



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0053849
 (43) 공개일자 2014년05월08일

- | | |
|--|---|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7023431
(22) 출원일자(국제) 2012년03월09일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2013년09월04일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/028402
(87) 국제공개번호 WO 2012/122438
국제공개일자 2012년09월13일
(30) 우선권주장
61/450,772 2011년03월09일 미국(US)
61/472,777 2011년04월07일 미국(US) | (71) 출원인
바이엘 인텔렉처 프로퍼티 게엠베하
독일, 40789 몬헤임 엠 레인, 알프레드-노엘-스트라쎄 10
(72) 발명자
빅스, 실몬, 제임스
미국 95033 캘리포니아주 로스 가토스 몬테비나 로드 18410
히치콕, 로저, 엔.
미국 94577 캘리포니아주 샌 리앤드로 그래프 애비뉴 1614
(74) 대리인
위혜숙, 양영준, 양영환 |
|--|---|

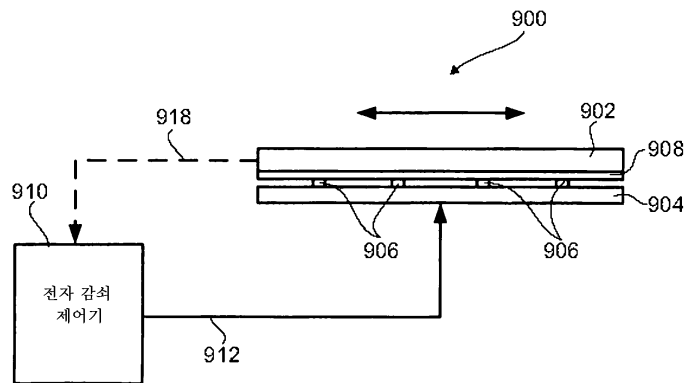
전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 발명의 명칭 **전기활성 증합체 작동기 피드백 장치 시스템 및 방법**

(57) 요약

전기활성 증합체 모듈에 대한 전자 댐핑 피드백 제어 시스템, 전기활성 증합체 장치 및 실감나는 효과를 생성하는 컴퓨터 구현 방법이 제공되어 있다. 전자 댐핑 제어기는 사용자 인터페이스 장치와 전기활성 증합체 작동기 간의 피드백 루프에 결합되어 있고, 여기서 작동기는 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있다. 전자 댐핑 제어기는 사용자 입력에 응답하여 사용자 인터페이스 장치로부터 작동 신호를 수신하도록 구성되어 있다. 작동 신호에 응답하여, 전자 댐핑 제어기는 작동기에 결합되는 전자 댐핑 신호를 발생시킨다. 전기활성 증합체 장치는 사용자 인터페이스 장치, 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있는 전기활성 증합체 작동기, 및 전자 댐핑 제어기를 포함하고 있다. 본 발명은 개선된 사용자 인터페이스 장치를 제공할 수 있다.

대표도 - 도9a



특허청구의 범위

청구항 1

전기활성 중합체 모듈에 대한 전자 댐핑 피드백 제어 시스템이며,

사용자 인터페이스 장치와 전기활성 중합체 작동기 간의 피드백 루프에 결합되어 있는 전자 댐핑 제어기를 포함하고,

여기서 작동기는 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있고, 전자 댐핑 제어기는 사용자 입력에 응답하여 사용자 인터페이스 장치로부터 작동 신호를 수신하도록 구성되어 있으며, 전자 댐핑 제어기는 작동 신호에 응답하여 전자 댐핑 신호를 발생시켜서 작동기를 구동하고 기계적 움직임을 댐핑시키는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 전자 댐핑 제어기가 전자 댐핑 신호에 상관되어 있는 디지털 파형을 저장하는 메모리를 포함하고, 전자 댐핑 제어기가 사용자 인터페이스 장치 및/또는 작동 신호의 소정의 유형에 대응하는 파형을 메모리로부터 선택하는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 작동 신호의 특성에 기초하여 사용자 인터페이스 장치의 유형을 판정하고 사용자 인터페이스 장치 및/또는 작동 신호의 소정의 유형에 대응하는 파형을 메모리로부터 선택하는 프로세서를 추가로 포함하는 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서,

메모리로부터 선택된 파형의 아날로그 신호 표현을 발생시키는, 프로세서에 결합되어 있는 디지털-아날로그 변환기; 및

변환기로부터 수신된 아날로그 신호를 증폭시키는, 변환기에 결합되어 있는 증폭기

를 추가로 포함하는 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 프로세서가, 메모리로부터 선택된 파형에 스케일링 인자를 적용하여 작동 신호에 의해 표시된 힘에 따라 전자 댐핑 신호를 스케일링하도록 구성되어 있는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 증폭기가 프로그램 가능 이득 증폭기이고, 메모리로부터 선택된 파형에 스케일링 인자를 적용하여 작동 신호에 의해 표시된 힘에 따라 전자 댐핑 신호를 스케일링하도록 구성되어 있는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 전자 댐핑 신호가 관성 구동 작동기(inertial drive actuator) 및 직접 구동 작동기(direct drive actuator)로 이루어진 군으로부터 선택된 것을 구동하도록 구성되어 있는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 전자 댐핑 제어기가 사용자로부터의 입력을 수신하여 사용자 기본 설정에 따라 전자 댐핑 신호를 최적화하도록 구성되어 있는 것인 전자 댐핑 피드백 제어 시스템.

청구항 9

사용자 인터페이스 장치;
 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있는 전기활성 중합체 작동기; 및
 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 전자 댐핑 피드백 제어 시스템을
 을 포함하는 장치.

청구항 10

제9항에 있어서, 전자 댐핑 신호가,
 전기활성 중합체 시스템의 원하는 효과를 특징지우는 단계;
 원하는 효과에 대한 재생 시스템(reproduction system)을 결정하는 단계;
 동적 조건 하에서 재생 시스템의 용량을 평가하는 단계;
 원하는 효과 출력이 얻어질 때까지 효과 전압 프로파일을 편집하는 단계; 및
 원하는 효과에 따라 시간 도메인 비선형 시스템 모델을 생성시키는 단계
 를 포함하는, 실감나는 효과를 생성하는 컴퓨터 구현 방법을 사용하여 설계되는 것인 장치.

청구항 11

제10항에 있어서, 원하는 효과를 특징지우는 단계가
 시간 도메인에서 시스템의 가속도, 속도 및 변위를 측정하는 단계; 및
 전기활성 중합체 시스템이 선형 2차 질량-스프링 댐퍼 시스템을 따르는지 또는 전기활성 중합체 시스템이 이중
 공진 결합 시스템을 따르는지를 판정하는 단계
 를 포함하고, 여기서 전기활성 중합체 시스템이 공진 주파수, 질량, 강성 및 댐핑과 관련하여 특징지워지는 것
 인 장치.

청구항 12

제10항 또는 제11항에 있어서, 원하는 효과에 대한 재생 시스템을 결정하는 단계가
 전기활성 중합체 시스템에 대한 전기활성 중합체 작동기를 선택하는 단계; 및
 선택된 전기활성 중합체 작동기에 대한 부하를 추정하는 단계
 를 추가로 포함하는 것인 장치.

청구항 13

제10항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서, 동적 조건 하에서 전기활성 중합체 재생 시스템의 용량을 평가하
 는 단계가
 원하는 효과에 대응하는 전기활성 중합체 작동기 구동 파형이 선형인지 또는 비선형인지를 판정하는 단계
 를 추가로 포함하는 것인 장치.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서, 간단한 효과 또는 과거의 결과에 실질적으로 유사한 효과에 대해
 원하는 효과 출력이 얻어질 때까지 효과 전압 프로파일을 편집하는 것을 추가로 포함하는 장치.

청구항 15

제10항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서, 원하는 효과에 따라 시간 도메인 비선형 시스템 모델을 생성시키
 는 단계가

페루프 피드백 분석을 사용하여 원하는 효과를 발생시키는 입력 파형을 도출하는 단계를 추가로 포함하는 것인 장치.

청구항 16

제10항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서, 원하는 효과에 따라 시간 도메인 비선형 시스템 모델을 생성시키는 단계가

원하는 효과 출력이 얻어질 때까지 효과 전압 프로파일을 편집하는 단계를 반복하는 단계를 추가로 포함하는 것인 장치.

청구항 17

제9항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서, 터치스크린 디스플레이, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드 장치, 원격 제어 장치, 가전 제품에 대한 사용자 인터페이스, 게임 제어기, 게임 콘솔, 휴대용 게임 시스템, 컴퓨터 디스플레이, 핸드헬드 장치, 스마트폰, 모바일 장치, 이동 전화, 모바일 인터넷 장치, 개인 휴대 정보 단말기, 위성 위치 확인 시스템 수신기, 리모콘, 컴퓨터 주변 장치 및 게임 주변 장치로 이루어진 군으로부터 선택되는 장치.

명세서

기술분야

[0001] 관련 출원의 상호 참조

[0002] 본 출원은 35 USC § 119(e) 하에 미국 가특허 출원 61/450,772 - 2011년 3월 9일자로 출원되고 발명의 명칭이 "터치스크린 상에서의 개선된 키 클릭 복제를 위해 전자 댐핑을 이용하는 전기활성 중합체 햅틱 작동기 (ELECTROACTIVE POLYMER HAPTIC ACTUATOR UTILIZING ELECTRONIC DAMPING FOR IMPROVED KEY CLICK REPLICATION ON TOUCHSCREEN)"임 -; 및 61/472,777 - 2011년 4월 7일자로 출원되고 발명의 명칭이 "실감나는 햅틱 효과 생성 방법(METHOD OF CREATING REALISTIC HAPTIC EFFECTS)"임 - 를 기초로 우선권을 주장하며, 이들 출원 각각은 참고 문헌으로서 그 전체 개시 내용이 본 명세서에 포함된다.

[0003] 발명의 분야

[0004] 다양한 실시양태에서, 본 개시 내용은 일반적으로 사용자 인터페이스 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는, 사용자에게 의해 컴퓨터 및 기계 장치와 인터페이스하기 위해 흔히 사용되는 장치 상에서의 개선된 "키 클릭" 복제를 위해 전자 댐핑(electronic damping)을 이용하는 것에 관한 것이다. 본 개시 내용은 또한 사용자가 표면을 터치하거나, 버튼 또는 키를 누르거나, 노브(knob)를 회전시킬 때 실감나는 촉각 응답을 생성하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0005] 사용자는 매일 각종의 응용에서 전자 및 기계 장치와 인터페이스한다. 이러한 응용은 스마트폰 및 태블릿 컴퓨터 상의 터치스크린 디스플레이, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드 장치, 원격 제어 장치, 가전 제품의 사용자 인터페이스, 게임 제어기 및 콘솔, 컴퓨터 디스플레이와 상호작용하는 것을 포함한다. 일부 인터페이스 장치는 힘 피드백 또는 촉각 피드백 (모두 합하여, "햅틱 피드백"이라고 함)을 사용자에게 제공한다. 장치들 중에서도 특히, 터치스크린 디스플레이, 마우스, 조이스틱, 운전대, 터치 패드, 게임 제어기의 햅틱 버전은 어떤 형태의 햅틱 피드백을 사용자에게 이미 제공하고 있다. 일부 핸드헬드 모바일 장치 및 게임 제어기는, 예를 들어, 비디오 게임을 플레이하는 동안 사용자에게 힘 피드백 진동을 제공함으로써 사용자의 게임 경험을 향상시키기 위해 또는 가상 버튼이 터치스크린 디스플레이 상에서 선택되었음을 알려주기 위해 작은 진동기를 사용하는 종래의 햅틱 피드백 장치를 이용한다.

[0006] 이러한 진동기가 사용자에게 느낌을 전달함으로써 촉각 피드백을 제공하는 데 적절할 수 있지만, 이들이 실제의 "키 클릭" 느낌을 적절히 복제하지 못한다. 게다가, 종래의 전기활성 중합체 피드백 장치가 촉각 피드백을 제공하기 위해 터치스크린을 움직이는 데 사용될 때, 이들은 바람직하지 않은 느낌을 야기하는 기계적 링잉 (mechanical ringing)을 발생시킨다. 종종, 사용자에게 "키 클릭" 응답 느낌을 제공하려고 할 때 이러한 바람

직하지 않은 느낌은 고유의 "웅웅거림(buzziness)"으로서 나타난다. 이것은 사용자에게 실감나지 않는 느낌을 생성한다.

[0007] 비선형 시스템을 사용하여 실감나는 효과를 생성하는 것은 어려운 것으로 밝혀졌다. 종래의 기술은, 예를 들어, 그래픽 인터페이스에서 시행 착오 방식을 사용한다. 그렇지만, 이러한 기술은 필요한 파형을 설계자에게 제공하지 않으며 실감나는 햅틱 효과를 제공하기 위해 "추측 시도(guess and try)" 방식을 필요로 한다.

[0008] 종래의 햅틱 피드백 장치에서 겪게 되는 이들 및 기타 난제를 극복하기 위해, 본 개시 내용은 응답성도 좋고 콤팩트하기도 한 사용자 인터페이스 장치를 제조하는 데 필요한 대역폭 및 에너지 밀도를 가지는 유전체 엘라스토머를 바탕으로 구현되는 전기활성 중합체 기반 피드백 모듈을 제공한다. 이러한 전기활성 중합체 피드백 모듈은 2개의 전극층 사이에 샌드위치되어 있는 유전체 엘라스토머 필름을 포함하고 있는 얇은 시트를 포함한다. 높은 전압이 전극에 인가될 때, 2개의 끌어당기는 전극은 전극층 사이에 샌드위치되어 있는 시트의 일부분을 압축시킨다. 전기활성 중합체 피드백 장치는 햅틱 피드백을 제공하기 위해 터치스크린 디스플레이 아래에 위치될 수 있는 얇은 저전력 모듈의 형태를 가질 수 있다. 이러한 피드백 장치는 전자 댐핑 기법 및 클릭 재생 기법을 사용하여 실감나는 "키 클릭" 느낌 및 응답을 생성하는 개선된 전기활성 중합체 작동기를 제공한다.

