



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월26일
(11) 등록번호 10-1059722
(24) 등록일자 2011년08월22일

(51) Int. Cl.

B60B 1/02 (2006.01) B60B 9/00 (2006.01)

B60B 9/02 (2006.01) B60B 9/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-7000846

(22) 출원일자(국제출원일자) 2004년07월13일

심사청구일자 2009년03월27일

(85) 번역문제출일자 2006년01월13일

(65) 공개번호 10-2006-0033906

(43) 공개일자 2006년04월20일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/022412

(87) 국제공개번호 WO 2005/007422

국제공개일자 2005년01월27일

(30) 우선권주장

10/618,924 2003년07월14일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

W02003018332 A1*

US06170544 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

미쉐린 러쉐르슈 에 테크니크 에스.에이.

스위스 그랑즈-빠꼬 씨에이취-1763 루트 루이-브
하일르 10

소시에테 드 테크놀로지 미쉐린

프랑스공화국 63000 클레르몽-페랑 뒤 브레쉴 23

(72) 발명자

라이네, 티모시 비.

미국 사우스캐롤라이나 29609, 그린빌, 텔우드 드
라이브114

크론, 스티븐 엠.

미국 사우스캐롤라이나 29681, 심선빌, 맥킨니 로
드 525

폰피어, 잔-피에르

미국 사우스캐롤라이나 29607, 그린빌, 새들러 웨
이 9

(74) 대리인

장훈

전체 청구항 수 : 총 19 항

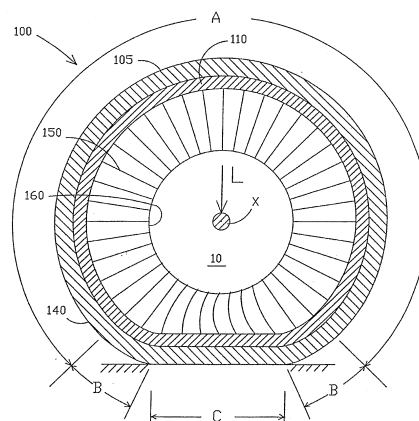
심사관 : 송종민

(54) 컴플라이언트 휠

(57) 요약

컴플라이언트 휠(100)은 컴플라이언트 밴드(110) 및 허브(10)에 대한 부착을 위해 보강된 컴플라이언트 밴드(110)로부터 내향으로, 횡단방향으로 가로질러 연장하는 웨브 스포크(150)를 포함한다. 컴플라이언트 밴드(110)는 장애물을 둘러싸고, 접촉면 C와 합치되도록 굴곡한다. 웨브 스포크(150)는 휠(100)의 지면 접촉부에 연결되지 않은 웨브 스포크내의 인장을 통해 허브(10)와 컴플라이언트 밴드(110) 사이에서 부하력을 전달한다. 컴플라이언트 밴드의 외부면은 트레드(105)를 포함하도록 형성되거나, 별개의 트레드 밴드가 부착될 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

허브;

상기 허브의 반경방향 외측에 배치된 컴플라이언트 밴드; 및

상기 허브와 상기 컴플라이언트 밴드 사이에서 연장하며, 그들에 연결된 복수의 인장력 전달 요소로서, 상기 허브와 상기 밴드 사이에서 인장력을 전달하고, 압축시 어떠한 실질적인 힘도 전달하지 않는 상기 복수의 인장력 전달 요소를 포함하고,

상기 허브에 가해진 부하로부터 초래되는 상기 인장력 전달 요소들의 인장력 T는 인접한 인장력 전달 요소들 사이의 빔 세그먼트에서 압축력 K와, 상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 를 발생시키고,

상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 는 아래 수학식에 의해 주어지고,

$$\mu_{p/p} \cong 1.5 \left(\frac{1 - \nu^2}{EI} \right) T \left(\frac{r_0}{n} \right)^3$$

여기서, E는 컴플라이언트 밴드의 탄성계수, I는 컴플라이언트 밴드의 관성 모멘트, ν 는 컴플라이언트 밴드의 푸아송의 비, T는 인장력 전달 요소들의 인장력, r_0 는 컴플라이언트 밴드의 공칭 반경, n은 인장력 전달 요소들의 수이고,

상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 에 대한 상기 컴플라이언트 밴드의 공칭 반경 r_0 의 비율은 1500의 값 또는 그 이상이 되는, 컴플라이언트 휠.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 밴드에 매설된 보강 플라이를 추가로 포함하는 컴플라이언트 휠.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 보강 플라이는 상기 컴플라이언트 밴드의 전단 탄성계수와 최소한 같은 전단 탄성계수를 가지는 엘라스토머 코팅층내에 매설된 실질적인 비신장성 코드 보강재의 적어도 하나의 층을 포함하는 컴플라이언트 휠.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 보강 플라이는 대략 상기 밴드의 중립 축선에 위치되는 컴플라이언트 휠.

청구항 5

제 2 항에 있어서, 상기 보강 플라이는 상기 밴드의 중립 축선의 반경방향 내측에 배치되는 컴플라이언트 휠.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 밴드의 반경방향 외부면상에 형성된 트레드를 추가로 포함하는 컴플라이언트 휠.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 컴플라이언트 밴드는 약 9MPa 내지 약 60MPa의 탄성계수를 가지는 엘라스토머 재료로 형성되는 컴플라이언트 휠.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 인장력 전달 요소는 상기 컴플라이언트 밴드를 횡단방향으로 가로질러 연장하는 웹 스포크들을 포함하는 컴플라이언트 휠.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 웹 스포크들은 축방향에 대해 평행하게 배향되는 컴플라이언트 휠.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 각 웹 스포크는 축방향에 대해 경사지게 배향되는 컴플라이언트 휠.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 서로 인접한 웹 스포크들은 축방향에 대해 대향한 경사각으로 배향되는 컴플라이언트 휠.

청구항 12

제 8 항에 있어서, 서로 인접한 웹 스포크들은 반경방향에 대해 대향한 경사각으로 배향되어 적도면에서 지그 재그를 형성하는 컴플라이언트 휠.

청구항 13

제 8 항에 있어서, 상기 복수의 웹 스포크는 적도면에서 반복하는 X-패턴을 형성하는 교차된 쌍으로 배향되는 컴플라이언트 휠.

청구항 14

제 8 항에 있어서, 상기 웹 스포크들은 반경방향으로 압축하에 있을 때 굴곡을 촉진하기 위하여 적도면에서의 곡율을 가지는 컴플라이언트 휠.

청구항 15

제 8 항에 있어서, 제1 복수의 웹 스포크는 축방향에 대하여 평행하게 배향되고, 제2 복수의 웹 스포크는 축방향에 대하여 수직으로 배향되는 컴플라이언트 휠.

청구항 16

제 8 항에 있어서, 각 웹 스포크는 상기 컴플라이언트 휠의 반경의 약 5% 이하인 두께를 가지는 컴플라이언트 휠.

청구항 17

제 8 항에 있어서, 상기 웹 스포크들은 약 9 내지 60MPa의 탄성계수를 가지는 엘라스토머 재료로 형성되는 컴플라이언트 휠.

청구항 18

제 8 항에 있어서, 상기 컴플라이언트 밴드 및 상기 복수의 웹 스포크는 단일 재료로 형성된 일체형으로 몰딩된 유닛인 컴플라이언트 휠.

