



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0091593  
(43) 공개일자 2011년08월11일

(51) Int. Cl.

G01F 1/84 (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2011-7015937
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2008년12월10일  
심사청구일자 2011년07월08일
- (85) 번역문제출일자 2011년07월08일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2008/086233
- (87) 국제공개번호 WO 2010/068202  
국제공개일자 2010년06월17일

(71) 출원인

마이크로 모우션, 인코포레이티드

미국 콜로라도 80301 보울더 원체스터 서클 7070

(72) 발명자

헤이스, 파울, 제이.

미국 80026 콜로라도 라파예트 롱호른 드라이브 4091

크라비트즈, 앤드류, 스테판

미국 80516 콜로라도 에리이 블루 스카이 서클 3045 #18-101

(74) 대리인

남상선

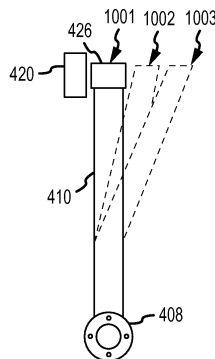
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 진동 유량계의 유관 진동 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 유동 측정 시스템(20)이 제공된다. 유동 측정 시스템(20)은 진동 유량계(400)를 포함하고 상기 진동 유량계(400)는 하나 이상의 유동관(410) 및 상기 유동관(410)에 바이어스 힘을 가하도록 구성된 구동기(420)를 포함한다. 유동 측정 시스템(20)은 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 상기 유동관(410)을 진동시키기 위한 구동 신호를 생성하도록 구성된 계측 전자기기(450)를 더 포함하고, 상기 제1 편향 위치(1002)는 유동관 안착 위치(1001)로부터 오프셋된다.

대표도 - 도10



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

진동 유량계(400) 및 계측 전자기기(450)를 포함하는 유동 측정 시스템(20)으로서,

상기 진동 유량계(400)는:

하나 이상의 유동관(410); 및

상기 유동관(410)에 바이어스 힘을 가하도록 구성된 구동기(420);

를 포함하고,

상기 계측 전자기기(450)는 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 상기 유동관(410)을 진동시키기 위한 구동 신호를 생성하도록 구성되고,

상기 제1 편향 위치(1002)는 유동관 안착 위치(1001)로부터 오프셋된

유동 측정 시스템.

### 청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 구동 신호는 전압 바이어스를 포함하는

유동 측정 시스템.

### 청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 구동기(420)에 의해 가해진 바이어스 힘은 제1 방향으로 상기 유동관(410)을 편향시키는

유동 측정 시스템.

### 청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 유동관(410)의 고유 탄성이 상기 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 상기 유동관(410)을 편향시키는

유동 측정 시스템.

### 청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 구동 신호는 안착 위치(1001), 제1 편향 위치(1002) 및 제2 편향 위치(1003) 사이에서 상기 유동관(410)을 진동시키는

유동 측정 시스템.

### 청구항 6

제1 항에 있어서,  
상기 계측 전자기기(450)가 선형화 알고리즘(linearization algorithm)을 생성하도록 추가적으로 구성되는  
유동 측정 시스템.

#### 청구항 7

제1 항에 있어서,  
상기 유동관(410)이 자기부(magnetic portion)(426)를 더 포함하는  
유동 측정 시스템.

#### 청구항 8

진동 유량계(400) 및 계측 전자기기(450)를 포함하는 유동 측정 시스템(20)으로서,  
상기 진동 유량계(400)는:

하나 이상의 유동관(410); 및

상기 유동관(410)에 바이어스 힘을 가하도록 구성된 구동기(420);

를 포함하고,

상기 계측 전자기기(450)는 전압 바이어스 및 구동 신호를 생성하고 상기 구동기(420)에 상기 전압 바이어스를  
포함하는 구동 신호를 인가하여 상기 유동관(410)을 진동시키도록 구성되는

유동 측정 시스템.

#### 청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호는 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 상기 유동관(410)을 진동시키고,

상기 제1 편향 위치(1002)는 유동관 안착 위치(1001)로부터 오프셋된

유동 측정 시스템.

#### 청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 구동 신호는 안착 위치(1001), 제1 편향 위치(1002) 및 제2 편향 위치(1003) 사이에서 상기 유동관(410)을  
진동시키는

유동 측정 시스템.

#### 청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 구동기(420)에 의해 가해진 바이어스 힘은 제1 방향으로 상기 유동관(410)을 편향시키는

유동 측정 시스템.

#### 청구항 12

제11 항에 있어서,  
상기 유동관(410)의 고유 탄성이 상기 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 상기 유동관(410)을 편향시키는  
유동 측정 시스템.

#### 청구항 13

제8 항에 있어서,  
상기 계측 전자기기(450)가 선형화 알고리즘(513)을 생성하도록 추가적으로 구성되는  
유동 측정 시스템.

#### 청구항 14

제8 항에 있어서,  
상기 유동관(410)이 자기부(426)를 더 포함하는  
유동 측정 시스템.

#### 청구항 15

유동관 및 구동기를 포함하는 진동 유량계의 작동 방법으로서,  
제1 편향 위치를 중심으로 상기 유동관을 진동시키는 단계;  
를 포함하고,  
상기 제1 편향 위치는 유동관 안착 위치로부터 오프셋되는  
진동 유량계의 작동 방법.

#### 청구항 16

제15 항에 있어서,  
상기 유동관을 진동시키는 단계가: 구동 신호에 기초하여 구동기에 의해 상기 유동관에 제1 바이어스 힘을 가하  
되, 상기 유동관의 고유 탄성이 상기 제1 바이어스 힘과 반대 방향인 제2 바이어스 힘을 가하는 것을 포함하는  
진동 유량계의 작동 방법.

#### 청구항 17

제15 항에 있어서,  
상기 제1 편향 위치를 중심으로 상기 유동관을 진동시키는 단계가: 상기 유동관을 유동관 안착 위치, 제1 편향  
위치, 및 제2 편향 위치 사이에서 진동시키되, 상기 제1 편향 위치는 상기 유동관 안착 위치 및 상기 제2 편향  
위치 사이인 것을 포함하는

진동 유량계의 작동 방법.

**청구항 18**

제15 항에 있어서,

전압 바이어스를 포함하는 구동 신호를 생성하는 단계와 상기 구동기에 상기 구동 신호를 인가하여서 상기 유동관을 진동시키는 단계를 더 포함하는

진동 유량계의 작동 방법.

**청구항 19**

제15 항에 있어서,

상기 구동기에 보내진 구동 신호에 대한 선형화 알고리즘을 생성하는 단계를 더 포함하는

진동 유량계의 작동 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 진동 유량계에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 진동 유량계의 유동관을 진동시키는 방법 및 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 유동 물질의 질량 유량(mass flow rate), 밀도, 및 다른 특성을 측정하기 위해 유량계가 사용된다. 유동 물질은 액체, 기체 및 액체 또는 기체에 현탁된(suspended) 고체, 또는 그 임의의 조합을 포함할 수 있다. 코리올리 질량 유량계 및 진동 밀도계와 같은 진동 도관 센서는 전형적으로 유동 물질을 포함하는 진동 도관의 운동(motion)을 탐지하는 것에 의해서 작동된다(operate). 질량 유동, 밀도 등과 같은 도관 내 물질과 연관된 성질은 도관에 결부된 운동 트랜스듀서로부터 수신된 측정 신호를 처리하는 것에 의해서 결정될 수 있다. 진동 물질로 채워진 시스템의 진동 모드는 일반적으로 도관 및 도관 내에 포함된 물질의 결합 질량(combined mass), 강성(stiffness), 및 감쇠 특성에 의한 영향을 받는다.

