(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.[6]
D21F 11/00
D21F 1/00

(11) 공개번호 특1999-0077367
(43) 공개일자 1999년10월25일

(21) 출원번호 10-1998-0705516
(22) 출원일자 1998년07월18일
번역문제출일자 1998년07월18일
(86) 국제출원번호 PCT/US1997/00634 (87) 국제공개번호 WO 1997/26407
(86) 국제출원출원일자 1997년01월16일 (87) 국제공개일자 1997년07월24일
(81) 지정국 AP ARIPO특허 : 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 케냐
EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스
EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴 오스트리아 스위스 독일 덴마크 스페인 핀랜드 영국
국내특허 : 아일랜드 알바니아 오스트레일리아 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 중국 쿠바 체크 에스토니아 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본
(30) 우선권주장 8/588,643 1996년01월19일 미국(US)
(71) 출원인 더 프록터 앤드 갬블 캄파니 데이비드 엠 모이어
미국 오하이오 45202 신시내티 프록터 앤드 갬블 플라자 1
(72) 발명자 라쉬 데이비드 마크
미국 오하이오주 45244 신시네티 포레스트 리지 코트566
씨워드 래리 오델
미국 오하이오주 45240 신시네티 오크스탠드 드라이브 11484
보틸리에 글렌 데이비드
미국 오하이오주 45242 신시네티 스태이블핸드 드라이브 10566
(74) 대리인 김창세, 장성구

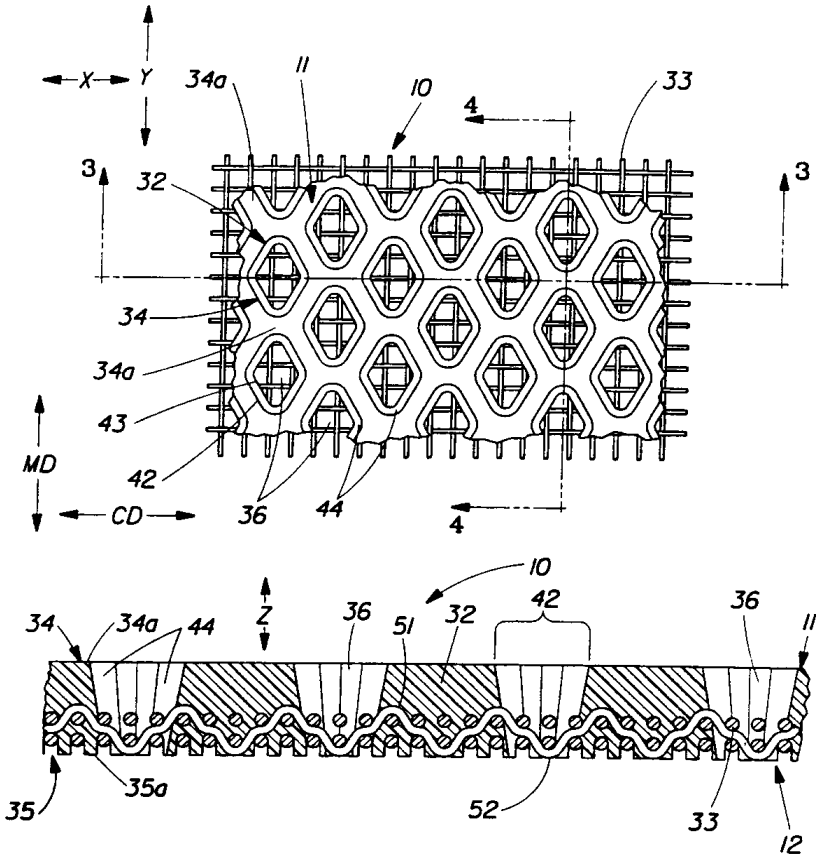
심사청구 : 있음

(54) 개선된 핀홀 특성을 갖는 종이 및 이를 제조하기 위한 제지 벨트

요약

본 발명은 보강물(33) 및 골조(32)를 포함하는 제지 벨트(10)에 관한 것이다. 보강물(33)은 800cfm 이상의 공기 투과도 및 75 이상의 섬유 지지 지수를 갖는다. 골조(32)는 보강물(33)에 연결되어 있고 보강물(33)로부터 약 6.5밀 이하로 외향 연장된다. 골조(32)는 골조(32) 전체에 분포되고 골조에 의해 감싸지고 골조에 의해 서로 분리되어 있는 굴절 도관(36)을 갖는다. 골조(32)의 종이-접촉면(11)은 굴절 도관(36)의 종이측 개구(42)를 감싸는 종이측 망상조직(34a)을 포함한다. 각 종이측 개구(42)의 상당 부분은 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상이다. 종이 웹(80)은 두 개의 영역인 본질적으로 연속적이고 거시적으로 평평한 망상조직 영역(83)과 이 망상조직 영역에 의해 감싸진 다수의 불연속적인 돔을 포함하는 돔 영역(84)을 갖는다. 돔은 비-랜덤 반복 패턴으로 분포되어 있다. 각 돔의 상당 부분은 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45 밀보다 크다. 망상조직 영역(83)의 밀도는 돔 영역(84)의 밀도보다 크다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 강하면서도 부드러운 흡수성 종이 제품을 제조하기 위한 제지기에 사용하기에 유용한 제지 벨트 및 이 벨트에 의해 제조된 종이 제품에 관한 것이다. 더욱 특히는 본 발명은 수지 골조(framework) 및 보강물로 이루어진 제지 벨트 및 이 벨트에 의해 제조된 다중밀도(multidensity) 종이 제품에 관한 것이다.

배경기술

종이 제품은 다양한 목적으로 사용된다. 종이 타월, 화장용 티슈, 화장실용 티슈 등은 현대 산업화 사회에서 꾸준히 사용되고 있다. 이러한 종이 제품에 대한 커다란 요구 때문에 이러한 제품의 개선에 대한 요구가 생겨났다. 종이 타월, 화장용 티슈, 화장실용 티슈 등과 같은 종이 제품이 의도된 기능을 수행하고 광범위하게 사용되려면, 이들은 몇몇 특정 물성을 가져야만 한다. 이러한 특성중 중요한 것들중에는 강도, 연성 및 흡수성이 포함된다.

강도는 종이 웹이 사용중에 자신의 물리적 일체성을 유지하는 능력이다.

연성은 사용자가 종이 제품을 의도된 목적에 사용할 때 느끼는 좋은 감촉이다.

흡수성은 유체, 특히 물, 수용액 및 현탁액을 흡수 및 보유하는 종이의 특성이다. 일정량의 종이가 흡수할 수 있는 유체의 절대량도 중요하지만 종이가 유체를 흡수하는 속도도 중요하다.

공기 건조된 종이 웹은 본원에서 참고로 인용되고 더 프록터 앤드 갬블 캄파니에 양도된, 1985년 4월 30일자로 존슨(Johnson) 등에게 허여된 미국 특허 제 4,514,345 호; 1985년 7월 9일자로 트로칸(Trokhan)에게 허여된 미국 특허 제 4,528,239 호; 1994년 8월 2일자로 트로칸 등에게 허여된 미국 특허 제 5,334,289 호에 기술된 바와 같이 제조된다.

공기 건조에 의해 제조된 종이는 본원에서 참고로 인용된, 트로칸의 명의로 허여된 미국 특허 제 4,529,480 호 및 미국 특허 제 4,637,859 호에 개시되어 있다. 이들 특허의 종이는 두 개의 물리적으로 구분되는 영역인, 비교적 높은 밀도를 갖는 연속 망상조직(network) 영역 및 이 망상조직 영역 전체에 걸쳐 분산된 다수의 돔(dome)으로 이루어진 영역을 가짐을 특징으로 한다. 돔은 망상조직 영역에 비해 상대적으로 낮은 밀도 및 낮은 고유 강도를 갖는다.

일반적으로, 제지 공정은 수개의 단계를 포함한다. 제지 섬유의 수성 분산액을 푸르드리니에 와이어(Fourdrinier wire)와 같은 유공성 부재상의 초기 웹(embryonic web)내에 형성시킨다. 이 초기 웹은 굴절 (deflection) 부재내의 다수의 불연속적인 개별적인 굴절 도관을 한정하는 거시적으로 평평한 연속적

인 패턴화된 비-랜덤 망상조직 표면을 갖는 굴절 부재와 결합되어 있다. 초기 웹내의 제지 섬유는 굴절 도관내로 굴절되고 물은 굴절 도관을 통해 제거되어 중간 웹(intermediate web)을 형성한다. 중간 웹은 건조되고 크레이핑에 의해 수축된다. 크레이핑은 독터 블레이드(doctor blade)를 사용하여 건조된 중간 웹을 표면(통상적으로는 양키 건조기(Yankee dryer)의 표면과 같은 건조 표면임)으로부터 제거하여 완성된 종이 웹을 형성하는 공정이다.

섬유를 굴절 도관내로 굴절시키는 공정을, 예를 들면 차등 유체 압력(differential fluid pressure)을 초기 종이 웹에 가함으로써 유도할 수 있다. 차등 압력을 가하는 바람직한 방법중 하나는 초기 웹을 굴절 도관을 통해 진공에 노출시키는 것이다. 진공압이 갑자기 가해지면 섬유가 굴절 도관내로 굴절되어지며, 이로써 굴절된 섬유가 각각 서로 분리되고 초기 웹으로부터 분리된다. 또한, 진공압이 갑자기 가해짐에 따라 초기 웹으로부터 분리된, 특정 개수의 부분적으로 탈수된 섬유가 제지 벨트를 완전히 통과할 수 있을 것이다. 이러한 현상 때문에 바늘 크기의 구멍, 즉 핀홀(pinhole)이 완성된 종이 웹의 돔내에 형성되고 진공 탈수기가 막히게 될 수 있다.

종이 웹의 돔내에 핀홀이 바람직하지 못하게 생성되는 현상, 즉 핀홀 생성 현상(pinholing)은 본원에서 참고로 인용된, 1994년 8월 2일자로 트로칸 등에게 허여된, 일반양도된 미국 특허 제 5,334,289 호에 의해 완화된다. 이 특허는 배면 망상조직내에 불규칙적인 표면 질감(texture)을 부여한다. 이 배면 불규칙성으로 인해 진공압이 갑자기 가해지는 효과가 감소된다. 개선된 제품을 제조하기 위한 연구는 여전히 계속되고 있다.

