



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월10일
(11) 등록번호 10-0810935
(24) 등록일자 2008년02월29일

(51) Int. Cl.

B60C 7/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-7002607
(22) 출원일자 2004년02월23일
심사청구일자 2006년08월23일
번역문제출일자 2004년02월23일
(65) 공개번호 10-2004-0027984
(43) 공개일자 2004년04월01일
(86) 국제출원번호 PCT/US2001/026379
국제출원일자 2001년08월24일
(87) 국제공개번호 WO 2003/018332
국제공개일자 2003년03월06일
(56) 선행기술조사문헌
US 4111249 A
US 5460213 A
US 6170544 A
FR 927879 A

(73) 특허권자

소시에떼 드 테크놀로지 미쉐린

프랑스공화국 63000 클레르몽-페랑 뒤 브레쉴 23
미쉐린 리셰르슈 에 페크니크 에스.에이.
스위스 그랑즈-빠꼬 씨에이취-1763 루트 루이-브
하일르 10

(72) 발명자

런, 티모시비.

미국사우스캐롤라이너29609
그린빌텔우드드라이브114

톰슨, 로널드에이치.

미국사우스캐롤라이너29615그린빌길더브룩로드300
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

이병호, 장훈

전체 청구항 수 : 총 33 항

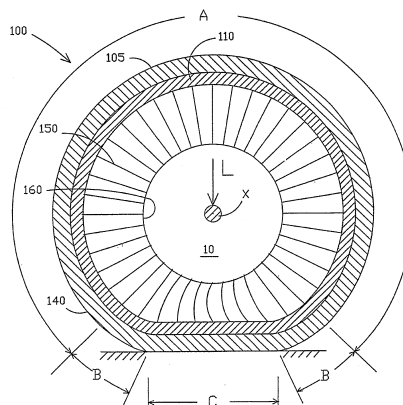
심사관 : 정지덕

(54) 무공압 타이어

(57) 요약

구조적으로 지지되는 타이어는 지면과 접촉하는 트레드 부분, 트레드 부분의 방사상 내측에 배치되는 보강된 환형 밴드, 강화된 환형 밴드로부터 방사상 내측에서 및 환형 밴드의 횡방향에 걸쳐 연장하며 휠 또는 허브에 고정되는 웹 스포크를 포함한다. 보강된 환형 밴드는 탄성체 전단층, 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접촉되는 하나 이상의 제 1 막, 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접촉되는 하나 이상의 제 2 막을 포함한다. 각각의 막은 전단층의 전단계수보다 충분히 큰 종방향 인장계수를 가져, 하중을 받을 때 타이어의 지면과 접촉하는 부분이 전단층의 전단변형에 의해 편평한 접촉 영역으로 변형하면서 막의 길이는 일정하게 유지되고, 웹 스포크는 타이어의 지면과 접촉하는 부분에 연결되지 않은 웹 스포크에서의 인장을 통해 환형 밴드와 허브 간에 하중력을 전달한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

크론,스티븐엠.

미국사우스캐롤라이너29681심슨빌맥키니로드525

데미노,케네스더블유.

미국사우스캐롤라이너29621

앤더슨랜치우드드라이브2816

특허청구의 범위

청구항 1

탄성체 전단층, 상기 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접촉되는 하나 이상의 제 1 막(first membrane), 및 상기 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접촉되는 하나 이상의 제 2 막을 포함하며, 상기 막들 각각이 상기 전단층의 전 단계수보다 큰 종방향 인장 계수를 갖는 보강된 환형 밴드와;

상기 보강된 환형 밴드로부터 횡방향으로 가로질러서 및 방사상 내향으로 연장하는 다수의 웹 스포크들(web spoke); 및

상기 다수의 웹 스포크들을 휠과 상호연결하는 수단을 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 보강된 환형 밴드의 방사상 외측 부분에 배치되는 트레드 부분을 추가로 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들을 휠과 상호연결하는 상기 수단은 상기 웹 스포크들의 방사상 내부 단부들과 상호연결되는 장착 밴드를 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들을 휠과 상호연결하는 상기 수단은 휠내의 결합 슬롯에 끼워지게 채용된 상기 웹 스포크들 각각의 확대 단부 부분을 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들은 상기 웹 스포크들의 방사상 외부 단부들과 상호연결되는 인터페이스 밴드를 추가로 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 각각의 웹 스포크는 축방향과 평행하게 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 각각의 웹 스포크는 축방향과 경사지게 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 서로 인접한 웹 스포크들은 상기 축방향에 대해 경사진 대향 각도로 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 서로 인접한 웹 스포크들은 적도 평면에서 지그재그를 형성하는 방사상에 대해 경사진 대향 각도로 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들은 적도 평면에서 반복적인 X자 패턴을 형성하는 교차된 쌍들로 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 웹 스포크들은 상기 방사상으로 압축될 때 구부러지는 것을 돕기 위해 적도 평면에서 곡률을 갖는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 12

