



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0039940  
(43) 공개일자 2019년04월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G06F 3/02 (2006.01) G06F 3/0338 (2013.01)  
G06F 3/041 (2006.01) G06F 3/044 (2006.01)  
H03K 17/98 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G06F 3/0202 (2013.01)  
G06F 3/0338 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2019-7003443  
(22) 출원일자(국제) 2017년06월08일  
심사청구일자 없음  
(85) 번역문제출일자 2019년02월01일  
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/036487  
(87) 국제공개번호 WO 2018/005034  
국제공개일자 2018년01월04일  
(30) 우선권주장  
15/200,642 2016년07월01일 미국(US)  
15/221,391 2016년07월27일 미국(US)

(71) 출원인  
텍추얼 랩스 컴퍼니  
미국 뉴욕주 10017 뉴욕 매디슨 애비뉴 295 스위트 901  
(72) 발명자  
모슬리 브라운  
미국 텍사스주 78681 라운드 록 에로헤드 서클 3602  
샌더스 스티븐 레오날드  
미국 뉴욕주 10012 뉴욕 우스터 스트리트 160 펜트하우스 비  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
하영옥

전체 청구항 수 : 총 44 항

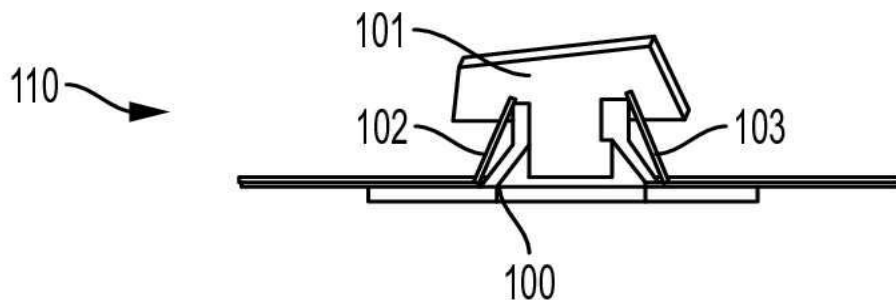
(54) 발명의 명칭 터치 감지 키보드

(57) 요약

호버 및 압력을 포함한 터치를 감지하는 키보드들 및 키보드 스위치들이 개시되어 있다. 키보드 스위치들은 송신 안테나의 어떠한 부분도 수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 이격된 송신 안테나들과 수신 안테나들을 갖는다. 키보드 스위치들은 키보드 스위치들 각각이 하나의 행 및 하나의 열과 관련되도록 논리 행들 및 논리 열

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1d



들에 배열된다. 신호 방출기들은 각각의 행들과 관련된 각각의 키보드 스위치들에 대한 송신 안테나들과 도전적으로 커플링되며, 신호 방출기들 각각은 송신 안테나들 각각이 하나 이상의 소스 신호들을 송신하도록 적용된다. 수신기들은 각각의 열들과 관련된 각각의 키보드 스위치들에 대한 수신 안테나들과 커플링되며, 수신기들 각각은 커플링된 수신 안테나들에 존재하는 신호 프레임을 포착하도록 적용된다. 신호 프로세서는 각각의 프레임으로부터 측정값을 결정하며, 이는 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에 수신 안테나에 존재하는 소스 신호량에 대응된다. 신호 프로세서는 대응되는 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 터치 상태들의 범위로부터 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 더 적용된다.

(52) CPC특허분류

**G06F 3/0414** (2013.01)

**G06F 3/0416** (2013.01)

**G06F 3/044** (2013.01)

**H03K 17/98** (2013.01)

**G06F 2203/04104** (2013.01)

**G06F 2203/04105** (2013.01)

**G06F 2203/04108** (2013.01)

(72) 발명자

**윌킨슨 데이비드 클라크**

미국 텍사스주 78735 오스틴 문 새도 코브 4000

**코스타 히카르도 호르헤 조타**

캐나다 온타리오주 엠5브이 2알6 토론토 웰링턴 로

드 웨스트 589-비

**데 아로요 브르노 로드리게스**

캐나다 온타리오주 엠6취 3와이9 토론토 클린턴 스트리트 2-354

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

각각의 키보드 스위치가 키 베이스, 키 베이스에 대해 적어도 부분적으로 이동 가능한 키 커버, 및 송신 안테나의 어떠한 부분도 수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 이격되어 있는 송신 안테나 및 수신 안테나를 포함하고,

하나의 논리 행 및 하나의 논리 열과 관련되고 적어도 하나의 행/열 쌍에 의해 고유하게 식별되도록 N개의 논리 행 및 M개의 논리 열 내에서 조직화되는, 터치를 검출하기 위한 복수의 키보드 스위치;

N개의 논리 행들 각각과 관련된 복수의 키보드 스위치들 각각에 대해 송신 안테나에 도전적으로 커플링되고, 각각은 그것과 관련된 송신 안테나들 각각이 하나 이상의 소스 신호들을 송신하도록 적용되는 N개의 신호 방출기들;

M개의 논리 열들 각각과 연관된 복수의 키보드 스위치들 각각에 대해 수신 안테나들에 커플링되고, 각각은 커플링된 수신 안테나들 상에 존재하는 신호들의 프레임을 포착하도록 적용되는 M개의 수신기들; 및

(i) 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에 수신 안테나에 존재하는 하나 이상의 소스 신호량에 대응되는 측정값을 각각의 프레임으로부터 결정하고,

(ii) 복수의 키보드 스위치들 각각에 대해, 대응되는 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 터치 상태들의 범위로부터 키보드 스위치 터치 상태를 결정하고, 상기 터치 상태들의 범위 중 적어도 하나는 완전히 눌린 키에 대응되도록 적용되는 신호 프로세서를 포함하는, 키보드.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 하나 이상의 소스 신호들 각각은 다른 하나 이상의 소스 신호들 각각과 주파수가 직교하는, 키보드.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 터치 상태들의 범위는 적어도 4개의 상태들의 범위인, 키보드.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 터치 상태들의 범위 중 적어도 하나는 호버 상태에 대응되는, 키보드.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 터치 상태들의 범위 중 적어도 하나는 호버 상태가 아닌 것에 대응되는, 키보드.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

완전히 눌린 키 상태 및 상기 터치 상태들의 범위 내의 적어도 하나의 추가 상태는 키 접촉된 상태에 대응되는, 키보드.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 터치 상태들의 범위는 적어도 256개의 다른 상태들의 범위인, 키보드.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

복수의 상기 터치 상태들의 범위는 호버 상태에 대응되는, 키보드.

#### 청구항 9

제 7 항에 있어서,

복수의 상기 터치 상태들의 범위는 접촉된 상태에 대응되는, 키보드.

#### 청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 키보드 스위치들 중 적어도 하나와 관련되며, 어떠한 부분도 상기 복수의 키보드 스위치들 중 적어도 하나에 대해 상기 송신 안테나 또는 상기 수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 배치되어 있는 추가 송신 안테나;

상기 추가 송신 안테나와 도전적으로 커플링되고, 상기 추가 송신 안테나가 상기 하나 이상의 소스 신호들 각각과 주파수가 직교하는 하나 이상의 추가 신호들을 송신하도록 적용되는 추가 신호 방출기; 및

(i) 상기 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 수신 안테나들에 존재하는 상기 하나 이상의 신호량에 대응되는 추가 측정값들을 상기 각각의 프레임으로부터 결정하고,

(ii) 상기 복수의 키보드 스위치들 각각에 대해, 대응되는 추가 측정값 각각에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 적용되는 상기 신호 프로세서를 더 포함하는, 키보드.

#### 청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 키보드 스위치들 중 하나와 관련된 추가 수신 안테나;

상기 추가 수신 안테나와 도전적으로 커플링되고, 상기 커플링된 추가 수신 안테나에 존재하는 신호들의 추가 프레임을 포착하도록 적용되는 추가 수신기;

어떠한 부분도 상기 복수의 키보드 스위치들 중 하나와 관련된 상기 송신 안테나 또는 상기 수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 배치되어 있는 상기 추가 수신 안테나; 및

(i) 상기 추가 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 추가 수신 안테나에 존재하는 상기 하나 이상의 소스 신호량에 대응되는 추가 측정값을 상기 추가 프레임으로부터 결정하고,

(ii) 상기 추가 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 복수의 키보드 스위치들 중 하나에 대한 상기 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 더 적용되는 상기 신호 프로세서를 더 포함하는, 키보드.

#### 청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 N은 1이며, 상기 M은 1을 초과하는 수인, 키보드.

#### 청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 M은 1이며, 상기 N은 1을 초과하는 수인, 키보드.

#### 청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 M 및 N 모두는 1을 초과하는 수인, 키보드.

#### 청구항 15

키 베이스;

키 베이스에 대해 이동 가능한 키 커버;

송신 안테나의 어떠한 부분도 수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 이격되어 있는 송신 안테나 및 수신 안테나;

송신 안테나와 도전적으로 커플링되며, 송신 안테나가 소스 신호를 송신하도록 적용되는 신호 방출기;

수신 안테나와 커플링되며, 수신 안테나에 존재하는 신호들의 프레임 포착하도록 적용되는 신호 수신기; 및

(i) 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에, 수신 안테나에 존재하는 소스 신호량에 대응되는 측정값을 프레임으로부터 결정하고,

(ii) 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 터치 상태들의 범위로부터 키보드 스위치 터치 상태를 결정하고, 터치 상태들의 범위 중 적어도 하나는 완전히 눌린 키에 대응되도록 적용되는 신호 프로세서를 포함하는, 터치를 검출하기 위한 키보드 스위치.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 신호 방출기는 상기 송신 안테나가 상기 소스 신호와 함께 동시에 추가 신호를 송신하도록 더 적용되며, 상기 추가 소스 신호와 상기 소스 신호는 서로 직교하고,

상기 신호 프로세서는,

(i) 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 수신 안테나에 존재하는 상기 추가 소스 신호량에 대응되는 상기 추가 측정값을 상기 프레임으로부터 결정하고;

(ii) 상기 추가 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 더 적용되는, 키보드 스위치.

#### 청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 직교 신호들 각각은 상기 다른 직교 신호들 각각과 주파수가 직교하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 송수신 안테나들은 상기 키 커버가 상기 키 베이스에 대해 이동될 때에 고정되어 있는, 키보드 스위치.

#### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 키 커버가 상기 키 베이스에 대해 이동될 때에 상기 송수신 안테나들 중 적어도 하나는 서로에 대해 이동하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 20

제 15 항에 있어서,

상기 키보드 스위치와 관련되며, 제 2 송신 안테나의 어떠한 부분도 상기 송신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 상기 송수신 안테나로부터 이격되어 있는 제 2 송신 안테나;

제 2 송신 안테나와 도전적으로 커플링되며, 제 2 송신 안테나가 상기 소스 신호와 직교하는 상기 추가 소스 신

호를 송신하도록 적용되는 제 2 신호 방출기; 및

(i) 대응되는 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 수신 안테나에 존재하는 상기 추가 소스 신호량에 대응되는 추가 측정값을 상기 프레임으로부터 결정하고,

(ii) 상기 추가 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 더 적용되는 상기 신호 프로세서를 더 포함하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 21

제 15 항에 있어서,

상기 키 커버는 가요성이며, 상기 키 커버의 일부만이 상기 키 베이스에 대해 이동 가능한, 키보드 스위치.

#### 청구항 22

제 15 항에 있어서,

상기 키보드 스위치와 관련되며, 제 2 수신 안테나의 어떠한 부분도 상기 송수신 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 상기 송수신 안테나로부터 이격되어 있는 제 2 수신 안테나; 및

상기 제 2 수신 안테나와 커플링되며, 상기 제 2 수신 안테나에 존재하는 제 2 신호 프레임을 포착하도록 적용된 제 2 신호 수신기를 더 포함하며,

상기 신호 프로세서는,

(i) 상기 대응되는 제 2 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 제 2 수신 안테나에 존재하는 상기 소스 신호량에 대응되는 상기 추가 측정값을 상기 제 2 프레임으로부터 결정하고;

(ii) 상기 추가 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 상기 키보드 스위치 터치 상태를 결정하도록 더 적용되는 상기 신호 프로세서를 더 포함하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 23

제 22 항에 있어서,

상기 신호 수신기 및 상기 제 2 신호 수신기는 동일한 구성요소의 일부인, 키보드.

#### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 신호 수신기, 상기 제 2 신호 수신기 및 상기 신호 프로세서는 동일한 구성요소의 일부인, 키보드.

#### 청구항 25

정전용량식 터치 검출에 사용하기 위한 키보드 스위치에 있어서,

키 베이스;

키 베이스에 의해 지지되고, 제 1 신호 성분과 도전적으로 커플링되도록 적용되는 제 1 안테나;

키 베이스에 의해 지지되고, 제 2 신호 성분과 도전적으로 커플링되도록 적용되고, 제 2 안테나의 어떠한 부분도 제 1 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 배치되어 있는 제 2 안테나; 및

키 베이스에 의해 이동 가능하게 지지되고, 제 1 안테나 및 제 2 안테나에 대해 이동 가능하고 키 베이스로부터 떨어진 연장된 위치를 향해 편향된 키 커버를 포함하는, 정전용량식 터치 검출에 사용하기 위한 키보드 스위치로서,

상기 제 1 신호 성분 및 상기 제 2 신호 성분 각각은 신호 방출기 및 신호 수신기로 이루어지는 군으로부터 선택되고,

상기 제 1 안테나 및 상기 제 2 안테나에 인접한 정전용량식 객체의 효과로부터 터치가 검출되는, 키보드 스위치.

#### 청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 신호 성분은 신호 방출기이며, 상기 제 2 신호 성분은 신호 수신기인, 키보드 스위치.

#### 청구항 27

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 신호 성분은 신호 수신기이며, 상기 제 2 신호 성분은 신호 방출기인, 키보드 스위치.

#### 청구항 28

제 25 항에 있어서,

상기 제 2 신호 안테나는 상기 제 2 신호 안테나가 상기 제 1 안테나를 적어도 부분적으로 둘러싸도록 배치되는, 키보드 스위치.

#### 청구항 29

제 25 항에 있어서,

상기 키 커버의 하부에 부착된 도전성 기판을 더 포함하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 제 1 안테나를 상기 도전성 기판과 도전적으로 커플링시키는 도전성 스프링을 더 포함하는, 키보드 스위치.

#### 청구항 31

제 29 항에 있어서,

상기 도전성 기판은 신호 방출기 및 신호 수신기로 이루어진 군으로부터 선택된 제 3 신호 성분에 도전적으로 커플링되는, 키보드 스위치.

#### 청구항 32

키 베이스;

제 1 안테나 층과 도전적으로 커플링되고 키 베이스에 의해 지지되며, 각각은 N개의 논리 행들 중 하나와 관련되는 복수의 제 1 안테나들;

제 2 안테나 층과 도전적으로 커플링되고 키 베이스에 의해 지지되며, 각각은 M개의 논리 열들 중 하나와 관련되고, 임의의 상기 제 2 안테나의 어떠한 부분도 상기 제 1 안테나의 임의의 부분을 터치하지 않도록 배치된 복수의 제 2 안테나; 및

키 베이스에 의해 이동 가능하게 지지되며, 각각은 제 1 안테나 층에 대해 이동가능하고 키 베이스로부터 떨어진 연장 위치를 향해 바이어싱된 복수의 키 커버들을 포함하는, 정전용량식 터치 검출 키보드로서,

상기 N개의 논리 행들 중 각각 하나와 관련된 복수의 제 1 안테나들 각각은 N개의 논리 행들 중 동일한 하나와 관련된 상기 복수의 제 1 안테나들 중 서로에 상기 제 1 안테나 층에 도전적으로 커플링되고, 상기 N개의 논리 행들 각각은 N개의 제 1 신호 성분들 중 하나에 도전적으로 커플링되도록 적용되고,

상기 M개의 논리 열들 중 각각 하나와 관련된 복수의 제 2 안테나들 각각은 M개의 논리 열들 중 동일한 하나와 관련된 상기 복수의 제 2 안테나들 중 서로에 상기 제 2 안테나 층에 도전적으로 커플링되고, 상기 M개의 논리 열들 각각은 M개의 제 2 신호 성분들 중 하나에 도전적으로 커플링되도록 적용되고,

상기 제 1 신호 성분 및 상기 제 2 신호 성분 각각은 신호 방출기 및 신호 수신기로 이루어지는 군으로부터 선택되고,

상기 터치는 상기 복수의 제 1 안테나 및 상기 복수의 제 2 안테나에 인접한 정전용량식 객체의 효과로부터 검출되는, 키보드.

### 청구항 33

제 32 항에 있어서,

상기 제 1 신호 성분은 신호 방출기이며, 상기 제 2 신호 성분은 신호 수신기인, 키보드.

### 청구항 34

제 32 항에 있어서,

상기 제 1 신호 성분은 신호 수신기이며, 상기 제 2 신호 성분은 신호 방출기인, 키보드.

### 청구항 35

제 32 항에 있어서,

상기 복수의 키 커버들 각각의 하부에 부착된 도전성 기관을 더 포함하는, 키보드.

### 청구항 36

제 35 항에 있어서,

상기 복수의 제 1 안테나들 중 각각을 상기 복수의 도전성 기관 중 각각과 도전적으로 각각 커플링되는 복수의 도전성 스프링들을 더 포함하는, 키보드.

### 청구항 37

제 29 항에 있어서,

상기 복수의 신호 수신기들 각각은 상기 커플링된 안테나들에 존재하는 신호 프레임을 동시에 포착하도록 적용되며,

상기 키보드는,

(i) 프레임이 수신되는 시간 동안에, 상기 커플링된 안테나에 존재하는 신호량에 대응되는 각각의 측정값을 상기 각각의 프레임으로부터 결정하고;

(ii) 각각의 신호 수신기에 커플링된 각각의 안테나들에 대해, 상기 대응되는 측정값에 적어도 부분적으로 기초하여 터치값들의 범위로부터 터치값을 결정하도록 적용되는 신호프로세서를 더 포함하는, 키보드.

### 청구항 38

제 37 항에 있어서,

상기 터치값들의 범위에서 상기 복수의 터치값들은 호버인 상기 정전용량식 객체의 인접성에 대응하고, 상기 복수의 터치값들 각각은 상기 키 커버 및 상기 정전용량식 객체 사이의 거리에 대응하는, 키보드.

### 청구항 39

제 38 항에 있어서,

상기 터치값들의 범위에서 다른 복수의 터치값들은 상기 키 커버와 접촉하고 있는 상기 정전용량식 객체의 인접성에 대응하고, 상기 복수의 터치값들 각각은 상기 키 커버가 그의 연장된 위치로부터 이동되는 거리에 대응하는, 키보드.

### 청구항 40

제 39 항에 있어서,

상기 터치값들의 범위에서 상기 터치값들 중 적어도 하나는 완전히 눌린 키 커버와 대응하는, 키보드.



#### 청구항 41

제 37 항에 있어서,

상기 터치값들의 범위에서 복수의 터치값들은 상기 정전용량식 객체에 의해 가해진 상기 키 커버 상의 압력에 대응하고, 상기 복수의 터치값들 각각은 상기 키 커버 상에 상이한 압력에 대응하는, 키보드.

#### 청구항 42

제 37 항에 있어서,

각각의 상기 신호 수신기와 커플링된 상기 안테나 각각에 대한 상기 터치값을 수신하고, 상기 수신된 터치값들에 기초하여 상기 복수의 제 1 안테나 및 상기 복수의 제 2 안테나에 인접한 상기 정전용량식 객체를 모델링하도록 적용된 모델을 더 포함하는, 키보드.

#### 청구항 43

제 42 항에 있어서,

상기 터치는 각각의 상기 신호 수신기와 커플링된 상기 안테나 각각에 대한 상기 터치값에 대응되는 히트맵을 제공함으로써 모델링되는, 키보드.

#### 청구항 44

제 43 항에 있어서,

상기 터치는 상기 검출된 정전용량식 터치를 생성하는 상기 객체의 모델을 제공함으로써 모델링되는, 키보드.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 개시된 본 시스템은 사용자 입력 분야에 관한 것이며, 특히 호버 및 압력을 포함한 터치를 감지하는 키보드들 및 키보드 스위치들에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 공지되어 있는 방법들은 일반적으로 키가 눌러졌을 때를 판단하기 위해 키 내에 접촉에만 의존하는 결점을 갖는다. 본 명세서에 개시된 바와 같이, 호버, 접촉 및 키 눌림 정보를 감지하고, 사용자의 चेсть 및 사용자 대화 방식(user interactions)을 이해할 수 있는 정보를 갖는 능력은 터치 장치와 상호작용하는데 있어 무수한 가능성을 제시한다.

#### 발명의 내용

[0003] 본 출원은 "Alterable Ground Plane for Touch Surfaces"의 발명의 명칭으로 2016년 2월 29일자로 출원된 미국 특허출원 제15/056,805호 및 "Systems and Methods for Providing Response to User Input Using Information About State Changes and Predicting Future User Input"의 발명의 명칭으로 2014년 9월 18일자로 출원된 미국 특허출원 제14/490,363호에 개시된 고속 멀티 터치 센서들 및 다른 인터페이스들과 같은 사용자 인터페이스에 관한 것이다. 이들 출원의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 인용된다.

