



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0069752
(43) 공개일자 2016년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 3/01 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0175738

(22) 출원일자 2014년12월09일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

엘지디스플레이 주식회사

서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)

한국기술교육대학교 산학협력단

충남 천안시 동남구 병천면 충절로 1600, 내 (한국기술교육대학교)

(72) 발명자

이용우

경기도 고양시 일산서구 가좌2로 53 가좌마을3단지아파트 벽산아파트 304동 903호

최수석

경기도 성남시 분당구 미금로 215 청솔마을대원아파트 803동 802호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

오세일

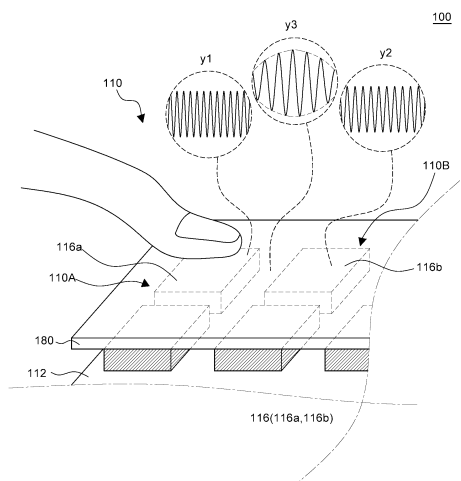
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 햅틱 표시 장치 및 이의 구동 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 햅틱 표시 장치가 제공된다. 햅틱 표시 장치는 영상을 표시하도록 구성된 표시부, 제1 액츄에이터, 제2 액츄에이터 및 액츄에이터 구동부를 포함한다. 제2 액츄에이터는 제1 액츄에이터에 인접하게 배치된다. 액츄에이터 구동부는 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터를 제어하도록 구성된다. 액츄에이터 구동부는, 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압을 인가하고, 제2 액츄에이터에 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압을 인가하도록 구성된다. 제1 주파수와 제2 주파수의 주파수 차는 촉각이 인지되는 주파수 범위 내이다. 이에 따라, 액츄에이터의 구동 전압이 감소되어 별도의 대형 승압 회로가 요구되지 않을 수 있고, 소비 전력이 감소된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

함용수

서울특별시 도봉구 방학로3길 74-7

김태현

서울특별시 금천구 금하로9길 24-3 3층

김철홍

경기도 고양시 일산동구 위시티4로 46 위시티일산
자이2단지아파트 209동 2103호

임명진

경기도 고양시 일산서구 호수로 710 강선마을17단
지아파트 1706동 203호

최슬기

인천광역시 연수구 해송로30번길 19(송도동, 송도
웰카운티3단지아파트) 306동 2901호

김상연

서울특별시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트 20
9동 1502호

최동수

경상북도 상주시 청리면 수선로 95-6

명세서

청구범위

청구항 1

영상을 표시하도록 구성된 표시부;

상기 표시부 상에 배치된, 제1 액츄에이터와 상기 제1 액츄에이터에 인접하게 배치된 제2 액츄에이터; 및

상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터를 제어하도록 구성된 액츄에이터 구동부를 포함하고,

상기 액츄에이터 구동부는,

상기 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압을 인가하고, 상기 제2 액츄에이터에 상기 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압을 인가하도록 구성되고,

상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 주파수 차는 촉각이 인지되는 주파수 범위 내인, 표시 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 액츄에이터 구동부는 상기 제1 액츄에이터에 상기 제1 전압을 인가하고, 상기 제2 액츄에이터에 상기 제2 전압을 인가함으로써, 상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터 사이에서 맥놀이(beat) 파를 생성하도록 구성되고,

상기 맥놀이 파의 진폭은 상기 제1 주파수의 진동 파형의 진폭 및 상기 제2 주파수의 진동 파형의 진폭 각각보다 큰, 표시 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 전압 및 상기 제2 전압 각각은 300 Vpp이하인, 표시 장치.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터 상에 배치된 커버를 더 포함하고,

상기 커버 상에서 인지되는 진동 가속도는 0.2 G이상인, 표시 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 차는 1 내지 150 Hz이내인, 표시 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 주파수 및 상기 제2 주파수 각각은 상기 촉각이 인지되는 주파수 범위 내인, 표시 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 차는 1 내지 20 Hz이내인, 표시 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 주파수 및 상기 제2 주파수 각각은 상기 측각이 인지되는 주파수의 최대치를 초과하는, 표시 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터는,

제1 전극,

상기 제1 전극 상에 배치된 전기 활성층 및

상기 전기 활성층 상에 배치된 제2 전극을 포함하고,

상기 제1 전압 및 상기 제2 전압은 상기 제2 전극에 인가된, 표시 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제2 전극은 상기 제1 액츄에이터를 구동시키기 위한 제1 세그먼트 전극 및 상기 제2 액츄에이터를 구동시키기 위한 제2 세그먼트 전극을 포함하고,

상기 제1 세그먼트 전극과 상기 제2 세그먼트 전극의 면적은 상기 측각이 인지되는 단위 면적 이상인, 표시 장치.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 제1 전극은 제1 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트로 구성되고,

상기 제2 전극은 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트들로 구성되고,

상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터 각각의 영역은 상기 제1 전극의 복수의 전극 세그먼트와 상기 제2 전극의 상기 복수의 전극 세그먼트가 중첩되는 영역에 의해 정의되는, 표시 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 제1 주파수와는 상이한 제3 주파수의 진동 파형으로 진동되는 디바이스가 상기 제1 액츄에이터의 상부에 접촉되는 경우,

상기 디바이스와 상기 제1 액츄에이터의 상부가 접촉하는 부분에서 맥놀이 파가 생성되며,

상기 맥놀이 파의 진폭은 상기 제1 주파수의 진동 파형의 진폭보다 큰, 표시 장치.

청구항 13

표시부 상에 배치된, 제1 액츄에이터와 상기 제1 액츄에이터에 인접하게 배치된 제2 액츄에이터를 제공하는 단계;

상기 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압을 인가하는 단계; 및

상기 제1 액츄에이터 및 상기 제2 액츄에이터 사이에서 맥놀이(beat) 파를 생성하도록 상기 제2 액츄에이터에 상기 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압을 인가하는 단계를 포함하고,

상기 제1 주파수와 상기 제2 주파수의 주파수 차는 측각이 인지되는 주파수 범위 내이고,

상기 맥놀이 파의 진폭은 상기 제1 주파수의 진동 파형의 진폭 및 상기 제2 주파수의 진동 파형의 진폭 각각보다 큰, 표시 장치 구동 방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 제1 전압 및 상기 제2 전압 각각은 300Vpp이하이고, 상기 제1 액츄에이터 또는 상기 제2 액츄에이터 상부에서 인지되는 진동 가속도는 0.2 G이상인, 표시 장치 구동 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 햅틱 표시 장치 및 이의 구동 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 저전압에서 구동될 수 있어 소비전력이 저감된 햅틱 표시 장치 및 이의 구동 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 터치 감지부는 표시 장치에 대한 화면 터치나 제스처(gesture) 등과 같은 사용자의 터치 입력을 감지하는 장치로서, 스마트폰, 태블릿 PC 등의 휴대용 표시 장치를 비롯하여 공공 시설의 표시 장치와 스마트 TV 등의 대형 표시 장치에 널리 활용되고 있다. 이러한 터치 감지부는 동작 방식에 따라 저항막 방식, 정전 용량 방식, 초음파 방식, 적외선 방식 등으로 분류된다.

[0003] 그러나, 최근에는 사용자의 터치 입력을 감지하는 것에 그치지 않고, 사용자의 터치 입력에 대한 피드백(feedback)으로 사용자의 손가락 또는 사용자의 스타일러스 펜으로 느낄 수 있는 촉각 피드백을 전달하는 햅틱(haptic) 장치에 대한 연구가 진행되고 있다.

[0004] 이러한 햅틱 장치로 표시 장치에 ERM(Eccentric Rotating Mass)이 적용된 햅틱 장치가 사용되었다. ERM은 모터의 회전부의 한쪽 부분에 질량을 붙여서 모터가 회전할 때 발생하는 편심력으로 인하여 기계적인 진동을 발생시키는 진동 모터이다. 다만, ERM은 불투명한 재료로 구성되므로, 표시 장치에서 표시부의 전면이 아닌 표시부의 후면에 배치되어야 한다. 또한, ERM은 모터에 의해 진동을 발생시키므로, 표시 장치의 특정 부분만이 진동되는 것이 아니고 표시 장치 전체가 진동되게 된다. 따라서, ERM이 적용된 표시 장치에서는 사용자의 터치 입력이 발생된 부분에만 촉각 피드백을 전달할 수 없다는 문제가 발생한다. 또한, ERM은 모터를 통해 기계적 진동을 발생시킨다는 점에서 응답 속도가 매우 느리므로, 햅틱 장치의 진동원으로 사용되기에 어려움이 존재한다. 또한, ERM은 단단한 모듈형 컴포넌트이어서, 플렉서블 표시 장치에 적용되기 어렵다.

[0005] 한편, 햅틱 장치로 표시 장치에 LRA(Linear Resonant Actuator)가 적용된 햅틱 장치도 사용되었다. LRA는 영구 자석이 솔레노이드(solenoid) 내부를 왕복 운동함에 의해 발생하는 스프링과 스테인리스 진동자의 진동을 통해 촉각 피드백을 전달한다. 다만, LRA 또한 ERM과 같이 불투명한 재료로 구성되고, 표시 장치 전체를 진동시키므로, ERM과 동일한 문제가 존재한다. 또한, LRA는 공진 주파수를 사용하여야 하므로, 진동 주파수가 150Hz 내지 200Hz 사이로 고정된다. 따라서, LRA가 적용된 햅틱 장치는 다양한 진동감 생성이 어렵다는 단점을 갖는다.

[0006] 상술한 바와 같은 문제점들을 해결하기 위해 압전 세라믹 액츄에이터(Piezo Ceramic Actuator)가 적용된 햅틱 장치가 사용되고 있다. 압전 세라믹 액츄에이터는 수 msec의 빠른 응답속도를 가지며, 진동 주파수의 범위가 매우 넓어 사람이 실제 촉각을 느끼는 모든 주파수 범위의 진동을 구현해낼 수 있다. 다만, 압전 세라믹 액츄에이터는 세라믹 재질의 판(plate) 형태로 제작되어, 외부 충격에 대한 내구성이 낮아 외부 충격에 의해 쉽게 깨진다는 단점이 있다. 또한, 압전 세라믹 액츄에이터는 ERM 및 LRA와 마찬가지로 불투명하고 박형화가 어렵고, 표시 장치 후면에 배치되어 표시 장치 전체를 진동시키는 문제가 있다.

