



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0134161
G01F 1/68 (2006.01) (43) 공개일자 2006년12월27일

(21) 출원번호	10-2006-7021474	(87) 국제공개번호	WO 2005/089432
(22) 출원일자	2006년10월17일	(43) 공개일자	2006년12월27일
심사청구일자	없음		
번역문 제출일자	2006년10월17일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2005/008909	(87) 국제공개번호	WO 2005/089432
국제출원일자	2005년03월17일	국제공개일자	2005년09월29일

(30) 우선권주장 10/803,149 2004년03월17일 미국(US)

(71) 출원인 맥밀란 컴퍼니
미국, 텍사스 78628, 조지타운, 피.오. 박스 1340

(72) 발명자 맥밀란, 로버트 엠.
미국, 텍사스 78625, 조지타운, 7075 알알 2338
라우, 플렌드
미국, 텍사스 78628, 조지타운, 7075 알알 2338

(74) 대리인 강명구

전체 청구항 수 : 총 22 항

(54) 저속 유체의 유속을 정확하게 측정하고 제어하는 방법 및시스템

(57) 요약

낮은 유속을 가지는 유체의 흐름이 흐름 감지 장치에서 측정되며, 유체 흐름 통로에 측정장치를 넣지 않고도 제어된다. 흐름 감지 장치가 하우징 내에 포함되어, 측정치들에 대한 액체 및 분위기 온도 변화의 영향을 감소시킨다. 유체가 흐름 감지 장치 내의 튜브를 통해 흘러감에 따라, 튜브가 가열되어 열을 유체에 제공한다. 온도를 감지하도록, 열 감지기들이 유체가 흐르는 방향으로 튜브를 따라 서로 떨어진 위치에 부착된다. 튜브에 인가되는 열의 양은 열 감지기들 사이에 발생하는 온도 차를 유지하도록 제어된다. 인가된 열의 양이 측정되어 정확하고 비례하게 유체 유속을 표시한다.

대표도

도 4

특허청구의 범위

청구항 1.

흐름 감지 장치로서, 상기 장치는:

- 유체를 포함하고 운송하기 위한 벽들을 가지는 도관과;
- 상기 도관 벽들 상에 서로 떨어진 위치에 장착되며, 상기 떨어진 위치들에서의 상기 유체 및 상기 도관의 온도를 측정하는 둘 이상의 검출기들과;
- 상기 도관 상의 서로 다른 위치들에 장착되며, 전류가 상기 도관 벽들 내로 흐르게 하여 상기 도관 내 유체를 가열하고, 상기 떨어진 위치들 사이에서 발생하는 온도 차를 유지하는 둘 이상의 전력 인가 장치들을 포함하는 상기 흐름 감지 장치와;

내부에 상기 흐름 감지 장치들을 포함하는 하우징 몸체와;

상기 전력 인가 장치에 공급되는 상기 전력 레벨을 측정값들을 획득하여 상기 떨어진 위치들 사이에 발생하는 상기 온도 차를 유지하도록 하는 제어 미케니즘과; 그리고

제어 미케니즘에 응답하여, 상기 제어 미케니즘에 의해 얻어진 측정값들에 따라 유체 유속을 측정하는 표시 미케니즘을 포함하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 하우징 몸체가 도전 물질로 형성되는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 3.

제 2 항에 있어서,

상기 하우징 몸체가 금속으로 형성되는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 하우징 몸체의 금속이 알루미늄을 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 열 검출기가 상기 전력 인가 장치로부터 유체 흐름 방향으로 업스트림 위치에 있는 상기 도관 상에 장착되는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 전력 인가 장치들이 서로 떨어진 위치의 상기 도관 상에 장착된 상기 제 1 및 제 2 열 인가 장치들을 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 열 인가 장치들의 위치 사이의 도관에 장착된 제 2 열 검출기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 2 열 검출기가 상기 제 1 및 제 2 열 인가 장치들의 상기 위치들 사이의 중앙에 위치한 도관 상에 장착되는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 8.

제 1 항에 있어서,

상기 도관 벽들이 상기 열 인가 장치들이 장착된 위치들 사이에서 단면이 납작한 타원 형태를 가지는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 9.

제 1 항에 있어서,

상기 하우징 몸체 내에 상기 도관 길이의 일부를 따라 상기 도관을 감싸는 열 전환 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 도관과 상기 열 전환 장치 사이에, 상기 하우징 몸체 내에 장착된 절연 슬리브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 11.

제 1 항에 있어서,

상기 제어 메커니즘에 상기 열 검출기를 연결하는 전기 전도체들과; 그리고

상기 전기 전도체들을 장착하기 위한, 상기 하우징 몸체 상에 단자 블럭

을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 12.

제 1 항에 있어서,

상기 열 검출기들이 열전대들을 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 열 검출 열전대들에 의해 감지되는 온도 차 측정 기구를 형성하는 증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 14.

제 1 항에 있어서,

발생한 온도 차로부터 상기 열 감지기들에 의해 측정된 상기 온도 차 변화를 나타내는 신호를 발생하는 비교기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 15.

제 1 항에 있어서,

상기 제어 미케니즘이 상기 온도 차 변화를 표시하는 어댑티브 응답 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 16.

제 15 항에 있어서,

상기 전력 인가 장치들로 전류 펄스를 인가하는 구동 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

상기 온도 차의 변화에 따라 상기 구동 회로에 제어 신호를 발생하는 상기 어댑티브 응답 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

청구항 18.

측정된 유속을 가지는 유체 흐름을 제어하는 시스템에 있어서, 상기 유체 흐름 제어 시스템은:

흐름 감지 장치로서, 상기 장치는:

- 상기 유체를 포함하고 수송하기 위한 벽들을 포함하는 도관과;

- 상기 도관 벽들 상에 서로 떨어진 위치에 장착되며, 상기 떨어진 위치들에서 있는 상기 유체 및 상기 도관의 온도를 측정하는 둘 이상의 열 검출기들과;

- 상기 도관 벽들 내에 전류를 흐르게 하여 상기 유체를 가열하도록 하고, 발생한 온도 차를 유지하는, 상기 도관 상에 장착된 둘 이상의 전력 인가 장치들을 포함하는 상기 흐름 감지 장치와;

내부에 흐름 감지 장치를 포함하는 하우징 몸체와;

상기 떨어진 위치들 사이에 상기 발생한 온도 차에 대한 상기 열 가열 장치들에 공급되는 에너지 양의 측정값을 획득하기 위한 제어 미케니즘과;

상기 제어 미케니즘에 응답하여, 상기 제어 미케니즘에 의해 획득된 상기 측정값들에 따라 상기 유체의 유속을 측정하는 표시 미케니즘과; 그리고

상기 도관 내 유체의 흐름을 제어하도록 상기 유체 흐름 측정에 응답하는 흐름 조절 밸브를 포함하는 유체 흐름 제어 시스템.

청구항 19.

도관 상에 서로 떨어진 위치에 장착되며, 상기 떨어진 위치에 있는 유체 및 상기 도관의 온도를 측정하는 둘 이상의 열 감지들과;

상기 열 감지기들에 의해 감지된 온도 차 측정 장치를 형성하는 증폭기와;

발생한 온도 차로부터 상기 열 검출기들에 의해 측정된 상기 온도 차의 변화를 나타내는 신호를 발생하는 비교기와;

상기 도관 상의 서로 다른 위치들에 장착되며, 상기 도관 벽들 내에 전류를 흘려 상기 도관 내 상기 유체를 가열하고, 상기 떨어진 위치들 사이에 발생한 온도 차를 유지하는 둘 이상의 전력 인가 장치들과;

상기 전력 인가 장치들에 공급되는 전력 레벨의 측정값을 획득하여 상기 떨어진 위치들 사이에 발생한 상기 온도 차를 유지하는 제어 미케니즘과; 그리고

상기 제어 미케니즘에 응답하여, 상기 제어 미케니즘에 의해 획득된 상기 측정값들에 따라 상기 유체의 유속을 측정하는 표시 미케니즘

을 포함하는 것을 특징으로 하는 도관 내 유체의 유속 측정 시스템.

청구항 20.

제 19 항에 있어서,

상기 제어 미케니즘은 상기 온도 차의 변화 표시 장치를 형성하는 어댑티브 응답 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 도관 내 유체의 유속 측정 시스템.

청구항 21.

제 19 항에 있어서,

상기 전력 인가 장치들에 전류 펄스를 인가하는 구동 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 도관 내 유체의 유속 측정 시스템.

청구항 22.

제 21 항에 있어서,

상기 온도 차의 변화에 따라 상기 구동 회로에 제어 신호를 발생하는 상기 어댑티브 응답 회로를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 유체 흐름 측정 시스템.

