



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년01월21일
(11) 등록번호 10-1224362
(24) 등록일자 2013년01월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 27/22 (2006.01) G01F 1/56 (2006.01)
G01F 1/76 (2006.01) G01N 27/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2009-0107161
(22) 출원일자 2009년11월06일
심사청구일자 2009년11월06일
(65) 공개번호 10-2010-0051037
(43) 공개일자 2010년05월14일
(30) 우선권주장
200810172618.0 2008년11월06일 중국(CN)
200810172619.5 2008년11월06일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
JP57125319 A*
JP08271301 A*
JP57004514 A
US20070180929 A1
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
노스이스턴 유니버시티
중국 리아오닝 110004 웬양 시티 헤핑 디스트릭트
웬후아 로드 라인 11-3
(72) 발명자
유타오 왕
중국 리아오닝 110004 웬양 시티 헤핑 디스트릭트
웬후아 로드 라인 11-3
첵시 루
중국 리아오닝 110004 웬양 시티 헤핑 디스트릭트
웬후아 로드 라인 11-3
강 양
중국 리아오닝 110004 웬양 시티 헤핑 디스트릭트
웬후아 로드 라인 11-3
(74) 대리인
특허법인천문

전체 청구항 수 : 총 11 항

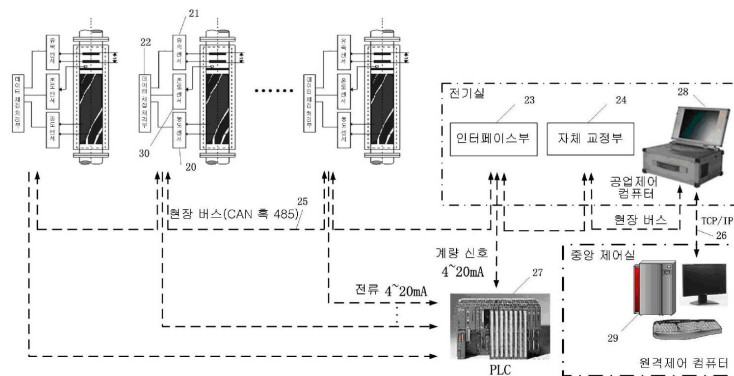
심사관 : 송종민

(54) 발명의 명칭 2상류의 상농도 검출 장치, 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 2상류의 유동 파라미터를 검출하는 커패시터 센서, 2상류 상농도 검출장치, 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템 및 그 방법에 관한 것이다. 상기 커패시터 센서에는 적어도 한쌍의 전극이 동일한 방식에 따라 180° 꼬여 나선형을 이루고, 인접된 전극 가장자리 사이에는 스트립 형상의 동일한 방식으로 꼬인 가장자리 보호 전극이 형성된다. 상기 구조에 의하여, 검출시의 민감도 분포가 균일하지 못한 문제와 소프트 장 현상(soft field effect) 문제를 효과적으로 해결하고, 신뢰성 있고 정확하게 2상류의 상농도를 검출할 수 있다. 상기 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템은 전류가 4~20mA인 아날로그 신호를 PLC 시스템에게 출력하거나, 또는 CANBUS 또는 RS485 버스를 통하여 전기실의 공업제어 컴퓨터와 통신을 진행하거나, TCP/IP 프로토콜을 통하여 중앙 제어실의 원격제어 컴퓨터 시스템과 통신을 진행한다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

파이프라인 구조 부분을 포함하는 2상류(two-phase flow)의 상농도(phase concentration) 검출 장치에 있어서,
상기 파이프라인 구조 부분은,

검출하고자 하는 2상류가 흐르며, 유전체 재료로 구성된 유전체 재료 파이프;

상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸면서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 나선형으로 180° 꼬인 적어도 한쌍의 전극을 포함하는 커패시터 센서;

상기 유전체 재료 파이프와 상기 커패시터 센서를 둘러싸고, 전자기파 간섭을 극복할 수 있는 재료로 제조된 차폐 케이스; 및

상기 차폐 케이스와 상기 유전체 재료 파이프 사이에 충전된 충전재를 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류의 상 농도 검출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 2상류의 상농도 검출 장치는 상기 파이프라인 구조 부분의 양단에 설치되는 연결구조 부분을 더 포함하며, 상기 연결구조 부분은 상기 2상류의 상농도 검출 장치를 검출하고자 하는 2상류를 위한 파이프라인에 밀폐되게 연결할 수 있는 것을 특징으로 하는 2상류의 상농도 검출 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 커패시터 센서는 상기 적어도 한쌍의 전극의 서로 인접하는 전극 가장자리 사이에 설치된 스트립 형상의 가장자리 보호 전극을 더 포함하며, 상기 가장자리 보호 전극은 상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸면서 상기 적어도 한쌍의 전극과 동일한 방식으로 나선형으로 꼬인 것을 특징으로 하는 2상류의 상농도 검출 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서, 상기 파이프라인 구조 부분은,

상기 차폐 케이스를 둘러싼 보호관을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류의 상농도 검출 장치.

청구항 5

상농도 센서와 유속 센서를 포함하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템에 있어서,

상기 상농도 센서는, 유전체 재료로 구성되고, 검출하고자 하는 2상류가 흐르는 유전체 재료 파이프; 및 상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸며, 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 나선형으로 꼬이는 적어도 한쌍의 전극을 포함하며,

상기 유속 센서는, 동일한 커패시터 센서로 구성된 상류(upstream) 커패시터 센서 및 하류(downstream) 커패시터 센서를 포함하고, 상기 상류 커패시터 센서 및 하류 커패시터 센서는 상기 유전체 재료 파이프의 외표면 상에서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 상기 적어도 한쌍의 전극의 일측의 상류와 하류에 설치되며,

상기 상류 커패시터 센서 및 상기 하류 커패시터 센서는 동일 방식으로 배열된 커패시터 센서 어레이인 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 적어도 한쌍의 전극은 180° 로 꼬인 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 상농도 센서는 상기 적어도 한쌍의 전극의 서로 인접하는 전극 가장자리 사이에 위치하는 스트립 형상의 가장자리 보호 전극을 더 포함하며,

상기 가장자리 보호 전극은 상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸고, 상기 적어도 한쌍의 전극과 동일한 방식으로 나선형으로 꼬인 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템.

청구항 8

삭제

청구항 9

제 5 항에 있어서, 상기 검출 시스템은,

상기 상농도 센서와 상기 유속 센서에서 오는 신호를 수신하고, 상기 2상류 중의 작업 매체상(working medium phase)의 농도, 상기 2 상류의 유속 및 상기 2상류의 질량유량을 계산하며, 4~20 mA의 전류신호를 전기실(electrical room)의 PLC 시스템으로 출력하여 전송하거나, 또는 CANBUS 또는 RS485 버스 통신을 통하여 전기실 중의 인터페이스부로 전송하는 데이터 채집 처리부; 및

상기 데이터 채집 처리부에서 오는 신호를 수신하여, 계량 신호 및 기타 관련 신호에 따라 상기 작업 매체상의 질량유량을 교정하는 자체 교정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템.

