(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.7
F26B 13/10

(45) 공고일자 2005년04월28일
(11) 등록번호 10-0485832
(24) 등록일자 2005년04월19일

(21) 출원번호	10-2004-7004554(분할)	(65) 공개번호	10-2004-0033074
(22) 출원일자	2004년03월26일	(43) 공개일자	2004년04월17일
(62) 원출원	특허10-1998-0701975 원출원일자 : 1998년03월17일	심사청구일자	2001년09월07일
번역문 제출일자	2004년03월26일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1996/014435	(87) 국제공개번호	WO 1997/11328
국제출원일자	1996년09월09일	국제공개일자	1997년03월27일

(81) 지정국

국내특허 : 아일랜드, 알바니아, 오스트레일리아, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 캐나다, 중국, 쿠바, 체코, 에스토니아, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬랜드, 일본,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 케냐,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탐,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 오스트리아, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 핀란드, 영국,

(30) 우선권주장

08/536,593	1995년09월18일	미국(US)
08/699,522	1996년09월04일	미국(US)

(73) 특허권자
미네소타 마이닝 앤드 매뉴팩춰링 캄파니
미합중국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오. 박스 33427 3엠 센터

(72) 발명자
휼스만게리엘
미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

코브윌리암비
미국미네소타55133-3427세인트폴포스트오피스박스33427

(74) 대리인
김진환

심사관 : 방승훈

(54) 피복 기재의 건조 방법

요약

본 발명에 따라 기재(16)을 건조하는 방법 및 장치(10)는 건조될 기재의 측면 상에서 기재에 인접하여 위치한 응축 표면(22)을 사용한다. 기재으로부터의 액체는 대류를 가하지 않고도 증발되어 응축 표면(22) 상에 응축된다. 응축된 액체는 응축된 액체가 액체로 남아 있는 응축 표면으로부터 제거된다. 증발은 대류를 가하지 않고 기재(16)을 가열하여 수행될 수 있다.

대표도

도 2

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 건조 장치의 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시한 장치의 단부도이다.

도 3은 도 1의 3-3 선을 따라 취한 단면도이다.

도 4는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 사시도이다.

도 5는 도 4에 도시한 장치의 단부도이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 사시도이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 단면도이다.

도 8은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 단면도이다.

도 9는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 단면도이다.

도 10은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 개략적인 측면도이다.

도 11은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 단면도이다.

도 12는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 저면도이다.

도 13은 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 평면도이다.

도 14는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 평면도이다.

도 15는 본 발명의 다른 실시 형태에 따른 건조 장치의 측면도이다.

도 16은 처리 변수들을 나타내는 본 발명의 개략적인 측면도이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 질량 및 에너지를 전달하고, 기재(基材, substrate) 상의 코팅물을 건조하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 에워싸인 영역에서 질량 및 에너지를 전달하고 기재를 건조하는 것에 관한 것이다.

웨브와 같은 피복 기재를 건조하기 위해서는 코팅물에 에너지를 공급하고, 다음에 증발된 액체를 제거하는 것이 요구된다. 코팅물로부터 증발되는 액체는 유기 용매계, 수성(water-based) 용매계를 포함하는 무기 용매계와 같은 용매를 함유하는 임의의 액체일 수 있다. 피복 웨브에 에너지를 공급하기 위하여 대류, 전도, 복사 및 전자파 에너지가 이용된다. 증발된 액체를 제거하기 위해 대류를 가하거나 강제적으로 기체를 유동시킨다. 적용된 대류는 전력을 공급하여 발생되고 의도적으로 야기되는 대류로서 정의되고, 단순히 웨브의 이동, 자연적인 대류, 그리고 다른 불가피한 힘 등에 의해 야기되는 대류는 제외된다. 수증기와 같이 증기에 독성이 없는 몇몇 경우에 있어서는, 증기는 주위 대기로 신속히 증발시킴으로써 제거된다.

종래의 건조 기술에 있어서, 증발된 액체를 기체/액체 계면으로부터 제거하기 위해서는 불활성 또는 활성인 다량의 기체가 요구된다. 이러한 건조기(dryer)는 다량의 기체 유동을 수용하기 위하여, 건조할 피복 웨브와 건조 엔클로저(drying enclosure)의 상부 사이에 큰 공간을 필요로 한다. 건조는 기체/액체 계면에서 확산, 대류, 이동 웨브와 충돌 기류로부터의 경계층 공기, 증기의 농도, 액체에서 증기로의 상태 변화에 따른 대류에 의해 지배된다. 이러한 현상은 피복 웨브 바로 위에서, 통상 표면으로부터 15 cm 이내에서 발생한다. 종래의 건조기는 피복 웨브 위에 큰 공간을 갖고 있고 다량의 기류의 평균 속도 및 온도만을 제어할 수 있기 때문에, 종래의 건조기는 기체/액체 계면 근처에서의 이러한 현상들을 제어하는 능력이 제한되었다.

유기 용매계에 대하여, 이러한 다량의 기류 내의 증기 농도는 통상 1-2%로 낮게 유지되어, 증기/기체 혼합물에 대한 인화 가능한 한계 미만으로 남아 있다. 이렇게 다량으로 가스를 유동시키는 것은 증발된 액체를 처리 과정으로부터 제거하기 위함이다. 이러한 가스 유동을 에워싸고, 가열하고, 압축하고, 제어하는 비용은 건조기 비용의 대부분을 차지한다. 따라서, 이러한 다량의 가스 유동의 필요성을 제거하는 것이 유리하다.

이러한 기류는 대규모 열교환기 또는 와이프 블레이드(wiping blade)가 마련된 냉각 롤(chilled roll)을 사용하여, 배출 전에 응축 시스템으로 보내져 증기를 분리한다. 이러한 응축 시스템은 다량의 기류 내의 피복 웨브로부터 비교적 멀리 떨어져 위치한다. 이 기류 내의 증기 농도가 낮기 때문에, 이들 시스템은 대형이고, 고가이며, 저온에서 작동되어야 한다.

상기 응축 시스템을 증기 농도가 높은 피복 기재 부근에 배치하는 것이 유리하다. 그러나, 종래의 열교환기들의 경우, 응축액이 중력에 의해 다시 코팅 표면으로 유출되는 경향이 있어서, 만일 그러한 열교환기들이 경사져 있지 않거나 아니면 수집 팬(collection pan)을 갖추고 있지 않다면 제품의 품질에 영향을 줄 수 있었다. 열교환기에 수집 팬이 구비되어 있다면, 열교환기는 고농도의 웨브 표면으로부터 분리되어 있을 것이다. 열교환기가 경사져 있다면, 물방울이 떨어지는 것이 아마도 여전히 문제로 될 것이다. 또한, 종래의 열교환기들은 웨브 경로를 따라 건조 상태를 제어하도록 평면적이지도 않다.

미국 특허 제4,365,423호에는 건조할 웨브 위에 작은 구멍이 있는 표면을 사용하여, 다량의 가스 유동에 의해 발생하는 난기류로부터 코팅물을 차폐하여 얼룩을 방지하는 건조 시스템이 개시되어 있다. 그러나, 상기 시스템은 대류의 적용을 피할 수는 없으며, 2차적으로 효율이 낮은 방법을 이용하여 용매를 회수할 필요가 있고, 건조 속도를 감소시킨다. 또한, 건조 속도가 감소하기 때문에, 상기 특허는 건조기 길이의 단지 5-25%에 대해서만 이러한 차폐를 이용하는 것을 교시(敎示)하고 있다.

독일 특허 공보 제4009797호에는 증발된 액체를 제거하기 위하여 건조 엔클로저 내에 배치되는 용매 회수 시스템이 개시되어 있다. 스크레이프 블레이드(scraping blade)가 마련된 냉각 롤이 웨브 표면 위에 놓여 액체 형태의 증기를 제거한다. 가해진 대류는 증발된 액체를 전혀 제거하지 않는다. 그러나, 롤은 건조기 길이 중 짧은 부분을 차지하고 있는 표면 근처의 고농도 증기 영역에서만 유효하다. 이것은 기체/액체 계면에서 최적의 제어 조건을 제공하지 않는다. 사실, 롤이 회전할 때, 롤은 웨브 표면 근처에 난기류를 일으킬 수 있다. 또한, 이러한 시스템은 웨브가 건조기를 통해 이동할 때 그 형태를 피복 웨브의 일련의 평탄한 표면에 맞추지 못한다. 따라서, 상기 시스템은 건조 조건을 제어하는 작은 평면형 간극을 두고 작동할 수 없으며, 최적의 응축율을 달성할 수 없다.

영국 특허 제1 401 041호에는 피복 기재 근처의 가열 플레이트 및 응축 플레이트를 사용함으로써 종래의 건조를 위해 요구되는 다량의 가스 유동 없이 작동하는 용매 회수 시스템이 개시되어 있다. 용매는 응축 플레이트에서 응축되고 다음에 응축된 액체는 중력에 의해 수집 장치로 유출된다. 상기 장치는 응축 표면으로부터 액체를 제거하기 위하여 중력만을 이용한다. 따라서, 응축 표면은 피복 기재 위에 위치될 수 없는데, 왜냐하면 응축된 액체가 중력에 의해 피복 기재 위로 다시 운반되기 때문이다. 도면 및 설명(제3면, 제89행 내지 제92행)에서, 응축 표면은 수직한 것으로서 또는 피복 기재는 응축 표면 위에 피복된 쪽이 아래를 향한 상태로서 설명되어 있다. 기재의 바닥면에 코팅을 행하거나 또는 코팅을 행한 후에 기재를 뒤집는 것은 당업계에서 바람직한 방법이 아니다. 기재를 뒤집어진 상태로 코팅하고 피복 기재를 건조 전에 뒤집는 것은 코팅물에 결함을 만들어낼 수 있다. 이러한 제한은 방법상의 유연성을 상당히 감소시킴으로써, 그러한 방법을 표준 제조 방법에 적합화하는 데에 상당한 비용을 유발한다. 이러한 방법이 당업계에서 채택되지도 않거나 논의되지 않는 이유는 바로 이처럼 수직하게 또는 뒤집어서 건조해야 할 필요성 때문이다.