#### 도면의 간단한 설명

[0004] 본 개시의 전술한 및 다른 목적, 특징 및 이점은 첨부된 도면에 도시된 바와 같은 실시형태들의 보다 구체적인 이하의 설명으로부터 명백해질 것이며, 참조부호는 다양한 도면 전반에 걸쳐 동일한 부분들을 지칭한다. 도면들은 반드시 동일한 비율로 이루어진 것은 아니고, 대신, 개시된 실시형태들의 원리들을 도시하는데 근거를 두고 강조하기 위함이다.

도 1a는 종래의 키보드에 사용되는 키보드 스위치의 예시적인 실시형태의 사시도를 도시한다.

도 1b는 키 커버가 없는 예시적인 키보드 스위치의 사시도를 도시한다.

도 1c는 키보드 스위치의 좌측면도를 도시한다.

도 1d는 키보드 스위치의 우측 단면도를 도시한다.

도 2a 및 도 2b는 도 1a 내지 도 1d에 도시된 예시적인 키보드 스위치를 사용하는 키보드의 예시적인 송수신층들을 도시한다.

도 3a 및 도 3b는 키보드 스위치의 다른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 4a 및 도 4b는 키보드 스위치의 또 다른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 5는 키보드 스위치의 다른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 6은 키보드 스위치의 또 다른 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 7은 사용자의 손이 키보드에 인접하게 배치되는 예시적인 키보드, 및 이 예시적인 키보드와 사용자의 손의 인접성과 배치에 들어맞는 도시된 키보드 상에 중첩된 컴퓨터 생성 히트맵(heat map)을 갖는 키보드의 예를 도시한다.

도 8은 사용자의 손이 키보드에 인접하게 재배치되는 예시적인 키보드의 다른 도이고, 그 위에 중첩된 컴퓨터 생성 히트맵 예를 갖는 키보드의 예를 도시한다.

도 9는 특징적인 키보드의 사용자의 시점 및 실제 시점의 혼성을 도시한다.

도 10은 특징이 빈약한 키보드의 사용자의 시점, 및 실제 시점의 혼성을 도시한다.

도 11은 특징적인 키보드의 예시적인 실시형태를 도시한다.

도 12a는 특징적인 키보드의 예시적인 센서 범위를 도시한다.

도 12b는 특징적인 키보드 상의 센서 범위 내의 사용자의 손가락 및 손의 히트맵의 예를 도시한다.

도 12c는 가상현실 또는 증강현실에서 키보드 상에 재생성되는 사용자의 손가락, 손 및 손목, 그리고 시각적 상황의 예를 도시한다.

도 13은 사용자의 가상현실 또는 증강현실 내에서 이동하는 툴팁(tooltip)을 표시하는 키보드의 사용자의 시점 및 실제 시점의 혼성을 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0005]

다양한 실시형태에 있어서, 본 개시는 호버, 접촉 및 압력을 감지하는 키보드들, 그리고 실제, 가상현실 및 증강현실 설정들에 적용되는 이들의 적용예들에 관한 것이다. 본 개시가 멤브레인 키보드, 돔-스위치 키보드, 시저-스위치 키보드, 정전용량식 키보드, 기계식-스위치 키보드, 버클링-스프링 키보드, 홀-효과 키보드, 레이저 프로젝션 키보드, 롤업 키보드 및 광학 키보드 기술을 포함하되 이에 한정되지 않는 모든 유형의 키보드들에 일반적으로 적용되는 점은 당업자가 이해할 수 것이다.

[0006]

본 개시 전반적으로, "호버", "터치", "터치들", "접촉", "접촉들", "압력", "압력들"이라는 용어들 또는 다른 기술어들은 사용자의 손가락, 스타일러스, 객체 또는 신체 부분이 센서에 의해 감지되는 시간들 또는 이벤트들을 기술하는데 사용될 수 있다. 일부 실시형태들에 있어서, 일반적으로 "접촉"이라는 단어로 표현되는 바와 같이, 이들 검출은 사용자가 센서, 또는 그것이 구현되는 장치와 물리적으로 접촉할 때 발생한다. 다른 실시형태에 있어서, 일반적으로 "호버"라는 단어로 표현되는 바와 같이, 센서는 터치 표면 위의 거리에서 호버링되거나 그렇지 않으면 터치 감지 장치로부터 분리되는 "터치들"을 검출할 수 있도록 교정될 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "터치 표면"이라는 용어는 키보드 또는 키를 포함하지만, 용이하게 이해되는 바와 같이, 터치 표면은 실제 키들 또는 특징들을 갖지 않을 수 있으며 일반적으로는 특징이 빈약한 표면일 수 있다. 감지된 물리적 접촉에의 의존을 의미하는 표현은 기재된 기술이 이들 실시형태에만 적용되는 것을 의미하지 않고, 사실상, 일반적으로, 본 명세서에 기재된 용어는 "접촉" 및 "호버"와 동일하게 적용되며, 각각의 용어는 "터치"를 의미한다. 보다 일반적으로, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "터치"라는 용어는 본 명세서에 개시된 유형의 센서들에 의해 검출될 수 있는 행위를 나타내고, 따라서, 본 명세서에 사용되는 바와 같이, "호버"라는 용어는 "터치"가 본 명세서에서 의도된 점에서 "터치"의 한 유형이다. "압력"은 "접촉"의 압력, 즉 사용자가 키 또는 다른 표면에 대해 손가락 또는 손으로 누르는 힘을 지칭한다. "압력"의 양은 "터치"의 측정값과 유사하다. 눌려진 키는 "터치"의 추가 유형이므로 일반적으로 본 명세서에 기재된 바와 같이 "터치"는 "호버", "접촉" 및 완전히 눌

러진 키의 상태를 지칭하는 반면에, "터치"의 부족은 일반적으로 센서에 의한 정확한 측정값을 위한 임계값 이하의 신호에 의해 식별되는 것을 이해해야 한다.

[0007] 본 명세서, 특히 청구범위 내에서 사용된 바와 같이, 제 1 및 제 2 등의 서수 용어 그 자체로는 순서, 시간 또는 유일성을 의미하는 것으로 의도되지 않으며, 오히려 하나의 청구된 구조를 다른 구조와 구별하기 위해 사용된다. 문맥이 지시하는 일부 사용에 있어서, 제 1 및 제 2의 용어는 유일하다는 것을 의미할 수 있다. 예를 들면, 제 1 시간에 이벤트가 발생하고, 제 2 시간에 다른 이벤트가 발생하는 경우, 제 2 시간 전에 제 1 시간이 발생하는 의미로 의도되지 않는다. 그러나, 제 2 시간이 제 1 시간 후의 추가 한정인 청구항에 제시되는 경우, 문맥상 제 1 시간 및 제 2 시간을 고유한 시간으로 판독해야 한다. 유사하게, 문맥이 그렇게 지시하거나 허용하는 경우, 서수 용어들은 2개의 식별된 청구항 구조가 동일한 특성 또는 상이한 특성을 가질 수 있도록 광범위하게 해석되도록 의도된다. 따라서, 예를 들면, 추가 한정인 제 1 주파수 및 제 2 주파수는 동일한 주파수, 예를 들면 10MHz인 제 1 주파수 및 10MHz인 제 2 주파수일 수 있거나 상이한 주파수, 예를 들면 10MHz인 제 1 주파수 및 11MHz인 제 2 주파수일 수 있다. 문맥상 다르게 지시할 수 있는데, 예를 들면 제 1 주파수 및 제 2 주파수가 서로 직교하는 것으로 추가 한정인 경우에, 이들 주파수는 동일한 주파수가 될 수 없다.

[0008] 현재 개시된 시스템들은 정전용량식 터치 센서, 특히 주파수 분할 다중 방식(FDM: Frequency Division Multiplexing), 코드 분할 다중 방식(CDM: Code Division Multiplexing) 또는 FDM과 CDM 방식을 결합한 하이브리드 변조 기술 등의 직교 신호를 기반으로 다중 방식을 사용한 정전용량식 터치 센서를 설계, 제조 및 사용 방법을 제공한다. 하지만, 이에 한정되지 않는다. 본 명세서에서 언급되는 주파수는 다른 직교 신호 베이스들을 지칭할 수도 있다. 이와 같이, 본 출원은 "Low-Latency Touch Sensitive Device"의 발명의 명칭으로 2013년 3월 15일자에 출원된 본 출원인의 이전의 미국 특허출원 제13/841,436호 및 "Fast Multi-Touch Post Processing"의 발명의 명칭으로 2013년 11월 1일자에 출원된 미국 특허출원 제14/068,609호를 포함한다. 이들 출원은 현재 공개된 센서들과 관련하여 사용될 수 있는 정전용량식 FDM, CDM 또는 FDM/CDM 하이브리드 터치 센서들을 고려한다. 이러한 센서들에 있어서, 터치들은 행(row)에서의 신호가 열(column)과 커플링(증가) 또는 디커플링(감소)되는 경우에 감지될 수 있고, 그 결과는 해당 열에서 수신될 수 있다.

[0009] 본 개시는 우선, 설계, 제조 및 사용을 위한 본 시스템들 및 방법들이 적용될 수 있는 고속 멀티-터치 센서들의 작동이 설명될 것이다. 호버, 접촉 및 압력을 감지하는 키보드와 관련된 현재 개시된 시스템들에 대한 상세한 설명은 이후에 "키보드의 실시형태"라는 제목으로 후술된다.

[0010] 본 명세서에 사용된 바와 같이, 명사로서 사용된 경우에 "터치 이벤트"라는 어구와 "터치"라는 용어는 인접 터치 및 인접 터치 이벤트를 포함하거나, 센서를 사용하여 식별되는 임의의 다른 몸짓을 포함한다. 일 실시형태에 따르면, 터치 이벤트들은 예를 들면, 대략 10밀리초 이하 또는 1밀리초 미만의 초저지연으로 다운스트림 컴퓨터 프로세스에 검출, 처리 및 공급될 수 있다.

[0011] 일 실시형태에 있어서, 개시된 고속 멀티 터치 센서는 터치 이벤트들에 대한 높은 업데이트 속도 및 저지연 측정을 위한 향상된 투영 정전용량식 방법을 활용한다. 이 기술은 병렬형 하드웨어 및 고주파수 파형을 사용하여 상술한 이점을 얻을 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 개시된 방법들 및 장치들은 민감하고 견고한 측정을 하는데 사용될 수 있으며, 방법들은 투명한 디스플레이 표면들에 사용될 수 있고, 이 기술을 사용하는 제품의 경제적인 제조를 허용할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 개시된 방법들 및 장치들은 종래의 키보드, 멤브레인 키보드 및 키들을 갖는 다른 키보드들뿐만 아니라 빈약한 특징 또는 햅틱 키 표면들 및 다양한 키보드의 스위치들(즉, 키들)에 사용될 수 있으며, 이 기술을 활용한 제품들의 제조를 경제적으로 만들 수 있다. 이와 관련하여, 본 명세서에 사용되는 "정전용량체"는 손가락 또는 인체의 다른 부분, 스타일러스 또는 센서가 감지하는 임의의 객체일 수 있다. 본 명세서에 개시된 센서들과 방법들은 정전용량에 의존할 필요는 없다. 예를 들면 광학 센서와 관련하여, 이러한 실시형태들은 터치 이벤트를 감지하기 위해 광자 터널링 및 누광(photon leaking)을 활용하며, 본 명세서에 사용되는 "정전용량체"에는 이러한 센싱과 호환되는 스타일러스 또는 손가락 등의 임의의 객체를 포함한다. 유사하게, 본 명세서에 사용되는 "터치 위치" 및 "터치 감지 장치"는 정전용량체와 개시된 센서 사이에 실제로 터치하는 접촉을 요구하지 않는다.

[0012] "Fast Multi-Touch Stylus and Sensor"의 발명의 명칭으로 2014년 3월 17일자에 출원된 미국특허 제14/216,948호에 기재된 바와 같이, 고속 멀티 터치 센서들은 유닛들의 행들 각각에 다른 신호를 전송한다. 상술한 출원의 전체 개시 내용은 참조에 의해 포함된다. 신호들은 일반적으로 "직교", 즉 서로 분리가 가능하며 구별가능하도록 설계된다. 수신기는 유닛의 임의의 지정된 열에 부착된다. 수신기는 다른 신호들 및/또는 잡음 유무에 관계없이 임의의 전송 신호 또는 그들의 임의의 조합을 수신하고, 열에 존재하는 각각의 직교 전송 신호들을 위한

측정치, 예를 들면 양(quantity)을 결정하도록 설계된다. 센서의 터치 표면은 직교 신호들이 전파될 수 있는 일련의 행과 열을 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 행과 열은 행과 열이 터치 이벤트의 대상이 아닌 경우에 신호의 하나의 양(one amount)이 행과 열 사이에 커플링되도록 설계되고, 반면에 터치 이벤트의 대상인 경우에는 다른 양(another amount)이 행과 열 사이에 커플링되도록 설계된다. 일 실시형태에 있어서, 더 적은 양의 신호는 터치 이벤트를 나타낼 수 있고, 더 많은 양의 신호는 터치의 부족을 나타낼 수 있다. 터치 센서는 커플링 내의 변화로 인한 터치를 궁극적으로 검출하기 때문에, 특정 실시형태에 대해 달리 명백해질 수 있는 이유를 제외하고는, 터치 관련 커플링이 열에 존재하는 행의 신호량의 증감을 야기하는지 여부는 특별히 중요하지 않다. 상술한 바와 같이, 터치 또는 터치 이벤트는 물리적 터치를 필요로 하지 않지만, 커플링된 신호의 레벨에 영향을 미치는 이벤트를 필요로 한다.

[0013] 일 실시형태에 있어서, 일반적으로 행과 열 모두에 인접한 터치 이벤트의 정전용량 결과는 열과 커플링되는 행에 존재하는 신호량에 무시할 수 없는 변화를 야기할 수 있다. 보다 일반적으로, 터치 이벤트들은 열에서 수신된 신호를 야기하고 이에 상응한다. 행의 신호들은 직교하기 때문에, 다수의 행 신호들은 하나의 열과 커플링될 수 있으며 수신기에 의해 구별될 수 있다. 또한, 각 행의 신호들은 다수의 열과 커플링될 수 있다. 소정의 행과 커플링된 각각의 열에 있어서(커플링이 열에 존재하는 행 신호의 증감을 야기하는지의 여부와 관계 없이), 열에서 발견된 신호들은 어느 행이 그 열에 인접하여 터치되고 있는지를 나타낼 수 있는 정보를 포함한다. 각각의 수신된 신호량은 일반적으로 해당 신호를 운반하는 열과 행 사이의 커플링양과 관련이 있으므로써 터치하는 대상과 표면까지의 거리, 터치에 의해 덮인 표면적 및/또는 터치의 압력을 나타낼 수 있다.

[0014] 행과 열이 동시에 터치되는 경우, 행에 존재하는 신호 중 일부는 해당 열 내로 커플링된다(커플링은 열에서의 행 신호에 대한 증감을 야기할 수 있음). (상술한 바와 같이, 터치 또는 터치된 이라는 용어는 실제 물리적 접촉이 아닌 상대적 접근성을 필요로 한다.) 실제로, 터치 장치의 다양한 구현예에 있어서, 행들 및/또는 열들과 손가락 또는 기타 터치 대상 사이에 보호 장벽이 있을 수 있으므로, 행들 및/또는 열들에 대한 물리적 접촉의 가능성은 희박하다. 또한, 일반적으로 행과 열 자체는 서로 터치되지 않지만, 오히려 신호량을 그 사이에 커플링시킬 수 있는 인접거리에 위치하고, 그 양은 터치에 따라(양성 또는 음성) 변한다. 일반적으로, 행과 열의 커플링은 그들 사이의 실제 접촉이나, 손가락 또는 다른 터치 대상으로부터의 실제 접촉으로 야기되지 않지만, 손가락(또는 다른 객체)을 인접하게 가져오는 정전용량 효과에 의해 야기하고, 정전용량 효과를 야기하는 근접성은 본 명세서에서 터치로 지칭된다.

[0015] "Systems and Methods for Sensing Pressure in Touch Sensitive Devices"의 발명의 명칭으로 2016년 7월 1일자에 출원된 미국 특허출원 제15/200,320호에 상세하게 설명되어 있는 바와 같이, 그 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함되며, 실제 물리적 접촉이 있는 경우, 손가락과 터치 표면 사이의 접촉 면적의 크기 및 형상과 표면에 가해진 압력량 사이에는 관계가 있다. 사람의 손가락은 일정 범위에 걸쳐 단단하지 않기 때문에, 압력에 따라 변형된다. 따라서, 손가락의 접촉 면적은 일반적으로 높은 레벨의 압력이 터치 표면에 가해지는 경우에 더 크며, 낮은 레벨의 압력이 가해지는 경우에 더 작다. 유사하게, 정전용량식 터치 센서 내 행들과 열들 사이의 정전용량식 커플링에 관해서는, 일반적으로 가해지는 압력이 클수록 정전용량식 커플링은 더 강해진다. 정전용량식 커플링의 양은 터치 시스템의 통상적인 작동 방법에 의해 추론될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 정전용량식 커플링의 양의 변화는 행들과 열들 사이의 측정된 신호 강도를 변화시킬 것이다. 압력이 더 높은 레벨일수록 피부, 지방, 근육 및 조직이 터치 표면에 보다 밀접하게 접촉하게 되며, 인체의 이러한 부분들은 정전용량식 커플링을 증가시키는 도전성 및 유전성을 제공한다.

[0016] 행들과 열들의 특성은 임의적이며, 특정 방향은 중요하지 않다. 실제로, 행과 열이라는 용어는 정사각형의 격자를 지칭하는 것이 아니라, 신호가 전송되는 전도체의 한 세트(행) 및 신호가 커플링될 수 있는 전도체의 한 세트(열)를 지칭하도록 의도된다. (신호들이 행들에 전송되고 행들에 수신되는 개념 자체는 임의적이며, 신호들은 임의로 지칭된 열들인 전도체로 용이하게 전송되며 임의로 지칭된 행들인 전도체로 용이하게 수신되거나, 둘 모두 다른 명칭으로 지칭될 수 있다.) 또한, 행들과 열들이 격자 내에 반드시 필요하진 않다. 터치 이벤트가 "행"의 일부와 "열"의 일부를 터치하여 일부 커플링의 형태를 야기하는 한, 다른 형상들도 가능하다. 예를 들면, "행들"은 동심원들일 수 있으며, "열들"은 중심으로부터 방사하나는 스포크들일 수 있다. "행들" 또는 "열들"이 임의의 기하학적 패턴 또는 공간적 패턴을 따를 필요가 없으므로, 예를 들면 키보드의 키들은 행들과 열들을 형성하기 위해 임의로 연결될 수 있다(이들의 상대위치에 상관없이). 또한, 단지 두 유형의 신호 전파 채널이 존재해야 되는 것은 아니고, 행들과 열들 대신에 일 실시형태에 있어서, "A", "B" 및 "C" 채널들이 제공될 수 있으며, "A" 채널에 전송되는 신호들은 "B" 및 "C"에서 수신될 수 있거나, 일 실시형태에 있어서는, "A" 및 "B" 채널에 전송된 신호들은 "C" 채널에서 수신될 수 있다. 신호 전파 채널들은 기능을 대체할 수 있고, 때로는



전송을 지원하고 때로는 수신을 지원할 수 있다. 전송된 신호가 수신된 신호와 직교하여 분리될 수 있다면, 신호 전파 채널들이 동시에 전송기 및 수신기를 지원할 수 있는 것으로 고려된다. "행들" 및 "열들" 보다는 3개 이상의 유형의 안테나 전도체들이 사용될 수 있다. 다른 대안적인 실시형태들은 가능하며 본 개시를 고려한 이후에 당업자에게 명백할 것이다.

[0017] 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 터치 표면은 일련의 행들과 열들로 구성되며, 그곳을 따라 신호들이 전파될 수 있다. 상술한 바와 같이, 행들과 열들이 터치되고 있지 않는 경우에 하나의 신호량이 이들 사이에 커플링되도록, 그리고 행들과 열들이 터치되고 있는 경우에 다른 신호량이 이들 사이에 커플링되도록 행들과 열들은 설계된다. 터치가 단순히 예-아니오의 문제가 아니라, 보다 많은(즉, 보다 가깝거나 확실한) 터치와 보다 적은(즉, 보다 멀거나 약한) 터치 및 심지어 터치하지 않는 경우까지 터치 사이의 구별을 허용하는 보다 점층적인 관점에서 판단될 수 있도록, 행들과 열들 사이에 커플링된 신호의 변화량은 일반적으로 터치에 비례하거나 반비례할 수 있다(선형으로 비례할 필요는 없음). 또한, 상이한 신호는 각각의 행들 내로 전송된다. 일 실시형태에 있어서, 각각의 이러한 상이한 신호들은 서로 직교한다(즉, 분리 가능하며 구별 가능함). 행과 열이 동시에 터치되는 경우, 행에 존재하는 신호가 커플링(양성 또는 음성)되어 더 많거나 더 적은 신호량이 대응되는 열에 나타나게 된다. 열에 커플링된 신호량은 인접성, 압력 또는 터치 영역과 관련될 수 있다.