발명의 내용

[0009] 발명의 개요

[0010] 본 개시 내용은 전기활성 중합체 기반 작동기의 다양한 측면에 적용된다. 한 실시양태에서, 전기활성 중합체 모듈에 대한 전자 댐핑 피드백 제어 시스템이 제공된다. 이 시스템은 사용자 인터페이스 장치와 전기활성 중합체 작동기(electroactive polymer actuator) 간의 피드백 루프에 결합되어 있는 전자 댐핑 제어기(electronic damping controller)를 포함하고, 여기서 전기활성 중합체 작동기는 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있다. 전자 댐핑 제어기는 사용자 입력에 응답하여 사용자 인터페이스 장치로부터 작동 신호(actuation signal)를 수신하도록 구성되어 있다. 작동 신호에 응답하여, 전자 댐핑 제어기는 전자 댐핑 신호를 발생시켜 작동기를 구동하고 기계적 진동을 댐핑시킨다. 본 발명은, 예를 들어, 터치스크린 디스플레이, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드 장치, 원격 제어 장치, 가전 제품에 대한 사용자 인터페이스, 게임 제어기, 게임 콘솔, 휴대용 게임 시스템, 컴퓨터 디스플레이, 핸드헬드 장치, 스마트폰, 모바일 장치, 이동 전화, 모바일 인터넷 장치, 개인 휴대 정보 단말기, 위성 위치 확인 시스템 수신기, 리모콘, 컴퓨터 및 게임 주변 장치 등과 같은 개선된 사용자 인터페이스 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 한 실시양태에 따른, 전기활성 중합체 시스템의 절취도이다.
- 도 2a는 한 실시양태에 따른, 전기활성 중합체 시스템의 트랜스듀서 부분의 상면 사시도이다.
- 도 2b는 한 실시양태에 따른, 전계의 변화에 응답한 편향을 포함하는 도 2a에 도시된 전기활성 중합체 시스템의 트랜스듀서 부분의 상면 사시도이다.
- 도 3a는 한 실시양태에 따른, 게임/음악 및 클릭 응용에 적당한 능력을 제공하는 전기활성 중합체 모듈의 성능을 정량화하는 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 3b는 한 실시양태에 따른, 도 2a에 도시된 시스템의 기능 블록도이다.
- 도 4a는 한 실시양태에 따른, 도 3a 및 도 3b에 도시된 작동기 기계 시스템의 기계 시스템 모델을 나타낸 도면이다.
- 도 4b는 한 실시양태에 따른, 전기활성 중합체 작동기의 성능 모델을 나타낸 도면이다.
- 도 5a는 한 실시양태에 따른, 바 어레이 기하 형태(bar array geometry)로 구성된 세그먼트화된 작동기(segmented actuator)의 한 측면을 나타낸 도면이다.
- 도 5b는 한 실시양태에 따른, 작동기의 프레임 및 바 요소에 대한 위상의 전기적 배열의 한 측면을 나타낸 도 5a에 도시된 세그먼트화된 작동기의 측면도이다.
- 도 5c는 한 실시양태에 따른, 프레임과 백플레인(backplane) 간의 기계적 결합 및 바와 출력 플레이트(output plate) 간의 기계적 결합을 나타낸 측면도이다.

도 6a는 한 실시양태에 따른, 후보 모듈이 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 진폭의 그래픽 표현이다.

도 6b는 한 실시양태에 따른, 후보 모듈이 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 느낌의 그래픽 표현이다.

도 7은 한 실시양태에 따른, 벤치 탑(bench top)에서 측정된 시험 질량을 갖는 모듈의 정상 상태 응답의 그래픽 표현 - 모델링된 것 (선으로 표시됨) 대 측정된 것 (점으로 표시됨) -이다.

도 8은 한 실시양태에 따른, 2명의 사용자에게 대한 관찰된 클릭 데이터 (점으로 표시됨) 및 보통의 사용자에게 대한 모델의 예측 (선으로 표시됨)의 그래픽 표현.

도 9a는 한 실시양태에 따른, 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있는 세그먼트화된 작동기 및 전자 댄핑 제어기를 포함하는 전자 댄핑 시스템을 나타낸 도면.

도 9b는 한 실시양태에 따른, 작동 신호에 응답하여 전자 댄핑 제어기에 의해 발생된 댄핑 전압 제어 신호의 그래픽 표현.

도 9c는 한 실시양태에 따른, 댄핑 전압 제어 신호에 응답한 전기활성 중합체 작동기의 움직임을 나타내는 변위 곡선의 그래픽 표현.

도 9d는 한 실시양태에 따른, 전자 댄핑 제어기를 나타낸 도면.

도 10은 실감나는 효과를 생성하는 컴퓨터 구현 방법(1000)의 논리 다이어그램.

도 11은 한 실시양태에 따른, 도 10과 관련하여 기술된 방법의 실시양태가 구현될 수 있는 시스템을 나타낸 도면.

도 12는 한 실시양태에 따른, 전기활성 중합체 장치의 능력을 정량화하는 컴퓨터 구현 방법의 다양한 측면을 구현하는 범용 컴퓨터를 나타내는 예시적인 환경을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 발명의 상세한 설명
- [0013] 전기활성 중합체 피드백 장치의 실시양태에 대해 설명하기 전에, 개시된 실시양태가 응용 또는 사용에서 첨부 도면 및 설명에 예시된 부분의 구성 및 배열의 상세로 제한되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 개시된 실시양태는 다른 실시양태, 변형에 및 수정으로 구현되거나 그에 포함될 수 있고, 다양한 방식으로 실시 또는 수행될 수 있다. 게다가, 달리 언급하지 않는 한, 본 명세서에서 이용되는 용어 및 표현이 예시를 위해 및 읽는 사람의 편의를 위해 실시양태를 기술할 목적으로 선택되었고, 실시양태들 중 임의의 실시양태를 개시된 특정의 실시양태로 제한하기 위한 것이 아니다. 게다가, 개시된 실시양태들, 실시양태의 표현들 및 예들 중 임의의 하나 이상이 다른 개시된 실시양태들, 실시양태의 표현들 및 예들 (이들로 제한되지 않음) 중 임의의 하나 이상과 결합될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 이와 같이, 한 실시양태에 개시되어 있는 요소와 다른 실시양태에 개시되어 있는 요소의 결합이 본 개시 내용 및 첨부된 청구항의 범위 내에 있는 것으로 간주된다.
- [0014] 본 발명은 전기활성 중합체 모듈에 대한 전자 댄핑 피드백 제어 시스템을 제공하고, 이 시스템은 사용자 인터페이스 장치와 전기활성 중합체 작동기 간의 피드백 루프에 결합되어 있는 전자 댄핑 제어기를 포함하고, 여기서 작동기는 사용자 인터페이스 장치에 결합되어 있고, 전자 댄핑 제어기는 사용자 입력에 응답하여 사용자 인터페이스 장치로부터 작동 신호를 수신하도록 구성되어 있으며, 전자 댄핑 제어기는 작동 신호에 응답하여 전자 댄핑 신호를 발생시켜서 작동기를 구동하고 기계적 움직임을 댄핑시킨다.
- [0015] 다양한 실시양태에서, 본 개시 내용은 전자 댄핑 기법 및 클릭 재생 기법을 사용하여 실감나는 "키 클릭" 느낌 및 응답을 제공하는 전기활성 중합체 피드백 장치를 제공한다. "전기활성 중합체" 및 "유전체 엘라스토머"라는 용어가 본 개시 내용 전체에 걸쳐 서로 바꾸어 사용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 이들 및 기타 구체적인 실시양태가 이하에서 본 명세서에 예시되고 기술되어 있다.
- [0016] 본 개시 내용은 전기활성 중합체 일체형 피드백 장치의 다양한 실시양태를 제공한다. 전기활성 중합체 기반 피드백 모듈을 포함하는 다양한 일체형 장치에 대한 설명을 시작하기 전에, 본 개시 내용은 도 1을 간략히 참조하며, 도 1은, 예를 들어, 터치스크린 디스플레이, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드 장치, 원격 제어 장치, 가전 제품에 대한 사용자 인터페이스, 게임 제어기, 게임 콘솔, 휴대용 게임 시스템,

컴퓨터 디스플레이, 핸드헬드 장치, 스마트폰, 모바일 장치, 이동 전화, 모바일 인터넷 장치, 개인 휴대 정보 단말기, 위성 위치 확인 시스템 수신기, 리모콘, 컴퓨터 및 게임 주변 장치 등과 같은 다양한 장치에 일체로 포함될 수 있는, 한 실시양태에 따른 전기활성 중합체 시스템의 절취도를 나타낸 것이다. 일체형 전기활성 중합체 시스템은 사용자의 촉각 피드백 경험을 향상시킨다. 이제부터, 전기활성 중합체 모듈(100)을 참조하여 전기활성 중합체 시스템의 한 실시양태에 대해 기술한다. 전기활성 중합체 작동기는 높은 전압을 공급받을 때 출력 플레이트(102) (예컨대, 슬라이딩 표면)를 고정 플레이트(104) (예컨대, 고정 표면)에 대해 슬라이딩시킨다. 플레이트(102, 104)는 강철 볼에 의해 분리되어 있고, 움직임을 원하는 방향으로 제약하고 이동을 제한하며 낙하 시험에 견디는 특징부를 가진다. 모바일 장치에 통합시키기 위해, 상부 플레이트(102)는 모바일 장치의 배터리 또는 터치 표면, 스크린, 또는 디스플레이 등의 관성 질량에 부착되어 있을 수 있다. 따라서, 도 1에 예시된 실시양태에서, 전기활성 중합체 모듈(100)의 상부 플레이트(102)는 화살표(106)로 나타낸 바와 같이 양방향으로 움직일 수 있는 터치 표면의 관성 질량 또는 배면에 탑재되어 있는 슬라이딩 표면으로 이루어져 있다. 출력 플레이트(102)와 고정 플레이트(104) 사이에서, 전기활성 중합체 모듈(100)은 슬라이딩 표면 (예컨대, 상부 플레이트(102))에 부착되어 있는 적어도 하나의 전극(108), 선택적으로 적어도 하나의 분할기(divider)(110) 및 적어도 하나의 바(112)를 포함하고 있다. 프레임 및 분할기 세그먼트(114)는 고정 표면 (예컨대, 하부 플레이트(104))에 부착되어 있다. 전기활성 중합체 모듈(100)은 슬라이딩 표면의 움직임을 증폭하기 위해 어레이로 구성되어 있는 임의의 수의 바(112)를 포함할 수 있다. 전기활성 중합체 모듈(100)은 플렉스 케이블(flex cable)을 통해 작동기 제어기 회로의 구동 전자 회로에 결합되어 있을 수 있다.

[0017] 전기활성 중합체 모듈(100)의 이점은 보다 실감나는 느낌이고, 실질적으로 즉각적으로 느낄 수 있으며, 상당히 더 적은 배터리 수명을 소비하고, 맞춤형한 설계 및 성능 옵션에 적합한 힘 피드백 응답을 사용자에게 제공하는 것을 포함한다. 전기활성 중합체 모듈(100)은 미국 캘리포니아주 서니베일 소재의 아티피셜 머슬, 인크.(Artificial Muscle, Inc.)(AMI)에 의해 개발된 전기활성 중합체 모듈을 나타낸다.

[0018] 여전히 도 1을 참조하면, 전기활성 중합체 모듈(100)의 설계 변수들 중 다수 (예컨대, 두께, 풋프린트)는 모듈 통합체(module integrator)의 필요에 의해 고정될 수 있는 반면, 다른 변수 (예컨대, 유전체 층의 수, 동작 전압)는 비용에 의해 제약될 수 있다. 작동기 기하 형태 - 경성 지지 구조물 대 활성 유전체(active dielectric)에 대한 풋프린트의 할당 - 가 비용에 그다지 영향을 미치지 않기 때문에, 전기활성 중합체 모듈(100)이 모바일 장치에 통합되어 있는 응용에 대한 전기활성 중합체 모듈(100)의 성능을 조정하는 것이 타당한 방식이다.

[0019] 상이한 작동기 기하 형태의 이점을 평가하기 위해 다음과 같은 컴퓨터 구현 모델링 기법이 이용될 수 있다: (1) 핸드셋/사용자 시스템의 기계적인 부분; (2) 작동기 성능; 및 (3) 사용자 느낌. 이들 3가지 구성요소 모두는 후보 설계의 햅틱 능력(haptic capability)을 추정하고 추정된 햅틱 능력 데이터를 사용하여 대량 생산에 적합한 햅틱 설계를 선택하는 컴퓨터 구현 프로세스를 제공한다. 이 모델은 다음과 같은 2가지 종류의 효과에 대한 능력을 예측한다: 장기 효과 (게임 및 음악) 및 단기 효과(키 클릭). "능력(capability)"은 본 명세서에서 모듈이 서비스 중에 발생시킬 수 있는 최대 느낌으로서 정의된다. 후보 설계의 햅틱 능력을 추정하는 이러한 컴퓨터 구현 프로세스는 2011년 2월 15일자로 출원된, 발명의 명칭이 "햅틱 장치 및 그의 능력을 정량화하는 기법 (HAPTIC APPARATUS AND TECHNIQUES FOR QUANTIFYING CAPABILITY THEREOF)"인 공동 양도된 PCT 국제 특허 출원 PCT/US2011/000289 - 참조 문헌으로서 그의 전체 개시 내용이 본 명세서에 포함됨 - 에 더 상세히 기술되어 있다.

[0020] 본 개시 내용의 장치에서의 전기 에너지와 기계 에너지 사이의 변환은, 예를 들어, 유전체 엘라스토머 등의 전기활성 중합체의 하나 이상의 활성 영역의 에너지 변환에 기초하고 있다. 전기활성 중합체는 전기 에너지에 의해 작동될 때 편향된다. 전기 에너지를 기계 에너지로 변환하는 데 있어서의 전기활성 중합체의 성능을 설명하는 데 도움을 주기 위해, 도 2a는 한 실시양태에 따른, 트랜스듀서 부분(200)의 상면 사시도를 나타낸 것이다. 트랜스듀서 부분(200)은 전기 에너지와 기계 에너지 간에 변환을 하는 전기활성 중합체(202)를 포함하고 있다. 한 실시양태에서, 전기활성 중합체는 2개의 전극 사이의 절연성 유전체로서 역할하면서 2개의 전극 사이에 전압차의 인가 시에 편향될 수 있는 중합체를 말한다. 상부 및 하부 전극(204 및 206)은 중합체(202)의 일부분 양단에 전압차를 제공하기 위해, 각각, 그의 상부 및 하부 표면 상에서 전기활성 중합체(202)에 부착되어 있다. 상부 및 하부 전극(204 및 206)에 의해 제공되는 전계의 변화에 따라 중합체(202)가 편향된다. 전극(204 및 206)에 의해 제공되는 전계의 변화에 응답한 트랜스듀서 부분(200)의 편향은 작동(actuation)이라고 한다. 중합체(202)가 형상, 두께 및/또는 면적이 변할 때, 기계적 일(mechanical work)을 생성하기 위해 편향이 사용될 수 있다.

[0021] 도 2b는 한 실시양태에 따른, 전계의 변화에 응답한 편향을 포함하는 트랜스듀서 부분(200)의 상면 사시도를 나

타낸 것이다. 일반적으로, 편향은 중합체(202)의 일부분의 임의의 변위, 팽창, 수축, 비틀림, 선형 또는 면적 변형, 또는 임의의 다른 변형을 말한다. 전극(204, 206)에 인가되거나 그에 의해 인가되는 전압차에 대응하는 전체의 변화는 중합체(202) 내에 기계적 압력을 생성한다. 이 경우에, 전극(204, 206)에 의해 생성되는 서로 다른 전기 전하는 서로를 끌어당겨 전극들(204, 206) 사이에서는 압축력을 제공하고 면방향(planar direction)(208, 210)에서는 중합체(202)에 팽창력을 제공하여, 중합체(202)를 전극들(204, 206) 사이에서는 압축시키고 면방향(208, 210)에서는 신장시킨다.

