



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0033456
(43) 공개일자 2018년04월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 3/016 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7035809
- (22) 출원일자(국제) 2016년08월19일
심사청구일자 **없음**
- (85) 번역문제출일자 2017년12월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2016/047750
- (87) 국제공개번호 WO 2017/034973
국제공개일자 2017년03월02일
- (30) 우선권주장
62/208,430 2015년08월21일 미국(US)
15/240,682 2016년08월18일 미국(US)

- (71) 출원인
임머슨 코퍼레이션
미국 95134 캘리포니아주 산 호세 리오 로블스 50
- (72) 발명자
샤 카니야랄
미국 94536 캘리포니아주 프레몬트 러스티카 씨클
4394
- (74) 대리인
양영준, 백만기

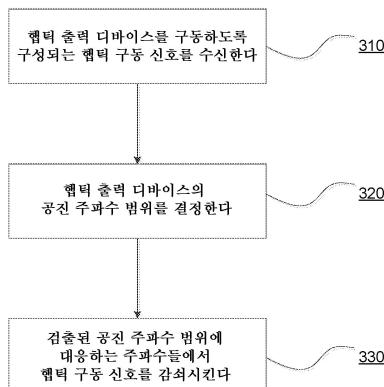
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **감쇠를 가지는 햅틱 구동기**

(57) 요 약

다양한 실시예들 각각에서, 햅틱 구동기는 액추에이터의 구동 신호를 감쇠시키도록 구성된다. 특히, 본원에 기술되는 햅틱 구동기들은 액추에이터의 공진 주파수를 식별하고, 주파수들의 범위 내에서 햅틱 구동 신호를 감쇠시키도록 구성되고, 범위는 식별된 공진 주파수에 기초한다. 그 결과, 액추에이터에 의해 생성되는 햅틱 효과들의 강도는 더 넓은 주파수 범위를 따라 더 균일할 수 있다.

대 표 도 - 도3



300

명세서

청구범위

청구항 1

햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법으로서,

상기 햅틱 출력 디바이스를 구동하도록 구성되는 햅틱 구동 신호를 수신하는 단계;

상기 햅틱 출력 디바이스의 공진 주파수 범위를 식별하는 단계; 및

상기 식별된 공진 주파수 범위에 대응하는 주파수들에서 상기 햅틱 구동 신호를 감쇠시키는 단계

를 포함하는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 감쇠되어 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 생성되는 햅틱 효과들의 강도를 조절하는 (level), 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스의 동작을 모니터링함으로써 자동으로 결정되는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 제공되거나 또는 루프 테이블을 사용함으로써 결정되는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 역-EMF를 사용하여 자동으로 결정되는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 노치 필터를 사용하여 감쇠되는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 햅틱 출력 디바이스는 고해상도 햅틱 출력 디바이스인, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 추가로 감쇠되어 상기 햅틱 출력 디바이스의 기계적 에너지 상태를 감소시키는, 햅틱 출력 디바이스를 구동하기 위한 방법.

청구항 9

디바이스로서,

프로세서; 및

상기 프로세서에 의한 실행을 위한 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 메모리
를 포함하고, 상기 하나 이상의 프로그램들은:

상기 햅틱 출력 디바이스를 구동하도록 구성되는 햅틱 구동 신호를 수신하고;

상기 햅틱 출력 디바이스의 공진 주파수 범위를 식별하고;

상기 식별된 공진 주파수 범위에 대응하는 주파수들에서 상기 햅틱 구동 신호를 감쇠시키기 위한
명령들을 포함하는, 디바이스.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 감쇠되어 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 생성되는 햅틱 효과들의 강도를 조절하는, 디
바이스.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스의 동작을 모니터링함으로써 자동으로 결정되는, 디바이스.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 제공되거나 또는 루프 테이블을 사용함으로써 결정되
는, 디바이스.

청구항 13

제11항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 역-EMF를 사용하여 자동으로 결정되는, 디바이스.

청구항 14

제9항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 노치 필터를 사용하여 감쇠되는, 디바이스.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 햅틱 출력 디바이스는 고해상도 햅틱 출력 디바이스인, 디바이스.

청구항 16

프로세서에 의해 실행되도록 구성되는 하나 이상의 프로그램들을 저장하는 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장
매체로서,

상기 하나 이상의 프로그램들은:

상기 햅틱 출력 디바이스를 구동하도록 구성되는 햅틱 구동 신호를 수신하고;

상기 햅틱 출력 디바이스의 공진 주파수 범위를 식별하고;

상기 식별된 공진 주파수 범위에 대응하는 주파수들에서 상기 햅틱 구동 신호를 감쇠시키기 위한 명령들을 포함하는, 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 햅틱 구동 신호는 감쇠되어 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 생성되는 햅틱 효과들의 강도를 조절하는, 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스의 동작을 모니터링함으로써 자동으로 결정되는, 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 상기 햅틱 출력 디바이스에 의해 제공되거나 또는 루프 테이블을 사용함으로써 결정되는, 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 공진 주파수 범위는 역-EMF를 사용하여 자동으로 결정되는, 비-일시적 컴퓨터 판독가능한 저장 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이 출원은 그 전체가 참조로 본원에 포함되는, 2015년 8월 21일에 출원된 미국 가특허 출원 제62/208,430호를 우선권 주장한다.

[0002] 본 발명의 실시예들은 일반적으로 전자 디바이스들에 관한 것이며, 더 특별하게는 햅틱 효과들을 생성하는 전자 디바이스들에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 전자 디바이스 제조자들은 사용자들을 위한 풍부한 인터페이스를 생성하려 노력한다. 종래의 디바이스들은 시각적 및 청각적 큐들을 사용하여 피드백을 사용자에게 제공한다. 일부 인터페이스 디바이스들에서, 총체적으로 "햅틱 피드백" 또는 "햅틱 효과들"로서 더 일반적으로 알려진, 운동 피드백(예컨대, 활성 및 저항성 힘 피드백) 및/또는 촉각 피드백(예컨대, 진동, 텍스처, 및 열)이 또한 사용자에게 제공된다. 햅틱 피드백은 사용자 인터페이스를 향상시키고 간략화시키는 큐(cue)들을 제공할 수 있다. 구체적으로, 진동 효과들, 또는 진동촉각 햅틱 효과들이 큐들을 전자 디바이스들의 사용자들에게 제공하여 사용자에게 특정 이벤트들을 통지하거나, 또는 현실적 피드백을 제공하여 시뮬레이트된 또는 가상 환경 내에서 더 큰 감각적 몰입(sensory immersion)을 생성하는데 유용할 수 있다.

[0004] 스마트 폰들 및 태블릿들과 같은 최근의 고해상도 모바일 디바이스들의 개발과 더불어, 사용자들은 이제, 전통적으로는 영화관, 텔레비전 또는 홈 시어터 시스템에서만 볼 수 있는 고해상도 오디오 및 비디오를 핸드헬드 디바이스 상에서 볼 수 있다. 햅틱 인에이블된 모바일 디바이스들을 이용한 경험은, 오디오 및 비디오 콘텐츠 컴포넌트들 뿐만 아니라 햅틱 콘텐츠 컴포넌트가 존재하는 경우, 콘텐츠 보기와 충분히 향상되고 뷰어들이 그것을 좋아한다는 것을 보여준다. 그러나, 고해상도 오디오/비디오와 호환가능하기 위해, 대응하는 고해상도 또는 고대역폭 햅틱 효과들이 또한 생성되어야 한다.

