

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호

부처명 산업자원부

연구관리전문기관

연구사업명 전략기술개발사업

연구과제명 한국어·심히음향 강화 보청 알고리즘 및 평가

기여율

주관기관 인하대학교

연구기간 2008년 12월 1일~ 2011년 9월 30일

특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 청각역 결정을 위한 기준 주파수 및 기준 강도를 갖는 기준 신호음을 출력하는 단계;
 - (b) 상기 기준 신호음에 대한 사용자의 응답을 통해 다른 강도의 신호음을 출력하는 단계;
 - (c) 상기 사용자의 응답을 통해 제1 및 제2 주파수 대역의 청각역의 정상 판정시 청력 검사를 종료하는 단계;
 - (d) 각 주파수 대역의 청각역을 비교 및 계산하는 단계;
 - (e) 주파수 대역의 비교를 통해 다음 신호음의 주파수 대역을 결정하는 단계;
 - (f) 각 주파수 대역의 청각역의 계산을 통해 다음 주파수 대역의 청각역을 예상 및 결정하는 단계; 및
 - (g) 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복 수행하여 설정된 주파수 대역별로 청각역을 각각 결정하는 단계를 포함하되,
- 단계 (f)는 1kHz 주파수 대역의 강도와 같은 강도를 갖는 신호음을 4kHz 주파수에서 발생하고 250Hz 주파수 대역에서의 청각역을 1kHz의 청각역과 동일한 강도로 결정하는 단계를 포함하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 2

- (a) 청각역 결정을 위한 기준 주파수 및 기준 강도를 갖는 기준 신호음을 출력하는 단계;
 - (b) 상기 기준 신호음에 대한 사용자의 응답을 통해 다른 강도의 신호음을 출력하는 단계;
 - (c) 상기 사용자의 응답을 통해 제1 및 제2 주파수 대역의 청각역의 정상 판정시 청력 검사를 종료하는 단계;
 - (d) 각 주파수 대역의 청각역을 비교 및 계산하는 단계;
 - (e) 주파수 대역의 비교를 통해 다음 신호음의 주파수 대역을 결정하는 단계;
 - (f) 각 주파수 대역의 청각역의 계산을 통해 다음 주파수 대역의 청각역을 예상 및 결정하는 단계; 및
 - (g) 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복 수행하여 설정된 주파수 대역별로 청각역을 각각 결정하는 단계를 포함하되,
- 단계 (f)는 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역 간의 차이가 소정 강도보다 큰 경우, 상기 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 계산하여 500Hz에서 신호음으로 발생시키는 단계; 및

상기 500Hz에서 발생한 신호음에 대한 사용자의 수신 여부에 따라 강도를 조정하는 방식으로 500Hz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 저장하는 단계를 포함하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 3

- (a) 청각역 결정을 위한 기준 주파수 및 기준 강도를 갖는 기준 신호음을 출력하는 단계;
- (b) 상기 기준 신호음에 대한 사용자의 응답을 통해 다른 강도의 신호음을 출력하는 단계;
- (c) 상기 사용자의 응답을 통해 제1 및 제2 주파수 대역의 청각역의 정상 판정시 청력 검사를 종료하는 단계;
- (d) 각 주파수 대역의 청각역을 비교 및 계산하는 단계;
- (e) 주파수 대역의 비교를 통해 다음 신호음의 주파수 대역을 결정하는 단계;

(f) 각 주파수 대역의 청각역의 계산을 통해 다음 주파수 대역의 청각역을 예상 및 결정하는 단계; 및
(g) 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복 수행하여 설정된 주파수 대역별로 청각역을 각각 결정하는 단계를 포함하되,

단계 (f)는 500Hz와 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 기울기를 연장하여 얻은 신호음을 4kHz 주파수에서 발생하는 단계; 및

상기 4kHz 주파수에서 발생한 신호음에 대한 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조정하는 방식으로 4kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 저장하는 단계를 포함하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 4

