

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2024년 10월 17일 (17.10.2024)



WIPO PCT



(10) 국제공개번호

WO 2024/214920 A2

(51) 국제특허분류:

H04R 3/00 (2006.01)

H04R 17/00 (2006.01)

H04R 1/10 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2024/000370

(22) 국제출원일:

2024년 1월 9일 (09.01.2024)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2023-0048284 2023년 4월 12일 (12.04.2023) KR

10-2023-0064997 2023년 5월 19일 (19.05.2023) KR

(71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김성진 (KIM, Sungjin); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 이병민 (LEE, Byongmin); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129,

Gyeonggi-do (KR). 장주희 (CHANG, Juhee); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 특허법인 펜타스 (PENTAS INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 06787 서울특별시 서초구 강남대로6길 20, 4층(양재동), Seoul (KR).

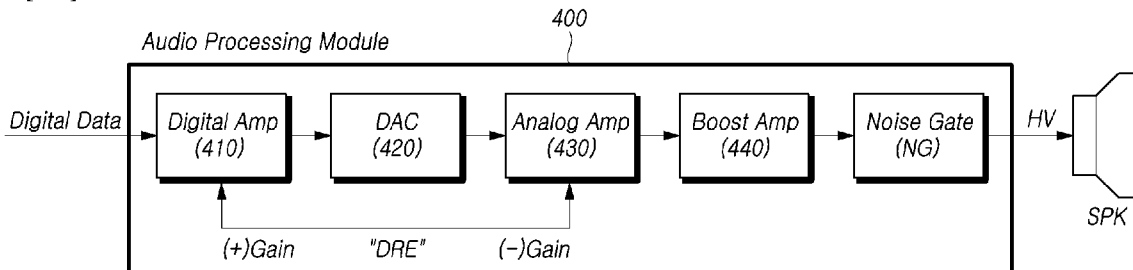
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,

(54) Title: ELECTRONIC DEVICE FOR OUTPUTTING SOUND AND SOUND OUTPUT METHOD USING SAME

(54) 발명의 명칭: 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법

[도4]



(57) Abstract: An electronic device for outputting sound, according to embodiments of the present disclosure, may comprise: a memory for storing at least one instruction; a processor for executing the at least one instruction; at least one speaker; and an audio processing module for processing an input audio signal and outputting same through the at least one speaker. The audio processing module can include: a digital amplifier for amplifying a digital audio signal; a DAC for converting the digital audio signal into an analog audio signal; an analog amplifier for amplifying the analog audio signal; a boost amplifier for boosting the analog audio signal to a reference high voltage or higher; and at least one noise gate for cancelling noise included in the analog audio signal. The digital amplifier can apply a positive (+) digital gain to the digital audio signal. The analog amplifier can apply a negative (-) analog gain to the analog audio signal.

(57) 요약서: 본 개시의 실시예들에 따른 음향을 출력하는 전자 장치는 적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리, 상기 적어도 하나의 명령어를 실행하는 프로세서, 적어도 하나의 스피커, 및 입력 오디오 신호를 처리하여 상기 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈을 포함할 수 있다. 상기 오디오 처리 모듈은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프, 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프, 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(Reference High Voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프, 및 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트를 포함할 수 있다. 상기 디지털 앰프는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 상기 아날로그 앰프는 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.

[다음 쪽 계속]



TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

명세서

발명의 명칭: 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법

기술분야

- [1] 본 개시의 다양한 실시예들은 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 디지털 기술의 발달과 함께 이동 통신 단말기, PDA(personal digital assistant), 전자 수첩, 스마트폰, 태블릿(tablet), PC(personal computer), 또는 웨어러블 디바이스(wearable device)와 같은 오디오 소스 장치에서 재생되는 오디오 데이터를 출력하기 위해, 이어폰, 이어버드, 무선 스피커, 또는 무선 헤드셋과 같은 다양한 전자 장치들이 보급되고 있다. 이러한 전자 장치는, 오디오 소스 장치와의 무선 통신 연결을 통해, 오디오 소스 장치로부터 오디오 데이터를 수신할 수 있다.
- [3] 상술한 무선 통신 연결 기술과 관련하여, 블루투스 표준 기술은 전자 장치들 간 근거리 무선 통신을 위한 프로토콜을 정의한다. 블루투스 네트워크 환경에서, 전자 장치들은 지정된 주파수 대역에서 문자, 음성, 이미지, 또는 비디오와 같은 콘텐츠를 포함하는 데이터 패킷을 송신 또는 수신할 수 있다. 예를 들어, 스마트폰(smartphone), 태블릿(tablet), 데스크탑(desktop) 컴퓨터, 또는 랩탑(laptop) 컴퓨터와 같은 사용자 단말(user equipment, UE)은 데이터 패킷을 다른 사용자 단말이나 액세스리 장치에 전송할 수 있다.
- [4] 전자 장치들(예: 한 쌍의 무선 이어폰, 무선 스피커)은 각각 사용자 단말(예: smartphone)과 독립적인 통신 링크(예: AoBLE(audio over Bluetooth low energy) 토폴로지(topology))를 생성할 수 있고, 동일 목적 및 동일 서비스를 제공할 수 있다. 전자 장치들이 동일 목적 및 동일 서비스를 제공하기 위하여, 전자 장치들 간에 매칭(matching) 또는 커플링이 수행될 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 개시의 다양한 실시예들은 입력 오디오 신호에 대한 DRE(dynamic range enhancement)를 수행하고, 입력 오디오 신호를 부스팅(boosting)하며, 오디오 처리 과정에서 발생하는 노이즈를 제거하는 전자 장치를 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

- [6] 본 개시의 실시예들에 따른 음향을 출력하는 전자 장치는 적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리, 상기 적어도 하나의 명령어를 실행하는 프로세서, 적어도 하나의 스피커, 및 입력 오디오 신호를 처리하여 상기 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈을 포함한다. 상기 오디오 처리 모듈은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프, 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호

로 변환하는 DAC, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프, 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프, 및 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트를 포함한다. 상기 디지털 앰프는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용한다. 상기 아날로그 앰프는 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용한다.

- [7] 또한, 본 개시의 실시예들에 따른 입력 오디오 신호를 처리하여 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프, 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프, 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프, 및 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트를 포함한다. 상기 디지털 앰프는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용한다. 상기 아날로그 앰프는 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용한다.

- [8] 또한, 본 개시의 실시예들에 따른 음향 출력 방법은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작, 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 동작, 및 상기 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력하는 동작을 포함한다. 상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용한다. 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용한다.

발명의 효과

- [9] 본 개시의 다양한 실시예들에 따르면, 본 개시의 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법은 입력 오디오 신호에 대한 DRE(dynamic range enhancement)를 수행하고, 노이즈 게이트를 이용하여 오디오 처리 과정에서 발생하는 노이즈를 제거함으로써, 노이즈가 최소화된 고해상도(hi-resolution) 음향을 구현할 수 있다.
- [10] 또한, 본 개시의 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법은 입력 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅(boosting)함으로써, 고전압 출력이 필요한 피에조(piezo) 스피커를 구동할 수 있다.
- [11] 본 개시의 예시적 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 아니하며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 이하의 기재로부터 본 개시의 예시적 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확

하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 개시의 예시적 실시예들을 실시함에 따른 의도하지 아니한 효과들 역시 본 개시의 예시적 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [12] 도 1은 일 실시예들에 따른 네트워크 환경 내의 전자 장치의 블록 구성을 도시한다.
- [13] 도 2는 일 실시예에 따른 오디오 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [14] 도 3은 일 실시예에 따른 스피커에서 음향을 출력하기 위하여 오디오 신호를 처리하는 전자 장치의 블록 구성을 도시한다.
- [15] 도 4는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [16] 도 5는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [17] 도 6은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [18] 도 7은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [19] 도 8은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [20] 도 9는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [21] 도 10은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈의 블록 구성을 도시한다.
- [22] 도 11은 일 실시예에 따른 전자 장치를 이용한 음향 출력 방법을 도시한다.
- [23] 도 12a는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 블록 구성을 도시한다.
- [24] 도 12b는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 외부 구성을 도시한다.
- [25] 도 12c는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 내부 구성을 도시한다.
- [26] 도 13은 일 실시예에 따른 전자 장치와 전기적으로 연결된 웨어러블 장치를 도시한다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [27] 이하에서는 도면을 참조하여 본 개시의 실시예에 대하여 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 개시는 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 도면의 설명과 관련하여, 동일하거나 유사한 구성요소에 대해서는 동일하거나 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 또한, 도면 및 관련된 설명에서는, 잘 알려진 기능 및 구성에 대한 설명이 명확성과 간결성을 위해 생략될 수 있다.
- [28] 도 1은 일 실시예들에 따른 네트워크 환경(100) 내의 전자 장치(101)의 블록 구성을 도시한다.
- [29] 도 1을 참조하면, 네트워크 환경(100)에서 전자 장치(101)는 제 1 네트워크(198)(예: 근거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(102)와 통신하거나, 또는 제 2 네트워크(199)(예: 원거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(104) 또는 서버(108) 중 적어도 하나와 통신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 서버(108)를 통하여 전자 장치(104)와 통신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전

자 장치(101)는 프로세서(120), 메모리(130), 입력 모듈(150), 음향 출력 모듈(155), 디스플레이 모듈(160), 오디오 모듈(170), 센서 모듈(176), 인터페이스(177), 연결 단자(178), 햅틱 모듈(179), 카메라 모듈(180), 전력 관리 모듈(188), 배터리(189), 통신 모듈(190), 가입자 식별 모듈(196), 또는 안테나 모듈(197)을 포함할 수 있다. 어떤 실시예에서는, 전자 장치(101)에는, 이 구성요소들 중 적어도 하나(예: 연결 단자(178))가 생략되거나, 하나 이상의 다른 구성요소가 추가될 수 있다. 어떤 실시예에서는, 이 구성요소들 중 일부들(예: 센서 모듈(176), 카메라 모듈(180), 또는 안테나 모듈(197))은 하나의 구성요소(예: 디스플레이 모듈(160))로 통합될 수 있다.

[30] 프로세서(120)는, 예를 들면, 소프트웨어(예: 프로그램(140))를 실행하여 프로세서(120)에 연결된 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소(예: 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소)를 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 데이터 처리 또는 연산의 적어도 일부로서, 프로세서(120)는 다른 구성요소(예: 센서 모듈(176) 또는 통신 모듈(190))로부터 수신된 명령 또는 데이터를 휘발성 메모리(132)에 저장하고, 휘발성 메모리(132)에 저장된 명령 또는 데이터를 처리하고, 결과 데이터를 비휘발성 메모리(134)에 저장할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 프로세서(120)는 메인 프로세서(121)(예: 중앙 처리 장치 또는 어플리케이션 프로세서) 또는 이와는 독립적으로 또는 함께 운영 가능한 보조 프로세서(123)(예: 그래픽 처리 장치, 신경망 처리 장치(NPU: neural processing unit), 이미지 시그널 프로세서, 센서 허브 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)가 메인 프로세서(121) 및 보조 프로세서(123)를 포함하는 경우, 보조 프로세서(123)는 메인 프로세서(121)보다 저전력을 사용하거나, 지정된 기능에 특화되도록 설정될 수 있다. 보조 프로세서(123)는 메인 프로세서(121)와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.

[31] 보조 프로세서(123)는, 예를 들면, 메인 프로세서(121)가 인액티브(예: 슬립) 상태에 있는 동안 메인 프로세서(121)를 대신하여, 또는 메인 프로세서(121)가 액티브(예: 어플리케이션 실행) 상태에 있는 동안 메인 프로세서(121)와 함께, 전자 장치(101)의 구성요소들 중 적어도 하나의 구성요소(예: 디스플레이 모듈(160), 센서 모듈(176), 또는 통신 모듈(190))와 관련된 기능 또는 상태들의 적어도 일부를 제어할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 보조 프로세서(123)(예: 이미지 시그널 프로세서 또는 커뮤니케이션 프로세서)는 기능적으로 관련 있는 다른 구성요소(예: 카메라 모듈(180) 또는 통신 모듈(190))의 일부로서 구현될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 보조 프로세서(123)(예: 신경망 처리 장치)는 인공지능 모델의 처리에 특화된 하드웨어 구조를 포함할 수 있다. 인공지능 모델은 기계 학습을 통해 생성될 수 있다. 이러한 학습은, 예를 들어, 인공지능 모델이 수행되는 전자 장치(101) 자체에서 수행될 수 있고, 별도의 서버(예: 서버(108))를 통해 수행될 수도 있다. 학습 알고리즘은, 예를 들어, 지도형 학습(supervised learning), 비지도

형 학습(unsupervised learning), 준지도형 학습(semi-supervised learning) 또는 강화 학습(reinforcement learning)을 포함할 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 인공지능 모델은, 복수의 인공 신경망 레이어들을 포함할 수 있다. 인공 신경망은 심층 신경망(DNN: deep neural network), CNN(convolutional neural network), RNN(recurrent neural network), RBM(restricted boltzmann machine), DBN(deep belief network), BRDNN(bidirectional recurrent deep neural network), 심층Q-네트워크(deep Q-networks) 또는 상기 중 둘 이상의 조합 중 하나일 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 인공지능 모델은 하드웨어 구조 이외에, 추가적으로 또는 대체적으로, 소프트웨어 구조를 포함할 수 있다.

- [32] 메모리(130)는, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성요소(예: 프로세서(120) 또는 센서 모듈(176))에 의해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 데이터는, 예를 들어, 소프트웨어(예: 프로그램(140)) 및, 이와 관련된 명령에 대한 입력 데이터 또는 출력 데이터를 포함할 수 있다. 메모리(130)는, 휘발성 메모리(132) 또는 비휘발성 메모리(134)를 포함할 수 있다.
- [33] 프로그램(140)은 메모리(130)에 소프트웨어로서 저장될 수 있으며, 예를 들면, 운영 체제(142), 미들 웨어(144) 또는 어플리케이션(146)을 포함할 수 있다.
- [34] 입력 모듈(150)은, 전자 장치(101)의 구성요소(예: 프로세서(120))에 사용될 명령 또는 데이터를 전자 장치(101)의 외부(예: 사용자)로부터 수신할 수 있다. 입력 모듈(150)은, 예를 들면, 마이크, 마우스, 키보드, 키(예: 버튼), 또는 디지털 펜(예: 스타일러스 펜)을 포함할 수 있다.
- [35] 음향 출력 모듈(155)은 음향 신호를 전자 장치(101)의 외부로 출력할 수 있다. 음향 출력 모듈(155)은, 예를 들면, 스피커 또는 리시버를 포함할 수 있다. 스피커는 멀티미디어 재생 또는 녹음 재생과 같이 일반적인 용도로 사용될 수 있다. 리시버는 착신 전화를 수신하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시예에 따르면, 리시버는 스피커와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.
- [36] 디스플레이 모듈(160)은 전자 장치(101)의 외부(예: 사용자)로 정보를 시각적으로 제공할 수 있다. 디스플레이 모듈(160)은, 예를 들면, 디스플레이, 홀로그램 장치, 또는 프로젝터 및 해당 장치를 제어하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 디스플레이 모듈(160)은 터치를 감지하도록 설정된 터치 센서, 또는 상기 터치에 의해 발생하는 힘의 세기를 측정하도록 설정된 압력 센서를 포함할 수 있다.
- [37] 오디오 모듈(170)은 소리를 전기 신호로 변환시키거나, 반대로 전기 신호를 소리로 변환시킬 수 있다. 일 실시예에 따르면, 오디오 모듈(170)은, 입력 모듈(150)을 통해 소리를 획득하거나, 음향 출력 모듈(155), 또는 전자 장치(101)와 직접 또는 무선으로 연결된 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))(예: 스피커 또는 헤드폰)를 통해 소리를 출력할 수 있다.
- [38] 센서 모듈(176)은 전자 장치(101)의 작동 상태(예: 전력 또는 온도), 또는 외부의 환경 상태(예: 사용자 상태)를 감지하고, 감지된 상태에 대응하는 전기 신호 또는

데이터 값을 생성할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 센서 모듈(176)은, 예를 들면, 제스처 센서, 자이로 센서, 기압 센서, 마그네틱 센서, 가속도 센서, 그림 센서, 근접 센서, 컬러 센서, IR(infrared) 센서, 생체 센서, 온도 센서, 습도 센서, 또는 조도 센서를 포함할 수 있다.

