



등록특허 10-2056428



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월22일  
(11) 등록번호 10-2056428  
(24) 등록일자 2019년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01R 31/00* (2006.01) *G01D 5/24* (2006.01)

(52) CPC특허분류  
*G01R 31/005* (2013.01)  
*G01D 5/24* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7005001

(22) 출원일자(국제) 2013년08월15일  
심사청구일자 2018년07월25일

(85) 번역문제출일자 2015년02월26일

(65) 공개번호 10-2015-0043353

(43) 공개일자 2015년04월22일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/067099

(87) 국제공개번호 WO 2014/027074

국제공개일자 2014년02월20일

(30) 우선권주장

61/684,009 2012년08월16일 미국(US)

13/967,324 2013년08월14일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2010015262 A\*

WO2011001813 A1\*

WO2011154468 A1\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
마이크로칩 테크놀로지 저머니 게엠베하  
독일, 디85737, 이스마닝, 오스터펠드 스트라쎄  
82

(72) 발명자

해임, 악셀

독일, 뮌헨 80339, 웨스트엔드스트라쎄 20

호흐, 마틴

독일, 길링 82205, 브래우하우스가쎄 9

(74) 대리인  
특허법인세신

전체 청구항 수 : 총 30 항

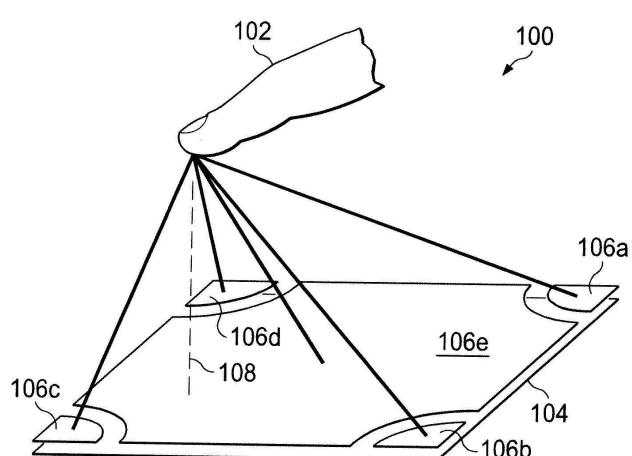
심사관 : 정종한

(54) 발명의 명칭 노이즈에 대한 강건성을 갖는 용량형 센서 시스템을 위한 신호 처리

### (57) 요 약

용량형 센서는: 교류 전기장을 센서에 제공하도록 구성된 송신 전극; 상기 교류 전기장의 변동들을 검출하기 위한 하나 이상의 수신 전극들; 및 노이즈 전력과 같은 노이즈 측정값의 검출에 응답하여 상기 교류 전기장의 동작 주파수를 조정하도록 구성된 어댑티브 주파수 조정 유닛을 포함한다.

대 표 도 - 도1



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

용량형 센서로서,

상기 용량형 센서에 교류 전기장을 제공하도록 구성된 송신 전극;

캐리어 신호를 생성하기 위한 발진기;

상기 교류 전기장의 변동들을 검출하기 위한 하나 이상의 수신 전극들;

상기 발진기와 결합되어 노이즈 측정값의 검출에 응답하여 상기 교류 전기장의 동작 주파수를 조정하도록 구성된 어댑티브 주파수 조정 유닛; 및

감지된 커패시턴스에 의거하여 상기 동작 주파수의 캐리어 신호를 변조하도록 동작 가능한 변조기를 포함하고,

상기 변조된 캐리어 신호는 동기적으로 복조되고 다운샘플링되는, 용량형 센서.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 포텐셜 동작 주파수들에서 복수의 노이즈 측정값들을 결정하고 그리고 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성되는, 용량형 센서.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는, 용량형 센서.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들 중 높거나 낮은 노이즈 측정값에 대응하는, 용량형 센서.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 노이즈 측정값들은 노이즈 전력들을 포함하는, 용량형 센서.

#### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈에 대한 측정값인, 용량형 센서.

#### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈 전력에 대한 측정값인, 용량형 센서.

#### 청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 동작 주파수에서의 캐리어 신호는 진폭 변조를 이용하는 저주파 타겟 신호에 의해 변조되는, 용량형 센서.

#### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 노이즈 측정값은, 저주파 변조 신호의 주파수 대역과 같지 않고 그리고 저주파 노이즈를 포함하는 주파수 대역들과 같지 않은 주파수 대역에서 상기 다운샘플링된 신호의 신호 에너지의 측정값인, 용량형 센서.

#### 청구항 10

제 2 항에 있어서,

상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하거나 그 이하로 떨어지면 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성되는, 용량형 센서.

#### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수인, 용량형 센서.

#### 청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 수신 전극들(106a, b, c, d)로부터 수신된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하도록 구성된 아날로그 디지털 변환기(ADC)를 더 포함하고,

샘플링 주파수는 상기 캐리어 신호의 상기 주파수의 두 배인, 용량형 센서.

#### 청구항 13

노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법으로서,

복수의 포텐셜 동작 송신 주파수들을 정의하는 단계;

상기 포텐셜 동작 주파수들의 각각에 대응하는 대응 노이즈 측정값을 결정하는 단계;

상기 복수의 포텐셜 동작 송신 주파수들 중 하나의 송신 주파수에서 상기 용량형 감지 시스템을 동작시키는 단계;

상기 동작 주파수들에서 동작 노이즈 측정값을 측정하는 단계; 및

상기 측정된 동작 노이즈 측정값에 응답하여 새로운 동작 주파수를 선택하는 단계를 포함하고,

변조된 캐리어 신호는 동기적으로 복조되고 다운샘플링되는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들 중 최소값 또는 최대값에 대응하는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들 중 높거나 낮은 노이즈 측정값에 대응하는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 대응 노이즈 측정값 및 상기 동작 노이즈 측정값은 노이즈 전력들을 포함하는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 17

제 13 항에 있어서,

상기 동작 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈에 대한 측정값인, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 18

제 13 항에 있어서,

상기 동작 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈 전력에 대한 측정값인, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 19

제 13 항에 있어서,

상기 동작 주파수에서의 상기 캐리어 신호는 진폭 변조를 이용하는 저주파 타겟 신호에 의해 변조되는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 동작 노이즈 측정값은, 저주파 변조 신호의 주파수 대역과 같지 않고 저주파 노이즈를 포함하는 주파수 대역들과 같지 않은 주파수 대역에서 상기 다운샘플링된 신호의 신호 에너지의 측정값인, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 21

제 13 항에 있어서,

검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하거나 그 이하로 떨어지면 새로운 동작 주파수를 선택하는 단계를 포함하는, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수인, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법.

### 청구항 23

용량형 센서 시스템으로서,

교류 전기장을 센서에 제공하도록 구성된 송신 전극;

상기 교류 전기장의 변화들을 검출하기 위한 하나 이상의 수신 전극들; 및

상기 용량형 센서 시스템을 직접 샘플링 및 동기화 복조를 갖는 진폭 변조 시스템으로서 모델링함에 따라 상기 교류 전기장의 동작 주파수를 조정하도록 구성된 어댑티브 주파수 조정 유닛을 포함하는, 용량형 센서 시스템.

### 청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 포텐셜 동작 주파수들에서 복수의 노이즈 측정값들을 결정하고, 그리고 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수를 선택하도록 구성되는, 용량형 센서 시스템.

### 청구항 25

제 24 항에 있어서,

상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하면 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성되는, 용량형 센서 시스템.

### 청구항 26

제 25항에 있어서,

상기 노이즈 측정값은 노이즈 전력인, 용량형 센서 시스템.

### 청구항 27

아날로그 노이즈 신호를 수신하는 신호 처리 유닛과 결합되고 노이즈에 노출되어 있는 교류 전기장 센서 배열을 포함하는 센서 시스템으로서,

상기 신호 처리 유닛은 상기 아날로그 노이즈 신호를 디지털 신호로 변환하고, 상기 신호 처리 유닛은 또한 샘플링된 신호를  $(-1)^k$ 과 곱함으로써 상기 샘플링된 신호를 복조하고  $- k$ 는 이산 시간을 나타냄 -, 그 다음에 저역-통과 필터링하고, 그 다음에 테시메이션하고 그리고 추가로 저역-통과 필터링하도록 구성되는, 센서 시스템.

### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 신호 처리 유닛은 또한 처리된 신호로부터 거리 추정, 포지셔닝 또는 제스처 인식을 수행하도록 동작 가능한, 센서 시스템.

### 청구항 29

제 27 항에 있어서,

상기 교류 전기장은 펄스 신호에 의해 발생되는, 센서 시스템.

### 청구항 30

제 29 항에 있어서,

상기 교류 전기장은 직사각형 펄스 신호인, 센서 시스템.

### 청구항 31

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

관련 출원에 대한 상호 참조

[0001] 본 출원은 2012년 8월 16일 출원된 미국 가출원 번호 61/684,009 호의 우선 이익을 주장하며, 상기 미국 가출원은 그 전체가 여기에 완전히 설명된 것처럼 본 출원에 참조로 통합된다.

