



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0043779
(43) 공개일자 2011년04월27일

(51) Int. Cl.

B31D 3/02 (2006.01) D21H 13/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7006265

(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년08월21일

심사청구일자 없음

(85) 번역문제출일자 2011년03월18일

(86) 국제출원번호 PCT/US2009/054584

(87) 국제공개번호 WO 2010/022312

국제공개일자 2010년02월25일

(30) 우선권주장

61/189,621 2008년08월21일 미국(US)

(71) 출원인

이 아이 듀폰 디 네모아 앤드 캄파니

미합중국 데라웨어주 (우편번호 19898) 월밍톤시
마아캣트 스트리트 1007

(72) 발명자

케를, 레이너

독일 데-70197 스투트가르트 구텐베르그스트라베
120

클렛트, 이브

독일 데-78083 다우링엔 헤세스트라세 2

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

양영준, 양영환, 김영

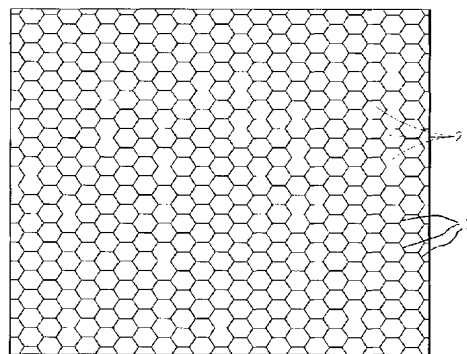
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 고 압축 강도를 갖는 허니콤 코어 및 이로부터 제조된 물품

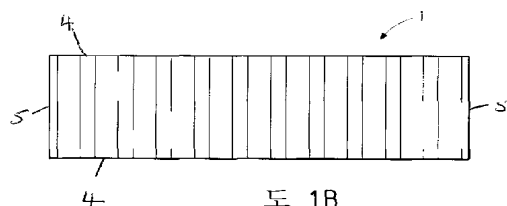
(57) 요약

본 발명은 고 압축 모듈러스를 갖는 허니콤 코어 구조물에 관한 것이다. 코어 구조물은 (a) 복수의 허니콤 셀을 형성하는 표면을 갖는 복수의 상호연결된 벽 - 상기 셀 벽은 부직 시트로부터 형성됨 -, 및 (b) 경화된 수지 - 상기 경화된 수지는 경화된 수지와 부직 시트의 합 중량의 백분율로서 경화된 수지의 중량이 적어도 62 퍼센트 이도록 하는 양임 - 를 포함한다. 부직 시트는 적어도 200 그램/데니어 (180 그램/dtex)의 모듈러스 및 적어도 10 그램/데니어 (9 그램/dtex)의 강인도를 갖는 섬유를 추가로 포함하며, 여기서 수지로 함침되기 전에, 부직 시트는 방정식 $D_p = K \times ((d_r \times (100 - \%r)/\%r)/(1 + d_r/d_s \times (100 - \%r)/\%r)$ 로부터 계산되는 겉보기 밀도를 갖고, 여기서 D_p 는 함침 전의 시트의 겉보기 밀도이고, d_r 은 경화된 수지의 밀도이며, d_s 는 함침 전의 시트 내의 고형물 물질의 밀도이고, $\%r$ 은 중량% 단위의 최종 코어 구조물 내의 경화된 수지 함량이며, K 는 1.0 내지 1.5의 값을 갖는 수이다. 또한, 수지로의 함침 전의 부직 시트의 길이 다공도는 30초/100 밀리리터 이하이다. 본 발명은 또한 이러한 절첩형 코어를 포함하는 복합 구조물에 관한 것이다.

대표도



도 1A



도 1B

(72) 발명자

레빗, 미카일, 알.

미국 23059 버지니아주 글렌 알렌 도린 힐 코트
5120

렝월러, 올리비에

스위스 체하-1267 비슈 뒤 드라 뒤드 3

특허청구의 범위

청구항 1

허니콤 코어 구조물(honeycomb core structure)로서,

(a) 복수의 허니콤 셀을 형성하는 표면을 갖는 복수의 상호연결된 벽 - 상기 셀 벽은 적어도 200 그램/데니어(denier) (180 그램/dtex)의 모듈러스(modulus) 및 적어도 10 그램/데니어 (9 그램/dtex)의 강인도(tenacity)를 갖는 섬유를 포함하는 부직 시트(nonwoven sheet)로부터 형성되고, 여기서 수지로 함침되기 전에,

(1) 상기 부직 시트는 방정식 $D_p = K \times ((d_r \times (100 - \%r)/\%r)/(1 + d_r/d_s \times (100 - \%r)/\%r))$ 로부터 계산되는 겉보기 밀도(apparent density)를 갖고, 여기서 D_p 는 함침 전의 부직 시트의 겉보기 밀도이고, d_r 은 경화된 수지의 밀도이며, d_s 는 함침 전의 부직 시트 내의 고형물 물질의 밀도이고, $\%r$ 은 중량% 단위의 최종 코어 구조물 내의 경화된 수지 함량이며, K 는 1.0 내지 1.35의 값을 갖는 수이고,

(2) 상기 부직 시트는 30초/100 밀리미터 이하의 걸리 다공도(Gurley porosity)를 가짐 - ; 및

b) 경화된 수지 - 상기 경화된 수지는 경화된 수지와 부직 시트의 합 중량의 백분율로서 경화된 수지의 중량이 적어도 62 퍼센티도록 하는 양임 - 를 포함하는 코어 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 부직 시트는 70 내지 100 중량%의 섬유 및 0 내지 30 중량%의 결합제를 포함하는 코어 구조물.

