



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0002009
 (43) 공개일자 2011년01월06일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) Int. Cl.
 <i>D03D 1/00</i> (2006.01) <i>B32B 5/02</i> (2006.01)
 <i>D03D 11/00</i> (2006.01) <i>D03D 15/00</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2010-7020112</p> <p>(22) 출원일자(국제출원일자) 2009년02월09일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2010년09월09일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2009/033521</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2009/102650
 국제공개일자 2009년08월20일</p> <p>(30) 우선권주장
 12/029,223 2008년02월11일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
 알바니 엔지니어드 콤포지츠, 인크.
 미합중국 뉴햄프셔주 03867 로체스터 에어포트 드라이브 112</p> <p>(72) 발명자
 로즈, 도널드
 20 Chickadee Drive, York, ME 03909 (US)
 고링, 조나단
 미국 메인주 03909, 요크, 나이트호크 드라이브 7
 비들, 스티브
 미국 뉴햄프셔주 03809, 알튼, 메더보로 로드 111</p> <p>(74) 대리인
 한라특허법인</p> |
|---|--|

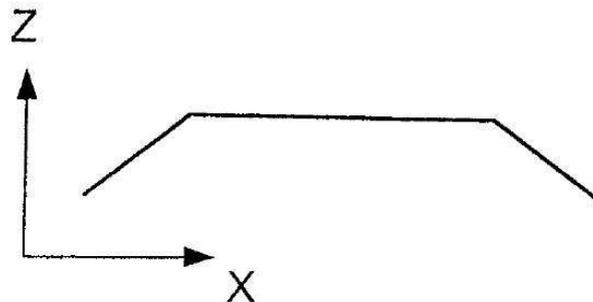
전체 청구항 수 : 총 37 항

(54) 복합재 구조의 강화를 위한 프리폼과 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 복잡한 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 및 비행기 엔진에 엔진실(nacelle)을 부착하기 위한 플랜지 링과 같은 복잡한 만곡(curvature)을 용이하게 형성하기 위해 다방향으로 강화된 섬유 프리폼에 관한 것이다. 본 발명은 선대칭 또는 본질상 비선대칭인 복잡한 구조를 위해 향상된 강도를 다방향으로 강화된 형상의 직조 프리폼에 제공한다. 본 발명은 컨투어 직조 직물 부분, 2축 브레이드(braid), 3축 브레이드, 또는 바이어스 직물, 및/또는 플라 직조직물부분을 포함하는 복합재 구조를 강화하기 위해 사용되는 프리폼과 이의 제조방법이다. 상기 프리폼은 선택적으로 3차원 직조 부분을 포함한다. 직물의 다른 형태의 조합은 프리폼이 개개의 플라이(ply)의 컷팅과 다팅(darting) 없이 제조되도록 허용한다. 이 컷트와 다트를 제거하면 최종 구조의 강도와 성능을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

컨투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제1부분을 포함하고,

상기 컨투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 혼합직조되는 경사의 한개이상의 레이어를 가지고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 상기 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 및

상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 혼합직조 또는 브레이드(braid)되는 복수의 실을 포함하는 것을 특징으로 하는 복합재 구조의 강화를 위한 프리폼.

청구항 2

청구항 1에 있어서, 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분에 부착되는 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 3

청구항 2에 있어서, 상기 바이어스 직물과 폴라 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제3부분을 더 포함하고,

상기 폴라 직물은 평평하고 곡선모양의 구성을 폴라 직물에 덧붙이도록 곡선모양의 경사를 만들기 위해 폴라 직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수의 경사 또는 워프 스티어링의 차등적인 직물 테이크업(take-up)을 수행함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 4

청구항 1에 있어서, 상기 바이어스 직물은 +/-45도에서 직조된 평평한 직물 또는 가느다랗게 찢어지며 브레이드된 튜브인 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 5

청구항 1에 있어서, 상기 복합재 구조는 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 또는 비행기 엔진에 엔진실을 덧붙이기 위한 플랜지 링인 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 6

청구항 1에 있어서, 상기 프리폼은 선대칭 및/또는 비선대칭인 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 7

청구항 1에 있어서, 상기 바이어스 직물은 연속적이거나 불연속적인 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 8

청구항 3에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3부분은 카본, 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 섬유유리, 면, 유리, 세

라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌으로 구성된 군으로부터 선택된 재료로 만들어진 것을 특징으로 하는 프리폼.

청구항 9

컨투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제1부분을 포함하고,

상기 컨투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 혼합직조되는 경사의 한개이상의 레이어를 가지고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 상기 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 및

상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 혼합직조 또는 브레이드 (braid)되는 복수의 실; 및

매트릭스 재료를 포함하는 것을 특징으로 하는 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조.

청구항 10

청구항 9에 있어서, 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분에 부착되는 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 11

청구항 10에 있어서, 상기 바이어스 직물과 폴라 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제3부분을 더 포함하고, 상기 폴라직물은 평평한 곡선모양의 구성을 폴라직물에 덧붙이기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라직물의 한쪽 측면모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수의 경사 또는 위프 스티어링의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 12

청구항 9에 있어서, 상기 바이어스 직물은 +/-45도에서 직조된 평평한 직물 또는 가느다랗게 찢어지며 브레이드 된 튜브인 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 13

청구항 9에 있어서, 상기 복합재 구조는 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 비행기 엔진에 엔진실을 부착하기 위한 플랜지 링인 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 14

청구항 9에 있어서, 상기 프리폼은 선대칭 및/또는 비선대칭인 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 15

청구항 9에 있어서, 상기 바이어스 직물은 연속적이거나 비연속적인 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 16

청구항 11에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3부분은 카본, 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 섬유유리, 면, 유리, 세라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌으로 구성된 군에서 선택된 재료로부터 만들어진 것을 특징으로 하는 복합재

구조.

청구항 17

청구항 9에 있어서, 상기 복합재 구조는 수지 필름 주입(RFI), 수지 이송 몰딩 및 화학 증기 여과법으로 구성된 군에서 선택된 공정으로부터 제조되는 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 18

청구항 9에 있어서, 상기 매트릭스 재료는 에폭시, 폴리에스테르, 비닐-에스테르, 세라믹, 및 카본으로 구성된 군에서 선택된 것을 특징으로 하는 복합재 구조.

청구항 19

컨투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교번하게 복수의 레이어를 적층함으로써 제1부분을 제조하는 단계를 포함하고,

상기 컨투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 경사의 한개이상의 레이어를 혼합직조함으로써 제조되고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 직조된 후 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 및

상기 바이어스 직물은 경사 및 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 복수의 실을 혼합직조하거나 브레이드(braid)으로써 제조되는 것을 특징으로 하는 복합재 구조를 강화하기 위해 사용되는 프리폼의 제조 방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서, 3차원으로 직물을 직조함으로써 제2부분을 제조하는 단계; 및

상기 제1부분에 제2부분을 부착하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 21

청구항 20에 있어서, 폴라직물과 상기 바이어스 직물이 교번하는 복수의 레이어를 적층함으로써 제3부분을 제조하는 단계를 더 포함하고,

상기 폴라 직물은 평평한 곡선 모양의 구성을 폴라직물에 주기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수의 경사 또는 위프 스티어링의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 22

청구항 19에 있어서, 상기 바이어스 직물은 +/-45도에서 직조된 평평한 직물 또는 가느다랗게 찢어지며 브레이드된 튜브인 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 23

청구항 19에 있어서, 상기 복합재 구조는 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 또는 비행기 엔진에 엔진실을 부착하기 위한 플랜지 링인 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조 방법.

청구항 24

청구항 19에 있어서, 상기 프리폼은 선대칭 및/또는 비선대칭 형상인 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 25

청구항 19에 있어서, 상기 바이어스 직물은 연속적으로 또는 불연속적으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 26

청구항 21에 있어서, 상기 제1, 제2 및 제3부분은 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 섬유유리, 면, 유리, 세라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌으로 구성된 군에서 선택된 재료로부터 만들어지는 것을 특징으로 하는 프리폼의 제조방법.

