



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년08월07일

(11) 등록번호 10-1542731

(24) 등록일자 2015년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H04R 3/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7024885

(22) 출원일자(국제) 2009년04월03일

심사청구일자 2014년04월03일

(85) 번역문제출일자 2010년11월05일

(65) 공개번호 10-2011-0002469

(43) 공개일자 2011년01월07일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2009/051406

(87) 국제공개번호 WO 2009/125326

국제공개일자 2009년10월15일

(30) 우선권주장

08154257.3 2008년04월09일

유럽특허청(EPO)(EP)

(56) 선행기술조사문헌

WO2007054888 A2\*

JP2005175674 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

코닌클리케 필립스 엔.브이.

네덜란드, 아인트호펜 5656 에이이, 하이 테크 캠퍼스 5

엔엑스피 비 브이

네덜란드 엔엘-5656 아게 아인트호펜 하이 테크 캠퍼스 60

(72) 발명자

아르츠 로날더스 엠.

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호펜 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44 내

피터스 토마스 피., 제이.

네덜란드 엔엘-5656 아에 아인트호펜 하이 테크 캠퍼스 빌딩 44 내

(74) 대리인

장훈

전체 청구항 수 : 총 15 항

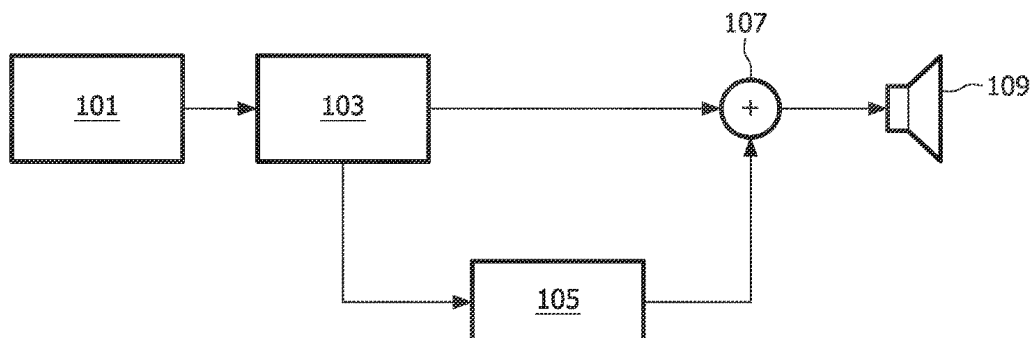
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호의 생성

### (57) 요약

사운드 트랜스듀서(109)에 대한 구동 신호를 생성하는 장치는 입력 오디오 신호를 제공하는 사운드 생성기(101)를 포함한다. 분할기(101)는 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하고, 확장기(105)는 저주파수 신호에 동적 범위 확장을 적용함으로써 확장된 신호를 생성한다. 그 후, 조합기(107)는 확장된 신호 및 보다 높은 주파수 신호를 조합하여 구동 신호를 생성한다. 동적 범위 확장을 적용하는 문턱값은 저주파수 신호의 진폭에 의존하여 조정될 수 있다. 또한, 저주파수 신호는 공진 주파수 주변의 좁은 주파수 대역 내로 압축될 수 있다. 이 접근은 저음 신호들의 쇠퇴 부분들을 감쇄함으로써 고 Q 저주파수 사운드 트랜스듀서들로부터 특히 개선된 오디오 품질을 개선하는 것을 허용할 수 있고, 이에 의해 저음 노트들에 대한 서스테인 또는 링잉을 감소시킨다.

### 대표도



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

사운드 트랜스듀서(109)에 대한 사운드 구동 신호를 생성하는 장치에 있어서,

입력 오디오 신호를 제공하는 소스(101);

상기 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 분할기(103);

동적 범위 확장을 상기 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하는 확장기(105)로서, 상기 확장기(105)는 추가적으로 상기 저주파수 신호에 대한 적어도 평균화된 진폭 레벨 표시의 함수로서 결정된 동적으로 다양한 문턱값에 응답하여 동적 범위 확장의 적용을 상기 저주파수 신호에 적응시키는, 상기 확장기(105); 및

상기 확장된 신호 및 상기 고주파수 신호를 조합함으로써 상기 사운드 구동 신호를 생성하는 조합기(107)를 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 확장기(105)는 상기 입력 오디오 신호가 제 1 기준을 충족하는 경우 상기 저주파수 신호를 감쇄하도록 배열되는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 기준은 상기 저주파수 신호의 진폭 레벨이 문턱값 미만인 요건을 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 확장기(105)는 충족된 상기 제 1 기준의 검출에 후속하여 상기 저주파수 신호의 풀 감쇄(full attenuation)의 적용을 지연하도록 배열되는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 확장기(105)는 상기 입력 오디오 신호가 제 2 기준을 충족한다는 검출에 응답하여 상기 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용을 종료하고, 충족된 상기 제 2 기준의 검출에 후속하여 상기 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용의 종료를 지연하도록 배열되는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 저주파수 신호에 대한 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 수단(205); 및

상기 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 상기 동적 범위 확장의 특성을 설정하는 설정 수단(207,105)을 더 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 특성은 상기 저주파수 신호에 대한 감쇄를 적용하는 기준인, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 기준은 현재 진폭이 진폭 문턱값 미만이라는 요건을 포함하고, 상기 설정 수단(207,105)은 상기 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 상기 진폭 문턱값을 결정하도록 배열되는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 설정 수단(207,105)은 실질적으로,

$$T = c \cdot A_A$$

로서 상기 진폭 문턱값을 결정하도록 배열되고, 여기서, T는 상기 진폭 문턱값이고, c는 상수이고,  $A_A$ 는 평균화된 진폭 레벨 표시에 의해 표시되는 저주파수 신호의 평균화된 진폭 레벨인, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 시간 상수는 75 및 200msec 사이인, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

제 1 주파수 인터벌로부터 상기 사운드 트랜스듀서(109)의 공진 주파수에 대응하는 보다 작은 제 2 주파수 인터벌로 상기 확장된 신호 및 상기 저주파수 신호 중 적어도 하나의 주파수 압축을 수행하도록 배열되는 주파수 압축 수단(401)을 더 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 주파수 압축 수단(401)은 상기 동적 범위 확장 이전에 상기 저주파수 신호의 주파수 압축을 수행하도록 배열되고, 상기 장치는,

상기 주파수 압축 이전에 상기 저주파수 신호 성분에 대한 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 수단(205); 및

상기 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 상기 동적 범위 확장의 특성을 설정하는 설정 수단(207,105)을 더 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 주파수 압축 수단(401)은,

상기 저주파수 신호 및 상기 확장된 신호 중 상기 적어도 하나에 대한 진폭 신호를 생성하는 진폭 검출기(403);

상기 제 2 주파수 인터벌로 반송파 신호를 생성하는 주파수 생성기(405);

상기 진폭 신호에 의해 상기 반송파 신호를 변조함으로써 상기 저주파수 신호 및 상기 확장된 신호 중 상기 적어도 하나의 주파수 압축 버전을 생성하는 변조기(407)를 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 진폭 신호에 응답하여 상기 동적 범위 확장을 적용할지를 결정하는 수단(105)을 더 포함하는, 구동 신호 생성 장치.

## 청구항 15

사운드 트랜스듀서(109)에 대한 사운드 구동 신호를 생성하는 방법에 있어서,

입력 오디오 신호를 제공하는 단계(601);

상기 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 단계(603);

동적 범위 확장을 상기 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하고(605) 상기 저주파수 신호에 대한 적어도 평균화된 진폭 레벨 표시의 함수로서 결정된 동적으로 다양한 문턱값에 응답하여 동적 범위 확장의 적용을 상기 저주파수 신호에 적용시키는 단계; 및

상기 확장된 신호 및 상기 고주파수 신호를 조합함으로써 상기 사운드 구동 신호를 생성하는 단계(607)를 포함하는, 구동 신호 생성 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것으로, 구체적으로는 저 주파수 라우드스피커에 대한 구동 신호(그러나 배타적이지 않음)를 생성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 점점 소형화되는 크기를 가지며 높은 효율성, 높은 품질 및 증가한 음량(sound level)을 제공하는 라우드스피커와 같은 사운드 트랜스듀서들에 대한 일반적인 요구가 존재한다. 그러나 이러한 선호도들은 상이한 선호도들 간의 주의 깊은 상충관계(trade-off)를 발생시키는 충돌하는 요건들인 경향이 있다.

[0003] 예를 들어, 오디오 음향 세기(audio loudness)는 주파수 종속적인 변위를 갖고 라우드스피커가 배치된 곳의 공기량과 관련이 있어서, 음압량(sound pressure level)이 일정하게 유지되는 경우, 주파수가 낮을수록 요구되는 변위가 커진다. 이러한 저주파수들에 대해, 라우드스피커의 기계적인 파워 핸들링은 보통 전기적인 파워 핸들링보다도 제한적인 인자이고, 요구되는 음량을 제공하기 위해, 비교적 큰 물리적 치수들이 필요로 되는 경향이 있다. 보다 구체적으로, 합당한 효율성 및 음량을 갖고 저주파수들에서 작은 트랜스듀서들을 이용하는 사운드 재생은, 효율성이 이동 집단에 대해 반비례하고 큰 영역(product cone area)과 힘계수의 곱의 제공에 비례한다.

[0004] 작고 및 통상적으로 저렴한 디바이스들로부터 높은 음량 및 효율성을 획득하기 위해, 높은 공진 피크(고 Q 값)를 갖는 트랜스듀서들이 이용될 수 있다. 그러나 이는 오디오 품질을 감소시키는 경향이 있고, 구체적으로 상대적으로 높은 저음 서스테인(sustain) 또는 링잉(ringing)을 갖고 울리는 소리 booming)로서 종종 지각되는 저주파수(저음) 사운드를 제공하는 경향이 있다.

