



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년12월27일
(11) 등록번호 10-2343857
(24) 등록일자 2021년12월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D21F 1/00 (2006.01) D21F 11/00 (2006.01)
D21F 7/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
D21F 1/0036 (2013.01)
D21F 11/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7009949
(22) 출원일자(국제) 2015년09월25일
심사청구일자 2019년09월23일
(85) 번역문제출일자 2017년04월12일
(65) 공개번호 10-2017-0058392
(43) 공개일자 2017년05월26일
(86) 국제출원번호 PCT/US2015/052128
(87) 국제공개번호 WO 2016/049405
국제공개일자 2016년03월31일
(30) 우선권주장
62/055,367 2014년09월25일 미국(US)
62/222,480 2015년09월23일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020110086798 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 11 항

(73) 특허권자
알바니 인터내셔널 코퍼레이션
미국 03867 뉴 햄프셔 에어포트 드라이브 로체스터 216
(72) 발명자
이글스 다나
미국 위스콘신 54914 애플턴 폭스 런 2953
헨슨 로버트
미국 미시간 49445 노쓰 머스키건 웨스트 길스 로드 4919
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

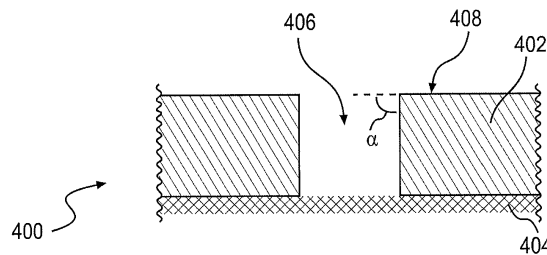
심사관 : 이병걸

(54) 발명의 명칭 **티슈 제조 공정에서 크레이핑 및 구조화를 위한 다층 벨트**

(57) 요약

티슈 제조 공정에서 셀룰로오스 웹을 크레이핑 또는 구조화하기 위하여 사용될 수 있는 다층 벨트 구조체가 개시된다. 상기 다층 벨트 구조체는 상기 벨트의 상부 표면에서 다양한 형상 및 크기의 개구부들을 형성하는 것을 가능하게 하면서도, 여전히 티슈 제조 공정에서 요구되는 강도, 내구성, 및 유연성을 갖는 구조체를 제공할 수 있다.

대표도 - 도4a



(52) CPC특허분류

D21F 7/083 (2013.01)

(72) 발명자

칼손 요나스

스웨덴 팔켄베리 에스-311 45 스트란드바겐 26

자인 마니시

미국 뉴욕 13077 호머 펀데일 레인 14

아가르왈 드루브

미국 뉴욕 13045 코틀랜드 홀리데이 드라이브 1

(56) 선행기술조사문헌

JP2012502200 A

KR101550647 B1

JP03096127 B1

JP03162382 B1

JP03822053 B1

JP05777874 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

티슈 제조 공정에서 웹(web)을 크레이핑 또는 구조화하기 위한 투과성 벨트(permeable belt)로서, 상기 투과성 벨트는,

압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 상기 제1 층은 초기 티슈 웹(nascent tissue web)이 그 위에 퇴적되는 상기 투과성 벨트의 제1 표면을 제공하며, 또한 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 복수 개의 개구부는 상기 제1 표면의 평면위에 적어도 0.1 mm^2 의 평균 단면적을 갖는 제1 층; 및

상기 제1 층을 관통하여 연장하는 상기 복수 개의 개구부를 폐쇄하는 계면에서 상기 제1 층에 부착된 제2 층으로서, 상기 제2 층은 상기 투과성 벨트의 제2 표면을 형성하며, 또한 상기 제2 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 갖는 제2 층을 포함하며,

상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제2 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적이 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제1 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적보다 더 작으며,

상기 제2 층은 부직층(nonwoven layer)인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

티슈 제조 공정에서 웹을 크레이핑 또는 구조화하기 위한 투과성 벨트로서, 상기 투과성 벨트는,

압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 상기 제1 층은 상기 투과성 벨트의 제1 표면을 제공하며, 또한 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 제1 표면은 (i) 10% 내지 65%의 접촉 면적을 제공하며, 및 (ii) $10/\text{cm}^2$ 내지 $80/\text{cm}^2$ 의 개구부 밀도를 가는 제1 층; 및

상기 제1 층을 관통하여 연장하는 상기 복수 개의 개구부를 폐쇄하는 계면에서 상기 제1 층에 부착된 제2 층으로서, 상기 제2 층은 상기 투과성 벨트의 제2 표면을 형성하며, 또한 상기 제2 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 갖는 제2 층을 포함하며,

상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제2 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적이 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제1 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적보다 더 작으며,

상기 제2 층이 압출된 폴리머 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

제1항에 있어서, 상기 제1 층이 압출된 폴리머 층이고, 및 상기 제2 층이 압출된 폴리머 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 33

티슈 제조 공정에서 웹(web)을 크레이핑 또는 구조화하기 위한 투과성 벨트로서, 상기 투과성 벨트는,

압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 상기 제1 층은 초기 티슈 웹(nascent tissue web)이 그 위에 퇴적되는 상기 투과성 벨트의 제1 표면을 제공하며, 또한 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 복수 개의 개구부는 상기 제1 표면의 평면위에 적어도 0.1 mm^2 의 평균 단면적을 갖는 제1 층; 및

상기 제1 층을 관통하여 연장하는 상기 복수 개의 개구부를 폐쇄하는 계면에서 상기 제1 층에 부착된 제2 층으로서, 상기 제2 층은 상기 투과성 벨트의 제2 표면을 형성하며, 또한 상기 제2 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 갖는 제2 층을 포함하며,

상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제2 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적이 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 인접하는 상기 제1 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적보다 더 작으며,

상기 제1 표면은 0.5 내지 2의 마찰 계수를 갖는 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 34

제33항에 있어서, 상기 제1 표면은 0.7 내지 1.3의 마찰 계수를 갖는 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 35

삭제

청구항 36

제32항에 있어서, 상기 제1 층이 폴리우레탄으로 형성된 단일체 층(monolithic layer)이고, 및 상기 제2 층이 열가소성 폴리머로 형성된 단일체 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 37

제36항에 있어서, 상기 제1 층이 폴리우레탄으로 형성된 단일체 층이고, 및 상기 제2 층이 폴리에틸렌 테레프탈레이트로 형성된 단일체 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 38

제36항에 있어서, 상기 제1 층이 폴리우레탄으로 형성된 단일체 층이고, 및 상기 제2 층이 HYTREL[®]로 형성된 단일체 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 39

제1항에 있어서, 상기 제2 층이 MD사들(MD yarns)의 배열(array)을 포함하는 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 40

제1항에 있어서, 상기 제2 층이 아라미드 섬유, 폴리에스테르, 및 폴리아미드로 이루어진 군에서 선택된 폴리머 재료를 포함하는 부직층(nonwoven layer)인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

삭제

청구항 51

제23항에 있어서, 상기 제1 층이 폴리우레탄으로 형성된 단일체 층이고, 및 상기 제2 층이 열가소성 폴리머로 형성된 단일체 층인 것을 특징으로 하는 투과성 벨트.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 관련 출원의 상호 참조
- [0002] 본 출원은 2014년 9월 25일에 출원한 미국 가출원 일련번호 62/055,367 및 2015년 9월 23일에 출원한 미국 가출원 일련번호 62/222,480에 대하여 우선권의 이익을 주장한다. 상기 출원들의 전문이 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다.
- [0003] 참조에 의한 통합
- [0004] 본 명세서에서 언급된 모든 특허들, 특허출원들, 문서들, 참조문헌들, 제조업자의 지시서, 설명서, 제품 사양서, 임의의 제품들에 대한 제품 시트들은 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다.
- [0005] 기술 분야
- [0006] 티슈 제품의 생산에서 사용되는 무한 포(endless fabrics) 및 벨트, 특히 산업용 포. "본 명세서"에서 사용되는 티슈는 또한 안면용 티슈(facial tissue), 목욕 티슈(bath tissue) 및 타월을 또한 의미한다.

배경 기술

- [0007] 티슈 및 타월과 같은 티슈 제품을 제조하기 위한 공정은 잘 알려져 있다. 안면용 티슈, 목욕 티슈 및 티슈 타월 천과 같은 부드럽고, 흡수성 일회용 티슈 제품은 현대적인 산업화 사회에서의 현대 생활의 널리 퍼져있는 특징이다. 그러한 제품을 제조하기 위한 수많은 방법이 존재하며, 일반적인 말로 말하면, 이들의 제조는 티슈 제조기의 성형 구간(forming section)에서 셀룰로오스 섬유상 웹(cellulosic fibrous web)을 성형하는 것으로 시작한다. 섬유상 슬러리, 즉 셀룰로오스 섬유들의 수성 분산액을 티슈 제조기의 성형 구간에서 이동 성형 포(moving forming fabric) 위에 퇴적시킴으로써 셀룰로오스 섬유상 웹이 성형된다. 많은 양의 물이 슬러리로부터 성형 포를 통과해서 배수되며, 성형 포의 표면에 셀룰로오스 섬유상 웹을 남긴다. 셀룰로오스 섬유상 웹의 추가적인 공정 및 건조는 두 개의 잘 알려진 방법중의 적어도 하나를 사용하여 일반적으로 진행된다.
- [0008] 이들 방법은 습식 프레스(wet-pressing) 및 건조(drying)로 보통 지칭된다. 습식 프레스에서, 새로 성형된 셀룰로오스 섬유상 웹은 프레스 포(press fabric)로 옮겨져서, 성형 구간으로부터 적어도 하나의 프레스 닙(press nip)을 포함하는 프레스 구간(press section)으로 진행된다. 셀룰로오스 섬유상 웹은 프레스 포에 의하여 지지되어, 또는, 종종 그러하듯이, 두 개의 그러한 프레스 포 사이에서 프레스 닙(들)을 통과한다. 프레스 닙(들)에서, 셀룰로오스 섬유상 웹은 압축력을 받는데, 이 압축력은 그로부터 물을 짜낸다. 물은 프레스 포 또는 포들에 의하여 수용되며, 이상적으로는, 셀룰로오스 섬유상 웹 또는 티슈로 되돌아가지는 않는다.
- [0009] 프레스 이후, 티슈는, 예를 들면, 프레스 포에 의하여 가열된 회전 양키 건조기 실린더(rotating Yankee dryer cylinder)로 이송되며, 이에 의하여 티슈를 실린더 표면 위에서 실질적으로 건조하게 한다. 양키 건조기 실린더 표면 위에 놓일 때의 상기 웹 내의 수분이 상기 웹을 상기 표면 위에 부착하게 하며, 티슈 및 타월 타입 제품의 생산에 있어서, 상기 웹은 전형적으로 크레이핑 블레이드(creping blade)로 상기 건조기 표면으로부터 크레이프된다. 크레이프된 웹은, 예를 들면, 캘린더 통과에 의하여 후속 가공될 수 있으며, 또한 후속 전환 작업(further converting operations) 이전에 권취될 수 있다. 티슈에 대한 크레이핑 블레이드의 작용은, 상기 웹이 상기 블레이드 안으로 밀어넣어 지고 있을 때, 상기 웹에 대한 상기 블레이드의 기계적 스매싱 작용에 의하여 티슈 내부의 섬유간 결합(interfiber bond)들이 파괴되도록 하는 것으로 알려져 있다. 그러나, 상기 웹으로부터 수분을 건조하는 동안 상당히 강한 섬유간 결합들이 셀룰로오스 섬유들 사이에서 형성된다. 이들 결합의 강도는, 심지어 전통적인 크레이핑 이후에도, 상기 웹이 감지되는 느낌의 정도(perceived feeling of hardness), 상당히 높은 밀도, 및 낮은 부피(bulk) 및 물 흡수성을 유지하도록 한다. 상기 습식 프레스 방법에

의하여 형성되는 섬유간 결합의 강도를 감소시키기 위하여, 통기 건조(Through Air Drying: "TAD")가 사용될 수 있다. TAD 공정에서, 새로 성형된 셀룰로오스 섬유상 웹이 진공 또는 흡입(suction)에 의하여 발생한 공기 흐름에 의하여 TAD 포(TAD fabric)로 이송되며, 상기 공기 흐름은 상기 웹의 방향을 바꾸게 하고, 상기 웹이, 적어도 부분적으로, TAD 포의 지형(topography)에 순응되도록 한다. 상기 이송점으로부터 하류에서, TAD 포 위에서 운반되는 상기 웹은 통기 건조기(Through-Air-Dryer)를 관통하여 그리고 그 둘레로 통과하며, 상기 통기 건조기에서 상기 웹을 향하며 TAD 포를 관통하는 가열 공기의 흐름이 소망하는 정도로 상기 웹을 건조한다. 최종적으로, 통기 건조기로부터 하류에서, 상기 웹은 후속 및 완전한 건조를 위하여 양기 건조기의 표면으로 이송될 수 있다. 그 후 완전히 건조된 웹이 닥터 블레이드로 양기 건조기의 표면으로부터 제거되며, 상기 닥터 블레이드는 상기 웹을 단축(foreshorten)하거나 또는 크레이프하며, 이에 의하여 그의 부피(bulk)를 더욱 증가시킨다. 그 후 단축된 웹은, 소비자에게 수송하고 소비자가 구매하기 적당한 형태로 패키징하는 것을 포함하는, 후속 공정을 위하여 롤 위에 권취된다.

[0010] 위에서 언급한 바와 같이, 부피(bulk) 티슈 제품을 제조하는 많은 방법이 존재하며, 상술한 것은 상기 방법들의 몇몇이 공유하는 일반적인 단계들의 요약으로 이해되어야 한다. 또한, TAD 유닛 및 TAD 공정에 관련된 고에너지 비용없이 "TAD 유사한(TAD-like)" 티슈 또는 타월 제품 성질을 달성하고자 하는, 통기 건조 공정에 대한 대안 공정들이 존재한다.

[0011] 부피(bulk), 흡수성(absorbency), 강도, 부드러움(softness), 및 심미적 외관의 성질은 많은 제품들이 이들의 의도하는 목적에 사용되는 경우, 특히 섬유상 셀룰로오스 제품이 안면용 또는 화장실용 티슈 또는 타월인 경우 중요하다. 티슈 제조기에서 이들 특징을 갖는 티슈 제품을 생산하기 위하여, 시트 접착 표면이 지형적 변화(topographical variation)를 나타내도록 종종 구성되는 직포(woven fabric)가 사용될 것이다. 이들 지형적 변화는 그 포의 표면에서의 제직사 스트랜드들 사이의 평면 차이(plane difference)로 종종 측정된다. 예를 들면, 평면 차이는 용기된 위사 또는 경사 스트랜드(raised weft or warp yarn strand) 사이의 높이 차이로서 또는 포 표면의 평면에서의 기계 방향(MD) 너클 및 교차 기계 방향(CD) 너클 사이의 높이 차이로 전형적으로 측정된다.

[0012] 위에서 언급한 몇몇 티슈 제조 공정에서, 수성 초기 웹(aqueous nascent web)은 하나 이상의 성형 포(forming fabrics)를 사용하여 셀룰로오스 함유 퍼니시(cellulose content furnish)로부터 성형 구간에서 초기에 성형된다. 상기 성형되고 부분적으로 탈수된 웹을 하나 이상의 프레스 닙 및 하나 이상의 프레스 포를 포함하는 프레스 구간으로 이송된 후, 상기 웹은 상기 닙에서 인가된 압축력에 의하여 더 탈수된다. 몇몇 티슈 제조기에서, 이 프레스 탈수 단계 이후에, 형상(shape) 또는 3차원 텍스처(texture)가 상기 웹에 부여되며, 상기 웹은 그 때문에 의하여 구조화 시트(structured sheet)로 지칭된다. 상기 웹에 형상을 부여하는 하나의 방식은 상기 웹이 아직 반고체, 성형(molding)가능한 상태에 있는 동안 크레이핑 작업을 사용하는 것을 포함한다. 크레이핑 작업은 벨트 또는 구조화 포(structuring fabric)와 같은 크레이핑 구조체(creping structure)를 사용하며, 크레이핑 작업은 크레이핑 닙에서 압력하에서 일어나며, 상기 웹은 상기 닙에서 크레이핑 구조체 내의 개구부안으로 밀어 넣어진다. 크레이핑 작업 이후에, 상기 웹을 크레이핑 구조체 내의 개구부안으로 더 끌어당기기 위하여 진공이 또한 사용될 수 있다. 상기 형상화 작업(들)(shaping operation(s))이 완료된 후, 상기 웹은, 예를 들면, 양기 건조기와 같은 잘 알려진 장비를 사용하여 건조하여 임의의 바람직하지 않은 잔류수를 실질적으로 제거한다.

