



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0068275
(43) 공개일자 2024년05월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B29C 70/40 (2006.01) B29C 43/00 (2018.01)
B29C 43/58 (2006.01) B29C 70/20 (2006.01)
B29C 70/22 (2006.01) B29C 70/34 (2006.01)
B29C 70/54 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B29C 70/40 (2013.01)
B29C 43/003 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2022-0149496

(22) 출원일자 2022년11월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

현대자동차주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

기아 주식회사

서울특별시 서초구 현릉로 12 (양재동)

울산과학기술원

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

(72) 발명자

임상원

서울특별시 동작구 상도로 346-1, 119동 501호(상도동, 힐스테이트 상도 센트럴파크)

윤상재

경기도 용인시 수지구 동천로63번길 10, 202동 1401호(동천동, 동천마을현대2차홈타운)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한라특허법인(유한)

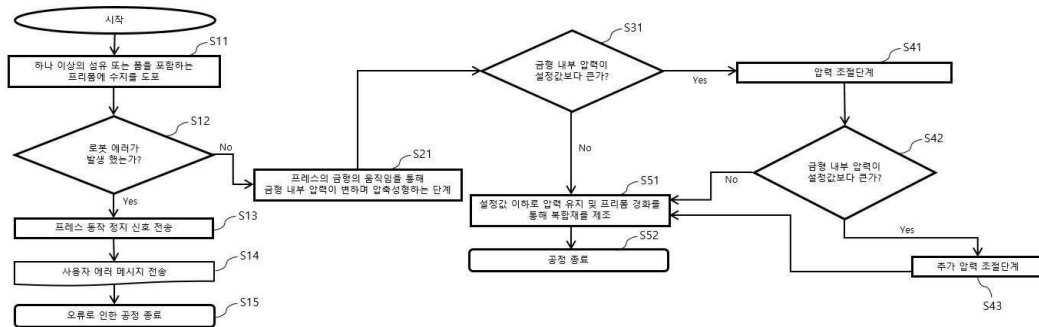
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 복합재 제조방법 및 복합재 제조장치

(57) 요약

본 발명은 금형 내부 압력을 제어하는 WCM 공정을 통한 복합재 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 로봇을 이용한 수지 도포를 통한 공정 자동화로 생산성이 향상되고, 금형 내부 압력 제어를 통한 품코어 변형 최소화를 통해 품질이 향상될 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

B29C 43/58 (2013.01)

B29C 70/20 (2013.01)

B29C 70/22 (2013.01)

B29C 70/34 (2013.01)

B29C 70/54 (2023.05)

B29C 70/541 (2013.01)

B29C 2043/5808 (2013.01)

(72) 발명자

박영빈

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

지우석

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

강수창

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

임성우

울산광역시 울주군 언양읍 유니스트길 50

명세서

청구범위

청구항 1

하나 이상의 섬유 또는 폼을 포함하는 프리폼의 상면에 수지 주입기를 이용해 수지를 도포하는 단계;

프레스를 이용하여 금형의 상부 슬라이드를 하강시키고 하부 슬라이드를 상승시켜 상기 수지가 도포된 프리폼을 압축성형하는 단계;

압력센서를 이용해 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는지 결정하는 단계; 및

상기 금형 내부 압력이 상기 압력 설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 압력조절단계; 를 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 섬유는 유리 섬유, 탄소 섬유, 보론 섬유, 재생 섬유 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 섬유는 일방향성 원단(unidirectional fabric), 우븐(Woven), 능직 섬유(twill fabric) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 형태로 직조한 것인 복합재 제조방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 수지는 비스페놀 에폭시 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 수지 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 수지는 겔타임(gel time)이 10초 내지 2분인 복합재 제조방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 폼은 압축강도가 10bar 내지 100bar인 복합재 제조방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 프리폼은 제1 섬유를 포함하는 제1 층; 상기 제1 층 상에 위치하고 상기 폼을 포함하는 제2 층; 및 상기 제2 층 상에 위치하고 제2 섬유를 포함하는 제3 층; 을 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 수지를 도포하는 단계는,

상기 수지 주입기의 수지 도포용 로봇에 장착된 혼합 헤드(mixing head)를 상기 프리폼상으로 이동시켜 상기 수지를 도포하는 단계; 및

상기 로봇의 에러 발생 여부를 결정하는 단계; 를 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 압축성형하는 단계는,

상기 하부 슬라이드를 상기 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 5mm 내지 10mm일 때 50mm/s 내지 100mm/s의 속도로 상승시키고, 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 2mm 내지 5mm일 때 0.5mm/s 내지 1mm/s의 속도로 상승시키는 단계; 및

상기 프리폼이 압축성형되는 단계; 를 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 압축성형하는 단계 후,

