



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년11월05일
(11) 등록번호 10-2039866
(24) 등록일자 2019년10월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7034411
- (22) 출원일자(국제) 2013년04월24일
심사청구일자 2018년04월24일
- (85) 번역문제출일자 2014년12월08일
- (65) 공개번호 10-2015-0008459
- (43) 공개일자 2015년01월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/037942
- (87) 국제공개번호 WO 2013/169483
국제공개일자 2013년11월14일
- (30) 우선권주장
13/729,141 2012년12월28일 미국(US)
(뒷면에 계속)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020120026530 A
US20110299695 A1
US20060161428 A1

- (73) 특허권자
씨러스 로직 인코포레이티드
미국 텍사스 78701, 오스틴, 더블유. 6번가 800
- (72) 발명자
조우, 다용
미국 텍사스 78738 오스틴 포르투나 드라이브 2821
루, 양
미국 텍사스 78738 오스틴 어파트먼트 1313 윌리엄 캐논 드라이브 6636
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
장훈

전체 청구항 수 : 총 27 항

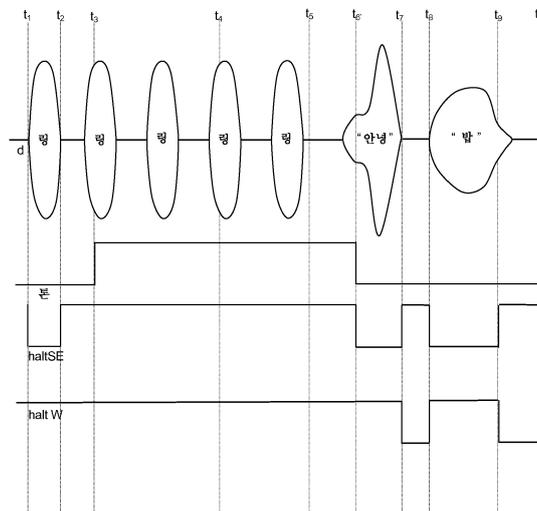
심사관 : 김태수

(54) 발명의 명칭 적응형 잡음 제거 시스템에서의 다운로드 톤 검출 및 2차 경로 응답 모델의 적용

(57) 요약

적응형 잡음 제거(ANC) 회로는 주위의 오디오 사운드들의 제거를 야기하기 위해 스피커 또는 다른 트랜스듀서 출력에 삽입되는 기준 마이크로폰 신호로부터 잡음 방지 신호를 적응적으로 생성한다. 여러 마이크로폰은 여러 신호를 제공하는 스피커에 가장 가깝다. 2차 경로 추정 적응형 필터는 트랜스듀서를 통해 잡음 제거 회로로부터 전기-음향 경로를 추정하여 소스 오디오가 여러 신호로부터 제거될 수 있게 한다. 원격 링톤들과 같은, 소스 오디오에서의 톤들은 전화 통화의 개시 동안 다운로드 오디오에 존재하고, 누적된 톤 지속 및 비-사일런스(non-silence) 행오버 카운팅을 이용하는 톤 검출기에 의해 검출되고, 2차 경로 추정 적응형 필터의 적응은 톤들에 적응하는 것을 방지하기 위해 중단된다. 적응형 필터들의 적응은 그 다음, 시퀀싱(sequencing)되고 따라서 2차 경로 적응형 필터 응답의 임의의 중단은 잡음 방지 생성 필터가 적응하도록 허용하기 전에 제거된다.

대표도 - 도7



(72) 발명자

헨드릭스, 존, 디.

미국 텍사스 78676 워벌리 톰슨 랜치 로드 1351

엘더슨, 제프리

미국 텍사스 78735 오스틴 트와일라잇 메사 드라이브 7205

밀러, 안토니오, 존

미국 텍사스 78736 오스틴 커버드 브릿지 드라이브 7337

용, 친

미국 텍사스 78735 오스틴 어파트먼트 1936 사우스 웨스트 파크웨이 5604

카마쓰, 가우담, 데벤드라

미국 텍사스 78748 오스틴 라슨 코브 3004

(30) 우선권주장

61/645,333 2012년05월10일 미국(US)

61/701,187 2012년09월14일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

개인용 오디오 디바이스에 있어서:

개인용 오디오 디바이스 하우징;

청취자에 재생하기 위한 소스 오디오 및 트랜스듀서의 음향 출력에서의 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하기 위한 잡음 방지 신호 둘 모두를 포함하는 오디오 신호를 재생성하기 위해 상기 하우징 상에 실장된 상기 트랜스듀서;

상기 주위의 오디오 사운드들을 나타내는 기준 마이크로폰 신호를 제공하기 위해 상기 하우징 상에 실장된 기준 마이크로폰;

상기 트랜스듀서의 음향 출력 및 상기 트랜스듀서에서의 상기 주위의 오디오 사운드들을 나타내는 에러 마이크로폰 신호를 제공하기 위해 상기 트랜스듀서에 가까운 상기 하우징 상에 실장된 에러 마이크로폰; 및

에러 신호 및 상기 기준 마이크로폰 신호에 따라 상기 청취자에 의해 들린 상기 주위의 오디오 사운드들의 존재를 감소시키기 위해 제 1 적응형 필터를 적응시킴으로써 상기 기준 마이크로폰 신호로부터 상기 잡음 방지 신호를 생성하는 처리 회로를 포함하고, 상기 처리 회로는 상기 소스 오디오를 형상화하는 2차 경로 응답을 가지는 2차 경로 적응형 필터 및 상기 에러 마이크로폰 신호로부터 상기 소스 오디오를 제거하여 상기 에러 신호를 제공하는 결합기를 구현하고, 상기 처리 회로는 상기 소스 오디오의 주파수 선택 필터링을 이용하여 상기 주위의 오디오 사운드들과는 독립적인 상기 소스 오디오의 주파수-의존 특성을 검출하고 상기 소스 오디오의 특성을 검출하는 것에 응답하여 상기 잡음 방지 신호의 부정확한 생성을 방지하기 위한 조치를 취하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 중단시키는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 추가로 중단시키는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 더 이상 톤을 포함하지 않는다는 것을 검출하는 것에 응답하여, 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 시퀀싱(sequencing)하여 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 첫번째 것의 적응이, 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 또 다른 것의 적응이 실질적으로 완료되거나 중단된 후에만 개시되게 하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응이 상기 제 1 적응형 필터의 적응 이전에 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응이 중단되는 동안에 수행되도록 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응

을 시퀀싱하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 톤이 검출되었을 때 및 정상 동작이, 상기 톤이 더 이상 검출되지 않은 이후에 재개될 수 있을 때 중 적어도 하나를 결정하기 위한 적응형 결정 기준들을 갖는 톤 검출기를 이용하여 상기 소스 오디오에서 톤을 검출하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 톤 검출기는, 상기 톤이 존재한다고 결정하는 것에 응답하여 지속 카운터를 증가시키고, 상기 톤 검출기는 상기 지속 카운터가 임계값을 초과할 때, 상기 톤이 검출되었다고 결정하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 톤 검출기는 상기 톤이 검출되었다고 결정하는 것에 응답하여, 행오버 카운트(hangover count)를 미리 결정된 값으로 설정하고 상기 톤이 존재하지 않는다고 후속적으로 결정하는 것에 응답하여 및 충분한 오디오의 소스 오디오가 존재하는 경우에만, 상기 행오버 카운트를 감소시키고, 상기 톤 검출기는 상기 행오버 카운트가 0에 도달할 때 정상적인 동작이 재개될 수 있음을 나타내는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 9

제 2 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 복수의 톤들을 검출하는 것에 응답하여 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 재설정하여, 상기 복수의 톤들의 초기 부분들에 적응하는 것으로 인해 상기 2차 경로 적응형 필터의 계수들의 편차의 양이 감소되게 하는, 개인용 오디오 디바이스.