[0013] 본 기술분야에서 다양한 구조의 구조화 포 및 벨트가 알려져 있다. 티슈 제조 공정에서 크레이핑을 위하여 사용될 수 있는 벨트 및 구조화 포의 구체적인 예가 미국 특허 번호 제7,815,768호 및 미국 특허 번호 제8,454,800호에서 볼 수 있으며, 이들은 참조에 의하여 그 전문이 본 명세서에 통합된다.

[0014] 구조화 포 또는 벨트는 이들을 크레이핑 작업에 사용하는데 도움이 되는 많은 성질을 갖는다. 특히, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 같은 폴리머 재료로부터 만들어진 구조화 직포(woven structuring fabrics)는 강하고, 치수안정성이며, 조직 패턴 및 공간 때문에 3차원 텍스처를 가지며, MD 사 및 CD 사(yarns)가 서로 약간 이동할 수 있는 사실때문에 유연성이 있어서 상기 직포는 직포 주행 거리상의 임의의 불규칙성에도 순응(conform)할 수 있다. 따라서 포는 티슈 제조기에서 사용하는 동안의 응력 및 힘을 견뎌낼 수 있는 강하고도 유연한 크레이핑 구조체를 제공할 수 있다. 형상화 동안 그 안으로 상기 웹이 끌어 당겨지는 구조화 포의 개구부는 제직사(woven yarn)들 사이의 공간으로 형성될 수 있다. 더 구체적으로, 기계 방향(MD) 및 교차 기계 방향(CD) 모두에서 특정한 소망하는 패턴으로 제직사들의 "너클들(knuckles)" 또는 교차점들(crossovers)이 존재하므로 상기 개구부는 3차원 방식으로 형성될 수 있다. 따라서, 구조화 포를 위하여 구성될 수 있는 개구부에는 내재적으로 한정된 종류가 존재한다. 게다가, 포가 사들로 구성되는 제직 구조체라는 바로 그 성질이 형성될 수 있는 개구부의 최대 크기 및 가능한 형상을 효과적으로 제한한다. 따라서, 구조화 직포가 강도, 내구성 및 유연성의 측면에서 티슈

제조 공정에서 크레이핑에 구조적으로 아주 적합하지만, 구조화 직포를 사용하는 경우 달성할 수 있는 타입의 티슈 제조 웹으로의 형상화에는 제한이 존재한다. 그 결과, 크레이핑 작업을 위하여 직포를 사용하여 제조되는 티슈 또는 타월 제품에서 더 큰 두께(caliper) 및 더 큰 부드러움(softness)을 동시에 달성할 수 있는 데에는 한계가 존재한다.

[0015] 구조화 직포에 대한 하나의 대안으로서, 압출된 폴리머 벨트 구조체(extruded polymeric belt structure)가 크레이핑 작업에서 웹 성형 표면으로서 사용될 수 있다. 다양한 크기 및 다양한 형상의 개구부(또는 구멍 또는 공극)가, 예를 들면, 레이저 드릴링, 기계적 펀칭, 엠보싱, 성형(molding), 또는 본 목적에 적합한 임의의 다른 적합한 수단에 의하여 이들 압출된 폴리머 구조체(extruded polymeric structures) 내에 형성될 수 있다.

[0016] 그러나, 상기 개구부를 형성하는 데 있어서 압출된 폴리머 벨트 구조체로부터 재료를 제거하는 것은 벨트의 내구성뿐만 아니라 강도, 및 MD 신장과 크리프 모두에 대한 저항성을 감소시키는 효과를 갖는다. 따라서, 압출된 폴리머 벨트가 티슈 제조 크레이핑 공정에서 여전히 실행가능하게 하면서도 압출된 폴리머 벨트 내에 형성될 수 있는 개구부의 크기 및/또는 밀도에는 실제적인 한계가 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0017] 크레이핑 벨트 또는 포에 대한 하나의 요구 사항은 티슈 또는 타월 제품의 웹에서의 셀룰로오스 함유가 크레이핑 낚에서 크레이핑 벨트의 개구부를 통과하는 것을 실질적으로 방지하도록 하는 구조로 되어야 하는 것이다. 그 결과, 두께(caliper), 강도 및 외관과 같은 시트 성질은 최적값보다 적을 것이다.

과제의 해결 수단

[0018] 다양한 구현예에 따르면, 티슈 제조 공정에서 웹(web)을 크레이핑 및 구조화하기 위한 다층 벨트(multilayer belt)가 기술된다. 상기 벨트는 또한 "통기 건조"(TAD), 에너지 효율적이고 기술적으로 진보된 건조(Energy Efficient Technologically Advanced Drying: "eTAD"), 진보된 티슈 성형 시스템(Advanced Tissue Molding Systems: "ATMOS"), 및 새로운 티슈 기술(New Tissue Technology: "NTT")과 같은 다른 티슈 제조 공정에서도 사용될 수 있다.

[0019] 상기 벨트는 압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 부분적으로 탈수된 초기 티슈 웹이 그 위에 퇴적되는 상기 벨트의 제1 표면을 제공하는 제1 층을 포함한다. 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 복수 개의 개구부는 상기 제1 표면, 또는 시트 접촉 표면의 평면 위에 적어도 약 0.1 mm²의 평균 단면적을 갖는다. 상기 벨트는 또한 상기 제1 층에 부착된 제2 층으로서, 상기 벨트의 제2 표면을 형성하는 제2 층을 적어도 포함한다. 상기 제2 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 계면에 이웃하는 상기 제2 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적이 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 이웃하는 상기 제1 층의 상기 복수 개의 개구부의 단면적보다 더 작다.

[0020] 또한, 대안적인 구현예에서, 상기 제1 층에서의 상기 개구부들의 직경은, 상기 두 층 사이의 계면에서, 상기 제2 층에서의 상기 개구부들의 직경과 같거나 더 작을 수 있다.

[0021] 다른 구현예에 따르면, TAD, eTAD, ATMOS, 또는 NTT 공정을 통하여 티슈 웹을 구조화하거나, 또는 티슈 제조 크레이핑 공정에서 웹을 크레이핑하고 구조화하기 위한 다층 벨트가 기술된다. 상기 벨트는 압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 상기 벨트의 제1 표면을 제공하는 제1 층을 포함한다. 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 복수 개의 개구부는 적어도 약 0.5 mm³의 부피를 갖는다. 제2 층은 계면에서 상기 제1 층에 부착되며, 상기 제2 층은 상기 벨트의 제2 표면을 제공하며, 또한 상기 제2 층은 적어도 약 200 CFM의 투과도를 갖는 직포로부터 형성된다.

[0022] 추가적인 구현예에 따르면, 다층 벨트가 티슈 제조 공정에서 웹을 크레이핑 및/또는 구조화하기 위하여 제공된다. 상기 벨트는 압출된 폴리머 재료로부터 형성된 제1 층으로서, 상기 벨트의 제1 표면을 제공하는 제1 층을 포함한다. 상기 제1 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 가지며, 상기 제1 표면은 (i) 약 10% 내지 약 65%의 접촉 면적을 제공하며, 및 (ii) 약 10/cm² 내지 약 80/cm²의 개구부 밀도를 갖는다. 제2층은 상기 제1 층에 부착되며, 상기 제2 층은 상기 벨트의 제2 표면을 형성하며, 또한 상기 제2 층은 이를 관통하여 연장하는 복수 개의 개구부를 갖는다. 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 계면에 이웃하는 상기 제2 층의 상기 복수

개의 개구부의 단면적은 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이의 상기 계면에 이웃하는 상기 제1 층의 표면에서의 상기 복수 개의 개구부의 단면적보다 더 작다. 몇몇 구현예에서, 제2 층의 개구부들의 크기는 제1 층의 개구부들의 크기와 같다. 다른 구현예들에서, 제2 층의 개구부들의 크기는 제1 층의 개구부들의 크기보다 크다. 특정한 구현예들에서, 제1 층과 제2 층 사이의 개구부들의 상기 비는 1이다. 다른 구현예들에서, 상기 비는 1보다 크다. 또 다른 구현예들에서, 상기 비는 1보다 작다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 크레이핑 벨트를 갖는 티슈 또는 타월 제조기 구조의 모식도이다.
- 도 2는 도 1에 보인 티슈 제조기의 습식 프레스 이송 및 벨트 크레이핑 구간을 도시한 모식도이다.
- 도 3은 두 개의 TAD 유닛을 갖는 대안적인 티슈 제조기 구조의 모식도이다.
- 도 4a는 하나의 구현예에 따른 다층 크레이핑 벨트의 일부분의 단면도이다.
- 도 4b는 도 4a에 도시된 부분의 상면도이다.
- 도 5a는 하나의 구현예에 따른 압출된 상부층에서의 복수 개의 개구부의 평면도를 도시한다.
- 도 5b는 하나의 구현예에 따른 압출된 상부층에서의 복수 개의 개구부의 평면도를 도시한다.
- 도 6은 도 5a 및 도 5b에 도시된 개구부들의 하나의 단면도를 도시한다.
- 도 7a는 본 발명의 다른 구현예에 따른 다층 크레이핑 벨트의 일부분의 단면도이다.
- 도 7b는 도 7a에 도시된 부분의 상면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 여기에서 기술되는 것은 티슈 제조 공정에서 사용될 수 있는 벨트의 구현예이다. 특히, 상기 벨트는, 예를 들면, TAD, eTAD, ATMOS, 또는 NTT 공정, 또는 벨트 크레이핑 공정에서 티슈 또는 타월 웹에게 텍스처 또는 구조를 부여하는 데 사용될 수 있으며, 상기 벨트는 다층 구조를 갖는다.
- [0025] 본 명세서에서 사용되는 용어 "티슈 또는 타월"은 주성분으로서 셀룰로오스를 갖는 임의의 티슈 또는 타월 제품을 포괄한다. 이는, 예를 들면, 페이퍼 타월, 화장실용 페이퍼, 안면용 티슈 등으로 마케팅되는 제품을 포함할 것이다. 이들 제품을 생산하는 데 사용되는 퍼니시(furnish)는 버진 펄프 또는 재생(이차) 셀룰로오스 섬유, 또는 셀룰로오스 섬유를 포함하는 섬유 믹스를 포함할 수 있다. 목질 섬유(wood fiber)는, 예를 들면, 낙엽수 또는 침엽수로부터 얻어진 것들을 포함하며, 이는 북부 및 남부 연목 크라프트 섬유와 같은 연목 섬유(softwood fiber), 및 유칼립투스, 단풍 나무, 자작 나무, 사시 나무 등과 같은 경목 섬유(hardwood fiber)를 포함한다. "퍼니시" 등과 같은 용어는 티슈 제품을 제조하기 위하여 셀룰로오스 섬유, 및 선택적으로 습식 강도 수지(wet strength resin), 탈접착제(debonder) 등을 포함하는 수성 조성물을 지칭한다.
- [0026] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 티슈 제조 공정에서 성형되고(formed), 탈수되고, 텍스처화되고(구조화되고), 최종 제품으로 크레이핑되고 건조되는 초기 섬유 및 액체 혼합물(initial fiber and liquid mixture)은 "웹" 및/또는 "초기 웹(nascent web)"으로 지칭될 것이다.
- [0027] 상기 용어 "기계 방향(machine-direction)"(MD) 및 "교차 기계 방향(cross machine-direction)"(CD)은 본 기술 분야에서의 이들이 잘 이해되는 의미에 따라 사용된다. 즉, 벨트 또는 크레이핑 구조체의 MD는 상기 벨트 또는 크레이핑 구조체가 티슈 제조 공정에서 이동하는 방향을 지칭하며, 반면에 CD는 상기 벨트 또는 크레이핑 구조체의 MD에 수직인 방향을 지칭한다. 유사하게, 티슈 제품을 참조하는 경우, 상기 티슈 제품의 MD는 티슈 제조 공정에서 상기 티슈 제품이 이동하는 상기 티슈 제품 위에서의 방향을 지칭하고, 반면에 CD는 상기 티슈 제품의 MD에 수직인 상기 티슈 제품 위에서의 방향을 지칭한다.
- [0028] 본 명세서에서 지칭되는 "개구부"는 개구부, 구멍 또는 공극을 포함하며, 이들은 다양한 크기 및 다양한 형상일 수 있으며, 이들은 또한 상기 벨트의 상기 압출된 폴리머 구조체로, 예를 들면 레이저 드릴링, 기계적 펀칭, 엠보싱, 성형(molding), 또는 이 목적을 위하여 적당한 임의의 다른 수단에 의하여 형성될 수 있다.
- [0029] **티슈 제조기(Tissue Making Machines)**
- [0030] 본 명세서에서의 벨트 구현예를 이용하며 상기 티슈 제품을 제조하는 공정은 반고체 웹을 형성하기 위하여 무작

위로 분포(random distribution)하는 섬유를 갖는 티슈 제조 퍼니시를 컴팩트하게 탈수하는 단계, 및 그 후에 상기 섬유들을 재분포시키고 소망하는 성질을 갖는 티슈 제품을 달성하기 위하여 상기 웹을 형상화(텍스처)하기 위하여 벨트 크레이핑하는 단계를 수반할 수 있다. 본 공정의 이들 단계들은 다양한 구조를 갖는 티슈 제조기에 있어서 실행될 수 있다. 그러한 티슈 제조기의 두 개의 비제한적인 예가 아래에 뒤따른다.

[0031] 도 1은 티슈 제조기(200)의 제1 예를 보인다. 티슈 제조기(200)는 크레이핑 작업이 실행되는 프레스 구간(100)을 포함하는 세 개의 포 루프 기계(three-fabric loop machine)이다. 프레스 구간(100)의 상류는 성형 구간(202)이며, 티슈 제조기(200)의 경우에, 이는 본 기술 분야에서 초승달 성형기(Crescent Former)라고 지칭된다. 성형 구간(202)은 헤드박스(204)를 포함하며, 이는 롤(208 및 210)들에 의하여 지지되는 성형포(206) 위에 퍼니시를 퇴적하며, 이에 의하여 티슈 웹을 초기에 성형한다. 성형 구간(202)은 또한 성형 롤(212)을 포함하며, 이는 프레스 포(102)를 지지하여서 웹(116)이 또한 프레스 포(102) 위에 직접적으로 형성된다. 프레스 포 주행로(214)는 슈 프레스 구간(216)으로 연장하며, 여기에서 축축한 웹이 백킹 롤(backing roll: 108) 위에 퇴적되며, 웹(116)이 백킹 롤(108)로 이송되는 것과 동시에 습식 프레스(wet-pressed)된다.

[0032] 상기 티슈 제조기(200)의 구조에 대한 하나의 대안에는 초승달 성형기 구간(202) 대신에 쌍둥이포(twin-fabric) 성형 구간을 포함한다. 그러한 구조에서, 쌍둥이포 성형 구간의 하류에서, 그러한 티슈 제조기의 나머지 성분들은 상기 티슈 제조기(200)의 그것과 유사한 방식으로 구성되고 배열될 수 있다. 쌍둥이포 성형 구간을 갖는 티슈 제조기의 한 예는 미국 특허 출원 공개번호 2010/0186913에서 볼 수 있다. 티슈 제조기에서 사용될 수 있는 대안적인 성형 구간의 또 다른 예는 C-랩 쌍둥이포 성형기(C-wrap twin fabric former), S-랩 쌍둥이포 성형기(S-wrap twin fabric former), 또는 흡입 브레스트 롤 성형기(suction breast roll former)를 포함한다. 본 기술분야의 통상적인 기술자들은 이들, 또는 또 다른 대안적인 성형 구간이 어떻게 티슈 제조기로 통합될 수 있는지 인식할 것이다.

