



(52) CPC특허분류

*G10K 2210/3039* (2013.01)

*G10K 2210/3055* (2013.01)

*G10K 2210/503* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

개인용 오디오 디바이스의 트랜스듀서의 근처에서 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법으로서,  
 기준 마이크 신호를 제공하기 위해 기준 마이크를 통해 주변 오디오 사운드들을 측정하는 제 1 측정 단계;  
 에러 마이크 신호를 제공하기 위해 에러 마이크를 통해 트랜스듀서의 출력을 측정하는 제 2 측정 단계;  
 상기 기준 마이크의 출력을 필터링하는 적응 필터의 응답을 적응시킴으로써, 상기 트랜스듀서의 음향 출력에서  
 주변 오디오 사운드들의 영향을 상쇄시키기 위해 상기 기준 마이크 신호로부터 잡음-방지 신호를 적응적으로 생  
 성하는 단계;  
 상기 잡음-방지 신호와 소스 오디오 신호를 결합하여 상기 트랜스듀서에 제공되는 오디오 신호를 생성하는  
 단계;  
 성형된 소스 오디오를 생성하기 위해 제 2차 경로 추정 응답을 갖는 제 2차 경로 적응 필터를 사용하여 상기 소  
 스 오디오를 성형하는 단계;  
 청취자에게 전달되는 결합된 잡음-방지 및 주변 오디오 사운드들을 나타내는 에러 신호를 제공하기 위해 상기  
 에러 마이크 신호로부터 상기 성형된 소스 오디오를 제거하는 단계로서, 상기 적응적으로 생성하는 단계가 상기  
 에러 신호를 최소화하기 위하여 상기 적응 필터의 응답을 적응시키는, 상기 제거하는 단계;  
 상기 제 2차 경로 적응 필터의 계수들의 값들로부터 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도를  
 결정하고, 상기 결합 정도의 변화들을 검출하는 단계;  
 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도의 변화들을 검출함에 따라 상기 적응 필터의 응답을 변  
 경하는 단계;  
 상기 잡음-방지 신호와 소스 오디오 신호를 결합하는 단계; 및  
 상기 음향 출력을 생성하기 위해 상기 트랜스듀서에 상기 결합 결과를 제공하는 단계를 포함하는, 주변 오디오  
 사운드들을 소거하는 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 변경하는 단계는, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 적응  
 필터의 응답을 미리 결정된 응답으로 시행함으로써 상기 적응 필터의 응답을 변경하는, 주변 오디오 사운드들을  
 소거하는 방법.

#### 청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 미리 결정된 응답은, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 청  
 취자에 의해 들리는 주변 오디오 사운드들의 존재를 소거하도록 훈련된 응답인, 주변 오디오 사운드들을 소거하  
 는 방법.

#### 청구항 4

제 2항에 있어서, 상기 적응 필터의 응답의 적응 제어는 상기 적응 필터의 응답을 시간에 걸쳐 미리 결정된 응  
 답으로 복원하는 누설 특징을 갖는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 결합 정도가 하한 임계보다 낮다는 결정에 응답하여 상기 잡음-방지 신호를 뮤팅시키는  
 단계를 더 포함하는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

## 청구항 6

제 5항에 있어서, 상기 변경하는 단계는, 상기 결합 정도가 하한 임계보다 낮다는 결정에 응답하여 상기 적응 필터의 응답의 적응을 중지시키는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

## 청구항 7

제 5항에 있어서, 상기 변경하는 단계는, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 적응 필터의 응답을 미리 결정된 응답으로 실시함으로써 상기 적응 필터의 응답을 변경하는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

## 청구항 8

제 7항에 있어서, 상기 적응 필터의 응답의 적응 제어는 상기 적응 필터의 응답을 시간에 걸쳐 미리 결정된 응답으로 복원하는 누설 특징을 갖는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

## 청구항 9

제 1항에 있어서, 상기 결정하는 단계는 상기 제 2차 경로 적응 필터의 제 2차 경로 응답의 전체 크기와 에너지 사이의 비율로부터 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도를 결정하고, 상기 비율에서의 감소는 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 더 큰 결합 정도를 나타내는, 주변 오디오 사운드들을 소거하는 방법.

## 청구항 10

개인용 오디오 디바이스의 적어도 일부를 구현하기 위한 집적 회로로서,

트랜스듀서에 신호를 제공하기 위한 출력으로서, 상기 신호는 청취자에게 재생하기 위한 소스 오디오와 상기 트랜스듀서의 음향 출력에서 주변 오디오 사운드들의 영향들을 상쇄시키기 위한 잡음-방지 신호를 모두 포함하는, 상기 출력;

상기 주변 오디오 사운드들을 나타내는 기준 마이크 신호를 수신하기 위한 기준 마이크 입력;

상기 트랜스듀서의 출력을 나타내는 에러 마이크 신호를 수신하기 위한 에러 마이크 입력; 및

상기 청취자에 의해 들리는 상기 주변 오디오 사운드들의 존재를 감소시키기 위해 상기 잡음-방지 신호를 생성하는 응답을 갖는 적응 필터 및 상기 소스 오디오를 성형하기 위한 제 2차 경로 적응 필터를 구현하는 처리 회로를 포함하고,

상기 제 2차 경로 적응 필터는 성형된 소스 오디오를 생성하도록 제 2차 경로 추정 응답을 가지며,

상기 처리 회로는 청취자에게 전달되는 결합된 잡음-방지 및 주변 오디오 사운드들을 나타내는 에러 신호를 생성하기 위해 상기 에러 마이크 신호로부터 상기 성형된 소스 오디오를 제거하며,

상기 처리 회로는 상기 제 2차 경로 추정 응답을 결정하는 상기 제 2차 경로 적응 필터의 계수들의 값들로부터 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도를 결정하고, 상기 결합 정도의 변화들을 검출하며,

상기 처리 회로는 상기 처리 회로가 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도의 변화들을 검출함에 따라 상기 적응 필터의 응답을 변경하는, 집적 회로.

## 청구항 11

제 10항에 있어서, 상기 처리 회로는, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 적응 필터의 응답을 미리 결정된 응답으로 시행함으로써 상기 적응 필터의 응답을 변경하는, 집적 회로.

## 청구항 12

제 11항에 있어서, 상기 미리 결정된 응답은, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 청취자에 의해 들리는 주변 오디오 사운드들의 존재를 소거하도록 훈련된 응답인, 집적 회로.

## 청구항 13

제 11항에 있어서, 상기 적응 필터의 응답의 적응 제어는 상기 적응 필터의 응답을 변화의 조절 가능한 레이트에서 미리 결정된 응답으로 복원하는 누설 특징을 갖고, 상기 처리 회로는 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 조절 가능한 변화의 레이트를 증가시키는, 집적 회로.

#### 청구항 14

제 10항에 있어서, 상기 처리 회로는, 상기 결합 정도가 하한 임계보다 낮을 때라는 결정에 응답하여 상기 잡음-방지 신호를 뮤팅시키는, 집적 회로.

#### 청구항 15

제 14항에 있어서, 상기 처리 회로는, 상기 결합 정도가 하한 임계보다 작다는 결정에 응답하여 상기 적응 필터의 응답의 적응을 중지시키는, 집적 회로.

#### 청구항 16

제 14항에 있어서, 상기 처리 회로는, 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 적응 필터의 응답을 미리 결정된 응답으로 실시함으로써 상기 적응 필터의 응답을 변경하는, 집적 회로.

