



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년06월21일  
(11) 등록번호 10-2267474  
(24) 등록일자 2021년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05D 19/02 (2006.01) B06B 1/00 (2006.01)  
G06F 3/01 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G05D 19/02 (2013.01)  
B06B 1/00 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0065087  
(22) 출원일자 2015년05월11일  
심사청구일자 2020년04월20일  
(65) 공개번호 10-2016-0132506  
(43) 공개일자 2016년11월21일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2010157268 A  
KR1020040040667 A  
KR1020140077125 A

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
김계국  
경기도 용인시 수지구 신봉2로 72, 211동 703호  
(신봉동, 신봉마을자이2차아파트)  
석민식  
경기도 수원시 영통구 봉영로151번길 27, 902동  
401호 (영통동, 벽적골9단지 주공아파트)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

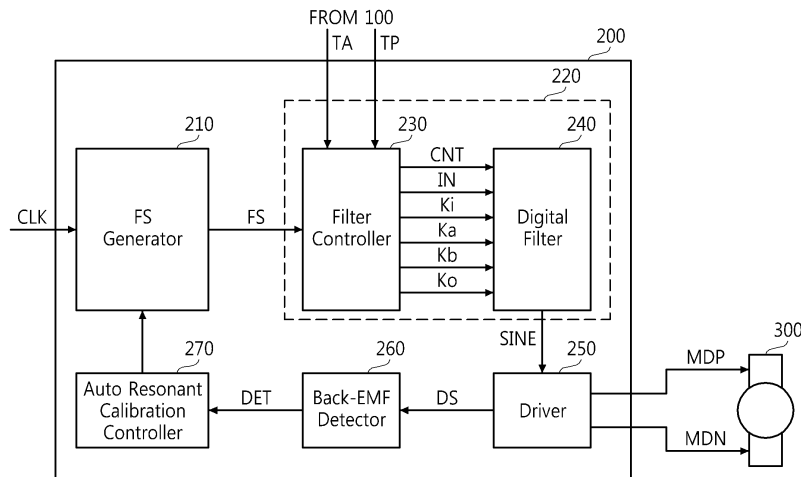
심사관 : 심유석

(54) 발명의 명칭 진동 제어 장치와 이를 포함하는 컴퓨팅 장치

(57) 요약

햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치를 제어하는 진동 제어 장치는, 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기와, 상기 디지털 필터를 포함하고 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류  
*G06F 3/016* (2013.01)

(72) 발명자

**전선미**

충청북도 청주시 흥덕구 가경로 158, 101동 804호  
(가경동, 형석1차아파트)

**황성욱**

서울특별시 중로구 통일로12길 58-4, 301호 (행촌동)

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

햅틱(haptic) 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치를 제어하는 진동 제어 장치에 있어서, 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기; 및

상기 디지털 필터를 포함하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함하는 진동 제어 장치.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 정현파 합성기는,

상기 계수들이 상기 진폭과 관련된 제1계수들과 상기 주기와 관련된 제2계수들을 포함할 때, 상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고 변경된 적어도 하나의 계수를 상기 디지털 필터(240)로 출력하는 필터 컨트롤러를 더 포함하고,

상기 디지털 필터는 상기 변경된 적어도 하나의 계수를 이용하여 상기 주기와 상기 진폭 중에서 상기 적어도 하나를 조절하는 진동 제어 장치.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 디지털 필터는 무한 임펄스 응답(infinite impulse response(IIR)) 필터 또는 유한 임펄스 응답(finite impulse response(FIR)) 필터이고,

상기 디지털 필터는  $n(n \geq 1)$ 차 디지털 필터인 진동 제어 장치.

**청구항 4**

제3항에 있어서,

상기 디지털 필터가 상기 IIR 필터로 구현되면,

상기 IIR 필터는,

상기 계수들 중에서 상기 진폭과 관련된 제1계수들을 이용하는 제1곱셈기들; 및

상기 계수들 중에서 상기 주기와 관련된 제2계수들을 이용하는 제2곱셈기들을 포함하고,

상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나가 변경되면, 변경된 적어도 하나의 계수를 이용하여 상기 주기와 상기 진폭 중에서 상기 적어도 하나를 조절하고, 상기 조절된 정현파를 생성하는 진동 제어 장치.

**청구항 5**

제4항에 있어서,

상기 IIR 필터는 상기 조절된 정현파의 레벨을 조절할 수 있는 레벨 쉬프터를 더 포함하는 진동 제어 장치.

**청구항 6**

제1항에 있어서,

상기 진동 제어 장치는 상기 샘플링 주파수 신호 생성기로부터 출력된 상기 샘플링 주파수 신호를 수신하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 진동 장치의 출력 신호에 기초하여 생성된 분주 값을 이용하여 상기 샘플링 주파수

수 신호를 변경하는 샘플링 주파수 신호 조절기를 더 포함하는 진동 제어 장치.

**청구항 7**

제2항에 있어서,

상기 진동 장치가 압전 액츄에이터일 때, 상기 정현파의 위상이 180도 바뀔 때마다 상기 필터 컨트롤러에 의해 상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나가 변경되는 진동 제어 장치.

**청구항 8**

햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치;

상기 진동 장치를 제어하는 진동 제어 장치; 및

클락 신호, 상기 정현파의 목표 진폭, 및 상기 정현파의 목표 주기를 상기 진동 제어 장치로 전송하는 호스트를 포함하는 컴퓨팅 장치에 있어서,

상기 진동 제어 장치는,

상기 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기; 및

상기 디지털 필터를 포함하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여, 상기 정현파의 주기가 상기 목표 주기와 일치하고 상기 정현파의 진폭이 상기 목표 진폭과 일치하도록 상기 주기와 상기 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함하는 컴퓨팅 장치.

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 진동 장치는 선형 공진 액츄에이터(LRA) 또는 압전 액츄에이터인 컴퓨팅 장치.

**청구항 10**

햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치를 포함하는 입력 장치; 및

상기 진동 장치를 제어할 수 있는 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치에 있어서,

상기 진동 제어 장치는,

클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기; 및

상기 디지털 필터를 포함하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함하는 컴퓨팅 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 소자를 제어하는 진동 제어 장치에 관한 것으로, 특히 디지털 필터를 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 간편하게 변경함으로써, 상기 진동 소자에 의한 햅틱(haptic) 기능을 향상시킬 수 있는 진동 제어 장치와 이를 포함하는 컴퓨팅 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 최근 전자 장치를 간편하게 사용하려는 사용자의 요구에 따라 전자 제품을 터치하여 입력하는 터치 방식의 디바이스 사용이 보편화되고 있다.