[0005] 유럽 특허 출원 EP 04769892.3은 감소한 물리적 치수들을 갖는 사운드 트랜스듀서에 의해 주어진 음압량이 달성될 수 있는 시스템을 개시한다. 제안된 시스템에 따라, 신호의 저주파수 대역은 라우드스피커의 공진 주파수에 가까운 주파수를 갖는 고정된 단일의 주파수 반송파 신호로 대체된다. 반송파의 진폭은 저주파수 대역내에 있는 신호 성분의 진폭을 따른다. 따라서, 저주파수 신호 성분은 상기 신호 성분과 동등한 진폭을 갖는 신호 톤 반송파로 효율적으로 대체된다. 따라서, 저주파수 신호를 라우드스피커의 공진 주파수에 가까운 단일 반송파 주파수로 집중시킴으로써, 라우드스피커의 보다 높은 효율성이 달성될 수 있다. 또한, 기계적인 파워 핸들링 및 라우드스피커의 공기 변위 성능은 공진 주파수 주변에서 가장 높기 때문에, 사운드 트랜스듀서의 보다 작은 치수들은 이러한 접근에 의해 달성될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 그러나, 이 접근이 다수의 시나리오들에서 실제적인 이점들을 제공할 수 있지만, 일부 연관된 단점들 또한 갖는다. 특히, 이 접근은 저주파수 사운드 신호를 왜곡시키는 경향이 있고, 다수의 시나리오들에서 차선의 사운드 품질을 발생시킬 수 있다.

[0007] 구체적으로, 일부 시나리오들 및 환경들에서, 일부 청취자는 생성된 사운드가 때때로 바람직한 것보다 많은 저

음 또는 톤(tonal)을 지각할 수 있었다고 지적하였다. 특히, 일부 시나리오들에서 트랜스듀서의 매우 높은 Q-인자는 생성된 신호가 원 신호보다 더 길게 계속 링잉하는 것으로 지각되게 할 수 있다.

[0008] 그러므로, 개선된 오디오 시스템이 바람직할 것이고, 특히, 증가된 유연성, 용이해진 구현, 개선된 오디오 품질, 증가한 효율성, 사운드 트랜스듀서의 감소한 물리적 치수들 및/또는 개선된 성능을 허용하는 시스템이 바람직할 것이다.

[0009] 이에 따라, 본 발명은 하나 이상의 위에서 언급한 단점들을 단독으로 또는 임의의 조합으로 양호하게 완화, 향상 또는 제거하고자 하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 측면에 따라, 사운드 트랜스듀서에 대한 사운드 구동 신호를 생성하는 장치가 제공되는데, 이 장치는, 입력 오디오 신호를 제공하는 소스; 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 분할기; 동적 범위 확장을 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하는 확장기; 및 확장된 신호 및 더 높은 주파수 신호를 조합함으로써 사운드 구동 신호를 생성하는 조합기를 포함한다.

[0011] 다수의 실시예들에서, 본 발명은 개선된 오디오 성능 및/또는 용이해진 및/또는 개선된 구현을 제공한다. 예를 들어, 다수의 실시예들에서, 개선된 사운드 품질 및/또는 감소한 사운드 트랜스듀서가 달성될 수 있다. 특히, 다수의 실시예들에서, 고 공진 효과(고 Q)를 갖는 사운드 트랜스듀서로부터 개선된 사운드 품질이 달성될 수 있다. 본 발명은 예를 들어, 필요로 되는 오디오 품질 레벨을 유지하면서 고 Q 트랜스듀서들이 사운드 재생을 위해 사용되는 것을 허용할 수 있고, 이에 의해 감소된 크기 및/또는 증가된 효율성 및/또는 증가된 음량을 허용한다.

[0012] 동적 범위 확장은 특히, 다수의 실시예들에서 생성된 저음 사운드의 서스테인 또는 링잉을 감소할 수 있고, 이에 의해 고 Q 트랜스듀서들을 이용하면서 지각되는 충격을 완화한다. 특히, 일부 시나리오들에서 및 일부 사운드 시스템에 대해, 감소한 울리는 소리(booming) 또는 감소한 음색의 저주파수 사운드가 지각될 수 있고 결과적으로 보다 박력있는 저음 사운드가 경험된다.

[0013] 동적 범위 확장은 저주파수 신호의 동적 진폭 범위를 증가시키는 확장이다. 구체적으로, 저 진폭 값들이 감소될 수 있다. 동적 범위 확장은 구체적으로 진폭 레벨 확장일 수 있다.

[0014] 저주파수 신호는 고주파수 신호의 주파수 대역의 중심 주파수보다 낮은 중심 주파수를 갖는 주파수 대역의 신호 성분들을 포함할 수 있다. 저주파수 신호는 구체적으로 입력 오디오 신호의 저역 통과 필터링 또는 저주파수 대역 통과 필터링에 의해 생성될 수 있다. 고주파수 신호는 입력 오디오 신호로부터 저주파수 신호를 차감함으로써 획득된 잔여 신호로서 생성될 수 있다. 다른 예로서, 고주파수 신호는 저주파수 신호를 생성하는 필터보다 높은 중심 주파수를 갖는 고역 통과 필터 또는 대역 통과 필터를 이용한 오디오 입력 신호의 필터링에 의해 생성될 수 있다.

[0015] 사운드 트랜스듀서는 전기적 구동 신호를 음향 신호로 변환하는 디바이스일 수 있다. 사운드 트랜스듀서는 구체적으로 라우드스피커일 수 있다. 제 1 및/또는 제 2 주파수 인터벌들을 규정하는 또는 결정하는 임의의 적합한 수단이 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 주파수 인터벌의 에지(edge)는 신호의 감쇄가 주어진 문턱값 아래로 떨어지는 주파수로서 결정될 수 있다.

[0016] 소스는 오디오 신호를 제공할 수 있는 임의의 수단 또는 기능일 수 있다. 소스는 내부 또는 외부 저장장치로부터 입력 오디오 신호를 검색할 수 있거나 또는 다른 어딘가로부터 신호를 수신할 수 있다. 구체적으로, 소스는 다른 기능적 또는 물리적 엔티티로부터 오디오 입력 신호를 수신하는 수신기일 수 있다.

[0017] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 확장기는 입력 오디오 신호가 제 1 기준을 충족하는 경우 저주파수 신호를 감쇄하도록 배열된다.

[0018] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 기준은 구체적으로 저주파수 신호에 대한 요건일 수 있다. 감쇄는 고정된, 신호 독립형 함수에 의해 결정될 수 있다.

[0019] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 제 1 기준은 저주파수 신호의 진폭 레벨이 문턱값 이하인 요건을 포함한다.

[0020] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 특히, 저 진폭 레벨들을 감쇄함으로써 확장이 저주파수 신호에 적용되는 것을 허용하고, 이에 의해 저음 사운드의 울리는 소리 또는 링잉이 감소

하여 결과적으로 보다 박력있는 저음 사운드가 경험된다.

- [0021] 문턱값은 가변 문턱값일 수 있고, 예를 들어, 저주파수 신호의 특성에 응답하여 결정될 수 있다.
- [0022] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 확장은 충족된 제 1 기준의 검출에 후속하여 저주파수 신호의 풀 감쇄(full attenuation)의 적용을 지연하도록 배열된다.
- [0023] 이는 개선된 성능을 허용할 수 있고, 특히 개선된 지각 오디오 품질을 허용한다. 특히, 동적 범위 확장을 스위칭-온 함으로써 도입되는 원하지 않은 오디오 결합들이 감소하거나 감쇄될 수 있고, 결과적인 신호의 개선된 오디오 품질을 발생시킨다.
- [0024] 이 특징은 동적 범위 확장의 시작에 있어 지연을 제어하는 착수 시간 파라미터(attack time parameter)를 도입할 수 있다. 지연은 예를 들어, 감쇄가 적용되는데 대한 지연일 수 있거나, 0에서 풀 감쇄로 감쇄가 점진적으로 증가되는 시간 인터벌일 수 있다. 풀 감쇄는 저주파수 신호(예를 들어, 그 진폭)에 의존할 수 있고 구체적으로 확장이 이득 로우 함수(expander gain law function)와 같은 시간 불변 함수에 의해 주어질 수 있다.
- [0025] 특히 유리한 성능은 약 5-15 msec의 지연 또는 착수 시간(attack time)에 대해 달성될 수 있는데, 통상적으로는 실제 10 msec의 지연 또는 착수 시간에 대해 매우 높은 성능을 갖는다.
- [0026] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 확장은 입력 오디오 신호가 제 2 기준을 충족한다는 검출에 응답하여 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용을 종료하고, 충족된 제 2 기준의 검출에 후속하여 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용의 종료를 지연하도록 배열된다.
- [0027] 이는 개선된 성능을 허용할 수 있고, 특히 개선된 지각 오디오 품질을 허용할 수 있다. 특히, 동적 범위 확장을 스위칭-오프함으로써 도입되는 원하지 않은 오디오 결합들이 감소하거나 감쇄될 수 있고, 결과적인 신호의 개선된 오디오 품질을 발생시킨다.
- [0028] 이 특징은 동적 범위 확장의 스위치 오프에 있어 지연을 제어하는 해제 시간 파라미터(release time parameter)를 도입할 수 있다. 지연은 예를 들어, 감쇄가 제거된 후의 지연일 수 있거나, 풀 감쇄에서 0으로 감쇄가 점진적으로 감소되는 시간 인터벌일 수 있다. 풀 감쇄는 저주파수 신호(예를 들어, 진폭)에 의존할 수 있고 구체적으로 확장이 이득 로우 함수(expander gain law function)와 같은 시간 불변 함수에 의해 주어질 수 있다.
- [0029] 제 2 기준은 구체적으로 제 1 기준의 반대일 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 감쇄는 제 1 기준이 더 이상 충족되지 않을 때 스위칭 오프될 수 있다.
- [0030] 특히 유리한 성능은 약 15-25 msec의 지연 또는 해제 시간에 대해 달성될 수 있는데, 통상적으로는 실제 20 msec의 지연 또는 해제 시간에 대해 매우 높은 성능을 갖는다.
- [0031] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 장치는 저주파수 신호에 대한 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 수단; 및 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 동적 범위 확장의 특성을 설정하는 설정 수단을 더 포함한다.
- [0032] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 이 특징은 동적 범위 확장 적용의 보다 진보된 적용을 허용하고, 구체적으로 동적 범위 확장의 적용이 저주파수 신호에 대해 적용되는 것을 허용한다. 특히, 이 특징은 동적 범위 확장이 현재 진폭 레벨뿐만 아니라 평균 진폭 레벨에도 의존하도록 할 수 있다. 이는 동적 범위 확장에서 예를 들어, 시간적인 특성들, 신호 변동들, 파생값들(예를 들어, 진폭 변동의 기울기)이 고려되도록 할 수 있다.
- [0033] 평균화된 진폭 레벨은 예를 들어, RMS(Root Mean Square) 값, 저주파수 신호의 저역통과 필터링된 값, 평균화된 피크 검출 출력, 저주파수 신호의 움직임 평균(moving average) 등으로서 결정될 수 있다.
- [0034] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 특성은 감쇄를 저주파수 신호에 적용하는 기준이다.
- [0035] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 이 특징은 동적 범위 확장의 적용의 보다 진보된 적용을 허용하고, 구체적으로 동적 범위 확장의 적용이 저주파수 신호의 진폭의 변동들에 대해 적용되는 것을 허용한다.
- [0036] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 기준은 현재 진폭이 진폭 문턱값 미만이라는 요건을 포함하고, 설정 수단은 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 상기 진폭 문턱값을 결정하도록 배열된다.
- [0037] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 이 특징은 동적 범위 확장의 적용의 보다 진보된 적용을 허용할 수 있고, 구체적으로 동적 범위 확장이 장기 진폭 특성들뿐만 아니라 단기 진폭



