



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. G05D 23/19 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년05월02일 10-0711687 2007년04월19일
---------------------------------------	-------------------------------------	--

(21) 출원번호	10-2004-7004742	(65) 공개번호	10-2004-0039467
(22) 출원일자	2004년03월31일	(43) 공개일자	2004년05월10일
심사청구일자	2004년03월31일		
번역문 제출일자	2004년03월31일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2002/030494	(87) 국제공개번호	WO 2003/029775
국제출원일자	2002년09월26일	국제공개일자	2003년04월10일

(30) 우선권주장 60/326,357 2001년10월01일 미국(US)

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

(72) 발명자 필리온 존 이.
 미국 03033 뉴햄프셔주 브록클린 웨스트뷰 로드 24

 시우 지에-화
 미국 01810 메사추세츠주 앤도버 스타 애비뉴 이스트 6

 브릭스 엘리샤
 미국 10305 뉴욕주 스타튼 아일랜드 쿠퍼 애비뉴 19

 매크로린 로버트
 미국 03076 뉴햄프셔주 펠햄 제퍼슨 드라이브 2

(74) 대리인 장수길
 주성민

(56) 선행기술조사문헌

US 5,572,885 A	US 4,261,332 A
US 4,33,789 A	US 6,001,291 A
US 6,024,842 A	US 4,411,307 A

* 심사관에 의하여 인용된 문헌

심사관 : 남정길

전체 청구항 수 : 총 31 항

(54) 유체 온도 조절용 장치

(57) 요약

본 발명은 복수의 중공 튜브로 구성된 열가소성 열교환 장치를 이용함으로써 유체의 온도를 조절하기 위한 장치에 관한 것이다. 이 장치는 교환 유체의 유동을 조정하는 제어 밸브를 조정함으로써 열교환기 내에서 프로세스 유체의 온도를 제어한다. 이 장치는 화학 약품 조의 온도를 유지하고 별도의 분배 체적의 온도 제어된 액체를 준비하도록 사용될 수 있다. 이 장치는 화학적으로 불활성이며, 높은 온도에서 또한 부식성 및 산화성 액체에서 작동할 수 있다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

유체 유동 회로와 직렬 연결되도록 구성된, 유체의 온도를 조절하기 위한 장치이며,

- a) 열가소성 수지로 제조된 복수의 중공 튜브 - 여기서, 상기 중공 튜브의 각각은 제1 표면, 제2 표면 및 상기 표면들 사이에 벽을 가지며, 각 중공 튜브는 두 개의 단부 및 이들 사이를 통과하는 중공부를 갖고,
- b) 상기 중공 튜브의 상기 단부들 중 적어도 하나는 그의 제2 표면의 적어도 일부에서 결합되어 말단 블록을 형성하고, 말단 블록 내에서 상기 중공 튜브의 단부들이 융합되는 방식으로 서로 유체 밀봉식으로 결합되고,
- c) 상기 중공 튜브들은 단부 이외의 부분에서는 결합되지 않고,
- d) 상기 말단 블록은 상기 중공 튜브의 결합되지 않은 부분의 중공부와외의 관통 구멍 연통부를 가짐 - 와;
- e) 상기 중공 튜브를 포함하는 하우징 - 여기서, 상기 하우징은 상기 중공 튜브의 상기 제1 표면과 접촉하는 제1 유체를 상기 중공 튜브의 상기 제2 표면과 접촉하는 제2 유체로부터 분리하고,
- f) 상기 하우징은 중공 튜브의 제1 표면을 가로지르는 제1 유체의 유동을 위하여 적어도 하나의 제1 유체 연결부를 갖고, 상기 제1 유체는 중공 튜브의 벽에 의해 제1 유체로부터 분리되는 제2 유체와 접촉하고,
- g) 상기 하우징은 중공 튜브의 제2 표면을 가로지르는 제2 유체의 유동을 위하여 적어도 하나의 제2 유체 연결부를 갖고, 상기 제2 유체는 중공 튜브의 벽에 의해 제1 유체로부터 분리되는 제1 유체와 접촉함 - 와;
- h) 상기 제2 유체 연결부와 유체 연통하는 유체 유동 제어 수단과;
- i) 상기 제1 유체와 유체 연통하며 제1 유체의 온도를 측정하기 위해 상기 제1 유체 연결부와 유체 연통하는 온도 감지 수단과;
- j) 제1 유체의 온도를 결정하고, 상기 측정된 제1 유체 온도를 상기 제1 유체의 소정의 온도 설정점과 비교하고, 제1 유체 온도 설정점과 측정된 제1 유체 온도 사이의 차이에 비례하는 전기 출력 신호를 발생시키기 위한 전자 회로 수단을 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 2.

제1항에 있어서, 제1 유체 온도 설정점과 측정된 제1 유체 온도 사이의 차이에 비례하여 발생된 전기 출력 신호가 제2 유체를 위한 유동 제어 수단을 통해 유체 유동을 변화시키도록 사용되는 전자 회로 수단을 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 3.

제1항에 있어서, 제1 유체의 온도가 제1 유체 온도 설정점과 대체로 동일할 때까지 제1 유체 온도 설정점과 측정된 제1 유체 온도 사이의 차이에 비례하여 발생된 전기 출력 신호가 제2 유체 공급원의 온도를 변화시키도록 사용되는 전자 회로 수단을 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 4.

제1항에 있어서, 제1 유체 온도 설정점과 측정된 제1 유체 온도 사이의 차이에 비례하여 발생된 전기 출력 신호가 증공 튜브를 둘러싸는 에너지 공급원으로부터의 출력을 제어하도록 사용되는 전자 회로 수단을 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 5.

제1항에 있어서, 제1 유체의 온도가 제1 유체 온도 설정점과 대체로 동일할 때까지 제1 유체 온도 설정점과 측정된 제1 유체 온도 사이의 차이에 비례하여 발생된 전기 출력 신호가 제1 유체 공급원의 유속을 변화시키도록 사용되는 전자 회로 수단을 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 6.

제1항에 있어서, 기관 상으로 유체 체적의 분배를 제어하기 위한 밸브를 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 열가소성 수지로 제조된 복수의 증공 튜브는 폴리[테트라플루오로에틸렌-코-퍼플루오로(알키비닐 에테르)], 폴리(테트라플루오로에틸렌-코-헥사플루오로프로필렌), MFA, 폴리프로필렌, 폴리메틸펜텐, 초고분자량 폴리에틸렌 또는 이들의 공중합체로 구성되는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 증공 튜브는 비-원주형인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 증공 튜브들은 코드로 합연되어 열처리되는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 열가소성 증공 튜브는 열 전도성 재료로 함침되는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 포토레지스트, 반사 방지 코팅 또는 포토레지스트 현상제인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 12.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 스핀 온 유전체(spin-on dielectric)인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 13.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 구리 이온을 함유하는 용액인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 산, 염기, 산화제 또는 연마 슬러리로 구성된 그룹으로부터 선택되는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 포토레지스트 스트립퍼인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체는 유기 액체인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 17.

제1항에 있어서, 상기 제1 유체 연결부와 유체 연통하는 유체 유동 제어 수단을 더 포함하는 유체 온도 조절용 장치.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 유체 유동 제어 수단은 분배 펌프, 밸브, 유체 유동 제어기 또는 압력 용기인 유체 온도 조절용 장치.

청구항 19.

제1 유체의 온도를 읽기 위해 위치되어 상기 제1 유체 온도를 표시하는 온도 신호를 발생시키는 온도 센서와, 상기 제1 유체에 열을 가하거나 제거하도록 위치된 열교환기를 이용하여 액체의 온도를 유지하기 위한 방법이며,

상기 온도 신호에 의해 표시된 제1 유체 온도를 설정점과 비교하는 단계와,

상기 온도 센서에 의해 읽힌 바와 같은 유체 회로 내의 제1 유체의 온도를 본질적으로 일정하게 유지하도록 열교환기를 통해 열의 인가 또는 제거의 순간 속도를 조정하는 단계와,

제2 유체를 유동 프로포셔널 밸브를 통과시킴으로써 상기 열교환기를 통해 상기 제2 유체의 유동을 제어하는 단계와,

상기 유동 프로포셔닝 밸브를 사용하여 상기 제2 유체의 유동을 조정하는 단계를 포함하는 유체 온도 유지 방법.

청구항 20.

제19항에 있어서, 상기 온도 센서는 웨이퍼 세척조 내에 위치되는 유체 온도 유지 방법.

청구항 21.

제19항에 있어서, 상기 온도 센서는 유동 회로의 분배 노즐과 유체 연통하는 유체 온도 유지 방법.

청구항 22.

제19항에 있어서, 상기 온도 센서는 유동 회로 내에 위치되는 유체 온도 유지 방법.

청구항 23.

제19항에 있어서, 상기 온도 센서는 열전쌍, 저항식 온도 장치 또는 써미스터인 유체 온도 유지 방법.

청구항 24.

제19항에 있어서, 제1 유체는 포토레지스트인 유체 온도 유지 방법.

청구항 25.

제19항에 있어서, 제1 유체는 유기 액체를 함유하는 유체 온도 유지 방법.

청구항 26.

제19항에 있어서, 제1 유체는 구리 이온을 함유하는 유체 온도 유지 방법.

