



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월17일

(11) 등록번호 10-2798003

(24) 등록일자 2025년04월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B32B 37/00 (2006.01) **B32B 3/26** (2006.01)
B32B 38/18 (2006.01) **B32B 5/02** (2020.01)

(52) CPC특허분류
B32B 37/0046 (2013.01)
B32B 3/266 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0151351
(22) 출원일자 2019년11월22일
심사청구일자 2022년11월17일

(65) 공개번호 10-2020-0079182
(43) 공개일자 2020년07월02일

(30) 우선권주장
16/229,024 2018년12월21일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
US04133711 A
US04711653 A
US04622091 A
US04511386 A

(73) 특허권자
더 보잉 컴파니
미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자

(72) 발명자
프라우스, 리차드 에이.
미국 60606 일리노이스 시카고 노스 리버사이드
플라자 100
할브리더, 엘런 제이.
미국 60606 일리노이스 시카고 노스 리버사이드
플라자 100
모딘, 앤드류 이.
미국 60606 일리노이스 시카고 노스 리버사이드
플라자 100

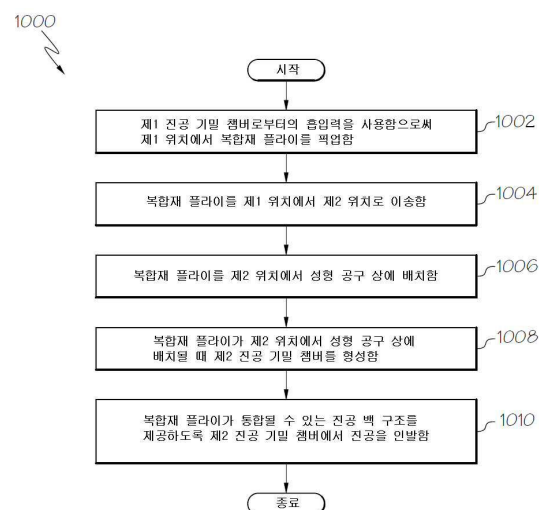
(74) 대리인
특허법인(유)남아이피그룹, 특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 정진수

(54) 발명의 명칭 **플라이 이송 및 압축 장치 그리고 이를 위한 방법****(57) 요약**

플라이 이송 및 압축 장치는 강성 프레임, 프레임에 고정된 가요성 고무 재료의 최상층 시트, 및 개구들을 갖는 천공된 가요성 고무 재료의 바닥층 시트를 포함한다. 이 장치는 또한 최상층 시트와 바닥층 시트 사이에 한정되는 제1 플리넘 영역에 배치된 유동 매체 재료의 중간층 시트를 포함한다. 이 장치는 프레임에 결합되며, 트리밍 위치에서 복합재 플라이로 프레임 및 시트들을 낮추어 제1 플리넘 영역에서 진공이 인발되어 바닥층 시트의 개구들을 통한 흡입력을 발생시킬 때 흡입력으로 복합재 플라이를 픽업하도록 배열되는 이동 디바이스를 더 포함한다.

대표도 - 도10

(52) CPC특허분류

B32B 37/10 (2013.01)

B32B 38/1858 (2013.01)

B32B 5/02 (2021.05)

B32B 2260/021 (2024.08)

B32B 2260/046 (2013.01)

B32B 2262/106 (2013.01)

B32B 2305/07 (2013.01)

B32B 2605/18 (2024.08)

명세서

청구범위

청구항 1

강성 프레임(202);

상기 프레임(202)에 고정된 가요성 고무 재료의 최상층 시트(204);

개구들(210)을 갖는 천공된 가요성 고무 재료의 바닥층 시트(208); 및

상기 최상층 시트(204)와 상기 바닥층 시트(208) 사이에 한정되는 제1 플리넨(plenum) 영역(209)에 배치된 유동 매체 재료의 중간층 시트(206)를 포함하는,

플라이(ply) 이송 및 압축 장치(200).

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 프레임(202)에 결합된 이동 디바이스(217)를 더 포함하는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 3

제2 항에 있어서,

상기 이동 디바이스(217)는 트리밍(trimming) 위치에서 복합재 플라이(100) 위로 상기 프레임(202) 및 시트들(204, 206, 208)을 낮추도록 그리고 상기 제1 플리넨 영역(209)에서 진공이 인발(draw)되어 상기 바닥층 시트(208)의 개구들(210)을 통한 흡입력을 발생시킬 때 흡입력으로 상기 복합재 플라이(100)를 픽업하도록 구성되는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 이동 디바이스(217)는 픽업된 복합재 플라이(100)를 상기 트리밍 위치로부터 형성 위치로 이송하도록 배열되는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 이동 디바이스(217)는 상기 형성 위치에서 성형 공구(214) 또는 상기 성형 공구(214) 상의 임의의 이전에 드레이프(drape)된 플라이들에 상기 복합재 플라이를 드레이프하여 상기 제1 플리넨 영역(209)보다 더 큰 제2 플리넨 영역(211)을 생성하도록 배열되는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 6

제5 항에 있어서,

상기 제2 플리넨 영역(211)은 상기 제1 플리넨 영역(209)을 포함하며, 상기 복합재 플라이(100)의 에지와 상기 성형 공구(214) 상의 립 밀폐부(lip seal)(216) 사이에 부분적으로 한정되는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 복합재 플라이(100)가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 상기 제2 플리넨 영역(211)에서 진공을 인발할 수 있는 휴대용 진공 발생원(908)을 더 포함하는,

플라이 이송 및 압축 장치(200).

청구항 8

제1 진공 기밀 챔버로부터의 흡입력을 사용함으로써 제1 위치에서 복합재 플라이를 픽업하는 단계(1002);

상기 복합재 플라이를 상기 제1 위치에서 제2 위치로 이송하는 단계(1004);

상기 복합재 플라이를 상기 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치하는 단계(1006);

상기 복합재 플라이가 상기 제2 위치에서 상기 성형 공구 상에 배치될 때 제2 진공 기밀 챔버를 형성하는 단계(1008); 및

상기 복합재 플라이가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 상기 제2 진공 기밀 챔버에서 진공을 인발하는 단계(1010)를 포함하는,

원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000).

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 복합재 플라이를 상기 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치하는 단계(1006)는,

상기 복합재 플라이가 임의의 이전에 드레이프된 플라이들의 윤곽들로 또는 상기 성형 공구의 윤곽들로 드레이프 형성되도록 상기 복합재 플라이를 상기 이전에 드레이프된 플라이들 상에 배치하는 단계를 포함하는,

원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000).

청구항 10

제9 항에 있어서,

복수의 복합재 플라이들로부터 복합 프리폼(preform)이 형성되는 진공 백 구조를 제공하도록 상기 제2 진공 기밀 챔버에서 진공을 인발하는 단계를 더 포함하는,

원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000).

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 복합 프리폼이 상기 진공 백 구조에서 상기 진공에 의해 압축될 수 있게 하고 이로써 상기 원하는 형상으로 상기 복합 구조물을 형성할 수 있게 하는 단계를 더 포함하는,

원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000).

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 원하는 형상을 갖는 상기 복합 구조물은 항공기(1102)의 일부인,

원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000).

청구항 13

복합재 플라이(100)가 트리밍 위치에서 픽킹되고, 형성 위치에 배치된 다음, 상기 형성 위치에서 진공 배깅(vacuum bag)될 수 있게 하기 위한 시스템(900)으로서,

프레임(202);

상기 프레임(202)에 의해 지지되며 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208) 사이에 한정된 제1 플리넨 영역(209); 및

(i) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 상기 복합재 플라이의 픽킹(picking), (ii) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 상기 복합재 플라이의 배치, 및 (iii) 상기 제1 플리넨 영역(209)을 포함하는 제2 플리넨 영역(211)에서 감지된 진공 압력 정보에 기초한 상기 복합재 플라이의 진공 배깅을 제어하도록 배열된 제어기를 포함하는, 시스템(900).

청구항 14

제13 항에 있어서,

상기 최상층 시트(204)와 상기 바닥층 시트(208) 사이에 한정되는 상기 제1 플리넨 영역(209)에 결합되는 진공 발생원(908)을 더 포함하는,

시스템(900).

청구항 15

제13 항에 있어서,

성형 공구(214)를 더 포함하며,

상기 성형 공구(214) 상에는 상기 복합재 플라이(100)가 상기 형성 위치에 배치되는,

시스템(900).

