



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월17일
 (11) 등록번호 10-0814480
 (24) 등록일자 2008년03월11일

(51) Int. Cl.

G01F 1/84 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-7007991

(22) 출원일자 2004년05월25일

심사청구일자 2005년11월11일

번역문제출일자 2004년05월25일

(65) 공개번호 10-2004-0070187

(43) 공개일자 2004년08월06일

(86) 국제출원번호 PCT/US2002/037034

국제출원일자 2002년11월19일

(87) 국제공개번호 WO 2003/046488

국제공개일자 2003년06월05일

(30) 우선권주장

09/994,257 2001년11월26일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US05918285 A1

전체 청구항 수 : 총 10 항

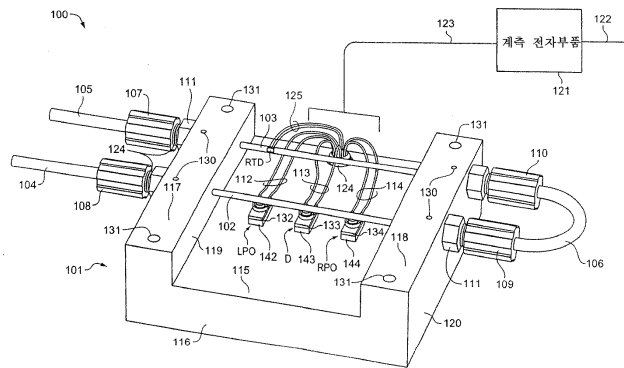
심사관 : 조병도

(54) 퍼플루오르알콕시를 주성분으로 하여 이루어지는 코리올리유량계의 제조 방법

(57) 요약

본 발명은 초고 수준의 순도를 요구하는 프로세스 물질의 측정을 위한 코리올리 질량 유량계(100)의 제조 방법을 개시한다. 이것은 코리올리 질량 유량계로부터의 이온을 유량계를 통해 유동하는 프로세스 물질에 전달하지 않는 PFA 플라스틱 물질로 코리올리 질량 유량계의 전체 유동 경로를 형성함으로써 달성된다.

대표도



(72) 발명자

윌러, 매튜, 글렌

미국80005콜로라도아바다웨스트85플레이스10655

맥닐티, 다니엘, 패트릭

미국80020콜로라도웨스트민스터체이스웨이11414

레버, 리랜드, 찰스

미국80526콜로라도포트콜린스폭스힐즈드라이브5257

특허청구의 범위

청구항 1

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFPA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 흐름관 수단을 상기 기부에 연결시키는 단계는, 유량계 부품들을 연결 및 고정시키기에 적합한 표면을 생성시키도록 상기 흐름관 수단을 에칭하는 단계에 의해 진행되는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 에칭하는 단계는 글리콜 디에테르를 함유하는 에칭 용액을 사용하는 단계를 포함하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 5

청구항 5은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항에 있어서,

상기 에칭하는 단계는 에칭 용액을 상승된 온도로 가열시키는 단계를 포함하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 6

청구항 6은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 1 항에 있어서,

상기 에칭하는 단계는 에칭 용액 내에서 상기 흐름관 수단을 교반하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 7

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFPA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및
 하나 이상의 프로세스 커백션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,
 상기 흐름관 수단을 상기 기부에 연결시키는 단계는 임의의 고유 곡률 또는 원치않는 잔여 만곡부를 제거하도록
 상기 흐름관 수단을 곧게 하는 단계에 의해 진행되는 것을 특징으로 하는,
 코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 8

청구항 8은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 7 항에 있어서,

상기 곧게 하는 단계는:

곧은 고정물 내에 상기 흐름관 수단을 위치시키는 단계;

상기 흐름관 수단 및 상기 곧은 고정물을 가열시키는 단계;

상기 흐름관 수단 및 상기 곧은 고정물을 냉각시키는 단계; 및

상기 곧은 고정물로부터 상기 흐름관 수단을 제거하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 9

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질
 의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커백션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 흐름관 수단을 상기 기부에 연결시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단을 상기 기부에 부착시
 키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 10

청구항 10은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 9 항에 있어서,

상기 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단을 상기 기부에 연결시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용
 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 11

삭제

청구항 12

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질
 의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 흐름관 수단에 상기 구동기를 연결시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단에 상기 구동기를 부착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 13

청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 12 항에 있어서,

상기 흐름관 수단에 상기 구동기를 부착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 14

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 부착시키는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 15

청구항 15은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 14 항에 있어서,

상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 16

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계;

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계; 및

상기 기부 안으로 수용 홀을 형성시키고 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 고정 요소를 고정시키는 단계에 의해, 상기 기부에 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션을 연결시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하

는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

청구항 18은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 16 항에 있어서,

상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정 요소를 고정시키는 단계는 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정 요소를 접착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 19

청구항 19은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 18 항에 있어서,

상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정 요소를 접착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

청구항 23은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 16 항에 있어서,

상기 기부에 상기 프로세스 커넥션을 연결시키는 단계는 상기 기부 상에 상기 프로세스 커넥션의 고정 요소를 접착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 24

청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 23 항에 있어서,

상기 기부에 상기 프로세스 커넥션을 접착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 25

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 부착시키는 단계가:

상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 플레어형으로 만드는 단계; 및

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 원추형 스톱브 상에 상기 흐름관 수단의 상기 플레어형 입구단 및 출구단을 삽입시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 26

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 부착시키는 단계가:

상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단이 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 면과 동일 평면이 될 때까지 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션을 통해 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 삽입시키는 단계; 및

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 면에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 밀봉시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 27

청구항 27은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 26 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 면에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 면에 상기 흐름관 수단의 상기 상기 입구단 및 상기 출구단을 접착시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

청구항 30은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 26 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 면에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 면에 상기 흐름관 수단의 상기 입구단 및 상기 출구단을 레이저 용접하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 31

코리올리 유량계로부터 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없는 초고 순도를 갖는 상기 프로세스 물질의 유입되는 유동을 연장시키도록 구성된 코리올리 유량계를 제조하는 방법으로서:

전체적으로 PTFE 또는 PFA로 형성되는 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계;

상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계; 및

하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 고정시키는 단계;를 포함하며,

상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 광학 픽오프의 용이한 사용을 위해 상기 흐름관 수단의 일부분들을 불투명하게 만드는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는,

코리올리 유량계의 제조 방법.

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

명세서

기술분야

- <1> 본 발명은 초고 순도(ultra high level of purity)를 가지는 프로세스 물질의 유동을 측정하는 코리올리 질량 유량계를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

- <2> 1985년 1월 1일자로 제이. 이. 스미스(J. E. Smith) 등에게 허여된 미국특허 제 4,491,025호, 1982년 2월 11일자 제이. 이. 스미스의 재발행 특허 제 31,450호에 개시된 바와 같이 파이프라인을 통해 유동하는 물질에 관한 질량 유량 및 다른 정보를 측정하기 위해 코리올리 효과 질량 유량계를 사용하는 것이 공지되어 있다. 유량계는 하나 이상의 곧은형, 만곡형 또는 불규칙형 구성의 흐름관을 구비한다. 각각의 흐름관은 단순 굽힘형, 토션(torsion)형 또는 트위스트(twisting)형일 수 있는 일련의 고유 진동 모드를 가진다. 물질이 충전된 각각의 흐름관은 이들 고유 진동 모드 중 하나에서 공진으로 요동하도록 구동된다. 고유 진동 모드는 흐름관 내부의 물질과 흐름관의 혼합 질량에 의해 부분적으로 형성된다. 필요하다면, 유량계는 고유 진동 모드에서 구동될 필요가 없다.
- <3> 입구측에 연결되는 물질 공급원으로부터 유량계 안으로 물질이 유동한다. 이러한 물질은 흐름관 또는 다수의 흐름관을 통과하고 유량계의 출구측으로 유출된다.
- <4> 구동기가 흐름관을 요동시키도록 힘을 가한다. 물질 유동이 없다면, 흐름관을 따라 모든 포인트들이 흐름관의 제 1 굽힘 모드와 동일한 위상으로 요동한다. 코리올리 가속도는 흐름관 상의 각각의 포인트가 흐름관 상의 다른 포인트에 대해 상이한 위상을 가지게 한다. 흐름관의 입구측 상의 위상은 구동기에 지체되고, 출구측 상의 위상은 구동기를 앞서간다. 흐름관 상에 픽오프(pickoffs)가 위치하여 흐름관의 모션을 나타내는 사인곡선 신호를 발생시킨다. 2개의 센서 신호 사이의 위상차는 요동의 주파수에 의해 나뉘어져 질량 유동의 질량 유량에

비례하는 지연을 얻는다.

