(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년05월14일
(11) 등록번호 10-2806859
(24) 등록일자 2025년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/044 (2006.01) *G06F 3/041* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/044 (2021.08)
G06F 3/0416 (2021.08)
(21) 출원번호 10-2018-7009026
(22) 출원일자(국제) 2017년01월23일
심사청구일자 2022년01월04일
(85) 번역문제출일자 2018년03월29일
(65) 공개번호 10-2018-0104590
(43) 공개일자 2018년09월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2017/014497
(87) 국제공개번호 WO 2017/127783
국제공개일자 2017년07월27일
(30) 우선권주장
62/281,573 2016년01월21일 미국(US)
15/411,621 2017년01월20일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20130262004 A1
US20120049868 A1
KR1020110030559 A

(73) 특허권자
마이크로칩 테크날러지 인코포레이티드
미국 애리조나 85224 챈들러 웨스트 챈들러 블러바드 2355
(72) 발명자
샤르마, 아트마
미국, 아리조나 85226, 챈들러, 웨스트 보스톤 스트리트, 4611
(74) 대리인
특허법인세신

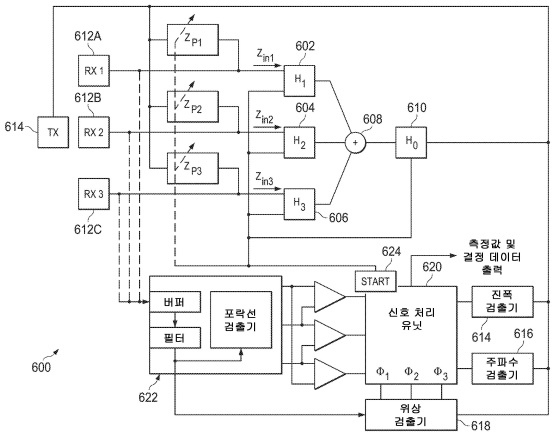
전체 청구항 수 : 총 14 항 심사관 : 반성원

(54) 발명의 명칭 **전극들 사이의 로컬 공간에서의 임피던스 변화 감지**

(57) 요 약

센서 시스템의 수신기 스테이지는 수신기 전극과 루프 필터를 포함한다. 루프 필터는 전기 발진을 활성화시켜 수신기 스테이지를 활성화시키고, 상기 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때 수신기 스테이지의 활성에 따라 커패시턴스 측정값을 발행하도록 구성된다. 커패시턴스 측정값은 비활성 송신기 전극에 대한 커패시턴스를 포함한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

전송 기능 회로의 출력부에 결합된 송신기 전극 및 상기 전송 기능 회로의 입력부에 결합된 출력부를 갖는 수신기 스테이지를 포함하는 용량성 센서 디바이스로서:

상기 수신기 스테이지는:

수신기 전극; 및

루프 필터를 포함하고,

상기 루프 필터는 상기 송신기 전극, 상기 전송 기능 회로, 및 상기 수신기 스테이지에 의해 형성된 피드백 회로의 전기적 발진의 활성화시에 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극 사이의 커패시턴스의 측정값을 발송(issue)하도록 구성되고,

상기 전기적 발진은, 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극 사이의 용량성 결합(a capacitive coupling)에 종속되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 루프 필터와 상기 용량성 결합은, 오브젝트가 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극에 대해 미리정의된 접근 상태에 있을 때, 상기 전기적 발진을 통해 상기 수신기 스테이지를 활성화하도록 구성되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 루프 필터와 상기 용량성 결합은, 상기 용량성 결합이 임계값에 도달하거나 초과할 때, 상기 전기적 발진을 통해 상기 수신기 스테이지를 활성화하도록 구성되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 루프 필터는, 상기 용량성 결합이 임계값에 도달하거나 상기 임계값의 아래로 떨어질 때, 상기 전기적 발진을 통해 상기 수신기 스테이지를 활성화하도록 구성되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 커패시턴스는 오브젝트의 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극에의 접근 상태에 따라 변화하는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 수신기 스테이지는 상기 수신기 전극과 상기 루프 필터 사이에 결합된 연산 증폭기를 포함하는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 루프 필터는,

상기 연산 증폭기의 출력부와 상기 수신기 스테이지의 출력부 사이에 직렬로 결합된 제1 커패시터와 제2 커패시터, 그리고

상기 제1 커패시터와 상기 제2 커패시터 사이의 노드와 그라운드 사이에 결합된 레지스터를 포함하는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 노드와 상기 제2 커패시터 사이에 결합된 버퍼를 더 포함하는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 10

전송 기능 회로의 출력부에 결합된 송신기 전극 및 상기 전송 기능 회로의 입력부에 결합된 출력부를 갖는 복수의 수신기 스테이지들을 포함하는 용량성 센서 디바이스로서:

상기 복수의 수신기 스테이지들의 각각은:

수신기 전극; 및

루프 필터를 포함하고,

상기 루프 필터는 상기 송신기 전극, 상기 전송 기능 회로, 및 상기 수신기 스테이지에 의해 형성된 피드백 회로의 전기적 발진의 활성화시에 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극 사이의 커패시턴스의 측정값을 발송(issue)하도록 구성되고,

상기 전기적 발진은, 상기 송신기 전극과 상기 수신기 전극 사이의 용량성 결합(a capacitive coupling)에 종속되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 복수의 수신기 전극들 중 제1 수신기 전극은, 상기 복수의 수신기 전극들 중 나머지 전극들(612B, 612C; 1106, 1108)보다 상기 송신기 전극에 더 가까이 배치되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 송신기 전극과 상기 복수의 수신기 전극들은 디스플레이 스크린의 주변에 배치되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 복수의 수신기 스테이지들의 각각은 주파수 변동들 또는 진폭 변동들 또는 위상 변화들을 측정하도록 구성되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 14

제10항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 디바이스는, 3가지 동작 모드들 중 하나의 동작 모드로 동작하도록 구성되되,

제1 동작 모드는 자체-지속되는 발진을 제공하고,

제2 동작 모드는 상기 전기적 발진이 포화(saturation) 상태로 구동되는 포화 모드이고, 그리고

제3 동작 모드는, 시동 및 타이밍 회로로부터의 펄스들을 상기 피드백 회로에 공급함으로써 감쇠하는 정현파의 일시적인 버스트가 생성되는 감쇠 버스트 모드인, 용량성 센서 디바이스.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 3가지 동작 모드들의 전부에서, 상기 디바이스는, 감지 공간에서의 임피던스 변화들에 대한 다차원 정보를 결정하기 위해, 상대 진폭 측정, 상대 주파수 측정, 및 상대 위상 측정 중 2이상을 수행하도록 구성되는, 용량성 센서 디바이스.

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은, 2016년 1월 21일에 동일 출원인에 의해 출원된 미국 가출원 제62/281,573호의 우선이익을 주장하며, 상기 가출원은 모든 목적을 위해 본 출원에 참조함으로써 통합된다.

[0002] 본 개시는 근접 및 터치 감지에 관한 것으로, 특히, 전극들 사이의 로컬 공간에서의 임피던스 변화를 감지하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 매우 다양한 터치, 근접 및 제스처 검출 디바이스들이 오늘날 이용가능하다. 예를 들어, 터치, 캡(cap)-터치, GestIC® 2D 및 GestIC® 3D 기술이 본 출원의 출원인으로부터 입수가능하다. 이들은 용량성 전압 분배(CVD) 또는 충전 시간 측정 기술의 원리에 따라 기능한다. 이들은 또한 RC 발진기들을 사용하여 개발된 역사가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 센서 시스템의 수신기 스테이지는 수신기 전극과 루프 필터를 포함한다. 루프 필터는 전기 발진을 활성화시켜 수신기 스테이지를 활성화시키고, 상기 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때 수신기 스테이지의 활성에 따라 커패시턴스 측정값을 발행하도록 구성된다. 커패시턴스 측정값은 비활성 송신기 전극에 대한 커패시턴스를 포함한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 개시의 실시예들은 수신기 전극과 루프 필터를 포함하는 수신기 스테이지를 포함한다. 루프 필터는 전기적 발진의 활성화에 따라 커패시턴스 측정값을 발행하도록 구성될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 커패시턴스 측정값은 비활성 송신기 전극과 활성화 수신기 전극에 대한 커패시턴스를 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 전기적 발진을 통해 수신기 스테이지를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때, 전기적 발진을 통해 수신기 스테이지를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때, 비활성 수신기 회로를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 커패시턴스 측정값이 오브젝트에 의한 근접 또는 터치를 표시하는 임계값까지 하강할 때, 수신기 스테이지를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 커패시턴스 측정값이 오브젝트에 의한 근접 또는 터치를 표시하는 임계값까지 상승할 때, 수신기 스테이지를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 루프 필터는 상기 수신기 스테이지를 연결하는 피드백 제어 루프의 루프 이득이 대략 1 이상일 때, 상기 수신기 스테이지를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 루프 필터는 수신기 스테이지를 연결하는 피드백 제어 루프의 이득이 1 미만일 때, 커패시턴스 측정값의 발행을 연기하도록 추가로 구성된다.

[0006] 본 개시의 실시예들은 상기 수신기 스테이지들 중 임의의 것을 포함하는 센서 시스템들을 포함할 수 있다.

[0007] 본 개시의 실시예들은, 수신기 전극을 포함하는 수신기 회로, 송신기 전극을 포함하는 송신기 회로, 및 루프 필터를 포함하는 제어 회로를 포함하는 센서 시스템을 포함할 수 있다. 센서 시스템은 수신기 회로의 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여 구현될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 수신기 회로는 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때, 발진하도록 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 커패시턴스 측정값은 수신기 전극과 송신기 전극 사이의 커패시턴스를 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 커패시턴스 측정은 송신기 전극이 비활성인 동안에 수행된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 수신기 회로가 발진할 때, 송신기 회로를 활성화하도록 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 송신기 전극이 발진하지 않을 때, 송신기 전극은 비활성화된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 발진과(through) 거의 동시에 송신기를 활성화하도록 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 커패시턴스 측정값이 수신 전극에 대한 오브젝트의 근접 또는 터치를 표시하는 임계값까지 하강할 때, 송신기 회로를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 커패시턴스 측정값이 수신 전극에 대한 오브젝트의 근접 또는 터치를 표시하는 임계값까지 상승할 때, 송신기 회로를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 수신기 회로를 연결하는 피드백 루프의 루프 이득이 대략 1일 때, 송신기 회로를 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제어 회로는 수신기 회로를 연결하는 피드백 루프의 루프 이득이 1 미만일 때, 송신기 회로의 활성화를 연기하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 피드백 루프는 활성(active) 동작 중에 거의 동시에 발진하는 수신기 회로와 송신기 회로를 포함할 수 있다.