[0018] 수신기는 각 열에 부착된다. 수신기는 임의의 직교 신호들 또는 직교 신호들의 임의의 조합, 및 임의의 잡음 또는 다른 신호들의 존재를 포함하여 열들에 존재하는 신호들을 수신하도록 설계된다. 일반적으로 수신기는 열에 존재하는 신호들의 프레임의 수신하도록 설계되며, 신호를 제공하는 열을 식별하도록 설계된다. 일 실시형태에 있어서, 수신기(또는, 수신기 데이터와 관련된 신호 프로세서)는 신호들의 프레임이 포착된 시간 동안에 열에 존재하는 직교 전송 신호 각각의 양과 관련된 측정값을 결정할 수 있다. 이러한 방식으로, 각 열과 터치된 행을 식별하는 것 이외에도, 수신기는 터치에 관한 추가 정보(예: 질적 정보)를 제공할 수 있다. 일반적으로, 터치 이벤트들은 열에 수신된 신호들과 대응(또는, 역으로 대응)할 수 있다. 각각의 열에 대해, 수신된 상이한 신호들은 대응되는 행들이 열과 인접하게 터치되고 있는지를 나타낸다. 일 실시형태에 있어서, 대응되는 행과 열 사이의 커플링의 양은, 예를 들면 터치되는 표면적, 터치 압력 등을 나타낼 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 대응되는 행과 열 사이의 시간에 따른 커플링의 변화는 행과 열의 교차점에서의 터치의 변화를 나타낸다.

#### [0019] 단순 사인파의 실시형태

[0020] 일 실시형태에 있어서, 행에 전송되고 있는 직교 신호들은 비변조 사인파일 수 있고, 각각의 직교 신호들은 서로 상이한 주파수를 가지며, 이러한 주파수들은 수신기 내에서 서로 구별될 수 있도록 선택된다. 일 실시형태에 있어서, 주파수들은 수신기 내에서 서로 보다 용이하게 구별될 수 있도록 이들 사이에 충분한 간격을 제공하도록 선택된다. 일 실시형태에 있어서, 주파수들은 선택된 주파수들 사이에 존재하는 단순 조파 관계가 존재하지 않도록 선택된다. 단순 조파 관계의 결여는 하나의 신호가 다른 신호를 모방하는 비선형 아티팩트들(artifacts)을 완화시킬 수 있다.

[0021] 일반적으로, 인접한 주파수들 사이의 간격이 일정하고 최대 주파수가 최소 주파수의 2배 미만인 경우, 주파수의 "콤(comb)"은 주파수 사이의 간격  $\Delta f$ 가 측정된 주기  $\tau$ 의 적어도 역수이면 이러한 기준을 충족할 것이다. 예를 들면, 밀리초( $\tau$ )당 1회의 행 신호들의 존재하는지의 여부를 결정하기 위해 신호(예를 들면, 행으로부터의 신호) 조합의 측정이 필요한 경우, 주파수 간격( $\Delta f$ )은 1kHz를 초과해야 한다(즉,  $\Delta f > 1/\tau$ ). 이 계산에 따르면, 10개 행에만 있는 예시에서, 이하의 주파수를 사용할 수 있다.

[0022] 행 1: 5.000MHz      행 6: 5.005MHz

[0023] 행 2: 5.001MHz      행 7: 5.006MHz

[0024] 행 3: 5.002MHz      행 8: 5.007MHz

[0025] 행 4: 5.003MHz      행 9: 5.008MHz

[0026] 행 5: 5.004MHz      행 10: 5.009MHz

[0027] 견고한 설계를 가능하게 하기 위해, 주파수 간격이 최소값을 상당히 초과할 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 일 예시로서, 0.5cm의 행/열 간격을 갖는 20cm×20cm의 터치 표면은 40개의 행과 40개의 열을 필요로 하고, 40개의 상이한 주파수에서의 사인파를 필요로 한다. 밀리초당 1회의 분석속도는 1kHz 간격만을 필요로 하지만, 임의의 보다 큰 간격이 보다 견고한 구현을 위해 활용된다. 일 실시형태에 있어서, 임의의 보다 큰 간격은 최대 주파수가 최소 주파수의 2배를 초과하지 않아야 한다는 제약(즉,  $f_{\max} < 2(f_{\min})$ )을 받는다. 따라서, 이 예시에 있

어서, 5MHz로 설정된 최소 주파수를 갖는 100kHz의 주파수 간격이 사용될 수 있으며, 5.0MHz, 5.1MHz, 5.2MHz 등 최대 8.9MHz까지의 주파수 목록을 산출할 수 있다.

[0028] 일 실시형태에 있어서, 목록상 각각의 사인파는 신호 생성기에 의해 생성되며, 신호 방출기(emitter) 또는 전송기에 의해 분리된 행으로 전송될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 사인파들은 미리 생성될 수 있다. 동시에 터치되는 행과 열을 식별하기 위해, 수신기는 열에 존재하는 신호를 수신하고, 신호 프로세서는 신호를 분석하여, 목록에 있는 임의의 주파수가 나타나는지를 결정한다. 일 실시형태에 있어서, 주파수 분석 기술(예를 들면, 푸리에 변환) 또는 필터 बैं크를 사용하여 식별을 지원할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 수신기는 열 신호들의 프레임을 수신하고, 프레임은 FFT를 통해 처리됨으로써, 각각의 주파수에 대한 측정값이 결정된다. 일 실시형태에 있어서, FFT는 각각의 주파수, 각각의 프레임에 대해 동상(in-phase) 및 직교(quadrature) 측정값을 제공한다.

[0029] 일 실시형태에 있어서, 각각의 열의 신호로부터, 수신기/신호 프로세서는 해당 열의 신호에서 발견된 주파수 목록으로부터 각각의 주파수에 대한 값(및 일 실시형태에 있어서, 동상 및 직교값)을 결정할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 주파수에 대응하는 값이 일부 임계값을 초과하거나 미만인 경우 또는 이전 값으로부터 변하는 경우, 이러한 정보는 그 주파수에 대응하는 열과 행 사이의 터치 이벤트를 식별하는데 사용된다. 일 실시형태에 있어서, 행/열 교차점으로부터 터치 거리, 터치 객체의 크기, 객체가 가압되는 압력, 터치되고 있는 행/열 교차점의 부분 등을 포함하는 다양한 물리적 현상에 대응할 수 있는 신호 강도 정보는 터치 이벤트의 영역을 국한시키는데 도움이 될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 결정된 값은 터치 자체 결정적이지 아니라, 터치 이벤트를 결정하기 위해 다른 값과 함께 추가 처리되는 값이다.

[0030] 적어도 2개의 주파수(행에 대응함) 또는 적어도 2개의 열에 대해 각각의 직교 주파수값이 결정되었다면, 2차원 맵이 생성될 수 있고, 행/열 교차점에서의 맵의 값 또는 그에 비례/반비례하는 값으로서 사용되는 값을 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 터치 표면 또는 영역에 대한 맵을 생성하기 위해 터치 표면상의 다수의 행/열 교차점에서 값이 결정된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 표면 또는 영역에 대한 맵을 생성하기 위해 터치 표면 또는 터치 표면의 영역의 모든 행/열 교차점에 대한 값을 결정한다. 일 실시형태에 있어서, 신호의 값은 각각의 열의 각각의 주파수에 대해 계산된다. 신호값이 계산되면, 2차원 맵을 생성할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 신호 값은 행/열 교차점에서 맵의 값이다. 일 실시형태에 있어서, 신호값은 행/열 교차점에서 맵의 값으로서 사용되기 전에 잡음을 감소시키도록 처리된다. 일 실시형태에 있어서, 신호값에 비례하거나 반비례, 또는 다른 관련된 방식으로(또는, 잡음을 감소시키기 위해 처리된 후) 다른 값이 행/열 교차점에서 맵의 값으로서 사용된다. 일 실시형태에 있어서, 상이한 주파수에서 터치 표면의 물리적 차이로 인해, 신호값은 소정의 터치 또는 보정을 위해 정규화된다. 유사하게, 일 실시형태에 있어서, 교차점 사이 또는 터치 표면에 걸쳐 물리적 차이로 인해, 신호값은 소정의 터치 또는 보정을 위해 정규화될 필요가 있다.

[0031] 일 실시형태에 있어서, 터치 이벤트들은 값들에 대한 정보로부터 생성된 맵을 이용하여 식별되므로, 이웃하는 행/열 교차점들의 변화값을 고려한다. 일 실시형태에 있어서, 2차원의 맵 데이터는 터치 이벤트들을 보다 우수하게 식별, 판단 또는 분리하기 위해 임계화될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 2차원의 맵 데이터는 형상, 방향 등 표면을 터치하는 객체에 관한 정보를 추론하는데 사용될 수 있다.

[0032] 일 실시형태에 있어서, 터치 센서의 이산형 터치 컨트롤러에서 본 명세서에 기재된 이러한 분석 및 터치 처리가 수행될 수 있다. 다른 실시형태에 있어서, 이러한 분석 및 터치 처리는 하나 이상의 ASIC, MCU, FPGA, CPU, GPU, SoC, DSP 또는 전용회로 등에 한정되지 않는 다른 컴퓨터 시스템 구성요소들에서 이러한 분석 및 터치 처리가 수행될 수 있다. 본 명세서에 사용되는 "하드웨어 프로세서"라는 용어는 상술한 임의의 장치들 또는 연산 기능을 수행하는 임의의 다른 장치(현재 공지된 또는 이후에 개발되는)를 의미한다.

[0033] 행들에 전송되는 신호들에 대한 설명으로 돌아와서, 사인파는 상술한 구성에서 사용될 수 있는 유일한 직교 신호가 아니다. 실제로, 상술한 바와 같이, 서로 구별될 수 있는 임의의 신호 세트는 작동할 것이다. 그럼에도 불구하고, 사인파는 본 기술을 사용하여 보다 간단한 공학 기술 및 보다 비용 효율적인 제조를 허용할 수 있는 일부 유리한 특성을 가질 수 있다. 예를 들면, 사인파는 매우 좁은 주파수 프로파일을 가지며(정의에 따라서), DC 근처의 낮은 주파수까지 하향 확장할 필요는 없다. 또한, 사인파는  $1/f$ 의 잡음에 상대적으로 영향을 받지 않을 수 있으며, 잡음은 보다 낮은 주파수까지 확장되는 광범위한 신호에 영향을 줄 수 있다.

[0034] 일 실시형태에 있어서, 사인파는 필터 बैं크에 의해 검출될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 사인파는 주파수 분석 기술(예를 들면, 푸리에 변환/ 고속 푸리에 변환)에 의해 검출될 수 있다. 주파수 분석 기술은 비교적 효율적인 방식으로 구현될 수 있고, 양호한 다이내믹 레인지(dynamic range) 특성을 갖는 경향이 있어, 대다수의 동

시 사인파 사이를 검출하고 구별할 수 있다. 광범위한 신호 처리 조건에서, 수신기의 다중 사인파 디코딩(decoding)은 주파수 분할 다중 방식의 한 형태로 생각될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 시분할 및 코드 분할 다중 방식 등의 다른 변조 기술이 사용될 수도 있다. 시분할 다중 방식은 양호한 다이내믹 레인지 특성을 갖지만, 통상적으로 유한 시간이 터치 표면으로의 전송(또는, 터치 표면으로부터 수신된 신호의 분석)에 소비되는 것을 요구한다. 코드 분할 다중 방식은 주파수 분할 다중 방식과 동일한 동시성을 갖지만, 다이내믹 레인지 문제가 발생할 수 있으며 다수의 동시 신호들을 용이하게 구별하지 못할 수 있다.

[0035] 변조된 사인파의 실시형태

[0036] 일 실시형태에 있어서, 상술한 사인파의 실시형태와의 조합 및/또는 강화로서 변조된 사인파를 사용할 수 있다. 비변조 사인파를 사용하는 것은 터치 표면 부근의 다른 장치에 고주파의 간섭을 야기할 수 있으므로, 그것을 사용하는 장치는 규제 검사(예를 들면, FCC 및 CE)를 통과하는데 문제가 발생할 수 있다. 또한, 비변조 사인파를 사용하는 것은 고의적인(deliberate) 전송기에 의한 것이든지 아니면 다른 간섭 장치(아마도 다른 동일한 터치 표면)에 의한 것이든지 주변 환경의 다른 사인파로부터 간섭을 받기 쉽다. 일 실시형태에 있어서, 이러한 간섭은 상술한 장치에서 오류 또는 영화된 터치 측정을 야기할 수 있다.

[0037] 일 실시형태에 있어서, 간섭을 피하기 위해, 신호가 수신기에 도달하면 복조("교란되지 않는")될 수 있는 방식으로 전송기에 의해 전송되기 전에 사인파는 변조되거나 "교란"될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 변환이 보상될 수 있고, 신호가 수신기에 도달하면 실질적으로 복원되도록 신호를 변조하는데 역변환(또는, 거의 역변환)을 사용할 수 있다. 또한, 당업자에게 명백한 바와 같이, 본 명세서에 기재된 바와 같이 터치 장치에서 변조 기술을 사용하여 방출 또는 수신된 신호는 다른 것과 덜 관련되어 있으므로, 주변 환경에 존재하는 다른 신호와 유사하거나 및/또는 간섭을 일으키기보다는 단순한 잡음처럼 작용한다.

[0038] "Low-Latency Touch Sensitive Device"의 발명의 명칭으로 2013년 3월 15일자로 출원된 미국 특허출원 제 13/841,436호는 주파수 변조, 직접 시퀀스 확산 스펙트럼 변조에 관한 실시형태들과, 저비용의 구현 실시형태들을 개시한다. 상기 출원의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다.

[0039] 사인파 검출

[0040] 일 실시형태에 있어서, 사인파는 푸리에 변환 검출 방식을 갖는 완전한 무선 수신기를 사용하여 수신기에서 검출될 수 있다. 이러한 검출은 고속의 RF 파형을 디지털화하고, 그에 따른 디지털 신호 처리를 수행할 필요가 있다. 별도의 디지털화 및 신호 처리는 표면의 모든 열에 대해 구현될 수 있다. 이것은 행 신호들 중 어느 것이 해당 열과 터치하고 있는지를 신호 프로세서가 발견할 수 있게 한다. 상술한 예시에 있어서, 40개의 행과 40개의 열의 터치 표면을 갖는 경우, 신호 체인의 40개의 복제본이 필요할 것이다. 오늘날, 디지털화 및 디지털 신호 처리는 하드웨어, 비용 및 전력면에서 비교적 고비용의 작업이다. 사인파를 검출하는 보다 비용 효율적인 방법, 특히 용이하게 복제할 수 있고, 매우 적은 전력을 필요로 하는 방법을 활용하는 것이 유용할 것이다.

[0041] 일 실시형태에 있어서, 사인파는 필터 뱅크를 사용하여 검출할 수 있다. 필터 뱅크는 입력 신호를 취하여 각각의 필터와 연관된 주파수 성분으로 분해할 수 있는 대역 통과 필터 어레이를 포함한다. 대역 통과 필터 어레이는 이산 푸리에 변환(DFT, 이 중 FFT는 효율적인 구현임)은 주파수 분석에 사용될 수 있는 등간격의 대역 통과 필터를 갖는 필터 뱅크의 한 형태이다. DFT는 디지털적으로 구현될 수 있지만, 이러한 디지털화 단계는 비용이 많이 들 수 있다. 수동형 LC(인덕터 및 커패시터) 또는 RC 능동형 필터 등의 개별 필터들로 필터 뱅크를 구현할 수 있다. 인덕터는 VLSI 프로세스에서 우수하게 구현되기 어렵고, 개별 인덕터는 대형이고 비싸기 때문에, 필터 뱅크에 인덕터를 사용하는 것은 비용 효율적이지 않을 수 있다.

[0042] 보다 낮은 주파수(약 10MHz 및 이하)에서, VLSI에 RC 능동형 필터의 뱅크를 구축할 수 있다. 이러한 능동형 필터는 성능이 좋지만, 다이 공간을 많이 차지할 수 있으며 원하는 것보다 많은 전력을 필요로 할 수도 있다.

[0043] 보다 높은 주파수에서, 표면 탄성파(SAW: Surface Acoustic Wave) 필터 기술로 필터 뱅크를 구축할 수 있다. 이들은 거의 임의적인 FIR 필터 구조를 허용한다. SAW 필터 기술은 직선형 CMOS VLSI보다 비싼 압전 재료(piezoelectric materials)를 요구한다. 또한, SAW 필터 기술은 충분한 다수의 필터를 단일 패키지로 통합시키는데 충분한 동시 탭을 허용하지 않을 수 있으므로, 제조 비용을 상승시킬 수 있다.

[0044] 일 실시형태에 있어서, FFT와 같은 "나비형" 토폴로지를 사용한 표준 CMOS VLSI 프로세스에서 스위치드(switched) 커패시터 기술로 구현된 아날로그 필터 뱅크를 사용하여 사인파가 검출될 수 있다. 이와 같은 구현에 필요한 다이 면적은 통상적으로 채널수의 제곱의 함수이며, 동일한 기술을 사용하는 64개의 채널 필터 뱅크는 1024개의 채널 버전의 다이 면적의 1/256배만을 필요로 한다는 것을 의미한다. 일 실시형태에 있어서, 저지

연 터치 센서를 위한 완전한 수신 시스템은 적절한 세트의 필터 뱅크 및 적절한 증폭기, 스위치, 에너지 검출기 등을 포함하는 복수의 VLSI 다이 상에서 구현된다. 일 실시형태에 있어서, 저지연 터치 센서를 위한 완전한 수신 시스템은 적절한 세트의 필터 뱅크 및 적절한 증폭기, 스위치, 에너지 검출기 등을 포함하는 단일 VLSI 다이 상에 구현된다. 일 실시형태에 있어서, 저지연 터치 센서를 위한 완전한 수신 시스템은  $n$ 개의 채널 필터 뱅크의  $n$ 개의 인스턴스(instances)를 포함하는 단일 VLSI 다이 상에 구현되며, 적절한 증폭기, 스위치, 에너지 검출기 등을 위한 공간을 남겨둔다.

[0045] 사인파 생성

[0046] 열의 수신기가 다수의 신호 사이를 검출하고 구별해야 하는 반면에, 각각의 행은 단일 신호의 생성을 요구하기 때문에, 저지연 터치 센서 내의 전송 신호(예를 들면, 사인파)를 생성하는 것은 일반적으로 검출하는 것보다 덜 복잡하다. 일 실시형태에 있어서, 일련의 위상 동기 루프(PLLs)로 사인파를 생성할 수 있고, 각각은 서로 다른 배수로 공통의 기준 주파수를 곱한다.

[0047] 일 실시형태에 있어서, 저지연 터치 센서의 설계는 전송된 사인파가 매우 높은 품질을 요구하지 않고, 오히려 무선 회로에서 보통 허용되거나 바람직할 수 있는 것보다 더 많은 위상 잡음, 주파수 변동(시간, 온도 등에 따라), 고조파 왜곡 및 기타 결함을 갖는 전송된 사인파를 수용할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 대다수의 주파수는 디지털 수단에 의해 생성될 수 있으며, 그 후에 비교적 비정밀한(coarse) 디지털-아날로그 변환 처리를 이용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 생성된 행의 주파수는 서로 단순 조파 관계를 갖지 않아야 하며, 생성 프로세스 내의 비선형성은 세트에서 "별칭" 또는 다른 것을 모방하지 않아야 한다.

[0048] 일 실시형태에 있어서, 주파수의 콦 필터 뱅크에 의해 필터링된 일련의 좁은 펄스를 가지며, 필터 뱅크 내의 각각의 필터는 행 상의 전송을 위한 신호를 출력함으로써 생성될 수 있다. 주파수의 "콦"은 수신기에 의해 사용될 수 있는 필터 뱅크와 동일한 필터 뱅크에 의해 생산된다. 일 예시로서, 100kHz의 속도로 반복되는 10나노초의 펄스는 5MHz에서 시작하여 100kHz로 분리된다. 주파수 성분의 콦을 분리하도록 설계된 필터 뱅크로 통과된다. 규정된 펄스 열(pulse train)은 100kHz에서 수십MHz까지의 주파수 성분을 가질 수 있으므로, 전송기의 모든 행마다 신호를 가질 것이다. 따라서, 수신된 열 신호의 사인파를 검출하도록 동일한 필터 뱅크를 통해 상술한 필터 뱅크를 펄스 열이 통과한다면, 필터 뱅크의 출력은 행에 전송될 수 있는 단일 사인파를 각각 포함할 것이다.