(a) 청각역 결정을 위한 기준 주파수 및 기준 강도를 갖는 기준 신호음을 출력하는 단계;
(b) 상기 기준 신호음에 대한 사용자의 응답을 통해 다른 강도의 신호음을 출력하는 단계;
(c) 상기 사용자의 응답을 통해 제1 및 제2 주파수 대역의 청각역의 정상 판정시 청력 검사를 종료하는 단계;
(d) 각 주파수 대역의 청각역을 비교 및 계산하는 단계;
(e) 주파수 대역의 비교를 통해 다음 신호음의 주파수 대역을 결정하는 단계;
(f) 각 주파수 대역의 청각역의 계산을 통해 다음 주파수 대역의 청각역을 예상 및 결정하는 단계; 및
(g) 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복 수행하여 설정된 주파수 대역별로 청각역을 각각 결정하는 단계를 포함하되,

단계 (f)는 2kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역을 연장하여 얻은 신호음을 8kHz 주파수에서 발생하는 단계; 및

상기 8kHz 주파수에서 발생한 신호음에 대한 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조정하는 방식으로 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 저장하는 단계를 포함하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 및 제2 주파수 대역은 각각 1kHz 및 4kHz인 급속 청력 검사 방법.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 저장된 음원은 각 주파수대 별로 10dBHL의 일정한 스텝으로 이루어져 있으며, 시작음을 30dBHL로 지정하고 출력하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 단계 (b)는, 시작음에 대한 사용자의 수신 응답 여부에 따라 10dBHL을 높이거나 5dBHL을 낮추어서 1kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 8

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 단계 (d)는 저장된 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도와 같은 신호음을 발생시키고, 상기 저장된 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도와 같도록 발생한 신호음의 수신 여부에 따라 강도를 조정하는 방식으로 4kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 급속 청력 검사 방법.

법.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서, 단계 (e)는, 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역 강도 차이를 계산하여 상기 강도 차이가 기준치 이하인 경우 2kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하기 위한 단계를 생략하고 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 단계로 진행하며, 상기 강도 차가 기준치보다 클 경우 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 계산하고, 그 값을 시작으로 2kHz 주파수 대역에 대한 청각역을 결정하여 저장하는 단계를 포함하는 급속 청력 검사 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 상기 기준치는 5 dB인 급속 청력 검사 방법.

청구항 11

삭제

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 청력 검사에 관한 것으로서, 더 상세하게는 주파수 대역별로 청력도를 측정하는 청력 검사 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고령화 인구의 증가와 음향기기의 많은 사용으로 인해 난청인구가 증가하고 있다. 청각능력과 난청의 정도는 개개인마다 다르지만 휴대기기의 이퀄라이저는 일정한 기준에 맞추어져 생산되고 있다. 따라서 사용자의 청각능력에 따른 이퀄라이저를 설정하기 위해 휴대 기기를 이용한 간단한 청각검사가 이루어지도록 한다.

[0003] 종래의 자가 청력 검사는 사용자의 청각역 추정을 위해 기준음 및 사용자의 응답 수신 여부에 따라 강도 및 주파수가 변경된 음원을 출력하였다. 제어부에서 미리 설정된 알고리즘에 따라 랜덤하게 주파수 변경을 하여 사용자의 청각역을 결정한다. 종래의 방법은 상승법과 하강법으로 사용자가 기준 주파수에서의 청각역을 선정하고 다른 주파수 대역별에서는 기준주파수의 소정치 이상의 강도에 해당하는 신호음을 설정하여 출력한다.

[0004] 종래의 기술의 경우 주파수 대역별로 청력 손실의 차이가 큰 사용자의 검사는 청각역을 찾는 과정이 오래 걸릴 수 있다는 단점이 있다.