[0008] 본 개시의 실시예들은 관찰 영역내의 오브젝트를 공간적으로 검출하기 위한 전극 어레이를 포함하는 시스템을 포함한다. 전극 어레이는 제1 수신 전극에 가깝게 근접한 송신 전극과 송신 전극으로부터 이격된 적어도 하나의 추가 수신 전극을 포함할 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 시스템은 제1 수신 전극의 터치 또는 가까운 근접을 검출하고 그 결과로 공간 검출 회로를 활성화하도록 구성된 수신기 회로를 포함할 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 공간 검출 회로는 피드백 루프내의 송신 전극과 적어도 하나의 추가 수신 전극을 활성화하도록 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 공간 검출 회로는 적어도 하나의 추가 수신 전극과 송신 전극 사이에 결합되도록 구성된 적어도 하나의 제어가능한 임피던스, 적어도 하나의 추가 수신 전극과 송신 전극에 결합된 센서 회로 - 여기서, 센서 코어(core)는 적어도 하나의 추가 수신 전극으로부터의 신호를 수신하고, 송신 전극에 공급된 수신 신호로부터 구동 신호를 생성하도록 구성됨 -, 적어도 하나의 추가 수신 전극과 송신 전극에 결합된 신호 처리기, 그리고, 지속적인 자체-발진(sustained self-oscillation)을 만족하도록 제어가능한 임피던스들을 특정 상태로 변경하도록 구성된 시동 및 타이밍 회로를 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 시스템은 복수의 추가 수신 전극들 및 피드백 루프를 닫기(close) 위해 상기 복수의 추가 수신 전극들 중 하나를 제어가능한 임피던스에 결합시키도록 구성된 멀티플렉서를 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 시스템은 복수의 추가 수신 전극들을 포함하고, 여기서 상기 복수의 추가 수신 전극들로부터의 신호들은 각각, 전송 기능 회로들(Hn)을 통해 공급되고, 합산되며, 여기서 합산된 신호는 구동 신호로서 송신 전극에 공급된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기

시스템은 3가지 동작 모드들 중 하나로 동작하도록 구성되는데, 여기서 제1 동작 모드는 자체-지속적인 발진을 제공하고, 제2 동작 모드는 발진이 포화상태(saturation)로 구동되는 포화 모드이고, 그리고, 제3 동작 모드는 시동 및 타이밍 회로로부터의 펄서들을 피드백 루프에 공급함으로써 감쇠하는 정현파의 일시적인 버스트(transient burst)가 생성되는 감쇠 버스트 모드이다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 3가지 동작 모드들 전부에서, 시스템은 감지 공간내의 임피던스 변화들에 관한 다차원 정보를 결정하기 위해 상대 진폭 및 위상 측정들을 수행하도록 구성된다.

[0009] 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 요소의 활성화는 회로 부품을 발진시킴으로써 수행될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 요소의 활성화는 피드백 루프에 연결된 다른 요소들과 병렬로 수행될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 요소는 여전히 전력이 공급되더라도, 비활성화되어 발진하지 않을 수 있다.

[0010] 본 개시의 실시예들은 근접-활성화된 제스처 회로를 포함한다. 상기 회로는 제1 활성 수신기 전극, 제1 송신기 전극, 복수의 제2 수신기 전극들, 제어 회로, 및 신호 처리기 회로를 포함할 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제어 회로는 상기 제1 활성 수신기 전극에 의한 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때, 상기 제1 송신기 전극과 상기 복수의 수신기 전극들을 활성화하도록 구성될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 신호 처리기 회로는 상기 제2 수신기 전극들로부터의 측정값들을 제스처로 해석하도록 구성될 수 있다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 커패시턴스 측정값은, 상기 제1 송신기 전극이 비활성일 때의 상기 제1 활성 수신기 전극과 상기 제1 송신기 전극 사이의 커패시턴스를 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제스처 회로는 제2 활성 수신기 전극을 더 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제어 회로는, 상기 제1 활성 수신기 전극에 의한 상기 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때 또는 상기 제2 활성 수신기 전극에 의한 커패시턴스 측정값이 또 하나의 임계값에 도달할 때, 상기 제1 송신기 전극과 상기 복수의 수신기 전극들을 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제스처 회로는 제2 활성 수신기 전극을 더 포함한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제어 회로는, 상기 제1 활성 수신기 전극에 의한 상기 커패시턴스 측정값이 임계값에 도달할 때 그리고 상기 제2 활성 수신기 전극에 의한 커패시턴스 측정값이 또 하나의 임계값에 도달할 때의 둘 다를 만족할 때, 상기 제1 송신기 전극과 상기 복수의 수신기 전극들을 활성화하도록 추가로 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 제1 활성 수신기는 검출을 위한 공간의 한쪽 에지에 배치되고, 상기 제2 활성 수신기는 상기 검출을 위한 공간의 반대쪽 에지에 배치된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제1 활성 수신기와 상기 제2 활성 수신기는 가상 키보드의 스페이스바를 의미하는 공간의 에지들에 배치된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 복수의 제2 수신기 전극들은 가상 키보드에서의 제스처들을 검출하도록 배열된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 복수의 제2 수신기 전극들은 다차원 이동을 캡처하도록 선 형태로(in a linear manner)배열된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 복수의 제2 수신기 전극들은 상기 회로에 인접한 다차원 이동을 캡처하도록 선 형태로 배열된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 신호 처리기 회로는, 상기 복수의 제2 수신기 전극들로부터의 진폭 또는 위상 데이터로부터 및 상기 제1 활성 수신기 전극으로부터의 주파수 데이터로부터 상기 제스처를 해석하도록 구성된다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 제1 활성 수신기 전극은 상기 제1 송신기 전극에 인접한다. 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여, 상기 복수의 제2 수신기 전극들은 모니터링될 공간을 정의하도록 배열된다.

[0011] 본 개시의 실시예들은 상기 실시예들 중 임의의 것과 조합하여 형성된 장치를 포함한다.

[0012] 본 개시의 실시예들은 상기 실시예들 중 임의의 것을 수행하거나 동작시키는 방법을 포함한다.

[0013] 본 개시의 실시예들은 송신기 신호를 활성화시켜 근처의 물체(body), 스타일러스, 손가락, 손 또는 다른 오브젝트에 강하게 결합시킬 수 있는 자기-시작(self-starting) 송신기-검출기 어셈블리를 포함할 수 있다. 이러한 오브젝트는 신호를 다른 수신기들로 전달(pass)할 수 있다. 그 결과로, 오브젝트의 상대 위치들과 위치 변화들이 측정되고 유용한 제스처들로 변환될 수 있다. 이것은, 이러한 수신기들과 조합한 상기의 또는 다른 송신기들을 사용하여 달성될 수 있다. 결과는, 휴대폰들, 터치 스크린들, 컴퓨터들, 태블릿들 및 기타 장치들과 같은 전자 디바이스들에서 사용되는 용량성, 근접, 터치, 또는 기타 센서들일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 개시의 실시예들에 따른, 커패시턴스의 변화들을 검출하기 위한 단순화된 모델의 예시를 도시한다.

도 2는 본 개시의 실시예들에 따른, 수신기 입력 스테이지의 도면이다.

도 3은 본 개시의 실시예들에 따른, 용량성 센서 회로의 도면이다.

도 4는 본 개시의 실시예들에 따른, 또 하나의 용량성 센서 회로의 도면이다.

도 5는 본 개시의 실시예들에 따른, 다른 또 하나의 용량성 센서 회로의 도면이다.

도 6 및 도 7은 본 개시의 실시예들에 따른, 임피던스 변화들을 감지하는 센서 회로들을 포함하는 예시적인 시스템들을 도시한다.

도 8은 본 개시의 실시예들에 따른, 송신기 전극과 수신기 전극들의 배열 및 구성을 도시한다.

도 9는 본 개시의 실시예들에 따른, 송신기 전극과 수신기 전극들의 또 하나의 배열 및 구성을 도시한다.

도 10은 본 개시의 실시예들에 따른, 송신기와 수신기들의 다른 또 하나의 배열 및 구성을 도시한다.

도 11은 본 개시의 실시예들에 따른, 송신기 전극에 가까이에 결합된 수신기 전극의 배열을 도시한다.

도 12는 본 개시의 실시예들에 따른, 임피던스 네트워크를 도시한다.

도 13은 본 개시의 실시예들에 따른, 단순화된 임피던스 네트워크 모델을 도시한다.

도 14는 본 개시의 실시예들에 따른, 가상 키보드 전극 어레이를 도시한다.

도 15는 본 개시의 실시예들에 따른, 커패시턴스 변화들을 감지하기 위한 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이미 사용중인 센서들의 설계 요구사항들은 다양한 문제들을 초래한다. 일부 디바이스들은 수신기 터미널의 입력에서 10MΩ 바이어스 저항을 필요로 할 수 있고 신호 필터들에서는 10MΩ보다 큰 바이어스 저항을 필요로 할 수 있다. 이것은 반도체 디바이스들의 제조시에 다이 영역을 과다하게 사용할 수 있으며, 이는 제조 비용 증가로 이어진다. 수신된 신호들은 그라운드에 대한 패드(pad) 커패시턴스에 크게 종속될 수 있다. 이 커패시턴스의 비-선형성에 대한 민감성(susceptibility)은 성능 제한들을 초래한다.

[0016] 일부의 감지 방법들은, 예를 들어 5개의 RX 채널들 및 응용프로그램 PCB 전체의 면적과 거의 같은 면적인 하나의 TX 전극을 필요로 한다. 이러한 솔루션들은 12-비트 아날로그-디지털-변환(ADC) 분해능과 측정 당 1000개 이상의 샘플들을 사용할 수 있다. 그럼에도 불구하고, 본 개시에 따른 다양한 실시예들은, 종래의 감지 방법들과 유사한 성능을 달성하기 위해서, 겨우 3개의 RX 채널들을 작은 TX 전극과 함께 사용할 수 있다.

[0017] 본 개시의 다양한 실시예들에 따르면, 매우 높은 분해능의 감지가 낮은 분해능의 전자 계측기기를 사용하여도 가능하다. 이것은, 기계적 및 용량성 시스템이 반송파(carrier) 주파수(즉, 아날로그 발진기 주파수)의 절반보다 느려야만 하는 샘플링 주파수보다도 천천히 변한다는 전제조건들에 기반할 수 있다. 예를 들어, 물리적 커패시턴스에서의 1/4000의 변화는, 아날로그 발진기의 대략 60사이클들 이후에, 측정 회로에서 40mV 변화로 나타날 수 있다. 이것은 2V 범위의 측정값에 대한 대략 1/50 변화로 변환되고, 그것은 대략적으로 6-비트 ADC 분해능으로 변환된다.

[0018] 바크하우젠 기준(Barkhausen criteria)을 충족하는 원리들에 따라 설계된 아날로그 발진기들은 시뮬레이션하기에는 문제가 많으며 거의 고려되지 않는 기생 감도 문제점들과 거동 인공물들(behavioral artefacts)을 가지고 있다. 본 개시에서, 다양한 실시예들은, 오버드라이브/포화 모드 및 감쇠하는 일시적 버스트 모드와 같은 회로의 거동 특이성(behavioral idiosyncrasies) 중 일부를 사용한다. 의도적으로, 다양한 실시예들의 성능은 이러한 회로 특이성들 중 일부에 의해 크게 영향받지 않는다.

[0019] 다양한 실시예들에 따르면, 아날로그 회로는 특수 설계된 개방 루프 전송 기능을 각각 구비하며 가중된 채널 합산을 구비한 복수의 채널들로 확장 가능하고, 그리고 자체-트리거된 발진 지점에 관한 폐쇄 루프 동작은 몇가지 동작 모드들을 갖는 용량성 센서를 형성한다.

[0020] 도 1은 본 개시의 실시예들에 따른, 커패시턴스 또는 다른 신호들의 변화들을 검출하기 위한 회로(100)의 단순화된 모델의 예시를 도시한다. 회로(100)의 커패시턴스 및 저항 요소들은 수신기 및 송신기 전극들과 관련된 등가 임피던스들을 나타낼 수 있다. 커패시턴스 또는 다른 신호들의 변화들을 검출하기 위한 시스템은 복수의 수신기 채널들을 포함할 수 있다. 또한, 이러한 시스템은 복수의 송신기 채널들을 포함할 수 있다.

[0021] 회로(100)는, 송신기 회로, 안테나, 또는 전극(104)과 수신기 회로, 안테나, 또는 전극(112) 사이의 커패시턴스

를 계산하기 위한 CVD 회로에 해당할 수 있다. 커패시턴스는 C(106)로 표시될 수 있다. 커패시턴스는 오브젝트로부터 회로(100)가 존재하는 디바이스의 전극까지의 거리와 관련될 수 있다. 회로(100)는, 터치 스크린, 컴퓨터 또는 모바일 디바이스와 같은 터치 또는 근접을 검출하기 위한 임의의 적절한 디바이스에 구현될 수 있다. 소스(102)는 송신기 회로(104)에 송신 신호를 발행할 수 있다. 송신 신호는 정현파 신호일 수 있다. 송신 신호는 그 주변(environment)으로 송신될 수 있으며, 그에 따라, 손들, 스타일러스 또는 손가락과 같은 오브젝트들이 송신 신호와 상호작용할 수 있다. 그 다음, 주변으로부터의 결과 신호들이 수신기 회로(112)에 의해 수신되고 측정될 수 있다. Rx/Tx의 이득이 계산될 수 있다. 결과 신호들과 이득은 C(106)를 결정하기 위해 분석될 수 있다. 일단 C(106)가 결정되면, 터치 또는 근접값들이 추가로 계산될 수 있다. 회로(100)는 저항기(R)(110)와 고유 커패시턴스(C_0)(108)를 포함할 수 있다. C_0(108)는 특정 다이 또는 디바이스 특성들에 기인할 수 있다. C_0(108)는 상수일 수 있다.