- [0003] 햅틱 피드백 디바이스(haptic feedback device)는 터치하여 입력하는 개념 이외에도 인터페이스에 사용자의 직관적 경험을 반영하고 터치에 대한 피드백을 좀 더 다양화하는 개념이 포함된다.
- [0004] 이때, 상기 햅틱 피드백 디바이스는 공간 절약이 가능하고 조작성 향상과 간편성을 이룰 수 있고, 사양 변경이 간편하며 사용자 인식이 높다는 점 이외에도 IT 기기와의 연동성이 용이하다는 많은 장점이 있다.
- [0005] 이와 같은 장점으로 인해 상기 햅틱 피드백 디바이스는 컴퓨터, 교통, 서비스, 의료, 모바일 등에서 사용되는 전자 장치에 폭 넓게 이용되고 있다. 일반적으로, 상기 햅틱 피드백 디바이스는 사용자가 손가락으로 터치 패널을 누를 때 진동을 가하여 사용자에게 햅틱 느낌을 전달하고 있다.
- [0006] 또한, 사용자에게 좀더 고급의 햅틱 느낌을 전달하기 위해, 즉 사용자에게 피드백 효과를 증가시키기 위해 추가적인 압력 센서를 장착하거나 구동부의 반대면에 감지층을 추가한 액츄에이터를 디스플레이 패널에 인접하게 장착하는 방법이 사용되고 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0007] 본 발명이 이루고자 하는 기술적인 과제는, 디지털 필터를 이용하여 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 간편하게 변경함으로써, 상기 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 소자에 의한 햅틱(haptic) 기능을 향상시킬 수 있는 진동 제어 장치와 이를 포함하는 컴퓨팅 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0008] 본 발명의 실시 예에 따라, 햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치를 제어하는 진동 제어 장치는 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기와, 상기 디지털 필터를 포함하고 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함한다.
- [0009] 상기 정현파 합성기는 상기 계수들이 상기 진폭과 관련된 제1계수들과 상기 주기와 관련된 제2계수들을 포함할 때, 상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고, 변경된 적어도 하나의 계수를 상기 디지털 필터로 출력하는 필터 컨트롤러를 더 포함하고, 상기 디지털 필터는 상기 변경된 적어도 하나의 계수를 이용하여 상기 주기와 상기 진폭 중에서 상기 적어도 하나를 조절한다.
- [0010] 상기 진동 장치는 선형 공진 액츄에이터 또는 압전 액츄에이터일 수 있다. 상기 디지털 필터는 무한 임펄스 응답(IIR) 필터 또는 유한 임펄스 응답(FIR) 필터일 수 있다. 상기 디지털 필터는  $n(n \geq 2)$ 차 디지털 필터일 수 있다.
- [0011] 상기 디지털 필터가 상기 IIR 필터로 구현되면, 상기 IIR 필터는 상기 계수들 중에서 상기 진폭과 관련된 제1계수들을 이용하는 제1곱셈기들과, 상기 계수들 중에서 상기 주기와 관련된 제2계수들을 이용하는 제2곱셈기들을 포함하고, 상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나가 변경되면, 변경된 적어도 하나의 계수를 이용하여 상기 주기와 상기 진폭 중에서 상기 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성한다.
- [0012] 상기 IIR 필터는 조절된 정현파의 레벨을 조절할 수 있는 레벨 쉬프터를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 상기 진동 제어 장치는 상기 샘플링 주파수 신호 생성기로부터 출력된 상기 샘플링 주파수 신호를 수신하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 진동 장치의 출력 신호에 기초하여 생성된 분주 값을 이용하여 상기 샘플링 주파수 신호를 변경하는 샘플링 주파수 신호 조절기를 더 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 진동 장치가 압전 액츄에이터일 때, 상기 정현파의 위상이 180도 바뀔 때마다, 상기 필터 컨트롤러에 의해 상기 제1계수들과 상기 제2계수들 중에서 적어도 하나가 변경된다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에 따라, 햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치와, 상기 진동 장치를 제어하는 진동 제어 장치와, 클락 신호, 상기 정현파의 목표 진폭, 및 상기 정현파의 목표 주기를 상기 진동 제어 장치로 전송하는 호스트를 포함하는 컴퓨팅 장치에서, 상기 진동 제어 장치는 상기 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기와, 상기 디지털 필터를 포함하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여, 상기 정현파의 주기가 상

기 목표 주기와 일치하고 상기 정현파의 진폭이 상기 목표 진폭과 일치하도록 상기 주기와 상기 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함한다. 상기 목표 진폭과 상기 목표 주기는 프로그램 가능한 값이다.

[0016] 본 발명의 실시 예에 따라, 햅틱 기능을 제공하고 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동 장치를 포함하는 입력 장치와, 상기 진동 장치를 제어할 수 있는 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치에서, 상기 진동 제어 장치는 클락 신호를 이용하여 디지털 필터의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호를 생성하는 샘플링 주파수 신호 생성기와, 상기 디지털 필터를 포함하고, 상기 샘플링 주파수 신호와 상기 디지털 필터의 계수들을 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절하고, 조절된 정현파를 생성하는 정현파 합성기를 포함한다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명의 실시 예에 따른 정현파에 의해 구동될 수 있는 진동소자를 제어하는 진동 제어 장치는, 디지털 필터를 이용하여 상기 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭을 간편하게 변경함으로써, 상기 진동소자에 의한 햅틱(haptic) 기능을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0018] 본 발명의 상세한 설명에서 인용되는 도면을 보다 충분히 이해하기 위하여 각 도면의 상세한 설명이 제공된다.

도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 컴퓨팅 장치의 개략적인 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 도 1에 도시된 진동 제어 장치의 개략적인 블록도이다.

도 3은 도 2에 도시된 디지털 필터의 일 실시 예를 나타내는 블록도이다.

도 4는 도 2에 도시된 디지털 필터의 다른 실시 예를 나타내는 블록도이다.

도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 도 1에 도시된 진동 제어 장치의 개략적인 블록도이다.

도 6은 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 일 실시 예를 나타낸다.

도 7은 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 다른 실시 예를 나타낸다.

도 8은 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 또 다른 실시 예를 나타낸다.

도 9는 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 또 다른 실시 예를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0019] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시 예들에 한정되지 않는다.

[0020] 본 발명의 개념에 따른 실시 예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서에서 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예들을 특정한 개시 형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0021] 제1 또는 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만, 예컨대 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 벗어나지 않은 채, 제1구성 요소는 제2구성 요소로 명명될 수 있고 유사하게 제2구성 요소는 제1구성 요소로도 명명될 수 있다.

[0022] 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성 요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성 요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성 요소가 다른 구성 요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는 중간에 다른 구성 요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성 요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등

도 마찬가지로 해석되어야 한다.

- [0023] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 본 명세서에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0024] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 나타낸다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0025] 이하, 본 명세서에 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 컴퓨팅 장치의 개략적인 블록도이다. 도 1을 참조하면, 컴퓨팅 장치(10)는 호스트(100), 진동 제어 장치(200), 및 진동 장치(300)를 포함할 수 있다.
- [0027] 컴퓨팅 장치(10)는 PC(personal computer) 또는 모바일 컴퓨팅 장치로 구현될 수 있다. 상기 모바일 컴퓨팅 장치는 랩탑 컴퓨터 (laptop computer), 이동 전화기, 스마트 폰(smart phone), 태블릿(tablet) PC, PDA(personal digital assistant), EDA(enterprise digital assistant), 디지털 스틸 카메라(digital still camera), 디지털 비디오 카메라(digital video camera), PMP(portable multimedia player), PND(personal navigation device 또는 portable navigation device), 휴대용 게임 콘솔(handheld game console), 모바일 인터넷 장치(mobile internet device(MID)), 웨어러블 컴퓨터, 사물 인터넷(internet of things(IoT)) 장치, 만물 인터넷(internet of everything(IoE)) 장치, 또는 e-북 (e-book)을 의미할 수 있다.
- [0028] 호스트(100)는 진동 제어 장치(200)를 제어할 수 있는 다양한 제어 신호들 (TA, TP, CLK, 및 EN)을 생성할 수 있는 장치를 의미할 수 있다.
- [0029] 호스트(100)는 진동 장치(300)를 구동시키는 정현파(sine wave)에 대한 목표 진폭 정보(TA), 상기 정현파에 대한 목표 주기 정보(TP), 클락 신호(CLK), 및 진동 제어 장치 인에이블 신호(EN)를 진동 제어 장치(200)로 전송할 수 있다.
- [0030] 진동 장치(300)가 목표 진폭 정보(TA)와 목표 주기 정보(TP)를 갖는 정현파에 의해 구동되고 상기 정현파에 상응하는 햅틱(haptic) 기능을 제공하도록, 호스트(100)는 목표 진폭 정보(TA)와 목표 주기 정보(TP) 중에서 적어도 하나를 설정할 수 있다. 실시 예에 따라, 목표 진폭 정보(TA)와 목표 주기 정보(TP) 중에서 적어도 하나는 컴퓨팅 장치(10)의 사용자 입력(user input)에 의해 설정될 수 있다. 즉, 목표 진폭 정보(TA)와 목표 주기 정보(TP)는 프로그램 가능한 값(programmable value)일 수 있다.
- [0031] 진동 제어 장치(200)는 호스트(100)로부터 출력된 진동 제어 장치 인에이블 신호(EN)에 응답하여 인에이블되고, 진동 제어 장치 인에이블 신호(EN)를 전송받지 못하면 인에이블되지 않을 수 있다. 예컨대, 진동 제어 장치(200)는 집적 회로 (IC), 시스템 온 칩(system on chip(SoC)), 또는 칩셋(chip set)으로 구현될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0032] 실시 예에 따라, 진동 장치(300)의 작동을 제어할 수 있는 진동 제어 장치 (200)는 호스트(100)의 일부로서 구현될 수 있고, 또한 호스트(100)와 별도의 칩으로 구현될 수 있다.
- [0033] 진동 제어 장치(200)는 클락 신호(CLK)를 이용하여 진동 제어 장치(200)에 포함된 디지털 필터(도 2의 240)의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호(도 2의 FS)를 생성할 수 있다. 예컨대, 진동 제어 장치(200)는 클락 신호(CLK)를 임의의 분주 비로 분주하여 샘플링 주파수 신호(도 2의 FS)를 생성할 수 있다.
- [0034] 진동 제어 장치(200)는 호스트(100)로부터 출력된 목표 진폭 정보(TA)와 목표 주기 정보(TP)에 상응하는 정현파를 생성하기 위해 디지털 필터(도 2의 240)에서 사용되는 계수들(coefficients) 중에서 적어도 하나를 변경할 수 있다. 이때, 상기 계수들은 상기 정현파의 진폭을 조절할 수 있는 제1계수들과 상기 정현파의 주기를 조절할 수 있는 제2계수들을 포함할 수 있다.