[0005] 특히, 정상 청력인의 검사 시에도 청각역을 찾는 과정이 다단계로 진행됨으로써, 검사 과정의 지연이 초래될 수 있다는 등의 단점을 내포하고 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이상과 같은 종래의 문제점을 개선하기 위하여 창출된 것으로서, 사용자의 청각역을 계산하고 예상하여 신호음을 발생함으로써 주파수 대역별로 사용자의 예상된 청력도를 측정하고, 청력도에 따라 청각 검사의 단계를 줄임으로써 검사 시간을 줄이기 위한 급속 청력 검사 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 급속 청력 검사 방법은 (a) 청각역 결정을 위한 기준 주파수 및 기준 강도를 찾는 기준

신호음을 출력하는 단계; (b) 상기 기준 신호음에 대한 사용자의 응답을 통해 다른 강도의 신호음을 출력하는 단계; (c) 상기 사용자의 응답을 통해 제1 및 제2 주파수 대역의 청각역의 정상 판정시 청력 검사를 종료하는 단계; (d) 각 주파수 대역의 청각역을 비교 및 계산하는 단계; (e) 주파수 대역의 비교를 통해 다음 신호음의 주파수 대역을 결정하는 단계; (f) 각 주파수 대역의 청각역의 계산을 통해 다음 주파수 대역의 청각역을 예상 및 결정하는 단계; 및 (g) 단계 (d) 내지 단계 (f)를 반복 수행하여 설정된 주파수 대역별로 청각역을 각각 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0008] 본 발명에서는 사용자의 청력 손실도의 주파수 대역별 평균값과 기울기를 통해 청각역을 예상하여 신속한 검사가 이루어지도록 하는 것으로, 손실의 정도가 심하지 않은 사용자의 검사는 불필요한 주파수 대역의 검사를 생략하여 종래의 기술보다 신속하고 간단한 검사가 이루어진다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 청력 검사 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 급속 청력 검사 방법을 설명하는 흐름도이다.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 이하인 경우 검사 과정을 설명하는 그래프이다.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 500 Hz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다.
 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 2 kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다.
 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 8 kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

[0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 청력 검사 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.

[0012] 본 발명의 실시예에 따른 청력 검사 장치는 사용자의 청각역을 알아보기 위해, 주파수와 dBHL 별로 신호의 음원이 저장되어 있는 음원 저장부(110), 상기 음원을 출력하는 출력부(120), 응답 스위치(130), 사용자의 신호음 응답에 따른 청각역을 저장하는 메모리(140), 및 상기 예상 청각역을 계산하는 제어부(150)를 포함한다.

[0013] 본 발명의 동작 원리는 정상 청력을 가진 사람들은 각 주파수 별로 청각역이 비슷하거나 일정한 범위 내에 청각역이 존재한다는 예상을 통한 청력검사를 하여, 계산된 예상 청각역에 해당하는 순음을 발생시킨다. 예상된 청각역을 통해 일반적인 청력검사와 시간과 절차를 간소화하여 빠르고 정확한 청력검사가 이루어지게 한다.

[0014] 또한, 상기한 과정에서, 일례로, 1kHz와 4kHz에서 정상으로 판정될 때, 250Hz와 500Hz에서의 손실이 위 1kHz와 4kHz의 경우와 같다는 예견을 통해, 다른 부가적인 주파수 대역에서의 검사를 생략함으로써, 판단을 신속히 수행할 수 있게 되는 것이다.

[0015] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 급속 청력 검사 방법을 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 급속 청력 검사 방법을 설명하는 흐름도이다. 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 이하인 경우 검사 과정을 설명하는 그래프이다.

[0016] 제어부(150)는 음원 저장부(140)로부터 기준 주파수 및 기준 강도를 갖는 기준 신호음, 즉 1kHz 주파수 대역의 기준 신호음 30dB를 호출하고(202), 출력부(120)를 통하여 출력한다(S204).

[0017] 제어부(150)는 사용자가 상기 기준 신호음 30dB를 들었나, 즉 사용자의 응답 신호의 수신 여부를 판단한다(단계 S206). 이 경우, 상기 사용자의 응답 신호의 수신은 응답 스위치(130)에 의해 이루어진다.

[0018] 단계 S206의 판단 결과, 사용자의 응답 신호의 수신되지 않으면, 제어부(150)는 상기 기준 신호음의 강도를 10dB 만큼 증가하여(S208), 단계 S204로 복귀하여 증가한 신호음 40dB을 출력부(120)를 통하여 출력하며,

단계 S204 내지 S208을 반복 수행한다.

