(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
B65H 23/00

(45) 공고일자 2002년11월23일
(11) 등록번호 10-0331345
(24) 등록일자 2002년03월22일

(21) 출원번호	10-1997-0706609	(65) 공개번호	특1998-0703206
(22) 출원일자	1997년09월22일	(43) 공개일자	1998년10월15일
번역문제출일자	1997년09월22일		
(86) 국제출원번호	PCT/EP1996/01972	(87) 국제공개번호	WO 1997/03009
(86) 국제출원일자	1996년05월09일	(87) 국제공개일자	1997년01월30일
(81) 지정국	국내특허 : 일본 대한민국 미국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 사이프러스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴		

(30) 우선권주장 195 25 453.8 1995년07월13일 독일(DE)

(73) 특허권자 엘텍스-엘렉트로스타틱 게엠베하
독일연방공화국, 데-79576 바일 암 라인, 노위도르퍼 슈트라쎄 5

(72) 발명자 아우그스트 에른스트 하네
스위스연방공화국, 체하-4123 알쉬빌, 오베르에어 로젠베르그베 크 26
프란쯔 크노프
독일연방공화국, 데-77815 뷜, 칸트슈트라쎄 2

심사관 : 이익상

(54) 기체성층류경계층제거장치

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 주 청구항의 서문에 따른 장치에 관한 것이고, 특히 운반 방향으로, 바람직하게는 고속으로, 이동되는, 예를 들어 종이와 같은, 물질 웨브(material web)의 두 면 중 적어도 한 면으로부터 기체성 층류 경계층(gaseous laminar boundary laminar)을 제거하기 위한 것이다.

배경기술

<2> 공기 중에서 이동되는 가스성 층류 경계층은 그 자체로서 문제인 것으로 알려져 있다. 그러므로, 예를 들어 물질 웨브들이 종이 또는 필름 베일(bale)을 형성하도록 롤에 감길 때, 감기는데 있어서 층류 경계층을 포함하는 것은 경계층이 포함되지 않을 때보다 감기는 물질 웨브의 실제 길이에 비해 베일의 직경이 훨씬 커진다. 더욱이, 예를 들어 인쇄기(press)에서 건조하는 도중, 건조에 의해 물질 웨브로부터 인쇄용 잉크의 용제를 제거하기 위한 시도가 있었다. 이러한 목적을 위하여 표면에 대해 직각 또는 횡방향으로 장착된 공기 분사구들을 갖는 소위 경계층 닥터(boundary layer doctor)가 공지되어 있으며, 이 분사구들은 물질 웨브에 대해 높은 에너지와 속도로 공기를 분사하여 미세한 범위의 층류 경계층을 와류들이 경계층의 두께보다 점차로 더 커지는 직경을 가지는 난류로 변환시킴으로써, 첫째 인쇄용 잉크로부터 용제가 더 잘 빠져나오도록 하고, 둘째 거시적인 제거를 위한 통상의 분사 및/또는 흡입 노즐들에 의해 영향을 받을 수 있게 한다.

<3> 건조를 위한 이러한 시스템들은, 예를 들어 그라비어(Gravure), 로터리 오프 셋(rotary-offset), 및 플렉소(flexographic) 인쇄술에서 특히 공지되었다. 이러한 모든 인쇄술에 있어서, 탄화수소 또는 알콜과 물의 혼합물인 용제 또는 용제들이 제거됨으로써 잉크는 건조된다. 물질 웨브가 운반되는 속도가 고속이기 때문에, 뚜렷한 경계층은 물질 웨브로의 열 전달 및 용제 물질이 물질 웨브 밖으로 나오는 것을 모두 방해한다. 두 가지의 물리적인 원리들은 건조를 위하여 매우 중요하다.

<4> 뜨거운 공기 시스템을 기반으로 한 건조기에서의 열전달은 가열 및 그에 따른 물질 웨브의 온도 증가를 초래한다. 열전달의 결과로서, 용제를 제거하는데 필요한 에너지가 제공된다, 한편, 물질 운반은 물질 웨브 밖으로 빠져나온 용제에 대응한다. 건조는 물질 웨브의 온도가 100℃ 이상인 상태에서 수행되기 때문에, 종이로부터 증발되는 소량의 물이 계속해서 존재한다.