기술 분야

[0004] 본 개시는 용량형 센서 시스템들을 위한 방법들 및 시스템들에 관한 것이며, 특히 이러한 시스템들에서의 신호

처리에 관한 것이다.

## 배경기술

[0005] 용량형 센서 시스템들은, 교류 전기장을 생성하고 이 전기장 내에 있는 센서 전극에서 한 사이클마다 얻어진 전위차(즉, 전압)를 측정함으로써 실현될 수 있다. 단일 전극, 또는 송신 전극 및 하나 이상의 수신 전극들이 사용될 수 있다. 이 전압은 센서 전극과 그의 전기적 환경 사이의 커패시턴스에 대한 척도인데, 즉 그 전압은 인간의 손가락이나 손과 같은 오브젝트들에 의해 영향을 받는다. 또한, 이 전압으로부터, 예를 들어, 손가락의 거리가 추론될 수 있다. 이 정보는 인간-기계 인터페이스들에 사용될 수 있다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0006] 위에 언급한 원리에 따라 동작하는 종래의 시스템들이 갖는 문제점은 형광 램프들이나 USB 충전기들과 같은 전기 노이즈 소스들이 전기장에 영향을 줄 수 있다는 점이다. 따라서, 노이즈 환경에서 이 전압을 정확하고 신뢰성 있게 추정하는 데에는 어려움이 있다.

### 과제의 해결 수단

[0007] 다양한 실시예들에 따르면, 주파수 선택 노이즈의 환경들에서 동작 주파수의 자동 적응을 구현하는 용량형 센서 시스템이 제공된다. 실시예들에 따른 용량형 센서는: 상기 용량형 센서에 교류 전기장을 제공하도록 구성된 송신 전극; 캐리어 신호를 생성하기 위한 발진기; 상기 교류 전기장의 변동들을 검출하기 위한 하나 이상의 수신 전극들; 상기 발진기와 결합되어 노이즈 측정값의 검출에 응답하여 상기 교류 전기장의 동작 주파수를 조정하도록 구성된 어댑티브 주파수 조정 유닛; 및 감지된 커패시턴스에 의거하여 상기 동작 주파수의 캐리어 신호를 변조하도록 동작 가능한 변조기를 포함하고, 상기 변조된 캐리어 신호는 동기적으로 복조되고 다운샘플링된다. 일부 실시예들에서, 상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 포텐셜 동작 주파수들에서 복수의 노이즈 전력들을 결정하고 그리고 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응한다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들 중 충분히 높거나 충분히 낮은 노이즈 측정값에 대응한다. 일부 실시예들에서, 상기 노이즈 측정값들은 노이즈 전력들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈 전력에 대한 측정값이다. 일부 실시예들에서, 상기 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 캐리어 신호는 진폭 변조를 이용하는 저주파 타겟 신호에 의해 변조된다. 일부 실시예들에서, 상기 노이즈 측정값은 저주파 변조 신호의 주파수 대역과 같지 않고 그리고 저주파 노이즈를 포함하는 주파수 대역들과 같지 않은 주파수 대역에서 상기 다운샘플링된 신호의 신호 에너지의 측정값이다. 일부 실시예들에서, 상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하거나 그 이하로 떨어지면 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수이다. 일부 실시예들에서, 상기 용량형 센서는 상기 하나 이상의 수신 전극들(106a, b, c, d)로부터 수신된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하도록 구성된 아날로그 디지털 변환기(ADC)를 더 포함하고, 샘플링 주파수는 상기 캐리어 신호의 상기 주파수의 두 배이다.

[0008] 실시예들에 따른, 노이즈 강건성을 용량형 감지 시스템에 제공하는 방법은: 복수의 포텐셜 동작 송신 주파수들을 정의하는 단계; 상기 포텐셜 동작 주파수들의 각각에 대응하는 대응 노이즈 측정값을 결정하는 단계; 상기 복수의 포텐셜 동작 송신 주파수들 중 하나의 송신 주파수에서 상기 용량형 감지 시스템을 동작시키는 단계; 상기 동작 주파수에서 동작 노이즈 측정값을 측정하는 단계; 및 상기 측정된 동작 노이즈 측정값에 응답하여 새로운 동작 주파수를 선택하는 단계를 포함하고, 변조된 캐리어 신호는 동기적으로 복조되고 다운샘플링된다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들 중 최소값 또는 최대값에 대응한다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들 중 충분히 높거나 충분히 낮은 노이즈 측정값에 대응한다. 일부 실시예들에서, 상기 대응 노이즈 측정값 및 상기 동작 노이즈 측정값은 노이즈 전력들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 동작 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈에 대한 측정값이다. 일부 실시예들에서, 상기 동작 노이즈 측정값은 상기 동작 주파수에서의 노이즈 전력에 대한 측정값이다. 일부 실시예들에서, 상기 동작 주파수에서의 상기 캐리어 신호는 진폭 변조를 이용하는 저주파 타겟 신호에 의해 변조된다. 일부 실시예들에서, 상기 동작 노이즈 측정값은 저주파 변조 신호의 주파수 대역과 같지 않고 저주파 노

이즈를 포함하는 주파수 대역들과 같지 않은 주파수 대역에서 상기 다운샘플링된 신호의 신호 에너지의 측정값이다. 일부 실시예들에서, 상기 방법은 검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하거나 그 이하로 떨어지면 새로운 동작 주파수를 선택하는 단계를 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 새로운 동작 주파수는 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수이다.

[0009] 실시예들에 따른 용량형 센서 시스템은: 교류 전기장을 센서에 제공하도록 구성된 송신 전극; 상기 교류 전기장의 변화들을 검출하기 위한 하나 이상의 수신 전극들; 및 상기 용량형 센서 시스템을 직접 샘플링 및 동기화 복조를 갖는 진폭 변조 시스템으로서 모델링함에 따라 상기 교류 전기장의 동작 주파수를 조정하도록 구성된 어댑티브 주파수 조정 유닛을 포함한다. 일부 실시예들에서, 상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 포텐셜 동작 주파수들에서 복수의 노이즈 측정값들을 결정하고, 그리고 상기 복수의 노이즈 측정값들의 최소값 또는 최대값에 대응하는 동작 주파수를 선택하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 상기 어댑티브 주파수 조정 유닛은 검출된 노이즈 측정값이 소정 문턱치를 초과하면 새로운 동작 주파수를 선택하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 상기 노이즈 측정값은 노이즈 전력이다.

[0010] 실시예들에 따른 센서 시스템은, 노이즈 신호를 수신하는 신호 처리 유닛과 결합되고 노이즈에 노출되어 있는 교류 전기장 센서 배열을 포함하고, 여기서 상기 신호 처리 유닛은 상기 아날로그 노이즈 신호를 디지털 신호로 변환하고, 상기 신호 처리 유닛은 또한 샘플링된 신호를  $(-1)^k$ 과 곱함으로써 상기 샘플링된 신호를 복조하고  $-k$ 는 이산 시간을 나타냄 -, 그 다음에 저역-통과 필터링하고, 그 다음에 데시메이션하고 그리고 추가로 저역-통과 필터링하도록 구성된다. 상기 신호 처리 유닛은 또한 상기 처리된 신호로부터 거리 추정, 포지셔닝 또는 제스처 인식을 수행하도록 동작 가능할 수 있다. 상기 교류 전기장은 펄스 신호에 의해 발생될 수 있다. 상기 교류 전기장은 직사각형 펄스 신호일 수 있다.

[0011] 본 개시의 이들 및 다른 특징들은 첨부 도면들과 결합된 이하의 설명을 참조하면 보다 완전하게 이해될 수 있을 것이다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시예들 및 이들의 다수의 특정 세부 사항들을 나타내는 다음의 설명은 예시로서 주어지고 한정하고자 하는 것이 아님을 이해해야 한다. 많은 대체들, 수정들, 추가들 및/또는 재배열들이 본 개시의 사상을 벗어나지 않는 본 개시의 범위 내에서 행해질 수 있고, 본 개시는 모든 이러한 대체들, 수정들, 추가들 및/또는 재배열들을 포함한다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 주파수 선택 노이즈의 환경들에서 동작 주파수의 자동 적응을 구현하는 개선된 용량형 센서 시스템이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 첨부되고 본 명세서의 일부를 형성하는 도면들은 본 개시의 특정 측면들을 묘사하기 위해 포함된다. 도면들에 도시된 특징들은 반드시 실체으로 도시된 것은 아님을 유의해야 한다. 본 개시 및 그 이점들은 첨부 도면들과 결합된 이하의 설명을 참조하면 보다 완전하게 이해될 수 있을 것이며, 도면들에서 같은 첨조 번호들은 동일한 기능들을 가리킨다.

도 1은 예시적인 용량형 감지의 개략도를 도시한다.

도 2는 예시적인 용량형 센서의 개략도를 도시한다.

도 3은 예시적인 노이즈 및 노이즈 감소를 도시한 도면이다.

도 4는 예시적인 용량형 센서의 개략도를 도시한다.

