(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
B05D 7/24 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년04월18일
(11) 등록번호 10-0571893
(24) 등록일자 2006년04월11일

(21) 출원번호 10-2000-7005897
(22) 출원일자 2000년05월31일
번역문 제출일자 2000년05월31일
(86) 국제출원번호 PCT/US1998/024230
국제출원일자 1998년11월12일

(65) 공개번호 10-2001-0032621
(43) 공개일자 2001년04월25일
(87) 국제공개번호 WO 1999/28051
국제공개일자 1999년06월10일

(81) 지정국 국내특허 : 캐나다, 중국, 일본, 대한민국,

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

(30) 우선권주장 08/980,947 1997년12월01일 미국(US)

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

(72) 발명자 리온즈,크리스토퍼,에스.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

루타,콘스탄틴,아이.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

플레밍,로버트,제이.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

블레트,러셀,이.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

라이트,로빈,이.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

토키,제프리,에이취.
미국55133-3427미네소타주세인트폴,피.오.박스33427

(74) 대리인 주성민
김영

심사관 : 김대영

(54) 증기 코팅 기구 및 방법

요약

본 발명은 용매가 완전히 없거나, 또는 선택적으로, 조성물의 한개 이상의 성분을 녹이기에 효과적인 소량의 용매를 약간 갖는 광범위한 코팅가능한 조성물로부터 코팅이 형성되도록 해주는 코팅 시스템 및 방법에 관한 것이다. 유체 조성물은 분무되고 캐리어 기체와 접촉된다. 접촉은 응결 온도를 갖는 증기를 형성하도록 실질적으로 모든 분무된 유체 조성물이 기화되는 조건하에서 발생한다. 증기는 기판의 표면으로 흐르게 된다. 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 있다. 결과적으로, 증기는 표면에 응결하여 코팅을 형성한다.

색인어

증기 코팅, 유체 조성물, 분무, 기화.

명세서

기술분야

본 발명은 기판에 증기를 생성하고 응결시켜 코팅을 형성하는 기구 및 방법에 관한 것이다. 더욱 구체적으로, 본 발명은 코팅될 물질을 포함하는 분무 미스트 (atomized mist)로부터 증기가 생성되는 것과 같은 기구 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

코팅은 광범위하게 다양한 목적을 위해 다양한 기판에 적용된다. 많은 다른 형태의 코팅의 몇 예는 부착 코팅, 프라이머 코팅, 장식 코팅, 보호적 하드 코팅, 니스 코팅, 항반사 코팅, 반사 코팅, 간섭 코팅, 이탈 코팅, 유전 코팅, 포토레지스트 코팅, 전도 코팅, 비선형 광 코팅, 전기 색소/전기 발광 코팅, 배리어 코팅, 생물학적 활성 코팅, 생물학적 불활성 코팅 등을 포함한다. 이러한 코팅은 많은 다른 물질로부터 만들어지고 많은 다른 형태를 갖는 기판에 적용될 수 있다. 예를 들면, 재료의 면에서 보면, 기판은 금속, 나무, 직물, 중합체, 세라믹, 종이, 무기질, 유리, 합성물 등일 수 있다. 형태의 면에서 보면, 기판은 평평한, 굽은, 물결 모양의, 꼬인, 미세 구조의, 유연한, 거친, 다공성의, 미립자의, 섬유의, 중공의, 3-차원적, 규칙적 또는 불규칙적 표면 등일 수 있다.

통상적인 산업적 코팅 과정에서, 코팅 성분 및 적합한 용매를 포함하는 혼합물 (이는 에멀젼, 용액, 슬러리, 2-상 용액 혼합물 등일 수 있음)은 스프레잉, 롤 코팅, 브러쉬 코팅, 스핀 코팅 등과 같은 적합한 코팅 기술을 사용하여 기판에 적용된다. 이어서, 전형적으로는 코팅된 조성물은 코팅을 고체화하기 위해 건조되고 경화된다. 건조 중, 용매는 코팅으로부터 제거되고 이후 주위에 버려지거나 회수된다.

용매는 일반적으로 다양한 이유로 코팅 조성물의 필수적 성분이다. 첫째, 용매는 코팅 조성물이 적합한 코팅 점도를 갖는 것을 확실히 해준다. 용매는 또한 코팅 조성물이 균일한 코팅을 형성하기 위해 고르게 기판에 적용될 수 있는 것을 확실히 해준다. 용매는 또한 허용 가능한 보관 기간을 갖는 조성물을 제공할 수 있다.

그러나, 용매의 존재는 결점을 갖는다. 용매가 사용후 버려지면, 용매는 환경에 쓰레기가 된다. 이는 특히 용매가 위험할 때 문제가 된다. 사실, 위험한 용매의 처리는 그 처리로부터 초래되는 환경 위해를 최소화하기 위한 노력으로 정부 당국에 의해 규제되는 고비용 및 정성어린 처리 과정을 포함하는 경향이 있다. 따라서, 종종 용매 회수가 용매 처리 보다 바람직하다. 그러나, 용매 처리와 같이 용매 회수는 또한 몇가지 불이익을 겪게 된다. 용매 회수는 고비용의 과정 및 장비를 필요로 하는 경향이 있다.

코팅 조작으로부터의 용매를 취급하는 요구는 산업계에서 심각한 부담이다. 따라서, 용매를 처리하거나 회수해야 하는 부담을 피하기 위해, 최소의 용매를 갖는, 또는 더욱 바람직하게는, 용매 없는 형태로 코팅 조작을 수행하는 방법을 찾는 것이 바람직하다.

본 발명의 요약

본 발명자들은 현재 전적으로 용매가 없거나 이러한 조성물의 한개 이상의 성분을 용해시키도록 해주는 효과적인 양으로 비교적 적은 용매를 갖는 광범위하게 다양한 코팅 가능한 조성물로부터 코팅이 형성되도록 해주는 대단히 고기능성 (versatile) 코팅 및 시스템을 발견하였다. 이는 모든 환경적 결점을 제거해 주고 통상적인 코팅 과정에 사용되는 용매와 관련된 것이다.

본 발명은 바람직하게는 용매가 없는 유체 코팅 조성물을 분무시켜 다수의 미세한 액체 소적을 형성시키는 개념에 기초한 것이다. 소적은 캐리어 기체와 접촉되고, 이는 소적의 비등점 보다 훨씬 낮은 온도에서도 소적이 잘 기화되도록 해준다. 캐리어 기체와의 혼합물에서의 증기의 부분압이 여전히 증기의 포화 압력 훨씬 낮기 때문에, 기화는 빠르고 완전하게 일어난다. 기체가 가열되는 경우, 기체는 기화를 위한 열적/기계적 에너지를 제공한다.

기화 이후, 증기는 코팅될 기판으로 흐른다. 기판은 증기의 응결점 보다 훨씬 낮은 온도에서 유지된다. 이는 바람직하다면, 다양한 경화 기전에 의해, 순차적으로 경화될 수 있는 얇고, 균일하고, 실질적으로 결점-없는 코팅으로서 증기가 응결하도록 해준다. 코팅은 연속적 또는 비연속적일 수 있다. 본 발명은 약 0.001 μm 내지 약 5 μm 범위의 두께를 갖는 박막을 형성하는 데 특히 유용하다. 더 두꺼운 코팅은 증기에 대한 기판의 노출 시간을 증가시고, 유체 조성물의 유속을 증가시키고, 캐리어 기체의 온도를 증가시키고/시키거나 캐리어 기체의 압력을 증가시킴으로써 더 두꺼운 코팅을 형성시킬 수 있다. 가요성 웹 기판에 대해서는, 증기에 대한 기판의 노출 시간을 증가시키는 것은 시스템에 증기 원료를 여러 번 가함으로써 또는 시스템을 통과하는 웹의 속도를 감소시킴으로써 성취될 수 있다. 다양한 물질의 적층된 코팅은 각각의 디포지션 시에 다른 코팅 물질을 사용하여 순차적인 코팅 디포지션에 의해 형성될 수 있다.

본 발명의 원리는 진공에서 실행될 수 있다. 그러나, 유리하게는, 분무, 기화, 및 코팅은 주위 압력을 비롯한 임의의 원하는 압력에서 일어날 수 있다. 이는 이미 알려진 증기 코팅 방법에서 보통 사용되는 값 비싼 진공 쳄버에 의존할 필요를 없애 준다. 또다른 잇점으로서, 분무, 기화, 및 코팅은 온도 민감성 물질이 더 높은 온도에서 일어날 수 있는 분해 없이 코팅될 수 있도록 비교적 낮은 온도에서, 일어날 수 있다. 본 발명은 또한 대단히 다기능성(versatile)이다. 측정 가능한 증기압을 갖는, 거의 대부분의 액체 물질 또는 액체 물질의 조합물이 코팅을 형성하기 위해 사용될 수 있다.

일반적으로, 유체 코팅 조성물의 분무는 초음파 분무, 스피닝 디스크 분무 등을 포함하는, 이 기술 분야에 알려진 분무 기술을 사용하여 성취될 수 있다. 특히 바람직한 실시 양태에서, 분무는 캐리어 기체의 스트림 (stream)이 유체 조성물의 스트림과 에너지적으로 충돌함으로써 성취된다. 바람직하게는, 캐리어 기체는 가열되고, 유체 스트림 플로우 (fluid stream flow)는 충돌 시에 얇은 층상(laminar)이다. 충돌 에너지는 바람직하게는 층상 플로우 유체 코팅 조성물을 매우 미세한 소적으로 분해한다. 이런 종류의 충돌을 이용하여 분무를 얻는 경우, 몇몇 다른 분무 기술을 사용하여 얻어질 수 있는 것 보다 좁은 입도 분포 및 보다 균일한 소적의 수 밀도(number density)를 갖는 보다 작은 분무된 소적을 제공하기 때문에 특히 유익하다. 추가로, 생성된 소적은 거의 즉각적으로 캐리어 기체와 긴밀히 접촉하고, 이는 빠르고, 효과적인 기화를 초래하게 된다. 본 발명이 진공에서 코팅 조작을 수행하기 위해 사용될 수 있다 하더라도, 분무를 위한 기체 충돌의 이용은 캐리어 기체가 쳄버에서 압력을 증가시키는 경향이 있으므로 진공 쳄버에서의 용도를 위해 덜 적합하다.

한 면에서, 본 발명은 기판 표면의 적어도 한 부분에 코팅을 형성하는 방법에 관한 것이다. 캐리어 기체의 스트림은 유체 조성물의 스트림과 충돌하게 된다. 충돌은, 응결 온도를 갖는 증기를 형성하도록 실질적으로 모든 유체 조성물의 기화가 일어나는 조건하에서 일어난다. 증기는 캐리어 기체의 속도 및 운동량에 의해 기판의 표면으로 흐르게 된다. 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 있다. 결과적으로, 증기는 표면상의 액체로서 응결하여 코팅을 형성한다. 유익하게, 캐리어 기체의 속도 및 운동량이 증기에 부여되고, 이에 의해 기판에 응결된 코팅을 부착시키기에 충분한 힘으로 증기가 기판으로 강력하게 추진된다.

기판상에 코팅을 형성하기 위한 본 발명의 또다른 면에서, 유체 조성물은 분무되고 캐리어 기체와 접촉된다. 접촉은 응결 온도를 갖는 증기를 형성하기 위해 실질적으로 모든 분무된 유체 조성물이 기화되는 조건에서 일어난다. 증기는 기판의 표면으로 흐르게 된다. 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 있다. 결과적으로, 증기는 표면 상에 응결하여 코팅을 형성한다. 본 발명의 이런 면에서, 유체 스트림 및 기체 스트림은 우선 함께 혼합될 수 있고, 이후 통상적인 분무 수단을 사용하여 분무될 수 있다. 이 방법에서, 유체의 생성된 분무 소적은 기체와 긴밀하게 혼합될 것이다. 선택적으로, 유체는 분무된 소적을 캐리어 기체로 분출하거나 그렇지 않으면 스프레이하는 통상적인 분무 수단을 사용하여 분무될 수 있다. 또다른 대안으로서, 분무는 결과의 분무된 유체 소적이 캐리어 기체와 접촉될 수 있는 방법으로 용액의 2개 이상의 스트림을 충돌시킴으로써 수행될 수 있다. 또다른 대안으로서, 하나 이상의 유체 스트림이 실제적인 문제로서 단일 과정에서 분무 및 접촉을 수행하기 위해 하나 이상의 캐리어 기체와 충돌될 수 있다.

또다른 면에서, 본 발명은 기판상에 중합체 코팅을 형성하는 방법에 관한 것이다. 상기 문단의 과정은 한개 이상의 중합체 전구 물질 성분을 포함하는 유체 조성물을 사용하여 수행된다.

또다른 면에서, 본 발명은 상기 기술된 바대로 유체 조성물의 스트림이 캐리어 기체의 스트림과 충돌하도록 하는 단계를 포함하는 증기를 발생시키는 과정에 관한 것이다.

본 발명은 또한 실질적으로 모든 유체 조성물이 기화되어 응결 온도를 갖는 증기를 형성하도록 하는 조건하에서 캐리어 기체가 유체 조성물의 다수의 분무된 소적과 접촉하는 것인 유입 부분을 갖는 쳄버를 포함하는, 코팅 기구에 관한 것이다. 기구는 유체 조성물 및 캐리어 기체를 쳄버로 유입시키는 유입구 말단을 포함한다. 분무 수단은 쳄버에서 유체 조성물의 미스트를 발생시키기 위한 유입구 말단에 가깝게 배치된다. 기판 지지체는 코팅될 기판을 지지하기 위해 차가운 표면을 갖는 것으로 제공된다. 차가운 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 도달할 수 있다. 차가운 표면은 증기가 차가운 표면으로 흐를 수 있도록 배치된다.

도면의 간단한 설명

도1a는 분무를 얻기 위해 스트림 충돌을 사용하는 본 발명의 코팅 시스템의 계통적 대표도이다;

도 1b는 분무를 얻기 위해 다른 수단을 사용하는 본 발명의 코팅 시스템의 계통적 대표도이다;

도 2a는 도 1a 및 1b의 코팅 시스템의 대표적 플로우 챠트이다;

도 2b는 코팅 이전에 증기로서 혼합되는 다수의 코팅 물질을 사용할 때 본 발명의 선택적인 코팅 시스템의 대표적 플로우 챠트이다;

도3은 본 발명의 또다른 코팅 시스템 실시 양태의 계통적 대표도이다;

도 4는 가요성 기판상에 방사선 경화된 코팅을 형성하기에 적합한 본 발명의 코팅 시스템 실시 양태의 계통적 대표도이다;

도 5a는 실질적으로 전체 분무를 생산하는 본 발명의 바람직한 노즐 실시 양태의 분해 투시도이다;

도 5b는 도 5a의 분해된 노즐도의 교차-단면에 제시된, 측면도이다;

도 5c는 도 5a의 조립된 노즐의, 교차-단면에 제시된, 측면도이다;

도 6은 도 5c의 조립된 노즐에 의해 생성된 유체 및 캐리어 기체의, 설명을 위해 분해된 부분들을 갖는, 투시도이다; 및

도 7은 다수의 분무/기화를 위해 적합한 본 발명의 또다른 바람직한 노즐 실시 양태의, 분해된 부분들을 갖는, 분해된 투시도이다.

발명의 상세한 설명

현재 바람직한 실시 양태의 상세한 설명

하기 기술된 본 발명의 실시 양태는 하기 상세한 설명에 개시된 정확한 형태로 본 발명을 제한하거나 소모하고자 하지 않는다. 오히려 실시 양태는 이 기술 분야에서 숙련된 자들이 본 발명의 원리 및 실제를 판단하고 이해할 수 있도록 선택되고 기술된다.

도 1a는 기판 (16)의 표면 (14)상에 코팅 (12)를 형성하기에 적합한 본 발명의 시스템 (10)의 한 실시 양태의 계통적 대표도이고, 여기서 코팅 (12)는 유체 조성물 (18)의 공급으로부터 형성된다. 일반적으로, 유체 조성물 (18)의 스트림 (20)은 쳄버 (17) 내 충돌 지점 (26)에서 캐리어 기체 (24)의 스트림 (22)와 충돌된다. 충돌 에너지는 유체 스트림 (20)을 분무시키고 그리하여 액체 소적 (28)의 미스트를 형성한다. 선명도를 위하여, 오직 한개의 유체 스트림 (20) 및 한개의 캐리어 기체 스트림 (22)가 도시된다. 선택적으로, 다수의 유체 스트림 및/또는 캐리어 기체 스트림은 한개 이상의 충돌 지점에서 순차적으로 또는 원한다면 동시 형태로 사용되고 충돌될 수 있다. 또한, 기판 (16)이 코팅 조작 중 쳄버 (17) 내부에 있는 것

으로 나타나더라도, 기판 (16)은 몇몇 실시 양태에서 챔버 (17)의 외부에 있을 수 있다. 그러나, 이러한 실시 양태에서, 챔버 (17)은 기화된 유체 조성물 (18)이 기판 표면 (14)에 향해질 수 있는 적합한 입구 (제시되지 않음)를 갖는 것으로 제공될 것이다.