[0022] 도 1에서, 소스(102)는 그것의 전압 신호가 공지될 필요가 있고 회로(100) 내의 다른 곳에서 발생하는 동작과는 분리될 필요가 있다는 점에서, 독립 소스일 수 있다. 하지만 일부 실시예들에서, 회로(100)가 소스를 포함할 수도 있다. 이러한 소스는 회로(100)의 다른 부분들에 존재하는 기생 커패시턴스를 경험할 수 있다. 이러한 소스는, 독립 소스와는 반대로, 회로(100)와 동일한 다이 또는 패키지 상에 구축될 수 있다.

[0023] 회로(100)의 이득은 다음과 같이 주어진다:

$$\frac{RX}{TX} = \frac{sRC}{1+sR(C+C_o)}$$

$$\frac{RX}{TX} \approx \frac{C}{C+C_o}, R >> 1/s(C+C_o)$$

$$\frac{RX}{TX} \approx sRC, R << 1/s(C+C_o)$$

[0024]

[0025] 이것을 사용하면, 소스(102)의 출력 신호가 송신기 회로(104)를 구동하는 데에 사용될 수 있고, 수신기 회로(112)에 의해 수신된 신호들이 수신되어 측정될 수 있고, C(106)의 값이 R(100)과 C_0(108)의 값들을 상수라고 가정하면 계산될 수 있다.

[0026] 하지만, R(110)의 값은 지나치게 클 수 있고 문제들을 초래할 수 있다. 이러한 지나치게 큰 조건은 R(110)이 "$1/s(C+C_0)$" 보다 훨씬 클 때 발생할 수 있다. C_0(108)의 값은 비공지일 수도 있다. C_0(108)의 값이 실제로 C(106)의 값보다 훨씬 크면, 낮은 전압 이득과 낮은 전류 이득이 회로(100)에 나타날(expeienced by) 수 있으며, 따라서 수신기 회로(112)에 의해 수신된 신호들을 검출하기 어렵다. C_0(108)의 값이 실제로 C(106)의 값보다 훨씬 작으면, 감도가 낮아질 수 있다. 따라서, R(110)의 값은 "$1/s(C+C_0)$"에 비해 낮게 선택될 수 있다.

[0027] 일 실시예에서, 소스(102)는, 독립 소스로서 제거될 수 있으며, 또한 대신에, 회로(100)의 나머지 또는 다른 요소들 내에서는 소스로서 통합(integrated)될 수 있다.

[0028] 도 1은 임피던스가 주로 용량성인 경우의 수신기 채널 모델을 도시한다. 회로들(104 및 108) 사이의 등가 커패시턴스(C)(106)는 외부의 손, 손가락, 스타일러스 또는 다른 오브젝트의 움직임에 따라 변할 수 있다. 전술한 바와 같이, 반도체 집적 회로들내의 C_0(108)는 다이 또는 집적 회로 패드의 요소들의 비-선형 커패시턴스에 의해 좌우될 수 있다. R(110)의 값은 설계에 의해 선택될 수 있다. R(110)의 값이 매우 작게 될 때, 수신기 회로(112) 스테이지 전송 기능(transfer function)은 실질적으로 C_0(108)와는 무관하다. 전압 이득이 또한 감소하는 것이 사실이지만, 원리적으로는, R(110) 양단의 전압을 대신하여 R(110)을 흐르는 전류가 측정된 입력값으로서 사용된다면, R(110)은 대략 또는 정확히 0으로 될 수 있기 때문에, 문제가 되지 않는다.

[0029] 만일 수신기 회로(112)의 입력 임피던스가 낮지만 0은 아니라면, 입력 전압이 사용될 수 있고 C_0(108)의 영향들은 부분적으로 제거될 수 있다. 수신기 회로(112)의 입력 임피던스가 0이면, 전류 입력이 사용될 수 있어 C_0(108)의 영향들은 제거될 수 있다. 수신기 회로(112)의 입력이 저항기를 통해 MOSFET(예를 들어, 비교기 또는

다른 트랜지스터 기반 연산자)의 입력 게이트의 전단에 묶인다면, 작은 정전기 방전 보호가 필요할 수 있다. 또한, 대역 통과 필터가 입력에 바로 적용될 수도 있다. 그렇지 않다면, 수신기 회로(112)의 입력이 MOSFET의 입력 게이트에 직접 묶인다면, 대역 통과 필터가 입력에 바로 있을 가능성은 없지만, 작은 부품 개수(count)가 필요할 수 있다. 일 실시예에서, 회로(100)를 사용하는 시스템의 동작은 송신기들과 수신기 사이의 커패시턴스가 증가(이러한 증가는 오브젝트들의 접근을 표시함)할 때, 포화 모드로 수행될 수 있다. 또 하나의 실시예에서, 버스트 모드를 사용할 때, 송신기들과 수신기 사이의 커패시턴스는 감소(예를 들어, 이러한 감소는 오브젝트들의 접근을 표시함)할 수 있다.

[0030] 도 2는 본 개시의 실시예들에 따른, 수신기 입력 스테이지의 도면이다. 수신기 회로로부터의 측정값들을 처리하기 위해, 스테이지(200)는 회로(100)에 개선구성들(enhancements)을 추가할 수 있다. 예를 들어, 수신기 회로(212)의 출력은 연산-증폭기(214)에 인가될 수 있다. 연산-증폭기(214)의 출력은 저항기들(216, 218)을 포함하는 저항 분배기에 연결될 수 있고 연산-증폭기(214)로 피드백될 수 있다. 스테이지(200)의 이득은 다음과 같이 주어질 수 있다:

[0031]
$$\frac{V_{A1}}{TX} = \frac{sRC}{1+sR(C+C_0)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$

[0032] 도 3은 본 개시의 실시예들에 따른, 용량성 센서 회로의 도면이다. 도 3은 도 2의 수신기 입력 스테이지(200)를 포함하는 용량성 센서 회로를 나타낼 수 있다. 또한, 용량성 센서 회로는 피드백 제어 루프 필터, 송신기 출력 스테이지 및 송신기-수신기 전극 어레이를 포함할 수 있으며, 이들 모두는 피드백 제어 루프에서 연결되어 있다. 예를 들어, 연산-증폭기(314)의 출력에는 저항기(330)에 의해 분할된 직렬의 커패시터(322, 324)가 추가될 수 있다. 커패시터(324)의 출력은 피드백의 저항기(328)를 갖는 또 하나의 연산-증폭기(326)에 인가될 수 있으며, 연산-증폭기(326)의 출력은 송신기와 또 하나의 커패시터(320)에 라우트될 수 있다. 요소들(C1, R1 및 C2)은 루프 필터의 부분을 형성한다. C2의 정현파 또는 AC 전류는 연산증폭기와 Rf1에 의해 형성된 송신기 출력 스테이지에 공급된다. 송신기 출력 스테이지의 연산증폭기는 송신기 전극을 구동하고 또한 공지의 또는 제어가능한 값을 갖는 또 하나의 커패시터(CP)(320)로 라우팅될 수 있다. 이 후자의 커패시터(CP)는 송신기와 수신기 전극들 사이에 있는 측정될 미지의 커패시턴스에 병렬로 연결된다.

[0033] 또한, 스테이지(300)의 부분들은 복수의 수신기 채널들을 구현하기 위해 여러 번 복제될 수 있다. 예를 들어, 요소들(306, 312, 320, 314, 322, 324, 308, 310, 316, 318 및 330)은, 같은 수 만큼의 수신기 채널들이 필요하기 때문에, 복제되는 수신기 스테이지 내에 포함될 수 있다.

[0034] 스테이지(300)의 토폴로지는, 전압 입력, 입력에서의 대역통과 필터의 제거(no possibility), 오브젝트가 전극들에 가까이 있을 때의 낮은 IDD/정밀도(감쇠하는 버스트) 모드로의 동작을 제안한다.

[0035] 커패시터(Cp)(320)의 값은 공지될 수 있으며 Cx(306)의 영향들을 상쇄(balance out)하기 위한 제어값일 수 있다. 커패시터(Cp)(320)의 값은 스테이지(300)의 동작을 허용가능한 동작 범위로 되돌리도록(pull back) 선택될 수 있다. 수신기 회로(312)에 의해 측정되어질 총 커패시턴스(C)는 Cp(320)와 Cx(306) 둘 다의 총 커패시턴스를 포함할 수 있다. 따라서, 스테이지(300)의 이득은 다음과 같이 주어질 수 있다:

[0036]
$$\frac{V_{A1}}{TX} = \frac{sRC}{1+sR(C+C_P)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$
$$\frac{TX}{V_{A1}} = \frac{-s^2 R_2 C_1 R_{f1} C_2}{1+sR_2(C_1+C_2)}$$

[0037]
$$LoopGain, T = \frac{-s^2 R_2 C_1 R_{f1} C_2}{1+sR_2(C_1+C_2)} \cdot \frac{sRC}{1+sR(C+C_0)} \cdot \left(1+\frac{R_f}{R_1}\right)$$

[0038] 발진 임계값을 0으로 가정할 때의 각도 이득은, 다음과 같이 주어질 수 있다:

[0039] $$\angle T = 90° - \tan^{-1}\omega R_2(C_1 + C_2) - \tan^{-1}\omega R(C + C_0) = 0°$$

[0040] 따라서, 방정식은 다음과 같이 정리될 수 있다:

[0041] $$\Rightarrow 90° = \tan^{-1}\omega R_2(C_1 + C_2) + \tan^{-1}\omega R(C + C_0)$$

[0042] 여기서, 오메가(ω)는 스테이지의 발진 주파수이다. 다시 말하면, 방정식은 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0043] $$\Rightarrow zero - phase - freq, \omega = \frac{1}{\sqrt{RR_2(C_1 + C_2)(C + C_0)}} (eq1)$$

[0044] 방정식 1(eq1)에 따르면, 스테이지가 활성일 때, 스테이지는 주파수(ω)로 발진한다. 스테이지는 입력 소스에 직접적으로 종속되기보다는 C값에 따라 변한다. 따라서, 소스는, 더이상 도 1에 도시된 소스(102)와 같은 독립 소스일 필요는 없으며, 대신에 수신기 스테이지들을 또한 수용하는 다이 내에 통합될 수 있다. 소스는 수신기 스테이지들에 의거하여 작용하는 동일한 기생 작용력들(parasitic forces)에 의해 영향받을 수 있고, 그럼에도 불구하고 측정값의 이득이 계산될 수 있다.

[0045] 이득의 절대값은 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0046] $$|T| = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) \frac{\omega^3 RCR_2C_1R_{f1}C_2}{\sqrt{1 + \omega^2 R_2^2(C_1 + C_2)^2}\sqrt{1 + \omega^2 R^2(C + C_0)^2}} = 1 (eq2)$$

[0047] 방정식 2(eq2)는 발진이 존재할 것인지 여부를 정의한다. 임계값은 이득이 1과 같을 때이다. 수신기 회로에 의해 측정된 C의 값을 제외한 다른 모든 파라미터들은 공지일 수 있다. C의 특정 값들에서는 이득이 1이다. 높은 C값들에서는, 방정식 2의 수식의 값은 1보다 크고, 여기서 발진이 존재한다. 방정식 2의 수식의 값이 1보다 작을 때, 발진은 존재하지 않는다.