제 1 항에 있어서, 다수의 제 1 웹 스포크들은 상기 축방향과 평행하게 배향되고, 다수의 제 2 웹 스포크들은 상기 축방향과 수직하게 배향되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 각각의 웹 스포크는 상기 타이어 반경의 약 5% 이하인 두께를 갖는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 막들 중 하나의 상기 종방향 인장계수 대 상기 전단층의 상기 전단 계수의 비는 약 100:1 이상인, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 15

제 14 항에 있어서, 상기 막들 중 하나의 상기 종방향 인장계수 대 상기 전단층의 상기 전단 계수의 비는 약 1000:1 이상인, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 16

제 1 항에 있어서, 상기 전단층의 탄성 전단계수와 상기 전단층의 방사상 두께의 곱은 타이어의 지면 접촉압력과 상기 제 2 막의 최외측 부분으로부터 회전축까지의 반경방향 거리의 곱과 같은, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 17

제 1 항에 있어서, 상기 탄성체 전단층은 약 3 내지 약 20 MPa의 탄성 전단계수를 갖는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 18

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 막들 각각은 상기 전단층의 상기 탄성 전단계수보다 크거나 동일한 탄성 전단계수를 갖는 탄성체 코팅층에 매립된 신장되지 않는 코드 보강부의 층들을 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 19

제 18 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 막들의 상기 코드 보강부는 원주방향과 약 10° 내지 45° 의 각도를 형성하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 20

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 막은 트레드 부분의 방사상 최외측 표면의 횡방향 곡률반경보다 작은 횡방향 곡률 반경을 갖는 궁형 횡방향 프로파일을 갖는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 21

제 1 항에 있어서, 상기 제 2 막들은 방사상으로 물결모양의 진폭 및 축방향으로 물결모양의 파장을 갖는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 22

제 1 항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 막들은 균질 재료, 섬유보강 매트릭스, 및 별개의 보강 요소들을 갖는 층 중 하나로 형성되는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 23

탄성체 전단층, 상기 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접촉되는 하나 이상의 제 1 막, 및 상기 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접촉되는 하나 이상의 제 2 막을 포함하며, 상기 막들 각각이 상기 전단층의 전단계수보다 큰 종

방향 인장계수를 갖는 보강된 환형 밴드와;

상기 보강된 환형 밴드의 방사상 외측 부분에 접착된 트레드와;

상기 보강된 환형 밴드로부터 실질적으로 횡방향으로 가로질러서 및 방사상 내향으로 연장하는 다수의 웹 스포크들; 및

상기 다수의 웹 스포크들의 방사상 내향에 있으며 상기 웹 스포크들과 상호연결된 휠을 포함하는, 구조적으로 지지되는 휠-타이어.

청구항 24

제 23 항에 있어서, 상기 휠과 상기 다수의 웹 스포크들은 일체로 성형된 유닛인, 구조적으로 지지되는 휠-타이어.

청구항 25

제 23 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들 각각은 상기 휠에 기계적으로 상호연결되는, 구조적으로 지지되는 휠-타이어.

청구항 26

제 23 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들은 상기 휠에 접착되는 장착 밴드에 의해 상호연결되는, 구조적으로 지지되는 휠-타이어.

청구항 27

탄성체 전단층, 상기 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접착되는 적어도 하나의 제 1 보강막, 및 상기 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접착되는 적어도 하나의 제 2 보강막을 포함하며, 상기 막들 각각이 상기 전단층의 전단 계수보다 큰 종방향 인장계수를 갖는 보강된 환형 밴드와;

상기 보강된 환형 밴드로부터 횡방향으로 가로질러서 및 방사상 내향으로 연장하여 상기 보강된 환형 밴드와 상호연결되는 다수의 웹 스포크들을 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 28

제 27 항에 있어서, 상기 웹 스포크들의 방사상 내부 단부들을 상호연결하여 휠상에 장착하기 위한 장착 밴드를 추가로 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 29

제 27 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들을 휠과 상호연결하기 위해 휠내의 결합 슬롯에 끼워지게 채용된 상기 웹 스포크들 각각의 확대 단부 부분을 추가로 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 30

제 27 항에 있어서, 상기 다수의 웹 스포크들은 상기 보강 환형 밴드의 표면과 상기 웹 스포크들을 상호연결하기 위해 상기 웹 스포크들의 방사상 외부 단부들과 상호연결되는 인터페이스 밴드를 추가로 포함하는, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 31

제 27 항에 있어서, 상기 막들 중 하나의 상기 종방향 인장계수 대 상기 전단층의 상기 전단 계수의 비는 약 100:1 이상인, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 32

제 27 항에 있어서, 상기 막들 중 하나의 상기 종방향 인장계수 대 상기 전단층의 상기 전단 계수의 비는 약 1000:1 이상인, 구조적으로 지지되는 타이어.