- <5> 상이한 흐름관 구성을 가지는 유량계를 사용하는 것이 공지되어 있다. 이들 구성 가운데에는 하나의 흐름관, 이중 흐름관, 곧은 관, 만곡형 관, 및 불규칙 구성의 관이 있다. 대부분의 유량계는 알루미늄, 강, 스테인레스 강 및 티타늄과 같은 금속으로 제조된다. 유리 흐름관도 공지되어 있다. 또한, 현재 종래 기술의 모든 곧은 연속 경로 유량계는 금속 특히 티타늄으로 제조되거나, 플라스틱 특히 PTFE 또는 퍼플루오르알콕시 코폴리머(perfluoroalkoxy copolymer; PFA)로 라이닝된 금속관이다.
- <6> 유량계에서 티타늄의 긍정적인 기여는 높은 강도와 낮은 열 팽창 계수(CTE)를 가지게 하는 것이다. 티타늄의 부정적인 효과는 그 금속 물성과 제조 비용이다. 반도체 웨이퍼 프로세싱에서, 금속 이온은 오염물질이다. 집적 회로의 웨이퍼 영역과 접촉하는 금속 이온은 회로 단락과 장치의 파괴를 야기시킨다. 또한, 티타늄 유량계는 제조가 어렵고 제조 비용이 고가이다.
- <7> 디터 메이어(Dieter Meier)에게 허여된 미국특허 제 5,403,533호에 개시된 바와 같이 PFA로 라이닝(lining)된 흐름관은 금속 및 플라스틱 기술 모두의 긍정적인 기여를 결합하는 것을 시도했으나, 본 발명에 이르기까지 해결할 수 없었던 새로운 도전에 직면했다. PFA로 라이닝된 금속 흐름관은 금속 이온이 얇은 PFA 코팅층을 통해 유동 스트림 안으로 이동할 수 있게 하여 오염을 야기시킬 수 있다. 또한, 금속 흐름관 물질 및 PFA 라이너(liner)는 상이한 열적 물성을 가진다. 이것은 PFA 라이너가 흐름관과 해제되게 하여 누수와 성능 문제를 발생시킨다. PFA로 금속 흐름관을 라이닝하기 위한 제조 공정은 또한 비용이 상당히 많이 든다. 종래 기술은 또한 플라스틱 흐름관 및 플라스틱 유량계를 제안한다. 이것은 흐름관만이 플라스틱으로 제조되는 것 뿐만 아니라 유량계의 전체가 플라스틱 제조되는 종래 기술을 포함한다. 이러한 종래 기술의 상당수는 유량계가 강, 스테인레스 강, 티타늄 또는 플라스틱과 같은 여러 물질로 제조될 수 있다는 단정(assertion)을 포함하고 있다. 이러한 종래 기술은 온도를 포함한 작동 조건 범위에서 정보를 정확하게 출력할 수 있는 플라스틱 코리올리 질량 유량계의 개시에 관한 한 유리하지 않다.
- <8> 금속 흐름관에 대한 플라스틱 흐름관의 단순한 대체는 유량계인 듯이 보이는 구조체를 야기시킬 것이다. 그러나, 이러한 구조체는 유용한 작동 조건 범위에서 정확한 출력 정보를 발생시키기 위한 유량계로서 기능하지 않을 것이다. 유량계가 플라스틱으로 제조될 수 있다는 단순한 단정은 플라스틱이 금속을 대체할 수 있다는 추상적 개념에 지나지 않는다. 이러한 단순한 단정은, 유용한 작동 조건 범위에서 정확한 정보를 발생시키기 위해 플라스틱 유량계를 어떻게 제조할 것인가에 대해 교시(teach)하지 않는다.
- <9> 일부의 응용 분야에서는 종래의 코리올리 질량 유량계가 프로세스 물질을 오염시킬 수 있다는 문제가 있다. 이것은 유량계에 의해 초고 순도의 물질이 사용자 애플리케이션(user application)으로 전달되어야 하는 시스템에는 바람직하지 않다. 이것은 반도체 웨이퍼의 제조의 경우인데, 이러한 반도체 웨이퍼는 프로세스 물질 유동 경로의 관으로부터 이동해 오는 이온들을 포함하는 오염물질이 없는 프로세스 물질의 사용을 필요로 한다. 이러한 응용 분야에 있어서, 흐름관은 오염물질의 공급원이 될 수 있다. 흐름관의 금속벽은 프로세스 물질 유동 안으로 이온들을 방출시킬 수 있다. 방출되는 이온들은 반도체 웨이퍼 상의 칩(chips)에 결점을 발생시킬 수 있다. 유리로부터 프로세스 물질 유동 안으로 납 이온들을 방출시킬 수 있는 유리 흐름관에 대해서도 마찬가지이다. 종래의 플라스틱으로 제조되는 흐름관에 대해서도 역시 마찬가지이다.
- <10> PFA라고 하는 플라스틱은 상술한 결함이 없는데, 이러한 이유는 PFA로 조성되는 물질이 물질 유동 안으로 해로운 이온들을 방출하지 않기 때문이다. 흐름관에 대해 PFA를 사용하는 것은 반데폴(Vanderpol)에게 허여된 미국특허 제 5,918,285호에서 제안하고 있다. 이러한 제안은 반데폴의 개시에 부수적인 것인데, 이러한 이유는 상기 반데폴의 특허는 정확한 유동 정보를 발생시키기 위해 PFA 흐름관을 갖춘 유량계를 어떻게 제조할 수 있는가에 관한 정보를 개시하지 않고 있기 때문이다.

발명의 상세한 설명

- <11> 바람직하게 퍼플루오르알콕시 코폴리머(perfluoroalkoxy copolymer; PFA)와 같은 플라스틱으로 제조되는 하나 이상의 흐름관을 구비하는 코리올리 질량 유량계를 개시하는 본 발명에 의해 상술한 문제 및 다른 문제들을 해결하고 본 기술 분야의 진보를 달성한다. 흐름관은 구동기에 연결되며 그리고 하나 이상의 픽오프 센서에 연결되어, PFA 흐름관이 코리올리 질량 유량계의 일부로서 기능하게 하는데, 이러한 코리올리 질량 유량계는 이온 수준으로 오염물질이 없는 물질 유동을 요구하는 반도체 제조 등과 같은 응용 분야에서 사용하기에 적합한 초고 순도의 물질 유동의 작동 조건 범위에서 정확한 출력 정보를 제공할 수 있다.
- <12> PFA로 전체적으로 구성된 유동 경로는 결점없이 티타늄 및 PFA 라이닝형 흐름관의 다수의 이점을 가진다. PFA

는 보다 우수한 화학적 저항, 적은 금속 이온 방출, 낮은 입자 발생을 가지는 플루오르폴리머이며, 많은 비용을 소비하지 않고 제조가능하다. PFA 물질은 강성이며 높은 품질의 얇은 벽 배관으로 압출 성형될 수 있다. 얇은 벽의 PFA 배관은 질량 유량에 대해 보다 높은 감도를 가능하게 하는 낮은 휨 강성도와, 흐름관과 프로세스 파이프라인 사이의 탄성 동역학적 상호작용에 대한 향상된 면역성을 가진다. PFA의 재료 및 물리적 특성은 보다 높은 응력 레벨에서 보다 큰 관 진동 진폭을 허용하고 거의 무한한 피로 수명을 초래한다. 또한, 보다 높은 진동 진폭은 소형의 저질량 트랜스듀서의 사용을 허용하고, 차례로, 이것은 장착 변동에 대한 면역성과 밀도 감소를 향상시킨다.

<13> 본 발명의 바람직한 제 1 실시예는, 흐름관의 단부 노드를 진동식으로 균형을 맞추는 대형 금속 기부(massive metal base)에 진동식으로 연결되는 하나의 PFA 플라스틱 흐름관을 구비하는 유량계를 포함한다. 본 실시예에서, 기부는 U자형이며, PFA 플라스틱 흐름관은 U자형의 레그의 외부 부분 내의 홈을 통해 연장한다. PFA 플라스틱 흐름관은 흐름관을 둘러싸며 금속 기부에 흐름관을 강성으로 접촉시키는 O-링 또는 적절한 접촉제 특히, 시아노아크릴레이트에 의해 기부 구조체에 접촉된다. 흐름관의 중심은 전자기 구동기에 부착되는데, 이러한 전자기 구동기는 적합한 계측 전자부품으로부터 구동 신호를 수신하여 흐름관의 종축방향 액세스(access)에 대해 횡방향으로 흐름관을 진동시킨다. 흐름관은 또한 진동하는 흐름관 내부의 물질 유동의 코리올리 응답을 검출하는 픽오프 센서에 연결되어 있다. 역시 바람직하게 PFA로 제조될 수 있는 프로세스 커넥션은 기부에 연결되며 흐름관을 종결시킨다.

<14> PFA는 화학적으로 불활성이며 매우 낮은 표면 에너지를 가지는 플루오르화 폴리머(fluorinated polymer)이며, 통상의 접촉제 또는 용매를 사용하여 접합하는 것을 어렵게 한다. 비-PFA 부품과 유량계의 PFA 부품 사이의 접합을 용이하게 하기 위해, 바람직한 제조 방법은 PFA 부품을 에칭하는 프로세스를 포함한다. 에칭은 PFA 성분의 외부면 화학적 성질을 변화시켜서, 이들이 비-PFA 부품에 접합될 수 있게 한다. 에칭 프로세스는 글리콜 디에테르, 바람직하게는 디글리메-소듐 나프탈렌을 함유하는 가열된 용액기 안으로 PFA 부품들을 침지시키는 단계를 수반하며, 일정 시간동안 PFA 부품들을 서서히 교반시킨다.

<15> 배관에 특정된 PFA의 다른 특성은, 그 제조 방법은 유량계 안으로 배관을 제조하기 전에 배관으로부터 제거될 필요가 있는 본래의 굽힘 또는 곡률을 가지는 배관이 되게 한다는 것이다. 프로세싱하기 전에 배관 내의 원치 않는 곡률을 제거하기 위한 바람직한 방법은 어닐링 프로세스를 통해 흐름관을 직선화시키는 것이다. 어닐링 프로세스는 흐름관을 직선화 고정물 내에 위치시키는 단계를 포함한다. 고정물은 유량계 안으로 프로세싱하기에 적합한 끝은 형태로 관을 제한한다. 흐름관 및 고정물은 일정 시간 동안 가열된 후, 제거되고 실온까지 냉각된다. 실온에 도달하면 흐름관은 고정물로부터 제거되어 곧은 흐름관이 된다.

<16> 바람직한 제 1 실시예에서 기술한 바와 같이, 흐름관은 픽오프 수단에 연결되어 있다. 일 실시예에서, 픽오프 수단은 코일/자석 형태이다. 자석은 접촉제를 사용하여 흐름관에 접촉되고, 코일은 접촉제 또는 기계적 커넥션 중 어느 하나를 사용하여 기부에 연결된다. 대안의 실시예에서, 픽오프는 광학 장치인데, 이러한 광학 장치는 광 비임을 보내고 수용하며 흐름관의 모션에 의해 변경된다. 광학 픽오프의 용이한 사용을 위해 흐름관의 일부는 불투명하다. 이것은 통상의 반투명 흐름관을 통과하게 하는 대신에 흐름관에서 빛이 반사되게 하거나 불투명 코팅에 의해 빛을 흡수할 수 있게 한다. 흐름관은 코팅 또는 페인트의 사용을 포함하여 여러 수단을 통해 불투명하게 될 수 있다. 광학 감지 실시예의 장점은 진동하는 흐름관 상에 보다 가벼운 중량을 제공한다는 것이다.

<17> 바람직한 제 1 실시예에 기술한 바와 같이, 흐름관은 프로세스 커넥션에 연결되어 PFA의 유동 경로를 형성한다. 다른 실시예에서, 이러한 프로세스 커넥션은 이 프로세스 커넥션의 니플 위로 흐름관이 삽입될 수 있도록 흐름관을 외측으로 돌출시킴으로써 달성된다. 다른 실시예에서, 흐름관은 프로세스 커넥션의 관통홀 안으로 삽입되며 프로세스 커넥션의 전면에서 밀봉된다.

<18> 바람직한 일 실시예에서, 흐름관은 레이저 용접 프로세스에 의해 프로세스 커넥션의 전면에서 밀봉된다. 레이저 용접은 비접촉 형태의 용접이며, 이러한 용접은 프로세스 커넥션의 전면과 흐름관 사이의 경계면에서 열을 발생시킨다. 프로세스 커넥션의 전면에서 흐름관을 밀봉시키는 다른 방법은 가열식 팁 용접, 초음파 용접 및 접착식이다.

<19> 프로세스 커넥션에 관을 연결하는 것에 추가로, 프로세스 커넥션은 또한 기부에 연결된다. 기부에 프로세스 커넥션을 연결시키는 바람직한 방법은 기부 내에 홈을 형성하고 이러한 홈 안으로 프로세스 커넥션의 단부를 고정시키는 것이다. 프로세스 커넥션은 기부 홈을 태핑(tapping)하고 태핑된 홈 안으로 프로세스 커넥션의 단부를 나사결합시킴으로써 고정될 수 있다. 상술한 방법의 대안으로서, 접촉제를 사용하여 기부의 홈 안으로 프로세스

스 커넥션의 단부를 단순히 접합하는 것이 있다. 기부에 프로세스 커넥션을 고정시키는 다른 방법은 기부 내에 로킹 홀을 형성시키는 것이다. 이러한 홀은 로킹 홀의 중심선이 수용 홀의 중심선과 교차하도록 형성된다. 이들 홀이 형성되고 프로세스 커넥션의 단부가 수용 홀 안으로 삽입된 후, 프로세스 커넥션을 고정시키기 위해 로킹 홀 안으로 로킹 기구를 삽입시킨다. 수용 홀 안으로 프로세스 커넥션을 로킹시키는 바람직한 방법은 로킹 홀을 태핑하고 세트 스크류를 로킹 홀 안으로 나사결합하는 것인데, 이러한 세트 스크류는 프로세스 커넥션을 압축시키고 이동을 방지한다.