발명의 내용

- [0005] 본 발명의 실시예들은 관련 기술분야에 대해 실질적으로 개선한 햅틱 효과들을 생성하도록 구성되는 전자 디바이스들에 관한 것이다.
- [0006] 실시예들의 특징들 및 장점들은 후속하는 기재에서 설명되거나, 또는 기재로부터 명백하거나, 또는 발명의 구현에 의해 학습될 수 있다.
- [0007] 일 예에서, 시스템들 및 방법들은 햅틱 출력 디바이스를 구동하도록 구성되는 햅틱 구동 신호를 수신하는 것, 햅틱 출력 디바이스의 공진 주파수 범위를 식별하는 것, 및 식별된 공진 주파수에 대응하는 햅틱 구동 신호를 감쇠시키는 것을 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 추가적인 실시예들, 상세항목들, 장점들 및 수정들은, 첨부 도면들과 함께 취해질, 바람직할 실시예들의 후속하는 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.
- 도 1은 발명의 예시적인 실시예에 따른 햅틱-인에이블형(haptically-enabled) 시스템/디바이스의 블록도이다.
- 도 2a-2d는 발명의 예시적인 실시예들에 따른 액추에이터의 주파수 응답을 예시한다.
- 도 3은 발명의 예시적인 실시예에 따라 액추에이터의 구동 신호 및 가속도 응답을 감쇠시키기 위한 방법을 예시한다.
- 도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기를 예시한다.
- 도 5는 발명의 또다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기를 예시한다.
- 도 6은 발명의 또다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기를 예시한다.
- 도 7은 발명의 또다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기를 예시한다.
- 도 8은 발명의 또다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기를 예시한다.
- 도 9는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 노치 필터의 효과를 예시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 실시예들에 대한 참조가 이제 상세히 이루어질 것이며, 그 예들은 첨부 도면들에 의해 예시된다. 후속하는 상세한 설명에서, 다수의 특정 상세항목들은 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위해 설명된다. 그러나, 본 발명이 이러한 특정 상세항목들 없이도 구현될 수 있다는 것이 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 널리-알려진 방법들, 절차들, 컴포넌트들, 및 회로들은 실시예들의 양태들을 불필요하게 모호하게 하지 않기 위해 상세히 기술되지 않는다. 가능한 어디에서든, 동일한 참조 번호들이 동일한 엘리먼트들에 대해 사용될 것이다.
- [0010] 예시적인 실시예들은 일반적으로 개선된 햅틱 구동기, 특히, 개선된 고해상도("HD") 햅틱 구동기에 관한 것이다. 다양한 실시예들 각각에서, 햅틱 구동기는 액추에이터의 구동 신호를 감쇠시키도록 구성된다. 특히, 본원에 기술된 햅틱 구동기들은 액추에이터의 공진 주파수를 결정하거나 또는 그렇지 않은 경우 식별하고, 주파수들의 범위 내의 햅틱 구동 신호를 감쇠시키도록 구성된다. 주파수들의 범위는 공진 주파수에 대응한다. 그 결과, 액추에이터에 의해 생성되는 햅틱 효과들의 강도는 더 넓은 주파수 범위를 따라 더 균일할 수 있다.
- [0011] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 햅틱-인에이블형 시스템/디바이스(10)의 블록도이다. 시스템(10)은 터치 감지형 표면(11) 또는 하우징(15) 내에 장착되는 다른 타입의 사용자 인터페이스를 포함하고, 기계적 키들/버튼들(13)을 포함할 수 있다.
- [0012] 시스템(10) 상에 햅틱 효과들을 생성하고 프로세서 또는 제어기(12)를 포함하는 햅틱 피드백 시스템이 시스템(10)에 대해 내부에 있다. 메모리(20), 및 액추에이터(18)에 커플링되는 햅틱 구동 회로(16)가 프로세서(12)에 커플링된다. 프로세서(12)는 임의의 타입의 범용 프로세서일 수 있거나, 또는 주문형 집적 회로("ASIC")과 같은 햅틱 효과들을 제공하도록 특정적으로 설계되는 프로세서일 수 있다. 프로세서(12)는 전체 시스템(10)을 동작시키는 동일한 프로세서일 수 있거나, 또는 별도의 프로세서일 수 있다. 프로세서(12)는 어느 햅틱 효과들이 재생될지를, 그리고 높은 레벨 파라미터들에 기초하여 효과들이 재생되는 순서를 결정할 수 있다. 일반적으로, 특별한 햅틱 효과를 정의하는 높은 레벨 파라미터는 크기, 주파수 및 드레이션을 포함한다. 스트리밍 모터 커

밴드들과 같은 낮은 레벨 파라미터들 역시 특별한 햅틱 효과를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 햅틱 효과는, 그것이 햅틱 효과가 생성될 때 이러한 파라미터들의 일부 변동들을 포함하거나, 또는 사용자의 상호작용에 기초한 이러한 파라미터들의 변동을 포함하는 경우 "동적"인 것으로 간주될 수 있다. 햅틱 피드백 시스템은 일 실시예에서, 시스템(10) 상에 진동들(30, 31) 또는 다른 타입들의 햅틱 효과들을 생성한다.

[0013] 프로세서(12)는 제어 신호들을 햅틱 구동 회로(16)에 출력하는데, 이는 액추에이터(18)에 요구되는 전기 전류 및 전압(즉, "모터 신호들")을 제공하여 원하는 햅틱 효과들을 야기하도록 사용되는 전자 컴포넌트들 및 회로를 포함한다. 시스템(10)은 하나 초과의 액추에이터(18)를 포함할 수 있고, 각각의 액추에이터는, 모두 공통 프로세서(12)에 커플링되는, 별도의 구동 회로(16)를 포함할 수 있다.

[0014] 햅틱 구동 회로(16)는 액추에이터(18)의 공진 주파수(예를 들어, +/- 20Hz, 30Hz, 40Hz, 등)에서 또는 근처에서 햅틱 구동 신호를 감쇠시키도록 구성된다. 공진 주파수 근처의 주파수들의 범위를 감쇠시킴으로써, 햅틱 강도는 더 넓은 주파수 대역에 걸쳐 더 균일해진다. 특정 실시예들에서, 햅틱 구동 회로(16)는 다양한 신호 프로세싱 스테이지들을 포함할 수 있고, 각각의 스테이지는 햅틱 구동 신호를 감쇠시키도록 적용되는 신호 프로세싱 스테이지들의 서브세트를 정의한다.

[0015] 비-일시적 메모리(20)는 프로세서(12)에 의해 액세스될 수 있는 다양한 컴퓨터-판독가능한 매체를 포함할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 메모리(20) 및 본원에 기술되는 다른 메모리 디바이스들은 휘발성 및 비휘발성 매체, 제거가능 및 제거불가능한 매체를 포함할 수 있다. 예를 들어, 메모리(20)는 랜덤 액세스 메모리 ("RAM"), 동적 RAM("DRAM"), 정적 RAM("SRAM"), 판독 전용 메모리("ROM"), 플래시 메모리, 캐시 메모리, 및/또는 임의의 다른 타입의 비-일시적 컴퓨터-판독가능한 매체의 임의의 조합을 포함할 수 있다. 메모리(20)는 프로세서(12)에 의해 실행되는 명령들을 저장한다. 명령들 중에서, 메모리(20)는 오디오 햅틱 시뮬레이션 모듈(22)을 포함하는데, 이는, 하기에 더 상세히 개시되는 바와 같이, 프로세서(12)에 의해 실행될 때, 스피커(28) 및 액추에이터(18)를 사용하여 고대역폭 햅틱 효과들을 생성하는 명령들이다. 메모리(20)는 또한 프로세서(12)에 대해 내부에 위치될 수 있거나, 또는 내부 및 외부 메모리의 임의의 조합일 수 있다.

