(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0043424
(43) 공개일자 2020년04월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B60B 5/02 (2006.01) *B29C 70/30* (2006.01)
B29C 70/86 (2006.01) *B60B 3/00* (2006.01)
B60B 3/02 (2006.01) *B60B 3/10* (2006.01)
B29L 31/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B60B 5/02 (2013.01)
B29C 70/30 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7007775
(22) 출원일자(국제) 2018년08월17일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년03월17일
(86) 국제출원번호 PCT/AU2018/050878
(87) 국제공개번호 WO 2019/033175
국제공개일자 2019년02월21일
(30) 우선권주장
2017903324 2017년08월18일 오스트레일리아(AU)

(71) 출원인
카본 레볼루션 리미티드
호주 빅토리아 3216 와언 폰즈 픽돈스 로드 75 절롱 테크놀로지 프리싱트 빌딩 엔알
(72) 발명자
덴미드 애슐리 제임스
호주 빅토리아 3216 벨몬트 아이오나 애비뉴 10
실콕 마이클 던바
호주 빅토리아 3222 월링턴 하딩스 로드 25
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 플러스

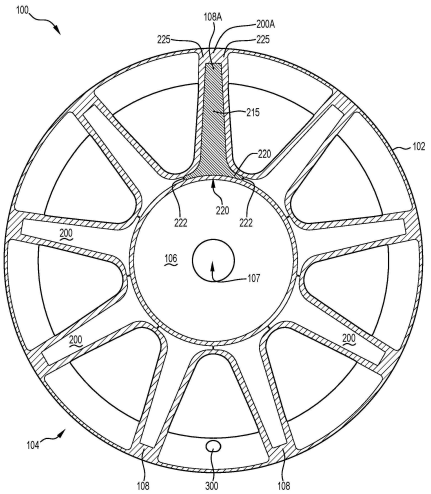
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **복합 휠의 스포크 부분을 위한 성형된 프리폼**

(57) 요 약

복합 휠(100)의 스포크 부분(108A)을 위한 성형된 프리폼 컴포넌트(200A)로서, 성형된 프리폼(200A)은 복합 휠(100)의 스포크(108)에 위치되도록 구성된 세장형 본체(215)를 포함하고, 성형된 프리폼 컴포넌트(200A)는 50 bar 정수압 및 60 내지 150 ℃의 몰딩 조건들 하에서 < 2% 용적의 압축률을 갖는 경화된 복합 섬유 재료로부터 형성되고, 경화된 복합 섬유 재료의 밀도는 복합 휠(100)에 대한 질량 추가(300)를 위한 카운터 밸런스 질량을 형성하도록 선택된다.

대 표 도 - 도3



(52) CPC특허분류
B29C 70/865 (2013.01)
B60B 3/004 (2013.01)
B60B 3/02 (2013.01)
B60B 3/10 (2013.01)
B29L 2031/32 (2013.01)
B60B 2310/52 (2013.01)
B60B 2360/346 (2013.01)
(72) 발명자
코베트 티모시
호주 빅토리아 3228 톨퀘이 앨리네 애비뉴 7
데일러 니콜라스
호주 빅토리아 3216 워언 폰즈 오크우드 크레센트 61
애지우스 스티븐
호주 빅토리아 3216 벨몬트 로라 애비뉴 37
트리핏 배리
호주 빅토리아 3146 글렌 아이리스 챌리어 스트리트 44

명 세 서

청구범위

청구항 1

복합 휠의 스포크 부분을 위한 성형된 프리폼 컴포넌트로서,

복합 휠의 스포크에 위치되도록 구성된 세장형 본체를 포함하고,

상기 성형된 프리폼 컴포넌트는 50 bar 정수압 및 60 내지 150 ℃의 몰딩 조건들 하에서 < 2% 용적의 압축률을 갖는 경화된 복합 섬유 재료로부터 형성되고,

상기 경화된 복합 섬유 재료의 밀도는 상기 복합 휠에 대한 질량 추가를 위한 카운터 밸런스 질량을 형성하도록 선택되는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 질량 추가는 밸브, 바람직하게는 타이어 압력 모니터링 밸브를 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 성형된 프리폼의 압축률은 50 bar 정수압의 몰딩 조건들 하에서 <1 % 용적인,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 4

제1항, 제2항 또는 제3항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은 0.3 내지 3 g/cm^3, 바람직하게는 0.4 내지 2 g/cm^3 및 더 바람직하게는 0.5 내지 1.5 g/cm^3의 밀도를 갖는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은,

- 20 내지 80 MPa, 바람직하게는 20 내지 60 MPa의 인장 강도; 또는
- 1.5 내지 30 GPa, 바람직하게는 10 내지 25 GPa의 강성

중 적어도 하나를 갖는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼의 표면은 적어도 Ra = 0.2 μm의 거칠기를 갖는 조면화된 표면을 갖는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 조면화된 표면은 화학적으로 에칭된 표면 또는 기계적으로 연마된 표면을 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은, 부직포, 등방성 또는 이방성 섬유들 중 적어도 하나의 층; 등방성 섬유 배열; 직교이방성 섬유 배열; 충전재들; 유리 미세구들; 세라믹 미세구들; 황산 바륨; 소수성 퓸드(fumed) 실리카; 에폭시 수지/경화제; 페놀 수지; 밀드(milled) 탄소 섬유; 분쇄된 탄소 섬유, 또는 이들의 조합으로부터 형성되는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 유리 미세구는 중공 미세구들을 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은,

(i) 수지, 밀드 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

(ii) 수지, 분쇄된 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

(iii) 수지, 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

(iv) 수지 및 밀드 탄소 섬유들의 혼합물;

(v) 수지 및 분쇄된 탄소 섬유들의 혼합물;

(vi) 수지, 밀드 탄소 섬유 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물;

(vii) 수지, 분쇄된 탄소 섬유 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물;

(viii) 수지 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물; 또는

(ix) 실질적으로 오직 수지

로부터 형성되는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 수지는 수지 및 수지 경화제의 혼합물을 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 12

제8항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은 1 내지 5 wt%, 바람직하게는 1 내지 2 wt%의 소수성 퓸드 실리카를 더 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 13

제8항 내지 제12항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 밀드 탄소 섬유들은 <500 마이크론 길이, 바람직하게는 100 마이크론 미만의 길이를 갖는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼의 구성 컴포넌트들을 감싸는 경화가능 매트릭스 재료를 더 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 매트릭스 재료는 불포화 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐 에스테르, 에폭시, 열가소성 수지, 또는 이들의 조합들에 기초한 수지를 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 16

제1항 내지 제15항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼이 내부에 포함되도록 구성되는 복합 휠의 면 부분의 전체 복합 재료의 열 속성들에 실질적으로 매칭하도록 설계되는 열 속성들을 갖는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 17

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은 불완전하거나 과소-경화된 프리폼을 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 18

제1항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

일반적으로 직육면체 본체를 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 세장형 본체의 일 단부의 측방향 외측으로 연장되는 적어도 2개의 아암들을 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 20

제18항 또는 제19항에 있어서,

상기 세장형 본체의 일 단부의 축방향 외측으로 연장되는 적어도 하나의 L-형상 단부를 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 21

제1항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

섬유 플라이(ply) 보유 형성부들;

플라이의 에지들이 위치되어야 하는 위치를 시각적으로 표시하는 안내선들; 또는

성형된 프리폼의 처리를 최적화하기 위한 유지/조작 형성부들

중 적어도 하나를 포함하는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 22

제1항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 성형된 프리폼은 상기 복합 휠과 일체형으로 형성되는,

성형된 프리폼 컴포넌트.

청구항 23

복합 섬유 휠의 면 부분을 형성하는 방법으로서,

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 따른 성형된 프리폼을, 복합 휠의 면 부분의 중심 축 주위에서 질량 추가를 밸런싱하기에 적합한 위치에서 상기 복합 휠의 면 부분의 섬유 레이업의 스포크 부분에 위치시키는 단계; 및

상기 성형된 프리폼 주위에 복합 섬유 요소들을 레이업하여, 복합 섬유 휠의 상기 스포크 부분의 사전-몰딩된 구조를 형성하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 면 부분의 사전-몰딩된 구조와 접촉하는 매트릭스 재료를 제공하는 단계; 및

상기 면 부분을 경화시키는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 25

제23항 또는 제24항에 있어서,

상기 휠의 각각의 림 부분 및 상기 면 부분과 접촉하는 매트릭스 재료를 동시에 제공하는 단계; 및

상기 휠의 상기 림 부분 및 상기 면 부분을 공동-경화시키는 단계를 더 포함하는,

방법.

청구항 26

제23항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 복합 휠의 상기 면 부분의 상기 섬유 레이업의 섬유 요소들은 탄소 섬유들을 포함하는,

방법.

청구항 27

제23항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 섬유 요소들은 프리프레그(prepreg)들, 반-프레그들, 직포 또는 부직포들, 매트(mat)들, 프리폼들, 사전-통합된 프리폼들, 개별적인 섬유 또는 섬유들의 그룹들, 토우(tow)들 또는 토우-프레그들 중 적어도 하나로서 제공되는,

방법.

청구항 28

제23항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 섬유 요소들은 적어도 하나의 직물 시트(fabric sheet), 바람직하게는 다중-축 직물로서 제공되는,

방법.

청구항 29

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 따른 성형된 프리폼을 포함하는 복합 휠.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2017년 8월 18일자로 출원된 호주 가특허 출원 제2017903324호로부터의 우선권을 주장하며, 상기 출원의 내용들은 참조로 본 명세서에 통합되는 것으로 이해되어야 한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 복합 휠의 스포크(spoke) 부분의 생산에 사용하기 위한 성형된 프리폼과 관련된다. 본 발명은 특히 차량들 및/또는 비행기들을 위한 복합 탄소 섬유 휠들에 적용가능하며, 이하 그 예시적인 애플리케이션과 관련하여 본 발명을 개시하는 것이 편리할 것이다. 그러나, 본 발명은 그 애플리케이션에 한정되지 않으며 광범위한 복합 유형 휠들의 생산 보조로서 사용될 수 있음을 인식해야 한다.

배 경 기 술

[0003] 본 발명에 대한 배경의 다음 논의는 본 발명의 이해를 용이하게 하도록 의도된다. 그러나, 논의는 언급된 자료 중 임의의 것이 본 출원의 우선일에 공개된, 공지된 또는 통상적인 일반 지식의 일부라는 것을 인정 또는 시인하는 것이 아님을 인식해야 한다.

[0004] TPMS(tyre pressure monitoring systems)는 차량 휠 상에 장착된 공압 타이어들 내의 공기압의 실시간 모니터링을 허용한다. TPMS 시스템들은 차량 휠에 장착된 TPMS 밸브를 포함한다. 그러나, 휠에 대한 TMPS 밸브의 추가는, 밸브가 휠의 한 측 상에 추가할 수 있는 추가적인 불균형 질량으로 인해 전체 휠 조립체에서 정적 질량 불균형을 초래할 수 있다.

[0005] 이러한 불균형은 (통상적으로 휠의 림(rim) 주위에서) 휠에 접착제 또는 기계적으로 체결된 휠 하중들의 추가를 통해, 또는 등방성 재료들로 제조된 휠들, 예를 들어, 금속 또는 금속 합금 휠들에서 그 질량 추가를 카운터 밸런싱(counterbalancing) 하는 그 휠 상의 위치들에서의 선택적 재료 제거를 통해 해결될 수 있다. 그러나, 휠 하중들의 사용은 특정 휠 구성들에 요구되는 시각적 심미감을 혼란스럽게 할 수 있다. 또한, 재료 제거를 통해 휠들을 밸런싱하는 것은 탄소 섬유 휠들과 같은 복합 휠들에 대해서는 적합한 솔루션이 아닌데, 그 이유는, 재료의 제거가 복합 휠의 구조적 무결성을 손상시킬 수 있기 때문이다.