[39] 인터페이스(177)는 전자 장치(101)가 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))와 직접 또는 무선으로 연결되기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 지정된 프로토콜들을 지원할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 인터페이스(177)는, 예를 들면, HDMI(high definition multimedia interface), USB(universal serial bus) 인터페이스, SD카드 인터페이스, 또는 오디오 인터페이스를 포함할 수 있다.

[40] 연결 단자(178)는, 그를 통해서 전자 장치(101)가 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))와 물리적으로 연결될 수 있는 커넥터를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 연결 단자(178)는, 예를 들면, HDMI 커넥터, USB 커넥터, SD 카드 커넥터, 또는 오디오 커넥터(예: 헤드폰 커넥터)를 포함할 수 있다.

[41] 햅틱 모듈(179)은 전기적 신호를 사용자가 촉각 또는 운동 감각을 통해서 인지할 수 있는 기계적인 자극(예: 진동 또는 움직임) 또는 전기적인 자극으로 변환할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 햅틱 모듈(179)은, 예를 들면, 모터, 압전 소자, 또는 전기 자극 장치를 포함할 수 있다.

[42] 카메라 모듈(180)은 정지 영상 및 동영상을 촬영할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 카메라 모듈(180)은 하나 이상의 렌즈들, 이미지 센서들, 이미지 시그널 프로세서들, 또는 플래시들을 포함할 수 있다.

[43] 전력 관리 모듈(188)은 전자 장치(101)에 공급되는 전력을 관리할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전력 관리 모듈(188)은, 예를 들면, PMIC(power management integrated circuit)의 적어도 일부로서 구현될 수 있다.

[44] 배터리(189)는 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성요소에 전력을 공급할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 배터리(189)는, 예를 들면, 재충전 불가능한 1차 전지, 재충전 가능한 2차 전지 또는 연료 전지를 포함할 수 있다.

[45] 통신 모듈(190)은 전자 장치(101)와 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102), 전자 장치(104), 또는 서버(108)) 간의 직접(예: 유선) 통신 채널 또는 무선 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 통신 수행을 지원할 수 있다. 통신 모듈(190)은 프로세서(120)(예: 어플리케이션 프로세서)와 독립적으로 운영되고, 직접(예: 유선) 통신 또는 무선 통신을 지원하는 하나 이상의 커뮤니케이션 프로세서를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 통신 모듈(190)은 무선 통신 모듈(192)(예: 셀룰러 통신 모듈, 근거리 무선 통신 모듈, 또는 GNSS(global navigation satellite system) 통신 모듈) 또는 유선 통신 모듈(194)(예: LAN(local area network) 통신 모듈, 또는 전력선 통신 모듈)을 포함할 수 있다. 이들 통신 모듈 중 해당하는 통신 모듈은 제 1 네트워크(198)(예: 블루투스, WiFi(wireless fidelity) direct 또는 IrDA(infrared data association)와 같은 근거리 통신 네트워크) 또는 제 2 네트워크(199)(예: 레거시 셀룰러 네트워크, 5G 네트워크, 차세대 통신 네트워크, 인터넷, 또는 컴퓨터 네트워

크(예: LAN 또는 WAN)와 같은 원거리 통신 네트워크)를 통하여 외부의 전자 장치(104)와 통신할 수 있다. 이런 여러 종류의 통신 모듈들은 하나의 구성요소(예: 단일 칩)로 통합되거나, 또는 서로 별도의 복수의 구성요소들(예: 복수 칩들)로 구현될 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 가입자 식별 모듈(196)에 저장된 가입자 정보(예: 국제 모바일 가입자 식별자(IMS))를 이용하여 제 1 네트워크(198) 또는 제 2 네트워크(199)와 같은 통신 네트워크 내에서 전자 장치(101)를 확인 또는 인증할 수 있다.

- [46] 무선 통신 모듈(192)은 4G 네트워크 이후의 5G 네트워크 및 차세대 통신 기술, 예를 들어, NR 접속 기술(new radio access technology)을 지원할 수 있다. NR 접속 기술은 고용량 데이터의 고속 전송(eMBB(enhanced mobile broadband)), 단말 전력 최소화 및 다수 단말의 접속(mMTC(massive machine type communications)), 또는 고신뢰도와 저지연(URLLC(ultra-reliable and low-latency communications))을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은, 예를 들어, 높은 데이터 전송률 달성을 위해, 고주파 대역(예: mmWave 대역)을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 고주파 대역에서의 성능 확보를 위한 다양한 기술들, 예를 들어, 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO(multiple-input and multiple-output)), 전차원 다중입출력(FD-MIMO: full dimensional MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 또는 대규모 안테나(large scale antenna)와 같은 기술들을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 전자 장치(101), 외부 전자 장치(예: 전자 장치(104)) 또는 네트워크 시스템(예: 제 2 네트워크(199))에 규정되는 다양한 요구사항을 지원할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 무선 통신 모듈(192)은 eMBB 실현을 위한 Peak data rate(예: 20Gbps 이상), mMTC 실현을 위한 손실 Coverage(예: 164dB 이하), 또는 URLLC 실현을 위한 U-plane latency(예: 다운링크(DL) 및 업링크(UL) 각각 0.5ms 이하, 또는 라운드 트립 1ms 이하)를 지원할 수 있다.

- [47] 안테나 모듈(197)은 신호 또는 전력을 외부(예: 외부의 전자 장치)로 송신하거나 외부로부터 수신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 서브스트레이트(예: PCB) 위에 형성된 도전체 또는 도전성 패턴으로 이루어진 방사체를 포함하는 안테나를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 복수의 안테나들(예: 어레이 안테나)을 포함할 수 있다. 이런 경우, 제 1 네트워크(198) 또는 제 2 네트워크(199)와 같은 통신 네트워크에서 사용되는 통신 방식에 적합한 적어도 하나의 안테나가, 예를 들면, 통신 모듈(190)에 의하여 상기 복수의 안테나들로부터 선택될 수 있다. 신호 또는 전력은 상기 선택된 적어도 하나의 안테나를 통하여 통신 모듈(190)과 외부의 전자 장치 간에 송신되거나 수신될 수 있다. 어떤 실시예에 따르면, 방사체 이외에 다른 부품(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))이 추가로 안테나 모듈(197)의 일부로 형성될 수 있다.

- [48] 다양한 실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 mmWave 안테나 모듈을 형성할 수 있다. 일 실시예에 따르면, mmWave 안테나 모듈은 인쇄 회로 기판, 상기 인쇄

회로 기판의 제 1 면(예: 아래 면)에 또는 그에 인접하여 배치되고 지정된 고주파 대역(예: mmWave 대역)을 지원할 수 있는 RFIC, 및 상기 인쇄 회로 기판의 제 2 면(예: 윗 면 또는 측 면)에 또는 그에 인접하여 배치되고 상기 지정된 고주파 대역의 신호를 송신 또는 수신할 수 있는 복수의 안테나들(예: 어레이 안테나)을 포함할 수 있다.

- [49] 상기 구성요소들 중 적어도 일부는 주변 기기들간 통신 방식(예: 버스, GPIO(general purpose input and output), SPI(serial peripheral interface), 또는 MIPI(mobile industry processor interface))을 통해 서로 연결되고 신호(예: 명령 또는 데이터)를 상호간에 교환할 수 있다.
- [50] 일 실시예에 따르면, 명령 또는 데이터는 제 2 네트워크(199)에 연결된 서버(108)를 통해서 전자 장치(101)와 외부의 전자 장치(104)간에 송신 또는 수신될 수 있다. 외부의 전자 장치(102, 또는 104) 각각은 전자 장치(101)와 동일한 또는 다른 종류의 장치일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)에서 실행되는 동작들의 전부 또는 일부는 외부의 전자 장치들(102, 104, 또는 108) 중 하나 이상의 외부의 전자 장치들에서 실행될 수 있다. 예를 들면, 전자 장치(101)가 어떤 기능이나 서비스를 자동으로, 또는 사용자 또는 다른 장치로부터의 요청에 반응하여 수행해야 할 경우에, 전자 장치(101)는 기능 또는 서비스를 자체적으로 실행시키는 대신에 또는 추가적으로, 하나 이상의 외부의 전자 장치들에게 그 기능 또는 그 서비스의 적어도 일부를 수행하라고 요청할 수 있다. 상기 요청을 수신한 하나 이상의 외부의 전자 장치들은 요청된 기능 또는 서비스의 적어도 일부, 또는 상기 요청과 관련된 추가 기능 또는 서비스를 실행하고, 그 실행의 결과를 전자 장치(101)로 전달할 수 있다. 전자 장치(101)는 상기 결과를, 그대로 또는 추가적으로 처리하여, 상기 요청에 대한 응답의 적어도 일부로서 제공할 수 있다. 이를 위하여, 예를 들면, 클라우드 컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 모바일 에지 컴퓨팅(MEC: mobile edge computing), 또는 클라이언트-서버 컴퓨팅 기술이 이용될 수 있다. 전자 장치(101)는, 예를 들어, 분산 컴퓨팅 또는 모바일 에지 컴퓨팅을 이용하여 초저지연 서비스를 제공할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 외부의 전자 장치(104)는 IoT(internet of things) 기기를 포함할 수 있다. 서버(108)는 기계 학습 및/또는 신경망을 이용한 지능형 서버일 수 있다. 일 실시예에 따르면, 외부의 전자 장치(104) 또는 서버(108)는 제 2 네트워크(199) 내에 포함될 수 있다. 전자 장치(101)는 5G 통신 기술 및 IoT 관련 기술을 기반으로 지능형 서비스(예: 스마트 홈, 스마트 시티, 스마트 카, 또는 헬스케어)에 적용될 수 있다.
- [51] 도 2는 일 실시예 따른 오디오 모듈(170)의 블록 구성을 도시한다.
- [52] 도 2를 참조하면, 오디오 모듈(170)은, 예를 들면, 오디오 입력 인터페이스(210), 오디오 입력 믹서(220), ADC(analog to digital converter)(230), 오디오 신호 처리기(240), DAC(digital to analog converter)(250), 오디오 출력 믹서(260), 또는 오디오 출력 인터페이스(270)를 포함할 수 있다.

- [53] 오디오 입력 인터페이스(210)는 입력 모듈(150)의 일부로서 또는 전자 장치(101)와 별도로 구성된 마이크(예: 다이내믹 마이크, 콘덴서 마이크, 또는 피에조 마이크)를 통하여 전자 장치(101)의 외부로부터 획득한 소리에 대응하는 오디오 신호를 수신할 수 있다. 예를 들어, 오디오 신호가 외부의 전자 장치(102)(예: 헤드셋 또는 마이크)로부터 획득되는 경우, 오디오 입력 인터페이스(210)는 상기 외부의 전자 장치(102)와 연결 단자(178)를 통해 직접, 또는 무선 통신 모듈(192)을 통하여 무선으로(예: Bluetooth 통신) 연결되어 오디오 신호를 수신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 오디오 입력 인터페이스(210)는 상기 외부의 전자 장치(102)로부터 획득되는 오디오 신호와 관련된 제어 신호(예: 입력 버튼을 통해 수신된 볼륨 조정 신호)를 수신할 수 있다. 오디오 입력 인터페이스(210)는 복수의 오디오 입력 채널들을 포함하고, 상기 복수의 오디오 입력 채널들 중 대응하는 오디오 입력 채널 별로 다른 오디오 신호를 수신할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 추가적으로 또는 대체적으로, 오디오 입력 인터페이스(210)는 전자 장치(101)의 다른 구성 요소(예: 프로세서(120) 또는 메모리(130))로부터 오디오 신호를 입력 받을 수 있다.
- [54] 오디오 입력 믹서(220)는 입력된 복수의 오디오 신호들을 적어도 하나의 오디오 신호로 합성할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, 오디오 입력 믹서(220)는, 오디오 입력 인터페이스(210)를 통해 입력된 복수의 아날로그 오디오 신호들을 적어도 하나의 아날로그 오디오 신호로 합성할 수 있다.
- [55] ADC(230)는 아날로그 오디오 신호를 디지털 오디오 신호로 변환할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, ADC(230)는 오디오 입력 인터페이스(210)을 통해 수신된 아날로그 오디오 신호, 또는 추가적으로 또는 대체적으로 오디오 입력 믹서(220)를 통해 합성된 아날로그 오디오 신호를 디지털 오디오 신호로 변환할 수 있다.
- [56] 오디오 신호 처리기(240)는 ADC(230)를 통해 입력받은 디지털 오디오 신호, 또는 전자 장치(101)의 다른 구성 요소로부터 수신된 디지털 오디오 신호에 대하여 다양한 처리를 수행할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, 오디오 신호 처리기(240)는 하나 이상의 디지털 오디오 신호들에 대해 샘플링 비율 변경, 하나 이상의 필터 적용, 보간(interpolation) 처리, 전체 또는 일부 주파수 대역의 증폭 또는 감쇄, 노이즈 처리(예: 노이즈 또는 에코 감쇄), 채널 변경(예: 모노 및 스테레오 간 전환), 합성(mixing), 또는 지정된 신호 추출을 수행할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 오디오 신호 처리기(240)의 하나 이상의 기능들은 이퀄라이저(equalizer)의 형태로 구현될 수 있다.
- [57] DAC(250)는 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, DAC(250)는 오디오 신호 처리기(240)에 의해 처리된 디지털 오디오 신호, 또는 전자 장치(101)의 다른 구성 요소(예: 프로세서(120) 또는 메모리(130))로부터 획득한 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환할 수 있다.

- [58] 오디오 출력 믹서(260)는 출력할 복수의 오디오 신호들을 적어도 하나의 오디오 신호로 합성할 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에 따르면, 오디오 출력 믹서(260)는 DAC(250)를 통해 아날로그로 전환된 오디오 신호 및 다른 아날로그 오디오 신호(예: 오디오 입력 인터페이스(210)을 통해 수신한 아날로그 오디오 신호)를 적어도 하나의 아날로그 오디오 신호로 합성할 수 있다.
- [59] 오디오 출력 인터페이스(270)는 DAC(250)를 통해 변환된 아날로그 오디오 신호, 또는 추가적으로 또는 대체적으로 오디오 출력 믹서(260)에 의해 합성된 아날로그 오디오 신호를 음향 출력 모듈(155)를 통해 전자 장치(101)의 외부로 출력할 수 있다. 음향 출력 모듈(155)는, 예를 들어, dynamic driver 또는 balanced armature driver 같은 스피커, 또는 리시버를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 음향 출력 모듈(155)는 복수의 스피커들을 포함할 수 있다. 이런 경우, 오디오 출력 인터페이스(270)는 상기 복수의 스피커들 중 적어도 일부 스피커들을 통하여 서로 다른 복수의 채널들(예: 스테레오, 또는 5.1 채널)을 갖는 오디오 신호를 출력할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 오디오 출력 인터페이스(270)는 외부의 전자 장치(102)(예: 외부 스피커 또는 헤드셋)와 연결 단자(178)를 통해 직접, 또는 무선 통신 모듈(192)을 통하여 무선으로 연결되어 오디오 신호를 출력할 수 있다.
- [60] 일 실시예에 따르면, 오디오 모듈(170)은 오디오 입력 믹서(220) 또는 오디오 출력 믹서(260)를 별도로 구비하지 않고, 오디오 신호 처리기(240)의 적어도 하나의 기능을 이용하여 복수의 디지털 오디오 신호들을 합성하여 적어도 하나의 디지털 오디오 신호를 생성할 수 있다.
- [61] 일 실시예에 따르면, 오디오 모듈(170)은 오디오 입력 인터페이스(210)를 통해 입력된 아날로그 오디오 신호, 또는 오디오 출력 인터페이스(270)를 통해 출력될 오디오 신호를 증폭할 수 있는 오디오 증폭기(미도시)(예: 스피커 증폭 회로)를 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 상기 오디오 증폭기는 오디오 모듈(170)과 별도의 모듈로 구성될 수 있다.
- [62] 도 3은 일 실시예에 따른 스피커에서 음향을 출력하기 위하여 오디오 신호를 처리하는 전자 장치(300)의 블록 구성을 도시한다.
- [63] 전자 장치(300)(예: 도 1의 전자 장치(101))는, 오디오 수신 모듈(310), 통신 모듈(320), 코덱(330), 오디오 처리 모듈(340), 스피커(350), 센서(360), 메모리(388), 및 프로세서(399)를 포함할 수 있다. 전자 장치(300)의 상기 구성 요소들은 서로 작동적으로 또는 전기적으로 연결될 수 있다.
- [64] 일 실시예에서, 오디오 수신 모듈(310)은 음원(audio source)으로부터 오디오 파일을 수신할 수 있다. 예를 들어, 오디오 수신 모듈(310)은 통신 모듈(320)(예: 도 1의 무선 통신 모듈(192))을 통해 외부 음원(예: 스트리밍 미디어 서버)으로부터 재생(예: 스트리밍 재생)할 오디오로서 사용자 또는 서버에 의해 자동 또는 수동으로 선택된 오디오 파일을 수신하고, 오디오 파일을 버퍼(예: 메모리(388))에 저장할 수 있다. 예를 들어, 오디오 수신 모듈(310)은 내부 음원(예: 메모리(388))에 저

장된 오디오 파일들 중에서 재생할 오디오로서 사용자에게 의해 선택된 오디오 파일을 불러올 수 있다.