본 발명의 목적은 완성된 종이 웹내에 핀홀 생성을 실질적으로 감소시키고 진공 탈수기상의 종이 섬유의 축적을 실질적으로 감소시키는, 개선된 제지 벨트를 제공하는 것이다.

본 발명의 또다른 목적은 완성된 종이 웹의 돔 영역내의 핀홀의 개수가 실질적으로 감소된 종이를 개발하는 것이다.

발명의 요약

본 발명의 제지 벨트는 일반적으로 두 개의 주요 요소인 보강물과 골조로 이루어져 있다. 바람직한 형태에서, 제지 벨트는 종이-접촉면과 이 종이-접촉면과 반대되는 배면을 갖는 순환 벨트이다.

보강물은 종이-대향 면과 이 종이-대향면과 반대되는 기계-대향면을 갖는다. 보강물은 800cfm 이상의 공기 투과도를 갖고 75 이상의 섬유 지지 지수(Fiber Support Index)를 갖는다. 바람직한 형태에서, 보강물은 직조 요소이다. 바람직하게는, 보강물은 타이(tie) 얀(yarn)에 의해 서로 마주보게 접촉되어 상호연결된 인터위브(interweave)된 얀의 두 개의 평행한 층을 포함한다. 또다르게는, 보강물은 펠트와 같은 부직 요소를 포함할 수도 있다.

골조는 보강물에 연결되어 있고 보강물의 종이-대향면으로부터 약 6.5밀 이하(1밀은 1/1000 인치이다)로 외향 연장된다. 다양한 적합한 수지들을 골조로 사용할 수 있다.

골조는 제지 벨트의 종이-접촉면을 한정짓는 제 1 표면, 이 제 1 표면과 반대되는 제 2 표면, 및 제 1 표면과 제 2 표면 사이에서 연장되는 굴절 도관을 갖는다. 제 1 표면은 종이측(paper-side) 망상조직 및 종이측 개구를 포함하며, 굴절 도관은 제 1 표면을 인터셉트(intercept)한다. 본질적으로 모든 종이측 개구들이 종이측 망상조직 전체에 분산되고 종이측 망상조직에 의해 감싸지며 서로 분리되어 있다. 제 2 표면은 배면 개구를 감싸는 배면 망상조직을 포함한다. 종이측 개구 및 배면 개구는 굴절 도관을 한정짓는다. 각 종이측 개구의 상당 부분은 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상이다. 바람직한 실시태양에서, 각 종이측 개구의 주변부는 나비 넥타이 형상, 다이아몬드 형상 등과 같은 폐쇄된 형상을 이루고, 개구들은 비-랜덤 반복 패턴으로 제 1 표면내에 위치되어 있다.

본 발명의 종이는 두 개의 영역인 망상조직 영역과 돔 영역을 포함한다 망상조직 영역은 본질적으로 연속적이고 본질적으로 거시적으로 평평한 영역이다. 돔 영역은 망상조직 영역에 의해 감싸진 다수의 불연속적인 돔을 포함한다. 각 돔의 상당 부분은 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상이다. 바람직한 실시태양에서, 대다수의 돔의 각 주변부는 나비 넥타이 형상, 다이아몬드 형상 등과 같은 폐쇄된 형상을 이루고, 개구들은 비-랜덤 반복 패턴으로 분포되어 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 제지 벨트를 사용하는 연속 제지 공정의 한 실시태양의 개략적인 측면도이다.

도 2는 보강물에 연결된 골조 및 굴절 도관의 다이아몬드형 종이측 개구를 갖는 본 발명의 제지 벨트 부분의 상면도이다.

도 3은 도 2의 선 3-3을 따라 취해진 제지 벨트 부분의 수직단면도이다.

도 4는 도 2의 선 4-4을 따라 취해진 제지 벨트 부분의 수직단면도이다.

도 5는 초과 적재물(overburden)을 보여주는, 도 2 내지 4의 제지 벨트 부분의 수직단면도를 단순하게 나타낸 것이다.

도 5a는 본 발명의 제지 벨트의 보강물의 한 실시태양의 확대 사진으로서, 인터위브된 얀의 제 1 층의 상부는 타이 얀에 의해서 인터위브된 얀의 제 2 층(도시되지 않음)과 마주보게 접촉되어 상호연결되어 있다.

도 6은 제지 벨트의 도관을 잇는 섬유를 보여주는 수직단면도를 단순하게 개략적으로 나타낸 것이다.

도 7은 도 6과 유사한 단면도를 단순하게 개략적으로 나타낸 것이다.

도 8은 제지 벨트의 도관내로 섬유가 완전히 굴절되어지는 것을 보여주는 단면도를 단순하게 개략적으로 나타낸 것이다.

도 9는 굴절 도관의 나비 넥타이형 개구를 보여주는, 본 발명의 제지 벨트의 보강물에 연결된 골조의 한 실시태양의 확대 사진이다.

도 9a는 굴절 도관의 나비 넥타이형 개구를 갖는 골조의 한 예 및 이 골조를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 종이 웹의 일부를 개략적으로 나타낸 상면도이다.

도 10은 도 9의 선 10-10을 따라 취해진 종이 웹 부분의 수직 단면도이다.

도 11은 본 발명의 제지 벨트의 굴절 도관의 나비 넥타이형 종이측 개구의 한 예를 개략적으로 나타낸 확대도이다.

도 11a은 본 발명의 제지 벨트의 굴절 도관의 다이아몬드형 종이측 개구의 한 예의 개략적으로 나타낸 확대도이다.

도 11 및 도 11a는 굴절 도관의 개구의 상당 부분이 각각 약 45 밀이상의 X-Y 치수를 갖는 굴절 도관을 만드는 방법을 개략적으로 나타낼 뿐이다. 도 11 및 도 11a를 45밀 조건을 만족시키는 개구(42) 면적을 측정하는데 사용해서는 안된다.

도 12는 컴퓨터 스크린상에 나타난, 종이 웹 샘플의 두 개의 디지털화된 핀홀 이미지를 나타낸다.

발명의 상세한 설명

본 명세서는 (1) 본 발명의 제지 벨트에 대한 상세한 설명 및 (2) 본 발명의 완성된 종이 제품에 대한 상세한 설명을 포함한다.

(1) 제지 벨트

도 1에 도시된 대표적인 제지기에서, 본 발명의 제지 벨트는 순환 벨트인 제지 벨트(10)의 형태를 취한다. 제지 벨트(10)는 종이-접촉면(11) 및 이 종이-접촉면(11)과 반대되는 배면(12)을 갖는다. 제지 벨트(10)는 다양한 형성 단계(초기 웹(27) 및 중간 웹(29))에서 종이 웹(또는 '섬유 웹')을 운반한다. 초기 웹의 형성 공정은 본원에서 참고로 인용된 1974년 1월 31일자로 샌포드(Sanford) 및 시슨(Sisson)에게 허여된 미국 특허 제 3,301,746 호; 및 1976년 11월 30일자로 모간(Morgan) 및 리치(Rich)에게 허여된 미국 특허 제 3,994,771 호와 같은 많은 문헌에 기술되어 있다. 제지 벨트(10)는 화살표 B로 표시된 방향을 따라, 리턴 롤(return roll)(19a 및 19b), 임프레션 닙 롤(impression nip roll)(20), 리턴 롤(19c, 19d, 19e, 19f) 및 유화액 분배 롤(21) 주위로 움직인다. 움직이는 제지 벨트(10) 아래의 루프는 진공 픽업 슈(pickup shoe)(24a) 및 멀티슬롯(multislot) 진공 박스(24)와 같은, 차등 유체 압력을 초기 웹(27)에 가하기 위한 수단을 포함한다. 도 1에서, 제지 벨트(10)는 또한 취입 건조기(26)와 같은 예비건조기 주위로 움직이고 임프레션 닙 롤(20)과 양키 건조기 드럼(28)에 의해 형성된 닙 사이를 통과한다.

본 발명의 제지 벨트의 바람직한 실시태양은 순환 벨트(10)의 형태를 갖지만, 예를 들면 핸드시이트(handsheet)를 제조하는데 사용되는 고정식 플레이트(plate) 또는 기타 유형의 연속 공정에 사용하기 위한 회전 드럼을 포함하는, 수많은 기타 유형일 수 있다. 제지 벨트(10)가 갖는 물리적 형태와는 상관없이, 일반적으로 제지 벨트는 후술될 특정 물성들을 갖는다. 본 발명의 제지 벨트(10)는 본원에서 참고로 인용된, 트로칸 등의 명의로 허여된, 일반양도된 미국 특허 제 5,334,289 호에 따라 제조될 수 있다.

도 2 내지 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제지 벨트(10)는 일반적으로 두 개의 주요 요소인 골조(32) 및 보강물(33)로 이루어져 있다. 골조(32)는 제 1 표면(34), 이 제 1 표면(34)과 반대되는 제 2 표면(35), 및 제 1 표면(34)과 제 2 표면(35) 사이로 연장되는 굴절 도관(36)을 갖는다. 골조(32)의 제 1 표면(34)은 초기 웹 섬유와 접촉하여 이를 탈수시켜 제지 벨트(10)의 종이-접촉면(11)을 한정짓는다. 제 1 표면(34)과 제 2 표면(35) 사이로 연장되는 굴절 도관(36)은 제 1 표면(34)상에 머무르는 초기 웹(27)으로부터 물을 제 2 표면(35)으로 끌어냄으로써 초기 웹(27)의 섬유가 굴절되고 재배열되는 영역을 제공한다. 본원에서 사용된 '돔'이란 개별적인 굴절 도관(36)내로 굴절된 섬유에 의해 형성된 종이 웹 영역을 말한다. 골조(32)의 제 1 표면(34)은 종이측 망상조직(34a) 및 여기에 형성된 종이측 개구(42)를 포함한다. 즉, 종이측 망상조직(43a)은 제 1 표면(34)내의 종이측 개구(42)를 둘러싸고 한정하는, 골조(32)의 딱딱한 부분의 표면 또는 제 1 표면(34) 부분을 포함한다.

