



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0024631
(43) 공개일자 2020년03월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 5/12 (2006.01) B32B 5/02 (2020.01)
B32B 5/26 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B32B 5/12 (2013.01)
B32B 5/022 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0101550
(22) 출원일자 2018년08월28일
심사청구일자 2019년10월29일

(71) 출원인
(주)엘지하우시스
서울특별시 중구 후암로 98(남대문로5가)
(72) 발명자
박셋별
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우시스 연구소 내
윤용훈
서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우시스 연구소 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 표면이 균일한 섬유보강 복합재료

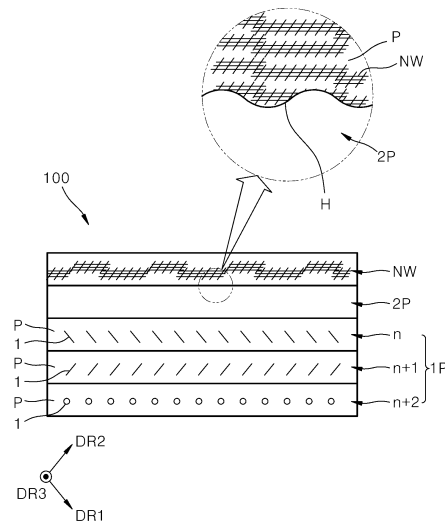
(57) 요약

표면이 균일한 섬유보강 복합재료가 제공된다. 상기 섬유보강 복합재료는 NCF(non-crimp fabric) 시트들을 포함하는 비굴곡 적층체, 상기 비굴곡 적층체 상에 배치된 적어도 하나의 직조직물 시트 및 상기 적어도 하나의 직조직물 시트 상에 배치된 부직포 시트를 포함한다.

상기 비굴곡 적층체는 최상층과 최하층 중 적어도 하나의 층이 상기 NCF 시트들 중 하나로 구성되며, 상기 적어도 하나의 직조직물 시트는 상기 비굴곡 적층체의 상기 최상층과 상기 최하층 중 적어도 하나의 층 상에 배치된다.

상기 부직포 시트는 상기 섬유보강 복합재료의 표면 균일도를 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

B32B 5/024 (2013.01)

B32B 5/26 (2013.01)

B32B 2260/023 (2013.01)

B32B 2260/026 (2013.01)

B32B 2262/101 (2013.01)

B32B 2307/418 (2013.01)

(72) 발명자

최성현

서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우스1스 연구소 내

문주용

서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우스1스 연구소 내

이우주

서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우스1스 연구소 내

김시환

서울특별시 강서구 마곡중앙10로 30 LG사이언스파크 하우스1스 연구소 내

명세서

청구범위

청구항 1

비굴곡 강화섬유 직물(non-crimp fabric; NCF) 시트들을 포함하며 최상층과 최하층 중 적어도 하나의 층이 상기 NCF 직물 시트들 중 하나인 비굴곡 적층체;

상기 비굴곡 적층체의 상기 최상층과 상기 최하층 중 적어도 하나의 층 상에 배치되며, 씨실과 날실을 포함하는 적어도 하나의 직조직물(woven fabric) 시트;

상기 적어도 하나의 직조직물 시트 상에 배치되며, 부정방향(不定方向)으로 배향된 불연속 섬유들이 얹혀 있는 적어도 하나의 부직포 시트; 및

수지;를 포함하며,

상기 수지는 상기 NCF 시트들, 상기 적어도 하나의 직조직물 시트 및 상기 적어도 하나의 부직포 시트에 함침되어 있고,

상기 NCF 시트들, 상기 씨실 및 상기 날실은 각각 일방향으로 배향된 연속 보강섬유를 포함하며,

상기 씨실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향과 상기 날실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향이 서로 엇갈린

섬유보강 복합재료.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 직조직물 시트는 능직직물 시트인

섬유보강 복합재료.

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 능직직물 시트는 트윌(twill) 패턴을 갖는

섬유보강 복합재료.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 씨실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향과 상기 날실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향 간의 교차각이 30° 내지 90° 인

섬유보강 복합재료.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 NCF 시트들은 제1 NCF 시트와 제2 NCF 시트를 포함하며,

상기 제1 NCF 시트와 상기 제2 NCF 시트는 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향이 서로 엇갈리게 적층된

섬유보강 복합재료.

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제1 NCF 시트의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향과 상기 제2 NCF 시트의 상기 연속 복상섬유의 일방향 배향방향 간의 교차각이 30° 내지 90° 인

섬유보강 복합재료.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 수지의 굴절률 대비 상기 부직포 시트의 굴절률의 비가 1:0.9 내지 1:1.1인

섬유보강 복합재료.

청구항 8

제1 항에 있어서,

상기 부직포 시트는 글라스 베일이며,

상기 글라스 베일은 평량이 30 g/m^2 내지 50 g/m^2 인

섬유보강 복합재료.