상기 프리폼의 상면에 도포된 수지가 상기 프리폼 내부에서 하방으로 유동하여 함침되는 단계; 를 더 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 결정하는 단계에서 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는 경우, 상부 슬라이드와 하부 슬라이드의 간격을 넓혀 금형의 간격(gap) 조절에 의해 압력을 조절하는 복합재 제조방법.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 하부 슬라이드의 상승속도를 낮춰 상기 금형의 내부 압력을 조절하는 단계는,

상기 하부 슬라이드의 상승속도를 0.01mm/s 내지 0.5mm/s로 조절해 상기 금형의 내부 압력을 낮추는 단계;를 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 압력 조절단계 후,

상기 프레스의 힘이 0kn이 되는지 결정하는 단계; 및

상기 프레스의 힘이 0kn이 되고 상기 금형 내부의 압력이 상기 압력설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계; 를 포함하는 추가 압력조절단계를 더 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계는,

상기 상부 슬라이드와의 간격을 0.01mm 내지 0.1mm으로 조절하여 상기 금형 내부의 압력을 낮추는 단계; 를 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 추가 압력조절단계 후,
상기 금형 내부의 압력이 상기 압력 설정값 이하가 되면,
상기 금형 내부의 압력을 상기 설정값 이하로 유지하면서 상기 수지가 도포된 프리폼을 경화시켜 복합재를 제조하는 단계;를 더 포함하는 복합재 제조방법.

청구항 16

프리폼의 상면에 수지를 도포하는 수지 주입기;
금형의 상부 슬라이드, 하부 슬라이드를 포함하고, 상기 상부 슬라이드를하강시키고 상기 하부 슬라이드를 상승시켜 상기 수지 주입기에 의해 수지가 도포된 프리폼을 압축성형하는 프레스; 및
상기 금형 내부 압력이 미리 설정된 압력값을 초과하는지 감지하는 압력센서; 를 포함하고,
상기 프레스는,
상기 압력센서에서 감지한 금형 내부 압력이 상기 미리 설정된 압력값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 복합재 제조장치.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 수지 주입기는 수지 도포용 로봇 및 상기 로봇에 장착된 고압용 혼합 헤드(mixing head)를 포함하는 복합재 제조장치.

청구항 18

제16항에 있어서,
상기 프레스는 상부 슬라이드 및 하부 슬라이드를 포함하는 복합재 제조장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복합재 제조방법 및 복합재 제조장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 복합재를 제조할 때 사용하는 방법인 WCM(WET COMPRESSION MOLDING) 공정은 섬유 원단 위로 수지를 도포하고, 섬유 원단에 수지가 함침되고, 경화되어 복합재가 완성된다. 그러나 상기 WCM 공정은 높은 금형 내부 압력(100bar 초과)으로 인한 섬유의 호트러짐 및 폼 코어의 파손 또는 변형등이 일어나는 문제가 발생한다.