청구항 10

2상류의 유동 파라미터 검출 방법에 있어서,

작업 매체상과 캐리어상을 포함하는 상기 2상류가 파이프라인을 통해 흐르며, 상기 파이프라인은 유전체 재료로 구성된 유전체 재료 파이프를 적어도 일부 포함하고, 상기 유전체 재료 파이프와 상기 파이프라인은 동일한 내경을 구비하며, 상기 2상류가 상기 파이프라인을 통해 흐를 때 전기 용량법을 이용하여 상기 2상류 내의 상기 작업 매체상의 체적 농도와 상기 2상류의 유속을 검출하고,

상기 작업 매체상의 체적 농도를 검출하는 절차는, 상기 유전체 재료 파이프의 외표면에 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 적어도 한쌍의 전극을 꼬아 나선형으로 설치하는 단계; 상기 2상류가 상기 유전체 재료 파이프를 흐를 때, 상기 적어도 한쌍의 전극에서 발생하는 전기 용량을 검출하는 단계; 및 계산식 $C = K \cdot [\epsilon_g + (\epsilon_s - \epsilon_g) \cdot \beta]$ 에 따라 상기 2상류 중의 상기 작업 매체상의 체적 농도를 계산하는 단계 - 여기서, C는 상기 적어도 한쌍의 전극에 의해 검출된 전기 용량값이고, K는 구조 사이즈에 의해 결정되는 특성 파라미터이며, ϵ_s 및 ϵ_g 는 각각 상기 2상류의 상기 작업 매체상 및 상기 캐리어상의 유전율이고, β 는 상기 작업 매체상의 체적 농도임 - 를 포함하며,

상기 2상류의 유속을 검출하는 절차는, 상기 유전체 재료 파이프의 외표면에서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 상기 적어도 한쌍의 전극의 일측의 상유 및 하유에 동일한 방식으로 동일한 커패시터 센서들을 설치하는 단계; 상기 2상류가 상기 유전체 재료 파이프를 흐를 때, 상유 커패시터 센서 및 하유 커패시터 센서에서 발생하는 무작위 시간 시퀀스 신호를 검출하는 단계; 상기 무작위 시간 시퀀스 신호에 대하여 상관성 분석을 진행하여, 상기 2상류가 상기 상유 및 하유 커패시터 센서들을 통과하는 통과 시간을 계산하는 단계; 및 계산식 $v=L/\tau$ 에 따라 상기 2상류의 유속을 계산하는 단계 - 여기서, v는 상기 2상류의 유속이고, L는 상기 상유 및 하유 커패시터 센서들 사이의 거리이며, τ 는 상기 통과 시간임 - 를 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 상유 및 하유의 상기 무작위 시간 시퀀스 신호를 수신한 후, 상기 무작위 시간 시퀀스 신호를 0 교차 검출

회로에 통과시킴으로써 펄스 폭이 무작위로 변화하는 펄스 시퀀스 신호로 전환시키는 단계를 더 포함하며, 상기 통과 시간은 $\tau = (\tau_1 + \tau_2)/2$ - 여기서, $\tau_1 = t_m - t_i$, $\tau_2 = t_n - t_j$ 이고, t_j 및 t_i 는 각각 상유 0 교차 펄스 시퀀스 중에서 Low부터 High로 변화하는 2개의 인접한 시각(timing)이고, t_n 및 t_m 은 각각 하유 0 교차 펄스 시퀀스 중에서 Low부터 High로 변화하는 2개의 인접한 시각임 - 이고, $(t_j - t_i) - (t_n - t_m) < \pm \Delta$ 의 식 - 여기서, $\pm \Delta$ 는 시스템 측정시의 최대 절대 오차의 2배임 - 을 만족하는 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 방법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

계산식 $Q = A \cdot \rho \cdot v \cdot \beta$ - 여기서, Q는 상기 2상류의 질량유량이고, A는 상기 2상류를 위한 상기 파이프라인의 횡단면 면적이며, ρ 는 상기 작업 매체상의 실제 밀도임 - 에 따라 상기 2상류의 질량유량을 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류 유동 파라미터 검출 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 2상류(two-phase flow)의 유동 파라미터 검출에 관한 것으로서, 특히 기체-고체 2상류의 유동 파라미터를 검출하는 2상류의 상농도(phase concentration) 검출 장치, 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기체-고체 2상류 등 2상류는 전력, 야금, 제약 등 산업상에 널리 이용되고 있다. 예를 들면, 전력 및 야금 업계에서, 공압으로 미분탄(coal)을 운송하는 것은 전형적인 공압 2상류로서, 이는 연소효율을 향상시키고, 생산환경을 개선하며, 작업강도를 경감시킬 수 있기 때문에, 현재 날로 대두되고 있는 연소 에너지 낭비 및 환경보호 등 과제를 해결하는데 유리하다.

[0003] 전력 업계에서 석탄 량과 연소 보조 공기의 합리적인 배분은 대형 보일러에서 연소를 최적화시킬 수 있는 기본 조건 중의 하나이다. 선탄 보일러에 있어서, 각 연소기 사이 파이프 중의 미분탄 유량이 일치하지 않으면 연소기의 공연비에 영향을 주게 되어, 연소율이 낮아지게 되고 미연탄 량 및 NO_x 방출량을 증가시키게 되며, 엄중할 때에는 공기 파이프 막힘, 화재 사고 내지는 부분적인 슬래깅 현상을 일으키게 된다.

[0004] 야금 산업에 있어서, 고로의 미분탄 취입은 제철 공법에서 원가를 낮추고, 제품 품질을 향상시킬 수 있는 중대한 기술조치이다. 만일 각 미분탄 취입 송풍구 분기관 중의 미분탄 질량유량이 일치하지 않으면 효과적으로 연소될 수 없고, 만일 송풍구 분기관이 막히면 미분탄이 송풍구로 일출되어 송풍구를 태우거나, 또는 미분탄이 열풍관 내에서 폭발될 수 있기 때문에, 생산 안전 및 고로의 정상 운영에 영향을 미치게 된다.

[0005] 때문에 반드시 파이프 내에서 유동하는 미분탄-공기 2상류의 유동 파라미터를 검출하여, 파이프 내 기체-고체 2상류의 유동 상태를 모니터링 하거나, 또는 사고를 방지하여야 한다.

[0006] 하지만 기체-고체 2상류는 농도 분포가 균일하지 않고 유동 형식이 복잡하다는 등의 원인으로 인하여, 고체상 파라미터 검출은 세계적 난제이고, 또 전력 및 야금 업계에서 급히 해결해야 할 난제이지만 지금까지 해결하지 못하고 있다.

