



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0107607
(43) 공개일자 2014년09월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 70/44 (2006.01) B29C 70/54 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-7020763
(22) 출원일자(국제) 2012년12월13일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2014년07월23일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2012/075321
(87) 국제공개번호 WO 2013/092359
국제공개일자 2013년06월27일
(30) 우선권주장
11195628.0 2011년12월23일
유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인
지멘스 악티엔게젤샤프트
독일 뮌헨 80333 비텔스파허프라썬 2
(72) 발명자
그로브-닐센, 에릭
덴마크 디케이-7870 로슬레브 빌 폴비그베이 8
크리스텐센, 젠스 요르겐 오스테르가드
덴마크 디케이-9240 니베 룬데베이 3
키베룬드, 피터
덴마크 디케이-6000 에그트베드 실케베네게트 2
(74) 대리인
김미희, 이시용, 정현주

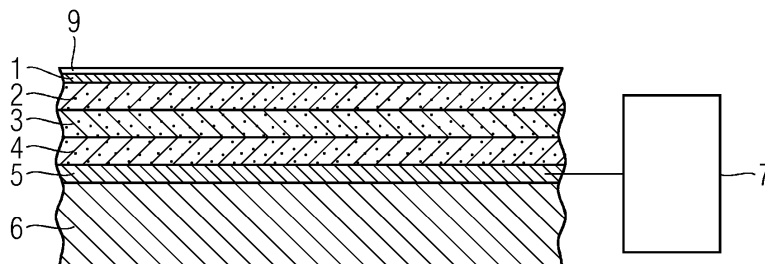
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 분해성 멤브레인을 사용하여 복합체를 제작하는 방법

(57) 요약

본 발명은 주형(6, 6a, 6b)의 내부 표면 상에 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)을 쌓는 단계, 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 중의 최외측 강화층(2) 상에 분해성 멤브레인(1)을 정위시키되, 분해성 멤브레인(1)이 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 보다 낮은 통기성을 갖는 물질로 제조된 단계, 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)을 주형(6, 6a, 6b)의 내부 표면 쪽으로 가압하기 위해 주형(6, 6a, 6b)의 내부 표면과 분해성 멤브레인(1) 사이에 흡입을 적용하는 단계, 분해성 멤브레인(1)을 적어도 하나의 진공 필름(9)으로 덮는 단계, 진공 필름(9)과 주형(6, 6a, 6b) 사이의 영역에 진공을 발생시키는 단계, 진공을 이용하여 이러한 영역에 수지를 주입하는 단계, 및 수지를 경화시키는 단계를 포함하는 복합체를 제작하는 방법으로서, 진공 필름(9)과 주형(6, 6a, 6b) 사이의 영역에 진공을 발생시킨 후에 그리고 수지가 완전히 경화되기 전에 멤브레인 물질의 물리적 또는 화학적 변화를 유발시킴으로써 분해성 멤브레인(1)의 분해를 개시하는 것을 포함하는 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

- 주형(mould)(6, 6a, 6b)의 내부 표면 상에 하나 이상의 강화층(2, 3, 4)을 쌓는 단계,
- 하나 이상의 강화층(2, 3, 4) 중의 최외측 강화층(2) 상에 분해성 멤브레인(degradable membrane)(1)을 정위시키는 단계로서, 분해성 멤브레인(1)이 하나 이상의 강화층 보다 낮은 통기성(air permeability)을 갖는 물질로 제조된 단계,
- 하나 이상의 강화층(2, 3, 4)을 주형(6, 6a, 6b)의 내부 표면 쪽으로 가압하기 위하여 주형(6, 6a, 6b)의 내부 표면과 분해성 멤브레인(1) 사이에 흡입(suction)을 적용하는 단계,
- 분해성 멤브레인(1)의 일부 또는 전부를 하나 이상의 진공 필름(vacuum film)(9)으로 덮는 단계,
- 진공 필름(9)과 주형(6, 6a, 6b) 사이의 영역에 진공을 발생시키는 단계,
- 진공을 이용하여 이러한 영역에 수지를 주입하는 단계, 및
- 수지를 경화시키는 단계를 포함하는, 복합체를 제작하는 방법으로서,

진공 필름(9)과 주형(6) 사이의 영역에 진공을 발생시킨 후에 그리고 수지가 완전히 경화되기 전에 멤브레인 물질의 물리적 또는 화학적 변화를 유발시킴으로써 분해성 멤브레인(1)의 분해를 개시하는 것을 포함하는 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 진공으로 가스로서 또는 수지의 일부로서 도입되는 분해제(decomposing agent)에 의해 개시되는 방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

수지, 예를 들어 불포화 폴리에스테르 물질이 용매를 포함하며, 분해성 멤브레인(1)이 용매-포함 수지로 용해 가능한 물질, 예를 들어 합성 플라스틱 물질로 제조되는 방법.

청구항 4

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

수지가 스티렌을 포함하며, 분해성 멤브레인(1)이 폴리스티렌을 포함하는 물질로 제조된 방법.