[0003] 또한, PC-RTM(Pressure controlled Resin Transfer Molding) 공정은 금형에 섬유 원단을 위치시키고, 이후 금형을 형폐한 후 수지를 주입해 섬유 원단에 수지가 함침되고, 경화되어 복합재가 완성된다. 상기 PC-RTM 공정은 낮은 금형 내부 압력(20bar 이하)으로 인해 섬유의 호트러짐 및 폼 코어의 파손 또는 변형등은 억제 가능하다. 그러나, 면적이 큰 제품 성형 시, 주입시간이 100초 이상으로 길기 때문에 생산성에서 문제가 발생하게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-2144435호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로서, 금형 내부 압력 제어를 통한 공정을 활용해 폼 코어의 변형을 최소화하여 품질이 향상될 수 있다.
- [0006] 본 발명은 상기와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로서, 로봇을 이용한 수지 도포를 통한 공정 자동화로 생산성이 향상될 수 있다.
- [0007] 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않는다. 본 발명의 목적은 이하의 설명으로 보다 분명해질 것이며, 특허청구범위에 기재된 수단 및 그 조합으로 실현될 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명에 따른 복합재 제조방법은 하나 이상의 섬유 또는 폼을 포함하는 프리폼의 상면에 수지 주입기를 이용해 수지를 도포하는 단계; 프레스를 이용하여 금형의 상부 슬라이드를 하강시키고 하부 슬라이드를 상승시켜 상기 수지가 도포된 프리폼을 압축성형하는 단계; 압력센서를 이용해 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는지 결정하는 단계; 및 상기 금형 내부 압력이 상기 압력 설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 압력조절단계;를 포함할 수 있다.
- [0009] 상기 섬유는 유리 섬유, 탄소 섬유, 보론 섬유, 재생 섬유 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 섬유는 일방향성 원단(unidirectional fabric), 우븐(Woven), 능직 섬유(twill fabric) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 형태로 직조한 것일 수 있다.
- [0011] 상기 수지는 비스페놀 에폭시 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 수지 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 수지는 겔타임(gel time)이 10초 내지 2분일 수 있다.
- [0013] 상기 폼은 압축강도가 10bar 내지 100bar일 수 있다.
- [0014] 상기 프리폼은 제1 섬유를 포함하는 제1 층; 상기 제1 층 상에 위치하고 상기 폼을 포함하는 제2 층; 및 상기 제2 층 상에 위치하고 제2 섬유를 포함하는 제3 층;을 포함할 수 있다.
- [0015] 상기 수지를 도포하는 단계는, 상기 수지 주입기의 수지 도포용 로봇에 장착된 혼합 헤드(mixing head)를 상기 프리폼상으로 이동시켜 상기 수지를 도포하는 단계; 및 상기 로봇의 에러 발생 여부를 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0016] 상기 압축성형하는 단계는, 상기 하부 슬라이드를 상기 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 5mm 내지 10mm일 때 50mm/s 내지 100mm/s의 속도로 상승시키고, 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 2mm 내지 5mm일 때 0.5mm/s 내지 1mm/s의 속도로 상승시키는 단계; 및 상기 프리폼이 압축성형되는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 압축성형하는 단계 후, 상기 프리폼의 상면에 도포된 수지가 상기 프리폼 내부에서 하방으로 유동하여 함침되는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 상기 결정하는 단계에서 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는 경우, 상부 슬라이드와 하부 슬라이드의 간격을 넓혀 금형의 간격(gap) 조절에 의해 압력을 조절할 수 있다.
- [0019] 상기 하부 슬라이드의 상승속도를 낮춰 상기 금형의 내부 압력을 조절하는 단계는, 상기 하부 슬라이드의 상승속도를 0.01mm/s 내지 0.5mm/s로 조절해 상기 금형의 내부 압력을 낮추는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0020] 상기 압력 조절단계 후, 상기 프레스의 힘이 0kn이 되는지 결정하는 단계; 및 상기 프레스의 힘이 0kn이 되고 상기 금형 내부의 압력이 상기 압력설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계;를 포함하는 추가 압력조절단계를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계는, 상기 상부 슬라이드와의 간격을 0.01mm 내지 0.1mm으로 조절하여 상기 금형 내부의 압력을 낮추는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0022] 상기 추가 압력조절단계 후 상기 금형 내부의 압력이 상기 압력 설정값 이하가 되면, 상기 금형 내부의 압력을 상기 설정값 이하로 유지하면서 상기 수지가 도포된 프리폼을 경화시켜 복합재를 제조하는 단계;를 더 포함할

수 있다.

[0023] 본 발명에 따른 복합재 제조장치는 프리폼의 상면에 수지를 도포하는 수지 주입기; 금형의 상부 슬라이드, 하부 슬라이드를 포함하고, 상기 상부 슬라이드를 하강시키고 상기 하부 슬라이드를 상승시켜 상기 수지 주입기에 의해 수지가 도포된 프리폼을 압축성형하는 프레스; 및 상기 금형 내부 압력이 미리 설정된 압력값을 초과하는지 감지하는 압력센서;를 포함하고, 상기 프레스는, 상기 압력센서에서 감지한 금형 내부 압력이 상기 미리 설정된 압력값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드의 상승속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절할 수 있다.

[0024] 상기 수지 주입기는 수지 도포용 로봇 및 상기 로봇에 장착된 고압용 혼합 헤드(mixing head)를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 따른 복합재 제조방법은 WCM(Wet Compression Molding) 공정간 금형 내부 압력을 제어하여 폼의 손상을 방지 및 품질 높은 복합재 고속성형 가능하며, 금형 내부 압력이 설정압력 이상이면 하부 슬라이드의 속도를 조절하거나, 금형의 간격을 조절하여 제어하고, 로봇이 적층된 프리폼 상부에 수 초내에 수지를 도포할 수 있으므로, 2분 내의 gel time을 가지는 수지를 사용할 수 있어, 품질과 생산성을 극대화시킬 수 있다.

[0026] 본 발명의 효과는 이상에서 언급한 효과로 한정되지 않는다. 본 발명의 효과는 이하의 설명에서 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 할 것이다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 본 발명에 따른 복합재 제조방법을 수행하는 시스템의 구성을 예시한 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 복합재 제조방법을 나타내는 순서도이다.

도 3은 본 발명에 일 실시예에 따른 프리폼에 수지를 도포했을 시, 섬유 및 폼에 수지가 유동하는 것을 도시한 그림이다.

도 4는 out-of-plane 방향을 도시하는 그림이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 폼의 특성이다.

도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 폼의 특성이다.

도 7은 본 발명의 WCM(Wet Compression Molding) 공정에서 수지가 out-of-plane 방향으로 유동시, 직조된 섬유가 변형을 일으킨 것을 도시한 그림이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.

[0029] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0030] 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하부에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또

다른 부분이 있는 경우도 포함한다.

