(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년07월11일
(11) 등록번호 10-2419653
(24) 등록일자 2022년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
D21H 27/40 (2006.01) *D21F 11/00* (2006.01)
D21F 7/12 (2006.01) *D21H 27/00* (2006.01)
D21H 27/30 (2015.01) *G06T 15/08* (2011.01)
(52) CPC특허분류
D21H 27/40 (2013.01)
D21F 11/006 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-7026356(분할)
(22) 출원일자(국제) 2014년11월14일
심사청구일자 2021년09월17일
(85) 번역문제출일자 2021년08월19일
(65) 공개번호 10-2021-0104943
(43) 공개일자 2021년08월25일
(62) 원출원 특허 10-2016-7015137
원출원일자(국제) 2014년11월14일
심사청구일자 2019년11월14일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/065763
(87) 국제공개번호 WO 2015/073863
국제공개일자 2015년05월21일
(30) 우선권주장
61/904,177 2013년11월14일 미국(US)
(뒷면에 계속)
(56) 선행기술조사문헌
JP2013108197 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 6 항

(73) 특허권자
쥐피씨피 아이피 홀딩스 엘엘씨
미국 조지아 30303 애틀란타 피치트리 스트리트 노쓰 이스트 133
(72) 발명자
초우 홍 리앙
미국 위스콘신 54956 니나 요크셔 코트 1358
스즈 다니엘 에이치.
미국 위스콘신 54915 애플턴 케베 코트 더블유2820
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

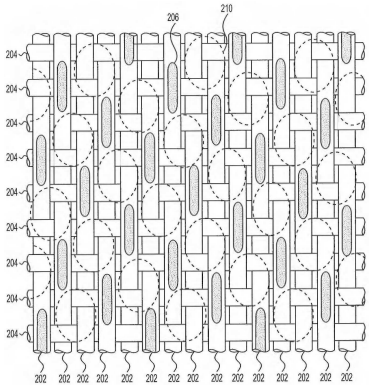
심사관 : 이병결

(54) 발명의 명칭 **고흡수성 및 고캘리퍼를 갖는 연성 흡수성 시트, 및 연성 흡수성 시트의 제조 방법**

(57) 요 약

핸드 타월과 같은 종이 제품은 높은 흡수성, 높은 캘리퍼 및 우수한 지각된 연성을 갖는다. 2겹 제품은 적어도 약 260 mils/8 sheets의 캘리퍼 및 적어도 약 650 g/m^2의 SAT 용량을 갖는다. 상기 종이 제품은 높은 평면 부피 지수를 갖는 구조체화 패브릭을 사용하여 제조되며, 이는 구조체화 패브릭의 제지 웹 접촉 표면의 접촉 면적비와 상기 패브릭의 포켓 부피간의 관계를 나타낸다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
D21F 7/12 (2013.01)
D21H 27/007 (2013.01)
D21H 27/30 (2013.01)
G06T 15/08 (2013.01)
(72) 발명자
판 시아오린
미국 위스콘신 54913 애플턴 이스트 펀우드 레인 419
하퍼 프랭크 디.
미국 위스콘신 54956 니나 와일드 로즈 레인1355
올슨 스티븐 알.
미국 위스콘신 54952 메나샤 로파스 스트리트 320

(56) 선행기술조사문헌
US20100224338 A1*
JP11511518 A
JP2003509598 A
JP2007143764 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(30) 우선권주장
14/541,316 2014년11월14일 미국(US)
14/541,380 2014년11월14일 미국(US)

명 세 서

청구범위

청구항 1

통기 건조 방법(through air drying process)을 사용하여 종이 제품을 제조하는 초지기로서, 상기 초지기는

수성 지료를 공급하는 헤드박스(headbox);

접촉 영역을 포함한 표면을 갖는 구조체화 패브릭으로서, 상기 구조체화 패브릭은 (i) 상기 헤드박스로부터 표면 상에 상기 지료를 수용하여, 상기 지료로부터 셀룰로오스 웹을 형성하고, (ii) 상기 셀룰로오스 웹을 탈수하도록 구성된 구조체화 패브릭; 및

상기 구조체화 패브릭 상의 상기 셀룰로오스 웹을 건조하기 위한 적어도 하나의 통기 건조기;를 포함하고,

상기 셀룰로오스 웹을 형성하는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 적어도 26의 평면 부피 지수를 갖는 초지기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평면 부피 지수는 26 내지 30.5인 초지기.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 구조체화 패브릭의 접촉 영역이 전체적으로 상기 구조체화 패브릭의 경사 상의 너클에 의해 형성된 초지기.

청구항 4

통기 건조 방법을 사용하여 종이 제품을 제조하는 초지기로서, 상기 초지기는

수성 지료를 공급하는 헤드박스;

접촉 영역을 포함한 표면을 갖는 구조체화 패브릭으로서, 상기 구조체화 패브릭은 (i) 상기 헤드박스로부터 표면 상에 상기 지료를 수용하여, 상기 지료로부터 셀룰로오스 웹을 형성하고, (ii) 상기 셀룰로오스 웹을 탈수하도록 구성된 구조체화 패브릭; 및

상기 구조체화 패브릭 상의 상기 셀룰로오스 웹을 건조하기 위한 적어도 하나의 통기 건조기;를 포함하고,

상기 셀룰로오스 웹을 형성하는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 적어도 27의 조정된 평면 부피 지수를 갖는 초지기.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 조정된 평면 부피 지수는 27 내지 31.5인 초지기.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 구조체화 패브릭의 접촉 영역이 전체적으로 상기 구조체화 패브릭의 경사 상의 너클에 의해 형성된 초지기.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 흡수성 핸드 타월과 같은 종이 제품에 관한 것이다. 본 발명은 또한 흡수성 핸드 타월과 같은 종이 제품의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 다양한 특성을 갖는 많은 유형의 종이 제품이 바람직하다. 예를 들어, 흡수성 종이 제품은 포화되기 이전에 다량의 액체를 닦아낼 수 있어야만 한다. 또 다른 예로서, 고객들은 부드러운 촉감이 느껴지는 흡수성 종이 제품을 매우 선호한다. 그러나, 흡수성(absorbency) 및 연성(softness)은 종이 제품을 제조하는 데 있어서 모순된 특성이다. 종이 제품의 흡수성을 증가시키기 위한 대부분의 기술은 상기 제품의 지각된 연성(perceived softness)을 감소시키는 효과 또한 가질 것이다. 역으로, 종이 제품의 연성을 증가시키기 위한 대부분의 기술은 상기 제품의 흡수성을 감소시키는 효과를 가질 것이다. 예를 들어, 종이 제품을 제조하는 베이스시트(basesheets)를 캘린더링(calendering)하는 것은 상기 제품의 연성을 증가시킬 수 있다. 그러나, 캘린더링은 또한 상기 베이스시트의 캘리퍼(caliper)를 감소시키는 효과를 갖는다. 또한, 종이 제품의 흡수성은 일반적으로 제품의 캘리퍼에 비례하기 때문에, 베이스시트를 캘린더링하는 것은 또한 제품의 흡수성을 감소시키는 효과를 가질 것이다. 습윤 및 건조 강도 수지들의 사용은 종이 제품의 특성을 개선하는 다른 기술의 예이다. 이러한 수지들은 제지 공정에서 사용되는 지료(furnish)에 첨가되며, 또한 상기 수지들은 제조된 종이 제품의 기본(underlying) 강도(예를 들어, 상기 제품의 기계 횡방향(cross machine direction: CD) 또는 기계 방향(machine direction: MD) 습윤 인장 강도)를 개선하는 효과를 갖는다. 그러나, 습윤 및 건조 강도 수지들은 제조된 제품의 지각된 연성을 감소시키는 바람직하지 않은 효과 또한 갖는다.

[0003] 종이 제품을 제조하는 데 있어 또 다른 과제는 제지가 비교적 마진이 적은 산업이고, 따라서 보다 경제적으로 효율적인 제품 및 공정을 찾아야 하는 지속적인 필요성이 있다. 제품의 관점에서, 종이 제품의 평량(basis weight) 또는 부피(bulk)는 보다 경제적인 제품을 고안하기 위한 시도에서 종종 연구되는 특성이다. 더 작은 평량 또는 더 큰 부피를 갖지만, 모든 다른 측면에서 여전히 유사한 특성을 갖는 종이 제품에 대한 지속적인 연구가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 일 측면에 따르면, 본 발명은 흡수성 셀룰로오스 시트(absorbent cellulosic sheet)를 제공한다. 상기 시트는 상기 시트의 제1표면을 제공하는 제1겹(ply), 및 상기 시트의 제2표면을 제공하는 제2겹을 포함하며, 상기 제2겹은 상기 제1겹에 직접 부착된다(attached). 상기 시트는 적어도 약 255 mils/8 sheets의 캘리퍼를 갖고, 또한 상기 시트는 적어도 약 650 g/m^{2}의 SAT 용량(capacity)을 갖는다.

[0005] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 흡수성 셀룰로오스 시트를 제공한다. 상기 시트는 상기 시트의 제1표면을 제공하는 제1겹, 및 상기 시트의 제2표면을 제공하는 제2겹을 포함한다. 상기 시트는 약 1.0 미만의 인장비(tensile ratio)를 갖고, 또한 상기 시트는 적어도 약 255 mils/8 sheets의 캘리퍼를 갖는다.

[0006] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 흡수성 셀룰로오스 시트를 제공한다. 상기 시트는 상기 시트의 제1표면을 제공하는 제1겹, 및 상기 시트의 제2표면을 제공하는 제2겹을 포함한다. 상기 시트는 약 1.0 미만의 인장비를 갖고, 또한 상기 시트는 적어도 약 675 g/m^{2}의 SAT 용량을 갖는다.

[0007] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 종이 제품의 제조 방법을 제공한다. 상기 방법은 초지기에서 수성 셀룰로오스 웹을 구조체화 패브릭(structuring fabric) 상에 형성하는 단계, 상기 구조체화 패브릭 상의 셀룰로오스 웹을 비치밀하게(non-compactively) 탈수하는 단계, 및 상기 셀룰로오스 웹을 건조하여 상기 종이 제품을 형성하는 단계를 포함한다. 상기 셀룰로오스 웹이 형성되는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 적어도 약 26의 평면 부피 지수(planar volumetric index)를 갖는다.

[0008] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 종이 제품의 제조 방법을 제공한다. 상기 방법은 초지기에서 수성 셀룰로오

스 웹을 구조체화 패브릭 상에 형성하는 단계, 상기 구조체화 패브릭 상의 셀룰로오스 웹을 비치밀하게 탈수하는 단계, 및 상기 셀룰로오스 웹을 건조하여 상기 종이 제품을 형성하는 단계를 포함한다. 상기 셀룰로오스 웹이 형성되는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 (i) 상기 셀룰로오스 웹이 초지기에서 구조체화 패브릭 상에 형성되는 초기 기간 동안, 및 (ii) 상기 구조체화 패브릭에 약 950,000 사이클의 상기 초지기 운전이 수행된 이후에, 적어도 약 26의 평면 부피 지수를 갖는다.

[0009] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 통기 건조 방법(through air drying process)을 사용한 종이 제품 제조용 초지기를 제공한다. 상기 초지기는 지료 공급용 헤드박스(headbox)를 포함한다. 상기 초지기는 또한 접촉 영역(contact area)을 포함한 표면을 갖는 구조체화 패브릭을 포함하고, 상기 구조체화 패브릭은 (i) 상기 헤드박스로부터 표면 상에 상기 지료를 수용하여, 상기 지료로부터 셀룰로오스 웹을 형성하고, (ii) 상기 셀룰로오스 웹을 비치밀하게 탈수하도록 구성된다. 상기 셀룰로오스 웹이 형성되는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 적어도 약 26의 평면 부피 지수를 갖는다.

[0010] 또 다른 측면에 따르면, 본 발명은 흡수성 셀룰로오스 시트를 제공한다. 상기 시트는 초지기에서 수성 셀룰로오스 웹을 구조체화 패브릭 상에 형성하는 단계, 상기 구조체화 패브릭 상의 셀룰로오스 웹을 비치밀하게 탈수하는 단계, 및 상기 셀룰로오스 웹을 건조하여 상기 흡수성 셀룰로오스 시트를 형성하는 단계를 포함하는 방법에 의해 제조된다. 상기 셀룰로오스 웹이 형성되는 상기 구조체화 패브릭의 일부분은 적어도 약 26의 평면 부피 지수를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 발명과 함께 사용될 수 있는 초지기 구성의 개략도이다.

도 2a 및 2b는 구조체화 패브릭의 표면과 접촉한 웹의 사진이다.

도 3은 본 발명에 따른 제품을 제조하기 위한 구조체화 패브릭의 평면도이다.

도 4a 및 4b는 접촉 표면 인쇄 장치(contact surface printing apparatus)의 도면이다.

도 5는 도 4a 및 4b에 도시된 접촉 표면 인쇄 장치의 가압부(pressing section)의 상세도이다.

도 6a 내지 6d는 구조체화 패브릭의 인쇄물의 예이다.

도 7a 내지 7e는 구조체화 패브릭의 인쇄물에서 좌표계(coordinate system)를 설정하는 단계를 도시한다.

도 8a 내지 8c는 본 분석 기술이 구조체화 패브릭의 너클(knuckles) 사진에 적용될 때, 본 분석 기법의 적용을 도시한다.

도 9a 및 9b는 구조체화 패브릭의 너클 사진 또는 인쇄물에 적용된 대안적인 분석 기법을 도시한다.

도 10은 도 3에 도시된 구조체화 패브릭에서 너클에 의해 둘러싸인 포켓을 측정하는 분석 기법의 적용을 도시한다.

도 11은 도 10에 도시된 포켓의 깊이를 측정하는 분석 기법의 적용을 도시한다.

도 12a 내지 12d는 본 발명의 제품을 제조하는 데 사용될 수 있는 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 비교 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수를 도시한다.

도 13은 본 발명에 따른 시제품 및 비교 제품의 캘리퍼와 SAT 용량의 관계를 도시한 플롯(plot)이다.

도 14는 본 발명에 따른 시제품 및 비교 제품의 인장비와 캘리퍼의 관계를 도시한 플롯이다.

도 15는 본 발명에 따른 시제품 및 비교 제품의 인장비와 SAT 용량의 관계를 도시한 플롯이다.

도 16은 본 발명에 따른 시제품 및 비교 제품의 연신비(stretch ratio)와 SAT 용량의 관계를 도시한 플롯이다.

도 17은 본 발명에 따른 시제품 및 비교 제품의 연신비와 캘리퍼의 관계를 도시한 플롯이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 본 발명은 흡수성 종이 제품 및 흡수성 종이 제품의 제조 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따른 흡수성 종이 제품은 당해 분야에 공지된 다른 종이 제품보다 우수한 특성들의 뛰어난 조합을 갖는다. 일부 특정 구현예들에 있어서, 본 발명에 따른 종이 제품은 특히 흡수성 핸드 타월에 매우 적합한 특성들의 조합을 갖는다.

[0013] 본 명세서에서 사용되는 용어 "종이 제품"은 주요 구성 성분으로서 셀룰로오스를 포함한 제지 섬유를 포함하는 임의의 제품을 포함한다. 이는, 예를 들어 종이 타월, 화장실 종이, 미용 티슈(facial tissues) 등과 같이 시중에 판매되는 제품들을 포함할 수 있다. 제지 섬유는 버진 펄프(virgin pulps) 또는 재생 (2차) 셀룰로오스 섬유, 또는 셀룰로오스 섬유를 포함한 섬유 혼합물을 포함한다. 목재 섬유는, 예를 들어 낙엽수 및 침엽수로부터 얻은 것들을 포함하며, 북부 및 남부 연목 크라프트 섬유와 같은 연목 섬유, 및 유칼립투스, 단풍나무, 자작나무, 사시나무와 같은 경목 섬유 등을 포함한다. 본 발명의 제품을 제조하는 데 적합한 섬유의 예는 비목재 섬유, 예를 들어 면(cotton) 섬유 및 면 유도체, 아바카(abaca), 케나프(kenaf), 사바이 풀(sabai grass), 아마(flax), 에스파르토 풀(esparto grass), 짚(straw), 주트(jute), 헴프(hemp), 바가스(bagasse), 밀크위드 플로스 섬유(milkweed floss fiber) 및 파인애플 잎 섬유를 포함한다.

[0014] "지료" 및 유사 전문 용어는 제지 섬유 및 선택적으로 습윤 강도 수지, 탈결합제(debonder) 등을 포함한 종이 제품 제조용 수성 조성물을 지칭한다. 다양한 지료가 본 발명의 구현예들에서 사용될 수 있다. 일부 구현예들에 있어서, 미국 특허 제8,080,130호에 기술된 사양에 따른 지료가 사용된다(이의 개시 내용은 그 전문이 인용에 의해 통합된다). 이러한 특허에서의 지료는 다른 것들 중에서도 적어도 약 15.5 mg/100 mm의 섬유조도(coarseness)를 갖는 셀룰로오스 장섬유를 포함한다. 지료의 예는 또한 아래에서 논의되는 제품 예에서 구체화된다.

[0015] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 제지 공정에서 최종 제품으로 건조되는 초기 섬유 및 액체 혼합물은 "웹" 및/또는 "신생(nascent) 웹"으로 지칭될 것이다. 제지 공정으로부터 건조된 단일겹 제품은 "베이스시트"로 지칭될 것이다. 또한, 제지 공정의 제품은 "흡수성 시트"로 지칭될 수도 있다. 이와 관련하여, 흡수성 시트는 단일 베이스시트와 동일할 수 있다. 대안적으로는, 흡수성 시트는 다겹 구조체로서 복수의 베이스시트를 포함할 수 있다. 또한, 흡수성 시트는 변환된 베이스시트로부터 최종 종이 제품을 형성하기 위하여 초기 베이스시트 형성 공정에서 건조된 이후에 추가 처리를 거칠 수 있다. "흡수성 시트"는, 예를 들어 핸드 타월과 같이 시중에 판매되는 상업 제품을 포함한다.

[0016] 용어 "직접 부착된"이 제1겹 및 제2겹을 언급하면서 사용되는 경우, 이는 2개의 겹이 임의의 중간 겹 없이 서로 부착된다는 것을 의미한다. 따라서 제1겹은 시트의 제1표면을 형성하고, 제2겹은 따라서 시트의 제2표면을 형성한다. 이러한 점에서, "겹"은 주요 구성 성분으로서 셀룰로오스를 포함한 제지 섬유로 제조된 시트 구조체를 지칭하며, 예를 들어 2개의 겹을 함께 직접 부착하는 접착제를 포함하지 않는다. 당해 분야의 기술자는 종이 제품에서 2개 이상의 겹을 함께 직접 부착하는 수많은 기술을 인식할 것이다.