명세서

기술분야

본 발명은 일반적으로 방사선 치료에 관한 것으로, 더 구체적으로는 종양에 대한 컨포말한 방사선 치료에 관한 것이다. 또한, 방사선 치료 계획 시스템, 방법 및 컨포말한 방사선 치료를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

일반적인 흐름 센서를 사용하는 경우에, 도관 내의 유체 흐름 또는 유속(특히 매우 느린 유체 유속)을 측정하는 데는 어려움이 있어왔다. 매우 느린 유체 흐름에서는, 많은 흐름 센서들이 적절히 동작하지 않는다. 예를 들어, 터빈 휠 흐름 센서들과 같은 속도 유량계들은, 흐름 에너지가 휠(wheel)을 돌리기에 충분하지 않으면 동작을 멈춘다. 차동 압력 센서들은 때때로 저속 흐름에서 도장할 수 있는데, 유체 속에 떠다니는 입자들이 존재하는 경우에, 느린 유체 흐름에 필요한 흐름 오리피스(orifice)가 장애를 일으킨다. 또한, 오리피스에서 급격한 압력 강하가 일어날 수 있다.

대부분의 열적 흐름 센서들은 저항 브리지 회로나 전체 온도 변화 영역의 일부로서 온도 감지 미케니즘을 포함한다. 전체 온도 변화 영역에서는 흐름 변화가 센서의 두 반쪽들에 크기가 같고 방향이 반대인 영향력을 미친다. 이는 센서의 범위 효과 미치는 데 한계가 있으며, 분위기 온도 변화가 정확성에 불리한 영향을 미칠 수 있다.

특화된 흐름 감지 기술이 특정한 경우에 적용되어왔다. 예를 들어, 미국 특허 제5,035,138호에서는 특별한 합금으로 형성된 저항성 물질이 가스가 흐르는 튜브나 도관으로 사용된다. 이러한 특별한 합금은 높은 전기 저항성 및 고온 저항 계수 때문에 선택되었다. 전압 차가 저항성 합금 도관의 지정된 위치에 인가된다. 전압 차가 인가됨에 따라 도관의 저항성 물질이 그 내부를 흐르는 유체를 가열하는 데 이용된다. 저항성 합금 물질 튜브는 유체를 가열할 뿐 아니라 유체 상태 표시기 역할을 한다. 튜브 벽의 비어있는 부분들은 튜브를 통해 변화하는 유속으로서 전압 차를 발생하는 온도 감지 저항들의 역할을 한다. 이러한 특허에서는, 온도 변화 함수로서 큰 저항값 변화를 가지는 특별한 저항성 합금을 이용하여 흐름 센서의 유체 튜브나 도관을 형성하여야 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 유체를 수송하는 도관 내 유체의 흐름을 측정하는 새롭고 향상된 시스템을 제공한다. 상기 시스템은 하우징에 포함된 흐름 감지 장치를 포함한다. 상기 하우징은 상기 흐름 감지 측정시 원치 않는 온도 상의 영향을 감소시킨다. 상기 흐름 감지 장치는 상기 흐름 감지 장치 내의 도관 상에 상기 도관 상에서 서로 떨어진 위치들에 장착된 둘 이상의 열 검출기들 세트를 포함한다. 상기 열 검출기들이 상기 떨어진 위치들에서 상기 유체 및 도관의 상기 온도를 측정한다. 한 세트의 둘 이상의 전력 인가 장치들이 상기 도관을 따라 서로 다른 위치에 있는 도관 상에 장착된다. 상기 전력 인가 장치들이 전류 펄스 형태의 전력을 상기 도관에 인가하여 상기 도관 및 상기 도관 내 상기 유체를 가열한다. 이 경우에, 상기 서로 다른 위치들 사이에 온도 차가 발생하도록 한다. 제어 미케니즘이 상기 전력 인가 장치들로 공급되는 전력 레벨을 측정하여 상기 발생한 온도 차를 유지하도록 한다. 따라서, 상기 제어 미케니즘에 의해 측정된 에너지에 따라 상기 유속을 표시한다.

본 발명이 측정 유속을 가지는 유체의 흐름을 제하도록 한다. 상기 유체 흐름의 측정에 응답하는 흐름 조절 밸브가 상기 유체의 유속을 상기 측정 유체 유속에 따라 원하는 유속으로 제어하도록 제공된다.

본 발명은 상기 도관 내 유체 흐름 통로에 배치된 감지 장치들을 필요로 하지 않는다. 따라서, 상기 도관을 곧바로 통과하는 흐름을 형성할 수 있다. 본 발명은 유속 측정을 위해 작은 온도차만을 필요로 하므로 온도에 민감한 유체들의 상태를 저하하지 않는다.

본 발명은 또한, 상대적으로 낮은 압력 강하를 일으키며 유속을 측정한다. 본 발명에 따라 내부 흐름이 측정되는 도관이 스테인리스 스틸과 같은 전기 도전 물질로 형성되며, 상기 도관의 내부가 적합한 부식 방지 합성 레진 필름으로 피복될 수 있다.

실시예

도면에서, 하우스 몸체(B)에 포함된 도관(C)을 통과하는 화살표(A)에 의해 지시되는 방향으로 유체의 흐름을 측정하기 위한 본 발명에 따른 시스템이 문자(S)로 표시된다. 유체는 가스이거나 액체이며, 구체적으로 본 발명은 도관(C) 내의 저속 유체를 측정한다. 이하에서 설명할 바와 같이, 본 발명의 시스템(S)은 가스나 액체와 같은 유체들의 분당 수 밀리미터의 유속을 감지할 수 있다.

도관(C)은 본 발명에 따라 측정되는 유체의 흐름을 입력받기 위한 입구 부분(10)을 포함한다. 스테인리스 스틸(304 또는 316)과 같이 전류에 대해 낮은 저항을 가지는 일반적인 스테인리스 스틸로 도관(C)이 형성된다. 이러한 물질은 작은 열적 저항 계수를 가지며, 온도 변화에 대해 도관(C)의 저항 변화를 최소화한다. 실린더형 튜브 벽(10a)에 의해 둘러싸인 내부 통로(11) 내의 흐르는 유체에 대한 단면에서, 입구 부분(10)이 실린더형이다. 본 발명에 따른 일 실시예에서, 입구 부분(10)이 0.050"의 외부 지름과 0.02"의 내부 지름을 가진다. 본 발명에 따라 유속을 측정하기 위한 유체가 부식성 유체인 경우에, 도관(10)의 내벽(10a)이 적합한 부식 방지 물질로 피복 하거나 막을 입힌다. 부식 방지 물질은 불소화 탄화수소이나 다른 부식 방지 합성 레진 필름 코팅 등이다.

제 1 열 검출기나 열전대(12) 또는 감지된 온도를 전기적으로 식별하도록 할 수 있는 다른 종류의 적합한 열 감지 장치가 입구 부분(10)에 적합한 방법으로 부착될 수 있다. 열전대(12)가 튜브 입구 부분(10) 및 시스템(S)에서 측정될 입력 유체의 분위기 온도 또는 기준 온도를 감지한다. 입구 부분(10)의 변형 영역(16)으로부터 유체 흐름의 다운스트림 방향으로, 열 전달 부분(14)이 도관(C) 내에 형성된다. 변형 영역(16)에서, 도관(C)이 실린더형이나 튜브형 단면에서 (이하 상술할) 열 전달에 더 적합한 형태로 변경된다.

모넬(Monel) 솔더 탭 모양의 전원 인가 전기 콘택트(18)나 다른 적합한 커넥터가 클램핑이나 레이저 용접 또는 유사한 기술에 의해 도관(C)의 열 전달 부분(14) 상에 형성된다. 콘택트(18)가 열 전달 부분(14)과 기계적 및 전기적으로 연결된다. 이는 전기 전도체(20)를 통해 시스템(S)의 제어 회로(E, 도 1 및 3)로 연결하기 위한 것이다. 바람직한 실시예에서, 전도체(28)는 동편조 전도체이다. 물론 다른 적합한 전기 전도체들이 사용될 수 있음은 자명하다. 본 발명에 관하여, 기준 온도 감지 열전대(12)가 열 전달 부분(14)의 외부에, 업스트림 방향으로 위치한다.

도관(C)의 열 전달 부분(14)은 변형 영역(16)에서 실린더형 출구 부분(24)과 통하는 제 2 변형 영역(22)으로 확장한다. 도관(C)이 제 2 변형 영역(22)의 실린더 단면으로 복귀된다. 전기 콘택트(18)와 동일하거나 유사한 형태의 전력 인가 전기 콘택트(26)가 도관(C) 상에, 변형 영역(22)과 출구 부분(24)에 인접한 콘택트(18)와 유사하게 형성된다. 전기 콘택트(26)가 전도체(20)와 동일하거나 유사한 형태의 전도체(28)에 의해 전기 회로(E)에 연결된다. 제 2 열 검출기 또는 열전대(30) 또는 열전대(12)와 동일하거나 동종의 다른 적합한 열 감지 장치가 도관(C) 상에 장착된다.

