(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.[7]
D21F 11/14
D21F 5/18

(45) 공고일자 2004년05월14일
(11) 등록번호 10-0431379
(24) 등록일자 2004년05월03일

(21) 출원번호 10-2000-7015111
(22) 출원일자 2000년12월30일
번역문 제출일자 2000년12월30일
(86) 국제출원번호 PCT/US1999/014718
(86) 국제출원출원일자 1999년06월29일
(65) 공개번호 10-2001-0053343
(43) 공개일자 2001년06월25일
(87) 국제공개번호 WO 2000/01883
(87) 국제공개일자 2000년01월13일

(81) 지정국 국내특허 : 가나, 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아-헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀랜드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기즈, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 라이베리아, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크메니스탄, 터어키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 남아프리카, 감비아, 그레나다, 인도네시아, 인도, 크로아티아, 시에라리온, 유고슬라비아, 짐바브웨, 아랍에미리트,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 감비아, 짐바브웨, 시에라리온,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기즈, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크메니스탄,

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

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베넹, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기네, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기네비쏘,

(30) 우선권주장 09/108,844 1998년07월01일 미국(US)
09/108,847 1998년07월01일 미국(US)

(73) 특허권자 인스티튜트 오브 페이퍼 사이언스 앤드 테크놀러지
미국 조지아주 30318-5794 아틀란타 노쓰웨스트 10번가 500

(72) 발명자 스티프고든키스
미국오하이오주45241신시내티체스터샤이어드라이브8099

(74) 대리인 김창세
장성구

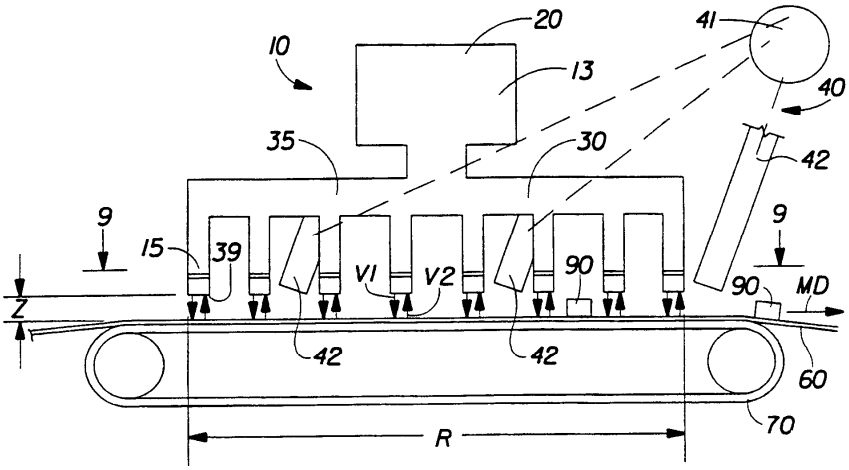
심사관 : 성영환

(54) 섬유질 웹의 탈수 방법 및 장치

요약

본 발명은 섬유질 웹을 탈수하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명의 탈수 방법은, 약 10% 내지 약 90%의 수분 함량을 갖는 섬유질 웹을 제공하는 단계와, 15Hz 내지 1,500Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 충돌 가스를 제공하는 단계와, 진동 유동 반전 충돌 가스를 웹상에 방출하도록 구성된 다수의 배출구를 포함하는 가스 분배 장치를 제공하는 단계와, 진동 유동 반전 충돌 가스를 다수의 배출구를 통해 웹상에 충돌시켜 웹으로부터 수분을 제거하는 단계를 포함한다. 본 발명의 탈수 장치는, 섬유질 웹을 상부에 수용하고 그것을 기계가공 방향으로 운반하도록 구성된 웹 지지부와, 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하도록 구성된 적어도 하나의 펄스 발생기와, 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 웹에 전달하기 위해 펄스 발생기와 유체 연통하는 적어도 하나의 가스 분배 장치를 포함한다. 가스 분배 장치의 단부는 웹과 병렬로 배치된 다수의 배출구를 구비하되, 웹 지지부와 배출구는 그들 사이에 충돌 거리를 형성하며, 배출구는 웹의 충돌 영역을 규정하는 사전 설정된 패턴을 포함한다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 강하고 부드러운 흡수성 섬유질 웹의 제조 방법에 관한 것으로서, 특히 섬유질 웹의 탈수에 관한 것이다.

배경기술

종이 웹 등의 섬유질 구조체는 다양한 공정에 의해 제조된다. 예를 들면, 종이 웹은 1996년 9월 17일자 트로칸(Trokhan)등에게 허여된 미국 특허 제 5,556,509 호, 1996년 12월 3일자 암펄스키(Ampulski) 등에게 허여된 제 5,580,423 호, 1997년 3월 11일자 판(Phan)에게 허여된 제 5,609,725 호, 1997년 5월 13일자 트로칸 등에게 허여된 제 5,629,052 호, 1997년 6월 10일자 암펄스키 등에게 허여된 5,637,194 호, 1997년 10월 7일자 맥파랜드(McFarland) 등에게 허여된 제 5,674,633 호에 따라 제조될 수도 있으며, 상기 특허의 개시 내용들은 본 명세서에 참고로 인용된다. 또한, 종이 웹은 1985년 4월 30일자 존슨(Jhonson) 등의 미국 특허 제 4,514,345 호, 1985년 7월 9일자 트로칸의 제 4,528,239 호, 1985년 7월 16일자 트로칸의 제 4,529,480 호, 1987년 1월 20일자 트로칸의 제 4,637,859 호, 1994년 8월 2일자 트로칸 등의 제 5,334,289 호에 개시되어 있으며, 상기 특허의 개시 내용은 본 명세서에 참고로 인용된다.

제지 공정중에 종이를 탈수하는 작업은 통상적으로 여러 단계를 포함한다. 처음에, 수성 섬유 분산물은 99% 이상의 물과 1% 미만의 제지 섬유를 함유하는 것이 통상적이다. 이러한 물의 거의 99%는 기계적으로 제거되며, 약 20%의 섬유 점조성(consistency)을 나타낸다. 그 다음, 압축 및/또는 열 작업 및/또는 공기중 건조 또는 그의 임의의 조합에 의해 물의 약 1% 미만을 제거하여 웹의 섬유 점조성이 약 60%로 증가한다. 최종적으로, 잔여의 물은 최종 건조 작업(통상적으로 건조 실린더를 사용함)에서 탈수되어 웹의 섬유 점조성이 약 95%로 증가한다.

그와 같이 다량의 물을 제거하여야 하기 때문에, 탈수는 공업용 제지 공정에서 가장 에너지 집약적인 단위 작업중 하나이다. 한 연구에 따르면, 제지 작업은 1985년(살라마 등의 천연 가스의 경쟁 위치: 1987년 Energy and Environmental Analysis, Inc. 공업용 고상 건조)에 총 건조 에너지 소비에 있어서 3.75×10^{14} BTU 이상을 사용하는 주요한 작업이다.

정상 유동 충돌 가스 및 실린더 건조기를 사용하여 종이 웹을 건조시키기는 방법이 제지 기술에 공지되어 있다(예를 들면, 폴라 등의 1987년 공업 건조 편람 pp 643-82, 펄프 및 종이의 건조 참조). 통상적으로, 티슈 제품에 대해서는

양키 실린더 건조기와 함께 충돌 후드가 사용된다. 약 8 내지 11 파운드/3,000 ft ^{2} 의 비교적 낮은 기본 중량을 갖는 웹에서, 물은 약 0.5초내에 탈수된다. 이것은 약 42 파운드/시간/ft ^{2} 의 증발 속도에 대응하고, 전체 증발의 약 75%가 충돌 후드에 의해 수행된다. 비교적 무거운 기본 중량을 갖는 종이 제품의 건조 속도는 상당히 느리다. 예컨대, 실린더 건조기상에서 약 30 파운드/3,000ft ^{2} 의 기본 중량을 갖는 신문지의 증발 속도는 약 5 파운드/시간/ft ^{2} 이다. 이에 대해서 1997년 6월 12일부터 13일까지 미국 위스콘신주 오쉬코쉬에서 개최된 Valmet Technology Days'97에서 소개된 피. 엔크비스트(P. Enkvist) 등의 '티슈 종이상의 발멧 고속 및 고온 양키 후드(The High Velocity and Temperature Yankee Hood on Tissue Machines)'를 참조하기 바란다. 종이를 포함하는 각종 제품의 탈수를 용이하게 하기 위해 증기 분사에 의해 생성되는 것과 같은 초음파 에너지를 이용하는 것도 공지되어 있다. 1972년 6월 13일자 로드윈(Rodwin)에게 허여된 미국 특허 제 3,668,785 호는 종이 웹을 건조시키기 위해 초음파 건조와 충돌 유동 건조를 조합하는 것에 대해 개시하고 있다. 1972년 10월 3일자 로드윈 등에게 허여된 미국 특허 제 3,694,926 호는 웹으로부터 수분을 제거하기 위해 웹을 통과시키고 그룹형 소음 발생기로부터 고강도의 소음을 가하는 음 건조부를 구비한 음 건조기를 개시하고 있다. 1973년 8월 7일자 로드윈 등에게 허여된 미국 특허 제 3,750,306 호는 이동하는 웹의 배수된 수분을 제거하기 위해 통모양의 반사기를 따라 이격된 분사 기적 및 저압 2차 공기를 포함하는, 웹 및 롤의 음 건조를 개시하고 있다.

전술한 특허들은 음파/음향 에너지를 생성하는 수단과 정상 유동 충돌/제거 공기를 생성하기 위한 별도의 수단을 제공한다. 소음 발생기, 기적 등의 수단으로 종래 기술에 따라 음향 에너지를 생성하기 위해서는 매우 강력한 음원이 필요하므로 상당한 전력 소비가 초래된다. 종래 기술에는 사이렌, 혼, 기적 등의 종래의 소음 발생기의 효율이 10 내지 25%를 넘지 않는 것으로 공지되어 있다. 또한, 소망의 건조 효과에 접근하기 위해서는, 공기 압축용 보조 압축기 등의 추가적인 수단과 소망의 음압을 생성하기 위한 증폭기가 필요할 수도 있다.

근래에, 종래 기술의 정상 유동 충돌과는 반대로, 진동 유동 반전 운동하는 공기 또는 가스와 종이 웹을 충돌시키는 것에 의해 높은 건조/탈수율 및 에너지 절감을 포함하는 상당한 이점이 제공될 수도 있는 것으로 발견되었다. 비교적 낮은 주파수를 갖는 진동 유동 반전 충돌 공기(oscillatory flow-reversing impingement air) 또는 가스가 종래 기술에 비해 제지 공정에서 열 및 질량 전달 속도를 증가시키기 위한 효율적인 수단인 것으로 생각된다.

펄스 연소 기법은 열처리에서 열 및 질량 전달을 향상시키는 공지의 존속가능한 상업적 방법이다. 그것의 상업적 용도는 공업용 및 가정용 난방기, 보일러, 석탄 기화, 분무 건조 및 위험한 폐기물 소각을 포함한다. 예컨대, 1991년 10월 22일자 맨소(Mansour) 등에게 허여된 미국 특허 제 5,059,404 호, 1992년 7월 28일자 맨소에게 허여된 제5,133,297 호, 1993년 3월 30일자 맨소에게 허여된 제 5,197,399 호, 1993년 4월 27일자 맨소에게 허여된 제 5,205,728 호, 1993년 5월 18일자 맨소에게 허여된 제 5,211,704 호, 1993년 10월 26일자 맨소에게 허여된 제 5,255,634 호, 1994년 4월 26일자 맨소 등에게 허여된 5,306,481 호, 1994년 10월 11일자 맨소 등에게 허여된 제 5,353,721 호, 1994년 11월 22일자 맨소 등에게 허여된 제 5,366,371 호에 여러가지 펄스 연소의 공업적 적용이 개시되어 있으며, 상기 특허의 개시 내용들은 펄스 연소를 설명하기 위한 목적으로 본원에 참고로 인용된다. 연소 과학 기술, 1993, 제94권 147-165 페이지에 발생된 아이벡 피 에이 등의 "펄스 연소: 충돌 제트 열 전달 향상"이라는 제목의 논문에는 평판상에 충돌하는 일시적 분사를 생성하기 위해 펄스 연소기의 사용을 포함하는 대류 열 전달 향상 방법이 개시되어 있다. 상기 논문에는 정상 유동 충돌에 비해 대류 열전달 계수가 2.5까지 향상되는 것으로 보고하고 있다.

본 발명자는 진동 유동 반전 충돌이 종래 기술의 탈수 및/또는 건조 방법에 비해 웹 탈수 및/또는 건조 공정에서 열 및 질량 전달을 상당히 증가시킬 수 있는 것으로 생각한다. 특히, 제지 장치의 속도를 증가시키고 및/또는 웹 건조에 필요한 기류를 감소시켜 그것에 의해 설비의 크기와 웹 건조/탈수 작업의 비용과 결과적으로는 전체 제지 공정의 비용을 감소시키는 것과 관련하여, 진동 유동 반전 충돌이 상당한 이점을 제공할 수 있다고 생각된다. 또한, 진동 유동 반전 충돌에 의하면, 본 출원인에 의해 제조되고 앞서 언급한 차등 밀도의 웹의 실질적으로 균일한 건조를 달성하는 것이 가능하다. 또한, 진동 유동 반전 충돌은 단독으로 또는 공기중 건조, 정상 유동 충돌 건조 및 건조 실린더 건조 등의 다른 탈수 공정과 조합하여, 섬유질 웹의 탈수 및/또는 건조에 성공적으로 적용될 수도 있다.

웹을 효과적으로 탈수하기 위해서는, 대부분의 경우에 진동 유동 반전 공기 또는 가스가 특히 웹의 폭을 가로질러(즉, 횡가공 방향으로) 실질적으로 균일한 방식으로 웹에 작용하여야 한다. 변형예로, 특히 바람직한 방식으로 웹의 폭을 가로질러 진동 충돌 가스를 차등식으로 가하여 웹의 상이한 영역의 상대 수분 함량 및/또는 건조 속도를 조절할 수도 있다. 양자의 경우에, 웹의 표면 전체를 통해 특히 횡 가공방향으로의 진동 유동 반전 공기 또는 가스 분배의 조절이 웹 탈수 공정의 효율면에서 중요하다.

근래의 공업용 규모의 제지 장치는 폭이 약 100 내지 400인치이고, 분당 7,000 피트까지의 선 속도로 작동한다. 그러한 폭은 웹의 고속 이동과 관련되어 웹의 표면 도처에 진동 가스의 (예컨대 균일한) 분배를 제어하는데 약간의 어려움이 생긴다. 예컨대, 펄스 연소기 등의 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하는 기존의 장치는 비교적 넓은 영역을 가로질러 유동 반전 공기 또는 가스의 실질적으로 균일한 진동 범위를 생성하기에는 적합하지 않다.

따라서, 본 발명의 목적은 유동 반전 충돌 가스를 사용하여 섬유질 웹을 탈수하는 방법 및 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 웹의 표면 도처에서의 진동 반전 공기 또는 가스의 분배를 효과적으로 제어하는 것이 가능한 가스 분배 장치를 제공하는 것이다. 본 발명의 또 다른 목적은 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 웹상에 실질적으로 균일하게 가하는 가스 분배 장치를 제공하는 것이다.

발명의 요약

본 발명은 충돌 매체로서 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 사용하여 섬유질 웹을 탈수하는 신규한 방법 및 장치를 제공한다. 본 발명의 장치 및 방법은 미형성 웹을 형성하는 단계로부터 건조후 단계에 이르기까지 전체의 제지 공정의 여러 단계에서 사용될 수도 있다. 따라서, 섬유질 웹은 약 10% 내지 약 90%의 넓은 범위의 개시 수분 함량을 가질 수도 있다. 즉, 웹의 섬유 점조성은 약 90% 내지 약 10%일 수도 있다.

본 발명의 방법은, 섬유질 웹을 제공하는 단계, 바람직하게는 약 15Hz 내지 1,500Hz의 소정의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 충돌 가스를 제공하는 단계, 다수의 배출구를 포함하며 진동 유동 반전 충돌 가스를 웹의 소정 부분상으로 이송하도록 설계된 가스 분배장치를 제공하는 단계, 진동 유동 반전 가스를 다수의 배출구를 통해 웹상에 충돌시켜 웹으로부터 수분을 제거하는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 진동 유동 반전 가스는 웹의 충돌 영역을 규정하는 소정 패턴으로 웹에 충돌한다.

섬유질 웹을 제공하는 제 1 단계는 다수의 제지 섬유를 제공하는 단계를 포함하여 그러한 웹을 형성하는 단계보다 앞서 수행될 수도 있다. 또한, 본 발명에서 건조 공기 부설 공정에 의해 형성된 웹 또는 재습윤된 웹을 사용하는 것을 가정할 수도 있다. 웹은 본 발명의 방법 및 장치에 의해 탈수하기 전에 불균일한 수분이 분배될 수도 있다. 즉, 웹의 어떤 부분의 섬유 점조성은 웹의 다른 부분의 섬유 점조성과는 상이할 수도 있다.

본 발명의 탈수 장치는 기계 가공방향 및 기계 가공방향에 수직인 횡 가공방향을 갖는다. 본 발명의 탈수 장치는, 섬유질 웹을 수용하고 그것을 기계 가공방향으로 이동시키도록 설계된 웹 지지부, 약 15Hz 내지 약 1,500Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하도록 설계된 적어도 하나의 펄스 발생기, 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 웹의 소정 부분으로 이송하기 위해 펄스 발생기와 유체 연통하는 적어도 하나의 가스 분배 장치를 구비한다. 가스 분배 장치는 웹 지지부와 병렬로 배치된(또는 웹이 웹 지지부상에 배치될 때 웹과 병렬로 배치되는) 다수의 배출구에서 종단된다. 웹 지지부 및 배출구의 사이에는 충돌 영역을 형성한다. 충돌 영역은 충돌 거리 "Z"로 규정된다. 즉, 충돌 거리(Z)는 배출구와 웹 지지부의 사이의 유격을 의미한다. 바람직하게는, 다수의 배출구는 웹의 충돌 영역 "E"를 규정하는 소정 패턴을 포함한다. 진동 유동 반전 가스는 웹의 충돌 영역의 도처에 가스의 실질적으로 균일한 분배를 제공하도록 웹에 충돌할 수도 있다. 변형예로, 진동 가스는 웹의 충돌 영역의 도처에 가스의 불균일한 분배를 제공하도록 웹에 충돌하여 웹의 수분 특성을 제어할 수도 있다.

본 발명에 따르면, 펄스 발생기는 주기적 속도/운동량 성분 및 평균적 속도/운동량 성분을 갖는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하도록 설계된 장치이다. 바람직하게는, 펄스 발생기에 의해 생성된 음압은 포지티브 주기와 번갈아 발생하는 네거티브 주기를 포함하는 큰 진폭의 주기적 운동으로 변환된다. 네거티브 주기는 후술하는 바와 같이 포지티브 사이클에 비해 운동량 및 주기 속도가 더 크다.

하나의 바람직한 펄스 발생기는 대체로 연소실, 공기 흡입구, 연료 배출구 및 공명 관을 포함하는 펄스 연소기를 포함한다. 공명 관은 정상 음파를 생성하는 공명기로서 동작한다. 본 명세서에 사용된 용어 "가스 분배 장치"는 펄스 발생기에 의해 생성되는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 폐쇄된 통로에 제공하고 또 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 웹에 충돌하는 소정의 충돌 영역(앞서 언급함)에 이송하고 그것에 의해 웹을 탈수하도록 설계된 관, 테일파이프, 송풍 박스 등의 조합체를 규정한다. 가스 분배 장치는 펄스 연소기의 소망의 운전 모드 또는 펄스 연소기에 의해 생성되는 유동 반전 가스의 진동 특성에 악영향을 미칠 수도 있는 파괴적인 간섭을 최소화하고 바람직하게는 완전히 치하도록 설계된다. 가스 분배 장치는 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 바람직하게는 다수의 배출구 또는 노즐을 통해 이송한다. 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스의 바람직한 주파수 범위는 약 15Hz 내지 약 1500Hz이다. 가장 바람직한 주파수는 15Hz 내지 500Hz 이고, 가장 바람직한 주파수는 15Hz 내지 250Hz이며, 이는 펄스 발생기의 유형 및/또는 탈수 공정의 소망의 특성에 의존한다. 펄스 발생기가 펄스 연소기를 포함한다면, 바람직한 주파수의 범위는 약 75Hz 내지 약 250Hz 이다. 헬름홀츠(Helmholtz)형 공명기를 본 발명의 펄스 발생기에 사용할 수도 있다. 통상적으로, 헬름홀츠형 펄스 발생기는 소망의 음향 주파수를 달성하도록 조정될 수도 있다. 펄스 연소기에서, 배출구로부터 빠져나갈 때의 진동 가스의 온도는 약 500°F 내지 약 2,500°F 이다.

펄스 발생기의 다른 실시예는 초저주파 장치를 포함한다. 초저주파 장치는 펄스 발생기를 통해 공기 유입구와 유체 연통하는 공명실을 포함한다. 펄스 발생기는 공명실 및 공명 관에서 증폭되는 초저주파음(저주파)압을 갖는 진동 공기를 생성한다. 진동 유동 반전 공기의 초저주파 장치의 바람직한 주파수는 15Hz 내지 100Hz 이다. 소망하는 경우, 초저주파 장치를 포함하는 장치는 초저주파 장치에 의해 생성되는 진동 유동 반전 공기를 가열하는 수단을 구비할 수도 있다.

