



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0067538  
(43) 공개일자 2018년06월20일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01F 22/00* (2006.01) *B41J 2/125* (2006.01)  
*G01F 11/00* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G01F 22/00* (2013.01)  
*B41J 2/125* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-7010152
- (22) 출원일자(국제) 2016년10월06일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2018년04월10일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/073850
- (87) 국제공개번호 WO 2017/060335  
국제공개일자 2017년04월13일
- (30) 우선권주장  
102015117246.1 2015년10월09일 독일(DE)

- (71) 출원인  
버메스 마이크로디스펜싱 게엠베하  
독일, 83624 오테르필, 판카메르 스트라쎄 18
- (72) 발명자  
카르거, 지리  
독일 80807 뮌헨 일롱스호프슈트라쎄 3  
페르레, 클라우스 베르너  
독일 83624 오테르필 하이트가쎄 14
- (74) 대리인  
조영현

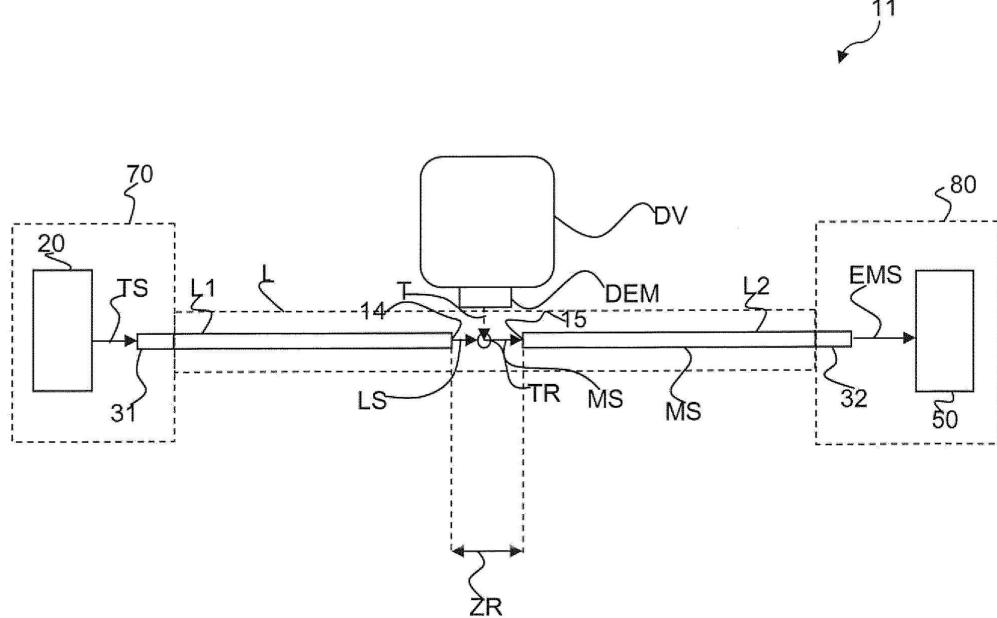
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 점적을 광학적으로 검출하기 위한 도광 소자 배열체

### (57) 요 약

계량 벨브(DV)로부터 유출되어 케이블을 따라 움직이는 점적(TR)을 검출하기 위한 점적 검출 디바이스(11, 11a)가 설명된다. 상기 점적 검출 디바이스(11, 11a)는 제1 도광 소자(L1) 및 제2 도광 소자(L2)를 갖는 도광 소자 배열체(L)를 포함한다. 상기 제1 도광 소자(L1) 및 상기 제2 도광 소자(L2)는, 상기 제1 도광 소자(L1)에 의해 송신(뒷면에 계속)

**대 표 도** - 도1



된 광 빔(LS)이 상기 점적(TR)의 궤적(T)을 가로 지르고 나서, 상기 제2 도광 소자(L2)에 결합되는 방식으로, 상기 점적(TR)의 궤적이 진행하는 중간 공간에서 서로 마주하여 배열된다. 또한, 상기 점적 검출 디바이스(11, 11a)는 반송파 주파수를 갖는 펄스화된 광 빔(LS)을 상기 제1 도광 소자(L1)에 결합시키기 위한 광 신호 생성 디바이스(70)를 포함한다. 또한, 상기 점적 검출 디바이스(11, 11a)는 점적(TR)이 상기 계량 벨브(DV)에 의해 배출되었는지 여부를 결정하기 위해 상기 제2 도광 소자(L2)에 결합된 광 빔(LS)을 평가하기 위한 광 평가 디바이스(80)를 포함한다. 점적(TR)을 검출하는 방법(500)이 또한 설명된다.

(52) CPC특허분류

*G01F 11/00* (2013.01)

*G01F 25/0092* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

계량 벨브(DV)의 노즐로부터 유출되어 케적(T)을 따라 움직이는 점적(TR)을 검출하기 위한 점적 검출 디바이스(11, 11a)로서,

- 제1 도광 소자(L1) 및 제2 도광 소자(L2)를 갖는 도광 소자 배열체(L)로서, 상기 제1 도광 소자와 상기 제2 도광 소자는, 상기 제1 도광 소자(L1)에 의해 방출된 광 빔(LS)이 상기 점적(TR)의 케적을 가로 지르고 나서 상기 제2 도광 소자(L2)에 결합되는 방식으로, 상기 점적(TR)의 케적(T)이 진행하는 중간 공간(ZR)에서 서로 마주하여 위치된, 상기 도광 소자 배열체(L);
- 반송파 주파수를 갖는 펄스화된 광 빔(LS)을 상기 제1 도광 소자(L1)에 결합시키기 위한 광 신호 생성 디바이스(70); 및
- 점적(TR)이 상기 계량 벨브(DV)에 의해 배출되었는지 여부를 결정하기 위해 상기 제2 도광 소자(L2)에 결합된 광 빔(들)을 평가하기 위한 광 평가 디바이스(80)를 포함하는 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

- 상기 제1 도광 소자(L1)는 제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제1 도광 소자(L1)의 상기 제1 단부는 상기 광 신호 생성 디바이스(70)의 발광 유닛(31)과 결합되고, 상기 제1 도광 소자(L1)의 상기 제2 단부는 모니터링될 상기 중간 공간(ZR)으로 방출 윈도우(14)를 형성하고,
- 상기 제2 도광 소자(L2)는 제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 상기 제2 도광 소자(L2)의 상기 제1 단부는 모니터링될 상기 중간 공간(ZR)으로 검출 윈도우(15)를 형성하고, 상기 제2 도광 소자(L2)의 상기 제2 단부는 상기 광 평가 디바이스(80)의 센서(32)와 결합된 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 도광 소자(L1, L2)들은, 상기 제1 도광 소자(L1)로부터 나오는 펄스화된 광 빔이 상기 점적(TR)을 직접 치고 나서 상기 점적(TR)에 의해 변조되어 상기 제2 도광 소자(L2)에 직접 결합되는 방식으로, 상기 계량 벨브(DV)에 배열되는 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 도광 소자(L1) 및 상기 제2 도광 소자(L2)는 플라스틱 섬유를 포함하는 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

#### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 도광 소자(L1, L2)들은, 상기 제1 도광 소자(L1) 및/또는 상기 제2 도광 소자(L2)의 한정된 유효 단면 표면(effective cross-section surface)이 각 계량 공정에 따라 특히 예상되는 점적 크기에 따라 형성되는 방식으로, 상기 계량 벨브에 대해 위치되는 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

#### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 평가 디바이스(80)는 상기 펄스화된 광(LS)의 한정된 반송파 주파수를 고려하여 상기 계량 벨브(DV)에

의해 점적(TR)이 배출되었는지 여부를 결정하도록 구성된 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

### 청구항 7

제1항 내지 제6항에 있어서,

상기 펠스화된 광(LS)에 기초하여 캡처된 변조된 측정 신호(MS)의 진폭 변조 또는 직교 변조를 수행하도록 구성된 복조 유닛(40)을 포함하는 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 평가 디바이스(80)는 변조 평가 유닛(51)을 포함하고, 상기 변조 평가 유닛은, 변조된 측정 신호(MS)에 기초한 변조 신호(MOD)의 진폭 및/또는 위상의 양을, 바람직하게는 동위상 성분(I) 및 직교 성분(Q)에 기초하여, 결정하도록 구성된 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 발광 디바이스(31)는, 펠스화된 전기 신호(TS)의 위상과 상기 반송파 주파수를 관련 정도로 변화시키지 않고, 상기 펠스화된 전기 신호(TS)를 광파(LS)로 변환하도록 구성된 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광 신호 생성 디바이스(70)는 상기 펠스화된 광 빔(LS)의 광 펠스들의 펠스 폭을 선택하는 것을 통해 상기 펠스화된 광 빔(LS)의 휘도를 설정하는 방식으로 설계된 것을 특징으로 하는 점적 검출 디바이스.

### 청구항 11

계량 밸브(DV)로부터 유출되는 점적(TR)을 검출하는 방법(500)으로서,

반송파 주파수를 갖는 펠스화된 광 빔이 제1 도광 소자(L1)와 제2 도광 소자(L2) 사이의 중간 공간(ZR)을 통과하도록 제1 도광 소자(L1)로부터 방출되어, 상기 제1 도광 소자(L1)와 상기 제2 도광 소자(L2) 사이의 상기 중간 공간(ZR) 사이에서 진행하는 상기 점적(TR)의 궤적을 가로 지르고 나서, 제2 도광 소자(L2)에 결합되는 단계; 및

상기 제2 도광 소자(L2)에 결합된 광 빔(LS)에 기초하여, 점적(TR)이 상기 계량 밸브(DV)에 의해 배출되었는지 여부를 결정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 점적을 검출하는 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 계량 밸브의 노즐로부터 유출되어 궤적을 따라 움직이는 점적(drop)을 검출하기 위한 점적 검출 디바이스에 관한 것이다. 나아가, 본 발명은 계량 밸브로부터, 바람직하게는 마이크로-계량 밸브로부터 유출되는 점적을 검출하는 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 액체 또는 예를 들어 접착제와 같은 예를 들어 페이스트 매체(pasty medium)를 도포 및 배출(dispense)할 때 계량 밸브가 사용된다. 계량 밸브는 토출(dosed)될 유체가 방출되는 지점에 노즐을 포함한다. 종래의 니들 밸브(needle valve)의 경우, 한정된 양의 매체를 계량하기 위해 밸브 안착부로부터 계량 니들을 약간 당김으로써 계량 밸브의 개구가 해방된다. 이에 의해, 예를 들어, 예압 하에 구동되는 매체가 노즐 개구 또는 밸브 개구를 통해 유동될 수 있다. 충전 공정 또는 계량 공정이 완료되어야 할 때 계량 밸브의 노즐이 닫힌다.

[0003] 특히 압전 계량 밸브 기술에 기초하는 소위 제트 밸브가 설치될 수 있다. 이에 의해, 매체의 양의 분배는 계량 니들 및 밸브 태펫(tappet)의 전후 움직임에 의해 발생하며, 여기서 노즐 개구의 방향으로 계량 니들 또는 밸브

태핏의 움직임이 발생할 때 제트처럼 노즐 개구로부터 한정된 양의 매체가 밀려 나온다. 이에 의해 또한 예를 들어 처리될 구성 요소의 도포 표면과 계량 벨브 사이에 더 먼 거리에 걸쳐 한정된 양의 계량 매체가 도포될 수 있다. 이에 따라 계량 간격이 적용 분야에 따라 1/2 밀리미터 내지 수 밀리미터에서 변할 수 있다. 제트 벨브는 처리될 구성 요소와 전혀 접촉함이 없이 높은 레벨의 속력으로 매우 정밀한 계량이 일어날 수 있다. 개별 점적의 배출을 제어하기 위해 점적을 검출하는 것뿐만 아니라 대응하는 평가 공정을 수행하기 위해 센서들이 요구된다.