청구항 27

컨투어 직조 직물과 바이어스 직물의 복수 레이어를 교번되게 적층함으로써 프리폼의 제1부분을 제조하는 단계를 포함하고,

상기 컨투어 직조직물은 위사의 한개이상의 레이어와 경사의 한개이상의 레이어를 혼합직조함으로써 제조되고,

상기 경사의 한개이상의 레이어는 직조된 후 상기 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고,

상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 복수의 실을 혼합직조함으로써 제조되고; 및 상기 직조된 프리폼에 매트릭스 재료를 주입하는 것을 특징으로 하는 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조 제조 방법.

청구항 28

청구항 27에 있어서, 3차원으로 직물로 직조함으로써 직조된 프리폼의 제2부분을 제조하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 29

청구항 28에 있어서, 폴라 직조 직물과 상기 바이어스 직물의 복수 레이어를 교번되게 적층함으로써 직조된 프리폼의 제3부분을 제조하는 단계를 더 포함하고,

상기 폴라 직물은 평평한 곡선모양의 구성을 폴라직물에 주기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수의 경사 또는 워프 스티어링의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조되는 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 30

청구항 27에 있어서, 상기 바이어스 직물은 +/-45도에서 직조된 평평한 직물 또는 가느다랗게 찢어지며 브레이드된 튜브인 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 31

청구항 27에 있어서, 상기 복합재 구조는 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 비행기 엔진에 엔진실을 부착하기 위한 플랜지 링인 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 32

청구항 27에 있어서, 상기 프리폼은 선대칭 및/또는 비선대칭 형상을 가지는 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 33

청구항 27에 있어서, 상기 바이어스 직물은 연속적으로 또는 불연속적으로 만들어지는 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 34

청구항 29에 있어서, 제1, 제2 및 제3부분은 카본, 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 섬유유리, 면, 유리, 세라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌으로 구성된 군에서 선택된 재료로부터 만들어지는 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 35

청구항 27에 있어서, 상기 주입은 수지 필름 주입(RFI), 수지 이송몰딩 및 화학적 증기 여과법으로 구성된 군에서 선택된 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 36

청구항 27에 있어서, 상기 매트릭스 재료는 에폭시, 폴리에스테르, 비닐-에스테르, 세라믹, 및 카본으로 구성된 군에서 선택된 것을 특징으로 하는 3차원 복합재 구조 제조방법.

청구항 37

3개이상의 다른 타입의 직조형태를 가지는 재료를 포함하는 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 강화 복합재 재료용 직조 프리폼에 관한 것으로서, 특히 복합재 구조를 다방향으로 강화시키는 형상의 직조 프리폼에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 현재 구조적인 구성요소(component)를 제조하는 데에는 강화 복합 재료를 사용하는 것이 일반적이다. 특히, 중량, 강도, 인성, 열저항성, 자기-지지성, 및 성형과 모양에 대한 적합성 면에서 바람직한 특성을 얻고자 할 때,

강화 복합 재료를 사용한다. 이러한 구조적인 구성요소는 예를 들면, 항공, 항공우주, 위성, 레크리에이션 분야 (레이싱 보트와 같은), 및 기타 분야에서 사용된다.

[0003] 통상적으로 구성요소들은 매트릭스 물질내에 강화 재료를 삽입시킨 형태로 이루어져 있다. 이러한 강화 컴포넌트는 유리, 카본, 세라믹, 아라미드, 폴리에틸렌, 및/또는 원하는 물리적, 열적, 화학적 특성 및/또는 기타 특성, 기타 특성 중 중요한 응력 파괴에 대한 높은 강도를 나타내는 기타 다른 물질과 같은 물질로부터 만들어진 다. 궁극적으로 완성된 컴포넌트의 구성 엘리먼트가 되는 이러한 강화 재료를 사용함으로써, 매우 높은 강도와 같은 바람직한 강화 재료의 특성이 완성된 구성요소에 부여된다. 통상적으로 구성 강화 재료는 통상적으로 직조 또는 니트되거나 원하는 배열 및 모양으로 배향되어 강화 프리폼(preform: 예비성형품)으로 형성될 수 있다. 이러한 구성 강화 재료가 선택되어온 특성을 가장 효과적으로 이용하는데 특별한 주의가 요구된다. 일반적으로 상기한 강화 프리폼은 원하는 완성된 구성요소를 제조하기 위해서나 또는 최종 마무리된 구성요소의 최종 생산을 위한 워킹 스톱을 제조하기 위해서 매트릭스 물질에 접합된다.

[0004] 원하는 강화 프리폼을 제조한 후에 프리폼에 매트릭스 물질을 삽입 및 접합시킴으로써, 강화 프리폼은 매트릭스 내에 인케이싱되고 매트릭스 물질은 강화 프리폼의 구성 요소사이의 틈새 영역에 채워진다. 매트릭스 물질로는 에폭시, 페놀수지, 폴리에스테르, 비닐에스테르, 세라믹, 카본 및/또는 물리적, 열적, 화학적 특성 및/또는 기타 다른 특성을 나타내는 기타 다른 물질과 같은 다양한 어떠한 물질도 사용 가능하다. 매트릭스로서 사용하기 위해 선택되는 물질은 강화 프리폼과 같은 물질일 수도 있고 그렇지 않을 수도 있으며, 물리적, 화학적, 열적 특성이나 기타 다른 특성이 같을 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 그러나 첫째로 복합재를 사용하는 통상의 목적이 한 종류의 구성물질을 단독으로 사용했을 때는 얻을 수 없는 다양한 특성이 조합된 완성 제품을 얻는데 있기 때문에, 통상적으로 같은 물질이 아니거나 동일한 물리적, 화학적, 열적 특성을 가지지 않는 것을 사용한다. 이와 같이 강화 프리폼과 매트릭스 물질을 접합시킨 다음, 열경화법이나 기타 공지된 방법에 의해 동일한 조작하에 경화 및 안정화시킨 후에, 원하는 구성요소를 제조하는 방향으로 다른 조작을 행한다. 이때 중요한 것은 이렇게 경화시킨 후 그 지점에서, 교체화된 매트릭스 물질 매스(mass)가 강화 재료(예를 들면, 강화 프리폼)에 매우 강하게 접촉된다는 점이다. 결과적으로, 완성된 구성요소에 대한 응력은, 특히 섬유 사이의 접촉제로서 역할을 하는 매트릭스 물질을 통해 효과적으로 변화될 수 있고 강화하는 강화 프리폼의 구성 재료에 의해 발생될 수 있다.

[0005] 빈번하게는 판형, 시트형, 직사각형 또는 정사각형 교체등과 같은 단순한 기하학적 모양과는 다른 형태의 구성요소를 제조하는 것이 바람직하다. 이것을 하는 방법은 상기 기초적인 기하학적 형상을 조합하여 바람직하게는 더욱 복잡한 형태로 만든다. 상기 통상적인 조합은 상기한 바와 같이 서로에 대하여 일정 각도(통상적으로 오른쪽-각도)로 결합함으로써 만들어진다. 결합된 강화 프리폼의 상기한 고리형 배열의 통상적인 목적은 한개 이상의 단벽(end wall)을 포함하는 강화 프리폼을 성형하거나, 압력 또는 인장력과 같은 외력에 노출될 때 변형 또는 파괴에 대하여 발생하는 복합재 구조와 강화 프리폼의 최종 결합을 강화하는데 있다. 어떤 경우에, 연속적인 컴포넌트 사이에 각각의 접합을 가능한 강하게 만들도록 고려되어야 한다. 강화 프리폼 구성성분 그 자체로서 원하는 매우 높은 강도가 주어진다면, 약한 접합이 구조적 "사슬"에서 효과적으로 "약한 링크"가 된다.

[0006] 관련된 기술분야로 미국특허 4,847,063에는 속이 빈, 축 대칭 주변에서 카본/카본 복합재 물질이 개시되고, 내화성 맨드릴(mandrel)은 바람직한 내측 표면 구성을 제공하기 위해 형성되고, 열적으로 안정한 카본 필라멘트의 한개이상의 가닥(ply)이 맨드릴의 표면에 걸쳐 브레이드(braid)된다. 그 다음 상기 가닥에 탄화가능한 액체 함침제가 스며들고, 스며든 가닥과 맨드릴의 어셈블리는 함침제를 탄화시키기 위해 열처리된다.