영국 특허 제1 401 041호(제2면, 제126행 내지 제3면, 제20행)에는 또한 응축 표면에서 액체 필름층이 성장하고 물방울이 형성되는 이러한 방법의 문제점이 설명되어 있다. "액체 필름 생성물(14)은 응축기의 하측 단부 쪽으로 두께가 증가할 수 있기 때문에", 응축 표면의 길이는 이러한 필름층의 성장 및 안정성에 의해 제한된다. 응축 표면의 길이를 제한하게 되면, 건조기의 길이를 제한하게 되고 또는 코팅물이 건조되지 않은 채로 건조 시스템을 빠져나가는 것이 요구된다. 이것은 용매 증기의 일부가 대기로 손실되는 바람직하지 않은 효과를 가져오므로, 건조 현상에 대해 제어를 할 수 없게 되고, 결함을 생성시키게 된다. 다른 제한은 응축 액체 필름이 기재와 접촉하는 것을 방지하고, 물방울이 기재와 접촉하는 것을 방지하기 위하여, 피복 기재으로부터의 응축 표면 거리를 "약 5 mm 미만으로 할 수가 없다"는 것이다.

수직으로 또는 뒤집어서 건조하는 이러한 시스템의 제한은 건조기의 길이를 제한하고, 피복 기재로부터의 원하는 거리에서 작동할 수 없어서, 원하는 건조 이득을 획득하기에 부적절하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 기체/액체 계면 근처의 상태의 제어를 개선하고, 증발된 액체를 전달하기 위해 대류를 가할 필요성이 없으며, 응축 증기 회수 시스템의 효율을 개선하는, 피복 기재의 건조 시스템에 대한 요구가 있다. 또한, 기재 근처에 작은 간극을 두고 작동할 수 있는 시스템에 대한 요구도 역시 있다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 질량 및 에너지를 전달하고, 피복 기재를 건조하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 응축 표면은 건조할 기재의 한 측면(코팅물이 있는 측면)의 기재 근처에 위치한다. 대류를 가하지 않고도 피복 기재으로부터 액체가 증발되어 응축 표면에 응축된다. 응축된 액체는 액체 그대로 응축 표면으로부터 이동된다.

응축액 필름층이 응축 표면에 형성되어 응축액 물방울이 형성되는 것을 방지하고, 응축액이 기재와 연결되는 것을 방지한다.

상기 응축 표면은 기재으로부터 5 mm 미만으로 이격될 수 있다. 다른 실시 형태에 있어서, 상기 응축 표면은 기재 위에 위치할 수 있다. 다른 실시 형태에서, 응축된 액체는 응축 표면의 측연부를 향해 이동된다.

상기 응축된 액체는 중력을 이용하여 적어도 부분적으로 제거될 수 있다. 상기 응축 표면은 피복 기재의 적어도 하나의 횡방향 측면으로 기울어질 수 있다. 중력은 응축액을 응축 표면으로부터 이동시킨다. 또한, 상기 응축된 액체는 작은 구멍이 있는 재료와 같은 것을 사용하는 등 표면 장력 또는 모세관 힘에 의해 제거될 수 있다.

복수개의 응축 표면이 사용될 수 있다. 한 응축 표면은, 피복 기재 위에 위치하고 피복 기재의 적어도 하나의 횡방향 측면에 경사져 있는 응축 플래튼(platen)일 수 있으며, 다른 응축 표면은 상측면 및 하측면이 있는 시트(sheet)일 수 있다. 시트는 그 하측 연부가 응축 플래튼의 하측 연부를 향하도록 하면서 수평면으로부터 기울어지도록 응축 플래튼 아래에 배치될 수 있다. 시트는 서로 겹쳐질 수 있고 겹쳐진 영역에서 이격되어 떨어져 있을 수 있다.

다른 실시 형태에 있어서, 상기 응축 플래튼은 응축 플레이트와, 응축 플래튼 아래 그리고 응축 플래튼으로부터 이격되어 위치하는 하측면 및 상측면이 있는 작은 구멍이 있는 재료를 갖고 있다. 작은 구멍이 있는 시트의 상측면 및 하측면은 응축 표면을 형성한다. 응축 플래튼과 작은 구멍이 있는 시트 사이 공간의 폭, 시트 내의 구멍들의 크기, 작은 구멍이 있는 시트 상의 개방 영역 대 중실(中實) 영역의 비는 표면 장력이 응축 표면에 응축액을 유지할 수 있도록 선택할 수 있다.

건조 속도는 간극의 높이 및 피복 기재와 응축 표면 사이의 온도 차이를 제어함으로써 제어할 수 있다.

상기 응축 표면은 정지해 있는 벨트 또는 회전 벨트에 형성될 수 있다. 별법으로서, 상기 응축 표면은 편평한 플레이트 또는 홈이 있는 플레이트, 튜브, 핀(fin) 또는 다른 형태로 형성될 수 있다. 응축 표면은, 응축액을 유지하기 위해 영-라플라스(Young-Laplace) 표면 장력을 이용하고 응축액을 이동시키기 위해 모세관 힘을 이용하는 작은 구멍이 있는 플레이트로부터 형성될 수 있다.

상기 응축 표면이 응축된 액체를 종방향으로 유동시키는 경우, 액체를 수집하기 위하여 수집 시스템을 사용하거나 응축 표면 상의 구조가 액체를 안내할 수 있다. 상기 응축 표면 상의 리브(rib)와 같은 구조는 응축액이 축적되는 것을 제한할 수 있고, 물방울이 형성되는 것을 방지할 수 있다.

본 발명의 시스템은 코팅 표면 위에 작은 제어된 환경의 간극을 만들어내는 응축 표면을 이용하여 질량 및 에너지를 전달하고, 이동 웨브와 같은 피복 기재의 코팅물을 건조하는 방법 및 장치이다. 건조 처리 중에 발생하는 다른 물리적 현상 및 화학적 현상들, 예컨대 화학 반응 속도, 경화 속도, 상 변화 등도 본 발명에 의해 영향을 받을 수 있다.

도 1 내지 도 3에 도시한 실시 형태에 있어서, 건조[액체를 가열하여 증기로 증발시켜 웨브로부터 그 증기를 이동시키고, 증기를 응축하여 응축된 증기(응축액이라고도 알려져 있다)를 웨브로부터 이동시킨다]는 종래의 건조 방법과 관련하여 기체의 대류를 가할 필요 없이 일어난다. 이것은 많은 정밀 코팅물과 관련된 얼룩 형성을 감소시키고 증가된 건조 속도로 건조를 가능하게 해준다. 도 4 내지 도 15에 도시한 실시 형태에 있어서, 적어도 증발된 액체를 웨브로부터 제거하는 것은 기체의 대류를 가하지 않고도 일어난다. 이러한 시스템의 모든 양태는 기체/액체 계면 근처에서 일어나는 현상들에 대한 제어를 개선하고, 높은 액체 회수율을 달성한다.

모든 양태는, 응축을 이용하여 적용된 대류의 힘을 필요로 하지 않고 거의 평면형의 형태를 취할 수 있으며, 또 주변 및 경계층의 대류의 힘이 최소화되는 간극 내에서 증발된 액체를 제거한다. 건조 시스템은 피복 표면 근처에 제어된 환경의 미소 간극을 형성하고 건조 기구로부터 대류를 가할 필요성을 제거함으로써 종래의 건조 기술에 비해 많은 이점을 갖는다. 몇몇 제품에 있어서, 건조 중에 화학 반응 또는 다른 물리적 작용 및 화학 작용이 코팅물 내에서 일어난다. 상기 건조 시스템은 이러한 작용들이 공정 중에 진행되든지 진행되지 않던지 간에 기능을 수행한다. 상기 건조 시스템은 건조 중에 이러한 작용에 영향을 줄 수 있다. 한 예로 수분 경화성 중합체가 용매 내에 분산 또는 용해되어 있는 경우를 들 수 있으며, 그러한 중합체는 건조 대기에 습기가 존재함에 따라 건조 공정 중에 악영향을 받을 수 있다. 본 발명은 코팅 표면 위에 제어된 환경의 작은 간극을 만들어낼 수 있기 때문에, 제어된 습도의 환경을 제공하여 이러한 중합체의 경화를 개선하는 것은 실질적으로 더욱 간단하다. 건조 현상의 제어를 개선하고 코팅 표면 위에 제어된 환경의 작은 간극을 만들어냄으로써, 건조 중에 일어나는 다른 물리적, 화학적 작용이 이익이 될 수 있는 많은 다른 용도가 있다.