[0004] 특히 제트 벨브에 의해 미리 생성된 점적을 광학적으로 검출하는 경우 다음과 같은 어려움이 명백하다: 초기에는 처리될 구성 요소에서 점적이 도포되는 표면과 계량 벨브 사이에서 가능한 가장 작은 거리를 유지해야 한다. 이 거리는 개별 적용에 따라 0.5 mm 내지 3 mm에서 변할 수 있다. 이 사양은 점적 센서의 가능한 구축 높이를 상당히 제한한다. 나아가, 검출될 점적은 종종 10  $\mu\text{m}$  미만의 직경을 가져서 매우 작다. 나아가, 점적의 속력은 최대 50 m/s의 속도를 가져서 매우 높아서, 이에 의해 이것은 점적이 검출 센서에 의해 모니터링되는 범위를 통과하는 데 걸리는 시간이 매우 짧고 수 마이크로초이다. 작은 크기와 높은 속력의 점적은 신호 진폭이 낮고 신호/잡음 비율이 좋지 않은 약한 센서 신호를 제공하여, 점적을 오류 없이(fail-safe) 광학적으로 검출하는 것을 매우 어렵게 한다. 가장 강한 광 신호를 얻어서 이를 변환하여 전기 신호를 얻기 위해 예를 들어 광 검출기와 같은 최적의 전기 센서를 벨브의 노즐 근처에 적용하려고 하면 작은 치수의 시스템과 충돌이 발생한다. 예를 들어 공간이 부족한 것으로 인해 전체 평가 전자 장치를 센서에 직접 위치시키는 것이 거의 불가능하다. 그러나 평가 전자 장치가 센서로부터 멀리 떨어져 배열되면, 캡처된 전기 아날로그 신호를 오류 없이 평가 전자 장치로 전송해야 한다는 문제가 있다. 점적을 센서로 측정하는 경우, 전자기파로부터 결함이 유래할 수 있다. 예를 들어 센서가 광 센서 기술에 기초하는 경우 원치 않는 광원으로 인해 결함이 야기될 수 있다. 예를 들어 일광(daylight) 또는 임의의 종류의 조명 수단으로부터 오는 광으로 인해 결함이 발생할 수 있다.

[0005] US 2002/0 089 561 A1에는, 광이 도광 소자에 의해 안내되고 점적의 궤적을 가로 질러 가는, 인쇄 시스템의 점적을 검출하는 장치가 개시되어 있다. 광의 세기는 짧은 시간 기간 동안 떨어지는 점적에 의해 감소된다. 시간의 함수로서 세기가 변하는 양상은 센서를 사용하여 기록되고 나서, 점적을 검출하는 데 사용된다. 그러나, 이러한 검출은, 예를 들어, 산란된 광과 같은 외부 교란의 영향을 받기 쉬워서, 신뢰성 있는 점적 검출이 항상 보장되는 것은 아니다.

[0006] US 4 255 754 A에는, 잉크젯 프린터의 잉크 점적의 궤적을 모니터링하는 것이 기재되어 있다. 모니터링을 위해, 점적 생성 빈도와 동기화되어 광이 방출되고 나서 이 광은 도광 소자를 통해 잉크 점적의 궤적의 방향으로 진행하여, 2개의 도광 소자의 도움으로 캡처된다. 미리 결정된 궤적으로부터 잉크 점적이 벗어나는 편차는 두 도광 소자를 사용하여 캡처된 광의 음영(shadowing)의 차이에 기초하여 결정된다. 이 접근법에 의하더라도 산란된 광으로 인해 결함이 발생할 수 있다.

### 발명의 내용

[0007] 본 발명의 목적은 최대한 어떤 결함도 없이 점적을 검출할 수 있는 계량 벨브용 센서 배열체를 개발하는 것이다.

[0008] 본 과제는 청구항 1에 따른 점적 검출 디바이스 및 청구항 9에 따른 점적을 검출하는 방법에 의해 해결된다.

[0009] 계량 벨브의 노즐로부터 유출되어 궤적을 따라 움직이는 점적을 검출하는 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스는 도광 소자 배열체를 포함한다. 상기 도광 소자 배열체는 제1 도광 소자 및 제2 도광 소자를 포함한다. 상기 도광 소자들은, 상기 제1 도광 소자에 의해 전송된 광 빔이 상기 점적의 궤적을 가로 지르고 나서 제2 도광 소자에 결합되는 방식으로, 상기 점적의 궤적을 포함하는 중간 공간에서 서로 마주하여 배열된다. 또한, 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스는 반송과 주파수를 갖는 펄스화된 광 빔을 제1 도광 소자에 결합시키도록 구성된 광 신호 생성 디바이스를 포함한다. 펄스화된 광 신호는 연속적인 특성 파라미터(예를 들어, 펄스 주파수를 갖는 반송과 주파수라고도 하는 주파수, 진폭)들이 예를 들어 특정 리듬으로 스위치온 및 스위치오프되면서 주기적으로 변하는 반송과 주파수를 갖는 펄스화된 광 빔인 것으로 이해되어야 한다. 상기 신호는 초기에 일정한 특성 파라미터들을 제외하고는 변조되지 않은 상태에서 어떤 정보도 운반하지 않는다. 전송될 정보는 먼저 정보 소스와 반송과 신호의 물리적 상호 작용에 의해 실현될 수 있는 변조에 의해 수신된다. 예를 들어, 반송과 신호는 변조 신호의 도움으로 변조되거나 또는 다른 물리적 교란, 예를 들어, 검출될 점적에 의해 영향을 받을 수 있다. 이와 관련하여, 예를 들어, 진폭, 주파수 또는 위상과 같은 하나의 또는 복수의 파라미터에 대하여 반송과 신호가 변하는 것이 변조인 것으로 이해되어야 한다. 펄스 주파수 또는 반송과 주파수는 변조의 주파수보다

더 높아야 하고 또는 파장은 점적에 의해 야기된 신호의 "교란"보다 더 짧아야 한다.

- [0010] 상기 점적 검출 디바이스는, 점적이 상기 계량 벨브에 의해 배출되었는지 여부를 결정하기 위해 상기 제2 도광 소자에 결합된 광 빔을 평가하도록 구성된 광 평가 디바이스를 더 포함한다. 상기 계량 벨브로부터 유출되는 점적을 본 발명에 따라 검출하는 방법의 경우, 반송과 주파수를 갖는 펄스화된 광 빔은 제1 도광 소자와 제2 도광 소자 사이의 중간 공간을 진행하도록 상기 제1 도광 소자에 의해 방출되고, 상기 제1 도광 소자와 상기 제2 도광 소자 사이의 상기 중간 공간을 통해 진행하는 점적의 궤적을 가로 지르고 나서, 제2 도광 소자에 결합된다. 바람직하게는, 상기 제2 도광 소자에 결합된 상기 펄스화된 광 빔은 점적이 상기 계량 벨브에 의해 배출되었는지 여부를 결정하기 위해 평가된다.
- [0011] 펄스화된 광 빔을 사용하고, 점적으로 인해 "변조"가 발생한 정도를 평가하는 것으로 인해, 산란된 광 등으로 인해 관련 영향이 발생함이 없이 상대적으로 신뢰성 있는 점적 검출이 가능하다.
- [0012] 본 발명의 다른 특히 유리한 실시예 및 추가적인 실시예는 종속 청구항뿐만 아니라 이하 설명으로부터 비롯되며, 여기서 특정 카테고리의 특히 청구항이 다른 카테고리의 종속 청구항에 따라 또한 더 개선될 수 있고, 다양한 예시적인 실시예의 특징들이 새로운 예시적인 실시예로 결합될 수 있다.
- [0013] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 일 실시예에서, 상기 제1 도광 소자는 제1 단부 및 제2 단부를 갖는다. 이에 의해, 상기 제1 도광 소자의 상기 제1 단부는 상기 광 신호 생성 디바이스의 발광 디바이스(light-emission device)와 결합된다. 상기 제1 도광 소자의 상기 제2 단부는 모니터링될 상기 중간 공간으로 방출 윈도우(emission window)를 형성한다. 또한 상기 제2 도광 소자는 제1 단부 및 제2 단부를 갖고, 여기서 상기 제2 도광 소자의 상기 제1 단부는 모니터될 상기 중간 공간으로 검출 윈도우(detection window)를 형성하고, 상기 제2 도광 소자의 상기 제2 단부는 상기 광 평가 디바이스의 센서 디바이스와 결합된다. 상기 제1 도광 소자의 상기 방출 윈도우와 상기 제2 도광 소자의 상기 검출 윈도우는, 가장 단순한 경우에, 종래의 절단 수단으로 유리 섬유가 절단된 단부들의 전방 표면들에 의해 형성될 수 있다. 이 목적을 위해, 상기 섬유 단부들은 이를 위해 제공된 절단 수단을 사용하여 절단될 수 있으며, 이후 약간 연마될 수도 있다. 이에 따라, 상기 도광 소자들의 상기 방출 윈도우들은 낮은 레벨의 노력으로 제조될 수 있다. 이를 위해 추가적인 옵션이 필요치 않다. 이와 같은 방출 윈도우가 손상되거나 더러워지면, 이 손상은, 상기 도광 소자의 일부를 절단하고 나서 이를 여전히 연마하는 것에 의해 쉽게 제거될 수 있다. 이에 의해, 상기 도광 소자들의 단부들의 에지(edge)들 및 윈도우 표면들은 가능한 한 평탄하고, 상기 도광 소자들의 길이방향 축과 수직으로 배향되는 것이 보장되어야 한다.
- [0014] 상기 점적 검출 디바이스의 바람직한 실시예에서, 상기 제1 도광 소자와 상기 제2 도광 소자는 상기 제1 도광 소자로부터 펄스화된 광 빔이 상기 계량 벨브에 의해 직접 배출되었을 수 있는 점적을 치고 나서, 점적에 의해 일정 방식으로 물리적으로 영향을 받아, 바람직하게는 변조되어, 상기 제2 도광 소자에 직접 결합되는 방식으로 상기 계량 벨브 상에 배치된다. 이러한 상황에서 "직접"이라는 것은, 바람직하게는, 상기 제1 도광 소자의 상기 방출 윈도우 앞에 또는 상기 제2 도광 소자의 상기 검출 윈도우 앞에, 렌즈 시스템 등과 같은 2차 광학계가 사용되지 않는다는 것을 의미한다. 상기 제1 도광 소자와 상기 제2 도광 소자는, 예를 들어, 서로 마주하여 직접 배열되고 서로 동일한 높이에 정렬된다. 이에 의해, 상기 제1 도광 소자의 상기 방출 윈도우와 상기 제2 도광 소자의 상기 검출 윈도우는 서로를 향해 있어서, 상기 제1 도광 소자의 상기 방출 윈도우에 의해 방출된 광 빔은 상기 제2 도광 소자의 상기 검출 윈도우에 도달하게 된다. 또한, 상기 계량 벨브에 의해 배출될 수 있는 점적의 궤적뿐만 아니라 두 도광 소자들은 바람직하게는 단일 레벨에 있어서, 상기 제1 도광 소자에 의해 방출된 광 빔은 점적을 치고 이 점적에 의해 변조되고 나서 상기 제2 도광 소자의 상기 검출 윈도우에 도달하고, 이로부터 상기 제2 도광 소자에 결합되게 된다. 예를 들어, 점적에 의해 변조된 것을 의미하는, 영향을 받았을 수 있는 광 빔은, 제2 도광 소자에 결합된 후, 이로부터 센서 디바이스로 더 안내되고, 상기 센서 디바이스에서, 변조되었을 수 있는 광 빔이 초기에 평가를 위해 변조된 전기 신호로 변환된다.
- [0015] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 상기 제1 도광 소자와 상기 제2 도광 소자는 예를 들어 플라스틱 섬유를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 상기 도광 소자들은 POF 광 도파로(POF = Plastic Optic Fibre(플라스틱 광섬유) = Polymer Optical Fibre(중합체 광섬유))를 포함한다.
- [0016] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 특히 효과적인 실시예에서, 상기 제1 도광 소자 및 상기 제2 도광 소자는 0.1 mm 내지 3 mm, 바람직하게는 0.5mm 내지 1.5 mm, 더욱 바람직하게는 0.9 mm 내지 1.1 mm 범위의 코어 직경을 갖는다.
- [0017] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 일 실시예에서, 상기 도광 소자들은, 각 계량 공정에 따라, 특히, 예상되

는 점적 크기에 따라 상기 제1 도광 소자 및/또는 상기 제2 도광 소자의 한정된 유효 단면 표면(effective cross-section surface)이 선택되는 방식으로 상기 계량 벨브에 대해 위치된다. 도광 소자의 유효 단면 표면은, 점적을 검출하거나 또는 광 빔을 방출하는데 이용 가능한 상기 도광 소자의 단면 표면 부분인 것으로서 이해되어야 한다. 예를 들어, 도광 소자 단면의 일부는 상기 유효 단면 표면에 기여하지 않도록 상기 계량 벨브의 노즐 조정 너트로 덮여질 수 있다.

[0018] 특히, 신호 대 잡음비가 최적화될 수 있거나 또는 점적이 통과하는 최대 시간이 하나 또는 두 개의 도광 소자의 유효 단면 표면(들)을 각 계량 공정에 또는 예상되는 점적 크기에 적응시킴으로써 달성될 수 있다.