- [0019] 단계 S206의 판단에서, 사용자의 응답 신호의 수신된 경우, 제어부(150)는 상기 기준 신호음 30dB을 5dB 만큼 감소하고(S210), 출력부(120)를 통하여 출력한다(단계 S212).
- [0020] 제어부(150)는 사용자가 상기 감소한 신호음 25dB를 들었나, 즉 이에 대한 응답 신호 수신 여부를 판단한다(단계 S214).
- [0021] 단계 S214의 판단 결과, 상기 사용자의 응답 신호가 수신된 경우, 제어부(150)는 상기 감소한 신호음 25dB에서 2.5dB 감소하여(단계 S216), 얻은 22.5dB의 신호음을 사용자의 1kHz 주파수 대역에서의 청각역으로 결정하고 메모리(140)에 저장한다(단계 218). 상기 사용자의 응답 신호가 수신되지 않은 경우, 제어부(150)는 상기 감소한 신호음 25dB에서 2.5dB 증가하여(단계 S220), 얻은 27.5dB의 신호음을 사용자의 1kHz 주파수 대역에서의 청각역으로 결정하고 메모리(140)에 저장한다(단계 S218).
- [0022] 이 경우, 1kHz의 정해진 첫 순음을 발생시키고 청각역을 구하기 위해 검사음에 대해 사용자의 응답 유무에 따라 10dBHL(hearing level) 높거나 5dBHL 낮은 소리를 발생시킨다. 상기 dBHL이라는 것은 음향의 물리적인 척도인 dB SPL(Sound Pressure Level)을 심리 음향학적인 척도로 변환한 것으로서, 본 발명에서는 2003년 8월 최종 수정된 ISO226:2003의 등청감 곡선을 기준으로 음원 데이터를 보정한다. 사용자의 수신 응답에 따라 청각역을 결정하여 그 값을 저장한다. 이값은 다른 주파수의 예상 청각역을 계산하는데 중요한 기준값이 된다.
- [0023] 단계 S222의 판단 결과, 1kHz 주파수 대역에서의 청각역이 기준음, 예를 들면 30dB 이하인 경우에, 제어부(150)에서는 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 같은 강도를 갖는 4kHz 주파수 대역에서의 신호음을 발생하여(단계 S224), 단계 S206 내지 단계 S218와 동일한 방식을 통하여, 상기 신호음의 강도를 조절하는 방식으로 상기 사용자의 4kHz 주파수 대역에서의 청각역으로 결정하고 메모리(140)에 저장한다(단계 S226).
- [0024] 이 경우, 1kHz의 청력 손실이 기준음(30dB) 이하로 크지 않다면 1kHz 대 주파수와 4kHz 대 주파수의 가청 범위가 비슷한 1kHz의 청각역을 이용하여 4kHz의 예상 청각역에 해당하는 순음을 발생하여 청력 검사에 필요한 절차를 단순화한다.
- [0025] 그 후, 제어부(150)는 4kHz 주파수 대역에서의 청력 손실과 1kHz 주파수 대역에서의 청력 손실 간의 차이가 소정 강도, 예를 들면 5dB 이하인 지를 판단한다(S228).
- [0026] 단계 S228의 판단 결과, 4kHz 주파수 대역에서의 청력 손실과 1kHz 주파수 대역에서의 청력 손실 간의 차이가 소정 강도(5dB) 이하인 경우, 제어부(150)는 평균 손실을 알려주고(S230), 청력 검사를 종료한다.
- [0027] 단계 S222의 판단 결과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역이 30dB 보다 큰 경우, 제어부(150)는 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 같은 강도를 갖는 신호음을 4kHz 주파수 대역에서 발생하여(단계 S232), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 방식을 통하여, 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조절하는 방식으로 상기 사용자의 250Hz 주파수 대역에서의 청각역을 1kHz의 청각역과 동일한 강도로 결정하고 메모리(140)에 저장한다(단계 S234).
- [0028] 그 후, 제어부(150)는 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역 간의 차이가 5dB 이하인 지를 판단한다(단계 S236).
- [0029] 단계 S236의 판단 결과, 250Hz 주파수 대역의 청각역과 1kHz 주파수 대역의 청각역 간의 차이가 5dB 이하인 경우, 1kHz 주파수 대역의 청각역보다 설정강도 만큼 큰 신호음을 4kHz 주파수 대역에서 발생하여(단계 S238), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여, 상기 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조절하는 방식으로 4kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하고, 메모리(140)에 저장한다(S240).
- [0030] 단계 S236의 판단 결과, 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역 간의 차이가 5dB보다 큰 경우, 도 4를 참조하면, 제어부(150)는 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 계산하여 500Hz 주파수 대역에서 신호음으로 발생시켜(S242), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여 상기 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조절하여 500Hz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 메모리(140)에 저장한다(S244).
- [0031] 이 경우, 250Hz 주파수 대역의 청각역과 1kHz 주파수 대역의 청각역의 차이가 5dB 이하이면 500Hz 주파수 대역에서의 청각역의 검사는 생략하고, 단계 S238으로 진행하여 4kHz 주파수 대역의 청각역을 결정한다. 또한 도 4를 참조하면, 250Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 계산하여

