수 입력
706
0<입력된 숫자<출력음원 개수?
708
예
상향역, 하향역 결정
726
청각역 결정?
728
예
다른 검사음 세트 남음?
732
예
종료
아니오
아니오
아니오
해당 주파수 내 10dBSPL 차이의 검사음 세트 제외 및 5dBSPL 차이로 세분화한 검사음 세트 추가
730
아니오
입력된 숫자=0 ?
710
예
검사에서 동일 주파수 내 상위 음원 청취?
712
예
현 검사음 세트 및 동일 주파수 내 하위 검사음 세트 제외
714
아니오
상향역, 하향역 결정후 5dBSPL로 세분화한 검사음 세트 추가
722
입력된 숫자=출력음원 개수?
716
예
검사에서 동일 주파수 내 하위음원 모두 미청취?
718
예
현 검사음 세트 및 동일 주파수 내 상위 검사음 세트 제외
720
아니오
현 검사 데이터 초기화
724
아니오

도면8a


현 검사 데이터 초기화
800
n=1,
제n G검사음 세트 출력
802
개수 입력
804
n=a ?
806
아니오
예
현 검사 데이터 저장 안함
n+1
808
잘못 검사된 검사음 세트 재출력
810
개수 입력
812

도면8b


현 검사 데이터 초기화
814
현 세트 검사 순서
첫번째?
816
아니오
예
이전 단계 검사음 세트 출력
820
다음 단계 검사음 세트 출력
818
개수 입력
822
현 검사 정보 저장하지 않음
824
잘못 검사된 검사음 세트 재출력
826
개수 입력
828