- <20> 본 발명의 다른 실시예에 따라 다른 흐름관 구성이 제공된다. 본 발명은 반대 위상으로 진동하는 이중 흐름관의 사용에 의해 실시될 수도 있다. 이들 이중 흐름관은 곧은 형태, U자형태 또는 불규칙한 구성 중 어느 한 형태일 수 있다. 이중 흐름관의 사용은 동역학적 균형식 구조체(dynamically balanced structure)를 제공하며 흐름관을 장착하는데 필요한 기부의 질량을 감소시킨다.
- <21> 또 다른 실시예에 따르면, 곧은 이중 흐름관을 사용할 때, 이들 흐름관은 기부 상에 장착되며 수평면 또는 수직면 중 어느 하나와 반대 위상으로 진동한다. U자형 기부의 바닥면과 수직한 수평면으로의 진동은 유량계 구조체의 수직 흔들림을 제거하면서, 이중 흐름관이 동적으로 균형이 맞추어져 있지 않다면 수평 흔들림을 허용한다. 서로에 대해 수직면으로의 흐름관의 장착은 어떠한 원치않는 수직 진동을 제한한다.
- <22> 임의의 흐름관 구성과 연관될 수 있는 추가의 실시예는 온도 측정 장치를 실행시키는 것이다. 바람직한 실시예는 흐름관에 장착된 내온 장치(Resistive Temperature Device; RTD)의 사용이다. 다른 실시예에 따르면, 온도는 적외선 온도 측정 장치를 사용하여 측정할 수 있다. 이러한 장치의 장점은 비접촉식이며 흐름관로부터 거리를 두고 떨어져 위치할 수 있어서, 흐름관 상의 질량을 감소시킬 수 있다.
- <23> 요약컨대, 본 발명을 구현하는 유량계는, 전달되는 물질에 오염물질이 존재하지 않을 것을 요구하는 응용 분야에서 초고 순도의 프로세스 물질의 측정 및 전달을 제공한다는 장점이 있다. 이러한 초고 순도는 흐름관 물질로부터 프로세스 물질로의 이온 전달이 허용되는 금속 및 유리에 비해 우수하며 화학적으로 불활성인 PFA 플라스틱 흐름관의 사용에 의해 제공된다. 프로세싱된 물질은 통상 반도체 산업에서 웨이퍼를 제조할 때 폴리싱제로서 사용되는 유기 화합물인 슬러리를 포함한다. 이러한 폴리싱 작업은 웨이퍼에 평면을 제공하는 작용을 한다. 폴리싱 작업은 60 내지 90초 걸리며, 이러한 시간 동안 슬러리는 흐름관 물질로부터 슬러리로 전달되는 이온을 포함한 어떠한 오염물질도 없어야 한다. 반도체 웨이퍼 상에 하나라도 원치않는 이온이 증착된다면, 웨이퍼의 모두 또는 일부분을 회로 단락시키며 웨이퍼를 무용지물로 만든다.
- <24> 본 발명의 일 양상은 코리올리 유량계로부터, 유입되는 프로세스 물질 유동으로의 이온 전달로 인한 오염없이 초고 순도를 가지는 상기 프로세스 물질 유동을 연장시키도록 하는 유량계를 제조하는 방법으로 볼 수 있으며, 상기 방법은:
- <25> 흐름관 수단에 구동기를 고정시키는 단계; 및
- <26> 상기 흐름관 수단에 픽오프 수단을 연결시키는 단계;를 포함하는 방법으로서,
- <27> 상기 흐름관 수단의 물질로부터 상기 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염이 없이 상기 프로세스 물질을 유지시키는 물질로 형성되는 상기 흐름관 수단을 기부에 연결시키는 단계; 및
- <28> 상기 유량계를 통해 초고 순도 유동 경로를 형성하도록 하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 입구단 및 출구단을 부착시키는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <29> 바람직하게, 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계는 상기 흐름관 수단의 물질로부터 상기 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염없이 상기 프로세스 물질을 유지시키도록 PFA로부터 형성된 상기 흐름관 수단을 사용하는 단계를 더 포함한다.
- <30> 바람직하게, 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계는 유량계 부품들을 연결하고 부착하기에 적합한 표면을 생성하도록 상기 흐름관 수단을 에칭하는 단계에 의해 진행된다.
- <31> 바람직하게, 상기 에칭하는 단계는 글리콜 디에테르를 함유하는 에칭 용액을 사용하는 단계를 포함한다.
- <32> 바람직하게, 상기 에칭하는 단계는 상승된 온도로 에칭 용액을 가열시키는 단계를 포함한다.
- <33> 바람직하게, 상기 에칭하는 단계는 에칭 용액 내에서 상기 흐름관 수단을 교반하는 단계를 포함한다.
- <34> 바람직하게, 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계는 임의의 고유 곡률 또는 원치않는 잔여 만곡부

를 제거하도록 상기 흐름관 수단을 끈게 하는 단계에 의해 진행된다.

- <35> 바람직하게, 상기 끈게 하는 단계는:
- <36> 끈은 고정물 내에 상기 흐름관 수단을 위치시키는 단계;
- <37> 상기 흐름관 수단 및 상기 끈은 고정물을 가열시키는 단계;
- <38> 상기 흐름관 수단 및 상기 끈은 고정물을 냉각시키는 단계; 및
- <39> 상기 끈은 고정물로부터 상기 흐름관 수단을 제거하는 단계;를 포함한다.
- <40> 바람직하게, 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계를 포함한다.
- <41> 바람직하게, 상기 접착제를 사용하여 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결하는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 포함한다.
- <42> 바람직하게, 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계는 O-링을 사용하여 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키는 단계를 포함한다.
- <43> 바람직하게, 상기 흐름관 수단에 상기 구동기를 부착시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단에 상기 구동기 수단을 연결시키는 단계를 더 포함한다.
- <44> 바람직하게, 상기 흐름관 수단에 상기 구동기 수단을 부착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함한다.
- <45> 바람직하게, 상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 접착제를 사용하여 상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 부착시키는 단계를 더 포함한다.
- <46> 바람직하게, 상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함한다.
- <47> 바람직하게, 상기 코리올리 유량계 제조 방법은 상기 기부에 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션을 연결시키는 단계를 더 포함한다.
- <48> 바람직하게, 상기 기부에 상기 프로세스 커넥션을 연결시키는 단계는:
- <49> 상기 기부 안으로 수용 홀을 형성시키는 단계; 및
- <50> 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 고정부를 고정시키는 단계를 포함한다.
- <51> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 고정시키는 단계는 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 부착시키는 단계를 포함한다.
- <52> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 부착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단계를 더 포함한다.
- <53> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 고정시키는 단계는 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 나사결합시키는 단계를 포함한다.
- <54> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 고정시키는 단계는:
- <55> 상기 수용 홀의 중심선과 교차하는 중심선을 가지는 로킹 홀을 형성시키는 단계; 및
- <56> 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부가 이동하는 것을 방지하도록 상기 로킹 홀 안으로 로킹 기구를 삽입시키는 단계;를 포함한다.
- <57> 바람직하게, 상기 로킹 홀 안으로 상기 로킹 기구를 삽입시키는 단계는 상기 프로세스 커넥션의 상기 고정부를 압축시키는 세트 스크류를 삽입시키는 단계를 포함한다.
- <58> 바람직하게, 상기 기부에 상기 프로세스 커넥션을 연결시키는 단계는 상기 기부 상에 상기 프로세스 커넥션의 고정부를 부착시키는 단계를 포함한다.
- <59> 바람직하게, 상기 기부에 상기 프로세스 커넥션을 부착시키는 단계는 시아노아크릴레이트 접착제를 사용하는 단

계를 더 포함한다.

- <60> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 상기 단부들을 부착시키는 단계는:
- <61> 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 플레어형으로 만드는 단계; 및
- <62> 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 원추형 스톱 상에 상기 흐름관 수단의 상기 플레어형 단부를 삽입시키는 단계;를 포함한다.
- <63> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 부착시키는 단계는:
- <64> 상기 흐름관 수단의 상기 단부가 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 전면과 동일 평면이 될 때까지 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션을 통해 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 삽입시키는 단계; 및
- <65> 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 밀봉시키는 단계;를 포함한다.
- <66> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 부착시키는 단계를 포함한다.
- <67> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 초음파로 용접시키는 단계를 포함한다.
- <68> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 가열 팁 용접시키는 단계를 포함한다.
- <69> 바람직하게, 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 밀봉시키는 단계는 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션의 상기 전면에 상기 흐름관 수단의 상기 단부를 레이저 용접시키는 단계를 포함한다.
- <70> 바람직하게, 상기 흐름관 수단에 상기 픽오프 수단을 연결시키는 단계는 광학 픽오프의 사용을 용이하게 하기 위해 상기 흐름관 수단의 일부분을 불투명하게 만드는 단계를 포함한다.
- <71> 바람직하게, 상기 코리올리 유량계는 상기 코리올리 유량계에 온도 감지 장치를 부착시키는 단계에 의해 특정된다.
- <72> 바람직하게, 상기 온도 감지 장치를 부착시키는 단계는 상기 코리올리 유량계에 저항 온도 측정 장치를 부착시키는 단계를 포함한다.
- <73> 바람직하게, 상기 온도 감지 장치를 부착시키는 단계는 상기 코리올리 유량계에 적외선 온도 측정 장치를 부착시키는 단계를 포함한다.
- <74> 본 발명의 다른 양상은 질량 유량계로부터 상기 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염없이 초고 순도를 가지는 프로세스 물질 유동을 측정하기 위한 질량 유량계를 포함하며, 상기 질량 유량계는:
- <75> 기부;
- <76> 상기 기부에 연결되는 흐름관 수단;
- <77> 프로세스 물질 유동과 함께 상기 흐름관 수단의 공진 주파수에서 상기 흐름관 수단을 진동시키기 위해 상기 흐름관 수단에 부착된 구동기;
- <78> 상기 픽오프 수단에 근접한 상기 물질로 충전된 진동하는 흐름관 수단의 부분들의 유도되는 코리올리 편향을 나타내는 신호들을 발생시키기 위해 상기 흐름관 수단에 연결되는 픽오프 수단; 및
- <79> 상기 흐름관 수단에 연결되는 하나 이상의 프로세스 커넥션 수단;을 포함하며,
- <80> 상기 흐름관 수단 및 상기 하나 이상의 프로세스 커넥션 수단은 상기 유량계를 통해 초고 순도 유동 경로를 형성하도록 상기 흐름관 수단으로부터 상기 프로세스 물질로 이온을 전달하지 않는 물질로 형성되는 것을 특징으로 한다.