[0006] 따라서, 복합 핸들에 행해지는 임의의 불균형 질량 추가들에 대응하도록 구성될 수 있는 복합 휠들에 대한 새로운 밸런싱 및/또는 카운터 밸런싱 배열을 제공하는 것이 바람직할 것이다.

발명의 내용

[0007] 본 발명은, 복합 휠, 바람직하게는 차량용 탄소 섬유 휠의 스포크 부분(면 부분의 일부를 형성함)의 섬유 레이업으로의 맞춤을 위한 프리폼된 성형된 삽입부를 제공한다.

[0008] 본 발명은 제1 양상에서, 복합 휠의 스포크 부분을 위한 성형된 프리폼 컴포넌트를 제공하며, 성형된 프리폼은,

[0009] 복합 휠의 스포크에 위치되도록 구성된 세장형(elongate) 본체를 포함하고,

[0010] 성형된 프리폼 컴포넌트는 50 bar 정수압 및 60 내지 200 ℃의 몰딩 조건들 하에서 < 2% 용적의 압축률을 갖는

경화된 복합 섬유 재료로부터 형성되고,

[0011] 경화된 복합 섬유 재료의 밀도는 복합 휠에 대한 질량 추가를 위한 카운터 밸런스 질량을 형성하도록 선택된다.

[0012] 실시예들에서, 질량 추가는 휠에 대한 언밸런싱된 질량 추가, 바람직하게는, 비-복합, 비-탄소 섬유 질량 추가를 포함한다. 예시적인 실시예들에서, 질량 추가는 밸브, 바람직하게는 타이어 압력 모니터링 밸브를 포함한다.

[0013] 본 명세서에서 "복합"이라는 용어는, 구조가 계층화되는지 아닌지와 무관하게, 경화되거나 경화되지 않은 섬유들을 포함하는 임의의 유형의 복합 재료를 나타내는 것으로 이해해야 한다. 또한, 경화되거나 경화되지 않은 프리폼들 및 사전-통합된 프리폼들은 복합 재료들 및 본체들의 중요한 하위 그룹들이다.

[0014] 또한 "경화된 복합 섬유 재료"에서 "경화된"이라는 용어는 복합 섬유 재료 내의 경화가능 매트릭스 재료를 강화, 경화 또는 세팅하기 위해 복합 섬유 재료가 적어도 부분적 경화 프로세스를 겪은 것을 표시함을 이해해야 한다.

[0015] 예를 들어, 국제 특허 공보 번호 2014/165895A9에 교시된 바와 같은 복합 휠은 일반적으로 2개의 메인 섹션들, 즉, 림 부분 및 면 부분을 포함한다. 림 부분은 타이어를 수용하고 안착시키도록 구성된 환형 구조를 포함한다. 페이스 부분은 휠을 차량에 고정시키기 위해 사용되는 허브(hub), 및 허브와 림 사이에서 연장되고 이들을 상호연결하는 일련의 스포크 부분들을 포함하는 스포크 연결 구조를 포함한다. 측방향, 수직 및 비틀림 하중들은 타이어를 통해 휠의 림 부분으로 전달되고, 이어서, 연결 구조에서 굽힘 및 비틀림 응력들을 생성한다.

[0016] 출원인의 복합 휠들의 스포크 부분들은 성형된 발포 프리폼 재료를 미리 포함하였다. 이러한 종래의 성형된 프리폼은 강성 또는 반강성 발포 본체로 형성되는 등방성 발포 재료로 구성된다. 이러한 발포 프리폼의 밀도는, 구성 발포 재료 내에 또는 그 주위에 추가적인 중량의 삽입부들 또는 부분들을 추가하지 않으면 쉽게 수정될 수 없다. 또한, 이러한 발포 프리폼들은 통상적으로 적어도 반-압축가능하고, 주위 복합 재료와 제한적 호환성을 갖는 재료들로부터 형성되는 표면을 갖는다.

[0017] 본 발명은 맞춤화된 밀도로 형성될 수 있는 복합 휠의 스포크 부분을 형성하기 위한 레이업 및 몰딩 프로세스에서 사용될 수 있는 성형된 프리폼을 제공한다. 따라서, 성형된 프리폼의 질량은 복합 휠에서 특정 스포크 또는 스포크들의 질량 요건들에 들어맞도록 설계될 수 있다. 이러한 맞춤화된 밀도는 (아래에서 더 상세히 설명되는 바와 같이) 프리폼의 복합 조성, 그리고 더 상세하게는 복합 조성에서 사용되는 충전재 재료의 변형을 통해 달성된다. 이어서, 복합 조성은 구성 복합 휠에 대한 질량 추가를 카운터 밸런싱하기에 적합한 밀도 및 그에 따른 질량을 제공하도록 선택될 수 있다. 하나의 특정 애플리케이션은 복합 휠에 들어맞는 TPMS 밸브에 대한 카운터 밸런스이다.

[0018] 본 발명에 따른 성형된 프리폼은 복합 휠의 스포크 부분의 레이업에서 사용되는 종래의 발포 삽입부들에 대한 직접적 대체물을 형성하도록 의도된다. 따라서, 이러한 새로운 삽입부를 사용할 때 휠 제조에서 어떠한 특수한 고려사항들도 이루어질 필요가 없는데, 그 이유는, 이것이 기존의 휠 제조 프로세스들(레이업, 몰딩 등)에서 종래의 발포 코어 삽입부에 대한 직접적인 대체물이 되기 때문이다.

[0019] 성형된 프리폼 컴포넌트는 복합 휠의 스포크의 공간의 임의의 양을 점유할 수 있다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는 전체 용적을 점유하도록 설계된다. 다른 실시예들에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는 스포크의 코어 용적의 일부를 점유할 수 있다. 성형된 프리폼 컴포넌트가 스포크의 용적의 일부분을 점유할 때, 다른 프리폼, 예를 들어, 발포 컴포넌트가 그 용적을 충전하기 위해 본 발명과 함께 사용될 수 있다.

[0020] 스포크 삽입부는 복잡한 몰딩을 허용하고 복합 휠의 복합 조성에 대한 매칭을 제공하기 위해 복합 재료로부터 형성되고, 따라서 복합 휠의 주위 복합 레이업 재료와 유사한 열 및 팽창 속성들을 프리폼에 부여한다. 추가적으로, 복합 재료의 사용은 금속 재료들의 사용을 회피하여, 제조 품질 보장 테스트 동안 X-선 검사 이미지 왜곡을 회피한다. 이러한 복합 조성은 또한 상이한 애플리케이션들에 대한 스포크 삽입부의 기계적 속성들을 조정하는 능력을 제공한다. 보다 구체적으로, 스포크 삽입부의 밀도는 충전재 재료 조정을 통해 가변적일 수 있어서, 성형된 프리폼이 그 일부를 형성하도록 의도되는 복합 휠에 대한 질량 추가를 카운터 밸런싱하기에 적합한 원하는 질량을 제공할 수 있다. 추가적으로, 스포크 삽입부는 열팽창 계수 측면에서 스포크 구조에 더 잘 매칭되어, 가열될 때 복합재 상에 더 적은 응력을 가한다. 과도한 응력은 주위 탄소 섬유 재료로부터 프리폼의 결합 해제를 초래할 수 있다.

[0021] 성형된 프리폼은 경화된 복합 섬유 재료를 형성하기 위해 경화가능 매트릭스 재료, 예를 들어, 수지를 포함하거나 그에 의해 결합될 수 있는 임의의 수의 상이한 재료들로부터 형성될 수 있다. 또한, 성형된 프리폼의 조성을 위한 재료들의 특정 선택은 특정한 맞춤화된 밀도를 갖는 성형된 프리폼을 제공하도록 이루어진다. 애플리케이션에 따라, 밀도는 0.3 내지 3.0 g/cm^3, 바람직하게는 0.3 내지 2.0 g/cm^3, 더 바람직하게는 0.4 내지 1.8 g/cm^{3}이 되도록 맞춤화될 수 있다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.5 내지 1.5 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.2 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.8 내지 1.6 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.5 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 1.0 내지 1.8 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.0 g/cm^{3}이다. 조성은 통상적으로 다음과 같이 선택된다:

[0022] 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼은 수지(순수한 수지)로부터 형성되거나 실질적으로 오직 수지로부터 형성된다.

[0023] 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼은, 맞춤형 섬유 배치 플라이(ply)들 또는 프리폼들; 단일 섬유 방향 플라이들(단방향성)의 하나 이상의 층들; 다중 방향성 섬유 플라이들의 하나 이상의 층들(예를 들어, 스티칭된 비-크림프 직물); 또는 섬유 패치(Patch) 배치(FPP) 프리폼들, 예를 들어, CEVOTECH 기술 중 하나 이상으로부터 형성된다.

[0024] 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼은, 부직포, 등방성 또는 이방성 섬유 층들, 예를 들어, RECATEX® 재생 탄소 섬유 부직포들; 등방성 섬유 배열; 이방성 섬유 배열; 충전재들; 유리 미세구들; 바람직하게는 중공 유리 미세구들; 세라믹 미세구들; 황산 바륨; 소수성 퓸드(fumed) 실리카; 에폭시 수지/경화제; 페놀 수지; 밀드(milled) 탄소 섬유; 분쇄된 탄소 섬유(예를 들어, 다진 또는 절단된 탄소 섬유) 또는 이들의 조합 중 적어도 하나의 층으로부터 형성된다.

[0025] 바람직한 실시예들에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는,

[0026] (i) 수지, 밀드 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

[0027] (ii) 수지, 분쇄된 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

[0028] (iii) 수지, 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

[0029] (iv) 수지 및 밀드 탄소 섬유들의 혼합물;

[0030] (v) 수지 및 분쇄된 탄소 섬유들의 혼합물;

[0031] (vi) 수지, 밀드 탄소 섬유 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물;

[0032] (vii) 수지, 분쇄된 탄소 섬유 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물;

[0033] (viii) 수지 및 솔리드 세라믹 미세구들의 혼합물; 또는

[0034] (ix) 실질적으로 오직 수지

[0035] 중 적어도 하나로부터 형성된다.

[0036] 예시적인 실시예들에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는,

[0037] (x) 수지, 밀드 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물.

[0038] (xi) 수지, 및 중공 유리 미세구들의 혼합물;

[0039] (xii) 수지 및 밀드 탄소 섬유들의 혼합물

[0040] 중 적어도 하나로부터 형성된다.

[0041] 상기 조성들 (i) 내지 (xiii)에서, 수지는 바람직하게는 수지 및 수지 경화제의 혼합물을 포함한다. 또한, 조성은 선택적으로 1 내지 5 wt%, 바람직하게는 1 내지 2 wt% 소수성 퓸드 실리카를 더 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 조성은 선택적으로 2 내지 5 wt%, 바람직하게는 2 내지 3 wt% 소수성 퓸드 실리카를 포함할 수 있다.

[0042] 임의의 적합한 밀드 탄소 섬유가 사용될 수 있음을 인식해야 한다. 일부 실시예들에서, 밀드 탄소 섬유들은 <500 마이크론 길이, 바람직하게는 100 마이크론 미만의 길이를 갖는다. 예를 들어, 100 마이크론 길이의 밀드 탄소 섬유, 예를 들어, Carbiso™ MF가 사용될 수 있다. 그러나, 임의의 브랜드의 밀드 탄소 섬유가 적합할 수 있음을 인식해야 한다. 유사한 길이의 다른 섬유 유형들이 사용될 수 있다.

[0043] 다른 실시예들에서, 분쇄된 탄소 섬유, 예를 들어, 다진 탄소 섬유가 사용될 수 있다. 이러한 분쇄된 탄소 섬유는 20 mm 미만, 바람직하게는 15 mm 미만, 더 바람직하게는 1 내지 15 mm의 길이를 가질 수 있다. 예를 들어, 약 12 mm 길이의 분쇄된 탄소 섬유가 사용될 수 있다. 유사한 길이의 다른 섬유 유형들이 사용될 수 있다.