[0048] 따라서, 방정식 1과 방정식 2를 사용하면, 스테이지의 발진 주파수는 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0049] $$\Rightarrow \omega = \frac{R_1/(R_1 + R_f)}{R_{f1}C_1 \| C_2 \cdot C/(C + C_0)} \sqrt{\left(1 + \frac{R_2}{R}\frac{C_1 + C_2}{C + C_0}\right)\left(1 + \frac{R}{R_2}\frac{C + C_0}{C_1 + C_2}\right)} (eq3)$$

[0050] 방정식 1과 방정식 3(eq3)을 적용하면 다음과 같은 관계가 성립한다:

[0051] $$\frac{R_1/(R_1 + R_f)}{R_{f1}C_1 \| C_2 \cdot C/(C + C_0)} = \frac{1}{R(C + C_0) + R_2(C_1 + C_2)} (eq4)$$

[0052] 방정식 3과 방정식 4(eq4)는, 수신기 스테이지의 설계자가, 수신기 스테이지가 발진하고 측정될 시점에서의 C에 대한 임계값들을 생성하기 위한 저항기들과 커패시터들의 값들을 선정하는 데에 도움되는 관계들을 표현하는 데에 사용될 수 있다.

[0053] 따라서, 도 3의 회로에 있어서, 측정된 C가 특정 값의 사이가 될 때, 회로는 발진을 구동하는 송신기 스테이지 부분 및 발진을 수신하는 수신기 스테이지 부분과 동시에(tandem) 발진한다. C가 특정 값을 넘어설 때, 발진은 사라지고(die out) 감쇠하는 버스트(decaying burst)처럼 보일 수 있다. 따라서, 발진은 C에 종속될 수 있다. 따라서, 일 실시예에서, 수신기 회로들과 스테이지들은 특별히 폴링될(polled) 필요가 없고 송신기 스테이지들이 외부적으로 구동될 필요도 없지만, 대신에 C 값이 발진 임계값에 도달할 때에 활성화된다.

[0054] C의 특정 값들에 대해, T의 절대값은 1이다. C가 커지면 T의 절대값은 1보다 작아지고, 여기서 발진은 존재하지 않는다.

[0055] 그럼에도 불구하고, 방정식 1은 C_0(308)가 여전히 고려할 인자임을 나타낸다. 하지만, 방정식들은 C가 C_0(308)보

다 크면 C_0(308) 영향들이 최소화될 수 있음을 보여준다. 실제로 C를 C_0(308)보다 2배 또는 3배 크게 만들면, C_0(308)의 영향과 스테이지(300)의 서로 다른 사례들(instances) 사이에서의 C_0(308)의 변화의 영향을 상당히 줄일 수 있다. C가 Cx(306)(송신기와 수신기 사이의 실제 커패시턴스)와 Cp(320)의 합으로 주어지고 Cx(306)의 범위가 일단 지정되면, Cp(320)의 값이 선택될 수 있다. Cp(320)를 위해 너무 큰 값을 선택하는 것은, Cx(306)(정확하게 측정될 필요가 있음)가 Cp(320)에 비해 작아질 수 있음을 의미한다. 하지만, 이 방법의 한가지 장점은, Cp(320)가 Cx(306)보다 훨씬 클지라도, 자체-지속적인 발진 평형 상태(self-sustained oscillation balance state)에 관한(about) 회로의 감도가 대체로(largely) 변하지 않는다는 것을 포함할 수 있다. 또한, Cp(320)를 위해 큰 값들을 설정하는 것은 진폭 측정값에서의 감도를 줄일 수 있지만, 다양한 채널들에 걸친 Cp(320)의 분포는 양호한 진폭 측정 감도를 유지하도록 가중될 수 있다. 또한, 대신에, 위상 측정값을 만드는 것에 중점을 둘 수 있다. 방정식 2에서 오메가-세제곱 항은 최고 차수(highst power)를 가지므로 실질적인 측면에서 지배적이라는 것에 주목한다. 방정식 1에서, C가 증가할 때(전형적으로, 수신기 전극 어레이에 접근하는 오브젝트에 의한 결과임), 동작 주파수는 감소하는 경향이 있고 T도 마찬가지이다. 따라서, 오브젝트가 특정 경계를 넘어서고(cross) 전극 어셈블리에 가깝게 이동할 때, 감쇠 버스트 모드가 입력되는데, 이것은 본 개시 및 토폴로지의 특징이다. 주어진 오브젝트 및 위치에 대한 Cx(306)의 값을 아는 것은, 설계자로 하여금 다양한 동작 모드들의 물리적 경계들을 설정하도록 Cp(320)를 설정할 수 있게 한다. 스테이지(300)의 설계에서의 많은 자유도는 크기를 최적화하는 것뿐만 아니라 전형적인 동작 주파수를 조정/선택할 수 있게 한다.

[0056] 도 4는 본 개시의 실시예들에 따른, 다른 또 하나의 용량성 센서 회로의 도면이다. 회로(400)는, 송신기 출력 스테이지를 대신하여 수신기 입력 스테이지가 사용된 또한 그의 역도 가능한, 회로(300)의 변형으로 간주될 수 있다. 저항 분배기(Rf 및 RA)로 라우팅되고 네거티브 입력으로 피드백되는 출력을 갖는 연산-증폭기(444)는 송신기 출력 스테이지를 형성할 수 있지만, 피드백 저항기(R)(432)를 갖는 연산-증폭기(414)는 수신기 입력 스테이지를 형성할 수 있다. 연산-증폭기(444)의 출력은 송신기로 라우팅될 수 있다. 수신기 회로로부터의 측정값들을 처리하기 위해서는, 스테이지(400)가 도 1 내지 도 3에 개선구성사항들을 추가할 수 있다. 예를 들어, 연산-증폭기(414)의 출력에는, 저항기(430)와 선택적 이득 연산-증폭기(436)에 의해 분할된 직렬의 커패시터들(422, 424)이 추가될 수 있다. 피드백 저항기(432)는 연산-증폭기(414)의 출력을 네거티브 입력으로 되돌리도록 연결시킬 수 있다. 커패시터(424)의 출력은 병렬의 또 하나의 연산-증폭기(444)와 저항기(438)에 인가될 수 있다. 연산-증폭기(444)의 출력은 네가티브 입력에 피드백된 저항기들(440, 442)로 구성된 저항 분배기 네트워크로 라우팅될 수 있다. 연산-증폭기(444)의 출력은 송신기로 역으로 라우팅될 수 있다.

[0057] 또한, 스테이지(400)의 부분들은 복수의 수신기 채널들을 구현하기 위해 여러 번 복제될 수 있다. 예를 들어, 요소들(406, 412, 420, 414, 422, 436, 424, 430 및 408)은 같은 수 만큼의 수신기 채널들이 필요하기 때문에, 복제되는 수신기 스테이지 내에 포함될 수 있다.

[0058] 도 4의 토폴로지는 C_0(408)의 값과는 무관한 전류 입력과 동작을 제안한다. 또한, 적은 또는 작은 부품들이 존재하며, 오브젝트가 수신기에 접근할 때, 정밀한 감쇠하는-버스트 모드가 존재한다.

[0059] 도 4의 토폴로지의 루프 이득(Loop Gain)은 다음과 같이 주어질 수 있다:

[0060]
$$LoopGain, T = \frac{-sRC \cdot s^2 R_2 C_2 R_1 C_1}{1 + s[R_1(C_1 + C_2) + R_2 C_2] + s^2 R_2 C_2 R_1 C_1} \cdot \left(1 + \frac{R_f}{R_A}\right)$$

[0061] 주파수는 다음과 같이 정해질 수 있다.

[0062]
$$zero - phase - freq, \omega = \frac{1}{\sqrt{R_1 R_2 C_1 C_2}}$$

[0063] 따라서, 평형 모드에서, 주파수는 C와 무관하다. 하지만, 포화 모드에서는 그렇지 않다.

[0064] 이득은 다음과 같이 정리될 수 있다:

[0065]
$$|T| = \left(1 + \frac{R_f}{R_A}\right) \frac{RC}{[R_1(C_1 + C_2) + R_2 C_2]}$$

[0066] 도 4의 설계는 C가 지정된 설계값을 초과할 때, 활성화되는 또는 발진하는 효과를 가질 수 있다.

[0067] 도 5는 본 개시의 실시예들에 따른, 다른 또 하나의 용량성 센서 회로의 도면이다. 회로(500)는 상기 구현들의 변형일 수 있다. 구체적으로, 스테이지(400)는, 입력 저항기(546)를 연산-증폭기(514)에 추가하고, 루프백 커패시터(548)를 저항기(532)와 병렬로 연산-증폭기(514)의 출력으로부터 그것의 네거티브 입력에 추가할 수 있다. 이러한 토폴로지는 대역 통과 필터를 제공할 수 있지만, C_0(508)의 영향들을 완전히 제거하지는 않는다. 이러한 토폴로지에서, 시스템 주파수는 부품 개수를 최소화하기 위해 대역 통과 필터의 고역-통과 코너 주파수(high-pass corner frequency)보다 낮아야 한다.

[0068] 도 3 내지 도 5의 토폴로지들 각각에서는, 대역 통과 필터들, 버퍼들 및 반전 증폭기들의 쌍들이, 부품 수가 추가되더라도 유리하다고 판단된다면 추가될 수 있다. 채널들은 목적들/기능 세트(objectives/feature set)에 종속하여 동일하거나 다른 토폴로지 버전들로 구축될 수 있다. 즉, 시스템 내의 복수의 수신기 채널들은 도 3 내지 도 5의 토폴로지들 중 서로 다른 하나들 중에서 개별적으로 선택될 수 있다.

[0069] 도 6은 본 개시의 실시예들에 따른, 임피던스 변화들을 감지하는 수신기 회로들을 포함하는 예시적인 시스템을 도시한다. 시스템(600)은 하나 이상의 수신기 스테이지들(602, 604, 606)을 포함할 수 있다. 수신기 스테이지들(602, 604, 606)의 각각은 도 1 내지 도 5에 도시된 구현들 중 하나 이상에 의해 구현될 수 있다. 또한, 개별적인 수신기 스테이지들(602, 604, 606)은 시스템(600)과 동일한 사례(instance)로 도 1 내지 도 5에 도시된 스테이지들 중 서로 다른 스테이지들에 의해 구현될 수 있다. 시스템(600)은 컴퓨터, 모바일 디바이스, 태블릿 또는 근접 또는 터치 검출, 또는 다른 용량성 감지를 결정하기 위해 기타 디바이스 내에 구현될 수 있다. 시스템(600)은, 수신기 회로들(612)과 수신기 스테이지들(602, 604, 606)로부터 수신된 입력 신호들이 주어지면, 오브젝트가 센서에 접근하는지 또는 센서를 터치했는지 여부를 판정할 수 있다. 이러한 판정은 측정값 및 결정 데이터 출력으로 발행될 수 있다.

[0070] 시스템(600)은 센서 코어를 포함할 수 있으며, 센서 코어는 송신기 회로(614), 수신기들(612), 수신기 스테이지들(602, 604, 606), 가산기(608), 및 수신기 스테이지들(602, 604, 606)로부터의 신호들의 합산, 추가, 또는 다른 조합으로부터 생성된 결과적인 입력 신호(610)를 포함한다. 수신기 스테이지들(602, 604, 606)의 각각은, 측정된 커패시턴스(C)(수신기 스테이지에의 내부 커패시턴스 및 각각의 수신기들(612)과 송신기(614) 사이의 커패시턴스를 포함함)가 지정된 값을 넘어서거나 아래에 있을 때(수신기 스테이지들의 구현에 종속함), 활성화되거나 발진할 수 있다. 지정된 값은, 특정 오브젝트들(장갑을 끼거나 벗은 손들), 보호된 또는 보호되지 않은 터치 표면들, 거리들 또는 기타 적절한 기준들에 해당하는 값들과 같이, 애플리케이션 필요성들에 따라 설정될 수 있다.