#### 청구항 17

제 16항에 있어서, 상기 적응 필터의 응답의 적응 제어는 상기 적응 필터의 응답을 조절 가능한 변화 레이트에서 상기 미리 결정된 응답으로 복원하는 누설 특징을 갖고, 상기 처리 회로는 상기 결합 정도가 상한 임계보다 크다는 결정에 응답하여 상기 조절 가능한 변화 레이트를 증가시키는, 집적 회로.

#### 청구항 18

제 10항에 있어서, 상기 처리 회로는 상기 제 2차 경로 적응 필터의 제 2차 경로 응답의 전체 크기와 에너지 사이의 비율로부터 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 결합 정도를 결정하고, 상기 비율에서의 감소는 상기 트랜스듀서와 상기 청취자의 귀 사이의 더 큰 결합 정도를 나타내는, 집적 회로.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 적응 잡음 소거(ANC)를 포함하는 무선 전화기들과 같은 개인용 오디오 디바이스들에 관한 것이고, 보다 특별히 개인용 오디오 디바이스의 출력 트랜스듀서의 사람의 귀에 대한 결합 품질에 응답하여 개인용 오디오 디바이스 내에서 ANC의 관리에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 모바일/셀룰러 전화기들, 코드 없는 전화기들과 같은 무선 전화기들, 및 mp3 플레이어들과 같은 다른 소비자 오디오 디바이스들은 널리 보급되어 사용되고 있다. 가해성에 관한 이러한 디바이스들의 성능은 마이크를 사용하여 주변 음향 이벤트를 측정하고 이후 신호 처리를 사용하여 디바이스 출력에 잡음-방지 신호를 삽입하여 주변 음향 이벤트들을 소거하는 잡음 소거를 제공함으로써 개선될 수 있다.

[0003] 무선 전화기들과 같은 개인용 오디오 디바이스들 주위의 음향 환경이 존재하는 잡음 소스들 및 디바이스 자체의 위치에 따라 극적으로 변할 수 있기 때문에, 잡음 소거를 이러한 환경 변화들을 고려하도록 적응시키는 것이 바람직하다. 그러나, 적응 잡음 소거 시스템의 성능은 잡음 소거 정보를 포함하는 출력 오디오를 생성하기 위하여 사용된 트랜스듀서가 사람의 귀에 얼마나 밀접하게 결합되는지에 따라 변한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 그러므로, 변하는 음향 환경에서 잡음 소거를 제공하고, 출력 트랜스듀서와 사용자의 귀 사이의 결합 품질을 보상할 수 있는, 무선 전화기를 포함하는 개인용 오디오 디바이스를 제공하는 것이 바람직할 것이다.

[0005] 변하는 음향 환경에서 잡음 소거를 제공하고, 출력 트랜스듀서와 사용자의 귀 사이의 결합 품질을 보상하는 개인

용 오디오 디바이스를 제공하는 위에서 언급한 목적은 개인용 오디오 디바이스, 동작 방법, 및 집적 회로로서 달성된다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 개인용 오디오 디바이스는 하우징을 포함하고, 이러한 하우징에 오디오 신호를 재생하기 위한 트랜스듀서가 장착되고, 오디오 신호는 청취자에게 재생할 소스 오디오와 트랜스듀서의 음향 출력에서 주변 오디오 사운드들의 영향을 상쇄시키기 위한 잡음-방지 신호 모두를 포함한다. 기준 마이크가 하우징에 장착되어 주변 오디오 사운드들을 나타내는 기준 마이크 신호를 제공한다. 개인용 오디오 디바이스는, 잡음-방지 신호가 주변 오디오 사운드들의 실질적인 소거를 야기하도록 기준 마이크 신호로부터 잡음-방지 신호를 적응적으로 생성하기 위한 적응 잡음-소거(ANC) 처리 회로를 하우징 내에 포함한다. 처리 회로의 출력으로부터 트랜스듀서를 통한 전기-음향 경로를 정정하고, 사용자의 귀와 트랜스듀서 사이의 결합의 정도를 결정하기 위한 에러 마이크가 포함되고, 트랜스듀서로부터 에러 마이크까지의 음향 경로로 인한 변화들에 대해 에러 마이크 신호를 정정하기 위하여 제 2 경로 추정 적응 필터가 사용된다. ANC 처리 회로는 제 2 경로 적응 필터의 응답과 선택적으로는 에러 마이크 신호를 모니터링하여, 사용자의 귀와 개인용 오디오 디바이스 사이의 압력을 결정한다. ANC 회로는 이후 사용자의 귀로부터 떨어져(느슨하게 결합된) 있거나 사용자의 귀에 너무 강하게 압착된 전화로 인해 잡음-방지 신호가 바람직하지 않게/잘못 생성되는 것을 방지하기 위하여 조치를 취한다.

[0007] 본 발명의 상술한 및 다른 목적들, 특징들, 및 장점들은, 첨부된 도면들에 도시된, 본 발명의 바람직한 실시예의 보다 특별한 다음의 설명으로부터 자명해질 것이다.

### 도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전화기(10)를 도시하는 도면.  
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 전화기(10) 내의 회로들의 블록도.  
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 2의 CODEC 집적 회로(20)의 ANC 회로(30) 내의 신호 처리 회로들 및 기능 블록들을 도시하는 블록도.  
 도 4는 사용자의 귀와 무선 전화기(10) 사이의 압력(트랜스듀서 밀봉 품질)과 제 2 경로 응답 추정의 전체적인 에너지(SE(z)) 사이의 관계를 도시하는 그래프.  
 도 5는 사용자의 귀와 무선 전화기(10) 사이의 압력의 상이한 양들에 대한 제 2 경로 응답 추정(SE(z))의 주파수 응답을 도시하는 그래프.  
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 방법들 도시하는 흐름도.  
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 집적 회로 내의 신호 처리 회로 및 기능 블록들을 도시하는 블록도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 본 발명은 무선 전화기와 같은 개인용 오디오 디바이스 내에서 구현될 수 있는 잡음 소거 기술들 및 회로들을 포함한다. 개인용 오디오 디바이스는, 주변 음향 환경을 측정하고, 주변 음향 이벤트들을 소거하기 위하여 스피커(또는 다른 트랜스듀서) 출력에 삽입되는 신호를 생성하는 적응 잡음 소거(ANC) 회로를 포함한다. 기준 마이크는 주변 음향 환경을 측정하기 위하여 제공되고, 에러 마이크는 트랜스듀서에서 주변 오디오 및 트랜스듀서 출력을 측정하기 위하여 포함되고, 따라서 잡음 소거의 유효성의 표시를 제공한다. 그러나, 사용자의 귀와 개인용 오디오 디바이스 사이의 접촉 압력에 따라, ANC 회로는 부적절하게 동작할 수 있고, 잡음-방지는 유효하지 않을 수 있거나, 심지어 사용자에게 제공되는 오디오 정보의 가청성을 악화시킬 수 있다. 본 발명은 디바이스와 사용자의 귀 사이의 접촉 압력의 레벨을 결정하고, 바람직하지 못한 응답을 회피하기 위하여 ANC 회로에 조치를 취하는 메커니즘들을 제공한다.