진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스는 2가지 성분, 즉 평균 속도 및 대응하는 평균 운동량을 특징으로 하는 평균 성분과 주기적 속도 및 대응하는 주기적 운동량을 특징으로 하는 진동 또는 주기적 성분을 갖는다. 연소 가스가 연소실로부터 전방으로 그리고 가스 분배장치 안으로, 관통하여 또 그로부터 이동하는 진동 사이클은 포지티브 사이클이고, 충돌 가스의 역류가 발생하는 진동 사이클은 네거티브 사이클이다. 포지티브 사이클의 평균 진폭은 포지티브 진폭이고, 네거티브 사이클의 평균 진폭은 네거티브 진폭이다. 포지티브 사이클 도중에, 충돌 가스는 웹 지지부상에 배치된 웹쪽으로 포지티브 방향으로 향하는 포지티브 속도를 지니며, 네거티브 사이클 도중에, 충돌 가스는 네거티브 방향으로 향하는 네거티브 속도를 지닌다. 포지티브 방향은 네거티브 방향과 반대이고, 포지티브 속도는 네거티브 속도와 반대이다. 포지티브 속도 성분은 네거티브 속도 성분보다 크고, 평균 속도는 포지티브 방향을 갖는다.

펄스 연소기는 연소실의 내부에 전형적으로 160 내지 190dB 정도의 강한 음압을 생성한다. 이러한 음압은 연소실의 최대 레벨에 접근한다. 공명 관의 개방 단부로 인하여, 음압은 공명관의 출구에서 감소된다. 이러한 음압의 하강의 결과, 주기적 속도가 점차 증가하여 공명 관의 출구에서 최대값에 접근한다. 바람직한 헬름 홀츠형 펄스 발생기에서 진동 충돌 가스의 배출 흐름에서 최대의 주기 속도를 달성하기 위해서 음압은 공명 관의 출구에서 최소가 된다. 음압이 감소하면 통상적으로 종래 기술의 음 향상 공정과 관련된 소음이 유리하게 감소한다.

가스 분배 장치의 출구에서, 연소실내의 측정된 음압을 토대로 약 1,000ft/min 내지 약 50,000ft/min, 바람직하게는 약 2,500ft/min 내지 약 50,000ft/min 범위의 주기 속도가 계산된다. 보다 바람직한 주기 속도는 약 5,000ft/min 내지 약 50,000ft/min 이다. 평균 속도 범위는 약 1,000ft/min 내지 약 25,000ft/min, 바람직하게는 약 2,500ft/min 내지 약 25,000ft/min, 보다 바람직하게는 약 5,000ft/min 내지 약 25,000ft/min이다.

약 10% 내지 약 60%의 수분 함량을 갖는 웹에 있어서, 본 발명의 방법 및 장치에 의해 150lb/ft ^{2} hr 이상 까지의 탈수율을 달성하는 것이 가능하다. 소망의 탈수율을 달성하기 위해서는, 진동 유동 반전 충돌 가스가 웹의 표면 도처에서 웹과 실질적으로 균일하게 접촉하는 진동 "유동 영역"을 형성하는 것이 바람직하다. 그것을 달성하는 한가지 방법은 가스 분배 장치로부터의 진동 가스의 흐름을 실질적으로 동일하게 분할하고 배출구의 조직을 통해 웹의 건조면상에 충돌하도록 하는 것이다. 따라서, 본 발명의 장치는 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 사전 설정되고 바람직하게는 제어가능한 패턴에 따라 웹상에 방출하도록 설계되어 있다. 배출구의 분배 패턴은 변경될 수도 있다. 하나의 바람직한 분배 패턴은 규칙적으로 엇갈린 열을 포함한다.

가스 분배 장치의 배출구는 둥근 형상, 대체로 장방형 형상, 타원 틈새 형상 등을 포함하는 다양한 형상을 포함하지만, 그것에 한정되지는 않는다. 각 배출구는 개방 면적(A) 및 동일한 직경(D)을 갖는다. 결과적인 개방 면적(ΣA)은 배출구의 전체의 개별 개방 면적에 의해 형성된다. 연속 공정의 어느 순간에 진동 유동 반전 충돌 영역에 의해 충돌하는 웹의 일 부분의 영역은 충돌 영역(E)이다.

바람직하게는, 웹은 웹 지지부에 의해 지지되고, 보다 바람직하게는 기계 가공방향으로 이동한다. 바람직한 실시예에서, 예컨대 가스 분배 장치의 출구 및 웹 지지부를 서로 상대적으로 이동시켜 충돌 거리를 변화시키기 위한 자동 장치뿐만아니라 종래의 수동 기구 등의 충돌 거리 조절 수단을 구비할 수도 있다. 예컨대, 충돌 거리는 탈수 공정의 파라미터중 적어도 하나 또는 웹의 파라미터중 적어도 하나에 맞추어 제어 장치로부터의 신호에 응답하여 자동적으로 조절가능할 수도 있다. 바람직한 실시예에서, 충돌 거리는 약 0.25 인치 내지 약 6.0 인치로 변경될 수도 있다. 충돌 거리는 충돌 영역, 즉 배출구와 웹 지지부 사이의 영역을 규정한다. 바람직한 실시예에서, 충돌 거리(Z) 대 배출구의 동일 직경(D)의 비(즉, Z/D)는 약 1.0 내지 약 10.0이다. 결과적인 개방 면적(ΣA) 대 충돌 영역(E)의 비(즉, ΣA/E)는 0.002 내지 1.000, 바람직하게는 0.005 내지 0.200, 보다 바람직하게는 0.010 내지 0.100 이다.

일 실시예에서, 가스 분배 장치는 적어도 하나의 송풍 박스를 포함한다. 송풍 박스는 다수의 배출구가 관통하여 형성된 바닥판을 포함한다. 송풍 박스는 실질적으로 평탄한 바닥판을 구비할 수도 있다. 변형예로, 송풍 박스의 바닥판은, 예컨대 볼록한 형상 또는 오목한 형상 등의 평탄하지 않거나 만곡된 형상을 가질 수도 있다. 송풍 박스의 일 실시예에 있어서, 대체로 볼록한 바닥판은 다수의 부분에 의해 형성된다.

진동 유동 반전 공기 또는 가스의 경사진 적용을 본 발명에서 유리하게 이용할 수도 있다. 웹 지지부의 전체 표면(또는 웹의 충돌 영역(E)의 표면)과 배출구를 통한 공기 또는 가스의 진동 흐름의 실제의 방향 사이에 형성된 각도는 거의 0 ° 내지 90 ° 이다. 이러한 각도는 기계 가공방향으로, 횡가공 방향으로, 기계 가공 방향과 횡가공 방향 중간의 방향으로 향할 수도 있다.

다수의 가스 분배 장치를 웹의 폭을 가로질러 사용할 수도 있다. 이러한 배치에 의하면 웹의 폭을 가로질러 웹 탈수 공정의 조건을 제어하는데 있어서 상당한 융통성이 허용된다. 예를 들면, 그러한 배치에 의하면, 웹의 상이한 횡가공 방향 부분에 대해 충돌 거리를 개별적으로 조절하는 것이 가능하다. 소망한다면, 개별 가스 분배 장치가 웹의 표면에 걸쳐 바람직하게는 엇갈린 열의 패턴으로 분배될 수도 있다.

유동 반전 충돌 가스의 진동 영역은 웹에 충돌하는 정상 유동(비진동) 충돌 가스와 조합하여 사용하는 것이 유리할 수도 있다. 바람직한 일 실시예는 진동 유동 반전 가스 및 정상 유동 가스의 순차적인 반복 적용을 포함한다. 진동 가스 및 정상 유동 가스중 하나 또는 양자는 웹 지지부에 대해 경사진 위치에 있는 분사 흐름을 포함할 수 있다.

웹 지지부는 다양한 구조체, 예컨대 제지 밴드 또는 벨트, 와이어 또는 스크린, 건조 실린더 등을 구비할 수도 있다. 바람직한 실시예에서, 웹 지지체는 분당 100 피트 내지 분당 10,000 피트의 속도로 기계가공 방향으로 이동한다. 보다 바람직하게는, 웹 지지부의 속도는 분당 1,000 피트 냐지 분당 10,000 피트이다. 본 발명의 장치는, 예컨대 성형, 습윤 이동, 예비 건조, (양키 등의) 건조 실린더 건조 및 후속 건조 등의 전체의 제지 공정의 여러 주요 단계에 적용될 수도 있다. 충돌 영역의 바람직한 위치는 건조 실린더와 상기 건조 실린더와 병렬로 배치된 건조 후드 사이에 형성된 구역이며, 웹 지지체는 건조 실린더의 한 표면을 포함할 수도 있다. 일 실시예에서, 충돌 후드는 실린더 건조기의 "웹 단부"상에 배치된다. 건조 채류 시간은 건조 실린더 주변의 후드 랩과 장치의 속도의 조합에 의해 조절될 수 있다. 이 공정은 차등 밀도로 구성된 종이 웹에 존재하는 수분 변화의 제거에 있어서 특히 유용하다.

웹 지지부의 바람직한 일 실시예는 웹 접촉면 및 상기 웹 접촉면에 대향된 뒷면을 갖는 유체 투과성 무한 벨트 또는 밴드를 포함한다. 이러한 유형의 웹 지지부는 보강 구조체에 접합된 골격과, 웹 접촉면과 뒷면 사이에 연장된 적어도 하나의 유체 투과성 굴절 도관을 포함하는 것이 바람직하다. 골격은 실질적으로 연속 구조체를 포함할 수도 있다. 변형예로 또는 추가로, 골격은 다수의 분리된 돌기를 포함할 수도 있다. 웹 접촉면이 실질적으로 연속 골격에 의해 형성되면, 웹 접촉면은 실질적으로 연속 망상 조직을 포함하고, 적어도 하나의 연속 도관은 실질적으로 연속 골격을 통해 연장되고 골격에 의해 포위되는 다수의 분리된 도관을 포함한다.

본 발명의 방법 및 장치를 사용하여 차등 밀도부의 구성 웹으로부터 수분을 동시에 제거할 수 있다. 진동 유동 반전 공정의 탈수 특성은, 건조 실린더 또는 공기중 건조 공정을 이용하는 종래 기술의 통상의 공정에 비해서 탈수된 웹의 밀도 차이에 거의 좌우되지 않는다. 따라서, 본 발명의 공정에서는 탈수 공정의 탈수 특성, 가장 중요하게는 탈수율가 탈수된 웹의 상이한 부분의 상대 밀도의 차이와 관계가 없다.

본 발명의 공정은 단독으로 또는 공기중 건조와 공동으로 제지 공정의 한 단계로서 건조 실린더의 적용을 배제할 수 있다. 본 발명의 공정의 바람직한 한가지 적용은, 공기중 건조와 공동으로 예컨대 진공원에 의해 생성되는 압력의 인가를 포함한다. 본 발명의 장치는 에컨대 진공 픽업 슈(pick-up shoe) 또는 진공 박스 등의 진공 장치와 공동으로 사용되는 것이 유리하고, 이 경우 웹 지지부는 유체 투과성인 것이 바람직하다. 진공 장치는 바람직하게는 웹 지지부의 뒷면과 병렬로 배치되고, 보다 바람직하게는 충돌 영역에 대응하는 영역에 위치한다. 진공 장치는 유체 투과성 웹 지지부를 통해 웹에 압력을 가한다. 이 경우에, 펄스 발생기에 의해 형성되는 진동 유동 반전 가스 및 진공 장치에 의해 형성되는 압력은 협력하여 작용할 수 있고, 그것에 의해 각각의 개별 공정에 비해 조합된 탈수 공정의 효율이 상당히

증가한다.
선택적으로는, 본 발명의 장치는 경계 층을 포함하는 충돌 영역으로부터 수분을 제거하기 위한 보조 수단을 구비할 수도 있다. 그러한 보조 수단은 대기압 상태의 외부 영역과 유체 연통하는 다수의 홈(slot)을 포함할 수도 있다. 변형예로 또는 추가로, 보조 수단은 진공원과 충돌 영역 및/또는 충돌 영역에 인접한 영역으로부터 진공원까지 연장된 적어도 하나의 진공 홈을 포함함으로써 그들 사이에 유체 연통을 제공할 수도 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 장치 및 바람직한 연속 공정의 간략한 개략도로서, 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 무한 벨트 또는 밴드로 지지된 이동 웹상에 방출하는 펄스 발생기를 도시한 도면,
도 2는 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스의 주기 속도(V_c) 및 평균 속도(V)를 도시하는 다이아그램으로서, 상기 주기 속도(V_c)는 포지티브 주기 속도(V_1) 및 네거티브 주기 속도(V_2)를 포함하는 것을 나타내는 다이아그램,
도 3은 음압(P)에 대한 주기 속도(V_c)의 오프-패이즈 분포를 도시한, 도 2의 다이아그램과 유사한 다이아그램,
도 4는 본 발명의 장치 및 방법에 이용할 수 있는 펄스 연소기의 개략도,
도 4a는 도 4의 4A-4A 선을 따라 절단한 도면으로서, 직경(D) 및 개구 영역(A)을 갖는 펄스 연소기의 원형 배출구를 도시함,
도 4b는 장방형 형상을 갖는 펄스 연소기의 배출구의 다른 실시예의 도면,
도 5는 펄스 연소기 내에서 음압(P)과 포지티브 속도(V_c)간의 상호 의존관계를 도시하는 다이아그램,
도 6은 본 발명의 장치 및 방법의 일 실시예의 개략적 측면도로서, 정상 유동 충돌 공기 또는 가스와 교대로 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 기계가공 방향으로 이동하는 무한 벨트 또는 밴드로 지지된 웹상에 연속적으로 충돌시키는 펄스 발생기를 도시함,
도 7은 건조 실린더의 건조기 후드를 포함하고 웹이 건조 실린더에 의해 지지되는 본 발명의 장치의 개략적 부분 도면,
도 7a는 웹을 지지한 건조 실린더를 포함하는 웹 지지부와 다수의 배출구를 포함하는 펄스 발생기의 가스 분배 장치를 구비하는, 본 발명의 장치의 개략적 부분 단면도,
도 7b는 도 7a와 유사한 도면으로서, 웹 지지부가 유체 투과성 벨트를 포함하고, 웹은 웹 지지부와 건조 실린더의 표면 사이에 압착되며, 진동 유동 반전 가스가 웹 지지부를 통해 웹에 가해지는 것을 도시함,
도 8은 본 발명의 연속 제지 공정의 개략도로서, 전체 제지 공정에 대한 본 발명의 장치의 가능한 배치중 몇가지를 도시한 도면,
도 9는 도 1의 9-9 선을 따라 절단한 개략적 단면도로서, 웹의 표면에 대한 펄스 발생기의 배출구의 규칙적 패턴의 일실시예를 도시한 도면,
도 9a는 규칙적 패턴으로 분배된 실질적으로 장방형 구멍을 포함하는 배출구의 개략적 평면도,
도 10은 송풍 박스의 바닥을 통해 연장된 다수의 배출구를 구비한 송풍 박스에서 종단되는 펄스 발생기의 가스 분배 장치의 바람직한 일실시예의 개략적 단면도,
도 11은 도 10의 11-11 선을 따라 절단한 개략도로서, 기계가공 방향으로 연달아 이격된 다수의 송풍 박스를 도시함,
도 12는 볼록하게 만곡된 바닥을 갖는 송풍 박스의 실시예의 개략적 단면도,
도 12a는 도 12에 도시된 송풍 박스의 개략적 상세 단면도로서, 유체 투과성 웹 지지부에 대한 진동 공기 또는 가스의 경사진 인가를 도시함,
도 13은 송풍 박스의 바닥의 대체로 볼록한 형상을 형성하는 다수의 상호연 결된 부분을 포함하는 바닥을 갖는 송풍 박스의 실시예의 개략적 단면도,
도 13a는 도 12에 개략적으로 도시된 만곡된 바닥 또는 도 13에 개략적으로 도시된 단면의 바닥을 갖는 송풍 박스로부터 출구에서의 진동 유동 반전 가스 또는 공기의 온도 분포를 도시하는 개략적 다이아그램,
도 14는 만곡된 오목한 바닥을 갖는 송풍 박스의 실시예의 개략적 단면도,
도 14a는 도 14에 개략적으로 도시된 만곡된 오목한 바닥을 갖는 송풍 박스로부터 출구에서의 유동 반전 충돌 가스의 온도 분포를 도시한 개략적 다이아그램,
도 15는 횡가공 방향으로 서로 이격된 다수의 펄스 발생기를 도시하는, 본 발명의 공정의 일실시예의 개략적 측면도,
도 16은 보강 구조체에 접합된 실질적으로 연속적인 골격을 포함하고 섬유질 웹을 그 위에 구비하는 유체 투과성 웹 지지부의 개략적 부분 측면도,
도 17은 도 16에 도시된 웹 지지부의 개략적 부분 평면도(섬유질 웹은 명료성을 위해 도시 안함),
도 18은 보강 구조체에 접합된 다수의 개별 돌기를 포함하며 그 위에 섬유질 웹을 구비한 유체 투과성 웹 지지부의 실시예의 개략적 부분 측면도,
도 19는 도 18에 도시된 웹 지지부의 개략적 부분 평면도(섬유질 웹은 명료성을 위해 도시 안함),
도 20은 초저주파 장치를 포함하는, 본 발명에 유용한 펄스 발생기의 실시예의 개략도.

발명의 상세한 설명

본 발명의 공정의 제 1 실시예는 섬유질 웹을 제공하는 단계를 포함한다. 본 명세서에 사용된 용어 "섬유질 웹(fibrous web)" 또는 간단히 "웹"(60)(도 1 및 6 내지 9 참조)은 셀룰로오스 섬유, 합성 섬유 또는 이것들의 임의의 조합물을

포함하는 육안상으로 평탄한 기재를 나타낸다. 웹(60)은 종래의 공정 및 공기중 건조(이것에 한정되지는 않음)를 포함하는 당기술 분야에 공지된 임의의 제지 공정에 의해 제조될 수도 있다. 웹(60)을 포함하는 적절한 섬유는 천연 제지 섬유 뿐만아니라 재생된 또는 2차 제지 섬유를 포함할 수도 있다. 본 명세서에 사용된 용어 "섬유질 웹"은 약 8 lb/3,000ft ^{2} 내지 약 20 lb/3,000ft ^{2} 의 기본 중량을 갖는 티슈 웹 뿐만아니라 약 25 lb/3,000ft ^{2} 내지 약 100 lb/3,000ft ^{2} 의 판지급의 웹을 포함하며, 상기 판지 정도의 웹은 30 lb/3,000ft ^{2} 내지 80 lb/3,000ft ^{2} 정도의 기본 중량을 갖는 크라프트지(Kraft paper) 웹, 40 lb/3,000ft ^{2} 내지 100 lb/3,000ft ^{2} 정도의 기본 중량을 갖는 표백된 판지 및 약 30 lb/3,000ft ^{2} 의 전형적인 기본 중량을 갖는 신문지를 포함하지만 그것에 한정되지는 않는다.

섬유질 웹(60)을 제공하는 제 1 단계는 그러한 웹을 형성하는 단계보다 선행할 수도 있다. 당업자는 웹(60)을 형성하는 단계가 다수의 섬유(61)를 제공하는 단계(도 8 참조)를 포함할 수도 있다는 것을 용이하게 이해할 것이다. 도 8에 도시된 전형적인 연속 제지 공정에서, 다수의 섬유(61)는 액체 캐리어에 매달려 있는 것이 바람직하다. 보다 바람직하게는, 다수의 섬유(61)는 수성 분산물을 포함한다. 섬유(61)의 수성 분산물을 준비하는 설비는 당기술 분야에 공지되어 있으므로 도 8에는 도시하지 않았다. 섬유(61)의 수성 분산물은 도 8에 도시된 바와 같이 헤드박스(65)에 제공될 수도 있다. 도 8에는 단일의 헤드박스(65)가 도시되어 있지만, 본 발명의 공정의 변형된 구성에서는 다수의 헤드박스가 존재할 수도 있다는 것을 이해하여야 한다. 섬유의 수성 분산물을 마련하기 위한 헤드박스 및 설비는 본원에 참고로 인용되는 1976년 11월 30일자 모건(Morgan)과 리치(Rich)에게 허여된 미국 특허 제 3,994,771 호에 개시된 유형의 것이 전형적이다. 제지 섬유의 수성 분산물의 준비 및 그러한 수성 분산물의 예시적 특성은 본원에 참고로 인용되는 미국 특허 제 4,529,480 호에 보다 상세히 개시되어 있다. 또한, 본 발명에서는 건조 공기 부설 공정에 의해 형성된 웹(60)의 사용을 가정한다. 그러한 공정은 예컨대 미국 필라델피아주 랭카스터 소재의 Technomic Publishing Co.의 어다너 에스(Adanar S.)의 Paper Machine Clothing(1997, P138)에 개시되어 있다. 또한, 본 발명은 재습윤된 웹(60)의 사용을 가정한다. 미리 제조한 건조 웹의 재 습윤은, 예컨대 재습윤된 웹을 엠보싱가공한 다음 엠보싱된 웹을 건조하는 것에 의해 3차원의 웹 구조체를 형성하기 위해 이용될 수도 있다. 또한, 본 발명에서는 미국 위스콘신주 닌아 소재의 Kimberly-Clark Wordwide, Inc.에 양도된 파링턴(Farrington) 등에게 1997년 8월 12일자로 허여된 미국 특허 제 5,656,132 호에 개시되어 있다.

