



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월22일

(11) 등록번호 10-2102667

(24) 등록일자 2020년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 70/52 (2006.01) B29C 53/04 (2006.01)(52) CPC특허분류
B29C 70/52 (2013.01)
B29C 53/04 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-7008893

(22) 출원일자(국제) 2013년09월09일

심사청구일자 2018년07월16일

(85) 번역문제출일자 2015년04월07일

(65) 공개번호 10-2015-0079589

(43) 공개일자 2015년07월08일

(86) 국제출원번호 PCT/US2013/058670

(87) 국제공개번호 WO 2014/070305

국제공개일자 2014년05월08일

(30) 우선권주장

13/663,660 2012년10월30일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP평성08108483 A

EP0317861 A

WO2011106117 A1

JP2010516521 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

더 보잉 컴파니

미국, 일리노이스 60606, 시카고, 100 노스 리버
사이드 플라자

(72) 발명자

윌커슨, 랜달 디.

미국, 일리노이 60606, 시카고, 100 노스 리버 사
이드 플라자

폭스, 제임스 알.

미국, 일리노이 60606, 시카고, 100 노스 리버 사
이드 플라자

(74) 대리인

강철중, 김윤배

전체 청구항 수 : 총 8 항

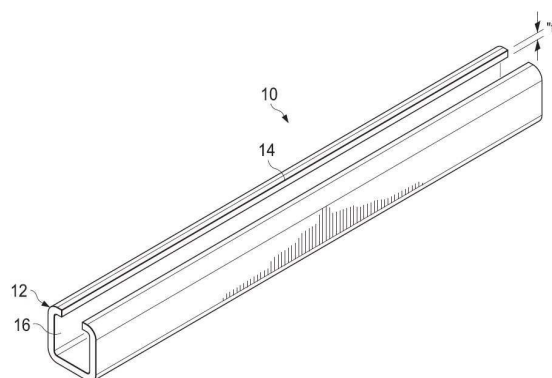
심사관 : 박세영

(54) 발명의 명칭 두꺼운 열가소성 수지 복합재 구조물을 형성하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

방법 및 장치는 열가소성 복합재 플라이 적층(16)이 최종 부품 형상으로 완전히 고화되고 성형되기 이전에 상기 열가소성 복합재 플라이 적층(16)을 사전-고화시키고 축소시키는데 사용된다. 사전-고화 및 축소는 플라이(18)를 부드럽게 하기 위해 플라이 적층(16)을 열가소성 수지의 용융점 이하의 온도로 가열하고난 뒤 플라이 적층(16)을 압축함으로써 성취된다.

대표도 - 도1



명세서

청구범위

청구항 1

다수의 열가소성 복합재 플라이(ply)를 구비하는 플라이 적층을 형성하는 단계;

열가소성 수지의 용융 온도 이하의 온도로 플라이 적층의 플라이를 가열함으로써 플라이를 부드럽게 하고 플라이 적층을 압축하는 단계를 포함하고, 플라이들을 압력으로 납작하게 하고, 플라이들 사이의 공극을 형성하는 틈을 제거하고, 플라이들의 전지역에 걸쳐 서로 맞대어 접촉된 상태로 묶여지도록, 플라이들을 부분적으로 고화시키는 단계를 더 포함하는 플라이 적층을 사전-고화시키는 단계;

사전-고화된 플라이 적층을 최종 부품의 형상을 갖도록 사전-성형하는 단계; 및

플라이 적층을 적어도 열가소성 수지의 용융 온도로 가열하는 단계를 포함하는 사전-성형된 플라이 적층을 고화시키는 단계로 구성된, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 상기 플라이에 플라이 적층을 축소시키기 충분한 압력을 가하는 단계를 포함하는, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는:

두 개의 툴(tools) 사이에 플라이 적층을 배치하고,

서로에 대해 툴에 힘을 가함으로써 수행되는, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 연속 압축 성형(continuous compression molding) 기계장치에서 수행되는, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 사전-성형된 플라이 적층을 고화시키는 단계는 플라이 적층을 압축하는 것으로 수행되며,

상기 방법은,

상기 플라이 적층이 고화되면서 플라이 적층을 원하는 형상으로 성형하는 단계를 추가로 포함하는, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 플라이 적층을 원하는 형상으로 성형하는 단계는 연속 압축 성형 기계장치에서 수행되는, 열가소성 수지 복합재 부품을 제작하는 방법.

청구항 7

플라이 적층을 가열하기 위한 가열기와 플라이 적층을 압축하기 위한 사전-고화 톨을 포함하고, 플라이들을 압력으로 납작하게 하고, 플라이들 사이의 공극을 형성하는 틈을 제거하고, 플라이들의 전지역에 걸쳐 서로 맞대어 접촉된 상태로 묶여지도록, 플라이들을 부분적으로 고화시키도록 구성된, 열가소성 수지 플라이의 플라이 적층이 공급될 수 있는 사전-고화 영역;

사전-고화된 플라이 적층을 최종 부품의 형상을 갖도록 사전-성형하도록 구성되는 사전-고화 영역에 후속하는 사전 성형 영역; 및

상기 사전-성형된 플라이 적층을 부품의 형상으로 고화시키고 성형시키기 위한 고화 톨을 포함하는 사전 성형 영역에 후속하는 고화 영역으로 구성된, 열가소성 수지 복합재 부품의 연속 압축 성형을 위한 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

제7항에 있어서, 상기 사전-고화 영역과 고화 영역을 연속적이고 점증적 단계로 통과하면서 상기 플라이 적층을 이동시키기 위한 맥동 구동 장치를 추가로 구비하는, 열가소성 수지 복합재 부품의 연속 압축 성형을 위한 장치.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 넓게는 복합재 라미네이트의 제작에 관한 것이며, 조금 더 구체적으로는 두꺼운 열가소성 수지 복합재 구조물을 형성하기 위한 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경 기술

[0002] 섬유 강화 열가소성 라미네이트(laminates)는 수지 침투 가공 플라이(pre-preg plies) 적층을 형성하고, 플라이 적층(stack)을 최종 부품에 고화(固化)시킴으로써 제작될 수 있다. 고화는 플라이를 용융 온도까지 가열시키고 종래의 압축 성형, 연속 압축 성형 또는 다른 기술을 이용하여 플라이 적층을 원하는 형상으로 성형시킴으로써 이루어진다. 성형중, 서로에 대한 플라이의 미끄러짐(slippage)은 플라이 적층의 형상을 변화시키고 몰드 툴(mold tool)의 형상에 따르게 할 수 있다. 상대적으로 적은 수지 침투 가공 플라이를 구비한 얇은 열가소성 수지 라미네이트는, 열가소성 수지를 녹이는데 필요한 열이 라미네이트의 두께 전체에 상대적으로 빨리 전달되기 때문에, 연속 압축 성형을 이용하여 어려움 없이 제작될 수 있다.

[0003] 그러나, 열가소성 복합재 라미네이트를 상대적으로 두껍게 제작할 경우, 특히 복잡한 형상을 가질 경우에는, 문제가 발생할 수 있다. 고화 및 성형중, 열가소성 수지가 녹을 때, 고화를 위한 과도한 재료 이동은 강화 섬유를 면내(in-plane) 및 면외(out-of-plane) 모두에서 움직이게 하고 비틀리게 할 수 있다.