- [0035] 진동 제어 장치(200)는 제1계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고, 정현파의 진폭을 목표 진폭 정보(TA)에 해당하는 목표 진폭과 일치하도록 조절할 수 있다. 진동 제어 장치(200)는 제2계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고, 정현파의 주기를 목표 주기 정보(TP)에 해당하는 목표 주기와 일치하도록 조절할 수 있다. 즉, 진동 제어 장치(200)는 정현파의 진폭과 주기 중에서 적어도 하나를 조절할 수 있다.
- [0036] 진동 제어 장치(200)는 목표 진폭과 목표 주기를 갖는 정현파에 상응하는 출력 신호들(MDP 및 MDN)을 진동 장치(300)로 전송할 수 있다. 이때, 출력 신호들 (MDP 및 MDN)은 포지티브 모터 드라이브 신호(positive motor drive signal; MDP)와 네거티브 모터 드라이브 신호(negative motor drive signal; MDN)를 포함할 수 있다.
- [0037] 진동 장치(300)는 진동 제어 장치(200)로부터 포지티브 모터 드라이브 신호 (MDP)와 네거티브 모터 드라이브 신호(MDN)를 수신하고, 포지티브 모터 드라이브 신호(MDP)와 네거티브 모터 드라이브 신호(MDN) 중에서 적어도 하나에 상응하는 햅틱 기능을 사용자에게 제공할 수 있다.
- [0038] 진동 장치(300)는 햅틱 기능을 제공하고, 정현파 신호에 의해 구동될 수 있는 진동 소자를 의미할 수 있다. 예컨대, 상기 진동 소자는 선형 공진 액츄에이터 (linear resonant actuator(LRA)) 또는 압전 액츄에이터 (piezoelectric actuator)일 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따라 도 1에 도시된 진동 제어 장치의 개략적인 블록도이다. 도 1부터 도 2를 참조하면, 진동 제어 장치(200)는 샘플링 주파수 신호 생성기(210), 정현파 합성기(220), 드라이버(250), 역 기전력 감지기 (back-EMF detector; 260), 및 자동 공진 조절 제어기(auto resonant calibration controller; 270)를 포함할 수 있다. 이때, 정현파 합성기(220)는 필터 컨트롤러 (filter controller; 230)와 디지털 필터 (240)를 포함할 수 있다.
- [0040] 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 외부 클럭 신호(CLK)를 이용하여 디지털 필터(220)의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호(FS)를 생성하고, 샘플링 주파수 신호(FS)를 필터 컨트롤러(220)로 전송할 수 있다. 실시 예에 따라, 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 외부 클럭 신호(CLK)를 미리 정해진 분주 비로 분주하고, 분주 결과에 해당하는 샘플링 주파수 신호(FS)를 생성할 수 있다.
- [0041] 필터 컨트롤러(230)는 샘플링 주파수 신호 생성기(210)로부터 샘플링 주파수 신호(FS)를 수신하고, 호스트(100)로부터 진동 장치(300)를 구동시키기 위한 정현파의 목표 진폭 정보(TA)와 상기 정현파의 목표 주기 정보(TP)를 수신할 수 있다.
- [0042] 필터 컨트롤러(230)는, 정현파 합성기(220)에서 출력되는 정현파가 목표 진폭 정보(TA)에 상응하는 목표 진폭을 갖도록, 디지털 필터(240)에서 사용되면서 상기 정현파의 진폭과 관련된 제1계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고, 변경된 상기 적어도 하나의 제1계수(Ki 및/또는 Ko)를 디지털 필터(240)로 출력할 수 있다.
- [0043] 필터 컨트롤러(230)는, 정현파 합성기(220)에서 출력되는 정현파가 목표 주기 정보(TP)에 상응하는 목표 주기를 갖도록, 디지털 필터(240)에서 사용되면서 상기 정현파의 주기와 관련된 제2계수들 중에서 적어도 하나를 변경하고, 변경된 상기 적어도 하나의 제2계수(Ka 및/또는 Kb)를 디지털 필터(240)로 출력할 수 있다.
- [0044] 필터 컨트롤러(230)는 디지털 필터(240)에 대한 제어 신호(CNT)와 디지털 필터(240)에 대한 입력 신호(IN)를 생성할 수 있고, 제어 신호(CNT)와 입력 신호(IN)를 디지털 필터(240)로 출력할 수 있다. 이때, 입력 신호(IN)는 임펄스(impulse) 신호일 수 있고, 제어 신호(CNT)는 디지털 필터(240)에 포함된 구성들 각각을 제어할 수 있는 신호일 수 있다. 예컨대, 제어 신호(CNT)는 디지털 필터(240)에 포함된 지연 회로(도 3의 246 또는 247)를 리셋시키기 위한 신호일 수 있다.
- [0045] 실시 예에 따라, 진동 장치(300)가 압전 액츄에이터(piezoelectric actuator)일 때, 필터 컨트롤러(230)는 정현파 합성기(220)로부터 출력된 정현파의 위상이 180도 바뀔 때마다 상기 정현파의 진폭과 관련된 제1계수들과 상기 정현파의 주기와 관련된 제2계수들 중에서 적어도 하나를 변경할 수 있다. 이때, 디지털 필터(240)는 상기 정현파의 상기 위상이 180도 바뀔 때마다 제어 신호(CNT)에 응답하여 디지털 필터(240)에 포함된 지연 회로들 (도 3의 246 및 247) 각각을 리셋할 수 있다.
- [0046] 진동 장치(300)가 압전 액츄에이터일 때, 진동 제어 장치(200)는 정현파의 주기와 진폭을 조절할 수 있는 링 버퍼(ring buffer)를 더 포함할 수 있다.
- [0047] 디지털 필터(240)는 필터 컨트롤러(230)로부터 출력된 적어도 하나의 제1계수(Ki 및/또는 Ko) 및/또는 적어도 하나의 제2계수(Ka 및/또는 Kb)를 이용하여 정현파 합성기(220)로부터 출력되는 정현파의 주기와 상기 정현파의 진폭 중에서 적어도 하나를 조절할 수 있다. 디지털 필터(240)는 상기 적어도 하나에 따라 조절된 정현파(SIN



E)를 드라이버(250)로 출력할 수 있다.