청구항 19

허브;

상기 허브의 반경방향 외측에 배치된 엘라스토머 재료의 컴플라이언트 밴드;

상기 밴드내에 매설된 보강 플라이; 및

상기 허브와 상기 컴플라이언트 밴드 사이에서 연장하는 복수의 가요성 웹 스포크를 포함하고,

상기 허브에 가해진 부하로부터 초래되는 상기 웹 스포크들의 인장력 T는 인접한 웹 스포크들 사이의 빔 세그먼트에서 압축력 K와, 상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 를 발생시키고,

상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 는 아래 수학식에 의해 주어지고,

$$\mu_{p/p} \cong 1.5 \left(\frac{1 - \nu^2}{EI} \right) T \left(\frac{r_0}{n} \right)^3$$

여기서, E는 컴플라이언트 밴드의 탄성계수, I는 컴플라이언트 밴드의 관성 모멘트, ν 는 컴플라이언트 밴드의 푸아송의 비, T는 웨브 스포크들의 인장력, r_0 는 컴플라이언트 밴드의 공칭 반경, n은 웨브 스포크들의 수이고,

상기 컴플라이언트 밴드 및 상기 복수의 웨브 스포크는 단일 재료로 형성된 일체형으로 몰딩된 유닛이고, 상기 컴플라이언트 밴드의 피크간 반경방향 변위 μ 에 대한 상기 컴플라이언트 밴드의 공칭 반경의 비율 r_0 은 1500의 값 또는 그 이상이 되는 컴플라이언트 휠.

명세서

기술 분야

[0001] 본 출원은 미국을 지정국으로 하는 2001년 8월 24일자로 출원된 PCT/US01/26379호의 일부 계속 출원이다.

[0002] 본 발명은 비공압식 구조적 지지식 타이어 및 휠에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 그 구조적 구성부품(structural component)으로 부하를 지지하며, 공압 타이어에 대한 대체품으로서 기능하면서 공압 타이어보다 개선된, 공압 타이어형 성능 기능을 가지는 컴플라이언트 휠에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 공압 타이어는 유연성, 캐적성, 질량 및 구름 저항에 대한 최상의 공지된 해법이지만, 공압 타이어는 복잡성, 정비에 대한 필요성 및 손상에 대한 민감성의 단점을 갖는다. 공압 타이어 성능을 향상시키는 디바이스는 예로서, 더 큰 컴플라이언스(compliance), 강성에 대한 보다 양호한 제어, 더 작은 정비 조건 및 손상에 대한 내성을 제공할 수 있었다.

[0004] 종래의 중실 타이어, 스프링 타이어 및 쿠션 타이어는, 비록, 공압 타이어의 정비에 대한 필요성 및 손상에 대한 민감성이 없지만, 불행하게도, 그 성능 장점이 결여되어 있다. 특히, 고체 및 쿠션 타이어는 통상적으로, 탄성 재료층에 의해 둘러싸여진 중실 림(solid rim)을 포함한다. 이들 타이어는 부하 지지를 위해 직접적으로 부하를 받고 있는 탄성층의 접지부의 압축에 의존한다. 이들 유형의 타이어는 무겁고 경직되어 있을 수 있으며, 공압 타이어의 충격 흡수 기능이 결여되어 있다.

[0005] 스프링 타이어는 통상적으로 강재 나무, 금속 또는 플라스틱 링을 가지며, 스프링 또는 스프링형 엘리먼트(element)가 상기 링을 허브(hub)에 연결한다. 그것에 의하여 허브는 스프링에 의해 현수되지만, 비가요성 링은 단지 지면에 대해 작은 접촉 면적만을 가지며, 이는 실질적으로 어떠한 컴플라이언스도 제공하지 않고, 열악한 견인력 및 조향 제어를 제공한다.

[0006] 따라서, 제한적인 상황을 제외하고, 공지된 비공압 타이어는 공압 타이어의 대체물로서 널리 사용되지 않고 있다.

[0007] 공압 타이어의 단점을 개선함과 함께 공압 타이어의 특성들과 유사한 성능 특성을 가지는 비공압식 컴플라이언트 휠은 본 기술 분야의 다양한 결점을 극복하면서, 양호하게 개선되었다.

발명의 상세한 설명

[0008] 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠은 휠 허브상의 부하를 지지하는 컴플라이언트 밴드(band) 및 복수의 인장 지지요소를 포함하며, 이 인장 지지요소는 인장시에 밴드와 허브 사이에서 부하력을 전달한다. 인장 지지요소는 실질적으로 압축시에는 부하를 받지 않으며, 허브에 공압 타이어형 현수를 제공한다.

[0009] 양호한 실시예에 따라서, 인장 지지요소는 압축시 유연성 및 인장 지지력을 제공하도록 엘라스토머 재료로 형성

된 웹 스포크(web spoke) 즉, 시트형 엘리먼트이다. 예로서, 코드 또는 케이블 같은 다른 인장 전달 요소도 사용될 수 있으며, 웹 스포크에 대한 설명은 본 발명을 제한하기 위한 것은 아니다.