별법의 방법에 있어서, 상기 건조 시스템은 가해진 대류와 조합될 수 있으며, 가해진 대류는 기체를 종방향, 횡방향 또는 다른 임의의 방향으로 코팅물을 가로질러 이동하게 함으로써 발생될 수 있다. 이러한 방법은 피복 표면 위의 대기로 추가적인 질량 이동 또는 다른 수정을 제공할 수 있다. 이 방법은 가해진 대류가 제품의 성질에 해가 되지 않는 경우에 이용할 수 있다.

본 발명자들은 기재를 건조시킬 때, 응축 표면으로부터 피복 기재까지의 거리가 5 mm 미만인 경우에 건조를 현저히 개선할 수 있고, 건조 속도를 증가시킬 수 있다는 것을 발견하였다. 영국 특허 제1 401 041호에 개시되어 있는 시스템은 건조에 대한 제어를 현저히 개선할 수 있는 상기 범위에서는 실질적으로 작동될 수 없다.

편평하든지 편평하지 않든지, 다공성이든지 다공성이지 않든지 구조화되어 있든지 구조화되어 있지 않든지 임의의 형태의 플레이트, 또는 튜브 또는 핀(fin)과 같은 다른 형태의 많은 종류의 응축 구조가 사용될 수 있다. 응축 표면의 구조는 대형, 중간, 미소 규모의 기하 형태 및 치수를 조합할 수 있다. 플레이트는 고정된 플래튼 또는 이동 플래튼, 액체 스크레이퍼(scraper)가 마련된 이동 벨트 또는 액체 스크레이퍼가 마련되지 않은 이동 벨트, 유사한 장치를 포함한다. 상기 응축 구조는 웨브와 평행할 수 있고 또는 웨브에 대해 기울어질 수 있으며, 평탄한 표면 또는 만곡된 표면을 가질 수 있다.

응축 표면은 세가지의 기준을 만족시켜야 한다. 첫째, 응축 표면은 응축 잠열을 제거하기 위해 충분한 에너지 전달 능력이 있어야 한다. 둘째, 응축액은 응축 표면을 적어도 부분적으로 적셔야 한다. 셋째, 응축 표면은 응축된 증기(응축액)가 웨브의 피복 표면으로 돌아가지 않도록 해야 한다. 응축 표면과 관련된 것은 필름이 비균일해지기 시작하는 것을 표시해주는 유효 임계 응축액 필름 두께이다. 상기 두께는 (표면 장력, 밀도, 그리고 점도와 같은) 응축액의 물리적 성질뿐만 아니라 응

축 표면의 재료, 기하, 치수, 형태, 방위, 구조, 그리고 다른 요인들의 함수이다. 본 시스템의 다른 특징은 응축액의 전달 및 제거이다. 이것은 응축액 필름 두께를 유효 임계 두께 미만으로 유지하고, 모세관 힘, 중력, 기계적 힘, 또는 이들 힘의 여러 조합에 의해 달성될 수 있다.

모세관 힘, 또는 모세관 압력은 만곡된 메니스커스(meniscus)에 작용하는 표면 장력의 결과로서 설명할 수 있으며, 영-라플라스 방정식이라 알려진 기초 방정식에 의해 결정된다. 영-라플라스 방정식은 $\triangle P = \sigma(1/R_1 + 1/R_2)$로 나타낼 수 있는데, $\triangle P$는 계면에 걸친 압력 강하, σ는 표면 장력, R_1, R_2는 계면의 주요 곡률 반경이다. 모세관 현상은 존 윌리 & 선즈, 인코오포레이티드(1982)사에서 출판한 에이. 더블유. 아담슨의 "표면의 물리 화학"(제4판)에 상세하게 기재되어 있다. 도 1,2,4,5,9,10,11은 응축 표면으로부터 응축액을 제거하기 위해 다른 힘과 함께 모세관 힘을 이용하는 실시 형태를 나타낸다.

중력은 중력장 내에서 유체 질량[정수두(靜水頭)(hydrostatic head)]의 위치에 기인한다. 도 7,8,10,12는 응축액을 응축 표면으로부터 제거하기 위해 다른 힘과 함께 중력을 이용하는 예를 나타낸다.

응축된 액체를 응축 표면으로부터 제거하여 응축된 액체가 기재로 돌아가지 못하도록 다른 기구를 사용할 수 있다. 예컨대, 와이퍼, 벨트, 스크레이퍼, 펌핑 시스템 또는 임의의 조합과 같은 기계식 기구를 사용하여, 응축된 액체를 제거할 수 있다. 도 6,13,14,15는 응축액을 응축 표면으로부터 제거하기 위하여 다른 힘과 함께 기계적 힘을 이용하는 실시 형태를 나타낸다.

도 1 내지 도 3은 두 개의 플래튼을 사용하는 장치를 나타낸다. 도 4 및 도 5는 하나의 플래튼을 사용하는 장치를 나타낸다. 이러한 두 가지의 양태에 있어서, 한 플래튼에는 웨브의 피복 표면으로부터 가까운 거리에 위치하는 응축 액체 전송 표면이 있다. 15-20 cm 미만의 거리가 바람직하다. 5 mm 미만의 거리는 더욱 유리한 결과를 나타낸다. 0.5 mm 미만의 거리, 그리고 0.1 mm 이하의 거리에서도 달성 가능하다.

도 1 및 도 2에서, 장치(10)는, 가열된 플래튼(14)으로부터 이격되어 있고 냉각될 수 있는 응축 플래튼(12)을 포함한다. 응축 플래튼(12)은 주위 온도보다 높거나 낮을 수 있는 온도(T_1)로 설정되고, 가열된 플래튼(14)은 주위 온도보다 높거나 낮을 수 있는 온도(T_2)로 설정된다. 피복 웨브(16)의 온도는 T_3이다. 웨브의 위치는 h_1, h_2에 의해 정해지는데, h_1, h_2는 웨브(16)의 각 대향면과 응축 플래튼 및 가열된 플래튼 사이의 거리이다. 도 16은 이러한 변수들의 상대적인 위치를 나타내고 있다. 응축 플래튼과 어떤 가열 플래튼 사이의 간극(h)은 h_1, h_2 그리고 피복 웨브 두께의 합이다. 코팅물(18)을 갖고 있는 웨브(16)는 임의의 속도로 두 플래튼 사이를 이동한다. 별법으로서, 웨브는 정지 상태로 있을 수 있고, 장치(10) 전체가 이동하거나 또는 웨브와 장치가 모두 이동한다. 이들 플래튼은 장치 내에 정지 상태로 있다. 가열된 플래튼(14)은 웨브(16)의 비피복 쪽에 웨브와 접촉 상태로 또는 웨브와 플래튼 사이에 작은 간극(h_2)을 두고 배치된다. 응축 플래튼(12)은 웨브와 플래튼 사이에 작은 간극(h_1)을 두고 웨브(16)의 피복 쪽에 위치한다. 응축 플래튼(12)과 가열된 플래튼(14)은 웨브의 위아래로 대류를 가할 필요성을 제거해 준다. 건조는 온도(T_1,T_2) 및 거리(h_1,h_2)를 조절함으로써 제어된다.

정지해 있을 수 있거나 이동할 수 있는 응축 플래튼(12)은 피복 표면 근처에(12 cm 떨어져 있거나, 5 cm 떨어져 있거나 또는 더 가깝게) 배치된다. 이와 같이 플래튼을 배치함으로써 피복 웨브 부근에 작은 간극이 만들어진다. 간극은 실질적으로 일정하여 간극이 벌어지거나 좁아지는 정도는 작다. 또한, 간극은 응축 표면 상의 어떤 홈(groove)(이하에서 설명한다)에도 불구하고 실질적으로 일정하다. 플래튼의 배향은 중요하지 않다. 응축 플래튼(12)은 (도1,2,4,5-9에 도시한 것처럼) 웨브 위에 있을 수 있고, (웨브의 바닥 표면에 코팅물이 있는) 웨브 아래에 있을 수 있으며, 시스템은 웨브 이동 방향의 축 둘레로 기울어지는 것을 비롯하여 웨브와 수직 또는 다른 임의의 각도의 웨브로 작동할 수 있다.

가열된 플래튼(14)은 웨브(16)를 통해 코팅물(18)에 대류를 인가하지 않고 에너지를 공급하여 코팅물(18)로부터 액체를 증발시킴으로써 코팅물을 건조시킨다. 에너지는 높은 열전달 속도를 달성하는 전도, 복사 및 대류를 조합하여 전달된다. 이것은 웨브(16) 상의 코팅물(18) 내의 액체를 증발시킨다. 다음에, 코팅물(18)로부터 증발된 액체는 (확산 및 대류를 이용하여) 웨브(16)와 응축 플래튼(12) 사이의 간극(h_1)을 가로질러 전달되고, 응축 플래튼(12)의 바닥 표면에서 응축된다.

도 3에 도시한 바와 같이, 응축 플래튼(12)의 바닥 표면은 응축 표면(22)이고, 그 표면에는 응축된 액체가 중력에 의해 코팅물로 돌아가는 것을 방지하고, 응축된 액체를 연부 플레이트(26) 쪽으로 측방향 이동시키기 위하여 모세관 힘을 이용하는 횡방향의 개방 채널, 즉 홈(24)이 있다. 홈은 삼각형, 직사각형, 원형 또는 보다 복잡한 다른 형태 또는 이들 형태의 조합일 수 있다. 홈의 재료, 기하 형태 및 치수는 필요한 질량 유동, 표면 장력, 점도, 밀도와 같은 응축액의 물리적 성질을 수용할 수 있도록 설계된다.