[0007] 미국특허 5,070,914는 탄성계수가 등방성이고, 방향각이 변하지 않고 직물이 3차원 형태로 변형되는 복합 재료용 강화 직조 직물로 사용하기 위한 3축 직조 직물에 관한 것이다. 상기 직물은 직조 직물의 중심에서 반경방향으로 연장되는 많은 수의 기울어진 실과, 상기 기울어진 실 사이에 주변방향에서 나선형으로 직조된 주변 실을 포함한다. 인접한 각각의 기울어진 실은 서로 엇갈리게 짜여지고, 상기 주변의 실은 엇갈리게 짜여지고 기울어진 실 사이에 직조되어, 상기한 엇갈리게 짜는 것이 나선형으로 직조된 주변의 실의 인접한 각각의 코일 사이에 나타난다. 상기 엇갈리게 짜는 단계는 주변 실의 삽입 후 엇갈리면서 기울어진 실의 상방향 및 하방향 이송 전에 일어난다.

[0008] 미국특허 5,619,903에는 길이방향 축과 구조적인 섬유의 브레이드된 복수의 가닥을 가지는 복합재 구조용 브레이드 프리폼이 개시된다.

[0009] 구조적인 섬유의 가닥의 강성보다 더 큰 강성을 가지는 연장된 부재, 인발성형된 로드는 3축으로 짜여진 튜브인 짜여진 부재의 길이축과 평행하게 짜여진 가닥들과 뒤엉켜 짜여진다.

- [0010] 종래기술분야는 강화 복합재의 구조적인 무결함을 향상시키려고 하고, 성공을 거두었지만, 상기 개시된 것으로부터 다른 접근을 통해 문제를 해결하고 향상시키려는 요구가 존재한다. 이와 관련하여, 하나의 방안은 특정화된 기계에 의해 직조된 3차원(3D) 구조를 만드는 것이다. 다른 방안은 2차원(2D) 구조로 직조하고 그것을 소정 형상으로 접는 것이다. 그러나, 이것은 통상 프리폼이 접힐 때 변형된 부분을 발생시킨다. 상기 프리폼이 접힐 때 직조된 섬유는 길이가 본래 가지고 있는 길이와 다르기 때문에 변형이 발생한다. 이것은 직조된 섬유의 길이가 너무 짧은 영역에서 움푹 들어간 곳 또는 잔물결과 섬유 길이가 너무 긴 영역에서 휨(buckle)을 초래한다. 이러한 변형은 바람직하지 못한 표면 이상을 발생시키고, 컴포넌트의 강도 및 강성을 감소시킨다. 이것은 컷트와 다투에 의해 경감될 수 있지만, 그것은 심한 노동이거나 프리폼의 무결함과 타협해야 하기 때문에 상기 처리 방법은 바람직하지 못하다. 따라서 선대칭 3차원 프리폼은 2차원으로 박판화된 복합재에 비해 증가된 강도를 제공하기 때문에 바람직하다. 항공우주 적용에서와 같은 평면 이탈하여 하중을 운반하기 위해 복합재를 요구하는 적용에서 특히 유용하다.
- [0011] 다른 기술은 필라멘트 와인딩을 포함하고, 이것은 섬유를 맨드릴의 주변에서 감싸는 연속적인 섬유 배치기술이다. 이 제조기술은 모든 기하적인 형상에 적용할 수 있는 것은 아니다. 예를 들면, 섬유 연결은 오목한 모양을 가지는 표면을 따라 발생한다. 더우기, 필라멘트 와인딩을 사용하는 곡선부에서 재료의 균일한 적용범위를 얻는 것은 어렵다. 필라멘트 와인딩은 가치있는 자동화 기술이지만, 복잡한 형상의 다층 적층물을 감는 필라멘트는 낮은 재료 분배율로 인해 상당한 시간이 필요하다.
- [0012] 견인 배치는 재료의 단일/다중 견인 또는 리본이 맨드릴에 분배된다는 점에서 필라멘트 와인딩과 유사한 기술이다. 필라멘트 와인딩과 달리, 상기 견인은 길이가 불연속적이고, 견인이 오목한 표면을 따라 배치된다. 불연속적인 견인을 사용하면 곡선부에 걸쳐 재료의 균일한 적용범위를 얻는 것이 가능하고, 바람직한 섬유 각도를 유지하는 것이 바람직하다. 그러나, 상기 공정은 느리고, 미리 함침된 재료에 한정되고, 따라서 값이 비쌀 수 있다.
- [0013] 미국특허 5,394,906(이하, "'906 특허"라고 함)는 복합재 구조로 제조하기 위한 직선의 또는 곡선의 2차원 직물 또는 3차원 직물의 제조장치에 관한 것이다. 상기 채움 실(fill yarn)은 경사의 레이어 사이에 삽입되고, 채움 실의 방향에 따라 경사지거나 곡선모양의 바디(reed)는 채움 실을 모으거나 조밀하게 하는데 사용된다. 상기 '906 특허에는 직물의 경사가 오목하거나 오목하고 실린더 롤러의 조합을 사용하여 곡선으로 휘어져서 경사의 일정한 곡률반경을 얻기 위해 경사의 차등적인 직물 테이크업(take-up)에 영향을 준다는 것이 개시되어 있다. 다른 구현예에서, 상기 '906 특허에는 직선형 경사, 일정한 곡률반경을 가지는 곡선모양의 경사, 일정하지 않은 곡률반경을 가지는 곡선모양의 경사, 또는 직선과 곡선모양의 경사의 조합을 얻기 위해 경사의 차등적인 직물 감기(take-up)를 달성하는데 사용되는 클램핑 바 직물 감기 장치가 개시되어 있다. 또 다른 구현예에서, 곡선모양의 'C' 형은 플랜지의 수직 직조를 허용하기 위해 바디의 인접한 움푹 들어간 와이어를 통해 경사를 교대로 삽입함으로써 제조된다. 이러한 특징은 그러나 경사 사이에 채움 실을 삽입하기 위해 경사지거나 곡선모양의 바디를 사용하는 직조기계를 설계하는 습관이 필요하다. 또한 상기 기계는 모으기(beat-up) 메카니즘을 위해 특정한 디자인이 필요하고, 그리고 상기 구조에서 채움 실의 방향에 따라 다르다. 단지 특정한 디자인의 구조를 제조하기 위해 특정한 직조 기계의 제조는 가격이 비쌀 뿐만아니라 특정한 디자인에 한정된다. 또한, 채움 실의 삽입이 경사지거나 곡선모양의 통로를 따라가서 직기속도를 현저하게 감소시키기 때문에, 이 기계들은 종래의 직조기계보다 상대적으로 속도가 더 느리게 이동한다.
- [0014] 미국특허 6,086,968(이하, "'968특허")는 다양한 2차원 또는 3차원 형상을 가지는 직조 재료를 제공한다. 상기 재료는 기계적인 직조 공정 중 경사 및/또는 위사의 밀도 및/또는 방향을 마음대로 연속해서 변화시킴으로써 제조된다. 이러한 재료는 대상물 주위에서 직조되고 매트릭스 재료와 함께 여기에 주입된다.
- [0015] 상기 '906 및 '968 특허는 상기한 다른 종래기술보다 더 나은 잇점을 제공하지만, 사실상 선대칭이 아닌 많은 구조적인 적용예에 있어서, 구조를 강화하고 모든 방향으로 기계적인 안정성을 제공하기 위해 추가적인 특징이 추가될 필요가 있다. 따라서, 단순히 종래의 2차원 또는 3차원 직조 프리폼을 사용하는 경우에 모든 방향에서 필요한 강도를 제공하지 못한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0016] 따라서, 선대칭 뿐만 아니라 비선대칭 구성에서 향상된 강도를 가지는 복합재 구조를 위해 다방향으로 강화 성