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 복합 구조물들에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 플라이(ply) 이송 및 압축 장치 그리고 이를 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 복합 구조물은 대개 절단기 및 성형 공구를 사용하여 형성된다. 절단기는 복합재 플라이 재료의 하나 이상의 조각들을 절단하고, 절단된 조각들은 다음에 절단기로부터 이송되어 성형 공구 상에 배치된다. 그런 다음, 절단된 조각들은 성형 도구 상에서 통합되어 복합 구조물을 형성한다. 절단된 조각들을 성형 공구로 이송하고, 절단된 조각들을 성형 공구 상에 배치한 다음, 절단된 조각들을 통합하는 공지된 방법들은 노동 집약적이고 시간 소모적이다. 복합재 플라이 재료의 하나 이상의 절단된 조각들을 성형 공구 상에 이송, 배치 및 통합하여 복합 구조물을 형성하는 공지된 방법들의 약점들을 극복하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0003] 일 양상에서, 플라이 이송 및 압축 장치는 강성 프레임, 프레임에 고정된 가요성 고무 재료의 최상층 시트, 및 개구들을 갖는 천공된 가요성 고무 재료의 바닥층 시트를 포함한다. 이 장치는 또한 최상층 시트와 바닥층 시트 사이에 한정되는 제1 플리넨(plenum) 영역에 배치된 유동 매체 재료의 중간층 시트를 포함한다. 이 장치는 프레임에 결합되며, 트리밍(trimming) 위치에서 복합재 플라이로 프레임 및 시트들을 낮추어 제1 플리넨 영역에서 진공이 인발(draw)되어 바닥층 시트의 개구들을 통한 흡입력을 발생시킬 때 흡입력으로 복합재 플라이를 픽업하도록 배열되는 이동 디바이스를 더 포함한다.

[0004] 다른 양상에서, 원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법이 제공된다. 이 방법은 제1 진공 기밀 챔버로부터의 흡입력을 사용함으로써 제1 위치에서 복합재 플라이를 픽업하는 단계, 및 복합재 플라이를 제1 위치에서 제2 위치로 이송하는 단계를 포함한다. 이 방법은 또한, 복합재 플라이를 제2 위치에서 성형 공구 상에

배치하는 단계, 및 복합재 플라이가 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치될 때 제2 진공 기밀 챔버를 형성하는 단계를 포함한다. 이 방법은, 복합재 플라이가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 진공 기밀 챔버에서 진공을 인발하는 단계를 더 포함한다.

[0005] 또 다른 양상에서, 복합재 플라이가 트리밍 위치에서 픽킹(picking)되고, 형성 위치에 배치된 다음, 형성 위치에서 진공 배킹(vacuum bag)될 수 있게 하기 위한 시스템이 제공된다. 이 시스템은 프레임 및 프레임에 의해 지지되는 제1 폴리넴 영역을 포함한다. 이 시스템은 또한 (i) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이의 픽킹, (ii) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이의 배치, 및 (iii) 제1 폴리넴 영역을 포함하는 제2 폴리넴 영역에서 감지된 진공 압력 정보에 기초한 복합재 플라이의 진공 배킹을 제어하도록 배열된 제어기를 포함한다.

[0006] 다른 양상들은 다음의 상세한 설명, 첨부 도면들 및 첨부된 청구항들로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 시작 상태에서 복합재 플라이의 예시적인 절단된 조각의 단면의 정면도이다.

도 2는 도 1의 복합재 플라이에 대한 그리고 일 실시예에 따라 구성된 플라이 이송 및 압축 장치의 단면의 정면도이다.

도 3은 도 1의 복합재 플라이 위로 낮춰진 도 2의 플라이 이송 및 압축 장치를 도시하는 단면의 정면도이다.

도 4는 복합재 플라이를 픽업하는 도 3의 플라이 이송 및 압축 장치를 도시하는 단면의 정면도이다.

도 5는 복합재 플라이가 성형 공구 위로 이동된 도 4의 플라이 이송 및 압축 장치를 도시하는 단면의 정면도이다.

도 6은 복합재 플라이가 도 5의 성형 공구 위로 낮춰져 복합 구조물을 형성하는 도 5의 플라이 이송 및 압축 장치를 도시하는 단면의 정면도이다.

도 7은 성형 공구 상에 형성된 복합 구조물로부터 멀어지게 상승된 도 6의 플라이 이송 및 압축 장치를 도시하는 단면의 정면도이다.

도 8은 도 6과 유사하며, 플라이 이송 및 압축 장치와 함께 사용될 수 있는 선택적인 핑거 형성 유닛을 도시하는 단면의 정면도이다.

도 9는 도 1의 플라이 이송 및 압축 장치와 연관되며 복합 구조물을 형성하도록 디바이스들을 제어할 수 있는 예시적인 컴퓨터 시스템이다.

도 10은 일 실시예에 따라 복합 구조물을 형성하기 위한 예시적인 방법을 도시하는 흐름도이다.

도 11은 항공기 제조 및 서비스 방법의 흐름도이다.

도 12는 항공기의 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 본 출원은 플라이 이송 및 압축 장치 그리고 이를 위한 방법에 관한 것이다. 플라이 이송 및 압축 장치 그리고 이를 위한 방법의 특정한 구성 및 이 장치와 방법이 구현되는 산업은 다양할 수 있다. 이하의 개시내용은 다양한 실시예들의 서로 다른 특징들을 구현하기 위한 다수의 실시예들 또는 예들을 제공하는 것으로 이해되어야 한다. 본 개시내용을 단순화하기 위해 컴포넌트들 및 배열들의 특정 예들이 설명된다. 이들은 단지 예들일 뿐이며 한정하는 것으로 의도되는 것은 아니다.

[0009] 예로서, 아래의 개시내용은 플라이 이송 및 압축 장치 그리고 비행기 부품을 위한 복합 구조물을 형성하기 위한 방법을 설명한다. 플라이 이송 및 압축 장치와 방법은 군사 및 우주 규정들에 따라 주문자 상표 부착 제조업체(OEM: original equipment manufacturer)에 의해 구현될 수 있다. 개시된 플라이 이송 및 압축 장치와 방법은 많은 다른 복합재 제조 산업들에서 구현될 수 있는 것으로 생각할 수 있다.

[0010] 도 1을 참조하면, 시작 상태에서 복합재 플라이(100)의 예시적인 절단된 조각의 단면도가 예시된다. 복합재 플라이(100)는 절단 위치의 베드/테이블(102) 상에 놓여있는 것으로 도시된다. 천공된 차단 필름(104)은 복합재 플라이(100)의 최상부에 배치된다. 예를 들어, 복합재 플라이(100)는 복합재 플라이(100)에 이미 연결된 천공

된 차단 필름(104)에 의해 공급 또는 제조될 수 있다. 복합재 플라이(100)는 에폭시로 사전 함침(pre-impregnate)된 탄소 섬유 재료를 포함할 수 있다. 복합재 플라이(100)는 네트-트리밍된 복합재 플라이를 포함할 수 있고, 절단 위치는 트리밍 위치를 포함할 수 있다.

[0011] 도 2를 참조하면, 도 1의 복합재 플라이에 대한 그리고 일 실시예에 따라 구성된 플라이 이송 및 압축 장치(200)의 단면도가 예시된다. 이 장치(200)는 최상층 시트(204)가 고정되는 강성 프레임(202)을 포함한다. 이 장치는 또한 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208) 사이에 개재된 중간층 시트(206)를 포함한다. 최상층 시트(204)는 고체 가요성 고무를 포함하고, 중간층 시트(206)는 유동 매체(207)를 포함하며, 바닥층 시트(208)는 개구들(210)을 갖는 천공된 가요성 고무를 포함한다. 고체 가요성 고무 재료 및 천공된 가요성 고무 재료는 예를 들어, 실리콘 고무를 포함할 수 있다.

[0012] 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208)는 중간층 시트(206)의 유동 매체(207)가 배치되는 제1 플리넨 영역(209) (즉, 매니폴드)을 제공하는 방식으로 함께 결합된다. 제1 플리넨 영역(209)은 프레임(202)에 의해 지지된다. 중간층 시트(206)의 유동 매체(207)는 (휴대용 진공 발생원(908)과 유체 결합되는) 진공 라인(212)의 진공이 유동 매체(207) 상에 인발될 때 유동 매체(207)로부터 바닥층 시트(208)의 천공된 가요성 고무의 개구들(210)로 진공 압력을 전달할 수 있다. 예를 들어, 유동 매체(207)는 예를 들어, 이중-플레이너 메시(bi-planer mesh) 또는 부직포와 같은 투과성 재료를 포함한다. 다른 타입들의 유동 매체(207)가 가능하다.