<5> 건조 시스템의 품질이 주변 공기와 물질 웨브 사이의 작은 온도차를 동시에 가지는 열과 물질의 전달 효율에 좌우되는 것은 명백하다 작은 온도차는 건조기 시스템의 나머지 부분이 동일하게 유지되면 필요한 에너지는 낮다는 것을 필연적으로 의미한다.

<6> 뜨거운 공기의 동점성이 높으면, 특히 비교적 낮은 레이놀즈수(Reynolds numbers)를 갖는 경계층

들은 낮은 열 및 물질 전달을 보인다는 것이 유동 기술 분야에서 공지되었다.

<7> 난류에서의 열 및 물질 전달이 층류에서의 값의 수배이기 때문에, 공지된 건조 시스템에 있어서, 상술된 경계층 닥터를 이용하여 층류 경계층을 공압적 및 기계적으로 변환시켜 난류 경계층으로 바꾸려는 시도가 있었다. 대체로, 물질 웨브의 적어도 일측면을 향하도록 특별히 설계된 분사 노즐들이 사용된다. 높은 에너지를 가하는 것에도 불구하고 결과는 만족스럽지 않았다 집중적인 조사에도 불구하고 그 이유는 정확하게 알려지지 않았다. 만족스럽지 못한 결과의 이유는, 물질 웨브의 표면 거칠기가 종이의 경우 약 2 내지 4 ㎛인 상태에서, 층류에서 난류 경계층으로의 변환에도 불구하고, 소위 잔류 경계층으로 불리는 얇은 층류가 거칠기에 의해 생성된 물질 웨브의 표면에서의 불균일한 표면에 묻힘으로써, 열과 물질 전달이 모두 방해되기 때문인 듯하다.

<8> 이러한 소위 경계층 닥터는 인쇄기의 건조기에서뿐만 아니라 이론적으로 다른 어떤 분야에도 사용될 수 있다. 그럼에도 불구하고, 그 효율은 미약하다.

발명의 상세한 설명

<9> 본 발명의 목적은 경계층이 훨씬 간단하게 제거될 수 있고 훨씬 우수한 효율을 갖는 장치를 제공하는데 있다.

<10> 이러한 목적은 본 발명의 주 청구항의 서문에 따른 장치에 있어서 그 특징부에 의해 달성된다.

<11> 그러므로, 본 발명에 따른 해결 방법에 있어서, 코로나-충전 전극이 사용되며, 여기서, 대응전극으로부터 코로나 충전 전극으로의 전기장에, 코로나 충전 전극을 통해 흐르는 직류와 함께 강 코로나 전하라는 점에서 물질 웨브로부터 코로나 충전 전극까지 플라즈마 채널이 형성되고, 이 채널을 통해 전하, 즉 전자들이 물질 웨브의 표면으로부터 코로나 전극까지 전도되며, 이 채널은 물질 웨브의 표면 방향으로 한 측면을 향하는 적어도 하나, 바람직하게는 다수의 지점을 가진다. 이는 플라즈마 채널 내의 이온화된 전자들과 주변 대기의 가스 분자들의 충돌을 발생시킴으로써, 분자는 이온화된다. 검증되지 않은 하나의 이상적인 개념(model concept)에 따르면, 한편으로는 물질 웨브의 표면으로부터 멀어지는 방향으로의 기체 분자에 대한 전자의 충격량 및 다른 한편으로는 정전기장에서 이온화된 기체 분자에 작용하는 정전기력에 의해, 코로나 충전 전극의 방향으로 물질 전달이 일어난다. 이미 언급된 바와 같이, 운동 방향은 물질 웨브의 경계층의 흐름 방향을 횡단한다. 이러한 소위 이온풍의 결과로서, 임계 레이놀즈수 아래에서도 경계층의 층류로부터 난류 유동으로의 변화가 발생된다. 3×10^{6}이상의 레이놀즈수에서 부분적으로 난류 경계층이 자연적으로 생성된다는 것은 알려져 있다. 그러나, 이러한 경계층의 난류 유동은 층류 흐름보다 큰 두께를 가지며, 그러므로 예를 들어 다른 뚜렷한 또는 가해진 공기 유동(pronounced or applied air flows), 또는 예를 들어 경계층 닥터로부터의 영향과 같은 거시적인 영향들과 훨씬 용이하게 상호작용한다.