[0033] 웹(116)은 벨트 크레이핑 닙(120)에서 크레이핑 벨트(112) 위로 이송되며, 그 후, 아래에서 더 자세하게 설명되는 바와 같이, 진공 박스(114)에 의해 진공이걸릴 것이다. 이 크레이핑 작업 이후, 웹(116)은 다른 프레스 닙(216)에서 양키 건조기(218) 위에 퇴적되며, 이때 크레이핑 접착제가 양키 표면에 스프레이 도포될 수 있다. 양키 건조기(218)로의 이송은, 예를 들면, 약 250 파운드/선형 인치(linear inch)(PLI) 내지 약 350 PLI (약 43.8 kN/meter 내지 약 61.3 kN/meter)의 압력에서 웹(116)과 양키 표면 사이에 약 4% 내지 약 40%의 가압 접촉 면적으로 일어날 수 있다. 닙(216)에서의 이송은, 예를 들면, 약 25% 내지 약 70%의 웹 컨시스턴시(web consistency)에서 일어날 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "컨시스턴시"는, 예를 들면, 본 드라이(bone dry) 기준으로 계산하여, 초기 웹(nascent web)의 고형분 백분율을 지칭하는 것에 주의하라. 몇몇 컨시스턴시에서, 웹(116)을 크레이핑 벨트(112)로부터 완전히 제거하기에 충분히 확실하게 웹(116)을 양키 건조기(218)의 표면에 접착하는 것이 때때로 어렵다. 웹(116)과 양키 건조기(218)의 표면 사이의 접착을 증가시키기 위하여, 접착제가 양키 건조기(218)의 표면에 도포될 수 있다. 접착제는 시스템의 고속 작업 및 고속 분출 충돌 공기 건조(high jet velocity impingement air drying)를 가능하게 할 수 있으며, 또한 양키 건조기(218)로부터 웹(116)의 후속 박리를 가능하게 할 수 있다. 그러한 접착제의 하나의 예는 폴리(비닐 알코올)/폴리아미드 조성물이다. 그러나, 본 기술 분야의 통상의 기술자는 웹(116)을 양키 건조기(218)로 이송하는 것을 용이하게 하기 위하여 사용될 수 있는 다양한 대안적인 접착제, 및 나아가, 접착제의 양을 인식할 것이다.

[0034] 웹(116)은 가열된 실린더인 양키 건조기(218) 위에서 양키 건조기(218) 둘레의 양키 후드에서 고속 분출 충돌 공기에 의하여 건조된다. 양키 건조기(218)가 회전함에 따라, 웹(116)이 위치(220)에서 양키 건조기(218)로부터 박리된다. 웹(116)은 그 후 테이크업 릴(take-up reel: 미도시)위에 권취될 수 있다. 상기 테이크업 릴은 웹(116)에 크레이프를 더 부여하기 위하여 정상 상태에서 양키 건조기(218) 보다 더 빨리 작동될 수 있다. 선택적으로, 크레이핑 닥터 블레이드(222)가 전통적으로 웹(116)을 건식 크레이핑(dry-crepe)하기 위하여 사용될 수 있다. 어떤 경우라도, 클리닝 닥터가 단속적인 체결(intermittent engagement)을 위하여 장착되어 양키 표면 위에 재료가 축적되는 것을 제어하기 위하여 사용될 수 있다.

[0035] 도 2는 크레이핑이 일어나는 프레스 구간(100)의 상세를 보인다. 프레스 구간(100)은 프레스 포(102), 흡입 롤(104), 프레스 슈(106), 및 백킹 롤(108)을 포함한다. 프레스 슈는 실제로 실린더 안에 장착되며, 상기 실린더는 그의 원주 위에 장착된 벨트를 가지며, 따라서 도 1에서의 롤(106)과 비슷하게 보인다. 백킹 롤(108)은 선택적으로, 예를 들면, 스팀에 의하여 가열될 수 있다. 프레스 구간(100)은 또한 크레이핑 롤(110), 크레이핑 벨트(112), 및 진공 박스(114)를 포함한다. 크레이핑 벨트(112)는 아래에서 설명되는 바와 같이 다층 벨트의 구조일 수 있다.

- [0036] 크레이핑 낚(120)에서, 웹(116)은 크레이핑 벨트(112)의 상부측 위로 이송된다. 크레이핑 낚(120)은 백킹 롤(108)과 크레이핑 벨트(112)의 사이로 정의되며, 크레이핑 벨트(112)는 크레이핑 롤(110)에 의하여 백킹 롤에 대하여 프레스된다. 크레이핑 낚(120)에서의 이러한 이송에서, 웹(116)의 셀룰로오스 섬유들은 재배치되고 배향된다. 웹(116)이 크레이핑 벨트(112) 위로 이송된 후, 아주 작은 주름들(minute folds)을 적어도 부분적으로 끌어당기기 위하여 진공 박스(114)가 사용되어 웹(116)에 흡입력을 인가할 수 있다. 인가된 흡입력은 또한 크레이핑 벨트(112)에서 개구부들 안으로 웹(116)을 끌어당기는 것을 도울 수 있으며, 이에 의하여 웹(116)을 더욱 향상화한다. 웹(116)의 이러한 향상화의 더욱 상세한 점은 이하에서 설명된다.
- [0037] 크레이핑 낚(120)은 일반적으로, 예를 들면, 약 1/8 인치 내지 약 2 인치(약 3.18 mm 내지 약 50.8 mm), 더 구체적으로는 약 0.5 내지 약 2 인치(약 12.7 mm 내지 약 50.8 mm)의 어느 곳의 벨트 크레이핑 낚 거리 또는 너비에 이른다. (비록 "너비"가 보통 사용되는 용어이지만, 상기 낚 거리는 MD에서 측정된다). 크레이핑 낚(120)에서의 낚 압력은 크레이핑 롤(110)과 백킹 롤(108) 사이의 하중으로부터 발생한다. 상기 크레이핑 압력은 일반적으로 약 20 내지 약 100 PLI (약 3.5 kN/meter 내지 약 17.5 kN/meter), 더 구체적으로, 약 40 PLI 내지 약 70 PLI (약 7 kN/meter 내지 약 12.25 kN/meter)이다. 크레이핑 낚에서의 최소 압력은 10 PLI (1.75 kN/meter) 또는 20 PLI (3.5kN/meter)일 수 있지만, 본 기술분야의 통상의 기술자는, 상업적인 기계에서, 최대 압력은 가능한 한 높을 수 있으며, 채용된 특정한 기계에 의하여만 제한을 받는 것을 인식할 것이다. 따라서, 100 PLI (17.5 kN/meter), 500 PLI (87.5 kN/meter), 또는 1000 PLI (175 kN/meter) 또는 그 이상을 초과하는 압력이 사용될 수 있다.
- [0038] 몇몇 구현예에서, 웹(116)의 섬유간 특성(interfiber characteristics)을 재구성하는 것이 바람직할 수 있지만, 다른 경우에는, 웹(116)의 평면에서만 성질에 영향을 미치는 것이 바람직할 수 있다. 크레이핑 낚 파라미터들은 다양한 방향에서 웹(116)의 섬유들의 분포에 영향을 미칠 수 있으며, 이는 MD 및 CD에서 뿐만 아니라 z 방향(즉, 웹(116)의 부피(bulk))에서의 변화를 유도하는 것을 포함한다. 어쨌든, 웹(116)이 백킹 롤(108)로부터 떨어져 이동하는 것보다 크레이핑 벨트(112)가 더 느리게 이동하는 측면에서 크레이핑 벨트(112)로부터의 이송은 고충격(high impact) 상태이며, 상당한 속도 변화가 일어난다. 이 점과 관련하여, 크레이핑 정도는 종종 크레이핑 비(creping ratio)로 지칭되며, 상기 비는 다음과 같이 계산된다:
- [0039]
$$\text{크레이핑 비}(\%) = (S_1/S_2 - 1)100$$
- [0040] 여기에서 S_1 은 백킹 롤(108)의 스피드이고, S_2 는 크레이핑 벨트(112)의 스피드이다. 전형적으로, 웹(116)은 약 5% 내지 약 60%의 비로 크레이핑된다. 실제로, 100%에 접근하거나 또는 심지어는 이를 초과하는 높은 크레이핑 정도가 채용될 수 있다.
- [0041] 도 3은 티슈 제조기(300)의 제2 예를 묘사하며, 이는 위에서 설명된 티슈 제조기(200)에 대한 대안으로서 사용될 수 있다. 티슈 제조기(300)는 통기 건조(TAD)를 위하여 구성되며, 여기에서 웹(116)을 관통하여 고온 공기를 이동시킴으로써 웹(116)으로부터 물이 실질적으로 제거된다. 도 3에 보인 바와 같이, 퍼니시가 상기 티슈 제조기(300)에서 초기에 헤드박스(302)를 통하여 공급된다. 성형포(304)와 이송포(306)가 성형롤(308)과 브레스트롤(breast roll: 310)의 사이를 통과할 때 상기 퍼니시는 성형포(304)와 이송포(306)의 사이에 형성된 낚안으로 분출(jet)되어 향하여 진다. 성형포(304)와 이송포(306)는 연속 루프로 병진 운동하며 성형롤(308)과 브레스트롤(310) 사이를 통과한 후 갈라진다(diverge). 성형포(304)로부터 분리된 후, 이송포(306) 및 웹(116)은 탈수 구역(312)을 통과하며, 여기에서 흡입 박스(314)가 웹(116) 및 이송포(306)로부터 수분을 제거하며, 이에 의하여 웹(116)의 컨시스턴시를, 예를 들면, 약 10%로부터 약 25%로 증가시킨다. 웹(116)은 그 후 통기 건조 표면(Through-Air-Drying surface: 316)으로 이송되며, 상기 표면은 본 명세서에서 설명된 다층 벨트일 수 있다. 몇몇 구현예에서, 이송 구역(320)에서의 진공 보조 박스(328)에 의하여 나타내어진 바와 같이, 웹(116)을 상기 벨트(316)로 이송하는 것을 보조하기 위하여 진공이 인가된다.
- [0042] 웹(116)을 운반하는 상기 벨트(316)는 다음에 통기 건조기(322 및 324)를 돌아 통과하며, 웹(116)의 컨시스턴시는 이에 의하여 예를 들면 약 60%로부터 약 90%로 증가한다. 상기 통기 건조기(322 및 324)를 통과한 후, 웹(116)에는 최종적인 형상 또는 텍스처가 다소간 영구적으로 부여된다. 웹(116)의 성질이 주요하게 열화되지 않고 웹(116)은 그 후 양키 건조기(326)로 이송된다. 티슈 제조기(200)와 관련하여 위에서 설명된 바와 같이, 병진하는 웹과 접촉하기 바로 이전에 이송을 용이하게 하기 위하여 접촉체가 양키 건조기(326)위에 스프레이 도포될 수 있다. 웹(116)이 약 96% 이상의 컨시스턴시에 도달한 이후, 양키 건조기(326)로부터 웹(116)을 제거하기 위하여 필요로 할 수 있기 때문에 추가적인 크레이핑 블레이드가 사용되며; 그리고 그 후 웹(116)이 릴(328)에 의하여 권취된다. 웹(116)이 양키 건조기(326)로부터 제거될 때 웹에 인가되는 크레이프를 더욱 조정하기 위하여

여 릴 스피드는 양키 건조기(326)에 대하여 상대적으로 제어될 수 있다.

[0043] 도 1 및 3에 묘사된 티슈 제조기는 단순히 본 명세서에서 설명된 벨트 구현예에서 사용될 수 있는 가능한 구조의 예일 뿐이라는 점을 다시 주의하여야 한다. 추가적인 예들은 앞에서 언급한 미국 특허 출원 공개 번호 2010/0186913호에 설명된 것들을 포함한다.

[0044] **다층 크레이핑 벨트(Multilayer Creping Belts)**

[0045] 여기에서는 위에서 설명한 것들과 같은 티슈 제조기에서 크레이핑 또는 건조 작업에 사용될 수 있는 다층 벨트의 구현예가 설명된다. 여기에서의 설명으로부터 명백해지는 바와 같이, 상기 다층 벨트의 구조는 크레이핑 작업에 특별히 적합한 많은 유리한 특성을 제공한다. 그러나, 상기 벨트가 여기에서 구조적으로 설명되는 한, 상기 벨트 구조체는, TAD, NTT, ATMOS, 또는 형상 또는 텍스처를 티슈 웹에 제공하는 임의의 성형 공정과 같은, 크레이핑 작업 이외의 응용에 사용될 수 있는 점에 주의하여야 한다.

[0046] 위에서 설명한 것들과 같은 티슈 제조기에서 만족스럽게 실행할 수 있도록 크레이핑 벨트는 다양한 성질을 갖는다. 한편으로, 크레이핑 벨트는 응력, 가해진 장력, 압축, 및 작업 도중에 크레이핑 벨트에 가해지는 정지 요소들로부터의 잠재적인 마모에 견딘다. 따라서, 크레이핑 벨트는 강하며, 즉, 특히 MD에서 (치수 안정성을 위한) 높은 탄성모듈러스를 포함한다. 다른 한편으로, 장기간 동안 고속 스피드에서 매끄럽게(고르게) 주행하기 위하여 크레이핑 벨트는 또한 유연성(flexible)이고 내구성이다. 크레이핑 벨트가 너무 취성(brittle)이면, 작업 도중 크래킹 또는 다른 파괴 현상(fracturing)에 취약해질 것이다. 강하지만 유연성인 조합이 크레이핑 벨트를 형성하는데 사용될 수 있는 잠재적인 재료를 제한한다. 즉, 상기 크레이핑 벨트 구조체는 강도, MD 및 CD 모두에서의 안정성, 내구성 및 유연성의 조합을 달성하는 능력을 갖는다.

[0047] 강하면서도 유연성인 것 이외에, 크레이핑 벨트는 이상적으로는 상기 벨트의 티슈 접촉층에서 다양한 개구부 크기 및 형상을 형성할 수 있도록 하여야 한다. 상기 크레이핑 벨트에서의 개구부는 아래에서 설명되는 바와 같이 최종 티슈 구조체에서 두께 형성 돔(caliper-producing domes)을 형성한다. 상기 크레이핑 벨트에서의 개구부는 또한 크레이핑되는 웹에, 따라서, 성형되는 티슈 제품에, 구체적인 형상, 텍스처 및 패턴을 부여하기 위하여 사용될 수 있다. 상기 벨트의 상부층의 개구부들의 다양한 크기, 밀도, 분포, 및 깊이를 사용하는 것은 다양한 시각 패턴, 부피(bulk), 및 다른 물리적 성질을 갖는 티슈 제품을 생산하는데 이용될 수 있다. 따라서, 크레이핑 벨트 표면층을 형성하는 데 사용되는 잠재적인 재료 또는 재료들의 조합은 크레이핑 작업 동안에 웹을 지지하고 텍스처링하는 데 사용되는 상기 다층 벨트의 표면층 재료에 소망하는 형상, 밀도 및 패턴으로 다양한 개구부들을 형성하는 능력을 포함한다.

[0048] 압출된 폴리머 재료(extruded polymeric material)가 다양한 개구부들을 갖는 크레이핑 벨트로 성형될 수 있으며, 따라서, 압출된 폴리머 재료는 크레이핑 벨트를 성형하는 데 사용될 수 있는 재료이다. 특히, 정밀하게 형상화된 개구부들이, 예를 들면, 레이저 드릴링 또는 커팅, 엠보싱, 및/또는 기계적 펀칭을 포함하는 다양한 기술에 의하여 압출된 폴리머 벨트 구조체에 형성될 수 있다.

[0049] 여기에서 설명되는 크레이핑 구조체의 구현예들은 전체 다층 벨트 구조체의 다른 층들에서 상기 벨트에 다른 성질을 제공함으로써 다층 크레이핑 벨트의 바람직한 측면들을 제공한다. 구현예에서, 상기 다층 벨트는 상부층에 형성될 다양한 형상, 크기, 패턴 및 밀도의 개구부들을 가능하게 하는 압출된 폴리머 재료로 만들어진 상부층을 포함한다. 상기 다층 벨트의 하부층은 상기 벨트에 강도, 치수 안정성 및 내구성을 제공하는 구조로부터 형성된다. 하부층에 이들 특성을 제공함으로써, 상부 압출된 폴리머층에는 압출된 모로리식 폴리머층만을 포함하는 벨트에서 달리 제공될 수 있는 것보다 더 큰 개구부들이 제공될 수 있다. 왜냐하면, 상기 다층 벨트의 상부층은, 설사 있다고 하더라도, 상기 벨트의 강도, 안정성 및 내구성에 많이 기여할 필요가 없기 때문이다.

[0050] 구현예들에 따르면, 다층 크레이핑 벨트는 적어도 두 층을 포함한다. 본 명세서에서 사용되는 "층(layer)"은 벨트 구조체에서 다른 연속적이고, 구별된 층으로부터 물리적으로 분리된 상기 벨트 구조체의 연속적이고, 구별된 부분(continuous, distinct part)이다. 아래에서 논의되는 바와 같이, 다층 벨트에서 두 층의 예는 직포층(woven fabric layer)에 접착제로 결합된 압출된 폴리머 층이다. 특히, 본 명세서에서 정의되는, 층은 그 안에 실질적으로 매립된(embedded) 다른 구조체를 갖는 구조체를 포함할 수 있다. 예를 들면, 미국 특허 제7,118,647호는 광감성 수지로부터 만들어진 층이 그 수지 안에 매립된 강화 요소를 갖는 제지 벨트 구조체를 설명한다. 강화 요소를 갖는 이 광감성 수지는 층이다. 그러나, 동시에, 상기 강화 요소를 갖는 광감성 수지는 서로로부터 물리적으로 구별되거나 또는 분리된 벨트 구조체의 두 개의 연속적이고, 구별된 부분이 아니기 때문에, 상기 강화 요소를 갖는 광감성 수지는 본 명세서에서 사용되는 "다층" 구조를 구성하지 않는다.