[0010] 이제, 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따라 도시된 무선 전화기(10)는 인간의 귀(5)에 근접하여 도시되었다. 도시된 무선 전화기(10)는 본 발명의 실시예들에 따른 기술들이 구현될 수 있는 디바이스의 일 예이지만, 도시된 무선 전화기(10)에서, 또는 후속 설명들에서 도시된 회로들에서, 구현된 요소들 또는 구성들 모두가 청구항들에서 언급된 본 발명을 실시하기 위하여 필요한 것은 아니다. 무선 전화기(10)는 다른 로컬 오디오 이벤트와 함께 무선 전화기(10)에 의해 수신된 멀리 떨어진 음성을 재생하는 스피커(SPKR)와 같은 트랜스듀서를 포함하는데, 다른 로컬 오디오 이벤트는, 벨소리들, 저장된 오디오 프로그램 재료, 균형잡힌 대화 인식을 제공

하기 위한 근단 음성(near-end speech)(즉, 무선 전화기(10)의 사용자의 음성)의 주입, 및 무선 전화기(10)에 의한 재생을 필요로 하는 다른 오디오를 예로 들 수 있고, 다른 오디오는 무선 전화기(10)에 의해 수신된 웹-페이지 또는 다른 네트워크 통신으로부터의 소스들과, 배터리 낮음 및 다른 시스템 이벤트 통지들과 같은 오디오 표시들을 예로 들 수 있다. 근-음성(near-speech) 마이크(NS)는 근단 음성을 캡처하기 위하여 제공되고, 근단 음성(10)로부터 다른 대화 참여자(들)에 송신된다.

[0011] 무선 전화기(10)는, 잡음-방지 신호를 스피커(SPKR)에 주입하여 스피커(SPKR)에 의해 재생된 멀리 떨어진 음성 및 다른 오디오의 가해성을 개선시키는 적응 잡음 소거(ANC) 회로들 및 특징들을 포함한다. 기준 마이크(R)는 주변 음향 환경을 측정하기 위하여 제공되고, 사용자의 입의 전형적인 위치로부터 떨어져 위치하여, 기준 마이크(R)에 의해 생성된 신호 내에서 근단 음성은 최소화된다. 제 3의 마이크인 에러 마이크(E)는, 무선 전화기(10)가 귀(5)의 근처에 있을 때, 귀(5)에 근접한 스피커(SPKR)에 의해 재생된 오디오와 결합된 주변 오디오의 측정치를 제공함으로써 ANC 동작을 추가로 개선하기 위하여 제공된다. 무선 전화기(10) 내의 예시적인 회로(14)는, 기준 마이크(R), 근-음성 마이크(NS) 및 에러 마이크(E)로부터 신호들을 수신하고, 무선 전화기 트랜시버를 포함하는 RF 집적 회로(12)와 같은 다른 집적 회로들과 인터페이스하는 오디오 CODEC 집적 회로(20)를 포함한다. 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 본 명세서에서 개시된 회로들 및 기술들은, 한 칩상의 MP3 플레이어 집적 회로와 같은, 개인용 오디오 디바이스의 전체를 구현하기 위한 제어 회로들 및 다른 기능을 포함하는 단일 집적 회로에 통합될 수 있다.

[0012] 일반적으로, 본 발명의 ANC 기술들은 기준 마이크(R)에 영향을 주는 주변 음향 이벤트들(스피커(SPKR)의 출력 및/또는 근단 음성과는 대조되는)을 측정하고, 또한 에러 마이크(E)에 영향을 주는 동일한 주변 음향 이벤트들을 측정함으로써, 도시된 무선 전화기(10)의 ANC 처리 회로들은 기준 마이크(R)의 출력으로부터 생성된 잡음-방지 신호를, 에러 마이크(E)에 존재하는 주변 음향 이벤트의 진폭을 최소화하는 특성을 갖도록 적응시킨다. 음향 경로( $P(z)$ )가 기준 마이크(R)로부터 에러 마이크(E)까지 확장하기 때문에, ANC 회로들은 필수적으로 전기-음향 경로( $S(z)$ )의 이동 효과들과 결합된 음향 경로( $P(z)$ )를 추정한다. 전기-음향 경로( $S(z)$ )는 CODEC IC(20)의 오디오 출력 회로들의 응답과, 특별한 음향 환경에서 스피커(SPKR)와 에러 마이크(E) 사이의 결합을 포함하는 스피커(SPKR)의 음향/전기 전달함수를 나타낸다.  $S(z)$ 는, 무선 전화기가 귀(5)에 확실하게 압착되지 않았을 때, 귀(5) 및 다른 물리적 대상들의 근처 및 구조와, 무선 전화기(10)의 근처에 있을 수 있는 인간 머리 구조들에 의해 영향을 받는다. 도시된 무선 전화기(10)가 제 3의 근-음성 마이크(NS)를 갖는 2개의 마이크 ANC 시스템을 포함하지만, 본 발명의 일부 양상들은 별도의 에러 및 기준 마이크들을 포함하지 않는 본 발명의 다른 실시예, 또는 무선 전화기가 기준 마이크(R)의 기능을 수행하기 위하여 근-음성 마이크(NS)를 사용하는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 시스템에서 실시될 수 있다. 또한, 오로지 오디오 재생을 위해 설계된 개인용 오디오 디바이스들에 있어서, 근-음성 마이크(NS)는 일반적으로 포함되지 않을 것이고, 아래에서 더 상세하게 기술된 회로들 내에서 근-음성 신호 경로들은, 검출 방식을 포함하는 마이크에 대한 입력을 위해 제공된 선택사항을 제한하지 않고, 본 발명의 범주를 변경하지 않고도, 생략될 수 있다.

[0013] 이제, 도 2를 참조하면, 무선 전화기(10) 내에서의 회로들은 블록도로 도시된다. CODEC 집적회로(20)는, 기준 마이크 신호를 수신하여 기준 마이크 신호의 디지털 표현(ref)을 생성하기 위한 아날로그-디지털 변환기(ADC; 21A), 에러 마이크 신호를 수신하고 에러 마이크 신호의 디지털 표현(err)을 생성하기 위한 ADC(21B), 및 근-음성 마이크 신호를 수신하고 근-음성 마이크 신호의 디지털 표현(ns)을 생성하기 위한 ADC(21C)를 포함한다. CODEC 집적회로(20)는 증폭기(A1)로부터 스피커(SPKR)를 구동하기 위한 출력을 생성하고, 증폭기(A1)는 결합기(26)의 출력을 수신하는 디지털-아날로그 변환기(DAC; 23)의 출력을 증폭한다. 결합기(26)는, 내부 오디오 소스들(24)로부터의 오디오 신호들, 관례에 의해 기준 마이크 신호(ref) 내의 잡음과 동일한 극성을 갖고 따라서 결합기(26)에 의해 감산되는 ANC 회로(30)에 의해 생성된 잡음-방지 신호, 및 무선 전화기(10)의 사용자가 다운로드 음성(ds)에 적절한 관계로 그들 자신의 음성을 듣도록 근-음성 신호(ns)의 일부를 결합하고, 다운로드 음성(ds)는 또한 결합기(26)에 의해 무선 주파수(RF) 집적회로(22)로부터 수신되어 결합된다. 근-음성 신호(ns)는 또한 RF 집적회로(22)에 제공되고, 업링크 음성으로서 안테나(ANT)를 통해 서비스 공급자에게 송신된다.

