



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년11월08일  
(11) 등록번호 10-2323376  
(24) 등록일자 2021년11월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01S 7/35 (2006.01) G01F 23/00 (2006.01)  
G01F 23/284 (2006.01) G01F 25/00 (2006.01)  
G01S 13/34 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
G01S 7/35 (2013.01)  
G01F 23/0061 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2018-7035620  
(22) 출원일자(국제) 2017년06월09일  
심사청구일자 2020년05월18일  
(85) 번역문제출일자 2018년12월07일  
(65) 공개번호 10-2019-0022516  
(43) 공개일자 2019년03월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2017/064077  
(87) 국제공개번호 WO 2018/001697  
국제공개일자 2018년01월04일  
(30) 우선권주장  
15/196,233 2016년06월29일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020150127054 A  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
로즈마운트 탱크 레이더 에이비  
스웨덴 에스-435 23 필른뤼케 박스 150  
(72) 발명자  
클레만 미카엘  
스웨덴 590 76 브레타 클로스터 용스 사비 비파겐 1  
(74) 대리인  
특허법인(유한)케이비케이

전체 청구항 수 : 총 15 항

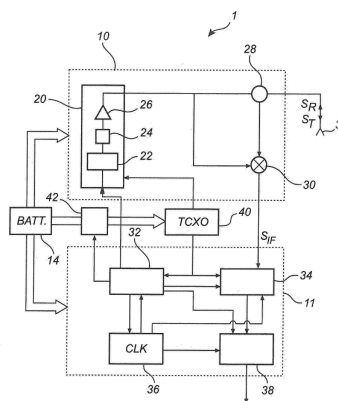
심사관 : 김민성

(54) 발명의 명칭 **향상된 타이밍 컨트롤을 갖는 FMCW 레이더 레벨 게이지**

**(57) 요약**

본 발명은 측정 상태와 신호처리상태 간에 제어가능한 레이더 레벨 게이지 시스템(1)에 관한 것이다. 상기 측정 상태에서, 제 1 타이밍 신호회로(40)가 인에이블되고, 마이크로파 신호 소스(20)는 상기 제 1 타이밍 신호회로로부터의 제 1 타이밍 신호와 관련된 시간가변 주파수를 갖는 송신신호( $S_T$ )를 발생시키며, 샘플러(34)는 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에 믹서 신호를 샘플링한다. 신호처리상태에서, 제 1 타이밍 신호 발생회로가 디스에이블되고, 신호 프로세서(38)는 제 2 타이밍 신호 발생회로(36)로부터의 제 2 타이밍 신호를 이용해 믹서 신호의 샘플링된 값에 기초하여 충전수위를 결정한다.

**대표도** - 도3



(52) CPC특허분류

*G01F 23/0076* (2013.01)

*G01F 23/284* (2013.01)

*G01F 25/0061* (2013.01)

*G01S 13/34* (2021.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160074526 A

KR1020160128297 A

US20150160066 A1

KR1020130113564 A

KR1020150012727 A

KR1020070086633 A

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

탱크 내의 제품의 충전수위를 결정하기 위한 레이더 레벨 게이지 시스템으로서:

시간가변 주파수를 갖는 전자기 송신신호를 생성하도록 제어가능한 마이크로파 신호 소스;

상기 마이크로파 신호 소스에 연결되고 상기 전자기 송신신호를 탱크 내의 제품의 표면을 향해 전파시키고 상기 표면으로부터 다시 상기 표면에서 상기 송신신호를 반사시킴으로써 발생하는 전자기 표면 에코신호를 전파시키도록 구성된 전파장치;

상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 전파 장치에 연결되고, 상기 송신신호 및 상기 표면 에코신호를 믹싱하여 믹서 신호를 형성하도록 구성된 믹서;

믹서 신호의 샘플링된 값을 제공하기 위해 상기 믹서 신호를 샘플링하는 상기 믹서에 연결된 샘플링 회로;

제 1 타이밍 신호를 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 제공하기 위해 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 연결된 제 1 타이밍 신호 발생회로;

상기 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하는 신호처리회로;

제 2 타이밍 신호를 상기 신호처리회로에 제공하기 위해 상기 신호처리회로에 연결된 제 2 타이밍 신호 발생회로; 및

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로가 인에이블된 측정 상태와 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로가 디스에이블된 신호 처리 상태 사이에 레이더 레벨 게이지 시스템을 제어하는 측정제어회로를 포함하고,

상기 측정 상태에서, 상기 측정제어회로는:

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 상기 시간가변 주파수로 상기 송신신호를 생성하기 위해 상기 마이크로파 신호 소스를 제어하고,

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에서 상기 믹서 신호를 샘플링하도록 상기 샘플링 회로를 제어하며,

상기 신호 처리 상태에서, 상기 측정제어회로는:

상기 제 2 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 2 타이밍 신호를 사용하여 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하도록 상기 신호처리회로를 제어하는, 레이더 레벨 게이지 시스템.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 측정제어회로는 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블 및 디스에이블하기 위해 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로에 연결되는 레이더 레벨 게이지 시스템.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로는 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로보다 더 작은 위상 잡음을 나타내는 레이더 레벨 게이지 시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로는 수정 발진기를 포함하는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,  
 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로는 온도 보상형 수정 발진기를 포함하는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로는 RC-발진기인 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
 상기 신호처리회로 및 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로가 동일한 집적회로에 제공되는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 8**

제 7 항에 있어서,  
 상기 샘플링 회로가 상기 집적회로에 포함되는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 9**