도 5는 도 4의 예시적인 용량형 센서를 보다 상세하게 도시한 도면이다.

도 6은 예시적인 노이즈 전력 스펙트럼 밀도를 도시한 도면이다.

도 7은 노이즈 입력 신호의 예시적인 전력 스펙트럼 밀도를 도시한 도면이다.

도 8은 샘플링된 노이즈 입력 신호의 예시적인 전력 스펙트럼 밀도를 도시한 도면이다.

도 9는 관심 신호들을 나타내는 개략적인 스펙트럼을 도시한 도면이다.

도 10은 실시예들에 따른 프로세스 흐름을 도시한 도면이다.

도 11은 실시예들에 따른 예시적인 시스템 구현 방법들을 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 개시 및 다양한 특징들 및 그의 유리한 세부 사항들은, 첨부 도면들에 도시되고 이하 상세하게 설명된 예시적인 - 그러므로 비제한적인 - 실시예들을 참조하여 보다 상세하게 설명된다. 하지만, 바람직한 실시예들을 나타내는 상세한 설명 및 특정 예들은 예시로서만 주어지고 한정하고자 하는 것이 아님을 이해해야 한다. 알려져 있는 프로그래밍 기술들, 컴퓨터 소프트웨어, 하드웨어, 운영 플랫폼들 및 프로토콜들의 설명들은 상세한 본 개시를 쓸데없이 애매하게 하지 않도록 생략될 수 있다. 기본적인 발명의 개념의 사상 및/또는 범위 내의 다양한 대체들, 수정들, 추가들 및/또는 재배열들은 본 개시로부터 이 기술분야의 당업자들에게 명백하게 될 것이다.
- [0015] 이제 도면들, 특히 도 1을 보면, 교류 전기장의 평가를 위한 예시적인 센서 전극 배열(100)이 도시되어 있다. 센서 전극 배열은 복수의 수신 전극들(106a 내지 106e) 및 하나 이상의 송신 전극들(104)을 포함한다. 하나 이상의 수신 전극들(106a 내지 106e)은 전형적으로 송신 전극(104) 위(above)에 층으로 배열되고, 송신 전극과 수신 전극들 사이에는 절연층(도시되지 않음)이 배열되어 있다. 센서 전극 배열(100)은 손가락(102)과 같은 오브젝트가 교류 전기장에 미치는 영향을 결정하도록 구성된다. 이에 따라, 손가락(102)과 센서 전극 배열 사이의 거리(108)가 결정될 수 있다.
- [0016] 보다 특히, 다양한 실시예들에 따르면, 프론트 엔드 디바이스는 수신 전극들과 손가락(GND) 사이의 커패시턴스를 측정하여 손가락(102)과 센서 배열 사이의 거리를 추정한다. 용량형 전압 분할기의 포텐셜 변화들은 교류 전압에 의해 여기된다.
- [0017] 이는 도 2를 참조하여 개략적으로 설명된다. 특히, 도 2는 송신기 전극( $E_{TX}$ ) 및 수신기 전극( $E_{RX}$ )을 갖는 용량형 센서 시스템(200)의 단면 위의 거리  $x_o$ 에 있는 사람의 손가락(102)을 보여준다.  $E_{TX}$ 는 직사각형 펄스 트레인 전압원(202)을 이용하여 여기되고, 여기서  $E_{TX}$ 와 그라운드(GND) 사이의 소스 저항  $R_s$  및 커패시턴스  $C_{TX}$ 는 저역-통과 필터를 형성한다. 직사각형 펄스 트레인 전압은 전형적으로 40~140 kHz의 주파수를 갖는다.  $E_{RX}$ 와 GND 사이의 가변 커패시턴스  $C_f$ 는  $E_{RX}$ 와 손가락(102) 사이의 커패시턴스에 의해 지배되며, 이  $E_{RX}$ 와 손가락(102) 사이의 커패시턴스는 손가락과  $E_{RX}$  사이의 거리  $x_o$ 에 의존한다.  $C_f$  및  $E_{TX}$ 와  $E_{RX}$  사이의 일정한 커패시턴스  $C_s$ 는 용량형 전압 분할기(204)를 만든다. 따라서, 전압  $V_f$ 는  $x_o$ 의 함수이다.
- [0018] 센서 시스템의 기본적인 이해를 위해 별로 중요하지 않은 추가 커패시턴스들은 도면에서 생략되었음에 유의한다. 또한, 커패시턴스  $C_f$ 는 거리  $x_o$ 에 의존할 뿐만 아니라 손가락 끝의 3차원 위치, 손의 방향, 손의 크기 등에 의존한다.
- [0019] 도 3은 집적 프론트 엔드 디바이스의 출력 신호들(300, 302)을 도시한다. 출력 신호(300)는 실시예들에 따른, 노이즈 개선, 즉 자동 주파수 적응(automatic frequency adaptation)이 없는 출력 신호를 나타내는 반면, 출력 신호(302)는 실시예들에 따라 자동 주파수 적응이 이루어진 출력이다. 도시된 바와 같이, 304에서 형광 램프와 같은 노이즈 소스가 스위칭 온(on)된다. 센서 신호(307a)는 노이즈의 영향을 보여주지만, 신호(307b)는 깨끗하고 노이즈가 없는 신호를 보여준다.
- [0020] 다양한 실시예들에 따라, 아래에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 센서 전극 배열에 대한 노이즈 강건성(noise robustness)은 예를 들어, 센서 신호들의 직접적인 평가를 위한 집적 프론트 엔드 회로에 제공될 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 채널 노이즈는 자동으로 평가될 수 있고, 최적의 동작 주파수들이 선택될 수 있다.
- [0021] 도 4는 다양한 실시예들에 따른 예시적인 용량형 센서(400)를 도시한다. 전압원( $V_{TX}$ )의 출력은 403에서 저역-통과 필터링되고 그리고 용량형 전압 분할기(404)를 구동한다. 수신 전극  $E_{RX}$ 는 임의의 버퍼(406), 아날로그 대역-통과 필터(408), 및 직접적인 샘플링을 수행하는 아날로그-디지털 컨버터(ADC)(410)에 연결될 수 있다. ADC(410)는 전압원과 동기화되어 각 송신기 주기 동안 두 개의 샘플들을 채취할 수 있다. ADC의 출력은 디지털 신호 처리(DSP) 유닛(412)에 공급된다. 아래에 더욱 상세히 설명되는 바와 같이, DSP(412)는 노이즈 조건들에도 불구하고 최적의 동작 주파수를 선택하도록 제어 경로(414)를 통해 발진기( $V_{TX}$ )를 제어한다.
- [0022] 도 5는 도 4의 용량형 센서의 통신 이론 모델을 도시한다. 특히, 아래에 보다 상세히 설명되는 바와 같이, 용량형 센서는 직접 샘플링 방식의 진폭 변조 시스템으로 모델링될 수 있다. 예를 들어, 예시적인 샘플링 주파수는

송신 신호( $V_{TX}$ ) 주파수의 두 배일 수 있다. 예를 들어,  $f_{TX}$ 가 100kHz이면,  $f_s = 1/T_s = 2f_{TX} = 200\text{kHz}$ 이다. 다른 주파수들이 가능할 수도 있다.

[0023] 디지털 신호 처리 블록(412)은 다양한 실시예들에 따라, 디지털 복조(506), R에 의한 다운샘플링(예를 들어,  $R=1000$ 일 때  $f_s' = 200\text{Hz}$ 로 다운샘플링), 즉 저역-통과 필터링(508)과 이후의 데시메이션(510), 저역 통과 필터링(512), 주파수 종속 신호 조정(514), 및 이후의 포지셔닝 및 제스처 인식(516)을 실행할 수 있다.

[0024] 보다 특히, 저역-통과 필터(403)의 출력, 즉 저역-통과 필터링된 직사각형 펄스 트레인(402)이 캐리어 신호  $c(t)$ 로서 모델링될 수 있으며, 여기서  $t$ 는 연속 시간을 나타낸다. 캐리어 신호  $c(t)$ 는 커페시턴스  $C_f$ (도 2, 도 4)의 함수인  $[m0+m(t)]$ 를 가지고 변조되어(501)  $y(t)$ 를 산출한다.

[0025] 502에서, 신호  $y(t)$ 는 랜덤 노이즈  $e(t)$ 를 그에 부가했다. 랜덤 노이즈  $e(t)$ 는 예를 들어 형광등이나 다른 소스들로부터의 노이즈를 나타낼 수 있다. 결과로 생긴 노이즈 신호  $z(t) = y(t) + e(t)$ 는 이산 시간들( $k*T_s$ )에서 샘플링되며(504), 여기서  $T_s = 1/(2*f_{TX})$ 는 송신기 주파수( $f_{TX}$ )의 두 배의 역이고,  $k=0, 1, 2, \dots$ 는 이산 시간 인덱스이다.