청구항 5

제 1항 내지 제 3항 중 어느 한 항에 있어서,

수지가 아크릴레이트, 메타크릴레이트 또는 희석제를 포함하며, 분해성 멤브레인(1)이 각각의 수지에서 용해 가능한 물질을 포함하는 방법.

청구항 6

제 1항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 분해성 멤브레인에 물을 적용함으로써 개시되며, 분해성 멤브레인(1)이 물에 용해 가능하거나 분해 가능한 물질을 포함하는 방법.

청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 용매 이외의 화학 물질에 대한 분해성 멤브레인(1)의 노출에 의해 개시되는 방법.

청구항 8

제 1항 내지 제 7항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 분해성 멤브레인(1)을 사전 결정된 온도 보다 높은 온도로 가열시킴으로써 개시되는 방법.

청구항 9

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 분해성 멤브레인(1)의 승화를 유발시킴으로써 개시되는 방법.

청구항 10

제 1항 내지 제 9항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 진공 필름(9)과 주형(6, 6a, 6b) 사이의 영역에서 진공 조건들의 변경에 의해 개시되는 방법.

청구항 11

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)의 분해가 광에 대한 분해성 멤브레인(1)의 노출에 의해 또는 분자 분해에 의해 개시되는 방법.

청구항 12

제 1항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)이 하나 이상의 강화층(2, 3, 4) 중의 최외측 강화층(2) 상에 정위될 때에, 분해성 멤브레인(1)이 완전히 불투과성이거나 부분 투과성이고, 예를 들어 친공되는 방법.

청구항 13

제 1항 내지 제 12항 중 어느 한 항에 있어서,

분해성 멤브레인(1)이 강성이고/거나, 신축 가능하고/거나, 캐리어 매질(carrier medium)에 부착되고/거나, 최외측 강화층(2)의 상단 상에 또는 캐리어 매질의 상단 상에 직접적으로 형성되는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 복합체, 및 복합체를 제작하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현대의 섬유 강화 복합체들, 예를 들어 풍력 터빈 블레이드(wind turbine blade)는 통상적으로 진공 하에서 수지를 압축된 강화 물질에 주입함으로써 강력하고 경량의 복합체를 생산하는 공정인 진공 보조 수지 이송 성형(vacuum assisted resin transfer moulding)을 이용하여 제작된다. 대부분의 강화 물질은 대개 유리 또는 탄소 섬유 직조 매트(carbon fibre woven mat)이다.

[0003] 주형의 깊게 오목한 형상의 내부면에 대하여, 섬유 매트가 적층(layer-up) 동안에 주형에 대해 적소에 견고하게 유지되지 못하는 위험이 존재할 수 있다.

[0004] 특정 상황 하에서, 섬유 매트는 커테너리(catenary)(매달린 사슬(hanging chain)과 같은)의 형상을 갖는 경향을 나타내어, 주형의 실제 곡률을 따르는 대신에 주형의 내부 표면과 섬유 매트("호버링 유리(hovering glass)") 사이에 공동을 형성시킬 수 있다. 여러 섬유 매트의 층들이 서로의 상단 상에 배치되는 경우에, 층들 간의 마

찰은 섬유 매트들이 진공이 적용될 때 주형에 대해 가압되는 것을 방지하기에 충분히 강력할 수 있다.