[0014] 이제, 도 3을 참조하면, ANC 회로(30)의 세부사항들은 본 발명의 일 실시예에 따라 도시된다. 응답( $W_{FIXED}(z)$ )을 갖는 고정된 필터(32A)와 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )을 갖는 적응 부분(32B)으로부터 형성되고, 출력들이 결합기(36B)에 의해 합산되는 적응 필터는 기준 마이크 신호(ref)를 수신하고, 이상적인 환경 하에서 전달함수( $W(Z) = W_{FIXED}(z) + W_{ADAPT}(z)$ )를 잡음-방지 신호를 생성하도록 적응시키고, 잡음-방지 신호는 도 2의 결합기(26)에 의해 예시된 바와 같이, 잡음-방지 신호를 트랜스듀서에 의해 재생될 오디오와 결합시키는 출력 결합기에 제공된다.  $W(z)$ 의 응답



은 이상적인 동작 조건들 하에서 잡음-방지 신호를 위한 이상적인 응답인  $P(z)/S(z)$ 을 추정하도록 적응된다. 제어 가능한 증폭기 회로(A1)는, 아래에서 더 상세하게 설명되는 특정 비-이상적인 조건들 하에서 잡음-방지를 묵음화 또는 감쇄시키는데, 이러한 조건들은 사용자의 귀와 무선 전화기(10) 사이의 밀봉의 결여로 인해 잡음-방지 신호가 유효하지 않거나 에러를 갖는 것으로 예상될 때이다. 적응 필터(32B)의 계수들은  $W$  계수 제어 블록(31)에 의해 제어되고,  $W$  계수 제어 블록(31)은, 에러 마이크 신호(err)에 존재하는 기준 마이크 신호(ref)의 성분들 사이의, 최소-평균 제곱에 관해 에러의 에너지를 일반적으로 최소화하는 적응 필터(32B)의 응답을 결정하기 위하여 두 신호들의 상관을 이용한다.  $W$  계수 제어 블록(31)에 의해 비교된 신호들은, 필터(34B)에 의해 제공된 경로( $S(z)$ )의 응답의 추정치의 복제물( $SE_{COPY}(z)$ )에 의해 생성된 기준 마이크 신호(ref)와, 에러 마이크 신호(err)로부터 다운링크 오디오 신호(ds)의 수정된 부분을 감산함으로써 생성된 에러 신호( $e(n)$ )이다. 경로( $S(z)$ )의 응답의 추정치의 복제물(추정치  $SE_{COPY}(z)$ )을 통해 기준 마이크 신호(ref)를 변환하고, 적응 필터(32B)를, 최종 신호와 에러 마이크 신호(err) 사이의 상관을 최소화하도록 적응시킴으로써, 적응 필터(32B)는  $P(Z)/S(z) - W_{FIXED}(z)$ 의 원하는 응답으로 적응되고, 따라서 응답( $W(z)$ )은  $P(Z)/S(z)$ 로 적응되어, 이상적으로 백색 잡음인 잡음-소거 에러를 초래한다. 위에서 언급한 바와 같이,  $W$  계수 제어 블록(31)에 의해 필터(34B)의 출력과 비교된 신호는 에러 마이크 신호에 필터 응답( $SE(z)$ )에 의해 처리된 다운링크 오디오 신호(ds)의 반전된 양을 더하는데, 필터(34B)의 응답( $SE_{COPY}(z)$ )은 복제물이다. 다운링크 오디오 신호(ds)의 반전된 양을 주입함으로써, 적응 필터(32B)는 에러 마이크 신호(err)에 존재하는 다운링크 오디오의 상대적으로 큰 양에 적응되는 것이 방지되고, 경로( $S(z)$ )의 응답의 추정치를 갖는 다운링크 오디오 신호(ds)의 반전된 복제를 변환함으로써, 비교 이전에 에러 마이크 신호(err)로부터 제거되는 다운링크 오디오 신호는 에러 마이크 신호(err)에서 재생된 다운링크 오디오 신호(ds)의 예상된 형태와 부합해야 하는데, 왜냐하면  $S(z)$ 의 전기 및 음향 경로가 에러 마이크(E)에 도달하기 위해 다운링크 오디오 신호(ds)에 의해 취해진 경로이기 때문이다. 필터(34B)는 그 자체가 적응 필터가 아니지만, 적응 필터(34A)의 응답에 부합하도록 동조되는 조절가능한 응답을 가져, 필터(34B)의 응답은 적응 필터(34A)의 적응을 따른다.

[0015] 위의 사항을 구현하기 위하여, 적응 필터(34A)는 SE 계수 제어 블록(33)에 의해 제어되는 계수들을 갖고, SE 계수 제어 블록(33)은, 다운링크 오디오 신호(ds)와 상술한 필터링된 다운링크 오디오 신호(ds)의 제거 이후의 에러 마이크 신호(err)를 비교하고, 다운링크 오디오 신호(ds)는 적응 필터(34A)에 의해 필터링되어 에러 마이크(E)에 전달되는 예상된 다운링크 오디오를 나타내고, 결합기(36A)에 의해 적응 필터(34A)의 출력으로부터 제거된다. SE 계수 제어 블록(33)은 실제 다운링크 음성 신호(ds)를, 에러 마이크 신호(err)에 존재하는 다운링크 오디오 신호(ds)의 성분들과 상관시킨다. 적응 필터(34A)는 이에 의해 다운링크 오디오 신호(ds)(또한 선택적으로 상술한 바와 같이 뮤팅 조건들 도중에 결합기(36B)에 의해 결합된 잡음-방지 신호)로부터 신호를 생성하도록 적응되는데, 다운링크 오디오 신호(ds)는 에러 마이크 신호(err)로부터 감산될 때, 다운링크 오디오 신호(ds)에 기인하지 않는 에러 마이크 신호(err)의 내용을 함유한다. 아래에서 더 상세하게 기술되는 바와 같이, 응답( $SE(z)$ )의 전체적인 에너지로 정상화된 에러 신호의 전체적인 에너지는 사용자의 귀와 무선 전화기(10) 사이의 밀봉의 품질에 관련된다. 귀 압력 표시자 계산 블록(37)은 결합기(36)에 의해 생성된 에러 신호의 에너지( $E|e(n)|$ )와,  $SE(z)$ 의 응답의 전체적인 크기( $\sum |SE_n(z)|$ ) 사이의 비율을 결정한다. 귀 압력 표시( $E|e(n)|/\sum |SE_n(z)|$ )는 귀 압력의 측정치를 산출하기 위하여 사용될 수 있는  $e(n)$ 과  $SE_n(z)$ 의 오로지 하나의 가능한 함수이다. 예컨대, 오로지  $SE(z)$ 의 함수들인  $\sum |SE_n(z)|$  또는  $\sum SE_n(z)^2$ 는 택일적으로 사용될 수 있는데, 왜냐하면 응답( $SE(z)$ )이 귀 압력에 따라 변하기 때문이다. 비교기(K1)는 계산 블록의 출력을 낮은 압력 임계값( $V_{thl}$ )과 비교한다. 만약  $E|e(n)|/\sum |SE_n(z)|$ 이 임계값보다 커서, 귀 압력이 정상 동작 범위보다 작은(예, 무선 전화기(10)가 사용자의 귀로부터 벗어나 있는) 것을 나타내면, 귀 압력 응답 로직은 사용자 귀(5)에서 바람직하지 않은 잡음-방지의 생성을 방지하기 위한 조치를 취하도록 신호발신한다. 유사하게, 비교기(K2)는 계산 블록(37)의 출력을 높은 압력 임계값( $V_{thh}$ )과 비교하고, 만약  $E|e(n)|/\sum |SE_n(z)|$ 이 임계값보다 작아, 귀 압력이 정상 동작 범위보다 큰(예, 무선 전화기(10)가 사용자의 귀에 강하게 압착된) 것을 나타내면, 귀 압력 응답 로직은 사용자 귀(5)에서 바람직하지 않은 잡음-방지의 생성을 방지하기 위한 조치를 취하도록 또한 신호발신한다.