[0004] 두꺼운 열가소성 복합재 라미네이트 형성시의 다른 문제점은 플라이 적층(ply stack)에서의 많은 수의 플라이에 대한 필요성으로 인한 과도한 재료 부피(material bulk)에 의해 야기된다. 특히 두꺼운 플라이 적층은 어떠한 형상으로 고화되고 성형되기 어렵거나 불가능할 수 있다. 재료 부피는 몰드 가공(mold tooling)에서 부분적으로 조정될 수 있으나, 그럼에도 불구하고 성형중에 플라이 적층을 완전히 고화시키는 것은 어려울 수 있다. 과도한 재료 부피로 인해 두꺼운 플라이 적층을 완전히 고화시키지 못하는 것은, 최종 부품에 기공 및 내부 공극을 야기할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 최종 부품에 주름, 기공 및 내부 공극을 줄이기 위해, 성형 이전에 열가소성 플라이 적층을 축소시키고(de-bulks) 부분적으로 고화하는 두꺼운 열가소성 복합재 라미네이트를 제작하기 위한 방법 및 장치가 필요하다. 또한 플라이 적층이 최종 형태로 성형될 때 섬유 뒤틀림을 축소 또는 제거하는 상기에서 설명한 것과 같은 방법 및 장치에 대한 필요성이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명은 상대적으로 두껍거나 복잡한 형상을 가진 열가소성 복합재 라미네이트 부품을 형성하기 위한 방법 및 장치를 제공한다. 형성되지 않은 플라이 적층의 재료 부피는 완전한 고화 및 성형 이전에 실질적으로 축소되며, 이로 인해 부품을 고화시키고 성형할 때 이용되는 가공에서 재료 부피를 부담할 필요성이 줄어든다. 상기 방법은 열가소성 수지를 용융점 아래는 아니지만 충분히 부드러워진 상승된 온도에서 수행되는 재료 축소 기법

(material de-bulking technique)을 채용한다. 이러한 축소(de-bulking)는 완전한 고화 및 성형을 위한 준비로서 용융 온도로 가열되기 전, 플라이가 실질적으로 표면 지역 전체를 서로 마주하고 달라붙는 플라이 적층의 부분적인 고화를 야기한다. 이러한 재료 축소와 부분적인 고화의 결과로서, 재료 이동에 의한 섬유 뒤틀림은 실질적으로 감소되고, 주름과 함께 기공 및 내부 공극은 줄어들거나 제거되며, 이러한 모든 것들은 부품 품질의 개선으로 이어진다. 게다가, 방법 및 장치는 지금까지 가능했었던 것보다 더 두꺼운 열가소성 복합재 라미네이트의 제작을 가능하게 할 수 있다. 장치는, 최종 부품 형상으로 고화되고 성형되기 이전에, 플라이 적층을 축소 및 사전-고화시키기 위한 사전-고화 영역(pre-consolidation zone)을 포함하는 연속 압축 성형(continuous compression molding (CCM)) 기계 장치를 구비한다.

[0007] 본 발명의 하나의 실시예에 따라, 방법은 두꺼운 열가소성 복합재 부품을 만드는 방법을 제공한다. 방법은 다수의 열가소성 복합재 플라이를 포함하는 플라이 적층을 형성하는 단계와, 상기 플라이 적층의 플라이를 열가소성 수지의 용융점보다 낮은 온도로 가열하여 플라이를 부드럽게 하여 플라이 적층을 압축하는 단계를 포함하는, 플라이 적층을 사전-고화시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 플라이 적층을 적어도 열가소성 수지의 용융 온도로 가열하는 단계를 포함하는, 사전-고화된 플라이 적층을 고화시키는 단계를 추가로 포함한다. 부드러운 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 플라이 적층을 축소하기 충분하게 플라이에 압력을 가하는 단계를 포함하며, 또한 두 개의 툴(tool) 사이에 플라이 적층을 배치하는 단계와, 상기 툴들이 서로에 대해 힘을 가하는 단계를 포함한다. 부드러운 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 연속 압축 성형 기계에서 수행된다. 사전-고화된 플라이 적층을 결합하는 단계는 플라이 적층을 단단히 다짐으로써 수행된다. 방법은 플라이 적층이 고화될 때 플라이 적층을 원하는 형태로 성형하는 단계를 추가로 포함할 수 있다. 원하는 형태로 플라이 적층을 성형하는 단계는 또한 연속 압축 성형 기계에서 수행될 수 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 방법은 두꺼운 열가소성 복합재 부품을 성형하는 단계를 제공한다. 방법은 다수의 열가소성 복합재 플라이를 서로의 위에 쌓아올리며 형성하는 단계와, 제1 매개변수 설정을 이용하여 플라이 적층을 사전-고화시키는 단계를 포함하며, 상기 제1 매개변수 설정에는 미리 정해진 제1 온도와, 미리 정해진 제1 압력 그리고 미리 정해진 제1 지속 시간이 포함된다. 방법은 또한 제2 매개변수 설정을 이용하여 사전-고화된 플라이 적층을 고화시키는 단계를 포함하며, 상기 제2 매개변수 설정에는 미리 정해진 제2 온도, 미리 정해진 제2 압력, 및 미리 정해진 제2 지속 시간이 포함된다. 플라이 적층을 형성하는 단계는 다수의 열가소성 복합재 플라이를 연속 압축 성형 기계로 연속해서 공급함으로써 수행된다. 미리 정해진 제1 온도는 열가소성 수지의 용융 온도 이하이지만 플라이를 녹이기 충분한 온도이다. 미리 정해진 제1 압력은 플라이 적층을 축소시키기 충분하다. 미리 정해진 제1 지속 시간은 플라이 적층의 플라이를 미리 정해진 제1 온도에서 부드럽게 하며, 미리 정해진 제1 압력에서 플라이 적층이 축소되기 충분한 시간이다. 미리 정해진 제2 온도는 플라이 적층의 열가소성 플라이를 녹이기 충분하게 높으며, 미리 정해진 제2 압력은 플라이 적층을 완전하게 고화시키기 충분하게 높다.

[0009] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 방법은 열가소성 복합재 부품을 연속 압축 성형하는 방법을 제공한다. 방법은 다수의 열가소성 수지 침투 가공 플라이를 포함하는 플라이 적층을 형성하는 단계와, 용융점 이하의 온도로 플라이를 가열하여 플라이 적층을 축소하는 단계 그리고 플라이 적층을 압축하는 단계를 포함한다. 방법은, 적어도 용융점으로 플라이를 가열하는 단계를 포함하는, 축소된 플라이 적층을 원하는 부품 형태로 성형하는 단계와 또한 플라이를 완전히 고화시키도록 플라이 적층을 압축하는 단계를 추가로 포함한다. 플라이 적층을 압축하는 단계는 한 쌍의 툴 사이에 플라이 적층을 배치하고, 이 툴을 이용하여 플라이 적층에 압축력을 적용함으로써 수행된다. 플라이 적층을 축소하는 단계와 플라이 적층을 성형하는 단계는 연속 압축 성형 기계에서 수행될 수 있다.