청구항 9

제1 항에 있어서,

상기 부직포 시트는 글라스 베일이며,

상기 글라스 베일은 유리 장섬유와 바인더를 포함하고,

상기 글라스 베일은 바인더 함량이 6.0 중량% 내지 7.0 중량%인

섬유보강 복합재료.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 표면이 균일한 섬유보강 복합재료에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 섬유보강 복합재료가 금속 대체용으로 사용되고 있는 추세이다. 섬유보강 복합재료는 두 가지 이상의 재료를 조합시켜, 소재 단독으로는 가질 수 없는 기능을 발휘하는 재료로 강화재의 역할을 하는 섬유와 수지 기지재료(matrix)를 포함하여 구성된다. 널리 쓰이고 있는 섬유 강화재로는 유리섬유(Glass Fiber: GF) 또는 탄소섬유(Carbon Fiber: CF) 등이 있으며, 수지 기지재료로는 열경화성 수지 또는 열가소성 수지 등이 사용되고 있다.

[0004] 연속섬유강화 복합재는 단섬유강화 복합재 및 장섬유강화 복합재에 비해 고 함량의 섬유 강화재를 포함할 수 있으므로, 이들에 비해 높은 수준의 기계적 물성을 발휘할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 직조직물(woven fabric)은 씨실과 날실이 위아래로 교차하여 짜여진 구조물이다. 본 출원의 발명자들은, 비굴곡

강화섬유 직물(non-crimp fabric; NCF) 시트들과 직조직물 시트를 복합하여 섬유보강 복합재료를 개발하는 과정에서, 직물 시트들의 적층체의 최외곽 영역에 직조직물 시트가 배치된 경우, 섬유보강 복합재료의 표면 균일도가 저하된다는 것을 확인하였다.

[0007] 본 발명은 직물 시트들의 적층체의 최외곽 영역에 직조직물 시트가 구비된 경우에도, 표면 균일도가 향상된 섬유보강 복합재료를 제공하고자 한다.

[0009] 그러나, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 과제에 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제들은 아래의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명에 따른 섬유보강 복합재료는 직물 시트들의 적층체, 부직포 시트 및 수지를 포함한다.

[0012] 직물 시트들의 적층체는 비굴곡 적층체와 적어도 하나의 직조직물 시트를 포함한다. 상기 비굴곡 적층체는 NCF(non-crimp fabric) 시트들을 포함하며, 최상층과 최하층 중 적어도 하나의 층이 상기 NCF 시트들 중 하나로 구성된다.

[0013] 상기 적어도 하나의 직조직물 시트는 씨실과 날실을 포함하고, 상기 비굴곡 적층체의 상기 최상층과 상기 최하층 중 적어도 하나의 층 상에 배치된다.

[0014] 상기 부직포 시트는 부정방향(不定方向)으로 배향된 불연속 섬유들이 얹혀 있으며, 상기 적어도 하나의 직조직물 시트 상에 배치된다.

[0015] 상기 수지는 상기 NCF 시트들, 상기 적어도 하나의 직조직물 시트 및 상기 적어도 하나의 부직포 시트에 함침되어 있다.

[0016] 상기 NCF 시트들, 상기 씨실 및 상기 날실은 각각 일방향으로 배향된 연속 보강섬유를 포함하며, 상기 씨실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향과 상기 날실의 상기 연속 보강섬유의 일방향 배향방향이 서로 엇갈린다.

발명의 효과

[0018] 상기 부직포 시트는 상기 직조직물 시트의 골을 평탄화하는 역할을 할 수 있다. 부정방향으로 배향된 불연속 섬유들이 상기 직조직물 시트의 골을 평탄화시킴으로써, 본 발명은 표면 균일도가 향상된 섬유보강 복합재료를 제공할 수 있다.

[0020] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 통상의 기술자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 섬유보강 복합재료의 모식적인 단면도이다.

도 2는 직조직물 시트의 모식도이다.

도 3은 실시예에 따른 섬유보강 복합재료의 표면 균일도 측정 이미지이다.

도 4는 비교예에 따른 섬유보강 복합재료의 표면 균일도 측정 이미지이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되는 실시형태들과 실험예들을 참조하면 명확해질 것이다. 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 기술의 사상을 쉽게 이해할 수 있도록

록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 그 기술의 사상이 제한되는 것으로 해석되어서는 아니됨을 유의해야 한다.