형된 직조 프리폼을 제조하는 방법과 구조를 제공할 수 있도록 기술의 발전이 필요하다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명은 복합재 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 비행기 엔진에 엔진실(nacelle)을 부착하기 위한 플랜지 링과 같은 복잡한 만곡(curvature)를 용이하게 형성하고 다방향으로 강화된 적층물(laminate)을 제조하기 위해 예를 들면 2축 브레이드(braid), 3축 브레이드, 폴라 직조, 위프 스티어링 직조, 키투어 직조 및 3차원 직조와 같은 기술을 사용하여 제조된 직물을 결합하는 방법에 관한 것이다. 본 발명은 다방향으로 강화된 형상의 직조 직물에 선대칭일 뿐만 아니라 본질상 비선대칭의 복합재 구조를 위해 향상된 강도를 제공한다.
- [0018] 상기 다른 형태의 직물의 조합은 프리폼이 개개의 플라이의 컷팅(cutting) 및 다팅(darting) 없이 제조되도록 허용한다. 이 컷트와 닛트를 제거하면 최종 구조의 성능 및 강도를 향상시킬 수 있다.
- [0019] 따라서, 본 발명은 근본적으로 선대칭이지만 몇몇 비선대칭의 강화를 포함할 수 있는 구조를 제조하기 위해 예를 들면 키투어 직조, 폴라 직조, 2축 브레이드, 3축 브레이드, 위프 스티어링 직조 및 3차원 직조와 같은 직물 제조 기술의 조합을 사용하는 직물 프리폼에 관한 것이다. 강화는 후프(0°)와 축(90°)방향으로 제공될 뿐만 아니라 후프방향에 대하여 ±45°로 제공될 수 있다. 이러한 수행은 복합재 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테이너먼트 링, 비행기 동체 프레임, 비행기 윈도우 프레임, 비행기 엔진에 엔진실(nacelle)을 부착하기 위한 플랜지 링과 같은 적용에 사용된다.
- [0020] 본 발명의 일구현에는 2축 브레이드, 폴라 직조 직물, 키투어 직조 직물, 및 박판 구조의 세개의 엘리먼트 사이에 갭을 채우는 3차원으로 직조된 삼각형 형상의 엘리먼트를 포함하는 다중 엘리먼트 프리폼으로부터 제조된 비행기 윈도우 프레임이다.
- [0021] 본 발명의 일구현에는 2축 브레이드, 키투어 직조 직물과 3차원으로 직조된 형상의 엘리먼트를 포함하는 다중 엘리먼트 프리폼으로부터 제조된 비행기 동체 프레임이다.
- [0022] 더욱 상세하게는, 본 발명의 일구현에는 키투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제1부분을 포함하는 복합재 구조를 강화하기 위해 사용되는 프리폼이고, 상기 키투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 혼합직조된 경사의 한개이상의 레이어를 포함하고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 키투어 직조 직물에서 키투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 혼합직조된 복수의 실을 포함한다. 상기 프리폼은 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분에 부착된다. 상기 프리폼은 바이어스 직물과 폴라직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제3부분을 포함하고, 상기 폴라 직조 직물은 평평한 곡선모양의 구성을 폴라 직조 직물에 주기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라 직조 직물의 한쪽 측면모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수의 경사의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조된다.
- [0023] 또한, 본 발명의 다른 구현에는 키투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교대로 적층되는 복수의 레이어를 가지는 제1부분과 매트릭스 재료를 포함하는 프리폼으로 강화된 복합재 구조이고, 상기 키투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 혼합직조된 경사의 한개이상의 레이어를 포함하고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 키투어 직조 직물에서 키투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 혼합직조된 복수의 실을 포함한다. 상기 프리폼은 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분에 부착된다. 상기 프리폼은 폴라직물과 바이어스 직물이 교대로 적층되는 레이어를 가지는 제3부분을 더 포함하고, 상기 폴라 직조 직물은 평평한 곡선모양의 구성을 폴라 직조 직물에 부여하기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라 직조 직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수 경사의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조된다.
- [0024] 본 발명의 다른 구현에는 키투어 직조 직물과 바이어스 직물의 복수의 레이어가 교번되게 적층함으로써 제1부분을 제조하는 단계를 포함하는 복합재 구조를 강화하기 위해 사용되는 프리폼 제조방법이고, 상기 키투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 경사의 한개이상의 레이어를 혼합직조함으로써 제조되고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 직조된 후 키투어 직물에서 키투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도로 복수의 실을 혼합직조함으로써 제조된다. 상기 방법은 직물을 3차원으로 직조함으로써 제2부분을 성형하는 단계를 더 포함한다. 상기 방법은 또한 폴라 직물과 바이어스 직물의

복수 레이어를 교번되게 적층함으로써 제3부분을 제조하는 단계를 더 포함하고, 상기 폴라 직조 직물은 평평한 곡선 모양의 구성을 폴라 직조 직물에 부여하기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라 직조 직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수 경사의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조된다.

- [0025] 본 발명의 또 다른 구현예는 컨투어 직조 직물과 바이어스 직물의 복수 레이어를 교번되게 적층함으로써 제조되는 프리폼의 제1부분을 제조하는 단계를 포함하는 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조 제조방법이고, 상기 컨투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 경사의 한개이상의 레이어를 혼합직조함으로써 제조되고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 직조된 후 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 경사와 위사의 한개이상의 레이어에 대하여 비스듬한 각도복수의 실을 혼합직조함으로써 제조되고; 및 상기 프리폼에 매트릭스 재료를 주입한다. 상기 방법은 직물을 3차원으로 직조함으로써 프리폼의 제2부분을 성형하는 단계; 및 상기 제2부분을 제1부분에 부착하는 단계를 더 포함한다. 또한, 상기 방법은 폴라 직조 직물과 바이어스 직물의 복수 레이어를 교번되게 적층함으로써 프리폼의 제3부분을 성형하는 단계를 포함하고, 상기 폴라 직조 직물은 평평한 곡선모양의 구성을 폴라 직조 직물에 부여하기 위해 곡선모양의 경사를 만들도록 폴라 직조 직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리까지 복수 경사의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 제조된다.
- [0026] 따라서, 본 발명의 목적은 3차원 구조를 위해 개개의 강화 직물 또는 플라이를 절단 및 닥트(dart)할 필요를 제거하는데 있다.
- [0027] 상기한 구조의 제조를 단순화하고 노동력 필요를 절감하는데 본 발명의 다른 목적이 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 목적은 대안적인 디자인으로 3차원 프리폼 및/또는 현재의 프리폼의 향상 및/또는 강화된 복합재 구조를 이용가능하게 제공하는데 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 목적은 프리폼을 가지는 섬유 왜곡없이 형상을 가지도록 3차원 프리폼을 제공하는데 있다.
- [0030] 본 발명의 또 다른 목적은 폭넓게 다양한 3차원 구조를 만들기 위해 용이하게 형성된 강화직물의 제조방법을 제공하는데 있다.
- [0031] 본 발명의 또 다른 목적은 적절한 섬유배향, 전체적인 지오메트리, 레이어 두께의 균일성을 유지하는 직물 또는 섬유 프리폼의 제조방법을 제공하는데 있다. 그러나, 상기 제안된 발명은 특정한 횡단면 지오메트리 또는 0, 90 및 +/-45도의 섬유배향에 한정되지 않는다. 사실, 섬유 각도는 구조와 위치의 기능에 따라 특정화될 수 있고, 직물의 폭은 구조의 길이에 따라 변할 수 있다.
- [0032] 본 발명의 또 다른 목적은 넓은 범위의 프리폼을 용이하게 제조하고, 이전에 비싸고 구조적으로 비효율적이거나 만들수 없었던 복합재 구조물을 비용을 절감하고 구조적으로 효율적으로 만들기 위해 사용될 수 있다.
- [0033] 이와같은 목적과 잇점은 본 발명으로부터 분명할 것이다. 본 발명은 3차원 복합재 구조를 위한 적절한 강화로 특별히 설계된 프리폼을 제공하는 것에 관한 것이다. 상기 섬유 강화는 종래의 직조 기계에서 직조되고, 그 다음 수지의 주입 전에 섬유에서 바람직하지 못한 왜곡없이 최종 형상으로 접혀진다. 이것은 어떤 영역에서는 일부가 짧고 다른 영역에서는 길게 할 수 있도록 직조하는 동안 섬유의 길이를 조정함으로써 달성된다. 상기 섬유는 동일화되어 상기 프리폼은 접힘 시 부드러운 이송을 제공하는 형상으로 접혀진다. 예를 들어 미국특허 6,446,675를 참고문헌으로 참조할 수 있다. 또한, 직조된 프리폼을 참고문헌으로 참조하였지만, 브레이드 또는 스티치 본딩과 같은 부직포에도 적용가능하다는 것은 당업자에 의해 분명할 것이다.
- [0034] 본 발명의 더 나은 이해를 돕기위해, 작용효과 및 특정한 목적은 첨부한 상세한 설명에 의해 달성될 것이지만 본 발명의 일 구현예에 의해 한정되지 않는다.
- [0035] 이 명세서에서 "가지는" 및 "가지다"는 용어는 "포함하는"와 "포함하다"를 의미할 수 있고, 미국 특허법에서 "가지는" 및 "가지다"는 용어에 통상적으로 주어지는 의미를 가질 수 있다. "본질적으로 구성되는" 또는 본질적으로 구성되다"는 용어가 청구항에서 사용되면 미국특허법에서 이것에 주어지는 의미를 가진다. 본 발명은 다른 일면은 다음 설명(본 발명의 범위 내에서)에서 설명되거나 분명하여질 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 첨부도면은 본 발명의 더 나은 이해를 돕기위해 포함되고, 본 명세서에서 구체화되고, 명세서의 일부를 구성한다. 여기서 제공된 도면은 본 발명의 다른 구현예를 도시하고, 본 발명의 원리를 설명하게 위해 제공된다. 도면