- [0005] 후속 성형 공정에서, 주형의 표면과 섬유 매트들 간의 공동들은 임의의 섬유 물질에 의해 강화되지 않는 수지로 채워질 것이다. 결과적으로, "호버링 유리"의 영역에서의 복합체의 구조적 특징은 요망되는 바와 같지 않을 수 있다.
 - [0006] 또한, 진공의 적용 시에, 유리가 공동으로 일부 또는 전부 가압되는 경우에, 이는 섬유 매트들의 주름(wrinkle) 또는 접힘(fold)을 야기시킬 수 있으며, 이는 또한 수지가 주입되기 전에 주름 또는 접힘이 편평하게 되지 않는 경우에 기계적 약점을 초래할 수 있다.
 - [0007] EP 1 310 351 B1호에서는 풍력 터빈 블레이드의 제작 공정이 기재되어 있는데, 여기에서, 주형의 하부는 섬유 유리 및 발사 목재(balsa wood)와 같은 코어 물질의 층들로 채워진다. 주형 코어들은 진공 백(vacuum bag)에 의해 덮혀지고, 전단 웹(shear web)과 함께 주형에 배치된다. 이후에, 보다 많은 섬유 유리 및 코어 물질이 주형 코어 위에 배치되며, 주형의 상부는 적소에 놓여진다. 진공은 진공 백과 주형 사이의 영역에 도입되며, 수지는 진공 하에서 주입된다.
 - [0008] EP 2 123 431 B1호에는 풍력 터빈 블레이드를 제작하는 다른 방법이 기재되어 있는데, 여기에서 주형의 상부 및 하부가 조립된다. 이러한 방법은 주형의 상부 및 하부 둘 모두의 내부 표면 상에 진공 분배층(vacuum distributing layer)을 배치시키는 것을 포함한다. 진공 분배층들 각각은 흡입을 적용하기 위해 진공 펌프(vacuum pump)에 연결된다. 섬유 유리 매트의 층은 진공 분배층의 내부 표면 상에 배치되며, 섬유 유리 매트의 하나 이상의 층들은 발사 목재와 같은 코어 물질 층과 함께 첨가된다.
 - [0009] 상이한 층들의 적층 동안에, 주형부의 내부 표면과 층들 사이에 진공 분배층에 의해 흡입이 적용된다.
 - [0010] 주형의 두 부분 모두에 적층을 완료한 후에, 진공 백 및 전단 웹을 갖는 주형 코어들은 주형의 하부에 배치된다. 이후에, 주형의 상부는 이의 세로 축 둘레로 180도 회전되고, 주형이 단혀지도록 적소에 놓여진다.
 - [0011] 주형의 두 부분 모두에서의 섬유 물질의 모든 층들, 및 특히 전단 웹과 접촉된 층들은 라미네이션(lamination)을 위해 적합하다. 이에 따라, 전단 웹은 라미네이션된 블레이드 구조(laminated blade structure)에서 견고하게 통합된다.
 - [0012] 섬유 유리 적층의 에지 가까이에, 개개 층들 사이의 압력은 다른 곳 보다 더욱 높다. 이에 따라, 흡입은 에지들에서 주형로부터 층들이 벗겨지는 것을 방지하는데 충분하지 않을 수 있다. 이를 보상하기 위하여, EP 2 123 431 B1호는 이러한 섬유 매트의 최외측의 상단 상에, 주형에서 섬유 매트 보다 낮은 통기성을 갖는 물질의 층을 배치시키는 것을 제안한다. 최외측 섬유 매트의 상단 상에, 표면 섬유 물질 층으로 지칭될 수 있는 이러한 층의 배치는 하나 이상의 섬유 매트를 적소에 유지시키는 흡입을 증가시킨다.
 - [0013] 상술된 표면 섬유 물질 층과 관련하여 여러 상충하는 요건들이 존재한다.
 - [0014] 한편으로, 표면 섬유 물질 층이 공기에 대한 낮은 투과성을 갖는 것이 요망된다. 이러한 경향에서, 이는 특수한 섬유 매트의 타입을 초래하고, 비교적 불량한 수지 습윤 성질을 가지고, 대개 요망되는 것 보다 낮은 박편간 전단 강도(interlaminar shear strength)를 갖는다.
 - [0015] 다른 한편으로, 라미네이트의 구조적 강화의 요소가 되는 표면 섬유 물질 층이 비교적 통상적인 타입인, 즉 양호한 수지 습윤 성질, 및 임의의 연결된 구조적 구성요소들, 예를 들어 셸(shell), 빔(beam), 등에 대해 높은 박편간 전단 강도를 갖는 것이 요망된다. 이러한 경향에서, 이러한 요건들 모두는 상당히 개방된, 비교적 투과성 타입의 섬유 물질 층을 야기시킨다.
 - [0016] 또한, 심지어 최외측 섬유층의 비교적 낮은 통기성을 가짐에도 불구하고, 특히 풍력 터빈 블레이드와 같은 큰 복합체를 성형할 때, 섬유 적층에 대한 충분한 압력 차이를 유지하기 위하여 아주 큰 공기 흐름이 필수적이다.
- 발명의 내용**
- [0017] 이에 따라, 본 발명의 목적은 상술된 단점들을 극복하는, 복합체를 제작하는 방법을 제공하기 위한 것이다. 본 발명의 다른 목적은 당해 분야에서 알려진 이러한 부류의 복합체들과 비교하여 향상된 품질을 갖는 복합체를 제공하기 위한 것이다.
 - [0018] 이러한 목적들은 독립항의 특징부에 의해 해소된다. 추가 개발예들은 종속항들의 대상이다.
 - [0019] 복합체를 제작하는 방법은 주형의 내부 표면 상에 적어도 하나의 강화층을 쌓는 단계, 적어도 하나의 강화층 중

의 최외측 강화층 상에 분해성 멤브레인(degradable membrane)을 정위시키되, 분해성 멤브레인이 적어도 하나의 강화층 보다 낮은 통기성(air permeability)을 갖는 물질로 제조된 단계, 적어도 하나의 강화층을 주형의 내부 표면 쪽으로 가압하기 위해 주형의 내부 표면과 분해성 멤브레인 사이에 흡입(suction)을 적용하는 단계, 분해성 멤브레인의 적어도 일부를 적어도 하나의 진공 필름(vacuum film)으로 덮는 단계, 진공 필름과 주형 사이의 영역에 진공을 발생시키는 단계, 진공을 이용하여 이러한 영역에 수지를 주입하는 단계, 및 수지를 경화시키는 단계를 포함하며, 여기서 이러한 방법은 진공 필름과 주형 사이의 영역에 진공을 발생시킨 후에 그리고 수지가 완전히 경화되기 전에 멤브레인 물질의 물리적 또는 화학적 변화를 유발시킴으로써 분해성 멤브레인의 분해를 개시하는 것을 포함한다.