청구항 27.

제19항에 있어서, 제1 유체는 산 수용액, 염기, 산화제 또는 연마제를 포함하는 유체 온도 유지 방법.

청구항 28.

제19항에 있어서, 온도 센서에 의해 읽힌 바와 같은 유체 유동 회로 내의 제1 유체의 온도를 본질적으로 일정하기 유지하도록 열교환기를 통한 열의 인가 또는 제거의 순간 속도를 조정하는 기능이 마이크로파의 공급원에 의해 수행되는 유체 온도 유지 방법.

청구항 29.

제1 유체로부터 제2 유체로의 열 전달을 제어하기 위한 방법이며,

제1 유체를 열가소성 열교환기와 접촉시키는 단계와,

열가소성 교환기를 통해 상기 제1 유체에 열을 인가하거나 제거하기 위해 열가소성 열교환기를 제2 유체와 접촉시키는 단계를 포함하고,

열교환기 공간의 0.001 m³의 단위 체적당 1.2 m² 열교환기 표면적을 갖는 열 전달 제어 방법.

청구항 30.

0.001 m³의 단위 체적당 1.2 m² 열교환 표면적을 갖고,

제1 표면을 제1 유체가 가로질러 통과하여 유동하기 위한 적어도 하나의 제1 유체 연결부와, 제2 표면을 가로질러 통과하여 유동하기 위한 적어도 하나의 제2 유체 연결부를 갖고,

상기 제1 유체는 제1 표면의 벽에 의해 제1 유체로부터 분리된 제2 유체와 접촉하고,

상기 제2 유체는 제1 유체와 접촉하며, 제1 표면의 벽에 의해 제1 유체와 분리되는 열교환기와,

상기 제2 유체 연결부와 유체 연통하는 유체 유동 제어기와,

제1 유체의 온도를 측정하도록, 상기 제1 유체와 유체 연통하는 온도 센서와,

상기 제1 유체의 온도를 결정하고, 측정된 제1 유체 온도를 제1 유체 온도 설정점과 비교하며, 제1 유체 온도 설정점과 제1 유체 온도 사이의 차에 비례하여 전기 출력 신호를 발생시키는 제어기를 포함하며, 상기 전기 출력 신호는 상기 유체 유동 제어기를 통한 유체 유동을 변화시키는데 사용되는 유체의 온도를 조절하기 위한 장치.

청구항 31.

열을 가하거나 제거하기 위한 폐쇄 루프 열교환 장치이며,

열가소성 열교환기와, 제1 및 제2 유체 유동을 감지하기 위한 온도 센서를 포함하는 폐쇄 루프 온도 회로와, 전자 회로와, 제2 유체 열 전달 제어기를 포함하고,

상기 폐쇄 루프 온도 회로는 제1 및 제2 유체 유동 내의 온도를 감지함으로써 작동하고, 상기 전자 회로는 제1 및 제2 유체 유동 온도에 비례하는 신호를 수신하고, 제2 액체의 유동 또는 제2 액체의 온도는 제1 액체의 온도가 소정의 제1 유체 온도와 대체로 동일할 때까지 조정되는 폐쇄 루프 열교환 장치.

명세서

기술분야

본 출원은 가출원 제60/326,357호에 기초하여 우선권을 주장하며, 본 출원과 동시에 출원되어 공동 계류 중인 출원인의 참조 번호 200100292PCT(구 MYKP-620)로 2001년 10월 1일자로 출원된 미국 특허 출원 제60/326,234호와 관련된다.

본 발명은 복수의 중공 튜브로 구성된 열가소성 열교환 장치를 이용하여 유체의 온도를 조절하기 위한 장치에 관한 것이다. 이 장치는 교환 유체의 유동을 조정하는 제어 밸브의 조정에 의해 열교환기 내부의 프로세스 유체의 온도를 제어한다. 이 장치는 빠른 응답을 가지며 콤팩트하고 화학적으로 불활성이며 높은 온도에서 작동할 수 있다.

배경기술

열교환기는 의료, 자동차 및 산업의 분야에서 사용되어 왔다. 그 효율 및 열 전달 용량은 열교환기의 열 전도성, 유동 분포 및 열 전달 표면적에 의해 결정된다.

액체의 제어된 가열이 종종 요구되는 반도체 제조에 있어서 열교환기 사용의 적용에는 황산 및 과산화수소 포토레지스트 스트립 용액, 질화 실리콘 및 알루미늄 금속 에칭을 위한 고온 인산 조(bath), 수산화암모늄 및 과산화수소 SC1 세척 용액, 염산 및 과산화수소 SC2 세척 용액, 고온 탈이온수 린스 및 가열된 유기 아민계 포토레지스트 스트립퍼를 포함한다.

화학 기계적 평탄화, CMP, 액체 및 연마 슬러리의 가열도 또한 제거 속도를 제어하도록 수행될 수 있다. 화학 기계적 슬러리는 전형적으로 알루미늄 또는 실리카 연마제와 같은 고형 연마 재료와, 과산화수소와 같은 산화제와, 염산 또는 수산화암모늄과 같은 산 또는 염기를 포함한다.

많은 반도체 제조 단계에서, 온도가 정확하게 제어되는 액체가 기관 상으로 분배되어 박막을 형성한다. 이러한 적용예에서, 액체의 온도는 최종 막의 균일성 및 두께에 영향을 미친다. 고정 또는 회전하는 기관 상으로 분배되기 이전의 스핀 온 유전체(spin-on dielectric), 포토레지스트, 반사 방지 코팅 및 현상제와 같은 액체의 정확하고 반복 가능한 온도 조절은 이러한 액체의 가열 또는 냉각을 요구한다. 이는 종종 튜브의 외부에서 물의 유동에 의해 온도가 제어되는 비교적 두꺼운 벽의 과불소 처리된(perfluorinated) 튜브 내부에서 프로세스 액체를 유동시킴으로써 행해진다.

열교환기는 유체들 사이에 에너지를 전달하는 장치이다. 이는 한 가지 유체, 프로세스 유체 및 작업 유체 또는 교환 유체를 접촉시킴으로써 행해진다. 이러한 두 유체들은 열교환기를 포함하는 재료의 벽에 의해 서로 물리적으로 분리된다. 중합체 기반 열교환기는 그의 화학적 불활성, 고순도 및 내부식성으로 인해 이러한 많은 적용예에 대한 화학 약품을 가열 및 냉각시키기 위해 보편적으로 사용된다. 그러나, 중합체 열교환 장치는 보통 크고, 이는 장치 내에서 사용되는 중합체의 낮은 열전도성으로 인해 주어진 온도 변화를 달성하기 위해 큰 열 전달 표면적이 요구되기 때문이다. 그러한 큰 사이즈는 그러한 장치가 반도체 프로세스 공구 상에서 사용되는 것을 실용적이지 않게 만든다.

가스-액체 핀 부착(finned) 열교환기는 레이저 내에서 사용되는 가스를 조절하도록 사용된다. 이러한 교환기는 보편적으로 부식성 화학 약품 또는 가스와 함께 사용하기에 적합하지 않은 금속으로 만들어지고, 수분이 있을 때 입자를 생성할 수 있다.

미국 특허 제3,315,740호는 열교환기 내에서 사용하기 위해 용융에 의해 튜브들을 서로 결합시키는 방법을 개시한다. 열가소성 재료의 튜브들은 튜브들의 단부가 평행한 관계로 접촉하는 방식으로 모아진다. 캐나다 특허 제1252082호는 나선형으로 권취된 중합체 열교환기를 만드는 방식을 개시하고 있고, 미국 특허 제4,980,060호는 여과를 위한 다공성 중공 섬유 튜브의 용융 결합식 충전(potting)을 설명하고 있다. 이들 문헌은 그러한 장치의 온도 제어의 사용을 고려하지 않는다.

미국 특허 제5,216,743호는 물을 가열하기 위한 각 격실 내에 개별 가열 요소를 구비한 복수의 열가소성 격실의 사용을 개시한다. 온도 센서가 온도 제어기와 연통하여 원하는 물 온도를 유지하도록 개별 가열 요소를 켜거나 끈다. 이러한 발명은 유기 액체, 고순도의 부식성 또는 산화성 화학 약품 내에서의 사용을 고려하지 않으며, 이는 그러한 가열 요소를 사용하는 것이 허용되지 않기 때문이다. 유사하게는, 열가소성 격실은 개수가 비교적 적다.

미국 특허 제5,748,656호는 레이저 가스의 온도를 제어하는 방식과 같이 열교환 유체의 유동을 제어하기 위해 열교환기, 온도 센서, 마이크로프로세서 제어기 및 프로포저닝 밸브를 사용하여 레이저 시스템 내의 레이저 발생 가스의 온도를 제어하기 위한 금속 열교환 시스템을 개시한다. 그러한 발명은 가스의 온도를 제어하는 데에 유용하지만, 그러한 열교환 시스템은 액체의 온도를 제어하는 데에는 제한된 용도를 갖는다. 이는 가스에 비해 액체의 훨씬 높은 열 용량 및 질량 때문이다. 또한, 많은 액체의 부식 특성은 그러한 시스템에 의한 사용을 배제한다. 이러한 발명은 액체의 제어된 온도 및 체적의 분배를 위한 열교환기의 사용을 고려하지 않는다.