[0019] 예를 들어, 상기 도광 소자들의 유효 표면은 상기 도광 소자 표면의 전체 표면을 포함할 수 있다. 이것은 상기 도광 소자들의 단면 표면의 어떤 부분도 예를 들어 상기 계량 벨브의 상기 노즐 조정 너트로 덮이지 않는 방식으로 상기 도광 소자들이 상기 계량 벨브에 대해 위치된다는 것을 의미한다. 이에 의해, 상기 도광 소자의 전체 활성 높이가 이용된다. 상기 변조 유닛을 통한 점적의 최대 통과 시간은 이와 관련된다. 이것은 샘플링된 신호 값들이 더 많이 얻어질 수 있기 때문에 점적을 검출하는데 유리하다. 논리적인 이유 때문에 점적에 의해 변조된 광 중 가능한 한 많은 광이 제2 도광 소자에 결합되어야 센서 시스템에 의해 기록된 측정 신호의 진폭 값이 가능한 한 커져서, 이에 의해 충분한 신호 대 잡음비를 달성할 수 있다. 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 대안적인 실시예에서, 상기 도광 소자들의 유효 표면은 상기 도광 소자 표면의 전체 표면의 절반만을 포함한다. 이것은 상기 도광 소자들의 단면 표면의 상부 절반이 예를 들어 상기 계량 벨브의 노즐 조정 너트에 의해 덮이는 방식으로 상기 도광 소자들이 상기 계량 벨브에 대해 위치된다는 것을 의미한다. 이에 의해, 상기 도광 소자의 높이의 절반만이 여전히 검출에 이용된다. 전체 높이를 사용하는 것에 비해 점적이 통과하는 시간의 절반만이 이와 관련된다. 이러한 배열은 일반적으로 가능한 한 긴 점적의 통과 시간과 요구되는 설치 공간 사이에 우수한 절충을 나타내며, 이에 의해 처리될 작업물과 계량 벨브 사이에 최소 거리가 이로부터 초래된다. 원하는 유효 도광 소자 표면을 설정하기 위해, 도광 소자 홀더(holder)와 상기 계량 벨브 사이에 스페이서(spacer)들이 적용될 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 다른 실시예에서, 상기 도광 소자들의 유효 표면은 전체 도광 소자 표면의 일부만을 포함한다. 이것은 이용된 도광 소자 표면이 전체 도광 소자 표면의 일부만을 포함한다는 것을 의미한다. 이러한 배열은, 예를 들어, 점적이 매우 작은 경우, 점적에 의해 음영된 표면과 활성 표면 사이에 보다 양호한 비율이 존재하기 때문에 유리할 수 있다. 이것은 신호 진폭 변조된 신호를 더 강하게 하여 신호 대 잡음비를 향상시키는데 기여한다.

[0021] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 발광 디바이스가 펄스화된 전기 신호의 위상과 상기 반송파 주파수를 관련 정도로 변화시키지 않으면서 펄스화된 전기 신호를 광파로 변환하도록 구성된 경우 특히 바람직하다. 검출된 신호를 평가하는 경우, 상기 펄스화된 신호의 위상 위치를 고려하는 것이 또한 바람직하기 때문에, 상기 펄스화된 신호의 위상의 변화가 클수록, 상기 발광 디바이스에 의해 상기 광 빔을 방출하는 동안 검출된 신호를 평가하는 것에 영향을 미칠 수 있다. 상기 발광 디바이스와 상기 센서 디바이스 사이에서 상기 신호를 전기 신호로부터 광 신호로 신호 변환하는 것과, 이 광 신호를 다시 전기 신호로 신호 변환하는 것을 특히 의미하는 광 경로는 특정 위상 이동을 유발한다. 그러나, 이것은 바람직하게는 사용된 반송파 주파수에 비해 다소 낮다. 또한, 실제 점적 검출 이전을 의미하는 미리, 복조 유닛의 제어 신호들과 반송파 신호 사이에 완벽한 위상 이동을 설정하여 측대역(sideband)을 선택하는 트레이닝 단계가 수행된다. 이에 의해, 이것은 전기-광학 신호 변환으로부터 초래되는 약간의 위상 이동인 것으로 고려될 수 있다.

[0022] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 변형 예에서, 상기 광 신호 생성 디바이스는, 상기 펄스화된 광 빔의 광 펄스의 펄스 폭의 파라미터 값의 레벨을 선택함으로써 상기 펄스화된 광 빔의 휘도를 설정하는 방식으로 설계된다. 예를 들어, 신호 또는 펄스화된 광 빔의 지속시간에 비해 비교적 작은 펄스화된 폭 또는 짧은 펄스 지속시간을 갖는 듀티 사이클이 선택되면, 펄스화된 광 빔의 휘도가 이에 의해 감소된다. 역으로, 펄스화된 광 빔의 휘도는 신호 또는 펄스화된 광 빔의 주기 지속시간에 비해 비교적 넓은 펄스 폭 또는 긴 펄스 지속시간을 갖는 듀티 사이클로 인해 증가될 수 있다. 최적의 휘도를 설정한다는 것은 전기 센서에서 전체 광 경로 후에 여전히 남아 있는 광을 의미하는 잔류 광이 최적으로 광다이오드에 도달하여 광다이오드에 충돌하는 것을 의미한다.

[0023] 방출된 광 및 또한 이에 의해 수신된 잔류 광의 세기는 센서가 이 동작점에서 최대 감도 레벨에 있는 방식으로 선택되어야 한다. 이에 의해, 감도는 광 세기가 약간 변했을 때 초래되는 광다이오드의 출력 전류에 있을 수 있는 최대 변동을 말한다. 상기 도광 소자를 교체할 때 상기 설정은 조정되어야 한다.

[0024] 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스는 바람직하게는 상기 광 신호 생성 디바이스의 일부일 수 있는 신호 생성

유닛을 갖는 것이 바람직하다. 상기 신호 생성 유닛은 바람직하게는 한정된 펄스 주파수 또는 반송파 주파수를 갖는 전기 반송파 신호를 생성하도록 구성된다. 상기 전기 반송파 신호에 기초하여 상기 펄스화된 광 빔이 생성된다.

[0025] 또한, 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스는 상기 광 평가 디바이스의 일부일 수 있는 평가 유닛을 갖는 것이 바람직하다. 상기 평가 유닛은, 상기 계량 밸브에 의해 점적이 배출되었는지 여부를, 한정된 펄스 주파수 또는 반송파 주파수를 고려하여 변조된 측정 신호에 기초하여, 결정하도록 구성된다. 바람직하게는, 이러한 목적을 위해, 예를 들어 상기 평가 유닛의 일부일 수 있는 복조 유닛 내에서, 변조된 신호에 기초한 변조 신호가 상기 한정된 펄스 주파수 또는 반송파 주파수를 고려하여 결정될 수 있고, 상기 변조 신호에 기초하여, 상기 계량 밸브에 의해 점적이 배출되었는지 여부가 결정된다. 이와 관련하여, 점적으로 인해 상기 반송파 신호가 변조된 것에 대응하는 신호는 복조에 의해 상기 반송파 신호로부터 다시 "분리"될 수 있는 변조 신호인 것으로서 이해되어야 한다.

[0026] 예를 들어, 상기 변조 신호의 진폭 및 위상의 시간 종속성을 나타내는 곡선 코스와 같이, 상기 변조된 측정 신호 또는 변조 신호의 특정 신호 파라미터 값들은 검출될 점적의 특정 특성들 또는 치수들에 대응한다. 전술된 신호 파라미터들과 검출될 점적의 특성들 또는 치수들 사이의 관계는 검출 동안 즉시 알 필요는 없다. 이것은 한정된 치수를 가진 "샘플 점적"의 도움으로 예를 들어 트레이닝 과정에서 미리 한정되고, 상기 변조된 측정 신호 또는 변조 신호의 신호 파라미터 값들이 점적이 검출된 것으로 고려될 때를 의미하는 원하는 특성들 및 치수들을 갖는 점적("트레이닝 과정에서 사용된 "샘플 점적")을 나타내는 것만으로 충분하다.

[0027] 상기 점적 검출 디바이스의 일 실시예에서, 점적을 배출하는 것은 한정된 시간 윈도우 내에서 체크(check)되고, 상기 계량 밸브의 점적 배출 제어 시스템과 동기화된다. 다시 말해, 점적이 검출되거나 또는 일반적으로 점적이 검색되거나 또는 만약 적용 가능한 경우 반송파 신호가 일반적으로 방출되는 시간 윈도우는, 제공된 점적 배출이 시간 윈도우 내에서 일어도록, 상기 계량 밸브의 점적 배출과 동기화된다.

[0028] 특정 실시예에서, 상기 점적 검출 디바이스는 상기 측정 신호의 진폭 변조를 수행하도록 구성된 복조 유닛을 포함한다.

[0029] 특히 효과적인 실시예에서, 동위상 성분 및 직교 성분을 결정하기 위해 상기 측정 신호의 직교 변조가 수행된다. 이를 위해, 상기 복조 유닛이 적절히 구성될 수 있다.

[0030] 바람직하게는, 상기 변조된 측정 신호에 기초한 변조 신호의 진폭 및/또는 위상의 양은 동위상 성분 및 직교 성분에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 상기 변조 신호의 진폭 및 위상은 동위상 성분 및 직교 성분의 극좌표 변환에 의해 획득될 수 있다. 이를 위해, 상기 점적 검출 디바이스의 상기 평가 유닛은 바람직하게는 이를 위해 구성된 변조 평가 유닛을 가질 수 있다.

[0031] 상기 점적 검출 디바이스의 특별한 변형 예에서, 이것, 특히, 상기 변조 평가 유닛은, 상기 변조 신호의 진폭 값의 시간 미분을 포함하는 진폭 미분 값들, 완전히, 시간 미분, 및/또는 상기 변조 신호의 위상의 시간 미분을 포함하는 위상 미분 값들을 결정하도록 구성된다.

[0032] 바람직한 실시예에서, 상기 점적 검출 디바이스, 특히 상기 변조 평가 유닛은 미리 결정된 개수의 진폭 미분 값을 진폭 비교 값들에 결합시키거나 및/또는 상기 시간 윈도우의 미리 한정된 고정된 시간 간격에서 및/또는 상기 시간 윈도우의 제2 미리 결정된 시간 간격에서, 미리 결정된 개수의 상기 위상 미분 값을 상기 위상 비교 값들에 결합시키도록 구성된다. 예를 들어, 상기 진폭 미분 값들과 상기 위상 미분 값을 조합은 복수의 진폭 미분 값을 진폭 비교 값들에 가산하거나 또는 합산하는 것, 및 복수의 위상 미분 값을 위상 비교 값들에 가산하거나 또는 합산하는 것을 포함할 수 있다.

[0033] 원칙적으로, 상기 진폭 미분 값을 조합과 상기 위상 미분 값을 조합에 대한 두 시간 간격은 상기 트레이닝 단계 동안 또는 전술된 트레이닝 과정 동안 결정된다. 이에 의해, 상기 시간 간격들의 트레이닝 동안, 어떤 시간 제한도 없이 연속적으로 값들이 획득된다. 상기 시간 간격들은 상기 진폭 미분 값들 및 상기 위상 미분 값을 대해 한정된 개수의 최대 값들이 이들 시간 간격에서 획득될 수 있는 방식으로 결정된다. 상기 진폭 미분 값을 및 상기 위상 미분 값을 대한 시간 간격들은 바람직하게는 서로 독립적으로 결정된다. 이것은, 그 지속시간과 그 시작 시간이 서로 독립적이라는 것을 의미한다.

[0034] 예를 들어, 시간 간격은 50개의 측정값을 포함하는 방식으로 설정될 수 있는데, 이러한 큰 범위 내에서 최대 값들의 개수는 예를 들어 10개이다. 이 범위를 지정한 후에, 트레이닝 단계 후에, 시간 간격을 포함하는 이들 50

개의 측정값으로부터 10개의 최대 값들이 항상 결정되거나 검색되어 더 사용된다.

[0035] 상기 진폭 비교 값들 및/또는 상기 위상 비교 값들에 기초하여, 바람직하게는 상기 변조 신호가 점적을 나타내는지 여부가 결정될 수 있다. 그리하여, 상기 변조 평가 유닛에 더하여, 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 평가 유닛은 바람직하게는 상기 진폭 비교 값들 및/또는 상기 위상 비교 값들에 기초하여 상기 변조 신호가 점적을 나타내는지 여부를 결정하도록 구성된 검출 필터 유닛을 포함한다.

[0036] 점적을 검출하기 위해, 특히 상기 점적 검출 디바이스의 상기 검출 필터 유닛은 진폭 기준 값으로부터 예를 들어 상기 변조 평가 유닛에 의해 결정된 진폭 비교 값의 편차, 및/또는 위상 기준 값으로부터 예를 들어 상기 변조 평가 유닛에 의해 결정된 위상 비교 값의 편차를 결정하도록 구성될 수 있다. 진폭 기준 값은, 예를 들어, 이전에 수집된 변조 신호들의 복수의 진폭 비교 값으로부터 형성될 수 있다. 위상 기준 값은, 예를 들어, 이전에 수집된 변조 신호들의 복수의 위상 비교 값에 의해 형성될 수 있다. 상기 기준 값들을 형성할 때, 올바르게 검출된 점적으로 분류된 비교 값들만이 상기 기준 값들을 결정하는 값들의 일부라는 것이 보장되어야 한다.