본 발명의 장치(10) 및 방법은 도 8에 도시된 바와 같이 미형성 웹의 형성 단계로부터 사후 건조의 단계에 이르기까지 전체의 제지 공정의 여러 단계에서 유용하게 사용되며, 이하 보다 상세히 설명한다. 따라서, 본 발명의 목적을 위해, 섬유질 웹(60)은 약 10% 내지 약 90%의 섬유 점조성을 가질 수도 있고, 또는 달리 말하면 섬유질 웹(60)은 약 90% 내지 약 10%의 수분 함량을 가질 수도 있다. 물론, 본 발명의 공정 및 장치(10)는 탈수/건조 이전의 웹의 수분 함량 및 그러한 탈수/건조 후의 소망의 수분 함량과, 소망의 탈수/건조 속도와, 바람직한 연속 공정에서 웹(60)의 속도와, 채류 시간[즉, 웹(60)의 어떤 부분이 유동 반전 충돌 가스에 의해 작용하는 시간] 및 후술하는 다른 관련 요인에 따라 특정의 요건에 맞게 조정될 수도 있고 또한 조정되는 것이 바람직하다. 본 발명의 공정 및 장치(10)에 의해 탈수하기 전에 웹(60)에 불균일한 수분 분배가 실행될 수도 있다.

본 명세서에 사용되는 용어 "건조"는 기화에 의해 섬유질 웹(60)으로부터 물(또는 수분)을 제거하는 것을 의미한다. 기화는 액상으로부터 기상으로 또는 증기로의 상 변화를 포함한다. "탈수"라는 용어는 제거되는 물의 상 변화를 일으킴이 없이 웹(60)으로부터 물을 제거하는 것을 의미한다. 건조와 탈수간의 이러한 차이는 본 발명에서 중요하다. 그 이유는, 전체의 제지 공정(도 8)의 특정 단계에 따라 한가지 유형의 탈수가 다른 것보다 더 적절할 수 있기 때문이다. 예를 들면, 미형성 웹 성형의 단계(도 8의 I, II 단계)에서, 다량의 물이 주로 기계적 수단에 의해 제거된다. 그 후에, 압력 및/또는 열 작업 및/또는 공기중 건조의 단계(도 8의 III, IV 단계)에서 물을 제거하기 위해 일반적으로 기화가 필요하다.

본 명세서에 사용되는 "물의 제거" 또는 "탈수"(또는 그것의 치환)라는 용어는 포괄적인 용어이며 건조 및 탈수중 하나 또는 양자를 포함한다. 유사하게, "탈수율"(및 그들의 치환)이라는 용어는 탈수, 건조 또는 그들의 임의의 조합을 의미한다. 마찬가지로, "탈수 장치"는 건조, 탈수 또는 그들의 조합에 의해 웹(60)으로부터 물을 제거하도록 설계된 본 발명의 장치를 의미한다. "탈수 및/또는 건조"(또는 단순히 탈수/건조)의 결합 또는 분리적 조합은 본 명세서에 규정하는 바와 같이 탈수, 건조, 또는 탈수 및 건조의 조합중 하나를 포함한다.

탈수의 성과는 웹(60)에 존재하는 물의 형태에 좌우된다. 웹 성형의 단계에서, 물은 벌크(bulk)(전체 물 함량에 비해 약 20%), 미세구멍(약 40%), 콜로이드 바운드(coloidal bound)(약 20%) 및 화학적 흡착물(약 10%) 등의 몇가지 독특한 형태로 웹(60)에 존재할 수도 있다[에이치. 무랄리드하라(H. Muralidhara) 등의 Drying Technology, 3(4), 1985, 529-66 참조]. 다량의 물이 진공 기법에 의해 제거될 수 있다. 그러나, 제지 섬유와 제거해야 할 물 사이에 형성된 모세관력으로 인해 웹(60)으로부터의 미세구멍의 물의 제거는 다량의 물의 제거보다 더 어렵다. 통상적으로 콜로이드 바운드의 물 및 화학적 흡착된 물은 모두 제지 섬유와 물 사이의 강한 수소 결합으로 인해 통상적인 탈수 기법으로는 웹으로부터 제거할 수 없으므로 열처리에 의해 제거하여야만 한다. 본 발명의 장치 및 방법은 건조 및 탈수 기법 모두에 적용 가능하다.

본 발명의 장치(10)는 펄스 발생기(20)와 웹 지지부(70)를 포함하며, 상기 웹 지지부(70)는 상기 펄스 발생기(20)의 부근에서 웹(60)을 지지하여 펄스 발생기(20)에 의해 생성된 유동 반전 충돌 가스가 웹(60)을 관통하도록 한다. 본 명세서에 사용되는 "펄스 발생기(pulse generator)"라는 용어는 주기적 속도/운동량 성분 및 평균 속도/운동량 성분을 갖는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하도록 설계된 장치를 의미한다. 바람직하게는, 펄스 발생기(20)에 의해 발생되는 음압은 포지티브 사이클과 교번하는 네거티브 사이클을 포함하는 큰 진폭의 주기적 운동으로 변환된다. 하기에 보다 상세히 설명하는 바와 같이 포지티브 사이클은 네거티브 사이클에 비해 운동량 및 주기 속도가 더 크다.

본 발명에서 유용할 수도 있는 펄스 발생기(20)의 한가지 유형은 음파 발생기 및 관 또는 흡입관을 포함하며, 그것의 직경은 실질적으로 균일하고 대기에 개방된 일단부와 폐쇄된 반대쪽 타단부를 가지며, 또 관의 양 단부 사이에서 측

정한 길이(L)를 갖는다(도 4 참조). 관은 정상 음파를 발생하는 공명기로서 작동한다. 기술 분야에 공지된 바와 같이, 정상 음파는 관의 개방 단부에서는 배(antinode)(최대 속도 및 최저 압력)를 가지며 관의 폐쇄 단부에서는 마디(node)(최소 속도 및 최대 압력)를 갖는다. 바람직하게는, 이러한 정상 음파는 다음의 수학식 1을 충족시킨다.

수학식 1

$$L = \omega(2N + 1)/4$$

여기서, L은 관의 길이이고, ω는 정상 음파의 파장이며, N은 정수(즉, N=0,1,2,3,..., 등)이다.
공명기 관의 길이의 1/4에 해당하는 파장(즉, L= ω/4, N=0)을 갖는 음파는 통상적으로 당기술 분야에서 기본 톤(tone)으로 규정되어 있다. 다른 음파는 제 1 고조파(N=1), 제 2 고조파(N=2), 제 3 고조파(N=3) 등으로 규정되어 있다. 본 발명에서, 바람직한 공명기 관은 음 발생기에 의해 발생되는 주파수의 1/4와 동일한 길이를 갖는다. 즉, 바람직한 펄스 발생기(20)는 N=0에서 기본 톤의 음파를 발생한다. 정상 음파는 공명기 테일파이프의 가변 공기압에 테일파이프 공명기의 폐쇄 단부에서 최대의 압력 진폭을 제공한다. 음의 주파수 및 파장은 다음의 수학식 2과 관련이 있다.

수학식 2

$$F = C/\omega$$

여기서, F는 음의 주파수이고, C는 음속이다. 기본 톤을 발생하는 펄스 발생기(20)의 경우에, 주파수와 파장의 관계는 앞서 규정한 수학식으로부터 다음의 수학식 3으로 보다 명확하게 설명될 수 있다.

수학식 3

$$F = C/4L$$

도 4는 펄스 연소기(21)를 포함하는 하나의 바람직한 펄스 발생기(20)를 도시한 것이다. 도 4에 도시된 펄스 연소기(21)는 연소실(13), 공기 흡입구(11), 연료 배출구(12), 공명관(15)을 포함한다. 본 명세서에 사용되는 "공명 관"(15)이라는 용어는 펄스 발생기(20)의 일부를 나타내며, 이것은 공명관(15)에 의해 규정되는 소정의 방향으로 이동하는 연소 가스를 소정의 주파수로 진동시킨다. 당업자는 공명 관(15)에 가해지는 힘의 주파수, 즉 연소실(13)에 형성된 연소 가스의 주파수가 공명 관(15)의 고유 주파수와 동일하거나 유사할 때 공명이 발생된다는 것을 이해할 것이다. 주파수를 다르게 설정하기 위해서, 공명 관(15)을 포함한 펄스 발생기(20)는 공명 관(15)이 연소실(13)에서 생성된 고온 연소 가스를 진동(즉, 진동) 유동 반전 충돌 가스로 변환시키도록 설계된다.
도 4에서, 공기 흡입구(11) 및 연료 흡입구(12)는 각각 공기 및 연료를 연소실(13) 안으로 이송하기 위해 연소실(13)과 유체 연통 관계에 있으며, 연소실 내에서 연료 및 공기가 혼합되어 가연성 혼합물을 형성한다. 바람직하게는, 펄스 연소기(21)는 연소실(13)내의 공기 및 연료의 혼합물을 폭발시키는 뇌관(14)을 구비한다. 펄스 연소기(21)는 연료 및 공기의 이송 뿐만아니라 펄스 연소기(21)의 연소 주기의 파라미터를 각각 제어하기 위한 유입 공기 밸브(11a) 및 유입 연료 밸브(12a)를 포함할 수도 있다.
공명 관(15)은 가스 분배 장치(30)와 추가로 유체 연통 상태에 있다. 본 명세서에 사용되는 "가스 분배 장치"라는 용어는 펄스 발생기(20)에 의해 생성되는 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 위한 폐쇄 경로에 제공하고 그것에 의해 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 사전 설정된 충돌 영역으로 이동시키도록 설계된 관, 테일파이프, 박스 등의 조합체를 규정한다. 상기 충돌 영역에서 진동 유동 충돌 공기 또는 가스가 웹(60)상에 충돌하여 그로부터 탈수를 행한다. 가스 분배 장치(30)는 펄스 연소기(21)에 의해 생성되는 유동 반전 가스의 진동 특성 또는 펄스 연소기(21)의 소망의 작동 모드에 악영향을 미칠 수도 있는 파괴적 간섭을 최소화하고 또 완전히 회피하는 것이 바람직하다. 당업자는 본 발명의 장치(10)의 적어도 몇몇 가능한 실시예(도 1, 4 및 9)에서 가스 분배 장치(30)가 공명기 관(15)을 포함할 수도 있다는 것을 이해할 것이다. 즉, 본 명세서에 규정하는 바와 같이 어떤 경우에는 공명기 관(15)이 펄스 연소기(21) 및 가스 분배 장치(30) 양자의 고유 부분을 포함할 수도 있다. 그러한 경우에, 공명 관(15) 및 가스 분배 장치(30)의 조합체가 "공명 가스 분배 장치"라는 용어로 사용되고 참조번호(35)로 표시된다. 예를 들면, 공명 가스 분배 장치(35)는 도 1, 4 및 9에 도시된 바와 같이 다수의 공명 관 또는 테일파이프(15)를 포함할 수도 있다. 이 점에서, "가스 분배 장치"(30)와 "공명 가스 분배 장치"(35)의 차이는 다소 형식적이므로 "가스 분배 장치" 및 "공명 가스 분배 장치"라는 용어는 대부분의 경우에 상호교환 가능하다.
특정 실시예에 관계 없이, 가스 분배 장치(30) 또는 공명 가스 분배 장치(35)는 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 바람직하게는 다수의 배출구 또는 노즐(39)을 통해 웹(60)상으로 이송한다. 웹(60)상에 충돌하는 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스의 바람직한 주파수(F) 범위는 약 15Hz 내지 약 1,500Hz이다. 보다 바람직한 주파수 범위는 15Hz 내지 500Hz 이고, 가장 바람직한 주파수 범위는 15Hz 내지 250Hz이다. 펄스 발생기(20)가 펄스 연소기(21)를 포함한다면, 바람직한 주파수 범위는 75Hz 내지 250Hz 이다.
전형적인 펄스 연소기(21)는 다음의 방식으로 작동한다. 공기 및 연료가 연소실(13)에 진입하여 혼합한 후에, 뇌관(14)이 공기 및 연료의 혼합물을 폭발시켜 펄스 연소기(21)를 작동 개시한다. 공기 및 연료의 혼합물의 연소에 의해 연소 가스의 온도가 급상승함에 따라 연소실(13) 내측의 부피가 급격히 증가한다. 고온 연소 가스가 팽창함에 따라, 흡입 밸브(11a, 12a)가 폐쇄되어 연소 가스는 연소실(13)과 유체 연통 관계인 공명 관(15) 안으로 연소 팽창한다. 도 4에서, 공명 관(15)은 가스 분배 장치(30)를 포함하므로 전술한 바와 같이 공명 가스 분배 장치(35)를 형성한다. 가스

분배 장치(30)는 도 4a 및 4b에 "A"로 표시한 바와 같이 개방 영역을 갖는 적어도 하나의 배출구(39)를 구비하며, 상기 개방 영역(A)을 통해 고온 진동 가스가 가스 분배 장치(30)에서 배출된다(도 4 참조).

당업자는 도 4가 본 발명에 사용될 수 있는 펄스 연소기(21)의 한가지 유형을 도시한 것이라는 것을 용이하게 이해할 것이다. 다양한 펄스 연소기가 기술 분야에 공지되어 있다. 예시적인 펄스 연소기로는, 미국 뉴욕주 펄라스키 소재의 The Fulton Companies 로부터 상업적으로 구입 가능한 가스 펄스 연소기와, 미국 캘리포니아주 샌 라파엘 소재의 J. Jireh Corporation에 의해 제조되는 펄스 건조기와, 미국 조지아주 아골격란타 소재의 Sonotech, Inc.에 의해 제조되는 Cello(상표명) 버너가 있다.

도 20은 초저주파 장치(22)를 포함하는 펄스 발생기(20)의 다른 실시예를 도시한 것이다. 초저주파 장치(22)는 맥동장치(24)를 통해 공기 흡입구(11)와 유체 연통 상태에 있는 공명실(23)을 포함한다. 맥동장치(24)는 초저주파(저 주파수) 압력을 갖는 진동 공기를 발생하며, 이는 다음에 공명실(23) 및 공명 관(15)에서 증폭된다. 도 20에 도시된 초저주파 장치(22)는 맥동장치(24)와 확산기(26) 사이의 공기압을 동등하게 하는 압력 균등화 호스(28)와, 변환기 박스(25) 및 파동의 주파수를 조절하는 인소네이팅(insornating) 제어기(27)를 추가로 포함한다. 인소네이팅 조절기(27)와 공기 흡입구(11) 사이의 유체 연통 상태를 조절하는 밸브(26) 등의 각종 밸브가 초저주파 장치(22)에 사용될 수도 있다. 펄스 발생기(20)는 초저주파 장치(22)를 포함하며, 진동 유동 반전 공기의 바람직한 주파수는 15Hz 내지 100Hz 이다. 도 20에 개략적으로 도시된 초저주파 장치(22)는 스웨덴 소재의 Infrafone AB Company에 의해 INFRAFONE 이라는 상표명으로 상업적으로 제조된다. 저주파 음 발생기는 1985년 5월 21일자 올슨(Olsson) 등의 미국 특허 제 4,517,915 호, 1987년 5월 17일자 올슨 등의 제 4,650,413 호, 1987년 6월 13일자 올슨 등의 제 4,635,571 호, 1986년 6월 3일자 올슨 등의 제 4,592,293 호, 1988년 1월 26일자 올슨 등의 제 4,721,395 호, 1994년 9월 27일자 샌스트룀(Sandstrom)의 제 5,350,887 호에 개시되어 있으며, 상기 특허의 개시 내용은 저주파 진동을 발생하는 장치를 설명할 목적으로 본 명세서에 참고로 인용된다.

초저주파 장치(22)를 포함하는 본 발명의 장치(10)는 초저주파 장치(22)에 의해 방출되는 진동 공기를 가열하기 위한 수단을 구비할 수도 있다. 그러한 수단은 소망한다면 충돌 영역에 인접한 영역에 배치된 전기 히터 또는 온도 제어식 열 전달 요소를 포함할 수도 있다. 변형예로, 웹(60)은 웹 지지부(70)를 통해 가열될 수도 있다. 그러나, 어떤 실시예(적어도 제지 공정의 어떤 단계)에서는, 초저주파 장치(22)가 가열 수단을 구비하지 않을 수도 있다. 예를 들면, 초저주파 장치(22)는 제지 공정의 건조 전단계에서 사용될 수도 있고, 이 경우에 초저주파 장치(22)는 주위 공기에서 효과적으로 작동 가능한 것으로 생각된다. 또한, 초저주파 장치(22)는 후에 정상 유동 충돌 가스에 부가되는 진동장을 발생할 수 있다.

펄스 발생기(20)가 펄스 연소기(21)를 포함하면, 진동 유동 반전파의 음향 주파수는 펄스 연소기(21)에 사용되는 연료의 특성(예컨대, 가연성)에 적어도 부분적으로 좌우된다. 펄스 발생기(20), 펄스 연소기(21) 및 초저주파 장치(22)의 실시예에 대해서, 공명 장치(30)의 구조 및 기하학적 형상을 포함하는 여러 다른 요인들도 유동 반전 충돌 공기 또는 가스에 의해 형성되는 음향장의 주파수에 영향을 미칠 수도 있다. 예를 들면, 공명 장치(30)가 도 1에 개략적으로 도시된 바와 같이 다수의 공명 관(15)을 포함한다면, 그러한 요인은 관(15)의 직경(D)(도 9) 및 길이(L)(도 4), 관(15)의 수, 공명 관(15)의 부피 대 연소실(13)(도 4) 또는 공명실(23)(도 20)의 부피의 비를 포함하지만 그것에 한정되지는 않는다.

헬름홀츠형 공명기가 본 발명의 펄스 발생기(20)에 사용될 수도 있다. 당업자는 헬름홀츠형 공명기가 개방 목(open neck) 또는 구멍을 갖는 소정 부피의 봉입된 공기를 일반적으로 포함하는 진동 장치라는 것을 이해할 것이다. 헬름홀츠형 공명기는 전술한 개방 단부 및 폐쇄 단부를 갖는 공명 관과 유사한 기능을 수행한다. 배(antinode)를 갖는 정상 음파가 헬름홀츠형 공명기의 개방 단부에서 생성된다. 따라서, 헬름홀츠형 공명기의 폐쇄된 단부에 마디(node)가 존재한다. 헬름홀츠형 공명기는 그의 길이를 따라 일정한 직경(및 부피)을 가질 수도 있다. 통상적으로, 헬름홀츠형 공명기는 관 부피(W_t)를 갖는 공명 관에 연결된 챔버 부피(W_r)를 갖는 대형 실을 포함한다. 상이한 부피를 갖는 요소의 조합은 음파를 형성한다. 바람직한 헬름홀츠형 공명기 및 본 발명에 유용한 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)는 앞서 설명한 바와 같이 소정의 음향 주파수에서 1/4 파장의 음향 등가에서 정상파를 발생한다. 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)의 음파 주파수는 다음의 수학식 4로 표현된다.

수학식 4

$$F = (C/2\pi L)\ (Wt/Wr)0.5$$

여기서, F는 진동 유동 반전 공기 또는 가스이고, C는 음속이며, L은 공명 관의 길이이고, Wt는 공명 관의 부피이고, Wr은 연소실(13)의 부피이다. 따라서, 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)는 챔버 부피(Wr), 관 부피(Wt) 및 관(15)의 길이(L)를 조정하는 것에 의해 소정 음향 주파수를 달성하도록 조정된다.

펄스 연소기(21)를 포함하는 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)는 고 연소 효율 및 높은 공명 작동 모드로 인해 선호된다. 통상적으로, 헬름홀츠형 펄스 연소기(21)는 연소실(13)의 소정 부피(Wr) 내에서 최고의 압력 요동/BTU(영국 열 단위)/에너지 방출 시간을 산출한다. 결과적인 높은 수준의 진동은 하류 열교환 설비의 압력 강하를 극복하는데 유용한 소망 수준의 압력 상승을 제공한다. 본 발명에 사용되는 헬름홀츠형 연소기(21)의 압력 변동 범위는 도 2의 다이아그램에 도시한 바와 같이 대체로 네거티브 피크(Q2)동안에 약 1 파운드/평방 인치(psi) 내지 포지티브 피크(Q1) 동안에 약 5 psi이다. 이러한 압력 변동에 의해 연소실(13) 내에는 약 120 데시벨(dB) 내지 약 190dB의 음압 레벨이 형성된다. 도 3은 도 2에 도시된 다이아그램과 유사한 다이아그램으로서, 음압(P)에 대한 주기 속도(V_c)의 오프-페이즈 분포를 도시한 것이다.

진동 유동 반전 충돌 가스는 2가지 성분, 즉 평균 속도(V) 및 대응하는 운동량(M)을 특징으로 하는 평균 성분과, 주기 속도(V_c) 및 대응하는 주기적 운동량(M_c)을 특징으로 하는 진동 또는 주기적 성분을 갖는다. 이론적으로 제한하기를 원하는 것은 아니지만, 본 출원인은 유동 반전 충돌 가스의 평균 및 진동 성분이 주로 다음의 방식으로 형성되는 것으로 생각한다. 연소실(13)에서 빠져나와 가스 분배 공명 장치(30)에 유입되는 기상 연소 생성물은 상당한 평균 운동량(M)[연소 가스 및 그 질량의 평균 속도(V)에 비례함]을 갖는다. 공기 및 연료의 혼합물의 연소가 연소실(13)에서 본질적으로 종료하면, 연소실(13)을 고속으로 빠져나가는 연소 가스의 관성으로 인해 연소실(13)에 부분 진공이 형성되고, 이러한 진공은 빠져나간 연소 가스의 일부를 연소실(13)로 복귀시킨다. 배기 가스의 나머지는 공명 장치(30)를 통해 펄스 연소기(20)를 평균 속도(V)로 빠져나간다. 연소실(13)에 형성된 부분적 진공은 흡입 밸브(11a, 12a)를 개방시켜 공기 및 연료를 연소실(13)에 다시 유입시켜 연소 사이클이 반복된다.