현재, 필요한 장치의 고비용 및 큰 사이즈 때문에 유체의 온도를 제어하기 위해 열가소성 열교환기를 사용하는 것은 비현실적이다. 금속 열교환기는 통상 화학 약품의 부식 특성과 프로세스 액체로부터 금속성 및 입자성 불순물을 제거해야 하는 필요성 때문에, 반도체 제조에 사용하는 데는 허용되지 않는다. 필요한 것은 분배되는 액체 체적 또는 재순환하는 액체 시스템의 온도를 제어 및 조절하기 위한 장치이다. 시스템은 온도 변화에 대한 빠른 응답을 가지며 화학적으로 불활성이며 큰 표면적 및 최소의 체적을 가져야 한다.

발명의 상세한 설명

본 발명은 온도 센서, 유체 제어 밸브 및 마이크로프로세서 제어를 구비한 유체 유동 회로에 결합된 표면적이 큰 열가소성 열교환기 장치를 제공한다. 장치는 재순환 조 및 유체 분배 장치 내에서 사용되는 유체의 온도를 조절하는 데 유용하다.

본 발명의 양호한 실시예에서, 과불소 처리된 열가소성 중공 튜브, 섬유 또는 필라멘트가 본 발명의 열교환기 내에서 사용된다. 필라멘트는 폴리(테트라플루오로에틸렌-코-퍼플루오로(알킬비닐에테르)), 폴리(테트라플루오로에틸렌-코헥사플루오로프로필렌)과 같은 중합체 또는 이들의 혼합물로 만들어진다. 중공 튜브들은 용융 결합되어 과불소 처리된 열가소성 수지 및 하우스징을 구비한 단일한 단부 구조물 또는 단일화된 말단부 블록을 형성한다. 이러한 구조에서, 중공 튜브는 열가소성 수지에 유체 밀봉식으로 결합된다.

본 발명의 양호한 실시예에서, 하우스징 내에 포함된 중공 튜브는 용융 결합 이전에 편조(braiding)되거나 합연(plaiting)되거나 꼬여서 중공 튜브, 섬유 또는 필라멘트의 코드(cord)를 생성한다. 이 코드는 코드의 마루부 또는 골부를 고정하도록 열처리된다. 이 코드는 본 발명의 실시예에서, 꼬이거나 합연되거나 편조되고 평행하게 놓여서 하우스징 내에 충전되거나 용융 결합될 수 있는 유닛을 형성하는 하나 이상의 중공 튜브, 섬유 또는 필라멘트이다. 열처리된 중공 튜브는 열교환기에 높은 패킹 밀도, 큰 열 전달 표면적, 증대된 유동 분배 및 작은 체적을 제공한다. 열교환 장치는 상승된 온도로 유기, 부식성 및 산화성 액체에서 작동할 수 있다. 열교환기는 프로세스 및 작업 유체들이 중공 튜브의 벽을 가로질러 접촉되게 하기 위한 유체 입구 및 출구 연결부를 구비한 하우스징을 갖는다. 중공 튜브의 벽을 가로지른 유체의 접촉은 프로세스 및 작업 유체들 사이에 에너지의 교환을 생성한다.

장치의 일 실시예에서, 열교환기는 정밀하게 온도 제어되는 액체의 제어된 체적의 분배를 가능케 하기 위해 유동 센서, 온도 센서 및 밸브와 결합된다.

제2 실시예에서, 열교환기는 조의 온도를 제어하기 위해 온도 센서, 밸브 및 마이크로프로세서를 구비한 유체 회로 내에 위치된다.

실시예

본 발명은 열가소성 재료 내로 충전된 복수의 열가소성 열교환 튜브로 구성된 열교환기 장치에 관한 것이다. 열교환기 장치는 분배되는 프로세스 유체 또는 화학 약품 조의 온도를 실시간으로 제어하기 위해 온도 센서, 제어 마이크로프로세서, 유동 센서 또는 선택적인 밸브와 연결된다. 본 발명의 실시예 및 예가 가열 또는 냉각되는 물과 관련하여 이루어지지만, 그러한 설명은 유체로서 물과, 분배되는 유체로서 가열 용액으로 제한되지 않는다는 것을 이해해야 한다. 가열 및 냉각에 적합한 다른 유체로 가스가 포함된다. 분배에 적합한 다른 유체는 구리 이온을 함유하는 용액이거나 유기 액체일 수 있다.

본 발명의 장치를 도시하는 개략도가 도1에 도시되어 있다. 이 도면에서, 프로세스 유체 및 작업 유체의 유동은 병류 방식으로 유동하는 것으로 도시되어 있지만, 유체는 향류 방식으로 유동하도록 만들어질 수도 있다. 본 발명을 실시하는 데에 있어서, 열교환기(50) 및 온도 제어기(46)가 재순환 조(12)의 온도를 제어하도록 사용된다. 조(12)는 반도체 제조 공정의 일부로서 기관(18)을 세척, 스트립 또는 코팅하도록 사용될 수 있다. 에너지원(24), 예를 들어 메가소닉(megasonic) 또는 방사능 에너지가 프로브 또는 램프 하우스징(14)을 통해 탱크 내로 유도될 수 있다. 조 내의 액체는 밸브(16), 펌프(26) 및 선택적인 유량계(28)용 유동 제어기를 통해 순환될 수 있다. 조로부터의 액체는 입구 연결부(56)에서 열교환기(50)로 진입하고, 72 내의 유체와 에너지를 교환하는 장치를 통해 유동한다. 조로부터의 액체는 출구(58)에서 열교환기를 떠나고, 선택적인 밸브(44)를 통해 조(12)로 복귀된다. 선택적인 압력 트랜스듀서(30, 42) 및 온도 센서(40, 60)가 유체 유동 회로 도관에 연결될 수 있다. 바이패스 보유 밸브(20)가 교환 장치를 통한 조 액체의 유동을 조정하도록 사용될 수 있다. 온도 센서(22)로부터의 신호는 온도 제어기(46), 예를 들어 코넥티켓주 스탬포드의 오메가 엔지니어링(Omega Engineering)으로부터 구입 가능한 CN7600 온도 제어기로 들어간다. 선택적인 온도 센서(48)는 유체 포트(54)에서 교환기를 떠나는 유체의 온도를 측정한다. 온도 제어기(46)는 열교환기(50) 내로의 유체(72)의 유동을 변경하고 프로세스 유체 출구(58)에서 교환기를 빠져 나오는 프로세스 유체의 온도를 유지하기 위해, 원하는 설정점으로부터의 프로세스 유체 온도의 변화를 계속적으로 모니터링하여 밸브(64) 또는 유동 제어기(36) 또는 펌프(68)로 신호를 보낸다. 72 내의 유체의 온도는 튜브(76, 74)를 통해 78에 의해 조절된다. 이 도면에서, 78은 냉각기로 도시되어 있지만, 유체 가열기일 수도 있다. 72 내의 유체는 교환 장치를 통해 밸브(70)를 통해 그리고 펌프(68)에 의해 재순환될 수 있다. 72로부터의 액체는 선택적인 유동 제어기 또는 유체 유량계(36)를 통해 유동한다. 유체 도관 내에서, 유체 포트(52)로의 입구는 밸브(34), 압력 트랜스듀서(38) 및 온

도 센서(32)를 선택적으로 포함한다. 72로부터의 유체는 유체 포트(54)에서 교환 장치를 빠져 나와서 온도 센서(48), 압력 트랜스듀서(62) 및 프로포셔닝 밸브(64)를 구비한 도관을 통해 유동한다. 유체는 72로 다시 복귀된다. 밸브(66)를 포함하는 72용의 선택적인 바이패스 루프는 72로부터의 액체의 유동을 변화시키는 데에 유용하다.

프로포셔닝 밸브(64)는 열교환기 내로의 물의 유동의 연속적인 조정을 허용한다. 온-오프 밸브가 작동하기 쉽고 더 높은 압력의 유체를 제어할 수 있는 장점을 갖고 사용될 수도 있다. 프로포셔닝 밸브는 상호하게는 신속 작용 밸브이고 공압식으로 작동되거나 보이스 코일로 작동되거나 전기적으로 작동될 수 있다. 그러한 밸브의 예는 SMC 밸브 및 엔테그리스 테프론(Entegris Teflon) 공압식 밸브를 포함한다. 적합한 유체 유동 제어기(36)는 매사추세츠주 빌레리카의 마이크롤리스 코포레이션(Mykrolis Corporation)의 가스 질량 유동 제어기와, 미네소타주 채스카의 엔티 인터내셔널(NT International)의 액체 유동 제어기를 포함한다. 본 발명을 실시하는 데에 있어서 유용한 가변 속도 액체 펌프는 일리노이주 베론 힐즈의 콜-파머 인스트루먼트 컴퍼니(Cole-Parmer Instrument Company)로부터 구입 가능하다.

온도 감지 장치(22, 48)는 상호하게는 코넥티컷주 스탬포드의 오메가 엔지니어링으로부터 구입 가능한 저항식 온도 장치 또는 열전쌍이다. 또는, 써미스터가 온도를 측정하도록 사용될 수 있다.