[0016] 이제, 도 4를 참조하면,  $SE(z)$ 의 응답의 전체적인 크기( $\sum |SE_n(z)|$ )와, 무선 전화기(10)와 사용자의 귀 사이의 뉴턴 단위의 압력 사이의 관계가 도시된다. 도시된 바와 같이, 압력이 무선 전화기(10)와 사용자의 귀(5) 사이에서 증가함에 따라, 응답( $SE(z)$ )은 크기가 증가하고, 이는, 스피커(SPKR)와 에러 마이크(E) 사이의 결합 정도의 측정치, 따라서 사용자의 귀(5)와 스피커(SPKR) 사이의 결합의 정도인 개선된 전기-음향 경로( $S(z)$ )를 나타



낸다. 사용자의 귀(5)와 스피커(SPKR) 사이의 더 높은 결합의 정도는 응답(SE(z))의 크기가 증가할 때 표시되고, 역으로, 사용자의 귀(5)와 스피커(SPKR) 사이의 더 낮은 결합의 정도는 응답(SE(z))의 크기가 감소할 때 표시된다. 적응 필터(34B)가  $P(z)/S(z)$ 의 원하는 응답으로 적응되기 때문에, 귀 압력이 증가하고, 응답(SE(z))의 에너지가 증가할 때, 더 적은 잡음-방지이 요구되고, 따라서 더 적게 생성된다. 역으로, 귀(5)와 무선 전화기(10) 사이의 압력이 감소할 때, 잡음-방지 신호는 그 에너지가 증가할 것이고, 사용에 적합하지 않을 수 있는데, 왜냐하면 사용자의 귀가 더 이상 트랜스듀서(SPKR)와 에러 마이크(E)에 잘 결합되어 있지 않기 때문이다.

[0017] 이제, 도 5를 참조하면, 귀 압력의 상이한 레벨에 대해 주파수에 따른 응답(SE(z))의 변동이 도시된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 무선 전화기(10)와 사용자의 귀(5) 사이에서 압력이 증가할 때, 응답(SE(z))은 음성 에너지의 대부분이 위치한 주파수에 대응하는 그래프의 중앙 주파수 범위에서 크기가 증가한다. 도 4와 도 5에 도시된 그래프들은, 컴퓨터 모델, 또는 시뮬레이트된 귀의 홈 내에 측정 마이크를 또한 구비할 수 있는 머리와 무선 전화기(10) 사이의 접촉 압력의 조절을 허용하는 시뮬레이트된 사용자 머리의 실물크기의 모형을 사용하여 개별 무선 전화기 설계를 위해 결정된다. 일반적으로, 사용자의 귀(5), 트랜스듀서(SPKR), 및 에러 마이크(E) 사이에 합리적인 결합 정도가 존재할 때에만 ANC는 적절하게 동작한다. 트랜스듀서(SPKR)가 폐쇄된 공동 내에서 오로지 특정 양의 출력 레벨, 예컨대 80dB SPL을 생성할 수 있을 것이기 때문에, 일단 무선 전화기(10)가 사용자의 귀(5)와 더 이상 접촉하지 않으면, 잡음-방지 신호는 일반적으로 유효하지 않고, 많은 상황에서 뮤트되어야 한다. 이 경우 하한 임계값은 예컨대, 4N 이하의 귀 압력을 나타내는 응답(SE(z))이 될 수 있다. 압력 변동 범위의 반대 단부에서, 사용자의 귀(5)와 무선 전화기(10) 사이의 강한 접촉은 높은-주파수(예, 2KHz로부터 5KHz에 이르는 주파수들) 에너지의 감쇄를 제공하고, 이는 높은 주파수들의 감쇄된 조건에 적응할 수 없는 응답(W(z))으로 인한 잡음 상승을 초래할 수 있고, 귀의 압력이 증가할 때, 잡음-방지 신호는 높은 주파수에서 에너지를 상쇄하도록 적응되지 않는다. 그러므로, 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )은 미리 결정된 값으로 리셋되어야 하고, 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 적응은 중지된다, 즉 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 계수들은 미리 결정된 값으로 일정하게 고정된다. 이 경우, 상한 임계값은 예컨대 15 N 이상의 귀 압력을 나타내는 응답(SE(z))이 될 수 있다. 대안적으로, 잡음-방지 신호의 전체적인 레벨은 감쇄될 수 있거나, 또는 적응 필터(32B)의 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 누설이 증가될 수 있다. 적응 필터(32B)의 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 누설은 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 계수들을 평탄한 주파수 응답(또는 대안적으로, 예컨대 미리 결정된 응답을 제공하는  $W_{FIXED}(z)$ 가 없는 오로지 단일 적응 필터 스테이지를 갖는 구현들에서, 고정된 주파수 응답)으로 되돌림으로써 제공된다.

[0018] 도 3의 회로 내의 비교기(K1)가 사용자의 귀와 무선 전화기 사이의 결합 정도가 하한 임계값 아래로 감소되어, 정상 동작 범위보다 낮은 결합 정도를 나타낼 때, 귀 압력 응답 로직(38)에 의해 다음과 같은 조치들이 취해질 것이다:

[0019] 1) W 계수 제어 블록(31)의 적응 중지

[0020] 2) 증폭기(A1)를 디스에이블시킴으로써 잡음-방지 신호를 뮤팅.

[0021] 도 3의 회로 내의 비교기(K2)가 사용자의 귀와 무선 전화기 사이의 결합이 상한 임계값 위로 증가되어, 정상 동작 범위보다 높은 결합 정도를 나타낼 때, 귀 압력 응답 로직(38)에 의해 다음과 같은 조치들이 취해질 것이다:

[0022] 1) W 계수 제어 블록(31)의 누설을 증가시키거나, 또는 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )을 리셋시켜, 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 적응을 중지시킨다. 대안으로서, 계산 블록(37)에 의해 생성된 값은 다중값이 될 수 있거나, 또는 상이한 귀 압력 레벨들의 연속 표시가 될 수 있고, 위의 조치들은 귀의 압력의 레벨에 일치하는 잡음-방지 신호에 감쇄 인자를 인가하는 것으로 대체될 수 있어서, 귀 압력이 정상 동작 범위를 벗어날 때, 잡음-방지 신호 레벨이 또한 증폭기(A1)의 이득을 낮춤으로써 감쇄된다. 본 발명의 일 실시예에 있어서, 고정된 필터(32A)의 응답( $W_{FIXED}(z)$ )은 최대 귀 압력에 대해 훈련된다, 즉 귀 압력의 최대 레벨(완벽한 밀봉)에 대한 적절한 응답으로 설정된다. 이후, 적응 필터(32B)의 적응 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )은 귀 압력 변화에 따라 귀와의 접촉이 최소(밀봉이 없는)가 되는 점까지 변화도록 허용되고, 최소 점에서 응답(W(z))의 적응은 중지되고, 잡음-방지 신호는 뮤팅되거나, 또는 귀에 대한 압력이 최대 압력을 초과하는 점에서 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )은 리셋되고, 응답( $W_{ADAPT}(z)$ )의 적응이 중지되거나, 또는 누설이 증가된다.