[0003] 전형적인 코리올리 질량 유량계는 하나 이상의 도관들을 포함하는데 이들은 파이프라인 또는 다른 수송 시스템(transport system)에 직렬로(inline) 연결되고 시스템 내 물질, 예를 들어 유체, 슬러리 등을 이송한다(convey). 각각의 도관은 예를 들어 단순 굽힘(simple bending), 비틀림(torsional), 방사상(radial), 횡방향(lateral), 및 커플링된 모드들을 포함하는 일 세트의 자연 진동 모드들을 구비하는 것으로서 보여질 수 있다. 전형적인 코리올리 질량 유동 측정 어플리케이션에 있어서, 도관은 물질이 상기 도관을 통해 흐를 때 하나 이상의 진동 모드들로 여기되고(excited), 도관의 운동이 도관을 따라서 이격된 위치들에서(points) 측정된다. 전형적으로, 주기적으로 도관을 섭동시키는(perturb) 액추에이터, 예를 들어 보이스 코일-타입 구동기(voice coil-type driver)와 같은 전자기계 장치에 의해서 여기가 제공된다. 트랜스듀서 지점들(locations)에서 운동들 간의 위상차 또는 시간 지연을 측정하는 것에 의해서 질량 유량이 결정될 수 있다. 유동 물질의 밀도는 유량계의 진동 응답의 주파수로부터 결정될 수 있다. 둘 이상의 이러한 트랜스듀서들(또는 픽-오프 센서들)은 전형적으로 유동 도관 또는 유동 도관들의 진동 응답을 측정하기 위해서 채택되고 그리고 전형적으로 액추에이터의 상류 및 하류인 위치들에서 위치된다. 두 개의 픽-오프 센서들이 일반적으로 두 독립적인 쌍들의 와이어들에 의한 것과 같은 케이블링(cabling)에 의해서 전자 계측기(electronic instrumentation)에 연결된다. 상기 계측기는 두 개의 픽-오프 센서들로부터 신호를 수신하고 상기 신호를 처리하여 유동 측정들(flow measurements)을 유도한다.

[0004] 특정한 어플리케이션들에 있어서, 전형적인 구동기는 실행가능하지(feasible) 아니할 수 있다. 이것은 특히 유동관들에 부착된 자석들의 중량이 금지되는 로우 유동 어플리케이션들에 있어서 그러하다. 예를 들어 자석들을 유동관 자체의 일부에 적용된 자기 물질로 대체하는 것이 미국 등록 특허 7,168,329에 개시되어 있다. 이러한

시스템은 둘 이상의 구동기들을 사용하는, 다시 말해서 유동관의 각 측(side)에 하나씩 사용하는, 정현파 또는 사각파와 같은 단순한 구동 주파수들에 대하여 적합하다. 그러나 최근에, 구동 신호의 유형이 단순한 사각, 사다리꼴, 정현 싱글-주파수 구동 신호보다 더 복잡해졌다. 복잡한 구동 신호는 예를 들어 둘 이상의 주파수들을 포함할 수 있다. 계측 검증(meter verification), 음속(speed of sound) 측정, 다상 유동 탐지 등과 같은 유량계의 진전된(advanced) 기능을 구현하기 위해서, 복잡한 구동 신호를 야기하도록 유동관들에 동시에 다수의 주파수들이 가해진다. 그러나, 유량계가 유의미한 정보를 얻기 위해서는, 구동력은 양방향성(bidirectional)이고 선형이어야 한다. 양방향성 구동력은 유동관이 구동 조립체를 향하여 및 구동 조립체로부터 멀어지는 방향으로 진동함을 내포한다. 선형 구동력은 유동관에 가해진 힘이 코일에 인가된 전류/전압에 거의 선형 비례함을 내포한다. 이러한 구동력은 전형적인 구동기 조립체들에서는 문제가 되지 아니할 수 있지만, 미국 등록 특허 7,168,329에 개시된 바와 같은 구현들에 있어서는, 유량계가 단지 풀-모드(pull-mode) 또는 푸쉬-모드(push-mode)에서만 작동될 수 있다. 따라서 양방향성 구동력을 얻기 위해서는, 다수의 구동 코일들이 다시 말해서 유동관의 각각의 측마다 하나씩 요구된다. 이러한 구성은 고비용일 수 있는 과도한 수의 부품(parts)을 요구한다.

[0005] 또한, 구동력은 거의 선형이어야 한다. 대부분의 진동 유량계들이 선형 구동 시스템으로 만들어지지만, 미국 등록 특허 7,168,329에 언급된 유량계와 같은 몇몇 유량계들은 선형 구동 신호를 결여하고 있고 따라서 일반적으로 복잡한 구동 신호를 지원할 수 없다. 선형성 문제를 풀기 위한 하나의 접근은 자기 코일의 크기와 강도(strength)를 증가시키는 것일 것이다.

[0006] 미국 등록 특허 7,168,329에 언급된 단방향성 문제를 풀기 위해서, 다수의 코일들이 사용될 수 있거나 또는 대안적으로 N/S 필드(north/south field)를 포함하는 강한 자성체(hard magnetic substance)가 유동관에 적용될 수 있다. 이러한 해결책은 고비용이고 크기 및 전력 제한의 관점에서 금지될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 본 발명은 복수의 주파수를 포함할 수 있는 복잡한 구동 신호를 사용하는 유동관들을 진동시킬 수 있는 하나의 구동 신호를 통합하는 것(incorporating)에 의해서 이들 및 다른 문제들을 해결하고자 한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] **양태들(ASPECTS)**

[0009] 본 발명의 일 양태에 따르면 유동 측정 시스템은:

[0010] 진동 유량계 및 계측 전자기기를 포함하되,

[0011] 상기 진동 유량계는:

[0012] 하나 이상의 유동관; 및

[0013] 상기 유동관에 바이어스 힘을 가하도록 구성된 구동기;

[0014] 를 포함하고,

[0015] 상기 계측 전자기기는 제1 편향 위치(deflected position)를 중심으로 상기 유동관을 진동시키기 위한 구동 신호를 생성하도록 구성되고,

[0016] 상기 제1 편향 위치는 유동관 안착 위치(rest position)로부터 오프셋된다.

[0017] 바람직하게는, 상기 구동 신호는 전압 바이어스를 포함한다.

[0018] 바람직하게는, 상기 구동기에 의해 가해진 바이어스 힘은 제1 방향으로 상기 유동관을 편향시킨다.

[0019] 바람직하게는, 유동관의 고유 탄성(inherent elasticity)이 상기 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 상기 유동관을 편향시킨다.

[0020] 바람직하게는, 구동 신호는 안착 위치, 제1 편향 위치 및 제2 편향 위치 사이에서 상기 유동관을 진동시킨다.

[0021] 바람직하게는, 상기 계측 전자기기가 선형화 알고리즘(linearization algorithm)을 생성하도록 추가적으로 구성

된다.

- [0022] 바람직하게는, 상기 유동관이 자기부(magnetic portion)를 더 포함한다.
- [0023] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 유동 측정 시스템은:
- [0024] 진동 유량계 및 계측 전자기기를 포함하되,
- [0025] 상기 진동 유량계는:
- [0026]       하나 이상의 유동관; 및
- [0027]       상기 유동관에 바이어스 힘을 가하도록 구성된 구동기;
- [0028]       를 포함하고,
- [0029] 상기 계측 전자기기는 전압 바이어스 및 구동 신호를 생성하고 상기 구동기에 상기 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호를 인가하여 상기 유동관을 진동시키도록 구성된다.
- [0030] 바람직하게는 상기 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호는 제1 편향 위치를 중심으로 상기 유동관을 진동시키는 데, 상기 제1 편향 위치는 유동관 안착 위치로부터 오프셋된다.
- [0031] 바람직하게는, 구동 신호는 안착 위치, 제1 편향 위치 및 제2 편향 위치 사이에서 상기 유동관을 진동시킨다.
- [0032] 바람직하게는, 상기 구동기에 의해 가해진 바이어스 힘은 제1 방향으로 상기 유동관을 편향시킨다.
- [0033] 바람직하게는, 유동관의 고유 탄성이 상기 제1 방향과 반대 방향인 제2 방향으로 상기 유동관을 편향시킨다.
- [0034] 바람직하게는, 상기 계측 전자기기가 선형화 알고리즘을 생성하도록 추가적으로 구성된다.
- [0035] 바람직하게는, 상기 유동관이 자기부를 더 포함한다.
- [0036] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 유동관 및 구동기를 포함하는 진동 유량계의 작동 방법이:
- [0037] 제1 편향 위치를 중심으로 상기 유동관을 진동시키는 단계;
- [0038]       를 포함하고,
- [0039]       상기 제1 편향 위치는 유동관 안착 위치로부터 오프셋된다.
- [0040] 바람직하게는, 상기 유동관을 진동시키는 단계가: 구동 신호에 기초하여 상기 구동기에 의해 상기 유동관에 제1 바이어스 힘을 가하되, 상기 유동관의 고유 탄성이 상기 제1 바이어스 힘과 반대 방향인 제2 바이어스 힘을 가하는 것을 포함한다.
- [0041] 바람직하게는, 상기 제1 편향 위치를 중심으로 상기 유동관을 진동시키는 단계가: 상기 유동관을 유동관 안착 위치, 제1 편향 위치, 및 제2 편향 위치 사이에서 진동시키되, 상기 제1 편향 위치는 상기 유동관 안착 위치 및 상기 제2 편향 위치 사이인 것을 포함한다.
- [0042] 바람직하게는, 상기 방법은 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호를 생성하는 단계와 상기 구동기에 상기 구동 신호를 인가하여서 상기 유동관을 진동시키는 단계를 더 포함한다.
- [0043] 바람직하게는, 상기 방법은 상기 구동기에 보내진 구동 신호에 대한 선형화 알고리즘을 생성하는 단계를 더 포함한다.