[0017] 여기서 본 발명을 설명할 때, 용어 "기계 방향(MD)" 및 "기계 횡방향(CD)"은 당해 분야에서 잘 알려진 그들의 의미에 따라 사용될 것이다. 즉, 패브릭 또는 다른 구조체의 MD는 제지 공정에서 상기 구조체가 초지기 상에서 이동하는 방향을 지칭하는 반면, CD는 상기 구조체의 MD와 교차하는 방향을 지칭한다. 유사하게, 종이 제품을 언급할 때, 종이 제품의 MD는 제지 공정에서 제품이 초지기 상에서 이동하는 제품의 방향을 지칭하고, 제품의 CD는 상기 제품의 MD와 교차하는 방향을 지칭한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 종이 제품을 제조하는 데 사용될 수 있는 초지기(10)의 예를 도시한다. 초지기(10)는 통기 건조(TAD) 제지 공정으로 구성되며, 구조체화 패브릭(48)이 종이 제품의 3차원 구조체를 형성하는 데 사용된다. 공정을 시작하기 위해, 헤드박스(20)를 통해 공급된 지료가 제트(jet)에서 성형 패브릭(24) 및 이송 패브릭(28) 사이에 형성된 닙(nip)으로 이송된다. 성형 패브릭(24) 및 이송 패브릭(28)은 성형 롤(32)과 브레스트 롤(breast roll)(36) 사이를 통과하고, 이후 성형 롤(32)과 브레스트 롤(36) 사이를 통과한 후 분기된다. 이 때, 지료가 이송 패브릭(28) 상에 신생 웹으로 형성된다. 이후, 이송 패브릭(28)은 흡입 박스(44)가 상기 웹 및 이송 패브릭(28)으로부터의 수분을 제거하는 탈수 구역(40)을 통과하고, 이로써 구조체화 패브릭(48)으로 상기 웹을 이송하기 이전에 상기 웹의 농도(consistency)를, 예를 들어 약 10 % 내지 약 25 % 증가시킨다. 일부 경우에 있어서, 특히 패브릭 크레이프(crepe)의 상당량이 이송 구역(56)에서 러쉬(rush) 이송에 의해 웹에 부여되는 경우, 이송 구역(56)에서 진공 보조 박스(52)를 통해 진공을 적용하는 것이 유리할 수 있고, 여기서 이송 패브릭(28)은 구조체화 패브릭(48)보다 더 빠르게 이동한다.

[0019] 웹이 구조체화 패브릭(48)으로 이송될 때, 상기 웹은 여전히 높은 수분 함량을 갖기 때문에, 상기 웹은 변형가능하고, 따라서 상기 웹의 일부분은 구조체화 패브릭(48)을 이루는 얀(yarn)들 사이에 형성된 포켓에서 연신될 수 있다. (구조체화 패브릭에서의 포켓은 아래에서 상세히 설명될 것이다.) 구조체화 패브릭(48)이 건조기들(60, 64)을 통해 그 주변을 통과하기 때문에, 웹의 농도는, 예를 들어 약 60 % 내지 약 90 % 증가된다. 상기 웹은 이에 따라, 상기 웹이 구조체화 패브릭(48)의 포켓에서 연신되는 곳에 형성된 돔(dome)들을 포함한 구조체

화 패브릭(48)에 의하여 거의 영구적으로 형상이 부여된다. 따라서, 구조체화 패브릭(48)은 웹에 3차원 형상을 제공하며, 이는 돔 구조체를 갖는 종이 제품을 초래한다.

[0020] 종이 형성 공정을 완료하기 위해, 상기 웹은 구조체화 패브릭(48)으로부터 양키 건조기(Yankee dryer)(68)로 이송된다. 상기 이송은 상기 웹을 양키 건조기(68) 상에 분무된 접착제와 접촉시킴으로써, 웹 특성의 큰 저하 없이 달성될 수 있다. 상기 웹이 약 96 % 이상의 농도에 도달한 이후에, 상기 웹을 양키 건조기(68)로부터 제거하기 위한 추가 크레이핑(creping)이 사용되며, 그 후 상기 웹은 릴(70)에 의해 취해진다. 릴(70)의 속도는 상기 웹이 양키 건조기(68)로부터 제거될 때 상기 웹에 적용되는 추가 크레이핑을 조정하도록 양키 건조기(68)의 속도와 관련되어 제어될 수 있다.

[0021] 베이스시트를 특정 제품으로 변환하기 위하여 릴(70) 상의 베이스시트는 당해 분야에 공지된 바와 같이 이후 추가 공정을 거칠 수 있다. 예를 들어, 베이스시트는 엠보싱될 수 있으며, 2매의 베이스시트가 다겹 제품으로 결합될 수 있다. 이러한 변환의 세부 사항은 본 발명에 따른 제품의 특정 시험 예와 함께 후술된다.

[0022] 도 1이 구조체화 패브릭이 종이 제품에 3차원 형상을 부여하는 데 사용되는 일 유형의 공정을 도시하지만, 구조체화 패브릭이 사용되는 수많은 대안적인 제지 공정이 존재한다. 예를 들어, 구조체화 패브릭이 통기 건조(TAD)를 사용하지 않는 제지 공정에서 사용될 수 있다. 이러한 "비-TAD" 공정의 예는 미국 특허 제7,494,563호에 개시되며, 이의 개시 내용이 인용에 의해 그 전문이 통합된다. 당해 분야의 기술자들에 의해 이해되는 바와 같이, 본 명세서에 개시된 본 발명은 반드시 임의의 특정 제지 공정에 한정되지 않는다.

[0023] 도 2a 및 2b는 도 1에 도시된 초지기(10)에서 구조체화 패브릭(48)으로 사용될 수 있는 유형의 구조체화 패브릭의 확대 사진이다. 이러한 도면은 제지 공정에서 웹과 접촉하는 패브릭의 표면을 보여준다. 도 2a 및 2b는 당해 분야에 잘 알려진 종래의 구조체화 패브릭이다. 구조체화 패브릭의 몸체(body)를 이루는 경사 및 위사를 도 2a 및 2b에서 볼 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명에 따른 제품을 형성하기 위한 구성을 갖는 구조체화 패브릭의 웹 접촉 면의 일부분의 상세도이다. 상기 패브릭은 상기 패브릭이 제지 공정에서 사용되는 경우 기계 방향(MD)으로 움직이는 경사(202), 및 상기 패브릭이 제지 공정에서 사용되는 경우 기계 횡방향(CD)으로 움직이는 위사(204)를 포함한다. 경사(202) 및 위사(204)는 함께 직조되어 패브릭의 몸체를 형성한다. 상기 패브릭의 실제 접촉 표면은 경사(202) 상에 형성되지만 위사(204) 상에는 형성되지 않는 너클(206)에 의해 형성된다. 즉, 너클(206)은 패브릭의 접촉 표면을 이루는 평면에 존재한다. 포켓(210)(도 3에서 외각선 영역으로 도시됨)은 너클(206) 사이의 영역으로 정의된다. 상술한 바와 같이 제지 운전 동안, 상기 웹의 일부분이 포켓(210)으로 연신될 수 있고, 이는 포켓(210) 내로 연신되어 제조된 종이 제품에 존재하는 돔 구조체를 초래하는 웹의 일부분이다.

[0025] 또한 상술한 바와 같이, 연성, 흡수성 및 캘리퍼는 많은 유형의 흡수성 종이 제품에서 중요한 세 가지 특성이다. 우리는 이러한 세 가지 특성 모두가 제품을 형성하는 공정에서 사용되는 구조체화 패브릭의 구조에 의해 영향받을 수 있음을 발견하였다. 특히, 우리는 흡수성 종이 제품의 연성, 흡수성 및 캘리퍼가 구조체화 패브릭의 접촉 면적의 양, 즉 제지 공정에서 웹이 접촉하는 구조체화 패브릭의 너클 표면에 의해 형성된 영역의 양에 의해 영향받을 수 있음을 발견하였다. 또한, 제조된 종이 제품의 연성, 흡수성 및 캘리퍼가 구조체화 패브릭에서의 너클들 사이의 포켓 크기에 영향받을 수 있다. 이러한 점을 염두하여, 우리는 구조체화 패브릭(예를 들어, 도 2a, 2b 및 3에 도시된 패브릭)을 특성분석하는 매우 유용한 방법이 "평면 부피 지수"의 관점임을 발견하였다. 평면 부피 지수는 접촉 면적비(contact area ratio: CAR) 및 유효 포켓 부피(effective pocket volume: EPV)의 두 가지 변수를 포함한다. 접촉 면적비는 구조체화 패브릭의 웹 접촉 면의 개구 면적(open area)에 대한 너클에 의해 형성된 접촉 면적의 비율로 정의된다. 유효 포켓 부피는 웹의 셀룰로오스 섬유가 제지 운전 동안 이동할 수 있는 구조체화 패브릭에서의 포켓의 평균 부피로 정의된다. 평면 부피 지수는 접촉 면적비(CAR) 곱하기 유효 포켓 부피(EPV) 곱하기 100으로 정의된다(즉, CAR × EPV × 100). 아래에서 더욱 상세히 논의되는 바와 같이, 본 발명의 제품을 형성하고, 본 명세서에 개시된 본 발명의 방법을 수행하는 데 사용되는 구조체화 패브릭은 당해 분야에 공지된 다른 패브릭에 비하여 상당히 더 높은 평면 부피 지수를 갖는다.

[0026] 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수를 계산하기 위하여, 접촉 면적비와 유효 포켓 부피가 측정되어야 한다. 당해 분야의 기술자는 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수를 구성하는 파라미터를 측정하기 위해 사용될 수 있는 상이한 기법들을 인식할 것이다. 우리가 구조체화 패브릭의 접촉 면적비 및 유효 포켓 부피를 계산하기 위하여 사용한 특정 기법의 예를 지금부터 상세히 설명할 것이다.

[0027] 패브릭의 접촉 면적은 후술된 기법에 의해 측정될 수 있다. 미국 특허 출원 공개 제2014/0133734호; 제

2014/0130996호; 및 제2014/0254885호(이의 개시 내용이 인용에 의해 그들의 전문이 통합된다)에도 기술된 다음 기법의 보다 상세한 사항이 후술될 것이다.

[0028] 접촉 면적비 측정은 구조체화 패브릭의 웹 접촉 면의 너클 및 포켓의 표시를 형성하는 것에서 시작한다. 이러한 표시의 일 유형은 구조체화 패브릭의 인쇄물이다. 이와 관련하여, 패브릭의 너클에 의해 형성된 접촉 표면의 인쇄물을 형성하는 장치 및 기법이 도 4a 및 4b에 도시된다. 도 4a는 접촉 표면 인쇄 장치(300)의 측면도이고, 도 4b는 상기 접촉 표면 인쇄 장치(300)의 정면도이다. 이러한 인쇄 장치(300)는 제1암(arm)(303) 및 제2암(305)을 포함한 C형 프레임(302)을 포함한다. 제1플레이트(304)가 제1암(303)에 의해 이동가능하게 지지되고, 고정된 제2플레이트(306)가 제2암(305)에 의해 지지된다. 패브릭의 너클의 인쇄물은 아래에서 상세히 기술되는 바와 같이 제1플레이트(304) 및 제2플레이트(306) 사이에서 형성된다.

[0029] 제1플레이트(304)는 제1플레이트(304)의 제2플레이트(306)로의 이동을 구동시키기 위하여 수동식 유압 펌프(hydraulic pump)(308)에 작동 가능하게 연결된다. 펌프(308)는 제1플레이트(304)가 제2플레이트(306)로부터 후퇴되도록 개방 밸브를 갖는다. 그러나, 펌프(308)는 제1플레이트(304)를 이동시키기 위하여 많은 다른 형태를 취할 수 있다. 제1플레이트(304)가 제2플레이트(306)에 대하여 가압되기 때문에, 펌프(308)는 펌프(308)에 의해 제1 플레이트(304)에 가해진 압력을 측정하기 위하여 변환기(transducer) 및 변환기 표시기(transducer indicator)(310)에 연결될 수 있다. 구체적인 예로서, Auctuant Corp.(Milwaukee, Wisconsin)에 의한 ENERPAC ® Hydraulic Hand Pump Model CST-18381이 사용될 수 있다. 압력 변환기의 구체적인 예로서, Transducer Techniques, Inc.(Temecula, California)에 의해 제조되고, 상응하는 표시기를 갖는 Transducer Techniques Load Cell Model DSM-5K가 사용될 수 있다. 물론, 다른 구현예들에 있어서, 펌프(308), 압력 변환기 및 변환기 표시기(310)가 단일 유닛으로 결합될 수 있다.

[0030] 접촉 표면 인쇄 장치(300)의 프레임(302)은 프레임(302)의 전단부에 인접한 휠(311)뿐만 아니라, 펌프(308) 및/또는 변환기 표시기(310)를 유지하는 데 사용될 수 있는 마운트(313)를 포함한다. 프레임(302)에 제공된 1종 이상의 휠(311)은 프레임(302)을 보다 쉽게 움직이게 한다. 본 발명의 구현예들에 따른 접촉 표면 인쇄 장치(300)의 유리한 특징은 이동성이다. 예를 들어, 도 4a 및 4b에 도시된 바와 같은 구성을 갖는 인쇄 장치(300)는 초지기에 장착된 패브릭 섹션에 대하여 쉽게 이동될 수 있다. 당해 분야의 기술자에 의해 확실히 이해될 수 있는 바와 같이, 패브릭이 초지기에 장착되어 있는 동안 패브릭의 접촉 표면의 인쇄물을 형성하는 능력, 및 이에 따라 후술된 기법에 따라 패브릭을 특성분석하는 능력은 수많은 이점을 제공한다. 일 예이지만, 초지기 상의 패브릭의 마모(wearing)가 초지기의 상이한 운전 기간 이후에 패브릭의 너클을 인쇄하기 위해 접촉 표면 인쇄 장치(300)를 사용함으로써 쉽게 모니터링될 수 있다.

[0031] 도 4a 및 4b에 도시된 접촉 표면 인쇄 장치(300)는 제1플레이트(304) 및 제2플레이트(306)를 연결하는 프레임 구조체(302)를 포함하지만, 다른 구현예들에 있어서, 접촉 표면 인쇄 장치(300)는 이러한 단일 프레임 구조체(302)를 포함할 필요가 없다. 대신에, 제1플레이트(304) 및 제2플레이트(306)가 각각 정렬되어 패브릭의 인쇄물을 형성하는 비-연결 구조일 수 있다. 또 다른 구현예에 있어서, 플레이트들(304, 306)은 도 4a 및 4b에 도시된 것과 매우 상이한 형태를 취할 수 있다. 예를 들어, 플레이트들(304, 306) 중 하나는 연장된(extended) 표면으로서 형성될 수 있고, 다른 플레이트는 상기 연장된 표면을 가로질러 감긴(rolled) 원형 구조로 형성된다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "플레이트"는 패브릭을 인쇄하기 위하여 구성 요소를 접촉 및/또는 지지하는 데 충분한 임의의 구조체를 포함하는 광범위한 용어이다. 또한, 위의 설명으로부터 명확한 바와 같이, 임의의 구현예에서의 제1플레이트(304) 및 제2플레이트(306)의 상대적 동작은 역전될 수 있고, 따라서 제2플레이트(306)가 이동 가능한 반면, 제1플레이트(304)는 고정되어 유지된다.

[0032] 도 5는 도 4a에 도시된 접촉 표면 인쇄 장치(300)의 섹션(A)의 상세도로, 상기 인쇄 장치(300)는 구조체화 패브릭(312)의 섹션을 인쇄하도록 설정되어 있다. 구조체화 패브릭(312)은 플레이트들(304, 306) 사이에 배치되며, 압력 측정 필름(314)의 스트립이 상기 구조체화 패브릭(312)에 대하여 배치된다. 압력 측정 필름(314) 및 제1플레이트(304) 사이에 하나 이상의 종이(316) 시트가 존재한다. 구조체화 패브릭(312)과 제2플레이트(306) 사이에 고무(318) 스트립이 존재한다.

[0033] 압력 측정 필름은 구조체화된 재료이며, 따라서 필름 상의 힘의 적용은 상기 필름에서 마이크로캡슐이 파괴되도록 하여, 상기 필름의 접촉 영역에서 순간적이고 영구적인 고해상 이미지를 생성한다. 이러한 압력 측정 필름의 예는 Fujifilm Holdings Corporation(Tokyo, Japan)에 의해 Prescale film으로 판매된다. 또 다른 압력 측정 필름의 예는 Sensor Products, Inc.(Madison, New Jersey)에 의한 Pressurex-micro®이다. 당해 분야의 기술자는 본 명세서에 기술된 인쇄 기법에서 사용될 수 있는 다른 유형의 압력 측정 필름을 인식할 것이다. 이와

관련하여, 후술될 분석 기법에서 압력 측정 필름은 패브릭에 의해 필름에 가해지는 실제 압력 표시를 제공할 필요가 없음을 주의해야 한다. 대신에, 압력 측정 필름은 단지 패브릭의 너클에 의해 형성된 접촉 표면을 보여주는 인쇄 이미지만을 제공할 필요가 있다.

[0034] 압력 측정 필름(314) 상에 패브릭(312)의 인쇄물을 형성하는 경우에 제1플레이트(304)에 가해지는 압력은 실제 제지 공정에서 패브릭(312)에 대해 웹에 가해질 수 있는 압력을 시뮬레이션하기 위하여 선택될 수 있다. 즉, 펌프(308)가 제지 공정에서 패브릭(312)에 대해 웹에 가해질 수 있는 압력을 시뮬레이션하는 제1플레이트(304) 상의 압력(변환기에 의해 측정된 바와 같음)을 생성하는 데 사용될 수 있다. 도 1과 관련하여 상술한 제지 공정에서, 시뮬레이션된 압력은 양키 건조기(68)로의 패브릭(48)에 대해 웹에 가해진 압력일 수 있다. 일부 제지 공정에서, 상술한 미국 특허 제7,494,563호와 같이 패브릭(48)에 대해 웹에 가해진 압력은 일반적으로 600 psi의 범위이다. 따라서, 이러한 제지 공정을 시뮬레이션하기 위하여, 압력 측정 필름(314)에서 패브릭(312)의 너클의 이미지를 형성하는 경우, 600 psi의 압력이 유압 펌프(308)에 의해 제1플레이트(304)에 가해질 수 있다. 이러한 운전에서, FujiFilm에 의한 중압(medium pressure) 10-50 MPa Presclace film이 구조체화 패브릭의 너클의 우수한 이미지를 제공할 수 있음을 발견하였다.

[0035] 도 5를 다시 참조하면, 종이(316)는 쿠션처럼 작용하여 압력 측정 필름(314) 상에 형성된 패브릭(312)의 인쇄를 향상시킨다. 즉, 종이(316)는 압축성(compressibility) 및 매끄러운 표면을 제공하며, 따라서 패브릭(312) 상의 너클이 압력 측정 필름(314) 안으로 "함몰(sink)"될 수 있고, 이는 즉 압력 측정 필름(314)에서 너클의 고해상도 이미지를 형성한다. 이러한 특성들을 제공하는 데 있어서, 공작(construction) 및 크라프트가 상기 필름(314)에 사용될 수 있는 종이의 예시적인 유형이다.

[0036] 고무(318) 스트립은 패브릭(312)을 지지하기 위한 평평한(level) 접촉 표면을 생성한다. 본 발명의 구현예들에 있어서, 플레이트들(304, 306)은 스틸과 같은 금속 재료로 제조된다. 스틸 플레이트는 대부분 압력 측정 종이(316)에서 형성된 패브릭(312)의 너클의 인쇄 품질을 저하시키는 결함을 갖는다. 그러나, 플레이트들(304, 306) 사이 및 압력 측정 필름(314)과 패브릭(312) 사이에 사용되는 종이(316) 및 고무(318)는 금속 플레이트들(304, 306)의 표면보다 보다 평평한 접촉 표면을 제공하며, 따라서 압력 측정 필름(314)에서 형성되는 보다 나은 이미지를 제공한다. 당해 분야의 기술자들은 인쇄 장치(300)의 플레이트들(304, 306) 사이에 평평한 표면을 제공하는 구조체로서 사용될 수 있는 종이(316) 및 고무(318)에 대한 다른 대체 재료를 인식할 것이다.

[0037] 다른 구현예들에 있어서, 인쇄물은 압력 측정 필름 이외의 재료에서 패브릭의 너클로 이뤄진다. 패브릭의 인쇄물을 형성하는 데 사용될 수 있는 재료의 또 다른 예는 왁스 종이이다. 패브릭의 접촉 표면의 인쇄물은 왁스 종이에 대해 패브릭의 접촉 표면을 가압함으로써 왁스 표면에 형성될 수 있다. 왁스 종이에서의 인쇄물은 상술한 인쇄 장치(300)에서의 플레이트들(304, 306)을 사용하거나, 다른 플레이트들의 구성을 사용하여 형성될 수 있다. 이후, 왁스 종이 인쇄물은 후술되는 바와 같이 압력 측정 필름 인쇄물과 동일한 방식으로 분석될 수 있다.