[0010] 본 발명의 또 다른 실시예에 따라, 장치는 두꺼운 열가소성 복합재 부품의 압축 성형을 위해 제공된다. 장치는 사전-고화 영역(pre-consolidation zone)과 고화 영역(consolidation zone)을 구비한다. 사전-고화 영역은 열가소성 플라이의 플라이 적층을 수용하며, 플라이 적층을 가열하기 위한 가열기와 플라이 적층을 압축하기 위한 사전-고화 툴을 구비한다. 상기 고화 영역은 사전-고화된 플라이 적층을 부품의 형태로 고화하고 성형하기 위한 고화 툴을 구비한다. 장치는 플라이 적층이 사전-고화되고난 이후 플라이 적층을 사전-성형하기 위한 사전-성형 영역(pre-forming zone)을 추가로 구비할 수 있다. 장치는 또한 사전-고화 영역 및 고화 영역을 통해 플라이 적층을 연속적이고 점증적 단계로 이동시키기 위한 맥동 구동 장치를 구비할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0011]

본 발명에 대한 실시예의 특징으로 여겨지는 새로운 특성들은 첨부된 청구범위에 제시되어 있다. 그러나, 실시예와 바람직한 사용 예, 또한 이들의 목적과 장점들은 다음의 본 발명에 대한 실시예의 상세한 설명을 통해 첨부된 도면과 함께 읽음으로써 가장 잘 이해될 것이다:

도 1은 본 발명의 방법과 장치에 따라 제작된 두꺼운 열가소성 수지 복합재 부품에 대한 사시도이다.

도 2는 두꺼운 열가소성 수지 복합재 라미네이트 부품을 제작하기 위한 방법의 단계를 대략적으로 나타내는 흐름도이다.

도 3은 툴(tool)에 적층되어 있는 다수의 열가소성 수지 복합재 플라이의 단면도이다.

도 4는 도 3과 유사하지만, 사전-고화 사이클(pre-consolidation cycle)을 위한 준비로 플라이 적층이 배치되어 있는 툴을 나타낸다.

도 5는 도 4와 유사하지만, 플라이를 부드럽게 하는 온도로 가열되면서 플라이 적층을 부분적으로 고화시키기 위해 툴에서 압축되고 있는 플라이 적층을 나타낸다.

도 6은 명시된 방법을 수행하는 데 사용되는 연속 압축 성형 장치의 개략도이다.

도 7은 사전-고화(pre-consolidation) 및 재료 축소(material de-bulking)를 채용한 연속 압축 성형의 방법의 단계를 나타내는 흐름도이다.

도 8은 항공기 생산 및 서비스 방법론에 대한 흐름도이다.

도 9는 항공기에 대한 블록 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012]

먼저 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예는 상대적으로 두꺼운, 열가소성 수지 복합재(TPC) 부품(10)을 형성하는 방법에 관한 것이다. 실시예에서, TPC(열가소성 수지 복합재) 부품(10)은 일반적으로 개방된 내부(16)를 형성하며 안쪽으로 꺾인 플랜지(14, flanges)를 가진 일반적으로 U자형 단면(12)을 가진 실질적으로 직선인, 기다란 구조 부재이다. 그러나, 본 발명의 방법은 다양한 다른 단면 형상과, 길이를 따라 만곡되거나 또는 윤곽 및/또는 다양한 두께를 가진 TPC 구조 부재를 형성하기 위해 채용될 수 있다. TPC 부품(10)은, 유리(s-타입 내지 e-타입) 또는 탄소 섬유(도시되지 않음)와 같은 섬유 구성 요소로 강화될 수 있는, 이에 한정하진 않지만 폴리에테르에테르케톤(polyetheretherketone, "PEEK"), 폴리에테르케톤케톤(polyetherketoneketone, "PEKK"), 폴리페닐설폰(polyphenylsulfone, "PPS"), 폴리에테리미드(polyetherimide, "PEI")와 같은, 적합한 열가소성 중합체 수지 매트릭스(matrix)를 포함한 다수의 수지 침투 가공 플라이(pre-preg plies, 도시되지 않음)로부터 형성된 라미네이트(laminate)를 구비할 수 있다. 각각의 플라이 내의 강화 섬유는 특정한 용도에 따라서, 동일한 방향 또는 불균일한 배열로 지향할 수 있다. 부품(10)의 최종 요구된 물리적 기계적 특성과 비용을 포함하여, 많은 요인에 근거한, 중합체 매트릭스 내의 섬유의 상대적인 타입, 두께, 수량 및 이와 함께 각각의 플라이에 활용된 중합체 매트릭스의 타입은 매우 다양할 수 있다. 복합재 부품(10)은 단일 플라이 적층으로서 형성되기 어려울 수 있는 상대적으로 많은 수의 플라이의 적층을 필요로 하는 두께 "t"를 갖는다.

[0013]

다음으로 도 2에서 도 5를 참고하면, 도 1에 도시된 TPC 부품(10)은 도 2에 도시된 단계(17)에서 시작되는 방법으로 제작될 수 있으며, 도 3에 도시된 TPC 플라이 적층(16)은 적합한 툴(24)의 다른 표면 위에 적층된다. 플라이 적층(16)은 수동으로 또는 자동화된 재료 배치 장치(도시되지 않음)를 이용하여 서로의 위에 적층될 수 있는 다수의 열가소성 수지 침투 가공 플라이를 구비한다. 도 3에 도시된 바와 같이, 플라이 적층(16)에서의 플라이(18)는, 수지 침투 가공된 상태에서의 플라이(18)의 파동 형태 또는 다른 불규칙한 형태로 인해, 서로에 대해 완전히 평평하게 적층될 수 없으며, 결과적으로 플라이(18)의 적어도 일부분 사이에 주름 및/또는 공극 또는 틈(22)이 생긴다.

[0014]

도 2에 도시된 방법의 다음 단계(19)가 수행되며, 툴(20) 위에 적층되어 있는 플라이 적층(16)은, 미리 정해진 시간의 길이 동안 플라이 적층(16)에 열과 압력을 가함으로써 사전-고화된 플라이 적층(16)을 구비하며, 결과적으로 플라이 적층(16)을 축소(de-bulking)시키게 된다. 도 4를 참고하면, 사전-고화된 단계(19)에 대한 준비로서, 제2 툴(24)이 플라이 적층(16) 위에 배치되고 플라이 적층(16)에 대해 힘을 가하게 될 수 있다. 도 4에 도시된 툴(20, 24)은 종래의 가압 프레스(press, 도시되지 않음)에 설치된 종래의 압반(platen)과 같은 툴을 구비할 수 있다. 툴(20, 24)은 특히 플라이 적층(16)의 사전-고화를 수행하도록 구성될 수 있으나, 대안으로서, 툴(20, 24)은 플라이 적층(16)을 성형될 특정 부품(10)의 최종 형상으로 형성하기 위해 나중에 이용되는 툴을 구비

할 수 있다. 예를 들어, 튜(20,24)은 플라이 적층(16)를 부품(10)의 최종 형상으로 형성하는데 필요한 곡률, 윤곽 및 다른 표면 특성을 가진 일치된 금형을 구비할 수 있다.