골조(32)의 제 2 표면(35)은 배면 망상조직(35a) 및 배면 개구(43)를 포함한다. 배면 망상조직(35a)은 제 2 표면(35)내의 배면 개구(43)를 둘러싸고 한정한다. 종이측 개구(42) 및 배면 개구(43)는 굴절 도관(36)을 한정짓는다. 종이측 개구(42)는 바람직하게는 균일한 형태를 갖고 비-랜덤한 반복 패턴으로 분포되어 있다. 양방향 지그재그 배열을 포함하는 패턴이 바람직하다. 배면 개구(43)는 또한 바람직하게는 균일한 형태를 갖고 비-랜덤한 반복 패턴으로 분포되어 있다. 따라서, 굴절 도관(36)은 바람직하게는 양방향 지그재그 배열을 포함하는 비-랜덤한 반복 패턴으로 배열되어 있다. 도 2에서, 개구(42)는 다이아몬드형 형상을 갖는 것으로 도시되어 있으나 당해 분야의 숙련자라면 종이측 망상조직(34a) 및 배면 망상조직(35a)은 다양한 형태, 크기 및 방향을 갖는 다양한 패턴을 가질 수 있다는 것을 알 것이다. 종이측 개구(42) 및 배면 개구(43)의 실제 형태는 원형, 타원형, 6변 이하의 다각형, 나비 넥타이형, 파상형 패턴을 가질 수 있으나 이에 국한되지는 않는다.

굴절 도관(36)의 벽(44)의 단면은 비교적 직선이거나, 굴곡이 지거나, 부분적으로 직선이고 부분적으로 굴곡이 지거나, 불규칙할 수 있다. 도면에서는 단지 예시를 쉽게 하기 위해서 도관(36)의 벽(44)을 직선으로 나타내었음을 알아야 한다. 굴절 도관(36)의 벽(44)의 단면은 미국 특허 제 5,334,289 호에 보다 상세하게 기술되어 있다.

다양한 적합한 수지가 골조(32)로서 사용될 수 있다. 골조(32)에 적합한 수지를 기술하는 미국 특허 제 4,529,480 호는 본원에서 참고로 인용된다.

도 2 내지 5 및 도 9에서 도시된 바와 같이, 골조(32)는 보강물(33)에 연결된다. 보강물(33)은 종이-대향면(51) 및 이 종이-대향면(51)에 반대되는 기계-대향면(52)을 갖는다. 골조(32)는 보강물(33)의 종이-

대향면(51)으로부터 외향 연장된다. 보강물(33)은 수지 골조(32)를 보강시키고 제지 공정에서 사용되는 진공 탈수기로 하여금 초기 웹(27)으로부터 물을 제거하는 기능을 적절히 수행하게 하고 초기 웹(27)으로부터 제거된 물이 제지 벨트(10)를 통과하도록 하는데 적합한 돌출된 개방 영역을 갖는다.

본원에서 사용된 '초과 적재물'이란 보강물(33)의 종이-대향면(51)으로부터 연장되는 수지 골조(32) 부분을 말한다. 도 5에서 초과 적재물 높이는 0B로서 표시된다. 더욱 특히는, 초과 적재물 높이는 골조(32)의 제 1 표면(34)(본원의 목적을 위해서는 종이측 망상조직(34a))과 보강물(33)의 종이-대향면(51) 사이의 거리에 의해 한정된다.

초기 웹(27)의 칼리퍼를 증가시킴으로써 종이의 두께와 흡수성을 증가시킬 수 있는 것으로 생각된다. 칼리퍼를 증가시키는 방법중 하나는 초과 적재물(0B) 높이를 증가시키는 것이다. 이론적으로는, 초과 적재물(0B) 높이가 커짐에 따라 더 많은 섬유가 굴절되고 굴절 도관(36)내에 누적된다. 초과 적재물 높이가 커지면 도관(36)이 초기 웹(27)의 섬유가 굴절되는 공간을 제공하는 목적을 적절하게 수행할 수 있으므로 보강물(33)이 억제되지 않고도 이러한 섬유가 재배열될 수 있다. 종래 기술에서 사용되는 초과 적재물 높이의 바람직한 범위는 미국 특허 제 5,334,289 호에 약 4밀 내지 약 30밀(0.012㎜ 내지 0.762㎜)인 것으로 기술되어 있다.

그러나, 비교적 큰 초과 적재물 높이에는 두가지 이상의 문제점이 관련되어 있다. 첫째로, 굴절 도관내로 섬유가 과도하게 굴절되고 누적됨으로써 벨트의 공기 투과도가 감소될 수 있다. 그 결과 굴절된 섬유에 진공압이 가해지면 섬유들간의 결합이 파괴되어 굴절된 섬유들이 서로 쪼개어져서 종이 기재내에 핀홀들이 생성될 수 있다. 더욱이, 굴절된 섬유중 몇 개는 진공압이 가해지면 제지 벨트(10)를 통해 '날아가 버려(blown-away)' 핀홀 생성 효과가 증대되기까지 한다. 둘째로, 핀홀이 생성됨으로써 뜨거운 건조 공기가 주로 형성된 핀홀을 통과하게 되는데, 왜냐하면 핀홀들은 건조 공기에 대한 저항력이 낮은 자연 경로이기 때문이다. 따라서, 핀홀은 중간 웹(29)의 건조를 방해하여 건조 속도를 감소시키고/시키거나 건조 비용을 증가시킨다. 결과적으로, 전체 제지 공정의 속도가 감소되거나, 예비-건조 비용이 증가한다.

이론적으로 뒷받침되어 있지는 않지만, 칼리퍼 증대를 크레이핑 작업동안에 수행할 수 있다고 생각된다. 도 1에 도시된 바와 같이, 건조 공정동안에, 웹(29)은 양키 표면(28)에 접착된 후 양키 표면(28)으로부터 독터 블레이드(30)에 의해 제거된다. 약 1000ft/분(fpm) 이상의 바람직한 양키 속도에서 효과적인 칼리퍼 생성이 일어나는 것으로 밝혀졌다. 더욱 바람직하게는, 양키 속도는 약 3500fpm 이상이다.

의외로 이러한 크레이핑 속도에서 목적하는 칼리퍼 생성을 달성할 수 있음을 발견함으로써 초과 적재물(0B) 높이를 증가시킬 필요가 없게 되었다. 본 발명에서, 초과 적재물 높이의 바람직한 범위는 약 1밀 내지 약 6.5밀(0.0254㎜ 내지 0.1651㎜)이고, 이는 종래 기술에서 기대된 것보다 훨씬 더 작은 것이다. 초과 적재물 높이의 보다 바람직한 범위는 약 2.5 내지 약 5.5밀이다. 가장 바람직한 초과 적재물 높이 범위는 약 4 내지 약 5밀이다.

큰 돔과 높은 섬유 지지도와 함께 낮은 초과 적재물 높이를 조합하는 것이 특히 유리하다는 것이 밝혀졌다. 본원에서 사용된 '큰 돔'이란 돔의 상당 부분이 종이측 망상조직(34a) 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상인 것을 말한다. 본원에서 사용된 X, Y 및 Z 방향이란 카테시안(Cartesian) 코디네이트 시스템에서 본 발명의 제지 벨트(10)(또는 벨트상에 위치된 종이 웹)에 대한 방향이다. 본원에서 사용된 카테시안 코디네이트 시스템에서, 종이-접촉면(11) 및 제지 벨트(10)의 배면(12)은 X 및 Y축에 의해 형성된 평면내에 있다. X축은 기계횡방향이고 Y축은 기계 방향이고, Z축은 X 및 Y축에 의해 한정된 평면에 수직인 방향이다. 본원에서 사용된 '상당 부분'이란 개개의 돔의 X-Y 평면의 약 40% 이상, 즉 망상조직 영역(83) 및 종이측 망상조직(34a)의 수준에서 X-Y 평면에서 측정될 때 굴절 도관(36)의 개개의 종이측 개구(42)의 약 40% 이상을 뜻한다.

돔의 X-Y 기하학적 형태는 도관(36)의 종이측 개구(42)의 기하학적 형태를 반영하기 때문에, 당해 분야의 숙련자라면 큰 돔을 갖는 종이를 제조하기 위해서는 도관(36)의 종이측 개구(42)의 상당 부분이 종이측 망상조직(34a)의 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 치수가 약 45밀 이상이어야 함을 알 수 있을 것이다. 도 8 및 10에서, 'A'라는 기호는 종이측 망상조직(34a)의 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 개구(42)의 치수를 나타낸다.

도 11 및 도 11a는 종이측 개구(42)의 상당 부분이 종이측 망상조직(34a)의 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상이어야 하는 요건이 의미하는 바를 예시한다. 도 11에 나비 넥타이형 종이측 개구(42)의 예가 나타나 있다. 'S1' 내지 'S18'이라는 기호는 종이측 개구(42)의 개별적인 영역들을 나타낸다. 개별적인 영역(S1 내지 S18)은 상응하는 경계선(B1 내지 B18) 및 개구(42)의 주변부에 의해 형성된다. 각 경계선(B1 내지 B18)의 길이는 45밀이다. 도 11에서 보는 바와 같이, 개별적인 영역(S1 내지 S18)의 치수중 몇몇은 45밀 미만이다. 경계선의 개수 및 각 경계선의 위치는 다수의 경계선과 개구(42)의 주변부에 의해 형성된 영역을 최대화하는 위치인 것으로 밝혀졌다. 'S'라는 기호는 경계선과 종이측 개구(42)의 주변부에 의해 형성된 영역이 개구(42)의 전체 영역으로부터 감해짐으로써 생성된 개구(42) 부분을 나타낸다. 도 11에서, 영역(S)의 주변부는 점선에 의해 표시된다. 본 발명에 따라서, S는 개구(42)의 상당 부분을 포함해야 한다.