청구항 10

개인용 오디오 디바이스에 의해 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법에 있어서:

기준 마이크로폰 신호를 생성하도록 기준 마이크로폰을 이용하여 상기 주위의 사운드들을 측정하는 단계;

에러 신호 및 상기 기준 마이크로폰 신호에 따라 청취자에 의해 들린 주위의 오디오 사운드들의 존재를 감소시키기 위해 제 1 적응형 필터를 적응시킴으로써 상기 기준 마이크로폰 신호로부터 잡음 방지 신호를 적응적으로 생성하는 단계;

상기 잡음 방지 신호를 소스 오디오와 조합하는 단계;

상기 조합의 결과를 트랜스듀서에 제공하는 단계;

에러 마이크로폰 신호를 생성하도록 에러 마이크로폰을 이용하여 상기 트랜스듀서의 음향 출력 및 상기 주위의 오디오 사운드들을 측정하는 단계;

상기 소스 오디오를 형상화하는 2차 경로 응답을 가지는 2차 경로 적응형 필터 및 상기 에러 마이크로폰 신호로부터 상기 소스 오디오를 제거하여 상기 에러 신호를 제공하는 결합기를 구현하는 단계;

상기 소스 오디오의 주파수 선택 필터링을 이용하여 상기 주위의 오디오 사운드들과는 독립적인 상기 소스 오디오의 주파수-의존 특성을 검출하는 단계; 및

상기 소스 오디오의 특성을 검출하는 것에 응답하여 상기 잡음 방지 신호의 부정확한 생성을 방지하기 위한 조치를 취하는 단계를 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 중단시키는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 중단시키는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 소스 오디오가 더 이상 톤을 포함하지 않는다는 것을 검출하는 단계; 및

상기 소스 오디오가 더 이상 톤을 포함하지 않는다는 것을 검출하는 것에 응답하여, 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 시퀀싱하여 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 첫 번째 것의 적응이, 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 또 다른 것의 적응이 실질적으로 완료되거나 중단된 후에만 개시되게 하는 시퀀싱하는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 시퀀싱하는 단계는 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응이 상기 제 1 적응형 필터의 적응 이전에 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응이 중단되는 동안에 수행되도록 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 시퀀싱하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는 상기 톤이 검출되었을 때 및 정상 동작이, 상기 톤이 더 이상 검출되지 않은 이후에 재개될 수 있을 때 중 적어도 하나를 결정하기 위한 적응형 결정 기준들을 이용하여 상기 소스 오디오에서 톤을 검출하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 톤이 존재한다고 결정하는 것에 응답하여 지속 카운터를 증가시키는 단계; 및

상기 지속 카운터가 임계값을 초과할 때, 상기 톤이 검출되었다고 결정하는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 톤이 검출되었다고 결정하는 것에 응답하여, 행오버 카운트를 미리 결정된 값으로 설정하는 단계;

상기 톤이 존재하지 않는다고 후속적으로 결정하는 것에 응답하여 및 충분한 오디오의 소스 오디오가 존재하는 경우에만, 상기 행오버 카운트를 감소시키는 단계; 및

상기 행오버 카운트가 0으로 감소되는 것에 응답하여, 정상적인 동작이 재개될 수 있음을 나타내는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

복수의 톤들을 검출하는 것에 응답하여, 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 재설정하여 상기 복수의 톤들의 초기 부분들에 적응하는 것으로 인해 상기 2차 경로 적응형 필터의 계수들의 편차의 양이 감소되게 하는 재설정하는 단계를 추가로 포함하는, 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하는 방법.

청구항 19

개인용 오디오 디바이스의 적어도 일부를 구현하기 위한 집적 회로에 있어서:

청취자에 재생하기 위한 소스 오디오 및 트랜스듀서의 음향 출력에서의 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하기 위한 잡음 방지 신호 둘 모두를 포함하는 출력 신호를 출력 트랜스듀서에 제공하기 위한 출력부;

상기 주위의 오디오 사운드들을 나타내는 기준 마이크로폰 신호를 수신하기 위한 기준 마이크로폰 입력부;

상기 트랜스듀서의 음향 출력 및 상기 트랜스듀서에서의 상기 주위의 오디오 사운드들을 나타내는 에러 마이크로폰 신호를 수신하기 위한 에러 마이크로폰 입력부; 및

에러 신호 및 상기 기준 마이크로폰 신호에 따라 상기 청취자에 의해 들린 상기 주위의 오디오 사운드들의 존재를 감소시키기 위해 제 1 적응형 필터를 적응시킴으로써 상기 기준 마이크로폰 신호로부터 상기 잡음 방지 신호를 생성하는 처리 회로를 포함하고, 상기 처리 회로는 상기 소스 오디오를 형상화하는 2차 경로 응답을 가지는 2차 경로 적응형 필터 및 상기 에러 마이크로폰 신호로부터 상기 소스 오디오를 제거하여 상기 에러 신호를 제공하는 결합기를 구현하고, 상기 처리 회로는 상기 소스 오디오의 주파수 선택 필터링을 이용하여 상기 주위의 오디오 사운드들과는 독립적인 상기 소스 오디오의 주파수-의존 특성을 검출하고 상기 소스 오디오의 특성을 검출하는 것에 응답하여 상기 잡음 방지 신호의 부정확한 생성을 방지하기 위한 조치를 취하는, 집적 회로.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 중단시키는, 집적 회로.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 톤을 포함한다는 것을 검출하는 것에 응답하여 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 추가로 중단시키는, 집적 회로.

청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 소스 오디오가 더 이상 톤을 포함하지 않는다는 것을 검출하는 것에 응답하여, 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 시퀀싱하여 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 첫번째 것의 적응이, 상기 제 1 적응형 필터 또는 상기 2차 경로 적응형 필터 중 또 다른 것의 적응이 실질적으로 완료되거나 중단된 후에만 개시되게 하는, 집적 회로.

청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응이 상기 제 1 적응형 필터의 적응 이전에 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응이 중단되는 동안에 수행되도록 상기 2차 경로 적응형 필터 및 상기 제 1 적응형 필터의 적응을 시퀀싱하는, 집적 회로.

청구항 24

제 20 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 상기 톤이 검출되었을 때 및 정상 동작이, 상기 톤이 더 이상 검출되지 않은 이후에 재개될 수 있을 때 중 적어도 하나를 결정하기 위한 적응형 결정 기준들을 갖는 톤 검출기를 이용하여 상기 소스 오디오

오에서 톤을 검출하는, 집적 회로.

청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 톤 검출기는, 상기 톤이 존재한다고 결정하는 것에 응답하여 지속 카운터를 증가시키고, 상기 톤 검출기는 상기 지속 카운터가 임계값을 초과할 때, 상기 톤이 검출되었다고 결정하는, 집적 회로.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 톤 검출기는 상기 톤이 검출되었다고 결정하는 것에 응답하여, 행오버 카운트를 미리 결정된 값으로 설정하고 상기 톤이 존재하지 않는다고 후속적으로 결정하는 것에 응답하여 및 충분한 오디오의 소스 오디오가 존재하는 경우에만, 상기 행오버 카운트를 감소시키고, 상기 톤 검출기는 상기 행오버 카운트가 0에 도달할 때 정상적인 동작이 재개될 수 있음을 나타내는, 집적 회로.

청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 처리 회로는, 복수의 톤들을 검출하는 것에 응답하여 상기 2차 경로 적응형 필터의 적응을 재설정하여, 상기 복수의 톤들의 초기 부분들에 적응하는 것으로 인해 상기 2차 경로 적응형 필터의 계수들의 편차의 양이 감소되게 하는, 집적 회로.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 적응형 잡음 제거(adaptive noise cancellation; ANC)를 포함하는 무선 전화기들과 같은 개인용 오디오 디바이스들에 관한 것이고, 특히 다운링크 링톤들과 같은, 톤들이 소스 오디오 신호에 존재할 때, 개인용 오디오 디바이스에서의 ANC 적응형 응답들의 적응의 제어에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모바일/셀룰러 전화기들과 같은, 무선 전화기들, 코드리스 전화기들, 및 MP3 플레이어들과 같은, 다른 소비자 오디오 디바이스들이 폭넓게 이용되고 있다. 이해도(intelligibility)에 대한 이러한 디바이스들의 성능은 주위의 음향 이벤트들을 측정하기 위해 마이크로폰을 이용하고 그 다음, 주위의 음향 이벤트들을 제거하기 위해 잡음 방지 신호를 디바이스의 출력에 삽입하는 신호 처리를 이용하는 잡음 제거를 제공함으로써 향상될 수 있다.

[0003] 잡음 제거 동작은 트랜스듀서에서 디바이스의 트랜스듀서 출력을 측정하여 에러 마이크로폰을 이용하는 잡음 제거의 효율성을 결정함으로써 향상될 수 있다. 트랜스듀서의 측정된 출력은 이상적으로 소스 오디오 예를 들면, 전화기에서의 다운링크 오디오 및/또는 전용 오디오 플레이어 또는 전화기에서의 재생 오디오인데, 이는 잡음 제거 신호(들)가(이) 트랜스듀서의 위치에서의 주위의 잡음에 의해 이상적으로 제거되기 때문이다. 에러 마이크로폰 신호로부터 소스 오디오를 제거하기 위해, 트랜스듀서로부터의 에러 마이크로폰을 통한 2차 경로가 추정되고 이용될 수 있어서 에러 마이크로폰 신호로부터의 차감을 위한 정확한 위상 및 진폭으로 소스 오디오를 필터링한다. 그러나, 원격 링톤들과 같은 톤들이 다운링크 오디오 신호에 존재할 때, 2차 경로 적응형 필터는 다운링크 음성이 존재할 때 2차 경로를 정확하게 모델링(modeling)할 광대역 특성을 유지하기보다는, 톤에 적응하려고 시도할 것이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 트랜스듀서의 출력을 측정하기 위해 2차 경로 추정을 이용하는 잡음 제거 및 잡음 방지 신호를 생성하는 적응형 필터를 제공하고, 다운링크 오디오에서의 톤들로 인한 부정확한 동작이 회피될 수 있고, 톤들이 다운링크 오디오 신호에서 신뢰가능하게 검출될 수 있는 무선 전화기들을 포함하는 개인용 오디오 디바이스를 제공

하는 것이 바람직할 것이다.