**도면의 간단한 설명**

- [0044] 도 1은 종래 기술에 따른 유동 측정 시스템을 나타낸다.
- 도 2는 종래 기술에 따른 유량계의 측면도를 나타낸다.
- 도 3은 종래 기술에 따른 구동 신호를 나타낸다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유동 측정 시스템을 나타낸다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 전자기기를 나타낸다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 사각 구동 신호를 나타낸다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유량계의 측면도를 나타낸다.

도 8은 종래 기술에 따른 구동 신호를 나타낸다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 신호를 나타낸다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 유량계의 측면도를 나타낸다.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유량계의 측면도를 나타낸다.

도 12는 유동관이 경험하는 힘과 구동기로부터의 유동관의 거리의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 13은 유동관이 경험하는 힘과 구동기로부터의 유동관의 거리의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 14는 유동관이 경험하는 힘과 함께 구동 신호를 나타낸다.

도 15는 유동관이 경험하는 힘과 함께 다른 구동 신호를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0045] 도 4 내지 도 15 그리고 후술하는 상세한 설명은 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 기술자에게 본 발명의 최적 모드(best mode)를 어떻게 만들고 이용하는가를 교시하기 위해(tech) 특정한 예시들을 묘사한다. 본 발명의 원리를 교시하기 위한 목적상, 몇몇 통상적인 양태들이 단순화되거나 생략되었다. 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 기술자는 이들 예시들로부터 본 발명의 범주 내에 속하는 변형들을 이해할 수 있을 것이다. 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 기술자는 아래에 기술된 특징들(features)이 다양한 방식으로 결합되어서 본 발명의 다수의 변형들을 형성할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명은 아래 기술된 특정한 예시들로 한정되지 아니하며 단지 청구항 및 그 균등물에 의하여 본 발명이 정해진다.

[0046] 도 1은 종래 기술에 따른 유동 측정 시스템(10)을 나타낸다. 유동 측정 시스템(10)은 진동 유량계(100) 및 계측 전자기기(150)를 포함한다. 유량계(100)는 유동관(110), 구동기(120), 및 픽-오프 센서들(121, 122)을 포함한다. 구동기(120) 및 픽-오프 센서들(121, 122)은 리드들(leads)(123, 124, 125)을 통해 계측 전자기기(150)와 통신할 수 있다. 계측 전자기기(150)는 센서들(121, 122)로부터 수신된 신호들을 처리하여 유동 측정 정보를 생성할 수 있고 상기 유동 측정 정보는 유량, 밀도, 및 계측 감증을 포함하되 이에 한정되는 것은 아니다.

[0047] 동작시, 유체가 유입 플랜지(108)를 통해 유입부(101)로 유입되고 유출 플랜지(109)를 통해 유출부(102)에서 유동관(110)으로부터 유출된다. 유체가 유동관(110)을 통해 흐를 때, 구동기(120)가 진동 방식으로 유동관(110)을 진동시키는 구동 신호를 인가한다.

[0048] 도 2는 종래 기술에 따른 유량계(100)의 측면도를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 구동기(120)는 구동 코일(120A) 및 구동 자석(120B)을 포함한다. 종래 기술에 따른 유량계(100)에 의하면 구동기(120)는 유동관(110)을 당길(attract) 수도 있고 밀어낼(repell) 수도 있다. 따라서, 유동관(110)은 안착 위치(222)를 중심으로 점선들(220, 221)로 도시한 바와 같은 편향 위치들 사이에서 진동할 수 있다. 따라서 유량계(100)는 양의 및 음의 전류/전압 성분을 포함하는 도 3에 도시된 바와 같은 단순한 정현 구동 신호(300)에 의해 구동될 수 있다.

[0049] 도 3은 종래 기술에 따른 구동 신호(300)를 나타낸다. 구동 신호(300)는 단순한 전압 대 시간 그래프로 도시되었는데 도시된 단위들은 임의적이다. 구동 신호(300)는 앞서 기술된 바와 같이 단순한 정현 구동 신호를 포함하는데 상기 구동 신호(300)는 양의 및 음의 전류/전압 성분을 포함한다. 구동 신호(300)의 양의 전류/전압 부분 동안, 유동관 위치(221)에 표시한 바와 같이 구동 코일(120A)로부터 유동관(110)이 밀쳐내진다. 반대로 구동 신호(300)의 음의 전류/전압 부분 동안, 유동관 위치(220)에 표시한 바와 같이 구동 코일(120A)을 향하여 유동관(110)이 당겨진다. 구동 신호(300)는 단순한 작동 동안 종래 기술에 따른 유량계(100)에 대하여 적절한 결과를 제공한다. 그러나 유동관(110)이 구동 코일(120A)을 향하여 당겨질 수 있고 또한 구동 코일(120A)로부터 밀쳐질 수 있는 능력을 결여한 유량계에 대해서는 상기 구동 신호(300)가 부적절할 수 있다.

[0050] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 유동 측정 시스템(20)을 나타낸다. 유동 측정 시스템(20)은 유량계(400) 및 계측 전자기기(450)를 포함한다. 유량계(400)는 유동관(410), 구동기(420), 및 픽-오프 센서들(421, 422)을 포함한다. 하나의 유동관(410)이 도시되어 있을 뿐이지만, 다른 실시예들에 있어서 유량계(400)는 다수의 유량계들을 포함할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명은 하나의 유동관 디자인으로 제한되어서는 아니된다. 유동관(410)이 구동 자석(120B)이 아닌 자기부(426)를 포함한다는 점을 제외하고는 유량계(400)는 유량계(100)와 유사하다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 자기부(426)는 뮤-메탈(mu-metal) 자기부를

포함한다. 그러나 본 발명이 뮤-메탈로 제한되어서는 아니되면 다른 물질들이 또한 사용될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 나아가, 유량계(400)는 도 1에 도시된 유량계(100)와 유사하게 유동관(410)에 부착된 자석을 포함할 수 있다. 따라서, 자기부(426)에 사용된 특정한 물질에 따라서, 구동기(420)는 단지 하나의 방향으로 다시 말해서 유동관(410)을 밀쳐낼 수 있거나 또는 당길 수 있을 뿐이다.

[0051] 구동기(420) 및 픽-오프 센서들(421, 422)은 리드들(423, 424, 425)을 통해 계측 전자기기(450)와 통신할 수 있다. 계측 전자기기(450)는 각각 리드들(424, 425)를 통해 제1 및 제2 픽-오프 센서들(421, 422)로부터 센서 신호를 수신할 수 있다. 계측 전자기기(450)는 픽-오프 신호들을 처리하여 유체 유동 정보를 연산(compute)할 수 있다. 이러한 정보는 다른 정보와 함께, 계측 전자기기(450)에 의해서 경로(26)를 넘어 이용 수단(utilization means)(미도시)으로 적용될 수 있다. 계측 전자기기(450)는 도 5에 보다 상세하게 도시된다.