[0023] 이제, 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 방법이 흐름도로 도시된다. 귀 압력의 표시는 위에서 기술

한 바와 같이 에러 마이크 신호와 응답( $SE(z)$ ) 계수들로부터 계산된(단계(70)). 귀 압력이 하한 임계보다 낮다면, 무선 전화기는 귀로부터 벗어난 조건에 있고, ANC 시스템은 증답( $W(z)$ )의 적응을 중지시키고, 잡음-방지 신호를 뮤팅시킨다(단계(74)). 대안적으로, 귀 압력이 상한 임계보다 더 크면(결정(76)), 무선 전화기(10)는 사용자의 귀에 강하게 압착되고, 응답( $W(z)$ )의 누설이 증가되거나, 또는 응답( $W(z)$ )의 적응 부분이 리셋되어 중지된다(단계(78)). 그렇지 않을 경우, 귀 압력 표시가 정상 동작 범위 내에 놓인다면(결정(72)과 결정(76) 모두에서 "아니오"), 응답( $W(z)$ )은 주변 오디오 환경에 적응되고, 잡음-방지 신호는 출력된다(단계(80)). ANC 방식이 종료되거나, 또는 무선 전화기(10)가 끊어질 때까지(결정(82)), 단계들(70-82)의 처리가 반복된다.

[0024]

이제, 도 7을 참조하면, CODEC 집적회로(20) 내에서 구현될 수 있는 본 발명의 일 실시예에 따른 ANC 기술들을 설명하기 위한 ANC 시스템의 블록도가 도시된다. 기준 마이크 신호(ref)는 델타-시그마 ADC(41A)에 의해 생성되는데, 델타-시그마 ADC(41A)는 64배의 오버샘플링으로 동작하고, 이의 출력은 데시메이터(42A)를 통해 2의 인자에 의해 데시메이팅되어, 32배의 오버샘플링을 산출한다. 델타-시그마 성형기(43A)는 이미지들의 에너지를, 필터 스테이지들(44A 및 44B)의 병렬 쌍의 최종 응답이 상당한 응답을 가질 대역들 밖으로 분산시킨다. 필터 스테이지(44B)는 고정된 응답( $W_{FIXED}(z)$ )을 갖는데, 이러한 고정된 응답( $W_{FIXED}(z)$ )은 일반적으로 전형적인 사용자에게 대한 무선 전화기(10)의 특별한 설계를 위한  $P(z)/S(z)$ 의 추정치에서 시작점을 제공하기 위하여 미리 결정된다.  $P(z)/S(z)$ 의 추정치의 응답의 적응 부분( $W_{ADAPT}(z)$ )은 적응 필터 스테이지(44A)에 의해 제공되는데, 필터 스테이지(44A)는 누설 최소-평균-제공(LMS) 계수 제어기(54A)에 의해 제어된다. 누설 LMS 계수 제어기(54A)는, 응답이 평탄하게, 또는 그렇지 않을 경우 어떠한 에러 입력도 제공되지 않는 시간에 걸쳐 미리 결정된 응답에 정상화되어, 누설 LMS 계수 제어기(54A)가 적응되게 한다는 점에서, 누설적이다. 누설 제어를 제공하는 것은 특정 환경 조건들 하에서 발생할 수 있는 장기간의 불안정성들을 방지하고, 일반적으로 시스템을 ANC 응답의 특정 감도들에 대해 더 강력하게 한다. 도 3의 시스템에서와 같이, 귀 압력 검출 회로(60)는 귀 압력 표시가 정상 동작 범위를 벗어날 때를 검출하고, 잡음-방지 신호가 출력되는 것을 방지하고 적응 필터(44A)가 부정확한 응답(귀에서 떨어진)에 적응하는 것을 방지하기 위한 조치를 취하거나, 또는 적응 필터(44A)의 누설을 증가시키거나 적응 필터(44A)를 미리결정된 응답(귀에 대한 강한 압력)으로 리셋하여 적응을 중지시킨다.

[0025]

도 7에 도시된 시스템에 있어서, 기준 마이크 신호는, 응답( $SE_{COPY}(z)$ )을 갖는 필터(51)에 의해, 경로( $S(z)$ )의 응답의 추정치의 복제물( $SE_{COPY}(z)$ )에 의해 필터링되고, 필터(51)의 출력은 데시메이터(52A)를 통해 인자 32에 의해 데시메이팅되어 기저대역 오디오 신호를 산출하고, 이러한 기저대역 오디오 신호는 무한 임펄스 응답(IIR) 필터(53A)를 통해 누설 LMS(54A)에 제공된다. 필터(51)는 그 자체로 적절한 필터는 아니지만, 필터 스테이지들(55A 및 55B)의 결합된 응답에 부합하도록 동조되는 조절 가능한 응답을 가져, 필터(51)의 응답은 응답( $SE(z)$ )의 적응을 따른다. 에러 마이크 신호(err)는 델타-시그마 ADC(41)에 의해 생성되는데, 델타-시그마 ADC(41)는 64배의 오버샘플링에서 동작하고, 이의 출력은 데시메이터(42B)를 통해 인자 2에 의해 데시메이팅되어, 32배의 오버샘플링 신호를 산출한다. 도 3의 시스템에서와 같이, 응답( $S(z)$ )을 적용하기 위하여 적응 필터에 의해 필터링된 다운링크 오디오(ds)의 양은 결합기(46C)에 의해 에러 마이크 신호(err)로부터 제거되고, 결합기(46C)의 출력은 데시메이터(52C)를 통해 인자 32에 의해 데시메이팅되어 기저대역 오디오 신호를 산출하고, 기저대역 오디오 신호는 무한 임펄스 응답(IIR) 필터(53B)를 통해 누설 LMS(54A)에 제공된다.

[0026]

응답( $S(z)$ )은 필터 스테이지들(55A 및 55B)의 다른 병렬 세트에 의해 생성되는데, 이들 중 하나인 필터 스테이지(55B)는 고정된 응답( $SE_{FIXED}(z)$ )을 갖고, 다른 필터 스테이지(55A)는 누설 LMS 계수 제어기(54B)에 의해 제어되는 적응 응답( $SE_{ADAPT}(z)$ )을 갖는다. 필터 스테이지들(55A 및 55B)의 출력들은 결합기(46E)에 의해 결합된다. 위에서 기술된 필터 응답( $W(z)$ )의 구현과 유사하게, 응답( $SE_{FIXED}(z)$ )은 일반적으로 전기/음향 경로( $S(z)$ )에 대한 다양한 동작 조건들 하에서 적합한 시작점을 제공하기 위하여 알려진 미리 결정된 응답이다. 필터(51)는 적응 필터(55A/55B)의 복제물이지만, 그 자체가 적응 필터는 아니다, 즉 필터(51)는 자신의 출력에 응답하여 독립적으로 적응하지 않고, 필터(51)는 단일 스테이지 또는 이중 스테이지를 사용하여 구현될 수 있다. 독립적인 제어 값은, 단일 적응 필터 스테이지로서 도시된 필터(51)의 응답을 제어하기 위하여 도 7의 시스템 내에서 제공된다. 그러나, 필터(51)는 두 개의 병렬 스테이지들을 사용하여 대안적으로 사용될 수 있고, 적응 필터 스테이지(55A)를 제어하기 위하여 사용된 동일한 제어 값은 이후 필터(51)의 구현에서 조절 가능한 필터 부분을 제어하기 위하여 사용될 수 있다. 누설 LMS 제어 블록(54B)의 입력들은 또한, 결합기(46H)에 의해 생성된 다운링크 오디오 신호(ds)와 내부 오디오(ia)의 조합을, 인자 32에 의해 데시메이팅하는 데시메이터(52B)를 통해 데시메이팅함으로써 기저대역에서 제공되고, 다른 입력은 다른 결합기(46E)에 의해 결합된 적응 필터 스테이지(55A)와 필터 스테이지(55B)의 결합된 출력들로부터 생성된 신호를 제거하는 결합기(46C)의 출력을 데시메이팅

