



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0143690  
(43) 공개일자 2013년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B64C 1/06 (2006.01) B64C 1/12 (2006.01)  
B29C 70/06 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0046629  
(22) 출원일자 2013년04월26일  
심사청구일자 없음  
(30) 우선권주장  
13/531,583 2012년06월24일 미국(US)

(71) 출원인  
더 보잉 컴파니  
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버  
사이드 플라자  
(72) 발명자  
스티븐 이. 피어슨  
미국, 워싱턴 98037, 린우드, 62 피엘 더블유.  
18323  
매튜 엠. 휘트머  
미국, 워싱턴 98107, 시애틀, 엔더블유 57 스트리트  
839  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
강철중, 김윤배

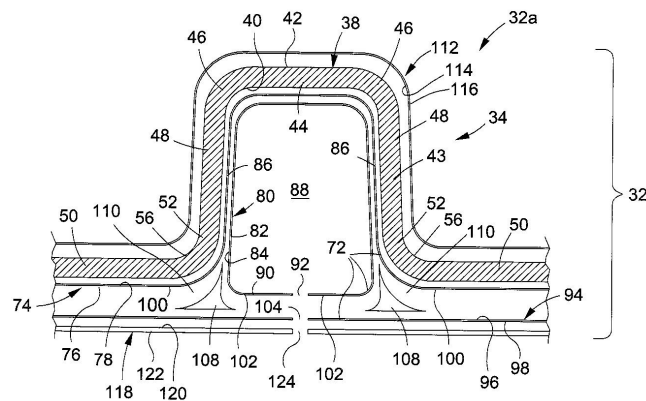
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 복합재 핫 보강재, 복합재 핫-보강 압력 웨브, 및 그 제조 방법

(57) 요약

복합재 핫 보강재, 복합재 핫-보강 압력 웨브, 및 그 제조 방법이 제공된다. 복합재 핫 보강재는 제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션을 갖는다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합된 다수의 복합재 강화 플라이를 더 갖는다. 다수의 복합재 강화 플라이는 복합재 핫 섹션의 제1 측에 결합된 바디 플라이, 바디 플라이에 결합된 랩 플라이, 및 바디 플라이 및 랩 플라이에 결합된 베이스 플라이를 포함한다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들을 더 갖는다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션의 제2 측에 결합된 외부 플라이를 더 갖는다.

대표도 - 도2a



(72) 발명자

**레베카 엠. 딕슨**

미국, 델라웨어 19809, 윌밍턴, 세튼 빌라 라인  
1542

**제이슨 엘. 피르코**

미국, 델라웨어 19810, 윌밍턴, 슈르즈버리 드라이  
브 105

**더글라스 쥐. 마르시니아크**

미국, 워싱턴 98258, 레이크 스티븐스, 69 스트리  
트 엔이 11018

**케네스 디. 커민스키**

미국, 워싱턴 98275, 무키테오, 72 피엘 에스더블  
유 4806

**마틴 쥐. 앤드류스**

미국, 펜실베이니아 19317, 차드 포드, 링 로드 451

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션(38)과;

복합재 핫 섹션(38)의 제1 측에 결합된 바디 플라이(74)와,

바디 플라이(74)에 결합된 랩 플라이(80), 및

바디 플라이(74) 및 랩 플라이(80)에 결합된 베이스 플라이(94)를 구비하여 구성되는, 복합재 핫 섹션(38)에 결합된, 다수의 복합재 강화 플라이(72);

복합재 핫 섹션(38)에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이(72) 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들(108); 및

복합재 핫 섹션(38)의 제2 측에 결합된 외부 플라이(112);를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

베이스 플라이(94)에 결합된 필 플라이(118)를 더 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

복합재 핫 섹션(38)이:

캡(44)과;

캡(44)의 대향하는 종단으로부터 연장되는 한 쌍의 웹(48);

한 쌍의 플랜지(50); 및

웹(48)의 쌍에의 플랜지(50)의 쌍을 각각 결합시키는 한 쌍의 필렛 반경(56);을 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

### 청구항 4

제3항에 있어서,

한 쌍의 플랜지(50)의 각각이 모서리가 잘려진 엣지(58)를 갖는 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

복합재 핫 보강재가 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 더 갖는 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

복합재 핫 섹션(38)이 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프로 이루어진 다수의 핫 섹션 복합재 플라이(43)를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

다수의 복합재 강화 플라이(72)가 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물로 이루어진 다수의 복합재 플라이를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

외부 플라이(112)가 유리 재료 및 유리섬유 재료를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

외부 플라이(112)가 갈바닉 부식 보호 재료 및 드릴 브레이크아웃 보호 재료를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

복합재 핫 보강재가 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)이고 비경화 복합재 압력 웨브(140)에 본딩되는 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 11

제10항에 있어서,

비경화 복합재 압력 웨브(140)가 항공기 수평 압력 데크 압력 웨브(142) 및 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웨브(152)를 구비하여 구성된 것을 특징으로 하는 복합재 핫 보강재.

#### 청구항 12

풀-오프 하중의 영향을 감소시키고 압력 웨브의 안정성을 개선하기 위한 복합재 핫-보강 압력 웨브를 제조하는 방법으로, 방법으로:

미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 형성하도록 핫 툴(130)에서 복합재 핫 보강재(32)를 경화하는 단계로서, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)가,

복합재 핫 섹션(38)과,

복합재 핫 섹션(38)에 모두 결합된, 바디 플라이(74), 랩 플라이(80), 및 베이스 플라이(94)를 구비하여 구성된 다수의 복합재 강화 플라이(72),

복합재 핫 섹션(38)에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이(72) 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들(108),

및

복합재 핫 섹션(38)에 결합된 외부 플라이(112)를 구비하여 구성되는, 단계와;

복합재 핫-보강 압력 웹(30)을 형성하도록 비경화 복합재 압력 웹(140)에 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 본딩하는 단계;를 갖추어 이루어지고,

복합재 핫-보강 압력 웹이 적어도 반경 필러 누들에서 풀-오프 하중을 최소화하고 압력 웹의 안정성을 개선하는 것을 특징으로 하는 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법.

### 청구항 13

제12항에 있어서,

복합재 핫 보강재(32)를 경화하기 이전에, 복합재 핫 보강재에 필 플라이(118)를 결합하고, 경화 후, 복합재 핫 보강재로부터 필 플라이(118)를 제거하는 단계를 더 갖추어 이루어진 것을 특징으로 하는 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법.

### 청구항 14

제12항 또는 제13항에 있어서,

복합재 핫 보강재(32)를 경화하기 이전에, 복합재 핫 보강재에 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 부가하고, 경화 후 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 선택적으로 확대하는 단계를 더 갖추어 이루어진 것을 특징으로 하는 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법.

### 청구항 15

제12항 내지 제14항 중 어느 한 항에 있어서,

복합재 핫 보강재(32)를 경화하기 이전에, 가변 톨 반경 및 가변 누들 반경을 제어하는 단계를 더 갖추어 이루어지고, 본딩하는 단계가 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)에 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 본딩하는 단계를 더 갖추어 이루어진 것을 특징으로 하는 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본 개시는 일반적으로 복합재 강화 지지 구조(composite reinforcing support structures)에 관한 것으로, 특히 복합재 핫 보강재 구성(composite hat stiffener configurations), 및 항공기에서 이용하기 위한, 복합재 핫-보강 압력 웹(composite hat-stiffened pressure webs)를 형성하는데 이용되는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002] 복합재 구조는 광범위한 적용에 이용된다. 항공기 건조(aircraft construction)에 있어서, 복합재는 동체, 날개, 꼬리 부분 및 다른 구성요소를 형성하기 위해 증가하는 수량에 이용된다.

[0003] 예컨대, 칸막이 벽(bulkheads) 및 압력 데크(pressure decks)와 같은, 항공기 동체 구조는, 강화 보강재(reinforcing stiffeners)가 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널의 강도(strength), 강성(stiffness), 좌굴 저항(buckling resistance), 및 안정성(stability)을 개선하기 위해 부착 또는 결합될 수 있는 복합재 압력 웹(composite pressure web) 또는 스킨 패널(skin panels)을 갖추어 이루어지는 복합재 보강 패널 구조(composite stiffened panel structures)로 형성될 수 있다. 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널에 부착 또는 결합된 강화 보강재는 다양한 화물을 운송하도록 구성될 수 있다.

- [0004] 이러한 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널과 함께 이용된 알려진 강화 보강재는 I-빔 보강재(I-형상 단면을 갖는 빔)를 포함할 수 있다. 그러나, 이러한 알려진 I-빔 보강재로 보강된 알려진 I-빔 보강 복합재 패널은 I-빔 보강재의 부분인, 반경 필러(radius filler), 즉 "누들(noodle)"에서 또는 누들의 영역에서 강화 보강재의 부착된 플랜지(flange)에 대해 공통하는 반경(radius)에서 높은 풀-오프 하중(high pull-off loads)을 경험할 수 있다. 여기서 이용된 바와 같이, "풀-오프 하중(pull-off load)"은, 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널과 같은, 복합재 구성요소 부품이 구조에 부착 또는 결합되어 전단 하중 및/또는 모멘트 힘이 부착된 구조로부터 강화 보강재의 층간박리(delamination) 또는 분리(separation)를 야기시킬 수 있는 위치에서, 강화 보강재와 같은, 복합재 구성요소 부품(composite component part)에 인가된 전단 하중(shear load) 및/또는 모멘트 힘(moment force)을 의미한다. 여기서 이용된 바와 같이, "반경 필러 누들(radius filler noodle)"은, 강화 보강재와 같은, 복합재 구성요소 부품의 만곡된 조각의 반경에 의해 남겨지는 갭을 채우는데 이용되는 삼각형 단면을 갖춘 복합재 재료(composite material) 또는 접착제/에폭시 재료(adhesive/epoxy material)를 의미한다.
- [0005] 높은 풀-오프 하중에 기인하여 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널로부터 I-빔 보강재의 층간박리 또는 분리의 가능성을 감소시키기 위해, 많은 부가적인 반경 필러 엘리먼트(radius filler elements), 파스너(fasteners), 및/또는 앵글 피팅(angle fittings)이 I-빔 보강재가 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널에 부착 또는 결합되는 위치 또는 조인트에서 요구될 수 있다. 이러한 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 및/또는 앵글 피팅은 I-빔 보강재의 반경 필러 또는 누들 부분에서 층간박리의 위험을 감소시키기 위해 위치 또는 조인트에 대해 부가적인 구조적 강화를 제공하고 전단 하중 및/또는 모멘트 힘을 분배할 수 있다.
- [0006] 그러나, 이러한 많은 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 및/또는 앵글 피팅의 이용은 제조 시간을 증가시키고, 부품 갯수 및 비용을 증가시키며, 부품을 설치 및 유지하기 위한 노동력 및 제조 비용을 증가시키고, 구조의 완성에 있어서 전체적인 증가를 초래할 수 있다. 더욱이, 강화 보강재 또는 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널에 대해 기계적 파스닝(mechanical fastening)을 요구하는 파스너 또는 앵글 피팅의 이용은 복합재 재료 또는 구조에서 적절하게 크기가 만들어진 구멍(appropriately-sized holes)의 형성을 요구할 수 있다. 결국, 이는 복합재 재료 또는 구조에서 이들 구멍을 형성하기 위한 특정된 도구의 이용을 요구할 수 있다. 이러한 특정된 도구는 더욱 증가된 노동력 및 제조 비용을 초래할 수 있다.
- [0007] 따라서, 개선된 복합재 보강재 및 개선된 복합재 보강 구조와, 알려진 구성, 구조 및 방법을 극복하는 이점을 제공하는 개선된 복합재 보강재 및 개선된 복합재 보강 구조의 제조 방법에 대한 기술이 필요로 된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0008] 본 발명은 상기한 점을 감안하여 발명된 것으로, 상기한 필요성이 만족될 수 있는 개선된 복합재 보강재 및 개선된 복합재 보강 구조와 그 제조 방법을 제공함에 그 목적이 있다.
- [0009] 또한, 이하의 상세한 설명에서 논의되어지는 바와 같이, 알려진 구성, 구조 및 방법을 극복하는 상당한 이점을 제공할 수 있는 개선된 복합재 핫 보강재 및 개선된 복합재 핫-보강 구조와, 그 제조 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