바람직한 실시예에서, 제 2 열 검출 열전대(30)가 장치들(18, 30)의 위치 사이에 도관(C) 상에 장착된다. 본 발명에서, 바람직한 위치는 장치들(18, 30) 사이의 중간 부분이나 열 전달 부분(14)의 중앙 위치이다. 제 2 열 검출기(30)가 열전대(12)로부터 열 전달 부분(14)을 따라 적절한 거리를 두고 위치하여, 존재하는 온도 차를 측정할 수 있도록 하는 위치에 도관(C) 및 그 내부 유체의 온도를 감지한다. 제 2 온도 센서 열전대(30)가 열 전달 부분(14)의 온도 상승을 감지한다. 따라서, 고정되거나 지정된 온도 상승에 대하여 차 응답(differential response)은 시스템(S)으로 들어가는 유체의 분위기 온도 변화에 민감하지 않다. 이는 상술한 도관(C)의 스테인리스 스틸 물질에 접하여, 센서의 출력이 유체의 분위기 온도 변화에 덜 민감하게 반응하도록 한다. 이는, 열 전달 속도가 유체의 유속과 함께 변화함에 따라 감지 구성요소의 저항 변화에 의존하는 흐름 센서들과 대조된다.

이하 후술하는 바와 같이, 전류가 전기 커넥터들(20, 26) 사이의 도관(C)의 벽 내부의 열 전달 부분(14)을 통해 흘러, 도관(C) 상의 열전대들(12, 30)이 이격되어 있는 위치 사이에서 특정 온도 차를 유지하도록 한다.

누르는 방법이나 다른 적합한 미케니즘을 이용하여, 열 전달 부분(14)이 평형하게 형성될 수 있다. 즉, 변형 영역(16)에서 변형 영역(22)에 이르는 정도의 길이에 걸쳐, 열 전달 부분이 평평하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 열 전달 부분(14)이 1인치보다 짧은 (바람직하게는, 약 0.40인치) 길이에 걸쳐, 실린더 또는 튜브 형의 입구 및 출구 부분들(10, 24)로부터 평평하게 형성된다. 결과적으로, 도시된 납작한 벽들(32, 34) 바와 같이, 열 전달 부분의 단면이 좌우 길이를 가지는 납작한 타원이 된다. 상부 및 하부 벽들(32, 34)이 끝 부분에서, 활 모양의 측벽들(35, 도 3)에 의해 0.046"의 폭과 0.020" 높이를 가지는 납작한 내부 통로(36) 주위로 연결된다. 필요한 경우에, 열 전달 부분이 납작한 타원 모양이 되도록 완전히 평평하게 형성될 필요는 없으며, 필요한 열 전달 양에 따라 좀 더 둥근 타원 모양일 수 있다.

열 전달 부분(14)의 모양이 도관(C) 벽들의 열 함유 물질과 유체 통로(36) 사이의 열 접촉을 향상시키며, 유체가 열 전달 부분(14)을 통해 흐름에 따라 도관(C) 내의 유체가 열적으로 균일하도록 한다. 기술한 바와 같이, 측정되는 유체의 최대 유속에 이르는 유체 유속 범위에 걸쳐 현저한 압력 강하 없이 원하는 열 전달을 하도록, 열 전달 부분(14)의 납작한 단면 형상이 적절한 각도의 타원 또는 계란형일 수 있다.

흐름 감지 시스템(S)은 하우징 바디(B)의 도전 금속(가령, 알루미늄) 하우징 블럭(40, 도 11)으로 전체가 둘러싸인다. 도관(11)은 블럭(40)의 일 측에 입구를 가지며 블럭(40)의 반대 측(40b)에 출구를 가지는 튜브를 곧게 통과한다. 도관(11)은 블럭(40) 내에 완전히 포함되며 그 경계 밖으로 확장하지 않는다. 상기한 바와 같이, 도관(11) 또는 튜브는 외부에 부착된 히터들을 가지지 않는다. 오히려, 도관(C)에 기계적/전기적으로 부착된 전기 커넥터들(18, 26)을 부착하여 가열한다. 도관(C)의 양쪽 끝 부분은 고리들(42a, 42b)에 의해 지탱된다. 고리들(42a, 42b)이 절연 합성 레진이나 PTFE, 또는 흑연 물질이나 성능이 좋은 절연 물질들 모두로 구성된다.

도관(11)이 커넥터들(18, 26) 사이의 전기 에너지 펄스를 필요로 한다. 그러나 도관(11)이 절연 고리들(42a, 42b)에 의해 블럭으로부터 절연된다. 또한, 도관(11)이 알루미늄 블럭(40)의 몸체 내에 완전히 포함된다. 따라서, 하우징 블럭(40) 외부에는 어떤 전기적 도전 현상도 발생하지 않는다.

나아가, 도관(11) 내의 유체 물질을 통해 외부 환경으로 전류가 전달되지 않아야 한다. 유체 물질이 DI나 탈 이온수와 같은 액체인 경우에, 물의 전기 저항이 매우 높으며 그리고 물을 통해 존재하는 전기 통로는 없다. 유체 물질이 산(acid)과 같이 더 도전이 잘 되는 액체인 경우에, 도관(11)은, 상술한 바와 같이, 도관 내벽에 부착된 부식 방지 및 절연 물질을 포함할 수 있다. 부식 방지 및 절연 물질은 PTFE나 유사한 합성 레지 피복 등이다. 이러한 유형의 합성 레진 피복은 부식 저항체와 마찬가지로 전기적 절연성을 가진다. 외부 연결을 만들기 위한 합성 레진의 사용으로 누설 전류가 최소화될 수 있다.

추가로, 유체가 도관(11)의 입구 포트(11a)와 출구 포트(11b)에 위치한 스테인리스 스틸 피팅(fitting, 41a 및 41b)에 접하여 흐름에 따라, 도관(11) 내 액체로 유기될 수 있는 작은 전류가 접지된다. 피팅(41a, 41b)이 블럭(40)에 전기적/기계적으로 연결된다.

실린더형 열 전환 장치(43)가 열 검출 열전대(12) 앞의 도관(11)의 입구 부분(11i) 가까이에 배치된다. 열 전환 장치(43)가 알루미늄이나 이와 유사한 물질과 같은 적합한 물질로 형성된다. 열 전환 장치(43)는, 얇은 절연 벽 부분(44)이나 PTFE 또는 다른 적합한 합성 레진으로 이루어진 피복에 의해, 도관과 전기적으로 절연된다. 피복(44)이 도관(11)의 외부 표면과 실린더형 열 전환 장치(43)의 내부 표면 사이에 존재한다. 열 전환 장치(43)와 피복(44) 사이의 모든 빈 공간들은, 필요하다면, 수용부(sink compound)로 채워질 수 있다. 이는 열 전환 장치(43)와 도관이 밀접하게 열적으로 연결되도록 한다.

주변이나 하우징 블럭(40)과 다른 온도를 가지는 흐름 센서의 입구 포트(11a)로 들어가는 유체에 대하여, 열 전환 장치(43)는 유체가 온도 센서(12)에 도달하는 시간까지, 유체의 온도를 블럭(40)의 온도와 동일하도록 만든다. 삽입된 열 전환 장치(43)가 알루미늄 블럭(40)과 열적으로 밀접하게 연결된다.

온도 센서들(12, 30)이 커넥터 단자 블럭(45)과 전기적으로 연결된다. 라인들(50, 52)에 발생하는 ΔT 신호는 온도 감지 센서들(12, 30)에 의해 발생한 강하 전압으로부터 비롯된 전압이다. 단자 블럭(45)이 알루미늄 블럭(40) 내에 움푹 들어간 위치에 장착된다. 단자 블럭 연결부들(45a, 45b)을 거쳐 존재하거나 발생할 수 있는 온도 변화가 열 전지 구리권선 접합을 새로운 열전대 접합부들의 역할을 하도록 할 수 있으며, 이는 ΔT 신호에 에러를 일으킬 수 있다. 블럭(40)의 단자 블럭(45) 위치가 이러한 신호 에러를 방지한다.

흐름 센서 도관(11), 열전대 열 센서들(12, 30) 및 열 블럭(45)이 알루미늄 블럭(40)에 적절히 형성된 수용부 구멍 내로 함몰된다. 알루미늄 블럭(40)이 충분한 질량을 가지므로 주변 및/또는 유체 온도가 변화하여도 도관, 열 센서들 및 단자 블럭

은 최소 온도 분포 변화도를 가지게 된다. 따라서, 유체 센서들로부터의 출력 측정값의 정확도가 외부 환경 조건에 영향을 받지 않는다. 개별적인 구멍들 내의 구성요소들(도 11)을 봉하는 덮개 판이 제공된다. 알루미늄 블럭(40)의 각 구멍 내의 내용물들이 렉슨(lexon)형 합성 레진이나 다른 적합한 물질로 구성된 덮개 판에 의해 봉해진다.