[0049] 고속 멀티 터치의 후처리

[0050] 각각의 열의 각각의 행으로부터의 신호 강도가, 예를 들면 상술한 프로세스를 사용하여 계산된 후에, 얻어진 2차원 "히트맵"("행렬"이라고도 함)을 사용 가능한 터치 이벤트로 전환시키기 위해 후처리가 수행된다. 일 실시형태에 있어서, 이러한 후처리에는 필드 평탄화, 터치 지점 검출, 보간 및 프레임들 간의 터치 지점 매칭과 같은 4개의 프로세스들 중 적어도 일부를 포함한다. 필드 평탄화 프로세스에서는 행들과 열들 사이의 크로스토크(crosstalk)를 제거하기 위해 오프셋 레벨을 빼고, 감쇠로 인한 특정 행/열 조합들 사이의 진폭의 차이를 보충한다. 터치 지점 검출 프로세스에서는 평탄화된 신호에서 국부 최대값(local maxima)을 발견함으로써 비정밀한 터치 지점을 계산한다. 보간 프로세스에서는 비정밀한 터치 지점들에 관한 데이터를 포물면에 맞추어 정밀한 터치 지점들을 계산한다. 프레임 매칭 프로세스에서는 계산된 터치 지점들을 프레임을 통해 서로 일치시킨다. 이하에서, 4개의 프로세스 각각은 순서대로 기재된다. 또한, 각각의 처리 단계를 위한 구현예들, 발생할 수 있는 고장 모드 및 결과가 개시되어 있다. 초저지연이 요구되기 때문에, 처리 단계들은 최적화되어야 하고 병렬화(parallelize)되어야 한다.

[0051] 필드 평탄화 프로세스가 우선 기재된다. 터치 표면과 센서 전자 장치의 설계로 인한 체계적인 문제로 인해 각 열의 수신 신호의 강도에 아티팩트들이 야기될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이들 아티팩트들은 하기와 같이 보상될 수 있다. 첫 번째로, 행들과 열들 사이의 크로스토크로 인해, 각각의 행/열 조합에 대한 수신 신호의 강도는 오프셋 레벨로 발생할 것이다. 양호한 근사값으로, 이러한 오프셋 레벨은 일정하고, 뺄셈(또는 덧셈)될 수 있다.

[0052] 두 번째로, 소정의 행과 열의 교차점에서 교정된 터치로 인해 열에 수신된 신호의 진폭은 신호들이 행과 열을 따라 전파할 때에 신호의 감쇠로 인해 그 특정 행과 열에 의존할 것이다. 신호들이 더 멀리 이동할수록 더 많은 감쇠가 있을 것이므로, 감쇠의 존재가 더 커지므로, 송신기들로부터 멀리 떨어진 열들과 수신기로부터 멀리 떨어진 행들은 이들의 상대부분들(counterparts)보다 "히트맵"에서 더 낮은 신호 강도를 가질 것이다. 행들과 열들의 RF 감쇠가 낮은 경우, 신호 강도의 차이는 미미할 수 있으며 보상이 거의 또는 전혀 필요하지 않을



것이다. 감쇠가 높은 경우, 보상은 필수적일 수 있거나 민감도 또는 터치 검출의 질을 향상시킬 수 있다. 일반적으로, 수신기들에서 측정된 신호 강도는 열들로 전송되는 신호량과 선형일 것으로 예상된다. 따라서, 일 실시 형태에 있어서, 보상은 히트맵 내 각각의 위치에 특정 행/열 조합에 대한 교정 상수를 곱하는 단계를 포함할 것이다. 일 실시 형태에 있어서, 측정값들 또는 추정값들이 히트맵 보상표를 결정하는데 사용될 수 있으며, 이러한 표는 곱셈에 의한 보상을 제공하는데 유사하게 사용될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 교정 동작은 히트맵 보상표를 생성하는데 사용된다. 본 명세서에서 사용되는 "히트맵"이라는 용어는 열의 실제 맵을 요구하진 않지만, 위치에 대응되는 데이터를 포함하는 적어도 2차원의 임의의 어레이를 의미할 수 있다.

[0053] 일 실시 형태에 있어서, 전체 필드 평탄화 프로세스는 하기와 같다. 아무것도 표면을 터치하지 않으면, 각각의 열(column) 수신기에서 각각의 행 신호에 대한 제 1 신호 강도가 측정된다. 실질적으로 터치가 없기 때문에, 수신된 전체 신호는 크로스토크에 의한 것이다. 측정값(예: 각각의 열에서 발견된 각각의 행의 신호량)은 히트맵 내의 해당 위치에서 뺄 필요가 있는 오프셋 레벨이다. 이후에, 상수 오프셋들을 빼고 교정된 터치 객체는 행/열 교차점들에 배치되며, 그 열의 수신기에서의 그 행의 신호의 신호 강도가 측정된다. 일 실시 형태에 있어서, 모든 행/열 교차점들은 교정을 위해 사용된다. 신호 프로세서는 터치 이벤트들을 터치 표면의 한 위치에 대한 값으로 정규화하도록 구성될 수 있다. 가장 강한 신호들을 가질 것 같은 위치는 (가장 적은 감쇠가 일어나기 때문에)임의로, 즉 전송기들과 수신기들에 가장 가까운 행/열 교차점으로 선택될 수 있다. 이 위치에서의 교정된 터치 신호 강도가 SN이며 각각의 행과 열에 대한 교정된 터치 신호 강도가 SR,C인 경우, 이후에 히트맵의 각 위치에 (SN/SR,C)를 곱하면 모든 터치값들은 정규화될 것이다. 일 실시 형태에 있어서, 교정된 터치들은 히트맵의 임의의 행/열에 대한 정규화된 신호 강도를 1과 동일하게 할 수 있다.

[0054] 필드 평탄화 프로세스에서는 병렬화도 잘 된다. 오프셋들과 정규화된 파라미터들이 측정되어 저장되면(이는 오직 한 번만 또는 보수 간격으로 다시 수행해야 함), 각각의 신호 강도는 측정되자마자 보정이 적용될 수 있다.

[0055] 일 실시 형태에 있어서, 각각의 행/열 교차점을 교정하는 단계는 규칙적이거나 선택된 보수 간격에서 요구될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 각각의 행/열 교차점을 교정하는 단계는 유닛당 한 번만 요구될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 각각의 행/열 교차점을 교정하는 단계는 설계당 한 번만 요구될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 특히 예를 들면 행들과 열들의 RF 감쇠가 낮은 경우에는 각각의 행/열 교차점을 교정하는 단계가 요구되지 않을 수 있다. 또한, 행들과 열들을 따른 신호 감쇠가 상당히 예측 가능한 일 실시 형태에 있어서, 단지 일부 교차점의 측정값들로부터 전체 표면을 교정하는 것이 가능할 수 있다.

[0056] 터치 표면에 많은 감쇠가 발생하면, 필드 평탄화 프로세스에서는 적어도 어느 정도는 측정값을 정규화하지만, 몇 가지 부작용들을 가질 수 있다. 예를 들면, 정규화 상수가 커질수록 각각의 측정의 잡음은 커진다. 더 낮은 신호 강도들과 더 높은 감쇠들이 터치 지점 검출 및 보간 처리에서 에러들과 불안정성이 야기될 수 있음은 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 일 실시 형태에 있어서, 가장 큰 감쇠가 발생하는 신호(예: 가장 멀리 떨어진 행/열 교차점)에 대해 충분한 신호 강도가 제공된다.

[0057] 하나 이상의 비정밀한 터치 지점이 식별되는 경우에 터치 지점 검출 단계가 착수된다. 일 실시 형태에 있어서, 히트맵이 생성되어 필드가 평탄해진 이후, 하나 이상의 비정밀한 터치 지점이 식별될 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 하나 이상의 터치 지점들을 식별하는 단계는 정규화(즉, 평탄화)된 신호 강도 내에서 국부 최대값을 발견함으로써 행해질 수 있다. 일 실시 형태에 있어서, 하나 이상의 터치 지점들을 발견하기 위한 고속 및 병렬화가 가능한 방법은 정규화된 히트맵의 각각의 요소를 그 이웃하는 요소들과 비교하여 모든 것들보다 확실하게 큰 경우에 요소를 국부 최대값으로 표시하는 것이다. 일 실시 형태에 있어서, 지점은 이웃하는 모든 지점 및 상술한 특정 임계값보다 확실하게 큰 경우에 국부 최대값으로 식별된다.

[0058] 다양한 방식들로 세트들을 규정하는 것은 본 개시의 범위 내에 있다. 일 실시 형태에 있어서, 가장 가깝게 이웃하는 지점들은 폰 노이만 이웃에 의해 규정된다. 일 실시 형태에 있어서, 가장 가깝게 이웃하는 지점들은 무어 이웃에 의해 규정된다. 폰 노이만 이웃은 중심의 요소와 수직적 및 수평적으로 인접한 4개의 요소들로 이루어질 수 있다(즉, 중심의 동, 서, 남, 북 요소들). 이는 또한 "4방향 연결" 이웃으로도 지칭된다. 보다 복잡한(즉, 보다 큰) 폰 노이만 이웃들도 적용 가능하며 이용될 수 있다. 무어 이웃은 중심의 요소와 수직적, 수평적 및 대각선으로 인접한 8개의 요소로 이루어진다(즉, 중심의 동, 서, 남, 북, 북동, 북서, 남동, 남서 요소들). 이는 또한 "8방향 연결" 이웃으로도 지칭된다.

[0059] 선택된 이웃은 정밀한 터치 지점들을 계산하는데 사용되는 보간법에 의존할 수 있다. 이는 보다 상세하게 후술된다.

[0060] 특정 이웃 비교에 있어서, 요소의 정규화된 신호 강도가 확실하게 일치하거나 또는 잡음 레벨을 허용하는 허용 오차 내에 있는 그 이웃들 중 하나와 특별한 경우가 존재할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이러한 한 쌍의 어떠한 지점도 이들이 임계값보다 높은 값을 갖는 경우에도 터치 지점으로 간주되지 않는다. 일 실시형태에 있어서, 이러한 한 쌍의 두 지점들은 터치 지점들로 간주된다. 일 실시형태에 있어서, 2개 이상의 이웃하는 지점들이 대략 동일한 값을 갖는 영역들은 하나의 터치 이벤트로서 취급된다. 일 실시형태에 있어서, 2개 이상의 이웃하는 지점들이 대략 동일한 값을 갖는 영역들은 단일 국부 최대값이 발견될 수 있는 영역과 상이한 유형의 터치 이벤트(예를 들면, 아마도 누군가의 손목이 터치 표면과 접촉하게 되는 경우)로서 취급된다.

[0061] 이제 보간 프로세스를 설명한다. 비정밀한 터치 지점들이 결정(즉, 식별)되면, 정밀한 터치 지점들은 보간을 이용하여 계산될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 분산된 터치와 정전용량식 접촉은 최대를 갖는 모델 함수에 적합하다. 일 실시형태에 있어서, 모델 함수는 2 이상의 차원에서 2차 함수이다. 일 실시형태에 있어서, 2차 함수는 포물면이다. 일 실시형태에 있어서, 포물면 모델은 손가락 또는 스타일러스와 같은 터치 표면을 터치하는데 사용될 수 있는 다양한 객체들에 대한 허용 가능한 근사이다. 또한, 후술되는 바와 같이, 포물면 모델은 계산적으로 비교적 집약적이다. 일 실시형태에 있어서, 보다 복잡하거나 보다 계산적으로 집약적인 모델은 평탄화된 히트맵으로부터 터치와 보다 정확한 추정값을 제공하는데 사용될 수 있다. 후술되는 내용의 목적을 위해, 포물면은 예시적인 실례로서 사용되지만, 본 개시의 관점에서 당업자에게 명백한 바와 같이, 더 복잡하거나 덜 복잡한 모델들을 포함하는 다른 모델들은 보간의 목적을 위해 활용될 수 있다.

[0062] 예시적인 국부 최대값 주변으로 이러한 4방향 연결인 폰 노이만 이웃에 대해, 관련 지점들은 중심 요소가 국부 최대값으로 나타나며, 첨자들(subscripts)은 이와 관련된 특정 요소의 좌표인 관련 지점을 나타낸다. 5개의 요소들의 위치 및 신호 강도들은 포물면을 규정하는 이하의 방정식에 맞춰진다.

[0063] 
$$Ax^2 + Cy^2 + Dx + Ey + F = z$$

[0064] 여기서,  $x$  및  $y$ 는 요소의 위치이며,  $z$ 는 요소의 신호 강도를 의미하며,  $A$ ,  $C$ ,  $D$ ,  $E$  및  $F$ 는 2차 다항식의 계수이다. 중심 지점과 관련하여, 모든  $x$ 요소,  $y$ 요소의 위치는 일정하다.  $z$ 값들은 각 요소에서 측정된 신호 강도들이므로 이미 알고 있는 값이다. 일 실시형태에 있어서, 5개의 미지 다항식 계수들을 풀기 위해 5개의 연립방정식을 사용할 수 있다. 각각의 방정식은 중심 지점 및 그 4개의 이웃들을 포함하는 5개의 지점들 중 하나를 나타낸다.

[0065] 일 실시형태에 있어서, 상기 다항식 계수를 풀기 위해 이하와 같이 Vandermonde와 같은 행렬을 활용할 수 있다.

[0066] 
$$\begin{bmatrix} x_{0,1}^2 & y_{0,1}^2 & x_{0,1} & y_{0,1} & 1 \\ x_{-1,0}^2 & y_{-1,0}^2 & x_{-1,0} & y_{-1,0} & 1 \\ x_{0,0}^2 & y_{0,0}^2 & x_{0,0} & y_{0,0} & 1 \\ x_{1,0}^2 & y_{1,0}^2 & x_{1,0} & y_{1,0} & 1 \\ x_{0,-1}^2 & y_{0,-1}^2 & x_{0,-1} & y_{0,-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{0,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0067] 요소 위치들에 대한 값들을 대입하면, 이하가 제공된다.

[0067] 
$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{0,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0068]

[0069] 이후에, 정수인 Vandermonde와 같은 행렬의 상수를 역행렬 함으로써, 다항식의 계수들을 구하면,

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \end{bmatrix}^{-1} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0070]

[0071] 이하와 같다.

$$\begin{bmatrix} A \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 1 & -2 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & -2 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{0,1} \\ Z_{-1,0} \\ Z_{0,0} \\ Z_{1,0} \\ Z_{0,-1} \end{bmatrix}$$

[0072]

[0073] 일 실시형태에 있어서, 다항식 계수들은 신호 강도들의 선형 조합이며, 부정(negation) 및 단일 시프트를 포함하는 단순한 곱셈만이 이들을 계산하는데 요구된다. 따라서, 이들은 FPGA 또는 ASIC 방식으로 효율적으로 계산할 수 있다.

[0074] 포물면의 최대값에서, 양 편미분값은 0이다.

$$\frac{\partial x}{\partial z} = 2Ax + D = 0 \quad \text{및} \quad \frac{\partial y}{\partial z} = 2Cy + E = 0$$

[0075]

[0076] 이는  $x_f$ ,  $y_f$  지점에서 이루어지며,

$$x_f = -\frac{D}{2A} \quad \text{및} \quad y_f = -\frac{E}{2C}$$

[0077]

[0078] 따라서, 일 실시형태에 있어서, 이웃 데이터가 포물면에 맞춰지는 경우, 포물면이 하나의 최대값을 가지기 때문에 이러한 최대값은 정밀한 터치 지점의 위치로서 사용된다. 4방향 연결 이웃을 활용한 일 실시형태에 있어서,  $x_f$  및  $y_f$  값들은 서로 독립적이며,  $x_f$ 는 중심 지점의 좌우 요소들의 신호 강도에만 의존하며,  $y_f$ 는 상하 요소들의 신호강도에만 의존한다.

[0079] 국부 최대값 주변의 무어 이웃 또는 8방향 연결 이웃에 대해서는, 관련 지점들은 중심 요소가 국부 최대값이고, 첨자들이 이와 관련된 특정 요소의 좌표로 나타난다. 9개의 요소들의 위치 및 신호 강도들은 포물면 방정식에 맞춰진다. 상술한 예시보다 이번 예시에 더 많은 입력 데이터가 사용될 수 있기 때문에, 보다 복잡한 포물면 방정식이 활용될 수 있다.

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = z$$

[0080]

[0081] 이 방정식은 모델에  $x$  또는  $y$  이외의 방향으로의 연장을 위해 보상할 수 있는 추가  $xy$  교차항과 새로운 B라는 계수가 추가된다. 다시, 중심 지점에 관해서, 모든  $x$ 요소,  $y$ 요소의 위치는 일정하고,  $z$ 값들은 이미 알고 있는 값이다. 일 실시형태에 있어서, 6개의 미지수 다항식 계수들을 결정하기 위해서는 9개의 연립방정식(요소당 하나)을 사용할 수 있다(즉, 과잉결정(overdetermine)). 최소 자승법(least-square technique)이 6개의 미지수 다항식 계수들을 푸는데 사용될 수 있다.

[0082] Vandermonde와 같은 행렬이 다항식을 맞추는데 사용될 수 있다. 상술한 실시형태와는 달리, 상기 행렬은 9개의 행과 6개의 열을 갖는 비정사각 행렬이다.

$$\begin{bmatrix} x_{-1,1}^2 & xy_{-1,1} & y_{-1,1}^2 & x_{-1,1} & y_{-1,1} & 1 \\ x_{0,1}^2 & xy_{0,1} & y_{0,1}^2 & x_{0,1} & y_{0,1} & 1 \\ x_{1,1}^2 & xy_{1,1} & y_{1,1}^2 & x_{1,1} & y_{1,1} & 1 \\ x_{-1,0}^2 & xy_{-1,0} & y_{-1,0}^2 & x_{-1,0} & y_{-1,0} & 1 \\ x_{0,0}^2 & xy_{0,0} & y_{0,0}^2 & x_{0,0} & y_{0,0} & 1 \\ x_{1,0}^2 & xy_{1,0} & y_{1,0}^2 & x_{1,0} & y_{1,0} & 1 \\ x_{-1,-1}^2 & xy_{-1,-1} & y_{-1,-1}^2 & x_{-1,-1} & y_{-1,-1} & 1 \\ x_{0,-1}^2 & xy_{0,-1} & y_{0,-1}^2 & x_{0,-1} & y_{0,-1} & 1 \\ x_{1,-1}^2 & xy_{1,-1} & y_{1,-1}^2 & x_{1,-1} & y_{1,-1} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{-1,1} \\ z_{0,1} \\ z_{1,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{-1,-1} \\ z_{0,-1} \\ z_{1,-1} \end{bmatrix}$$

[0083]

[0084] Vandermonde와 같은 행렬의 모든 항목들은 일정하고 z값들은 이미 알고 있는 값이므로, 정수 값들을 대입하면,

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z_{-1,1} \\ z_{0,1} \\ z_{1,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{-1,-1} \\ z_{0,-1} \\ z_{1,-1} \end{bmatrix}$$

[0085]

[0086] Vandermonde와 같은 행렬이 비정사각 행렬이기 때문에, 다항식 계수들을 풀기 위한 역행렬이 될 수 없다. 그러나, 무어-펜로즈 의사-역행렬(Moore-Penrose pseudo-inverse)을 사용하여 다항식 계수들에 최소 제곱을 수행한다. 일 실시형태에 있어서, 의사-역행렬을 이하와 같이 정의된다.

$$\text{pinv}(X) = (X^T X)^{-1} X^T$$

[0087]

$$\text{pinv} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} = \frac{1}{36} \begin{bmatrix} 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 \\ -9 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & -9 \\ 6 & 6 & 6 & -12 & -12 & -12 & 6 & 6 & 6 \\ -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 \\ 6 & 6 & 6 & 0 & 0 & 0 & -6 & -6 & -6 \\ -4 & 8 & -4 & 8 & 20 & 8 & -4 & 8 & -4 \end{bmatrix}$$

[0088]

[0089] 따라서,

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \\ D \\ E \\ F \end{bmatrix} = \frac{1}{36} \begin{bmatrix} 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 & 6 & -12 & 6 \\ -9 & 0 & 9 & 0 & 0 & 0 & 9 & 0 & -9 \\ 6 & 6 & 6 & -12 & -12 & -12 & 6 & 6 & 6 \\ -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 & -6 & 0 & 6 \\ 6 & 6 & 6 & 0 & 0 & 0 & -6 & -6 & -6 \\ -4 & 8 & -4 & 8 & 20 & 8 & -4 & 8 & -4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_{-1,1} \\ z_{0,1} \\ z_{1,1} \\ z_{-1,0} \\ z_{0,0} \\ z_{1,0} \\ z_{-1,-1} \\ z_{0,-1} \\ z_{1,-1} \end{bmatrix}$$

[0090]

[0091] 다항식의 계수들은 신호 강도들의 선형 결합이다. 곱셈은 약간 더 복잡하지만, 다수의 피승수(multiplacand)를 제외하고 계산이 끝날 때까지 한 번만 적용할 수 있다. 이러한 단계의 목적은 포물면의 최대값을 발견하기 위함이다. 따라서, 전체적인 스케일 요소들은 무관하며, 함수를 극대화시키는 상대값 및 독립 변수들에만 집중해야

하고, 일 실시형태에 있어서 다수의 연산이 상쇄되어 구현 효율을 향상시킬 수 있다.