- [0010] 하나의 실시예에 따라서, 컴플라이언트 휠은 컴플라이언트 밴드와, 상기 컴플라이언트 밴드로부터 휠 축선을 향해 실질적으로 반경방향 내향으로 횡단방향으로 가로질러 연장하는 복수의 웹 스포크, 및 상기 웹 스포크를 허브에 상호연결하기 위한 수단을 포함한다.
- [0011] 다른 실시예에 따라서, 컴플라이언트 휠은 컴플라이언트 밴드의 반경방향 외부면상에 형성되거나 또는 그 외부면에 장착된 트레드(tread) 또는 마모부를 포함한다.
- [0012] 하기의 설명의 목적상, 용어 "허브"는 휠을 지지하고, 휠을 차축에 장착하기 위한 임의의 디바이스 또는 구조체를 지칭한다.
- [0013] 컴플라이언트 밴드는 장애물을 둘러싸고 또 도로 또는 바닥 같은 접촉면에 합치하기 위하여, 밴드의 굴곡을 포함하여 부하하에서 변형할 수 있는 재료로 형성된다. 특히, 부하하에서의 밴드의 굴곡 변형은 접촉면과의 접촉 패치(patch)를 형성하고, 이는 견인 및 조향력의 공압 타이어형 전달을 제공한다. 휠 재료의 컴플라이언스의 한 양태는 밴드의 굴곡량이 휠상의 부하의 크기에 관련되어 있다는 것이다.
- [0014] 컴플라이언트 밴드는 천연 또는 합성 고무, 폴리우레탄, 발포 고무 및 발포 폴리우레탄, 세그먼트형 코폴리에스테르(segmented copolyester) 및 나일론의 블록 공중합체 같은 엘라스토머 재료로 형성될 수 있다. 이 재료는 약 9MPa 내지 약 60MPa의 탄성계수를 가지는 것이 바람직하다. 밴드는 보강되지 않을 수도 있고, 또는, 밴드의 원주방향 비신장성을 증가시키기 위해 보강 플라이를 포함할 수도 있다.
- [0015] 웹 스포크는 허브와 컴플라이언트 밴드를 상호연결하며, 인장시 허브와 밴드 사이에서 부하를 전달하는 작용을 한다. 이는 다른 기능들 중에서, 차량의 질량을 지탱한다. 부하 지지력은 밴드의 지면 접촉부에 연결되지 않은 웹 스포크에서 인장에 의해 발생된다. 부하를 받는 허브는 부하를 지지하는 아치(arch)를 형성하는 컴플라이언트 밴드의 상부 부분으로부터 매달려지는 것이라 말할 수 있다.
- [0016] 양호하게, 웹 스포크는 인장시 큰 유효 강도(stiffness)를 가지며, 압축시 작은 유효 강도를 가진다. 압축시의 작은 강도는 컴플라이언트 밴드의 지면 접촉부에 부착된 웹 스포크가 현저한 수직 부하를 전달하는 일 없이 컴플라이언트 밴드의 지면 접촉부의 변형을 수용할 수 있게 한다. 웹 스포크는 그 길이에 비해 비교적 얇고, 통상적으로, 압축시 굴곡한다. 접촉 영역에서의 웹 스포크에 의한 압축성 부하 지지의 기여는 밴드가 보다 쉽게 접촉 패치를 형성할 수 있게 하며, 장애물을 흡수하도록 보다 쉽게 굴곡할 수 있게 한다. 부가적으로, 지면으로부터 허브로의 어떠한 직접적 연결도 존재하지 않기 때문에, 즉, 도로 충격이 컴플라이언트 밴드 둘레로, 그리고, 인장된 웹 스포크를 통해 전달되어야만 하기 때문에, 컴플라이언트 휠은 공압 타이어에 비해, 개선된 쾌적성 및 충격 흡수성을 갖는다.
- [0017] 또한, 웹 스포크는 가속, 정지 및 코너링(corenring)을 위해 필요한 힘을 전달한다. 웹 스포크의 배열 및 배향은 원하는 기능을 얻도록 선택될 수 있다. 예로서, 비교적 작은 원주방향 강도가 필요한 응용처들에서, 웹 스포크는 반경방향에서 컴플라이언트 휠의 회전축선과 평행하게 배열될 수 있다. 원주방향의 강도를 증가시키기 위해, 회전축선에 수직인 웹 스포크가 축선 정렬된 웹 스포크와 교대로 추가될 수 있다. 다른 대안은 원주방향 및 축방향 양자 모두에서 강도를 제공하도록 컴플라이언트 휠 축선에 경사지게 웹 스포크를 배열하는 것이다. 다른 대안은 교번하는 경사 배열이 되도록, 즉, 적도면상에서 볼 때 지그재그 패턴으로 웹 스포크를 배향하는 것이다. 물론, 다른 유사한 배열이 휠의 원주방향 강도를 맞추는데 사용될 수 있다.
- [0018] 트레드의 지면 접촉부에서 웹 스포크의 굴곡을 용이하게 하기 위해서, 스포크는 곡선형일 수 있다. 대안적으로, 웹 스포크는 몰딩(molding) 동안 특정 방향으로 굴곡하도록 하는 경향을 갖도록 성형될 수 있다. 다른 대안은 허브와 웹 스포크 사이에 또는 링과 웹 스포크 사이에, 인장시 작용하지만 압축시 웹 스포크의 상대운동을 허용하는 연결부를 제공하는 것이다.
- [0019] 본 발명의 양호한 실시예에 따라서, 컴플라이언트 휠은 허브, 허브와 동심으로 반경방향 외측에 배치된 컴플라이언트 부하 지지밴드, 및 허브와 컴플라이언트 밴드 사이에서 연장하는 복수의 웹 스포크를 포함하며, 상기 컴플라이언트 밴드는 이 밴드내에 매설된 보강 멤브레인(membrane) 또는 플라이(ply)를 포함한다. 보강 플라이는 엘라스토머 층에 매설되어 원주방향으로 정렬된 코드를 포함하는 것이 바람직하다. 이 실시예에 따라서, 보강 플라이는 웹 스포크에 인장력을 보다 양호하게 적용하기 위해 부하의 힘으로 밴드의 원주방향 길이를 속박하도록 작용하며, 이는 부하 지지능력을 증가시킨다.

- [0020] 이 실시예의 다른 양태에 따라서, 맴브레인 또는 보강 플라이는 밴드의 탄성계수 보다 큰 길이방향 인장계수를 갖는다.
- [0021] 이 실시예의 또 다른 양태에 따라서, 맴브레인 또는 보강 플라이는 컴플라이언트 밴드의 거의 중립 축선에 위치된다. 보강 플라이는 중립 축선의 반경방향 내측에 배치되는 것이 보다 바람직하다.

실시예

- [0034] 하기의 용어는 본 설명에 대하여 하기와 같이 정의된다.
- [0035] "적도면"은 휠 구조체를 양분하면서 휠 회전축선에 수직으로 통과하는 평면을 의미한다.
- [0036] "자오면"은 휠의 회전축선을 포함하면서, 그를 통과하는 평면을 의미한다.
- [0037] 엘라스토머 재료의 "계수"는 ASTM 표준 테스트 방법 D412에 의해 측정된 10% 신장시의 인장 탄성계수를 의미한다.
- [0038] "히스테리시스(hysteresis)"는 동작 변형율, 온도 및 주파수에서 측정된 동적 손실 탄젠트($\tan \delta$)를 의미한다. 본 기술에 대한 통상적인 지식을 가진 자는 동작 조건은 특정 응용처에 대해 상이할 수 있다는 것, 예로서, 골프 카트(golf cart) 및 스포츠카에 대하여 속도 및 부하 요구조건이 서로 다르다는 것 및 변형율, 온도 및 주파수는 특정 응용처에 대해 특정되어야 한다는 것을 이해할 것이다.
- [0039] 도면에 도시된 참조 번호는 각 변형에 대해 일관된 패턴을 따른다. 도면은 실척대로 그려진 것이 아니며, 엘리먼트들의 치수는 예시의 명료성을 위한 필요에 따라 과장 또는 축소되어 있다.
- [0040] 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠의 예시적 실시예가 적도면에서 개략적으로 본 도 1에 도시되어 있다. 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠은 공압 타이어의 견인, 조향 또는 현수 품질이 유리하거나, 개선이 필요한 응용처에 유용하다. 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠은 공압 타이어 보다 적은 정비를 필요로 하는 휠에서, 개선된 컴플라이언스 및 강도 특성을 제공할 수 있다. 자동차에 대한 사용에 부가적으로, 이런 휠은 또한, 예로서, 휠체어, 거니(gurney), 병원 침대, 민감한 장비를 위한 카트, 또는 다른 충격에 대한 민감성이 중요한 차량 또는 수송체에 유리하게 사용될 수도 있다. 부가적으로, 휠은 의자 또는 다른 가구의 캐스터(caster) 대신, 또는, 유모차, 스케이트 보드, 인라인 스케이트 등을 위한 휠로서 사용될 수 있다. 본 발명의 컴플라이언트 휠은 부하 지지 또는 부하 적용 휠이 사용되는 기계 또는 장치에 사용될 수 있다. 이하에서, 용어 "차량"이 설명의 목적으로 사용되지만, 컴플라이언트 휠이 장착될 수 있는 임의의 디바이스가 하기의 설명에 포함된다.
- [0041] 도 1에 도시된 휠(100)은 링형 컴플라이언트 밴드(110), 컴플라이언트 밴드로부터 대향하여 횡단방향으로 가로질러 연장하는 웨브 스포크(150)로서 예시되어 있는, 복수의 인장력 전달 요소, 및 웨브 스포크의 반경방향 내부 단부의 장착 밴드(160)를 구비한다. 장착 밴드(160)는 휠(100)을 허브(10)에 고정한다. 트레드 부분(105)은 컴플라이언트 밴드(110)의 외주에 형성된다. 트레드 부분(105)은 예로서, 밴드 재료가 제공하는 것과는 다른 견인 및 마모 특성을 제공하도록 도 1에 도시된 바와 같이, 컴플라이언트 밴드(110)상에 접합된 부가적인 층일 수 있다. 대안적으로, 트레드 부분(105)은 도 3에 도시된 바와 같이, 컴플라이언트 밴드의 외부면일 수 있다. 트레드 형상은 트레드 부분(105)에 형성될 수 있으며, 홈(107) 및 리브(rib: 109)를 포함할 수 있다.
- [0042] 상술한 바와 같이, 도 1의 예시적 실시예의 웨브 스포크(150)는 횡단방향으로 휠을 가로질러 연장하며, 이는, 여기서 사용될 때, 웨브 스포크가 휠의 측부로부터 측부로 연장하면서 회전축선과 정렬되거나, 휠 축선에 대해 경사질 수 있다는 것을 의미한다. 또한, "내측으로 연장하는"은 웨브 스포크(150)가 컴플라이언트 밴드와 허브 사이에서 연장하고, 휠 축선에 대해 반경방향으로 하나의 평면내에 배치되거나, 반경방향 평면에 대해 경사질 수 있다는 것을 의미한다. 부가적으로, 후술된 바와 같이, 제2 복수의 웨브 스포크는 적도면내에서 연장할 수 있다.
- [0043] 컴플라이언트 밴드(110)는 컴플라이언트 휠상의 부하를 지지하며, 견인 및 핸들링 성능을 제공하도록 도로(또는 다른 지지면)에 합치하도록 탄성 변형한다. 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 부하 L이 휠 회전축선 X상에 부여될 때, 컴플라이언트 밴드(110)는 굴곡하고, 접촉 패치를 형성하도록 영역 C내에서 지면 접촉하도록 변형한다. 지면과 접촉하지 않는 밴드(110)의 부분 A는 아치와 유사한 방식으로 작용하며, 부하 지지부재로서 작용하도록 충분히 높은 적도면에서 길이방향 굴곡 강도 및 원주방향 압축 강도를 제공한다. 차량(미도시)으로부터 허브(10)로 전달된 휠(100)상의 부하 L은 실질적으로 부하 지지부분 A에 부착된 웨브 스포크에 의해 걸려