[0037] 특정 실시예에서, 상기 점적 검출 디바이스는, 이전에 기록된 변조 신호들로부터의 복수의 진폭 비교 값으로부터 형성된 진폭 기준 값, 및/또는 이전에 기록된 변조 신호들로부터의 복수의 위상 비교 값으로부터 형성된 위상 기준 값을 가변 기준 값들로서 저장하는 기준 값 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 이로부터, 상기 비교 값들의 전체 평균 변동이 느린 경우 개별 점적의 비교 값들과 관련하여 상기 기준 값들을 연속적으로 적응시키는 것이 이루어진다. 이에 의해, 상기 비교 값들을 절대 계수(absolute factor)와 비교하는 것에 비해, 상기 기준 값들과 관련하여 허용되는 변동 범위가 감소될 수 있다.

[0038] 점적이 검출되었는지 여부를 결정하기 위해, 상기 점적 검출 디바이스, 특히 상기 검출 필터 유닛은, 상기 진폭 기준 값으로부터 상기 진폭 비교 값의 검출된 편차, 및/또는 상기 위상 기준 값으로부터 상기 위상 비교 값의 검출된 편차가 최대 값은 초과하지 않는지 여부를 결정하도록 구성된다. 다시 말해, 상기 기준 값들은 예를 들어 경험적 값들로부터 계산된 목표 값(target value)을 형성한다. 상기 기준 값들은 정상 검출 공정 동안 연속적으로 획득된다. 이를 기준 값은 필터 트레이닝 단계로부터 결정된 허용된 상대 분산(relative variance)들과 관련하여 목표 값의 유형을 나타낸다. 허용된 상대 분산들은 필터 트레이닝 동안 결정되기 때문에 경험적 요인들을 나타낸다. 결정된 비교 값들이 상기 목표 값으로부터 너무 멀리 떨어져 있는 경우, 이것은 점적이 없다는 것이나 또는 적어도 정상적인 점적이 검출되지 않은 것으로 결론 내린다.

[0039] 특히 바람직한 변형 예에서, 상기 진폭 비교 값의 편차를 결정하는데 사용된 상기 진폭 기준 값이 미리 결정된 진폭 기준 값 범위 내에 있는지 및/또는 상기 위상 비교 값의 편차를 결정하는데 사용된 상기 위상 기준 값이 미리 결정된 위상 기준 값 범위 내에 있는지 여부가 결정된다. 이를 위해, 상기 검출 필터 유닛이 적절히 구성될 수 있다. 예를 들어, 기준 값 저장 디바이스 내에, 상기 진폭 기준 값과 상기 위상 기준 값에 대한 고정된 기준 값 범위가 각각 저장될 수 있다. 이러한 고정된 기준 값 범위는, 예를 들어, 기준 값의 가능한 변동 범위를 또한 측정하는 트레이닝 단계에서 결정될 수 있다. 사용된 기준 값이 고정된 기준 값 범위 내에 없으면, 이러한 기준 값은 신뢰성이 있는 것으로 더 이상 고려되지 않는 방식으로 기본적으로 비정상적인 점적이 상기 기준 값을 결정하는 데 기여했다고 가정된다. 예를 들어, 이러한 경우에 조사 결과는 적어도 신뢰성이 없거나 무시될 수 있는 것으로 분류될 수 있다. 이러한 상황은, 계량 밸브에 의해 배출되는 점적의 치수가 천천히, 그러나 연속적으로 변할 때 발생할 수 있다. 이제, 기준 값이 이러한 변경된 변조 값들에 기초하여 또는 바람직하지 않은 경우 비교 값들에 기초하여 형성되는 경우, 기준 값은 미리 결정된 목표 점적으로부터 너무 많이 벗어난 부정확한 점적에 또한 대응할 수 있다. 이러한 예를 피하기 위해, 벗어나는 것이 허용되지 않는 경외 값(reverence value)들에 대한 고정된 간격을 결정하는 것이 바람직하다. 기준 값이 더 이상 미리 결정된 간격 내에 있지 않는 것으로 결정되면, 예를 들어, 시스템이 더 이상 적절히 교정되지 않았다는 것을 포함하는 통지가 상기 점적 검출 디바이스의 사용자에게 제공될 수 있다. 이후 사용자는 대응-조치를 취할 수 있다. 예를 들어, 사용자는 상기 계량 밸브가 적절히 기능하고 있는 것을 보장하고 임의의 기능적 결함을 제거하기 위해 체크할 수 있다. 그런 다음 예를 들어 상기 시스템을 재 시작한 후 올바른 기준 값들이 결정될 수 있다. 이 경우에 상기 기준 값들은 일종의 준비 단계에서 재시작한 후에 결정되며, 이 시점까지 현재 측정 값들의 평균들을 상기 기준 값들로 형성함으로써 측정 공정 동안 업데이트된다.

[0040] 본 발명은 예시적인 실시예에 기초하여 첨부된 도면을 참조하여 아래에서 다시 한번 설명된다. 이에 의해, 여러 도면에서 동일한 구성 요소에는 동일한 참조 번호가 제공된다. 이들 도면은 일반적으로 축척에 맞지 않다.

## 도면의 간단한 설명

[0041]

도 1은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스의 개략도이고,

도 2는 본 발명에 따른 점적 검출 디바이스의 단면도뿐만 아니라 상이한 활성 도광 소자 높이를 갖는 복수의 변형 예를 도시하는 도면이며,

도 3은 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스의 상세도이고,

도 4는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스의 복조 유닛의 막서 유닛의 상세도이며,

도 5는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스의 제어 유닛의 개략도이고,

도 6은 점적을 검출하는 방법을 도시하는 흐름도이며,

도 7은 도 3에 도시된 변조 평가 유닛의 기능 원리를 도시하는 흐름도이고,

도 8은 도 3에 도시된 검출 필터 유닛의 기능 원리를 상세히 도시하는 흐름도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0042]

도 1에는 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스(11)가 도시되어 있다. 도 1에 도시된 예시적인 실시예에서, 점적 검출 디바이스(11)는 광 신호 생성 디바이스(70), 도광 소자 배열체(L), 및 광 평가 디바이스(80)를 포함한다. 광 신호 생성 디바이스(70)는 펄스화된 전기 반송파 신호(TS)를 생성하는 신호 생성 유닛(20)을 포함한다. 전기 반송파 신호(TS)는 발광 유닛(31), 예를 들어, 광다이오드에 전송되고, 이 발광 유닛은 전기 신호(TS)를 반송파 신호(TS)를 갖는 펄스화된 광 빔(LS)으로 변환한다. 발광 유닛(31)에 의해 생성된 펄스화된 광(LS)은 도광 소자 배열체에 전송된다. 도 1에 도시된 예시적인 실시예에서, 도광 소자 배열체의 제1 도광 소자(L1)는, 발광 유닛(31)에 의해 방출된 광 빔(LS)이 도광 소자 배열체(L)의 제1 도광 소자(L1)에 직접 결합되는 방식으로 발광 유닛(31)에 연결된다.

[0043]

제1 도광 소자(L1)의 도움으로, 펄스화된 광 빔(LS)은 방출 윈도우(14)를 통해 중간 공간(ZR)에 공급되고, 이 중간 공간에서는 (노즐 조정 너트(DEM)를 갖는) 계량 밸브(DV)에 의해 방출된 점적(TR)의 궤적(T)이 진행한다. 광 빔(LS)의 광은 점적(TR)에 의해 변조되어, 변조된 광 신호(MS)에 의해 대응하는 정보를 포함하게 된다. 그 다음, 변조된 광 신호(MS)를 포함하는 광 빔(LS)은 검출 윈도우(15)를 통해 제2 도광 소자(L2)에 결합된다.

[0044]

변조된 광 신호(MS)를 포함하는 광 빔(LS)은 제2 도광 소자(L2)에 의해 광 평가 디바이스(80)로 전송된다. 광 평가 디바이스(80)는 광 센서(32) 및 신호 평가 디바이스(50)를 포함한다.

[0045]

점적 검출 디바이스(11)는 특히 펄스화된 광 빔을 사용하는 것으로 인해, 산란된 광 및 다른 교란에 매우 민감하지만 유용한 신호에도 극히 민감하기 때문에, 바람직하게는 제1 도광 소자(L1)의 방출 윈도우(14) 또는 제2 도광 소자(L2)의 검출 윈도우(15)에 렌즈 시스템 등과 같은 추가적인 광학 소자들을 사용하는 것이 필요치 않다. 도광 소자들의 출사 측과 입사 측은 도광 소자들의 길이방향 축에 수직이고 편평(level)하여야 한다. 광 센서(32) 및 발광 유닛(31)은 계량 밸브(DV)의 동작 범위 밖에 위치되기 때문에, 광 센서(32) 및 발광 유닛(31)은 계량 밸브(DV)의 노즐 조정 너트(DEM)의 범위 내에서 지배되는 구속된 공간 조건과 독립적으로 치수 정해질 수 있다. 발광 유닛(31)은 변조되지 않은 전기 반송파 신호를 변조되지 않은 광 신호(LS)로 변환하는 신호 변환기로서 기능한다. 광 센서(32)는 변조된 광 신호(MS)를 변조된 전기 측정 신호(EMS)로 변환하는 신호 변환기로서 기능한다.

[0046]

변조된 전기 측정 신호(EMS)의 후속 처리는 도 3, 도 6 및 도 7과 관련하여 보다 상세히 설명된다.

[0047]

도 2의 상부 상세 도면에서 본 발명의 예시적인 실시예에 따른 점적 검출 디바이스의 단면이 도시되어 있다. 또한, 도 2의 하부 상세 도면에서, 도광 소자(L1, L2)의 배열체의 복수의 변형 예가, 활성 도광 소자 높이( $h_a$ )를 달리하여 도시되어 있다. 도광 소자(L1, L2)의 배열체는 도광 소자 홀더(LH)와 계량 밸브(DV) 사이에 부착된 거리 스페이서(DS)의 도움으로 결정된다. 상부 상세 도면에 도시된 경우에서, 계량 밸브의 노즐 조정 너트(DEM)를 넘어가는 활성 높이는 도광 소자 직경의 약 절반이며, 이는 도광 소자 직경이 1 mm인 경우 500  $\mu\text{m}$ 의 유효 높이( $h_a$ )에 해당한다. 도광 소자(L1, L2)의 구획의 높이는 점적의 궤적(T)이 지나가는 중간 공간 쪽으로 개방된 활성 높이인 것으로서 이해되어야 한다. 이것은 이 구획이 계량 밸브(DV)의 노즐 조정 너트(DEM)에 의해 덮이지 않은 도광 소자(L1, L2)의 단면 부분이라는 것을 의미한다. 그러나 이 높이는 각 상황에 맞춰질 수 있고 대략 100  $\mu\text{m}$  두께의 거리 스페이서에 의해 각 계량 공정에 의해 결정된다.