[0044] 바람직한 재료는 질량 추가에 의해 초래된 휠 조립체에서 제안된 불균형을 상쇄시키기 위해 하기 비율의 적절한 질량으로 혼합 수지 및 경화제, 중공 유리 미세구들, 밀드 탄소 섬유 및 소수성 퓸드 실리카의 혼합물이다. 일부 실시예들에서, 조성 혼합 비(질량 부(parts by mass) 단위일 수 있음)는 다음과 같다:

[0045]

부분별 혼합 비율	혼합된 수지 및 경화제	밀드 탄소 섬유	분쇄된 탄소 섬유	중공 유리 미세구들	솔리드 세라믹 미세구들	이론적 밀도 (g/cc)
옵션 **A**	100	0	0	100	0	0.45
옵션 **B**	300	0	0	110	0	0.63
옵션 **C**	375	100	0	56	0	0.91
옵션 **D**	100	0	0	0	0	1.14
옵션 **E**	200	100	0	0	0	1.30
옵션 **F**	100	0	0	0	200	1.79
옵션 **G**	200	0	100	0	0	1.30

[0046] 옵션 G의 분쇄된 탄소 섬유는 바람직하게는 12 mm 길이 다진 탄소 섬유를 포함한다.

[0047] 상기 옵션들(옵션들 A 내지 G) 각각은 1 내지 5 wt%, 바람직하게는 1 내지 2 wt% 소수성 퓸드 실리카를 더 포함할 수 있다.

[0048] 상기 옵션들(A 내지 G)은 조성들 및 결과적인 이론적 밀도들의 특정 예들을 제공하지만, 다른 대안적인 혼합 비율들 및 재료들이 또한 원하는 맞춤화된 밀도를 제공할 수 있음을 인식해야 한다.

[0049] 예시적인 실시예에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는 3.75:1:0.56의 혼합된 수지: 밀드 탄소 섬유: 중공 유리 미세구들의 비율(질량 부)의 혼합물을 포함하는 재료로부터 형성된다. 실시예들에서, 혼합된 수지: 밀드 탄소 섬유의 비율(질량 부)은 2.5 : 1 내지 5 : 1, 바람직하게는 3 : 1 내지 4 : 1이다. 실시예들에서, 밀드 탄소 섬유: 중공 유리 미세구들의 비율(질량 부)은 1 : 0.4 내지 1 : 0.7, 바람직하게는 1 : 0.5 내지 1 : 0.6이다.

[0050] 다양한 적합한 중공 유리 미세구들이 성형된 프리폼의 조성에서 사용될 수 있다. 중공 유리 미세구들은 바람직하게는 얇은 벽들을 갖는 중공 유리 구들을 포함한다. 중공 유리 미세구들은 소다-라임-보레이트 실리케이트 유리를 포함하는(그러나 이에 제한되는 것은 아님) 다양한 유리 재료들로부터 형성될 수 있다. 중공 유리 미세구들의 연화 온도는 바람직하게는 적어도 500 ℃ 이상, 더 바람직하게는 적어도 600 ℃ 이상, 더욱 더 바람직하게는 약 600 ℃이다. 중공 유리 미세구들은 바람직하게는 10 내지 200 마이크론, 더 바람직하게는 18 내지 65 마이크론의 크기를 갖는다. 또한, 중공 유리 미세구들은 바람직하게는 250 내지 28000 psi, 더 바람직하게는 250 내지 6000 psi, 더욱 더 바람직하게는 250 내지 3000 psi의 타겟 파쇄 강도(90% 생존)를 갖는다. 추가적으로, 중공 유리 미세구들은 바람직하게는 0.125 내지 0.60 g/cc, 바람직하게는 0.125 내지 0.4 g/cc, 더욱 더 바람직하게는 0.125 내지 0.28 g/cc의 진 밀도를 갖는다. 하나의 예시적인 실시예에서, 중공 유리 미세구들은 30 마이크론의 평균 직경 및 3000 psi의 파쇄 강도(부피에서 90 % 생존) 및 0.28 g/cc의 진 밀도를 갖는 3M S28HS 유리 버블들(3M Advanced Material Division로부터 입수가능함)을 포함한다. 그러나, 다른 유사한 미세구들이 또한 사용될 수 있음을 인식해야 한다. 예를 들어, 250PSI 타겟 파쇄 강도 및 0.125 g/cc 진 밀도를 갖는 3M K1 버블 또는 28000 psi의 파쇄 강도 및 0.60g/cc의 진 밀도를 갖는 3M IM30K(또는 유사한 것)과 같은 대안적인 중공 미세구들이 사용될 수 있다.

[0051] 섬유계 재료들이 사용되는 경우, 성형된 프리폼은, 섬유 층들, 섬유 플라이들, 프리프레그(prepreg)들, 반-프레그들, 직포 또는 부직포, 매트(mat)들, 프리폼들, 사전-통합된 프리폼들, 개별적인 섬유 또는 섬유들의 그룹들,

토우(tow)들 또는 토우-프레그들 중 적어도 하나로부터 형성될 수 있다.

[0052] 프리프레그는 섬유들, 섬유 토우들, 직포 또는 부직포 등의 실질적으로 또는 완전히 함침된 집합물을 지칭하는 것을 이해해야 한다. 유사하게, 반-프레그는 섬유 또는 섬유 토우들의 부분적으로 함침된 집합물을 지칭하는 것을 이해해야 한다. 부분적 함침은 통합 및/또는 경화 동안 건조 섬유들을 통한 또는 건조 섬유를 따른 가스의 향상된 제거를 제공한다. 반-프레그의 예는 섬유들의 부분적으로 함침된 층이다.

[0053] 직포와 부직포는 실질적으로 건조한, 즉, 수지와 같은 매트릭스 재료에 의해 함침되지 않은 개별적인 섬유들 또는 섬유 토우들의 집합물들인 것을 이해해야 한다. 섬유 토우들은 다수의 개별적인 섬유들, 예를 들어 1000개, 10000개 또는 100000개의 섬유들의 다발들인 것을 또한 이해해야 한다. 토우-프레그들은 적어도 부분적으로 함침된 섬유 토우들이다.

[0054] 탄소 섬유들, 유리 섬유들, 아라미드 섬유들, 합성 섬유들, 예를 들어, 아크릴, 폴리에스테르, PAN, PET, PE, PP 또는 PBO-섬유들 등, 바이오 섬유들, 예를 들어, 헴프(hemp), 황마, 셀룰로오스 섬유들 등, 미네랄 섬유들, 예를 들어, 암면 등, 금속 섬유들, 예를 들어, 강철, 알루미늄, 황동, 구리 등, 붕소 섬유들 또는 이들의 임의의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 섬유들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 섬유들이 본 발명에서 사용될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 섬유들은 탄소 섬유들을 포함한다. 섬유들은 천이 구역에서 임의의 바람직한 배향, 예를 들어, 단방향성, 쌍축성 또는 랜덤, 또는 이들의 조합으로 제공될 수 있다. 그러나, 섬유들은 바람직하게는 복합 부재들 사이의 응력을 감소시킬 뿐만 아니라 서비스 동안 더 높은 응력에 노출될 최종 구조의 영역들을 강화시키도록 배향된다. 섬유들의 배향은 천이 구역 내에 섬유들을 포함하는 모든 층들에서 동일할 수 있거나 동일하지 않을 수 있다. 예를 들어, 응력 분석이 다중-축 섬유 배향을 제안한다면, 섬유들의 하나 이상의 층들은 다른 층들과 상이한 방식으로 배향될 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서, 섬유들은 섬유들의 모든 층들에서 실질적으로 동일한 방식으로 배향될 수 있다.

[0055] 성형된 프리폼 컴포넌트는 복합 휠의 면 부분을 형성하는데 사용될 때 최소 용적 변화를 보장하는 재료로 형성되어야 하는 것을 인식해야 한다. 그 재료가 섬유 배열들(예를 들어, 등방성 섬유 배열들), 섬유 층들, 섬유 플라이들, 프리프레그들, 반-프레그들, 직포 또는 부직포, 매트들, 프리폼들, 사전-통합된 프리폼들, 개별적인 섬유들 또는 섬유들의 그룹들, 토우들, 또는 토우-프레그들을 포함하는 경우, 그 재료는 바람직하게는 필수적 압축률 속성들 및 그에 따른 후속 프로세싱 단계들에서의 최소 용적 변화를 제공하도록 프로세싱된다.

[0056] 경화된 복합 섬유 재료는 전체 복합 휠의 형상 및 형태에서 그 프리폼의 설계된 구성을 보유하기 위해 활용될 수 있는, 프리폼에 대한 구조적 강성 및/또는 견고성을 제공한다. 성형된 프리폼은 복합 휠의 면 부분의 레이업 및 몰딩 동안 적절한 용적 및 최소 용적 변화의 제공을 가능하게 하는 제한된 압축률을 갖도록 설계된다. 따라서, 복합 휠의 스포크 부분의 레이업에서 본 발명의 성형된 프리폼의 사용은 몰딩된 복합 휠의 구조를 손상시킬 수 있는 바람직하지 않은 치수 및 용적 변화들을 최소화하고 더 바람직하게는 회피한다. 성형된 프리폼의 압축률은 수지 이송 몰딩(RTM) 프로세스와 같은 수지 몰딩 프로세스 동안 (예를 들어, 수지 사출 동안) 50 bar 정수압(hydrostatic pressure) 및 60 내지 200 ℃의 프로세스 온도 범위의 몰딩 조건들 하에서 % 용적 측정인 것을 인식해야 한다.

[0057] 몰딩 조건들 동안 프로세스 온도는 선호되는 사출 및 경화 온도에 따라 달라질 수 있다. 선호되는 프로세스 온도는 약 120 ℃ (통상적으로 120 ℃ +/-3 C)이다. 그러나, 프로세스 온도는 60 내지 180 ℃, 바람직하게는 60 내지 150 ℃, 더 바람직하게는 60 내지 140 ℃ 범위 내일 수 있다. 실시예들에서, 프로세스 온도는 100 내지 200 ℃, 바람직하게는 100 내지 150 ℃, 더 바람직하게는 100 내지 130 ℃이다. 실시예들에서, 프로세스 온도는 110 내지 150 ℃, 바람직하게는 110 내지 130 ℃이다.

[0058] 본 발명의 성형된 프리폼의 기계적 속성들은 원하는 애플리케이션에 맞춤화될 수 있다. 전술된 바와 같이, 복합 섬유 본체의 압축률은 50 bar 정수압의 몰딩 조건들 하에서 <2% 용적이어야 한다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 압축률은 50 bar 정수압의 몰딩 조건들 하에서 < 1.5%, 바람직하게는 < 1% 용적이다. 몰딩 조건들의 프로세스 온도는 이전에 표시된 것과 동일하다.

[0059] 관심있는 성형된 프리폼의 다른 기계적 속성들은 다음을 포함한다:

[0060] • 인장 강도 - 바람직하게는 20 내지 80 MPa, 더 바람직하게는 20 내지 60 MPa이고;

[0061] • 강성 - 바람직하게는 1.5 내지 30 GPa, 바람직하게는 5 내지 30 GPa, 더 바람직하게는 8 내지 30 GPa, 더욱 더 바람직하게는 10 내지 25 GPa이다. 일부 실시예들에서, 강성은 1.5 내지 10 GPa이다. 다른 실시예들에서,

강성은 8 내지 25 GPa이다. 일부 실시예들에서, 강성은 2 내지 30 GPa, 바람직하게는 10 내지 25 GPa이다.

[0062] 성형된 프리폼의 표면은 바람직하게는 적어도 Ra = 0.2 ㎛의 거칠기를 갖는 조면화된 표면을 갖는다. 이러한 표면 거칠기는 성형된 프리폼이 그 허브 부분의 섬유 레이업에 배치될 때 복합 휠의 허브 부분의 주위 재료와 결합하는 것을 보조한다. 조면화된 표면은 임의의 적합한 수단에 의해 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조면화된 표면은 화학적으로 에칭된 표면, 기계적으로 연마된 표면 또는 특수하게 텍스처화된 표면을 포함한다.