- [65] 일 실시예에서, 코덱(330)은 오디오 수신 모듈(310)에서 수신된 오디오 파일을 디지털 오디오 신호로 복호화할 수 있다. 예컨대, 코덱(330)은 MP3 또는 AAC(advanced audio coding)과 같은 손실 압축 포맷으로 압축된 오디오 파일을 재생 가능한 디지털 오디오 신호로 압축 해제할 수 있다. 코덱(330)은 TTA(the true audio) 또는 FLAC(free lossless audio codec)과 같은 무손실 압축 포맷으로 압축되어 있는 오디오 파일을 디지털 오디오 신호로 압축 해제할 수 있다. 상기 예시된 포맷 외에도 다양한 포맷의 오디오 파일이 코덱(330)에 의해 압축 해제될 수 있다.
- [66] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 오디오 파일의 포맷을 확인할 수 있다. 예를 들어, 오디오 처리 모듈(340)은 코덱(330)으로부터 획득한 오디오 파일(예: 헤더)에서 디지털 오디오 신호(예: digital data)를 구성하는 포맷 정보를 확인할 수 있다. 예를 들어, 오디오 처리 모듈(340)은 비트 레이트(bit rate), 샘플링 레이트(sampling rate), 비트 뎁스(bit depth), 및 채널 수 중 적어도 하나를 확인할 수 있다. 비트 레이트는 단위 시간(예: 1초)마다 처리되는 비트의 수로 정의되며 그 단위는 bps(bit per second)가 사용될 수 있다. 비트 레이트가 클수록 해당 오디오 파일은 높은 품질(예: 충실도)을 갖는 것으로 이해될 수 있다. 샘플링 레이트는 원음에서 단위 시간(예: 1초) 당 추출된 샘플(sample)의 수로 정의될 수 있고 그 단위는 헤르츠(Hz)일 수 있다. 예컨대, 샘플링 레이트가 48kHz인 오디오 파일은 음악이 아닌 멀티미디어에 수록된 오디오 파일로 이해될 수 있다. 비트 뎁스는, 이미지의 해상도에 대응하는 것으로서, 오디오 신호의 진폭을 얼마나 자세하게 표현할 수 있는지를 나타내는 지표일 수 있고 그 단위는 비트(bit)일 수 있다. 비트 뎁스가 클수록 해당 오디오 파일은 고해상도로 이해될 수 있다. 채널 수는 예컨대, 1(모노), 2(스테레오), 5.1, 및 7.1 중 적어도 하나일 수 있다.
- [67] 일 예에 따르면, 오디오 처리 모듈(340)은 포맷 정보에 기반하여 디지털 오디오 신호(예: digital data)를 처리할 수 있다. 예컨대, 오디오 처리 모듈(340)은 포맷 정보를 이용하여 해당 오디오 파일의 종류(또는, 용도)(예: 음악, 멀티미디어, 음성, 고해상도, 또는 서라운드 음향)를 추정하고, 종류에 기반한 처리 방식을 이용하여 디지털 오디오 신호를 처리함으로써, 오디오 재생 시, 사용자가 기대하는 음장 효과를 제공할 수 있다. 상기 처리 방식은 오디오 신호에 있어서 높낮이(주파수), 볼륨, 또는 음색(tone)을 조절하는 동작, 오디오 신호에서 특정 주파수 대역의 오디오 성분을 증폭(또는, 감쇄)하는 동작, 오디오 신호에 효과음(예: 에코)을 합성하는 동작, 오디오 신호에서 노이즈를 제거하는 동작, 소리를 점점 크게(또는, 작게) 하는 동작, 및 오디오 신호에서 작은 소리는 더 작게 큰 소리는 더 크게 하는 동작 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 상기 처리 방식은 상기 동작들 이외에도 다양한 처리 방식을 포함할 수 있다. 오디오 처리 모듈(340)은 상기 동작들 중에서 적어도 하나를 이용하여 오디오 파일의 종류에 기반한 처리 방식을 구성

하고, 오디오 파일의 종류에 기반한 처리 방식을 디지털 데이터의 처리에 적용할 수 있다.

- [68] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 비트 템스에 기초하여 디지털 오디오 신호를 처리할 수 있다. 예를 들어, 비트 템스가 지정된 값(예: 24bit) 이상이면 오디오 처리 모듈(340)은 해당 오디오 파일을 고해상도를 갖는 오디오 파일로 간주하고, 원음에 가깝게 오디오가 재생되도록 고해상도의 특성을 강조하고 왜곡을 최소화하기 위한 처리 방식을 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호에 적용할 수 있다. 예컨대, 오디오 처리 모듈(340)은, 스피커(350)가 지정된 기준보다 낮은 성능을 갖는 경우, 오디오 신호에서 지정된 제1주파수(예: 약 16kHz)보다 높은 주파수 대역에 속한 오디오 성분과 지정된 제2주파수(예: 약 40Hz)보다 낮은 주파수 대역에 속한 오디오 성분을 강조(예: 증폭)할 수 있다.
- [69] 예를 들어, 스피커(350)는 오디오 커넥터나 통신 모듈(320)을 통해 전자 장치(300)에 연결될 수 있다. 전자 장치(300)는 스피커(350)의 성능에 관한 스펙(spec)(예: 재생 가능 주파수 대역, 음압(sound pressure level), 권장 앰프 출력, 또는 임피던스)을 오디오 커넥터나 통신 모듈(320)을 통해 스피커(350)로부터 수신할 수 있다. 전자 장치(300)는 수신된 성능에 관한 정보에 기반하여 스피커(350)가 지정된 기준 이상의 성능을 가진 장치로 판단할 수 있다. 이러한 판단에 따라 오디오 처리 모듈(340)은, 상기와 같은 강조 처리 없이 오디오 신호를 스피커(350)로 출력할 수 있다.
- [70] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 채널 수에 기초하여 디지털 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 채널 수가 하나인 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 정보 전달을 위한 음성 데이터(예: 온라인 강의)로 간주하고, 명료한 정보 전달을 위해 디지털 데이터에서 특정 주파수(예: 약 1kHz)에 속한 오디오 성분을 강조(예: 증폭)할 수 있다. 예를 들어, 채널 수가 2를 초과하는 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 서라운드 음향을 갖는 오디오 데이터로 간주하고, 입체감과 현장감(presence)을 강조하기 위한 처리 방식을 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호에 적용할 수 있다. 예를 들어, 채널 수가 두 개인 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 상기와 같은 처리 방식을 디지털 데이터에 적용하지 않고, 오디오 신호를 스피커로 출력할 수 있다.
- [71] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 샘플링 레이트에 기초하여 디지털 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 샘플링 레이트가 지정된 제1값(예: 44.1kHz)인 경우 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 음악 데이터로 간주할 수 있다. 디지털 데이터가 음악 데이터로 간주된 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호를 스피커로 출력할 수 있다. 샘플링 레이트가 제1값보다 큰 지정된 제2값(예: 48kHz)인 경우 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 멀티미디어(예: 영화, 또는 게임)에 수록된 오디오 데이터로 간주할 수 있다. 샘플링 레이트가 제2값이면, 오디오 처리 모듈(340)은 멀티미디어에 다이내믹한 효과가 나타나도록 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호를 처리할

수 있다. 샘플링 레이트가 제2값보다 큰 지정된 제3값(예: 96kHz) 이상인 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 고해상도를 갖는 오디오 데이터로 간주하고, 스피커의 성능에 기반하여, 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호를 처리할 수 있다. 예를 들어, 스피커(350)가 지정된 기준보다 낮은 성능을 갖는 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호에서 지정된 저주파수 대역(예: 40Hz 미만)과 고주파수 대역(예: 16kHz 이상)의 오디오 성분을 강조(예: 증폭)할 수 있다. 스피커(350)가 지정된 기준 이상의 성능을 가진 경우, 오디오 처리 모듈(340)은 상기와 같은 강조 처리 없이 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호를 재생 디바이스로 출력할 수 있다.

[72] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 비트 레이트에 기초하여 디지털 데이터를 처리할 수 있다. 예를 들어, 비트 레이트가 100kbps를 초과할 경우 오디오 처리 모듈(340)은 디지털 데이터를 손실이 적게 압축된 오디오 데이터로 간주할 수 있다. 이에 따라 오디오 처리 모듈(340)은 코덱(330)으로부터 수신된 오디오 신호를 재생 디바이스로 출력할 수 있다. 비트 레이트가 100kbps 이하인 경우 오디오 처리 모듈(340)은 해당 디지털 데이터를 상대적으로 손실이 많이 압축된 오디오 데이터로 간주할 수 있다. 비트 레이트가 100kbps 이하이면 오디오 처리 모듈(340)은 오디오 신호를 압축하는 과정에서 손실된 고주파수 대역(예: 11kHz 이상)의 오디오 성분을 복원하는 동작 또는 고주파수 대역과 저주파수 대역의 오디오 성분을 감쇄하는 동작을 수행할 수 있다.

[73] 일 실시예에서, 오디오 처리 모듈(340)은 DAC(예: 도 2의 DAC(250))를 포함할 수 있다. DAC는 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하여 스피커(350)로 출력할 수 있다. 스피커(350)는 수신된 아날로그 오디오 신호를 음파로 변환하여 출력할 수 있다. 예를 들어, 오디오 처리 모듈(340)은 디지털 데이터를 재생할 디바이스를 선택할 수 있다. 오디오 처리 모듈(340)은, 통신 모듈(320)(예: 블루투스 모듈, 또는 와이파이 모듈)을 통해 전자 장치(300)의 스피커(350)를 재생 디바이스로 선택할 수 있다.

[74] 센서(360)(예: 도 1의 센서 모듈(176))는 근접 센서, 접촉 센서, 터치 센서, 및 가속도 센서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 근접 센서는 외부 오브젝트(예: 사용자의 귀)가 전자 장치(300)의 소정 거리 이내로 근접함을 감지할 수 있다. 근접 센서는 광학식 근접 센서(optical proximity sensor)로 구현될 수 있으나 이에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 근접 센서는 자기 근접 센서(magnetic proximity sensor), 초음파 근접 센서(ultrasonic proximity sensor), 유도성 근접 센서(inductive proximity sensor) 중 어느 하나로 구현될 수 있다. 접촉 센서는 외부 오브젝트가 신체의 일부인 경우에 외부 오브젝트의 접촉을 감지할 수 있다. 예를 들어, 접촉 센서는 정전식 센서(capacitive type sensor)로 구현될 수 있으며, 신체의 일부가 아닌 외부 물체가 접촉하는 경우 접촉 감지에 대응하는 신호를 출력하지 않을 수 있다. 예를 들어, 접촉 센서는 터치 센서와 통합된 IC(integrated circuit)로 구성될 수 있다. 터치 센서는 사용자의 터치 입력을 수신할 수 있다. 예를 들어, 터치 센

서는 오디오 출력과 관련된 전자 장치(300)의 제어 동작을 수행하기 위한 입력 수단으로 사용될 수 있다. 가속도 센서는 전자 장치(300)의 가속도 및 충격의 세기를 감지할 수 있다. 예를 들어, 가속도 센서는 관성 센서(inertia sensor) 및 자이로스코프(gyroscope) 중 적어도 하나일 수 있다.

- [75] 메모리(388)(예: 도 1의 메모리(130))는 적어도 하나의 명령어를 저장할 수 있다. 예를 들어, 메모리(388)는 오디오 처리 모듈(340)의 동작에 필요한 인스트럭션들(instructions)을 저장할 수 있다. 프로세서(399)(예: 도 1의 프로세서(120)) 상에 적어도 하나의 명령어를 실행함으로써, 오디오 처리 모듈(340)을 동작시킬 수 있다. 예를 들어, 오디오 처리 모듈(340)은 오디오 신호 처리에 특화된 프로세서(예: 도 1의 보조 프로세서(123), 또는 도 2의 오디오 신호 처리기(240))에 의해 실행될 수 있다.
- [76] 도 4는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(400)의 블록 구성을 도시한다.
- [77] 도 4를 참조하면, 본 개시의 오디오 처리 모듈(400)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 코덱(예: 도 3의 코덱(330))으로부터 입력 오디오 신호를 수신할 수 있다. 입력 오디오 신호는 디지털 오디오 신호(예: digital data)를 포함할 수 있다. 오디오 처리 모듈(400)은 상기 입력 오디오 신호를 처리(processing)함으로써, 적어도 하나의 스피커(예: 도 3의 스피커(350))에 출력할 수 있다.
- [78] 상기 적어도 하나의 스피커는 피에조 스피커(piezo speaker)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 피에조 스피커는 디스크 피에조 스피커(disk piezo speaker), 베이스 스트립 피에조 스피커(bass strip piezo speaker), 트위터 피에조 스피커(tweeter piezo speaker), 유리/세라믹 피에조 스피커(glass/ceramic piezo speaker), 및 플레인 폼 피에조 스피커(plain form piezo speaker) 중 적어도 하나일 수 있다. 피에조 스피커는 내부의 진동판을 직접 구동하여 음향을 출력할 수 있다. 이에 따라, 피에조 스피커는 진동판을 구동하기 위한 고전압 출력이 필요할 수 있다.
- [79] 오디오 처리 모듈(400)은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프(410), 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC(420), 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프(430), 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프(440), 및 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트(NG)를 포함할 수 있다.
- [80] 디지털 앰프(410)는 디지털 오디오 신호에 디지털 게인(digital gain)을 적용함으로써, 디지털 오디오 신호를 디지털 방식으로 증폭할 수 있다. 예를 들어, 디지털 앰프(410)는 입력된 디지털 오디오 신호를 숫자로 변환하고, 디지털 오디오 신호에 곱해지는 숫자의 크기를 조절함으로써, 출력되는 디지털 오디오 신호의 크기를 증폭할 수 있다.
- [81] DAC(420)는 디지털 앰프(410)로부터 디지털 오디오 신호를 수신하고, 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환할 수 있다. 예를 들어, DAC(420)는

디지털 오디오 신호를 이진수(binary number)에서 아날로그 전압으로 변환하여 아날로그 오디오 신호를 생성할 수 있다.