[0016] 시스템(10)은 임의의 타입의 핸드헬드/모바일 디바이스, 예컨대 셀룰러 전화, 개인용 디지털 보조단말("PDA"), 스마트폰, 컴퓨터 태블릿, 게임 콘솔, 원격 제어, 또는 하나 이상의 액추에이터들을 포함하는 햅틱 효과 시스템을 포함하는 임의의 다른 타입의 디바이스일 수 있다. 시스템(10)은 손목 밴드, 머리띠, 안경, 반지, 다리 밴드, 의복 내에 통합된 어레이들 등과 같은 웨어러블 디바이스, 또는 사용자가 몸에 착용할 수 있거나, 사용자가 잡을 수 있는, 그리고 햅틱 인에이블되는, 가구 또는 차량 스티어링 휠을 포함하는, 임의의 다른 타입의 디바이스일 수 있다. 또한, 시스템(10)의 엘리먼트들 또는 기능성의 일부는 원격으로 위치될 수 있거나 또는 시스템(10)의 나머지 엘리먼트들과 통신하는 또다른 디바이스에 의해 구현될 수 있다.

[0017] 액추에이터(18)는 햅틱 효과를 생성할 수 있는 임의의 타입의 액추에이터 또는 햅틱 출력 디바이스일 수 있다. 일반적으로, 액추에이터는 햅틱 출력 디바이스의 예이며, 햅틱 출력 디바이스는 구동 신호에 응답하여, 햅틱 효과들, 예컨대, 진동촉각 햅틱 효과들, 정전기 마찰 햅틱 효과들, 온도 변경, 및/또는 변형 햅틱 효과들을 출력하도록 구성되는 디바이스이다. 용어 액추에이터가 상세한 설명 전반에 걸쳐 사용될 수 있지만, 발명의 실시예들은 다양한 햅틱 출력 디바이스들에 용이하게 적용될 수 있다. 액추에이터(18)는, 예를 들어, 전기 모터, 전자기 액추에이터, 보이스 코일, 형상 기억 합금, 전기-활성 폴리머, 솔레노이드, 이심 회전 질량 모터("ERM"), 하모닉 ERM 모터("HERM"), 선형 공진 액추에이터("LRA"), 솔레노이드 공진 액추에이터("SRA"), 압전 액추에이터, 매크로 섬유 복합("MFC") 액추에이터, 고대역폭 액추에이터, 전기활성 폴리머("EAP") 액추에이터, 정전기 마찰 디스플레이, 초음파 진동 생성기 등일 수 있다. 일부 경우들에서, 액추에이터 자체가 햅틱 구동 회로를 포함할 수 있다.

[0018] 액추에이터(18) 뿐만 아니라, 또는 액추에이터(18) 대신, 시스템(10)은, 정전기 마찰("ESF"), 초음파 표면 마찰 ("USF")을 사용하는 디바이스들, 초음파 햅틱 트랜스듀서를 이용하여 음향 복사 압력을 유도하는 디바이스들, 햅틱 기관 및 유연한 또는 변형가능한 표면 또는 형상 변경 디바이스들을 사용하여 사용자의 몸에 부착될 수 있는 디바이스들, 에어 제트를 사용하는 공기 분출과 같은 돌출된(projected) 햅틱 출력을 제공하는 디바이스들과 같은 비-기계식 또는 비-진동식 디바이스들일 수 있는 다른 타입들의 햅틱 출력 디바이스들(미도시됨)을 포함할 수 있다.

[0019] 일반적으로, 액추에이터는 단일 주파수에서 진동 햅틱 효과들을 생성하는 표준 해상도("SD") 액추에이터로서 특성화될 수 있다. SD 액추에이터의 예들은 ERM 및 LRA를 포함한다. SD 액추에이터에 반해, 입전 액추에이터 또는 EAP 액추에이터와 같은 HD 액추에이터 또는 고 충실도 액추에이터는 다수의 주파수들에서 고대역폭/해상도

햅틱 효과들을 생성할 수 있다. HD 액추에이터들은 가변 진폭, 및 과도 구동 신호들에 대한 빠른 응답을 가지고 넓은 대역폭 촉각 효과들을 생성하는 이들의 능력을 특징으로 한다.

[0020] 액추에이터들, 특히 HD 액추에이터들은 이들의 공진 주파수들에서 민감하게 응답한다(very responsive). 예를 들어, HD 액추에이터들은 이들의 공진 주파수들에서 훨씬 더 높은 햅틱 강도를 제공한다. 이러한 액추에이터들은, 정격 전압에서 구동될 때, 큰 힘을 생성한다. 그 결과, 액추에이터들은 이들의 호스트 디바이스의 하우징의 내부 부분들을 칠 수 있다. 예를 들어, 액추에이터가 하우징 내에 위치되는 정지대(end stop)들을 칠 수 있고, 그 결과 크고 거슬리는 잡음이 생성될 수 있다. 부하 또는 질량을 반송하도록 구성되는 일부 액추에이터 타입들에 대해(예를 들어, 압전 액추에이터)에 대해, 훨씬 더 큰 힘이 생성되어 훨씬 더 큰 잡음을 초래할 수 있다.

[0021] 이 문제를 해결하기 위한 한 방법은 액추에이터를 그것의 정격 전압 미만에서 구동시키는 것이다. 이러한 방식의 큰 결점은 감소된 햅틱 경험인데, 왜냐하면 액추에이터가 모든 주파수들에서 더 적은 가속도를 생성하기 때문이다. 추가로, 유사한 등급의 액추에이터들 사이에 높은 분산 정도가 존재한다. 그 결과, 유사한 등급의 액추에이터들은 종종 일관성 없는 햅틱 응답들을 생성한다. 분산은 상이한 액추에이터 제조자들 사이에서 특히 크지만, 단일 액추에이터에 의해 생산된 액추에이터들 간에도 여전히 상당하다. 공지된 해법들은 햅틱 구동 신호 강도를 외부적으로 시뮬레이트하고 수정하려고 시도하는데, 예컨대, 데이터를 송신하기 이전에 소프트웨어 알고리즘을 적용한다. 그러나, 이러한 기법들은 너무 복잡하며, 일관적인 햅틱 응답들을 생성하지도 않는다. 반면, 본 발명의 실시예들은 햅틱 구동기(예를 들어 햅틱 구동기 회로(16))의 통합된 회로로 레벨에서의 내부 해법에 관한 것이다.

[0022] 도 2a-2d 각각은 발명의 예시적인 실시예에 따른 액추에이터의 주파수 응답들을 예시한다. 위에서 논의된 바와 같이, 실시예들은 액추에이터들의 주파수 응답을 개선시킨다. 본원에 기술된 햅틱 구동기들을 사용하여, 햅틱 구동 신호들은 액추에이터의 공진 주파수에서 그리고 공진 주파수 주위에서 감쇠된다. 따라서, 액추에이터는 더 넓은 주파수 대역 상에서 더 큰 레벨 가속도로 구동된다. 다시 말해, 액추에이터의 결과적인 햅틱 강도는 더 넓은 주파수 대역 상에서 더 균일하다. 또한, 공진 주파수에서 그리고 공진 주파수 주위에서 햅틱 구동 신호들을 감쇠시킴으로써, 예시적인 실시예는 액추에이터들의 기계적 에너지를 더 신속하게 감소시키고(즉, 제동), 더 큰 충실도 햅틱 효과들이 제공될 수 있다. 그 결과, 실시예들은 개선된 햅틱 경험을 제공한다.

