



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월09일
 (11) 등록번호 10-1564555
 (24) 등록일자 2015년10월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01D 21/02 (2006.01) G01F 1/26 (2006.01)
 G01N 9/00 (2006.01) G01P 5/02 (2006.01)
 G05D 7/00 (2006.01) G06F 17/10 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0140752
 (22) 출원일자 2014년10월17일
 심사청구일자 2014년10월17일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP08110250 A
 JP07286872 A
 JP2000304578 A
 KR1020100111885 A

(73) 특허권자
 한국원자력연구원
 대전광역시 유성구 대덕대로989번길 111(덕진동)
 (72) 발명자
 이성재
 대전광역시 유성구 죽동 92-8
 송철화
 대전광역시 유성구 봉명로 48 (원신흥동, 신안인스빌 아파트) 806-1203
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 특허법인 플러스

전체 청구항 수 : 총 9 항

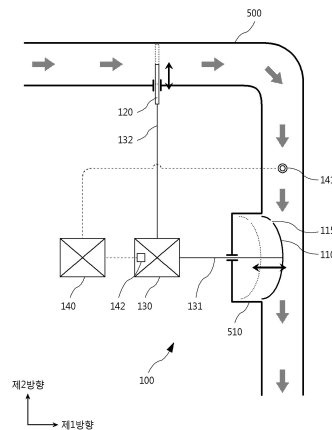
심사관 : 김려원

(54) 발명의 명칭 **유량 제어 및 밀도 측정 기구**

(57) 요약

본 발명은 유량 제어 및 밀도 측정 기구에 관한 것으로, 본 발명의 목적은 베르누이 정리를 이용하여 배관 내 유체의 유량을 제어함과 동시에 밀도를 측정할 수 있도록 하는, 유량 제어 및 밀도 측정 기구를 제공함에 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

박현식

대전광역시 유성구 노은서로 124 (노은동, 노은카운티스) 102-401

류성욱

대전광역시 서구 둔산로 201 (둔산동, 국화아파트) 603-804

전우진

대전광역시 서구 도안동로 177 (도안동, 수목토아파트) 104-802

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	77635-14
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국에너지기술평가원
연구사업명	지경부 국가연구개발사업
연구과제명	피동고압충수용 혼합형 SIT 기술개발
기 여 율	1/1
주관기관	한국원자력연구원
연구기간	2013.06.01 ~ 2018.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

유체가 전방에서 후방으로 흐르는 배관(500) 상에 구비되어 유량을 제어하고 밀도를 측정하는 기구(100)로서,
 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의하여 양력을 받도록 상기 배관(500) 내측을 향해 볼록한 곡면 형상으로 이루어지며, 전방에 압력구멍(115)이 형성되는 곡면체(110);
 상기 곡면체(110)의 전방에 구비되어, 상기 곡면체(110)의 승강 정도에 따라 승강하도록 이루어져 상기 배관(500)의 개폐 정도를 조절하는 저항체(120);
 일단이 상기 곡면체(110)와 연결되는 곡면체연결부(131) 및 일단이 상기 저항체(120)와 연결되는 저항체연결부(132)를 포함하여 이루어져, 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환하는 변환부(130);
 상기 배관(500) 내 구비된 유속센서(141)에 의하여 유속을 입력받고, 상기 변환부(130) 내 구비된 승강센서(142)에 의하여 상기 곡면체(110)의 승강량을 입력받아, 유속 값 및 승강량 값을 사용하여 상기 배관(500) 내 유체의 밀도를 산출하는 측정부(140);
 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 측정부(140)는
 하기의 식을 통해 상기 배관(500) 내 유체의 밀도를 산출하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

$$\rho = \frac{2k}{C_1 v^2} x$$

(이 때, ρ : 배관 내 유체 밀도, C_1 : 곡면체 양력계수, v : 배관 내 유체 속도, x : 곡면체 승강량, k : 비례상수)

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 곡면체(110)는
 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 전체가 승강하며,
 하강 시 상기 배관(500) 일측에 함몰 형성되는 수용부(510)에 수용 배치되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 곡면체(110)는
 상기 압력구멍(115)이 형성된 전방측 끝단부가 상기 배관(500) 벽면에 고정되며,
 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 자유단 측이 승강하는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 저항체(120)는
 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 대하여 수직 방향으로 배치되며, 상기 저항체(120) 전체 면적이 상기 배관(500) 내 전체 면적에 상응하는 크기로 형성되어,
 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도가 조절되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 6

제 1항에 있어서,
 상기 배관(500)에는 상기 기구(100) 전방에 우회 흐름을 위한 우회배관(550)이 연통되며,
 상기 유량 제어 및 밀도 측정 기구(100)는, 상기 배관(500) 및 상기 우회배관(550)의 연결부에 구비되어 상기 배관(500)으로의 유량 및 상기 우회배관(550)으로의 유량을 조절하도록 회전 가능하게 형성되는 도어(125)를 더 포함하고,
 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 도어(125)의 회전 정도가 조절되도록 형성되어,
 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도 및 상기 우회배관(550)으로의 유량 우회 정도가 조절되는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 7

제 1항에 있어서, 상기 변환부(130)는
 상기 곡면체(110)의 승강 방향에 나란하도록 상기 곡면체연결부(131)의 운동을 안내하는 곡면체측안내부(131a),
 상기 저항체(120)의 승강 방향에 나란하도록 상기 저항체연결부(132)의 운동을 안내하는 저항체측안내부(132a),
 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 저항체연결부(132)의 타단을 연결하는 연결부(133)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 8

제 7항에 있어서,
 임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직한 방향을 제2방향이라 할 때,
 상기 배관(500)은 전방에서는 제1방향으로 연장되며, 중간에 벤딩되어 후방에서는 제2방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제1방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어지고,
 상기 변환부(130)는,
 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 곡면체측힌지부(131b),
 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 저항체측힌지부(132b),
 일단이 상기 곡면체연결부(131)의 타단과 연결되고 타단이 고정단에 연결되며, 상기 곡면체(110)의 승강 운동 방향과 나란하게 제1방향으로 인장 또는 수축하는 탄성부(134)

를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

청구항 9

제 7항에 있어서,

임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직한 방향을 제2방향이라 할 때,

상기 배관(500)은 제1방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어지고,

상기 변환부(130)는,

상기 연결부(133)는 제1방향으로 연장되며, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되고, 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되어 이루어지는 것을 특징으로 하는 유량 제어 및 밀도 측정 기구.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 유량 제어 및 밀도 측정 기구에 관한 것으로, 보다 상세하게는 베르누이 정리를 이용하여 유량을 측정함과 동시에 밀도를 측정할 수 있고, 또한 이러한 측정 과정에서 유로도 제어할 수 있도록 하는, 유량 제어 및 밀도 측정 기구에 관한 것이다.