- [0031] 달리 명시되지 않는 한, 본 명세서에서 사용된 성분, 반응 조건, 폴리머 조성물 및 배합물의 양을 표현하는 모든 숫자, 값 및/또는 표현은, 이러한 숫자들이 본질적으로 다른 것들 중에서 이러한 값을 얻는 데 발생하는 측정의 다양한 불확실성이 반영된 근사치들이므로, 모든 경우 "약"이라는 용어에 의해 수식되는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 본 기재에서 수치범위가 개시되는 경우, 이러한 범위는 연속적이며, 달리 지적되지 않는 한 이러한 범위의 최소값으로부터 최대값이 포함된 상기 최대값까지의 모든 값을 포함한다. 더 나아가, 이러한 범위가 정수를 지칭하는 경우, 달리 지적되지 않는 한 최소값으로부터 최대값이 포함된 상기 최대값까지를 포함하는 모든 정수가 포함된다.
- [0033] 본 발명은 기존의 WCM(WET COMPRESSION MOULDING)와 같이 섬유 원단 위로 수지를 도포하고, 섬유 원단에 수지가 함침되고, 경화되어 복합재를 만드나, 기존의 WCM과 달리 로봇을 사용해 수지를 도포하고, 짧은 시간 안에 수지를 투입하여, 생산성이 향상되고, 금형 내부 압력 조절을 통해 폼 변형을 최소화하여 품질 향상된 복합재 제조 방법에 관한 것이다.
- [0034] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부도면을 참조로 상세하게 설명하기로 한다.
- [0036] 도 1은 본 발명에 따른 복합재 제조방법을 수행하는 시스템의 구성을 예시한 도면이다. 본 발명은 수지 주입기(10), 프레스(20) 및 압력센서(30)의 연동을 통해 재현 가능하다.
- [0037] 상기 수지 주입기(10)는 수지 도포용 로봇(11) 및 상기 로봇에 장착된 고압용 혼합 헤드(Mixing head)(12)를 포함하고, 프리폼의 상면에 수지를 도포할 수 있다. 상기 수지 주입기(10)는 상기 로봇(11)을 사용해 겔타임(gel time)이 짧고, 경화가 빠른 수지를 도포할 수 있어, 성형시간을 단축해 생산성을 향상시킬 수 있다. 상기 수지 주입기(10)를 사용하면, 기존 RTM 장비에 비해 최대 200bar의 주입 압력이 가능하도록 설계되어 면적이 큰 제품의 주입 시간이 60초 이내로 주입이 가능하도록 할 수 있다. 또한, 혼합 헤드(mixing head)(12)의 고압혼합방식은 안정적인 혼합과 경화를 통해 높은 품질을 보장하고, 고속 성형을 가능하게 한다.
- [0038] 상기 프레스(20)는 금형의 상부 슬라이드(21) 및 하부 슬라이드(22)를 포함하고, 상기 상부 슬라이드(21)를 하강시키고 상기 하부 슬라이드(22)를 상승시켜 상기 수지 주입기(10)에 의해 수지가 도포된 프리폼을 압축성형할 수 있다. 상기 프레스(20)는 최소 0.5mm/s까지의 정밀한 속도 제어가 가능하며 압력센서(30)와의 신호를 통해 하부 슬라이드(22)의 속도 및 금형 간격 제어가 가능하도록 연동되어 있어야 한다.
- [0039] 상기 압력센서(30)는 상기 금형 내부 압력이 미리 설정된 압력값을 초과하는지 감지하는 역할을 한다. 상기 압력센서(30)는 HP-RTM(High Pressure Resin Transfer Molding)용일 수 있고, 폼의 압축강도 보다 압력을 인식할 수 있는 제품으로 선정해야 한다. 그리고 WCM 공정 특성으로 인해 최대 200bar까지 인식되는 압력센서면 충분하다.
- [0041] 이와 같이 하여, 본 발명에 따른 복합재 제조방법의 시스템의 구성에 대해 설명하였는바, 이에 의해 수행되는 과정에 대해 상술하기로 한다.
- [0042] 본 발명에 따른 복합재 제조방법은 하나 이상의 섬유 또는 폼을 포함하는 프리폼의 상면에 수지를 도포하는 단계, 프레스를 이용하여 금형의 상부 슬라이드를 하강시키고 하부 슬라이드를 상승시켜 상기 수지가 함침된 프리폼을 압축성형시키는 단계, 금형 압력 센서를 이용해 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는지 결정하는 단계 및 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0043] 도 2는 본 발명에 따른 복합재 제조방법을 나타내는 순서도이다. 상기 도 2를 통해 이러한 과정에 대해 더 상세하게 설명하고자 한다.
- [0044] 먼저, 본 발명에 따른 복합재 제조방법은 하나 이상의 섬유 또는 폼을 포함하는 프리폼의 상면에 수지 도포용 로봇을 포함하는 수지 주입기를 이용해 수지를 도포하는 단계(S11)를 포함할 수 있다.
- [0045] 상기 섬유는 이에 한정하지 않으나, 유리 섬유, 탄소 섬유, 아라미드 섬유, 보론 섬유, 재생 섬유 및 이들의 조

함으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있고, 바람직하게는, 유리섬유 또는 탄소섬유 및 이들의 조합일 수 있다.