<12> 더욱이, 난류 유동에 있어서, 물질 웨브의 운반 방향 및 속도와 반대이고 그 분포를 고려할 때 크기는 거의 동일한 와류 영역이 생성되며, 이러한 준-후방 이동 와류(quasi-backward moving vortex)에서는 물질 웨브에 대한 상대 속도가 없거나 매우 작아, 용제 및/또는 수분의 제거가 매우 용이해진다.

<13> 그러나, 놀랍게도, 상술된 소위 이온풍은, 그 극성이 반전되더라도, 경계층의 층류 유동을 난류 유동으로 변화시킬 수 있다는 것이 또한 밝혀졌다. 5㎜ 간격으로 이격된 코로나 충전 전극들의 팁들과 관련하여, 물질 웨브의 일측 표면의 음극 충전, 다시 말해 코로나 충전 전극으로부터 물질 웨브의 일측 표면으로의 전자 운반으로, 코로나 충전 전극을 통한 전류 흐름에 일치하며 양극 고전압에 접속된 코로나 충전 전극에서보다 더 높은 전하 운반이 일어나는 것이 관찰되었다. 이러한 작용에 대한 모델 개념은 존재하지 않는다. 그러나, 정전기장의 형태로 가해진 앞에서 언급된 차가운 잔류 경계층의 에너지 때문에, 물질 웨브의 일측 표면의 거칠기에서 유체처럼 묻힌 것으로 생각될 수 있는 경계층이 경계층의 인접 층류 유동으로 이동되거나, 또는 물질 웨브의 일측 표면에서의 부분적인 탄성 반사 운동량 때문인 것으로 설명될 수 있는 것으로 믿어진다. 어쨌든, 본 발명에 따른 장치를 사용함으로써 예상되는 효과, 즉 기체성 층류 경계층의 유동을 난류 유동으로 변경하는 것은 극성이 반전되어도 동동하게 잘 달성될 수 있다는 것은 더욱 놀라운 일이다.

<14> 그러므로, 본 발명에 따르면, 매우 간단한 방법으로 코로나 충전 전극(또는 다수의 코로나 충전 전극)은 적어도 하나의 가늘고 긴 팁을 가지며 양극 또는 음극의 고전압원에 접속될 수 있으며, 코로나 충전 전극과 관련되고 다른 극성의 고전압원 또는 접지 전극에 접속될 수 있는 대응전극이 물질 웨브의 타측면에 제공된다. 난류로의 변환은 코로나 충전 전극이 위치된 측면에서 일어난다. 코로나 충전 전극의 개별 전극들의 가늘고 긴 팁들의 고전압 및 간격은 각각의 목적, 다시말해 물질 웨브의 속도와 온도의 함수에 따라 조정되어야 한다.

<15> 인쇄기의 건조기에서의 실험에 있어서, 1m인 단위 길이당 약 0.5mA의 전류가 흐르는 유효한 활성 코로나 전극을 가지는, 인쇄기의 출구에서, 물질 웨브의 일측 표면에서 용제로부터 증기가 연속적이고 가시적으로 발생되는 것을 볼 수 있었다. 이는, 물질 웨브의 온도가 충분히 높은데도 불구하고, 물질 웨브가 건조기를 통과하는 동안 증기압의 차이가 용제를 완전히 제거할 수 없었다는 것, 다시 말해 물질 웨브가 완전히 건조될 수 없다는 것을 증명한다. 플라즈마 채널을 갖는 코로나 전하에 의한, 즉 직류와 직류 전압을 이용한 본 발명에 따른 경계층의 붕괴에 의해서만 잔류 용제는 제거된다. 1m에 해당되는 물질 웨브의 단위 폭당 약 15W의 전력을 가진 코로나 충전 전극은, 고려되지 않은 가열용 전력을 제외하고, 미터당 50kW의 대응하는 분사 노즐보다 훨씬 적은 전력을 요구한다.