유익하게, 캐리어 기체 스트림 (22)이 라미나(laminar) 액체 스트림 (20)과 충돌함으로써 라미나 플로우 조건하에서 유체 스트림 (20)을 분무시키는 경우는 초음파 분무기, 스피닝 디스크 분무기 등, 또는 소적 시스템에서 용량적 변화를 유도하는 경향이 있는 난류 액체 플로우 조건에 의존하는 보다 통상적인 분무 기술을 사용한 경우 보다 더 좁은 입자 크기 분포 및 더욱 균일한 수 밀도(number density)를 갖는 더 작은 평균 소적 크기를 갖는 액체 소적 (28)을 제공할 수 있다. 이 능력은 균일한 두께를 갖는 얇고, 실질적으로 결점-없는 코팅을 형성하기에 특히 유익하다.

스트림 (22) 및 (20) 사이의 충돌은 실질적 부분, 바람직하게는 실질적으로는 모두, 더욱 바람직하게는 모든 유체 스트림 (20)이 총돌의 결과로서 분무되는 조건의 넓은 범위하에서 발생할 수 있다. 스트림 (22) 및 (20) 사이의 충돌은 바람직하게는 충돌이 200 마이크로미터 미만, 바람직하게는 100 마이크로미터 미만, 더욱 바람직하게는 30 마이크로미터 미만의 평균 소적 크기를 갖는 액체 소적 (28)를 초래하도록 수행된다. 소적 크기에 영향을 미치는 성향을 갖는 인자는 스트림 (22) 및 (20)의 기하학, 충돌 시간에서의 스트림 (22) 및 (20)의 속도, 유체 조성물 (18)의 성질 등을 포함한다.

예를 들면, 스트림 (22) 및 (20)은 유익한 결과를 갖는 광범위한 기하학으로 생성될 수 있다. 도 1a에 계통적으로 제시된 바와 같은 하나의 대표적 접근에 따라, 스트림 (22) 및 (20)은 약 10^{o} 내지 약 180^{o}, 바람직하게는 15^{o} 내지 135^{o}, 더욱 바람직하게는, 약 30^{o} 내지 60^{o}, 및 더욱 바람직하게는 43^{o} 내지 47^{o}의 범위의 스트림들 사이의 각도에서 서로를 향해 방출되는 스트림으로서 생성될 수 있다. 특히, 15^{o} 내지 135^{o}의 바람직한 범위에서의 각도에서 충돌되는 스트림 (22) 및 (20)은 액체 소적 (28) 및 캐리어 기체 (24)를 충돌 이후에 기판 (16)으로 유인하는 것을 돕는, 화살표 V_L로 표시되는, 속도의 가로 성분을 갖는다. 도 1a의 도식화된 실시 양태에서, 유체 스트림 (20) 및 캐리어 기체 스트림 (22)는 노즐 (23)의 노즐 입구 (25a) 및 (25b)를 통한 방출에 의해 생성된다. 노즐 입구 (25a) 및 (25b)는 어느 바람직한 형태일 수 있다. 예를 들면, 스트림 (22) 및 (20)은 원형의 노즐 입구, 타원형 입구, 정방형 입구, 평면 스트림을 방출하기 위해 적응된 장방형 입구, 중공 스트림을 방출하기 위해 적응된 입구, 이들의 조합물 등으로부터 방출될 수 있다.

다른 응용을 위해 충돌하는 스트림을 생성함에 있어서의 용도를 위해 이미 알려진 다양한 노즐 구조는 스트림 (22) 및 (20)을 생성시키기 위해 본 발명에서 사용될 수 있다. 이러한 노즐 구조는 예를 들면, 문헌 [레페브르, 에이.에이취., 분무 및 스프레이, 헤미스피어 퍼블리싱 코포레이션, U.S.A. (1989); 하라리 등, 분무 및 스프레이, 제 7권, 페이지 97-113 (1997)] 에 기재되었다. 충돌 스트림을생성시키기 위해 특히 바람직하고 발명적인 노즐 구조는 도 5a, 5b, 및 5c에 도식화되고, 하기 기술된다. 또다른 바람직하고 발명적인 노즐 구조는 도 7에 도식화되고 하기 기술된다.

각각의 스트림 (22) 및 (20)을 위해 적합한 속도를 선택하는 것은 경쟁적 관계의 균형을 필요로 한다. 예를 들면, 유체 스트림 (20)의 속도가 충돌 시간에서 너무 낮으면, 스트림 (20)은 충돌 지점 (26)에 도달하기 위한 충분한 운동량을 갖지 못할 수 있다. 한편, 너무 높은 속도는 라미나 플로우 조건하의 노즐로부터 유체 스트림 (20)을 방출하는 것을 어렵게 만들 수 있다. 캐리어 기체 스트림 (22)의 속도가 너무 낮으면, 소적 (28)의 평균 크기는 효율적으로 기화되거나 바람직한 균일성의 코팅 (12)를 형성하기에 너무 클 수 있다. 한편, 캐리어 기체 스트림 (22)의 속도는 원하는 만큼 높을 수 있다. 사실, 더 높은 기체 속도가 더욱 점성이고/연속성 유체 조성물을 분무 및 기화하기 위해 더 좋다. 그러나, 특정 범위의 기체 속도 이상에서, 코팅은 기판 플러터 (flutter) 및 응결 비효율에 의해 불리하게 영향을 받을 수 있다. 이들 관계의 균형을 이루어, 스트림 (20)은 바람직하게는 1초당 0.1 미터 (m/s) 내지 30 m/s, 더욱 바람직하게는 1m/s 내지 20 m/s, 가장 바람직하게는 약 10 m/s의 속도를 갖고, 캐리어 기체 스트림 (22)는 바람직하게는 40 내지 350 m/s, 더욱 바람직하게는 약 60 내지 300 m/s, 가장 바람직하게는 약 180 내지 200 m/s의 속도를 갖는다.

다시 도 1a를 참고하여, 시스템 (10)은 매우 다양하고 대단히 광범위한 유체 조성물 (18)로부터 코팅을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 유체 조성물은 부착 코팅, 프라이머 코팅, 장식 코팅, 보호적 하드 코팅, 니스 코팅, 항반사 코팅, 반사 코팅, 간섭 코팅, 이탈 코팅, 유전 코팅, 포토레지스트 코팅, 전도 코팅, 비선형 광 코팅, 전기 색소/전기 발색 코팅, 배리어 코팅, 생물학적-활성 코팅, 생물학적 불활성 코팅 등을 형성하기에 효과적인 것으로 사용될 수 있다.

바람직하게는, 유체 조성물 (18)은 성분의 비등점 이하의 온도에서 캐리어 기체 (24)와 접촉의 결촉의 결과로서 기화되기에 충분히 높은 증기 압력을 갖는 하나 이상의 용액 성분을 포함한다. 더욱 바람직하게는, 유체 조성물 (18)의 모든 용액 성분들은 이러한 증기 압력을 갖는다. 일반적으로, 실질적으로 모든 용액 성분이 기화되어 캐리어 기체 (24)와 혼합될 수 있

으면서도 생성되는 기체 혼합물에서의 그 성분의 결과적인 부분압력이 그 성분에 대한 포화 증기 압력 이하인 경우, 이를 위해 유체 성분은 충분히 높은 증기압을 갖는다. 전형적인 코팅 조작에서, 바람직한 유체 조성물은 표준 온도 및 압력에서 0.13 mPa 내지 13 kPa (1×10^{-6} 토르 내지 100 토르)의 범위의 증기 압력을 갖는다.

용액 성분이 필요한 증기 압력을 갖는 한, 이러한 성분은 유기, 무기, 수성, 비수성 등일 수 있다. 상 특성 면에서 보면, 유체 조성물 (18)은 균일하거나 성분들의 다중상 혼합물일 수 있고 용액, 슬러리, 다중상 유체 조성물 등의 형태일 수 있다. 중합체 코팅을 형성하기 위해, 대체로 비교적 낮은 분자량의 중합체, 예를 들면, 10,000 미만, 바람직하게는 7500 미만, 및 더욱 바람직하게는 4500 미만의 수 평균 분자량을 갖는 중합체 만이 본 발명의 실시에서 기화되기에 충분한 증기 압력을 갖는다 하더라도, 유체 조성물 (18)은 단량체, 올리고머(oligomer), 또는 중합체인 한개 이상의 성분을 포함할 수 있다. 여기서 사용된, 용어 "단량체"는 그 자체와 또는 다른 단량체와 조합하여 올리고머 또는 중합체를 형성할 수 있는 단일, 1 단위 분자를 의미한다. 용어 "올리고머(oligomer)"는 2 내지 10개의 단량체의 조합물인 화합물을 의미한다. 용어 "중합체"는 11 또는 그 이상의 단량체의 조합물인 화합물을 의미한다.

하나 이상의 유체 성분의 대표적인 예는 물, 유기 용매, 무기 액체, 탄소-탄소 이중 결합 기능기를 갖는 방사선 경화가능한 단량체 및 올리고머 (알켄, (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴아미드, 스티렌 및 알릴에테르 물질이 대표적임), 플루오로폴리에테르 단량체, 올리고머, 및 중합체, 플루오리네이티드 (메트)아크릴레이트, 왁스, 실리콘(silicone), 실란 커플링 제, 디실라잔, 알콜, 에폭시, 이소시아네이트, 카복실산, 카복실산 유도체, 카복실산 및 알콜의 에스테르, 카복실산 무수물, 방향족 화합물, 방향족 할라이드, 페놀, 페닐 에테르, 퀴논, 폴리시클릭 방향족 화합물, 비방향족 헤테로사이클, 아즈락톤, 퓨란, 피롤, 티오펜, 아졸, 피리딘, 아닐린, 퀴놀린, 이소퀴놀린, 디아진, 피론, 피릴리움 염, 테르펜, 스테로이드, 알카노이드, 아민, 카바메이트, 우레아, 아지드, 디아조 화합물, 디아조늄 염, 티올, 설파이드, 설페이트 에스테르, 무수물, 알칸, 알킬 할라이드, 에테르, 알켄, 알킨, 알데히드, 케톤, 유기 금속 종, 티타네이트, 지르코네이트, 알루미네이트, 설폰산, 포스핀, 포스포늄 염, 포스페이트, 포스포네이트 에스테르, 황-안정화 카바니온, 인 안정화 카바니온, 카보히드레이트, 아미노산, 펩티드, 필요한 증기 압력을 갖는 용액이거나 필요한 증기 압력을 갖는 용액으로 변화 (예를 들면, 용융 또는 용해되는)될 수 있는 이들 물질로부터 유도된 반응 생성물 등과 같은 화학 종을 포함할 것이다. 이들 물질 중에서, 파라핀 왁스와 같이 주위 조건에서 고체인 것은, 본 발명의 원리를 사용하여 프로세싱되기 위해, 용융되거나, 또는 또다른 유체 성분에 용해될 수 있다.

본 발명의 몇몇 실시 양태에서, 유체 조성물 (18)에 포함되는 용액 성분(들)은 실질적으로 부분적으로는 이러한 성분(들)을 냉각함으로써 초래되는 상 변화에 의해 기판 (16)상에 고체 코팅을 형성할 수 있다. 예를 들면, 왁스 증기는 대체로 액체로서 기판 표면 (14)에 응결할 것이나, 이후 왁스의 녹는 점 이하의 온도로 코팅 온도가 냉각됨에 따라 고체화할 것이다. 이러한 상 변화 작용을 갖는 다른 유용한 코팅 물질의 예는 나프탈렌 및 안트라센과 같은 폴리시클릭 방향족 화합물을 포함한다.

본 발명의 다른 실시 양태에서, 유체 조성물 (18)은 서로 반응할 수 있는 한개 이상의 상이한 용액 성분을 포함하여 이러한 성분들을 포함하는 반응 물질로부터 유도된 반응 생성물인 코팅을 형성할 수 있다. 이들 성분은 성분들 사이의 반응이 중합체 코팅을 생산하도록 단량체, 올리고머 및/또는 저분자량의 중합체 (본원에서 총체적으로 "중합체 전구 물질"로서 지칭됨)일 수 있다. 예를 들면, 유체 조성물 (18)은 디올 및/또는 트리올과 같은 폴리올 성분, 디이소시아네이트 및/또는 트리이소시아네이트와 같은 폴리이소시아네이트, 및 임의로 적합한 촉매 (또는, 선택적으로, 기판 표면 (14)는 반응 성분이 기판 표면 (14)에 접촉할 때 까지 반응하지 않도록 촉매로 전처리될 수 있음)를 포함할 수 있다. 코팅에 따라, 성분은 이후 기판 (16) 상에 폴리우레탄 코팅을 형성하기 위해 서로 반응할 수 있다.

중합체 전구 물질을 사용하는 접근의 또다른 예로서, 유체 조성물 (18)은 한개 이상의 유기 기능적 실란 또는 티타네이트 단량체를 포함할 수 있다. 이러한 유기 기능적 실란 및 티타네이트 단량체는 일반적으로 건조 및 가열에 의해 가교결합되어 중합체 실록산-형태 또는 티타네이트-형태 매트릭스를 형성할 수 있다. 광범위한 유기 기능적 실란 또는 티타네이트 단량체는 본 발명의 실시에 사용될 수 있다. 대표적인 예는 메틸 트리메톡시실란, 메틸 트리에톡시실란, 페닐 트리메톡시실란, 페닐 트리에톡시실란, (메트)아크릴옥시알킬 트리메톡시실란, 이소시아네이토프로필트리에톡시실란, 머캅토프로필트리에톡시실란, (메트)아크릴옥시알킬 트리클로로실란, 페닐 트리클로로실란, 비닐 트리메톡시실란, 비닐 트리에톡시실란, 프로필 트리메톡시실란, 프로필 트리에톡시실란, 글리시독시알킬 트리메톡시실란, 글리시독시알킬 트리에톡시실란, 글리시독시알킬 트리클로로실란, 퍼플루오로알킬 트리알콕시실란, 퍼플루오로메틸 알킬 트리알콕시실란, 퍼플루오로알킬 트리클로로실란, 퍼플루오로옥틸설폰아미도-프로필메톡시실란, 티타늄 이소프로폭시드, 이소프로필디메타크릴-이소스테아로일티타네이트, 이소프로필 트리(N-에틸렌디아민) 에틸티타네이트, 이들의 조합물 등을 포함한다.

본 발명의 다른 실시 양태에서, 유체 조성물 (18)은 기판 (16) 상에 경화가능한 액체 코팅을 형성할 수 있는 하나 이상의 중합체 전구 물질 성분을 포함할 수 있고, 여기서 상기 성분(들)은 코팅을 경화하고 고체화 (즉, 중합화 및/또는 가교결합)하기 위해 방사 경화 에너지에 노출되는 경우에 액체 코팅이 경화가능하도록 방사선 가교결합 가능한 기능기를 포함한다. 방사 경화 에너지의 대표적 예는 전자기 에너지 (예를 들면, 적외선 에너지, 마이크로파 에너지, 가시 광선, 자외선 등), 가속화된 입자 (예를 들면, 전자 빔 에너지), 및/또는 전기적 방전으로부터의 에너지 (예를 들면, 코로나, 플라스마, 글로우 방전, 또는 사일런트 방전)을 포함한다.

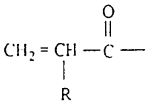
본 발명의 실시에서, 방사선 가교결합 가능한 기능기는 방사 경화 에너지의 적합한 원료에 노출시키는 경우 가교결합 및/또는 중합화 반응에 참여하는 단량체, 올리고머, 또는 중합체 골격 (경우에 따라)으로부터 직접적 또는 간접적으로 달려 있는 기능기를 의미한다. 이러한 기능기는 일반적으로 방사선 노출에 의한 양이온 기전을 통해 가교결합하는 기 뿐만 아니라 자유 라디칼 기전을 통해 가교결합하는 기를 포함한다. 본 발명의 실시에 적합한 방사선 가교결합 가능한 기의 대표적 예는 에폭시기, (메트)아크릴레이트기, 올레핀 탄소-탄소 이중 결합, 알릴에테르기, 스티렌기, (메트)아크릴아미드기, 이들의 조합물 등을 포함한다.