500Hz 주파수 대역에서의 신호음을 발생시켜(S242), 500Hz 주파수 대역에서의 청각역을 찾는다(S244). 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 500 Hz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다. 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 2 kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다.

[0032] 그 후, 도 5의 ②로 나타낸 바와 같이, 제어부(150)는 500Hz 주파수 대역에서의 청각역과 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 기울기를 연장하여 얻은 신호음을 4kHz 주파수 대역에서 발생하고(S246), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여 상기 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조정하여 4kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 메모리(140)에 저장한다(S240).

[0033] 단계 S240을 수행한 후, 제어부(150)는 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역 간의 차이가 5dB 이하인 지를 판단한다(S248). 단계 S248의 판단 결과, 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역 간의 차이가 5dB 이하인 경우, 도 6에 ①로 나타낸 바와 같이, 제어부(150)는 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 동일한 신호음을 8kHz 주파수 대역에서 발생하고(S250), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여 상기 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조절하여 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 메모리(140)에 저장한다(S252).

[0034] 이 경우, 1kHz와 4kHz의 청각역의 차이가 없는 사용자라면 2kHz 주파수 대역에서의 청각역도 비슷할 것이라는 예상을 할 수 있으므로 2kHz 주파수 대역에서의 청각역 검사를 생략하고, 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 검사하여, 메모리(140)에 저장한다(S252). 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 1kHz 주파수 대역에서의 청각역의 강도가 30 dB 보다 큰 경우 8 kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하는 과정을 설명하는 그래프이다. 도 3 내지 도 6의 그래프에서 노란 점은 주파수 대역에서의 신호음을 나타내고 붉은 점은 피검자인 사용자의 청각역을 나타낸다.

[0035] 정상인의 경우, 단계 S228의 판단 결과 4kHz 주파수 대역의 손실이 1kHz 주파수의 청각역과의 차이가 5dB 이하의 경우 또는 단계 S248에서, 난청인의 경우, 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역의 청각역 간의 차이가 5dB 이하의 경우, 도 5에 도시된 바와 같이, 제어부(150)는 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 2kHz 주파수대역에서의 신호음으로 발생하여(S254), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여 상기 사용자의 수신 응답 여부에 따라 상기 신호음의 강도를 조절하는 방식으로 2kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 메모리(140)에 저장한다(S256).

[0036] 이 경우, 1kHz와 4kHz의 청각역의 차이가 5dB 보다 큰 사용자라면 두 주파수대의 청각역 사이에 2kHz의 청각역이 존재할 것이라고 예상을 한다. 메모리(140)에 저장된 1kHz 주파수 대역에서의 청각역과 4kHz 주파수 대역에서의 청각역의 중간값을 계산하여 2kHz 주파수 대역에서의 신호음을 발생시켜 청각역을 결정한다(S254 및 S256).