본 명세서에 사용되는 바와 같이, 연소 가스가 연소실(13)로부터 "전방"으로 이동하여, 가스 분배 장치(30)에 유입, 통과 및 배출되는 동안의 진동 사이클은 "포지티브 사이클"로 지정되고, 충돌 가스의 역류가 발생하는 동안의 진동 사이클은 "네거티브 사이클"로 지정된다. 따라서, 포지티브 사이클의 평균 진폭은 "포지티브 진폭"이고, "네거티브 사이클"의 평균 진폭은 "네거티브 진폭"이다. 유사하게, 포지티브 사이클 동안에, 충돌 가스는 웹 지지부(70)상에 배치된 웹(60)쪽으로 "포지티브 방향"(D1)으로 향하는 "포지티브 속도"(V1)를 가지며, 네거티브 사이클 동안에, 충돌 가스는 "네거티브 방향"으로 향하는 "네거티브 속도"(V2)를 갖는다. 포지티브 방향(D1)은 네거티브 방향(D2)과 반대이고, 포지티브 속도(V1)는 네거티브 속도(V2)와 반대이다. 주기 속도(V_c)는 공정중의 임의의 소정의 순간에 진동 유동 가스의 순간 속도를 규정하는 반면, 평균 속도(V)는 포지티브 사이클과 반복되는 네거티브 사이클의 순서를 포함하는 주파수(F)로 진동하는 연소 가스에 의해 형성된 유동 반전 진동 영역의 결과적 속도를 특징으로 한다. 당업자는 포지티브 속도 성분(V1)이 네거티브 속도 성분(V2)보다 크고, 평균 속도(V)는 포지티브 방향(D1)을 가지므로, 결과적인 진동 충돌 가스는 포지티브 방향(D1)으로 이동하는, 즉 펄스 연소기(20)를 빠져나와 가스 분배 장치(30)에 진입한다는 것을 이해할 것이다. 또한, 주기 속도(V_c)는 포지티브 속도(V1)로부터 포지티브 속도(V2)와 반대인 네거티브 속도(V2)로 일정하게 변하므로, 주기 속도(V_c)의 방향이 변하는 수간, 즉 V1 및 V2에 대해 $V_c = 0$인 순간이 존재하여야 한다는 점을 이해하여야 한다. 결과적으로, 각 포지티브 속도(V1) 및 네거티브 속도(V2)의 절대 값은 0으로부터 최대 0 등으로 변화한다. 따라서, 포지티브 속도(V1)는 포지티브 사이클 동안의 평균 주기 속도(V_c)이고, 네거티브 속도(V2)는 유동 반전 충돌 가스의 네거티브 사이클 동안의 평균 주기 속도(V_c)라고 할 수 있다.

평균 속도(V)는 적어도 2가지 요인에 의해 결정될 수도 있다. 첫째, 연소실(13)에서 점화되는 공기 및 연료는 소망의 점화 범위에 걸쳐 가스의 화학양론적 유동을 발생시키는 것이 바람직하다. 예컨대 연소의 강도가 증가되어야 할 필요가 있다면, 연료 공급 속도가 증가될 수도 있다. 연료 공급 속도가 증가함에 따라, 연소실(13)내의 압력 변동의 강도도 그에 따라 증가하며, 공기 흡입 밸브(11a)에 의해 흡입되는 공기의 양도 증가한다. 따라서, 바람직한 펄스 연소기(21)는 소망의 점화 속도에 걸쳐 실질적으로 일정한 화학양론을 자동적으로 유지하는 것이 가능하다. 물론, 소망한다면 밸브(11a, 12a)의 작동 특성, 펄스 연소기(21)의 기하학적 구조[공명 테일파이프(15)를 포함함] 및 다른 파라미터를 수정하는 것에 의해 연소 화학양론이 변화될 수도 있다. 둘째, 연소 가스가 흡입 공기 및 연료의 온도에 비해 상당히 높은 온도를 갖기 때문에, 흡입 공기 및 연료의 점도는 연소 가스의 점도보다 높다. 흡입 공기 및 연료의 점도가 높으면 공명 장치(30)를 통한 유동 저항에 비해 밸브(11a, 12a)를 통해 높은 유동 저항이 발생된다.

본 발명에 따르면, 펄스 연소기(21)는 연소실(13)의 내부에 160 내지 190dB 정도의 강한 음압을 발생한다. 연소실(13)내의 음압(P)은 최대의 레벨에 접근한다. 공명 관(15)의 개방 단부로 인해, 음압(P)은 공명 관(15)의 출구에서 감소된다. 이러한 음압(P)의 하강의 결과, 공명 관(15)의 출구에서 최대치에 접근하는 주기 속도(V_c)는 점차 증가한다. 가장 바람직한 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)에 있어서, 진동 충돌 가스의 배기류에서 최대의 주기 속도(V_c)를 달성하기 위해 음압은 공명 관(15)의 출구에서 최소이다. 음압(P)이 감소하면 종래 기술의 음향 개선 공정과 통상적으로 관련된 소음이 유리하게 감소한다. 예를 들면, 본 발명에 따라 수행한 펄스 연소기(21)에 의한 어떤 실험에서는, 배출구(39)로부터 약 1.0 인치 내지 약 2.5 인치의 거리에서 측정된 음압(P)은 대략 90dB 내지 120dB 이었다. 따라서, 본 발명의 바람직한 공정 및 장치(10)는 170dB 까지의 평균 음압을 갖는 종래 기술의 음향 개선 정상 충돌 공정(에컨대 미국 특허 제 3,694,926 호 2:16-25)에 비해 상당히 낮은 소음 레벨에서 작동한다.

가스 분배 장치(30)의 배출구에서, 약 1,00ft/min 내지 약 50,000ft/min, 바람직하게는 약 2,500ft/min 내지 약 50,000ft/min의 범위의 주기 속도(V_c)를 연소실(13)내의 측정된 음압(P)을 기초로 하여 계산할 수 있다. 보다 바람직한 주기 속도(V_c)의 범위는 약 5,000ft/min 내지 약 50,000ft/min이다. 도 6에 도시된 다이아그램은 음압(P)과 주기 속도(V_c)간의 상호작용을 개략적으로 도시한 것이다. 앞서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면, 주기 속도(V_c)는 펄스 발생기(20)내에서 증가하고, 가스 분배 장치(30)로부터 배출구(39)를 통해 출구에서 최대값에 접근하는 한편, 연소실(13) 내부의 연료 및 공기의 혼합물의 폭발에 의해 생성되는 음압(P)은 감소한다. [도 5의 다이아그램에서, 기호 "a"는 최초의 연소가 일어나는 연소실(13) 내부의 위치에 대응하며, 기호 "b"는 배출구(39)로부터의 출구에 대응한다.] 본 발명에 따르면, 평균 속도(V)는 약 1,000ft/min 내지 약 25,000ft/min이고, V_c/V의 비는 약 1.1 내지 약 50.0 이다. 바람직하게는, 평균 속도(V)는 약 2,500ft/min 내지 약 25,000ft/min 이고, V_c/V의 비는 약 1.1 내지 약 20.0 이다. 보다 바람직하게는, 평균 속도는 약 5,000ft/min 내지 약 25,000ft/min 이고, V_c/V의 비는 약 1.10 내지 약 10.0 이다. 주기 속도(V_c)의 크기는 공명 관의 입구로부터 공명 관의 출구쪽으로 증가하므로, 가스 분배 장치(30)의 배출구(39)쪽으로 증가한다. 이것에 의해, 연소실과 가스 분배 장치(30)의 내벽 사이의 대류 열 전달이 더욱 개선된다. 본 발명에 따르면, 최대의 열 전달은 가스 분배 장치(30)의 배출구(39)의 출구에서 달성된다.

펄스 연소에 대해서는 여러 문헌, 예컨대 노무라 등의 펄스 연소 공정의 열 및 질량 전달 특성, Drying '89, Ed, A.S. Mujumdar and M. Roques, Hemispher/Taylor Francis, N.Y., 1989년 543-549 페이지; 핸비 비 아이의 가스 점화식 박동 연소기, Trans ASEM J. of Eng. For Power, 1969년 제 91A 권 48-52 페이지; 풋맨 에이 에이의 펄스 연소

, Progress Energy Combustion Science 1986년 제 12권 4-79 페이지, Pergamon Journal LTD; 존 엠 콜리스 등의 공업 공정에서 펄스 연소에 의한 열전달 향상, Procedures of 1986 ymposium on Industrial Combustion Technology Chicago, 1986년 39-48 페이지; 아이벡 피 에이의 펄스 연소; Impinging Jet Heat Transfer Enhancement, Comust. Sci. and Tech, 1993년 제 94권 147-165 페이지에 개시되어 있다. 이러한 제품들은 펄스 연소 및 각종 유형의 펄스 연소기를 설명하기 위해 본 명세서에 참고로 인용된다. 그러나, 본 발명의 목적을 위해, 포지티브 사이클 및 네거티브 사이클의 진동 순서를 갖는 충돌 가스 또는 본 명세서에 사용되는 바와 같이 진동 유동 반전 충돌 가스를 형성하는 것이 가능한 펄스 연소기들만이 적절하다. 충돌 가스의 유동 반전 특성은 이하 설명하는 바와 같이 종래 기술의 정상 유동 충돌 가스보다 상당한 탈수 및 에너지 절감의 이점을 제공한다.

펄스 발생기(20) 및 웹 지지부(70)를 구비한 본 발명의 장치(10)는 사전 설정되고 바람직하게는 제어가능한 패턴에 따라 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 웹(60)상에 방출하는 것이 가능하도록 설계되어 있다. 도 1, 6, 7 및 8은 웹 지지부(70)에 대한 펄스 발생기(20)의 여러 주요 배치를 도시한 것이다. 도 1에서, 펄스 발생기(20)는 웹 지지부(70)에 지지되고 기계 가공방향(MD)으로 이동하는 웹(60)상에 진동 유동 반전 충돌 공기 또는 가스를 방출한다. 본 명세서에 사용된 용어 "기계가공 방향"은 설비를 통해 웹(60)의 흐름에 평행한 방향을 의미한다. 횡가공 방향 또는 CD(Cross-machine Direction)는 기계가공 방향에 수직이고 웹(60)의 일반적 평면에 평행한 방향을 의미한다. 도 1 및 도 9는 공명 가스 분배 장치(35)가 적어도 하나의 배출구(39)를 각각 구비한 공명 관 또는 홈(15)의 몇몇 횡가공 방향 열을 포함하는 것을 개략적으로 도시하고 있다. 그러나, 관(15) 또는 배출구(39)의 수 뿐만아니라 웹(60)의 표면에 대한 그들의 분포 패턴은, 전체의 탈수 공정의 파라미터, 충돌 공기 또는 가스의 특성(온도 등), 웹(60)의 유형, 배출구(39)와 웹 지지부(70) 사이에 형성된 충돌 거리(Z)(도 1 및 7a 참조), 채류 시간, 본 발명의 탈수 공정이 종료된 후의 웹(60)의 소망의 섬유 점조성 등의 각종 요인에 의해 영향을 받을 수도 있다는 점을 이해하여야 한다. 배출구(39)는 도 4b에 도시된 대체로 장방형 형상을 포함하는 임의의 적절한 형상을 가질 수도 있다.

본 명세서에 사용되는 용어 "충돌 거리"는 "Z"로 표시되고, 가스 분배 장치(30)의 배출구(39)와 웹 지지부(70)의 웹 접촉면 사이에 형성된 틈새를 의미한다. 본 발명의 장치(10)의 바람직한 실시예에 있어서, 충돌 거리(Z)를 조절하는 수단이 제공될 수도 있다. 그러한 수단은 가스 분배 장치(30)의 배출구(39) 및 웹 지지부(70)를 서로에 대해 이동시켜, 즉 서로를 향해 또는 서로간에 멀리 이동시켜 충돌 거리(Z)를 조정하기 위한 종래의 수동 기구 뿐만아니라 자동 장치를 포함할 수도 있다. 예시적으로, 충돌 거리(Z)는 도 1에 개략적으로 도시된 바와 같이 제어 장치(90)로부터의 신호에 응답하여 자동으로 조정가능할 수도 있다. 제어 장치는 탈수 공정의 파라미터중 적어도 하나 또는 웹(60)의 파라미터중 하나를 측정한다. 예를 들면, 제어 장치는 웹(60)이 탈수되기 전 및/또는 그 후에 또는 탈수 공정 중에 웹(60)의 수분 함량을 측정하도록 설계된 수분 측정 장치를 포함할 수도 있다. 웹(60)의 수분 함량이 사전 설정된 수준보다 높거나 낮으면, 수분 측정 장치는 그에 따라 에러 신호를 전송하여 충돌 거리(Z)를 조정한다. 변형예로 또는 추가로, 제어 장치(90)는 웹(60)이 본 발명에 따라 유동 반전 충돌을 받는 동안 웹(60)의 온도를 측정하도록 설계된 온도 센서를 포함할 수도 있다. 당업자는 보통의 종이가 300°F 내지 400°F보다 높지 않은 온도에 견딘다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 특히 유동 반전 가스가 가스 분배 장치(30)의 배출구(39)를 빠져나갈 때 2,500°F 까지의 온도를 가질 수도 있는 본 발명의 공정에서는 웹의 온도 제어가 중요할 수 있다. 예시적으로, 충돌 거리(Z)는 웹(60)의 온도를 측정하도록 설계된 제어 장치(90)로부터의 신호에 응답하여 자동으로 조절가능하다. 웹(60)의 온도가 사전 설정된 한계값 보다 높으면, 제어 장치(90)가 에러 신호를 전송하여 충돌 거리(Z)를 조절하고(아마 증가시키고) 그것에 의해 웹(60)의 온도를 감소시키기 위한 조건을 형성한다. 탈수 공정의 이러한 파라미터 및 기타의 파라미터는 충돌 거리(Z)를 조절하기 위한 입력 특성으로서 단독으로 또는 공동으로 이용될 수도 있다.

바람직한 실시예에서, 충돌 거리(Z)는 약 0.25 인치 내지 약 6.0 인치까지 변화될 수도 있다. 충돌 거리(Z)는 충돌 영역, 즉 배출구(39)와 웹 지지부(70)사이의 영역을 규정하고, 펄스 발생기(20)에 의해 생성되는 진동 유동 반전 가스가 이 영역을 관통한다. 본 발명의 장치(10) 및 공정의 바람직한 실시예에서, 충돌 거리(Z) 대 배출구(39)의 동일 직경(D)의 비, 즉 Z/D의 비는 약 1.0 내지 약 10.0 이다. "동일 직경(D)"이라는 용어는 원형 형상을 갖는 배출구(39)의 동일한 개방 영역과 관련하여 비 원형 형상을 갖는 배출구(39)의 개방 영역(A)을 규정하기 위해 사용된다. 임의의 기하학적 형상의 면적을 다음의 수학식 5에 따라 설명할 수 있다.

수학식 5

$$s = 1/4\,\pi D2$$

여기서, S는 임의의 기하학적 형상의 면적이고, π = 3.14195 이며, D는 동일 직경이다. 예를 들면, 장방형 형상의 배출구(39)의 개방 면적은 직경 "d"를 갖는 원과 동일한 면적 "s"으로 표현될 수 있다. 그 다음, 직경(d)은 다음의 수학식 6으로 표시된다.

수학식 6

$$s = 1/4\ \pi d2$$

여기서, s는 공지된 사각형의 면적이다.

다음의 예에서, 직경(d)은 이러한 사각형의 동일 직경(D)이다. 물론, 원의 동일 직경은 원의 실제 직경이다(도 4 및 도 4a).

유동 반전 가스의 진동장을 웹(60)상으로 이송하기에 적합한 가스 분배 장치(30)의 각종 구조는 단일 직선형 관 또는 홈(15)(도 4) 또는 다수의 관(15)(도 1)을 포함한다. 관(15)의 기하학적 형상, 상대적 크기 및 수는 필요한 열전달 특성, 건조 표면의 면적의 상대 크기 및 공정의 기타 파라미터에 좌우된다. 그것의 특정 구조에 관계 없이, 가스 분배 장치(30)는 일정한 특성을 지녀야만 한다. 첫째, 가스 분배 장치(30)가 공명 관(15)을 포함하고 그것에 의해 전술한 바와 같이 공명 가스 분배 장치(35)를 형성하면, 공명 가스 분배 장치(35)는 연소실(13) 내부에 생성된 연소 가스를 전술한 바와 같이 유동 반전 충돌 가스로 변형 또는 변환시켜야만 한다. 둘째, 가스 분배 장치(30)는 진동 유동 반전 충돌 가스를 웹(60)상에 이송하여야 한다. 가스 분배 장치(30)가 충돌 가스를 웹(60)상으로 이송하여야 하는 요건은, 충돌 가스가 웹(60)에 함유된 수분과 활발히 충돌하여, 이러한 수분을 웹(60)으로부터 그리고 웹(60)에 인접한 경계층으로부터 적어도 부분적으로 제거하는 것을 의미한다. 충돌 가스를 웹(60)상으로 이송해야 한다는 요건은, 충돌 가스가 적어도 부분적으로 웹(60)을 관통할 수도 있음을 배제하지 않는다는 것을 의미함을 이해하여야 한다. 물론, 본 발명의 어떤 실시예에서는, 충돌 가스가 웹의 전체의 캘리퍼 또는 두께에 걸쳐 웹(60)을 관통할 수 있고, 그것에 의해 웹(60)으로부터 물을 배수, 가열, 증발 및 제거한다.

가스 분배 장치(30)의 구조는 본 발명에 따라 150 파운드/평방 피트/시간(in/ft ^{2}.hr) 이상 까지의 바람직한 고 탈수율을 달성하는데 중요할 수 있다. 웹(60)의 충돌 영역에 관련하여 배출구의 결과적인 개방 면적 뿐만아니라, 웹의 충돌 영역의 도처에 배출구(39)의 분포 패턴도 중요하다. 본 명세서에 사용되는 용어 "결과적인 개방 영역"은 "ΣA"로 표시되고, 배출구(39)의 전체의 개별 개방 면적(A)에 의해 형성되는 합산된 개방 면적을 의미한다. 연속 공정의 어느 순간에 진동 유동 반전 충돌 영역과 충돌하는 웹(60)의 일부분의 면적은 "충돌 면적(E)"으로 표시된다. 충돌 면적(E)은 E = RH로 계산할 수 있고, 여기서 R은 충돌 면적(E)(도 1)의 길이이며, H는 웹(60)의 폭이다(도 9 및 11). 거리(R)는 도 1에 가장 잘 도시된 바와 같이, 가스 분배 장치(30)의 기하학적 구조, 특히 다수의 배출구(39)의 패턴의 기계 가공방향 치수에 의해 규정된다. 다시 말하면, 충돌 면적(E)은 다수의 배출구(39)의 패턴에 의해 한정되는 영역에 대응하는 면적이다. 결과적인 개방 면적(ΣA)과 웹의 충돌 면적(E)간의 관계는 ΣA/E의 비로 규정될 수 있으며, 이것은 0.002 내지 1.000일 수 있다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 이러한 ΣA/E의 비는 0.005 내지 0.200이다(즉, ΣA는 E에 비해 0.5% 내지 10%를 포함한다). 보다 바람직한 ΣA/E의 비는 0.010 내지 0.100 이다.

본 발명에 따르면, 수분 함량이 약 10% 내지 약 60%인 웹(60)에 대해서, 탈수율는 25 내지 30ib/ft ^{2}.hr 이상이다. 바람직한 탈수율는 50 내지 60ib/ft ^{2}.hr이상이다. 보다 바람직한 탈수율는 75ib/ft ^{2}.hr 내지 150ib/ft ^{2}.hr 및 그 이상이다. 웹(60)의 소망의 탈수율을 달성하기 위해서, 바람직하게는 진동 유동 반전 충돌 가스는 충돌 영역(E)에서 웹(60)의 표면의 도처에서 웹(60)에 실질적으로 균일하게 접촉하는 진동 "유동장(flow field)"을 형성하여야 한다. 가스 분배 장치(30)로부터의 진동 가스의 유동이 실질적으로 동일하게 분할되고 망상조직의 배출구(39)를 통해 웹(60)의 건조 표면상에 충돌할 때 진동장(Oscillatory field)이 형성된다. 또한, 펄스 연소기(21) 및 가스 분배 장치(30) 내부의 가능한 밀도 효과로 인해 펄스 연소기(21) 내부의 진동 충돌 가스의 온도 제어가 필요할 수도 있다. 배출구(39)를 통한 가스 분배 장치(39)로부터의 출구에서 가스 온도의 제어가 바람직하다. 왜냐하면, 그러한 온도 제어가 본 발명의 공정에서 탈수율을 제어하는 것을 돕기 때문이다. 당업자는 펄스 발생기(21) 및 가스 분배 장치(30)의 외측 표면의 수냉식 자켓 또는 공기/가스 냉각을 사용하여 가스 온도의 제어를 달성할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 또한, 가압된 냉각 공기 및 열 전달 핀을 사용하여, 배출구(39)의 가스 온도를 제어하고 또 펄스 연소기(21)의 열을 회복할 뿐만아니라, 공명 관(15)에서 연소 불꽃의 전면의 위치를 제어할 수도 있다.