[0038] 도 6a 내지 6d는 접촉 표면 인쇄 장치(300)를 사용하여 압력 측정 필름에서 형성된 너클의 인쇄물의 예를 도시한다. 이러한 인쇄물에서, 패브릭의 너클의 독특한 형상 및 패턴을 볼 수 있다. 상술한 바와 같이, 상기 너클은 패브릭의 접촉 표면을 형성한다. 따라서, 도 6a 내지 6d에 도시된 것들과 같이 압력 측정 필름에서의 너클의 고해상도 인쇄물은 패브릭의 접촉 표면의 우수한 표시를 제공한다.

[0039] 다음으로, 도 6a 내지 6d에 도시된 것과 같은 너클의 인쇄물을 분석하는 시스템이 설명될 것이다. 상기 시스템에서, 그래프 분석이 종래 컴퓨터 시스템에서 수행될 것이다. 이러한 컴퓨터 시스템은 통신 인프라구조(예를 들어, 통신 버스(communications bus), 크로스-오버 바 장치(cross-over bar device) 또는 네트워크)에 접속된 적어도 하나의 컴퓨터 처리 장치(예를 들어, 중앙 처리 장치 또는 다중 처리 장치)와 같은 잘 알려진 구성 요소를 포함할 것이다. 상기 컴퓨터 시스템의 추가 구성 요소는 디스플레이 화면에 표시하기 위한 비디오 그래픽, 문자 등을 전달하는 디스플레이 인터페이스(또는 다른 출력 인터페이스)이다. 상기 컴퓨터 시스템은 키보드, 마우스 장치, 주메모리, 하드디스크 드라이브, 이동식 저장 드라이브, 네트워크 인터페이스 등과 같은 통상적인 구성 요소를 더 포함할 수 있다.

[0040] 분석의 첫 번째 단계로서, 패브릭의 너클의 접촉 영역 인쇄물이 포토스캐너를 사용하여 컴퓨터로 판독 가능한 이미지로 전환된다. 임의의 유형의 포토스캐너가 컴퓨터로 판독 가능한 이미지를 생성하는 데 사용될 수 있지만, 적어도 2400 dpi를 갖는 포토스캐너가 분석을 위한 우수한 이미지를 제공하는 것으로 밝혀졌다. 이미지의 스캔 해상도와 함께 이미지 분석 프로그램이 이미지에 대하여 정밀한 스케일을 적용할 수 있고, (후술되는 바와 같이) 또한 정밀한 스케일링(scaling)이 구조체화 패브릭의 표면 특성을 계산하는 데 사용될 것이다.

[0041] 스캔한 이미지는 후술될 분석을 용이하게 하기 위해 비일시적(non-transitory) 컴퓨터 판독 가능 매체에 저장될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체는 일시적인 전파 신호를 제외한 모든 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 비일시적 컴퓨터 판독 가능 매체의 예는 디스크 드라이브, 자기 테이프 드라이브, 광디스크 드라이브 등을 대표하는, 예를 들어 하드디스크 드라이브 및/또는 이동식 저장 드라이브를 포함한다.

[0042] 스캔한 이미지는 후술될 기법에 따라 측정되는 접촉 표면 스캔 이미지의 특성분석뿐만 아니라 데이터베이스와 연계될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 "데이터베이스"는 컴퓨터 프로그램이 데이터베이스를 구성하는 데이터 중 원하는 부분을 신속하게 선택할 수 있는 방식으로 구성된 데이터의 집합을 의미한다. 일 예는 전자 파일링 시스템(electronic filing system)이다. 일부 구현예들에 있어서, 용어 "데이터베이스"는 "데이터베이스 관리 시스템"의 약칭으로서 사용될 수 있다.

[0043] 스캔한 인쇄 이미지의 정량 분석을 수행하기 위하여, 이미지 분석 시스템이 패브릭의 너클의 스캔 이미지와 함께 사용된다. 이러한 이미지 분석 프로그램은, 예를 들어 그래픽 이미지와 함께 작동되는 전산(computational) 소프트웨어와 함께 개발된다. 이러한 전산 개발 소프트웨어의 일 예는 Wolfram Research, Inc.(Champaign, Illinois)에 의한 MATHEMATICA®이다. 후술되는 바와 같이, 이미지 분석 프로그램은 특히 구조체화 패브릭의 패브릭 인쇄물 이미지에서 너클을 식별하는 데 사용될 것이며, 또한 패브릭 인쇄물 이미지의 알려진 스케일링과 함께 상기 이미지 분석 프로그램은 너클의 크기를 계산하고, 포켓의 크기를 추정할 것이다.

[0044] 스캔한 이미지를 분석하는 경우, 복수의 너클 및 포켓을 포함한 임의의 크기의 영역이 후술될 분석에서 사용될 수 있다. 특정 구현예들에 있어서, 1.25 인치 × 1.25 인치의 패브릭의 이미지 영역이 본 명세서에 기술된 기법을 사용하여 포켓 크기와 같은 특성들을 양호하게 추정할 수 있음이 밝혀졌다. 특히, 이미지가 2400 dpi 해상도로 형성되고(상술됨), 분석을 위해 1.25 인치 × 1.25 인치의 이미지 영역을 사용하는 경우, 접촉 표면의 우수한 특성분석이 수행될 수 있음이 밝혀졌다. 물론, 다른 해상도 및/또는 영역이 또한 우수한 결과를 제공할 수 있다.

[0045] 도 7a 내지 7e는 이미지 분석 프로그램을 사용하여 스캔한 인쇄물 이미지의 확대된 부분에서 너클을 식별하는 단계를 도시한다. 우선, 도 7a에 도시된 바와 같이, 이미지(600)의 확대된 부분을 분석 프로그램을 실행하는 컴퓨터 시스템의 디스플레이 스크린 상에서 본다. 상술한 인쇄 기법을 사용하여 형성될 수 있는 이미지(600)는 너클(602)을 보여준다. 분석 프로그램과 함께 이미지(600)를 사용함에 따라 이미지(600) 스케일링이 분석 프로그램에 입력될 수 있다. 이러한 스케일링은, 예를 들어 분석 프로그램이 이미지(600)에 스케일(SC)을 적용할 수 있는 2400 dpi로 입력될 수 있다. 이후, 분석 프로그램은 후술되는 바와 같이 상기 스케일을 사용하여 너클의 크기 및 위치를 계산할 것이다.

[0046] 도 7b 및 7c는 분석 프로그램을 사용하여 특정 너클(602A)을 식별하는 단계를 도시한다. 상기 너클(602A)은 초반에 확대된 이미지(600)의 중심 지역에서의 위치에 기초하여 선택된다. 이러한 단계에서, 상기 너클(602A)의 개략적인 윤곽선이 적용된다. 너클 식별 프로세스를 시작하기 위하여, 분석 프로그램에서 저장된 형상일 수 있는 직사각형 박스(604)가 초반에 너클(602A) 주변에 적용된다. 초반의 직사각형 박스(604) 형상은 이후 도 7c에 도시된 바와 같이 너클(602A)의 형상과 일치하도록 보다 정밀하게 다듬어 질 수 있다. 이러한 경우에, 말단부(606, 608)는 보다 둥글게 되도록 재형상화되고, 이에 따라 그들은 너클(602A)의 말단부와 보다 정밀하게 대응된다. 도시되지는 않았지만, 충분한 매칭이 이루어질 때까지, 추가적인 정련(refinement)이 너클(602A)의 윤곽선에 대해 이루어질 수 있다. 이러한 정련은 이미지(600)를 더욱 확대하여 수행될 수 있다.

[0047] 도 7d에 도시된 바와 같이, 너클(602A)이 윤곽선에 의해 식별된 이후에, 가이드라인(610, 612)이 그려진다. 상기 가이드라인(610, 612)은 각각 너클(602A)의 중심을 통과하고, 다른 너클의 중심을 통해 직선으로 연장되도록 그려진다. 특히, 가이드라인(610, 612)은 또한 패브릭에서 포켓이 형성되는 영역을 지나가지 않도록 그려지며, 이러한 영역은 너클 그룹들 사이의 영역에 상응하는 것으로 알려져 있다. 너클의 중심들 사이에 가이드라인(610, 612)을 그림으로써, 상기 가이드라인(610, 612)은 너클들 사이에 형성되는 포켓 영역을 지나가지 않는다.

[0048] 가이드라인(610, 612)이 그려진 이후에, 도 7e에 도시된 바와 같이 추가 가이드라인이 그려진다. 이러한 가이드라인은 상기 가이드라인(610, 612)과 유사한 방식으로 그려지며, 즉 너클의 중심을 통과하고, 포켓이 형성되는 영역을 지나가지 않도록 그려진다. 상기 가이드라인을 그리는 과정을 돕기 위하여, 더 낮은 배율이 사용될 수 있다. 상기 가이드라인과 함께, 좌표계가 사실상 너클의 위치에 대하여 설정된다. 따라서, 이제 분석 프로그램은 상기 윤곽선을 기초로 하여 너클의 크기 및 형상을 식별할 수 있고, 가이드라인이 교차하는 지점에 의해 측정되는 바와 같이 너클의 위치를 식별할 수 있다. 상기 분석 프로그램은 또한 이미지(600) 입력 스케일(SC)

을 갖는다. 상기 분석 프로그램은 윤곽선 너클(602A) 및 너클 위치에 대해 상기 스케일을 적용하여 너클의 실제 크기 및 간격을 계산할 수 있게 된다. 또한, 상기 분석 프로그램은 단위 길이당 가이드라인들(612)이 가이드라인(610)을 교차하는 횟수와 같은 가이드라인 빈도를 계산할 수 있음을 유의해야 한다. 후술되는 바와 같이, 가이드라인(610, 612)의 각 세트의 빈도는 패브릭의 특성 계산 및 본 발명의 다른 측면들에 이용될 수 있다.

[0049] 도 7d 및 7e에 도시된 바와 같이, 너클은 모두 대략 동일한 크기 및 모두 대략 동일한 형상이며, 상기 너클은 가이드라인을 따라 규칙적으로 이격되어 있음을 유의해야 한다. 대부분의 초지기용 패브릭이 매우 일정한 너클 크기 및 위치를 형성하는 매우 일정한 얀 패턴을 갖도록 제조된다는 점을 고려하면 이는 놀라운 사실이 아니다. 너클의 크기, 형상 및 위치의 일관성은 하나의 선택된 너클 또는 제한된 개수로 식별된 너클에 기초하여 패브릭의 접촉 표면 상의 모든 너클의 크기 및 형상을 정확히 추정할 수 있게 하며, 상기 너클의 크기 및 위치의 정밀한 추정이 각각의 너클을 확인하지 않고도 달성될 수 있다. 물론, 그 이상의 정확성을 달성하기 위하여, 하나 이상의 너클이 식별될 수 있고, 윤곽선 및 가이드라인이 이미지의 상이한 부분에서 그려질 수 있다.

[0050] 도 7e에 도시된 바와 같이, 가이드라인(610, 612)은 복수의 단위 셀(unit cell)을 한정한다. 특정 단위 셀(613)이 가이드라인 세그먼트(610A, 610B, 612A, 612B) 사이에서 보여진다. 단위 셀(613)은 사실상 패브릭에서의 최소 반복 패턴, 및 최대 허용가능한 포켓 크기를 보여준다. 도 7a 내지 7e에 도시된 패브릭은 단위 셀당 대략 하나의 경사 너클을 갖지만, 다른 패브릭은 단위 셀당 하나 이상의 경사 너클 및/또는 하나 이상의 위사 너클을 가질 수 있다. 다시 말하면, 너클 패턴에 의해 한정되는 상기 단위 셀은 상이한 패브릭 패턴에 따라 달라질 것이다.

[0051] 당해 분야의 기술자에게 매우 명백한 바와 같이, 도 7a 내지 7e에 도시된 임의의 또는 모든 단계들이 사용자에 의해 디스플레이 스크린 상에서 수행될 수 있거나, 또는 대안적으로는 분석 프로그램의 실행시 수행되도록 자동화될 수 있다. 즉, 상기 분석 프로그램은 이미지의 어두운 영역과 같은 너클을 자동으로 식별하고, 상기 너클의 윤곽선을 그린 후, 상술한 방식으로 식별된 너클에 기초하여 가이드라인을 그리도록 구성될 수 있다.

[0052] 선택된 너클이 식별된 이후, 및 가이드라인이 너클을 통해 설정된 이후에, 패브릭의 다수 특성들이 분석 프로그램에 의해 측정된 너클 크기 및 위치를 사용하여 계산될 수 있다. 이러한 계산을 수행하기 위하여, 상기 패브릭의 특성을 계산하도록 너클 크기 및 위치 데이터가 상기 분석 프로그램으로부터 종래 스프레드시트(spreadsheet) 프로그램으로 보내질 수 있다. 상기 분석 프로그램에 의해 수행되는 측정 및 이러한 측정에 뒤이은 계산의 예를 표 1에 나타냈다.

표 1

[0053]

패브릭의 특성	측정/ 계산
너클 길이(knuckle length: KL)	식별된 경사 너클 또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨
너클 너비(knuckle width: KW)	식별된 경사 너클 또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨
가이드라인의 빈도(f)	너클을 통해 그려진 가이드라인을 기초로 측정됨 freq 1 = (인치 또는 cm당)하나의 세트의 평행선 빈도 freq 2 = (인치 또는 cm당)또다른 세트의 평행선 빈도
라운딩(rounding) 반경(r)	식별된 경사 너클 및/또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨, 라운딩 반경은 직사각형 물체의 모서리에 적용된 라운딩 수준이다.
단위 셀당 너클 밀도(knuckle density per unit cell: KDUC)(단위 셀당 너클)	셀 내에서 식별되는 경사 또는 위사 너클의 개수를 기초로 측정됨
단위 셀 너클 면적(unit cell knuckle area: UKA)	경사 UKA = 경사 KW × 경사 LW - $((2 \times \text{경사 } r)^2 - \pi(\text{경사 } r)^2)$ 위사 UKA = 위사 KW × 위사 LW - $((2 \times \text{위사 } r)^2 - \pi(\text{위사 } r)^2)$
너클 밀도(knuckle density: KD)	F = freq 1 × freq 2 경사 KD = F × 경사 KDUC 위사 KD =F × 위사 KDUC
총 경사 또는 위사 너클 접촉 면적(%)	경사 면적 % = 경사 KD × 경사 UKA 위사 면적 % = 위사 KD × 경사 UKA
접촉 면적비(평면 너클 접촉 면적에서의 총 %)	TKCA = 경사 면적 % + 위사 면적 %

% 면적 기여도(area contribution: AC)	% 경사 AC = [경사 UKA /(경사 UKA + 위사 UKA)] × 100 % 위사 AC = [위사 UKA /(경사 UKA + 위사 UKA)] × 100
포켓 면적 추정치(pocket area estimate: PA)	PA = (1/(freq 1 × freq 2)) - (경사 UKA × 경사 KDUC) - (위사 UKA × 위사 KDUC)
포켓 밀도(pocket density: PD)(제곱인치 또는 제곱센티미터당 포켓)	PD = freq 1 × freq 2

[0054] 이미지(600)가 얻어진 패브릭은 단지 경사 상의 너클(602)만을 포함하였다. 그러나, 다른 패브릭은 도 6b 및 6d의 인쇄물을 형성한 패브릭과 같이 위사 상의 너클을 포함할 수 있다. 이러한 패브릭에서의 위사 상의 너클들은 상술한 윤곽선 기법을 사용하여 식별될 수 있으며, 가이드라인이 상술한 기법을 사용하여 위사를 통해 그려질 수 있다.

[0055] 패브릭의 접촉 표면이, 예를 들어 접촉 표면 인쇄 장치(300)에 의해 형성되는 패브릭의 너클의 인쇄물을 사용함으로써 특성분석될 수 있지만, 다른 구현예들에 있어서는 패브릭의 접촉 표면 이미지가 상이한 방식으로 획득될 수 있다. 패브릭의 너클 인쇄물을 형성하는 대안은 패브릭의 너클을 촬영하고, 이후 상기 사진으로부터 형성된 이미지를 분석하기 위하여 상술한 절차 및 기법을 사용하는 것이다. 이와 관련하여, 2400 dpi의 사진이 본 명세서에 기술된 기법에 의해 분석되도록 충분히 높으면서 낮은 해상도를 제공하는 것으로 밝혀졌다.

[0056] 너클을 포함한 제지 패브릭의 일부분의 사진(700)의 일 예가 도 8a에 도시되며, 상기 사진(700)으로부터 생성된 이미지에 대한 상술한 분석 기법의 적용이 도 8b 및 8c에 도시된다. 도 8a에서의 사진(700)은 눈금자(R) 옆의 패브릭(701)을 도시한다. 상기 사진(700)이 분석 프로그램과 함께 사용되기 위하여 이미지로 변환되는 경우, 이미지(700A)에 대한 스케일이 촬영된 눈금자(R)를 기초로 입력될 수 있다. 즉, 사진(700)에서의 눈금자(R)는 상기 분석이 상기 스케일을 이미지에 적용할 수 있는 입력을 제공한다. 스케일(SC)과 함께 디스플레이된 이미지(700A)가 도 8b에 도시된다.

[0057] 상기 패브릭의 사진으로부터 획득한 이미지에서 너클의 크기 및 위치를 식별하기 위하여, 패브릭의 인쇄물로부터의 이미지를 사용하는 상술된 동일한 기법이 상기 사진에 사용될 수 있다. 예를 들어, 윤곽선이 그려진 너클(702A) 및 가이드라인(710, 712)이 도 8c에서 이미지(700A) 상에 표시된다. 분석 프로그램으로부터 너클 크기 및 위치 데이터를 포함한 모든 상술한 계산이 촬영된 패브릭의 접촉 표면을 특성분석하기 위해 수행될 수 있다.

[0058] 상술한 기법은, 특히 가이드라인 세그먼트에 의해 형성된 단위 셀의 형상이 실질적으로 직사각형인 경우에 패브릭 특성의 우수한 추정을 제공한다. 그러나 가이드라인에 의해 형성된 단위 셀의 형상이 직사각형이 아닌 평행사변형인 경우에 대안적인 기법이 패브릭의 특성의 보다 정확한 추정을 제공하기 위해 사용될 수 있다. 이러한 대안적인 기법의 일 예가 도 9a에 도시되며, 상기 도 9a는 상술한 이미지 분석 프로그램을 사용하여 패브릭 표면의 사진으로부터 생성된 이미지이다. 이러한 도면에서, 단위 셀(813)은 가이드라인 세그먼트(810A, 810B, 812A, 812B)에 의해 한정된다. 상기 가이드라인 세그먼트(810A, 810B, 812A, 812B)에 의해 형성된 단위 셀(813)은 실질적으로 직사각형이 아닌 평행사변형 형상이다. 이러한 평행사변형에서, 각도(θ)는 가이드라인 세그먼트(810A, 812B)가 교차하는 모서리(A)에서 정의되고, 또한 각도(θ)는 가이드라인 세그먼트(810B, 812A)가 교차하는 모서리(B)에서 정의된다. 이러한 각도(θ)는 가이드라인의 배향각 차이에 기초하여 이미지 분석 프로그램을 사용해 쉽게 측정될 수 있다. 또한, 이미지 분석 프로그램은 일반적으로 상술한 방식으로 이미지의 스케일에 기초하여 가이드라인 세그먼트(810A, 810B) 사이의 거리("DIST 1") 및 가이드라인 세그먼트(812A, 812B) 사이의 거리("DIST 2")를 또한 측정할 수 있다. 교차각(θ), DIST 1 및 DIST 2를 측정하여, 단위 셀의 면적(area of the unit cell: UCA)을 식(1) 또는 식(2)을 사용하여 계산할 수 있다:

[0059] $UCA = (DIST\ 1 / \sin\theta) \times DIST\ 2$ (1)

[0060] $UCA = (DIST\ 2 / \sin\theta) \times DIST\ 1$ (2)

[0061] 식(1) 및 (2)는 평행사변형의 면적을 계산하는 표준 공식(즉, 면적 = 밑변 길이(base length) × 높이)으로부터 유도되며, 여기서 DIST 1 또는 DIST 2는 평행사변형의 높이로 사용되고, 이후 밑변 길이는 사인각(θ) 및 다른 DIST 1 또는 DIST 2로부터 계산된다.