도 11a에 다이아몬드형 종이측 개구(42)의 예가 나타나 있다. 도 11에 나타낸 것과 유사하게, 'S21', 'S22', 'S23' 및 'S24'라는 기호는 각각 45밀인, 경계선(B21, B22, B23 및 B24)과 개구(42) 주변부에 의해 형성된 종이측 개구(42)의 개개 영역 또는 부분을 나타낸다. 'S^*'라는 기호는 경계선(B21 내지 B24)과 종이측 개구(42)의 주변부를 한정하는 선에 의해 형성된 개구(42) 영역이 개구(42)의 전체 영역으로부터 감해짐으로써 생성된 개구(42) 부분을 나타낸다. 본 발명에 따르면, S^*는 상당 부분의 개구(42)를 포함해야 한다.

경계선과 개구(42)의 주변부에 의해 형성된 영역 또는 영역들의 합은 경계선과 개구(42)의 주변부에 의해 형성된 개별적인 영역의 산술적인 합과 같거나 그보다 작다는 사실이 중요하다. 도 11은 경계선(B1 내지 B18) 및 주변부에 의해서 형성된 영역의 합이 개별적인 영역(S1 내지 S18)의 합보다 작음을 보여준다. 도 11a는 경계선(B21 내지 B24) 및 개구(42)의 주변부에 의해서 형성된 영역이 개별적인 영역(S21 내지

S24)의 합보다 작음을 보여준다.

도 11 및 11a에 도시된 실시태양은 단지 예일 뿐이며 본 발명을 제한하고자 함이 아니라는 것을 알아야 한다. 종이측 개구(42)는 타원형, 다각형, 파상형 등을 포함하나 여기에만 국한되지는 않는 다양한 형태를 가질 수 있고, 개구(42)의 상당 부분이 X-Y 평면에서 측정된 임의의 치수가 45밀 이상이도록 하는 방법과 동일한 방법을 적용할 수 있다. 도 11 및 도 11a는 개구(42)의 상당 부분이 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 45밀 이상이도록 하는 방법을 단지 개략적으로 예시할 뿐이다. 도 11 및 11a는 개구(42)의 실제 크기, 경계선의 길이 및 위치, 및 경계선(들)과 개구(42)의 주변부에 의해 측정된 영역을 측정하는데 사용되어서는 안된다.

섬유가 굴절 도관(36)내로 굴절될 때 돔이 형성된다. 섬유가 굴절 도관(36)내로 굴절될 때 물이 초기 웹(27)으로부터 제거되고 굴절 도관(36)을 통과하기 시작한다. 물이 제거됨으로써 초기 웹(27)내에서의 섬유 이동성(mobility)이 감소된다. 섬유 이동성의 감소로 인해서 섬유는 굴절되고 재배열된 후 제자리에 고정된다. 예를 들면 차등 유체 압력을 초기 웹(27)에 가함으로써 섬유를 굴절 도관(36)내로 굴절시킬 수 있다. 차등 압력을 가하는 방법중 바람직한 방법은 굴절 도관(36)을 통해 초기 웹(27)을 진공에 노출시키는 것이다. 도 1에는 진공 박스(24)를 사용함이 도시되어 있다. 임의로, 공기압 형태의 정압(positive pressure)을 사용할 수 있다.

이론적으로 뒷받침되어 있지는 않지만, 초기 웹(27)내에서의 섬유의 재배열은 일반적으로 섬유 길이를 포함하는 많은 인자에 따른 두가지 모델중 하나로 일어날 수 있다고 생각된다. 보다 긴 섬유의 자유 말단은 단지 도관(36)내로 구부러지지만 반대쪽 말단은 망상조직 표면 영역내에서 억제된다. 도 6에 도시된 바와 같이, 보다 긴 섬유의 자유 말단은 보강물(33)에 도달하지 않고서 굴절 도관(36)의 영역에서 함께 결합될 수 있다. 또는 도 7에서 도시된 바와 같이, 보다 긴 섬유의 중간 부분은 완전히 굴절되지 않고 도관(36)내로 구부러진다. 따라서 굴절 도관(36)의 '연결'이 일어난다. 한편으로는, 도 8에 도시된 바와 같이, 섬유(우세하게는 보다 작은 섬유)는 실제로 도관(36)내로 충분히 굴절되며 보강물(33)과 접촉한다.

전술된 바와 같이, 본 발명에서, 굴절 도관(36)의 종이측 개구(42)의 상당 부분은 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45밀 이상이다. 도 8에 도시된 바와 같이, 이 크기는 거의 모든 굴절된 섬유를 굴절 도관(36)내로 완전히 굴절시킨다. 본 발명자들은 임의의 특정 이론에 의해 뒷받침되어 있지는 않지만 낮은 초과 적재물 높이 및 높은 섬유 지지도를 제공하고, 섬유를 도관(36)내로 완전히 굴절시킴으로써, 다른 방법에 의해 형성된 돔을 갖는 종이에 비해 보다 큰 칼리퍼를 제공하고 두께를 개선시키며 완성된 종이 제품의 강도를 향상시킨다고 생각한다.

보강물(33)은 본 발명의 제지 벨트의 주요 요소중 하나이다. 보강물(33)은 수지 골조(32)을 보강시키고 제지 공정에서 사용되는 진공 탈수기로 하여금 부분적으로 형성된 종이 웹으로부터 물을 제거하는 기능을 적절히 수행하게 하고 종이 웹으로부터 제거된 물이 제지 벨트(10)를 통과하도록 하는데 적합한 돌출된 개방 영역을 갖는다. 따라서, 보강물(33)은 공기 및 물과 같은 유체에 대한 투과성이 높아야 한다. '투과성이 높다'란 것은 보강물(33)이 압력차가 100 파스칼일 때 그의 표면 $1ft^2$에 대해 약 $800ft^3$/분(cfm) 이상의 공기 투과도를 가져야 한다는 것을 의미한다. 본 발명의 보강물(33)의 공기 투과도는 바람직하게는, 압력차가 100 파스칼일 때 그의 표면 $1ft^2$에 대해 약 900 내지 약 1100 cfm이다. 더욱 바람직하게는, 본 발명의 보강물(33)의 공기 투과도는 압력차가 100 파스칼일 때 그의 표면 $1ft^2$에 대해 약 950 내지 약 1050 cfm이다. 가장 바람직하게는, 본 발명의 보강물(33)의 공기 투과도는 압력차가 100 파스칼일 때 그의 표면 $1ft^2$에 대해 약 1000 cfm이다.

이와 동시에 본 발명의 보강물(33)은 또한 굴절 도관(36)내로 완전 굴절된 섬유를 벨트(10)내로 불려 들어가지 않게 지지하는 중요한 기능을 갖는다. 따라서, 본 발명의 보강물(33)에 의해 제공되는 높은 섬유 지지도는 매우 중요하다. '높은 섬유 지지도'란 본 발명의 보강물(33)이 약 75 이상의 섬유 지지 지수를 가짐을 뜻한다. 본원에서 사용된 용어인 섬유 지지 지수(또는 FSI)는 본원에서 참고로 인용되고 본원에 부록 1로서 첨부된 베란, 로버트 엘(Beran, Robert L.)의 문헌['The Evaluation and Selection of Forming Fabrics', Tappi/April 1979, Vol.62, No.4]에 정의되어 있다. 바람직하게는 본 발명의 보강물은 85 이상의 FSI를 갖는다. 더욱 바람직하게는 90보다 큰 FSI를 갖는다.

보강물(33)은 임의의 개수의 상이한 형태를 가질 수 있다. 이는 직조 요소, 부직 요소, 스크린, 네트(net), 스크림(scrim), 또는 다수의 구멍을 갖는 밴드(band) 또는 플레이트(plate)를 포함할 수 있다. 바람직하게는, 보강물(33)은 직조 요소를 포함하고, 더욱 특히는 본원에서 참고로 인용된 문헌인 미국 특허 제 5,334,289 호에 개시된 바와 같은 유공성 직조 요소를 포함한다. 더욱 바람직하게는, 보강물은 서로에 대해 실질적으로 평행하고 타이 얀에 의해 마주보게 접촉되어 상호연결된 인터위브된 얀의 제 1 층 및 인터위브된 얀의 제 2 층을 포함한다. 제 1 층과 제 2 층은 개별적으로 다수의 기계횡방향 얀과 인터위브된 다수의 기계방향 얀을 포함한다. 이러한 유형의 보강물(33)은 도 5a에 도시되어 있다. 1994년 6월 2일자로 스텔제스(Stelljes) 등의 명의로 출원되고 1995년 9월 12일자로 Batch No. P13으로 허여된 미국 특허원 제 08/254,387 호는 본원에서 적합한 보강물(33)을 예시하는데 참고로 인용되어 있다. 미국 특허원 제 08/254,387 호에 따르면, 제 1 층에 대향하는 웹은 종이-대향면(51)의 상부 평면내에 있는 제 1 층의 각 얀의 상부 부동 중심(dead center) 길이(longitude)가 종이-대향면(51)의 상부 평면으로부터의 얀 직경의 1.5배 이상 연장되지 않도록, 바람직하게는 얀 직경의 1.0배 이상 연장되지 않도록 하고, 이러한 얀이 제 1 층과 제 2 층을 상호연결하는 타이 얀이 아닌 경우에는 모든 위치에서 종이-대향면(51)의 얀 직경의 1.0 또는 1.5배 이내에 있도록 직조되어 있다.

본 발명의 보강물(33)로서는 직조 요소가 바람직하지만, 본 발명에 따른 제지 벨트(10)를, 본원에서 참고로 인용되고 더 프록터 앤드 갬블 캄파니에게 양도된, 1995년 2월 15일자로 트로칸 등의 명의로 출원된, 'Method Of Applying A Curable Resin To A Substrate For Use In Papermaking'이라는 명칭의 미국 특허원 제 08/391,372 호; 1994년 6월 29일자로 트로칸 등의 명의로 출원되고 1995년 8월 22일자로 허여된, 'Paper Structures Having At Least Three Regions Disposed At Different Elevations, and Apparatus

And Process For Making The Same'이라는 명칭의 미국 특허원 제 08/268,213 호; 1995년 6월 5일자로 트로칸 등의 명의로 출원된, 'Web Patterning Apparatus Comprising A Felt Layer And A Photosensitive Resin Layer'이라는 명칭의 미국 특허원 제 08/461,832 호에 기술된 보강물과 같은 펠트를 사용하여 제조할 수 있다.