분배되는 프로세스 액체의 온도 및 체적을 제어하도록 사용되는 본 발명의 실시예가 도2에 개략적으로 도시되어 있다. 이러한 도면에서, 프로세스 유체 및 작업 유체의 유동은 병류 방식으로 유동하는 것으로 도시되어 있지만, 유체는 향류 방식으로 유동하도록 만들어질 수도 있다. 열교환 장치(110)는 분배되는 열적으로 조절된 프로세스 유체의 체적을 측정 및 제어하기 위해 유동 센서(92) 및 밸브(128)를 포함한다. 공급원(94)으로부터의 프로세스 유체는 작업 또는 교환 유체에 의해 가열 또는 냉각된다. 적합한 액체 유동 센서(92)는 미네소타주 채스카의 엔티 인터내셔널로부터 구입 가능하다. 유체 공급원(94)은 가압된 용기 또는 가압된 NOW PAK[®]에 의해 열교환기로 송출될 수 있다. 또는, 매사추세츠주 빌레리카의 마이크롤리스 코포레이션의 Intelligen[®] 또는 미시간주 햄로크의 화이트 나이트(White Knight) 펌프와 같은 펌프가 유체를 공급원으로부터 교환기로 이송하도록 사용될 수 있다. 펌프는 교환기 유체 연결부(112) 이전에 또는 유체 교환기 연결부(116) 이후에 설치될 수 있다. 가열된 액체의 온도는 마이크로프로세서 기반 온도 제어기(130)에 연결된 온도 센서(126)에 의해 모니터링된다. 선택적인 압력 트랜스듀서(124)가 교환기 연결부(116)에 설치될 수 있다. 액체는 밸브(128)를 통해 기관 상으로 분배된다. 밸브(128)는 온-오프 밸브 또는 역류 방지 밸브일 수 있다. 적합한 역류 방지 밸브는 일본의 시케이디 코포레이션(CKD Corporation)으로부터 구입 가능하다. 제어기(130)는 저장소(82)를 장치에 대해 적합한 온도로 유지하도록 사용되는 가열기 또는 냉각기(90)와 연통한다. 저장소(82) 내의 액체의 온도는 가열기 또는 냉각 표면(84)에 의해 조절되고 온도 센서(91)로 측정된다. 이러한 유체는 밸브(86), 펌프(96) 및 선택적인 유동 제어기(104)를 통해 교환 장치로 송출된다. 선택적인 압력 트랜스듀서(106) 및 온도 센서(108) 후에, 저장소(82)로부터의 유체는 유체 연결부(118)에서 교환 장치로 진입한다. 교환기 내의 작업 및 프로세스 유체들 사이에서 에너지가 교환되고, 저장소(82)로부터의 유체는 유체 연결부(114)에서 교환기를 빠져 나온다. 유체는 선택적인 온도 센서(122) 및 압력 트랜스듀서(115)를 구비한 도관을 통해 유동하여 저장소(82)로 복귀한다.

도3은 본 발명의 장치의 다른 구성의 개략도를 도시한다. 폐쇄 루프 공급부 또는 저장소 이외의 작업 또는 교환 유체(136)의 공급원이 사용된다. 이 도면에서, 공급원(140)으로부터의 프로세스 유체와 공급원(136)으로부터의 작업 유체의 유동은 병류 방식으로 유동하는 것으로 도시되어 있지만, 유체는 향류 방식으로 유동하도록 만들어질 수도 있다. 적합한 작업 또는 교환 유체(136)의 예는 플랜트 냉각수, 고온 탈이온수 또는 증기를 포함한다. 이러한 유체는 반도체 공장의 설비에서 보편적으로 이용될 수 있다. 공급원(136)으로부터의 유체는 선택적인 밸브(137), 선택적인 유동 제어기(138) 및 선택적인 압력 및 온도 트랜스듀서(144, 162)를 통해 유동한다. 136으로부터의 유체는 교환 장치로 진입하고, 여기서 공급원(140)으로부터의 프로세스 유체에 의해 에너지가 전달된다. 작업 유체(136)는 출구(156)를 통해 그리고 선택적인 압력 및 온도 트랜스듀서(154, 155) 각각을 통해 교환 장치를 빠져 나온다. 공급원(140)으로부터의 작업 유체는 유동 제어기(146)를 통해 교환 장치로 진입한다. 공급원(140)으로부터의 유체는 선택적으로 가압된 용기 또는 가압된 NOW PAK[®]에 의해 열교환기로 송출될 수 있다. 또는, 매사추세츠주 베드포드의 마이크롤리스 코포레이션의 Intelligen[®] 또는 미시간주 햄로크의 화이트 나이트 펌프와 같은 펌프가 유체를 공급원으로부터 교환기로 이송하도록 사용될 수 있다. 펌프는 교환기 유체 연결부(151) 이전에 또는 유체 교환기 연결부(157) 이후에 설치될 수 있다. 공급원(140)으로부터의 유체는 도관과, 선택적인 밸브(148), 선택적인 압력 트랜스듀서(150) 및 온도 센서(142)를 통해 유동한다. 프로세스 유체는 교환 장치(158)를 통해 유동하여 136으로부터의 작업 유체와 에너지를 교환한다. 온도 센서(168)는 유체 연결부(157)에서 열교환기를 빠져 나오는 프로세스 유체의 온도를 측정한다. 온도 센서(168)는 교환 장치를 통한 작업 유체의 유량을 조정하기 위해 밸브(152)를 개방 및 폐쇄하는 마이크로프로세서 제어기(170)와 연통하고, 이는 열교환기를 빠져 나오는 프로세스 유체의 온도를 제어한다. 프로세스 유체는 밸브(166)를 통해 기관 상으로 분배된다. 밸브(166)는 온-오프 밸브 또는 역류 방지 밸브일 수 있다.

도4는 중공 튜브를 둘러싸는 마이크로파 에너지(183)의 공급원을 이용하는, 분배되기 위한 프로세스 액체를 가열하기 위한 본 발명의 다른 실시예를 도시한다. 과불소 처리된 열가소성 파이프, 튜브 및 섬유는 마이크로파에 대해 투과적이며 물 또는 알코올과 같은 다른 마이크로파 흡수 액체의 가열을 통한 유동에 대해 이상적이다. 공급원(182)으로부터의 작업 유체는 유동 제어기(184)를 통해 교환 장치로 진입한다. 공급원(182)으로부터의 유체는 선택적으로 가압된 용기 또는 가압된 NOW PAK®에 의해 열교환기(188)로 송출될 수 있다. 또는, 매사추세츠주 베드포드의 마이크롤리스 코퍼레이션의 Intelligen® 또는 미시간주 햄록의 화이트 나이트 펌프와 같은 펌프가 유체를 공급원으로부터 교환기로 이송하도록 사용될 수 있다. 펌프는 교환기 유체 연결부(189) 이전에 또는 유체 교환기 연결부(191) 이후에 설치될 수 있다. 공급원(182)으로부터의 유체는 도관과, 선택적인 밸브(185), 선택적인 압력 트랜스듀서(187) 및 온도 센서(186)를 통해 유동한다. 프로세스 유체는 교환 장치 내의 중공 튜브를 통해 유동하며 마이크로파 시스템 및 중공 튜브를 둘러싸는 공급원(183)으로부터 마이크로파 에너지를 흡수한다. 온도 센서(190)는 유체 연결부(191)에서 열교환기를 빠져 나오는 프로세스 유체의 온도를 측정한다. 온도 센서(190)는 마이크로파 마그네트론을 켜거나 끄는 마이크로프로세서 제어기(180)와 연통하고, 이는 교환기(188)를 빠져 나오는 프로세스 유체의 온도를 제어한다. 또는, 마이크로프로세서 제어기(180)는 발생하는 마이크로파 동력량을 제어함으로써 유체의 온도를 제어하기 위해 마그네트론으로의 동력을 조정한다. 프로세스 유체는 밸브(192)를 통해 기관 상으로 분배된다. 밸브(192)는 온-오프 밸브 또는 역류 방지 밸브일 수 있다. 또는, 온도 센서(186, 190)와 연통하는 제어기(180)는 유동 제어기(184)를 제어하고 액체의 유동 및 온도를 조정하도록 사용될 수 있다.