에서:

도 1a 및 도 1b는 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼의 제조방법에서 단계를 보여준다;

도 2는 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼을 보여준다;

도 3a 및 3b는 도 2에 도시된 다방향으로 강화된 프리폼의 횡단면을 보여준다;

도 4는 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 플랜지 링 프리폼을 보여준다;

도 5는 도 4에 도시된 다방향으로 강화된 횡단면을 보여준다;

도 6a 및 6b는 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼의 사진을 보여준다;

도 7은 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼을 보여준다;

도 8은 도 7에 도시된 다방향으로 강화된 프리폼의 횡단면을 보여준다.

도 9는 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼의 제조방법의 단계를 보여준다; 및

도 10은 본 발명의 일구현예에 따른 다방향으로 강화된 프리폼의 제조방법의 단계를 보여준다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0037] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조하여 설명하면 다음과 같다. 그러나, 본 발명은 다양한 형태로 실시할 수 있고 본 명세서에 개시된 실시예에 의해 한정되지 않는 것으로 이해되어야 한다. 오히려, 이 설명되는 실시예는 이 명세서가 완전하고 당업자에게 본 발명의 사상을 전달하기 위해 제공된다.

[0038] 다음의 설명에서, 동일한 참조부호는 도면에 걸쳐 동일한 또는 상응하는 부분을 지시한다. 또한, 다음의 설명에서, "상부의", "하부의", "최상단의", "최하단의"와 같은 용어는 편의상의 용어이지 제한하는 용어로 이해되어서는 안된다.

[0039] 도면을 참조하면, 본 발명에 따른 일 구현예는 예를 들면 복합 터빈 팬 케이스, 제트 엔진 컨테인먼트(containment) 링, 비행기 동체(aircraft fuselage) 프레임, 비행기 윈도우 프레임 또는 비행기 엔진에서 엔진실(nacelle)을 장착하기 위해 플랜지 링과 같은 고강도 애플리케이션(application; 적용)에 사용하기 위한 다방향으로 강화된 섬유 프리폼의 제조방법에 관한 것이다.

[0040] 이 구현예에 따른 방법은 예를 들면 컨투어 직조(contour weaving), 폴라 직조(polar weaving), 2축 직조(braiding), 3축 직조, 워프-스티어링(warp-steering) 직조, 바이어스(bias) 직조, 선대칭이지만 비선대칭 특징을 포함하는 구조를 제조하기 위한 3차원 직조와 같은 2개 이상의 직물 제조기술을 조합하여 사용한다. 상기 용어 "워프-스티어링"과 "폴라 직조"는 이 부분의 뒤쪽 부분에서 더욱 상세하게 설명될 것이다.

[0041] 본 발명의 일 구현예에 따른 컨투어 직조는 맨드릴(mandrel) 주위에 직물을 성형함으로써 선대칭의 프리폼을 생산하기 위해 사용된다. 예를 들면, 특정형상으로 특별히 설계된 일련의 롤러가 프리폼을 성형하기 위해 사용될 수 있다. 컨투어 직조는 다른 길이의 워프 섬유를 가지는 프리폼을 생산하는 특정한 테이크업(take up) 시스템을 사용한다. 상기 다른 워프 길이는 최종 직물의 평면에 어느정도의 뒤틀림(curvature)을 발생시킨다. 컨투어 직조에서, 직물은 예를 들어 도 1(a)에 도시한 바와 같이 특정한 단면 모양을 취하도록 디자인된다. 본 발명의 일 구현예에 따라 성형된 다방향으로 강화된 구조 또는 섬유 프리폼의 예는 도 2에 도시되어 있다. 상기 도면은 동체 프레임(10)을 도시하고, 상기 프레임(10)의 상단과 하단 부분을 도시하는 단면도로서 도 3(a) 및 도 3(b)에 도시되어 있다. 동체 프레임은 통상의 비행기 설계에서 구조적인 엘리먼트이다. 통상적으로 많은 상기 프레임이 동체 안에 있고, 상기 프레임은 비행기 구조에서 주위 강화를 제공한다.

[0042] 상기 프레임(10)은 바람직한 폭과 두께를 가지고 상단 및 하단부를 가지는 원형 구조로 이루어진다. 프레임(10)의 주요부의 제조는 연속적인 직물을 컨투어 직조함으로써 시작한다. 컨투어 직조 공정은 맨드릴 형상 또는 이와 유사한 형상을 사용하는 컨투어 형상으로 워프 안을 공급하는 단계를 포함하고, 상기 직기에서 생산된 직물은 직기에서 빠져나온 후 컨투어 형상을 유지한다. 상기상기와 필(fill)(또는 웨프트;weft) 안은 직물에서 0° 와 90° 방향을 유지함으로써, 0° 와 90° 방향으로 강화하고, 0° 는 후프(hoop)방향(레이디얼 방향에 대하여 수직)이고, 90° 는 최종 구조 또는 프레임의 레이디얼 방향이다. 컨투어 직조는 또한 맨드릴로 감싸질 때 특정한 선대칭형상을 띠도록 직물이 재배치되도록 다른 길이의 워프 섬유를 포함하는 직물을 만들어낸다. 상기 맨드릴은 바람직한 최종 구조에 따라 실질적으로 어떤 바람직한 형상 또는 크기일 수 있다. 연속적인 플랜지 링이

최종 제품에서 필요한지 그렇지 않은지에 바탕을 두고, 상기 맨드릴은 링의 한쪽 측면 또는 양쪽 측면에 플랜지를 제공하거나 제공하지 않을 수 있다. 이것은 실린더형, 원형, 및/또는 원뿔형 부분의 구조가 단일 프리폼으로 결합되도록 한다. 예를 들면, 도 2에 도시된 동체 프레임에는 다리(30)(도 3b에 도시된)를 형성하는 원형 부분과 외부 플랜지(20)를 형성하는 실린더형 부분이 있다. 유사하게는, 도 6a 및 도 6b에 도시된 일반적인 이중 플랜지 링은 양쪽 모두 플랜지를 가진다. 상기 이중 플랜지 링의 정면도와 단면도가 각각 도 4 및 5에 도시되어 있다.

[0043] 컨투어 직조의 단점 중 하나는 상기 구조에서 편축, 후프, 레이디얼 강화가 없다. 상기 프리폼이 복합재료 (composite)로 처리될 때, 이러한 강화는 통상적으로 전단 및/또는 지지 강도를 향상시키는데 필요하다. 본 발명에서, 이러한 특징은 도 1b에 도시한 바와 같이 맨드릴 위에 감싸여질 때 컨투어 직물(44)의 하나 이상의 레이어 사이에 바이어스 직물(42)의 하나 이상의 레이어를 삽입함으로써 제공된다. 상기 바이어스 직물(42)은 연속적이거나 비연속적이고, 종래의 2D 직물을 $\pm 45^\circ$ 에서 커팅하거나 $\pm 45^\circ$ 로 직조된 튜브를 찢는 것과 같은 어떤 종래의 방법을 사용하여 제조될 수 있다.

[0044] 컨투어 직조 직물과 대조적으로, 바이어스 직물(42)은 바람직한 단면 형상을 가지도록 미리 배치되지 않는다. 그러나, 플랜지와 같은 특징을 형성하기 위해 코너 주위에 감싸질 때 이 직물에서 섬유는 '가위'를 허용할 수 있다. 이것은 $\pm 45^\circ$ 강화에서 섬유를 떨어뜨리지만, 이 효과는 가장 실용적인 적용을 위해 상대적으로 미미하고, 매우 큰 직경의 구조를 위해서는 무시해도 된다.

