



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년05월09일
H01L 21/02 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0714985
F16K 31/12 (2006.01)	(24) 등록일자	2007년04월27일

(21) 출원번호	10-2005-7000958	(65) 공개번호	10-2005-0027250
(22) 출원일자	2005년01월18일	(43) 공개일자	2005년03월18일
심사청구일자	2005년08월16일		
번역문 제출일자	2005년01월18일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2003/022579	(87) 국제공개번호	WO 2004/010474
국제출원일자	2003년07월18일	국제공개일자	2004년01월29일

(30) 우선권주장 60/397,053 2002년07월19일 미국(US)

(73) 특허권자 엔테그리스, 아이엔씨.
미국, 55318 미네소타, 차스카 , 라이만 불리바드 3500

(72) 발명자 래버디에레마크
미국 매사추세츠 01880 웨이크필드 브로드웨이 149

맥로우린로버트,에프.
미국 뉴햄프셔 03076 펠함 제퍼슨 드라이브 2

곤넬라쥬지
미국 매사추세츠 01463-1412 웹페렐 엘리엇 스트리트 24

가시가에이라즈
미국 매사추세츠 02451 왈탐 하이 록 서클 5

마스제니퍼
미국 뉴햄프셔 03745 코니시 처칠 드라이브 41

(74) 대리인 장수길
백덕열
주성민

(56) 선행기술조사문헌	
US6539968	US6102017
US5882408	

심사관 : 김교홍

전체 청구항 수 : 총 53 항

(54) 액체 유동 제어기와 정밀 분배 장치 및 시스템

(57) 요약

비례 유체 제어 밸브 등의 공기작용 부하에 대해 압력을 감시(바람직하게는 디지털로) 및/또는 제어하도록 유속에 반응하는 유체 측정 장치로부터의 측정 입력을 이용하는 장치 및 제어 시스템으로서, 상기 액체 측정 입력은 공기작용 부하에 대해 압력을 제어하도록 이용되어 공기작용 부하가 유체의 속도를 원하는 속도로 변화시키도록 (공기작용 밸브를 비례적으로 개방 또는 폐쇄하기 위해) 증가 또는 감소된다. 또한, 공기작용 부하는 유체의 온도 및 점도 변화를 수용하도록 (공기작용 밸브를 비례적으로 개방 또는 폐쇄하기 위해) 조정될 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

유체 입구 및 유체 출구를 가진 비례 유체 제어 밸브;

비례 유체 제어 밸브를 조절하도록 상기 비례 유체 제어 밸브와 소통하는 공기작용 비례 제어 밸브;

비례 유체 제어 밸브의 유체 출구와 유체 소통하는 유체 입구 및 상기 유체 입구에서 떨어져 있는 유체 출구를 가지며, 상기 유체 입구와 유체 출구 사이에서 압력 강하를 형성하는 마찰 유동 요소;

상기 압력 강하를 측정하는 수단; 및

측정된 압력 강하에 반응하여 비례 유체 제어 밸브를 통한 유체의 유동을 제어하도록 상기 공기작용 비례 제어 밸브 및 압력 강하 측정 수단과 통합하고 있는 제어기를 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 마찰 유동 요소는 나선형 코일을 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 유체의 온도를 검출하는 수단을 더 포함하고, 상기 제어기는 검출된 온도를 소정의 온도에 비교하고 그 비교에 반응하여 공기작용 비례 제어 밸브를 제어하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 압력 강하 측정 수단은 비례 유체 제어 밸브의 유체 출구에서 유체의 압력을 검출하는 제1 압력 센서 및 상기 마찰 유동 요소의 유체 출구에서의 유체의 압력을 검출하는 제2 압력 센서를 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 5.

제4항에 있어서, 상기 제1 압력 센서는 비례 유체 제어 밸브와 일체의 하우징내에 포함되는 유체 유동 제어 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 흡인 밸브는 비례 유체 제어 밸브와 유통(fluid communication) 하고 있는 유체 유동 제어 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 공기작용 비례 제어 밸브는 솔레노이드인 유체 유동 제어 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 마찰 유동 요소의 유체 입구가 비례 유체 제어 밸브의 유체 출구와 유체 소통함으로써 비례 유체 제어 밸브의 유체 출구에서 유동하는 모든 유체는 마찰 유동 요소의 유체 입구로 진입하게 되는 유체 유동 제어 장치.

청구항 9.

제1 유체 입구 및 제1 유체 출구를 가진 비례 유체 제어 밸브를 제공하는 단계;

상기 제1 유체 출구와 유체 소통하며, 압력 강하를 형성하는 마찰 유동 요소를 제공하는 단계;

상기 마찰 유동 요소에 걸친 압력 강하를 검출하는 단계; 및

검출된 압력 강하에 반응하여 상기 비례 유체 제어 밸브를 조절하는 단계를 포함하는, 분배기로부터 사용 지점에서의 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 비례 유체 제어 밸브를 공기압으로 조절하도록 공기작용 비례 제어 밸브가 제공되는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 11.

제10항에 있어서, 상기 공기작용 비례 제어 밸브로부터 추출될 배기 가스를 최소 레벨로 할 수 있도록 공기작용 비례 제어 밸브를 개방으로 보유하는 단계를 더 포함하는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 12.

제10항에 있어서, 다수의 유체 제어 밸브들이 제공되고, 공기작용 비례 제어 밸브는 유체 제어 밸브에 공급되는 공기압력이 다수의 유체 제어 밸브들 사이의 차들을 상쇄시켜서 각 유체 제어 밸브가 동일한 시간 또는 동일한 압력으로 개방될 수 있는 설정 레벨로 개방되어 보유되는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 13.

제10항에 있어서, 공기작용 비례 제어 밸브를 제어하도록 상기 측정된 압력 강하에 반응하는 제어기를 제공하는 단계를 더 포함하는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 14.

제9항에 있어서, 상기 마찰 유동 요소는 나선형 코일을 포함하는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 15.

제9항에 있어서, 상기 제1 유체 입구로 진입하는 유체의 압력을 조절하기 위한 수단을 더 포함하는 유체의 분배를 제어하는 방법.

청구항 16.

유체 입구, 유체 입구와 유체 소통하는 제1 환형 공동, 제1 환형 공동과 유체 소통하는 환형 유체 통로, 환형 유체 통로와 유체 소통하는 제2 환형 공동, 및 제2 환형 공동과 유체 소통하는 유체 출구를 포함하는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 17.

제16항에 있어서, 공기 입구와 유체 소통하는 공기작용 공동, 및 제1 환형 공동 내의 하나의 다이어프램을 더 포함하며, 상기 공기작용 공동에 인가되는 공기압력이 다이어프램을 편향시키게 되어 상기 밸브를 개방하게 되는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 다이어프램에 대해 바이어스하여 그 바이어스가 공기압력에 의해 극복될 때까지 상기 밸브를 통상의 폐쇄된 위치에 유지시키는 스프링을 더 포함하는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 19.

제16항에 있어서, 상기 유체 출구와 유체 소통하며, 센서 하우징 유체 출구를 가지는 제1 센서 하우징, 및 상기 센서 하우징 유체 출구와 유체 소통하는 제2 센서 하우징을 더 포함하는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 제1 환형 공동, 제2 환형 공동, 제1 센서 하우징 및 제2 센서 하우징은 일체로 성형되는 부품인 비례 유체 제어 밸브.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 센서 하우징 유체 출구 및 제2 센서 하우징 사이에 마찰 유동 요소를 더 포함하는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 22.

제16항에 있어서, 상기 유체 입구는 제1 수평면을 형성하고, 상기 유체 출구는 제2 수평면을 형성하며, 상기 제1 및 제2 수평면들은 교차하지 않게 되는 비례 유체 제어 밸브.

청구항 23.

공기작용 공동을 가진 밸브 하우징, 상기 공기작용 공동에 압력을 인가함에 따라 편향되어 지는 공기작용 공동 내의 공기 작용 다이어프램, 제1 밸브 공동, 제1 밸브 공동 내의 제1 다이어프램, 제2 밸브 공동, 제2 밸브 공동 내의 제2 다이어프램, 및 제2 다이어프램을 바이어스하여 상기 바이어스가 상기 압력의 인가에 의해 극복될 때까지 제1 및 제2 밸브 공동 사이의 유체 소통을 방지하는 스프링을 포함하는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 24.

제23항에 있어서, 상기 제1 및 제2 밸브 공동은 환형이고, 제1 공동은 선형의 유체 입구 경로와 유체 소통하며, 제2 환형 공동은 선형의 유체 출구 경로와 유체 소통하고 있는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 선형의 유체 출구 경로 내의 압력 센서를 더 포함하는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 26.

제24항에 있어서, 유체는 상기 유체 입구 경로에서 제1 환형 공동으로 진입하여 상기 공기작용 다이어프램에 가해지는 공기압력이 스프링의 바이어스를 극복할 때까지 제1 환형 공동 내에 유지되는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 27.

제24항에 있어서, 상기 유체 입구 경로는 제1 수평면을 형성하고, 상기 유체 출구 경로는 제2 수평면을 형성하며, 상기 제1 및 제2 수평면들은 교차하지 않게 되는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 28.

제1 유체 입구, 상기 제1 유체 입구와 유체 소통하는 제1 환형 공동, 상기 제1 환형 공동과 유체 소통하는 제1 환형 유체 통로, 상기 제1 환형 통로와 유체 소통하는 제2 환형 공동, 상기 제2 환형 공동과 유체 소통하는 제1 유체 출구, 상기 제1 유체 출구와 유체 소통하며 유체 출구를 가지는 제1 센서 하우징, 및 상기 제1 센서 하우징 유체 출구와 유체 소통하는 제2 센서 하우징을 포함하는 제1 비례 유체 제어 밸브; 및 제2 유체 입구, 상기 제2 유체 입구와 유체 소통하는 제2 환형 공동, 상기 제2 환형 공동과 유체 소통하는 제3 환형 유체 통로, 상기 제2 환형 통로와 유체 소통하는 제4 환형 공동, 상기 제4 환형 공동과 유체 소통하는 제2 유체 출구, 상기 제2 유체 출구와 유체 소통하며 유체 출구를 가지는 제3 센서 하우징, 및 상기 제3 센서 하우징 유체 출구와 유체 소통하는 제4 센서 하우징을 포함하며, 상기 제1 비례 유체 제어 밸브와 수직으로 정렬되는 제2 비례 유체 제어 밸브를 포함하며, 상기 제1 및 제2 센서 하우징은 상기 제3 및 제4 센서 하우징과 각각 수직으로 정렬되는 적층된 밸브 조립체.

청구항 29.

제28항에 있어서, 상기 제1 및 제2 센서 하우징 사이의 제1 유동 제한 요소, 및 상기 제3 및 제4 센서 하우징 사이의 제2 유동 제한 요소를 더 포함하는 적층된 밸브 조립체.

청구항 30.

공기작용 공동을 가진 밸브 하우징, 상기 공기작용 공동에 압력을 인가함에 따라 편향되어 지는 공기작용 공동 내의 공기 작용 다이어프램, 밸브 공동, 밸브 공동 내에서 상기 공기작용 다이어프램에 고정된 밸브 다이어프램, 및 공기작용 다이어프램과 밸브 다이어프램을 바이어스하여 상기 바이어스가 상기 압력의 인가에 의해 극복될 때까지 밸브 공동 밖으로의 유체 유동을 방지하는 스프링을 포함하는 유액체 유동 제어 밸브.

청구항 31.

제30항에 있어서, 센서 공동을 더 포함하는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 32.

제31항에 있어서, 상기 센서 공동은 밸브 다이어프램이 밀봉하는 위치 윗쪽으로 배치되어 있는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 33.

제30항에 있어서, 상기 밸브 공동에 대해 접선 방향으로 유체 입구를 더 포함하는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 34.

제30항에 있어서, 상기 밸브 공동은 유체 입구 및 유체 출구와 유체 소통하고, 상기 유체 입구는 제1 수평면을 형성하고, 상기 유체 출구는 제2 수평면을 형성하며, 상기 제1 및 제2 수평면들은 교차하지 않게 되는 유체 유동 제어 밸브.

청구항 35.

유체 밸브를 제공하는 단계;

흡인 밸브를 제공하는 단계;

상기 유체 밸브를 일정 기간의 시간에 걸쳐 폐쇄시키는 단계; 및

상기 기간 중에 상기 흡인 밸브를 작용시키는 단계를 포함하는, 유체의 분배의 종결 시에 유체 밸브를 보조하는 방법.

청구항 36.

제35항에 있어서, 상기 기간이 종료되면, 소정 시간 동안, 상기 흡인 밸브의 더 이상의 작용을 지연시키는 단계를 더 포함하는, 유체의 분배의 종결 시에 유체 밸브를 보조하는 방법.

청구항 37.

제36항에 있어서, 상기 흡인 밸브 작용 단계는 상기 유체 밸브를 폐쇄시키는 단계가 시작된 후 소정 시간 경과한 후에 개시되는, 유체의 분배의 종결 시에 유체 밸브를 보조하는 방법.

청구항 38.

제36항에 있어서, 상기 흡인 밸브 작용 단계는 상기 기간이 종료되기 전에 종료되는, 유체의 분배의 종결 시에 유체 밸브를 보조하는 방법.

청구항 39.

유체 입구 및 유체 출구를 가진 비례 유동 밸브;

비례 유동 밸브를 조절하도록 상기 비례 유동 밸브와 소통하는 공기작용 비례 제어 밸브;

비례 유동 밸브의 유체 출구와 유체 소통하는 유체 입구 및 상기 유체 입구에서 떨어져 있는 유체 출구를 가지며, 상기 유체 입구와 유체 출구 사이에서 압력 강하를 형성하는 마찰 유동 요소;

상류 압력 센서;

하류 압력 센서; 및

상기 상류 압력 센서, 하류 압력 센서 및 공기작용 비례 제어 밸브와 유체 소통하며: 하나 이상의 프로세서;

컴퓨터 독출 가능 메모리; 및

상기 컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서:

상류 압력 신호를 수신하고;

하류 압력 신호를 수신하고;

에러 신호를 계산하고;

상류 압력 신호, 하류 압력 신호 및 에러 신호에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함하는 제어기로 구성되는 유체 유동 제어 장치.

청구항 40.

제39항에 있어서, 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들은 :

온도 신호를 수신하고;

온도 신호에 기초하여 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호를 조정하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 41.

제39항에 있어서, 상기 컴퓨터 실행 가능한 명령들은 :

상기 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호에 대한 비례, 적분 및 미분 값들에 기초하여 에러 신호를 계산하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 42.

제41항에 있어서, 상기 컴퓨터 독출 가능 명령들은 에러 신호에 에러 계인을 부가하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 43.

제39항에 있어서, 상기 컴퓨터 독출 가능 명령들은 :

메모리에 하나 이상의 밸브 계인 곡선들을 유지하고;

특정 밸브와 연관된 밸브 계인 곡선에 기초하여 그 밸브의 밸브 계인을 결정하고;

밸브 제어 신호를 계산할 때 밸브 계인을 계산하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 44.

제39항에 있어서, 상기 컴퓨터 독출 가능 명령들은 일 세트의 과거 위치 값들에 기초하여 밸브 제어 신호를 적절하게 조정하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 45.

제39항에 있어서, 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들은 :

밸브 제어 신호를 아날로그 밸브 구동 신호로 변환하고;

상기 공기작용 비례 제어 밸브를 구동하기 위해 밸브 구동 신호를 통신하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 46.

컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서:

상류 압력 신호를 수신하고;

하류 압력 신호를 수신하고;

에러 신호를 계산하고;

특정 밸브와 연관된 밸브 계인 곡선에 기초하여 그 밸브의 밸브 계인을 결정하고, 상기 밸브 계인이 특정 밸브의 위치에 따라 변화되며;

상류 압력 신호, 하류 압력 신호, 예러 신호 및 밸브 계인에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 47.

제46항에 있어서, 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들은 :

온도 신호를 수신하고;

온도 신호에 기초하여 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호를 조정하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 48.

제46항에 있어서, 상기 컴퓨터 실행 가능 명령들은 :

상기 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호에 대한 비례, 적분 및 미분 값들에 기초하여 예러 신호를 계산하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 49.

제46항에 있어서, 상기 컴퓨터 독출 가능 명령들은 예러 신호에 예러 계인을 부가하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 50.

제46항에 있어서, 상기 컴퓨터 독출 가능 명령들은 일 세트의 과거 위치 값들에 기초하여 밸브 제어 신호를 적절하게 조정하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 51.

제46항에 있어서, 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들은 :

밸브 제어 신호를 아날로그 밸브 구동 신호로 변환하고;

상기 공기작용 비례 제어 밸브를 구동하기 위해 밸브 구동 신호를 통신하도록 실행 가능한 명령들을 더 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 52.

컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서:

상류 압력 신호를 수신하고;

하류 압력 신호를 수신하고;

상기 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호에 대한 비례, 적분 및 미분 값들에 기초하여 에러 신호를 계산하고;

에러 신호에 에러 게인을 부가하고;

특정 밸브와 연관된 밸브 게인 곡선에 기초하여 그 밸브의 밸브 게인을 결정하고, 상기 밸브 게인이 특정 밸브의 위치에 따라 변화하고;

상류 압력 신호, 하류 압력 신호, 에러 신호 및 밸브 게인에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하며;

일 세트의 과거 위치 값들에 기초하여 밸브 제어 신호를 적절하게 조정하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함하는 유체 유동 제어 장치.

청구항 53.

제10항에 있어서, 다수의 유체 제어 밸브들이 제공되고, 공기작용 비례 제어 밸브는 유체 제어 밸브에 공급되는 공기압력이 다수의 유체 제어 밸브들 사이의 차들을 상쇄시켜서 각 유체 제어 밸브가 동일한 시간 및 동일한 압력으로 개방될 수 있는 설정 레벨로 개방되어 보유되는 유체의 분배를 제어하는 방법.

명세서

기술분야

본 출원은 미국 특허 제6,348,098호, 2002년 7월 19일자에 "유체 유동 측정 및 비례 유체 유동 제어 장치"라는 명칭으로 출원된 가출원 번호 제60/397,162호에 연관된 것이고, 2002년 7월 19일자에 "액체 유동 제어기 및 정밀 분배 장치 및 시스템"이라는 명칭으로 출원된 가출원 번호 제60/397,053호에 대해 우선권을 주장하고 있으며, 그 특허들의 내용들은 본 출원에 참고로 포함되어 있다.

배경기술

반도체의 제조 중에, 탈이온수, 포토레지스트, 스핀 온 디일렉트릭(dielectric), 스핀 온 글라스, 폴리이미드, 현상액 및 화학 기계적 연마(CMP) 슬러리 등의 많은 다른 액체들이 처리중인 기관 상에 정밀하고 정확하게 분배 및 퇴적되어야 한다. 예컨대, 종래의 이러한 장치에서, 처리될 웨이퍼는 웨이퍼를 피복 또는 처리하도록 소정량의 액체 또는 슬러리를 분배하는 적절한 노즐 아래에 배치된다. 상기 소정량은 웨이퍼 상에 퇴적될 유체 절대량 또는 질량 뿐만 아니라, 펌프 사이클, 관 직경 및 유체 오염 환경의 다른 특성에 전제하고 있다. 통상적으로 웨이퍼는 그의 전면에 걸쳐 균일하게 퇴적된 액체를 분배하도록 회전된다. 분배된 액체의 양 및 분배 속도가 이 과정에서 중요하다.

유체 유동이 웨이퍼 처리 중에 노즐을 통해 중단될 때, 노즐에서의 액적이 형성되어 노즐 아래에 배치된 웨이퍼 위로 떨어질 가능성이 있다. 이는 웨이퍼 위에 형성된 패턴을 파괴할 수 있고, 웨이퍼를 폐기하거나 또는 재생할 필요가 있게 된다. 노즐에 위험한 액적이 형성됨을 방지하기 위해, 흡인(suckback) 또는 정지/흡인 밸브가 통상적으로 이용된다. 상기 정지/흡인 밸브는 공기작용으로 제어되는 이중 밸브이고, 하나의 밸브는 노즐로의 액체의 유동을 정지시키고, 다른 밸브는 노즐의 분배 단부 또는 출구 포트에서 액체를 후방으로 흡인하게 된다. 이는 액적 형성 및 포트에서의 낙하를 방지할 뿐만 아니라, 노즐을 막히게 할 수 있는 액체의 노출 면의 건조를 방지하게 되고, 출구에서의 유체 오염을 감소시킨다.

대형 웨이퍼(예컨대, 직경 300 mm 이상)의 피복은, 난류가 발생함으로써 문제로 된다. 웨이퍼의 회전 속도는 피복 유체가 인가되는 웨이퍼의 중앙으로부터 웨이퍼의 에지로 반경 방향 바깥쪽으로 확산시키도록 이용된다. 그러나, 이러한 접근은 웨이퍼 상에 난류 기류를 형성하여 불균일한 피복의 원인으로 된다. 대형 웨이퍼의 스핀 속도를 줄이면 웨이퍼의 표면의 난류가 감소되지만, 새로운 문제를 야기하게 된다. 감소된 속도에 의해, 유체가 웨이퍼에서 느리게 이동하게 되고, 따라서 유체가 배치 또는 건조를 개시하기 전에 웨이퍼 에지로 유체가 확산되는 것이 문제로 된다.

반도체 제조 작동 중에 액체를 분배하도록 종래 펌프가 사용되고 있다. 그러나, 이러한 응용에 적합한 펌프는 고가이고 파잉 마모로 인한 빈번한 교체를 필요로 한다. 또한, 이러한 펌프의 영향이 미치는 지역이 대부분의 요구되는 응용들 모두에 대해 무방하게 되기에는 너무 넓다.

NT 6500(미국, 미네소타, 카스카의 엔테그리스 사) 등의 액체 유동 제어기는 차압 측정을 포함하는 경우에 사용 가능하지만, 넓은 범위의 다른 유속 및/또는 점도에는 적합하지 않다. 용이하게 조정 가능한 압력 강하를 제공하는 정형화된 해결책이 바람직하다.

따라서, 상기한 단점을 갖지 않고 유체의 분배를 정밀하게 재현할 수 있는 유동 측정 및 분배 시스템을 제공함이 바람직하다. 또한, 본 발명은 유체 유동의 정밀한 제어가 바람직하거나 또는 요구되는 경우에 적용될 수 있다.

또한, 유체의 분배를 정확하게 재현 가능한 모터리스 펌프 시스템을 제공함이 바람직하다.

또한, 선형 또는 사실상 선형적이고, 최소의 압력 강하를 나타내며, 이력이 없거나 또는 최소로 되는 공기작용 비례 유동 밸브를 제공함이 바람직하다.

발명의 상세한 설명

종래 기술의 문제들은, 비례 유체 제어 밸브 등의 공기작용 부하에 대해 압력을 감시(바람직하게는 디지털로) 및/또는 제어하도록 유속에 반응하는 유체 측정 장치로부터의 측정 입력을 이용하는 장치 및 제어 시스템으로서, 상기 액체 측정 입력은 공기작용 부하에 대해 압력을 제어하도록 이용되어 공기작용 부하가 유체의 속도를 원하는 속도로 변화시키도록 (공기작용 밸브를 비례적으로 개방 또는 폐쇄하기 위해) 증가 또는 감소된다. 또한, 공기작용 부하는 유체의 온도 및 점도 변화를 수용하도록 (공기작용 밸브를 비례적으로 개방 또는 폐쇄하기 위해) 조정될 수 있는 장치 및 제어 시스템을 포함하는 본 발명에 의해 극복된다.