[0022] 일부 경우에, 전극들(204, 206)은 중합체의 전체 면적에 대해 중합체(202)의 제한된 부분을 덮고 있다. 중합체(202)의 가장자리 근방에서의 전기 절연 파괴(electrical breakdown)를 방지하기 위해 또는 중합체의 하나 이상의 부분에 대한 맞춤형 편향을 달성하기 위해 이것이 행해질 수 있다. 이 용어가 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 활성 영역은 중합체 물질(202) 및 적어도 2개의 전극을 포함하는 트랜스듀서의 일부분으로서 정의된다. 활성 영역이 전기 에너지를 기계 에너지로 변환하는 데 사용될 때, 활성 영역은 중합체(202)의 일부분의 편향을 가능하게 해주는 데 충분한 정전기력을 가지는 그 중합체(202)의 일부분을 포함한다. 활성 영역이 기계 에너지를 전기 에너지로 변환하는 데 사용될 때, 활성 영역은 정전기 에너지의 변화를 가능하게 해주는 데 충분한 편향을 가지는 중합체(202)의 일부분을 포함한다. 이하에서 기술될 것인 바와 같이, 본 개시 내용에 따른 중합체는 다수의 활성 영역을 가질 수 있다. 일부 경우에, 활성 영역 밖에 있는 중합체(202) 물질은 편향 동안 활성 영역에 대한 외부 스프링 힘으로서 역할할 수 있다. 보다 구체적으로는, 활성 영역 밖에 있는 중합체 물질은 그의 수축 또는 팽창에 의해 활성 영역 편향에 저항할 수 있다. 전압차 및 유도된 전하의 제거는 정반대 효과를 야기한다.

[0023] 전극(204, 206)은 순응성이 있고 중합체(202)와 함께 형상을 변경한다. 중합체(202) 및 전극(204, 206)의 구성은 편향에 따른 중합체(202) 응답을 증가시키는 것을 제공한다. 보다 구체적으로는, 트랜스듀서 부분(200)이 편향될 때, 중합체(202)의 압축은 전극(204, 206)의 반대 전하를 더 가깝게 만들고 중합체(202)의 신장은 각각의 전극에서의 유사 전하를 분리시킨다. 한 실시양태에서, 전극들(204, 206) 중 하나는 접지이다.

[0024] 일반적으로, 트랜스듀서 부분(200)은 기계적 힘이 편향을 구동하는 정전기력과 평형을 이룰 때까지 계속 편향된다. 기계적 힘은 중합체(202) 물질의 탄성 복원력, 전극(204, 206)의 순응도, 그리고 트랜스듀서 부분(200)에 결합되어 있는 장치 및/또는 부하에 의해 제공되는 임의의 외부 저항을 포함한다. 인가된 전압의 결과로서의 트랜스듀서 부분(200)의 편향은 또한 중합체(202) 유전 상수 및 중합체(202)의 크기 등의 다수의 다른 인자에 의존할 수 있다.

[0025] 본 개시 내용에 따른 전기활성 중합체는 임의의 방향으로 편향될 수 있다. 전극들(204, 206) 사이에 전압을 인가한 후에, 중합체(202)는 양쪽 면방향(208, 210) 모두에서 팽창(신장)한다. 일부 경우에, 중합체(202)는 비압축성이다 (예컨대, 응력 하에서 실질적으로 일정한 체적을 가짐). 비압축성 중합체(202)의 경우, 중합체(202)는 면방향(208, 210)에서의 팽창의 결과로서 두께가 감소된다. 실시양태가 비압축성 중합체로 제한되지 않고 중합체(202)의 편향이 이러한 간단한 관계를 따르지 않을 수 있다는 것에 유의해야 한다.

[0026] 도 2a에 도시된 트랜스듀서 부분(200) 상의 전극들(204, 206) 사이에 비교적 큰 전압차를 인가하는 것은 트랜스듀서 부분(200)이 도 2b에 도시된 바와 같이 보다 얇고 보다 큰 면적의 형상으로 변하게 할 것이다. 이러한 방식으로, 트랜스듀서 부분(200)은 전기 에너지를 기계 에너지로 변환한다. 트랜스듀서 부분(200)은 또한 양방향으로 기계 에너지를 전기 에너지로 변환하는 데 사용될 수 있다.

[0027] 도 2a 및 도 2b는 트랜스듀서 부분(200)이 기계 에너지를 전기 에너지로 변환하는 한 방식을 나타내는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 부분(200)이 외력에 의해 도 2b에 도시된 것과 같은 보다 얇고 보다 큰 면적의 형상으로 기계적으로 신장되고 비교적 작은 (도 2b의 구성으로 필름을 작동시키는 데 필요한 것보다 작은) 전압차가 전극들(204, 206) 사이에 인가되는 경우, 트랜스듀서 부분(200)은 외력이 제거될 때 도 2a에서와 같은 형상으로 전극들 사이의 면적이 수축될 것이다. 트랜스듀서를 신장시키는 것은 트랜스듀서(200)를 그의 원래의 안정 위치(resting position)로부터 편향시키는 것 - 통상적으로 그 결과, 예컨대, 전극들 사이의 방향(208, 210)에 의해 정의되는 평면에서, 전극들 사이의 중합체(200)의 일부분에 대한 보다 큰 순 면적이 얻어짐 - 을 말한다. 안정 위치는 외부 전기적 또는 기계적 입력을 갖지 않는 트랜스듀서 부분(200)의 위치를 말하며, 중합체에서의 임의의 초기 변형(pre-strain)을 포함할 수 있다. 트랜스듀서 부분(200)이 신장되면, 얻어진 정전기력이 신장의 탄성 복원력과 평형을 이루기에 불충분하도록 비교적 작은 전압차가 제공된다. 따라서, 트랜스듀서 부분(200)은 수축하고, 보다 두껍게 되며, (방향(212)에서의 전극들 사이의 두께와 직교인) 방향들(208, 210)에 의해 정의되는 평면에서 보다 작은 평면 면적을 가진다. 중합체(202)가 보다 두껍게 될 때, 중합체

(202)는 전극들(204, 206) 및 그의 대응하는 서로 다른 전하를 분리시키고, 따라서 전하의 전기 에너지 및 전압을 상승시킨다. 게다가, 전극(204, 206)이 보다 작은 면적으로 수축할 때, 각각의 전극 내의 서로 같은 전하가 수축하고, 또한 전하의 전기 에너지 및 전압을 상승시킨다. 이와 같이, 전극(204, 206) 상의 상이한 전하에 의해, 도 2b에 도시된 것과 같은 형상으로부터 도 2a에 도시된 것과 같은 형상으로서의 수축은 전하의 전기 에너지를 상승시킨다. 즉, 기계적 변형이 전기 에너지로 변환되고 있으며, 트랜스듀서 부분(200)은 발전기로서 역할하고 있다.

[0028] 일부 경우에, 트랜스듀서 부분(200)은 전기적으로 가변 커패시터라고 할 수 있다. 도 2b에 도시된 것으로부터 도 2a에 도시된 것으로의 형상 변경에 대해 커패시턴스가 감소된다. 통상적으로, 전극들(204, 206) 사이의 전압차는 수축에 의해 상승될 것이다. 예를 들어, 수축 과정 동안 부가의 전하가 전극(204, 206)에 부가되거나 그로부터 차감되지 않는 경우, 보통은 이리하다. 전기 에너지 U의 증가는 수식 $U=0.5 Q^2/C$ 로 나타내어질 수 있고, 여기서 Q는 플러스 전극 상의 플러스 전하의 양이고, C는 중합체(202)의 고유의 유전 특성 및 그의 기하 형태에 관련되어 있는 가변 커패시턴스이다. Q가 고정되어 있고 C가 감소되는 경우, 전기 에너지 U가 증가한다. 전기 에너지 및 전압의 증가가 전극(204, 206)과 전기적 통신을 하고 있는 적당한 장치 또는 전자 회로에서 복원되거나 사용될 수 있다. 그에 부가하여, 트랜스듀서 부분(200)은 중합체를 편향시키고 기계적 에너지를 제공하는 기계적 입력에 기계적으로 결합될 수 있다.

[0029] 트랜스듀서 부분(200)은, 수축할 때, 기계 에너지를 전기 에너지로 변환시킬 수 있다. 트랜스듀서 부분(200)이 방향들(208, 210)에 의해 정의되는 평면에서 완전히 수축될 때 전하 및 에너지 중 일부 또는 전부가 제거될 수 있다. 다른 대안으로서, 전하 및 에너지 중 일부 또는 전부가 수축 동안 제거될 수 있다. 중합체(202)에서의 전계 압력(electric field pressure)이 증가하여 수축 동안 기계적 탄성 복원력 및 외부 부하와의 평형에 도달하는 경우, 수축이 완전 수축 이전에 정지할 것이고, 어떤 추가의 탄성 기계 에너지도 전기 에너지로 변환되지 않을 것이다. 전하 및 저장된 전기 에너지의 일부를 제거하는 것은 전계 압력을 감소시키고, 그로써 수축이 계속될 수 있게 해준다. 이와 같이, 전하의 일부를 제거하는 것은 기계 에너지를 전기 에너지로 추가로 변환시킬 수 있다. 발전기로부터 동작할 때의 트랜스듀서 부분(200)의 정확한 전기적 거동은 임의의 전기적 및 기계적 부하는 물론, 중합체(202) 및 전극(204, 206)의 고유의 특성에 의존한다.

[0030] 한 실시양태에서, 전기활성 중합체(202)가 초기 변형되어 있을 수 있다. 중합체의 초기 변형은, 하나 이상의 방향에서, 초기 변형 이전의 한 방향에서의 치수에 대한 초기 변형 이후의 그 방향에서의 치수의 변화로서 나타내어질 수 있다. 초기 변형은 중합체(202)의 탄성 변형을 포함하고, 예를 들어, 장력을 받고 있는 중합체를 신장시키고 신장되어 있는 동안 가장자리들 중 하나를 고정시킴으로써 형성될 수 있다. 많은 중합체의 경우, 초기 변형은 전기 에너지와 기계 에너지 간의 변환을 향상시킨다. 향상된 기계적 응답은 전기활성 중합체에 대한 보다 많은 기계적 일 (예컨대, 보다 큰 편향 및 작동 압력)을 가능하게 해준다. 한 실시양태에서, 초기 변형은 중합체(202)의 절연 내력(dielectric strength)을 향상시킨다. 다른 실시양태에서, 초기 변형은 탄성이다. 작동 후에, 탄성적으로 초기 변형된 중합체는, 원칙적으로, 고정되지 않고 그의 원래의 상태로 되돌아갈 수 있다. 초기 변형이 강성 프레임을 사용하여 경계에 가해질 수 있거나, 중합체의 일부분에 대해 국소적으로도 구현될 수 있다.

[0031] 한 실시양태에서, 등방성 초기 변형된 중합체(isotropic pre-strained polymer)를 생성하기 위해 초기 변형이 중합체(202)의 일부분에 걸쳐 균일하게 적용될 수 있다. 예로서, 아크릴 엘라스토머 중합체가 양쪽 면방향 둘다에서 200 내지 400 퍼센트만큼 신장될 수 있다. 다른 실시양태에서, 비등방성 초기 변형된 중합체(anisotropic pre-strained polymer)를 생성하기 위해 초기 변형이 중합체(202)의 일부분에 대해 상이한 방향에서 똑같지 않게 적용된다. 예를 들어, 실리콘 필름이 한 면방향에서 약 0 내지 50%만큼 신장되고 다른 면방향에서 약 30 내지 100%만큼 신장될 수 있다. 이 경우에, 중합체(202)는 작동될 때 한 방향에서 다른 방향에서 보다 더 많이 편향될 수 있다. 이론에 구속을 받고 싶지 않지만, 본 발명자들은 중합체를 한 방향으로 초기 변형시키는 것이 초기 변형 방향에서의 중합체의 강성(stiffness)을 증가시킬 수 있는 것으로 생각하고 있다. 그에 대응하여, 중합체는 높은 초기 변형 방향에서 비교적 더 딱딱하고 낮은 초기 변형 방향에서 보다 더 유연하며, 작동 시에, 낮은 초기 변형 방향에서 더 많은 편향이 일어난다. 한 실시양태에서, 수직 방향(210)에서의 큰 초기 변형을 이용함으로써 트랜스듀서 부분(200)의 방향(208)에서의 편향이 향상될 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 부분(200)으로서 사용되는 아크릴 엘라스토머 중합체가 방향(208)에서 200%만큼 신장되고 수직 방향(210)에서 500%만큼 신장될 수 있다. 중합체에 대한 초기 변형의 양은 중합체 물질 및 응용에서의 중합체의 원하는 성능에 기초할 수 있다.