[0046] 상기 섬유는 이에 한정하지 않으나, 일방향성 원단(unidirectional fabric), 우븐(Woven), 능직 섬유(twill fabric) 및 이들의 조합으로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상의 형태로 직조한 것일 수 있고, 바람직하게는, 우븐(Woven)일 수 있다.

[0047] 상기 수지는 이에 한정하지 않으나, 비스페놀 에폭시 수지 또는 폴리에스테르 수지, 폴리우레탄 수지 등을 포함하는 열경화성 수지로 이루어진 군에서 선택된 1종 이상을 포함할 수 있다. 바람직하게는, HP-RTM 전용 에폭시 수지로서 비스페놀 에폭시 수지가 대량생산에 가장 적합하다. 상기 비스페놀 에폭시 수지는 25 ℃에서 100cPs 내지 900cPs의 점도, 젤타임(gel time)이 10초 내지 2분이고, 60 ℃ 내지 180 ℃의 유리 전이 온도를 가져 기존 RTM 수지 대비 우수한 점도와 짧은 젤타임을 특성으로 한다.

[0048] 상기 폼은 압축강도가 5bar 내지 100bar인 모든 종류의 소재가 가능하며, 수지가 통과하기 좋은 홀가공 형상 또는 상/하 유동이 가능한 구조일 수 있다.

[0049] 상기 프리폼은 제1 섬유를 포함하는 제1 층, 상기 제1 층 상에 위치하고 상기 폼을 포함하는 제2 층, 및 상기 제2층 상에 위치하고 제2 섬유를 포함하는 제3 층을 포함할 수 있다.

[0050] 상기 함침시키는 단계는 프리폼에 수지가 out-of-plane 방향으로 유동하는 것일 수 있다.

[0051] 도 3은 본 발명에 일 실시예에 따른 프리폼에 수지를 도포했을 시, 섬유 및 폼에 수지가 유동하는 것을 도시한 그림이다. 도 4는 out-of-plane 방향을 도시하는 그림이다.

[0052] 상기 도 3을 참조하면, 본 발명에서 수지 도포용 로봇과 혼합 헤드(Mixing head)를 포함하는 수지 주입기를 이용해 프리폼의 상면에 수지를 도포할 시, 도포된 수지는 프레스가 금형을 닫는 힘에 의해 유동한다. 이 때, 수지는 섬유(40)와는 같이 유동하고, 폼(50)은 가공된 홀을 통해 통과하게 된다. 만약, 수지가 폼(50)을 통과하기 전에 금형이 닫히게 되면, 금형 내부 압력이 상승하게 되며, 통과하지 못한 수지는 폼의 수축 또는 변형을 초래하여 문제가 발생하는데, 본 발명은 금형 내부 압력을 조절함으로써, 이러한 문제를 해결할 수 있다.

[0053] 상기 도 4를 참조하면, in-plane 방향으로 유동하는 수지를 사용하는RTM(resin transfer molding)과는 다르게, 본 발명은 out-of-plane 방향으로 유동한다. Out-of-plane 방향은 평면구조에 수직인 방향으로, 평면(X축, Y축)에 수직인 방향(Z축)을 의미한다. 즉, 상기 수지가 상기 프리폼 내부에서 하방으로 유동하여 함침되는 것을 뜻할 수 있다. 본 발명과 같이 out-of-plane 방향으로 수지가 유동하기 때문에 함침 속도를 줄일 수 있어 공정 시간을 단축시키는 장점이 있다.

[0054] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 폼의 특성이다. 상기 도 5를 참조하면, 수지가 폼을 통과하기 좋은 폼 소재 또는 홀가공 구조의 경우, 금형 내부 압력이 설정값보다 높을 시, 하부 슬라이드 속도를 조절해 폼의 수축 없이 수지가 폼을 통과 할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0055] 도 6은 본 발명의 다른 실시예에 따른 폼의 특성이다. 상기 도 6을 참조하면, 수지가 폼을 통과하기 어려운 폼 소재 또는 홀가공 구조의 경우, 금형 내부 압력을 분석하여 설정값보다 높을 시, 금형 간격을 열어 폼의 수축 없이 수지가 폼을 통과 할 수 있도록 제어할 수 있다.

[0056] 즉, 폼의 구조, 수지의 점도, 섬유와 수지의 계면의 상관관계에 따라 상기 압력 제어 방법이 함께 적용될 수 있고, 반복 될 수도 있다.