### 과제의 해결 수단

- [0010] 본 발명의 실시예에 있어서, 복합재 핫 보강재가 제공된다. 복합재 핫 보강재는 제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션을 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합된 다수의 복합재 강화 플라이를 더 구비하여 구성된다. 다수의 복합재 강화 플라이는 복합재 핫 섹션의 제1 측에 결합된 바디 플라이와, 바디 플라이에 결합된 랩 플라이, 및 바디 플라이 및 랩 플라이에 결합된 베이스 플라이를 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들을 더 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션의 제2 측에 결합된 외부 플라이를 더 구비하여 구성된다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 복합재 핫-보강 압력 웹이 제공된다. 복합재 핫-보강 압력 웹은 비경화 복합재 압력 웹을 구비하여 구성된다. 복합재 핫-보강 압력 웹은 비경화 복합재 압력 웹에 본딩된 복합

재 핫 보강재를 더 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 미리-경화되고, 제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션을 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합된 다수의 복합재 강화 플라이를 더 구비하여 구성된다. 다수의 복합재 강화 플라이는 복합재 핫 섹션의 제1 측에 결합된 바디 플라이와, 바디 플라이에 결합된 랩 플라이, 및 바디 플라이와 랩 플라이에 결합된 베이스 플라이를 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들을 더 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션의 제2측에 결합된 외부 플라이를 더 구비하여 구성된다.

[0012] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 풀-오프 하중의 영향을 감소시키고 압력 웹의 안정성을 개선하기 위한 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법이 제공된다. 방법은 미리-경화된 복합재 핫 보강재를 형성하도록 핫 틀에서 복합재 핫 보강재를 경화하는 단계를 갖추어 이루어진다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션을 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재는, 복합재 핫 섹션에 모두 결합된, 바디 플라이, 랩 플라이, 및 베이스 플라이를 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들을 더 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재는 복합재 핫 섹션에 결합된 외부 플라이를 더 구비하여 구성된다. 방법은 복합재 핫-보강 압력 웹을 형성하도록 비경화 복합재 압력 웹에 미리-경화된 복합재 핫 보강재를 본딩하는 단계를 더 갖추어 이루어진다. 복합재 핫-보강 압력 웹은 반경 필러 누들에서 풀-오프 하중을 최소화하고 압력 웹의 안정성을 개선한다.

[0013] 논의된 특징, 기능, 및 이점은 개시된 다양한 실시예에서 독립적으로 달성될 수 있거나 이하의 설명 및 도면을 참조하여 알 수 있는 더욱 상세한 내용을 또 다른 실시예에 결합할 수도 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 복합재 핫-강화 압력 웹의 하나 이상의 예시적 실시예를 통합할 수 있는 항공기의 투시도의 도면이다.

도 2a는 슬롯(slot)을 구비하고 비경화된 상태(uncured state)에서의 개시된 복합재 핫 보강재의 실시예 중 하나의 전단면 확대도의 도면이다.

도 2b는 경화된 상태(cured state)에서의 도 2a의 복합재 핫 보강재의 도면이다.

도 3a는 모서리가 잘려진 엣지(chamfered edges)를 갖춘 개시된 복합재 핫 보강재의 실시예 중 하나의 전단면도의 도면이다.

도 3b는 도 3a에 도시된 원(3B)의 모서리가 잘려진 엣지의 근접도의 도면이다.

도 4a는 슬롯을 구비하지 않고 비경화된 상태에서 본 발명의 복합재 핫 보강재의 실시예 중 다른 하나의 전단면 확대도의 도면이다.

도 4b는 경화된 상태에서의 도 4a의 복합재 핫 보강재의 도면이다.

도 5a는 가변 툴 반경(variable tool radius)을 갖춘 핫 툴(hat tool)을 구비하는 툴 어셈블리 내에 개시된 복합재 핫 보강재의 실시예 중 하나의 전단면도의 도면이다.

도 5b는 일정한 툴 반경(constant tool radius)을 갖춘 핫 툴(hat tool)을 구비하는 툴 어셈블리 내에 도시된 본 발명의 복합재 핫 보강재의 실시예 중 다른 하나의 전단면도의 도면이다.

도 6a는 본 발명의 복합재 핫-보강 압력 웹의 실시예 중 하나의 투시도의 도면이다.

도 6b는 도 6a에 도시된 복합재 핫-보강 압력 웹의 복합재 핫 보강재의 확대 투시도의 도면이다.

도 7은 본 발명의 복합재 핫-보강 압력 웹의 실시예 중 하나를 구비하는 항공기 수평 압력 데크(aircraft horizontal pressure deck)의 하부 투시도의 도면이다.

도 8은 본 발명의 복합재 핫-보강 압력 웹의 실시예 중 다른 하나를 구비하는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽(aircraft aft wheel well bulkhead)의 부분의 후면 투시도의 도면이다.

도 9는 본 발명의 방법의 실시예 중 하나의 흐름도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 개시된 실시예는 개시된 실시예의 전부가 아닌 몇몇이 도시된 첨부되는 도면을 참조하여 더욱 상세히 설명된다. 실질적으로, 여러 다른 실시예가 제공될 수 있고 여기서 설명되는 실시예로 제한되는 것으로 해석되지 않아야 한다. 오히려, 이들 실시예가 제공되어 이들 개시는 철저하면서 완전하게 되고, 당업자에 대해 개시의 범위를 완벽하게 전달하게 된다.
- [0016] 도면을 참조하면, 도 1은 본 발명의 복합재 핫-보강 압력 웹(30)(도 6a, 도 7, 도 8 참조)의 하나 이상의 예시적 실시예를 통합할 수 있는 항공기(10)의 투시도의 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 항공기(10)는 동체(12), 기수(14), 조종실(16), 날개(18), 하나 이상의 추진 유닛(20), 수직 꼬리날개부(22), 및 수평 꼬리날개부(24)를 구비하여 구성된다. 도 1에 도시된 항공기(10)는 일반적으로 하나 이상의 복합재 핫-보강 압력 웹(30)을 갖춘 상용 항공기(commercial passenger aircraft)를 나타내며도 불구하고, 개시된 실시예의 기술은 다른 여객기, 화물기, 군용기, 회전날개 항공기(rotorcraft), 및 다른 형태의 항공기 또는 항공 운송수단(aerial vehicles)뿐만 아니라 항공우주 운송수단(aerospace vehicles), 위성, 우주 발사체(space launch vehicles), 로켓, 및 다른 항공우주 운송수단뿐만 아니라 보트 및 다른 선박(watercraft), 기차, 자동차, 트럭, 버스 또는 하나 이상의 복합재 핫-보강 압력 웹(30)을 갖춘 다른 적절한 구조에 적용될 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 있어서, 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이 복합재 핫 보강재(32)가 제공된다. 도 2a는 비경화 상태(34)에서 도시된, 즉 경화(cured), 동시-경화(co-cured), 또는 함께 결합 되기 전의, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 하나의 전단면 확대도의 도면이다. 도 2b는 경화된 상태(36), 즉 경화, 동시-경화, 또는 함께 결합된 후의, 도 2a의 복합재 핫 보강재(32)의 도면이다.
- [0018] 도 2a 및 도 2b에 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 복합재 핫 섹션(38; composite hat section)을 구비하여 구성된다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 복합재 핫 섹션(38)은 제 1 측(40) 및 제 2 측(42)을 갖는다. 복합재 핫 섹션(38)은 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 직조 직물(woven fabric), 또는 다른 적절한 복합재 테이프, 직물(fabric), 또는 섬유 강화 복합재 재료(fiber reinforced composite material)와 같은, 핫 섹션 복합재 플라이(43; hat section composite plies)(도 2a 참조)로 이루어진다.
- [0019] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 섹션(38)은 서로로부터 대향하는 종단(46; opposite ends)을 갖춘 캡(44; cap)을 구비하여 구성된다. 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 섹션(38)은 각각 캡(44)의 대향하는 종단(46)으로부터 연장되는 한 쌍의 웹(48) 또는 측벽을 더 구비하여 구성된다. 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 섹션(38)은 한 쌍의 플랜지(50; flanges)를 더 구비하여 구성된다. 각 플랜지(50)는 각 웹(48)의 베이스부(52)(도 2a 참조)로부터 각각 바깥쪽으로 연장된다. 플랜지(50)의 쌍은 구조 표면 또는 기판(54; substrate)(도 6a 참조)에 대해 복합재 핫 보강재(32)의 결합 또는 탑재를 용이하게 하도록 설계된다. 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 섹션(38)은 한 쌍의 필렛 반경(56; fillet radii)을 구비하여 구성된다. 한 쌍의 필렛 반경(56)은 각각 웹(48)의 쌍에 플랜지(50)의 쌍을 결합한다. 필렛 반경(56)의 쌍은 강도를 부가하여 플랜지(50)의 쌍의 교차점 또는 필렛에서 스트레스를 감소시킬 수 있고, 툴 또는 몰드 형상의 크래킹(cracking) 또는 부식(erosion)을 야기시킬 수 있는 예리한 구석을 제거하는 것에 의해 금형(tooling) 또는 몰딩(molding) 프로세스에 도움이 될 수 있다. 여기서 이용된 바와 같이, "필렛(fillet)"은 둥근 내부 구석(rounded internal corner)을 의미하고, "필렛 반경(fillet radius)"은, 이 경우 플랜지(50)의 쌍과 웹(48)의 쌍인, 필렛된 구성요소를 연결하는 원호(arc)의 반경을 의미한다.
- [0020] 각 플랜지(50)는 바람직하기는 모서리가 잘려진 엣지(58; chamfered edge)를 갖는다(도 3a 및 도 3b 참조). 도 3a는 각 플랜지(50)의 종단에서 모서리가 잘려진 엣지(58)를 나타내는, 복합재 핫 보강재(32d)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 하나의 전단면도의 도면이다. 여기서 이용된 바와 같이, "모서리가 잘려진 엣지(chamfered edge)"는 재료 또는 부품의 엣지 또는 구석을 절단 또는 제거하는 것에 의해 만들어진 평탄한 표면을 의미한다. 도 3a는 캡(44), 웹(48)의 쌍, 플랜지(50)의 쌍, 필렛 반경(56)의 쌍, 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106; composite hat stiffener slot opening), 반경 필러 누들(108; radius filler noodles)의 쌍(이하 상세히 논의됨), 및 복합재 핫 보강재(32d)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 베이스 중앙 플랜지(126; base center flange)를 나타낸다. 도 3b는 도 3a에 도시된 원호(3B)의 모서리가 잘려진 엣지(58)의 근접도의 도면이다. 접착제 블리드(adhesive bleed)에 기인하여 경화, 동시-경화, 본딩 또는 동시-본딩 후, 이러한 카울 플레이트(60)가 이용되면, 모서리가 잘려진 엣지(58)는 하나 이상의 카울 플레이트(60; caul

