



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년10월16일
(11) 등록번호 10-2718998
(24) 등록일자 2024년10월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01F 25/10 (2022.01) G01F 1/66 (2022.01)
G01F 1/667 (2022.01) G01P 5/24 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01F 25/10 (2022.01)
G01F 1/662 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-0155204
(22) 출원일자 2023년11월10일
심사청구일자 2023년11월10일
(56) 선행기술조사문헌
JP2013178126 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
(주)에이치에스씨엠티
경기도 용인시 기흥구 동백중앙로16번길 16-25
, 103호(중동, 대우프론티어밸리 1차)
한국수자원공사
대전광역시 대덕구 신탄진로 200(연축동)
(72) 발명자
황상윤
경기도 광주시 오포읍 새말길 146-24(이노컨스
401호)
권혁명
서울특별시 강동구 명일로 172 둔촌푸르지오아파
트 108동 702호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인임앤정

전체 청구항 수 : 총 5 항

심사관 : 허정문

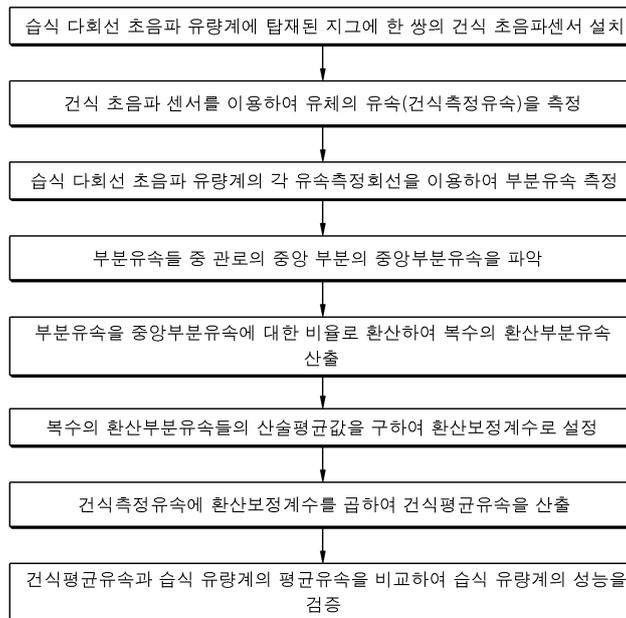
(54) 발명의 명칭 습식 다회선 초음파 유량계의 현장 교정방법

(57) 요약

본 발명은 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법에 관한 것이다.

본 발명은 습식 다회선 초음파 유량계의 현장 검증을 위한 것으로서, 상호간에 초음파를 수신 및 발신하는 한 쌍의 건식 초음파센서를 유체의 흐름방향을 따라 상호 이격되게 상기 측정관의 외벽에 부착하는 단계, 건식 초음파

대표도 - 도5



센서를 이용하여 측정관 내부를 흐르는 유체의 건식측정유속을 측정하는 단계, 습식 다회선 초음파 유량계의 복수의 유속측정회선으로부터 각각 부분유속을 측정하고, 복수의 유속측정회선 중 초음파의 전달경로가 측정관의 중앙을 지나는 중앙측정회선에서 측정된 중앙부분유속을 파악하는 단계, 부분유속들을 중앙부분유속에 대한 비율로 환산한 환산부분유속을 산출하고, 복수의 환산부분유속들의 평균값을 구하여 환산보정계수로 설정하는 단계 및 건식측정유속에 환산보정계수를 곱하여 건식평균유속을 산출하고, 건식평균유속을 이용하여 습식 다회선 유량계에서 측정된 평균유속과 비교하여 습식 다회선 유량계의 성능을 검증하는 단계를 구비하는 것에 특징이 있다.

(52) CPC특허분류

G01F 1/667 (2022.01)

G01P 5/24 (2013.01)

(72) 발명자

이점수

경기도 남양주시 와부읍 덕소로 286 쌍용스윗닷홈 리버 101동 1504호

신병열

충청남도 아산시 배방읍 연화로 11 연화마을STXKAN 601동 1404호

하경호

서울 성북구 한천로 713 래미안장위퍼스트하이 510동 202호

한만성

세종특별자치시 보람로 95 도람마을13단지 1301동 301호

(56) 선행기술조사문헌

JP2021012045 A*

KR100562266 B1*

KR101928006 B1*

KR102143569 B1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

내부로 유체가 흐르며 관로에 삽입설치되는 측정관과, 유체의 흐름방향 상 상류측과 하류측에 서로 마주보게 배치되며 상기 측정관에 관통설치되어 상호간에 초음파를 발신 및 수신하는 한 쌍의 습식 초음파센서로 이루어진 초음파 유속측정회선이 상기 측정관의 반경방향을 따라 상호 이격되어 복수 개 배치되는 습식 다회선 초음파 유량계의 검증을 위한 방법으로서,

(a)상호간에 초음파를 수신 및 발신하는 한 쌍의 건식 초음파센서를 유체의 흐름방향을 따라 상호 이격되게 상기 측정관의 외벽에 부착하는 단계;

(b)상기 건식 초음파센서를 이용하여 상기 측정관 내부를 흐르는 유체의 건식측정유속을 측정하는 단계;

(c)상기 습식 다회선 초음파 유량계의 상기 복수의 유속측정회선으로부터 각각 부분유속을 측정하고, 상기 복수의 유속측정회선 중 초음파의 전달경로가 상기 측정관의 중앙을 지나는 중앙측정회선에서 측정된 중앙부분유속을 파악하는 단계;

(d)상기 부분유속들을 상기 중앙부분유속에 대한 비율로 환산한 환산부분유속을 산출하고, 상기 복수의 환산부분유속들의 평균값을 구하여 환산보정계수로 설정하는 단계; 및

(e)상기 건식측정유속에 환산보정계수를 곱하여 건식평균유속을 산출하고, 상기 건식평균유속을 이용하여 상기 습식 다회선 유량계에서 측정된 평균유속과 비교하여 상기 습식 다회선 유량계의 성능을 검증하는 단계;를 구비하며,

상기 한 쌍의 건식 초음파센서에서 발신된 초음파는 상기 측정관의 중심선이 포함된 중심면 상에서 전달되는 것을 특징으로 하는 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 한 쌍의 건식 초음파센서는 상기 초음파 유량계에 마련된 지그에 안착되며,

상기 지그는,

상기 측정관의 길이방향을 따라 길게 형성되며, 상기 측정관의 반경방향을 따라 상호 이격되게 상기 측정관의 외벽에 부착되는 한 쌍의 가이드프레임과,

상기 가이드프레임 사이에 안착된 상기 건식 초음파센서를 위치고정하기 위한 고정유닛을 구비하는 것을 특징으로 하는 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 고정유닛은 상기 한 쌍의 가이드프레임 상에서 위치이동 가능하게 설치되며 상기 건식 초음파센서를 감싸는 커버부와,