[0002] 베르누이 정리란 유체 동역학의 정리로서, 비압축성의 이상 유체에 있어서 유선(streamline) 상에서 (정압력(static pressure) 및 동압력(dynamic pressure)의 합인) 전압력(total pressure)의 값은 일정하다는 것이다. 보다 단순화하자면, 유동하는 유체에서 유체의 속도가 빨라지면 압력이 낮아지고, 속도가 느려지면 압력이 높아진다고 설명될 수 있다. 이러한 원리를 응용하여, 압력 센서를 써서 유체의 유속 또는 유량을 측정하는 장치가 사용되어 왔다. 한국특허등록 제 1314811호("풍력 발전기의 풍향 풍속 측정장치")에는, 유체 흐름 방향에 나란하게 형성되는 돌출체, 돌출체의 중앙 최전단부에 구비되는 중앙 압력 센서, 돌출체의 측면에 구비되는 측면 압력 센서를 포함하여 이루어지는 풍속 측정 장치가 개시된다. 이러한 장치를 사용하여 중앙 압력 센서에서 측정되는 정압력 값 및 측면 압력 센서에서 측정되는 동압력 값으로부터 풍속을 산출해 낼 수 있다.

배경 기술

[0003] 한편, 원자력 발전에 대하여 설명한다. 원자력 발전은 핵분열 시 발생하는 에너지를 이용해 터빈을 돌려 전기 에너지를 생산하는 것이다. 일반적으로 원자로는, 실제 핵분열이 일어나는 원자로 노심과, 원자로 노심과 함께 열교환매체(냉각재)를 수용하는 압력 용기, 원자로 노심에서 발생된 열에너지를 냉각재를 통해 전달받아 증기를 발생시키는 증기 발생기, 증기 발생기에서 발생된 증기의 힘에 의하여 회전하면서 전력을 생산하는 터빈 및 발전기 등을 포함하여 이루어진다. 이러한 장치들은 원자력 발전의 주체가 되는 장치들이나, 실제 원자로에는 필수적으로 안전 계통이 더 구비된다. 원자로 노심에서는 엄청난 열이 발생하는데, 이러한 고열 환경은 매우 높은 위험성을 내포하여 원자로 손상 발생 시 대형 사고를 유발할 가능성이 다분하다. 따라서 원자로의 손상이 발생했을 경우 원자로를 급속히 냉각해 주기 위한 안전 계통 또한 필수적으로 구비되는 것이다.

[0004] 이러한 안전 계통들은 다양한 종류가 있는데, 그 중 하나는 원자로의 냉각재가 상실되었을 때 원자로에 냉각재를 보충 주입해 주는 안전주입탱크가 있다. 냉각재 상실사고 발생 시 이러한 안전주입탱크에서의 냉각재 주입이 신속하게 이루어질 수 있도록 하기 위해 압력차 등에 의하여 개방되는 밸브 구조 등 다양한 기술이 연구되고 있다. 물론 일반적으로도 압력차에 의하여 개방되는 밸브는 널리 사용되고 있기는 하나, 원자로의 경우 방사능 물질이 함유된 냉각재가 외부로 누출되는 것을 엄격하게 막아야 하기 때문에, 유지 관리 또는 교체 등이 상대적으로 훨씬 용이한 일반적인 밸브와는 달리 원자로에 사용되는 밸브는 동작 정확성, 내구성, 밀폐성 등이 훨씬 높아야 한다.

[0005] 위에서 설명한 바와 같이 비단 안전주입탱크에서의 냉각재 안전주입의 용도 이외에도, 원자로와 같은 가혹 환경

(고온 환경, 유지 보수가 어려움 등)에서 높은 내구성을 가지고 원하는 동작을 잘 수행할 수 있으며, 또한 단순 유로 변경만이 아니라 유로 간에 흐르는 유량을 적절하게 제어하는 등의 다양한 동작을 수행할 수 있는 밸브 구조에 대한 요구가 있다. 뿐만 아니라 배관 내에 흐르는 유체의 상변화가 일어나는 경우, 일반적으로 사용되는 밸브나 유로 변경 기구 등은 기본적으로 단상유동을 전제로 하여 설계되는 경우가 많기 때문에 이러한 다상유동에 사용하였을 때 부정확한 동작이 일어날 위험이 있다. 따라서 이와 같은 다상유동에 있어서의 유량 제어가 정확하고 올바르게 이루어질 수 있도록 하는 것 또한 중요한 문제로 대두되고 있는 실정이다.

[0006] 이러한 요구에 부응하여 새로운 유량 제어를 위한 장치에 대한 연구가 꾸준히 계속되고 있으며, 이러한 연구의 기반에는 앞서 설명한 베르누이 원리가 유체 동역학에서의 가장 기본적인 원리 중 하나인 바 이를 응용하고자 하는 노력 또한 이루어지고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 1. 한국특허등록 제 1314811호("풍력 발전기의 풍향 풍속 측정장치")

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 베르누이 정리를 이용하여 배관 내 유체의 유량을 제어함과 동시에 밀도를 측정할 수 있도록 하는, 유량 제어 및 밀도 측정 기구를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 유량 제어 및 밀도 측정 기구는, 유체가 전방에서 후방으로 흐르는 배관(500) 상에 구비되어 유량을 제어하고 밀도를 측정하는 기구(100)로서, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의하여 양력을 받도록 상기 배관(500) 내측을 향해 볼록한 곡면 형상으로 이루어지며, 전방에 압력구멍(115)이 형성되는 곡면체(110); 상기 곡면체(110)의 전방에 구비되어, 상기 곡면체(110)의 승강 정도에 따라 승강하도록 이루어져 상기 배관(500)의 개폐 정도를 조절하는 저항체(120); 일단이 상기 곡면체(110)와 연결되는 곡면체연결부(131) 및 일단이 상기 저항체(120)와 연결되는 저항체연결부(132)를 포함하여 이루어져, 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환하는 변환부(130); 상기 배관(500) 내 구비된 유속센서(141)에 의하여 유속을 입력받고, 상기 변환부(130) 내 구비된 승강센서(142)에 의하여 상기 곡면체(110)의 승강량을 입력받아, 유속 값 및 승강량 값을 사용하여 상기 배관(500) 내 유체의 밀도를 산출하는 측정부(140); 를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0010] 이 때 상기 측정부(140)는, 하기의 식을 통해 상기 배관(500) 내 유체의 밀도를 산출한다.

$$\rho = \frac{2k}{C_1 v^2} x$$

[0011] (이 때, ρ : 배관 내 유체 밀도, C_1 : 곡면체 양력계수, v : 배관 내 유체 속도, x : 곡면체 승강량, k : 비례상수)

[0013] 또한 상기 곡면체(110)는, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 전체가 승강하며, 하강 시 상기 배관(500) 일측에 함몰 형성되는 수용부(510)에 수용 배치되도록 이루어질 수 있다.