[0063] 성형된 프리폼의 열 팽창 속성들은 바람직하게는, 성형된 프리폼이 내부에 포함되도록 구성되는 복합 휠의 면 부분의 전체 복합 재료의 열 팽창 속성들과 유사하도록, 바람직하게는 실질적으로 매칭하도록 설계된다. 성형된 프리폼 및 주위 재료(통상적으로 라미네이트)의 유사하거나 실질적으로 매칭하는 열팽창 속성들은 사후 경화 프로세스 동안 성형된 프리폼의 표면에서의 박리와 같은 재료 손상을 회피한다. 따라서 성형된 프리폼의 열 성능(및 기계적 속성들)은 주위 휠 구조에 매칭한다.

[0064] 성형된 프리폼의 형성 방법은 통상적으로 하기 일반적 단계들을 수반한다:

[0065] 협력적으로 성형된 몰드에서 선택된 복합 섬유 재료와 함께 성형된 프리폼의 원하는 형상을 레이업 또는 달리 형성하는 단계;

[0066] 매트릭스 재료 도입 본체를 형성하기 위해 몰드 내의 레이업된 재료와 접촉하는 매트릭스 재료를 제공하는 단계; 및

[0067] 매트릭스 도입 본체를 경화시키는 단계.

[0068] 레이업된 재료는 통상적으로 매트릭스 재료와 함께 주입되어 그 매트릭스 재료는 그 재료에 스며든다. 따라서 성형된 프리폼은 통상적으로 성형된 프리폼의 구성 컴포넌트들을 감싸는 경화가능 매트릭스 재료를 더 포함한다. 성형된 프리폼으로 몰딩 및 형성되면, 성형된 프리폼은 섬유들 및 다른 구성 재료를 함께 결합하는 매트릭스 재료를 포함한다. 레이업(매트릭스 재료의 통합 및/또는 세팅, 경화 등 이전의 포인트까지의 준비) 동안, 매트릭스 재료는, 섬유들(예를 들어, 프리프레그 또는 반-프레그)을 포함하는 층들에 또는 섬유들을 포함하는 층들 사이에 포함될 필요가 없다. 그러나, 매트릭스 재료는 세팅이 발생한 후 연속적인 매트릭스를 형성해야 한다. 적합한 매트릭스 재료는 불포화 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐 에스테르, 에폭시에 기초한 수지로부터 선택될 수 있고(그러나 이에 제한되는 것은 아님) 복합한 기하구조를 갖는 성형된 프리폼의 몰딩을 허용한다.

[0069] 경화 단계는 강성 및 압축률을 포함하는 원하는 기계적 속성들을 제공하도록 제어될 수 있다는 것을 인식해야 한다. 성형된 프리폼의 기계적 속성들은 특정 애플리케이션에 적합하도록 설계될 수 있다. 이들 속성들은 성형된 프리폼을 형성하는 구성 재료들, 매트릭스 재료, 내부에 사출되거나 포함된 매트릭스 재료의 양, 및 경화 체제(경화 시간, 온도, 본체가 완전히 경화되었는지 여부)의 선택을 통해 달라질 수 있다. 일부 예들에서, 성형된 프리폼이 완전히 경화되기 전에 경화 프로세스를 중단하여, 복합 휠의 면 부분의 레이업에서 사용될 때 후속 레이업 재료의 접착을 돕는 표면 속성들을 생성하는 것이 바람직하다.

[0070] 유리하게는, 성형된 프리폼의 표면은 바람직하게는, 복합 휠을 형성하기 위해 사용되는 재료 및 구조의 나머지에 부착하도록 설계된다. 실시예들에서, 성형된 프리폼의 표면은 탄소 섬유 또는 그 위에 탄소 섬유를 포함하는 재료의 접착을 보조하도록 구성된다. 전술된 바와 같이, 성형된 프리폼의 표면은 바람직하게는 적어도 Ra = 0.2 ㎛의 거칠기를 갖는 조면화된 표면을 갖는다. 조면화된 표면은 임의의 적합한 수단에 의해 형성될 수 있다. 일부 실시예들에서, 조면화된 표면은 화학적으로 에칭된 표면, 기계적으로 연마된 표면 또는 기계적으로 특징화된 표면을 포함한다.

[0071] 성형된 프리폼의 표면 속성들은 성형된 프리폼의 경화 속성들 및 체제를 변경하는 것을 통해 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼은 불완전하거나 과소-경화된 프리폼을 포함한다. 그러나, 성형된 프리폼은 후속하는 섬유 레이업 및 몰딩 프로세싱 단계들에서 최소 용적 변화를 제공하는 선택된 압축률을 제공하도록 경화되고 달리 프로세싱된다는 것을 다시 인식해야 한다. 필터 재료 및 수지는 바람직하게는 경화 이전에 몰드 내로 사출가능하다.

[0072] 성형된 프리폼은 통상적으로, 요구되는 복합 휠의 스포크 부분의 기하구조(일부 경우들에서는 복잡한 기하구조)를 형성하기 위한 기초를 제공하는 설계된 형상 및 기하구조로 형성된다. 복합 휠의 스포크 또는 스포크 부분은 일반적으로 복합 휠의 중심 축으로부터 방사상으로 연장되는 중심선을 따라 연장된다. 성형된 프리폼은 그 형상을 따르고, 통상적으로, 복합 휠의 중심 축으로부터 방사상으로 연장되는 중심선을 따라 연장되도록 구

성되는 세장형 본체를 형성한다.

[0073] 복합 휠의 스포크 부분은 임의의 적절한 구성을 가질 수 있다. 실시예들에서, 스포크 부분은 일반적으로 직육면체 또는 직사각형 박스 형상의 본체를 포함한다. 그 본체는, 바람직하게는 구성 복합 휠의 허브 부분의 근접한 또는 인접한 표면들의 윤곽들 및 형상을 보완하도록 구성된 단부 면을 갖는 세장형 본체의 일 단부의 측방향 외측으로 연장되는 적어도 2개의 아암들을 포함하는 것이 바람직하다. 그 본체는 또한, 바람직하게는 구성 복합 휠의 림 부분의 근접한 또는 인접한 표면들의 윤곽들 및 형상을 보완하도록 구성된 단부 면을 갖는 세장형 본체의 일 단부의 축방향 외측으로 연장되는 적어도 하나의 L-형상의 단부를 포함하는 것이 바람직하다.

[0074] 성형된 프리폼은 추가적으로 복합 휠의 면 부분의 후속하는 형성 및 후속 레이업을 보조하기 위해 설계된 다수의 특징부들을 포함할 수 있다. 이러한 특징부들은 다음을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다:

[0075] 섬유 플라이 보유 형성부들;

[0076] 플라이의 에지들이 위치되어야 하는 위치를 시각적으로 표시하는 안내선들; 또는

[0077] 성형된 프리폼의 처리를 최적화하기 위한 유지/조작 형성부들

[0078] 을 포함한다(그러나 이에 제한되는 것은 아니다).

[0079] 본 발명은, 제2 양상에서 복합 섬유 휠의 면 부분을 형성하는 방법을 제공하는 방법을 제공하며, 방법은 다음을 포함한다:

[0080] 선행 청구항들 중 어느 한 항에 따른 성형된 프리폼을, 복합 휠의 면 부분의 중심 축 주위에서 질량 추가를 밸런싱하기에 적합한 위치에서 복합 휠의 면 부분의 섬유 레이업의 스포크 부분에 위치시키는 단계; 및

[0081] 성형된 프리폼 주위에 복합 섬유 요소들을 레이업하여, 복합 섬유 휠의 스포크 부분의 사전-몰딩된 구조를 형성하는 단계를 포함한다.

[0082] 성형된 프리폼은 복합 휠의 면 부분의 중심 축 주위의 질량 추가를 밸런싱하기에 적합한 임의의 위치에서 복합 섬유의 면 부분 레이업의 하나 이상의 스포크 부분들에 배치될 수 있다. 통상적으로, 이러한 위치는 질량 추가의 위치에 대해 일반적으로 방사상 반대 위치에 있을 것이다. 그러나, 일부 실시예들에서, 형상화된 프리폼은 중심 축에 주위의 질량 추가에 따라 동일한 측 상에 위치되도록 설계될 수 있다. 예를 들어, 질량 추가가 TPMS 밸브와 같은 밸브를 포함하는 경우, 성형된 프리폼은 복합 휠 상의 밸브 위치와 일반적으로 방사상 반대쪽에 위치한 스포크 부분들에 위치된다.

[0083] 면 부분의 섬유 레이업의 성형된 프리폼, 섬유들 및 섬유 요소들은 바람직하게는 매트릭스 재료와 함께 사출 및/또는 함침되고, 이어서 경화, 세팅 등이 된다. 따라서 면 부분은 바람직하게는 섬유 레이업을 둘러싸고 섬유들 및 섬유 요소들을 포함하는 매트릭스 재료를 더 포함한다. 임의의 적합한 매트릭스 재료가 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 수지가 사용된다. 수지는 바람직하게는 불포화 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐 에스테르, 에폭시, 열가소성 수지, 유사한 화학적 화합물 또는 이들의 조합들에 기초한다. 바람직한 실시예에서, 수지는 에폭시-계이다. 다른 실시예들에서, 매트릭스 재료는 금속 매트릭스를 포함하여, 세팅될 때 섬유들과 함께 복합 금속 매트릭스를 형성한다. 금속 매트릭스 재료는 바람직하게는 알루미늄, 마그네슘, 티타늄, 철 및 이들의 조합들, 합금들 및 이들의 혼합물들로부터 선택된다. 일단 복합 휠로 몰딩되고 형성되면, 면 부분은 수지, 금속 및 섬유들과 같은 매트릭스 재료를 포함한다.

[0084] 면 부분의 섬유 레이업은 바람직하게는 경화가능 매트릭스 재료로 사출 및/또는 함침되고, 이어서 경화 및/또는 세팅된다. 따라서, 방법은 바람직하게는 다음 단계들을 더 포함한다:

[0085] 면 부분의 사전-몰딩된 구조와 접촉하는 매트릭스 재료를 제공하는 단계; 및

[0086] 면 부분을 경화시키는 단계.

[0087] 성형된 프리폼의 표면은 바람직하게는 매트릭스 재료가 사출/함침될 때 주위 재료와 결합하도록 허용하기 위해 활성화된다. 활성화는 통상적으로 표면 마킹 절차이며, 예를 들어, 이는 화학적 에칭, 기계적 마모 등에 의해 달성될 수 있다.

[0088] 성형된 프리폼은 바람직하게는 복합 휠과 일체형으로 형성된다. 또한, 복합 휠은 바람직하게는 단일체로서 형성된다. 이것은 통상적으로 매트릭스 재료의 동시 사출 및/또는 함침, 및 이어서 복합 휠의 각각의 부분의 경화, 세팅 등을 수반한다. 이러한 실시예들에서, 림 부분 및 면 부분 각각은 바람직하게는 연결이 준비될 때의

시간에 적어도 부분적으로 경화되지 않는다. 연결 부분은 바람직하게는 복합 휠과 일체형으로 형성된다. 이러한 실시예들에서, 방법은 다음 단계들을 더 포함한다:

[0089] 휠의 각각의 림 부분 및 면 부분과 접촉하는 매트릭스 재료를 동시에 제공하는 단계; 및

[0090] 휠의 림 부분 및 면 부분을 공동-경화시키는 단계.

[0091] 매트릭스 재료 및 연관된 부분, 예를 들어, 면 부분, 림 부분, 단일 복합 휠 또는 유사한 것의 경화는 경화, 세팅, 건조 또는 유사한 프로세스들을 포함하는 것을 인식해야 한다.

[0092] 매트릭스 재료가 수지를 포함하는 경우, 다양한 수지 전달 시스템들이 제2 양상의 방법과 함께 사용될 수 있다. 일부 실시예들에서, 수지의 적어도 일부는 수지 주입 및/또는 수지 전달 몰딩 및/또는 진공 보조 수지 전달 몰딩에 의해 제공된다.