[0013] 도 3을 참조하면, 복합재 플라이(100) 위로 낮춰진 도 2의 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 도시하는 단면도가 예시된다. 보다 구체적으로, 바닥층 시트(208)는 복합재 플라이(100) 상에 배치되는 차단 필름(104)을 통해 복합재 플라이(100)와 맞물린다. 차단 필름(104)은 복합재 플라이(100)와 바닥층 시트(208) 사이의 중간층으로서 작용한다. 진공 라인(212)으로부터의 진공이 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208) 사이의 제1 플리넨 영역(209)에서 유동 매체(207) 상에 인발될 때, 유동 매체(207)는 천공된 바닥층 시트(208)의 개구들(210)을 통해 복합재 플라이(100)로 진공이 전달될 수 있게 한다. 이는 진공에 의해 발생된 흡입력에 의해 복합재 플라이(100)가 픽업될 수 있게 한다. 복합재 플라이(100)와 해제 가능하게 결합되는 차단 필름(104)은 천공되어, 진공이 바닥층 시트(208)로부터 복합재 플라이(100)로 전달될 수 있게 한다. 차단 필름(104)은 또한 복합재 플라이(100) 상의 점착성 수지가 바닥층 시트(208)에 달라붙지 않도록 바닥층 시트(208)와 복합재 플라이(100) 사이의 장벽으로서 작용한다.

[0014] 도 4를 참조하면, 복합재 플라이(100)(및 복합재 플라이(100)에 부착된 차단 필름(104))를 픽업하는 도 3의 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 도시하는 단면도가 예시된다. 플라이 이송 및 압축 장치(200)는, 복합재 플라이(100)의 최상부에 흡입력이 작용하여 바닥층 시트(208)에 가까이 복합재 플라이(100)를 유지하고 이로써 복합재 플라이(100)를 픽업할 때, 이동 디바이스(217)에 의해 베드/테이블(102)로부터 멀리 상승되도록 제어된다. 즉, 차단 필름(104) 및 부착된 복합재 플라이(100)가 이 장치(200)의 바닥층 시트(208)의 개구들(210)을 밀폐하도록 작용함으로써, 이 장치(200)와 복합재 플라이(100) 사이의 진공 인발 연결부를 생성한다. 이동 디바이스(217)는 통상적인 것이며, 따라서 설명되지 않을 것이다.

[0015] 도 5를 참조하면, 복합재 플라이(100)가 성형 공구(214) 위로 이동된 도 4의 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 도시하는 단면도가 예시된다. 성형 공구(214)는 복합재 플라이(100)가 픽업된 절단 위치로부터 떨어진 형성 위치에서 베드/테이블(215) 상에 놓여있는 것으로 도시된다. 립 밀폐부(lip seal)(216)가 성형 공구(214)의 외주에 배치된다. 도 5에서, 플라이 이송 및 압축 장치(200)는 성형 공구(214) 위로 낮춰질 준비가 된 위치에 있다.

[0016] 도 6을 참조하면, 복합재 플라이(100)가 이동 디바이스(217)에 의해 성형 공구(214) 위로 낮춰진 도 5의 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 도시하는 단면도가 예시된다. 복합재 플라이(100)는 성형 공구(214) 또는 성형 공구(214) 상의 임의의 이전에 드레이프(drape)된 플라이들에 드레이프되어 제1 플리넨 영역(209)보다 더 크고 제1 플리넨 영역(209)을 포함하는 제2 플리넨 영역(211)을 생성한다. 제2 플리넨 영역(211)은 제1 플리넨 영역(209)을 포함하며, 복합재 플라이(100)의 에지(107)와 성형 공구(214) 상의 립 밀폐부(216) 사이에 부분적으로 한정된다.

[0017] 이 장치(200)가 도 5에 도시된 위치로부터 도 6에 도시된 위치로 낮춰지고 있을 때, 최상층 시트(204), 중간층 시트(206) 및 바닥층 시트(208)는 성형 공구(214)의 형상에 맞도록 구부러지고 휘어진다. 이것이 발생할 때, 복합재 플라이(100)는 성형 공구(214)와 바닥층 시트(208) 사이에서 압축된다. 압축된 복합재 플라이(100)는 또한 성형 공구(214)의 형상에 맞도록 구부러지고 휘어진다. 차단 필름(104)은 장치(200)가 성형 공구(214) 위로 낮춰지고 있을 때 복합재 플라이(100)가 지나치게 늘어나지 않도록 바닥층 시트(208)가 늘어날 때 복합재 플

라이(100) 위로 미끄러지는 어떤 능력을 바닥층 시트(208)에 제공한다.

- [0018] 절단 위치에서 복합재 플라이(100)를 픽업하고 이를 형성 위치로 이송한 다음, 이를 성형 공구(214) 위로 낮추는 앞서 설명한 프로세스는 요구될 수 있는 임의의 추가 개수의 복합재 플라이들에 대해 반복된다. 이는 성형 공구(214) 상에 복합재 플라이 레이업(즉, 하나 이상의 복합재 플라이들)을 형성한다. 장치(200)가 마지막 복합재 플라이를 성형 공구(214) 상에 배치하고 복합재 플라이 레이업이 원하는 수의 복합재 플라이들을 포함한 후, 장치(200)는 도 6에 도시된 바와 같이, 낮춰진 위치에 유지된다. 임의의 종래의 플라이 레이업 디바이스가 하나 이상의 플라이들을 생성하는 데 사용될 수 있다. 플라이 레이업 디바이스는 단방향 테이프들 또는 토우(tow)들을 인접하고 연속된 배열로 레이업할 수 있다. 각각의 플라이는 섬유들의 서로 다른 배향을 가질 수 있다. 각각의 플라이는 레이업되기 전에 네트 트리밍될 수 있다.
- [0019] 장치(200)가 도 6에 도시된 위치에 있을 때, 진공 라인(212)을 통한 진공이 중간층 시트(206)의 유동 매체(207) 상에 인발된다. 언급된 바와 같이, 유동 매체(207)는 진공이 천공된 바닥층 시트(208)의 개구들(210)을 통해 성형 공구(214) 상에 있는 복합재 플라이(100)에 전달될 수 있게 한다. 립 밀폐부(216)는 성형 공구(214)와 바닥층 시트(208) 사이에 진공 기밀 밀폐부를 제공한다. 성형 공구(214)의 재료는 불투과성이다. 따라서 도 6에 도시된 복합재 플라이(100)는 장치(200), 성형 공구(214) 및 립 밀폐부(216)에 의해 한정된 제2 플리넨 영역(211)(즉, "진공 백 구조")의 진공 기밀 인클로저 내에 있다.
- [0020] 도 6에 도시된 복합재 플라이(100)는 성형 공구(214)의 형상(또는 성형 공구(214) 상의 임의의 이전에 트레이프된 플라이들의 형상)에 대응하는 자신의 원하는 형상으로 되어 있다. 복합재 플라이(100)는 진공 백 환경에서 진공에 의해 복합재 플라이(100)가 보다 압축될 수 있게 하도록 원하는 한 도 6의 위치에 유지되게 될 수 있다.
- [0021] 도 7을 참조하면, 단면도는 성형 공구(214) 상에 배치된 통합된 복합재 플라이(101)로부터 멀리 상승된 장치(200)를 도시한다. 도 7에 도시된 통합된 복합재 플라이(101)는 이를 도 1 - 도 6에 도시된 복합재 플라이(100)와 구별하기 위해 참조 번호 "101"로 표기된다. 장치(200)가 도 6에 도시된 위치로부터 도 7에 도시된 위치로 상승될 때, 진공 백 구조의 진공이 해제되고 통합된 복합재 플라이(101)가 추가 처리(예컨대, 경화)를 받을 수 있거나 하나 이상의 추가 복합재 플라이들(100)이 통합된 복합재 플라이(101) 상에 레이업되어 통합된 복합재 플라이들의 레이업을 형성할 수 있다.
- [0022] 도 8을 참조하면, 도 6과 유사한 단면도가 예시된다. 특히, 도 8은 복합재 플라이의 기계적 성형을 제공하기 위해 도 6의 장치(200)와 함께 사용될 수 있는 선택적인 핑거 형성 유닛(220)을 도시한다. 혼동을 피하기 위해, 도 8의 실시예는 접미사 "a"가 추가된 도 6의 유사한 번호들을 사용하여 설명된다. 선택적인 핑거 형성 유닛(220)은 이를테면, 윤곽들(224) 및 변곡점들(226) 내에 또는 그 주변에 복합재 플라이(100a)의 기계적 형성을 적용하기 위한 임의의 적절한 상업적으로 이용 가능한 핑거 형성 유닛을 포함할 수 있다. 핑거 형성 유닛들의 구조 및 동작은 공지되어 있고 통상적이며, 따라서 설명되지 않을 것이다.
- [0023] 선택적인 핑거 형성 유닛(220)은 CNC 제어된다. 이에 따라, 어떠한 센서들도 요구되지 않는다. 선택적인 핑거 형성 유닛(220)은 복합재 플라이(100a)의 성형을 가능하게 하기 위해 (도시되지 않은) 공압 실린더를 사용하여 장치(200a) 위로 낮춰진다. 선택적인 핑거 형성 유닛(220)과 최상층 시트(204a) 사이에 슬립 평면(222)이 배치된다. 슬립 평면(222) 재료는 선택적인 핑거 형성 유닛(220)이 성형 공구(214)에 대한 위치로 미끄러져서 기계적 압력을 가할 수 있게 함으로써, 변곡점(226)에 걸친 브리징(bridging)을 제거할 수 있다. 선택적인 핑거 형성 유닛(220)은 변곡점에 걸친 브리징을 피하는 방식으로 성형 공구(214)를 따르도록 크기 및 형상이 정해질 수 있다. 슬립 평면(222)은 예를 들어, 영국 소재의 Armalon Limited로부터 상업적으로 입수할 수 있는 Teflon™ (The Chemours Company의 상표) 코팅된 섬유 유리나 같은 신축성 재료를 포함할 수 있다.
- [0024] 도 9를 참조하면, 도 2의 플라이 이송 및 압축 장치(200)와 연관되며, 통합된 복합재 플라이(101)(도 7) 또는 통합된 복합재 플라이들의 레이업을 형성하도록 디바이스들을 제어할 수 있는 예시적인 컴퓨터 시스템(900)이 예시된다. 컴퓨터 시스템(900)은 내부 데이터 저장 유닛(904), (도시되지 않은) 외부 데이터 저장 유닛 또는 이들의 결합에 저장된 명령들을 실행하는 처리 유닛(902)을 포함한다. 처리 유닛(902)은 임의의 타입의 기술을 포함할 수 있다. 예를 들어, 처리 유닛(902)은 범용 전자 프로세서를 포함할 수 있다. 다른 타입들의 프로세서들 및 처리 유닛 기술들이 가능하다. 내부 데이터 저장 유닛(904)은 임의의 타입의 기술을 포함할 수 있다. 예를 들어, 내부 데이터 저장 유닛(904)은 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory), 판독 전용 메모리(ROM: read only memory), 솔리드 스테이트 메모리, 또는 이들의 임의의 결합을 포함할 수 있다. 다른 타입들의 메모리들 및 데이터 저장 유닛 기술들이 가능하다.