특성에 의존하게 되는 것을 허용한다. 특히, 동적 범위 확장은 단기 진폭 레벨이 장기 진폭 레벨에 어떻게 관련되는지에 의존할 수 있다. 특히, 이는 예를 들어, 상승 진폭 기술기가 아니라 하강 진폭 기술기에 동적 범위 확장을 현저하게 적용하는데 사용될 수 있다.

[0038] 현재 진폭 레벨은 평균화된 진폭 레벨 표시보다 저주파수 신호의 보다 짧은 시간 인터벌에 대해 결정된다. 현재 진폭 레벨 및 평균화된 진폭 레벨은 이들이 결정되는 또는 예를 들어, 상이한 진폭 측정 접근들을 이용하여 결정될 수 있는 시간 인터벌들에서만 상이할 수 있다. 예를 들어, 일 측정은 피크 검출을 기초로 할 수 있고 다른 것은 RMS 측정을 기초로 할 수 있다.

[0039] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 설정 수단은 실질적으로,

[0040] 
$$T = c \cdot A_A$$
로서 진폭 문턱값을 결정하도록 배열되고, 여기서, T는 진폭 문턱값이고, c는 상수이고,  $A_A$ 는 평균화된 진폭 레벨 표시에 의해 표시되는 저주파수 신호의 평균화된 진폭 레벨이다.

[0041] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다.

[0042] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 시간 상수는 75 및 200msec 사이이다.

[0043] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 특히, 유리한 성능은 75 및 200 msec 사이의 지속기간을 갖는 시간 인터벌에 대해 결정되는 평균화된 진폭 레벨 표시에 대해 달성된다는 것이 발견되었다. 특히, 다수의 시나리오들에서, 130 msec 및 170 msec 사이의 시간 상수가 유리한 성능을 제공할 수 있다.

[0044] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 상기 장치는 제 1 주파수 인터벌로부터 사운드 트랜스듀서의 공진 주파수에 대응하는 보다 작은 제 2 주파수 인터벌로 확장된 신호 및 저주파수 신호 중 적어도 하나의 주파수 압축을 수행하도록 배열되는 주파수 압축 수단을 더 포함한다.

[0045] 이 특징은 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호의 개선된 생성을 허용할 수 있다. 특히, 이 특징은 생성된 음량들, 효율성, 오디오 품질 및 트랜스듀서 크기간의 개선된 상충관계를 허용할 수 있다. 본 발명은 사운드 트랜스듀서의 감소한 치수를 허용할 수 있고, 특히 보다 작은 사운드 트랜스듀서로부터 증가한 음량들을 허용할 수 있다.

[0046] 일부 실시예들에서, 주파수 압축 수단은 저주파수 신호로부터의 제 2 주파수 인터벌로 제한되는 주파수 대역을 갖는 제 2 신호를 생성하도록 배열될 수 있고, 여기서 제 2 신호는 저주파수 신호에 대응하는 진폭, 파워 및/또는 에너지 측정치를 갖도록 생성될 수 있다. 구체적으로 진폭 검출기는 저주파수 신호에 대한 진폭 측정을 생성할 수 있고, 제 2 신호의 진폭은 이에 따라 설정될 수 있다.

[0047] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 주파수 압축 수단은 동적 범위 확장 이전에 저주파수 신호의 주파수 압축을 수행하도록 배열되고, 상기 장치는 주파수 압축 이전에 저주파수 신호 성분에 대한 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 수단; 및 평균화된 진폭 레벨 표시에 응답하여 동적 범위 확장의 특성을 설정하는 설정 수단을 더 포함한다.

[0048] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다.

[0049] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 주파수 압축 수단은 저주파수 신호 및 확장된 신호 중 적어도 하나에 대한 진폭 신호를 생성하는 진폭 검출기; 제 2 주파수 인터벌로 반송파 신호를 생성하는 주파수 생성기; 진폭 신호에 의해 반송파 신호를 변조함으로써 저주파수 신호 및 확장된 신호 중 적어도 하나의 주파수 압축 버전을 생성하는 변조기를 포함한다.

[0050] 이는 특히 유리한 성능 및/또는 용이해진 동작을 허용할 수 있다. 이 접근은 사운드 트랜스듀서가 공진 주파수에 매우 근접하여 구동되는 것을 허용할 수 있고, 이에 의해 주어진 기계적 및/또는 물리적 특성들에 대해 음량 출력을 증가시킨다. 이 특징은 구체적으로 제 1 신호의 특성들에 대응하는 파워 및/또는 진폭 특성을 갖는 몹시 집중된 주파수 스펙트럼을 발생할 수 있는 저 복잡성 주파수 압축을 대안으로 또는 부가적으로 허용할 수 있다.

[0051] 구동 신호는 제 1 주파수 인터벌의 주파수 압축 신호에 실질적으로 대응하도록 생성될 수 있다. 진폭 신호는 구체적으로 5 Hz 미만의 주파수들로 실질적으로 제한될 수 있다. 저주파수 신호의 주파수 인터벌은 구체적으로 10Hz 보다 높은 하한 및 250Hz 미만의 상한을 가질 수 있다.

- [0052] 일부 실시예들에서, 반송파 신호는 구체적으로 공진 주파수에 대응할 수 있는 고정 주파수를 가질 수 있다. 대안으로, 반송파 신호는 예를 들어, 입력 신호 및/또는 제 1 신호에 의존하여 동적으로 변하는 주파수를 가질 수 있다.
- [0053] 본 발명의 선택적인 특징에 따라, 상기 장치는 진폭 신호에 응답하여 동적 범위 확장을 적용할지를 결정하는 수단을 더 포함한다.
- [0054] 이는 개선된 및/또는 용이해진 구현 및/또는 개선된 성능을 허용할 수 있다. 예를 들어, 진폭 신호는 문턱값에 비교될 수 있고, 동적 범위 확장은 진폭 신호가 문턱값 미만인 경우에만 적용될 수 있다.
- [0055] 본 발명의 다른 측면에 따라, 사운드 트랜스듀서에 대한 사운드 구동 신호를 생성하는 방법이 제공되는데, 이 방법은 입력 오디오 신호를 제공하는 단계; 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 단계; 동적 범위 확장을 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하는 단계; 및 확장된 신호 및 더 높은 주파수 신호를 조합함으로써 상기 사운드 구동 신호를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0056] 본 발명의 다른 측면에 따라, 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호를 생성하는 장치가 제공되는데, 이 장치는 입력 오디오 신호를 제공하는 수단; 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 분할기; 동적 범위 확장을 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하는 확장기; 제 1 주파수 인터벌로부터 사운드 트랜스듀서의 공진 주파수에 대응하는 보다 작은 제 2 주파수 인터벌로 확장된 신호 및 저주파수 신호 중 적어도 하나의 주파수 압축을 수행하도록 배열되는 주파수 압축 수단; 및 확장된 신호에 응답하여 구동 신호를 생성하는 구동기를 포함한다.
- [0057] 앞서 기술한 특징들, 이점들, 의견들은 본 발명의 이 특징에 균등하게 응용 가능하다는 것을 이해할 것이다.
- [0058] 본 발명의 다른 측면에 따라, 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호를 생성하는 방법이 제공되는데, 이 방법은 입력 오디오 신호를 제공하는 단계; 입력 오디오 신호를 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 단계; 동적 범위 확장을 저주파수 신호에 적용함으로써 확장된 신호를 생성하는 단계; 제 1 주파수 인터벌로부터 사운드 트랜스듀서의 공진 주파수에 대응하는 보다 작은 제 2 주파수 인터벌로 확장된 신호 및 저주파수 신호 중 적어도 하나의 주파수 압축을 수행하는 단계; 및 확장된 신호에 응답하여 구동 신호를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0059] 본 발명의 상기 및 다른 측면들, 특징들 및 이점들은 아래에 기술되는 실시예(들)를 참조하여 명확하고 분명해질 것이다.
- [0060] 본 발명의 실시예들은 도면들을 참조하여 예시로만 기술될 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [0061] 도 1은 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 시스템의 예의 예시.
- 도 2는 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 시스템의 예의 예시.
- 도 3은 상이한 사운드 시스템들로부터 출력된 생성된 저음 사운드의 예시.
- 도 4는 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 시스템의 예의 예시.
- 도 5는 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 시스템의 예의 예시.
- 도 6은 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 트랜스듀서에 대한 구동 신호를 생성하는 방법의 예의 예시.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0062] 도 1은 본 발명의 일부 실시예에 따른 사운드 시스템의 예를 예시한다.
- [0063] 예에서, 오디오 소스(101)는 입력 오디오 신호를 제공한다. 오디오 신호는 예를 들어, 내부 소스(예를 들어, 로컬 오디오 신호 저장장치)로부터 제공될 수 있거나 또는 원격 사운드 생성 디바이스와 같은 원격 소스로부터 제거될 수 있다. 따라서, 오디오 소스(101)는 구체적으로 임의의 적합한 수단을 통해 임의의 적합한 원격 또는 로컬 사운드 생성기 또는 저장장치로부터 오디오 신호를 수신하는 수신기일 수 있다.
- [0064] 오디오 소스(101)는 입력 오디오 신호를 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할하는 분할기(103)에 결합된다. 일부 실시예들에서, 분할기(103)는 신호를 단지 저주파수 신호 및 고주파수 신호보다 많은 신호들로 분할할 수