함으로써 제공된다. 결합기(46C)의 출력은 다운링크 오디오 신호(ds)에 기인한 성분들이 제거된 에러 마이크 신호(err)를 나타내고, 데시메이터(52C)에 의한 데시메이션 이후 LMS 제어 블록(54B)에 제공된다. LMS 제어 블록(54B)의 다른 입력은 데시메이터(52B)에 의해 생성된 기저대역 신호이다.

[0027] 기저대역 및 오버샘플링된 시그널링의 위의 장치는 누설 LMS 제어기들(54A 및 54B)과 같은 적응 제어 블록들에 서 소비되는 단순화된 제어 및 감소된 전력을 제공하고, 동시에 적응 필터 스테이지들(44A-44B, 55A-55B) 및 필터(51)를 오버샘플링된 레이트로 구현함으로써 제공되는 탭 유연성을 제공한다. 도 7의 시스템의 나머지는 다운링크 오디오(ds)와 내부 오디오(ia)를 결합하는 결합기(46H)를 포함하는데, 이의 출력은 시그마-델타 ADC(41B)에 의해 생성되고 피드백 조건을 방지하기 위하여 적응 감쇄기(56)에 의해 필터링된 근단 마이크 신호(ns)의 일부를 더하는 결합기(46D)의 입력에 제공된다. 결합기(46D)의 출력은 시그마-델타 성형기(43B)에 의해 성형되고, 시그마-델타 성형기(43B)는 필터 스테이지들(55A 및 55B)에 입력들을 제공하는데, 이러한 입력들은 이미지들을 필터 스테이지들(55A 및 55B)이 상당한 응답을 가질 대역들의 밖으로 이동시키기 위하여 성형되었다.

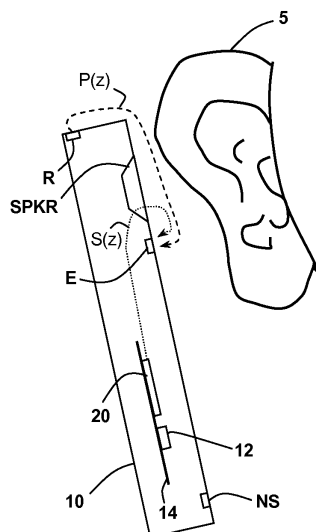
[0028] 본 발명의 일 실시예에 따라, 결합기(46D)의 출력은 제어 체인에 의해 처리되는 적응 필터 스테이지들(44A-44B)의 출력과 결합되는데, 이러한 제어 체인은, 각 필터 스테이지에 대해 대응하는 하드 뮤트 블록(45A, 45B), 하드 뮤트 블록(45A, 45B)의 출력을 결합하는 결합기(46A), 소프트 뮤트(47), 및 결합기(46D)의 소스 오디오 출력에 대해 결합기(46B)에 의해 감산되는 잡음-방지 신호를 생성하는 소프트 리미터(48)를 포함한다. 결합기(46B)의 출력은 보간기(49)를 통해 인자 2에 의해 상향 보간되고, 이후 64배 오버샘플링 레이트로 동작하는 시그마-델타 DAC(50)에 의해 재생된다. DAC(50)의 출력은 증폭기(A1)에 제공되고, 증폭기(A1)는 스피커(SPKR)에 전달되는 신호를 생성한다.

[0029] 도 7의 시스템 내의 요소들 중 각각 또는 일부는, 및 도 2 및 도 3의 예시적인 회로들에서와 같이, 로직으로 직접 구현될 수 있거나, 또는 적응 필터링 및 LMS 계수 계산들과 같은 동작들을 수행하는 프로그램 명령들을 실행하는 디지털 신호 처리(DSP) 코어와 같은 프로세서에 의해 구현될 수 있다. DAC 및 ADC 스테이지들이 일반적으로 전용 혼합-신호 회로들로 구현되지만, 본 발명의 ANC 시스템의 구조는 일반적으로 하이브리드 접근방식에 적합한데, 이러한 하이브리드 접근방식에서는 로직이 예컨대 설계의 높게 오버샘플링된 부분들에서 사용될 수 있고, 반면에 프로그램 코드 또는 마이크로코드-구동 처리 요소들은 더 복잡하지만, 적응 필터들에 대한 탭들의 계산 및/또는 본 명세서에서 기술된 귀 압력에서 검출된 변화들에 대한 응답과 같은 낮은 레이트의 동작들에 대해 선택된다.

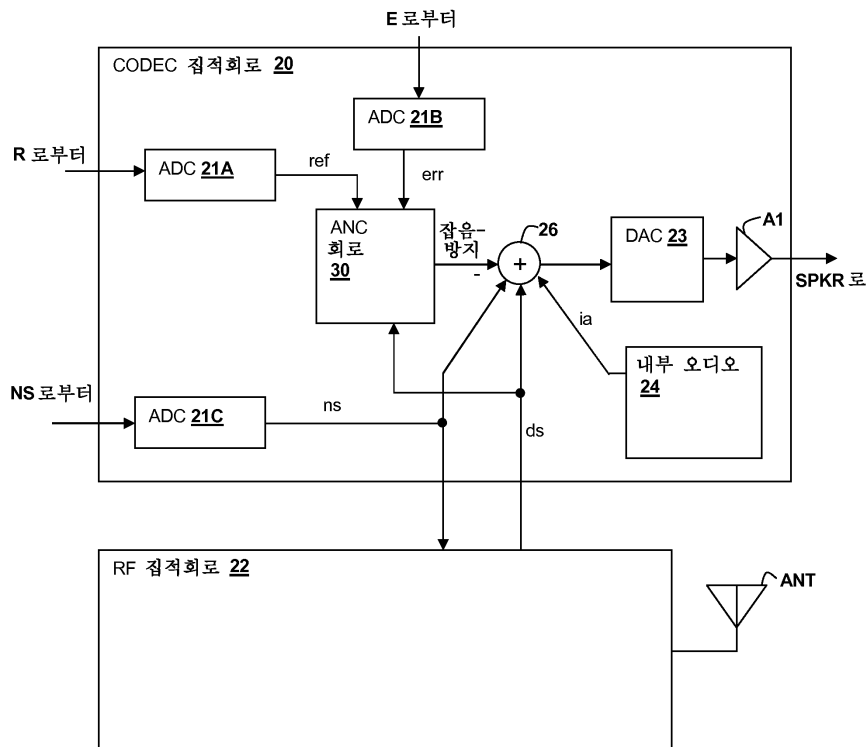
[0030] 본 발명이 본 발명의 바람직한 실시예들을 참조하여 특별히 도시되고 기술되었지만, 당업자라면 형태 및 세부사항들에서 전술한 및 다른 변화들이 본 발명의 사상과 범주를 벗어나지 않고도 이루어질 수 있음을 인식할 것이다.