- [0051] 구현예들에 따른 다층 벨트용의 상부층 및 하부층의 상세가 다음에 설명된다. 본 명세서에서, 상기 다층 크레이핑 벨트의 "상부(top)" 또는 "시트 접촉(sheet contact)" 측면(side)은 그 위에 웹이 퇴적되는 벨트 측면을 지칭한다. 따라서, "상부층(top layer)"은 크레이핑 작업에서 그 위에서 셀룰로오스 웹이 형성화되는 표면을 형성하는 다층 벨트의 부분이다. 본 명세서에서 사용되는 상기 크레이핑 벨트의 "하부" 또는 "기계" 측면은 상기 벨트의 반대 측면, 즉 크레이핑 롤 및 진공 박스와 같은 공정 장비를 향하고 이와 접촉하는 측면을 지칭한다. 따라서, "하부층"은 하부 측면 표면을 제공한다.
- [0052] **상부층(Top Layer)**
- [0053] 구현예들에 따른 다층 벨트의 압출된 폴리머 상부층의 기능중의 하나는 개구부들이 형성되어 들어갈 수 있는 구조체에 상기 층의 한 측면으로부터 다른 측면으로 상기 층을 관통하는 개구부들, 및 티슈 제조 공정에서의 어느 한 단계 동안에 웹에 돔 형상(dome shapes)을 부여하는 개구부들을 제공하는 것이다. 구현예에서, 상기 상부층은 다층 크레이핑 벨트 그 자체에 어떠한 강도, 안정성, 신장 또는 크리프 저항성, 또는 내구성을 부여할 필요가 없을 수 있다. 왜냐하면, 이들 성질은 아래에서 설명될 하부층에 의하여 주로 제공될 수 있기 때문이다. 또한, 상기 상부층의 개구부들은 웹으로부터의 셀룰로오스 섬유들이 티슈 제조 공정에서 상기 상부층을 관통하여 본질적으로 완전히 끌어 당겨지는 것을 방지하도록 하는 구조로 되지 않을 수 있으며, 그 이유는 이 "방지"가 아래에서 설명되는 바와 같이 하부층에 의해서도 달성될 수 있기 때문이다.
- [0054] 구현예들에서, 상기 다층 벨트의 상부층은 압출된 유연성 열가소성 수지 재료로 만들어진다. 이와 관련하여, 재료가 대체적으로 (종이 시트 및 벨트 사이의) 마찰, 압축성, 굽힘 피로(flex fatigue) 및 균열 저항성, 및 요구되는 경우 웹을 그 표면에 일시적으로 부착하고 그 표면으로부터 탈착될 수 있는 능력을 갖는 한, 상기 상부층을 형성하는데 사용될 수 있는 열가소성 수지 재료의 유형에 특별한 제한은 없다. 그리고, 본 명세서의 개시로부터 본 기술분야의 통상의 기술자에게 명백하게 되는 바와 같이, 본 명세서에서 특별히 논의되는 열가소성 수지 재료와 실질적으로 유사한 성질을 제공하는 사용가능 유연성 열가소성 수지 재료에는 수많은 가능성이 존재한다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "열가소성 수지 재료(thermoplastic material)"는 예를 들면 "고무상(rubber like)" 재료와 같은 열가소성 엘라스토머를 포함하는 것을 의도하는 것에 또한 주의하여야 한다. 열가소성 수지 재료는, 몇몇 바람직한 성질을 향상시키기 위하여 압출된 층에 첨가제로서, 복합 재료에서 발견되는 것들과 같이, 섬유 형태(예를 들면, 잘게 썬(chopped) 폴리에스테르 섬유)의 다른 열가소성 수지 재료 또는 비 열가소성 수지 재료를 통합할 수 있는 점에 더 주의하여야 한다.
- [0055] 열가소성 상부층은 임의의 적당한 기술에 의하여, 예를 들면 성형(molding) 또는 압출에 의하여 만들어질 수 있다. 예를 들면, 열가소성 상부층 (또는 임의의 추가적인 층들)은 나선형으로 인접하여 좌우로 함께 결합된 복수 개의 부분(sections)으로 만들어질 수 있다. 재료의 압출된 스트립으로부터 그 층을 형성하는 그러한 기술은 Rexfelt 등의 미국 특허 제5,360,656호에 교시된 바와 같은 것일 수 있으며, 상기 특허의 전체 내용은 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다. 또한, 상기 압출된 층은 압출된 스트립으로부터 제조될 수 있고 미국 특허 제6,723,208 B1호에 교시된 바와 같이 인접하여 나란히 결합되며, 상기 특허의 전체 내용은 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다. 또는, 그 문제에 대하여, 상기 층은 미국 특허 제8,764,943호에 교시된 방법에 의해 압출된 스트립으로부터 형성될 수 있다.
- [0056] 인접한 가장자리(edge)들은 소정 각도로 깎아질(skived) 수 있거나 또는 Hansen의 미국 특허 제6,630,223호에 보여진 바와 같은 다른 방식으로 형성될 수 있으며, 상기 특허의 개시 내용은 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다.
- [0057] 이 층을 형성하는 다른 기술은 본 기술 분야에서 알려져 있다. 상기 압출된 재료의 개개의 무한 루프들(endless loops)이 본 기술분야의 통상적인 기술자에게 알려진 기술에 의해 형성되고 CD 또는 대각선 배향된 솔기(diagonal oriented seam)를 갖는 적당한 길이의 무한 루프로 솔기잇기(seam)될 수 있다. 이들 무한 루프들은 그 후 좌우로 인접하는 배열로 가져와지며, 루프 개수는 상기 루프들의 CD 너비 및 완성된 벨트에 요구되는 전체 CD 너비에 의해 좌우된다. 인접한 가장자리들은, 예를 들면, 위에서 참조된 미국 특허 제6,630,223호에서 교시된 바와 같이, 본 기술분야에서 알려진 다른 기술을 이용하여 형성되어 서로 결합될 수 있다.
- [0058] 구체적인 구현예들에서, 상기 다층 벨트의 상부층을 형성하는데 사용되는 재료는 폴리우레탄이다. 일반적으로, 열가소성 폴리우레탄은 (1) 디이소시아네이트와 단쇄 디올(즉, 사슬 연장제) 및 (2) 디이소시아네이트와 장쇄 이관능성 디올(즉, 폴리올)을 반응시킴으로써 제조된다. 반응 화합물들의 구조 및/또는 분자량을 변화시킴으로써 생성가능한 실제적으로 무제한적인 수의 가능한 조합이 엄청나게 다양한 폴리우레탄 배합물을 가능하게 한다. 그리고, 폴리우레탄은 매우 넓은 범위의 성질을 갖도록 제조될 수 있는 열가소성 수지 재료이다. 구현예

에 따른 다층 크레이핑 벨트에서 압출된 상부층으로 사용하기 위해 폴리우레탄을 고려하는 경우, 폴리우레탄의 경도는 내마모성, 균열 저항성 및 관통 두께 압축성(through thickness compressibility)과 같은 성질들의 타협에 도달하도록 조정될 수 있다.

[0059] 또한, 폴리우레탄의 경도, 및 이에 대응하여 폴리우레탄 표면의 마찰 계수를 조절할 수 있는 것이 유리하다. 표 1은 본 발명의 몇몇 구현예에서 상기 다층 벨트의 상부층을 형성하는데 사용되는 폴리우레탄의 예에 대한 성질을 보인다.

표 1

[0060]

성질	단위	표준	값
굽힘 탄성률(Flexural Modulus) (73 °F)	lb/in ²	ASTM D790	16500
굽힘 탄성률 (158 °F)	lb/in ²	ASTM D790	6800
인장 강도	lb/in ²	ASTM D412	6000
최대신장률(Ultimate Elongation)	%	ASTM D412	400
인장 강도 (50% 신장률)	lb/in ²	ASTM D412	1750
인장 강도 (100% 신장률)	lb/in ²	ASTM D412	2000
인장 강도 (300% 신장률)	lb/in ²	ASTM D412	4000
압축 변형(Compression Set), 성형된 그대로(as molded), (73 °F에서 22 시간)	%	ASTM D395-B	20
압축 변형, 성형된 그대로, (158 °F에서 22 시간)	%	ASTM D395-B	70
압축 변형, 후경화됨 (73 °F에서 22 시간, 230 °F에서 16 시간 후경화됨)	%	ASTM D395-B	15
압축 변형, 후경화됨 (158 °F에서 22 시간, 230 °F에서 16 시간 후경화됨)	%	ASTM D395-B	40
압축 하중 (2% 휨(deflection))	lb/in ²	ASTM D575	150
압축 하중 (5% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	425
압축 하중 (10% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	800
압축 하중 (15% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	1100
압축 하중 (20% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	1500
압축 하중 (25% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	1800
압축 하중 (50% 휨)	lb/in ²	ASTM D575	4500
인열 강도, 다이(Die) C	lbf/in	ASTM D624	750
유리 전이 온도 (동적 기계 분석)	°F	DMA	-17
저온 취성점 (brittle point)	°F	ASTM D746	< -90
비카트 연화온도	°F	ASTM D1525	262
선열팽창 계수, 흐름/직각 흐름(flow/cross-flow)	in/in/°F	ASTM D696	7 E-5
비중		ASTM D792	1.15
쇼어 경도	D 스케일	ASTM D2240	50
테이버 마모 H-18 휠; 1000-g; 1000 사이클	mg 손실	ASTM D3489	75
베이쇼 탄성률 (Bayshore resilience)	%	ASTM D2632	35

성형 수축률(mold shrinkage), 흐름/직각 흐름(flow/cross to flow)	in/in	ASTM D955	0.008
---	-------	-----------	-------

- [0061] 표 1에 나타낸 폴리우레탄을 사용하여 후술하는 벨트 2 내지 8에서 상부층을 형성하였다. 그러나, 본 명세서에 설명된 다층 벨트의 상부층으로 적합한 재료를 여전히 제공하면서도 임의의 또는 모든 특성이 변화될 수 있기 때문에 표 1에 나타낸 특정한 폴리우레탄 성질은 단지 예시적인 것이다. 임의의 적합한 폴리우레탄이 본 발명의 구현예들에서 사용될 수 있다.
- [0062] 폴리우레탄에 대한 대안으로서, 본 발명의 다른 구현예에서 상부층을 형성하는데 사용될 수 있는 특정한 폴리에스테르 열가소성 재료의 한 예는 델라웨어주, 윌밍턴에 소재하는 E.I. Du Pont de Nemours and Company의 명칭 HYTREL®로 판매된다. HYTREL®은, 다양한 종이 있으며, 본 명세서에서 설명된 다층 크레이핑 벨트의 상부층을 형성하는 데 도움이 되는 균열 저항성, 압축성 및 인장 특성을 갖는 폴리에스테르 열가소성 엘라스토펜이다.
- [0063] 위에서 설명한 폴리우레탄 및 폴리에스테르와 같은 열가소성 수지 재료는 압출된 열가소성 수지 재료에서 다양한 크기, 형상, 밀도 및 구조의 개구부를 형성하는 능력을 고려하는 경우 본 발명의 다층 벨트의 상부층을 형성하는데 유리한 재료이다. 압출된 열가소성 상부층의 개구부들은 다양한 기술을 사용하여 형성될 수 있다. 그러한 기술의 예는 레이저 조각술(laser engraving), 드릴링 또는 엠보싱이 있거나 없는 커팅 또는 기계적 편칭을 포함한다. 본 기술 분야의 통상의 기술자에 의하여 이해될 것인 바와 같이, 그러한 기술은 다양한 패턴, 크기 및 밀도로 크고 일관성 있는 크기의 개구부들을 형성하는데 사용될 수 있다. 실제로, 대부분의 임의의 유형(치수, 형상, 측벽 각도 등)의 개구부들이 그러한 기술을 사용하여 열가소성 상부층에 형성될 수 있다.
- [0064] 압출된 상부층에 형성될 수 있는 개구부들의 다양한 구조를 고려하는 경우, 개구부들 또는 심지어 패턴 또는 밀도조차도 전체 표면에 걸쳐 동일할 필요는 없다는 것을 인식할 것이다. 즉, 압출된 상부층에 형성된 일부 개구부들은 압출된 상부층에 형성된 다른 개구부들과 다른 구조를 가질 수 있다. 실제로, 다양한 개구부들이 티슈 제조 공정에서 웹에 다양한 텍스처를 제공하기 위해 압출된 상부층에 제공될 수 있다. 예를 들면, 압출된 상부층의 개구부들 중 일부는 크레이핑 작업 동안에 티슈 웹에 돔 구조를 형성하도록 크기 및 형상이 결정될 수 있다. 동시에, 엠보싱 작업으로 달성되는 패턴과 동등하지만 시트 부피(sheet bulk) 및 다른 소망하는 티슈 성질의 후속 손실없는 패턴을 티슈 웹에 제공하기 위해서 상부층의 다른 개구부들은 훨씬 더 큰 크기 및 다양한 형상일 수 있다.
- [0065] 벨트 크레이핑 작업에서 티슈 웹에 돔 구조를 형성하기 위한 개구부들의 크기를 고려할 때, 다층 벨트의 구현예의 압출된 상부층은 구조화 직포(woven structuring fabrics) 및 압출된, 단일체 폴리머 벨트 구조체(extruded, monolithic polymeric belt structures)와 같은 대안적인 구조체보다 훨씬 더 큰 크기의 개구부를 가능하게 한다. 개구부들의 크기는 상부층에 의해 제공되는 다층 벨트 표면의 평면 내의 개구부들의 단면적으로 정량화될 수 있다. 몇몇 구현예에서, 다층 벨트의 압출된 상부층의 개구부들은 시트 접촉(상부) 표면상의 평균 단면적이 적어도 약 0.1 mm² 내지 적어도 약 1.0 mm²이다. 더 구체적으로, 상기 개구부들은 약 0.5 mm² 내지 약 15 mm², 더 구체적으로는 약 1.5 mm² 내지 약 8.0 mm², 또는 더욱더 구체적으로는 약 2.1 mm² 내지 약 7.1 mm²의 평균 단면적을 가질 수 있다.
- [0066] 압출된 폴리머 단일체 벨트에서, 예를 들면, 이러한 크기의 개구부들은 폴리머 단일체 벨트를 형성하는 재료의 대부분을 제거할 것을 요구할 것이기 때문에 상기 벨트는 크레이핑 공정의 혹독함 및 응력을 견딜 수 있을 정도로 강하지 않을 것이다. 본 기술분야의 통상의 기술자라면 또한 쉽게 인식할 수 있는 바와 같이, 크레이핑 벨트로 사용되는 직포에는 이러한 크기의 개구부들과 동등한 것이 제공될 수 없을 것이다. 왜냐하면, 상기 직포의 실들이 이러한 크기와 동등한 크기를 제공하면서도 여전히 벨트 크레이핑 또는 다른 티슈 구조화 공정에서 기능할 수 있는 충분한 구조적 완전성을 제공하도록 제직(이격 또는 크기 조정)될 수 없을 것이기 때문이다.
- [0067] 상기 압출된 층의 개구부들의 크기는 또한 부피로 정량화될 수 있다. 본 명세서에서, 어느 개구부의 부피는 그 개구부가 벨트 표면층의 두께를 관통하여 차지하는 공간을 지칭한다. 구현예에서, 다층 벨트의 압출된 폴리머 상부층의 개구부는 적어도 약 0.05 mm³의 부피를 가질 수 있다. 더 구체적으로, 개구부들의 부피는 약 0.05 mm³ 내지 약 2.5 mm³의 범위일 수 있거나, 또는 더 구체적으로는 개구부들의 부피는 약 0.05 mm³ 내지 약 11 mm³의 범위이다. 추가적인 구현예에서, 개구부들은 적어도 0.25mm³일 수 있으며 거기에서부터 증가한다.
- [0068] 상기 다층 벨트의 다른 독특한 특성은 상기 벨트의 상부 표면에 의해 제공되는 접촉 면적 백분율을 포함한다.