- [0025] 컴퓨터 시스템(900)은 임의의 타입의 기술을 포함할 수 있는 다수의 입력/출력(I/O: input/output) 디바이스들(906)을 더 포함한다. 예를 들어, I/O 디바이스들(906)은 키패드, 키보드, 터치 감지 디스플레이 스크린, 액정 디스플레이(LCD: liquid crystal display) 스크린, 마이크로폰, 스피커, 또는 이들의 임의의 결합을 포함할 수 있다. 다른 타입들의 I/O 디바이스들 및 기술들이 가능하다. 선택적인 감지 유닛(910)이 컴퓨터 시스템(900)에 입력 신호들을 제공한다. 본 명세서에서 설명되는 선택적인 핑거 형성 유닛(220)은 또한 컴퓨터 시스템(900)에 입력 신호들을 제공할 수 있다.
- [0026] 처리 유닛(902)은 복합재 플라이의 절단된 조각들을 픽업하도록 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 제어한다. 처리 유닛(902)은 또한 성형 공구(214) 상의 성형된 복합재 플라이(100)가 본 명세서에 설명된 바와 같은 진공 기밀 환경에서 경화될 수 있게 제1 폴리넴 영역(209)에서 진공 라인(212)을 통해(즉, 중간층 시트(206)의 유동 매체(207)로) 진공을 인발하도록 진공 발생원(908)을 제어한다. 처리 유닛(902)은 또한 선택적인 핑거 형성 유닛(220) 및 이동 디바이스(217)를 제어한다.
- [0027] 컴퓨터 시스템(900)은 컴퓨터 수치 제어(CNC: computer numerically-controlled) 기반 시스템을 포함할 수 있다. CNC 기반 시스템은 컴퓨터 시스템(900)의 데이터 저장 유닛(904)에 저장되는 사전 생성된 CNC 프로그램의 파라미터들의 일부인 위치 좌표들(예컨대, (x, y, z) 좌표들)에 의존한다. 저장된 위치 좌표들은 플라이 이송 및 압축 장치(200) 및 핑거 형성 유닛(220)의 제어를 가능하게 한다.
- [0028] 절단 위치에서 베드/테이블(102)(도 1) 상의 복합재 플라이(100)(도 1)의 위치 좌표들은 사전 생성된 NC 프로그램에 저장된다. 복합재 플라이의 저장된 위치 좌표들은 장치(200)가 복합재 플라이(100)를 픽업하기 위해 이동할 필요가 있는 위치를 장치(200)에 알려준다. 복합재 플라이(100)의 저장된 좌표들은 또한 장치(200)가 형성 위치에서 베드/테이블(215) 상의 성형 공구(214) 위로 복합재 플라이(100)를 이송하기 위해 이동할 필요가 있는 위치를 장치(200)에 알려준다. 이 프로세스는 결과적인 복합 구조물을 형성하는 데 사용되는 모든 복합재 플라이들(즉, 하나 이상의 복합재 플라이들)에 대해 반복된다.
- [0029] 도 8의 선택적인 핑거 형성 유닛(220)의 위치 좌표들뿐만 아니라, 핑거 형성 유닛(220)의 크기 및 치수들, 그리고 장치(200)의 최상부에 인터페이스가 요구되는 성형 공구(214)의 구성이 또한 사전 생성된 NC 프로그램에 저장된다. 이 정보는 (도시되지 않은) 핑거 형성 유닛(220)이 복합 구조물의 형성을 가능하게 하기 위해 적절한 위치에서 낮춰질 수 있도록 정렬하기 위해 이동할 필요가 있는 위치를 공압 실린더들 또는 임의의 다른 타입들의 이동 시스템에 알려준다. 도 9에 도시된 컴퓨터 시스템(900)이 복합 구조물을 형성하도록 플라이 이송 및 압축 장치(200)의 동작을 제어할 수 있게 하는 센서가 필요하지 않다는 것이 생각될 수 있다.
- [0030] 상기 설명은 플라이 이송 및 압축 장치(200)의 동작을 제어할 센서를 필요로 하지 않는 것으로 컴퓨터 시스템(900)을 설명하지만, 위치를 결정하기 위해 그리고/또는 NC 프로그램에 저장된 위치 좌표들로 표시된 위치에 대해 복합재 플라이의 위치를 검증하기 위해 선택적인 감지 유닛(910)이 제공되는 것이 생각될 수 있다. 복합재 플라이의 위치에서 검출된 임의의 차이들은 그에 따라 (처리 유닛(902)에 의해 수행된 피드백 제어를 통해) 복합재 플라이와 장치(200)를 정확하게 정렬하도록 조정될 수 있다. 선택적인 감지 유닛(910)은 예를 들어, 오버헤드 카메라/광학 인식 시스템을 포함할 수 있다. 위치를 감지하기 위한 레이더, 라이다, 비디오 감지 등의 사용이 또한 고려된다.
- [0031] 도 10을 참조하면, 흐름도(1000)는 일 실시예에 따라 복합 구조물을 형성하기 위한 장치(200)의 동작을 제어하도록 도 9의 예시적인 컴퓨터 시스템을 작동시키기 위한 예시적인 방법을 도시한다. 블록(1002)에서, 제1 진공 기밀 챔버로부터의 흡입력을 사용함으로써 제1 위치에서 복합재 플라이가 픽업된다. 이어서, 이 프로세스는 블록(1004)으로 진행하여, 복합재 플라이가 제1 위치에서 제2 위치로 이송된다. 이어서, 블록(1006)에서, 복합재 플라이가 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치된다. 블록(1008)에 도시된 바와 같이, 복합재 플라이가 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치될 때 제2 진공 기밀 챔버가 형성된다. 블록(1010)에서, 복합재 플라이가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 진공 기밀 챔버에서 진공이 인발된다. 그 다음, 프로세스가 종료된다.
- [0032] 일부 실시예들에서, 복합재 플라이가 임의의 이전에 드레이프된 플라이들의 윤곽들로 또는 성형 공구의 윤곽들로 드레이프 형성되도록 복합재 플라이가 이전에 드레이프된 플라이들 상에 배치된다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 복수의 복합재 플라이들로부터 복합 프리폼(preform)이 형성되는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 진공 기밀 챔버에서 진공이 인발된다.
- [0034] 일부 실시예들에서, 이 방법은 복합 프리폼이 진공 백 구조에서 진공에 의해 압축될 수 있게 하고 이로써 원하는 형상으로 복합 구조물을 형성할 수 있게 하는 단계를 더 포함한다.