있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 분할기는 예를 들어, 상이한 주파수 대역들을 커버하는 복수의 고주파수 신호들을 생성할 수 있다. 동등하게, 고주파수 신호는 복수의 별개의 고주파수 서브신호들을 포함하는 합성 신호로서 고려될 수 있다. 예를 들어, 하나의 서브신호는 중간톤 범위(midtone range)에 대응할 수 있고, 다른 서브신호는 고음부의 범위에 대응할 수 있다.

[0065] 분할기(103)는 저주파수 신호를 공급받는 확장기(105)에 또한 결합된다. 확장기(105)는 저주파수 신호에 대한 동적 범위 확장을 적용하도록 배열되고, 그림으로써 저주파수 확장 신호를 생성한다.

[0066] 확장기(105) 및 분할기(103)는 사운드 트랜스듀서 사운드 신호를 생성하기 위해 확장된 신호 및 고주파수 신호를 조합하는 조합기(107)에 결합된다. 조합기(107)는 사운드 트랜스듀서(109)에 결합된다. 간략함 및 명확성을 위해, 동작의 특정 측면들을 기술하는데 필요로 되는 사운드 시스템의 특징들만이 도 1에 포함되었다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 오디오 시스템은 예를 들어, 조합기(107) 및 사운드 트랜스듀서(109) 사이에 결합된 볼륨 제어 또는 오디오 증폭기들을 포함할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0067] 예에서, 사운드 트랜스듀서(109)는 저주파수들(예를 들어, 300Hz 미만)에서 실제적인 공진 주파수를 갖는 고 공진 라우드스피커(고 Q 스피커)이다. 고 Q 스피커의 사용은 비교적 작은 사운드 트랜스듀서로부터 보다 낮은 주파수들에 대해 높은 효율성 및 높은 음량을 허용할 수 있다. 그러나, 고 Q 사운드 트랜스듀서의 사용자는 일부 시나리오들에서, 보다 낮은 오디오 품질의 지각을 초래할 수 있다. 특히, 일부 시나리오들에서, 일부 청취자들은 저음 신호들의 증가한 서스테인 또는 링잉을 지각하는 경향이 있다. 예를 들어, 베이스 드럼은 저음으로서 및 링잉으로서 지각될 수 있다.

[0068] 도 1의 예에서, 확장기(105)의 적용은 이 효과를 감쇄하기 위한 것이다. 특히, 이 예에서, 확장기(105)는 특정 예에서 저주파수 신호의 진폭 레벨이 문턱값 미만이라는 요건인 제 1 기준을 입력 오디오 신호가 충족하는 경우 저주파수 신호를 감쇄하기 위해 배열된다.

[0069] 확장기는 흔히 신호의 동적 범위 특성들을 확대시키는데 이용된다. 예에서, 신호 진폭이 문턱값 내에 있을 때면, 확장기(105)는 주어진 값만큼 신호의 진폭을 낮춘다. 신호들의 동적 범위의 확대는 신호의 조용한 부분 및 시끄러운 부분들 간의 진폭의 차이를 효율적으로 증가시킨다.

[0070] 확장기는 통상적으로 다수의 특성들과 연관된다. 일 특성은 문턱값이 교차된 이후 확장기가 감쇄(attenuating)를 시작하는데 소요되는 시간인 착수 시간이다. 확장기에 대한 해제 시간은 신호 진폭이 문턱값을 초과한 이후 확장기가 정규(비감쇄) 모드로 되돌아오는데 소요되는 시간이다. 다수의 경우들에서, 확장기의 감쇄는 입력 진폭 레벨 및 출력 진폭 레벨과 관련되는 이득 계수 함수(gain factor function)에 의해 특징화된다.

[0071] 특정 예에서, 진폭 레벨이 문턱값 미만일 때 이득 인자 함수는 다음에 의해 제공된다:

$$G_E = 10^{(-D/20)}$$

$$D = (Th_E - Th_{RMS}) \cdot \frac{1 - R_E}{R_E}$$

[0072]

[0073] 여기서,  $Th_{RMS}$ 는 dB 단위의 입력 신호 레벨이고,  $Th_E$ 는 dB 단위의 문턱값 레벨이고,  $R_E$ 는 확장율이다.

[0074] 진폭 레벨이 문턱값을 초과하면, 이득 계수 함수는 1과 동일하다( $G_E=1$ ).

[0075] 확장율은 감쇄의 정도를 나타내고, 구체적으로는 신호 진폭에 적용되는 전달 함수의 기울기를 결정한다. 따라서, 1:4의 비율은 입력 신호가 문턱값 미만의 1dB일 때 출력 신호 레벨에서 4dB의 감소를 의미한다. 확장율은 0과 1사이이다.

[0076] 따라서, 확장기(105)는 문턱값 미만일 때 저주파수 신호의 진폭을 추가로 감소시킨다. 라우드 어택 부분(loud attack part)을 갖고 및 음향 세기가 감소하는 쇠퇴 부분을 갖는 저음 사운드들에 대해, 쇠퇴 부분의 진폭을 더욱 많이 낮춰서 지각되는 사운드 품질을 개선할 것이다.

[0077] 따라서, 이 예에서 확장기는 저주파수 신호의 진폭 레벨이 낮을 때, 그 진폭 레벨을 추가로 감소시킬 수 있고, 이에 의해 저주파 신호의 동적 범위를 증가시킨다. 동적 범위 확장은 다수의 시나리오들에서 지각되는 오디오

품질을 개선할 수 있다. 예를 들어, 입력 오디오 신호가 저음 드럼 치기를 포함하는 경우, 결과적인 신호의 주요 부분의 진폭 볼륨은 비교적 높은 볼륨을 갖고, 따라서 저주파수 신호의 진폭은 문턱값을 초과할 것이다. 그 결과, 저주파수 신호는 확장기(105)에 의해 영향을 받지 않고, 사운드 트랜스듀서(109)는 확장기(105)가 사운드 시스템에 포함되지 않았을 때와 동일한 신호를 발생시킬 것이다. 그러나 저음 드럼 치기의 사운드가 약해지기 시작하면, 저주파수 신호의 볼륨은 문턱값 아래로 떨어질 것이다. 이 시점에서, 확장기(105)는 저주파수 신호의 진폭 레벨을 추가로 감쇄할 것이고, 그에 의해 생성된 출력 신호에서 저음 드럼의 음량이 추가로 감소되게 한다. 따라서, 저음 드럼 치기의 서스테인 또는 링잉은 감소된 것처럼 지각되고, 그에 의해 울리는 소리 및 링잉이 감소한 보다 박력있는 저음이 지각된다.

[0078]

도 1의 특정 예에서, 확장기(103)는 충족된 기준의 검출에 후속하여 저주파수 신호의 풀(full) 감쇄의 적용을 지연하도록 배열된다. 특히, 이득 계수 함수에 의해 제공된 감쇄는 즉시 적용되는 것이 아니라 소정의 시간 인터벌 이후에 완전히 적용된다. 특정 예에서, 감쇄는 시간 인터벌에 걸쳐 점진적으로 도입되고, 그에 의해 동적 범위 확장의 순조로운 도입을 제공한다. 단순 예로서, 적용된 이득인 다음에 의해 제공될 수 있다:

[0079]

$0 < t < T$ 에 대해

$$G = 1 - \frac{t}{T} + \left( \frac{t}{T} \right) \cdot G_E$$

[0080]

[0081]

여기서,  $t$ 는 문턱값이 교차된 이후의 지속기간이고,  $T$ 는 지연 지속기간이다.

[0082]

따라서, 확장기(105)의 착수 시간은 개선된 지각 오디오 품질을 제공하도록 제어될 수 있다.

[0083]

예에서 확장기는, 특정 예에서 문턱값을 초과하여 증가하는 저주파수 신호의 진폭에 대응하는 제 2 기준을 입력 오디오 신호가 충족한다는 검출에 응답하여 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용을 종료시키도록 배열된다. 따라서, 예에서 대칭적인 기준들이 동적 범위 확장을 스위치 온 및 오프시키는데 사용되지만, 다른 실시예들에서 비대칭 배열이 사용되는 것이 가능할 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0084]

확장기(105)는 예에서, 초과되는 문턱값의 검출에 후속하여 저주파수 신호에 대한 감쇄의 적용의 종료를 지연하도록 배열된다.

[0085]

동적 범위 확장이 스위치 온 될 때의 상황과 유사하게, 전체 스위칭 오프는 이에 따라 지연될 수 있고, 구체적으로 점진적인 스위칭 오프가 이용될 수 있다. 예를 들어, 적용된 이득은 다음에 의해 제공될 수 있다:

[0086]

$0 < t < T$ 에 대해

$$G = \frac{t}{T} + \left( 1 - \frac{t}{T} \right) \cdot G_E$$

[0087]

[0088]

이고, 여기서,  $t$ 는 문턱값이 초과된 이후의 지속기간이고,  $T$ 는 지연 지속기간이다(지연들은 동적 범위 확장의 스위칭 온 및 스위칭 오프에 대해 상이할 수 있음을 이해할 것이다).