[0062] 표 2는 직사각형이 아닌 평행사변형의 단위 셀 면적 계산에 기초한 대안적인 기법을 사용하는 경우에 분석 프로그램에 의해 수행된 측정 및 이러한 측정에 이은 계산의 예를 나타낸다.

표 2

[0063]

패브릭의 특성	측정/ 계산
너클 길이(KL)	식별된 경사 너클 또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨
너클 너비(KW)	식별된 경사 너클 또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨
가이드라인의 빈도(f)	너클을 통해 그려진 가이드라인을 기초로 측정됨 freq 1 = (인치 또는 cm당)제1세트의 평행선 빈도 freq 2 = (인치 또는 cm당)제2세트의 평행선 빈도
가이드라인의 교차각(Θ)	너클을 통해 그려진 가이드라인을 기초로 측정됨 Θ1 = 제1세트의 평행선 배향 각도(°) Θ2 = 제2세트의 평행선 배향 각도(°) Θ = Abs (Θ1 - Θ2): 2개의 세트의 가이드라인 사이의 교차 각도
라운딩 반경(r)	식별된 경사 너클 및/또는 식별된 위사 너클의 윤곽선을 기초로 측정됨, 라운딩 반경은 직사각형 물체의 모서리에 적용된 라운딩 수준이다.
단위 셀당 너클 밀도(KDUC)(단위 셀당 너클)	셀 내에서 식별되는 경사 또는 위사 너클의 개수를 기초로 측정됨
단위 셀 너클 면적(UKA)	경사 UKA = 경사 KW × 경사 LW - ((2 × 경사 r)^2-π(경사 r)^2) 위사 UKA = 위사 KW × 위사 LW - ((2 × 위사 r)^2-π(위사 r)^2)
너클 밀도(KD)	경사 KD = PD × 경사 KDUC 위사 KD = PD × 위사 KDUC
총 경사 또는 위사 너클 접촉 면적(%)	경사 면적 % = 경사 KD × 경사 UKA 위사 면적 % = 위사 KD × 위사 UKA
평면 너클 접촉 면적에서의 총 %	TKCA = 경사 면적 % + 위사 면적 %
% 면적 기여도(AC)	% 경사 AC = [경사 UKA /(경사 UKA + 위사 UKA)] × 100 % 위사 AC = [위사 UKA /(경사 UKA + 위사 UKA)] × 100
포켓 면적 추정치(PA)	PA = (1/PD) - (경사 UKA × 경사 KDUC) - (위사 UKA × 위사 KDUC)
포켓 밀도(PD)(제곱인치 또는 제곱센티미터당 포켓)	PD = freq 1 × [freq 2 × sin Θ]

[0064] 표 2에서의 일부 특성이 상술한 표 1의 것과 동일한 방식으로 측정 또는 계산되지만, 너클 밀도, 총 경사 또는 위사 너클 접촉 면적, 접촉 면적비, % 면적 기여도, 포켓 면적 추정치, 및 포켓 밀도 특성은 표 1과는 다르게 표 2에서 계산된다. 직사각형이 아닌 평행사변형 형상의 단위 셀을 고려하여, 직사각형이 아닌 평행사변형 형상의 단위 셀을 갖는 패브릭의 특성을 보다 정확히 추정하기 위해 이러한 상이한 계산이 주어진다.

[0065] 구조체화 패브릭의 포켓의 유효 부피를 계산하는 기법이 이제 기술될 것이다. 포켓의 유효 부피는 구조체화 패브릭의 표면에서의 포켓(즉, 너클 표면 사이)의 단면적과 웹에서의 셀룰로오스 섬유가 제지 공정 중에 이동할 수 있는 포켓의 깊이의 곱이다. 포켓의 단면적은 상기 표 1 및 2에 기술된 바와 같은 포켓 면적의 추정치와 동일하다. 구조체화 패브릭의 포켓 깊이는 다음과 같이 측정될 수 있다.

[0066] 도 10은 구조체화 패브릭의 확대 사진을 도시한다. 사진 및 상술한 이미지 분석 프로그램을 사용하여 4개의 너클(K1 내지 K4)이 식별된다. 평행사변형은 너클들(K1 내지 K4)을 연결하는 방식으로 그려지며, 상기 평행사변형의 선들은 너클들(K1 내지 K4) 사이에 형성된 포켓 영역을 통과하지 않게 그려진다. 그려진 평행사변형과 함께 너클(K1)에서 포켓의 중심을 통과해 너클(K3)을 지나가는 프로파일 방향 선(profile direction line)(PL)이 그려질 수 있다. 프로파일 방향 선(PL)은 후술되는 바와 같이 디지털 현미경을 사용하여 포켓 깊이를 측정하는 데 사용될 것이다. 너클(K1) 및 너클(K3)로부터의 프로파일 방향 선(PL)이 포켓의 중심을 통과함을 유의해야 한다. 후술되는 바와 같이, 구조체화 패브릭의 포켓 깊이는 셀룰로오스 섬유가 제지 공정에서 침투할 수 있는 포켓에서의 깊이로서 측정된다. 도 10에 도시된 패브릭의 경우, 최대 섬유 이동 깊이는 포켓의 중심에 존재한다. 대안적으로는, 프로파일 방향 선은 너클(K2)로부터 너클(K4)로 포켓의 중심을 통과하여 그려질 수 있으며, 상기 대안적인 프로파일 방향 선은 후술될 포켓 깊이 측정에 사용될 수 있다. 또한, 당해 분야의 기술자는 상이한 구조체화 패브릭이 상이한 형태의 너클 및 포켓을 가질 수 있지만, 프로파일 방향 선은 상기 프로파일 방

향 선이 도 10에서 측정되는 것과 동일한 방식으로 상이한 구조체화 패브릭에 대하여 쉽게 측정될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0067] 도 11은 도 10에 도시된 구조체화 패브릭의 포켓 프로파일을 측정하는 데 사용되는 프로그램의 스크린샷(screenshot)이다. 상기 스크린샷은 Keyence Corporation(Osaka, Japan)에 의해 제조된 VHX-1000 디지털 현미경을 사용하여 형성되었다. 상기 현미경은 또한 Keyence Corporation에 의해 제공된 VHX-H3M 응용 소프트웨어가 구비되어 있다. 포켓의 현미경 이미지는 도 11의 윗부분에 도시된다. 이러한 이미지에서, 너클들(K'1, K'3) 및 너클들 사이의 포켓을 쉽게 볼 수 있다. 깊이 결정 선(depth determination line)(DL)은 지점(D)에서 지점(C)으로 그려지며, 상기 깊이 결정 선은 너클들(K'1, K'3)을 통과하고, 포켓의 중심을 통과한다. 깊이 결정 선(DL)은 도 10에 도시된 프로파일 결정 선(PL)과 거의 유사하게 그려진다. 즉, 도 10에 도시된 너클 및 포켓 이미지를 사용하여 유도된 깊이 결정 선(DL)의 조사에 기초하여, 사용자는 도 11에 도시된 현미경 이미지에서 깊이 결정 선(DL)을 그릴 수 있으며, 상기 깊이 결정 선(DL)은 너클들(K'3, K'1) 및 포켓의 중심부에 상응하는 영역을 통과한다.

[0068] 깊이 결정 선(DL)이 그려진 후, 디지털 현미경은 도 11의 아랫 부분에 도시된 바와 같이 깊이 결정 선(DL)을 따라 포켓의 깊이 프로파일을 계산하도록 지시될 수 있다. 상기 포켓의 프로파일은 너클들(K'3, K'1)에 상응하는 영역에서 가장 높고, 상기 프로파일은 포켓의 중심에서 그것의 가장 낮은 지점으로 떨어진다. 상기 포켓 깊이는 깊이 프로파일에서 선(A)에 의해 표시되는 너클들(K'3, K'1)의 높이로부터 시작하는 이러한 프로파일로부터 측정된다. 이러한 정밀도로 측정된 구조체화 패브릭의 임의의 2개의 너클과 마찬가지로, 너클들(K'3, K'1)은 정확히 동일한 높이를 갖지 않는다. 따라서, 높이(A)는 두 너클들(K'3, K'1)의 높이의 평균치로서 결정된다. 포켓 깊이는 깊이 프로파일에서 선(B)에 의해 표시되는, 깊이 프로파일의 가장 낮은 지점 바로 위의 지점에서의 말단(ending)으로서 결정된다. 당해 분해의 기술자들이 이해할 수 있는 바와 같이, 선(A)에서 선(B)까지의 포켓 깊이는 대략 웹에서의 셀룰로오스 섬유가 제지 공정 중에 이동할 수 있는 포켓의 깊이에 상응한다. VHX-H3M 소프트웨어(상술됨)는 패브릭의 두께 방향에서 복수의 슬라이스(slice)로부터 전체 깊이 프로파일을 형성한다는 것을 유의해야 한다. 또한, 깊이 프로파일을 형성하는 데 있어서, VHX-H3M 소프트웨어가 상기 두께 슬라이스로부터 형성된 깊이 프로파일을 평탄화하는 데 여과 기능을 사용한다는 것을 유의해야 한다.

[0069] 측정된 포켓 깊이는 패브릭의 포켓마다 약간 달라질 수 있음을 유의해야 한다. 그러나 우리는 구조체화 패브릭에 대해 측정된 5개의 포켓 깊이의 평균치가 포켓 깊이에 대한 양호한 특성을 제공하고 있음을 발견하였다. 따라서, 본 명세서에서의 포켓 깊이의 측정 및 상기 포켓 깊이의 측정에 뒤이은 측정들(예를 들어, 평면 부피 지수)은 구조체화 패브릭에 대해 측정된 5개의 포켓의 평균치이다.

[0070] 상술한 기법을 사용하여, 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수가 접촉 면적비(CAR) 곱하기 유효 포켓 부피(EPV) 곱하기 100으로서 쉽게 계산될 수 있으며, 여기서 EPV는 포켓 면적 추정치(상기 표 1에서의 PA)와 측정된 포켓 깊이의 곱이다. 또한, 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수는 접촉 면적비(CAR) 곱하기 유효 포켓 부피(EPV) 곱하기 100으로서 계산될 수 있으며, 여기서 CAR 및 EPA는 상술한 직사각형이 아닌 평행사변형의 단위 셀 면적 계산 기법을 사용하여 계산된다(EPV는 상기 표 2에서의 포켓 면적 추정치(PA)와 측정된 포켓 깊이의 곱이다). 본 발명에 따른 흡수성 종이 제품을 형성하는 데 사용되는 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수가 후술될 것이다. 또한, 비교 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수가 후술될 것이다.

[0071] 내구성은 제지 공정에 사용되는 구조체화 패브릭에 대한 또 다른 중요한 측면이다. 특히, 구조체화 패브릭의 너클에 의해 형성되는 웹 접촉 표면은 상기 구조체화 패브릭이 초지기에서 사용되기 때문에 마모된다. 이러한 마모는 너클의 크기를 증가시키는 효과를 갖는데, 즉 구조체화 패브릭의 접촉 면적을 증가시키는 효과를 갖는다. 동시에, 또한 이러한 마모는 포켓 깊이를 감소시킴으로써 포켓 부피를 감소시키는 효과를 갖는다. 접촉 면적이 증가하고, 포켓 깊이가 감소하기 때문에, 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 조정된 평면 부피 지수가 변한다. 평면 부피 지수 및 조정된 평면 부피 지수의 변화는, 예를 들어 제조된 종이 제품에서 형성되는 돔 구조체의 크기를 변화시킴으로써 제조되는 종이 제품의 특성에 영향을 미칠 것이다.

[0072] 구조체화 패브릭의 접촉 표면을 샌딩(sanding)하는 것은 제지 공정 동안 발생하는 구조체화 패브릭의 마모를 시뮬레이션하는 효과적인 방법이다. 접촉 표면의 특정량이 초지기에서의 상이한 운전량 이후에 구조체화 패브릭 상의 마모를 시뮬레이션하기 위해 샌딩될 수 있다. 패브릭의 마모를 시뮬레이션하기 위하여 도 3에 도시한 패브릭에 대하여 샌딩 실험을 수행하였다. 표 3은 상술한 기법, 특히 표 1에 기술한 기법에 따라 측정한 특성들을 포함하여 구조체화 패브릭의 특성을 보여주는 샌딩 실험 결과를 나타낸다. 보다 상세하게는, 표 3은 참조

패브릭(A)으로 지칭된 도 3에 도시한 초기의 샌딩하지 않은 패브릭의 특성을 나타낸다. 참조 패브릭(B)의 경우 0.109 mm의 접촉 표면을 샌딩하여 제거하였으며, 참조 패브릭(C)의 경우 0.139 mm의 접촉 표면을 샌딩하여 제거하였고, 참조(D)의 경우 0.178 mm의 접촉 표면을 샌딩하여 제거하였다.

표 3

[0073]

특성		단위	참조 패브릭(A)	참조 패브릭(B)	참조 패브릭(C)	참조 패브릭(D)
제거된 접촉 표면량		mm	없음	0.109	0.139	0.178
평면 경사에서	접촉 길이	mm	1.68	1.88	2.03	2.18
	접촉 너비	mm	0.48	0.48	0.52	0.51
	경사 면적	%	22.7	25.5	29.8	31.6
평면 위사에서	접촉 길이	mm	0.03	0.03	0.03	0.03
	접촉 너비	mm	0.03	0.03	0.03	0.03
	경사 면적	%	0.0	0.0	0.0	0.0
접촉 면적비		%	22.7	25.0	29.8	31.7
% 경사-위사 비율	경사 면적	%	1.0	1.0	1.0	1.0
	위사 면적	%	0.0	0.0	0.0	0.0
포켓 밀도		$1/cm^2$	29.9	29.8	29.8	30.0
패브릭 셀 한정	Freq R	1/cm	6.4	6.4	6.4	6.4
	Degree	Degrees	163.5	164.5	164.5	165
	Freq B	1/cm	4.7	4.7	4.7	4.7
	Degree	Degrees	228	230	229	230
포켓 깊이		마이크론	494.2	477.9	425.3	363.8

[0074] 표 3의 데이터로부터 알 수 있는 바와 같이, 접촉 면적이 매우 증가하지는 않았는데, 이는 구조체화 패브릭에 샌딩을 적용하였기 때문이다. 이론에 구애됨이 없이, 표 3에서 시험한 특정 패브릭에서 있는 경우이가 하지만, 비교적 일정한 접촉 면적은 실질적으로 평평한 형상을 갖는 구조체화 패브릭의 경사에서 기인할 수 있다고 여겨진다. 또한, 표 2에 나타낸 데이터는 포켓 깊이가 크게 감소하지 않았다는 것을 실증하며, 이는 패브릭의 접촉 표면을 샌딩하였기 때문이다. 비교적 일정하게 남아있는 접촉 면적 및 포켓 깊이 외에도, 평면 부피 지수 또한 비교적 일정하게 유지되었으며, 이는 패브릭을 더욱 샌딩하였기 때문이다. 일정한 평면 부피 지수는 패브릭이 초지기에서의 패브릭의 일생동안 일정한 특성을 갖는 종이 제품을 제조할 가능성이 있음을 나타낸다. 이러한 맥락에서, 참조 패브릭(B)의 샌딩 시험에서 제거한 0.109 mm의 표면은 (상술된) 도 1에 도시된 구성을 갖는 초지기에서의 TAD 공정 시 약 950,000 사이클의 운전에 매우 상응하는 것으로 밝혀졌다. 이러한 수많은 운전 사이클 이후에 구조체화 패브릭에서의 접촉 면적 및 포켓 깊이의 비교적 작은 변화가 주목할 만하다.

[0075] 비록 도 3에 도시하고, 표 3의 참조(A)로서 특성분석한 샌딩하지 않은 패브릭이 뛰어난 평면 부피 지수와 같은 특성을 갖고는 있지만, 제지 운전에서 패브릭을 사용하기 이전에 패브릭의 웹 접촉 표면을 샌딩하는 것은 여전히 종종 바람직할 것임을 유의해야 한다. 예를 들어, 제지 운전에서 샌딩은 패브릭의 초기 사용 이전에 패브릭의 접촉 표면을 보다 평탄하게 만드는 데 사용될 수 있다. 본 명세서에서 사용되는 용어 "샌딩"은 패브릭의 표면으로부터의 소량의 재료의 제거를 나타내는 것으로 의도된 일반적인 용어이다. 용어 샌딩은 상기 재료를 제거하는 임의의 특정 기법으로 제한되는 것을 의미하지 않는다. 예를 들어, 샌딩은 "폴리싱(polishing)", "그라인딩(grinding)" 등으로도 또한 지칭될 수 있는 작업을 포함한다.

[0076] 참조(A) 내지 참조(D)에서의 구조체화 패브릭에 대하여 계산한 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수를 도 12a에 도시하였다. 또한, 비교 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변

형의 평면 부피 지수를 도 12a뿐만 아니라 도 12b 내지 12d에 도시하였다. 비교 패브릭은 당해 분야에 공지된 구조체화 패브릭이다. 또한, 너클 및 포켓 구조를 보여주는 패브릭의 인쇄물을 도 12a 내지 12d에 도시하였다.

[0077] 도 12a 내지 12d에서의 데이터는 참조(A) 내지 참조(D)의 구조체화 패브릭과 비교 패브릭(1) 내지 비교 패브릭(10)의 평면 부피 지수 사이의 실질적 차이를 보여준다. 참조(A) 내지 참조(D)의 평면 부피 지수는 약 26 내지 약 30인 반면, 비교 패브릭(1) 내지 비교 패브릭(10)의 평면 부피 지수는 훨씬 낮았다. 유사하게, 참조(A) 내지 참조(D)의 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수는 약 27 내지 약 31.5인 반면, 비교 패브릭(1) 내지 비교 패브릭(10)의 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수는 훨씬 낮았다. 당해 분야의 기술자는 참조(A) 내지 참조(D)의 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수에 의해 정량화된 접촉 면적비와 포켓 부피의 조합의 많은 이점을 이해할 것이다. 예를 들어, 더 큰 접촉 면적은 제지 공정 동안 더 많은 웹의 지지 표면을 제공하며, 사실상 이는 대부분 벨트 형상의 형성 표면을 제공한다. 또 다른 예로서, 더 깊은 포켓 깊이는 효율적 사용을 위하여 너무 마모되기 이전에 장시간 동안 패브릭을 운전할 수 있게 한다. 즉, 초반의 깊은 포켓은 심지어 접촉 표면이 제지 공정 동안 실질적으로 마모된 이후에도 여전히 유효 깊이를 가질 것이다. 또한, 깊은 포켓은 더 큰 캘리퍼 제품을 형성할 수 있게 한다. 보다 상세하게는, 제조된 제품의 캘리퍼는 제지 공정 동안 포켓으로 이동한 웹의 일부분에 의해 형성되는 제품의 돔 구조체와 부분적으로 관련된다. 보다 큰 포켓을 제공함으로써, 참조(A) 내지 참조(D)의 구조체화 패브릭은 더 큰 돔을 제공하며, 즉 최종 종이 제품에 더 큰 캘리퍼를 제공한다. 이론에 구애됨이 없이, 참조(A) 내지 참조(D)의 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수에서 나온 이러한 측면들은 적어도 부분적으로 아래에서 상세히 설명될 본 발명에 따른 제품의 뛰어난 특성의 이유라고 여겨진다.