응축 표면의 특정 형태는 코너가 있는 개방 채널, 즉 홈이 마련된 것이다. 예컨대, 도 3에 도시한 이러한 형태의 모세관 응축 표면은 기하학적으로 특수한 표면으로서, 이는 콘커스-핀(Concus-Finn) 부등식[프로시딩 오프 내쇼날 아카데미 오프 사이언스, vol. 63, 292-299(1969)의 콘커스 피. 앤드 핀 알.의 "웨지 내의 모세관 표면의 거동"]을 이용하여 설계될 수 있다. 즉, $\alpha + \theta_s < 90^\circ$ 로서, α는 임의의 코너에 포함되는 각도의 절반이고, θ_s 는 기체/액체/고체의 정적(static) 접촉 각도이다. 정적 접촉 각도는 기체 내의 주어진 표면 재료에 대한 액체의 표면 장력에 의해 좌우된다. 만약 부등식이 만족되지 않을 경우, 계면은 제한되고, 부등식이 만족된다면, 계면은 한정된 평형 위치를 갖지 않고, 메니스커스는 제한되지 않는다. 후자의 경우에 있어서, 액체는 모세관 현상에 의해 무한히 또는 채널, 즉 홈의 단부로 이동한다. 코너가 있는 홈 표면은 코팅 액체가 물처럼 큰 표면 장력을 갖는 경우에 유용하다. 코너가 있는 모세관 표면은 에이. 엘. 로페즈 드 라모스(A. L. Lopez de Ramos)의 "다공성 매체에서의 이산화탄소의 증대된 모세관 확산"이라는 제목의 툴사 대학의 박사 논문(1993)에 상세히 논의되어 있다.

홈(24)은 또한 종방향으로 또는 임의의 다른 방향으로 있을 수 있다. 홈들이 종방향으로 있을 경우, 적절한 수집 시스템이 홈의 단부에 배치될 수 있어, 응축된 액체가 코팅 표면(18)으로 다시 떨어지는 것을 방지할 수 있다. 이러한 실시 형태는 응축 플레이트(12)의 길이를 제한하고, 최소 간극(h_1)도 제한한다.

액체가 홈(24)의 단부에 도달하면, 액체는 연부 플레이트(26)와 응축 표면(22) 사이의 어떤 각도로 교차한다. 액체 메니스커스가 형성되어 응축액을 응축 표면으로부터 적어도 한 쪽의 연부 플레이트로 당기는 저압력 영역을 만들어낸다. 중력은 메니스커스 내의 모세관 힘을 극복하고, 액체는 필름 또는 물방울(28)로서 연부 플레이트(26)의 표면으로 낙하한다. 연부 플레이트(26)는 단지 홈들을 갖는 것뿐 아니라, 임의의 응축 표면과 함께 사용될 수 있다. 물방울(28)은 각 연부 플레이트(26)로부터 낙하되어 수집 장치(도시 생략)에서 수집될 수 있다. 예컨대, 슬롯이 형성된 파이프가 각 연부 플레이트(26)의 바닥 연부 둘레에 배치되어 액체를 수집하고 액체를 용기로 안내할 수 있다. 연부 플레이트(26)는 명세서 전체에 걸쳐 응축 플래튼의 응축 표면의 단부들과 접촉하는 것으로서 도시되어 있다. 그러나, 연부 플레이트는 응축된 액체를 기능적으로 수용하기에 충분히 가까이 있는 한 응축 플래튼과 접촉하는 일이 없이 응축 플래튼에 인접할 수 있다.

별법으로서, 응축된 액체는 응축 표면(22)으로부터 제거되는 한, 또는 적어도 웨브(16)로 돌아가는 것이 방지되는 한 플래튼으로부터 제거할 필요가 없다. 또한, 연부 플레이트(26)는 응축 표면(14)과 어떤 각도로 배치할 수 있지만, 응축 표면(14)과 수직한 것으로서 도시되어 있고, 응축 플레이트(26)는 매끄러울 수 있으며, 홈이 있을 수 있고, 다공성일 수 있으며 또는 다른 재료일 수도 있다.

가열된 플래튼(14)과 응축 플래튼(12)은 채널과 같은 내부 통로를 포함할 수 있다. 열전달 유체는 외부 가열 시스템에 의해 가열되어 상기 통로를 통해 순환되어, 가열된 플래튼(14)의 온도(T_2)를 설정할 수 있다. 동일한 또는 상이한 열전달 유체가 외부 냉각 장치에 의해 냉각되고 통로를 통해 순환되어 응축 플래튼(12)의 온도(T_1)를 설정할 수 있다. 플래튼(14)을 가열하고 플래튼(12)을 냉각하기 위해 다른 기구가 사용될 수 있다.

도 4 및 도 5에 도시한 장치(30)는 가열 플래튼이 없다는 것을 제외하고는 도 1 내지 도 3에 도시한 것과 유사하다. 상기 장치(30)에서, 웨브(16)는 어떤 형태의 가열기를 사용하여 전도, 복사, 마이크로파, 대류 또는 주위 에너지 중 하나, 또는 이들을 조합하여 가열되어 코팅물로부터 액체를 증발시킨다. 이러한 가열기로는 가열된 드럼, 복사 가열 장치 또는 강제된 가스 유동 등이 있지만, 이에 한정되지 않는다. 상기 시스템은 어떤 에너지를 가하지 않고도, 건조기 외부에서도, 단지 액체를 증발시키기 위하여 주위 에너지를 사용하지 않고도 작동될 수 있다. 그렇지 않다면, 장치(30)는 도 1 내지 도 3에 도시한 장치와 동일하게 작동하며, 증발된 액체를 웨브(16)로부터 응축 플래튼(12) 상의 응축 표면(22)으로 전달하기 위해 대류를 가할 필요가 없다. 피복 웨브(16)와 응축 표면(22) 사이의 간극(h_1)은 웨브(16) 및 웨브 지지체 또는 다른 장벽들의 어떤 조합에 의해 가열 장치로부터 절연된다. 이것은 상기 영역을 어떤 가해진 대류로부터 절연할 수 있다.

도 6에서, 장치(32)는 응축 표면(22)이 있는 벨트(34)를 포함한다. 벨트(34)는 실질적으로 기재의 형태에 상응하고, 기재와 응축 표면 사이에 간극을 제공한다. 벨트는 중실형일 수도 있고 또는 다공성일 수 있으며, 여러 가지 재료로 제조될 수 있다. 벨트는 응축 표면(22)과 기재(16) 사이에 상대적 이동을 제공할 수 있는 롤러(36)들에 의해 구동된다. 별법으로서, 응축 표면(22)은 웨브(16)에 대해 어떤 이동도 제공하지 않도록 구동될 수 있으며, 또는 웨브(16)의 반대 방향으로 구동될 수 있다. 별법으로서, 시스템 전체가 도시된 위치로부터 회전될 수 있고, 벨트(34)는 실질적으로 웨브(16)의 이동 방향에 횡으로 구동될 수 있다. 이러한 방법에서, 액체는 웨브(16)의 연부 너머로 제거될 것이다. 응축 표면(22)으로부터 액체를 제거하는 것은 벨트(34)에 인접한 기계식 와이프(38)에 의해 이루어진다. 기계식 와이프(38)는 전단력을 이용하여 응축 표면(22)으로부터 액체를 제거하여 그 액체를 적절한 수집 장치(40) 쪽으로 안내한다.

도 7 및 도 8은 응축 표면으로부터 액체 용매를 제거하기 위해 중력을 이용하는 장치의 실시 형태들을 나타낸다. 도 7에서 응축 표면(22)은 웨브의 한 횡방향 쪽으로 경사져 있는 플레이트(42) 상에 있고, 도 8에서 응축 표면(22)은 웨브(16)의 중심으로부터 웨브(16)의 양 횡방향 쪽으로 경사져 있는 하나 또는 두 플레이트(44) 상에 있다. 두 경우에 있어서, 응축 표면으로부터 액체를 이동시키는 데에 중력이 이용된다. 각도의 중심은 웨브의 종방향 중심선 상에 있을 수 있거나 중심에서 벗어날 수 있다. 모세관 현상이 중력과 결합될 수 있다.

도 9는 모세관 힘에 의해서 액체를 응축 표면으로부터 제거하는 다른 실시 형태를 나타낸다. 상기 실시 형태에서, 응축 플레이트(46)는 소결 금속 또는 스폰지와 같이 다공성 또는 심지 재료일 수 있는데, 액체 용매를 전달하기 위하여 모세관 힘을 이용한다. 용매는 응축 표면(22)에 응축되고, 모세관 힘으로 인해 응축 플레이트(46) 전체에 걸쳐 분배된다. 응축 플레이트(46)와 인접하는 연부 플레이트(26)는 모세관 표면을 형성한다. 액체 메니스커스가 형성되어 응축액을 응축 표면으로부터 적어도 한쪽의 연부 플레이트로 당기는 저압력의 영역을 만들어낸다. 중력은 모세관 힘을 극복하고, 액체는 필름 또는 물방울로서 연부 플레이트(26)의 표면으로 낙하한다.

