



(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 비과겐 1
(74) 대리인
특허법인(유한)케이비케이

전체 청구항 수 : 총 15 항

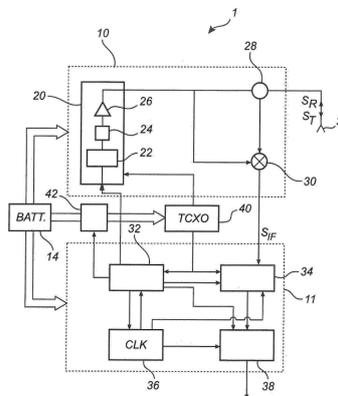
심사관 : 김민성

(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 마이크로파 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

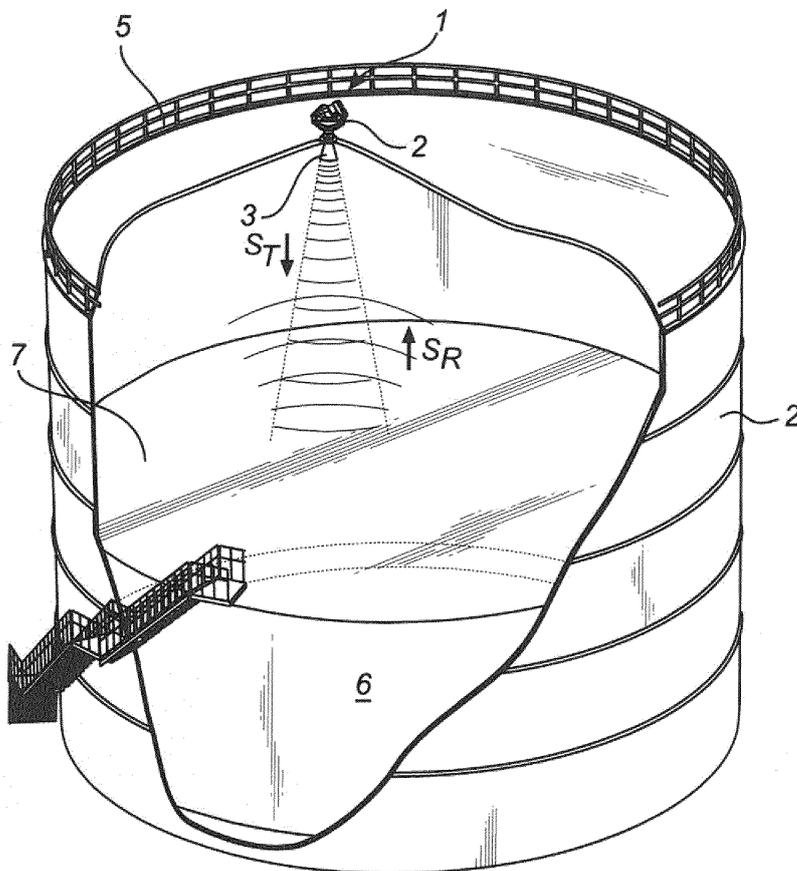
터 제 1 타이밍 신호를 사용하는 대신 내부 클럭회로(36)로부터 제 2 타이밍 신호를 사용해 MCU(11)가 동작하게 제어한다. 이 클럭 스위칭 동작이 완료되었다면, 측정 컨트롤러(32)는, 단계(108)에서, TCXO(40)를 배터리(14)로부터 연결해제시키도록 스위치(42)를 제어함으로써 TCXO(40)를 디스에이블시킨다. 이것으로 명백히 TCXO(40)에 의한 에너지 소비가 종료될 것이다.

[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 클럭회로(36)로 수행될 수 있다.