종이

본 발명에서 사용하기에 유용한 제지 섬유는 통상적으로 목재 펄프 섬유라고 공지된 셀룰로스 섬유이다. 연질 목재(나자식물 또는 침엽수) 및 경질 목재(피자식물 또는 낙엽수)로부터 유도된 섬유를 본 발명에서 사용한다. 바람직하게는, 연질 목재 섬유 대 경질 목재 섬유의 중량비가 약 25/75이다. 섬유를 제조하는데 사용되는 목재의 종류는 중요하지 않다. 다양한 목재 펄프 섬유외에도, 면 린터, 레이온 및 버개스(bagasse)와 같은 기타 셀룰로스 섬유를 본 발명에서 사용할 수 있다. 폴리에스테르 및 폴리올레핀 섬유와 같은 합성 섬유를 사용할 수도 있다.

도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 본 발명의 개선된 완성된 종이 웹(80)은 두 개의 불연속적 영역인 망상조직 영역(83)과 돔 영역(84)을 가짐을 특징으로 한다. 망상조직 영역(83)은 제지 벨트(10)의 제 1 표면(34)의 종이측 망상조직(34a)에 상응하며 그 위에서 형성된다. 망상조직 영역(83)은 비-랜덤한 반복 패턴을 갖는 본질적으로 연속적이고 거시적으로 평평한 영역이다. 이 망상조직 영역은 본질적으로 균일한 물성을 갖는 본질적으로 끊어지지 않은 그물과 유사한 패턴을 하나이상 형성하는 본질적으로 단절되지 않은 선 시스템을 포함하기 때문에 '연속적'이라고 일컬어진다. 이러한 패턴내의 단절은 바람직하지 않기는 하지만 허용되기 때문에 이러한 패턴을 '본질적으로' 연속적이라고 일컫는다. 종이 웹(80)이 전체적으로 평평한 형상으로 놓여있을 때 망상조직 영역(83)의 상부 표면(즉 돔의 돌출부와 동일한 종이 웹면에 놓인 표면)이 본질적으로 평평하기 때문에 이 영역은 '거시적으로 평평한'이라고 기술된다. 절대적으로 평평한 상태보다 덜 평평해진 망상조직 영역은 바람직하지는 않지만 허용은 되기 때문에 '본질적으로' 평평하다고 일컬어진다.

돔 영역(84)은 망상조직 영역(83) 전체에 걸쳐 분산되어 있는 다수의 돔을 포함한다. 본질적으로 각 개개의 돔은 망상조직 영역(83)에 의해 둘러싸여져 있고 서로 분리되어 있다. 돔은 비-랜덤 반복 패턴으로 분포되어 있다. 바람직하게는 이러한 반복 패턴은 양방향 지그재그 배열을 포함한다. 각 돔의 상당 부분은 망상조직 영역(83)의 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 약 45 밀이상이다. 종이 웹(80)의 평면(또는 X-Y 평면)에서, 돔의 형태는 망상조직 영역(83)에 의해 한정된다. 즉, X-Y 평면내의 돔의 형태는 굴절 도관(36)의 종이측 개구(45)의 형상에 의해 한정된다.

X-Y 평면내의 돔의 형태는 원형, 타원형, 6변 이하의 다각형, 나비 넥타이형, 파상형 등일수 있으나, 여기에만 국한되는 것은 아니다. 바람직하게는, 돔은 나비 넥타이형, 다이아몬드형 등과 같은 폐쇄된 형태일 수 있다. 도 9a는 나비 넥타이형 돔을 갖는 종이 웹(80)의 일부(본질적으로는 굴절 도관(36)의 개구(42))의 X-Y 기하학적 형태의 예를 개략적으로 보여준다.

반복 패턴을 나타내는 종이 웹 부분(및 제 1 표면(34))만이 도 9a에 도시되어 있다. 도 9a에서, 'MD'라는 기호는 기계 방향, 즉 웹이 장치를 통과하는 흐름에 수직인 방향을 나타낸다. 'CD'라는 기호는 기계 횡방향, 즉 X-Y 평면내에서 기계 방향에 수직인 방향을 나타낸다. 바람직하게는, 도 9a에 도시된 양방향 지그재그 배열 패턴으로 배향된, 종이 웹 $1in^2$ 당 약 80개 이하의 나비 넥타이형 돔이 있다. 당해 분야의 숙련자라면 돔이 나비 넥타이형 이외의 형태를 가질 경우, 돔의 개수는 위에서 지시된 것과 다를 수 있다는 것을 명백하게 알 것이다. 도 9a에 제시된 나비 넥타이 돔의 특정 디자인은 단지 하나의 예에 불과할 뿐이라는 것을 당해 분야의 숙련자라면 잘 알 수 있을 것이다. 다른 디자인의 나비 넥타이 형상을 본 발명에서 사용할 수 있을 뿐만 아니라 나비 넥타이형이 아닌 다른 디자인을 사용할 수도 있다. 돔의 특정 형태에는 원형, 타원형, 6변 이하의 다각형, 나비 넥타이형, 파상형 등이 포함되나 여기에만 국한되는 것은 아니다.

본 발명의 종이(80)의 망상조직 영역(83)은 돔 영역(84)에 비해 높은 밀도(중량/단위부피)를 갖는다. 밀도 차는 주로 섬유가 굴절 도관(36)내로 굴절됨으로써 일어난다. 초기 웹(27)이 골조(32)와 결합될 때, 초기 웹(27)은 본질적으로 균일한 기본 중량을 갖는다. 굴절되는 동안에, 섬유는 자유롭게 재배열되고 인접한 종이측 망상조직(34a)의 표면으로부터 굴절 도관(36)내로 이동함으로써 종이측 망상조직(34a)의 표면위에 비교적 소량의 섬유가 생기고 굴절 도관(36)내로 완전 굴절된 섬유가 비교적 과다하게 생성된다. 몇몇 굴절된 섬유들의 경우에는 진공압이 가해지면 섬유들간의 결합이 파괴되어 이들은 '잡아당겨지고' 서로 분리된다. 이와 동시에, 진공압을 가하면 망상조직 영역(83)(즉 종이측 망상조직(34a)에 상응하는 초기 웹(27) 부분)이 종이측 망상조직(34a)의 표면위로 압축되는 반면, 돔 영역(즉 굴절 도관(36)내에 있는 초기 웹(27) 부분)은 종이측 망상조직(34a)의 표면위로 압축되지 않는다. 망상조직 영역(83)이 압축됨으로써 두 영역 사이의 밀도차가 더 커지는 경향이 있다. 또한, 망상조직 영역(83)을 양키 건조기 드럼(28)에 반해 가압시키면 망상조직(83)의 밀도가 더욱더 증가된다.

전술된 바와 같이, 벨트 보강물의 큰 돔, 낮은 초과 적재물 높이 및 높은 섬유 지지도가 조합됨으로써 본 발명의 종이의 핀홀 개수가 감소된다. 약 11밀 내지 약 17밀의 칼리퍼를 갖고 약 65%의 돔 영역을 갖는 종이 웹의 경우, 돔 영역내의 핀홀의 개수는 후술될 방법에 의해 측정시 종이 웹 $100in^2$당 7500개 이하의 핀홀을 갖는다. 바람직하게는, 핀홀의 개수는 종이 웹 $100in^2$당 5000개 이하이다.

2in의 직경을 갖는 원형 프세서(presser) 풋(foot)을 사용하여 $95g/in^2$하에서 종이 웹의 칼리퍼를 측정한다. 일시 정지 시간은 3초이다. 팬실바니아주 필라델피아 소재의 트윙-알버트 인스트루먼트 캄파니(Thwing-Albert Instrument Company)에 의해 제조된 트윙-알버트 씩크니스 테스터(Thwing-Albert Thickness Tester) 모델 89-100을 사용하여 칼리퍼를 측정할 수 있다. TAPPI 온도 및 습도 조건하에서 칼리퍼를 측정한다. 완성된 종이 웹의 칼리퍼는 바람직하게는 9밀 내지 30밀이다. 더욱 바람직하게는, 칼리퍼는 11밀 내지 30밀이다. 가장 바람직하게는 완성된 종이 웹의 칼리퍼는 12밀 내지 14밀이다.

분석 방법

핀홀 생성

종이 웹 표본내의 핀홀을 규명하고 계수하고 특징짓는 분석 방법에서는, 4MB 이상의 RAM 매쓰-코프로세서(math-coprocessor) 및 256가지 그레이 색조를 나타낼 수 있는 모니터를 갖는 매킨토시(Macintosh) 컴퓨터를 데스크스캔(DeskScan) 소프트웨어 버전 1.5.2 또는 보다 최신 버전을 사용한 광학 스캐너 HP 스캔젯(ScanJet) IIp 전 페이지 스케너와 함께 사용할 수 있다. 8MB RAM 및 이오메가 익스터널 리무버블 카트리지 드라이브(Iomega External Removable Cartridge Drive)를 갖는 매킨토시 쿼드라(Quadra) 800이 바람직하다. 애플(Apple) 고해상도(High Resolution) 칼라 모니터인 모델 M1212(또는 보다 높은 해상도를 갖는 모델)를 사용할 수 있다. 적합한 소프트웨어는 마이크로소프트 엑셀(Microsoft Excel), 버전 4.0 또는 보다 최신 버전이며 워싱톤 디 씨 소재의 네셔널 인스티튜트 오브 헬쓰(National Institute of Health)로부터 시판되는 이미지(Image) 버전 1.45, 및 퀵키스(QuicKeys) 2v 2.1이다.

완성된 종이 웹(80)의 모롤(parent roll)은 그의 종방향 축을 따라 약 5개의 동일한 부분으로 나누어진다. 통상적으로, 동일한 장치에서 동시에 제조된 두 개의 모롤이 시험에 사용된다. 각 모롤의 각각의 5개 부분으로부터 무작위적으로 선택된 하나이상의 종이 웹 샘플을 시험한다. 따라서, 10개의 종이 웹 샘플을 통상적으로 시험한다.