바람직한 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체, 올리고머, 및/또는 중합체는 각각 이러한 물질의 평균 기능기가 분자당 하나 이상의 자유-라디칼적 탄소-탄소 이중 결합인 한개 이상의 자유-라디칼적으로 중합화 가능한, 탄소-탄소 이중 결합을 포함한다. 이러한 부분을 갖는 물질은 공중합화하고/하거나 이러한 탄소-탄소 이중 결합 기능기를 통해 서로 가교결합할 수 있다. 본 발명의 실시에 적합한 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체는 바람직하게는 한개 이상의 단일, 이중, 삼중, 및 사중 기능기의, 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체로부터 선택된다. 다양한 양의 단일, 이중, 삼중, 및 사중 기능기의, 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체는 최종 코팅의 바람직한 성질에 의존하여, 본 발명에 혼입될 수 있다. 예를 들면, 더 높은 수준의 내마모성 및 내충격성을 갖는 코팅을 제공하기 위해, 조성물로 혼입된 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체가 1 보다 큰 분자당 평균 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 작용기를 갖도록, 한개 이상의 다작용성 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체, 바람직하게는 적어도 이작용성 및 삼작용성 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체를 모두 조성물이 포함하는 것이 바람직하다.

본 발명의 바람직한 조성물은, 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체가 1 이상, 바람직하게는 1.1 내지 4, 더욱 바람직하게는 1.5 내지 3의 평균 기능기를 갖는 조건에서, 단일 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체 1 내지 100 중량부, 이중 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체 0 내지 75 중량부, 삼중 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체 0 내지 75 중량부, 및 사중 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체 0 내지 75 중량부를 포함할 수 있다.

본 발명의 실시에 적합한 단일 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체의 하나의 대표적인 분류는 탄소-탄소 이중 결합이 방향족 고리에 직접 또는 간접적으로 연결된 것인 화합물을 포함한다. 이러한 화합물의 예는 스티렌, 알킬레이티드 스티렌, 알콕시 스티렌, 할로게네이티드 스티렌, 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 나프탈렌, 비닐나프탈렌, 알킬레이티드 비닐 나프탈렌, 알콕시 비닐 나프탈렌, 이들의 조합물 등을 포함한다. 단일 기능기의, 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체의 또다른 대표적 분류는 탄소-탄소 이중 결합이 5-비닐-2-노르보르넨, 4-비닐 피리딘, 2-비닐 피리딘, 1-비닐-2-피롤리디논, 1-비닐 카프로락탐, 1-비닐이미다졸, N-비닐 포름아미드 등과 같은 고리 지방족, 헤테로사이클릭, 및/또는 지방족 부분에 결합되는 화합물을 포함한다.

이러한 단일 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체의 또다른 대표적 분류는 하기 화학식의 부분을 혼입하는 (메트)아크릴레이트 기능기 단량체를 포함한다:



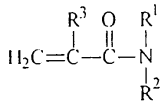
상기식에서 R은 수소, 할로겐, 메틸 등과 같은 1가 부분이다. 이러한 부분을 혼입하는 단량체의 대표적 예는 (메트)아크릴아미드, 클로로(메트)아크릴아미드, 메틸 (메트)아크릴레이트, n-부틸 (메트)아크릴레이트, t-부틸 (메트)아크릴레이트, 에틸 (메트)아크릴레이트, 이소프로필 (메트)아크릴레이트, 2-에틸헥실 (메트)아크릴레이트와 같은, 1 내지 10, 바람직하게는 1 내지 8개의 탄소 원자를 함유하는 (메트)아크릴산의 직쇄, 분지쇄, 또는 고리 지방족 에스테르, 및 이소옥틸아크릴

레이트, 알카노익 산의 알킬 부분이 2 내지 10, 바람직하게는 2 내지 4개의 탄소 원자를 포함하고, 직쇄, 분지쇄, 또는 시클릭인 알카노익 산의 비닐 에스테르; 이소보르닐 (메트)아크릴레이트; 비닐 아세테이트; 알릴 (메트)아크릴레이트 등일 수 있다.

이러한 (메트)아크릴레이트 기능성 단량체는 또한 히드록실 기능기. 니트릴 기능기, 에폭시 기능기, 카복실 기능기, 티올 기능기, 아민 기능기, 이소시아네이트 기능기, 설포닐 기능기. 퍼플루오로 기능기, 설폰아미도 페닐 기능기, 이들의 조합과 같은 다른 종류의 기능기를 포함할 수 있다. 이러한 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 화합물의 대표적 예는 글리시딜 (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴로니트릴, β-시아노에틸-(메트)아크릴레이트, 2-시아노에톡시에틸 (메트)아크릴레이트, p-시아노스티렌, p-(시아노메틸)스티렌, α,β-불포화 카복실산의 디올과의 에스테르, 예를 들면, 2-히드록시에틸 (메트)아크릴레이트, 또는 2-히드록시프로필 (메트)아크릴레이트, 1,3-디히드록시프로필-2-(메트)아크릴레이트, 2,3-디히드록시프로필-1-(메트)아크릴레이트, α,β-불포화 카복실산의 카프로락톤과의 부가 생성물, 2-히드록시 비닐 에테르과 같은 알카놀 비닐 에테르, 4-비닐벤질 알콜, 알릴 알콜, p-메틸롤 스티렌, N,N-디메틸아미노 (메트)아크릴레이트, (메트)아크릴산, 말레산, 말레산 무수물, 트리플루오로에틸 (메트)아크릴레이트, 테트라플루오로프로필 (메트)아크릴레이트, 헥사플루오로부틸 (메트)아크릴레이트, 부틸퍼플루오로옥틸설폰아미도에틸 (메트)아크릴레이트, 에틸퍼플루오로옥틸설폰아미도에틸 (메트)아크릴레이트, 이들의 혼합물을 포함한다.

본 발명의 실시에 적합한 단일 기능기의 자유-라다칼적으로 경화할 수 있는 단량체의 또다른 분류는 한개 이상의 N,N-이치환된 (메트)아크릴레이트를 포함한다. N,N-이치환된 (메트)아크릴아미드의 사용은 수많은 잇점을 제공한다. 예를 들면, 이런 종류의 단량체의 사용은 폴리카보네이트 기판에 대해 개선된 부착을 보이는 정전기 방지 코팅을 제공한다. 추가로, 이런 종류의 단량체의 사용은 또한 개선된 기후 적응성 (weatherability) 및 터프니스 (toughness)를 제공한다. 바람직하게는, N,N-이치환된 (메트)아크릴아미드는 99 내지 약 500, 바람직하게는 약 99 내지 약 200의 분자량을 갖는다.

N,N-이치환된 (메트)아크릴아미드 단량체는 일반적으로 하기 화학식을 갖는다:

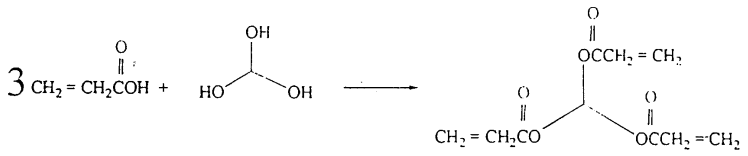


상기식에서 R^1 및 R^2는 각각 독립적으로 수소, 임의로 히드록시, 할라이드, 카보닐, 및 아미도 기능기를 갖는 (C_1-C_8)알킬기 (직쇄, 분지쇄, 또는 시클릭), 임의로 카보닐 및 아미도 기능기를 갖는 (C_1-C_8)알킬렌기, (C_1-C_4)알콕시메틸기, (C_4-C_{10})아릴기, (C_1-C_3)알크(C_4-C_{10})아릴기, 또는 (C_4-C_{10})헤테로아릴기인데, 단, R^1 및 R^2 중 오직 하나만 수소이고; R^3는 수소, 할로겐, 또는 메틸기이다. 바람직하게는, R^1은 (C_1-C_4)알킬기이고, R^2는 (C_1-C_4)알킬기이고, R^3는 수소, 또는 메틸기이다. R^1 및 R^2는 동일하거나 상이할 수 있다. 더욱 바람직하게는, R^1 및 R^2의 각각은 메틸이고, R^3는 수소이다.

이러한 적합한 (메트)아크릴아미드의 예는 N-tert-부틸아크릴아미드, N,N-디메틸아크릴아미드, N,N-디에틸아크릴아미드, N-(5,5-디메틸헥실)아크릴아미드, N-(1,1,-디메틸-3-옥소부틸)아크릴아미드, N-(히드록시메틸)아크릴아미드, N-(이소부톡시메틸)아크릴아미드, N-이소프로필아크릴아미드, N-메틸아크릴아미드, N-에틸아크릴아미드, N-메틸-N-에틸아크릴아미드, 및 N,N'-메틸렌-비스아크릴아미드이다. 특히 바람직한 (메트)아크릴아미드는 N,N-디메틸 (메트)아크릴아미드이다.

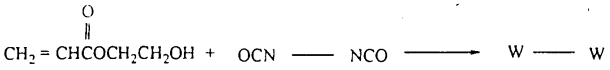
자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체의 다른 예는 알릴옥시 부분 등을 포함하는 에텐, 1-프로펜, 1-부텐, 2-부텐 (시스 또는 트랜스) 화합물과 같은 알켄을 포함한다.

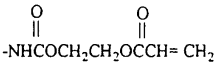
단일 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체에 덧붙여, 또는 이에 대한 대안으로서, 바람직하게는 이중, 삼중, 및/또는 사중 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 기능기를 갖는 임의의 종류의 다중 기능기의 자유-라디칼적으로 경화할 수 있는 단량체가 또한 본 발명에서 사용될 수 있다. 이러한 다중 기능기의 (메트)아크릴레이트 화합물은 수많은 다른 공급자로부터 상업적으로 입수가능하다. 선택적으로, 이러한 화합물은 다양한 공지된 반응식을 사용하여 제조될 수 있다. 예를 들면, 한 접근에 따라, (메트)아크릴산 또는 아실 할라이드 등은 2개 이상, 바람직하게는 2 내지 4개의 히드록실 기를 갖는 폴리올과 반응된다. 이 접근은 설명을 위해, 아크릴산 및 트리올 사이의 반응을 보여주는 하기의 계통적 반응식에 의해 나타낼 수 있다:



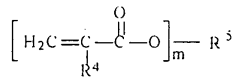
도식화된 바와 같은 이 반응식은 삼중 기능기 아크릴레이트를 제공한다. 이중 또는 사중 기능기 화합물을 얻기 위해, 상응하는 디올 및 테트롤이 각각 트리올을 대신해 사용될 수 있다.

또다른 접근에 따라, 히드록시 또는 아민 기능기 (메트)아크릴레이트 화합물 등은 2 내지 4개의 NCO 기 또는 등가류를 갖는 폴리이소시아네이트, 또는 이소시안우레이트 등과 반응된다. 이 접근은 설명을 위해, 히드록시에틸 아크릴레이트 및 디이소시아네이트 사이의 반응을 보여주는 하기의 계통적 반응식에 의해 나타낼 수 있다:



상기식에서 각각의 W는  이다. 도식화된 바와 같은 반응식은 이중 기능기의 (메트)아크릴레이트를 제공한다. 삼중 또는 사중 기능기의 화합물을 얻기 위해, 상응하는 삼중 또는 사중 기능기의 이소시아네이트가 각각, 디이소시아네이트를 대신해 사용될 수 있다.

다중 기능기의 (메트)아크릴 기능기 화합물의 또다른 바람직한 분류는 한개 이상의 다중 기능기의, (메트)아크릴산의 에틸렌계 불포화된 에스테르를 포함하며, 하기 화학식에 의해 나타낼 수 있다:



상기식에서 R^4는 수소, 할로겐 또는 (C_1-C_4)알킬기이고; R^5는 m가를 갖는 다가 유기기로서, 탄소, 수소, 질소, 비과산화수소성 산소, 황, 또는 인 원자를 갖는, 시클릭, 분지쇄, 또는 직쇄, 지방족, 방향족, 또는 헤테로시클릭일 수 있으며; m은 에스테르에서 아크릴 또는 메타크릴 기의 숫자를 표시하고 2 내지 4의 값을 갖는다. 바람직하게는, R^4는 수소, 메틸, 또는 에틸이고, R^5는 약 14 내지 100의 분자량을 갖고, m은 2 내지 4의 값을 갖는다. 다중 기능기 아크릴레이트 및/또는 메타크릴레이트의 혼합물이 사용되면, m은 바람직하게는 약 1.05 내지 3의 평균 값을 갖는다.

(메트)아크릴산의 적합한 다중 기능기의 에틸렌계 불포화된 에스테르의 구체적인 예는, 예를 들면, 에틸렌 글리콜, 트리에틸렌글리콜, 2,2-디메틸-1,3-프로판디올, 1,3-시클로펜탄디올, 1-에톡시-2,3-펜탄디올, 2-메틸-2,4-펜탄디올, 1,4-시클로헥산디올, 1,6-헥산디올, 1,2-시클로헥산디올, 1,6-시클로헥산디메탄올, 헥사플루오로데칸디올, 옥타플루오로헥산디올, 퍼플루오로폴리에테르디올과 같은 지방족 디올의 디아크릴산 및 디메틸아크릴산 에스테르, 글리세린, 1,2,3-프로판트리메탄올, 1,2,4-부탄트리올, 1,2,5-펜탄트리올, 1,3,6-헥산트리올, 및 1,5,10-데칸트리올과 같은 지방족 트리올의 트리아크릴산 및 트리메타크릴산 에스테르, 트리스(히드록시에틸) 이소시안우레이트의 트리아크릴산 및 트리메타크릴산 에스테르, 1,2,3,4-부탄테트롤, 1,1,2,2-테트라메틸롤에탄, 및 1,1,3,3-테트라메틸롤프로판과 같은, 지방족 트리올의 테트라아크릴산 및 테트라메타크릴산 에스테르, 피로카테콜, 및 비스페놀과 같은 방향족 디올의 디아크릴산 및 디메타크릴산 에스테르, 이들의 혼합물 등을 포함하는 폴리히드릭 알콜의 폴리아크릴산 또는 폴리아크릴산 에스테르이다.

또한 도 1a를 참조하여, 캐리어 기체 (24)는 원하는 바대로, 유체 조성물 (18)의 전체 또는 부분에 대해 불활성이거나 반응성일 수 있는 임의의 기체 또는 기체들의 조합일 수 있다. 그러나, 많은 응용에서, 캐리어 기체 (24)가 유체 조성물 (18)의 모든 성분들에 대해 불활성인 것이 바람직하다. 특히, 유체 조성물 (18)이 유기 액체를 포함할 때, 캐리어 기체 (24)가 산소와 같은 산화 기체를 포함하지 않는 것이 바람직하다. 불활성 기체의 대표적인 예는 질소, 헬륨, 아르곤, 이산화 탄소, 이들의 조합물 등을 포함한다. 산화가 문제되지 않는 유체 조성물 (18)에 대해서는, 보통 주위 공기가 원한다면 캐리어 기체 (24)로서 사용될 수 있다.

분무에 이어, 액체 소적 (28)은 기화하고 증기 (30)과 같이 도식적으로 묘사된 비-광-산란 증기 상으로서 캐리어 기체 (24)에 분산된다. 증기 (30)은 바람직하게는 실제 증기이지만, 또한 분산된 소적이 630 nm 내지 670 nm의 파장을 갖는 가시광선 및/또는 레이저 광선을 산란시키기에 너무 작은, 예를 들면, 약 30 nm 미만의 평균 크기인 것인 분산된 상일 수 있다. 그리하여, 도 1a가 사실상 다수의 소적으로서 도식적으로 증기 (30)을 나타내더라도 증기 (30)은 가시적이지 않다.

사실, 스트림 (22) 및 (20)의 충돌 이후 거리 d를 지나는 액체 소적 (28)의 시각적 소실은 충돌이 실질적으로 모든 유체 조성물 (18)을 기화시키기에 효과적인 조건에서 수행되었음을 나타내 준다. 이를 거치면서 분무된 소적 (28)의 기화가 완결되는 실제 거리 d는 유체 조성물 (18) 및 캐리어 기체 (24)의 성질, 유체 조성물 (18) 및 캐리어 기체 (24)의 각각의 온도, 충돌 시간에서의 스트림 (22) 및 (20)의 속도, 분무 및 기화가 발생하는 쳄버 (17) 내 온도 등을 포함하는 다양한 인자에 따라 변할 것이다. 대체로, d는 하기 실시예에 기술된 장비의 스케일에 대해서는 2 cm 내지 20 cm의 범위내에 있다. 따라서, 쳄버 (17)은, 존재할 때, 대체로 광범위한 코팅 물질을 다룰 수 있도록 적어도 d 만큼의 길이를 가질 것이다.