과제의 해결 수단

- [0005] 다운링크 오디오에서의 톤들로 인한 부정확한 동작을 회피하는 2차 경로 추정을 포함하는 잡음 제거를 제공하는 개인용 오디오 디바이스를 제공하는 상기 언급된 목적은 개인용 오디오 디바이스, 동작 방법, 및 집적 회로에서 성취된다.
- [0006] 개인용 오디오 디바이스는 하우징을 포함하고, 청취자에 제공하기 위한 소스 오디오 및 트랜스듀서의 음향 출력에서의 주위의 오디오 사운드들의 효과들을 제거하기 위한 잡음 방지 신호 둘 모두를 포함하는 오디오 신호를 재생성하기 위해 트랜스듀서가 하우징 상에 실장된다. 기준 마이크로폰은 하우징 상에 실장되어 주위의 오디오 사운드들을 나타내는 기준 마이크로폰 신호를 제공한다. 개인용 오디오 디바이스는 잡음 방지 신호가 주위의 오디오 사운드들의 실질적인 제거를 야기하도록 기준 마이크로폰 신호로부터 잡음 방지 신호를 적응적으로 생성하기 위한 적응형 잡음 제거(ANC) 처리 회로를 하우징 내에 추가로 포함한다. 주위의 오디오 사운드들을 제거하기 위해 잡음 방지 신호의 적응을 제어하고 트랜스듀서를 통해 처리 회로의 출력으로부터 전기-음향 경로를 보상하기 위한 에러 마이크로폰이 포함된다. ANC 처리 회로는 소스 오디오에서 톤들을 검출하고 2차 경로의 응답을 추정하는 2차 경로 적응형 필터 및 잡음 방지 신호를 생성하는 또 다른 적응형 필터의 적응에 대한 조치를 취하여 전체적인 ANC 동작이 톤들이 발생할 때, 안정하게 유지되도록 한다.
- [0007] 또 다른 특징에서, ANC 처리 회로의 톤 검출기는 톤이 아닌 소스 오디오가 톤들 후에 존재할 때까지 대기함으로써 및 그 다음 2차 경로 적응형 필터와 그 다음 잡음 방지 신호를 생성하는 다른 적응형 필터의 적응을 시퀀싱(sequencing)함으로써 톤들이 소스 오디오에서 발생한 후에 부정확한 동작의 지속된 방지를 제공하는 적응가능한 파라미터들을 갖는다.
- [0008] 본 발명의 상기 및 다른 목적들, 특징들, 및 장점들은 다음 특히, 첨부된 도면들에 도시된 바와 같은, 본 발명의 바람직한 실시예의 설명으로부터 분명해질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 일 예시적인 무선 전화기(10)를 도시한 도면.
- 도 2는 무선 전화기(10) 내의 회로들의 블록도.
- 도 3은 도 2의 CODEC 집적 회로(20)의 ANC 회로(30) 내에 포함될 수 있는 신호 처리 회로들 및 기능적 블록의 일례를 도시한 블록도.
- 도 4는 CODEC 집적 회로(20)에 의해 구현될 수 있는 톤 검출 알고리즘을 도시하는 흐름도.
- 도 5는 도 4에 도시된 바와 같은 일 구현에 따라 도 2의 CODEC 집적 회로(20)의 ANC 회로(30)의 동작을 도시하는 신호 파형도.
- 도 6은 CODEC 집적 회로(20)에 의해 구현될 수 있는 또 다른 톤 검출 알고리즘을 도시하는 흐름도.
- 도 7은 도 6에 도시된 바와 같은 일 구현에 따라 도 2의 CODEC 집적 회로(20)의 ANC 회로(30)의 동작을 도시하는 신호 파형도.
- 도 8은 CODEC 집적 회로(20) 내의 신호 처리 회로들 및 기능적 블록들을 도시하는 블록도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 무선 전화기와 같은, 개인용 오디오 디바이스에서 구현될 수 있는 잡음 제거 기술들 및 회로들이 개시된다. 개인용 오디오 디바이스는 주위의 음향 환경을 측정하고 주위의 음향 이벤트들을 제거하기 위해 스피커(또는 다른 트랜스듀서) 출력에 삽입되는 신호를 생성하는 적응형 잡음 제거(ANC) 회로를 포함한다. 기준 마이크로폰은 주위의 음향 환경을 측정하기 위해 제공되고, 에러 마이크로폰은 트랜스듀서에서 주위의 오디오 및 트랜스듀서 출력을 측정하기 위해 포함되고, 따라서 잡음 제거의 효율성의 표시를 제공한다. 2차 경로 추정 적응형 필터는 에러 신호를 생성하기 위해, 에러 마이크로폰 신호로부터 재생 오디오를 제거하기 위해 이용된다. 그러나, 개인용 오디오 디바이스에 의해 재생성된 소스 오디오에서의 톤들 예를 들면, 전화 통화의 개시 동안 다운링크 오디오에 존재하는 링톤들 또는 전화 통화의 배경의 다른 톤들은 2차 경로 적응형 필터의 부정확한 적응을 야기할 것이다. 게다가, 톤들이 종료된 후에, 부정확하게 적응된 상태로부터의 복구 동안 2차 경로 추정 적응형 필터가

정확한 응답을 갖지 않는다면, ANC 시스템의 나머지는 정확하게 적응하지 않을 수 있거나, 불안정한 것이 될 수 있다. 아래에 도시된 예시적인 개인용 오디오 디바이스들, 방법 및 회로들은 2차 경로 추정 적응형 필터 및 ANC 시스템의 나머지의 적응을 시퀀싱하여 불안정함들을 회피하고 ANC 시스템을 정확한 응답에 적응시킨다. 게다가, 기준 마이크로폰으로의 소스 오디오의 누출의 크기는 측정되거나 추정될 수 있고, 안정한 동작이 예상될 수 있도록 소스 오디오가 불륨이 0이 되거나 감소된 후에 ANC 시스템의 적응 및 이러한 조건으로부터의 복구에 대한 조치가 취해질 수 있다.

[0011] 도 1은 인간 귀(5) 근처의 일 예시적인 무선 전화기(10)를 도시한다. 도시된 무선 전화기(10)는 본 명세서에서 도시된 기술들이 이용될 수 있는 디바이스의 일례지만, 도시된 무선 전화기(10)에, 또는 후속적인 도면들에 도시된 회로들에 구현된 소자들 또는 구성들 모두가 요구되는 것은 아님이 이해된다. 무선 전화기(10)는 링톤들, 저장된 오디오 프로그램 재료, 근단 음성, 웹 페이지들 또는 무선 전화기(10)에 의해 수신된 다른 네트워크 통신들로부터의 소스들과 같은 다른 로컬 오디오 이벤트들 및 배터리 낮음과 다른 시스템 이벤트 통보들과 같은 오디오 표시들과 더불어, 무선 전화기(10)에 의해 수신된 먼곳의 음성을 재생성하는 스피커(SPKR)와 같은 트랜스듀서를 포함한다. 근처 음성 마이크로폰(NS)은 근단 음성을 캡처하기 위해 제공되고, 상기 근단 음성은 무선 전화기(10)로부터 다른 대화 참여자(들)로 송신된다.

[0012] 무선 전화기(10)는 적응형 잡음 제거(ANC) 회로들 및 잡음 방지 신호를 스피커(SPKR)로 주입하는 특징부들을 포함하여 스피커(SPKR)에 의해 재생성된 먼곳의 음성 및 다른 오디오의 이해도를 향상시킨다. 기준 마이크로폰(R)이 주위의 음향 환경을 측정하기 위해 제공되고 이용자의/화자의 입의 전형적인 위치로부터 멀리 위치되어, 근단 음성이 기준 마이크로폰(R)에 의해 생성된 신호에서 최소화되게 한다. 무선 전화기(10)가 귀(5)와 매우 가까울 때, 제 3 마이크로폰인, 에러 마이크로폰(E)은 귀(5)와 가까운 스피커(SPKR)에 의해 재생성된 오디오 신호와 조합된 주위의 오디오의 측정을 제공함으로써 ANC 동작을 추가로 향상시키기 위해 제공된다. 무선 전화기(10) 내의 예시적인 회로(14)는 기준 마이크로폰(R), 근처 음성 마이크로폰(NS), 및 에러 마이크로폰(E)으로부터 신호들을 수신하고 무선 전화기 송수신기를 포함하는 RF 집적 회로(12)와 같은 다른 집적 회로들과 인터페이스(interfacing)하는 오디오 CODEC 집적 회로(20)를 포함한다. 본 발명의 다른 구현들에서, 본 명세서에서 개시된 회로들 및 기술들은 MP3 플레이어 온 칩 집적 회로(MP3 player-on-a-chip integrated circuit)와 같은, 개인용 오디오 디바이스의 전부를 구현하기 위한 제어 회로들 및 다른 기능을 포함하는 단일 집적 회로에 통합될 수 있다.