- [0024] 또한, 발명은 이하에서 개시되는 내용에 한정되는 것이 아니라 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 이하에서 개시되는 내용은 발명의 개시가 완전하도록 하며, 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이고, 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.
- [0025] 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 기술의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략할 수 있다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭한다. 도면에서 층 및 영역들의 크기 및 상대적인 크기는 설명의 명료성을 위해 과장된 것일 수 있다.
- [0026] 비록 제1, 제2 등이 다양한 구성요소들을 서술하기 위해서 사용되나, 이들 구성요소들은 이들 용어에 의해 제한되지 않음은 물론이다. 이들 용어들은 단지 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구별하기 위하여 사용하는 것으로, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 제1 구성요소는 제2 구성요소일 수도 있음은 물론이다.
- [0027] 명세서 전체에서, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 각 구성요소는 단수일 수도 있고 복수일 수도 있다. 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함하는(including)", "가진(having)" 이라고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0028] 명세서 전체에서, "A 및/또는 B" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, A, B 또는 A 및 B 를 의미하며, "C 내지 D" 라고 할 때, 이는 특별한 반대되는 기재가 없는 한, C 이상이고 D 이하인 것을 의미한다.
- [0029] 공간적으로 상대적인 용어인 "아래(below)", "아래(beneath)", "하부(lower)", "위(above)", "상부(upper)" 등은 도면에 도시되어 있는 바와 같이 하나의 소자 또는 구성 요소들과 다른 소자 또는 구성 요소들과의 상관관계를 용이하게 기술하기 위해 사용될 수 있다. 공간적으로 상대적인 용어는 도면에 도시되어 있는 방향에 더하여 사용시 또는 동작시 소자의 서로 다른 방향을 포함하는 용어로 이해되어야 한다.
- [0031] 도 1에는 섬유보강 복합재료(100)의 모식적인 단면도가 도시되어 있고, 도 2에는 직조직물 시트(2P)의 모식도가 도시되어 있다. 도 1 및 도 2를 참조하여 섬유보강 복합재료(100)에 대해 설명하기로 한다.
- [0032] 섬유보강 복합재료(100)는 직물 시트들의 적층체(1P, 2P), 적어도 하나의 부직포 시트(NW) 및 수지(P)를 포함한다. 직물 시트들의 적층체는 비굴곡 적층체(1P)와 적어도 하나의 직조직물 시트(2P)를 포함한다. 비굴곡 적층체(1P)는 NCF 시트들(n, n+1, n+2)을 포함한다. 수지(P)는 NCF 시트들(n, n+1, n+2), 적어도 하나의 직조직물 시트(2P) 및 적어도 하나의 부직포 시트(NW)에 각각 함침되어 있다.
- [0033] 섬유보강 복합재료(100)는 제1 층, 제2 층 및 제3 층을 포함하여 구성될 수 있으며, 이 때, 제1 층은 비굴곡 적층체(1P)를 포함하고, 제2 층은 적어도 하나의 직조직물 시트(2P)를 포함한다. 제3 층은 적어도 하나의 부직포 시트(NW)를 포함한다.
- [0034] 제1 층은 비굴곡 적층체(1P) 및 비굴곡 적층체(1P)에 함침된 수지(P)를 포함하며, 비굴곡 적층체(1P)는 비굴곡 강화섬유 직물(non-crimp fabric; NCF) 시트들(n, n+1, n+2)을 포함한다. NCF 시트들(n, n+1, n+2)에서, NCF 시트(n), NCF 시트(n+1) 및 NCF 시트(n+2)는 서로 인접하게 배치된 NCF 시트들을 예시하는 것이며, 도 1에는 3개의 NCF 시트들(n, n+1, n+2)이 예시적으로 도시되어 있지만, 비굴곡 적층체(1P)에 포함되는 NCF 시트들의 개수가 도 1에 도시된 것처럼 3개로 제한되지 않는다.
- [0035] NCF 시트들(n, n+1, n+2)은 각각 일방향으로 배향된 연속 보강섬유(1)를 포함한다. NCF 시트들 중 서로 인접하게 배치된 임의의 제1 NCF 시트와 임의의 제2 NCF 시트는 다음과 같은 조건을 만족할 수 있다.
- [0036] 제1 NCF 시트의 연속 보강섬유의 일방향 배향방향을 제1 방향이라 하고, 제2 NCF 시트의 연속 보강섬유의 일방향 배향방향을 제2 방향이라 할 때, 제1 방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품의 보강요구방향(Reinforcement required direction)에 대해 $+\theta^\circ$ 의 각도를 가질 수 있으며, 제2 방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품의 보강요구방향에 대해 $-\theta^\circ$ 의 각도를 가질 수 있다. 이 때, θ° 는 1° 내지 44° 일 수 있다.
- [0037] '보강요구방향'이란 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품이 차량 또는 항공기 등에 장착될 때, 혹은 장착 이후 차량 또는 항공기 등이 가동 및 운동할 때, 외부에서 가해지는 외력 또는 하중을 고려하여 강도 및 강성이

보완될 필요가 있는 소정의 방향을 의미한다. 이러한 보강요구방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품이 차량 또는 항공기 등의 부품으로 이에 장착될 때의 구속 위치, 설치 조건 등에 의해 결정될 수 있으며, 가장 중요하게 강도 및 강성이 보완될 필요가 있는 일 방향을 의미한다.