[0015] 도 5에는 미리 정해진 크기의 압력 또는 힘(26)을 이용하여 플라이 적층(16)을 압축하기 위해 하부 튜(20)에 대해 힘을 가하는 상부 튜(20)이 도시되어 있다. 플라이 적층(16)에 압력이 적용될 때, 플라이 적층(16)은 미리 정해진 온도로 가열된다. 가열은 가열된 튜(20,24)을 이용하여 접촉 가열을 통해, 또는 오븐(oven) 내에 사전-고화 사이클을 수행함으로써 수행될 수 있다. 이에 한정하진 않지만, 진공 백(bag) 및/또는 오토클레이브(autoclave) 처리와 같은 사전-고화 사이클 중, 플라이 적층(16)에 필요한 압력을 가하는 다른 처리가 이용될 수 있다. 사전-고화 사이클 중 이는 플라이 적층(16)을 축소하는 결과를 가져오며, 플라이 적층(16)은 플라이(18)가 부드러워지고 손쉽게 휘어지게 되지만 플라이(18)의 열가소성 수지가 녹아서 흐르기 시작하는 온도 이하인 "사전-고화 온도"로 가열된다. 사전-고화 온도에 도달된 경우 플라이(18)의 부드러움은 플라이(18)를 압력(26) 하에서 납작해지게 하며, 플라이(18, 도 3)들 사이의 공극(22)에 대한 어떤 틈을 실질적으로 제거하고, 플라이(18)를 부분적으로 고화시켜서 실질적으로 플라이의 전지역에 걸쳐 서로 맞대어 접촉된 상태로 단단하게 묶여 진다.

[0016] 압력(26)과, 사전-고화 온도 및 머무르는 시간(플라이 적층(16)가 고화 온도를 겪게 되는 동안의 시간)은 미리 정해지며, 사용된 부품 두께, 부품 형상, 열가소성 재료의 타입과 함께 강화 섬유 타입 및 크기를 포함한, 적용 목적에 따라 다양할 것이다. 하나의 실시예에서, 플라이 적층(16)은, 350도의 용융 온도를 가진 탄소 섬유 수지 침투 가공된 열가소성 수지의 60개의 플라이를 구비하며, 여기서 충분한 고화와 재료 축소는 330도의 사전-고화 온도와, 5bar의 압력 그리고 약 80초의 지속 시간을 이용하여 성취되었다. 일반적으로, 지속 시간은 열이 플라이 적층(16)의 모든 플라이(18)를 침투하도록 하고 플라이(18)를 사전-고화 온도까지 올리기 충분해야 한다. 이러한 실시예에서 부품은 375도의 온도에서 성형되었다. 여기서 상술한 실시예는 단지 예시이며 이것에 한정된 것으로서 해석되어서는 않된다는 것을 인지해야 한다.

[0017] 상기 명시된 다음의 사전-고화 사이클로서, 도 2에 단계(21)로 도시된 바와 같이, 플라이 적층(16)은 실질적으로 성형되고 완전히 고화될 때까지, 사전-고화된 상태로 남아있다. 플라이 적층(16)은 사전-고화 사이클 중 적용된 열과 압력의 조합이 플라이(18)를 서로 접촉시키고 그 형상으로 유지시키게 하기 때문에 사전-고화된 상태로 남아있다. 그러므로, 플라이(18)의 서로간 접촉은 차후의 고화 및 성형 처리 중 초과된 재료 움직임 감소시키며, 이로 인해 초과된 플라이 재료 움직임에 의해 야기된 면내 및 면외 섬유 뒤틀림을 실질적으로 제거시킨다.

[0018] 상기 명시된 본 발명의 방법은 도 6에 도시된 연속 압축 성형(CCM) 처리 기계(32)를 이용하여 CCM 처리의 일부분으로서 수행될 수 있다. CCM 기계(32)는 대략 사전-고화 영역(42)과, 사전-성형 영역(44), 그리고 고화 구역(48)을 포함할 수 있다. 복합재 재료의 다중 플라이(34, 36)는 연속 롤(roll, 도시되지 않음)로부터 또는 앞서 명시된 플라이 적층(16)과 같은 예비 제단된 TPC 블랭크(precut TPC blanks)의 고정된 적층(도시되지 않음)의 형상으로 제공된다. TPC 재료의 플라이(34, 36)는 맨드릴(mandrels)을 형성하는 시트(sheet) 부재를 따라 사전-고화 영역(42)으로 공급된다. 가이드(40, guide) 또는 다른 가공 요소는 플라이(34,36)를 사전-고화 영역(42)으로 사전-정렬 및 안내하는 데 사용될 수 있다.

[0019] 사전-고화 영역(42)은 적합한 가공(45)을 포함할 수 있으며 앞서 명시된, 사전-고화 사이클 중 함께 플라이(34,36)를 압축하는 기능을 하는, 튜(20,24)과 유사할 수 있으며 이는 플라이(34,36)의 사전-고화 및 축소를 야기한다. 사전-고화 영역(42)은 또한 플라이(34,36)를 사전-고화 온도로 가열하는 데 사용되는 가열기(47)를 구비할 수 있다. 가열기(47)는 사전-고화 가공기(45,tooling)가 포함된 오븐(oven)을 구비할 수 있으며, 또는 플라이(34, 36)가 가공기(45)를 통해 압축되는 동안 플라이(34, 36)에 접촉 가열을 제공하기 위해 가공기(45)를 가열하는 장치일 수 있다. 어떤 실시예에서, 사전-고화 영역(42)과 사전-성형 영역(44)을 조합하는 것이 가능할 수 있으며, 이런 경우 플라이(34,36)를 사전-성형하는 데 사용된 가공기는 고화 구역(48)에서 용융 온도로 가열되기 전에 또한 플라이를 사전-고화하는 데 사용된다.

[0020] 가이드(40)는 또한 사전-고화된 플라이 적층을 맨드릴(38)을 따라, 더불어 선택적으로 주입 맨드릴(도시되지 않음)을 사전-성형 영역(44)으로 사전-정렬하고 안내하는 데 사용될 수 있다. 사전-성형된 플라이(34, 36)와 맨드릴(38)은 사전-성형 영역(44)에서 사전-성형 작업을 용이하게 하기 위해 플라이 재료의 온도를 상승시키도록 오븐(도시되지 않음)을 통과해 지나갈 수 있다. 예를 들어, 부품 플랜지(14, 도 1)와 같은 다양한 특징들은 사전-성형 영역(44)에서 롤러(40, rollers) 또는 다른 성형 툴에 의해 플라이(34, 36)에 적용된 압력을 이용하여 사전-성형될 수 있다.