[0057] 상기 S11단계는 수지 주입기의 수지 도포용 로봇에 장착된 혼합 헤드(mixing head)를 상기 프리폼상으로 이동시켜 상기 수지를 도포하는 단계; 및 상기 로봇의 에러 발생 여부를 결정하는 단계(S12);를 포함할 수 있다.

[0058] 상기 수지를 도포하는 단계는 수지 주입기 동작 신호 및 프레스 대기 신호를 전송하고, 로봇 티칭에 따른 mixing head 이송하고, 셋팅 조건에 의해 수지를 도포한 뒤 로봇이 대기 위치로 복귀하는 공정으로 수행될 수 있다.

[0059] 상기 로봇의 에러 발생 여부를 결정하는 단계(S12)에서 에러가 발생했을 시, 양산공정을 고려하여, 공정을 종료하기 위해 프레스 동작 정지 신호를 전송(S13)하고, 사용자에게 에러 메시지를 전송(S14)한 뒤 오류로 인해 공정을 종료(S15)한다.

[0060] 상기 S12 단계에 특이사항이 없을 경우, 프레스를 이용하여 금형의 상부 슬라이드를 하강시키고 하부 슬라이드

를 상승시켜 상기 수지가 도포된 프리폼을 압축성형시키는 단계(S21)로 진행된다. 상기 프레스는 상부 슬라이드 및 하부 슬라이드를 포함한다. 상기 S21 단계는 상기 주입기가 프레스에게 동작 신호를 전송함으로써 시작될 수 있다.

[0061] 상기 S21 단계는 상기 하부 슬라이드를 상기 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 5mm 내지 10mm일 때 50mm/s 내지 100mm/s의 속도로 상승시키고, 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 2mm 내지 5mm일 때 0.5mm/s 내지 1mm/s의 속도로 상승시키는 단계; 및 상기 프리폼이 압축성형되는 단계; 를 포함할 수 있다.

[0062] 상기 S21 단계 후, 상기 프리폼의 상면에 도포된 수지가 상기 프리폼 내부에서 하방으로 유동하여 함침되는 단계; 를 더 포함할 수 있다.

[0063] 상기 함침되는 단계의 방향은 전술한 바와 같이 수행된다.

[0064] 상기 프레스의 금형의 슬라이드 움직임은 상세히 설명하면, 프레스의 상부 슬라이드가 먼저 50mm/s 내지 700mm/s의 속도로 하강한 뒤, 락킹(locking)한다. 그 다음, 상기 하부 슬라이드는 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 5mm 내지 10mm일 때 50mm/s 내지 100mm/s의 속도로 상승하고, 상부 슬라이드와의 간격(gap)이 2mm 내지 5mm일 때 0.5mm/s 내지 1mm/s의 속도로 상승하게 된다. 이러한 움직임을 통해 금형 내부 압력을 조절하여 설정 값에 도달하게 한다.

[0065] 본 발명에서, 압력 설정값이란, 프리폼의 압축강도 이하로 설정한 값을 뜻할 수 있다. 기존 WCM의 경우, 100bar 이상의 높은 압력이 문제이고, PC-RTM의 경우, 10bar 이하의 낮은 압력으로 생산성에 문제가 있다. 따라서, 본 발명의 압력 설정값은 예를 들면 10bar 내지 100bar일 수 있다.

[0066] 그런 다음, 금형 압력 센서를 이용해 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는지 결정하는 단계(S31)를 포함할 수 있다. 상기 S31 단계는 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는 경우, 상부 슬라이드와 하부 슬라이드의 간격을 넓혀 금형의 간격(gap) 조절에 의해 압력을 조절하는 단계이다. 상기 S31 단계는 금형 간격이 5mm가 될 때까지 하부 슬라이드를 고속 상승시키며 금형 압력 센서로 금형 내부 압력을 모니터링 한다. 금형 내부 압력 제어는 금형 내부 압력 모니터링 값이 압력 설정값을 초과할 경우에만 동작하게 된다.

[0067] 따라서, 상기 S31 단계에서 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값 이하가 되면, 상기 금형 내부의 압력을 상기 설정값 이하로 유지하면서, 상기 수지가 도포된 프리폼을 경화시켜 복합재를 제조하는 단계(S51)를 수행한 뒤 공정이 종료(S32)된다.

[0068] 만약, 상기 S31 단계에서 상기 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하면 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 압력조절단계(S41)로 진행된다. 상기 S41단계는 상기 하부 슬라이드의 상승 속도를 낮춰 속도 조절에 의해 상기 금형 내부의 압력을 조절하는 단계이다. 상기 속도 조절은 프레스의 단는힘과 금형 내부 압력의 상관관계에 따라 속도가 조절된다. 이때 속도 조절은 프레스의 단는 힘으로 제어함으로써, 프레스의 사양보다 느리게 움직일 수 있다.