[0014] 또는 상기 곡면체(110)는, 상기 압력구멍(115)이 형성된 전방측 끝단부가 상기 배관(500) 벽면에 고정되며, 상

기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 자유단 측이 승강하도록 이루어질 수 있다.

[0015] 또한 상기 저항체(120)는, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 대하여 수직 방향으로 배치되며, 상기 저항체(120) 전체 면적이 상기 배관(500) 내 전체 면적에 상응하는 크기로 형성되어, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도가 조절되도록 이루어질 수 있다.

[0016] 또는, 상기 배관(500)에는 상기 기구(100) 전방에 우회 흐름을 위한 우회배관(550)이 연통되며, 상기 유량 제어 및 밀도 측정 기구(100)는, 상기 배관(500) 및 상기 우회배관(550)의 연결부에 구비되어 상기 배관(500)으로의 유량 및 상기 우회배관(550)으로의 유량을 조절하도록 회전 가능하게 형성되는 도어(125)를 더 포함하고, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 도어(125)의 회전 정도가 조절되도록 형성되어, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도 및 상기 우회배관(550)으로의 유량 우회 정도가 조절되도록 이루어질 수 있다.

[0017] 또한 상기 변환부(130)는, 상기 곡면체(110)의 승강 방향에 나란하도록 상기 곡면체연결부(131)의 운동을 안내하는 곡면체측안내부(131a), 상기 저항체(120)의 승강 방향에 나란하도록 상기 저항체연결부(132)의 운동을 안내하는 저항체측안내부(132a), 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 저항체연결부(132)의 타단을 연결하는 연결부(133)를 포함하여 이루어질 수 있다.

[0018] 이 때, 임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직인 방향을 제2방향이라 할 때, 상기 배관(500)은 전방에서는 제1방향으로 연장되며, 중간에 벤딩되어 후방에서는 제2방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제1방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어지고, 상기 변환부(130)는, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 곡면체측힌지부(131b), 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 저항체측힌지부(132b), 일단이 상기 곡면체연결부(131)의 타단과 연결되고 타단이 고정단에 연결되며, 상기 곡면체(110)의 승강 운동 방향과 나란하게 제1방향으로 인장 또는 수축하는 탄성부(134)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.

[0019] 또는, 임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직인 방향을 제2방향이라 할 때, 상기 배관(500)은 제1방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어지고, 상기 변환부(130)는, 상기 연결부(133)는 제1방향으로 연장되며, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되고, 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되어 이루어질 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 의하면, 기존에 단순히 유로의 변경에 따른 유량 제어 기능의 수행만이 가능했던 밸브장치나 또는 단순히 유동 상의 유속 등을 단순 측정하는 기능의 수행만이 가능했던 측정장치와는 달리, 베르누이 원리를 이용한 양력에 의해 움직이는 구조물을 통해 유량 제어(즉 유로 변경)와 밀도 측정이 동시 가능하게 이루어진다는 큰 효과가 있다. 보다 구체적으로는, 본 발명에서는 베르누이 원리에 의하여 유량의 변화에 따라 발생하는 양력을 이용하여 자연스럽게 유로를 변경하는 동작이 이루어지도록 함으로써, 별도의 제어 수단을 전혀 필요로 하지 않으면서도 쉽게 유로를 변경하고 이에 따라 유량을 조절하여 제어하는 완전 피동적인 제어 동작이 이루어질 수 있다. 뿐만 아니라 상술한 바와 같이 베르누이 원리에 의하여 장치의 동작이 이루어지기 때문에, 유량 제어(즉 유로 변경) 동작을 수행함과 동시에 양력을 측정하여 이에 비례하는 밀도를 산출해냄으로써 결과적으로 밀도의 측정이 가능하게 된다. 즉 본 발명에 의하면, 밸브 역할 및 센서 역할을 하나의 장치로 동시 수행할 수 있는 효과가 있는 것이다.

[0021] 본 발명의 장치는 또한 다음과 같은 효과가 있다. 배관 내부에서 유체가 증발한다거나 응축되는 등 상변화가 일어나서 단상(1-phase) 유체가 아닌 이상(2-phase) 유체가 흐르는 등과 같은 다상유동의 경우에 있어서, 종래의 밸브 등은 단상유동을 전제로 하여 설계되었기 때문에 이러한 다상유동 환경에서의 유량 조절 등이 정확하게 이루어지지 못하는 경우가 있었다. 그러나 본 발명에서는 앞서 설명한 바와 같이 배관 내 유체의 밀도 변화에 따

라 유로 변경 제어가 가능하기 때문에, 이러한 다상유동 환경에서의 유량 제어에 사용하기에 매우 효과적이다. 특히 원자로 내 배관과 같이 배관 내 유체의 상변화가 반드시 이루어지는 환경에서, 이와 같이 밀도에 따른 유로 제어 및 밀도 측정을 할 수 있다는 장점은, 장치 운용에 있어서 다양한 설계를 할 수 있는 자유도를 크게 향상시켜 주는 효과 또한 얻을 수 있게 해 준다.

[0022]

더불어 본 발명의 장치는, 장치 구성이 동력을 필요로 하지 않는 기계적인 부품들로만 이루어져 있음으로써, 외부로부터 전기적 제어 신호를 받거나 모터 등과 같이 전기적 동력을 필요로 하는 부품이 필요한 장치들에 비하여 훨씬 내구성이 뛰어난 장점이 있다. 물론 이에 따라 본 발명의 장치는 고온 또는 고압 환경이 유지되거나, 외부와의 밀폐에 의하여 수리 또는 교체 등이 용이하지 않은 가혹 환경에 적용하기에도 매우 유리하다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0023]

도 1은 본 발명의 유량 제어 및 밀도 측정 기구의 한 실시예.

도 2는 곡면체 구조의 여러 실시예.

도 3은 저항체 구조의 여러 실시예.

도 4 및 도 5는 변환부 구조의 여러 실시예.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024]

이하, 상기한 바와 같은 구성을 가지는 본 발명에 의한 유량 제어 및 밀도 측정 기구를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.