[0093] 복합 휠의 면 부분의 섬유 레이업의 섬유들 및 섬유 요소들은 바람직하게는 탄소섬유 섬유들을 포함한다. 그러나, 탄소 섬유들, 유리 섬유들, 아라미드 섬유들, 합성 섬유들, 예를 들어, 아크릴, 폴리에스테르, PAN, PET, PE, PP 또는 PBO-섬유들 등, 바이오 섬유들, 예를 들어, 헴프, 황마, 셀룰로오스 섬유들 등, 미네랄 섬유들, 예를 들어, 암면 등, 금속 섬유들, 예를 들어, 강철, 알루미늄, 황동, 구리 등, 붕소 섬유들 또는 이들의 임의의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 섬유들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 섬유들이 본 발명에서 사용될 수 있음을 또한 인식해야 한다. 바람직한 실시예에서, 섬유들은 탄소 섬유들을 포함한다. 섬유들은 천이 구역에서 임의의 바람직한 배향, 예를 들어, 단방향성, 쌍축성 또는 랜덤, 또는 이들의 조합으로 제공될 수 있다. 그러나, 섬유들은 바람직하게는 복합 부재들 사이의 응력을 감소시킬 뿐만 아니라 서비스 동안 더 높은 응력에 노출될 최종 구조의 영역들을 강화시키도록 배향된다. 섬유들의 배향은 천이 구역 내에 섬유들을 포함하는 모든 층들에서 동일할 수 있거나 동일하지 않을 수 있다. 예를 들어, 응력 분석이 다중-축 섬유 배향을 제안한다면, 섬유들의 하나 이상의 층들은 다른 층들과 상이한 방식으로 배향될 수 있다. 그러나, 다른 실시예들에서, 섬유들은 섬유들의 모든 층들에서 실질적으로 동일한 방식으로 배향될 수 있다.

[0094] 섬유 요소들은 프리프레그들, 반-프레그들, 직포 또는 부직포, 매트들, 프리폼들, 사전-통합된 프리폼들, 개별적인 섬유들 또는 섬유들의 그룹들, 토우들, 토우-프레그들 등을 포함하는 임의의 적합한 형태로 제공될 수 있다. 실시예들에서, 섬유 요소들은 적어도 하나의 직물 시트, 바람직하게는 다중-축 직물로서 제공된다. 연결부의 레이업(매트릭스 재료의 통합 및/또는 세팅, 경화 등 이전의 포인트까지의 준비) 동안, 매트릭스 재료는, 섬유들(예를 들어, 프리프레그 또는 반-프레그)을 포함하는 층들에 또는 섬유들을 포함하는 층들 사이에 포함될 필요가 없다. 그러나, 매트릭스 재료는 세팅이 발생한 후 연속적인 매트릭스를 형성해야 한다.

[0095] 면 부분은 본 발명의 성형된 프리폼을 포함하는 원하는 형상 및 섬유 배향을 갖는 맞춤화된 섬유 프리폼으로부터 형성될 수 있다. 맞춤화된 섬유 프리폼은 원하는 형상 및 섬유 배향을 갖도록 형성된다. 프리폼은 섬유들을 포함하는 복합 재료임을 이해해야 한다. 일부 예들에서, 프리폼은 또한 수지와 같은 경화되지 않은 매트릭스 재료를 포함할 수 있다. 일부 프리폼들은 실질적으로 어떠한 매트릭스 재료도 없이 건조 섬유들을 포함할 수 있다. 매트릭스 재료가 사출되기 전에 플라이들을 함께 유지하는 것을 보조하기 위해 결합제가 사용될 수 있다.

[0096] 본 발명의 제3 양상은 본 발명의 제1 양상에 따른 성형된 프리폼을 포함하는 복합 휠을 제공한다. 일부 실시예들에서, 복합 휠은 중심 휠 축 주위에 형성된다.

[0097] 본 발명의 추가적인 양상은, 복합 휠의 스포크 부분을 위한 성형된 프리폼 컴포넌트를 제공하며, 성형된 프리폼은,

[0098] 복합 휠의 스포크에 위치되도록 구성된 세장형 본체를 포함하고,

[0099] 성형된 프리폼 컴포넌트는 50 bar 정수압 및 60 내지 150 ℃의 몰딩 조건들 하에서 < 2% 용적의 압축률을 갖는 경화된 복합 섬유 재료로부터 형성되고,

[0100] 경화된 복합 섬유 재료의 밀도는 0.3 내지 3 g/cm^3, 바람직하게는 0.4 내지 2 g/cm^{3}로 선택된다.

[0101] 일부 실시예들에서, 경화된 복합 섬유 재료의 밀도는 0.3 내지 2 g/cm^3, 더 바람직하게는 0.4 내지 1.8 g/cm^{3}로 선택된다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.5 내지 1.5 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.2 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.8 내지 1.6 g/cm^{3}이

다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.5 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 1.0 내지 1.8 g/cm^{3}이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.4 내지 1.0 g/cm^{3}이다.

[0102] 본 발명의 이러한 추가적 양상은 본 발명의 제1 양상과 관련하여 앞서 논의된 모든 특징들을 통합할 수 있음을 인식해야 한다.

[0103] 본 발명은 바람직하게는 자동차들, 트럭들, 비행기, 버스들 등과 같은 차량을 위한 탄소 섬유 휠의 스포크 부분의 섬유 레이업으로의 맞춤을 위한 프리폼된 성형된 삽입부를 제공한다. 프리폼된 성형된 삽입부는 또한 복합 휠의 스포크 부분을 형성하기 위한 보강 섬유 레이업 보조로서 사용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0104] 이제 본 발명은, 본 발명의 특정한 바람직한 실시예들을 예시하는 첨부된 도면들의 도면들을 참조하여 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 복합 휠의 면 부분과 림 부분 사이에 연결부를 포함하는 복합 휠의 사시도이다.

도 2는 도 1에 도시된 복합 휠의 림 대 면 연결 영역의 더 상세한 도면이다.

도 3은 도 1 및 도 2에 도시된 복합 휠의 정면 단면도를 제공한다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 성형된 프리폼의 등각 상면도를 제공한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0105] 먼저 도 1을 참조하면, 형성되고 본 발명의 성형된 프리폼(200A)을 일체형으로 포함하는 복합 휠(100)의 사시도가 도시되어 있다. 예시된 복합 휠(100)은 단일체로서 형성된 복합 휠로서 출원인에 의해 개발되었다. 복합 휠(100)의 일반적인 제조 프로세스는 국제 특허 공보 WO2010/024495A1에 기술되어 있으며, 이의 내용들은 본 명세서에 참조로 통합되는 것으로 이해되어야 한다.

[0106] 예시된 복합 휠(100)은 2개의 주요 섹션들을 포함한다:

[0107] A). 림 부분(102)은 타이어(예시되지 않음)가 장착되는 환형 구조를 포함하고;

[0108] B). 면 부분(104)은 원형 허브(106) 및 일련의 스포크들(108)을 포함한다. 허브(106)는 중심 애퍼처(107)를 포함하고, 또한 차량의 휠 마운트에 휠을 고정하기 위해 사용되는 체결 볼트들(예시되지 않음) 또는 허브(106) 내의 연관된 애퍼처들을 갖는 중심 잠금 휠 체결 구성(또한 예시되지 않음)을 수용하도록 구성된 다수의 체결 애퍼처들을 포함할 수 있다. 스포크들(108)은 일 단부에서 허브(106)에 그리고 다른 단부에서 림 부분(102)에 연결되는 세장형 아암들을 포함한다.

[0109] 국제 특허 공보 WO2010/024495A1에 기술된 바와 같이, 이러한 일체형 복합 휠(100)의 생성은 별개의 림 부분 몰드(예시되지 않음) 및 면 부분 몰드들(예시되지 않음)의 사용을 필요로 한다. 사용시에, 림 부분(102)은 림 부분 몰드에 안착된 보강 직물에서 통상적으로 구현되는 제1 세트의 섬유들을 레이업함으로써 형성되고, 면 부분(104)은 면 부분 몰드에 안착된 보강 직물에서 통상적으로 구현되는 제2 세트의 섬유들을 별개로 레이업함으로써 형성된다. 림 부분 몰드는 내부 버킷 몰드 및 외부 원통형 몰드를 포함한다. 이어서, 림 부분 몰드 및 면 부분 몰드로부터의 보강 직물은 연결 포인트(110)에서 상호연결된 별개의 부분들에 의해 조합된 몰드에서 함께 조립된다. 이어서, 몰딩된 일체형 휠(100)을 생성하기 위해 전체 휠 형태의 보강재 내로 매트릭스 재료, 예를 들어, 수지가 사출 및/또는 주입되는 마지막 몰딩 프로세스가 착수된다.

[0110] 면 부분(104)의 형상 및 구성은 면 부분 몰드 내에서 레이업으로부터 형성될 수 있다. 성형된 삽입부들은 면 부분의 특징부들의 형성을 보조하기 위해 면 몰드의 다양한 섹션들에서 사용될 수 있다. 일례는 복합 휠(100)의 허브 부분(106)의 형성을 보조하기 위해 사용되는 성형 프리폼의 사용을 교시하는 본 출원인의 공동 계류중인 특허 출원들(가특허 출원 제2017903324호로부터의 우선권을 주장함)이다. 또한, 복합 휠(100)의 스포크 부분들(108)은 일반적으로 도 2에 예시된 바와 같은 성형된 발포 삽입부(200)의 보조로 미리 구성되었다. 발포 삽입부(200)는 폴리우레탄 발포체들, 폴리메타크릴아미드, 신택틱(syntactic) 재료들 등과 같은 조밀한 발포 재료로 구성되고, 면 부분의 레이업 이전에 원하는 스포크 형으로 몰딩된다. 발포 삽입부들의 사용은 스포크들에서 가능한데, 그 이유는 휠 허브 부분(106)과 림(102) 사이의 하중이 섬유 레이업의 설계 및 그러한 레이업 내

의 섬유 배향들을 통한 스포크들(108)의 벽들을 통해 전달될 수 있기 때문이다. 따라서, 발포 삽입부는 섬유 레이업이 형성될 수 있는 경량 코어 충전재 재료로서 사용된다.

[0111] 본 발명의 성형된 프리폼(200A)(도 2, 도 3 및 도 4)은 종래의 발포 스포크 삽입부들(200)에 대한 직접적인 대체물로서 설계된다. 이러한 방식으로, 이러한 새로운 성형된 프리폼을 사용할 때 휠 제조에서 어떠한 특수한 고려사항들도 고려될 필요가 없는데, 그 이유는, 이것이 기존의 제조 프로세스에서 종래의 발포 코어 삽입부에 대한 직접적인 대체물이 되기 때문이다. 종래의 발포 삽입부들과 같이, 이러한 복합 성형된 프리폼(200)은 레이업을 보조하는데, 여기서 이는 몰드의 스포크 부분(108)에 위치되고 레이업은 프리폼(200) 주위에 형성된다.

[0112] 복합 휠(100)의 스포크들(108) 중 하나 이상은 성형된 프리폼(200A)을 포함할 수 있음을 인식해야 한다. 일부 실시예들에서, 오직 선택된 수(통상적으로 하나 또는 2개)의 스포크 부분들(108)만이 성형된 프리폼(200A)을 포함한다. 나머지 스포크들은 종래의 발포 삽입부들을 포함한다. 일부 실시예들에서, 모든 스포크들은 성형된 프리폼(200A)을 포함한다. 이러한 실시예들에서, 각각의 성형된 프리폼(200A)의 조성 및 그에 따른 밀도는 각각의 스포크의 특정 요건들에 대해 설계 및 맞춤화될 수 있다. 이어서, 복합 휠(100)은 스포크 부분들(108)의 밀도 설계를 통해 밸런싱될 수 있다. 그러나, 다수의 발포 삽입부들(200) 및 성형된 프리폼들(200A)은 혼합되고 특정 애플리케이션 및/또는 경제성에 적합하도록 매칭될 수 있음을 이해해야 한다.