청구항 3

제2항에 있어서, 부직 시트는 웨트-레이드(wet-laid) 부직 시트인 코어 구조물.

청구항 4

제2항에 있어서, 결합제는 m-아라미드 피브리드(aramid fibrid)를 포함하는 코어 구조물.

청구항 5

제2항에 있어서, 섬유는 p-아라미드 섬유를 포함하는 코어 구조물.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 따른 코어 구조물 및 상기 코어 구조물의 적어도 하나의 외부 표면에 부착되는 적어도 하나의 면시트(facesheet)를 포함하는 복합 패널.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 면시트는 수지 함침된 섬유, 플라스틱 또는 금속으로부터 제조되는 구조용 패널.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 섬유질 부직 시트(fibrous nonwoven sheet)로부터 제조되는 고 압축 강도의 허니콤 코어 구조물(high compression strength honeycomb core structure)에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 대개 허니콤 형태인, 고 모듈러스 고 강도(high modulus high strength) 섬유 부직 시트로부터의 샌드위치 패널(sandwich panel)을 위한 코어 구조물은 여러 응용에 사용되지만, 주로 강도 대 중량(strength to weight) 또는 강성 대 중량(stiffness to weight) 비가 매우 높은 값을 갖는 항공 우주 산업에서 사용된다. 예를 들면, 린(Lin)의 미국 특허 제5,137,768호는 50 중량% 이상의 p-아라미드(aramid) 섬유를 포함하고 나머지 조성이 결합제 및 기타 첨가제인 고-밀도 웨트-레이드 부직물(high-density wet-laid nonwoven)로부터 제조된 허니콤 코

어를 기술한다.

[0003] 코어 구조물의 제조를 위한 구매가능한 p-아라미드 고 모듈러스 고 강도 섬유 부직 시트는 미국 델라웨어주 월링턴 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니(E. I. DuPont de Nemours and Company)에 의해 판매되는 케블라(KEVLAR)(등록상표) N636 종이다. 최경량 등급(1.4N636)의 경우 종이 밀도는 0.68 내지 0.82 g/cm² 범위이다. 3가지 다른 등급(1.8N636, 2.8N636, 및 3.9N636)의 경우 밀도 범위는 0.78 내지 0.92 g/cm²이다.

[0004] 압축 특성의 향상이 매우 중요한 몇몇 응용이 있다. 이는 특히 항공기, 기차 등의 바닥재(flooring)에 사용되는 샌드위치 패널의 경우 그러하다. 잠재적으로, 압축 강도에 대해 최적화된 허니콤 코어는 추가적인 중량 및 비용 절감을 제공할 수 있다. 따라서, 향상된 압축 강도를 갖는 허니콤 코어 구조물이 필요하다.

발명의 내용

[0005] 본 발명은 섬유질 부직 시트로부터 제조되는, 고 압축 강도를 갖는 허니콤 코어 구조물에 관한 것이다. 허니콤 코어 구조물의 셀 벽(cell wall)은 부직 시트 및 경화된 수지를 포함하며, 경화된 수지는 경화된 수지와 부직 시트의 합 중량의 백분율로서 경화된 수지의 중량이 적어도 62 퍼센트이도록 하는 양이다. 부직 시트는 적어도 200 그램/데니어(denier) (180 그램/dtex)의 모듈러스(modulus) 및 적어도 10 그램/데니어 (9 그램/dtex)의 강인도(tenacity)를 갖는 섬유를 추가로 포함하며, 여기서 수지로 함침되기 전에, 부직 시트는 방정식 $D_p = K \times ((dr \times (100 - \%r)/\%r)/(1 + dr/ds \times (100 - \%r)/\%r))$ 로부터 계산되는 겉보기 밀도(apparent density)를 갖고, 여기서 D_p 는 함침 전의 시트의 겉보기 밀도이고, dr 은 경화된 수지의 밀도이며, ds 는 함침 전의 시트 내의 고형물 물질의 밀도이고, $\%r$ 은 중량% 단위의 최종 코어 구조물 내의 경화된 수지 함량이며, K 는 1.0 내지 1.35의 값을 갖는 수이다. 또한, 수지로의 함침 전의 부직 시트의 겉리 다공도(Gurley porosity)는 30초/100 밀리리터 이하이다.