[0023] 참고로, 도 2a는 햅틱 구동 신호(V_0)가 일정할 때(즉, 감쇠되지 않음) 액추에이터의 주파수 응답을 예시한다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 햅틱 구동 신호(V_0)는 액추에이터에 인가되는 일정한 입력 전압이다. 이 예에서, 액추에이터의 가속도는 중간-범위 주파수 대역 내에 위치되는 공진 주파수에서 피크를 가진다(peak). 반면, 그리고 도 2b에 도시된 바와 같이, 햅틱 구동 신호(V_0)는 햅틱 출력 디바이스의 공진 주파수 또는 공진 주파수 범위에서의 그리고 그 주위에서의 주파수 대역에서 감쇠된다. 그 결과, 도 2b의 액추에이터의 가속도 역시 대역 감쇠된다. 또 다른 예에서, 그리고 도 2c에 도시된 바와 같이, 햅틱 구동 신호는 V_1 로 증대되고(즉, $V_1 > V_0$), 햅틱 구동 신호(V_1)는 대역 감쇠된다. 신호 증대(signal boosting)는 내부적으로 또는 제공 또는 구동 전압 설정을 증가시킴으로써 달성될 수 있다. 증대되지만, 도 2c의 액추에이터의 가속도는 또한 공진 주파수에서 그리고 공진 주파수 주위에서 대역 감쇠된다.

[0024] 도 2b 및 2c 각각은 액추에이터의 공진 주파수에서 그리고 공진 주파수 주위에서 구동 신호를 감쇠시키기 위한 노치 필터의 사용을 예시한다. 그 결과, 액추에이터의 가속도가 공진 주파수들에서 또한 약화된다. 노치 필터의 대역폭 및 감쇠(예를 들어, 깊이) 모두가 조정가능(예를 들어, 프로그래밍가능)할 수 있고, 따라서, 상이한 제조자들로부터 비롯된 다양한 액추에이터들 및 다른 햅틱 출력 디바이스들이 사용될 수 있다. 예를 들어, 감쇠 깊이는 구동 전압의 30%와 70% 사이에서 달라질 수 있다. 추가로, 감쇠 노치의 폭이 달라질 수 있다. 예를 들어, 구동 신호는 공진 주파수의 +/- 20Hz, 30Hz, 40Hz 등 내에서 감쇠될 수 있다. 이는 추가로 더 다양한 액추에이터들 및 다른 햅틱 출력 디바이스들의 사용을 가능하게 한다. 도 2d는 단일 그래프 내에 도 2a-2c의 주파수 응답들을 예시한다.

[0025] 노치 필터의 사용이 도 2b-2c의 예들과 관련하여 기술되지만, 실시예들은 그렇게 제한되지 않는다. 다양한 실시예들에서, 주파수 대역에 대한 프로그래밍가능한 파라미터 및 감쇠 인자를 이용한 대역 통과 필터 설계가 사용될 수 있다. 다른 구성들에서, 공진 주파수는 자동으로 검출될 수 있고, 감쇠 인자는 미리 결정된 또는 프로그램상으로 가변적인 파라미터에 기초하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 프로그램상으로 가변적인 파라미터는 미리 결정된 값 또는 프로그램상으로 제어되는 주파수 대역에 기초할 수 있다. 또 다른 구성에서, 감쇠 곡선은

수동으로 또는 자동 캘리브레이션 또는 프로그래밍 프로세스를 통해 입력되는 액추에이터의 특성 곡선에 기초할 수 있다.

[0026] 도 3은 발명의 예시적인 실시예에 따른 액추에이터의 구동 신호 및 가속도 응답을 감쇠시키기 위한 기능성(300)을 예시한다. 일부 경우들에서, 도 3의 흐름도의 기능성은 메모리 또는 다른 컴퓨터 판독가능한 또는 유형적 매체에 저장되고 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어에 의해 구현된다. 다른 경우들에서, 기능성은 하드웨어에 의해(예를 들어, 주문형 집적 회로("ASIC"), 프로그래밍가능한 게이트 어레이("PGA"), 필드 프로그래밍가능한 게이트 어레이("FPGA") 등의 사용을 통해), 또는 하드웨어와 소프트웨어의 임의의 조합에 의해 수행될 수 있다.

[0027] 처음에, 기능성(300)은, 310에서, 액추에이터를 구동하도록 구성되는 하나 이상의 햅틱 구동 신호들을 수신할 수 있다. 다음으로, 320에서, 기능성(300)은 액추에이터의 공진 주파수 또는 공진 주파수 범위를 결정하거나 식별한다. 공진 주파수들은 다양한 기법들을 사용하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 공진 주파수들은 액추에이터의 동작을 모니터링함으로써 자동으로 결정될 수 있다. 대안적으로, 공진 주파수들은 액추에이터에 의해 제공될 수 있거나 또는 툭업 테이블을 사용함으로써 결정될 수 있다. 또 다른 예에서, 공진 주파수들은 하나 이상의 역 기전력("역-EMF") 알고리즘을 사용하여 결정될 수 있다. 마지막으로, 330에서, 수신된 햅틱 구동 신호는 검출된 공진 주파수들에 대응하는 주파수들에서 감쇠된다. 하나 이상의 필터들이 적용되어 공진 주파수들에서 햅틱 구동 신호를 감쇠시킬 수 있다. 일부 경우들에서, 햅틱 구동 신호 전압은 또한 증대될 수 있다.

[0028] 발명의 실시예들은 햅틱 구동기들, 특히 HD 햅틱 구동기들(예를 들어, 도 1의 햅틱 구동 회로(16))에 관한 것이다. 햅틱 구동기들은 도 4-8의 각각에 관해 기술될 바와 같이 다양한 구성들에서 구현될 수 있다. 다양한 구성들 각각은 상이한 제조자들로부터 비롯된 햅틱 액추에이터들의 균일한 또는 거의 균일한 제어를 제공한다. 추가로, 각각의 구성은 더 넓은 주파수 범위들 상에서 더 일관적인 햅틱 경험을 하게 한다.

[0029] 도 4는 발명의 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기(400)를 예시한다. 도 4에 도시된 예시적인 구현예에서, 햅틱 데이터 신호(410)는, 햅틱 데이터 신호(410)를 그것이 액추에이터에 인가될 때 아날로그 형태로 전환시키기 이전에, 알고리즘을 이용하여, 디지털 형태로 수정된다.