- [0035] 일부 실시예들에서, 진공 백 구조에 있는 진공이 해제되고, 원하는 형상으로 형성된 복합 구조물이 제거된다.
- [0036] 일부 실시예들에서, 복합재 플라이는 복합재 플라이를 픽업하기 전에 트리밍된다.
- [0037] 앞서 설명한 장치(200)는 로봇식으로 제어된다는 것이 명백해야 한다. 운영 요원이 절단된 복합재 플라이들을 픽업하여 성형 공구로 이송할 필요가 없어진다. 이에 따라, 복합 구조물을 형성하기 위해 자동화된 프로세스가 제공된다. 이에 따라, 자동화된 프로세스는 형성된 복합 구조물에 대한 잠재적 손상을 감소시킨다.
- [0038] 최상층 시트(204) 및 바닥층 시트(208)는 진공 발생원(908)으로부터의 진공이 인발될 수 있게 하는 제1 플리넨 영역(209)을 한정한다는 것이 또한 명백해야 한다. 처리 유닛(902)을 포함하는 컴퓨터 시스템(900)은 (i) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이(100)의 픽킹, (ii) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이(100)의 배치, 및 (iii) 제1 플리넨 영역(209)을 포함하는 제2 플리넨 영역(211)에서 감지된 진공 압력 정보에 기초한 복합재 플라이(100)의 진공 배경을 제어하도록 진공 발생원(908)을 포함하는 디바이스들을 제어한다.
- [0039] 앞서 설명한 플라이 이송 및 압축 장치(200)는 복합재 플라이 캐리어와 진공 백 둘 다로서 기능하는 것이 추가로 명백해야 한다. 장치(200)는 복합재 플라이가 정확한 인텍싱으로 절단 위치(또는 트리밍 위치)로부터 형성 위치로 이송될 수 있게 복합재 플라이를 유지하기 위한 진공 "척"으로서 사용된다. 장치(200)는 또한 복합재 플라이가 진공 백 내에서 진공에 의해 더욱 압축되어 정확한 인텍싱으로 통합된 복합재 플라이를 형성할 수 있게 하기 위한 진공 백으로서 사용된다. 복합재 플라이들을 이송하고 복합재 플라이들을 진공 통합하는 데 모두 단일 디바이스가 사용된다. 이는 복합 구조물을 형성하는 데 필요한 공장 바닥 공간을 감소시킬 뿐만 아니라, 복합재 플라이를 절단하는 것과 절단된 복합재 플라이를 성형 공구 상에 배치하는 것 사이의 시간이 단축되기 때문에 복합 구조물을 형성하는 데 필요한 시간을 감소시킨다. 따라서 총 생산 비용이 절감된다.
- [0040] 복합재 플라이가 정확한 인텍싱으로 형성 위치에서 성형 공구 상에 배치되는 것이 또한 명백해야 한다. 이는 성형 공구 상의 원하는 형성 위치로 복합재 플라이의 보다 정확하고 반복 가능한 인텍싱을 제공한다. 더욱이, 본 명세서에서 설명된 진공 백 구조가 사용될 때, 디바이스를 수축시키는 단계 후에 별도의 진공 백을 적용하는 단계가 필요하지 않다. 이는 본 명세서에서 설명된 진공 백 구조가 사실상 진공 백이고, 복합재 플라이가 성형 공구 상에 배치될 때 형성되기 때문이다. 따라서 진공 백 구조는 복합 구조물이 형성된 후 트리머에 대한 필요성을 제거할 뿐만 아니라 복합 구조물을 형성하기 위해 하나 이상의 복합재 플라이들의 레이업을 압축하는 동안 별도의 진공 백에 대한 필요성을 없앤다.
- [0041] 본 개시내용의 예들은 도 11에 도시된 것과 같은 항공기 제조 및 서비스 방법(1100) 그리고 도 12에 도시된 것과 같은 항공기(1102)와 관련하여 설명될 수 있다. 예비 생산 동안, 항공기 제조 및 서비스 방법(1100)은 항공기(1102)의 규격 및 설계(1104) 그리고 자재 조달(1106)을 포함할 수 있다. 생산 동안에는, 항공기(1102)의 컴포넌트/하위 부품 제조(1108) 그리고 시스템 통합(1110)이 이루어진다. 이후, 항공기(1102)는 운항(1114)되기 위해 인증 및 납품(1112)을 거칠 수 있다. 고객에 의한 운항 동안, 항공기(1102)는 수정, 재구성, 개조 등을 또한 포함할 수 있는 정기 유지보수 및 서비스(1116)를 위해 스케줄링된다.
- [0042] 방법(1100)의 프로세스들 각각은 시스템 통합자, 제3자 및/또는 오퍼레이터(예를 들면, 소비자)에 의해 수행 또는 실행될 수 있다. 이러한 설명을 목적으로, 시스템 통합자는 임의의 수의 항공기 제작사들 및 메이저 시스템 하도급 업체들을 제한 없이 포함할 수 있고; 제3자는 임의의 수의 판매사들, 하도급 업체들 및 공급사들을 제한 없이 포함할 수 있으며; 오퍼레이터는 항공사, 리스(leasing) 회사, 군수업체, 서비스 기관 등일 수 있다.
- [0043] 도 12에 도시된 바와 같이, 예시적인 방법(1100)에 의해 생산된 항공기(1102)는 복수의 시스템들(1120) 및 내부(1122)와 함께 기체(1118)를 포함할 수 있다. 복수의 시스템들(1120)의 예들은 추진 시스템(1124), 전기 시스템(1126), 유압 시스템(1128) 및 환경 시스템(1130) 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 임의의 수의 다른 시스템들이 포함될 수 있다.
- [0044] 개시된 장치 및 방법은 항공기 제조 및 서비스 방법(1100)의 단계들 중 임의의 하나 이상의 단계 동안 이용될 수 있다. 일례로, 항공기(1102)의 부분(또는 부분들)은 개시된 장치 및 방법을 사용하여 조립될 수 있다. 다른 예로서, 컴포넌트 및 하위 부품 제조(1108), 시스템 통합(1110) 및/또는 유지보수 및 서비스(1116)에 대응하는 컴포넌트들 또는 하위 부품들은 개시된 장치 및 방법을 사용하여 조립될 수 있다. 다른 예로서, 기체(1118)는 개시된 장치 및 방법을 사용하여 구성될 수 있다. 또한, 예를 들어, 기체(1118) 및/또는 내부(1122)와 같은 항공기(1102)의 조립을 실질적으로 신속히 처리하거나 항공기(1102)의 원가를 절감함으로써 컴포넌트/하위 부품 제조(1108) 및/또는 시스템 통합(1110) 동안 하나 이상의 장치 예들, 방법 예들, 또는 이들의 결합이 이용

될 수 있다. 마찬가지로, 예를 들어 그리고 제한 없이, 항공기(1102)가 운항중인 동안, 유지보수 및 서비스(1116)에 시스템 예들, 방법 예들, 또는 이들의 결합 중 하나 이상이 이용될 수 있다.

[0045] 개시된 실시예들의 양상들은 소프트웨어, 하드웨어, 펌웨어, 또는 이들의 결합으로 구현될 수 있다. 시스템의 다양한 엘리먼트들은 개별적으로 또는 결합하여, 프로세서에 의해 실행하기 위한 기계 판독 가능 저장 디바이스(저장 매체)에 유형적으로 구현된 컴퓨터 프로그램 제품(명령들의 프로그램)으로서 구현될 수 있다. 실시예들의 다양한 단계들은 입력에 대해 동작하여 출력을 생성함으로써 기능들을 수행하도록 컴퓨터 판독 가능 매체 상에 유형적으로 구현된 프로그램을 실행하는 컴퓨터 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 개시된 실시예들의 양상들을 구현하는 컴퓨터 프로그램이 컴퓨터에 로딩될 수 있도록, 예를 들어 메모리, 이송 가능 매체, 이를테면 콤팩트 디스크 또는 플래시 드라이브일 수 있다.

[0046] 앞서 설명한 장치 및 방법은 항공기와 관련하여 설명된다. 그러나 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 개시된 장치 및 방법이 다양한 응용들에 적합하고, 본 개시내용이 항공기 제조 응용들로 제한되지 않는다고 쉽게 인식할 것이다. 예를 들어, 개시된 장치 및 방법은 예를 들어, 헬리콥터들, 여객선들, 자동차들, 수산 제품들(보트, 모터들 등) 등을 포함하는 다양한 타입들의 차량들로 구현될 수 있다. 비-차량 응용들도 또한 고려된다.

[0047] 또한, 상기 설명은 군사 및 우주 규정들에 따라 항공 산업에서 비행기 부품을 위한 복합 구조물을 형성하기 위한 장치 및 방법을 설명하지만, 적용 가능한 산업 표준들에 따라 임의의 산업에서 복합 구조물의 형성을 가능하게 하도록 장치 및 방법이 구현될 수 있는 것으로 고려된다. 특정 장치 및 방법은 특정 응용에 따라 선택되고 조정될 수 있다.