상기 커버부에 나사결합되어 나사체결되는 방향으로 회전시 상기 건식 초음파센서를 상기 측정관 방향으로 가압하는 가압봉을 구비하는 것을 특징으로 하는 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 한 쌍의 건식 초음파센서는 상기 지그의 한 쌍의 가이드프레임 사이에 안착되어, 일측의 초음파센서로부터 발사된 초음파는 측정관에서 반사되어 'V'자 또는 'W'자 경로를 형성한 후 타측 초음파센서로 수신되는 것을 특징으로 하는 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수의 환산부분유속들과, 스플라인 보간법을 이용하여 상기 측정관의 반경방향 거리에 따른 환산부분유속에 대한 함수를 설정하고,

상기 함수를 상기 측정관의 측정관의 반경방향 거리에 대하여 적분한 후,

적분값을 상기 측정관의 직경으로 나누어 환산부분유속의 평균값을 산출하는 것을 특징으로 하는 습식 다회선 초음파 유량계의 교정방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파를 이용하여 유체의 유속 및 유량을 측정하는 초음파 유량계에 관한 기술로서, 특히 초음파 유량계의 성능을 현장에서 직접 검증하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 초음파 유량계는 이동하는 유체에 초음파를 발신 및 수신하여 유속 및 유량을 측정하기 위한 것이다. 유체가 지나가는 순방향을 따라 초음파를 전파시키는 경우에 비하여 역방향을 따라 전파시키는 경우 전달 시간이 짧아진다. 순방향과 역방향에서의 전달시간 차이를 이용하여 유속 및 유량을 측정한다.

[0004] 초음파 유량계는 상수도관을 비롯하여 다양한 산업현장의 관로에 설치되는데, 주기적으로 동작 상태나 성능을 검사하여 정확도 및 성능을 검증해야 한다.

[0005] 초음파 유량계의 검증을 위해서 유량계를 관로에서 분리하여 교정 시설에서 검증을 실시하는 경우도 있지만, 이는 해당 유량계가 설치된 관로를 폐쇄해야 하는 문제가 있다. 또한 외부의 교정시설에서 완벽하게 교정을 했다고 하더라도, 다시 관로에 설치하는 과정에서 성능과 기능에 영향을 미칠 수도 있으므로 충분하지 않다.

[0006] 이에 관로를 폐쇄하지 않은 상태에서 초음파 유량계의 성능을 검증하기 위한 방법으로 외벽 부착식 유량계(또는 건식 유량계)를 이용한다. 즉 검증대상이 되는 초음파 유량계와 별도로 외벽 부착식 유량계를 관로에 설치하여 유량을 측정하여, 기설치되어 있는 초음파 유량계의 성능을 검증한다.

[0007] 다만 건식 유량계를 이용하여 기설치된 유량계의 성능을 검증할 때 건식 유량계를 설치하는 장소에 제한이 있다. 예컨대 유체의 흐름에 영향을 미칠 수 있는 방해, 즉 곡관부, 확대관, 축소관, 밸브 등 외란(disturbance) 요소가 있는 경우 건식 유량계의 설치 장소가 제한된다. 예컨대, 외란에 대해 ±2% 이내의 측정 허용오차를 조건으로 하는 경우, 외란 요소로서 관로에 90도 곡관부가 있으면 곡관이 끝난 후 관로 직경의 30배 이상되는 거리가 지난 지점에 건식 유량계를 설치해서 측정해야 한다(영국 Sanderson & Yeung, 2002). 또한 외란 요소로서 8° 이내의 확대관이 있다면 확대관이 끝난 지점에서 직경의 18배의 거리를 지난 지점에 건식 유량계를 설치해야 한다. 이외에도 다양한 외란 요소에 대해서 건식 유량계의 설치 위치에는 제한이 있다. 따라서 건식 유량계를 이용하여 기설치된 유량계에 대한 현장 검증을 하는데 많은 어려움이 있다.

[0008] 한편, 건식 초음파 유량계를 기존의 관로에 설치하여 유량을 측정하는 경우에도 측정 정확도를 저해하는 요소들이 있다. 즉 관로의 두께, 재질, 스케일 부착 정도, 관로의 찌그러짐, 초음파 센서 사이의 이격거리 등 다양한 요소에 따라 초음파의 전달경로나 신호강도에 영향을 미치게 된다. 이러한 물리적/기계적 요소들로 인하여 건식 초음파 유량계를 이용한 유속/유량 측정의 정확도에 문제가 제기될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 외벽 부착식 건식 유량계를 이용하여 기설치된 습식 다회선 초음파 유량계에 대한 현장검증시 정확도와 신뢰도가 높으며 설치 장소의 제한이 없는 교정방법을 제공하는 데 그 목적이 있다.
- [0011] 한편, 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 것이다.