[0069] 상기 S41 단계는 상기 하부 슬라이드의 상승속도를 0.01mm/s 내지 0.5mm/s로 조절해 상기 금형의 내부 압력을 낮추는 단계를 포함할 수 있다.

[0070] 하거나, 또는 상부 슬라이드와 하부 슬라이드의 간격을 넓혀 금형의 간격(gap) 조절에 의해 압력을 조절할 수 있다.

[0071] 상기 도 5 및 도 6을 통해 설명했듯이, 이러한 압력 조절은 품의 구조, 수지의 점도, 섬유와 수지의 계면의 상관관계 등에 따라 하나만 사용해 조절하거나 모두 사용하거나 반복되어 사용할 수 있다.

[0072] 상기 S41 단계 후에, 금형 압력 센서를 이용해 금형 내부 압력이 압력 설정값을 초과하는지 판단하는 단계(S42)를 추가로 실시한 후, 여전히 압력 설정값을 초과하는 경우, 추가 압력조절단계(S43)를 진행할 수 있다.

[0073] 상기 추가 압력조절단계(S43)는 상기 프레스의 힘이 0kn이 되는지 결정하는 단계 및 상기 프레스의 힘이 0kn이 되고 상기 금형 내부의 압력이 상기 압력설정값을 초과하면, 상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0074] 상기 하부 슬라이드를 하강시키는 단계는 상기 상부 슬라이드와의 간격을 0.01mm 내지 0.1mm의 단위로 하강시키며 조절하여 상기 금형 내부의 압력을 낮추는 단계를 포함할 수 있다. 예를 들면, 0.01mm 내지 0.05mm일 수 있다.

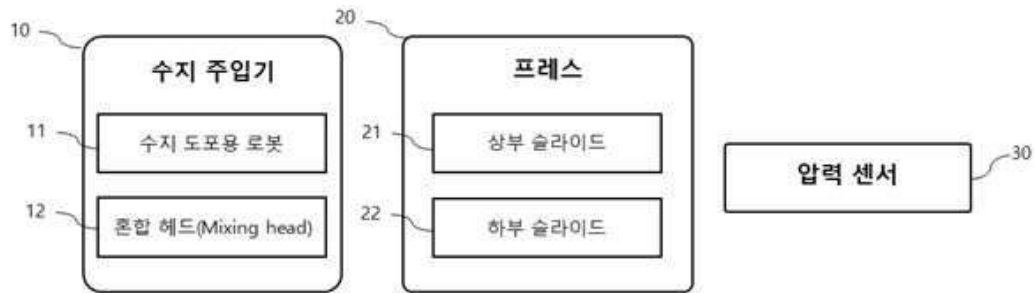
- [0075] 상기 S43 단계를 통해 상기 금형 내부의 압력이 상기 압력 설정값 이하가 되면, 상기 금형 내부의 압력을 상기 설정값 이하로 유지하면서 상기 수지가 도포된 프리폼을 경화시켜 복합재를 제조하는 단계(S51)를 수행한 뒤 공정이 종료(S32)된다.
- [0076] 도 7은 본 발명의 WCM(Wet Compression Molding) 공정에서 수지가 out-of-plane 방향으로 유동할 시, 직조된 섬유가 변형을 일으킨 것을 도시한 그림이다. 본 발명은 금형 내부 압력을 제어하여 상기와 같은 변형이 발생하는 것을 막을 수 있다. 그렇기 때문에, RTM에서 사용되는 일반수지인 폴리에스테르, 폴리우레탄 등 열경화성 수지 등도 본 발명에 적용할 수 있는 것이다.
- [0077] 그러나, 금형 내부 압력을 제어함에도 섬유 또는 폼을 포함하는 프리폼의 수축/변형이 발생하는 경우, 다음을 고려할 수 있다.
- [0078] 첫번째 방안으로는, 혼합 헤드에서 수지 및 경화제의 온도를 상승시켜 수지의 점도를 낮추는 것이다. 단, 온도에 따른 수지 젤타임을 분석하고, 설정된 온도의 수지 젤타임보다 S11에서 S51까지의 시간이 더 짧아야 한다.
- [0079] 두번째 방안으로는, 금형 온도를 상승시켜, 도포된 수지의 점도를 상승시켜, in-plane 방향의 수지유동 특성을 상승시키는 것이다.
- [0080] 또한, 만약, 금형에 수지가 흘러내리는 현상이 발생할 수 있는데, 수지량이 적절하게 도포되어있음에도 불구하고 수지가 흘러나올 경우, 복합재의 기공이 발생하는 원인이 될 수 있으므로, 다음을 고려할 수 있다.
- [0081] 첫번째 방안으로는, 수지가 금형 실링을 넘어갈 경우, 금형 표면온도로 인해 수지의 점도가 높아져 유동성이 상승하여 발생하므로, 금형 표면온도를 낮춰 in-plane 방향의 수지 유동성을 낮추는 것이다. 온도 조건은 제품의 크기, 형상 및 수지의 특성에 의해 바뀔 수 있다.
- [0082] 두번째 방안으로는, 금형 수지 실링의 위치를 프리폼보다 멀리 설계하는 것이다. 실링의 위치는 제품의 크기, 형상 및 수지의 특성에 따라 수지 실링의 위치가 달라질 수 있다.
- [0084] 따라서, 본 발명에 따른 복합재 제조방법은 WCM(Wet Compression Molding) 공정간 금형 내부 압력을 제어하여 폼의 손상을 방지 및 품질 높은 복합재 고속성형 가능하며, 금형 내부 압력이 설정압력 이상이면 하부 슬라이드의 속도를 조절하거나, 금형의 간격을 조절하여 제어하고, 로봇이 적층된 프리폼 상부에 수 초내에 수지를 도포할 수 있으므로, 2분 내의 gel time을 가지는 수지를 사용할 수 있어, 품질과 생산성을 극대화시킬 수 있다.
- [0086] 이상, 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징으로 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