[0092] 상기와 같이, 정밀한 터치 지점은 양 편미분값이 0인 포물면의 최대값으로 추정된다.

$$\frac{\partial x}{\partial z} = 2Ax + By + D = 0 \quad \text{및} \quad \frac{\partial y}{\partial z} = Bx + 2Cy + E = 0$$

[0094] 이는  $x_f$ ,  $y_f$  지점에서 이루어지며,

$$x_f = (BE - 2CD)/(4AC - B^2) \quad \text{및} \quad y_f = (DB - 2AE)/(4AC - B^2)$$

[0096] 8방향 연결 이웃에 대해서는,  $x_f$ 값 및  $y_f$ 값은 서로 독립적이지 않다. 이들 모두는 모든 8방향 연결 이웃의 신호 강도들에 의존한다. 따라서, 이러한 접근 방식은 증가된 계산적 부담 및 신호 강도들의 특정 조합들이 정밀한 터치 지점들에 대한 특이값들(singular values)을 생산할 가능성을 가질 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 8개의 무어 이웃들에 대한 최소 제곱법을 사용하는 이러한 구현에는 잡음의 신호 강도 값들에 대해 더 견고할 수 있다. 즉, 일 실시형태에 있어서 하나의 신호 강도에서의 작은 에러는 계산에 사용된 증가된 데이터량 및 그 데이터의 자체일관성에 의해 보상될 것이다.

[0097] 또한, 8방향 이웃은 사용자 인터페이스의 일부로서 유용할 수 있는 계수 B(여분의 정보)를 제공한다. xy 교차항의 계수 B는 적합한 포물면의 비대칭성을 특성화하고, 계수 A 및 C에 내재된 종횡비 정보와 함께 소프트웨어가 터치가 발생하는 각도를 결정할 수 있게 한다.

[0098] 예를 들면, 특정값 z에서 포물면을 절단(truncate)함으로써 타원형의 단면을 갖는 터치 지점을 얻을 수 있다. a값 및 b값은 다항식의 계수 A 및 C로부터 얻을 수 있으며, 이들은 표면을 터치하는 객체의 종횡비에 관한 정보를 제공한다. 예를 들면, 손가락 또는 스타일러스는 반드시 원형의 대칭을 아닐 수 있으며, a값과 b값의 비율은 형상에 관한 정보를 제공할 수 있다.

[0099] 각도  $\Phi$ 에 대해 알고 있으면, 타원의 배향에 대한 정보를 얻을 수 있으며, 예를 들면 손가락 또는 스타일러스가 가리키는 방향을 나타낼 수 있다. 각도  $\Phi$ 는 이하에 제공된  $2 \times 2$  행렬 M의 고유값과 고유 벡터로부터 계산될 수 있다.

$$M = \begin{bmatrix} A & B/2 \\ B/2 & C \end{bmatrix}$$

[0101] 이러한 행렬은 2개의 고유값과 2개의 고유 벡터를 가질 것이다. 가장 큰 고유값에 관한 고유 벡터는 타원의 주축의 방향을 가리킬 것이다. 다른 고유 벡터는 보조축의 방향을 가리킬 것이다. 고유값  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 는 이하와 같이 계산될 수 있다.

$$\lambda_i = \frac{\text{tr}(M) \pm \sqrt{\text{tr}(M)^2 - 4 \det(M)}}{2}$$

[0103] 여기서,  $\text{tr}(M)$ 은 AC값과 동일한 행렬 M의 대각합(trace)이며,  $\det(M)$ 은  $AC - B^2/4$ 과 동일한 행렬 M의 행렬식이다.

[0104] 고유값들이 얻어지면, 케일리-해밀턴 정리를 사용하여 고유벡터를 계산할 수 있다.  $\lambda_1$ 에 관한 고유벡터는 행렬  $M - \lambda_1 I$ 의 열들 중 하나이며,  $\lambda_2$ 에 관한 고유벡터는 행렬  $M - \lambda_2 I$ 의 열들 중 하나이다. 고유값 지표들(indexes)의 반전(reversal)을 이해해야 한다. 타원의 주축이 좌표계의 x축에 대하여 만드는 각도  $\Phi$ 는 고유벡터의 기울기의 아크탄젠트이다. 고유벡터의 기울기는 단지  $\Delta y / \Delta x$ 이다.

[0105] 상술한 바와 같이, 보간 단계는 예를 들면 평탄화된 히트맵으로부터 획득한 데이터를 사용하여 정밀한 터치 지점을 결정하는 단계를 필요로 하지만, 상술한 예시적인 포물면 모델에 반드시 한정되는 것은 아니다. 정밀한 터치 지점을 결정하는 단계의 목적은 후처리가 터치 지점들에서 보다 우수한 입도를 제공하도록 허용하는 것이고, 특히 센서의 교차점들을 초과하는 입도를 제공하는 것이다. 즉, 모델링되고 보간된 정밀한 터치 지점은 행/열 교차점 또는 그 교차점 사이의 임의의 지점에 직접 놓인다(land). 모델의 정확성과 계산적 요구사항들 사이에



트레이드오프(tradeoff)가 있을 수 있고, 유사하게, 실제 터치에 대응되는 보간된 정밀한 터치 지점을 제공하기 위해 모델의 정확성과 이의 기능 사이에 트레이드오프가 있을 수 있다. 따라서, 일 실시형태에 있어서, 모델은 보간된 터치 지점과 실제 터치 사이의 충분한 대응관계를 제공하면서, 최소한의 계산적 부담을 요구하도록 선택된다. 일 실시형태에 있어서, 모델은 보간된 터치 지점과 실제 터치 사이의 충분한 대응관계를 요구하도록 선택되며, 이러한 처리 하드웨어는 모델의 계산적 부담을 수용하도록 선택된다. 일 실시형태에 있어서, 미리 선택된 하드웨어 및/또는 터치 인터페이스를 동작시키는 다른 소프트웨어의 계산 능력을 초과하지 않는 모델이 선택된다.

[0106] 프레임 매칭 프로세스로 돌아와서, 경시에 따라 터치 표면에서 이동하는 객체들을 적절히 추적하기 위해서는 계산된 터치 지점들을 프레임 경계들을 넘어 서로 일치시킴으로써, 예를 들면 이들이 이동할 때 터치 표면에서 이동하는 객체들을 추적하는 것이 중요하다. 따라서, 일 실시형태에 있어서, 하나의 프레임 내 각각의 계산된 터치 지점은 후속 프레임에서 식별되거나, 후속 프레임에서 다른 배치(예: 제거)되어야 한다. 이는 일반적인 경우에서 해결할 수 없을 수 있는 근본적으로 어려운 문제를 나타내지만, 일 실시형태에 있어서 기하학과 물리학의 법칙 모두를 이용하여 해결책이 구현된다. 터치 표면과 접촉하는 물품들이 한정된 크기를 갖고 특정 물리학 법칙들에 따라 이동하기 때문에, 일 실시형태에 있어서 특정 경우들은 그럴듯한 범위 외에 있는 것으로 무시될 수 있다. 또한, 일 실시형태에 있어서, 프레임의 속도는 합리적인 확실성으로 객체를 트래킹(즉, 프레임 내 프레임 터치 지점 트래킹)을 허용하기에 충분히 높도록 선택되어야 한다. 따라서, 예를 들면 추적될 객체들이 터치 표면을 가로질러 최대 속도로 이동하는 것으로 알려진 경우 또는 추적이 최대 속도까지만 객체를 추적하도록 설계된 경우, 합리적인 확실성으로 추적할 수 있도록 프레임 속도를 선택할 수 있다. 예를 들면, 터치 표면의 행들 또는 열들을 가로지르는 최대 이동 속도가, 예를 들면 1초당 1000행들 또는 1000열들인 경우에, 1000Hz의 프레임 속도는 프레임당 오직 1행 또는 1열만 이동하는 것을 "확인"하게 된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 지점 보간(상술함)은 터치 지점 위치를 더 정확히 측정할 수 있으므로, 행-내부 및 열-내부의 위치들은 본 명세서에서 더 충분히 기재된 바와 같이 용이하게 식별될 수 있다.

[0107] 손가락 및 스타일러스들은 최소 크기를 가지며, 대부분의 경우, 모호한 경우를 유발할 정도로 서로 가깝게 접근하지는 않을 것이다. 또한, 이들은 경계가 있는 사람의 팔과 이의 부분들(예: 손목, 팔꿈치, 손가락 등)의 움직임에 특징적인 속도로 이동한다. 일 실시형태에 있어서, 터치 표면은 1kHz 이상의 오더(order)에서 업데이트 속도를 가지므로, 표면을 터치하는 손가락 및 스타일러스들은 한 프레임에서 다음 프레임으로의 업데이트 주기 동안 극단적인 각도 또는 매우 멀리 이동할 수 없다. 제한적인 거리와 각도로 인해, 트래킹하는 단계는 한 프레임에서 하나 이상의 이전의 프레임들로부터 데이터를 비교함으로써 본 개시에 따라 수행될 수 있다.

[0108] 일 실시형태에 있어서, 이전의 프레임들에 관한 데이터(예: 히트맵)는 임시 버퍼에 유지될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이전의 프레임들에 관해 처리된 데이터(예: 필드의 평탄화된 히트맵 또는 적합한 다항식의 계수들)는 임시 버퍼에 유지될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 임시 버퍼에 유지되는 이전의 프레임에 관한 데이터는 이전 프레임 내의 각각의 정밀한 터치 지점에 대한 보간된 정밀 터치 표면 좌표를 포함하거나 구성할 수 있고, 그러한 범위에 존재하는 한 이들 미세 터치 지점들의 이전 이동에 관한 벡터들을 포함하거나 구성할 수 있다. 임시 버퍼는 하나 이상의 이전의 프레임들에 관한 데이터를 보유할 수 있으며, 이후의 계산에 더 이상 관련이 없어진 경우에 데이터의 보유를 중단할 수 있다.

[0109] 일 실시형태에 있어서, 프레임 매칭 프로세스에서는 초기에 현재의 프레임  $i$ 에서 객체의 터치 지점이 기하학적으로 가장 가까운 이전의 프레임(즉,  $i-1$ )에서 터치 지점인 것으로 추정한다.

[0110] 일 실시형태에 있어서, 터치 지점의 이동에 관한 데이터(예: 속도 및 방향)가 결정되어 하나 이상의 프레임들과 함께 저장된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 지점의 이동에 관한 데이터는 이후 프레임에서의 그 터치 지점에 가능한 위치를 예측하는데 사용된다. 터치 지점의 이동에 관한 데이터는, 예를 들면 속도 또는 위치 변화를 포함할 수 있으며, 하나 이상의 이전 프레임들로부터 얻을 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 프레임 내 가능한 위치를 예측하는 단계는 2개의 프레임 간의 이동을 고려(프레임당 변위 및 방향을 산출)하여 수행된다. 일 실시형태에 있어서, 프레임 내 가능한 위치를 예측하는 단계는 3개 이상의 프레임들의 이동을 고려함으로써 행해진다. 3개 이상의 프레임들로부터의 정밀 터치 지점에 관한 위치정보를 이용하면, 프레임당 변위 및 방향 이외에도 가속 및 방향 변화를 고려할 수 있기 때문에, 더 정확한 예측을 산출할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 더 오래된 프레임 데이터보다 더 최근의 프레임 데이터에 더 무게를 두어 할당된다. 프레임 매칭 프로세스에서는 현재의 프레임  $i$  내의 객체의 터치 지점이 현재 프레임에서 가장 가까운 예상 위치와 관련된 이전 프레임(즉,  $i-1$ ) 내 터치 지점에 대응될 가능성이 더 높다고 초기에 예측할 수 있다.

- [0111] 일 실시형태에 있어서, 터치 지점의 크기(규모)에 관한 데이터(예: 포물면에서의 계수 A 및 C)가 결정되어 하나 이상의 프레임들과 함께 저장된다. 프레임 매칭 프로세스에서는 현재 프레임  $i$  내 특정 객체의 크기가 이전 프레임(즉,  $i-1$ ) 내 그 객체의 크기에 대응될 것이라고 초기에 예측할 수 있다.
- [0112] 일 실시형태에 있어서, 경시에 따라 터치 지점의 크기(규모) 변화에 관한 데이터가 결정되어 하나 이상의 프레임들과 함께 저장된다. 일 실시형태에 있어서, 프레임 내 터치 지점의 크기 변화에 관한 데이터(예: 최종 프레임 이후의 데이터 또는 복수의 프레임들에 걸친 데이터)는 이후 프레임 내 그 터치 지점에 대한 가능한 크기를 예측하는데 사용된다. 프레임 매칭 프로세스에서는 현재 프레임 내 터치 지점의 크기와 가장 인접하게 예측된 가능한 크기에 대한 이전 프레임(즉,  $i-1$ ) 내 객체와 현재 프레임  $i$  내 객체가 대응될 가능성이 높다고 초기에 예측할 수 있다.
- [0113] 일 실시형태에 있어서, 경시에 EK라 터치 지점의 회전 방향의 변화에 관한 데이터(예: 포물면의 계수 B)가 결정되어 하나 이상의 프레임들과 함께 저장된다. 일 실시형태에 있어서, 일 프레임 내 터치 지점의 회전 방향에 관한 데이터(예: 최종 프레임 이후 또는 복수의 프레임들에 걸친)는 이후 프레임 내 터치 지점의 회전 방향을 예측하는데 사용된다. 프레임 매칭 프로세스에서는 현재 프레임 내 객체가 현재 프레임 내 터치 지점의 회전 방향과 가장 가까운 예측된 가능한 회전 방향과 연관된 이전 프레임(즉,  $i-1$ ) 내 객체에 대응될 가능성이 높다고 초기에 예측할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 터치 지점의 회전 방향은 회전의 단일 터치 지점의 제어(예: 단일 손가락 제어)를 허용할 수 있으므로, 예를 들면 스크린상 하나의 손가락의 회전은, 예를 들면 통상적으로 터치 표면과 접촉하는 2개의 회전 지점을 필요로 하는 기능인 화면을 회전시키기 위한 충분한 정보를 제공할 수 있다. 경시에 따라 회전 방향을 기술하는 데이터를 사용하면, 회전 속도는 계산될 수 있다. 유사하게, 회전 방향 또는 회전 속도에 관한 데이터는 회전 가속도를 계산하는데 사용될 수 있다. 따라서, 회전 속도 및 회전 가속도 모두는 회전 방향을 활용한다. 회전 방향, 회전 속도 및/또는 회전 가속도는 터치 지점에 대해 계산될 수 있고, 프레임 매칭 프로세스에 의해 출력되거나 사용될 수 있다.
- [0114] 일 실시형태에 있어서, 프레임 매칭을 위한 휴리스틱(heuristic)은 터치 지점들의 거리 및 속도 벡터의 변화들을 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 프레임 매칭에 대한 휴리스틱은 이하에 한정되지 않고, 하나 이상의 내용을 포함한다.
- [0115] 프레임 내 객체의 터치 지점  $i+1$ 은 이와 기하학적으로 가장 가까운 프레임  $i$  내 터치 지점일 가능성이 높고,
- [0116] 프레임 내 객체의 터치 지점  $i+1$ 은 객체의 속도 이력이 제공될 것으로 예측될 지점과 가장 가까운 프레임  $i$  내 터치 지점일 가능성이 높고,
- [0117] 프레임 내 객체의 터치 지점  $i+1$ 은 프레임  $i$  내 객체의 터치 지점과 유사한 크기를 가질 가능성이 높다.
- [0118] 이력 데이터의 다른 조합들은 본 개시의 범위에서 벗어나지 않고 이용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이전 위치 이력들과 이전 속도 이력들 모두가 휴리스틱 프레임 매칭 프로세스에 이용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이전 위치들, 속도 및 크기의 이력들이 휴리스틱 프레임 매칭 프로세스에 이용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이전 위치들 및 다른 이력 정보들이 휴리스틱 프레임 매칭 프로세스에 이용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 복수의 프레임들에 대한 이력 정보들이 휴리스틱 프레임 매칭 프로세스에 이용된다. 다른 조합들은 상술한 개시 내용의 관점에서 당업자에게 명백할 것이다.
- [0119] "Fast Multi-Touch Noise Reduction"의 발명의 명칭으로 2014년 3월 17일자로 출원된 미국 특허출원 제 14/216,791호에서, 잡음이 고속 멀티 터치(FMT: Fast Multi-Touch) 센서와의 간섭 또는 팬텀 터치를 생성하는 특정 상황을 극복하기 위한 방법들 및 시스템들이 제공된다. 이 출원의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함된다. 일 실시형태에 있어서, 고유 신호들은 모든 행들 및 열들에 전송될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 고유 신호들은 행들 중 하나 이상의 서브세트 내 각각의 행에 전송될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 고유 신호들은 열들 중 하나 이상의 서브세트 내 각각의 행에 전송될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 모든 행들 및 열들은 고유 신호를 검출하도록 구성된다. 일 실시형태에 있어서, 행들 중 하나 이상의 서브세트 내 각각의 행은 고유 신호를 검출하도록 구성된다. 일 실시형태에 있어서, 열들 중 하나 이상의 서브세트 내 각각의 열은 고유 신호를 검출하도록 구성된다.
- [0120] "Dynamic Assignment of Possible Channels in a Touch Sensor"의 발명의 명칭으로 2015년 1월 22일자로 출원된 미국 특허출원 제 14/603,104호에 기재된 바와 같이, 시스템 및 방법은 터치 센서가 다른 컴퓨터 시스템 구성 요소들 또는 원치 않은 외부 신호들로부터의 간섭 전자기 잡음과 인접하더라도, 터치 센서가 이러한 거짓 판독 및 잡음 판독을 줄이거나 제거하고 높은 신호대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)를 유지할 수 있게 한다. 이

러한 방법은 병렬화, 레이턴시, 샘플 레이트(sample-rate), 다이내믹 레인지, 입도 감지 등의 관점에서 센서의 전체 성능을 최적화시키면서 센서의 전체 전력 소비를 낮추기 위해, 특정 시점에서 터치 센서의 전체 표면적 또는 선택 영역들을 관리하는 신호 변조 방식을 동적으로 재구성하는데 사용될 수 있다. 이 출원의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로 포함된다.

[0121] 키보드의 실시형태

[0122] 가상현실 또는 증강현실(두 용어가 서로 배타적일 수 있음에도 불구하고, 이하에 "VR/AR"이라 함) 설정에서 물리적 키보드를 사용하는 것은 사용자가 VR/AR 설정 내 있는 경우 사용자가 키보드를 보거나 전혀 볼 수 없기 때문에 복잡하다. 본 명세서에 개시된 키보드 및 키보드 스위치들은, 하나 이상의 키들, 터치 표면 또는 키보드를 감지, 동작, 호버, 접촉 및 압력 감응면으로 만들어 통상적인 키보드 또는 키잉 적용들(keying application)뿐만 아니라 다수의 새로운 적용들은 키들 또는 표면들로부터 사용 가능한 추가 정보로 인해 작동될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 물리적 키보드는 통상적인 키보드 입력을 감지할 수 있을뿐만 아니라 손가락-키 접촉 및 손가락의 호버를 구별할 수도 있어, 키보드가 사용 중인 경우에 사용자의 손가락, 손, 손목 및 잠재적으로 터치될 수 있는 팔뚝의 각각의 부분들을 판단할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 데이터는 VR/AR 설정에서 사용자의 손가락, 손, 손목, 팔뚝 및 잠재적으로 키보드(키-상부 또는 측면 라벨의 추가, 또는 예를 들면 도구 팁들과 같은 키보드에 대한 변화를 포함함)의 위치 및 방향을 재구성하는데 사용된다. 이러한 재구성은 키보드 VR/AR 설정에 대해 사용자가 자신의 손가락, 손, 손목 및 가능하게 팔뚝을 "확인"할 수 있게 하며, VR/AR 설정에서 키보드의 사용을 가능하게 한다.

[0123] 우선, 도 1a 내지 도 1d로 돌아와서, 키보드 스위치(110)의 예시적인 실시형태가 도시된다. 일 실시형태에 있어서, 키 베이스(100)는 키보드 스위치(110)의 다른 요소들을 지지한다. 일 실시형태에 있어서, 키 커버(101)는 키 베이스(100)에 대해 이동 가능한 관계로 제공된다. 일 실시형태에 있어서, 키 커버(101)는 키 베이스(100)에 대해 부분적으로만 이동 가능할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 바이어싱 수단들(미도시)은 정지시에 키 커버(101)를 그 연장 위치로 가압하고, 당업자에게 명백한 바와 같이, 키 커버(101)는 그 상면에 대략 수직인 방향으로 이동한다.