- [0032] 도 3a는 한 실시양태에 따른, 게임/음악 및 클릭 응용에 적당한 능력을 제공하는 전기활성 중합체 모듈의 성능을 정량화하는 시스템(300)을 나타낸 도면이다. 시스템(300)은 사용자가 컴퓨터 및 기계적 장치와 인터페이스하는 데 사용하는 터치스크린 상에서의 "키 클릭" 복제를 향상시키기 위해 전자 댄핑을 위한 전기 신호를 발생시키는 데 이용될 수 있다. 시스템(300)은 또한 사용자가 표면을 터치하거나, 버튼 또는 키를 누르거나, 노브를 회전시킬 때 실감나는 촉각 응답을 생성하는 데 이용될 수 있다. 도 3a에 도시된 바와 같이, 시스템(300)의 출력은 도 1의 전기활성 중합체 모듈(100)을 시뮬레이트하는 작동기 기계 시스템 모듈(306)에의 정상 상태 입력(302) 및 과도 입력(304)에 응답한 느낌 (S) 대 주파수 (f)이다. 기능적으로, 작동기 기계 시스템 모듈(306)은 전기활성 중합체 모듈(100)에 입력 압력을 가하는 손가락 끝 부분(308) 또는 햅틱 모듈(100)을 쥐고 있는 손바닥 부분(310)을 나타내고 있다. 상이한 주파수에서 작동기(100)에 최대 전압을 인가하는 것은 사용자가 느낌 $S(f)$ 로서 인지하게 될 작동기 기계 시스템 모듈(306)에서의 정상 상태 진폭 $A(f)$ 를 생성한다. 강도 인지 모듈(312)은 변위를 느낌에 매핑한다. 주파수 및 진폭에 의존하는 이들 느낌 $S(f)$ 는 데시벨로 표현될 수 있는 강도를 가지며, 설계의 게임 능력을 나타낸다. 클릭 능력도 유사한 방식으로 나타내어질 수 있다. 전체 전압에서의 펄스에 대한 과도 응답 $x(t)$ 의 진폭은 느낌 (단위: 데시벨)에 매핑된다. 그 느낌은 설계가 단일 사이클에서 생성할 수 있는 가장 강한 "클릭"이다. 게임 능력이 공진을 이용할 수 있기 때문에, 게임 능력이 클릭 능력을 초과할 수 있다.
- [0033] 도 3b는 한 실시양태에 따른, 시스템(300)의 기능 블록도(314)이다. 느낌 $S(t)$ 는 정상 상태 입력 명령 $V(t)$ 에 응답하여 생성된다. 작동기 기계 시스템 모듈(306)은 입력 명령 $V(t)$ 에 응답하여 변위 $x(t)$ 를 생성한다. 강도 인지 모듈(312)은 변위 입력 $x(t)$ 를 느낌 $S(t)$ 에 매핑한다.
- [0034] 이 접근방법에 따르면, 전기활성 중합체 모듈(100)의 성능을 정량화하는 모델이 구성된다. 손가락 끝 부분(308) 및 손바닥 부분(310) 둘 다를 포함하는, 전기활성 중합체 모듈(100)이 동작하는 작동기 기계 시스템(306)의 교정이 또한 기술되어 있다. 작동기 성능을 다루고 있는 본 개시 내용의 섹션들은 작동기 기계 시스템(306)에 정합하도록 성능을 조정하는 범용 모델 및 작동기 세그먼트화 방법을 제공한다. 발표된 데이터에 따라 느낌 모델을 교정하는 것도 제시되어 있다. 햅틱 모듈(100)의 능력 대 작동기 기하 형태에 대해 논의한다. 모델 및 다른 기술의 측정치와 비교한 실제 모듈의 성능에 대해서도 본 명세서에서 이하에서 논의한다.
- [0035] 이 모델에 대한 관심의 한 응용은 터치스크린을 모바일 장치 질량의 나머지에 대해 횡방향으로 구동하는 전기활성 중합체 모듈을 갖는 핸드헬드 모바일 장치이다. 상이한 모바일 장치에 있는 다수의 디스플레이 및 터치스크린에 대한 조사로부터 가동 질량 평균(movable mass average)이 대략 25 그램이고 나머지 장치 질량이 대략 100 그램이었다. 이들 값은 상당한 모바일 장치의 집단을 대표하지만, 다른 부류의 가전 제품 (즉, 위성 위치 확인(GPS) 시스템, 게임 시스템)에 대해 용이하게 변경될 수 있다.
- [0036] 핸드셋의 기계적인 부분 및 사용자에게 대한 고려
- [0037] 도 4a는 한 실시양태에 따른, 도 3a 및 도 3b에 도시된 작동기 기계 시스템 모듈(306)의 기계 시스템 모델(400)이다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 작동기 기계 시스템(306)이 팽창된다. 파선 박스는 데이터에 맞춰진 손가락 끝(402), 손바닥(408) 및 작동기(410)의 파라미터를 나타낸다. 서비스 중에, 전기활성 중합체 모듈(100)은 손가락 끝(402), 터치스크린(404), 핸드셋 케이스(406) 및 손바닥(408)을 포함하는 보다 큰 기계 시스템의 일부이다. 기계 시스템 모델(400)은 이 시스템 및 그 내부의 작동기를 근사화하는 집중 요소(lumped element)를 나타내고 있다. 손가락 끝(402) 및 손바닥(408)은 간단한 (m , k , c) 질량-스프링-댐퍼 시스템(mass-spring-damper system)으로서 취급된다. 이들 파라미터를 추정하기 위해, 근단/원단 전단 진동(proximal/distal shear vibration)에 대한 정상 상태 응답이 키 누름 동안 검지 손가락 끝(402)에서 그리고 핸드셋 크기의 질량체를 잡고 있는 손바닥(408)에서 측정된다. 이들 측정치는 햅틱 임피던스(haptic impedance), 특히 공간 제약조건으로 인해 단지 몇개의 예의 인용이 가능하게 되는 피부 상에서의 접선 견인(tangential traction)에 관한 점점 늘어나는 문헌에 데이터를 추가한다. 이러한 문헌의 예로는, 예를 들어, 문헌 [Lundstrom, R.의 "Local Vibrations - Mechanical Impedance of the Human Hand's Glabrous Skin," *Journal of Biomechanics* 17, 137-144 (1984)]; [Hajian, A. Z. 및 Howe, R. D.의 "Identification of the mechanical impedance at the human finger tip," *ASME Journal of Biomechanical Engineering* 119(1), 109-114 (1997)]; 및 [Israr, A., Choi, S. 및 Tan, H. Z.의 "Mechanical Impedance of the Hand Holding a Spherical Tool at Threshold and Suprathreshold Stimulation Levels," *Proceedings of the Second Joint EuroHaptics Conference and Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems*, 55-60 (2007)]이 있다.
- [0038] 도 4b는 한 실시양태에 따른, 작동기(410)의 성능 모델(412)을 나타낸 것이다. 작동기 힘(actuator force)(F)

및 스프링 상수(spring rate)(k_3)는 기하 형태(처음 9개의 파라미터), 전단 모듈러스(G), 및 전기적 특성에 의존한다. 기하 형태 변수 n (파선원)은, 예를 들어, 시뮬레이션 동안 변화될 수 있는 변수를 나타낸다. 작동기(410)는 스프링 및 댐퍼와 병렬로 있는 힘 소스로서 취급될 수 있다. 부가의 댐퍼를 추가하여, 이 하나의 이차식 ($F = -c_{q3}\dot{v}^2$)은 측정된 성능에 대한 교정을 향상시킬 수 있다. 작동기(410)의 기하 형태는 블록 힘(blocked force) 및 수동 스프링 상수(passive spring rate)를 결정한다. 네오-후케안(Neo-Hookean) 모델은 인장 응력/변형 시험에 대해 교정된 하나의 자유 파라미터인 전단 모듈러스(G)를 사용하여 사전 신장(pre-stretch)(p)을 거친 유전체의 역학을 설명해준다. 에너지 모델은 작동기 변위 및 전압의 함수로서 힘에 대한 간결한 표현식을 생성한다. 작동기를 (n)개의 섹션으로 세그먼트화하는 것은 설계자가 이용가능한 기계적 일을 긴 자유 스트로크(free stroke)와 높은 블록 힘 간에 절충할 수 있게 해주고, 또한 전체 시스템의 공진 주파수를 전기활성 중합체 모듈의 요구에 부합하도록 조정할 수 있게 해준다.

[0039] 세그먼트화 방법

[0040] 도 5a는 한 실시양태에 따른, 바 어레이 기하 형태로 구성된 세그먼트화된 작동기(500)의 한 측면을 나타낸 것이다. 주어진 풋프린트 내의 작동기(500)를 (n)개의 섹션으로 세그먼트화하는 것은 시스템의 수동 강성(passive stiffness) 및 블록 힘을 설정하는 방법을 제공한다. 사전 신장된 유전체 엘라스토머(502)는 외부 프레임(504) 및 프레임(504) 내의 하나 이상의 창(506)을 정의하는 강성 물질에 의해 제 위치에 유지된다. 각각의 창(506) 내부에는, 동일한 강성 프레임 물질의 바(508)가 있고, 바(508)의 한쪽 또는 양쪽 측면 상에는 전극(510)이 있다. 바(508)의 한쪽 측면 상에 있는 유전체 엘라스토머(502) 양단에 전위차를 인가하면 엘라스토머에 정전기 압력(electrostatic pressure)을 생성하고, 이 압력은, 예를 들어, Pelrine, R. E., Kornbluh, R. D. 및 Joseph, J. P.의 “Electrostriction Of Polymer Dielectrics With Compliant Electrodes As A Means Of Actuation,” *Sensors and Actuators A* 64, 77-85 (1998)에 기술된 바와 같이 바(508)에 힘을 가한다. 바(508)에 대한 힘은 작동기(500)의 유효 단면적에 따라 스케일링되고, 따라서 세그먼트(512)의 수에 따라 선형적으로 증가하며, 각각의 세그먼트는 폭(y_i)을 부가한다. 수동 스프링 상수는 n_2 에 따라 스케일링되는데, 그 이유는 각각의 부가의 세그먼트(512)가 작동기(500) 장치를 사실상 2번 강성화(stiffen)시키기 때문이다 - 첫번째는 신장 방향(x_i)으로 그를 단축시키는 것에 의하고 그리고 두번째는 변위에 저항하는 폭(y_i)을 부가하는 것에 의함 - 스프링 상수 및 블록 힘 둘 다는 유전체 층의 수(m)에 따라 선형적으로 스케일링된다.

[0041] 도 5b는 한 실시양태에 따른, 작동기(500)의 프레임(504) 및 바(508) 요소에 대한 위상의 전기적 배열의 한 측면을 나타낸 도 5a에 도시된 세그먼트화된 작동기(500)의 측면도이다. 도 5c는 프레임(504)과 백플레인(514) 간의 기계적 결합 및 바(508)와 출력 플레이트(516) 간의 기계적 결합을 나타낸 측면도이다. 세그먼트화된 작동기(500)의 출력 플레이트(516)는 피드백을 제공하기 위해, 예를 들어, 터치스크린 디스플레이, 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드 장치, 원격 제어 장치, 가전 제품에 대한 사용자 인터페이스, 게임 제어기, 게임 콘솔, 휴대용 게임 시스템, 컴퓨터 디스플레이, 핸드헬드 장치, 스마트폰, 모바일 장치, 이동 전화, 모바일 인터넷 장치, 개인 휴대 정보 단말기, 위성 위치 확인 시스템 수신기, 리모콘 등과 같은 다양한 장치에 일체로 포함될 수 있다. 한 실시양태에서, 출력 플레이트(516) 또는 세그먼트화된 작동기(500)는 사용자에 대한 촉각 피드백 느낌을 증폭시키기 위해 가동 질량체(moving mass)에 결합될 수 있다. 일부 실시양태에서, 가동 질량체는 트레이에 탑재되어 있는 배터리를 수 있다.

[0042] 이제 도 5a 내지 도 5c를 참조하면, 작동기(500)를 세그먼트화하는 것은 이하의 식에 따라 작동 방향(518)에서의 복합 세그먼트화된 작동기(composite segmented actuator)(500)의 유효 나머지 길이(effective rest length)(x_i) 및 복합 세그먼트화된 작동기(500)의 유효 폭(y_i)을 결정하고:

[0043] <수학식 1>

$$x_i = \frac{(x_f - (2e + (n-1)d + nb))}{2n} \quad \text{및} \quad y_i = nm(y_f - 2(e + a))$$

[0045] 여기서,

[0046] x_f 는 x-방향에서의 풋프린트이고;

- [0047] y_i 는 y -방향에서의 풋프린트이며;
- [0048] d 는 분할기의 폭이고;
- [0049] e 는 가장자리의 폭이며;
- [0050] n 은 세그먼트의 수이고;
- [0051] b 는 바의 폭이며;
- [0052] a 는 바 셋백(bar setback)이고;
- [0053] m 은 층의 수이다.
- [0054] 본 개시 내용에 따른 시뮬레이션 데이터는 $d = 1.5$ mm 분할기, $b = 2$ mm 바, $e = 5$ mm 가장자리, $x_f = 76$ mm x -풋프린트, 및 $y_f = 36$ mm y -풋프린트에 기초하고 있다. 유전체 및 기하 형태에 관련된 다른 값은, 예를 들어, 전단 모듈러스 G , 유전 상수 ϵ , 신장되지 않은 두께 z_0 , 층의 수 m , 및 바 셋백 a 를 포함한다.
- [0055] 과도 응답 - 클릭 능력
- [0056] 도 6a는 한 실시양태에 따른, 후보 모듈이 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 진폭의 그래픽 표현(600)이다. 진폭 pp (단위: μm)는 수직축을 따라 나타내어져 있고, 주파수 (단위: 헤르쯔(Hz))는 수평축을 따라 나타내어져 있다. 도 6b는 한 실시양태에 따른, 후보 모듈이 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 느낌의 그래픽 표현(610)이다. $0.1 \mu\text{m}$, 250Hz에 대한 느낌 (단위: dB)은 수직축을 따라 나타내어져 있고, 주파수 (단위: 헤르쯔(Hz))는 수평축을 따라 나타내어져 있다. 후보 설계에 의해 제공되는 클릭 능력을 평가하기 위해, 전체 전압 펄스가 시뮬레이트된다. 공진 주파수의 1/4 사이클의 펄스의 지속시간이 설계에 따라 변화될 수 있다. 피크 변위가 느낌 레벨의 추정치로 변환될 수 있다. 결과는 정상 상태에 대한 것과 유사하다 - 더 많은 세그먼트가 진폭을 감소시켰지만 느낌은 증가되었음 -.
- [0057] 측정된 모듈 성능 대 모델링된 모듈 성능
- [0058] 도 7은 한 실시양태에 따른, 벤치 탑에서 측정된 시험 질량을 갖는 모듈의 정상 상태 응답의 그래픽 표현(700) - 모델링된 것 (선으로 표시됨) 대 측정된 것 (점으로 표시됨) - 이다. 6-세그먼트 작동기 설계는 정상 상태 게임 능력과 클릭 능력 사이에 타당한 절충을 제공한다 (도 6). 시험 질량을 갖는 6-세그먼트 작동기 모듈의 정상 상태 응답은 벤치 상에서 측정되었고 (도 7, 점으로 표시됨), 시스템 모델과의 양호한 일치를 보여주었다 (도 7, 선으로 표시됨). 벤치 상에서의 진폭은 시뮬레이션 진폭을 초과하였는데, 그 이유는 벤치 시험가 강성, 댐핑 및 손바닥과 손가락 끝의 상대 이동을 제거하였기 때문이다.
- [0059] 도 8은 한 실시양태에 따른, 2명의 사용자에 대한 관찰된 클릭 데이터 (점으로 표시됨) 및 보통의 사용자에 대한 모델의 예측 (선으로 표시됨)의 그래픽 표현(800)이다. 변위 (단위: 마이크로미터(μm))는 수직축을 따라 나타내어져 있고, 시간 (단위: 초(s))은 수평축을 따라 나타내어져 있다. 모델이 서비스 중에 모듈의 클릭 능력을 예측할 수 있는지를 평가하기 위해, 2개의 사용자는 핸드셋 모형을 시험하였다. 각각의 사용자는 고정 동안 그랬던 것처럼 "핸드셋" (약 100 그램의 시험 질량)을 잡고 있다. 시험 질량 상에는 전기활성 중합체 모듈이 탑재되어 있었고, 모듈 상에는 "화면"을 근사화하는 또 하나의 약 25 그램의 질량이 탑재되어 있었다. 사용자는 손가락 끝으로 그리고 키 누름을 근사화하는 약 0.5N의 누르기 힘으로 "화면"을 터치하였다. 전압 펄스가 모듈에 0.004초 (모델링된 시스템의 공진의 대략 1/4 사이클) 동안 인가되었다. "전화" 및 "화면"의 변위 (도 8, 점으로 나타냄)가 레이저 변위계(laser displacement meter)(Keyence, LK-G152)를 사용하여 추적되었다. 도시된 바와 같이 (도 8, 선으로 나타냄), 모델은 이들 2명의 사용자가 전화 케이스를 손바닥으로 지지하면서 화면을 터치할 때 경험한 클릭 과도 현상(click transient)의 타당한 추정치를 제공하였다. 기술 분야의 당업자라면 잘 알 것인 바와 같이, 이들 2명의 쥐기는 모델보다 낮은 스프링 상수 및 그보다 더 높은 댐핑비(damping ratio)를 가진 것처럼 보인다. 모델은 평균값에 기초하였고, 개개의 스프링 상수 및 댐핑 계수는 심지어 동일한 피험자에 의한 쥐기 사이에서도 실질적으로 변화되었다.
- [0060] 도 9a는 한 실시양태에 따른, 사용자 인터페이스 장치(902)에 결합되어 있는 세그먼트화된 작동기(904) 및 전자 댐핑 제어기(910)를 포함하는 전자 댐핑 피드백 제어 시스템(900)을 나타낸 것이다. 세그먼트화된 작동기(904)는 도 5a 내지 도 5c와 관련하여 기술된 세그먼트화된 작동기(500)와 유사하다. 한 실시양태에서, 전자 댐핑 피드백 제어 시스템(900)은 전기활성 중합체 작동기(904), 및 터치스크린 인터페이스 장치(902)의 "키 클릭" 복

제를 향상시키기 위해 전자 댐핑 신호(912)를 발생시키는 전자 댐핑 제어기(910)를 포함하고 있다. 한 실시양태에서, 작동기(904) (예컨대, 세그먼트화된 작동기)는 작동기 바(906)를 통해 백플레인(908)에 결합되어 있다. 전자 댐핑 제어기(910)는 사용자 인터페이스 장치(902)와 작동기(904) 간의 피드백 루프에 결합되어 있다. 백플레인(908)은 사용자에게 촉각 피드백을 제공하기 위해 사용자 인터페이스 장치(902)에 결합되도록 구성되어 있다. 작동기(904)는 임의의 크기의 장치에 대응하기 위해 스케일링될 수 있고, 예를 들어, 매우 다양한 응용에 대응하기 위해 수직 변위, 수평 변위 및 관성 구동(inertial drive) 구성에 포함될 수 있다.