plates)(도 5a 및 도 5b 참조)의 제거 동안 야기될 수 있는 복합재 핫 보강재(32)의 층간박리를 방지하는데 도움을 준다. 도 3b에 도시된 바와 같이, 모서리가 잘려진 엷지(58)는 폭(64)을 갖춘 제1 부분(62)을 구비하여 구성될 수 있다. 제1 부분(62)의 종단은 실질적으로 베이스라인(66)에 수직이다(도 3b 참조). 도 3b에 더욱 도시된 바와 같이, 모서리가 잘려진 엷지(58)는 베이스라인(66)에 대해 각도(70)를 형성하는 제2 각도부(68; second angled portion)를 구비하여 구성된다. 모서리가 잘려진 엷지(58)의 각도(70)는 바람직하기는 베이스라인(66)에 대해 약 45도 이하 및 0도 보다 더 크거나 다른 적절한 크기의 각도일 수 있다. 각도(70)가 얇으면 얇을수록 본드라인 필링 저항(bondline peeling resistance)이 더 좋아진다. 선택된 각도(70)는 제조될 구조 또는 부품에 대한 제조 설계 제약 및 생산 허용오차(producibility tolerances)에 따를 수 있다.

[0021] 도 2a에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 복합재 핫 섹션(38)에 결합된 다수의 복합재 강화 플라이(72; composite stiffening plies)를 구비하여 구성된다. 복합재 강화 플라이(72)는 또한 서로에 대해 결합될 수 있다. 다수의 복합재 강화 플라이(72)는 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물 또는 테이프, 또는 다른 적절한 복합재 직조 직물, 테이프, 또는 섬유 강화 복합재 재료와 같은, 다수의 복합재 플라이(73)(도 6a 참조)를 구비하여 구성된다.

[0022] 복합재 핫 섹션(38)을 형성하는 핫 섹션 복합재 플라이(43)와 다수의 복합재 강화 플라이(72)를 형성하는 복합재 플라이(73)는, 예컨대 프리프레그 재료(prepreg material)와 같은, 매트릭스 재료(matrix material)에 의해 에워싸이고 매트릭스 재료 내에서 지지되는 강화 재료(reinforcement material)를 구비하여 구성될 수 있다. 강화 재료는 유리 또는 카본 섬유와 같은, 고-강도 섬유(high-strength fibers), 그래파이트(graphite), 방향족 폴리아미드 섬유(aromatic polyamide fiber), 유리섬유(fiberglass), 또는 적절한 강화 재료를 구비하여 구성될 수 있다. 매트릭스 재료는, 에폭시(epoxy), 폴리에스터(polyester), 비닐 에스터 수지(vinyl ester resins), PEEK(polyetheretherketone polymer), PEKK(polyetherketoneketone polymer), 비스말레이미드(bismaleimide), 또는 다른 적절한 매트릭스 재료와 같은, 다양한 폴리머 또는 수지 재료를 구비하여 구성될 수 있다. 여기서 이용된 바와 같이, "프리프레그(prepreg)"는 원하는 형상으로 형성하는데 충분히 유연한, 비경화 또는 부분적으로 경화된 수지로 주입되고, 이어 예컨대 강화고 단단한 섬유-강화 구조로 수지를 단단하게 하기 위해, 오픈 또는 오토클레이브(autoclave)에서 열의 인가에 의해 "경화(cured)"된, 직조(woven) 또는 브레이디드 직물(braided fabric), 또는 유리섬유 또는 카본 섬유인, 천과 같은(cloth-like) 테이프 재료를 의미한다. 핫 섹션 복합재 플라이(43) 및 복합재 플라이(73)는 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프 또는 직조 직물, 또는 다른 적절한 복합재, 직물, 또는 섬유 강화 복합재 재료를 구비하여 구성될 수 있다.

[0023] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 다수의 복합재 강화 플라이(72)는 바디 플라이(74; body ply)를 구비하여 구성된다. 바디 플라이(74)는 제1 측(76) 및 제2 측(78)을 갖는다(도 2a 참조). 바디 플라이(74)의 제2 측(78)은 복합재 핫 섹션(38)의 제1 측(40)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩된다. 도 2b에 도시된 바와 같이, 바디 플라이(74)가 복합재 핫 섹션(38)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되면, 바디 플라이(74)는 복합재 핫 섹션(38)의 제1 측(40)의 플랜지(50), 웹(48) 및 캡(44)에 통합된다. 다수의 복합재 강화 플라이(72)에 대해 상기 논의한 바와 같이, 바디 플라이(74)는 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물과 같은 복합재 직조 직물, CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 또는 다른 적절한 복합재 직조 직물, 테이프, 또는 섬유 강화 복합재 재료를 구비하여 구성된다.

[0024] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 다수의 복합재 강화 플라이(72)는 랩 플라이(80; wrap ply)를 구비하여 구성된다. 랩 플라이(80)는 제1 측(82) 및 제2 측(84)을 갖는다(도 2a 참조). 랩 플라이(80)의 제2 측(84)은 실질적으로 바디 플라이(74)의 제1 측(76)의 제1 부분(86)(도 2a 참조)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되고, 따라서 복합재 핫 섹션(38)에 결합된다. 랩 플라이(80)가 바디 플라이(74)를 매개로 복합재 핫 섹션(38)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되면, 랩 플라이(80)는 복합재 핫 섹션(38)의 제1 측(40)의 웹(48) 및 캡(44)에 통합된다. 다수의 복합재 강화 플라이(72)에 대해 상기 논의한 바와 같이, 바디 플라이(80)는 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물과 같은 복합재 직조 직물, CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 또는 다른 적절한 복합재 직조 직물, 테이프, 또는 섬유 강화 복합재 재료를 구비하여 구성된다. 랩 플라이(80)는 더욱 바람직하기는 단일 랩 직조 직물 플라이를 구비하여 구성된다. 랩 플라이(80)의 제1 측(82)은 복합재 핫 보강재(32)의 코어부(88; core portion)(도 2a 참조)에 인접한다. 랩 플라이(80)는, 1실시에에 있어서, 랩 플라이 슬롯 개구(92; wrap ply slot opening)(도 2a 참조)가 형성될 수 있는, 베이스부(90; base portion)를 더 갖는다. 다른 실시예에 있어서, 도 5a에 도시된 바와 같이, 랩 플라이(80)는 랩 플라이 슬롯 개구(92)를 갖지 않는다.