선택적으로, 도관(C)이 외부 하우징 내에 위치하여 유체 흐름이 도관의 외부 표면에서 이루어지도록 할 수 있다. 외부 표면이 상술한 종류의 적합한 부식 방지 물질로 피복된다. 이러한 경우에, 도관이나 튜브(C)의 외부 지름이 0,05" 이고, 내부에 배치된 기구 연결부들을 가진다. 도관(C)이 유체를 가열한다. 그리고 상술한 방식으로 열 전달을 위한 유체의 흐름과 도관의 외부 표면이 접촉한다. 이러한 특징은 부식 방지 피복에 적합한 도관을 사용하도록 한다. 또한, 도관(C)과 외부 하우징 사이의 봉합이 쉽게 이루어지도록 한다.

본 발명에 따른 전자 회로(E)가 전력 전류 형태로 제공한다. 전류는 전력 인가 전기 콘택트(18, 26)가 도관(C) 내의 유체를 가열하도록 하고, 열 검출 열전대들(12, 30)의 위치들 사이에 설정된 온도 차를 유지하도록 한다. 열전대들(12, 30)은 예를 들면 일반적인 J형이나 K형 열전대이거나 다른 적합한 형태의 유사 동작이나 특성들일 수 있다. 또한, 전자 제어 회로(C)는 설정된 온도차를 유지하도록 전기 콘택트들(18, 26)에 공급되는 전력 레벨을 표시하는 출력을 발생한다. 따라서, 유체 유속이 인디케이터(D)에 의해 이루어지도록 한다.

시스템(S)의 전자 회로(E, 도 4)에서, 열전대(12, 30)가 커넥터들(50, 52)에 의해 저잡음 안정화 차동 증폭기(58)의 입력(54, 56)에 각각 연결된다. 차동 증폭기(58)가 후속 증폭 단계들에 필요한 측정의 온도 안정성을 제공하는, 시판되는 형태의 저잡음 안정화 증폭기이다. 도관(C) 상의 온도 감지 열전대들(12, 30)에 의해 감지되는 열전대들 사이의 온도 차(ΔT)를 나타내는 리드(60, lead) 상의 출력 신호를 차동 증폭기(58)가 형성한다.

리드(60) 상의 온도 차 신호가 비교기나 기기 증폭기(64)의 제 1 입력(62)으로 제공된다. 비교 증폭기(64)가 일반적인 종류의 기기 증폭기의 일부이다. 기기 증폭기는 제 2 입력(66)에서 기준 온도 차 설정 값을 나타내는 신호 레벨을 입력받는다. 비교 증폭기(64)가 출력 에러 신호를, 도관(C) 상의 온도 센서들(12, 30)과 제 2 입력(66)에 제공되는 기준 온도 차 사이에서 감지되는 온도 차의 변화를 나타내는 리드(68)로 발생한다.

비교 증폭기의 입력에 인가되는 온도 설정 기준을 세우는 이용되는 내부 기준 전압이 기기 증폭기(64)에 포함되거나 제공된다. 기기 증폭기(64)가 비교 증폭기의 이득 제어를 위해 제공되어, 에러 신호 출력(68)의 이득을 제어한다. 이러한 기능은 이하에서 더욱 상세히 설명된다.

비교 증폭기(64)로부터의 출력 에러 신호가 어댑티브 응답 회로(70, 도 6)의 리드(68)로 제공된다. 어댑티브 응답 회로(70)가 적분기(70a), 에러 신호 부스트 증폭기(70b), 절대 값 증폭기(70c), 응답 부스트 회로(70d), 합 정선 및 신호 레벨 쉬프트 회로(70e), 펄스 폭 발생 회로(70f), 양방향 스위치(70g), 및 신호 응답 감도 변조기(70h)를 포함한다.

어댑티브 응답 회로(70)는 필터링 또는 적분 시간을 이용하지 않는다. 회로(70)의 추적 응답(tracking response)이 변화하여, 빠른 흐름에서는 빠른 응답을 영(zero)이나 영에 가까운 흐름에서는 느린 응답을 제공한다. 이로 인하여, 시스템(S)에 대해 설정된 유속 범위의 최대 및 최소값 사이에서의 흐름이 변화함에 따라, 흐름 튜브가 넓은 열적 응답 범위를 가지기 위해 필요하다. 또한, 유속이 영(zero)에 가까워져 최대 변동폭을 가지는 출력을 발생함에 따라, 추적 응답이 감소한다.

라인(68) 상의 어댑티브 응답 회로의 입력은 기기 증폭기(64)로부터의 에러 신호이다. 에러 신호가 에러 신호 부스트 증폭기(70b)에 의해 증폭되고, 이득이 에러 신호의 진폭에 의해 결정된다. 매우 낮은 진폭에서, 유속의 매우 작은 변화에 대한 흐름 감지 응답을 증가시키도록, 증폭기(70b)가 매우 높은 이득을 가진다. 에러 신호의 높은 지정 진폭에서, 증폭기(70b)의 이득이 감소한다. 증폭기(70b)가 양방향 전도체(71)에 신호를 발생한다. 전도체(71)의 신호가 절대값 증폭기(70c)에 의해 처리되어, 라인(71) 상의 신호의 극성과 관계없이, 단극성 신호를 발생한다. 에러 신호가 0볼트로부터 벗어남에 따라, 에러 신호의 크기에 응답하는 전도체(72)에 제어 신호를 발생시키는 것이 목적이다. 0볼트 레벨에서의 에러 신호가 흐름 센서 시스템의 균형을 나타낸다.

라인(72) 상의 증폭기(70c)의 출력이 응답 부스트 회로(70d)로 입력된다. 응답 부스트 회로(70d)는 라인(72)의 입력이 지정된 레벨을 초과하기까지 출력을 발생하지 않는다. 이러한 시간에, 라인(73)의 출력은 흐름 센서들이 빠른 유속 변화를 급속히 추적하도록 한다. 에러 신호가 지정된 레벨 밑으로 떨어지는 경우에, 응답 부스트 회로(70d)의 출력을 무출력으로 떨어뜨리고, 응답의 오버슈트(overshoot)를 방지하도록 시스템의 빠른 응답을 실질적으로 느리게 한다.

유속이 0이거나 0에 매우 근접한 경우에 감도 변조 회로(70h)로부터의 라인(74) 상의 출력 신호가 활성화된다. 전도체(74)가 합 정선(70c)으로 입력된다. 라인(74)의 신호가 라인들(72, 73) 상의 제어 신호들의 작용을 제어된 방법으로 줄이는 효과를 가진다. 합산 회로(70e)가 펄스 폭 발생기(70f)에 연결되는 라인(75) 상에 출력을 발생한다.

라인(75) 상의 신호의 크기는 펄스 발생기가 전도체(76) 상에 펄스 출력을 발생하도록 한다. 전도체(76)는 발생기(70f)에 대한 제어 전압 입력에 따라, 0-96%의 듀티 사이클을 가진다. 펄스 폭의 지속 시간에 따라 라인(76) 상의 펄스가 스위치(70g)를 켜거나 끈다. 펄스 폭 발생기(70f)는 고 효율 전원에 보통 사용되는 상용 집적 회로이다. 스위치(70g)가 적분 회로(70a)로 에러 신호를 입력하거나 차단한다. 회로(70a)의 시간 상수가 저항(70i) 및 커패시터(70j)의 값에 의해 결정된다. 이러한 시간 상수는, 상술한 입력 신호 특성들에 의해 제어되며, 펄스 폭 발생기의 듀티 사이클 퍼센트에 의해 증가시킬 수 있다. 적분기의 시간 상수가 다음 식으로 표현된다.

$$\text{시간 상수} = R_{70i} \times C_{70j} / \% \text{duty cycle}$$

적분기(70a) 추적 응답의 변화율과 극성이 스위치(70g)에 인가되는 라인(68)의 에러 신호 크기 및 극성에 의해 제어된다. 따라서, 회로(70)의 추적 응답이 다음의 식으로 표현된다.

$$\text{추적 응답 범위} = \text{에러 신호 전압} / (R_{70i} \times C_{70j} / \% \text{duty cycle})$$

라인(86)상의 어댑티브 응답 회로(70) 출력이 신호 감도 관리 회로(70h)로 되먹임된다. 흐름 센서 튜브가 흐름의 일정 레벨까지 선형으로 변화하는 출력을 가진다. 이러한 레벨에서, 감도가 빠른 유속에 의해 감소하기 시작한다. 이는 출력이 더 이상 유속에 비례하여 증가하지 않을 정도로 튜브에서의 온도 분포가 변환되기 때문이다. 그러나 이러한 효과가 재 발생할 수 있으며 보상될 수 있다.