[0006] 본 발명은 또한 허니콤 코어 구조물을 포함하는 복합 패널에 관한 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] <도 1a 및 도 1b>

도 1a 및 도 1b는 육각형 형상의 허니콤의 도면.

<도 2>

도 2는 육각형 셀 형상의 허니콤의 다른 도면.

<도 3>

도 3은 면시트(facesheet)(들)가 구비된 허니콤의 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 발명은 수지로 함침되는 섬유질 부직 시트로부터 제조되는 셀 벽을 갖는 고 압축 강도의 허니콤 코어 구조물에 관한 것이다.

[0009] 도 1a는 본 발명의 하나의 허니콤(1)의 평면도이며, 셀 벽(3)에 의해 형성된 셀(2)을 도시한다. 도 1b는 도 1a에 도시된 허니콤의 정면도이며, 셀 벽의 양 단부에 형성된 2개의 외부 표면 또는 면(4)을 도시한다. 코어는 또한 에지(5)를 갖는다. 도 2는 허니콤의 3차원 도면이다. 육각형 셀(2) 및 셀 벽(3)을 갖는 허니콤(1)이 도시되어 있다. 허니콤의 "T" 치수 또는 두께가 도 2에 도시되어 있다. 육각형 셀이 도시되어 있지만; 다른 기하학적 배열이 가능한데, 이때 정사각형 셀, 과확장된(over-expanded) 셀 및 굴곡성-코어(flex-core) 셀이 가장 통상적인 가능한 배열들 중에 속한다. 그러한 셀 유형들은 당업계에 잘 알려져 있으며, 가능한 기하학적 셀 유형에 대한 추가적인 정보를 위해 문헌[Honeycomb Technology by T. Bitzer (Chapman & Hall, publishers, 1997)]을 참조할 수 있다.

[0010] 도 3은 면시트(7, 8)가 코어의 2개의 외부 표면에 부착된 허니콤 코어(6)로부터 조립된 구조용 샌드위치 패널(5)을 도시한다. 바람직한 면시트 재료는, 비록 금속성 면시트가 또한 이용될 수도 있지만, 열경화성 또는 열가소성 수지로 함침된 프리프레그(prepreg), 섬유질 시트이다. 금속성 면시트와 함께, 그리고 몇몇 경우에서 프리프레그와 함께, 접착 필름(9)이 또한 사용된다. 보통, 코어의 양측 상에 적어도 2개의 프리프레그 스킨이 있다.