- [0048] 실시 예에 따라, 디지털 필터(240)는 각각이 제1계수들( $K_i$  및  $K_o$ ) 각각을 이득(gain)으로 설정한 제1곱셈기들과, 각각이 제2계수들( $K_a$  및  $K_b$ ) 각각을 이득으로 설정한 제2곱셈기들을 포함할 수 있다.
- [0049] 비록, 도 2에서는 정현파의 진폭과 관련된 2개의 계수들과 상기 정현파의 주기와 관련된 2개의 계수들이 도시되고 설명되었으나, 본 발명의 기술적 사상은 디지털 필터(240)에서 사용되는 계수들의 개수에 제한되지 않고, 설계 사양에 따라 상기 계수들의 상기 개수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [0050] 실시 예에 따라, 디지털 필터(240)는 무한 임펄스 응답(infinite impulse response(IIR)) 필터 또는 유한 임펄스 응답(finite impulse response(FIR)) 필터일 수 있다. 실시 예에 따라, 디지털 필터(240)는  $n(n \geq 1)$ 차 디지털 필터일 수 있다.
- [0051] 드라이버(250)는 디지털 필터(240)로부터 출력된 정현파(SINE)를 처리(또는 가공)하고, 처리(또는 가공)된 정현파에 상응하는 포지티브 모터 드라이브 신호(MDP)와 네거티브 모터 드라이브 신호(MDN) 중에서 적어도 하나를 진동 장치(300)로 전송할 수 있다. 즉, 드라이버(250)는 디지털 필터(240)로부터 출력된 정현파(SINE)를 진동 장치(300)에서 사용될 수 있는 신호들로 변환하고, 변환된 신호들을 진동 장치(300)로 전송할 수 있다. 즉 드라이버(250)는 디지털 필터(240)와 진동 장치(300) 사이의 신호의 송수신을 중개할 수 있다.
- [0052] 예컨대, 드라이버(250)는 디지털-아날로그 컨버터(digital-to-analog converter(DAC)), 복수의 증폭기들(amplifiers), 및 아날로그-디지털 컨버터(analog-to-digital-converter(ADC))를 포함할 수 있다.
- [0053] 드라이버(250)는 정현파 합성기(220)로부터 출력된 정현파(SINE)에 의해 구동되는 진동 장치(300)로부터 출력된 아날로그 신호를 수신하고, 상기 아날로그 신호를 디지털 신호(DS)로 변환할 수 있다. 드라이버(250)는 디지털 신호(DS)를 역 기전력 감지기(260)로 전송할 수 있다.
- [0054] 역 기전력 감지기(260)는 디지털 신호(DS)를 분석하고, 분석 결과에 따라 진동 장치(300)를 구동시키는 정현파(SINE)에 관련된 역 기전력을 감지하고, 감지 신호(DET)를 생성할 수 있다. 역 기전력 감지기(260)는 감지 신호(DET)를 자동 공진 조절 제어기(270)로 전송할 수 있다.
- [0055] 자동 공진 조절 제어기(270)는 감지 신호(DET)를 분석하고, 분석 결과에 따라 진동 장치(300)의 진동의 세기를 최대로 할 수 있는 정현파(SINE)의 주기를 결정할 수 있다. 자동 공진 조절 제어기(270)는 감지 신호(DET)를 분석하고, 분석 결과에 따라 진동 장치(300)의 진동의 세기를 최대로 할 수 있는 공진 주파수를 결정할 수 있다.
- [0056] 자동 공진 조절 제어기(270)는 진동의 세기를 최대로 할 수 있는 주기 또는 상기 공진 주파수를 포함하는 신호를 샘플링 주파수 신호 생성기(210)로 전송할 수 있다. 이때, 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 상기 주기 또는 상기 공진 주파수를 포함하는 상기 신호에 기초하여 분주 비를 설정하고, 상기 분주 비에 따라 외부 클럭 신호(CLK)를 분주하고, 샘플링 주파수 신호(FS)를 생성할 수 있다.
- [0057] 실시 예에 따라, 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 자동 공진 조절 제어기(270)로부터 전송되는 진동의 세기를 최대로 할 수 있는 주기 또는 공진 주파수를 포함하는 신호에 기초하여 샘플링 주파수 신호(FS)를 갱신(update)할 수 있다.
- [0058] 도 3은 도 2에 도시된 디지털 필터의 일 실시 예를 나타내는 블록도이다. 도 1부터 도 3을 참조하면, 디지털 필터(240)는 복수의 곱셈기들(multipliers; 241, 243, 245, 및 248), 복수의 덧셈기들(adders; 242 및 244), 및 복수의 지연 회로들(246 및 247)을 포함할 수 있다.
- [0059] 복수의 곱셈기들(241, 243, 245, 및 248)은 제1계수( $K_i$ )를 이득 값(gain value)으로 갖는 제1곱셈기(241), 제2계수( $K_o$ )를 이득 값으로 갖는 제2곱셈기(243), 제3계수( $K_a$ )를 이득 값으로 갖는 제3곱셈기(245), 및 제4계수( $K_b$ )를 이득 값으로 갖는 제4곱셈기(248)를 포함할 수 있다.
- [0060] 복수의 덧셈기들(242 및 244)은 제1덧셈기(242)와 제2덧셈기(244)를 포함하고, 복수의 지연 회로들(246 및 247)은 제1지연 회로(246)와 제2지연 회로(247)를 포함할 수 있다.
- [0061] 예컨대, 제1지연 회로(246)와 제2지연 회로(247) 각각은 D-플립플롭으로 구현될 수 있다. 실시 예에 따라, 제1지연 회로(246)와 제2지연 회로(247) 중에서 적어도 하나에 의해 단위 클럭 지연이 발생할 수 있다.
- [0062] 제1곱셈기(241)는 필터 컨트롤러(230)로부터 출력된 임펄스 신호(IN)를 수신하고, 임펄스 신호(IN)에 제1계수( $K_i$ )를 곱하고, 곱셈 결과에 따라 제1출력 신호를 생성할 수 있다.

[0063] 제1덧셈기(242)는 제1출력 신호와 제2덧셈기(244)로부터 출력된 제2출력 신호를 더하고, 덧셈 결과에 따라 제3출력 신호를 생성할 수 있다.

[0064] 제2곱셈기(243)는 제1덧셈기(242)로부터 출력된 제3출력 신호를 수신하고, 상기 제3출력 신호에 제2계수(Ko)를 곱하고, 곱셈 결과에 따라 정현파(SINE)를 생성할 수 있다.

[0065] 제1지연 회로(246)는 제1덧셈기(242)로부터 출력된 제3출력 신호를 수신하고, 상기 제3출력 신호를 제1지연 시간 동안 지연시키고, 지연 결과에 따라 제4출력 신호를 생성할 수 있다.

[0066] 제3곱셈기(245)는 제1지연 회로(246)로부터 출력된 제4출력 신호를 수신하고, 상기 제4출력 신호에 제3계수(Ka)를 곱하고, 곱셈 결과에 따라 제5출력 신호를 생성할 수 있다.

[0067] 제2지연 회로(247)는 제1지연 회로(246)로부터 출력된 제4출력 신호를 수신하고, 상기 제4출력 신호를 제2지연 시간 동안 지연시키고, 지연 결과에 따라 제6출력 신호를 생성할 수 있다. 실시 예들에 따라, 제1지연 회로(246)에 의한 제1지연 시간과 제2지연 회로(247)에 의한 제2지연 시간은 서로 같거나 다를 수 있다.

[0068] 제4곱셈기(248)는 제2지연 회로(247)로부터 출력된 제6출력 신호를 수신하고, 상기 제6출력 신호에 제4계수(Kb)를 곱하고, 곱셈 결과에 따라 제7출력 신호를 생성할 수 있다.