[0007] [관련기술문헌]

[0008] 복수의 진동자를 이용한 촉각 피드백 생성장치 및 이를 이용한 촉각 피드백의 생성방법 (한국특허출원번호 제 2009-0096407호)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명의 발명자들은 햅틱 장치에서 진동을 발생시키기 위한 진동원으로서 전기 활성 고분자로 구성된 액츄에이터가 사용될 수 있다는 점을 인식하였다. 구체적으로 전기 활성 고분자로 구성된 액츄에이터는 전기 활성 고

분자로 이루어지는 전기 활성층의 상부 및 하부에 배치된 전극에 전압을 인가함에 발생하는 전기 활성층의 진동을 통해 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있다. 이러한 액츄에이터는 투명한 재료들로 형성될 수 있으므로, 표시 장치 전면에 적용될 수 있다는 장점이 있다.

[0010] 다만, 전기 활성 고분자로 구성된 액츄에이터는 상술한 종래의 진동원 대비 구동 전압이 수 kV 단위로 매우 높다. 따라서, 표시 장치에서 사용되는 전원으로부터의 전압을 증압시키기 위한 별도의 대형 증압 회로가 요구되는데, 스마트폰, 태블릿 PC 등과 같은 개인 휴대용 표시 장치에 적용될 수 있을 정도로 증압 회로를 소형으로 제조하는 것에는 상당한 어려움이 있다. 이에, 구동 전압을 낮추기 위해 전기 활성층의 두께를 감소시키는 방법이 있으나, 전기 활성층의 두께가 감소하는 경우, 액츄에이터로 진동시키고자 하는 대상의 무게, 즉, 표시 장치의 무게에 의해 전기 활성층의 변위가 억제되어 진동이 매우 약해지거나 진동이 발생하지 않는 문제점이 있다.

[0011] 이에 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 액츄에이터의 재료나 전기 활성층의 두께를 변동시키지 않고, 새로운 구동 방식을 통해 진동 세기를 유지시키면서 구동 전압을 낮출 수 있는 햅틱 표시 장치 및 이의 구동 방법을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명이 해결하고자 하는 다른 과제는, 복수의 액츄에이터의 구동 주파수를 조정함으로써 다양한 촉감이 구현될 수 있는 햅틱 표시 장치 및 이의 구동 방법을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 과제들은 이상에서 언급한 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0014] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 제공된다. 표시 장치는 영상을 표시하도록 구성된 표시부, 제1 액츄에이터, 제2 액츄에이터 및 액츄에이터 구동부를 포함한다. 제2 액츄에이터는 제1 액츄에이터에 인접하게 배치되며, 액츄에이터 구동부는 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터를 제어하도록 구성된다. 여기서, 액츄에이터 구동부는, 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압을 인가하고, 제2 액츄에이터에 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압을 인가하도록 구성된다. 제1 주파수와 제2 주파수의 주파수 차는 촉각이 인지되는 주파수 범위 내이다. 이에 따라, 액츄에이터의 구동 전압이 감소되어 별도의 대형 증압 회로가 요구되지 않을 수 있다.

[0015] 액츄에이터 구동부는 제1 액츄에이터에 제1 전압을 인가하고, 제2 액츄에이터에 제2 전압을 인가함으로써, 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 사이에서 맥놀이(beat) 파를 생성하도록 구성된다. 맥놀이 파의 진폭은 제1 주파수의 진동 파형의 진폭 및 제2 주파수의 진동 파형의 진폭 각각보다 큰 클 수 있다. 제1 전압 및 제2 전압 각각은 300Vpp 이하일 수 있다. 표시 장치는 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 상에 배치된 커버를 더 포함할 수 있으며, 커버 상에서 인지되는 진동 가속도는 0.2 G 이상일 수 있다.

[0016] 또한, 제1 주파수와 제2 주파수의 차는 1 내지 150 Hz 이내일 수 있으며, 이 때, 제1 주파수 및 제2 주파수 각각은 촉각이 인지되는 주파수 범위 내일 수 있다.

[0017] 다양한 실시예에서, 제1 주파수와 제2 주파수의 차는 1 내지 20 Hz 이내일 수 있으며, 이 때, 제1 주파수 및 제2 주파수 각각은 촉각이 인지되는 주파수의 최대치를 초과할 수 있다.

[0018] 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 제1 전극, 제1 전극 상에 배치된 전기 활성층 및 전기 활성층 상에 배치된 제2 전극을 포함할 수 있으며, 이 때 제1 전압 및 제2 전압은 제2 전극에 인가될 수 있다.

[0019] 제2 전극은 제1 액츄에이터를 구동시키기 위한 제1 세그먼트 전극 및 제2 액츄에이터를 구동시키기 위한 제2 세그먼트 전극을 포함할 수 있다. 이 경우, 제1 세그먼트 전극과 제2 세그먼트 전극의 면적은 촉각이 인지되는 단위 면적 이상일 수 있다.

[0020] 다양한 실시예에서, 제1 전극은 제1 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트로 구성되고, 제2 전극은 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트들로 구성되고, 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 각각의 영역은 제1 전극의 복수의 전극 세그먼트와 제2 전극의 복수의 전극 세그먼트가 중첩되는 영역에 의해 정의될 수 있다.

[0021] 또 다른 실시예에서는, 제1 주파수와는 상이한 제3 주파수의 진동 파형으로 진동되는 디바이스가 제1 액츄에이터의 상부에 접촉되는 경우, 디바이스와 제1 액츄에이터의 상부가 접촉하는 부분에서 맥놀이 파가 생성되며, 이 때, 맥놀이 파의 진폭은 제1 주파수의 진동 파형의 진폭보다 클 수 있다.

[0022] 전술한 바와 같은 과제를 해결하기 위하여 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 구동 방법이 제공된다. 먼저, 표시부 상에 배치되고, 제1 액츄에이터와 제1 액츄에이터에 인접하게 배치된 제2 액츄에이터가 제공된다. 다음으로, 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 사이에서 맥놀이(beat) 파를 생성하도록, 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압이, 제2 액츄에이터에 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압이 인가된다. 제1 주파수와 제2 주파수의 주파수 차는 측각이 인지되는 주파수 범위 내이고, 맥놀이 파의 진폭은 제1 주파수의 진동 파형의 진폭 및 제2 주파수의 진동 파형의 진폭 각각보다 크다.

[0023] 제1 전압 및 제2 전압 각각은 300 Vpp이하일 수 있으며, 제1 액츄에이터 또는 제2 액츄에이터 상부에서 인지되는 진동 가속도는 0.2 G이상일 수 있다.

[0024] 기타 실시예의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명의 실시예들에 의하면 적어도 다음과 같은 효과가 있다.

[0026] 본 발명은, 인접한 액츄에이터들에 서로 상이한 주파수의 전압을 인가함으로써, 맥놀이 파를 생성시키고, 액츄에이터의 구동 전압을 현저하게 감소시킬 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명은 액츄에이터에 인가되는 전압의 주파수를 조정함으로써, 사용자에게 다양한 측각을 제공할 수 있는 표시 장치 및 이의 구동 방법을 제공할 수 있다.

[0028] 본 발명에 따른 효과는 이상에서 예시된 내용에 의해 제한되지 않으며, 더욱 다양한 효과들이 본 명세서 내에 포함되어 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 분해 사시도이다.

도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 액츄에이터를 설명하기 위한 사시도이다.

도 3b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 액츄에이터를 설명하기 위한 평면도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 구동과 사용자가 느끼는 측각을 설명하기 위한 사시도이다.

도 5의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이(beat) 파를 설명하기 위한 도표들이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이 파에 의한 진동 가속도를 설명하기 위한 도표이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이 파에 따른 요구 전압을 설명하기 위한 도표이다.

도 8의 (a) 내지 (d)는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치에서의 맥놀이 파를 설명하기 위한 도표들이다.

도 9 및 도 10은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치를 설명하기 위한 사시도이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 구동 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 표시 장치가 유리하게 활용될 수 있는 사례들을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

- [0031] 본 발명의 실시예를 설명하기 위한 도면에 개시된 형상, 크기, 비율, 각도, 개수 등은 예시적인 것이므로 본 발명이 도시된 사항에 한정되는 것은 아니다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명은 생략한다. 본 명세서 상에서 언급된 '포함한다', '갖는다', '이루어진다' 등이 사용되는 경우 '~만'이 사용되지 않는 이상 다른 부분이 추가될 수 있다. 구성 요소를 단수로 표현한 경우에 특별히 명시적인 기재 사항이 없는 한 복수를 포함하는 경우를 포함한다.
- [0032] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다.
- [0033] 위치 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~상에', '~상부에', '~하부에', '~옆에' 등으로 두 부분의 위치 관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 두 부분 사이에 하나 이상의 다른 부분이 위치할 수도 있다.
- [0034] 소자 또는 층이 다른 소자 또는 층 "위 (on)"로 지칭되는 것은 다른 소자 바로 위에 또는 중간에 다른 층 또는 다른 소자를 개재한 경우를 모두 포함한다.
- [0035] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않는다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것이다. 따라서, 이하에서 언급되는 제1 구성요소는 본 발명의 기술적 사상 내에서 제2 구성요소일 수도 있다.
- [0036] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다.
- [0037] 도면에서 나타난 각 구성의 크기 및 두께는 설명의 편의를 위해 도시된 것이며, 본 발명이 도시된 구성의 크기 및 두께에 반드시 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 본 발명의 여러 실시예들의 각각 특징들이 부분적으로 또는 전체적으로 서로 결합 또는 조합 가능하며, 당업자가 충분히 이해할 수 있듯이 기술적으로 다양한 연동 및 구동이 가능하며, 각 실시예들이 서로에 대하여 독립적으로 실시 가능할 수도 있고 연관 관계로 함께 실시 가능할 수도 있다.
- [0039] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 다양한 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 블록도이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 분해 사시도이다. 도 1 및 도 2를 참조하면, 표시 장치(100)는 액츄에이터(110), 액츄에이터 구동부(120), 터치 감지부(130), 터치 회로부(140), 표시부(150), 타이밍 제어부(160), 프로세서(170), 하부 커버(190) 및 상부 커버(180)를 포함한다. 도 2에서는 액츄에이터 구동부(120), 터치 회로부(140), 타이밍 제어부(160) 및 프로세서(170)를 생략하여 도시하였다.
- [0041] 액츄에이터(110)는 전기 활성 고분자로 이루어지는 전기 활성층(112)의 하부 및 상부 각각에 배치된 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)에 전압을 인가함으로써, 발생하는 전기 활성층(112)의 진동을 통해 사용자에게 촉각 피드백을 전달한다. 액츄에이터(110)는 투명한 재료들로 형성된다. 액츄에이터(110)는 국부적인 영역에서 촉감을 제공하고, 맥놀이(beat) 파를 생성하기 위해 복수의 액츄에이터(110)를 포함한다. 도 2를 참조하면, 액츄에이터(110)는 전기 활성층(112), 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)을 포함한다. 제1 전극(114) 및 제2 전극(116) 각각은 전기 활성층(112)의 서로 상이한 면에 형성된다.
- [0042] 액츄에이터 구동부(120)는 수신되는 진동 구동 신호에 대응하여 액츄에이터(110)를 구동시키기 위한 전압을 제어한다. 액츄에이터 구동부(120)는 맥놀이 파를 생성하기 위해 다양한 주파수의 전압을 제공하도록 구성된다. 액츄에이터 구동부(120)는 액츄에이터(110)에 인가되는 전압을 높이 증폭시키기 위한 별도의 대형 증압 회로를 포함하지 않는다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(100)에서는 액츄에이터(110)가 낮은 전압에서 구동가능하므로, 별도의 대형 증압 회로가 요구되지 않는다. 맥놀이 파를 생성하기 위한 복수의 액츄에이터(110)의 구조 및 액츄에이터 구동부(120)의 동작에 대한 구체적인 설명은 도 3a 내지 도 5를 참조하여 후술한다.
- [0043] 액츄에이터(110) 아래에는 표시부(150)가 배치된다. 표시부(150)는 표시 장치(100)에서 영상을 표시하기 위한 표시 소자가 배치된 패널을 의미한다. 표시부(150)로서, 예를 들어, 유기 발광 표시부, 액정 표시부, 전기 영동 표시부 등과 같은 다양한 표시부가 사용될 수 있다. 표시부(150)는 플렉서블(flexible) 기판을 포함하고, 연성을 갖는 표시부일 수 있다. 연성을 갖는 표시부는 외부에서 가해지는 힘에 의해 다양한 방향 및 각도로 변형될 수 있다. 타이밍 제어부(160)는 입력된 영상에 기초하여 스캔 제어 신호, 데이터 제어 신호 등을 이용하여 표시부(150)를 구동하도록 구성된다.