- [0011] 본 발명의 허니콤 코어는 수지 함침된 섬유질 부직 시트의 셀 벽을 가지며, 이때 셀 벽의 평면들은 바람직하게는 허니콤의 T-치수에 평행하다. 수지로의 함침 전의 부직 시트 겉보기 밀도는 다음의 방정식에 의해 정의된다:
- [0012]
$$D_p = K \times ((dr \times (100 - \%r)/\%r)/(1 + dr/ds \times (100 - \%r)/\%r)$$
- [0013] 여기서, D_p 는 함침 전의 부직 시트의 겉보기 밀도이고, dr 은 경화된 수지의 밀도이며, ds 는 함침 전의 부직 시트 내의 고형물 물질의 밀도이고, $\%r$ 은 중량% 단위의 최종 코어 내의 경화된 수지 함량이며, K 는 1 내지 1.35의 값을 갖는 수이다.
- [0014] 높은 시트 재료 투과율 및 매우 높지는 않은 겉보기 밀도는 수지 함침 공정 동안 시트 재료 내로의 수지의 양호한 침투를 허용하여, 코팅 후의 시트의 두께가 미코팅 부직 시트 두께와 상당히 다르지 않도록 한다.
- [0015] 수지로의 함침 전의 부직 시트는 30초/100 밀리리터를 초과하지 않는 걸리 공기 저항(Gurley air resistance)을 갖는다.
- [0016] 부직 시트 내의 자유 체적/공극(free volume/void) 함량은 부직 시트의 겉보기 밀도 및 부직 시트 내의 고형물 물질의 밀도에 기초하여 또는 부직물 단면의 이미지 분석에 의해 측정될 수 있다.
- [0017] 본 발명에 사용되는 부직 시트의 두께는 허니콤 코어의 최종 용도 또는 원하는 특성에 좌우되며, 몇몇 실시 형태에서 전형적으로 75 내지 500 마이크로미터 (3 내지 20 밀(mi))의 두께이다. 몇몇 실시 형태에서, 부직 시트의 평량은 15 내지 200 그램/제곱미터 (0.5 내지 6 온스/제곱야드)이다.
- [0018] 본 발명의 허니콤 코어에 사용되는 부직 시트는 적어도 200 그램/데니어 (180 그램/dtex)의 초기 영율(Young's modulus), 적어도 10 그램/데니어 (9 그램/dtex)의 강인도 및 30 중량% 이하의 결합제를 갖는, 70 내지 100 중량부의 고 모듈러스 고 강도 섬유를 포함한다.
- [0019] 여러 물질이 궁극적인 최종 용도에 따라 부직 시트 결합제로서 사용될 수 있다. 바람직한 결합제는 폴리 (m-페닐렌 아이소프탈아미드), 폴리 (p-페닐렌 테레프탈아미드), 폴리설폰아미드(PSA), 폴리-페닐렌 설파이드(PPS), 및 폴리아미드를 포함한다. 연속 섬유, 절단 섬유(플록(floc)), 펄프 또는 이들의 조합의 형태의 여러 고 모듈러스 고 강도 섬유가 본 발명의 허니콤 코어의 고 모듈러스 고 강도 섬유 부직 시트에 사용될 수 있다. 섬유의 바람직한 유형은 p-아라미드, 액정 폴리에스테르, 폴리벤즈아졸, 폴리피리다졸, 폴리설폰아미드, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리올레핀, 탄소, 유리 및 다른 무기 섬유 또는 이들의 혼합물을 포함한다.
- [0020] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 아라미드라는 용어는 아미드(-CONH-) 결합의 적어도 85%가 2개의 방향족 고리에 직접 부착되는 폴리아미드를 의미한다. 첨가제가 아라미드와 함께 사용될 수 있다. 실제로, 최대 10 중량% 만큼 많은 다른 중합체 물질이 아라미드와 함께 블렌딩될 수 있거나, 아라미드의 다이아민을 치환하는 10%만큼 많은 다른 다이아민 또는 아라미드의 이산 클로라이드를 치환하는 10%만큼 많은 다른 이산 클로라이드를 갖는 공중합체가 사용될 수 있음이 밝혀졌다. 과라 아라미드 섬유 및 이들 섬유의 다양한 형태가 미국 델라웨어주 윌밍톤 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니로부터 상표명 케블라(등록상표) 및 테이진, 리미티드(Teijin, Ltd.)로부터 상표명 트와론(Twaron)(등록상표)으로 입수가능하다. 본 발명에 유용한 구매가능한 폴리벤즈아졸 섬유는, 둘 모두 일본 오사카 소재의 토요보 코. 인크.(Toyobo Co. Inc.)로부터 입수가능한, 자일론(Zylon)(등록상표) PBO-AS (폴리(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸)) 섬유, 자일론(등록상표) PBO-HM (폴리-(p-페닐렌-2,6-벤조비스옥사졸)) 섬유를 포함한다. 본 발명에 유용한 구매가능한 탄소 섬유는 미국 테네시주 락우드 소재의 토호 테낙스 아메리카, 인크.(Toho Tenax America, Inc.)로부터 입수가능한 테낙스(Tenax)(등록상표) 섬유를 포함한다. 본 발명에 유용한 구매가능한 액정 폴리에스테르 섬유는 미국 뉴욕주 뉴욕 소재의 쿠라레이 아메리카 인크.(Kuraray America Inc.)로부터 입수가능한 벡트란(Vectran)(등록상표) HS 섬유를 포함한다.
- [0021] 본 발명의 허니콤 코어 구조물의 부직 시트는 또한 고 모듈러스 섬유와 블렌딩된 보다 낮은 강도 및 모듈러스의 섬유를 포함할 수 있다. 블랜드 내의 보다 낮은 강도의 섬유의 양은 절첩형 코어 구조물의 원하는 강도에 따라 사례별로 변할 것이다. 저 강도 섬유의 양이 많을수록 절첩형 코어 구조물의 강도가 낮아질 것이다. 바람직한 실시 형태에서, 보다 낮은 강도의 섬유의 양은 30%를 초과하지 않아야 한다. 그러한 보다 낮은 강도의 섬유의 예는 메타-아라미드 섬유 및 폴리 (에틸렌 테레프탈아미드) 섬유이다.
- [0022] 본 발명의 허니콤 코어의 부직 시트는 소량의 무기 입자를 포함할 수 있고, 대표적인 입자는 운모, 질석 등을 포함하며; 이들 성능 향상 첨가제의 첨가는 개선된 내화성, 열 전도성, 치수 안정성 등과 같은 특성을 부직 시트 및 최종 절첩형 코어 구조물에 부여한다.