[0038] 예를 들어, 제1 NCF 시트가 NCF 시트(n)이고, 제2 NCF 시트가 NCF 시트(n+1) 인 때, NCF 시트(n)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR1)은 NCF 시트(n+1)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR2)과 엇갈린다. 구체적으로, NCF 시트(n)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR1)과 NCF 시트(n+1)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR2) 간의 교차각은 30° 내지 90° 일 수 있다.

[0039] 예를 들어, 제1 NCF 시트가 NCF 시트(n+1)이고, 제2 NCF 시트가 NCF 시트(n+2)인 때, NCF 시트(n+1)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR2)은 NCF 시트(n+2)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR3)과 엇갈린다. 구체적으로, NCF 시트(n+1)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR2)과 NCF 시트(n+2)의 연속 보강 섬유(1)의 일방향 배향방향(DR3) 간의 교차각은 30° 내지 90° 일 수 있다.

[0040] 비굴곡 적층체(1P)의 최상층과 최하층 중 적어도 하나의 층은 NCF 시트로 구성된다. 비굴곡 적층체(1P)의 최상층과 최하층의 사이에는 중간층으로 적어도 하나의 NCF 시트가 개재될 수 있다. 예를 들어, 비굴곡 적층체(1P)가 NCF 시트들(n, n+1, n+2)을 포함하는 경우, 비굴곡 적층체(1P)의 최상층은 NCF 시트(n)일 수 있으며, 비굴곡 적층체(1P)의 최하층은 NCF 시트(n+2)일 수 있고, 중간층은 NCF 시트(n+1)를 포함할 수 있다.

[0041] 연속 보강 섬유(1)는 단섬유 보강 섬유 또는 장섬유 보강 섬유와 달리, 단일 방향으로의 배향성 제어가 용이한 장점이 있다. 또한, 연속 보강 섬유(1)는 단섬유 보강 섬유 또는 장섬유 보강 섬유에 비해, NCF 시트들(n, n+1, n+2)의 유연성 및 내충격성을 크게 향상시킬 수 있다. 연속 보강 섬유(1)는 재질에 따라 유리 섬유, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유, 폴리부틸렌테레프탈레이트 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 천연 섬유 등으로 분류될 수 있다.

[0042] 연속 보강 섬유(1)는 단일 가닥의 섬유들이 모여서 만들어진 집합체일 수 있다. 연속 보강 섬유(1)의 단일 가닥은 단면의 직경이, 예를 들어, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $200\mu\text{m}$, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $50\mu\text{m}$, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $30\mu\text{m}$, 또는, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 일 수 있다. 연속 보강 섬유(1)의 단일 가닥은 상기 범위의 단면 직경을 가짐으로써, 우수한 단일 방향 배향성을 가질 수 있다.

[0043] 도 1 및 도 2를 참조하면, 제2 층은 제1 층 상에 배치되고, 제2 층은 비굴곡 적층체(1P)의 최상층과 최하층 중 어느 하나의 층 상에 배치되며, 씨실(WT)과 날실(HT)을 포함하는 적어도 하나의 직조직물(woven fabric) 시트(2P) 및 적어도 하나의 직조직물 시트(2P)에 함침된 수지(P)를 포함한다. 도 1에는 비굴곡 적층체(1P)의 최상층의 NCF 시트(n)상에 하나의 직조직물 시트(2P)가 배치된 경우가 예시되어 있다. 제2 층은 직조직물 시트(2P)의 단일층으로 구성될 수도 있고, 직조직물 시트(2P)들의 적층체로 구성될 수도 있다. 직조직물 시트(2P)는 능직직물 시트일 수 있으며, 예를 들어, 트윌(twill) 패턴을 가질 수 있다.

[0044] 씨실(WT)과 날실(HT)은 일방향으로 배향된 연속 보강 섬유(1)를 포함한다. 연속 보강 섬유(1)는 단섬유 보강 섬유 또는 장섬유 보강 섬유와 달리, 단일 방향으로의 배향성 제어가 용이한 장점이 있다. 또한, 연속 보강 섬유(1)는 단섬유 보강 섬유 또는 장섬유 보강 섬유에 비해, 직조직물 시트(2P)의 유연성 및 내충격성을 크게 향상시킬 수 있다. 연속 보강 섬유(1)는 재질에 따라 유리 섬유, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 폴리프로필렌 섬유, 폴리에틸렌테레프탈레이트 섬유, 폴리부틸렌테레프탈레이트 섬유, 폴리에틸렌 섬유, 천연 섬유 등으로 분류될 수 있다.

[0045] 연속 보강 섬유(1)는 단일 가닥의 섬유들이 모여서 만들어진 집합체일 수 있다. 연속 보강 섬유(1)의 단일 가닥은 단면의 직경이, 예를 들어, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $200\mu\text{m}$, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $50\mu\text{m}$, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 약 $30\mu\text{m}$, 또는, 약 $1\mu\text{m}$ 내지 $20\mu\text{m}$ 일 수 있다. 연속 보강 섬유(1)의 단일 가닥은 상기 범위의 단면 직경을 가짐으로써, 우수한 단일 방향 배향성을 가질 수 있다.