따라서, 라인(86)의 신호가 감도 관리 회로(70h)에 의해 처리되어, 라인(86) 신호의 소정 레벨들에서, 제어 신호들이 라인(74)을 거쳐 합산 회로(70e)로 도시된 바와 같이 전달된다. 유속이 증가하고 흐름 변화에 대한 감도가 감소함에 따라, 라인(86)의 신호가 라인(87)을 거쳐 기기 증폭기(64)로 입력된다. 결과적으로, 빠르고, 완만한 시스템 응답이 전체 흐름 범위에 걸쳐 발생한다.

어댑티브 응답 회로(70)의 보상 없이, 시스템 응답이 빠른 흐름(유속)에서 둔화되고, 매우 낮은 유속에서는 오버슈트되거나 제어를 벗어난다. 어댑티브 응답 회로(70)가 이러한 흐름 센서(S)를 더 큰 동작 범위에서 동작하도록 한다. "턴-다운-비율"은 업계에서 흐름 센서의 최소 흐름 능력에 대한 최대 흐름 비율로 알려져 있다. 본 발명에 따른 흐름 감지 동작의 턴-다운-비율이 상대적으로 높게, 약 200이나 그보다 크게 표현되었다. 어댑티브 응답 회로(70)의 결합 효과가 흐름 센서가 제어된 방식으로 동작을 수행하여 확장된 흐름 범위에 걸쳐 완만하고 빠른 응답을 발생하도록 한다.

어댑티브 응답 회로(70)로부터의 출력 신호가 선형화 및 출력 회로(72)로 보내진다. 회로(72)는 응답 신호를 선형화하고 알맞은 형태(예, 0-5V 직류의 적정 전압 레벨)로 만든다. 예를 들면, 일 실시예에서, 선형화 및 출력 회로(72)는 복합 단계 정정 회로이다. 복합 단계 정정 회로는 일반적인 연산 증폭기들로 구성되며, 연산 증폭기들은 회로(70)의 출력을 변조하여 회로(72)의 출력이 유속을 정확히 표시하도록 하고, 적정 레벨의 출력 신호를 발생한다.

회로(72)의 출력 신호가 적합한 표시기 또는 디스플레이 장치(D)에서 저장, 처리 및 디스플레이를 하기 위해 제공된다. 표시기 또는 디스플레이 장치는 적정 기록-보관 미케니즘이나 이에 관련되는 메모리를 가질 수 있다. 예를 들어, 디스플레이 장치(D)는 본 발명의 출원인인 맥밀란 컴퍼니의 모델 250 디스플레이 장치일 수 있다. 필요한 경우에, 응답 신호가 적정 디스플레이 장치(D)에서 디지털 처리, 계산 및 저장되도록 디지털 형식으로 변환될 수 있다. 출력 회로(72)로부터의 디스플레이 출력이 본 발명에 따른 시스템에 의해 도관(C) 내 유체의 현재 감지된 유속 값을 나타낸다.

어댑티브 응답 회로(70)의 적분기(70a)의 출력 응답이 전도체(86)를 거쳐 전압-주파수 변환기(74)로 공급된다. 전압-주파수 변환기(74)는 예를 들면, 상용되는 위상 고정 회로의 전압-주파수 부분의 형태를 가질 수 있으며, 상용되는 모든 전압-주파수나 V/F 변환기일 수 있다. 어댑티브 응답 회로(70)내 증폭기(70c)로부터의 출력 응답 레벨이 변환기(74)로부터 출력된 전도체(76) 상의 신호의 출력 주파수 변화(적절하기 연관된 변화)를 일으킨다. 변환기(74)로부터의 출력 주파수가 펄스 구동 회로(80)로 전달된다. 보정을 위해 0의 입력(82) 및 스펜 입력(84) 각각에서의 신호가 전압-주파수 변환기(74)에 제공된다.

펄스 구동 회로(80, 도 7)가 전압-주파수 변환기(74)로부터 커넥터(76)를 통해 구동 펄스들을 입력받는다. 펄스 드라이버 회로(80)가 도전체(20, 28)를 통해 전기 커넥터들(18, 26)에 연결된다. 전기 커넥터들(18, 26)은 튜브나 도관(C)에 장착된다. 펄스 구동 회로(80)는 MOSFET 스위치 같은 전기 스위치(80a)와 전력 레귤레이터(80b)와 저장 커패시터(80c)를 포함한다. 전력 레귤레이터(80b)는 적정 전원에 연결되고, 저장 커패시터(80c)는 튜브(C)를 통과하는 전류 펄스에 따라 유속 전기 에너지를 저장한다. 또한, 펄스 구동 회로(80)가 펄스 형상화 및 안정화 회로(80d)와 펄스 구동 회로(80e)를 포함한다. 펄스 구동 회로(80)는 저 임피던스 펄스 드라이버이며, 스위치(80a)가 연결되는 되면 저전압 및 고 전류 펄스를 제공한다. 스위치(80a)의 동작은, 전압/주파수 변환 회로(74)의 출력 주파수에 의해 결정되는 주파수에 의한다. 펄스 구동 회로(80)의 저전압, 고 전류 펄스들은 커넥터들(18, 26) 사이의 도관(C)의 납작한 열 전달 부분(14)의 벽들을 통해 흐른다.

펄스 형상화 및 안정화 회로(80d)가 어댑티브 응답 회로(70)로부터의 신호 크기에 의해 결정되는 비올로 라인(76)의 전압-주파수 변환기(74)로부터 펄스를 입력받는다. 펄스 형상화 및 안정화 회로(80d)가 라인(77)의 약 25 마이크로 초의 정밀 폭을 가지는 펄스를 입력받는다. 라인(77)의 펄스가 펄스 구동 회로(80e)로 입력된다. 펄스 구동 회로(80e)는 적합한 레벨의 펄스 신호들을 제공하고 전도체(78) 상에 형성되어 전력 MOSFET 스위치(80a)의 입력을 구동한다. 펄스 구동 회로(80e)로부터 출력된 라인(78)의 출력 펄스들이, 매우 짧은 시간 내에 MOSFET 스위치(80a)를 켜거나 끈다. 따라서, 스위치의 온/오프 변환 시간 동안의 전력 손실을 방지한다.

펄스 구동 회로(80)가 결정 및 높은 피크 에너지 펄스를 스테인리스 스틸 흐름 튜브(C)에 전달하여 튜브(C) 및 그 내부를 흐르는 유체를 빠르고 정확하게 가열한다. 펄스 구동 회로(80)의 동작이 평균 전력의 소비를 줄이고, 에너지 손실을 낮추며, 유체의 흐름에 비례하도록 에너지를 인가한다.

액체가 흐르는 경우에, 공기에 비해 상당히 많은 에너지가 흐르는 액체의 온도를 상승시키는 데 필요하다. 낮은 전기 저항을 가지는 도관(C)을 가열하는 것은 회로의 다른 부분들에서 소모되는 에너지의 손실을 최소화 하면서 정밀하게 가열할 수 있는 효과적인 구동 회로가 필요하다. 액체 및 가스가 고속 및 저속으로 흐른 경우에 각각 필요한 전력의 큰 차를 펄스 구동 회로(80)가 제어할 수 있다.

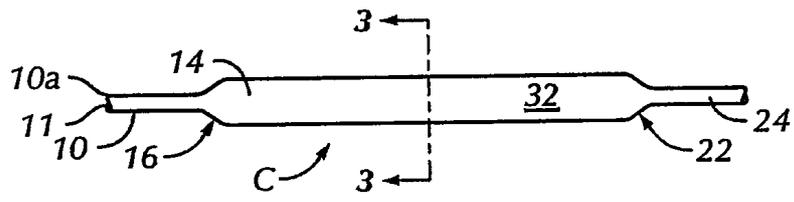
본 발명은 흐름 제어 시스템(F, 도 5)를 제공한다. 흐름 제어 시스템(F)에서, 동일한 방식으로 기능을 하는 시스템(S)의 구조와 동일한 구조는 동일한 참조 번호를 가진다. 흐름 제어 시스템(F)에서, 전자 회로(E)의 선형화 및 출력 회로(72)로부터 발생하는 출력 신호가 열 전달 부분(14)로부터 아래로 향하는 도관(C) 내에 위치한 (전기적으로 동작되는) 흐름 제어 밸브(90)로 공급된다. 따라서, 도관(C) 내 유체의 유속이 변함에 따라서, 전자 회로(E)가 도관(C)을 통과하는 유체의 유속을 원하는 레벨로 조절하기 위한 명령을 흐름 제어 밸브(90)로 발생한다. 흐름 제어 밸브(90)가 일반적인 형태를 가지거나, 본 발명의 출원인인 맥밀란 컴퍼니(McMillan Company)의 흐름 제어 밸브일 수도 있다. 그러나 이는 당업자에게 자명한 것은 아니다. 모든 금속성 물질들은 체적의 특정 부피에 걸쳐 유한한 저장능을 가진다. 일반적으로, 이러한 저장능은 온도 변화에 대한 일정하게 변화한다. 이러한 저장능에 인가되는 전류가 물질의 온도를 증가시키는 열 형태의 에너지를 소모한다.