청구항 33

제 27 항에 있어서, 상기 전단층의 탄성 전단계수와 상기 전단층의 방사상 두께의 곱은 타이어의 지면 접촉압력과 상기 제 2 막의 최외측 부분으로부터 회전축까지의 반경 방향 거리의 곱과 같은, 구조적으로 지지되는 타이어.

명세서

기술 분야

- <1> 본 발명은 구조적으로 지지되는 무공압(non-pneumatic) 타이어에 대한 것이다. 보다 상세하게는, 본 발명은 공압 타이어의 대체물로서 사용될 수 있는 공압 타이어와 유사한 성능을 갖고, 그 구조적 구성부분들과 함께 하중을 지지할 수 있는 무공압 타이어에 대한 것이다.

배경 기술

- <2> 공압 타이어는 하중 운반, 노면 충격 흡수, 및 힘의 전달(가속, 정지, 조향) 성능을 갖고, 많은 차량들에서 특히, 자전거, 2륜차, 자동차, 및 트럭에서 사용하기에 바람직하다. 이러한 성능들은 자동차 및 다른 차량들의 개발에도 매우 유익하였다. 공압 타이어의 충격 흡수 성능은 다른 용도, 예를 들어, 민감한 의학 또는 전자 장비를 운반하는 카트(cart)에도 유용하다.
- <3> 종래의 무공압의 대체물은 예를 들어, 중실(solid) 타이어, 스프링 타이어, 및 쿠션 타이어는 공압 타이어들의 성능에 관해 부족하였다. 특히, 중실 및 쿠션 타이어들은 하중 지지를 위해 지면과 접촉하는 부분의 압축에 의존한다. 이러한 형태의 타이어들은 무겁고 강성적이며, 공압 타이어들에서의 충격 흡수 성능이 부족하다. 보다 탄성을 갖도록 되면, 종래의 무공압 타이어들은 공압 타이어들의 하중 지지력 또는 내구성보다 부족하다. 따라서, 제한된 상황을 제외하고는, 공지된 무공압 타이어들은 공압 타이어들의 대체물로서 널리 사용되지 않았다.
- <4> 공압 타이어와 유사한 성능 특성을 갖는 무공압 타이어는 종래기술의 다양한 결점을 극복하며, 환영할만한 개선을 제공할 수 있다.

발명의 상세한 설명

- <5> 본 발명에 따른 구조적으로 지지되는 무공압 타이어는 타이어상에서 하중을 지지하는 보강된 환형 밴드(annular band)와, 이 환형 밴드와 휠(wheel; 차륜) 또는 허브(hub) 간의 인장 상태에서 하중력을 전달하는 다수의 웹 스포크들(web spoke)을 포함한다. 따라서, 본 발명의 타이어는 공압 타이어들에서의 메커니즘과는 대조적으로 내부 공기 압력이 없이 구조적 특성들을 통해서만 그 하중을 지지한다.
- <6> 자동차 타이어에서 유용한 일 실시예에 따르면, 구조적으로 지지되는 타이어는 트레드 부분, 이 트레드 부분의 방사상 내향의 보강된 환형 밴드, 환형 밴드로부터 타이어 측을 향해 횡방향으로 가로질러서 및 방사상 내향으로 연장하는 다수의 웹 스포크들, 및 웹 스포크들을 휠 또는 허브에 상호연결하는 수단을 포함한다.
- <7> 공압 타이어에서, 지면 접지압과 강성도(stiffness)는 팽창 압력의 직접적인 결과이며, 상호 연관되어 있다. 본 발명에 따른 타이어는 타이어의 구조적 구성부분들에 기초한 강성도 특성 및 지면 접지압을 가지며, 유익하게는, 서로 독립적인 특성을 가질 수 있다.
- <8> 본 발명의 구조적으로 지지되는 타이어는 압력하에서 공기와 접촉하는 공동(cavity)을 갖지 않고, 따라서, 내부 공기압을 유지하기 위해 휠 림(wheel rim)에 밀봉부(seal)를 형성할 필요가 없다. 그러므로, 구조적으로 지지되는 타이어는 공압 타이어 업계에 알려진 바와 같은 휠을 요구하지 않는다. 이후의 설명을 위해, 용어 "휠"과 "허브"는 타이어를 지지하고 차축에 장착되는 임의의 장치 또는 구조물을 의미하며, 본원 중에서 상호교환가능한 것으로 고려된다.
- <9> 본 발명에 따르면, 환형 밴드는 탄성체 전단층, 이 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접착되는 하나 이상의 제 1 막(first membrane), 및 상기 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접착되는 하나 이상의 제 2 막을 포함한다. 막들은 탄성체 전단층의 전단계수보다 충분히 큰 탄성의 종방향 인장계수를 가지므로, 외부에서 가해지는 하중을 받을 때 타이어의 지면과 접촉하는 트레드 부분이 거의 원형의 형상으로부터 지표면에 따른 형상으로 변형하면서 막의 길이는 실질적으로 일정하게 유지된다. 막들의 상대 변위는 전단층에서의 전단에 의해 일어난다. 바람직하게는, 막들은 탄성체 코팅 층에 매립된 실질적으로 늘어나지 않는 코드 보강부(cord reinforcement)의 중첩된