[0078] 특히, 참조(A) 내지 참조(D)의 패브릭의 평면 부피 지수 및 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수는 상술한 좁은 범위 내에 존재한다. 상술한 바와 같이, 참조(A) 내지 참조(D)는 도 1에 도시된 초지기에서의 패브릭의 운전 동안 상기 패브릭의 마모를 시뮬레이션하고, 참조 패브릭(B)은 초지기에서의 약 950,000 사이클의 운전과 연관성이 있음이 밝혀졌다. 따라서, 참조(A) 내지 참조(D)의 패브릭이 상술한 바와 같이 구조체화 패브릭 상의 셀룰로오스 웹을 비치밀하게 탈수하고 건조하는 단계를 포함하는 제지 공정 중에 사용되는 경우, 상기 참조(A) 내지 참조(D)의 패브릭은 950,000 사이클의 초지기 운전 동안 적어도 약 26의 평면 부피 지수 및 적어도 약 27의 직사각형이 아닌 평행사변형의 평면 부피 지수를 가질 것이다.

[0079] 도 3 및 12a 및 표 3에서 도시되고 특성분석된 패브릭은 핸드 타월의 형태로 흡수성 시트와 같은 종이 제품을 형성하는 데 사용될 수 있다. 우리는 이러한 구조체화 패브릭으로 제조된 종이 제품이 뛰어난 특성 조합을 가짐을 발견하였다. 이러한 특성들이 이제 기술될 것이며, 상기 구조체화 패브릭으로 제조된 제품의 특정 예들이 이어서 기술될 것이다.

[0080] 일반적으로 상술한 바와 같이, 임의의 종이 제품에서 중요한 한 가지 측면은 제품의 캘리퍼이다. 일반적으로, 캘리퍼가 클수록 더 좋다. 본 발명의 일부 구현예들에 있어서, 흡수성 시트와 같은 2겹 종이 제품은 적어도 약 255 mils/8 sheets의 캘리퍼를 갖는다. 본 발명의 또 다른 구현예들에 있어서, 2겹 종이 제품은 적어도 약 260 mils/8 sheets의 캘리퍼를 가지며, 또한 2겹 제품은 적어도 약 265 mils/8 sheets의 캘리퍼를 갖는다. 이러한 제품에서의 2겹은 상술한 바와 같이 중간 겹 없이 직접 부착되어 있음에 유의해야 한다. 당해 분야의 기술자는 2겹 제품에서의 이러한 캘리퍼가 그 자체로 자연히 뛰어나다는 것을 이해할 것이다.

[0081] 또한, 상술한 바와 같이 특히 흡수성 핸드 타월과 같은 제품에서 종이 제품의 흡수성이 중요하다. 본 발명의 종이 제품은 포화(SAT) 용량에 의해 정량화된 것처럼 뛰어난 흡수성을 갖는다. STA 용량은 간단한 흡수성 시험기로 측정된다. 이러한 시험에서, 직경이 2.0 인치(5.08 cm)인 샘플 제품이 상단의 평평한 플라스틱 덮개와 하단의 그루브한(grooved) 샘플 플레이트 사이에 장착된다. 상기 샘플은 1/8 인치(0.32 cm) 너비의 원주 플랜지 영역(circumference flange area)에 의해 제자리를 유지한다. 상기 샘플은 홀더에 의해 압축되지 않는다. 73 °F(22.8℃)의 탈이온수가 3개의 mm 직경 도관을 통해 하부 샘플 플레이트의 중앙에 있는 상기 샘플에 도입된다. 이 물은 마이너스 5 mm의 정수두(hydrostatic head)에 있다. 기구 메카니즘에 의한 측정 시작 시 도입되는 펄스에 의해 유동이 시작된다. 따라서, 물이 이러한 중앙 유입 지점에서 방사상 외측으로 모세관 작용에 의해 샘플에 의해 흡수된다. 물 흡수율이 0.005 g 물/5 초(0.005 g water per 5 seconds) 아래로 감소하였을 때, 이 시험을 종료한다. 저장소로부터 제거되어 샘플에 의해 흡수된 물의 양을 칭량하고, 샘플의 그램당 물의 그램으로 기록하거나, 또는 샘플의 제곱미터당 물의 그램으로 기록한다. 흡수량(g/m^2)은 SAT 전환 손실을 계산하기 위한 목적으로 사용된다. 다겹 타월용 베이스시트를 시험하는 경우, 상기 타월에서 사용된 겹의 개수가 시험된다. 예를 들어, 2겹의 베이스시트가 적층되어 시험되며, 그후 SAT 전환 손실을 측정하기 위한 목적으로 상기

베이스시트로부터 제조된 2겹의 최종 제품과 비교된다. 실제로 M/K Systems Inc.(Danvers, Massachusetts)에 의해 제조된 Gravimetric Absorbency Testing System이 사용된다. 물 흡수 용량(SAT)은 실제로 기구 자체에서 측정된다. SAT는 중량 대 시간 그래프가 "제로(zero)" 기울기를 갖는 지점, 즉 샘플이 흡수를 멈추는 지점으로 정의된다. 시험의 종료 기준은 일정 시간에 걸쳐 흡수된 물의 중량의 최대 변화로 표시된다. 이는 기본적으로 중량 대 시간 그래프에서의 제로 기울기의 추정치이다. 상기 프로그램은 컷오프 기준이 25 초에서 1 mg인 "느린 SAT"로 지정되지 않는 한, 종료 기준으로서 5 초의 시간 간격에 걸쳐 0.005 g의 변화를 사용한다.

[0082] 본 발명의 구현예들에 있어서, 2겹 종이 제품은 적어도 약 650 g/m^2의 SAT 용량을 갖는다. 본 발명의 또 다른 구현예들에 있어서, 상기 2겹 종이 제품은 적어도 약 675 g/m^2의 SAT 용량을 갖는다. 상술한 2겹 제품의 캘리퍼처럼, 2겹 종이 제품의 이러한 SAT 용량은 그 자체로 자연히 뛰어나다. 사실, 후술될 특정 예시로 실증되는 바와 같이, 본 발명에 따른 2겹 종이 제품의 캘리퍼와 SAT 용량의 조합은 종래 종이 제품에서는 발견되지 않는다.

[0083] 본 발명에 따른 종이 제품에서의 또 다른 중요한 측면은 제품의 인장비 및 연신비와 관계된다. 건조 인장 강도(MD 및 CD)와 파단 연신율(stretch at break)이 전형적으로 50 %의 상대 습도에서 23℃±1℃(73.4°F±1°F)의 분위기에서 2 시간 동안 조습된(conditioned) 티슈 또는 타월의 3 인치(76.2 mm) 또는 1 인치(25.4 mm) 광폭 스트립(wide strip)을 사용하여 다양한 방식으로 구성될 수 있는 표준 인스트론(instron)® 시험 장치 또는 다른 적합한 신도 인장 시험기로 측정된다. 인장 시험은 2 in/min(50.8 mm/min)의 크로스헤드(crosshead) 속도에서 수행된다. 종이 제품의 인장비는 MD에서의 제품의 인장 강도 대 CD에서의 제품의 인장 강도의 비율이다. 유사하게, 종이 제품의 연신비는 제품의 MD 파단 연신율 대 CD 파단 연신율의 비율이다.

[0084] 본 발명의 구현예들에 있어서, 약 1.1 미만의 인장비를 갖는 종이 제품이 제공되며, 또 다른 구현예들에 있어서는 약 1.0 미만의 인장비를 갖는 종이 제품이 제공된다. 당해 분야의 기술자들에 의해 이해될 수 있는 바와 같이, 이러한 인장비는 당해 분야에 공지된 다른 제품의 인장비보다 더 낮다. 본 발명에 따른 종이 제품은 당해 분야에 공지된 다른 종이 제품보다 더 큰 CD 인장을 나타낸다. 그 결과 본 발명에 따른 종이 제품은 모든 방향에서 보다 일정한 인장 강도를 가지며, 즉 인장 강도가 제품의 MD 및 CD 방향에서 대략 동일하다.

[0085] 캘리퍼, 흡수성 및 인장 특성 외에도 종이 제품에서 중요한 다른 특성이 존재한다. 예를 들어, 상술한 바와 같이 흡수성 핸드 타월과 같은 종이 제품에서의 지각된 연성이 매우 바람직하다. 그러나, 동시에 연성은 보통 종이 제품의 흡수성과 캘리퍼에 반비례한다. 본 발명에 따른 종이 제품은 비교 종이 제품보다 더 높은 흡수성 및 캘리퍼를 갖지만, 상기 종이 제품은 다른 종이 제품에 비해 매우 감소된 연성을 갖지 않는다. 이러한 것은 종이 제품에 대하여 수행되는 관능(sensory) 연성 시험에서 알 수 있다. 종이 제품의 관능 연성은 훈련된 피험자 패널을 이용하여 TAPPI 표준(71.2°F 내지 74.8°F의 온도, 48 % 내지 52 %의 상대습도)으로 조습된 시험 영역에서 측정될 수 있다. 연성 평가는 훈련된 피험자가 시험을 수행할 때 개개의 훈련된 피험자가 항상 이용가능한 소정의 연성 값을 갖는 일련의 물리적 참조(physical reference)에 의존한다. 시험 샘플의 연성 정도를 측정하기 위하여 훈련된 피험자가 시험 샘플을 물리적 참조와 직접 비교한다. 그후, 훈련된 피험자들은 특정 종이 제품에 대하여 숫자를 할당하며, 관능 연성 숫자가 높을수록 지각된 연성이 더 높음을 나타낸다. 후술될 본 발명에 따른 종이 제품의 특정 예들에서 실증되는 바와 같이, 본 발명의 종이 제품의 관능 연성은 심지어 본 발명의 제품이 다른 공지된 종이 제품에 비하여 더 높은 캘리퍼 및 흡수성을 가짐에도 불구하고 매우 우수하다.

[0086] 당해 분야의 기술자들은 종의 제품의 다양한 다른 중요한 특성들, 예를 들어 평량 또는 부피, 연신율, 인장 계수(tensile modulus), SAT 속도, 기하 평균(geometric mean: GM) 파단 및 인장 계수 등이 있다는 것을 인식할 것이다. 특히, 종이 제조의 경제성과 관련한 평량 또는 부피의 중요성이 상술되었다. 본 발명에 따른 종이 제품의 추가 특성들이 후술될 특정 예시들에서 주어진다.

[0087] 본 발명의 따른 종이 제품의 뛰어난 특성을 실증하기 위하여 시험을 수행하였으며, 여기서 제품들은 도 1에 도시되고 상술된 일반적인 구성을 갖는 초지기에서 TAD 공정을 사용하여 제조하였다. 이러한 실험에서, 도 3에 도시되고, 도 12a 및 표 3에서 특성분석된 특성을 갖는 구조체화 패브릭을 초지기에서 사용하였다. 시험에 대한 구체적인 실험 조건을 표 4에 나타냈다.

표 4

[0088]

	시험(A)	시험(B)	시험(C)	시험(D)	시험(E)
지료	60% B16, 40% B10, 파지(broke) 이용가능; 양키층 100% B16	60% B16, 40% B10, 파지 이용가능; 양키층 100% B16	60% B16, 40% B10, 파지 이용가능; 양키층 100% B16	60% B16, 40% B10, 파지이용가능; 양키층 100% B16	60% B16, 40% B10, 파지 이용가능; 양키층 100% B16
실험실(lab) BW (lb/rm) OD	≥14.8	14.7	14.8	13.9	14.8
실험실 조정된 Wt(lab conditioned Wt) (lb/rm), 3% M.C.	≥15.3	15.1	15.3	14.3	15.3
제트 대 와이어 비율	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
헤드박스 유동 (GPM/inch)	163	163	163	163	163
패브릭 크레이프	< 22%	12%	23%	12%	23%
릴 크레이프	0 %	1%	1 %	1%	1 %
DAF 슬러지	하수도(sewer)	하수도	하수도	하수도	하수도
LF 리파이너(refiner), HPDT 둘다	필요한 경우 조정함(adjust as needed)	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함
티클러(tickler) 리파이너, HPDT	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함
티클러 리파이너 층방향	공기	공기	공기	공기	공기
양키 속도 (FPM)	3850	4000 FPM	4000 FPM	4000 FPM	4000 FPM
TAD 배출 (mg/m^2)	65	65	65	65	65
습윤 강도 수지 (Georgia Pacific에 의한 Amrez 100 HP) (lb/ton)	16.0 lb 및 필요한 경우 조정함	13.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	16.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	15.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	19.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함
CMC (lb/ton)	5.5 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	3.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	5.5 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	5.0 lb/ton 및 필요한 경우 조정함	8.5 lb/ton 및 필요한 경우 조정함
총 양키 코팅 첨가 o mg/m^2	30 mg/m^2 및 필요한 경우 조정함	30 mg/m^2 및 필요한 경우 조정함	30 mg/m^2 및 필요한 경우 조정함	30 mg/sq m 및 필요한 경우 조정함	30 mg/sq m 및 필요한 경우 조정함
탈결합제 (lb/ton)	0	0	0	0	0
PVOH:PAE 비율	56%/44%	56%/44%	56%/44%	56%/44%	56%/44%
개질제 (mg/m^2)	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
크레이프 블레이드 베벨각 (degrees)	20	20	20	20	20
TAD2 이후 수분(Post TAD2 Moisture)	18.0 %	18.0%	18.0%	18.0%	18.0%
TAD1 갭(gap) 압력 (WC)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
헤드박스 충전 (ml/10 mil 샘플)	0 내지 -0.5	0 내지 -0.5	0 내지 -0.5	0 내지 -0.5	0 내지 -0.5
릴 수분	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
CMC/WSR 분리(split) (Y/M/A)	35/30/35	35/30/35	35/30/35	35/30/35	35/30/35

베이스시트 물리적 타겟					
평량 AD (lb/rm)	15.3(2) 16.3(2A)	15.1	15.3	14.3	15.3
캘리퍼 (mils/8 sheets)	~140	128	155	129	150
MD 건조 인장 (g/3 in.)	1350	1430	1430	1430	1430
CD 건조 인장 (g/3 in.)	1350	1430	1430	1430	1430
MD 연신율 (%)	21	15	22	15	22
CD 습윤 인장 (g/3 in.)	405	390	400	400	400
CD 습윤/건조 (%)	30.0	27.0	28.0	28.0	28.0
LF 1&2 고해(refining) (HPDT)	>1.0/1.0	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함	필요한 경우 조정함

[0089] 시험(A) 내지 시험(E)에서 제조한 베이스시트를 표준 변환 장치를 사용하여 2겹의 흡수성 시트로 변환시켰다. 상기 변환 공정은 미국 디자인 특허 제648,137호에 도시된 패턴을 사용한 엠보싱(embossing)을 포함하였다(이의 개시 내용이 인용에 의해 그 전문이 통합된다). 일부 시험에서는 0.075 인치로, 다른 시험에서는 0.120 인치로 엠보스 침투(emboss penetration)를 설정하였다. 구체적인 변환 공정 파라미터를 표 5에 나타냈다.

표 5

[0090]

파라미터	수치
엠보스 패턴	0.075 인치 또는 0.120 인치에서의 미국 디자인 특허 제648,137호
엠보스 롤 직경	20 인치
고무 백업 롤 경도	경도계 55 쇼어(shore) A
고무 백업 롤 직경	20 인치
고무 롤 덮개 두께	0.625 인치
메링(marrying) 롤 직경	14 인치
메링 롤 경도	경도계 93 쇼어 A
공급 롤 갭	0.030 인치
라인 속도 (권취기(rewinder))	850 fpm (분당 21 logs)

[0091] 일부 시험에서 변환한 2겹 흡수성 시트는 그후 SAT 용량, 캘리퍼, 인장비, 연신비 및 관능 연성을 포함한 시트의 특성을 확인하기 위해 시험하였다. 측정한 특성을 표 6 및 7에 나타냈다. 표 6 및 7에서의 표시 "N/D"는 상기 파라미터가 특정 시험에서 측정되지 않았다는 것을 나타냄을 유의해야 한다.

표 6

[0092]

시험	평량 (lbs/ream)	캘리퍼 (mils/8 sheets)	MD 인장 (g/3 in.)	CD 인장 (g/3 in.)	GM 인장 (g/3 in.)	MD 연신율 (%)	CD 연신율 (%)	CD 습윤 인장 - 핀치(finch) (g/3 in.)	CD 습윤/건조 - 핀치 (%)
제품(1)	31.52	270.8	2448	2502	2475	24.7	10.7	619	24.7
제품(2)	31.95	259.6	2802	3049	2922	23.2	10.2	831	27.3
제품(3)	32.27	260.2	2823	3065	2941	23.4	10.1	829	27.0
제품(4)	31.94	266.6	2623	2694	2658	23.0	10.6	741	27.5
제품(5)	32.19	259.6	2775	3118	2941	24.0	10.2	889	28.5
제품(6)	31.94	263.1	2673	2945	2805	23.2	10.3	847	28.8
제품(7)	31.54	262.8	2547	2742	2642	23.1	10.3	817	29.8
제품(8)	31.93	263.7	2406	2725	2560	23.7	10.1	777	28.5
제품(9)	32.00	262.9	2492	2967	2719	23.5	10.0	814	27.4
제품(10)	27.73	229.6	2103	2176	2139	21.5	10.3	597	27.4
제품(11)	29.25	223.9	2794	2669	2730	15.2	8.6	723	27.1
제품(12)	30.92	235.3	3219	3097	3157	15.2	8.5	850	27.4
제품(13)	31.33	216.2	3054	2863	2957	14.4	7.5	774	27.0
제품(14)	31.41	221.1	2901	3006	2953	14.3	7.6	789	26.3

제품(15)	30.28	221.0	2764	2810	2787	14.2	7.3	781	27.8
제품(16)	31.22	218.6	3143	3132	3138	14.8	8.0	804	25.7
제품(17)	30.95	216.3	2727	2627	2676	15.2	8.0	659	25.1
제품(18)	31.30	217.4	3033	2837	2933	16.5	8.1	767	27.0
제품(19)	31.15	219.9	3099	2921	3008	15.4	7.9	708	24.2
제품(20)	31.68	216.7	3111	3120	3115	15.9	8.1	781	25.0
제품(21)	31.56	222.5	2803	2619	2709	16.7	8.2	687	26.2
제품(22)	31.44	215.4	3031	2975	3003	15.6	7.8	779	26.2
제품(23)	31.54	222.5	3514	3168	3336	15.4	7.8	884	27.9
제품(24)	31.48	219.6	3403	3519	3460	15.3	7.8	948	26.9

표 7

[0093]