- [0020] 이에 따라, 표면층에는 강화층들, 예를 들어 섬유 매트들, 코어 물질 또는 섬유들의 습윤화 이전의 제작 동안에 그리고 습윤화 동안에 진공 압밀(vacuum consolidation)을 보장하기 위하여 충분히 낮은 통기성이 제공되며, 이러한 표면층은 복합체 성질들에 현저한 악영향을 미치지 않으면서 최종 복합체의 요소가 되고 이와 통합될 수 있거나, 일부 또는 전부 제거될 수 있어서, 이에 따라 얻어진 복합체에 어떠한 영향도 미치지 않는다. 복합체는 물론, 라미네이트(laminate)일 수 있다.
- [0021] 공정 동안에 분해하는 이러한 멤브레인의 사용은 특정의 제조 단계 동안에, 예를 들어 제 1 제작 단계 동안에 멤브레인에 의해 복합체 구조들이 분리될지라도, 복합체 구조들의 상이한 부분들 간의 최적의 경계면을 얻기 위하여 강화 물질, 예를 들어 유리 섬유의 자유로운 선택을 가능하게 한다.
- [0022] 본 발명의 일 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 분해제에 의해 개시된다. 분해제는 가스로서 진공에 도입될 수 있다. 대안적으로, 분해제는 수지를 주입하는 단계 동안에 수지의 일부로서 도입될 수 있다.
- [0023] 수지, 예를 들어 불포화 폴리에스테르는 용매를 포함할 수 있으며, 분해성 멤브레인은 용매-포함 수지에 용해 가능한 물질로 제조될 수 있다. 이러한 멤브레인 물질의 일 예는 합성 플라스틱 물질이다. 이러한 경우에, 분해성 멤브레인의 분해는 수지의 주입 동안에 개시되며, 분해된 분해성 멤브레인의 구성요소들은 수지와 혼합된다. 이에 따라, 강화층들, 예를 들어 섬유 매트들의 습윤화는 분해성 멤브레인의 분해로 악영향을 받지 않는다.
- [0024] 수지는 예를 들어 스티렌을 포함할 수 있으며, 분해성 멤브레인은 폴리스티렌을 포함하는 물질로 제조될 수 있다. 이러한 경우에, 용해에 의한 멤브레인의 빠른 분해, 및 수지와 멤브레인 물질 간의 혼화성(compatibility)이 보장된다.
- [0025] 대안적으로, 수지는 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 또는 희석제를 포함할 수 있으며, 분해성 멤브레인은 각각의 수지에서 용해 가능한 물질을 포함할 수 있다. 이러한 수지의 사용은, VOC(휘발성 유기 화합물)의 함유량 및/또는 방출이 최소화되거나 완전히 방지될 수 있는 바, 스티렌을 포함하는 수지의 사용과 비교하여 더욱 환경-친화적이다.
- [0026] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 수지의 일부일 수 있는 물에 의해 개시되며, 분해성 멤브레인은 수중에서 용해 가능하거나 분해 가능한 물질을 포함한다. 이러한 멤브레인 용액은 물에 매우 민감하지 않은 모든 수지들과 함께 사용될 수 있으며, 지속 가능한 물질 자원들로부터 제조된 멤브레인 물질이 적용될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 용매 이외의 화학 물질에 대한 분해성 멤브레인의 노출에 의해 개시된다.
- [0028] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 분해성 멤브레인을 사전 결정된 온도 보다 높은 온도로 가열시킴으로써 개시된다. 분해성 멤브레인은 예를 들어, 용융에 의해 분해성 멤브레인을 분해시키는 멤브레인 물질의 용융 온도 보다 높은 온도로 가열될 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 분해성 멤브레인의 승화를 유발시킴으로써 개시된다. 이러한 물질을 사용할 때, 분해성 멤브레인은 일부 또는 전부 제거될 수 있고, 이에 따라, 최종 복합체의 성질에 영향을 미치지 않는다. 이러한 물질은 또한 임의의 타입의 수지에 대해 사용될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 진공 필름과 주형 사이의 영역에서 진공의 변화에 의해 개시된다. 이에 따라, 멤브레인은 압력을 간단히 조절함으로써 확산을 위해 비가역적으로 개방될 수 있다. 이러한 물질은 또한 임의의 타입의 수지에 대해 사용될 수 있다.