쳄버 (17)은 필요하지 않으나, 기판 (16)에 증기를 더욱 효과적으로 전달해 주고 또한 코팅 성능을 증가시키기 위해 증기 (30)의 기하학을 형태화 해준다. 사용될 때, 쳄버 (17)은 분무 부분으로부터 증기 (30)이 기판 (16)과 접촉하는 부분까지 확장하는 길이를 따르는 선형일 수 있지만, 이를 요구하는 것은 아니다. 사실, 쳄버 (17)이 다수의 꼬임 (twist) 및 터언 (turns)을 포함하더라도, 증기 (30)은 여전히 기판 (16)을 향해 흐르는 경향이 있다. 예를 들면, 도 3이 선형 쳄버를 갖는 증기 이동 관을 나타내더라도, 도 4는 90^{o} 터언을 갖는 쳄버를 나타낸다.

충분한 캐리어 기체 (24)가 대체로 기화되는 유체 성분의 비등점 이하의 온도인 증기 (30)의 응결점 이상의 온도에서 사용되는 한, 증기 (30)은 실제 증기 상으로서 캐리어 기체 (24)와의 혼합물로 존재할 수 있다. 캐리어 기체 (24) 및 유체 조성물 사이의 접촉이 증기 (30)의 부분압이 증기 포화 압력 이하인 조건에서 수행되기 때문에, 더 높은 온도, 예를 들면, 유체 성분의 비등점 또는 그 이상의 온도는, 기화를 달성하고 유지하기 위해 요구되지 않는다. 더 높은 온도로 재분류하지 않고 성분을 기화시키는 이런 능력은 한개 이상의 성분이 높은 온도에서 손상되거나 그렇지 않으면 분해될 수 있는 유체 조성물을 사용할 때 특히 유익하다.

유체 조성물 (18)의 성분이 높은 온도에 의해 손상되지 않으면, 캐리어 기체 (24)는 유체 성분(들)의 비등점(들) 이상의 온도에서 공급될 수 있다. 사실, 이렇게 더 높은 온도의 사용은 몇몇 응용에서 유익하다. 예를 들면, 기화를 위한 열적 에너지가 캐리어 기체 (24)로부터 나오기 때문에, 더 높은 기체 온도는 필요로 되고/되거나 특히 액체의 더 높은 유속에서, 몇몇 액체를 기화시키기에 충분한 에너지를 공급하기 위해 바람직할 수 있다. 이러한 예에서, 캐리어 기체 (24) 및 증기 (30)의 결과의 혼합물은 캐리어 기체 (24)의 초기 온도, 유체 조성물 (18)의 초기 온도, 및 두가지 물질의 상대적 유속과 같은 인자에 의해, 한개 이상의 증기 성분의 비등점(들) 이상 또는 이하의 온도를 가질 수 있다.

그리하여, 증기 (30)은 모든 증기 (30)이 증기상으로 유지하는 경향이 있는 온도 이상의 응결 온도를 가질 것이다. 한편, 응결 온도 이하에서, 증기 (30)은 액체상으로 응결하는 경향이 있다. 따라서, 캐리어 기체 (24)의 스트림 (22)는 바람직하게는 증기 (30)의 응결점 이상의 온도에서 쳄버 (17)로 공급된다. 바람직하게는, 캐리어 기체 (24)는 응결점 이상의 상승된 온도로 가열되지만, 그렇더라도 여전히 하나 이상의 유체 조성물의 비등점 보다 낮고, 더욱 바람직하게는 유체 조성물 (18)의 용액 성분의 비등점 보다 낮다.

이 논의로부터, 캐리어 기체 (24) 및 증기 (30)의 혼합물이 증기 (30)이 기판 표면 (14)에 도달하기 전에 증기 (30)의 응결 온도 이하의 온도로 떨어진다면, 적어도 증기 (30)의 부분들은 성급하게 응결할 수 있다. 이를 막기 위해, 쳄버 (17)은 바람직하게는 증기 응결 온도 이상의 온도에서 기체성 혼합물을 유지하기 위해 가열이 가능하다. 가열은 바람직한 방법으로 쳄버 (17)에 가해질 수 있다. 예를 들면, 쳄버 (17)의 내용물은 적외, 마이크로웨이브, RF 에너지, 또는 레이저 에너지로 조사될 수 있다. 또 다른 예로서, 쳄버 (17)의 벽 (19)는 벽 (19) 내 또는 주위를 뜨거운 기체 또는 액체, 예를 들면, 스팀으로 순환시키는 전기 가열 코일 또는 가열 쟈켓에 의해 가열될 수 있다.

캐리어 기체 (24) 및 증기 (30)의 혼합물은 기판 (16)의 표면 (14)로 흐르고, 이는 증기 (30)의 응결 온도 이하의 온도로 냉각된다. 결과로서, 증기 (30)은 기판 (14)상에 응결하고, 얇고 실질적으로 균일한 코팅 (12)를 형성한다. 기판 (16)은 편리한 냉각 수단을 사용하여 냉각될 수 있다. 제시된 바대로, 기판 (16)은 차가운 지지 구성 요소 (32)와 열적인 접촉에 의해 냉각된다. 지지 구성 요소 (32)를 사용하면 냉각 효과가 캐리어 기체 (24) 및 증기 (30)의 혼합물과 같은 시스템 (10)의 다른 부분으로 보다 오히려 주로 기판 (16)으로 열적으로 전이되다는 점에서 특히 유익하다. 이 방법에서, 기판 (16)에 도달하기 전에 응결하는 증기 (30)의 양은 최소화된다. 지지 구성 요소 (32)는 임의의 원하는 냉각 기법을 사용하여 냉각될 수

있다. 제시된 바대로, 지지 구성 요소 (32)는 냉각재 공급 라인 (34)로부터 지지 구성 요소 (32)를 통해, 차가운 물 등과 같은, 적합한 냉각재를 순환시킴으로써 차가와 진다. 냉각재는 배수 라인 (36)을 통해 지지 구성 요소 (32)로부터 빠져나간다.

본 발명에 의한 코팅을 위해 적합한 기판은 많은 상이한 물질로부터 만들어질 수 있고 많은 상이한 모양을 가질 수 있다. 예를 들면, 물질에 의해, 기판은 금속, 나무, 직물, 중합체, 세라믹, 종이, 무기질, 유리, 합성물 등일 수 있다. 형태에 의해, 기판은 평평한, 굽은, 물결 모양의, 꼬인, 미세 구조의, 유연한, 거친, 다공성의, 미립자의, 섬유의, 중공의, 3-차원적, 규칙적 또는 불규칙적 표면 등일 수 있다. 기판을 본 발명의 증기 스트림에 가깝게 배치하는 방법은 원하는 코팅 및 기판에 의존한다. 적합한 방법은, 예를 들면, 유연성 웹-류 기판 및 섬유를 위한 이동 기술, 미립자 기판을 위한 진동 및 현탁 기술, 및 3차원적 기판을 위한 움직일 수 있는 증기 원료 또는 기판을 포함한다.

도 1a에 제시된 실시 양태에서, 기판 (16) 및 지지 구성 요소 (32)는 코팅 중 움직이지 않는다. 그래서, 도 1a에 제시된 실시 양태는 배치식 코팅 조작을 수행하는 데 적합할 것이다. 그러나, 선택으로서, 코팅 조작은 정상 상태 유형으로 수행될 수 있다. 예를 들면, 도 3 및 4는 움직이는 기판의 긴 길이가 정상 상태 코팅 조작으로 코팅되는 것인 본 발명의 실시 양태를 나타낸다.

유익하게, 본 발명은 광범위한 두께를 갖는 코팅 (12)와 같은 코팅을 형성하기 위해 사용될 수 있다. 바람직한 실시 양태에서, 0.01 마이크로미터 내지 5 마이크로미터의 범위의 균일한 두께를 갖는 코팅은 단일 패스 (single pass)로부터 쉽게 형성된다. 더 두꺼운 필름, 또는 다른 물질의 다중 층 필름은, 다중 코팅 패스에서 코팅 기판 (16)에 의해 또는 단일 패스에서 다중 디포지션을 통해 형성될 수 있다. 유익하게, 본 발명은 또한 코팅이 실질적으로 핀-홀 (pin-hole)이 없는 것으로 형성되도록 해준다. 또한 코팅은 분리된 증기 및/또는 증기 혼합물을 공-응결할 때 상 분리 없음을 보여주는 것이라 여겨진다.

코팅 (12)가 표면 (14)상에 증기 (30)의 응결의 결과로서 초기에 형성된 후에, 코팅 (12)는 임의로 코팅 (12)를 위해 바람직한 특징에 의존하여 추가의 임의의 프로세싱에 놓여질 수 있다. 예를 들면, 코팅 (12)가 방사 경화 에너지에 대한 노출에 의해 경화 또는 가교결합하고 고체화할 수 있는 성분으로부터 형성된다면, 코팅 (12)는 코팅을 경화하기 위해 방사 경화 에너지의 적합한 양으로 조사될 수 있다. 코팅이 가열에 의해 열적으로 경화하고 고체화하는 성분으로부터 형성된다면, 코팅 (12)는 이러한 경화를 얻기에 효과적인 적합한 조건에서 가열될 수 있다. 코팅 (12)가 추가의 냉각에 따른 상 변화에 의해 고체화하는 성분으로부터 형성된다면, 코팅 (12)는 성분이 고체화하는 온도로 냉각될 수 있다. 배출 기체 (39)로서 도 1A에 총체적으로 묘사된, 과잉의 캐리어 기체 (24) 및 증기 (30)은, 배출 포트 (38)를 통해 챔버 (17)로부터 배출될 수 있다.

도 1a에서, 분무는 스트림 (22)를 (20)과 충돌시킴으로써 이루어지고, 이때 충돌 에너지는 미세한 액체 소적 (28)의 미스트로 유체 조성물 (18)을 분해한다. 라미나 플로우 조건에서의 충돌 분무는 유체 조성물 (18)이 소적의 용량적 농도 및 시간에 따라 후행하는 증기의 변화를 초래할 수 있는 펄스 없이 부드럽게 분무될 수 있기 때문에 유익하다. 다른 분무 수단이 분무에서 펄스된 특징을 나타내는 경향이 있더라도, 분무는 또한 다른 수단에 의해 성취될 수 있다. 예를 들면, 소적 (28)이 기화할 수 있도록, 유체 조성물 (18)은 캐리어 기체 (24)로 액체 소적 (28)을 방출하거나 그렇지 않으면 스프레이하는 통상적인 분무 수단을 사용하여 분무될 수 있다. 이러한 다른 분무 접근은 초음파 분무, 스피닝 디스크 분무 등을 포함한다. 도 1b는 이를 도식적으로 나타낸다. 도 1b는 유체 스트림 (20)이 스트림 충돌 대신 분무기 성분 (21)을 사용하여 분무되는 것을 제외하면 도 1a와 일반적으로 유사하다. 분무기 성분 (21)로서의 용도에 적합한 광범위한 대표적 분무 구조는 문헌 [레페브르, 에이.에이취., 분무 및 스프레이, 헤미스피어 퍼블리슁 코포레이션, U.S.A. (1989); 하라리 등, 분무 및 스프레이, 제 7권, 페이지 97-113 (1997)]에 기술된다.

또 다른 대표적 예로서, 유체 스트림 (20) 및 기체 스트림 (22)는 유체 조성물 (18)이 통상적인 분무 수단을 사용하여 분무된 후에, 처음으로 미리 혼합될 수 있다. 이 방법에서, 결과의 분무된 소적 (28)은 분무 시간에서 캐리어 기체 (24)와 긴밀한 혼합물 상태에 있다. 유익하게, 미리 혼합한 유체 스트림 (20) 및 캐리어 기체 스트림 (24)는 캐리어 기체 (24)를 덜 사용하고 이후 도 1a의 충돌 접근을 한다. 그러나, 충돌에 의해 형성된 소적 (28)은 더 작은 경향이 있고 미리 혼합하는 접근을 사용하여 형성된 소적 (28) 보다 더 빠르게 기화한다. 또 다른 대표적 예로서, 분무는 결과의 분무된 소적 (28)이 캐리어 기체 (24)와 접촉될 수 있는 방법으로 유체 조성물 (18)의 2개 이상의 스트림을 충돌시킴으로써 수행될 수 있다.

도 2a는 도 1a의 시스템 (10)의 조작 (100)의 하나의 바람직한 형태를 요약하는 플로우 챠트 도표이다. 이 방법의 플로우 챠트 형식에서 조작 (100)의 형태의 고찰은 도 2b의 플로우 챠트 형식에 제시된 본 발명의 조작 (100')의 선택적인 형태를 이해하는 데 특히 유용하다. 도 2a를 참조하여, 유체 조성물 (104)의 스트림 (102) 및 캐리어 기체 (108)의 스트림 (106)이 캐리어 기체 (108) 및 기화된 유체 조성물을 포함하는 기체성 혼합물을 형성하기 위해 유체 조성물 (104)를 분무하고

기화시키기에 효과적인 조건에서 단계 (100)에 들어간다. 단계 (112)에서, 증기는 냉각된 기판의 표면으로 흐르고, 여기서 증기는 액체로서 응결하고 단계 (114)에서 기판상에 코팅을 형성한다. 단계 (116)에서, 코팅은 임의의 응결후 프로세싱을 거친다.

조작 (100)의 형태는 주위 조건에서 정상적으로 고체인 한개 이상의 성분으로부터 유도되고/되거나 이를 포함하는 유체 조성물 (104)를 다루기 위해 쉽게 적용될 수 있다. 예를 들면, 쉽게 용융하여 기화할 수 있는 용액을 형성하는 물질, 예를 들면, 왁스는, 녹을 수 있고 이후 녹은 형태로 유체 조성물 (104)에 혼입될 수 있다. 다른 고체는 유체 조성물 (104)의 또 다른 용액 성분과 혼합될 때 이들을 쉽게 녹이는 용해도 특징을 가질 수 있다. 예로서, 많은 고체 광기폭제는 이의 중합화가 광기폭제의 존재에 의해 유익하게 촉진되는 방사선 경화할 수 있는 단량체를 포함하는 용액에 녹는다. 다른 고체 물질은 캐리어 (108)과 접촉할 때 녹거나 또는 코팅 증기와 함께 코팅 부위로 이동되기에 충분히 작은 미세한 입자로서 공급될 수 있다.

도 2b는 조작 (100')의 형태가 유체 스트림 (102a'), (102b') 등을 분무하고 기화시키기에 효과적인 방법으로, 다수의 유체 스트림 (102a'), (102b') 등을 상응하는 다수의 캐리어 기체 스트림 (106a'), (106b') 등과 합류시킬 수 있는 것을 제외하면, 도 2a의 조작 (100)의 형태와 일반적으로 동일한 조작 (100')의 선택적인 형태를 나타낸다. 이러한 증기 형성은 혼합된 증기를 형성하기 위한 동일한 쳄버내에서 실질적으로 동시에 일어날 수 있다. 동시적 증기 형성은 상호간에 정상적으로 섞이지 않는 용액으로부터 균일한 코팅을 형성하기에 특히 바람직하다. 선택적으로, 증기 형성은 다중층의 코팅이 형성될 수 있는 동일한 쳄버에서 순차적으로 일어날 수 있다. 선택적으로, 이러한 증기 형성은 분리된 쳄버 내에서 일어날 수 있으며 이후 증기가 분리된 쳄버로부터 기판에 동시에 스프레이된다. 분리된 쳄버로부터의 동시적 증기의 스프레잉은 상호간에 반응성인 증기로부터 코팅을 형성하기에 바람직하다.

도 3은 공급 롤 (208)로부터 테이크-업 롤 (210) 까지의 차가운 지지 구성 요소 (206)을 가로질러 움직이는 가요성 웹 (204)상에 코팅 (선명도를 위해 제시되지 않음)을 형성하기에 유용한 본 발명의 기구 (200)의 한 특정한 실시 양태를 나타낸다. 일반적으로, 코팅 조작은 넓은 속도 범위 내 바람직한 속도로 가요성 웹 (204)를 이동시키는 동안 수행될 수 있다. 예를 들면, 가요성 웹 (204)는 약 1 cm/s 내지 1000 cm/s 범위의 속도로 이동될 수 있다. 가요성 웹 (204)는 천연 및/또는 합성 섬유, 금속, 세라믹 조성물 등으로 형성된 중합체, 종이, 섬유 물질 및 직물을 포함하는 다양한 가요성 물질로부터 형성될 수 있다. 가이드 롤러 (212)는 지지 구성 요소 (206)의 표면 (214)를 가로질러 가요성 웹 (204)를 안내해 준다. 지지 구성 요소 (206)은 공급 라인 (216)을 통해 지지 구성 요소 (206)으로 들어가고 배수 라인 (218)을 통해 배출되는 냉각재에 의해 냉각된다. 냉각재의 냉각 효과는 지지 구성 요소 (206)과의 열적 접촉으로 가요성 웹 (204)의 부분에 주어진다.