- [0025] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 다수의 복합재 강화 플라이(72)는 베이스 플라이(94; base ply)를 구비하여 구성된다. 베이스 플라이(94)는 제1 측(96) 및 제2 측(98)을 갖는다. 랩 플라이(94)의 제1 측(96)은 실질적으로 바디 플라이(74)의 제1 측(76)의 제2 부분(100)(도 2a 참조)에, 그리고 랩 플라이(80)의 베이스부(90)의 부분(102)(도 2a 참조)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되고, 따라서 복합재 핫 섹션(38)에 결합된다. 랩 플라이(94)가 바디 플라이(74)를 매개로 복합재 핫 섹션(38)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되면, 베이스 플라이(94)는 복합재 핫 섹션(38)의 제1 측(40)의 플랜지(50)에 통합된다. 다수의 복합재 강화 플라이(72)에 대해 상기 논의한 바와 같이, 베이스 플라이(94)는 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물과 같은 복합재 직조 직물, CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 또는 다른 적절한 복합재 직조 직물, 테이프, 또는 섬유 강화 복합재 재료를 구비하여 구성된다. 베이스 플라이(94)는 더욱 바람직하기는 단일 캡 직조 직물 플라이를 구비하여 구성된다.
- [0026] 도 2a에 도시된 바와 같이, 베이스 플라이(94)는, 1실시에에 있어서, 베이스 플라이 슬롯 개구(104; base ply slot opening)를 더 갖을 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 도 5a에 도시된 바와 같이, 베이스 플라이(94)는 베이스 플라이 슬롯 개구(104)를 갖지 않는다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 랩 플라이(80)에 베이스 플라이(94)가 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 또는 본딩되기 이전에, 베이스 플라이 슬롯 개구(104) 및 랩 플라이 슬롯 개구(92)는 경화 또는 본딩 동안 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106; composite hat stiffener slot opening)를 형성하도록 정렬될 수 있다. 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)는 경화 또는 본딩 동안 복합재 핫 보강재(32)의 변형을 방지하는데 이용될 수 있다. 더욱이, 복합재 핫 보강재(32)가 경화 또는 본딩될 때, 최종 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)는 작거나 원하는 만큼 크기가 충분히 크지 않을 수 있다. 따라서, 복합재 핫 보강재(32)의 경화 또는 본딩 후, 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)는, 예컨대 NDI(nondestructive inspection) 접근을 수용하기 위해, 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)의 크기를 확대 또는 증가시키도록 더욱 절단(cut) 또는 트림(trimmed)될 수 있다.
- [0027] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 한 쌍의 반경 필러 누들(108)을 구비하여 구성된다. 반경 필러 누들(108)의 쌍은 바람직하기는 복합재 핫 섹션(38)에 결합 또는 인접하고, 바람직하기는 사이에 배치되어 그 내에 배치되도록 반경 필러 누들(108)의 쌍을 위한 반경 필러 누들 영역(110)(도 2a 참조)을 형성하는 다수의 복합재 강화 플라이(72)를 교차시킨다. 이 출원의 목적을 위해, 용어 "반경 필러 누들 영역(radius filler noodle region)"은 복합재 핫 섹션(38)과 다수의 복합재 강화 플라이(72)가 함께하거나 교차하는 실질적으로 삼각형 영역을 의미한다. 반경 필러 누들(108)은 바람직하기는 롤 복합재 테이프(rolled composite tape)와 같은, 롤 테이프 재료(rolled tape material), 단방향 섬유(uni-directional fibers), 에폭시, 접착제, 테이프 및 접착제, 박판 테이프(laminated tape), 독립 기포 발포(closed cell foam), 목재(wood), 또는 다른 적절한 재료를 구비하여 구성된다. 바람직하기는, 복합재 핫 보강재(32)는 반경 필러 누들(108)에서 풀-오프 하중을 최소화하거나 반경 필러 누들(108)에서 풀-오프 하중의 영향을 감소시키고, 이는 풀-오프 하중에 반응하는 것에 대해 하나 이상의 반경 필러 엘리먼트(도시되지 않았음), 파스너(도시되지 않았음), 또는 앵글 피팅(도시되지 않았음)의 이용을 제거 또는 최소화를 초래할 수 있다. 결국, 이는 이러한 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅의 비용의 제거 또는 최소화, 그리고 이러한 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅을 설치 및 유지하는 노동력 및 제조 비용을 제거 또는 최소화하는 것에 기인하여 증가된 비용 절약을 초래할 수 있다.
- [0028] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 외부 플라이(112; outer ply)를 구비하여 구성된다. 외부 플라이(112)는 제1 측(114) 및 제2 측(116)을 갖는다(도 2a 참조). 외부 플라이(112)의 제1 측(114)은 복합재 핫 섹션(38)의 제2 측(42)에 결합, 예컨대 경화, 동시-경화, 본딩, 또는 동시-본딩된다. 바람직하기는, 외부 플라이(112)는, 예컨대 유리섬유 재료, 또는 다른 적절한 유리 재료와 같은, 유리 재료를 구비하여 구성된다. 바람직하기는, 외부 플라이(112)는 갈바닉 부식(galvanic corrosion)에 대해, 복합재 핫 보강재(32)에 인접하는, 인접하는 알루미늄 또는 강구조(steel structures)와 같은, 소정의 인접하는 금속 구조 또는 부품을 보호하는 갈바닉 부식 보호 재료를 구비하여 구성된다. 더욱이, 바람직하기는, 외부 플라이(112)는 드릴 브레이크아웃 보호 재료(drill breakout protection material)를 구비하여 구성된다.
- [0029] 도 2a 및 도 2b에 더욱 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32)는 필 플라이(118; peel ply)를 구비하여 구성된다. 필 플라이(118)는 제1 측(120) 및 제2 측(122)을 갖는다(도 2a 참조). 필 플라이(118)의 제1 측(120)은 베이스 플라이(94)의 제2 측(98)에 결합될 수 있다. 필 플라이(118)는 필 플라이 슬롯 개구(124)를 더 갖을 수 있다(도 2a 참조). 다른 실시예에 있어서, 도 5a에 도시된 바와 같이, 필 플라이(118)는 필 플라이 슬롯 개

구(124)를 갖지 않는다. 바람직하기는, 만약 존재한다면, 필 플라이 슬롯 개구(124)는 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 형성하기 위해 베이스 플라이 슬롯 개구(104) 및 랩 플라이 슬롯 개구(92)와 또한 정렬될 수 있다. 도 2a에 도시된 바와 같이, 필 플라이(118)가 베이스 플라이(94)에 결합되기 이전에, 베이스 플라이 슬롯 개구(104), 필 플라이 슬롯 개구(124), 및 랩 플라이 슬롯 개구(92)가 정렬될 수 있다. 바람직하기는, 필 플라이(118)는 이형제(release agent)로 코팅된 유리섬유 직물, 코팅 및 비코팅된 나이론 직물, 또는 다른 적절한 직물 재료와 같은 직물 재료를 구비하여 구성된다. 필 플라이(118)는 베이스 플라이(94)에 본딩될 수 있고, 필 플라이(118)는 바람직하기는 제거될 수 있음과 더불어 이용 후 떼어내어져 버려질 수 있다. 필 플라이(118)는 복합재 핫-보강 압력 웹(30)에 본딩되기 전에 노출될 수 있는 오물, 먼지 또는 오염으로부터 복합재 핫 보강재(32)를 보호하는데 이용될 수 있다(도 6a 참조). 더욱이, 필 플라이(118)는 본딩 표면을 준비하는데 이용될 수 있다. 필 플라이(118)는 경화, 라미네이팅, 또는 본딩이 예컨대 복합재 핫 보강재(32)를 샌딩/스커핑(sanding/scuffing)하기 전에 더 준비를 요구하지 않는 거친 표면을 남길 수 있다.

[0030] 도 4a는 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)(도 2a 참조)가 없고 비경화 상태(34)에서, 복합재 핫 보강재(32c)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 다른 하나의 전단면 확대도의 도면이다. 도 4b는 경화 상태(36)에서 도 4a의, 복합재 핫 보강재(32c)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 도면이다. 도 4a 및 도 4b는 복합재 핫 섹션(38)을 나타낸다. 바람직하기는, CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 직조 직물, 또는 다른 적절한 복합재 테이프, 직물, 또는 섬유 강화 복합재 재료와 같은, 핫 섹션 복합재 플라이(43)로 이루어진다(도 4a 참조). 도 4a 및 도 4b는 캡(44), 각각 캡(44)의 대향하는 웹(48)로부터 연장되는 웹(48)의 쌍 또는 측벽, 및 플랜지(50)의 쌍을 더 나타낸다. 도 4a 및 도 4b는 각각 웹(48)의 쌍에 플랜지(50)의 쌍을 결합하는 필렛 반경(56)의 쌍과, 반경 필러 누들(108)의 쌍, 코어부(88), 및 베이스 중앙 플랜지(126)를 더 나타낸다. 도 4a에 도시된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32c)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 바디 플라이(74)(도 4a 및 도 4b 참조), 랩 플라이(80)(도 4a 및 도 4b 참조), 및 베이스 플라이(94)(도 4a 및 도 4b 참조)를 구비하여 구성되는 다수의 복합재 강화 플라이(72)를 더 구비하여 구성된다. 도 4a 및 도 4b는 외부 플라이(112) 및 필 플라이(118)를 더 나타낸다.

[0031] 본 발명의 다른 예에 있어서, 도 6a에 나타난 바와 같이, 복합재 핫-보강 압력 웹(30)이 제공된다. 도 6a는 본 발명의 복합재 핫-보강 압력 웹(30)의 실시예 중 하나의 투시도의 도면이다. 도 6a에 도시된 바와 같이, 복합재 핫-보강 압력 웹(30)은, 위에서 상세히 논의된 바와 같이, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 하나를 구비하여 구성된다. 복합재 핫 보강재(32)는 바람직하기는 경화되고 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)의 형태이다. 도 6a는 구조 표면 또는 기관(54)에 본딩 또는 동시-본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 나타낸다. 바람직하기는, 도 6a에 있어서, 구조 표면 또는 기관(54)은, 비경화 복합재 압력 웹(140)과 같은, 압력 웹(139)이다. 바람직하기는, 비경화 복합재 압력 웹(140)의 표면은 평탄하거나 비교적 평탄하다. 따라서, 1실시예에 있어서, 복합재 핫-보강 압력 웹(30)은 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩 또는 동시 본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 구비하여 구성된다.

[0032] 도 6b는 도 6a의 복합재 핫-보강 압력 웹(30)의, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)의 형태의, 복합재 핫 보강재(32)의 확대 투시도의 도면이다. 도 6b에 도시된 바와 같이, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)의 형태의, 복합재 핫 보강재(32)는 복합재 핫 섹션(38)(도 6b 참조), 다수의 복합재 강화 플라이(72)(도 6b 참조), 외부 플라이(112)(도 6b 참조), 및 반경 필러 누들(108)의 쌍(도 6a 참조)을 구비하여 구성된다. 복합재 핫 섹션(38)(도 6b 참조)은 도 2a와 관련하여 앞에서 상세하게 논의되었고, 바람직하기는 캡(44)(도 2a 참조), 웹(48)의 쌍(도 2a 참조), 플랜지(50)의 쌍(도 2a 참조), 및 필렛 반경(56)의 쌍(도 2a 참조)을 구비하여 구성된다. 복합재 핫 섹션(38)은 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 직조 직물, 또는 다른 적절한 복합재 테이프, 직물, 또는 섬유 강화 복합재 재료와 같은, 핫 섹션 복합재 플라이(43)로 이루어진다(도 6a 참조).

[0033] 도 6b에 더욱 나타난 바와 같이, 복합재 강화 플라이(72)는 복합재 핫 섹션(38)에 인접하게 결합하기 위한 바디 플라이(74), 바디 플라이(74)에 인접하게 결합하기 위한 랩 플라이(80), 및 바디 플라이(74) 및 랩 플라이(80)에 인접하게 결합하기 위한 베이스 플라이(94)를 구비하여 구성된다. 베이스 플라이(94)(도 6b 참조)의 제2 측(98)(도 6a 및 도 6b 참조)은, 비경화 복합재 압력 웹(140)(도 6a 참조)과 같은, 구조 표면 또는 기관(54)(도 6a 참조)에 인접한다. 바디 플라이(74), 랩 플라이(80), 및 베이스 플라이(94)를 포함하는, 다수의 복합재 강화 플라이(72)는, 바람직하기는 CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 직물, CFRP(carbon fiber reinforced plastic) 테이프, 또는 다른 적절한 복합재 직조 직물, 테이프, 또는 섬유 강화 복합재 재료와 같은, 다수의 복합재 플라이(73)(도 6b 참조)를 구비하여 구성된다. 도 6b가 필 플라이(118)(도 2a 참조)를 도시하지 않음에도

불구하고, 필 플라이(118)는 베이스 플라이(94)의 제2 측(98)에 대해 이용되거나 인가될 수 있다. 복합재 핫-보강 압력 웹(30)는, 기존의 복합재 I-빔 강화 압력 웹(도시되지 않았음)와 비교하여, 비경화 복합재 압력 웹(140)에 대한 개선된 안정성을 제공하도록 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩된 복합재 핫 보강재(32)를 제공한다.