- [0021] 최종 부품의 전반적인 형상을 가진 사전-성형된 부분(46)은 사전-성형 영역(44)을 나와 고화 작업(48)으로 이동한다. 고화 작업(48)은 일반적으로 (55)로 나타낸 복수의 표준화된 틀 금형(55)을 구비하며, 상기 금형은 개별적으로 틀 부재와 쌍을 이루며 상기 틀 부재는 상기 표준화된 금형에 결합된 매끈한 외부 표면과, 형상이 가공되어 있는 내부 표면을 갖는다. 상기 가공된 형상은 고화 처리 중 사전-성형된 부분(46)에 부여된다. 표준화된 금형(55)과 틀 부재의 외부 표면 사이의 표면의 공통부는 별도의 특정한 매칭된 금형이 필요하지 않다.
- [0022] 고화 작업(48)은 사전-성형된 부분(46)을 고화 작업(48) 내에서 연속적이며 점증적인 단계로, 진행방향으로 그리고 사전-성형 영역(44)으로부터 멀어지게 이동시키는 맥동 구동 장치(60)를 구비한다. 사전-성형된 부분(46)이 진행방향으로 이동하면서, 사전-성형된 부분(46)은 먼저 사전-성형된 부분(46)을 플라이(34, 36)에서의 매트릭스 수지의 고분자 구성요소가 자유롭게 유동할 수 있는 온도로 가열되는 가열 영역(52)으로 들어간다.
- [0023] 다음으로, 사전-성형된 부분(46)은, 표준화된 금형(55)이 다양한 플라이(34, 36)를 원하는 형상 및 두께로 압축하고 고화시키기(즉, 매트릭스 수지의 자유-유동이 허용되는) 충분한 미리 정해진 압력으로 전체로 또는 개별적으로 내려지는, 압축 영역 또는 작업(54)으로 이동된다. 금형(55)이 열릴 때, 사전-성형된 부분(46)은 고화 작업(48) 내에서 점진적으로 진행되고, 금형(55)이 다시 닫힌 다음에는, 부분(46)의 이어지는 섹션(section)이 다른 온도 영역 내에서 압축되게 되며, 이로 인해 압축된 섹션에서 라미네이트 플라이를 고화시킨다. 이러한 과정은 부분(46)이 고화 작업(48)을 통과하며 점진적으로 진행되면서 금형(55)의 각 온도 영역에 대해 반복된다.
- [0024] 완전히 성형되고 압축된(고화된) 부분(46)은 이후 압축 영역(54)으로부터 분리된 냉각 영역(56)으로 들어가며, 여기서 온도는 플라이(34, 36)에서의 매트릭스 수지의 자유-유동 온도 이하로 떨어지게 되고, 이로써 융합 또는 고화된 부분(46)은 최종 압축된 형상으로 굳어지게 된다. 고화되고 냉각된 부품(58)은 이후 고화 작업(48)을 떠나게 되며, 맨드릴(38)은 롤러(62)로 감겨진다. 최종 성형된 부품(64)은 CCM 기계장치(32)의 말단에서 제거된다.
- [0025] 도 7에는, 완전하게 고화되고 성형되기 이전에 플라이 적층(16)의 사전-고화(pre-consolidation) 및 축소(de-bulking) 단계를 포함하는, 상기 명시된 CCM 기계장치(32)를 이용한, TPC 라미네이트 부품(10)의 성형 단계가 개략적으로 도시되어 있다. 상기 성형 단계는, 앞서 명시한 것처럼 플라이를 사전-적층하고 이를 적층 상태로 CCM 기계(32)로 공급하거나, 또는 플라이를 기계(32)로 개별적으로 공급함으로써, TPC 플라이 적층(16)을 형성하는 단계(66)로 시작된다. 단계(68)에서, 플라이 적층(16)에서의 플라이(18)는 이를 부드럽게는 하지만 열가소성 수지의 용융점보다는 낮은 온도로 가열된다. 플라이(18)를 부드럽게 하는 것은 사전-고화 영역(42, 도 6)에서 수행된다.
- [0026] 단계(70)에서, 플라이 적층(16)의 사전-고화와, 플라이 재료의 축소의 결과로서, 플라이 적층(16)은 사전-고화 영역(42)에서 압축된다. 단계(72)에서, 부드러워진 플라이 적층(16)은 사전-성형 영역(44)에서 사전-성형되며, 다음으로 사전-성형된 플라이 적층(16)은 단계(74)에 나타난 바와 같이, 수지의 용융 온도로 가열된다. 단계(76)에서, 가열된 플라이 적층(16)은 고화 구역(48)에서 요구된 부품 형상으로 고화 및 성형된다. 앞서 언급한 바와 같이, 상기 고화 및 성형 과정은, 플라이 적층(16)을 압축하고 결과적으로 원하는 부품 형상으로 성형하는 매칭된 금형을 통과하며 가열된 플라이 적층이 지나감으로써 수행될 수 있다. 단계(78)에서, 성형되고 고화된 부품은 냉각된다. 부품은 단계(80)에 나타난 바와 같이, 맥동 구동 장치(60, 도 6)로 도시된, 사전-고화 영역(42), 사전-성형 영역(44), 그리고 고화 구역(48)을 통해 점증적인 방식으로, 점증적으로 진행된다.
- [0027] CCM 과정이 실시예의 목적으로 상기에서 설명되었지만, 이는 사전-고화 및 축소의 공지된 방법을, 이에 한정하지 않지만, 인발 성형 및 롤 성형과 같은 다른 타입의 성형 과정(molding processes)으로 통합시키는 것이 가능할 수 있음을 주목해야한다.
- [0028] 본 발명의 실시예는, 특히, 복합재 부품의 오토클레이브 경화가 사용될 수 있는, 예를 들어 항공, 해상, 자동차 분야 및 다른 분야와 같은, 운송 산업에서 응용 가능성의 다양한 용도를 발견할 수 있다. 따라서, 다음의 도 8 및 도 9를 참고하면, 본 발명의 실시예는 도 8에 나타난 항공기 제작 및 서비스 방법(82)과 도 9에 나타난 항공기(84)의 맥락에서 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예의 항공기 분야는, 예를 들어 이에 한정하지 않지만, 단지 몇가지만 명명하면 빔(beams), 날개보(spars) 및 스트링거(stringers)와 같은, 이에 한정하지 않지만, 보강 부재(stiffener members)의 성형을 포함할 수 있다. 사전-제작 시, 전형적인 방법(82)은 항공기의 사양 및 설계(86) 그리고 자재 조달(88)을 포함할 수 있다. 제작 시, 구성요소 및 서브어셈블리 제조(90) 및 항공기의 시스템 통합(92)이 수행된다. 이후, 항공기(84)는 서비스 중(96)으로 배치되기 위해 인증 및 인도(94)를 거칠 수 있다. 고객에 의한 서비스 중, 항공기(84)는 규칙적인 유지보수 및 점검(98) 단계가 계획될 수 있으며, 또한

수정, 재구성, 보수 등이 포함될 수 있다.

[0029] 방법(82)의 각각의 과정은 시스템 인테그레이터(system integrator), 제3자, 및/또는 운영자(예컨대, 고객)에 의해 수행 또는 실행될 수 있다. 이러한 설명의 목적을 위해, 시스템 인테그레이터에는 많은 항공기 제조사와 주요 시스템 하청업체; 이에 국한되지 않고, 포함될 수 있으며; 제3자에는 많은 판매업체와 하청업체 및 공급자가, 이에 국한되지 않고, 포함될 수 있고; 그리고 운영자에는 항공사, 임대차 회사, 군사 기업, 서비스 기관 등이 포함될 수 있다.