웹 샘플을 검은 바탕 판지 아래 광학 스캐너의 유리위에 올려놓는다. 스캐너를 통한 이미지는 디지탈화되고 컴퓨터 모니터상에 2차원적으로 나타난다. 설정된 밝기(brightness)는 106이고, 콘트라스트(Contrast)는 178이고 스케일링(Scaling)은 200이다. 인쇄 경로(Print Path)는 100도트/in로 설정된다. 스캐닝 크기는 약 10in^{2}이다. 샘플을 픽셀(pixel)로 구성된 이미지 파일로서 컴퓨터에 스캐닝시킨다. '픽셀'이란 컴퓨터에서 생성되는 가장 작은 개별적인 디지탈화된 화상 요소이다. 약 0.0001in^{2}의 픽셀이 사용된다.

도 12는 컴퓨터 스크린에서 볼 수 있는, 핀홀을 갖는 종이 웹 샘플의 디지탈화된 이미지를 나타낸다. 이미지 파일은 특정 조건에 따른 이미지내의 각 핀홀을 규명하고 측정하는 이미지 분석 절차에 의해 처리된다. 본원에서 기술된 샘플의 경우, 254의 그레이 수준의 역치값은 핀홀 감지에 알맞는 것으로 밝혀졌다. 마크로(macro)는 254 그레이 값을 갖는 것으로 '의심되는' 모든 핀홀들을 선택적으로 측정한다. 이어서, 발견된 각 핀홀의 크기를 나열하는 데이터 파일을 생성시킨다. 이어서 마이크로소프트 엑셀을 사용하여 모든 발견된 핀홀의 크기, 개수 및 분포와 관련된 데이터를 표로 만든다. 부록 2는 핀홀 분석 결과를 나타낸다. 부록 2에서 보는 바와 같이, 핀홀을 분석하면 핀홀의 개수뿐만 아니라 핀홀의 크기에 따른 핀홀의 분포, 단일 핀홀의 평균 크기 및 기타 관련 데이터들을 평가할 수 있다.

도 12는 두 개의 상이한 벨트를 사용하여 제조한 종이 웹 샘플의 디지탈화된 이미지를 나타낸다. 이미지 A는 높은 초과 적재물 높이(OB는 약 7.5밀이다)을 갖는 제지 벨트를 사용하여 제조한 샘플의 이미지이다. 이미지 B는 본 발명에 따른 낮은 초과 적재물 높이(OB가 4.9밀이다)을 갖는 제지 벨트를 사용하여 제조한 샘플의 이미지이다. 돔 크기 및 섬유 지지 지수와 같은 두 개의 벨트의 기타 특성은 거의 같다. 도 12에 도시된 두 개의 샘플을 관찰하여 비교해본 결과 본 발명의 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 종이 웹(이미지 A)이 보다 높은 초과 적재물 높이를 갖는 제지 벨트를 사용하여 제조한 종이 웹(이미지 B)에 비해서 훨씬 적은 개수의 핀홀을 갖는 것을 알 수 있다.

부록 2에 수록된 분석 데이터를 보고 상기 관찰 평가를 확신할 수 있다. 부록 2에서, 다이아그램 A는 약 7.5밀의 높은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조된 샘플에 관한 데이터를 나타낸다. 다이아그램 B는 약 4.9밀의 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조된 샘플에 관한 데이터를 나타낸다. 부록 2가 보여주는 바와 같이, 높은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 샘플의 핀홀의 개수는 11325개/100in^2(다이아그램 A)이다. 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 샘플의 핀홀의 개수는 1592개/100in^2(다이아그램 B)이다.

부록 2에서 보는 바와 같이, 본 발명의 낮은 초과 적재물 높이로 인해서 핀홀의 개수라는 측면에서 뿐만 아니라 핀홀의 크기라는 측면에서도 핀홀 생성이 개선된다. 예를 들면, 다이아그램 A에서 나타내어진 바와 같이, 높은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 샘플에서, 약 1개의 픽셀의 영역을 갖는 핀홀의 평균 개수는 5852개이지만 약 20개 이상의 픽셀의 영역을 갖는 핀홀의 평균 개수는 51개이다. 다이아그램 B에 도시된 바와 같이, 본 발명의 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트를 사용하여 제조한 샘플의 경우, 위의 경우에 상응하는 개수는 각각 1084개 및 1개이다.

하기 예를 제한 목적이 아닌 예시 목적으로 제시한다.

[표 I]

보강물의 종류	섬유 지지 지수	초과 적재물 높이(밀)	벨트 공기 투과도(cfm)	망상조직 영역(%)	캘린더링되지 않은 칼리퍼(밀)	100in^{2}당 핀홀의 개수	핀홀 영역(밀^2/100in^2)
PVT-533	94	7.5	487	40	23.5	9,646	654,484
PVT-533	94	2.9	477	40	19.0	2,671	121,631
PVT-543	94	3.1	453	35	17.9	2,045	86,377
PVT-543	94	4.9	494	35	20.5	2,284	100,101

동일한 섬유 지지 지수 및 비교적 유사한 공기 투과도를 갖는 벨트를 공장 제조 조건하에서 시험하였다. 표 I에서 보는 바와 같이, 2.9 밀, 3.1밀 및 4.9밀의 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트(표 I의 두 번째, 세 번째 및 네 번째 줄)와 관련된 핀홀 개수는 7.5밀의 높은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트(표 1의

첫 번째 줄)와 관련된 핀홀 개수보다 훨씬 더 작다.

이와 동시에, 비교적 유사한 초과 적재물 높이를 갖지만 상이한 비율의 망상조직 영역/돔 영역을 갖는 벨트(표 I의 두 번째 및 세 번째 줄)를 비교하면 보다 작은 망상조직 영역(35%)을 갖는(따라서 보다 큰 돔 영역(65%)을 갖는) 벨트와 관련된 핀홀 개수가 보다 큰 망상조직 영역(40%)을 갖는(따라서 보다 작은 돔 영역(60%)을 갖는) 벨트와 관련된 핀홀 개수보다 적다는 것을 알 수 있다.

[표 II]

보강물의 종류	섬유 지지 지수	초과 적재물 높이(밀)	벨트 공기 투과도(cfm)	망상조직 영역(%)	캘린더링되지 않은 칼리퍼(밀)	$100in^2$당 핀홀의 개수	핀홀 영역(밀^2/$100in^2$)
HMT-502	69	11.4	488	40	20.8	10,134	584,128
HMT-502	69	7.8	479	40	18.4	5,395	260,584
HMT-502	69	3.9	532	40	15.6	1,101	42,908
PVT-543	94	11.3	485	40	18.7	1,767	69,693
PVT-543	94	9.1	425	40	17.9	3,514	142,039
PVT-543	94	4.0	463	40	13.5	139	4,490

표 II는 유사한 조건하에서 시험 공장에서의 몇 개의 벨트를 시험한 결과를 나타낸다. 표 II에서 보는 바와 같이, 핀홀 개수에서 가장 좋은 결과(1,101 및 139)는 3.9밀 및 4.0밀의 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 벨트(표 II의 세 번째 및 여섯 번째 줄)를 사용하였을 때 달성되었다. 낮은 초과 적재물 높이를 갖는 두 개의 벨트들 사이에서는, 94의 보다 큰 섬유 지지 지수를 갖는 벨트(표 II의 여섯 번째 줄)를 사용할 경우 더 좋은 핀홀 생성 결과가 달성되었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

종이-접촉면 및 이 종이 접촉면과 반대되는 배면;

800cfm 이상의 공기 투과도 및 75 이상의 섬유 지지 지수(Fiber Support Index)를 갖는, 종이-대향면 및 이 종이-대향면과 반대되는 기계-대향면을 갖는 보강물(reinforcing structure); 및

상기 보강물에 결합되고 보강물의 상기 종이-대향면으로부터 6.5 밀이하로 외향 연장되어 본질적으로 연속적인 망상조직(network)을 이루는 골조(framework)를 포함하는 제지 벨트로서,

상기 골조는 상기 제지 벨트의 상기 종이-접촉면을 한정하는 제 1 표면, 이 제 1 표면과 반대되는 제 2 표면, 및 제 1 표면과 제 2 표면 사이에서 연장되는 굴절 도관(deflection conduit)을 갖고, 상기 제 1 표면은 종이측(paper-side) 망상조직 및 종이측 개구를 포함하고, 상기 제 2 표면은 배면 망상조직 및 배면 개구를 포함하고, 각 종이측 개구의 상당 부분이 상기 종이측 망상조직 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 45밀 이상이며, 상기 종이측 개구 및 배면 개구가 굴절 도관을 한정하는 제지 벨트.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

보강물이 다수의 기계횡방향 얀(yarn)과 인터위브(interweave)된 다수의 기계방향 얀을 포함하고, 바람직하게는 인터위브된 얀의 제 1 층 및 인터위브된 얀의 제 2 층을 포함하고, 이 제 1 층과 제 2 층은 실질적으로 서로 평행하고 타이 얀(tie yarn)에 의해 마주보게 접촉되어 상호연결됨을 특징으로 하는 제지 벨트.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

보강물이 펠트를 포함함을 특징으로 하는 제지 벨트.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항중 어느 한 항에 있어서,

종이측 개구가 비-랜덤한 반복 패턴, 바람직하게는 양방향 지그재그 배열을 포함하는 비-랜덤한 반복 패턴으로 상기 제 1 표면내에 위치됨을 특징으로 하는 제지 벨트.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

각 종이측 개구가 폐쇄된 형상을 가짐을 특징으로 하는 제지 벨트.

청구항 6

제 4 항 또는 제 5 항에 있어서,

굴절 도관의 양이 80개/in^2 이하임을 특징으로 하는 제지 벨트.