코팅 조작은 증기 이동관 (224)를 사용하여 수행된다. 증기 이동관 (224)는 가요성 웹 (204)에 증기를 이동시켜 주고 더 나은 코팅 성능을 위해 증기 스팀을 형태화해 준다. 증기 이동관 (224)는 2개의 반쪽 (203) 및 (205)로 형상화된다. 각각의 반쪽 (203) 및 (205)는 반쪽들이 스크류, 볼트, 나사 연결 등과 같은 적합한 패스닝 수단에 의해 함께 탈착적으로 고정되도록 하기 위해 메이팅(mating) 말단에, 각각, 플랜지 (207) 및 (209)를 포함한다. 이 두 반쪽 (203) 및 (205)는 보존 및 검사를 위해 쳄버 (222)에 접근할 수 있도록 개방될 수 있다.

증기 이동관 (224)는 유입구 말단 (226) 및 배출구 말단 (228)을 갖는다. 유입구 말단 (226)은 노즐 (230)과 함께 장착되는데, 상기 노즐을 통해 용액 코팅 물질의 스트림 및 캐리어 기체가 증기 이동관 (224)의 쳄버 (222) 내에서 방출되어 충돌된다. 이러한 충돌은 코팅 물질의 분무 및 기화를 초래한다. 코팅 물질은 공급 라인 (232)를 통해 노즐 (230)에 공급된다. 공급 라인 (232)를 통한 물질의 이동은 미터링 펌프 (236)을 사용하여 수반된다. 캐리어 기체는 공급 라인 (234)를 통해 노즐 (230)에 공급된다. 공급 라인 (234)는 기체가 증기 이동관 (224)로 들어가기 전에 케리어 기체를 미리 가열하기 위해 플로우 레귤레이터 (235) 및 임의의 열 교환기 (238)와 함께 장치된다. 증기 이동관 (224)의 벽 (242)를 가열하기 위해 가열 요소 (240)과 같은 가열 수단을 사용하여 쳄버 (222)에 열이 공급될 수 있다. 도 3에 계통적으로 제시된, 가열 요소 (240)은, 바람직한 양의 열을 공급하기 위해 벽 (242)와 열적 접촉하는 증기 이동관 (224)의 주위를 나선형으로 둘러싼다.

증기 이동관 (224)의 배출구 말단 (228)에는 입구 (244)를 갖는 말단 캡 (246)이 제공되는데, 상기 입구를 통하여 쳄버 (22) 내에서 생성된 증기가 가요성 웹 (204) 상으로 향한다. 말단 캡 (246)은 보수 및 검사를 위해 쳄버 (222)에 접근하도록 하기 위해 임의로 제거될 수 있다. 증기가 증기의 응결 온도 이하의 온도로 유지되는 차가운 웹 (204)와 접촉할 때, 증기는 응결하여 웹 (204)상에 코팅을 형성한다. 코팅이 움직이는 웹 (204)에 적용된 후, 코팅은 경화 단위 (250)에 의해 도식적으로 나타낸 바대로, 적합한 경화 처리에 놓여진다. 예를 들면, 선택적으로, 경화 단위 (250)은 코팅이 방사선 가교결합 가능한 기능기를 포함한다면 방사 경화 에너지 원(energy source)일 수 있다. 또 다른 선택으로서, 경화 단위 (250)은 코팅이 열적으로 경화할 수 있는 기능기를 포함한다면 오븐일 수 있다.

도 4는 움직일 수 있는 웹 (302)상에 방사 경화된 코팅을 형성하기에 적합한 본 발명의 특히 바람직한 시스템 (300)을 나타내고, 여기서 코팅은 한개 이상의 유체, 방사선 가교결합 가능한 코팅 물질로부터 형성된다. 시스템 (300)은 내부 벽 (306) 및 외부 벽 (308)을 포함하는 이중-벽 엔클로져 (304)를 포함한다. 내부 벽 (306)은 코팅 쳄버 (310)을 정의한다. 내부 격벽 (312)는 코팅 쳄버 (310)을 상위 쳄버 (314) 및 하위 쳄버 (316)으로 나눈다. 하위 쳄버 (316)은 깨끗한 코팅 환경을 유지해줄 뿐만 아니라 웹 (302)상에 코팅을 형성하기 위해 사용된 방사선 가교결합할 수 있는 코팅의 반응적 성질에 의해 불활성 기류하에서 보존된다.

불활성 기류는 코팅되고 응결후 프로세싱되는 물질에 대해 불활성인 기체 또는 이들의 조합일 수 있다. 적합한 불활성 기체의 예는 질소, 헬륨, 아르곤, 이산화 탄소, 이들의 조합 등을 포함한다. 불활성 기류는 코팅 조작을 수행하기에 효과적인 편리한 온도에서 공급될 수 있다. 그러나, 불활성 기류가 너무 뜨겁거나 너무 차가우면 웹 온도 및/또는 증기 온도는 조절하기 더 어렵다. 일반적으로, 그러므로, 0°C 내지 100°C 범위의 온도에서 불활성 기체를 공급하는 것이 적합하다. 불활성 기류는 기체 유입 포트 (320)을 통해 하위 쳄버 (316)에 공급되고 기체 배출 포트 (322)를 통해 배출된다. 하위 쳄버 (316)은 하위 쳄버 (316)으로부터 주위 기체, 미립자, 및 그외 오염물을 배제하기 위해, 약간의 양압, 예를 들면, 0.04 psig (250Pa)에서 유지된다.

가요성 웹 (302)는 공급 롤 (326) (상위 쳄버 공간 (314)에 위치됨)로부터 테이크 업 롤 (328) (역시 상위 쳄버 (314)에 위치됨) 까지 드럼 (324) (하위 쳄버 공간 (316)에 배치됨) 주위로 안내된다. 가이드 롤러 (325)는 이러한 이동중 웹 (302)를 안내해 준다. 바람직하게는, 드럼 (324)는 드럼 (324) 주위로 웹 (302)를 이동시켜 주기 위해 화살표 (330) 방향으로 회전할 수 있는 물로 냉각된, 회전 가능한 드럼이다. 본 발명을 사용하여 형성될 수 있는 매우 미세한 코팅 두께 때문에, 드럼 (324)의 표면 (332)는 수평(true) (즉, 드럼 축에 평행)이고 평탄(smooth)하다. 물로 냉각된 드럼 (324)의 특히 바람직한 실시 양태는 표면 (332) 아래에, 그렇지만 가깝게 위치된 이중 나선형으로 둘러싸인 채널 (제시되지 않음)을 통해 냉각수를 순환시킴으로써 냉각된다.

드럼 (324)는 방사선 가교결합 가능한 코팅 물질의 적어도 한 부분, 및 바람직하게는 모든 부분의 응결 온도 이하의 온도에서 유지된다. 드럼 (324)와 열적 접촉하는 웹 (302)의 열적 크기는 드럼 (324)의 열적 크기와 비교하여 비교적 작기 때문에, 드럼 (324)와 열적 접촉하는 웹의 부분들은 지지 구성 요소 온도에 실질적으로 상응하는 온도로 냉각될 것이다. 이는 증기 코팅 물질이 웹 (302)에 응결하는 것을 확실히 해준다. 냉각 온도는 코팅되려는 물질의 성질에 따라 변할 것이다. 대체로, 0°C 내지 80°C 범위의 온도로 드럼 (324)을 유지하는 것이 적합하다.

드럼 (324)의 회전 속도는 바람직하게는 코팅 속도가 각각의 코팅 조작을 위해 최적화될 수 있도록 조절된다. 일반적으로, 적합한 속도 범위는 0.001 cm/s 내지 2000 cm/s, 바람직하게는 1 cm/s 내지 1000 cm/s, 더욱 바람직하게는 1 cm/s 내지 300 cm/s 범위의 웹 속도에서 코팅이 일어나도록 해줄 것이다.

프라이밍 단위 (336)은 웹 (302)를 프라임하기 위해 드럼 (324)의 인피드 측 (infeed side)에 선택적으로 공급된다. 항상 필요한 것은 아니지만, 이러한 처리는, 웹 (302)에 코팅의 부착을 개선시키기 위해 적합한 환경에서 사용될 수 있다. 사용되는 프라이밍 처리의 형태는 결정적이지 않고, 웹 (302)의 표면을 적절히 프라이밍할 수 있는 임의의 방법이 사용될 수 있다. 한 예로서, 프라이밍 단위 (336)은 웹 표면에 코로나 방전을 지시함으로써 웹 (302)를 프라이밍할 수 있는 코로나 처리 단위일 수 있다. 코로나 처리 단위는 수많은 상업적 입수처로부터 상업적으로 입수 가능하다. 예를 들면, 필라 테크놀로지 (위스콘신 주, 밀워키)로부터 상업적으로 이용 가능한 코로나 처리 기구가 적합한 것으로 밝혀 졌다.

코팅 증기는 증기 이동관 (340)으로부터 웹 (302)에 향해진다. 증기 이동관 (340)은 주요 관 부분 (341) 및 코팅 헤드 부분 (343)을 포함한다. 하나의 의견으로서, 코팅 헤드 부분 (343)은 주요 관 부분과 함께 통합적으로 또는 주요 관 부분 (341)에 탈착적으로 고정될 수 있는 분리된 성분으로서 형성될 수 있다. 선택적으로, 각각의 주요 관 부분 (341) 및 코팅 헤드 부분 (343)은 사용되고 있는 코팅 물질에 대해 불활성인 다양한 물질로부터 독립적으로 형성될 수 있다. 이러한 물질의 예는 유리, 스테인레스 스틸, 알루미늄, 구리, 이들의 조합물 등을 포함한다. 바람직하게는, 주요 관 부분 (341)은 기화의 질이 시각적으로 평가될 수 있도록 유리 벽을 포함한다. 코팅 헤드 부분 (343)는 또한 원하는 바대로, 유리 또는 또 다른 적합한 물질로 형성될 수 있다.

증기 이동 관 (340)은 유입구 말단 (342) 및 배출구 말단 (344)를 갖는다. 유입구 말단 (342)은 노즐 (346)과 함께 장치되는데, 상기 노즐을 통하여 방사선 경화할 수 있는 코팅 물질 및 캐리어 기체의 각각의 스트림이 증기 이동 관 (340)의 쳄버 (348) 내에서 방출되고 충돌한다. 이러한 충돌은 코팅 물질의 분무 및 기화를 초래한다. 코팅 물질은 공급 라인 (350)을 통

해 노즐 (346)에 공급되고 캐리어 기체는 공급 라인 (352)를 통해 노즐 (346)에 공급된다. 공급 라인 (350)은 양성 치환 또는 미터링 펌프 (354)를 포함한다. 공급 라인 (352)는 기체를 가열하기 위해 열 교환기 (356)과 함께 장치된다. 열은 상기 기술된 바와 같은 적합한 가열 수단 (제시되지 않음)을 사용하여 챔버 (348)에 공급될 수 있다.

노즐 (346)을 통한 코팅 물질 및 캐리어 기체의 유속은 코팅 성능에 영향을 미치는 하나의 인자이다. 일반적으로, 캐리어 기체의 유속은, 캐리어 기체가 증기로 포화되지 않고 모든 코팅물질이 기화할 수 있음을 확실히 하기 위해 코팅 물질의 유속 보다 더 크다. 전형적인 코팅 조작에서, 코팅 물질은 0.01 ml/min 내지 50 ml/min 범위의 유속으로 공급될 수 있고, 캐리어 기체는 4 l/min 내지 400 l/min의 유속으로 공급될 수 있다. 캐리어 기체 유속 대 코팅 물질 유속의 비는 대체로 10^3 내지 10^6의 범위내에 있다.

증기 이동관 (340)의 배출구 말단 (344)에는 입구 (360)이 제공되는데, 상기 입구를 통하여 챔버 (348)내에서 생성된 증기가 웹 (302)로 향하게 된다. 증기가 증기의 응결 온도 이하의 온도에서 유지되는 차가운 웹 (302)과 접촉할 때, 증기는 웹 (302)상에서 응결하여 코팅을 형성한다. 응결된 코팅이 움직이는 웹 (302)에 적용된 후에, 코팅은 방사선 경화 단위 (362)에 의해 계통적으로 나타낸 바대로, 적합한 경화 조건에 놓일 수 있다. 코팅된 웹은 이후 원한다면 추가로 프로세싱되거나, 제시된 바대로, 테이크 업 롤 (328)에 저장될 수 있다.

도 5a, 5b, 및 5c는 본 발명의 원리를 실행하는 용도를 위해 특히 바람직한 노즐 (400)의 한 실시 양태를 나타낸다. 노즐 (400)은 상기 기술된 실시 양태를 비롯한 본 발명의 임의의 실시 양태에 혼입될 수 있다. 노즐 (400)은, 주요 성분으로서, 주 배럴 (402), 말단 캡 (404), 어댑터 (406), 및 배출구 커버 (408)을 포함한다. 이들 주요 성분은 나사 연결을 사용하여 조립되도록 적응되고, 보수 및 검사를 위해 필요한 대로 노즐 (400)을 분해하고 재조립하는 것을 쉽게 만들어 준다.

주 배럴 (402)는 쇼울더 페이스 (409)를 제공하기 위한 방법으로 원통형 바디 (407)에 연결된 원뿔형 헤드 (405)를 포함한다. 바디 (407)의 다른 말단에서, 외부 원통형 벽 (410)은 바디 (407)의 외부 말단 (412)로부터 세로로 확장한다. 내부 원통형 벽 (414)는 바디 (407)의 내부 부분 (416)으로부터 세로로 확장한다. 내부 원통형 벽 (414)의 길이는 접합점 (418)에서 외부 원통형 벽 (410)을 봉합적으로 연결하기 위해 내부 원통형 벽 (414)에 결쳐 나사로 연결될 수 있도록 외부 원통형 벽 (410)의 길이 보다 더 크다. 내부 원통형 벽 (414) 및 외부 원통형 벽 (410)은 주 배럴 (402) 및 말단 캡 (404)가 바디 (407)으로 조립될 때 고리 챔버 (422) (도 5c)의 한 부분을 형성하는 갭 (420)을 정의하기 위해 상호간에 떨어져 있다. 바디 (407)의 외부 표면 (424)는 어댑터 (406)과 나사로 연결하기 위해 나사화되고 크기가 정해진다. 내부 원통형 벽 (414)의 외부 표면 (426)은 또한 말단 캡 (404)와 나사로 연결하기 위해 나사화되고 크기가 정해진다.

하나 이상의 드루 개구(through aperture) (328)은 갭 (420), 및 고리 챔버 (422), 및 쇼울더 페이스 (409) 사이에서 유체가 전달되도록 바디 (407)에 제공된다. 제시된 바람직한 실시 양태에서, 4개의 개구 (428)은 쇼울더 페이스 (409) 주위에 공급되고 같은 간격으로 배치된다. 주 배럴 (402)는 내부 원통형 벽 (414)에 위치된 유입구 말단 (421)로부터 원뿔형 헤드 (405)에 위치된 방출 말단 (423)으로 주 배럴 (402)의 축을 따라 세로로 확장하는 드루 개구 (429)를 추가로 포함한다. 드루 개구 (429)는 일반적으로 원통형이지만, 방출 말단 (423)에서 감소된 직경으로 가늘어 진다. 바람직하게는, 드루 개구 (429)는 라미나 플로우를 얻기 위해 말단 (421) 및 (423)에서 충분한 랜드 (land) 길이 및 입구 직경을 갖는다.