- <81> 바람직하게, 상기 코리올리 유량계는 상기 흐름관 수단으로부터 상기 프로세스 물질로의 이온 전달로 인한 오염 없이 상기 프로세스 물질 유동을 유지시키도록 PFA로 형성된다.
- <82> 바람직하게, 상기 코리올리 유량계는 상기 기부에 상기 흐름관 수단을 연결시키기 위한 O-링을 포함한다.
- <83> 바람직하게, 상기 프로세스 커넥션은 상기 기부에 연결되어 있다.
- <84> 바람직하게, 상기 기부는 상기 프로세스 커넥션 수단의 고정부를 고정시키는 하나 이상의 수용 홀을 포함한다.
- <85> 바람직하게, 상기 프로세스 커넥션 수단의 고정부를 고정시키기 위한 상기 수용 홀이 나선가공되어 있다.
- <86> 바람직하게, 상기 기부는 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션 수단을 고정시키는 하나 이상의 로킹 홀을 포함한다.
- <87> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션 수단을 고정시키는 상기 로킹 홀이 나선가공되어 있다.
- <88> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션 수단을 고정시키는 상기 로킹 홀은 로킹 기구를 포함한다.
- <89> 바람직하게, 상기 수용 홀 안으로 상기 프로세스 커넥션 수단을 고정시키는 상기 로킹 기구는 세트 스크류이다.
- <90> 바람직하게, 상기 프로세스 커넥션 수단은 플레어형 커넥션 타입이다.
- <91> 바람직하게, 상기 흐름관 수단은 빛이 상기 흐름관 수단을 통과하는 것을 방지하는 불투명한 부분을 포함한다.
- <92> 바람직하게, 상기 코리올리 유량계는 온도 감지 장치를 더 포함한다.
- <93> 바람직하게, 상기 온도 감지 장치는 저항형이다.
- <94> 바람직하게, 상기 온도 감지 장치는 적외선형이다.

실시예

도 1의 상세한 설명

- <108> 도 1은 본 발명의 실현가능한 예시적인 제 1 실시예의 사시도이며, 기부(base; 101)의 레그(117, 118)를 통해 삽입된 흐름관(102)을 구비하는 유량계(100)를 도시한다. 픽오프(LPO, RPO)와 구동기(D)가 흐름관(102)에 연결된다. 유량계(100)는 공급관(104)으로부터 프로세스 물질 유동을 수용하며 프로세스 커넥션(108)를 통해 흐름관(102)에 유동을 연장시킨다. 흐름관(102)은 구동기(D)에 의한 물질 유동으로 공진 주파수에서 진동될 수 있다. 생성되는 코리올리 편향은 도전체(112, 114)를 통해 계측 전자부품(121)에 신호들을 적용하는 픽오프(LPO, RPO)에 의해 검출된다. 계측 전자부품(121)은 픽오프 신호들을 수신하고, 이들 사이의 위상차를 결정하며, 요동의 주파수를 결정하고, 그리고 출력 경로(122)를 통해 도시하지 않은 응용 회로에 물질 유동에 관한 출력 정보를 적용한다.
- <110> 물질 유동은 흐름관(102)으로부터, 그리고 복귀관(return tube; 103)을 통해 그리고 커넥션(107)을 통해 사용자 애플리케이션에 물질 유동을 전달하는 유출관(105)으로 물질 유동을 재인도하는 관(106)을 통과한다. 이러한 사용자 애플리케이션은 반도체 프로세싱 설비일 수 있다. 프로세스 물질은 평면을 형성하도록 반도체 웨이퍼의 표면에 적용되는 반도체 슬러리일 수 있다. 도 1에 도시된 흐름관에 사용되는 PFA 물질은, 금속 또는 유리 흐름관의 벽으로부터 전달될 수 있는 이온과 같은 불순물이 프로세스 물질에 없다는 것을 보장한다.
- <111> 사용 중에, 흐름관(102)은 중유관(soda straw)의 직경에 근사한 협소한 직경을 가지지만, 예컨대 프로세스 물질에 대해 0.8 그램(gram) 더하기 0.5 그램과 같이 무시가능한 중량을 가진다. 이것은 자석의 중량을 포함한다. 구동기와 픽오프와 연관된 자석의 질량은 총 0.6 그램이어서, 흐름관(102), 부착된 자석 및 프로세스 물질의 혼합 질량은 대략 2 그램이다. 진동하는 흐름관(102)은 동역학적으로 불균형식 구조체(dynamically unbalanced structure)이다. 기부(102)는 대형이며 중량이 대략 12 파운드이다. 이것은 대략 3000 대 1의 기부의 질량 대 물질 충전 흐름관의 질량의 비(ratio)를 제공한다. 이러한 질량의 기부는 물질 유동에 의해 동역학적 불균형식 흐름관(102)에 의해 발생하는 진동을 흡수하기에 충분하다.
- <112> 프로세스 커넥션(107-110)은 복귀관(103)과 흐름관(102)의 단부에 관(104-106)을 연결시킨다. 이들 프로세스 커넥션이 도 4에 도시되어 있다. 프로세스 커넥션은 나사산부(124)를 포함하는 고정부(111)를 구비한다. 로킹 홀(130)은 세트 스크류를 수용하여 도 4에 도시된 바와 같이 기부(101)에 연결 요소(111)를 고정적으로 연결시

킨다. 프로세스 커넥션(107-110)의 이동가능한 부분은 숫나사산부(124) 상에 나사결합되어 육각형 너트부(111)가 그 일부분인 프로세스 커넥션의 고정체에 각각의 관을 연결시킨다. 이들 프로세스 커넥션은 복귀관(103)과 흐름관(102)의 단부에 관(104, 105, 106)을 연결시키도록 널리 공지된 구리 배관 플레어(copper tubing flared)형 프로세스 커넥션과 유사한 방식으로 기능한다. 프로세스 커넥션에 관한 상세한 설명은 도 4에 추가로 도시되어 있다. RTD는 복귀관(103)의 온도를 검출하며 경로(125)를 통해 계측 전자부품에 검출된 온도를 나타내는 신호들을 전송하는 온도 센서이다.

<113> 도 2의 상세한 설명

도 2는 도 1의 유량계(100)의 평면도이다. 픽오프(LPO, RPO) 및 구동기(D) 각각은 코일(C)을 포함한다. 이들 구성요소 각각은 자석을 더 포함하는데, 이러한 자석은 도 3에 도시된 바와 같이 흐름관(102)의 바닥부에 부착되어 있다. 이들 구성 요소 각각은 구동기(D)의 도면부호 143과 같은 기부와 구동기(D)의 도면부호 133과 같은 얇은 스트립의 물질을 포함한다. 이러한 얇은 스트립의 물질은 인쇄 배선 기판을 포함할 수 있으며, 이러한 인쇄 배선 기판에는 코일(C) 및 코일의 와인딩 터미널이 부착되어 있다. 픽오프(LPO, RPO)도 대응하는 기부 요소와 기부 요소의 상부에 부착된 얇은 스트립을 구비한다. 이러한 장치는 PFA 흐름관의 밀면에 자석(M)을 접촉시키는 단계, (구동기(D)의) 인쇄 배선 기판(133)에 코일(C)을 접촉시키는 단계, 자석(M) 주위에 코일(C)의 개구를 위치시키는 단계, 자석(M)이 코일(C)의 개구에 완전히 들어가도록 코일(C)을 상방으로 이동시키는 단계, 그리고 인쇄 배선 기판(133) 밀면에 기부 요소(143)를 위치시키는 단계, 대형 기부(101)의 표면에 접촉시킴으로써 기부(143)의 바닥이 부착되도록 이들 요소들을 함께 접촉시키는 단계에 의해 달성되는 구동기 또는 픽오프의 장착을 용이하게 한다.

도 2 상에는 프로세스 커넥션(107-110)의 숫나사산부(124)가 도시되어 있다. 이들 요소들 각각의 내부 상세부는 도 4에 도시되어 있다. 개구(132)는 도전체(112, 113, 114)를 수용한다. 도면의 복잡성을 최소화하기 위해 도 1의 계측 전자부품(121)은 도 2에 도시하지 않는다. 그러나, 도전체(112, 113, 114)는 개구(132)를 통해 연장하고, 도 1의 경로(123)를 통해 도 1의 계측 전자부품(121)까지 추가로 연장된다.

<116> 도 3의 상세한 설명

도 3은 픽 오프(LPO, RPO) 및 구동기(D) 각각의 기부에 부착된 코일(C) 및 흐름관(102)의 바닥부에 부착된 자석(M)을 포함하는 픽 오프(LPO, RPO) 및 구동기(D)를 나타낸다.

<118> 도 4의 상세한 설명

도 4는 도 2의 4-4선을 따라 절취한 단면도이다. 도 4에는 도 3의 모든 요소들이 도시되어 있으며 프로세스 커넥션(108, 109)과 O링(430)을 보다 상세히 도시한다. O링(430)은 흐름관(102)을 기부(101)에 연결한다. 도 4는 기부(101) 내의 개구(402, 403, 404)를 도시한다. 이들 개구 각각의 상부는 픽오프(LPO, RPO) 및 구동기(D)의 기부의 하부면까지 연장한다. 도 4에는 이들 요소들 각각과 연관된 코일(C) 및 자석(M)이 도시되어 있다. 도 1의 계측 전자부품(121)은 도면의 복잡성을 최소화하도록 도 3 및 도 4에는 도시되어 있지 않다. 프로세스 커넥션(108) 내의 요소(405)는 흐름관(102)의 입구이며, 프로세스 커넥션(109) 내의 요소(406)는 흐름관(102)의 출구이다.

프로세스 커넥션(108)의 고정부(111)는 숫나사산부(409)를 포함하는데, 이러한 숫나사산부(409)는 기부(401)내의 수용 홈(420)에 나사결합되어 기부(101)의 세그먼트(401)에 고정부(111)를 부착시킨다. 우측의 프로세스 커넥션(109)의 고정부가 유사하게 설치되며 기부(101)의 요소(401)에 위치한 수용 홈(420)로 숫나사산부(409)에 의해 부착된다.

프로세스 커넥션(108)의 고정부(111)는 프로세스 커넥션(108)의 이동식 부분(415)을 수용하는 나사산부(124)를 포함한다. 프로세스 커넥션(109)이 유사하게 설치된다. 프로세스 커넥션(108)의 고정부(111)는 좌측에 원추형 스테르브(413)를 더 포함하는데, 이러한 원추형 스테르브(413)는 이동식 부재(415)와 함께 고정부(111)의 원추형 스테르브(413)에 대해 입력관(104)의 우측단에 힘을 가하는 플레어 피팅(flare fitting)으로서 작용한다. 이것은 프로세스 커넥션의 고정부(111)의 원추형 스테르브(413) 상에 공급관(104)의 플레어형 개구를 밀봉식으로 부착시키는 압축 피팅을 생성시킨다. 흐름관(102)의 입구는 프로세스 커넥션의 고정부(111) 내에 위치하며 스테르브(413)의 외부면(425)과 동일한 평면에 있다. 이러한 방법에 의해, 공급관(104)에 의해 전달된 프로세스 물질은 흐름관(102)의 입구(405)에 의해 유입된다. 이러한 프로세스 물질은 흐름관(102)을 통해 우측으로 프로세스 커넥션(109)의 고정부(111)로 유동하며, 흐름관(102)의 출구(406)는 커넥터 스테르브(413)의 단부면(425)과 동일한 평면이다. 이것은 프로세스 커넥션(109)에 흐름관(102)의 출구(406)를 밀봉식으로 부착시킨다. 도 1의 다른

프로세스 커넥션(107, 110)은 도 4의 프로세스 커넥션(108, 109)의 세부 사항의 기재와 동일하다.