- [0023] 본 발명의 허니콤 코어를 위해 사용되는 부직 시트의 바람직한 유형은 종이 또는 웨트-레이드 부직물이다. 그러나, 니들 펀칭(needle punching), 접착제 접합, 열 접합 및 하이드로인탱글링(hydroentangling)을 포함하는 다른 기술에 의해 제조된 부직물이 또한 사용될 수 있다. 본 발명의 허니콤 코어를 제조하는 데 사용되는 종이 (웨트-레이드 부직물)는 실험실 스크린(laboratory screen)으로부터, 장망식(Fourdrinier) 또는 경사 와이어형 (inclined wire) 초지기(paper machine)와 같은 통상 사용되는 기계를 포함하는 상업용 크기의 제지 기계까지, 임의의 규모의 장비 상에서 형성될 수 있다. 전형적인 공정은 수성 액체 중에 플록 및/또는 펄프와 같은 섬유질 재료와 결합제의 분산액을 제조하는 단계, 이 분산액으로부터 액체를 배출시켜 습윤 조성물을 생성하는 단계 및 습윤 종이 조성물을 건조시키는 단계를 포함한다. 분산액은 섬유를 분산시키고 이어서 결합제를 첨가함으로써 또는 결합제를 분산시키고 이어서 섬유를 첨가함으로써 제조될 수 있다. 최종 분산액은 또한 섬유의 분산액을 결합제의 분산액과 조합함으로써 제조될 수 있으며; 분산액은 선택적으로 무기 물질과 같은 다른 첨가제를 포함할 수 있다. 분산액 중의 섬유의 농도는 분산액의 총 중량을 기준으로 0.01 내지 1.0 중량%의 범위일 수 있다. 분산액 중의 결합제의 농도는 고형물의 총 중량을 기준으로 최대 30 중량%일 수 있다. 전형적인 공정에서, 분산액의 수성 액체는 일반적으로 물이지만, 다양한 다른 물질, 예를 들어 pH-조절 물질, 형성 보조제, 계면활성제, 소포제 등을 포함할 수 있다. 수성 액체는 대개, 스크린 또는 다른 천공된 지지체 상으로 분산액을 안내하고, 분산된 고형물을 유지시키고, 이어서 액체를 통과시킴으로써 분산액으로부터 배출되어, 습윤 종이 조성물이 생성된다. 습윤 조성물은 일단 지지체 상에 형성되면 대개 진공 또는 다른 압력 힘으로 추가로 탈수되고, 남아 있는 액체를 증발시킴으로써 추가로 건조된다.
- [0024] 바람직한 일 실시 형태에서, 섬유 및 중합체 결합제는 함께 슬러리화되어, 와이어 스크린 또는 벨트 상에서 종이로 변환되는 혼합물을 형성할 수 있다. 다양한 유형의 섬유 재료 및 중합체 결합체로부터 종이를 형성하기 위한 예시적인 공정에 대해, 토크르스키(Tokarsky)의 미국 특허 제4,698,267호 및 제4,729,921호, 헤슬러(Hesler) 등의 제5,026,456호, 키라요글루(Kirayoglu) 등의 제5,223,094호 및 제5,314,742호를 참조한다.
- [0025] 종이가 형성되면, 이는 원하는 밀도로 캘린더링(calendered)되거나 목표 최종 밀도에 따라 캘린더링되지 않은 채로 남겨진다.
- [0026] 후자의 경우, 밀도의 일부 조정이 형성 테이블에 대한 진공 및 습식 프레스에서의 압력을 최적화함으로써 형성 중에 수행될 수 있다.
- [0027] 플록은 일반적으로 연속 스핀 필라멘트(continuous spun filament)를 특정 길이의 단편으로 절단함으로써 제조된다. 플록 길이가 2 밀리미터 미만인 경우, 종이에 적절한 강도를 제공하기에는 일반적으로 너무 짧을 수 있으며; 플록 길이가 25 밀리미터 초과인 경우, 균일한 웨트-레이드 웹(web)을 형성하는 것이 매우 어렵다. 5 마이크로미터 미만, 및 특히 3 마이크로미터 미만의 직경을 갖는 플록은 적절한 단면 균일성 및 재현성(reproducibility)을 갖고서 제조하는 것이 어려우며; 플록 직경이 20 마이크로미터 초과인 경우, 경량 내지 중간 평량의 균일한 종이를 형성하는 것이 매우 어렵다.
- [0028] 본 명세서에 사용되는 바와 같은 "펄프"라는 용어는 스토크(stalk) 및 일반적으로 그로부터 연장되는 피브릴(fibril)을 갖는 섬유질 재료의 입자를 의미하는데, 여기서 스토크는 대체로 원주형(columnar)이고 직경이 약 10 내지 50 마이크로미터이며, 피브릴은 일반적으로 스토크에 부착되는 미세한 모발형 부재로서 단지 1 마이크로미터의 몇 분의 1 또는 수 마이크로미터의 직경과 약 10 내지 100 마이크로미터의 길이로 측정된다. 아라미드 펄프를 제조하기 위한 한 가지 가능한 예시적인 공정이 미국 특허 제5,084,136호에 일반적으로 개시되어 있다.
- [0029] 본 발명의 웨트-레이드 부직물을 위한 결합제의 바람직한 유형 중 하나는 피브리드(fibrid)이다.
- [0030] 본 명세서에 사용되는 바와 같은 "피브리드"라는 용어는 100 내지 1000 마이크로미터 정도의 길이 및 폭과 0.1 내지 1 마이크로미터 정도의 두께를 갖는 작은 필름상(filmy)의 본질적으로 2차원인 입자의 매우 미세하게 분할된(finely-divided) 중합체 생성물을 의미한다. 피브리드는 전형적으로 용액의 용매와는 불혼화성인 액체의 응고욕(coagulating bath) 내로 중합체 용액을 흐르게 함으로써 제조된다. 중합체 용액의 스트림은 중합체가 응고됨에 따라 격렬한 전단력 및 난류에 처해진다.
- [0031] 본 발명에서 피브리드를 위한 바람직한 중합체는 아라미드 (폴리 (m-페닐렌 아이소프탈아미드), 폴리 (p-페닐렌 테레프탈아미드))를 포함한다.
- [0032] 전술된 허니콤 셀 벽을 위한 웹 기재를 허니콤 코어로 변환하기 위한 공정은 당업자에게 잘 알려져 있으며, 확장 및 주름 형성을 포함한다. 확장 공정은 바닥재 등급 코어를 제조하는 데 특히 매우 적합하다. 그러한 공