말단 캡 (404)는 일반적으로 말단 벽 (430) 및 말단측 벽 (432)을 포함한다. 말단 벽 (430)은 주 배럴 (402)의 내부 원통형 벽 (414)를 피트 오버하고 나사로 연결하기 위해 적응된 중앙에 위치된 개구 (434)를 갖는다. 말단 캡 (404) 및 주 배럴 (402)가 도 5c에 가장 잘 제시된 바대로, 나사로 연결됨으로써 조립될 때, 측벽 (432)는 접합점 (418)에서 주 배럴 (402)의 외부 원통형 벽 (410)을 봉합적으로 연결하지만, 내부 원통형 벽 (414)로부터 떨어져 배치된다. 측벽 (432)는 그래서 유입구 말단 (421)에 가까운 내부 원통형 벽 (414)의 초기 부분을 둘러싸는 고리 챔버 (422)를 정의하는 것을 돕는다. 측벽 (412)는 노즐 (400)이 조립될 때 노즐 (400)의 외부 및 고리 챔버 (422) 사이의 연결을 제공하는 개구 (435)를 포함한다. 말단 캡 (404)의 외부 표면 (436)은 노즐 (400)의 조립 및 분해중 말단 캡 (404)에 대해 좋은 그립 (grip)을 제공하도록 너얼 (knurled)된다.

어댑터 (406)은 외부 쇼울더 (446)을 제공하기 위한 방식으로 바디 (444)에 연결된 평평한 말단 페이스 (442)을 갖는 원뿔형 헤드 (440)을 포함한다. 바디 (444)의 다른 말단에서, 원통형 벽 (448)은 바디 (444)의 외부 말단 (450)으로부터 세로로 확장한다. 바디 (444)의 외부 표면 (452)는 외부 커버 (408)과 나사로 연결하기 위해 나사화되고 크기가 정해진다. 원통형 벽 (448)의 내부 표면 (453)은 주 배럴 (402)의 바디 (407)과 나사로 연결하기 위해 나사화되고 크기가 정해진다. 원통형 벽 (448)의 외부 표면 (454)는 노즐 (400)의 조립 및 분해 중 어댑터 (406)에 대해 좋은 그립을 제공하도록 너얼된다.

바디 (444) 및 원뿔형 헤드 (440)에는 주 배럴 (402)의 원뿔형 헤드 (405)를 받아 들이기 위해 가늘어진 드루 개구 (456)가 제공된다. 내부 쇼울더 (455)는 드루 개구 (456)의 가장자리 (457) 및 원통형 벽 (448)의 내부 표면 (452) 사이의 거리에 걸쳐져 있다. 원뿔형 헤드 (405)는 원뿔형 헤드 (405)의 방출 말단 (423)이 일단 페이스 (442)로부터 돌출하는 방식으로 가늘어진 드루 개구 (456)에 봉합적으로 수용된다. 추가로, 원뿔형 헤드 (405)가 드루 개구 (456)으로 완전히 삽입될 때, 주 배럴 (402)의 쇼울더 페이스 (409)는 내부 쇼울더 (455)로부터 떨어져 있고, 이에 의해 2차 고리 쳄버 (458)을 정의한다. 바디 (444)는 내부 쇼울더 (455) 및 외부 쇼울더 (446) 사이에 유체가 전달되도록 하는 다수의 아치형 드루 리세스 (460)을 포함한다. 아치형 드루 리세스 (460)은 2차 고리 쳄버 (458)을 통해 주 배럴 (402)의 드루 개구 (428)과 연결된다. 아치형 드루 리세스 (460)은 개구 (428)로부터 나오는 실질적으로 선형의, 유선형 플로우를 아치형 리세스 (460)으로부터 나오는 일반적으로 고리상으로 형상화된 플로우 패턴으로 분배시킨다.

외부 커버 (408)은 말단 부분 (470) 및 측벽 (472)를 포함한다. 측벽 (472)의 내부 표면 (474)는 어댑터 (406)의 바디 (444)와 나사로 연결하기 위해 나사화되고 크기가 정해진다. 측벽 (472)의 외부 표면 (476)은 노즐 (400)의 조립 및 분해 중 외부 커버에 대해 좋은 그립을 제공하도록 너얼된다. 말단 부분 (470)에는 내부 벽 (480) 및 가늘어진 헤드 (440) 사이로 확장하는 원뿔형 통로 (482)를 정의하기 위해 갭 (gapped) 방식으로 어댑터 (406)의 가늘어진 헤드 (440)을 수용하기 위해 적응된 가늘어진 드루 개구 (478)을 정의하는 내부 벽 (480)이 제공된다. 통로 (482)는 그래서 아치형 드루 리세스 (460) 가까이에 유입구 (484) 및 말단 페이스 (442) 가까이에 배출구 (485)를 갖는다. 유입구 (485)는 고리형으로 형태화되고 드루 개구 (429)의 방출 말단 (423)을 둘러싼다.

노즐 (400)의 조작의 바람직한 형태에서, 코팅 물질의 공급은 드루 통로 (429)의 유입구 말단 (421)로 들어가고 이후 코팅 물질의 스트림이 바람직하게는 라미나 상태에서 충돌 지점 (490)을 향해 노즐 (400)의 세로 축을 따라 방출되는 것인 방출 말단 (423)으로 흐른다. 한편, 캐리어 기체의 공급은 개구 (435)를 통해 고리 쳄버 (422)로 들어간다. 이어서, 캐리어 기체의 플로우는 캐리어 기체가 통로 (428)을 통해 고리 쳄버 (422)로부터 2차 고리 쳄버 (458)로 흐름에 따라 압축된다. 2차 고리 쳄버 (458)로부터, 캐리어 기체의 플로우는 아치형 통로 (460)으로 들어가고, 이에 의해 통로로부터 압축된 플로우는 재분포되어 실질적으로 고리 형태의 플로우를 형성한다. 아치형 통로 (460)으로부터, 캐리어 기체의 플로우는 가늘어진 통로 (482)에서 다시 제한되고 이후 충돌 지점 (490)을 향해 원뿔형, 중공 스트림으로서 방출된다. 충돌 지점 (490)에서, 코팅 물질 및 캐리어 기체의 스트림이 충돌하고, 코팅 물질을 분무하고 기화시킨다.

도 5a, 5b, 및 5c에 제시된 노즐 특성을 참고로, 도6은 더욱 상세히 노즐 (400)을 사용하여 생성된 충돌하는 용액 및 기체 스트림의 기하학을 설명해 준다. 내부 부분 (504)를 갖는, 캐리어 기체의 중공의, 실질적으로 원추형 스트림 (500)은, 노즐 (400)의 고리 입구 (485)로부터 나오고 정점 (502)를 향해 모인다. 고리 입구 (485)의 대략 중심에 위치된, 입구 (425)는, 내부 부분 (504)를 통해 정점 (502)를 향해 유체의 원통형 스트림 (506)을 방출하고, 여기서 스트림 (500) 및 (506)은 충돌한다. 유체 스트림 (506)은 이에 의해 큰 힘으로 분무된다.

이 방법은 많은 성능 잇점을 제공한다. 우선, 노즐 (400)의 구조는 끈적거리거나 비교적 점성인 유체 물질을 포함하는 유체 스트림을 더 쉽게 분무하게 만든다. 비교적 낮은 압력은 노즐 (400)을 통해 이러한 유체 성분을 추진하기 위해 요구 되고, 이러한 성분은 놀랍게도 다른 노즐 구조를 사용하여 분무하는 형태와 비교하여 플러그 노즐 (400)으로 감소되는 경향을 보인다. 이론에 의해 한정되는 것을 원하지 않는 한편, 이 개선된 성능을 설명해 주는 가능한 이론적 근거가 제안될 수 있다. 캐리어 기체의 빠르게 움직이는, 중공의, 원추형 스트림 (500)은 노즐 (400)을 통해 유체 조성물을 당기게 하는 내부 부분 (504)에 진공을 발생시킨다. 이러한 당기는 힘은 그렇지 않은 경우 노즐의 막힘을 일으키는 점성 및 점착성 효과를 극복하도록 돕는다. 또 다른 잇점으로서, 이 방법은 캐리어 기체 스트림 (500)이 큰 힘으로 유체 스트림 (506)의 실질적으로 전체 말단 주위의 유체 스트림 (506)과 충돌하는 유체 스트림 (506)의 탁월한 분무를 제공한다.

몇몇 응용에서, 서로 충분히 비상용성이어서 노즐 (400)의 사용이 이러한 성분들의 균일한, 분무되고/되거나 기화된 혼합물을 형성하기에 최적이 아닌, 둘 이상의 액체 조성물로부터 균일한 증기를 생성하는 것이 바람직할 수도 있다. 노즐 (400)의 사용은, 예를 들면, 프로세싱되는 액체 물질이 균일한 형태로 노즐 (10)을 통해 흐르지 않을 2개 이상의 섞이지 않는 성분을 포함할 때, 덜 적합할 수 있다. 선택적으로, 노즐 (400)의 사용은, 액체물질이 액체 상태에서 상호간에 매우 반응적이어서 단일 스트림에서 노즐 (400)을 통해 이러한 물질을 이동시키는 것이 노즐 (400)을 막히게 하는 2개 이상의 성분을 포함하는 경우에는 최적인 것 보다 못하다.

이러한 종류의 환경에서, 도 7은 다수의 액체 스트림으로부터 균일한 분무되고/되거나 기화된 혼합물을 형성하기에 특히 유용한 본 발명의 노즐 (400')의 특히 바람직한 실시 양태를 보여준다. 노즐 (400')은 주 배럴 (402)이 단지 한개의 드루 개구 (429) 뿐만 아니라 동시에 다중 유체 스트림을 다루기 위해 다수의 드루 개구 (429')을 포함하는 것을 제외하고, 일반적으로 노즐 (10)과 동일한다. 설명을 위해, 3개의 드루 개구 (429')가 제시되지만, 그 이상 또는 그 이하 수가 많은 유체 스트

림이 조작되는 방법에 따라 사용될 수 있다. 예를 들면, 다른 실시 양태에서, 주 배럴 (402')은 2 내지 5개의 이러한 드루 개구 (429')를 포함한다. 노즐 (400')은 또한 각각의 이러한 개구 (429')에 대해 각각의 유체 스트림을 공급하기 위해 튜빙 (431')을 포함한다. 노즐 (400')은 그래서 다중의 유체 스트림의 실질적으로 동시적, 내파적, 에너지적 분무 및 기화를 제공할 수 있다. 이 방법은 다중의 노즐로부터 다중의 증기를 생성하고 이후 혼합하는 시도가 이루어질 때 보다 실질적으로 더 나은 균일성을 갖는 증기를 제공한다.

본 발명은 하기 실시예를 참고로 추가로 기술될 것이다:

실시예

실시예 1

하기와 같이, 액체 스트림이 분무되고, 기화되고, 기판에 응결된 후, 중합화되었다: 표준 압력에서 295°C의 비등점을 갖는, 1,6-헥산디올 디아크릴레이트 (UCB 케미칼스로부터 이용 가능함) 5.3 중량부, 및 10 mmHg에서 (1400 Pa)에서 100°C의 비등점을 갖는, 퍼플루오로옥틸아크릴레이트 (3M으로부터 FC 5165로서 이용 가능함) 94.7 중량부로 구성된, 액체 스트림은, 도 5a, 5b, 및 5c에 묘사된 분무 노즐을 통해 주사기 펌프 (하바드 기구로부터 이용 가능한 모델 55-2222)로 운반되었다. 0.35 mPa (34 psi)에서의 기체 스트림 (프락세어로부터 이용 가능한, 저온-등급의 질소)은 127°C로 가열되었고 노즐을 통해 통과되었다. 액체 스트림은 0.5 ml/min의 속도로 움직였고 기체 스트림은 27 l/min의 속도로 움직였다 (표준 온도 및 압력 또는 "STP"). 액체 스트림 및 기체 스트림 둘다는 도 5a, 5b, 및 5c의 논의에서 상기 기술된 바대로 분리된 채널을 따라 노즐을 통해 통과하였다. 기체 스트림은 노즐의 말단으로부터 3.2 mm (0.125 inch)에 위치된 중심 정점에 향해 있는 고리 개구로 부터 빠져나왔다. 그 위치에서, 기체 스트림은 중심 액체 스트림과 충돌하였다. 액체 스트림은 분무되어 기체 스트림 중에서 액체 소적의 미스트를 형성하였다. 이어서, 기체 스트림 중의 분무된 액체 소적은 플로우가 증기 이동 챔버를 통해 이동함에 따라 빠르게 기화하였다. 증기 이동 챔버는 2개의 파트, 10 cm의 직경 및 5 cm의 길이를 갖는 유리 파이프 및 10 cm의 직경 및 25 cm의 길이를 갖는 알루미늄 파이프를 포함하였다. 노즐의 출구 말단은 유리 파이프의 한 말단으로 대략 16 mm (0.64 inch) 확장하였고 알루미늄 파이프는 유리 파이프의 다른 말단에 연결되었다. 알루미늄 파이프는 증기 이동 챔버의 벽에 증기의 응결을 방지하기 위해 파이프의 외부 주위를 둘러싼 가열 테이프로 가열되었다.

기화는 2가지 방법에 의해 관찰되었다. 첫번째 방법은 육안으로 하는 시각적 관찰을 포함하였고, 두번째 방법은 레이저 광 산란을 포함하였다. 육안으로 관찰될 때, 분무된 소적은 노즐의 배출구로부터 2 cm 미만으로 연장되는 좁은 원뿔형 부분에 갇힌 미세한 미스트로서 가시화되었다. 이 이후에, 미스트는 볼 수 없었고, 이는 그 부분을 지나 완전히 기화한 것을 나타낸다. 액체의 분무 및 기화는 또한 증기 이동 챔버의 유리 부분으로, 630-670 nm의 파장을 갖는, "펜-광" 레이저 (라이트 옵트로닉스, 인크.로부터 옵티™)으로부터 레이저 광을 비춤으로써 관찰되었다. 레이저 광은 노즐의 배출구로부터 2 cm 미만에 존재하는 소적으로부터 광이 산란됨에 따라 가시적이었다. 증기 이동 챔버의 나머지는 투명하였고, 이는 액체의 완전한 기화 또는 적어도 30 nm 미만의 검출 한계 보다 작은 직경으로의 소적의 감소를 나타내 준다.

증기 및 기체 혼합물은 알루미늄 파이프의 말단의 슬롯을 통해 증기 이동 챔버의 배출구를 빠져나갔다. 슬롯은 50 mm의 길이 및 1.3 mm의 폭(2 in x 0.05 in)을 가졌다. 증기 및 기체 혼합물의 온도는 증기 이동 챔버의 배출구 앞 3cm 위치에서 136°C였다. 100 마이크론의 두께 및 23 cm의 폭을 갖는 이축-배향(biaxially oriented) 폴리에틸렌 테레프탈레이트 필름인, 기판은, 1.0 cm/s에서 필름의 운동속도를 조절한 기계적 드라이브 시스템에 의해 증기 이동 배출구를 지나 운반되었다. 증기 및 기체의 혼합물이 필름과 접촉하는 동안 필름은 물-냉각 판을 통과하였다. 증기 배출구 및 냉각된 판 사이의 차이는 약 2 mm이었다. 기체내 증기 및 증기 혼합물은 필름에 응결하였고, 50 mm(2 inches)의 폭을 갖는 습윤 코팅의 스트립을 형성한다.

이어서, 코팅은 질소 기류에서 222 nm 단색 자외선 램프 시스템 (독일, 헤라에우스로부터 노블라이트 엑시머 레이버시스템 222로서 이용 가능함)하에서 코팅된 필름을 통과시킴으로써 자유-라디칼적으로 중합화되었다. 램프는 30 mW/cm2의 방사 강도를 가졌고 필름 속도는 대략 분당 2.1 미터 (7 fpm)이었다.

실시예 2

응결 코팅중 기판 속도는 2.6 cm/s이었고, 노즐로 들어가는 질소의 온도가 150°C이었고, 증기 및 기체 혼합물의 온도가 증기 이동 챔버의 배출구 앞 3 cm 위치에서 142°C이었던 것을 제외하고, 기판은 실시예 1 에서와 같이 코팅되고 경화되었다.

실시예 3

응결 코팅중 기판 속도가 8.9 cm/s이었고, 노즐로 들어가는 질소의 온도가 122°C이었고, 증기 및 기체 혼합물의 온도가 증기 이동 챔버 앞 3 cm 위치에서 127°C이었던 것을 제외하고, 실시예 1에서와 같이 코팅되고 경화되었다.

실시예 1-3의 결과

실시예 1-2의 중합화 코팅은 고체이고, 선명하고, 육안으로 약간 가시적이다. 그러나, 각각의 코팅이 어느 각도에서 빛 아래 있을 때, 무지개색의 패턴이 1 마이크로미터 미만의 두께를 갖는 현저한 공극 없이 실질적으로 완전한 코팅과 연관되어 일반적으로 관찰되었다. 실시예 3의 중합화 코팅은 육안으로 가시적이지 않다. 각각의 코팅은 코팅 중의 플루오로탄소 아크릴레이트 및 가교결합제 둘다의 존재를 확인 하기 위해 X-선 광전자 스펙트로스코피 및 감쇠된 (attenuated) 전체 내부-반사율 적외선 스펙트로스코피에 의해 분석되었고; 이에 의해 액체 스트림의 두개의 스트림이 모두 기화되고 응결되는 것을 확인하였다.