시험	천공(perf) 인장 (g/3 in.)	SAT 용량 (g/m^2)	SAT 용량 (g/g)	SAT 속도 ($g/sec^{1/2}$)	GM 파단 계수 (g/%)	GM 인장 계수 (g/in/%)	롤 직경 (인치)	롤 압축률 (%)	관능 연성	MDS/CDS	인장비
제품(1)	582	679	13.2	0.27	152.7	41.7	4.96	11.9	5.8	2.31	0.98
제품(2)	752	708	13.6	0.34	189.8	59.6	4.94	11.6	5.5	2.27	0.92
제품(3)	784	705	13.4	0.39	189.3	60.3	4.94	12.0	5.3	2.30	0.92
제품(4)	698	706	13.6	0.37	169.8	50.0	4.98	10.8	5.9	2.17	0.97
제품(5)	727	729	13.9	0.40	188.4	61.0	5.03	12.8	5.3	2.36	0.89
제품(6)	768	716	13.8	0.40	180.6	55.8	5.01	11.4	5.3	2.24	0.91
제품(7)	664	730	14.2	0.40	171.3	50.8	5.02	11.4	5.7	2.24	0.93
제품(8)	698	716	13.8	0.39	165.5	52.9	5.03	10.6	5.8	2.35	0.88
제품(9)	680	726	13.9	0.40	177.0	52.3	5.06	11.3	5.65	2.34	0.84
제품(10)	669	674	14.9	0.38	144.5	44.0	5.95	5.9	N/D	2.09	0.97
제품(11)	674	629	13.2	0.27	238.1	63.2	4.79	12.9	N/D	1.77	1.05
제품(12)	834	598	11.9	0.30	277.5	63.9	5.35	12.4	5.2	834	N/D
제품(13)	674	566	11.1	0.26	281.1	N/D	N/D	N/D	6.1	674	N/D
제품(14)	735	569	11.1	0.24	284.0	N/D	N/D	N/D	5.9	735	N/D
제품(15)	N/D	577	11.7	0.27	273.8	N/D	N/D	N/D	5.9	N/D	N/D
제품(16)	N/D	554	10.9	0.24	289.1	N/D	N/D	N/D	5.8	N/D	N/D
제품(17)	N/D	571	11.3	0.26	243.1	N/D	N/D	N/D	6.6	N/D	N/D
제품(18)	N/D	553	10.9	0.25	255.8	N/D	N/D	N/D	6.2	N/D	N/D
제품(19)	N/D	581	11.5	0.26	273.9	N/D	N/D	N/D	6.0	N/D	N/D
제품(20)	N/D	547	10.6	0.26	274.7	N/D	N/D	N/D	5.6	N/D	N/D
제품(21)	N/D	549	10.7	0.25	231.5	N/D	N/D	N/D	6.0	N/D	N/D
제품(22)	N/D	562	11.0	0.30	269.3	N/D	N/D	N/D	5.8	N/D	N/D
제품(23)	N/D	597	11.6	0.31	308.7	N/D	N/D	N/D	5.6	N/D	N/D
제품(24)	N/D	604	11.8	0.36	316.6	N/D	N/D	N/D	5.3	N/D	N/D

[0094] 본 발명에 따른 종이 제품의 높은 캘리퍼 및 우수한 흡수성의 조합은 당해 분야에 공지된 다른 종이 제품에서는 발견되지 않는다. 이러한 증거는 도 13에서 볼 수 있으며, 이는 상술한 기법에 따라 제조된 제품의 캘리퍼와 관련하여 SAT 용량을 보여준다. 또한, 도 13은 다른 제조업체뿐만 아니라 본 출원의 양수인에 의해 제조된 비교 2겹 및 비교 3겹 흡수성 제품도 도시한다. 상기 비교 2겹 및 3겹 제품은 제지 공정에서 구조체화 패브릭으로 제조된 제품뿐만 아니라 구조체화 패브릭 대신에 구조체화 벨트로 제조된 2겹 제품도 포함한다. 이러한 데이터로부터 알 수 있는 바와 같이, 본 발명에 따른 모든 시제품은 뛰어난 캘리퍼와 SAT 용량의 조합을 가졌다. 특히, 상기 2겹 시제품은 적어도 약 255 mils/8 sheets 및 적어도 약 650 g/m^2의 SAT 용량을 가졌다. 또한, 일부 시제품은 700 g/m^2 초과의 SAT 용량을 가졌고, 4개의 시제품은 265 mils/8 sheets 초과의 캘리퍼를 가졌다. 반면, 2겹의 비교 제품 어느 것도 상기 2겹 시제품의 캘리퍼 및 SAT 용량의 조합을 갖지 못했다. SAT 용량 및 캘리퍼의 조합을 갖는 유일한 제품은 3겹 비교 제품이었다. 물론, 당해 분야의 기술자들에 의해 이해되는 바와 같이, 3겹 제품의 제조와 관련된 비용이 2겹 제품의 제조와 관련된 비용보다 훨씬 더 크다.

[0095] 위에서 상세히 설명된 바와 같이, 종이 제품의 흡수성 및 캘리퍼는 일반적으로 종이 제품의 지각된 연성과 반비례 관계에 있다. 도 13에 도시된 데이터와 함께 표 6 및 7에서의 데이터는 본 발명의 제품의 뛰어난 흡수성, 캘리퍼 및 연성의 조합을 실증한다. 본 발명의 종이 제품은 높은 흡수성 및 캘리퍼를 나타내지만, 표 6 및 7에 나타낸 관능 연성 값에 의해 나타난 바와 같이 종이 제품의 연성은 여전히 상대적으로 높았다. 비교를 위해, 상업적으로 시판되는 유사 핸드 타월은 일반적으로 5.1 내지 6.8의 관능 연성을 가질 수 있다.

[0096] 도 14는 본 발명에 따른 시제품의 추가 특성뿐만 아니라 비교 2겹 및 3겹 제품의 추가 특성을 도시한다. 특히, 도 14는 시제품과 도 13에 도시된 동일한 비교 제품에 대한 인장비와 캘리퍼의 관계를 보여준다. 모든 시제품은 약 1.00 미만의 인장비를 가졌으며, 적어도 약 650 g/m^{2}의 SAT 용량을 가졌다. 보다 상세하게는, 시제품들은 약 0.85 내지 약 1.0의 인장비를 가졌다. 반면, 대부분의 비교 제품은 1.00 초과의 인장비를 가졌다. 상술한 바와 같이, 시제품의 이러한 범위에서의 인장비는 모든 방향에서 보다 일정한 강도를 갖는 제품을 제공한다. 1.0 보다 훨씬 큰 인장비를 갖는 비교 제품은 모든 방향에서 일정한 강도를 갖지 않았으며, 오히려 CD보다 MD에서 훨씬 큰 강도를 보였다.

[0097] 본 발명에 따른 제품의 보다 독특한 특성은 도 15 내지 17에서 볼 수 있다. 도 15는 본 발명에 따른 시제품과 비교 종이 제품의 인장비의 함수로서의 SAT 용량을 보여준다. 상술한 바와 같이, 상기 2겹 시제품은 적어도 약 650 g/m^{2}의 SAT 용량, 및 약 0.85 내지 약 1.0의 인장비를 가졌다. 도 15로부터 알 수 있는 바와 같이, 이러한 SAT 용량과 인장비의 조합은 2겹 및 3겹 비교 제품과 시제품을 구별시킨다. 도 16 및 17은 각각 본 발명에 따른 시제품과 비교 제품의 SAT 용량과 관련된 연신비, 및 캘리퍼와 관련된 연신비를 도시한다. 시제품이 임의의 비교 제품에서는 발견되지 않는 독특한 특성들의 조합을 가진다는 것을 다시 한번 알 수 있다.

[0098] 비록 상술한 제품의 특정 예가 일반적으로 핸드 타월과 같은 특정 상업 제품에 도움이 되는 평량, 흡수성, 캘리퍼 등과 같은 좁은 범위의 파라미터를 가졌지만, 본 명세서에 개시된 기법 및 방법이 다양한 제품을 제조하는 데 사용될 수 있다는 것이 당해 분야의 기술자에게 이해될 것이다. 본 발명의 넓은 범위를 실증하기 위하여, 도 1에 도시된 구성을 갖는 초지기에서 TAD 공정을 포함한 상술한 기법을 사용하고, 도 3 및 12a 및 표 3 및 4에서 특성분석한 구조체화 패브릭을 사용하여 다양한 베이스시트를 제조하였다. 이러한 베이스시트들의 특성을 표 8에 나타냈다.

표 8

[0099]

베이스시트	평량 (lb/rm)	캘리퍼 (mils/ 8 sheets)	MD 인장 (g/3 in.)	MD 연신율 (%)	CD 인장 (g/3 in.)	인장비	CD 습윤 인장 - 핀치 (g/3 in.)
1	17.4	158	1752	26.3	1835	0.96	514
2	15.7	158	1284	24.6	1415	0.91	416
3	15.7	164	1617	27.0	1292	1.26	398
4	14.5	143	1431	17.1	1397	1.03	418
5	13.5	138	1403	15.5	1285	1.09	406
6	12.6	134	1429	13.8	1338	1.07	420
7	12.7	117	1466	11.7	1447	1.02	403
8	12.9	114	1525	11.4	1447	1.06	432
9	13.1	133	1397	15.8	1456	0.96	419
10	12.3	122	1470	13.3	1440	1.02	423
11	23.3	159	2654	27.9	2593	1.02	660
12	23.3	162	3309	27.0	3158	1.05	898
13	25.0	160	2738	27.2	2772	0.99	661

[0100] 표 8의 결과는 본 발명에 따른 제품에 부여될 수 있는 평량, 캘리퍼 및 CD 습윤 인장을 포함한 폭넓은 범위의 특성들을 보여준다. 이론에 구애됨이 없이, 이러한 특성들은 적어도 부분적으로는 제품을 형성하는 데 사용된 구조체화 패브릭의 고유한 특성을 통해 가능하게 되는 것으로 여겨진다. 예를 들어, 상술한 바와 같이 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수는 제품의 특성에 상당한 영향을 미쳤고, 상기 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수는 당해 분야에 공지된 다른 구조체화 패브릭의 평면 부피 지수와 매우 상이하다.

[0101] 본 발명이 특정한 예시적인 구현예들에서 설명되었지만, 이러한 개시 내용에 비추어 많은 추가적인 수정 및 변

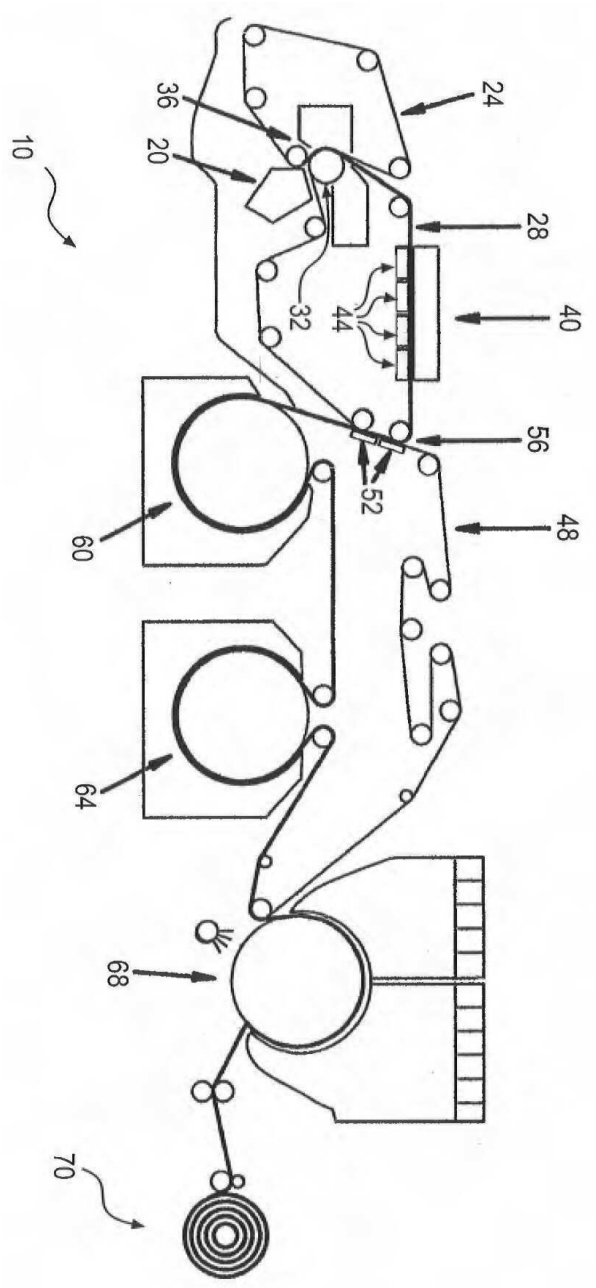
형이 당해 분야의 기술자에게 명백할 것이다. 따라서, 본 발명이 구체적으로 기술된 것과 다르게 실시될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 본 발명의 예시적인 구현예들은 모든 측면에서 예시적인 것이고, 제한하려는 것이 아님이 고려되어야 하며, 본 발명의 범위는 상술한 설명보다는 본 명세서에 의해 뒷받침되는 임의의 특허청구범위 및 이들의 균등물에 의해 결정되어야 한다.

산업상 이용가능성

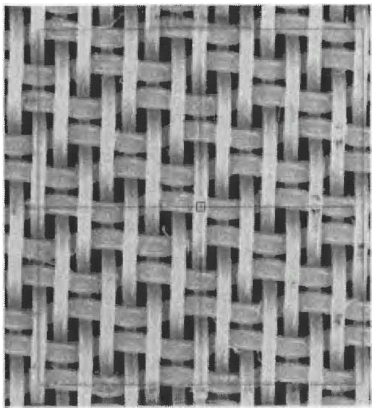
[0102] 본 발명은 핸드 타월과 같은 바람직한 종이 제품을 제조하는 데 사용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 종이 제품 산업에 적용가능하다.

도면

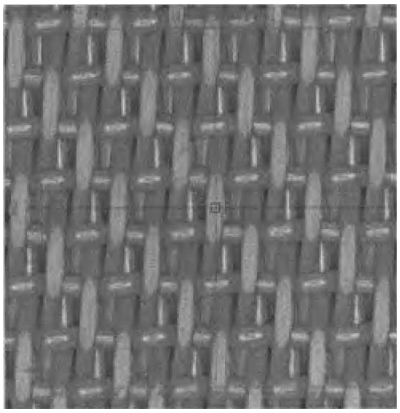
도면1



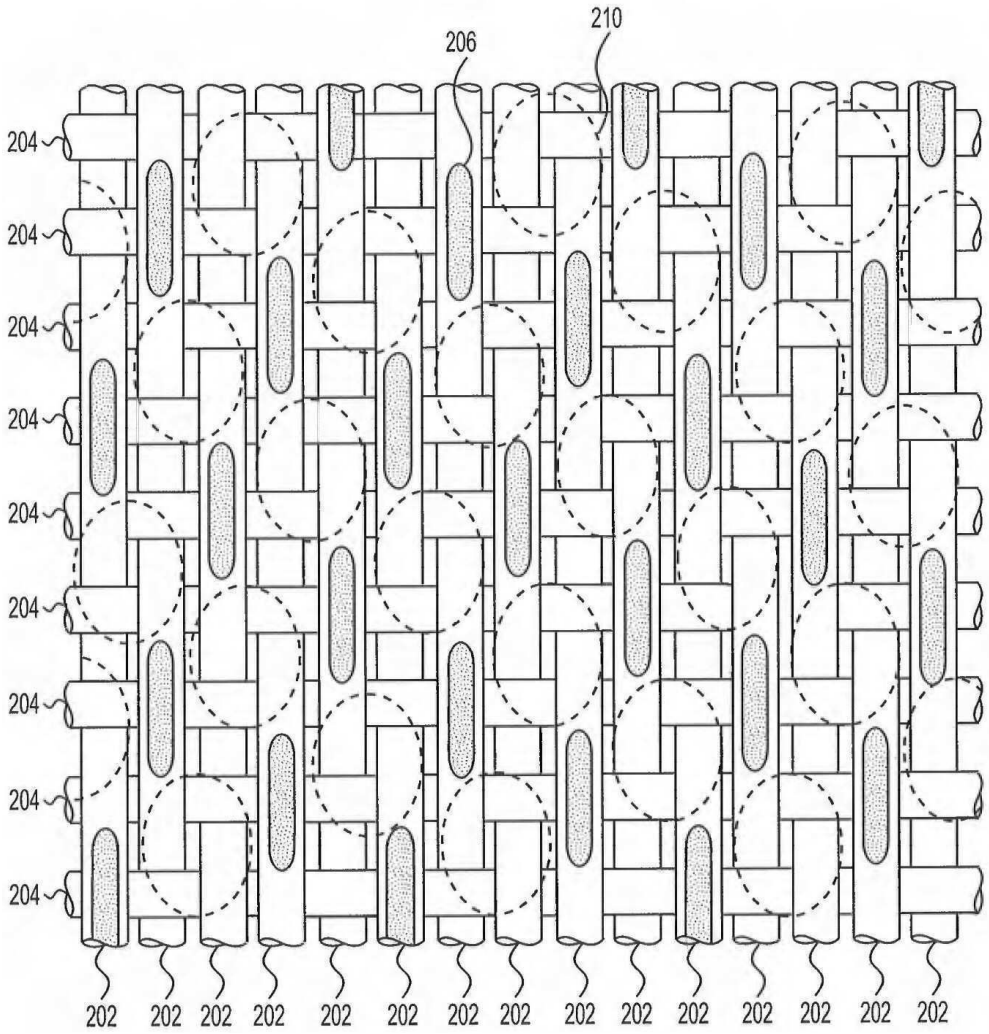
도면2a



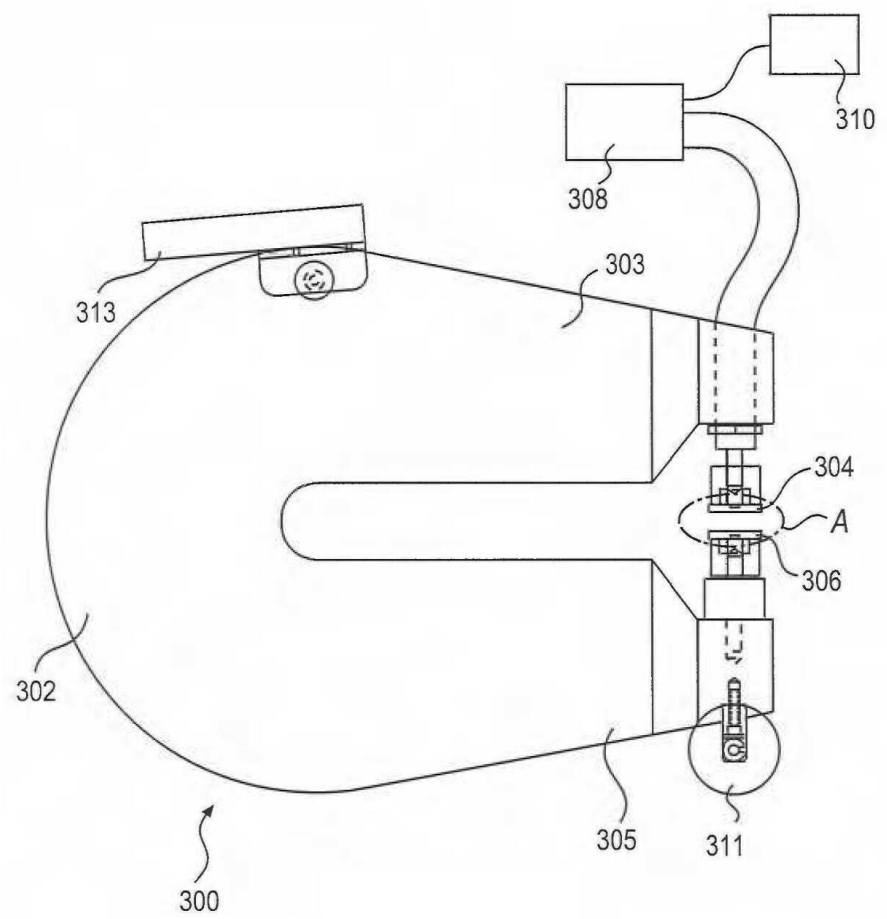
도면2b



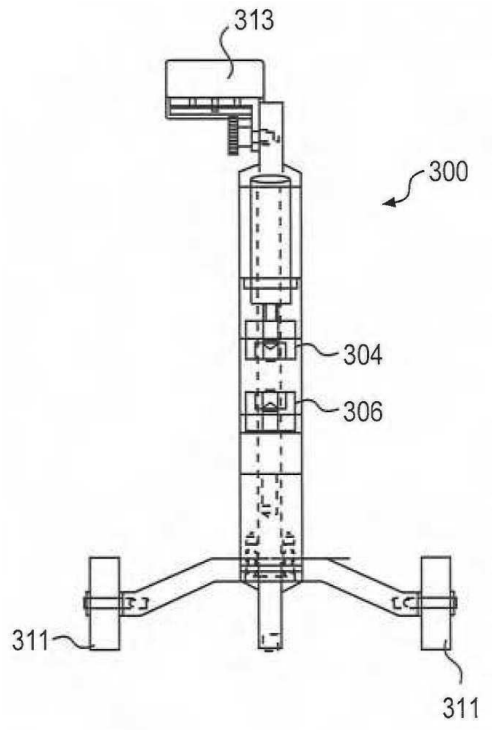
도면3


210
206
204
204
204
204
204
204
204
204
204
202
202
202
202
202
202
202
202
202
202
202
202
202
202