[0071] 시스템(600)은 신호 파라미터 측정 및 처리 코어를 포함할 수 있는데, 이것은 포락선(envelope) 검출기(622), 신호 처리기(620), 진폭 검출기(614), 주파수 검출기(616), 및 위상 검출기(618)를 포함한다. 포락선 검출기(622), 진폭 검출기(614), 주파수 검출기(616) 및 위상 검출기(618)의 각각은, 적절한 회로망 내에 구현될 수 있으며, 도 1 내지 도 5에서 설명된 바와 같은 계산들을 수행하도록 수신기 스테이지들(602, 604, 606)로부터 수신된 신호들의 측정값을 제공할 수 있다. 계산들은 신호 처리기(620)에 의해 수행될 수 있으며, 신호 처리기(620)는 계산들을 수행하기 위한 디지털 및 아날로그 회로망의 임의의 적절한 조합으로 구현될 수 있다.

[0072] 시스템(600)은 시동 및 타이밍 제어 하드웨어 및 알고리즘들(START(624)로 라벨링됨)을 포함할 수 있다.

[0073] 수신기 스테이지들(602, 604, 606)은 도 2 내지 도 5에 도시된 구현들에 따라, 전송 기능들을 수행할 수 있다. 각각의 출력은 합산되고(summed) 맞추어져(fashion) 감지 공간을 거쳐 수신기들로 결국(in turn) 피드백되는 저임피던스 수신기 드라이버 신호가 된다. 주어진 송신기-수신기 전극 구성에서는, 임피던스 요소들(Zpn), 즉, 보통은 직접의도된 애플리케이션에서의 Tx-Rxn 양단의 커패시터들이, 감지 공간의 특정의 중간(middle) 또는 경계 상태에 대해, 피드백 루프의 전체 피드백 루프 이득이 지속적인 자체-발진을 위해 바크하우젠 기준을 충족하도록, START(624)에 의해 설정되거나 변경된다. 지속적인 자체-발진에 대해서는 위에서 상세히 설명되어 있다. 루프 이득의 위상은 0도일 수 있고, 루프 이득의 크기는 공칭 동작 주파수에서 1일 수 있다. 이러한 공칭 동작 주파수에서, 루프 이득(T)은 Hn과 RXn/TX의 곱의 합과 Ho의 곱과 같다. 여기서, n은 채널 번호이다. 도 6에서, 3개의 채널이 예시로서 도시되어 있지만, 더 많거나 적은 개수가 사용될 수 있다.

[0074] 시스템(600)의 센서 동작은 이러한 경계 상태와 관련하여 정의될 수 있다(여기서 루프 이득의 위상은 0도일 수 있고, 루프 이득의 크기는 공칭 동작 주파수에서 1일 수 있음). 첫째로, 자체-지속 모드에서는, 경계(boundary) 상태가 감지 공간의 휴지(rest) 상태 또는 제로 상태이도록 설계될 수 있다. 공통-모드 네거티브 피드백 루프를

통해서, 루프 게인은 자체-지속적인 발진을 유지하기 위해서 감지 공간의 임피던스 변화들에 응답하여 변조된다. 그렇게 요청된 변조는 측정되어 휴지 상태로부터의 편차 또는 변화의 척도로서 사용된다.

[0075] 둘째로, 포화 모드에서는, 휴지 상태가 경계 상태로부터 너무 오프셋되어, 동작 주파수로서 설계된 0-위상 주파수에서의 루프 이득은 1보다 크다. 송신 발진은 여전히 지속되지만 구동되어 포화 및 왜곡된다. 하지만, 그것의 주파수는 감지 공간에서의 임피던스 변동들에 따라 여전히 달라지며 이러한 변동들을 검출하고 측정하는 데에 사용될 수 있다.

[0076] 셋째로, 감쇠하는-버스트 모드에서는, 휴지 상태가 경계 상태로부터 너무 오프셋되어, 역시 동작 주파수인 0-위상 주파수에서의 루프 이득은 1보다 작다. start 블록의 펄스들로 발진기 Tx-Rx 루프를 핑잉(pinging)함으로써, 감쇠하는 일시적인 버스트의 정현파가 생성된다. 일시적인 버스트 각각의 감쇠 속도와 주파수는 감지 공간의 임피던스들에 종속되고, 따라서, 이러한 파라미터들은 감지 공간에서의 임피던스 변화들을 추적하기 위해 측정될 수 있다.

[0077] 방금 설명한 3가지 모드들 전부에서, 상대 진폭과 위상 측정값들은, 감지 공간에서의 임피던스 변화들에 관한 다차원 정보를 수집하는 데에 사용될 수 있으므로, 2차원 및 3차원 공간에서의 구조(map out), 삼각측량 또는 검출에 사용될 수 있다.

[0078] START(624)와 신호 처리기(620)의 설계는 시스템이 적용될 애플리케이션, 특히 시스템 사양들 및 기능 세트에 따라 맞춤화(customized)될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 다양한 실시예들은 몇가지 설계 고려사항들을 따를 수 있다. 네거티브 피드백 루프들이 자체-지속적인 발진을 유지하는 데에 사용된다면, 충분한 이득-마진과 위상-마진이 모든 사례들의 모든 루프들에서 유지되도록, 주의해야 한다. 동일한 권장사항이 메인 센서 코어 루프에 적용될 수 있다. 또한, 고주파 잡음 문제들을 피하기 위해, 필터들이 시스템 성능에 불리한 영향을 미치지 않으면서 대역폭을 최소화하도록 사용될 수 있다. 또한, 어느 측정 파라미터들이 가장 유용한지에 종속하여, 일부 측정 블록들은 완전히 제거될 수 있다. 또한, 타이밍 제어를 위한 클록 신호가 사용될 수 있지만, 일부 사례들에서는 필요하지 않을 수도 있다. 또한, Zp 제어가 버랙터형(varactor-type) 전압 제어에 의해 또는 이진 뱅크 선택 또는 디지털 제어에 의해 수행될 수 있다. 또한, 서로 다르지만 상호연관된 많은 측정 파라미터들의 자연적인 존재는 신경망 제어와 신호 처리를 매력적으로(attractive) 만들 수 있다. 또한, 처리 블록에 공급된 수신기 신호들은 패드들로부터 직접 나올 필요가 없을 수도 있다. 그것들은 Hn의 첫번째 스테이지 이후에 더 자연스럽게 나올 수 있다. 마찬가지로, 수신기 버퍼들과 필터들은 센서 코어로부터 분리될 필요는 없지만, Hn 블록의 일부일 수 있다.

[0079] 다양한 실시예들에 내재된 포지티브 또는 재생성 피드백으로 인해, 더 큰 감도가 가능할 수 있다. 원한다면, 모드들 사이에서의 급격한 전환을 방지하기 위해, 히스테리시스가 쉽게 추가되어 설계될 수 있다. 원한다면, 도 7에 도시된 바와 같이, 더 많은 채널들 또는 전극들을 추가하기 위해 스위치들과 아날로그 멀티플렉서들이 사용될 수 있다.

[0080] 도 1 내지 도 7의 요소들을 사용하면, 새로운 감지 방법들은, 자체-트리거된 송신기 신호들 및 수신기 채널들 상의 진폭, 위상 및 주파수 측정값들의 선택을 가능케한다. 따라서, 새로운 송신기-수신기 구성들이 가능하며, 특정 전극들 상의 측정값들의 유용한 특정 선택들을 최대화하기 위해 맞춤화되고 가중화될 수 있다. 일 실시예에서, 도 1 내지 도 7의 요소들을 사용하면, 오브젝트가 접근할 때까지, 센서 또는 측정 시스템의 어떤 부분도 발진 신호들을 발행할 필요가 없다. 대신, 송신기들과 수신기들 사이의 주변(ambient) 캐패시턴스가 측정될 수 있다. 도 1 내지 도 7의 수신기들은 수신기와 송신기 사이의 커패시턴스(고유의 커패시턴스를 포함함)가 하위 또는 상위 커패시턴스 임계값에 도달할 때까지 발진하지 않을 수도 있다. 그 다음, 송신기는 접근한 오브젝트를 더 정확하게 검출하기 위해 활성화될 수도 있다.

[0081] 다른 시스템들은 송신기들로부터의 정현파 또는 다른 출력 신호들의 계속적인(continual) 발행을 요구할 수 있다. 또한, 다른 시스템들은 수신기들에 의한 값들의 연속적인 검사를 요구할 수 있는데, 여기서 폴링(polling)은 계속적이거나 주기적이다. 반대로, 본 개시의 실시예들은, 오브젝트가 접근했는지를 결정하기 위하여 송신기들로부터의 출력 신호의 발행을 요구하지 않는다. 일 실시예에서, 수신기가 접근되거나 터치되지 않을 때, 수신기 또는 송신기 신호는 발행되지 않는다. 대신에, 수신기는 송신기와 수신기 사이의 커패시턴스에 충분히 영향을 미치는 오브젝트에 의한 접근에 의해서만 활성화 또는 발진한다. 이어서, 송신기는 정현파 신호를 사용하여 활성화될 수 있고, 수신기는 이러한 신호의 (접근하는 오브젝트에 의해 영향을 받음에 따른) 편향 또는 왜곡된 버전을 수신하고, 커패시턴스, 근접 또는 터치를 계산하도록 활성화될 수 있다.

[0082] 송신기 및 수신기의 전극들 및 회로들 및 어레이들은 이미 널리 사용되는 구성들을 따를 수 있다. 도 8은 송신기 및 수신기들의 배열 및 구성을 도시한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 송신기 전극은 그 주위의 수신기 전극들에 대해 중앙에 위치될 수 있다.

[0083] 다른 경우로, 도 9는 송신기 및 수신기들의 또 하나의 배열 및 구성을 도시한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 송신기 전극은 디스플레이 스크린과 같은 다른 회로망 및 시스템 부품들을 위한 공간을 가능케하기 위해 중앙으로부터 오프셋될 수 있다.

[0084] 도 10은 송신기 및 수신기들의 다른 또 하나의 배열 및 구성을 도시한다. 도 10에서, 송신기 전극, 수신 전극들 또는 2가지 유형들의 전극들의 임의의 조합은, 분할(split)되거나 복수의 전극들에 의해 공유될 수 있으며, 또는 복수의 전극들 또는 전극들의 조합들에 대해 선택적으로 스위칭될 수 있다.

[0085] 도 11은 본 개시의 실시예들에 따른, 송신기 전극에 가까이에 결합된 수신기 전극의 배열을 도시한다. 구체적으로, 수신기 전극(1102)은 송신기 전극(1104)에 가까이에 결합될 수 있다. 수신기 전극(1102)은 송신기 전극(1104)의 주파수 설정시 지배적인 전극이 되도록 (그것의 입력 신호들에 대하여) 가중화될 수 있다. 송신기 전극의 주파수는 시스템 주파수로서 설정되어야 한다.

[0086] 일 실시예에서, 수신기 전극(1102)에 대한(about) 감지 공간에서의 섭동들(perturbations)은 다른 수신기 전극들(1106, 1108)에 대한 주파수 측정값들에서의 변동들을 결국 지배할 수 있다. 따라서, 주파수 측정값은, 다른 수신기 전극들에 비해, 수신기 전극(1102)과 관련된 채널 및 스테이지에서 가장 유용할 것이다. 한편, 송신기 전극(1104)으로부터 멀리있는 다른 수신기 전극들(1106, 1108)은, 그들의 수신된 신호 진폭들이 그 RX 전극들과 관련된 감지 공간에서의 변화들에 가장 민감한 측정값일 때에 가장 유용한 측정값이 되도록, 가중화될 수 있다. 그들의 동일한 수신기 전극들(1106, 1108)이, 수신된 신호 진폭들이 비교적 작은 송신기 전극(1104)으로부터 너무 멀리 떨어져 있다면, 제로-크로싱 위상 검출기들을 통해 측정된 상대 위상 변화들이 더 신뢰성있을 것이다. 전극들의 소망하는 가중치는, 임피던스(Zpn)의 설계에 의해 또는 연관된 등가 임피던스(Zin)를 갖는 전송 기능 블록(Hn)의 구조에 의해 달성될 수 있다.