[0025]

도 1은 본 발명의 유량 제어 및 밀도 측정 기구의 한 실시예를 도시하고 있다. 본 발명의 유량 제어 및 밀도 측정 기구(100)는 유체가 전방에서 후방으로 흐르는 배관(500) 상에 구비되어 유량을 제어하고 밀도를 측정하는 기구(100)로서, 도 1을 바탕으로 그 기본적인 구성을 살펴보면, 곡면체(110), 저항체(120), 변환부(130), 측정부(140)를 포함하여 이루어진다.

[0026]

상기 곡면체(110)는, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의하여 양력을 받도록 상기 배관(500) 내측을 향해 볼록한 곡면 형상으로 이루어지며, 전방에 압력구멍(115)이 형성된다. 배관(500) 내 흐르는 유체 흐름 중에 상기 곡면체(110)가 배치되었을 때, 상기 곡면체(110)에서 발생하는 양력은 잘 알려져 있는 바와 같이 베르누이 정리에 의해 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$L = C_1 \frac{\rho v^2}{2} \quad (\text{식 1})$$

[0027]

[0028]

식 1에서 L은 양력, C₁은 곡면체 양력계수, ρ는 배관 내 유체 밀도, v는 배관 내 유체 속도를 각각 나타내는데, 여기서 특히 곡면체 양력계수 C₁ 값은 상기 곡면체(110)의 형상에 의하여 산출됨으로써 미리 결정되는 상수값이다. 당연히 양력 L 값이 커지면 상기 곡면체(110)가 상승하고 양력 L 값이 작아지면 상기 곡면체(110)가 하강하는데, 상술한 바와 같이 곡면체 양력계수 C₁ 값이 상수값이므로 상기 곡면체(110)의 승강 정도는 배관 내 유체 밀도 ρ 값 및 배관 내 유체 속도 v 값에 의하여 결정된다는 것을 알 수 있다.

[0029]

상기 저항체(120)는, 도시된 바와 같이 상기 곡면체(110)의 전방에 구비된다. 이 때 상기 저항체(120)는 상기 곡면체(110)의 승강 정도에 따라 승강하도록 이루어져 상기 배관(500)의 개폐 정도를 조절하는 역할을 한다. 즉 상기 곡면체(110)의 승강에 따라 상기 저항체(120) 역시 승강하도록 이루어짐으로써, 결국 상기 저항체(120)가 상기 배관(500) 내 유체의 흐름을 막는 정도가 조절되게 되는 것이다.

[0030]

상기 변환부(130)는, 이처럼 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환해 주는 역할을 한다. 이에 따라 상기 변환부(130)는, 필수적으로 일단이 상기 곡면체(110)와 연결되는 곡면체연결부(131) 및 일단이 상기 저항체(120)와 연결되는 저항체연결부(132)를 포함하여 이루어지며, 상기 배관(500)의 형태나 상기 곡면체(110) / 상기 저항체(120)의 배치 방향, 배치 간격 등에 따라 다양하게 변경 실시될 수 있다.

어느 한 방향의 운동을 다른 방향의 운동으로 변환하는 기계적 구조는 매우 다양하게 개시되어 있으므로 적절한 구조를 적용할 수도 있겠으며, 이후에 상기 변환부(130)의 구체적인 실시예에 대하여 보다 상세히 설명한다.

[0031]

상기 측정부(140)는, 상기 배관(500) 내 구비된 유속센서(141)에 의하여 유속을 입력받고, 상기 변환부(130) 내 구비된 승강센서(142)에 의하여 상기 곡면체(110)의 승강량을 입력받아, 유속 값 및 승강량 값을 사용하여 상기 배관(500) 내 유체의 밀도를 산출한다. 상기 승강센서(142)는, 상기 곡면체(110)의 승강에 따른 길이 변화를 직접적으로 측정하는 길이 감지 센서 형태로 이루어질 수도 있고, 또는 상기 곡면체(110)의 승강에 따른 길이 변화에 의하여 발생하는 탄성력 변화, 압력 변화 등을 측정하여 길이를 산출하는 힘 감지 센서 형태로 이루어질 수도 있는 등, 상기 변환부(130) 내 기계적 구조에 따라 결정되는 센서 형태로서 적절하게 선택 적용될 수 있다.

[0032]

본 발명의 기구(100)에 의하여 유량을 제어함과 동시에 밀도를 측정하는 원리에 대하여 설명하면 다음과 같다. 먼저, 앞서 상기 기구(100) 구조 자체만으로 보았을 때, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에서 밀도 또는 속도의 변화가 발생하면 양력의 변화가 발생하며, 이는 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 유발한다. 보다 구체적으로는, 식 1을 참조하였을 때 밀도 또는 속도가 커지면 양력도 커지며, 따라서 상기 곡면체(110)는 양력이 커지는 만큼 상승하게 된다. 한편 상기 곡면체(110)의 승강 운동은 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환되는데, 이 때 구조적으로 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도가 조절되도록 이루어지기 때문에, 결과적으로 상기 배관(500) 내 유량의 제어가 실현될 수 있다. 구체적으로 예시를 들자면, 양력 상승 - 상기 곡면체(110) 상승 - 상기 저항체(120) 상승 식으로 설계할 경우, 배관 내 유체 흐름이 너무 빨라지거나 다상유동의 경우 액화 정도가 커져서 밀도가 커지면(양력 상승) 상기 곡면체(110) 및 상기 저항체(120)가 상승함으로써 상기 배관(500)을 적절히 닫아 주어 배관 내 유량을 저감시키는 제어를 할 수 있다. 이와 같은 제어 동작을 설계함에 있어서, 양력에 따른 상기 곡면체(110)의 승강 정도는 상기 곡면체(110) 형상을 적절히 설계함으로써 설계자가 원하는 대로 조절할 수 있고, 또한 상기 곡면체(110)의 승강 정도에 따른 상기 저항체(120)의 승강 정도의 비율 등과 같은 사항도 상기 변환부(130)의 세부 설계를 적절히 조절함으로써 원하는 대로 결정할 수 있다. 즉 결과적으로 별도의 제어 지시를 필요로 하지 않으면서도 설계자의 적절한 설계에 따라 배관 내 유체 흐름에 따른 유량 제어 동작을 원하는 대로 구현할 수 있게 되는 것이다.