- [0044] 액츄에이터(110) 상에는 터치 감지부(130)가 배치된다. 터치 감지부(130)는 표시 장치(100)에 대한 사용자의 터치 입력을 감지하는 패널을 의미한다. 터치 감지부(130)로서, 예를 들어, 정전 용량 방식, 저항막 방식, 초음파 방식, 적외선 방식 등이 사용될 수 있으나, 바람직하게는 정전 용량 방식의 터치 감지부가 터치 감지부(130)로서 사용될 수 있다. 터치 회로부(140)는 터치 감지부(130)로부터의 터치 입력 신호를 수신하고, 터치와 연관된 다양한 터치 출력 신호를 출력하도록 구성된다. 터치 회로부(140)는 액츄에이터 구동부(120) 및 프로세서(170)에 터치 출력 신호를 출력할 수 있다.
- [0045] 터치 감지부(130) 상에는 상부 커버(180)가 배치된다. 상부 커버(180)는 표시 장치(100) 외부로부터의 충격으로부터 표시 장치(100)를 보호하기 위한 구성이다. 상부 커버(180)는 플라스틱 또는 유리나 같은 투명한 절연성 물질로 이루어질 수 있다.
- [0046] 하부 커버(190)는 터치 감지부(130), 액츄에이터(110) 및 표시부(150)의 하부를 덮도록 표시부(150) 아래에 배치된다. 하부 커버(190)는 표시 장치(100) 내부의 구성들을 외부의 충격 및 이물질이나 수분의 침투로부터 보호한다. 예를 들어, 하부 커버(190)는 경도가 좋은 유리나 열 성형이 가능하고 가공성이 좋은 플라스틱과 같은 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다. 또한, 하부 커버(190)는 액츄에이터(110)의 연성과 형상의 변화에 따라 함께 변형될 수 있는 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 하부 커버(190)는 연성을 갖는 플라스틱과 같은 물질로 이루어질 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0047] 도 2에 도시되지는 않았으나, 표시부(150), 액츄에이터(110), 터치 감지부(130), 상부 커버(180) 및 하부 커버(190)를 서로 접착시키기 위한 접착층이 사용될 수 있다. 접착층은, 예를 들어, OCA(optical clear adhesive) 또는 OCR(optical clear resin)이 사용될 수 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0048] 프로세서(170)는 다양한 연산을 수행하기 위한 수단으로 MAP (Multimedia Application Processor), MCU(Microcontroller), ISP (Image Signal Processor) 등과 같은 연산 장치일 수도 있다. 프로세서(170)는 영상을 처리하고, 터치 회로부(140)로부터의 터치 출력 신호에 대응하여 액츄에이터(110)에 진동 구동 신호를 출력할 수 있다.
- [0049] 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 액츄에이터를 설명하기 위한 사시도이다. 도 3a를 참조하면, 액츄에이터(110)는 전기 활성층(112), 제1 전극(114), 제2 전극(116) 및 제2 전극(116)의 배선(118)을 포함한다.
- [0050] 전기 활성층(112)은 전기적인 자극에 의하여 변형되는 고분자 재료인 전기 활성 고분자로 이루어지는 판상의 필름이다. 예를 들어, 전기 활성층(112)은 실리콘계, 우레탄계, 아크릴계 등의 유전성 엘라스토머(dielectric elastomer) 또는 PVDF, P(VDF-TrFE) 등의 강유전성 고분자(ferroelectric polymer)로 이루어질 수 있다. 전기 활성층(112)이 유전성 엘라스토머로 이루어지는 경우, 전기 활성층(112)에 전압을 인가됨에 따라 발생하는 쿨롱력(Coulomb's force)에 의해 유전성 엘라스토머가 수축 및 팽창되어 액츄에이터(110)가 진동할 수 있다. 또한, 전기 활성층(112)이 강유전성 고분자로 이루어지는 경우, 전기 활성층(112)에 전압을 인가됨에 따라 전기 활성층(112) 내부의 쌍극자(dipole)의 정렬 방향이 변경되어 액츄에이터(110)가 진동할 수 있다.
- [0051] 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 전기 활성층(112)에 전압을 인가하기 위한 전극으로서, 도전성 물질로 이루어진다. 또한, 액츄에이터(110)의 투과율을 확보하기 위해, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 예를 들어, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 ITO(Indium Tin Oxide), PEDOT:PSS, 은-나노와이어(AgNW) 등과 같은 투명 도전성 물질로 이루어질 수 있다. 또한, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 메탈 메쉬(metal mesh)로 구성될 수도 있다. 즉, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 금속 물질이 메쉬 형태로 배치되는 메탈 메쉬로 구성되어, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 실질적으로 투명한 전극으로 기능할 수도 있다. 다만, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)의 구성 물질은 상술한 예에 제한되지 않고, 다양한 투명 도전성 물질이 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)의 구성 물질로 사용될 수 있다. 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 동일한 물질로 이루어질 수도 있고, 서로 상이한 물질로 이루어질 수도 있다.
- [0052] 도 3a를 참조하면, 제1 전극(114) 및 제2 전극(116)은 전기 활성층(112)의 서로 다른 면에 배치된다. 제1 전극(114)은 전기 활성층(112)의 하면에 형성되고, 제2 전극(116)은 전기 활성층(112)의 상면에 형성된다. 제1 전극(114)은 전면에 형성되고, 제2 전극(116)은 제1 세그먼트 전극(116a) 및 제2 세그먼트 전극(116b)을 포함하는 복수의 세그먼트 전극으로 형성된다. 제2 전극(116)이 복수의 세그먼트 전극으로 이루어지므로, 표시 장치는 분할 햅틱 표시 장치로 구현될 수 있다. 복수의 세그먼트 전극 각각은 액츄에이터(110)의 일 단부로 연장된 배선(118)과 연결된다. 배선(118)은 예를 들어 액츄에이터(110)의 일 단부에 배치된 패드부를 통해 연성 인쇄 회로

기관에 연결되고, 연성 회로 기관은 액츄에이터(110)의 구동부와 전기적으로 연결될 수 있다.

- [0053] 제1 세그먼트 전극(116a)과 제2 세그먼트 전극(116b)의 면적은 촉각이 인지되는 단위 면적 이상이다. 촉각이 인지되는 단위 면적은 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있는 최소 단위 영역으로서, 각각의 촉각이 인지되는 단위 면적은 독립적으로 촉각 피드백을 전달할 수 있다.
- [0054] 각각의 촉각이 인지되는 단위 면적은 일반적인 사람의 손가락 또는 필기 입력 수단의 크기를 고려하여 결정될 수 있다. 액츄에이터(110)는 손가락 또는 필기 입력 수단의 터치 입력에 대한 촉각 피드백을 전달하는 것이므로, 사용자에게 촉각 피드백을 전달할 수 있는 촉각이 인지되는 단위 면적은 사용자의 터치 입력이 발생하는 면적을 고려하여 결정될 수 있다.
- [0055] 몇몇 실시예에서, 복수의 세그먼트 전극의 면적은 액츄에이터(110)와 함께 사용될 수 있는 터치 감지부의 화소의 면적을 고려하여 결정될 수도 있다. 터치 감지부에서 사용자의 터치 입력을 감지하는 것에 응답하여 액츄에이터(110)가 사용자에게 촉각 피드백을 전달하게 된다. 이에, 예를 들어, 사용자의 터치 입력이 감지된 터치 감지부의 화소와 동일하게 액츄에이터(110)의 복수의 세그먼트 전극들의 면적이 결정되는 경우, 터치 감지부의 화소와 액츄에이터(110)의 세그먼트 전극이 1:1로 대응될 수 있으므로, 액츄에이터(110)의 진동 위치가 보다 정확하게 결정될 수 있다.
- [0056] 액츄에이터(110)는 복수의 세그먼트 전극(116a, 116b)으로 구분되는 복수의 액츄에이터(110A, 110B)의 집합일 수 있다. 도 3a를 참조하면, 액츄에이터(110)는 제1 액츄에이터(110A) 및 제2 액츄에이터(110B)를 포함한다. 제1 액츄에이터(110A)는 제1 전극(114), 전기 활성층(112) 및 제1 액츄에이터(110A)를 구동시키기 위한 제1 세그먼트 전극(116a)으로 구성되고, 제2 액츄에이터(110B)는 제1 전극(114), 전기 활성층(112) 및 제2 액츄에이터를 구동시키기 위한 제2 세그먼트 전극(116b)으로 구성된다. 제1 액츄에이터(110A)와 제2 액츄에이터(110B)는 인접하게 배치된다.
- [0057] 도 3a에 도시된 액츄에이터(110)에서 제1 전극(114)은 접지되고, 제2 전극(116)의 제1 세그먼트 전극(116a) 및 제2 세그먼트 전극(116b) 각각에는 배선(118)을 통해 서로 상이한 주파수의 전압이 인가된다. 인가된 전압에 의한 전위차로 전기 활성층(112)에 전기장이 형성되어, 전기 활성층(112)이 진동하게 되고, 제1 액츄에이터(110A) 및 제2 액츄에이터(110B) 각각에 국부적인 진동이 발생된다.
- [0058] 도 3b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 표시 장치의 액츄에이터를 설명하기 위한 평면도이다. 예를 들어, 도 3b에서와 같이 제1 전극(214)이 제1 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트(214a, 214b)로 구성되고, 제2 전극(216)은 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 연장되는 복수의 전극 세그먼트(216a, 216b)들로 구성될 수 있다.
- [0059] 제1 액츄에이터(210A) 및 제2 액츄에이터(210B) 각각의 영역은 제1 전극(214)의 전극 세그먼트(214b)와 제2 전극(216)의 복수의 전극 세그먼트(216a, 216b)가 중첩되는 영역에 의해 정의된다. 도 3b의 액츄에이터(210)에서도 제1 전극(214)의 전극 세그먼트들(214a, 214b)이 접지되고, 제2 전극(216)의 전극 세그먼트들(216a, 216b)에 서로 상이한 주파수의 제1 전압 및 제2 전압이 인가된다. 이에 따라, 제1 액츄에이터(210A) 및 제2 액츄에이터(210B) 각각에 국부적인 진동이 발생할 수 있다.
- [0060] 즉, 액츄에이터(110, 210)는 구조에 제한되지 않으며, 독립적이고, 서로 상이한 주파수의 전압이 인가 가능한 인접한 제1 액츄에이터(110A, 210A)와 제2 액츄에이터(110B, 210B)가 구현되는 범위 내에서 다양하게 구현될 수 있다. 이하에서는 도 3a의 액츄에이터(110)가 사용되는 것을 상정하여 설명한다.
- [0061] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 구동과 사용자가 느끼는 촉각을 설명하기 위한 사시도이다. 도 5의 (a) 내지 (c)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이 파를 설명하기 위한 도표들이다. 도 4에서는 설명의 편의를 위해 표시 장치(100)에서 상부 커버(180)와 액츄에이터(110) 사이의 터치 감지부는 생략된다. 도 4에 도시된 표시 장치(100)의 액츄에이터(110)는 도 3에 도시된 액츄에이터(110)와 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다.
- [0062] 도 4를 참조하면, 진술한 바와 같이 제2 전극(116)의 제1 세그먼트 전극(116a) 및 제2 세그먼트 전극(116b) 각각에는 서로 상이한 주파수의 전압이 인가된다. 제1 액츄에이터(110A)의 제1 세그먼트 전극(116a)에는 제1 주파수의 진동 파형(y1)을 갖도록 제1 전압이 인가된다. 제2 액츄에이터(110B)의 제2 세그먼트 전극(116b)에는 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형(y2)을 갖도록 제2 전압이 인가된다. 제1 액츄에이터(110A)의 제1 세그먼트 전극(116a)에 제1 전압이 인가되고, 제2 액츄에이터(110B)의 제2 세그먼트 전극(116b)에 제2 전압이 인가됨으로써, 제1 액츄에이터(110A) 및 제2 액츄에이터(110B) 사이에서 맥놀이 파(y3)가 생성된다.