본 발명의 실시예들에서는, 비례 유체 제어 밸브와 유체 소통하는 마찰 유동 요소에 걸쳐 형성된 압력 강하에 기초한 유동 측정 신호를 생성하는 유체 측정 장치를 제공한다. 유체 압력은 마찰 유동 요소의 입구 또는 그 근방 및 출구 또는 그 근방에서 측정될 수 있고, 측정된 신호는 증폭되고 그 결과 그들 사이의 압력 강하를 제어된 유체의 출구 유속으로 변환할 수 있다. 출구 유속은 원하는 유속을 얻도록 조절되기 위해 하나 이상의 밸브에 대한 제어기에 전송될 수 있다.

본 발명은 넓은 범위의 점도를 가진 유체 및 다양한 유체들에 적용 가능한 제어 시스템을 제공한다. 이 시스템은 실시간으로 신속하게 프로세스 변화에 반응하고 최소의 작동자를 포함하여, 비용 효율적이고 융통성있는 방식의 분배 성능 및 정확하고 재현 가능한 유체 유동 제어를 제공한다.

또한, 본 발명은 액체 유동 제어기용으로서, 선형성이 개선되고 이력이 감소된 비례 유체 제어 밸브 및 그 밸브를 이용하는 모터리스 펌프 시스템에 관한 것이다. 이 밸브는 선형적인 형태로 최소의 회전부를 가지며 원활한 유체 유동을 유도한다. 이 밸브는 공기작용으로 작동된다. 온도가 문제되지 않으면, 상기 밸브는 스테퍼 모터, 선형 모터, 보이스 코일 또는 다른 힘 작용기를 포함하는 임의의 적절한 수단에 의해 작동될 수 있다.

또한, 본 발명은 유동 측정 장치에 제공되기 전에 유체를 조절하도록 모터리스 펌프 시스템에 포함될 수 있는 유동 측정 장치의 상류에서 그 장치와 유체 소통하는 보조 입력 모듈에 관한 것이다. 이 모듈은 통 등의 미가압된 공급원으로부터 충전된다. 또한, 이 모듈은 가압 공급 라인에서의 (옥내 공급 또는 가압된 통) 부적절한 또는 과잉 액체 압력을 보상할 수 있다. 또한, 상기 모듈은 시스템에 사용된 유체에서 기포 제거를 위해 사용될 수 있다.

본 발명은 반도체 공장의 수 많은 분배 지점들을 표준화하고 소비자에게 필터링 및 모듈 형태에서의 온도 제어 등의 부가적인 특징을 수용할 수 있도록 다양한 액체 및 공급원들에 적합하게 된 모터리스 펌프 시스템을 제공한다.

또한, 본 발명은 기계 가공된 밸브에 비해 더 적은 부품들로 되는 다목적 성형 밸브 본체를 제공한다. 일 실시예에서, 상기 성형 밸브 본체는 유동 제어를 위해 특별히 설계되고 공간 이용을 최적화하기 위해 주의 깊게 배치된 유동 경로와 2개의 센서 하우징을 포함한다. 센서 하우징은 여러 방위들로 설치될 수 있도록, 인서트들로서 분리되어 형성될 수 있다. 밸브 공동의 대향 단부들에 공기작용 및 기계적 부품들을 설치함에 의해, 시스템의 차압은 역으로 될 수 있고 밸브의 상류의 차압은 공급 압력을 감시하도록 기록될 수 있다.

본 발명의 일 실시예는 컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서, 상류 압력 신호를 수신하고, 하류 압력 신호를 수신하고, 에러 신호를 계산하고, 상류 압력 신호, 하류 압력 신호 및 에러 신호에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 실시예는 컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서, 상류 압력 신호를 수신하고, 하류 압력 신호를 수신하고, 에러 신호를 계산하고, 특정 밸브와 연관된 밸브 게인 곡선에 기초하여 그 밸브의 밸브 게인을 결정하고, 상기 밸브 게인이 특정 밸브의 위치에 따라 변화되며, 상류 압력 신호, 하류 압력 신호, 에러 신호 및 밸브 게인에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함하는 장치를 제공한다.

본 발명의 또 다른 실시예는 컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억되며 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들로서, 상류 압력 신호를 수신하고, 하류 압력 신호를 수신하고, 상기 상류 압력 신호 및 하류 압력 신호에 대한 비례, 적분 및 미분 값들에 기초하여 에러 신호를 계산하고, 에러 신호에 에러 게인을 부가하고, 특정 밸브와 연관된 밸브 게인 곡선에 기초하여 그 밸브의 밸브 게인을 결정하고, 상기 밸브 게인이 특정 밸브의 위치에 따라 변화하고, 상류 압력 신호, 하류 압력 신호, 에러 신호 및 밸브 게인에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하며, 일 세트의 과거 위치 값들에 기초하여 밸브 제어 신호를 적절하게 조정하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들을 포함하는 장치를 제공한다.

실시예

먼저, 도1을 참조하면, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 액체 유동 제어기의 블록도가 도시되어 있다. 공기작용 유체 제어 밸브(10) 등의 유체 제어 장치는 웨이퍼(도시 안됨)로 될 수 있는 기관 등의, 사용 지점에 궁극적으로 액체를 분배하기 위한 액체 입구 라인(12) 및 액체 출구 라인(13)을 가진다. 액체 출구 라인(13)은 마찰 유동 요소(15)와 유체 소통하여, 유체 제어 밸브(10)에서 배출되는 모든 액체가 마찰 유동 요소(15)로 진입하도록 한다. 유체 제어 밸브(10) 하우징과 일체로 될 수 있는 압력 변환기 등의 제1 압력 센서(24)가 마찰 유동 요소(15)의 입구 또는 그 근방(유체 제어 밸브(10)의 출구 또는 그 근방)에 배치되어 제1 압력을 검출하고, 압력 변환기 등의 제2 압력 센서(25)가 마찰 유동 요소(15)의 출구 또는 그 근방에 배치되어 제2 압력을 검출한다. 이와 다르게, 단일의 차압 검출 장치가 사용될 수 있다. 유체와 접촉하는 압력 센서 부분은 사파이어 등의 (본 출원에서 사용되는 유체에 대해) 불활성 재료로 되거나, 또는 퍼플루오로폴리머(perfluoropolymer) 등의, 접촉 시에 유체와 화학성이 있는 재료로 피복됨이 바람직하다. 적절한 압력 센서에 대해서는 도 7에 상세하게 도시되어 있다. 센서 하우징(60)은 유체 입구(61) 및 그 입구(61)에서 떨어져 있는 유체 출구(62)를 가진다. 압력 및 온도 센서(64)는 퍼플루오로엘라스토머 오-링(63)으로써 하우징(60)에 밀봉되어 있다. 단부 캡(65)은 도시된 바와 같이 다수의 스테인리스 강 볼트 또는 핀(66)으로써 하우징(60)에 결합되어 있다. 센서(64)는 입구(61) 및 출구(62) 사이의 유체 경로의 압력과 온도를 검출하여, 그 검출된 압력과 온도를 나타내는 신호를 제어기에 전송한다.

다시 도1을 참조하면, 솔레노이드 등의 공기작용 비례 제어 밸브(20)가 유체 제어 밸브(10)에 공기압으로 연결되어 있다. 각 압력 센서(24,25)(또는 단일의 차압 검출 장치)는 비례, 적분 및 미분(PID) 피드백 부품들을 가진 제어기 등의 컴퓨터 프로세서 또는 제어기(30)와 통하고 있다. 각 센서(24,25)가 그의 각 유체 라인에서 압력 및 온도를 샘플링하여, 그 샘플링된 데이터를 제어기(30)에 전송한다. 제어기(30)는 그 값들을 비교하여 상세하게 후술되는 바와 같이 마찰 유동 요소(15)에 걸친 압력 강하를 계산한다. 그 압력 강하에 기초하는 제어기(30)에서의 신호는 공기작용 비례 제어 밸브(20)에 전송되어, 바람직하게는 온도 및/또는 점도 및/또는 밀도 보정 후에, 유체 제어 밸브(10)를 조절한다.

더 구체적으로, 이 시스템은 표준 유체로서 탈이온수 또는 이소프로필 알콜 등의 적절한 유체를 이용하여 분배될 유체에 대해 보정된다. 예컨대, 이 시스템이 일단 바람직하게는 실험적으로 표준으로 보정되면, 점도 및 밀도 등과 같은 분배될 유체의 특성이 자동으로 입력 또는 결정되며, 분배될 유체는 상기 표준과 비교되어 관계가 정립된다. 이 관계에 따라, (온도, 점도 등에 대해 임의적으로 보정되는 바와 같이) 마찰 유동 요소에 걸친 압력 강하 측정치가 유속에 대해 상관되어지며, 소망하는 또는 목표 유속에 대해 비교되고, 유체 제어 밸브(10)는 공기작용 비례 제어 밸브(20)에 의해 조절된다.

또한, 사용자가 프로그램 가능한 비례 밸브가 바람직한 흡인 밸브(21)는 솔레노이드 등의 (공기작용 비례 제어 밸브(20)와 동일하거나 또는 다른) 비례 제어 밸브와 연통하며 상기 제어기(또는 다른 제어기)에 의해 제어된다. 상기 밸브는 유체 분배가 정지 또는 천이될때 작용되어, 유체 분배 작동이 중단될 때 웨이퍼 상으로 떨어질 수 있는 바람직하지 않은 액체의 형성을 감소 또는 제거하며, 분배 노즐로부터 배면으로 유체를 흡인하여 대기중으로의 노출을 최소화 또는 방지한다. 이와 같이 흡인 밸브의 개폐 속도 및 정도를 제어한다. 흡인 밸브(21)는 유체 제어 밸브(10)의 하류에 위치함이 바람직하다.

유체 제어 밸브(10) 및/또는 흡인 밸브(21)에 대한 압력을 제어함에 의해, 여러 가지의 유체 제어 변수가 제어될 수 있다. 예컨대, 분배될 유체가 저 점도 액체인 경우, 유체 제어 밸브(10)는 액체의 균일한 분배를 보장하기 위한 압력을 이용하여 주의깊게 조절된다. 유사하게, 액체가 분배되는 속도를 제어할 수 있으며, 흡인 밸브(21)에 의해 분배 지점으로부터 액체가 흡인되는 속도도 제어될 수 있다. 사용될 특정 유체 제어 밸브(10)의 압력 대 체적의 관계가 특정화되면, 본 발명의 시스템을 이용하여 비제한적인 융통성이 얻어질 수 있다. 실제로, 분배 압력은 분배의 질(예컨대, 균일성)의 양호한 표시 인자로서 나타나지만, "이상적인" 분배 압력 프로파일은 모든 응용들에 대해 존재하지 않고 모든 유체 제어 밸브들 중에서 일관적이지 않다. 본 발명의 제어 시스템은 유체 제어 밸브의 특성이 알려져 있는 경우 특정 프로세스 응용에 대한 "이상적인 프로파일"을 얻도록 프로세스 엔지니어가 분배 압력을 조정할 수 있게 한다.

도8A-8E는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 일체형 유체 제어 밸브(10) 및 센서 조립체를 나타낸다. 상기 밸브는 사실 상 선형적이며, 작용 다이어프램 상에서 압력이 증가하면, 유체 유동이 증가됨을 의미한다. 또한, 상기 밸브는 최소의 이력을 나타낸다. 압력(및 온도) 센서는 유체 스트림에 위치하며 하우징(60)은 밸브 주 하우징(70)과 일체로서, 마찰 유동 요소의 입구 직전의 (유체 압력 및 온도를 검출한다).

도8B, 8C, 8D 및 8E를 참조하면, 밸브 상부 캡(71)은 2개의 동심의 환형 링(84,85)을 포함하며 그 링들은 그들 사이에 환형 홈을 형성하여, 공기 링(74)과 함께 하우징의 밸브 공기작용 다이어프램(73)을 밀봉하는 합성 고무 오-링(72)을 수용한다. 대향하는 나사형 밸브 버튼들(76)은 밸브 상부 다이어프램(77)과 밸브 하부 다이어프램(78)을 사이에 두고 있고, 스프링(80)으로써 바이어스된다. 내측 조립체는 스테인리스 강 나사(75)로 조여지는 나사형 버튼(76)과 함께 고정된다. 외측 조립체는 밸브 하부 캡(82), 스테인리스 강 핀 또는 볼트(83), 및 밸브 상부 캡(71)과 함께 고정된다. 적절한 관 등과 함께 공기 작용식 비례 제어 밸브(20)에 공기 작용으로 연결되는 밀어넣는 접속부가 밸브 상부 캡(71)에 결합된다. (입구 및 출구의) 유체 제어 밸브(10)의 유동 경로는 도27A-D에 나타난 바와 같이 압력 강하 및 세정안된(unswept) 체적을 더욱 최소화하도록 직렬로 되어 있지 않다. 밸브의 내외의 읍셋된 유동 경로에 의해 슬러리 또는 다른 유체가 용이하게 유동할 수 있고 최소량만 축적되게 된다.

유체는 입구(99)를 통해 환형 공동(90)에 도달할 때까지 밸브 입구(12)로 진입하여 선형 통로(12A)에서 유동한다. 그 유체는 공동(90) 주위에서 나선형으로 된 후, 밸브를 개방시키도록 공기압력을 인가하며, 다이어프램(77,78)을 통과하여 좁은 환형 통로(92)(도8B,8D), 및 공동(89)으로 유동한다. 공동(89)에서는 선형 통로(13A)를 통해 (출구(85)를 거쳐) 출구(13)를 향하는 나선형 유체 유동 경로가 발생된다. 공동(89,90) 둘 사이의 압력 손실을 최소화하고 압력 강하가 발생하는 장치의 유체의 세정 작용을 최적화하도록, 밸브의 밀봉 표면에 둥글려진 견부들(93)(예컨대, 0.04인치)이 제공될 수 있다. 바람직하게는 유체 입구 경로(12A) 및 유체 출구 경로 (13A)는 공동(89,90)의 (중앙 축이 아닌) 접선방향을 따라 배치되어, 유체의 균일한 유동을 위해 작용하고 압력 강하 및 축적을 최소화한다.

밀어넣는 직선 접합부(86)로의 압력을 제어함에 의해, 밸브 공기작용 다이어프램(73)이 편향되는 정도가 제어된다. 공기 작용 공동(89)의 압력이 높을수록, 공기 다이어프램(73)이 더 많이 편향되고, 상부 밸브 버튼(76)을 밀게되어, 다이어프램(77,78)을 편향시킴으로써, 스프링(80)이 부분적인 통로(92)(도8D)를 형성하는 밸브 시트 또는 견부(93)를 압축하여 그 밸브 시트로부터 다이어프램(78)을 이탈되게 하여, 밸브를 개방시킨다. 더 구체적으로, 상기 밸브는 스프링(80)과 공기 압력이 서로 대향하도록 설계된다. 스프링(80)은 3개 모두의 다이어프램을 밀어서, 하부 다이어프램(78)이 견부(93)에 대해 위치하여 밸브 주 몸체를 밀봉하도록 한다. 공기 압력이 가해질 때, 그 압력은 스프링(80)에 대항하게 된다. 충분한 압력이 인가되면, 스프링은 더 이상 밸브를 폐쇄시킨 채로 유지할 수 없다. 스프링은 다이어프램이 압축된 스프링의 방향으로 편향되도록 압축하여, 밸브를 개방한다. 공기 압력이 커질수록, 스프링(80)은 더 압축되며, 더욱 밸브가 개방된다.

흡인 작용 외에, 유체 제어 밸브를 폐쇄하는 속도에 의해서도 노즐의 분배 단부 또는 출구 포트에서의 액체 높이를 효과적으로 제어할 수 있고, 대부분의 경우에 흡인 밸브를 임의적으로 함께 대체할 수 있게 된다. 그 이유는 밸브 설계에서 2개의 유체 다이어프램이 가능하기 때문이다. 밸브가 폐쇄될 때, 공기작용 공동에서 압력이 해제되며 스프링 부하는 밸브 하부 유체 다이어프램(78)(도8D)에 힘을 가하게 되어 밸브 시트 위치에 결합되게 한다. 유체 다이어프램(78)이 결합되면, 유체 다이어프램(77)은 공기작용 공동의 바깥쪽으로 향하게 된다. 이 변위에 의해 작은 흡인 효과가 유발된다.

제어기는 밸브에서 밸브로의 반응 시간의 차를 크게 감소시키는 공전(idle) 특징을 포함할 수 있다. 주어진 밸브의 개방 압력 조건에 따라, 공전 압력은 유닛에서 유닛으로의 동일한 반응 시간을 제공하도록 조정될 수 있다. 공전 압력은 밸브가 유동을 생성하도록 작용되지 않을 때 공기작용 공동에 제공되는 압력이다. 따라서, 특정 밸브가 개방되도록 40 psi의 공기 압력을 필요로 하고, 다른 것은 30 psi를 필요로 한다면, 공전 압력은 각각 15 psi 및 5 psi로 설정될 수 있다. 그 결과, 양 밸브는, 대략 동일 시간 내에 개방되기 위해 25 psi의 공기 압력 변화를 필요로 한다. 상기 밸브 공전 특성은 최소의 설정 요

구 조건에서 시스템의 질소 배기를 위해서도 작용한다. 상기 밸브는 질소 배기 가스의 최소 레벨을 허용하고, 특히 전자 기기가 배치되어 있는, 시스템 내부의 안전한 배기를 제공하도록 공기작용 비례 제어 밸브로부터 공기를 추출하기 위해 개방되어 유지될 수 있다.

도30은 공기작용 비례 제어 밸브(20)의 폐쇄/개방을 위한 밸브 구동 신호를 생성할 수 있는 제어기(2700)의 일 실시예를 나타낸다. 제어기(2700)는 전원(2702), 하우스키핑 프로세서(2704), 압력 회로(2705), 보조 기능 회로(2706), 제어 밸브 구동부(2708), 컴포트(comport) 인터페이스(2710), I/O 회로(2711) 및 제어 프로세서(2712)를 포함한다. 제어 프로세서(2712)는 도6을 참조하여 설명하는 바와 같이 압력 회로에서 수신된 압력 신호에 기초하여 밸브 제어 신호를 생성하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 독출 가능 명령들(2716)을 기억할 수 있는 플래시 메모리(2714)를 포함할 수 있다. 제어기(2700)의 여러 부품들은 데이터 버스(2718)를 통해 통신할 수 있다. 컴퓨터 독출 가능 명령들(2716)은 단일 프로세서의 소프트웨어로서 도시되어 있지만, 컴퓨터 독출 가능 명령은 소프트웨어, 펌웨어, 하드웨어 또는 공지된 바의 임의의 적합한 프로그래밍 방식으로 실행될 수 있다. 또한, 그 명령들은 다중 메모리들에 분포되어 멀티플 프로세서에 의해 실행될 수 있다.

작동 시에, 전원(2702)은 제어기(2700)의 여러 부품들에 전력을 공급한다. 압력 회로(2705)는 상류 및 하류 압력 센서로부터 압력을 독출하여 제어 프로세서(2712)에 상류 및 하류 압력 신호를 제공한다. 제어 프로세서(2712)는 압력 회로(2705)에서 수신된 압력 신호에 기초하여 밸브 제어 신호를 계산하여 밸브 구동부(2708)를 제어하고, 또한 밸브 제어 신호에 기초하여 밸브 구동 신호를 생성할 수 있다. 밸브 제어 신호는 이하 도6을 참조하여 설명하는 방법에 따라 생성된다. 이 방법은 제어 프로세서(2712)에 의해 접근 가능한 컴퓨터 독출 가능 메모리(예컨대, RAM, ROM, FLASH, 자기 기억부 또는 공지된 다른 컴퓨터 독출 가능 메모리)에 기억된, 소프트웨어, 또는 다른 컴퓨터 독출 가능 명령들로서 실행될 수 있다.

제어기(2700)의 다른 부품들에 있어서, 하우스키핑 프로세서(2704)는 공지된 바와 같이 프로그램 가능한 기능 또는 다른 장치와 직접 통신하는 기능을 포함하는 여러 가지의 기능들을 실행하는 일반적인 목적의 프로세서로 될 수 있다. 일반적인 목적의 프로세서의 일례가 인텔 8051 프로세서이다. 보조 기능 회로(2706)는 다른 장치와 인터페이스될 수 있다. 흡인 구동 밸브(2709)는 흡인 밸브(예컨대, 도1의 흡인 밸브(21))를 제어할 수 있다. 컴포트 인터페이스(2710) 및 I/O 회로(2711)는 제어기(2700)로/에서 데이터를 통신할 수 있는 여러 가지 수단을 제공할 수 있다. 다른 부품들로는 공지된 장치 감시 기능을 실행할 수 있는 감시 루틴 유닛(2720), 여러 가지 eeprom 또는 다른 메모리, 팽창 포트 또는 공지된 다른 컴퓨터 부품들을 포함한다.

도31은 비례 제어 밸브(20)를 폐쇄/개방하기 위한 밸브 구동 신호를 생성할 수 있는 제어기(2700)의 제어 논리 회로의 일 실시예를 나타낸 블록도이다. 제어기(2700)의 여러 부품들은 제어 프로세서(2712), 컴포트 인터페이스(2710) 및 감시 루틴 유닛(2720)을 포함한다. 또한, 팽창 포트(2802)가 도시된다. 팽창 포트(2802)는 제어기(2700)의 기능을 팽창시키도록 도터(daughter)보드를 추가하기 위해 사용될 수 있다.

도31의 실시예에서, 하우스키핑 프로세서(2704)의 기능은 프로세싱부(2806), 메모리 장치부(2808) 및 듀얼 포트 RAM부(2810)의 3 부분으로 나누어진다. 메모리 장치 부분(2808)은 플래시 메모리, RAM, EE 및 공지된 다른 컴퓨터 독출 가능 메모리 등의 여러 메모리들을 포함할 수 있다. 하우스키핑 프로세서(2704)에 플래시 메모리를 제공하는 일 장점은, 예컨대 컴포트 인터페이스(2710)를 통해 펌웨어 업데이트의 다운로드를 용이하게 할 수 있다는 것이다. 또한, 메모리 장치부(2808)는 칩 선택 및 어드레스 디코딩 기능을 포함할 수 있다. 각 메모리 장치부(2808), 듀얼 포트 RAM부(2810) 및 프로세싱부(2806)는 단일 프로세서에서 실시될 수 있다.

제어 프로세서(2712)는 도6에서 설명된 바와 같이 압력 회로에서 수신된 압력 신호에 기초하여 밸브 제어 신호를 생성하도록 실행 가능한 일 세트의 컴퓨터 실행 가능 명령들(2716)을 기억할 수 있는 플래시 메모리(2714)를 포함할 수 있다. 제어 프로세서(2712) 및 하우스키핑 프로세서(2704)의 메모리 장치부(2808)는, 본 발명의 일 실시예에서, 듀얼 포트 RAM부(2810)으로의 상호 접근을 통해 데이터를 공유할 수 있다. 제어 프로세서(2712) 및 하우스키핑 프로세서(2704)의 메모리 장치부(2808)는 단일의 시스템 클럭(2812)(예컨대, 20MHz 클럭) 또는 다른 시스템 클럭에 의해 구동될 수 있다.