[0013] 일반적으로, 본 명세서에서 도시된 ANC 기술들은 기준 마이크로폰(R)에 침범하는 주위의 음향 이벤트들(스피커(SPKR)의 출력 및/또는 근단 음성에 대비되는)을 측정하고, 에러 마이크로폰(E)에 침범하는 동일한 주위의 음향 이벤트들을 또한 측정함으로써, 도시된 무선 전화기(10)의 ANC 처리 회로들은 기준 마이크로폰(R)의 출력으로부터 생성된 잡음 방지 신호를 적응시켜 에러 마이크로폰(E)에 존재하는 주위의 음향 이벤트들의 진폭을 최소화하는 특성을 갖는다. 음향 경로($P(z)$)가 기준 마이크로폰(R)으로부터 에러 마이크로폰(E)으로 연장하기 때문에, ANC 회로들은 전기-음향 경로($S(z)$)의 효과들을 제거하는 것과 조합된 음향 경로($P(z)$)를 필수적으로 추정하고 있다. 전기-음향 경로($S(z)$)는 CODEC IC(20)의 오디오 출력 회로들의 응답 및 특정한 음향 환경에서 스피커(SPKR)와 에러 마이크로폰(E) 사이의 결합을 포함하는 스피커(SPKR)의 음향/전기 전달 함수를 표현한다. 전기-음향 경로($S(z)$)는 무선 전화기(10)가 귀(5)에 단단하게 압착되지 않을 때, 귀(5) 및 다른 물리적 물체들의 근접성 및 구조와 무선 전화기(10)에 가까울 수 있는 인간 머리 구조들에 의해 영향을 받는다. 도시된 무선 전화기(10)가 제 3 근처 음성 마이크로폰(NS)을 갖는 2개의 마이크로폰 ANC 시스템을 포함할지라도, 별개의 에러 및 기준 마이크로폰들을 포함하지 않은 다른 시스템들은 상기 설명된 기술들을 구현할 수 있다. 대안적으로, 근처 음성 마이크로폰(NS)은 상기 설명된 시스템에서 기준 마이크로폰(R)의 기능을 수행하기 위해 이용될 수 있다. 마지막으로, 오디오 재생을 위해 단지 설계된 개인용 오디오 디바이스들에서, 근처 음성 마이크로폰(NS)은 일반적으로 포함되지 않을 것이고, 아래에 더 상세하게 설명된 회로들에서의 근처 음성 신호 경로들은 생략될 수 있다.

[0014] 이제 도 2를 참조하면, 무선 전화기(10) 내의 회로들은 블록도로 도시된다. CODEC 집적 회로(20)는 기준 마이크로폰 신호를 수신하고 기준 마이크로폰 신호의 디지털 표현(ref)을 생성하기 위한 아날로그-디지털 변환기(ADC)(21A), 에러 마이크로폰 신호를 수신하고 에러 마이크로폰 신호의 디지털 표현(err)을 생성하기 위한 ADC(21B), 및 근처 음성 마이크로폰 신호를 수신하고 근처 음성 마이크로폰 신호의 디지털 표현(ns)을 생성하기 위한 ADC(21C)를 포함한다. CODEC IC(20)는 증폭기(A1)로부터 스피커(SPKR)를 구동하기 위한 출력을 생성하고, 상기 증폭기(A1)는 결합기(26)의 출력을 수신하는 디지털-아날로그 변환기(DAC)(23)의 출력을 증폭시킨다. 결합기(26)는 내부 오디오 소스들(24)로부터의 오디오 신호들(ia), 관례상 기준 마이크로폰 신호(ref)에서의 잡음과

동일한 극성을 갖고, 따라서, 결합기(26)에 의해 차감되는, ANC 회로(30)에 의해 생성된 잡음 방지 신호(anti-noise) 및 근처 음성 신호(ns)의 일부를 조합하여, 무선 전화기(10)의 이용자가 무선 주파수(RF) 집적 회로(22)로부터 수신되는, 다운링크 음성(ds)과 적절한 관계로 그들 자신의 음성을 듣게 한다. 본 발명의 일 실시예에 따라, 다운링크 음성(ds)은 ANC 회로(30)에 제공된다. 다운링크 음성(ds) 및 내부 오디오(ia)는 결합기(26)에 제공되어, 신호(ds+ia)가 ANC 회로(30) 내의 2차 경로 적응형 필터를 갖는 음향 경로(S(z))를 추정하기 위해 제공될 수 있게 한다. 근처 음성 신호(ns)는 RF 집적 회로(22)에 또한 제공되고 안테나(ANT)를 통해 서비스 제공자로 업링크 음성으로서 송신된다.

[0015] 도 3은 도 2의 ANC 회로(30)의 상세들의 하나의 예를 도시한다. 적응형 필터(32)는 기준 마이크로폰 신호(ref)를 수신하고 이상적인 환경들 하에서, 그것의 전달 함수(W(z))가 P(z)/S(z)가 되도록 적응시켜 잡음 방지 신호(anti-noise)를 생성하고, 상기 잡음 방지 신호(anti-noise)는 잡음 방지 신호를 도 2의 결합기(26)에 의해 예시화된 바와 같이, 트랜스듀서에 의해 재생될 오디오 신호와 조합하는 출력 결합기에 제공된다. 적응형 필터(32)의 계수들은 적응형 필터(32)의 응답을 결정하기 위해 2개의 신호들의 상관을 이용하는 W 계수 제어 블록(31)에 의해 제어되고, 이는 최소 평균 제곱법의 의미로, 에러 마이크로폰 신호(err)에 존재하는 기준 마이크로폰 신호(ref)의 그들 구성요소들 사이의 에러를 일반적으로 최소화한다. W 계수 제어 블록(31)에 의해 처리된 신호들은 필터(34B)의 의해 제공된 경로(S(z))의 응답의 추정의 카피(copy)에 의해 형성된 기준 마이크로폰 신호(ref) 및 에러 마이크로폰 신호(err)를 포함하는 또 다른 신호이다. 경로(S(z))의 응답, 응답의 추정의 카피 즉, SE_{COPY}(z)로 기준 마이크로폰 신호(ref)를 변환함으로써, 및 소스 오디오의 재생으로 인해 에러 마이크로폰 신호(err)의 구성요소들을 제거한 후에 에러 마이크로폰 신호(err)를 최소화함으로써, 적응형 필터(32)는 P(z)/S(z)의 원하는 응답에 적응한다. 에러 마이크로폰 신호(err)에 더하여, W 계수 제어 블록(31)에 의해 필터(34B)의 출력과 더불어 처리된 다른 신호는 다운링크 오디오 신호(ds) 및 필터 응답(SE(z))에 의해 처리된 내부 오디오(ia)를 포함하는 반전된 양의 소스 오디오를 포함하고, 그들의 SE_{COPY}(z)는 카피이다. 반전된 양의 소스 오디오를 주입함으로써, 적응형 필터(32)는 에러 마이크로폰 신호(err)에 존재하는 상대적으로 많은 양의 소스 오디오에 적응하는 것으로부터 방지되고 경로(S(z))의 응답의 추정을 이용하여 다운링크 오디오 신호(ds) 및 내부 오디오(ia)의 반전된 카피를 변환함으로써, 처리 전에 에러 마이크로폰 신호(err)로부터 제거되는 소스 오디오는 에러 마이크로폰 신호(err)에서 재생된 예상된 버전의 다운링크 오디오 신호(ds), 및 내부 오디오(ia)를 매칭해야 하는데, 이는 S(z)의 전기 및 음향 경로가 에러 마이크로폰(E)에 도달하기 위해 다운링크 오디오 신호(ds) 및 내부 오디오(ia)에 의해 취해진 경로이기 때문이다. 필터(34b)는 그 자체가 적응형 필터가 아니지만, 적응형 필터(34A)의 응답에 매칭하도록 튜닝되는 조정가능한 응답을 가져서, 필터(34B)의 응답이 적응형 필터(34A)의 적응을 추적하도록 한다.