제 7 항에 있어서,  
 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로가 상기 집적회로 외부에 제공되는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,  
 에너지 소스와 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로 사이에 연결된 스위칭 회로를 더 구비하는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 측정제어회로는:  
 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 상기 에너지 소스에 연결시키도록 상기 스위칭 회로를 제어함으로써 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블시키고,  
 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 상기 에너지 소스로부터 연결해제시키도록 상기 스위칭 회로를 제어함으로써 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블시키도록 구성된 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 12**

제 1 항 내지 제 11 항 중 어느 한 항에 있어서,  
 상기 측정 상태에서, 상기 측정제어회로는 상이한 주파수의 시퀀스를 나타내는 마이크로파 신호의 형태로 상기 송신신호를 생성하도록 상기 마이크로파 신호 소스를 제어하는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,  
 상기 측정 상태에서, 상기 측정제어회로는 단조 변화하는 주파수로 적어도 하나의 주파수 스위프를 나타내는 마이크로파 신호의 형태로 상기 송신신호를 생성하도록 상기 마이크로파 신호 소스를 제어하는 레이더 레벨 게이지 시스템.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

마이크로파 신호 소스; 상기 마이크로파 신호 소스에 연결된 전파장치; 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 전파장치에 연결된 믹서; 상기 믹서에 연결된 샘플링 회로; 상기 마이크로파 신호 소스와 상기 샘플링 회로에 연결된 제 1 타이밍 신호 발생회로; 신호처리회로; 상기 신호처리회로에 연결된 제 2 타이밍 신호 발생회로; 및 측정제어회로를 포함하는 레이더 레벨 게이지 시스템을 이용해 탱크내 제품의 충전수위를 결정하는 방법으로서, 상기 측정제어회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블링하는 단계;

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로에 의해, 제 1 타이밍 신호를 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 제공하는 단계;

상기 마이크로파 신호 소스에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 시간가변 주파수를 갖는 전자기 송신신호를 생성하는 단계;

상기 전파장치에 의해, 탱크 내의 상기 제품의 표면을 향하여 상기 전자기 송신신호를 전파시키는 단계;

상기 전파장치에 의해, 상기 표면으로부터 다시 상기 표면에서 상기 송신신호가 반사됨으로 인해 발생한 전자기 표면 에코신호를 전파시키는 단계;

상기 믹서에 의해, 믹서 신호를 형성하기 위해 상기 송신신호 및 상기 표면 에코신호를 믹싱하는 단계;

상기 샘플링 회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에 상기 믹서 신호의 샘플링된 값을 제공하기 도록 상기 믹서 신호를 샘플링하는 단계;

상기 측정제어회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블링하는 단계;

상기 제 2 타이밍 신호 발생회로에 의해, 상기 신호처리회로에 제 2 타이밍 신호를 제공하는 단계; 및

상기 신호처리회로에 의해, 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 2 타이밍 신호를 사용하여 상기 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하는 단계를 포함하는 탱크내 제품의 충전수위를 결정하는 방법.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 측정제어회로는 에너지 소스와 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로 사이에 연결된 스위칭 회로를 포함하고,

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블링하는 단계는 상기 스위칭 회로를 사용하여 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 상기 에너지 소스에 연결하는 단계를 포함하며,

상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블링하는 단계는 상기 스위칭 회로를 사용하여 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로와 상기 에너지 소스를 연결해제하는 단계를 포함하는 탱크내 제품의 충전수위를 결정하는 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 레이더 레벨 게이지 시스템 및 레이더 레벨 게이지 시스템을 이용해 충전수위를 결정하는 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 레이더 레벨 게이지가 1970년대와 1980년대에 상용 제품으로 개발된 이후로, 주파수 변조 연속파(FMCW)가 고정확도 애플리케이션용의 측정 원리로 지배적이었다. FMCW 측정은 수 GHz 크기의 주파수 범위에 걸쳐 스위핑되는 신호를 탱크로 보내는 단계를 포함한다. 예를 들어, 신호는 9-10.5GHz, 25-27GHz 또는 77-80GHz 범위에 있을 수 있다. 송신신호는 탱크내 제품의 표면에 반사되고 소정 시간이 지연된 표면 에코신호가 게이지로 복귀된다. 표

면 에코신호는 송신신호와 믹서되어 시간 지연 동안 발생했던 송신신호의 주파수 변화와 같은 주파수를 가진 믹서 신호를 생성한다. 선형 스위치가 사용되는 경우, 또한 중간 주파수(IF)라고도 하는 이 차 주파수는 반사표면까지의 거리에 비례한다. 믹서 신호를 종종 IF 신호라 한다.

[0003] 보다 최근에, FMCW 원리가 개선되어 현재는 일반적으로 연속 스위프(sweep)이 아니라 실제로 일정한 진폭을 갖는 단계적 주파수를 가진 신호를 전송하는 단계를 포함한다. 송신신호와 수신신호가 믹서되면, 각 주파수 단계는 단계별로 일정한 IF 신호의 하나의 상수값을 제공하며, 이에 따라 IF 신호의 하나의 "샘플"을 제공할 것이다. 단계별로 일정한 IF 신호의 주파수를 명백히 결정하기 위해, 샘플링 정리에 의해 규정된 수보다 더 많은 주파수들(N)이 요구될 것이다. 반사면까지의 거리는 종래 FMCW 시스템에서와 비슷한 방식으로 IF 신호의 주파수를 이용해 결정된다. 전형적인 값은 30m 거리에서 1000-1500 단계로 나누어진 200-300 IF 주기일 수 있다.

[0004] 연속적인 주파수 스위프(sweep)으로 발생한 연속 IF 신호는 디지털 처리를 가능하게 하기 위해 샘플링될 수 있음에 유의해야 한다.