[0046] 씨실(WT)과 날실(HT)은 각각 폭이 약 0.5mm 내지 약 20mm , 약 3mm 내지 약 10mm 일 수 있다. 씨실(WT)과 날실(HT)의 폭이 지나치게 좁아지는 경우에는 직조 형태를 구성하면서 생기는 굴곡이 많아지기 때문에 직조직물 시트(2P)의 물성이 저하될 우려가 있고, 폭이 지나치게 넓어질 경우에는 소정의 각도로 배향한 구조에 기인한 보강 효과가 충분하지 않을 우려가 있다.

[0047] 또한, 씨실(WT)과 날실(HT)은, 각각의 두께가 약 $50\mu\text{m}$ 내지 약 $10000\mu\text{m}$, 약 $50\mu\text{m}$ 내지 약 $2000\mu\text{m}$, 약 $50\mu\text{m}$ 내지 약 $1000\mu\text{m}$ 일 수 있다. 씨실(WT)과 날실(HT)의 두께가 각각 전술한 범위를 만족하며, 동시에 전술한 두께 범위를 만족함으로써 직조직물 시트(2P)의 강도 또는 강성의 보강 효과를 용이하게 확보할 수 있다.

- [0048] 직조직물 시트(2P)에 가해지는 외력을 고르게 분산시키기 위해, 씨실(WT)과 날실(HT)은 연속 보강섬유(1)의 일 방향 배향방향이 서로 엇갈린다.
- [0049] 날실(HT)의 연속 보강섬유(1)의 배향방향을 제1 방향이라 하고, 씨실(WT)의 연속 보강섬유(1)의 배향방향을 제2 방향이라 할 때, 제1 방향은 예를 들어, 씨실(WT)의 길이방향(도 2의 D1), 폭방향 및 사선 방향 중 어느 하나일 수 있다. 제2 방향은 날실(HT)의 길이방향(도 2의 D2), 폭방향 및 사선 방향 중 어느 하나일 수 있다.
- [0050] 제1 방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품의 보강요구방향(Reinforcement required direction)에 대해 $+\theta^\circ$ 의 각도를 가질 수 있으며, 제2 방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품의 보강요구방향에 대해 $-\theta^\circ$ 의 각도를 가질 수 있다. 이 때, θ° 는 1° 내지 44° 일 수 있다. 예를 들어, 날실(HT)의 연속 보강섬유(1)의 배향방향과 씨실(WT)의 연속 보강섬유(1)의 배향방향이 교차각은 30° 내지 90° 일 수 있다.
- [0051] '보강요구방향'이란 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품이 차량 또는 항공기 등에 장착될 때, 혹은 장착 이후 차량 또는 항공기 등이 가동 및 운동할 때, 외부에서 가해지는 외력 또는 하중을 고려하여 강도 및 강성이 보완될 필요가 있는 소정의 방향을 의미한다. 이러한 보강요구방향은 섬유보강 복합재료(100)가 적용된 물품이 차량 또는 항공기 등의 부품으로 이에 장착될 때의 구속 위치, 설치 조건 등에 의해 결정될 수 있으며, 가장 중요하게 강도 및 강성이 보완될 필요가 있는 일 방향을 의미한다.
- [0052] 제3 층은 부정방향(不定方向)으로 배향된 불연속 섬유들이 얹혀있는 부직포 시트(NW)와 부직포 시트(NW)에 함침된 수지(P)를 포함하며, 제2 층 상에 배치된다. 부정방향으로 배향된 불연속 섬유들은 직조직물 시트(2P)의 골(H)을 평탄화하는 역할을 할 수 있다. 부직포 시트(NW)는 섬유보강 복합재료(100)의 표면 균일도를 향상시킬 수 있다.
- [0053] 부직포 시트(NW)의 기공성이 부족한 경우, 부직포 시트(NW)를 사용하지 않은 경우에 비해, 수지(P)의 함침성이 더 저하되어 섬유보강 복합재료(100)의 표면 균일도가 더 저하되기 때문에, 수지(P)의 흐름성을 향상시키고 부직포 시트(NW)가 플로우 미디엄(flow medium)의 역할을 할 수 있도록 부직포 시트(NW)는 다기공성을 갖는 것이 바람직하다.
- [0054] 불연속 섬유들의 예로는 유리 섬유를 들 수 있다. 부직포 시트(NW)는 부정방향(不定方向)으로 배향된 유리 장섬유들이 서로 얹혀 있고 유리 장섬유들의 표면에 바인더가 코팅된 구조를 가질 수 있다. 부직포 시트(NW)의 예로는, 글라스 베일(glass veil), 글라스 매트 등을 들 수 있다.
- [0055] 부직포 시트(NW)는 유리 장섬유들에 의한 난반사로 인한 섬유보강 복합재료(100)의 표면 품질의 저하를 방지하기 위해, 수지(P)와 유사한 수준의 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 예를 들어, 수지(P)의 굴절률이 1이라 할 때, 수지(P)의 굴절률 대비 부직포 시트(NW)의 굴절률은 0.9 내지 1.1 일 수 있다.
- [0056] 수지(P)의 굴절률 대비 글라스 베일의 굴절률을 0.9 내지 1.1 로 제어하는 것에 의해, 유리 장섬유가 섬유보강 복합재료(100)의 표면에 드러나는 것을 방지할 수 있고, 유리 장섬유에 의한 난반사로 인해 섬유보강 복합재료(100)의 표면 품질이 저하되는 것을 방지할 수 있다. 예를 들어, 수지(P)가 굴절률이 1.50인 에폭시 수지로 구성된 때, 바인더는 굴절률이 1.62 인 티올기(thiol group)를 함유함으로써, 부직포 시트(NW)의 굴절률을 수지(P)의 굴절률과 유사한 수준으로 제어할 수 있다.
- [0057] 글라스 베일은 섬유보강 복합재료(100)의 드레이프성(drapability)을 향상시키기 위해 평량이 30 g/m^2 내지 50 g/m^2 인 것이 사용될 수 있다. 또한, 글라스 베일은 수지(P)와의 함침성을 높이기 위해, 바인더의 함량이 6.0 중량% 내지 7.0 중량% 인 것이 사용될 수 있다. 한편, 글라스 베일은 MD 방향 인장강도(Machine Direction tensile strength)가 20 N/5cm 내지 40 N/5cm 일 수 있고, 수분 함량이 0.2 중량% 이하일 수 있다.
- [0058] 수지(P)의 사용으로 인해, 섬유보강 복합재료(100)의 충격 흡수 성능이 향상될 수 있다. 수지(P)는 열가소성 수지 또는 열경화성 수지 중 어느 하나일 수 있다.
- [0059] 섬유강화 복합재료(100)는 HP-RTM(High-Pressure Resin Transfer Molding) 공법으로 제조될 수 있다.
- [0060] 섬유강화 복합재료(100)가 HP-RTM(High-Pressure Resin Transfer Molding) 공법으로 제조되는 경우, 수지(P)는 열경화성 수지일 수 있으며, 열경화성 수지의 예로는, 에폭시 수지, 페놀 수지, 요소 수지, 멜라민 수지 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나를 들 수 있다.
- [0061] HP-RTM 공법은 금형 내에 비굴곡 적층체(1P), 적어도 하나의 직조직물 시트(2P) 및 적어도 하나의 부직포 시트