[0016] 상기 내용을 구현하기 위해, 적응형 필터(34A)는 SE 계수 제어 블록(33)에 의해 제어된 계수들을 갖고, 상기 SE 계수 제어 블록(33)은 결합기(36)에 의한, 상기 설명된 필터링된 다운링크 오디오 신호(ds) 및 에러 마이크로폰(E)에 전달된 예상된 소스 오디오를 표현하기 위해 적응형 필터(34A)에 의해 필터링된 내부 오디오(ia)의 제거 후에 소스 오디오(ds+ia) 및 에러 마이크로폰 신호(err)를 처리한다. 적응형 필터(34A)는 그에 의해 다운링크 오디오 신호(ds) 및 내부 오디오(ia)로부터 에러 신호(e)를 생성하도록 적응되고, 상기 에러 신호(e)는 에러 마이크로폰 신호(err)로부터 차감될 때, 소스 오디오(ds+ia)로 인한 것이 아닌 에러 마이크로폰 신호(err)의 콘텐츠를 포함한다. 그러나, 다운링크 오디오 신호(ds) 및 내부 오디오(ia)가 예를 들면, 전화기 통화의 시작에서 둘 모두 존재하지 않거나, 매우 낮은 진폭을 가지면, SE 계수 제어 블록(33)은 음향 경로(S(z))를 추정하기 위해 충분한 입력을 갖지 않을 것이다. 따라서, ANC 회로(30)에서, 소스 오디오 검출기(35A)는 충분한 소스 오디오(ds+ia)가 존재하는지의 여부를 검출하고, 충분한 소스 오디오(ds+ia)가 존재하면, 2차 경로 추정을 업데이트한다. 음성 존재 신호가 다운링크 오디오 신호(ds)의 디지털 소스로부터 이용가능하면, 소스 오디오 검출기(35A)는 음성 존재 신호, 또는 매체 재생 제어 회로들로부터 제공된 재생 활성화 신호에 의해 대체될 수 있다.

[0017] 제어 회로(39)는 소스 오디오 검출기(35A)로부터 입력들을 수신하고, 상기 입력들은 도미넌트 톤 신호(dominant tone signal)가 다운링크 오디오 신호(ds)에 존재할 때를 나타내는 Tone 표시자 및 전체적인 소스 오디오(ds+ia)의 검출된 레벨을 반영하는 Source Level 표시를 포함한다. 제어 회로는 기준 마이크로폰 신호(ref)의 검출된 레벨의 표시를 제공하는 주위의 오디오 검출기(35B)로부터 입력을 또한 수신한다. 제어 회로(39)는 개인용 오디오 디바이스의 볼륨 설정의 표시(vol)를 수신할 수 있다. 제어 회로(39)는 W 계수 제어 블록(31)으로부터 안정성 표시(Wstable)를 또한 수신하고, 상기 안정성 표시(Wstable)는 응답(W(z))의 계수들의 합의 변경 비율인 안정성 측정치($\frac{\Delta(\sum |W_k(z)|)}{\Delta t}$)가 임계치보다 클 때, 일반적으로 디-어싱팅되지만, 대안적으로 안정성

표시(Wstable)는 적응형 필터(32)의 응답을 결정하는 응답 $W(z)$ 의 계수들 모두보다 소수에 기초할 수 있다. 게다가, 제어 회로(39)는 W 계수 제어 블록(31)의 적응을 제어하기 위해 제어 신호(haltW)를 생성하고 SE 계수 제어 블록(33)의 적응을 제어하기 위해 제어 신호(haltSE)를 생성한다. 응답 $W(z)$ 및 2차 경로 추정(SE(z))의 적응의 시퀀싱을 위한 예시적인 알고리즘들은 도 5 내지 도 8을 참조하여 아래에 더 상세하게 논의된다.

[0018] 소스 오디오 검출기(35A) 내에서, 톤 검출 알고리즘은 톤이 소스 오디오(ds+ia)에 존재할 때를 검출하고, 그것의 일례가 도 4에 도시된다. 이제 도 4를 참조하면, 소스 오디오(ds+ia)의 진폭이 최소 임계값("min") 미만이거나 상기 최소 임계값과 같을지라도(결정(70)), 처리는 단계(79)로 진행한다. 소스 오디오(ds+ia)의 진폭 "신호 레벨"이 최소 임계값("min")보다 크고(결정(70)) 현재 오디오가 톤 후보이면(결정(71)), 지속 시간(persistence time)(T_{persist})은 증가되고(단계(72)), 일단 지속 시간(T_{persist})이, 톤이 검출되었음을 나타내는, 임계치에 도달했으면(결정(73)), 행오버 카운트(hangover count)가 0이 아닌 값으로 초기화되고(단계(74)) 지속 시간(T_{persist})은 지속 시간(T_{persist})이 계속해서 증가하는 것을 방지하기 위해 임계값으로 설정된다(단계(75)). 현재 오디오가 톤 후보가 아니면(결정(71)), 지속 시간(T_{persist})은 감소된다(단계(76)). 단지 충분한 신호가 존재할 때만 지속 시간(T_{persist})을 증가시키거나 감소시키는 것은 최근 이력 즉, 가장 최근의 신호가 톤, 또는 다른 오디오인지의 여부에 기초하여 신뢰 기준을 구현하는 필터의 역할을 한다. 따라서, 지속 시간은, ANC 시스템의 적응, 특히 톤(들)의 주파수에 대한 응답(SE(z))의 부정확한 적응에 실질적으로 영향을 미치기에 충분한 하나 이상의 톤들의 누락된 누적 지속시간을 회피하기 위해 충분히 낮은 값을 갖는 동안, 특정한 구현 및 디바이스에 대한 잘못된 톤 검출을 회피하기 위해 충분히 높은 값을 갖는 톤 검출 신뢰 값이다. 톤 후보는 소스 오디오(ds+ia)의 이산-푸리에 변환(DFT)의 이웃 진폭 비교 또는 또 다른 적합한 다중-대역 필터링 기술을 이용하여 소스 오디오(ds+ia)에서 검출되어 광대역 잡음 또는 신호들과 대부분 톤인 오디오를 구별한다. 지속 시간(T_{persist})이, 누적된 톤이 아닌 신호가 상당한 기간 동안 존재했음을 나타내는 0미만이 되면(결정(77)), 지속 시간(T_{persist})은 0으로 설정되고 최근에 발생한 복수의 톤들의 카운트인 톤 카운트는 0으로 또한 설정된다.

[0019] 처리 알고리즘은 그 다음, 톤이 검출되었는지의 결정(79)으로 진행하고, 행오버 카운트가, 톤이 아직 결정(73)에 의해 검출되지 않았거나, 행오버 카운트가 톤이 검출된 후에 만료되었음을 나타내는, 0보다 크지 않으면(결정(79)), 톤 플래그가 재설정되어 어떠한 톤도 존재하지 않음을 나타내고, 이전 톤 플래그는 또한 재설정된다(단계(80)). 행오버 카운트는 예를 들면, 또 다른 톤이 발생할 것 같고 응답(SE(z))으로 하여금 부정확하게 적응하도록 할 것 같을 때, 너무 일찍 ANC 시스템의 적응을 재개하는 것을 회피하기 위해, 톤의 검출이 중단된 후에 설정 조건(예를 들면, 톤 플래그 = "1")으로 톤 플래그를 유지하기 위해 제공하는 카운트이다. 행오버 카운트의 값은 구현 특징이지만, 상기 부정확한 적응 조건을 회피하기 위해 충분해야 한다. 처리는 그 다음, 전화통화가 결정(87)에서 종료되지 않으면 단계(70)로부터 반복한다. 그러나, 행오버 카운트가 0보다 크면(결정(79)), 톤 플래그는 ("1"의 값으로) 설정되고(단계(81)) 행오버 카운트는 감소되며(단계(82)), 이는 시스템으로 하여금 행오버 카운트가 0이 아닌 동안 현재 소스 오디오를 톤으로서 간주하도록 한다. 이전 톤 플래그가 설정되지 않으면(예를 들면, 톤 플래그가 "0"의 값을 갖는다)(결정(83)), 톤 카운트는 증가되고 이전 톤 플래그는 ("1"의 값으로) 설정된다(결정(84)). 그렇지 않으면, 톤 플래그가 설정되면(결정(83)에서 결과 "아니오"), 처리 알고리즘은 결정(85)으로 직접적으로 진행한다. 그 다음, 톤 카운트가, 응답(SE(z))이 공지된 상태로 설정되어야 하는 톤들의 수인 미리 결정된 재설정 카운트를 초과하면(결정(85)), 응답(SE(z))은 재설정되고 톤 카운트는 또한 재설정된다(단계(86)). 호출이 끝날 때까지(결정(87)), 단계들(70 내지 86)의 알고리즘은 반복된다. 그렇지 않으면, 알고리즘은 종료된다.