과제의 해결 수단

- [0013] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 습식 다회선 초음파 유량계 교정방법은, 내부로 유체가 흐르며 관로에 삽입설치되는 측정관과, 유체의 흐름방향 상 상류측과 하류측에 서로 마주보게 배치되며 상기 측정관에 관통설치되어 상호간에 초음파를 발신 및 수신하는 한 쌍의 습식 초음파센서를 각각 구비하며 상기 측정관의 반경 방향을 따라 상호 이격되게 배치되는 복수의 초음파 유속측정회선을 구비하는 습식 다회선 초음파 유량계의 성능을 검증하기 위한 것으로서, (a)상호간에 초음파를 수신 및 발신하는 한 쌍의 건식 초음파센서를 유체의 흐름 방향을 따라 상호 이격되게 상기 측정관의 외벽에 부착하는 단계; (b)상기 건식 초음파센서를 이용하여 상기 측정관 내부로 흐르는 유체의 건식측정유속을 측정하는 단계; (c)상기 습식 다회선 초음파 유량계의 상기 복수의 유속측정회선으로부터 각각 부분유속을 측정하고, 상기 복수의 유속측정회선 중 초음파의 전달경로가 상기 측정관의 중앙을 지나는 중앙측정회선에서 측정된 중앙부분유속을 파악하는 단계; (d)상기 부분유속들을 상기 중앙부분유속에 대한 비율로 환산한 환산부분유속을 산출하고, 상기 복수의 환산부분유속들의 평균값을 구하여 환산보정계수로 설정하는 단계; 및 (e)상기 건식측정유속에 환산보정계수를 곱하여 건식평균유속을 산출하고, 상기 건식평균유속을 이용하여 상기 습식 다회선 유량계에서 측정된 평균유속과 비교하여 상기 습식 다회선 유량계의 성능을 검증하는 단계;를 구비하는 것에 특징이 있다.
- [0014] 본 발명에 따르면, 상기 한 쌍의 건식 초음파센서에서 발신된 초음파는 상기 측정관의 중심선이 포함된 중심면 상에서 전달된다.
- [0015] 본 발명의 일 예에서, 상기 한 쌍의 건식 초음파센서는 상기 초음파 유량계에 마련된 지그에 안착되며, 상기 지그는, 상기 측정관의 길이방향을 따라 길게 형성되며, 상기 측정관의 반경방향을 따라 상호 이격되게 상기 측정관의 외벽에 부착되는 한 쌍의 가이드프레임과, 상기 가이드프레임 사이에 안착된 상기 건식 초음파센서를 위치고정하기 위한 고정유닛을 구비한다.
- [0016] 특히 상기 고정유닛은 상기 한 쌍의 가이드프레임 상에서 위치이동 가능하게 설치되며 상기 건식 초음파센서를 감싸는 커버부와, 상기 커버부에 나사결합되어 나사체결되는 방향으로 회전시 상기 건식 초음파센서를 상기 측정관 방향으로 가압하는 가압봉을 구비한다.
- [0017] 본 발명의 일 예에서, 상기 한 쌍의 건식 초음파센서는 상기 지그의 한 쌍의 가이드프레임 사이에 안착되어, 일측의 초음파센서로부터 발사된 초음파는 측정관에서 반사되어 'V'자 또는 'W'자 경로를 형성한 후 타측 초음파센서로 수신된다.
- [0018] 본 발명의 일 예에서, 상기 복수의 환산부분유속들과, 스플라인 보간법을 이용하여 상기 측정관의 반경방향 거리에 따른 환산부분유속에 대한 함수를 설정하고, 상기 함수를 상기 측정관의 측정관의 반경방향 거리에 대하여 적분한 후, 적분값을 상기 측정관의 직경으로 나누어 환산부분유속의 평균값을 산출할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명에서는 건식 초음파센서를 이용하여 습식 다회선 초음파 유량계의 현장검증을 같은 곳에서 수행할 수 있는 방법을 제공한다. 본 방법은 기계적 구성의 개선 및 유속 산출 프로그램의 개선에 의하여 가능해진다.
- [0021] 본 발명에서는 건식 초음파센서를 배관이 아닌 습식 초음파 유량계에 측정하며, 특히 지그를 미리 설치해 놓아 건식 초음파센서의 설치 정확도 및 측정 정확도가 향상된다.
- [0022] 또한 습식 다회선 초음파 유량계에서 획득된 유체의 영역별 부분유속을 건식 초음파센서에서 측정된 유속값에 반영함으로써 단일 회선으로만 측정되는 건식 센서의 한계를 극복하여 측정 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0023] 한편, 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명

세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급됨을 첨언한다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 습식 다회선 초음파 유량계를 설명하기 위한 도면이다.
 - 도 2는 도 1에 도시된 초음파 유량계에 의해 측정된 유체의 유속 분포를 나타낸 것이다.
 - 도 3 및 도 4는 비정형적 유속 분포 패턴을 나타낸 것이다.
 - 도 5는 본 발명의 일 예에 따른 습식 다회선 초음파 유량계 교정방법의 개략적 흐름도이다.
 - 도 6은 본 발명의 일 예에서 사용하는 지그의 개략적 사시도이다.
 - 도 7은 지그가 습식 다회선 초음파 유량계에 설치된 상태에서 건식 초음파센서를 설치하는 것을 나타낸 분리사시도이다.
 - 도 8은 도 7에서 복수의 유속측정회선이 지나가는 가상의 평면이 표현되도록 관로의 정면에서 바라본 투영도이다.
 - 도 9는 도 8의 K-K선 개략적 단면도이다.
- ※ 첨부된 도면은 본 발명의 기술사상에 대한 이해를 위하여 참조로서 예시된 것임을 밝히며, 그것에 의해 본 발명의 권리범위가 제한되지는 아니한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 일 예에 따른 습식 다회선 초음파 유량계 교정방법(이하 '유량계 교정 방법'이라 함)에 대하여 더욱 상세히 설명하기로 한다.
- [0028] 먼저 본 발명에서 검증의 대상이 되는 습식 다회선 초음파 유량계의 구성에 대하여 설명한다.
- [0029] 도 1은 습식 다회선 초음파 유량계를 설명하기 위한 개략적 도면이다.
- [0030] 도면을 참고하면, 습식 다회선 초음파 유량계(100)는 측정관(10)과 복수의 유속측정회선을 구비한다.
- [0031] 측정관(10)의 유체가 흐르는 배관(p)의 중간에 끼워져 설치된다. 측정관(10)은 중공의 형상으로 형성되며, 그 내부로 유체가 흐르는 관로(t)가 형성된다. 본 실시예에서 측정관(10)은 내경이 R인 원통 형상으로 이루어진다.
- [0032] 측정관(10)에는 복수의 유속측정회선이 마련되며, 본 예에서는 특히 5개 유속측정회선이 마련된다. 각 유속측정회선은 유체의 흐름방향(a)상 상류측에 배치되는 초음파센서(21A, 22A, 23A, 24A, 25A)와 하류측에 배치되는 초음파센서(21B, 22B, 23B, 24B, 25B)의 한 쌍으로 이루어진다. 한 쌍의 초음파센서를 상호 마주하게 배치되며, 한 쌍의 초음파센서를 연결하는 가상의 직선, 즉 초음파의 전달되는 라인은 유체의 흐름방향에 대하여 일정 각도로 기울어져 있다.
- [0033] 도면에 도시된 바와 같이, 5개의 초음파 유속측정회선 중 관로(t)의 중앙에 배치된 유속측정회선(23A, 23B)을 기준으로 관로(t)의 반경방향을 따라 일정 거리 간격으로 대칭되게 나머지 4개의 유속측정회선이 배치된다. 각 초음파센서는 측정관(10)을 관통하여 설치되어 초음파센서의 발사 및 수신면이 관로와 연통된다. 관로를 흐르는 유체와 직접 접촉되므로 습식 센서라 한다. 그리고 초음파센서는 모두 컨트롤러(미도시)와 전기적으로 연결되어, 컨트롤러의 제어에 의하여 초음파를 발신하며, 초음파가 수신되면 이를 컨트롤러에 전달한다.
- [0034] 컨트롤러는 초음파의 발신 시점부터 수신 시점까지의 초음파 전달시간을 측정하며, 상류측에서 발신하여 하류측에서 수신한 경우의 초음파의 전달시간과 역방향으로 전파된 초음파의 전달시간 차이를 이용하여 유체의 유속을 산출하며, 이는 공지이므로 자세한 설명은 생략하기로 한다.
- [0035] 각 유속측정회선에서 측정된 유속 분포가 도 2에 도시되어 있다. 도 2에서 X는 측정관의 반경방향 거리를 나타낸 것으로 양측 끝에 배치된 유속측정회선(21A, 21B 및 25A, 25B)이 배치된 지점을 X₁, X₅, 중앙에 배치된 지점이 X₃, 그리고 나머지 2개의 회선이 X₂ 및 X₄ 지점에 배치된다. 이들은 등간격으로 배치된다. 각 유속측정회선에서

측정된 유속 분포를 보면, 관로의 중앙부분의 유속이 가장 크고 양측으로 갈수록 유속이 느려진다. 가장자리로 갈수록 측정관으 내벽과의 마찰에 의한 것이다. 일반적으로 유속 분포는 도 2에 도시된 바와 유사한 형태를 보이지만, 도 3 및 도 4에 도시된 바와 같이, 관로나 유동조건 등에 따라 관로 중앙부에서 유속이 가장 크지 않은 비전형적인 형태를 나타낼 수 있다.