<16> 본 발명에 따른 장치의 대단히 높은 효율은, 두 전극들 사이의 높은 전기장의 영향 하에서 물질 웨브의 일측 표면의 각 지점으로부터 자유롭게 유출되는 전자들이 물질 웨브의 일측 표면에 직접 가해지는 물질 전달을 발생시키며, 이는 표면이 매우 거칠더라도 일어난다는 사실에 기인한다. 명백하게, 층류 경계층만을 붕괴시키는 공지된 경계층 닥터의 작용과 반대로, 본 발명에 의해 전체 난류로서 아래에 기술되는 효과에 의해 잔류 경계층도 또한 붕괴되며, 이는 빠르게 이동하는 물질 웨브의 건조와 관련하여 최대의 물질 전달과 함께 가능한 최고의 열전달을 초래한다. 더욱이, 개선된 열전달의 결과로서, 물질 웨브

를 가열하도록 발생된 뜨거운 공기의 효율은 증가된다. 건조기의 구조적 길이는 또한 짧아질 수 있다, 개선된 물질 전달 때문에, 물질 웨브의 온도가 대체로 낮아질 수 있으며, 이는 또한 종이의 수분 함량에 크게 중요하다. 더욱이, 종래 기술에서 필요하던 경계층 닥터의 기능을 위하여 요구되는 부분이 제거되기 때문에 주변 공기의 양은 감소될 수 있다. 결국, 용제를 제거하는데 필요한 구조적인 길이가 짧아질 수 있고, 특히 에너지 등이 크게 절감될 수 있다.

<17> 본 발명의 바람직한 일 실시예에 있어서, 코로나 충전 전극을 대응전극에 연결하는 선이 운반 방향과 둔각을 이룬다. 그 결과, 가스 분자들의 합력의 각도가 운반 방향에 비하여 증가되어, 경계층의 층류로부터 난류 유동으로의 변환이 훨씬 빨리 일어나는 동시에 두께도 훨씬 두꺼워짐으로써, 기포 및/또는 흡입 유동에 대한 거시적 공격(attack)이 개선될 수 있다.

<18> 여러 실시예들에 있어서, 코로나 충전 전극들과 대응전극들의 첫 번째 쌍으로부터의 운반 방향 하류에, 각각 물질 웨브의 각 측면에 있는 대응전극과 코로나 충전 전극으로 구성되는 적어도 하나의 추가 쌍을 제공하는 것이 특히 바람직하다. 그러므로, 운반 방향에서, 일측면에, 코로나 충전 전극들과 대응전극들은 직렬로 제공될 수 있고, 물질 웨브의 타측면에 운반 방향으로 서로 교대로 대향하여, 물질 웨브의 상, 하측 표면들의 지점들에서 교대로 경계층이 붕괴된다. 만약, 비활성 대응전극 대신, 코로나 충전 전극과 반대의 극성을 갖는 가늘고 긴 팁을 가지는 활성 대응 전극이 접속되면, 경계층은 물질 웨브의 상, 하 양 측면의 소정 지점에서 붕괴될 수 있다.

<19> 전체 폭에 걸친 물질 웨브에 대한, 예를 들어 안내 및/또는 역전 롤들과 같은, 각 교란부의 하류에는 층류 유동이 더 이상 존재하지 않는다. 물질 웹의 운반 방향으로의 거리가 증가함에 따라, 경계층은 본질적으로 일정한 두께로 재구성된다. 이러한 재구성 거리를 짧게하기 위해, 본 발명에 따른 장치의 사용을 보다 일찍 그리고 보다 효과적으로 사용할 수 있도록 경계층의 층류 유동이 재구성되는 것을 초기에 돕는 것이 많은 분야에서 바람직할 것이다. 이러한 목적을 위하여, 물질 웨브의 교란원의 하류에 그 전체 폭에 걸쳐서, 물질 웨브의 운반 방향으로 가스 또는 가스 혼합물의 층류 유동을 가하는 것이 바람직할 수도 있다.