[0063] 제1 주파수(f_1)의 진동 파형(y_1)을 $\sin(2\pi f_1 t)$, 제2 주파수(f_2)의 진동 파형(y_2)를 $\sin(2\pi f_2 t)$ 라고 할 때, 제1 액츄에이터(110A)와 제2 액츄에이터(110B) 사이에서 발생하는 맥놀이 파(y_3)는 아래의 식 1과 같다.

[0064] [식 1]

$$\sin(2\pi f_1 t) + \sin(2\pi f_2 t) = 2 \cos\left(2\pi \frac{f_1 - f_2}{2} t\right) \sin(2\pi \frac{f_1 + f_2}{2} t)$$

[0065]

[0066] 동일한 진폭을 갖는 진동 파형 2개가 만날 때, 맥놀이 파(y_3)의 진폭은 2배가 될 수 있으며, 실질적으로 맥놀이 파(y_3)의 포락선은 $|f_1 - f_2|$ 의 주파수를 갖게 된다. 예를 들어, 도 5의 (a)를 참조하면, 155 Hz의 주파수의 진동 파형(y_1)이 도시되고, 도 5의 (b)를 참조하면, 150 Hz의 주파수의 진동 파형(y_2)이 도시된다. 그리고, 진동 파형(y_1) 및 진동 파형(y_2)의 서로에 대한 간섭 현상인 맥놀이 현상에 의해 발생하는 맥놀이 파(y_3)가 도시된다. 맥놀이 파(y_3)의 진폭은 진동 파형(y_1 , y_2)의 진폭보다 크다. 맥놀이 파(y_3)는 진동 파형(y_1 , y_2)의 2배의 진폭을 가지며, 피크를 잇는 맥놀이 파(y_3)의 포락선은 제1 주파수(f_1) 및 제2 주파수(f_2)의 차 $|f_1 - f_2|$ 를 주파수로 한다.

[0067] 다시 도 4를 참조하면, 제1 액츄에이터(110A)에서는 진동 파형(y_1)의 진동이 발생되고, 제2 액츄에이터(110B)에서는 진동 파형(y_2)의 진동이 발생된다. 그리고, 제1 액츄에이터(110A)와 제2 액츄에이터(110B) 사이에서는 진동한 맥놀이 파(y_3)의 진동이 발생된다. 제1 액츄에이터(110A) 위의 상부 커버(180)에 접촉하는 사용자의 손가락에 진동 파형(y_1 , y_2 , y_3) 모두의 진동이 느껴지게 된다.

[0068] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(100)에서는 제1 주파수(f_1)와 제2 주파수(f_2)의 주파수 차 $|f_1 - f_2|$, 즉 진동 파형(y_3)의 주파수는 촉각이 인지되는 주파수 범위 내이다. 특히, 제1 주파수(f_1) 및 제2 주파수(f_2) 각각이 촉각이 인지되는 주파수 범위 내이면 진동 세기가 보다 강해질 수 있다.

[0069] 촉각이 인지되는 주파수 범위는 0 초과 500 Hz이하의 범위일 수 있다. 사람은 외부 자극을 피부에 받아들이는 4개의 기계적 자극 수용기, 표피에 위치한 머켈 원반(Merkel Disk), 진피 하단부에 위치한 루피니 말단(Ruffini Ending), 진피층에 위치한 신경 말단(Meissner Corpuscles), 피부 내측에 위치한 파치니 소체(Meissner Corpuscles)를 가지며, 4개의 기계적 자극 수용기는 약 0.4 내지 500 Hz 주파수의 진동을 인지한다. 이에 따라, 500 Hz를 초과하는 주파수는 사용자에게 실질적으로 인지되지 않는다. 진동 파형(y_1 , y_2) 및 맥놀이 파(y_3)의 주파수가 촉각이 인지되는 주파수 범위 내에 있음으로써, 사용자가 인지하는 진동 세기가 증가된다.

[0070] 특히, 맥놀이 파(y_3)에 의한 진동은 제1 액츄에이터(110A) 및 제2 액츄에이터(110B)로부터의 진동과는 별도의 진동으로서, 맥놀이 파(y_3)가 형성되는 것만으로 액츄에이터(110)의 진동 세기가 크게 증가된다. 또한, 맥놀이 파(y_3)의 진폭은 진동 파형(y_1 , y_2)의 진폭의 2배이므로, 진동 세기는 더욱 증가된다.

[0071] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이 파에 의한 진동 가속도를 설명하기 위한 도표이다. 맥놀이 파 생성에 의해 사용자에게 느껴지는 진동의 세기를 평가하기 위해, 비교예로서 단일 주파수로 구동되는 액츄에이터 및 실시예 1로서 맥놀이 파를 발생시키는 액츄에이터의 주파수별 진동 가속도를 측정하였다.

[0072] 전기 활성층의 재료로는 배향된 PVDF 호모 폴리머(D33=17)를 사용하였으며, 제1 전극 및 제2 전극의 재료로는 ITO를 스퍼터링 방식으로 증착하였으며 액츄에이터 상에 커버가 배치되었다. 제1 전극 및 제2 전극의 면저항은 약 300 $\Omega/\square$ 이었다. 비교예에는 0 내지 400 Hz 범위의 주파수를 갖는 300 Vpp(peak to peak voltage)의 구동 전압을 제2 전극에 인가하였다. 제1 전압은 접지되었다. 실시예 1에는 제2 전극의 제1 세그먼트에 제1 주파수로 300 Hz의 비교예와 동일한 전압, 제2 전극의 제2 세그먼트에 제2 주파수로 300 Hz의 맥놀이 주파수(Δf)를 더하여 비교예와 동일한 전압으로 인가하였다. 진동 가속도의 측정은 진동 가속도 센서를 이용하였다.

[0073] 도 6을 참조하면, 비교예의 단일 주파수에 의한 진동은 주파수가 0 내지 200 Hz 사이인 경우, 진동 가속도가 0.1 G 이하로 실질적으로 촉각이 느껴지지 않는다. 비교예의 진동가속도는 주파수가 300 Hz에서 최대인 0.4 G에 이르며 이후의 주파수에서는 감소된다. 실시예 1에서 맥놀이 주파수(Δf)의 맥놀이 파의 진동은 0 내지 400 Hz 범위의 주파수에서 0.5 G이상의 진동 가속도를 유지하였다. 즉, 동일한 전압이 인가되더라도, 맥놀이 파가 발생하는 액츄에이터에서는 단일 주파수로 구동되는 액츄에이터보다 진동의 세기가 월등히 높다.

[0074] 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 액츄에이터는 맥놀이 파에 의해 진동의 세기가 현저하게 강하므로, 인가되는 전압이 종래의 액츄에이터에 비하여 상대적으로 낮더라도, 동일한 수준의 진동 세기를 제공할 수 있다.

표 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서 발생하는 맥놀이 파에 따른 구동 전압을 설명하기 위한 표이고, 도 7은 표 1을 도표로 나타낸 것이다.

[표 1]

구동전압 (Vpp)	진동 가속도 (G)	
	비교예	실시예 2
0	0.02	0.02
100	0.03	0.17
300	0.05	0.53
500	0.08	0.92
1000	0.135	1.7
1500	0.21	-

표 1 및 도 7의 실험에서는 구동 전압을 0 내지 1500 Vpp 범위에서 변동시킨 점, 실시예 2에서는 맥놀이 파의 맥놀이 주파수(Δf)를 100 Hz로 고정시켰다는 점 및 비교예에서는 100 Hz의 단일 주파수의 전압을 인가했다는 점을 제외하고 나머지 조건은 도 6에서의 실시예 1과 동일하므로 중복되는 설명은 생략한다.