<122> 도 5의 상세한 설명

<123> 도 5는 유량계(500)의 기부가 하나의 요소가 아니며 별도의 구조체(517, 518)를 포함한다는 점을 제외하고는 도 1과 유사한 본 발명의 대안의 실시예로서 유량계(500)를 도시한다. 흐름관(502) 및 복귀관(503)은 기부 요소(517, 518)를 통해 프로세스 커넥션(507-510)으로 연장하며, 이러한 프로세스 커넥션(507-510)은 도 1의 프로세스 커넥션(107-110)과 모든 점에서 대응한다. 유량계 기부 요소(517, 518)는 분리되어 있으며, 각각 흐름관(502)을 포함하는 동역학적 불균형식 구조체에 구동기(D)에 의해 부여되는 진동을 최소화하기에 충분한 질량을 가진다. 기부 요소(517, 518)는 기부 요소(517, 518)를 지지하는 요소(516)의 표면(515) 상에 지지되어 있다.

<124> 도 5에 도시된 모든 요소들은 도 1의 대응하는 요소들과 동일한 방식으로 작동한다. 이러한 대응성은 요소의 도면부호의 첫째 자리만 상이한 각각의 요소의 도면 부호에 의해 나타내어져 있다. 따라서, 도 1의 공급관(104)은 도 5의 공급관(504)에 대응한다.

<125> 도 6의 상세한 설명

<126> 도 6은 유량계(600)가 도 1의 기부(101)와 같은 대형 기부를 필요로 하지 않는 동역학적 균형식 구조체를 포함하는 2개의 활성 흐름관(602, 603)을 구비한다는 점에서 도 1의 실시예와 상이한 유량계(600)를 포함하는 본 발명의 또 다른 대안의 실시예를 도시한다. 기부(601)는 도 1의 기부보다 상당히 적은 질량을 갖는다. 유량계(600)는 도 1의 프로세스 커넥션(107-110)과 대응되는 프로세스 커넥션(607-610)을 구비한다. 또한, 유량계(600)는 프로세스 커넥션(611, 612)을 더 포함한다. 프로세스 물질은 공급관(604)으로부터 유량계(600)에 의해 유입된다. 이러한 프로세스 물질은 프로세스 커넥션(608)을 통해 흐름관(602)의 좌측단에 도달한다. 흐름관(602)은 기부(601)의 레그(618)와 프로세스 커넥션(609)을 통해 연장하는데, 이러한 프로세스 커넥션(609)에 의해 흐름관(602)이 관(615)에 연결되며, 관(615)은 프로세스 커넥션(607)을 통해 흐름관(603)으로 역상으로 루프를 이룬다. 흐름관(603)은 구동기(D)에 의해 흐름관(602)과 반대 위상으로 진동한다. 진동하는 흐름관(602, 603)의 코리올리 응답은 픽오프(LPO, RPO)에 의해 검출되며 도시하지 않은 도전체를 통해 역시 도면의 복잡성을 최소화하기 위해 도시되지 않은 계측 전자부품으로 전송된다.

<127> 흐름관(603)을 통과하는 물질 유동은 우측으로 진행하며 프로세스 커넥션(610)을 통해 관(606)으로 연장하는데, 이러한 관(606)은 프로세스 커넥션(611) 및 관(616), 프로세스 커넥션(612)을 통해 흐름관(605)으로 루프를 형성하며, 흐름관(605)은 최종 사용자의 응용 프로세스에 물질 유동을 전달한다.

<128> 유량계(600)는 PFA 물질로 형성된 흐름관(602, 603)의 동역학적 균형식 구조체를 포함한다는 점에서 유리하다. 이러한 동역학적 균형식 구조체는 도 1의 대형 기부(101)가 요구되지 않는다는 점에서 유리하다. 기부(601)는 종래의 질량을 가지며 PFA로 형성된 진동하는 흐름관(602, 603)일 수 있어서 물질 유동에 관한 출력 정보를 제공한다. PFA 흐름관은 물질 유동이 초고 순도를 가지도록 보장한다.

<129> 도 7 및 도 8의 상세한 설명

<130> 도 7은 도 1의 유량계(100)에 비교되는 유량계(700)의 평면도이다. 2개의 실시예 사이의 차이점은 유량계(700)가 픽오프(LPO, RPO)용 광학 검출기를 사용한다는 것이다. 이러한 광학 검출기의 상세도가 도 8에 도시되어 있는데, LED와 포토-다이오드 사이에 개재되어 사용이 용이하도록 불투명한 부분(720)을 갖춘 흐름관(702)과 함께 LED 광원 및 포토-다이오드를 포함한다. 흐름관의 휴지 위치에서, 공칭량(nominal amount)의 빛이 LED로부터 포토 다이오드로 통과하여 공칭 출력 신호를 발생시킨다. 흐름관의 하방 이동은 포토-다이오드에 의해 수용된 빛의 양을 증가시키고, 흐름관의 상방 이동은 포토-다이오드에 의해 수용된 빛의 양을 감소시킨다. 포토-다이오드에 의해 수용된 빛의 양은 LED 및 광원과 연관된 흐름관(702)의 부분에 대해 코리올리 진동의 크기를 나타내는 출력 전류로 변환된다. 포토-다이오드의 출력은 도전체(730, 732)를 거쳐 계측 전자부품으로 연장되는데, 계측 전자부품은 도면의 복잡성을 최소화하기 위해 도 7에 도시하지 않는다. 이밖에는 도 7의 실시예는 도 1과 모든 점에서 동일하며 공급관(704), 프로세스 커넥션(707-710)을 함께 갖춘 유출관(705)과 흐름관(702) 및 복귀관(703)을 포함한다. 유량계(700)의 부재들과 도 1의 상대 부재들은 각각의 요소들의 도면 부호의 첫자리만 상이하게 표기되어 일치성이 용이하게 이해되도록 했다.

<131> 도 9의 상세한 설명

<132> 도 9는 유량계(900)에 동역학적 밸런서(932, 933)가 설치되어 있다는 점을 제외하고는 도 1의 유량계(100)에 대응하는 유량계(900)를 도시한다. 기부(901)는 도 1의 기부(101)보다 소형이며 질량이 작다. 동역학적 밸런서

는 물질로 충전된 진동하는 흐름관(902)을 포함하는 동역학적 불균형식 구조체에 의해 기부(901)의 레그(917, 918)에 부과된 진동에 반작용하는 기능을 한다. 도 1의 실시예에서, 이들 진동은 대형 기부(101)에 의해 흡수된다. 본 실시예에서는, 자석이 부착된 물질로 충전된 흐름관의 무게는 약 2 그램인 반면, 기부의 무게는 약 12 파운드이다. 물질로 충전된 진동하는 흐름관(102)의 크기 및 질량면에서의 상한이 불균형 진동을 흡수하기 위해 제공되어야 하는 기부의 질량에 의해 제한되기 때문에, 이것은 도 1의 흐름관이 사용되는 상업적 응용의 범위를 제안한다. 물질로 충전된 진동하는 흐름관의 질량과 기부의 질량 사이에 3000 대 1의 비를 사용하면, 물질로 충전된 흐름관의 질량 내에서 1 파운드의 증가는 기부(101)에 대해 3000 파운드의 질량의 증가를 필요로 하게 될 것이다. 이것은 도 1의 흐름관(102)의 상업적 응용의 범위를 분명히 제한한다.

<133> 도 9의 흐름관은 동역학적 밸런서(92, 933)가 레그(917, 918)에 부착되어 동역학적 불균형식의 진동하는 흐름관(902)에 의해 레그에 부여된 진동의 상당부분을 흡수하기 때문에 상업적인 응용의 범위가 보다 넓다. 실제로, 동역학적 밸런서(DB)는 동역학적 밸런서 분야에서 널리 공지된 바와 같이 종래의 질량 및 스프링 구성을 포함하는 임의의 형태일 수도 있다.

<134> **도 10의 상세한 설명**

<135> 도 10은 도 10의 동역학적 밸런서가 활성 타입(ADB)이며 도면부호 1032 및 1033으로 지시되어 있다는 것을 제외하고는 유량계(900)와 동일한 유량계(1000)를 도시한다. 이들 활성 동역학적 밸런서는 경로(1023, 1024, 1025, 1026)를 통해 계측 전자부품(1021)과의 신호의 교환에 의해 제어된다. 계측 전자부품(1021)은 동역학적 불균형식의 진동하는 흐름관(1002)에 의해 레그(1017)에 적용되는 진동을 나타내는 활성 동역학적 밸런서(1032)로부터 경로(1003)를 통해 신호들을 수신한다. 계측 전자부품은 이들 신호들을 수신하고, 흐름관 진동에 반작용하도록 활성 동역학적 밸런서(1032)에 경로(1024)를 통해 적용되는 제어 신호를 발생시킨다. 이러한 방식으로 작동하면, 활성 동역학적 밸런서(1032)는, 결과적인 기부(1001)의 질량이 유량계(1000)의 상업적인 사용을 위해 허용 가능한 수준일 수 있도록 어떠한 크기가 요구될 지라도 레그(1017)의 진동을 감소시키도록 제어될 수 있다. 기부(1001)의 레그(1018)의 상부에 장착된 활성 동역학적 밸런서(1033)는 레그(1017)에 장착된 활성 동역학적 밸런서에 대해 기술한 바와 동일한 방식으로 작동한다.

<136> **도 11의 상세한 설명**

<137> 도 11은 거의 U자형이며 우측 레그(1103, 1104) 및 좌측 레그(1105, 1106)를 구비하는 이중 흐름관(1101, 1102)을 갖춘 유량계(1100)를 포함하는 또 다른 대안의 실시예를 도시한다. 측면 레그들의 바닥부는 도면의 복잡성을 최소화하기 위해 도시하지 않은 적합한 기부에 연결될 수도 있는 Y자형 섹션(1107, 1108)을 형성하도록 연결되어 있다. 이러한 유량계(1100)의 이중 흐름관은 브레이크 바(1109, 11010)의 축선(W-W 및 W'-W')을 중심으로 동역학적으로 균형적인 요소로서 진동한다. 흐름관(1101, 1102)은 U자형 흐름관의 상부 부분에 부착된 구동기(D)에 의해 반대 위상으로 구동된다. 물질로 충전된 진동하는 흐름관에 의해 부과된 코리올리 편향은 우측 픽오프(RPO) 및 좌측 픽오프(LPO)에 의해 검출된다. 계측 전자부품(1121)은 구동기(D)가 흐름관(1101, 1102)을 반대 위상으로 진동시키도록 경로(1123)를 통해 신호들을 인가하는 기능을 한다. 신호들을 프로세싱하고 물질 유동 정보를 얻어내는 계측 전자부품(1121)에 경로(1122, 1124)를 통해 전송되는 픽오프(LPO, RPO)에 의해 검출된 코리올리 응답은 도시하지 않은 이용 회로에 출력 경로(1124)를 통해 전송된다.