정들은 문헌[Engineered Materials Handbook, Volume 1 - Composites, ASM International, 1988]의 제721면에 더 상세히 기재되어 있다.

- [0033] 본 발명의 허니콤 코어는 시트 재료와 경화된 수지 코트(coat)를 합한 총 중량의 적어도 62 중량%의 경화된 수지 함량을 갖는다. 부직 시트에 대한 수지 함침은 허니콤 코어 형상을 형성하기 전에 또는 코어 형성이 완료된 후에 적용될 수 있다. 수지의 일부가 형상 형성 전에 부직 시트 내로 함침되고 나머지가 형상 형성 후에 함침되는 2스테이지 함침 공정이 또한 사용될 수 있다. 부직 시트의 수지 함침이 형상 형성 전에 수행될 때, 수지가 부분적으로 경화되는 것이 바람직하다. B-스테이징으로 알려진 이러한 부분 경화 공정이 복합 재료 산업에서 잘 알려져 있다. B-스테이징은, 수지가 열에 의해 연화되고 가소성이며 가용성이지만 완전하게 용해되거나 용융되지 않는 중합 반응에서의 중간 스테이지를 의미한다. B-스테이지 기재는 여전히 원하는 허니콤 코어 형상으로 추가 처리될 수 있다.
- [0034] 코어가 형성(확장)된 후에 수지 함침이 수행될 때, 이는 보통 침지에 이은 용매 제거 및 수지의 경화의 일련의 반복 단계로 이루어진다. 바람직한 최종 코어 밀도(부직 시트와 수지의 합)는 20 내지 150 kg/m³의 범위이다. 수지 함침 공정 동안, 수지는 셀 벽 내로 흡수되어 그 상으로 코팅된다.
- [0035] 본 발명의 허니콤 코어의 최종 응용에 따라, 여러 수지가 부직 시트를 코팅 및 함침시키는 데 사용될 수 있다. 그러한 수지는 페놀계, 에폭시, 폴리에스테르, 폴리아미드, 및 폴리이미드 수지를 포함한다. 페놀계 및 폴리이미드 수지가 바람직하다. 페놀계 수지는 보통 미국 군용 규격 MIL-R-9299C를 따른다. 이들 수지의 조합이 또한 이용될 수 있다. 적합한 수지는 미국 오하이오주 콜럼버스 소재의 헥시온 스페셜티 케미칼즈(Hexion Specialty Chemicals) 또는 미국 미시간주 디트로이트 소재의 두레즈 코포레이션(Durez Corporation)과 같은 회사로부터 입수가 가능하다.
- [0036] 전술한 발명의 허니콤 코어는 코어 구조물의 적어도 하나의 외부 표면에 접합된 면시트를 갖는 복합 패널을 제조하는 데 사용될 수 있다. 면시트 재료는 플라스틱 시트 또는 플레이트, 섬유 강화 플라스틱(프리프레그) 또는 금속일 수 있다. 면시트는 압력 하에서 그리고 대개 열로 접착 필름에 의해 또는 프리프레그 내의 수지로부터 코어 구조물에 부착된다. 경화는 프레스, 오븐 또는 오토클레이브(autoclave) 내에서 수행된다. 이러한 기술은 당업자에게 잘 이해되어 있다.
- [0037] 시험 방법
- [0038] 부직 시트의 겉보기 밀도는 약 50 kPa의 압력에서 ASTM D645-97에 의해 측정되는 바와 같은 부직 시트 두께 및 ASTM D646-96에 의해 측정되는 바와 같은 평량을 사용하여 계산하였다. 섬유 테니어는 ASTM D1907-07을 사용하여 측정하였다.
- [0039] 부직 시트에 대한 걸리 공기 저항(다공도)은 TAPPI T460에 따라 1.22 kPa의 압력차를 사용하여 원형 면적이 대략 6.4 제곱센티미터인 종이에 대해 실린더 배기량(cylinder displacement) 100 밀리리터당 초 단위의 공기 저항을 측정함으로써 결정하였다.
- [0040] 허니콤 코어의 밀도는 ASTM C271 - 61에 따라 결정하였다.
- [0041] 코어의 압축 강도는 ASTM C365 - 57에 따라 결정하였다.
- [0042] 코어의 비 압축 강도(specific compression strength)는 압축 강도 값을 코어의 밀도로 나눔으로써 계산하였다.
- [0043] 실시예
- [0044] 실시예 1
- [0045] 81 중량% p-아라미드 폴록 및 19 중량% 메타-아라미드 피브리드를 포함하는 고 모듈러스 고 강도 섬유 부직 시트를 통상의 종이 형성 장비에서 형성하였다. 파라-아라미드 폴록은 1.5 데니어/필라멘트 (1.7 dtex/필라멘트)의 공칭 필라멘트 선형 밀도, 6.4 mm 절단 길이, 24 그램/데니어의 강인도 및 960 그램/데니어의 모듈러스를 갖는 케블라(등록상표) 49였다. 이러한 섬유는 미국 델라웨어 윌밍톤 소재의 이. 아이. 듀폰 디 네모아 앤드 컴퍼니로부터 입수가 가능하다. 메타-아라미드 피브리드는 그로스(Gross)의 미국 특허 제3,756,908호에 기술된 바와 같이 제조하였다.
- [0046] 그 후, 부직 시트를 캘린더링하여, 0.62 g/cm²의 겉보기 밀도, 47.5 그램/제곱미터 (1.4 oz/제곱야드)의 평량 및 4초/100 밀리리터의 걸리 다공도를 갖는 최종 시트를 생성하였다. 0.62 g/cm²의 부직 시트 겉보기 밀도는 다음의 방정식에 기초하여 최종 코어 내의 약 62 내지 64 중량%의 수지 함량을 목표로 하였다:

- [0047] $D_p = K \times ((dr \times (100 - \%r)/\%r)/(1 + dr/ds \times (100 - \%r)/\%r)$
- [0048] 여기서, D_p 는 함침 전의 부직 시트의 겉보기 밀도이고, dr 은 경화된 수지의 밀도(1.25 g/cm^3)이며, ds 는 함침 전의 부직 시트 내의 고형물 물질의 밀도(1.4 g/cm^3)이고, $\%r$ 은 중량% 단위의 최종 코어 내의 매트릭스 수지 함량이며, K 는 1.0 내지 1.35의 값을 갖는 수이다.
- [0049] 허니콤 블록을 실시예 1의 종이로부터 형성하였다. 그러한 공정은 당업자에게 잘 알려져 있지만, 하기 방식으로 요약된다.
- [0050] 접착제 수지의 노드 라인(node line)을 접착제의 라인의 폭이 1.78 mm 가 되는 상태로 종이 표면에 도포하였다. 피치, 또는 하나의 라인의 시작 부분과 다음 라인의 시작 부분 사이의 직선 거리는 5.3 mm 이다. 접착제를 오븐 내에서 종이 상에서 부분적으로 건조시켰다.
- [0051] 접착제 노드 라인을 갖는 시트를 노드 라인에 평행하게 절단하여 다수의 보다 작은 시트들을 형성하였다. 절단된 시트를, 각각의 시트가 피치의 절반만큼 또는 도포된 접착제 노드 라인의 간격의 절반만큼 다른 시트에 대해 변위되도록, 포개어 적층하였다. 이러한 변위는 일측 또는 타측으로 교대로 발생하여, 최종 적층체가 균일하게 수직이도록 하였다. 그리고 나서, 시트 적층체를 고온-가압하여 노드 라인 접착제를 경화시켰고 그에 따라 인접한 시트들을 접합되게 하였다.
- [0052] 그리고 나서, 접합된 아라미드 시트들을 적층 방향의 반대 방향으로 확장시켜 등변 단면을 갖는 셀을 형성하였다. 각각의 시트를, 시트들이 접합된 노드 라인의 에지를 따라 절첩되고 접합되지 않은 부분이 인장력의 방향으로 연장되어 시트들을 서로 분리시키도록, 서로의 사이에서 연장시켰다.
- [0053] 확장 후에, 허니콤 블록을 오븐 내에서 열처리하여 블록을 확장된 형상으로 고정시켰다.
- [0054] 그리고 나서, 허니콤 블록을 미국 군용 규격 MIL-R-9299C를 따르는 페놀계 수지의 용액을 함유하는 함침욕 또는 침지 탱크 내에 두었다. 수지로 함침시킨 후에, 허니콤을 함침욕으로부터 꺼내어 고온 공기를 사용하여 건조로 내에서 건조시켰다. 침지 및 경화 단계를 4회 반복하였다. 개선된 압축 강도를 갖는 최종적인 침지 및 경화된 허니콤은 약 104 kg/m^3 의 벌크 밀도를 갖는다.
- [0055] 노출 비 압축 강도(specific bare compression strength)는 $0.087 \text{ (N/mm}^2\text{)/(kg/m}^3\text{)}$ 이었다. 중요 데이터가 표 1에 요약되어 있다.
- [0056] 비교예 1
- [0057] 고 모듈러스 고 강도 섬유 부직 시트를 실시예 1에서와 같이 형성하였지만, 0.83 g/cm^3 의 겉보기 밀도로 캘린더링하였다. 최종 평량은 약 40.7 그램/제곱미터 (1.2 oz/제곱야드)였다. 시트의 겉리 다공도는 약 5초였다.
- [0058] 그 후, 부직 시트를 실시예 1에서와 같이 허니콤 코어 구조물로 변환하였다.
- [0059] 완성된 허니콤 코어 구조물은 97 kg/m^3 의 밀도 및 총 코어 중량의 67%의 수지 함량을 가졌다. 노출 비 압축 강도는 $0.064 \text{ (N/mm}^2\text{)/(kg/m}^3\text{)}$ 이었다. 중요 데이터가 표 1에 요약되어 있다.