도32는 압력 제어 회로(2705)의 일 실시예를 나타낸다. 압력 제어 회로(2705)는 각각 상류 및 하류 압력 센서로부터 전송되는 상류 압력 입력(2902) 및 하류 압력 입력(2904)을 포함한다. 상류 및 하류 압력 신호는 A/D 컨버터(2905, 2906)에 의해 디지털 신호로 변환되기 전에 증폭되고 필터링될 수 있다. 도32에 도시된 바와 같이, 압력 제어 회로(2705)는 A/D 컨버터(2908)에 의해 디지털 신호로 변환될 수 있는 차압 신호를 생성할 수도 있다. 압력 제어 회로는 압력 센서에 인가된 공지된 압력에 기초하여 센서 독출치의 변화에 대해 보정하도록 하드웨어 및/또는 소프트웨어를 포함할 수 있는 보정 회로(2910)에 의해 보정될 수 있다.

또한, 압력 제어 회로(2705)는 A/D 컨버터에 의해 디지털 신호로 증폭되어 변환될 수 있는 상류 및 하류 입력 온도 신호(예컨대, 입력(2920,2922))를 수신할 수 있다. 압력 센서(24,25)(또는 차압 센서) 중 하나 또는 둘다는 각각 입력들(2920,2922)에 입력 온도 신호를 제공할 수 있는 각각의 위치들(예컨대, 마찰 유동 요소 입구 또는 출구 또는 그 근방)에서의 유체의 온도를 검출하는 온도 검출 장치를 포함할 수 있다. 이와 다르게, 온도 센서는 압력 센서에서 분리될 수 있다. 검출된 온도는 제어기에 전송되어, 적절한 유체 유동 보정이 계산되고 온도 변화를 보정하기 위한 계산에 기초하여 공기작용 비례 밸브(20)에 신호를 전송한다. 이 작동은 압력 센서 자체가 유체에 의해 흡수되어 시스템의 유체 유동 특성에 영향을 미칠 수 있는 열을 생성할 수 있고, 센서 면에서의 국부적 온도 변화가 센서의 출력을 변경시킬 수 있으므로 바람직하다. 본 발명의 다른 실시예들은, 예컨대 압력 센서 자체 등의 정전류 장치에 걸친 압력 강하에 기초하여 온도 에러를 보정할 수 있다.

도4는 압력 제어 회로(2705)의 다른 실시예를 나타낸다. 도4에 도시된 바와 같이, 압력 센서(24,25)는 : 상류 및 하류 압력용의 2개의 증폭기를 사용함이 바람직하다. 디지털 게인 및 오프셋 제어는 각 센서를 자동 및 수동으로 보정하도록 사용된다. 2개의 아날로그 압력 신호가 A/D 컨버터에 의해 변환될 수 있고 차압은 소프트웨어에서 그 값들을 감산하여 간단하게 얻어진다. 이 기술에서의 하나의 결점은 분해능 및 공통 모드에서의 절충의 필요성이다. A/D 컨버터는 각 신호를 변환하여 수학적으로 공통 모드를 제거해야 한다. A/D 컨버터의 증가된 분해 능력은 요구되는 차압을 얻는데 바람직하다. 예컨대, 하류 압력이 15 psi이고 이 유속에 대한 차압이 0.1 psi이면, 상류 압력은 15.1 psi이다. 전체 압력이 30 psi이고, 5.00 Vdc(15 psi=2.50 Vdc)로 변환되면, 각 컨버터는 피크 압력(30 psi)까지 측정하도록 되어야 한다. 15.1 psi가 2.517 Vdc 이므로, 차압 신호는 0.017 Vdc(5.00 Vdc 외의 값)이다. 제3 증폭기를 각 A/D 컨버터와 전기적으로 접속하여 부가함에 의해, 공통 모드가 제거되고 A/D 컨버터는 단지 공통 모드보다 훨씬 적은 최대 차압만을 분해하게 된다. 따라서, 상기 예의 전체 차압은 5 psi로 되고 5.00 Vdc로 변환된다. 이로써 계수 6만큼 분해능을 증가시킨다.

또한, 차압 증폭기의 게인은 차압 신호의 분해능을 더욱 증가시키도록 증가될 수 있다. 또한, 이것은 단일 차압 센서로써 실행될 수 있지만, 일 실시예에서, 독립적인 신호의 상류 및 하류 압력은 확인되지 않는다.

또한, 상류 및 하류 압력에 대해 A/D 컨버터가 포함됨이 바람직하다. 이 분리 압력들은 상류 및 하류 압력을 감시하고 프로세스 변화(예컨대, 필터 교환)를 결정하도록 사용될 수 있다. 또한, 그 압력들은 점도 계산에 사용될 수 있는, 단일 압력 제어용으로 분리되어 사용될 수도 있다.

도6은 유체 제어 밸브(10)의 조절을 위한 제어 알고리즘의 일 실시예를 나타낸 플로우 차트이다. 상기 알고리즘은 컴퓨터 독출 가능 메모리(예컨대, RAM, ROM, 자기 기억 장치 또는 공지된 임의의 다른 컴퓨터 독출 가능 메모리)에 기억된 일 세트의 컴퓨터 명령을 실행하는 제어기(예컨대, 도1의 제어기(30))에 의해 설정되고 퍼지 논리에서 취해진 기술 및 적절한 제어기에서의 요소를 포함할 수 있다. 따라서, 상기 제어기는 동적 모델에 기초한 선형 제어 시스템이다. 필요하다면, 더욱 정확하게 되도록 적응 또는 지능 제어가 사용될 수 있다. 적응 제어는 제어 시스템의 전체 작동을 개선시키도록 비선형 옵티마이저를 사용할 수 있고 공지된 기술 범위 내이다. 제어기의 일 실시예가 도30에 도시된다.

더 구체적으로, 도6을 참조하면, 제어기는, 단계 902에서, 상류 및 하류 압력 센서(예컨대, A/D 변환기(2905,2906))와 연결된 A/D 제어기로부터 상류 및 하류 압력 신호를 독출할 수 있다. 이 때에, 상류 및 하류 압력 신호는 압력 센서에 의해 생성된 아날로그 전압을 나타내는 전압 샘플링(즉, 디지털 샘플링)으로 될 수 있다. 단계 904에서, 제어기는 센서를 통해 흐르는 전류에 기초하여 온도를 독출하고 공지된 임의의 온도 보정 알고리즘을 이용하여 온도에 대한 상류 및 하류 압력 신호를 보정한다. 단계 906에서, 제어기는 상류 및 하류 압력 신호를 필터링하고, 단계 908에서, 압력 신호를 압력치로 변환하여, 메모리에 기억시킨다(단계 909).

제어기는, 단계 910 및 911에서, 상류 및 하류 압력의 적분치 및 미분치 및 임의의 보정치를 계산한다. 적분치 및 미분치의 계산은 공지된 임의의 방법에 따라 실행된다. 또한, 제어기는 상류 및 하류의 압력 차를 계산(단계 912) 및 기억(단계 914)할 수 있다. 단계 916에서, 제어기는 상류 및 하류 압력의 미분치 및 적분치에 기초하여 에러 신호를 계산할 수 있고, 단계 918에서, 에러 신호의 값을 기억한다. 본 발명의 일 실시예에서, 단계 920에서의 에러 신호에 에러 게인이 부가될 수 있다. 이로써 저압에서의 낮은 신호치에 대해 보정할 수 있다.

단계 922에서, 제어기는 밸브 게인을 독출할 수 있다. 밸브 게인 곡선의 일 실시예가 도5에 도시된다. 이 곡선은 현재의 위치에 비례하여 밸브에 인가될 신호의 게인을 조정한다. 소프트웨어에 설정된 게인 곡선은 시스템이 밸브에서 밸브로의 변화에 대해 보정할 수 있도록 한다. 특정 밸브의 변화에 대한 보정에 부가하여, 밸브 게인 곡선은 오버슈트, 언더슈트 및 반응 시

간에 대해서도 보정할 수 있다. 도5에서, 밸브 A(라인 500) 및 밸브 B(라인 501)의 2개의 밸브에 대한 밸브 게인 곡선이 도시되어 있다. 각 밸브(또는 밸브들)의 곡선은 실험적으로 결정되어 제어기의 메모리에 기억될 수 있다. 이 곡선은 현재의 밸브 위치에 기초하여 밸브 제어 신호의 게인을 조정하도록 사용될 수 있다.

도5의 그래프에서, x축은 밸브 위치를 나타내고 y축은 게인을 나타낸다. 본 발명의 일 실시예에서, 각 곡선은 최대 게인, 최소 게인, 경사 개시점 및 경사 종료점의 (4)개의 지점들을 이용하여 형성되어 있다. 최대 게인은 통상적으로 밸브의 오프 위치에서 시작되며 경사 개시점으로 연장된다. 최소 게인은 경사 종료 위치에서 시작되어 밸브 행정의 100% 점에서 종료한다. 실제 경사는 경사 개시점에서 경사 종료점으로 게인이 선형적으로 감소한다. 제어기는 각 밸브의 밸브 게인 곡선을 독출하여 밸브 제어 신호를 조정할 수 있다. 예컨대, 밸브 A가 라인(502,504) 사이에 있을 때, 제어기는 단계 922에서 밸브 곡선을 독출하여 높은 게인을 얻도록 제어 신호의 값을 조정할 수 있다. 이 곡선은 밸브 A가 밸브를 폐쇄시킨 채 유지하려는 힘을 극복하도록 라인(502,504) 사이에 위치할 때 밸브 신호의 게인이 높게 유지되도록 할 수 있다. 밸브가 실제로 개방되는 지점에서, 제어기는 밸브 게인 곡선 및 밸브 위치에 기초하여 게인을 감소시키도록 제어 신호를 조정할 수 있다. 상기 제어기는 밸브 게인 곡선을 따른 임의의 지점에서의 밸브 게인을 얻도록 제어 밸브 신호를 조정할 수 있다. 도5에 도시된 밸브 게인 곡선은 예시적으로만 제공되며, 상기 제어기는 그 제어기에 의해 접근 가능한 임의의 컴퓨터 독출 가능 메모리에 기억된 임의의 밸브 게인 곡선에 기초하여 밸브 제어 신호를 조정할 수 있다.

단계 924에서, 제어 신호는 에러 신호 및 압력치에 기초하여 생성되어 D/A 컨버터(예컨대, 제어 밸브 구동부)에 기입된다. D/A 컨버터는 밸브를 구동하기 위한 아날로그 밸브 구동 신호를 생성할 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예들은 밸브 제어 신호가 느리게 하는 밸브 적분 단계(예컨대, 단계 926) 및 적응 조정 단계(예컨대, 단계 928)를 포함한다. 적응 조정 단계는 현재의 밸브 제어 신호를 조정하도록 이용될 수 있는 소정 수의 기억된 과거 위치의 값들을 독출할 수 있다.

또한, 제어기는 적응 조정의 부분으로 될 수 있는, 감시 단계 930를 실행할 수 있다. 이 기능은 오버슈트 지점, 언더슈트, 설치 시간, 루프 안정성 및 퍼센트 에러 등의 리얼 타임의 데이터를 집계한다. 셋업 모드 중에, 집계된 데이터는 제어기에 의해 분석되어 성능을 최적화하도록 제어된 값들을 조정한다(즉, 적응 조정 단계 928을 실행한다).

또한, 상기 제어기는 점도 변화를 보정하도록 밸브 제어 신호를 조정할 수 있다. 유체의 점도가 유사한 속도에 대한 델타 P 측정치를 변화시키므로, 반드시 보정되어야 한다. 보정의 한 방법은 현재의 델타 P와 델타 P에 대한 속도 및 이소프로필 알콜 또는 물 등의 표준 물질의 속도를 비교한다. 다음, 그 차를 사용자에게 의해 기입시킬 수 있다. 다른 방법은 내부 변수들을 측정하고 그들을 소정의 유사한 변수들에 비교하여 그 차를 내부적으로 보정하는 것이다. 제3의 방법은 다른 유체들에 대해 형성된 곡선들을 이용하는 것으로서, 다수의 곡선들을 제어기에 기억시키고 사용자에게 의해 선택하게 할 수 있다.

여러 가지 제어 변수들이 넓은 범위의 응용에 걸쳐 흡인 밸브의 적절한 작동을 보장하도록 설정될 수 있다. 예컨대, 흡인 밸브 "오프 타임"은 압력 천이 오프에 대한 온 시간을 조정한다. 이는 완전 연장된 위치에서 흡인 위치로 밸브 다이어프램을 이동시키는 시간이다. 너무 빨리 이동시키면 유체의 컬럼이 컬럼 또는 공동으로의 기포의 유입을 야기할 수 있다. 흡인 밸브 "온 타임"은 압력 천이 온에 대한 오프의 시간을 조정한다. 이는 흡인 위치에서 완전 연장된 위치로 밸브 다이어프램의 단부를 이동시키기 위한 시간이다. 너무 빨리 이동시키면 유체의 컬럼이 "블록"해지게 되어, 실제 분배 속도를 바람직하지 않게 변화시킬 수 있다. 흡인 온 및 오프 압력 설정의 두 가지 다른 설정 방식이 있다. 이들 두 가지 조정은 밸브가 바람직한 흡인량을 형성하도록 이동하는 거리를 결정한다. 이 압력 차가 클수록, 흡인량이 증가한다. 온 압력 및 오프 압력은: 유사한 타입의 다른 밸브들의 차이를 수용하고; 다른 밸브 및 다른 시스템에서 비선형적으로 조정되기 위해 사용된다. 이러한 전체 작용은 제어 밸브의 정지 작용 및 흡인 작용을 분리시키도록 지연될 수 있다. 일부 응용에서, 흡인 밸브는, 도29에 나타난 바와 같이, 유체 정지 작용 중에 작용되는 분리 흡인 위치에서 유체의 정지 작용 시에 제어 밸브를 보조하도록 사용될 수 있다. 이 보조 기능은 정지의 개시 또는 정지의 종료 부분으로서 정지 작용의 백분율로서 프로그램될 수 있다. 정상 흡인 위치는 프로그램되어 있는 경우 지연에 뒤이어 흡인하도록 사용된다. 도2를 참조하면, 하우징(100)은 본 발명의 여러 구성품들을 포함하고 있다. LED 기판(105), 주 인쇄 회로 기판(106), 및 공기 작용 비례 제어 밸브(110) 등의 전기 부품들이 마찰 유동 요소(15) 및 유체 제어 밸브(10) 등의 유체로부터 절연되어 있다. 유체는 유체 입구(도시 안됨)의 주 유체 제어 밸브(10)로 진입된다. 다음, 유체는 밸브를 통해 마찰 유동 요소(15)로 향하게 되며, 상기 유동 요소는 도시된 실시예에서 나선형으로 감겨있고 제2 압력(및 온도)이 검출되는 비교적 긴 직선부(15A)에서 종결하는 비교적 짧은 직선부(15B)를 포함한다. 마찰 유동 요소(15)는, 예컨대 유동하는 유체의 압력 강하를 측정할 수 있는 충분한 치수를 가진 관 또는 도관 또는 평행한 중공 섬유 도관들로 될 수 있다. 다른 적절한 마찰 유동 요소는 중합체 재료의 블록 등의 파도 모양 채널, 다공성 멤브레인, 프릿(frit) 및 필터를 포함한다. 마찰 유동 요소는 막힘을 조장하는 90°회전 또는 절단을 야기할 수 있는 과도한 난류 발생을 방지한다. 마찰 유동 요소(15)는 직선으로 될 수 있지만, 더 바람직하게는 마찰 유동 요소(15)가 부분적으로 유동 속도에 따라 결정되는 직경 및 길이를 가지며, 공간을 절약하도록 나선형 코일로 되는 것이다. 따라서, 마찰 유동 요소(15)의 직경 및 길이는 "소음"이 무시할 수 있도록 되는데 필요한 압력 강하의 함수이다. 주어진 유체, 관의 길이 및 시스템 조건에 대해, 관의 직경이 작을수록, 압력 강하는 커진다. 주어진 튜브의 기하 구조에 대해 유체의 점도가 증가

할수록 압력 강하는 증가한다. 예컨대, 1/4 인치 OD 관 및 벽 두께 약 0.047 인치, 길이 약 40 인치의 마찰 유동 요소(15)에 대한 크기로 된 유체 제어 밸브(10)에 대해 탈이온수를 분배하는 경우에, 공급 유체 압력, 공급 공기압 압력, 및 장치 외 측으로의 시스템 압력 강하 등의 시스템 조건에 따라 최대 분당 약 2 리터의 유속이 형성될 수 있다. 유동 범위는 마찰 유동 요소(15)의 기하 구조를 간단하게 변화시킴에 의해 주어진 분배/유동 조건에 대해 최적화될 수 있다. 마찰 유동 요소의 내경은 마찰 유동 요소(15)의 유체 유동의 천이를 최소화 또는 제거하도록 마찰 유동 요소(15)의 하류의 유동 경로를 또는 관의 내경과 동일하거나 또는 사실상 동일함이 바람직하다. 마찰 유동 요소(15)를 통한 유동은 층류 또는 난류로 될 수 있다. 따라서, 유체 경로는 다음과 같다: 유체는 유체 제어 밸브(10)의 유체 입구로 진입하여 밸브(및 압력 및 온도 센서를 지나)를 통해 마찰 유동 요소(15)의 입구로 유동하며, 마찰 유동 요소(15)를 통해 마찰 유동 요소 출구에서 배출된다(마찰 유동 요소(15)의 상류 및 하류에 배치된 압력 및 온도 센서를 지나 배출된다). 본 설계의 융통성에 의해, 본 발명의 실시예에서 예컨대 유동 및/또는 유체 특성에 따라 마찰 유동 요소(15)의 상호 교환이 용이하게 된다.

압력 강하를 생성하기 위해 사용되는 다른 타입의 장치들은 원치않는 측면 효과를 야기할 수 있거나 또는 산업 프로세싱 응용에 더 적합하게 된다. 상기 부정적인 효과들은 미세화된 과도한 입구 및 출구 압력 손실, 국부적인 영역에서의 역류 또는 와류, 및 간히는 영역들을 포함한다. 이와 다른 압력 강하 요소는 벤추리 관, 유동 노즐, 오리피스(박판 사각형 오리피스, 사분면(quadrant) 오리피스, 편심 및 활꼴 오리피스), 원심, 및 선형 저항을 포함한다.

아래의 예들은 일 세트의 마찰 유동 요소의 사양을 나타낸다:

길이 20 인치와 2.5 회전부를 가지며 내경 0.0625 인치의 나선형 코일은 실온에서 0.5 cc/초 및 5 cc/초 사이의 속도로 물을 유동시킨다.

길이 40 인치와 5.5 선회부를 가지며 내경 0.156 인치의 나선형 코일은 실온에서 1 cc/초 및 30 cc/초 사이의 속도로 물을 유동시킨다.

길이 20 인치와 2.5 회전부를 가지며 내경 0.250 인치의 나선형 코일은 실온에서 0.5 lpm 및 5 lpm 사이의 속도로 물을 유동시킨다.

길이 20 인치와 2.5 선회부를 가지며 내경 0.375 인치의 나선형 코일은 실온에서 2 lpm 및 10 lpm 사이의 속도로 물을 유동시킨다.

어떤 응용예에서, 유체 입구(12)(도1 및 도8C)로 진입하는 유체 압력은 너무 낮거나 너무 높다. 유체 압력을 조절하도록, 도3에 도시된 바와 같이 보조 입력 모듈(200)이 본체 모듈의 상류에 사용될 수 있다. 보조 입력 모듈(200)은 본체 또는 저장부(90) 및 모듈 기부(92)와 커버(93) 사이에 고정된 4개의 통상(스프링(97)의 바이어스로 인해) 폐쇄된 포핏 밸브(91)를 가진다. 4개의 유체 접합부(94,94A)가 도시된 바와 같이 기부(92)에 조여진다. 하나의 접합부는 압력 포트이고, 다른 것은 진공 포트이고, (94A)는 유체 입구이고 또 다른 것은 통기구이다. 4개의 밀어넣는 접합부(95)가 커버(93)에 고정되며 포핏 밸브(91)를 작용시키고, 포트(94,94A)로의 유동을 개방시키는 질소를 제공한다. 유체 출구(98)는 도시된 바와 같이 본체(90)의 하부에 제공된다. 레벨 센서(96)가 브래킷(101)으로써 본체(90)에 고정되어 모듈 본체(90)의 유체 레벨을 검출한다. 본체(90)에 필터(도시 안됨)가 제공될 수 있다.

가압된 유체 공급원으로써 모듈(200)을 충전하도록, 입구 및 통기 밸브는 거의 동시에 개방될 수 있고, 가압 유체는 일정 기간 동안 또는 레벨 센서(96)에 의해 검출되는 바와 같이, 일정 유체 레벨이 도달될 때까지 모듈(200)로 유동된다. 통기 밸브는 입구 밸브가 유체를 본체(90)로 진입되도록 허용할 때 압력을 동등하게 하도록 사용될 수 있다. 그 후, 입구 및 통기 밸브가 폐쇄되고, 유체 공급 압력 밸브가 개방되며, 시스템으로의 유체 유동이 요망될 때 유체 제어 밸브(10)가 개방된다.

공급원에서의 유체 압력이 적절한 작동을 위해 너무 낮은 경우, 공급 압력을 올리도록 충전 사이클에 뒤이어 압력이 인가될 수 있다. 이는 연속으로 또는 필요한 경우에만 행해진다. 유사하게, 유체 공급 압력에서의 변동이 필요할 때 압력이 인가될 수 있다.

비가압된 공급원이 사용되는 경우, 입구 및 진공 밸브는 거의 동시에 개방될 수 있다. 진공 밸브는 유체 공급원에서 유체를 인출하도록 이용된다.

또한, 모듈(200)을 탈포기로서 이용할 수 있다. 특히, 사이클의 충전부는 상기한 바와 같이 가압 유체 공급원용이다. 본체(90)가 원하는 레벨로 충전되면, 입구 및 통기 밸브는 폐쇄되고 사용자가 프로그램한 시간 동안 또는 원하는 시간 동안 유체에 진공이 인가되어, 기포를 제거한다.

이와 다른 실시예에서, 예컨대 공간 절약이 우선되는 경우, 도12 내지 23에 도시된 밸브가 사용될 수 있다. 도8의 밸브와 유사하게, 도12의 밸브 상부 캡(71')은 2개의 동심 환형 링(84',85')을 포함하고 그 링들은 그들 사이에 환형 홈을 형성하여 상부 공기작용 링(74')과 함께 하우징의 밸브 공기작용 다이어프램(73')을 밀봉하는 합성 고무 오-링(72')을 수용한다. 대향하는 나사형 밸브 버튼(76')은 밸브 상부 다이어프램(77')과 밸브 하부 다이어프램(78')을 사이에 두고 있고, 스프링(80')으로써 바이어스된다. 내측 조립체는 스테인리스 강 나사, 볼트 또는 핀(75')으로 조여지는 나사형 버튼과 함께 고정된다. 외측 조립체는 밸브 하부 캡(82'), 스테인리스 강 핀 또는 볼트(83'), 및 밸브 상부 캡(71')과 함께 고정된다. 적절한 관 등과 함께 공기 작용 비례 제어 밸브(20)에 공기 작용으로 연결되는 밀어넣는 접속부가 밸브 상부 캡(71')에 결합된다. (입구 및 출구의) 유체 제어 밸브(10)의 유동 경로는 도27D에 나타난 바와 같이 압력 강하 및 세정안된 체적을 더욱 최소화하도록 직선으로 되어 있지 않다. 밸브의 내외의 읍셋된 유동 경로에 의해 슬러리 또는 다른 유체가 용이하게 유동할 수 있고 축적량이 최소로 된다.