[0007] 현재, 미분탄-공기의 유동 상태에 대한 검출 방법은 2가지 유형이 있는 바, 첫째로는 접촉법이다. 이러한 방법은 센서를 직접 파이프 내에 설치하여 유동장에 대한 검출을 진행한다. 하지만 접촉법은 종종 유동장에 영향을 미치게 되고, 실제의 유동상태를 검출할 수 없을 뿐 아니라, 고장의 원인이 되기도 한다. 센서는 유체와 직접 접촉하기 때문에 쉽게 파손되고, 이 또한 접촉법의 결함이기도 한다. 둘째로는 비접촉법이다. 비접촉법은 주로 온도차법 및 광학 검출법이 있다. 온도차법의 원리는 고로 주입 시스템 중의 미분탄의 온도가 주위 온도 및 건

냉 탈수 후의 압축공기 온도보다 높다는 사실에 기초하며, 고장(미분탄에 의한 파이프 막힘) 전후의 온도 변화에 의해 상태 검출이 진행된다. 이 방법은 실외 환경 하의 미분탄 주입 파이프에 있어서, 검출 시스템의 온도차 판단 규칙을 도출하기 어렵다. 심지어 밀폐 환경 하에서도 온도차 판단 규칙을 확정하기 어렵다. 광학 검출법은 송풍구 감시홀의 안면 원추형 공간에 설치된 광학 탐지기를 이용하여 고로 송풍구의 상태를 모니터링 하는 것이다. 이 방법은 고로 휴풍 또는 송풍구 수선 시에 상기 장치를 착탈하여야 하기 때문에 아주 불편하다. 그리고 광학 검출법은 피검출 구역의 투광성이 아주 좋아야 하는 바, 고농도의 미분탄 주입 시스템에 사용시 광학 검출법은 한계가 존재한다.

[0008] 따라서, 어떻게 간편하고 정확하게 2상류 유동 파라미터를 검출할 것인가 하는 것은 여전히 급히 해결되어야 할 기술과제이다.

[0009] 실제 제조 과정에서 검출이 필요한 2상류의 유동 파라미터로는 주요하게 고체상의 체적 농도, 2상류의 유속, 질량유량 및 온도 등이 있다. 그 중에서 고체상의 체적 농도, 2상류의 유속, 작업 매체상(working medium phase)의 질량유량은 아직까지 정확하고 신뢰성 있는 방법으로 검출될 수 없는 유동 파라미터이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0010] 종래 기술에 존재하는 상기 과제를 해결하기 위하여, 본 발명에서는 2상류의 유동 파라미터를 검출할 수 있는 2상류의 상농도 검출 장치, 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템 및 그 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결수단

[0011] 본 발명의 한 방면에 의하면, 검출하고자 하는 2상류가 흐르며, 유전체 재료로 구성된 유전체 재료 파이프; 및 상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸면서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 나선형으로 180° 꼬인 적어도 한쌍의 전극을 포함하는 커패시터 센서를 구비한 파이프라인 구조 부분을 포함하여 구성된 것을 특징으로 하는 2상류의 상농도 검출 장치를 제공한다.

[0012] 본 발명의 또 다른 방면에 의하면, 상농도 센서와 유속 센서를 포함하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템에 있어서, 상기 상농도 센서는, 유전체 재료로 구성되고, 검출하고자 하는 2상류가 흐르는 유전체 재료 파이프; 및 상기 유전체 재료 파이프의 외표면을 감싸며, 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 나선형으로 꼬이는 적어도 한쌍의 전극을 포함하며, 상기 유속 센서는, 동일한 커패시터 센서로 구성된 상류(upstream) 커패시터 센서 및 하류(downstream) 커패시터 센서를 포함하고, 상기 상류 커패시터 센서 및 하류 커패시터 센서는 상기 유전체 재료 파이프의 외표면 상에서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 상기 적어도 한쌍의 전극의 일측의 상류와 하류에 설치되는 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템을 제공한다.

[0013] 본 발명의 또 다른 방면에 의하면, 2상류의 유동 파라미터 검출 방법에 있어서, 작업 매체상과 캐리어상을 포함하는 상기 2상류가 파이프라인을 통해 흐르며, 상기 파이프라인은 유전체 재료로 구성된 유전체 재료 파이프를 적어도 일부 포함하고, 상기 유전체 재료 파이프와 상기 파이프라인은 동일한 내경을 구비하며, 상기 2상류가 상기 파이프라인을 통해 흐를 때 전기 용량법을 이용하여 상기 2상류 내의 상기 작업 매체상의 체적 농도와 상기 2상류의 유속을 검출하고,

[0014] 상기 작업 매체상의 체적 농도를 검출하는 절차는, 상기 유전체 재료 파이프의 외표면에 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 동일한 방식으로 적어도 한쌍의 전극을 꼬아 나선형으로 설치하는 단계; 상기 2상류가 상기 유전체 재료 파이프를 흐를 때, 상기 적어도 한쌍의 전극에서 발생하는 전기 용량을 검출하는 단계; 및 계산식 $C = K \cdot [\epsilon_g + (\epsilon_s - \epsilon_g) \cdot \beta]$ 에 따라 상기 2상류 중의 상기 작업 매체상의 체적 농도를 계산하는 단계 - 여기서, C는 상기 적어도 한쌍의 전극에 의해 검출된 전기 용량값이고, K는 구조 사이즈에 의해 결정되는 특성 파라미터이며, ϵ_s 및 ϵ_g 는 각각 상기 2상류의 상기 작업 매체상 및 상기 캐리어상의 유전율이고, β 는 상기 작업 매체상의 체적 농도임 - 를 포함하며,

[0015] 상기 2상류의 유속을 검출하는 절차는, 상기 유전체 재료 파이프의 외표면에서 상기 유전체 재료 파이프의 길이 방향을 따라 상기 적어도 한쌍의 전극의 일측의 상류 및 하류에 동일한 방식으로 동일한 커패시터 센서들을 설치하는 단계; 상기 2상류가 상기 유전체 재료 파이프를 흐를 때, 상류 커패시터 센서 및 하류 커패시터 센서에서 발생하는 무작위 시간 시퀀스 신호를 검출하는 단계; 상기 무작위 시간 시퀀스 신호에 대하여 상관성 분석을

진행하여, 상기 2상류가 상기 상유 및 하유 커패시터 센서들을 통과하는 통과 시간을 계산하는 단계; 및 계산식 $v=L/\tau$ 에 따라 상기 2상류의 유속을 계산하는 단계 - 여기서, v 는 상기 2상류의 유속이고, L 은 상기 상유 및 하유 커패시터 센서들 사이의 거리이며, τ 는 상기 통과 시간임 - 를 포함하는 것을 특징으로 하는 2상류의 유동 파라미터 검출 방법을 제공한다.

효 과

[0016] 상술한 바와 같이, 본 발명에 의하면 상기 구조의 커패시터 센서를 이용한 2상류의 상농도 검출 장치, 및 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템을 이용하여, 기체-고체 2상류의 동적 파라미터를 정확하게 검출할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 공업생산에 사용되는 2상류는 일반적으로 캐리어 작용을 하는 캐리어상(예를 들면 상기 미분탄-공기 2상류에서의 공기)와 작업 매체인 작업 매체상(예를 들면 상기 미분탄-공기 2상류에서의 미분탄)으로 구성된다. 기체-고체 2상류에서, 고체상은 작업 매체상이고, 기체상은 캐리어상이다.