[0061] 다양한 실시양태에서, 작동기(904)는 직접 구동(direct drive) 또는 관성 구동 또는 이들의 조합일 수 있다. 직접 구동 작동기(904)는 빠른 응답 시간 (5 내지 10 ms)으로 바람직한 감도 스펙트럼 (50 내지 300 Hz)에서 강한 터치 피드백을 제공한다. 직접 구동 작동기(904)는 터치 장치의 경우 손가락에 직접 피드백을 제공하기 위해 디스플레이 및/또는 터치 센서의 배면에 탑재되도록 또는 전체 장치에서 느낄 수 있는 관성 피드백을 제공하기 위해 배터리 트레이에 탑재되도록 구성되어 있을 수 있다. 직접 구동 작동기(904)는 피드백을 응용에서의 광경 및 사운드와 동기화시킴으로써 사용자 인터페이스 장치(902)의 사용자 경험을 향상시킨다. 직접 구동 작동기(904)는 빠른 응답 시간 및 넓은 주파수 동작 범위로 인해 느낌들의 다양한 조합을 가능하게 해준다. 직접 구동 작동기(904)는 0 내지 3.7V의 범위에 있는 낮은 입력 전압으로 구동될 수 있고, 트리거링, 펄스 폭 변조기 (PWM) 또는 아날로그 전압에 의해 제어될 수 있다.

[0062] 관성 구동 작동기(904)는 빠른 응답 시간 (5 내지 10 ms)으로 바람직한 감도 스펙트럼 (50 내지 300 Hz)에서 강한 터치 피드백을 제공한다. 관성 구동 작동기(904)는 피드백을 응용에서의 광경 및 사운드와 동기화시킴으로써 모바일 장치의 사용자 경험을 향상시킨다. 관성 구동 작동기(904)는 빠른 응답 시간 및 넓은 주파수 동작 범위로 인해 느낌들의 다양한 조합을 가능하게 해준다. 관성 구동 작동기(904)는 0 내지 3.7V의 범위에 있는 낮은 입력 전압으로 구동될 수 있고, 트리거링, 펄스 폭 변조기 또는 아날로그 전압에 의해 제어될 수 있다.

[0063] 일부 실시양태에서, 공통의 또는 독립적인 구동 회로 및/또는 전자 댐핑 피드백 제어 시스템(900)으로 구동될 수 있는 다수의 작동기(904)가 있을 수 있다. 이것은 단기 응답 (예컨대, "키 클릭") 및 장기 응답 (예컨대, 게임/음악) 둘 다가 요망되는 사용자 인터페이스 장치에서 유리할 수 있다. 일부 응용에서 피드백 응답을 공간적으로도 시간적으로도 분산시키는 것이 또한 유리할 수 있다. 예를 들어, "키 클릭"은 키패드로서 역할하도록 설계된 장치의 일부분에서 전달될 수 있는 반면, 게임 응답은 손의 손바닥에 잡고 있는 장치의 일부분으로 전달될 수 있다. 다른 예는 각각의 이어컵(ear cup)을 통한 효과의 독립적인 제어에 의해 방향, 정량적 및 정성적 정보가 사용자에게 전달될 수 있는 헤드폰이다 - 예컨대, 단기 효과는 헤드폰의 한쪽 이어컵으로 전달될 수 있는 반면, 장기 효과는 헤드폰의 다른쪽 이어컵으로 독립적으로 전달될 수 있음 -.

[0064] 전자 댐핑 피드백 제어 시스템(900)은 사용자 인터페이스 장치(902)를 움직임으로써 사용자에게 촉각 피드백을 생성하도록 구성되어 있다. 다양한 실시양태에서, 사용자 인터페이스 장치(902)는 태블릿 컴퓨터, 랩톱 컴퓨터, 컴퓨터 디스플레이, 스마트폰, 모바일 장치, 이동 전화, 모바일 인터넷 장치, 개인 휴대 정보 단말기, 위성 위치 확인 시스템 수신기, 데스크톱 전화, 카지노 게임 머신, POS (판매 시점) 키오스크, 산업 제어 (industrial control)의 터치스크린 디스플레이일 수 있다. 다른 실시양태에서, 인터페이스 장치(902)는 컴퓨터 마우스, 트랙볼, 터치 패드, 원격 제어 장치, 가전 제품에 대한 사용자 인터페이스, 게임 제어기, 게임 콘솔, 휴대용 게임 시스템, 리모콘 등과 같은 입력 장치일 수 있다. 사용자 인터페이스 장치(902)의 움직임은 평면내(in plane)이거나 평면외(out of plane)일 수 있다. 공진 동작 (통상적으로 70 Hz 내지 150 Hz)을 위해 설계된 전기활성 중합체 시스템의 경우, 단일의 작동기 임펄스가 사용자에게 촉각 응답을 제공한다. 이 응답은 통상적으로 바람직하지 않은 그리고 실감나지 않는 효과를 발생시키는 시간 지연 기계적 링잉(late time mechanical ringing)을 포함하고 있다. 이 바람직하지 않은 기계적 링잉 효과가 전자 댐핑을 제공하고 실감나는 "키 클릭" 효과를 생성하기 위해 대항하는 복잡한 파형을 작동기(904)에 인가함으로써 최소화되거나 실질적으로 제거될 수 있다.

[0065] 한 실시양태에서, 전자 댐핑 기능은 사용자 인터페이스 장치(902)의 회로에 결합되어 있는 전자 댐핑 제어기 (910)에 의해 구현될 수 있다. 전자 댐핑 제어기(910)는 작동기(904)에 인가되는 댐핑 전압 제어 신호(912)를 인가함으로써 사용자 인터페이스 장치(902)의 댐핑력을 제어하고 진동 등의 기계적 움직임을 감소시킬 수 있게 해준다. 한 실시양태에서, 전자 댐핑 제어기(910)는, 사용자가 사용자 인터페이스 장치를 터치할 때, 사용자 인터페이스 장치(902)에 의해 발생된 작동 신호(918)를 검출하도록 구성되어 있다. 작동 신호(918)에 응답하여, 전자 댐핑 제어기(910)는 사용자 인터페이스 장치(902)의 댐핑을 제어하기 위해 (한 실시양태에 따른) 댐핑 전압 제어 신호(912) (도 9b)를 작동기(904)에 인가한다. 원하지 않는 기계적 링잉을 실질적으로 최소화시키고 사용자에게 실감나는 "키 클릭" 촉각 피드백을 제공하기 위해, 전압 신호(902)는 작동기(904)의

움직임, 따라서 사용자 인터페이스 장치(902)의 움직임(916)을 댐핑시킨다. 작동기(904)에 인가된 댐핑 전압 제어 신호(912)는 작동기(904)가 한 실시양태에 따른 도 9c에 도시된 변위 곡선(914)에 따라 움직이게 한다.

[0066] 예를 들어, 사용자 인터페이스 장치(902) 응답의 특성의 기계적 링잉을 댐핑시키기 위해 필요한 파형 형상, 진폭 및 주파수 등의 댐핑 전압 제어 신호(912) 특성은 경험적으로 결정될 수 있거나 모델링될 수 있다. 예를 들어, 댐핑 전압 제어 신호(912) 특성을 결정하기 위해, 전기활성 중합체 모듈의 성능을 정량화하는 시스템(300) (도 3a, 도 3b)이 이용될 수 있다. 게다가, 도 4a와 관련하여 기술된 기계 시스템 모델(400) 및 도 4b와 관련하여 기술된 작동기 성능 모델(412)을 사용하여 댐핑 전압 제어 신호(912) 특성이 모델링될 수 있다. 댐핑 전압 제어 신호(912)의 특성은 후보 모듈이, 예를 들어, 도 6a에 도시된 바와 같이, 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 진폭의 그래픽 표현에 기초하여 또는 후보 모듈이 서비스 중에 손바닥 및 손가락 끝에 제공할 수 있는 예측된 클릭 느낌의 그래픽 표현에 기초하여 결정될 수 있다. 댐핑 전압 제어 신호(912)의 특성을 결정하는 데 유용한 다른 데이터는 시험 질량을 갖는 모듈의 정상 상태 응답, 사용자에 대한 관찰된 클릭 데이터, 및 도 7 및 도 8과 관련하여 기술된 보통의 사용자에 대한 모델의 예측을 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다. 댐핑 전압 제어 신호(912)의 특성을 결정하는 데 다른 기법들이 이용될 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 그에 따라, 특성의 사용자 인터페이스 장치(902)의 기계적 링잉 패턴이 결정되면, 댐핑 전압 제어 신호(912)를 작동기(902)에 인가하는 것이 모듈(904)의 댐핑을 전자적으로 제어하도록 댐핑 전압 제어 신호(912)의 특성이 개발될 수 있다.

[0067] 다양한 실시양태에서, 전자 댐핑 제어기(910)는 작동 신호 및/또는 햅틱 피드백을 제공할 때 특성의 사용자 인터페이스 장치(902)에 의해 생성되는 진동 링잉의 특성의 패턴에 기초하여 인가될 수 있는 복수의 전기 전압 댐핑 신호를 저장하는 메모리를 포함하고 있다. 게다가, 사용자 인터페이스 장치(902)로부터의 검출된 작동 신호(918)의 강도 및/또는 파형 유형에 대응하기 위해, 댐핑 전압 제어 신호(912) 파형이 전자 댐핑 제어기(910)의 요소에 의해 수정될 수 있다. 그에 따라, 댐핑 전압 제어 신호(912)가 전자 댐핑 제어기(910)에 의해 선택되면, 댐핑 전압 제어 신호(912)가 검출된 작동 신호(918)에 따라 증폭되거나 댐핑될 수 있다. 전자 댐핑 제어기(910)는 디지털, 아날로그, 또는 이들의 조합일 수 있다. 디지털 신호 처리 구현에서, 요구된 전기 전압 댐핑 신호 프로파일이 디지털 형식으로 저장될 수 있고, 작동기에 인가할 댐핑 전압 제어 신호(912)를 발생시키기 위해 디지털-아날로그 변환기 및/또는 증폭기가 사용될 수 있다. 다른 실시양태에서, 전자 댐핑 제어기는 마이크로프로세서, 메모리, 아날로그-디지털 변환기, 디지털-아날로그 변환기, 및 증폭기를 포함하고 있다.

[0068] 도 9d는 한 실시양태에 따른, 전자 댐핑 제어기(910)를 나타낸 것이다. 한 실시양태에서, 전자 댐핑 제어기(910)는 사용자 인터페이스 장치(902)로부터 신호를 수신하고, 터치스크린 인터페이스 장치(902)의 "키 클릭" 복제를 향상시키기 위해, 대응하는 전자 댐핑 신호(912)를 전기활성 중합체 작동기(904)로 출력한다. 사용자 인터페이스 장치(902)로부터 수신된 작동 신호(918)는 간단한 펄스일 수 있거나, 사용자 인터페이스 장치(902)를 작동시키기 위해 얼마의 힘이 사용되었는지를 나타내는 디지털 값일 수 있다. 아날로그-디지털(A/D) 변환기(920)는 작동 신호(918)를 디지털화하고 이를 프로세서(922)에 제공한다. 다양한 실시양태에서, 프로세서(922)는 본 명세서에 기술된 기능을 수행하도록 설계되어 있는 범용 프로세서, 디지털 신호 처리기 (DSP), 응용 주문형 집적 회로 (ASIC), 필드 프로그래밍형 게이트 어레이 (FPGA), 프로그램 가능 논리 장치 (PLD) 또는 다른 프로그램 가능 논리 장치, 이산 게이트 또는 트랜지스터 논리, 이산 하드웨어 구성요소, 또는 이들의 임의의 조합일 수 있다. 사전 프로그램된 논리에 기초하여 또는 작동 신호(918)의 실시간 평가에 기초하여, 프로세서(922)는 메모리(924)로부터 적절한 디지털 파형을 선택한다. 디지털 파형(924)은 메모리(924)에 저장될 수 있고, 다양한 사용자 인터페이스 장치(902)에 상관되어 있다. 그에 따라, 프로세서(922)가 작동 신호(918)를 수신할 때, 프로세서(922)는 메모리(924)로부터 적절한 디지털 파형을 선택할 수 있다. 디지털-아날로그(D/A) 변환기(926)는 디지털화된 파형 정보를 아날로그 신호로 변환하고, 이 아날로그 신호는 증폭기(928)에 의해 증폭된다. 증폭기(928)는 전기활성 중합체 작동기(904)에 결합되어 있고, 선택된 전자 댐핑 신호(912)를 아날로그 형태로 전기활성 중합체 작동기(904)에 인가한다. 한 실시양태에서, 프로세서(922)는 파형을 메모리(924)에 저장할 필요 없이 작동 신호(918)의 특성에만 기초하여 적당한 전자 댐핑 신호(912)를 발생시키도록 구성되어 있을 수 있다. 다른 실시양태에서, 작동 신호(918)는 디지털-아날로그 변환기(926)에 앞서 프로세서(922)가 디지털화된 파형에 스케일링 인자를 적용할 수 있도록 작동 힘 정보(actuation force information)를 포함할 수 있다. 본 개시 내용의 범위를 제한하는 일 없이, 프로그램 가능 이득 증폭기가 동일한 스케일링 기능을 달성할 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0069] 한 실시양태에서, 전자 댐핑 신호(912) 파형 - 이는 나중에 디지털화된 파형 데이터베이스(932)에 저장됨 - 을 발생시키기 위해 모델링 워크스테이션 컴퓨터(930)가 사용될 수 있다. 데이터베이스(932)는, 디지털 파형 메모

리(924)가 데이터베이스(932)의 내용으로 주기적으로 갱신될 수 있도록, 전자 댄핑 제어기(910)에 결합되어 있을 수 있다.