[0089]

따라서, 확장기(105)의 해제 시간은 개선된 지각 오디오 품질을 제공하도록 제어될 수 있다.

[0090]

착수 및 해제 시간들의 선택은 동적 범위 확장의 왜곡 및 투명도 속성들에 영향을 미친다. 오디오 시스템에서, 긴 착수 시간들은 확장기로 하여금 너무 늦게 반응하게 할 수 있어서, "박력(punch)"의 명확한 부가를 낮출 수 있기 때문에 종종 짧은 착수 시간들이 바람직하다. 또한, 너무 긴 해제 시간들은 확장기로 하여금 느리게 정규(normal)로 되돌아오게 하여 신호 피크들(과도들(transients))이 감쇄되는 것 또한 가능하다. 그러나, 너무 짧은 착수 및 해제 시간들은 동적 범위 확장이 스위치 온 또는 오프될 때 돌연한 진폭 변화들을 발생시키는 경향이 있다. 이러한 진폭 단계들은 청취자에게 두드러지는 경향이 있고, 따라서, 품질 열화로써 지각된다.

[0091]

다수의 시나리오들에서, 특히 유리한 시간들은 해제 시간의 40% 및 60% 사이인 착수 시간에 대해 발견될 수 있다는 것을 발견하였다. 다수의 시나리오들에서, 특히 유리한 성능은 5-15msec의 착수 또는 지연 시간에 대해(및 다수의 시나리오들에서, 실질적으로 10msec의 착수 또는 지연 시간에 대해) 발견된다. 다수의 시나리오들에서, 특히 유리한 성능은 15-25msec의 해제 또는 지연 시간 오프에 대해(및 다수의 시나리오들에서 실질적으로 20msec의 해제 또는 지연 시간 오프에 대해) 발견된다.

[0092] 특정 예로서, 확장기(105)는 각 샘플에 다음의 알고리즘을 적용함으로써 구현된다:

```

if rms < env
    theta = att;
else
    theta = rel;
end
env = (1.0 - theta) * rms + theta * env;
gain = 1.0;
if (env < thresh(n))
    gain = 10^((1-1/R)*(log10(thresh(n))-log10(env)));
end
x(n) = x(n) * gain;

```

[0093]

[0094] 여기서, 'att' 및 'rel'은 각 샘플당 산출된 착수 및 해제 기울기들이다.

[0095]

att= exp(-1.0/tatt)

[0096]

tatt= round(착수/1000 \* Fs)

[0097]

attack= ms 단위의 착수 시간

[0098]

Fs= 샘플링 주파수

[0099]

rel= exp(-1.0/trel)

[0100]

trel= round(해제/1000\*Fs)

[0101]

release= ms 단위의 해제 시간

[0102]

Fs= 샘플링 주파수

[0103]

'R'은 확장률이다.

[0104]

'thresh(n)'는 문턱값(아래에 기술되는 바와 같이 변할수 있음)이다.

[0105]

'rms'는 저주파수의 RMS 값이다.

[0106]

'env'는 착수 및 해제 기울기들에 의해 형성된 'rms' 값이다. 초기값은 0이다.

[0107]

일부 실시예들에서, 동적 범위 확장은 저주파수 신호의 특성들에 의존할 수 있다. 특히, 동적 범위 확장을 적용할 때에 있어서의 기준은 저주파수 신호의 하나 이상의 특성들에 의존할 수 있다.

[0108]

도 2는 동적 범위 확장을 적용하는 기준이 저주파수 신호의 특성에 의존하는 도 1의 시스템의 개선의 예를 도시한다. 예에서, 동적 범위 확장을 적용할 때에 있어서의 문턱값은 구체적으로 저주파수 신호에 대한 평균 진폭 레벨 표시의 함수로서 결정된다.

[0109]

도 2의 시스템에서, 분할기(103)는 고역 통과 필터(201) 및 대역 통과 필터(203)로서 구현된다. 예에서, 고역 통과 필터(201)는 약 150-200Hz의 컷오프(cut-off) 주파수를 갖고, 오디오 소스(101)로부터 수신된 입력 오디오 신호를 필터링함으로써 고주파수 신호를 생성한다. 대역 통과 필터(203)는 약 10-120Hz의 통과 대역을 갖고, 오디오 소스(101)로부터 수신된 입력 오디오 신호를 필터링함으로써 저주파수 신호를 생성한다. 다른 실시예들에서, 다른 필터 특성들이 이용될 수 있다는 것, 예를 들어, 저역 통과 신호는 대역 통과 필터가 아닌 저역 통과에 의해 생성될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0110]

예에서, 대역 통과 필터(203)는 확장기(105) 및 진폭 평균화기(205)에 결합된다. 따라서, 저주파수 신호는 확장기(105) 및 진폭 평균화기(205) 둘 다에 공급된다.

- [0111] 진폭 평균화기(205)는 저주파수 신호에 대한 평균화된 진폭 레벨 표시를 생성하도록 배열된다. 평균화된 또는 평탄화된 진폭 추정을 생성하는 임의의 적합한 방법이 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 진폭 평균화기(205)는 이동하는(슬라이딩) 평균화 윈도우(averaging window)를 적용하거나, 또는 RMS 진폭 측정 동일 수 있다. 생성된 평균화된 진폭 레벨은 주어진 시간 인터벌에서의 평균 진폭 값과 동일한 값일 필요는 없고, 순간의 값들의 평균의 일부 형태를 포함하는 임의의 진폭 레벨 측정치일 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 개별 실시예들의 특정 요건들에 의존하여, 임의의 적합한 평탄화된 또는 필터링된 진폭 측정치가 이용될 수 있다. 예를 들어, 일부 실시예들에서, 진폭 평균화기(205)는 단순히 적합한 저역 통과 IIR 또는 FIR 필터일 수 있다.
- [0112] 예에서, 동적 범위 연장을 적용하는 문턱값은 진폭 레벨 측정의 고정된 함수로서 결정된다. 진폭 레벨 측정치의 함수로서 문턱값을 결정하는 임의의 적합한 함수가 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 특정 예에서, 저 복잡성 스케일링 함수(low complexity scaling function)가 이용된다. 특히, 동적 범위 확장을 적용하는 문턱값은 실질적으로 다음과 같이 단순히 제공된다:
- $$T = c \cdot A_A$$
- [0113]
- [0114] 여기서, T는 진폭 문턱값이고, c는 상수이고,  $A_A$ 는 진폭 평균화기(205)에 의해 결정된 평균화된 진폭 레벨이다.
- [0115] 기술된 시스템의 성능 및 동작은 진폭 레벨 측정 및 문턱값 간의 관계 및 평균화 처리를 위한 적합한 파라미터들을 선택함으로써 개별적인 실시예의 특정 요건들에 대해 수정될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0116] 특정 예에서, 구체적으로 유리한 성능은 75 및 200msec 사이가 되는 평균화된 진폭 레벨 표시를 결정하는 시간 상수에 대해 발견되었다. 특히, 다수의 실시예들에서, 100 및 150msec 사이의 시간 상수는 특히, 초기 착수 부분의 지각이 영향을 받지 않고 저음 사운드들의 서스테인 또는 링잉이 감쇄되는 것을 허용하는 매력적인 성능을 보인다. 시간 상수는 진폭값들이 평균화 처리에서 주어진 값 미만만큼 가중되기 이전의 지속 기간에 대응할 수 있다. 통상적인 값은 평균화 처리에서 적용되는 최대 가중의 0 및 0.5 사이에 있다. 통상적으로, 0.2의 값이 이용될 수 있다. 이진-가중된(제공) 윈도우된 평균화에 대해, 시간 상수는 구체적으로 윈도우 지속 기간과 동일하다.
- [0117] 또한, 특히 유리한 성능은 0.8 및 2 사이의 계수(c)에 대해 발견되었는데, 특히 유리한 성능은 통상적으로 1 및 1.5 사이의 값들(구체적으로는, 실질적으로 1.2)에 대해 달성된다.
- [0118] 따라서, 특정 예에서, 동적 범위 연장을 적용하는 문턱값은 저주파수 신호에 대해 적용하도록 동적으로 변한다. 특히, 문턱값은 저주파수 신호에 대해 평균화된 진폭 측정치의 함수이다. 이런 방식으로, 문턱값은 평균화된 진폭 측정치가 감소함에 따라 신호의 조용한 부분들 및 비교적 일정한 진폭을 갖는 부분들에 대해 보다 낮고, 결과적으로 문턱값이 감소한다. 따라서, 이 접근은 시스템이 신호에 대한 상이한 볼륨 레벨들에 대해 적응하도록 할 수 있다.
- [0119] 또한, 이 접근은 동적 범위 확장의 적용에 시간적인 종속성을 도입한다. 구체적으로, 신호 레벨들의 상승에 있어서, 현재 진폭은 보다 긴 시간 인터벌에 걸쳐 평균화된 진폭보다 통상적으로 더 높을 것이다. 따라서, 현재 진폭은 통상적으로 문턱값보다 높을 것이고, 어떠한 감쇄도 도입되지 않는다. 그러나 신호 레벨들의 하강에 있어서, 현재 진폭은 보다 긴 시간 인터벌에 걸쳐 평균화된 진폭보다 통상적으로 더 낮을 것이다. 따라서, 현재 진폭은 통상적으로 문턱값보다 낮을 것이고, 감쇄가 적용될 것이다. 따라서, 시스템은 전체적으로 신호의 볼륨 변화들에 적응할 뿐 아니라 파라미터들 및 특성들의 주의 깊은 선택에 의해, 신호 레벨들이 하강하는 신호 부분들에 감쇄가 현저히 적용되는 경향이 있을 것이다. 따라서, 감쇄는 통상적으로 초기 상승 섹션들에 충격을 주지 않고 저음 사운드들의 쇠퇴 또는 하강하는 섹션에 대해 적용될 것이다. 따라서, 이 접근은 감쇄가 울리는 소리로서 종종 지각되는 링잉 또는 서스테인을 특히 감소시키는 것을 허용한다. 결과적으로 보다 깨끗하고 박력있는 저음 사운드가 경험된다.
- [0120] 도 3은 기술된 처리 전후 동적인 저음 사운드 신호의 예를 예시한다. 신호는 다수의 저음 음조들(예를 들어, 재생되고 있는 베이스 기타로부터)을 포함하는 대략 10초 길이 신호에 대응한다. 사운드 트랜스듀서에 의해 생성된 통상적인 오디오 신호는 조합된 밝은 및 어두운 회색 엔벨로프(envelop)에 의해 표현된다. 도 2의 시스템에 의해 생성된 오디오 신호는 밝은 회색 엔벨로프에 의해 표현된다.