[0124] 일 실시형태에 있어서, 2개의 안테나(102 및 103)는 키보드 스위치(110)와 관련되며, 2개의 안테나 중 하나는 수신 안테나(103)이며 다른 하나는 송신 안테나(102)이다. 일 실시형태에 있어서 각각의 안테나 중 적어도 하나가 키보드 스위치와 관련되는 점을 제외하면, 전송 또는 수신 지정은 임의적이다. 2개의 안테나(102 및 103)는 송신 안테나(102)의 어떠한 부분도 수신 안테나(103)의 임의의 부분을 터치할 수 없도록 서로 이격된다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)는 자신의 안테나(102 및 103)를 하나 이상의 다른 키들과 공유한다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)는 하나의 고유 안테나를 포함하며, 다른 하나의 안테나를 하나 이상의 다른 키들과 공유한다. 보다 상세하게 후술되는 바와 같이, 키보드 스위치(110)는 단독 키보드 스위치일 수 있거나, 보다 통상적으로 키보드 내 복수의 다른 키보드 스위치들과 함께 사용될 수 있다.

[0125] 일 실시형태에 있어서, 일 안테나는 송신 안테나(102)이며 타 안테나는 수신 안테나(103)이다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)는 하나 이상의 추가 송신 안테나들(미도시)을 가질 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)는 하나 이상의 수신 안테나들(미도시)을 가질 수 있다. 임의의 키보드 스위치(110)와 관련된 안테나들 각각은 임의의 안테나들 중 어떠한 부분도 임의의 타 안테나들의 임의의 부분을 터치하지 못하도록 서로의 안테나들로부터 이격되어 있다.

[0126] 키 베이스(100)의 전방측 및 후방측 상의 예시적인 실시형태에 도시되어 있지만, 안테나들은 의도된 용도에 가장 적합하게 배치될 수 있다. 예를 들면, 다양한 실시형태에서,

[0127] 1) 송신 안테나는 키의 일 측에 배치되며, 수신 안테나들은 타 측에 배치되고;

[0128] 2) 송신 안테나는 키 베이스 내에 배치되며, 수신 안테나는 키 베이스 주변에 링을 형성하고;

[0129] 3) 송신 안테나들은 키 베이스의 각 측에 배치되며, 수신 안테나는 키 베이스의 중심에 배치되고;

[0130] 4) 수신 안테나들은 키 베이스의 각 측에 배치되며, 송신 안테나는 키 베이스의 중심에 배치되고; 또한

[0131] 5) 송신 안테나들은 키 베이스의 각 측에 배치되며, 수신 안테나들은 키 베이스의 전방 및 후방에 배치된다.

[0132] 다수의 다른 구성들은 본 개시의 관점에서 당업자에게 명백할 것이며, 본 명세서에 청구된 본 발명의 사상 및 범위로부터 벗어나지 않고 이루어질 수 있다.



- [0133] 일 실시형태에 있어서, 안테나들(102 및 103)은 고정되며, 키 커버(101)가 이동되거나 가압될 때 서로에 대해서는 이동하지 않는다. 일 실시형태에 있어서, 안테나들(102 및 103) 중 적어도 하나는 타 안테나에 대하여 이동할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 안테나들(102 및 103) 중 적어도 하나는 키 커버(101)가 이동되거나 가압될 때 타 안테나에 대하여 이동한다. 안테나들의 이동(또는 이동의 결여)은 안테나들이 고정되어 있는 경우보다 키 눌림에 대해 상이한 반응을 야기할 수 있다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 키 눌림의 압력 또는 키 눌림의 정도는 상당한 입도, 즉 키 커버(101)가 눌리는 양에 대한 매우 섬세한 측정을 요구하는 경우, 키 커버(101)가 눌림으로써 적어도 하나의 안테나(102 및 103)가 이동하게 되는 것이 바람직할 수 있다. 키 커버(101)의 이동에 대응한 하나 이상의 안테나들의 이동은 키를 누르는 객체가 한정된 정전용량식 양향을 갖는 경우(예: 긴 손톱을 이용하여 타이핑하는 경우, 장갑을 낀 채로 타이핑하는 경우, 연필 또는 다른 객체로 타이핑하는 경우, 수중에서 타이핑(typing underwater)하는 경우)에도 바람직할 수 있다.
- [0134] 일 실시형태에 있어서, 송신 안테나들(102)은 신호 방출기(미도시)와 관련된다. 일 실시형태에 있어서, 안테나들(102 및 103)은 신호가 송신 안테나(102)에 송신되고 수신기(미도시)가 수신 안테나(103)에 존재하는 신호들을 수신할 때 터치 센서를 형성한다. 일 실시형태에 있어서, 신호 프로세서(미도시)는 수신 안테나(103) 상의 신호들에 존재하는 송신 안테나(102) 상으로 송신된 신호량 및/또는 신호량의 변화를 판단하는데 사용된다. 일 실시형태에 있어서, 송신 안테나(102)와 수신 안테나(103)는 이들이 터치 이벤트의 영향을 받지 않는 경우에는 하나의 신호량이 이들 사이에 커플링되는 반면, 이들이 터치 이벤트가 발생하는 경우에는 다른 신호량이 이들 사이에 커플링되도록 설계된다. 또한, 일 실시형태에 있어서, 송신 안테나(102) 및 수신 안테나(103)는 이들 사이에 커플링된 신호량이 가장 먼 호버로부터 키 접촉을 통해, 및 모든 방법으로 완전히 완전히 눌린 키까지 다양한 터치 이벤트들에 따라 변화도록 설계된다. 일 실시형태에 있어서, 가장 먼 호버로부터 완전히 눌린 키까지의 신호의 변화는 터치되지 않은 상태 이외에도 적어도 3번의 터치 상태(즉, 호버, 접촉 및 눌림)를 포함할 수 있는 검출 가능한 터치 상태들의 범위를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 호버 터치 상태를 나타내는 신호의 변화는 복수의 개별 레벨들을 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 접촉 터치 상태를 나타내는 신호의 변화는 복수의 개별 레벨들을 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 가장 먼 호버로부터 완전히 눌린 키까지의 신호의 변화는 터치되지 않은 상태 이외에도 적어도 255번 이상의 터치 상태들을 포함하는 검출가능한 범위를 포함한다. 상술한 바와 같이, 터치 센서가 커플링의 변화로 인한 터치를 궁극적으로 검출하기 때문에, 특정 실시형태에 달리 명백할 수 있는 이유들을 제외하고 터치 관련 커플링이 수신 안테나(103)에 존재하는 신호량의 증감 여부는 특별히 중요하지 않다.
- [0135] 터치를 식별하기 위해, 수신기는 수신 안테나(103)에 존재하는 신호들을 수신하고, 신호 프로세서는 수신 신호를 분석하여 송신 신호의 커플링양을 결정한다. 일 실시형태에 있어서, 식별은 주파수 분석 기술(예: 푸리에 변환)로 또는 필터 बैं크를 이용하여 지원될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 수신기는 FFT를 통해 처리되는 신호들의 프레임을 수신하며, 측정은 최소한의 송신된 주파수에 대해 결정된다. 일 실시형태에 있어서, FFT는 각각의 프레임에 대해 적어도 송신 주파수에 대해 동상 및 직교 측정값을 제공한다.
- [0136] 일 실시형태에 있어서, 신호 방출기는 키보드 스위치(110)를 대해 송신 안테나(102)와 도전적으로 커플링된다. 신호 방출기는 이와 관련된 송신 안테나(102)가 소스 신호들을 송신하게 하는 소스 신호를 방출한다. 소스 신호는, 예를 들면 다른 신호들의 조합일 수 있으므로, 예를 들면 소스 신호는 단순 사인파(예: 5.01MHz)일 수 있지만, 소스 신호는 2개 이상의 사인파들의 조합인 것 또한 본 개시의 범위 내에 있다. 일 실시형태에 있어서, 하나 이상의 신호 방출기들은 키보드 스위치(110)에 대해 송신 안테나(102)와 도전적으로 커플링될 수 있다. 하나 이상의 신호 방출기들이 송신 안테나(102)와 도전적으로 커플링된 경우, 하나 이상의 신호 방출기들의 출력은 송신 안테나(102)에 의해 송신된 신호들을 제공한다. 일 실시형태에 있어서, 다수의 소스 신호들의 송신은 감도를 증가시킬 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 다수의 소스 신호들의 송신은 고주파수 신호 및 저주파수 신호들이 결합되는 경우, 감도를 더 증가시킬 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 소스 신호들은 직교주파수이다. 본 명세서에서 이전에 사용된 바와 같이, 직교주파수는 소스 신호들이 서로 분리될 수 있고 구별될 수 있음을 의미한다. 일 실시형태에 있어서, 수신기는 수신 안테나(103)에 커플링되며, 커플링된 수신 안테나(103)에 존재하는 신호들의 프레임을 포착하도록 적용된다. 다른 수신 안테나(미도시)가 키보드 스위치(110)와 관련된 경우, 추가 수신 안테나는 동일한 수신기를 공유할 수 있거나(따라서, 당업자에게 명백할 수 있는 바와 같이, 동일한 안테나의 다른 부분들로 간주될 수 있음), 대안적으로 분리된 수신기와 도전적으로 커플링될 수 있다.
- [0137] 일 실시형태에 있어서, 다수의 직교 신호들은 송신 안테나(102)를 통해 송신된다. 이러한 실시형태에서의 터치를 식별하기 위해, 수신기는 수신 안테나(103)에 존재하는 신호들을 수신하며, 신호 프로세서는 수신 신호들을 분석하여 이들 사이에 커플링된 직교 송신 신호의 각각과 대응되는 양을 결정한다. 식별은 주파수 분석

기술(예: 푸리에 변환)로 또는 필터 뱅크를 이용하여 지원될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 수신기는 FFT를 통해 처리되어 신호들의 프레임을 수신하며, 측정은 각각의 송신 주파수에 대해 결정된다. 일 실시형태에 있어서, FFT는 각각의 프레임에 대해 각각의 송신 주파수에 대해 동상 및 직교 측정값을 제공한다.

[0138] 일 실시형태에 있어서, 수신 신호로부터, 수신기/신호 프로세서는 수신 안테나(103)에 수신된 신호 내 주파수들의 리스트로부터 각각의 주파수에 대한 값(및 일 실시형태에서 동상 및 직교값)을 결정할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 주파수에 대응되는 값이 일부 임계값을 초과하거나 미만이거나, 이전 값에서 변경된 경우(또는 임계값을 초과하는 양으로 이전 값에서 변경된 경우), 그 정보는 키보드 스위치(110)에서 터치 이벤트를 식별하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)로부터의 터치 거리, 터치 객체의 크기, 객체가 키보드 스위치를 누르는 압력, 터치되고 있는 키 커버(101)의 임의의 부분 등을 포함하는 다양한 물리적 현상에 대응될 수 있는 정보값은 검출 가능한 터치 상태들의 범위로부터 터치 상태를 식별하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 정보값의 변화들은 검출가능한 터치 상태들의 범위로부터 터치 상태를 식별하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 결정된 값들은 터치 상태를 자체적으로 결정하진 않고, 터치 상태들을 결정하기 위해 다른 값들에 따라 더 처리된다. 일 실시형태에 있어서, 결정된 값들은 키보드 스위치(110)의 터치 상태를 결정하기 위해 키보드 스위치(110)에 인접한 다른 키보드 스위치들로부터의 값에 따라 추가 처리된다.

[0139] 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)와 관련된 안테나들(102 및 103)은 유사한 형상을 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(110)와 관련된 안테나들(102 및 103)은 서로 상이한 형상을 갖는다. 상이한 형상의 안테나들(102 및 103)은 안테나들(102 및 103)의 형상에 기초하여 상이한 안테나의 패턴을 생성한다. 본 개시의 관점에서 당업자에게 명백한 바와 같이, 키보드 스위치(110)와 관련된 안테나들(102 및 103)은 다른 안테나의 패턴들을 생성하기 위해 상이한 공간 방향으로 배향될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 각각의 개별 송신 안테나(102) 및 수신 안테나(103)는 송신 또는 수신 레이어와 관련됨으로써, 키보드 스위치(110)의 다층 구조를 얻을 수 있다.

[0140] 일 실시형태에 있어서, 신호 프로세서는 수신 안테나(103)에 존재하는 소스 신호들의 양에 대응되는 각각의 프레임으로부터 측정값을 결정하기 위해 적용된다. 일 실시형태에 있어서, 신호 프로세서는 대응되는 측정값의 적어도 부분적으로 기초하여 터치 상태들의 범위로부터 키보드 스위치의 터치 상태를 결정하도록 더 적용된다.

[0141] 키보드 스위치(110)는 단독 키보드 스위치일 수 있거나, 보다 통상적으로 키보드 내 복수의 다른 키보드 스위치들(미도시)과 함께 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키보드는 키보드 스위치들(110)의 집합으로 구성된다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치들(110)은 복수의 키보드 스위치들 각각이 하나의 행 및 하나의 열과 관련되어 고유하게 식별되도록 논리 행들 및 논리 열들 내에 조직화된다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치들(110)은 복수의 키보드 스위치들이 적어도 하나의 행 및 적어도 하나의 열과 관련되어 고유하게 식별되도록 논리 행들 및 논리 열들 내에 조직화된다.

[0142] 일 실시형태에 있어서, 키보드의 2개의 키보드 스위치들이 공통의 행/열 조합을 공유할 수 없으므로, 키보드는 각각의 키보드 스위치(110)에 대해 고유한 측정값을 검출할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 각각의 키보드 스위치(110)는 안테나(102)를 통해 신호를 송신하고 타 안테나(103)에 커플링된 신호를 수신함으로써 인접 센서로서 작동한다. 상술한 바와 같이, 각각의 키보드 스위치(110)에 대해, 그 키보드 스위치(110)에서의 터치와 관련된 값은 커플링된 신호에서 발견된 송신 신호량 또는 그 양의 변화로부터 도출될 수 있다. 그 값은 터치 상태들의 범위 중 하나와 상관관계에 있을 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태들의 범위는 호버되지 않은 상태, 호버 상태, 접촉 상태 및 눌리거나 가압된 상태를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, "호버되지 않은 상태"라는 용어는 키보드 스위치(110)의 부근에 사용자의 손가락, 손 또는 팔뚝이 검출되지 않은 상태를 의미한다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 일반적으로 "호버"라는 용어는 키보드 스위치 또는 키보드와 실제로 접촉하는 것을 포함하지만, 키보드 스위치의 검출 한계로부터 정전용량식 객체(예: 사용자의 손가락, 손, 팔뚝 또는 스타일러스)의 검출가능한 위치에 대응되는 터치 상태를 지칭한다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 일반적으로 "접촉"이라는 용어는 키보드 스위치 또는 키보드와 정전용량식 객체 사이의 검출 가능한 접촉에 대응되는 계속 눌리고 있는 터치 상태를 지칭한다. 눌리거나 가압되는 상태는, 예를 들면 대응되는 캐릭터가 스크린상에 놓일 때와 같이 키가 폐쇄되어 있는 통상적인 개념과 대응된다. 하지만, 본 명세서에 사용된 바와 같이, "가압된 상태" 또는 "눌린 상태"라는 용어는 완전히 가압된 키의 검출과 대응되는 터치 상태를 지칭하며, 완전히 가압된 후에 키 상의 압력에 대응되는 다양한 추가 상태들을 포함할 수도 있다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태는, 예를 들면 0부터 255와 같은 서열 척도를 사용할 수 있으며, 터치되지 않은 상태에 대응되는 0, 다양한 호버 상태에 대응되는 1 내지 127의 제 1 범위, 다양한 접촉 상태와 대응되는 128 내지 197의 제 2 범위, 및 눌린 상태들의 범위에 대응되는 198 내지 255의 제 3 범위를 포함할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태들의 범위

는 적어도 4개의 상태를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태들의 범위는 적어도 6개의 상태들을 포함하고, 적어도 2개의 하위 상태들은 호버 및 접촉에 대응된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태들의 범위는 적어도 256개의 상태들을 포함하고, 적어도 3개의 하위 상태들은 호버, 접촉 및 눌린 상태에 대응된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태들의 범위는 적어도 1024 상태들을 포함한다. 본 개시의 관점에서 당업자에게 명백한 바와 같이, 터치 상태들의 수 및 이러한 상태들과 하위 상태들 사이의 연관성은 설계 선택 사항이며, 키보드 스위치에 대해 원하는 입도를 제공하도록 선택되어야 한다. 또한, 하위 상태들이 다른 하위 상태들과 동일한 입도를 가질 필요는 없다. 예를 들면, 일 실시형태에 있어서, 접촉 상태, 또는 호버 상태와 접촉 상태 사이의 분할에 있어서 보다 우수한 입도를 갖는 것이 바람직할 수 있다(도 4a 및 도 4b와 관련하여 보다 상세하게 후술함). 유사하게, 일 실시형태에 있어서, 호버 상태들 또는 눌린 상태들에 대한 추가 입도를 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0143] 일 실시형태에 있어서, 이들 상태를 사용하여, 키보드 상의 키보드 스위치들(110)은 각각의 키보드 스위치들(110) 상에서 사용자의 손가락(및 잠재적으로 사이)에 대한 세밀한 멀티-레벨 정보를 제공할 수 있다. 예를 들면, 일 실시형태에 있어서, 키 커버(101)가 가압됨에 따라, 키보드는 손가락과 접촉된 키의 표면적의 변화를 감출할 수 있다. 또한, 일 실시형태에 있어서, 키가 가압되면, 키 커버(101)가 전도체에 인접하게 됨으로써, 표면적의 변화적 및 전도체에 대한 정전용량식 객체의 근접성 모두가 정전용량의 변화를 야기할 수 있으며, 이는 키보드 스위치들 상의 사용자의 손가락에 관한 정보를 제공한다.

[0144] 도 2a 및 도 2b는 예시적인 통상 키보드의 일 실시형태에 대한 안테나 층들을 도시한다. 도 2a는 복수의 송신 안테나들(220)의 도전적으로 커플링된 열들(수평적으로 도시됨)의 예시를 도시한다(열 및 행의 지점은 임의적이다). 송신 트레이스(225)는 송신 안테나(220) 그룹과 함께 연결되고 번들(235)에서 함께 번들된 송신 레이어(210)를 따라 추적된다. 도 2b는 도전적으로 커플링된 행들(수직적으로 도시됨) 내로 조직화된 복수의 수신 안테나들(200)의 예시를 도시한다. 수신 트레이스(205) 수신 층(230)를 따라 번들(215)까지 추적된다. 안테나 층들(250 및 260)은 복수의 키 베이스(미도시)를 갖는 키보드(미도시) 내에서 분리되어 적층되며, 각각의 베이스들은 키 커버(미도시)를 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 안테나들(220 및 200)은 각각의 키보드 스위치(미도시)의 송신 안테나(102) 및 수신 안테나(103)를 형성한다(도 1b 참조).

[0145] 일 실시형태에 있어서, 신호 방출기(미도시)는 각각의 송신 트레이스(225)와 도전적으로 커플링되며, 방출기들을 통해 복수의 신호들은 각각의 송신 안테나(220)의 행들을 통해 각각 송신된다. 일 실시형태에 있어서, 복수의 신호들은 다른 복수의 신호들 각각과 직교한다. 일 실시형태에 있어서, 복수의 신호들은 각각의 송신 안테나(102)를 통해 동시에 송신된다.

[0146] 수신기(미도시)는 각각의 수신 트레이스(205)와 도전적으로 커플링된다. 수신기 및/또는 이와 관련된 신호 프로세서(미도시)는 수신 트레이스(205) (즉 수신 안테나(200)로부터 오는)에 존재하는 신호 프레임 및 상기 프레임들로부터 신호들의 프레임들을 수신하여 각각의 송신 안테나(102)를 통해 송신된 복수의 신호들 각각에 대한 값을 결정하도록 적용된다. 일 실시형태에 있어서, 각각의 값은 터치 상태들의 범위 중 하나, 및 모든 값들은 함께 연관시켜 키보드 상태를 생성한다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 내 각각의 키보드 스위치는 터치 상태들의 범위 중 하나와 관련되며, 그 관련성은 키보드 스위치와 관련된 값의 적어도 부분적으로 기초하여 계산된다. 일 실시형태에 있어서, 그 관련성은 그 키보드 스위치와 관련된 값의 적어도 일부 및 적어도 하나의 이웃하는 키보드 스위치와 관련된 값에 기초하여 계산된다.

[0147] 복수의 신호들 각각에 대한 값의 결정은 각각의 송신 안테나(102)를 통해 송신되고, 주파수 분석 기술(예: 푸리에 변환)로 또는 필터 뱅크를 이용하여 뒷받침될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 수신기는 FFT를 통해 처리되는 신호들의 프레임을 수신하고, 따라서 각각 송신된 주파수에 대한 측정값이 결정된다. 일 실시형태에 있어서, FFT는 각각의 프레임에 대한 각각의 송신 주파수의 동상 및 직교 측정치를 제공한다.