실시예 4

상이한 액체 및 상이한 공정 조건이 사용된 것을 제외하고 실시예 1과 유사한 방법으로 기판이 코팅되었다. 증기 이동 챔버 및 출구 슬롯은 또한 다르고, 코팅은 경화되지 않았다. 액체 스트림은 대기압에서 174°C의 비등점을 갖는 플루오로탄소 액체 (3M으로부터 플루오리너트™ FC-43으로서 이용 가능함)로 구성되었다. 액체 유속은 1.0 ml/min이었고 질소 유속은 25 l/min (STP)이었다. 질소 온도는 노즐로 들어감에 따라 거의 100°C이었다. 증기 이동 챔버는 10 cm의 직경 및 23cm의 길이를 갖는 유리 파이프로 구성되었고 증기 이동 챔버의 벽에 증기의 응결을 방지하기 위해 파이프의 외부 주위를 둘러싼 가열 테이프로 가열되었다. 레이저 광은 배출구로부터 1 cm 미만으로 산란되었지만, 첫번째 센티미터 이후는 아니다. 증기 및 기체 혼합물은 증기 이동 챔버의 배출구 앞 3 cm 위치에서 90°C이었다. 알루미늄 파이프의 말단에 있는 슬롯은 9 cm의 길이 및 1 cm의 폭 (3.5 in x 0.4 in)을 가졌다. 기판은 약 2 초 동안 증기 이동 배출구 슬롯으로부터 약 5 mm에 배치되었다.

실시예 5

액체 유속이 2.0 ml/min이었고, 증기 및 기체 혼합물의 온도는 증기 이동 챔버의 배출구 앞 3 cm 위치에서 94°C이었고, 미스트는 가시적이었고 노즐의 배출구로부터 3 cm 미만의 부분에서 레이저 광을 산란 시켰던 것을 제외하고, 기판은 실시예 4에서와 같이 코팅되었다.

실시예 6

액체 유속이 10.0 ml/min이었고, 증기 기체 혼합물의 온도가 증기 이동 챔버의 배출구 앞 3 cm 위치에서 99°C이었고, 미스트는 가시적이었고 노즐의 배출구로부터 22 cm 미만의 부분에서 레이저 광을 산란시켰던 것을 제외하고, 기판은 실시예 4에서와 같이 코팅되었다.

실시예 4-6의 결과

실시예 4-6의 코팅은 액체이었다. 실시예 4 및 5의 코팅이 어느 각도에서 빛아래 있을 때, 무지개색 패턴이 1 마이크로미터 미만의 두께를 갖는 현저한 공극 없이 실질적으로 완전한 코팅과 연관되어 일반적으로 관찰되었다. 실시예 6의 코팅은 더 두꺼운 것으로 나타났고 무지개색 패턴을 갖지 않았다.

실시예 7

상이한 기체, 노즐, 및 공정 조건이 사용된 것을 제외하고, 기판은 실시예 4에서와 같이 코팅되었다. 기체는 압축 공기였고 4 l/min의 속도로 움직였다 (STP). 노즐은 버몬트의 이베크 코포레이션의 소니케어™ 노즐로서 이용가능하였다. 액체 스트림 및 기체 스트림은 노즐 내에서 혼합되었고 0.05 cm (0.020 inch)의 직경을 갖는 입구를 통해 노즐을 빠져나갔다. 액체는 혼합물이 노즐을 빠져나가면서 분무되었다. 기체 스트림과 접촉하는, 분무 액체 소적은, 이들이 11 cm의 직경, 30 cm의 길이를 갖는 알루미늄 파이프, 및 이의 외부 표면을 둘러싼 가열 테이프로 구성된 증기 이동 챔버로 들어가면서 빨리

분무되었다. 노즐의 출구 말단은 알루미늄 파이프로 대략 13 mm (0.5 in) 확장하였다. 분무 및 기화는 증기 이동 챔버로 외부 배출 슬롯을 통해 관찰되었다. 분무 소적 및 레이저 광은 노즐의 배출구 가까운 부분에 한정된, 각각, 미세한 미스트 및 광 산란물질로서 가시적이었다. 증기 및 기체 혼합물의 온도는 증기 이동 챔버의 배출구 앞 5 cm 위치에서 85°C이었다.

실시예 7의 코팅은 액체이었다. 코팅된 기판이 어느 각도에서 빛 아래 있을 때, 무지개색 패턴이 관찰되었다.

실시예 8

광기폭제가 첨가되었고, 코팅이 더 넓고, 상이한 램프가 자외선을 생성시키기 위해 사용된 것을 제외하고, 기판은 실시예 1의 방법과 유사한 방법으로 코팅될 수 있었다. 광기폭제는 알드리치 케미칼 Co.로부터 이용가능한 아세토페논일 것이고 STP에서 295°C의 비등점을 갖는, 이중 기능기 단량체 1,6-헥산디올아크릴레이트의 100 부당 약 1 부로 존재할 것이다. 증기는 이후 도 4에 묘사된 바와 같은 시스템에서 기판에 응결될 것이다. 증기 및 기체 혼합물은 길이 25 cm의 슬롯을 통해 코팅 헤드의 배출구를 빠져나갈 것이다. 30 cm의 폭을 갖는, 기판은, 질소 기류에서 코로나 전극 어셈블리를 지나 이동될 것이고 이후 직경 41 cm (16 in) 및 폭 36 cm (14 in)의 금속의 차가운 롤과 접촉하는 동안 코팅 헤드 배출구를 지나 이동될 것이다. 차가운 롤은 냉각기로부터 물에 의해 냉각될 것이다. 코로나 전극은 3개의 코로나 관 전극을 가질 것이고 (영국, 셔먼 트리터, Ltd.로부터 이용 가능함), 각각은 30 cm (12 in)의 활성 길이를 갖고 필름으로부터 2 mm에 배치될 것이다. 방전은 코로나 생성기 (뉴욕, 로체스터, ENI 파워 시스템으로부터 이용 가능한, 모델 RS-48B)에 의해 동력화될 것이다. 코로나 방전의 질소는 전극 어셈블리의 뒤로 들어가고 방전 부분으로 전극을 지나 흐를 것이다. 증기 배출구 및 냉각된 판 사이의 차이는 약 2 mm일 것이다. 기체 내 증기 및 증기 혼합물은 막에 응결할 것이고, 이는 약 25 cm의 폭을 갖는 습윤 코팅의 스트립을 형성한다. 자외선 램프 시스템은 고 강도 수은 아크 램프일 것이다.

실시예 8의 중합화 코팅은 고체이고, 선명하고, 육안으로 약간 가시적일 것이지만 반사된 빛 아래에서 무지개색 패턴을 가질 것이다.

실시예 9

상이한 액체가 사용될 수 있고, 광기폭제가 존재하지 않고, 기판이 상이하고, 자외선 광 원료 및 조건이 실시예 1에서와 같은 것을 제외하고, 기판은 실시예 8과 유사한 방법으로 코팅될 수 있었다. 액체 스트림은 139°C의 대기압하에서의 비등점을 갖는, 2 중량부의 아크릴산 (위스콘신, 밀워키, 시그마-알드리치 코포레이션으로부터 이용 가능함), 및 216°C의 표준 압력에서의 비등점을 갖는 98 중량부의 이소옥틸아크릴에이트 (필라델피아, 사르토머로부터 SR440으로서 이용 가능함)의 용액일 것이다. 기판은 약 50 마이크로미터의 두께를 갖는 이중축으로 배향된 폴리프로필렌일 것이다.

실시예 9의 중합화 코팅은 고체이고, 선명하고, 육안으로 약간 가시적이고 반사된 빛 아래에서 무지개색 패턴을 가질 것이다.

실시예 10

상이한 액체가 사용될 수 있고, 광기폭제가 존재하지 않고, 기판이 상이하고, 상이한 중합화 기전이 사용되는 것을 제외하고, 기판은 실시예 8과 유사한 방법으로 코팅될 수 있다. 액체 스트림은 212°C의 표준 압력에서의 비등점을 갖는, 응결 중합화 가능한 물질, 머캅토프로필트리메톡시실란 (시그마-알드리치 코포레이션)의 99 중량부, 및 290°C의 대기압하에서의 비등점을 갖는, 아민 촉매 (헌츠맨으로부터 제프캣 ZR-50으로서 이용 가능함)의 1 중량부의 용액일 것이다. 기판은 약 50 마이크로미터의 두께를 갖는 실리카-프라임된 이중축으로 배향된 폴리프로필렌일 것이다. 실리카-프라임된 필름은 미국 특허 제 5,576,076호 (슬루트맨 등)에 기술된 바대로 제조될 것이다. 코팅은 며칠 동안 공기중 방치함으로써 중합화될 것이다.

코팅은 견고하고, 선명하고 약간 가시적일 것이다.

본 발명의 그외 실시 양태는 본 명세서의 고찰 또는 여기에 개시된 본 발명의 실행으로부터 이 기술 분야의 숙련자에게 명백할 것이다. 여기에 기술된 원리 및 실시 양태에 대한 다양한 생략, 변이, 및 변화가 하기 청구 범위에 의해 표시된 본 발명의 진정한 범위 및 정신으로부터 분리됨 없이 이 기술 분야의 숙련자에 의해 이루어질 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

(a) 캐리어 기체의 스트림을 제 1 액체 조성물을 포함하는 제 1 코팅 물질의 스트림과 충돌시키는 단계(상기 충돌은 제 1 코팅 물질의 스트림의 속도 보다 실질적으로 더 높은 캐리어 기체 속도에서 발생하고, 캐리어 기체의 속도 대 제 1 코팅 물질의 스트림의 속도의 비율은 실질적으로 모든 제 1 액체 조성물이 기화되어 증기를 형성하기에 충분함);

(b) 기판 표면으로 증기를 흐르게 하는 단계(상기 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 있음); 및

(c) 증기를 표면상에 액체로서 응결시켜 코팅을 형성시키는 단계를 포함하는, 기판 표면의 적어도 한 부분상에 코팅을 형성하는 방법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제 1항에 있어서, 상기 증기가 제 1 증기이고:

(1) 제 2 캐리어 기체의 스트림을 제 2 액체 조성물을 포함하는 제 2 코팅 물질의 스트림과 충돌시키는 단계(상기 충돌은 제 2 코팅 물질의 스트림 속도 보다 실질적으로 더 높은 제 2 캐리어 기체 속도에서 발생하고, 제 2 캐리어 기체 속도 내 제 2 코팅 물질의 스트림 속도의 비율은 실질적으로 모든 제 2 액체 조성물이 기화되어 제 2 증기를 형성하기에 충분함);

(2) 기판의 표면으로 제 2 액체의 증기를 흐르게 하는 단계 (상기 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 있음); 및

(3) 제 2 증기를 표면상에 응결시켜 코팅의 한 부분을 형성시키는 단계를 추가로 포함하는 방법.

청구항 4.

제 1항에 있어서, 제 1 코팅 물질의 스트림 조성물이 서로 반응할 수 있는 제 1 및 제 2 성분을 적어도 포함하여 기판상에 형성된 코팅이 상기 제 1 및 제 2 성분으로부터 유도된 반응 생성물을 포함하도록 하는 방법.

청구항 5.

삭제

청구항 6.

삭제

청구항 7.

제 1항에 있어서, 단계 (a)가 노즐의 적어도 제 1 및 제 2 입구를 통해 캐리어 기체 및 제 1 액체 조성물의 스트림을 각각 방출하여 상기 스트림들이 충돌하도록 하는 것을 포함하는 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서,

(a) 제 1 입구가 고리 모양이고, 캐리어 기체 스트림이 상기 제 1 입구로부터 멀리 이동함에 따라, 정점을 향해 내부로 가늘어지는 캐리어 기체의 중공의, 실질적으로 원추형인 스트림을 방출하기 위해 적응된(adapted) 것이고, 상기 캐리어 기체의 스트림이 내부 부분을 갖고,

(b) 제 2 입구가 캐리어 기체 스트림의 내부 부분을 통해 제 1 액체 조성물의 스트림을 방출하여 실질적으로 정점에서 캐리어 기체 스트림과 충돌시키기 위해 적응된 것인 방법.

청구항 9.
삭제

청구항 10.
삭제

청구항 11.
삭제

청구항 12.
삭제

청구항 13.
삭제

청구항 14.
삭제

청구항 15.

(a) 실질적으로 모든 제 1 액체 조성물이 기화하여 증기를 형성하는 조건하에서, 캐리어 기체가 적어도 제 1 액체 조성물의 다수의 분무된 소적과 접촉되는 것인 유입구 부분을 갖는 챔버;

(b) 제 1 액체 조성물 및 캐리어 기체를 챔버에 유입하는 유입구 말단;

(c) 챔버내에서 제 1 액체 조성물의 미스트를 생성시키기 위해 유입구 말단에 가깝게 배치된 분무 수단 (상기 분무 수단은, 액체 조성물의 기화를 일으키기 위해 제 1 액체 조성물의 하나 이상의 스트림과 캐리어 기체의 하나 이상의 스트림이 노즐의 전방에서 충돌하도록 상기 스트림을 방출시키기 의해 적응된 노즐을 포함함); 및

(d) 코팅될 기판을 지지하기 위한 차가운 표면을 갖는 기판 지지체 (상기 차가운 표면은 증기의 응결 온도 이하의 온도에 도달할 수 있고, 상기 차가운 표면은 증기가 차가운 표면으로 흐를 수 있는 위치에 있음)

를 포함하며, 상기 (c)의 노즐이

(i) 기체를 노즐로 유입시키는 기체 유입구;

(ii) 제 1 액체 조성물을 노즐로 유입시키는 기체 유입구로부터 분리된 제 1 액체 유입구;

(iii) a. 제 1 액체 조성물의 하나 이상의 스트림이 노즐로부터 방출되는 하나 이상의 제 1 액체 방출구; 및

b. 기체의 하나 이상의 스트림이 노즐로부터 방출되어 제 1 액체 조성물의 방출된 스트림과 충돌함으로써 이를 분무시키는 하나 이상의 기체 방출구

를 포함하는, 방출 말단;

(iv) 제 1 액체 유입구를 제 1 액체 방출구와 상호 연결하는 제 1 액체 통로; 및

(v) 제 1 액체 통로로부터 분리되고 기체 유입구를 하나 이상의 기체 방출구와 상호 연결하는 기체 통로 (상기 기체 통로는 단위 노즐 길이 당 용량이 기체 통로의 하향 스트림 말단 보다 더 큰 기체 챔버를 가지며, 열이 챔버내 기체로부터 제 1 액체 조성물로 이동될 수 있도록 위치됨)

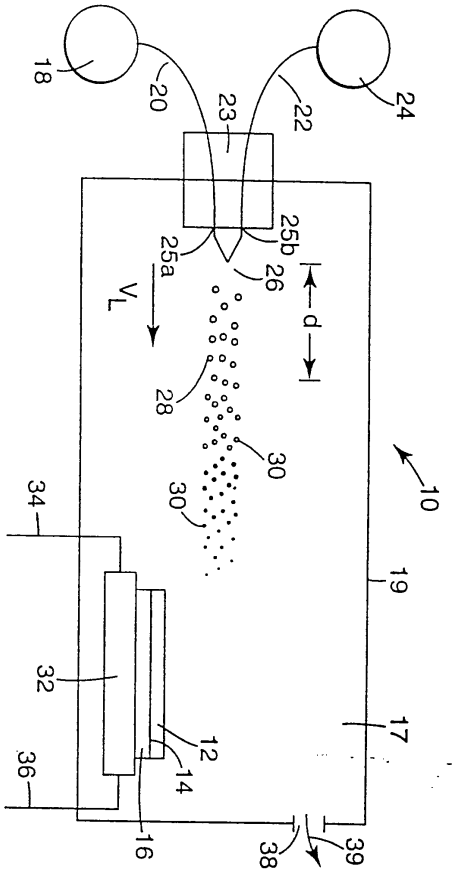
를 포함하는 것인, 코팅 기구.