[0052] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 계측 전자기기(450)를 나타낸다. 계측 전자기기(450)는 인터페이스(501) 및 처리 시스템(503)을 포함할 수 있다. 계측 전자기기(450)는 픽-오프/속도 센서 신호들과 같은 유량계(400)로부터의 센서 신호들(510)을 수신할 수 있다. 몇몇 실시예들에 있어서, 센서 신호들(510)은 구동기(420)로부터 수신될 수 있다. 계측 전자기기(450)는 질량 유량계로서 작동할 수 있거나 밀도계로서 작동할 수 있는데 이는 코리올리 유량계로서 작동하는 것을 포함한다. 계측 전자기기(450)는 센서 신호들(510)을 처리해서 유동관(410)을 통해 흐르는 물질의 유동 특성을 얻을 수 있다. 예를 들면, 계측 전자기기(450)는 위상차, 주파수, 시간차, 밀도, 질량 유량, 체적 유량, 계측 검증 등 중 하나 이상을 결정할 수 있다. 추가적으로, 계측 전자기기(450)는 구동 신호(511)를 생성하여서 상기 구동 신호(511)를 구동기(420)에 제공할 수 있다. 구동 신호(511)는 도 6에 도시된 구동 신호(600)와 같은 단순한 구동 신호를 포함할 수 있거나 또는 도 9에 도시된 구동 신호(900)와 같은 다수의 주파수를 포함하는 진전된(advanced) 복잡한 구동 신호를 포함할 수 있다. 특정한 구동 신호들이 이하에서 보다 상세하게 설명된다.

[0053] 추가적으로, 계측 전자기기(450)는 구동 신호(511)에 대한 전압 바이어스(512)를 생성할 수 있다. 전압 바이어스(512)와 같은 전압 바이어스는 기결정된 기결정된 크기(amount)만큼 인가된 신호의 전류/전압을 높이거나 낮추기 위해 구동 신호에 추가하여 구동기에 인가되는 전류 또는 전압을 의미하도록 의도된다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 전압 바이어스(512)는 예를 들어 DC 전압 바이어스를 포함할 수 있다. 전압 바이어스(512)는 양의 또는 음의 전압 바이어스를 포함할 수 있다. 특정한 전압 바이어스는 유량계(400)에 사용된 특정한 자기 물질 및/또는 구동기에 따라서 달라질 수 있다.

[0054] 계측 전자기기(450)는 또한 선형화 알고리즘(513)을 생성할 수 있다. 선형화 알고리즘(513)은 커브 피팅(curve fitting), 필터링, 증폭 등을 포함할 수 있다. 선형화 알고리즘(513)은 예를 들어 선형 구동 신호를 생성하기 위해 사용될 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 선형화 알고리즘(513)은 현존하는 비-선형 구동 신호에 기초하여 더 선형인 구동 신호를 제공하는 데에 다시 말해서 구동 신호의 선형성을 증가시키기 위해서 사용될 수 있다. 계측 전자기기(450)의 다양한 기능들이 보다 상세하게 후술된다.

[0055] 인터페이스(501)는 리드들(423-425)을 매개로 구동기(420) 또는 픽-오프 센서들(421, 422)로부터 센서 신호들을 수신할 수 있다. 인터페이스(501)는 임의의 방식의 포맷팅(formatting), 증폭, 버퍼링 등과 같은 임의의 필요하거나 희망되는 신호 컨디셔닝을 수행할 수 있다. 대안적으로, 신호 컨디셔닝의 몇몇 또는 전부는 처리 시스템(503)에서 수행될 수 있다. 추가적으로, 인터페이스(501)는 계측 전자기기(450) 및 외부 장치들 간의 통신을 인에이블할 수 있다. 인터페이스(501)는 임의의 전자, 광학 또는 무선 통신을 할 수 있다.

[0056] 일 실시예에 있어서 인터페이스(501) 디지털라이저(digitizer)(미도시)를 포함할 수 있는데 이 때 센서 신호는 아날로그 센서 신호를 포함한다. 디지털라이저는 아날로그 센서 신호를 샘플링하고 디지털화할 수 있고 디지털 센서 신호를 생성할 수 있다. 디지털라이저는 또한 임의의 필요한 데시메이션(decimation)을 수행할 수 있는데, 여기서 필요한 신호 처리량을 줄이고 처리 시간을 줄이기 위해서 디지털 센서 신호가 데시메이션된다.

[0057] 처리 시스템(503)은 계측 전자기기(450)의 작동을 관리하고(conducts) 유량계(400)으로부터의 유동 측정들을 처리한다. 처리 시스템(503)은 하나 이상의 처리 루틴을 실행하고 이로써 유동 측정들을 처리하여 하나 이상의 유동 특성들을 생성한다.

[0058] 처리 시스템(503)은 범용 컴퓨터, 마이크로-프로세싱 시스템, 로직 회로, 또는 몇몇 다른 범용 또는 상용화된(customized) 프로세싱 장치들을 포함할 수 있다. 처리 시스템(503)은 다수의 프로세싱 장치들 중에 분포될(be distributed) 수 있다. 처리 시스템(503)은 저장 시스템(504)과 같은 임의의 방식의 일체화되거나 독립적인 전자 저장 매체를 포함할 수 있다.

- [0059] 처리 시스템(503)은 무엇보다도 구동 신호(511)를 생성하기 위해 센서 신호(510)를 처리한다. 구동 신호가 도 4의 유동관(410)과 같은 해당 유동관(들)을 진동시키기 위해서 구동기(420)에 제공된다. 예시적인 구동 신호들이 이하에서 제공된다.
- [0060] 일반적으로 본 기술 분야에 알려진 다양한 다른 성분들(components) 및 기능들을 계측 전자기기(450)가 포함할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 이들 추가적인 기능들은 간명함을 위하여 상세한 설명 및 도면들로부터 생략되었다. 따라서 본 발명은 도시되고 기술된 특정한 실시예들로 제한되어서는 아니된다.
- [0061] 하나의 방향으로 유동관(410)을 진동시키는 것으로 유량계(400)가 제한되는 것에 의해서, 양의 및 음의 성분들을 포함하는 단순한 정현 구동 신호(300)는 실제적이지 못할 수 있다. 이것은 구동 신호(300)의 음의 전류/전압 부분들 동안, 유동관(410)이 구동기(120)을 향하여 당겨지지 않을 수 있기 때문이다. 대안적으로, 구동기(120)가 유동관(410)을 당길 수 있지만 유동관을 밀쳐내지 못한다면, 구동 신호(300)의 양의 전류/전압 부분들이 작동적이지 않을 수 있다. 따라서 종래 기술에 따른 일 접근은 예를 들어 도 6에 도시되고 후술하는 바와 같이 사각 구동 신호에 따라서 유량계를 구동시키는 것이었다.
- [0062] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 사각 구동 신호(600)를 나타낸다. 사각 구동 신호(600)는 하나의 주파수 성분을 포함하는데 여기서 전류/전압은 시간의 대략 절반 동안 양이고 시간의 대략 절반 동안 대략 0이다. 따라서, 계측 전자기기(450)가 구동기(420)에 구동 신호(600)를 제공할 때, 유동관(410)은 도 7에 도시된 바와 같이 진동한다.
- [0063] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 유량계(400)의 측면도를 나타낸다. 유동관(410)은 그 안착 위치(700)에서 실선으로 도시된다. "안착 위치"는 구동기에 의해 제공되는 바이어스 힘이 실질적으로 존재하지 아닐 때 유동관의 위치를 내포하도록 의도된다는 것을 이해하여야 한다. 점선(710)은 예를 들어 사각 구동 신호(600)에 따라서 유량계가 구동될 때, 구동기(410)로부터 유동관(410)이 밀쳐내질 때의 유동관(410)을 나타낸다. 사각 구동 신호(600)에 따라서 유량계(400)가 구동되면, 유동관(410)의 자기부(426)가 전류가 제공되었을 때 구동기(420)로부터 밀쳐내진다. 유동관(410)의 탄성은 전류가 제공되지 아닐 때 유동관(410)을 그 안착 위치로 되돌린다. 몇몇 실시예들에 있어서, 구동 신호(600)는 양의 성분이 아닌 음의 성분을 포함할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.
- [0064] 도 3 및 도 6에 도시된 단순한 구동 신호들(300 및 600)은 단순한 측정에 대하여 적합하지만; 그러나 몇몇 유량계 기능들은 실질적으로 동시에 제공되는 다수의 주파수를 포함하는 더 복잡한 구동 신호들을 필요로 한다.
- [0065] 도 8은 종래 기술에 따른 진전된 구동 신호(800)의 예시를 나타낸다. 구동 신호(800)는 다수의 주파수를 포함하는 복잡한 신호를 포함한다. 구동 신호(800)는 예를 들어 보다 진전된 측정들이 요구될 때 구현될 수 있다. 구동 신호(800)는 구동기가 푸쉬-풀 모드 진동들을 할 수 있는 유량계들에서 적합한 결과를 제공하지만, 구동 신호(800)는 단방향성 구동력들의 능력만을 가지는 유량계에서는 적합한 결과를 제공하지 아닐 수 있다. 구동 신호(800)의 결점을 극복하기 위해서, 본 발명은 구동 신호에 바이어스 전압을 도입한다.
- [0066] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 계측 전자기기(450)는 전압 바이어스(512)를 생성할 수 있다. 이하의 기술이 구동 신호(800)에 전압 바이어스(512)가 적용되는 상황으로 제한되어 있지만, 전압 바이어스(512)는 임의의 구동 신호에 적용될 수 있고 본 발명은 기술된 특정한 구동 신호에 제한되지 아니함을 이해하여야 한다. 또한 구동기가 푸쉬-풀 모드 진동을 할 수 있는 실시예들에서 전압 바이어스가 구현될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 이하의 기술이 주로 구동기가 단지 풀 모드로 또는 단지 푸쉬 모드로 작동되는 상황들에 관한 것이나 본 발명은 이러한 상황들로 제한되어서는 아니된다. 전압 바이어스(512)를 포함하는 구동 신호(800)가 유동관(410)에 인가될 수 있다. 결과적인 구동 신호(900)가 도 9에 도시된다.
- [0067] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 신호(900)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 신호(900)가 전압 바이어스를 포함한다는 점을 제외하고는 구동 신호(900)는 구동 신호(800)와 유사하다. 이것은 실질적으로 전체 구동 신호가 양인 것을 야기한다. 다시 말해서, 실질적으로 전체 구동 신호(900) 동안 전류/전압이 구동기(420)에 인가된다. 이것은 전류가 교대로 턴-온 및 턴-오프되어서 유동관(410)이 그 안착 위치로 되돌아가는 주기를 야기하는 종래 기술에 따른 구동 신호(600)와 다르다. 이와 달리, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유동관(410)이 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 진동한다. 제1 편향 위치(1002)는 유동관(410)의 제2 편향 위치(1003) 및 안착 위치(1001)의 사이에 있다. 구동 신호(900)의 결과로서 발생하는 유동관 편향이 도 10에 도시된다.
- [0068] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 유량계(400)의 측면도를 나타낸다. 도시된 실시예에 따르면, 계측 전자기