[0026] ADC(410)는 시간-이산 신호를 디지털 도메인으로 변환한다. 그리고 나서 ADC 출력  $z(k)$ 는 DSP(412)에 의해 처리된다. 도시된 예에서, 신호  $z(k)$ 는 506에서  $(-1)^k$ 과의 곱에 의해 디지털로 복조되고, 저역-통과 필터링되고(508), 인자  $R$ (전형적으로 400-1400)에 의해 데시메이팅되고(decimated)(510), 그리고 손의 움직임의 주파수들(전형적으로 0-20Hz)만을 포함하도록 재차 저역-통과 필터링된다(512). 그리고 나서 그것은 거리 추정, 포지셔닝 또는 제스처 인식(516)과 같은 추가 처리에 사용된다. 자동 주파수 적응(automatic frequency adaptation; AFA) 모듈(518)은 데시메이터 출력을 수신하고, 그리고 주파수 선택적 노이즈에 대한 강건성을 제공하기 위해 신호를 조정하기 위한 제어 신호들을 제공한다.

[0027] 도 6은 외부 노이즈 소스의 예로서의 형광 램프의 전력 스펙트럼 밀도(Power Spectral Density; PSD)를 도시한다. 시스템의 ADC 입력부에서 측정된 이 PSD는 고조파(harmonic) 협대역 방출을 보여준다. 시스템의 TX 주파수  $f_{TX}$ (즉, 캐리어 주파수)가 이 방출들 중 하나의 방출을 충족시키면, 상기 시스템은 사용자의 입력을 인식함에 있어 영향을 받는다. 도 7은 형광 램프와 같은 외부 노이즈 소스의 보다 상세한 스펙트럼을 도시한다. 또한, 스펙트럼은 예시적인 70 kHz의 주파수를 갖는 시스템의 직사각형 TX 신호의 별개의 피크들을 포함한다. 이 예에서는,  $f_{TX}$  및 그의 고조파들은 노이즈 소스의 방출들과 일치하지 않는다.

[0028] 아날로그 대역-통과 필터(408)의 기울기(steepleness)에 따라,  $f_{TX}$ 의 배수들에서의 방출들도 시스템에 영향을 미칠 것이다. 예를 들어, 도 8은 불충분하게 가파른 아날로그 대역-통과 필터 이후의 샘플링에 의해  $(200-3*47)=59$  kHz에서 200 kHz 대역에 섞인(folded) 도 6의 PSD에서의 47 kHz 노이즈 피크의 제 3 고조파를 보여준다.

[0029] 다운-샘플링(510) 이후에 얻어진 스펙트럼이 도 9에 개략적으로 도시되어 있다. 다운-샘플링된 신호의 스펙트럼은 도 8의 노이즈 피크들에 비해 좁다. 외부 노이즈는 이제 PSD에서 평탄하다. 외부 노이즈 전력(908)의 추정치는 예를 들어 70-90 Hz의 주파수 대역에 있다.

[0030] 다운샘플링 이후의 스펙트럼의 성분들은, a) 원하는 신호(0-20 Hz)(902), b) 비선형 시스템 구성요소들로 인해 캐리어 상에서 변조되어진 공자의 저주파 노이즈, 예컨대 전원(mains)(즉, 50 또는 60 Hz 라인) 전압(904), 및 c) 형광등과 같은 고주파 소스들을 나타내는 노이즈 플로어(floor)(906)이다. 노이즈 플로어(906)는 관심 주파수들에서 거의 평탄하고, 그리고 고주파(HF) 노이즈가 전혀 존재하지 않으면 비교적 낮다.

[0031] 이 노이즈 플로어(906)는 현재의  $f_{TX}$ 가 노이즈 주파수 대역 안에 있으면 상승할 것이며, 그 노이즈 주파수 대역 폭은 (전형적인 경우에) 복조 신호의 샘플링 레이트를 초과한다. 따라서, HF 노이즈 전력은 대역(908)에서처럼, 원하는 신호(902)나 알려진 저주파 노이즈(904)를 포함하지 않는 임의의 주파수 대역의 다운-샘플링된 신호에서 측정될 수 있다.

[0032] 다양한 실시예들에 따르면, 자동 주파수 적응(AFA) 유닛(518)은 이 노이즈 전력 측정 기술을 이용한다. 하지만, 다른 노이즈 측정들도 가능하다.

[0033] 이제 도 10을 보면, 실시예들에 따른 예시적인 프로세스가 도시되어 있다. 1002에서, AFA(518)는 시스템의 시동 시 또는 어떠한 사용자 행동도 인식되지 않으면(또는 임의의 다른 적당한 이벤트시), TX 주파수들의 소정 세트

(1004)(예컨대, 40-140 kHz 범위 내의 8개의 주파수들)에서의 일련의 노이즈 전력 측정들을 수행한다. 예를 들어, 도 9에 도시된 908과 같은 대역에서 측정들이 수행된다. 각각의 측정된 노이즈 전력들은 전용 어레이(1006)에 세이브된다. 종료 기준(exit criterion)시, 예를 들어 세트(1004)의 모든 주파수들이 조사되었거나 사용자의 행동 시작이 인식되면, 시스템은 고정 TX 주파수( $f_{TX}$ )에서 동작한다. 이 주파수는 노이즈 전력들의 어레이(1006) 내의 최저값을 보여주는 주파수로 선택될 수 있다.

[0034] 사용자가 행동하는 동안, AFA는 현재의 동작 주파수  $f_{TX}$ 에서 주기적으로 노이즈 전력을 측정한다(1008). 노이즈 전력의 값이 특정 문턱치를 초과하면, TX 주파수  $f_{TX}$ 는 보다 낮은 노이즈 전력을 갖는 다른 주파수로 조정된다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 주파수는 노이즈 전력들의 어레이(1006) 내의 최저값에 대응하는 주파수로 변경된다.

[0035] 부가적으로, 몇몇 실시예들에서, AFA는 DSP의 주파수 종속 조정값들, 예컨대 다운-샘플링의 레이트를 트리거할 수 있으며, 그리고 이후의 처리 단계들에 주파수 독립 데이터를 제공하도록 조정할 수 있다. 신호 신뢰도에 관한 정보도 또한 DSP 블록들에 전달된다. 거기에서 예를 들어 필터 이득들이 신호 신뢰도에 따라 조정된다. 또한, 특정 몇몇의 기능성 또는 그 밖의, 예컨대 화률 파라미터들을 트리거하기 위해 화률 문턱치들의 신호 레벨 문턱치들이 조정될 수 있다.

[0036] 상기 측정된 노이즈 값들이 모든 주파수들에서 소정 문턱치들을 초과하면, 시스템은 작동 불능으로 해석될 수 있고, 이는 호스트 유닛(도 11)에 시그널링될 수 있다. 이후, 노이즈가 없는 동작 주파수에 대한 탐색이 계속된다.

[0037] 또 하나의 실시예에서, 저역-통과 필터링된 신호(902)의 전력과 전체 전력의 비율을 계산함으로써 그리고 이것을 소정 문턱치와 비교함으로써, 노이즈 검출이 수행될 수 있다. 대안적으로, 손 제스처들을 포함하지 않는 임의의 서브(sub)-대역이 평가될 수 있다.

[0038] 광범위한 조사에 따르면, 전형적으로 형광 램프들 및 USB 충전기들의 스펙트럼 노이즈 대역들이 데시메이팅된 샘플링 레이트보다 상당히 넓음이 나타났으며, 이는 데시메이팅된 신호에서 노이즈 스펙트럼이 비교적 평탄하다는 가정을 정당화한다. 이에 의해, 타겟 신호나 다른 알려진 저주파 노이즈 소스들에 의해 커버되지 않은 데시메이팅된 신호의 서브-대역에서 HF 노이즈 소스들을 검출할 수 있게 된다.

[0039] 이제 도 11을 보면, 실시예들에 따른, 노이즈 강건성을 포함하는 센서 시스템(1100)의 특정 구현의 블록도가 도시되어 있다. 상기 시스템(1100)은 감지 제어기(1101), 감지 전극들(1102) 및 호스트 시스템(1103)을 포함한다. 감지 전극들(1102)은 도 1에 도시된 바와 같은 구성을 구현할 수 있다. 호스트(1103)는 용량형 센서 신호들 및/ 또는 그로부터 얻어진 정보 또는 데이터를 사용할 수 있는 임의의 시스템일 수 있으며, 셀 폰들, 랙톱 컴퓨터들, I/O 디바이스들 등이 있다.

[0040] 도시된 예에서, TX 신호 발생기(1104)는 송신기 신호( $V_{TX}$ )를 송신 전극(TXD)에 제공한다. 수신 전극들의 신호들 (RX0-RX4)이 필터링 등을 수행하기 위해 신호 컨디셔닝 모듈들(1106)에서 수신된다. 신호 컨디셔닝 모듈들의 출력들은 ADC들(1107)에 제공되고, 그리고 버스(1108)와 같은 신호 라인들이나 다른 매체를 통해 신호 처리 유닛(1108)에 제공된다. 신호 처리 유닛(1108)은 DSP의 기능성(도 5, 도 10)을 구현할 수 있다. 결과적으로 생긴 출력들은 IO 유닛(1118)을 통해 호스트(1103)에 제공될 수 있다.