도관(11) 중 짧은 부분의 저항이 매우 작을지라도, 전기 에너지를 효과적으로 전달하기에 충분히 낮은 저항을 가지는 전원을 제공하는 히터로서 역할을 잘 할 수 있다. 매우 작은 저항이 포함되었기 때문에, 본 발명을 전력 구동 회로는 요구되는 바와 같이 매우 작은 내부 저항을 가진다.

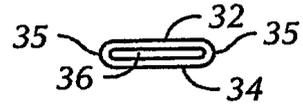
도 12는 이를 설명하기 위한 회로의 개략적인 회로도이다. 도 12를 참조하면, 일 실시예에서, 도전체 권선들(20, 28, 81a, 81b, 81c, 81d)의 결합 저항과 커패시터(80c)의 내부 및 리드 권선 저항이 약 0.012옴이다. 적은 양의 평균 전력을 공급하여 온도(화씨 온도)를 매우 작은 단위로 제어하기 위하여, 전력이 펄스 당 25 마이크로세컨드로 공급된다. 고정된 전압, 전류 및 펄스 폭으로, 각각의 펄스가 도관(11)의 가열 부분에 동일한 양의 에너지를 전달한다. 도관 내 유체의 서로 다른 유속들에 대해 온도의 균형을 유지하는 데 필요한 열량이 도관에 인가되는 펄스들의 주파수에 의해 제어된다. 가열 회로는 고 전류 펄스들을 받아들이며, 에너지가 저장 커패시터(80c)에 의해 공급된다. 훨씬 적은 전류를 복원하는 커패시터 80cis에 의해 에너지가 손실되며 펄스들 사이의 긴 시간 간격에서 에너지 손실이 생긴다.

도 8A 및 9A가 본 발명에 따라 지정된 유속을 가지는 물과 공기의 흐름 각각에 대한 유속 센서의 기본 응답 곡선을 나타낸다. 도시된 데이터는 사전 테스트 동안에 얻어진 것이며 나타낸 흐름 튜브(C)의 값들 및 크기들로부터 얻어진 것이다. 정밀성 및 크기 변경으로 다양한 유속 및 유체들에 대한 동작 파라미터를 향상시킬 수 있다. 이러한 도면들은 유체들의 저 유속에서의 흐름 변화에 대한 감도 응답을 나타낸다. 도면 8B 및 9B가 초기화 이후의 도 8A 및 9A의 응답을 각각 나타낸다. 지정된 입력 유속에서의 선형화된 응답이 본 발명에 따른 흐름 센서에 의해 얻어진 정확도를 나타낸다. 또한, 전체 스케일 읽기의 퍼센트로서, 도 8C 및 9C가 도 8B 및 9B의 데이터에서의 얻어진 정확도를 각각 나타낸다.