[0018] 아래, 본 발명에 의해 고체상의 농도, 2상류의 유속 및 질량유량을 검출하는 방법을 상세하게 설명한다.

[0019] 고체상(작업 매체상) 농도

[0020] 기본 측정 이론 상에서 말하면, 본 발명은 전기 용량법을 이용하여 유전율이 부동한 2상류 중의 작업 매체상(고체상)의 체적 농도를 검출하는 것이다. 부동한 유전율을 구비한 기체-고체 2상류가 상농도 센서의 전극 사이를 흐르면서 검출장 형성 시, 고체상 농도의 변화가 2상류의 등가 유전율의 변화를 일으키면서, 상농도 센서의 전기 용량도 이에 따라 변화시키기 때문에, 전기 용량값의 크기를 2상류의 상농도 측정값으로 할 수 있다.

[0021] 하지만, 많은 2상류의 실제 응용과정에 있어서(예를 들면 상술한 전력, 야금 업계에서 공압으로 미분탄을 운송하는 상황), 고체상(작업 매체상)은 균일하게 기체상(캐리어상) 중에 분포되는 것이 아니라, 유동 형태의 변화가 아주 복잡하기 때문에, 전기 용량 측정값과 고체상의 농도는 일대일로 대응하는 선형 관계가 아니고, 또한 커패시터 센서 자체도 그가 고유하는 검출장 민감도 분포가 균일하지 못한 문제가 존재하기 때문에, 유동 형태의 변화 시, 상당한 측정 오차를 초래하게 된다. 때문에 직접 종래의 커패시터 센서 구조를 이용하여 2상류의 고체상 농도를 검출하는 것은, 생산 실천과정에서 구현될 수 없다.

[0022] 도1~4는 본 발명에 의한 커패시터를 이용한 상농도 센서의 원리 도면으로서, 그 중에서 도1은 정면도, 도2는 좌측 도면, 도3은 우측 도면, 도4는 전개도이다.

[0023] 본 발명에 의한 상농도 센서는 나선형 표면전극으로 구성되고, 적어도 한쌍의 전원 전극(1) 및 검출 전극(2)으로 구성된 전극을 포함하고, 상기 적어도 한쌍의 전극은 동일한 방식으로 꼬여 나선형을 이룬다. 소프트 장 현상을 극복하기 위하여, 전원 전극(1) 및 검출 전극(2)의 인접된 전극 사이에 스트립 형상의 가장자리 보호 전극(3)이 형성되고, 가장자리 보호 전극(3), 전원 전극(1) 및 검출 전극(2)은 동일한 방식으로 꼬여 나선형을 이룬다.

[0024] 도1~3에 도시된 바람직한 실시예에 있어서, 본 발명에 의한 상농도 센서는 4개의 전극을 포함하는 바, 즉 전원 전극(1), 검출 전극(2) 및 대칭되는 2개의 가장자리 보호 전극(3)이며, 이러한 모든 전극은 동시에 유전체 재료 파이프(4)의 길이 방향을 따라 180° 로 꼬인다.

[0025] 전극이 꼬였기 때문에, 센서의 전원 전극, 검출 전극 및 2개의 가장자리 보호 전극에 의하여 형성된 검출 전기장도 유전체 재료 파이프의 방향에 따라 180° 의 꼬임이 발생하여, 상농도 센서의 전기 용량 출력 특성이 종래의 직선 표면 전극의 커패시터 센서의 전기 용량 출력 특성과 아주 부동하게 되고, 이의 민감도 분포 특성도 아주 큰 변화를 가져오게 된다. 본 발명에서는 전극 형태를 새롭게 설계하는 것을 통하여, 즉 나선형의 전원 전극 및 검출 전극으로 종래의 커패시터 센서에 사용되던 직선형 표면 전극을 대체시켜, 검출장의 균일성을 향상시키고, 유동 형태에 대한 의존도를 절감하여, 허용되는 오차 범위 내에서 전기 용량 측정값으로 하여금 단지 고체상 농도와 관련되고 기타 공간 분포와 무관하도록 하여, 전기 용량법에 의한 2상류의 농도 검출을 구현하고 있다. 가장자리 보호 전극을 사용하는 것을 통하여, 본 발명에 의한 상농도 센서로 하여금 진일보로 전기장을 이용하여 검출 시 발생하는 소프트 장 현상의 문제를 극복하고, 진일보로 본 발명에 의한 상농도 센서의 측정 정확도와 신뢰도를 향상시키고 있다.

[0026] 도5는 본 발명에 의한 2상류의 상농도 검출 장치의 일 실시예를 나타낸 입체 도면이고, 도6은 본 발명에 의한 고체상 농도 센서의 일 실시예를 나타낸 종방향 단면도이다. 더욱 확실한 표시를 위해, 도6에서는 각 전극을 포

함하지 않고 있다. 본 발명에 의한 검출 장치에는 상기 본 발명에 의한 커패시터 센서를 포함하고 있다.