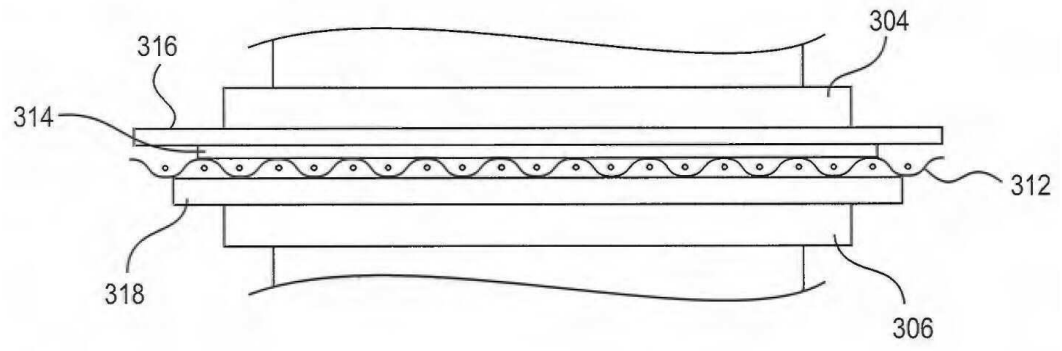
도면4a



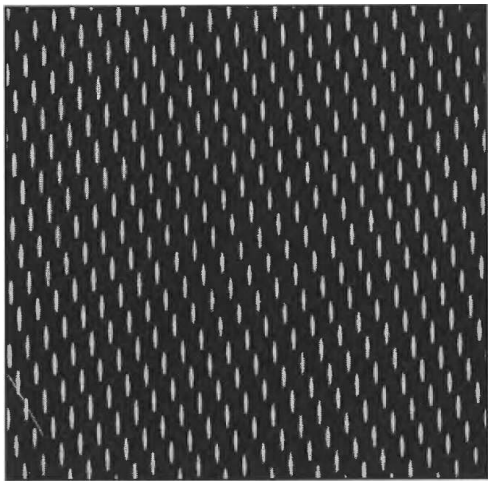
도면4b



도면5



도면6a



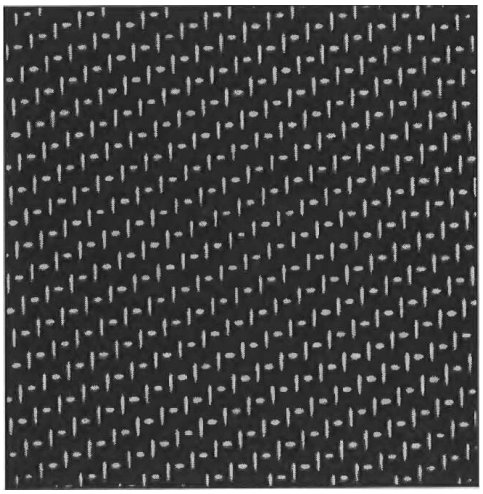
도면6b



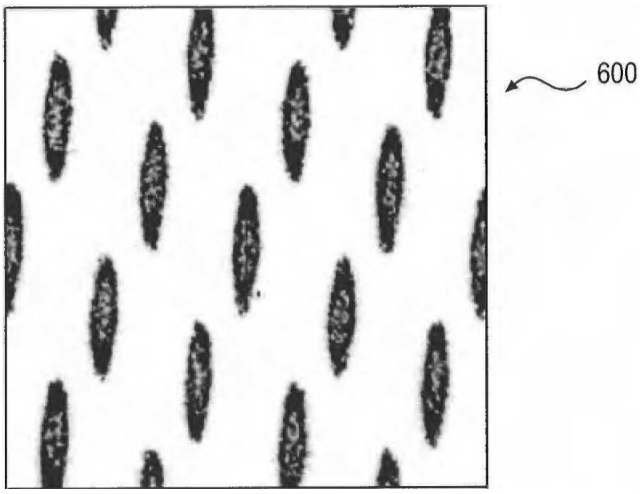
도면6c



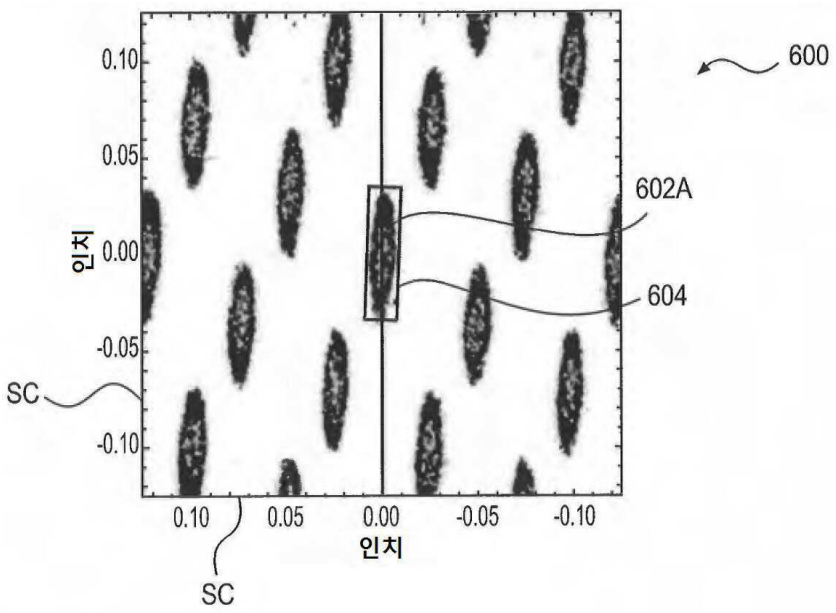
도면6d



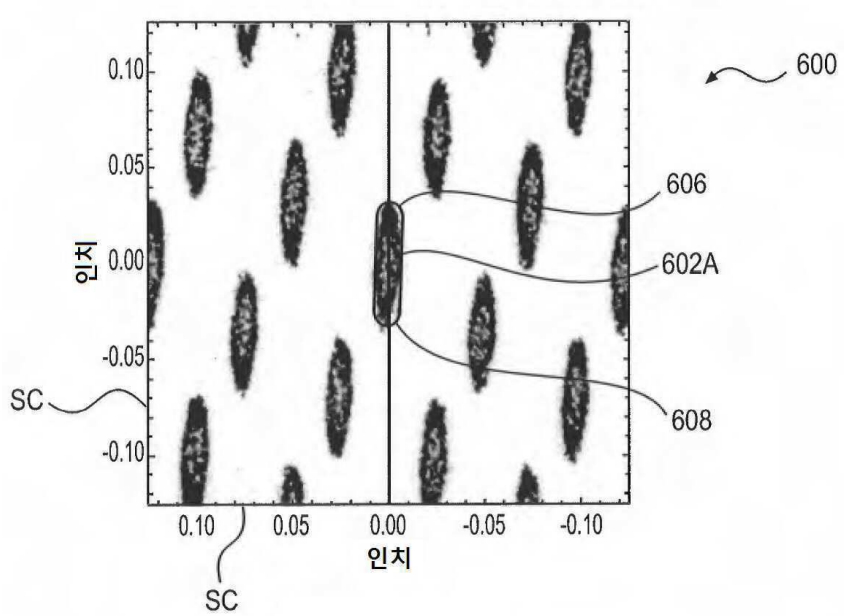
도면7a



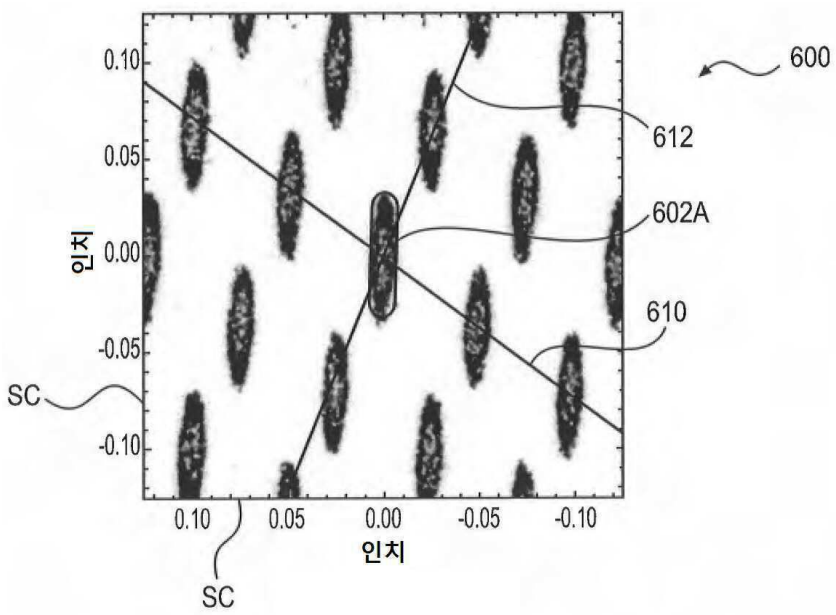
도면7b


600
602A
604
SC
SC
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
인치
인치

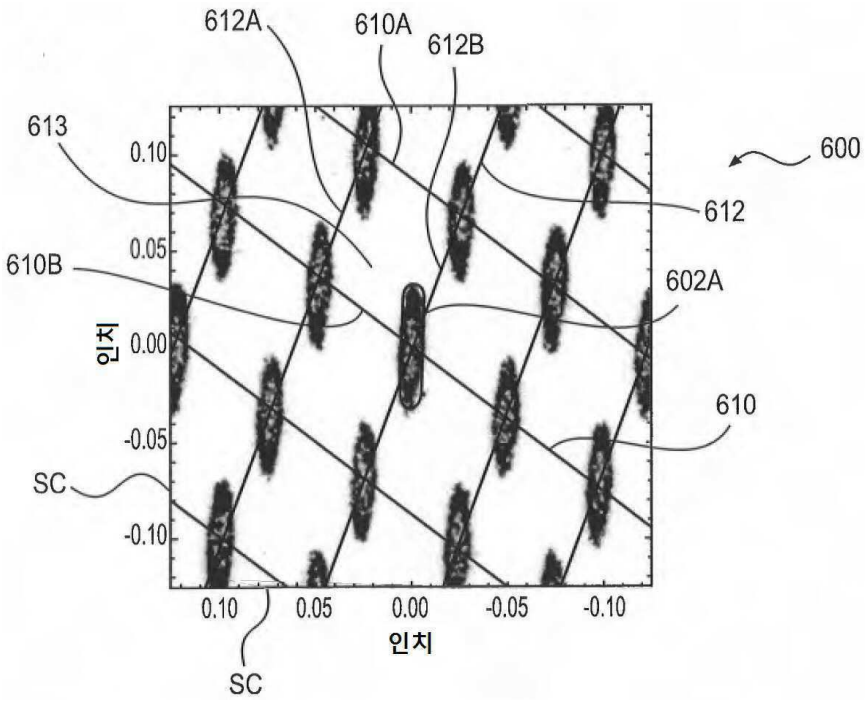
도면7c


600
606
602A
608
SC
SC
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
인치
인치

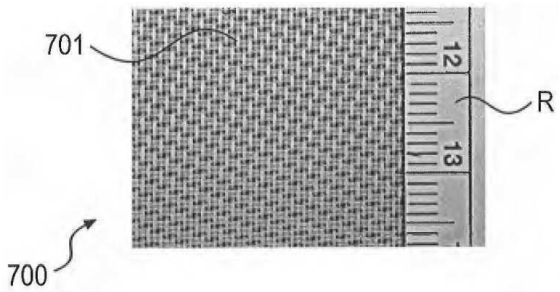
도면7d



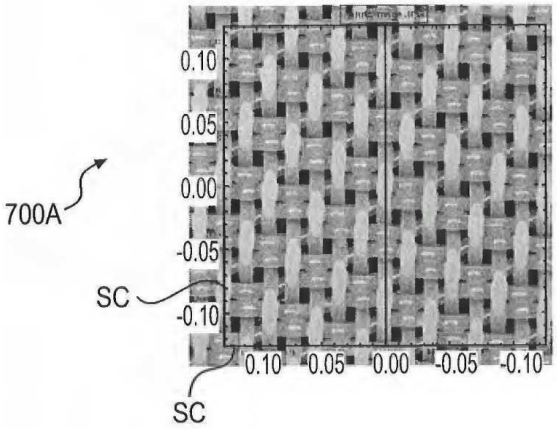
도면7e



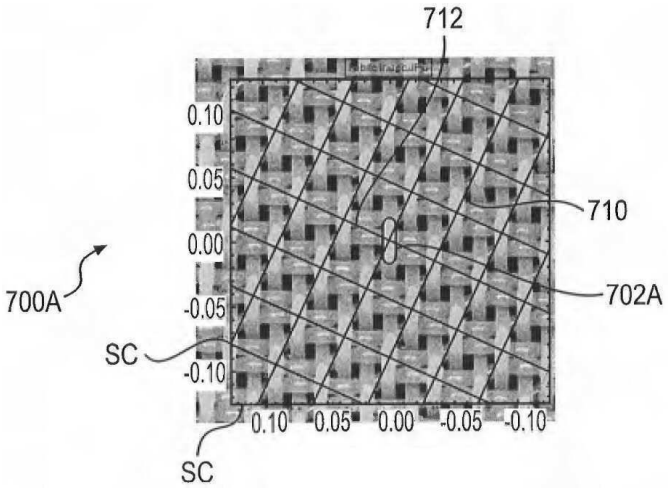
도면8a



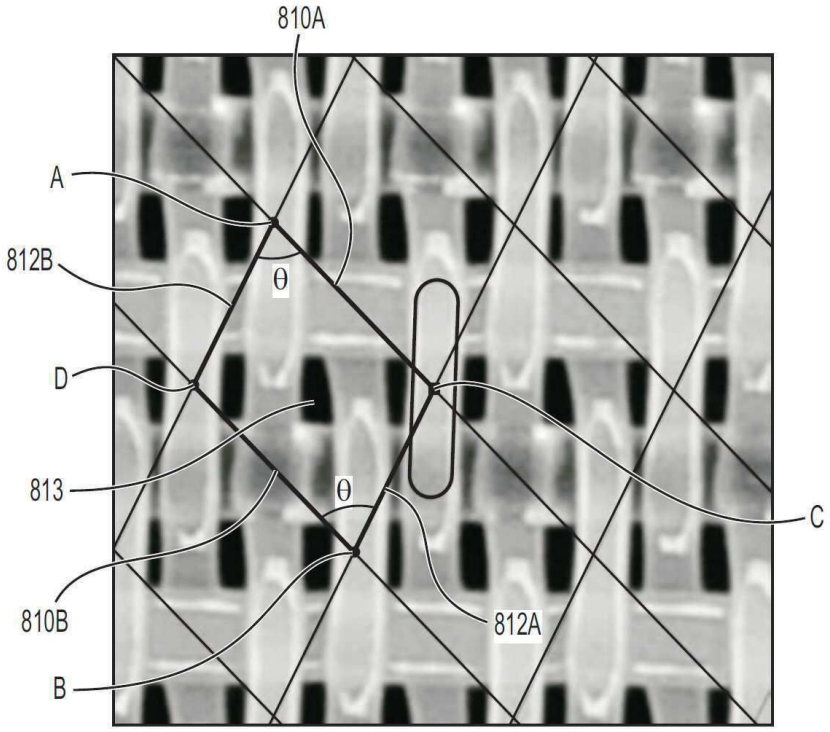
도면8b


0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
700A
SC
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
SC

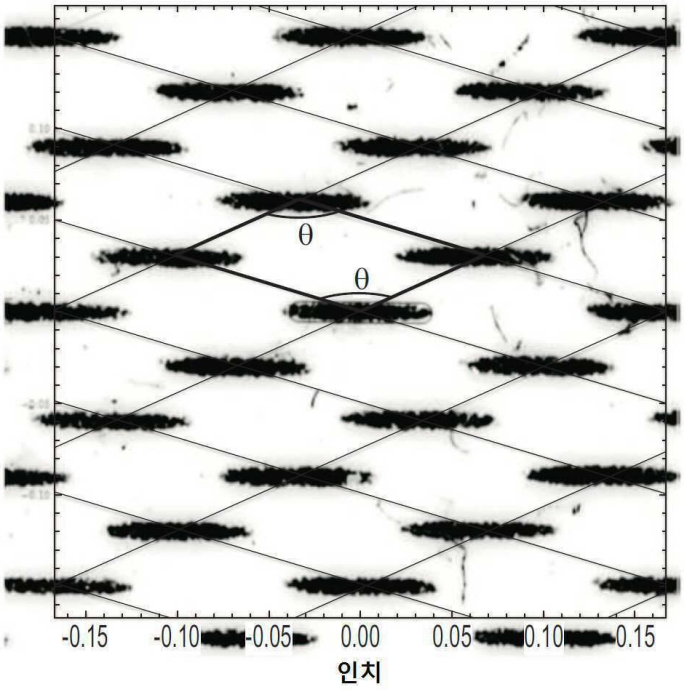
도면8c


712
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
710
702A
700A
SC
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
SC