[0087] 감지 공간에서 송신기-수신기 어레이에 의해 형성된 임피던스 네트워크는 상당히 복잡할 수 있지만, 회로 동작은 각 송신기와 수신기 전극쌍 사이의 등가 임피던스만을 고려하는 것으로 이해될 수 있다. 도 12는 본 개시의 실시예들에 따른, 임피던스 네트워크를 도시한다. 도 12는 하나의 송신기, 2개의 수신기들 그리고 하나의 외부 오브젝트(OB)를 갖는 경우를 도시한다. 도 12의 각 요소는 다른 요소들 및 그라운드에 대한 임피던스를 포함할 수 있다. 도 13은 본 개시의 실시예들에 따른, 단순화된 임피던스 네트워크 모델을 도시한다. 도 12의 네트워크는 도 13의 네트워크로 축소될 수 있는데, 여기서 도 12의 Zpn는 설계에 의해 도 13의 ZnTeq 내에 포함되거나 거기에 기여할 수 있다. 일 실시예에서, 요소들(Zn0), 즉 그라운드에 대한 임피던스의 영향들은 최소화되어야 한다. 더욱, Zn0와 직렬의 잡음원이 주어지면, 수신기 전극과 그라운드 사이의 임피던스는, 현재 이용가능한 다른 방법들보다도, 본 감지 방법에 의해서 더 쉽고 자연스럽게 제거될 수 있다. 하지만, 외부 오브젝트와 그라운드 사이의 임피던스인 Zo0의 영향을 제거하는 것은, Zo0가 네트워크 내의 다른 임피던스들에 비해 매우 낮을 때, 도전에 직면할 수 있다.

[0088] 직접적으로 의도된 애플리케이션에서, 오브젝트는 인간의 손, 스타일러스, 손가락, 또는 전극 어셈블리에 대해 공기중에서 움직이는 다른 오브젝트일 수 있으며, 지배적인 임피던스들은 커패시턴스일 수 있다. 다양한 실시예들의 목적은 손의 상대적인 위치 및 움직임을 검출하는 것일 수 있다.

[0089] 도 11로 돌아가서, 엄지 손가락의 접근, 가까운-호버(hover) 또는 터치와 같은 오브젝트에 의한 접근은 수신기 전극(1102)의 발진을 트리거링할만큼 충분한 커패시턴스의 변화를 초래할 수 있다. 이러한 트리거링 후에, 정현파 또는 다른 신호들의 송신이 가까이에 결합된 송신기 전극(1104)에 의해 이루어질 수 있다. 지금 활성화된 송신기 전극(1104)은 수신기 전극(1102)을 활성화시킨 오브젝트에도 또한 비교적 가까울 수 있다. (인체와 같이) 물체가 충분한 전기 전도성을 가진다면, 송신기 전극(1104)으로부터의 신호는 손바닥과 다른 손가락들(또는 오브젝트와 전기적으로 연결된 다른 부분들)을 가로질러 이동하고(travel) 다른 수신기 전극들(1106, 1108) 또는 원래의 수신기 전극(1102)에 결합된다. 신호는 오브젝트의 가장가까운 연결물들(extensions)(예를 들어, 손가락들)의 상대 위치에 종속하여 다양한 각도로 전파될 수 있다. 상대 진폭들(및 가능하게는, 송신기 시스템 동작 주파수 자체의 주파수 변화들, 뿐만아니라, 수신된 신호들의 위상)을 측정함으로써, 상대 위치와 제스처들을 검출하기에 충분한 정보가 획득될 수 있다.

[0090] 이 장치는, 터치패드들, PC-마우스, 맥박 모니터, 및 심지어 가상 타이핑 키보드까지에 이르는 애플리케이션들

에 사용될 수 있다. 이 장치는, 디바이스의 바깥 둘레(outer ring) 또는 에지에 탑재된 전극 어셈블리와 함께, 모바일 스마트폰, 태블릿 또는 유사 디바이스에 포함될 수 있다. 이것은, 예를 들어 음량 제어를 더 간단하고 사용자-친화적으로 구현하게 할 수 있다. 이러한 구현에서, 수신기 전극들(1106, 1108)로부터의 상대 측정값들이 획득되고 분석되어, 오브젝트가 위 또는 아래로 움직이는지 여부를 판정할 수 있다.

[0091] 유사한 기술들을 사용하면, 시스템은 마우스 이동 또는 가상 키보드들과 같은 2차원 또는 3차원 애플리케이션들에 적용될 수 있다. 예를 들어, 도 14는 본 개시의 실시예들에 따른, 가상 키보드 전극 어레이를 도시한다. 가까이에-결합된 2개의 송신기-수신기 쌍들이 포함될 수 있다. 이것들은, 공간의 좌측에 있는 수신기 전극(1402) 및 송신기 전극(1404), 그리고, 공간의 우측에 있는 수신 전극(1408) 및 송신기 전극(1406)일 수 있다. 다른 수신기 전극들(1410, 1412, 1414, 1416)은 가상 키보드를 동작시키기 위한 제스처들이 식별되고 추적될 공간을 정의할 수 있다. 하단의 좌측과 우측 코너들에 활성화 위치들을 제공함으로써, 엄지 손가락들이 실제 키보드 스페이스바 위에서 호버하는 방식으로 엄지 손가락들이 2개의 활성화 위치들 위에서 호버할 때, 가상 키보드가 자동으로 활성화될 수 있다. 수신기 전극들(1402, 1408) 중 하나 또는 둘 다가 커패시턴스의 충분한 변화를 판정할 때까지, 수신기 전극들(1402, 1408)은 발진하지 않을 수 있다. 또한, 송신기 전극들(1404, 1406)은 송신하지 않을 수도 있다. 추가로, 수신기 전극들(1410, 1412, 1414, 1416)은 비활성일 수 있다. 일단 수신기 전극들(1402, 1408) 중 하나 또는 둘 다가 커패시턴스의 충분한 변화를 검출하면, 송신기 전극들(1402, 1408)은 정현파 또는 다른 신호들을 발행하고, 이것들의 변형된 또는 변화된 버전들이 지금-활성화된 수신기 전극들(1410, 1412, 1414, 1416)에 의해 검출될 수 있다. 진폭, 위상 및 주파수 측정값들은 이러한 수신기 전극들로부터 수집될 수 있고 키스트로크(keystroke) 형태의 제스처로서 해석될 수 있다. 수신기들에서의 신호 진폭들을 살펴봄으로써, (전극에 대한) "단거리(shorter-reach)" 키스트로크 제스처들이 쉽게 획득(pick-up)될 수 있다. "장거리(far-reach)"는 송신기 신호에서 더 많은 주파수 시프트를 초래하면서 수신기 신호 진폭에서의 두드러진 강하를 초래할 수 있으며, 이들 둘 다는 디코딩 처리에서 지시들(tells)로서 사용될 수 있다.

[0092] 감지 시스템은, 디바이스의 바깥 둘레(outer ring) 또는 에지에 탑재된 전극 어셈블리와 함께, 모바일 스마트폰, 태블릿 또는 유사 디바이스에 포함될 수 있다. 디바이스 상의 디스플레이들은 음량 제스처들과 같은 제어들이 수행되는 스크린의 부분들을 나타낼 수 있다. 또한, 2차원 마우스 제스처들은 스크린의 측면을 벗어나서 이루어질 수 있다. 추가로, 상술한 가상 키보드는, 바닥에 평평하게 놓인 이러한 디바이스의 맨아래(bottom)까지 추적될 수 있다.

[0093] 도 15는 본 개시의 실시예들에 따른, 커패시턴스 변화들을 감지하기 위한 방법의 흐름도를 도시한다.

[0094] 방법(1500)은 도 1 내지 도 14의 요소들과 같은, 임의의 적절한 메커니즘에 의해 구현될 수 있다. 방법(1500)은 선택적으로, 임의의 적절한 지점에서 임의로 반복 또는 종료될 수 있다. 또한, 방법(1500)을 구현하기 위해 특정 개수의 단계들이 도시되어 있지만, 방법(1500)의 단계들은 선택적으로 반복되거나, 또는 또 하나의, 생략된 또는 필요에 따라 수정된 기타의 항목과 함께 병렬로 또는 재귀적으로 수행될 수 있다. 예를 들어, 단계(1520)과 단계(1525)가 동시에 발생할 수 있다. 방법(1500)은 단계(1505)와 같은 임의의 적절한 지점에서 개시될 수 있다.

[0095] 단계(1505)에서, 송신기들은 비활성화될 수 있다. 또한, 비활성 수신기들이 비활성화될 수 있다. 단계(1510)에서, 활성 수신기들은 출력 신호를 전파하도록 발진 또는 활성화되지 않을 수 있다.

[0096] 단계(1515)에서, 커패시턴스가 임계값에 도달했는지 여부가 판정될 수 있다. 임계값은, 하강 후에 하위 임계값에 도달하거나 상승 후에 상위 임계값에 도달했을 수 있다. 커패시턴스 변화는 활성 수신기 전극에 접근하는 오브젝트에 기인 할 수 있다. 커패시턴스 결정은 특정 커패시턴스 임계값에 도달한 후에만 활성화 또는 발진하도록 구성된 수신기 스테이지에 의해서 이루어질 수 있다. 커패시턴스는 활성 수신기와 송신기 사이의 커패시턴스를 포함할 수 있다. 커패시턴스는 또한 활성 수신기 내부의 커패시턴스를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 커패시턴스 측정값은 임피던스 측정값으로 대체될 수 있다.

[0097] 커패시턴스 임계값들에 도달하면, 방법(1500)은 단계(1520)로 진행할 수 있다. 그렇지 않으면, 단계(1515)가 반복될 수 있다. 단계(1520)에서, 활성 수신기들이 발진할 수 있다.

[0098] 단계(1525)에서, 송신기들이 활성화될 수 있다. 다른 수신기들이 활성화될 수도 있다. 송출(broadcast) 신호가 송신기들에 제공될 수 있다.

[0099] 단계(1530)에서, 이득이 측정될 수 있다. 이득은, 물체와 상호작용하는 송출 신호로부터 생기는 수신된 왜곡 신호에 있어서 시스템과 수신기 스테이지들에 관련될 수 있다. 또한, 수신된 신호들의 주파수, 진폭 및 위상 정보

가 측정될 수 있다.

[0100] 단계(1535)에서, 수집된 데이터가 제스처들로 해석될 수 있다.

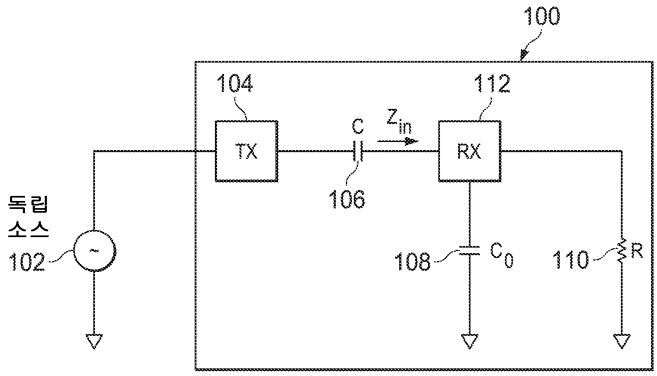
[0101] 단계(1540)에서, 제스처들로 변환될 물체의 영향들의 측정값이 계속될지 여부가 결정될 수 있다. 그렇다면, 방법(1500)은 단계(1530)에서 반복될 수 있다. 그렇지 않으면, 방법(1500)은 단계(1545)로 진행할 수 있다.

[0102] 단계(1545)에서, 방법(1500)이 반복될지 여부가 결정될 수 있다. 그렇다면, 방법(1500)은 예를 들어 단계(1510)에서 반복될 수 있다. 그렇지 않으면, 방법(1500)은 종료될 수 있다.