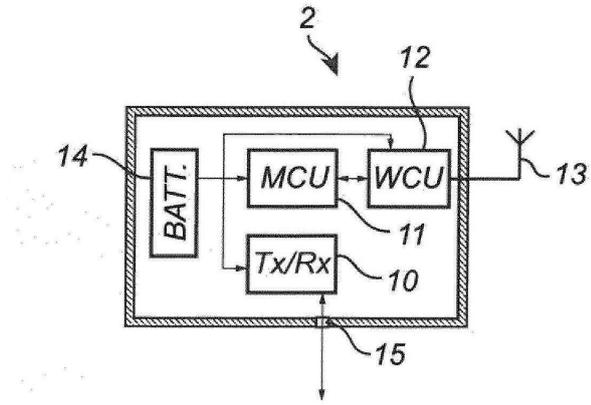
[0060] 당업자는 본 발명이 상술한 바람직한 실시예에 국한되지 않는다는 것을 안다. 반대로, 청구범위 내에서 많은 수정 및 변형이 가능하다.

도면

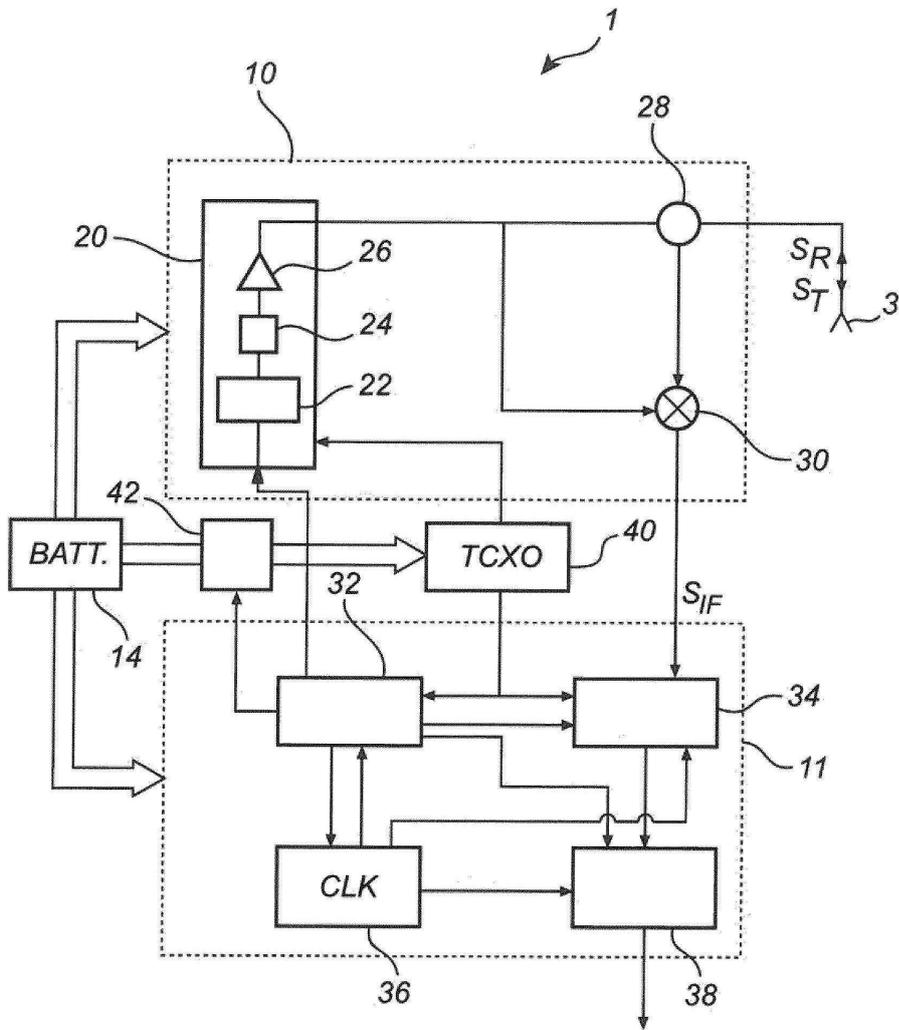
도면1



도면2



도면3



도면4