표 1 및 도 7을 참조하면, 구동 전압이 증가할수록 비교예와 실시예 2 모두의 진동 가속도는 증가한다. 그러나, 비교예에서는 1500 kVpp의 구동 전압이 인가되어야 비로소 0.2 G의 진동 가속도가 구현되는 반면, 실시예 2에서는 약 200 Vpp 이하의 구동 전압이 인가되더라도 0.2 G의 진동 가속도가 구현될 수 있다. 예를 들어, 표시 장치에서 사용자가 충분한 진동을 느끼기 위한 진동 가속도가 0.2 G인 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서는 제1 액츄에이터에 인가되는 제1 전압 및 제2 액츄에이터에 인가되는 제2 전압 각각을 300 Vpp이하로 하더라도, 0.2 G이상의 진동 가속도를 구현할 수 있다. 또한, 요구되는 구동 전압이 300 Vp이하가 되므로, 표시 장치에서 액츄에이터를 위한 별도의 대형 승압 회로가 요구되지 않을 수 있으며, 소비 전력도 현저하게 감소된다. 표시 장치는 휴대용 전자 디바이스에 적용될 수 있으며, 제한된 배터리 때문에 휴대용 전자 디바이스에서 소비 전력은 매우 중요한 고려 요소이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치는 전기 활성층을 포함하는 액츄에이터로 진동을 구현하면서도, 소비 전력이 낮아 휴대용 전자 디바이스에 채용될 수 있다.

도 8의 (a) 내지 (d)는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치에서의 맥놀이 파를 설명하기 위한 도표들이다. 도 8의 (a) 내지 (d) 각각은 실시예 3, 4, 5, 6의 맥놀이 파의 파형을 시간 대 진동 가속도의 도표에 나타내었다. 도표에서 x축은 시간을 초 단위로 나타내고, y축은 진동 가속도를 G단위로 나타낸다. 300 Vpp의 전압이 인가되었으며, 제1 액츄에이터(110A)의 제1 세그먼트 전극(116a) 그리고 제2 액츄에이터(110B)의 제2 세그먼트 전극(116b) 각각에 인가되는 주파수를 제외하고는 도 6의 실시예 1과 동일한 조건에서 실험이 수행되었다.

도 8의 (a)를 참조하면, 제1 주파수는 300 Hz이고, 제2 주파수는 301 Hz인 실시예 3의 맥놀이 파의 파형이다. 진폭 가속도는 약 0.6 과 - 0.6 G사이이며, 맥놀이 주파수는 1 Hz이다. 이에 따라, 실시예 2에서는 0.4 내지 3 Hz의 주파수의 진동을 인지하는, 표피에 위치한 머켈 원반(Merkel Disk)에 의해 피부 압력이 느껴질 수 있다.

도 8의 (b)를 참조하면, 제1 주파수는 300 Hz이고, 제2 주파수는 310 Hz인 실시예 4의 맥놀이 파의 파형이다. 진폭 가속도는 약 0.6 과 - 0.6 G 사이이며, 맥놀이 주파수는 1 Hz이다. 이에 따라, 실시예 3에서는 0.5 내지 10 Hz의 주파수의 진동을 인지하는, 진피 하단부에 위치한 루피니 말단(Ruffini Ending)에 의해 피부 스트레치가 느껴질 수 있다.

도 8의 (c)를 참조하면, 제1 주파수는 300 Hz이고, 제2 주파수는 350 Hz인 실시예 5의 맥놀이 파의 파형이다. 진폭 가속도는 약 0.6 과 - 0.6 G 사이이며, 맥놀이 주파수는 50 Hz이다. 이에 따라, 실시예 4에서는 20 내지 60 Hz의 주파수의 진동을 인지하는, 진피층에 위치한 신경 말단(Meissner Corpuscles)에 의해 표면 무늬와 거친 진동이 느껴질 수 있다.

도 8의 (d)를 참조하면, 제1 주파수는 300 Hz이고, 제2 주파수는 400 Hz인 실시예 6의 맥놀이 파의 파형이다. 진폭 가속도는 약 0.6 과 - 0.6 G 사이이며, 맥놀이 주파수는 100 Hz이다. 이에 따라, 실시예 5에서는 100 내지 500 Hz의 주파수의 진동을 인지하는, 피부 내측에 위치한 파치니 소체(Meissner Corpuscles)에 의해 진동 자극

이 느껴질 수 있다. 이에 따라 제1 주파수와 제2 주파수의 차인 맥놀이 주파수가 1 내지 150 Hz 이내 일 수 있으며, 이 범위 내에서 다양한 촉각이 인지될 수 있다.

[0084] 도 9는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치를 설명하기 위한 사시도이다. 도 9의 액츄에이터(910) 및 그 구성 요소들은 도 5에서의 액츄에이터(110) 및 그 구성 요소들과 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다.

[0085] 도 9를 참조하면, 제1 액츄에이터(910A)의 제1 세그먼트 전극(916a)에 인가되는 전압의 제1 주파수 및 제2 액츄에이터(910B)의 제2 세그먼트 전극(916b)에 인가되는 전압의 제2 주파수 각각은 촉각이 인지되는 주파수의 최대치를 초과한다. 예를 들어, 제1 파형(y1)의 제1 주파수는 1000 Hz이고, 제2 파형(y2)의 제2 주파수는 1005 Hz이다. 맥놀이 파(y3)의 주파수는 5 Hz이다. 사용자는 1000 Hz 및 1005 Hz의 주파수를 갖는 진동을 느끼지 못하나 5 Hz의 맥놀이 파에 의한 진동은 느끼게 된다. 또한, 맥놀이 파에 의한 진동은 제1 액츄에이터(910A)와 제2 액츄에이터(910B) 사이에서 발생하므로, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치(900)에서는 손가락으로 표면을 문지를 때 느껴지는 재질감의 표현이 가능하게 된다. 이를 위해, 제1 주파수 및 제2 주파수는 촉각이 인지하는 주파수의 최대치를 초과하는 동시에, 맥놀이 주파수는 1 내지 20 Hz 이내일 수 있다. 1 Hz 이하인 경우, 압력만 느껴져 재질감으로 느껴지기 어려울 수 있으며, 20 Hz 이상인 경우 진동이 강해 재질감을 느끼기 어렵다. 1 내지 20 Hz 이내에서 피부 스크래치의 촉감 및 재질감이 최대화될 수 있다.

[0086] 도 10은 본 발명의 다양한 실시예에 따른 표시 장치를 설명하기 위한 사시도이다. 도 10의 액츄에이터(1010) 및 그 구성 요소들은 도 5에서의 액츄에이터(1010) 및 그 구성 요소들과 실질적으로 동일하므로 중복 설명을 생략한다.

[0087] 제1 주파수와는 상이한 제3 주파수의 진동 파형으로 진동되는 디바이스(1050)가 도시된다. 디바이스가 제1 액츄에이터(1010A)의 상부에 접촉되는 경우, 디바이스(1050)와 제1 액츄에이터(1010A)의 상부가 접촉하는 부분에서 맥놀이 파가 생성된다. 맥놀이 파의 진폭은 제1 주파수의 진동 파형의 진폭보다 크다. 이에 따라, 필기 입력 수단과 같은 디바이스(1050)와 표시 장치(1000)가 접하는 경우에도 그 접촉을 인지시키는 다양한 촉감을 제공할 수 있다. 또한, 임의의 매질에 의한 접촉에 의해서도 표시 장치(1000)와 다른 디바이스 사이에서 맥놀이 파가 발생할 수 있으며, 진동이 약한 디바이스들을 조합하여 보다 강한 진동 세기가 구현될 수도 있다.

[0088] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치의 구동 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 먼저, 표시부 상에 배치되고, 제1 액츄에이터와 제1 액츄에이터에 인접하게 배치된 제2 액츄에이터가 제공된다(S1120). 제공되는 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터는 도 3a에 도시된 제1 액츄에이터와 제2 액츄에이터와 실질적으로 동일할 수 있다.

[0089] 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 사이에서 맥놀이 파를 생성하기 위해, 제1 액츄에이터에 제1 주파수의 진동 파형을 갖도록 제1 전압이 인가되고, 제2 액츄에이터에 제1 주파수와는 상이한 제2 주파수의 진동 파형을 갖도록 제2 전압이 인가된다(S1120). 여기서, 맥놀이 파의 진폭은 제1 주파수의 진동 파형의 진폭 및 제2 주파수의 진동 파형의 진폭 각각보다 크다.

[0090] 맥놀이 파와 그 높아진 진폭에 의해 액츄에이터의 진동 세기가 강해지며, 이에 따라, 제1 액츄에이터 및 제2 액츄에이터 각각에 인가되는 제1 전압 및 제2 전압 각각이 300 V_{pp} 이하에서 유지되더라도, 제1 액츄에이터 또는 제2 액츄에이터 상부에서 인지되는 진동 가속도는 0.2 G 이상일 수 있다. 따라서, 액츄에이터를 포함하는 표시 장치에서 소비 전력이 현저하게 낮아지고, 별도의 대형 승압 회로가 채용될 필요가 없어 소형화된 표시 장치가 구현될 수 있다.

[0091] 도 12는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 표시 장치가 유리하게 활용될 수 있는 사례들을 나타내는 도면이다. 도 12의 (a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 모바일 디바이스(1200)에서 사용되는 경우를 도시한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 도 12의 (a)에서 모바일 디바이스(1200)에 포함되도록 도시되었으며, 여기서 모바일 디바이스(1200)는 스마트폰, 핸드폰, 태블릿 PC, PDA 등과 같은 소형화 장치를 의미한다. 표시 장치(1210)가 모바일 디바이스(1200)에 설치되는 경우, 외부 전원이 공급되지 않고 자체 배터리를 사용하게 되므로, 한정된 배터리 용량에 적합하도록 표시 장치(1210)의 구성요소들이 설계되어야 한다. 이에, 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치에서와 같이 제1 전극 및 제2 전극이 전기 활성층의 동일 평면 상에 형성됨으로써, 표시 장치(1210)의 액츄에이터의 구동 전압이 감소되고, 한정된 배터리 용량에서도 표시 장치(1210)가 정상적으로 구동될 수 있다. 또한, 사용자는 모바일 디바이스(1200)로 동영상 시청, 게임, 버튼 입력 등을 수행할 시에 터치와 함께 진동을 느낄 수 있으므로, 보다 감각적인 정보를 전달받을 수 있다.

[0092] 도 12의 (b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 차량용 네비게이션(1300)에서 사용되는 경우를 도시한

다. 차량용 네비게이션(1300)은 표시 장치(1310) 및 다수의 조작 요소들을 포함할 수 있으며, 차량 내부에 설치된 프로세서에 의해 제어될 수 있다. 표시 장치(1310)가 차량용 네비게이션(1300)에 적용되는 경우, 도로의 높낮이, 도로의 상태, 차량의 진행 상황 등을 촉각적으로 제공할 수 있게 된다.

[0093] 도 12의 (c)는 본 발명의 일 실시예들에 따른 표시 장치가 모니터, TV 등과 같은 디스플레이 수단(1400)으로 사용되는 경우를 도시한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1410)가 디스플레이 수단(1400)으로 이용되는 경우, 사용자는 특정 물건의 질감, 화자의 상태 등을 실제로 경험하듯이 촉각적으로 느낄 수 있으므로, 보다 실감나는 영상을 즐길 수 있게 된다.