도 10은 응축된 액체를 응축 표면(22)으로부터 전달하기 위해 모세관 힘과 중력을 이용하는 다른 실시 형태를 나타낸다. 도시한 것처럼, 응축 표면(22)은 여러 표면에 형성된다. 응축 플래튼(48)은 웨브(16) 위에서 한쪽으로 기울어져 있거나 또는 중심으로부터 양쪽으로 기울어져 있다. 얇은 재료 시트(50)가 응축 플래튼(48) 아래에 매달리고, 하측 연부가 응축 플래튼(48)의 하측 연부로 향하도록 하면서 수평면으로부터 멀어지는 방향으로 경사지도록 배치된다. 도시한 것처럼, 재료 시트(50)는 적어도 0.05 cm 겹쳐지고, 겹쳐진 영역에서 0.01-0.25 cm 슬롯 만큼 서로 이격되어 있다. 응축 표면(22)에 응축되는 증기는 표면 장력에 의해 표면에 유지된다. 응축된 액체는 웨브(16)의 연부를 넘을 때까지 중력에 의해 시트(50)의 각 상측 표면 아래로 계단식으로 운반된다. 얇은 시트(50)의 하측 표면에 응축되는 액체는 상기 겹쳐진 영역으로 전달되고, 슬롯에 의해 생기는 모세관 힘은 액체를 슬롯 속으로 당긴다. 다음에, 액체는 다음 시트(50)의 상측 표면으로 전달되고, 다시 중력에 의해 기재의 연부로 계단식으로 운반된다. 따라서, 시트의 하측 표면에 응축되는 액체는 피복 기재로 다시 떨어지는 물방울을 형성하지 않는다. 경우에 따라서는, 액체가 시트(50)와 응축 플래튼(48) 사이의 슬롯을 완전히 채우는 것이 바람직하다.

도 11은 액체를 응축 표면으로부터 전달하기 위해 중력과 모세관 힘을 조합할 수 있는 다른 실시 형태를 나타낸다. 이 실시 형태에 있어서, 다공성이고, 슬롯이 형성되어 있으며, 스폰지의, 벌집 모양이고, 칸막이되어 있고(screened) 또는 그렇지

않다면 작은 구멍이 있는 재료(52)가 응축 플래튼(54) 아래에 부착·배치되어 있다. 응축 플래튼(54)과 작은 구멍이 있는 재료(52) 사이의 거리, 재료(52) 내의 작은 구멍의 크기, 그리고 작은 구멍이 있는 재료(52) 상의 개방 면적과 중실 면적의 비율은 모두, 액체가 표면 장력에 의해 이러한 응축 표면(22)에 유지되도록 설계된다. 상기 장치는 웨브(16)에 인접하여 배치된다. 응축 표면(22) 상에 응축되는 증기는 작은 구멍이 있는 재료의 공극(空隙) 내에, 그리고 플레이트 이격 영역(56)에 액체로서 유지된다. 액체가 플레이트 이격 영역(56)으로부터 제거됨에 따라, 웨브(16)를 향하는 작은 구멍이 있는 재료 쪽에 있는 액체는 모세관 힘에 의해 전달되어 플레이트 이격 영역(56) 내의 공극을 채운다. 액체는 중력, 모세관 힘 또는 기계적인 힘에 의해 플레이트 이격 영역(56)으로부터 제거될 수 있다. 응축 플래튼(54)을 수평면으로부터 임의의 방향으로 기울임으로써, 중력이 액체를 플레이트 이격 영역(56)으로부터 웨브(16) 연부 너머의 한 지점으로 제거할 것이다. 별법으로서, 액체는 적어도 하나의 연부 플레이트(26)를 응축 플래튼(54)의 연부에 배치함으로써 플레이트 이격 영역(56)으로부터 제거될 수 있다. 연부 플레이트(26)는 응축 플래튼(54)과 접촉하여 모세관 표면을 형성한다. 몇몇 용도에 있어서, 연부 플레이트는 작은 구멍이 있는 재료(22)와 접촉할 수 있다. 액체 메니스커스가 형성되어 응축액을 적어도 한 쪽의 연부 플레이트로 당기는 저압력 영역을 만들어낸다. 중력은 모세관 힘을 극복하고, 액체는 필름 또는 물방울로서 연부 플레이트(26)의 표면 쪽으로 낙하한다. 또한, 응축액은 플레이트 이격 영역(56)으로부터 기계적으로 펌핑될 수 있다.

도 12는 돌출형 구조가 마련된 응축 플래튼(60)을 나타낸다. 응축 플래튼(60)은 실질적으로 웨브(16)의 형태에 상응할 수 있는 응축 표면(22)을 제공한다. 플래튼(60)을 수평면으로부터 기울여 배치함으로써, 중력을 이용하여 액체를 응축 표면(22)으로부터 제거한다. 수평면으로부터의 이러한 기울어짐은 웨브(16) 경로에 평행한 방향 및 횡방향을 비롯한 임의의 방향일 수 있다. 어떤 장치를 추가하지 않으면, 응축 표면(22)으로부터 배수되는 액체는, 짧은 거리(통상 1 m 미만)에 걸쳐 충분한 막 두께를 형성하여, 표면 장력은 액체를 유지할 수 없고 액체는 물방울로서 웨브(16) 위로 떨어진다. 리브(62)와 같은 임의의 기하 형태를 갖는 구조를 응축 플래튼(60)의 응축 표면(22)에 배치하여, 필름 두께가 증가하는 것을 제한하고, 웨브(16) 위로 떨어지는 물방울의 형성을 방지할 수 있다. 리브(62)는 응축 표면(22)에 경사지게 대각선으로 배치되어, 액체를 웨브(16)의 연부를 넘어 적절한 수집 장치(도시 생략)로 안내한다. 리브는 충분한 수로 적절한 간격을 두고 제공되어, 특정 리브(62)에 의해 배수되는 표면적을 제한하여 물방울 형성이 일어나는 임계점 아래로 필름 두께를 유지한다. 응축 표면에는 종방향 웨브 방향으로 진행하는 홈이 마련될 수 있다.

도 13에 도시한 장치(64)는 응축 표면과, 응축된 액체를 액체가 제거되는 웨브(16)의 연부 너머로 기계적으로 이동시킨다. 응축 플래튼(66)은 웨브(16)에 인접하여 위치하는 응축 표면(22)을 제공한다. 원형 또는 다른 임의의 형태일 수 있는 플래튼(66)은 기계적으로 회전되어, 그 응축 표면(22)에 응축되는 액체를 웨브(16)의 연부 너머 영역으로 전달한다. 응축 표면(22)으로부터의 액체 제거는 응축 표면(22)에 인접하여 블록(69)에 고정된 기계식 와이프(68)에 의해 이루어진다. 기계식 와이프(68)는 전단력을 이용하여 응축 표면(22)으로부터 액체를 제거하고, 그 액체를 적절한 수집 장치(70)로 안내한다. 이러한 일련의 시스템들은 종방향으로 기재의 형상과 실질적으로 상응하게 배치될 수 있다.

도 14는 액체를 유지하기 위하여 표면 장력을 이용하고, 응축 표면으로부터 액체를 제거하기 위하여 기계식 기구를 사용하는 장치(72)를 나타낸다. 응축 플래튼(74)은 실질적으로 웨브(16)의 형태에 상응할 수 있는 응축 표면(22)을 제공한다. 응축 표면(22)에 응축되는 액체는 표면 장력에 의해 그 표면에 유지된다. 응축 표면(22)에 인접하는 하나 이상의 기계식 와이프(76)를 사용하여 응축 표면(22)으로부터 액체를 제거한다. 기계식 와이프(76)는 응축 표면(22)을 가로질러 웨브(16)의 경로에 횡방향으로, 웨브(16)의 경로에 평행하게 또는 다른 임의의 방향으로 이동할 수 있다. 기계식 와이프(76)는 전단력을 이용하여 응축 표면(22)으로부터 액체를 제거하고, 그 액체를 기계식 와이프(76) 아래에 위치한 적절한 수집 기구(78) 쪽으로 향하게 한다. 액체는 액체가 전달되어지는 웨브(16)의 연부 너머의 수집 기구(78)로 전달된다.

도 15는 응축된 액체를 응축 표면으로부터 제거하기 위해 펌프(80)를 사용하는 실시 형태를 개략적으로 나타낸다. 펌프는 임의의 형태의 펌프일 수 있고, 부압(負壓)을 발생시키는 임의의 다른 기구가 사용될 수 있다. 도 15에 도시한 것처럼, 응축된 액체는 제거 전에 모세관 현상 또는 중력과 같은 것에 의해 응축 표면의 횡방향 중심을 향해 이동될 수 있다.

다른 용도에서, 상기 시스템은 처음에 피복 표면으로부터 유체를 제거할 수 있다. 다음에, 건조 위치로부터 아래 웨브 위치에서, 시스템은 "후미에" 사용되어, 기재에 약간의 습기 부분 또는 추가적 반응물을 첨가하여 코팅물을 개질할 수 있다.

장치는 액체를 증발시키기 위해 어떤 에너지를 가하지 않고, 단지 주위열만 이용하는 건조기 구조의 외부에서 작동할 수 있다. 응축 표면(22)의 온도를 주위 온도로 또는 주위 온도에 근접하게 제어함으로써, 액체의 증발은 응축 표면과 웨브(16) 사이 간극(h_1) 내의 증기 농도가 응축 표면(22) 및 웨브(16) 온도에 의해 정해지는 포화 농도에 이를 때에만 일어난다. 증발한 액체는 웨브의 점성 항력(viscous drag)에 의해 유지되어 간극(h_1)을 통해 시스템의 출구로 운반된다. 바람직하지 않은 건조가 감소될 수 있고, 증기의 방출은 주위의 조건과 분리될 수 있다.