도5는 하나 이상의 온도 센서로부터 신호를 검출하고, 센서 신호를 적합한 형태로 처리하고, 센서로 측정된 온도를 소정의 온도 설정점과 비교하고, 측정된 유체 온도와 온도 설정점 사이의 차이에 비례하는 전기 신호를 발생시키고, 분배 펌프, 밸브, 유량계 또는 프로세스 장비가 비교의 결과에 기초하여 활성화되도록 신호를 보낼 수 있는 프로세서(249)의 개략도를 도시한다. 공급원 제어부(250)는 제어 마이크로프로세서(260)와 연통함으로써 측정된 유체 온도와 유체 온도 설정점 사이의 온도 차이에 비례하는 적어도 하나의 전기 신호를 제어한다. 유체 온도의 변화 속도에 비례하는 전기 신호는 프로세서(249)에 의해 결정될 수도 있다. 이러한 전기 신호는 커넥터(252)에서 전압 또는 전류로서 출력될 수 있으며 유체 제어 밸브 또는 유체 유동 제어기를 제어하기 위해 유용하다. 선택적으로, 커넥터(252)에서 발생된 전기 신호는 동력을 마이크로파 발생기(183) 또는 중공 튜브를 둘러싸는 다른 에너지원에 대해 변조시킨다. 이러한 전기 신호는 외부 가열기(90) 또는 냉각기(78)를 변조시킴으로써 작업 또는 교환 유체의 온도를 제어하도록 사용될 수도 있다. 이러한 장치는 상이한 유체 특성 및 변화하는 분배 요구를 보상하도록 사용될 수 있다. 신호 조절기(256)가 하나 이상의 센서 입력(254)을 여기서 수용한다. 신호 조절기(256)는 미처리 센서 출력 신호를 증폭, 여과 또는 평균화할 수 있다. 본 발명에서 유용한 센서의 예는 온도, 유동, 압력 및 pH를 포함한다. 멀티플렉서(258)는 원하는 센서 신호와 다른 다중 입력 기준 전압(282, 284)이 프로세서(249)의 보정 또는 제어 기능을 달성하도록 한다. 기준 전압(282, 284)은 유체 점성의 온도와 같은 환경 변화에 대한 보정 및 운전 시간 보상을 위해 사용될 수 있다. 제어 마이크로프로세서(260)는 다중 또는 단일 신호를 기록 및 분석하는 것을 시작하도록 기능하는 트리거(262), 다중 또는 단일 신호로서 완전한 문제점 또는 과제의 처리에 대한 신호 지원으로 기능하는 인식부(264), 웨이퍼를 회전시키도록 기능하는 스피너(266) 및 웨이퍼 회전 제어부에 대해 분배가 완료되고 고속 회전이 시작될 수 있음을 표시하도록 기능하는 아날로그 출력부(270)를 포함하는 프로세서(249)에 연결된 장치와 프로세서(249) 사이의 모든 입력 및 출력 인터페이스를 제어한다. 입출력 인터페이스(272)는 RS232, Device Net, RS485 또는 다른 디지털 프로토콜 포트(268)를 거쳐 통신하도록 트랙 또는 다른 지원 장비에 대한 하드웨어 연결을 허용한다. 포트(268)는 시작 및 정지 제어에 대해 유용하며, 특수한 장비 특징을 가능케 하고 시스템 상태를 결정한다. 전원(274)은 입력 전압을 프로세서 및 관련 로직에 대해 5VDC와 같은 내부적으로 요구되는 전압으로 그리고 ±15VDC와 같은 아날로그 공급 전압으로 변환시킨다. 신호 처리기(276)는 아날로그-디지털 변환기(278)로부터 실시간 신호를 얻고 유체 분배 온도 및 유량의 결정을 위해 요구되는 알고리즘을 실행한다. 아날로그-디지털 변환기(278)로부터의 데이터는 미래의 검색 및 분석을 위해 저장될 수 있다. 센서로부터의 실시간 데이터 신호는 분배의 체적, 시점 및 유체 온도의 폐쇄 루프 제어를 위한 제어 신호로서 사용될 수 있다.

일 실시예에서, 델라웨어주 윌밍톤의 아메텍(Ametek)으로부터 구입 가능한 상용의 열가소성 열교환기가 사용될 수 있다. 본 발명을 실시하는 데에 있어서 유용한 열가소성 열교환기를 형성하기 위한 다른 방법은 본원에서 전체적으로 참조된 미국 특허 제3,315,750호, 미국 특허 제3,616,022호, 미국 특허 제4,749,031호, 미국 특허 제4,484,624호 및 캐나다 특허 제1,252,082호에 설명되어 있다. 중공 필라멘트도 본원에서 전체적으로 참조된 유럽 특허 출원 제0 559 149 A1호에 설명된 사출 성형 방법에 의해 하우징에 연결될 수 있다.

양호한 실시예에서, 본원과 동시에 출원인의 참조 번호 MYKP-620으로 미국 출원 번호 제60/326,234호로 출원된 공동 계류 중인 전체적으로 참조된 출원이 본 발명을 실시하는 데에 있어서 사용된다. 열교환기는 매트화(matted)되거나 편조되거나 함연되거나 꼬여서 함연부 내의 중공 튜브의 끝부 또는 마루부를 고정하도록 열처리되고 과불소 처리된 열가소성 중공 튜브를 포함한다. 그러한 장치의 예가 도6에 개략적으로 도시되어 있다. 이 장치는 약 1리터의 작은 체적 내에 약 1.2

평방 미터(13 평방 피트)의 큰 열전달 표면적을 갖고, 열처리된 합연 튜브는 배플링에 대한 필요성을 제거한다. 과불소 처리된 열가소성 중공 튜브는 그의 내화학성 및 열 안정성 때문에 본 발명을 실시하는 데에 있어서 양호하다. 이러한 실시예에서, 열교환기 장치는 중공 튜브(328, 330)가 도6에 도시된 바와 같이 316 및 320에서 열가소성 수지에 융합되어 있는 단일한 단부 구조물 또는 단일화된 말단부 구조물 내에 형성된다. 본 발명을 실시하는 데에 있어서 중공 섬유 또는 중공 필라멘트로도 불릴 수 있는 중공 튜브(328, 330)들은 꼬여서 튜브의 만곡을 고정하도록 열처리된다. 하우징은 단부 캡(334, 336) 상에 제1 유체 입구 피팅(312) 및 제1 유체 출구 피팅(326)을 포함한다. 단부 캡은 선택적으로 하우징(332) 및 단일화된 말단부 블록(316, 320)에 용융 결합된다. 하우징은 셸 측면 유체 유동 분배를 위한 선택적인 삽입물(338)을 구비한 셸 측면 입구 피팅(322)과 셸 측면 유체 출구를 위한 셸 측면 출구 피팅(318)을 또한 포함한다. 예시적으로, 제1 액체는 제1 유체 입구 피팅(312)으로 진입하고 중공 튜브(314)로 진입하여 튜브의 표면과 접촉하고 튜브를 통해 중공 튜브 출구(324)로 유동하고, 제1 유체 출구 피팅(326)을 빠져 나온다. 제2 유체는 유체 연결부(322)로 진입하여 튜브의 제2 표면과 접촉하고 튜브를 가로질러 출구 연결부(318)로 유동한다. 제1 및 제2 유체는 중공 튜브의 벽을 통해 에너지를 교환한다. 제1 및 제2 유체는 하우징(322) 및 단일화된 말단부 블록(316, 320)에 의해 서로 분리된다.

중공 튜브 및 하우징용으로 본 발명의 실시예에 유용한 과불소 처리된 열가소성 수지 또는 그의 혼합물의 예는 폴리테트라플루오로에틸렌-코-퍼플루오로메틸비닐에테르(MFA), 폴리테트라플루오로에틸렌-코-퍼플루오로프로필비닐에테르(PFA), 폴리테트라플루오로에틸렌-코-헥사플루오로프로필렌(FEP), 폴리비닐리덴 플루오라이드(PVDF)를 포함하지만 이로 제한되지 않는다. PFA Teflon[®] 및 FEP Teflon[®] 열가소성 수지는 델라웨어주 월밍톤의 듀폰(DuPont)에 의해 제조된다. Neoflon[®] PFA는 다이킨 인더스트리즈(Daikin Industries)로부터 구입 가능한 중합체이다. MFA Haflon[®]은 뉴저지주 쏘로페어의 오시몬트 유에스에이 인크.(Ausimont USA Inc.)로부터 구입 가능한 중합체이다. 예비 성형된 MFA Haflon[®] 및 FEP Teflon[®] 튜브는 사우스 캐롤라이나주 오렌지베리 제우스 인더스트리얼 프로덕츠 인크.(Zeus Industrial Products Inc.)로부터 구입 가능하다. 본 발명의 실시예에 유용한 다른 열가소성 수지 또는 그의 혼합물은 폴리(클로로트리플루오로에틸렌 비닐리덴 플루오라이드), 폴리비닐클로라이드, 폴리프로필렌과 같은 폴리올레핀, 폴레에틸렌, 폴리메틸렌, 초고분자량 폴레에틸렌, 폴리아미드, 폴리술폰, 폴리에테르에테르케톤 및 폴리카보네이트를 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

중공 열가소성 튜브는 그 열 전도성을 증가시키도록 열 전도성 분말 또는 섬유로 함침될 수 있다. 유용한 열 전도성 재료의 예는 유리 섬유, 금속 질화물 섬유, 실리콘 및 금속 탄화물 섬유 또는 그래파이트를 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

0.178 내지 12.7 mm(0.007 내지 0.5 인치), 더욱 양호하게는 0.635 내지 2.54 mm(0.025 내지 0.1 인치) 범위의 외경 및 0.0254 내지 2.54 mm(0.001 내지 0.1 인치), 양호하게는 0.0762 내지 1.27 mm(0.003 내지 0.05 인치) 범위의 두께를 갖는 과불소 처리된 열가소성 수지의 혼합물로부터 만들어진 과불소 처리된 열가소성 튜브 필라멘트는 교환기를 위한 편조되거나 꼬인 코드를 형성하기 위해 유용하다. 본 발명의 목적에 따라, 단일한 권선되지 않은 열처리된 튜브가 비-원주형의 튜브로 고려된다. 비-원주형의 튜브는 튜브의 한 부분으로부터 다른 부분으로 이동하는 종방향 축 상에서 연속적으로 원주형이 아닌 외부 치수를 갖는 튜브이다. 예로는 나선형 코일, 단일한 권선되지 않은 열처리된 섬유 또는 그러한 조건에서 압출된 튜브와 같은 영구적으로 꼬인 중공 원형 튜브, 삼각형 튜브 또는 섬유, 사각형 튜브 또는 섬유, 정사각형 튜브 또는 섬유를 포함하지만 이로 제한되지 않는다.