[0005] 고정확도이지만, 종래의 (연속적 또는 계단식) FMCW 시스템은 상대적으로 전력을 많이 써, 전력이 제한된 애플리케이션에 적합하지 않다. 이러한 애플리케이션의 예로는 4-20 mA 루프와 같은 2-와이어 인터페이스로 전력공급되는 필드장치 및 내부 전원 에 의해 전력공급되는 무선장치가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 상기를 고려하여, 본 발명의 일반적인 목적은 FMCW 측정 원리를 이용하여 보다 에너지 효율적인 충전수위 결정을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 따라서, 본 발명의 제 1 태양에 따르면, 시간가변 주파수를 갖는 전자기 송신신호를 생성하도록 제어가능한 마이크로파 신호 소스; 상기 마이크로파 신호 소스에 연결되고 상기 전자기 송신신호를 탱크 내의 제품의 표면을 향해 전파시키고 상기 표면으로부터 다시 상기 표면에서 상기 송신신호를 반사시킴으로써 발생하는 전자기 표면 에코신호를 전파시키도록 구성된 전파장치; 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 전파 장치에 연결되고, 상기 송신신호 및 상기 표면 에코신호를 믹싱하여 믹서 신호를 형성하도록 구성된 믹서; 믹서 신호의 샘플링된 값을 제공하기 위해 상기 믹서 신호를 샘플링하는 상기 믹서에 연결된 샘플링 회로; 제 1 타이밍 신호를 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 제공하기 위해 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 연결된 제 1 타이밍 신호 발생회로; 상기 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하는 신호처리회로; 제 2 타이밍 신호를 상기 신호처리회로에 제공하기 위해 상기 신호처리회로에 연결된 제 2 타이밍 신호 발생회로; 및 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로가 인에이블된 측정 상태와 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로가 디스에이블된 신호 처리 상태 사이에 레이더 레벨 게이지 시스템을 제어하는 측정제어회로를 포함하는, 탱크 내의 제품의 충전수위를 결정하기 위한 레이더 레벨 게이지 시스템으로서,

[0008] 상기 측정 상태에서, 상기 측정제어회로는 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 상기 시간가변 주파수로 상기 송신신호를 생성하기 위해 상기 마이크로파 신호 소스를 제어하고, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에서 상기 믹서 신호를 샘플링하도록 상기 샘플링 회로를 제어하며,

[0009] 상기 신호 처리 상태에서, 상기 측정제어회로는 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 2 타이밍 신호를 사용하여 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하도록 상기 신호처리회로를 제어하는, 레이더 레벨 게이지 시스템이 제공된다.

[0010] 신호전파장치는 임의의 적절한 방사형 안테나 또는 전송라인 프로브일 수 있음에 유의하라. 안테나의 예로는 혼 안테나, 로드 안테나, 어레이 안테나 및 파라볼릭 안테나 등을 포함한다. 송신라인 프로브의 예로는 싱글라인 프로브(Goubau 프로브), 트윈라인 프로브 및 동축 프로브 등이 있다.

[0011] FMCW 타입의 종래의 레이더 레벨 게이지 시스템의 비교적 높은 에너지 소비가 중요한 이유는 매우 정확하고 온도 안정적인 타이밍이 필요하다는 사실에 본 발명은 기초한다. 이 매우 정확하고 온도 안정적인 타이밍을 제공하기 위해, 고성능의 타이밍 회로는 소위 온도 보상형 수정 발진기(TCXO)로서 사용될 수 있다. 그러나, TCXO는 mW의 크기와 같이 상대적으로 전력 소모가 크다. 본 발명자는 단지 충전수위 결정 절차의 일부를 위해 매우 정

확하고 온도 안정적인 타이밍이 필요하며, 안정성 및 타이밍 정확도는 충전수위 결정 절차의 나머지에 대해 훨씬 덜 중요한 것을 이제야 알았다.