상부 표면의 백분율 접촉 면적은 개구부가 아닌 상기 벨트 표면의 백분율을 나타낸다. 상기 백분율 접촉층은 구조화 직포 또는 압출된 폴리머 단일체 벨트에서보다 본 발명의 다층 벨트에서 더 큰 개구부들이 형성될 수 있다는 사실과 관련된다. 즉, 실제로, 개구부들은 상기 벨트의 상부 표면의 접촉 면적을 감소시키고, 상기 다층 벨트가 더 큰 개구부들을 가질 수 있기 때문에, 백분율 접촉 면적이 감소된다. 몇몇 구현예에서, 상기 다층 벨트의 압출된 상부 표면은 약 10 % 내지 약 65 %의 접촉 면적을 제공한다. 더 구체적인 구현예에서, 상부 표면은 약 15 % 내지 약 50 %의 접촉 면적을 제공하고, 더 구체적인 구현예에서, 상부 표면은 약 20 % 내지 약 33 %의 접촉 면적을 제공한다. 위에서 언급한 바와 같이, 이 층에는 나머지 구조와 다른 개구부 밀도, 따라서 원하는 경우 다른 패턴을 갖는 영역이 있을 수 있다. 심지어 로고 또는 다른 디자인이 상기 패턴에 존재할 수 있다.

[0069] 개구부 밀도는 상기 다층 벨트의 압출된 상부층에 의해 제공되는 상부 표면의 개구부들의 상대적 크기 및 개수의 또 다른 척도이다. 여기에서, 압출된 상부 표면의 개구부 밀도는 단위 면적당 개구부의 개수, 예를 들면 cm^2 당의 개구부 개수를 지칭한다. 특정 구현예에서, 상부층에 의해 제공되는 상부 표면은 약 $10/\text{cm}^2$ 내지 약 $80/\text{cm}^2$ 의 개구부 밀도를 가지며, 더 구체적인 구현예에서, 상부층에 의해 제공되는 상부 표면은 약 $20/\text{cm}^2$ 내지 약 $60/\text{cm}^2$ 의 개구부 밀도를 가지며, 더욱 더 구체적인 구현예에서, 상부 표면은 약 $25/\text{cm}^2$ 내지 약 $35/\text{cm}^2$ 의 개구부 밀도를 갖는다. 위에서 언급한 바와 같이, 이 층에는 나머지 구조와 다른 개구부 밀도를 갖는 영역이 있을 수 있다. 본 명세서에서 설명한 바와 같이, 상기 다층 벨트의 압출된 상부층의 개구부들은 크레이핑 작업 동안 웹 내에 돔 구조를 형성한다. 상기 다층 벨트의 구현예들은 압출된 단일체 벨트에서 형성될 수 있는 것보다 더 높은 개구부 밀도를 제공할 수 있고, 그리고 직포로 동등하게 달성할 수 있는 것보다 더 높은 개구부 밀도를 제공할 수 있다. 따라서, 상기 다층 벨트는 압출된 폴리머 단일체 벨트 또는 구조화 직포 그것 만으로보다 크레이핑 작업 동안 웹에서 더 많은 돔 구조를 형성하는데 사용될 수 있으며, 따라서, 상기 다층 벨트는 구조화 직포 또는 압출된 단일체 벨트보다 더 많은 돔 구조를 갖는 티슈 제품을 생산하는 티슈 제조 공정에 사용될 수 있으며, 부드러움(softness) 및 흡수성과 같은 바람직한 특성을 티슈 제품에 부여한다.

[0070] 크레이핑 공정에 영향을 주는 다층 벨트의 압출된 상부층에 의해 형성된 크레이핑 표면의 다른 측면은 상부 표면의 마찰 및 경도이다. 이론에 구애됨이 없이, 더 부드러운 크레이핑 구조체(벨트 또는 포(fabric))가 크레이핑 닢 안에서 더 좋은 압력 균일성을 제공하여 더 균일한 티슈 제품을 제공할 것으로 믿어진다. 또한, 크레이핑 벨트 구조체의 표면상의 마찰은 크레이핑 닢에서 크레이핑 벨트 구조체로 웹을 이송하는 동안 웹의 미끄러짐을 최소화한다. 웹의 털 미끄러짐은 크레이핑 벨트 구조체 상의 마모를 감소시키고 크레이핑 구조체 벨트가 상부 및 하부 기준 중량 범위 모두에서 양호하게 작동하도록 한다. 크레이핑 벨트는 웹을 실질적으로 손상시키지 않으면서 웹 미끄러짐을 방지할 수 있음에 또한 주의하여야 한다. 이와 관련하여, 상기 크레이핑 벨트는 직포 구조체보다 유리한데, 그 이유는 상기 직포의 표면상의 너클이 크레이핑 작업 중에 웹을 분열(disruption)하도록 작용할 수 있기 때문이다. 따라서, 다층 벨트 구조체는 웹 분열이 크레이핑 공정에서 치명적일 수 있는 낮은 기준 중량 범위에서 더 좋은 결과를 제공할 수 있다. 낮은 기준 중량 범위에서 작동하는 이러한 능력은, 예를 들어, 안면용 티슈 제품을 형성할 때 유리할 수 있다.

[0071] 상기 다층 벨트의 구현예들의 상부층을 압출하는데 사용하기 위한 재료를 고려하는 경우, 폴리우레탄이 위에서 논의한 바와 같이 아주 적합한 재료이다. 특히 압출된 폴리머 단일체 크레이핑 벨트를 형성하는데 사용될 수 있는 재료와 비교할 때, 폴리우레탄은 크레이핑 벨트에 사용하기에 비교적 부드러운 재료이다.

[0072] 동시에, 폴리우레탄은 상대적으로 높은 마찰 표면을 제공할 수 있다. 폴리우레탄은 배합에 따라 약 0.5 내지 약 2 범위의 마찰 계수를 갖는 것으로 알려져 있고, 위의 표 1에 기재된 특정한 폴리우레탄은 약 0.6의 마찰 계수를 가졌다. 특히, 상부층을 형성하기 적합한 재료인 것으로 위에서도 논의된 하나의 HYTREL® 열가소성 종은 마찰 계수가 약 0.5이다. 따라서, 본 발명의 다층 벨트는 부드럽고 고마찰 상부 표면을 제공하여 "부드러운(soft)" 시트 크레이핑 작업을 수행할 수 있다.

[0073] 따라서, 구현예들에서, 상부층은 압출된 열가소성 엘라스토머 재료를 사용하여 형성될 수 있다. 열가소성 엘라스토머(TPE)는, 예를 들어, 폴리에스테르 TPE, 나일론계 TPE 및 열가소성 폴리우레탄(TPU) 엘라스토머 중에서 선택될 수 있다. 상기 벨트의 구현예들을 제조하는데 사용될 수 있는 TPE 및 TPU는, 압출후, 각각 약 60A 내지 약 95A, 및 약 30D 내지 약 85D의 쇼어 경도 등급의 범위이다. 에테르 및 에스테르 등급의 TPU가 모두 벨트 제조에 사용될 수 있다. 이들 벨트는 또한 최종 다층 벨트 성질에 대한 최종 응용 요구에 따라 폴리에스테르 또는 나일론계 TPE 또는 TPU 엘라스토머의 다양한 등급의 블렌드로 만들어질 수 있다. TPE 및 TPU 엘라스토머는 상기 벨트의 내열성을 제어하고 향상시키도록 열안정제 첨가제를 사용하여 개질될 수 있다. 폴리에스테르계 TPE의 예

는 다음과 같은 명칭으로 판매되는 열가소성 수지를 포함한다: HYTREL® (DuPont), Arnitei® (DSM), Riteflex® (Ticona), Pibiflex® (Enichem). 나일론계 TPE의 예는 Pebax® (Arkema), Vetsamid-E® (Creanova), Grilon®/Grilamid® (EMS-Chemie)를 포함한다. TPU 엘라스토머의 예는 Estane®, Pearlthane® (Lubrizol), Elastolan® (BASF), Desmopan® (Bayer), 및 Pellethane® (DOW)를 포함한다.

[0074] 상기 압출된 상부층의 상부 표면의 성질은 상부, 시트 접착 표면 위에 코팅을 도포하는 것을 통해 변화될 수 있다. 이와 관련하여, 코팅은, 예를 들어, 상부 표면의 마찰 또는 시트 탈착 특성(sheet release characteristic)을 증가시키거나 감소시키기 위해 상부 표면에 가해질 수 있다. 부가적으로 또는 대안적으로, 예를 들어 상부 표면의 내마모성을 향상시키기 위해 코팅이 압출층의 상부 표면에 영구적으로 도포될 수 있다. 코팅이 도포된 이후에도 상기 벨트가 공기 및 물에 투과성으로 남아 있는 한, 이것은 개구부가 상부층에 놓이기 전 또는 후에 도포될 수 있다. 그러한 코팅의 예는 상기 다층 벨트가 사용될 특정한 티슈 제조 공정에 좌우되어 소수성 및 친수성 조성물 모두를 포함한다.

[0075] **하부층(Bottom Layer)**

[0076] 상기 다층 크레이핑 벨트의 하부층은 강도, MD 신장 및 크리프에 대한 저항성, CD 안정성 및 내구성을 상기 벨트에 제공하는 기능을 한다.

[0077] 상부층과 마찬가지로, 하부층은 또한 상기 층의 두께를 관통하는 복수 개의 개구부를 포함한다. 하부층의 적어도 하나의 개구부는 압출된 상부층의 적어도 하나의 개구부와 정렬될 수 있으며, 따라서 개구부들이 상기 다층 벨트의 두께를 관통하여, 즉 상부층 및 하부층을 관통하여 제공된다. 그러나, 하부층의 개구부들은 상부층의 개구부들보다 작다. 즉, 상기 압출된 상부층과 하부층 사이의 계면에 이웃하는 하부층의 개구부들의 단면적이 상기 상부층과 하부층 사이의 상기 계면에 이웃하는 상기 상부층의 복수 개의 개구부들의 단면적보다 더 작다. 따라서, 하부 층의 개구부들은 상기 벨트/웹이 진공에 노출될 때 셀룰로오스 섬유가 티슈 웹으로부터 상기 다층 벨트 구조체를 완전히 관통하여 끌어 당겨지는 것을 방지할 수 있다. 위에서 일반적으로 논의된 바와 같이, 벨트를 관통하여 웹으로부터 끌어 당겨지는 셀룰로오스 섬유는 시간이 지남에 따라 티슈 제조기에서 섬유가 축적되어, 예를 들면, 진공 박스의 외측 테두리 위에 축적되는 점에서 티슈 제조 공정에 해로울 수 있다. 섬유 축적은 섬유 축적을 제거하기 위해 기계 정지 시간을 필요로 한다. 섬유의 손실은 또한 흡수성 및 외관과 같은 양호한 티슈 시트 성질을 유지하는데 해로울 수 있다. 따라서, 하부층의 개구부들은 셀룰로오스 섬유가 상기 벨트를 관통하여 완전히 끌어 당겨지는 것을 실질적으로 방지하는 구조일 수 있다. 그러나, 하부층은 크레이핑 표면을 제공하지 않고, 따라서 크레이핑 작업 중에 웹을 형상화하는 역할을 하지 않으므로, 섬유가 완전히 끌어 당겨지는 것을 방지하도록 하부층의 개구부들을 구조화하는 것은 상기 벨트의 크레이핑 작업에 실질적으로 영향을 주지 않는다.

[0078] 상기 다층 벨트의 구현예들에서, 직포가 상기 다층 크레이핑 벨트의 하부층으로서 제공된다. 위에서 논의한 바와 같이, 구조화 직포는 예를 들어 벨트 크레이핑 작업의 응력 및 요구 사항을 견딜 수 있는 강도 및 내구성을 갖는다. 그리고, 따라서, 구조화 직포는 그것만으로 크레이핑 또는 다른 티슈 구조화 공정에서의 포로서 사용되어 왔다. 그러나, 요구되는 성질을 갖고 있는 한 다양한 구조의 다른 직포가 또한 사용될 수 있다. 따라서, 직포는 강도, 안정성, 내구성 및 본 발명의 구현예들에 따른 상기 다층 크레이핑 벨트를 위한 다른 성질을 제공할 수 있다.

[0079] 상기 다층 크레이핑 벨트의 구체적인 구현예들에서, 하부층으로 제공된 직포는 그 자체로서 크레이핑 구조체로서 사용되는 구조화 직포와 유사한 특성을 가질 수 있다. 그러한 포는, 사실상, 포 구조체를 구성하는 실들 사이에 형성된 복수 개의 "개구부들"을 갖는 제직 구조(woven structure)를 갖는다. 이와 관련하여, 직포에서의 개구부들의 결과는 공기 투과성으로서 정량화될 수 있다; 즉 직포를 통과하는 공기 유량(airflow) 측정. 압출된 상부층의 개구부들과 함께, 상기 포의 투과성(permeability)은 공기가 상기 벨트를 관통하여 끌리도록 하는 것을 가능하게 한다. 그러한 공기 흐름은 위에서 설명한 바와 같이 티슈 제조기의 진공 박스에 의해 상기 벨트를 관통하여 끌릴 수 있다. 직포층(woven fabric layer)의 다른 측면은 웹으로부터의 셀룰로오스 섬유가 진공 박스에서 상기 다층 벨트를 완전히 관통하여 끌어 당겨지는 것을 방지하는 능력이다.

[0080] 포의 투과성은 메릴랜드주 헤이저즈타운(Hagerstown)의 Frazier Precision Instrument Company에 의한 Frazier® 차압 공기 투과성 측정기(Frazier® Differential Pressure Air Permeability Measuring Instruments)와 같은 본 기술분야에서 잘 알려진 장비 및 시험에 따라 측정된다. 상기 다층 벨트의 구현예들에서, 포 하부층의 투과성은 적어도 약 200 CFM이다. 더 구체적인 구현예들에서, 포 하부층의 투과성은 약 200 CFM 내지 약 1200 CFM이며, 더욱 구체적인 구현예들에서, 포 하부층의 투과성은 약 300 CFM 내지 약 900 CFM이다. 다른 추가적인

구현예들에서, 포 하부층의 투과성은 약 400 CFM 내지 약 600 CFM이다.

[0081] 또한, 본 명세서의 상기 다층 벨트의 모든 구현예는 공기 및 물 모두에 대해 투과성인 것으로 이해된다.

[0082] 표 2는 상기 다층 크레이핑 벨트의 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 직포의 구체적인 예들을 보인다. 표 2에서 확인되는 모든 포는 뉴햄프셔주 로체스터의 Albany International Corp.에 의해 제조된다.

표 2

[0083]

명칭	메시 (cm)	뽑수 (Count) (cm)	경사 크기 (mm)	슈트 (Shute) 크기 (mm)	투과성 (CFM)
ElectroTech 55LD	(22)	(19)	0.25	0.4	1000
U5076	15.5	17.5	0.35	0.35	640
J5076	33	34	0.17	0.2	625
FormTech 55LD	21	19	0.25	0.35	1200
FormTech 598	22	15	0.25	0.35	706
FormTech 36BG	15	16	0.40	0.40	558

[0084] 하부층으로서 J5076 포를 갖는 다층 벨트의 구체적인 예가 이하에 예시된다. J5076은 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)사로 제작되며, 그 자체는 제지 공정에서 크레이핑 구조체로 사용되고 있다.

[0085] 직포에 대한 하나의 대안으로서, 본 발명의 다른 구현예들에서, 상기 다층 크레이핑 벨트의 하부층은 압출된 열가소성 수지 재료로 형성될 수 있다. 위에서 논의한 상부층을 형성하는데 사용되는 유연성 열가소성 수지 재료와는 달리, 상기 하부층을 형성하는데 사용되는 열가소성 수지 재료는 다층 크레이핑 벨트에 강도, 신장 저항성 및 내구성 등을 부여하기 위해 제공된다. 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 열가소성 수지 재료의 예는 폴리에스테르, 코폴리에스테르, 폴리아미드 및 코폴리아미드를 포함한다. 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 폴리에스테르, 코폴리에스테르, 폴리아미드 및 코폴리아미드의 구체적인 예는 위에서 언급한 미국 특허 출원 공개번호 제2010/0186913호에서 발견될 수 있다.

[0086] 본 발명의 구체적인 구현예들에서, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)는 상기 다층 벨트의 압출된 하부층을 형성하는데 사용될 수 있다. PET는 잘 알려진 내구성 있고 유연성인 폴리에스테르이다. 다른 구현예들에서, HYTREL®(등록상표)(위에서 논의됨)은 상기 다층 벨트의 압출된 하부층을 형성하는데 사용될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 상기 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 유사한 대안적인 재료를 이해할 것이다.