[0030] 도 4에 도시된 바와 같이, 디지털 햅틱 데이터 신호(410)가 메모리(420)(예를 들어, 선입선출 메모리, 이하, "FIFO")에 제공되고, 햅틱 제어 데이터(415)는 구성 제어기(430)에 제공된다. 메모리(420)는 디지털 햅틱 데이터 신호(410)를 신호 수정기(440)에 제공한다. 구성 제어기(430)에 의해 제공되는 햅틱 제어 데이터(415)를 사용하여, 신호 수정기(440)는 대응하는 아날로그 신호로의 전환에 앞서 디지털 햅틱 데이터 신호(410)를 변형할 수 있다. 신호 수정기(440)는 하나 이상의 프로세싱 알고리즘을 적용할 수 있다. 이러한 알고리즘은 후속적인 스테이지들에 앞서 디지털 햅틱 데이터 신호(410)에 적용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 햅틱 제어 데이터(415)는 디지털 햅틱 데이터 신호(410)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정하기 위해 사용될 수 있는, 공진 주파수 데이터, 공진 대역폭 데이터, 및 감쇠 데이터를 포함할 수 있다.

[0031] 다음 스테이지에서, 디지털 햅틱 데이터 신호(410)가 디지털 대 아날로그 컨버터("DAC")(450)에 제공된다. 구성 제어기(430)에 의해 햅틱 제어 데이터(415)를 제공받으면, DAC(450)는 디지털 햅틱 데이터 신호를 아날로그 햅틱 데이터 신호(410')로 전환시킨다. 여기서, 햅틱 제어 데이터(415)는 디지털 대 아날로그 전환 스테이지 동안 디지털 햅틱 데이터 신호(410)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 추가로 조정하도록 사용될 수 있다.

[0032] 후속적으로, 전력 스테이지(460)에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(410')가 수신되고, 그것의 전압 레벨은 후속 스테이지들의 입력 파라미터들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전력 스테이지(460)는 하나 이상의 출력 필터들을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(410')의 전압 레벨을 조정하도록 구성될 수 있다.

[0033] 도 5는 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기(500)를 예시한다. 도 5에 도시된 예시적인 구현예에서, 햅틱 데이터 신호(510)는 신호 컨디션 프로세싱이 발생하기 이전에 아날로그 형태로 전환된다.

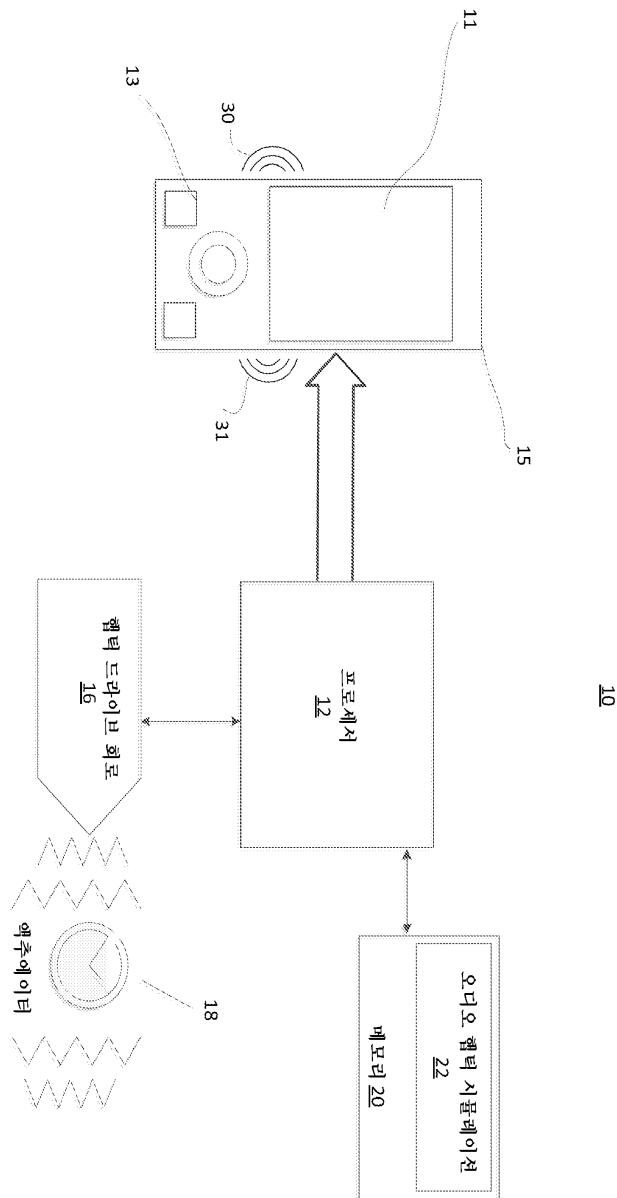
[0034] 도 5에 도시된 바와 같이, 디지털 햅틱 데이터 신호(510)가 메모리(520)(예를 들어, FIFO 메모리)에 제공되고, 햅틱 제어 데이터(515)가 구성 제어기(530)에 제공된다. 메모리(520)는 디지털 햅틱 데이터 신호(510)를 DAC(540)에 제공한다. 구성 제어기(530)에 의해 햅틱 제어 데이터(515)를 제공받으면, DAC(540)는 디지털 햅틱 데이터 신호를 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')로 전환시킨다. 햅틱 제어 데이터(515)는 디지털 대 아날로그 전환 스테이지 동안 디지털 햅틱 데이터 신호(510)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정하기 위해 사용될 수 있는, 공진 주파수 데이터, 공진 대역폭 데이터, 및 감쇠 데이터를 포함할 수 있다.