- [0027] 본 발명에 의한 2상류의 상농도 검출 장치는 사용 시, 예를 들면 검출하고자 하는 2상류의 파이프라인(예를 들면 상술한 공압으로 미분탄을 운송하는 파이프라인)의 일부분으로 사용되어, 2상류 파이프라인과 밀폐 결합될 수 있다.
- [0028] 도5, 도6에 도시된 바와 같이, 본 발명에 의한 2상류의 상농도 검출 장치는, 파이프라인 구조 부분 및 상기 파이프라인 구조 부분의 양단에 설치된 연결구조 부분을 포함한다.
- [0029] 파이프라인 구조 부분은 상술한 유전체 재료 파이프(4)와 상기 유전체 재료 파이프(4) 외표면에 결합된 상술한 커패시터 센서를 포함한다.
- [0030] 유전체 재료 파이프(4)와 검출하고자 하는 2상류의 파이프라인 구조는 동일한 내경을 구비하고 있다. 본 발명에 의한 검출 장치는 검출하고자 하는 2상류 파이프라인에 접속된 후, 검출하고자 하는 2상류 파이프라인과 마찬가지로 2상류를 운송하는 역할을 일으킨다. 당업계의 기술자들에게 있어서, 부동한 사용조건에 따라 유전체 재료 파이프(4)의 구체적인 요구도 서로 다른것은 자명한 것이다. 예를 들면, 야금, 전력 업계에서 공압으로 미분탄을 운송하는 상황에서는 유전체 재료 파이프가 마모에 견디고, 각 방향의 균일성이 좋으며, 내압 및 내부 광택도가 높은 등 요구 조건이 있기 때문에, 예를 들면 강옥, 석영, 도자기 등 재료를 사용할 수 있다.
- [0031] 커패시터 센서를 구성하는 전원 전극(1), 검출 전극(2) 및 가장자리 보호 전극(3)은 종래 커패시터 센서의 전극 재료를 사용할 수 있는 바, 예를 들면 구리 등이 있다. 적당한 두께의 얇은 구리판 혹은 구리박을 원하는 형상으로 베어낸 후, 유전체 재료 파이프(4)의 외표면 상에 접촉시키거나, 또는 진공 코팅 공법에 의해 유전체 재료 파이프(4)의 외표면 상에 각 전극을 형성한다. 유전체 재료 파이프(4)의 외표면 상에 전극을 형성하는 공법은 당업계의 공지된 기술로서, 이에 대한 설명을 생략하기로 한다.
- [0032] 차폐 케이스(15)의 작용은 본 발명에 의한 커패시터 센서의 정상적인 작동에 필요한 전자기 환경을 제공하는 것이기 때문에, 전자기 간섭을 방지할 수 있는 재료로 제조되어야 하는 바, 예를 들면 스테인레스 파이프 등이 있다. 상술한 바와 같이, 본 발명에서는 전극 형태를 새로 설계하는 것을 통하여 전기 용량법이 2상류의 측정에 사용될 수 있도록 하였기 때문에, 당업계의 기술자들은 본 발명에 의한 사상의 구현이 차폐 케이스에 의존하는 것이 아님을 이해하여야 한다. 종래 기술과 같이 차폐 케이스(15)의 구체적인 재료 또는 구조를 선택하면, 본 발명에 의한 검출 장치에 적용할 수 있다.
- [0033] 차폐 케이스(15)와 유전체 재료 파이프(4) 사이는 공기일 수 있다. 전극의 위치가 운송, 설치 등 과정에서 변동하는 것을 확실하게 방지하기 위하여(특히 전극을 인공으로 접합시킨 경우에), 차폐 케이스(15)와 유전체 재료 파이프(4) 사이에 충전재(16)를 충전시킬 수 있다. 충전재(16)은 에폭시 수지 또는 기타 유사한 재료일 수 있다.
- [0034] 그리고, 제철소, 발전소 등 실제 응용과정에 작업조건이 아주 차할 경우가 있다. 이런 경우에는 효과적으로 열악한 작업조건에 대항할 수 있는 보호관(14)을 사용하여야 한다. 보호관(14)은 임의 당업계의 기술자들이 통상적으로 사용하는 재료, 예를 들면 금속 또는 비금속을 사용할 수 있으며, 보호작용을 구비하기만 하면 된다. 하지만 보호관(14)이 필수인 것은 아니다. 일부 상황에서, 차폐 케이스(15) 자체도 보호관의 작용을 일으킬 수 있다.
- [0035] 도5, 도6에 도시된 실시예에서, 연결구조 부분은 상기 파이프라인 구조 부분의 양단에 형성된 플랜지(10)를 포함하고, 플랜지(10) 상에는 연결공(12)이 형성된다. 플랜지(10) 및 연결공(12)은 검출하고자 하는 2상류 파이프라인 상에 설치된 플랜지 및 연결공/연결부품과 연결되기 때문에, 본 발명에 의한 2상류의 상농도 검출 장치는 검출하고자 하는 2상류 파이프라인과 함께 완전한 2상류 운송 파이프를 형성한다. 플랜지 연결방식 또는 기타 방식으로 2개 파이프 부품을 밀폐 연결시키는 기술은 공지된 것으로서, 여기서 이에 대한 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [0036] 본 발명에 의한 검출 장치는 파이프라인 구조 부분의 외표면 상에 형성되며 내부의 전극과 서로 연결된 케이블 노치(11)를 더 포함하고, 커패시터 센서에서 발생하는 전기 용량을 검출하는데 사용된다. 케이블 노치(11)는 계산 기능을 구비한 마이크로프로세서, 작업 제어기 또는 컴퓨터(미도시)에 연결될 수 있으며, 검출된 전기 용량에 따라 작업 매체상의 체적 농도를 계산해 낼 수 있다.
- [0037] 본 발명중에서 상농도는 유한요소법(finite element numerical method)으로 최적화되어 있다.
- [0038] 상농도 센서에 사용되는 여기 전압 주파수는 몇 천 내지 몇 조 헤르츠이기 때문에, 상농도 센서의 민감장을 정

전기장으로 볼 수 있다. 전극의 축 방향 길이가 제한되어 발생하는 주변 효과를 무시하면, 상기 정전기장은 2차원 장으로 간략화 시켜 처리될 수 있다.

[0039] 구체적으로 말하면, 본 발명에 의한 상농도 센서의 출력 전기 용량은 하기 방식에 따라 취득하는 바, 한쌍의 나선형 전극(1, 2)를 2상류 파이프라인(유전체 재료 파이프)의 횡단면 방향에 따라 여러개 미세 유닛으로 절개하면, 나선형의 커패시터식 상농도 센서의 두 전극(1, 2) 사이의 총 전기 용량값(검출 전극(2)와 전극 전극(1) 사이의 전기 용량)은 모든 미세 유닛의 전기 용량을 합하여 얻을 수 있다.

[0040] 상농도 센서에서, 검출 구역 내 임의의 서브 구역 중 매체의 유전율 변화는 모두 전극 사이의 전기 용량값의 변화를 일으키며, 이는 상농도 센서를 이용하여 측정을 진행하는 근거이다. 본 발명의 일 바람직한 실시예에서, 설계 최적화의 목적은 작업 매체상 농도(고체상 농도)의 측정이 기본적으로 유동 형태의 변화 및 상 분포 변화의 영향을 받지 않도록 하기 위한 것으로서, 다시 말하면, 전체 검출장 내에서 동등 체적의 미세 구역에 의해 발생하는 농도 증가량이 일으키는 센서의 출력 변화가 동등 또는 거의 동등하다는 것이다. 즉, 상농도 센서의 민감도 요구를 만족시키는 기초 상에서, 균일성 오차를 최대한으로 줄일 수 있다.

[0041] 전체 검출장을 M개의 유닛으로 절개하였다고 가정한다. 센서의 상대 민감도($S_{\epsilon, avg}$)의 의미는 검출장 내 각 유닛의 상대 민감도의 평균치로서, 하나의 표준화 값이고,

[0042]
$$S_{\epsilon, avg} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M S_{\epsilon, j}$$
 로 정의된다.

[0043] $S_{\epsilon, j}$ 는 유닛 상대 민감도이고, 그 중의 한 유닛의 유전율을 변화시키고($\epsilon_0 \rightarrow \epsilon$) 기타 유닛의 유전율을 그대로 유지하면(ϵ_0),

[0044]
$$S_{\epsilon, j} = \frac{(C_{\epsilon, j} - C_0) / C_0}{\beta_j}$$
 로 정의된다.

[0045] 상기 식 중에서, C_0 은 빈 파이프 시의 고유 전기 용량값이고, $C_{\epsilon, j}$ 는 j번째 유닛에 유전체 물질이 충전되었을 때의 절대 전기 용량값($(j=1, 2, \dots, M)$)이며, β_j 는 j번째 유닛의 체적 농도이다.