- [0031] 본 발명의 또 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 광에 대한 분해성 멤브레인의 노출에 의해 개시된다.
- [0032] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인의 분해는 분자 분해에 의해 개시된다. 이러한 방법이 적용될 때, 물질은 물질의 올바른 선택에 의해, 복합체에 직접 도입될 수 있는 소분자 단위들(예를 들어, 모노머들)로 분해된다.
- [0033] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인은, 분해성 멤브레인이 적어도 하나의 강화층 중의 최외측 강화층 상에 정위될 때에, 공기에 대해 불투과성이거나 부분 투과성이고, 예를 들어 친공된다. 부분 투과성 멤브레인은 분해성 멤브레인의 조절 가능한 통기성을 가능하게 한다. 조절된 통기성은 예를 들어, 섬유 강화체들, 코어 물질들 또는 다른 물질들의 후속 적용된 층들을 압밀하기 위해 중요할 수 있다.
- [0034] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인은 이의 구조의 측면에서 강성이다. 대안적으로, 멤브레인은 신축 가능할 수 있다. 또한, 멤브레인은 캐리어 매질에 부착될 수 있다. 강성, 신축성, 뿐만 아니라 캐리어 매질에 대한 부착은 사용, 예를 들어 적층, 및 진공의 적용 동안에 분해성 멤브레인에 가해지는 힘을 견디게 하는데 유리하다.
- [0035] 상술된 방법을 이용하여 제작된 복합체는 적어도 하나의 강화층을 포함하며, 여기서 적어도 하나의 강화층은 복합체의 제작 동안에 분해성 멤브레인에 의해 적어도 일부 덮혀진 최외측 강화층을 포함하며, 여기서 분해된 분해성 멤브레인의 구성 요소들은 최외측 강화층과 융합되거나 제거된다.
- [0036] 분해성 멤브레인이 최외측 강화층과 융합되는 경우에, 복합체는 분해된 분해성 멤브레인의 구성 요소들을 포함한다.
- [0037] 본 발명의 다른 구체예에서, 복합체는 풍력 터빈 블레이드에 포함된다. 풍력 터빈 블레이드는 당해 분야에 공지된 풍력 터빈 블레이드와 비교하여 향상된 품질을 갖는데, 왜냐하면 복합체 자체의 품질이 향상되며, 멤브레인이 강화층 스택(reinforcement layer stack)에 융합되거나 제작 동안에 제거된다는 사실로 인해 풍력 터빈 블레이드 내측의 복합체에 연결된 임의의 구조 요소들이 복합체에 견고하게 연결되기 때문이다. 연결 요소들은 별도로 조립될 수 있고, 이후에 진공 하에서 조작되고, 하나의 주입 공정 동안에, 하나의 복합체 또는 라미네이트에 함께 결합되어, 이에 따라 후속 결합 공정을 방지할 수 있다.
- [0038] 하기에, 본 발명은 일 예로서 보다 상세히 기술될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0039] 도면은 바람직한 구성을 나타낸 것으로서, 본 발명의 범위를 한정하지 않는다. 동일한 참조 번호들은 도면에서 동일한 기능을 갖는 구성요소들에 대해 사용된다.
- 도 1은 제작 동안에 강화층들, 분해성 멤브레인과 주형의 스택 일부의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 2는 풍력 터빈 블레이드를 제작하기 위한 주형에 정위된 강화층들 및 분해성 멤브레인의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.
- 도 3은 주형을 제거하기 전에 최종 복합체의 일부의 단면도를 개략적으로 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0040] 도 1의 층 스택(layer stack)의 일부에 의해 도시된 바와 같이, 복합체를 제작하는 방법은 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)을 주형(6)의 내부 표면 상에 쌓는 것을 포함한다.
- [0041] 또한, 분해성 멤브레인(1)은 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 중의 최외측 강화층(2) 상에 정위된다. 분해성 멤브레인(1)은 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 보다 낮은 통기성을 갖는 물질로 제조된다.
- [0042] 분해성 멤브레인(1)은 코어 물질들 등을 또한 포함할 수 있는 섬유 강화층들(2, 3, 4)의 완전한 스택의 진공 압밀을 위해 공기 통로에 대한 배리어(barrier)를 형성시키기 위하여 섬유 강화층들(2, 3, 4)의 완전한 스택의 상단 상에 배치된다.
- [0043] 이후에, 적어도 하나의 강화층들(2, 3, 4)을 주형(6)의 내부 표면 쪽으로 가압하기 위해 주형(6)의 내부 표면과 분해성 멤브레인(1) 사이에 흡입(suction)이 적용된다. 흡입은 진공 펌프(7)에 의해 적용될 수 있고, 흡입 분배층(suction distributing layer)(5)으로 또는 이의 없이 분배될 수 있다.