- [0012] 적어도 2개의 서로 다른 타이밍 신호 발생회로를 제공하고, 타이밍 회로 측정 동작 중에 그리고 신호 처리 중에 이들 중 다른 회로를 각각 인에이블시킴으로써, 레이더 레벨 게이지 시스템의 에너지 소비가 상당히 감소될 수 있다. 이는, 차례로, 로컬로 에너지가 공급되거나 루프 전원이 공급되는 애플리케이션에서 FMCW 형 레이더 레벨 게이지 시스템의 사용을 가능하게 하거나 최소한 용이하게 한다.
- [0013] 특히, 상대적으로 정확하고 안정한 제 1 타이밍 신호 발생회로가 송신신호의 생성 및 믹서 신호의 샘플링에 대해서만 인에이블될 수 있으며, 덜 정확하고 덜 온도 안정적인 제 2 타이밍 발생회로가 믹서 신호의 샘플링된 값의 다른 처리에 사용될 수 있다.
- [0014] 따라서, 실시예에 따르면, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 제 2 타이밍 신호 발생회로보다 더 온도 안정적일 수 있다. 즉, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 주어진 0이 아닌 온도 변화로 인해 발생한 제 1 주파수 변화를 나타내는 제 1 타이밍 신호를 제공하도록 구성될 수 있다; 제 2 타이밍 신호 발생회로는 주어진 온도 변화로 인해 발생한 제 2 주파수 변화를 나타내는 제 2 타이밍 신호를 제공하도록 구성될 수 있고, 제 1 주파수 변화는 제 2 주파수 변화보다 적다.
- [0015] 또한, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 제 2 타이밍 신호 발생회로보다 작은 위상 잡음을 나타낼 수 있다.
- [0016] 제 1 타이밍 신호 발생회로에 대한 예시적인 최대 정격 위상 잡음(1KHz에서 캐리어 오프셋)은 -110 dBc/Hz 미만일 수 있고, 제 2 타이밍 신호 발생회로에 대한 예시적인 최대 정격 위상 잡음(1KHz에서 캐리어 오프셋)은 -80 dBc/Hz 이상일 수 있다.
- [0017] 제 1 타이밍 신호의 원하는 높은 정확도 및 온도 안정성을 제공하기 위해, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 이점적으로 수정 발진기, 바람직하게는 온도 보상형 수정 발진기(TCXO)를 포함할 수 있다. 다양한 적절한 TCXO가 광범위하게 이용될 수 있고 당업자에 잘 알려져 있다.
- [0018] 본 발명의 레이더 레벨 게이지 시스템의 다양한 실시예에 따르면, 제 2 타이밍 신호 발생회로는 이점적으로 RC-발진기일 수 있다. TCXO만큼 정확하고 온도 안정적이지는 않으나, 적절한 RC-발진기는 전력 소비가 훨씬 낮다. 동일한 발진 주파수 범위에 대해, RC-발진기의 전력 소비는 TCXO의 전력 소비의 1/10 미만일 수 있다.
- [0019] 개선된 성능 및 감소된 비용을 위해, 신호처리회로 및 제 2 타이밍 신호 발생회로는 측정제어유닛 또는 'MCU'로 지칭될 수 있는 동일한 집적회로에 제공될 수 있다. 즉, 제 2 타이밍 신호 발생회로는 집적회로 내의 내장 발진기(내부 클럭)에 의해 구성될 수 있다.
- [0020] 실시예에 따르면, MCU는 믹서로부터의 믹서 신호(IF 신호)를 이점적으로 샘플링 및 AD 변환할 수 있는 샘플링 회로를 추가로 포함할 수 있다. 더욱이, MCU는 추가로 측정제어회로를 적어도 부분적으로 포함할 수 있다.
- [0021] 게다가, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 상술한 집적회로(MCU)의 외부에 제공 될 수 있다. 이점적으로, 제 1 타이밍 신호 발생회로는 적어도 하나의 TCXO와 같은 적어도 하나의 이산 타이밍 회로의 형태로 제공될 수 있다 .
- [0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 레이더 레벨 게이지 시스템은 에너지 소스와 제 1 타이밍 신호 발생회로 간에 연결된 스위칭 회로를 더 포함할 수 있다. 에너지 소스는 로컬 또는 원격일 수 있다.
- [0023] 더욱이, 측정제어회로는 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 상기 에너지 소스에 연결시키도록 상기 스위칭 회로를 제어함으로써 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블시키고, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 상기 에너지 소스로부터 연결해제시키도록 상기 스위칭 회로를 제어함으로써 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블시키도록 구성될 수 있다.
- [0024] 실시예에서, 측정제어회로는 제 1 타이밍 신호 발생회로가 인에이블되었을 때 외부의 제 1 타이밍 신호 발생회로에 기초하여 동작하도록 MCU를 추가로 구성할 수 있고, 내부의 제 2 타이밍 신호 발생회로에 기초하여 동작한 다음 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블하도록 MCU를 구성할 수 있다.
- [0025] 더욱이, 레이더 레벨 게이지 시스템은 이점적으로 상기 게이지 시스템의 동작에 전기를 에너지를 제공하기 위한 로컬 에너지 저장장치를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 로컬 에너지 저장장치는 배터리 및/또는 슈퍼 커패시터를 포함 할 수 있다.
- [0026] 게다가, 레이더 레벨 게이지 시스템은 원격 시스템과의 무선 통신을 위한 무선 트랜시버와 같은 무선 통신회로

를 더 포함할 수 있다.

[0027] 본 발명의 제 2 태양에 따르면, 마이크로파 신호 소스; 상기 마이크로파 신호 소스에 연결된 전파장치; 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 전파장치에 연결된 믹서; 상기 믹서에 연결된 샘플링 회로; 상기 마이크로파 신호 소스와 상기 샘플링 회로에 연결된 제 1 타이밍 신호 발생회로; 신호처리회로; 상기 신호처리회로에 연결된 제 2 타이밍 신호 발생회로; 및 측정제어회로를 포함하는 레이더 레벨 게이지 시스템을 이용해 탱크내 제품의 충전 수위를 결정하는 방법으로서, 상기 측정제어회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 인에이블링하는 단계; 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로에 의해, 제 1 타이밍 신호를 상기 마이크로파 신호 소스 및 상기 샘플링 회로에 제공하는 단계; 상기 마이크로파 신호 소스에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 시간가변 주파수를 갖는 전자기 송신신호를 생성하는 단계; 상기 전파장치에 의해, 탱크 내의 상기 제품의 표면을 향하여 상기 전자기 송신신호를 전파시키는 단계; 상기 전파장치에 의해, 상기 표면으로부터 다시 상기 표면에서 상기 송신신호가 반사됨으로 인해 발생한 전자기 표면 에코신호를 전파시키는 단계; 상기 믹서에 의해, 믹서 신호를 형성하기 위해 상기 송신신호 및 상기 표면 에코신호를 믹싱하는 단계; 상기 샘플링 회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에 상기 믹서 신호의 샘플링된 값을 제공하기 도록 상기 믹서 신호를 샘플링하는 단계; 상기 측정제어회로에 의해, 상기 제 1 타이밍 신호 발생회로를 디스에이블 링하는 단계; 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로에 의해, 상기 신호처리회로에 제 2 타이밍 신호를 제공하는 단계; 및 상기 신호처리회로에 의해, 상기 제 2 타이밍 신호 발생회로로부터의 상기 제 2 타이밍 신호를 사용하여 상기 믹서 신호의 상기 샘플링된 값에 기초하여 상기 충전수위를 결정하는 단계를 포함하는 탱크내 제품의 충전수위를 결정하는 방법이 제공된다.