(NW)를 순서대로 적층한 뒤, 수지(P)와 경화제를 빠르게 혼합하여 고압으로 함침시킨 후, 경화하여 섬유강화 복합재료(100)를 제작하는 공법이다.

[0062] 섬유강화 복합재료(100)는 프리프레그(prepreg)를 이용하여 제조될 수 있다. 프리프레그는 원단 내 수지(P)가 함침되어 있는 중간재료, 비굴곡 적층체(1P)의 프리프레그는 비굴곡 적층체(1P)에 수지(P)가 함침된 중간재이며, 직조직물 시트(2P)의 프리프레그는 직조직물 시트(2P)에 수지(P)가 함침된 중간재이다.

[0063] HP-RTM 공법으로 섬유강화 복합재료(100)를 제조하는 방법과 달리, 프리프레그(prepreg)를 이용하여 섬유강화 복합재료(100)를 제조하는 방법은 NCF 시트(n), NCF 시트(n+1), NCF 시트(n+2), 직조직물 시트(2P)에 이미 수지(P)가 함침되어 있는 중간재들이 사용된다.

[0064] 프리프레그(prepreg)를 이용하여 섬유강화 복합재료(100)를 제조하는 방법은 비굴곡 적층체(1P)의 프리프레그, 직조직물 시트(2P)의 프리프레그 및 부직포 시트(NW)를 순서대로 적층한 뒤, RTM(Resin Transfer Molding), WCM(Wet Compression Molding), PCM(Prepreg Compression Molding), 핫 프레스(Hot Press) 등과 같은 복합재 성형 공정을 통해 적층체에 접착제 수지를 주입하여, 각 층의 적어도 일 표면 상에 접착제 수지를 코팅하고 경화하는 것을 포함한다.

[0065] 섬유강화 복합재료(100)가 프리프레그(prepreg)를 이용하여 제조되는 경우, 수지(P)는 열가소성 수지 또는 열경화성 수지일 수 있다. 열가소성 수지의 예로는, 폴리프로필렌(PP) 수지, 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 수지, 폴리에틸렌(PE)수지, 폴리아미드(PA) 수지 및 이들의 조합으로 이루어진 군으로부터 선택된 하나를 들 수 있다.