[0070] 한 실시양태에서, 전자 댄핑 신호(912)는 사용자 인터페이스 장치(902)의 유형에 기초하여 사용자에게 의해 최적화될 수 있다. 그와 관련하여, 전자 댄핑 제어기(910)는 사용자가 사용자 인터페이스 장치(902)에 힘을 가하고 "키 클릭" 촉각 피드백에 대해 느끼는 "학습" 모드에 놓일 수 있다. 전자 댄핑 제어기(910)는 이어서 사용자가 전자 댄핑 신호(912)의 진폭, 주파수, 또는 기타 특성을 조절할 수 있게 해주기 위해 사용자 인터페이스 장치(902) 상에 그래픽 표시를 디스플레이한다. 이와 같이, 시행 착오에 의해, 사용자는 "키 클릭" 촉각 피드백을 최적화할 수 있다. 사용자가 전자 댄핑 제어기(910)가 적당한 전자 댄핑 신호(912)로 변환하는 적당한 댄핑 계수를 입력할 수 있게 해줌으로써, 조절 프로세스가 단순화될 수 있다.

[0071] 도 10은 한 실시양태에 따른, 실감나는 효과를 생성하는 컴퓨터 구현 방법(1000)의 논리 다이어그램이다. 한 실시양태에 따르면, (1002)에서, 방법(1000)은 원하는 효과를 특징지우는 단계를 포함한다. 원하는 효과를 특징지우는 것은 시간 도메인에서 전기활성 중합체 시스템의 가속도, 속도 및 변위를 측정하는 것 및 전기활성 중합체 시스템이 선형 2차 질량-스프링 댄핑 시스템을 따르는지 또는 직접 또는 관성 작동기 시스템 등의 이중 공진 결합 시스템(dual resonant coupled system)인지도 판정하는 것을 포함한다. 이 시스템은 공진 주파수, 질량, 강성 및 댄핑과 관련하여 특징지워진다. 임의의 오디오 효과도 특징지워질 수 있다.

[0072] (1004)에서, 한 실시양태에서, 방법(1000)은 원하는 효과에 대한 전기활성 중합체 재생 시스템(electroactive polymer reproduction system)을 결정하는 단계를 포함한다. 이것은 전기활성 중합체 시스템에 대한 작동기, 직접 또는 관성 구동, 가동 질량체 (또는 매달려 있는 반응 질량체(reaction mass)), 블록 힘 용량(blocked force capacity), 스트로크를 선택하는 것을 포함한다. 이 프로세스는 직접 구동 및 관성 구동 시스템에 대한 통상적인 부하를 추정하는 것, 환언하면, 그 부하가 손가락 터치인지 손에 보유되어 있는지 등을 추정하는 것을 추가로 포함하고 있다.

[0073] (1006)에서, 한 실시양태에서, 방법(1000)은 동적 조건 하에서 전기활성 중합체 재생 시스템의 용량을 평가하는 단계를 포함하고 있다. 이 프로세스는 원하는 효과에 대응하는 작동기 구동 파형이 선형 또는 비선형 동작 모드에 있을 것인지를 판정하는 단계를 추가로 포함한다. 이 프로세스는 축방향 병진 운동(axis translation)(수직 방향으로부터 접선 방향으로)이 실시되고 있는지를 판정하는 단계를 추가로 포함한다.

[0074] (1008)에서, 한 실시양태에서, 방법(1000)은 비교적 간단한 효과 또는 과거의 결과에 실질적으로 유사한 효과에 대해 원하는 효과 출력이 얻어질 때까지 효과 전압 프로파일을 편집하는 단계를 포함한다. 이 프로세스가 시행 착오로서 특징지워질 수 있지만, 이 방법은 이전의 파형이 원하는 응답에 아주 가까울 때 잘 동작한다.

[0075] (1010)에서, 한 실시양태에서, 방법(1000)은 복잡한 또는 비선형 효과에 대한 시간 도메인 비선형 시스템 모델을 생성시키는 단계를 포함한다. 이 프로세스는 페루프 피드백 분석을 사용하여 원하는 효과를 생성하는 데 필요한 입력 파형을 도출하는 단계를 추가로 포함한다. 실현가능한 해결 방안이 얻어질 때, 이 프로세스는 실현가능한 해결 방안을 구현하고 미세 조정을 위해 (1008)에 기술된 편집 프로세스를 반복하는 것을 포함한다. 실현가능한 해결 방안이 얻어지지 않을 때, 이 프로세스는 재생 시스템을 변경하는 것을 포함한다.

[0076] 도 11은 도 10과 관련하여 기술된 방법(1000)의 실시양태가 구현될 수 있는 시스템(1100)을 나타낸 것이다. 다양한 실시양태에서, 방법(1000)은 하드웨어와 소프트웨어의 조합으로 구현될 수 있다. 하드웨어는, 예를 들어, 범용 컴퓨터(1102), 가속도계(1104), 마이크(1106), 트리거 제어기(1110) 및 파형 디스플레이 장치(1112)를 포함할 수 있다. 소프트웨어(1114)는, 예를 들어, 파형 편집기 및 PSPICE 모델링 프로그램을 포함할 수 있다. 시스템 출력은 도 4a 및 도 4b와 관련하여 기술된 기계 시스템 모델(400) 및 작동기 성능 모델(412)과, 도 3a 및 도 3b와 관련하여 기술된 게임/음악 및 클릭 응용에 대한 적당한 능력을 제공하는 전기활성 중합체 모듈의 성능을 정량화하는 시스템을 포함하며, 이들 모두는 범용 컴퓨터(1102)에 의해 실행될 수 있다. 이 방법(1000)은 설계자(1118)가 원하는 효과로 만족될 때까지 오디오 효과 및 햅틱 효과 둘 다를 동시에 레코딩 및 재생하는 단계를 추가로 포함한다. 재생은 인지 프로세스의 일부인 센서(1120)를 물리적으로 누르는 것에 의해 트리거된다. 시스템 모델의 페루프 제어 (예컨대, PSPICE에서)는 원하는 가속도를 제공하고 컴퓨터 디스플레이(1126)에 의해 디스플레이되는 전압 파형(1122)을 생성한다. 전압 파형(1122)의 미세 조정 동안, 가속도가 측정되고, 파형(1124)이 파형 디스플레이 장치(1112) 상에 디스플레이된다.

[0077] 도 4a 및 도 4b와 관련하여 기술한 바와 같이, 기계 시스템 모델(400) 및 작동기 성능 모델(412)을 생성한 후에, 방법(1000)을 사용하여, 범용 컴퓨터(1102)는 원하는 효과를 나타내기 위해 기계 시스템 모델(400) 및 작

동기 성능 모델(412)을 실행하도록 구성되어 있다. 앞서 논의한 바와 같이, 기계 시스템 모델(400)은 원하는 전기활성 중합체 작동기의 기계적 측면을 모델링하는 데 사용된다. 파선 박스는 모델을 생성시키기 위해 데이터에 맞춰진 손가락 끝(402), 손바닥(408) 및 작동기(410)의 파라미터를 나타낸다. 손가락 끝(402) 및 손바닥(408)은 간단한 (m , k , c) 질량-스프링-댐퍼 시스템으로서 취급된다. 이들 파라미터를 추정하기 위해, 근단/원단 전단 진동에 대한 정상 상태 응답이 키 누름 동안 검지 손가락 끝(402)에서 그리고 핸드셋 크기의 질량체를 잡고 있는 손바닥(408)에서 측정된다. 작동기 힘 (F) 및 스프링 상수 (k_0)는 기하 형태 (처음 9개의 파라미터), 전단 모듈러스 (G), 및 전기적 특성에 의존한다. 기하 형태 변수 n (파선원)은, 예를 들어, 시뮬레이션 동안 변화되는 변수를 나타낸다. 작동기(410)는 스프링 및 댐퍼와 병렬로 있는 힘 소스로서 취급될 수 있다.

[0078] 실감나는 효과를 생성하는 컴퓨터 구현 방법(1000) 및 시스템(1100)을 개괄적으로 기술하였으며, 본 개시 내용은 이제부터 방법(1000)이 구현될 수 있는 범용 컴퓨터(1102) 환경의 하나의 비제한적인 예를 살펴본다. 도 12는 한 실시양태에 따른, 전기활성 중합체 장치의 능력을 정량화하는 컴퓨터 구현 방법(1000)의 다양한 측면을 구현하는 범용 컴퓨터(1102)를 나타내는 예시적인 환경(1210)을 나타낸 것이다. 컴퓨터 시스템(1212)은 프로세서(1214), 시스템 메모리(1216) 및 시스템 버스(1218)를 포함하고 있다. 시스템 버스(1218)는 시스템 메모리(1216)(이것으로 제한되지 않음)를 비롯한 시스템 구성요소를 프로세서(1214)에 결합시킨다. 프로세서(1214)는 다양한 이용가능한 프로세서들 중 어느 것이라도 될 수 있다. 듀얼 마이크로프로세서 및 기타 멀티프로세서 아키텍처도 프로세서(1214)로서 이용될 수 있다.

[0079] 시스템 버스(1218)는 메모리 버스 또는 메모리 제어기, 주변 장치 버스 또는 외부 버스, 및/또는 9-비트 버스, 업계 표준 구조 (ISA), 마이크로 채널 구조 (MSA), 확장 ISA (EISA), 인텔리전트 드라이브 일렉트로닉스 (IDE), VESA 로컬 버스 (VLB), 주변 장치 연결부 (PCI), 유니버설 시리얼 버스 (USB), 진보된 그래픽 포트 (AGP), 개인용 컴퓨터 메모리 카드 국제 협회 (PCMCIA) 버스, 소형 컴퓨터 시스템 인터페이스 (SCSI) 또는 기타 독점적 버스 (이들로 제한되지 않음)를 비롯한 각종의 이용가능한 버스 아키텍처들 중 임의의 것을 사용하는 로컬 버스를 비롯한 몇가지 유형의 버스 구조(들) 중 어느 것이라도 될 수 있다.

[0080] 시스템 메모리(1216)는 휘발성 메모리(1220) 및 비휘발성 메모리(1222)를 포함한다. 시동 중과 같은 때에 컴퓨터 시스템(1212) 내의 구성요소들 간에 정보를 전송하는 기본 루틴이 들어 있는 기본 입/출력 시스템 (BIOS)은 비휘발성 메모리(1222)에 저장되어 있다. 예를 들어, 비휘발성 메모리(1222)는 판독 전용 메모리(ROM), 프로그램 가능 ROM (PROM), 전기적 프로그램 가능 ROM (EPROM), 전기적 소거가능 ROM (EEPROM), 또는 플래시 메모리를 포함할 수 있다. 휘발성 메모리(1220)는 외부 캐시 메모리로서 기능하는 랜덤 액세스 메모리 (RAM)를 포함한다. 더욱이, RAM은 싱크로너스 RAM (SRAM), 다이내믹 RAM (DRAM), 싱크로너스 DRAM (SDRAM), 2배속 SDRAM (DDR SDRAM), 진보된 SDRAM (ESDRAM), 싱크링크 DRAM (SLDRAM) 및 직접 램버스 RAM (DRRAM) 등의 많은 형태로 이용가능하다.

[0081] 컴퓨터 시스템(1212)은 또한 이동식/비이동식, 휘발성/비휘발성 컴퓨터 저장 매체도 포함한다. 도 12는, 예를 들어, 디스크 저장 장치(1224)를 나타내고 있다. 디스크 저장 장치(1224)는 자기 디스크 드라이브, 플로피 디스크 드라이브, 테이프 드라이브, 재즈(JAZ) 드라이브, zip(Zip) 드라이브, LS-60 드라이브, 플래시 메모리 카드, 또는 메모리 스틱과 같은 장치를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다. 그에 부가하여, 디스크 저장 장치(1224)는, 다른 저장 매체와 별도로 또는 그와 함께, 콤팩트 디스크 ROM 장치 (CD-ROM), CD 기록 드라이브 (CD-R 드라이브), CD 반복기록 드라이브 (CD-RW 드라이브) 또는 디지털 다목적 디스크 ROM (DVD-ROM) 드라이브와 같은 광 디스크 드라이브 (이들로 제한되지 않음)를 비롯한 저장 매체를 포함할 수 있다. 디스크 저장 장치(1224)를 시스템 버스(1218)에 연결시키는 것을 용이하게 해주기 위해, 이동식 또는 비이동식 인터페이스(1226)가 통상적으로 사용된다.

[0082] 도 12가 사용자들과 적당한 운영 환경(1210)에 기술된 기본적인 컴퓨터 자원들 간의 중재자로서 역할하는 소프트웨어에 대해 기술하고 있다는 것을 잘 알 것이다. 이러한 소프트웨어는 운영 체제(1228)를 포함한다. 디스크 저장 장치(1224)에 저장되어 있을 수 있는 운영 체제(1228)는 컴퓨터 시스템(1212)의 자원들을 제어 및 할당하는 동작을 한다. 시스템 응용 프로그램(1230)은 시스템 메모리(1216)에 또는 디스크 저장 장치(1224)에 저장된 프로그램 모듈(1232) 및 프로그램 데이터(1234)를 통해 운영 체제(1228)에 의한 자원의 관리를 이용한다. 본 명세서에 기술된 다양한 구성요소가 다양한 운영 체제들 또는 운영 체제들의 조합에서 구현될 수 있다는 것을 잘 알 것이다.

[0083] 사용자는 입력 장치(들)(1236)를 통해 명령 또는 정보를 컴퓨터 시스템(1212)에 입력한다. 입력 장치(1236)는 마우스, 트랙볼, 스타일러스, 터치 패드 등의 포인팅 장치, 키보드, 마이크, 조이스틱, 게임 패드, 위성

안테나, 스캐너, TV 튜너 카드, 디지털 카메라, 디지털 비디오 카메라, 웹 카메라, 기타를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다. 이들 및 기타 입력 장치는 인터페이스 포트(들)(1238)를 거쳐 시스템 버스(1018)를 통해 프로세서(1214)에 연결된다. 인터페이스 포트(들)(1238)는, 예를 들어, 직렬 포트, 병렬 포트, 게임 포트, 및 USB(universal serial bus)를 포함한다. 출력 장치(들)(1240)는 입력 장치(들)(1236)와 동일한 유형의 포트들 중 몇몇 포트를 사용한다. 이와 같이, 예를 들어, USB 포트는 컴퓨터 시스템(1212)에 입력을 제공하고 컴퓨터 시스템(1212)으로부터의 정보를 출력 장치(1240)로 출력하는 데 사용될 수 있다. 출력 장치들(1240) 중에서도 특히, 특수한 어댑터를 필요로 하는 모니터, 스피커 및 프린터와 같은 어떤 출력 장치들(1240)이 있다는 것을 나타내기 위해 출력 어댑터(1242)가 제공되어 있다. 출력 어댑터(1242)는, 제한이 아닌 예시로서, 출력 장치(1240)와 시스템 버스(1218) 사이의 연결 수단을 제공하는 비디오 및 사운드 카드를 포함한다. 유의할 점은, 원격 컴퓨터(들)(1244)와 같은 다른 장치들 및/또는 장치들의 시스템들이 입력 기능 및 출력 기능 둘다를 제공한다라는 것이다.