[0028] 상기 단계들은 반드시 어떤 특정 순서대로 수행될 필요가 없음에 유의해야 한다.

[0029] 본 발명의 제 2 태양의 다른 효과 및 변경은 본 발명의 제 1 태양을 참조로 상술된 바와 대개 유사하다.

[0030] 따라서, 요약하면, 본 발명은 측정 상태와 신호처리상태 간에 제어가능한 레이더 레벨 게이지 시스템에 관한 것이다. 상기 측정상태에서, 제 1 타이밍 신호회로가 인에이블되고, 마이크로파 신호 소스는 상기 제 1 타이밍 신호회로로부터의 제 1 타이밍 신호와 관련된 시간가변 주파수를 갖는 송신신호를 발생시키며, 샘플러는 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에 믹서 신호를 샘플링한다. 신호처리상태에서, 제 1 타이밍 신호 발생회로가 디스에이블되고, 신호 프로세서는 제 2 타이밍 신호 발생회로로부터의 제 2 타이밍 신호를 이용해 믹서 신호의 샘플링된 값에 기초하여 충전수위를 결정한다.

**발명의 효과**

[0031] 본 발명의 내용에 포함됨.

**도면의 간단한 설명**

[0032] 본 발명의 예시적인 실시예를 도시하는 첨부도면을 참조로 본 발명의 이러한 태양 및 다른 태양을 보다 상세하게 설명한다.

도 1은 탱크 내의 제품의 충전수위를 결정하도록 배열된 본 발명에 따른 레이더 레벨 게이지 시스템의 실시예를 갖는 예시적인 탱크를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2는 도 1의 레이더 레벨 게이지 시스템에 포함된 측정유닛의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 레이더 레벨 게이지 시스템의 개략적인 블록도이다.

도 4는 본 발명에 따른 방법의 실시예를 약술하는 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0033] 도 1은 측정유닛(2) 및 본 명세서에서 혼 안테나(3)의 형태로 도시된 신호전파장치를 포함한 레이더 레벨 게이지 시스템(1)을 개략적으로 도시한 것이다. 그러나, 신호전파장치는 다른 타입의 방사 안테나 또는 전송라인 프로브도 동일하게 잘 맞을 수 있음에 유의하라. 레이더 레벨 게이지 시스템(1)은 탱크(5)내 제품(6)의 충전수위를 결정하기 위해 탱크(5)의 상부에 배치된다.

[0034] 탱크(5)내 제품(6)의 충전수위를 측정할 때, 레이더 레벨 게이지 시스템(1)은 혼 안테나(3)에 의해 전자기 송신 신호( $S_T$ )를 제품(6)의 표면(7)을 향해 보내고, 상기 송신신호는 전자기 표면 에코신호( $S_R$ )로서 반사된다. 그런



후, (레이더 레벨 게이지 시스템(1)에서 표면(7)으로 및 되돌아오는) 전자기 표면 에코신호( $S_R$ )의 이동시간을 기초로 제품(6)의 표면(7)까지의 거리가 결정된다. 이동시간으로부터, 일반적으로 얼리지(ullage)라고 하는 표면까지의 거리가 결정될 수 있다. 이 거리(얼리지) 및 탱크(5)의 알려진 치수를 기초로, 충전수위가 추론될 수 있다.