몇가지 가이드라인에 따라서는, 진동장은 다양한 기하학적 형상을 갖는 배출구(39)를 사용하여 분포시킬 수 있다는 것이 발견되었다. 첫째, 연소실(13)에 생성된 음압이 배출구(39)로부터 배출될 때 진동장으로 최대한으로 또한 균일하게 변환되는 것을 확보하도록 음향 장의 특성을 유지하기 위해서, 공명 가스 분배 장치(35)는 각 관(15)에서 동일한 부피 및 길이를 지녀야만 한다. 둘째, 공명 가스 분배 장치(35)(또는 가스 분배 장치(30))의 구조는 연소실(13)내의 "배압(back pressure)"을 최소화시켜야만 한다. 배압은 공기 유입 밸브(11a)의 작동에 악영향을 미칠수도 있고 결과적으로 펄스 연소기에 의해 생성되는 동압(dynamic pressure) 및 충돌 가스의 진동 속도(V_c)를 감소시킨다. 셋째, 다수의 배출구(39)의 결과적 개방 면적(ΣM)은 관(15)의 결과적 개방 면적(단면적)과 상호관련이 있어야 한다. 그것은 어떤 실시예에서는 다수의 배출구(39)의 결과적 개방 면적(ΣM)이 관(15)의 결과적 개방 면적(단면적)과 동일하여야 한다는 것을 의미한다. 그러나, 다른 실시예에서는 유동 반전 가스의 진동장의 (아마 균일한)온도 프로파일의 제어를 제공하기 위해 동일하지 않은 개방 면적을 갖는 것이 바람직할 수도 있다. 배출구(39)의 결과적 개방 면적(ΣM)에 의해 유추하면, 당업자는 진동 가스의 흐름에 수직인 가상 단면에서 볼 때 "관(15)의 결과적 개방 면적"이 개별 관(15)에 의해 형성되는 합산된 개방 면적을 의미한다는 것을 이해할 것이다.

평면도에서 웹(60)에 대한 배출구(39)의 분포 패턴은 변화될 수도 있다. 예컨대, 도 9는 규칙적으로 엇갈리게 배열된 배열 분포를 도시한 것이다. 규칙적으로 엇갈려 배열된 배열 분포 패턴은 충돌 가스의 보다 고른 적용을 용이하게 하고 또 웹(60)의 충돌 영역에 대한 가스 온도 및 속도의 보다 균일한 분포를 용이하게 한다. 배출구(39)는 도 4b에 도시된 바와 같이 실질적으로 장방형 형상을 가질 수도 있다. 그러한 장방형 배출구(39)는 웹(60)의 전체 폭을 덮거나 또는 변형예로 웹(60)의 폭의 소정 부분을 덮도록 설계될 수 있다.

도 10 및 도 11은 다수의 송풍 박스(36)를 포함하는 가스 분배 장치(30)를 도시한 것으로서, 송풍 박스의 말단은 다수의 배출구(39)를 포함하는 바닥판(37)을 되어 있다. 배출구(39)는 기술 분야에 공지된 임의의 다른 방법에 의해 바닥판(37)을 통해 천공부로서 형성될 수 있다. 도 10에서, 송풍 박스(36)는 대체로 사다리꼴 형상을 갖지만, 다른 형상의 송풍 박스도 이용 가능하다는 것을 이해하여야 한다. 마찬가지로, 도 10에 도시된 송풍 박스는 실질적으로 평탄한 바닥판(37)을 구비하지만, 평탄하지 않거나 만곡된 형상의 바닥판(37)도 이용 가능하고, 또한 보다 바람직할 수도 있다는 것이 발견되었다. 예를 들면, 도 12는 볼록한 바닥판(37)을 갖는 송풍 박스(36)를 도시하며, 도 14는 오목한 바닥판(37)을 갖는 송풍 박스(36)를 도시한다. 바닥판(37)의 볼록한 형상은 바닥판(37)의 평탄한 형상에 비해서 충돌

영역에서 고온의 진동 가스를 제공하는 것으로 발견하였다(도 13a 참조). 그와 동시에, 바닥판(37)의 오목한 형상은 평탄한 바닥판에 의해 제공되는 온도 분포에 비해서 웹(60)의 충돌 영역을 가로질러 보다 균일한 가스 온도 분포를 제공하며, 공정 및 장치의 모든 다른 특성은 도 14a와 동일하다.

도 12는 단면이 볼록하고 만곡된 바닥판(37)을 도시하는 반면, 도 13은 다수의 부분에 의해 형성된 대체로 볼록한 바닥판(37)의 다른 실시예를 도시한다. 도 13은 3개의 부분, 즉 제 1 부분(31), 제 2 부분(32), 제 3 부분(33)을 포함하는 바닥판(37)을 개략적으로 도시하고 있다. 도시된 단면도에서, 3개의 부분(31, 32, 33)은 그들 사이에 각도를 형성하고, 그것에 의해 "파단선"으로 도시된 바와 같은 단면을 형성한다. 물론, 부분의 수 뿐만아니라 그들의 형상은 도 13에 도시된 것과 상이할 수도 있다. 예를 들면, 도 13에 도시된 각 부분(31, 32, 33)은 실질적으로 평탄한 단면 형상을 갖는다. 그러나, 각 단면(31, 32, 33)은 도 12에 도시된 바닥판(37)과 유사하게 개별적으로 만곡될 수도 있다(도시 안됨).

당업자는, 볼록한 형상(만곡된 것에 관계 없음)을 갖는 바닥판에 있어서, 앞서 규정한 충돌 거리(Z)가 배출구(39)를 구별할 수도 있다는 것을 이해하여야 한다. 따라서, 본 명세서에 사용된 바와 같이 볼록한 바닥판(37)에 있어서, 충돌 거리(Z)는, 웹(60)의 충돌 영역의 단위당 배출구(39)의 상대적 수 및 상대적 개방 면적(A)을 고려할 때 웹 지지부(70)의 웹 접촉면과 각각의 개별 배출 개구(39) 사이의 전체의 개별 충돌 거리(Z1, Z2, Z3, 등)의 평균 산술값이다. 예를 들면, 도 13은 바닥판(37)이 단면에서 충돌 거리(Z3)를 갖는 3개의 배출구(39)[부분 (32)에]와, 충돌 거리(Z2)를 갖는 2개의 배출구(39)[각 부분(31, 33)에 하나씩]와, 충돌 거리(Z1)를 갖는 2개의 배출구[각 부분(31, 33)에 하나씩]를 구비한 것을 도시하고 있다. 그 다음, 전체의 배출구(39)가 상호 동일한 개방 면적(A)을 갖는다고 가정하면, 전체 바닥판의 충돌 거리는 (Z3x3 + Z1x2 + Z2x2)/7로 계산된다. 배출구(39)가 동일하지 않은 개방 면적(A)을 갖는다면, 개별 배출구(39)의 차등 분포를 고려하여 차등 면적(A)을 상기 계산식에 포함시켜야 한다. 개별 충돌 거리(Z1, Z2, Z3)는 배출구(39)의 기하학적 축이 바닥판(37)의 웹에 면한 표면에 의해 형성된 가상선을 횡단하는 지점으로부터 측정된다. 당업자가 이해하는 바와 같이, 적절하다면 건조 실린더(80)를 포함하는 웹 지지부(70)의 배경에서 충돌 거리(Z)를 연산하는 동일한 방법을 적용할 수도 있다.

본 발명에서 배출구(39)를 포함한 가스 분배 장치(30)의 다른 구조 및 교환을 생각할 수 있다. 예를 들면, 바닥판(37) 내의 다수의 구멍은 도 9a에 개략적으로 도시된 바와 같이 사전 설정된 패턴으로 분포되는 타원형의 틈새 모양 구멍을 포함할 수도 있다. 마찬가지로, 소망한다면 둥근 배출구(39) 및 틈새 모양 배출구(39)의 조합을 본 발명의 장치(10)에 사용할 수도 있다.

또한, 진동 유동 반전 공기 또는 가스의 경사진 적용을 본 발명에 유리하게 사용할 수 있는 것으로 생각된다. "경사진(angled)" 적용이라는 용어는 진동 공기 또는 가스의 흐름의 포지티브 방햐과 웹 지지부(70)의 웹 접촉면이 그들 사이에 예각을 형성하는 것을 의미한다. 도 12 및 도 13은 진동 충돌 공기 또는 가스의 경사진 적용을 도시하고 있다. 그러나, 진동 공기 또는 가스의 경사진 적용은 바닥판(37)의 볼록, 오목 또는 기타 만곡된(또는 파단된) 형상이 반드시 필수적인 것은 아니다. 다시 말하면, 만곡되거나 파괴된 바닥판(37)은 도 13에 잘 도시된 바와 같이 진동 공기 또는 가스의 경사지지 않은(즉, 웹 지지부(70)에 수직) 적용을 제공하도록 용이하게 설계될 수 있다. 유사하게, 평탄한 바닥판(37)은 진동 유동 반전 공기 또는 가스(도시 안됨)의 경사진 적용을 제공하도록 설계된 배출구(39)를 포함할 수 있다. 물론, 진동 공기 또는 가스의 경사진 적용은 송풍 박스(36) 이외의 다른 수단에 의해, 예컨대 송풍 박스(36)의 사용 없이 배출구(39)에서 각각 종단되는 다수의 개별 관에 의해 제공될 수도 있다. 본 출원인은 진동 공기 또는 가스의 경사진 적용에 의해 제공되는 탈수의 이점이, 진동 공기 또는 가스의 경사진 흐름의 "소제(wiping)" 효과가 웹(60)의 표면과 가스 흐름 사이의 예각의 존재에 의해 용이하게 된다는 사실에 기여할 수도 있는 것으로 생각한다.

도 12a에서, 기호(λ)는 대체로 또는 포괄적으로 2차원의 웹 지지부(70)의 표면과 배출구(39)를 통한 공기 또는 가스의 진동 흐름의 포지티브 방향 사이에 형성된 일반적 각도를 나타낸다. 본 명세서에 사용된 용어, "일반적" 표면(또는 평면) 및 "거시적으로 2차원"표면은 구조상의 세부와 관계 없이 웹 지지부(70)를 전체적으로 볼 때 웹 지지부(70)의 평면을 나타낸다. 물론, 완전 평면으로부터의 미소한 이탈은 허용가능할 수도 있지만, 바람직하지는 않다. 또한, 횡가공 방향(도 12 참조), 기계가공 방향(도시 안됨) 및 기계가공 방향과 횡가공 방향 양자(도시 안됨)에 대해 진동 유동 반전 공기 또는 가스의 경사진 적용이 가능할 수도 있다. 본 발명에 따르면, 각도(λ)는 0 ° 내지 90 ° 이다. 또한, 개개의 각도 λ(λ1, λ2, λ3)는 도 1에 잘 도시된 바와 같이 서로 상이할 수 있다(어떤 실시예에서는 상이한 것이 바람직하다). 당업자는 각도(λ)에 대해 앞서 설명한 사항을 도 14에 도시된 오목한 바닥판(37)에도 유사하게 적용가능하다는 것을 이해할 것이다.

도 15는 다수의 가스 분배 장치(30)(30a, 30b, 30c)가 웹(60)의 폭을 가로질러 사용되는 본 발명의 공정의 일 실시예를 개략적으로 도시한 것이다. 이러한 배치에 의하면, 웹(60)의 폭을 가로질러 탈수 공정의 조건을 조절하는데 있어서 그리고 웹(60)의 상이한 부분(예컨대, 횡가공 방향)의 상대 습도 및/또는 탈수율을 조절하는데 있어서 상당한 융통성이 허용된다. 예를 들면, 그러한 배치에 의하면, 웹(60)의 상이한 부분에 대해 충돌 거리(Z)를 개별적으로 조절하는 것이 가능하다. 도 15에서, 가스 분배 장치(30a)는 충돌 거리(Za)를 가지며, 가스 분배 장치(30b)는 충돌 거리(Zb)를 가지고, 가스 분배 자치(30c)는 충돌 거리(Zc)를 갖는다. 각 충돌 거리(Za, Zb, Zc)는 서로 독립적으로 개별 조절가능할 수도 있다. 충돌 거리(Z)를 조절하기 위한 수단(95)이 제공된다. 도 15는 자체의 가스 분배 장치(30)를 각각 구비한 3개의 펄스 발생기(20)를 도시하고 있지만, 다른 실시예에서는 단일의 펄스 발생기(20)가 충돌 거리(Z)를 개별 조절가능한 수단을 각각 갖는 다수의 가스 분배 장치(30)를 구비할 수 있다는 점을 이해하여야 한다.

둘 이상의 펄스 연소기(21)를 포함하는 본 발명의 공정의 실시예에 있어서, 한 쌍의 펄스 연소기(21)는 서로 근접하여 직렬의 구성으로 동작하는 것이 바람직하다. 이러한 배치(도시 안됨)의 결과, 직렬 펄스 연소기(21)의 점화 사이에 180 ° 의 상 지연(phase lag)이 발생되고, 이는 소음 발생을 감소시키는 것에 의해 추가의 이점을 제공할 수 있다. 또한, 이러한 배치는 펄스 연소기 내부에 높은 동압 레벨을 발생시켜, 공명 장치(30)의 배출구(39)에서 빠져나가는 진동 유

동 반전 충돌 가스의 주기 속도(V_c)를 크게 한다. 주기 속도(V_c)가 높아지면 공정의 탈수 효율이 향상된다.
본 발명에 따르면, 유동 반전 충돌 가스의 진동장은 정상 유동 충돌 가스와 함께 사용하는 것이 유리할 수도 있다. 특히 바람직한 작동 모드는 진동 유동 반전 가스와 정상 유동 가스의 순차적 교번 적용을 포함한다. 도 6은 본 발명의 공정의 그러한 실시예의 주요 구성을 개략적으로 도시한 것이다. 도 6에서, 가스 분배 장치(30)는 배출구(39)를 구비한 관(15)을 통해 진동 유동 반전 충돌 가스를 이송하고, 정상 유동 가스 분배 장치(50)는 배출구(59)를 갖는 관(55)을 통해 정상 유동 충돌 가스를 이송한다. 도 6에서, 방향 화살표(V_s)는 정상 유동 가스의 속도(또는 운동)를 개략적으로 나타내고, 방향 화살표(V_c)는 진동 유동 반전 가스의 주기 속도(또는 진동 운동)을 개략적으로 나타낸다. 웹(60)이 활살표 방향(MD)으로 이동함에 따라, 진동 유동 반전 가스 및 정상 유동(비진동) 가스는 웹(60)상에 순차적으로 충돌한다. 웹(60)이 기계가공 방향으로 이동함에 따라, 이러한 처리 순서는 기계가공 방향을 따라 수차례 반복될 수 있다. 진동 유동장이 웹(60)의 건조 표면 위의 경계층을 포함하는 채류 수증기를 "제거"하므로 정상 유동 충돌 가스에 의해 그로부터 물의 제거를 용이하게 하는 것으로 생각된다. 이러한 조합에 의해 정상 유동 충돌 건조 장치의 건조 성능이 증가한다. 정상 유동 가스 및 진동 유동 반전 가스의 조합의 적용을 포함하는 공정에서, 충돌 가스의 경사진 적용이 본 발명에서 예상된다. 이 경우에, 진동 가스 및 정상 유동 가스중 하나 또는 양자는 앞서 상세히 설명한 바와 같이 웹 지지부(70)에 대해 "경사진" 자세를 갖는 제트 스트림을 포함할 수 있다.
도 6에는, 동일 펄스 발생기(20)를 포함하는 진동 및 정상 유동 충돌 가스 발생 수단이 개략적으로 도시되어 있다. 이 경우에는, 웹(60)에 대한 열 손상을 방지하기 위해 또는 탈수율을 제어하기 위해 정상 유동 가스의 온도 제어가 필요할 수도 있다. 그러나, 펄스 발생기(20)에 관계 없는 별도의 정상 유동 발생기가 제공될 수도 있다. 후자의 구성은 당업자의 지식의 범위 내에 속하므로 본 명세서에는 도시하지 않는다.
펄스 연소기의 연소 사이클 도중에 희석제를 연속적으로 또는 주기적으로 주입하여 연소기의 작동 주파수를 조화시키는 것이 본 발명에 포함된다. 본 명세서에 사용되는 "희석제"라는 용어는, 추가의 기상 질량을 생성하여 연소 가스의 평균 속도(V)를 증가시키기 위해 연소실(13) 안에 첨가될 수도 있는 액상 또는 기상 물질을 포함한다. 또한, 정화 가스를 부가하여 펄스 연소기(21)에 의해 생성되는 진동 유동장의 평균 속도(V)를 증가시킬 수 있다. 높은 평균 속도(V)에 의해, 진동 유동장의 유동 반전 특성이 넓은 범위에 걸쳐 변경된다. 이것은 가스 분배 장치(30)의 기하학적 구성, 공기역학적 공기 흡입 밸브(11a)의 특성 및 펄스 연소기(21)의 열 점화 속도에 의한 진동 유동장의 특성의 조절과는 별도로, 진동 유동장의 특성에 대한 추가의 조절을 제공하는데 있어서 유리하다. 또한, 이산화탄소(CO_2) 등의 희석 가스가 사용된다면, 웹(60)상에 충돌하는 진동 유동장의 전체의 열 변화를 증가시기 위해 높은 엔탈피 값(즉, 열 용량)이 유리할 수도 있다.
천연 가스로 작동하는 헬름홀츠형 펄스 연소기에서 생성되는 연소 생성물은 통상적으로 약 10% 내지 15%의 수증기를 함유한다. 펄스 연소기 및 결과적인 연소 가스의 높은 작동 온도로 인해 물은 과열된 수증기로서 존재한다. 추가의 물 또는 증기를 펄스 연소기(21) 안에 주입하는 것을 본 발명의 공정 및 장치(10)에서 가정한다. 이러한 주입에 의해 보조 증기 발생 설비의 필요 없이 추가의 과열 증기 자체를 제공할 수도 있다. 과열 증기를 충돌 가스의 진동 유동 반전 장에 추가하는 것은 종이 웹(60)상에 이송되는 결과적인 열 변화를 증가시키는데 효과적일 수도 있다.
본 발명의 펄스 연소기(21)는 연소 강도를 증가시키기 위해 연소실(13) 안에 공기를 강제 주입하는 수단을 구비할 수도 있다. 이 경우에는, 첫째 높은 유동 저항이 헬름홀츠형 공명기의 동압 진폭을 증가시키고, 둘째 가압 공기의 사용으로 인해, 펄스 연소기(21)를 대기 흡입 조건에서 얻을 수 있는 것보다 높은 점화 속도로 과급(supercharge)하는 경향이 있다. 공기 플리넘(plenum), 추력 오그멘터(augmenter) 또는 과급기의 사용이 본 발명에 포함된다.
도 8은 전체의 제지 공정에서 충돌 영역의 여러 주요 위치(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ)를 개략적으로 도시한 것이다. 도시된 위치는 유일한 것으로 의도되지 않으며, 전체의 제지 공정의 특정 단계와 공동으로 건조 장치(10)의 가능한 배치중 몇몇을 단순히 도시하고자 한 것이라는 것을 이해하여야 한다. 또한, 도 8은 공기중 건조 공정을 개략적으로 도시하지만, 본 발명의 장치(10)는 종래의 공정(도시 안됨) 등의 다른 제지 공정에도 동일하게 적용가능하다는 것을 이해하여야 한다. 당업자는 도 8에 도시된 여러 제지 단계에, 성형(위치 Ⅰ), 습윤 전달(위치 Ⅱ), 건조전(위치 Ⅲ), 건조 실린더(양키 등) 건조(위치 Ⅳ), 건조후(위치 Ⅴ)가 포함되는 것을 이해할 것이다. 앞서 지적한 바와 같이, 충돌 가스의 특성을 포함하는 본 발명의 공정의 특징은 제지 공정의 특정 단계에서 웹(60)의 수분 함량을 포함한 다수의 요인에 의해 결정된다.
충돌 영역의 하나의 바람직한 위치는 도 7, 7a, 8(위치 Ⅳ)에 도시된 바와 같이 건조 실린더(80)와 상기 건조 실리더(80)와 병렬로 배치된 건조 후드(81) 사이에 형성된 영역이다. 충돌 가스의 진동 유동 반전 장은 건조 후드(81)에서 사용되는 가스의 대류 열전달 및 대류 질량 전달 양자를 개선시킨다. 그 결과, 종래의 정상 유동 충돌 후드에 비해서 탈수율가 증가될 수 있고, 제지 작업의 속도가 높아질 수 있다. 도 8(위치 Ⅳ)에 도시된 바와 같이, 충돌 후드는 실린더 건조기의 "습윤" 단부상에 배치될 수도 있다. 건조 채류 시간은 건조 실린더 둘레의 후드 랩과 제지 장치의 속도의 조화에 의해 조절될 수 있다. 이 공정은, 하기에 보다 상세히 설명하는 바와 같이 본 출원인이 제조한 차등 밀도 구조의 종이 웹에 존재하는 수분 변화를 제거하는데 특히 유용하다.
통상적으로, 종래 기술의 공기중 건조 공정은 실물 크기의 공업 용도에서 무한 제지 벨트를 포함하는 유체 투과성 웹 지지부(70)를 이용한다. 도 16 내지 도 19는 공기중 건조 공정에서 본 출원인이 사용한 무한 제지 벨트를 포함하는 유체 투과성 웹 지지부의 2가지 예시적 실시예를 개략적으로 도시하고 있다. 도 16 내지 19에 도시된 웹 지지부(70)는 웹 접촉면(71) 및 상기 웹 접촉면(71)에 대향된 뒷면(72)을 갖는다. 웹 지지부(70)는 보강 구조체(94)에 접합된 골격(73)과, 웹 접촉면(71)과 뒷면(72) 사이에 연장된 다수의 유체 투과성 굴절 도관(75)을 추가로 포함한다. 골격(73)은 도 17에 잘 도시된 바와 같이 실질적인 연속 구조체를 포함할 수도 있다. 이 경우에, 웹 접촉면(71)은 실질적인 연속 망상구조를 포함한다. 변형예로 또는 추가로, 골격(73)은 도 18 및 도 19에 도시된 바와 같이 다수의 분리된 돌기를 포함할 수도 있다. 바람직하게는, 골격(73)은 웹 접촉면(71)상에 소정의 패턴을 규정한다. 제지하는 동안, 웹 접촉

면(71)은 웹(60)에 소정 패턴을 인쇄하는 것이 바람직하다. 골격(73)에는 바람직한 본질적 연속 망상구조의 패턴(도 17)이 선택되고, 불연속 굴절 도관(75)은 골격(73)의 도처에 분포되며 상기 골격로 포위되어 있다. 불연속 돌기를 포함하는 망상구조의 패턴이 선택되면(도 19), 다수의 굴절 도관은 개별 돌기(73)를 포위하는 본질적 연속 도관(75)을 포함한다. 도 18 및 도 19에 도시된 바와 같이 개별 불연속 돌기(73)가 개별 도관(75a)를 구비한 실시예도 가능하다. 보강 구조체(74)는 주로 상호 대향된 표면(71, 72)의 사이에 배치되며, 웹 지지부(70)의 뒷면(72)과 일치하는 표면을 가질 수도 있다. 보강 구조체(74)는 골격(73)을 지지한다. 보강 구조체(74)는 전형적으로는 직조되며, 굴절 도관(75)과 정합된 보강 구조체(74)의 부분은 제지 섬유가 굴절 도관(75)을 완전히 통과하는 것을 방지한다. 보강 구조체(74)에 직조 섬유를 사용하기를 원치 않는다면, 스크린, 그물 또는 다수의 관통 구멍을 갖는 판 등의 부직 요소가 골격(73)에 적절한 강도를 제공하고 또 골격을 지지할 수도 있다.