[0113] 도 3에 도시된 바람직한 실시예에서, 복합 휠(100)의 단일 스포크(108A)는 성형된 프리폼(200A)을 포함할 수 있다. 나머지 스포크들은 종래의 발포 삽입부들(200)을 포함한다. 그 스포크는 일반적으로 복합 휠(100) 상의 TPMS 밸브(300) 장착 위치에 대향하여 방사상으로 위치된다. 이어서, 아래에서 더 상세히 설명될 바와 같이, 성형된 프리폼(200A)의 밀도는 그 복합 휠(100)에 들어맞는 TPMS 밸브(300)에 대한 카운터 밸런스를 제공하도록 설계될 수 있다.

[0114] 그러나, 성형된 프리폼(200A)은 스포크(108A)의 전체 코어 용적을 점유하는 것으로 도 2 및 도 3에 도시되지만, 다른 실시예들에서는 카운터 밸런스 기능을 위해 스포크(108A)의 코어 용적의 일부분만을 점유할 수 있다. 성형된 프리폼 컴포넌트가 스포크의 용적의 일부분을 점유할 때, 다른 프리폼, 예를 들어, 발포 컴포넌트가 그 용적을 충전하기 위해 본 발명과 함께 사용될 수 있다.

[0115] 도 3 및 도 4는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 복합 휠(100)의 면 부분(104)의 레이업 및 형성에 사용하기 위한 성형된 프리폼 삽입부(200)의 일례를 도시한다. 예시된 성형된 프리폼(200)은 그 면 부분(104)의 스포크(108)의 연결부들의 형상 및 구성을 제공하기 위해 사용된다. 따라서, 예시된 성형된 프리폼(200A)은 복합 휠(100)의 허브(106)와 림(102) 사이에서 연장되는 세장형 본체를 포함한다. 성형된 프리폼(200A)은 일반적으로 허브(106)와 림(102) 사이에서 연장되는 샤프트를 정의하는 직육면체 또는 직사각형 박스 메인 본체를 갖는다. 허브 단부(220)는 허브(106)의 외부 측과 맞물리기 위한 T-형상 연결부를 생성하기 위해 그 단부(220)의 측방향 외측으로 연장되는 2개의 아암(222)을 포함한다. 허브(106)는 일반적으로 원형인 외부 구성을 갖는다. 따라서, 이러한 아암들(222) 및 단부 면은 허브(106)의 그 외부 측의 원주방향 곡선에 실질적으로 매칭하는 만곡된 외부 측(223)을 갖는다. 림 단부(225)는 L-형상의 단부를 형성하기 위해 (도 4에 도시된 성형된 프리폼(200A)의 배향에 대해) 하향으로 연장되는 축방향 플랜지/레그(227)를 포함한다. 플랜지(227)는 복합 휠(100)의 장착 측 또는 내부 측(111)(도 1)을 향해 림(102)을 따라 연장되도록 구성된다. 림 단부(225)의 단부 면의 외부 측(226)은 림(102)의 그 외부 측의 곡선에 실질적으로 매칭하는 윤곽을 갖는다.

[0116] 그럼에도 불구하고, 성형된 프리폼(200)의 정확한 기하학적 구성은 복합 휠(200)의 허브(106)의 의도된 구성 및 스포크 부분(108)의 의도된 형상 및 구성에 의존함을 인식해야 한다. 예를 들어, 스포크들(108)의 수가 달라져서, 각각의 스포크 부분(108)의 형상 및 크기에 영향을 미칠 수 있다. 각각의 스포크 부분(108)의 원하는 구성은 어세틱(ascetic) 목적으로 달라질 수 있고, 원하는 패턴, 표시들 및/또는 기하구조, 예를 들어, 원하는 복잡한 기하구조를 통합할 수 있다.

[0117] 예시되지 않지만, 성형된 프리폼(200)은 복합 휠의 면 부분의 후속하는 형성 및 후속 레이업을 보조하기 위해 설계된 다수의 추가적인 특징부들을 포함하도록 성형/구성될 수 있다. 이러한 특징부들은 섬유 플라이 보유 형성부들, 예를 들어, 스텝들, 리세스들, 슬롯들 등; 플라이의 에지들이 위치되어야 하는 위치를 시각적으로 표시하는 안내선들; 또는 성형된 프리폼의 처리를 최적화하기 위한 유지/조작 형성부들, 예를 들어, 리세스들, 플랜지들, 애퍼처들, 리브(rib)들, 후크(hook)들, 돌출부들 등을 포함한다(그러나, 이에 제한되는 것은 아니다).

[0118] 성형된 프리폼(200)은 그 복합 휠(100)에 대한 질량 추가를 카운터 밸런싱하도록 선택된 맞춤화된 밀도를 갖도록 설계된다. 하나의 특정 예는 복합 휠(100)에 들어맞는 TPMS 밸브(300)(도 1)에 대한 카운터 밸런스이다.

[0119] 추가된 질량에 대한 카운터 밸런스로서 작용하기 위해, 질량 추가에 의해 생성된 질량 및 모멘트 불균형(복합 휠(100)의 중심 X-X에 대한 모멘트 및 질량 균형)이 결정되어야 한다. 이어서, 성형된 프리폼(200)은 질량 추가의 질량 및 모멘트를 카운터 밸런싱하는 위치, 예를 들어, 복합 휠(100)의 면 부분(104)의 중심 축 X-X 주위의 질량 추가의 위치에 실질적으로 방사상으로 대향하는 위치에 위치되도록 설계된다. 이어서, 성형된 프리폼(200)의 질량 및 그에 따른 밀도는 중심 축 X-X 주위의 질량 추가에 대한 그 성형된 프리폼의 위치에 대해 정확한 카운터 밸런스 질량을 제공하도록 맞춤화된다. 성형된 프리폼(200)의 밀도는 (아래에서 논의되는 바와 같이) 성형된 프리폼(200)의 충전 조성의 재료 선택을 통해 변경될 수 있다.

[0120] 성형된 프리폼(200)은 60 내지 150 ℃, 바람직하게는 60 내지 140 ℃의 프로세스 온도들에서 50 bar의 정수압의 몰딩 조건들 하에서 < 2%, 바람직하게는 < 1% 용적의 압축률을 갖는 경화된 복합 섬유 재료로부터 형성된다. 경화에 의해, 경화된 복합 섬유 재료는 그 복합 섬유 재료 내에서 수지와 같은 경화가능 매트릭스 재료를 강화 또는 경화하는 적어도 부분적 경화 프로세스를 겪는 것을 이해해야 한다. 경화된 복합 섬유 재료는, 복합 휠의 면 부분의 레이업 및 몰딩 동안 적절한 용적 및 최소 용적 변화의 제공을 가능하게 하는 제한된 압축률을 제공하는 프리폼에 구조적 강성 및/또는 견고성을 제공한다.

[0121] 임의의 하나의 이론에 제한되는 것을 원하지 않지만, 성형된 프리폼(200)은 복합 휠(100)의 레이업 및 경화 프로세스에서 사용될 수 있는 코어 재료를 제공하도록 설계된다. 성형된 프리폼의 기계적 및 재료 속성들은 또한 복합 휠을 형성할 때 레이업, 경화 및 사후 경화 프로세스들 동안 재료 비호환성 및 용적 변화로 인한 구조적 하중 및 응력들을 최소화하도록 선택된다.

[0122] 성형된 프리폼(200)의 기계적 속성들은 최적의 기계적 및 재료 성능을 획득하도록 설계된다. 본체의 두께 방향에서 불충분한 인장 모듈러스(modulus)를 갖는 성형된 프리폼(200)은 플랜지를 측벽 연결부로 언로드하는데 효과적이지 않고 따라서 구조적 가치가 거의 없을 것이다. 본체의 두께 방향에서 과도한 인장 모듈러스를 갖는 성형된 프리폼(200)은, 성형된 프리폼(200)으로부터 분리를 시도하고 플랜지 자체 내에서 또는 플랜지와 성형된 프리폼(200) 사이의 연결에서 실패를 초래하기 때문에 플랜지에서 과도한 두께 관통 응력을 초래할 것이다. 적절하게 설계된 성형된 프리폼(200)은 플랜지에 과도한 두께 관통 응력을 생성하지 않으면서 플랜지를 측벽 연결부로 언로딩할 것이다.

[0123] 복합 휠(100)에 대한 질량 추가를 카운터 밸런싱하기에 적합한 선택된 또는 원하는 밀도의 경화된 복합 섬유 재료를 형성하기 위해 경화가능 매트릭스 재료, 예를 들어, 수지를 포함하거나 그에 의해 결합될 수 있는 임의의 수의 상이한 복합 섬유 재료가 사용될 수 있다. 밀도 변형은 성형된 프리폼(200)의 조성의 신중한 선택을 통해 달성된다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼은 수지(순수한 수지)로부터 형성되거나 실질적으로 오직 수지로부터 형성된다. 실시예들에서, 성형된 프리폼은, 맞춤형 섬유 배치 플라이들 또는 프리폼들; 단일 섬유 방향(단방향성) 플라이들의 하나 이상의 층들; 다중 방향성 섬유 플라이들의 하나 이상의 층들(예를 들어, 스티칭된 비-크림프 직물); 또는 섬유 패치 배치(FPP) 프리폼들, 예를 들어, CEVOTECH 기술; 부직포, 등방성 또는 이방성 섬유 층들, 예를 들어, RECATEX 재생 탄소 섬유 부직포; 등방성 섬유 배열; 충전재들; 유리 미세구들; 소수성 퓸드 실리카; 에폭시 수지/경화제; 페놀 수지; 밀드 탄소 섬유, 분쇄된 탄소 섬유(예를 들어, 다진 또는 절단된 탄소 섬유, 또는 이들의 조합 중 적어도 하나로부터 형성된다.

[0124] 바람직한 형태들에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는,

[0125] (i) 수지, 밀드 탄소 섬유 또는 분쇄된 탄소 섬유 및 중공 유리 미세구들의 혼합물.

[0126] (ii) 수지 및 밀드 탄소 섬유들의 혼합물.

[0127] (iii) 수지 및 분쇄된 탄소 섬유, 바람직하게는 다진 탄소 섬유의 혼합물

[0128] 로부터 형성된다.

[0129] 수지는 또한 소정 함량의 경화제를 포함하는 것을 인식해야 한다.

[0130] (i), (ii) 및 (iii) 각각은 선택적으로 1 내지 5 wt%, 바람직하게는 1 내지 2 wt% 소수성 퓸드 실리카를 포함할 수 있다.

[0131] 밀드 탄소 섬유들은 <500 마이크론 길이, 바람직하게는 100 마이크론 미만의 길이를 갖는다. 예를 들어, 100 마이크론 길이의 밀드 탄소 섬유, 예를 들어, Carbiso™ MF가 사용될 수 있다. 그러나, 임의의 브랜드의 밀드 탄소 섬유가 적합할 수 있음을 인식해야 한다. 유사한 길이의 다른 섬유 유형들이 사용될 수 있다.

[0132] 다른 실시예들에서, 분쇄된 탄소 섬유, 예를 들어, 다진 탄소 섬유가 사용될 수 있다. 이러한 분쇄된 탄소 섬유는 20 mm 미만, 바람직하게는 15 mm 미만, 더 바람직하게는 1 내지 15 mm의 길이를 가질 수 있다. 예를 들어, 약 12 mm 길이의 분쇄된 탄소 섬유가 사용될 수 있다. 유사한 길이의 다른 섬유 유형들이 사용될 수 있다.

[0133] 하나의 바람직한 재료는 아래에서 표 1의 옵션들 A 내지 F로서 제공된다(비율들은 질량 부 단위임):

표 1

[0134]

부분별 혼합 비율	혼합된 수지 및 경화제	밀드 탄소 섬유	분쇄된 탄소 섬유	중공 유리 미세구들	솔리드 세라믹 미세구들	이론적 밀도 (g/cc)
옵션 **A**	100	0	0	100	0	0.45
옵션 **B**	300	0	0	110	0	0.63
옵션 **C**	375	100	0	56	0	0.91
옵션 **D**	100	0	0	0	0	1.14
옵션 **E**	200	100	0	0	0	1.30
옵션 **F**	100	0	0	0	200	1.79
옵션 **G**	200	0	100	0	0	1.30

[0135] 표 1: 예시적인 성형된 프리폼 조성들

[0136] 더 상세하게는, 옵션 C는 다음을 포함할 수 있다:

[0137] 3.75 부 에폭시 수지;

[0138] 100 마이크론 길이의 1 부 밀드 탄소 섬유; 및

[0139] 0.56 부 중공 유리 미세구들.