진다. 접촉 영역 C내의 웨브 스포크는 부하 L로 인한 인장 부하를 받지 않는다. 컴플라이언트 휠이 회전할 때, 물론, 아크로서 작용하는 컴플라이언트 밴드(110)의 특정 부분은 연속적으로 변하지만, 그러나, 아치의 개념은 부하 지지메커니즘을 이해하는데 유용하다.

[0044] 컴플라이언트 밴드(110)의 굴곡량 및 이에 따른 접촉 패치 또는 영역 C의 크기는 부하 L에 비례한다. 부하하에서 탄성적으로 굴곡하기 위한 밴드의 기능은 유사한 유리한 결과를 갖는 공압 타이어의 것과 유사하게 작용하는 컴플라이언트 접지 영역 C를 제공한다. 예로서, 컴플라이언트 밴드(110)는 보다 평활한 승차감을 제공하도록 장애물을 둘러쌀 수 있다. 또한, 컴플라이언트 밴드(110)는 견인, 코너링 및 조향을 위해 지면 또는 도로에 힘을 전달할 수 있다.

[0045] 대조적으로, 종래의 중실 타이어 및 쿠션 타이어에서, 부하는 강체 허브하의 쿠션 재료의 압축을 포함하는 접촉 면적에서의 타이어 구조체의 압축에 의해 지지된다. 쿠션 재료의 컴플라이언스는 재료의 압축 특성 및 강체 휠 또는 허브상의 재료의 두께에 의해 제한된다.

[0046] 컴플라이언트 밴드(110)는 엘라스토머 재료로 형성된다. 밴드 엘라스토머 재료는 천연 및 합성 고무, 폴리우레탄, 발포 고무 및 폴리우레탄, 세그먼트형 코폴리에스터 및 나일론의 블록 공중합체를 포함할 수 있다. 엘라스토머 재료는 약 9MPa 내지 약 60MPa의 탄성계수를 갖는 것이 바람직하다. 엘라스토머 재료는 본 기술에 공지된 바와 같이, 컴플라이언트 밴드의 적절한 컴플라이언스, 가요성 및 탄성 특성이 얻어지는 한, 폴리머 내용물에 부가하여 충전물, 상태조절제(conditioner), 경화 첨가제 등으로 준비될 수 있다.

[0047] 부하하에서 주행하는 동안의 컴플라이언트 밴드(110)의 반복 변형은 히스테리성 손실을 유발하며, 이는 컴플라이언트 휠내의 열 누적(heat buildup)을 초래한다. 따라서, 컴플라이언트 밴드 재료의 히스테리시스는 사용되는 재료를 위한 허용가능한 동작 온도 미만에서 동작 온도를 유지하도록 특정되어야 한다. 종래의 타이어 재료(예로서, 고무)에 대하여, 밴드의 히스테리시스는 연속적 사용 중의 컴플라이언트 휠에 대해 약 100℃ 미만의 온도를 생성하도록 특정되어야 한다.

[0048] 도 2 및 도 3을 참조하면, 웨브 스포크(150)는 반경방향으로 길이 N, 컴플라이언트 밴드(110)의 축방향에 실질적으로 대응하는 축방향으로의 폭 W 및 다른 치수에 수직인 두께를 갖는 실질적인 판형 요소이다. 두께는 길이 N 또는 폭 W 보다 매우 작으며, 이는 웨브 스포크가 도 1에 도시된 바와 같이 압축하에 있을 때 굴곡되거나 굽혀질 수 있게 한다. 보다 얇은 웨브 스포크는 접촉 영역 A를 통과할 때, 실질적으로 어떠한 압축 저항도 없이 즉, 부하 지지를 위해 어떠한 압축력도 제공하지 않거나, 단지 미소한 압축력만을 제공하면서 굴곡한다. 웨브 스포크의 두께가 증가할 때, 웨브 스포크는 지면 접촉 영역에서 소정의 압축 부하 지지력을 제공할 수 있다. 그러나, 전체적으로, 웨브 스포크의 주도적 부하 전달 작용은 인장이다. 차량의 특정 요구를 충족시키도록 특정 웨브 스포크 두께가 선택될 수 있다.

[0049] 도 2에 도시된 바와 같이, 웨브 스포크(150)는 축방향을 가로질러 컴플라이언트 밴드(110)에 대해 배향되는 것이 바람직하다. 따라서, 웨브 스포크(150)내의 인장(도 1의 영역(A)에 대응하는 도면의 상부 부분)은 부하 L을 지지하도록 컴플라이언트 밴드(110)를 가로질러 분포된다.