[0048] 본 개시내용은 다음 조항들에 따른 실시예들을 포함한다:

[0049] 조항 1: 플라이 이송 및 압축 장치(200)는:

[0050] 강성 프레임(202);

[0051] 프레임(202)에 고정된 가요성 고무 재료의 최상층 시트(204);

[0052] 개구들(210)을 갖는 천공된 가요성 고무 재료의 바닥층 시트(208); 및

[0053] 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208) 사이에 한정되는 제1 플리넨 영역(209)에 배치된 유동 매체 재료의 중간층 시트(206)를 포함한다.

[0054] 조항 2: 조항 1의 플라이 이송 및 압축 장치(200)는, 프레임(202)에 결합된 이동 디바이스(217)를 더 포함한다.

[0055] 조항 3: 조항 1 또는 조항 2의 플라이 이송 및 압축 장치(200)에서, 이동 디바이스(217)는 트리밍 위치에서 복합재 플라이(100) 위로 프레임(202) 및 시트들(204, 206, 208)을 낮추도록 그리고 제1 플리넨 영역(209)에서 진공이 인발되어 바닥층 시트(208)의 개구들(210)을 통한 흡입력을 발생시킬 때 흡입력으로 복합재 플라이(100)를 픽업하도록 구성된다.

[0056] 조항 4: 조항 1 - 조항 3 중 어느 한 조항의 플라이 이송 및 압축 장치(200)에서, 이동 디바이스(217)는 픽업된 복합재 플라이(100)를 트리밍 위치로부터 형성 위치로 이송하도록 배열된다.

[0057] 조항 5: 조항 1 - 조항 4 중 어느 한 조항의 플라이 이송 및 압축 장치(200)에서, 이동 디바이스(217)는 형성 위치에서 성형 공구(214) 또는 성형 공구(214) 상의 임의의 이전에 드레이프된 플라이들에 복합재 플라이를 드레이프하여 제1 플리넨 영역(209)보다 더 큰 제2 플리넨 영역(211)을 생성하도록 배열된다.

[0058] 조항 6: 조항 1 - 조항 5 중 어느 한 조항의 플라이 이송 및 압축 장치(200)에서, 제2 플리넨 영역(211)은 제1 플리넨 영역(209)을 포함하며, 복합재 플라이(100)의 에지와 성형 공구(214) 상의 립 밀폐부(216) 사이에 부분적으로 한정된다.

[0059] 조항 7: 조항 1 - 조항 6 중 어느 한 조항의 플라이 이송 및 압축 장치(200)는, 복합재 플라이(100)가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 플리넨 영역(211)에서 진공을 인발할 수 있는 휴대용 진공 발생원(908)을 더 포함한다.

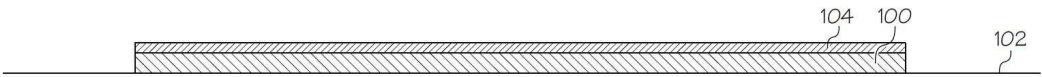
[0060] 조항 8: 항공기(1102)의 일부를 제조하는 것은, 조항 1 - 조항 7 중 어느 한 조항의 플라이 이송 및 압축 장치(200)를 사용하는 것을 포함한다.

- [0061] 조항 9: 원하는 형상으로 복합 구조물을 형성하기 위한 방법(1000)으로서, 이 방법은:
- [0062] 제1 진공 기밀 챔버로부터의 흡입력을 사용함으로써 제1 위치에서 복합재 플라이를 픽업하는 단계(1002);
- [0063] 복합재 플라이를 제1 위치에서 제2 위치로 이송하는 단계(1004);
- [0064] 복합재 플라이를 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치하는 단계(1006);
- [0065] 복합재 플라이가 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치될 때 제2 진공 기밀 챔버를 형성하는 단계(1008); 및
- [0066] 복합재 플라이가 통합될 수 있는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 진공 기밀 챔버에서 진공을 인발하는 단계(1010)를 포함한다.
- [0067] 조항 10: 조항 9의 방법(1000)에서, 복합재 플라이를 제2 위치에서 성형 공구 상에 배치하는 단계(1006)는, 복합재 플라이가 임의의 이전에 드레이프된 플라이들의 윤곽들로 또는 성형 공구의 윤곽들로 드레이프 형성되도록 복합재 플라이를 이전에 드레이프된 플라이들 상에 배치하는 단계를 포함한다.
- [0068] 조항 11: 조항 9 또는 조항 10의 방법(1000)은, 복수의 복합재 플라이들로부터 복합 프리폼이 형성되는 진공 백 구조를 제공하도록 제2 진공 기밀 챔버에서 진공을 인발하는 단계를 더 포함한다.
- [0069] 조항 12: 조항 9 - 조항 11 중 어느 한 조항의 방법(1000)은, 복합 프리폼이 진공 백 구조에서 진공에 의해 압축될 수 있게 하고 이로써 원하는 형상으로 복합 구조물을 형성할 수 있게 하는 단계를 더 포함한다.
- [0070] 조항 13: 조항 9 - 조항 12 중 어느 한 조항의 방법(1000)은:
- [0071] 진공 백 구조에 있는 진공을 해제하는 단계; 및
- [0072] 원하는 형상으로 형성된 복합 구조물을 제거하는 단계를 더 포함한다.
- [0073] 조항 14: 조항 9 - 조항 13 중 어느 한 조항의 방법(1000)은, 복합재 플라이를 픽업하기 전에 복합재 플라이를 트리밍하는 단계를 더 포함한다.
- [0074] 조항 15: 조항 9 - 조항 14 중 어느 한 조항의 방법(1000)에서, 이 방법은 컴퓨터에 의해 판독 가능한 저장 매체에 유형적으로 구현되는 명령들의 하나 이상의 프로그램을 실행하는 메모리를 갖는 컴퓨터에 의해 수행된다.
- [0075] 조항 16: 조항 9 - 조항 15 중 어느 한 조항의 방법(1000)에 따라 제작된 항공기(1102)의 일부.
- [0076] 조항 17: 복합재 플라이(100)가 트리밍 위치에서 픽업되고, 형성 위치에 배치된 다음, 형성 위치에서 진공 배킹될 수 있게 하기 위한 시스템(900)으로서, 이 시스템은:
- [0077] 프레임(202);
- [0078] 프레임(202)에 의해 지지되는 제1 플리넨 영역(209); 및
- [0079] (i) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이의 픽킹, (ii) 감지된 플라이 위치 정보에 기초한 복합재 플라이의 배치, 및 (iii) 제1 플리넨 영역(209)을 포함하는 제2 플리넨 영역(211)에서 감지된 진공 압력 정보에 기초한 복합재 플라이의 진공 배킹을 제어하도록 배열된 제어기를 포함한다.
- [0080] 조항 18: 조항 17의 시스템(900)에서, 제1 플리넨 영역(209)은, 가요성이고 프레임(202)에 의해 지지되는 최상층 시트(204)와 가요성이고 천공되며 프레임(202)에 의해 지지되는 바닥층 시트(208) 사이에 한정된다.
- [0081] 조항 19: 조항 17 또는 조항 18의 시스템(900)에서, 프레임(202)은 강성이고, 최상층 시트(204)는 가요성 고무 재료를 포함하며, 바닥층 시트(208)는 가요성 고무 재료를 포함한다.
- [0082] 조항 20: 조항 17 - 조항 19 중 어느 한 조항의 시스템(900)은, 최상층 시트(204)와 바닥층 시트(208) 사이에 한정되는 제1 플리넨 영역(209)에 결합된 진공 발생원(908)을 더 포함한다.
- [0083] 조항 21: 조항 17 - 조항 20 중 어느 한 조항의 시스템(900)은, 복합재 플라이(100)가 형성 위치에 배치되는 성형 공구(214)를 더 포함한다.
- [0084] 조항 22: 조항 17 - 조항 21 중 어느 한 조항의 시스템(900)에서, 제2 플리넨 영역(211)은 제1 플리넨 영역(209)보다 더 크고 제1 플리넨 영역(209)을 포함한다.
- [0085] 추가로, 개시된 실시예들의 다양한 양상들이 도시되고 기술되었지만, 본 명세서를 읽을 때 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자들에게 변형들이 이루어질 수 있다. 본 출원은 그러한 변형들을 포함하며 청구항들의 범