[0069] 제2덧셈기(244)는 제3곱셈기(245)로부터 출력된 제5출력 신호와 제4곱셈기(248)로부터 출력된 제7출력 신호를 수신하고, 상기 제4출력 신호와 상기 제7출력 신호를 더하고, 덧셈 결과에 따라 제2출력 신호를 생성할 수 있다. 제2덧셈기(244)는 상기 제2출력 신호를 제1덧셈기(242)로 출력할 수 있다.

[0070] 도 3에 도시된 디지털 필터(240)는 2차 IIR 필터로 구현되고, 상기 2차 IIR 필터에 대한 일반적인 Z-변환은 수학적 식 1과 같다.

[0071] [수학적 식 1]

$$H(z) = \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b_0 + b_1z^{-1} + b_2z^{-2}}{1 - a_1z^{-1} - a_2z^{-2}}$$

[0072]

[0073] 수학적 식 1을 참조하면, 분모 다항식 A(z)는 두 개의 근들(roots)을 갖고, 상기 두 개의 근들이 상기 2차 IIR 필터의 극점들(poles)이다. H(z)의 극점들 각각이 복소수인 경우, 상기 극점들 각각을 극좌표형으로 표시하면 수학적 식 2와 같다.

[0074] [수학적 식 2]

$$p_1 = re^{j\theta}$$

$$p_2 = re^{-j\theta} = p_1^*$$

[0075]

[0076] 수학적 식 1부터 수학적 식 2를 참조하면, H(z)의 분모 다항식 A(z)를 극좌표 형식(r과 θ의 항)으로 다시 쓰면 수학적 식 3과 같다.

[0077] [수학적 식 3]

$$A(z) = (1 - p_1z^{-1})(1 - p_2z^{-1})$$

$$= (1 - re^{j\theta}z^{-1})(1 - re^{-j\theta}z^{-1})$$

$$= 1 - (re^{j\theta} + re^{-j\theta})z^{-1} + r^2z^{-2}$$

$$= 1 - (2r\cos\theta)z^{-1} + r^2z^{-2}$$

[0078]

[0079] 수학적 식 1부터 수학적 식 3을 참조하면, 수학적 식 3을 이용하여 수학적 식 1을 변경하면 수학적 식 4와 같다.

[0080] [수학식 4]

$$\begin{aligned}
 H(z) &= \frac{B(z)}{A(z)} = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 - a_1 z^{-1} - a_2 z^{-2}} \\
 &= \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{(1 - r e^{j\theta} z^{-1})(1 - r e^{-j\theta} z^{-1})} \\
 &= \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{1 - 2r \cos \theta z^{-1} + r^2 z^{-2}}
 \end{aligned}$$

[0081]

[0082] 수학식 4에서 두 개의 되먹임(feedback) 계수(a1 또는 a2)는 수학식 5와 같다.

[0083] [수학식 5]

$$\begin{aligned}
 a_1 &= 2r \cos \theta \\
 a_2 &= -r^2
 \end{aligned}$$

[0084]

[0085] 수학식 1부터 수학식 5를 참조하면, 수학식 1에 대응하는 차분 방정식(difference equation)은 수학식 6과 같다.

[0086] [수학식 6]

$$y[n] = (2r \cos \theta) y[n-1] - r^2 y[n-2] + b_0 x[n] + b_1 x[n-1] + b_2 x[n-2]$$

[0087]

[0088] 수학식 1부터 수학식 6을 참조하면, 극점들과 되먹임 계수들(a1 및 a2) 간의 관계를 알 수 있다. 예컨대, 극점들의 각도를 바꾸려면 계수 a1만을 바꾸면 된다. 다만, 수학식 5는 두 개의 극점들이 공액 복소수 일때만 유효하다.

[0089] 연속적인 정현파를 얻으려면, 수학식 1로 표현되는 시스템의 극점들은 Z-평면에서 단위 원상에 있어야 한다. 즉, r=1이어야 한다. 상기 극점들의 각도는 정현파 출력의 라디안(radian) 주파수와 정확히 일치한다.

[0090] 수학식 5에서, 연속적인 정현파를 얻기 위해 계수 a2는 -1로 고정시키고, 계수 a1을 적절히 조절하여 정현파 합성기(220)의 주파수를 제어할 수 있다.

[0091] 도 3, 및 수학식 1 내지 수학식 6을 참조하면, 정현파(SINE)의 진폭과 관련된 제1계수들(Ki 및 Ko)은 제1계수(Ki)와 제2계수(Ko)이고, 정현파(SINE)의 주기와 관련된 제2계수들(Ka 및 Kb)은 제3계수(Ka)와 제4계수(Kb)이다. 이때, 제3계수(Ka)는 수학식 1, 수학식 4, 및 수학식 5에 도시된 계수(a1)와 동일하고 (Ka=a1), 제4계수(Kb)는 수학식 1, 수학식 4, 및 수학식 5에 도시된 계수(a2)와 동일하다(Kb=a2).

[0092] 여기서, Ka=2cosθ=2cos(2π(Ft/FS))이고, 상기 Ft는 목표 주파수(target frequency)이고, FS는 샘플링 주파수(sampling frequency)이므로, 제3계수(Ka)는 상기 샘플링 주파수의 변경에 따라 가변될 수 있다.

[0093] 정현파(SINE)의 진폭은 제1계수(Ki)와 제2계수(Ko) 중에서 적어도 하나를 변경하여 조절할 수 있고, 정현파(SINE)의 주기는 제3계수(Ka)와 제4계수(Kb) 중에서 적어도 하나를 변경하여 조절할 수 있다.

[0094] 예컨대, 제1계수(Ki)와 제4계수(Kb) 각각이 특정 값으로 고정되면, 정현파(SINE)의 진폭은 제2계수(Ko)를 변경하여 조절할 수 있고, 정현파(SINE)의 주기는 제3계수(Ka)를 변경하여 조절할 수 있다.

[0095] 예컨대, 제3계수(Ka)와 제4계수(Kb) 각각이 특정 값으로 고정되더라도, 샘플링 주파수(FS)가 변경되면 정현파(SINE)의 주기는 조절될 수 있다.

[0096] 도 4는 도 2에 도시된 디지털 필터의 다른 실시 예를 나타내는 블록도이다. 도 3 및 도 4를 참조하면, 쉬프트(249)와 부호 조절기(sign adjuster; 249-1)를 제외하면, 도 4에 도시된 디지털 필터(240-1)의 구조와 작동은

도 3에 도시된 디지털 필터(240)의 구조와 작동과 실질적으로 동일하거나 유사하다.