[0067] 실시예

[0068] 각 층의 탄소연속 섬유의 배향방향이 0° / $+45^\circ$ / 90° / -45° 의 교차각을 이루도록 4개의 NCF 시트(NCF sheet)들을 적층하여 비굴곡 적층체를 얻었다. 후속하여, 비굴곡 적층체의 상부와 하부에 각각 한 개의 트월 패턴 직물 시트(TW sheet)와 한 개의 글라스 베일(GF veil)을 순서대로 적층하여, 하부에서 상부로 GF veil/ TW sheet/ NCF sheet(0°)/ NCF sheet($+45^\circ$)/ NCF sheet(90°)/ NCF sheet(-45°)/ TW sheet/ GF veil이 순서대로 적층된 적층체를 얻었다. 직조직물 시트(WF sheet) 각각에서, 위사와 경사의 교차각은 90° 이었으며, 위사와 경사는 탄소 연속섬유가 위사와 경사의 길이방향으로 일방향 배향되었다.

[0069] 적층체를 금형에 배치시킨 뒤, 에폭시 수지와 경화제의 혼합물을 고압으로 함침시켜 실시예에 따른 섬유보강 복합재료를 얻었다.

[0071] 비교예

[0072] 적층체 상에 글라스 베일을 적층하지 않은 것을 제외하고는 실시예와 동일한 방법으로 TW sheet/ NCF sheet(0°)/ NCF sheet($+45^\circ$)/ NCF sheet(90°)/ NCF sheet(-45°)/ TW sheet 이 순서대로 적층된 비교예에 따른 섬유강화 복합재료를 제작하였다.

[0074] 실험예

[0075] 실시예에 따른 섬유보강 복합재료와 비교예에 따른 섬유보강 복합재료를 이용하여 표면 균일도를 측정하였으며, 도 3 에는 실시예에 따른 섬유보강 복합재료의 표면 균일도 측정 이미지가 도시되어 있고, 도 4에는 비교예에 따른 섬유보강 복합재료의 표면 균일도 측정 이미지가 도시되어 있다.

[0076] 표 1에는 표면 균일도 측정결과와 광택도(입사각:반사각 = 60° : 60°) 측정결과가 정리되어 있다.

표 1

구분	진폭(amplitude) (μm)	광택도(60° : 60°)
실시예	2.00	90.2
비교예	2.33	90.1

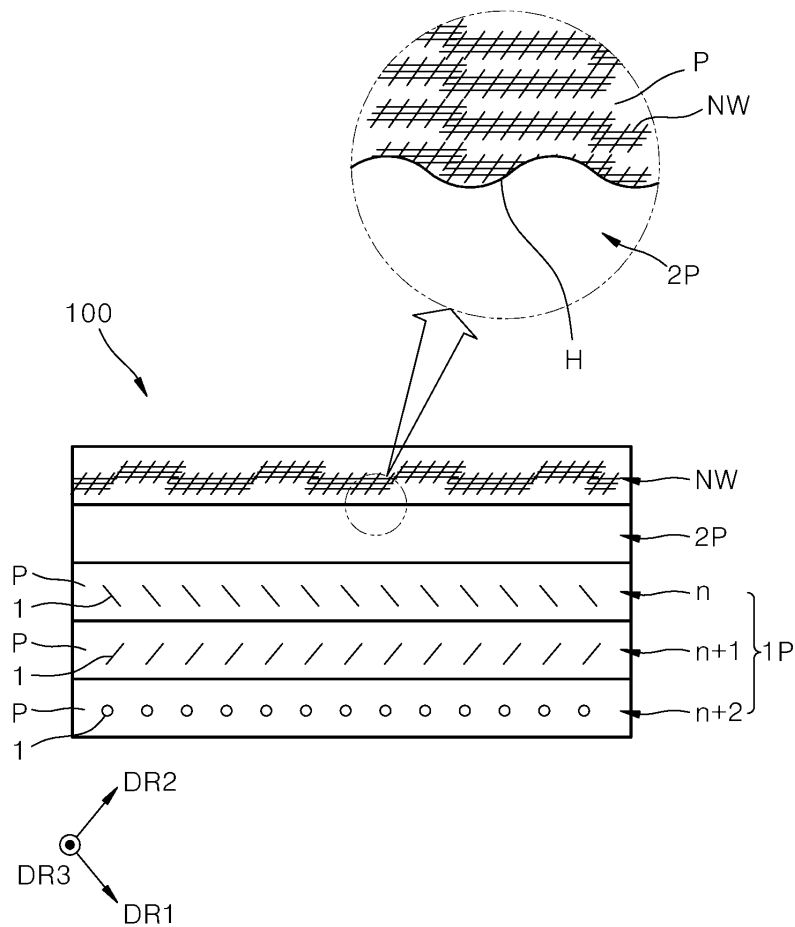
[0078] 이상 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 설명하였으나, 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 각 실시예에 개시된 내용들을 조합하여 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