[0140] 더 상세하게는, 옵션 G는 다음을 포함할 수 있다:

[0141] 2 부 에폭시 수지 및 경화제; 및

[0142] 12 mm 길이의 1 부 다진 탄소 섬유.

[0143] 상기 옵션들 각각은 선택적으로 1 내지 5 wt%, 바람직하게는 1 내지 2 wt% 소수성 퓸드 실리카를 포함할 수 있다. 상기 옵션 A 내지 F에 제공된 것에 대안적인 혼합 비율들이 또한 성형된 프리폼에 대한 만족스러운 조성 및 맞춤화된 밀도를 제공할 수 있음을 인식해야 한다. 따라서, 표에 표시된 비율들은 원하는 질량을 제공하기 위해 성형된 프리폼의 밀도를 변경하도록 변경되어, 특정 애플리케이션에 대한 프리폼의 밀도 및 질량을 맞춤화할 수 있다.

[0144] 상기 조성들에 사용되는 미세구들은 3M Advanced Material Division으로부터 입수가능한 3M S28HS 유리 버블들을 포함한다. 이러한 유리 버블들은 30 마이크론의 평균 직경 및 3000 psi의 파쇄 강도(부피에서 90 % 생존) 및 0.28 g/cc의 진 밀도를 갖는 소다-라임-보레이트 실리케이트 유리로부터 제조된 얇은 벽들을 갖는 중공 구들을 포함한다. 그러나, 다른 유사한 미세구들이 또한 사용될 수 있음을 인식해야 한다. 예를 들어, 250 PSI 타겟 파쇄 강도 및 0.125 g/cc 진 밀도를 갖는 3M K1 버블 또는 28000 psi의 파쇄 강도 및 0.60g/cc의 진 밀도를 갖는 3M IM30K(또는 유사한 것)과 같은 대안적인 중공 미세구들이 사용될 수 있다. 사용될 수 있는 가능한 3M 미세구들의 선택이 표 2에 제공된다:

표 2

	타겟 파쇄 강도 (90% 생존, psi)	진 밀도	전형적인 입자 크기 (마이크론, 용적) 분포			색상 (육안)
			10th%	50th%	90th%	
K1	250	0.125	30	65	115	백색
K15	300	0.15	30	60	105	백색
S15	300	0.15	25	55	90	백색
S22	400	0.22	20	35	65	백색
K20	500	0.20	25	55	95	백색
K25	750	0.25	25	55	90	백색
S32	2000	0.32	20	40	7	백색
S35	3000	0.35	10	40	75	백색
K37	3000	0.37	20	45	80	백색
XLD3000	3000	0.23	15	30	40	백색
S38	4000	0.38	15	40	75	백색
S38HS	5500	0.38	15	40	75	백색
S38XHS	5500	0.38	15	40	70	백색
K46	6000	0.46	15	40	70	백색
K42HS	7500	0.42	11	22	37	백색
S60	10000	0.60	15	30	55	백색
S60HS	18000	0.60	11	30	50	백색
iM16K	16000	0.46	12	20	30	백색
iM30K	28000	0.60	9	16	25	백색

[0145]

[0146] 표 2: 본 발명에서 또한 사용될 수 있는 3M 중공 유리 미세구들(유리 버블들)

[0147] 예시적인 실시예에서, 성형된 프리폼 컴포넌트는 3.75:1:0.56의 혼합된 수지: 밀드 탄소 섬유: 중공 유리 미세구들의 비율(질량 부)의 혼합물로부터 형성된다.

[0148] 예시된 실시예에서, 복합 휠(100)의 경화된 복합 섬유 재료 내의 섬유들은 탄소 섬유들을 포함한다. 그러나, 탄소 섬유들, 유리 섬유들, 아라미드 섬유들, 합성 섬유들, 예를 들어, 아크릴, 폴리에스테르, PAN, PET, PE, PP 또는 PBO-섬유들 등, 바이오 섬유들, 예를 들어, 헴프, 황마, 셀룰로오스 섬유들 등, 미네랄 섬유들, 예를 들어, 암면 등, 금속 섬유들, 예를 들어, 강철, 알루미늄, 황동, 구리 등, 붕소 섬유들 또는 이들의 임의의 조합으로 이루어진 그룹으로부터 선택된 섬유들을 포함하지만 이에 제한되는 것은 아닌 광범위한 섬유들이 본 발명에서 사용될 수 있음을 인식해야 한다.

[0149] 성형된 프리폼(200)의 열 팽창 속성들은, 성형된 프리폼(200)이 내부에 포함되도록 구성되는 복합 휠의 면 부분의 전체 복합 재료의 열 속성들과 유사하도록, 그리고 바람직하게는 실질적으로 매칭하도록 설계됨을 인식해야 한다. 매칭하는 열 팽창 속성들은 부품들(사후 경화 프로세스들에서 성형된 프리폼 및 주위 라미네이트 재료)의 박리와 같은 손상을 회피한다.

[0150] 몰딩 프로세스 동안 성형된 프리폼에 인접하게 형성되는 복합 재료(통상적으로 탄소 섬유 라미네이트)는 성형된 프리폼에 부착되어야 한다. 성형된 프리폼 재료 유형은 이를 가능하게 해야 하는데, 예를 들어, 성형된 프리폼은 에폭시 수지를 사용할 수 있지만 통상적으로 폴리프로필렌을 사용하지 않아야 한다. 성형된 프리폼의 몰딩 이후 및 성형된 프리폼의 레이업 전에, 성형된 프리폼 표면은 후속 사출 동작과 결합될 수 있도록 활성화되어야 하며 - 이것은 화학적 에칭, 기계적 마모 등에 의해 달성될 수 있다.

[0151] 관심있는 성형된 프리폼(200)의 다른 기계적 속성들은 다음을 포함한다:

[0152] • 밀도 - 바람직하게는 0.3 내지 3 g/cm^3, 바람직하게는 0.3 내지 2 g/cm^3, 더욱 바람직하게는 0.4 내지 1.8 g/cm^3이다. 일부 실시예들에서, 성형된 프리폼의 밀도는 0.5 내지 1.5 g/cm^3이다.

[0153] •인장 강도 - 바람직하게는 20 내지 80 MPa, 더 바람직하게는 20 내지 60 MPa이다.

[0154] •강성 - 바람직하게는 1.5 내지 30 GPa, 바람직하게는 5 내지 30 GPa, 더 바람직하게는 8 내지 30 GPa, 더욱 더 바람직하게는 10 내지 25 GPa이다. 일부 실시예들에서, 강성은 1.5 내지 10 GPa이다. 다른 실시예들에서, 강성은 8 내지 25 GPa이다.

[0155] 그러나, 이들은 특정 복합 휠의 재료, 휠 구성 및 원하는 속성들에 따라 달라질 수 있음을 인식해야 한다.

[0156] 예시된 성형된 프리폼(200)은 표준 복합 몰딩 프로세스에 의해 형성된다. 이러한 프로세스에서, 표 1에서 전술된 바람직한 재료 조성이 계량되고 혼합되고, 이어서 폐쇄된 가열된 몰드 내로 사출된다. 몰드는 120 ℃에 있고, 충전되면, 몰드는 수지를 경화하기 위해 10 분 동안 120 ℃로 유지된다. 그러나, 원하는 프로세스 파라미터들에 따라 다른 프로세스 온도들이 사용될 수 있음을 인식해야 한다. 이어서, 형성된 성형된 프리폼이 디몰딩되고 표면 준비 단계로 이동된다. 협력적으로 성형된 몰드는 성형된 프리폼(200)의 원하는 형상 및 구성을 제공하도록 성형된 몰드 캐비티를 갖는다. 적합한 매트릭스 재료는 불포화 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐 에스테르, 에폭시, 열가소성 수지 또는 이들의 조합들에 기초한 수지로부터 선택될 수 있다(그러나 이에 제한되는 것은 아니다).

[0157] 경화 단계는 강성, 표면 속성들 및 압축률을 포함하는 원하는 기계적 속성들을 제공하도록 제어될 수 있다. 따라서, 성형된 프리폼(200)의 기계적 속성들은 특정 애플리케이션에 적합하도록 설계될 수 있다. 그러나, 성형된 프리폼(200)은, 복합 휠(200)의 면 부분(104)을 형성하는 후속하는 섬유 레이업 및 몰딩 프로세싱 단계들에서 최소 용적 변화를 제공하는 선택된 압축률을 제공하도록 경화되고 달리 프로세싱되는 것을 인식해야 한다.

[0158] 전술된 바와 같이, 경화된 성형된 프리폼(200)은 복합 휠(100)의 면 부분(104)의 레이업에서 레이업 보조 또는 삽입부로서 사용된다. 이러한 프로세스에서, 성형된 프리폼(200)은 면 부분 몰드의 섬유 레이업의 스포크 부분(108)에 위치되고; 면 부분(104)의 복합 섬유 요소들은 성형된 프리폼(200) 주위에 레이업되어, 복합 섬유 휠의 면 부분의 사전-몰딩된 구조를 형성한다.

[0159] 또한, 면 부분 레이업의 섬유 요소들은 프리프레그들, 반-프레그들, 직포 또는 부직포, 매트들, 프리폼들, 사전-통합된 프리폼들, 개별적인 섬유들 또는 섬유들의 그룹들, 토우들, 토우-프레그들 등을 포함하는 임의의 적합한 형태로 제공될 수 있다. 레이업 동안, 수지와 같은 매트릭스 재료는 섬유들을 포함하는 층들 내에 또는 섬유들을 포함하는 층들 사이에 포함될 필요가 없다. 그러나, 매트릭스 재료는 경화 이후 연속적인 매트릭스를 형성해야 한다.

[0160] 예시된 복합 휠(100)(도 1 및 도 2)은 단일체로서 형성되도록 의도된다. 이는, 예시적인 실시예에서 수지인 매트릭스 재료의, 림 부분(102) 및 면 부분(104)을 포함하는 모든 부품들로의 동시 사출 및/또는 함침, 및 이어서 복합 휠(100)의 부분들 각각의 경화를 수반한다. 사용되는 수지는 바람직하게는 에폭시-계이다. 그러나, 임의의 적합한 수지, 예를 들어 불포화 폴리에스테르, 폴리우레탄, 폴리비닐 에스테르, 에폭시, 열가소성 수지, 유사한 화학적 화합물 또는 이들의 조합이 사용될 수 있음을 이해해야 한다. 수지 주입 및/또는 수지 이송 몰딩 및/또는 진공 보조 수지 이송 몰딩을 포함하지만 이에 제한되지 않는 다양한 수지 전달 시스템들이 사용될 수 있다.

[0161] 도 1 및 도 2에 예시된 복합 휠을 구성할 때, 휠은 3개의 주요 몰드 면들을 포함한다. 첫째, 휠의 회전축 X-X에 대해 일반적으로 방사상으로 배향된 면 몰드. 둘째, 휠(140)의 내부 면을 형성하는 내부 버킷 몰드 면(도 2). 내부 버킷 몰드 면은 휠의 회전축 X-X에 대해 방사상으로 배향된 면 부분의 후방 몰드 벽을 형성하는 전방 면 및 휠의 회전축 X-X에 대해 축방향으로 정렬된 림 부분의 후방 몰드 벽을 형성하는 측벽들을 포함한다. 셋째, 림 몰드들은 휠의 회전축 X-X에 실질적으로 축방향으로 정렬된다.