- [0036] 다회선 초음파 유량계는 관로의 반경방향에 따라 특정(분할)된 영역을 지나는 유체의 유속, 즉 부분유속을 별도로 구할 수 있으므로, 전형적 유속 패턴을 보이는 경우는 물론 비전형적인 패턴을 보이는 경우에도 유속을 정확하게 측정할 수 있다는 이점이 있다.
- [0037] 종래기술에서도 설명한 바와 같이, 습식 다회선 초음파 유량계에 대해 정기적 또는 비정기적으로 성능을 검증할 필요가 있으며, 본 발명에서는 건식 초음파 유량계 즉 측정관 외벽에 부착하는 방식의 유량계를 이용한 검증방법을 제공한다.
- [0038] 기존에 건식 유량계를 사용하는 경우 주로 배관에 설치하여 사용하는데, 배관의 두께, 재질 등에 대한 기본적인 정보가 제공되지 않는 경우가 있을 뿐만 아니라, 장기간 사용으로 인해 배관 내에 스케일이 부착되어 실제 배관 두께에 변형이 발생하여 건식 유량계를 사용한 경우 측정 정확도가 저하될 수 밖에 없다. 도 9에 표시한 것처럼, 건식 유량계에서 초음파는 센서로부터 발사된 후 배관에서 1차적으로 굴절되고 다시 유체로 입사될 때 굴절되며, 배관 내벽에서 반사된 후 다시 2차의 굴절을 거쳐 초음파센서로 입사된다. 배관의 재질, 두께, 스케일의 두께 등을 알아야 하는데, 기존 배관에서는 이러한 정보를 파악하기 쉽지 않다. 또한 건식 유량계는 도 9와 같이 반사파를 수신하기 때문에 한 쌍의 초음파센서 사이의 이격거리 및 설치방향이 매우 중요한데, 기존의 배관에 정밀하게 설치하는 것에 어려움이 있었다.
- [0039] 본 발명에서는 습식 다회선 초음파 유량계에 건식 유량계를 장착할 수 있는 지그를 미리 설치해 놓는다. 지그를 이용하여 건식 초음파 유량계를 정밀하게 설치할 수 있다. 또한 습식 다회선 초음파 유량계는 단순한 배관과는 달리 측정관의 두께, 재질 등에 대한 정보를 정확하게 파악할 수 있고, 배관 내면에는 방청 처리를 하거나 라이너를 부착해서 스케일이 부착되는 것을 최소화했다. 따라서 건식 유량계에서 발사된 초음파의 굴절 및 반사와 관련된 요소들을 정확하게 파악할 수 있다. 또한 지그를 이용하여 한 쌍의 초음파센서 사이의 거리를 정확하게 설정할 수 있고, 설치방향도 서로 정확하게 일렬이 되게 할 수 있다.
- [0040] 지그의 구성에 대하여 도 6 및 도 7을 참고하여 설명한다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 일 예에서 사용하는 지그의 개략적 사시도이며, 도 7은 지그가 습식 다회선 초음파 유량계에 설치된 상태에서 건식 초음파센서를 설치하는 것을 나타낸 분리사시도이다.
- [0042] 도면을 참고하면, 지그(50)는 측정관(10)의 길이방향을 따라 길게 형성되는 한 쌍의 가이드프레임(51,52)을 구비한다. 가이드프레임(51,52)은 측정관(10)의 반경방향을 따라 상호 이격되어 측정관(10)의 외벽에 고정된다. 가이드프레임(51,52) 사이에는 건식 초음파센서(61,62)가 안착되는 수용부(63)가 형성된다. 가이드프레임(51,52) 사이의 거리는 건식 초음파센서(61,62)의 폭과 거의 비슷하게 형성되어 건식 초음파센서의 정렬방향이 비틀어지지 않는다. 정확한 정렬방향이란 도 8에 도시된 바와 같이 측정관(10)의 중심선(C)을 포함하는 중심면 상으로 초음파가 조사되도록 건식 초음파센서(61,62)가 배열된다는 것이다. 가이드프레임(51,52)의 상면에는 스케일(s)이 표시되어 현장에서 별도의 장비 없이도 한 쌍의 건식 초음파센서(61,62) 사이의 거리를 정확하게 설정할 수 있다. 한 쌍의 가이드프레임의 하부에는 받침부(54,55)가 형성된다.
- [0043] 그리고 가이드프레임(51,52) 사이에 안착된 건식 초음파센서(61,62)를 위치고정하기 위한 고정유닛을 구비한다. 본 예에서 고정유닛은 대략 'ㄷ'자형 단면을 가지며 한 쌍의 가이드프레임(51,52) 상에서 위치이동 가능하게 설치되는 커버부(56)를 구비하며, 커버부(56)의 중앙에 나사체결되는 가압봉(57)을 구비한다. 가압봉(57)을 일방향으로 회전하면 가압봉이 초음파센서(61,62)를 하방으로 가압하여 초음파센서(61,62)가 측정관(10)에 밀착되도록 한다.
- [0044] 상기한 바와 같이, 본 발명에서는 습식 다회선 초음파 유량계의 측정관(10)에 미리 지그(50)를 설치하여 현장 검증에서 건식 초음파센서(61,62)의 정렬방향이 비틀어지지 않게 설치할 수 있다. 또한 고정유닛을 이용하여 초음파센서(61,62)를 측정관(10)의 외벽에 밀착시킬 수 있는 바, 초음파가 손실없이 유체로 전파될 수 있다. 또한 측정관(10)의 재질, 두께 등에 대한 정보는 정확히 파악되어 있으며, 내벽에 스케일 부착도 없으므로 특정 유체의 온도, 점도 등의 조건에 따라 건식 초음파센서의 굴절 및 반사 경로를 정확하게 예측할 수 있다. 굴절 및 반사경로를 정확하게 파악함에 따라 한 쌍의 초음파센서(61,62) 사이의 최적 이격거리를 산출할 수 있다. 또한 지그(50)에 표시된 스케일(s)을 이용하면 산출된 이격거리에 따라 정확하게 설치할 수 있다.