기(450)가 구동기(420)에 보낸 구동 신호(900)에 응답하여, 유동관(410)이 안착 위치(1001), 제1 편향 위치(1002) 및 제2 편향 위치(1003) 사이에서 진동한다. 도 10에 도시된 실시예에 따르면, 유동관(410)은 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 진동한다. 도시된 실시예에 따르면, 제1 편향 위치(1002)는 안착 위치(1001)로부터 오프셋된다. 따라서, 구동기(420)가 단지 하나의 방향으로 유동관(410)을 편향시킬 수 있는 실시예들에서도, 유동관(410)이 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 여전히 진동할 수 있다. 이것은 구동기(420)가 유동관(410)을 제1 편향 위치(1002)를 넘어 제2 편향 위치(1003)까지 편향시킬 수 있고 유동관의 고유 탄성이 제1 편향 위치(1002)의 타측에서(on the other side) 안착 위치(1001)를 향하여 유동관(410)을 되돌릴 수 있기 때문이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유동관(410)은 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호(900)와 같은 진전된 구동 신호를 사용하여 구동된다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제1 편향 위치는 대략 유동관의 진동의 중간점에 위치한다.

[0069] 구동기가 단지 하나의 방향으로만 유동관을 바이어스할 수 있는 종래 기술에 따른 유량계에 있어서, 유량계는 유동관의 안착 위치와 제1 편향 위치 사이에서 유동관이 진동되도록 하는 유동관의 고유 탄성에 의존한다. 이러한 유형의 구성이 예를 들어 도 7에 도시된다.

[0070] 본 발명의 일 실시예에 따른 구동 신호(900) 또한, 유동관의 고유 탄성을 이용한다. 그러나 유동관(410)을 안착 위치 및 제1 편향 위치 사이에서 구동시키는 것이 아니라 유동관(410)이 안착 위치(1001), 제1 편향 위치(1002) 및 제2 편향 위치(1003) 사이에서 구동된다. 이것은 유동관(410)이 마치 양방향 모드로 구동되는 것처럼 진동하는 유량계(400)를 야기한다. 그러나 유동관(410)을 편향시키고 이어서 유동관(410)을 당기는 것이 아니라, 본 발명의 일 실시예에 따른 유량계(400)는 유동관(410)을 제1 편향 위치(1002)까지 편향시키고 나아가 제2 편향 위치(1002)까지 유동관(410)을 편향시킨다. 도시된 실시예에 따르면, 제1 편향 위치(1002) 및 제2 편향 위치(1003)는 동일한 방향으로 안착 위치(1001)로부터 멀어지게 편향된다. 몇몇 실시예들에 있어서, 제2 편향 위치(1003)는 제1 편향 위치(1002)보다 안착 위치(1001)로부터 더 멀리 떨어져 있다. 따라서, 종래 기술에 있어서 진동의 중간점이 안착 상태인 것과 달리, 진동의 중간점은 제1 편향 위치(1002)이다. 다시 말해서, 유동관(410)은 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 진동한다. 제1 편향 위치(1002)는 진동의 정확한 중간점을 포함하지 아니할 수 있음을 그리고 오히려 구동 신호(900)는 종래 기술에 따른 유량계에서처럼 안착 위치(1001)의 어느 일 측에서 진동시키는 것이 아니라 제1 편향 위치(1002)의 어느 일 측에서 유동관(410)을 진동시킨다는 것을 이해하여야 한다. 나아가, 제1 편향 위치(1002)의 위치가 고동 신호 내내(throughout) 바뀔 수 있음을 이해하여야 한다. 상기 위치는 예를 들어 구동 신호의 전류/전압의 변화를 포함하는 복수의 이유들로 인하여 바뀔 수 있다. 그러나, 제1 편향 위치(1002)의 위치가 바뀌었을지라도, 여전히 유동관 안착 위치(1001)로부터 오프셋되어 위치할 것이다.

[0071] 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 유량계(400)의 측면도를 나타낸다. 앞서의 기술은 구동기(420)가 단지 구동기(420)로부터 멀리 유동관(410)을 밀쳐낼 수 있는 상황에 대한 것이었다. 그러나, 몇몇 실시예들에 있어서 유동관(410)에 커플링된 자기 물질이 대신에 구동기(420)를 향하여 당겨질 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유동관(410)은 도 11에 도시된 바와 같이 편향될 수 있다.

[0072] 유동관(420)이 구동기(420)로부터 밀쳐내지는 것이 아니라, 구동기(420)를 향하여 당겨진다는 점을 제외하고는, 도 11에 도시된 유동관 진동은 도 10에 도시된 유동관 진동과 유사하다. 따라서, 실질적으로 전체 구동 신호가 양인 것으로 도시된 구동 신호(900)와 달리, 도 11에 도시된 유동관 진동은 실질적으로 전체 구동 신호가 음의 전류/전압을 포함하는 구동 신호로부터 결과될 것이다. 따라서 전압 바이어스는 음의 전압 바이어스일 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 유동관(410)이 제1 편향 위치(1102)를 중심으로 진동할 수 있다. 사용된 구동 신호에 기초하여, 유동관(410)은 구동 신호가 그 최대값일 때 제2 편향 위치(1103)로 구동될 수 있다. 구동 신호가 그 최소값일 때, 유동관(410)은 안착 위치(1101)로 또는 거의 안착 위치(1101)로 되돌려질 수 있다. 구동 신호(900)에 의한 것과 같이, 구동 신호가 완전히 제거되지 아니한다면, 유동관(410)이 안착 위치(1101)까지 완전히 되돌아가지 아니할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

[0073] 이상의 기술이 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호(900)로 제한되어 있지만, 유사한 전압 바이어스가 이전에 기술된 구동 신호들 중 임의의 것에 인가될 수 있음을 이해하여야 한다. 예를 들면, 전압 바이어스는 각각 도 3 및 도 6의 단순한 정현 또는 사각 구동 신호들에 제공될 수 있다. 나아가, 도시된 구동 신호들은 단지 예시들에 불과하며 다양한 다른 구동 신호들이 고려될 수 있고 본 발명의 범주 내에 속한다는 것을 이해하여야 한다. 앞서 기술한 것과 같은 전압 바이어스는 또한 푸쉬-풀 모드 진동의 능력이 있는 구동기들에 의해서 이용될 수 있다. 푸쉬-풀 모드 구동을 이용하는 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호가 완전히 양이거나 음일 수 있을지라도, 구동 신호는 양의 및 음의 성분을 모두 포함할 수 있다. 따라서 유동관(410)이 제1 편향 위치(1002)를

중심으로 진동될 때, 유동관(410)은 구동 신호의 양의 또는 음의 성분 동안 유동관의 안착 위치(1001)를 여전히 지나갈(cross) 수 있다.