층들로 이루어진다.

- <10> 탄성체 전단층은 천연 또는 합성 고무, 폴리우레탄, 발포 고무와 발포 폴리우레탄, 분열된 코폴리에스테르(segmented copolyester), 및 나일론의 블록 공중합체(block co-polymer)와 같은 재료로 형성된다. 바람직하게는, 전단층 재료는 약 3 MPa 내지 약 20 MPa의 전단계수를 갖는다. 환형 밴드는 정상적인 원형 상태에서부터 하중을 받을 때 노면과 같은 접촉 표면에 따르도록 구부러질 수 있는 성능을 갖는다.
- <11> 웹 스포크들은 장력 상태에서 휠과 환형 밴드 사이에서 하중력을 전달하도록 작용하며, 따라서, 다른 기능 중에서도 차량의 중량을 지지한다. 지지력은 환형 밴드의 지면과 접촉하는 부분에 연결되지 않은 웹 스포크의 인장에 의해 생성된다. 휠 또는 허브는 타이어의 상부 부분에 걸쳐 있다고 말할 수 있다. 바람직하게는, 웹 스포크들은 인장시 높은 유효 방사상 강성도와, 압축시 낮은 유효 방사상 강성도를 갖는다. 낮은 압축 강성도는 환형 밴드의 지면과 접촉하는 부분에 부착된 웹 스포크가 노면의 충격을 흡수하고 불규칙한 노면에 대해 환형 밴드가 보다 잘 따르도록 구부러질 수 있게 한다.
- <12> 웹 스포크들은 가속, 정지, 및 커브 주행(cornering)에 요구되는 힘을 또한 전달한다. 웹 스포크의 배치 및 배향(orientation)은 원하는 기능을 얻도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 비교적 적은 원주방향 힘이 생성되는 용도에서, 웹 스포크는 방사상으로 및 타이어의 회전축에 대해 평행하게 배치될 수 있다. 원주방향으로 강성도를 제공하기 위해, 회전축에 직각인 웹 스포크가 부가될 수 있고, 축에 대해 정렬된 웹 스포크들과 번갈아 배치된다. 다른 대안으로는, 원주방향 및 축방향 모두에서 강성도를 제공하기 위해 타이어 축에 대해 웹 스포크를 비스듬하게 배치한다. 다른 대안으로는, 번갈아 비스듬하게 배치되도록 즉, 적도 평면(equatorial plane)에서 보았을 때 지그재그 패턴으로 웹 스포크를 배향시키는 것이 있다.
- <13> 트레드의 지면과 접촉하는 부분의 웹 스포크가 굽어지는 것을 돕기 위해, 상기 스포크가 만곡되어 있을 수 있다. 다르게는, 웹 스포크는 성형 중에 특정한 방향으로 굽도록 초기응력을 받을 수 있다.
- <14> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 구조적으로 지지되는 탄성 타이어는 지면과 접촉하는 트레드 부분, 트레드 부분의 방사상 내측으로 연장하는 보강된 환형 밴드, 이 보강된 환형 밴드로부터 방사상 내측으로 연장하는 다수의 웹 스포크, 이 다수의 웹 스포크를 휠 또는 허브에 상호연결하는 수단을 포함하고, 보강된 환형 밴드는 탄성체 전단층, 이 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접촉되는 하나 이상의 제 1 막, 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접촉되는 하나 이상의 제 2 막을 포함한다.
- <15> 다른 실시예에 따르면, 본 발명은 탄성체 전단층, 이 탄성체 전단층의 방사상 내측에 접촉되는 하나 이상의 제 1 막, 탄성체 전단층의 방사상 외측에 접촉되는 하나 이상의 제 2 막을 포함하는 보강된 환형 밴드를 포함하는 구조적으로 지지되는 휠-타이어를 포함하며, 각각의 막은 전단층의 전단계수보다 큰 종방향 인장계수를 갖고, 트레드는 보강된 환형 밴드의 방사상 외부에 접촉되고, 다수의 웹 스포크가 보강된 환형 밴드의 실질적으로 횡방향에 걸쳐 및 방사상 내향으로 연장하며, 휠이 다수의 웹 스포크들의 방사상 내부에 배치되고, 웹 스포크와 합체된다.