<20> 층류 경계 유동을 난류 경계 유동으로 붕괴시키는 것에 더하여, 용제 및/또는 용제를 갖는 제거된 수분을 운반하는 난류 유동을 제거하기 위해, 코로나 충전 전극 및 대응전극 상으로부터의 하류인, 물질 웨브의 운반 방향으로 임의의 거리에 그 자체로 공지된 분사 및/또는 흡입 노즐들을 제공하는 것도 바람직하다. 이러한 목적을 위하여, 운반 방향으로 분사 및/또는 흡입 노즐(들)의 하류에 층류 경계 흐름이 없거나 제한된 두께의 층류 경계 흐름만이 형성될 수 있는 진공 챔버로의 물질 웨브용 입구 구멍을 제공하여, 물질 웨브의 일측 표면 또는 점진적인 경계층의 용제 또는 수분의 증기압이 진공과 비교하여 충분히 크게 하여 방해없는 진공으로의 물질 이동이 이루어지도록 하는 것이 바람직하다.

<21> 본 발명의 다른 바람직한 실시예들 및 개선예들은 종속항에서 특징지워진다.

<22> 본 발명에 따른 장치를 인쇄기, 바람직하게는 로터리 오프셋, 그라비어, 및 플렉소 인쇄기들에서 사용하는 것이 바람직하며, 이러한 인쇄기들에 사용되는 히터를 갖는 건조기에서 사용하는 것은 특히 바람직하다. 물질 웨브가 냉각 롤들을 지날 때조차도, 롤들과 물질 웨브 사이에 트랩(trap)된 경계층은 냉각하는데 방해물이 될 수 있어, 여기서 다시 본 발명에 따른 장치가 바람직하게 사용될 수 있다. 더욱이, 고속 물질 웨브의 많은 안내 및/또는 역전 롤들에서, 이러한 웨브들은 그 운반 방향과 교차하는 방향으로 부유(float)된다는 것은 명백하다. 이러한 효과는, 제거되면 매우 정확하고 정밀한 안내와 역전을 초래하는, 중간에 위치된 층류 경계층 때문일 수 있다.

도면의 간단한 설명

<23> 본 발명의 바람직한 실시예는 이하의 도 1을 참조하여 보다 상세하게 설명되며, 도 1은 본 발명에 따른 장치가 부분적으로 절취되어 있고 물질 웨브가 중간에서 이동되는 상태를 나타낸 개략적인 단면도이다.

실시예

<24> 도 1에 있어서, 참조 부호 5는 화살표로 지시된 바와 같이 운반 방향(6)으로 이동되는 물질 웨브이며, 안내 롤들은 개략적으로 도시되고 참조 부호 7과 8로 표시 되고, 상기 롤들은 운반 방향(6)과 직각으로 연장하며 물질 웨브(5)의 일측(10) 표면(9) 및 타측(12) 표면(11)에 위치된다. 층류 경계층의 개략적인 구조는 물질 웨브(5)의 일측면(9)에 도시된다. 교란원으로 작용하는 안내롤(7)로부터 하류에서, 영역(13)의 기체성 경계층은 두께가 증가되는 것으로 나타나며, 상기 층은 영역(14)에서 소정의 두께(15)를 가진다. 동일한 측면에, 코로나 충전 전극(16)이 제공되고, 이 전극은 적어도 하나, 바람직하게는 서로 평행한 다수의 팁들(16)을 가지며, 이 전극은 직류 전원으로서의 양극 고전압원(+U)에 접속된다. 웨브(5)의 타측면(12)에, 운반 방향(8)과 교차하게, 바람직하게는 직각으로 연장하지만 그 전체 폭에 걸쳐 물질 웨브의 표면(10, 12)과는 평범한 평평한 대응전극(18)이 결합되며, 이는 음극 고전압원(-U)과 접속된다.

<25> 그러므로, 코로나 충전 전극은 전극을 통해 흐르는 강 코로나 전하로서 일정한 코로나 충전 전류(i)를 전극이 가지도록 형성되고 위치되고 전압에 접속된다. 이 때문에, 일측면(10)의 표면(9)으로부터, 전자들(20)은 장의 선(field line)(21)을 따라 코로나 충전 전극으로 이동된다.