[0050] 본 발명의 양호한 실시예에 따라서, 웨브 스포크(150)는 약 10 내지 100MPa의 인장계수를 가지는 엘라스토머 재료로 형성된다. 웨브 스포크는 필요에 따라 보강될 수 있다. 웨브 스포크 재료는 또한, 30% 까지의 변형 이후 원래 길이로 복원하는 탄성 거동을 나타내어야 하며, 웨브 스포크 재료가 4%까지 변형될 때 일정한 응력을 나타내어야 한다. 또한, 관련 동작 조건에서 0.1 이하의 $\tan \delta$ 를 갖는 재료를 구비하는 것이 바람직하다. 예로서, 상업적으로 입수할 수 있는 고무 또는 폴리우레탄 재료가 이들 조건을 충족시키는 것으로 나타날 수 있다. 본 발명자는 미국 코넥티컷 미들버리 소재의 크롬프톤 코포레이션(Crompton Corporation)의 유니로얄 케미컬(Uniroyal Chemical) 부서에서 제조된 Vibrathane B836 브랜드 우레탄이 웨브 스포크에 적합하다는 것을 발견하였다.

[0051] 도 3을 참조하면, 일 실시예에서, 웨브 스포크(150)는 허브에 휠을 장착하기 위해 허브(10)를 둘러싸는 반경방향 내부 장착 밴드(160)에 의해 상호 연결된다. 인터페이스(interface) 밴드(170)는 웨브 스포크(150)를 그 반경방향 외부 단부에서 상호 연결하고, 웨브 스포크(150)를 컴플라이언트 밴드(110)에 연결한다. 편의상, 웨브 스포크(150), 장착 밴드(160) 및 인터페이스 밴드(170)는 유닛으로서 단일 재료로 성형될 수 있다.

[0052] 대안적으로, 밴드(110) 및 허브나 휠(10)을 위한 구성 재료 및 방법에 따라, 장착 밴드(160) 또는 인터페이스 밴드(170)가 제거될 수 있으며, 웨브 스포크는 밴드(110) 및 허브(10)에 직접 부착하도록 성형 또는 형성될 수 있다. 예로서, 컴플라이언트 밴드(110)가 웨브 스포크로서 동일 또는 공존가능한 재료로 형성되는 경우, 본 발

명의 컴플라이언트 휠은 일체형 유닛으로서 웹 스포크, 컴플라이언트 밴드 및 장착 밴드를 형성하는 하나의 단계로 제조될 수 있다. 유사하게, 장착 밴드는 웹을 직접적으로 허브에 성형함으로써 제거될 수 있다.

- [0053] 다른 실시예에 따라서, 웹 스포크(150)는 예로서, 허브내의 슬롯 디바이스(slot device)와 결합하는 각 웹 스포크의 내부 단부에 확장부를 제공함으로써, 또는 허브내에 형성된 후크 또는 바아(bar)에 루프(loop)를 형성하도록 인접한 웹 스포크를 부착함으로써 허브에 기계적으로 부착될 수 있다. 도 4는 허브(10)의 외부 반경에서 후크(154)와 결합하는 루프(152)를 갖도록 웹 스포크(150)가 형성되는 한가지 이런 실시예를 도시한다.
- [0054] 실질적으로 순수한 인장 부하 지지는 인장시 큰 유효 강도를 가지지만, 압축시 매우 작은 강도를 가지는 웹 스포크를 구비함으로써 얻어진다. 특정 방향으로의 굴곡을 용이하게 하기 위해 웹 스포크는 곡선형일 수 있다. 대안적으로, 웹 스포크는 곡률을 갖도록 형성될 수 있으며, 특정 방향으로 굴곡하는 성질(predisposition)을 제공하기 위해 냉각 동안 열 수축에 의해 직선화될 수 있다.
- [0055] 웹 스포크(150)는 예로서, 토크가 휠에 인가될 때, 허브(10)와 컴플라이언트 밴드(110) 사이의 비틀림에 저항하여야 한다. 부가적으로, 웹 스포크(150)는 예로서, 터닝(turning) 또는 코너링시 축방향 편향에 저항하여야 한다. 이해할 수 있는 바와 같이, 반경방향-축방향 평면내에 배치되는, 즉, 반경방향 및 축방향 양자 모두로 정렬되는 웹 스포크(150)는 특히 반경방향으로 신장되는 경우, 축방향 지향력에 높은 저항을 가지지만, 원주방향으로의 토크에 대한 비교적 낮은 저항을 가질 수 있다. 예로서, 비교적 낮은 토크를 생성하는 특정 차량 및 응용처에 대하여, 반경방향으로 정렬된 비교적 짧은 스포크를 가지는 웹 스포크 패키지가 적합하다.
- [0056] 높은 토크가 예상되는 응용처에 대하여, 도 5 내지 도 7에 예시된 것들 같은 배열 중 하나가 보다 적합할 수 있다. 도 5에서, 웹 스포크(150)는 축방향으로 도시된 바와 같이, 반복하는 X 패턴으로 배향되며, X를 형성하는 스포크의 쌍은 그 중심에서 결합한다. 도 6에서, 웹 스포크는 반경방향에 대하여 지그 재그 패턴으로 배향된다. 도 7의 웹 스포크는 지그재그 패턴으로 인접한 웹 스포크가 축방향에 대하여 반대로 배향되는 상태로 배향된다. 이들 변형에서, 배향은 반경 방향 및 원주 방향 양자 모두로 힘 저항 성분을 제공하고, 따라서, 토크에 대한 저항을 추가하며, 반경방향 및 축방향 힘 저항 성분을 유지한다. 배향 각도는 인접 웹 스포크 사이의 간격 및 사용되는 웹 스포크의 수에 의존하여 선택될 수 있다.
- [0057] 다른 대안적 배열이 사용될 수 있다. 도 8에 도시된 바와 같이, 웹 스포크는 반경 방향에서 볼 때, 갈매기 또는 v-패턴으로 배열될 수 있다. 다른 대안은 도 9에 도시된 바와 같이, 원주방향으로 정렬되는 것과, 축방향으로 정렬되는 것 사이에서 인접한 웹 스포크의 배향을 교번하도록 하는 것이다. 그러나, 접촉 영역에서 웹 스포크의 굴곡을 수용하기 어렵기 때문에, 이들 대안은 별로 바람직하지 않다.
- [0058] 본 발명의 컴플라이언트 휠의 한가지 장점은 컴플라이언트 밴드 및 웹 스포크의 크기 및 배열의 선택이 휠의 수직방향, 축방향 및 비틀림 강도가 서로에 대하여, 그리고, 접촉 압력에 대하여 독립적으로 조율될 수 있게 한다는 것이다. 컴플라이언트 밴드(110)의 동작 파라미터, 부하지지 및 컴플라이언스는 설계 부하 요구조건을 충족시키도록 적도면(도 1의 도면의 평면)에서, 원주방향 압축 강도 및 길이방향 굴곡 강도를 갖는 재료의 섹션에 의해 부분적으로 결정된다. 이들 파라미터는 컴플라이언트 휠의 직경, 축방향으로의 컴플라이언트 밴드의 폭, 반경 방향으로의 밴드의 두께, 웹 스포크의 길이 및 간격에 관하여 시험된다.
- [0059] 웹 스포크의 수는 밴드의 원형을 유지하도록 선택되며, 인접한 웹 스포크 사이의 간격에도 의존한다.
- [0060] 이를 쿠션 및 스프링 휠과 구별하는 컴플라이언트 휠의 특징적 구조는 부하 지지 컴플라이언트 밴드(110) 및 웹 스포크(150) 양자 모두가 탄성적으로 굴곡가능하거나 가요성이라는 것이다. 이 구조는 두 개의 고려 사항: 즉, 원활한 구름을 위해 부하 지지동안 부하 컴플라이언트 밴드(110)의 충분한 균일성을 유지하는 것, 및 접촉 영역 내외로의 굴곡으로부터 웹 스포크의 피로 파괴를 방지하는 것을 제기한다.
- [0061] 본 발명자는 원활한 구름의 목적상, 컴플라이언트 밴드(110)는 도 10에 개략적으로 예시된 바와 같이 인접한 웹 스포크(150)에 의해 단부에서 지지되는 일련의 빔 세그먼트(beam segment)로서 분석될 수 있다. 축에 인가된 부하로부터의 웹 스포크(150)내의 인장 T는 인접한 웹 스포크 사이의 빔 세그먼트(112)내의 압축력 K를 초과한다. 압축이 빔 세그먼트(112)의 짧아지는 능력을 초과할 때, 파선으로 표시한 바와 같이(파장된 형태), 좌굴이 발생한다. 좌굴 또는 반경방향 변위 μ 는 평탄하지 못한 구름을 유발하는 컴플라이언트 밴드(110)의 구름 반경의 불균일성을 초래한다.
- [0062] 컴플라이언트 밴드(110) 및 웹 스포크(150)의 특성을 선택함으로써, 반경방향 변위 μ 는 실질적으로 균일하고, 원활한 구름을 위한 한계내에서 유지될 수 있다. 하기의 관계식을 사용하여, 반경방향 변위 μ 는 컴