<138> **도 12 및 도 13의 상세한 설명**

<139> 도 12 및 도 13은 구동기(D)에 의해 반대 위상으로 진동하는 한 쌍의 흐름관(1201, 1202)을 갖춘 동역학적 균형식 유량계(1200)를 도시한다. 흐름관은 물질 유동을 수용하며, 구동기(D)는 계측 전자부품(1221)으로부터 경로(1223)를 통해 수신된 구동 신호에 응답하여 반대 위상으로 흐름관을 진동시킨다. 물질이 충전된 진동하는 흐름관의 코리올리 응답은 픽오프(LPO, RPO)에 의해 검출되며, 이들의 출력은 도전체(1221, 1224)를 통해 계측 전자부품에 인가되고, 계측 전자부품은 수신된 신호를 프로세싱하여 물질 유동 정보를 발생시키며, 이러한 물질 유동 정보는 경로(1225)를 통해 도시하지 않은 이용 회로에 인가된다.

<140> **도 14의 상세한 설명**

<141> 도 14는 상방으로 연장하는 내부 쌍의 측벽(1417, 1418)과 상방으로 연장하는 외부 쌍의 측벽(1443, 1444)을 갖춘 대형 기부(1401)를 포함하는 본 발명의 대안의 실시예(1400)를 도시한다. 하나의 흐름관(1402)은 좌측의 입력 프로세스 커넥션(1408)으로부터 상방으로 연장하는 4개의 측벽을 통해 우측의 출력 프로세스 커넥션(1409)으로 연장한다. 이러한 흐름관(1402)은 구동기(D)에 의해 진동하며, 물질 유동과 함께 진동하는 흐름관의 생성된 코리올리 편향은 픽오프(LPO, RPO)에 의해 검출되며, 픽오프는 계측 전자부품(1421)으로 표시된 경로를 통해 신

호들을 전송하고, 계측 전자부품(1421)은 도 1 또는 앞서 기술한 바와 동일한 방식으로 기능한다. 온도 감지 요소(RTD)는 물질이 충전된 흐름관의 온도를 감지하고, 경로(1425)를 통해 계측 전자부품(1421)으로 이들 정보를 전송한다.

<142> 도 14의 흐름관은 2가지 주목할 만한 점에서 도 1의 흐름관과 상이하다. 첫째는, 도 14의 실시예는 하나의 흐름관(1402)만을 사용한다. 물질 유동은 입력 프로세스 커넥션(1408)으로부터 이러한 흐름관을 통해 연장하며, 흐름관의 출력은 사용자로의 전달을 위해 출력 프로세스 커넥션(1409)을 통해 출력관(1406)으로 적용된다. 도 14의 실시예는 도 1의 요소(103)와 비교되는 복귀관을 구비하지 않는다.

<143> 또한, 대형 기부(1401)는 상방으로 연장하는 2쌍의 벽을 구비하는 한편, 도 1의 실시예에서의 대형 기부(101)는 상방으로 연장하는 오직 한 쌍의 벽(117, 118)을 구비한다. 도 1의 한 쌍의 벽은 프로세스 커넥션(107-110)에 대한 장착 뿐만 아니라 제로 모션 진동 노드가 되는 기능을 실행했으며, 도 14에서 내부 쌍의 벽(1417, 1418)은 흐름관(102)의 활성부의 단부에 대한 제로 모션 진동 노드로서 기능한다. 상방으로 연장하는 외부 쌍의 벽(1443, 1444)은 좌측의 프로세스 커넥션(1408)과 우측의 프로세스 커넥션(1409)을 장착시킨다.

<144> 사용 할 때, 프로세스 물질은 프로세스 커넥션(1408)에 연결되는 관(1404)으로부터 유입된다. 흐름관(1402)의 입구는 또한 프로세스 커넥션(1408)에 연결되어 있다. 흐름관(1402)은 2쌍의 측벽을 통해, 출력관(1406)이 연결되어 있는 출력 프로세스 커넥션(1409)으로 우측으로 프로세스 물질 유동을 연장시킨다.

<145> 바로 위에 구체적으로 기재하지 않은 도 14의 도면 부호는 도 1을 포함한 이전의 도면 상의 대응하는 요소와 유사하며 동일한 기능을 실행한다.

<146> **도 15의 상세한 설명**

<147> 도 15는 도 1의 실시예와 대부분이 유사한 대안의 실시예의 유량계(1500)를 도시한다. 주요 차이는 유량계(1500)에 있어서 후방 흐름관(1503)은 도 1의 실시예의 복귀관(103)과 같이 유희 상태가 아니라는 점이다. 대신에, 도 15에서, 후방 흐름관(1503)은 구동기(DA)에 의해 진동하며, 물질 유동과 함께 이러한 흐름관의 생성된 코리올리 편향은 픽오프(LPOA, RPOA)에 의해 검출된다. 이들의 출력 신호는 경로(1542, 1544)를 통해 계측 전자부품(1521)에 전송되며, 계측 전자부품(1521)은 흐름관(1502)의 픽오프(LPO, RPO)로부터의 신호와 이들 신호들을 수신하여 물질 유동 정보를 발생시킨다.

<148> 프로세스 물질은 흐름관(1502)을 통해 도 15 상에서 우측으로, 흐름관(1500)을 통해 유동하며, 흐름관(1503)을 통해 좌측으로 유동한다. 짝맞춤된 픽오프의 이러한 위상 역전은 픽오프(LPOA, RPOA)로의 연결을 역전시킴으로써 보상될 수 있어서, 계측 전자부품(1521)에 의해 수신된 모든 픽오프로부터의 코리올리 신호들은 계기 감도를 향상시키도록 추가된다.

<149> 위에서 구체적으로 언급하지 않은 도 15에 도시된 부재들은 도 15의 대응하는 요소들과 동일한 기능을 한다.

<150> **도 16의 상세한 설명**

<151> 도 16은 도 14의 실시예와 유사한 대안의 실시예의 유량계(1600)를 도시한다. 차이점으로는, 상방으로 연장하는 내부 장착 포스트(1617, 1618)가 도 14의 벽(1417, 1418)를 대체하고 있다는 점이다. 또한 상방으로 연장하는 외부 장착 포스트(1643, 1645)가 도 14의 벽(1443, 1445)을 대체한다. 외부 포스트(1643, 1645)는 흐름관(1602)이 축선으로서의 포스트(1617, 1618)를 중심으로 피벗하는 것을 방지한다. 커넥터(1608, 1609)는 선택적이며, 필요하다면 흐름관(1602)이 포스트(1643, 1645)를 통해 외측으로 연장할 수 있고 입구관(1604) 및 출구관(1402)을 대체할 수도 있다. 연장된 흐름관은 사용자의 장비까지 사용자에게 의해 하류 및 상류로 연결될 수 있다. 사용자 장비에 연결될 때, 흐름관(1602)은 도 4에 상세히 도시된 바와 유사한 방식으로 프로세스 커넥션(1608, 1609)에 부착될 수 있다. 또한, 흐름관(1602)은 도 4에 개시된 바와 유사한 구성으로 프로세스 커넥션에 연결될 수 있으며, 프로세스 커넥션의 이동가능 부분과 니플은 각각의 단부에 위치해 있다. 이것은 흐름관(1602)으로부터 프로세스 커넥션으로의 압축 피팅을 가능하게 하며, 또한 사용자 장비로부터 동일한 프로세스 커넥션으로 압축 피팅을 가능하게 한다. 포스트(1443, 1445)는 제공되는 경우 커넥터(1608, 1609)에 대한 장착 부로서 기능한다.

<152> 청구범위에 기재된 발명은 바람직한 실시예의 설명에 한정되지 않고 다른 변경예와 대안예를 포함함을 명확히 이해할 것이다. 예컨대, 여기에 도시된 유량계 실시예는 상하 방향으로 작동하며, 구동기 열(heat)이 흐름관으로부터 상방으로 멀어지게 이동할 수 있도록 진동하는 흐름관의 상부에 위치한 구동기(D)를 구비하는 것이 바람직하다. 이것은 유량계의 출력 데이터 또는 정확성을 저하시킬 수 있는 열 응력으로부터 흐름관을 보다 양호하

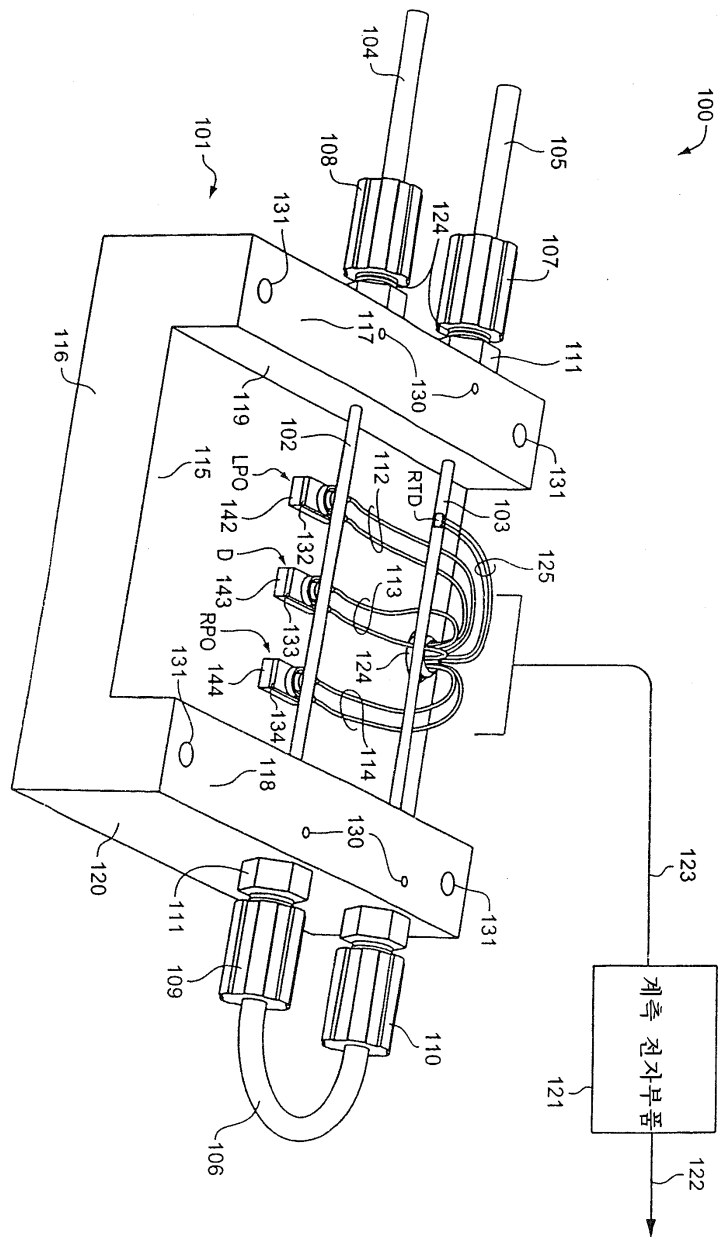
게 고립시킬 수 있다. 또한, 여기에 개시된 코리올리 질량 유량계는 여기에 개시된 것 이외의 응용 분야를 가진다. 예컨대, 개시된 코리올리 질량 유량계는 유동하는 프로세스 물질이 질산과 같이 부식성이며 금속 습윤식 유동 경로를 가지는 유량계를 사용하기에 맞지 않는 응용 분야에서 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