[0037] 그 후, 도 6의 ②로 나타낸 바와 같이, 제어부(150)는 2kHz와 4kHz 주파수 대역에서의 청각역의 기울기를 연장하여 얻은 음을 8kHz에서 발생하고(S258), 단계 S206 내지 단계 S218에서와 동일한 과정을 통하여 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정하여 메모리(140)에 저장한다(S252).

[0038] 이 경우, 정상적인 청력을 지닌 사용자는 각 주파수별 청각역의 차이가 크게 나지 않을 것이며 난청이 있는 사용자는 고주파일수록 청각 청각역이 높아질 것이다. 2kHz의 청각역과 4kHz값의 그래프 상 기울기를 계산하여, 그 기울기 값과 같도록 연장선을 만들어(S258), 8kHz 주파수 대역에서의 청각역을 결정한다(S252).

[0039] 도 3 내지 도 6을 다시 참조하면, ① 단계 청력 측정 검사에서 정상치 설정 dB에서 이상이 없는 것으로 나오게 되면, 곧바로 ③ 단계의 2kHz에서 청력 검사를 하는 것이 아니라, ② 단계에서 4kHz 주파수 대역의 청력 검사를 상기 1단계의 1kHz 주파수 대역에서의 정상치 설정 dB에서 측정한 후, 이상이 없는 것으로 나오면, 정상 청력을 가진 것으로 판단함으로써, 청력 검사의 간이화와 효율을 높이하고자 한 것이다. 만일, 위에서 ② 단계에서 정상 청력을 가지지 못하는 것으로 나오게 되어, 일 예로, 설정치 보다 높은 dB에서 가청하였다고 가정하면, 상기 4kHz와 상기 1kHz의 포인트를 직선으로 그린 후, ③ 단계의 2 kHz에 걸쳐지는 포인트에 해당하는 dB에서 가청 검사를 수행하고, 이때 가청 검사가 더 높은 dB에서 성공할 경우에는 상기 직선의 기울기가 1 kHz와 4 kHz를 연결하는 직선이 아닌, 기울기가 변경된 2 kHz와 4 kHz를 가청 포인트를 서로 연결하는 직선을 연장한 후, 다음의 ④ 8kHz에서의 가청 검사를 수행할 dB을 미리 설정할 수 있음으로써, 청력 검사의 프로세스를 단축할 수 있다는 장점이 있는 것이다.

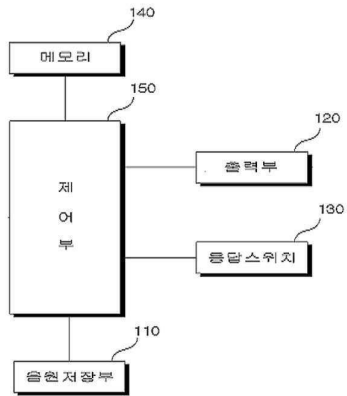
부호의 설명

[0040]