[0041] 상기 시스템은 내부 클록(1109), 플래시 메모리와 같은 메모리(1112), 전압 기준부(1110), 전원 관리부(1114), 저전력 웨이크-업(1116), 리셋 제어부(1122), 및 통신 제어부(1120)와 같은 다양한 추가 모듈들을 더 포함할 수 있다.

[0042] 본 발명은 그 특정 실시예들에 관하여 개시되었지만, 이 실시예들은 단지 예로서, 본 발명을 한정하지 않는다. 식별항목 [요약서] 및 [과제의 해결 수단]의 설명을 포함하는 본 발명의 개시된 실시예들의 설명은 총망라하려는 것이 아니고 또한 본 명세서에 개시된 정확한 형태들로 본 발명을 제한하려는 것은 아니다(그리고 특히, 식별항목 [요약서] 및 [과제의 해결 수단] 내에 임의의 특정 실시예, 특징 또는 기능을 포함시키는 것은 본 발명의 범위를 이러한 실시예, 특징 또는 기능으로 한정하려는 것은 아니다). 오히려, 그러한 설명은 식별항목 [요약서] 및 [과제의 해결 수단]에 설명된 임의의 이러한 실시예, 특징 또는 기능을 포함하는 임의의 개시된 특정 실시예, 특징 또는 기능으로 본 발명을 한정함 없이, 이 기술분야의 당업자에게 본 발명을 이해시킬 자료(context)를 제공하기 위한 예시적인 실시예들, 특징들 또는 기능들을 설명하려는 것이다. 본 발명의 특정 실시예들 및 예들은 여기서는 단지 예시의 목적으로 본 명세서에 설명되었지만, 관련 기술분야의 당업자들이라면 인

식하고 이해할 다양한 균등적 개량들이 본 발명의 사상 및 범위 내에서 가능하다. 나타낸 바와 같이, 이 개량들은 본 발명의 예시적인 실시예들의 전술한 설명을 고려하여 본 발명에 대해 행해질 수 있으며, 본 발명의 사상 및 범위 내에 포함되어야 한다. 따라서, 본 발명은 그 특정 실시예들을 참조하여 여기에 설명되었지만, 일정 범위의 개량, 다양한 변경들 및 대체들이 전술한 개시들 내에서 이루어지며, 그리고 일부 경우들에는 본 발명의 실시예들의 몇몇 특징들은 개시된 본 발명의 범위 및 사상을 벗어나지 않는 다른 특징들의 대응 사용 없이 이용될 것임을 이해할 것이다. 그러므로, 많은 개량들이, 특정 상황 또는 재료를 본 발명의 본질적인 범위 및 사상에 맞추기 위해 이루어질 수 있다.

[0043] 본 명세서 전체에 걸쳐, "일 실시예", "실시예", 또는 "특정 실시예" 또는 유사한 용어를 언급하는 것은 상기 실시예와 관련하여 기술된 특정한 특징, 구조, 또는 특성이 적어도 하나의 실시예에 포함되며 모든 실시예들에 반드시 존재하는 것은 아님을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전체에 걸쳐 여러 곳에 "일 실시예에서", "실시예에서", 또는 "특정 실시예에서"의 문구들 또는 유사한 용어가 각각 사용되는 것은 반드시 동일한 실시예를 언급하는 것은 아니다. 게다가, 임의의 특정 실시예의 특정한 특징들, 구조들, 또는 특성들은 임의의 적당한 방법으로 하나 이상의 다른 실시예들과 결합될 수 있다. 본 명세서에서 설명되고 예시된 실시예들의 다른 변경들 및 개량들이 본 개시의 교시들을 고려하여 가능하고 그리고 본 발명의 사상 및 범위의 일부분으로 여겨져야 함을 이해해야 한다.

[0044] 본 명세서의 설명에서, 본 발명의 실시예들의 완전한 이해를 제공하기 위해 구성요소들 및/또는 방법들의 예들과 같은 다수의 특정한 상세가 제공된다. 하지만, 관련 기술의 당업자는 하나 이상의 특정한 상세 없이도 실시예가 실시될 수 있거나, 또는 다른 장치들, 시스템들, 조립체들, 방법들, 구성요소들, 재료들, 및/또는 일부분들 등을 써서 실시될 수 있음을 인식할 것이다. 다른 예들에 있어서는, 잘 알려진 구조들, 구성요소들, 시스템들, 재료들, 또는 동작들은 본 발명의 실시예들의 특징들을 애매하게 하지 않기 위해 구체적으로 제시되지 않거나 상세하게 설명되지 않는다. 본 발명은 특정 실시예를 이용하여 예시될 수 있지만, 이 예시는 본 발명을 임의의 특정 실시예로 한정하지 않으며, 또한 이 기술 분야의 당업자는 추가 실시예들이 쉽게 이해될 수 있고 또한 본 발명의 일부임을 인식할 것이다.

[0045] C, C++, 자바, 어셈블리 언어 등을 포함하는 임의의 적당한 프로그래밍 언어가 본 명세서에 개시된 본 발명의 실시예들의 루틴들, 방법들 또는 프로그램들을 실행하는데 사용될 수 있다. 절차 또는 오브젝트 지향과 같은 서로 다른 프로그래밍 기술들이 사용될 수 있다. 임의의 특정 루틴이 단일 컴퓨터 처리 디바이스 또는 다수의 컴퓨터 처리 디바이스들 상에, 그리고 단일 컴퓨터 프로세서 또는 다수의 컴퓨터 프로세서들 상에서 실행될 수 있다. 데이터는 단일 저장 매체에 저장될 수 있거나 또는 다수의 저장 매체들을 통해 분배될 수 있고, 그리고 단일 데이터베이스 또는 다수의 데이터베이스들 내에 (또는 다른 데이터 저장 기술들) 상주할 수 있다. 단계들, 동작들, 또는 계산들이 특정 순서로 나타날 수 있지만, 이 순서는 서로 다른 실시예들에서 변경될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 복수의 단계들이 본 명세서에 순차적인 것으로 제시된 범위에서, 대안의 실시예들에서는 이러한 단계들의 얼마간의 결합이 동시에 수행될 수 있다. 본 명세서에 설명된 일련의 동작들은 중단되거나 일시 중지될 수 있고, 그렇지 않으면 운영 시스템, 커널(kernel) 등과 같은 또 하나의 프로세스에 의해 제어될 수 있다. 루틴들은 운영 시스템 환경에서 동작할 수 있거나 또는 자체적인 독립형 루틴들로서 동작할 수 있다. 본 명세서에 설명된 기능들, 루틴들, 방법들, 단계들 및 동작들은 하드웨어, 소프트웨어, 펌웨어, 또는 이들의 임의 결합으로 수행될 수 있다.

[0046] 본 명세서에 설명된 실시예들은 소프트웨어 또는 하드웨어 또는 둘 다의 결합 내 제어 로직의 형태로 구현될 수 있다. 상기 제어 로직은 정보 처리 디바이스에게 다양한 실시예들에 개시된 단계들의 세트를 수행할 수 있게 지시하도록 구성된 복수의 명령어들로서, 컴퓨터-관독가능 매체와 같은 정보 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 개시 및 본 명세서에 제공된 교시들에 기초하여, 이 기술분야의 당업자는 본 발명을 구현할 다른 방식들 및/또는 방법들을 알 수 있을 것이다.

[0047] 본 명세서에 개시된 임의의 단계들, 동작들, 방법들, 루틴들 또는 이들의 일부분들을 소프트웨어 프로그래밍 또는 코드로 구현하는 것도 또한 본 발명의 사상 및 범위 내에 있으며, 여기에서 이러한 소프트웨어 프로그래밍 또는 코드는, 컴퓨터-관독가능 매체에 저장될 수 있고 그리고 컴퓨터가 본 명세서에 개시된 임의의 단계들, 동작들, 방법들, 루틴들 또는 이들의 일부분들을 수행할 수 있게 하는 프로세서에 의해 동작될 수 있다. 본 발명은 주문형 접적 회로, 프로그래머블 로직 디바이스, 필드 프로그래머블 게이트 어레이 등을 이용함으로써, 하나 이상의 범용 디지털 컴퓨터들에 소프트웨어 프로그래밍 또는 코드를 사용하여 구현될 수 있다. 광학, 화학, 생물학, 양자학 또는 나노 공학(nanoengineered) 시스템들, 구성요소들 및 메커니즘들이 사용될 수 있다. 일반적으로, 본 발명의 기능들은 이 기술분야에서 알려져 있는 임의의 수단으로 달성될 수 있다. 예를 들어, 분산 또

는 네트워크 시스템들, 구성요소들 및 회로들이 사용될 수 있다. 또 하나의 예에서, 데이터의 통신 또는 전송(아니면 한 장소에서 다른 장소로의 이동)은 유선이나 무선, 또는 임의의 다른 수단에 의한 것일 수 있다.