밸브 하우징(70')은, 밸브와 일체의 센서 하우징과 성형됨이 바람직하다. 도8의 센서 하우징(60)과 다르게, 일체형 실시예에서는 하나의 센서 단부 캡(65')만을 필요로 하며, 포함되는 부품 수를 크게 감소시키며, 큰 문제를 야기할 수 있는 기계적인 고장을 방지하게 된다.

도12 내지 14에 도시된 밸브 하우징의 실시예에서, 유체는 입구(99')를 통해 환형 공동(90')에 도달할 때까지 밸브 입구(12')로 진입하여 선형 통로(12A')에서 유동한다. 그 유체는 공동(90') 주위에서 나선형으로 된 후, 밸브가 개방되면, 도8B 및 8D에 도시된 바대로 전의 실시예에서와 같이 2개의 유체 다이어프램을 통과하여 좁은 환형 통로, 및 제2 공동으로 유동한다. 제2 공동(89')에서는 선형 통로(13A')를 통해 출구(도시 안됨)를 거쳐 출구(13')로 향하는 나선형 유체 유동 경로가 생성된다. 공동(89',90')들 사이의 압력 손실을 개선하여 압력 강하가 발생하는 장치의 유체의 세정 작용을 최적화하도록, 밸브의 밀봉 표면에 등글려진 견부들(예컨대, 0.04인치)가 제공될 수 있다. 바람직하게 유체 입구 경로(12A') 및 유체 출구 경로(13A')는 공동(89',90')의 (중앙 축이 아닌) 접선방향을 따라 배치되어, 유체의 균일한 유동을 위해 작용하고 압력 강하를 개선한다. 입구(12') 및 출구(13')는 도시된 바와 같이, 예컨대 적절한 하우징에 용이하게 결합되도록, 외부에 나사니를 가질 수 있다.

제1 및 제2 공동(90',89')의 하류의 유동 경로(13A')에 제1 센서 하우징(60')이 배치된다. 센서 하우징(60')은 제2 공동(89') 및 출구(13')와 유체 소통한다. 압력 및/또는 온도 센서(64')는 퍼플루오로엘라스토머(KALREZ) 오-링(63')으로써 하우징(60')내에 밀봉되어 있다. 단부 캡(65')은 도시된 바와 같이 다수의 볼트 또는 핀(66')으로써 하우징(60')에 결합된다. 센서(64')는 센서 하우징(60')의 입구 및 출구 사이의 유체 경로의 압력 및/또는 온도를 검출하여, 검출된 값을 나타내는 신호를 제어기에 전송한다.

또한, 이 실시예의 밸브는 센서 하우징(60')의 구성과 동일한 것이 바람직한 제2 센서 하우징(160')을 포함한다. 제2 센서 하우징(160')은 도13에 도시된 바와 같이 입구(112') 및 입구(112')에서 떨어져 있는 출구(113')와 유체 소통한다.

따라서, 이 실시예의 밸브는 다음과 같이 작동한다. 도14A 및 14B에 나타난 바와 같이, 밸브로의 유체 입구 유동은 입구(12')로 진입하여 밸브가 개방될 때까지 유체가 포함되는 제1 밸브 공동(90')으로 통로(12A')를 통해 유동한다. 밸브가 개방되면, 유체는 제1 밸브 공동(90')에서 구멍을 통해 제2 밸브 공동(89')으로 유동한다. 제2 밸브 공동(89')에서, 유체는 출구를 통해 배출되어 유체의 압력 및/또는 온도가 검출되어 제어기에 기록 및/또는 전송되는 제1 센서 하우징(60')으로 진입된다. 유체는 출구(13')를 통해 밸브 조립체에서 배출되어 바람직하게 코일형 관(도시 안됨)으로 된, 마찰 유동 요소를 통과한 다음, 도14B에 도시된 바와 같이 입구(112')를 통해 밸브 조립체로 다시 진입된다. 상기 유체는 제2 센서 하우징(160')으로 유동하여, 압력 및/또는 온도가 다시 검출되고 제어기에 기록 및/또는 전송된다. 제2 센서 하우징(160')에서 배출된 후, 유체는 주의깊게 배치된 유동 경로를 통해 밸브 조립체를 통과하여 공간의 사용을 최적화하고, 원래 진입되는 장치의 동일 면으로 복귀된다.

일측에 공기작용 특성을 가지며 타측에 밸브의 기계적 특성을 가진 밸브 조립체를 설계함에 의해, 다수의 밸브 조립체들이 단일 유닛으로 적층될 수 있어서, 차지할 공간 및 비용을 더욱 절약할 수 있다. 따라서, 도13에 도시된 바와 같이, 센서 하우징(60',160')은 동일 사이즈 및 형태로 되고, 센서 하우징(60')은 센서 하우징(160')이 입구(112')에서 떨어져 있는 동일 거리만큼 출구(113')에서 떨어져 있다. 따라서, 이들 2개의 밸브 본체들이 수직으로 적층되면, 밸브 공동은 수직으로 정렬되고, 센서 하우징도 수직으로 정렬된다. 적층 가능 밸브 조립체의 일례를 도15에 나타내며, 중간 커버(171')가 상부 캡(71')과 하부 캡(82') 모두의 내부를 가질 수 있도록 설계되어 밸브의 공기작용측 부품 및 기계측 부품들을 수용하게 된다. 상기 적층 가능 밸브의 실시예는 공간 제약시에 다수의 분배 지점들에 대해 특히 유용하다. 다른 장점은 하나의 비례형 매니폴드 만이 요구되고, 하나의 LED 및 주 PC 기판이 요구되고, 하나의 케이싱 및 케이블 세트만이 요구되며, 한 세트의 질

소 공급 라인 및 접합부만이 요구됨으로써, 부품 중복을 방지한다는 것이다. 응용예들은 화학적 혼합(비례-계량 제어), 분리된 유체들의 동기화된 분배, 2개의 분리된 분배 지점들로의 독립적인 분배, 집적화된 독립 또는 종속 제어, 및 연속적인 비중단 분배를 포함한다.

밸브 조립체의 편리한 설계는 융통성을 부여하게 된다. 예컨대, 도16은 밸브 및 단일 센서 하우징을 가진 조립체를 나타내고 있다. 밸브의 여러 부품들의 사이즈는, 필요한 경우 적층 가능성을 유지하고, 도18에 도시된 바와 같이 필요한 경우 다른 센서 하우징이 추가될 수 있도록 도13의 밸브와 일치함이 바람직하다. 실제로, 도18의 제거 가능한 센서 하우징을 분리형 부품으로서 제공함에 의해, 하나 이상의 센서 하우징을 가진 장치들이 구성되어 센서 하우징이 기포 제거를 용이하게 하도록 (밸브 공동에 대해) 거꾸로 배치되어 있다.

여러 부품들이 성형된 인서트들로서 형성될 수 있다. 예컨대, 도17은 센서 하우징이 없는 밸브 하우징을 나타내고 있다. 도19는 이중 센서 하우징의 인서트를 나타내고 있다. 센서 하우징의 입구(112', 212') 및 출구(113', 113')는 밸브로의 용이한 부착을 위해 외부 나사가 형성되어 있다. 밸브 조립체의 센서 하우징 부분의 인서트는 여러 가지 다른 조립체 형태를 가능하게 하며, 상기한 바와 같이 설치될 때 밸브의 방위에 따라 기포 제거를 용이하게 하도록 거꾸로된 센서 하우징을 성형하기 위한 인서트로 대체될 수 있다. 유사하게, 공기작용 및 기계적 부품들의 상호 교환성에 의해 성형되는 밸브의 입구 및 출구를 상류 또는 하류 압력 제어에 대해 역전되게 할 수 있다. 밸브 공동의 대향 단부들에 공기작용 및 기계적 부품들을 설치함에 의해, 시스템의 차압이 역으로 될 수 있고 밸브 상류의 차압이 하류 압력 대신에 기록될 수 있다. 이로써 사용자가 분배 지점에 더 가까운 하류 압력 대신에 시스템 유닛으로의 공급 압력을 감시할 수 있게 된다. 하류 형태 및 상류 형태는 도23A 및 23b에 각각 도시된다. 이 도면들은 공기작용 부품들과 기계적 부품들이 밸브의 상류 또는 하류의 압력 강하 중 어느 쪽이 필요한지에 따라 밸브의 어느 한쪽에 설치될 수 있는 점에서 성형되는 밸브 설계의 융통성을 나타내고 있다. 또한, 센서들의 위치에 의해 단지 현재의 장치의 조건만이 아니라, 고객 시스템 조건의 감시를 제공한다.

도24A 및 24B는 장치의 하부에 배치된 3개의 포트들(통기구, 입구 및 출구 포트)을 통해 마이크롤리스(Mykrolis) LHVD 타입 필터와 결합되도록 유동 제어기에 대한 형태로 성형된 부품을 나타낸다. 이 설계는 LHVD 타입 필터링 장치를 수용할 수 있다.

종래의 버블 센서가 본 발명에 사용될 수 있다. 버블 센서는 제어기에 변조된 신호를 전송하며 제어기는 그 신호를 공기의 백분율로 전송한다. 백분율이 소정 레벨을 초과하면, 사용자에게 통지된다. 적합한 버블 센서는 감광성 또는 용량성을 포함할 수 있고, 2진 출력(온 및 오프)을 가지며, 온 및 오프의 수가 계산되어 시간 당 유체의 슬러그의 공기의 백분율로 변환된다.

도25A 및 25B는 기포 트랩 위치가 없는 밸브 설계를 나타낸다. 유체는 밸브의 입구를 통해 진입하여 상측으로 상승되는 모든 기포들을 따라 직선적으로 유동한다. 유동 경로 중 나머지는 경로의 아래에 센서 포켓을 갖는 연속적인 직경의 경로이며 이로써 공기가 간히게 되지 않는다(종래의 밸브는 가스가 탈출할 수 없는 포켓을 형성하고 있다). 또한, 이 설계는 전의 실시예들에서의 3개의 포트들을 제거하고, 유체 다이어프램, 밸브 캡 및 버튼을 포함하여, 조립 비용, 부품 비용 및 복잡성을 감소시킨다. 2개의 임계 유체 밀봉 위치가 제거되고, 다이어프램 텅(tongue) 및 홈 밀봉부 중 하나 및 2개의 유체 다이어프램 사이의 계면 접합을 포함한다.

밸브는 폐쇄된 밸브를 바이어싱하는 예비 부하 압축 스프링(800)에 대해 밸브가 개방되도록 구동하기 위해 유체 다이어프램(401) 및 공기작용 다이어프램(402) 사이에 공기 압력을 인가한다. 공기작용 다이어프램(402)이 유체 다이어프램(401)보다 크고 2개의 다이어프램이 나사(403)와 버튼(404)으로써 서로에 대해 구속되어 있기 때문에, 압력은 공기작용 다이어프램(402) 상에 더 큰 부하를 형성시키고 밸브를 개방시키게 된다. 압력은 접합부(405)(도25B) 및 관(예컨대, 폴리에틸렌)(406)을 통해 공급된다. 공기작용 공동(410)은 도시된 바와 같이 오-링(407) 및 공기작용 다이어프램 텅 및 홈으로써 밀봉된다. 센서(411)는 오-링(412)으로써 밀봉되고 센서 캡(413)에 보유된다.

다른 실시예에서, 90°회전부들을 감소시키도록, 도26에 도시된 바와 같이 설계가 변경될 수 있으며, 센서 공동이 밸브의 측면으로 이동되어 있다. 옅은 유동 경로는 회전을 제거하고, 세정안된 영역을 제거한다. 밸브는 공기작용 측에 오-링이 없고, 서로 상대적인 다이어프램들의 설계 및 사이즈의 면에서 낮은 이력을 나타낸다. 포켓 설계의 면에서, 양호한 선형성이 얻어지며, 유체 유속은 작업 중에 밸브에 가해지는 압력에 직접 비례하게 된다.

도28A 및 28B는 오-링이 공기작용 다이어프램에서 유체 다이어프램을 분리하고 있는 유체 제어 밸브의 다른 실시예를 나타낸다. 이로써 밸브 수명 기대치를 낮추게 할 수 있는 2개의 다이어프램 상으로의 과잉 부하를 방지하게 된다. 유체 제어 밸브의 유동 경로는 (센서가 유체 제어 밸브 본체의 측면에서 밀봉되는 곳에서 수집될 수 있는 미소량을 제외하면) 간히게 될 공기에 대해 높은 지점들을 갖지 않는 상태로 유지된다. 유체 제어 밸브의 유동 경로는 단일의 유체 다이어프램을 가지

며 밸브 내에 공기가 갇히게 될 수 있는 직접적인 유체의 유동 경로내가 아닌 (압력 센서 밀봉 방법을 포함하지 않는) 높은 지점들을 갖지 않도록 설계된다. 유체 제어 밸브 내에 갇힌 공기는 유체 제어 밸브가 폐쇄되고 공기가 압력을 줄이게 되면 분배의 말기에 유독성으로 될 수 있다. 또한, 유체 제어 밸브에 갇힌 공기에 의해 분배 개시 시에 악영향을 받게 될 수 있다. 또한, 유체 제어 밸브에 갇힌 공기는 웨이퍼 상에 결점을 야기할 수 있는 미소 기포를 형성하거나 또는 공기가 유체에 용해 되도록 할 수 있다.

밸브는 폐쇄된 밸브를 바이어싱하는 예비 부하 압축 스프링(800')에 대해 밸브가 개방되도록 구동하기 위해 공기작용 다이어프램(402') 및 공기 밀봉 오-링(415') 사이의 공기의 공동(410')에 공기 압력을 인가한다. 공기작용 다이어프램(402')의 표면 영역에 가해진 압력은 유체 다이어프램(401')을 편향시키도록 힘을 가하여 나사(403')와 버튼(404')으로써 공기작용 다이어프램(402')에 대해 구속된 그 상태로 개방시킨다. 공기 밀봉 오-링(415')은 어떤 공기 압력도 유체 다이어프램에 도달하지 않도록 함에 의해 2개의 다이어프램상에 공기압력이 과도한 부하를 발생시킴을 방지한다. 압력은 접합부(405') 및 적절한 관을 통해 인가된다. 센서 공동(500)은 임의적으로 밸브 밀봉부상에 제공될 수 있다. 이 설계는 공기가 유체 공동, 입구 채널, 출구 채널 및 센서 공동으로의 채널과 센서 공동(존재하는 경우)에 갇히게 됨을 방지한다. 유체 입구 채널은 밸브 유체 공동(90')의 내경에 접선 방향으로 배치되며, 접선 방향의 유동은 세정안된 영역의 발생을 방지한다. 모든 위치들의 높이는 유체 경로 내에 있으며, 유체 경로 보다 높지 않다. 유동 경로에 날카로운 코너가 없다. 따라서, 유체 유동이 원활하게 된다.

이러한 설계들 및 융통성은 밸브 및 센서들의 여러 조합들을 갖는 모듈러 조립체를 허용하며 밸브, 검출 장치, 유량계, 유동 제어기, 압력 제어기 및 온도 제어기를 여러 가지 형태로 구성할 수 있도록 한다. 따라서, 도20은 제1 밸브(300), 제2 밸브(300') 및 마찰 유동 요소(15)와 유체 소통하는 제1 및 제2 센서(310,310')를 포함하는 온/오프 밸브 조립체 및 적층된 유동 제어기를 나타낸다. 도21은 4개의 검출 장치들(310,310',320,320')의 적층된 조립체를 나타낸다. 도22는 유동 제어기 및 유량계를 나타낸다.

도24A 및 24B는 하부에 배치된 3개의 포트들을 통해 LHVD(로우 홀드업 볼륨 디바이스) 타입 필터 장치와 결합되는 유동 제어기의 형태로 성형된 밸브 설계의 다른 실시예를 나타낸다. 포트(610)는 필터로부터의 통기구이고, 포트(612)는 필터로의 입구이고, 포트(614)는 필터에서의 출구이다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 밸브 보조 기능이 이용될 수 있다. 솔레노이드를 사용하는 종래의 밸브에서, 각 밸브에 가해지는 압력 변화를 변경하도록, 통상 압력을 느리게 소산시키기 위해 니들 밸브가 사용될 수 있다. 시퀀스 중의 정지 부분에서 밸브의 흡인부에 가해지는 변화율을 감소시킴에 의해, 흡인 밸브는 정지 밸브를 보조하게 된다. 도29에 도시된 바와 같은 본 발명에 따르면, 제어 밸브(또는 정지 밸브) 오프 시간 중에, 흡인 밸브 압력은 도시된 바와 같이 제어 밸브를 보조하도록 감소될 수 있다. 제어 밸브 오프 시간이 종료되면, 흡인 밸브에 대한 압력이 일정하게 유지되는 곳에서 흡인 지연이 제공된다. 이 소정의 지연 후에, 흡인 밸브에 가해지는 압력은 소정 레벨에 도달할 때까지 다시 감소되고, 흡인 밸브를 정상 또는 정적 위치로 복귀시킨다. 이 시퀀스는 노출에서 떨어지려는 유체 액적을 유지하는데 도움이 된다. 또 다른 실시예에서, 흡인 보조 작용은 제어 밸브 작용에 뒤이은 시간에 개시되도록 지연되거나, 또는 흡인 밸브의 작용이 제어 밸브의 정지 작용 개시 시에만 발생되도록 짧아질 수 있다. 상기한 내용은 작용 방법으로서 압력에 대해 설명하였지만, 모터 등의, 임의의 밸브 작용 방법을 이용하는 것도 본 발명의 범위 내에 있는 것이다.

예 1

제어기에 공지된 차압 및 고정된 분배 시간이 입력될 수 있도록 시스템을 설정하고, 휴대용 퍼스널 컴퓨터에서 분배를 계속적으로 트리거하였다. 그 결과의 탈이온수의 출력 유동이 용기에 갇히게 하고 그의 질량을 결정하도록 정밀 스케일을 이용하여 무게를 측정하였다. 유체 재료의 공지된 밀도와 결합된 각각의 분배의 질량을 이용하여, 각 분배의 체적이 계산되었다. 공지된 분배 시간과 분배된 체적을 결합하여 유속을 결정하였다. 약 0.92 내지 약 9.5 센티푸아즈 범위에서 5번의 다른 점도가 체크되었다. 그 결과를 도10에 그래프로 나타내고 있다.

예 2

2개의 상업적으로 시판되는 밸브 및 도 8A - 8D에 도시된 본 발명의 밸브의 3개의 다른 밸브의 이력을 시험하였다. 밸브 작용 압력은 위 아래로 변화시켰고 시험 시스템 내의 압력을 밸브 작용 압력 범위 중의 위 아래의 단계들에서 측정하여 전압으로서 플로팅하였다. 더 구체적으로, 시험 셋업은, 일정 압력 하의 밸브 및 그 밸브가 완전 개방되어 폐쇄 상태로 다시 복귀하는 폐쇄된 그의 범위를 통해 이동할 때 그 밸브의 하류의 압력 변화를 감시하는 압력 센서를 가진, 밸브 및 하류의 압력 센서의 폐쇄된 시스템으로 하였다.

그 결과를 도9A, 9B 및 9C에 그래프로 나타내고 있다. 각 그래프에서, 오른쪽으로 가장 먼 곡선은 압력이 로우에서 하이로 변화하는 데이터를 나타내며, 왼쪽의 곡선은 압력이 하이에서 로우로 변화하는 데이터를 나타내고 있다. 곡선들 사이의 차는 이력량을 나타낸다. 따라서, 압력이 작용 압력의 단계들에서 위 아래로 변화될 때, 이력이 발생하지 않으면, 2개의 곡선은 정확하게 겹치게 된다. 도9C는 본 발명의 밸브가 상업적인 밸브보다 매우 작은 이력을 발생함을 나타내고 있다.

예 3

이 예에서는 화학 기계적 평면 기관 프로세싱을 위해 유체의 불연속적인 체적을 배출할 수 있도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 본 발명의 실시예가 이용됨을 나타내고 있다. 더 구체적으로, 이 예는 본 발명의 실시예가 기관에 대한 연마 유체의 불연속적인 체적을 배출할 수 있도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 이용되는 방법을 나타내고 있다.

화학 기계적 연마는 광학 렌즈의 제조 시에 유용하다. 화학 기계적 평면화는 반도체 장치의 제조 시에 유용하다. 연마 유체는 산성 또는 염기성으로 될 수 있고 실리카 또는 알루미늄 등의 연마재를 포함할 수 있다. 실리콘 이산화물을 연마하기 유용한 유체는 수성 수산화칼륨 용액의 실리카 슬러리를 포함하고; 구리 금속을 연마하기 유용한 유체는 과산화수소 등의 산화제, 벤조트리아졸 등의 억제제, 및 아세트산 등의 유기산의 수용액을 포함한다.

본 발명의 실시예의 유동 장치의 입구는 연마 유체를 포함하는 가압 또는 중력 공급 용기에 연결된다. 유동 장치 출구는 연마 공구 상의 노즐에 연결된다. 연마 공구는 회전 패드 또는 벨트에 의해 연마될 기관을 가진다. 기관은 연마 유체의 화학 작용으로 기관에서 재료를 제거하는 연마 패드와 접촉한다. 연마 유체는 노즐을 통해 공구 상의 기관으로 배출되고, 노즐로의 연마 유체의 유동은 유동 장치 및 그의 전자 기기에 의해 제어된다. 유동 장치의 전자 기기는 기관상에서의 연마 유체의 분배 타이밍을 공구에 의해 제어할 수 있도록 공구의 제어기에 연결될 수 있다. 또한, 상기 공구는 기관으로의 연마 유체의 배출 타이밍을 제어하도록 사용될 수 있는 연마 끝점 검출기를 포함할 수 있다. 유동 장치의 전자 기기 중 신호 처리기는 연마 유체를 포함하는 압력 용기의 압력 변동으로 인한 연마 유체 체적 및 배출속도의 변동 가능성을 제거한다. 연동 펌프에 비교하여, 연마 유체의 배출이 일정 속도로 된다. 그 결과 기관으로의 연마 액체의 제어된 체적 및 배출속도로 인해 화학적 폐기물을 최소화하게 되고 더욱 균일하고 재현 가능한 기관 연마를 행할 수 있다.

예 4

이 예에서는 본 발명의 실시예가, 가스를 형성하도록 증발기에 액체 전구체(precursor)의 불연속적인 체적을 배출하기 위해 액체 유동을 측정 및 제어하도록 이용되고 있다. 더 구체적으로, 이 예는 본 발명의 실시예가, 증발기로의 액체 전구체의 유동을 측정 및 제어하도록 사용되는 방법을 나타내고 있다.

액체 전구체는 가스를 형성하도록 증발기에서 가열되는 화학 물질이다. 그 후, 가스는 반응실의 가열된 기관으로 배출되어 기관상에서 더욱 분해 또는 반응된다. 이 가스는 금속 박막, 반도체, 또는 기관상에 유전체(화학적 증착 또는 원자층 화학적 증착 프로세스)를 형성하도록 사용될 수 있고, 기관의 표면을 에칭하거나, 또는 기관을 건조시키도록 사용될 수 있다. 액체 전구체는 물, 2-프로판올, 또는 테트라에틸 오르토실리케이트, TEOS 등의 순수 액체로 될 수 있다. 또한, 액체 전구체는 테트라히드로푸란 등의 용매에 용해된, 스트론튬 디피발로일메탄, Sr(DPM)_2 등의 고체를 포함할 수 있다. 구리(I) 헥사플루오로펜탄디오네이트 비닐트리메틸실란, (VTMS)Cu(hfac) 등의 일부 액체 전구체는 열적으로 민감하고 일부 액체 유량계에서 사용되는 열 센서에 의해 분해될 수 있다. 액체 전구체는 통상적으로 분당 약 0.1 그램 내지 분당 약 50 그램의 속도로 증발기에 배출된다. 렌즈 및 광섬유 등의 광학 장치의 코팅 시에 박막은 중요하다. 또한, 박막 및 박막 에칭은 평판 패널, 마이크로프로세서, 및 메모리 장치의 제조 시에 중요하다.