본 발명에 따른 건조 시스템은 코팅물의 건조를 감소시키거나 실질적으로 중단시키는 데에 사용될 수 있다. 건조 속도는 간극 높이 및 웨브(16)의 피복 표면(18)과 응축 표면(22) 사이의 증기 농도 구배의 함수이다. 주어진 간극(h_1)에 대하여, 웨브(16)와 응축 표면(22) 사이의 온도 차이는 증기 농도 구배를 형성한다. 응축 표면(22)에 대한 코팅 표면(18)의 온도가 높을수록, 건조 속도는 커진다. 응축 표면(22)의 온도가 피복 표면(18)의 온도에 근접함에 따라 건조 속도는 제로로 되는 경향이 있다. 종래식으로 건조시킬 때, 고가의 불활성 가스 건조 시스템을 사용하지 않고서는 증기 농도 구배를 제어할 수 없다. 몇몇 액체 코팅물에는 하나 이상의 용매가 최적의 제품 특성을 위한 건조 속도를 떨어뜨리는 기능을 하는 복수의 용매가 포함되어 있다. 피복 표면(18) 및 응축 표면(22)의 온도를 조절함으로써, 본 발명은 건조 속도를 감소시킬 수 있고, 아마도 건조 속도를 늦추는 용매를 사용해야 하는 필요성을 제거해준다.

건조 속도는 간극(h_1)의 높이와, 피복 표면(18) 및 응축 표면(22) 사이의 온도 차이에 의해 제어된다. 따라서, 주어진 온도 차이에 대하여, 건조 속도는 간극(h_1)을 형성하는 응축 플레이트의 위치에 의해 제어할 수 있다. 따라서, 상대 간극을 변화시키는 것처럼, 건조 시스템의 크기를 변화시킴으로써, 건조 속도를 제어하는 것이 가능하다. 종래의 건조기는 이러한 능력을 갖고 있지 않다.

몇몇 피복 웨브를 대류를 가하여 건조시키면 코팅물에 얼룩이 야기될 수 있다. 얼룩 패턴은 필름 코팅물 내의 결함이며, 액체 표면에서의 건조를 비균일하게 하는 코팅물 위의 증기 농도 또는 가스 속도 구배에 의해 형성된다. 보통의 실내 기류는

종종 이러한 결함을 만들어내기에 충분하다. 본 발명은 원하는 건조 위치의 바깥 지점에서 얼룩과 같은 결함을 유도하는 자연 대류를 감소시키거나 제어하는 데에 사용될 수 있다. 피복 표면이 건조 영역에 없고 그렇지 않다면 주위 기류 또는 웨브의 이동에 따른 교란 경계층으로부터의 대류에 노출되는 위치에서, 홈 또는 다른 액체 전송 및 제거 특징부, 기구, 구조(없을 수도 있다)가 마련된 장치는 간극(h_1) 만큼 떨어져 있는 피복 웨브(16)에 인접하여 위치될 수 있다. 피복 웨브(16)에 인접하게 응축 플레이트(12)를 배치함으로써 주위 기류를 코팅 표면으로부터 차단할 수 있다. 피복 표면 위의 경계층 공기가 교란되지 않도록 할 수도 있다. 따라서, 건조 위치 바깥의 대류에 의한 얼룩과 같은 결함은 감소 또는 제거될 수 있다. 장치는 도 4 내지 도 15에 도시한 것과 유사한 응축 및 용매 제거와 함께 작동될 수 있고, 또는 응축 및 용매 제거 없이도 응축 표면(22) 온도를 간극(h_1) 내 증기의 이슬점 이상으로 상승시켜 작동될 수도 있다.

모든 실시 형태에 있어서, 복수의 쌍을 이용하여 복수의 가열 및 응축 구성 요소의 영역을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 각 가열 및 응축 구성 요소 쌍들의 온도 및 간극은 다른 쌍과 독립적으로 제어될 수 있다. 상기 영역은 서로 이격될 수 있거나 이격되지 않을 수 있다.

실시 형태의 모든 시스템들은 웨브(16)의 코팅물과 응축 표면(22) 사이에 작은 간극을 두고 피복 웨브(16)에 인접한 응축을 이용한다. 대류를 가할 필요가 없고, 증기의 체적은 매우 작다. 증기 농도 및 대류 힘은 웨브 온도, 간극, 그리고 응축 표면 온도를 조절함으로써 제어될 수 있다. 이것은 기체/액체 계면 근처의 상태를 제어하는 것을 개선한다. 플레이트 온도 및 간극은 건조 시스템 전체에 걸쳐 연속적이고 일정할 수 있기 때문에, 종래의 건조 시스템보다 더욱 균일하게 열전달 속도 및 질량 전달 속도를 제어할 수 있다. 이러한 모든 인자들은 건조 성능을 개선하는 데에 기여한다. 또한, 응축 증기 회수 시스템의 효율을 개선하며, 연소, 제2 기류에서의 연소, 흡착 또는 응축하는 고가의 공지된 방법과 비교하여 추가 비용 없이 고효율로 액체를 회수한다.

또한, 웨브 위의 주위 공기가 폭발하거나 인화 한계 위에 있게 되는 심려가 적다. 사실, 간극이 1 cm 미만으로 매우 작은 곳에서는 인화 문제가 제거될 수 있는데, 왜냐하면 웨브 위의 전체 공간은 인화성을 지지하는 산소가 충분하지 않기 때문이다. 따라서, 상기 시스템은 다량의 가스 유동을 필요로 하지 않는다. 기계 장치 및 제어 시스템은 종래의 공기 부유 건조 시스템 비용의 단지 20%에 불과하다.

폭이 30.5 cm이고 횡방향 홈이 있는 플래튼에 대해 실험을 수행하였다. 플래튼 내의 경로를 통해 순환되는 열전달 유체로 바닥 플래튼을 15℃~190℃의 범위의 온도로 가열하였다. 열이 코팅물에 전달됨에 따라, 코팅물 내의 액체가 증발한다. 적절한 방법에 의해 응축 플래튼의 온도를 -10℃~65℃의 범위로 제어하여 증기 전달 및 응축을 위한 구동력을 제공하였다. 간극(h_1)의 유효 범위는 0.15-5 cm이다. 얼룩이 없는 코팅물이 얻어졌다.

한 가지 실시 형태에 있어서, 11.5% 솔리드, 2 centipose, 7.6 미크론의 습윤 두께, 20.3 cm 폭에서, 얼룩을 생기게 하는 중합체/MEK 용액을 코팅하였다. 웨브의 폭은 21.6 cm이고, 웨브는 0.635 m/s의 속도로 이동시켰다. 웨브를 가열하기 위해 사용한 가열된 플래튼의 온도는 82℃로 제어하였다. 응축 플래튼의 온도는 27℃로 제어하였다. 플래튼의 전체 길이는 1.68 m이고, 유입측이 낮아진 상태에서 수평면으로부터 3.4°의 각도로 장착하였다. 플래튼으로의 유입구는 코팅 적용점으로부터 76 cm 높이에 배치하였다. 가열된 플래튼을 대략 0.076 cm의 간극을 두고 웨브로부터 분리하였다. 간극(h_1)은 0.32 cm로 설정하였다. 모세관 홈의 깊이는 0.0381 cm이고, 홈의 피크 대 피크 사이의 거리는 0.076 cm이며, 각도(α)는 30°, 그리고 홈의 상단부에서 랜드는 0.013 cm이었다. 용매가 플래튼에 남아 있을 때 코팅물 내에 약간의 잔류 용매가 있기는 하지만, 1.68 m 길이의 플래튼에서 웨브를 얼룩이 없게 건조하였다. 종래의 건조기는 동일한 건조 지점까지 약 9 m를 필요로 하며, 건조기가 5배 이상 커야 한다.

이러한 시스템의 다른 용도는 블리스터(blister) 결함이 흔한 접착제를 건조하는 것이다. 블리스터 결함은 코팅물의 나머지가 건조되기 이전에, 건조된 외판(skin)을 형성하여 이 외판 아래에 용매를 포집하는 코팅 표면에 의해 야기될 수 있다. 종래의 건조법에 있어서, 다량의 가스 내의 용매 증기 농도는 인화 한계 때문에 매우 낮다. 코팅물에 너무 많은 열을 가할 경우, 표면에서의 용매는 증기 농도가 낮은 기류 속으로 매우 빨리 들어가 표면에 외판을 형성한다. 본 발명에 따른 시스템은 웨브 위의 공간에 제어된 증기 농도를 만들어내어 표면 상에 외판을 형성하는 경향을 감소시킬 수 있다. 다른 용도로는 특정 제품 성능을 얻기 위해 건조기가 용매 농도가 큰 곳에서 작동되는 분야이다.

본 발명에 따른 시스템은 용매의 회수 및 건조 성능 이상의 이점을 제공한다. 다른 이점으로는 코팅 유체에 자기장을 가하는 공정이 단순화되는 것이다. 자기장 발생기를 공지의 건조기 내에 위치시키는 것보다는, 본 발명에 있어서 자기장 발생기는 건조기의 외부[즉, 장치(10,30)]의 외부에 배치할 수 있다. 이것은 장치의 콤팩트한 성질에 의해 가능하다. 이것은 비디오 및 오디오 녹음 테이프, 컴퓨터 및 데이터 저장 테이프, 컴퓨터 디스켓 등과 같은 제품을 제조하기 위해 금속 입자 적재 유체를 기재위로 코팅하는 데에 특히 적절하다. 자기장 발생기를 장치의 외부에 배치함으로써, 자기장 발생기를 쉽게 조절 및 유지한다.