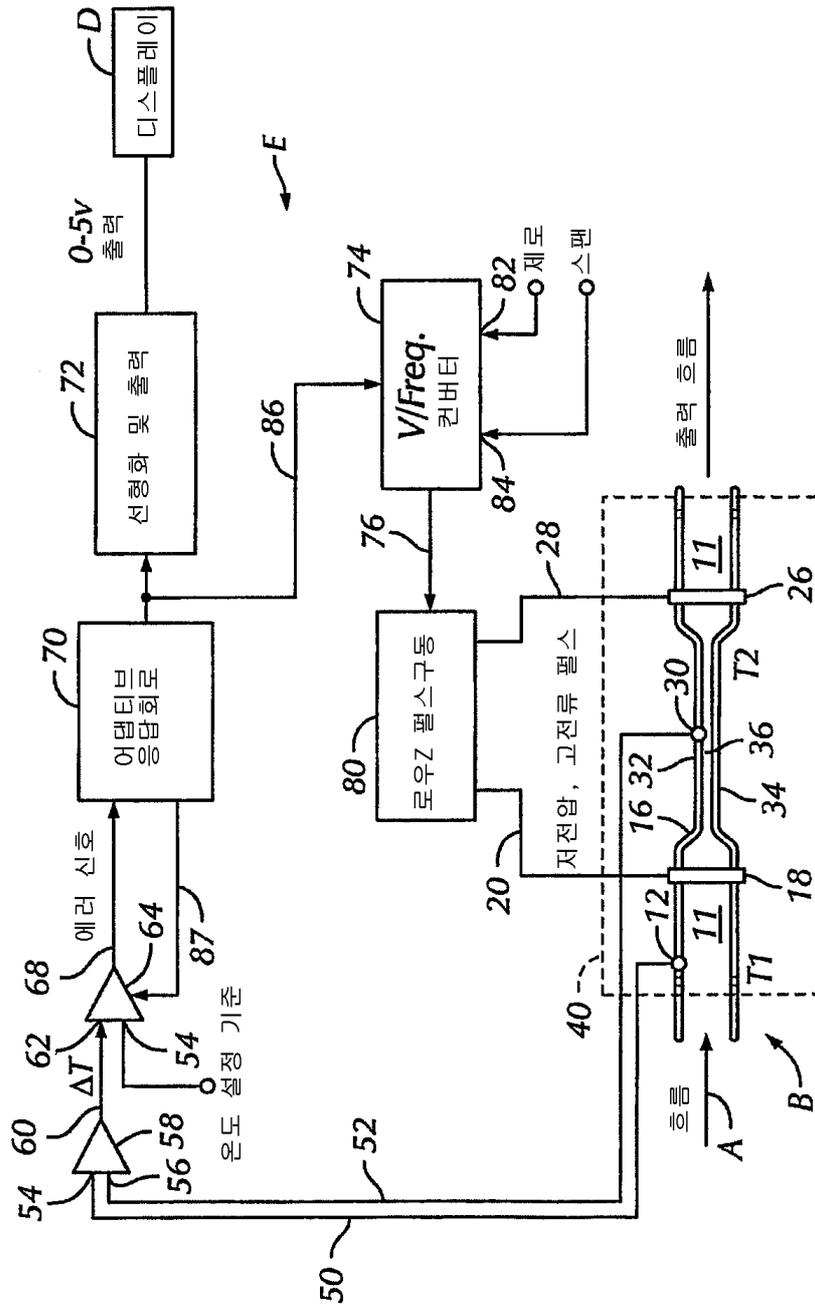
도면2



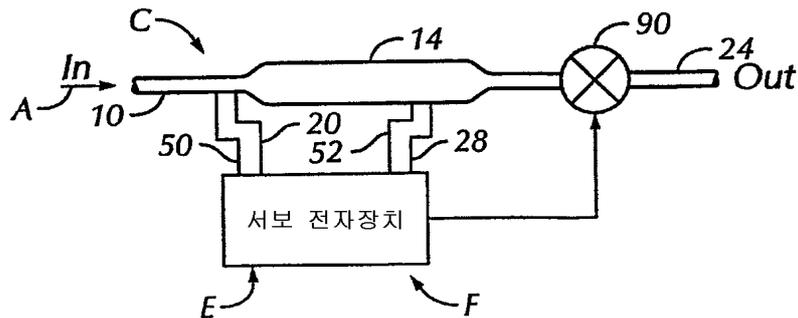
도면3



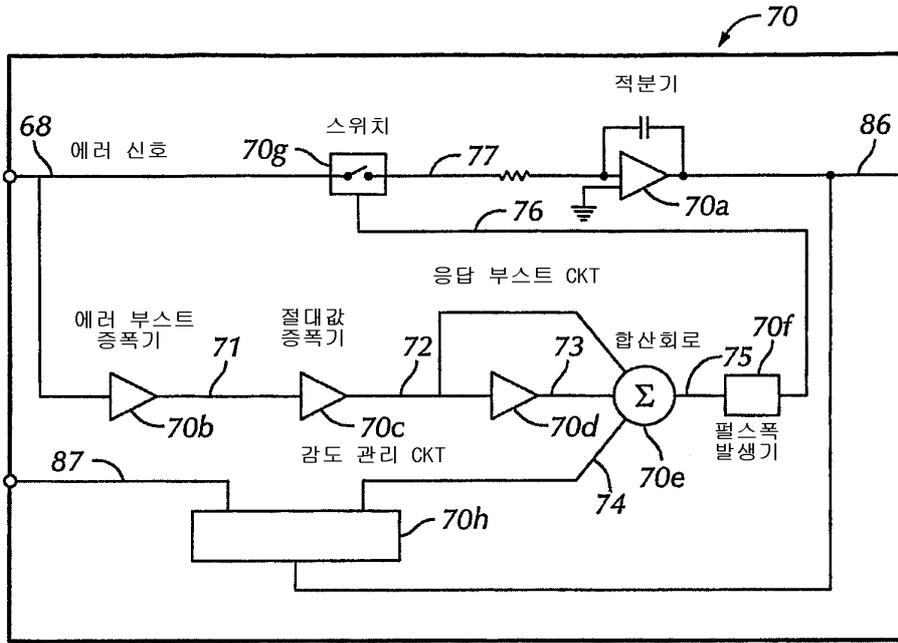
도면4



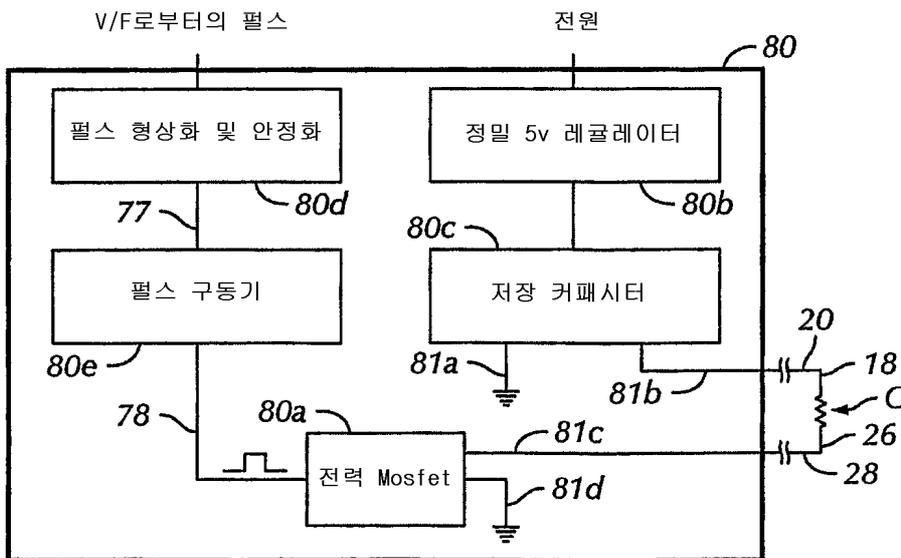
도면5



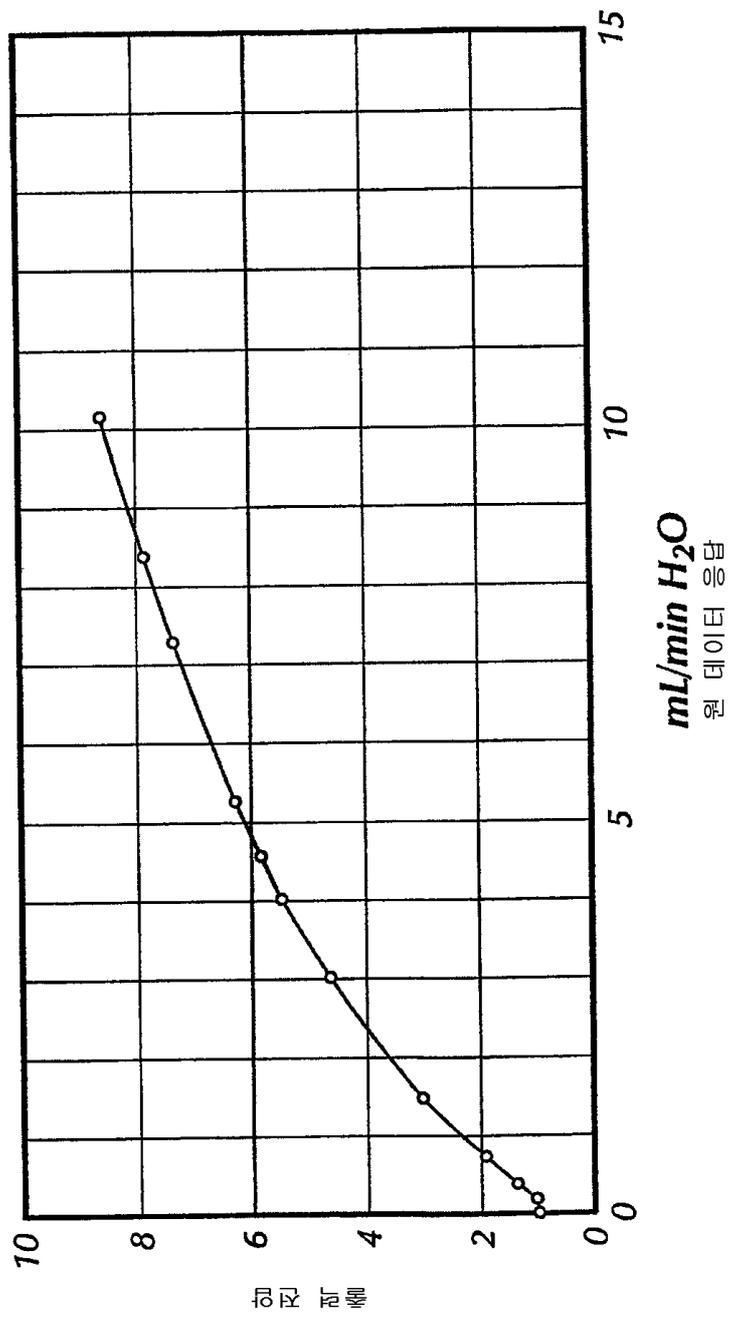
도면6



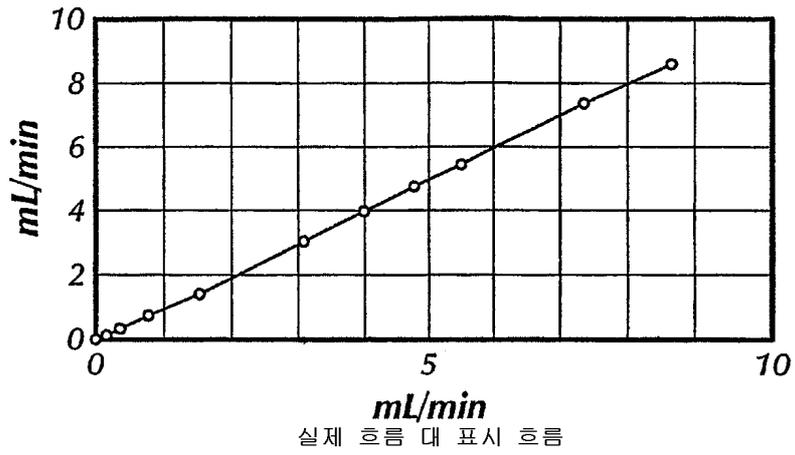
도면7



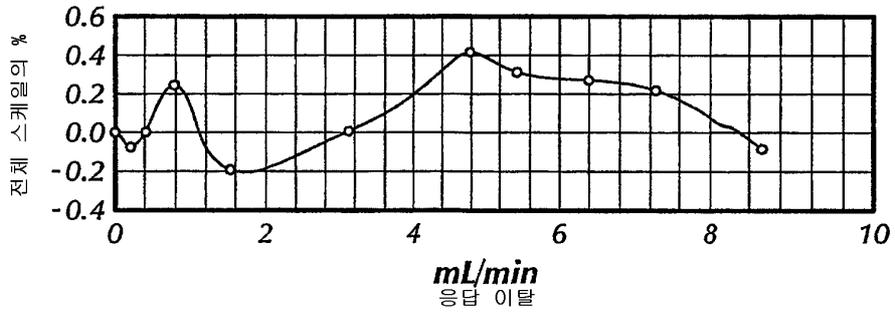