[0020] 본 명세서에 도시된 예시적인 회로들 및 방법들은 2차 경로 적응형 필터(34A)의 응답(SE(z))에 대한 원격 톤들의 영향을 감소시킴으로써 ANC 시스템의 정확한 동작을 제공하고, 이는 필터(34B)의 응답($SE_{\text{copy}}(z)$) 및 적응형 필터(32)의 응답($W(z)$)에 대한 톤들의 영향을 결과적으로 감소시킨다. 도 4에 도시된 알고리즘을 이용하는 톤 검출기를 갖는 도 3의 제어 회로(39)의 예시적인 동작 파형들을 도시하는 도 5에 도시된 예에서, 제어 회로(39)는 톤들이 톤 플래그(Tone)에 의해 표시된 바와 같이 소스 오디오(ds+ia)에서 검출될 때, 제어 신호(haltSE)를 어서팅함으로써 SE 계수 제어 블록(33)의 적응을 중단시킨다. 시간(t_1)과 시간(t_2) 사이에서 발생하는 제 1 톤은 낮은 초기 지속 시간(T_{persist})으로 인한 톤이 되도록 결정되지 않고, 이는 톤들의 잘못된 검출을 방지한다. 따라서, 제어 신호(haltSE)는 시간(t_2)까지 디-어서팅되지 않고, 이는 SE 계수 제어 블록(33)을 적응시키기 위해 소스 오디오(ds+ia)에 불충분한 신호 레벨이 존재함을 제어 회로(39)에 나타내는, 임계치 미만으로 감소하는

신호 레벨로 인한 것이다. 시간(t_3)에서, 더 긴 지속 시간($T_{persist}$)으로 인해, 상기 설명된 톤 검출 알고리즘에 따라 증가된 시퀀스에서의 제 2 톤이 검출되었다. 따라서, 제어 신호(haltSE)는 제 2 톤 동안 더 일찍 어서팅되고, 이는 SE 계수 제어 블록(33)의 계수들에 대한 톤의 영향을 감소시킨다. 시간(t_4)에서, 제어 회로(39)는 4개의 톤들(또는 일부 다른 선택가능한 수)이 발생했음을 결정했고, SE 계수 제어 블록(33)을 공지된 세트의 계수들로 재설정하기 위해 제어 신호(resetSE)를 어서팅하고, 그에 의해 응답(SE(z))을 공지된 응답으로 설정한다. 시간(t_5)에서, 소스 오디오에서의 톤들이 종료했지만, 응답(W(z))은 적응하도록 허용되지 않는데, 이는 응답(SE(z))의 적응이 더 적절한 트레이닝 신호로 수행되어야 해서 톤들이 시간(t_1)으로부터 시간(t_5)까지의 간격 동안 응답(SE(z))에 지장을 주지 않았고 어떠한 소스 오디오도 시간(t_5)에서 응답(SE(z))을 적응시키기 위해 존재하지 않음을 보장한다. 시간(t_6)에서, 다운링크 음성이 존재하고, 제어 회로(39)는 SE 계수 제어 블록(33) 및 그 다음 W 계수 제어 블록(31)의 트레이닝의 시퀀싱을 시작하여 SE 계수 제어 블록(33)이, 톤들이 소스 오디오에서 검출된 후에 정확한 값들을 포함하도록 하고, 따라서 응답($SE_{copy}(z)$) 및 응답(SE(z))은 응답(W(z))을 적응시키기 이전에 적합한 특성들을 갖는다. 상기 내용은 W 계수 제어 블록(31)이 단지 SE 계수 제어 블록(33)이 적용한 후에만 적응하도록 허용함으로써 성취되고, 이는 일단 충분한 진폭의 톤이 아닌 소스 오디오 신호가 존재하면 수행되고, 그 다음 SE 계수 제어 블록(33)이 중단된다. 도 5에 도시된 예에서, 2차 경로 적응형 필터 적응은 추정된 응답(SE(z))이 안정된 후에 제어 신호(haltSE)를 어서팅함으로써 중단되고 응답(W(z))은 제어 신호(haltW)를 디-어서팅함으로써 적응하도록 허용된다. 도 7에 도시된 특정한 동작에서, 다른 환경들 하에서 또는 다른 동작 모드들에서, 응답(SE(z)) 및 응답(W(z))이 동시에 적응하도록 허용될 수 있을지라도, 응답(SE(z))은 응답(W(z))이 적응하고 있지 않을 때 적응하도록 단지 허용되고, 그 역도 마찬가지이다. 특정한 예에서, 응답(SE(z))이 표시(SEstable)의 어서션에 적응하고 있는 시간의 양, 또는 응답(SE(z))이 2차 경로들(S(z) 및 W(z))을 추정하기 위해 충분히 적응했음을 나타내는 다른 기준들이 그 다음 적용될 수 있을 때, 응답(SE(z))은 시간(t_7)까지 적응된다.

[0021] 시간(t_7)에서, 적응하는 SE(z)로부터 적응하는 응답 W(z)로 전이하기 위해, 제어 신호(haltSE)는 어서팅되고 제어 신호(haltW)는 디-어서팅된다. 시간(t_8)에서, 소스 오디오는 다시 검출되고, 제어 신호(haltW)는 응답(W(z))의 적응을 중단시키기 위해 어서팅된다. 제어 신호(haltSE)는 그 다음 디-어서팅되는데, 이는 톤이 아닌 다운링크 오디오 신호가 일반적으로 응답(SE(z))에 대해 양호한 트레이닝 신호이기 때문이다. 시간(t_9)에서, level 표시는 임계치 아래로 감소했고 응답(W(z))은 제어 신호(haltW)를 디-어서팅함으로써 적응하도록 다시 허용되며 응답(SE(z))의 적응은 제어 신호(haltSE)를 어서팅함으로써 중단되고, 이는 응답(W(z))이 최대 시간 기간(T_{maxw}) 동안 적응하고 있을 때, 시간(t_{10})까지 계속된다.

[0022] 소스 오디오 검출기(35A) 내에서, 톤이 소스 오디오(ds+ia)에 존재할 때를 결정하는 또 다른 톤 검출 알고리즘은 도 6에 도시되고, 그것은 도 4의 톤 검출 알고리즘과 유사하며, 따라서 도 6의 알고리즘의 특징들의 단지 일부만 본 명세서에서 아래에 설명될 것이다. 소스 오디오(ds+ia)의 진폭이 최소 임계값 미만이거나 상기 최소 임계값과 같을지라도(결정(50)), 처리는 결정(58)로 진행된다. 소스 오디오(ds+ia)의 진폭이 최소 임계값보다 크고(결정(50)), 현재 오디오가 톤 후보이면(결정(51)), 톤의 지속 시간($T_{persist}$)은 증가되고(단계(52)), 일단 지속 시간($T_{persist}$)이, 톤이 검출되었음을 나타내는, 임계치에 도달했으면(결정(53)), 행오버 카운트가 0이 아닌 값으로 초기화되고(단계(54)) 지속 시간($T_{persist}$)은 지속 시간($T_{persist}$)이 계속해서 증가하는 것을 방지하기 위해 임계값으로 설정된다(단계(55)). 그렇지 않을 경우, 지속 시간($T_{persist}$)이 임계값에 도달하지 않았으면(결정(53)), 처리는 결정(58)을 통해 진행된다. 현재 오디오가 톤 후보가 아니면(결정(51)), 및 지속 시간($T_{persist}$)이 0보다 크면(결정(56)), 지속 시간($T_{persist}$)은 감소된다(단계(57)). 처리 알고리즘은 톤이 검출되었는지의 결정(58)로 진행하고, 행오버 카운트가, 톤이 아직 결정(53)에 의해 검출되지 않았거나, 행오버 카운트가 톤이 검출된 후에 만료되었음을 나타내는, 0보다 크지 않으면(결정(58)), 어떠한 톤도 존재하지 않음을 나타내는 톤 플래그가 디-어서팅된다(단계(61)). 그러나, 행오버 카운트가 0보다 크면(결정(58)), 톤 플래그는 어서팅되고(단계(59)) 행오버 카운트는 감소된다(단계(60)). 호출이 끝날 때까지(결정(62)), 단계들(50 내지 61)의 알고리즘은 반복되고, 그렇지 않으면 알고리즘은 종료된다.

[0023] 도 6에 도시된 알고리즘을 이용하는 톤 검출기를 갖는 도 3의 제어 회로(39)의 동작을 도시하는 도 7에 도시된 예에서, 제 2 링톤이 시간(t_3)에서 검출된 후에 및 도 6에 도시된 바와 같은 상기 설명된 톤 검출 알고리즘에

따라 초기화되는 행오버 카운트로 인해, 톤 플래그(Tone)는 행오버 카운트가 도 6의 알고리즘에서의 결정(57)에서 0에 도달할 때까지 디-어서팅되지 않는다. 소스 오디오(d+ia)의 진폭이 임계치 미만일 때만 행오버 카운트를 감소시키는 장점은 행오버 카운트가 검출된 어떠한 톤도 존재하지 않을 때 감소되는, 도 5의 예와 도 7의 예 사이의 차이들로부터 명백하다. 도 7의 예에서, 제어 신호(haltSE)는 마지막 링톤이 중단되었고 행오버 카운트가 만료되었을 때까지 제 2 링톤의 검출로부터 어서팅되고, 이는 행오버 카운트가, 충분한 진폭의 톤이 아닌 소스 오디오(d+ia)가 존재할 때 0으로 감소될 때까지, SE 계수 제어 블록(33)이, 제 1 톤이 종료된 후의 임의의 톤 동안 적응하는 것을 방지한다. 시간(t_6')에서, 행오버 카운트가 만료되고 응답(SE(z))으로 하여금 적응하게 하는 제어 신호(haltSE)가 디-어서팅된다. 소스 오디오에서의 톤들이 종료했는지라도, 응답(W(z))은, 응답(SE(z))의 적응이 더 적절한 트레이닝 신호로 수행되어 톤들이 시간(t_1)으로부터 시간(t_5)까지의 간격 동안 응답(SE(z))에 지장을 주지 않았음을 보장할 때까지, 적응되도록 허용되지 않는다. 시간(t_7)에서, 제어 신호(haltSE)는 어서팅되고 제어 신호(haltW)는 디-어서팅되어 응답(W(z))이 적응하도록 허용한다.