- [0045] 한편, 기존에 건식 초음파센서를 이용한 현장검증이 어려운 이유는 설치 장소의 제한 때문이다. 건식 초음파센서는 일회선으로만 구성되기 때문에 다회선 유량계처럼 관로를 분할하여 각 영역에 대한 부분유속을 획득할 수가 없다. 즉 다회선 유량계에 비하여 측정 정밀도가 저하된다. 이러한 이유 때문에 관로에 외란 요소가 있는 경우, 외란 요소가 있는 지점으로부터 충분한 거리가 떨어진 지점에서 유체의 흐름이 다시 안정화된 다음에 유속을 측정하도록 한 것이다. 본 발명에서는 이러한 설치 장소의 제한을 극복하고자, 기설치되어 있는 습식 다회선 유량계의 유속 분포 패턴을 건식 초음파센서에 의한 유속 산출에 활용한다는 점에 특징이 있다. 습식 다회선 초음파 유량계의 경우 영역별 부분유속을 독립적으로 산출할 수 있는 바, 관로에 외란 요소가 있는 경우에도 건식 초음파센서에 비하여 설치 장소에 대한 기준이 훨씬 완화되어 있다.
- [0046] 건식 초음파센서의 측정값을 이용하되, 습식 다회선 초음파 유량계에서 파악된 관로 내 유속분포를 이용하는 방법을 도 5를 참고하여 설명한다.
- [0047] 먼저 배관에 기설치되어 있는 습식 다회선 유량계(100)에서 측정관의 두께, 재질, 유체의 종류, 온도, 점도, 공기량 등의 요소들을 고려하여 건식 초음파 센서의 최적 이격거리를 산출한다. 그리고 산출된 이격거리에 맞추어 한 쌍의 건식 초음파센서(61,62)를 지그(50)에 장착한다. 건식 초음파센서(61,62)는 습식 다회선 유량계의 측정관(10) 외벽에 밀착된다.
- [0048] 설치가 끝나면, 건식 초음파센서를 이용하여 측정관(10) 내부 관로를 흐르는 유체의 유속(건식측정유속)을 측정한다. 도 9에 도시된 바와 같이, 일측의 초음파센서(61)에서 발사된 초음파는 유체로 전달된 후 측정관 내벽에 반사되어 다시 타측의 초음파센서(62)로 입사된다. 방향을 반대로 바꾸어서도 초음파를 발사 및 수신한다. 서로 반대방향으로 발사된 초음파의 전달시간의 차이를 이용하여 유체의 유속을 측정한다. 건식 초음파센서에서 발사된 초음파의 전달경로(w)는, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 측정관(10)의 중심점을 포함하는 중심선(또는 중심면, C) 상에 있다. 또한 초음파는 알파벳 'V' 또는 'W'자의 경로를 형성한다.
- [0049] 건식 초음파센서와 별도로 습식 다회선 초음파 유량계에서는 복수의 유속측정회선을 이용하여 관로 내 각 영역의 부분유속을 측정한다. 그리고 부분유속들 중 관로의 중앙부에 배치된 유속측정회선에서 측정된 유속, 즉 중앙부분유속을 파악한다. 일반적인 경우 중앙부분유속이 부분유속들 중에서 가장 큰 값이다. 또한 복수의 부분유속들 중 중앙부분유속이 건식 초음파센서의 초음파 전달경로와 대응되는 영역에서의 유속이다.
- [0050] 부분유속 측정 후, X축은 측정관의 반경방향 거리로, Y축은 유속으로 설정하는 그래프를 그리고, 각 부분유속들 사이 구간들에 대한 유속은 보간법(ex:스프라인 보간)을 이용하여 유속을 추정 도 2와 같이 유속분포를 만들어 낸다. 유속분포를 반경방향 거리에 대한 함수로 만들어내면 반경방향의 각 지점에서의 부분유속이 모두 확보된다.
- [0051] 이후, 부분유속들을 중앙부분유속에 대한 비율로 환산한 환산부분유속을 산출하고, 복수의 환산부분유속들의 평균값을 구하여 환산보정계수로 설정한다. 평균값은 환산부분유속들에 대한 함수를 반경방향 거리에 대하여 적분한 값을 측정관의 직경(내경)으로 나누면 구할 수 있다. 일반적 유속분포 패턴에서는 중앙부분유속이 가장 크므로 환산부분유속들은 0~1의 범위에 위치하게 되며, 환산부분유속들의 평균값 역시 0~1의 범위에 위치하게 된다. 이렇게 구해진 평균값을 '환산보정계수'라 한다. 여기서 평균값은 다회선 유량계의 각 유속측정회선으로부터 구해진 부분유속들이 모두 반영되었으며, 중앙부분유속에 대한 상대값으로 나타낸 것이다.
- [0052] 따라서 앞에서 건식 초음파센서에 의해서 측정된 건식측정유속에 환산보정계수를 곱하면 측정관을 흐르는 유체의 평균유속을 산출할 수 있다. 건식측정유속은 습식유량계에서 중앙부분유속에 해당하는 값이고, 환산보정계수는 중앙부분유속에 대한 비율을 평균한 것이므로, 건식측정유속에 환산보정계수를 곱하면 평균유속을 얻을 수 있다. 최종적으로는 단면적을 곱하여 순간유량을 산출한다.
- [0053] 단순히 건식 초음파센서를 이용하여 구한 유체의 유속에 비하여, 위와 같이 습식 다회선 유량계의 부분유속이 반영된 환산보정계수를 이용하여 구해진 유속이 더 정확하다.
- [0054] 이렇게 건식 초음파센서를 이용하여 측정된 유속에 환산보정계수를 곱하여 (건식)평균유속을 산출한 후, 습식 다회선 초음파 유량계에서 산출한 평균유속과 상호 비교함으로써 습식 다회선 유량계의 측정 정확도를 검증할 수 있다.
- [0055] 기존에 건식 초음파센서는 관로 내 부분유속을 개별적으로 측정할 수 없기 때문에 유체의 흐름이 층류로 안정화된 이후에 측정하도록 제한이 있었고, 따라서 건식 초음파센서의 설치 위치에 제한이 있었다. 그러나 본 발명에서는 습식 다회선 초음파 유량계에서 획득되는 관로 내 각 영역들에 대한 부분유속을 건식 초음파센서의 유속을

구하는데 반영함으로써 건식 초음파센서의 측정 정확도를 향상시켰고, 설치 장소의 제한도 극복할 수 있다.

[0056] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에서는 건식 초음파센서를 이용하여 습식 다회선 초음파 유량계의 현장검증을 수행할 수 있는 방법을 제공한다. 본 방법은 기계적 구성의 개선 및 유속 산출 프로그램의 개선에 의하여 가능해진다.