- [0074] 전압 바이어스를 포함하는 구동 신호(900)는 유동관(410)을 하나의 방향으로 편향시키는 신호를 생성하고 유동관의 고유 탄성을 이용하여 반대 방향으로 유동관(410)을 편향시켜서 이로써 양방향성 구동 신호를 나타내는 진동을 생성한다. 따라서 구동 신호(900)는 구동기가 단지 하나의 방향으로 유동관을 편향시킬 수 있는 유량계(400)와 같은 유량계에서 이용될 수 있고 여전히 복잡한 다수의 주파수 구동 신호들의 측정 능력을 실현한다. 그러나 본 발명은 또한 전진된 구동 신호(900)로부터 야기될 수 있는 비선형성을 보정할 수 있다.
- [0075] 구동 신호의 비선형성에 대한 다양한 원인들이 존재할 수 있지만, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 구동 신호의 비선형성의 하나의 원인은 구동기(420) 및 유동관(410) 사이의 거리에 기인한다. 유량계(100)와 같은 종래 기술에 따른 유량계에 있어서, 구동기(120)의 코일/자석 조립체는 코일(120A)과 자석(120B) 간에 매우 작은 간격만이 존재하게끔 한다. 코일 내 고정된 전류/전압에 의해 자석(120B)에 가해진 힘 대 코일로부터의 자석의 거리를 작도한다면, 도 12에 도시된 바와 같은 그래프가 생성될 수 있다.
- [0076] 도 12는 코일(120A) 또는 구동기(420)에 의해 자석(120B)이 또는 대안적으로 유동관(410)이 경험하는 힘 간의 관계를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 힘은 코일/구동기의 짧은 거리(1250) 내에서 거의 선형이다. 종래 기술에 따른 유량계(100)는 이 거의 선형인 영역(1250)에서 작동되도록 디자인된다.
- [0077] 그러나, 유량계(400)의 싱글-구동기(420) 및 자기부(426)에 의하면, 안착 위치(1001)가 아닌 제1 편향 위치(1002)를 중심으로 진동하기 위해서 구동기(420)가 유동관(410)으로부터 상대적으로 멀리 떨어져 있다. 따라서 유량계(400)가 도 13에 도시된 영역(1350)에서 주로 작동된다.
- [0078] 도 13은 유동관(410)이 경험하는 힘과 유동관(410)이 구동기(420)로부터 떨어진 거리 간의 관계를 나타낸다. 구동기(420)가 단지 유동관(410)을 밀쳐낼 수 있는 상황에 대한 양의 거리만이 도시되었다. 구동기(420)가 단지 유동관(410)을 당길 수 있는 상황에 대한 유사한 그래프가 구축될 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0079] 도시된 바와 같이, 영역(1350)은 도 12에 도시된 영역(1250)보다 구동기(420)로부터 대체로 더 멀리 떨어져 있다. 이것은 대체로 비선형인 구동 신호(900)를 야기하는데 결과적인 힘이 구동 신호를 선형으로 따르지 아니하기 때문이다. 이것은 유동관이 제1 편향 위치로부터 제2 편향 위치(1003)까지 편향될 때, 가해진 힘이 일정하게 유지될 때조차 상대적으로 큰 크기(amount)를 변화시키기 때문이다. 이러한 비선형성이 도 14에 도시된다.
- [0080] 도 14는 유동관(410)이 경험하는 실제 힘(1400)과 함께 구동 신호(600)를 나타낸다. 각각의 사이클의 시작에서 유동관(410)은 그 안착 위치(700)에 있다. 이것은 구동기(420)가 유동관(410)에 이로써 자기부(426)에 가장 가까운 위치이다. 따라서 힘(1400)은 안착 위치(700)에서 가장 크다. 구동기(420)가 유동관(410)을 멀리로 편향 시킴에 따라서, 코일에 대하여 가해지는 힘이 작아진다. 도 14에서 볼 수 있는 바와 같이, 힘(1400)은 구동기(420)의 전류/전압이 턴-오프되기 전에 상당히 떨어진다. 이러한 유형의 왜곡은 위상 및 주파수에 근거하는 질량 유동 및 밀도와 같은 표준 측정에는 상당한 영향을 미치지 아니할 수 있다. 그러나 이러한 비선형 경향에 의해 다른 측정들이 부정적인 영향을 받을 수 있다. 따라서 구동 신호(900)와 같은 다른 구동 신호들에 대한 영향은 상당한 에러를 야기할 수 있다.
- [0081] 도 15는 유동관(410)이 경험하는 힘(1500)과 함께 구동 신호(900)를 나타낸다. 도시된 바와 같이, 유동관(410)에 가해진 힘(1500)은 전류/전압 신호(900)에 대하여 명확히도 선형이 아니다. 본 발명은 유량계(400)에 의해 실현되는 비선형성을 보정할 수 있다. 상기 보정은 하드웨어적이거나 또는 소프트웨어적일 수 있다. 회로 또는 디지털 신호 프로세싱 알고리즘이 예를 들어 도 13에 도시된 힘 대 거리 곡선을 특징지을 수 있다. 따라서 도 15에 도시된 곡선을 피팅하는 곡선이 보다 선형인 구동 신호를 얻기 위해 사용될 수 있다.
- [0082] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 구동 신호에 대하여 유동관(410)이 경험하는 힘을 작도할 수 있다. 구동 신호에 의한 결과적인 힘을 피팅하는 곡선에 의해서 차이가 보정될 수 있다. 따라서, 구동 코일 및 유동관(410) 간의 증가된 길이로 인한 비선형성을 다양한 하드웨어 및/또는 소프트웨어 보정 알고리즘을 사용하여 보정할 수 있다.
- [0083] 이상의 실시예들에 관한 상세한 설명은 본 발명의 범주 내에 속한다고 발명자에 의해 고려되는 모든 실시예들에 관한 배타적인(exhaustive) 설명이 아니다. 실제로 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 기술자는 앞서 기술된 실시예들 중 특정한 요소들이 다양하게 결합되거나 제거되어서 추가적인 실시예들을 형성할 수 있음을 그리고 이러한 추가적인 실시예들이 본 발명의 범주 및 교시 내에 속함을 이해할 수 있을 것이다. 또한 앞서 기술한 실시예들이 전체적으로 또는 부분적으로 본 발명의 범주 및 교시 내에서 추가적인 실시예들을 형성하기 위해

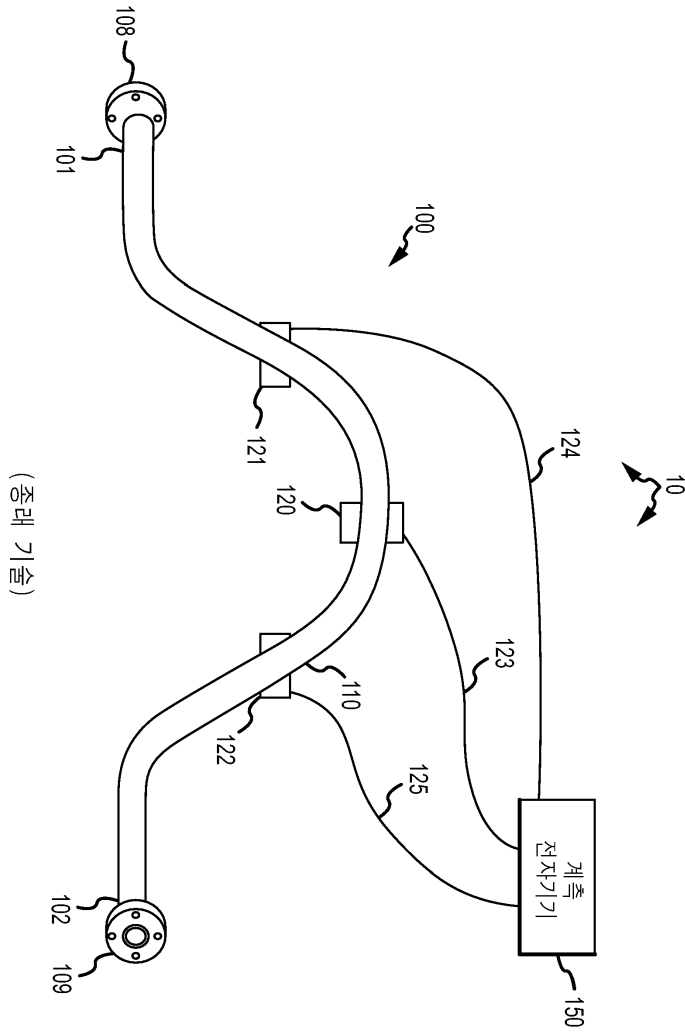
결합될 수 있음은 본 발명이 속한 기술 분야의 통상의 기술자에게 명백할 것이다.