청구항 16.
삭제

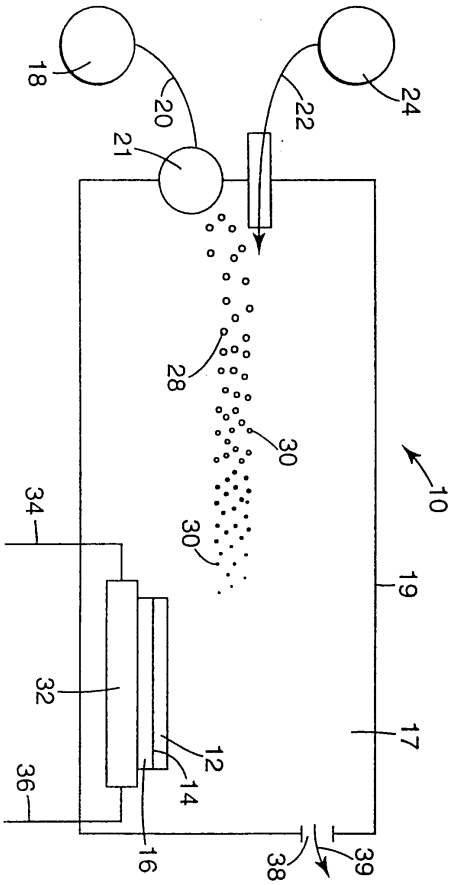
청구항 17.
삭제

도면

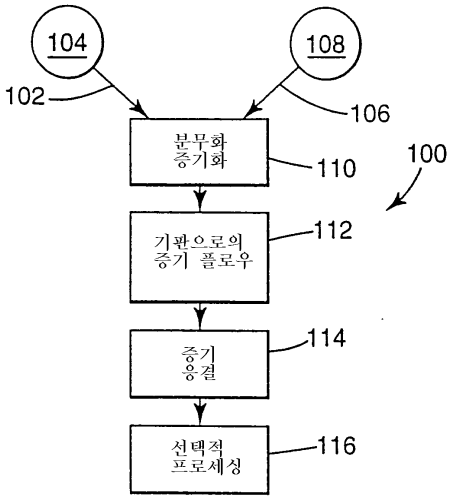
도면1a



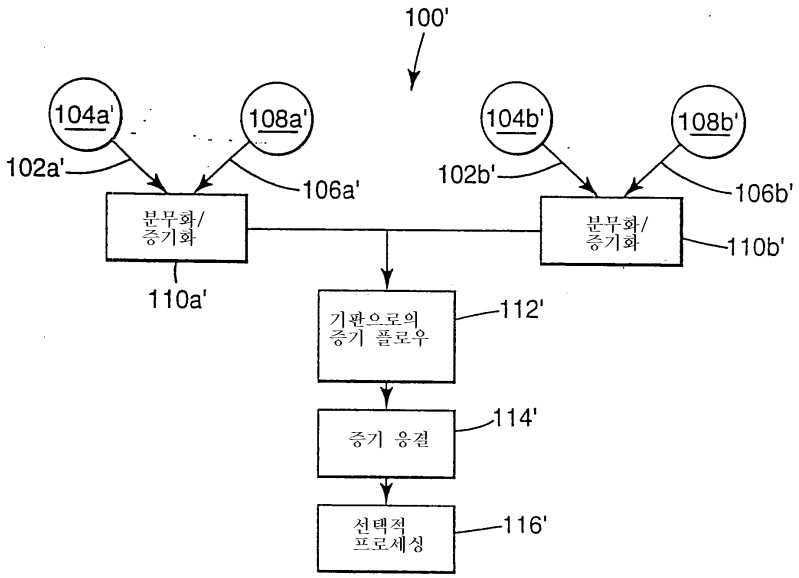
도면1b


18
20
21
22
24
28
30
30
10
34
19
32
17
12
14
36
16
38
39

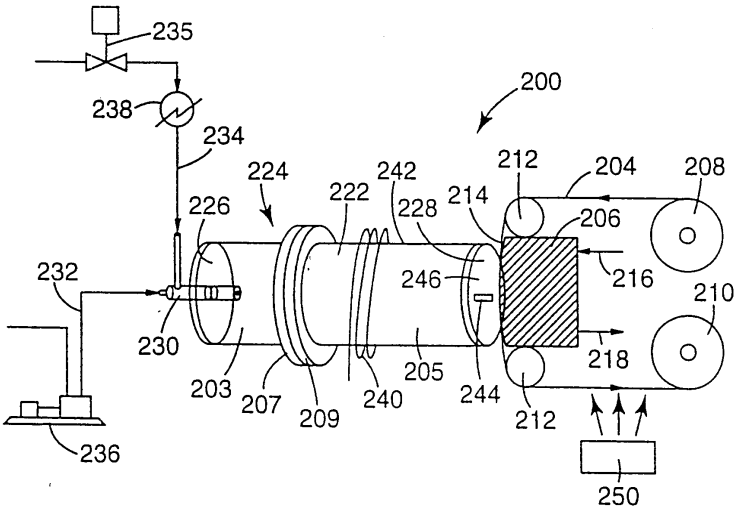
도면2a


104
108
102
106
분무화
증기화
110
100
기판으로의
증기 플로우
112
증기
응결
114
선택적
프로세싱
116

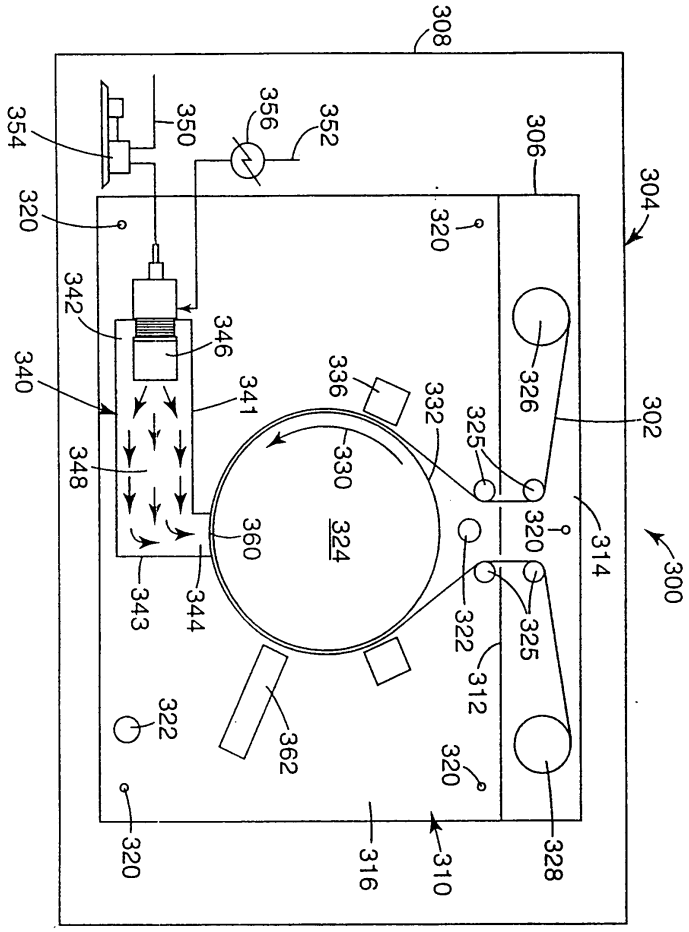
도면2b


100'
104a'
108a'
102a'
106a'
분무화/
증기화
110a'
104b'
108b'
102b'
106b'
분무화/
증기화
110b'
기판으로의
증기 플로우
112'
증기 응결
114'
선택적
프로세싱
116'

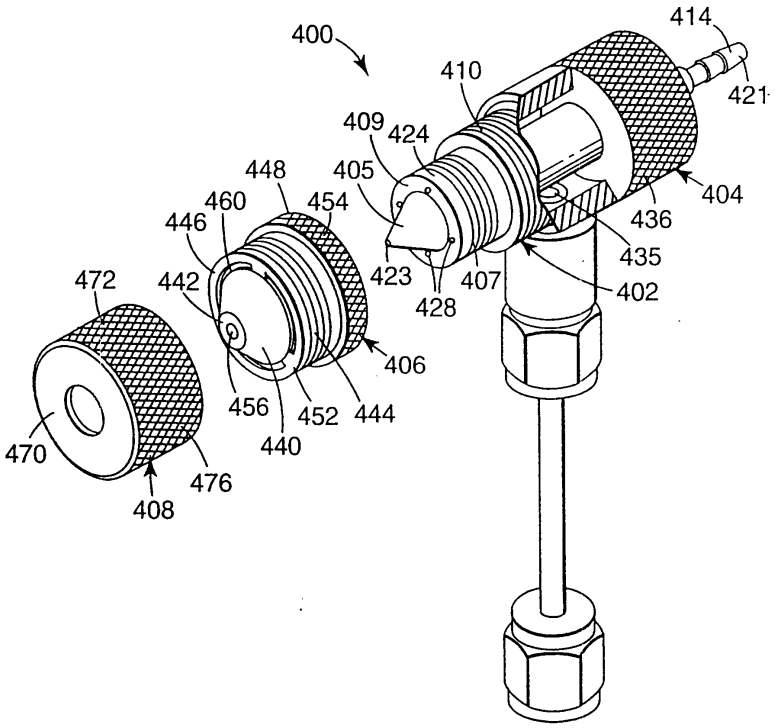
도면3


235
238
234
200
224
226
222
242
228
214
212
204
208
206
216
210
232
246
230
218
203
207
209
240
205
244
212
236
250

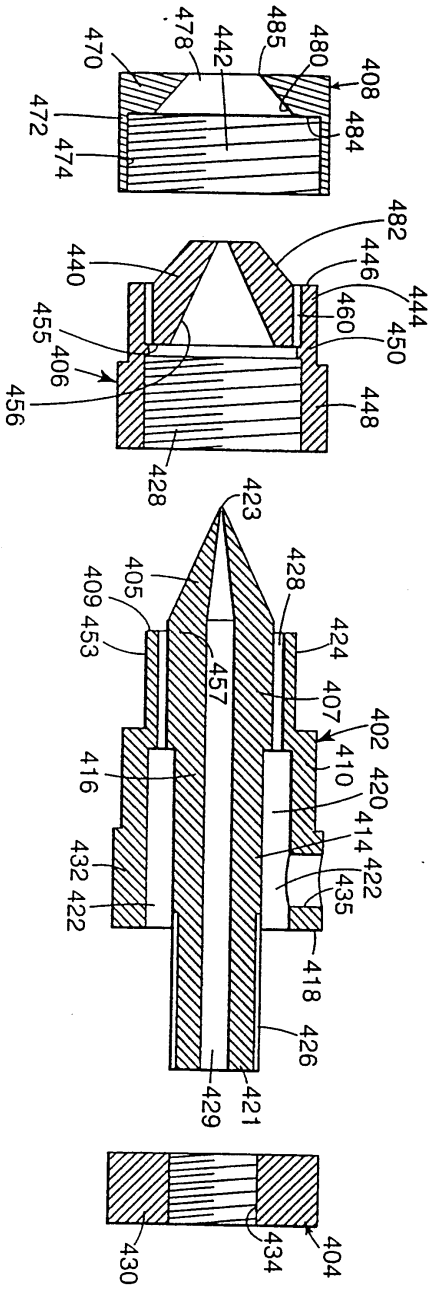
도면4


308
306
304
302
300
314
316
310
328
326
325
320
322
312
324
330
332
336
340
341
342
343
344
346
348
350
352
354
356
360
362

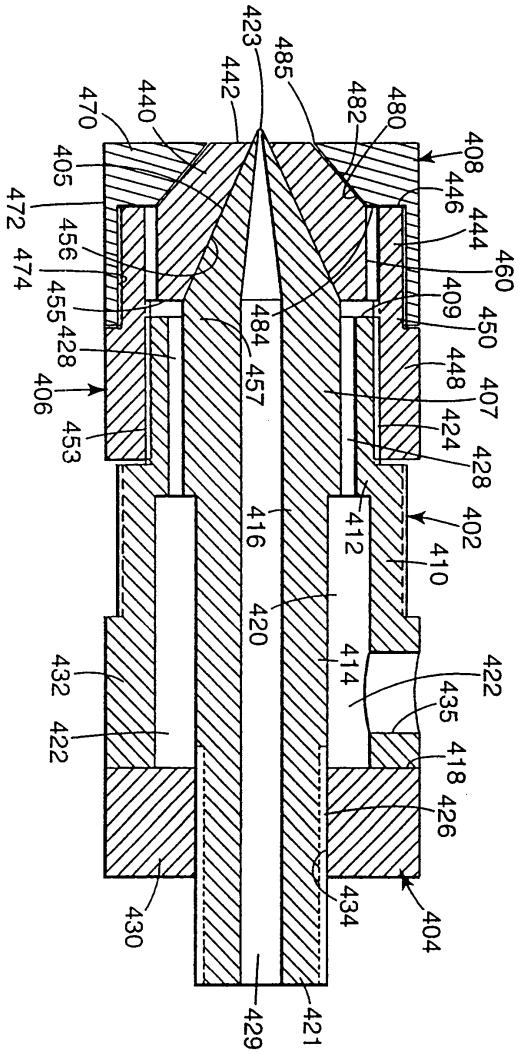
도면5a


400
414
410
421
409
424
448
405
460
454
404
446
436
435
472
442
423
407
402
428
406
456
452
444
440
470
476
408

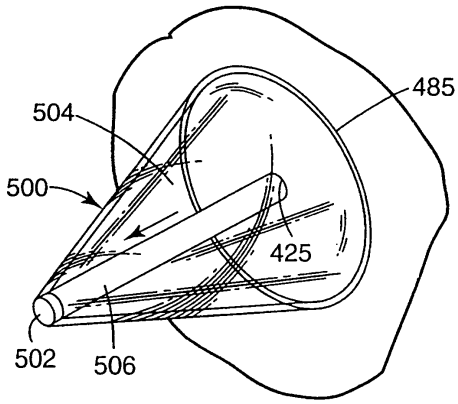
도면5b


470
478
442
485
480
408
472
484
474
482
440
446
444
460
455
450
406
456
448
428
423
405
428
409
453
424
457
407
402
410
416
420
414
422
432
435
422
418
426
429
421
430
434
404

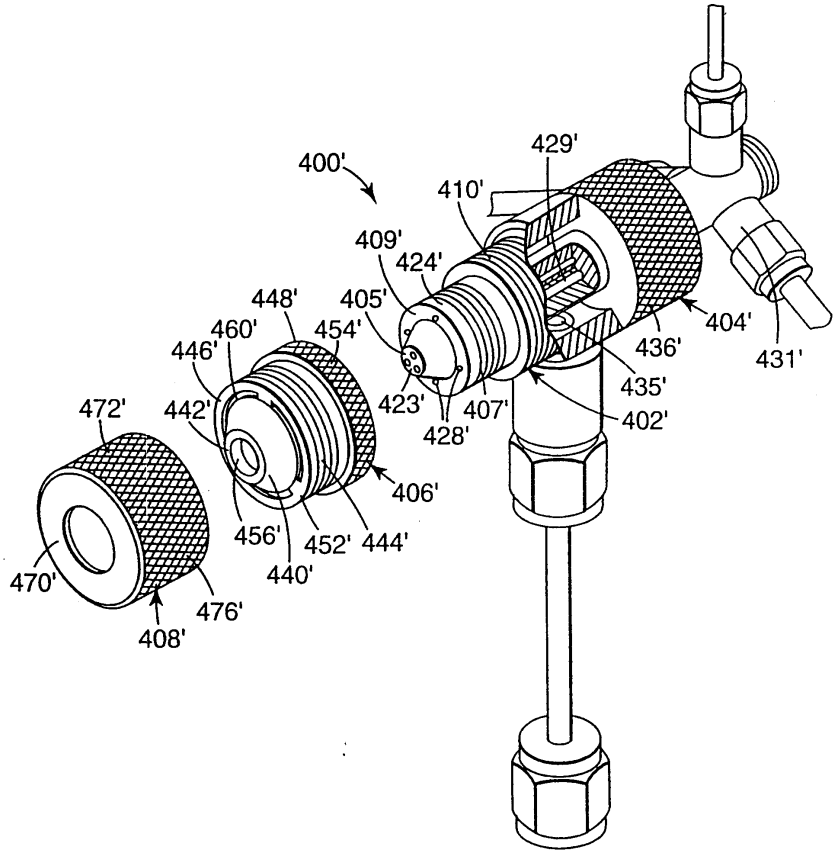
도면5c


423
485
442
440
470
482
480
408
405
446
472
444
456
460
474
455
409
484
450
428
457
448
406
407
453
424
428
416
412
402
410
420
414
422
432
435
422
418
426
430
434
404
429
421

도면6


485
504
500
425
502
506

도면7


400'
429'
410'
409'
424'
405'
448'
460'
454'
446'
404'
436'
431'
435'
402'
423'
407'
428'
442'
472'
406'
456'
452'
444'
440'
470'
476'
408'