- [0035] 다음 스테이지에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')가 신호 컨디셔너(550)에 제공된다. 구성 제어기(530)에 의해 제공되는 햅틱 제어 제어 데이터(515)를 사용하면, 신호 컨디셔너(550)는 햅틱 제어 데이터(515)를 이용하는 하나 이상의 아날로그 필터링 알고리즘을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')를 변형할 수 있다. 예를 들어, RC 필터와 같은 다양한 아날로그 필터들이 사용될 수 있다. 설계에 따라 더 복잡한 필터들이 반도체 디바이스에서 구현될 수 있다. 일부 경우들에서, 신호 컨디셔너(550)는 추가로 후속 스테이지에 위치되는 액추에이터를 제조하기 위해 사용되는 실리콘의 특성들을 향상시키도록 적용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 햅틱 제어 데이터(515)가 사용되어 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정할 수 있다.
- [0036] 후속적으로, 전력 스테이지(560)에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')가 수신되고 그것의 전압 레벨은 후속 스테이지들의 입력 파라미터들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전력 스테이지(560)는 하나 이상의 출력 필터들을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(510')의 전압 레벨을 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0037] 도 6은 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기(600)를 예시한다. 도 6에 도시된 바와 같은 이러한 예시적인 구현예에서, 햅틱 데이터 신호(610)는, 추가적인 신호 컨디션 프로세싱이 발생하기 이전에 아날로그 형태로 전환된다.
- [0038] 도 6에 도시된 바와 같이, 디지털 햅틱 데이터 신호(610)는 메모리(620)(예를 들어, FIFO 메모리)에 제공되고, 햅틱 제어 데이터(615)는 구성 제어기(630)에 제공된다. 메모리(620)는 디지털 햅틱 데이터 신호(610)를 DAC(640)에 제공한다. DAC(650)는 디지털 햅틱 데이터 신호를 아날로그 햅틱 데이터 신호(610')로 전환시킨다.
- [0039] 이 예시적인 실시예에서, 햅틱 제어 데이터(615)가 공진 검출기(645)에 제공된다. 공진 검출기(645)를 사용하여, 햅틱 구동기(600)는 다운 스테이지 액추에이터의 공진 주파수를 용이하게 결정할 수 있다. 예를 들어, 공진 검출기(645)는 액추에이터의 공진 주파수를 스캐닝하고 그리고/또는 그렇지 않은 경우 자동으로 결정하도록 구성될 수 있다. 일부 경우들에서, 공진 주파수 대역 및 대응하는 감쇠가 조정될 수 있다. 다른 예에서, 공진 검출기(645)는 힘 또는 인가되는 압력을 측정하기 위해 감지 메커니즘(예를 들어, 햅틱 디바이스에 위치됨)을 사용하여 공진 주파수의 변경을 검출하도록 구성될 수 있다. 또 다른 예에서, 액추에이터 자체가 그것의 공진 주파수를 제공할 수 있다. 또 다른 예에서, 역-EMF가 사용되어 액추에이터의 공진 주파수를 결정할 수 있다. 액추에이터의 하나 이상의 특성들을 결정하기 위한 역-EMF의 사용은, 예를 들어, 본원에 참조로 포함되는 미국 특허 제7,843,277호에 기술되어 있다. 햅틱 제어 데이터(615)가 공진 검출기(645)에 제공될 수 있다. 공진 검출기(645)는 햅틱 제어 데이터(615) 및 구성 제어기(630)에 의해 제공되는 구성 파라미터들을 사용하도록 적응되는 자동 공진 검출기일 수 있다. 개별 액추에이터의 공진 검출 시간을 단축시키기 위해, 구성 파라미터들(예를 들어, 데이터 시트로부터의 공진 주파수)이 시작점으로서 제공될 수 있다. 추가적인 구성 파라미터들, 예컨대, 역-EMF 이들이 제공되어 잘못된 검출을 방지할 수 있다.
- [0040] 다음 스테이지에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(610'), 공진 검출 신호(646), 및 햅틱 제어 데이터(615)가 신호 컨디셔너(650)에 제공된다. 이러한 입력들을 사용하여, 신호 컨디셔너(650)는 아날로그 햅틱 데이터 신호(610')를 변형할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 햅틱 제어 데이터(615)는 디지털 햅틱 데이터 신호 햅틱 데이터 신호(610')의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정하기 위해 사용될 수 있는, 공진 주파수 데이터, 공진 대역폭 데이터, 및 감쇠 데이터를 포함할 수 있다.
- [0041] 후속적으로, 전력 스테이지(660)에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(610')가 수신되고, 그것의 전압 레벨은 후속 스테이지들의 입력 파라미터들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전력 스테이지(660)는 하나 이상의 출력 필터들을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(610')의 전압 레벨을 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0042] 도 7은 본 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따른 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기(700)를 예시한다. 도 7에 도시된 예시적인 구현예에서, 햅틱 데이터 신호(710)는 추가적인 신호 컨디션 프로세싱이 발생하기 이전에 아날로그 형태로 전환된다.
- [0043] 도 7에 도시된 바와 같이, 디지털 햅틱 데이터 신호(710)가 메모리(720)(FIFO 메모리)에 제공되고, 햅틱 제어 데이터(715)는 구성 제어기(730)에 제공된다. 메모리(720)는 디지털 햅틱 데이터 신호(710)를 DAC(740)에 제공한다. 구성 제어기(730)에 의해 햅틱 제어 데이터(715)를 제공받으면, DAC(750)는 디지털 햅틱 데이터 신호(710)를 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')로 전환시킨다. 햅틱 제어 데이터(715)는 디지털 대 아날로그 전환 스테이지 동안 디지털 햅틱 데이터 신호 햅틱 데이터 신호(710)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정하기 위해 사용될 수 있는, 공진 주파수 데이터, 공진 대역폭 데이터, 및 감쇠 데이터를 포함할 수 있다.