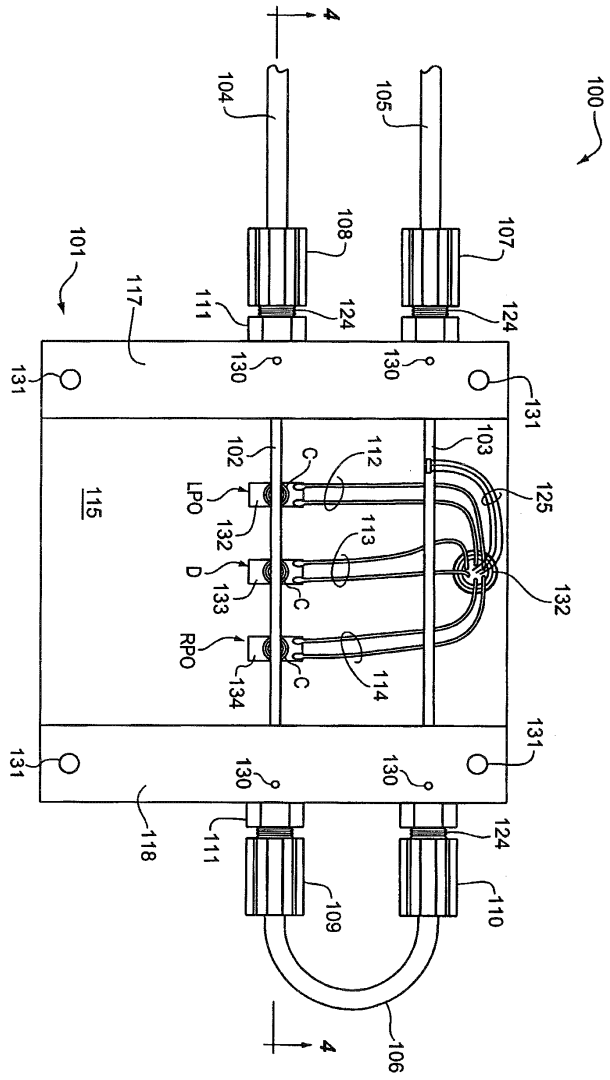
- <95> 도 1은 본 발명의 예시적인 제 1 실시예의 사시도이다.
- <96> 도 2는 도 1의 실시예의 평면도이다.
- <97> 도 3은 도 1의 실시예의 정면도이다.
- <98> 도 4는 도 2의 4-4선을 따라 절취한 횡단면도이다.
- <99> 도 5는 한 쌍의 기부 요소를 구비하는 대안의 실시예의 사시도이다.
- <100> 도 6은 U자형 기부를 갖춘 동역학적 균형식 유량계를 개시한다.
- <101> 도 7 및 도 8은 광학 픽오프를 갖춘 유량계를 도시한다.
- <102> 도 9 및 도 10은 동역학적 밸런서를 갖춘 유량계를 도시한다.
- <103> 도 11은 한 쌍의 거의 U자형 흐름관을 구비한 유량계를 도시한다.
- <104> 도 12 및 도 13은 한 쌍의 동역학적 균형식 끝은 흐름관을 구비한 유량계의 다른 실시예를 도시한다.
- <105> 도 14는 하나의 흐름관을 구비하며 복귀관이 없는 대안의 실시예를 도시한다.
- <106> 도 15는 반대 위상으로 진동하는 2개의 흐름관을 구비하는 대안의 실시예를 도시한다.
- <107> 도 16은 하나의 흐름관을 구비한 대안의 실시예를 도시한다.