- [82] 아날로그 앰프(430)는 아날로그 오디오 신호에 아날로그 게인(analog gain)을 적용함으로써, 아날로그 오디오 신호를 아날로그 방식으로 증폭할 수 있다. 예를 들어, 아날로그 앰프(430)는 입력된 아날로그 오디오 신호에 곱해지는 전압을 조절함으로써, 출력되는 아날로그 오디오 신호의 크기를 증폭할 수 있다.
- [83] 부스트 앰프(440)는 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅할 수 있다. 예를 들어, 부스트 앰프(440)는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다. 상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압일 수 있다. 예를 들어, 상기 기준 고전압은 27V 내지 33V의 전압 레벨을 가질 수 있다.
- [84] 적어도 하나의 노이즈 게이트(NG)는 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 노이즈 게이트(NG)는 DAC(420)에서 생성된 DAC 노이즈, 아날로그 앰프(430)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 부스트 앰프(440)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈 중 적어도 하나를 제거할 수 있다. 적어도 하나의 노이즈 게이트(NG)는 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력할 수 있다.
- [85] 일 실시예에서, 전자 장치는 입력 오디오 신호에 대한 DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. DRE는 입력 오디오 신호의 동적 범위(dynamic range)를 증가시키고, 입력 오디오 신호의 노이즈 및 왜곡을 최소화할 수 있다. 예를 들어, 디지털 앰프(410)는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 예를 들어, 아날로그 앰프(430)는 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.
- [86] 상기 디지털 게인의 크기와 상기 아날로그 게인의 크기는 동일할 수 있다. 예를 들어, 디지털 앰프(410) 및 아날로그 앰프(430)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [87] 이와 같이, 전자 장치는 입력 오디오 신호에 대한 DRE를 수행하고, 노이즈 게이트(NG)를 이용하여 오디오 처리 과정에서 발생하는 노이즈를 제거함으로써, 노이즈가 최소화된 고해상도(hi-resolution) 음향을 구현할 수 있다.
- [88] 도 5는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(500)의 블록 구성을 도시한다.
- [89] 도 5를 참조하면, 오디오 처리 모듈(500)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 디지털 앰프(510), DAC(520), 제1 노이즈 게이트(NG1), 아날로그 앰프(530), 부스트 앰프(540), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 디지털 앰프(510) 및 아날로그 앰프(530)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되

도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. 또한, 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 부스트 앰프(540)는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다.

- [90] 오디오 처리 모듈(500)은 DAC(520) 및 아날로그 앰프(530) 사이에 배치되는 제1 노이즈 게이트(NG1), 및 부스트 앰프(540) 및 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되는 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)는 DAC(520)에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거할 수 있다. 예를 들어, 제2 노이즈 게이트(NG2)는 아날로그 앰프(530)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 부스트 앰프(540)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거할 수 있다.
- [91] 제1 노이즈 게이트(NG1)는 DAC(520)에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하고, DAC 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 아날로그 앰프(530)로 출력할 수 있다. DAC 노이즈는 DAC(520)가 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 과정에서 발생하는 시스템 노이즈(system noise)일 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)의 임계 레벨(threshold level)은 DAC 노이즈에 기초하여 설정될 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)는 노이즈 제거 신호가 입력됨에 따라 DAC 노이즈를 제거할 수 있다.
- [92] 제2 노이즈 게이트(NG2)는 아날로그 앰프(530)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 부스트 앰프(540)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거하고, 아날로그 앰프 노이즈 및 부스트 앰프 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력할 수 있다. 아날로그 앰프 노이즈는 아날로그 오디오 신호가 아날로그 앰프(530)에서 증폭되는 과정에서 발생하는 노이즈일 수 있다. 부스트 앰프 노이즈는 아날로그 오디오 신호가 부스트 앰프(540)에서 부스팅되는 과정에서 발생하는 노이즈일 수 있다.
- [93] 예를 들어, 제2 노이즈 게이트(NG2)의 임계 레벨(threshold level)은 아래 [수식1]에 의해 결정될 수 있다.
- [94] [수식1]
- [95]
$$TL = (\text{Noise}_{AA} \times \text{Gain}_{BA}) + \text{Noise}_{BA}$$
- [96] 여기서, TL은 상기 노이즈 게이트의 상기 임계 레벨이고, Noise_{AA} 는 상기 아날로그 앰프 노이즈이고, Gain_{BA} 는 부스트 앰프(540) 게인이고, Noise_{BA} 는 상기 부스트 앰프 노이즈일 수 있다.
- [97] 도 6은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(600)의 블록 구성을 도시한다.
- [98] 도 6을 참조하면, 오디오 처리 모듈(600)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 디지털 앰프(610), DAC(620), 제1 노이즈 게이트(NG1), 아날로그 앰프(630), 제3 노이즈 게이트(NG3), 부스트 앰프(640), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 디지털 앰프(610) 및 아날로그 앰프(630)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그

게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. 또한, 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 부스트 앰프(640)는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다.

- [99] 오디오 처리 모듈(600)은 DAC(620) 및 아날로그 앰프(630) 사이에 배치되는 제1 노이즈 게이트(NG1), 부스트 앰프(640) 및 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되는 제2 노이즈 게이트(NG2), 및 아날로그 앰프(630) 및 부스트 앰프(640) 사이에 배치되는 제3 노이즈 게이트(NG3)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)는 DAC(620)에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거할 수 있다. 예를 들어, 제2 노이즈 게이트(NG2)는 부스트 앰프(640)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거할 수 있다. 예를 들어, 제3 노이즈 게이트(NG3)는 아날로그 앰프(630)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈를 제거할 수 있다.
- [100] 제1 노이즈 게이트(NG1)는 DAC(620)에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하고, DAC 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 아날로그 앰프(630)로 출력할 수 있다. DAC 노이즈는 DAC(620)가 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 과정에서 발생하는 시스템 노이즈(system noise)일 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)의 임계 레벨(threshold level)은 DAC 노이즈에 기초하여 설정될 수 있다. 예를 들어, 제1 노이즈 게이트(NG1)는 노이즈 제거 신호가 입력됨에 따라 DAC 노이즈를 제거할 수 있다.
- [101] 제3 노이즈 게이트(NG3)는 아날로그 앰프(630)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈를 제거하고, 아날로그 앰프 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 부스트 앰프(640)로 출력할 수 있다. 아날로그 앰프 노이즈는 아날로그 오디오 신호가 아날로그 앰프(630)에서 증폭되는 과정에서 발생하는 노이즈일 수 있다. 예를 들어, 제3 노이즈 게이트(NG3)의 임계 레벨(threshold level)은 아날로그 앰프 노이즈에 기초하여 설정될 수 있다.
- [102] 제2 노이즈 게이트(NG2)는 부스트 앰프(640)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거하고, 부스트 앰프 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력할 수 있다. 부스트 앰프 노이즈는 아날로그 오디오 신호가 부스트 앰프(640)에서 부스팅되는 과정에서 발생하는 노이즈일 수 있다. 예를 들어, 제2 노이즈 게이트(NG2)의 임계 레벨(threshold level)은 부스트 앰프 노이즈에 기초하여 설정될 수 있다.
- [103] 도 7은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(700)의 블록 구성을 도시한다.
- [104] 도 7을 참조하면, 오디오 처리 모듈(700)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 디지털 앰프(710), DAC(720), 제1 노이즈 게이트(NG1), 부스트 앰프(730), 아날로그 앰프(740), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 디지털 앰프(710) 및 아날로그 앰프(740)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써,

DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. 또한, 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 부스트 앰프(730)는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다.

[105] 한편, 도 7의 오디오 처리 모듈(700)은, 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 달리, 고전압 출력을 생성을 위한 아날로그 오디오 신호에 대한 부스팅이 수행된 이후, 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호에 대한 증폭이 수행될 수 있다.

[106] 이 경우, 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호에 대한 증폭을 수행하기 위하여 아날로그 앰프(740)에 도 4의 오디오 처리 모듈(400) 대비 높은 전원 전압이 필요할 수 있다.

[107] 도 8은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(800)의 블록 구성을 도시한다.

[108] 도 8을 참조하면, 오디오 처리 모듈(800)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 디지털 앰프(810), DAC(820), 제1 노이즈 게이트(NG1), 부스트 앰프(830), 아날로그 앰프(840), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 도 8의 오디오 처리 모듈(800)은, 도 7의 오디오 처리 모듈(700)과 마찬가지로, 고전압 출력을 생성을 위한 아날로그 오디오 신호에 대한 부스팅이 수행된 이후, 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호에 대한 증폭이 수행될 수 있다.

[109] 한편, 도 8에서 보듯이, 부스트 앰프(830)는 적어도 두 개의 서브-앰프(예: Sub-Amp1, Sub-Amp2, Sub-Amp3, ..., Sub-AmpN)를 포함할 수 있다. 상기 적어도 두 개의 서브-앰프는 부스트 앰프(830) 내에서 상호 병렬되어 배치될 수 있다. 상기 적어도 두 개의 서브-앰프가 상호 병렬 연결됨에 기초하여, 부스트 앰프(830)에 의해 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호의 신호대잡음비(SNR(signal to noise ratio))가 증가할 수 있다.

[110] 구체적으로, 적어도 두 개의 서브-앰프에서 부스팅되는 아날로그 오디오 신호는 상호 상관관계를 가질 수 있다(correlated). 예를 들어, 병렬 연결된 N개의 서브-앰프에서 부스팅되는 아날로그 오디오 신호는 N배로 증가할 수 있다. 반면에, 적어도 두 개의 서브-앰프에서 발생하는 부스트 앰프 노이즈는 상호 상관관계가 없을 수 있다(uncorrelated). 예를 들어, 병렬 연결된 N개의 서브-앰프에서 발생하는 부스트 앰프 노이즈는 $\sqrt{N}$ 배로 증가할 수 있다. 이와 같이, 병렬 연결된 N개의 서브-앰프에서 아날로그 오디오 신호 및 부스트 앰프 노이즈의 상관관계 차이에 기초하여, 상기 아날로그 오디오 신호의 신호대잡음비(signal to noise ratio)가 증가할 수 있다.

[111] 도 9는 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(900)의 블록 구성을 도시한다.

[112] 도 9를 참조하면, 오디오 처리 모듈(900)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 비트 뎁스 컨버터(910), DAC(920), 제1 노이즈 게이트(NG1), 아날로그 앰프(930), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 오디오 처리 모듈(900)은 상기 디지털 앰프 및 상기 부스트 앰프가 통합된 비트 뎁스 컨버터(910)(bit-depth converter)를 포함할 수 있다.

- [113] 비트 탭스 컨버터(910) 및 아날로그 앰프(930)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [114] 또한, 비트 탭스 컨버터(910)는 디지털 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다. 예를 들어, 상기 비트 탭스 컨버터(910)는 상기 디지털 오디오 신호의 비트 탭스를 변경함으로써, 상기 디지털 게인을 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 비트 탭스 컨버터(910)는 입력 오디오 신호(예: 24bit fixed)의 비트 탭스를 증가시킴으로써, 디지털 오디오 신호(예: 32bit float)를 출력할 수 있다. 비트 탭스가 증가됨에 따라 헤드룸(headroom)이 확보되므로, 디지털 오디오 신호(예: 32bit float)는 오버플로우(overflow)가 방지되고, 높은 디지털 게인이 적용될 수 있다.
- [115] 도 10은 일 실시예에 따른 오디오 처리 모듈(1000)의 블록 구성을 도시한다.
- [116] 도 10을 참조하면, 오디오 처리 모듈(1000)(예: 도 3의 오디오 처리 모듈(340))은 디지털 앰프(1010), DAC(1020), 제1 노이즈 게이트(NG1), 아날로그 앰프(1030), 부스트 앰프(1040), 및 제2 노이즈 게이트(NG2)를 포함할 수 있다. 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 디지털 앰프(1010) 및 아날로그 앰프(1030)는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. 또한, 도 4의 오디오 처리 모듈(400)과 마찬가지로, 부스트 앰프(1040)는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다.
- [117] 일 실시예에서, DAC(1020)는 적어도 두 개 이상의 채널을 분리하여 처리하기 위하여 다중-DAC(multi-DAC)로 구현될 수 있다. 예를 들어, DAC(1020)는 왼쪽 채널(left channel) 및 오른쪽 채널(right channel)을 각각 처리하기 위하여 2-DAC(1020)로 구현될 수 있다.
- [118] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스피커는 2 웨이 스피커(2 way-speaker)로 구현될 수 있다. 예를 들어, 상기 적어도 하나의 스피커는 우퍼(woofer)로 동작하는 코일(coil) 스피커 및 트위터(tweeter)로 동작하는 피에조(piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 아날로그 앰프(1030)로부터 출력된 아날로그 오디오 신호는 분기되어 상기 코일 스피커 및 상기 피에조 스피커 중 적어도 하나로 출력될 수 있다. 상기 코일 스피커는 상기 아날로그 앰프(1030)에서 증폭된 제1 아날로그 오디오 신호를 수신할 수 있다. 상기 피에조 스피커는 상기 제1 아날로그 오디오 신호가 상기 부스트 앰프(1040)에서 상기 기준 고전압 이상으로 부스팅되고 제2 노이즈 게이트(NG2)에서 아날로그 앰프(1030)에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 부스트 앰프(1040)에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거된 제2 아날로그 오디오 신호를 수신할 수 있다.

- [119] 도 11은 일 실시예에 따른 전자 장치를 이용한 음향 출력 방법을 도시한다. 예를 들어, 도 11에 도시되는 음향 출력 방법은 도 1의 전자 장치(101)에 기초하여 구현될 수 있다.
- [120] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1110에서, 디지털 앰프(예: 도 4의 디지털 앰프(410))는 디지털 오디오 신호에 디지털 게인(digital gain)을 적용함으로써, 디지털 오디오 신호를 디지털 방식으로 증폭할 수 있다. 예를 들어, 디지털 앰프는 입력된 디지털 오디오 신호를 숫자로 변환하고, 디지털 오디오 신호에 곱해지는 숫자의 크기를 조절함으로써, 출력되는 디지털 오디오 신호의 크기를 증폭할 수 있다.
- [121] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1120에서, DAC(예: 도 4의 DAC(420))는 디지털 앰프(예: 도 4의 디지털 앰프(410))로부터 디지털 오디오 신호를 수신하고, 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환할 수 있다. 예를 들어, DAC는 디지털 오디오 신호를 이진수(binary number)에서 아날로그 전압으로 변환하여 아날로그 오디오 신호를 생성할 수 있다.
- [122] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1130에서, 아날로그 앰프(예: 도 4의 아날로그 앰프(430))는 아날로그 오디오 신호에 아날로그 게인(analog gain)을 적용함으로써, 아날로그 오디오 신호를 아날로그 방식으로 증폭할 수 있다. 예를 들어, 아날로그 앰프는 입력된 아날로그 오디오 신호에 곱해지는 전압을 조절함으로써, 출력되는 아날로그 오디오 신호의 크기를 증폭할 수 있다.
- [123] 일 실시예에서, 음향 출력 방법은 입력 오디오 신호에 대한 DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다. DRE는 입력 오디오 신호의 동적 범위(dynamic range)를 증가시키고, 입력 오디오 신호의 노이즈 및 왜곡을 최소화할 수 있다. 예를 들어, 상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 예를 들어, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.
- [124] 상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작 및 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [125] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1140에서, 부스트 앰프(예: 도 4의 부스트 앰프(440))는 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅할 수 있다. 예를 들어, 부스트 앰프는 아날로그 오디오 신호를 부스팅함으로써, 피에조 스피커를 구동하기 위한 고전압 출력을 생성할 수 있다. 상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압일 수 있다.
- [126] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1150에서, 적어도 하나의 노이즈 게이트(예: 도 4의 노이즈 게이트(NG))는 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 노이즈 게이트는 DAC에서 생성된 DAC

노이즈, 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈 중 적어도 하나를 제거할 수 있다. 적어도 하나의 노이즈 게이트는 노이즈가 제거된 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력할 수 있다.