[0046] 통계학 분석 중의 표준차와 변화율의 개념에 따라, 검출장의 균일성 오차 파라미터(SVP)를,

[0047]
$$SVP = \frac{S_{\epsilon, dev}}{S_{\epsilon, avg}} \cdot 100\%$$
 로 정의하면,

[0048] 상기 식 중에서, $S_{\epsilon, dev}$ 는 검출장 내 각 유닛의 상대 민감도의 표준치이고, 하기 수학적

[0049]
$$S_{\epsilon, dev} = \left(\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M (S_{\epsilon, j} - S_{\epsilon, avg})^2 \right)^{1/2}$$
 으로 정의된다.

[0050] SVP값이 작을 수록 균일성 오차가 작으며, 이는 상기 커패시터식 상농도 센서의 검출 민감도가 균일하게 분포될 수록 센서의 측정 오차가 더욱 작음을 뜻한다.

[0051] 이론분석과 시험에 의하면, 본 발명에 의한 상농도 센서 및 2상류의 상농도 검출 장치를 이용하여 기체-고체 2상류의 고체상 농도를 검출하면, 균일성 오차는 3.9%까지 낮아질 수 있고(만일 종래의 직선 표면형 캐피터터를 사용하면 균일성 오차는 40% 이상), 때문에 본 발명은 검출장 민감도 분포가 균일하지 못했던 과제를 효과적으로 해결하고, 소프트 장 현상을 효과적으로 극복할 수 있어서, 신뢰성 있고 정확하게 체적 농도 파라미터를 측정할 수 있다.

[0052] 2상류의 유속

[0053] 도7a는 본 발명에서 상관법으로 2상류의 유속을 검출하는 원리를 나타낸 도면, 도7b 및 7c는 상, 하류 센서가 2상류가 흘러갈 때에 발생하는 시간 시퀀스 신호를 나타내는 도면이다.

[0054] 본 발명에 의한 2상류의 유속측정에 사용되는 유속 센서는, 동일한 상, 하류 센서를 포함하고, 상, 하류 센서는 2상류가 흘러갈 때에 시간 시퀀스 신호를 발생시킬 수 있는 센서이다. 본 발명에는 종래의 커패시터 센서를 사용할 수 있고, 커패시터 센서의 파이프 축향에 따르는 길이가 짧을 수록 좋다.

[0055] 만일 상, 하류 센서 사이의 파이프라인 공간을 과정 시스템으로 보고, 상류 센서의 출력신호 X(t)를 시스템의 입력으로 보며, 하류 센서의 출력신호 Y(t)를 시스템의 출력으로 보면, 평온한 유동 상태에 있어서 시스템의 단위 펄스 응답은 시간과 무관하며, 이로써,

$$y(t) = \int_0^{\infty} h(\alpha)X(t-\alpha)d_{\alpha} + n(t) \tag{1}$$

[0056] 이며, 여기에서 h(t)는 시스템의 단위 펄스 응답이고, n(t)는 Y(t)에서 X(t)와 무관한 노이즈이다.

[0058] 정의에 의하면, 상, 하류의 유동 노이즈 신호의 교차 상관 함수는,

$$R_{yy}(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T X(t-\tau)Y(t)d_t + n(t) f \tag{2}$$

[0060] 이며, 상기 식 중에서, 식(1)을 식(2)에 대입시키면,

$$R_{xy}(\tau) = \int_0^T h(\alpha)R_{xx}(\tau-\alpha)Y(t)d_{\alpha} + R_{xn}(\tau) \tag{3}$$

[0062] 이며, X(t)와 n(t)가 무관하기 때문에, 적분 시간이 충분히 클 때, R_{xn}(τ)는 0에 가까워지며, 식(3)은 하기 식(4)로 된다.

$$R_{xy}(\tau) = \int_0^{\infty} h(\alpha)R_{xx}(\tau-\alpha)d_{\alpha} \tag{4}$$

[0064] 만일 피측정 유체가 테일러가 제시한 "응고형(frozen pattern)" 가설을 만족시키면, 이 시스템은 선형 시스템이고, 그 펄스 응답은 단지 지연된 단위 펄스이며,

$$h(\alpha) = \delta(\tau - \tau_0) \tag{5}$$

[0066] 이고, 여기에서 τ₀=L/v는 고체상 흐름 그룹이 두 센서 사이의 거리를 통과하는 통과 시간이다. 식(5)를 식(4)에 대입시키면,

$$R_{xy}(\tau) = R_{xx}(\tau - \tau_0) \tag{6}$$

[0068] 이 된다.

[0069] 이렇게 교차 상관 함수는 시스템의 입력 신호 X(t)가 τ₀이 지연된 자기 상관 함수와 같다. 무작위 과정 이론에 의하면, R_{xx}(0)시 자기 상관 함수의 값이 가장 크기 때문에, τ=τ₀시, 교차 상관 함수가 가장 크다. 이 원리를 이용하여, 교차 상관 함수의 피크 값에 따라 유체의 통과 시간 τ₀을 확정할 수 있고, 이로써 유체의 유속 v=L/τ₀을 계산해 낼 수 있다.

[0070] 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템

[0071] 도8은 본 발명에 의한 2상류 유동 파라미터 검출 시스템의 일 실시예를 나타낸 도면이다. 본 발명에 의한 고체상 농도의 측정에 사용되는 농도 센서(20)는 2상류 파이프라인에 결합되어, 2상류 파이프라인의 일부분으로 되고, 본 발명에 의한 2상류 유속의 측정에 사용되는 유속 센서(21)는 2상류 파이프라인의 길이 방향(즉 2상류의 유동 방향)에 따라 파이프라인 상에 설치되며, 상농도 센서(20)의 상유 또는 하유에 위치할 수 있다. 상농도 센서(20) 및 유속 센서(21)의 구조와 원리는 이미 위 내용에서 설명하였기 때문에, 여기서는 생략하기로 한다.

[0072] 상농도 센서(20) 및 유속 센서(21)가 출력하는 전기 신호는 데이터 채집 처리부(22)에 의해 채집되고, 아울러 본 발명에 의한 방법으로 유체의 농도 및 유속을 계산해 내고, 계산식 $Q = A \cdot \rho \cdot v \cdot \beta$ 에 의해 작업 매체상의 질량유량을 계산해 내는 바, 그 중에서, β 는 농도이고, v 는 속도이며, ρ 는 작업 매체상의 실제 밀도이고, A 는 2상류 파이프라인의 횡단면 면적이다. 도8에 도시된 구체적 실시예에서, 데이터 채집 처리부(22)은 전류가 4~20 mA인 아날로그 신호를 출력할 수 있거나, 또는 CAN(혹은 RS485) 버스 25를 이용하여 전기실의 인터페이스부(23)으로 전송할 수 있으며, 인터페이스부는 신호 전환을 진행한 후, CANBUS 버스를 통하여 자체 교정부(24)로 전송한다. 자체 교정부(24)는 PLC27에서 오는 계량 신호 및 기타 관련 데이터에 의하여, 작업 매체상의 질량유량에 대한 교정을 구현하고, 자체 교정부(24)의 교정된 데이터 및 기타 관련 데이터는 CAN 버스 25를 통하여 전기실의 공업제어 컴퓨터(IPC)(28)로 전송되어 데이터 분석, 이상 기능 판단 및 실현 기능 표시 등을 진행하고, 공업제어 컴퓨터의 데이터는 TCP/IP 프로토콜 26를 통하여 중앙 제어실의 원격제어 컴퓨터(29)로 전송되어 원격제어에 사용된다.