[0024] 이제 도 8를 참조하면, 도 3에 도시된 바와 같은 ANC 기술들을 구현하기 위한, 및 도 2의 CODEC 집적 회로들(20) 내에 구현될 수 있는 바와 같은 처리 회로(40)를 가지는 ANC 시스템의 블록도가 도시된다. 처리 회로(40)는 메모리(44)에 결합된 처리기 코어(42)를 포함하고, 상기 메모리에는 상기 설명된 ANC 기술들 중 일부 또는 모두 뿐만 아니라, 다른 신호 처리를 구현할 수 있는 컴퓨터 프로그램 제품을 포함하는 프로그램 지시들이 저장된다. 선택적으로, 전용 디지털 신호 처리(DSP) 로직(46)은 처리 회로(40)에 의해 제공된 ANC 신호 처리의 일부, 또는 대안적으로 전부를 구현하기 위해 제공될 수 있다. 처리 회로(40)는 기준 마이크로폰(R), 에리 마이크로폰(E) 및 근처 음성 마이크로폰(NS)으로부터 각각 입력들을 수신하기 위한 ADC들(21A 내지 21C)을 또한 포함한다. DAC(23) 및 증폭기(A1)는 상기 설명된 바와 같은 잡음 방지를 포함하는, 트랜스듀서 출력 신호를 제공하기 위한 처리 회로(40)에 의해 또한 제공된다.

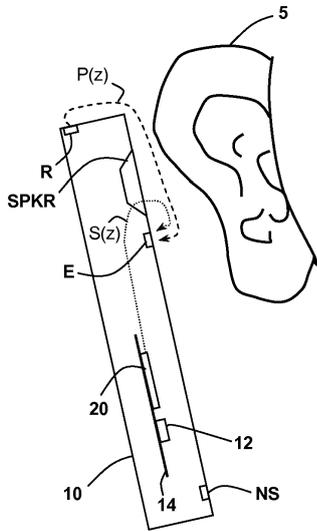
[0025] 본 발명이 그의 바람직한 실시예들을 참조하여 특히 도시되고 설명되었는지라도, 상기 내용 뿐만 아니라, 형식적인 다른 변경들, 및 상세들이 본 발명의 사상 및 범위로 부터 벗어나지 않고 그 안에서 행해질 수 있음이 이해될 것이다.

부호의 설명

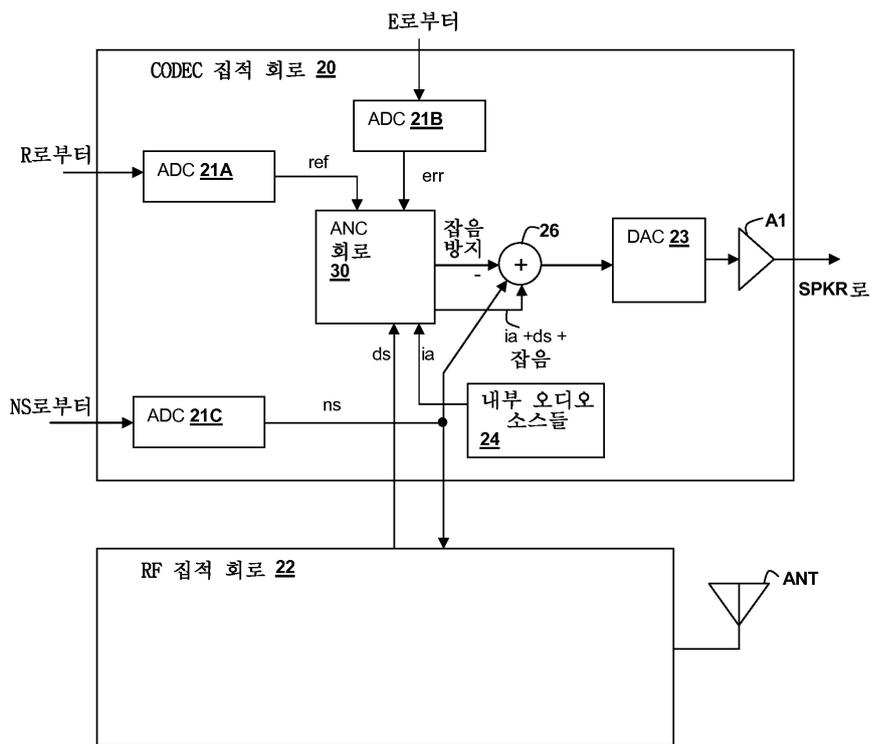
[0026]	10: 무선 전화기	12: RF 집적 회로
	20: 오디오 CODEC 집적 회로	21A, 21B, 21C: ADC
	22: RF 집적 회로	23: DAC
	24: 내부 오디오 소스들	26, 36: 결합기
	30: ANC 회로	31; W 계수 제어 블록
	32, 34A: 적응형 필터	33: SE 계수 제어 블록
	35A: 소스 오디오 검출기	
	35B: 주위의 오디오 검출기	39: 제어 회로
	40: 처리 회로	42: 처리기 코어
	44: 메모리	46: 전용 DSP 로직