- [127] 일 예에 따르면, 음향 출력 방법의 동작 1160에서, 오디오 처리 모듈은 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력할 수 있다. 상기 적어도 하나의 스피커는 피에조(piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 예를 들어, 오디오 처리 모듈은 아날로그 오디오 신호가 부스팅된 고전압 출력을 적어도 하나의 피에조 스피커로 출력할 수 있다.
- [128] 적어도 하나의 스피커는 아날로그 오디오 신호에 기초하여 음향을 출력할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 피에조 스피커는 오디오 처리 모듈로부터 아날로그 오디오 신호가 부스팅된 고전압 출력을 수신하고, 아날로그 오디오 신호에 기초하여 고해상도 음향을 사용자에게 출력할 수 있다.
- [129] 이와 같이, 본 개시의 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법은 입력 오디오 신호에 대한 DRE(dynamic range enhancement)를 수행하고, 노이즈 게이트를 이용하여 오디오 처리 과정에서 발생하는 노이즈를 제거함으로써, 노이즈가 최소화된 고해상도(hi-resolution) 음향을 구현할 수 있다.
- [130] 또한, 본 개시의 음향을 출력하는 전자 장치 및 이를 이용한 음향 출력 방법은 입력 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅(boosting)함으로써, 고전압 출력이 필요한 피에조(piezo) 스피커를 구동할 수 있다.
- [131] 다만, 이에 대해서는 상술한 바 있으므로, 그에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다.
- [132] 도 12a는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 블록 구성을 도시한다.
- [133] 도 12a를 참조하면, 웨어러블 전자 장치(1200)는 제1 무선 이어폰(1200-1) 및 제2 무선 이어폰(1200-2)을 포함할 수 있다. 제1 무선 이어폰(1200-1) 및 제2 무선 이어폰(1200-2)은 실질적으로 동일하거나 유사한 구성을 포함할 수 있다. 제1 무선 이어폰(1200-1) 및 제2 무선 이어폰(1200-2)은 실질적으로 동일하거나 유사한 기능을 수행할 수 있다. 웨어러블 전자 장치(1200)는 도 1에 개시된 전자 장치(101)에 포함된 구성 요소 중 적어도 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 전자 장치(1200)는 도 1의 오디오 모듈(170)을 포함할 수 있다.
- [134] 일 실시예에서, 제1 무선 이어폰(1200-1)은 제1 스피커(1220-1), 제1 마이크(1230-1), 제1 센서 모듈(1276-1), 제1 프로세서(1260-1) 및/또는 제1 통신 모듈(1290-1)을 포함할 수 있다.
- [135] 일 실시예에서, 제2 무선 이어폰(1200-2)은 제2 스피커(1220-2), 제2 마이크(1230-2), 제2 센서 모듈(1276-2), 제2 프로세서(1260-2) 및/또는 제2 통신 모듈(1290-2)을 포함할 수 있다.

- [136] 일 실시예에서, 웨어러블 전자 장치(1200)(예: 제1 무선 이어폰(1200-1) 및/또는 제2 무선 이어폰(1200-2))는 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))와 무선 통신을 통해 작동적으로 연결되고, 다양한 정보를 송신 및/또는 수신할 수 있다.
- [137] 다양한 실시예들에 따르면, 제1 스피커(1220-1) 및/또는 제2 스피커(1220-2)는 도 1의 음향 출력 모듈(155)을 포함할 수 있다. 제1 마이크(1230-1) 및/또는 제2 마이크(1230-2)는 도 1의 입력 모듈(150)을 포함할 수 있다. 제1 센서 모듈(1276-1) 및/또는 제2 센서 모듈(1276-2)은 도 1의 센서 모듈(176)을 포함할 수 있다. 제1 프로세서(1260-1) 및/또는 제2 프로세서(1260-2)는 도 1의 프로세서(120)를 포함할 수 있다. 제1 통신 모듈(1290-1) 및/또는 제2 통신 모듈(1290-2)은 도 1의 통신 모듈(190)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제1 스피커(1220-1)는 트위터 스피커 및 코일 스피커 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제2 스피커(1220-2)는 트위터 스피커 및 코일 스피커 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [138] 일 실시예에서, 제1 스피커(1220-1) 및/또는 제2 스피커(1220-2)는 웨어러블 전자 장치(1200)에 입력된 입력 신호(예: 음향 신호 및/또는 오디오 신호)에 기초하여 아날로그 음향을 생성할 수 있다. 제1 스피커(1220-1) 및/또는 제2 스피커(1220-2)는 스피커 홀을 통해 상기 아날로그 음향을 사용자에게 출력할 수 있다.
- [139] 일 실시예에서, 제1 마이크(1230-1) 및/또는 제2 마이크(1230-2)는 웨어러블 전자 장치(1200)의 주변에서 발생하는 음향(예: 음향 신호 및/또는 오디오 신호)을 수신할 수 있다. 제1 마이크(1230-1) 및/또는 제2 마이크(1230-2)는 사운드 홀(예: 도 12b의 사운드 홀(1255))을 통해 입력되는 음향을 전기적인 신호로 변환할 수 있다. 제1 마이크(1230-1)는 변환된 전기적인 신호를 제1 프로세서(1260-1)에 전달할 수 있고, 제2 마이크(1230-2)는 변환된 전기적인 신호를 제2 프로세서(1260-2)에 전달할 수 있다.
- [140] 일 실시예에서, 제1 센서 모듈(1276-1) 및/또는 제2 센서 모듈(1276-2)은 웨어러블 전자 장치(1200)의 회전 방향, 회전 속도 및/또는 회전 각도를 검출할 수 있다. 제1 센서 모듈(1276-1) 및/또는 제2 센서 모듈(1276-2)은 자이로 센서(예: 회전 감지 센서) 및/또는 가속도 센서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 자이로 센서(예: 회전 감지 센서)는 웨어러블 전자 장치(1200)의 각 축을 기준으로 작용하는 각속도 및/또는 각도와 관련된 신호를 측정할 수 있다. 예를 들어, 자이로 센서(예: 회전 감지 센서)는 기준 축을 중심으로 roll, pitch, yaw 축의 시간 단위 당 회전 각도의 변화량을 측정할 수 있다. 예를 들어, 가속도 센서는 웨어러블 전자 장치(1200)의 가속도와 관련된 신호를 측정할 수 있다. 예를 들어, 가속도 센서는 기준 축을 중심으로 roll, pitch, yaw 축의 회전 각도를 측정할 수 있다.
- [141] 일 실시예에서, 제1 통신 모듈(1290-1) 및/또는 제2 통신 모듈(1290-2)은 네트워크(예: 도 1의 제1 네트워크(198) 및/또는 제2 네트워크(199))를 통하여 도 1의 전자 장치(101) 및/또는 외부 전자 장치(102, 104, 108)와 통신하여 다양한 정보를 수신 및/또는 송신할 수 있다.

- [142] 일 실시예에서, 제1 프로세서(1260-1)는 제1 통신 모듈(1290-1)과 전기적으로 연결될 수 있고, 제2 프로세서(1260-2)는 제2 통신 모듈(1290-2)과 전기적으로 연결될 수 있다. 제1 프로세서(1260-1)는 제1 통신 모듈(1290-1)을 통해 전자 장치(101) 및/또는 외부 전자 장치(102, 104, 108)로부터 수신된 다양한 정보를 처리할 수 있다. 제2 프로세서(1260-2)는 제2 통신 모듈(1290-2)을 통해 전자 장치(101) 및/또는 외부 전자 장치(102, 104, 108)로부터 수신된 다양한 정보를 처리할 수 있다. 제1 프로세서(1260-1)는 제1 통신 모듈(1290-1)을 통해 다양한 정보를 전자 장치(101) 및/또는 외부 전자 장치(102, 104, 108)에 전달할 수 있다. 제2 프로세서(1260-2)는 제2 통신 모듈(1290-2)을 통해 다양한 정보를 전자 장치(101) 및/또는 외부 전자 장치(102, 104, 108)에 전달할 수 있다.
- [143] 일 실시예에서, 제1 프로세서(1260-1)는 제1 스피커(1220-1), 제1 마이크(1230-1), 제1 센서 모듈(1276-1) 및 제1 통신 모듈(1290-1)과 작동적 또는 전기적으로 연결될 수 있다. 제2 프로세서(1260-2)는 제2 스피커(1220-2), 제2 마이크(1230-2), 제2 센서 모듈(1276-2) 및 제2 통신 모듈(1290-2)과 작동적 또는 전기적으로 연결될 수 있다.
- [144] 도 12b는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 외부 구성을 도시하고, 도 12c는 일 실시예에 따른 웨어러블 전자 장치의 내부 구성을 도시한다.
- [145] 일 실시예에서, 도 12b 및 도 12c에 개시된 웨어러블 전자 장치(1200)는 도 12a에 개시된 제1 무선 이어폰(1200-1) 또는 제2 무선 이어폰(1200-2)일 수 있다. 또한, 도 12b 및 도 12c에 개시된 웨어러블 전자 장치(1200)는 도 12a에 개시된 제1 무선 이어폰(1200-1) 또는 제2 무선 이어폰(1200-2)에서 설명된 실시예들을 실질적으로 동일하게 포함할 수 있다.
- [146] 일 실시예에서, 웨어러블 전자 장치(1200)는 사용자의 귀에 착용하고, 음악 또는 동영상의 음향을 출력하거나 사용자의 음성을 처리할 수 있다. 일 실시예에서, 웨어러블 전자 장치(1200)는 스탠드 얼론(stand-alone) 방식을 통해 독립적으로 동작하거나, 인터랙션(interaction) 방식을 통해 외부 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101), 전자 장치(102, 104) 및/또는 서버(108))와 연계하여 동작할 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 전자 장치(1200)가 스탠드 얼론 방식을 통해 동작하는 경우, 웨어러블 전자 장치(1200)는 자체적으로 재생되는 음악 또는 동영상에 대응하는 음향을 출력하거나 사용자의 음성을 수신하여 처리할 수 있다. 예를 들어, 웨어러블 전자 장치(1200)가 인터랙션 방식을 통해 동작하는 경우, 웨어러블 전자 장치(1200)는 스마트폰과 같은 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))와 블루투스 통신을 통해 페어링(pairing)되고, 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))로부터 수신된 데이터를 변환하여 음향을 출력하거나 사용자의 음성을 수신하여 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))에 전송할 수 있다.
- [147] 도 12b 및 도 12c를 참조하면, 웨어러블 전자 장치(1200)(예: 제1 무선 이어폰(1200-1) 및/또는 제2 무선 이어폰(1200-2))는 하우징(1210), 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2)), 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1)

또는 제2 마이크(1230-2)), 인쇄 회로 기판(1240), 사운드 홀 커버(1250), 센서 모듈(1276)(예: 제1 센서 모듈(1276-1) 또는 제2 센서 모듈(1276-2)), 및/또는 배터리(1280)를 포함할 수 있다.

[148] 다양한 실시예에 따르면, 웨어러블 전자 장치(1200)는 상술한 구성에 한정되지 않고, 다른 다양한 구성요소를 더 포함할 수도 있다.

[149] 일 실시예에서, 하우징(1210)은 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2)), 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1) 또는 제2 마이크(1230-2)), 인쇄 회로 기판(1240), 및/또는 센서 모듈(1276)(예: 제1 센서 모듈(1276-1) 또는 제2 센서 모듈(1276-2))을 내부에 수용하고 보호할 수 있다. 하우징(1210)은 제1 하우징(1210a)(예: 상부 하우징) 및 제2 하우징(1210b)(예: 하부 하우징)을 포함할 수 있다. 제1 하우징(1210a)(예: 상부 하우징) 및 제2 하우징(1210b)(예: 하부 하우징)은 착탈 가능하게 결합될 수 있다. 제1 하우징(1210a)(예: 상부 하우징) 및 제2 하우징(1210b)(예: 하부 하우징)은 일체로 형성될 수도 있다.

[150] 일 실시예에서, 하우징(1210)은 사용자의 귓속에 삽입되기 위한 돌출부(1211)를 포함할 수 있다. 하우징(1210)은 돌출부(1211)와 일체로 연결될 수 있다. 돌출부(1211)는 하우징(1210)의 일부를 구성할 수 있다. 예를 들어, 돌출부(1211)는 하우징(1210)의 일부로부터 외부 방향으로 실질적으로 원통형의 형상으로 돌출될 수 있다. 돌출부(1211)는 내부에 사운드 홀(1255)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 사운드 홀(1255)은 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2))와 연통된 스피커 홀(미도시) 및/또는 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1) 또는 제2 마이크(1230-2))와 연통된 마이크 홀(미도시)을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 스피커 홀(미도시)과 마이크 홀(미도시)은 파티션(partition)에 의해 물리적으로 분리될 수 있다. 다양한 실시예에 따르면, 스피커 홀(미도시)과 마이크 홀(미도시)은 상기 파티션에 의해 분리되지 않을 수도 있다.

[151] 일 실시예에서, 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2))는 전기적인 신호를 음향(예: 오디오 신호)로 변환시키고, 변환된 음향을 사운드 홀(1255)을 통해 출력할 수 있다. 스피커(1220)는 인쇄 회로 기판(1240)에 배치된 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))로부터 전기적인 신호를 수신할 수 있다. 일 실시예에서, 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2))는 원통형의 형상으로 구성될 수 있다. 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2))는 인쇄 회로 기판(1240)과 전기적으로 연결될 수 있다.

[152] 예를 들어, 도 12c에서 보듯이, 스피커(1220)(예: 제1 스피커(1220-1) 또는 제2 스피커(1220-2))는 트위터 스피커(1220a) 및 우퍼 스피커(1220b) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 트위터 스피커(1220a)는 고음 주파수를 출력하는 스피커 유닛으로, 스피커의 고음 영역을 담당할 수 있다. 예를 들어, 트위터 스피커(1220a)는 진동판의 크기가 작고, 진동의 범위가 좁으며, 고음 출력을 강조할 수 있다. 우퍼 스피커(1220b)는 저음 주파수를 출력하는 대형 스피커 유닛으로, 스피커의 저음 영

역을 담당할 수 있다. 예를 들어, 우퍼 스피커(1220b)는 진동판의 크기가 크고, 진동의 범위가 넓으며, 저음 출력을 강조할 수 있다.

- [153] 일 실시예에서, 트위터 스피커(1220a) 및 우퍼 스피커(1220b) 중 적어도 하나는 피에조 스피커(예: 도 4의 스피커(SPK))로 구현될 수 있다. 예를 들어, 트위터 스피커(1220a) 및 우퍼 스피커(1220b) 중 적어도 하나는 디스크 피에조 스피커(disk piezo speaker), 베이스 스트립 피에조 스피커(bass strip piezo speaker), 트위터 피에조 스피커(tweeter piezo speaker), 유리/세라믹 피에조 스피커(glass/ceramic piezo speaker), 및 플레인 폼 피에조 스피커(plain form piezo speaker) 중 적어도 하나일 수 있다. 예를 들어, 피에조 스피커(예: 도 4의 스피커(SPK))는 고음 주파수를 출력하는 트위터 스피커(1220a)로서, 고음 영역을 담당할 수 있다. 예를 들어, 피에조 스피커(예: 도 4의 스피커(SPK))는 저음 주파수를 출력하는 우퍼 스피커(1220b)로서, 저음 영역을 담당할 수 있다. 예를 들어, 피에조 스피커(예: 도 4의 스피커(SPK))는 고음 주파수 및 저음 주파수를 모두 출력하는 통합 스피커로서, 고음 영역 및 저음 영역을 모두 담당할 수 있다.
- [154] 일 실시예에서, 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1) 또는 제2 마이크(1230-2))는 사운드 홀(1255)을 통해 입력되는 음향을 전기적인 신호로 변환시킬 수 있다. 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1) 또는 제2 마이크(1230-2))는 상기 변환된 전기적인 신호를 인쇄 회로 기판(1240)에 배치된 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))에 전달할 수 있다. 일 실시예에서, 마이크(1230)(예: 제1 마이크(1230-1) 또는 제2 마이크(1230-2))는 적어도 하나의 외부 마이크 및/또는 적어도 하나의 내부 마이크를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 12a를 참조하면, 적어도 하나의 외부 마이크는 하우징(1210)(예: 제1 하우징(1210a))의 외면에 배치될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 내부 마이크는 하우징(1210) 내의 인쇄 회로 기판(1240)과 인접한 위치에 배치될 수 있다.
- [155] 일 실시예에서, 인쇄 회로 기판(1240)에는 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))가 배치될 수 있다. 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))는 스피커(1220), 마이크(1230) 및 센서 모듈(1276)과 전기적으로 연결될 수 있다. 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))는 스피커(1220), 마이크(1230) 및 센서 모듈(1276)과 관련된 신호들을 처리할 수 있다. 인쇄 회로 기판(1240)은 플렉서블 인쇄 회로 기판을 포함할 수 있다.
- [156] 일 실시예에서, 사운드 홀 커버(1250)는 돌출부(1211)의 단부에 배치될 수 있다. 사운드 홀 커버(1250)는 돌출부(1211)의 단부를 덮을 수 있다. 하우징(1210)은 사운드 홀 커버(1250)를 통해, 사운드 홀(1255)의 내부에 이물질이 유입되지 않게 할 수 있다. 사운드 홀 커버(1250)는 사운드 홀(1255)을 통해 음향이 출입될 수 있도록 적어도 하나의 홀을 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 사운드 홀 커버(1250)는 그릴 메쉬(grill mesh)를 포함할 수 있다.