[0087] 상기 하부층에 압출된 폴리머 재료를 사용하는 경우, 예를 들어, 레이저 드릴링, 커팅 또는 기계식 천공에 의해 개구부들이 상부층에 제공되는 것과 동일한 방식으로 개구부들이 폴리머 재료를 관통하여 제공될 수 있다. 상기 하부층의 개구부들의 적어도 일부는 상부층의 개구부들과 정렬되어, 직포 하부층이 다층 벨트 구조체를 통과하는 공기 흐름을 가능하게 하는 것과 동일한 방식으로 상기 다층 벨트 구조체를 통과하는 공기 흐름을 가능하게 한다. 상기 하부층의 개구부들은 상부층의 개구부들과 동일한 크기일 필요는 없다. 실제로, 포 하부층과 유사한 방식으로 섬유 끌어 당겨짐(pull-through)을 감소시키기 위해, 압출된 폴리머 하부층의 개구부들은 상부층의 개구부들보다 실질적으로 작을 수 있다. 일반적으로, 하부층의 개구부들의 크기는 상기 벨트를 통과하는 공기 흐름의 일정량을 가능하도록 조정될 수 있다. 또한, 하부층의 다수 개의 개구부들이 상부층의 하나의 개구부와 정렬될 수 있다. 상부층의 개구부 면적에 비해 하부층에 더 큰 총 개구부 면적을 제공하도록, 다수 개의 개구부가 하부층에 제공되는 경우, 더 큰 공기 흐름이 진공 박스에서 벨트를 통과하여 끌어 당겨질 수 있다. 동시에, 더 작은 단면적을 갖는 다수 개의 개구부들을 사용하는 것이 하부층의 하나의 더 큰 개구부에 비하여 섬유 끌어 당겨짐의 양을 감소시킨다. 본 발명의 하나의 구체적인 구현예에서, 제2 층의 개구부들이 제1 층과의 계면에 이웃하여 350 마이크론의 최대 단면적을 갖는다.

[0088] 이들 노선을 따라, 압출된 폴리머 상부층 및 압출된 폴리머 하부층을 갖는 본 발명의 구현예들에서, 상기 벨트의 특성은 상부층에 의해 제공된 상부 표면의 개구부들의 단면적 대 하부층에 의하여 제공된 하부 표면의 개구부들의 단면적의 비이다. 본 발명의 구현예들에서, 상부 개구부들 대 하부 개구부들의 단면적의 비는 약 1 내지 약 48의 범위이다. 더욱 구체적인 구현예들에서, 상기 비는 약 4 내지 약 8의 범위이다. 더욱 더 구체적인 구현예에서, 상기 비는 약 5이다.

[0089] 위에서 설명한 직포 및 압출된 폴리머 층의 대안으로서 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 다른 구조체가 있다. 예를 들어, 본 발명의 하나의 구현예에서, 상기 하부층은 금속 구조체로 형성될 수 있고, 특정한 하나의 구현예에서 금속 스크린과 같은 구조체(metallic screen-like structure)로 형성될 수 있다. 금속 스크린은 위에서 설명한 직포 및 압출된 폴리머 층과 동일한 방식으로 상기 다층 벨트에 강도 및 유연성(flexibility) 성질을 제공한다. 또한, 금속 스크린은 전술한 직포 및 압출된 폴리머 층과 동일한 방식으로 셀룰로오스 섬유가 벨트 구조체를 관통하여 끌려 당겨지는 것을 방지하는 기능을 한다. 하부층을 형성하는데 사용될 수 있는 또 다른 대안적인 재료는 파라-아라미드 합성 섬유로 형성된 재료와 같은 초강도, 고강력, 고탄성률(super-strong, high tenacity, high modulus) 섬유 재료이다. 초강도 섬유는 함께 제직되지 않았지만 그러나 여전히 강력하고 유연한 하부층을 형성할 수 있어 위에서 설명한 직포와 다를 수 있다. 이는 MD에서 서로 평행한 사들(yarns)의 배열(array)일 수 있거나, 또는 바람직하게는 MD로 섬유 배향을 갖는 부직포 섬유층일 수 있다. 아라미드 섬유 이외에, 상기 다층 벨트를 안정화시키는 적절한 인장 강도가 있는 한, 폴리에스테르, 폴리아미드 등과 같은 다른 폴리머 재료도 사용될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 본 명세서에 설명된 다층 벨트의 하부층의 성질을 제공할 수 있는 또 다른 대안적인 구조체를 이해할 것이다.

[0090] **다층 구조체(Multilayer Structure)**

[0091] 구현예들에 따른 상기 다층 벨트는 위에서 설명한 압출된 폴리머 상부 및 직포 하부층을 연결 또는 적층하여 형성된다. 본 명세서의 개시로부터 이해되는 바와 같이, 상기 층들 사이의 연결은 다양한 다른 기술을 사용하여 달성될 수 있으며, 그 중 일부는 아래에서 더 완전하게 기술될 것이다.

[0092] 도 4a는 어느 구현예에 따른 다층 크레이핑 벨트(400)의 일부분의 단면도이며, 실제 비율로 도시되지 않았다. 벨트(400)는 압출된 폴리머 상부층(402) 및 직포 하부층(404)을 포함한다. 상부층(402)은 벨트(400)의 상부 표면(408)을 제공하며, 상부 표면(408) 위에서 티슈 제조 공정의 크레이핑 작업 동안에 웹이 크레이핑 및 /또는 구조화된다. 개구부(406)는 위에서 설명한 바와 같이 상부층(402)에 형성된다. 개구부(406)는 상부층(402)의 두께를 관통하여 상부 표면(408)으로부터 포 하부층(404)을 향하는 표면까지 연장되는 것에 주의하라. 직포 하부층(404)은 소정의 공기 투과성(air permeability)을 갖는 구조이기 때문에, 상기 벨트(400)의 직포 하부층(404) 측에 진공이 가해질 수 있고, 따라서 개구부(406) 및 직포(404)를 통해 공기 흐름을 끌어당길 수 있다. 벨트(400)를 사용하는 크레이핑 작업 동안에, 웹으로부터의 셀룰로오스 섬유가 상부층(402)의 개구부(406) 안으로 끌려 당겨지며, 이는 웹에 돔 구조를 형성하게 할 것이다.

[0093] 도 4b는 도 4a에 도시된 개구부(406)를 갖는 부분을 내려다 본 벨트(400)의 상면도이다. 도 4a 및 4b로부터 명백한 바와 같이, 직포(404)는 벨트(400)를 통하여 진공(및 공기)이 빨아 들어지는 것을 가능하게 하는 반면, 직포(404)는 또한 상부층의 개구부(406)를 효과적으로 "폐쇄한다(close off)". 즉, 직포 제2 층(404)은 실제로 압출된 폴리머 상부층(402)과 직포 제2 층(404) 사이의 계면에 인접하여 더 작은 단면적을 갖는 복수 개의 개구부를 제공한다. 따라서, 직포(404)는 직포 웹으로부터의 셀룰로오스 섬유가 벨트(400)를 완전히 통과하는 것을 실질적으로 방지한다. 위에서 설명한 바와 같이, 직포(404)는 또한 벨트(400)에 강도, 내구성 및 안정성을 부여한다.

[0094] 도 7a는 압출된 폴리머 상부층(502) 및 압출된 폴리머 하부층(504)을 포함하는 본 발명의 하나의 구현예에 따른 다층 크레이핑 벨트(500)의 일부분의 단면도이다. 상부층(502)은 상부 표면(508)을 제공하며, 그 위에서 제지용 웹이 크레이핑된다. 이 구현예에서, 상부층(504)의 개구부(506)는 하부층의 3 개의 개구부(510)와 정렬된다. 도 7b에 도시된 벨트 부분(500)의 상면도로부터 명백한 바와 같이, 하부층(504)의 개구부(510)는 상부층(502)의 개구부(506)보다 실질적으로 작은 단면적을 갖는다. 즉, 하부층(504)은 상부층(502)과 하부층(504) 사이의 계면에 이웃하여 더 작은 단면적을 갖는 복수 개의 개구부(510)를 포함한다. 이는 압출된 폴리머 하부층(504)이, 위에서 설명한 직포 하부층과 동일한 방식으로, 섬유들이 상기 벨트 구조를 관통하여 끌려 당겨지는 것을 실질적으로 방지하는 기능을 할 수 있게 한다. 전술한 바와 같이, 대안적인 구현예들에서, 압출된 폴리머 하부층(504)의 하나의 개구부가 압출된 폴리머 상부층의 개구부(506)와 정렬될 수 있다는 것에 주의하여야 한다. 실제로, 임의의 수의 개구부들이 상부층(508)의 각각의 개구부에 대하여 하부층(504)에 형성될 수 있다.

- [0095] 상기 벨트(400 및 500)의 압출된 폴리머 층의 개구부(406, 506 및 510)는 개구부(406, 506 및 510)의 벽이 벨트(400 및 500)의 표면에 직각으로 연장되도록 한다. 그러나, 다른 구현예들에서, 개구부(406, 506 및 510)의 벽은 벨트의 표면에 대해 다른 각도로 제공될 수 있다. 개구부가 레이저 드릴링, 커팅 또는 기계 천공 및/또는 엠보싱과 같은 기술에 의해 형성될 때 개구부(406, 506 및 510)의 각도가 선택되어 만들어질 수 있다. 구체적인 예에서, 측벽은 약 60° 내지 약 90°, 더 구체적으로는 약 75° 내지 약 85°의 각도를 갖는다. 그러나, 대안적인 구조에서 측벽각은 약 90°보다 클 수 있다. 본 명세서에서 지칭된 측벽각은 도 4a의 각 α 로 표시된 바와 같이 측정되는 것에 주의하라.
- [0096] 본 명세서에 설명된 임의의 구현예들에서, 상부층의 개구부들은 하부층의 개구부들과 동일(직경)할 수 있다. 또는 상부층의 개구부들은 하부층의 개구부들보다 더 클 수 있다. "테이퍼링된(tapered)" 개구부들의 경우, 동일한 것이 두 층의 경계면에서 사실일 수 있다. 다시 말해서, 두 층의 개구부들의 상대적인 직경의 비는 1보다 크거나, 1과 같거나, 또는 1보다 작을 수 있다.
- [0097] 또한, 도 5a 및 도 5b는 다른 예시적인 구현예에 따라 적어도 하나의 압출된 상부층(604)에서 생성되는 복수 개의 개구부(102)의 평면도를 도시한다. 아래에서 설명되는 개구부의 생성은 미국 특허 제8,454,800호에 기술되어 있으며, 이 특허의 전문은 본 명세서에서 참조에 의하여 통합된다. 일 측면에 따르면, 도 5a는 레이저 소스(미도시)를 마주보는 상부 표면(606)의 관점에서 복수 개의 개구부(602)를 도시하며, 이에 의해 레이저 소스는 압출된 층(604)에 개구부들을 생성하도록 작동될 수 있다. 각각의 개구부(602)는 원뿔 형상을 가질 수 있으며, 여기서 각 개구부(602)의 내부 표면(608)은 상부 표면(606)상의 개구부(610)로부터 상기 벨트의 적어도 하나의 압출된 층(604)의 하부 표면(614)상의 개구부(612)(도 5b)까지 관통하여 안쪽으로 테이퍼링된다. 개구부(610)의 x 좌표 방향을 따른 직경은 Δx_1 로 도시되고, 개구부(610)의 y 좌표 방향을 따른 직경은 Δy_1 로 도시된다. 도 5b를 참조하면, 유사하게, 개구부(612)의 x 좌표 방향을 따른 직경은 Δx_2 로 도시되고, 개구부(612)의 y 좌표 방향을 따른 직경은 Δy_2 로 도시된다. 도 5a 및 도 5b로부터 명백한 바와 같이, 벨트(604)의 상부 측면(606)상의 개구부(610)의 x 방향을 따른 직경 Δx_1 은 상기 벨트의 적어도 하나의 압출된 층(604)의 하부 측면(614)상의 개구부(612)의 x 방향을 따른 직경 Δx_2 보다 크다. 또한, 포(604)의 상부 측면(606)상의 개구부(610)의 y 방향을 따른 직경 Δy_1 은 벨트(604)의 하부 측면(614)상의 개구부(612)의 y 방향을 따른 직경 Δy_2 보다 크다.
- [0098] 도 6a는 도 5a 및 5b에 도시된 개구부들(602) 중 하나의 단면도를 도시한다. 앞에서 설명한 바와 같이, 각각의 개구부(602)는 원뿔 형상을 가질 수 있으며, 여기서 각 개구부(602)의 내부 표면(608)은 상부 표면(606)상의 개구부(610)로부터 상기 벨트의 적어도 하나의 압출된 층(604)의 하부 표면(614)상의 개구부(612)(도 5b)까지 관통하여 안쪽으로 테이퍼링된다. 각각의 개구부(602)의 원뿔 형상은 CO₂ 또는 다른 레이저 장치와 같은 광원으로부터 생성된 입사 광학 방사선(702)의 결과로서 생성될 수 있다. 본 명세서에 설명된 바와 같이 예를 들어 압출된 단일체 재료에 적절한 특성(예를 들어, 출력 전력, 초점 길이, 펄스 폭 등)의 레이저 방사선(702)을 인가함으로써, 벨트(604)의 표면(606, 614)을 천공하는 레이저 방사선의 결과로서 개구부(602)가 생성될 수 있다. 반대로, 원뿔형 개구부에서 더 작은 직경이 시트 접촉 표면상에 있고 더 큰 직경이 반대 표면상에 있도록 할 수 있다. 레이저 장치를 사용하는 개구부의 생성은 미국 특허 제8,454,800호에 기술되어 있으며, 그 전문이 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다.
- [0099] 도 6a에 도시된 바와 같이, 일 측면에 따르면, 레이저 방사선(702)은 상부 표면(706)상에 제1 균일하게 상승된 연속적인 가장자리 또는 산마루(ridge)(704) 및 상기 벨트의 적어도 하나의 압출된 층(604)의 하부 표면(614)상에, 소망하는 경우, 제2 균일하게 상승된 연속적인 가장자리 또는 산마루를 형성할 수 있다. 이러한 융기된 가장자리(704, 706)는 또한 융기된 림(rim) 또는 립(lip)으로 지칭될 수 있다. 상승된 가장자리(704)에 대한 상부로부터의 평면적인 모습은 704A로 묘사된다. 유사하게, 융기된 가장자리(706)에 대한 하부로부터의 평면적인 모습은 706A로 묘사된다. 묘사된 모습 704A 및 706A 모두에서, 점선(705A 및 705B)은 융기된 림 또는 립을 설명하는 그래픽 표현이다. 따라서, 점선(705A 및 705B)은 줄무늬를 나타내기 위한 것이 아니다. 각각의 융기된 가장자리(704, 706)의 높이는 층의 표면으로부터 측정되었을 때 5-10 μm 범위일 수 있다. 상기 높이는 벨트의 표면과 융기된 가장자리의 상부 부분 사이의 높이 차이로 계산된다. 예를 들어, 상승된 가장자리(704)의 높이는 표면(606)과 상승된 가장자리(604)의 상부 부분(708) 사이의 높이 차이로서 측정된다. 704 및 706과 같은 상승된 가장자리는, 다른 이점들 중에서도, 각 개구부에 대한 국부적인 기계적 강화를 제공하며, 이는 다시 크레이핑 벨트에서 주어진 압출된 천공된 층의 변형에 대한 전체적인 저항성에 기여한다. 또한, 더 깊은 개구부는 생산된 티슈에 더 큰 뒹을 생성하는 결과를 낳고, 또한 예를 들어 더 큰 시트 부피 및 더 낮은 밀도를 낳는다. 모든 경우에 $\Delta x_1/\Delta x_2$ 는 1.1 이상일 수 있고 그리고 $\Delta y_1/\Delta y_2$ 는 1.1 이상일 수 있는 것에 주의하여야 한다. 대안적으로, 일부 또는 모든 경우에, $\Delta x_1/\Delta x_2$ 는 1과 같을 수 있고 그리고 $\Delta y_1/\Delta y_2$ 는 1과 같을 수 있으며, 이에 의하

여 실린더 형상의 개구부를 형성한다.