본 발명의 실시예에서는 액체 전구체의 가압 공급원에 유동 장치의 입구가 연결된다. 유동 장치의 출구는 증발기에 연결된다. 유동 장치의 밸브는 증발기의 상류 또는 하류에 배치될 수 있다. 증발기의 출구는 증기로 처리될 기관을 포함하는 공구의 처리실에 연결된다. 다수의 전구체를 필요로 하는 프로세스에서는, 다수의 유동 장치가 사용될 수 있다. 유동 장치의 전자 기기는 공구의 제어기에 연결될 수 있다. 이로써 가압된 공급원에서의 액체의 유동을 유량계를 통해 가열된 증발기로 원격 제어하도록 프로세스 공구를 이용할 수 있다. 화학 증착 프로세스용으로 유용한 증발기의 예로는 가열된 금속 프린트, 가열된 금속 스크린, 가열된 밸브, 및 가열된 판을 포함한다.

액체 전구체를 포함하는 용기의 압력 변동은 증발기로의 액체 유동을 변화시키게 된다. 열 유동 요소에서의 액체 전구체의 열적 분해에 의해 증발기로의 부정확한 액체 유동이 유발될 수 있다. 증발기에 대한 불량한 유동 제어는 증발기 포화로 인

해 액체의 불완전한 증발을 야기하게 된다. 불완전한 증발은 처리실로 액적이 진입됨을 야기하여 기관상에 불량을 초래하게 된다. 본 발명의 이 실시예의 결과는 전구체 유동을 제어하기 위한 열 유동 요소의 제거와 상류 압력 변동에 관계없이 증발기로의 재현 가능한 제어된 액체 유동을 제공하게 되는 것이다.

예 5

이 예에서는 본 발명의 실시예가, 무전해 도금을 위한 기관에 유체를 배출할 수 있도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 사용되고 있다. 더 구체적으로, 이 예는 본 발명의 실시예가 도금 과정에서 금속 막을 형성하기 위해 기관 상으로 일련의 화학 물질을 분배할 수 있도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 이용되는 방법을 나타내고 있다. 이러한 과정은 도금 과정에 공통인 화학 물질의 인출을 생략할 수 있게 한다.

도금을 위해 유용한 금속 및 금속 합금으로는 은, 구리, 백금, 팔라듐, 금 및 주석을 포함하지만, 그들로 제한되지 않는다. 도금 용액에 대해 기관들을 활성화하도록 종종 촉매들이 필요하다. 이 촉매들로는 콜로이드 팔라듐, 탄소, 흑연, 주석-팔라듐 콜로이드, 및 폴리피롤(polypyrrole) 등의 전도성 폴리머를 포함한다. 이들 촉매 및 도금 용액 중 일부의 귀금속은 고가이고 도금 과정 중에 폐기되는 양은 도금 과정의 비용 효율을 위해 최소화되어야 한다. 그 용액들의 일부의 금속은 독성이 있고 따라서 환경 유출량을 줄이고 폐기물 처리 및 폐기 비용을 절감하도록 도금 과정 중의 폐기물을 최소화하여야 한다.

도금 과정에서 사용되는 화학 물질에 대하여, 본 발명의 실시예에서는 화학 물질의 중력 공급원, 또는 가압된 펌프 공급원에 본 발명의 유동 장치의 입구가 연결된다. 기관으로 화학 물질을 배출하기 위한 노즐에 본 발명의 유동 장치의 출구가 연결된다. 용액의 온도는 기관으로 배출되기 전에 열 교환기, 냉각기, 또는 저항성 가열 요소를 이용하여 감소 또는 증가시킨다. 예컨대, 기관을 제1 유동 장치를 통해 콜로이드 팔라듐을 포함하는 활성화 용액과 접촉시키고, 제2 유동 장치를 이용하여 기관을 물로 행구고, 제3 유동 장치를 이용하여 촉매화된 기관을 염산 활성화 용액과 접촉시키고, 그 기관을 제4 유동 장치를 이용하여 제2 구리 이온을 포함하는 구리 용액의 체적과 접촉시키고, 포름알데히드와 같은 약품을 환원시키고, EDTA 및 수산화칼륨 등의 기제와 같은 약품을 합성함에 의해 무전해 과정으로 기관에 구리를 퇴적할 수 있다. 그 기관은 제2 유동 장치에서 물로 세척된다.

유동 장치의 전자 기기는 각 유동 장치를 통한 액체 유동의 시간, 기간, 및 순서를 조절하도록 도금 공구의 제어기에 연결된다. 이 결과로 상기 도금 과정에서 각 단계마다 기관으로 각각의 화학 물질의 측정된 체적이 신속하고 정밀하게 배출된다. 화학적 폐기물과 재료의 비용은 완전한 반응을 보장하도록 기관에 충분한 화학 물질 만을 공급함에 의해 최소화된다. 화학 물질 인출로 인한 기관의 오염은 감소된다. 이 과정의 전체 효율은 유동 요소의 신속한 작용 및 사이클 시간의 감소 때문에 증가된다.

예 6

이 예에서는 공형(conformal)(共形) 피복을 형성하도록 기관에 유체를 배출하기 위해 액체 유동을 측정 및 제어하도록 본 발명의 실시예를 이용하고 있다. 더 구체적으로, 이 예는 액체 재료로써 기관을 정밀하게 피복할 수 있도록 기관으로의 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 본 발명의 실시예가 이용되는 방법을 나타내고 있다.

유전 재료, 포토레지스트, 반사 방지 피복, 폴리이미드, 헥사메틸디실라잔 등의 점착 촉진제, 강유전성 재료, 및 솔-겔이 통상적으로 스핀 피복 과정에서 기관 상에 액체 또는 슬러리로서 퇴적된다. 이 재료들은 고정 또는 이동 가능한 노즐에 의해 고정 또는 느리게 회전하는 기관으로 배출된다. 그 재료가 기관으로 배출된 후, 기관이 액체 재료의 박막으로 균일하게 피복되도록 약 100 내지 5000 rpm 범위의 고속으로 회전된다. 이 재료들 중 대부분은 고가이고 피복 과정에서 그들의 사용량 및 폐기량을 최소화함이 중요하다. 재현 가능한 피복은 재료의 일관된 체적이 기관으로 배출될 것을 요구한다.

본 발명의 실시예에서의 유동 장치의 입구는 피복 유체를 포함하는 가압 또는 중력 공급 용기에 연결된다. 유동 장치의 출구는 피복 공구의 노즐에 연결된다. 피복 공구는 회전 척에 장착된 기관을 가진다. 피복 유체는 노즐을 통해 공구 상의 기관으로 배출되고, 노즐로의 피복 유체의 유동은 유동 장치 및 그의 밸브에 의해 제어된다. 유동 장치의 전자 기기는 기관으로의 피복 유체의 타이밍과 속도를 공구가 제어하도록 공구 제어기에 연결될 수 있다. 유동 장치와 전자 기기가 통신함에 의해, 피복 공구는 바람직한 피복을 얻기 위해 기관으로의 유체의 유동 속도를 노즐 위치 및 기관 회전 속도의 함수로서 변경할 수 있다. 유동 장치의 신호 처리기는 피복 유체를 포함하는 용기의 압력 변화로 인한 피복 유체 체적 및 배출 속도의 변화 가능성을 제거한다. 그 결과 기관으로 피복 유체의 제어된 체적이 배출된다. 이로써 화학적 폐기물을 최소화하여 기관을 더욱 균일하고 재현 가능하게 피복하게 된다.

예 7

이 예에서는 기관에 반응하는 유체를 기관으로 배출하도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 본 발명의 실시예를 이용하고 있다. 더 구체적으로, 이 예는 기관으로의 반응 유체의 유동을 측정 제어할 수 있도록 본 발명의 실시예가 이용되는 방법을 나타내고 있다. 반응 액체의 예로는 포지티브 또는 네가티브 포토레지스트 현상액, 포토레지스트 스트리퍼, 플루오르화 수소산 등의 산, 오존화 탈이온수 등의 산화제, 또는 과산화아세트 산 등의 에칭제를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다.

본 발명의 실시예의 유동 장치의 입구는 반응 유체를 포함하는 가압 또는 중력 공급 용기에 연결된다. 유동 장치의 출구는 공구의 노즐 또는 분사 노즐에 연결된다. 반응 유체는 노즐을 통해 공구 상의 기관으로 배출되고, 노즐로의 반응 유체의 유동은 유동 장치 및 그의 밸브에 의해 제어된다. 유동 장치의 전자 기기는 기관으로의 반응 유체 유동의 타이밍과 속도를 공구가 제어하도록 공구 제어기에 연결될 수 있다. 유동 장치의 전자 기기가 공구 제어기를 통해 반응 끝점 검출기에 연결되어 반응 끝점에 접근 또는 도달됨에 따라 반응 유체의 유동 속도를 감소 또는 정지시킨다. 에칭 과정의 예는 과산화아세트 산을 이용하는 판형 웨이퍼의 에지에서 구리를 제거하는 것이다. 그 결과 기관으로 반응 유체의 제어된 체적이 배출되고 본 발명의 실시예를 이용하여 과정의 끝점을 정확하게 제어하게 된다.

예 8

이 예에서는 액체 유동 및 합성을 측정 및 제어하도록 화학 센서와 연계하여 본 발명의 실시예를 이용하고 있다. 더 구체적으로, 유체 유동 및 유체 합성을 제어하도록 하나 이상의 화학 센서와 결합되어 본 발명의 실시예가 사용되는 방법을 나타내고 있다. 이러한 제어가 바람직한 응용에서는 RCA 세정 조(bath), 오존 수 조, 및 플루오르화 수소산 조를 포함하지만, 이들로 제한되지 않는다. 본 발명의 실시예와 그 센서들을 결합하는 다른 예들은 화학 조의 순도를 유지하는 단계를 포함한다. 예컨대, 입자, 유기 재료, 또는 금속 이온 등의, 재순환 조의 오염물의 형성은 조를 주기적으로 오염된 유체로부터 추출하여 청소하고 동등한 비오염된 체적의 유체로 대체할 것을 요구한다. 이와 다르게, 상기 조는 오염 물질을 제거하도록 오염 물질이 제거될 수 있을 때까지 현재의 과정 및 제품을 보호하기 위해 일정 유속을 유지하면서 청정기 또는 입자 필터로 전환될 수 있다.

탈이온수에 용해된 오존은 여러 기관의 표면에서 유기 재료를 제거하도록 이용된다. 오존 발생기 출력 가스 농도 및 물 유속의 변화는 용해된 오존 농도의 변화를 야기한다. 이러한 용해된 오존 농도 변화는 오존 수로써 기관 표면을 오존화하도록 요구되는 시간을 변동시키게 되고 과정의 결과 및 세정 시간을 불일치하게 한다.

유출 세정 조의 용해된 오존의 농도를 유지하도록, 본 발명의 실시예의 유동 장치는 그의 입구가 탈이온수의 공급원에 연결되고 출구는 가스 접촉기에 연결된다. 가스 접촉기는 용해 가스를 액체로 대량으로 전달할 수 있는 장치이다. 이러한 장치의 예들 및 그들의 작동의 설명은 매사추세츠, 베드포드의 마이크롤리스 사 및 매릴랜드, 엘톤의 더블류. 엘. 고어에서 입수 가능하다. 오존 발생기에서의 오존 가스는 가스 접촉기의 웰 측으로 배출되어 가스 접촉기의 관을 통해 유동하는 탈이온수로 용해된다. 탈이온수에 용해된 오존 농도는 가스 접촉기의 유체 출구에 연결된 용해된 오존 농도 감시기에 의해 측정되며, 그 장치는 미국, 매사추세츠, 니드햄에서 입수 가능하다. 용해된 오존 농도 감시기에서의 출력 신호는 본 발명의 유동 장치의 전자 기기로서의 입력 신호로서 이용된다. 본 발명의 전자 기기는 용해된 오존 농도를 소정의 농도 범위 내로 유지하도록, 소정 한계 내에서, 가스 접촉기를 통해 물의 유속을 변화시킨다. 예컨대, 오존 발생기에서의 오존 가스 출력의 농도가 감소되면, 가스 접촉기를 통한 물의 유동이 용해된 오존 농도를 유지하기 위한 유동 장치에 의해 감소될 수 있다.

이와 다르게, 본 발명의 유동 장치의 전자 기기는 유동 장치의 상류의 물의 압력에 관계없이 가스 접촉기를 통한 물의 유속을 고정으로 유지하면서 적절한 수단에 의해, 오존 발생기 가스 유속, 또는 전력 레벨을 변화시키도록 이용될 수 있다. 예컨대, 물의 유속이 일정한 상태에서 용해된 오존의 농도가 소정 임계치를 초과하면, 용해된 오존의 농도를 그의 적절한 레벨로 되돌리도록 감소시키기 위해 발생기로의 전력을 감소시킬 수 있다.

그 결과 본 발명의 실시예에 의해 기관으로의 일정 조성의 화학 혼합물의 제어된 준비 및 공급을 실현하게 된다.

예 9

이 예에서는 유기 액체의 저 용량 유동의 배출을 제어하도록 액체 유동을 측정 및 제어하기 위해 본 발명의 실시예를 이용하고 있다.

0.058 인치의 내경과 14회 꼬여 있는 40 인치 길이의 PFA 관이 압력 강하 요소로서 사용되었다. 2-프로판올의 입구 유체의 온도는 약 23°C 이고 공급원 용기는 약 20 lb/in² 으로 가압되어 있다. 제어기 설정점(SO)에 의해 결정되는 2-프로판올 유속 및 밸브 타이밍은 외부 컴퓨터에 의해 제어된다. 본 발명의 실시예에 의해 배출된 2-프로판올의 질량은 오하우스 애널리티컬 플러스 발란스(Ohaus Analytical Plus Balance)에서 측정되었고 제2 컴퓨터의 시간의 함수로서 기록된 질량은 RS232 포트를 이용한다. 시간 대 2-프로판올 질량의 플롯트가 도11에 도시된다. 각각의 분배에 대해 가장 적절한 라인들을 도11에 나타내고 있으며, 각각의 분배에 대해 가장 적절한 라인의 경사는 초 당그램의 2-프로판올 유속을 나타낸다. 이 결과는 유동 시스템이 0.0083 g/sec(0.16 g/min) 내지 0.49 g/sec(9.6 g/min)의 범위의 속도로 액체를 배출할 수 있음을 나타내고 있다. 또한, 상기 유동 시스템은 화학 증착 과정에 적합한 유속으로 액체를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 실시예의 블록도,

도2는 본 발명의 실시예에 따른 모터리스 펌프 또는 분배 모듈의 공기작용 및 유체 제어부를 포함하는 하우징의 사시도,

도3은 본 발명의 실시예에 따른 보조 입력 모듈의 확대 조립도,

도4는 본 발명의 실시예에 따른 차동 증폭 회로의 개략도,

도5는 본 발명의 실시예에 따른 밸브 계인의 그래프,

도6은 본 발명의 실시예에 따른 제어 시스템의 흐름도,

도7은 본 발명의 실시예에 따른 압력 변환기 하우징 조립체의 확대도,

도8A는 본 발명의 실시예에 따른 비례 밸브의 단부도,

도8B는 도8A의 B-B선의 단면도,

도8C는 도8A의 C-C선의 단면도,

도8D는 도8A의 D-D선의 단면도,

도8E는 본 발명의 실시예에 따른 도8A의 비례 밸브의 확대도,

도9A는 종래의 퓨론(Furon) 밸브의 이력의 그래프,

도9B는 종래의 SMC 밸브의 이력의 그래프,

도9C는 도8A-8E의 밸브의 이력의 그래프,

도10은 5개의 다른 점도의 유속 대 압력 강하의 그래프,

도11은 예 9에 따른 시간에 대한 2-프로판올 유속의 크기를 나타낸 그래프,

도12는 본 발명에 따른 밸브의 다른 실시예의 확대도,

도13은 도12의 통합 밸브 및 센서 하우징의 사시도,

도14A는 도12의 밸브의 유체 입구 측의 단면의 사시도,

도14B는 도12의 밸브의 유체 출구 측의 단면의 사시도,

도15는 도12의 밸브의 적층 밸브 유닛의 사시도,

도16은 본 발명의 실시예에 따른 단일 센서 하우징을 가진 밸브의 사시도,

도17은 본 발명의 실시예에 따른 센서 하우징이 없는 밸브의 사시도,

도18은 본 발명의 실시예에 따른 단일 센서 하우징의 사시도,

도19는 본 발명의 실시예에 따른 이중 센서 하우징의 사시도,

도20은 본 발명의 실시예에 따른 유동 제어기 및 온/오프 밸브 조립체의 사시도,

도21은 본 발명의 실시예에 따른 검출 장치의 사시도,

도22는 본 발명의 실시예에 따른 유동 제어기 및 유량계 조립체의 사시도,

도23A는 본 발명의 실시예에 따른 하류 압력 차 형태의 밸브 단면의 사시도,

도23B는 본 발명의 실시예에 따른 상류 압력 차 형태의 밸브 단면의 사시도,

도24A 및 24B는 본 발명의 다른 실시예에 따른 밸브의 사시도,

도25A 및 25B는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 밸브의 단면도,

도26은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 밸브의 단면도,

도27A-C는 본 발명의 유체 제어 밸브에 유사한 상업적으로 유용한 여러 단면도들, 및 도27D는 본 발명의 실시예의 단면도,

도28A 및 28B는 본 발명의 다른 실시예에 따른 밸브 폐쇄 및 부분 개방 위치의 단면도들,

도29는 본 발명의 실시예에 따른 정지 보조 기능의 타이밍/제어 다이어그램,

도30은 본 발명의 일 실시예에 따라 밸브 구동 신호를 생성할 수 있는 제어기의 블록도,

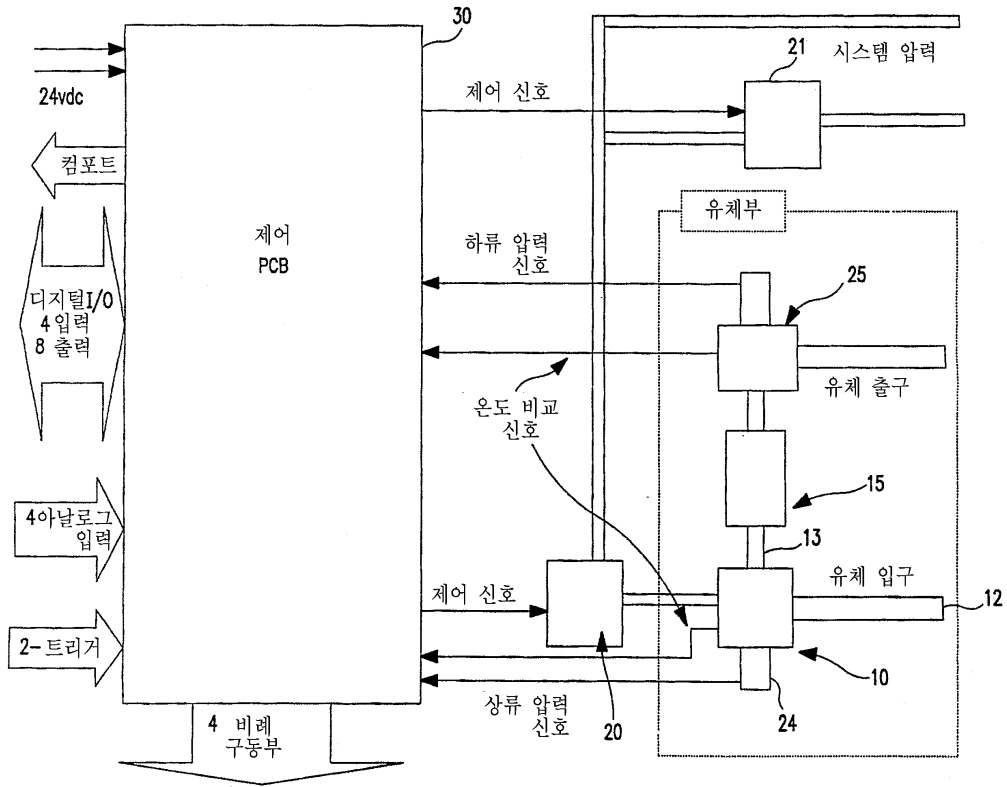
도31은 제어기의 제어 논리 회로의 일 실시예를 나타낸 블록도, 및

도32는 압력 제어 회로의 일 실시예를 나타내는 블록도이다.