- [0121] 명확히 보여지는 바와 같이, 각 개별 음조의 쇄퇴 부분의 진폭은 실질적으로 초기 착수 부분의 진폭이 영향을 받지 않고 감소된다. 따라서, 각 개별 저음 음조의 서스테인 또는 링잉의 실질적인 감쇄는 각 음조의 초기 착수를 희생하지 않고 달성된다. 이는 소리가 덜 울리는 보다 깨끗하고 보다 박력있는 저음 사운드로서 지각된다.
- [0122] 일부 실시예들에서, 사운드 시스템은 주어진 크기의 사운드 트랜스듀서에 대한 저주파수 신호로부터 생성되는 음량 및 효율성을 증가시키기 위한 기능을 또한 포함한다. 특히, 사운드 시스템은 사운드 트랜스듀서의 공진 주파수 주변의 좁은 주파수 범위내로 저주파수 신호를 압축하도록 배열될 수 있다.
- [0123] 사운드 트랜스듀서들의 특성 및 성능은 특정 사운드 트랜스듀서의 물리적 특성들에 의존한다. 특히, 공기 변위 특성들은 물리적 특성들에 의존하고, 이에 따라 기계적인 왜곡 없이 스피커에 의해 생성될 수 있는 음량은 물리적 특성들에 의존한다. 통상적으로, 변위되는데 필요한 공기의 양이 증가함에 따라 음량 및 보다 낮은 주파수들을 증가시키는데 보다 큰 물리적 치수들이 필요로 된다. 이에 따라, 저주파수 음량 성능들 및 물리적 치수들간의 상충관계(trade-off)가 통상적으로 필요로 된다.
- [0124] 또한, 사운드 트랜스듀서들은 통상적으로 물리적 특성들이 사운드 트랜스듀서의 최대 감도를 제공하는 하나 이상의 공진 주파수들을 포함한다. 또한, 이러한 공진 주파수들에서, 스피커 콘 또는 막 운동(membrane movement) 또는 편위들(excursions)은 주어진 출력 음량에 대해 최소화된다. 따라서, 이러한 주파수들에서, 증가하는 음량은 콘 편위가 너무 커져서 사운드 트랜스듀서의 기계적 제한들이 왜곡들을 도입하기 시작하기 이전에 생성될 수 있다. 따라서, 공진 주파수 주변에서, 증가한 음량 및 효율성들이 달성될 수 있고, 이는 도 4의 예에서, 저주파수들에서 개선된 성능을 제공하기 위해 활용된다.
- [0125] 구체적으로, 도 4의 사운드 시스템은 저주파수 신호의 주파수 대역/인터벌/범위를 공진 주파수 주변에 위치한 보다 좁고 보다 집중된 주파수 대역/인터벌/범위내로 압축하도록 배열된 주파수 압축기를 포함한다. 구체적으로, 저주파수 대역은 공진 주파수 주변의 협대역으로 압축될 수 있고, 이에 의해 보다 높은 음량이 라우드스피커의 주어진 크기(크기)에 대한 저주파수들에서 생성되는 것을 허용하거나, 또는 동등하게는 보다 작은 스피커가 주어진 소정의 음량에 대해 이용될 수 있다.
- [0126] 또한, 예에서, 적합한 저주파수에서 고 Q를 갖는 사운드 트랜스듀서는 보다 평평하고 동종의 주파수 응답을 갖는 사운드 트랜스듀서들에 비해 증가한 효율성 및 음량을 제공하도록 이용된다. 또한, 이러한 스피커는 동종의/평평한 주파수 응답에 대한 요건이 제거 또는 실질적으로 감소될 수 있기 때문에, 생성하는데 보다 저렴하고 단순화되는 경향이 있다.
- [0127] 주파수 압축기(401)는 공진 주파수 주변의 실질적으로 보다 좁은 주파수 대역으로 그 에너지를 집중함으로써 저주파수 신호의 대역폭을 효율적으로 감소시킨다. 이는 트랜스듀서가 특히 효과적인 인터벌로 오디오 신호가 집중되고 보다 높은 음량을 생성할 수 있다는 이점을 갖는다. 따라서, 상술한 접근은 사운드 트랜스듀서들이 가장 효율적인 비교적 협대역에 저주파수 신호를 집중하는 것이 저주파수 오디오 신호의 에너지의 보다 효율적인 사용을 허용한다는 통찰(insight)을 기초로 한다.
- [0128] 대역폭 감소는 좁은 주파수 범위에서 특히 효율적인 저-주파수 트랜스듀서들이 사용되는 것을 허용하기 때문에, 비교적 저주파수에서 특히 효과적이다. 그러므로, 저주파수 신호가 200Hz를 초과하지 않는, 바람직하게는 150Hz를 초과하지 않는, 더욱 바람직하게는 대략 120Hz인 상한 주파수 제한을 갖는 다수의 실시예들에서 양호하다.
- [0129] 이 접근의 유리한 효과는, 제 2 인터벌이 제 1 인터벌보다 조금 좁을 때, 예를 들어, 10%(즉, 10%만큼 감소한 대역폭을 가짐) 좁을 때, 이미 달성되지만, 제 2 인터벌이 실질적으로 예를 들어, 50% 이상 더 좁은 것이 양호하다. 사용되는 트랜스듀서의 형태에 의존하여, 제 2 인터벌은 매우 좁아질 수 있고, 단지 몇 헤르츠의 대역폭을 가질 수 있다.
- [0130] 따라서, 다수의 실시예들에서, 유리한 성능은, 압축된 오디오 주파수 범위가 50Hz 미만, 바람직하게는 10Hz 미만, 더욱 바람직하게는 5Hz 미만에 걸칠 때 달성될 수 있다. 압축된 주파수 범위는 예를 들어, 트랜스듀서의 공진 주파수와 같이 단일의 주파수만을 포함할 수도 있다. 예에서, 압축된 주파수 범위 또는 인터벌은 예를 들어, 55-65Hz와 같이 약 60Hz의 인터벌일 수 있다. 이 주파수 인터벌은 특정 트랜스듀서에 대응하고 트랜스듀서의 특성들에 의존하도록 선택된다. 구체적으로, 제 2 인터벌은 트랜스듀서의 공진 주파수를 포함하도록 선택된다.