실시예

- <31> 하기의 용어는 본원의 설명에 대해 하기와 같이 정의된다:
- <32> "적도 평면"은 타이어의 회전축에 대해 직각으로 통과하고 타이어 구조물을 양분하는 평면을 의미한다.
- <33> "자오 평면"은 타이어의 회전축을 지나가며, 이 회전축을 포함하는 평면을 의미한다.
- <34> 탄성체 재료의 "계수(modulus)"는 ASTM 표준시험법 D412에 따라 측정된 10%인장시의 탄성 인장 계수를 의미한다.
- <35> 막의 "계수"는 원주방향으로 1% 인장시 탄성 인장계수와 막의 유효두께를 곱한 것이다. 이 계수는 종래의 타이어 강철 벨트 재료에 대해 하기의 수학적 식 1에 의해 계산될 수 있다. 이 계수는 프라임(') 표시로 알 수 있다.
- <36> 탄성체 재료의 "전단 계수"는 탄성 전단계수를 의미하며, 탄성체 재료에 대해 상술한 바와 같은 탄성 인장계수의 1/3과 등가로 정의된다.
- <37> "이력(hysteresis)"은 작동시의 변형, 온도, 주파수에서 측정된 동적 손실 탄젠트($\tan \Delta$; dynamic loss tangent)를 의미한다. 당업자는 작동조건들이 특정 응용예마다 상이함, 예를 들어 골프 카트와 스포츠 카에 대한 하중 및 속도 요구조건이 상이하고, 변형, 온도, 및 주파수는 특정 응용예에 대해 지정됨을 이해할 것이다.