플라이언트 휠 요소의 물리적 특성에 연관되어 있다.

수학식 1

$$\mu_{p/p} \cong 1.5 \left(\frac{1 - \nu^2}{EI} \right) T \left(\frac{r_0}{n} \right)^3$$

여기서, $\mu_{p/p}$ 는 피크간 반경방향 변위(mm);

ν 는 컴플라이언트 링의 푸아송의 비;

E 는 링의 탄성계수(N/mm^2);

I 는 링의 관성 모멘트(mm^4);

T 는 스포크 인장력(N);

r_0 는 링(mm)의 공칭 반경 및

n 은 스포크의 수이다.

평활한 구름을 위해, 반경방향 변위 μ 는 물론 작아야 한다. 컴플라이언트 밴드의 반경에 대해 반경방향 변위 μ 를 관련시키는 것이 편리하다. 피크간 반경방향 변위 μ 에 대한 컴플라이언트 밴드(110)의 공칭 반경 r_0 의 양호한 비율은 약 1500의 값 또는 그 이상이거나,

$$\frac{r_0}{\mu} \geq 1500$$

이다.

이 반경방향 변위에 대한 반경의 비율은 수학식으로 제시된 바와 같이, 예로서, 컴플라이언트 밴드의 강도를 증가시키으로써 또는 스포크의 수를 증가시키으로써, 웹 스포크(150)와 컴플라이언트 밴드(110)의 서로 다른 파라미터의 변경에 의해 얻어질 수 있다.

컴플라이언트 휠의 디자인의 고려사항을 위한 다른 인자는 웹 스포크의 피로 수명이다. 부하를 받는 상태에서 컴플라이언트 밴드가 받는 편향의 양에 따라서, 웹 스포크는 피로를 유발하는 현저한 굴곡 응력을 받을 수 있다. 최대 스포크 변형 에너지는 주어진 응용처로부터 예상되는 사이클의 수를 위한 스포크 재료의 피로 한계 미만이어야 한다. 반경방향 웹 스포크의 최대 변형 에너지는 이하를 사용하여 추정될 수 있다 :

수학식 2

$$\text{최대 변형 에너지} \cong 27.75 \left(\frac{Et^2}{L^2(1-\nu^2)} \right) \left(\frac{\Delta L}{L} \right)^{1.18}$$

여기서, ν 는 스포크 푸아송의 비;

E 는 스포크 탄성계수(N/mm^2);

L 은 스포크 길이(mm);

ΔL 은 스포크의 최대 반경방향 변위(mm) 및

t 는 직사각형 단면이라고 가정하고 원주 방향으로의 스포크 두께(mm)이다.

수직 강도는 부하를 받을 때, 편향에 저항하기 위한 휠의 기능에 관련한다. 휠의 수직 강도는 지면과 접촉하지 않는 휠의 부분의 부하에 대한 반작용, 즉, 컴플라이언트 휠의 "반편향(counterdeflection)"에 의해 크게 영향을 받는다. 도 11은 이 현상을 과장된 크기로 도시한다. 휠이 부하 L 하에 있을 때, 이는 양 f 로 편향하며, 지면에 접촉하는 부분은 지면 표면에 합치하여 지면 접촉 영역 C 를 형성한다. 본 설명의 목적상, 도 11의 기준 프레임은 일정한 위치에서 컴플라이언트 휠 축선 X 를 유지하며, 축을 향해 상향으로 지면을 이동한다. 컴플라이언트

휠은 탄성체이며, 따라서, 수직 편향 f 는 부하 L 에 비례하고, 이로부터 컴플라이언트 휠의 수직방향 강도 K_v 가 유도될 수 있다.

[0082] 컴플라이언트 밴드(110)(개략적으로 도시)의 원주방향 강도는 그 부하를 받지않은 원주를 유지하는 것을 추가하면서 부하하에서 신장, 압축 및 굴곡에 저항한다. 따라서, 부하하에서, 지면과 접촉하지 않는 컴플라이언트 휠의 부분은 도면에 파선으로 표시된 바와 같이, 접촉 영역 C 로부터 멀어지는 방향으로 이동 또는 반편향한다. 반편향량 λ 는 역시 부하 L 에 비례하며, 따라서, 반편향 강도 K_λ 가 얻어진다. 반편향 강도 K_λ 는 주로 밴드의 원주방향 압축 강도 및 지면과 접촉하지 않는 웨브 스포크가 부하를 지지하는 방식에 관련한다. 밴드의 횡단방향 및 길이방향 굴곡이 작은 범위에서 포함된다.

[0083] 반편향은 축이 고정된 상태로 부하 F 하에 컴플라이언트 휠을 배치하고, 접촉 영역에 대항하는 트레드 표면의 편향 및 접촉 영역내의 컴플라이언트 휠의 편향 f 양자 모두를 측정함으로써 직접적으로 측정될 수 있다. 반편향 강도는 그후 반편향량 λ 로 부하 F 를 나눔으로써 결정된다.

[0084] 실제로, 반편향 강도 K_λ 은 실질적으로 컴플라이언트 휠의 수직 강도를 제어하며, 따라서, 컴플라이언트 휠의 축의 부하하의 편향을 제어한다. 작은 반편향 강도는 컴플라이언트 밴드(110)가 부하하에서 수직방향으로 이동할 수 있게 하고, 따라서, 그 편향에서 부하 용량을 감소시킨다. 반편향 강도 K_λ 는 도 10에서 알 수 있는 바와 같이, 접촉 영역의 길이를 결정한다. 따라서, 큰 반편향 강도를 갖는 컴플라이언트 휠은 비교적 보다 적은 반편향 및 보다 긴 접촉 영역을 가진다.

[0085] 수직편향 강도 K_λ 은 다수의 방식으로 변화될 수 있다. 이 강도를 조절하기 위해 사용되는 설계 파라미터 중 일부는 웨브 스포크 계수, 웨브 스포크 길이, 웨브 스포크 곡률, 웨브 두께, 컴플라이언트 휠 직경, 컴플라이언트 밴드 층의 두께 및 컴플라이언트 밴드의 폭을 포함한다.