[0030] 도 9에 도시된 바와 같이, 전형적인 방법(82)을 통해 생산된 항공기(84)는 다수의 시스템(102)과 내부(104, interior)를 가진 기체(100)를 구비할 수 있다. 높은 수준의 시스템(102)은 하나 이상의 추진 시스템(106)과, 전기 시스템(108), 유압 시스템(110), 및 환경 시스템(112)을 구비한다. 어떤 많은 시스템이 포함될 수도 있다. 비록 항공 산업의 예시로 도시되었지만, 본 발명의 실시예의 원리는 자동차 산업과 같은 다른 산업에 적용될 수 있다.

[0031] 이곳에 실시된 시스템 및 방법은 생산 및 서비스 방법(82)의 어떤 하나 이상의 단계 중에 채용될 수 있다. 예를 들어, 생산 과정(90)에 상응하는 구성요소 또는 서브어셈블리(subassembly)는 항공기(84)가 서비스중에 있는 과정에서 생산된 구성요소 또는 서브어셈블리와 유사한 방식으로 제조 내지 제작될 수 있다. 또한 하나 이상의 장치 실시예, 방법 실시예, 또는 이 둘의 조합은, 예를 들어, 실질적으로 조립을 신속하게 하거나 항공기(84)의 비용을 절감함으로써, 생산단계 (90, 92) 중에 활용될 수 있다. 유사하게, 하나 이상의 장치 실시예, 방법 실시예, 또는 이들의 조합은 예를 들어, 제한 없이, 유지보수 및 점검(98)과 같은 서비스 중(96)에 항공기가 있는 동안 활용될 수 있다.

따라서, 요약하면, 본 발명의 첫 번째 실시예에 따라서:

A1. 두꺼운 열가소성 복합재 수지 부품을 만드는 방법은:

다수의 열가소성 복합재 플라이(ply)를 구비하는 플라이 적층을 형성하는 단계;

열가소성 수지의 용융 온도 이하의 온도로 플라이 적층의 플라이를 가열함으로써 플라이를 부드럽게 하고 플라이 적층을 압축하는 단계를 포함하는 플라이 적층을 사전-고화시키는 단계; 및

플라이 적층을 적어도 열가소성 수지의 용융 온도로 가열하는 단계를 포함하는 사전-고화된 플라이 적층을 고화시키는 단계로 구성된다.

A2. 또한, 단락 A1의 방법에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 상기 플라이에 플라이 적층을 축소시키기 충분한 압력을 가하는 단계를 포함한다.

A3. 또한, 단락 A2의 방법에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는:

두 개의 툴(tools) 사이에 플라이 적층을 배치하고,

서로에 대해 툴에 힘을 가함으로써 수행된다.

A4. 또한, 선행된 단락 중 어느 한 단락의 방법에 있어서, 상기 부드러워진 플라이의 플라이 적층을 압축하는 단계는 연속 압축 성형(continuous compression molding) 기계장치에서 수행된다.

A5. 또한, 선행된 단락 중 어느 한 단락의 방법에 있어서, 상기 사전-고화된 플라이 적층을 고화시키는 단계는 플라이 적층을 압축하는 것으로 수행되며:

상기 플라이 적층이 고화되면서 플라이 적층을 원하는 형상으로 성형하는 단계를 추가로 포함한다.

A6. 또한, 단락 A5의 방법에 있어서, 상기 플라이 적층을 원하는 형상으로 성형하는 단계는 상기 연속 압축 성형 기계장치에서 수행된다.

본 발명의 다른 실시예에 따라서:

B1. 두꺼운 열가소성 복합재 부품을 성형하는 방법은:

다수의 열가소성 복합재 플라이를 서로의 위에 적층함으로써 플라이 적층을 형성하는 단계;

미리 정해진 제1 온도, 미리 정해진 제1 압력 및 미리 정해진 제1 지속 시간으로 구성된 제1 매개변수 설정을 이용하여 사전-고화된 플라이 적층을 고화시키는 단계; 및

미리 정해진 제2 온도, 미리 정해진 제2 압력 및 미리 정해진 제2 지속 시간으로 구성된 제2 매개변수 설정을 이용하여 플라이 적층을 사전-고화시키는 단계로 구성된다.

B2. 또한, 단락 B1의 방법에 있어서, 상기 플라이 적층을 형성하는 단계는 다수의 열가소성 수지 복합재 플라이를 연속 압축 성형 기계장치로 연속적으로 공급함으로써 수행된다.

B3. 또한, 단락 B1 또는 단락 B2의 방법에 있어서:

상기 미리 정해진 제1 온도는 플라이를 부드럽게 하기 충분한 온도이지만 열가소성 수지의 용융 온도보다는 낮은 온도이다.

B4. 또한, 단락 B1 내지 단락 B3 중 어느 한 단락의 방법에 있어서, 상기 미리 정해진 제1 압력은 상기 플라이 적층을 축소(de-bulk)시키기 충분한 압력이다.

B5. 또한, 단락 B1 내지 단락 B4 중 어느 한 단락의 방법에 있어서, 상기 미리 정해진 제1 지속 시간은, 플라이 적층에서의 플라이를 상기 미리 정해진 제1 온도에서 부드러워지게 하고, 상기 미리 정해진 제1 압력에서 플라이 적층을 축소시킬 수 있게 하기 충분한 시간이다.

B6. 또한, 단락 B1 내지 단락 B5 중 어느 한 단락의 방법에 있어서:

상기 미리 정해진 제2 온도는 플라이 적층의 열가소성 수지 플라이가 용융되기 충분하게 높으며,

상기 미리 정해진 제2 압력은 상기 플라이 적층을 완전히 고화시키기 충분하게 높다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따라서:

C1. 열가소성 수지 복합재 부품을 연속 압축 성형하는 방법은:

다수의 열가소성 수지 침투 가공 플라이를 구비하는 플라이 적층을 형성하는 단계;

플라이를 용융점 이하의 온도로 가열하여 플라이 적층을 압축하는 단계에 의해 플라이 적층을 축소시키는 단계; 및

플라이를 적어도 용융점으로 가열하고 또한 플라이를 완전히 고화시키기 위해 플라이 적층을 압축하는 단계를 포함하는, 축소된 플라이 적층을 원하는 부품 형상으로 성형(molding)하는 단계로 구성된다.

C2. 또한, 단락 C1의 방법에 있어서, 상기 플라이 적층을 압축하는 단계는:

한 쌍의 툴(tool) 사이에 상기 플라이 적층을 배치하고,

상기 툴을 이용하여 상기 플라이 적층에 압축 압력을 가함으로써 수행된다.

C3. 또한, 단락 C2의 방법에 있어서, 상기 플라이 적층을 축소(de-bulking)시키는 단계와 플라이 적층을 성형(molding)하는 단계는 연속 압축 성형 기계장치에서 수행된다.