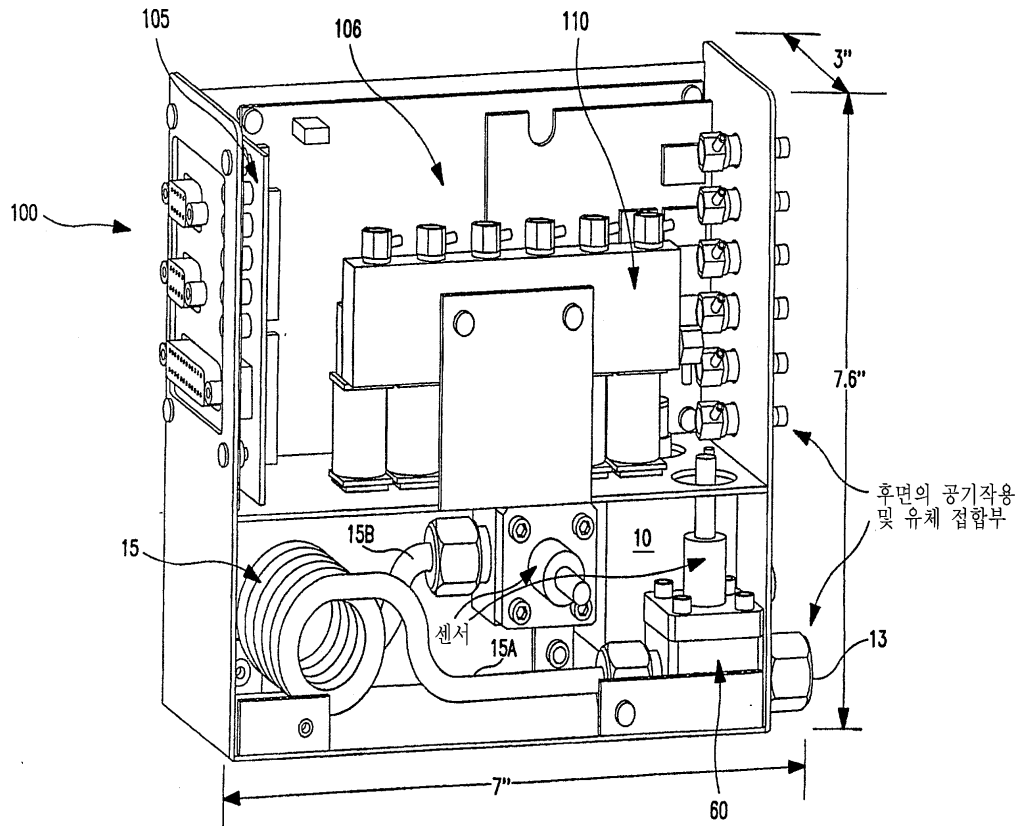
도면

도면1

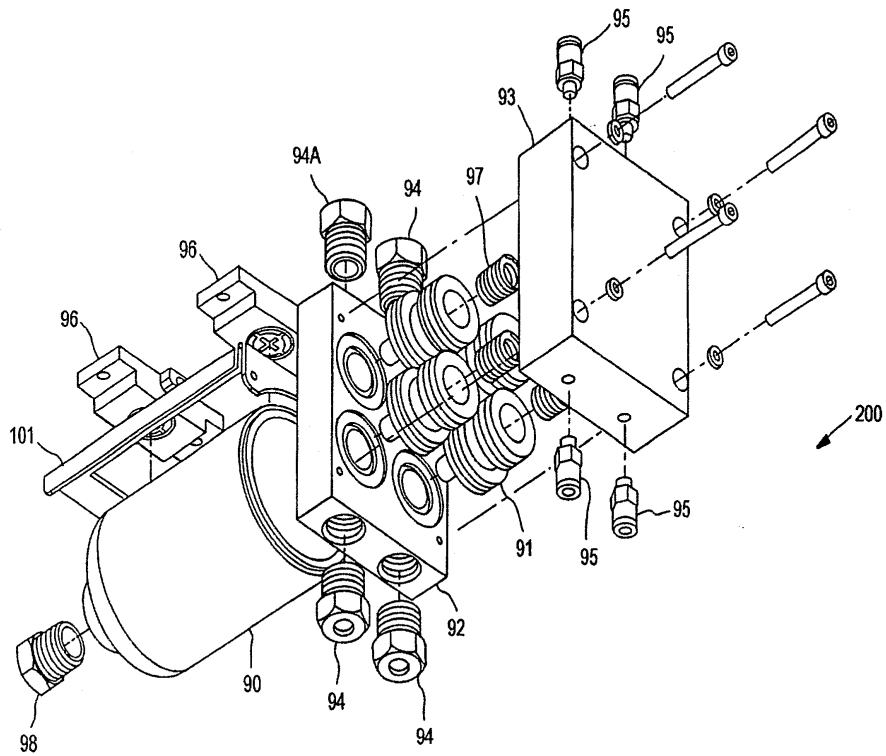
시스템 제어기 블록도



도면2



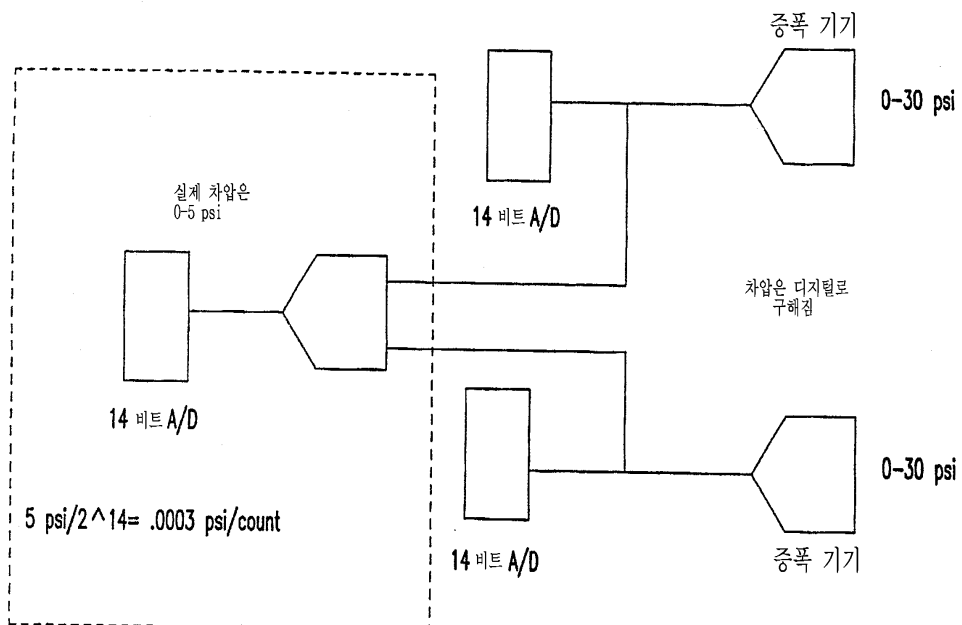
도면3



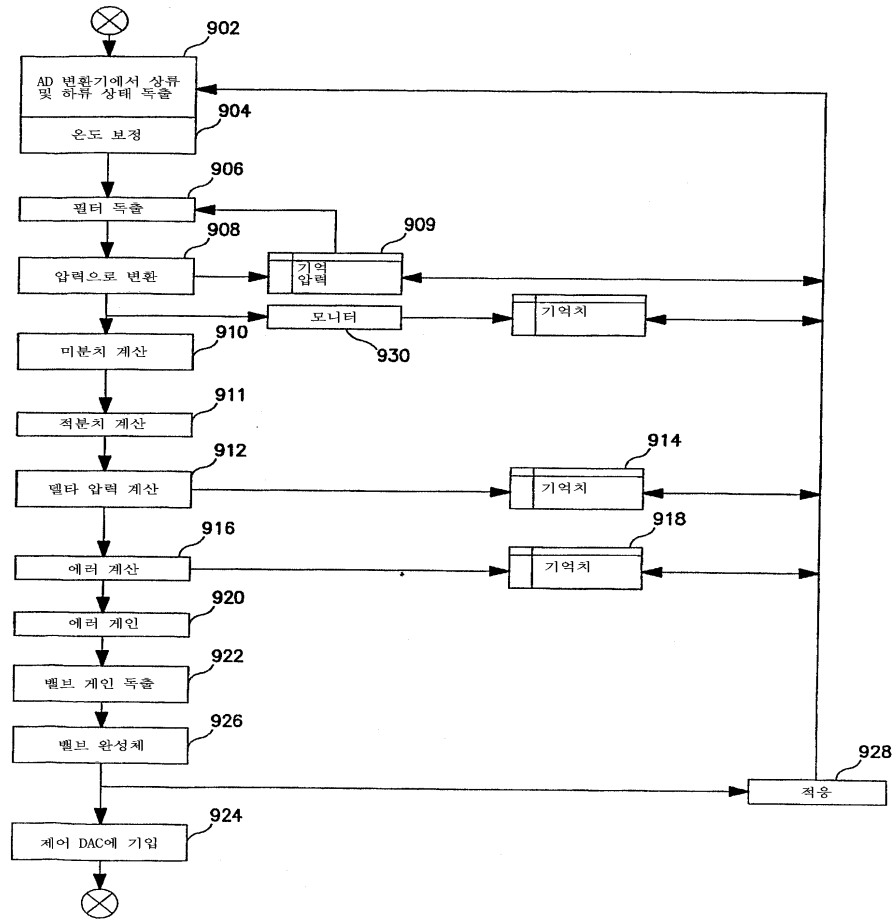
도면4

차동 증폭기를 부가함에
의해 6x 분해능 증가

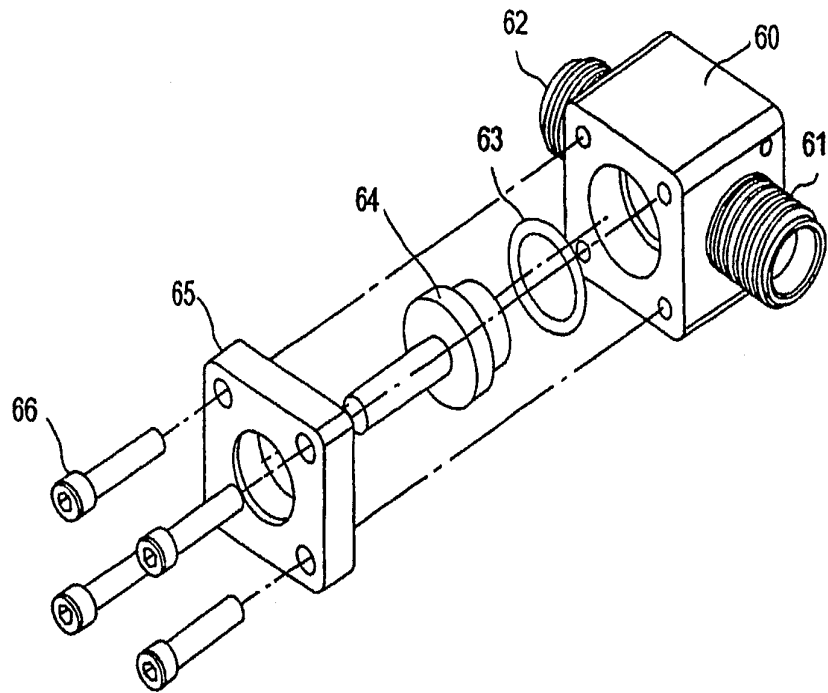
$$30 \text{ psi} / 2^{14} = .00183 \text{ psi/count}$$



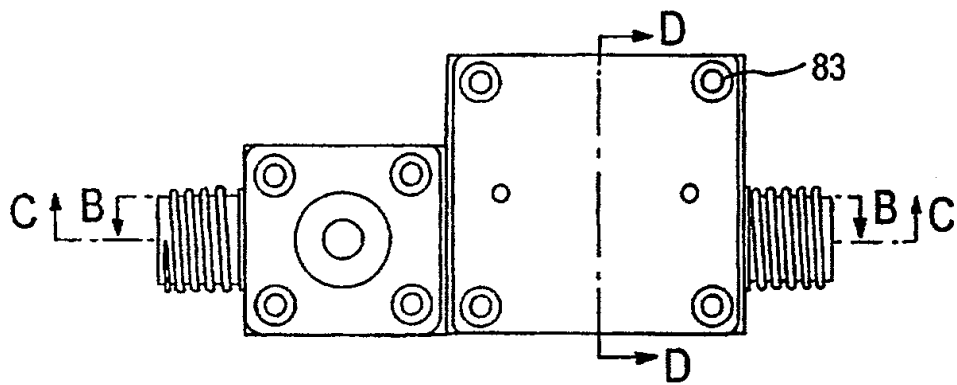
도면6



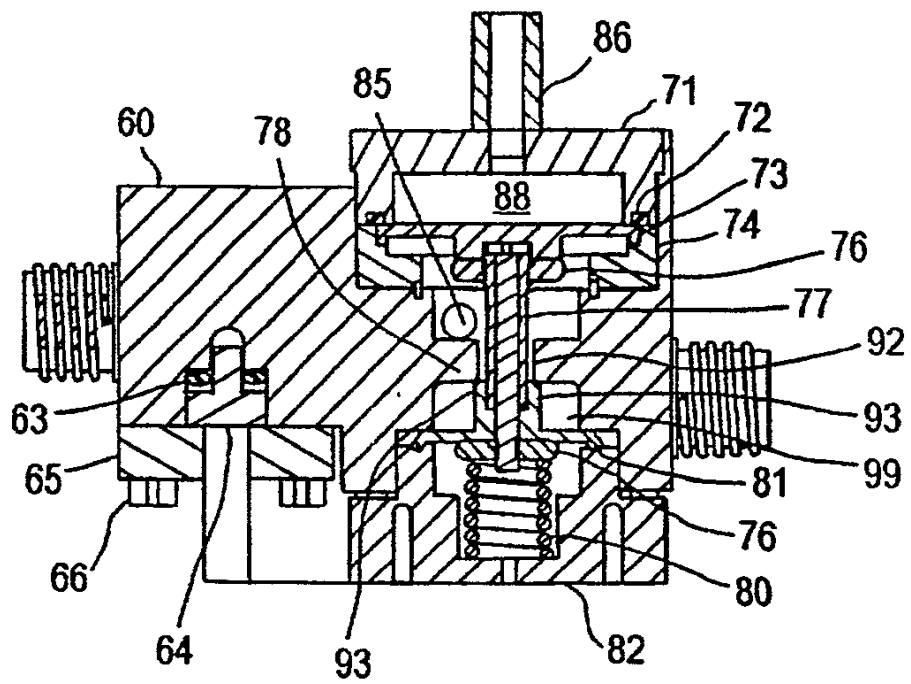
도면7



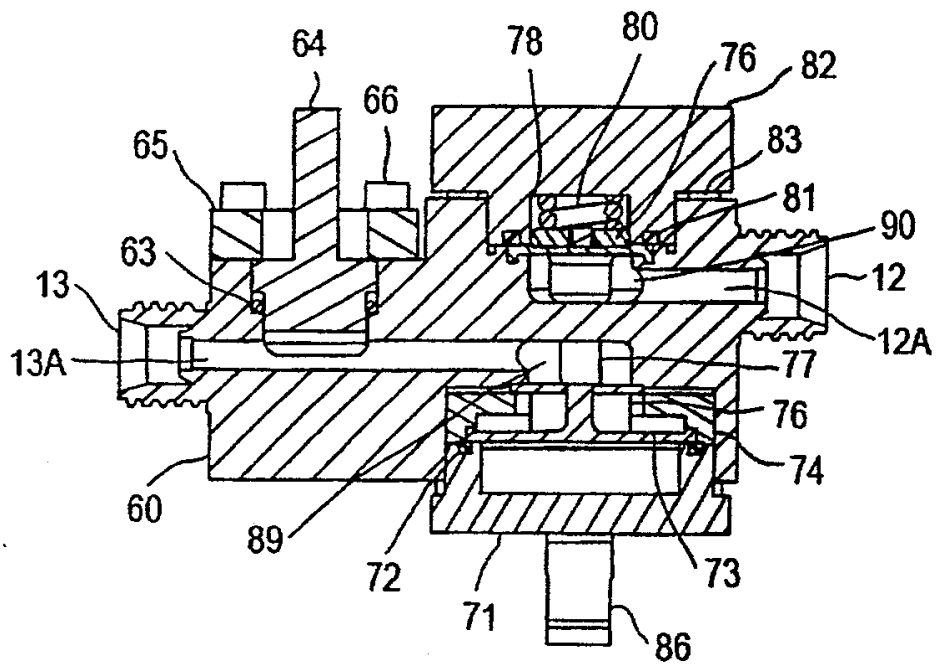
도면8a



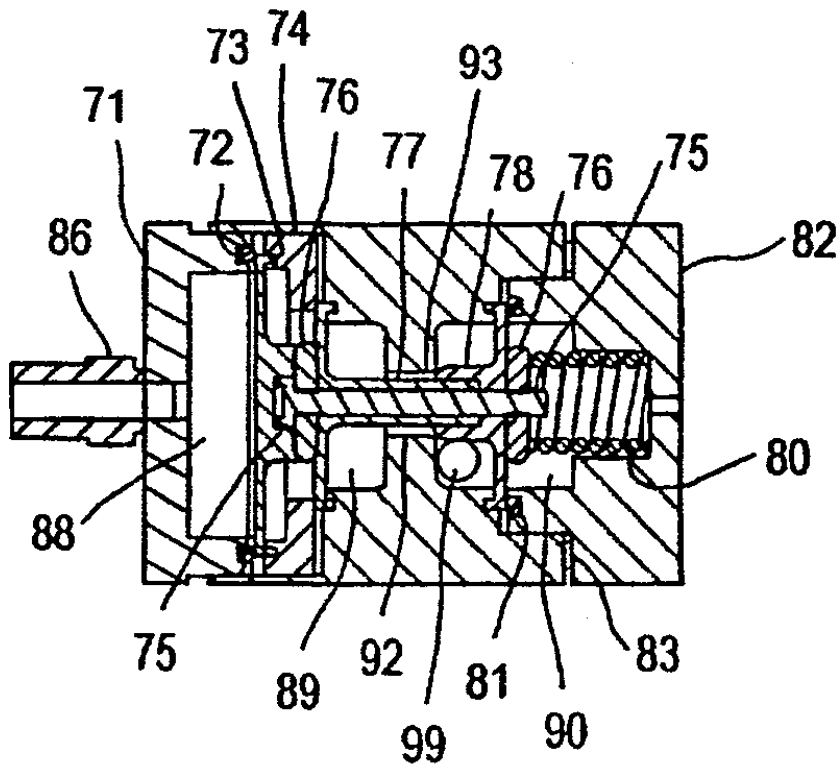
도면8b



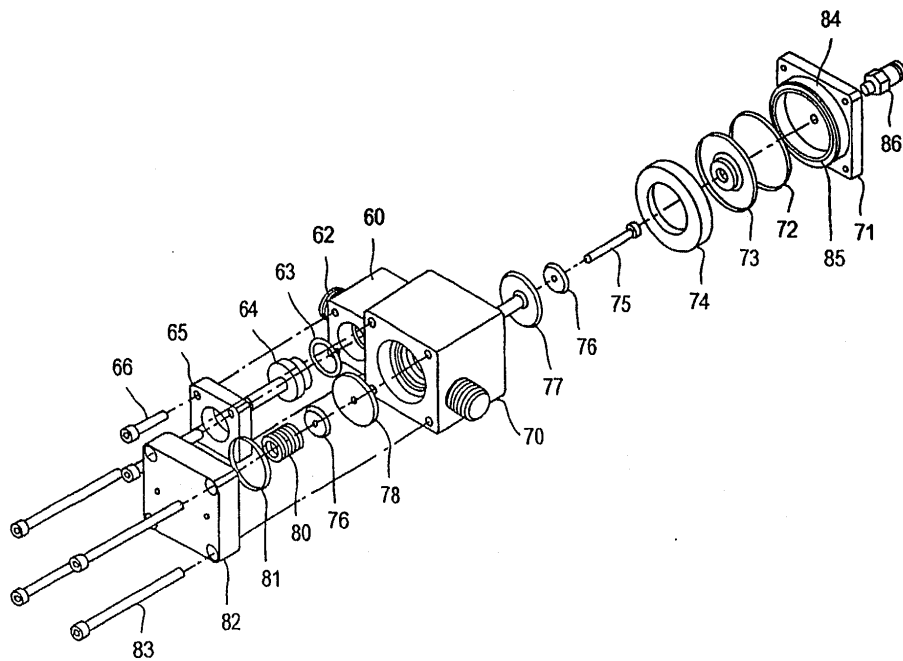
도면8c



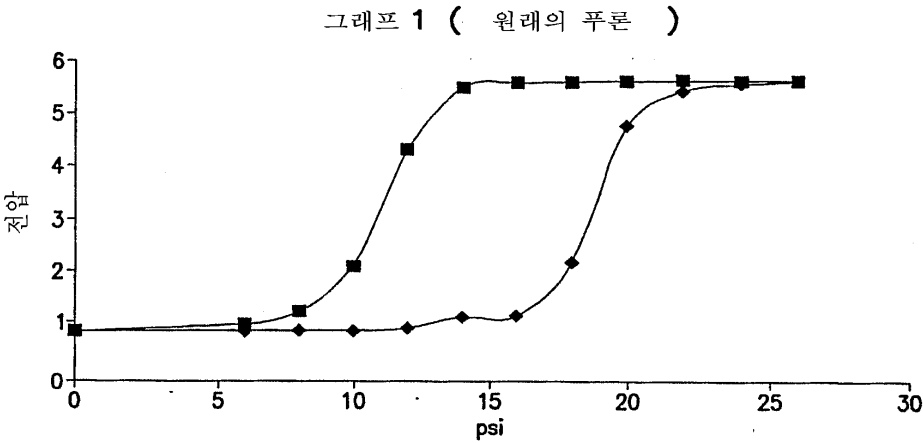
도면8d



도면8e

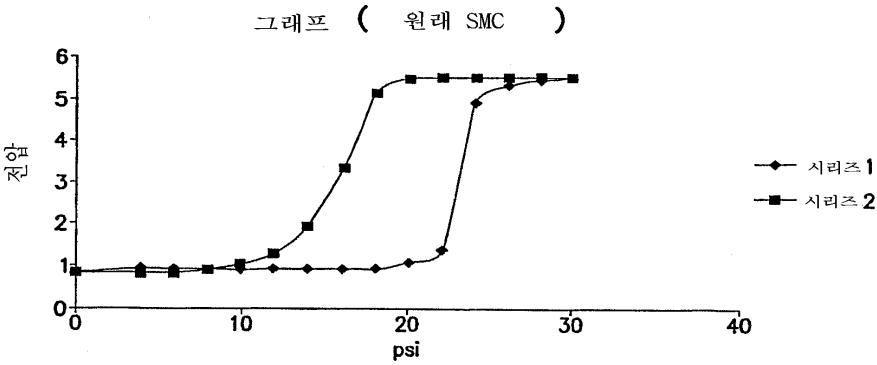


도면9a



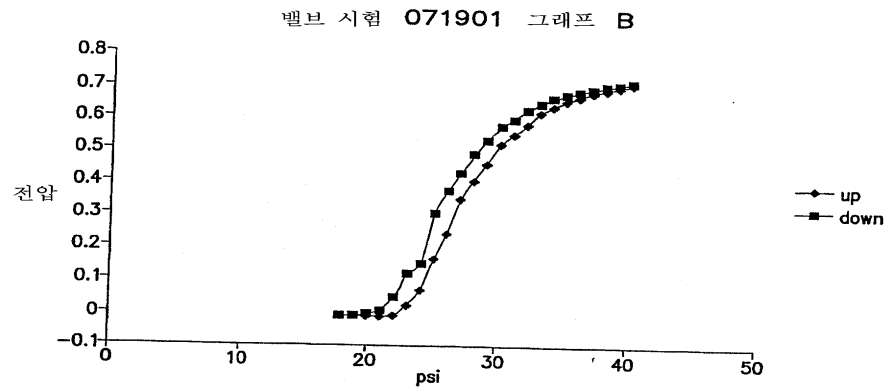
psi	pd1	pd2
0	0.92	0.92
6	0.92	1.04
8	0.92	1.28
10	0.92	2.12
12	0.96	4.28
14	1.16	5.44
16	1.18	5.52
18	2.16	5.52
20	4.68	5.52
22	5.32	5.52
24	5.48	5.52
26	5.52	5.52

도면9b



psi	psi	psi
0	0.88	0.84
4	0.92	0.84
6	0.92	0.84
8	0.92	0.92
10	0.92	1.04
12	0.92	1.28
14	0.92	1.92
16	0.92	3.32
18	0.92	5.12
20	1.08	5.44
22	1.36	5.48
24	4.88	5.48
26	5.28	5.48
28	5.44	5.48
30	5.48	5.48