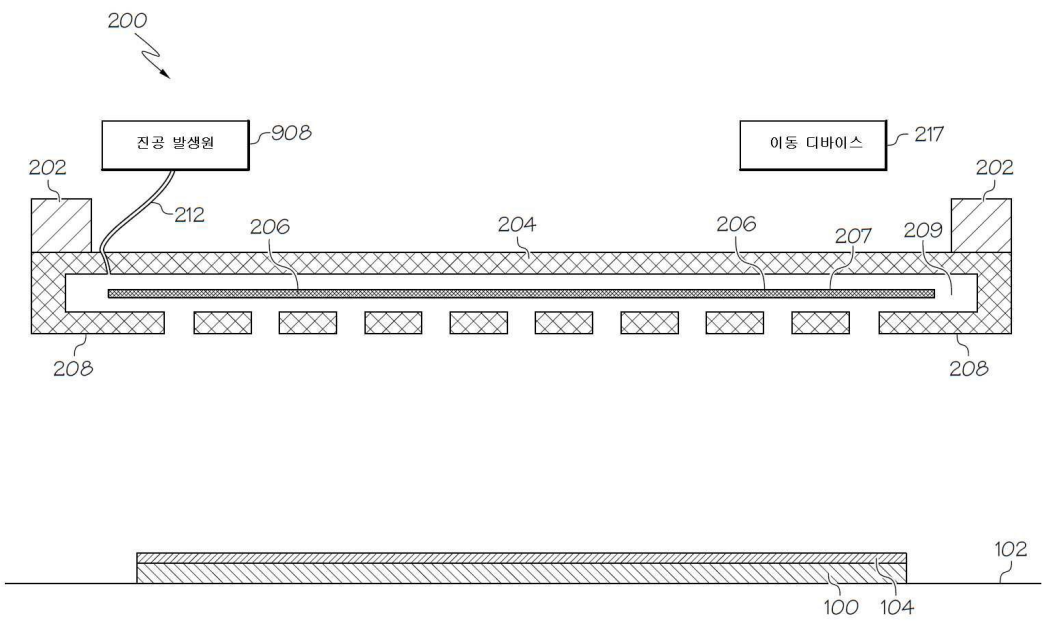
위에 의해서만 한정된다.