[0033]

이처럼 유량 제어를 할 뿐만 아니라, 본 발명의 기구(100)는 밀도를 측정할 수도 있다. 앞서 식 1에서 보인 바와 같이, 양력 L 값은 배관 내 유체 밀도 ρ 값 및 배관 내 유체 속도 v 값에 비례하며, 또한 상기 곡면체(110)의 승강량에 비례한다. 이 때 배관 내 유체 속도 v 값은 상기 유속센서(141)로 측정이 가능하고, 상기 곡면체(110)의 승강량은 상기 승강센서(142)로 측정이 가능하다. 즉 상기 곡면체(110)의 승강량을 x라고 할 때, 식 1은 다음과 같이 정리할 수 있다. 하기의 식 2에서 k는 비례상수이다.

$$L = C_1 \frac{\rho v^2}{2} = kx$$

[0034]

(식 2)

[0035]

여기에서, 앞서 설명한 바와 같이 곡면체 양력계수 C_1 값은 상기 곡면체(110)의 형상에 따라 결정되어 알고 있는 상수값이고, 배관 내 유체 속도 v 값은 상기 유속센서(141)에 의해 측정되어 알고 있는 값이고, 곡면체 승강량 x 값은 상기 승강센서(142)로 측정되어 알고 있는 값이며, 비례상수 k 역시 설계 단계에서 상기 변환부(130)의 기계적 구조에 따라 미리 결정되어 알 수 있는 상수값인 바, 배관 내 유체 밀도 ρ 값은 하기의 식 3로 구할 수 있다. 즉, 본 발명의 기구(100)를 통해 배관 내를 흐르는 유체의 밀도를 용이하게 측정할 수 있게 된다.

$$\rho = \frac{2k}{C_1 v^2} x$$

[0036]

(식 3)

[0037]

(이 때, ρ : 배관 내 유체 밀도, C_1 : 곡면체 양력계수, v : 배관 내 유체 속도, x : 곡면체 승강량, k : 비례상수)

[0038]

특히 유동 내에 액체와 기체가 혼합되어 있는 다상유동의 경우 상태 모니터링이나 제어 등을 위하여 유동 내 기포율 값을 아는 것이 필요한데, 본 발명에 의하면 유체의 밀도를 측정함으로써 유동 내 기포율을 용이하게 산출할 수 있다. 간략히 설명하자면, 액체 상태의 유체의 경우 온도, 압력 등에 대한 밀도 변화가 상대적으로 작으며 따라서 기액 혼합된 이상(2-phase)유체의 밀도는 기체 상태의 유체 밀도에 따라 결정되게 되므로, 이상유체

의 밀도를 측정함으로써 유동 내 기포율을 산출할 수 있는 것이다.

- [0039] 이처럼 본 발명의 기구(100)는, 배관 내의 유체 흐름에 있어서 유속, 밀도 등의 변화에 따라 유량을 제어할 수 있음과 동시에 또한 유체의 밀도를 측정할 수 있음으로써, 특히 다상유동이 형성되는 배관, 예를 들어 원자로 내 배관 등과 같은 경우에 매우 유용하게 적용될 수 있다.
- [0040] 이하에서는 본 발명의 유량 제어 및 밀도 측정 기구 각부의 여러 구체적인 실시예들을 설명한다.
- [0041] 도 2는 곡면체 구조의 여러 실시예를 도시하고 있다.
- [0042] 도 2(A)의 실시예에서 상기 곡면체(110)는, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 전체가 승강하며, 하강 시 상기 배관(500) 일측에 함몰 형성되는 수용부(510)에 수용 배치되도록 형성된다. 즉 상기 곡면체(110)는 상기 곡면체연결부(131)만이 연결되어 있을 뿐 그 외에 어디에도 연결되어 있지 않은, 자유지지상태로 구성된다. 이와 같이 형성될 경우 상기 곡면체(110)는, 양력에 의한 수직 방향으로의 승강이 훨씬 자유롭게 이루어지며, 그러면서도 상기 곡면체연결부(131)에 의해 지지되기 때문에 유체 흐름에 쓸려가지 않을 수 있다. 다만 이 경우 타 부품과의 연결 및 자체의 지지가 단지 상기 곡면체연결부(131)와의 연결에 의해서만 이루어지기 때문에 내구성 측면에서 조금 약할 수 있다.
- [0043] 도 2(B)의 실시예에서 상기 곡면체(110)는, 상기 압력구멍(115)이 형성된 전방측 끝단부가 상기 배관(500) 벽면에 고정되며, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 의한 양력에 의하여 상기 곡면체(110) 자유단 측이 승강하도록 이루어진다. 이 경우에는 상기 곡면체(110)는 전방측 끝단부가 배관 내벽에 고정되고 또한 상기 곡면체연결부(131)와도 연결되어 있어, 연결 및 지지 부위가 두 군데로 도 2(A)의 실시예에 비해서 상대적으로 내구성이 좀 더 높아진다. 반면 이 경우 상기 곡면체(110) 전방측 끝단부가 배관 내벽에 고정됨으로써 그 위치가 고정되어 변화하지 않게 되고 자유단 측만이 승강하게 되기 때문에, 동일 크기의 곡면체를 사용할 경우 도 2(A)의 실시예에 비해 상대적으로 승강량 변화 범위가 적어져 정밀도가 다소 떨어질 수 있다.
- [0044] 즉 상기 곡면체(110)는, 보다 높은 정밀도가 필요한 경우 도 2(A)의 실시예 형태로, 보다 높은 내구도가 필요한 경우 도 2(B)의 실시예 형태로 제작될 수 있다. 물론 상기 실시예들로 상기 곡면체(110)의 구조가 한정되는 것은 아니며, 양력에 의해서 승강이 가능한 구조이지만 하다면 다른 어떤 형태로 이루어져도 무방하다.
- [0045] 도 3은 저항체 구조의 여러 실시예를 도시하고 있다.
- [0046] 도 3(A)의 실시예에서 상기 저항체(120)는, 가장 단순한 형태로서, 상기 배관(500) 내 유체 흐름에 대하여 수직 방향으로 배치되며, 상기 저항체(120) 전체 면적이 상기 배관(500) 내 전체 면적에 상응하는 크기로 형성되어, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도가 직접적으로 조절되도록 형성된다. 즉 상기 저항체(120)가 완전히 상승하면 상기 배관(500)이 완전히 폐쇄되고, 상기 저항체(120)가 완전히 하강하면 상기 배관(500)이 완전히 개방되는 것이다. 상기 저항체(120)가 중간 정도 상승하면 상기 배관(500)도 중간 정도만 개방됨으로써 유체 흐름 저항을 높여 유량을 줄여 주는 역할을 할 수 있다. 이 때 상승 정도에 따른 흐름 저항 변화는 배관 단면 형태 등에 따라 달라질 수 있으며, 이는 설계 단계에서 적절하게 설계함으로써 조절할 수 있다.
- [0047] 도 3(B)의 실시예는 더욱 복잡한 유량 제어를 수행할 수 있도록 하는 예시로서, 유로를 변경할 수 있게 된 실시예이다. 유로 변경을 위해 먼저, 상기 배관(500)에는 상기 기구(100) 전방에 우회 흐름을 위한 우회배관(550)이 연통되며, 상기 유량 제어 및 밀도 측정 기구(100)는, 상기 배관(500) 및 상기 우회배관(550)의 연결부에 구비되어 상기 배관(500)으로의 유량 및 상기 우회배관(550)으로의 유량을 조절하도록 회전 가능하게 형성되는 도어(125)를 더 포함하여 이루어진다. 이와 같은 구조에 있어서, 상기 저항체(120)는, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 도어(125)의 회전 정도가 조절되도록 형성되어, 상기 저항체(120)의 승강 정도에 따라 상기 배관(500)의 개폐 정도 및 상기 우회배관(550)으로의 유량 우회 정도가 조절되도록 이루어진다. 즉 도 3(B)에 도시되어 있는 바 그대로, 상기 저항체(120)가 상승할수록 우회배관(550) 쪽 개방도가 높아지고 상기 저항체(120)가 하강할수록 원래의 배관(500) 쪽 개방도가 높아지도록 이루어짐으로써, 상기 저항체(120)의 승강에 의하여 우회배관(550)으로 우회되어 흘러가는 유량을 조절할 수 있게 된다.