[0148] 일 실시형태에 있어서, 송신기들을 통해 전송된 복수의 신호들 중 적어도 하나는 각각의 송신 안테나(102)를 통해 전송되지만, 적어도 하나의 송신 안테나(102)는 복수의 신호들 중 제 1 신호를 동시에 전송한다. 일 실시형태에 있어서, 적어도 2개의 직교 신호들이 각각의 송신 안테나(102)를 통해 동시에 송신되도록 복수의 직교 신호들이 동시에 송신된다. 일 실시형태에 있어서, 단일 송신 안테나를 통해 다수의 신호들의 동시 송신은 감도를 증가시킬 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 주파수-원거리의 직교 신호들은 단일 송신 안테나(102)를 통해 동시에 송신된다.

[0149] 도 3a 내지 도 6으로 돌아와서, 키보드 스위치의 일부 추가 예시적인 실시형태들이 도시된다. 키보드 스위치(110)가 도 1a 내지 도 1d에 도시된 바와 같이, 도 3a 내지 도 6에 도시된 키보드 스위치들은 단독으로, 또는



키패드 또는 키보드의 일부로서 사용될 수 있다. 도 3a 내지 도 6에 개시된 키보드 스위치들이 많은 유형의 키보드들에 사용될 수 있지만, 이들은 통상적이지 않은 키보드의 설계, 예를 들면 "치클릿(chicklet)"(또는 아일랜드 스타일(island style)) 및 멤브레인 키보드들과 같은 더 얇은 키보드들에 특별히 유용하다. 도 3a 내지 도 5에 개시된 키보드 스위치들은 단일 송신 안테나 및 단일 수신 안테나로 도시된다. 본 개시의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고, 이들 키보드 스위치들은 하나 이상의 추가 송신 안테나들 및/또는 하나 이상의 추가 수신 안테나를 구비할 수 있다. 예를 들면, 보다 상세하게 후술되는 바와 같이, 도 6은 2개의 송신 안테나들을 구비한 일 실시형태를 도시한다.

[0150] 도 1a 내지 도 1d에 도시된 키보드 스위치(110)에 대해 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 도 3a 내지 도 5에 개시된 키보드 스위치들은 각각의 송신 안테나를 통해 단일 주파수를 송신한다. 또한, 도 1a 내지 도 1d에 도시된 키보드 스위치에 대해 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 도 3a 내지 도 5에 개시된 키보드 스위치들은 각각의 송신 안테나를 통해 복수의 직교 신호들을 송신한다. 2개의 송신 안테나들을 구비한 도 6에 도시된 키보드 스위치는 이와 유사하게 단일 송신 주파수 또는 다중, 동시 직교 송신 주파수들과 함께 사용될 수 있다.

[0151] 도 3a는 송신 안테나(300) 및 이에 도전적으로 커플링된 송신 트레이스(301)를 포함할뿐만 아니라 수신 안테나(302) 및 이에 도전적으로 커플링된 수신 트레이스(303)를 포함하는 키보드 스위치의 안테나 구성요소들(310)의 예시적인 방향을 도시한다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 여기서 송신 및 수신은 임의적이며, 송신 안테나(300)이 수신에 사용될 수 있는 반면, 수신 안테나(302)는 송신에 사용될 수도 있고; 이러한 임의적인 지정은 단지 설명의 편의를 위한 것이다. 일 실시형태에 있어서, 신호 방출기(미도시)는 송신 트레이스(301)를 통해 송신 안테나(300) 상의 송신을 위한 하나 이상의 신호들을 방출하고, 수신기(미도시)는 수신 트레이스(303)를 통해 수신 안테나(302)에 존재하는 신호 프레임을 수신한다. 신호 프로세서(미도시)는 송신 안테나(300) 상에 송신된 하나 이상의 신호량에 대응되는 값을 결정하기 위해 프레임을 분석한다. 값(또는 값의 변화)은 터치 상태들의 범위 중 하나와 상호관련될 수 있다. 도 3b는 도 3a의 안테나 구성요소들(310)의 예시적인 방향을 이용한 키보드 스위치(311)의 개략도를 도시한다. 키보드 스위치(311)는 안테나 구성요소들(310)을 덮는 키 커버(305)를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 사용자는 키보드의 키로서 키 커버(305)와 상호작용한다. 일 실시형태에 있어서, 키 커버(305)는 안테나 구성요소들(310)로부터 떨어진 홈의 위치를 향해 바이어싱되는 스프링과 같은 바이어싱 수단들(미도시)을 구비한다. 일 실시형태에 있어서, 키 커버(305)는 안테나 구성요소들(310)로부터 떨어진 홈 형상으로 자체적으로 복귀할 수 있는 기억형상(deformable memory) 재질로 이루어진다.

[0152] 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 사용자의 손 또는 손가락, 또는 스타일러스를 포함하는 정전용량식 객체는 안테나들(300 및 302)를 사용하여 형성된 터치 검출기에 의해 검출됨으로써, 터치 상태들의 범위 중 하나는 키보드 스위치(311)와 연관될 수 있다. 또한 상술한 바와 같이, 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치(311)는 키보드에서 사용되는데 적합하다. 일 실시형태에 있어서, 행들 및 열들은 키보드 스위치들의 행렬과 각각 연관된다. 일 실시형태에 있어서, 키의 터치 상태는 안테나들(300 및 302)를 사용하여 형성된 터치 검출기에 의해 검출된 정보 또는 그 정보의 변화에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 스위치의 터치 상태는 다른 인접한 키보드 스위치의 안테나들에 의해 검출된 정보(또는 그 검출된 정보의 변화들)에 적어도 부분적으로 기초하여 결정될 수 있다.

[0153] 도 4a는 송신 안테나(300) 및 이에 도전적으로 커플링된 송신 트레이스(301)뿐만 아니라 수신 안테나(302) 및 이에 도전적으로 커플링된 수신 트레이스(403)를 구비한 키보드 스위치의 안테나 구성요소들(410)의 예시적인 방향을 도시한다. 또한, 도전성 기관(404)도 도시된다. 상술한 바와 같이, 송신 및 수신은 임의적이다. 일 실시형태에 있어서, 신호 방출기(미도시)는 송신 트레이스(301)를 통해 송신 안테나(300) 상의 송신을 위한 하나 이상의 신호들을 방출하고, 수신기(미도시)는 수신 트레이스(303)를 통해 수신 안테나(302)에 존재하는 신호 프레임을 수신한다. 신호 프로세서(미도시)는 송신 안테나(300) 상에 송신된 하나 이상의 신호량에 대응되는 값을 결정하기 위해 프레임을 분석한다. 값(또는 값의 변화)은 터치 상태들의 범위 중 하나와 상호관련될 수 있다.

[0154] 도 4b로 돌아와서, 도 4a의 안테나 구성요소들(410)의 예시적인 방향을 이용한 키보드 스위치(411)의 개략도이다. 키보드 스위치(411)는 안테나 구성요소들(410)을 덮는 키 커버(405)를 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 키 커버(405)는 접촉되지 않는 경우에 홈 위치를 향해 바이어싱되는 바이어싱 수단들(미도시)을 구비한다. 일 실시형태에 있어서, 바이어싱 수단들은 스프링일 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 바이어싱 수단들은 가요성, 변형 가능한 키 커버를 포함할 수 있다. 도전성 기관(404)은 키 커버(405) 하측에 배치된다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 키 커버(405)의 상면 중 적어도 일부와 일치하여 이동하도록 적용된다. 일 실시형태에 있어

서, 도전성 기관(404)은 이와 접촉하게 되는 정전용량식 객체의 전전용량 효과를 확대시키도록 작용할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 호버의 터치 상태와 접촉의 터치 상태 사이의 변화(transition)에서 터치 검출기로부터 더 측정가능한 응답을 야기한다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 정전용량식 객체가 키 커버(405)와 접촉하는 경우 터치 상태들의 측정가능한 범위를 향상시켜, 터치 센서 내 측정가능한 상태들의 입도를 개선하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 고체인 도전성 재료이다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 도전성의 메쉬 재료이다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)의 도전성 성질은 키 커버(405)의 도전성 성질과 구별된다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 글루잉 프로세스를 이용하여 키 커버(405)에 부착된다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404)은 도전성 기관(404)의 도전성 부분이 키 커버(405)를 통해 돌출되어 정전용량식 객체에 의해 직접 접촉될 수 있도록 키 커버(405)에 부착된다. 일 실시형태에 있어서, 정전식 기관(404) 및 키 커버(405)는 동일한 재료로 형성되며, 도전성 기관(404)은 키 커버(405)의 상부보다 더 큰 두께를 갖는다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 기관(404) 및 키 커버(405)는 단일의 객체로서 몰딩된다. 키보드 스위치(411)는 키보드 스위치(311)와 동일한 방식으로 사용될 수 있지만, 정전용량식 기관(404)을 추가함으로써 접촉의 검출을 향상시킬 수 있으며 접촉 터치 상태들 중 더 우수한 측정가능한 입도를 제공할 수 있다.

[0155] 도 5로 돌아와서, 키보드 스위치(511)의 다른 실시형태가 개략적인 단면도로 도시된다. 키보드 스위치(511)는 송신 안테나(400), 송신 트레이스(301), 수신 안테나(302), 수신 트레이스(303) 이외에도 키 커버(405) 및 도전성 기관(404)을 포함하는 키보드 스위치(411)를 갖는 다수의 공통 구성요소들(도 4b)을 포함한다. 키보드 스위치(511)는 신호 방출기(미도시) 및 수신기(미도시)를 사용하여 키보드 스위치(411)와 유사하게 작동될 수도 있다. 키보드 스위치(511)는 도전성 기관(404)과 송신 안테나(300) 사이에 도전성 커플링(506)을 더 포함한다. 일 실시형태에 있어서, 도전성 커플링은 홈 위치로 키 커버(405)를 가압하는 스프링(예: 코일 스프링 또는 리프 스프링)과 같은 바이어싱 수단들을 형성할 수 있다. 도전성 기관(404)과 송신 안테나(300) 사이의 도전성 커플링(506)은 도전성 기관(404)이 송신 신호들의 송신을 위한 추가 안테나로서 작동하게 한다. 일 실시형태에 있어서, 송신 안테나(300), 도전성 기관(404) 및 도전성 커플링(506)은 함께 송신 신호들을 송신하는데(또는, 수신기에 부착된 경우 신호들을 수신하는데) 사용될 수 있는, 단일, 이동가능한 안테나를 형성한다.

[0156] 도 6은 2개의 송신 안테나들(또는, 2개의 수신 안테나들)을 갖는 또 다른 키보드 스위치(611)의 일 실시형태에 대한 개략적인 단면도를 도시한다. 키보드 스위치(611)는 송신 안테나(300), 송신 트레이스(301), 수신 안테나(302), 수신 트레이스(303) 이외에도 키 커버(405) 및 도전성 기관(404)을 포함하는 키보드 스위치(411)(도 4b)를 갖는 공통 구성요소들 포함한다. 이의 공통 구성요소들의 확장을 위해, 키보드 스위치(611)는 신호 방출기(미도시) 및 수신기(미도시)를 사용하는 키보드 스위치(411)와 유사하게 작동된다. 키보드 스위치(611)는 도전성 기관(404)과 도전적으로 커플링된 도전성 리드(conductive lead)(606)를 더 포함한다. 추가 신호 방출기(미도시)는 도전성 리드(606)와 도전적으로 커플링된다. 추가 신호 방출기는 도전성 기관(404)에 송신을 위한 하나 이상의 신호들을 방출한다. 일 실시형태에 있어서, 하나 이상의 추가 신호들은 송신 안테나(300)에 송신된 하나 이상의 신호들과 직교한다. 또한, 신호 프로세서(미도시)는 도전성 기관(404)에 송신된 하나 이상의 추가 신호량에 대응되는 추가 값을 결정하기 위해 수신기로부터 수신된 신호들의 프레임 분석한다. 일 실시형태에 있어서, 추가 값(또는 추가 값의 변화)은 터치 상태들의 범위 중 하나와 상호관련된다. 일 실시형태에 있어서, 값(하나 이상의 신호들과 대응되는) 및 추가 값(하나 이상의 추가 신호들에 대응되는)은 키보드 스위치와 관련된 터치 상태를 식별하기 위한 기준으로서 모두 사용된다. 다른 실시형태에 있어서, 이웃하거나 인접한 키들로부터의 값들(및 추가 값들)은 키보드 스위치와 관련된 터치 상태를 식별하기 위한 기준의 적어도 일부로서 추가적으로 사용될 수 있다. 본 개시의 사상 및 범위에서 벗어나지 않고, 2개의 송신 안테나들과 하나의 수신 안테나를 갖는 대신에, 키보드 스위치(611)는 2개의 수신 안테나들과 하나의 송신 안테나를 가질 수 있다.

[0157] 일 실시형태에 있어서, 키보드 내 다양한 키보드 스위치들에 의해 제공된 터치 상태의 범위는 정전용량식 객체와 키보드에 대한 그 위치 및 방향을 모델링하는데 사용될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 이러한 모델링은 VR/AR 설정에서 정전용량식 객체의 시각적 3D 모델링을 포함하여 시각적 피드백을 제공하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, VR/AR 설정에서 2D 및 3D의 "홀로그램의" 시각적 피드백의 오버레이는 키보드 스위치들을 검출하는 터치로 구성된 실제 키보드 위의 또는 인접한 사용자의 손가락, 손, 손목 및 팔뚝의 실제 위치들을 기반으로 할 수 있다. 또한, 키보드는 키보드에 대한 정전용량식 객체들의 위치를 정밀하게 측정할 수 있기 때문에, 터치에 대한 측정값들은 손과 팔뚝이 손가락과 관련하여 움직일 수 있는 한정된 수의 방식들이 존재하므로(예: 한정된 범위 및 자유도), 손가락, 손 및 손목 및/또는 팔뚝을 포함하는 가능한 다른 부분들의 위치 및 방향을 재생성하는데 사용될 수 있다.

- [0158] 도 7 및 도 8로 돌아와서, 도 7 및 도 8은 본 개시에 따른 감지 키보드의 묘사를 나타낸 컴퓨터-생성 터치 상태 정보의 예시적인 실례를 도시한다. 도 7 및 도 8의 삽입도(700 및 800)는 예시적인 실제 키보드(702 및 802)에 대한 손들(701 및 702)의 위치를 도시한다. 키보드의 도시 상의 높이부 및 컬러부(703)는 모두 터치 상태를 설명하기 위한 목적으로 사용된다. 도시된 높이부들 및 컬러부들은 단지 예시적이다. 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 본 명세서에 개시된 실제 키보드(702 및 802)의 일 실시형태는 도시된 바와 같이 호버, 키 접촉 및 키 눌림의 시각적 표시(704 및 804)를 제공할 수 있는 각각의 키보드 스위치의 터치 상태에 관한 정보를 제공하는데 사용될 수 있다. 구체적으로, 도 7은 키보드에 인접하게 위치한 사용자의 손(701)과 함께 본 개시를 따른 예시적인 키보드(702) 및 이에 겹쳐진 컴퓨터-생성 히트맵(703)을 갖는 키보드(705)를 도시한다. 컴퓨터-생성 히트맵(703)은 다양한 키보드 스위치들의 터치 상태들과 대응되고, 예시적인 키보드(702)로의 사용자의 손의 위치 및 인접성에 대응되도록 의도된다. 도 8은 도 7에서부터 재배치된 사용자의 손과 다른 예시적인 키보드(802) 및 이에 겹쳐진 컴퓨터-생성 히트맵(803)을 갖는 키보드(805)를 도시한다.
- [0159] 일 실시형태에 있어서, 호버, 접촉 및 압력 정보의 재구성은 3D 모델로 표시되도록 구성될 수 있으며, VR/AR 시점에서 키보드에 대하여 사용자가 사용자의 손가락 및 잠재적으로 손, 손목 및/또는 팔뚝을 볼 수 있게 한다. 일 실시형태에 있어서, 호버에 대응되는 터치 상태들의 범위는 키보드 스위치들의 표면으로부터 적어도 5mm 연장되어 있다. 일 실시형태에 있어서, 호버에 대응되는 터치 상태들의 범위는 키보드 스위치들의 표면으로부터 적어도 10mm 연장되어 있다. 일 실시형태에 있어서, 호버에 대응되는 터치 상태들의 범위는 키보드 스위치들의 표면으로부터 실질적으로 10mm 이상 연장되어 있다.
- [0160] 일 실시형태에 있어서, 온 더 플라이 조정(on-the-fly tuning)은 접촉-감지 키보드를 유지하면서 연장된 호버를 허용하도록 행해질 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 서로 다른 직교 신호들은 비호버 상태 및 접촉 상태들의 범위에 사용되는 신호들로부터의 호버 상태에서 사용되거나; 근거리 호버 상태 대 원거리 호버 상태에서 사용된다. 일 실시형태에 있어서, 다른 물리적 안테나들은 비호버 상태 및 접촉 상태들의 범위에 사용되는 안테나들로부터의 호버 상태에서 또는 원거리 호버 상태 대 근거리 호버 상태에서 신호들을 송신 및 수신하는데 사용된다.
- [0161] "Transmitting and Receiving System and Method for Bidirectional Orthogonal Signaling Sensors"의 발명의 명칭으로 2016년 5월 23일자로 출원된 미국 특허출원 제15/162,240호의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함되며, 고속 멀티-터치 센서에서의 사용자, 손 및 객체의 식별을 제공한다. 일 실시형태에 있어서, 양방향의 직교 시그널링은 그 용도에 설명된 바와 같은 이점들을 제공하기 위해 터치 감지 키보드와 관련하여 사용된다. 양방향의 직교 시그널링이 사용되어, 각각의 안테나들은 수신 안테나들 및 송신 안테나들 모두로서 사용될 수 있다.
- [0162] "Orthogonal Signaling Touch User, Hand and Object Discrimination Systems and Methods"의 발명의 명칭으로 2014년 8월 22일자로 출원된 미국 특허출원 제14/466,624호의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다. 일 실시형태에 있어서, 본 명세서에 개시된 키보드 또는 키보드 스위치는 다수의 사용자들의 손과 손가락 사이, 동일한 사용자의 다른 손들, 동일한 사용자의 손가락과 손 및 객체를 식별할 수 있다.
- [0163] 도 9는 사용자의 VR/AR 시점을 부분적으로 나타내고 특징을 갖는 키보드의 실제 시점을 부분적으로 나타내는 혼성도를 도시한다. 일 실시형태에 있어서, 키보드 상의 각각의 상호적인 키는 독립적이고, 상호적인 터치 디스플레이가 될 수 있다. 키보드가 소프트웨어로 규정된 업무 또는 관련된 업무에 더 유연하게 적용되게 하고, 키보드를 사용하는 사용자에게 다이내믹한 시각적 피드백을 제공한다. 일 실시형태에 있어서, 3D 모델링은 사용자에게 VR/AR 설정에서 사용자의 손가락, 손, 손목, 팔뚝 및 심지어 키보드의 형상(view)을 제공하는 개시된 터치 감지 키보드로부터의 터치 상태 정보를 사용하여 활용될 수 있다.
- [0164] "Systems and Methods for Providing Response to User Input Using Information about State Changes and Predicting Future User Input"의 발명의 명칭으로 2014년 9월 18일자로 출원된 미국 특허출원 제14/490,363호의 전체 개시 내용은 본 명세서에 참조로서 포함된다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태 정보는 사용자의 동작들에 대한 예측과 관련하여 사용될 수 있으며, 이러한 예측들은 레이턴시를 완화시키거나 제거하는데 사용될 수 있다.
- [0165] 도 10은 사용자의 VR/AR 시점을 부분적으로 나타내고 특징을 갖는 키보드의 실제 시점을 부분적으로 나타내는 혼성도를 도시한다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 빈약한 특징을 갖는 키보드라는 용어는 일반적으로 고정된 키-공간을 갖는 특정 물리적인 키들이 없는 표면을 포함한다. 예를 들면, iPad 또는 휴대폰의 키보드는 빈약한 특징을 갖는 키보드로 간주될 수 있다. 그러나, 빈약한 특징을 갖는 키보드라는 용어는 일부 물리적인 특징들을



포함하는 키보드들을 포함할 수도 있으며, 키들 또는 키보드의 다른 특징부들을 나타내기 위해 햅틱(haptic) 피드백을 포함할 수 있다. 이러한 햅틱은 기계 부품들의 움직임, 로봇 그래픽, 정전식 피드백 및/또는 전기충격 피드백을 포함하되 한정되지 않을 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 빈약한 특징 및/또는 햅틱 키보드는 독립적인 상호적인 터치 디스플레이가 될 수 있다. VR/AR 설정에서, 당업계에 공지되어 있는 기술들을 통해, 빈약한 특징을 갖는 햅틱 키보드는 사실상 키들을 갖는 것으로 보일 수 있으며, 이러한 설정 내에서 키보드를 사용하는 동안 사용자에게 동적인 물리적 피드백을 제공할 수 있다. VR/AR 설정에서, 당업계에 공지되어 있는 기술들을 통해, 빈약한 특징 및/또는 햅틱 키보드는 시각적으로 키들 및/또는 라벨들을 가진 것처럼 보일 수 있으며, 이러한 설정 내에서 키보드를 사용하는 동안 사용자에게 동적인 물리적 피드백을 제공할 수 있다. 따라서, 사용자가 실제 설정에서 제한된 특징을 갖거나 특징이 전혀 보이지 않더라도, 키 외곽선들 및 라벨들이 VR/AR 설정에서 추가될 수 있다.