- [157] 일 실시예에서, 센서 모듈(1276)(예: 제1 센서 모듈(1276-1) 또는 제2 센서 모듈(1276-2))은 인쇄 회로 기판(1240)에 배치된 프로세서(예: 제1 프로세서(1260-1) 또는 제2 프로세서(1260-2))와 전기적으로 연결될 수 있다. 센서 모듈(1276)(예: 제1 센서 모듈(1276-1) 또는 제2 센서 모듈(1276-2))은 웨어러블 전자 장치(1200)의 회전 방향, 회전 속도 및/또는 회전 각도를 검출할 수 있다. 예를 들어, 센서 모듈(1276)(예: 제1 센서 모듈(1276-1) 또는 제2 센서 모듈(1276-2))은 자이로 센서(예: 회전 감지 센서), 및/또는 가속도 센서를 포함할 수 있다.
- [158] 일 실시예에서, 배터리(1280)는 웨어러블 전자 장치(1200)의 적어도 하나의 구성요소(예: 스피커(1220), 마이크(1230), 인쇄 회로 기판(1240), 센서 모듈(1276))에 전력을 공급할 수 있다. 예를 들어, 배터리(1280)는 재충전 가능한 2차 전지 및 연료 전지 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [159] 도 13은 일 실시예에 따른 전자 장치(1310)와 전기적으로 연결된 웨어러블 장치(1320)를 도시한다.
- [160] 도 13을 참조하면, 전자 장치(1310) 및 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 데이터 통신을 수행할 수 있다.
- [161] 전자 장치(1310)는 입력 데이터를 생성하고, 상기 입력 데이터를 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)에 출력할 수 있다. 예를 들어, 상기 입력 데이터는 입력 오디오 신호를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(1310)는 스마트폰, 태블릿 PC, 카메라, 텔레비전, 홈시스템 제어 장치, 자동차 중 적어도 하나일 수 있다.
- [162] 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 전자 장치(1310)로부터 수신한 입력 데이터에 기초하여 소정의 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 전자 장치(1310)로부터 수신한 입력 오디오 신호에 기초하여 아날로그 오디오 신호를 생성하고, 아날로그 오디오 신호에 기초하여 음향을 출력할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 스마트 이어폰(1321), 스마트 워치(1322), 스마트 글래스(1323), 및 스마트 링(1324) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.
- [163] 일 예에 따르면, 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 오디오 처리 모듈(예: 도 4의 오디오 처리 모듈(400)) 및 스피커(예: 도 4의 스피커(SPK))를 포함할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프, 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC, 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프, 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프, 및 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 스피커는 피에조 스피커(piezo speaker)를 포함할 수 있다.
- [164] 따라서, 적어도 하나의 웨어러블 장치(1320)는 입력 오디오 신호에 대한 DRE를 수행하고, 노이즈 게이트를 이용하여 오디오 처리 과정에서 발생하는 노이즈를

제거함으로써, 노이즈가 최소화된 고해상도(hi-resolution) 음향을 구현할 수 있다.

- [165] 본 개시의 실시예들에 따른 음향을 출력하는 전자 장치(예: 도 1의 전자 장치(101))는 적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리(예: 도 1의 메모리(130)), 상기 적어도 하나의 명령어를 실행하는 프로세서(예: 도 1의 프로세서(120)), 적어도 하나의 스피커(예: 도 1의 음향 출력 모듈(155)), 및 입력 오디오 신호를 처리하여 상기 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈(예: 도 1의 오디오 모듈(170))을 포함할 수 있다. 상기 오디오 처리 모듈은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프(예: 도 4의 디지털 앰프(410)), 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC(예: 도 4의 DAC(420)), 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프(예: 도 4의 아날로그 앰프(430)), 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프(예: 도 4의 부스트 앰프(440)), 및 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트(예: 도 4의 노이즈 게이트(NG))를 포함할 수 있다. 상기 디지털 앰프는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 상기 아날로그 앰프는 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.
- [166] 일 실시예에서, 상기 디지털 앰프 및 상기 아날로그 앰프는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [167] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스피커는 피에조(piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압일 수 있다.
- [168] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 상기 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거할 수 있다.
- [169] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트의 임계 레벨(threshold level)은 아래 [수식1]에 의해 결정될 수 있다.
- [170] [수식1]
- [171] $TL = (Noise_{AA} \times Gain_{BA}) + Noise_{BA}$
- [172] (단, 여기서, TL은 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트의 상기 임계 레벨이고, $Noise_{AA}$ 는 상기 아날로그 앰프 노이즈이고, $Gain_{BA}$ 는 부스트 앰프 게인이고, $Noise_{BA}$ 는 상기 부스트 앰프 노이즈이다.)
- [173] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거할 수 있다.
- [174] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 DAC 및 상기 아날로그 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1

노이즈 게이트, 및 상기 부스트 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 아날로그 앰프 노이즈 및 부스트 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트를 포함할 수 있다.

- [175] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 DAC 및 상기 아날로그 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1 노이즈 게이트, 상기 부스트 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 부스트 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트, 및 상기 아날로그 앰프 및 상기 부스트 앰프 사이에 배치되고, 아날로그 앰프 노이즈를 제거하는 제3 노이즈 게이트를 포함할 수 있다.
- [176] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 DAC 및 상기 부스트 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1 노이즈 게이트, 및 상기 아날로그 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 부스트 앰프 노이즈 및 아날로그 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트를 포함할 수 있다.
- [177] 일 실시예에서, 상기 부스트 앰프는 적어도 두 개의 서브-앰프를 포함할 수 있다. 상기 적어도 두 개의 서브-앰프가 상호 병렬 연결됨에 기초하여, 상기 부스트 앰프에 의해 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호의 신호대잡음비(signal to noise ratio)가 증가할 수 있다.
- [178] 일 실시예에서, 상기 오디오 처리 모듈은 상기 디지털 앰프 및 상기 부스트 앰프가 통합된 비트 뎀스 컨버터(bit-depth converter)를 포함할 수 있다. 상기 비트 뎀스 컨버터는 상기 디지털 오디오 신호의 비트 뎀스를 변경함으로써, 상기 디지털 게인을 증가시킬 수 있다.
- [179] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스피커는 코일(coil) 스피커 및 피에조(piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 상기 코일 스피커는 상기 아날로그 앰프에서 증폭된 제1 아날로그 오디오 신호를 수신할 수 있다. 상기 피에조 스피커는 상기 제1 아날로그 오디오 신호가 상기 부스트 앰프에서 상기 기준 고전압 이상으로 부스팅된 제2 아날로그 오디오 신호를 수신할 수 있다.
- [180] 본 개시의 실시예들에 따른 입력 오디오 신호를 처리하여 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈(예: 도 4의 오디오 처리 모듈(400))은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프(예: 도 4의 디지털 앰프(410)), 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC(예: 도 4의 DAC(420)), 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프(예: 도 4의 아날로그 앰프(430)), 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프(예: 도 4의 부스트 앰프(440)), 및 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트(예: 도 4의 노이즈 게이트(NG))를 포함할 수 있다. 상기 디지털 앰프는 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 상기 아날로그 앰프는

상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.

- [181] 일 실시예에서, 상기 디지털 앰프 및 상기 아날로그 앰프는 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [182] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스피커는 피에조(Piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압일 수 있다.
- [183] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는 상기 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 상기 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거할 수 있다.
- [184] 본 개시의 실시예들에 따른 음향 출력 방법은 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작, 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 동작, 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 동작, 및 상기 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력하는 동작을 포함할 수 있다. 상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용할 수 있다. 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용할 수 있다.
- [185] 일 실시예에서, 상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작 및 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행할 수 있다.
- [186] 일 실시예에서, 상기 적어도 하나의 스피커는 피에조(piezo) 스피커를 포함할 수 있다. 상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압일 수 있다.
- [187] 일 실시예에서, 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 동작은 상기 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 상기 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거할 수 있다.
- [188] 본 문서의 다양한 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들면, 단수로 표현된 구성요소는 문맥상 명백하게 단수만을 의미하지 않는다면 복수의 구성요소를 포함하는 개념으로 이해되어야 한다. 본 문서에서 사용되는 '및/또는'이라는 용어는, 열거되는 항목들 중 하나 이상의 항목에 의한 임의의 가능한 모든 조

합들을 포괄하는 것임이 이해되어야 한다. 본 개시에서 사용되는 '포함하다,' '가지다,' '구성되다' 등의 용어는 본 개시 상에 기재된 특징, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것일 뿐이고, 이러한 용어의 사용에 의해 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 배제하려는 것은 아니다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제1", "제2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다.

[189] 본 문서의 다양한 실시예들에서 사용된 용어 "~부" 또는 "~모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로와 같은 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. "~부" 또는 "~모듈"은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시예에 따르면, "~부" 또는 "~모듈"은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

[190] 본 문서의 다양한 실시예들에서 사용된 용어 "~할 경우"는 문맥에 따라 "~할 때", 또는 "~할 시" 또는 "결정하는 것에 응답하여" 또는 "검출하는 것에 응답하여"를 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 유사하게, "~라고 결정되는 경우" 또는 "~이 검출되는 경우"는 문맥에 따라 "결정 시" 또는 "결정하는 것에 응답하여", 또는 "검출 시" 또는 "검출하는 것에 응답하여"를 의미하는 것으로 해석될 수 있다.

[191] 본 문서를 통해 설명된 전자 장치(200)에 의해 실행되는 프로그램은 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 프로그램은 컴퓨터로 읽을 수 있는 명령어들을 수행할 수 있는 모든 시스템에 의해 수행될 수 있다.

[192] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령어(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어는, 컴퓨터로 읽을 수 있는 저장 매체(computer-readable storage media)에 저장된 명령어를 포함하는 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장 매체로는, 예를 들어 마그네틱 저장 매체(예컨대, ROM(Read-Only Memory), RAM(Random-Access Memory), 플로피 디스크, 하드 디스크 등) 및 광학적 판독 매체(예컨대, 시디롬(CD-ROM), 디브이디(DVD: Digital Versatile Disc)) 등이 있다. 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장 매체는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템들에 분산되어, 분산 방식으로 컴퓨터가 판

독 가능한 코드가 저장되고 실행될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두 개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

- [193] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있으며, 복수의 개체 중 일부는 다른 구성요소에 분리 배치될 수도 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 전술한 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성요소는 상기 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 상기 통합 이전에 상기 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 상기 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 입력 오디오 신호를 처리하여 적어도 하나의 스피커로 출력하는 오디오 처리 모듈(400)에 있어서,
 디지털 오디오 신호를 증폭하는 디지털 앰프(410);
 상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 DAC(420);
 상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 아날로그 앰프(430);
 상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으로 부스팅하는 부스트 앰프(440); 및
 상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 적어도 하나의 노이즈 게이트(NG)를 포함하고,
 상기 디지털 앰프는,
 상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용하고,
 상기 아날로그 앰프는,
 상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용하는,
 오디오 처리 모듈.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 디지털 앰프 및 상기 아날로그 앰프는,
 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행하는,
 오디오 처리 모듈.
- [청구항 3] 전술한 항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는,
 상기 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 상기 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거하고,
 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는,
 오디오 처리 모듈.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트의 임계 레벨(threshold level)은 아래 [수식1]에 의해 결정되는,
 오디오 처리 모듈.
- [수식1]

$$TL = (Noise_{AA} \times Gain_{BA}) + Noise_{BA}$$
 (단, 여기서, TL은 상기 적어도 하나의 노이즈 게이트의 상기 임계 레벨이고, $Noise_{AA}$ 는 상기 아날로그 앰프 노이즈이고, $Gain_{BA}$ 는 부스트 앰프 게인이고, $Noise_{BA}$ 는 상기 부스트 앰프 노이즈이다.)

- [청구항 5] 전술한 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는,
상기 DAC 및 상기 아날로그 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1 노이즈 게이트; 및
상기 부스트 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 아날로그 앰프 노이즈 및 부스트 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트를 포함하는,
오디오 처리 모듈.
- [청구항 6] 전술한 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는,
상기 DAC 및 상기 아날로그 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1 노이즈 게이트;
상기 부스트 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 부스트 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트; 및
상기 아날로그 앰프 및 상기 부스트 앰프 사이에 배치되고, 아날로그 앰프 노이즈를 제거하는 제3 노이즈 게이트를 포함하는,
오디오 처리 모듈.
- [청구항 7] 전술한 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 노이즈 게이트는,
상기 DAC 및 상기 부스트 앰프 사이에 배치되고, 상기 DAC에서 생성되는 DAC 노이즈를 제거하는 제1 노이즈 게이트; 및
상기 아날로그 앰프 및 상기 적어도 하나의 스피커 사이에 배치되고, 부스트 앰프 노이즈 및 아날로그 앰프 노이즈를 제거하는 제2 노이즈 게이트를 포함하는,
오디오 처리 모듈.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 부스트 앰프는 적어도 두 개의 서브-앰프를 포함하고,
상기 적어도 두 개의 서브-앰프가 상호 병렬 연결됨에 기초하여, 상기 부스트 앰프에 의해 부스팅된 상기 아날로그 오디오 신호의 신호대잡음비(signal to noise ratio)가 증가하는,
오디오 처리 모듈.
- [청구항 9] 전술한 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 오디오 처리 모듈은,
상기 디지털 앰프 및 상기 부스트 앰프가 통합된 비트 뎁스 컨버터(bit-depth converter)를 더 포함하고,
상기 비트 뎁스 컨버터는,
상기 디지털 오디오 신호의 비트 뎁스를 변경함으로써, 상기 디지털 게인을 증가시키는,

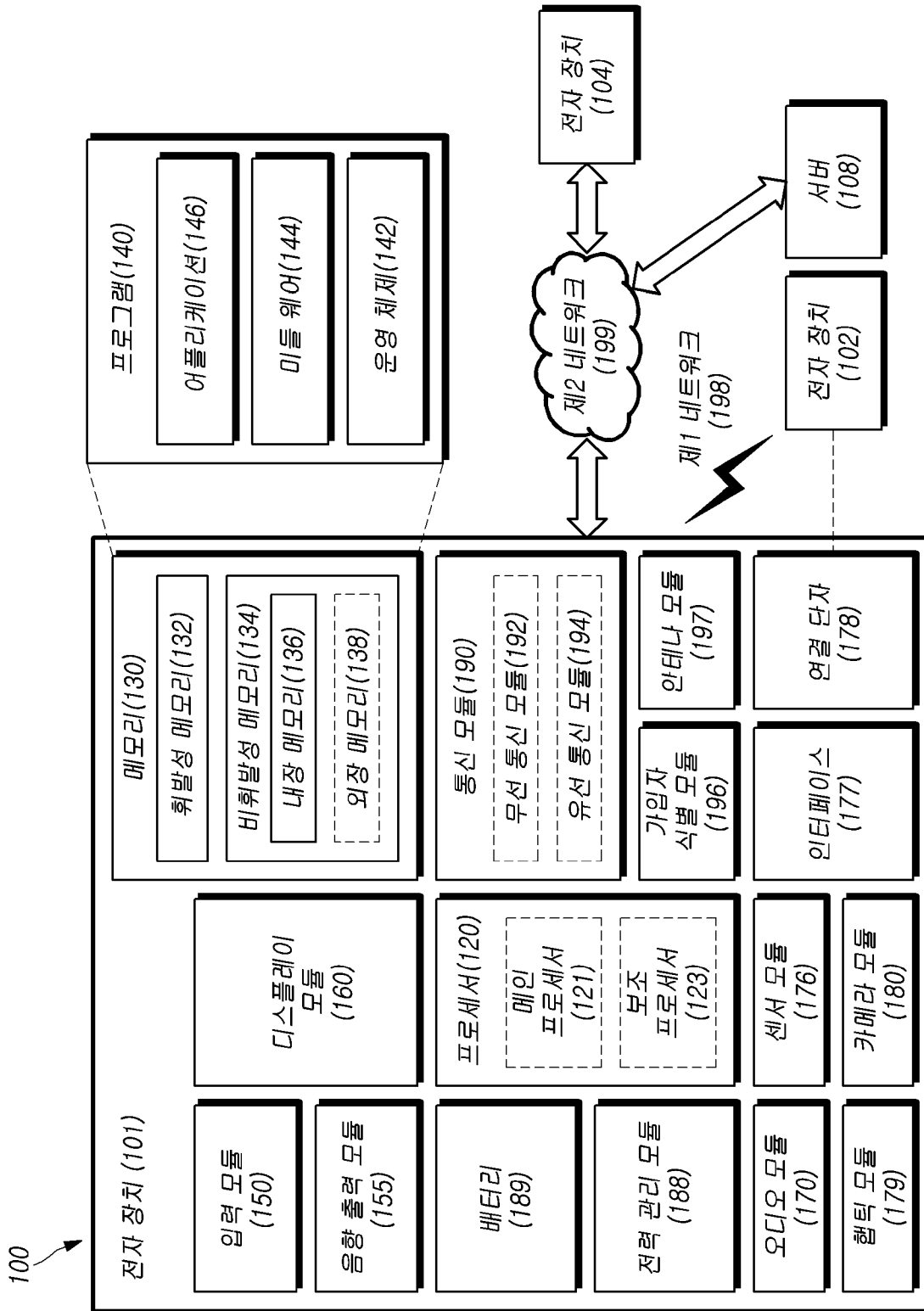
- 오디오 처리 모듈.
- [청구항 10] 음향을 출력하는 전자 장치에 있어서,
적어도 하나의 명령어를 저장하는 메모리;
상기 적어도 하나의 명령어를 실행하는 프로세서;
적어도 하나의 스피커; 및
전술한 항 중 어느 한 항에 따른 오디오 처리 모듈을 포함하는,
전자 장치.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
상기 적어도 하나의 스피커는 코일(coil) 스피커 및 피에조(piezo) 스피커
를 포함하고,
상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압이고,
상기 코일 스피커는 상기 아날로그 앰프에서 증폭된 제1 아날로그 오디오
신호를 수신하고,
상기 피에조 스피커는 상기 제1 아날로그 오디오 신호가 상기 부스트 앰
프에서 상기 기준 고전압 이상으로 부스팅된 제2 아날로그 오디오 신호를
수신하는,
전자 장치.
- [청구항 12] 음향을 출력하는 방법에 있어서,
디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작(1110);
상기 디지털 오디오 신호를 아날로그 오디오 신호로 변환하는 동작
(1120);
상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작(1130);
상기 아날로그 오디오 신호를 기준 고전압(reference high voltage) 이상으
로 부스팅하는 동작(1140);
상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 동작(1150); 및
상기 아날로그 오디오 신호를 적어도 하나의 스피커로 출력하는 동작
(1160)을 포함하고,
상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작은,
상기 디지털 오디오 신호에 양(+)의 디지털 게인(digital gain)을 적용하고,
상기 아날로그 오디오 신호를 증폭하는 동작은,
상기 아날로그 오디오 신호에 음(-)의 아날로그 게인(analog gain)을 적용
하는,
방법.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 디지털 오디오 신호를 증폭하는 동작 및 상기 아날로그 오디오 신호
를 증폭하는 동작은,