- [0097] 도 3과 도 4를 참조하면, 디지털 필터(240-1)는 레벨 쉬프터(249)와 사인 조절기(249-1)를 이용하여 제2곱셈기(243)로부터 출력되는 정현파(SINE)의 레벨을 조절할 수 있다.
- [0098] 레벨 쉬프터(249)는 제2곱셈기(243)로부터 출력된 정현파(SINE)를 수신하고, 정현파(SINE)의 레벨을 조절하고, 레벨 조절된 정현파(SINE1)를 생성할 수 있다. 예컨대, 레벨 조절된 정현파(SINE1)의 진폭은 정현파(SINE)의 진폭보다  $2k$ ( $k$ 는 자연수) 배만큼 클 수 있다. 부호 조절기(249-1)는 부호가 있는(signed) 정현파(SINE1)를 부호가 없는(unsigned) 정현파(SINE2)로 변경할 수 있다.
- [0099] 레벨 쉬프터(249)와 부호 조절기(249-1)를 통해 출력되는 정현파(SINE2)는 드라이버(250)로 전송될 수 있다.
- [0100] 도 5는 본 발명의 다른 실시 예에 따라 도 1에 도시된 진동 제어 장치의 개략적인 블록도이다. 도 1부터 도 5를 참조하면, 진동 제어 장치(200-1)는 샘플링 주파수 신호 조절기(205), 샘플링 주파수 신호 생성기(210), 정현파 합성기(220), 드라이버(250), 역 기전력 감지기(260), 및 자동 공진 조절 제어기(270)를 포함할 수 있다. 이때, 정현파 합성기(220)는 필터 컨트롤러(220)와 디지털 필터(240)를 포함할 수 있다.
- [0101] 도 5에 도시된 진동 제어 장치(200-1)가 샘플링 주파수 신호 조절기(205)를 포함하는 것을 제외하면, 도 5에 도시된 진동 제어 장치(200-1)의 구조와 작동은 도 2에 도시된 진동 제어 장치(200)의 구조와 작동과 실질적으로 동일 또는 유사하다. 즉, 도 5에 도시된 진동 제어 장치(200-1)에 포함된 각 구성(220, 250, 및 260)은 도 4에 도시된 진동 제어 장치(200)에 포함된 각 구성(220, 250, 및 260)과 실질적으로 동일하거나 유사하다.
- [0102] 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 클락 신호(CLK)를 이용하여 디지털 필터(220)의 연산 주기와 관련된 샘플링 주파수 신호(FS)를 생성하고, 샘플링 주파수 신호(FS)를 샘플링 주파수 신호 조절기(205)로 전송할 수 있다. 실시 예에 따라, 샘플링 주파수 신호 생성기(210)는 외부 클락 신호(CLK)를 미리 정해진 분주 비로 분주하고, 샘플링 주파수 신호(FS)를 생성할 수 있다.
- [0103] 자동 공진 조절 제어기(270)는 진동 장치(300)의 진동의 세기를 최대로 할 수 있는 정현파(SINE)의 주기 또는 공진 주파수를 포함하는 정보를 샘플링 주파수 신호 조절기(205)로 전송할 수 있다.
- [0104] 샘플링 주파수 신호 조절기(205)는 샘플링 주파수 신호 생성기(210)로부터 출력된 샘플링 주파수 신호(FS)와, 자동 공진 조절 제어기(270)로부터 출력된 정현파(SINE)의 주기 또는 공진 주파수를 포함하는 정보를 수신하고, 이들을 이용하여 샘플링 주파수 신호(FS)를 변경하고, 변경된 샘플링 주파수 신호(FS')를 생성할 수 있다. 이때, 변경된 샘플링 주파수 신호(FS')는 정현파(SINE)의 주기를 조절하기 위해 샘플링 주파수 신호(FS)로부터 변경될 수 있다.
- [0105] 샘플링 주파수 신호 조절기(205)는 샘플링 주파수 신호(FS)와 진동 장치(300)의 출력 신호에 기초하여 생성된 분주 값을 이용하여 샘플링 주파수 신호(FS)를 변경하고, 변경된 샘플링 주파수 신호(FS')를 생성할 수 있다.
- [0106] 샘플링 주파수 신호 조절기(205)는 변경된 샘플링 주파수 신호(FS')를 디지털 필터(240)의 연산 주기와 관련된 신호로서 필터 컨트롤러(230)로 전송할 수 있다.
- [0107] 도 6은 도 1에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 일 실시 예를 나타낸다. 도 1부터 도 6을 참조하면, 도 1에 도시된 진동 제어 장치(200)와 진동 장치(300)를 포함하는 컴퓨팅 장치(400)는 이동 전화기(cellular phone), 스마트폰(smart phone), PDA(personal digital assistant), 사물 인터넷(IoT) 장치, 만물 인터넷(IoE) 장치, 또는 무선 통신 장치로 구현될 수 있다.
- [0108] 컴퓨팅 장치(400)는 호스트(410), 디스플레이(420), 입력 장치(430), 무선 송수신기(440), 진동 장치(300), 및 진동 제어 장치(200)를 포함할 수 있다. 호스트(410)는 도 1에 도시된 호스트(100)를 의미할 수 있다.
- [0109] 진동 제어 장치(200)는 호스트(410)의 제어에 따라 진동 장치(300)에 의해 제공되는 햅틱 기능을 제어할 수 있다. 호스트(410)는 진동 제어 장치(200)로부터 출력된 데이터를 처리하고, 입력 장치(430)로부터 출력된 데이터, 또는 무선 송수신기(440)로부터 출력된 데이터가 디스플레이(420)를 통하여 디스플레이될 수 있도록 디스플레이(420)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0110] 비록 도 6에서는 진동 제어 장치(200)가 호스트(410)의 외부에 도시되어 있으나, 진동 제어 장치(200)가 호스트(410)의 일부로서 포함될 수 있다.
- [0111] 입력 장치(430)는 호스트(410)의 동작을 제어하기 위한 제어 신호 또는 호스트(410)에 의하여 처리될 데이터를

입력할 수 있는 장치로서, 터치 패드(touch pad), 컴퓨터 마우스(computer mouse)와 같은 포인팅 장치(pointing device), 터치 스크린(touch screen), 키패드(keypad), 키보드, 또는 조이스틱 등으로 구현될 수 있다.

- [0112] 진동 장치(300)가 입력 장치(450)의 일부로서 구현되고, 사용자가 입력 장치 (530)를 통해 호스트(410)에 의하여 처리될 데이터를 입력하면, 진동 장치(300)는 상기 사용자에게 햅틱 기능을 제공할 수 있다. 따라서, 상기 사용자는 진동 장치 (300)를 통해 압력, 진동, 또는 움직임 등을 느낄 수 있다.
- [0113] 무선 송수신기(440)는 안테나(ANT)를 통하여 외부 장치와 무선 신호를 주거나 받을 수 있다. 예컨대, 무선 송수신기(440)는 안테나(ANT)를 통하여 수신된 무선 신호를 호스트(410)에서 처리될 수 있는 신호로 변경할 수 있다. 따라서, 호스트(410)는 무선 송수신기(440)로부터 출력된 신호를 처리하고, 처리된 신호를 진동 제어 장치(200) 또는 디스플레이(430)로 전송할 수 있다. 진동 제어 장치(200)는 호스트(410)에 의하여 처리된 신호를 진동 장치(300)로 전송할 수 있다.
- [0114] 도 7은 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 다른 실시 예를 나타낸다. 도 1부터 도 5, 및 도 7을 참조하면, 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치(200 또는 200-1)를 포함하는 컴퓨터 시스템(500)은 PC(personal computer), 게임 콘솔(game console), 태블릿(tablet) PC, 넷-북(net-book), e-리더(e-reader), PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 또는 MP4 플레이어로 구현될 수 있다.
- [0115] 컴퓨터 시스템(500)은 호스트(510), 진동 장치(300), 진동 장치(300)의 햅틱 기능을 제어할 수 있는 진동 제어 장치(200), 디스플레이(520), 및 입력 장치(530)를 포함한다.
- [0116] 호스트(510)는, 입력 장치(530)를 통하여 입력된 데이터에 따라, 메모리 장치(미도시)에 저장된 데이터를 디스플레이(520)를 통하여 디스플레이할 수 있다. 호스트(510)는 컴퓨터 시스템(500)의 전반적인 동작을 제어할 수 있고, 진동 제어 장치(200)의 동작을 제어할 수 있다. 호스트(510)는 도 1에 도시된 호스트(100)를 의미할 수 있다.
- [0117] 실시 예에 따라, 진동 장치(300)의 동작을 제어할 수 있는 진동 제어 장치 (200)는 호스트(510)의 일부로서 구현될 수 있고 호스트(510)와 별도의 칩으로 구현될 수 있다.
- [0118] 입력 장치(530)는 터치 패드, 컴퓨터 마우스와 같은 포인팅 장치, 키패드, 키보드, 또는 조이스틱 등으로 구현될 수 있다. 실시 예에 따라, 진동 장치(300)는 입력 장치(530)의 일부로서 구현될 수 있고 입력 장치(530)와 별도의 장치로 구현될 수 있다.
- [0119] 진동 장치(300)가 입력 장치(530)의 일부로서 구현되고, 사용자가 입력 장치(530)를 통해 호스트(510)에 의하여 처리될 데이터를 입력하면, 진동 장치(300)는 상기 사용자에게 햅틱 기능이 제공될 수 있다. 따라서, 상기 사용자는 진동 장치(300)를 통해 압력, 진동, 또는 움직임 등을 느낄 수 있다.
- [0120] 도 8은 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 또 다른 실시 예를 나타낸다. 도 1부터 도 5, 및 도 8을 참조하면, 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치(200 또는 200-1)를 포함하는 컴퓨팅 장치(600)는 이미지 처리 장치 (Image Process Device), 예컨대 디지털 카메라 또는 디지털 카메라가 부착된 이동 전화기 또는 스마트 폰으로 구현될 수 있다.
- [0121] 컴퓨팅 장치(600)는 호스트(610), 메모리 컨트롤러(620), 메모리 장치(630), 이미지 센서(640), 디스플레이(650), 진동 제어 장치(200), 및 진동 장치(300)를 포함할 수 있다. 진동 제어 장치(200)는 호스트(610)의 제어에 따라 진동 장치 (300)에 의해 제공되는 햅틱 기능을 제어할 수 있다.
- [0122] 메모리 컨트롤러(620)는 메모리 장치(630)의 데이터 처리 동작, 예컨대 라이트 동작 또는 리드 동작을 제어할 수 있다. 또한, 메모리 장치(630)에 저장된 데이터는 호스트(610) 또는 메모리 컨트롤러(620)의 제어에 따라 디스플레이(650)를 통하여 디스플레이될 수 있다.
- [0123] 실시 예에 따라, 메모리 컨트롤러(620)는 호스트(610)의 일부로서 구현될 수 있고 호스트(610)와 별개의 칩으로 구현될 수 있다.
- [0124] 이미지 센서(640)는 광학 이미지를 디지털 신호들로 변환하고, 변환된 디지털 신호들은 호스트(610) 또는 메모리 컨트롤러(620)로 전송된다. 호스트(610)의 제어에 따라, 변환된 디지털 신호들은 디스플레이(650)를 통하여 디스플레이되거나 메모리 컨트롤러(620)를 통하여 메모리 장치(630)에 저장될 수 있다.