[0073] 도8에 도시된 실시예에서는, 또 온도 센서(30)를 포함하여 구성되어 아울러 온도 파라미터를 검출하고 있다. 온도 파라미터에 대한 검출은 당업계의 기술자에게 공지된 종래 기술방안을 이용하여 구현될 수 있으며, 여기에서는 이에 대한 설명을 생략하도록 한다.

[0074] 본 발명에 의한 일 바람직한 실시예에 의하면, 상, 하유 센서가 출력하는 무작위 신호는 0 교차 검출 회로를 통과한 후 도9a 및 도9b에 도시된 펄스 폭이 무작위로 변화하는 펄스 시퀀스로 전환될 수 있다. 0 교차 펄스 시퀀스는 무작위의 시간 시퀀스이기 때문에, 유한한 측정 시간 내에 부동한 펄스 폭의 펄스는 모두 단지 한번만 나타나며, 중복되어 나타나지 않음을 알 수 있다. 또 상, 하유의 0 교차 펄스 시퀀스가 대응되는 관계를 갖고 있기 때문에, 상유의 한 펄스에 있어서, 만일 하유에서 이와 폭이 동일한 펄스를 찾을 수 있으면, 이 펄스와 상유의 대응되는 펄스는 동일 흐름 그룹에 의해 발생된 것임을 알 수 있다. 그러므로 하기 조건을 동일 흐름 그룹을 식별하는 조건으로 할 수 있는 바, 즉 $(t_j - t_i) - (t_n - t_m) = 0$ 이다. 상기 식 중에서, t_j, t_i 는 각각 상유 0 교차 펄스 시퀀스 중에서 Low로부터 High로 변화하는 2개의 인접된 시각이고, 이와 대응되는 펄스는 X_i 이다. t_n, t_m 은 하유 0 교차 펄스 시퀀스 중에서 Low로부터 High로 변화하는 2개의 인접된 시각이고, 이와 대응되는 펄스는 Y_m 이다. 만일 상기 조건을 만족시키면, Y_m 과 X_i 는 동일 흐름 그룹에서 발생된 것임을 알 수 있다. 그러므로 통과 시간 τ_0 은, $\tau_0 = t_m - t_i = t_n - t_j$ 이다. 이로써, 2상류의 유속 $v = L / \tau_0$ 을 계산해 낼 수 있으며, 그 중에서, L 은 유속 센서의 상, 하유 센서 사이의 길이이다.

[0075] 이상에서는 기체-고체 2상류를 예로 들어 본 발명의 바람직한 실시예에 대해서 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 실시예에서만 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이하의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상의 요지를 벗어나지 않는 범위에서 얼마든지 다양하게 변경하여 실시할 수 있을 것이다. 당업계의 기술인원들은 상기 구체적 설명은 단지 본 발명의 목적을 설명하기 위한 것으로서, 본 발명을 제한하는 것이 아님을 이해하여야 한다. 본 발명의 보호범위는 청구항 및 동등물에 의해 한정된다.

도면의 간단한 설명

[0076] 도1은 본 발명에 의한 커패시터 고체상 농도 센서의 원리 도면.

[0077] 도2는 도1의 커패시터 고체상 농도 센서의 좌측 도면.

[0078] 도3는 도1의 커패시터 고체상 농도 센서의 우측 도면.

[0079] 도4는 도에 도시된 커패시터 센서의 전개도.

[0080] 도5는 본 발명에 의한 2상류의 상농도 검출 장치의 일 실시예를 나타낸 입체 도면.

[0081] 도6은 본 발명에 의한 고체상 농도 센서의 일 실시예를 나타낸 종방향 단면도.

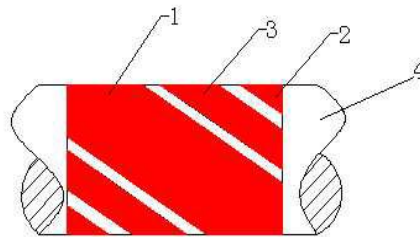
[0082] 도7a는 본 발명에서 상관법으로 2상류의 유속을 검출하는 원리를 나타낸 도면, 도7b 및 7c는 상, 하류 센서가 2상류가 흘러갈 때 발생하는 시간 시퀀스 신호를 나타낸 도면.

[0083] 도8은 본 발명에 의한 2상류의 유동 파라미터 검출 시스템의 일 실시예를 나타낸 도면.

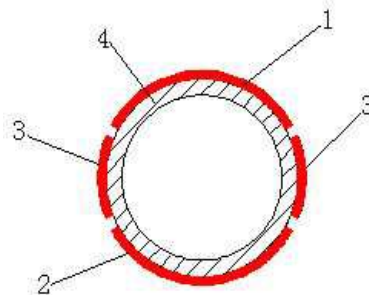
[0084] 도9a 및 도9b는 도7b 및 도7c에 도시된 시간 시퀀스 신호가 0 교차 검출 회로를 통과한 후 펄스 폭이 무작위로 변환된 펄스 시퀀스를 나타낸 도면.