- [0035] 본 발명의 다양한 실시예에 따른 레이더 레벨 게이지 시스템을 사용하여, 주파수 변조 송신신호와 표면 반사신호 간의 주파수 차를 기초로 이동시간이 결정된다. 이러한 타입의 측정 방식을 종종 FMCW(Frequency Modulated Continuous Wave)라 한다.
- [0036] 도 2의 개략적인 블록도를 참조하면, 도 1의 레이더 레벨 게이지 시스템(1)의 측정유닛(2)은 트랜시버(10), 측정제어유닛(MCU)(11), 무선통신 제어유닛(WCU)(12), 통신 안테나(13), 배터리(14)와 같은 에너지 저장장치 및 탱크 피드스루(15)를 포함한다.
- [0037] 도 2에 개략적으로 도시된 바와 같이, MCU(11)는 트랜시버(10)를 제어하여 전자기 신호를 생성, 송신 및 수신한다. 송신된 신호는 탱크 피드스루(15)를 통해 혼 안테나(3)(도 2에 미도시)로 전해지고, 수신된 신호는 혼 안테나(3)로부터 탱크 피드스루(15)를 통해 트랜시버(10)로 전해진다.
- [0038] 도 1을 참조하여 간략히 상술한 바와 같이, MCU(11)는 송신신호( $S_T$ )와 표면 에코신호( $S_R$ ) 간의 위상차에 기초하여 탱크(5)내 제품(6)의 충전수위를 결정한다. 충전수위는 통신 안테나(13)를 통해 WCU(12)를 거쳐 MCU(11)로부터의 제어 센터와 같은 외부장치에 제공된다. 레이더 레벨 게이지 시스템(1)은 이점적으로는 소위 WirelessHART는 통신 프로토콜(IEC 62591)에 따라 구성될 수 있다.
- [0039] 측정유닛(2)이 에너지 저장장치(14)를 포함하고 무선통신을 허용하기 위한 (WCU(12) 및 통신 안테나(13)와 같은) 장치를 포함하는 것으로 도시되었으나, 전원 및 통신이 통신라인(가령 4-20 mA 라인)을 통해 다른 식으로 제공될 수 있음을 알아야 한다.
- [0040] 로컬 에너지 저장장치는 배터리를 포함할 뿐만 아니라, 교대로 또는 조합하여, 커패시터 또는 수퍼-커패시터를 포함할 수 있다.
- [0041] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 도 1의 트랜시버(10) 및 MCU(11)의 보다 상세한 블록도가 도시되어 있다.
- [0042] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 명세서에서 트랜시버(10)는 마이크로파 신호 소스(20), 전력 분배기(28) 및 믹서(30)를 포함한다. 송신신호 발생기(20)는 본 명세서에서 PLL(Phase Locked Loop)(22) 형태의 주파수 제어가능 신호 발생기, 주파수 체배기(24)와 같은 주파수 배수회로 및 저잡음 증폭기(LNA)(26)를 포함한다. 마이크로파 신호 소스(20)의 출력은 전력 분배기(28)를 통해 안테나(3) 및 믹서(30)에 연결된다. 또한, 안테나(3)는 전력 분배기(28)를 통해 믹서(30)에 연결된다.
- [0043] 본 명세서에서 MCU(11)는 측정 컨트롤러(32) 형태의 측정제어회로, 샘플러(34) 형태의 샘플링 회로, 내부 클록 회로(36) 및 신호 프로세서(38)의 형태의 신호처리회로를 포함한다. 샘플러(34)는, 가령, A/D 컨버터와 결합해 샘플앤홀드회로를 포함할 수 있거나, 시그마-델타 컨버터로 구현될 수 있다.
- [0044] 또한, 도 3의 레이더 레벨 게이지 시스템(1)은 배터리(14) 형태의 로컬 에너지 소스, 본 명세서에서 TCXO(40) 형태의 외부 타이밍 회로, 및 배터리(14)와 TCXO(40) 사이에 결합된 스위칭 회로(42)를 포함한다.
- [0045] 도 3에서 화살표로 개략적으로 표시된 바와 같이, 레이더 레벨 게이지 시스템(1)의 동작을 위한 에너지가 스위칭 회로(42)를 통해 배터리(14)에서 트랜시버(10), MCU(11), 및 TCXO(40)에 제공된다. 또한 도 3에 라인 화살표로 개략적으로 나타낸 바와 같이, MCU(11)의 측정 컨트롤러(32)는 도 3에 나타낸 바와 같이 다양한 회로에 연결되어 레이더 레벨 게이지 시스템(1)에 의해 실행되는 측정 동작을 제어한다. 특히, 측정 컨트롤러(32)는 마이크로파 신호소스(20), 샘플러(34), 내부 클록회로(36), 신호 프로세서(38) 및 외부 타이밍 회로(40)의 동작을 제어한다.
- [0046] 또한, 샘플러(34)는 믹서(30)에 연결되어 상기 믹서(30)에 의해 출력된 믹서 신호( $S_{IF}$ )를 샘플링하고 디지털 형태로 상기 믹서 신호( $S_{IF}$ )의 샘플링된 값을, 도 3에 명시적으로 도시되지 않았으나 이점적으로 메모리를 포함할 수 있는, 신호 프로세서(38)에 제공한다.
- [0047] 고측정 성능을 달성하기 위해, 마이크로파 신호 소스(20)의 정확하고 안정적인 타이밍 제어 및 샘플러(34)에 의

해 수행된 샘플링과 송신신호( $S_T$ )의 생성의 동기화가 필요하다. 그러나, 더 상술한 바와 같이, 이에 필요한 정확하고 온도 안정적인 타이밍은 합리적인 용량의 로컬 에너지 저장장치 또는 소위 4-20 mA 측정 루프와 같은 측정 루프에 의해 지속가능하게 공급될 수 있는 것보다 더 많은 에너지를 필요로 할 수 있다.