도면8a



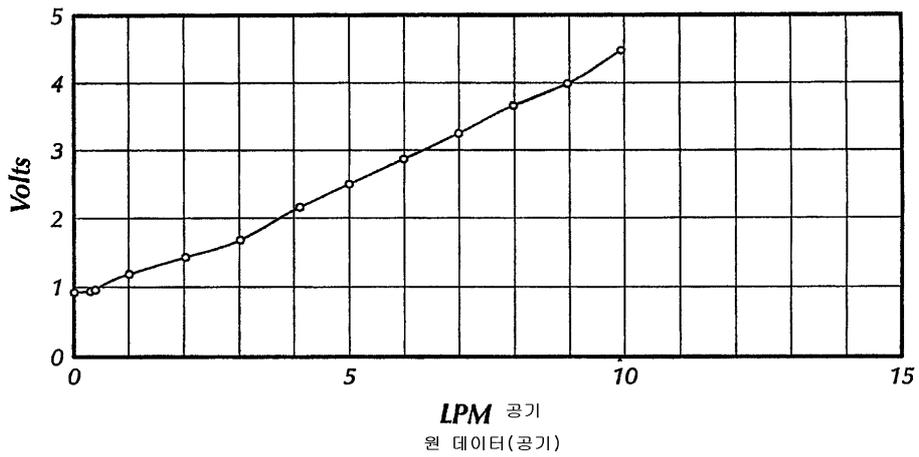
도면8b



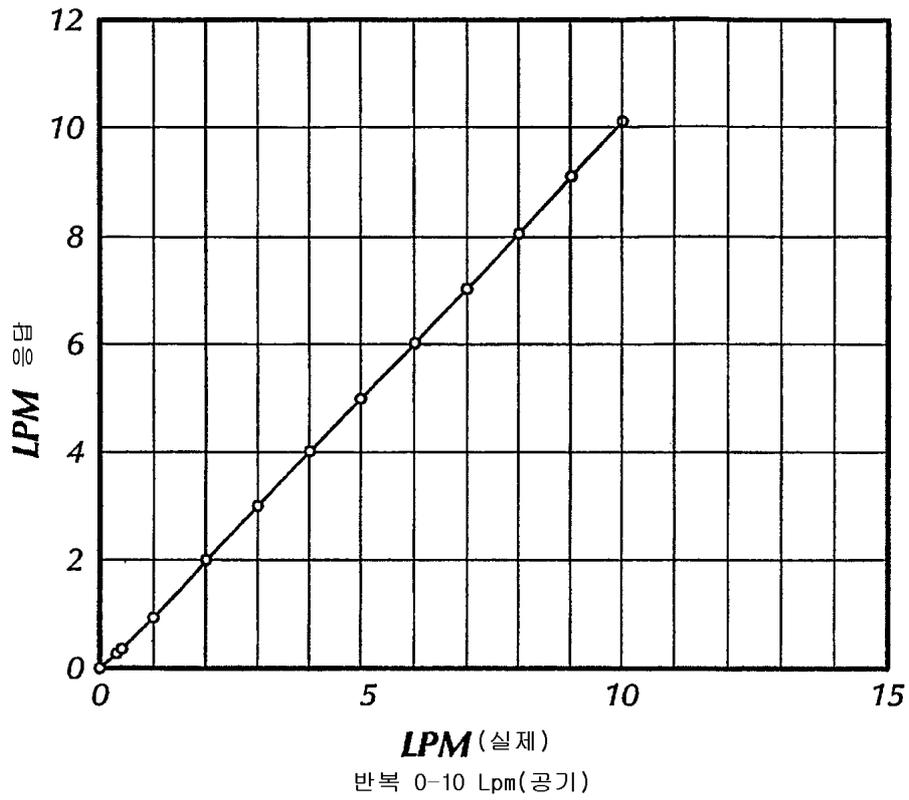
도면8c



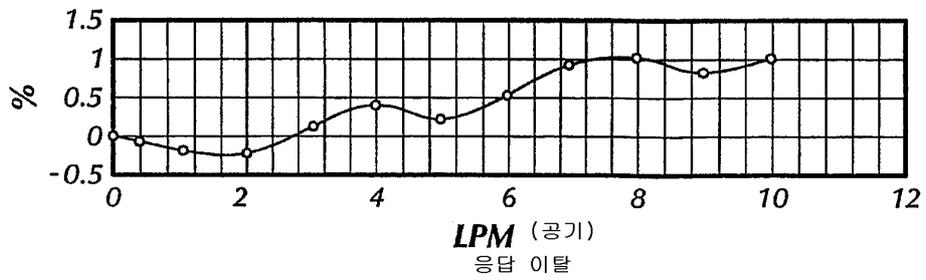
도면9a



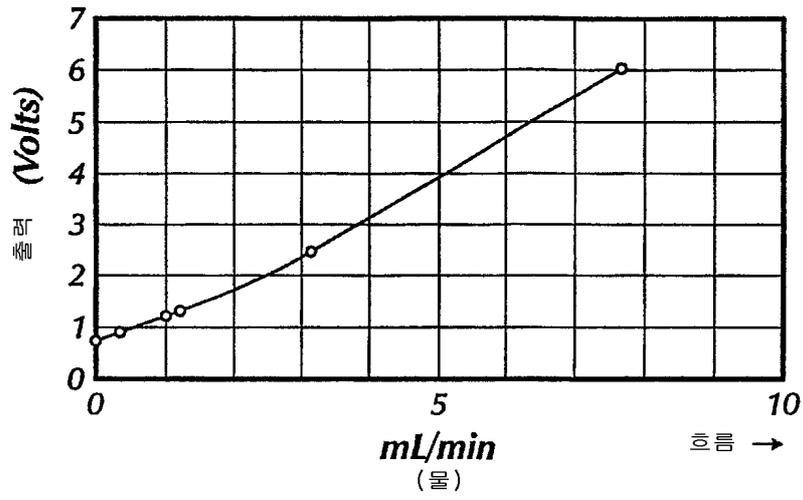
도면9b



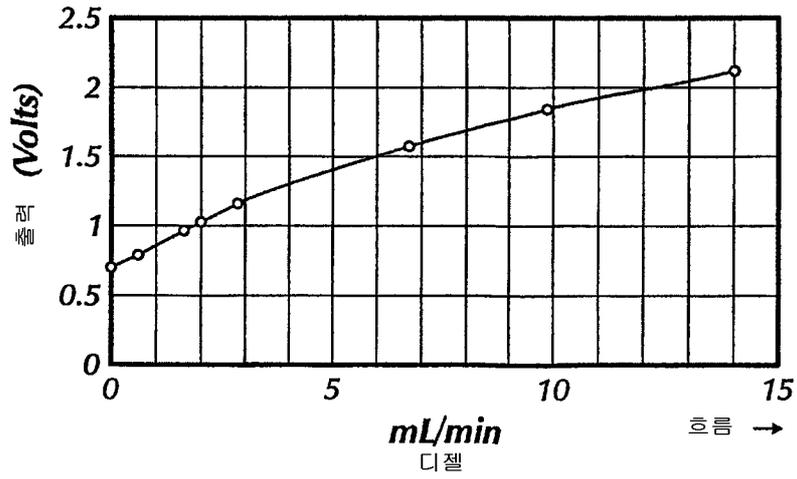
도면9c



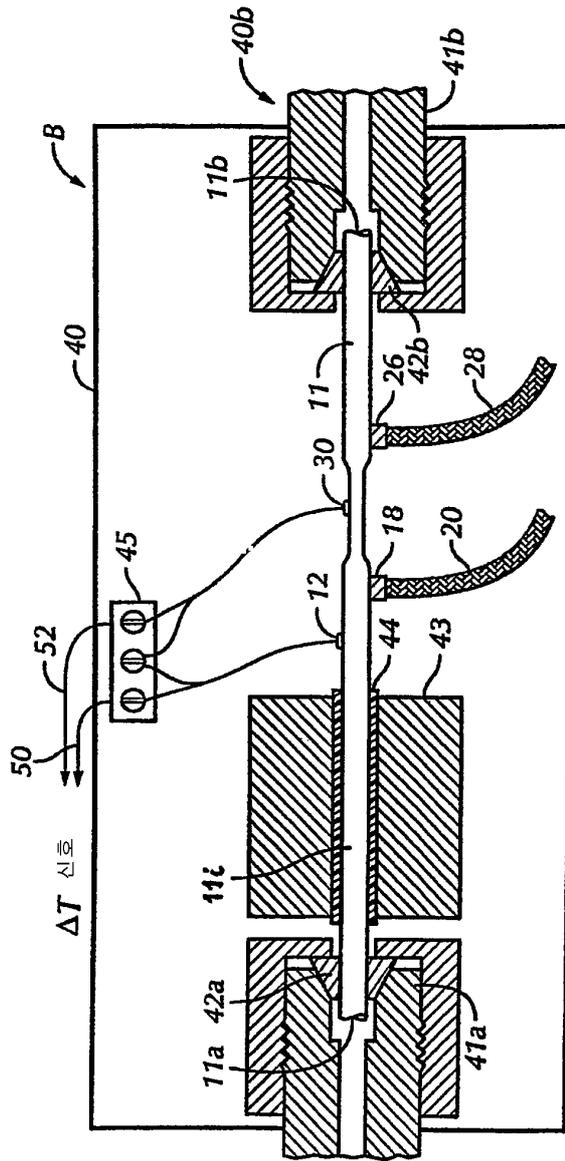
도면10a



도면10b



도면11



도면12