- [0100] 포에 용기된 가장자리를 갖는 개구부의 형성은 레이저 장치를 사용하여 달성될 수 있지만, 그러한 효과를 생성할 수 있는 다른 장치가 또한 사용될 수 있다는 것이 고려된다. 기계적 펀칭 또는 엠보싱 후 펀칭이 사용될 수 있다. 예를 들어, 압출된 폴리머 층은 요구되는 패턴으로 표면에 돌출부 및 대응하는 함몰부의 패턴으로 엠보싱될 수 있다. 그 다음에, 예를 들어 각각의 돌출부는 기계적으로 펀칭되거나 레이저 드릴링될 수 있다. 또한, 개구부를 만드는 데 사용된 기술에 관계없이, 상승된 림은 모든 개구부 상에 또는 선택된 또는 원하는 개구부에만 있을 수 있다.
- [0101] 다층 벨트의 압출된 상부층으로서 사용되는 경우, 시트 접촉 표면상의 개구부 둘레에서만 상승된 림을 갖는 것이 바람직할 수 있으며, 이는 직포에 인접한 반대 표면상의 상승된 림이 두 층의 양호한 결합을 방해할 수 있기 때문이다.
- [0102] 상기 구현예들에 따른 다층 벨트의 층들은 다층 벨트가 티슈 제조 공정에서 사용될 수 있도록 층들 사이에 내구성 있는 연결을 제공하는 임의의 방식으로 함께 결합될 수 있다. 몇몇 구현예에서, 상기 층들은 접착제를 사용하는 것과 같은 화학적 수단에 의해 함께 결합된다. 또 다른 구현예들에서, 다층 벨트의 층들은 레이저 흡수 첨가제를 사용하여 또는 사용하지 않고 열 용접(heat welding), 초음파 용접(ultrasonic welding) 및 레이저 융합(laser fusion)과 같은 기술에 의해 결합될 수 있다. 본 기술분야의 통상의 기술자는 다층 벨트를 형성하기 위해 본 명세서에 기재된 층들을 결합시키는데 사용될 수 있는 수많은 적층(lamination) 기술을 이해할 것이다.
- [0103] 도 4a, 도 4b, 도 5a 및 도 5b 및 도 6에 도시된 다층 벨트 구현예는 두 개의 별개의 층을 포함하거나 참조하고 있지만, 다른 구현예에서는, 도면에 도시된 상부층과 하부층 사이에 부가적인 층이 제공될 수 있다. 예를 들어, 셀룰로오스 섬유가 벨트 구조체를 관통하여 완전히 끌어 당겨지는 것을 방지하는 추가적인 반투성 장벽(semipermeable barrier)을 제공하기 위하여 부가적인 층이 위에서 설명한 상부층과 하부층 사이에 위치될 수 있다. 다른 구현예들에서, 상부층 및 하부층을 함께 연결하기 위해 사용된 수단은 추가적인 층으로서 구성될 수 있다. 예를 들어, 양면 접착 테이프 층이 상부층과 하부층 사이에 제공되는 제3 층일 수 있다.
- [0104] 상기 구현예들에 따른 다층 벨트의 총 두께는 다층 벨트가 사용될 특정한 티슈 제조기 및 공정을 위하여 조정될 수 있다. 몇몇 구현예에서, 상기 벨트의 총 두께는 약 0.5cm 내지 약 2.0cm이다. 직포 하부층을 포함하는 구현예에서, 상기 압출된 폴리머 상부층은 상기 다층 벨트의 총 두께의 대부분을 제공할 수 있다.
- [0105] 직포 하부층을 포함하는 구현예들에서, 베이스 직포는 많은 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 이들은 무한 제직될 수 있거나, 또는 플랫 제직(flat woven)되고 이어서 제직 솔기(woven seam)로 무한 형태로 될 수 있다. 대안적으로, 이들은 수정된 무한 제직(modified endless weaving)으로 일반적으로 알려진 공정에 의해 제조될 수 있으며, 여기에서 베이스 포의 폭 방향 가장자리(edge)에 상기 베이스 포의 기계방향(MD)사를 사용하는 솔기잇기 루프(seaming loop)가 제공된다. 이 공정에서, MD 사는 상기 포의 폭 방향 가장자리들 사이에서 연속적으로 앞뒤로 왔다갔다 제직되며, 각 가장자리에서 되돌려져서 솔기잇기 루프를 형성한다. 이러한 방식으로 생산된 베이스 포는 본 명세서에서 설명된 바와 같이 티슈 제조기 상에 설치되는 동안 무한 형태로 배치되며, 이러한 이유 때문에 기계상에서 솔기잇기가능한 포(on-machine-seamable fabric)로 지칭된다. 이러한 포를 무한 형태로 배치하기 위해, 두 개의 폭 방향 가장자리가 함께 모이게 되고, 두 가장자리에서 솔기잇기 루프들이 서로 각지끼워지고, 솔기잇기 핀(seaming pin) 또는 핀틀(pintle)이 서로 각지끼워진 솔기잇기 루프들에 의해 형성된 통로를 관통하여 인도된다.
- [0106] 상기 구현예들에서 언급한 바와 같이, 압출된 폴리머 상부층(및 임의의 부가적인 층)은 - 나선형으로 권취되거나 또는 일련의 연속적인 루프들 중 하나로 - 좌우방식으로 인접하여져 함께 결합되는 복수 개의 부분들(sections)로부터 만들어질 수 있고, 인접하는 가장자리들은 다양한 기술을 사용하여 결합된다.
- [0107] 상기 압출된 상부층은, 특히, 위에서 언급한 압출된 폴리머 재료 중의 임의의 재료로 제조될 수 있다. 이들 스트립 및 무한 루프용의 압출된 폴리머 재료는 25mm-1800mm 범위의 주어진 폭과 0.10mm 내지 3.0mm 또는 그 이상의 범위 두께(caliper)의 압출된 롤 제품으로 생산될 수 있다. 평행한 무한 루프의 경우, 롤링된 시트가 풀려지고 완성된 벨트의 적절한 루프 길이에서 CD 솔기를 생성하는 맞대기 이음(butt joint) 또는 겹치기 이음(lap joint)이 생성된다. 그런 다음 두 루프의 이웃한 가장자리들이 인접하도록 루프들이 나란히 배치된다. 임의의 가장자리 준비(깎기(skiving) 등)는 가장자리들이 나란히 배치되기 전에 수행된다. 재료가 압출될 때 기하학적 가장자리(사면(bevel), 대칭 이미지(mirror image) 등)가 생성될 수 있다. 그런 다음 본 명세서에서 이미 설명한 기술을 사용하여 가장자리들이 결합된다. 필요한 루프 개수는 재료 롤의 너비 및 최종 벨트의 너비에 의해

결정된다.

[0108] 위에서 논의된 바와 같이, 상기 다층 벨트 구조체의 장점은 상기 벨트의 강도, 신장 저항성, 치수 안정성 및 내구성이 상기 층들 중의 하나에 의해 제공될 수 있는 반면, 다른 층은 이들 파라미터에 크게 기여하지 않을 수 있다는 것이다. 본 명세서에서 설명된 구현예들의 다층 벨트 재료의 내구성이 다른 잠재적인 벨트 제조 재료의 내구성과 비교하였다. 이 시험에서, 벨트 재료의 내구성은 상기 재료의 인열 강도(tear strength)로 정량화되었다. 본 기술분야의 통상의 기술자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 양호한 인장 강도와 양호한 탄성 성질의 조합이 높은 인열 강도를 갖는 재료를 낳는다. 위에서 설명한 상부층 및 하부층 벨트 재료의 7 개의 후보 압출된 샘플의 인열 강도를 시험하였다. 크레이핑 작업에 사용되는 구조화 포(structuring fabric)의 인열 강도도 시험되었다. 이들 시험에서, 절차는 ISO 34-1(고무의 인열 강도, 가황 또는 열가소성 수지: 파트 1: 바지, 각도 및 초승달(Tear Strength of Rubber, Vulcanized or Thermoplastic - Part 1: Trousers, Angle and Crescent))에 부분적으로 근거하여 개발되었다. 매사추세츠주, 노르우드(Norwood)의 Instron Corp.에 의한 Instron® 5966 듀얼 컬럼 탁상형 만능시험시스템(Dual Column Tabletop Universal Testing System) 및 마찬가지로 매사추세츠주, 노르우드의 Instron Corp.에 의해 판매되는 BlueHill 3 Software가 사용되었다. 모든 인열 테스트는 1 인치의 인열 신장에 대해 2 in./min (4 in./min 속도를 사용하는 ISO 34-1과 다르다)에서 수행되었으며 평균 하중은 파운드 단위로 기록된다.

[0109] 샘플의 세부 사항 및 각각의 MD 및 CD 인열 강도를 표 3에 나타내었다. 샘플에 대하여 "블랭크(blank)"라고 지정한 것은 그 샘플에 개구부가 제공되지 않았음을 나타내는 반면, "프로토타입"이라고 지정한 것은 그 샘플이 아직 무한 벨트 구조체로 만들어지지 않았으며, 단지 시험편 형태의 벨트 재료였다는 사실을 의미하는 것에 주의하라.

표 3

[0110]

샘플	구성	MD 인열 강도 (평균 하중, lbf)	CD 인열 강도 (평균 하중, lbf)
1	0.70 mm PET (블랭크)	9.43	5.3
2	0.70 mm PET (프로토타입)	8.15	7.36
3	1.00 mm HYTREL® (블랭크)	20.075	19.505
4	0.50 mm PET (블랭크)	3.017	2.04
5	포 A	20.78	16.26
6	포 B	175	175

[0111] 표 3에 보인 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 직포 및 압출된 HYTREL® 재료는 압출된 PET 폴리머 재료보다 훨씬 더 큰 인열 강도를 가졌다. 위에서 설명한 바와 같이, 상기 다층 벨트의 층들 중 하나를 형성하기 위해 사용되는 직포 또는 압출된 HYTREL® 재료 층을 사용하는 구현예에서, 다층 벨트 구조체의 총 인열 강도는 적어도 상기 층들의 임의의 층만큼 강할 것이다. 따라서, 직포층 또는 압출된 HYTREL® 층을 포함하는 다층 벨트에는 다른 층 또는 층들을 형성하는데 사용되는 재료에 관계없이 양호한 인열 강도가 부여될 것이다.

[0112] 진술한 바와 같이, 구현예들은 압출된 폴리우레탄 상부층 및 직포 하부층을 포함할 수 있다. 아래에서 설명하는 바와 같이, 이러한 조합의 MD 인열 강도를 평가하였고, 또한 크레이핑 작업에 사용된 구조화 직포의 MD 인열 강도와 비교하였다. 위에서 설명한 테스트와 동일한 테스트 절차가 사용되었다. 위에서 설명한 시험에서와 동일한 시험 절차가 사용되었다. 이 시험에서, 샘플 1은 1.2mm 개구부들을 갖는 압출된 폴리우레탄의 0.5mm 두께 상부층을 갖는 2층 벨트 구조체였다. 하부층은 Albany International Corp.에 의하여 제조된 J5076 직포(woven J5076 fabric)였으며, 이의 상세는 위에서 발견될 수 있다. 샘플 2는 1.2mm 개구부들을 갖는 압출된 폴리우레탄의 1.0mm 두께 상부층, 및 하부층으로서 J5076 포를 갖는 2층 벨트 구조체였다. J5076 포 자체의 인열 강도는

또한 샘플 3으로 평가되었다. 이들 시험의 결과는 표 4에 나타내었다.

표 4

[0113]

샘플	MD 인열 강도 (평균 하중, lbf)
1	12.2
2	15.8
3	9.7

[0114]

표 4의 결과로부터 알 수 있는 바와 같이, 압출된 폴리우레탄 상부층 및 직포 하부층을 갖는 다층 벨트 구조체는 우수한 인열 강도를 가졌다. 직포 만의 인열 강도만을 고려할 때, 상기 직포가 벨트 구조체의 인열 강도의 대부분을 생성한다는 것을 알 수 있다. 압출된 폴리우레탄 층은 다층 벨트 구조체의 비례적으로 더 작은 인열 강도를 제공하였다. 그럼에도 불구하고, 압출된 폴리우레탄 층 홀로는 표 4의 결과에 의해 나타낸 바와 같이, 인열 강도의 측면에서, 강도, 신장 저항성 및 내구성이 충분하지 않을 수 있지만, 다층 구조체가 압출된 폴리우레탄 층 및 직포층을 가지고 사용되는 경우, 충분히 내구성있는 벨트 구조체가 형성될 수 있다.

[0115]

표 5-7은 본 발명에 따라 구성된 8 개의 다층 벨트 예의 성질을 보인다. 벨트 1 및 2는 그 구조체에 대해 PET의 두 폴리머 층을 갖는다. 벨트 3 내지 8은 폴리 우레탄(PUR)으로 형성된 상부층 및 Albany International(위에서 설명됨)에 의해 제조된 PET 포 J5076 포로 형성된 하부층을 가졌다. 표 5-7는 단면적, 개구부들의 부피 및 개구부들의 측벽의 각도와 같은, 각 벨트의 상부층(즉, "시트 측면")의 개구부들의 성질을 나타낸다. 또한, 표 5-7는 하부층(즉, "공기 측면")의 개구부들의 성질을 나타낸다.

표 5

[0116]

성질	벨트 1 (상부층)	벨트 1 (하부층)	벨트 2 (상부층)	벨트 2 (하부층)	벨트 3	벨트 4	벨트 5	벨트 6	벨트 7	벨트 8
상부층 재료	PET	---	PUR	---	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR
하부층 재료	---	PET	---	PET	포	포	포	포	포	포
시트 측면 구멍 CD 직경 (mm)	2.41	0.65	2.50	0.69	2.40	2.53	2.54	3.00	1.43	1.65
시트 측면 구멍 MD 직경 (mm)	2.41	0.63	2.50	0.69	2.40	2.53	2.64	3.00	1.62	1.67
시트 측면 CD/MD	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
시트 측면 단면적 (mm ²)	4.57	0.32	4.91	0.37	4.53	5.02	5.27	7.07	1.81	2.17

표 6

[0117]

성질	벨트 1 (상부층)	벨트 1 (하부층)	벨트 2 (상부층)	벨트 2 (하부층)	벨트 3	벨트 4	벨트 5	벨트 6	벨트 7	벨트 8
시트 측면 구멍 % 개방 면적 (Open Area)	73.6	64.1	82.7	64.5	80.0	66.9	67.5	79.3	79.3	76.4

공기 측면 구멍 CD 직경 (mm)	1.91	0.35	2.08	0.36	2.0	1.96	1.98	2.41	1.04	1.07
공기 측면 구멍 MD 직경 (mm)	1.91	0.35	2.08	0.36	2.0	1.96	1.98	2.41	1.13	1.07
공기 측면 구멍 CD/MD	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0
공기 측면 구멍 단면적 (mm ²)	2.85	0.10	3.41	0.10	3.14	3.03	3.08	4.57	0.92	0.89
공기 측면 구멍 % 개방 면적	45.9	19.0	57.4	17.3	55.5	40.4	42.9	43.7	40.3	31.5
시트 측면/ 공기 측면 면적비	1.6	3.4	1.4	3.7	1.4	1.7	1.7	1.5	2.0	2.4
측벽각 CD 1 (도)	69.0	73.1	67	72	68.1	74.3	74.4	78.9	66.4	75.1

표 7

[0118]

성질	벨트 1 (상부층)	벨트 1 (하부층)	벨트 2 (상부층)	벨트 2 (하부층)	벨트 3	벨트 4	벨트 5	벨트 6	벨트 7	벨트 8
측벽각 CD 2 (도)	69.0	73.1	67	72	68.1	74.3	74.4	78.9	71.5	72.4
측벽각 MD 1 (도)	69.0	73.1	70	72	68.1	74.3	71.7	78.9	63.9	73.2
측벽각 MD 2 (도)	69.0	73.1	65	72	68.1	74.3	71.7	78.9	63.9	73.2
상부층의 개구부 부피 (mm ³)	2.60	0.11	2.18	0.13	2.01	4.27	4.63	8.66	0.76	1.66
상부층에서 제거된 % 재료	83.6	44.1	73.5	43.8	71.1	57.0	64.4	55.2	66.6	58.6
MD 랜드(land) 거리 (mm)	1.64	0.79	2.17	0.11	2.14	2.68	2.35	2.98	0.17	1.42
MD 랜드/ MD 직경 비 (%)	67.9	125.7	86.8	16.5	89.3	105.9	89.1	99.2	10.3	84.8
CD 랜드 거리	0.65	0.06	0.04	0.75	0.09	0.35	0.34	0.50	1.14	0.19

CD 랜드/ CD 직경 비 (%)	27.3	8.48	1.73	109.25	3.75	13.95	13.38	16.79	79.41	11.24
1/너비 (컬럼수/cm)	3.26	14.12	3.93	6.97	4.02	3.47	3.47	2.85	3.90	5.44
1/높이 (열(row)수/cm)	4.94	14.12	4.28	25.04	4.40	3.84	4.00	3.85	11.22	6.48
cm ² 당 구멍수	16	199	17	174	18	13	14	10	44	35

[0119] **산업상 이용가능성**

[0120] 본 명세서에서 설명된 기계, 장치, 벨트, 포, 공정, 재료 및 제품은 안면용 또는 화장실용 티슈 및 타월과 같은 상업 제품의 생산에 사용할 수 있다.