- [0048] 평균 소비 전력에 상당하는 상대적으로 낮은 에너지 소비와 함께 원하는 고측정 성능을 제공하기 위해, 측정 컨트롤러(32)는 측정 상태 및 신호 처리 상태 사이에 레이더 레벨 게이지 시스템(1)을 제어하도록 구성된다.
- [0049] 레이더 레벨 게이지 시스템(1)을 측정 상태로 전환할 경우, 측정 컨트롤러(32)는 배터리(14)에 TCXO(40)를 연결하도록 스위치(42)를 제어함으로써 TCXO(40)를 인에이블시킨다. 그 후, 이하에서 도 4의 흐름도를 참조로 보다 상세히 설명하는 바와 같이, 정확한 온도 안정적인 타이밍이 중요한 측정 동작이 수행된다.
- [0050] 측정 상태에서부터 신호 처리 상태로 레이더 레벨 게이지 시스템(1)을 전환할 경우, 측정 컨트롤러(32)는 배터리(14)로부터 TCXO(40)를 연결해제하도록 스위치(42)를 제어함으로써 TCXO(40)를 디스에이블시킨다. 그 후, 측정 상태에서 샘플화된 디지털 IF 신호값이 충전수위를 결정하기 위해 내부 클록회로(36)로부터 타이밍 신호를 이용해 신호 프로세서(38)에 의해 처리된다. 이하에서 도 4의 흐름도를 또한 참조로 이 절차뿐만 아니라 측정 상태에서부터 신호 처리 상태로 전환을 보다 상세히 설명한다.
- [0051] 트랜시버(10)의 요소들은 일반적으로 하드웨어로 구현되며 통상적으로 마이크로와 유닛이라고 하는 집적유닛의 일부를 형성하나, MCU(11)의 적어도 일부는 통상적으로 임베디드 프로세서에 의해 실행되는 소프트웨어 모듈로 구현될 수 있다. 본 발명은 이 특정 실현에 국한되지 않으며, 본 명세서에 기술된 기능을 실현하기에 적합한 것으로 여겨지는 임의의 구현도 예상될 수 있다.
- [0052] 도 3에 도시된 도 1의 레이더 레벨 게이지 시스템(1)의 구조적인 구성을 설명하였으므로, 도 4를 참조로 본 발명의 일 실시예에 따른 방법을 설명한다. 도 3의 블록도는 또한 방법이 구현되는 레이더 레벨 게이지 시스템(1)의 구조에 관해서도 참조될 것이다.
- [0053] 제 1 단계(100)에서, MCU(11)의 측정 컨트롤러(32)는 TCXO를 배터리(14)에 연결하도록 스위치(42)를 제어함으로써 TCXO(40)를 인에이블시킨다. 그 결과, TCXO(40)는 안정적이고 정확한 주파수를 제 1 타이밍 신호에 제공한다. 이는 적절한 타이밍 회로가 인에이블 또는 활성화될 수 있는 방법의 단지 일 예일뿐이라는 것에 유의해야 한다. 타이밍 회로를 인에이블하는 다른 여러 방법을 고안하는 것도 당업자의 범위 내에 있다.
- [0054] TCXO(40)가 배터리(14)에 의해 전력공급받아 안정적인 타이밍 신호를 출력할 경우, 단계(101)에서, 측정 컨트롤러(32)는 내부 클록회로(36)로부터의 타이밍 신호를 사용하는 대신 TCXO(40)로부터의 타이밍 신호를 사용해 동작하도록 MCU(11)를 제어한다. 이 핸드 오버 또는 클록 스위치가 완료되면, 내부 클록회로(36)로부터의 타이밍 신호 대신에 TCXO로부터의 정확하고 온도 안정된 타이밍 신호가 MCU(11)의 타이밍에 사용된다.
- [0055] 연이어, TCXO(40)가 인에이블되고 내부 클록회로(36)로부터 상기 외부 TCXO(40)로 스위칭이 완료되었다면, 측정 컨트롤러(32)는 트랜시버(10)를 활성화시키고, 단계(102)에서, 마이크로파 소스(20)를 제어해 TCXO(40)로부터의 타이밍 신호와 관련된 시간가변 주파수를 갖는 송신신호( $S_T$ )를 생성한다. 도 3의 실시예에서, TCXO(40)로부터 제 1 타이밍 신호는 PLL(22)에 안정적이고 정확한 기준을 제공하고, 측정 컨트롤러(32)는 PLL을 제어하여 TCXO(40)에 의해 제공된 제 1 타이밍 신호와 관련된 시간에 PLL(22)에 의한 출력신호의 주파수를 변경한다. 도 3의 예시 마이크로파 소스 구성에서, PLL에 의해 출력된 신호는 주파수 체배기(24)에 의해 주파수 곱해지고, LNA(26)에 의해 증폭된 후, 단계 103에서, 탱크 내의 제품 표면을 향한 안테나(3)에 의해 전파된다.
- [0056] 탱크내 제품의 표면에서의 송신신호( $S_T$ )의 반사로 인해 발생한 표면 에코신호( $S_R$ )는 후속 단계(104)에서 안테나에 의해 트랜시버(10)로 다시 전파되고, 송신신호( $S_T$ )와 표면 에코신호( $S_R$ )가 단계(105)에서 믹서(30)에서 믹서되어 IF 신호( $S_{IF}$ )를 제공한다.
- [0057] IF 신호( $S_{IF}$ )는 단계(106)에서 MCU(11)의 샘플러(34)에 의해 샘플링(및 A/D 변환)된다. IF 신호( $S_{IF}$ )는 샘플러(34)에서 샘플링 시간들이 마이크로파 신호 소스(20)에 의해 발생된 송신신호( $S_T$ )의 주파수 이동과 동기화되도록 TCXO(40)에 의해 제공된 제 1 타이밍 신호와 관련된 샘플링 시간에서 샘플러(34)에 의해 샘플화된다. 샘플링 동작의 결과로 발생한 디지털 샘플링 값은 신호 프로세서(38)에 포함될 수 있는 메모리에 저장될 수 있다.
- [0058] 측정 동작의 타이밍의 중요한 부분이 수행되었으므로, 측정 컨트롤러(32)가 측정 상태에서부터 신호 처리 상태로 레이더 레벨 게이지 시스템(1)을 전환할 때다. 따라서, 단계(107)에서, 측정 컨트롤러(32)는 외부 TCXO(40)로부

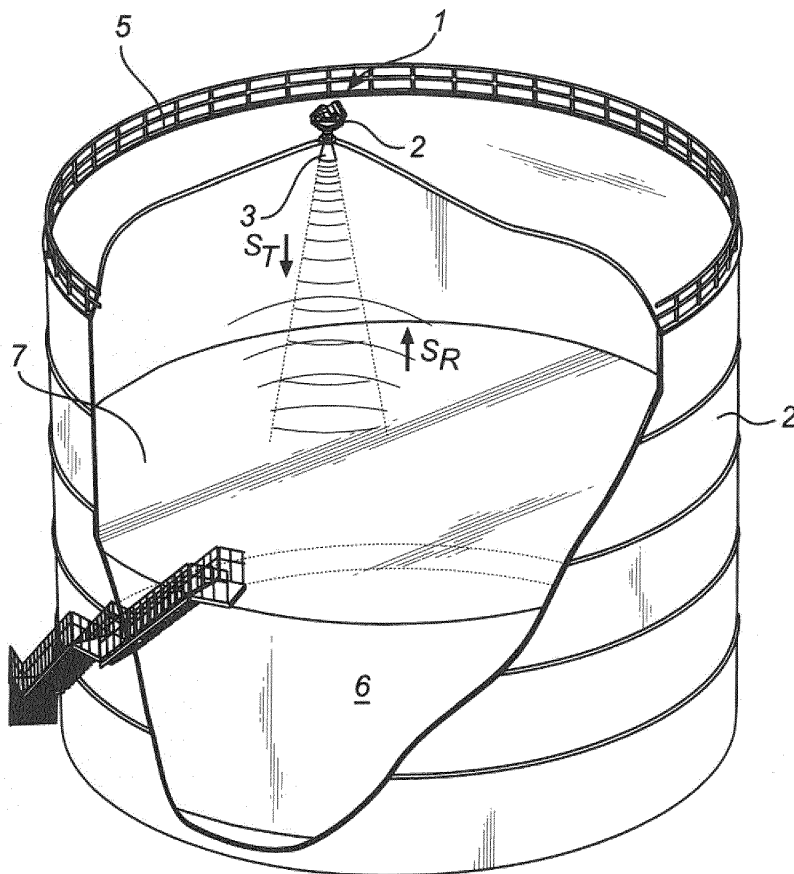
터 제 1 타이밍 신호를 사용하는 대신 내부 클록회로(36)로부터 제 2 타이밍 신호를 사용해 MCU(11)가 동작하게 제어한다. 이 클럭 스위칭 동작이 완료되었다면, 측정 컨트롤러(32)는, 단계(108)에서, TCXO(40)를 배터리(14)로부터 연결해제시키도록 스위치(42)를 제어함으로써 TCXO(40)를 디스에이블시킨다. 이것으로 명백히 TCXO(40)에 의한 에너지 소비가 종료될 것이다.