- [0048] 하부 상세 도면에서, 도광 소자(L1, L2)의 배열의 3가지 변형 예가, 상이한 활성 도광 소자 높이( $h_a$ )로 도시되어 있다. 좌측의 상세 도면에서는, 전체 도광 소자 표면이 사용되고, 이는 활성 높이( $h_a$ )가 도광 소자(L1, L2)의 직경에 해당하는 것을 의미한다. 이에 의해, 검출 범위가 두 도광 소자(L1, L2) 사이인 것으로 인해 점적이 통과하는 시간이 길어진다. 이것은 샘플링된 신호 값을 더 많이 획득할 수 있기 때문에 점적을 검출하는 데에 유용하다.
- [0049] 하부 중간 상세 도면에서, 도광 소자 표면의 절반이 사용되고, 이는 활성 높이( $h_a$ )가 도광 소자(L1, L2)의 직경의 절반에 해당하는 것을 의미한다. 도광 소자의 활성 폭( $b_a$ )은 도광 소자(L1, L2)의 직경에 해당한다. 이 변형 예의 경우, 점적이 통과하는 시간은 검출 범위가 두 도광 소자(L1, L2) 사이인 것으로 인해 다소 더 짧아지지만, 이 변형 예는 점적이 도포되는 작업물과 최소 거리를 의미하는 요구되는 설치 공간과 달성되는 통과 시간 사이에 우수한 절충을 나타낸다.
- [0050] 하부 우측 부분의 도면에서, 전체 도광 소자 표면의 일부만이 사용된다. 이 변형 예의 경우 활성 표면과 점적에 의해 음영된 표면 사이에 보다 양호한 비율이 존재하기 때문에, 이러한 배열은, 예를 들어, 점적들이 매우 작은 경우에, 유리할 수 있다. 이것은 신호 진폭 변조된 신호를 더 강하게 해서 신호 대 잡음비를 향상시키는데 기여한다.
- [0051] 도 3에는 본 발명의 특히 바람직한 실시예에 따른 점적 검출 디바이스(11a)가 도시되어 있다. 점적 검출 디바이스(11a)는 또한 도 1에 도시된 유닛들, 예를 들어, 도 3에 파선으로 표시된, 광 신호 생성 디바이스(70), 도광 소자 배열체(L), 및 광 평가 디바이스(80)를 포함한다. 광 신호 생성 디바이스(70) 및 광 평가 디바이스(80)는 도 3에 상세히 도시된다. 광 신호 생성 디바이스(70)는, 도 1의 광 신호 생성 디바이스에 도시된 바와 같이, 파선을 사용하여 도 1에 도시된 신호 생성 유닛(20)을 포함한다. 이 예시적인 실시예에서, 신호 생성 유닛(20)은, 예를 들어, 펄스화된 구형파 신호로서, 한정된 지정 가능한 펄스 주파수를 갖는 전송 신호(PWM\_5)를 생성하는 전송 신호 생성 유닛(21)을 포함한다. 생성된 전송 신호(PWM\_5)는 전력 증폭기(24)로 전송되며, 전력 증폭기(24)는 전송 신호(PWM\_5)를 반송파 신호(TS)로 증폭한다. 또한, 신호 생성 유닛(20)은 반송파 신호에 대해 위상 이동된 펄스화된 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들을 복조 유닛(40)의 믹서 유닛(43)으로 전송하도록 구성된 신호 생성 유닛(23)을 포함한다. 신호 생성 유닛(23)은 신호 생성 유닛(20)의 일부이지만, 이 신호 생성 유닛은 검출된 변조된 신호(EMS)를 평가하는 기능을 하여서, 그리하여 광 신호 생성 디바이스(70)의 일부가 아니라, 광 평가 디바이스(80)의 일부인 것으로 고려된다.
- [0052] 또한, 신호 생성 유닛(20)은 광 평가 디바이스(80)의 증폭기 스위치(44, 45)를 제어하는 제어 신호 출력(22)을 가져서, 제어 신호 출력(22)에 의해 생성된 제어 신호가 변조된 신호(MS)를 평가하는 기능을 하기 때문에 이 신호 생성 유닛은 광 신호 생성 디바이스(70)의 일부가 아니라 광 평가 디바이스(80)의 일부인 것으로 고려된다.
- [0053] 믹서(43)에 대한 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들의 펄스 주파수는 전송 신호(PWM\_5)의 주파수와 항상 동일하다. 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들과 전송 신호 사이의 위상 이동은 가변적이다. 펄스 주파수는 바람직하게는 450 kHz +/- 15 kHz이다. 반송파 신호의 주파수를 결정하는 것은 수신된 신호(반송파 신호, 및 점적에 의해 야기된 진폭 변조로부터 초래된 측대역들)가 대역 통과 필터를 통해 최적으로 진행될 수 있는 것을 보장하는 기능을 한다.
- [0054] 복조 유닛의 제어 신호들과 반송파 신호 사이의 위치를 설정하는 것에 의해 측대역이 선택된다. 반송파 주파수는 샘플링 이론에 따라 점적이 변조 유닛(30)을 통과하는 시간으로부터 초래되는 주파수의 2배를 초과하여야 한다.
- [0055] 전송 신호 생성 유닛(21)에 의해 생성된 반송파 신호(TS)는 증폭기(24)에 의해 발광 유닛(31)에 전송된다. 발광 유닛(31)은, 예를 들어, 발광 다이오드일 수 있고, 이 발광 유닛은 LED에 인접하여 반송파 신호(TS)에 따라 TS를 방출한다. 다시 말해, 초기에 펄스화된 전기 전류로서 발생하는 반송파 신호는 펄스화된 광 신호로 변환된다. 발광 유닛(31)은 도광 소자 배열체(L)에 연결된다. 상세하게는, 발광 유닛(31)은 펄스화된 광 신호(TS)를 도광 소자 배열체(L) 중 하나인 제1 도광 소자(L1)로 방출하고, 이 제1 도광 소자는 펄스화된 광 신호(TS)를, 계량 멜브(도 1 참조)에서 검출될 점적(TR)의 궤적에 진행하는 중간 공간(ZR)에 공급한다. 제2 도광 소자(L2)는 도 1과 관련하여 이미 설명된 바와 같이 제1 도광 소자(L1)와 마주하여 배열된다.
- [0056] 도광 소자(L2)는 도 3에 파선으로 또한 표시된 광 평가 디바이스(80)에 연결된다. 광 평가 디바이스(80)는, 점적이 배출(disperse)되었다면, 점적(TR)에 의해 변조된 광 신호를 기록하는 센서 유닛(32)을 포함한다. 센서 유

닛(32)은 예를 들어 광 검출기를 포함하고, 이 센서 유닛은 변조된 광 신호(MS)를 수신하고, 이 변조된 광 신호를, 전기 라인에 의해 전송될 수 있는 전기적으로 변조된 신호(EMS)로 다시 변환한다.

[0057] 전기적으로 변조된 신호(EMS)는, 광 평가 디바이스(80)의 일부이면서 또한 복조 유닛(40)을 갖는 평가 유닛(50)(도 3에서 파선으로 또한 도시되어 있음)에 전송된다. 복조 유닛(40)은 변조된 전기 신호를 증폭하는 증폭기 유닛(41)을 포함한다. 증폭기 유닛(41)은 신호 생성 유닛(20)의 제어 신호 출력(22)을 통해 제어되고, 한편으로는 광 검출기(32)에 의해 검출된 변조된 신호(EMS)를 전치 증폭하는 기능을 하고, 다른 한편으로는 트랜스임피던스 증폭기로서 기능한다. 이에 의해 광 검출기(32)는 차단 방향으로 프리텐션(pretensioned)되어 준-단락 회로에서 동작된다. 이에 의해, 전압 변동 없이 많은 요인에 걸쳐 조명 강도에 따라 광 검출기(32)로부터 선형 전류를 방출하는 것만이 여전히 발생한다. 이에 의해, 일반적으로 단자 커패시턴스로 인해 제한되는 검출기의 대역폭은 커패시턴스의 반전이 일어나지 않기 때문에 상당히 더 높다. 또한 프리텐션이 있는 것으로 인해 커패시턴스가 추가적으로 감소되고 이에 의해 달성 가능한 대역폭이 또 다시 증가된다. 또한, 트랜스임피던스 증폭기로 인해 전력 신호가 전압 신호로 전달되는 일이 발생한다. 이 구현예의 증폭 계수(amplification factor)는 조정 가능하다. 이를 통해 점적의 음영에 따라 전압으로-구동되는 최대 신호 변조가 달성된다.

[0058] 또한, 복조 유닛(40)은 필터 유닛(42)을 포함한다. 필터 유닛(42)은, 예를 들어, 변조된 신호(EMS)의 반송파 주파수 및 양 측대역들만을 통과시키는 대역 통과 필터를 포함할 수 있다. 또한, 필터 유닛(42)은 반송파 신호(TS)의 펄스 주파수로부터 멀리 떨어진 주파수를 갖는 외부 광 입사선에 의해 야기될 수 있는 장애 신호들을 제거한다. 또한, 필터 유닛(42), 바람직하게는 딥-에지(deep-edged) 대역 통과 필터는 펄스 폭 변조에 의해 생성된 고조파를 더 제거한다. 이러한 방식으로 필터링된 변조된 측정 신호(EMS)는 믹서(43)로 송신되고, 이 믹서는, 변조된 및 필터링된 측정 신호(EMS)를, 반송파 신호에 대해 위상 이동되고 제2 신호 생성 유닛(23)에 의해 생성된, 이후 PWM 신호라고도 하는, 펄스화된 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)와 혼합하고, 여기서 동위상(in-phase) 신호 또는 동위상 성분(I)은 동위상 신호 증폭기(44)로 전송되고, 직교 신호 또는 직교 성분(Q)은 직교 신호 증폭기(45)로 전송된다. 동위상 신호 증폭기(44) 및 직교 신호 증폭기(45)는 신호 생성 유닛(20)의 제어 신호 출력(22)에 의해 제어된다. 증폭기(41, 44, 45)는 서로 독립적으로 제어된다. 이들 증폭기는 데이터 버스(예를 들어, I2C 버스)를 통해 프로그래밍될 수 있는 가변 저항기(가감 저항기)를 통해 설정된다. 이에 의해 각 가감 저항기(및 이에 따라 증폭기)가 개별적으로 조정된다. 이에 따라, 증폭기(41)를 값에 대해 설정하는 것은 증폭기(44 및 45)들과는 완전히 독립적이다. 그러나, 증폭기(44 및 45)들은 I 신호와 Q 신호 사이의 관계를 변경하지 않기 위해 항상 동일한 값을 갖는다. 그러나 이들 증폭기는 또한 서로 별도로 제어된다. 믹서 유닛(43)의 기능은 도 4에서 상세히 설명되고, 이후에 더 상세히 설명될 것이다. 동위상 성분(I)과 직교 성분(Q)은 변조 신호(MOD)를 형성한다.

[0059] 두 신호 성분(I, Q)을 증폭하는 것이 평가 유닛(50) 내 증폭기(44, 45)들에서 발생된 후에, 두 성분(I, Q)은 도 2에 도시된 예시적인 실시예에서 제어 유닛(60)의 일부인 평가 유닛(50)의 서브유닛들로 전달된다. 제어 유닛(60)은 신호 성분(I, Q)들에 대응하는 입력(53, 54)들을 포함한다. 아날로그 신호 성분(I, Q)들을 디지털 신호들로 변환하는 A-D 변환기(도시되지 않음)들은 입력(53, 54)들로부터 하류에 연결된다. 복조 유닛(40)의 증폭기(44, 45)들은 그 증폭 계수에 대해 조정될 수 있고, 믹서 유닛(43)에 의해 생성된 변조 신호(MOD)의 신호 성분(I, Q)들을 A-D 변환기에 대해 최적의 전압 레벨로 증가시키는 역할을 한다. 이것은 변환기 해상도를 최대로 활용하는 것을 보장한다. 안정된 성분들이 성분(I, Q)들에서 이용 가능한 것으로 인해 기준 전압에 의해 지정된 전압 한계에까지 A-D 변환기들이 가지 않게 하기 위해 점적으로 야기된 교번 부문들만이 증폭된다.

[0060] 또한, 평가 유닛(50)은 변조 평가 유닛(51) 및 검출 필터 유닛(52)을 포함한다. 평가 유닛(50)의 이들 서브유닛은 도 2에 도시된 제어 유닛(60)의 일부이다. 변조 평가 유닛(51)에서, 디지털화된 신호 성분(I, Q)들은 수학적으로 준비되고, 예를 들어, 극좌표 변환 공정의 도움을 받아 진폭 및 위상 정보로 변환된다. 예를 들어, 검출 필터 유닛(52)은 파라미터화 가능한 필터로서 설계될 수 있고, 이를 통해, 수집된 정보를 이용하여, 제1 도광 소자(L1)와 제2 도광 소자(L2) 사이의 중간 공간(ZR)을 점적이 통과하였는지 여부를 결정할 수 있다. 시스템(11a)이 정상적인 동작을 시작하기 전에, 시스템은 서로 분리된 두 개의 진행 중인 초기화 동작에 의해 설정되어야 한다.

[0061] 한편으로는 모든 하드웨어 조립체가 검출하는데 최적인 작용 점에 설정되어야 한다. 이러한 설정들은, 반송파 신호 듀티 사이클에 의해 광 센서(32)의 동작 점을 결정하는 것, 대역 통과 필터(42)의 필터 특성에 반송파 신호(TS)의 주파수를 튜닝하는 것, 반송파 신호에 대해 믹서 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들의 위상 위치를 정확한 측대역 선택 부분으로 설정하는 것, 트랜스임피던스 증폭기(41)의 최적 증폭 계수를 결정하는 것, 및 I 신호와 Q 신호를 A-D 전치 증폭기(44, 45)에 의해 입력(53, 54)들의 A-D 변환기로 신호 적응하는 것을 포함한다. 다른 한

편으로는, 검출 필터 유닛(52)의 모든 파라미터는 예상되는 목표 점적(TR)들과 관련하여 조정된다. 이것은 진폭 값과 위상 값에 대한 미분 최대 값, 진폭 값과 위상 값의 기준 값들의 비교 값들의 허용된 상대 분산들뿐만 아니라, 진폭 값과 위상 값의 기준 값들의 허용된 절대 범위를 검색하기 위한 시간 윈도우를 포함한다. 하드웨어 및 필터 설정은 수동으로 설정되거나 또는 자동 트레이닝 공정에 의해 설정될 수 있다. 이들 설정은 변조 값을 얻는 데 필요할 뿐만 아니라 점적(TR)을 검출하는 것과 관련하여 신호를 평가하는 데에도 필요하다.