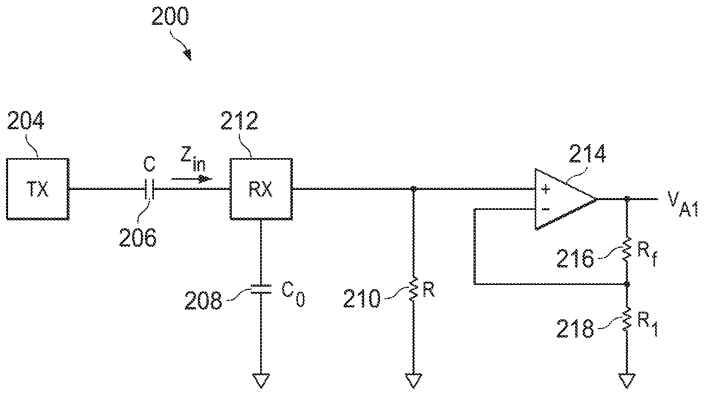
[0103] 비록 예시의 실시예들이 위에 도시되었지만, 본 기술 분야에서 통상의 기술을 가진 자의 지식과 능력에 따라, 본 개시의 사상과 범위로부터 벗어나지 않으면서, 이러한 실시예들에 대해 변경, 추가, 제외, 또는 다른 치환이 이루어질 수 있다.

도면

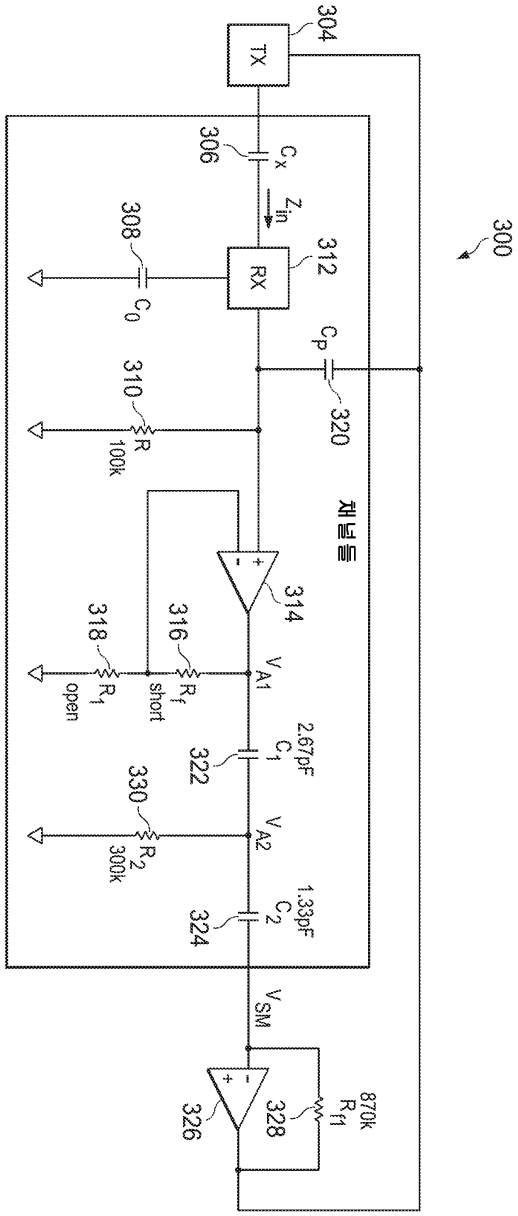
도면1



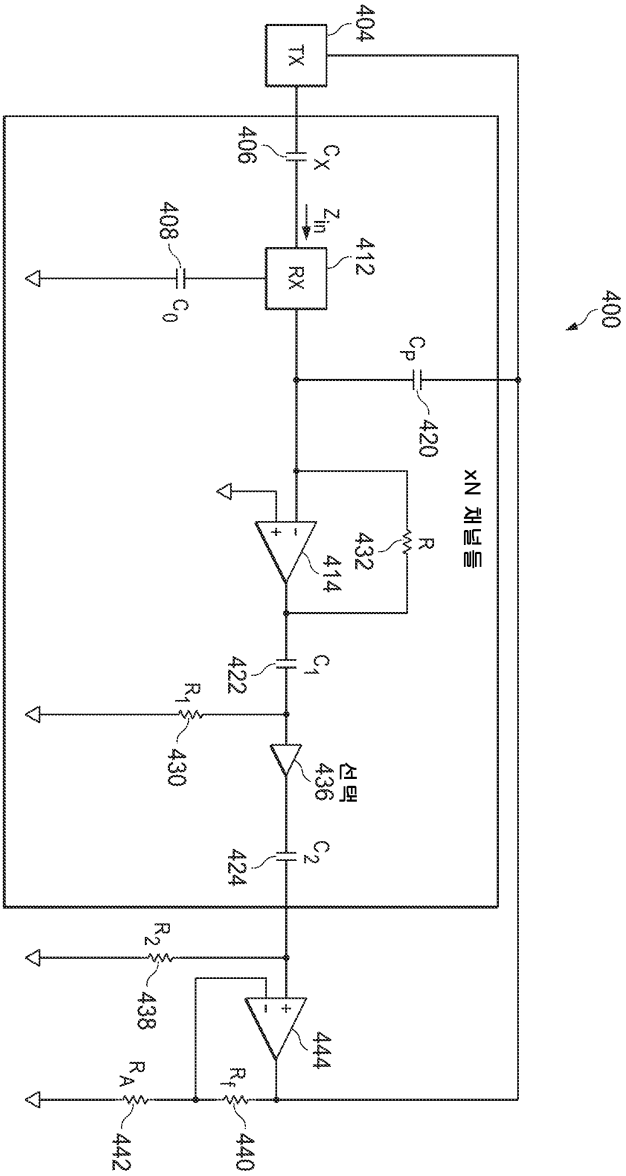
도면2



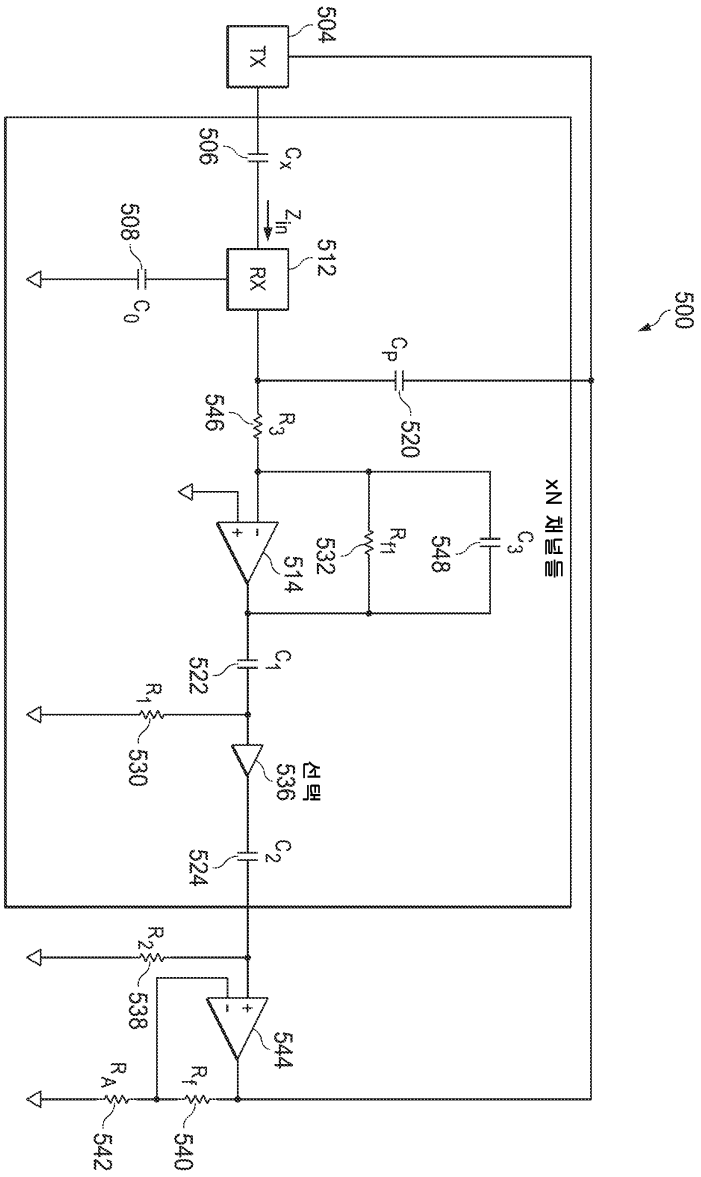
도면3


304
TX
306
C_x
Z_{in}
308
C_0
312
RX
300
C_P
320
310
R
100k
채널들
314
316
R_f
short
318
R_1
open
V_{A1}
322
2.67pF
C_1
330
R_2
300k
V_{A2}
324
1.33pF
C_2
V_{SM}
326
328
870k
R_{f1}

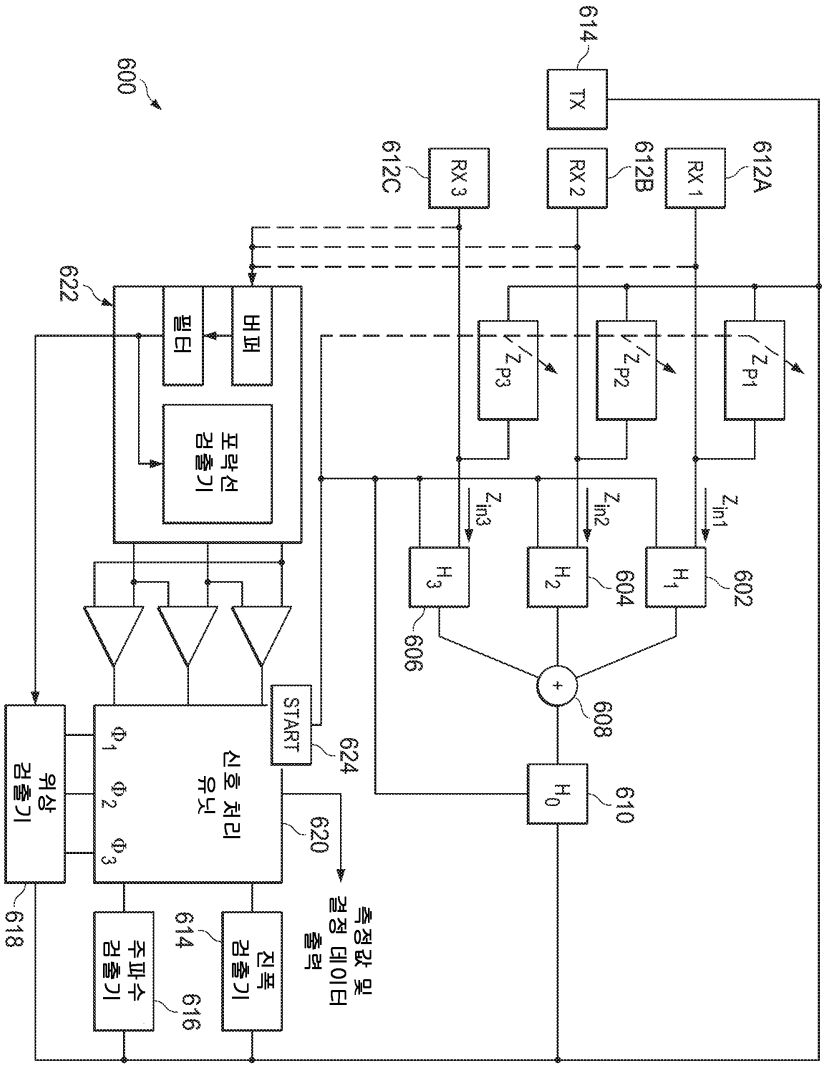
도면4


404
TX
406
C_X
Z_{in}
408
412
RX
C_0
400
C_P
420
xN 채널들
R
432
414
422
C_1
R_1
430
선택
436
424
C_2
R_2
438
444
R_A
R_f
442
440