<26> 전자들이 코로나 충전 전극(17)의 방향으로 이동함에 따라, 전자들(20)은 기체 분자들(22)과 부딪치며, 분자들은 전자들과의 충돌 때문에 우선 코로나 충전 전극(17)의 방향으로의 운동량을 얻고 다른 한편으로는 그 자체가 이온화된다. 이온화 때문에, 이온화된 기체 분자들(22)은 정전기장 선들(21)을 따라 코로나 충전 전극(17)의 팁(16) 방향으로 이동한다. 두 효과는 중첩되어, 층류 경계층 유동의 영역(14)에서 영역(23)의 난류 유동으로 변환시킨다. 여기서, 참조 부호 24로 개략적으로 표시된 와류가 형성되어, 일측(10) 표면(9)에 인접한 와류 영역에서 물질 웨브(5)의 운반 방향과 반대인 속도 성분, 다시 말해, 경계층의 층류 유동의 영역(14)보다 표면(9)의 영역에서 낮은 상대 속도를 나타냄으로써, 그곳으로부

터 물질 웨브(5)의 일측(10) 표면(9)의 불균일한 부분으로부터의 물질 전달이 명백하게 일어나고, 물질 웨브로부터 떨어지는 방향의 와류 성분 때문에 표면(9)으로부터 멀어지는 방향으로 양호한 물질 전달이 허용된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

운반 방향으로 이동되는 공기 중의 물질 웨브의 두 면 중 적어도 한 면으로부터 기체성 경계층을 제거하기 위한 것으로,

양극(+U) 또는 음극의 고전압원에 연결되는 다수의 가늘고 긴 팁들을 가지고 제거될 경계층을 가지는 물질 웨브의 측면에 제공되며, 팁들은 제거될 경계층을 가지는 물질 웨브의 측면에 직접 대향하고 이격되는, 적어도 하나의 코로나 충전 전극, 및

물질 웨브의 타측면에 제공되는 음극(-U) 또는 양극의 고전압원이나 접지전극에 연결되는 적어도 하나의 대응전극을 포함하는 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 대응전극은 평평하며 물질 웨브의 표면과 평행하게 연장하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 평평한 대응전극의 상부 표면에 대한 법선은 운반방향과 직각인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 물질 웨브는 종이 웨브인 장치.

청구항 5

공기중에서 운반 방향으로 이동되는 물질 웨브의 두 면 중 적어도 한면으로부터 기체성 경계층을 제거하기 위한 것으로,

물질 웨브에 직접 대향하고 이격되는 다수의 팁들을 가지며 물질 웨브의 적어도 한 측면에 제공되는 코로나 충전 전극과, 웨브의 다른 측면에 제공되는 대응전극 사이에서 공기 중의 물질 웨브를 운반 방향으로 운반하는 단계, 및

코로나 충전 전류에 의해 전자들이 플라즈마 채널을 통해 물질 웨브의 적어도 한 면과 코로나 충전 전극의 다수의 팁들 사이의 정전장 전들을 따라 이동하고, 이동 중에 기체성 경계층의 가스 분자와 충돌하는 것에 의해 가스 분자들로 운동량을 전달하고 가스 분자들을 이온화하여 가스 분자들을 물질 웨브의 적어로 한 측면으로부터 떨어지게 하도록 양극 또는 음극의 고전압원을 코로나 충전 전극에 전기적으로 접속하고 음극 또는 양극의 고전압원이나 접지전극을 대응전극에 전기적으로 접속하는 것에 의해 코로나 충전 전류를 가하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 물질 웨브는 종이 웨브인 방법.

요약

본 발명은 이송 방향(6)으로, 바람직하게는 고속으로, 이동하는, 예를 들어 종이와 같은 물질 웨브(5)의 두 면(10, 12) 중 적어도 한 면으로부터 기체성 층류 경계층(14)을 제거하기 위한 장치에 관한 것이다. 본 발명은 적어도 하나의 가늘고 긴 팁(16)을 가지며 양극(+U) 또는 음극 고전압원에 접속될 수 있는 적어도 하나의 코로나 방전 전극(17)이 특징이다. 또한, 본 발명은 코로나 방전 전극(17)과 관련되고 음극(-U) 또는 양극 고전압원 또는 접지전극에 접속될 수 있는 적어도 하나의 대응 전극(18)을 특징으로 한다. 코로나 방전 전극(17)은 분리될 경계층(14)을 포함하는 물질 웨브(5)의 일 측면(10)에 배치되고, 관련된 대응전극(18)은 타측면(12)에 배치된다.

대표도

도1

도면

도면1