[0084]

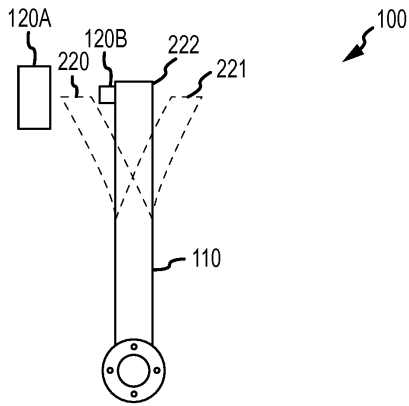
따라서, 본 발명의 특정한 실시예들과 예시들을 설명의 목적으로 기술하였지만, 관련 기술 분야의 통상의 기술자에게 인지될 수 있는 바와 같이, 다양한 등가적인 변형들이 본 발명의 범주 내에서 가능하다. 여기에 제공된 교시들은 다른 유량계에도 적용될 수 있으며 앞서 기술되고 첨부된 도면들에 도시된 실시예들에만 적용될 수 있는 것이 아니다. 따라서 본 발명의 범부는 후술하는 청구항으로부터 결정되어야 한다.

도면

도면1

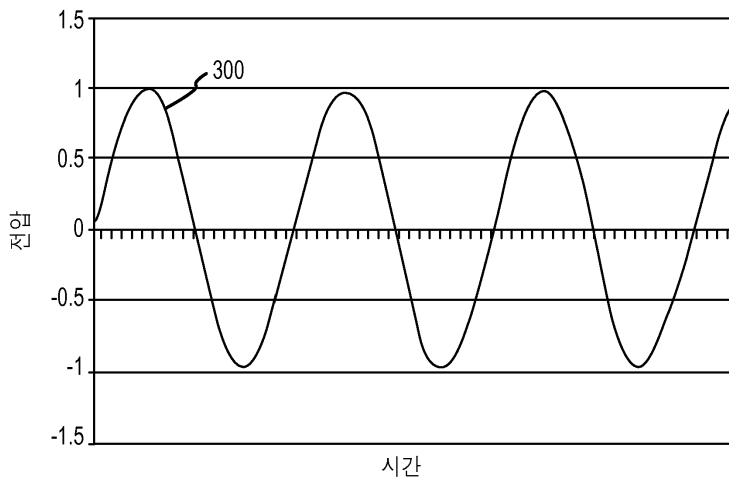


도면2



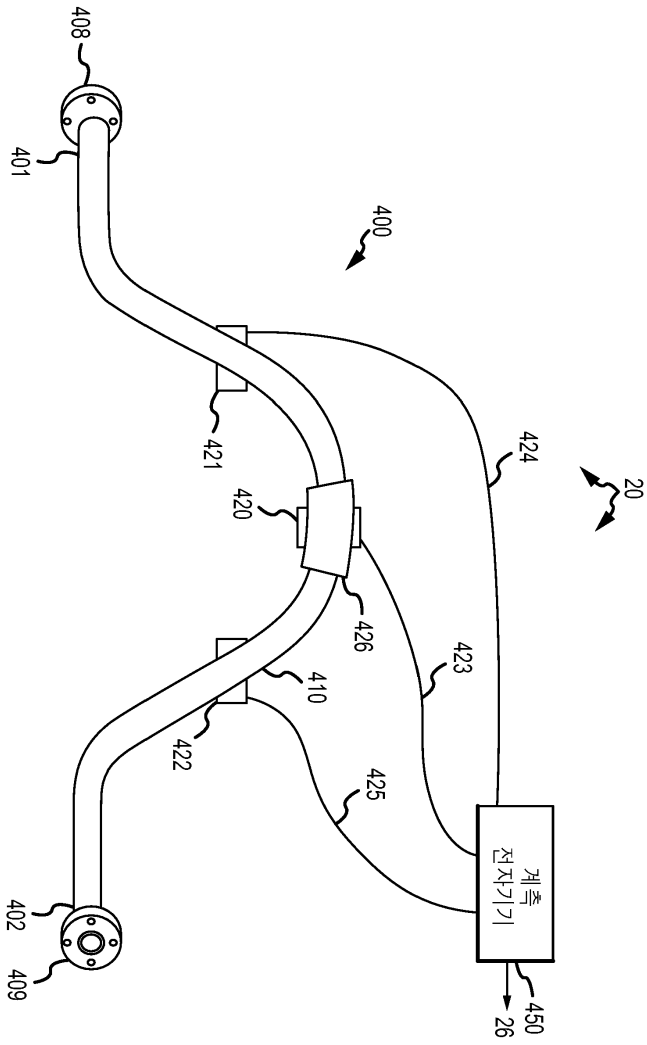
(종래 기술)

도면3

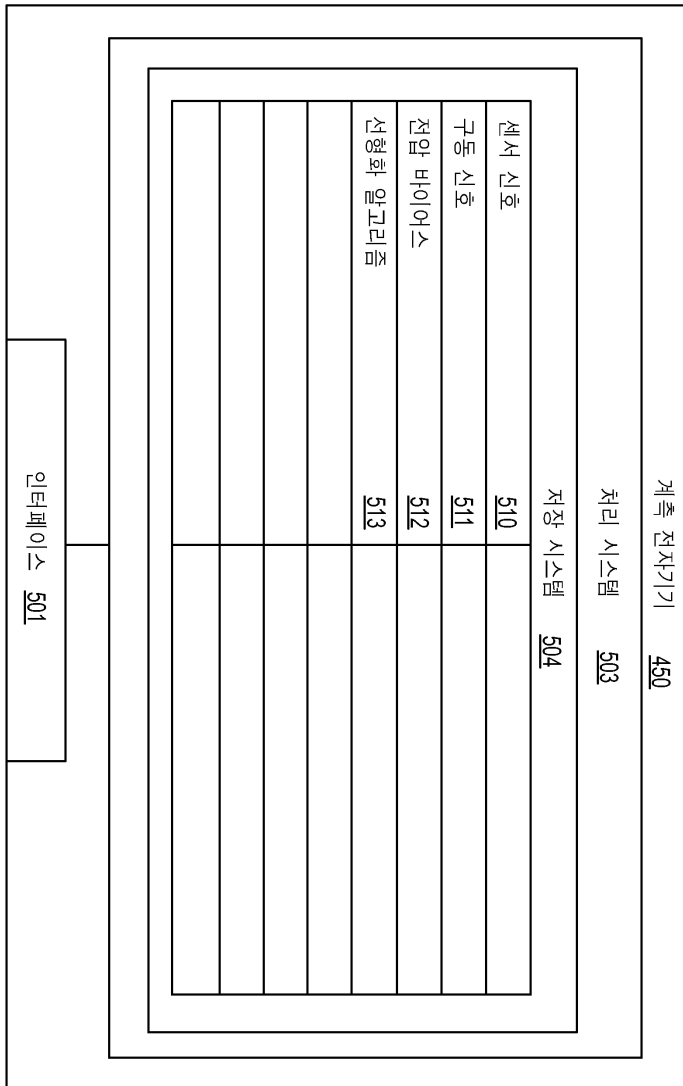


(종래 기술)