부호의 설명

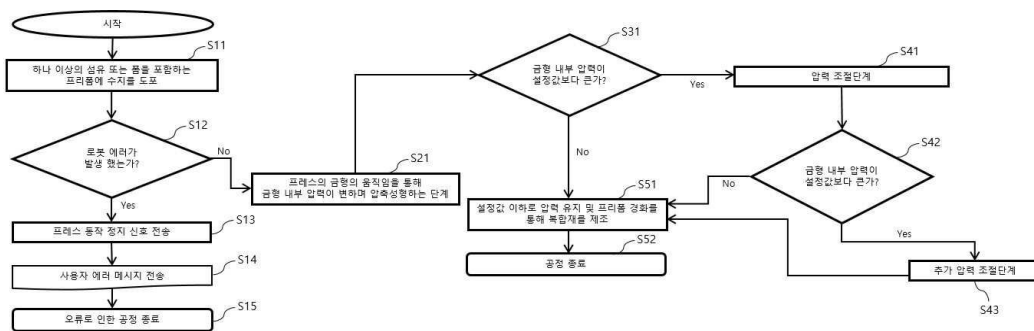
- [0087]
- 10: 수지 주입기
 - 11: 수지 도포용 로봇
 - 12: 혼합 헤드(Mixing head)
 - 20: 프레스
 - 21: 상부 슬라이드
 - 22: 하부 슬라이드
 - 30: 압력 센서
 - 40: 섬유
 - 50: 폼

도면

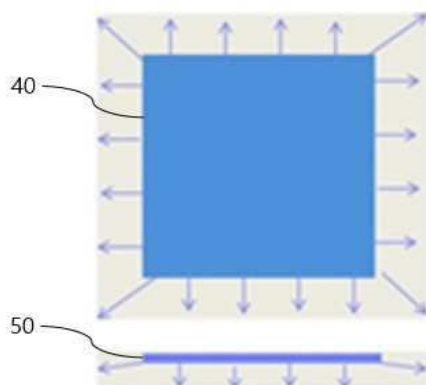
도면1



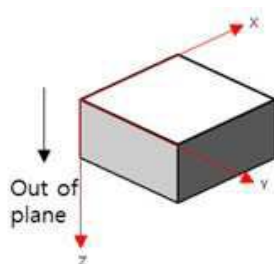
도면2



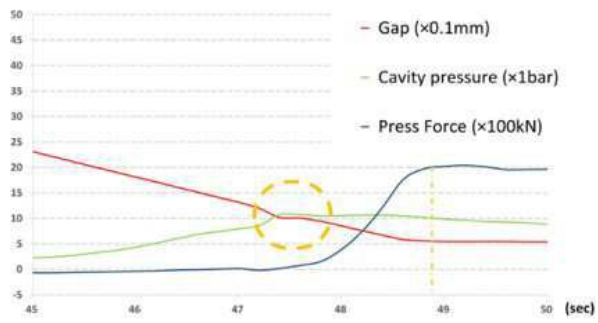
도면3



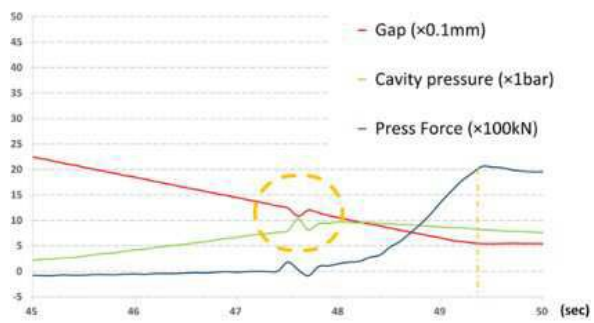
도면4



도면5



도면6



도면7