- [0048] 물론 상기 실시예들로 상기 저항체(120)의 구조가 한정되는 것은 아니며, 상기 저항체(120)의 승강에 의해 상기 배관(500)의 개폐 정도 즉 상기 배관(500)을 통과해 흐르는 유량을 조절할 수 있는 구조이지만 하다면 다른 어떤 형태로 이루어져도 무방하다.
- [0049] 도 4 및 도 5는 변환부 구조의 여러 실시예를 도시하고 있다.
- [0050] 앞서 설명한 바와 같이, 상기 변환부(130)는 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환해 주기만 하면 된다. 이 때 상기 곡면체(110) 또는 상기 저항체(120)가 승강 방향 이외의 방향으로 운동하게 될 경우 불필요하거나 원치 않는 동작 또는 응력 등이 발생할 수 있으므로, 상기 변환부(130)는, 상기 곡면체(110)의 승강 방향에 나란하도록 상기 곡면체연결부(131)의 운동을 안내하는 곡면체측안내부(131a), 상기 저항체(120)의 승강 방향에 나란하도록 상기 저항체연결부(132)의 운동을 안내하는 저항체측안내부(132a)를 포함하여 이루어진다. 또한 상기 곡면체(110)의 승강 운동을 상기 저항체(120)의 승강 운동으로 변환하기 위해서, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 저항체연결부(132)의 타단을 연결하는 연결부(133)를 당연히 포함한다.
- [0051] 도 4의 실시예는, 도 1에 보인 대표 실시예에서와 같이 배관이 수직으로 벤딩되어 있는 형태에 적용되는 변환부 구조의 실시예이다. 보다 구체적으로 설명하자면, 도 4의 실시예에서는 기본적으로, 임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직한 방향을 제2방향이라 할 때, 상기 배관(500)은 전방에서는 제1방향으로 연장되며, 중간에 벤딩되어 후방에서는 제2방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제1방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어진다.
- [0052] 이와 같은 동작이 이루어지기 위하여 상기 변환부(130)는, 상술한 안내부들(131a)(132a) 및 연결부(133)와 더불어, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 곡면체측힌지부(131b), 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 연결되는 부분에 구비되는 저항체측힌지부(132b), 일단이 상기 곡면체연결부(131)의 타단과 연결되고 타단이 고정단에 연결되며, 상기 곡면체(110)의 승강 운동 방향과 나란하게 제1방향으로 인장 또는 수축하는 탄성부(134)를 더 포함하여 이루어진다.
- [0053] 이와 같이 이루어질 경우, 예를 들어 상기 곡면체(110)가 상승하면, 상기 탄성부(134)가 인장됨과 동시에 각 힌지부들(131b)(132b)에 의하여 상기 저항체(120)가 밀려 올라가는 동작을 하게 되어 결과적으로 상기 저항체(120)의 상승이 이루어진다. 이 때 상기 탄성부(134)가 인장됨으로써 복원력이 작동하여, 상기 곡면체(110)의 상승을 유발한 양력이 (유량의 저감으로 인해) 줄어들게 되면 상기 곡면체(110)의 원래 위치 복귀, 즉 하강하는 것을 보다 원활하게 이루어지게 할 수 있다.
- [0054] 뿐만 아니라, 상기 탄성부(134)의 길이 변화에 의해 발생하는 복원력은 탄성계수 x 길이 변화량으로 계산되는 바, 상기 탄성부(134)에서 발생하는 복원력을 측정함으로써(이를 위해서 압력센서 등이 추가적으로 더 구비될 수 있다) 상기 곡면체(110)의 승강량을 산출할 수도 있다. 즉 이 경우에는 상기 탄성부(134)가 상기 승강센서(142)의 역할을 하게 되는 셈이다.
- [0055] 도 5의 실시예는 도 4의 실시예에 비하여 보다 더 단순한 형태, 즉 배관이 단일 방향으로만 연장되는 경우이다. 이 경우에는 상기 변환부(130)는 훨씬 간략한 구조로 이루어질 수 있다. 보다 구체적으로 설명하자면, 도 5의 실시예에서는 기본적으로, 임의의 방향을 제1방향, 제1방향과 수직한 방향을 제2방향이라 할 때, 상기 배관(500)은 제1방향으로 연장되는 형태로 형성되며, 상기 곡면체(110)는 상기 배관(500)의 후방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하고, 상기 저항체(120)는 상기 배관(500)의 전방에 배치되어 제2방향을 따라 승강하도록 이루어진다.
- [0056] 이와 같은 동작이 이루어지기 위하여 상기 변환부(130)는, 상술한 안내부들(131a)(132a) 및 연결부(133)만으로 이루어져도 무방하다. 즉 상기 연결부(133)는 제1방향으로 연장되며, 상기 곡면체연결부(131)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되고, 상기 저항체연결부(132)의 타단 및 상기 연결부(133)가 고정적으로 연결되어 이루어지지만 해도, 상기 곡면체(110)가 상승 시 상기 저항체(120)가 상승하고 상기 곡면체(110)가 하강 시 상기 저항체(120)가 하강하는 단순 동작이 이루어질 수 있는 것이다.
- [0057] 물론 이 때에도 도 4의 실시예에서와 마찬가지로, 도 5의 실시예에서도 일단이 상기 곡면체연결부(131)의 타단

과 연결되고 타단이 고정단에 연결되며, 상기 곡면체(110)의 승강 운동 방향과 나란하게(이 경우에는 제2방향이 된다) 인장 또는 수축하는 탄성부(134)를 더 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라 역시 도 4의 실시예에서와 마찬가지로 상기 탄성부(134)에서의 복원력의 작동에 의해 원래 위치로의 복귀를 원활하게 함과 동시에 복원력 측정을 통한 승강량 측정이 이루어질 수 있게 된다.