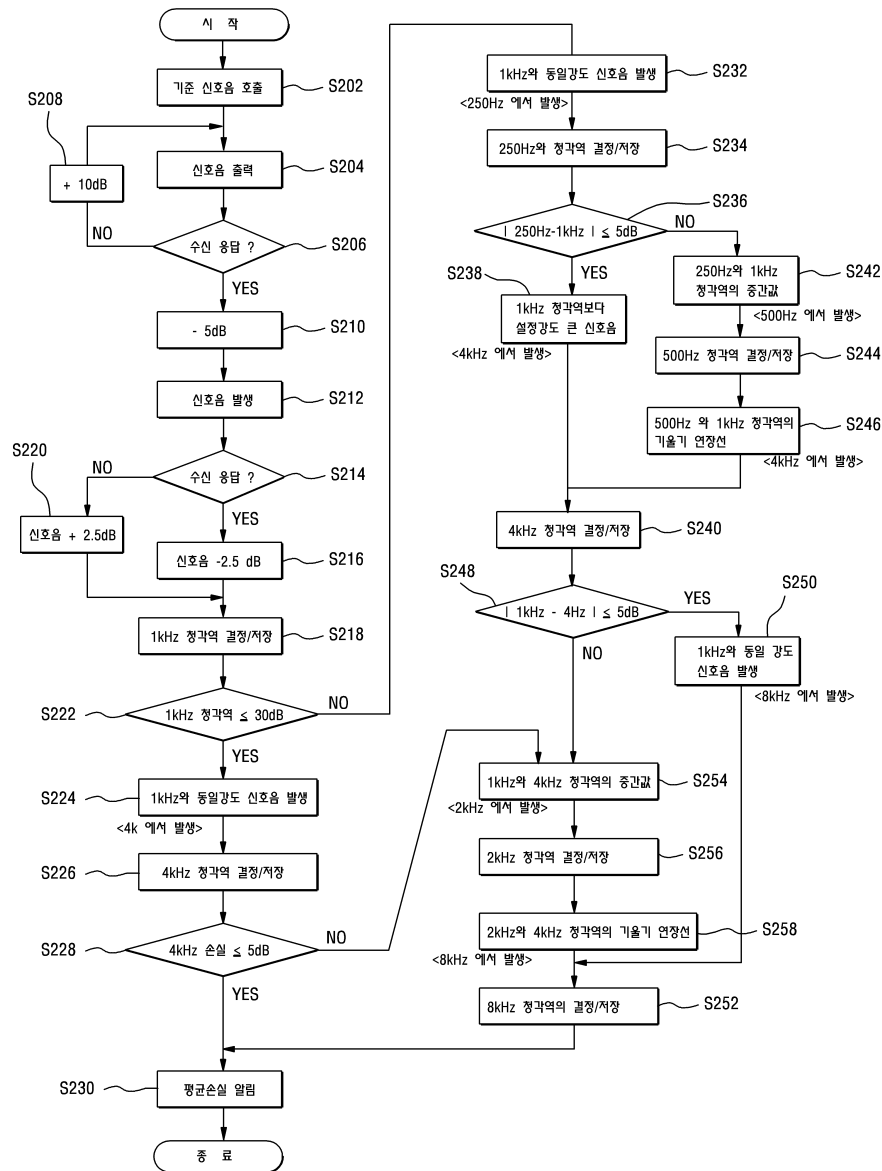
- | | |
|-------------|----------|
| 110: 음원 저장부 | 120: 출력부 |
| 130: 응답 스위치 | 140: 메모리 |
| 150: 제어부 | |

도면

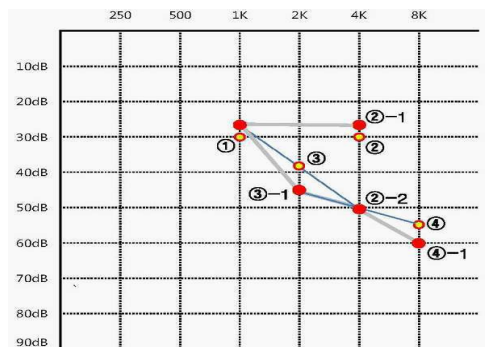
도면1



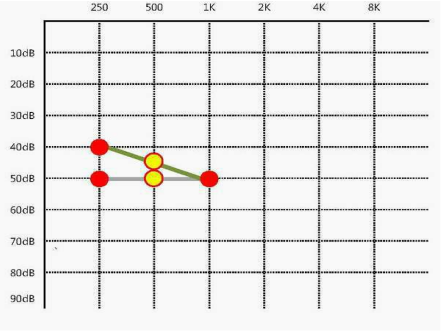
도면2



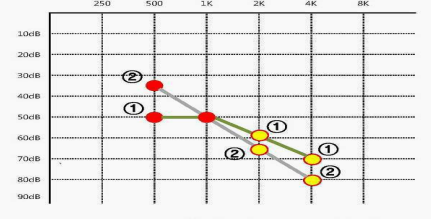
도면3



도면4



도면5



도면6