[0034] 실시예에 있어서, 도 7에 도시된 바와 같이, 비경화 복합재 압력 웹(140)는 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142; aircraft horizontal pressure deck pressure web)를 구비하여 구성될 수 있다. 도 7은 복합재 핫-보강 압력 웹(30a)와 같은, 복합재 핫-보강 압력 웹(30)의 실시예 중 하나에 따른 항공기 수평 압력 데크(144; aircraft horizontal pressure deck)의 하부 투시도의 도면이다. 도 7은 킬빔부(146; keel beam portion) 및 압력 데크부(148)를 구비하는 항공기 수평 압력 데크(144)를 나타낸다. 압력 데크부(148)는, 바람직하기는 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)의 형태의, 비경화 복합재 압력 웹(140)과 같은, 압력 웹(139)를 포함한다. 바람직하기는, 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)는 평탄하거나 비교적 평탄한 표면 압력 웹 또는 패넌을 갖는다. 이러한 실시예에 있어서, 복합재 핫-보강 압력 웹(30a)는 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)에 본딩 또는 동시-본딩된 다수의 복합재 핫 보강재(32a)(도 2a, 도 5a 참조)를 구비하여 구성된다. 더욱이, 이러한 실시예에 있어서, 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)에 본딩 또는 동시-본딩된 복합재 핫 보강재(32a)의 반경 필러 누들(108)의 쌍은 각각 가변 누들 반경(150; variable noodle radius)(도 5a 참조)을 구비하여 구성된다.

[0035] 도 8에 도시된 바와 같이, 다른 실시예에 있어서, 비경화 복합재 압력 웹(140)과 같은, 압력 웹(139)는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152; aircraft aft wheel well bulkhead pressure web)를 구비하여 구성될 수 있다. 도 8은 복합재 핫-보강 압력 웹(30b)의 형태와 같은, 복합재 핫-보강 압력 웹(30)의 실시예 중 하나를 구비하는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽(154)의 부분의 후면 투시도의 도면이다. 도 8은 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)의 형태의, 비경화 복합재 압력 웹(140)을 구비하는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽(154)의 부분을 나타낸다. 바람직하기는, 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)은 평탄하거나 비교적 평탄한 표면 압력 웹 또는 패넌을 갖는다. 이러한 실시예에 있어서, 복합재 핫-보강 압력 웹(30b)는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)에 본딩 또는 동시-본딩된 다수의 복합재 핫 보강재(32b)를 구비하여 구성된다. 더욱이, 이러한 실시예에 있어서, 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)에 본딩 또는 동시-본딩된 복합재 핫 보강재(32b)의 반경 필러 누들(108)의 쌍은 각각 일정한 누들 반경(156; constant noodle radius)(또한 도 5b 참조)을 구비하여 구성된다.

[0036] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 다수의 반경 필러 누들(108) 또는 반경 필러 누들(108)(도 2a 참조)에서 풀-오프 하중의 영향을 감소 또는 최소화하고, 다수의 반경 필러 누들(108) 또는 반경 필러 누들(108)(도 2a 참조)에서, 또는 복합재 핫-보강 압력 웹(30)에 의한 풀-오프 하중에 대한 임계(criticality)를 감소시키며, 비경화 복합재 압력 웹(140)(도 6a 참조)과 같은, 압력 웹(139)(도 6a, 도 7, 도 8 참조)의 안정성을 개선하기 위해 복합재 핫-보강 압력 웹(30)(도 6a 참조)를 제조하는 방법(200)이 제공된다. 도 9는 본 발명의 방법(200)의 실시예 중 하나의 흐름도이다. 특히, 압력 웹(139)의 새로운 구성이, 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽(154)(도 8 참조)을 위해 포함하는, 후미 바퀴 격납실 패넌과 같은, 바퀴 격납실 패넌과, 항공기 수평 압력 데크(144)(도 7 참조)를 위한 패넌을 제조하기 위해 제공된다.

[0037] 방법(200)은, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)(도 6a 참조)를 형성하도록 핫 툴(130; hat tool)(도 5a 및 도 5b 참조)에서 복합재 핫 보강재(32a)(도 5a 참조) 또는 복합재 핫 보강재(32b)(도 5b 참조)와 같은, 복합재 핫 보강재(32)를 경화시키는 단계(202)를 갖추어 이루어진다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 복합재 핫 섹션(38)(도 6b 참조)을 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는, 모두 복합재 핫 섹션(38)(도 6b 참조)에 결합된, 바디 플라이(74)(도 6b 참조), 랩 플라이(80)(도 6b 참조), 및 베이스 플라이(94)(도 6b 참조)를 구비하여 구성되는 다수의 복합재 강화 플라이(72)(도 6b 참조)를 더 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 복합재 핫 섹션(38)에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이(72) 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들(108)(도 6a 참조)을 더 구비하여 구성된다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 복합재 핫 섹션(38)에 결합된 외부 플라이(112)(도 6b 참조)를 더 구비하여 구성된다.

[0038] 도 5a는, 툴 또는 몰드 어셈블리(128; tool or mold assembly) 내에 도시된, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 하나의 전단면도의 도면이다. 도 5a에 도시된 바와 같은, 툴 또는 몰드 어셈블리(128)는, 오목형 핫 툴 또는 몰드(132; female hat tool or mold)와 같은, 핫 툴 또는 몰드(130)를

구비하여 구성된다.

[0039] 경화 이전에, 복합재 핫 보강재(32a)와 같은, 복합재 핫 보강재(32)는 복합재 핫 섹션(38)(도 6b 참조)의 핫 섹션 복합재 플라이(43)(도 6b 참조), 다수의 복합재 강화 플라이(72)(도 6b 참조)의 복합재 플라이(73)(도 6b 참조), 및 핫 툴 또는 몰드(130)(도 5a 참조)의 표면 상의 외부 플라이(112)(도 6b 참조)를 레이 업(laying up)하는 것에 의해 형성될 수 있다. 핫 섹션 복합재 플라이(43), 복합재 플라이(73), 및 외부 플라이(112)는 핫 툴 또는 몰드(130) 상의 핸드(hand)에 의해 레이 업될 수 있다. 반경 필러 누들(108)의 쌓은 바람직하기는 말려져 형성되어 핫 툴 또는 몰드(130)의 복합재 핫 보강재(32a)로 삽입된다. 대안적으로, 핫 섹션 복합재 플라이(43), 복합재 플라이(73), 및 외부 플라이(112)는, 복합재 핫 보강재(32)의 형상 내에 핫 섹션 복합재 플라이(43), 복합재 플라이(73), 외부 플라이(112), 및 반경 필러 누들(108)의 쌓을 형성하기 위해, 핸드에 의해 또는 자동 테이프 레이-업 머신의 이용을 통해 평탄한 금형 표면(flat tooling surface)과 같은 금형 표면(도시되지 않았음) 상에 레이 업되고, 이어 핫 드레이프 형성(hot drape forming) 또는 다른 알려진 형성 프로세스를 이용하는 프로세스에 의해, 핫 툴 또는 몰드(130)에 압축될 수 있다. 대안적으로, 다른 적절한 알려진 레이-업 또는 형성 프로세스가 이용될 수 있다. 경화하기 이전에, 맨드릴을 거쳐 또는 주위에 플라이를 감기 위해, 맨드릴(mandrel)(도시되지 않았음)이 핫 보강재(32a)와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 코어부(88)(도 2a 참조)에 삽입될 수 있고, 이어 맨드릴이 경화 후 제거된다. 맨드릴은 기술이 알려진 부드러운 금형(soft tooling) 또는 단단한 금형(hard tooling)을 구비하여 구성될 수 있다.

[0040] 도 5a에 도시된 바와 같이, 금형 또는 몰드 어셈블리(128)는 바람직하기는 카울 플레이트(60)를 더 구비하여 구성된다. 카울 플레이트(60)는 바람직하기는 복합재 핫 보강재(32)의 크기 및 형상과 유사한 크기 및 형상이다. 카울 플레이트(60)는 바람직하기는, 압력을 전달하고, 가변 툴 반경(135)으로 복합재 재료에 힘을 가하는데 도움을 주고 소정의 불규칙함을 매끄럽게 해서 매끄러운 표면을 제공하도록, 경화 동안 복합재 핫 보강재(32)와 접촉하여 위치된다.

[0041] 도 5a에 도시된 바와 같이, 금형 또는 몰드 어셈블리(128)는 바람직하기는 블래더 엘리먼트(134; bladder element)를 더 구비하여 구성된다. 블래더 엘리먼트(134)는 바람직하기는 경화 동안 복합재 핫 보강재(32)에 대해 핫 툴 또는 몰드(130)의 내부로부터 압력을 가하기 위해 팽창성(inflatable)이다. 블래더 엘리먼트(134)는 바람직하기는 일정한 블래더 교차-섹션(138; constant bladder cross-section)을 갖는다. 블래더 엘리먼트(134)는 일정한 블래더 교차-섹션(138)을 갖고, 블래더 엘리먼트(134)의 반경은 바람직하기는 변경되지 않기 때문에, 복합재 핫 보강재(32)의 외부와 접촉하는 핫 툴 또는 몰드(130)의 반경을 제어하는 것이 중요하다. 1실시예에 있어서, 복합재 핫 보강재(32a)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)가 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 형성하기 위해 경화되고, 항공기 수평 압력 데크 압력 웨브(142)(도 7 참조)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웨브(140)에 대해 본딩 또는 동시-본딩되는 곳에서, 핫 툴 또는 몰드(130)는 바람직하기는 가변 툴 반경(135)(도 5a 참조)을 갖고, 반경 필러 누들(108)의 쌓은 각각 가변 누들 반경(150)(도 5a 참조)을 갖는다. 항공기 수평 압력 데크 압력 웨브(142)(도 7 참조)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웨브(140)에 본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 플라이 드롭(ply drops)을 갖추고, 따라서 가변 누들 반경(150)을 갖는다. 여기서 이용된 바와 같이, "플라이 드롭(ply drops)"은 일련의 짧아진(shortened) 또는 종결된(terminated) 개별 플라이들, 또는 예컨대 원하는 표면 윤곽 또는 형상을 갖춘 복합재 부품을 생성하도록, 두꺼운 단면으로부터 더 얇은 단면까지 두께 테이퍼링(thickness tapering)에 의해 달성된 라미네이션 또는 복합재 부품 내의 다양한 위치에서 도입된 플라이들의 그룹을 의미한다. 플라이 드롭은, 바람직하기는, 항공기 수평 압력 데크 압력 웨브(142)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웨브(140)와 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33) 사이에서, 비경화 복합재 압력 웨브(140)가 본딩 표면, 바람직하기는 평탄하거나 비교적 평탄한 본딩 표면을 허용하도록 경화된 위에 레이 업되는 핫 툴 또는 몰드의 BAJ(bond assembly jig) 표면에서 기계 가공된다. 항공기 수평 압력 데크 압력 웨브(142)에 본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)의 반경 필러 누들(108)의 쌓은 누들 충만율(noodle overfill ratio)을 갖추고, 이는 경화 동안 위축되는 반경 필러 누들(108)의 재료에 기인하여, 반경 필러 누들(108)이 충만되거나 예컨대 100%의 누들 충만율에 맞는 누들 영역 보다 더 크게 만들어질 수 있음을 의미한다.