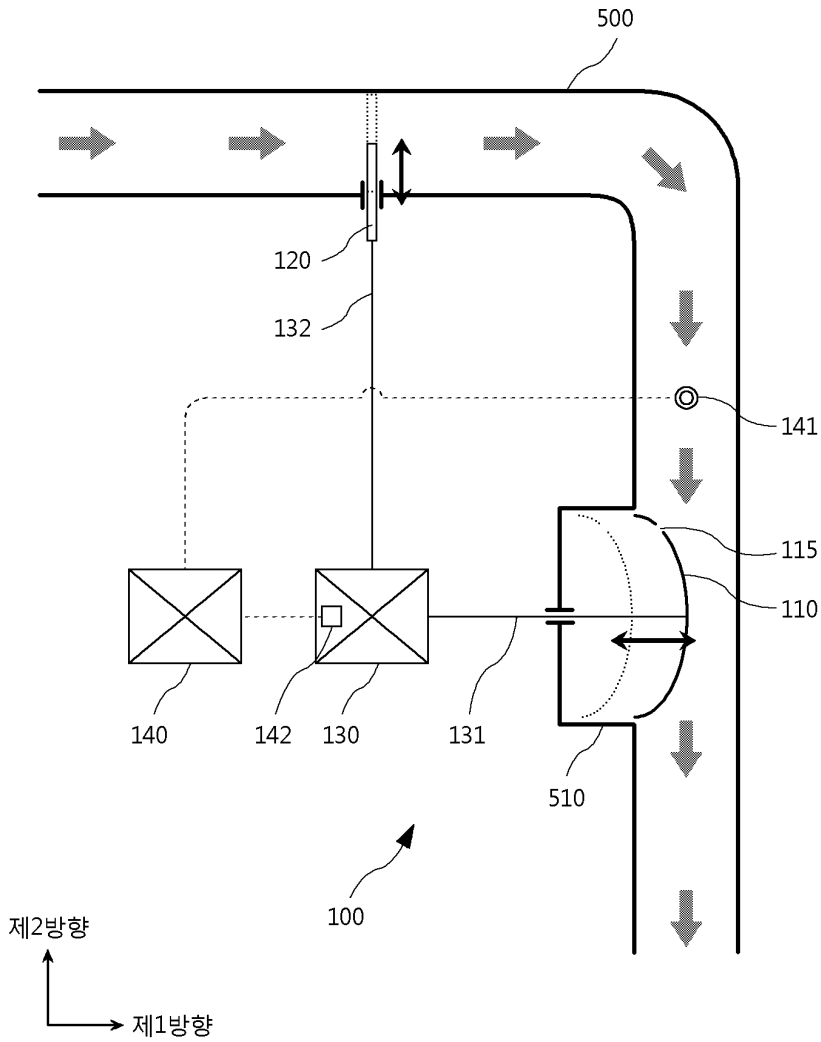
[0058] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

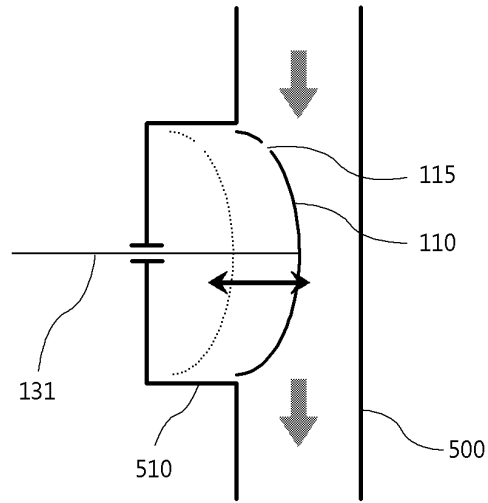
- [0059]
- 100: (본 발명의) 유량 제어 및 밀도 측정 기구
 - 110: 곡면체
 - 115: 압력구멍
 - 120: 저항체
 - 125: 도어
 - 125a: 도어힌지
 - 130: 변환부
 - 131: 곡면체연결부
 - 131a: 곡면체측안내부
 - 131b: 곡면체측힌지부
 - 132: 저항체연결부
 - 132a: 저항체측안내부
 - 132b: 저항체측힌지부
 - 133: 연결부
 - 134: 탄성부
 - 140: 측정부
 - 141: 유속센서
 - 142: 승강센서
 - 500: 배관
 - 510: 수용부
 - 550: 우회배관