도면9c

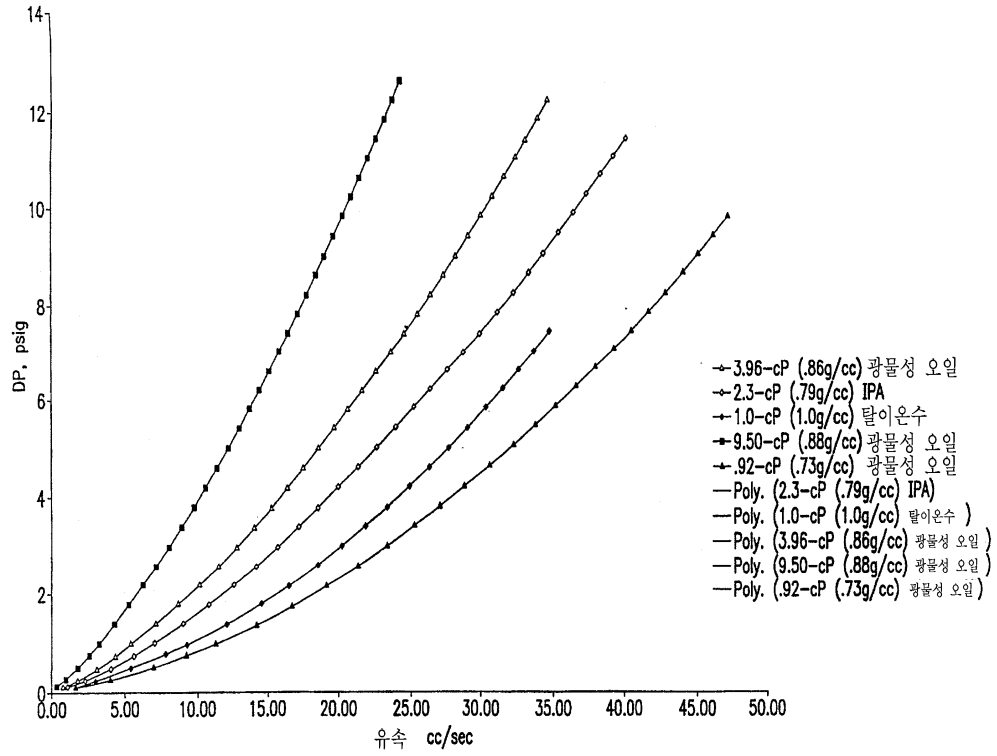


이력 밸브 시험

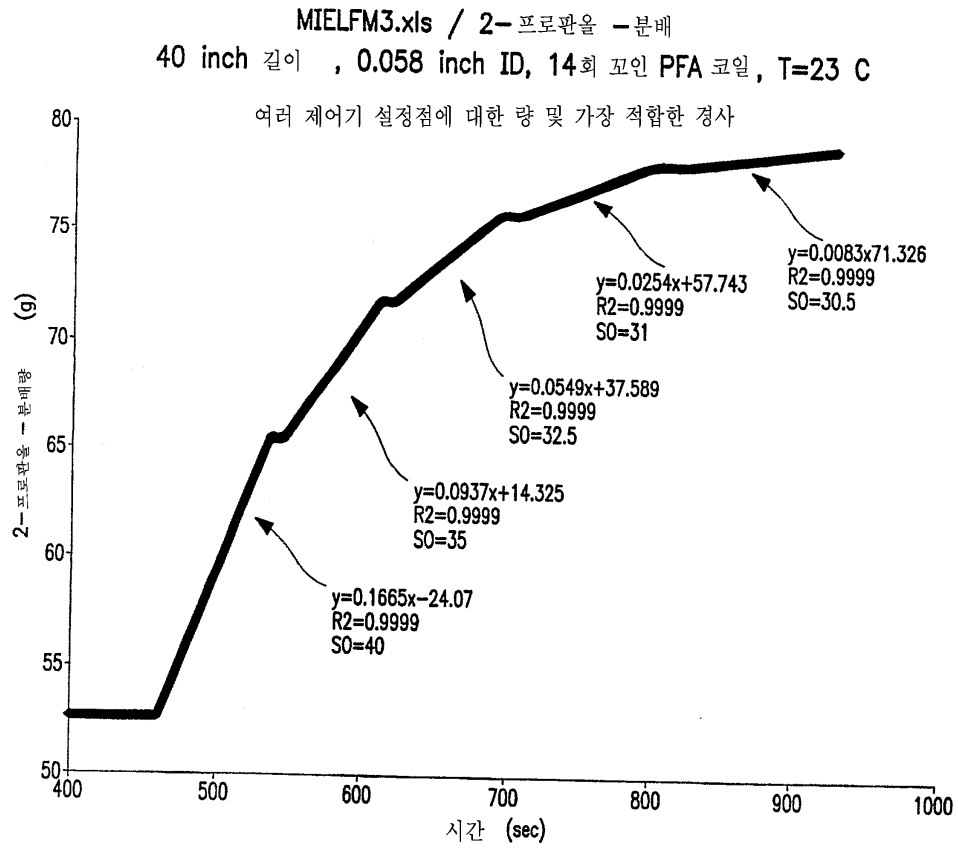
psi	up	down
18	-0.011	-0.01
19	-0.011	-0.009
20	-0.011	-0.004
21	-0.011	0.005
22	-0.008	0.046
23	0.022	0.117
24	0.068	0.146
25	0.163	0.3
26	0.24	0.369
27	0.342	0.422
28	0.4	0.482
29	0.45	0.524
30	0.512	0.568
31	0.542	0.588
32	0.572	0.617
33	0.608	0.636
34	0.625	0.654
35	0.643	0.664
36	0.656	0.672
37	0.67	0.68
38	0.678	0.688
39	0.688	0.692
40	0.695	0.7

도면10

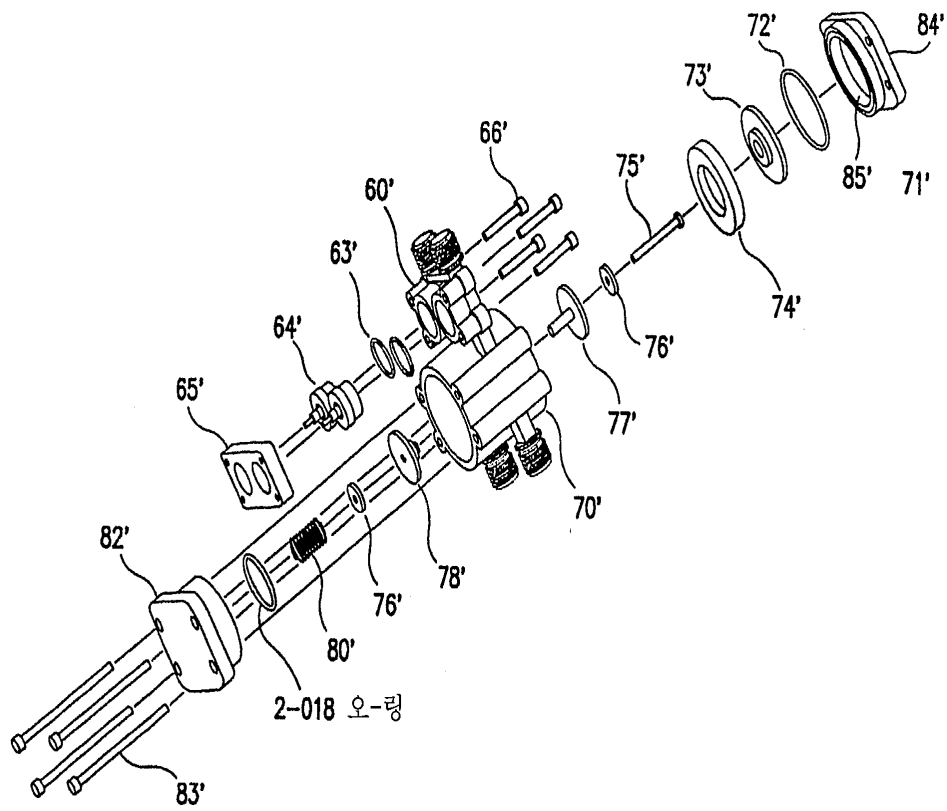
다음 조건을 이용한 유속의 함수로서의 압력 강하: $-1/4"$ OD X $40"$ 길이 코일 관
 -30 -psi 공급 압력