- [0044] 흡입 분배층(5)이 사용되는 경우에, 이러한 층은 주형(6)의 내부 표면과 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 사이에 정위되며, 이는 최종 복합체의 통합된 부분이 된다.
- [0045] 흡입 분배층(5)은 예를 들어, 진공 기밀 분해성 멤브레인이 제작 동안에 사용되는 경우에, 필요하지 않다. 유리섬유 직물 보다 낮은 투과성을 갖는 분해성 멤브레인이 사용되는 경우에, 흡입 분배층(5)은 다른 강화층들(2, 3, 4) 보다 높은 통기성을 갖는 다른 타입의 강화층(2, 3, 4), 예를 들어 유리섬유 직물일 수 있다.
- [0046] 이후에, 분해성 멤브레인(1)의 적어도 일부는 적어도 하나의 진공 필름(9)으로 덮혀진다. 이는, 하나 이상의 진공 필름(9)이 분해성 멤브레인(1)의 상단에 정위됨을 의미한다.
- [0047] 진공 필름(9)을 배치시킨 후에, 진공 필름(9)과 주형(6) 사이의 영역에 진공에 발생된다.
- [0048] 이후에, 진공 필름(9)과 주형(6) 사이의 영역에 수지가 주입된다. 수지는 진공 하에서 주입된다. 바람직하게, 수지는 진공에 의해서 진공 필름(9)과 주형(6) 사이의 영역으로 인출된다
- [0049] 마지막으로, 수지는 경화되며, 이후에 주형(6)이 제거된다.
- [0050] 본 방법은 진공 필름(9)과 주형(6) 사이의 영역에 진공을 발생시킨 후에 그리고 수지가 완전히 경화된 후에, 분해성 멤브레인(1)의 분해를 개시하는 것을 포함한다.
- [0051] 분해성 멤브레인(1)의 분해는 멤브레인 물질(1)의 물리적 또는 화학적 변화를 유발시킴으로써 개시된다.
- [0052] 이는, 분해성 멤브레인(1)이 복합체 부분 생산 공정에서의 조절된 단계에서, 예를 들어 섬유를 습윤화 동안에 또는 최종 생성물의 품질을 떨어뜨리지 않으면서 라미네이트를 경화시키는 동안에, 확산을 위해 개방되게 하기 위해 이의 물리적 또는 화학적 형태를 변경시킬 수 있는 물질로 제조된다는 것을 의미한다.
- [0053] 분해성 멤브레인(1)의 초기 성질들은 물질의 물리적 또는 화학적 형태를 변경시키기 위한 공정이 사용되든지 간에 변경된다.
- [0054] 분해성 멤브레인(1)은 멤브레인(1)의 분해를 개시하기 전에 공기에 대해 완전히 불투과성일 수 있다. 대안적으로, 분해성 멤브레인(1)은 분해 이전에 일부 투과성이고, 예를 들어 천공될 수 있다.
- [0055] 이는, 분해성 멤브레인(1)이 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4) 중의 최외측 강화층(2) 상에 정위될 때에, 이러한 것이 조절된 통기성을 가능하게 하기 위해 완전히 닫혀지거나 일부 개방될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0056] 또한, 용어 "멤브레인(membrane)"은 얇은 필름(thin film) 또는 분리층을 지칭하며, "분해성 멤브레인(degradable membrane)"은 또한 "분해 가능한 멤브레인(decomposable membrane)"으로서 지칭될 수 있다.
- [0057] 분해성 멤브레인(1)은 임시로 표면 필름을 형성하며, 여기에서 분해성 멤브레인(1)의 두께는 바람직하게 0.1 mm 미만이다. 이는 멤브레인의 빠른 분해를 보장하고, 최종 복합체 부분 중에 멤브레인 물질의 양을 최소화한다.
- [0058] 또한, 멤브레인 물질은 최종 복합체 성질에 악영향을 미치지 않게 하기 위하여 임의의 경우에 분해 후에 잔류하는 멤브레인 물질과 제조 방법에서 사용되는 수지 간의 강력한 경계면 접합을 보장하기 위하여, 수지와 적어도 일부 혼화 가능하여야 한다.
- [0059] 이의 원래 형태에서, 분해성 멤브레인(1)은 사용, 예를 들어 적층 및 진공으로의 처리 동안에 가해지는 힘을 견디기 위해 충분한 기계적 성질들을 갖는다. 예를 들어, 이는 이의 구조면에서 상당히 강성이거나 신축성이다.
- [0060] 본 발명에 따른 제작 방법을 위해 사용되는 수지와 관련하여, 상이한 그룹들의 수지 물질들, 즉 용매 함유 수지 및 비-용매 함유 수지가 사용될 수 있다. 이러한 수지들 각각에 대하여, 상이한 방법들이 사용될 수 있다.
- [0061] 용매 함유 수지에 대하여, 수지의 용매에서 가용성인 물질로 제조된 분해성 멤브레인(1)이 적용될 수 있다. 분해성 멤브레인(1)의 분해는 분해제로서 용매에 의해 개시된다.
- [0062] 분해성 멤브레인(1)은 있는 그대로 적용될 수 있거나, 적합한 접착제, 열 접착(thermo bonding) 또는 스티칭(stitching)에 의해 캐리어 매질, 예를 들어 유리섬유 직물에 부착될 수 있다. 후자의 방법을 사용하는 것은 조작 동안에 멤브레인을 보호할 수 있다. 분해성 멤브레인(1)은 또한 예를 들어 최외측 강화층(2) 또는 캐리어 매질의 표면을 코팅함으로써, 최외측 강화층(2)의 상단 상에 직접적으로 또는 캐리어 매질의 상단 상에 직접적으로 형성될 수 있다. 이에 의해, 상기 층(2) 또는 캐리어 매질의 표면은 분해성 멤브레인(1)을 형성하기 위해 닫혀진다.
- [0063] 용매-포함 수지를 사용하는 경우에, 분해성 멤브레인(1)은, 수지가 적절한 영역으로 주입되고 분해성 멤브레인

(1)과 접촉될 때까지 그대로 유지된다. 분해성 멤브레인(1)은 이후에 수지에 용해되고 이와 혼합되며, 멤브레인에 의해 미리 분리된 물질들, 예를 들어 섬유유리 구조의 상이한 부분들은 합하고 최종 라미네이트를 형성한다.