- [0125] 도 9는 도 1 또는 도 5에 도시된 진동 제어 장치를 포함하는 컴퓨팅 장치의 또 다른 실시 예를 나타낸다. 도 1 부터 도 5, 및 도 9를 참조하면, 컴퓨팅 장치 (700)는 데이터 버스(710)에 접속된 프로세서(720), 제1인터페이스(730), 제2인터페이스(740), 메모리 컨트롤러(750), 메모리 장치(760), 진동 제어 장치(200), 및 진동 장치 (300)를 포함할 수 있다. 진동 제어 장치(200)는 프로세서(720)의 제어에 따라 진동 장치(300)에 의해 제공되는 햅틱 기능을 제어할 수 있다.
- [0126] 실시 예에 따라, 컴퓨팅 장치(700)는 휴대폰, MP3 플레이어(MPEG Audio Layer-3 player), MP4 플레이어(MPEG Audio Layer-4 player), PDA(Personal Digital Assistants), 또는 PMP(Portable Media Player) 등의 포터블 디바이스 (potable device)를 포함할 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 컴퓨팅 장치(700)는 PC(personal computer), 노트형 퍼스컴(notebook-sized personal computer), 또는 랩톱 컴퓨터(laptop computer) 등의 데이터 처리 시스템(data process system)을 포함할 수 있다.
- [0127] 실시 예에 따라, 메모리 컨트롤러(750)는, 프로세서(720)의 제어에 따라, 제1인터페이스(730)를 통하여 입력된 데이터를 메모리 장치(760)에 라이트할 수 있다. 실시 예에 따라, 메모리 컨트롤러(750)는, 프로세서(720)의 제어에 따라, 메모리 장치(760)로부터 데이터를 리드하고 리드된 데이터를 제1인터페이스(730)를 통하여 외부 장치로 출력할 수 있다. 이 경우, 제1인터페이스(730)는 입출력 장치일 수 있다.
- [0128] 제2인터페이스(740)는 무선 통신을 위한 인터페이스일 수 있다. 실시 예에 따라, 제2인터페이스(740)는 소프트웨어(software) 또는 펌웨어(firmware)로 구현될 수 있다.
- [0129] 본 발명은 도면에 도시된 실시 예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

**부호의 설명**

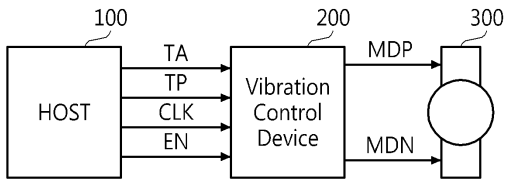
- [0130] 10, 400, 500, 600, 700: 컴퓨팅 장치
- 100: 호스트
- 200, 200-1: 진동 제어 장치
- 205: 주파수 샘플링 신호 조절기
- 210: 주파수 샘플링 신호 생성기
- 220: 정현파 합성기
- 230: 필터 컨트롤러
- 240: 디지털 필터
- 250: 드라이버
- 260: 역-기전력 감지기
- 270: 자동 공진 조절 제어기
- 300: 진동 장치