[0048] "컴퓨터-판독가능 매체"는 명령어 실행 시스템, 장치, 시스템 또는 디바이스에 의해 또는 상기 명령어 실행 시스템, 장치, 시스템 또는 디바이스와 연결하여 사용하기 위한, 프로그램을 포함하거나 저장하거나 통신하거나 전파하거나 또는 전송할 수 있는 임의의 매체일 수 있다. 상기 컴퓨터 판독가능 매체는 단지 예를 들어, 전자, 자기, 광학, 전자기, 적외선, 또는 반도체의 시스템, 장치, 시스템, 디바이스, 전파 매체, 또는 컴퓨터 메모리일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 이러한 컴퓨터-판독가능 매체는 일반적으로 기계 판독가능하며, 그리고 사람이 읽을 수 있거나(예컨대, 소스 코드) 기계 판독가능한(예컨대, 오브젝트 코드) 소프트웨어 프로그래밍 또는 코드를 포함한다. 비(non)-일시적 컴퓨터-판독가능 매체들의 예들은 랜덤 액세스 메모리들, 판독-전용 메모리들, 하드 드라이브들, 데이터 카트리지들, 자기 테이프들, 플로피 디스크들, 플래시 메모리 드라이브들, 광학 데이터 저장 디바이스들, 콤팩트-디스크 판독-전용 메모리들, 및 다른 적절한 컴퓨터 메모리들과 데이터 저장 디바이스들을 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 소프트웨어 구성요소들의 일부 혹은 모두는 단일 서버 컴퓨터에 또는 별개의 서버 컴퓨터들의 임의의 결합에 상주할 수 있다. 이 기술분야의 당업자가 이해할 수 있는 바와 같이, 본 명세서에 개시된 실시예를 구현하는 컴퓨터 프로그램 제품은 컴퓨팅 환경에서 하나 이상의 프로세서들에 의해 번역될 수 있는 컴퓨터 명령어들을 저장하는 하나 이상의 비-일시적 컴퓨터 판독가능 매체들을 포함할 수 있다.

[0049] "프로세서"는 데이터, 신호들 또는 다른 정보를 처리하는 임의의 하드웨어 시스템, 메커니즘 또는 구성요소를 포함한다. 프로세서는 범용 중앙 처리 유닛, 다수의 처리 유닛들, 기능성을 달성하기 위한 전용 회로부, 또는 다른 시스템들을 구비한 시스템을 포함할 수 있다. 처리는 지리적 위치에 한정되거나 시간 제한들을 가질 필요가 없다. 예를 들어, 프로세서는 그의 기능들을 "실시간", "오프라인", "배치(batch) 모드" 등으로 수행할 수 있다. 처리의 일부들은 서로 다른 시간들에서 및 서로 다른 위치들에서 서로 다른(혹은 동일한) 처리 시스템들에 의해 수행될 수 있다.

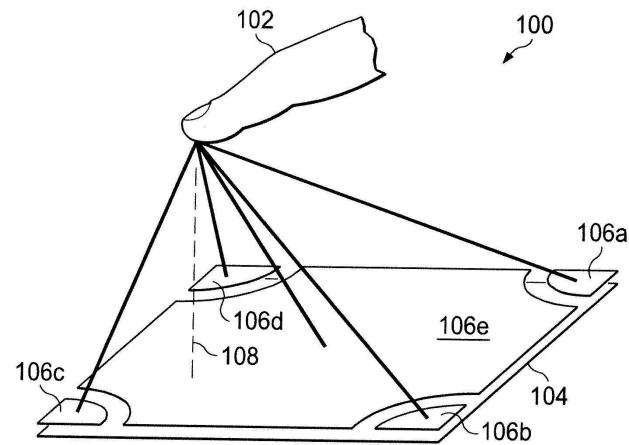
[0050] 본 명세서에서 사용된 바와 같은, "포함한다", "포함하는", "가진다", "갖는" 또는 이들의 임의의 다른 변형의 용어들은 비-베타적으로 포함(non-exclusive inclusion)하는 것을 의미한다. 예를 들어, 구성요소들의 리스트를 포함하는 프로세스, 제품, 물건, 또는 장치는 반드시 그 구성요소들만으로 제한되는 것은 아니라, 명시적으로 나열되지 않았거나 이러한 프로세스, 제품, 물건, 또는 장치에 고유한 다른 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0051] 또한, 본 명세서에 사용된 "또는"의 용어는 달리 지적되지 않는다면 일반적으로 "및/또는"을 의미한다. 예를 들어, 조건 A 또는 B는 다음 중 어느 하나에 의해 만족된다: A가 참이고(또는 존재하고) B는 거짓이다(또는 존재하지 않는다), A가 거짓이고(또는 존재하지 않고) B가 참이다(또는 존재한다), 및 A와 B는 둘 다 참이다(또는 존재한다). 다음에 오는 청구범위를 포함하여 본 명세서에서 사용된 바와 같은, 선행 용어의 부정관사 "a" 또는 "an"(그리고 선행 기초가 "a"나 "an"일 때의 정관사 "the(상기)")는 청구범위 내에서 분명하게 달리 지적되지 않는다면 (즉, 참조 기호 "a" 또는 "an"이 단지 단수만을 혹은 복수만을 명확하게 가리킨다고 지적되지 않는다면) 이러한 용어의 단수 및 복수를 둘 다 포함한다. 또한, 본 명세서의 상세한 설명에서 그리고 다음의 청구범위 전체에 걸쳐 사용된 바와 같은, "in(내(內))"의 의미는 문맥이 명확하게 달리 지시하지 않는 한 "in" 및 "on(상(上))"을 포함한다.

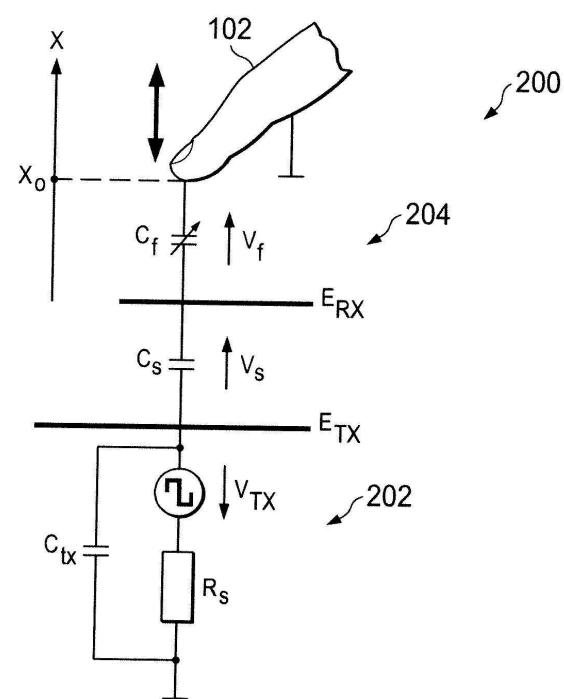
[0052] 도면들/도표들에 도시된 하나 이상의 요소들은 더 분리되거나 집적되는 방식으로 또한 구현될 수 있고 특정 애플리케이션에 따라 유용하며, 또는 특정 경우들에서는 작동 불능으로 제거되거나 렌더링될 수 있음이 이해될 것이다. 또한, 도면들에 도시된 임의의 신호 화살표들은 달리 특별히 언급되지 않는 한, 단지 예시로서 고려되어야 하고 이들로 한정되지 않는다.