C4. 단락 C1 내지 단락 C3 중 어느 한 단락의 방법에 있어서, 상기 플라이 적층을 축소시키는 단계와 축소된 플라이 적층을 성형하는 단계는 실질적으로 연속적으로 수행된다.

본 발명의 또 다른 실시예에 따라서:

D1. 두꺼운 열가소성 수지 복합재 부품의 연속 압축 성형을 위한 장치는:

플라이 적층을 가열하기 위한 가열기와 플라이 적층을 압축하기 위한 사전-고화 툴을 포함하는, 열가소성 수지 플라이의 플라이 적층이 공급될 수 있는 사전-고화 영역; 및

상기 사전-고화된 플라이 적층을 부품의 형상으로 고화시키고 성형시키기 위한 고화 툴을 포함하는 고화 영역으로 구성된다.

D2. 또한, 단락 D1의 장치에 있어서:

상기 플라이 적층은 사전-고화된 이후 플라이 적층을 사전-성형하기 위한 사전-성형 영역을 추가로 구비한다.

D3. 또한, 단락 D1 또는 단락 D2의 장치에 있어서:

상기 장치는 상기 사전-고화 영역과 고화 영역을 연속적이고 점증적 단계로 통과하면서 상기 플라이 적층을 이

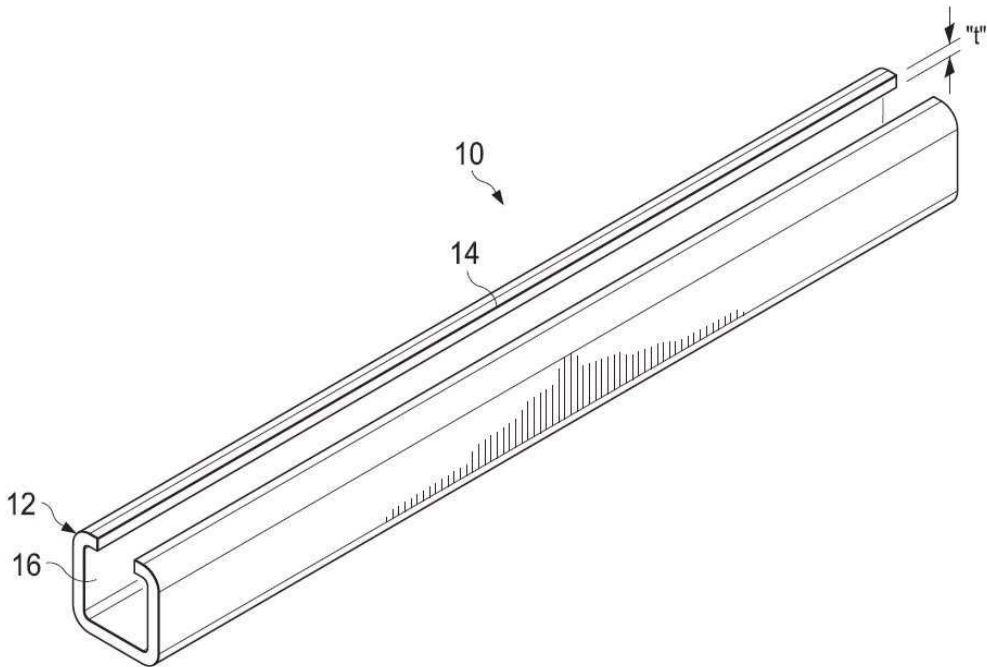
동시키기 위한 맥동 구동 장치를 추가로 구비한다.

D4. 또한, 단락 D1 내지 단락 D3 중 어느 한 단락의 장치에 있어서, 상기 사전-고화 틀은 플라이 적층을 사전-성형하기 위한 수단을 포함한다.

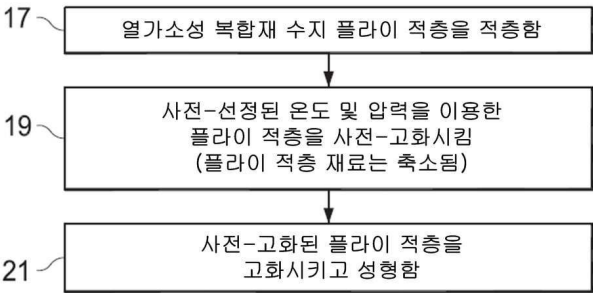
[0032] 다른 실시예에 대한 기술은 예시와 설명을 목적으로 제시되었으며, 공지된 형태로 실시예에 종망라하거나 한정되는 것은 아니다. 당업자들은 본 발명에 대한 많은 수정 및 개선이 가능할 것이다. 또한, 다른 실시예들은 다른 실시예와 비교하여 다른 장점을 제시할 수 있다. 선정된 실시예 또는 실시예들은, 실시예의 원리와 실용 분야를 가장 잘 설명하고, 다른 당업자들이 예상한 특정한 용도에 적합한 다양한 변형을 가진 다양한 실시예를 위해 본 발명을 이해하게 하기 위해 선정되고 설명된다.