중공 튜브 또는 섬유의 편조, 합연, 꼬임 또는 비-원주형의 기하학적 형상은 중공 튜브를 가로질러 그리고 그 내에서 증대된 유체 분배를 제공한다. 장치는 배플에 대한 필요성이 없이 작은 체적 내에서 큰 유체 접촉 표면적을 제공한다. 화학적으로 불활성인 구성 재료의 단일한 또는 단일화된 말단부 블록 구성은 O-링에 대한 필요성을 제거하며 상승된 온도 및 다양한 유체에서의 장치의 작동 사용을 허용한다.

예1

1.19 mm(0.047 인치) 내경 및 0.152 mm(0.006 인치) 벽두께를 구비한 예비 성형된 MFA 튜브를 사우스 캐롤라이나주 오렌지베리의 제우스 인더스트리얼 프로덕츠 인크.로부터 구입하였다. 충전을 위한 코드는 MFA 필라멘트를 305 mm(피트)당 12회 회전의 스트랜드를 얻도록 꼬아서 만들어졌다. 단일 스트랜드가 203 mm(8 인치) 폭 및 457 mm(18 인치) 길이의 금속 프레임 둘레에 권취되었다. 프레임과 권취된 스트랜드는 오븐 내에서 30분 동안 150°C에서 열처리되었다. 길이가 457 mm(18 인치)로 측정된 약 75개의 코드가 열처리된 후에 랙(rack) 상에서 얻어졌다. 다중 랙으로부터의 코드들이 모아져서 310개의 코드를 산출하고 길이가 406 mm(16 인치)로 측정된 미리 열처리되고 MFA 코팅된 PFA 튜브 내로 위치되었다. PFA의 내경은 50.8 mm(2 인치)였고, 유체 피팅이 PFA 튜브의 각 단부로부터 50.8 mm(2 인치)만큼 결합되었다. 장치의 각 단부는 뉴저지주 쏘로페어의 오시몬트 유에스에이 인크.로부터 구입한 Hyflon[®] MFA 940 AX 수지를 사용하여 약 40시간 동안 275°C에서 포팅(potted)되었다. 40시간 포팅 후의 각 단부의 냉각은 응력 균열을 방지하기 위해

0.2°C/min의 속도로 150°C까지 제어되었다. 단부로부터 수지가 제거되고 필라멘트는 선반을 사용하여 포팅된 장치의 단부를 가공함으로써 개방되었다. 포팅된 교환기를 위한 유체 피팅은 튜브의 각 단부 상에 파이프 나사를 새김(scoring)으로써 만들어졌다.

도1에 도시된 시험 설비는 분당 7.2리터의 펌프(26)를 통한 유체 유동과 약 25°C에서의 분당 6.2리터의 교환 유체 유동으로 구성되었다. 두 개의 1000 와트 가열기가 45리터 체적의 조(12) 내에 위치되었다. 피팅(52, 54)을 통한 25°C에서 분당 6.2리터의 물 유동에 의해, 조의 온도는 약 34°C로 유지되었다. 저온수 유동이 정지되면, 조(12)의 온도는 41°C로 증가하였다. 저항성 온도 센서(22)를 구비한 오메가 엔지니어링 제어기 모델 번호 CN76000의 조 내에서의 사용은 38°C의 설정점 1 및 39.5°C의 설정점 2으로의 조 온도의 제어를 가능케 했다. 제어기는 56 g/mm²(80 lb/in²)으로 가압되는 도시되지 않은 전기 작동식 솔레노이드 밸브를 거쳐 공압식 밸브(64)에 연결되었다. 제어기는 제어기로부터의 전기 신호에 응답하여 밸브를 개방 및 폐쇄했다. 이러한 예로부터의 결과가 도7에 도시되어 있다.

예2

1.19 mm(0.047 인치) 내경 및 0.152 mm(0.006 인치) 벽두께를 구비한 예비 성형된 MFA 튜브를 사우쓰 캐롤라이나주 오렌지베리의 제우스 인더스트리얼 프로덕츠 인크.로부터 구입하였다. 피팅을 위한 코드는 MFA 필라멘트를 305 mm(피트)당 12회 회전의 스트랜드를 얻도록 꼬아서 만들어졌다. 단일 스트랜드가 203 mm(8 인치) 폭 및 457 mm(18 인치) 길이의 금속 프레임 둘레에 권취되었다. 프레임과 권취된 스트랜드는 오븐 내에서 30분 동안 150°C에서 열처리되었다. 길이가 457 mm(18 인치)로 측정된 약 75개의 코드가 열처리된 후에 랙 상에서 얻어졌다. 다중 랙으로부터의 코드들이 모아져서 310개의 코드를 산출했다. 이들은 길이가 406 mm(16 인치)로 측정된 미리 열처리되고 MFA 코팅된 PFA 튜브 내로 위치되었다. PFA의 내경은 50.8 mm(2 인치)였고, 유체 피팅이 PFA 튜브의 각 단부로부터 50.8 mm(2 인치)에 결합되었다. 장치의 각 단부는 뉴저지주 쓰로페어의 오시몬트 유에스에이 인크.로부터 구입한 Hyflon[®] MFA 940 AX 수지를 사용하여 약 40시간 동안 275°C에서 포팅되었다. 40시간 포팅 후의 각 단부의 냉각은 응력 균열을 방지하기 위해 0.2°C/min의 속도로 150°C까지 제어되었다. 단부로부터 수지가 제거되고 필라멘트는 선반을 사용하여 포팅된 장치의 단부를 가공함으로써 개방되었다. 포팅된 교환기를 위한 유체 피팅은 튜브의 각 단부 상에 파이프 나사를 새김으로써 만들어졌다. 두 개의 장치는 직렬로 제1 열교환기의 튜브로부터의 유체의 출구가 제2 열교환기의 튜브의 입구 피트에 공급하도록 구성되었다.

시험 설비는 도2에 도시되어 있다. 엔터 인터내셔널의 유량계(92) 및 엔테그리스의 전기 밸브(98)가 유체 피팅(112)의 상류에서 열교환기(110)에 연결되었다. 저장소(82) 내에 담긴 가열된 교환 유체는 60리터 저장소의 물을 세 개의 1000 와트 가열기에 의해 70°C 온도로 가열함으로써 준비되었다. 94°C 온도의 프로세스 액체수가 중공 튜브의 벽을 통해 70°C 작업 유체와 접촉하여 에너지를 교환하도록 열교환기 내로 공급되었다. 분배는 약 22 ml/sec의 유량으로 15초 동안 송출된 약 330 ml 체적의 물로 구성되었다. 프로세스수는 밸브(98)를 개폐함으로써 분배되었다. 이러한 시험으로부터의 결과가 도8에 그래프로 도시되어 있다. 결과는 본 발명의 장치가 액체의 체적을 23°C로부터 약 65.7°C까지 반복 가능한 방식으로 가열할 수 있다는 것을 보여준다.

도면의 간단한 설명

도1은 조의 온도를 유지하기 위해 본 발명의 유체 유동 회로, 항온조 및 온도 제어 시스템과 인라인으로 연결된 열교환기를 포함하는 장치를 도시하는 개략도이다.

도2는 분배 시점에서 측정된 체적의 온도 제어된 액체를 제공하기 위해 본 발명의 유체 유동 회로, 온도 제어 조 및 온도 제어 시스템과 직렬 연결된 열교환기를 포함하는 장치를 도시하는 개략도이다.

도3은 분배 시점에서 제어된 체적의 가열된 액체를 제공하기 위해 유체 유동 회로, 온도 제어 시스템 및 가열수 공급원과 직렬 연결된 열교환기를 포함하는 장치를 도시하는 개략도이다.

도4는 분배 노즐에서 제어된 체적의 가열된 액체를 제공하기 위해 유체 유동 회로, 온도 제어 시스템 및 마이크로파 에너지 공급원과 직렬 연결된 열교환기를 포함하는 장치를 도시하는 개략도이다.

도5는 본 발명의 열교환기, 밸브 및 온도 센서를 사용하여 프로세스 유체의 온도를 제어하는 데에 유용한 마이크로프로세서 회로를 도시하는 개략도이다.