이러한 장치는 또한 입자의 배향을 개선한다. 입자가 물리적으로 녹음 방향으로 정향된다면 자기 출력이 개선된다. 종래에, 정향 장치는 건조기 내부에 포함되고, 입자들은 용매가 제거될 때 단일점 또는 복수의 지점에서 정향된다. 여기서 하나의 이점은 자기 정향 장치가 건조기의 외부에 위치하고, 관입되어 있지 않기 때문에(종래의 정향 장치는 건조기 내부에 있어 대류에 의한 열 및 물질 전달을 증단시킨다), 용매의 제거 속도에 어떤 식으로든지 영향을 미치지 않는다. 이로 인해 균일하게 용매를 제거할 수 있다. 자기 입자는 유체가 본 발명에 따른 건조의 초기 단계에서 덜 점성적일 때 쉽게 정향된다. 입자가 건조의 초기 단계에서 종래의 정향 장치를 떠날 때, 코팅물의 평면에 있지 않은 자기장의 어떤 성분들은 입자들을 수직으로 기울이는 것처럼 바람직하지 않은 방향으로 재정향시킨다. 용매가 제거됨에 따라, 점도는 증가하여 정향 장치가 입자들을 회전시키는 것을 어렵게 한다. 입자들은 자기장을 떠날 때 또는 상호입자 힘에 의해 재정향되지 않는다.

다른 이점은, 본 발명의 크기가 작고 증가된 용매 제거 속도 때문에, 건조기 및 정향 장치의 시작 단계에서 입자들을 정향시킬 수 있다는 것이다. 점도가 점성력이 우세한 점까지 증가되는 그러한 수준으로 균일한 건조 환경에서 용매가 제거되어, 균일한 자기장은 입자들을 바람직한 방향에 유지한다. 이것은 입자가 정향 장치를 떠날 때 또는 입자 상호 힘에 의한 바람직하지 않은 입자의 방향 상실을 방지해 준다. 종래의 건조기에서는 건조에 의해 제품의 표면이 거칠어진다. 본 발명에 따른 건조기의 제어된 환경에서 용매를 제거하면, 용매 제거 속도가 상승되어 보다 원활한 표면이 생성된다. 이것은 또한 자기 출력을 개선하여 예컨대, 결과적으로 생성되는 테이프가 레코드 헤드에 더욱 가깝게 올라탈 수 있게 된다.

발명의 효과

본 발명은 기체/액체 계면 근처의 상태의 제어를 개선하고, 증발된 액체를 전달하기 위해 대류를 가할 필요성이 없으며, 응축 증기 회수 시스템의 효율을 개선하고, 기재 근처에 작은 간극을 두고 작동할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

적어도 한 종의 증발 성분을 갖고 있는 기재의 건조 방법으로서,

(a) 상기 기재의 표면에 바로 근접하게 응축 표면을 위치시켜 상기 기재와 응축 표면 사이에 간극을 형성하고,

(b) 상기 기재의 적어도 일부에 에너지를 가하여 상기 기재로부터 적어도 한 종의 성분을 증발시킴으로써 증기를 형성하며,

(c) 상기 증기를 상기 응축 표면에 응축시켜 응축물을 형성하고,

(d) 적어도 모세관 힘을 이용하여 상기 응축 표면에서의 응축물의 이송을 제어하며,

(e) 상기 간극, 상기 응축 표면의 온도, 상기 기재의 온도 또는 이들의 조합을 제어하여 에너지 전달 및 상기 증기의 가스상 질량 전달을 제어하는 것

을 포함하는 기재의 건조 방법.

청구항 2.

청구항 1에 있어서, 상기 간극, 상기 응축 표면의 온도, 상기 기재의 온도 또는 이들의 조합을 제어함으로써 건조 속도, 습도, 증기 농도, 대류 힘, 기재 표면 결함, 경화 속도, 그리고 화학 반응 속도 중 하나 이상을 제어하는 것이 가능한 것을 특징으로 하는 기재의 건조 방법.

청구항 3.

기재에 바로 근접하게 제1 표면을 위치시켜 상기 기재와 제1 표면 사이에, 상기 기재의 주변 상태로의 노출을 실질적으로 제어하기에 충분히 작은 간극을 형성하는 것을 포함하는 처리 환경의 제어 방법.

청구항 4.

청구항 3에 있어서, 상기 기재에 바로 인접하게 제2 표면이 위치하고, 상기 기재의 주요부 측에 있는 상기 제2 표면은 상기 제1 표면과 대향하는 것인 처리 환경의 제어 방법.

청구항 5.

기재에 재료를 가하는 방법으로서,

(a) 기재에 바로 인접하게 표면을 위치시켜 상기 기재와 표면 사이에 간극을 형성하고, 적어도 모세관 힘에 의해 상기 표면에 적어도 한 종의 증발성 성분을 제공하며,

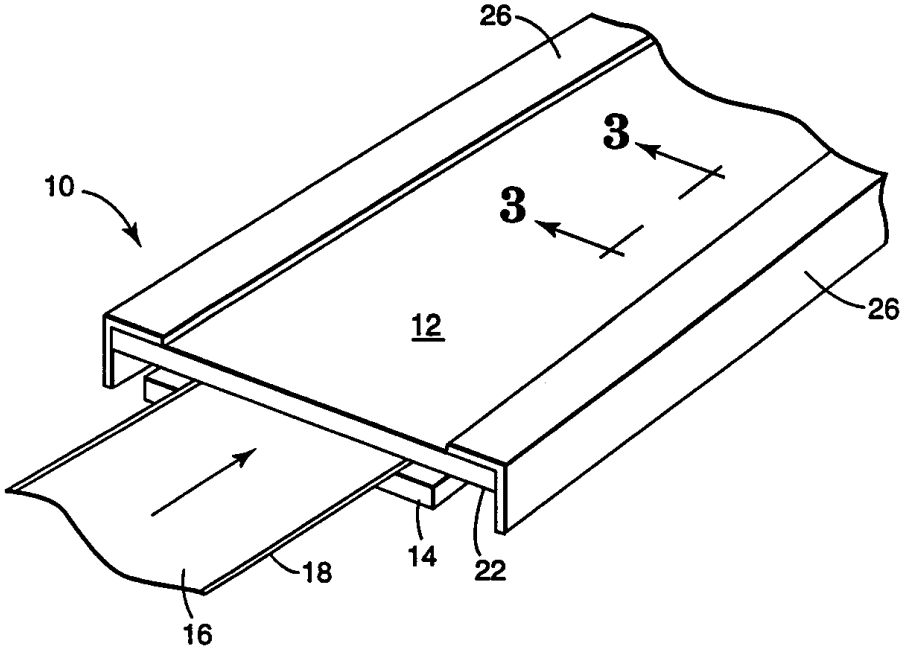
(b) 상기 표면의 적어도 일부에 에너지를 가하여 상기 기재로부터 적어도 한종의 증발성 성분을 증발시킴으로써 증기를 형성하고,

(c) 상기 증기가 상기 기재를 수정하는 것

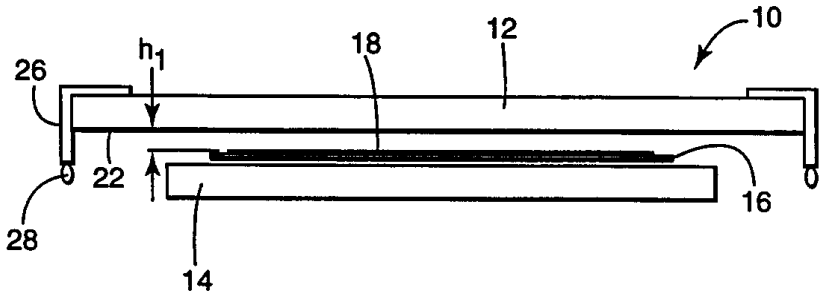
을 포함하는 방법.