본 발명에 사용하기 위한 유체 투과성 웹 지지부(70)는, 1985년 4월 30일자 존슨 등에세 허여된 미국 특허 제 4,514,345 호, 1985년 7월 9일자 트로칸의 제 4,528,239 호, 1992년 3월 24일자 제 5,098,522 호, 1993년 11월 9일자 스머코스키 등의 제 5,260,171 호, 1994년 1월 4일자 트로칸의 제 5,275,700 호, 1994년 7월 12일자 라쉬 등의 제 5,328,565 호, 1994년 8월 2일자 트로칸 등의 제 5,334,289 호, 1995년 7월 11일자 라쉬 등의 제 5,431,786 호, 1996년 3월 5일자 스텔제스 등의 제 5,496,624 호, 1996년 3월 9일자 트로칸 등의 제 5,500,277 호, 1996년 5월 7일자 트로칸 등의 제 5,514,423 호, 1996년 9월 10일자 트로칸 등의 제 5,554,467 호, 1996년 10월 22일자 트로칸 등의 제 5,566,724 호, 1997년 4월 29일자 트로칸 등의 제 5,624,790 호, 1997년 5월 13일자 에이어스 등의 제 5,628,876 호, 1997년 10월 21일자 라쉬 등의 제 5,679,222 호, 1998년 2월 3일자 에이어스 등의 제 5,714,041 호에 따라 제조될 수도 있다. 상기 특허들의 개시 내용은 본원에 참고로 인용된다. 웹 지지부(70)는 1997년 9월 30일자 웬트 등에게 허여되고 미국 위스콘신주 닌아 소재의 Kimberly-Clark Wordwide에 양도된 미국 특허 제 5,671,248 호 또는 1995년 7월 4일자 치우 등에게 허여되고 미국 미시시피주 플로렌스 소재의 Lindsey Wire, Inc에 양도된 미국 특허 제 5,429,686 호에 따른 건조 패브릭을 포함할 수도 있다.

전술한 유체 투과성 웹 지지부를 사용하여 본 출원인이 제조한 구성 웹은 차등 밀도 영역을 포함한다. 도 16 및 도 18을 참조하면, 제지하는 동안 그러한 웹(60)은 2개의 주요 부분을 갖는다. 골격(73)에 대응하고 그것과 접촉하는 제 1 부분(61)은 이른바 "너클"을 포함하며, 굴절 도관(74)안으로 휘어진 섬유에 의해 형성된 제 2 부분(62)은 이른바 "필로우(pillow)"를 포함한다. 제지하는 동안, 골격(73)의 패턴에 대체로 대응하는 제 1 부분은 웹 지지부(70)의 골격(73)에 대해 인쇄된다. 최종 웹 제품에서, 제 1 영역[제 1 부분(61)의 "너클"로부터 형성됨]의 바람직한 실질적인 연속 망상구조는 웹 지지부(70)의 본질적인 연속 망상구조(73)상에 형성된다. 이 경우에, 최종 제품의 제 2 영역[제 2 부분(62)의 "필로우"로부터 형성됨]은 제 1 영역의 인쇄된 망상구조의 도처에 확산되고 그로부터 연장되는 다수의 돔(dome)을 포함한다. 최종 웹 제품의 돔은 필로우로부터 형성되므로, 기하학적 구조 및 제지 공정중의 위치가 웹 지지부(70)의 굽은 도관(75)에 대응한다. 웹(60)은 1985년 16일자 트로칸의 미국 특허 제 4,529,480 호, 1987년 1월 20일자 트로칸의 제 4,637,859 호, 1994년 11월 15일자 스머코스키 등의 제 5,364,504 호, 1996년 6월 26일자 트로칸 등의 제 5,529,664 호, 1997년 10월 21일자 라쉬 등의 제 5,679,222 호중 어느 하나에 따라 제조될 수도 있고, 상기 특허의 개시 내용들은 본원에 참고로 인용된다.

본 출원인은, 필로우를 포함하는 섬유가 도관(75)안으로 굽어 있기 때문에, 이론적으로 한정됨이 없이 제 2 부분(62)(즉, 필로우)의 밀도가 제 1 부분(61)(즉, 너클)의 밀도보다 낮다고 생각한다. 또한, 제 1 영역(61)은 나중에 예컨대, 건조 실린더(양키 건조 드럼 등)에 대해 인쇄될 수도 있다. 그러한 인쇄는 웹(60)의 제 2 부분(62)의 밀도에 비해 제 1 부분(61)의 밀도를 더욱 증가시킨다.

종래 기술의 공기중 건조는 웹 지지부(70)를 통해 웹에 단순히 공기를 가하는 것에 의해서는 양측 부분(61, 62)을 탈수하는 것이 불가능하다. 통상적으로, 기류를 웹에 가하는 단계에서 제 2 부분(62)만이 진공 압력의 인가에 의해 탈수되는 반면, 제 1 부분(61)은 습윤 상태로 유지된다. 통상적으로, 제 1 부분(61)은 양키 건조 드럼 등의 건조 실린더에 고착하고 가열하는 것에 의해 건조된다.

이제, 본 발명의 공정 및 장치(10)를 사용하여, 진공 압력의 인가를 포함하는 공기중 건조와 공동으로 또는 단독으로 웹(60)의 제 1 부분(61) 및 제 2 부분(62) 양자로부터 수분을 동시에 제거할 수 있다. 따라서, 본 발명의 공정은 공기중 건조와 공동으로 또는 단독으로 제지 공정의 한 단계에서 건조 실린더의 인가를 배제할 수 있다. 그러나, 본 발명의 공정의 바람직한 인가는 공기중 건조와 공동으로 수행된다. 본 발명의 장치(10)는 진공 장치(43)와 공동으로 사용되는 것이 유리하며(도 8의 위치 III), 이 경우에 웹 지지부(70)는 유체 투과성인 것이 바람직하며, 도 16 내지 도 19에 도시하고 앞서 언급한 유형인 것이 보다 바람직하다. 본 명세서에 사용되는 "진공 장치"라는 용어는 포괄적 용어로서, 기술 분야에 공지된 진공 픽업 슈 및 진공 박스중 하나 또는 양자를 의미한다. 펄스 발생기(20)에 의해 생성되는 진동 유동 반전 가스 및 진공 장치(43)에 의해 형성되는 진공 압력은 상호 작용하는 것이 유리하며, 그것에 의해 개별 공정의 효율에 비해 조합된 탈수 공정의 효율이 상당히 증가한다. 유동 반전 충돌 및 공기중 건조에 의한 탈수의 조합에 관련된 데이타중 몇몇은 하기의 표 2 내지 표 5에 도시되어 있다.

또한, 진동 유동 반전 공정의 탈수 특성은 건조 실린더 또는 공기중 건조를 이용하는 종래 기술의 공정에 비해서 탈수되는 웹의 밀도 차이에 거의 좌우되지 않는다. 따라서, 본 발명의 공정은 탈수 공정의 탈수 특성, 가장 중요하게는 탈수율을 탈수되는 웹의 상이한 부분의 상대 밀도의 차이로부터 효과적으로 분리시킨다. 그 결과, 설비의 용량이 증가되고 차등 밀도 웹 공정의 기계작업 속도가 증가된다.

도 7a는 만곡된 웹 지지부(70')(예컨대, 건조 실린더(80)) 및 다수의 배출구(39)를 갖는 가스 분배 장치(30)를 포함하는 장치(10)를 부분적으로 도시한 것이다. 웹(60)은 건조 실린더(80)상에 배치되고 그 위에서 기계가공 방향(MD)으로 운반된다. 웹(60)이 도 16 내지 19에 도시된 유형의 웹 지지부(70)로부터 건조 실린더(80)로 운반되면, 전술한 바와 같이 웹(60)은 너클(61) 및 필로우(62)를 포함한다. 너클(61)은 건조 실린더(80)와 직접 접촉(바람직하게는 고착)

하는 반면, 필로우(62)는 도 16 내지 19에 개략적으로 도시된 웹 지지부(70)의 기하학적 형상으로 인해 외측으로 연장된다. 그 결과, 공기 틈새(63)가 필로우(62)와 건조 실린더(80)의 표면 사이에 형성된다. 이러한 공기 틈새(63)는 건조 실린더(80)로부터 필로우(62)쪽으로의 열전달을 상당히 제한하여 필로우(62)의 효과적인 건조를 방지한다. 본 발명의 장치(10) 및 공정은 필로우 부분(62)을 포함하는 웹(60)상에 고온 진동 가스가 직접 충돌하는 것이 가능하다는 것에 의해 이러한 문제점을 해결한다. 따라서, 본 발명의 장치(10) 및 공정은 전체의 제지 공정으로부터 필로우 건조의 공기중 건조 단계를 제거하기 위한 조건을 형성하여 설비의 비용을 잠재적으로 줄이고 에너지 절감을 증가시킨다.

도 7b는 건조 실린더(80')와 도 16 내지 도 19에 도시된 것과 같은 유체 투과성 제지 벨트를 포함하는 웹 지지부(70) 사이에 압축된 웹(60)을 도시한 것이다. 도 7b에 도시된 건조 실린더(80')는 다공성인 것이 바람직하다. 이러한 유형의 건조 실린더(80')는 1994년 1월 4일자 미국 특허 제 5,274,930 호, 1995년 8월 1일자 제 5,437,107 호, 1996년 7월 30일자 제 5,539,996 호, 1996년 12월 10일자 제 5,581,906 호, 1996년 12월 17일자 제 5,584,126 호, 1996년 12월 17일자 제 5,584,128 호에 주로 개시되어 있으며, 상기 모든 특허는 엔사인(Ensign) 등에게 양도되고 본 명세서에는 참고로 인용된다. 진동 유동 반전 충돌 및 상기 특허에 개시된 공정을 조합하여 이용하는 것이 섬유질 웹(60)으로부터의 탈수속도를 증가시키는데 유리한 것으로 생각된다. 도 7a 및 도 7b에서, 화살표(V_c)는 진동 유동 반전 가스의 운동을 개략적으로 나타낸다.

본 발명의 공정의 우수한 탈수율는 충돌 가스의 진동 유동 반전 특성에 기인한 것일 수 있다. 통상적으로, 종래 기술의 탈수 공정중에는, 웹으로부터 증발하는 물은 웹의 노출면에 인접한 영역에 경계층을 형성한다. 이러한 경계층은 충돌 가스가 웹을 관통하는 것에 저항하는 경향이 있는 것으로 생각된다. 본 발명의 진동 충돌 공기 또는 가스의 유동 반전 특성은 증발수의 경계층에 교란 "제거(scrubbing)" 효과를 제공하고 결과적으로 경계층을 얇게[또는 "희석(dilution)"]한다. 경계층이 얇아지면 진동 공기 또는 가스에 대한 경계 층의 저항이 감소되므로 연속 사이클의 진동 가스 또는 공기가 웹안으로 깊이 관통하는 것이 가능하다. 그 결과, 웹의 차등 밀도에 관계 없이, 웹의 보다 균일한 가열이 실행된다.

또한, 헬름홀츠형 펄스 발생기(20)에 의해 생성되는 유동 반전 가스의 진동장은 진동 가스의 유동 반전 특성의 높은 대류 열전달 계수로 인한 높은 열류량를 초래한다. 종래 기술의 정상 유동 충돌에 비해 동일 조건하에서 진동 유동 반전 장이 고 탈수율을 유발할 뿐만아니라, 다소 놀랍게도 웹 표면의 비교적 낮은 온도를 유발하는 것을 발견하였다. 이론적으로 한정되지 않고, 본 출원인은 웹(60)의 건조 표면상에 주위의 많은 공기가 혼합됨으로 인해, 충돌 가스의 진동 유동 반전 특성에 의해 매우 높은 증발 냉각 효과가 달성되는 것으로 생각한다. 그에 따라 웹(60)의 표면이 순간적으로 냉각되고 증발된 물의 경계층의 제거가 용이해 진다. 주기적 표면 냉각과 교번하는 주기적 열 적용 및 경계층의 "제거"의 조합에 의해, 유사한 조건하에서 종래 기술의 정상 유동 충돌에 비해 본 발명의 공정의 탈수율가 극적으로 향상된다. 웹 표면의 온도가 웹의 표면상에 작용하는 진동 유동 반전 가스의 온도에 비해 낮게 유지되는 경향으로 인해, 진동 유동 반전 가스의 온도는 웹(60)에 악영향을 미침이 없이 상당히 증가될 수 있다. 그러한 고온에 의해, 종래 기술의 정상 유동 충돌에 비해 탈수율이 실질적으로 증가된다. 예컨대, 공업용 고온 양키 건조기 후드에는 약 1000°F 내지 1200°F 의 최대 정상 유동 충돌 온도가 통상적으로 이용된다. 본 발명에 따르면, 진동 유동 반전 가스는 웹(60)을 손상시킴이 없이 2000°F을 초과하는 충돌 온도의 사용을 허용한다.

다음의 표 1 및 표 2는 본 발명의 예시적 공정 및 장치(10)의 몇몇 특성을 도시한 것이다. 표 1에 장치(10)의 파라미터가 표시되어 있다. 본 발명에 따라, 도 4에 주로 도시된 다음의 직경 및 작동 특성을 갖는 프로판 점화식 펄스 연소기(21)를 사용하여 종이 건조 속도를 구하였다.

[표 1]

테일파이프의 단면적	~0.05 ft^2
송풍 박스의 테일파이프의 복합 길이(L)	6.19 ft
테일파이프의 용량(Wt)	0.30 ft^3
연소실의 용량(Wr)	0.21 ft^3
주파수(F)	86 Hz
연소실 내부 온도	~2,800°F
연소실 내부 음압	(165~179)dB
배출구의 직경(D)	0.25 inch
충돌 면적(E)	1.00 ft^2
비 Σ A/E	0.05
비Z/D	4.0~6.30
배출구의 가스 온도	(1,852~2,037)°F
채류 시간	(0.087~0.257)sec

실험은 1996년 3월 3일자 TAPPI JOURNAL 제 79권 3번에 발행된 티모시 패터슨 등의 논문 "An Apparatus For Evaluation Of Web-Heating Technologies -- Development, Capabilities, Preliminary Results, and Potential Uses" 에 따라 수행하였다. 본질적으로, 본 명세서에 언급한 바와 같이 유동 반전 가스의 가열 진동장하에서 통상적인 공업용 종이 가공 속도로 한장의 웹이 추진된다. 그에 따라, 웹은 공업 제지 공정에서 웹에 가해지는 것과 대략 동일한 열역학적 및 공기역학적 조건을 받는다. 탈수율는 조절된 자류 시간동안 가열된 진동 유동에 노출하기 전후의 웹의 중량의 차이를 바탕으로 측정된다. 채류 시간은 패터슨 등의 특허에 개시된 바와 같이 슬레드(sled)상에서 2개의 포토아이에 의해 측정된다. 실험 채류 시간의 변동 계수는 약 5%이다.

습윤 시트 표본의 치수는 8 인치 × 8 인치이다. 시트 표본은 운모 또는 스크린 지지부의 상부에 배치된 7.5 × 7.5 인치의 지지판으로 지지된다. 전체의 조립체는 동력화된 슬레드상의 홀더에 고정되고 온도 측정을 하도록 설치된다. 시트의 상하에 장착된 열전대는, 표본이 건조 구역(즉, 본 발명에 따라 표본이 탈수되는 구역)에 들어감에 따라 작동 개시되는 디지털 데이타 취득 장치에 의해 1,000Hz/채널에서 시험된다.

음압(P) 및 주파수(F)는 Kilster Instrument Company의 모델명 5004 Dual Mode Amplifier 및 Tektronix Model 453A 오실로스코프를 사용하여 음압 프로브에 의해 측정된다. 음압(P)은 Vc = P.Gc/dt.C와 같이 주기 속도(Vc)를 계산하기 위해 사용되며, 여기서 Gc는 중력 상수이고, dt는 가스 밀도이며, C는 음속이고, 이들 전체는 배출구로부터 배출되는 온도에서 측정된다.

평균 속도(V)는 과잉 공기 및 완전 연소가 없다는 가정하에, 펄스 연소기에 의한 연료 소모량 측정값으로부터 계산된다. ft^3/hr의 표준 단위로 변환된 실제의 연료 판독값이 연소 생성물의 전체 질량 유량을 계산하는데 사용된다. 평균 속도(V)는 연소 생성물의 질량 유량을 테일파이프의 단면적으로 나누고 출구 분사 온도로 보정하는 것에 의해 계산된다. 펄스 연소기(20)에 사용되는 연료의 범위는 약 165 내지 약 180 SCFH(표준 입방 피트/시간) 이다. 전체의 실험에서 연소실(13) 내부의 음압(P)은 175 RMS(루트 평균 스퀘어) dB에 접근하는 것으로 측정되었다.

표 2는 본 발명에 따라 수행한 여러 실험의 결과를 요약한 것이다. 장치(10)는 도 14에 개략적으로 도시하고 앞서 설명한 사다리꼴 송풍 박스(36)를 포함하는 가스 분배 장치(30)를 구비한다. 오목한 천공 바닥판(37)의 치수는 12x12 인치이고, 그 두께는 1/8 인치이며, 규칙적으로 교차배열된 열의 패턴으로 분포된 144개의 배출구(39)를 포함하고, 배출구(39)의 직경(D)은 1/4 인치 이다. 배출구는 바닥판(37)의 볼록한 형상에 의해 진동 유동 반전 가스의 흐름을 경사진 상태로 가한다. 각도(λ)의 범위는 90° (송풍 박스의 중심축에 인접한 배출구(39))로부터 36 내지 42° (원주방향 배출구(39)) 이다. 충돌 거리(Z)(4 열)는 본 발명의 지시에 따라 설계되고 연산되었다. 표 2에 "판"(3 열)으로 표시된 웹 지지부는 웹 표본 시트를 지지하는 고형 운모판을 포함한다. "스크린"은 타일러 표준 스크린 크기(Tyler Standard Screen Scale)에 따른 20 메쉬 스크린(구멍 치수가 0.0328 인치) 이다. 개시 섬유 점조성(5 열) 및 기본 중량(6 열)은 공업 표준 방법을 사용하여 측정하였다. "개시" 섬유 점조성은 탈수 실험을 본 발명에 따라 수행하기 직전에 측정한 섬유 점조성을 의미한다. 주기 속도(Vc)(7 열) 및 평균 속도(V)는 앞서 설명한 과정에 따라 계산하였다. 가스 온도(9 열)는 배출구(39)로부터의 배출시의 응답시간이 빠른 열전대에 의해 측정된다. 채류 시간(10 열)은 앞서 언급한 바와 같이 측정된다.

손실을 철하기 위한 조정이 행해진다. 각 실험 조건에 대해 진동 유동 충돌 없이 제어 실험을 행하여 동력화된 슬레드상의 표본 추진 및 표본 처리로 인한 실험 물 손실을 계산한다. 당업자가 용이하게 이해하는 바와 같이, 탈수율(11 열)는 실험 중량 변화에서 제어 중량 변화를 차감한 다음 그 결과를 웹의 면적 및 채류 시간으로 나누는 것에 의해 계산된다. 실험상의 탈수율 변화의 계수는 약 15% 이다. 종래 기술에 공지된 통상의 방법에 따라 전체의 표본(1 열)에 대해 여러번의 시도를 행하고 그 결과를 평균한다.