- <38> 본 발명에 따른 구조적으로 지지되는 탄성 타이어는 도 1의 개략도에 적도 평면으로 도시되어 있다. 구조적으로 지지되는 타이어가 가스 팽창압력에 의해 지지되지 않고 그 구조적 구성부분들에 의해 하중을 운반함을 의미한다. 구조적으로 지지되는 탄성 타이어의 몇가지 변형예에 대해 공개된 구조물들은 유사한 기본 구성부분을 사용한다. 도면들에 예시된 도면부호들은 각각의 변형예에 대해 일관된 패턴을 따른다. 도면들은 축척에 맞게 그려지지 않았고, 부재들의 치수들은 알아보기 쉽도록 과장되거나 축소되었다.
- <39> 도 1에 도시된 타이어(100)는 지면과 접촉하는 트레드 부분(105), 트레드 부분의 방사상 내측에 배치된 보강된 환형 밴드(110), 환형 밴드로부터 횡방향으로 가로질러서 및 방사상 내향으로 연장하는 다수의 웹 스포크들(web spoke ; 150), 웹 스포크들의 방사상 내측 단부에서의 장착용 밴드(160)를 포함한다. 장착용 밴드(160)는 타이어(100)를 휠(10) 또는 허브에 고정(anchoring)한다. 본원에서 사용될 때, "횡방향으로 연장하는"은 웹 스포크들(150)이 타이어 측에 대해 축방향으로 정렬되거나, 또는 타이어 측에 대해 경사질 수 있다. 또한, "방사상 내향으로 연장하는"은 웹 스포크들(150)이 타이어 측에 대해 방사상의 평면 내에 놓일 수 있음을 의미한다. 부가하여, 후술하는 바와 같이, 다수의 제 2 웹 스포크들 적도 평면 내에서 연장할 수 있다.
- <40> 자오 평면에서 본 단면도로 타이어(100)와 휠(10)을 도시하는 도 2를 참조하면, 보강된 환형 밴드(110)는 탄성체 전단층(120), 탄성체 전단층(120)의 방사상 최내측에 접촉되는 제 1 막(130), 탄성체 전단층(120)의 방사상 최외측에 접촉되는 제 2 막(140)을 포함한다. 막(130, 140)들은 탄성체 전단층(120)의 전단 강성도보다 큰 인장 강성도를 가져 보강된 환형 밴드(110)가 하중을 받을 때 전단 변형을 수행한다.
- <41> 보강된 환형 밴드(110)는 타이어의 하중을 지지한다. 도 1에 나타낸 바와 같이, 타이어 회전축(X) 상에 배치된 하중(L)는 웹 스포크(150)의 인장에 의해 환형 밴드(110)로 전달된다. 환형 밴드(110)는 아치(arch)와 유사한 방식으로 작용하고, 하중-지지 부재로서 작용하기에 충분히 높은 적도 평면에서의 종방향 굽힘 강성도와 원주방향 압축 강성도를 제공한다. 하중을 받을 때, 환형 밴드는 밴드의 전단 변형을 포함하는 메커니즘을 통해 지면과 함께 접촉 영역(C)에서 변형한다. 전단과 함께 변형하는 성능은 공압 타이어와 유사하게 작용하며 유사한 유익한 결과를 내는 순응성 지면 접촉 영역(C)을 제공한다.
- <42> 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 환형 밴드(110)의 전단 메커니즘의 장점은 균질 재료로 구성된 강성의 환형 밴드(112), 예를 들어 하중을 받을 때 조금밖에 전단 변형을 허용하지 않는 금속제 링과 비교하여 이해될 것이다. 도 3의 강성 환형 밴드(122)에서, 평형력(equilibrium force)과 굽힘 모멘트 요구조건을 만족하는 압력 분포가 도 3에 그 일 단부가 도시된 접촉 영역의 각 단부에 위치하는 한 쌍의 집중력(F)으로 이루어진다. 대조적으로, 환형 밴드는 전단 변형을 나타내는 전단층(120), 내측 보강부(130), 외측 보강부(140)의 도 4에 도시된 바와 같은 본 발명에 따른 구조물을 포함하면, 그 결과 접촉 영역에서의 압력 분포(S)는 실질적으로 균일하게 된다.
- <43> 본 발명에 따른 환형 밴드의 유익한 효과는 접촉 영역의 길이에 걸쳐 지면 접촉 압력(S)이 보다 균일하다는 것이고, 이는 공압 타이어와 유사하고 다른 무공압 타이어들보다 타이어 기능을 향상시킨다.
- <44> 전형적인 중실 타이어 및 쿠션 타이어에서, 하중은 접촉 영역에서의 타이어 구조물의 압축에 의해 지지되고, 하중 성능은 접촉 영역에 있는 재료의 양과 형태에 의해 제한된다. 특정 형태의 스프링 타이어에서, 강성의 외부 링이 타이어의 하중을 지지하고 탄성 스프링 부재에 의해 허브 또는 휠에 연결된다. 그러나, 강성 링은 전단 메커니즘을 갖지 않으므로, 상술한 바와 같이, 강성 링은 접촉 영역의 단부에서 집중된 지면의 반력을 받고, 이는 타이어의 지면으로의 힘을 전달하는 성능 및 지면 충격을 흡수하는 성능에 영향을 미친다.
- <45> 전단층(120)은 약 3 내지 20 MPa의 전단 계수를 갖는 탄성체 재료층을 포함한다. 전단층(120)에 사용하기 적절하다고 생각되는 재료에는, 천연 및 합성 고무, 폴리 우레탄, 발포 고무 및 폴리우레탄, 분열된 코폴리에스테르, 나일론의 블록 공중합체가 포함된다. 하중을 받으면서 구를 때 전단층(120)의 반복적인 변형은 이력 손실(hysteretic loss)을 일으켜 타이어에 열이 축적(heat buildup)된다. 따라서, 전단층의 이력(hysteresis)은 사용되는 재료의 허용 작동 온도 이하로 작동 온도를 유지하도록 특정되어야 한다. 종래의 타이어 재료(예를 들어, 고무)에 대해, 예를 들어, 전단층의 이력은 연속적인 사용시 타이어에 대해 약 130℃이하의 온도를 생성하도록 지정되어야 한다.
- <46> 트레드 부분(105)은 도 2의 실시예에서와 같이, 그 사이에 실질적으로 종방향인 트레드 리브(109; tread rib)를 형성하는 다수의 종방향으로 향해진 트레드 홈(107)을 갖거나 또는 어떠한 홈도 갖지 않을 수 있다. 부가하여, 트레드(105)는 한쪽 에지에서 다른 에지까지 편평한 것으로 도시되어 있다. 이는 자동차 및 다른 유사한 차량에 적합할 수 있지만, 자전거, 오토바이 및 다른 2륜 차량에 대해서는 둥근(rounded) 트레드가 사용될 수 있다.

당업계에 공지된 임의의 적절한 트레드 형태(tread sculpture)가 사용될 수 있다.