[0094] 도 12의 (d)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 옥외 광고판(1500)에서 사용되는 경우를 도시한다. 옥외 광고판(1500)은 표시 장치(1510) 및 지면과 표시 장치(1510)를 연결시키는 지지대를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1510)를 옥외 광고판(1500)에 적용하는 경우, 판매하고자 하는 광고 물품에 대한 촉각적인 정보 영상 및/또는 음성과 함께 사용자에게 직접 전달할 수 있으므로, 광고 효과가 극대화될 수 있게 된다.

[0095] 도 12의 (e)는 본 발명의 다양한 실시예들에 따른 표시 장치가 게임기(1600)에서 사용되는 경우를 도시한다. 게임기(1600)는 표시 장치(1610), 및 다양한 프로세서가 내장되는 하우징을 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1610)를 게임기(1600)에 적용하는 경우, 사용자의 게임 조작에 따른 다양한 촉각적 피드백을 실감나게 제공할 수 있게 되므로, 사용자의 게임에 대한 몰입도가 배가될 수 있게 된다.

[0096] 도 12의 (f)는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치가 전자 칠판(1700)에서 사용되는 경우를 도시한다. 전자 칠판(1700)은 표시 장치(1710), 스피커 및 이들을 외부의 충격으로부터 보호하기 위한 구조물을 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 표시 장치(1710)를 전자 칠판(1700)에 적용하는 경우, 교육자는 스타일러스 펜 또는 손가락으로 표시 장치(1710)에 강의 내용을 입력할 때에 직접 칠판에 판서하는 듯한 느낌을 제공받을 수 있게 된다. 또한, 피교육자가 전자 칠판(1700)에 표시된 이미지에 대한 터치 입력을 인가하는 경우, 해당 이미지에 적합한 촉각적 피드백이 피교육자에게 제공될 수 있으므로, 교육의 효과가 극대화될 수 있다.

[0097] 본 명세서에 개시된 실시예들과 관련하여 설명된 방법 또는 알고리즘의 단계는 프로세서에 의해 실행되는 하드웨어, 소프트웨어 모듈 또는 그 2 개의 결합으로 직접 구현될 수도 있다. 소프트웨어 모듈은 RAM 메모리, 플래시 메모리, ROM 메모리, EPROM 메모리, EEPROM 메모리, 레지스터, 하드 디스크, 착탈형 디스크, CD-ROM 또는 당업계에 알려진 임의의 다른 형태의 저장 매체에 상주할 수도 있다. 예시적인 저장 매체는 프로세서에 커플링되며, 그 프로세서는 저장 매체로부터 정보를 판독할 수 있고 저장 매체에 정보를 기입할 수 있다. 다른 방법으로, 저장 매체는 프로세서와 일체형일 수도 있다. 프로세서 및 저장 매체는 주문형 집적회로 (ASIC) 내에 상주할 수도 있다. ASIC는 사용자 단말기 내에 상주할 수도 있다. 다른 방법으로, 프로세서 및 저장 매체는 사용자 단말기 내에 개별 컴포넌트로서 상주할 수도 있다.

[0098] 이상으로 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것은 아니고, 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형 실시될 수 있다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0099] 100, 900, 1000: 표시 장치
110, 210, 910, 1100: 액츄에이터
110A, 210A, 910A, 1110A: 제1 액츄에이터
110B, 210B, 910B, 1110B: 제2 액츄에이터
112: 전기 활성층
114, 214: 제1 전극
116, 216, 916, 1116: 제2 전극

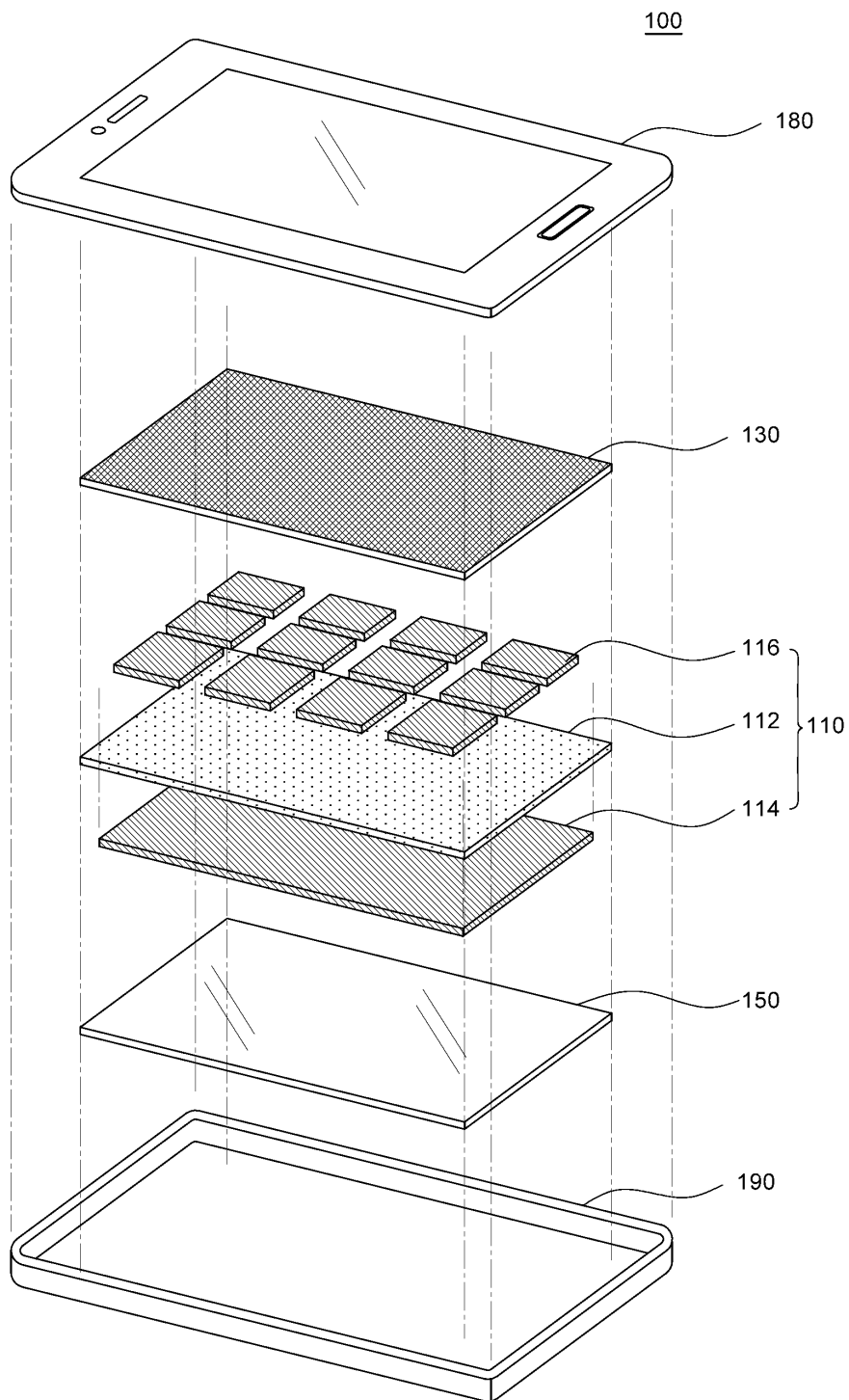
- 118: 배선
- 116a, 916a, 1116a: 제1 세그먼트 전극
- 116b, 916b, 916b: 제2 세그먼트 전극
- 120: 액츄에이터 구동부
- 130: 터치 감지부
- 140: 터치 회로부
- 150: 표시부
- 160: 타이밍 제어부
- 170: 프로세서
- 180: 상부 커버
- 190: 하부 커버
- 214a, 214b, 216a, 216b: 세그먼트 전극
- 1200: 모바일 디바이스
- 1300: 차량용 네비게이션
- 1400: 디스플레이 수단
- 1500: 옥외 광고판
- 1600: 게임기
- 1700: 전자 칠판