- [0131] 임의의 적합한 주파수 압축 방법이 주파수 압축기에 의해 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0132] 예를 들어, 디지털 구현에서, 저주파수 신호는 N-포인트 이산 푸리에 변환(DFT), 구체적으로 N-포인트 고속 푸리에 변환을 이용하여 주파수 도메인으로 변환될 수 있다. 그러면, 그 결과적인 주파수 빈 값들(resulting frequency bin values)은 보다 적은 수의 빈들로 집중될 수 있고, 잔여 빈 값들은 0으로 설정된다. 예를 들어,  $N/2$  연속 빈 값들은 FFT의 인접한 빈들의 쌍들의 빈 값들을 평균화함으로써 생성될 수 있다. 그 결과적인 빈 값들은 공진 주파수 주변의 빈들에 할당되고, 비-할당 빈들의 빈 값은 0으로 설정된다. 그러면, 역 FFT는 주파수 압축 신호의 시간 도메인 버전을 생성하도록 적용될 수 있다. 이에 따라, 이 접근은 공진 주파수 주변에 위치한 압축된 스펙트럼을 갖는 2개의 인자에 의한 제 1 신호의 대역폭의 압축에 대응할 수 있다. 주파수 압축 신호의 대역폭은 원 변형된 스펙트럼(original transformed spectrum)으로부터 값들이 할당된 빈 값들의 수를 변경함으로써 변할 수 있다는 것을 이해할 수 있다. 예를 들어, 4개의 인자에 의한 주파수 압축은 빈 값들을 단지  $N/4$  빈들에 할당함으로써 달성될 수 있다. 극단적인 예로서, 빈 값은 압축되는 전체 주파수 범위에 대응하는 단지 단일의 빈을 단일의 빈에 할당함으로써 달성될 수 있다.
- [0133] 다른 예로서, N-포인트 FFT가 수신된 제 1 신호를 주파수 도메인으로 변형하도록 사용될 수 있다. 다수의 부가적인 빈들은 0으로 설정된 빈 값을 각각 갖는 증가된 수의 빈 값들을 생성하도록 부가될 수 있다. 예를 들어, 추가의 N개의 0 값 빈들은 부가되어 결과적으로  $2N$  빈들의 주파수 스펙트럼을 발생시킬 수 있다.  $2N$  역 FFT는 상기  $2N$  빈들에서 수행되어 결과적으로 2의 인자에 의한 주파수 압축을 발생할 수 있다(2의 인자에 의한 샘플링 주파수 곱셈이 또한 발생할 것이고, 이에 따라 시간 도메인 부분제거(decimation)가 결과적인 신호에서 수행될 수 있음).
- [0134] 일부 실시예들에서, 입력 신호의 FFT로부터 기인한 빈 값들로부터 값들이 할당된 주파수 빈들의 비율은 음량 표시에 응답하여 조정된다. 예를 들어, 음량을 증가시키기 위해, 비-제로 빈들의 비율이 감소되고, 이에 의해 결과적으로 공진 주파수 주변의 더욱 좁은 주파수 대역으로의 증가한 주파수 압축이 발생한다.
- [0135] 도 4는 주파수 압축기(401)의 특정 예를 예시한다.
- [0136] 예에서, 주파수 압축기(401)는 제 1 신호가 공급되고 저주파수 신호의 진폭을 반영하는 진폭 신호를 생성하는 진폭 검출기(403)를 포함한다.
- [0137] 진폭 검출기(403)는 예를 들어, 단일의 저역 통과 필터에 존재할 수 있다. 다른 예로서, 진폭 검출기(403)는 피크 검출기 또는 적합한 시간 상수를 갖는 엔벨로프 검출기를 포함할 수 있다. 진폭 검출기(403)의 시간 상수는 진폭 평균화기(205)보다 짧다. 따라서, 진폭 평균화기(205)는 평균화된 진폭 추정을 생성하지만, 진폭 검출기(403)의 진폭 추정은 저주파수 신호의 현재 진폭의 진폭 추정을 생성한다. 통상적으로 진폭 검출기(403)의 시간 상수는 진폭 평균화기(205)보다 적어도 2, 5, 또는 10배 낮다.
- [0138] 주파수 압축기(401)는 제 2 주파수 인터벌 내에 있는 주파수를 갖는 반송파 신호를 생성하는 주파수 생성기(405)를 또한 포함한다. 특정 예에서, 반송파 주파수는 사운드 트랜스듀서(109)의 공진 주파수와 동일하거나 매우 가깝게 설정된 고정 주파수이다.
- [0139] 주파수 압축기(401)는 진폭 검출기(403) 및 주파수 생성기(405)에 결합되고 진폭 검출기(403)로부터의 진폭 신호를 주파수 생성기(405)로부터의 반송파로 변조하도록 동작 가능한 변조기(407)를 또한 포함한다. 변조기(407)는 구체적으로 곱셈기로서 구현될 수 있다.
- [0140] 따라서, 변조기(407)의 출력은 저주파수 신호의 진폭에 대응하는 진폭을 갖는 변조된 톤 신호이다. 따라서, 제 1 주파수 인터벌에서 저주파수 신호의 에너지는 반송파 주파수 주변의 좁은 주파수 범위내로 압축된다. 구체적으로 결과적인 신호의 주파수 대역폭은 진폭 검출기(403)에 의해 생성된 진폭 신호의 주파수 대역폭과 동등하다.
- [0141] 따라서, 예에서 확장기(105)는 주파수 압축 저주파수 신호에 관해 동적 범위 확장을 수행하고, 이에 따라 주파수 압축은 동적 범위 확장 이전에 수행된다. 또한, 예에서, 평균화된 진폭 레벨 표시는 주파수 압축 이전의 저주파수 신호를 기초로 한다. 이는 다수의 시나리오들에서, 특히 유리한 성능 및/또는 용이해진 구현을 제공할 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서 다른 구현이 이용될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0142] 예를 들어, 일부 실시예들에서, 동적 범위 확장은 주파수 압축 이전에 수행될 수 있다. 따라서, 일부 실시예들에서, 주파수 압축기(401)는 도 4에서 예시된 바와 같이 대역 통과 필터(203)와 확장기(105) 사이가 아니라 도 3의 확장기(105) 및 조합기(107) 사이에 삽입될 수 있다.



- [0143] 도 4의 예에서, 주파수 압축 및 동적 범위 확장은 근접하게 통합된다. 예를 들어, 동적 범위 확장을 적용할지 여부를 결정하는 문턱값은 주파수 압축 이전의 저주파수 신호에 기초하여 결정되고, 이 문턱값은 진폭 검출기(403)에 의해 생성된 진폭 신호에 비교된다. 따라서, 동적 범위 확장을 적용할지 여부에 관한 결정은 주파수 압축 이전의 저주파수 신호의 평균화된 진폭 추정 및 주파수 압축 신호의 현재 진폭의 비교에 기초한다.
- [0144] 예에서, 감쇄는 주파수 압축 신호 즉, 진폭 변조된 반송파에 감쇄를 적용함으로써 또한 수행된다. 그러나, 다른 실시예들에서, 감쇄는 신호 생성기(405)로부터의 반송파 신호와 곱해지기 이전에 진폭 검출기(403)로부터의 진폭 신호를 직접 감쇄함으로써 수행될 수 있다.
- [0145] 공진주파수 주변에서 트랜스듀서를 구동하기 위해 주파수 압축을 이용하는 이러한 접근은 특히 유리한 접근을 제공하기 위해 발견되었다. 특히, 주파수 압축 왜곡에 기인한 오디오 품질 저하는 작아지는 것으로 발견되었다. 특히, 저주파수들에 대해, 공진 주파수 주변의 좁은 주파수 대역에 신호 에너지를 집중시키는 이상-음향 충격(psycho-acoustic impact)는 매우 낮은 것으로 발견되었다.
- [0146] 또한, 주파수 압축 및 동적 범위 확장의 조합은 주파수 압축의 지각된 결함들 중 일부가 동적 범위 확장에 의해 제거 또는 완화되는 특히 유리한 효과를 제공한다. 특히, 공진 주파수에서 사운드 트랜스듀서의 구동은 일부 시나리오들에서, 저음 사운드의 증가한 울림 또는 링잉의 지각을 발생시킬 수 있고, 이는 동적 범위 확장의 적용에 의해 효과적으로 감소된다. 또한, 예를 들어, 다수의 구성요소들 및 기능들이 동적 범위 확장 및 주파수 압축 둘 다에 유용할 수 있는 경우에 특히 효율적인 구현이 달성될 수 있다.
- [0147] 따라서, 기술된 동적 범위 확장 접근은 기술된 주파수 압축 및 공진 구동 접근에 의해 도입된 효과들 중 일부를 중화시킬 수 있다. 특히, 생성된 저주파수 오디오는 저주파수 신호의 착수 부분들이 쇠퇴하는 부분의 진폭을 낮춤으로써 두드러지기 때문에 보다 박력있게 될 수 있다.
- [0148] 도 4가 단일 사운드 트랜스듀서에 공급되는 구동 신호를 생성하기 위해 주파수 압축 신호가 고주파수 신호와 조합되는 예를 예시하고 있지만, 다른 접근들도 다른 실시예들에서 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 특히, 도 5에서 예시되는 바와 같이, 고주파수 신호가 중간/높은 범위 사운드 트랜스듀서(501)에 직접 공급될 수 있고, 반면에 주파수 압축(및 동적 범위 확장된) 신호는 고역 통과 신호에 무관하게 고 Q 저주파수 사운드 트랜스듀서(109)(예를 들어, 우퍼)에 직접 공급된다.
- [0149] 도 6은 사운드 트랜스듀서의 구동 신호를 생성하는 방법을 예시한다.
- [0150] 방법은 입력 오디오 신호가 제공되는 단계(601)에서 개시한다.
- [0151] 단계(601) 이후 입력 오디오 신호가 적어도 저주파수 신호 및 고주파수 신호로 분할되는 단계(603)가 이어진다.
- [0152] 단계(603) 이후 확장된 신호가 동적 범위 확장을 저주파수 신호에 적용함으로써 생성되는 단계(605)가 이어진다.
- [0153] 단계(605) 이후 구동 신호가 확장된 신호 및 고주파수 신호를 조합함으로써 생성되는 단계(607)가 이어진다.
- [0154] 명확성을 위한 상기 기술은 상이한 기능적 유닛들 및 처리기들을 참조하여 발명의 실시예들을 기술하였다는 것을 이해할 것이다. 그러나, 상이한 기능적 유닛들 또는 처리기들 사이에 임의의 적합한 기능의 분배가 본 발명에서 벗어남 없이 이용될 수 있다는 것이 자명할 것이다. 예를 들어, 별도의 처리기들 또는 제어기들에 의해 수행되도록 예시되는 기능은 동일한 처리기 또는 제어기들에 의해 수행될 수 있다. 그러므로, 특정 기능적 유닛들에 대한 참조는 엄격한 논리적 또는 물리적 구조 또는 구성을 나타내기 보다는 기술된 기능을 제공하는 적합한 수단에 대한 참조로서만 이해되어야 한다.
- [0155] 본 발명은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어 또는 이들의 임의의 조합을 포함하는 임의의 적합한 형태로 구현될 수 있다. 본 발명은 적어도 부분적으로 하나 이상의 데이터 처리기들 및/또는 디지털 신호 처리기들을 실행시키는 컴퓨터 소프트웨어로서 선택적으로 구현될 수 있다. 본 발명의 실시예들의 소자들 및 구성요소들은 임의의 적합한 방식으로 물리적으로, 기능적으로 및 논리적으로 구현될 수 있다. 실제로 기능은 단일 유닛, 복수의 유닛들 또는 다른 기능 유닛들의 일부로서 구현될 수 있다. 이러한 것으로서, 본 발명은 단일의 유닛으로 구현될 수 있고, 또는 상이한 유닛들 및 처리기들 사이에서 물리적으로 및 기능적으로 분배될 수 있다.
- [0156] 본 발명이 일부 실시예들과 연계하여 기술되었지만, 여기서 설명한 특정 형태로 제한하도록 의도하지 않는다. 오히려, 본 발명의 범위는 첨부한 청구범위에 의해서만 제한된다. 또한, 특징이 특정 실시예들과 연계하여 기술되는 것으로 보일 수 있지만, 당업자는 기술된 실시예들의 다양한 특징들이 본 발명에 따라 조합될 수 있다는

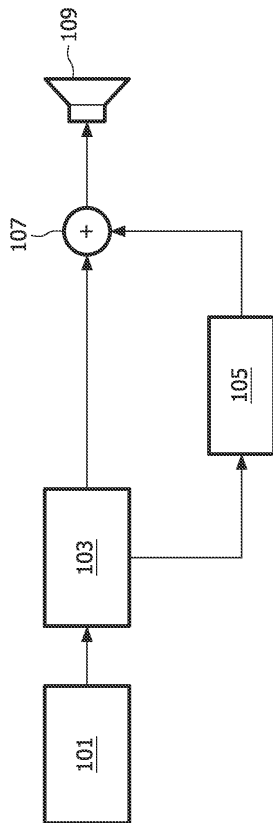
것을 인지할 것이다. 청구범위에서, 용어 '포함하는'은 다른 소자들 또는 단계들의 존재를 배제하지 않는다.