[0062] 도 4에는, 맵서 유닛(43), 이 실시예에서, 직교 복조기가 상세히 도시되어 있다. 직교 복조기(43)는 전송기(431), 병렬 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)를 갖는 스위치 유닛(432), 병렬 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)에 각각 연결된 하류 적분기(433a, 433b, 433c, 433d)를 갖는 적분기 유닛(433), 및 2개의 적분기에 전기적으로 각각 연결된 제1 및 제2 차동 증폭기(434a, 434b)를 포함한다. 직교 복조기(43)는 단일 측대역 맵서로서 작용하고, 전기적으로 변조된 측정 신호(EMS)를 다시 기저 대역(baseband)으로 설정한다. 적분기(433a, 433b, 433c, 433d)의 하류에 연결된 차동 증폭기(434a, 434b)를 통해 맵서(43)의 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)들을 제어하는 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들에 대해 변조된 측정 신호(EMS)의 위상 위치를 선택적으로 통과시키는 것에 의해 변조에 사용되는 측대역이 선택된다. 차동 증폭기(434a, 434b)의 출력 신호로서, 동위상 신호(I) 및 직교 신호(Q)가 생성되고, 이로부터 변조 신호(MOD)가 유도될 수 있고, 이 변조 신호는 계량 밸브의 점적(TR)에 의해 반송파 신호(TS)의 교란과 상관된다.

[0063] 특히, 맵서 유닛(43)은 다음과 같이 동작한다: 측정 신호(EMS)는 전송기(431)로부터 맵서 유닛(43)의 입력으로 전달된다. 전송기(431)는 다양한 구성 요소들 간의 성능을 적응시킬 뿐만 아니라 신호들 간에 균형을 맞추고, 존재하는 오프셋을 제거하는 기능을 한다. 또한, 맵서(43)는 저항기(R)를 포함하고 이 저항기는 전송기의 출력에 직렬로 연결되고 적분기(433a, 433b, 433c, 433d)들과 함께 필터를 형성한다. 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들은 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)들에 인가되고, 신호 생성 유닛(23)에 의해 증분되는데, 이 신호 생성 유닛은 주기( $T_{PWM}$ ) 중 4번째 기간 동안 또는 반송파 신호(TS)의 1/4 파장 동안 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)들 중 하나의 스위치를 상호 연결한다. 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들은 반송파 신호(TS)와 동기화된다. 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)들 중 하나의 스위치가 닫히면, 각 스위치(432a, 432b, 432c, 432d)가 닫힌 시간 간격 동안 측정 신호(EMS)는 할당된 적분기(433a, 433b, 433c, 433d)에 의해 평균 값으로 적분된다. 적분기(433a, 433b, 433c, 433d)들은 예를 들어, 병렬로 연결된 커뮤니케이터들을 포함할 수 있고, 반송파 신호(TS)의 개별적인 1/4 파장에 할당된 변조된 전기 측정 신호(EMS)의 구획들의 평균 값을 생성할 수 있다. 제1 1/4 파장으로 적분된 평균 값은 "+"로 표시된 제1 차분기(differentiator)(434a)의 양(positive)의 입력에 있고, 제3 1/4 파장으로 적분된 평균 값은 "-"로 표시된 제1 차분기(434a)의 음(negative)의 입력에 있다. 제2 1/4 파장으로 적분된 평균 값은 제2 차분기(434b)의 양의 입력에 있고, 제4 1/4 파장으로 적분된 평균 값은 "-"로 표시된 제2 차분기(434b)의 음의 입력에 있다. 기저 대역에서 동위상 신호(I)는 제1 차분기(434a)의 출력에서 생성되고, 기저 대역에서 직교 신호는 제2 차분기의 출력에서 생성된다. 이러한 혼합된 유닛들의 기능에 대한 상세는 US 6,230,000 B1에 설명되어 있다.

[0064] 도 5에는, 제어 수단(60)의 외부도(하우징)가 도시되어 있고, 이 제어 수단을 통해 점적 검출 디바이스(11, 11a)의 개별 유닛들의 제어, 측정 신호의 평가, 개별 유닛들의 기능의 모니터링, 및 개별 시스템 파라미터들의 설정 및 튜닝이 수행될 수 있다. 이 경우에 모든 전자 장치가 이 하우징 내에 수용된다. 원칙적으로, 이것은 광전 신호 변환기(수신기 광다이오드(32) 및 전송 LED(31))를 포함하는 전체 점적 검출 시스템과 관련된다. 이들 구성 요소는 전송 도광 소자(L1), 방출 윈도우, 및 외부에 위치된 점적 경로(T)와의 경계를 의미하는 "광학 범위"의 경계를 나타낸다.

[0065] 앞으로 데이터-버스 연결부(DB)는 특히 밸브 제어 유닛과 통신하는 기능을 하여야 한다. 예를 들어, 점적 검출의 현재 상태 또는 또한 과거의 계량 공정에 대한 통계(검출된 여러의 수 및 여러가 발생한 때)가 데이터-버스 연결부(DB)를 통해 이 밸브 제어 유닛에 전송될 수 있다. 이 데이터-버스 연결부(DB)를 위한 또 다른 선택적인 응용은 점적 검출이 적절히 기능하고 있는지 여부를 체크하기 위해 점적 검출 시스템이 밸브 제어 유닛에 의도적으로 잘못된 토출을 수행하도록 촉구시킬 수 있는 것을 포함한다. 점적 검출은 이러한 의도적으로 잘못된 토출을 검출해야 한다. 제어 수단(60)의 일부는 또한 통신 인터페이스(I/O)를 포함하고, 이 통신 인터페이스를 통해 밸브 제어 유닛(70)으로부터 트리거 신호들이 수신되고 이 통신 인터페이스를 통해 계량 상태에서 점적 검출 디바이스의 시스템 상태에 관한 정보가 표시된다.

[0066] 또한, 제어 수단(60)은 직렬 인터페이스(SI)를 포함하고, 이 직렬 인터페이스는 상위 레벨의 공정 제어 컴퓨터(80)와의 연결부로서 기능한다. 공정 제어 컴퓨터(80)는 직렬 인터페이스(SI)를 통해 점적 검출을 제어하거나

및/또는 과거 토출에 대한 상태 보고를 요청할 수 있다.

[0067] 제어 수단(60)은 수신 도광 소자(L2)를 광 소자에 연결하는 기능을 하는 입력(RX)을 갖는다. 수신기 도광 소자(L2)는 RX 입력에 연결된다. 출력(TX)은 전송 도광 소자(L1)를 전송 발광 다이오드(31)에 연결하는 기능을 한다. 전송 도광 소자(L1)는 출력(TX)에 연결된다.

[0068] 또 다른 입력( $U_s$ )은 제어 수단(60)에 전력을 공급하는 역할을 한다. 추가적인 입력(PGM)은 펌웨어(firmware)를 전송하기 위한 프로그래밍 소켓으로 사용될 수 있다.

[0069] 이외에도, 제어 수단(60)은 디스플레이(55)뿐만 아니라 복수의 제어 지시기 등(control indicator light)(56, ..., 59)을 포함한다. 제1 지시기 등(56)은 다양한 시스템 에러를 디스플레이하는 역할을 한다. 제2 제어 광 지시기(57)는 시스템 상태 및 시스템의 활동을 디스플레이하는 역할을 한다. 이 상태는, 예를 들어, 도광 소자(L1, L2)가 적절히 연결되지 않았거나, 손상되었거나, 너무 길거나, 또는 더러운 상태인 상황과 관련될 수 있다. 제3 제어 광 지시기(58)는 올바른 토출량을 갖는 점적이 검출되었다는 통지를 포함할 수 있다. 제4 제어 광 지시기(59)는, 예를 들어 점적이 검출되지 않았거나 또는 검출된 점적이 목표 점적으로부터 너무 많이 벗어났다는 것을 의미하는 계량 에러가 발생했다는 통지를 포함할 수 있다.

[0070] 또한, 제어 수단(60)은 점적 검출 디바이스의 개별 유닛들을 조정하기 위해 2개의 압력 스위치(S1, S2)를 포함한다. 예를 들어, 한정된 시간 범위(여기서는, 예를 들어, 2초) 동안 하나의 스위치(S1)를 누름으로써, 제1 트레이닝 모드, 즉 "하드웨어 트레이닝 모드"가 활성화되는데, 이 경우, 예를 들어, 반송파 신호(TS)에 기초하여 형성된 광 빔 중 광 센서 유닛에 도달하는 잔류 광에 대해 발광 유닛(31)의 휘도가 최적으로 도달하도록, 반송파 신호(TS)의 폴스 폭을 설정하는 일이 발생하고, 변조된 신호(EMS)의 양 측대역들이 센서 디바이스의 하류에 연결된 필터 유닛(42)을 통과할 수 있도록, 폴스 반송파 신호(TS)의 주파수를 결정하는 일이 발생하고, 복조 유닛에 속하는 막서 유닛(43)을 제어하는 제어 신호(PWM\_1, ..., PWM\_4)들에 대해 반송파 신호(TS)의 위상 위치를 신호(PWM\_5)를 통해 설정하는 일이 발생하고, 트랜스임피던스 증폭기로서 작용하는 증폭기 유닛(41) 및 전압을 조정하기 위해 증폭기 유닛(44, 45)을 설정하는 일이 발생한다. 예를 들어, 하드웨어 트레이닝 모드는 점적 검출 디바이스의 제1 실행 동안 수행되거나 또는 하드웨어 구성 요소들이 교체된 경우에 수행된다.

[0071] 한정된 시간 범위(또한 예를 들어, 2초) 동안 다른 스위치(S2)를 누름으로써, 제2 트레이닝 모드, 즉 "소프트웨어 트레이닝 모드"가 활성화되는데, 이 경우, 예를 들어, 검출 필터 유닛(52) 및 평가 유닛(50) 중 하나인 변조 평가 유닛(51)이 새로운 유형의 점적에 대해 훈련된다. 여기서, 기준 값들에 대해 비교 값들의 상대적 허용 변동 범위, 검출 필터 유닛(52)과 관련된 값들의 획득 시간 윈도우, 및 기준 값들의 절대 값 범위들이 결정된다. 이 소프트웨어 트레이닝 모드는 예를 들어 다른 종류의 점적이 검출되어야 하는 것을 의미하는 새로운 테스트 시리즈가 계류 중(pending)일 때 수행된다.

[0072] 도 6에는 계량 벨브(DV)의 점적을 검출하는 방법(500)을 예시하는 흐름도가 도시되어 있다. 단계(6.I)에서, 한정된 폴스 주파수 또는 반송파 주파수 및 한정된 듀티 사이클을 갖는 폴스화된 반송파 신호(TS)가 생성된다.

[0073] 단계(6.II)에서, 변조된 측정 신호(MS)가 계량 벨브(DV)에 의해 배출된 검출될 점적(TR)과 반송파 신호(TS)의 물리적 상호 작용에 의해 발생된다. 구체적으로, 서브단계(6.IIa)에서, 반송파 신호(TS)는 초기에 발광 유닛에 의해 광 신호(LS)로 변환된다. 서브단계(6.IIb) 동안, 반송파 주파수를 갖는 폴스화된 광 빔(LS)은 제1 도광 소자(L1)에 결합된다. 그 다음, 단계(6.IIc)에서 폴스화된 광 빔(LS)은 제1 도광 소자(L1)에 의해 방출되고 나서, 제1 도광 소자(L1)와 제2 도광 소자(L2) 사이의 중간 공간(ZR)을 진행하고, 제1 도광 소자(L1)와 제2 도광 소자(L2) 사이의 중간 공간(ZR)을 진행하는 점적(TR)의 궤적을 가로 지르고 나서, 변조된 광 신호를 포함할 수 있는 상태로 제2 도광 소자(L2)에 결합된다. 단계(6.IId)에서, 변조된 광 신호(MS)를 포함할 수 있는 광 빔(LS)은 광 변환 유닛, 예를 들어, 광 센서에 의해, 변조되었을 수 있는 전기 측정 신호(EMS)로 변환된다.

[0074] 단계(6.II)에서, 변조되었을 수 있는 전기 측정 신호(EMS)에 기초하여 변조 신호(MOD)가 결정된다. 변조 신호(MOD)는 점적(TR)이 광 빔(LS)과 충돌할 때 광 빔이 변하는 것을 통해 형성되는 정보에 대응한다. 그 다음, 단계(6.IV)에서, 변조 신호(MOD)에 기초하여, 점적(TR)이 계량 벨브에 의해 배출되었는지 여부가 결정된다.