[0057] 첫 째, 기계적 요소로서 건식 초음파 센서를 배관이 아니라 습식 다회선 초음파 유량계의 측정관에 설치한다는 점이다. 습식 초음파 유량계는 측정관 내벽에 스케일이 부착되지 않고 측정관에 대한 재질, 규격 등의 정보가 정확하게 파악되어 있다. 내벽에 스케일이 많이 부착되고 정보 조차 명확하지 않은 배관에 센서를 설치하는 경우에 비하여, 습식 다회선 초음파 유량계의 측정관에 건식 초음파센서를 설치하면 초음파센서에서 발사된 초음파의 전달경로를 오차없이 계산할 수 있고, 이에 따라 초음파센서 사이의 최적 이격거리를 산출할 수 있다. 특히 측정관에 미리 지그를 설치하여 한 쌍의 건식 초음파센서의 정렬방향이 비틀리지 않게 설치가 가능하며 센서 사이의 최적 이격거리를 정확하게 지킬 수 있다.

[0058] 둘 째, 습식 다회선 유량계에서 각 유속측정회선들에 의하여 측정된 관로 내 유체의 영역별 부분유속을 건식 초음파센서에 의하여 측정된 유속값에 반영한다는 점이다. 건식 초음파센서는 1회선으로 구성되어 난류나 와류 등 이상 흐름이 발생된 경우 유속 측정의 정확도가 떨어질 수 있는데, 본 발명에서는 습식 다회선 유량계의 부분유속을 반영함으로써 이러한 한계를 극복하였다.

[0059] 본 발명을 이용하면, 습식 다회선 초음파 유량계가 설치된 지점에 바로 건식 초음파센서를 장착하여 습식 유량계에 대한 검증을 수행할 수 있는 바, 건식 센서의 설치 장소의 제한 문제를 극복할 수 있다. 설치장소 제한을 극복했다는 의미는 결국 건식 초음파센서를 이용하여 관로 내 유체의 유속을 정확하게 측정할 수 있다는 것이며, 현장검증의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.

[0060] 본 발명의 보호범위가 이상에서 명시적으로 설명한 실시예의 기재와 표현에 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명이 속하는 기술분야에서 자명한 변경이나 치환으로 말미암아 본 발명이 보호범위가 제한될 수도 없음을 다시 한 번 첨언한다.