[0121] 본 발명의 구현예들 및 그 수정예들이 본 명세서에서 상세히 설명되었지만, 본 발명은 이러한 정밀한 구현예들 및 수정예들에 제한되지 않으며, 다른 수정예들 및 변형예들이 첨부된 청구 범위에 의해 정의된 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않고 본 기술분야의 통상의 기술자에 의해 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

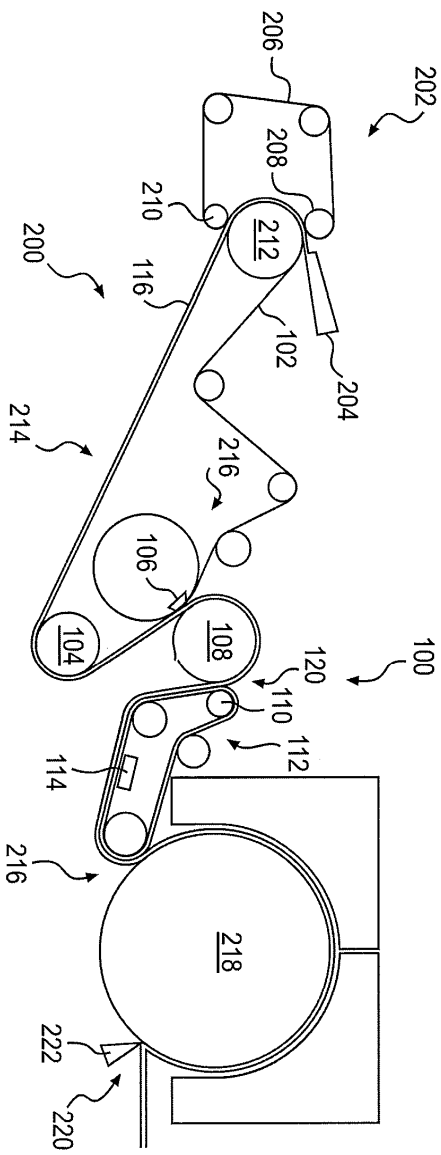
[0122] 본 출원에서 인용되거나 설명된 각각의 특허, 특허 출원, 및 간행물은 마치 각각의 개별적인 특허, 특허 출원 또는 간행물이 구체적으로 그리고 개별적으로 참조에 의하여 통합되는 것처럼 본 명세서에 그 전문이 참조에 의하여 본 명세서에 통합된다.

부호의 설명

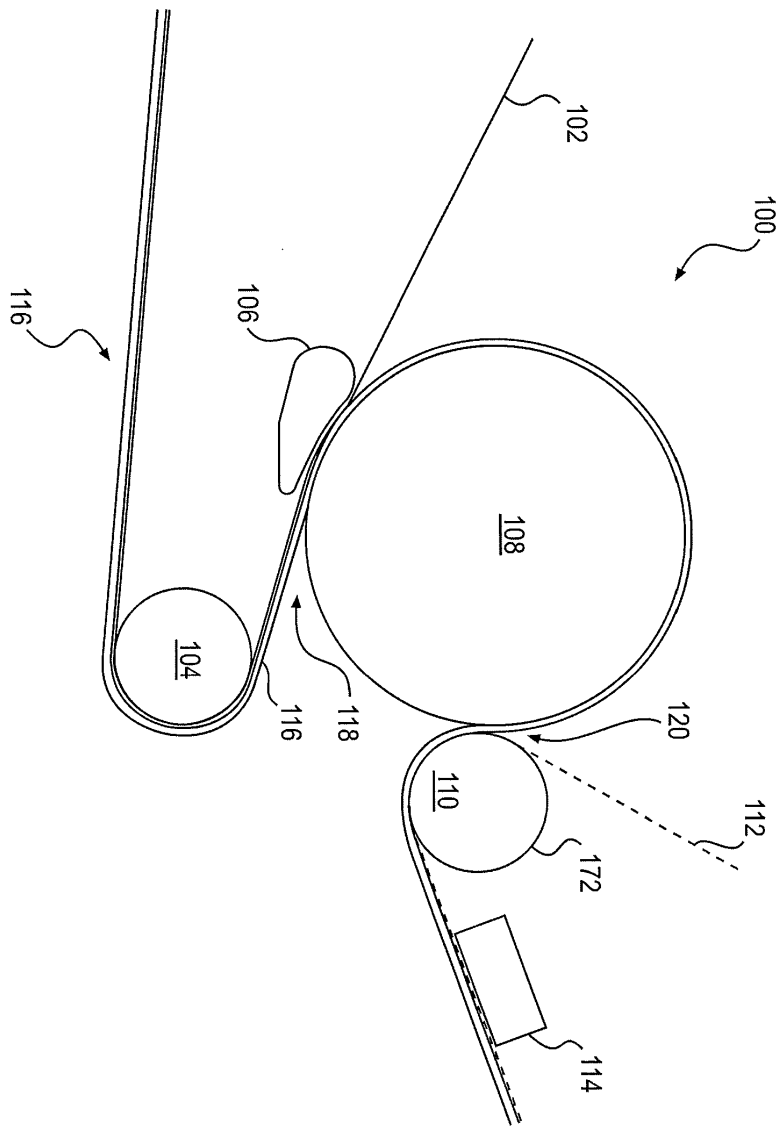
- [0123] 400: 다층 크레이핑 벨트
- 402: 압출된 폴리머 상부층
- 404: 직포 하부층
- 406: 개구부
- 408: 벨트(400)의 상부 표면
- α: 측벽각

도면

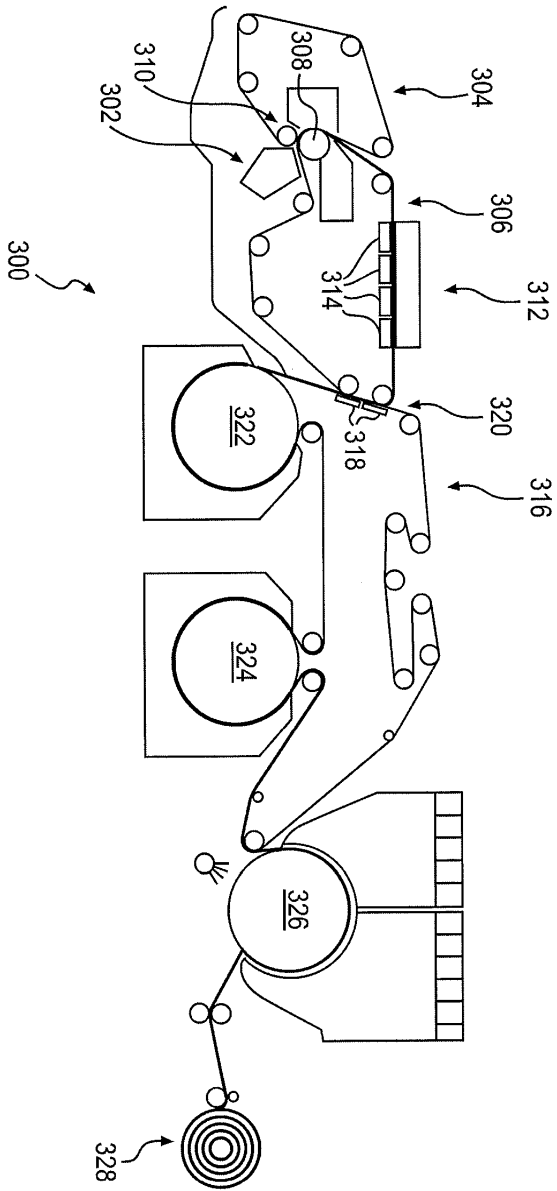
도면1



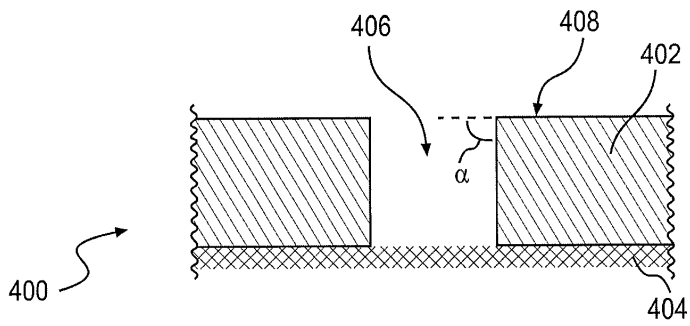
도면2



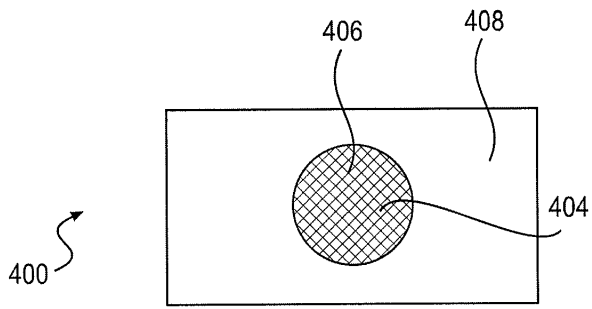
도면3



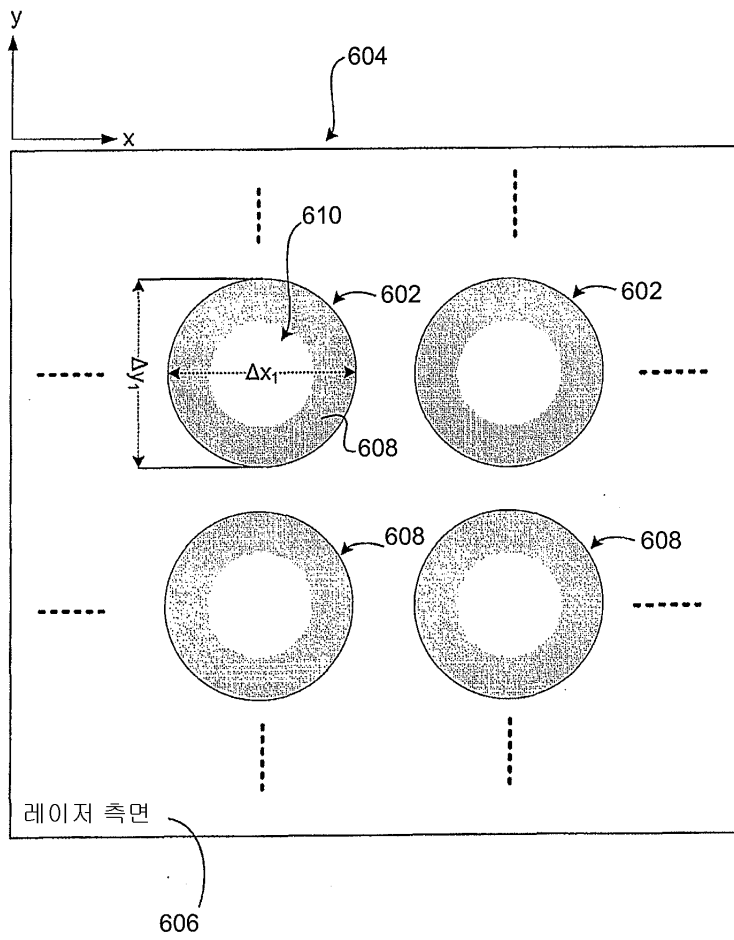
도면4a



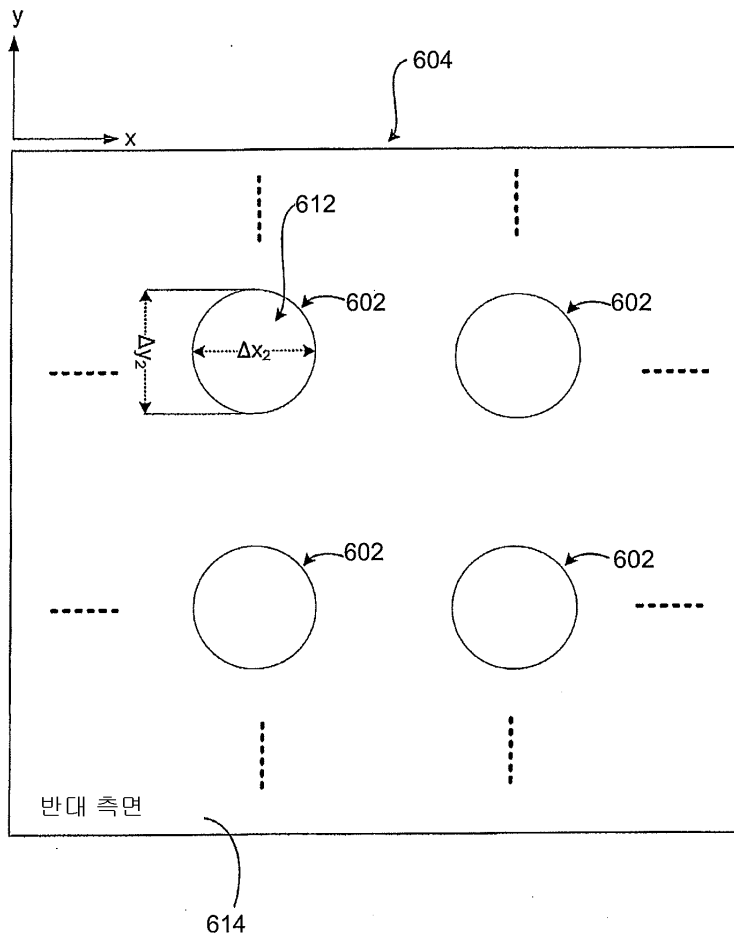
도면4b



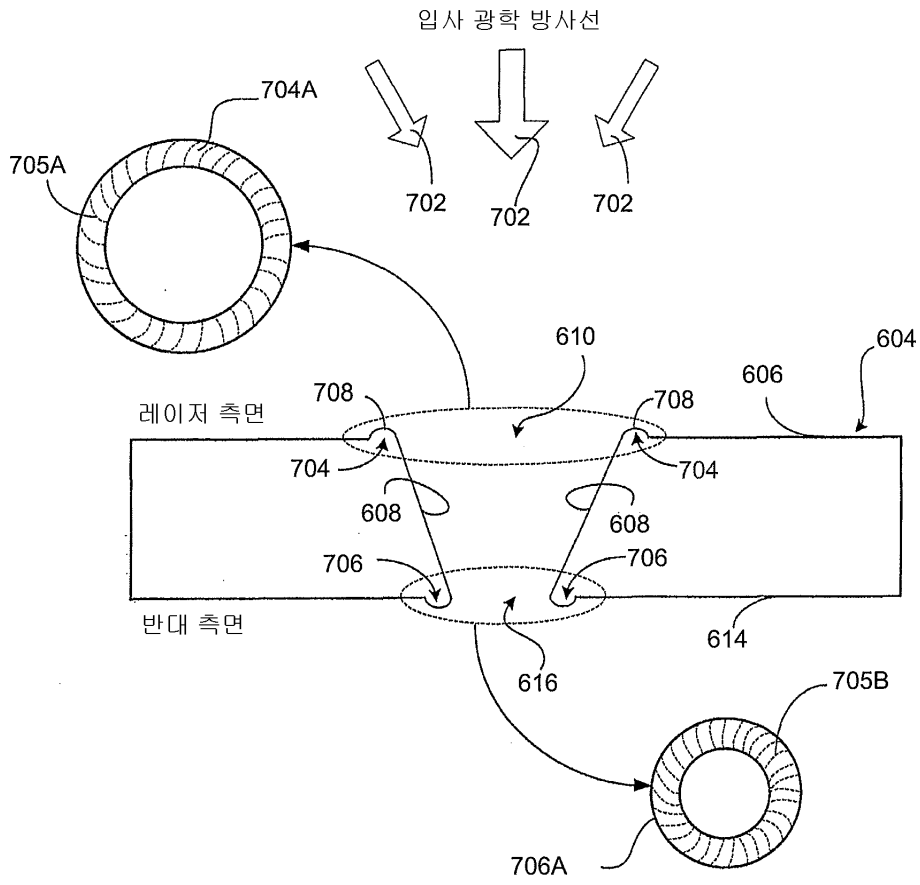
도면5a



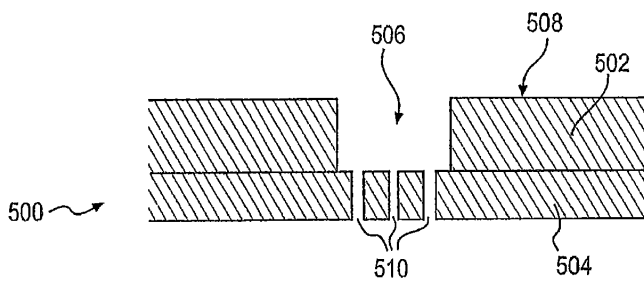
도면5b



도면6



도면7a



도면7b