[0045] 따라서 바이어스 직물(42)이 삽입된 컨투어 직조직물(44)은 박판화된 복합재료와 유사하고 횡단면을 가지는 선대칭 구조(50)를 만든다. 이 박판화된 복합재 구조는 따라서 등방성 구성(즉, 0° , 90° , $+45^\circ$, 및 -45° 방향에서 동일한 양의 섬유);을 가지고; 그러나, 본 발명은 이러한 구성에 한정되지 않는다.

[0046] 정확하게 선대칭인 적용예에 있어서, 내부 플랜지(60), 테두리의 강화재, 또는 중간 부착링과 같은 추가적인 구성은 전에 언급했던 것처럼 컨투어 직물(44) 및/또는 바이어스 직물(42)을 사용하여 제조될 수 있다. 많은 구조적 적용예는 그러나 정확하게 선대칭적이지 않고, 도 3a 및 3b에 도시한 바와 같이 어떤 경우에는 추가로 구조적인 특징이 파이(Pi) 프리폼(40)과 같은 3차원 직조 직물을 사용하는 프리폼에 추가될 수 있다. 대칭의 파이 프리폼(40)의 사용은 단지 일례로 도시되었지만, 3차원 직조로 가능한 실질적으로 어떠한 형상도 이 목적을 위해 사용될 수 있다. 추가적인 3차원으로 직조된 프리폼을 부착하여 형성된 특징은 후프 방향으로 접착이 필요하지만, 상당한 강도의 불이익을 피하기 위해 이 접착은 상기 구조의 더 가벼운 장착부(45)에 통상적으로 위치될 수 있다. 상기 파이 프리폼(40)은 미국특허 6,446,675에 개시된 방법을 참고하여 제조될 수 있다.

[0047] 상기 컨투어 직조 직물, 바이어스 직물 및 파이 프리폼은 예를 들면 카본, 나일론, 레이온, 폴리에스터, 파이버글라스, 면, 유리, 세라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌, 또는 당업자에게 알려진 다른 어떤 재료와 같은 재료로부터 만들어질 수 있다. 상기 최종 구조는 예를 들면 수지 필름 주입(RFI:Resin Film Infusion), 수지 이송몰딩 또는 화학증기여과법과 같은 수지주입방법을 사용하여, 예를 들면 에폭시, 폴리에스테르, 비닐-에스테르, 세라믹, 및 카본과 같은 매트릭스 재료로 주입됨으로써, 3차원 복합재 구조를 제조한다.

[0048] 따라서, 본 발명의 일 구현예는 복수의 컨투어 직조 직물과 바이어스 직물의 층이 교번하는 제1부분(Portion)을 포함하는 성형방법과 직조 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조이고, 상기 컨투어 직물은 위사(weft yarn)의 1개 이상의 레이어들과 혼합직조된 경사(warp yarn)의 한개 이상의 레이어들을 포함하고, 상기 한개 이상 레이어의 경사는 컨투어 직조직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 한개 이상 레이어의 경사 및 위사에 대하여 경사각도로 혼합직조되거나 직조된 복수의 실과; 매트릭스 재료를 포함한다. 상기 복합재 구조는 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분과 부착된다.

[0049] 본 발명의 근본적인 잇점은: 1) 실린더 좌표계와 관련있고, 본 발명에 따른 프리폼은 후프에 대하여 $\pm 45^\circ$ 에서 강화뿐만 아니라, 후프와 축방향으로 연속적인 강화를 가진다. 이것은 최종 복합재 엘리먼트의 강도와 강성을 모두 향상시킨다; 2) 상기 프리폼은 커팅 및 투사가 필요하지 않고 바람직한 형상을 만들기 위해 처리됨으로써, 후프 섬유에서 불연속성을 제거한다. 이것은 강도를 향상시킬뿐만 아니라 프리폼을 구성하는데 필요한 수작업을 감소시킨다는 것이다. 다른 잇점은 3) 곡선부를 따라 바람직한 섬유방향을 유지하고; 4) 곡선부를 따라 내부에서 외부 레이디얼 포인트까지 재료의 적용범위를 균일화하고; 5) 필요한 횡단면 지오메트리를 생산하고; 6) 비용의 효율성을 포함한다.

[0050] 본 발명에 따른 다른 구현예는 예를 들면 비행기 윈도우 프레임과 같은 복잡한 만곡을 쉽게 형성하도록 적층물 (laminate)을 제조하기 위해 워프 스티어링, 플라 직조, 컨투어 직조, 2축 직조, 3축 직조 및/또는 3차원 직조

를 결합하는 방법이다.