부호의 설명

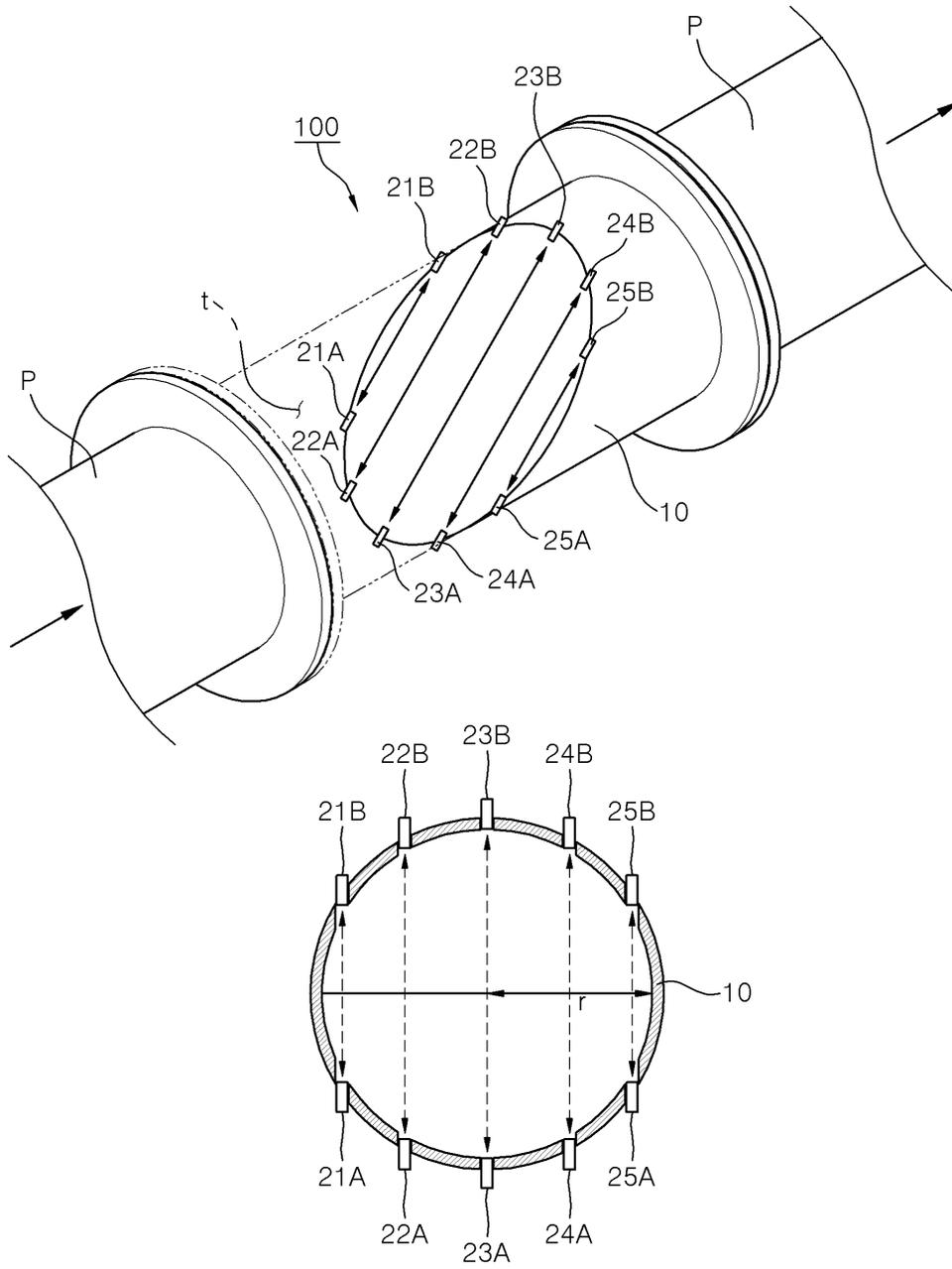
[0062] 100 ... 습식 다회선 초음파 유량계

10 ... 측정관, 21A~25A, 21B~25B ... 유속측정회선

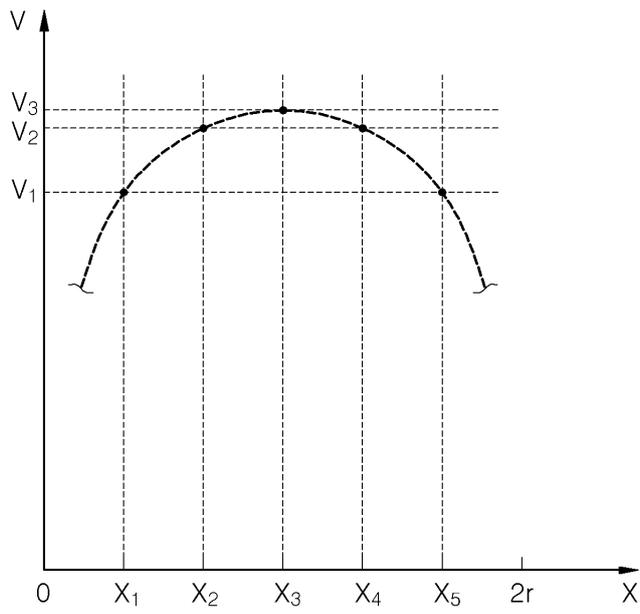
50 ... 지그, 61,62 ... 초음파센서

도면

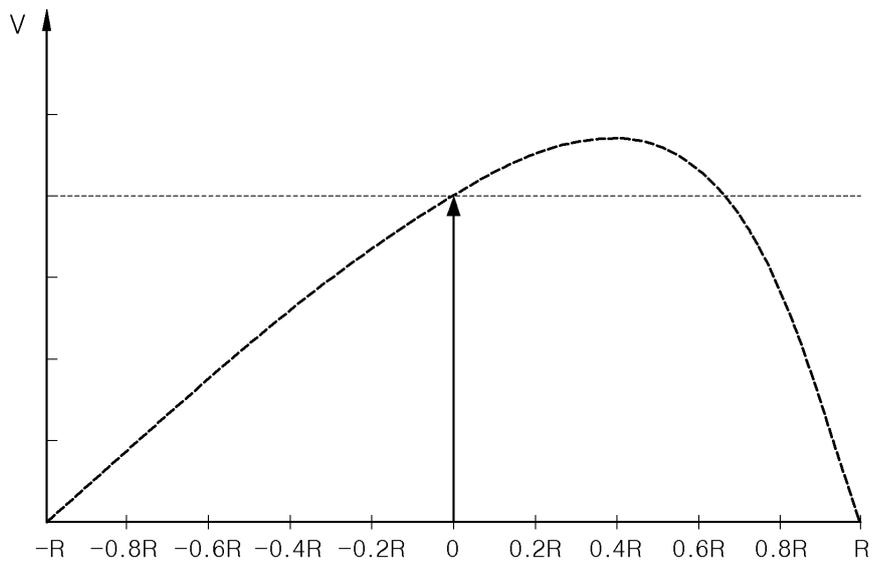
도면1