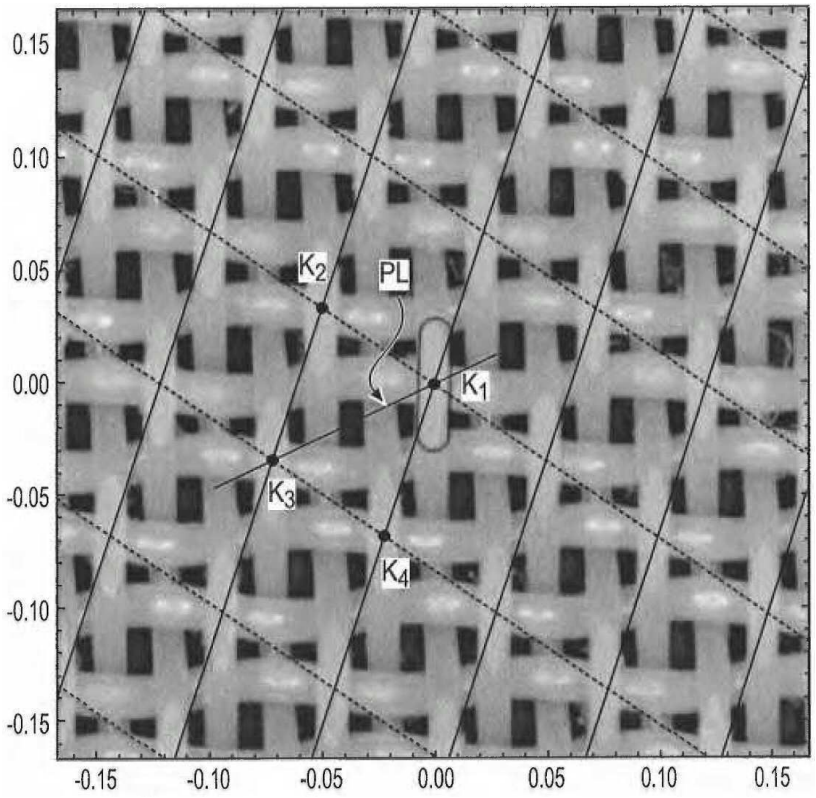
도면9a


810A
A
812B
θ
D
813
θ
C
810B
812A
B

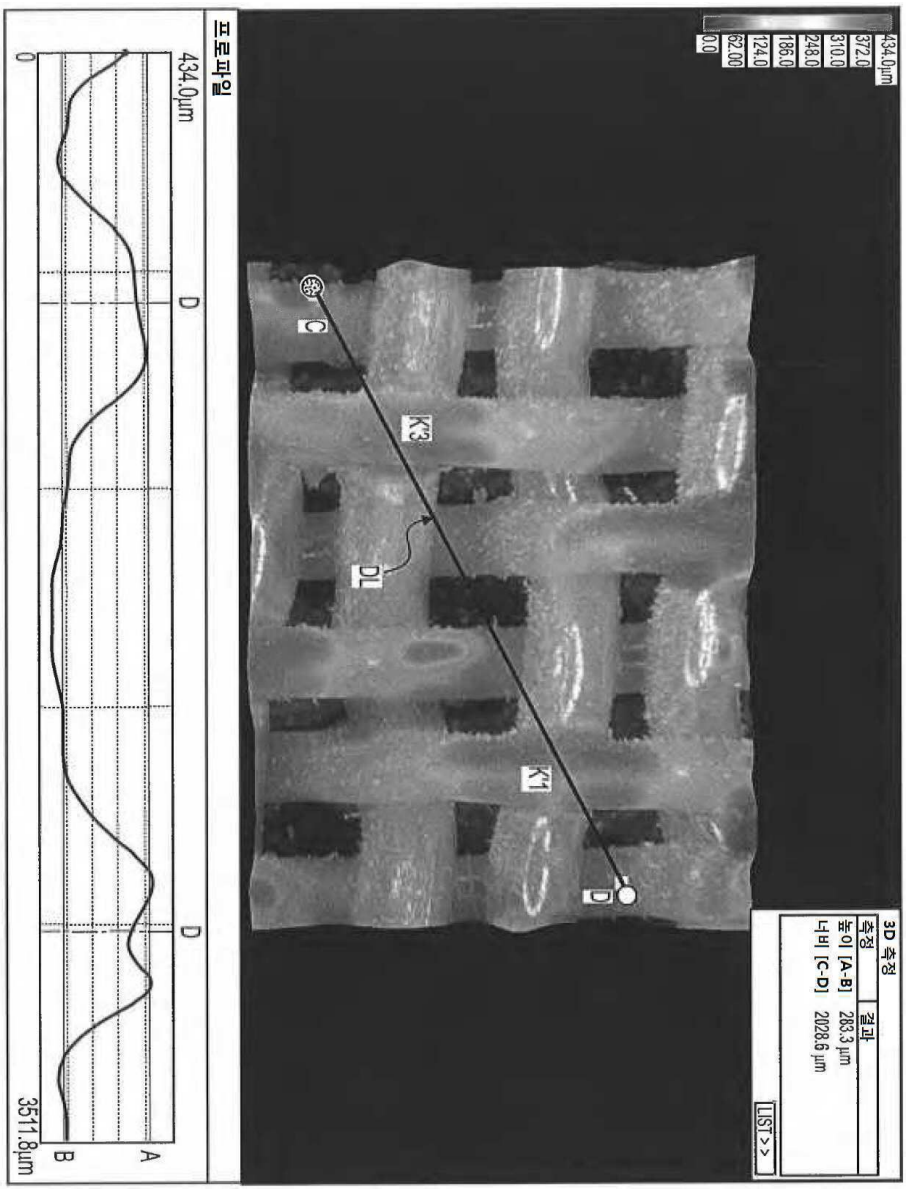
도면9b


θ
θ
-0.15
-0.10
-0.05
0.00
0.05
0.10
0.15
인치

도면10


0.15
0.10
0.05
0.00
-0.05
-0.10
-0.15
-0.15
-0.10
-0.05
0.00
0.05
0.10
0.15
K2
PL
K1
K3
K4

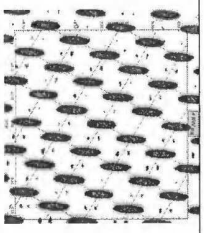
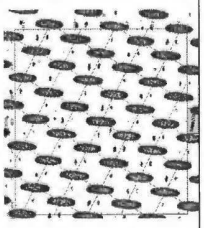
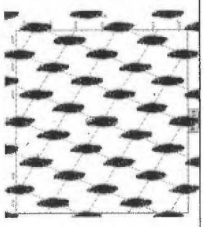
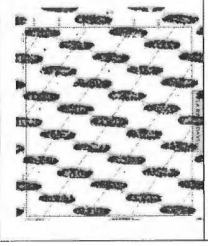
도면11


434.0μm
372.0
310.0
248.0
186.0
124.0
62.00
0.0
3D 측정
측정
결과
높이 [A-B] 283.3 μm
너비 [C-D] 2028.6 μm
LIST >>
C
K3
D1
K1
D
프로파일
434.0μm
0
3511.8μm
A
B
D
D

도면12a

패브릭	참조(A)	참조(B)	참조(C)	참조(D)
가압 임프린트 (pressure imprint)				
접촉 면적비 (CAR) (mm)	0.23	0.26	0.30	0.32
유효 포켓 부피 (EPV) (mm^3)	1.28	1.20	1.00	0.83
평면 부피 지수 = CAR x EPV x 100	29.00	30.53	29.89	26.23
CAR (mm) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.21	0.23	0.27	0.29
EPV (mm^3) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	1.45	0.96	1.36	1.16
조정된 평면 부피 지수	29.85	31.48	31.13	27.42

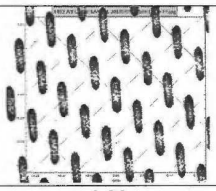
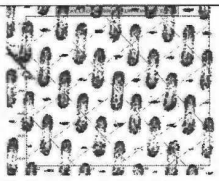
도면12b

패브릭	비교(1)	비교(2)	비교(3)	비교(4)
가압 임프린트				
절촉 면적비 (CAR) (mm)	0.19	0.24	0.24	0.33
유효 포켓 부피 (EPV) (mm^3)	0.43	0.30	0.26	0.18
평면 부피 지수 = CAR x EPV x 100	8.02	7.14	6.22	6.14
CAR (mm) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.19	0.24	0.24	0.31
EPV (mm^3) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.43	0.30	0.26	0.20
조정된 평면 부피 지수	8.06	7.15	6.27	6.34

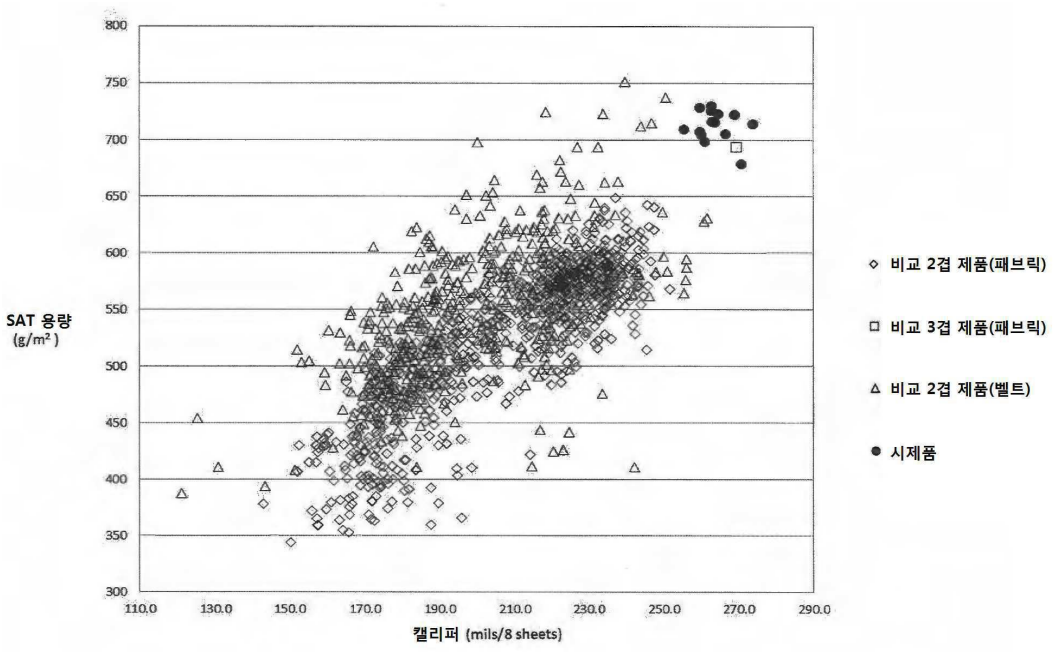
도면12c

패브릭	비교(5)	비교(6)	비교(7)	비교(8)
가압 임프린트				
접촉 면적비 (CAR) (mm)	0.28	0.23	0.25	0.19
유효 포켓 부피 (EPV) (mm^3)	0.30	0.59	0.72	0.46
평면 부피 지수 = CAR x EPV x 100	8.39	13.47	18.13	8.78
CAR (mm) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.28	0.22	0.24	0.17
EPV (mm^3) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.31	0.63	0.77	0.52
조정된 평면 부피 지수	8.49	13.64	18.43	8.99

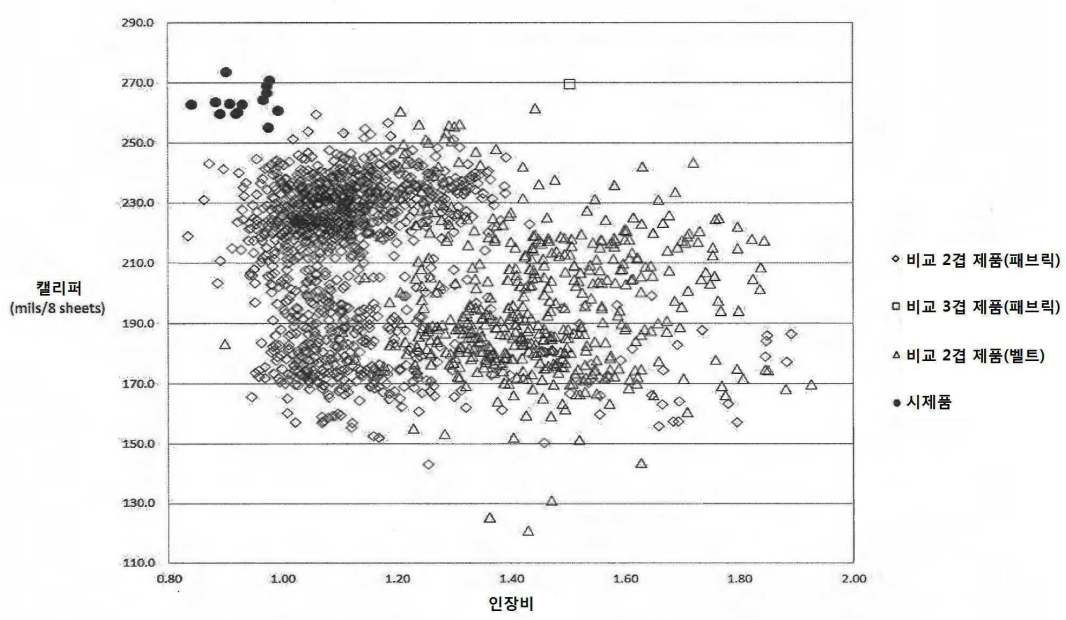
도면12d

패브릭	비교(9)	비교(10)
가압 임프린트		
접촉 면적비 (CAR) (mm)	0.23	0.37
유효 포켓 부피 (EPV) (mm^3)	0.59	0.42
평면 부피 지수 = CAR x EPV x 100	13.36	15.54
CAR (mm) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.23	0.36
EPV (mm^3) (직사각형이 아닌 평행사변형 단위 셀)	0.59	0.43
조정된 평면 부피 지수	13.38	15.48

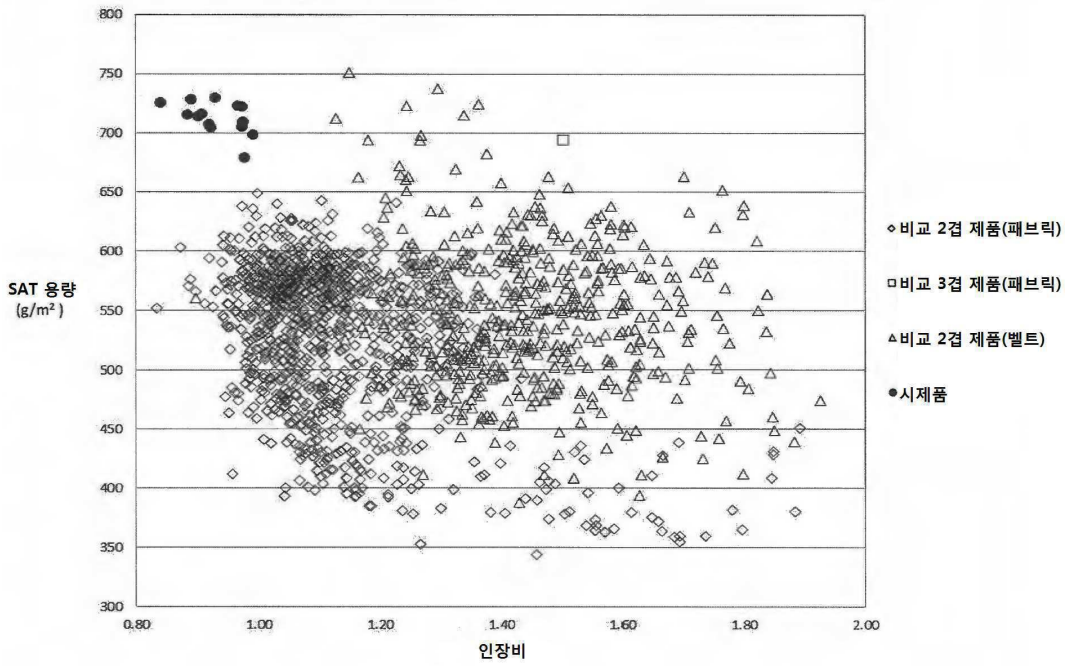
도면13



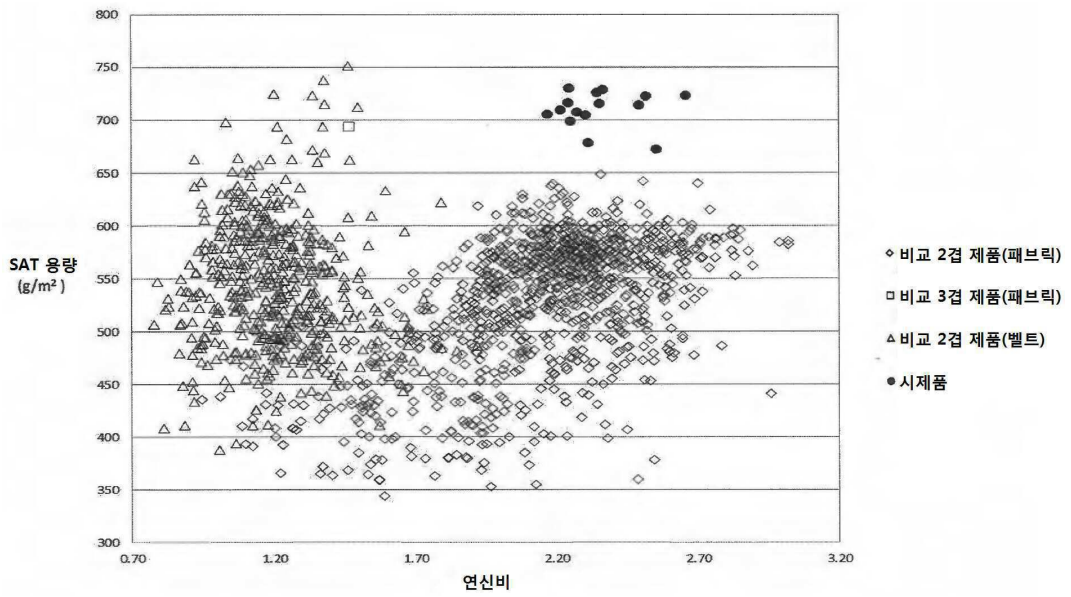
도면14


290.0
270.0
250.0
230.0
210.0
190.0
170.0
150.0
130.0
110.0
캘리퍼
(mils/8 sheets)
0.80
1.00
1.20
1.40
1.60
1.80
2.00
인장비
◇ 비교 2겹 제품(패브릭)
□ 비교 3겹 제품(패브릭)
△ 비교 2겹 제품(벨트)
● 시제품

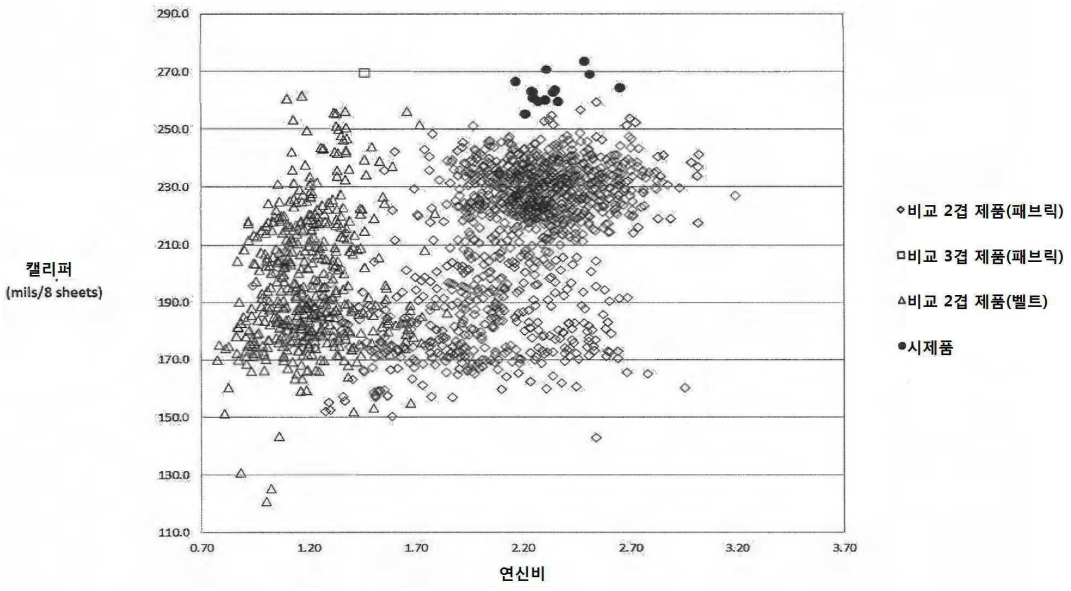
도면15


800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
SAT 용량
(g/m²)
0.80
1.00
1.20
1.40
1.60
1.80
2.00
인장비
◇ 비교 2겹 제품(패브릭)
□ 비교 3겹 제품(패브릭)
△ 비교 2겹 제품(벨트)
● 시제품

도면16


SAT 용량
(g/m²)
800
750
700
650
600
550
500
450
400
350
300
0.70
1.20
1.70
2.20
2.70
3.20
연신비
◇ 비교 2겹 제품(패브릭)
□ 비교 3겹 제품(패브릭)
△ 비교 2겹 제품(벨트)
● 시제품

도면17


캘리퍼
(mils/8 sheets)
290.0
270.0
250.0
230.0
210.0
190.0
170.0
150.0
130.0
110.0
0.70
1.20
1.70
2.20
2.70
3.20
3.70
연신비
◇비교 2겹 제품(패브릭)
□비교 3겹 제품(패브릭)
△비교 2겹 제품(벨트)
●시제품