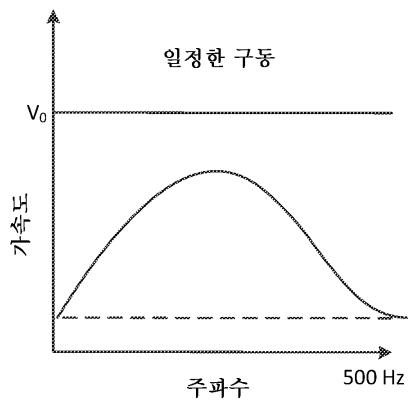
- [0044] 다음 스테이지에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')가 신호 컨디셔너(750)에 제공된다. 이 실시예에서, 신호 컨디셔너(750)는 록업 테이블(미도시됨)을 사용한다. 록업 테이블은 사용자에 의해 제공되거나 또는 미리 프로그래밍될 수 있다. 예를 들어, 록업 테이블은 다양한 제조자들에 의해 만들어진 다수의 액추에이터들에 대한 주파수 응답 특성들을 저장할 수 있다. 록업 테이블 및 구성 제어기(730)에 의해 제공되는 햅틱 제어 데이터(715)를 사용하여, 신호 컨디셔너(750)는 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')를 변형할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 햅틱 제어 데이터(715)가 사용되어 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정할 수 있다.
- [0045] 후속적으로, 전력 스테이지(760)에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')가 수신되고, 그것의 전압 레벨은 후속 스테이지들의 입력 파라미터들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전력 스테이지(760)는 하나 이상의 출력 필터들을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(710')의 전압 레벨을 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0046] 도 8은 발명의 또 다른 예시적인 실시예에 따라 햅틱 데이터 신호를 조작하기 위한 햅틱 구동기(800)를 예시한다. 도 8에 도시된 예시적인 구현예에서, 햅틱 구동기(800)는 신호 수정 및 신호 컨디셔닝을 사용하여 햅틱 데이터 신호(810)를 프로세싱한다.
- [0047] 도 8에 도시된 바와 같이, 디지털 햅틱 데이터 신호(810)가 메모리(820)(FIFO 메모리)에 제공되고, 햅틱 제어 데이터(815)는 구성 제어기(830)에 제공된다. 메모리(820)는 디지털 햅틱 데이터 신호(810)를 신호 수정기(840)에 제공한다. 구성 제어기(830)에 의해 제공되는 햅틱 제어 데이터(815)를 사용하여, 신호 수정기(840)는 대응하는 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')로의 전환에 앞서 디지털 햅틱 데이터 신호(810)를 변형할 수 있다. 신호 수정기(840)는 하나 이상의 프로세싱 알고리즘을 적용할 수 있다. 이러한 알고리즘은 후속 스테이지들에 앞서 디지털 햅틱 데이터 신호(810)에 적용될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 햅틱 제어 데이터(815)는 디지털 햅틱 데이터 신호 햅틱 데이터 신호(810)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정하기 위해 사용될 수 있는, 공진 주파수 데이터, 공진 대역폭 데이터, 및 감쇠 데이터를 포함할 수 있다.
- [0048] 후속적으로, 디지털 햅틱 데이터 신호(810)가 DAC(840)에 제공된다. 구성 제어기(830)에 의해 햅틱 제어 데이터(815)를 제공받으면, DAC(850)는 디지털 햅틱 데이터 신호(810)를 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')로 전환시킨다. 햅틱 제어 데이터(815)가 사용되어 디지털 대 아날로그 전환 스테이지 동안 디지털 햅틱 데이터 신호(810)의 구동 전압 및 감쇠 파라미터들을 수정할 수 있다.
- [0049] 다음 스테이지에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')가 신호 컨디셔너(860)에 제공된다. 아날로그 햅틱 데이터 신호(810') 및 햅틱 제어 데이터(815)를 사용하여, 신호 컨디셔너(860)는 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')를 변형할 수 있다. 위에서 논의된 바와 같이, 신호 컨디셔너는 프로그래밍된 파라미터, 공진 검출 메커니즘, 록업 테이블 등에 기초하여 신호 컨디셔닝을 적용할 수 있다.
- [0050] 마지막으로, 전력 스테이지(870)에서, 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')가 수신되고, 그것의 전압 레벨은 후속 스테이지들의 입력 파라미터들에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 전력 스테이지(870)는 하나 이상의 출력 필터들을 사용하여 아날로그 햅틱 데이터 신호(810')의 전압 레벨을 조정하도록 구성될 수 있다.
- [0051] 도 9는 발명의 예시적인 실시예에 따른 노치 필터의 효과를 예시한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 햅틱 구동 신호(910)는 20-450Hz 범위 내의 가변 주파수 신호로서 정의된다. 노치 필터(미도시됨)의 적용으로, 햅틱 구동 신호(910)가 노치 필터 주파수들에 도달할 때, 그것의 신호 강도는 결과적인 햅틱 구동 신호(920)에 의해 보여지는 바와 같이 감쇠된다. 필터 이득과 같은 필터의 다양한 특성들은 노치 필터에 의해 야기되는 감쇠 정도를 결정한다.
- [0052] 위에서 논의된 바와 같이, 발명의 실시예들은 더 넓은 주파수 대역 상에서 햅틱 경험의 상당한 개선 및 균일성을 제공한다. 또한, 햅틱 액추에이터의 전체 주파수 응답이 개선된다. 본원에 기술되는 HD 햅틱 구동기들은 상이한 제조자들에 의해 만들어진 햅틱 액추에이터들의 균일한 제어를 제공하고, 액추에이터들의 햅틱 응답을 개선하여 더 넓은 주파수 대역에 대해 사용가능하게 하고 균일한/일관적인 경험을 제공함으로써 더 넓은 주파수 범위들 상에서 일관적인 햅틱 경험을 하게 하는데 유용하다.
- [0053] 몇몇 실시예들이 구체적으로 예시되고 그리고/또는 기술되었다. 그러나, 개시된 실시예들의 수정들 및 변형들이 위의 교시들에 의해, 그리고 발명의 사상 및 의도되는 범위로부터 벗어나지 않고 첨부된 청구항들의 견지 내에서 커버된다는 것이 인지될 것이다. 본원에 기술된 실시예들은 많은 가능한 구현예들 중 단지 일부이다. 블록들 중 일부가 조합되어 실리콘/IC 사용을 최적화할 수 있다는 것에 유의해야 한다. 또한, 실시예들은 다양한 액추에이터 타입들 및 다른 햅틱 출력 디바이스들에 용이하게 적용될 수 있다.