[0075] 도 7에는 도 3에 도시된 평가 유닛(50)의 변조 평가 유닛(51)의 기능 원리(700)가 상세히 도시되어 있다. 단계(7.I)에서, 변조 평가 유닛(51)은 평가 유닛(50)의 제어 수단(60)의 하류에 연결된 A-D 변환기의 도 3에 도시된 입력(53, 54)들로부터 동위상 성분(I) 및 직교 성분(Q)을 기록한다. 동위상 신호(I) 및 직교 신호(Q)를 샘플링하는 것은 연속적으로 발생한다. 이에 의해, I, Q 값은 동시에 획득되는 것이 바람직하다. 더 처리되기 전에, I, Q 값은 복사선 간섭, ADC 변환 에러 등에 의해 야기된 극한 값들을 제거하기 위해 중간값 필터(median

filter)를 거친다. 단계(7.III)에서, 신호 성분(I, Q)들은, 극좌표 변환 처리에 의해, 변조 신호(MOD)의 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 관한 정보를 포함하는 신호(MOD(A,  $\Phi$ ))로 변환된다. 예를 들어, 진폭 A는 다음과 같다:

$$[0076] A = \sqrt{I^2 + Q^2} \quad (1).$$

[0077] 또한, 변조 신호(MOD)의 위상( $\Phi$ )은 다음 식으로부터 나온다:

$$[0078] \varphi = \arctan\left(\frac{Q}{I}\right) \quad (2).$$

[0079] 여기서 I 및 Q는 복조된 신호 또는 변조 신호(MOD)의 동위상 성분(I) 및 직교 성분(Q)의 진폭에 대응한다. 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )은 신호 성분(I 및 Q)들과 같은 시간 종속 인자이다. 높은 샘플링 속도 및 이와 관련된 빠른 값 획득으로 인해, 수식 1 및 수식 2에 따른 계산은 선형 중간 값(intermediate value) 보간을 통해 루프 테이블을 통해 계산된다.

[0080] 단계(7.III)에서, 변조 신호(MOD(A,  $\Phi$ ))의 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )의 시간 미분이 발생한다. 단계(7.IV)에서, 미분 값( $dA/dt$ ,  $d\Phi/dt$ )들은 미리 결정된 시간 간격( $I_T$ )으로 관찰되고, 미리 결정된 미분 값( $dA/dt$ ,  $d\Phi/dt$ )의 다수의 최대 값( $\max(dA/dt)$ ,  $\max(d\Phi/dt)$ ), 예를 들어, 가장 큰 10개의 값이 미리 결정된 시간 간격( $I_T$ )으로 선택된다. 미리 결정된 시간 간격( $I_T$ )은, 예를 들어, 점적 검출 디바이스를 초기화할 때 및 검출 필터 트레이닝 동안 미리 결정될 수 있다. 단계(7.V)에서, 미리 결정된 개수의 최대 값들의 합으로서 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 대해 변조 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )들이 제시된다.

[0081] 도 8에는 도 3에 도시된 평가 유닛(50)의 검출 필터 유닛(52)의 기능 원리(800)가 상세하게 도시되어 있다. 단계(8.I)에서, 비교 값이라고도 알려진, 도 7에 도시된 방법에 따라 변조 평가 유닛(51)에 의해 결정된 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 대한 변조 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )들이 수신된다. 단계(8.II)에서, 이들 비교 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )은 전자 저장 시스템에 저장된다. 또한, 단계(8.III)에서, 저장된 비교 값들은 기준 값들을 계산하는데 사용된다. 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 대한 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ )들이 결정된다.  $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ 의 이러한 기준 값들은 예를 들어 더 오래된 진폭 값들과 위상 값들의 평균값, 즉 예를 들어, 앞서 점적을 검출한 동안 얻어진 비교 값들의 평균 값들일 수 있다.

[0082] 단계(8.IV)에서, 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ )들로부터 변조 평가 유닛(51)에 의해 결정된 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 대한 변조 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )들의 편차(AW)가 계산된다. 그 다음, 단계(8.V)에서, 허용된 관련 상향 편차(AW\_상향) 또는 하향 편차(AW\_하향) 중 최대값과 각각 결정된 편차(AW) 사이의 비교가 이루어진다. 편차가 너무 크면(도 8에서 "예"로 표시됨), 단계(8.VI)에서 결함 있는 점적이 검출되었다는 통지가 이루어진다. 허용 편차(AW\_상향 또는 AW\_하향)의 정도는 초기화 과정 동안 또는 점적 검출 디바이스의 전술된 소프트웨어 트레이닝 모드에서 하나 또는 복수의 목표 점적을 사용하여 결정된다.

[0083] 예를 들어, 계량 밸브(DV)로부터 빈번히 반복적으로 점적을 방출하는 동안 검출될 점적(TR)의 크기가 매우 천천히 변하는 현상인 점진적인 에러를 인식할 수 있기 위해, 예를 들어, 과거의 점적들로부터의 변조 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )들의 평균 값을 의미하는 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ )들이 또한 모니터링된다. 단계 8.VII에서, 진폭(A) 및 위상( $\Phi$ )에 대한 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ )들이 미리 결정된 절대 값 범위(ARI, PRI) 내에 있는지 여부가 결정된다. 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_\Phi$ )들이 미리 결정된 값 범위(ARI, PRI) 내에 있지 않으면(도 8에서 "아니오"로 표시됨), 일련의 결함 있는 점적들만이 존재한다는 통지가 단계(8.VIII)에서 제공된다. 이러한 에러에 대한 해결책은 과거의 점적들의 유효한 기준 값이 다시 존재할 때를 의미하는 평균 값을 안정화한 후에만 발생한다. 기준 값( $RW_A$ ,

$RW_{\Phi}$ )들이 미리 결정된 값 범위(ARI, PRI) 내에 있지 않고, 기준 값( $RW_A$ ,  $RW_{\Phi}$ )들에 대한 현재 점적들의 값( $A_M$ ,  $\Phi_M$ )들의 관계가 허용된 상대 범위 내에 있으면(도 8에서 "예"로 표시됨), 올바른 점적이 검출되었다는 통지가 단계(8.VIII)에서 제공된다. 결과들은, 예를 들어, 도 5에 도시된 제어 광 지시기(58, 59)들을 통해 출력될 수 있다.

[0084] 결론적으로, 위에서 상세히 설명된 장치의 경우, 이 장치는 단지 예시적인 실시예를 나타내는 것일 뿐, 이 예시적인 실시예는 이 기술 분야에 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 방식으로 수정될 수 있다는 것이 다시 주목된다. 나아가, 단수 형태의 용어를 사용하는 것이 일부 관련 특징들이 더 이용 가능하다는 것을 배제하는 것은 아니다. 또한, "유닛"이라는 용어는 복수의 서브유닛, 만약 적용 가능하다면, 또한 공간적으로 별개의 서브유닛들로 구성된 구성 요소들을 포함하는 것이다. 또한 "유닛"이라는 용어는 개념적 논리 유닛을 의미할 수 있고, 이는 동일한 하드웨어 구성 요소가 이를 논리 유닛을 복수 개 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 이것은 또한 특히, 예를 들어, 복조 유닛(40) 및 만약 적용 가능하다면 신호 생성 유닛(20) 및 평가 유닛(50)에도 적용된다.

### 부호의 설명

[0085] 11, 11a: 점적 검출 디바이스

14: 방출 원도우

15: 검출 원도우

20: 신호 생성 유닛

21: 전송 신호 생성 유닛

22: 제어 신호 출력

23: 제2 신호 생성 유닛

24: 전력 증폭기

30: 변조 유닛

31: 발광 유닛/발광 다이오드

32: 광 센서

40: 복조 유닛

41: 증폭기 유닛

42: 필터 유닛

43: 믹서/믹서 유닛

44: 동위상 신호 증폭기

45: 직교 신호 증폭기

50: 평가 유닛

51: 변조 평가 유닛

52: 검출 필터 유닛

53, 54: 입력

56, ..., 59: 지시기 등

60: 제어 유닛

70: 광 신호 생성 디바이스

80: 광 평가 디바이스

431: 전송기

432: 스위치 유닛

432a, 432b, 432c, 432d: 병렬로 연결된 스위치

433: 적분기 유닛

433a, 433b, 433c, 433d: 적분기

434a, 434b: 차동 증폭기

A: 진폭

$A_M$ : 진폭 변조 값

ARI: 진폭 기준 값들의 미리 한정된 값 범위

AW: 편차

AW\_상향: 상향 상태 편차

AW\_하향: 하향 상태 편차

$b_a$ : 활성 폭

$dA/dt$ : 진폭의 시간 변화

$d\Phi/dt$ : 위상 미분 값

DEM: 노즐 조정 너트

DS: 거리 스페이서

DV: 계량 밸브

EMS: 변조된 전기 측정 신호

$h_a$ : 활성 도광 소자 높이

I: 동위상 신호/동위상 성분

$I_T$ : 미리 한정된 시간 간격

I/O: 통신 인터페이스

L: 도광 소자 배열체

LH: 도광 소자 장착부

LS: 광 빔/광 신호

L1: 제1 도광 소자

L2: 도광 소자

LS: 펄스화된 광 빔

MOD: 변조 신호

MOD( $A, \Phi$ ): 극좌표에서의 변조 신호

MS: 변조된 광 신호

PGM: 펌웨어를 전송하기 위한 프로그래밍 소켓

PRI: 위상 기준 값들의 미리 결정된 값 범위

PWM\_1, ..., PWM\_4: 위상 이동된 펄스화된 반송파 신호

PWM\_5: 전송 신호

Q: 직교 신호/직교 성분

R: 저항기

RX: 입력

$RW_A$ : 진폭에 대한 진폭 기준 값

$RW_\Phi$ : 위상 기준 값

S1, S2: 압력 스위치

SI: 직렬 인터페이스

T: 궤적

$T_{PWM}$ : 반송파 신호의 주기

TR: 점적

TS: 펄스화된 광/반송파 신호

TX: 출력

$U_s$ : 제어 유닛의 전력 소스용 입력

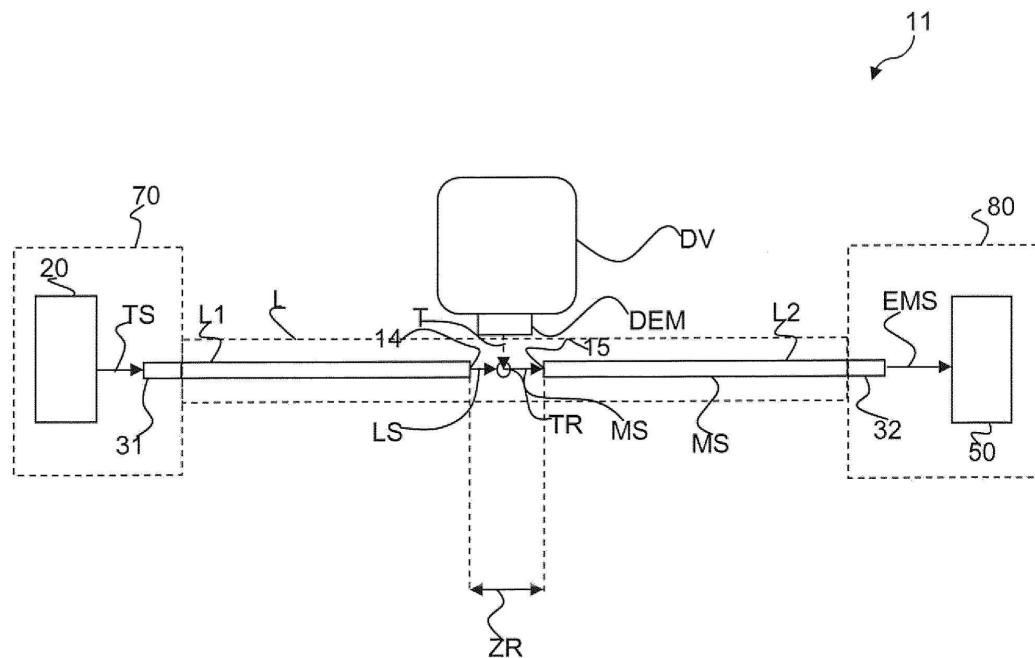
ZR: 중간 공간

$\Phi$ : 위상

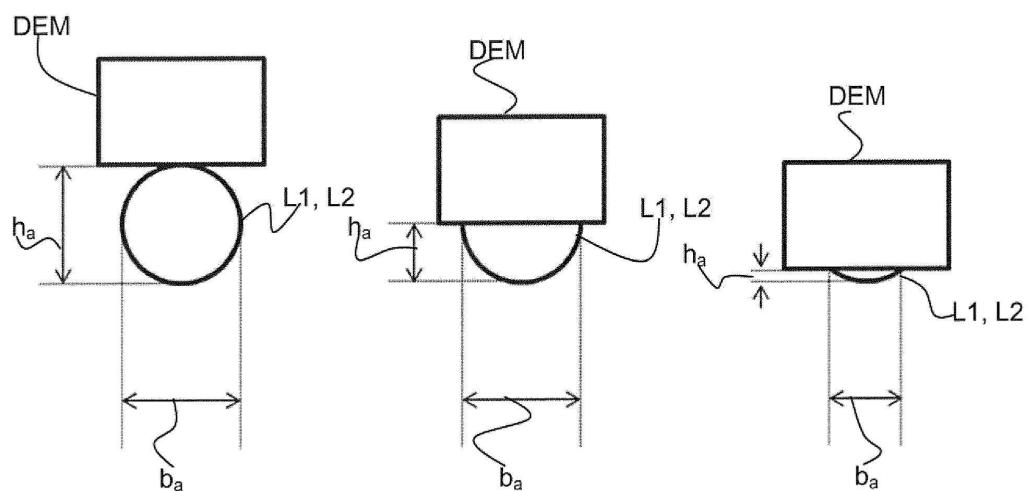
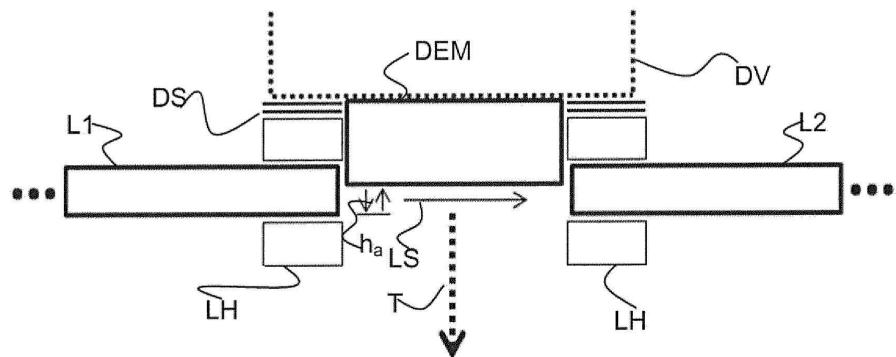
$\Phi_M$ : 위상 변조 값