도면

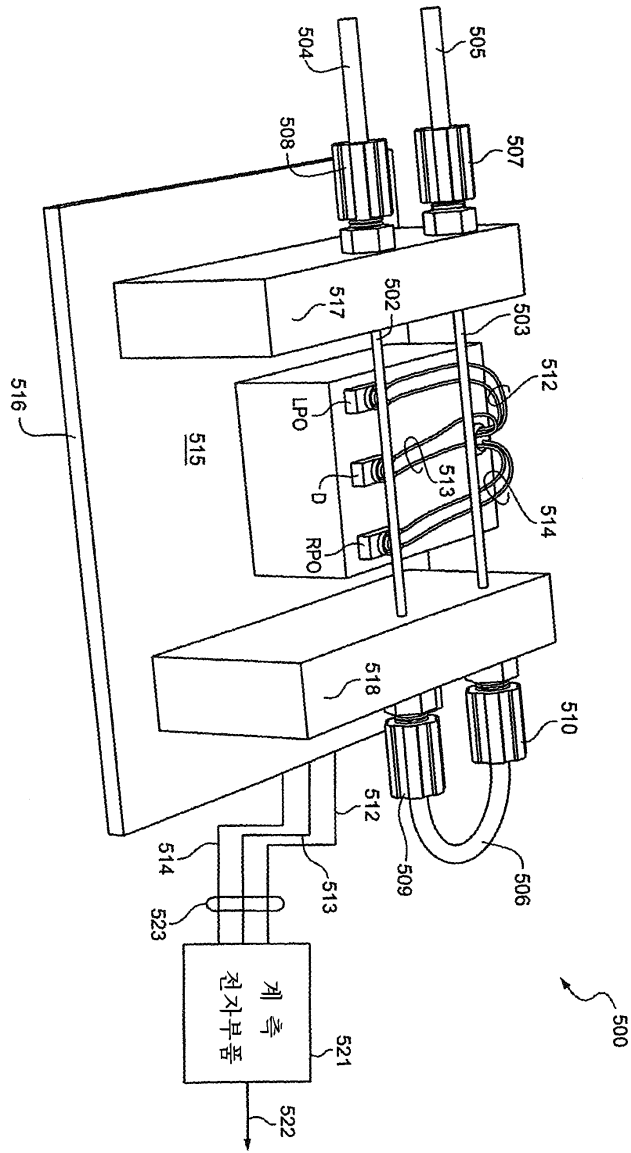
도면1



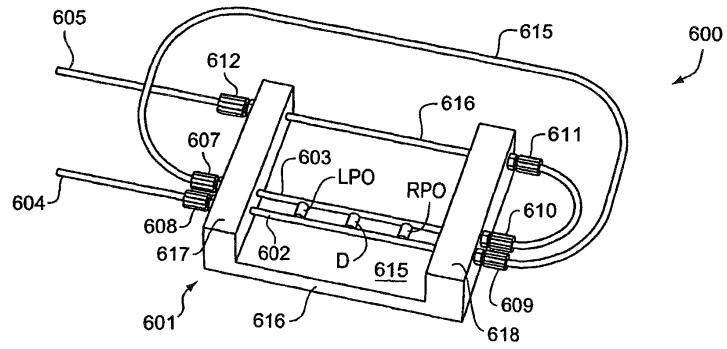
도면2



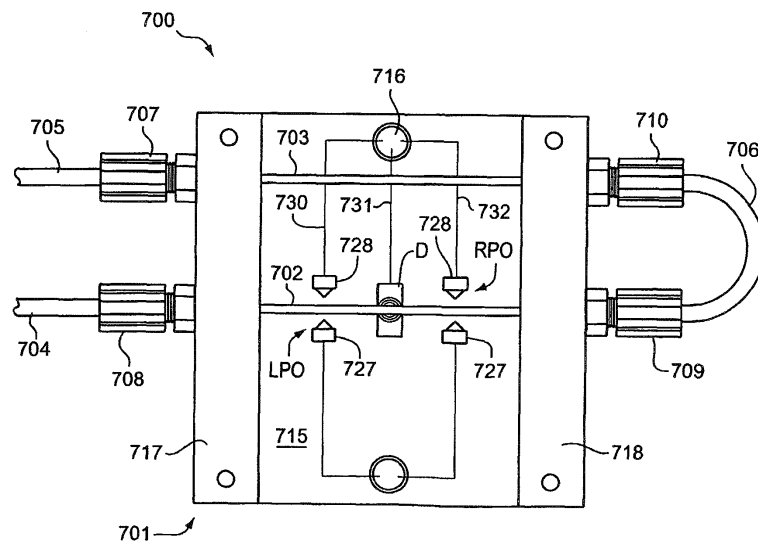
도면5



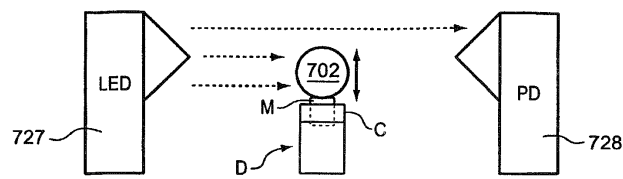
도면6



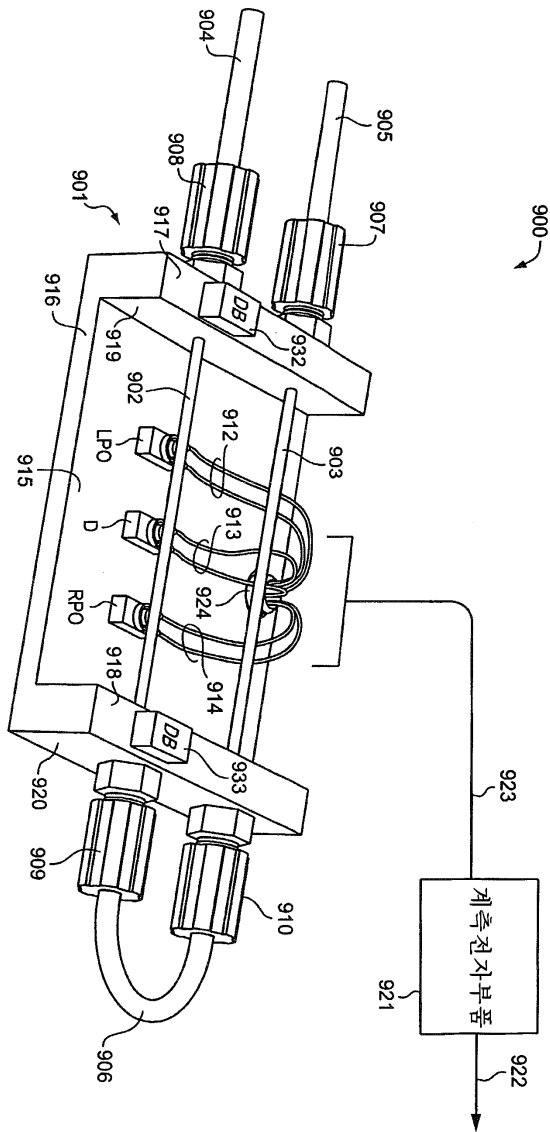
도면7



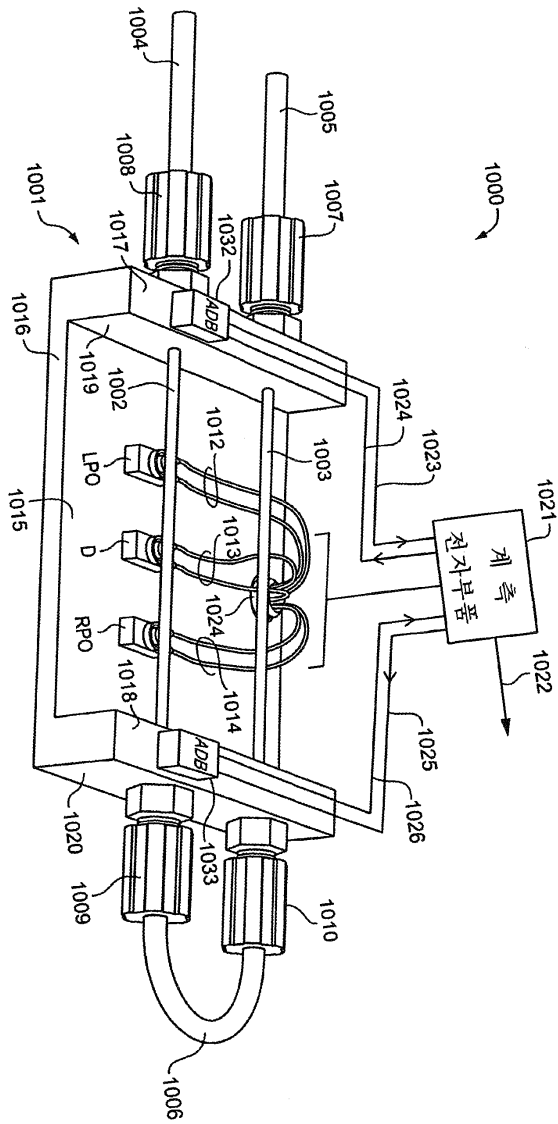
도면8



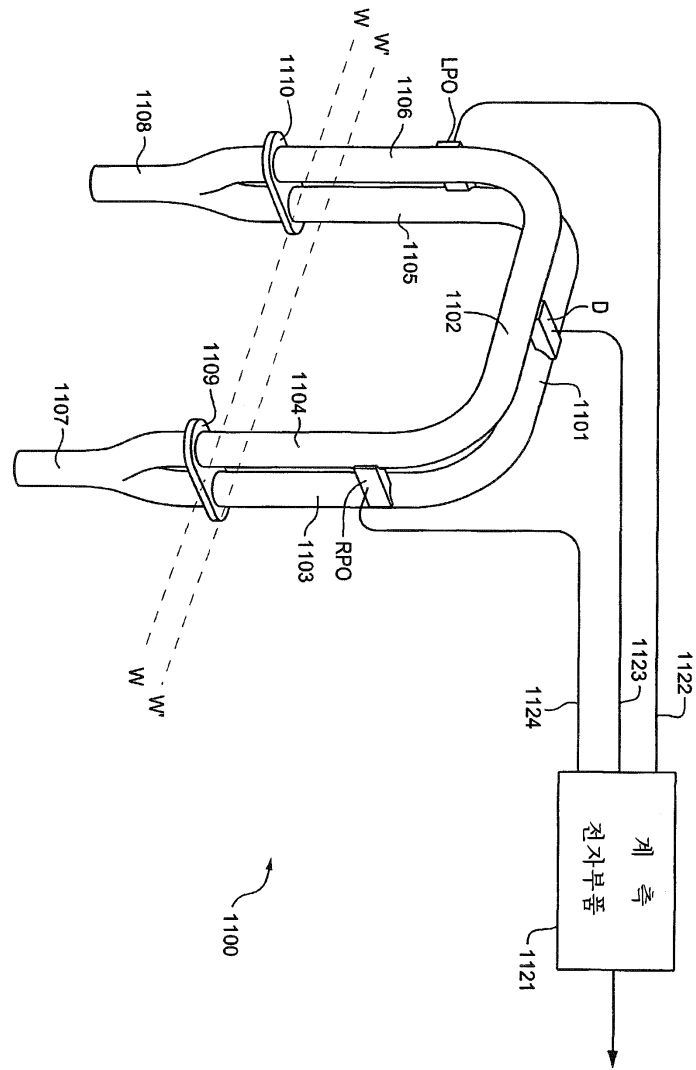
도면9



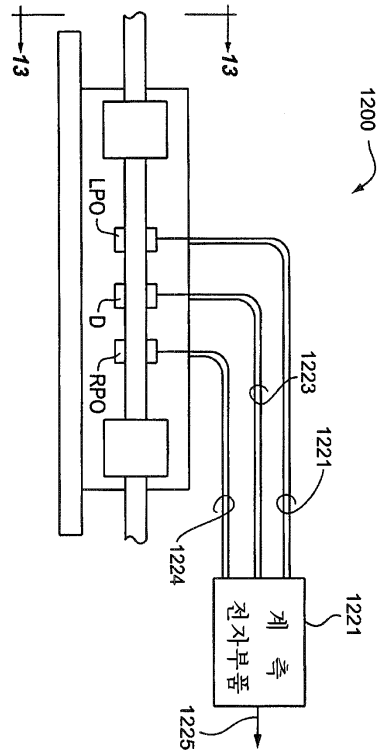
도면10



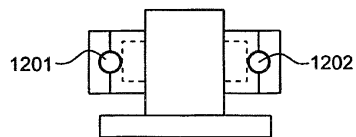
도면11



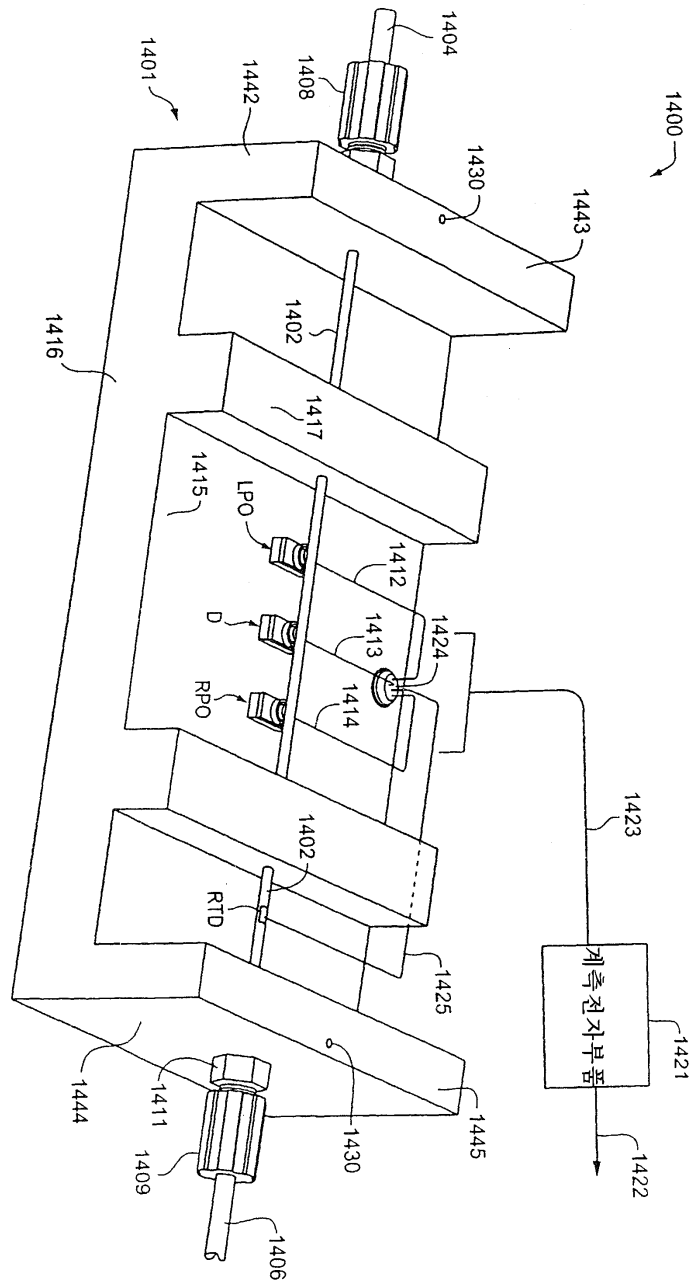
도면12



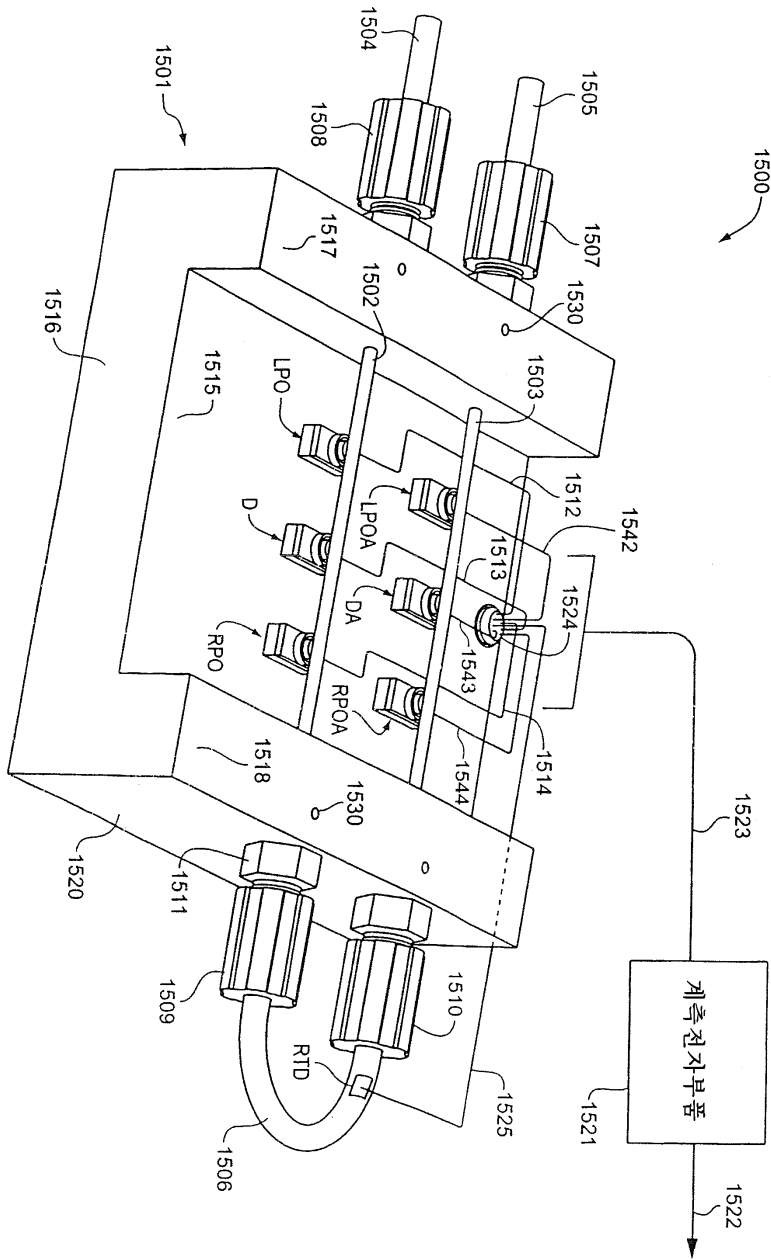
도면13



도면14



도면15



도면16