표 1

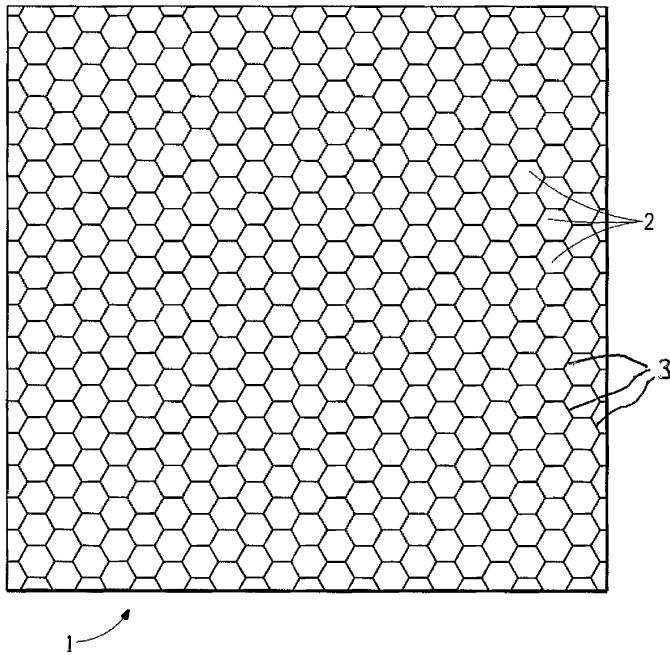
실시예	코어 밀도, kg/m^3	수지 함량, 중량%	부직물의 최적 밀도의 범위, (g/cm^3)	부직물의 겉보기 밀도, (g/cm^3)	노출 비 압축 강도, $\text{(N/mm}^2\text{)/(kg/m}^3\text{)}$
1	104	64	0.47-0.63	0.62	0.087
비교예 1	97	67	0.43-0.58	0.83	0.064

[0060]

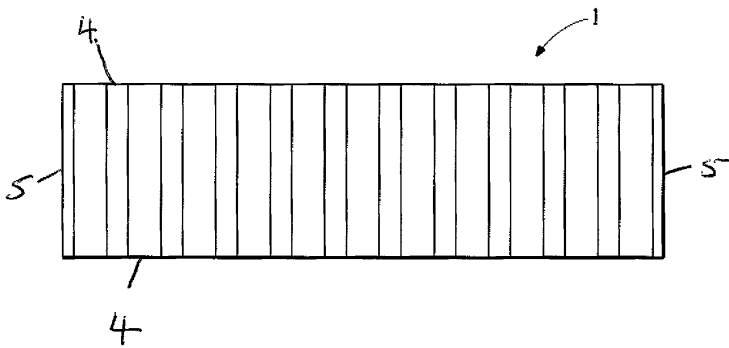
- [0061] 표 1의 요약으로부터 알 수 있는 바와 같이, 겉보기 밀도 및 허니콤 셀 벽 내로의 수지 침투에 대해, 본 발명에 따라 최적화된 부직 시트를 갖는 실시예 1의 허니콤 코어 구조물은 비교예 1의 종래 기술로부터의 허니콤 코어 구조물과 비교할 때 35 퍼센트 더 높은 노출 비 압축 강도를 가졌다. 이는 허니콤 코어 구조물을 제조하는 데 사용되는 부직 시트의 밀도 및 부직 시트 내로 함침되는 수지 함량 둘 모두의 최적화가 압축 강도의 상당한 개선으로 이어진다는 것을 확인시켜 준다.

도면

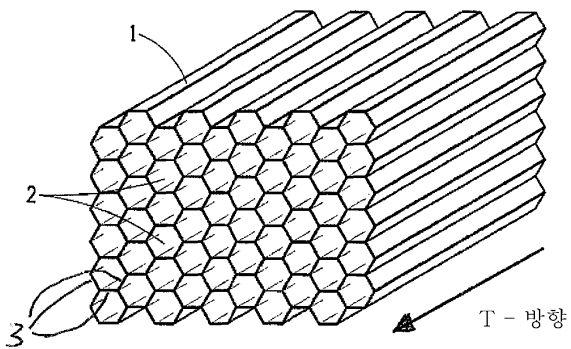
도면1a



도면1b



도면2



도면3