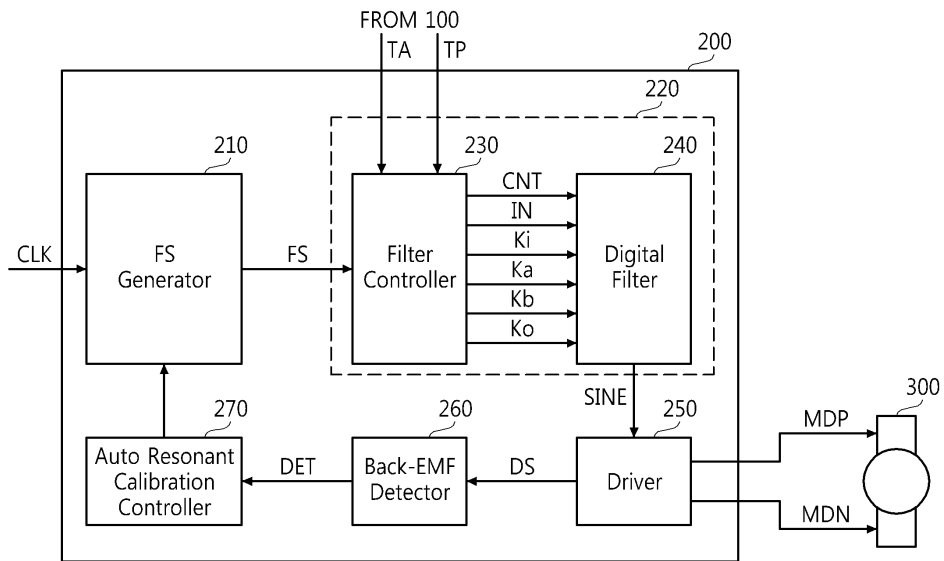
도면

도면1

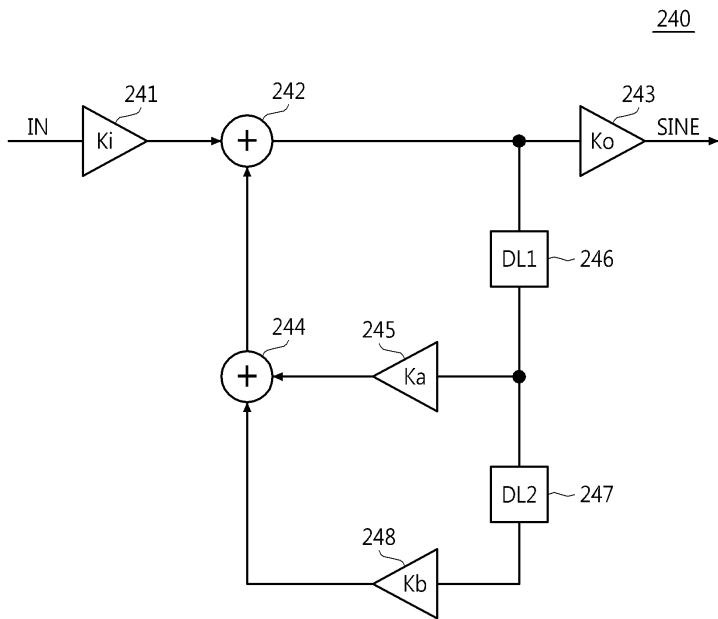
10



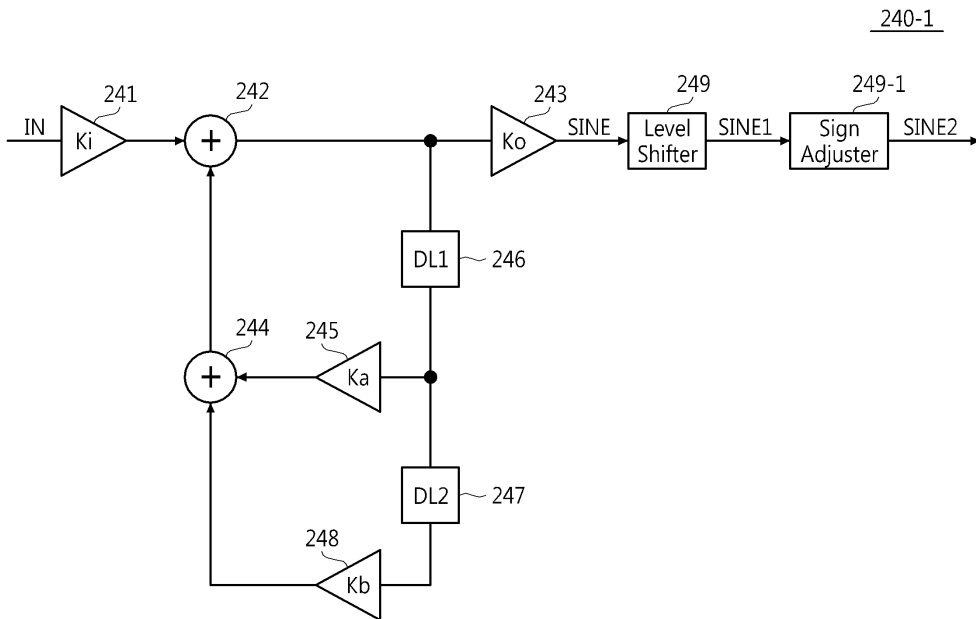
도면2



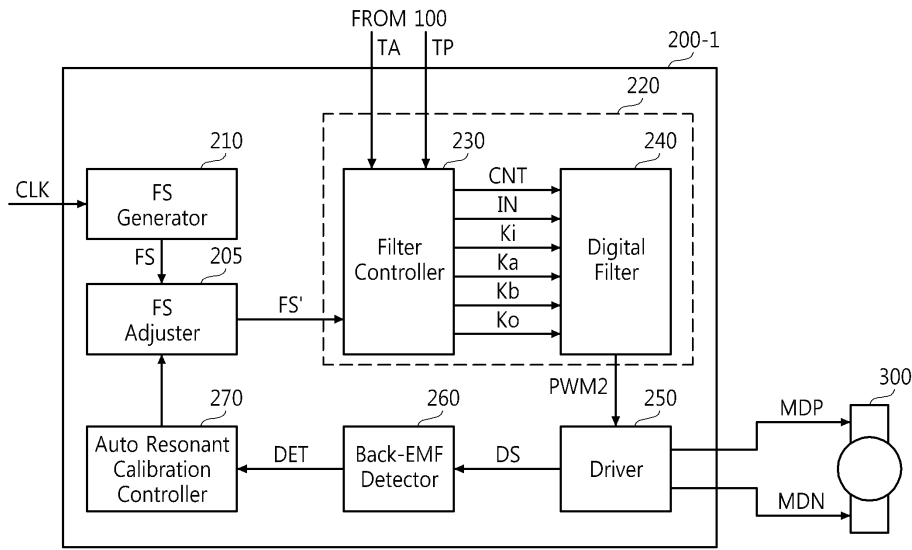
도면3



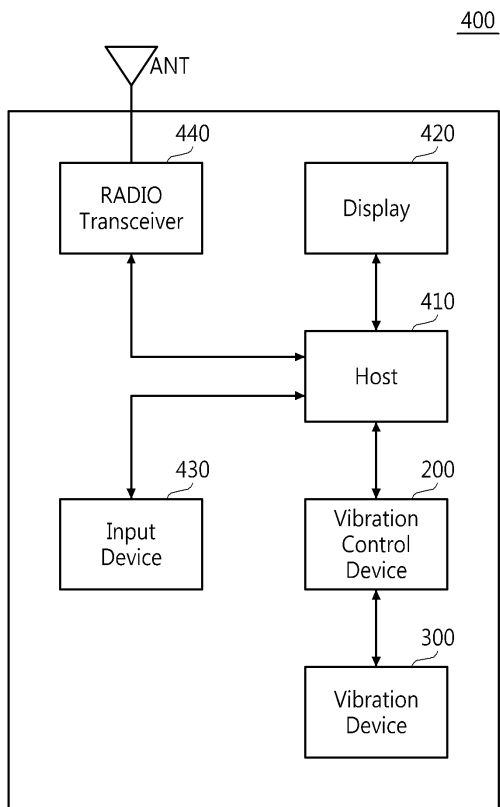
도면4



도면5

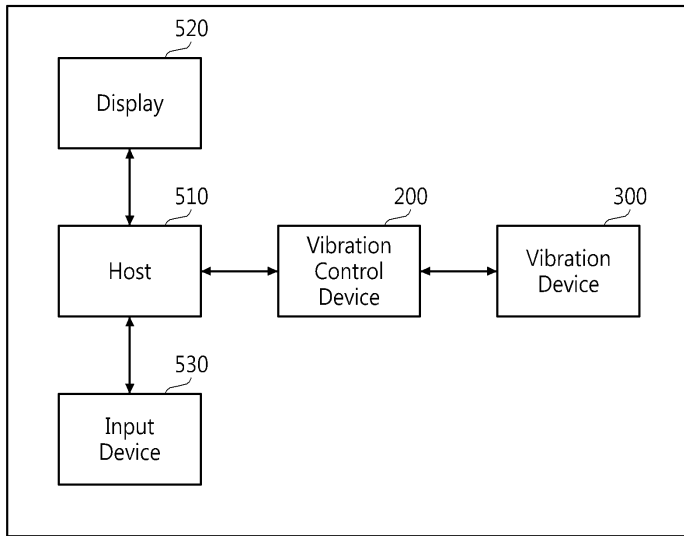


도면6



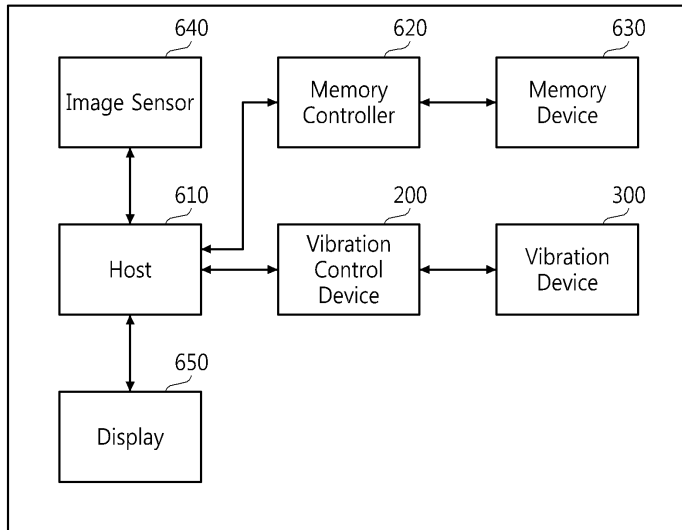
도면7

500



도면8

600



도면9