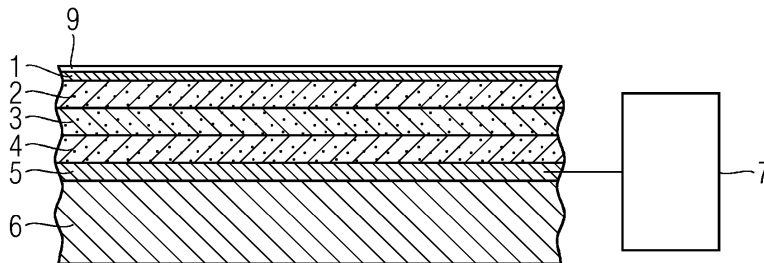
- [0064] 본 발명의 일 구체예에서, 수지는 스티렌을 포함하며, 멤브레인은 폴리스티렌 폴리머로 이루어진 물질로 제조된다.
- [0065] 본 발명의 다른 구체예에서, 수지는 스티렌을 포함하며, 분해성 멤브레인(1)은 폴리스티렌, 예를 들어 아크릴로니트릴-부타디엔-스티렌 폴리머(ABS), 스티렌-아크릴로니트릴 폴리머(SAN) 또는 스티렌-부타디엔 고무(SBR)를 포함하는 물질로 제조된다.
- [0066] 스티렌을 함유한 수지에 용해 가능한 상술된 멤브레인(1)에 대한 대안으로서, 분해성 멤브레인(1)은 다른 용매들을 함유한 수지, 예를 들어 에폭시 수지에서 사용되는 예를 들어 아크릴레이트, 메타크릴레이트, 또는 희석제에서 용해 가능하거나, 심지어 물에 용해 가능한 물질을 포함할 수 있다. 이러한 측면에서, 용매는 고체 또는 반고체 물질을 용해시키는 능력을 갖는 임의의 물질이다. 이러한 "비-스티렌 수지"의 사용은 작업 조건들 및 환경에 대해 감소된 영향의 장점을 가질 수 있다.
- [0067] 또한, 용매를 함유하지 않는 수지, 예를 들어 에폭시 또는 폴리우레탄 또는 바이오폴리머(biopolymer)에 대하여, 다른 방법들이 적용 가능하다. 그러나, 이러한 방법들은 또한 용매 함유 수지에 대하여 사용될 수 있다.
- [0068] 비-용매 함유 수지를 사용하여 분해성 멤브레인(1)을 분해하기 위하여, 분해는 다른 조절된 사건(controlled event)에 의해 촉발되어야 한다. 이는 예를 들어, 온도 변화, 진공 변화, 용매 이외의 화학물질에 대한 노출, 광에 노출, 또는 이러한 인자들 중 하나 이상의 조합일 수 있다.
- [0069] 본 발명의 일 구체예에서, 분해성 멤브레인(1)은 고진공에서, 예를 들어 0 내지 50 mbar 절대 압력 범위에서, 실온에서 또는 100°C 미만의 보다 높은 온도에서 승화하는 합성 플라스틱 물질로 제조된다. 이에 의해, "승화물(sublimate)"은 멤브레인 물질의 가스로의 상 전이를 지칭한다.
- [0070] 본 발명의 다른 구체예에서, 분해성 멤브레인은 50°C 내지 300°C의 온도, 바람직하게 100°C 미만의 온도에서 승화하는 합성 물질로 제조된다.
- [0071] 또한, 분해성 멤브레인(1)은 상승된 온도에서, 예를 들어 50°C 내지 100°C의 온도에서 용융하는 합성 물질로 제조될 수 있고, 이후에, 용해되고/거나 최종 복합체의 요소가 되는 매트릭스 플라스틱 물질에 용해되고/거나 이러한 매트릭스 플라스틱 물질로 흡수된다.
- [0072] 이전에 언급된 바와 같이, 분해성 멤브레인(1)의 분해는 진공 필름과 주형 사이의 영역에서 진공 조건의 변화를 의미하는 진공의 변화에 의해 개시될 수 있다. 이러한 변화는 분해성 멤브레인(1)에 걸쳐 압력 구배의 방향 변화일 수 있으며, 예를 들어, 멤브레인의 상부 측면 상에 압력이 초기에 멤브레인의 하부 측면 상 보다 높을 경우에, 이는 하부 측면 상의 압력이 상부 측면 상의 압력 보다 더욱 높게 되도록 변경된다. 여기에서, 하부 측면은 주형(6)을 마주하거나 주형(6)쪽으로 향하는 분해성 멤브레인(1)의 측면이며, 분해성 멤브레인(1)의 상부 측면은 하부 측면에 대향하는 측면이다.
- [0073] 그밖에, 상기에 언급된 바와 같이, 분해성 멤브레인(1)의 분해는 또한 자외선 또는 적외선으로 지칭되는 광, 예를 들어 자외선 광에 대한 분해성 멤브레인(1)의 노출에 의해 개시될 수 있다. 또한, 분해성 멤브레인(1)의 분해는 분자 분해에 의해 개시될 수 있다.
- [0074] 도 2에 도시된 바와 같이, 복합체를 제작하는 방법은 풍력 터빈 블레이드를 제작하기 위해 사용될 수 있다. 풍력 터빈 블레이드의 제작을 위하여, 주형(6)은 하부 주형 부분(6a) 및 상부 주형 부분(6b)을 포함할 수 있다. 진공 필름(9)은 주형 코어(8a, 8b)를 둘러싸는 진공 백(vacuum bag)(9)일 수 있다.
- [0075] 도 2에 추가로 도시된 바와 같이, 예를 들어 전단 웹(shear web)(10) 형태의 구조 강화 부분(10)은 또한 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)의 상단 상에 배치된 분해성 멤브레인(1)의 상단 상에 배치될 수 있다. 제작 공정 동안에 분해성 멤브레인(1)의 분해 후에, 이러한 구조 강화 부분(10)은 풍력 터빈 블레이드의 복합체에 견고하게 연결된다.
- [0076] 도 3은 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)을 포함하는 복합체의 일부를 개략적으로 도시한 것으로서, 여기서 적어도 하나의 강화층(2, 3, 4)은 복합체의 제작 동안에 분해성 멤브레인에 의해 덮혀진 최외측 강화층(2)을 포함하