## 도면

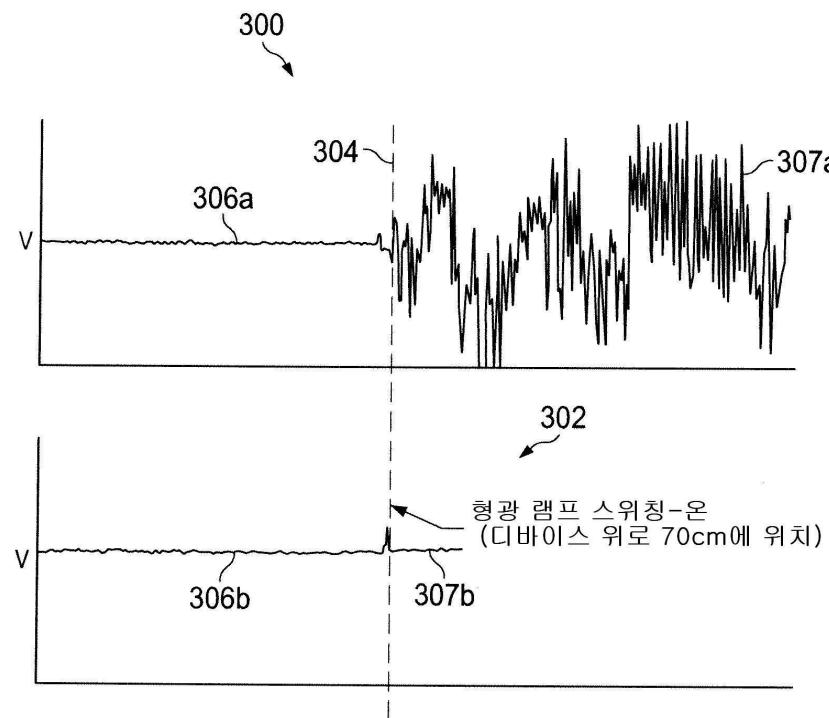
## 도면1



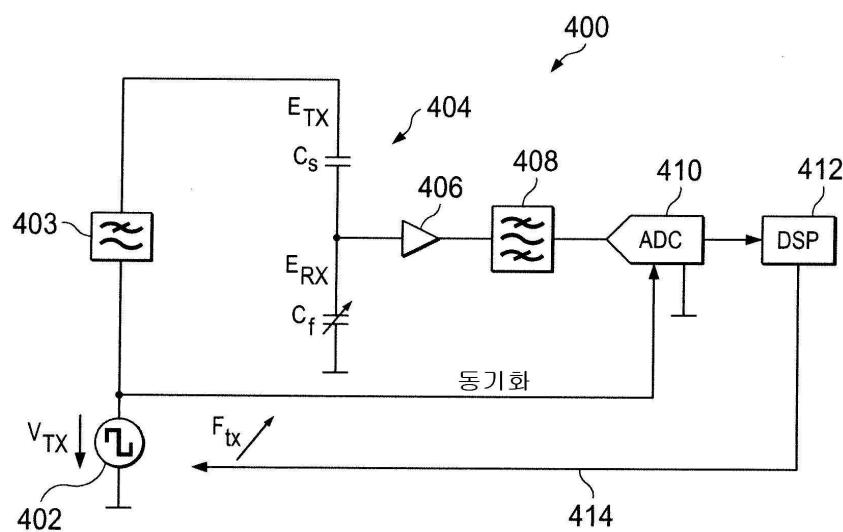
## 도면2



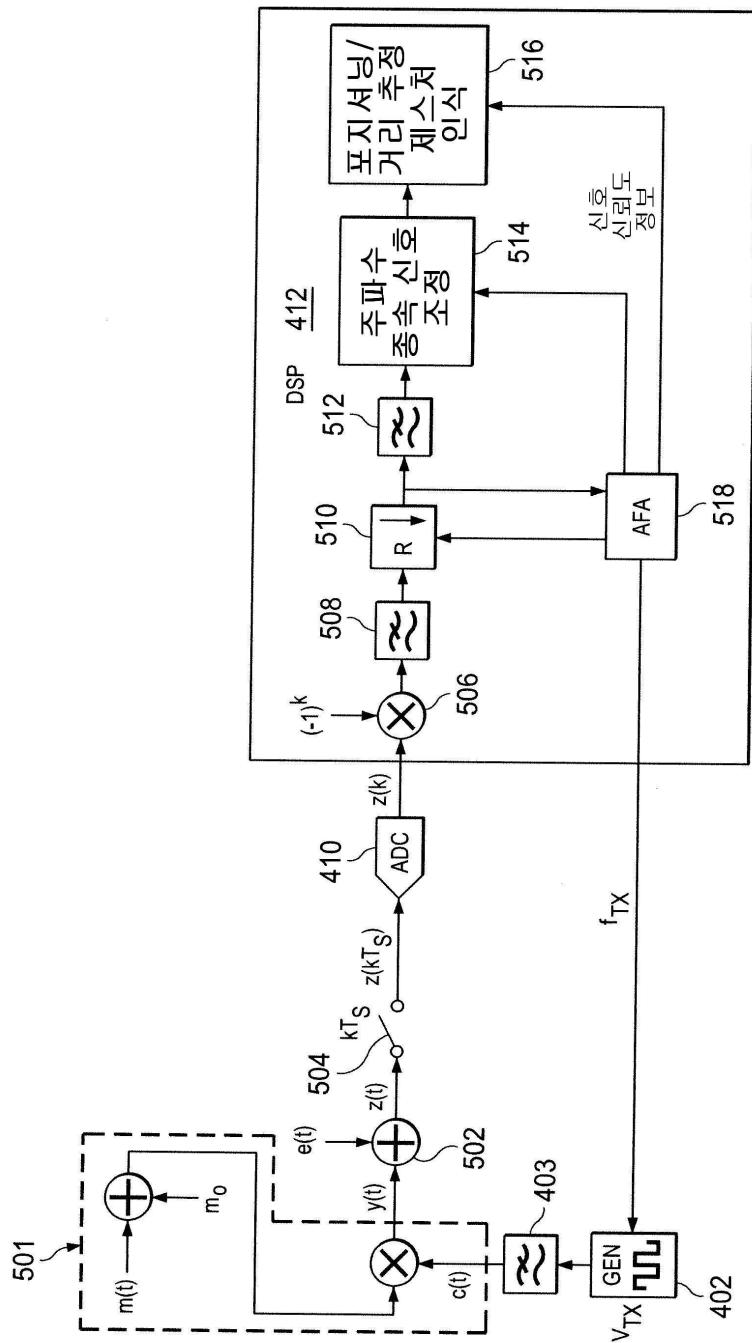
## 도면3



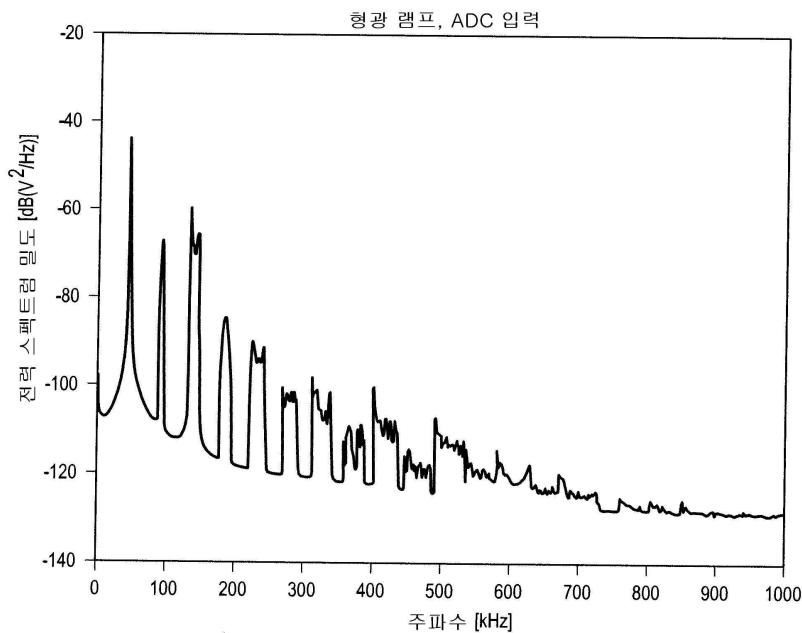
## 도면4



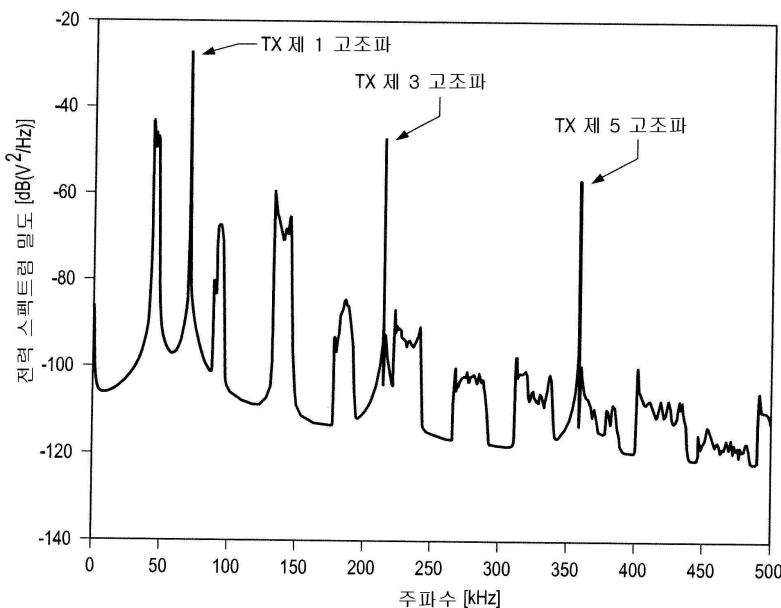
도면5



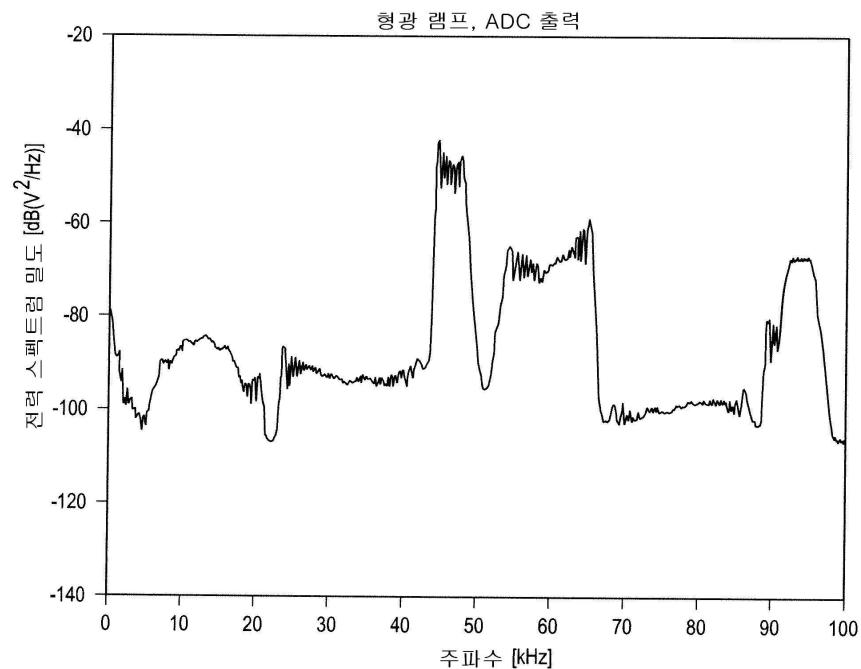