상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인의 합산 게인(total gain)이 0dB가 되도록 상기 양(+)의 디지털 게인 및 상기 음(-)의 아날로그 게인을 설정함으로써, DRE(dynamic range enhancement)를 수행하는, 방법.

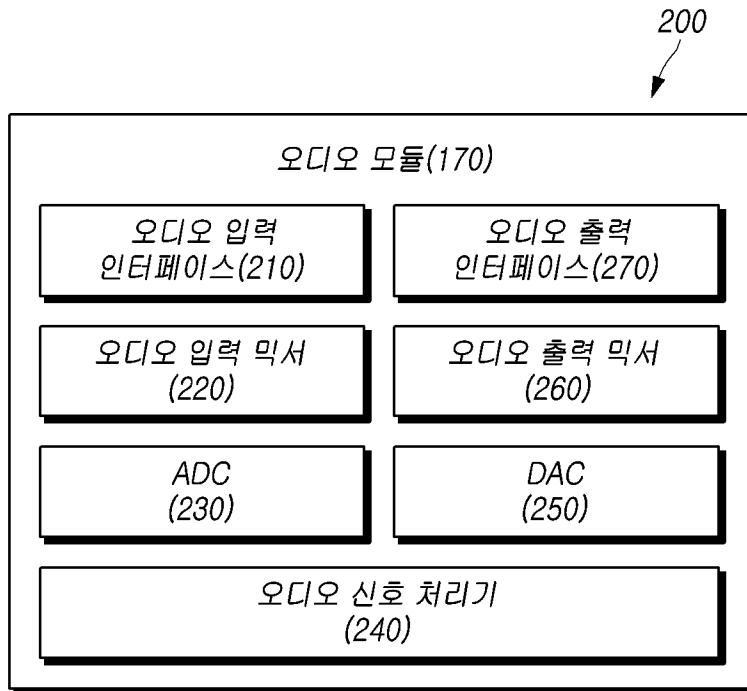
[청구항 14] 제12항 또는 제13항에 있어서,
상기 적어도 하나의 스피커는 피에조(piezo) 스피커를 포함하고,
상기 기준 고전압은 상기 피에조 스피커를 구동하기 위한 최소 전압인,
방법.

[청구항 15] 제12항, 제13항, 또는 제14항에 있어서,
상기 아날로그 오디오 신호에 포함된 노이즈를 제거하는 동작은,
상기 아날로그 앰프에서 생성된 아날로그 앰프 노이즈, 및 상기 부스트 앰프에서 생성된 부스트 앰프 노이즈를 제거하는,
방법.

[도 1]



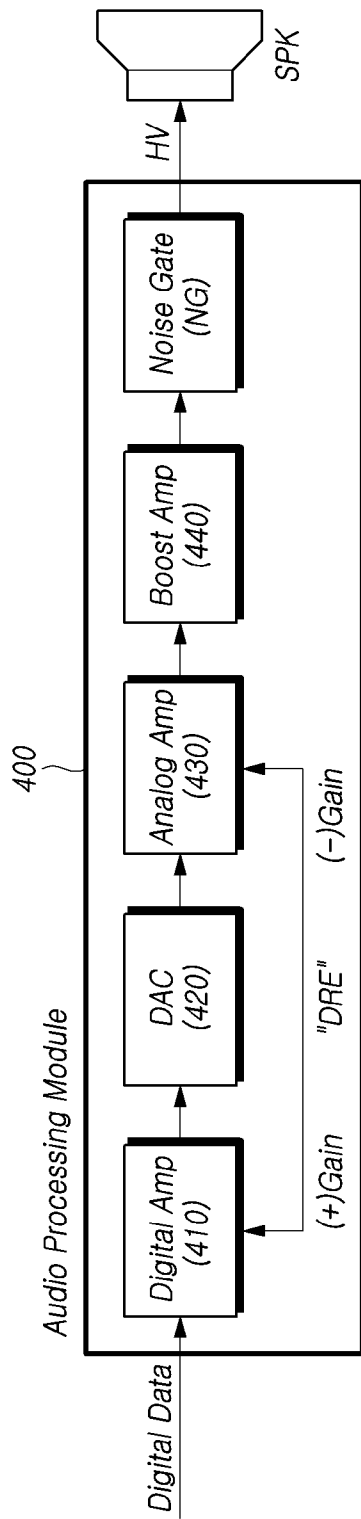
[도2]



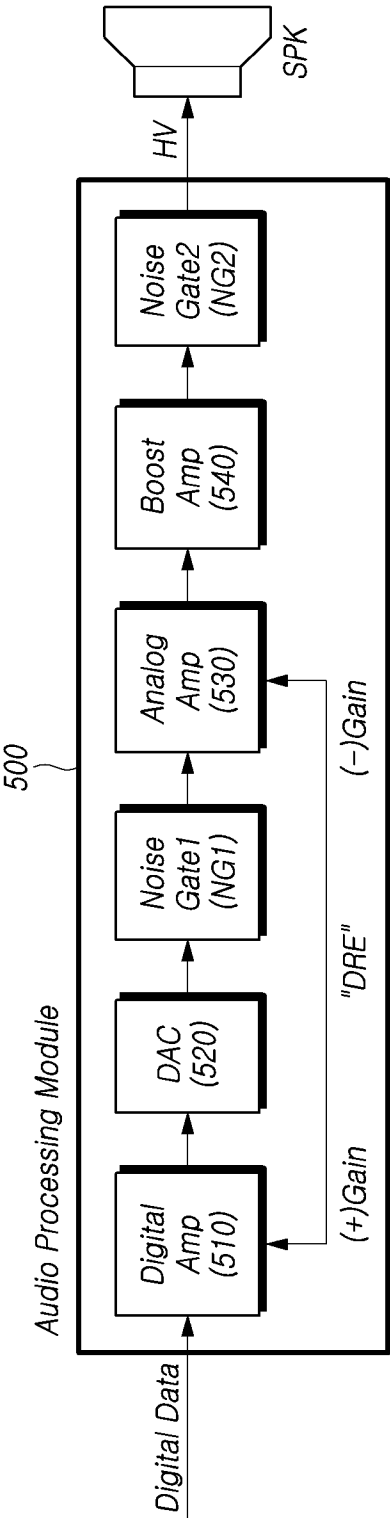
[도3]



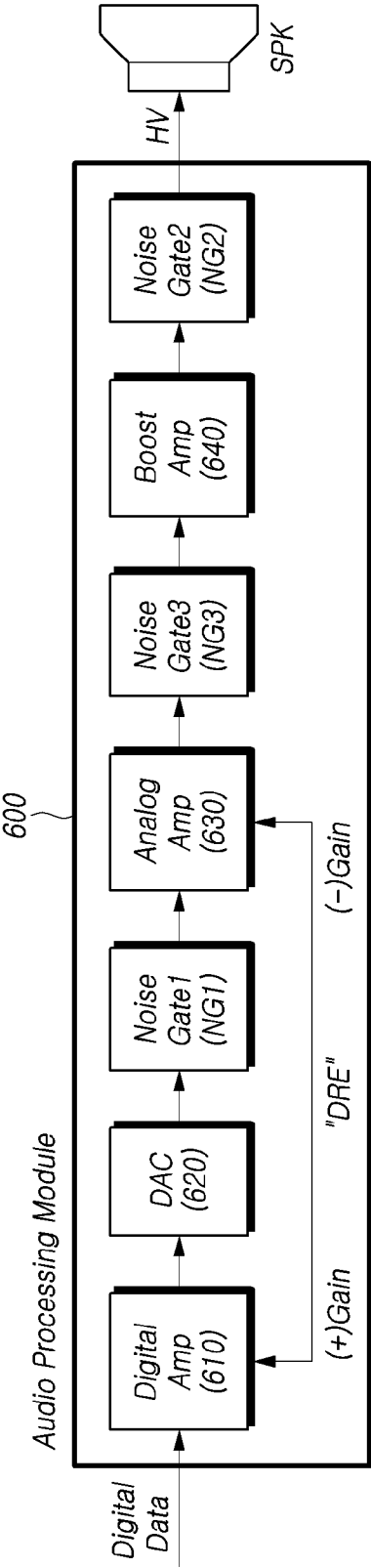
[도4]



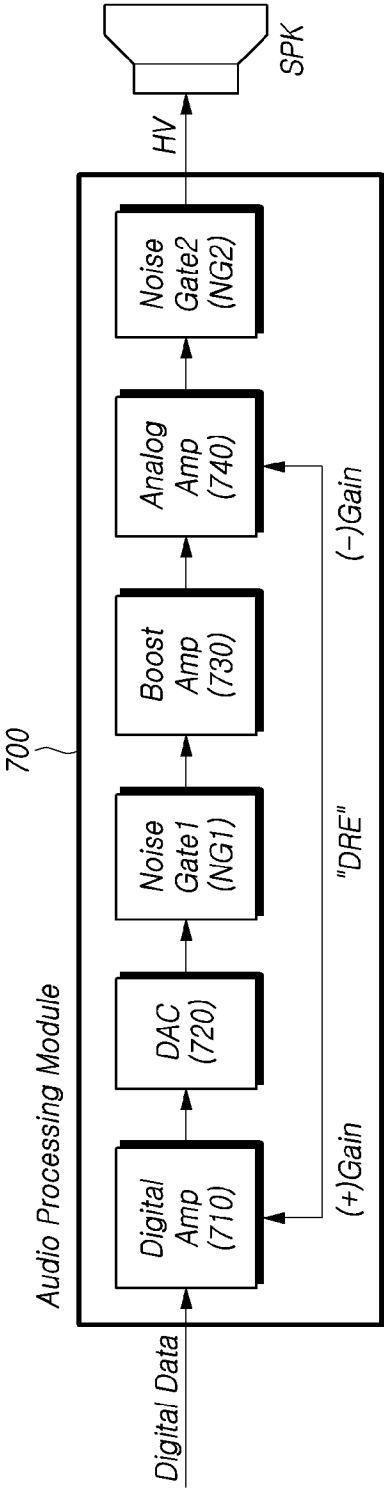
[도5]



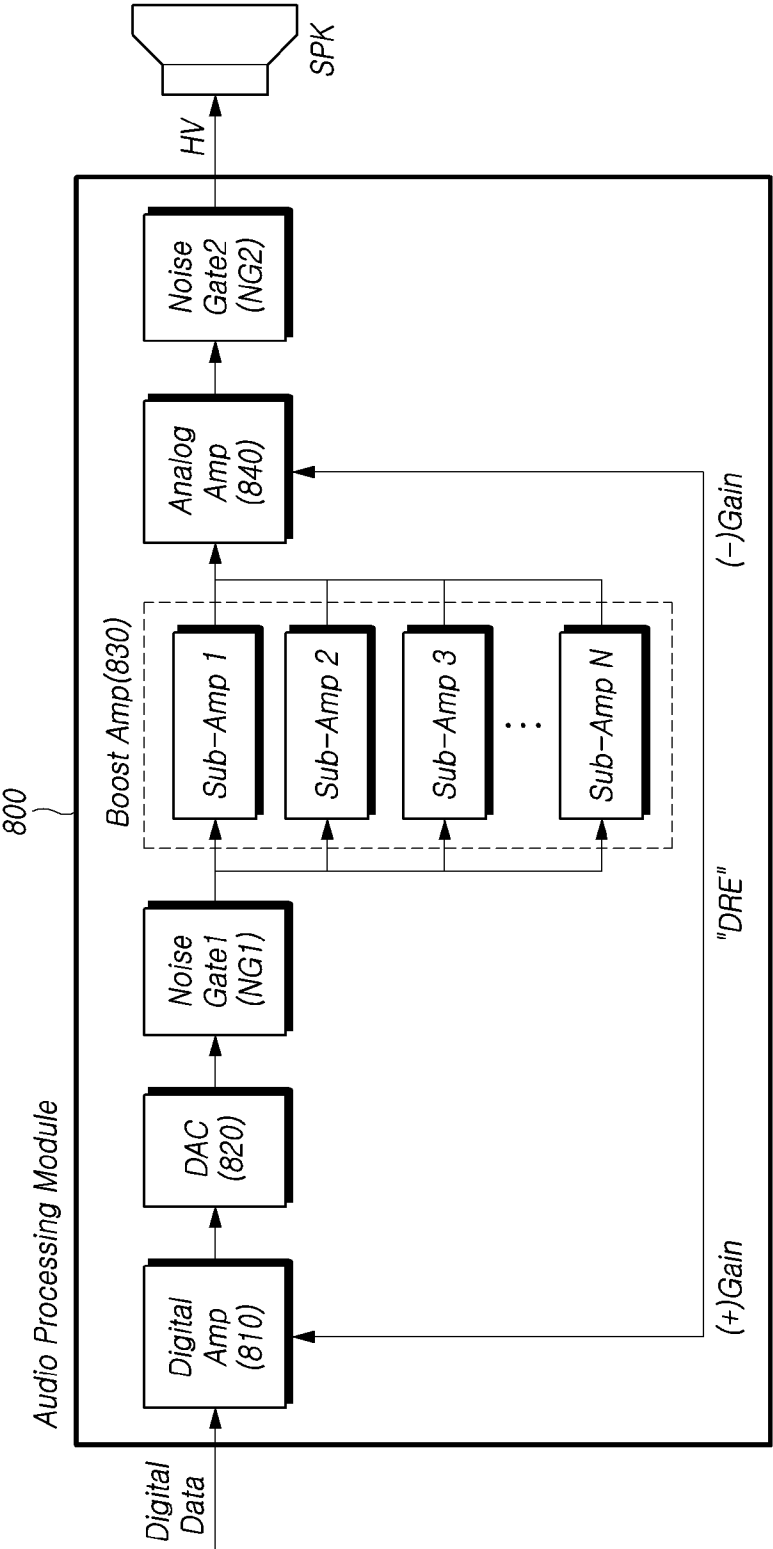
[도6]