도면

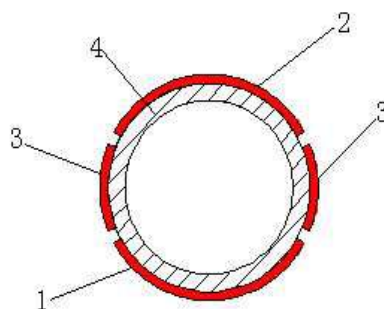
도면1



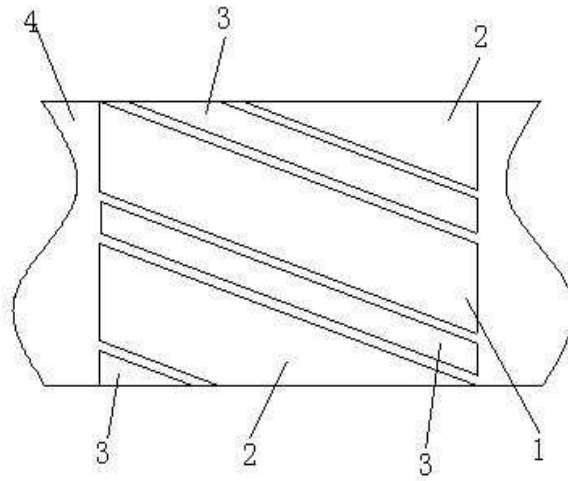
도면2



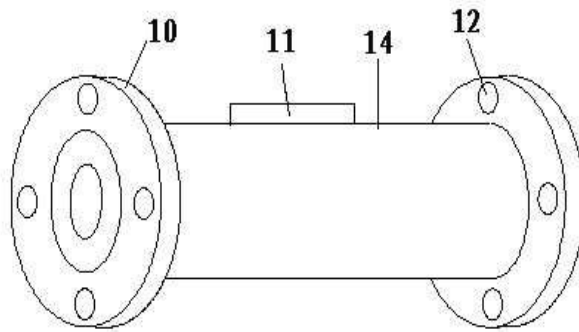
도면3



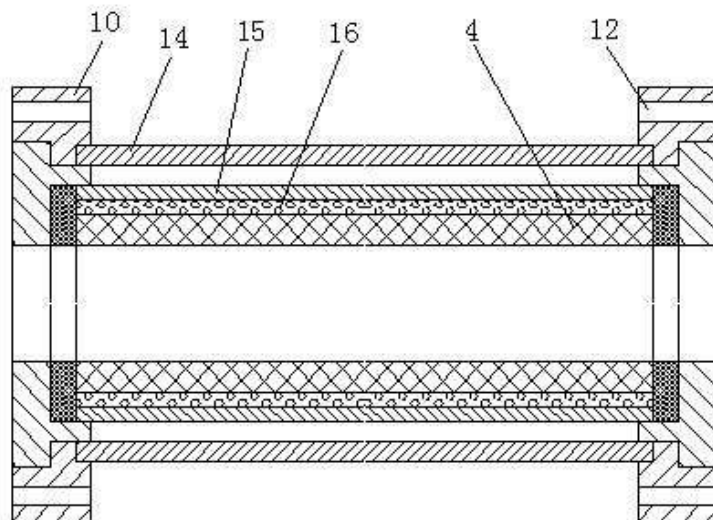
도면4



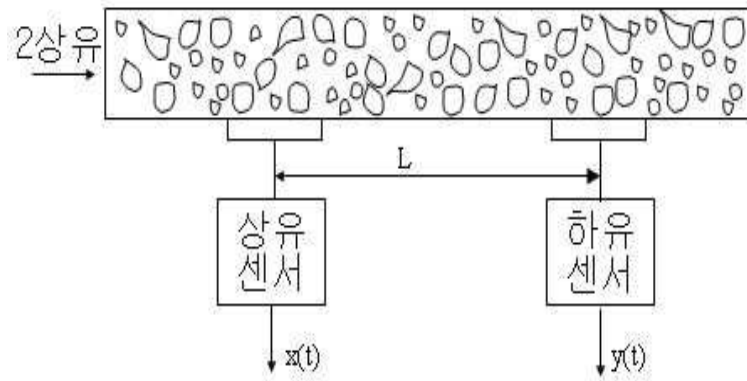
도면5



도면6



도면7a



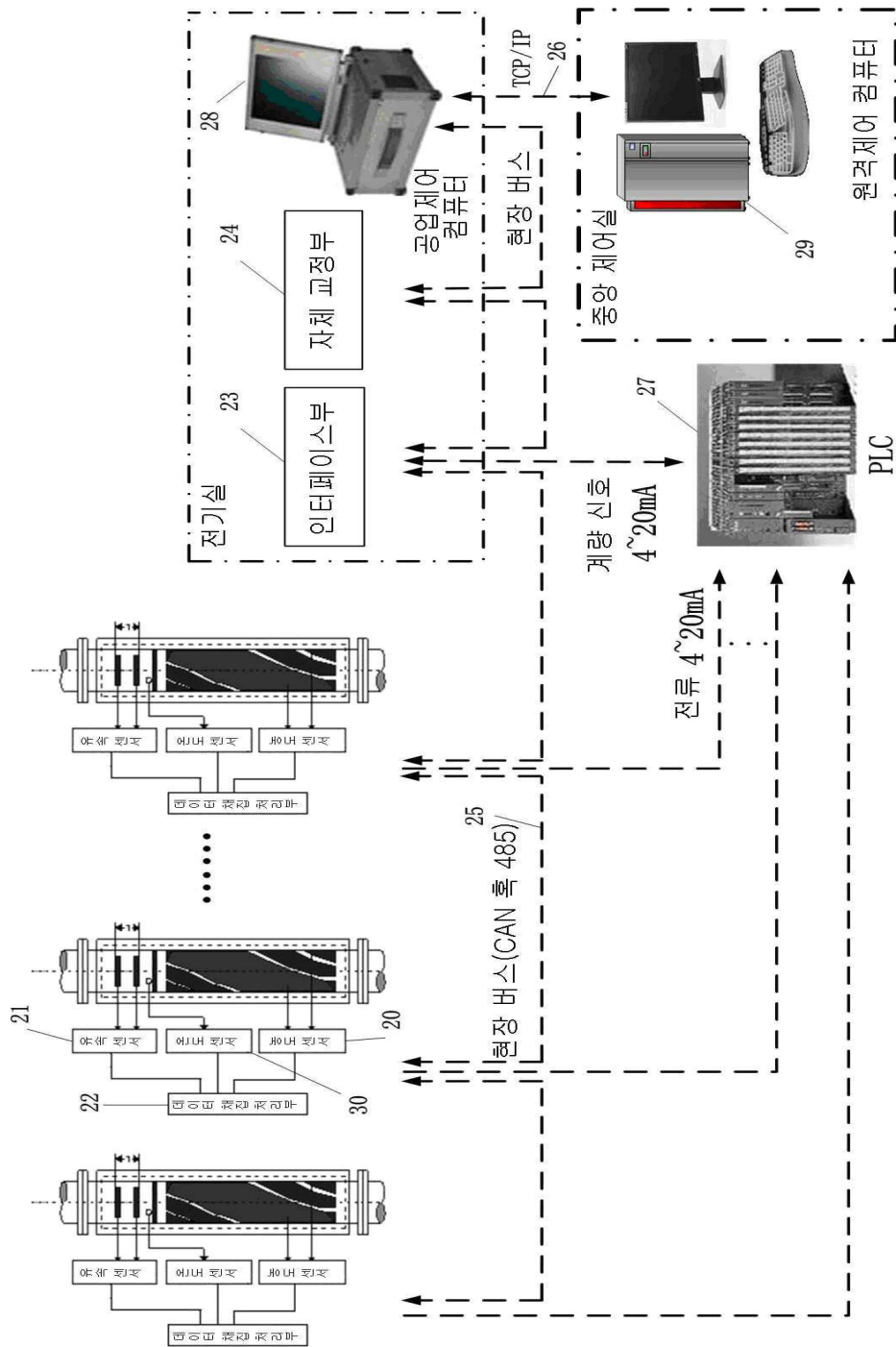
도면7b



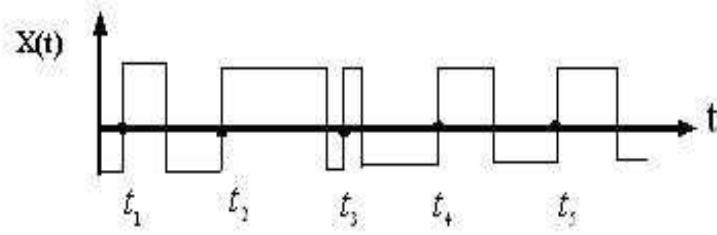
도면7c



도면8



도면9a



도면9b