[0059] 마지막으로, 단계 109에서, 신호 프로세서(38)는 메모리에 저장된 IF 신호( $S_{IF}$ )의 샘플링 값에 기초하여 충전수위를 결정한다. 상기 저장된 샘플 값들의 처리는 타이밍에 중요하지 않으므로, 정확성과 안정성이 덜한 내부 클록회로(36)로 수행될 수 있다.

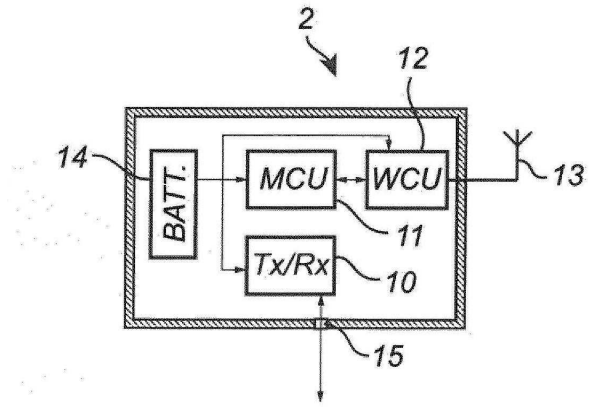
[0060] 당업자는 본 발명이 상술한 바람직한 실시예에 국한되지 않는다는 것을 안다. 반대로, 청구범위 내에서 많은 수정 및 변형이 가능하다.

도면

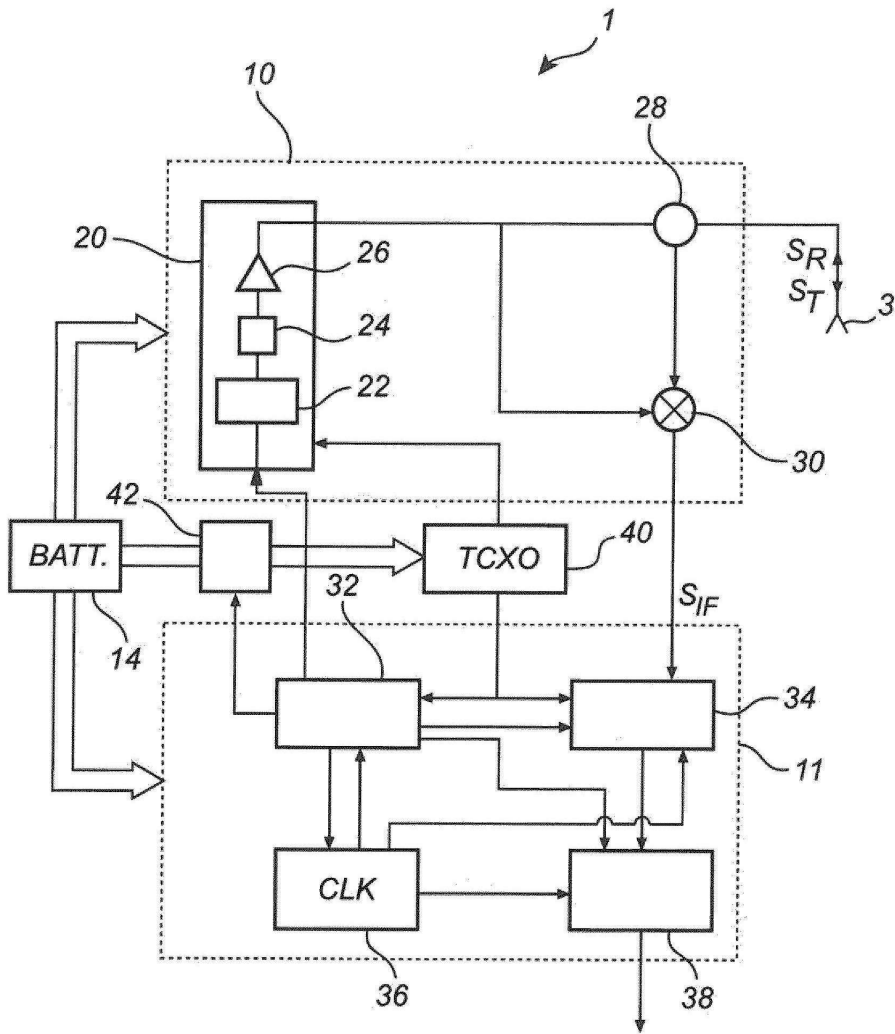
도면1



도면2



도면3



도면4