[0086] 양호한 실시예에 따라서, 컴플라이언트 밴드(110)는 부하하에 변형할 때 밴드의 원주를 구속하기 위해 보강층(130)을 포함한다. 보강층 또는 플라이는 밴드의 중립 축에 또는 그 다소 내부에 배치, 즉, 반경방향 외부 및 내부면 사이의 대략 중간 또는 중립 축의 다소 반경방향 내측에 배치되는 것이 바람직하다. 보강 플라이(130)는 인장시 컴플라이언트 밴드의 원주방향으로 작용한다.

[0087] 보강재를 위해 임의의 적절한 재료가 사용될 수 있다. 보강층 구조는 균질 재료(예로서, 얇은 금속 시트), 섬유 보강 매트릭스 또는 독립된 보강 요소를 가지는 층 중 임의의 것일 수 있다. 임의의 적절한 화학적 방법 또는 접착제 접합 또는 기계적 고착에 의하여 보강 플라이(130)를 컴플라이언트 밴드(110)에 또는 그 내부에 접착하는 것이 본 발명의 범주내에 포함된다. 플라이(130)는 둘 이상의 층을 포함할 수 있다.

[0088] 양호한 실시예의 보강층은 엘라스토머 코팅에 매설된 복수의 실질적인 비신장성 코드 보강재를 포함한다. 엘라스토머 재료로 구성된 컴플라이언트 휠에 대하여, 보강 플라이(130)는 엘라스토머 재료(120)의 두개의 부분 층(partial layer) 사이에 배치될 수 있으며, 경화된 엘라스토머 재료에 의해 부착될 수 있다. 대안적으로, 보강 플라이(130)는 컴플라이언트 밴드 자체의 성형 프로세스 동안 매설될 수 있다. 플라이(130)내의 보강 요소는 모노필라멘트나 강철 코드, 아라미드 또는 다른 고탄성용 직물과 같은 종래의 타이어나의 컴플라이언트 휠 벨트 보강재로서 사용하기에 적합한 재료 중 임의의 것일 수 있다. 여기에 설명된 예시적 컴플라이언트 휠에 대하여, 보강재는 강철 코드이며, 각각 4개의 0.26mm 직경의 와이어(4 x 0.26)로 구성된다.

[0089] 플라이(130)는 원주에 대하여 임의의 각도로 배향된 복수의 실질적인 평행 코드를 포함한다. 한가지 유리한 배열은 증가된 인장 강성을 위해 컴플라이언트 휠 적도면에 대하여 약 0° 로 배향된 코드이다.

[0090] 대안적으로, 둘 이상의 플라이가 제공되는 경우, 각 층의 코드는 원주 방향에 대하여 소정 각도로, 또는 서로에 대하여 반대 방향으로 배치될 수 있다.

[0091] 코드는 통상적으로 약 9 내지 60MPa의 탄성계수를 가지는 엘라스토머 코팅층내에 매설된다.

[0092] 본 출원인은 상기 명세서를 읽음으로써 당업자가 다수의 다른 변형을 명백히 알 수 있을 것으로 이해한다. 이들 변형 및 다른 변형은 하기의 첨부된 청구범위에 의해 규정되는 바와 같은 본 발명의 개념 및 범주내에 있다.

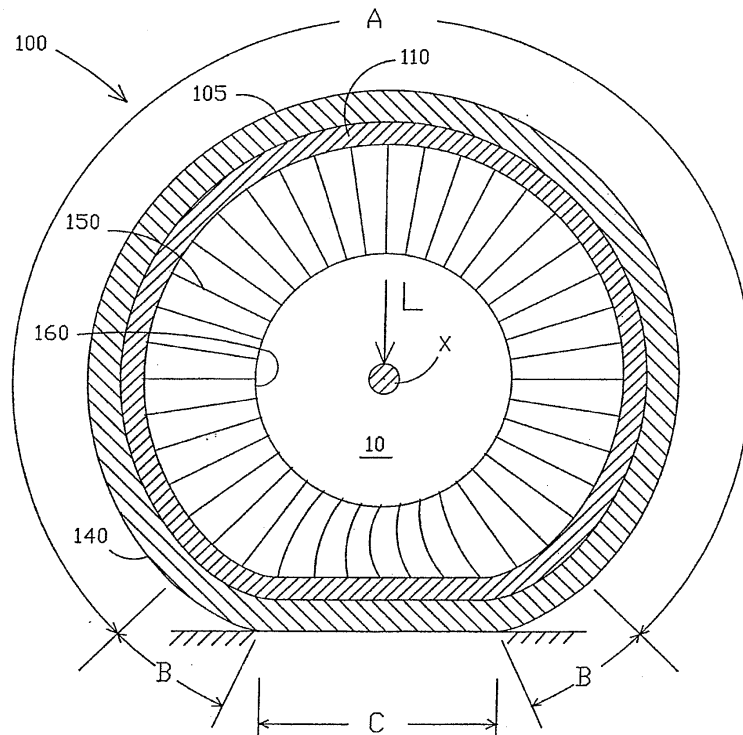
도면의 간단한 설명

[0022] 첨부 도면 및 하기의 상세한 설명에 대한 참조를 통해 본 발명을 보다 양호하게 이해할 수 있을 것이다.

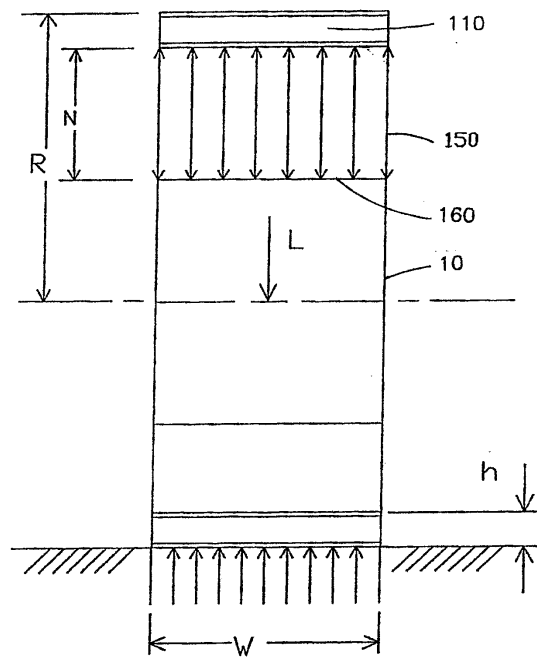
- [0023] 도 1은 지지면을 갖는 휠의 컴플라이언스를 예시하는, 부하를 받는 본 발명의 컴플라이언트 휠의 적도면에서의 개략도.
- [0024] 도 2는 부하 지지 메커니즘을 예시하는 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠의 자오면에서의 개략도.
- [0025] 도 3은 본 발명의 컴플라이언트 휠의 실시예의 자오면에서의 단면도.
- [0026] 도 4는 본 발명에 따른 컴플라이언트 휠의 대안 실시예의 적도면에서의 개략도.
- [0027] 도 5는 적도면에서 본 컴플라이언트 휠을 위한 X 패턴의 웨브 스포크의 배열을 도시하는 단면도.
- [0028] 도 6은 적도면에서 본 "v" 패턴의 웨브 스포크의 대안적 배열을 도시하는 도면.
- [0029] 도 7은 회전축선선을 향해 반경방향으로 본 경사 축방향 패턴의 웨브 스포크의 배열을 도시하는 도면.
- [0030] 도 8은 회전축선선을 향해 반경방향으로 본 웨브 스포크의 대안적 갈매기형 배열을 도시하는 도면.
- [0031] 도 9는 회전축선선을 향해 반경방향으로 본 교번하는 원주방향 및 축방향 정렬된 웨브 스포크의 대안적 배열을 도시하는 도면.
- [0032] 도 10은 부하를 받아 밴드의 압축 변형을 예시하기 위한 컴플라이언트 밴드 세그먼트 및 지지 웨브 스포크를 도시하는 단면도.
- [0033] 도 11은 컴플라이언트 휠의 적도면에서 본, 반편향 강도(counterdeflection stiffness)를 개략적으로 예시하는 도면.