도면

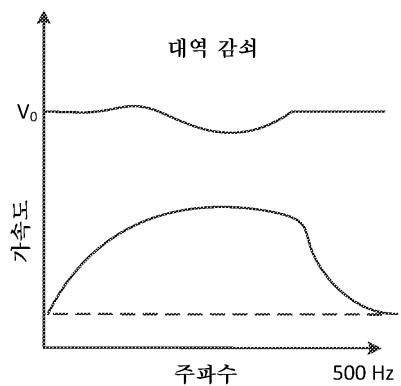
도면1



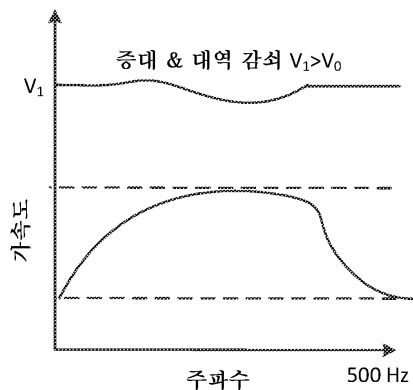
도면2a



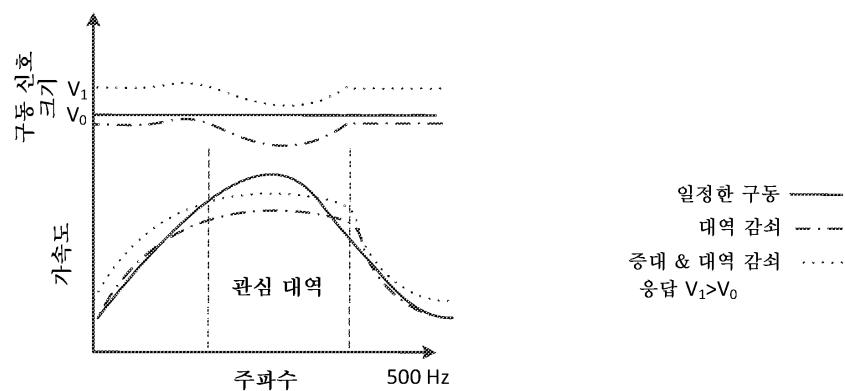
도면2b



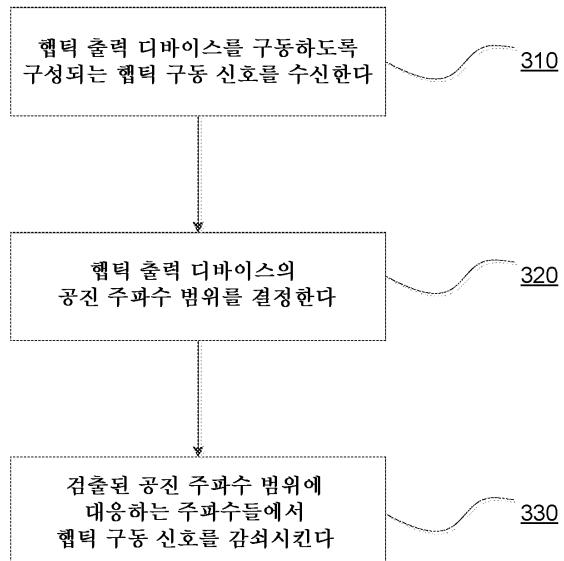
도면2c



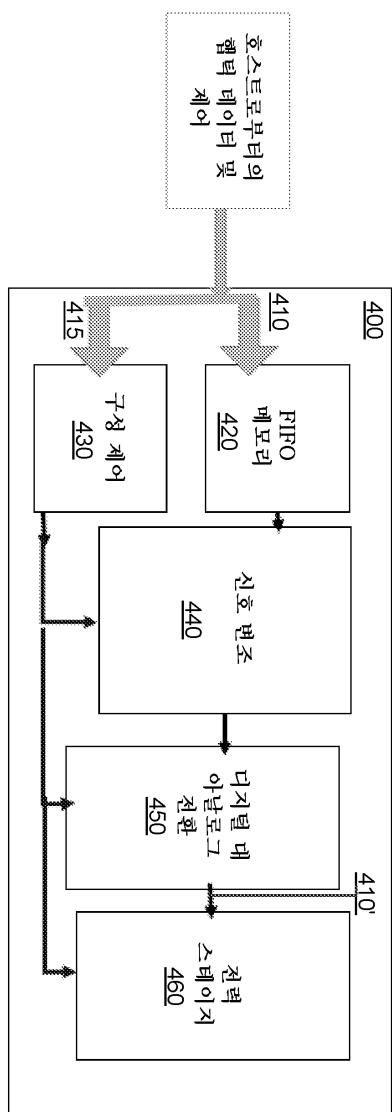
도면2d



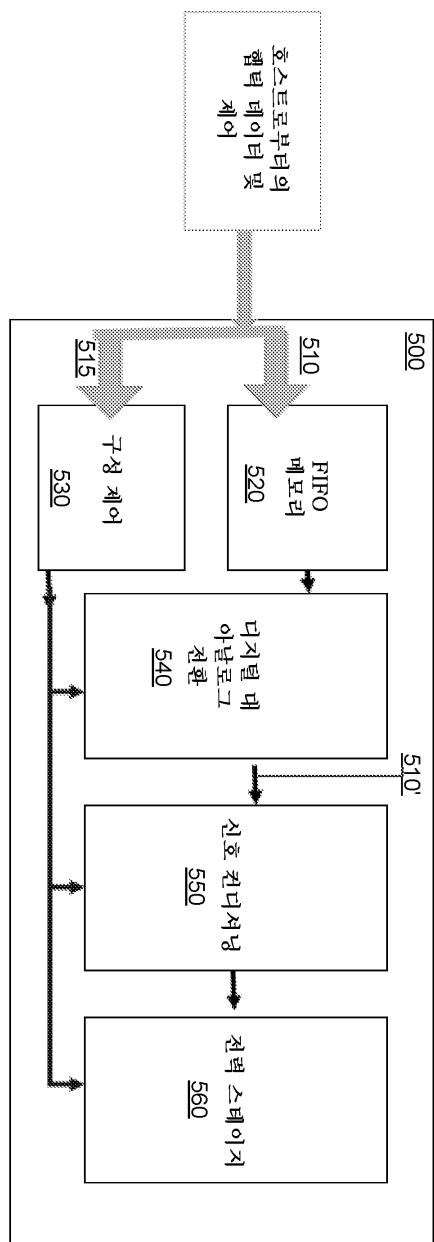
도면3



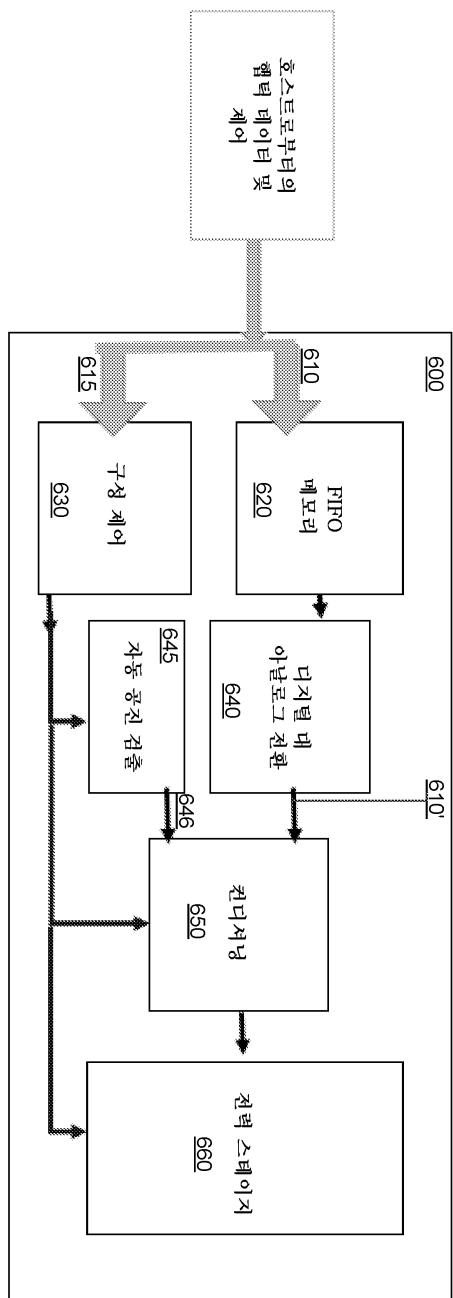
도면4



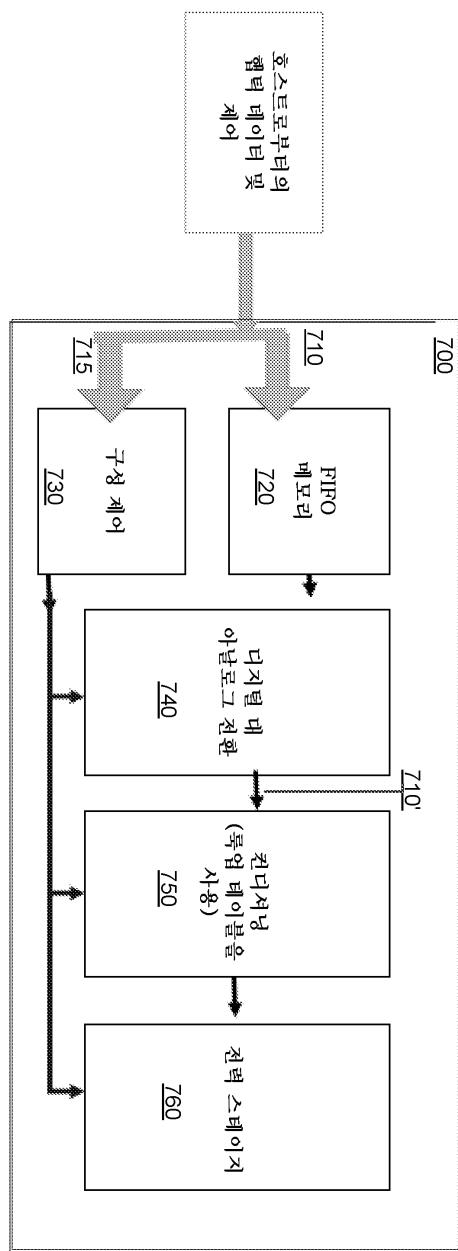
도면5



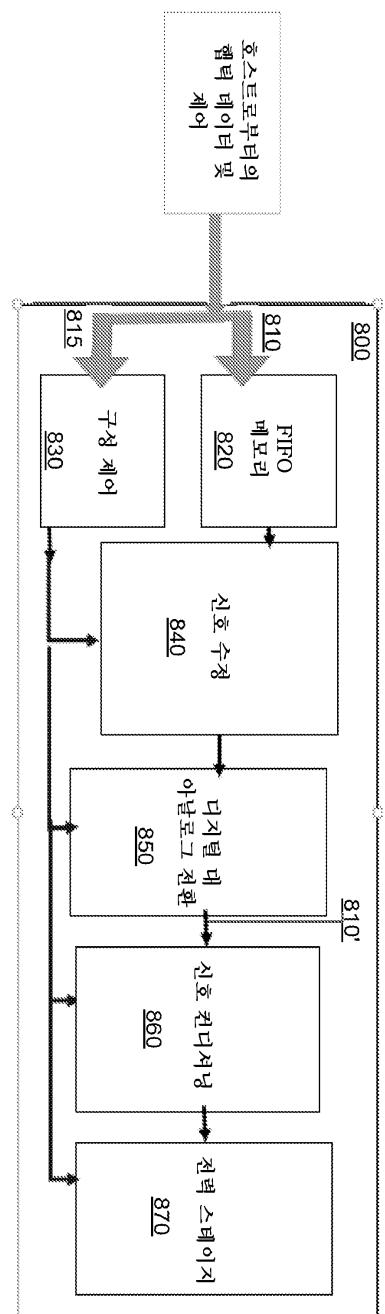
도면6



도면7



도면8



도면9