도면

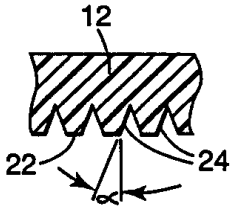
도면1



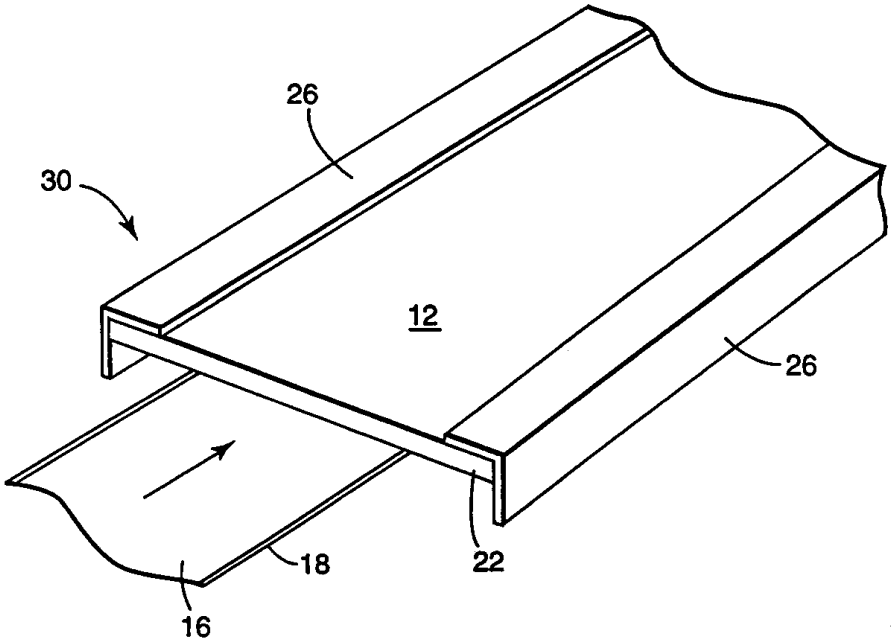
도면2



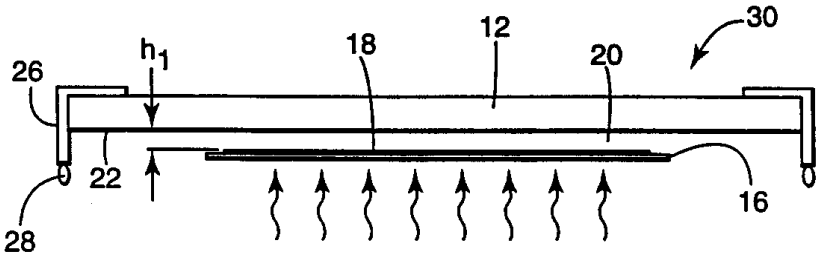
도면3



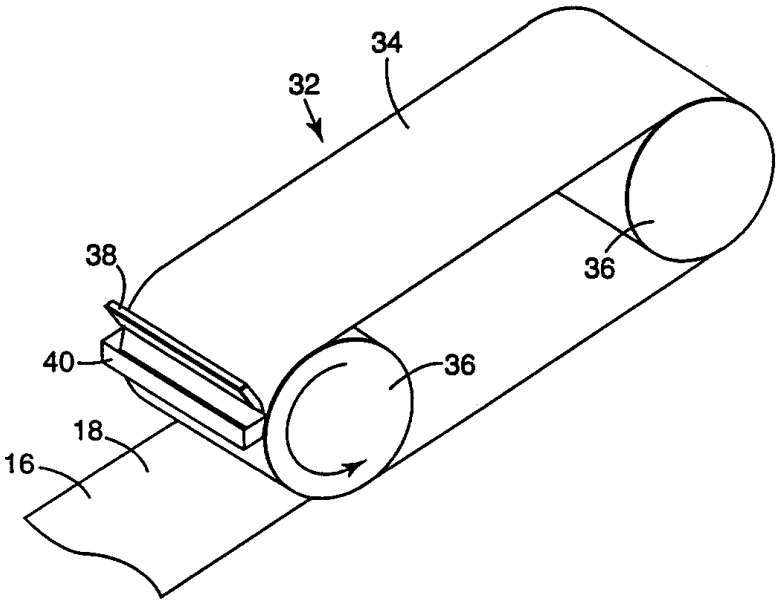
도면4



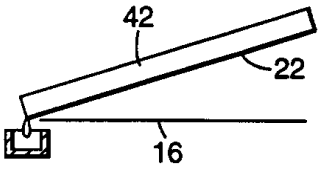
도면5



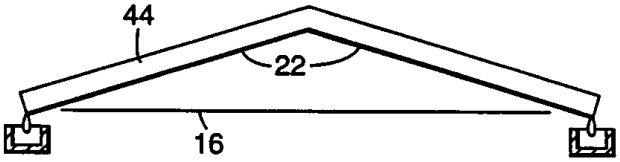
도면6



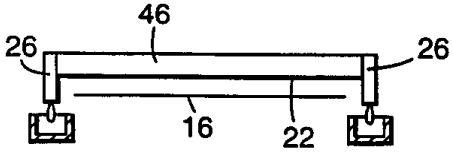
도면7



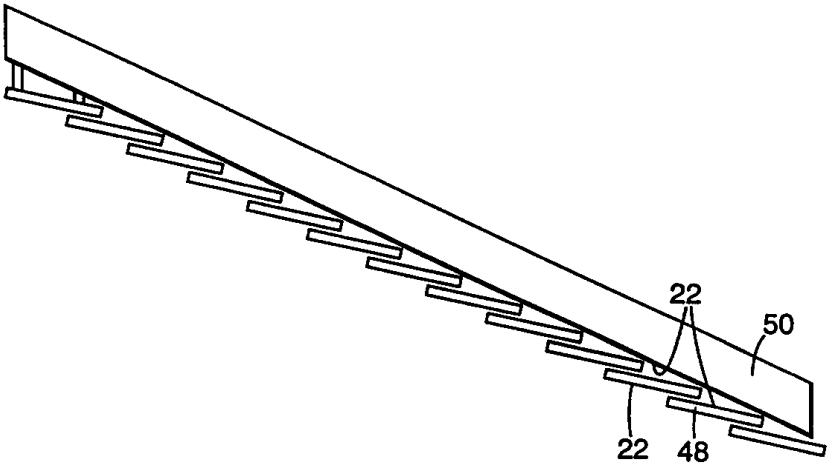
도면8



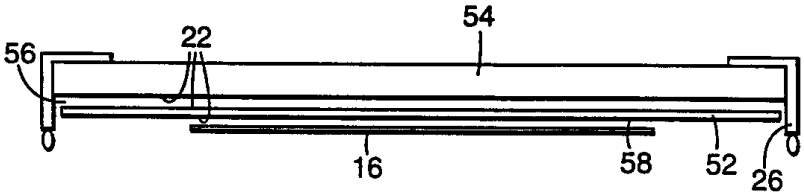
도면9



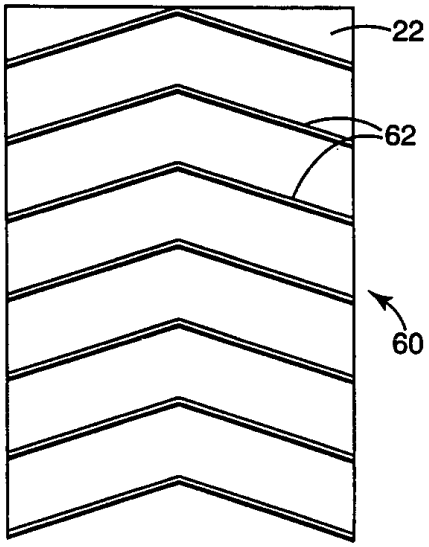
도면10



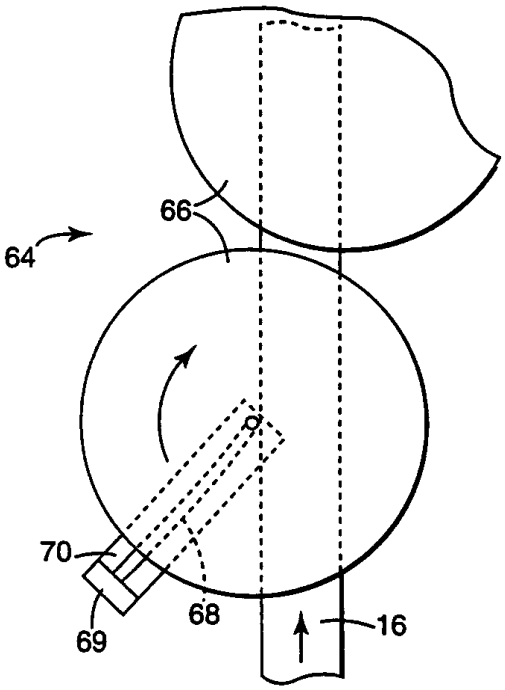
도면11



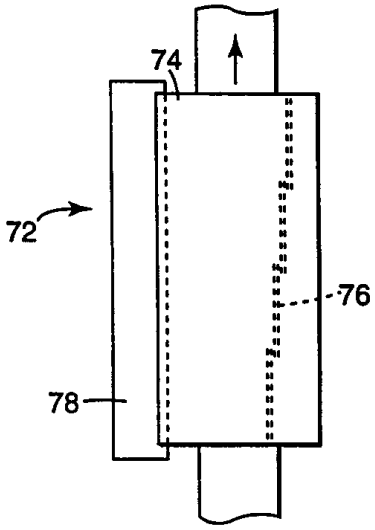
도면12



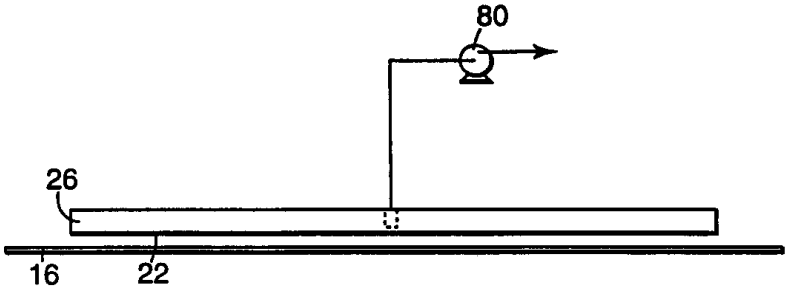
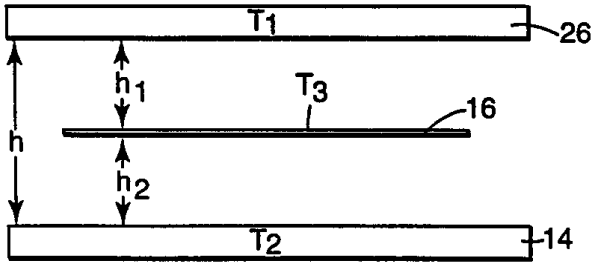
도면13



도면14



도면15



도면16