도면

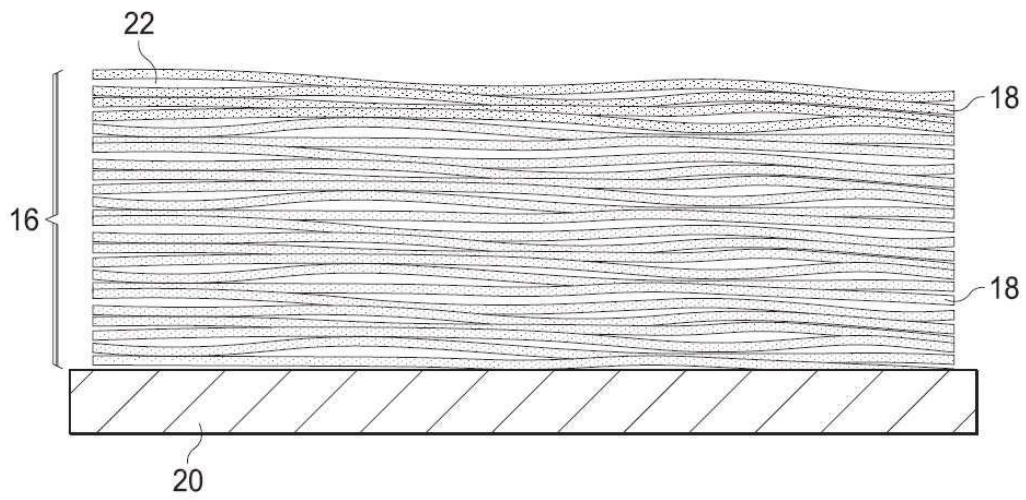
도면1



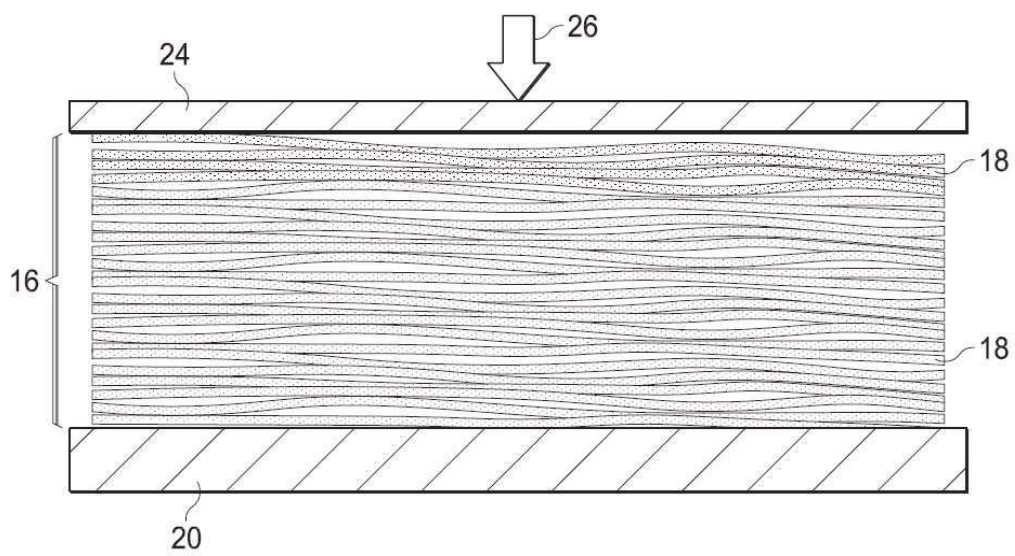
도면2



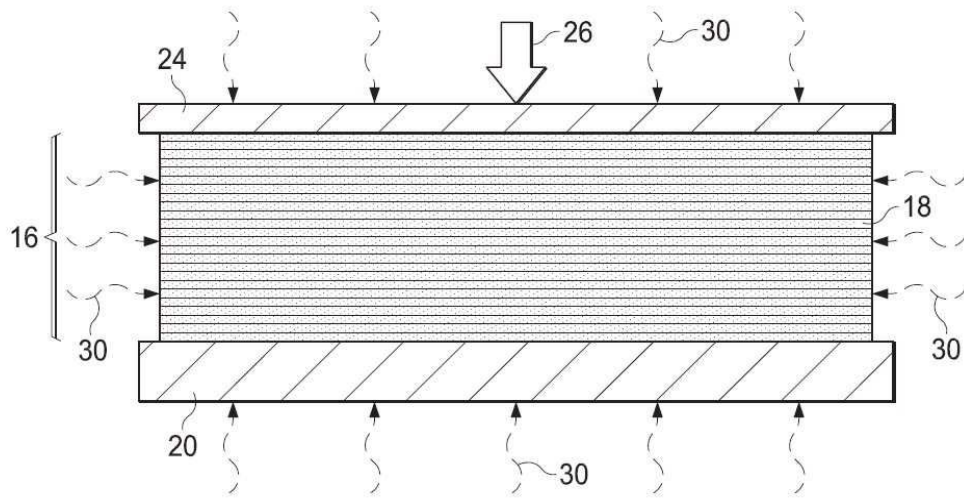
도면3



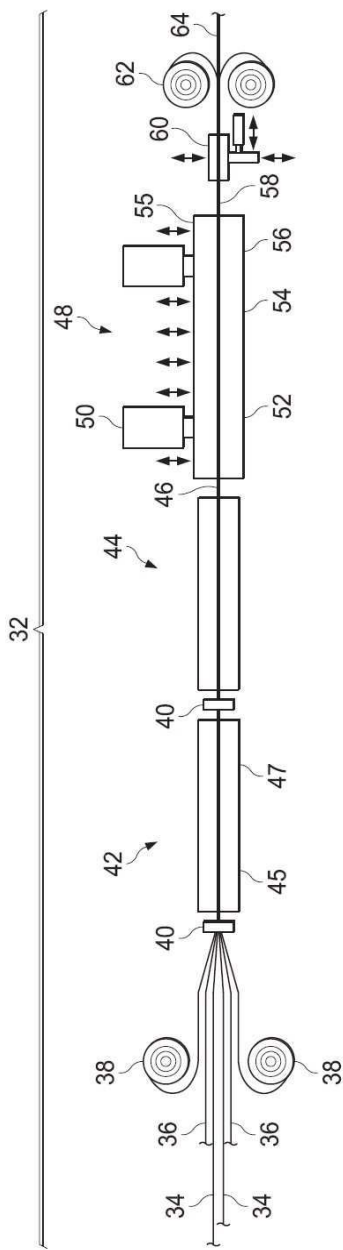
도면4



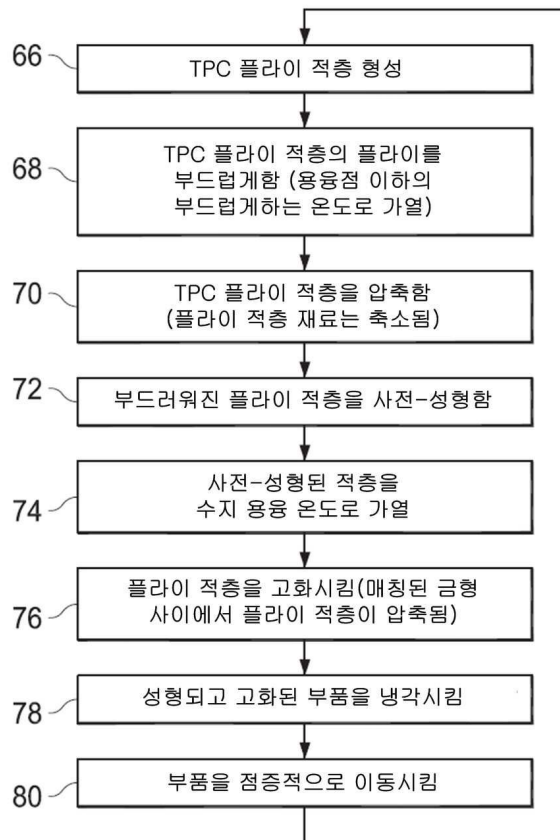
도면5



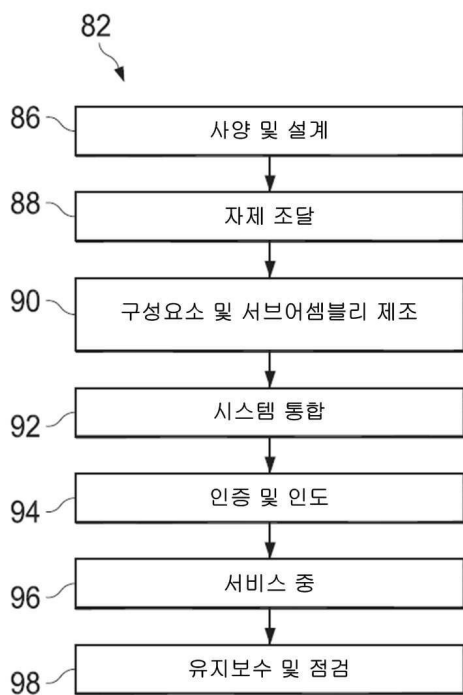
도면6



도면7



도면8



도면9