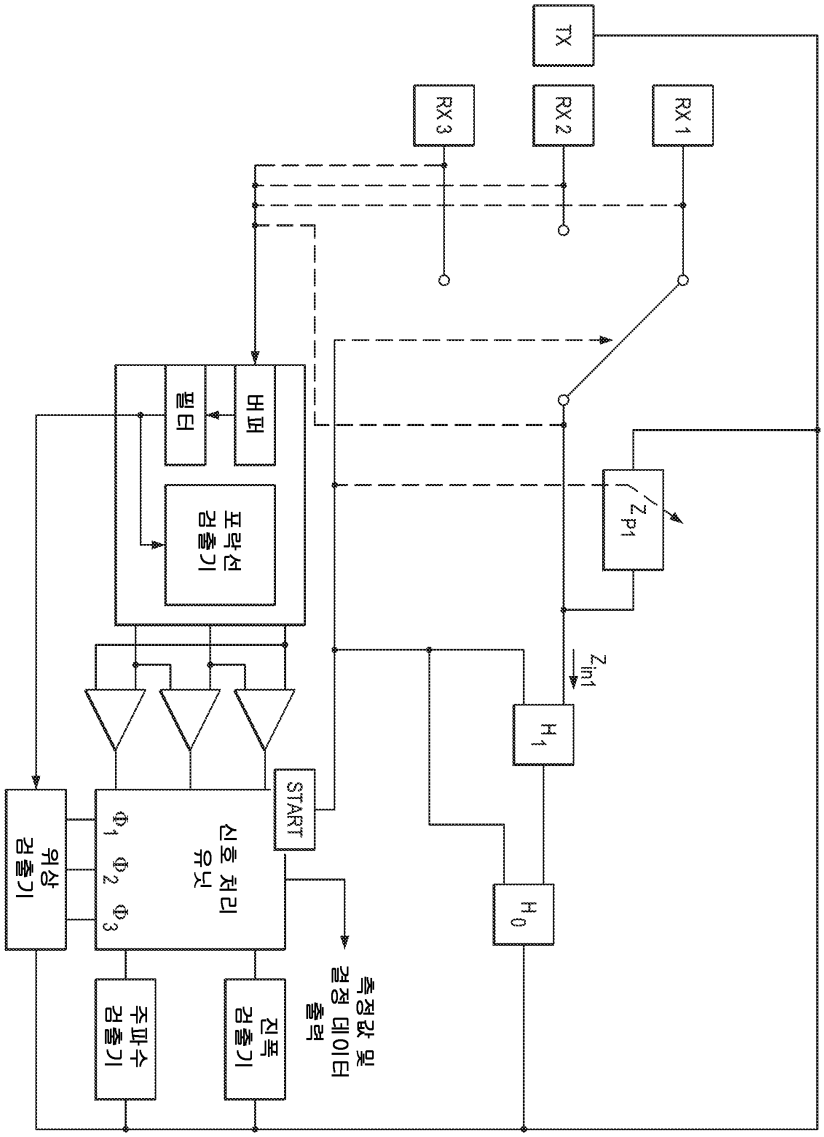
도면5


504
TX
506
C_x
Z_{in}
508
512
RX
C_0
500
C_P
520
546
R_3
xN 채널들
532
R_{f1}
548
C_3
514
522
C_1
R_1
530
선택
536
524
C_2
R_2
538
544
R_A
R_f
542
540

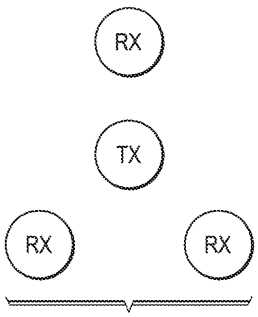
도면6


600
614
TX
612C
RX 3
612B
RX 2
612A
RX 1
622
버퍼
필터
포락선 검출기
Z_{P3}
Z_{P2}
Z_{P1}
Z_{in3}
Z_{in2}
Z_{in1}
H_3
H_2
H_1
606
604
602
608
H_0
610
START
624
620
신호 처리 유닛
Φ_1
Φ_2
Φ_3
위상 검출기
618
주파수 검출기
614
616
진폭 검출기
측정값 및 결정 데이터 출력

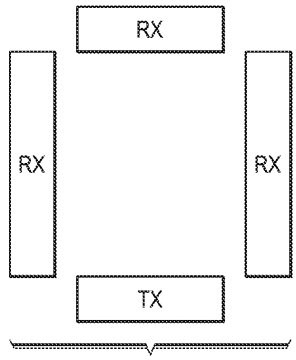
도면7


TX
RX 3
RX 2
RX 1
버퍼
필터
포락선 검출기
Z_{p1}
Z_{in1}
H_1
H_0
START
위상 검출기
신호 처리 유닛
Φ_1 Φ_2 Φ_3
주파수 검출기
진폭 검출기
측정값 및 결정 데이터 출력

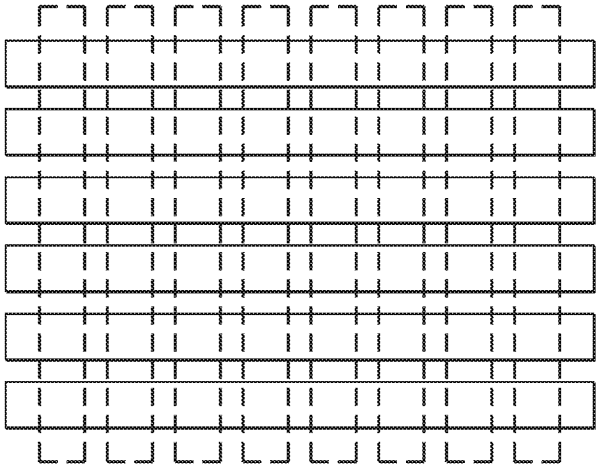
도면8


RX
TX
RX
RX

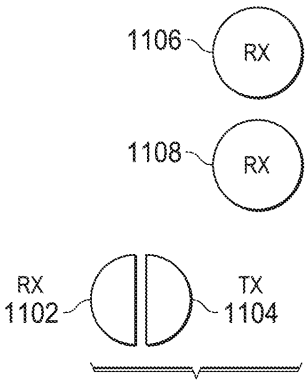
도면9



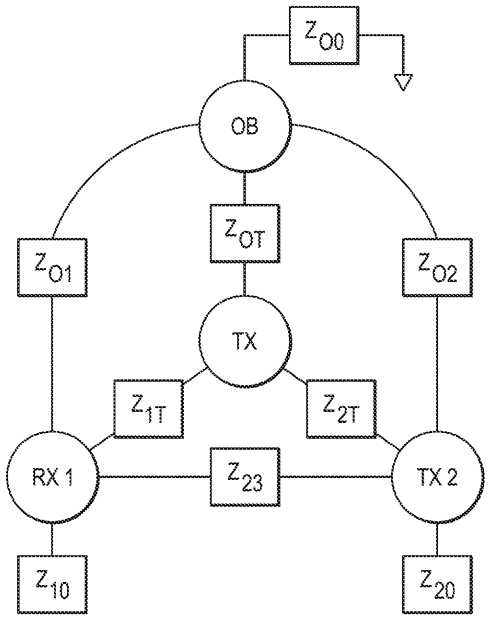
도면10



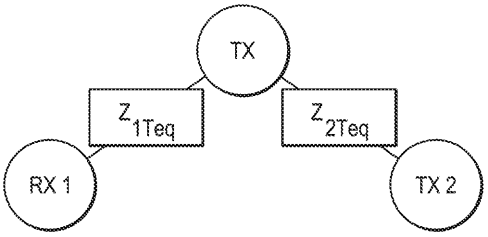
도면11



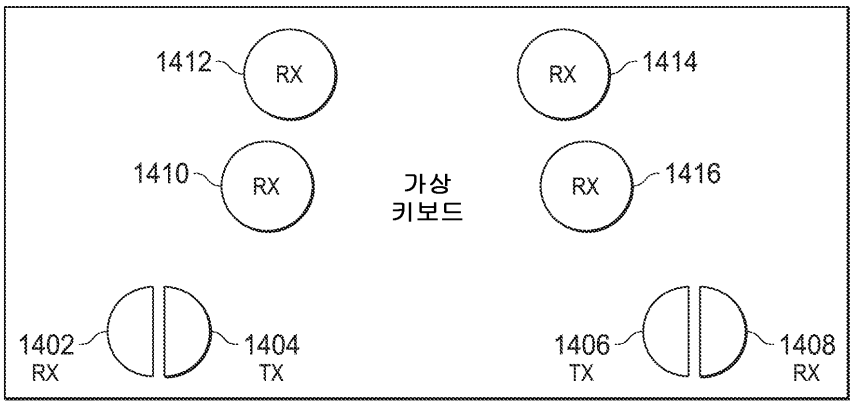
도면12



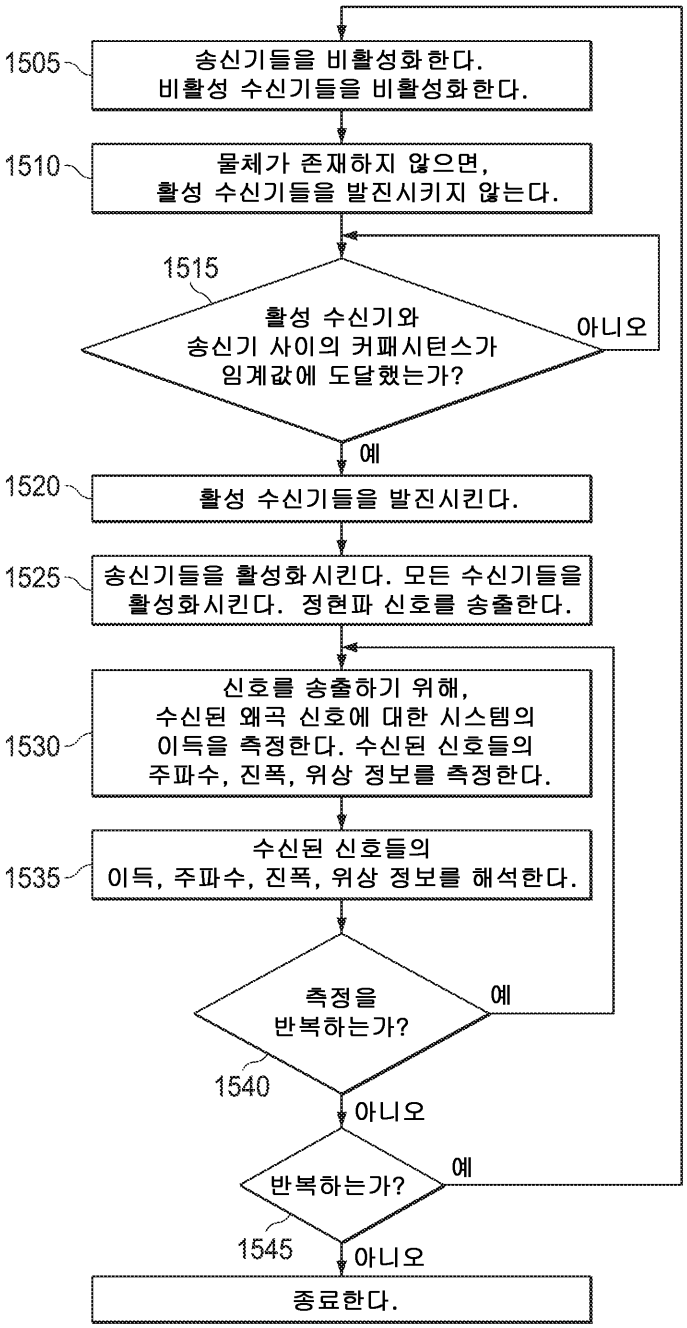
도면13



도면14



도면15


1505
송신기들을 비활성화한다.
비활성 수신기들을 비활성화한다.
1510
물체가 존재하지 않으면,
활성 수신기들을 발진시키지 않는다.
1515
활성 수신기와
송신기 사이의 커패시턴스가
임계값에 도달했는가?
아니오
예
1520
활성 수신기들을 발진시킨다.
1525
송신기들을 활성화시킨다. 모든 수신기들을
활성화시킨다. 정현파 신호를 송출한다.
1530
신호를 송출하기 위해,
수신된 왜곡 신호에 대한 시스템의
이득을 측정한다. 수신된 신호들의
주파수, 진폭, 위상 정보를 측정한다.
1535
수신된 신호들의
이득, 주파수, 진폭, 위상 정보를 해석한다.
측정을
반복하는가?
예
1540
아니오
반복하는가?
예
1545
아니오
종료한다.