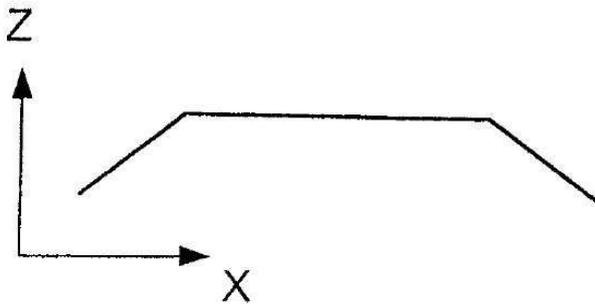
- [0051] 상기 용어 "워프 스티어링"은 경사(warp yarn)용 차등적 테이크업 시스템(differential take-up system)에 관한 것이고, 상기 시스템은 필요한 형상으로 경사를 조정하고, 직물 또는 프리폼의 X-Y 평면에서 어떠한 형상을 실질적으로 형성할 수 있는 프리폼을 제조하기 위해 스트레이트 직조, 폴라 직조 또는 이것의 조합을 허용한다. 상기 워프 스티어링(STEER) 직물의 일례는 도 10에 도시되어 있고, 상기 직물(100)은 평면에서 평평하고, X-Y 평면에서 곡면을 가진다. 상기 배열에서, 각 경사는 다른 경로 길이를 가질 수 있다. 워프 스티어링과 컨투어 스티어링 둘다는 특정한 테이크업 시스템을 사용하여 다른 길이의 워프 섬유를 가지는 직물을 제조한다. 상기 다른 워프 길이는 최종 직물에 어떤 만곡(CURVATURE)(워프 스티어링용 직물의 평면과 컨투어 직조를 위한 평면)을 발생시킨다. 워프 스티어링의 경우에, 상기 직물은 평평해지도록 직조되고, 상기 직물은 특정한 횡단면 형상을 가지도록 디자인된다.
- [0052] 본 발명에 따른 일 구현예는 도 7에 도시한 바와 같이 비행기 윈도우 프레임(15)이다. 다수 엘리먼트 구조 또는 윈도우 프레임(15)을 형성하는 엘리먼트를 보여주는 횡단면도는 도 8에 도시되어 있다. 상기 구조(15)는 4개의 다르게 직조된 폼을 포함하고, 상기 폼은 이의 제조시 사용된다. 이 폼들의 조합은 프리폼이 개개의 층(PLY)의 컷팅 및 투사 없이 제조되는 것을 허용한다. 이러한 컷들과 닳트(dart)들을 제거하면 최종 구조의 성능뿐만 아니라 강도를 개선한다.
- [0053] 상기 구조 또는 프레임(15)은 상단 랩(25)(wrap), 내부 랩(35), 외부 랩(55), 갭 필러(65)를 포함한다. 상기 상단 랩(25)은 바이어스 직물과 폴라 직물 또는 컨투어 직조직물이 교번하는 레이어들의 레이업(layer-up)이다. 상기 바이어스 직물은 연속적이거나 불연속적이고, $\pm 45^\circ$ 에서 종래의 2차원 직물을 절단하거나 또는 $\pm 45^\circ$ 2축 직조튜브를 슬리팅하는 것과 같은 종래의 어떤 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 레이디얼 방향으로 배향된 워프 섬유 또는 실(72)과 후프방향으로 배향된 필 섬유 또는 실(74)로 폴라 직조된 직물(70)은 도 9에 도시한 바와 같이 상단 랩(25)의 평면 지오메트리를 만족하는 곡률반경을 가지도록 직조된다. 특히 폴라 직조는 구조의 경사를 휘게하는 방법이고, 적절한 필 실(74)(fill yarn) 방향을 유지한다. 이것은 직물 테이크업 시스템을 변경함으로써 달성된다. 특히, 상기 직물(70)은 도 9에 도시한 실린더 롤러(75) 및/또는 원뿔형 롤러를 사용하는 것과 같은 차등적인 직물 테이크업 시스템을 사용하여 직조된다. 원뿔형 롤러의 더 작은 직경 부분은 롤러의 더 큰 직경부분보다 롤러 회전마다 경사(즉 직물)를 더 작게 당긴다. 경사(72)의 이러한 차등적인 테이크업은 직물을 휘게함으로써, 폴라 형상을 직물(70)에 부여하고, 이의 길이방향의 모서리는 당업자에게 알려진 다른 엔드조인트 기술을 사용하거나 또는 경사를 혼합직조함으로써 결합될 수 있다. 상기 폴라 직물(70)은 원형으로 직조될 수 있고, 바람직한 최종 구조의 형상에 따라 경주장과 같은 고리형으로 성형될 수 있다. 워프 스티어링이 사용되면, 고리형은 직접 직조될 수 있고, 추가적인 어떤 성형도 필요하지 않다.
- [0054] 폴라 직조 직물(70) 또는 그 반대의 레이어 위로 2축 브레이드(braid)를 놓으므로써, 다방향 섬유방향으로 인해 0,90 및 +/-45도 강화의 균등한 분배가 달성될 수 있고, 이에 따라 두개 이상 레이어의 적층물을 성형할 수 있다. 상기 브레이드는 브레이드의 오려내기 작업에 의해 일찍 설명된 것처럼 표면의 만곡에 맞게 형성되는 슬리브(sleeving)로 구성된다.
- [0055] 도 8에 되돌아가면, 외부 랩(55)과 내부 랩(35)은 이전 구현예에서 설명된 것처럼 바이어스 직물과 컨투어 직조 직물의 교번하는 레이어로 구성된다는 점에서 서로 유사하다. 상기 바이어스 직물은 연속적이거나 불연속적이고, $\pm 45^\circ$ 에서 종래의 2차원 직물을 컷팅하거나 또는 $\pm 45^\circ$ 의 2축 브레이드 튜브를 슬리팅하는 것과 같은 종래의 어떤 방법을 사용하여 제조될 수 있다. 이 경우에, 컨투어 직조는 절단 또는 닳트(dart)될 필요 없고 컴포넌트의 형상에 맞게 형성될 수 있다. 상기 폴라 직물처럼, 컨투어 직물은 0, 90 강화를 제공하고, 브레이드는 +/-45도 강화를 제공한다. 상기 구조 또는 프레임(15)은 또한 갭 필러(65)를 포함하고, 이 필러는 도 8에 도시한 바와 같이 상단 랩(25), 내부 랩(35) 및 외부 랩(55) 사이에 갭을 채워주는 3차원 직조된 삼각형의 엘리먼트일 수 있다. 부직포와 같은 미디어의 다른 형태는 이러한 목적의 갭 필러를 위해 사용될 수 있다; 그러나 본 발명은 단지 3차원 직조된 직물 및/또는 부직포의 사용에 한정되지 않는다.
- [0056] 상기 컨투어 직조 직물, 바이어스 직조 직물, 브레이드, 폴라 직조 직물, 워프 스티어 직물 및 3차원 직조 직물은 예를 들면 카본, 나일론, 레이온, 폴리에스테르, 섬유 유리, 면, 유리, 세라믹, 아라미드, 및 폴리에틸렌, 또는 당업자에게 알려진 다른 어떤 재료로부터 만들어진다. 상기 최종 구조에 에폭시, 폴리에스테르, 비닐-에스테르, 세라믹, 및 카본과 같은 매트릭스 재료가 수지필름주입(RFI), 수지 이송 몰딩, 또는 화학 증기 여과법과 같은 수지주입방법을 사용하여 주입됨으로써, 3차원 복합체 구조를 형성한다.
- [0057] 따라서, 본 발명의 일구현예는 컨투어 직조 직물과 바이어스 직물이 교번하는 복수의 레이어를 가지는 제1부분

(PORTION)을 포함하는 프리폼으로 강화된 3차원 복합재 구조와 이의 제조방법이고, 상기 컨투어 직조 직물은 위사의 한개이상의 레이어와 혼합직조되는 경사의 한개이상의 레이어를 포함하고, 상기 경사의 한개이상의 레이어는 컨투어 직조 직물에서 컨투어 형상을 유지하고, 상기 바이어스 직물은 한개이상의 경사 및 위사에 대하여 비스듬한 각도에서 혼합직조 또는 브레이드된 복수의 실과; 매트릭스 재료를 포함한다. 상기 복합재 구조는 3차원으로 직조된 직물을 가지는 제2부분을 더 포함하고, 상기 제2부분은 제1부분에 부착된다. 상기 복합재 구조는 폴라 직조 직물과 바이어스 직물이 교대로 번갈아가면서 배치되는 복수의 레이어를 가지는 제3부분을 더 포함하고, 평평한 곡선 구성을 폴라 직조 직물에 덧붙이도록 곡선의 경사를 만들기 위해 폴라 직물의 한쪽 측면 모서리에서 반대쪽 측면 모서리 까지 복수의 경사 또는 워프 스티어링의 차등적인 직물 테이크업을 수행함으로써 폴라 직조 직물이 제조된다.

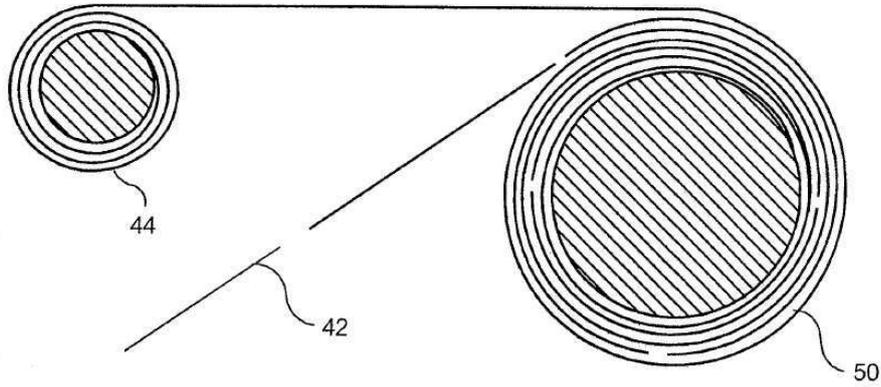
- [0058] 따라서, 본 발명에서 설명된 기술을 사용함으로써, 다음의 복합재 구조가 제조될 수 있다:
- [0059] 1- 전체적으로 컨투어 직조되고, 예를 들어 컨테이너먼트 링과 같은 컨투어 직조 프리폼의 한개이상의 레이어를 포함하는 선대칭 구조
- [0060] 2-한개 이상의 컨투어 직조 직물 레이어와, 예를 들어 플랜지 링과 같은 컨투어 직조 직물 사이에 삽입된 한개 이상의 바이어스 레이어를 포함하는 선대칭 구조; 및
- [0061] 3- 추가적인 바이어스 플라이(PLY) 없이 또는 를 가지는 한개이상의 컨투어 직조 직물 레이어와, 예를 들어 윈도우 프레임 또는 동체 프레임과 같은 추가적인 엘리먼트를 포함하는 선대칭 또는 비선대칭 구조. 상기 추가적인 엘리먼트는 3차원 직조, 폴라 직조, 및/ 또는 브레이딩을 사용하여 만들어진 플랜지, 강화재, 및/또는 바이어스 플라이를 포함할 수 있다. 따라서, 본 발명에 의하면 본 발명의 목적 및 잇점이 이해될 것이고, 바람직한 구현예가 개시되고 여기서 상세하게 설명되었지만, 이의 범위와 목적이 이것에 의해 제한되어서는 아니되며; 오히려 그 범위는 첨부한 청구범위에 의해 결정되어야 한다.