[표 2]

1	2	3	4	웹		7	8	9	10	11
표본	시도 횟수	웹 지지부	충돌거리 Z (in)	개시 섬유 점조성 (%)	기본 중량 (그램)	주기 속도 Vc (ft/min)	평균 속도 V (ft/min)	가스 온도(°F)	채류 시간 (초)	탈수율 (lb/hr ft^2)
1	8	판	1.2	28	21	23400	4900	1852	0.102	39.9
2	6	판	1.2	35	21	23400	4800	1874	0.219	47.4
3	5	판	1.2	45	21	23700	5900	1987	0.109	45.2
4	5	판	1.2	28	21	28000	7100	2004	0.125	63.0
5	6	판	1.6	28	205	28000	7100	2002	0.132	59.3
6	5	판	1.2	28	21	25800	7200	1977	0.127	51.3
7	7	스크린	1.2	28	21	23600	6700	1964	0.123	63.1
8	6	스크린	1.2	28	21	23600	5500	1938	0.257	50.9
9	4	스크린	1.2	35	21	23600	5800	1945	0.124	70.8

10	3	스크린	1.2	45	21	23500	5500	1925	0.107	71.0

표 3(표 2와 유사하게 구성됨)은 도 12에 개략적으로 도시된 볼록한 바닥판(37)을 갖는 송풍 박스(36)를 포함하는 가스 분배 장치(30)에 관련된 데이타를 도시한 것이다. 표 2 및 표 3은, 평탄한 바닥의 송풍 박스(36)에 관련된 채류 시간이 볼록한 바닥의 송풍 박스(36)에 관련된 것보다 대체로 크더라도, 볼록한 바닥판(37)을 갖는 송풍 박스(36)에 의해 달성되는 탈수율(11 열)이 평탄한 바닥판(37)을 갖는 송풍 박스(36)에 의해 달성되는 것 보다 상당히 높다는 것을 보여주고 있다. 예컨대, 표 2의 표본 2를 표 3의 표본 8 및 11과 비교한 결과, 충돌 거리(Z) 및 채류 시간이 표 2의 탈수율보다 유리한 한편, 가스 온도 및 평균 속도(V)는 표 3의 탈수율보다 유리하지만, 표 3의 건조율은 표 2의 건조율의 약 2배라는 것을 보여준다. 놀랍게도, 표 2 및 표 3에 도시된 조건하에서 종이 웹 표본을 건조/탈수한 결과, 그을림 또는 탈색이 나타나지 않았다. 본 발명에서 사용된 고온의 진동 충돌 가스와, 공기중 건조 및 정상 유동 충돌 가스 온도에서의 종래 기술의 한계를 가정하면 이것은 예상 밖이었다.

[표 3]

1	2	3	4	웹		7	8	9	10	11
표본	시도 횟수	웹 지지부	충돌거리 Z (in)	개시 섬유 점조성 (%)	기본 중량 (그램)	주기 속도 Vc (ft/min)	평균 속도 V (ft/min)	가스 온도(°F)	채류 시간 (초)	탈수율 (lb/hr ft ^{2})
1	7	판	1.0	28	21	23600	7000	1977	0.090	96.8
2	6	판	1.0	28	21	23600	7200	1949	0.087	88.5
3	7	판	1.3	28	21	23600	7200	1933	0.089	81.9
4	7	판	1.0	28	45	23700	7400	1984	0.097	113.7
5	5	판	1.3	35	45	23700	6900	2016	0.098	104.5
6	6	판	1.0	35	21	23700	7200	1987	0.087	103.2
7	6	판	1.0	35	21	23700	7200	1988	0.092	110.9
8	7	판크린	1.3	35	21	23600	7200	1955	0.093	102.0
9	5	스크린	1.0	35	21	23700	7400	2011	0.091	126.0
10	5	판	1.0	35	21	23800	7500	2037	0.093	127.3
11	7	판	1.3	35	21	23600	6900	1954	0.009	98.8
12	5	스크린	1.0	35	21	23600	7600	1966	0.104	128.1

비교를 위해, 표 5는 64개의 개별 관으로 분할된 단일 테일파이프(15)를 구비하고 각각 배출구(39)를 갖는 가스 분배 장치를 포함하는 장치(10)를 사용하여 수행한 실험 결과를 도시하고 있다. 이러한 64개의 관은 2 그룹의 다수의 배출구(39)로 동일하게 분할되어 치수가 각각 5x12 인치인 2개의 분리된 연속 충돌 영역을 규정한다. 각각의 다수의 배출구(39)는 균일한 엇갈린 배열의 열을 포함한다. 3개의 배기 영역은 충돌 영역과 교대로 배열된다. 배기 영역의 전체의 구역은 14x12 인치이다. 각 배출구(39)의 직경(D)은 0.375 인치이다. 테일파이프(15) 및 개별 관은 공기중에 냉각되어 배출관(39)으로부터의 배출시에 가스의 온도를 감소시킨다. 또한, 실험 장치의 세부 사항은 표 4에 나타내었다.

[표 4]

테일파이프의 단면적	~0.05 ft ^{2}
송풍 박스의 테일파이프의 복합 길이(L)	6.19 ft
테일파이프 용량(Wt)	0.30 ft ^{3}
연소실의 용량(Wr)	0.21 ft ^{3}
주파수(F)	86 Hz
연소실 내부 온도	~2,800°F
연소실 내부 음압	(165~174)dB
배출구의 직경(D)	0.375 inch

충돌 면적(E)	0.83 ft^2
비ΣA/E	0.025
비Z/D	2.7~4.0
배출구의 가스 온도	(698~1116)°F
채류 시간	(0.161~0.738)sec

[표 5]

1	2	3	4	웹		7	8	9	10	11
표본	시도 횟수	웹 지지부	충돌거리 Z (in)	개시 섬유 점조성 (%)	기본 중량 (그램)	주기 속도 Vc (ft/min)	평균 속도 V (ft/min)	가스 온도(°F)	채류 시간 (초)	탈수율 (lb/hr ft^2)
1	5	판	1.5	28	21	11000	3200	700	0.172	24.7
2	6	판	1.5	28	21	6900	1900	698	0.179	26.4
3	5	판	1.5	28	21	7400	2000	892	0.176	32.4
4	6	판	1.5	28	21	14100	3500	888	0.182	43.7
5	6	판	1.5	28	21	14100	4100	1049	0.171	61.4
6	8	판	1.0	28	21	15900	4100	1106	0.272	46.62
7	10	판	1.0	28	21	15900	3900	1107	0.513	50.6
8	7	판	1.3	28	21	15800	4300	1072	0.738	50.4
9	10	판	1.0	45	21	15100	4400	1091	0.416	58.8
10	5	판	1.0	28	42	15100	4600	1100	0.161	81.8
11	7	판	1.0	28	21	15100	4400	1090	0.346	69.4
12	7	스크린	1.0	28	21	15100	4500	1091	0.164	100.6
13	6	스크린	1.0	28	21	15200	4300	1117	0.530	75.8
14	8	판	1.0	28	21	15900	4100	1106	0.503	46.6
15	6	판	1.0	28	21	15200	4100	1113	0.207	63.6
16	6	판	1.0	28	21	15200	3900	1116	0.341	65.3
17	8	판	1.0	28	21	15200	4100	1106	0.272	46.6

앞서 설명한 바와 같이, 진동 유동 반전 가스는 포지티브 사이클에서는 웹(60)에 충돌하고, 네거티브 사이클에서는 웹(60)으로부터 이탈하여 웹(60)에 함유된 수분을 멀리 운반하는 것으로 생각된다. 웹(60)으로부터 이탈된 수분은 통상적으로 웹(60)의 표면에 인접한 경계층에 축적된다. 따라서, 경계층 및 그에 인접한 영역에서 수분의 축적을 감소시키거나 방지하는 것이 바람직할 수도 있다. 따라서, 본 발명에 따르면, 장치(10)는 경계층을 포함하는 충돌 영역과 충동 영역을 포위하는 영역으로부터 수분을 제거하는 보조 수단(40)을 구비할 수도 있다. 도 1에서, 그러한 보조 수단(40)은 대기압을 갖는 외부 영역과 유체 연통하는 틈새(42)를 포함한다. 변형예로 또는 추가로, 보조 수단(40)은 진공원(41)을 포함할 수도 있다. 후자의 경우에, 진공 틈새(42)는 충돌 영역 및/또는 충돌 영역에 인접한 영역으로부터 진공원(41)까지 연장되어, 그들 사이에 유체 연통을 제공할 수도 있다.
본 발명의 방법은 초음파에너지의 인가와 공동으로 사용할 수 있다. 초음파 에너지의 인가는 본원에 참고로 인용되는 트로칸 및 세나파티의 이름으로 1998년 4월 23일자 출원된 미국 특허 출원 제 09/065,655 호에 개시되어 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

섬유질 웹(60)의 탈수 방법에 있어서,
(a) 10% 내지 90%의 수분 함량을 갖는 섬유질 웹(60)을 제공하는 단계와,

(b) 사전설정된 주파수를 갖는 진동 유동 반전 가스를 제공하는 단계와,
(c) 웹(60)의 충돌 영역을 규정하는 웹(60)의 사전 설정된 부분상에 진동 유동 반전 가스를 이송하도록 구성되고, 규칙적이고 엇갈린 배열로 분포된 다수의 배출구(39)를 포함하는 가스 분배 장치(30)를 제공하는 단계와,
(d) 진동 유동 반전 가스를 다수의 배출구(39)를 통해 웹(60)에 충돌시켜, 각각의 다수의 배출구(39)에서 진동 유동 반전 충돌 가스의 스트림을 방출하는 단계로서,
상기 진동 유동 반전 충돌 가스는,
15Hz 내지 1,500Hz의 주파수에서 포지티브 사이클 및 네거티브 사이클의 진동 시퀀스와,
500°F 내지 2,500°F 의 온도와,
1,000ft/min 내지 50,000ft/min의 주기 속도를 가지며,
상기 포지티브 사이클은 포지티브 진폭을 가지며, 상기 네거티브 사이클은 상기 포지티브 진폭보다 작은 네거티브 진폭을 갖고 있고,
상기 주기 속도는 포지티브 사이클동안 포지티브 방향으로 웹(60)을 향하는 포지티브 속도와, 네거티브 사이클동안 포지티브 방향에 반대인 네거티브 방향으로 향하는 네거티브 속도를 포함하며, 상기 포지티브 속도는 상기 네거티브 속도보다 크고, 상기 진동 유동 반전 가스는 포지티브 사이클동안 웹(60)을 적어도 부분적으로 관통하고 네거티브 사이클동안 웹(60) 및 그에 인접한 영역으로부터 물을 제거하여 웹(60)으로부터 수분을 제거하는, 상기 진동 유동 반전 가스의 충돌 단계를 포함하는,
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,
상기 진동 유동 반전 가스가 웹(60)에 충돌하여 웹(60)의 충돌 영역에 두루 진동 유동 반전 가스의 균일한 분배를 제공하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,
상기 진동 유동 반전 가스가 웹(60)에 충돌하여 웹(60)의 충돌 영역에 두루 진동 유동 반전 가스의 불균일한 분배를 제공하고 그것에 의해 웹(60)의 수분 특성을 제어하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 4.

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 충돌 가스의 스트림중 적어도 일부의 포지티브 방향과 웹(60)의 충돌 영역의 표면은 그 사이에 예각을 형성하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 5.

섬유질 웹(60)의 탈수 방법에 있어서,
(a) 10% 내지 90%의 수분 함량을 가지며, 기계 가공방향 및 상기 기계 가공방향에 수직인 횡가공 방향을 갖는 웹 지지부(70)에 의해 지지된 섬유질 웹(60)을 제공하는 단계로서, 상기 웹 지지부(70)는 섬유질 웹(60)과 관련된 웹 접촉면(71)과 상기 웹 접촉면(71)에 대향된 배면(72)을 더 갖는, 상기 섬유질 웹 제공 단계와,
(b) 웹(60)을 상부에 구비한 웹 지지부(70)를 기계가공 방향으로 이동시키는 수단을 제공하는 단계와,
(c) 15Hz 내지 1,500Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 가스를 생성하고 방출하도록 설계된 펄스 발생기(20)를 제공하는 단계와,
(d) 상기 펄스 발생기(20)와 유체 연통되고 다수의 배출구(39)에서 종단되는 가스 분배 장치(30)를 제공하는 단계로서, 각각의 상기 가스 배출구(39)는 동일 직경(D) 및 개방 영역을 가지며, 상기 개방 영역을 통해 진동 유동 반전 충돌 가스가 배출되고, 상기 다수의 배출구(39)는 결과적인 개방 영역을 갖는, 상기 가스 분배 장치의 제공 단계와,
(e) 상부에 웹(60)을 구비한 웹 지지부(70)를 다수의 상기 배출구(39)로부터 사전설정된 충돌 거리(Z)에 배치하는 단계로서, 상기 배출구(39)와 상기 웹 지지부(70) 사이에 충돌 영역을 규정하고, 상기 배출구(39)의 패턴은 그에 대응하는 웹(60)의 충돌 영역을 규정하며, 상기 다수의 배출구(39)의 개방 영역은 충돌 영역의 0.5% 내지 20%를 포함하고, Z/D의 비는 1 내지 10인, 상기 웹 지지부의 배치 단계와,
(f) 상부에 웹(60)을 갖는 웹 지지부(70)를 100ft/min 내지 10,000ft/min의 속도로 기계가공 방향으로 이동시키는 단계와,
(g) 상기 펄스 발생기(20)를 작동시키고 진동 유동 반전 가스를 상기 배출구(39)를 통해 웹(60)상에 충돌시켜 그로부터 수분을 제거하는 단계를 포함하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,
상기 단계 (a)에서 상기 웹 지지부(70)는 유체 투과성 무한 벨트 또는 밴드를 포함하며, 상기 웹 지지부(70)는 상기 웹 접촉면(71)과 상기 웹 지지부(70)의 배면(72) 사이에서 연장되는 다수의 유체 투과성 도관(75)과 골격(73)을 포함하고,
상기 골격(73)은 연속 구조체(74)를 더 포함하고, 상기 연속 구조체(74)는 상기 다수의 도관(75)을 포위하고 상기 웹 지지부(70)의 웹 접촉면(71)을 형성하는 연속 망상구조를 형성하는

섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 7.

제 5 항에 있어서,
상기 단계 (a)에서, 상기 웹 지지부(70)는 건조 실린더(80)의 표면을 포함하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 8.

제 5 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서,
상기 배출구(39)와 상기 웹 지지부(70) 사이의 충돌 영역으로부터 수분을 제거하기 위한 보조 수단(40)을 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 보조 수단(40)은 진공원(41)과, 이 진공원(41)으로부터 상기 충돌 영역까지 연장되어 그들 사이에 유체 연통을 제공하는 적어도 하나의 진공 슬롯(42)을 포함하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 9.

제 5 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서,
비진동의 정상 유동 충돌 가스를 생성하고 상기 비진동 가스를 웹(60)상에 충돌키는 수단을 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 단계 (e)에서 진동 유동 반전 가스 및 비진동 가스가 웹(60)상에 순차적으로 충돌하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 10.

제 5 항 내지 제 7 항중 어느 한 항에 있어서,
진공 장치(43)를 제공하는 단계와, 상기 진공 장치(43)를 상기 웹 지지부(70)의 배면과(72) 나란히 배치하는 단계와, 상기 진공 장치(43)를 작동시켜 웹(60)으로부터 유체 투과성 웹 지지부(70)를 통해 수분을 제거하는 단계를 더 포함하는
섬유질 웹의 탈수 방법.

청구항 11.

기계 가공방향과 이 기계 가공방향에 수직인 횡가공 방향을 갖는 제지 공정의 탈수 장치(10)에 있어서,
섬유질 웹(60)을 상부에 수용하고, 상기 섬유질 웹(60)을 기계가공 방향으로 운반하도록 구성된 웹 지지부(70)와,
15Hz 내지 1,500Hz 범위의 사전설정된 주파수를 갖는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성 및 방출하도록 설계된 적어도 하나의 펄스 발생기(20)와,
상기 웹(60)의 사전설정된 부분에 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 이송하기 위해 상기 적어도 하나의 펄스 발생기(20)와 유체 연통하는 적어도 하나의 가스 분배 장치(30)로서, 상기 가스 분배 장치(30)는 다수의 배출구(39)에서 종단되어 상기 웹 지지부(70)와 상기 배출구(39)가 0.25 인치 내지 6.00 인치인 충돌 거리에 의해 규정되는 충돌 영역을 그들 사이에 형성하고, 상기 다수의 배출구(39)는 그에 대응하는 웹(60)의 충돌 영역을 규정하는 사전설정된 패턴을 포함하며, 각각의 상기 다수의 배출구(39)는 진동 충돌 가스의 스트림이 방출되는 개방 영역 및 동일 직경을 가지며, 동일 직경에 대한 충돌 거리의 비는 1 내지 10이며, 상기 가스 분배 장치(30)의 상기 다수의 배출구(39)는 배출구(39)의 개별 개방 영역에 의해 형성되는 결과적인 개방 영역을 가지며, 상기 결과적인 개방 영역은 웹(60)의 충돌 영역의 0.5% 내지 20%를 포함하는, 상기 적어도 하나의 가스 분배 장치를 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,
상기 충돌 거리를 조절하는 수단을 더 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 13.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
상기 다수의 배출구(39)의 패턴은 기계가공 방향 및 횡가공 방향중 적어도 하나의 방향으로 충돌 가스의 균일한 온도 분포를 웹(60)의 충돌 영역에 두루 제공하도록 구성된 균일한 배열을 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 14.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 펄스 발생기(20)는 75Hz 내지 250Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 가스를 생성하는 펄스 연소기(21)를 포함하고, 각각의 상기 다수의 배출구(39)는 배출구(39)에서 배출될 때 500°F 내지 2,500°F의 온도와 1,000ft/min 내지 50,000ft/min의 주기 속도를 갖는 진동 유동 반전 가스의 스트림을 방출하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 15.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
상기 적어도 하나의 펄스 발생기(20)는 15Hz 내지 100Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 공기를 생성하는 초저주파 장치를 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 16.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,

상기 웹 지지부(70)는 건조 실린더의 표면(80)을 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 17.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
상기 배출구(39)와 상기 웹 지지부(70) 사이에 형성된 충돌 영역으로부터 수분을 제거하기 위한 보조 수단(40)을 더 포함하며, 상기 보조 수단(40)은 진공원(41)과, 상기 진공원(41)으로부터 충돌 영역까지 연장된 적어도 하나의 진공 슬롯을 포함하며, 그것에 의해 충돌 영역과 진공원(41) 사이에 유체 연통을 제공하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 18.

제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
비진동의 정상 유동 가스를 생성하고 웹(60)상에 충돌시키기 위한 수단을 더 포함하며, 상기 진동 유동 반전 가스 유동 및 상기 정상 유동 가스 유동은 교대로 순차적으로 웹(60)상에 충돌하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 19.

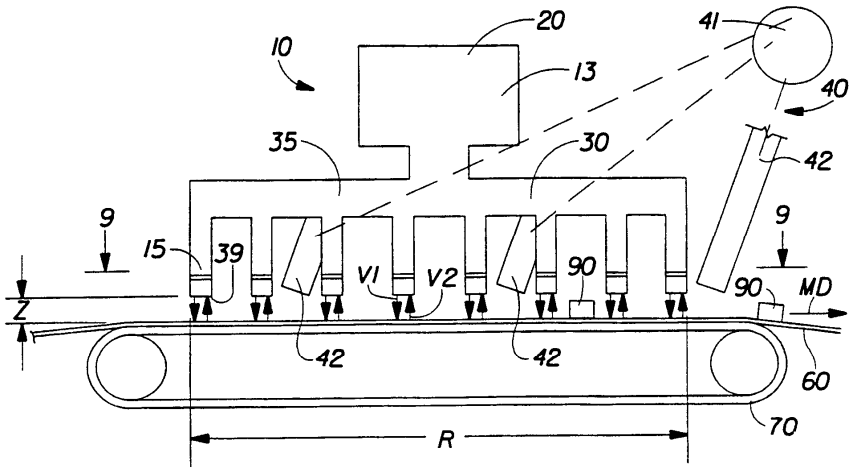
제 11 항 또는 제 12 항에 있어서,
유체 투과성 웹 지지부(70)를 통해 웹(60)으로부터 수분을 제거하기 위해 상기 웹 지지부(70)의 배면(72)과 나란히 배치된 진공 장치(43)를 더 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

청구항 20.

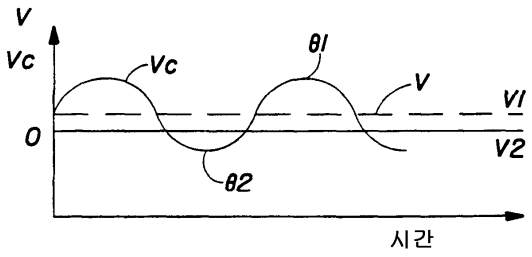
기계가공 방향 및 이 기계가공 방향에 수직인 횡가공 방향을 갖는 제지 공정의 탈수 장치(10)에 있어서,
섬유질 웹(60)을 상부에 수용하고 웹을 기계가공 방향으로 운반하도록 구성된 유체 투과성 웹 지지부(70)와,
15Hz 내지 250Hz의 주파수를 갖는 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 생성하도록 구성된 펄스 발생기(20)와,
상기 펄스 발생기(20)와 유체 연통하는 가스 분배 장치(30)로서, 상기 가스 분배 장치(30)는 상기 웹 지지부(70)상에 배치된 웹(60)상에 진동 유동 반전 공기 또는 가스를 이송하기 위해 웹 지지부(70)와 나란히 배치된 다수의 배출구(39)에 에서 종단되며, 상기 웹 지지부(70) 및 배출구(39)는 그 사이에 충돌 거리(Z)를 형성하며, 상기 다수의 배출구(39)는 그에 대응하는 웹(60)의 충돌 영역을 규정하는 사전설정된 패턴을 포함하며, 상기 다수의 배출구(39)는 충돌 영역과 배출구(39) 사이에 유동 반전 가스의 균일한 진동장을 제공하는, 상기 가스 분배 장치(30)와,
비진동의 정상 유동 가스를 생성하고 이 비진동 가스를 상기 웹(60)의 충돌 영역에 충돌시키기 위한 수단을 포함하는
제지 공정의 탈수 장치.