[0162] 사용 시에, 림 부분(102) 및 면 부분(104)은 보강재와 함께 레이업되고, 이어서 림 부분(102)과 면 부분(104) 사이의 연결이 보강재와 함께 레이업된다. 연결부를 형성한 후, 수지는 휠(100)의 림 부분(102), 면 부분(104) 각각의 보강재에 사출 및/또는 함침되고, 이어서 경화되도록 허용된다.

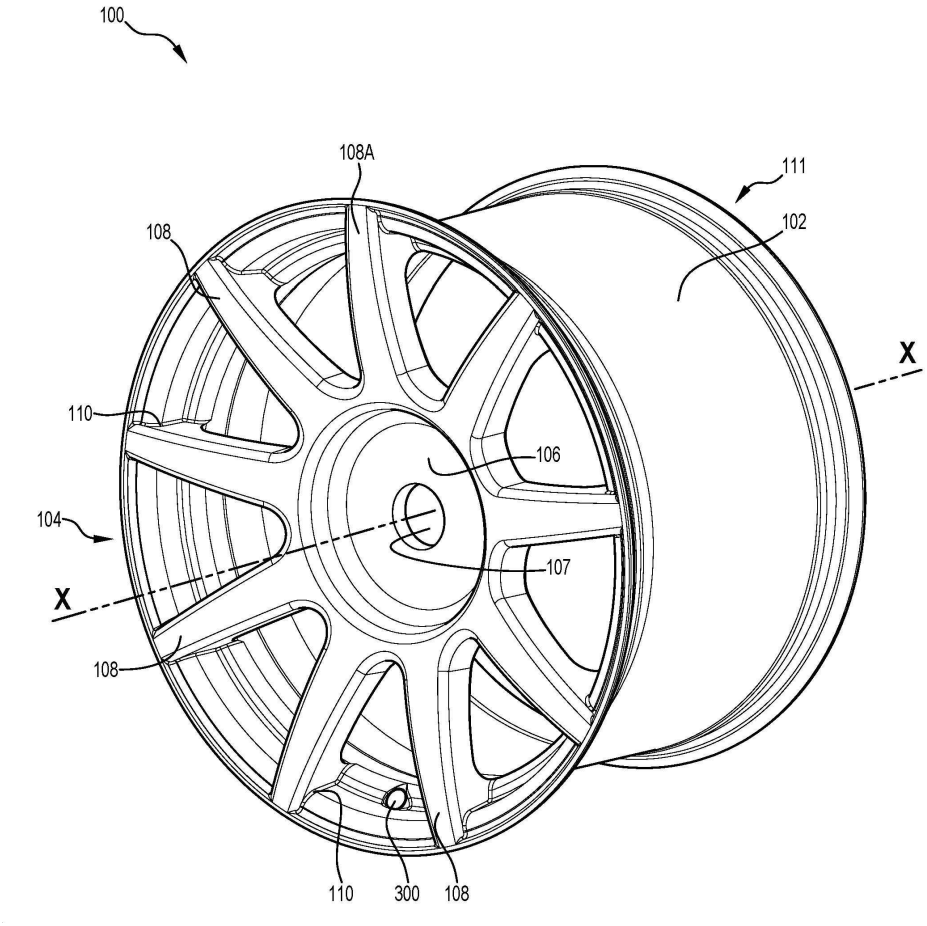
[0163] 당업자들은, 본 명세서에 설명된 발명이 구체적으로 설명된 것들 이외로 변형 및 수정되기 쉽다는 것을 인식할 것이다. 본 발명은 본 발명의 사상 및 범위 내에 있는 모든 그러한 변형들 및 수정들을 포함하는 것으로 이해된다.

[0164] "포함한다"("comprise", "comprises", "comprised" 또는 "comprising")라는 용어들이 본 명세서(청구항들을 포

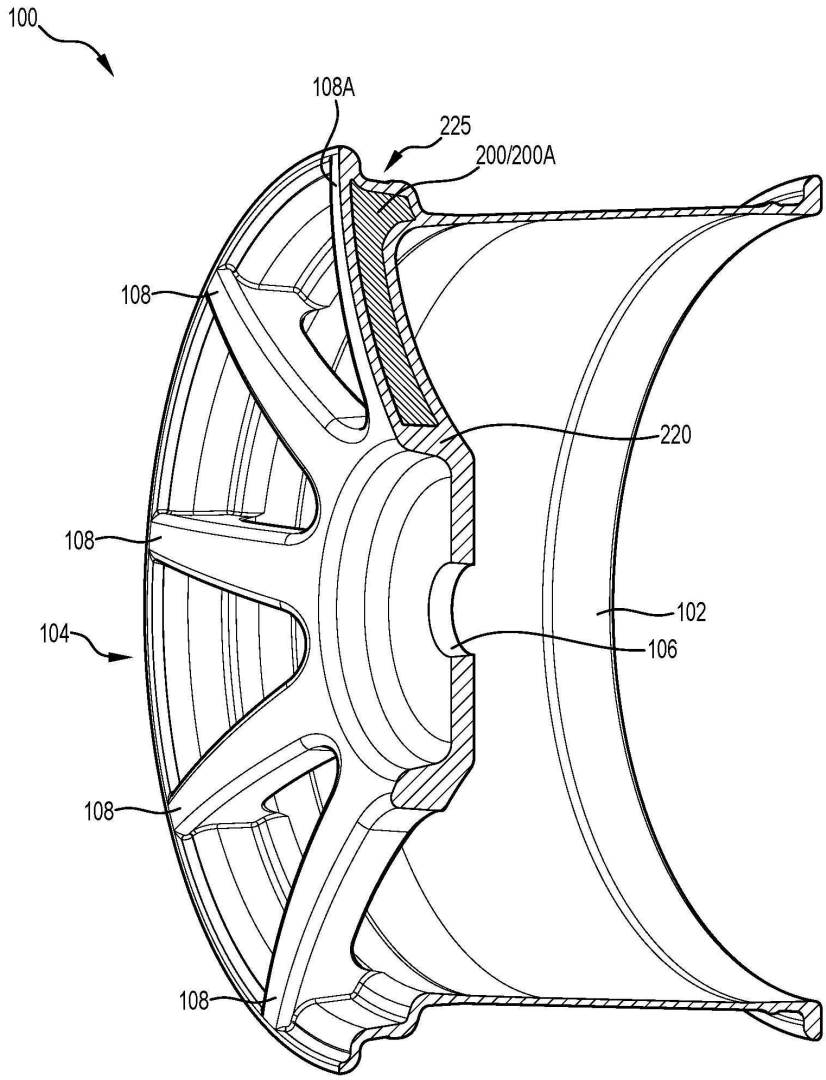
함함)에 사용되는 경우, 이들은 언급된 특징들, 정수들, 단계들 또는 컴포넌트들의 존재를 특정하지만 하나 이상의 다른 특징, 정수, 단계, 컴포넌트 또는 이들의 그룹의 존재를 배제하지 않는 것으로 해석되어야 한다.

도면

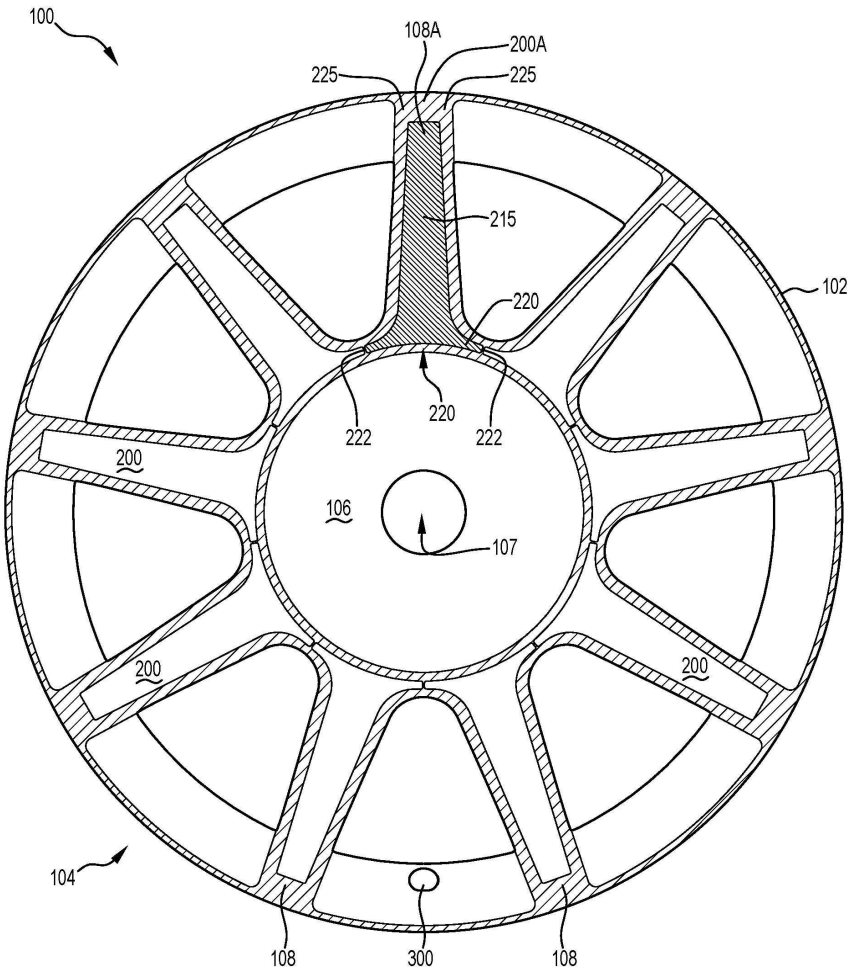
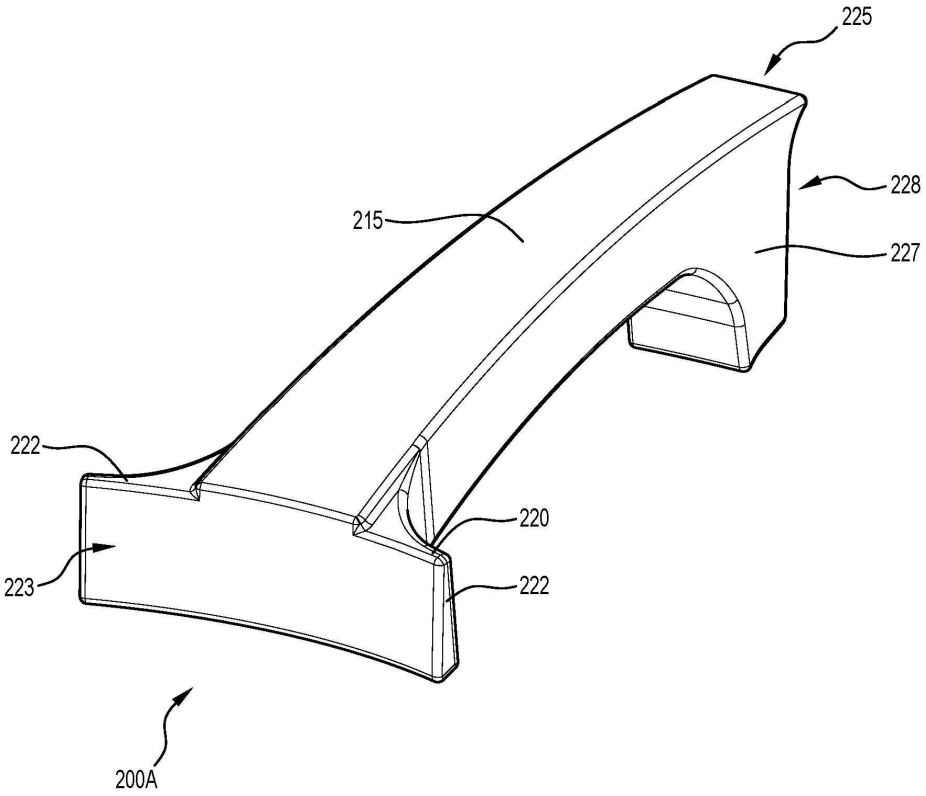
도면1



도면2



도면3


100
108A
200A
225
225
215
102
220
222
220
222
200
106
107
200
200
104
108
300
108

도면4