## 도면6



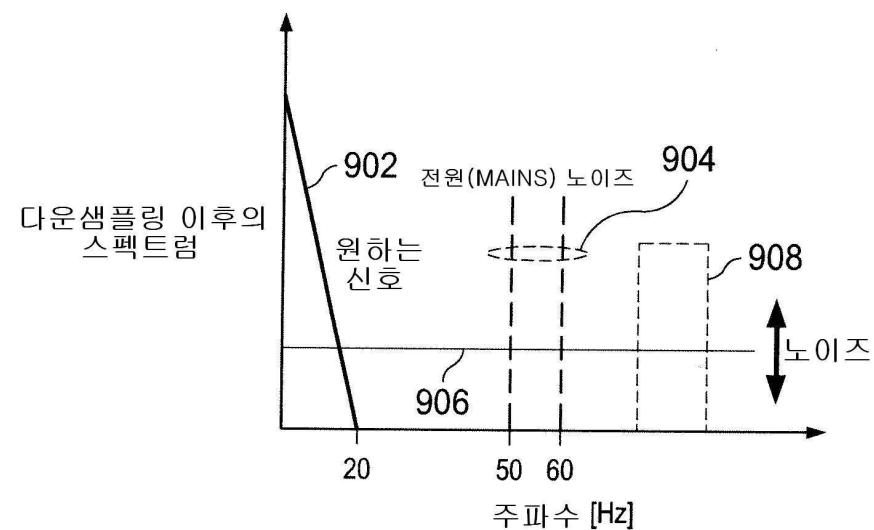
## 도면7



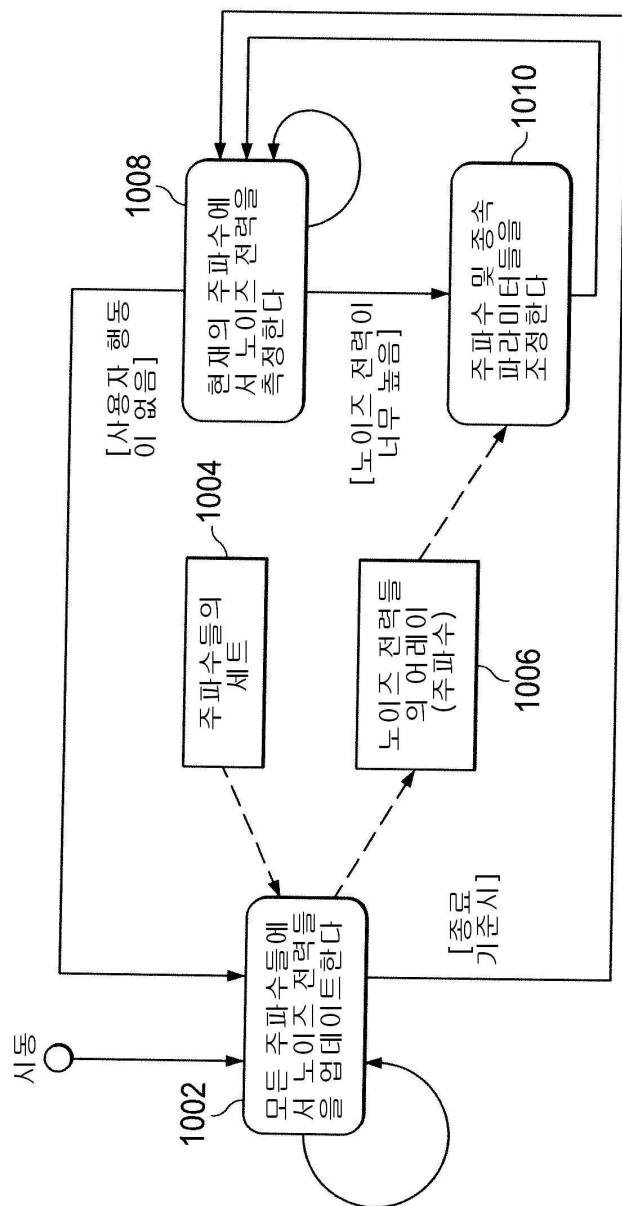
## 도면8



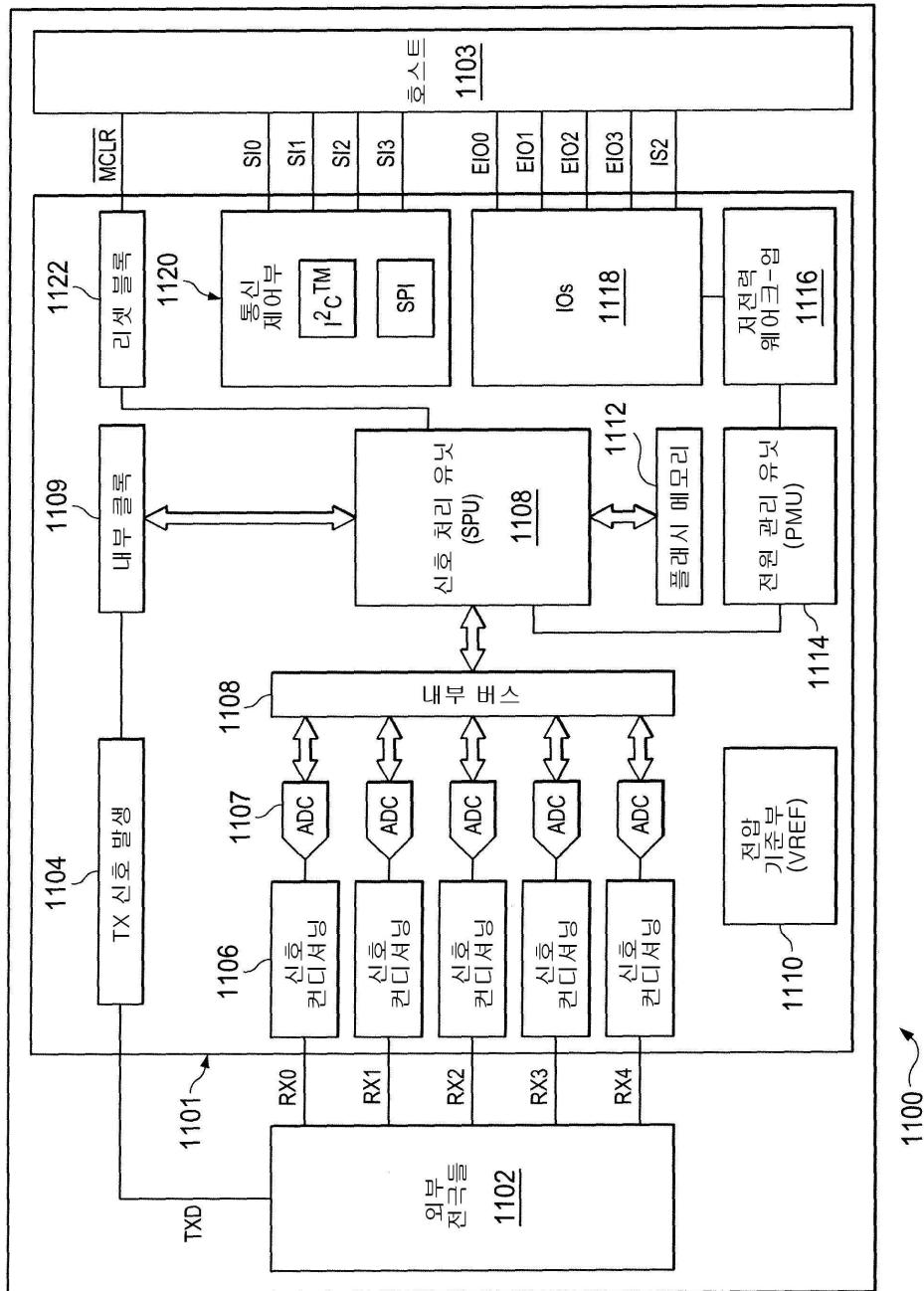
## 도면9



도면10



## 도면11



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 13, 7째줄

【변경전】

상기 동작 주파수에서

【변경후】

상기 동작 주파수들에서