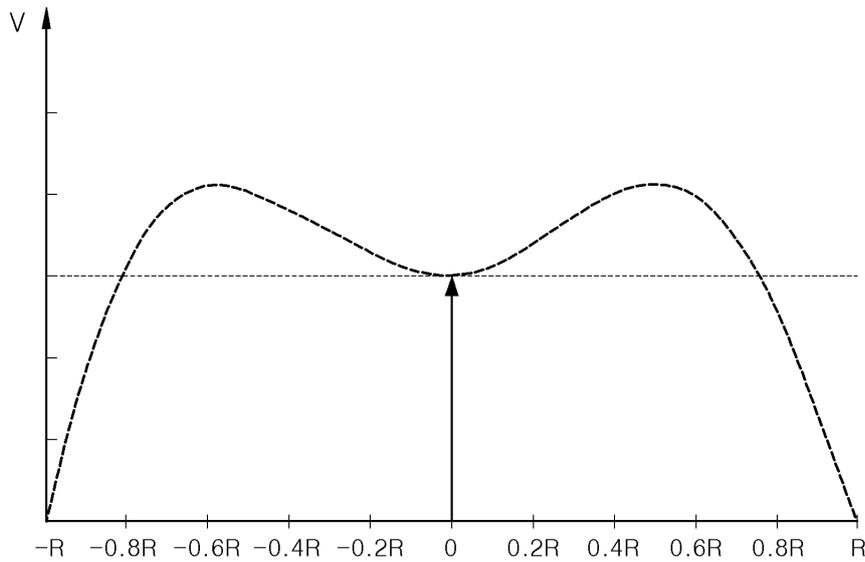
도면2



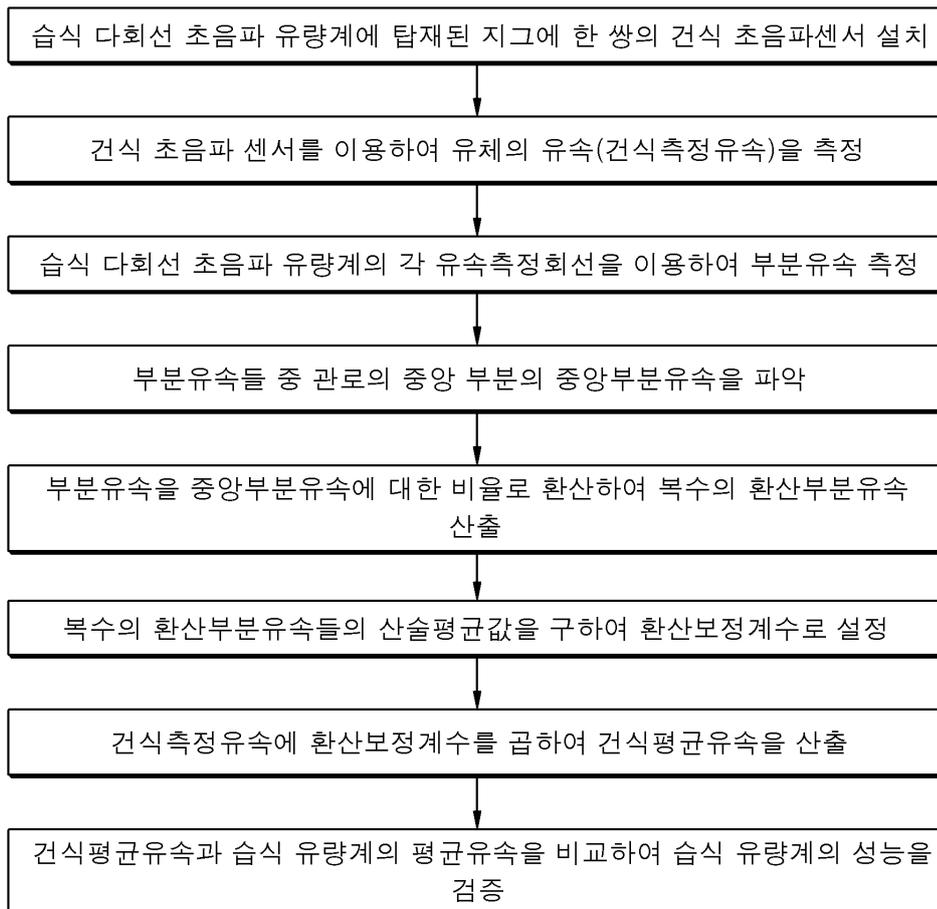
도면3



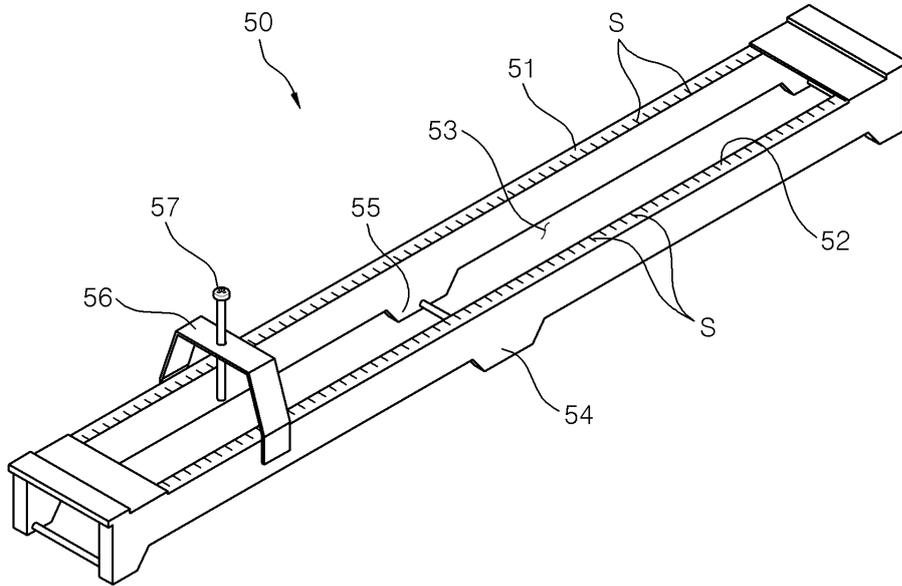
도면4



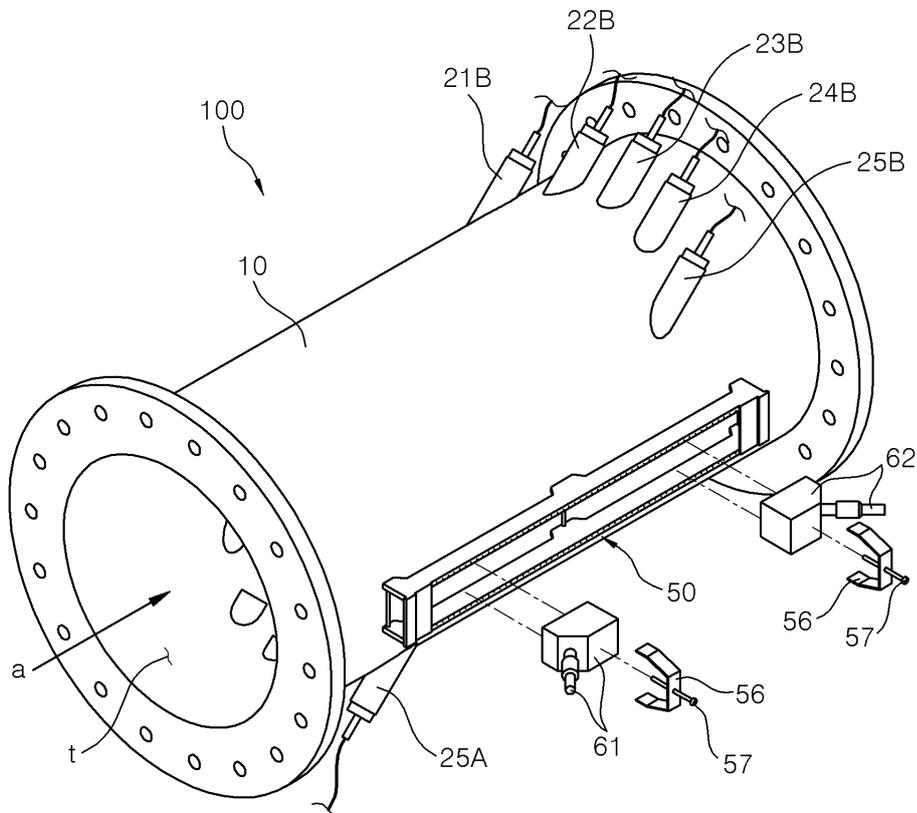
도면5



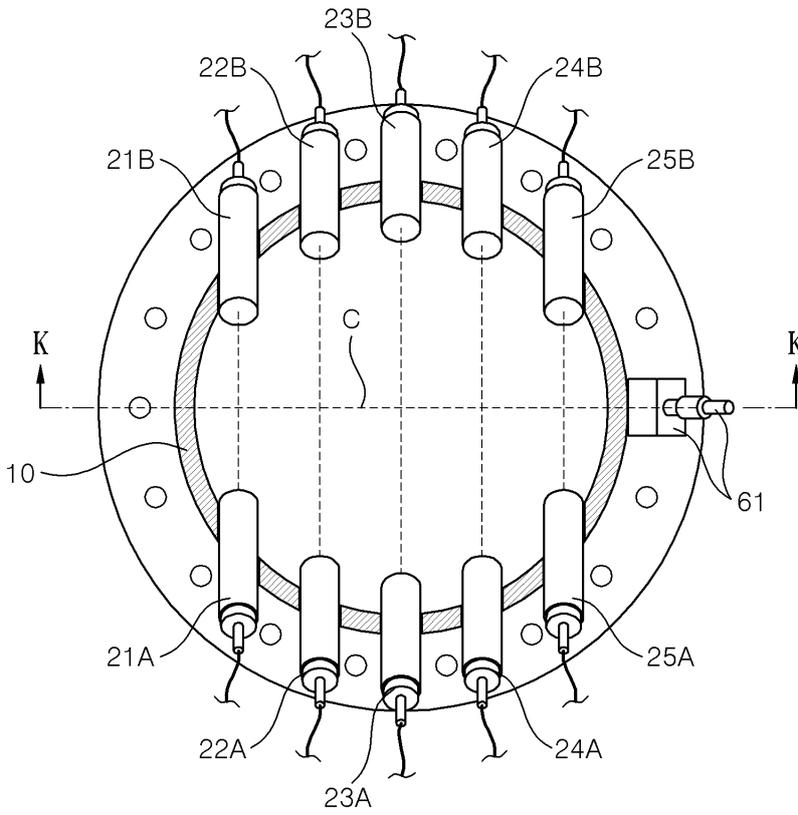
도면6



도면7



도면8



도면9