도면

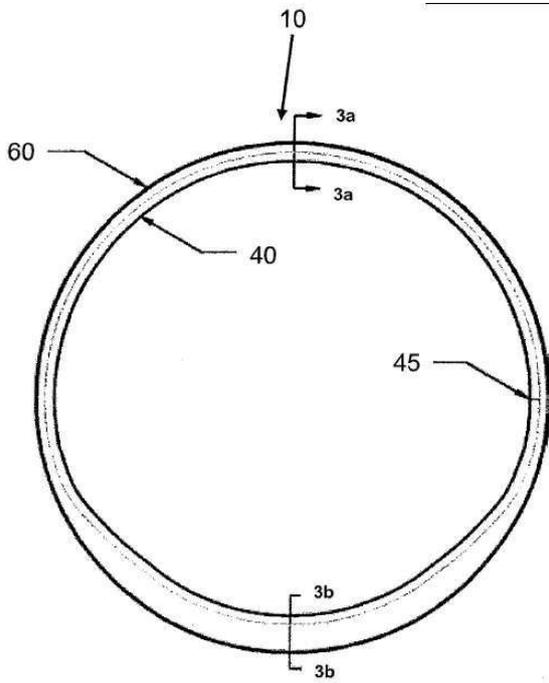
도면1a



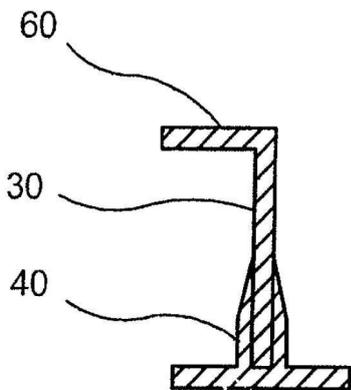
도면1b



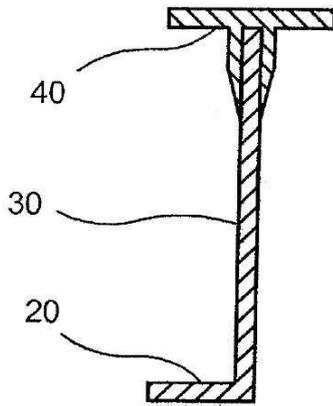
도면2



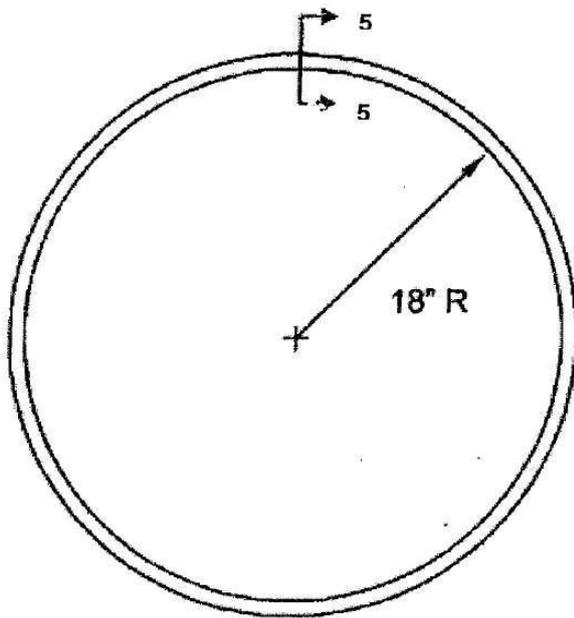
도면3a



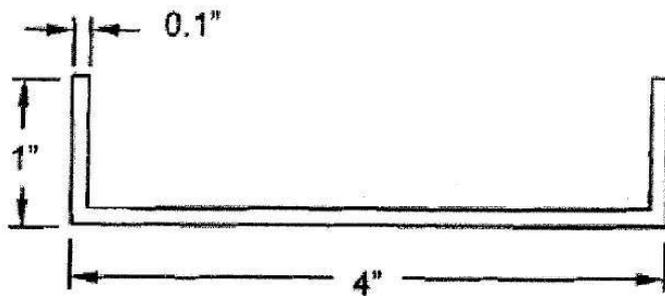
도면3b



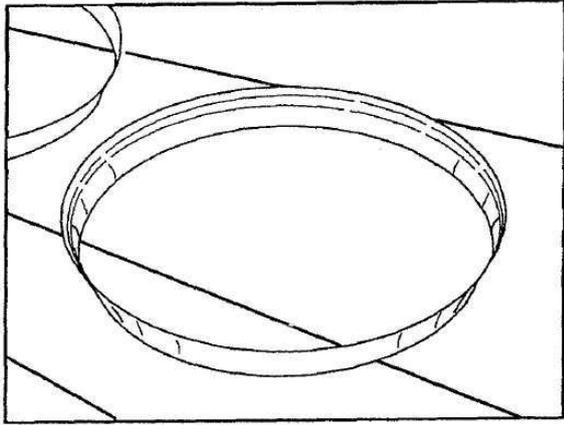
도면4



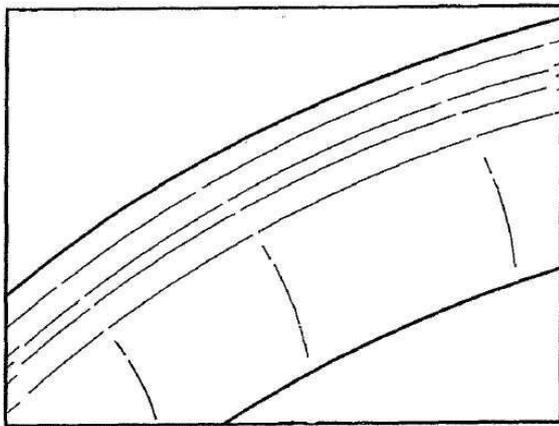
도면5



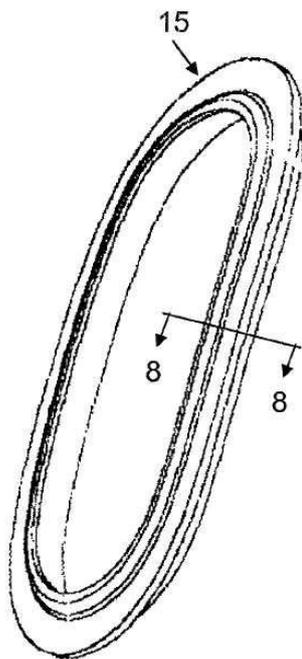
도면6a



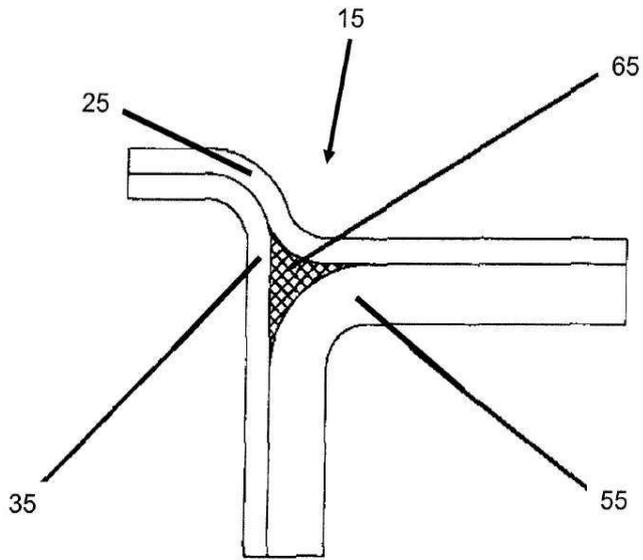
도면6b



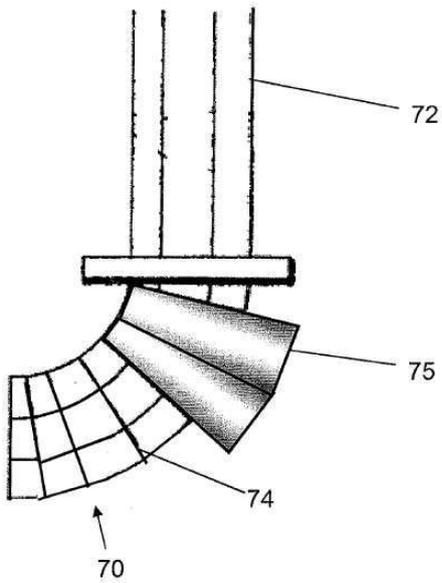
도면7



도면8



도면9



도면10