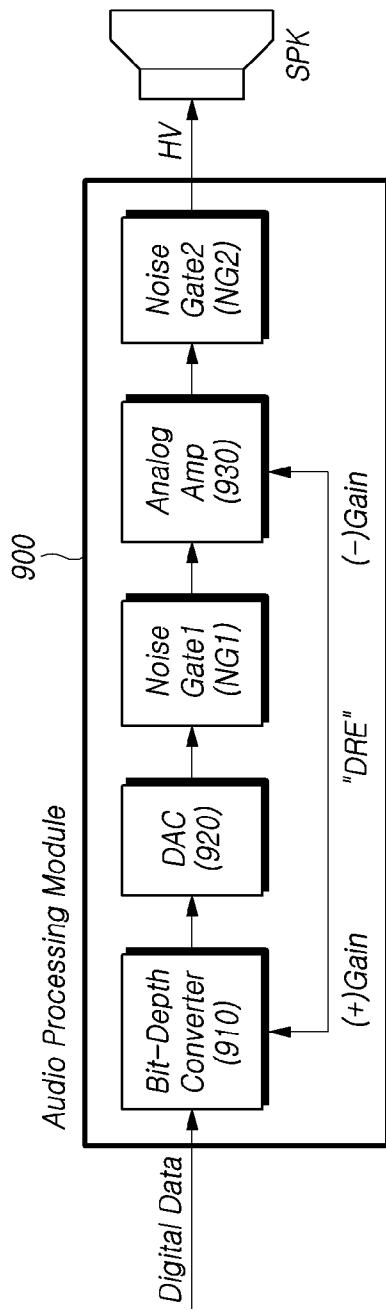
[도7]



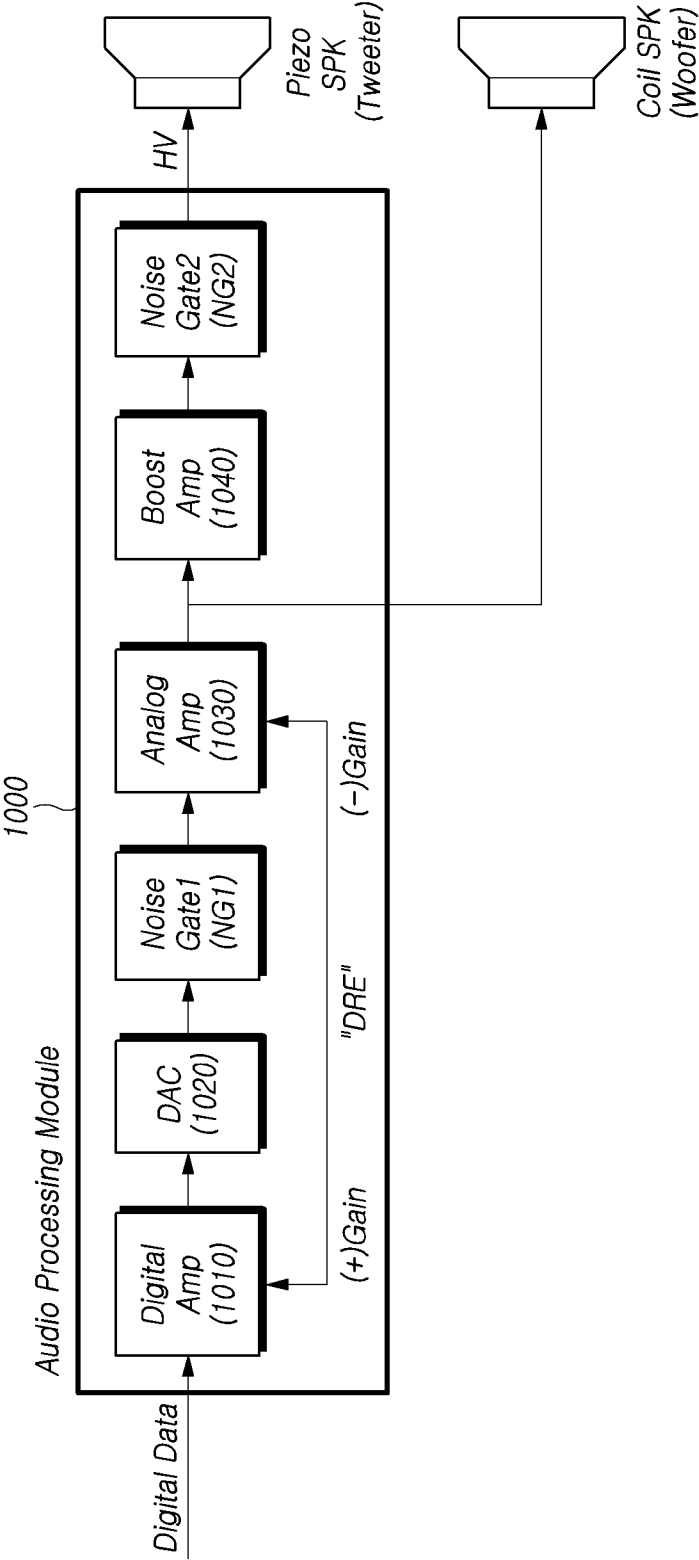
[도8]



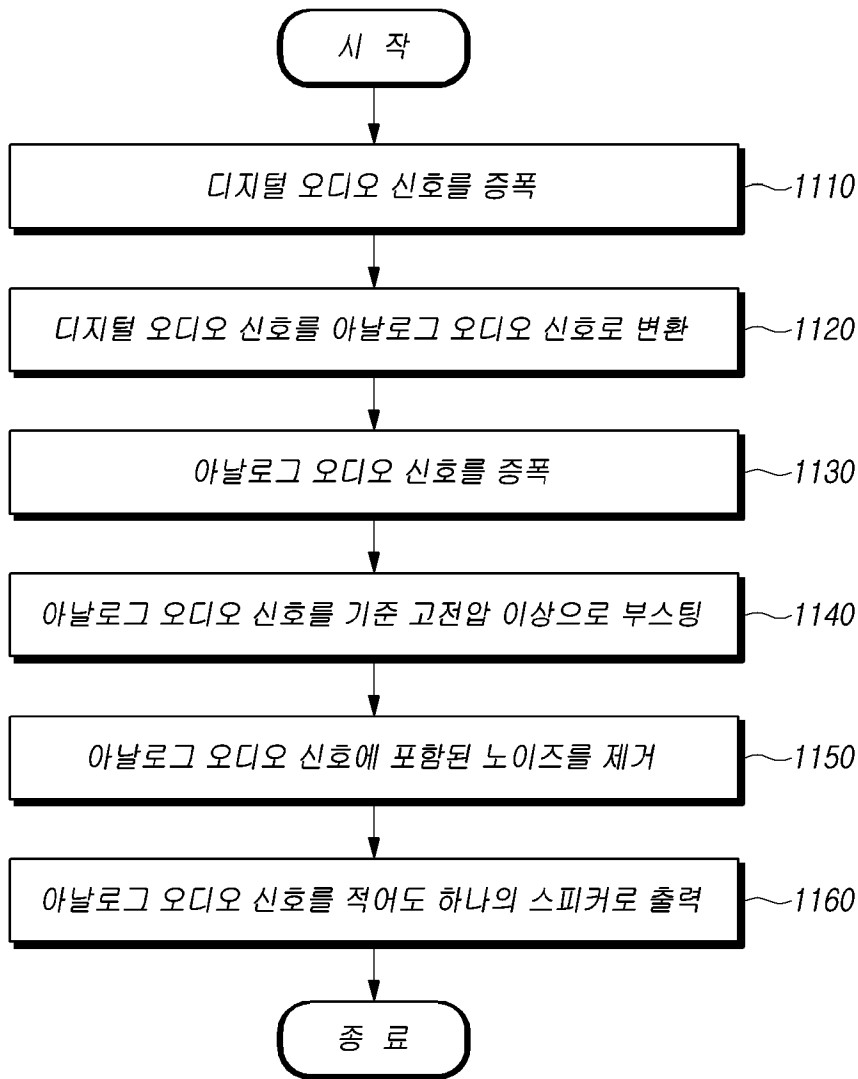
[도9]



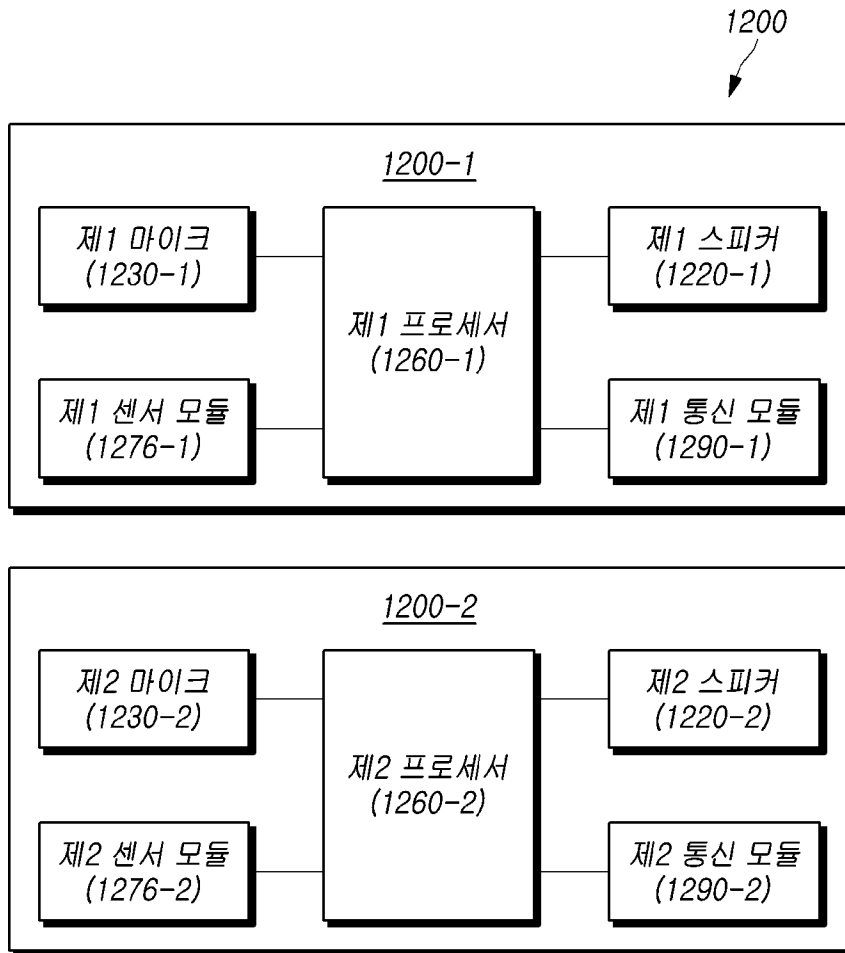
[도10]



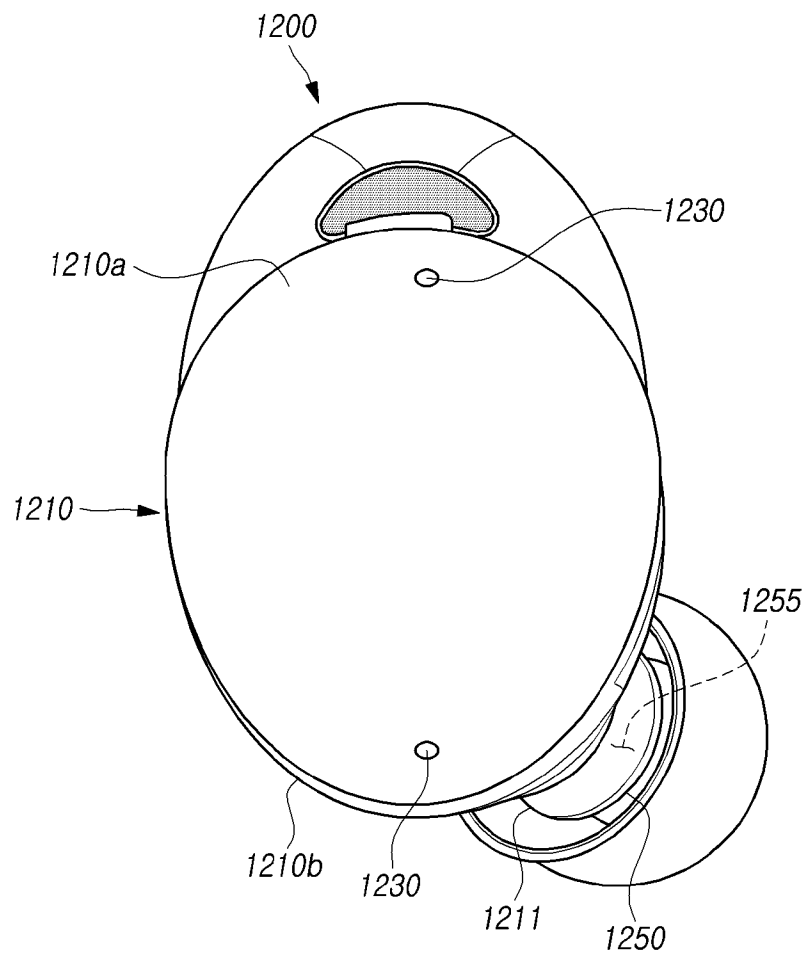
[도11]



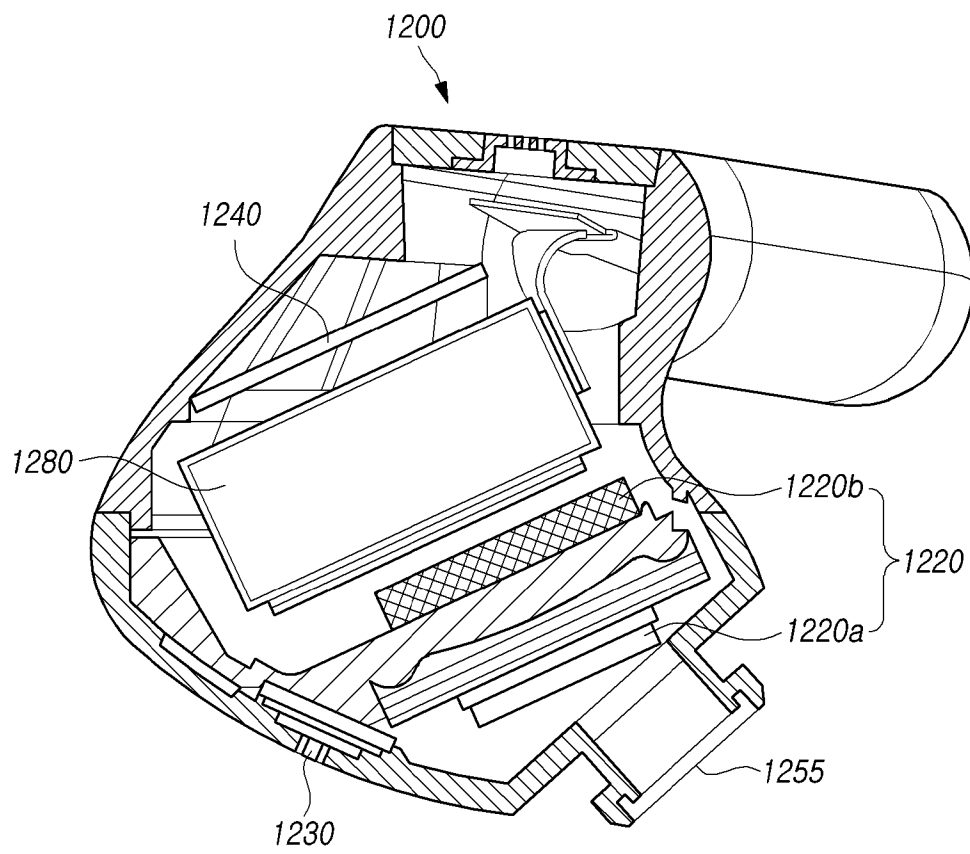
[도 12a]



[도 12b]



[도 12c]



[도13]