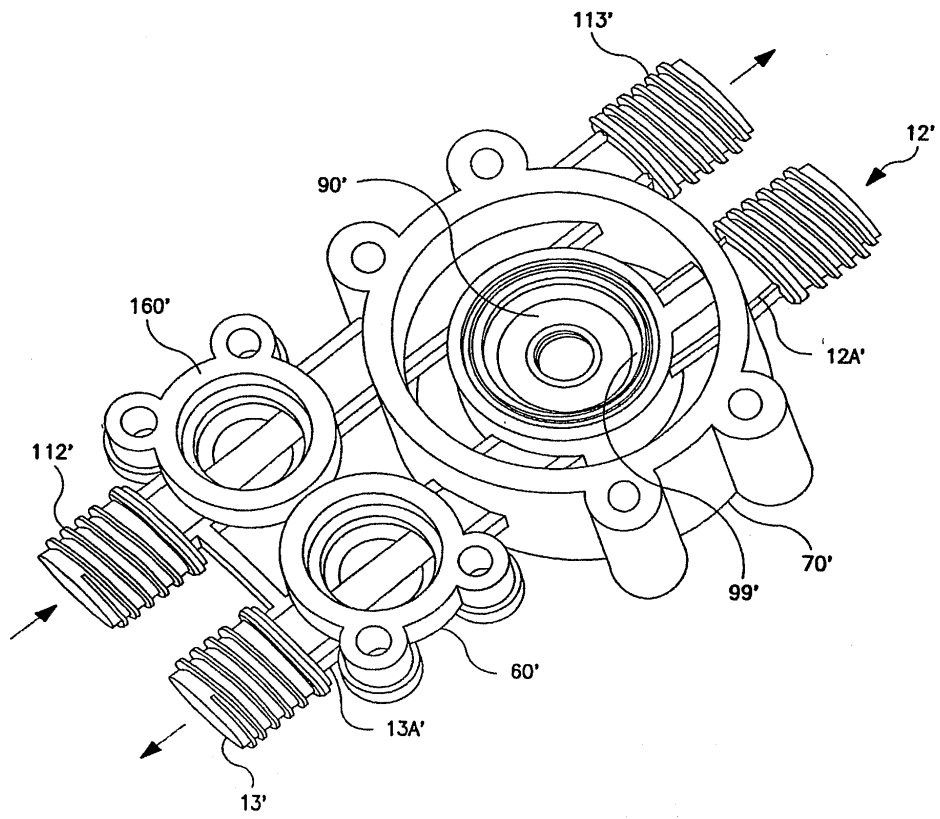
도면11



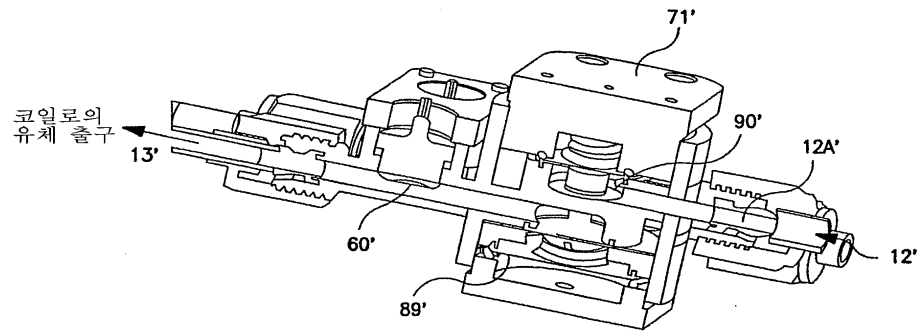
도면12



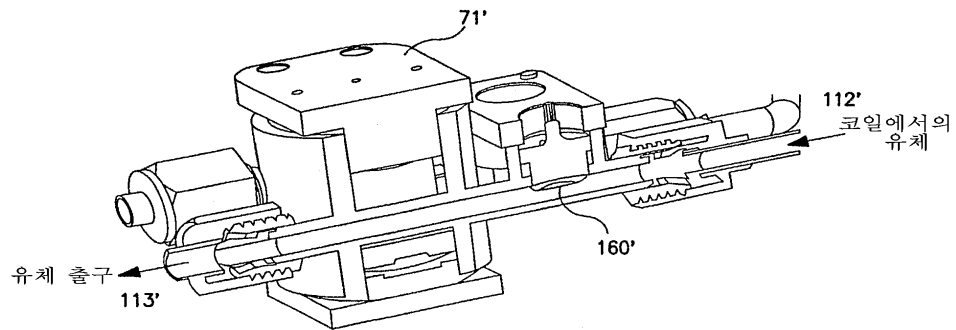
도면13



도면14

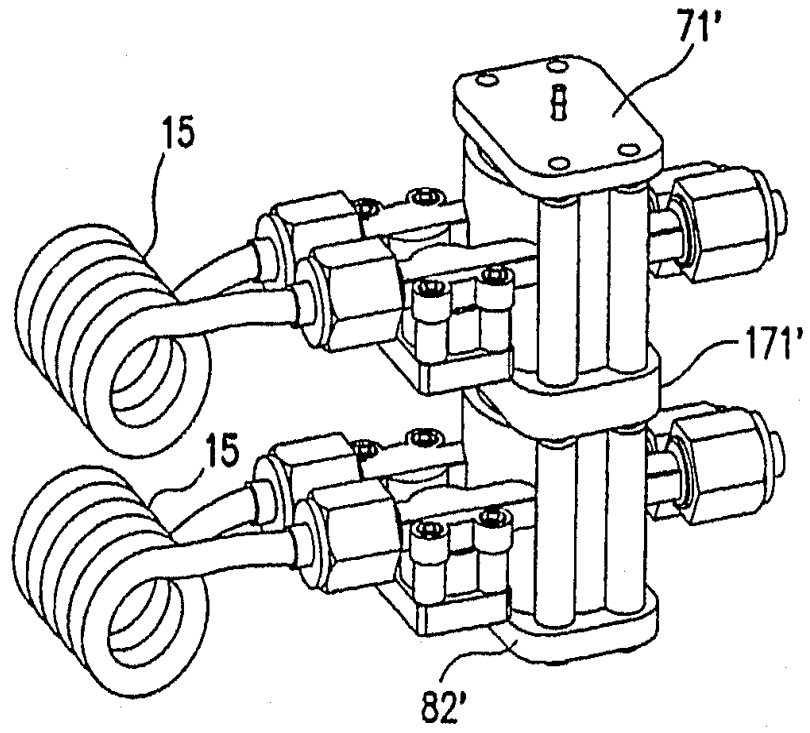


I4A

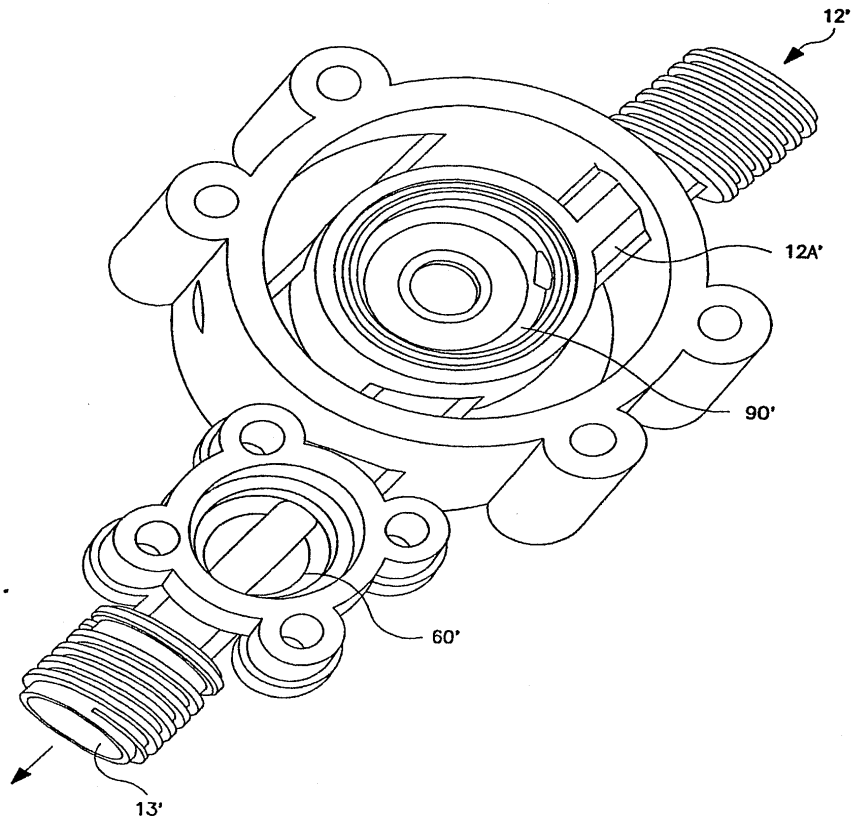


I4B

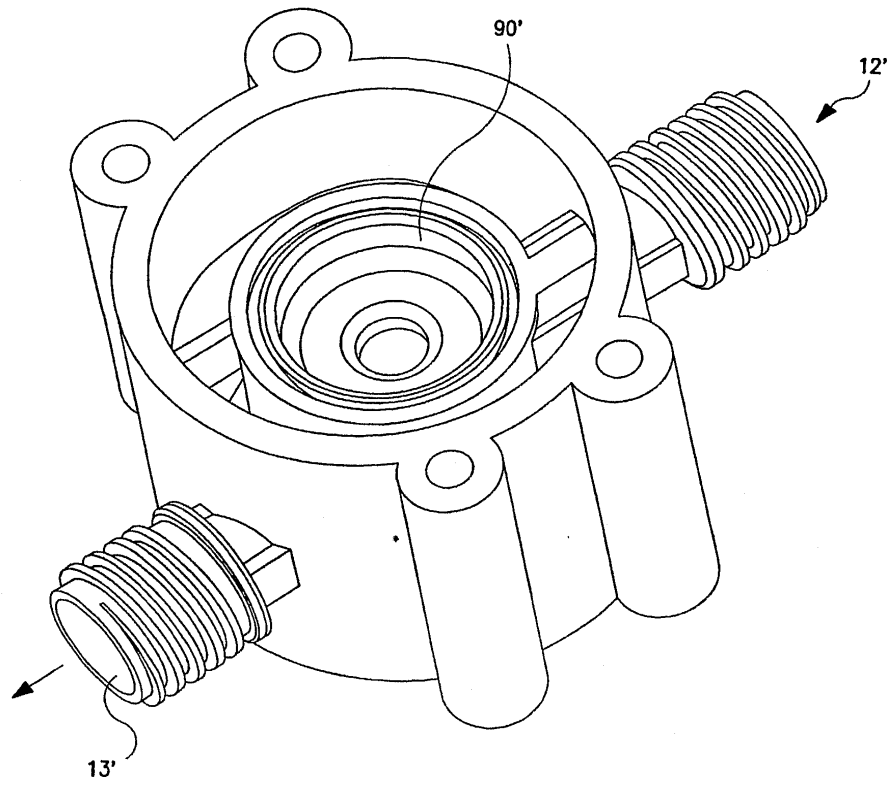
도면15



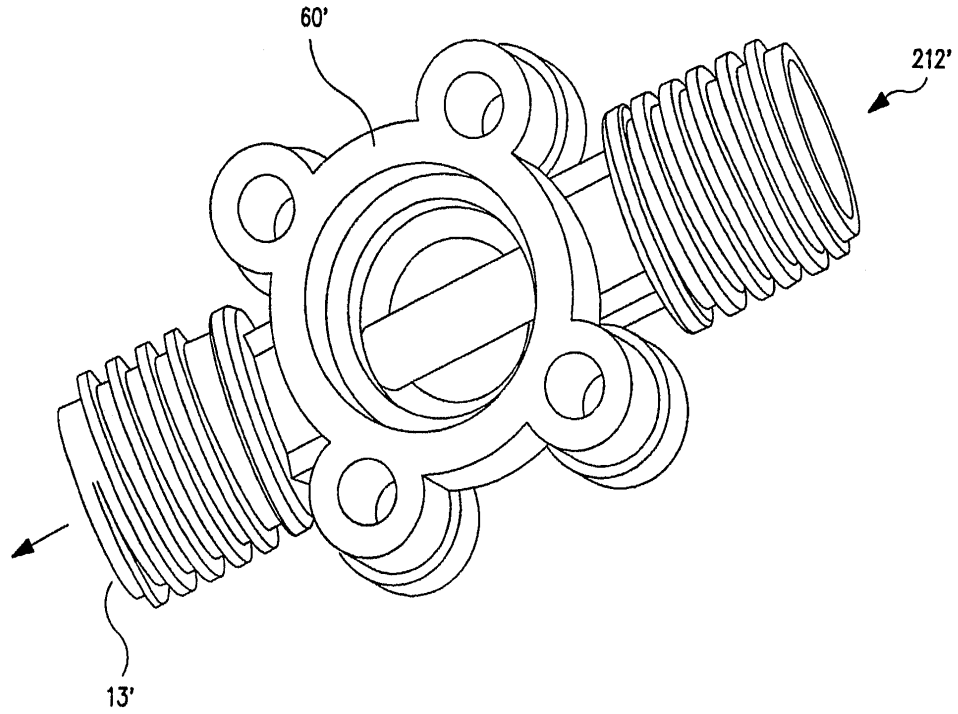
도면16



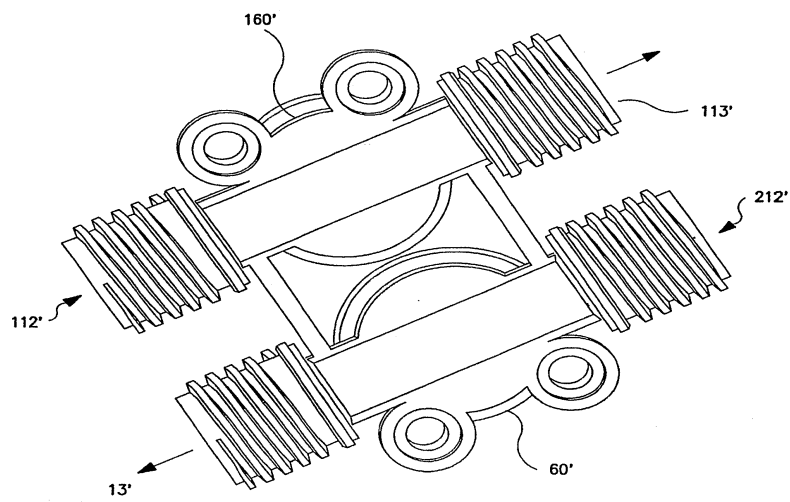
도면17



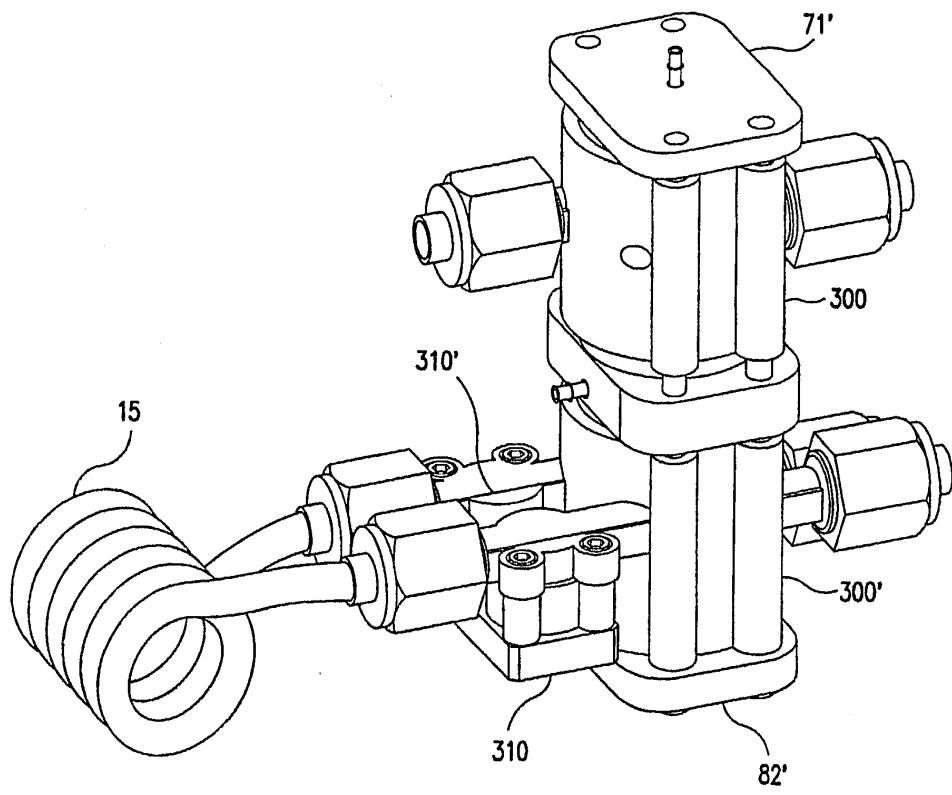
도면18



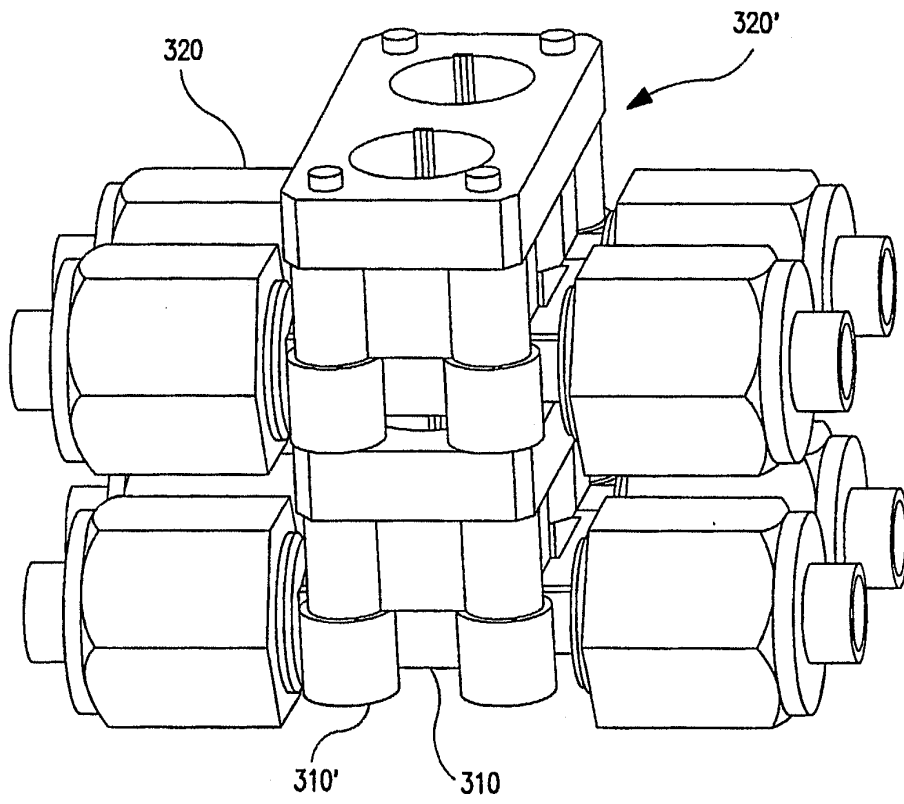
도면19



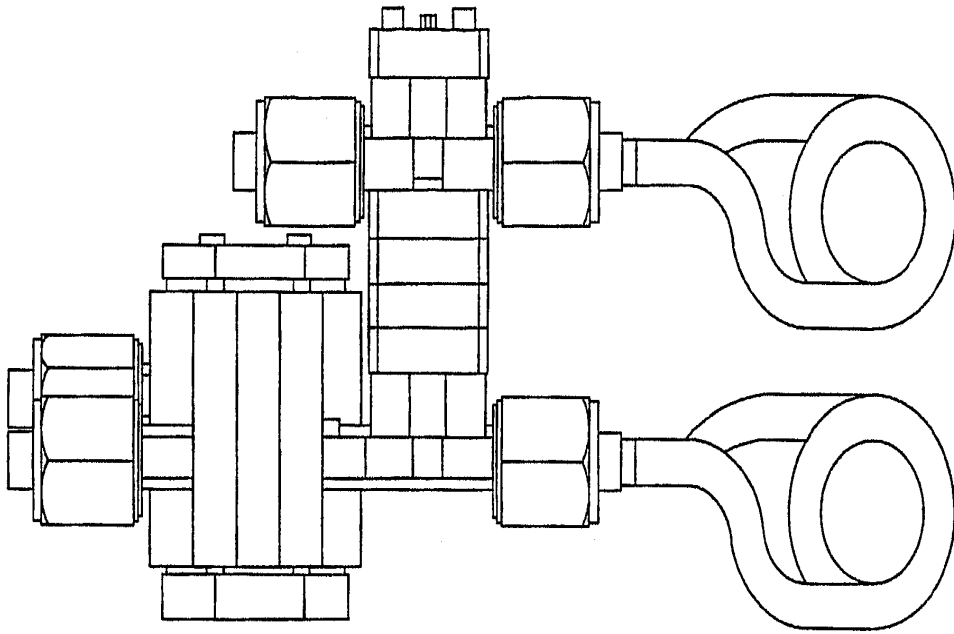
도면20



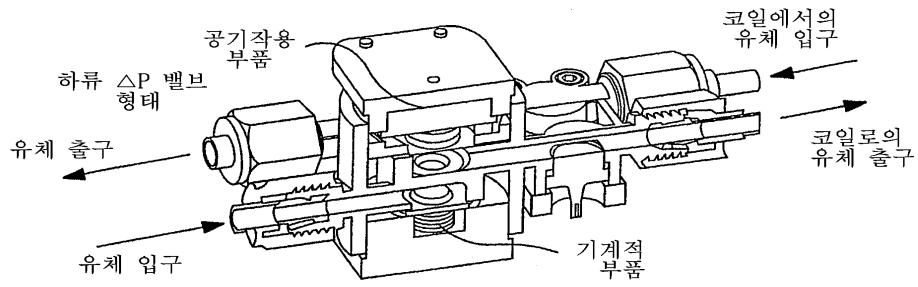
도면21



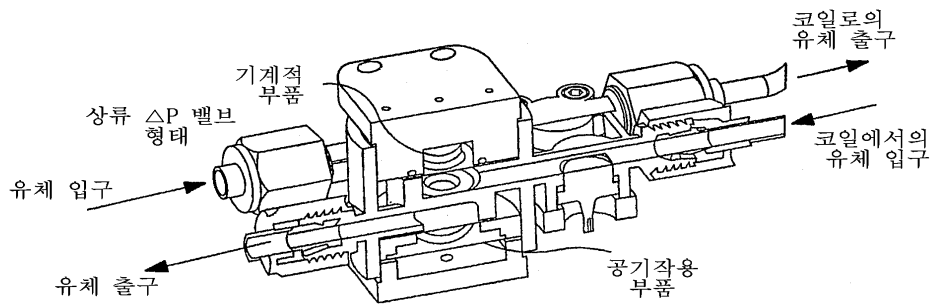
도면22



도면23

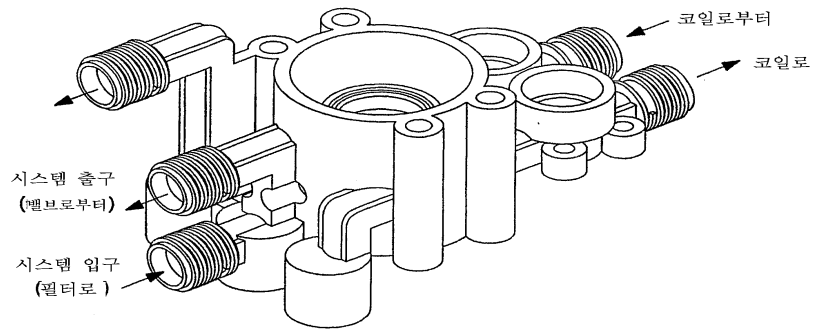


23A

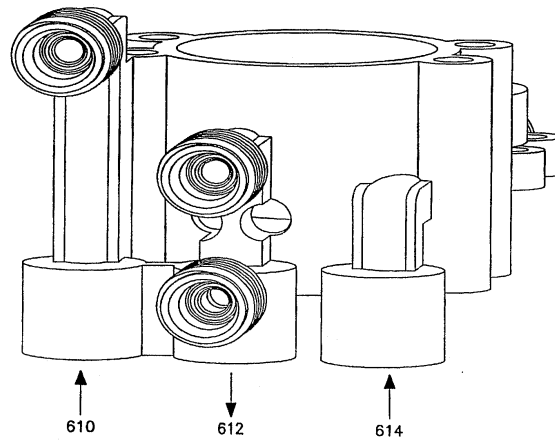


23B

도면24

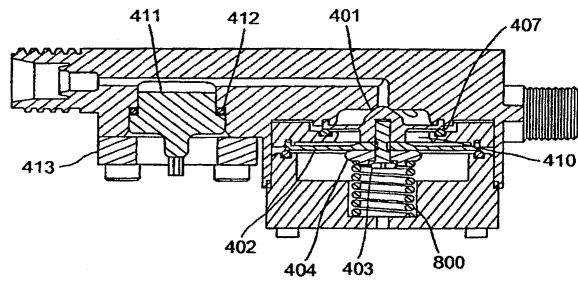


24A

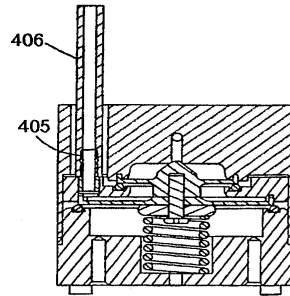


24B

도면25

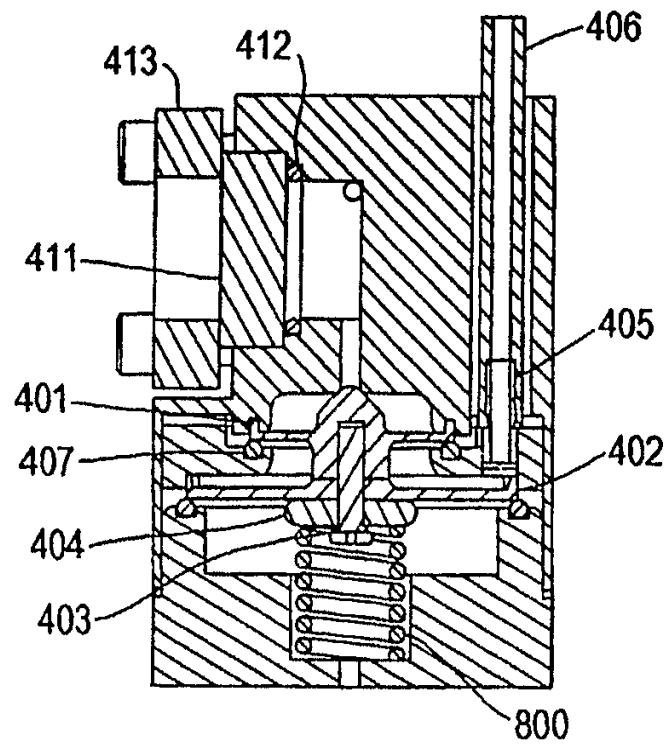


25A

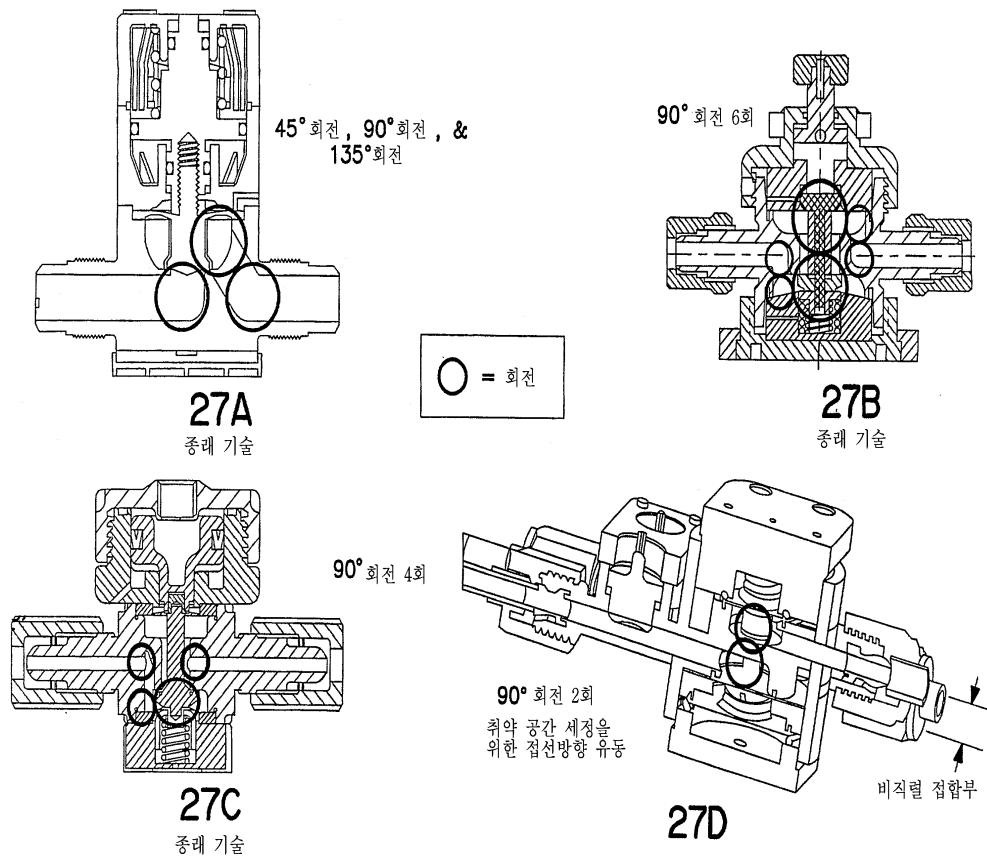


25B

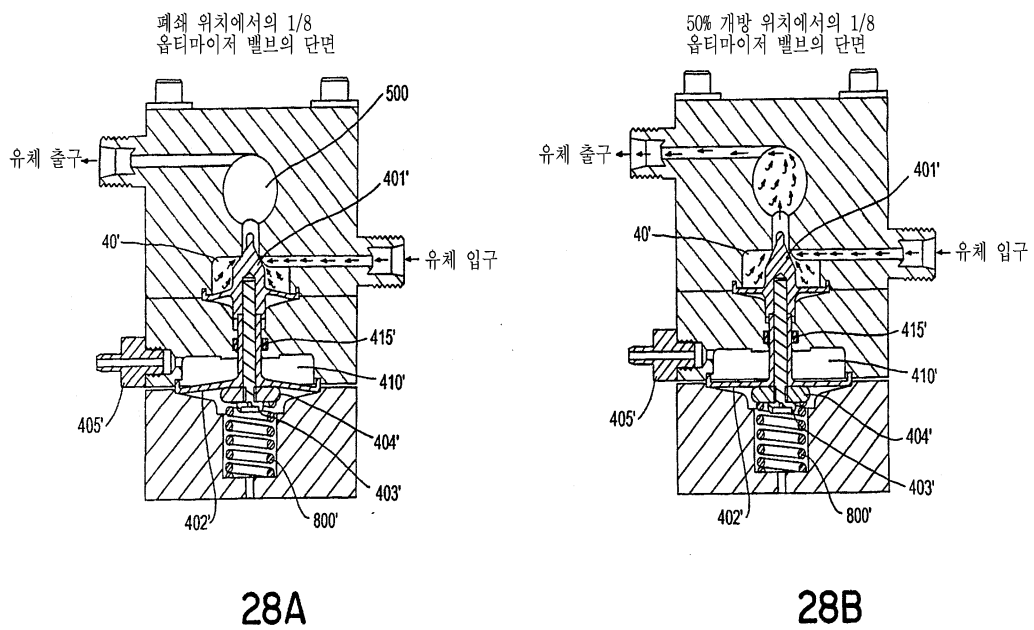
도면26



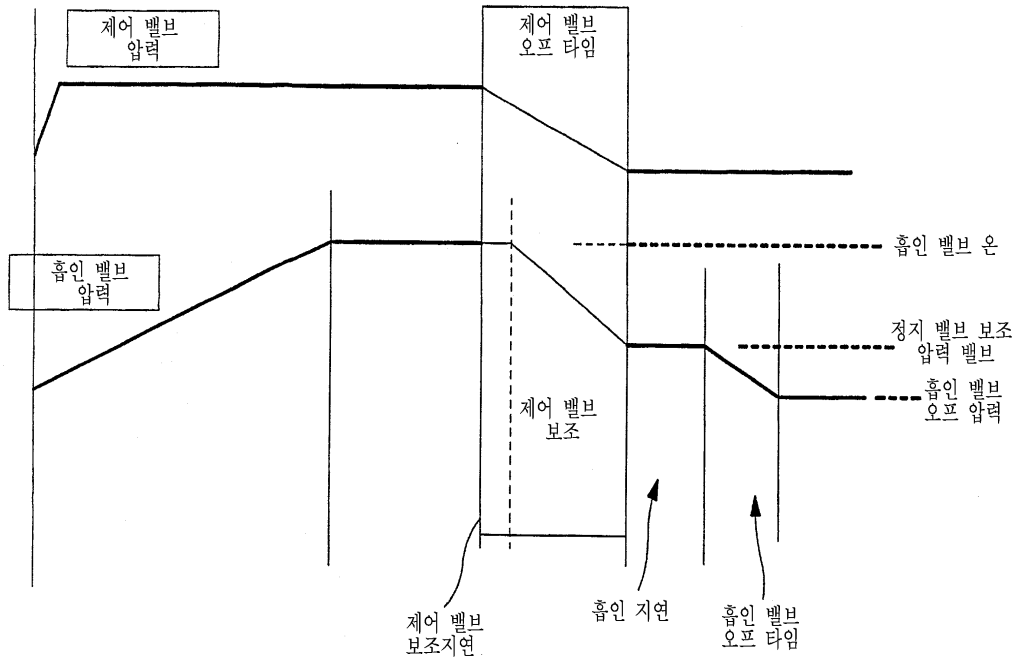
도면27



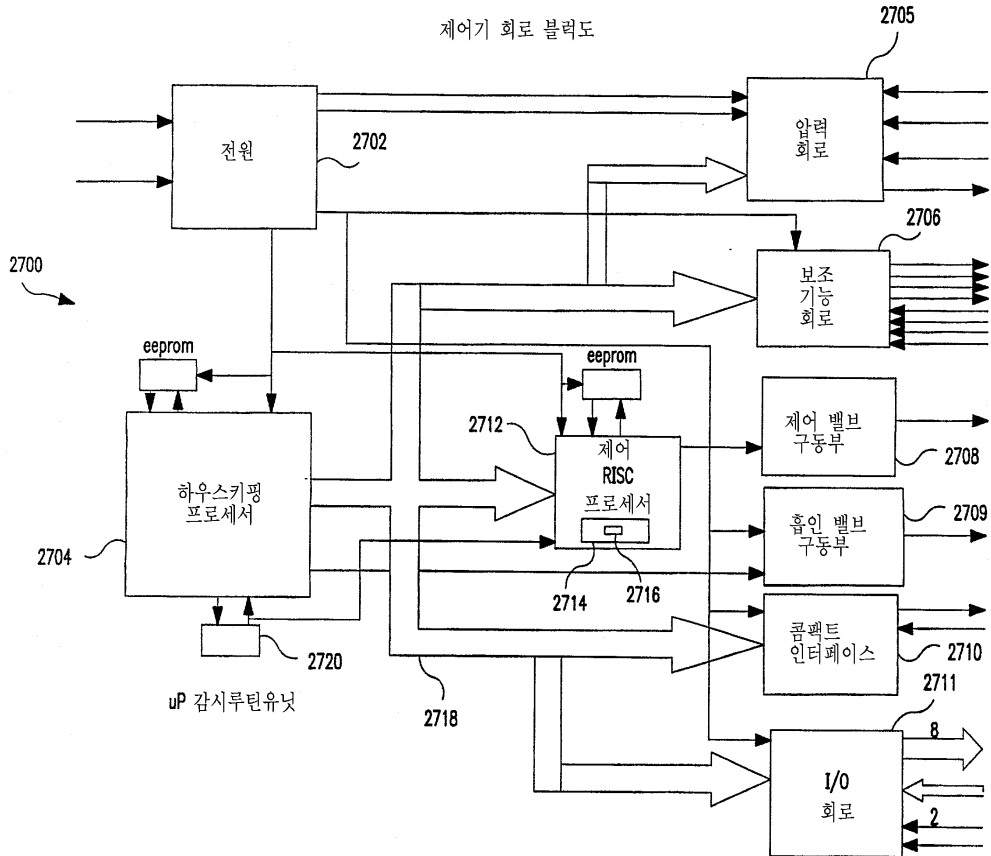
도면28



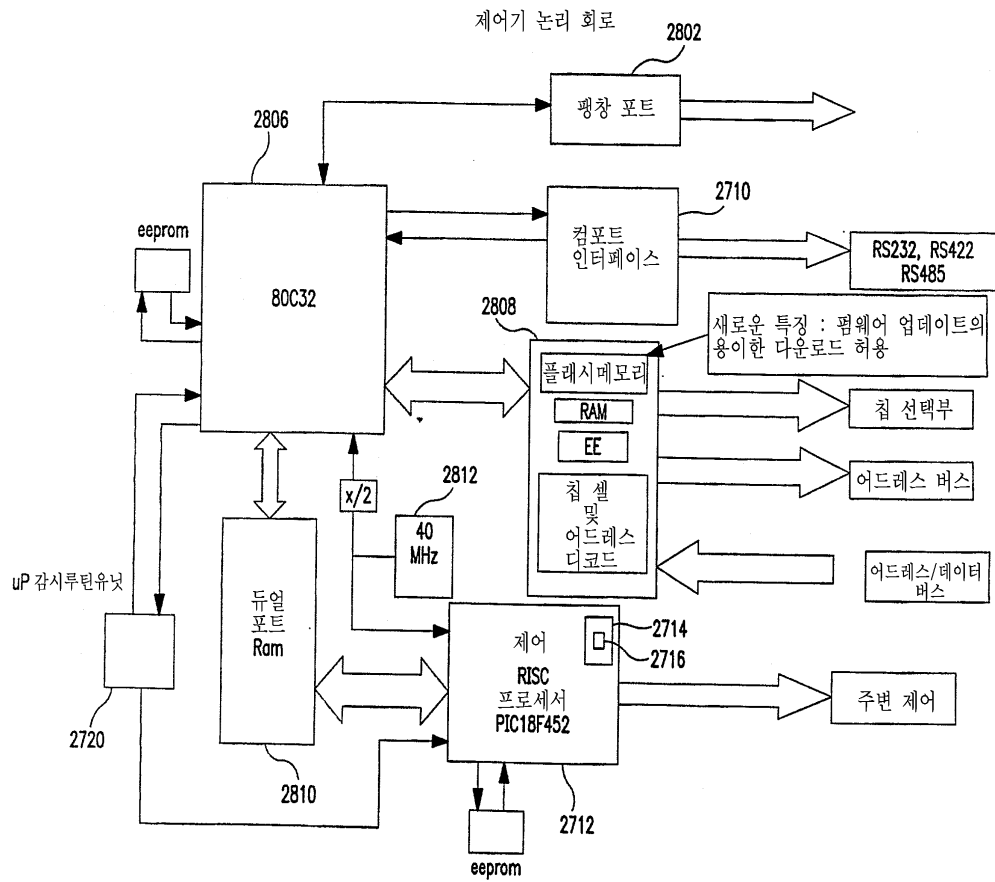
도면29



도면30



도면31



도면32

제어기 압력 제어 회로