청구항 7

종이-접촉면 및 이 종이 접촉면과 반대되는 배면;

800cfm 이상의 공기 투과도 및 75 이상의 섬유 지지 지수를 갖는, 종이-대향면 및 이 종이-대향면과 반대되는 기계-대향면을 갖는 보강물; 및

상기 보강물에 결합되고 보강물의 상기 종이-대향면으로부터 6.5 밀이하로 외향 연장된 골조를 포함하는 제지 벨트로서,

상기 골조는 상기 제지 벨트의 상기 종이-접촉면을 한정하는 제 1 표면, 이 제 1 표면과 반대되는 제 2 표면, 및 제 1 표면과 제 2 표면 사이에서 연장되는 굴절 도관을 갖고, 상기 제 1 표면은 종이측 망상조직 및 종이측 개구를 포함하고, 상기 제 2 표면은 배면 망상조직 및 배면 개구를 포함하고, 각 종이측 개구의 상당 부분이 상기 종이측 망상조직 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 45밀 이상이며, 상기 종이측 개구 및 배면 개구가 굴절 도관을 한정하고, 보강물이 종이-대향면의 얀 직경의 1.5배 이내의 상부 부동 중심(dead center) 길이(longitude)를 갖는 다수의 인터위브된 얀의 제 1 층 및 다수의 인터위브된 얀의 제 2 층을 포함하고, 이 제 1 층과 제 2 층은 서로 실질적으로 평행하고 타이 얀에 의해서 마주보게 접촉되어 상호연결된 제지 벨트.

청구항 8

두 개의 영역인, 본질적으로 연속적이고 본질적으로 거시적으로 평평한 망상조직 영역, 및 이 망상조직 영역 전체에 분포되어 있고 이 영역에 의해 감싸지며 이 영역에 의해 서로 분리된 불연속적인 돔(dome)을 포함하는 돔 영역을 포함하고, 각 돔의 상당 부분이 상기 망상조직 영역 수준에서 X-Y 평면에서 측정된 각 치수가 45밀 이상이고, 상기 망상조직 영역의 밀도가 상기 돔 영역의 밀도보다 더 큰 종이 웹.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

돔이 반복 패턴, 바람직하게는 양방향 지그재그 배열을 포함하는 반복 패턴으로 분포되고, 더욱 바람직하게는 실질적으로 각각의 돔의 주변부가 폐쇄된 형상을 이룸을 특징으로 하는 종이 웹.

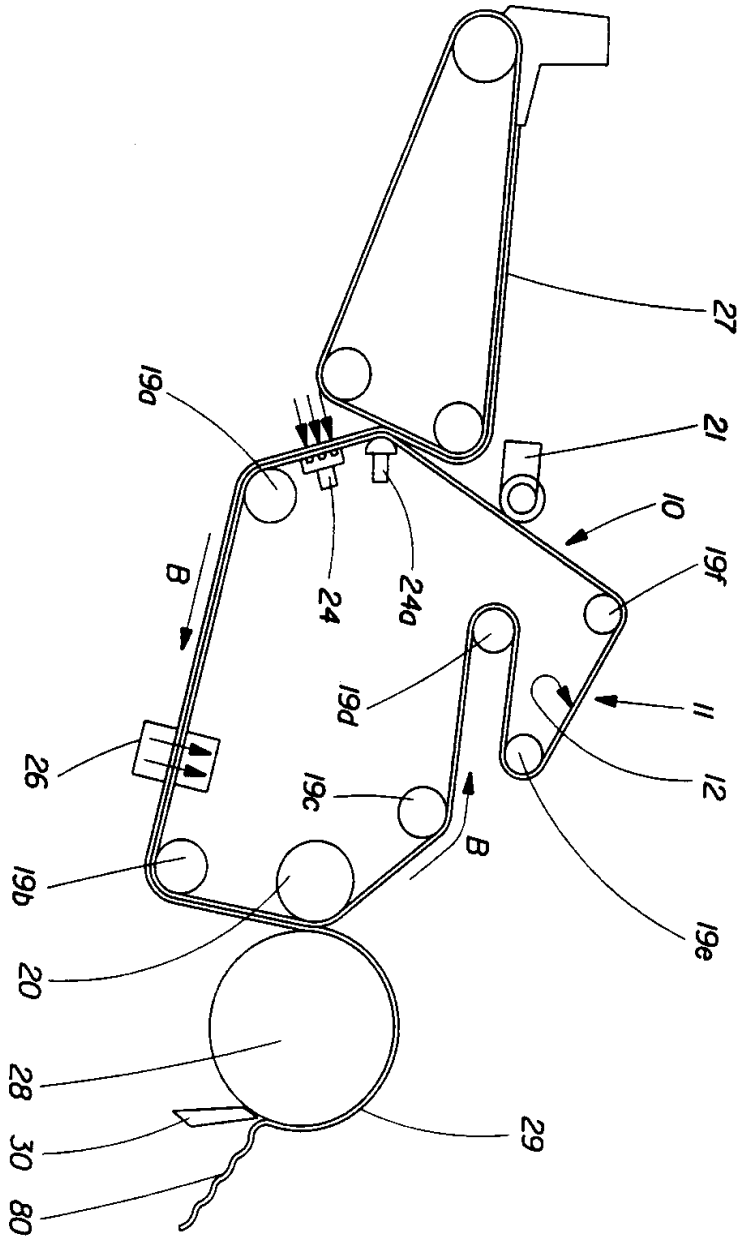
청구항 10

제 9 항에 있어서,

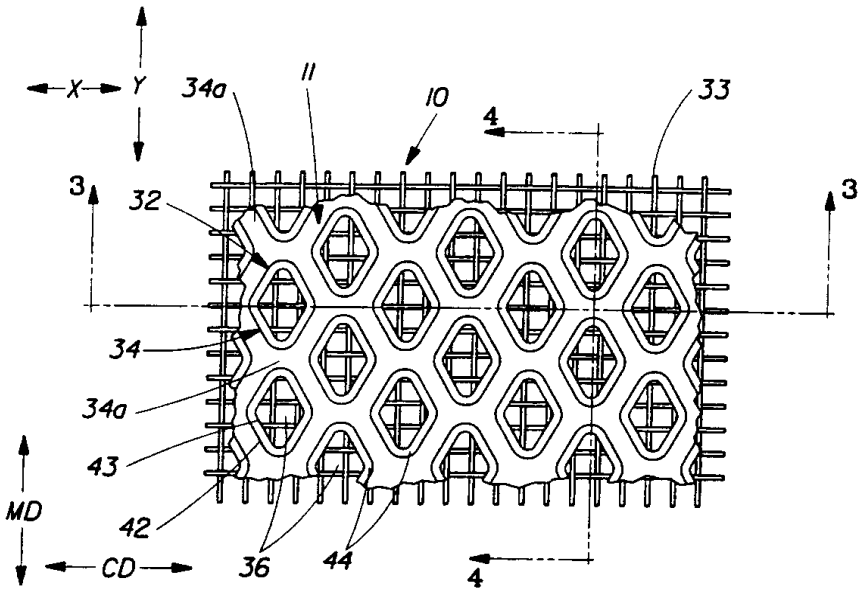
돔의 양이 종이 웹 1in^2 당 80개 이하이고, 폐쇄된 형상이 바람직하게는 나비 넥타이형을 포함함을 특징으로 하는 종이 웹.