## 도면

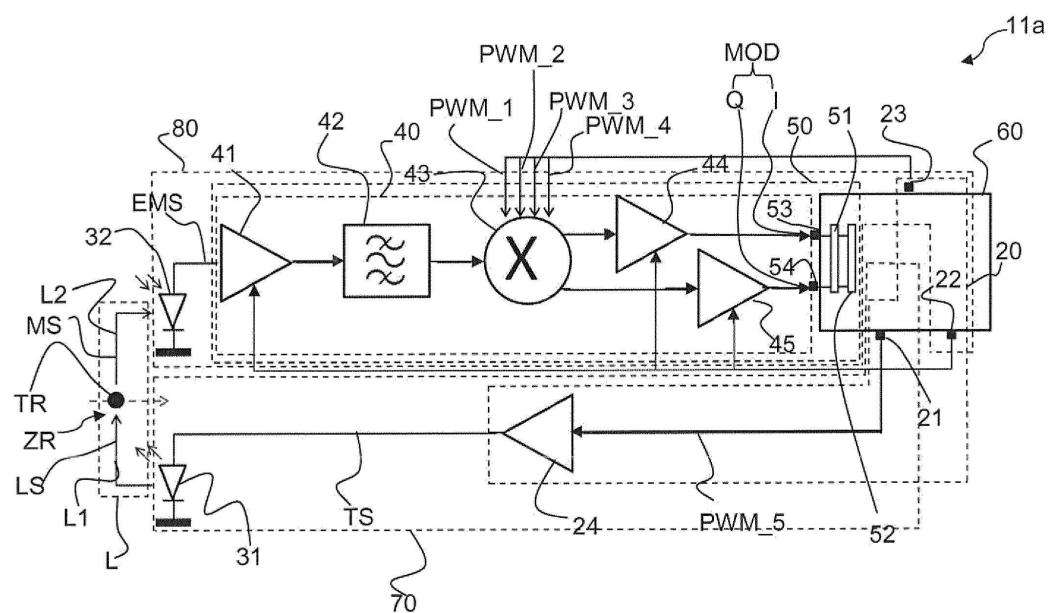
## 도면1



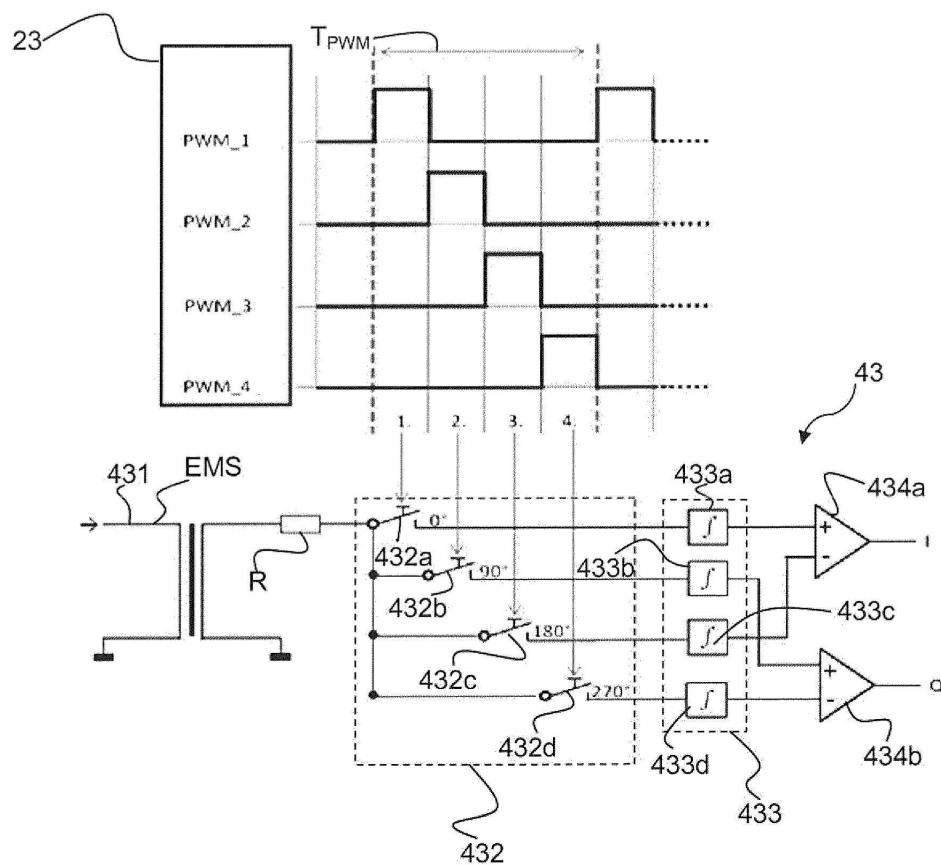
## 도면2



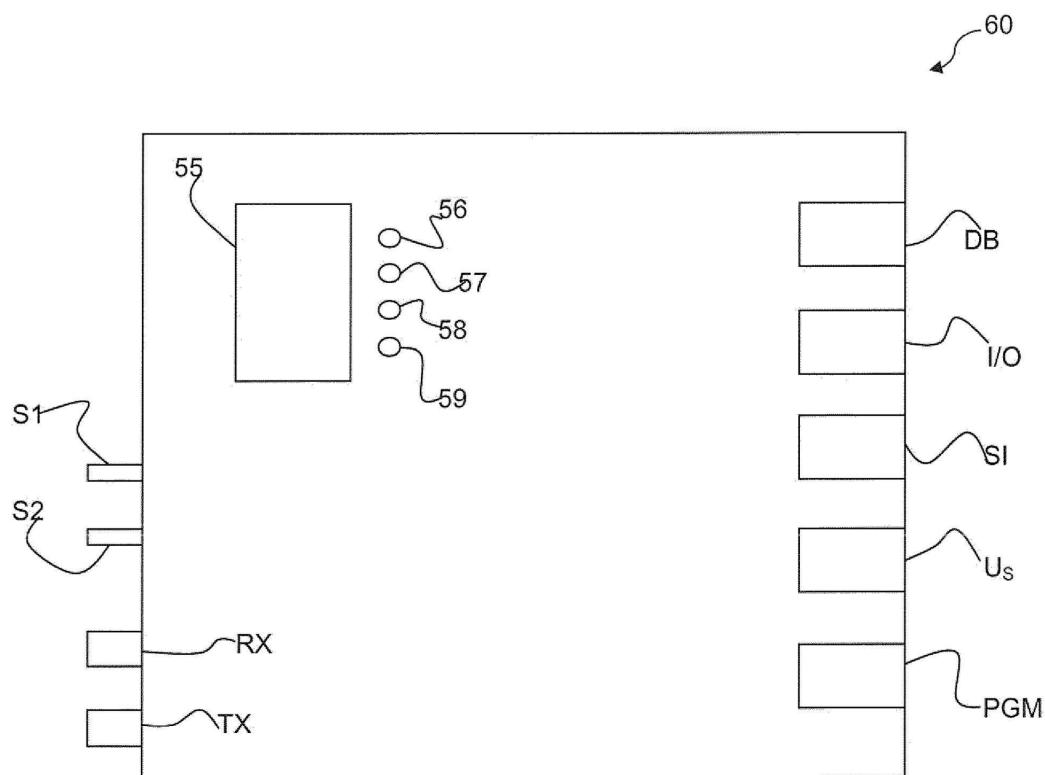
## 도면3



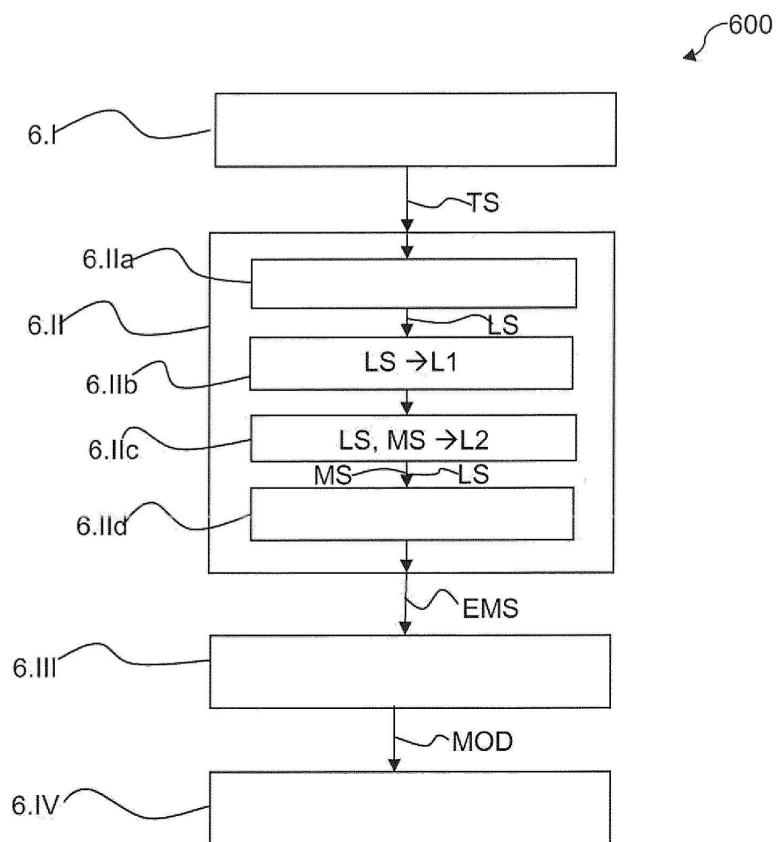
## 도면4



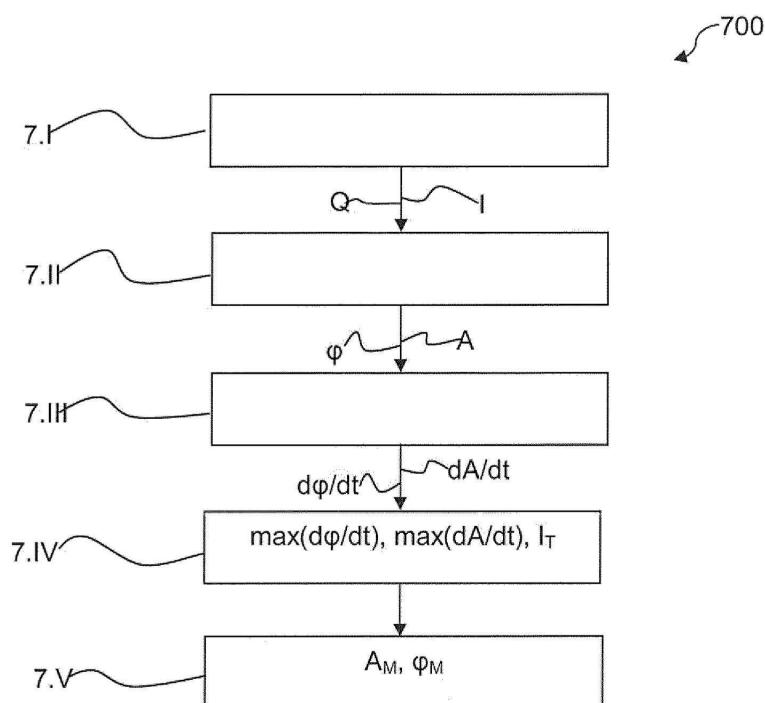
## 도면5



## 도면6



## 도면7



## 도면8