[0042] 도 5b는, 금형 또는 몰드 어셈블리(128) 내에 도시된, 복합재 핫 보강재(32b)의 형태와 같은, 복합재 핫 보강재(32)의 실시예 중 다른 하나의 전단면도의 도면이다. 도 5b에 도시된 바와 같이, 금형 또는 몰드 어셈블리(128)는 오목형 핫 툴 또는 몰드(132)와 같은, 핫 툴 또는 몰드(130), 위에서 논의된 바와 같은 카울 플레이트(60), 및 위에서 논의된 바와 같은 블래더 엘리먼트(134)를 구비하여 구성된다. 블래더 엘리먼트(134)는 바람직하기는 일정한 블래더 교차-섹션(138)을 갖는다. 다른 실시예에 있어서, 복합재 핫 보강재(32b)와 같은, 복합재 핫 보강재(32)가 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 형성하기 위해 경화되고, 항공기 후미 바퀴 격납실

칸막이 벽 압력 웹(152)(도 8 참조)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩 또는 동시-본딩되는 곳에서, 핫 툴 또는 몰드(130)는 바람직하기는 일정한 툴 반경(136)(도 5b 참조)을 갖추고 반경 필러 누들(108)의 쌓은 각각 바람직하기는 일정한 누들 반경(156)(도 5b 참조)을 갖는다. 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142) 및 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152) 양쪽에 있어서, 가변 누들 반경(150)에 인접하는 부품 반경은 일정하다. 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)에 있어서, 반경은 일정하다. 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)에 있어서, 가변 툴 반경(135)은 일정하다. 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)(도 8 참조)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 플라이 드롭을 갖지 않고, 따라서 일정한 누들 반경(156)을 갖는다. 본 실시예에 따라 플라이 드롭이 없음에도 불구하고, 플라이 드롭은 바람직하기는, 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)와 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33) 사이에서, 바람직하기는 평탄하거나 비교적 평탄한 본딩 표면인, 본딩 표면을 허용하기 위해 비경화 복합재 압력 웹(140)의 표면으로 여전히 기계가공된다. 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)에 본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)의 반경 필러 누들(108)의 쌓은 115%의 누들 충만율을 갖을 수 있고, 이는 경화 동안 위축되는 반경 필러 누들(108)의 재료에 기인하여, 반경 필러 누들(108)이 충만되거나 예컨대 115%의 누들 충만율에 맞는 누들 영역 보다 더 크게 만들어질 수 있음을 의미한다.

[0043] 경화 단계(202)는 오토클레이브 경화 프로세스(autoclave curing process), 진공 백 경화 프로세스(vacuum bag curing process), 조합 오토클레이브 및 진공 배킹 경화 프로세스(combination autoclave and vacuum bagging curing process), 압력 몰드 경화 프로세스(compression mold curing process), 수지 트랜스퍼 몰딩 프로세스(resin transfer molding process), 상온 경화 프로세스(room temperature curing process), 또는 다른 적절한 경화 프로세스와 같은 알려진 경화 프로세스를 갖추어 이루어질 수 있다. 경화는 복합재 핫 보강재(32)를 효과적으로 경화하기 위해 재료 명세 당 요구되는 상승된 온도 및 압력에서 일어날 수 있다. 경화 동안, 복합재 핫 보강재(32)의 복합재 재료는 핫 툴 또는 몰드(130)의 형상을 단단하게 하고 유지한다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)가 형성되면, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 핫 툴 또는 몰드(130)로부터 제거될 수 있다.

[0044] 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200)은, 바람직하기는 복합재 핫-보강 압력 웹(30)(도 6a 참조)를 형성하기 위해, 비경화 복합재 압력 웹(140)(도 6a 참조)와 같은, 압력 웹(139)에서, 구조 표면 또는 기관(54)(도 6a 참조)에 대해 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)(도 6a 참조)를 본딩하거나 동시-본딩하는 단계(204)를 더 갖추어 이루어진다. 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 접착제 본딩, 동시-본딩, 2차 본딩, 또는 다른 알려진 본딩 또는 동시-본딩 프로세스를 매개로 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩 또는 동시-본딩될 수 있다. 본딩 단계(204)는 비경화 복합재 압력 웹(140)에 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)(도 6a 참조)를 효과적으로 본딩 또는 동시-본딩하기 위해 재료 명세 당 요구되는 상승된 온도 및 압력에서 일어날 수 있다.

[0045] 복합재 핫-보강 압력 웹(30)는 바람직하기는 다수의 반경 필러 누들(108)에서 또는 반경 필러 누들(108)에서 풀-오프 하중을 최소화하고 압력 웹(139)(도 6a 참조)의 안정성을 개선한다. 비경화 복합재 압력 웹(140)에 본딩 또는 동시-본딩된 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는, 기존의 알려진 복합재 I-빔 강화 복합재 압력 웹 또는 스킨 패널(도시되지 않았음)과 비교하여, 비경화 복합재 압력 웹(140)에 대한 개선된 안정성 및 좌굴 저항을 제공한다.

[0046] 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200)은 복합재 핫 보강재(32)를 경화하는 단계(202) 이전에, 복합재 핫 보강재(32)에 필 플라이(118)를 결합하고, 경화 후, 복합재 핫 보강재(32)로부터 필 플라이(118)를 제거하는 선택적 단계(206)를 갖추어 이루어질 수 있다. 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200)은 복합재 핫 보강재(32)를 경화하는 단계(202) 이전에, 복합재 핫 보강재(32)에 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 부가하고, 경화 후, 상기한 바와 같이, 복합재 핫 보강재 슬롯 개구(106)를 선택적으로 확대하는 단계(208)를 갖추어 이루어질 수 있다. 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200)은 복합재 핫 보강재(32)를 경화하는 단계(202) 이전에, 복합재 핫 보강재(32)의 플랜지(50)의 쌓(도 3a 및 도 3b 참조)의 엣지의 모서리를 자르는 선택적 단계(210)를 갖추어 이루어질 수 있다.

[0047] 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200) 중 본딩하는 단계(204)는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)(도 8 참조)에 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)를 본딩하는 선택적 단계(212)를 더 갖추어 이루어질 수 있다. 도 9에 더욱 도시된 바와 같이, 방법(200)은, 복합재 핫 보강재(32)를 경화하는 단계(202) 이전에, 가변 툴 반경(135)(도 5a 참조) 및 가변 누들 반경(150)(도 5a 참조)을 제어하는 선택적 단계(214)를 더 갖추어 이루어질 수 있고, 여기서 본딩하는 단계(204)는 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142)(도 7 참조)에 미리-

경화된 복합재 핫 보강재(33)를 본딩하는 것을 더 갖추어 이루어질 수 있다.

[0048] 당업자에 의해 이해되게 되는 바와 같이, 개시되는 새로운 복합재 핫-보강 압력 웹(30)를, 예컨대 항공기 수평 압력 데크(144)(도 7 참조) 및/또는 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽(154)(도 8 참조)에, 즉 복합재 바디화된 항공기의 바퀴 격납실 패널(wheel well panels)에 통합하는 것은 다수의 실질적인 이점을 초래한다. 복합재 핫 보강재(32)(도 2a 내지 도 5b 참조), 복합재 핫-보강 압력 웹(30), 방법(200)(도 9 참조)의 개시된 실시예는, 복합재 핫 섹션(38)의 차지 인터페이스(charge interface)에서 모든 3개의 차지 상에 인가된 복합재 직조 직물 플라이들로 만들어진 다수의 복합재 강화 플라이(72)를 갖는 복합재 테이프 복합재 핫 섹션(38)으로 이루어진, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)(도 6a 참조)를 이용하는 특정 설계를 제공하고, 미리-경화된 복합재 핫 보강재(33)는 복합재 테이프로 만들어지는 것과 같은 비경화 복합재 압력 웹(140)(도 6a 참조)에 본딩 또는 동시-본딩된다. 더욱이, 복합재 핫 보강재(32)(도 2a 내지 도 5b 참조), 복합재 핫-보강 압력 웹(30), 및 방법(200)(도 9 참조)의 개시된 실시예는, 항공기 수평 압력 데크 압력 웹(142) 및 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹(152)의 형태와 같은, 비경화 복합재 압력 웹(140)의 안정성, 강도, 및 좌굴 저항을 개선하는 설계를 제공한다. 이러한 설계는, 현존하는 또는 알려진 I-강화 압력 웹(도시되지 않았음)와 비교하여, 비경화 복합재 압력 웹(140)를 위한 개선된 안정성을 제공하고, 현존하는 복합재 I-강화 빔 또는 패널의 반경 필러 누들에서의 풀-오프 하중을 최소화하며, 따라서 고장을 방지하고 관련되는 풀-오프 하중을 수용하는데 전형적으로 이용되는 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅에 대한 필요성을 제거한다. 더욱이, 복합재 핫 보강재(32)(도 2a 내지 도 5b 참조) 및 복합재 핫-보강 압력 웹(30)의 개시된 실시예는 풀-오프 하중을 위한 여러 임계 상세를 갖추고, 따라서 도입된 풀-오프 하중을 처리하는 능력을 개선한다. 복합재 핫 보강재(32)(도 2a 내지 도 5b 참조), 복합재 핫-보강 압력 웹(30), 및 방법(200)의 개시된 실시예는, 풀-오프 하중에 작용하기 위한 하나 이상의 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅의 이용을 제거 또는 최소화하는 결과를 초래할 수 있는, 반경 필러 누들(108)의 쌍에서와 같이, 반경 필러 누들에서의 풀-오프 하중을 최소화할 수 있기 때문에, 이는 이러한 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅을 이용하는 비용의 제거 또는 이러한 최소화 및 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅을 설치 및 유지하는 노동력 및 제조 비용을 제거 또는 최소화하는 것에 기인하여 증가된 비용 절약을 초래할 수 있다.