도면

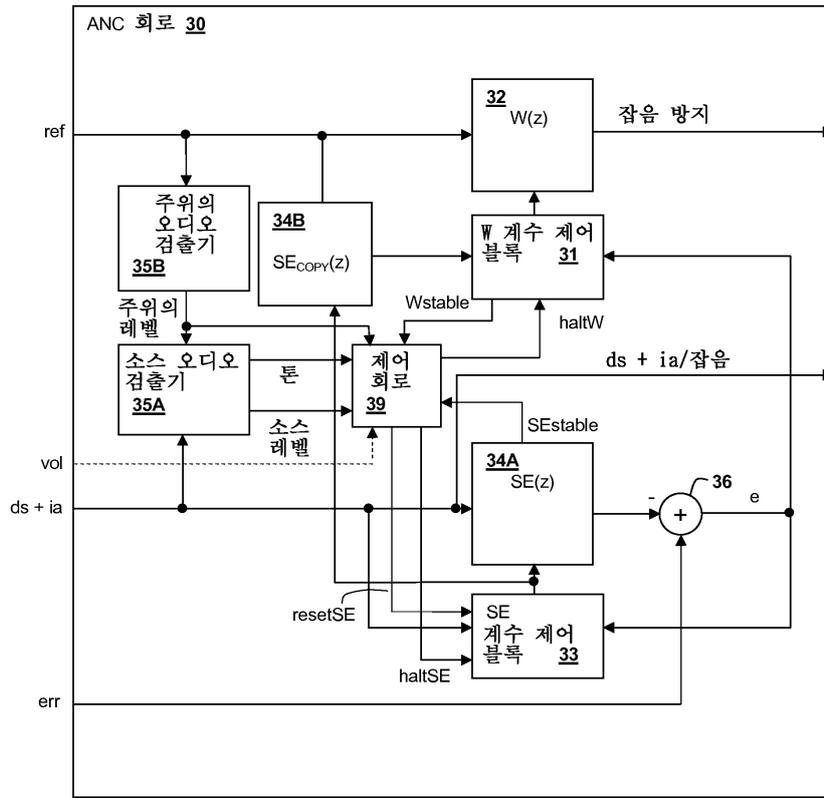
도면1



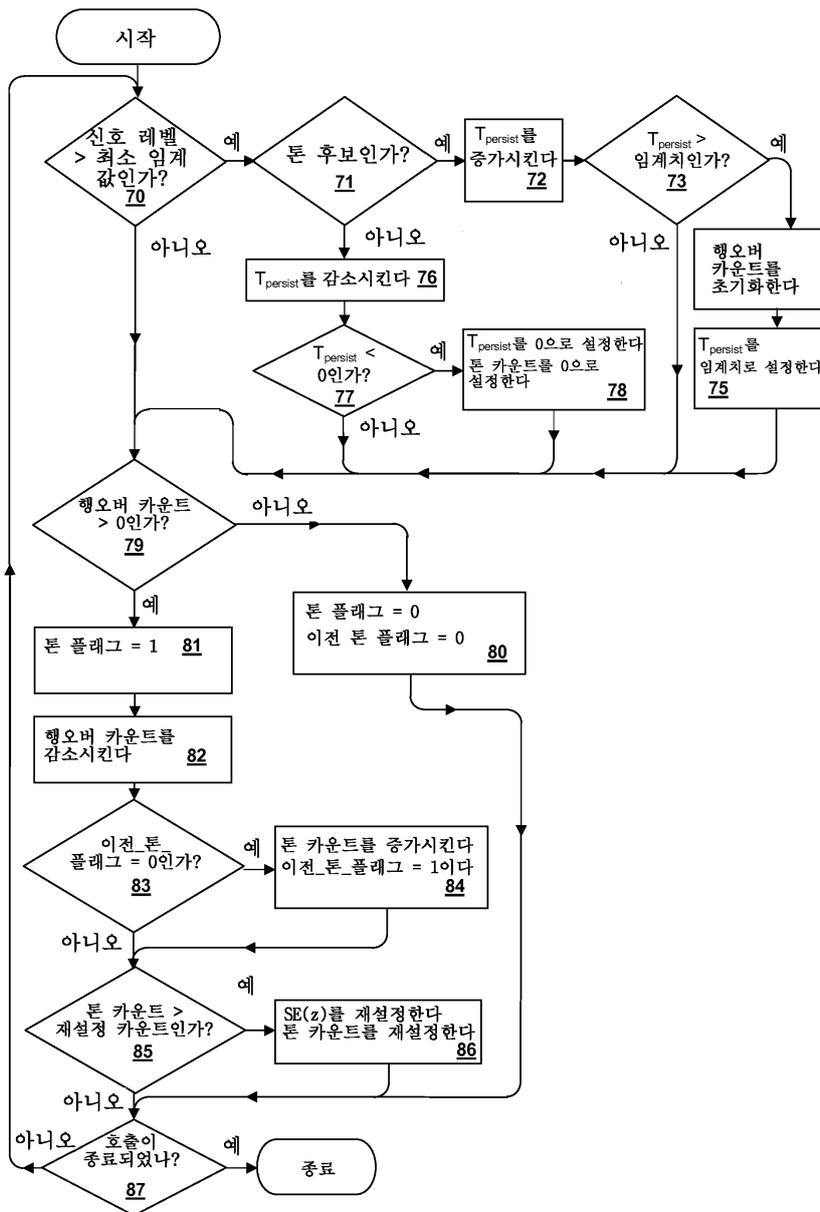
도면2



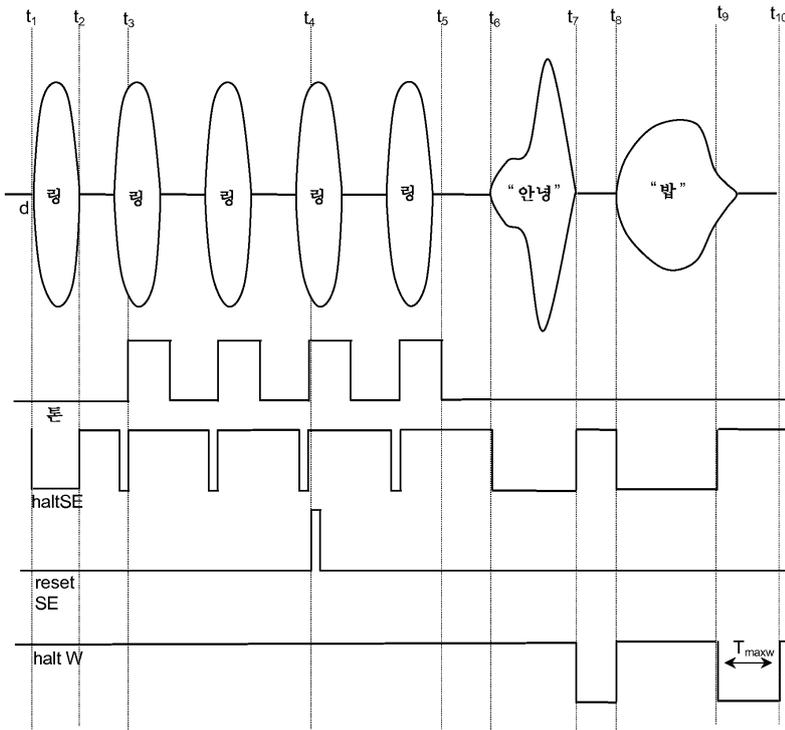
도면3



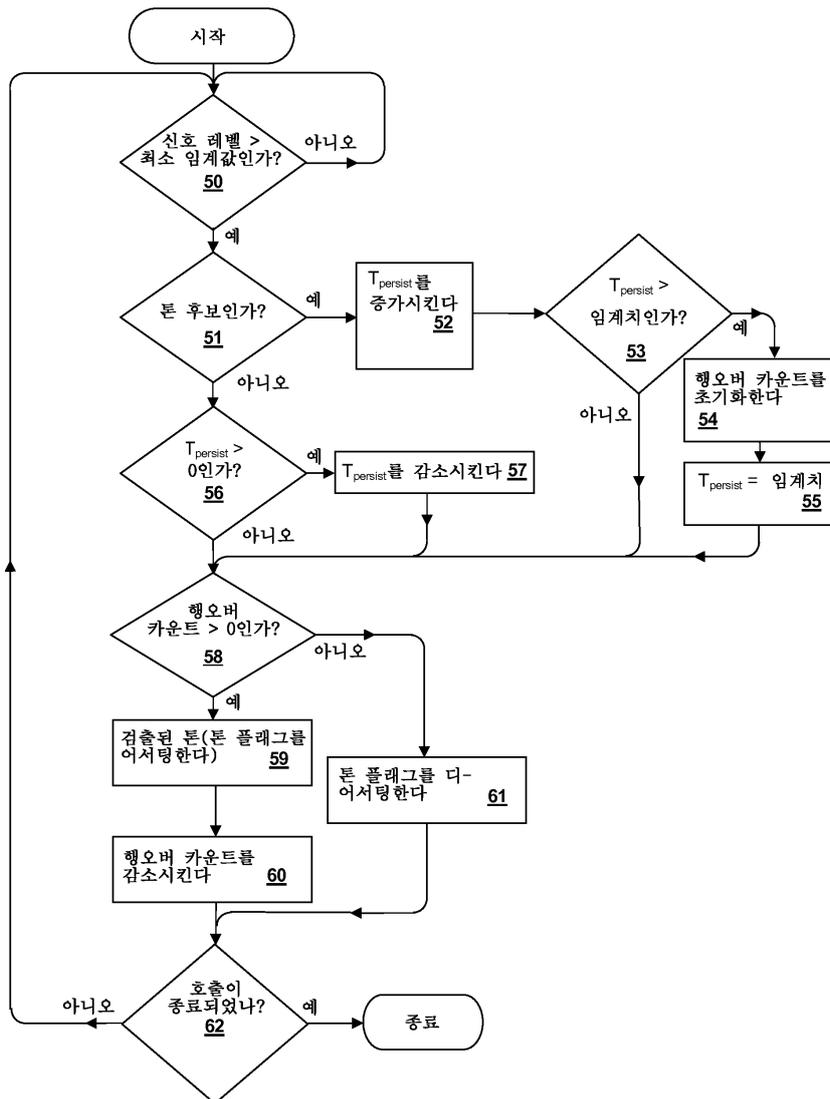
도면4



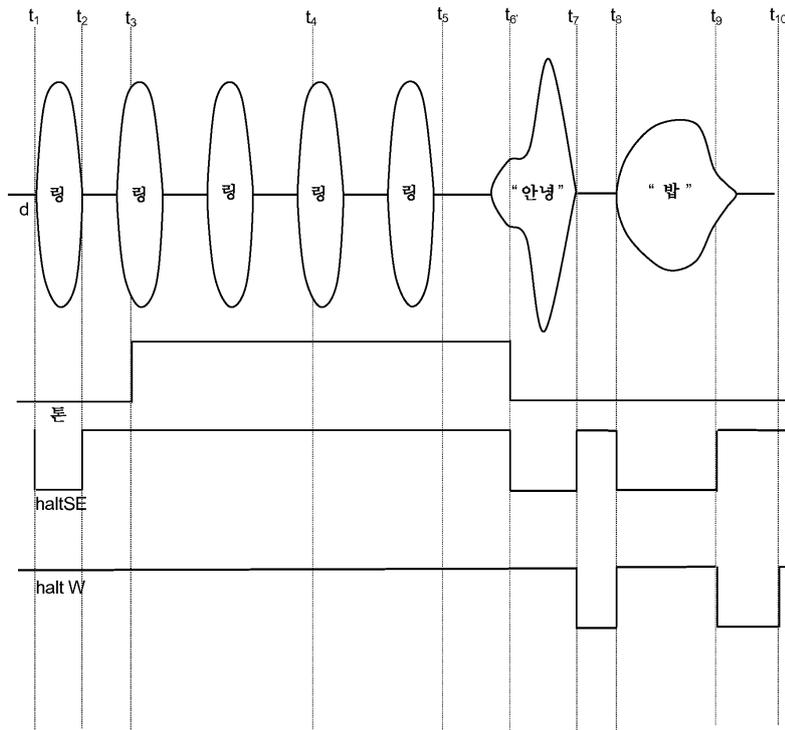
도면5



도면6



도면7



도면8