도면

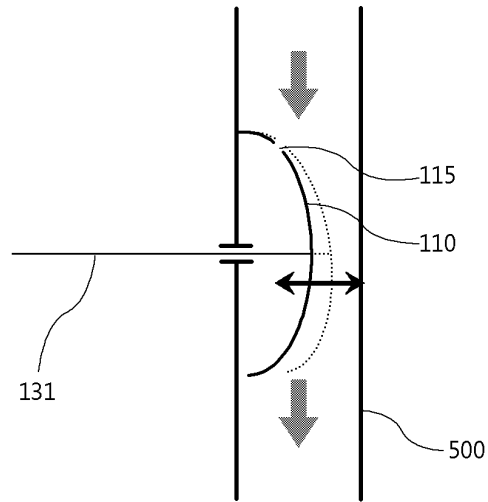
도면1



도면2

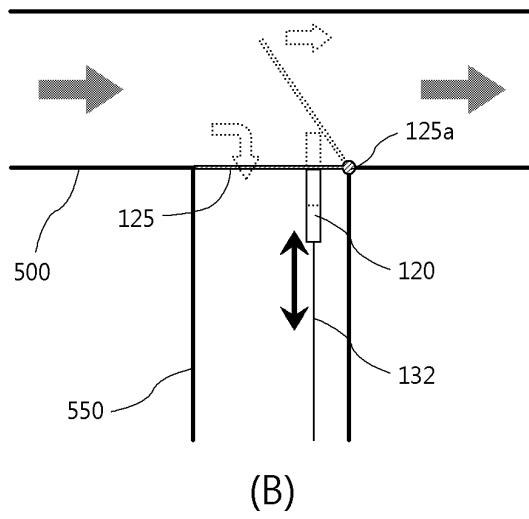
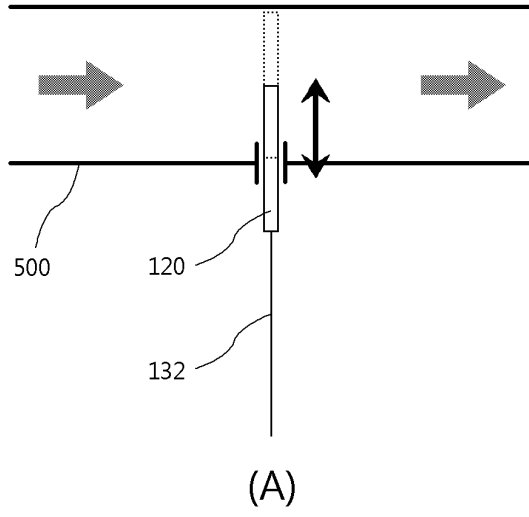


(A)

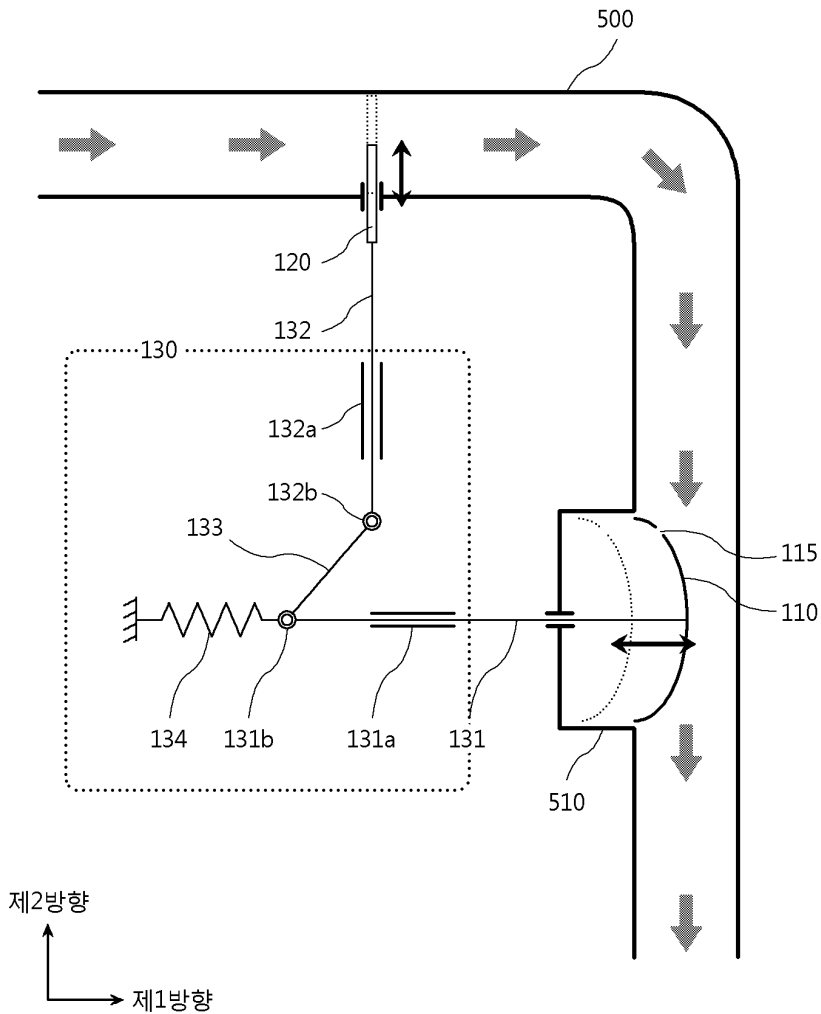


(B)

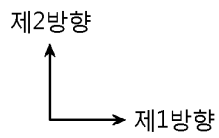
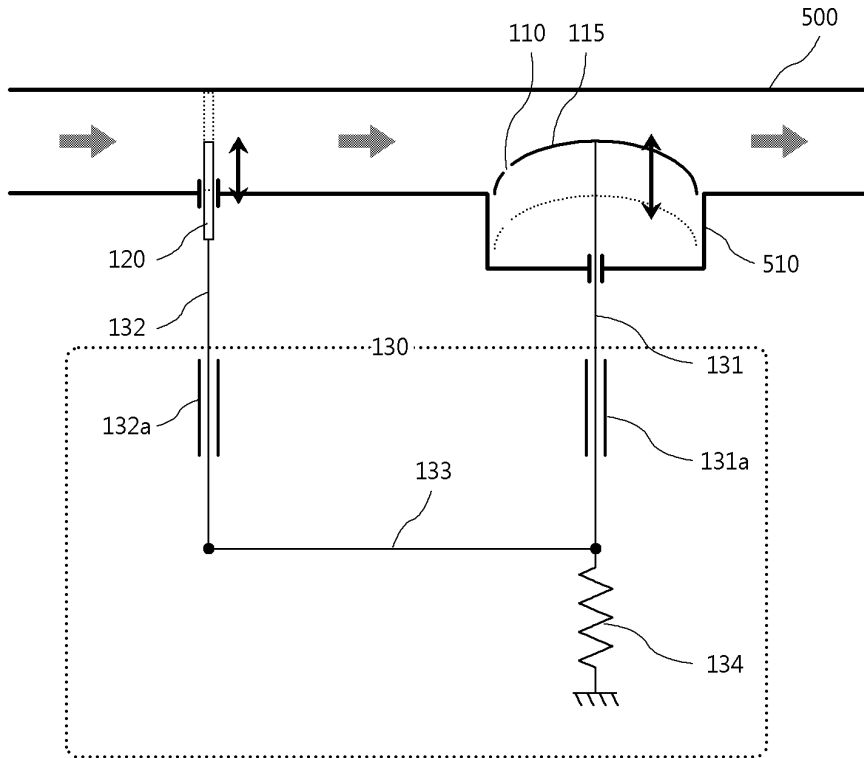
도면3



도면4



도면5



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 제5항

【변경진】

상기 저항체(120)

【변경후】

상기 저항체(120)