도면

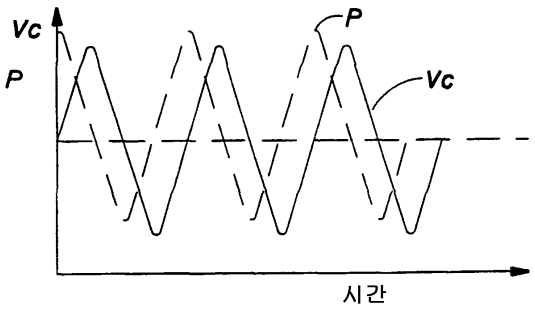
도면1



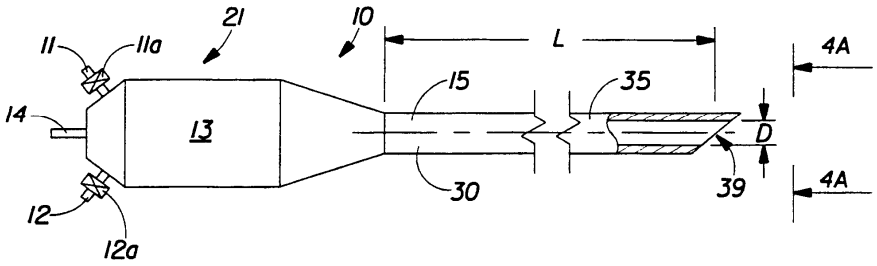
도면2



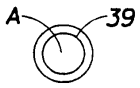
도면3



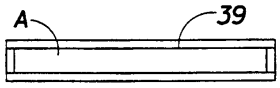
도면4



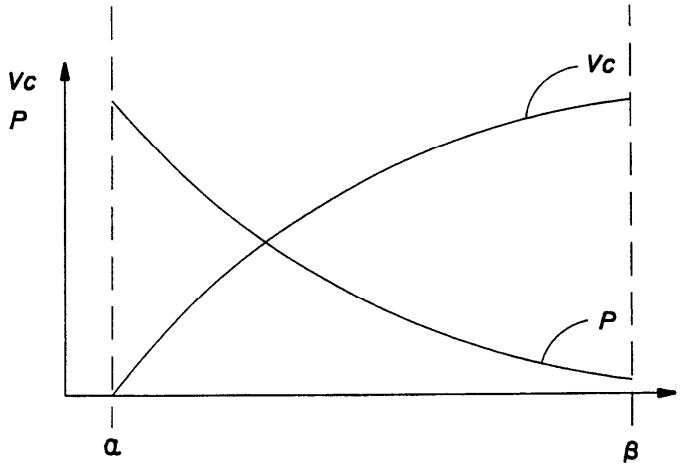
도면4a



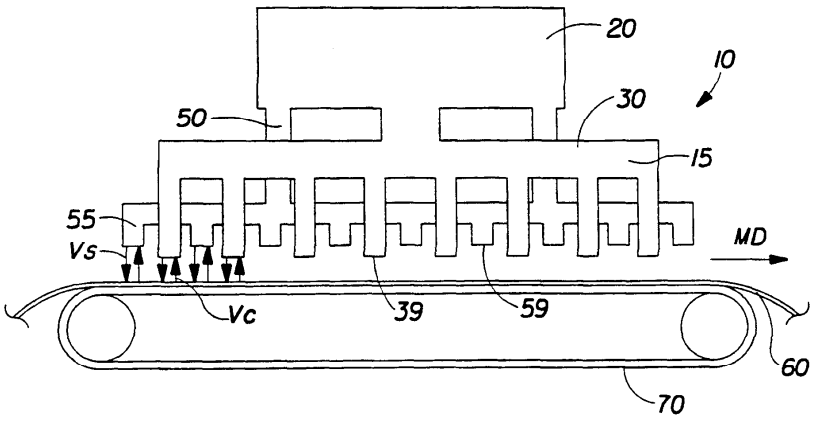
도면4b



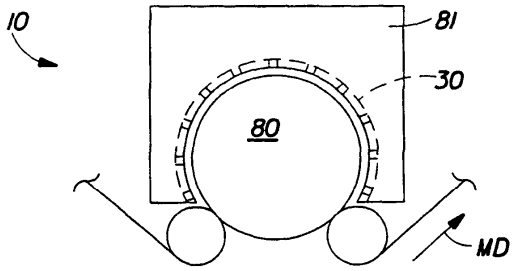
도면5



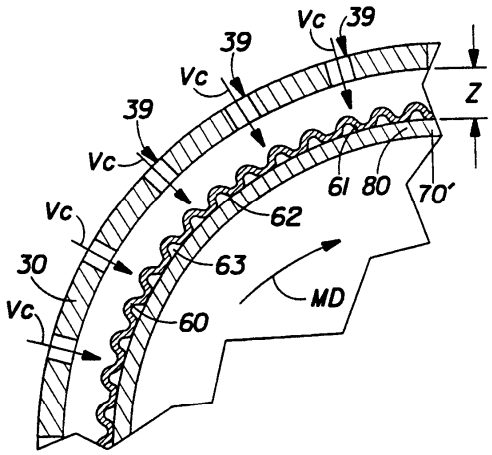
도면6



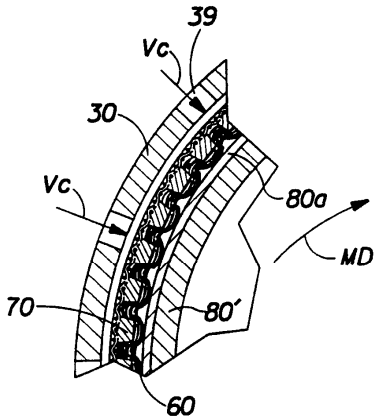
도면7



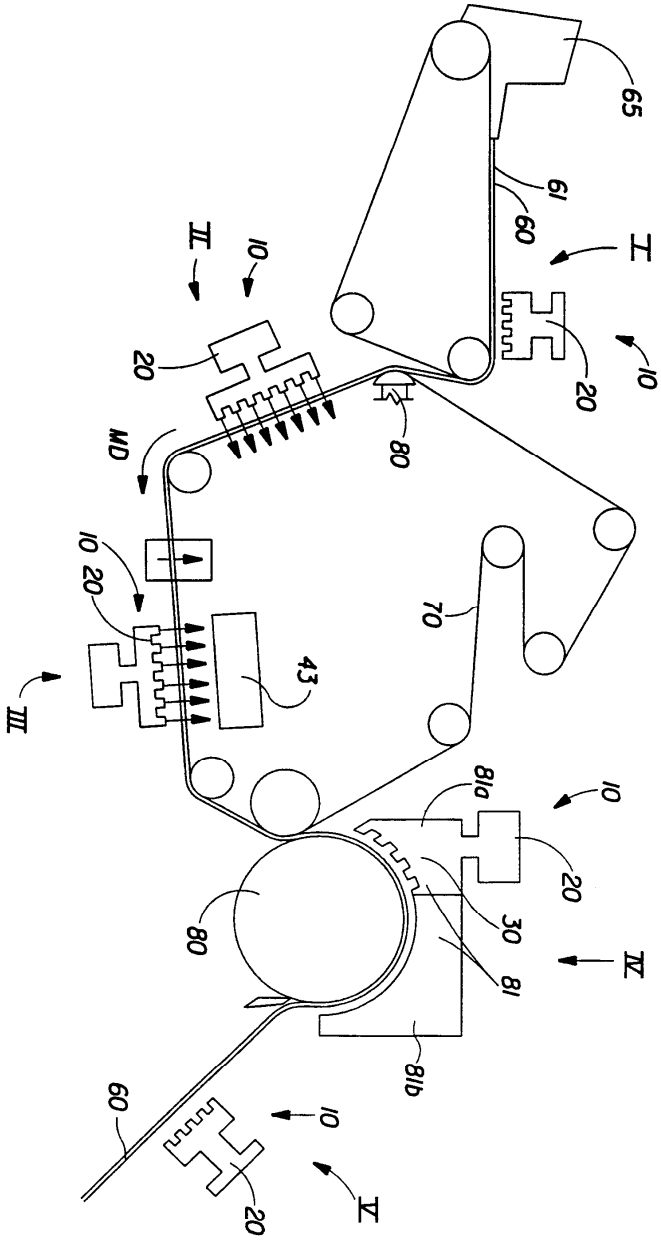
도면7a



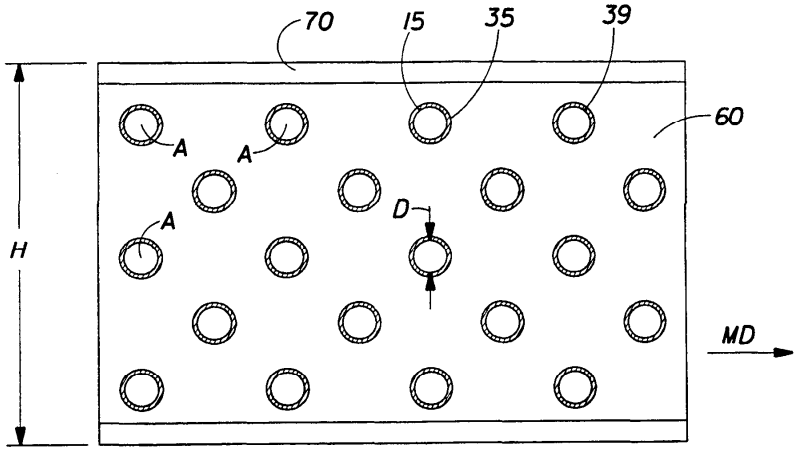
도면7b



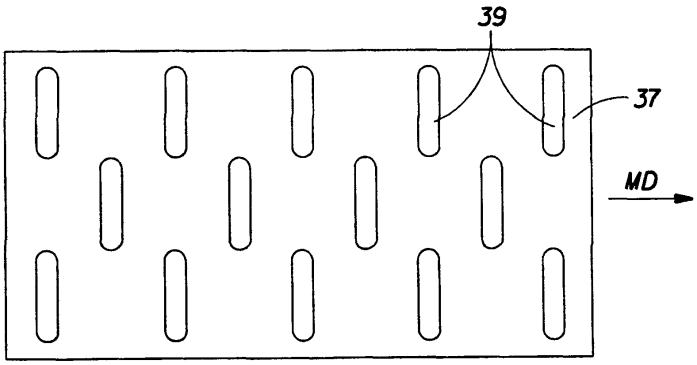
도면8


65
61
60
II
10
20
III
10
20
MD
80
10
20
70
43
III
81a
10
20
80
30
IV
81
81b
60
10
V
20

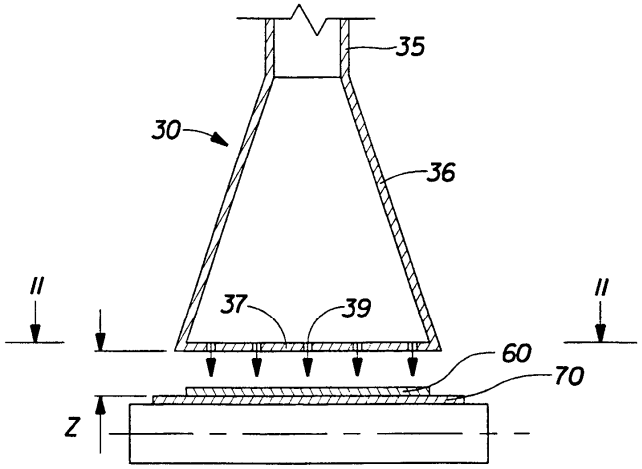
도면9


70
15
35
39
60
A
A
A
D
H
MD

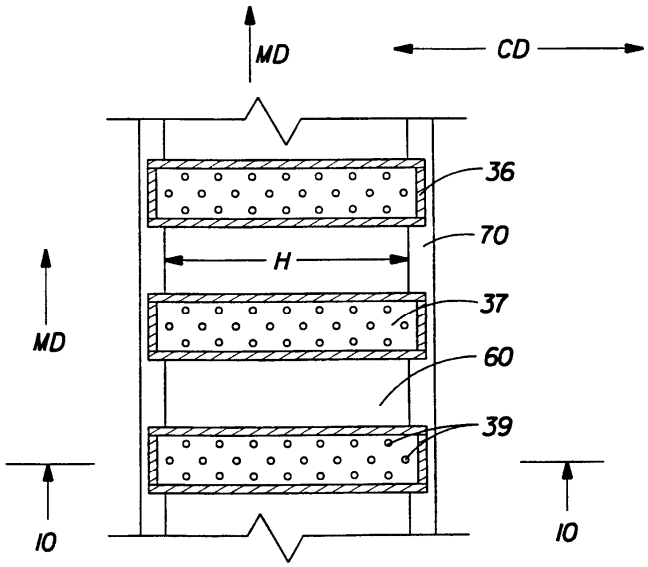
도면9a



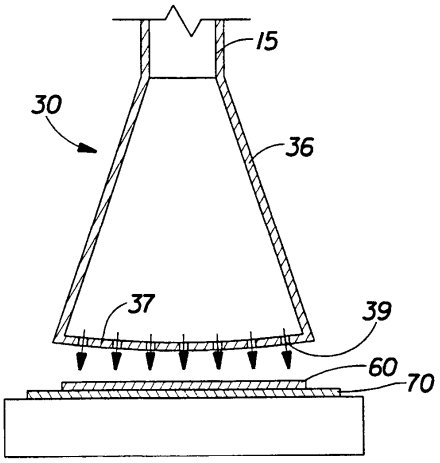
도면10



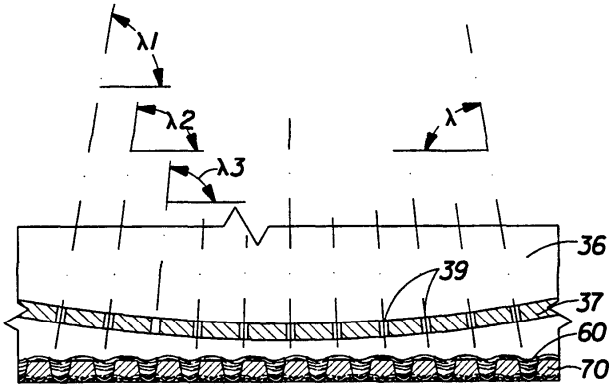
도면11



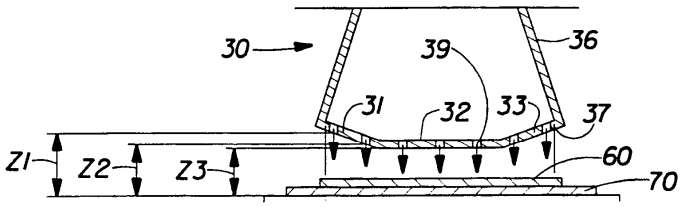
도면12



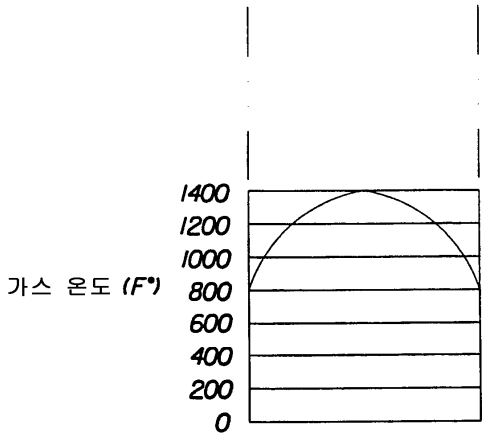
도면12a



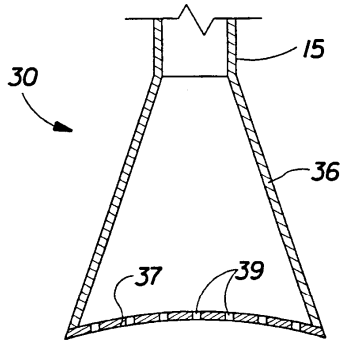
도면13



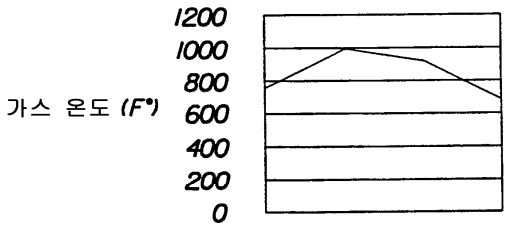
도면13a



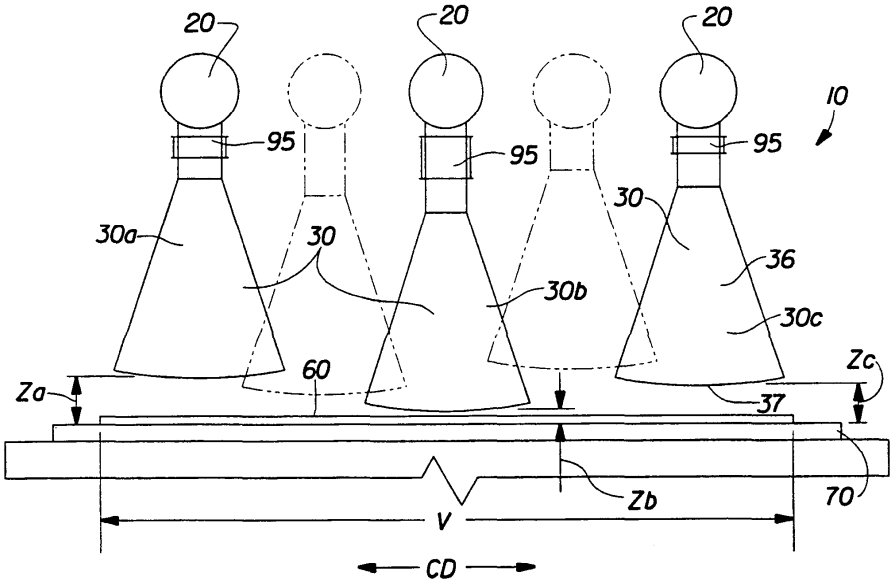
도면14



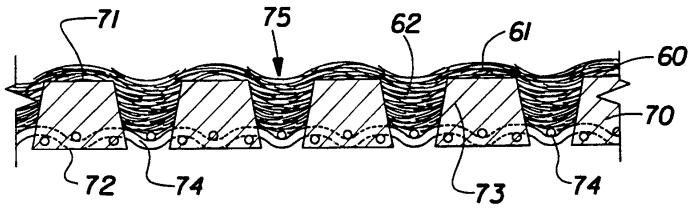
도면14a



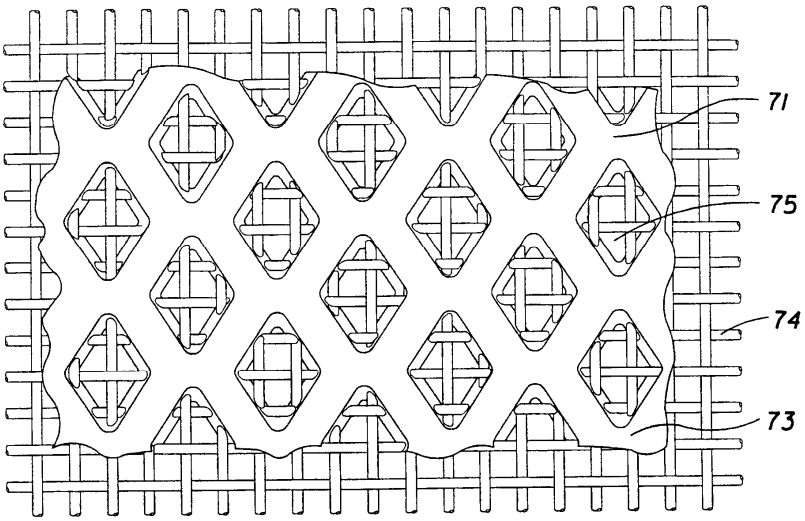
도면15



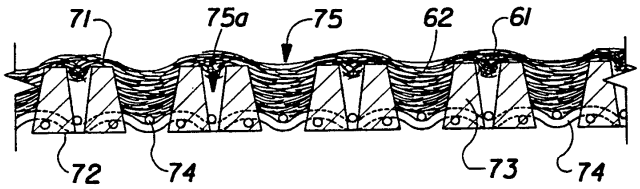
도면16



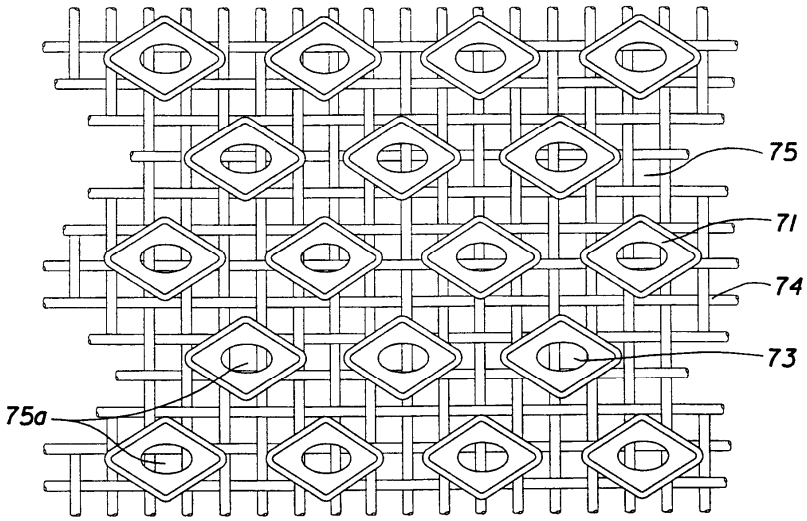
도면17



도면18



도면19



도면20