며, 분해된 분해성 멤브레인(1)의 구성 요소들은 최외측 강화층(2)과 융합되거나 제거된다.

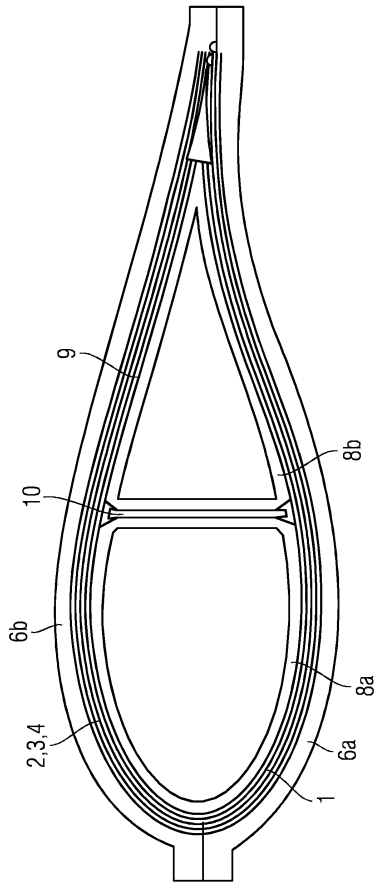
- [0077] 복합체의 제작 동안에 분해된 분해성 멤브레인(1)을 최외측 강화층(2)과 융합하는 경우에, 최종 복합체는 분해된 분해성 멤브레인(1)의 구성 요소들을 포함한다.
- [0078] 도 3에 도시된 바와 같이, 적어도 하나의 흡입 분배층(5)은 임의적으로, 복합체의 제작 동안에 주형(6)의 내부 표면과 분해성 멤브레인(1) 사이에 흡입을 분배하기 위해 복합체에 포함될 수 있다. 존재하는 경우에, 흡입 분배층(5)은 최종 복합체의 통합 부분이다.
- [0079] 상기 언급된 복합체는 풍력 터빈 블레이드에 포함될 수 있다. 이러한 경우에, 최외측 강화층(2)은 분해된 분해성 멤브레인(1)과 융합되거나 분해된 분해성 멤브레인(1)으로부터 벗어날 수 있는데, 이는 풍력 터빈 블레이드의 내측에 정위된다. 이에 따라, 전단 웹(shear web)과 같은 구조 강화 부분(10)은 향상된 구조적 성질들을 갖는 풍력 터빈 블레이드를 형성하기 위해 복합체에 견고하게 연결될 수 있다.
- [0080] 최종 복합체의 제작 동안에 분해성 멤브레인(1)의 부가는 일반적으로 구조물의 요소가 되는 섬유유리, 탄소 섬유 또는 유사한 것과 같은 일반적인 강화층들만을 사용함으로써 가능한 것과 비해 보다 양호한 최종 복합체의 품질을 야기시킬 수 있는데, 이는 강화 물질의 적절한 배치가 제작 공정 전반에 걸쳐 보장되기 때문이다.
- [0081] 또한, 분해성 멤브레인(1)의 부가는 별도의 복합체 부분들의 독립적 적층 및 이동, 및 복합체 구조물에 또한 약점을 도입하는 후속 접합 공정을 필요로 하지 않으면서, 단일 복합체 부분을 형성시키기 위해 수지 주입 전 및 주입 동안에 이러한 복합체 부분들의 결합을 촉진시킬 수 있다.

도면

도면1



도면2



도면3