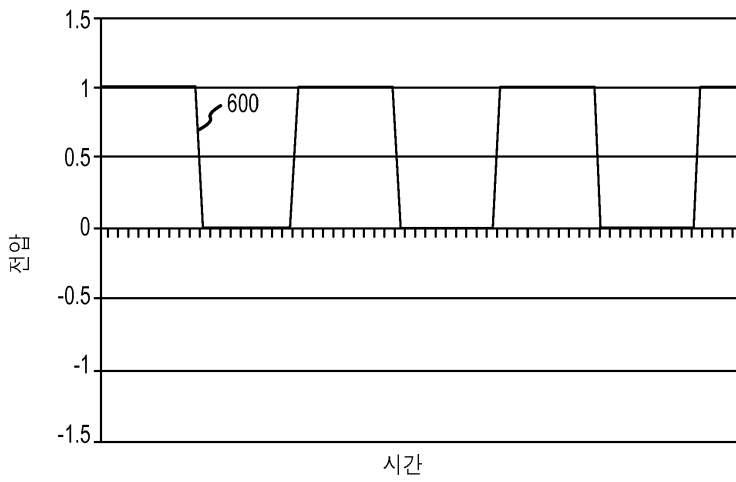
도면4



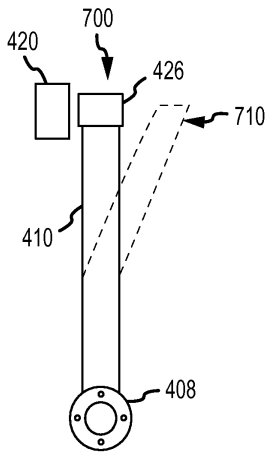
도면5



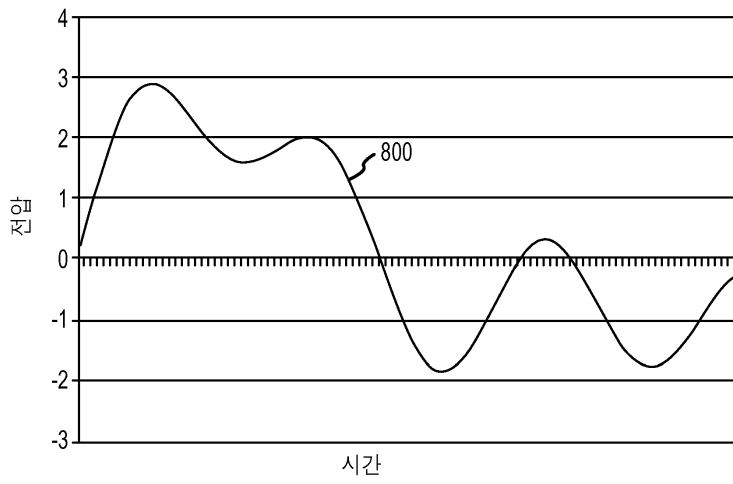
도면6



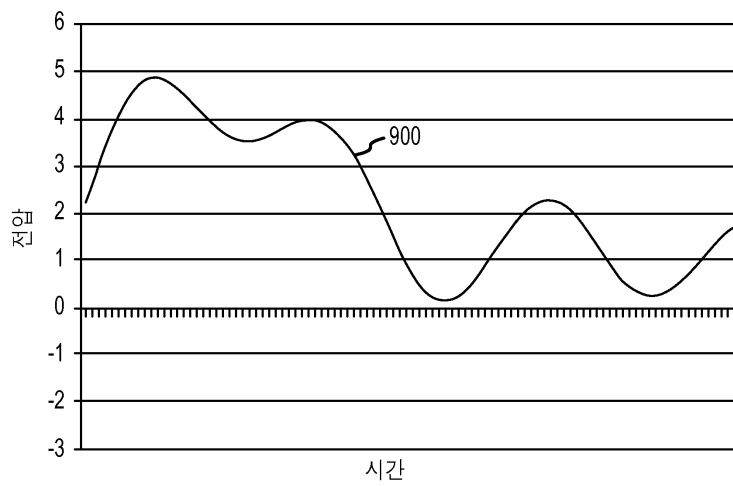
도면7



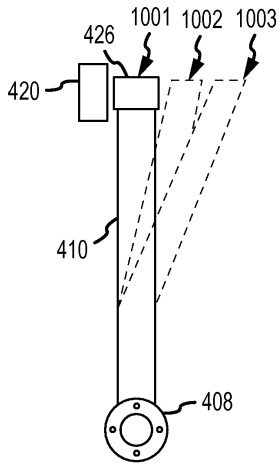
도면8



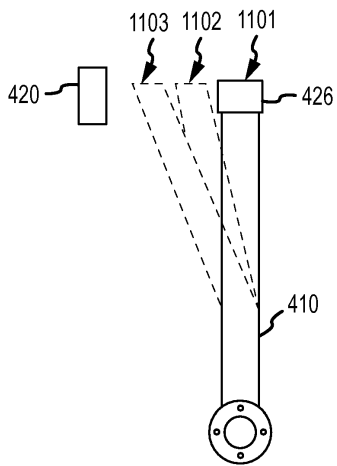
도면9



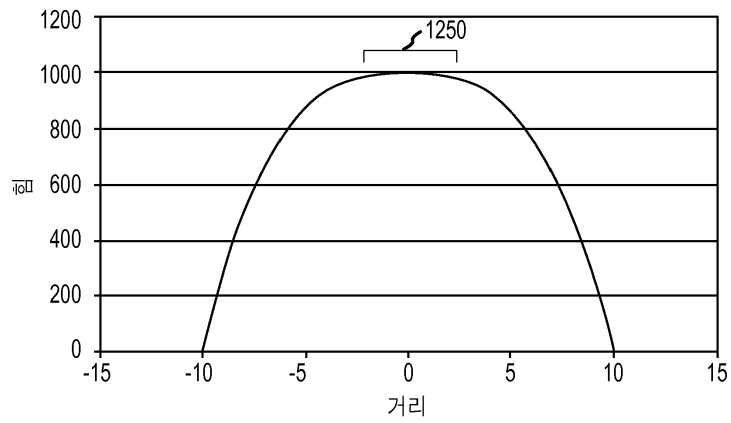
도면10



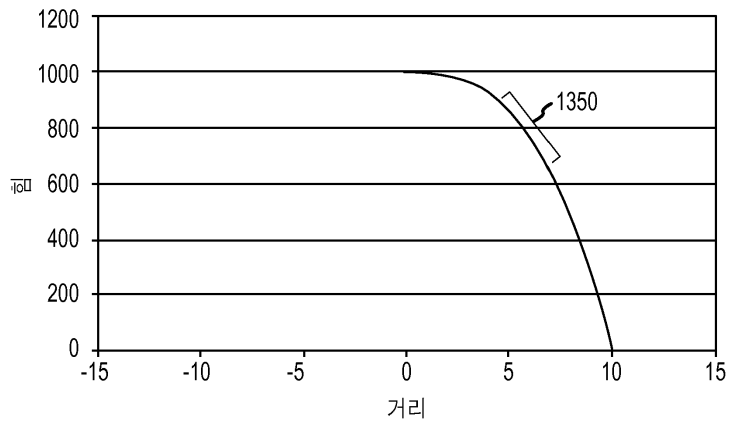
도면11



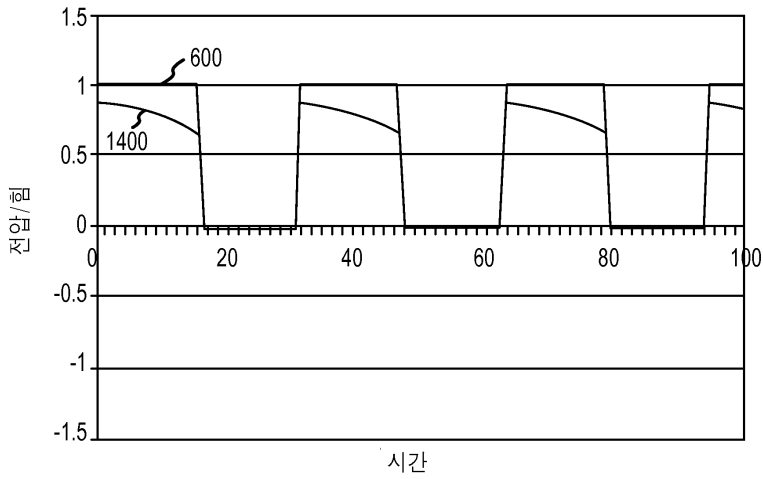
도면12



도면13



도면14



도면15