[0157]

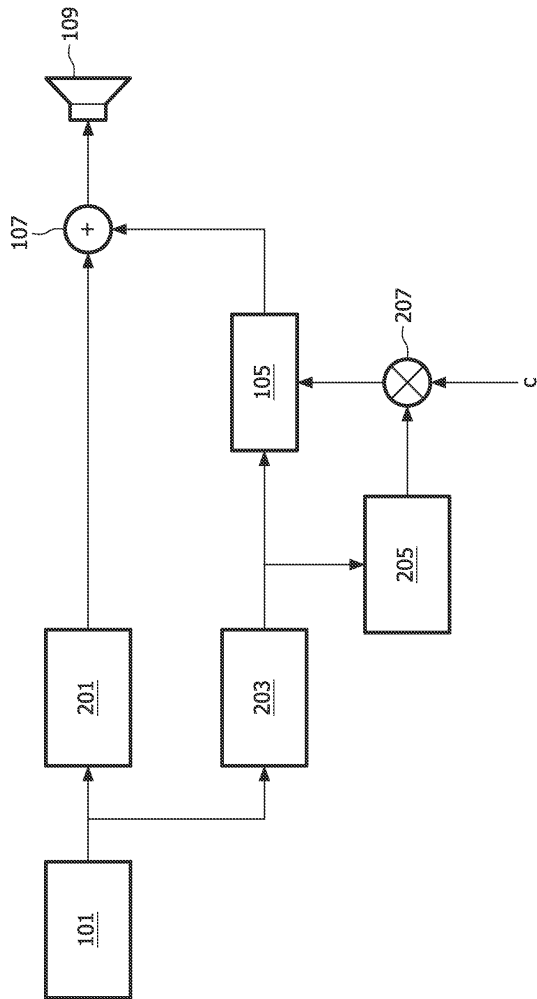
또한, 개별적으로 나열되었지만, 복수의 수단들, 소자들 또는 방법 단계들은 하나의 유닛 또는 처리기에 의해 구현될 수 있다. 또한, 개별적인 특징들이 상이한 청구항들에 포함될 수 있지만, 이들은 유리하게 조합되는 것이 가능하고, 다른 청구항들에의 상기 포함은 특징들의 조합이 유용 및/또는 유리하지 않다는 것을 암시하지 않는다. 또한, 청구항들의 하나의 카테고리의 특징의 포함은 이 카테고리에 대한 제한을 암시하는 것이 아니라 오히려 특징이 적절한 다른 청구항 카테고리에 균등하게 적용 가능하다는 것을 나타낸다. 또한, 청구항들에서 특징들의 순서는 특징들이 반드시 작동되어야 하는 임의의 특정 순서를 암시하는 것은 아니고, 구체적으로 방법 청구항에서 개별 단계들의 순서는 단계들이 반드시 이 순서로 수행되어야 한다는 것을 암시하는 것은 아니다. 오히려, 단계들은 임의의 적합한 순서로 수행될 수 있다. 또한, 단일의 참조는 복수를 배제하지 않는다. 따라서, 단수표현, 제 1, 제 2는 복수성을 배제하지 않는다. 청구항들에서 참조부호들은 단순히 예를 명확히 하는 것으로서 제공되었고, 어떤 방식으로든 청구항들의 범위를 제한하는 것으로 해석되어서는 안 된다.

## 도면

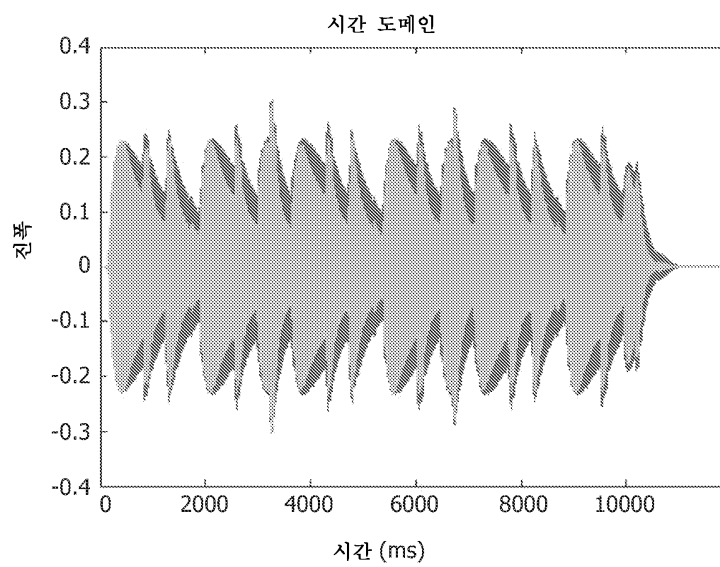
### 도면1



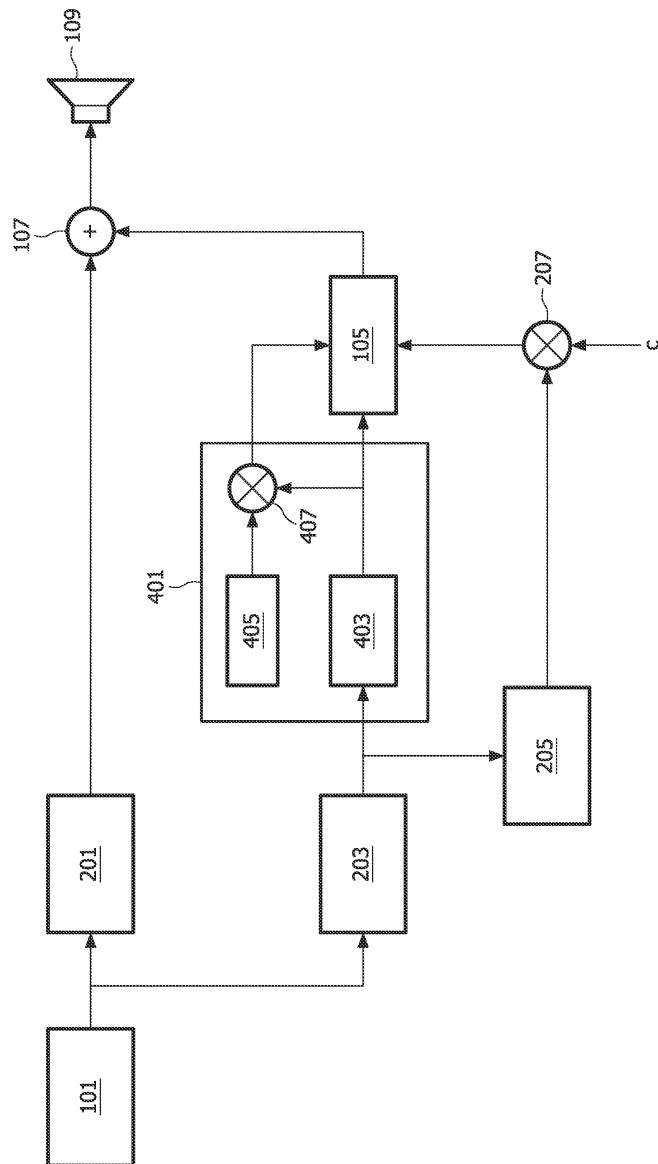
도면2



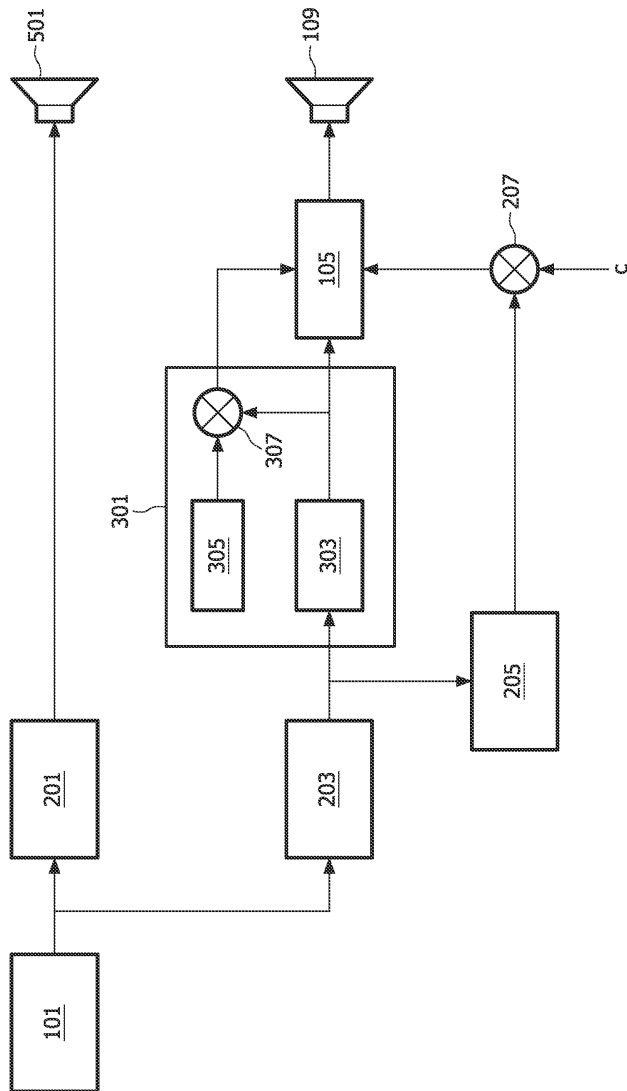
도면3



도면4



도면5



도면6