도면

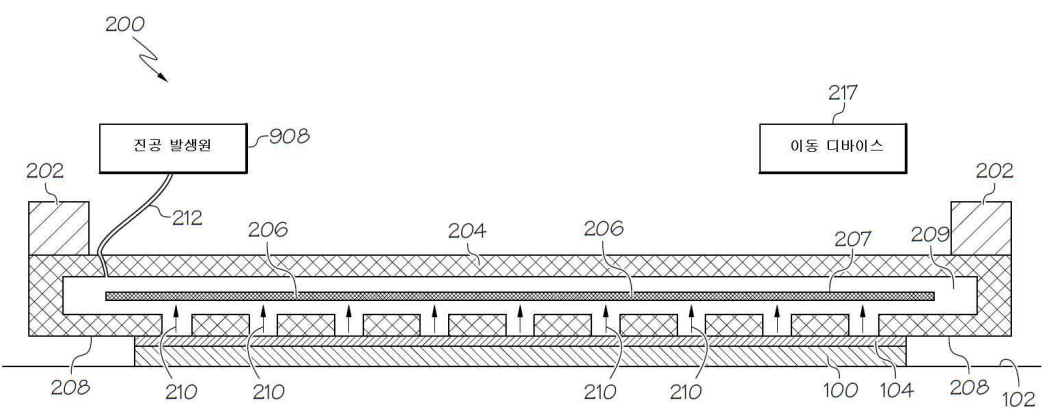
도면1



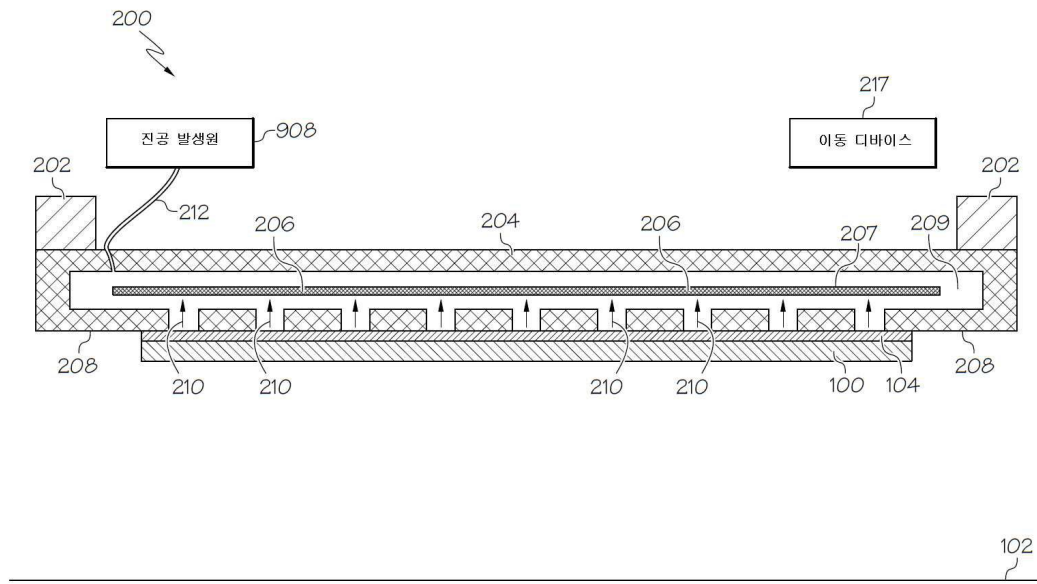
도면2



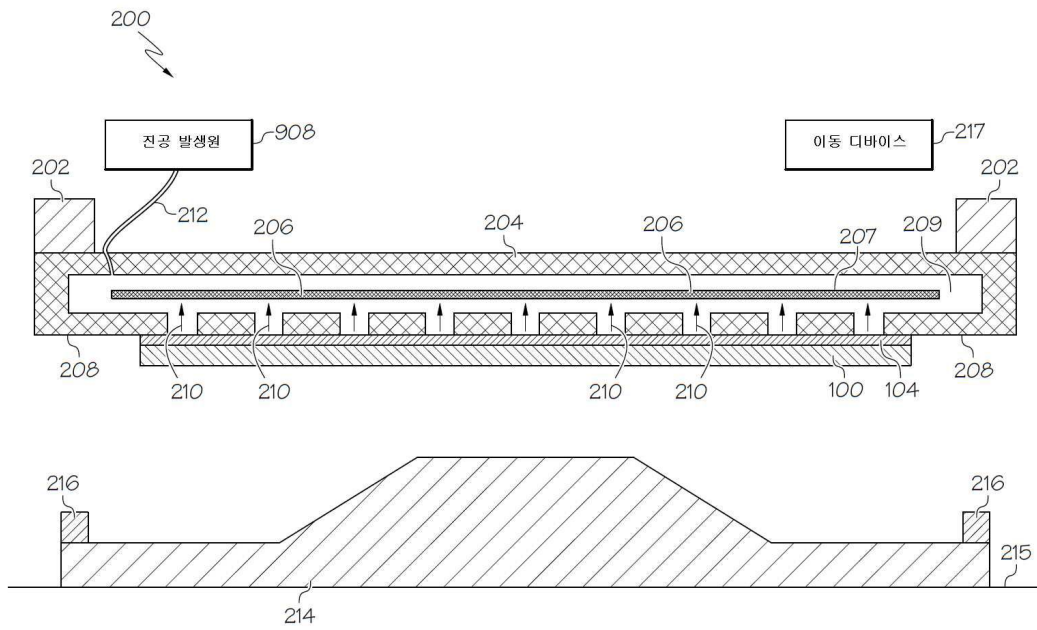
도면3



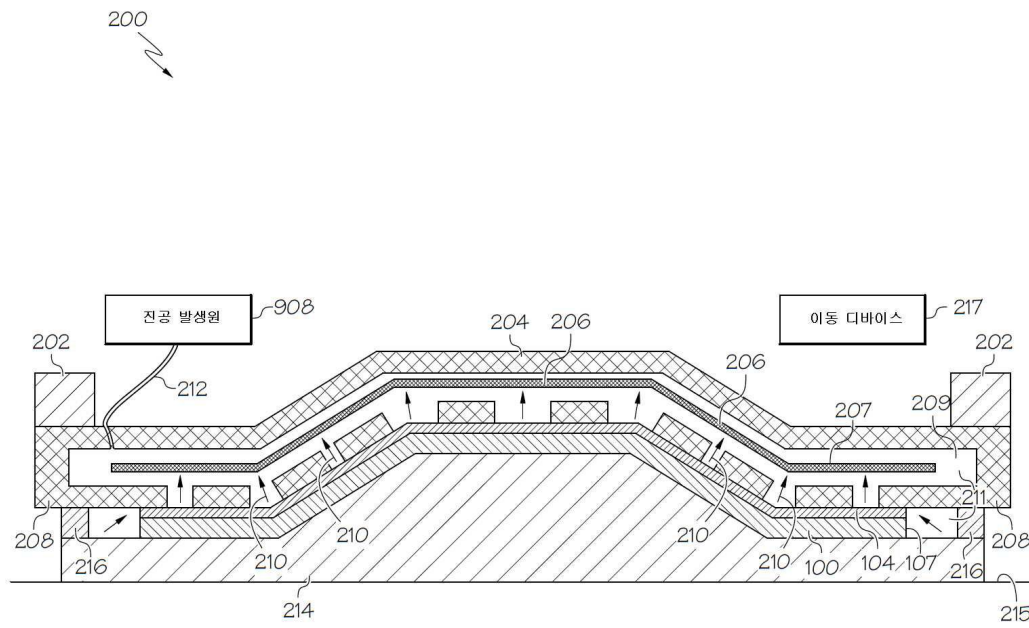
도면4



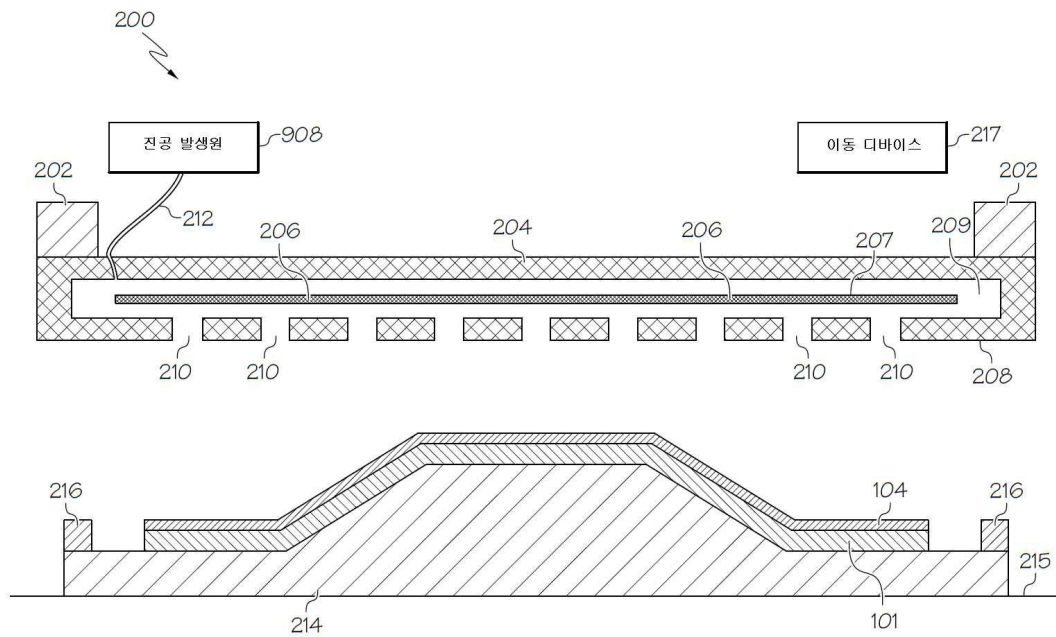
도면5



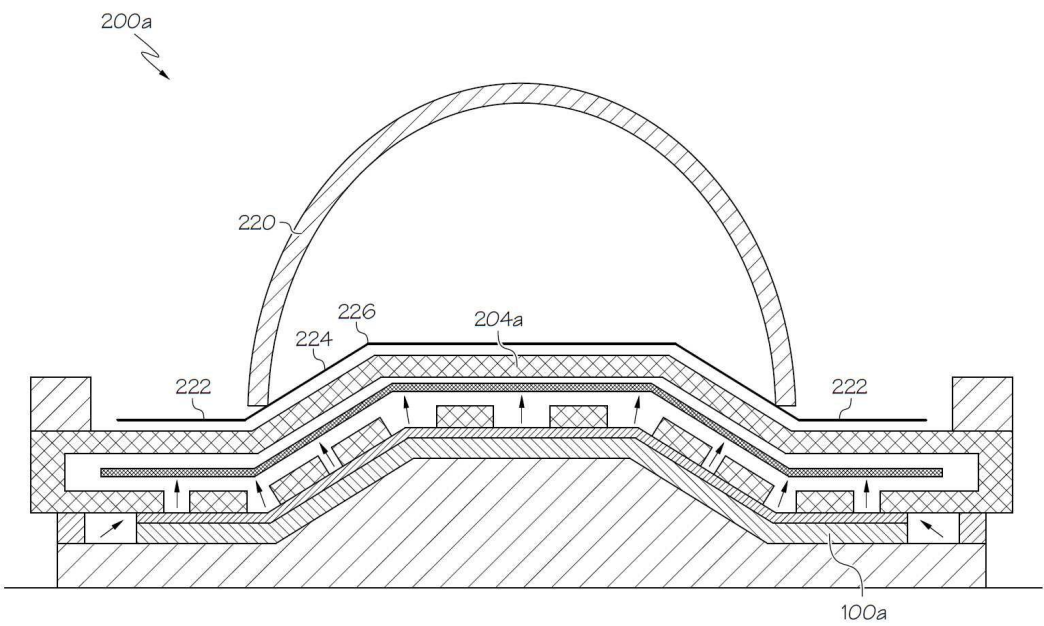
도면6



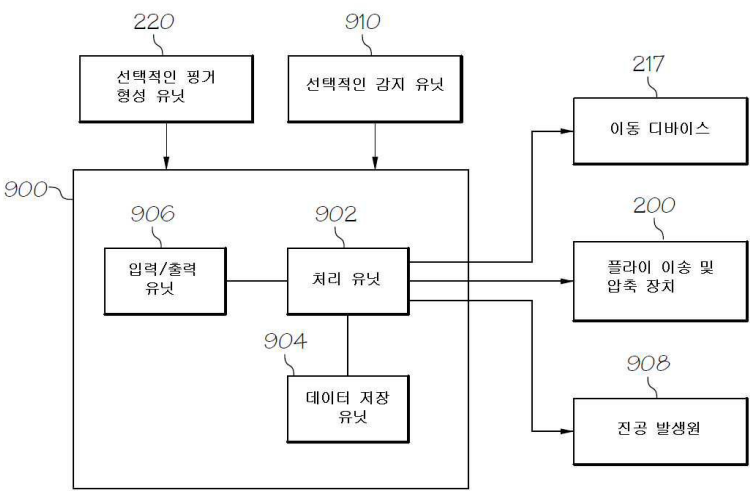
도면7



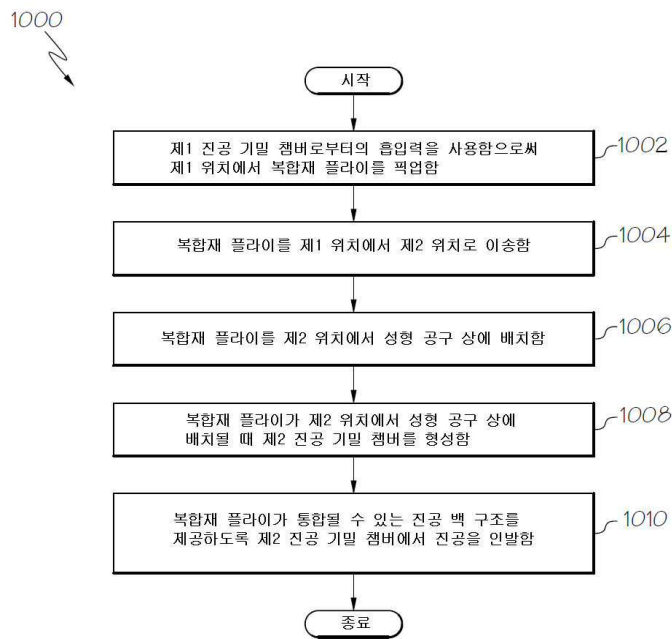
도면8



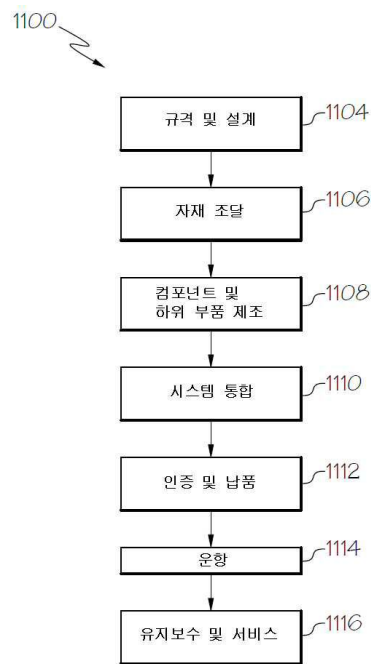
도면9



도면10



도면11



도면12