[0084] 컴퓨터 시스템(1212)은 원격 컴퓨터(들)(1244) 등의 하나 이상의 원격 컴퓨터들과의 논리적 연결을 사용하여 네트워크화된 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(들)(1244)는 개인용 컴퓨터, 서버, 라우터, 네트워크 PC, 워크스테이션, 마이크로프로세서-기반 가전 제품, 피어 장치 또는 기타 통상의 네트워크 노드, 기타일 수 있으며, 통상적으로 컴퓨터 시스템(1212)과 관련하여 기술한 구성요소들 중 다수 또는 그 전부를 포함한다. 간략함을 위해, 원격 컴퓨터(들)(1244)에 메모리 저장 장치(1246)만이 도시되어 있다. 원격 컴퓨터(들)(1244)는 네트워크 인터페이스(1248)를 통해 컴퓨터 시스템(1212)에 논리적으로 연결되고 이어서 통신 연결(1250)을 통해 물리적으로 연결된다. 네트워크 인터페이스(1248)는 근거리 통신망 (LAN) 및 광역 통신망 (WAN) 등의 통신 네트워크를 포함한다. LAN 기술은 파이버 분산형 데이터 인터페이스 (FDDI), 구리 분산형 데이터 인터페이스 (CDDI), 이더넷(Ethernet)/IEEE 802.3, 토큰링(Token Ring)/IEEE 802.5 등을 포함한다. WAN 기술은 2지점간 링크(point-to-point link), 종합 정보 통신망 (ISDN) 및 그의 변형과 같은 회선 교환 네트워크, 패킷 교환 네트워크 및 디지털 가입자 회선 (DSL)을 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다.

[0085] 통신 연결(들)(1250)은 네트워크 인터페이스(1248)를 버스(1218)에 연결시키는 데 이용되는 하드웨어/소프트웨어를 말한다. 통신 연결(1250)이 설명의 명확함을 위해 컴퓨터 시스템(1212) 내부에 도시되어 있지만, 통신 연결(1250)이 컴퓨터 시스템(1212) 외부에도 있을 수 있다. 네트워크 인터페이스(1248)에 연결하는 데 필요한 하드웨어/소프트웨어가, 단지 예시를 위해, 보통의 전화급 모뎀, 케이블 모뎀 및 DSL 모뎀을 비롯한 모뎀, ISDN 어댑터 및 이더넷 카드 등의 내장형 및 외장형 기술을 포함한다.

[0086] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "구성요소", "시스템" 등과 같은 용어도 마찬가지로, 전기-기계 장치에 부가하여, 컴퓨터 관련 엔티티(computer-related entity), 예를 들어, 하드웨어, 하드웨어와 소프트웨어의 조합, 소프트웨어, 또는 실행 중인 소프트웨어를 말하기 위한 것일 수 있다. 예를 들어, 구성요소는 프로세서 상에서 실행 중인 프로세스, 프로세서, 개체, 실행 파일, 실행 스레드, 프로그램 및/또는 컴퓨터일 수 있지만, 이들로 제한되지 않는다.

[0087] 유의할 점은, "한 측면" 또는 "일 측면"이라고 언급하는 것이 그 측면과 관련하여 기술되는 특성의 특징, 구조 또는 특성이 적어도 하나의 측면에 포함되어 있다는 것을 의미한다는 것이다. 본 명세서에 나오는 "한 측면에서" 또는 "일 측면에서"라는 표현이 모두 동일한 측면을 말하는 것은 아니다.

[0088] 달리 구체적으로 언급하지 않는 한, "처리", "계산", "산출", "결정" 등과 같은 용어가 레지스터 및/또는 메모리 내에 물리적 양 (예컨대, 전자)으로 표현된 데이터를 메모리, 레지스터 또는 다른 이러한 정보 저장 장치, 전송 또는 디스플레이 장치 내에 물리적 양으로 유사하게 표현된 다른 데이터로 조작 및/또는 변환하는 본 명세서에 기술된 기능을 수행하도록 설계되어 있는 컴퓨터 또는 컴퓨터 시스템, 또는 범용 프로세서, DSP, ASIC, FPGA 또는 기타 프로그램 가능 논리 장치 등의 유사한 전자 컴퓨팅 장치, 개별 게이트 또는 트랜지스터 논리, 개별 하드웨어 구성요소, 또는 이들의 임의의 조합의 동작 및/또는 프로세스를 말한다는 것을 잘 알 것이다.

[0089] 유의할 점은, "한 실시양태" 또는 "실시양태"라고 언급하는 것이 그 실시양태와 관련하여 기술되는 특성의 특징, 구조 또는 특성이 적어도 하나의 실시양태에 포함되어 있다는 것을 의미한다는 것이다. 본 명세서에서 등장하는 "한 실시양태에서" 또는 "한 측면에서"라는 표현이 모두 동일한 실시양태를 말하는 것은 아니다.

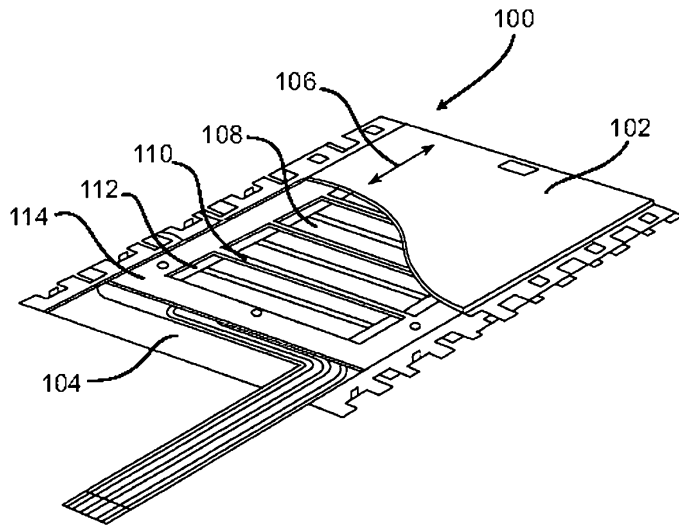
[0090] 유의할 점은, 일부 실시양태들이 "결합" 및 "접속"이라는 표현을 다른 파생어들과 함께 사용하여 설명될 수 있다는 것이다. 이들 용어가 서로에 대해 동의어로서 의도된 것은 아니다. 예를 들어, 일부 실시양태가, 2개 이상의 구성요소가 서로 물리적 또는 전기적으로 직접 접촉하고 있음을 나타내기 위해, 용어 "연결" 및/또는 "결합"을 사용하여 기술될 수 있다. 그렇지만, 용어 "결합"은 또한 2개 이상의 구성요소가 서로 직접 접촉하고 있

지 않지만 여전히 서로 협력하거나 상호작용하는 것도 의미할 수 있다.

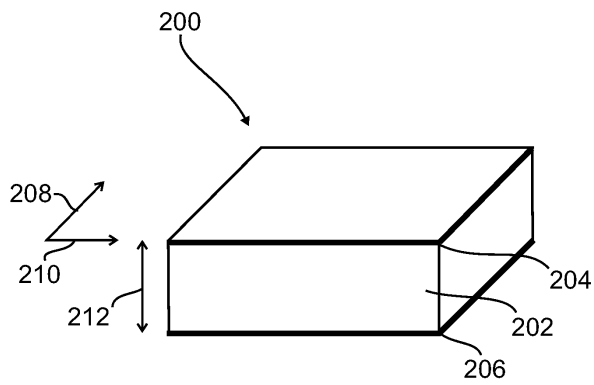
- [0091] 기술 분야의 당업자가, 본 명세서에 명확히 기술되거나 도시되어 있지는 않지만, 본 개시 내용의 원리를 구현하고 본 발명의 범위 내에 포함되는 다양한 구성을 안출할 수 있다는 것을 잘 알 것이다. 게다가, 본 명세서에서 언급된 모든 예 및 조건적 표현이 원칙적으로 읽는 사람이 본 개시 내용에 기술된 원리 및 기술을 발전시키는 데 기여하는 개념을 이해하는 데 도움을 주기 위한 것이고, 이러한 구체적으로 언급된 예 및 조건으로 제한되지 않는 것으로 해석되어야 한다. 더욱이, 원리, 실시양태는 물론 그의 구체적인 예를 언급하는 본 명세서 내의 모든 내용은 그의 구조적 및 기능적 등가물 모두를 포함하기 위한 것이다. 그에 부가하여, 이러한 등가물이 현재 공지된 등가물 및 장래에 개발되는 등가물 - 즉, 구조에 관계없이 동일한 기능을 수행하는 개발된 임의의 요소 - 모두를 포함하는 것으로 보아야 한다. 따라서, 본 개시 내용의 범위는 예시적인 실시양태 및 본 명세서에 도시되고 기술된 실시양태로 제한되는 것으로 보아서는 안된다. 오히려, 본 개시 내용의 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 한정된다.
- [0092] 본 개시 내용과 관련하여 (특히 이하의 특허청구범위와 관련하여) 사용되는 단수 표현 및 유사한 지시어와 같은 용어가, 달리 언급하지 않는 한, 또는 문맥에 의해 명확히 모순되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 것으로 해석되어야 한다. 본 명세서에서 값의 범위의 언급은 단지 그 범위 내에 속하는 각각의 개별 값을 개별적으로 언급하는 단축 방법으로서 역할하기 위한 것에 불과하다. 본 명세서에서 달리 언급하지 않는 한, 각각의 개별 값은 그 값이 본 명세서에 개별적으로 언급되어 있는 것처럼 본 명세서에 포함된다. 본 명세서에서 달리 언급하지 않는 한, 또는 문맥에 의해 달리 명확히 모순되지 않는 한, 본 명세서에 기술된 모든 방법이 임의의 적당한 순서로 수행될 수 있다. 본 명세서에 제공되는 모든 예 또는 예시적인 표현 (예컨대, "~ 등", "~ 경우에", "예로서")의 사용은 단지 본 발명을 더 잘 설명하기 위한 것에 불과하고, 다른 방식으로 청구된 본 발명의 범위를 제한하지 않는다. 본 명세서에서의 어떤 표현도 청구되지 않은 구성요소가 본 발명의 실시예 필수적임을 나타내는 것으로 해석되어서는 안된다. 또한, 유의할 점은, 청구항이 임의의 선택적인 요소를 배제하는 것으로 작성될 수 있다는 것이다. 그에 따라, 이러한 언급은 청구항 구성요소의 언급 또는 부정적 제한의 사용과 관련하여 오로지, 단지 등과 같은 이러한 배타적 용어의 사용을 위한 선행 기초로서 역할하기 위한 것이다.
- [0093] 본 명세서에 개시된 대안의 요소 또는 실시양태의 그룹이 제한으로서 해석되어서는 안된다. 각각의 그룹 멤버가 개별적으로 또는 그룹의 다른 멤버 또는 본 명세서에 나오는 다른 요소와 임의의 조합으로 참조 및 청구될 수 있다. 그룹의 하나 이상의 멤버가 편의상 및/특허성으로 인해 그룹에 포함되거나 그로부터 제거될 수 있는 것이 예상된다.
- [0094] 실시양태의 특징의 특징이 진술한 바와 같이 설명되어 있지만, 많은 수정, 치환, 변경 및 등가물이 이제 기술 분야의 당업자에게 안출될 것이다. 따라서, 첨부된 청구항이 개시된 실시양태 및 첨부된 청구항의 범위 내에 속하는 모든 이러한 수정 및 변경을 포함하는 것으로 보아야 한다는 것을 잘 알 것이다.