도면

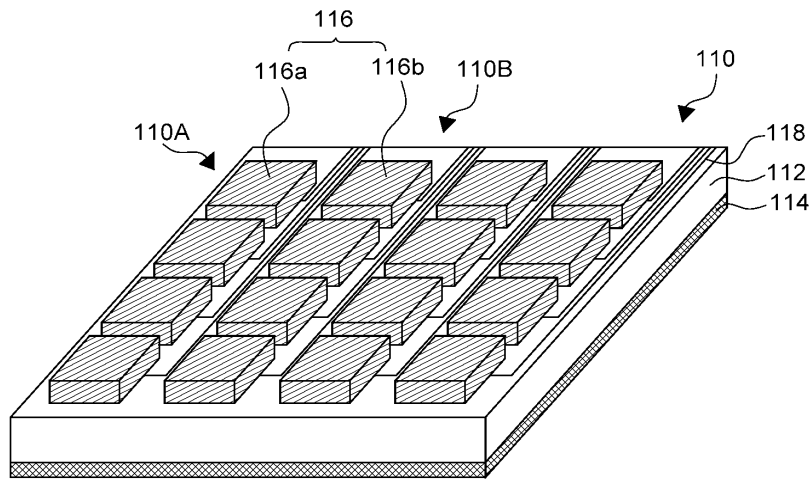
도면1



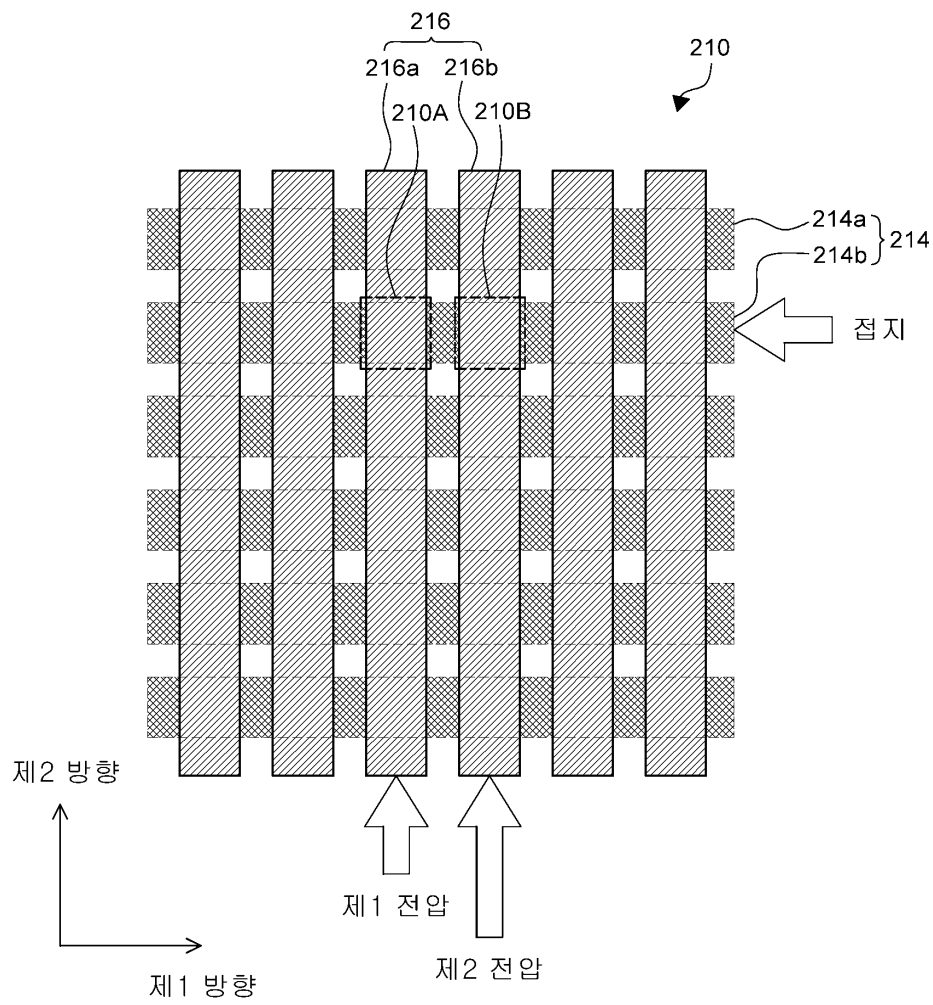
도면2



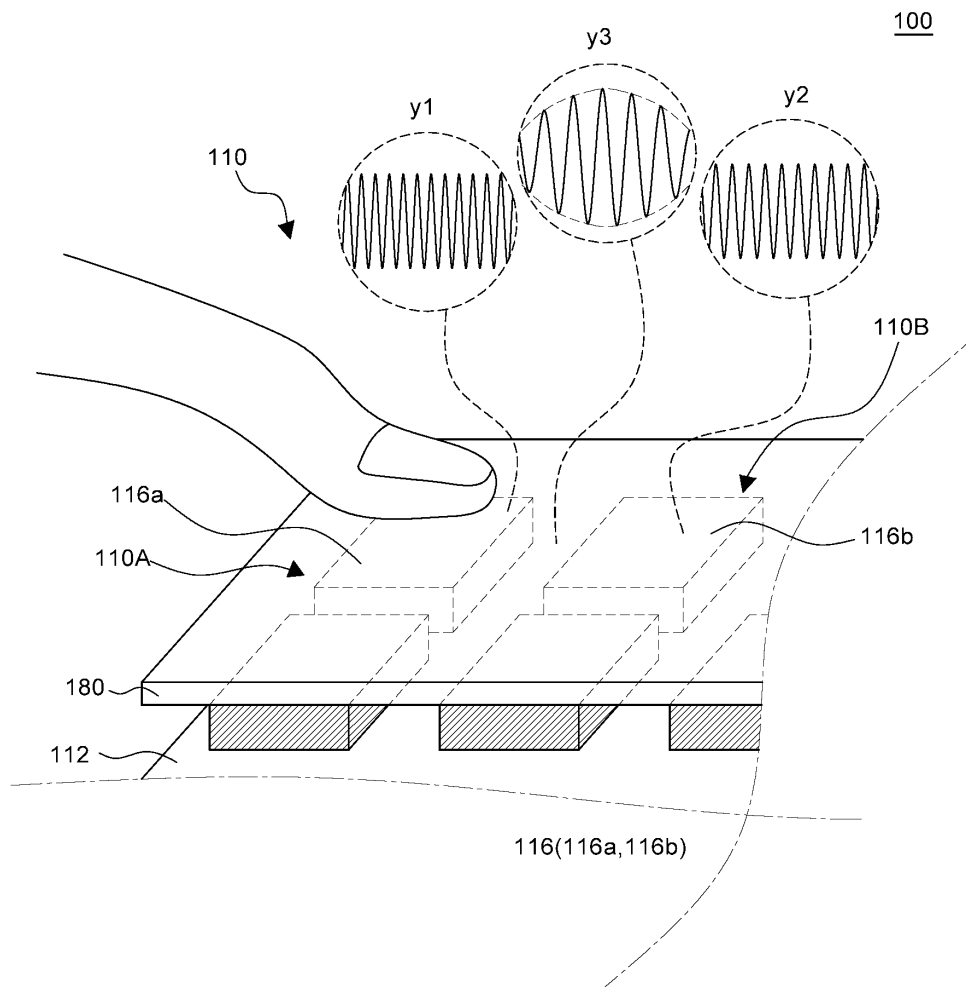
도면3a



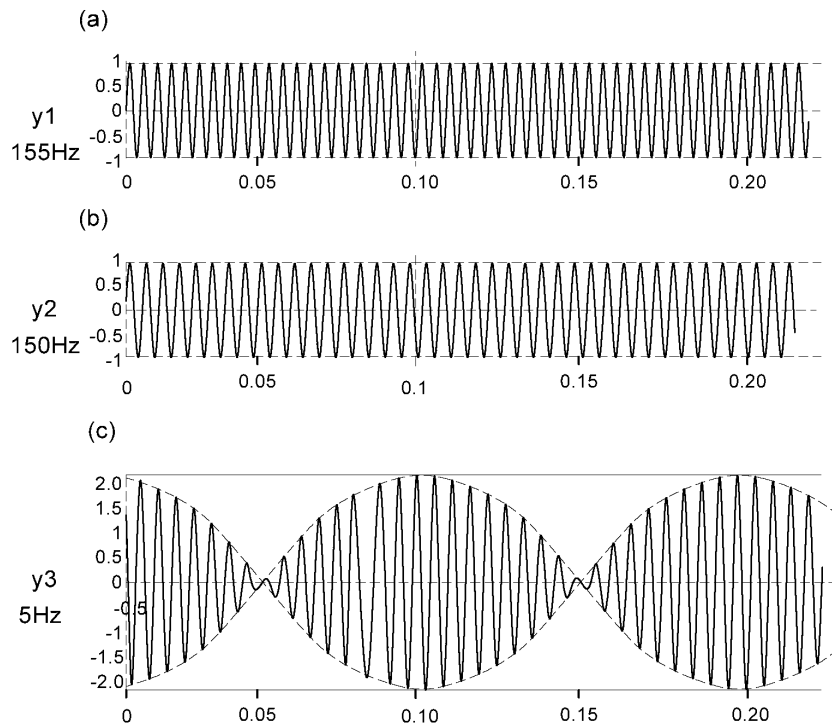
도면3b



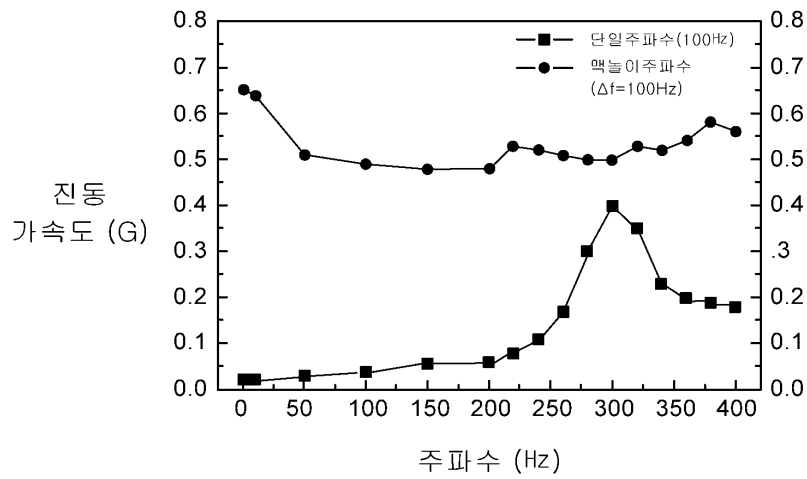
도면4



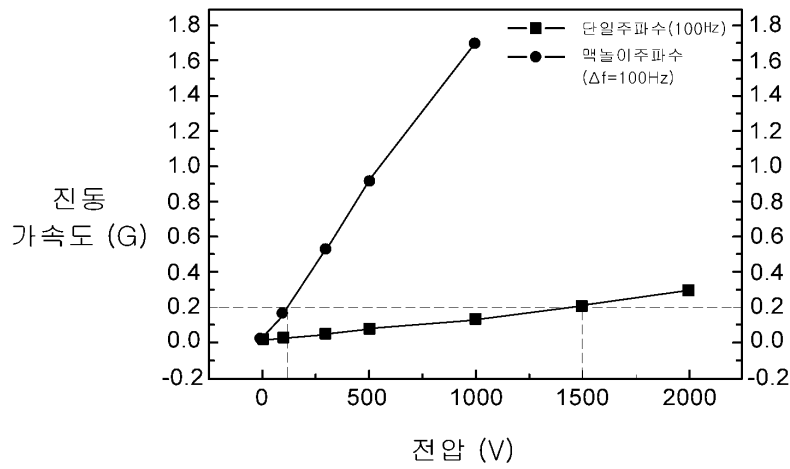
도면5



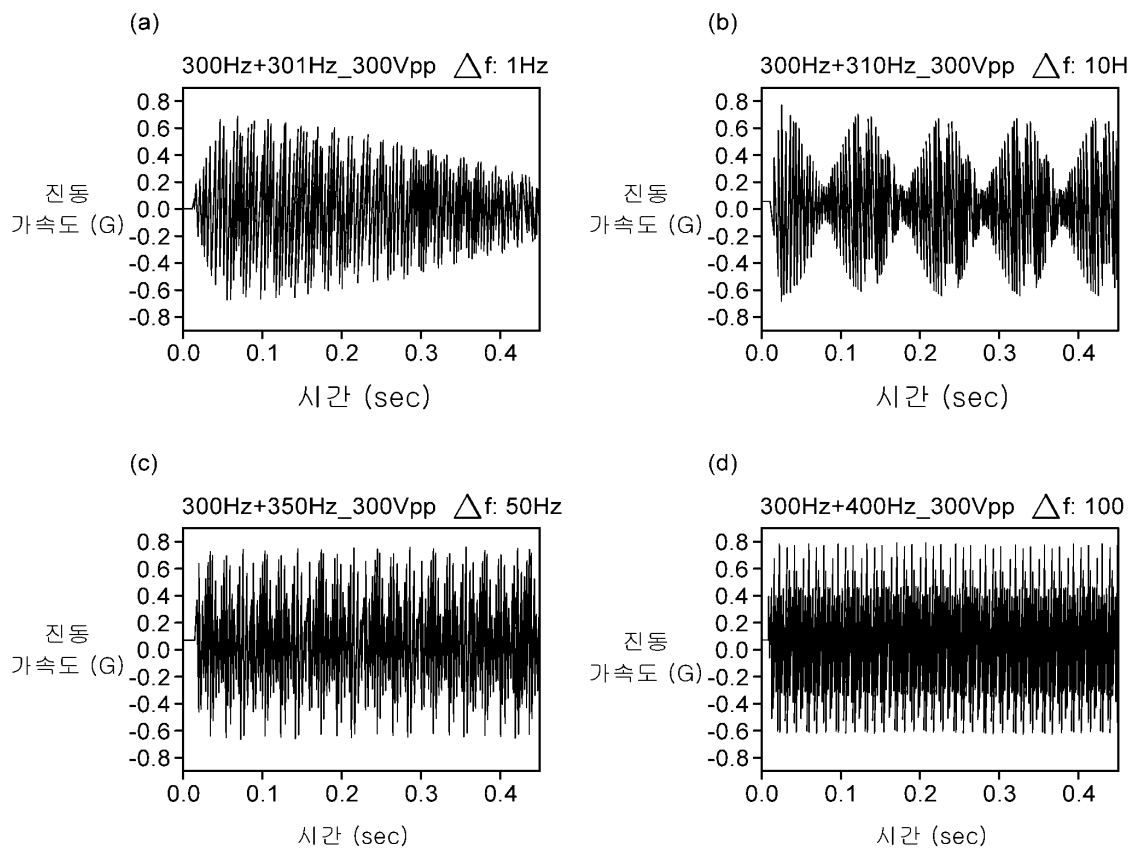
도면6



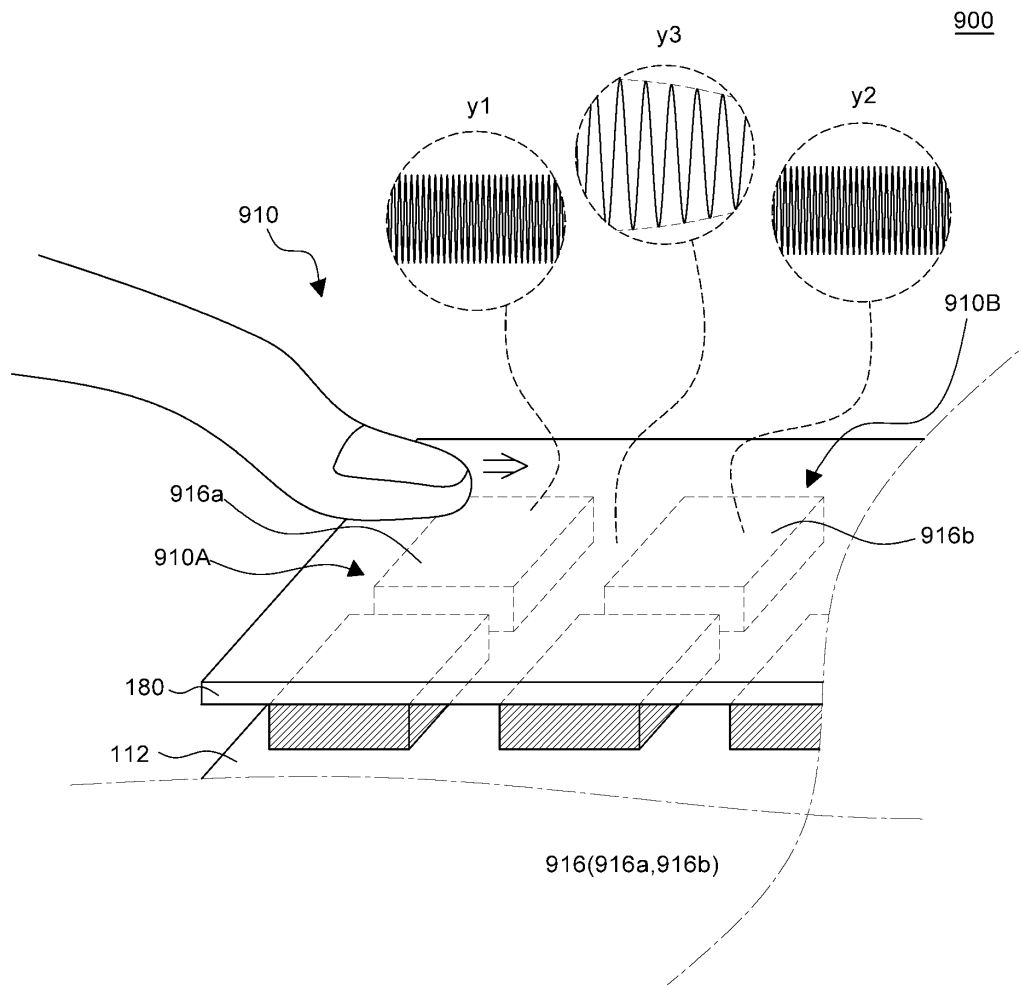
도면7