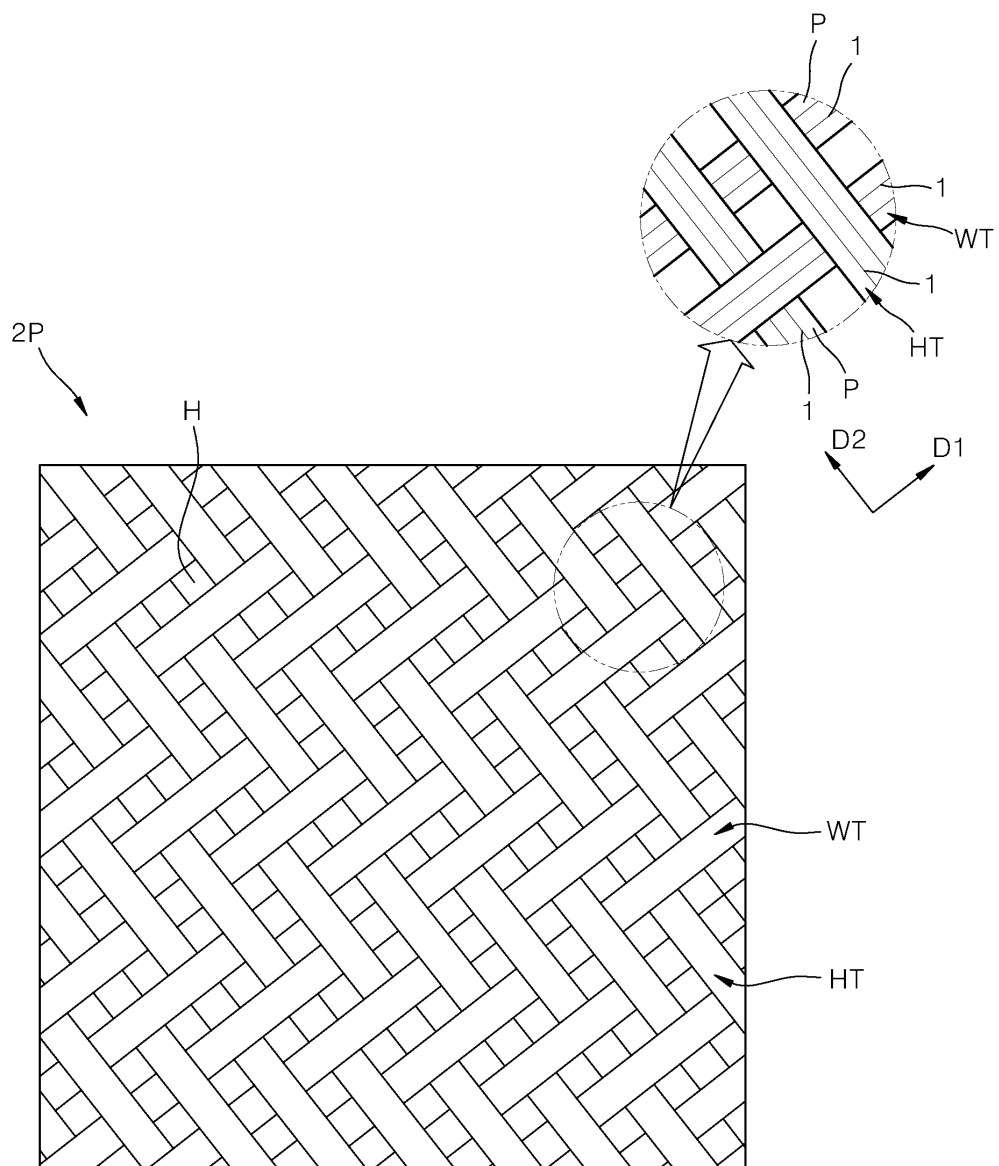
[0080] 1: 연속 보강섬유
P: 수지
1P: 비굴곡 적층체
2P: 직조직물 시트
NW: 부직포 시트
100: 섬유보강 복합재료

도면

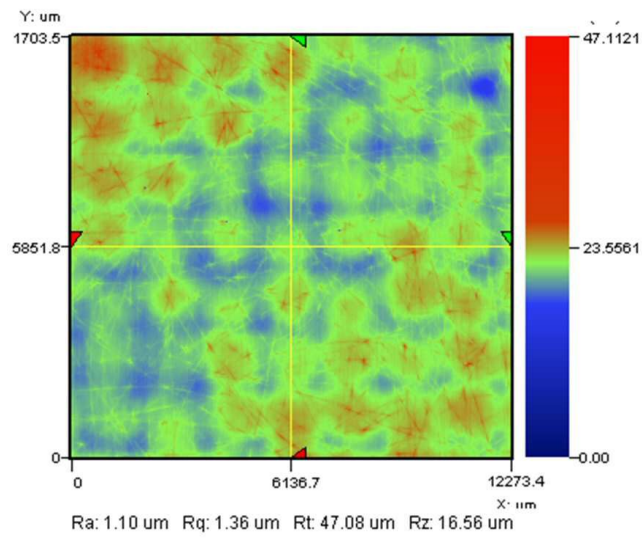
도면1



도면2



도면3



도면4