[0166] 도 11 및 도 12a 내지 도 12c는 본 명세서에 개시된 방법들 및 장치들과 함께 사용될 수 있는 일부 실시형태들을 도시한다. 도 11은 실제 설정에서 물리적인 특징부들(1101)을 갖는 키보드(1100)의 예시적인 실시형태를 도시한다. 일 실시형태에 있어서, 상술한 바와 같이, 키보드는 VR/AR 설정에서 사용되는 빈약한 특징 및/또는 햅틱 키보드일 수 있다. 도 12a는 사용되고 있는 특징을 갖는 키보드(1200)의 터치 센서 범위(1201)의 예시를 나타낸다. 센서 범위(1201)가 도시되어 있지만, 이러한 도시는 설명을 위한 목적일 뿐이다. 일 실시형태에 있어서, 키보드(1200)는 VR/AR 설정에서 사용되는 빈약한 특징 및/또는 햅틱 키보드일 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 터치 센서의 센서 범위(1201)는 키보드(1200) 상의 키보드 스위치들의 터치 감도에 대응된다. 도 12b는 사용자의 손가락 및 손의 터치 센서 범위 내 정보의 히트맵(1203)과 사용자의 손목(1204)의 히트맵(1203)으로부터의 외삽법의 예시를 도시한다.

[0167] 도 12c는 동일한 사용자의 손가락, 손 및 손목의 VR/AR 세계관의 일 실시형태 및 VR/AR 설정에서 키보드와 관련하여 사용되기 위해 재구성될 수 있는 시각적 컨텍스트를 도시한다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태 정보는 저지연으로 3차원 갖는 VR/AR 설정에서 사용자의 손가락, 손 및 손목을 재구성하는데 사용될 수 있다. 저지연은 VR/AR 시스템이 3D 햅틱을 제공할 수 있게 하여, VR/AR 키보드의 소프트웨어로 규정된 버튼 및 제어를 반영하는 실제의 키보드 상에 물리적 버튼들과 컨트롤러들을 사용자에게 제공한다. 예를 들면, 일 실시형태에 있어서, 3D 햅틱은 소정의 VR/AR 어플리케이션의 VR/AR 디지털 컨트롤들과 일치시키도록 이들의 물리적 컨트롤들을 유연하게 변형시킬 수 있는 물리적 입력 표면을 생성할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 햅틱은 VR/AR 어플리케이션의 VR/AR 디지털 컨트롤들과 일치시키도록 사용자가 물리적 입력 표면들을 감지할 수 있게 한다. 일 실시형태에 있어서, 이들의 의도된 용도에 적합할 수 있고 VR/AR 설정에서 이들의 디지털 등가물들을 반영하는 물리적 또는 햅틱 인터페이스들이 제공된다.

[0168] 접촉이 요구되지 않기 때문에, 일 실시형태에 있어서, 터치 상태 정보는 동작 해석 알고리즘에 대한 입력으로서 사용될 수 있다. 따라서, 키보드 상의 일정 거리에 있는 위치는 사용자가 제스처를 할 수 있는 영역으로 변경될 수 있다. 이러한 영역은 모달(modal)일 수 있으며, 제스처, 접촉 또는 키 눌림, 또는 이들의 조합에 의해 자체적으로 활성화될 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 손은 컴퓨터의 마우스로서 사용될 수 있으며, 키보드와 인접한 상태에서 손을 떼지 않고 익숙한 움직임들을 만들 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 손을 마우스 형상으로 "커핑"함으로써, 그 손으로부터의 추가 제스처들은, 예를 들면 마우스 버튼 클릭, 마우스 휠 회전 및 마우스 이동을 포함한 마우스 제스처로서 자동으로 해석될 것이다. 일 실시형태에 있어서, 공중에서의 태핑(tapping) 동작은 제스처로서 해석될 수 있으며 시스템 응답을 야기할 수 있다. 일 실시형태에 있어서, 키의 표면 또는 키들의 서브세트는 사용자가 자신의 손가락 또는 손으로 스치거나 일부 다른 유형의 제스처를 하는 경우에 트랙 패드로서 작용할 수 있다.

[0169] 본 명세서에 나타난 신규한 키보드 스위치들과 키보드에 의해 제공되는 터치 상태 정보는 어플리케이션과 동작 시스템 소프트웨어가 물리적 키(또는 VR/AR 키) 상에 놓이거나 호버링되는 정보를 식별할 수 있게 한다. 도 13으로 돌아와서, 툴팁의 예시적인 구현예가 도시된다. 도 13은 사용자가 키들과 접촉하기 전에 키보드는 키들 상에 놓이거나 호버링되는 사용자를 감지 또는 사용자의 다음 키 누름을 예측할 수 있기 때문에, 예를 들면 소정의 어플리케이션 또는 작동 시스템에 대한 단축키를 보조하기 위해, 사용자에게 유동적인(floating) 툴팁을 제공하는 키보드의 실제 시점과 사용자의 시점의 예시적인 혼성도를 제공한다. 일 실시형태에 있어서, 터치 상태 정보는 툴팁 또는 다른 피드백이 바람직한 특정 위치 또는 위치들의 조합을 결정하는데 사용되며, 이러한 툴팁 또는 다른 피드백은 VR/AR 표시로 나타낼 수 있다. 유사하게, 추가 표시 공간은 벌룬(balloon) 형태인 것이 바람직할 수 있고, 예를 들면 사용자가 키보드 스위치(또는 이들의 조합) 상에 호버링되거나 접촉하는 경우에 벌룬은 "다음" 키가 눌러지면 "다음 곡"이 재생될 수 있는 등을 표시할 수 있다. 일 예시적인 실시형태에 있어

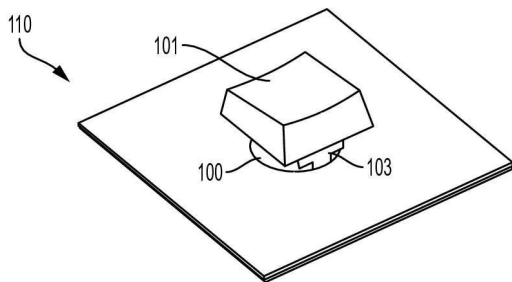
서, 개시된 키보드는 물리적 입력 표면에 매핑되는 VR/AR 사용자 인터페이스를 가능하게 하고, 키보드를 포함하지만 한정되지 않는다. 그와 같이 하면, 실제 키보드 상의 각각의 키가 VR/AR 설정에서 시각적 화면이 될 수 있으므로 키보드 상의 각각의 키는 멀티-터치, 제스처 디스플레이가 될 수 있다. 예를 들면, VR/AR 사용자 인터페이스 요소들은 대화식 2D 아이콘, 이미지 및 텍스트(예: 현재의 볼륨 정도를 나타내는 볼륨 버튼 컨트롤)와, 심지어 3D 아이콘, 이미지 및 텍스트(예: 사용자가 관련된 물리적 키 상에 사용자의 손가락을 올려 놓았을 때 나타나는 재생 버튼은 z-축을 따라 3D 툴팁을 생성하여 사용자에게 어떠한 앨범이 앨범 아트 이미지 표시를 통해 재생될 지를 보여줌)와 같은 실제 키보드 입력 컨트롤에 매핑될 수 있다.

[0170] 본 시스템은 주파수 분할 변조 터치 시스템에서 호버, 접촉 및 압력을 감지하는 키보드에 대한 장치들과 관련하여 상술된다. 각각의 동작도는 아날로그 또는 디지털 하드웨어 및 컴퓨터 프로그램 명령에 의해 구현될 수 있음을 알 수 있다. 컴퓨터 프로그램 명령은 범용 컴퓨터, 특수 목적 컴퓨터, ASIC 또는 다른 프로그래밍 가능한 데이터 처리 장치의 프로세서에 제공될 수 있어, 컴퓨터 또는 다른 프로그래밍 가능한 데이터 처리 장치를 통해 실행되는 명령은 특정 기능들/행동들을 구현한다. 상술한 바에 의해 명백히 한정되는 경우를 제외하고, 일부 다른 구현예들에 있어서 기능들/행동들은 동작도에 기재된 순서를 벗어나 발생할 수 있다.

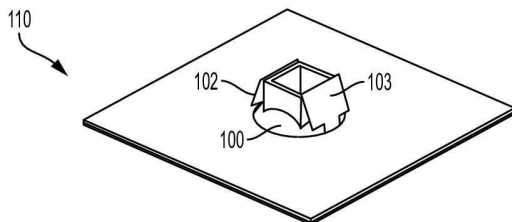
[0171] 본 발명은 그 바람직한 실시형태에 관하여 구체적으로 도시되고 기재되었지만, 당업자는 본 발명의 사상 및 범위에서 벗어나지 않는 범위에서 형태 및 세부사항들에 있어서 다양한 변화가 이루어질 수 있음을 이해할 것이다.

## 도면

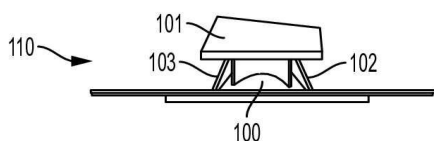
도면1a



도면1b

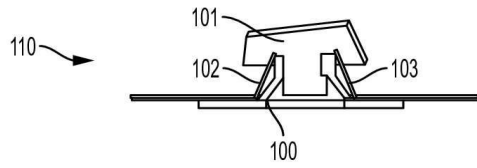


도면1c

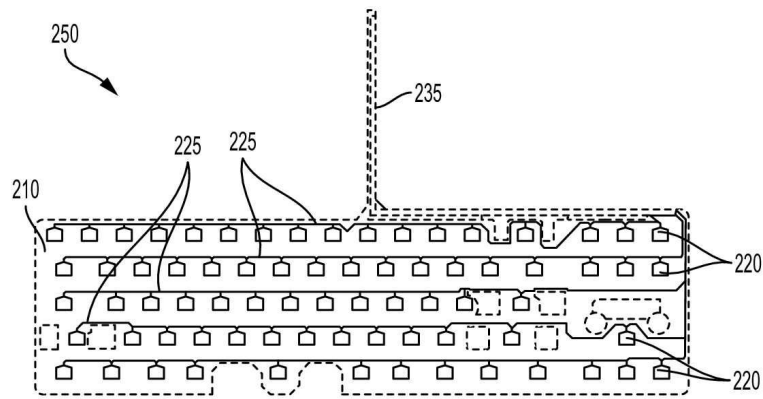




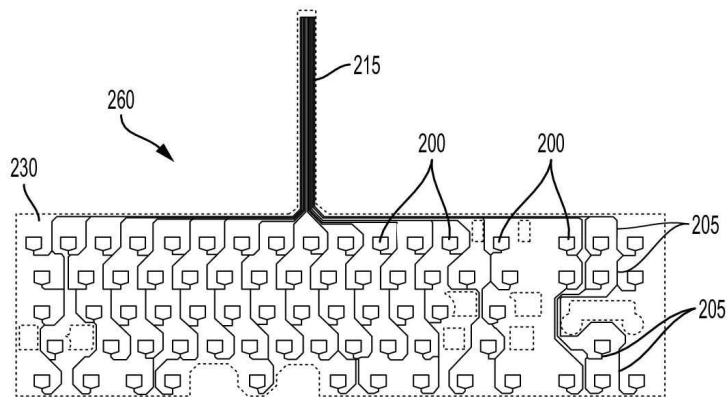
도면1d



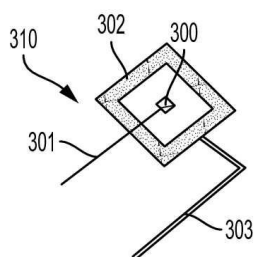
도면2a



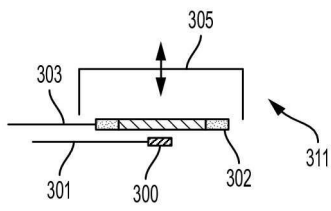
도면2b



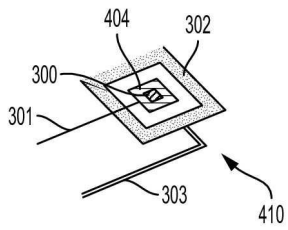
도면3a



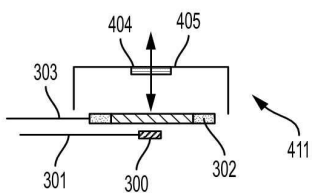
도면3b



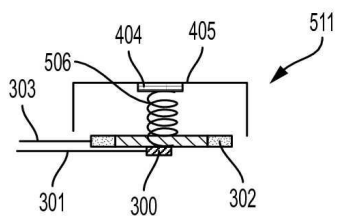
도면4a



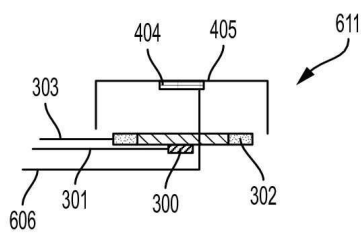
도면4b



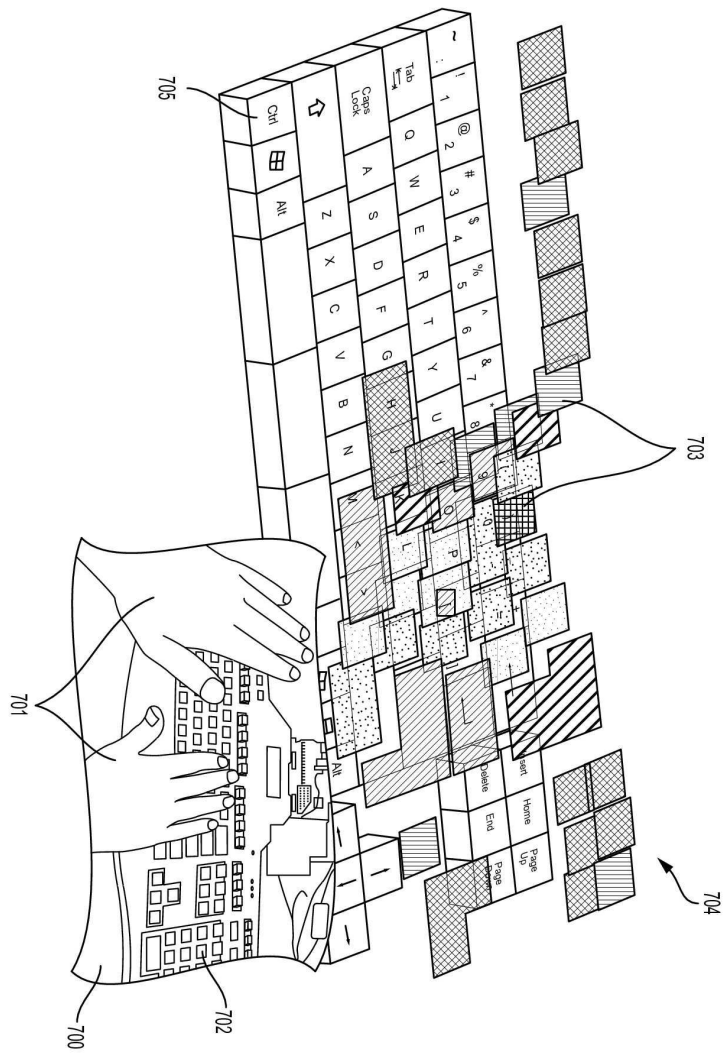
도면5



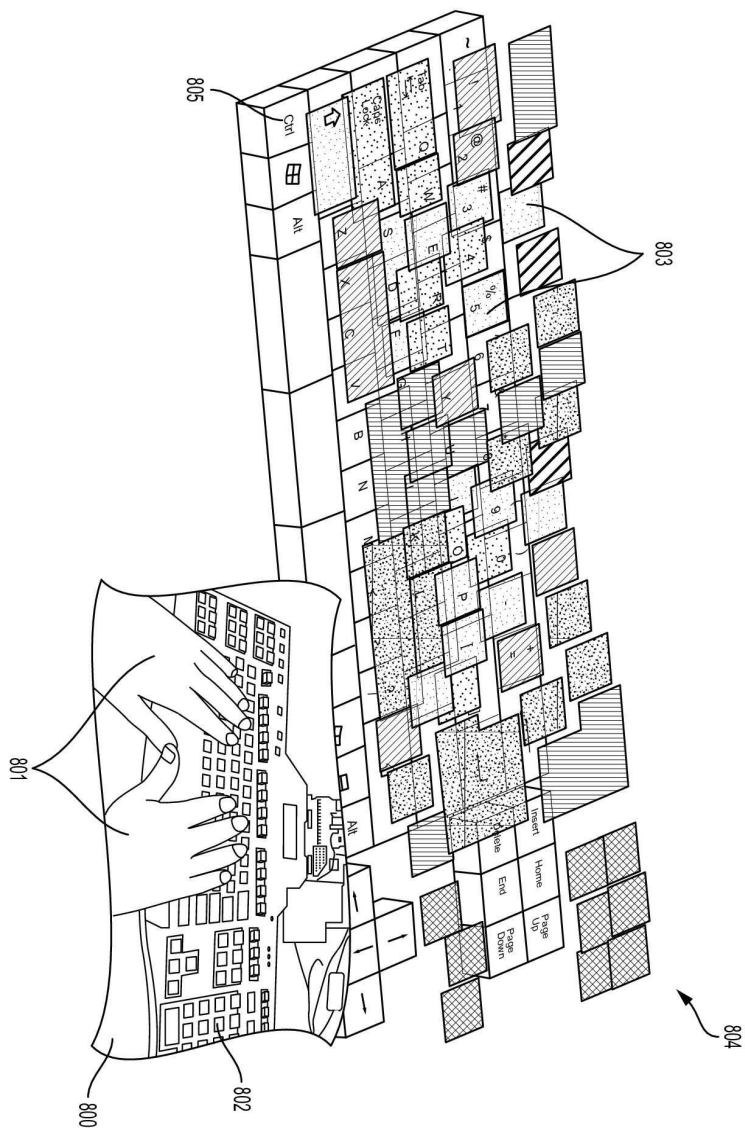
도면6



도면7



도면8



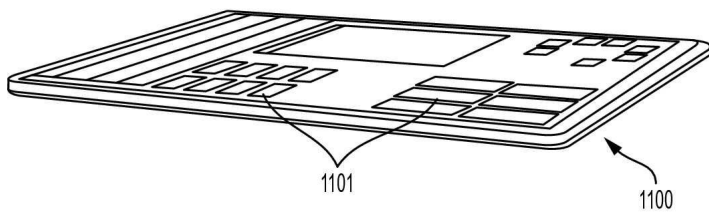
도면9



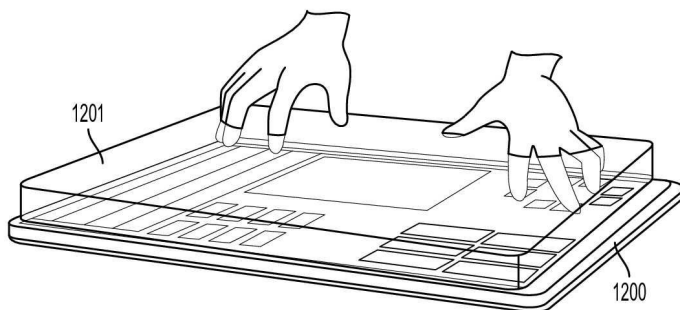
도면10



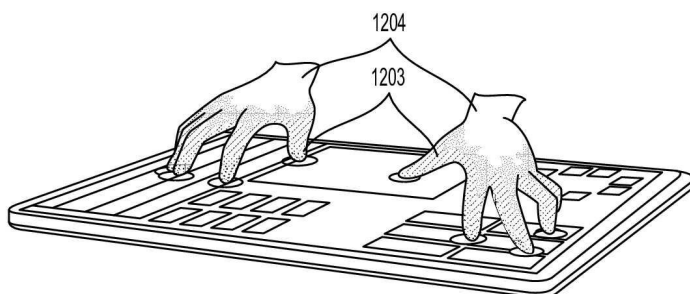
도면11



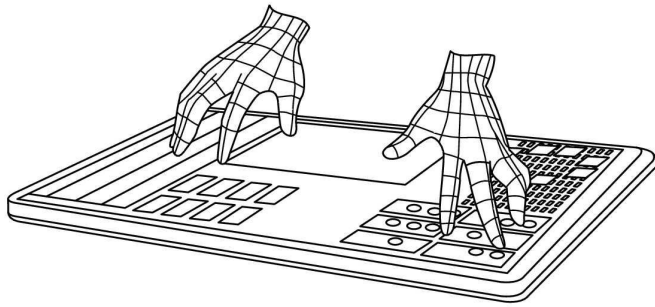
도면12a



도면12b



도면12c



도면13