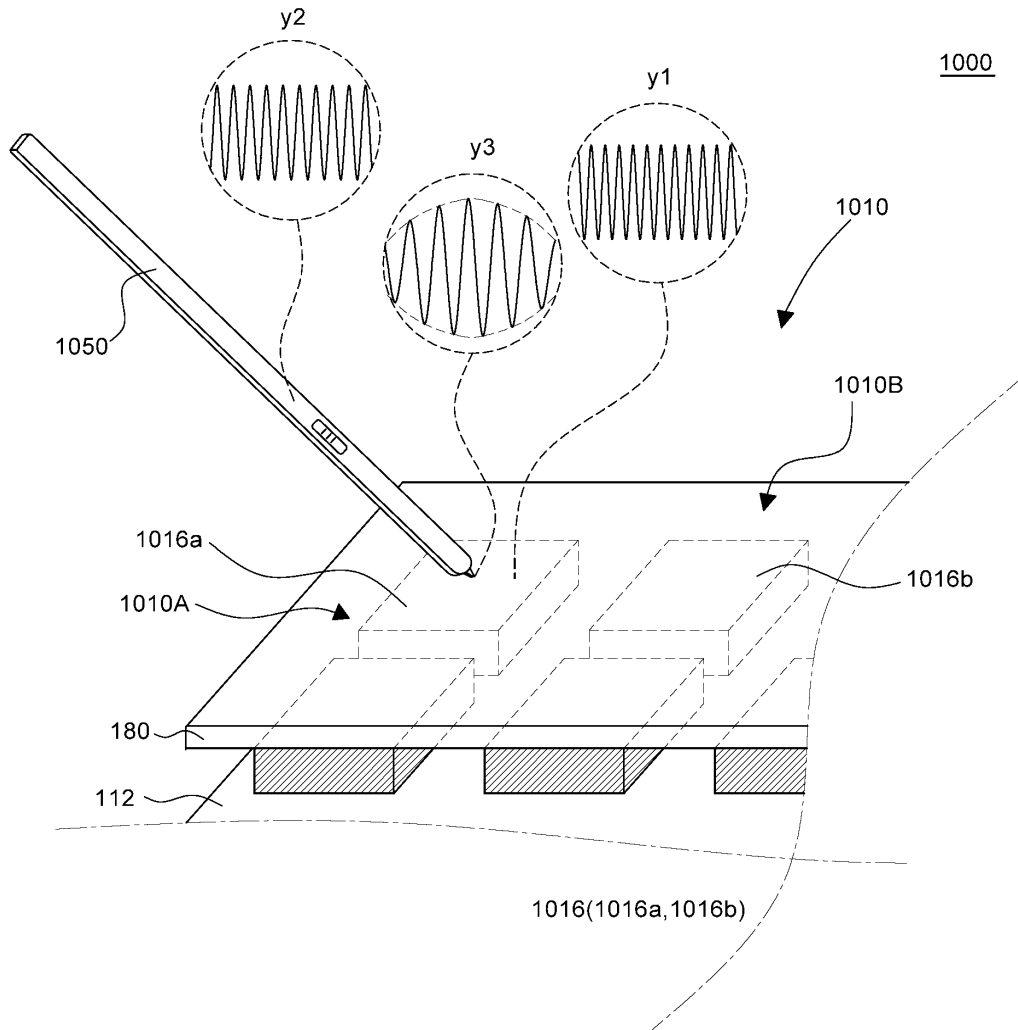
도면8



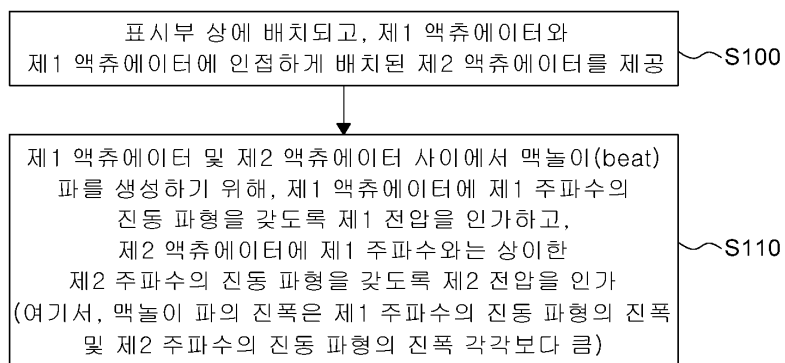
도면9



도면10

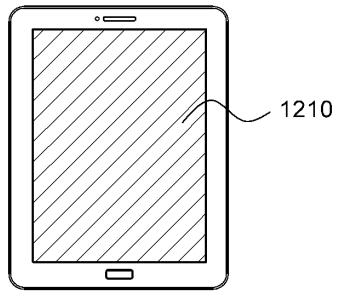


도면11

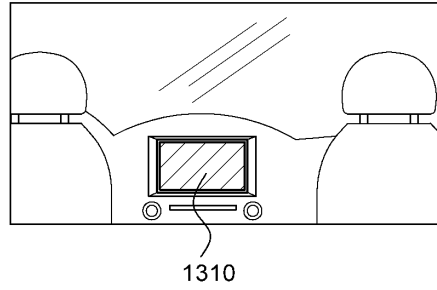


도면12

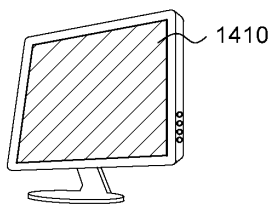
(a) 1200



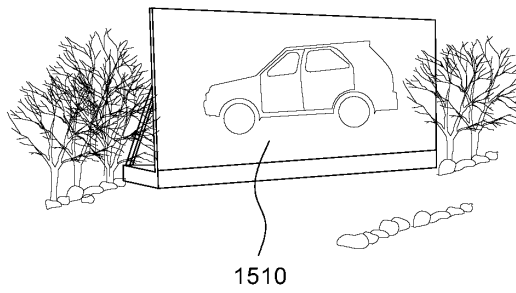
(b) 1300



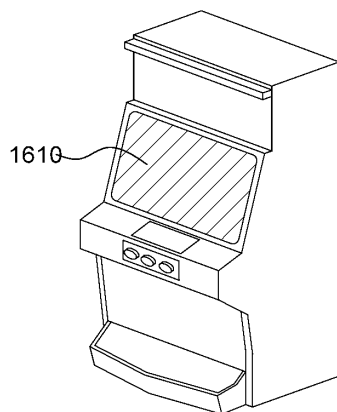
(c) 1400



(d) 1500



(e) 1600



(f) 1700