[0049] 본 개시의 측면에 따르면, 비경화 복합재 압력 웹 및 비경화 복합재 압력 웹에 결합된 복합재 핫 보강재를 구비하여 구성된 복합재 핫-보강 압력 웹이 제공되고, 복합재 핫 보강재는, 미리-경화되고 제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션, 복합재 핫 섹션에 결합된, 복합재 핫 섹션의 제1 측에 결합된 바디 플라이와, 바디 플라이에 결합된 랩 플라이, 바디 플라이 및 랩 플라이에 결합된 베이스 플라이를 구비하여 구성되는, 다수의 복합재 강화 플라이, 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들, 및 복합재 핫 섹션의 제2 측에 결합된 외부 플라이를 구비하여 구성된다.

[0050] 유용하게, 비경화 복합재 압력 웹은 항공기 수평 압력 데크 압력 웹 및 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹을 구비하여 구성된다. 유용하게, 항공기 수평 압력 데크 압력 웹에 결합된 복합재 핫 보강재의 한 쌍의 반경 필러 누들은 각각 가변 누들 반경을 갖추어 이루어진다. 유용하게, 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹에 결합된 복합재 핫 보강재의 반경 필러 누들의 쌍은 각각 일정한 누들 반경을 갖추어 이루어진다. 유용하게, 비경화 복합재 압력 웹에 결합된 복합재 핫 보강재는, 기존의 복합재 I-빔 강화 압력 웹과 비교하여, 비경화 복합재 압력 웹에 대해 개선된 안정성을 제공한다.

[0051] 본 개시의 측면에 따르면, 제1 측 및 제2 측을 갖춘 복합재 핫 섹션, 복합재 핫 섹션에 결합된, 복합재 핫 섹션의 제1 측에 결합된 바디 플라이와, 바디 플라이에 결합된 랩 플라이, 바디 플라이 및 랩 플라이에 결합된 베이스 플라이를 구비하여 구성되는, 다수의 복합재 강화 플라이, 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들, 및 복합재 핫 섹션의 제2 측에 결합된 외부 플라이를 구비하여 구성된 복합재 핫 보강재가 제공된다. 유용하게, 복합재 핫 보강재는 반경 필러 누들의 쌍에서 풀-오프 하중을 최소화하고, 이는 풀-오프 하중에 작용하기 위한 하나 이상의 반경 필러 엘리먼트, 파스너, 또는 앵글 피팅의 이용을 제거 또는 최소화하는 결과를 초래한다.

[0052] 본 개시의 측면에 따르면, 풀-오프 하중의 영향을 감소시키고 압력 웹의 안정성을 개선하기 위한 복합재 핫-보강 압력 웹을 제조하는 방법이 제공되고, 방법은, 미리-경화된 복합재 핫 보강재를 형성하도록 핫 툴에서 복합재 핫 보강재를 경화하는 단계로서, 미리-경화된 복합재 핫 보강재가, 복합재 핫 섹션과, 복합재 핫 섹션에 모두 결합된, 바디 플라이, 랩 플라이 및 베이스 플라이를 구비하여 구성된 다수의 복합재 강화 플라이, 복합재 핫 섹션에 결합되고 다수의 복합재 강화 플라이 사이에 배치된 한 쌍의 반경 필러 누들, 및 복합재 핫 섹션에 결합된 외부 플라이를 구비하여 구성되는 단계와, 복합재 핫-보강 압력 웹을 형성하도록 비경화 복합재 압력

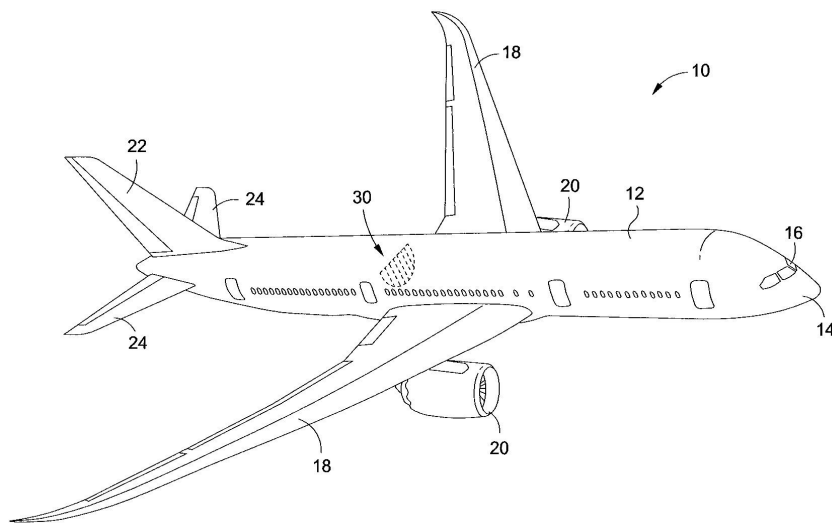
웹에 미리-경화된 복합재 핫 보강재를 본딩하는 단계를 갖추어 이루어지고, 복합재 핫-보강 압력 웹이 반경 필러 누들에서 풀-오프 하중을 최소화하고 압력 웹의 안정성을 개선한다.

[0053] 유용하게, 방법은 복합재 핫 보강재를 경화하기 이전에, 복합재 핫 보강재의 한 쌍의 플랜지의 엣지의 모서리를 자르는 단계를 더 갖추어 이루어진다. 유용하게, 방법은 항공기 후미 바퀴 격납실 칸막이 벽 압력 웹에 미리-경화된 복합재 핫 보강재를 본딩하는 단계를 더 갖추어 이루어진다.

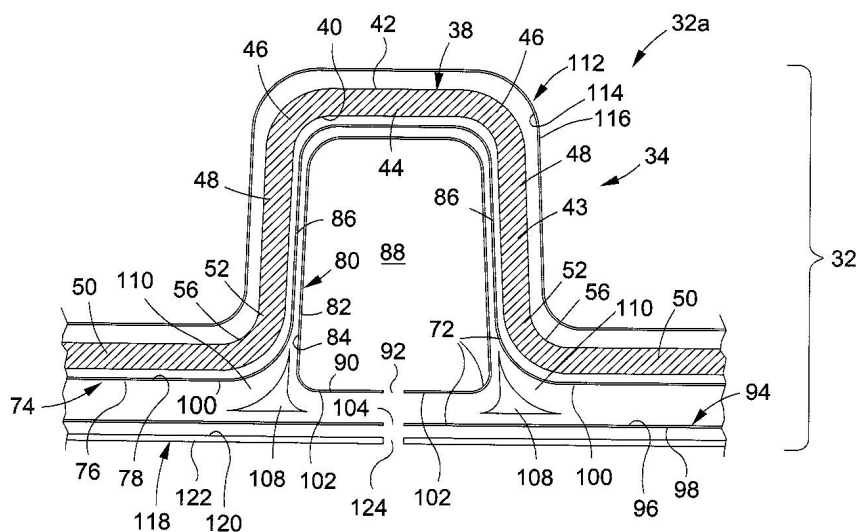
[0054] 개시의 많은 변형 및 다른 실시예는 이러한 개시가 상기 설명 및 관련 도면에 제시된 교시의 이점을 가지고 적용되는 당업자에게 생각나게 한다. 여기서 설명된 실시예는 실례로 됨을 의미하고 한정하거나 엄밀하게 되는 것으로는 고려하지는 않는다. 특정 용어가 여기서 채택되었음에도 불구하고, 일반적이고 설명적인 관점에서만 이용되고, 한정의 목적을 위해서는 이용되지 않는다.