## 도면

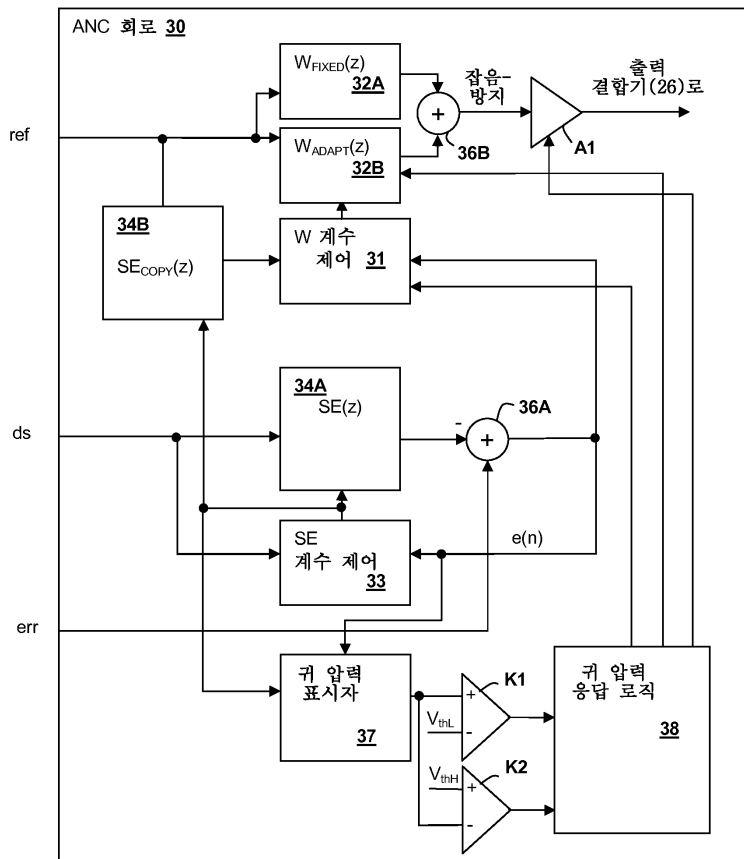
### 도면1



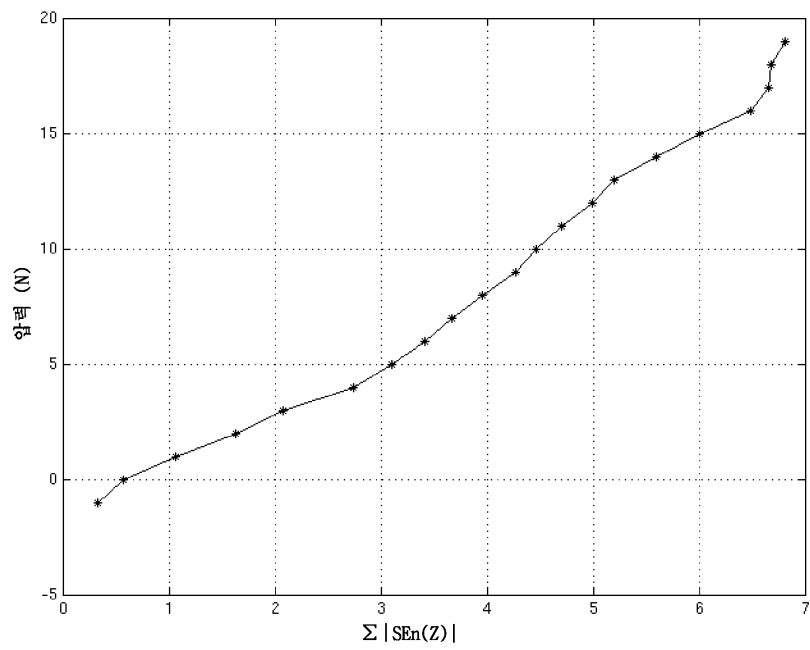
도면2



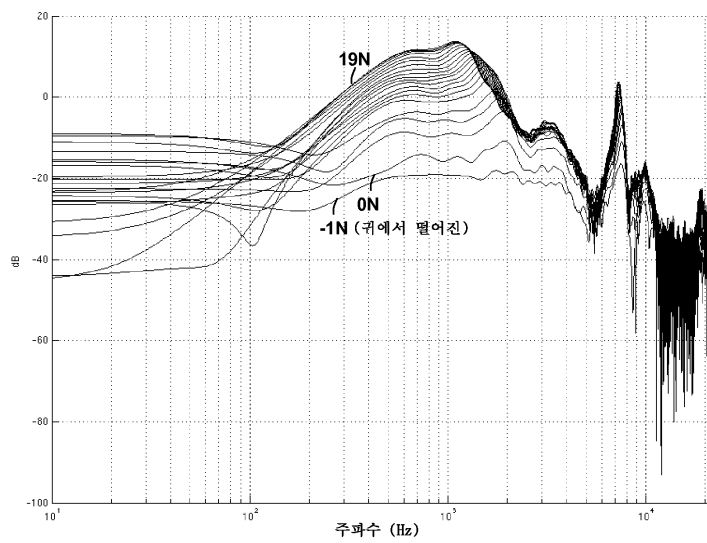
도면3



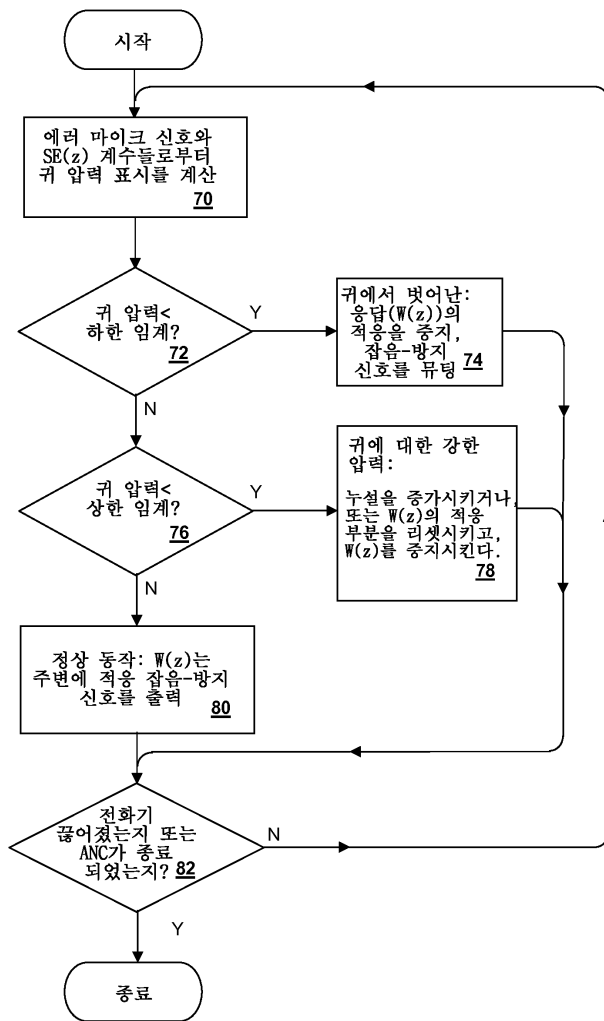
도면4



도면5



도면6





도면7