도면

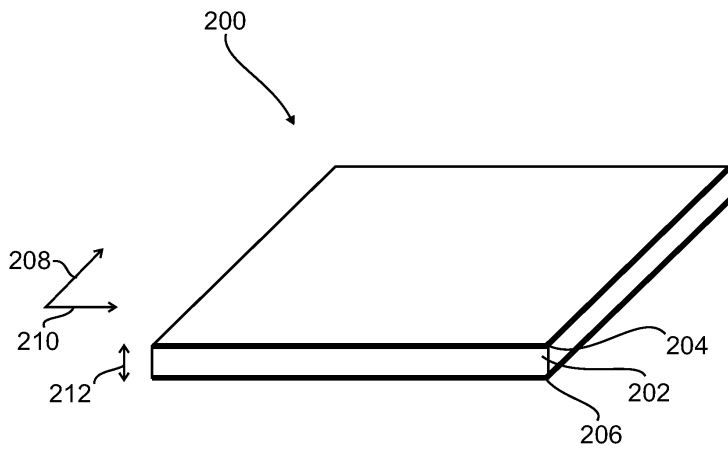
도면1



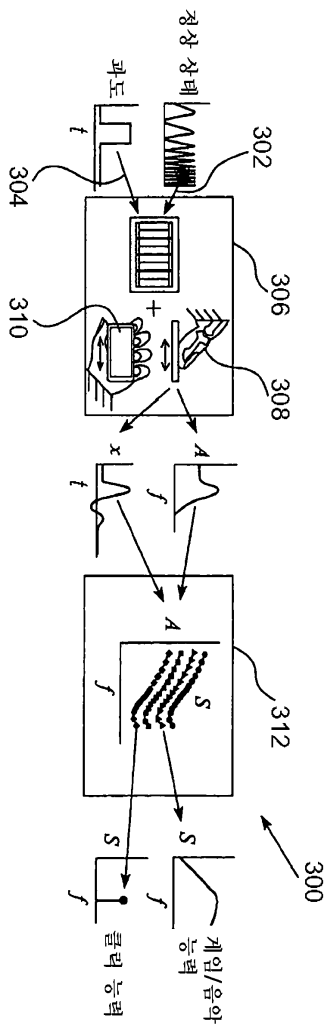
도면2a



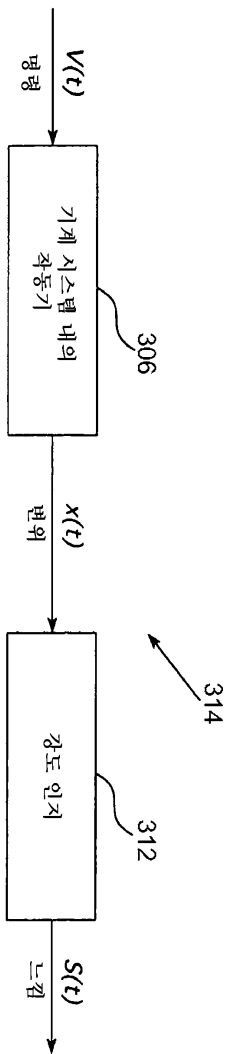
도면2b



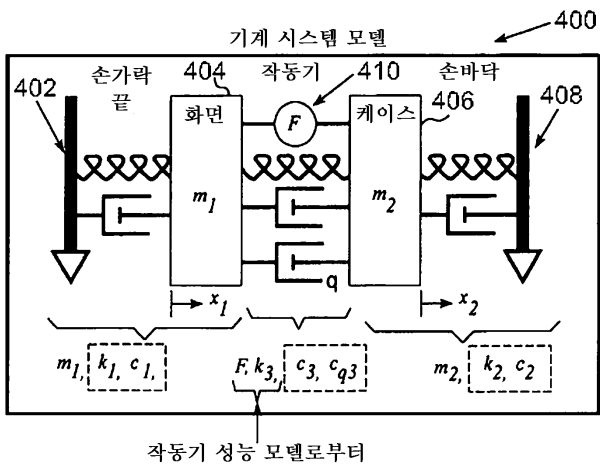
도면3a



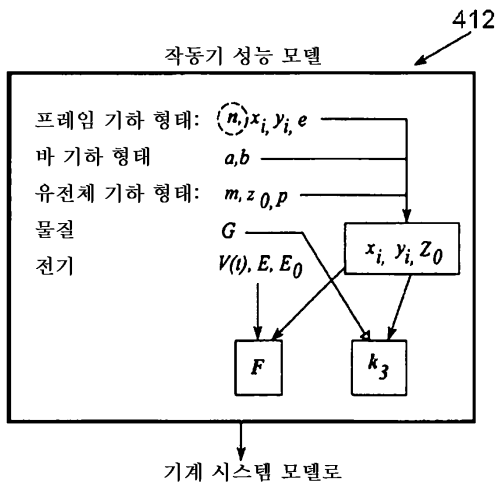
도면3b



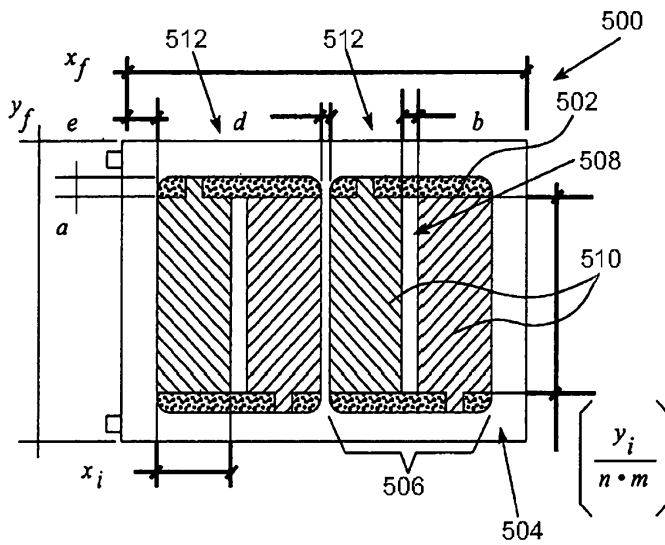
도면4a



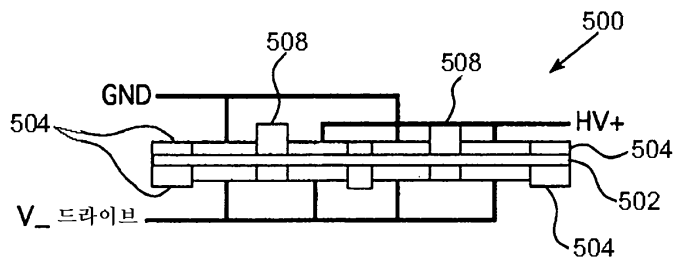
도면4b



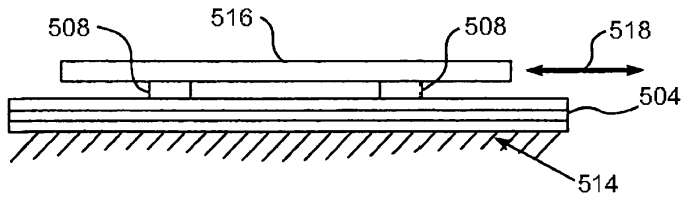
도면5a



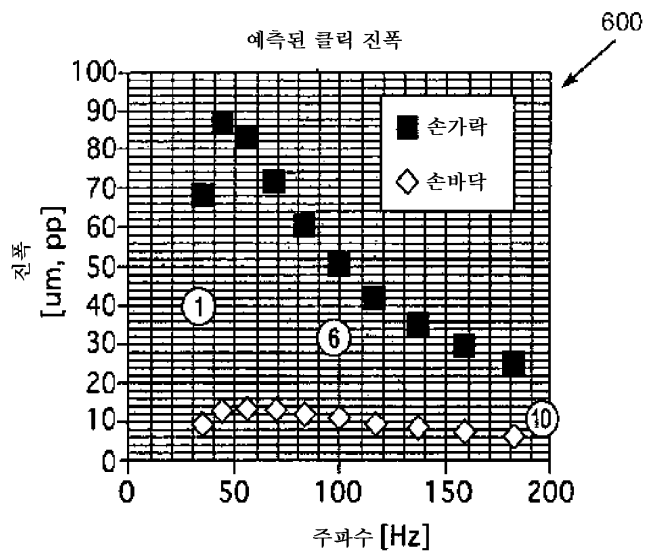
도면5b



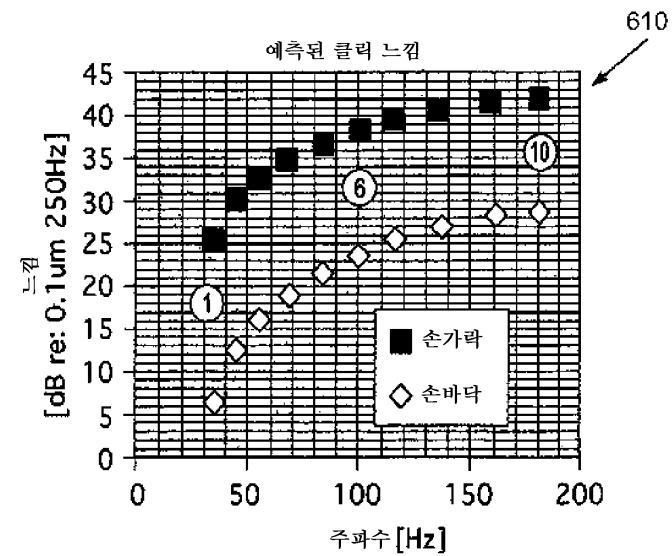
도면5c



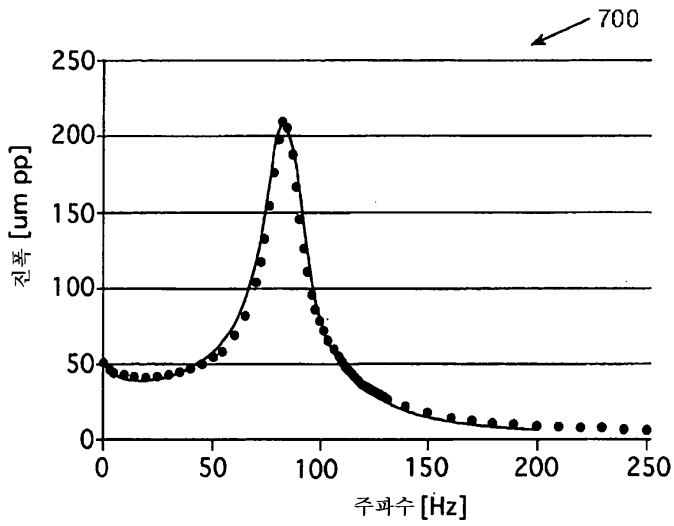
도면6a



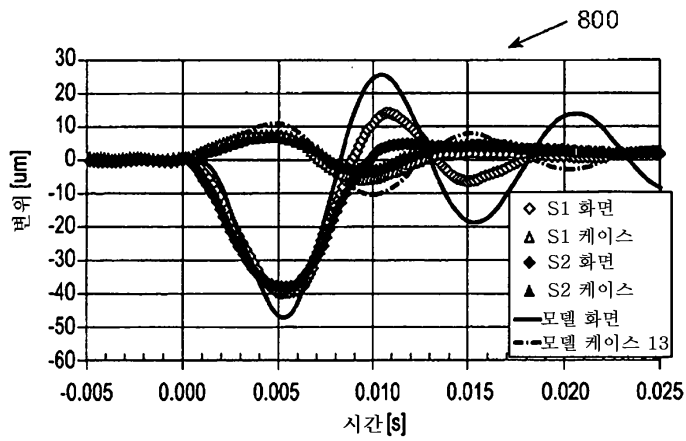
도면6b



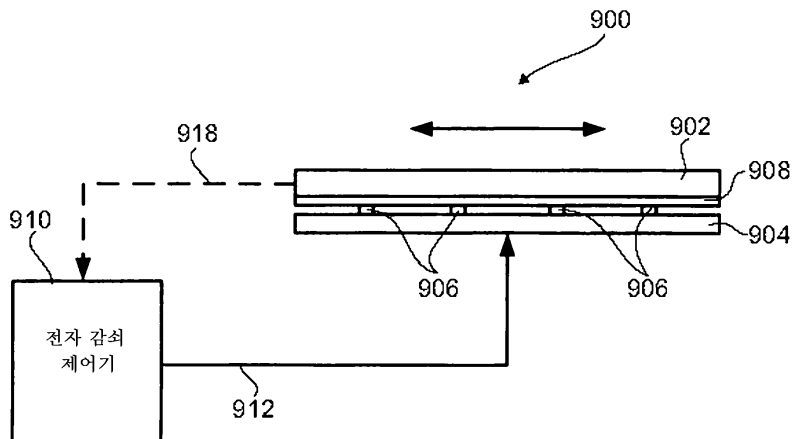
도면7



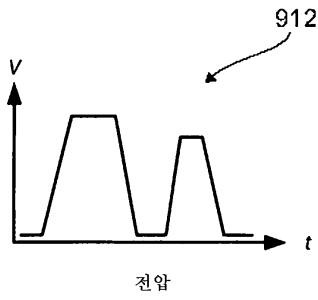
도면8



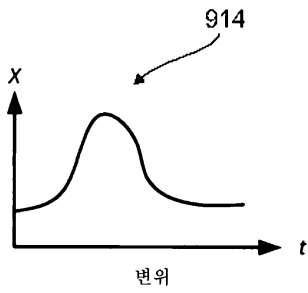
도면9a



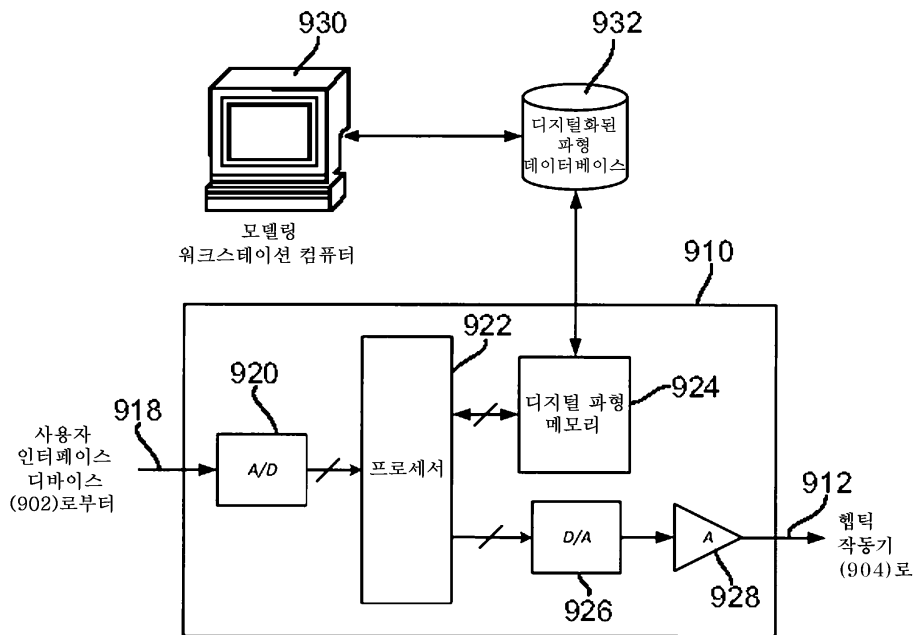
도면9b



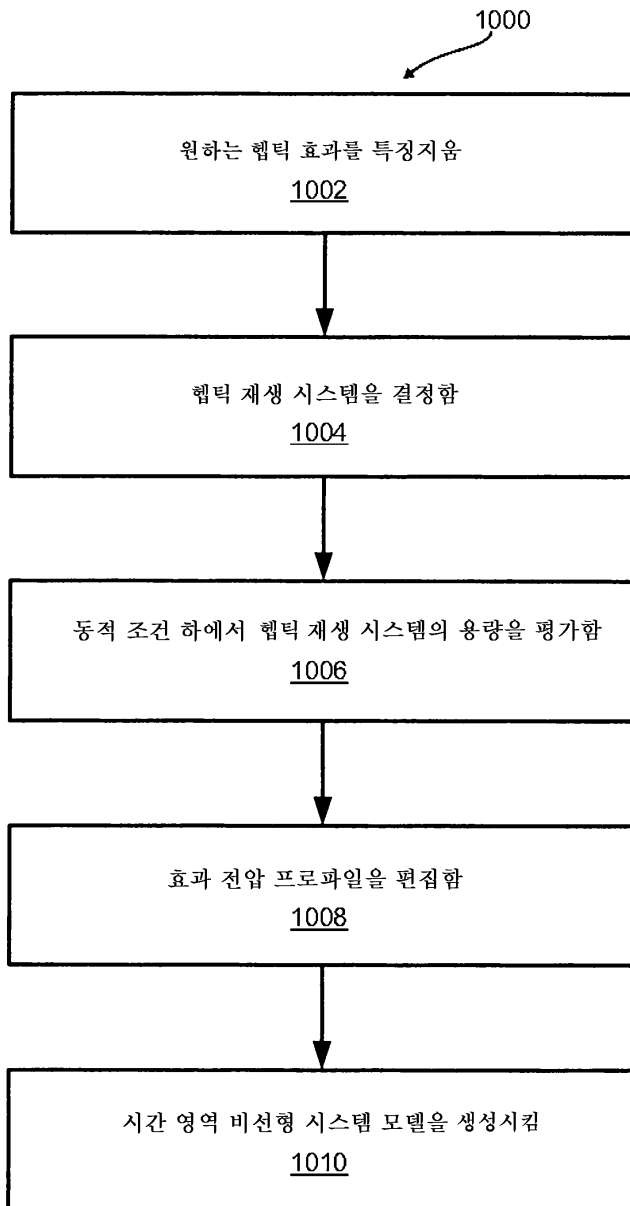
도면9c



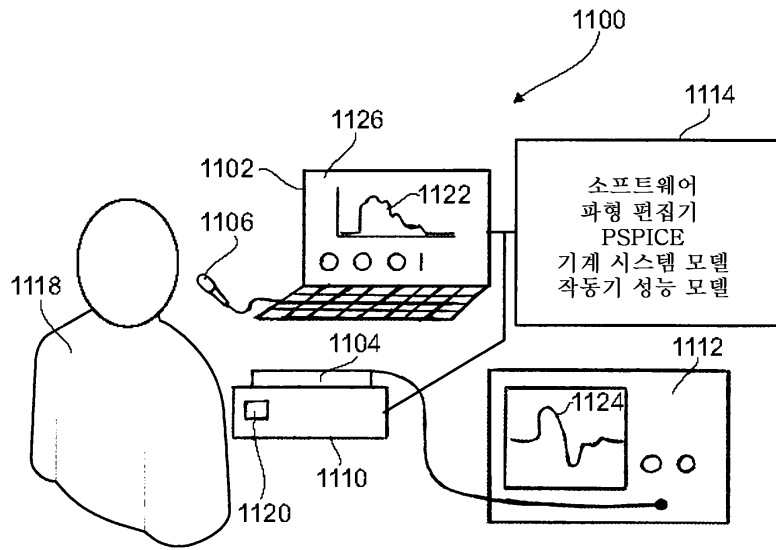
도면9d



도면10



도면11



도면12