## 도면

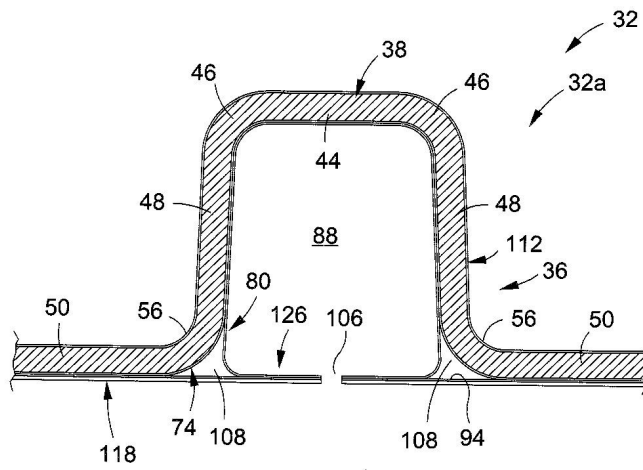
### 도면1



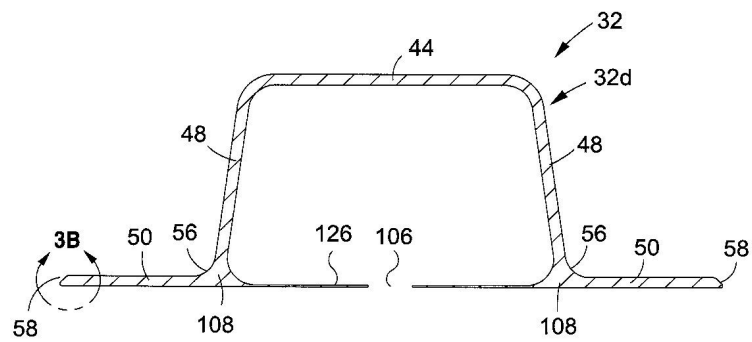
### 도면2a



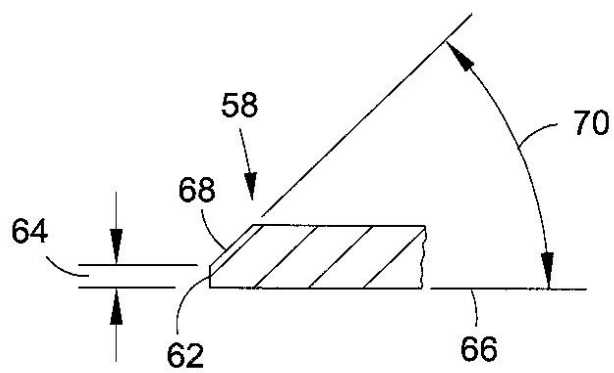
도면2b



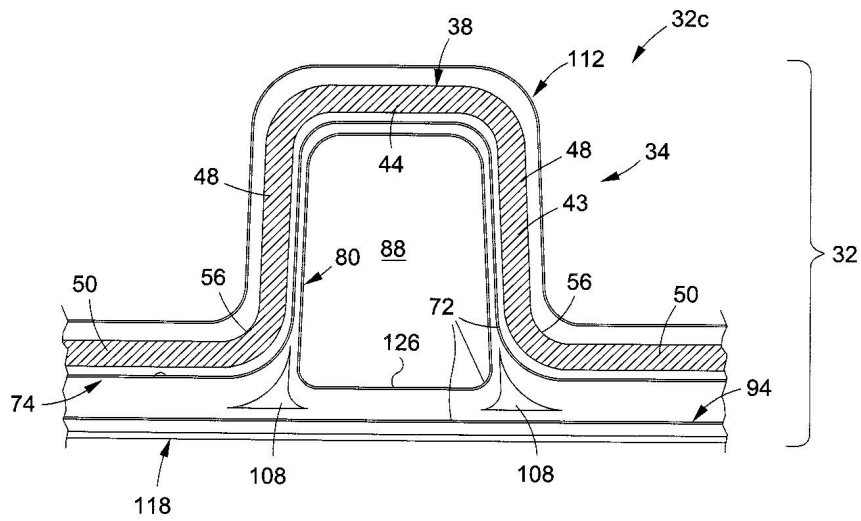
도면3a



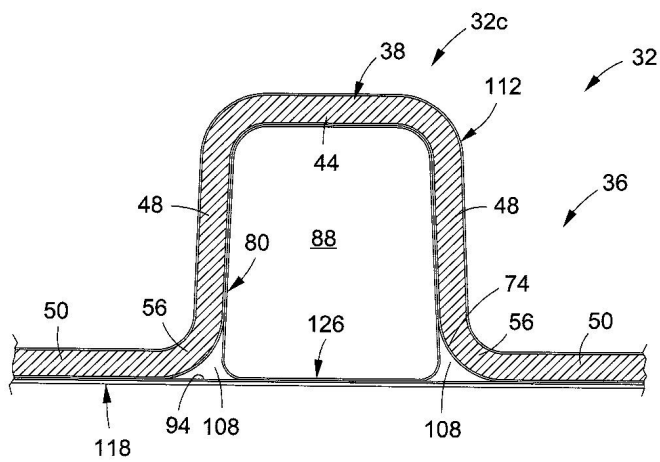
도면3b



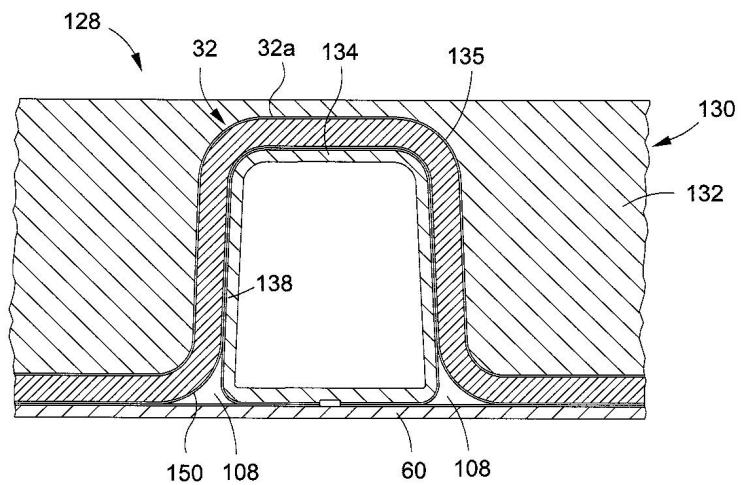
도면4a



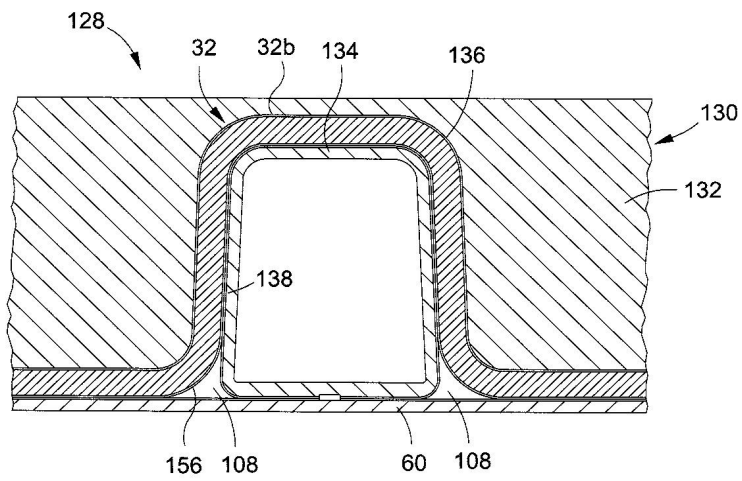
도면4b



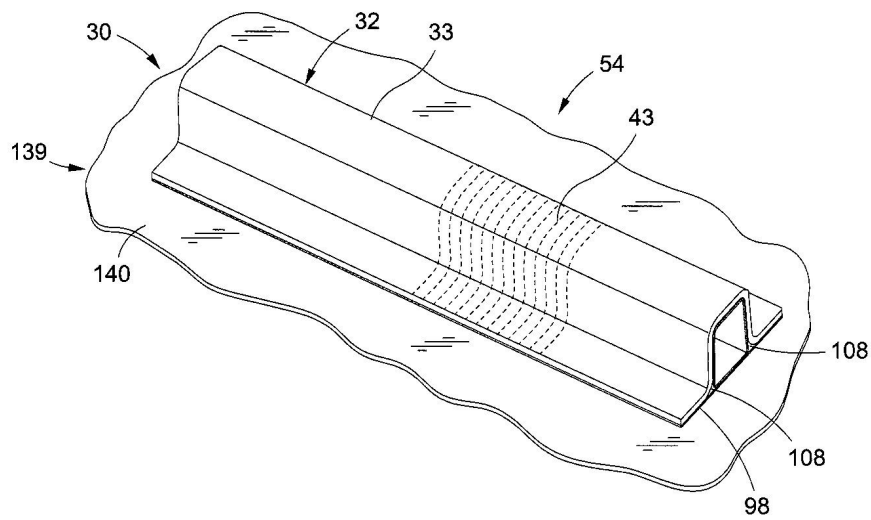
도면5a



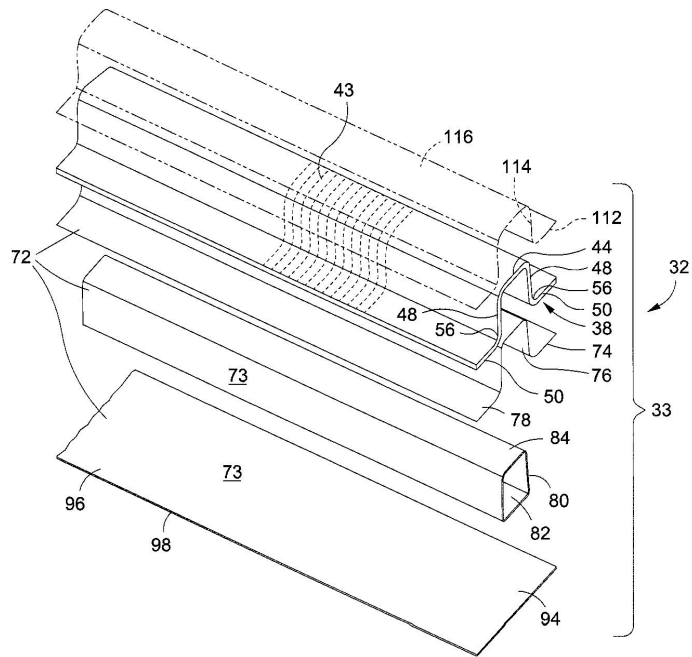
도면5b



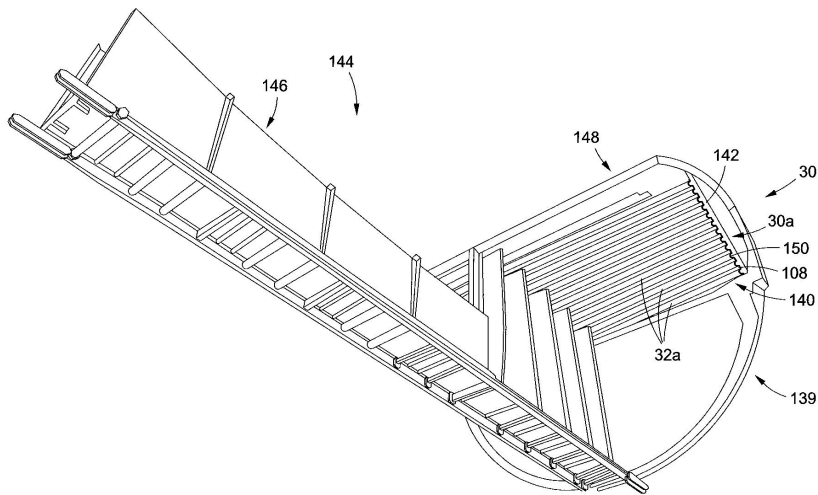
도면6a



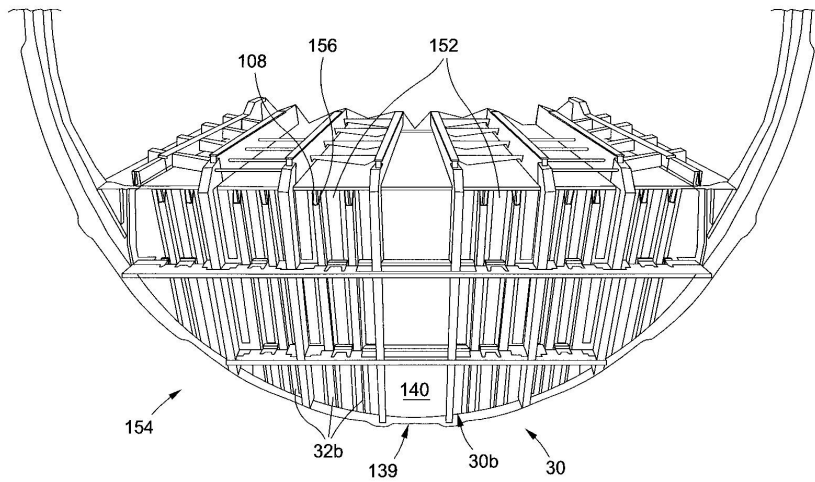
도면6b



도면7



도면8



도면9