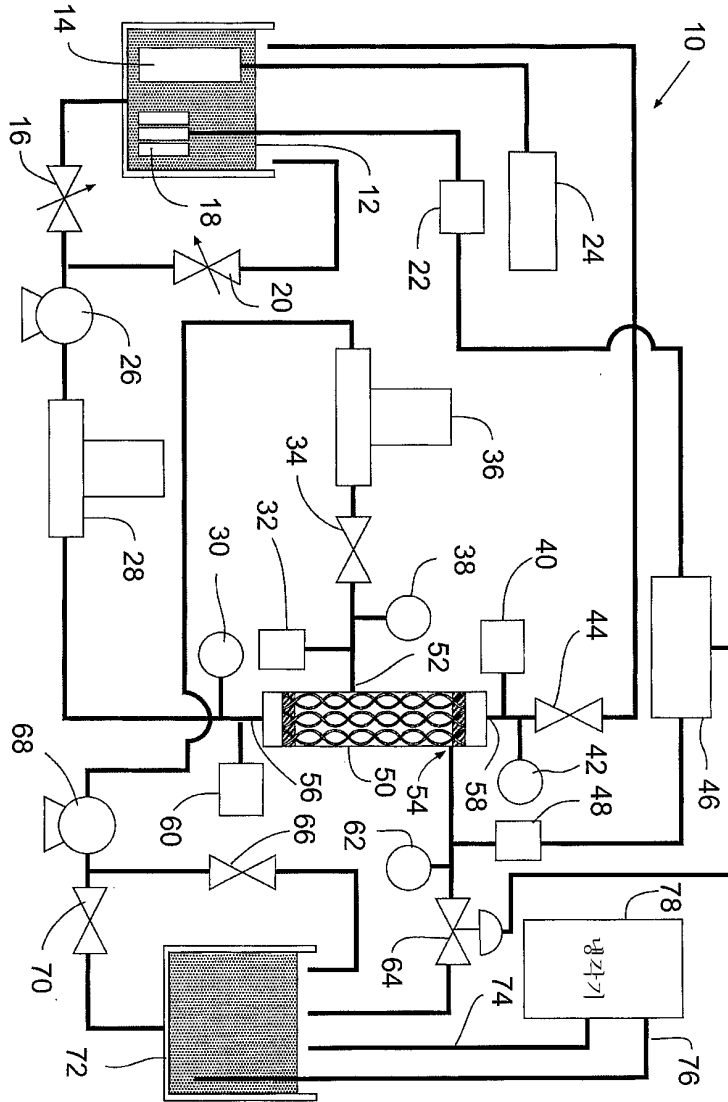
도6은 본 발명의 양호한 실시예에서 사용되는 열교환기를 도시하는 개략도이다.

도7은 예1에서 설명되는 본 발명의 장치의 폐쇄 루프식 사용 방법의 그래프이다.

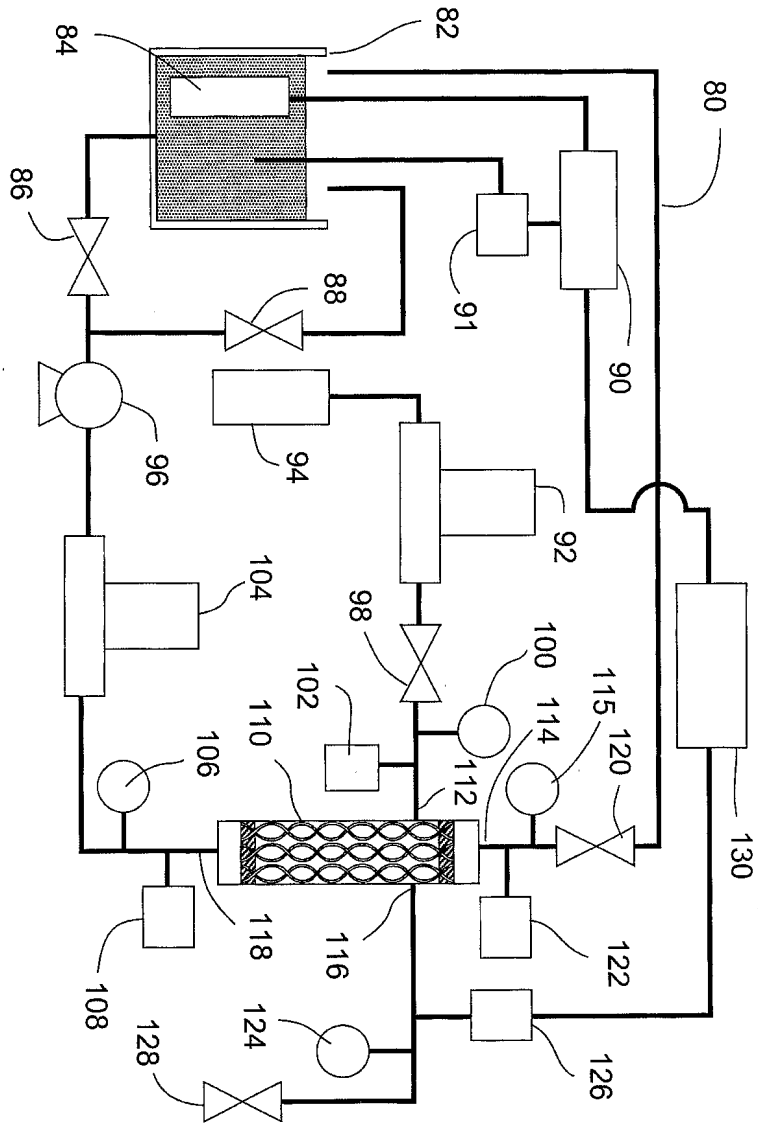
도8은 예2에서 설명되는 본 발명의 장치의 분배식 사용 방법의 그래프이다.