도면

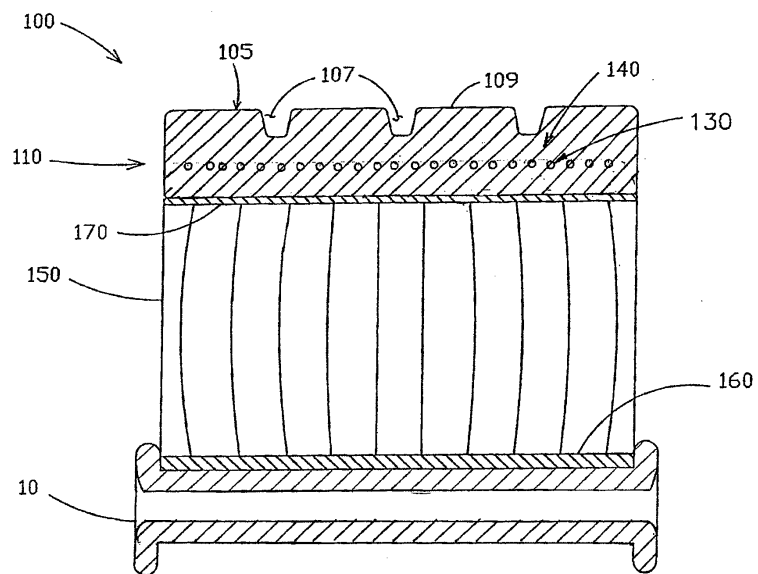
도면1



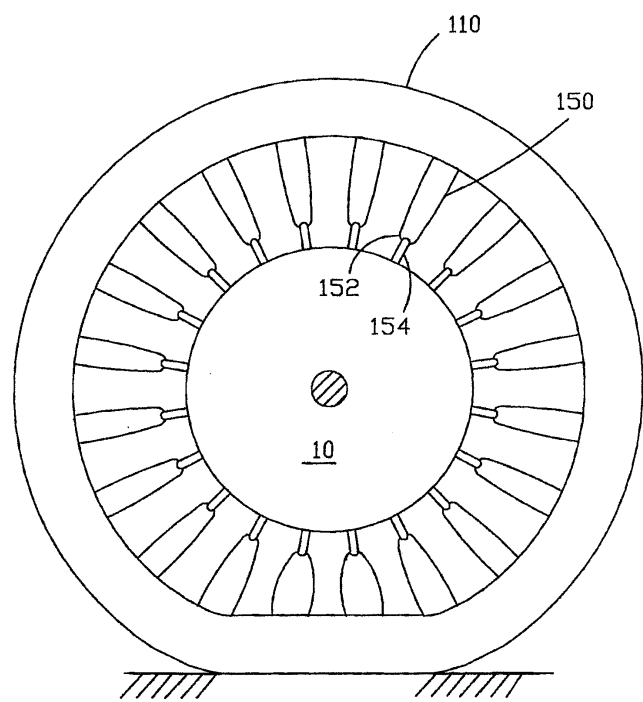
도면2



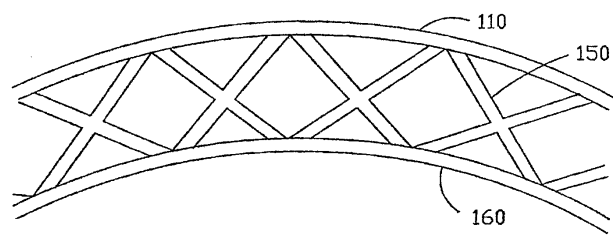
도면3



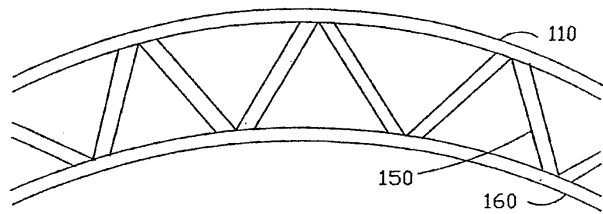
도면4



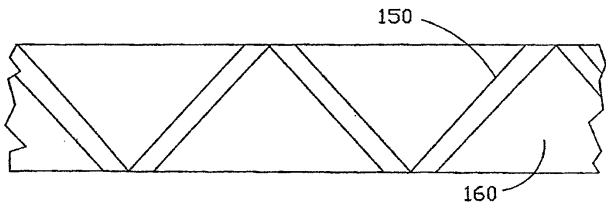
도면5



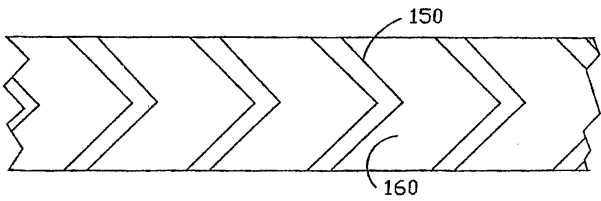
도면6



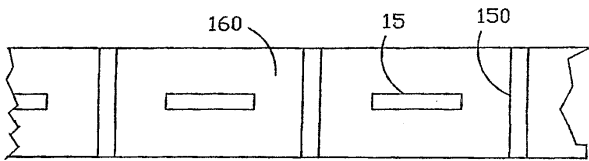
도면7



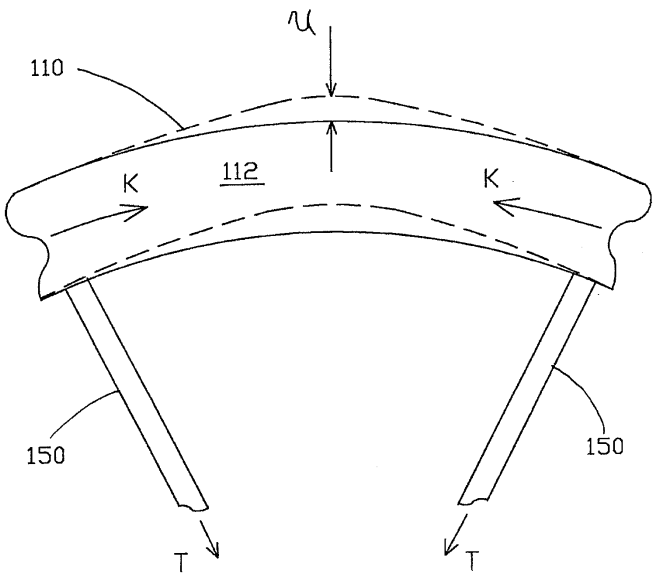
도면8



도면9



도면10



도면11