도면

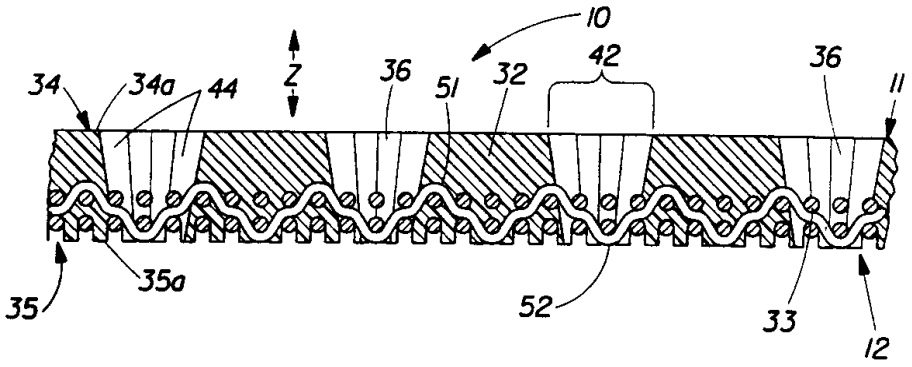
도면1



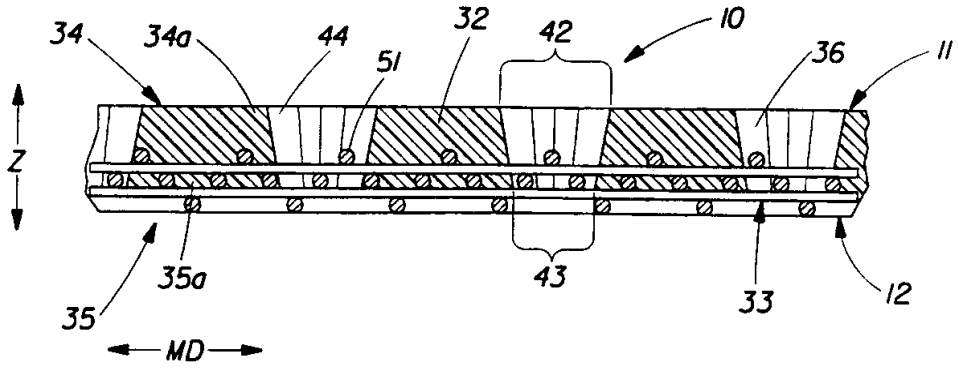
도면2


X
Y
34a
11
10
33
4
3
32
3
34
34a
43
MD
42
CD
36
44
4

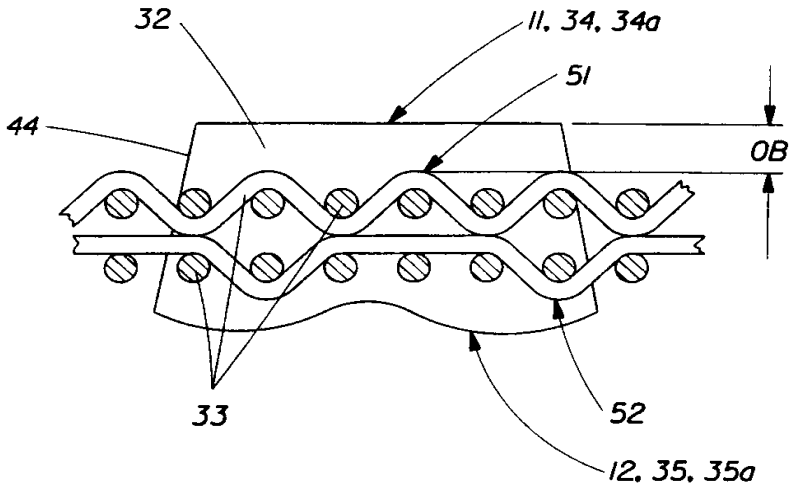
도면3


10
Z
34
34a
44
36
51
32
42
36
11
35
35a
52
33
12

도면4


34
34a
44
32
42
10
51
36
11
Z
35a
43
33
12
35
MD

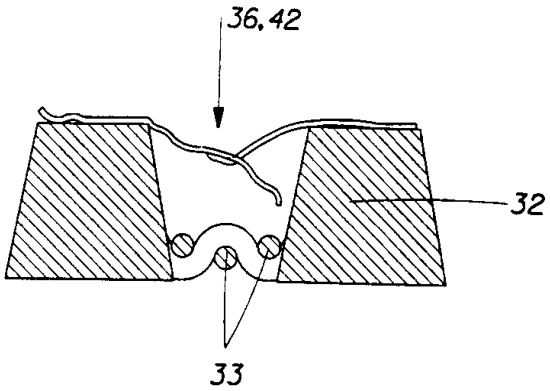
도면5



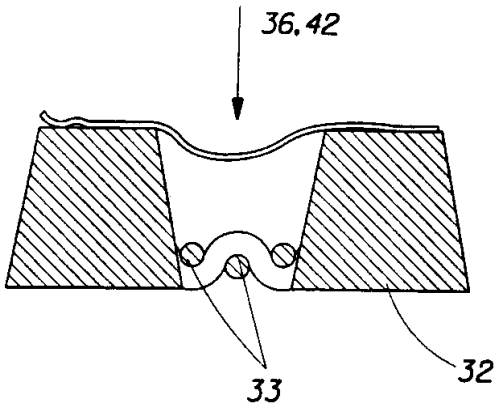
도면5a



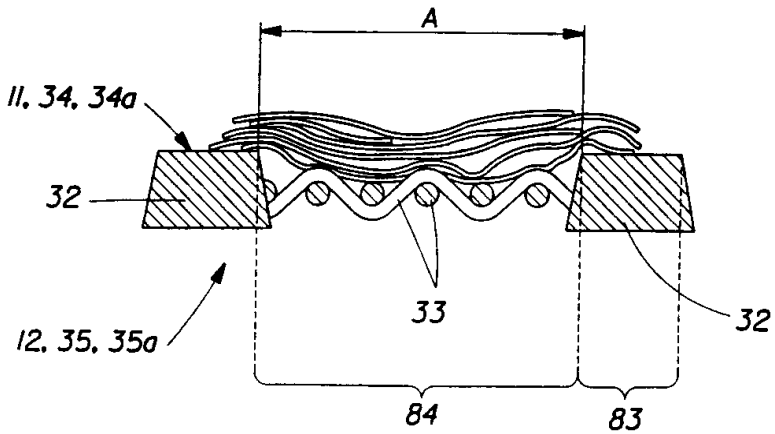
도면6



도면7



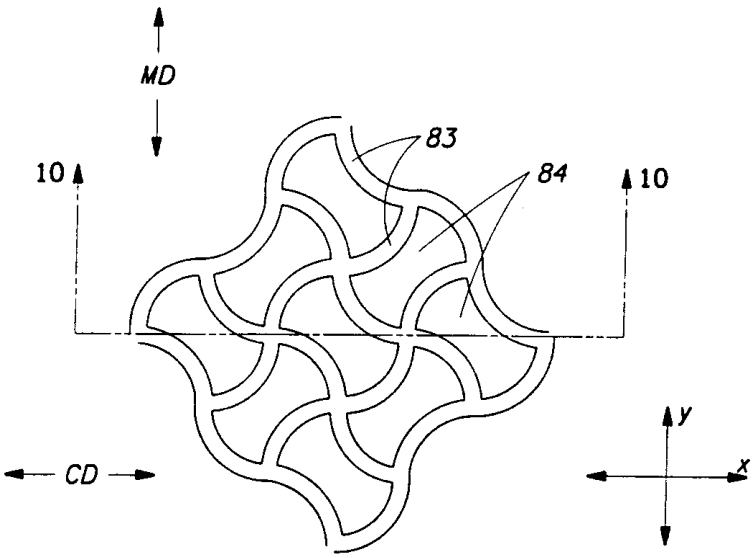
도면8



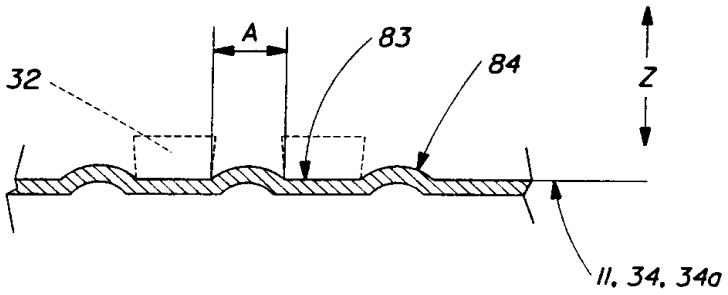
도면9



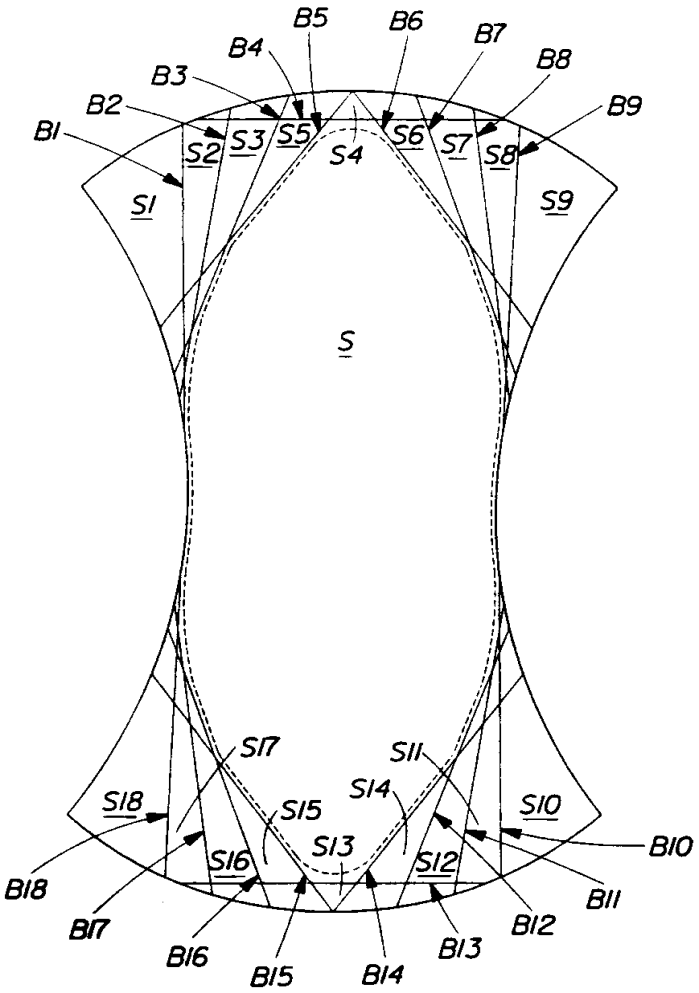
도면9a



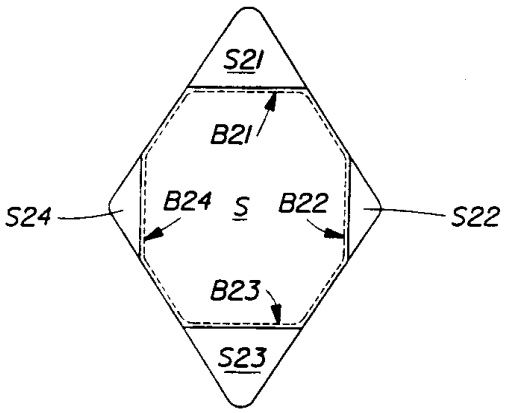
도면10



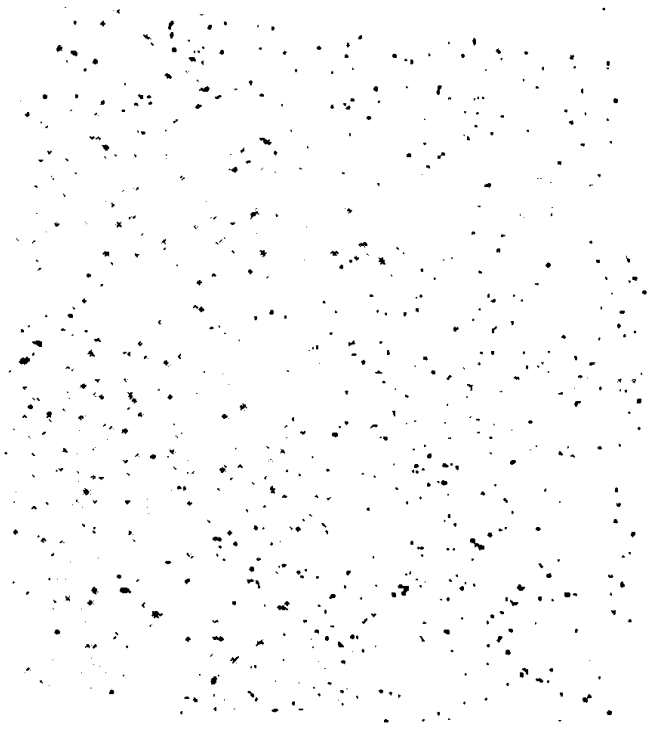
도면11


B5
B6
B7
B4
B8
B3
B9
B2
B1
S3
S5
S6
S7
S2
S4
S8
S1
S9
S
S17
S11
S14
S18
S15
S10
B10
S16
S13
S12
B18
B11
B17
B12
B16
B13
B15
B14

도면11a


S21
B21
B24
S
B22
S24
S22
B23
S23

도면12a



도면12b