도면

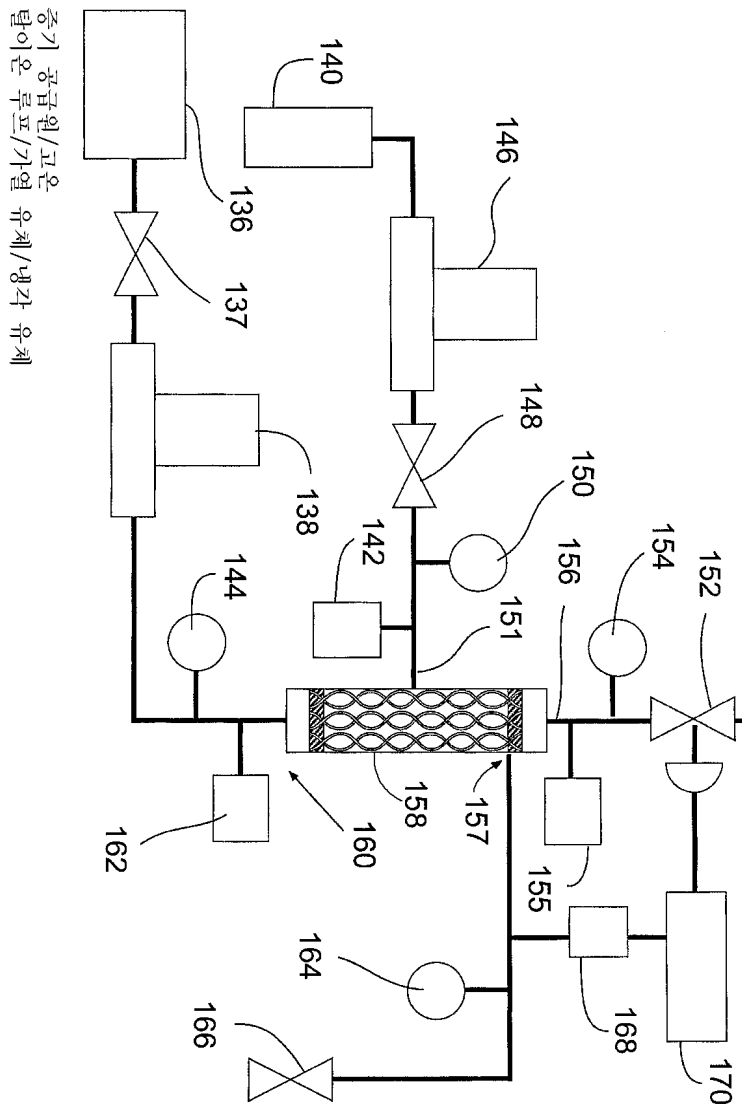
도면1



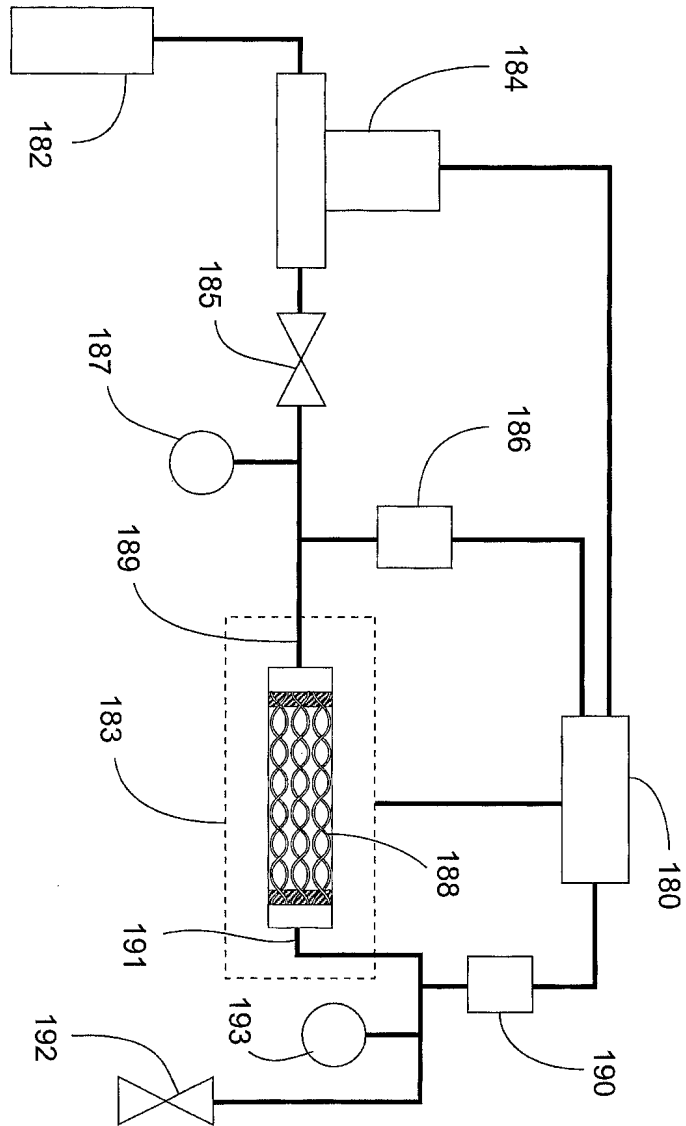
도면2



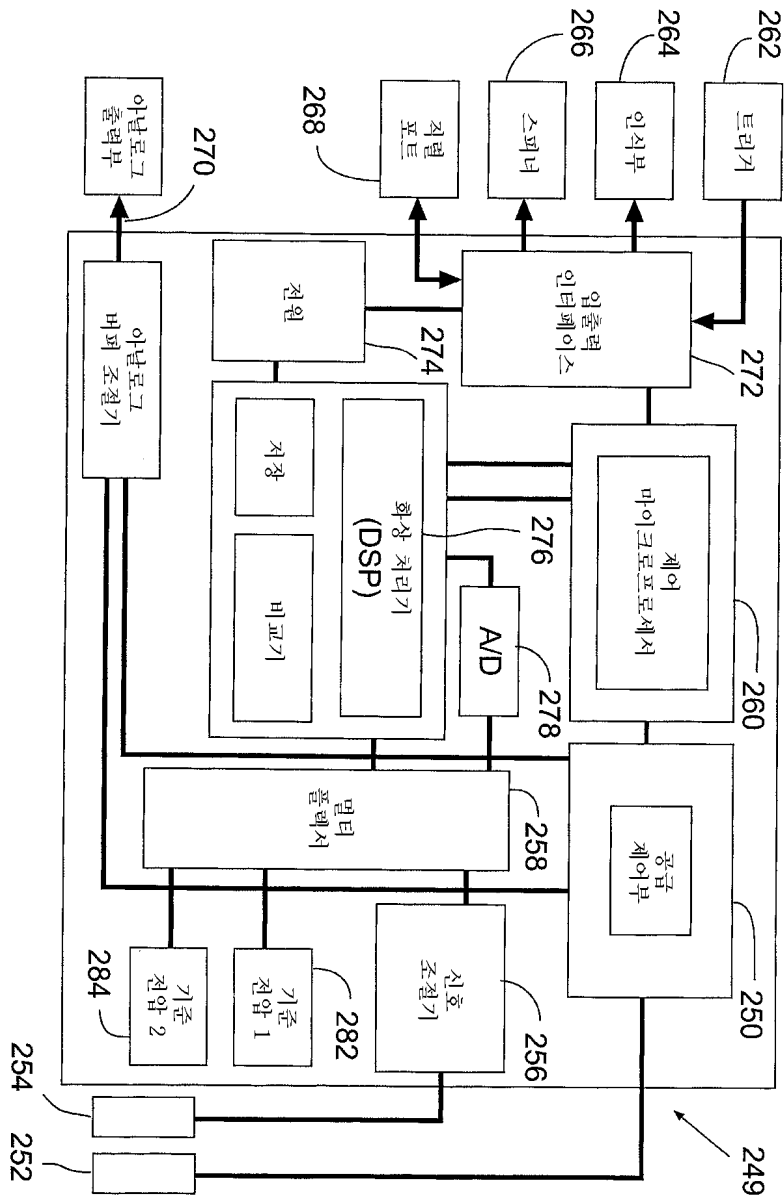
도면3



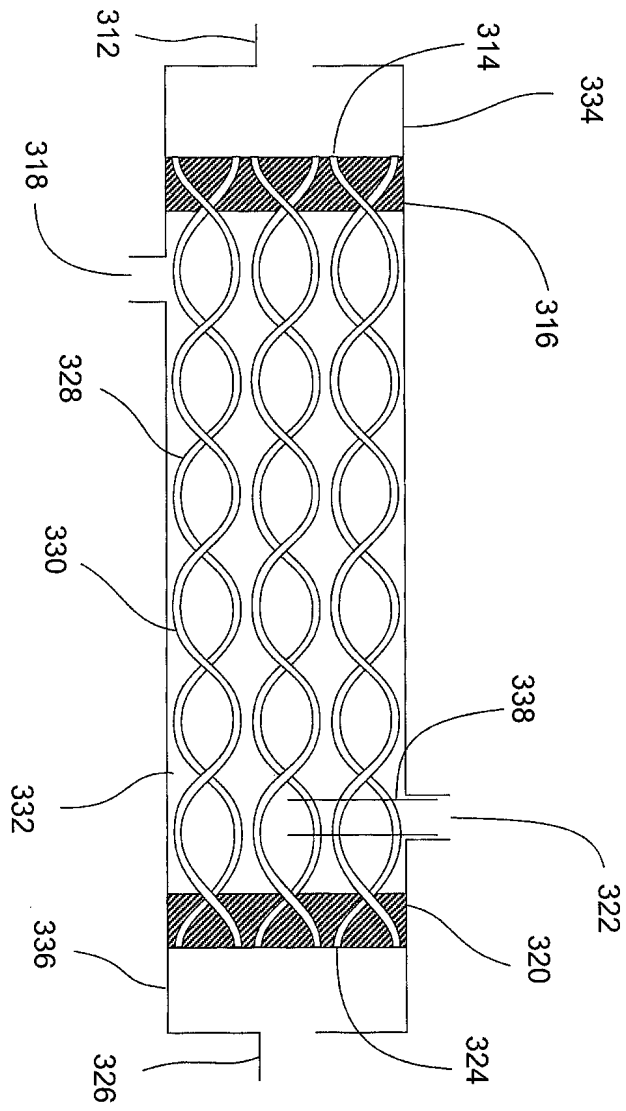
도면4



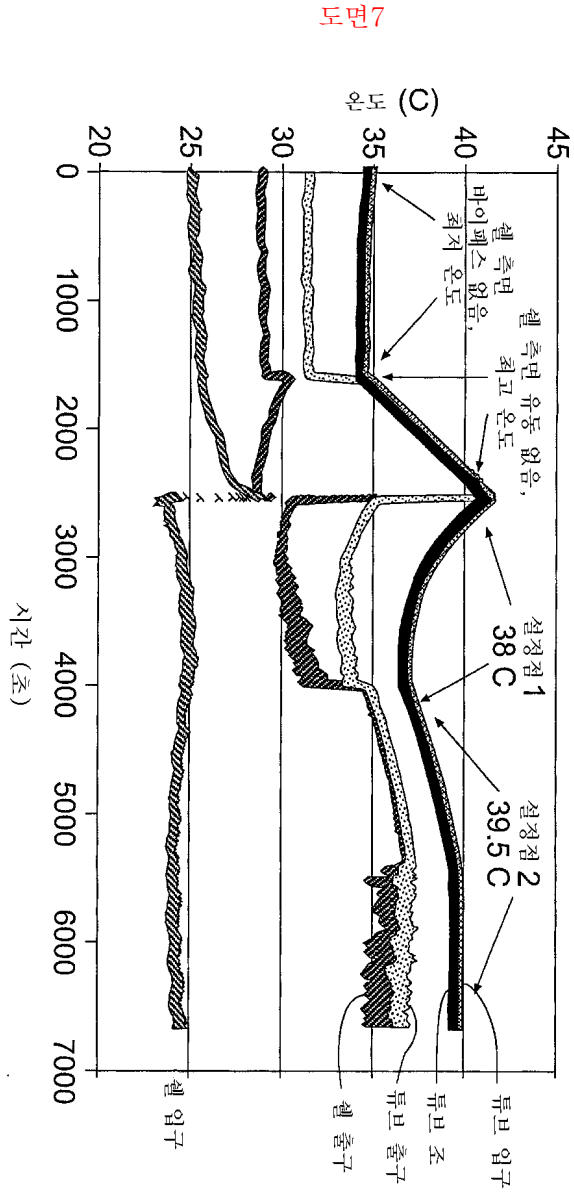
도면5



도면6



2001년 8월 30일 HEDATA10.XIS
 7.2 l/min의 튜브 유동, 6.2 l/min의 셀 유동
 두개의 100와트 가열기를 구비한 45리터의 조 내의 저항성 온도 감출기를 구비한 오메가 제어기



도면8