- <47> 양호한 실시예에 따르면, 제 1 막(130) 및 제 2 막(140)은 탄성체 코팅 내에 묻힌 실질적으로 늘어나지 않는 코드 보강부를 포함한다. 탄성체 재료로 구성된 타이어에 대해, 막(130, 140)은 경화된 탄성체 재료에 의해 전단층(120)에 접착되어 있다. 화학품 또는 접착제에 의한 접합 또는 기계적 고정 임의의 적절한 방법에 의해 막(130, 140)이 전단층(120)에 접착되는 것은 본 발명의 범위 내에 있다.
- <48> 막(130, 140)의 보강 부재들은 강철, 아라미드 또는 다른 높은 계수를 갖는 직물(textile)의 단섬유(monofilament) 또는 코드와 같이 종래의 타이어에 타이어 벨트 보강부로서 사용되기에 적합한 몇가지 재료 중의 하나일 수 있다. 본원에서 설명되는 예시적인 타이어들에 대해, 보강부들은 각각 0.28mm 직경의 4개의 와이어(4×0.28)로 구성된 강철 코드이다.
- <49> 양호한 실시예에 따르면, 제 1 막은 두 개의 보강된 층(131, 132)을 포함하고, 또한, 제 2 막(140)은 두 개의 보강된 층(141, 142)을 포함한다.
- <50> 비록 본원에 공개된 본 발명의 변형예가 각각의 막에 대해 코드로 보강된 층을 갖지만, 후술하는 요구조건, 예를 들어 환형 밴드에 요구되는 압축 좌굴(buckling) 저항 특성, 굽힘 강성도, 인장 강성도를 만족하는 임의의 적절한 재료가 막에 사용될 수 있다. 즉, 막 구조물은 균질 재료(예를 들어, 얇은 금속 시트), 섬유보강 매트릭스(matrix), 또는 별개의 보강 요소들을 갖는 층과 같은 몇가지 대안 중의 하나 일 수 있다.
- <51> 제 1 양호한 실시예에서, 제 1 막(130)의 층(131, 132)은 타이어 적도 평면에 대해 약 10 내지 45°의 각도로 향해진 실질적으로 평행한 코드를 갖는다. 각각의 층의 코드는 반대 방향을 갖는다. 제 2막(140)에 대해 유사하게, 층(141, 142)은 적도 평면에 대해 약 10 내지 45°의 각도로 향해진 실질적으로 평행한 코드를 갖는다. 그러나, 막 내의 코드 층의 쌍(pair)들은 서로 동일하고 반대의 각도로 향해질 필요가 없다. 예를 들어, 코드 층의 쌍이 타이어 적도 평면에 대해 비대칭인 것이 바람직하다.
- <52> 다른 실시예에 따르면, 막의 하나 이상의 층의 코드는 막의 인장 강성도를 증가시키기 위해 적도 평면에 대해 거의 0°일 수 있다.
- <53> 각각의 층(131, 132; 141, 142)의 코드는 전형적으로 약 3 내지 20 MPa의 전단계수를 갖는 탄성체 코팅층 내에 매립된다. 코팅 층의 전단계수는 환형 밴드의 변형이 주로 전단층(120) 내의 전단 변형에 의하는 것을 보장하기 위해 전단층(120)의 전단계수와 거의 동일하게 하는 것이 바람직하다.
- <54> 탄성체 전단층(120)의 전단계수(G)와 막(130, 140)의 유효 종방향 인장 계수(E'_{membrane})의 관계는 하중이 가해질 때 환형 밴드의 변형을 제어한다. 적도 평면에 대해 10° 이상으로 배향된 막 보강 코드와 종래의 타이어 벨트 재료를 사용하여 막의 유효 종방향 인장 계수(E'_{membrane})가 하기와 같이 추정될 수 있다:

수학식 1

$$E'_{\text{MEMBRANE}} = (2D + t) \frac{E_{\text{RUBBER}}}{2(1 - \nu^2)} \left[\left(\frac{P}{P - D} \right) \frac{2 - (1 + \nu) \sin^2(2\alpha)}{\sin^4 \alpha} + \left(\frac{t}{D} \right) \frac{1}{\tan^2 \alpha} \left(\frac{1}{\tan^2 \alpha} - \nu \right) \right]$$

- <55>
- <56> 여기서, E_{rubber} =탄성체 코팅 재료의 인장계수; P=코드 방향의 직각에서 측정한 코드 간격(코드 중심선 간격); D=코드 직경; ν =탄성체 코팅 재료에 대한 포아송(Poisson) 비; α =적도 평면에 대한 코드 각도; t=인접한 층들의 케이블 사이의 고무 두께이다.
- <57> 보강 코드들이 적도 평면에 대해 10° 이상으로 배향된 전단층 막에 대해, 하기의 식이 막의 인장계수(E'_{membrane})를 추정하는데 사용될 수 있다:

수학식 2

$$(E'_{\text{membrane}}) = E_{\text{cable}} * V * t_{\text{membrane}}$$

<58>

- <59> 여기서, E_{cable} 는 케이블의 계수; V 는 막 내의 케이블의 체적 분율(volume fraction); $t_{membrane}$ 은 막의 두께이다.
- <60> 균질 재료, 또는 섬유 또는 다른 재료로 보강된 매트릭스를 포함하는 막에 대해, 계수는 그 재료 또는 매트릭스의 계수이다.
- <61> $E'_{membrane}$ 는 막의 탄성계수와 막의 유효 두께를 곱한 것이다. 비 $E'_{membrane}/G$ 가 비교적 작을 때, 하중을 받는 환형 밴드의 변형은 균질한 밴드의 변형과 유사하고, 도 3에 도시된 바와 같이 불균일한 지면 접촉 압력을 생성한다. 다른 한편, 비 $E'_{membrane}/G$ 가 충분히 높을 때, 하중을 받는 환형 밴드의 변형은 실질적으로 전단층의 변형에 의한 것이며, 막의 종방향 신장 또는 압축이 거의 없다. 따라서, 지면 접촉 압력은 도 4에 도시된 예에서와 같이 실질적으로 균일하다.
- <62> 본 발명에 따르면, 막의 종방향 인장 계수($E'_{membrane}$) 대 전단층의 전단계수(G)의 비는 약 100:1 이상이고, 바람직하게는 약 1000:1 이상이다.
- <63> 도 2에 도시된 타이어는 트레드 부분(105), 제 1 막(130), 제 2 막(140)에 대해 편평한 횡방향 프로파일을 갖는다. 접촉 영역(C; 도 1)에서의 환형 밴드 부분의 변형은 제 2 막(140)에 대해 압축이다. 타이어의 수직 편향(deflection)이 증가함에 따라, 접촉 길이는 제 2 막(140)의 압축 응력이 임계 좌굴 응력을 넘고 막의 종방향 좌굴이 일어나도록 증가할 수 있다. 이러한 좌굴 현상은 접촉 영역의 종방향으로 연장하는 부분의 접촉 압력이 감소하게 한다. 막의 좌굴이 회피될 때 지면 접촉 영역의 길이에 걸친 보다 균일한 지면 접촉 압력이 얻어진다. 만곡된 횡단면을 갖는 막은 접촉 영역에서의 좌굴에 더 잘 저항하고, 하중을 받으면서 좌굴하는 것에 관련하여 선호된다.
- <64> 본 발명의 타이어의 변형예가 도 5에 도시되어 있으며, 타이어(300)는 방사상에서 소정의 물결모양(undulation)의 진폭과 소정 축방향의 물결모양의 파장을 갖는 물결모양의 제 2 막(340)을 갖는다. 물결모양의 진폭은 막(340)의 최대 및 최소 방사상 크기(extent)의 차이로 정의된다. 물결모양의 파장은 막(340)의 연이은 방사상 최대값(maxima) 사이의 축방향 거리로 정의된다. 물결모양의 제 2 막(340)은 상술한 궁형(arcuate) 막과 같이 접촉 영역에서의 압축으로 인한 좌굴에 저항한다. 외부로부터 가해지는 하중에 의한 실질적으로 원형인 형상으로부터 편평한 형상으로의 제 2 막(340)의 변형은 제 2 막의 종방향 좌굴없이 일어나고, 지면과 접촉하는 영역의 길이에 걸쳐 지면과 접촉하는 트레드 부분에 실질적으로 균일한 지면 접촉 압력을 유지한다. 그러므로, 그 횡방향 곡률반경이 그 좌굴에 대한 저항과는 독립적으로 지면과의 접촉 압력을 최적화하도록 특정될 수 있는, 제 2 막(340)을 타이어가 가질 수 있다. 바람직하게는, 제 2 막(340)은 물결모양의 2 내지 5 사이클을 갖고, 트레드 부분(310)의 구름(rolling) 트레드 폭의 약 20 내지 50%의 물결모양 파장을 갖는다. 물결모양의 진폭은 바람직하게는 최대 전단층(320)의 약 20 내지 50% 사이이고, 일정 또는 가변 진폭을 가질 수 있다.
- <65> 전단층의 전단계수(G)와 막의 종방향 인장계수($E'_{membrane}$)에 대한 상술한 조건이 만족되고, 환형 밴드가 전단층의 전단에 의해 실질적으로 변형할 때, 유의한 관계가 형성되어 주어진 응용예에 대해 전단층 두께(h)와 전단계수(G)의 값들을 특정할 수 있게 한다:

수학식 3

$$P_{eff} * R \approx G * h$$

- <66>
- <67> 여기서 P_{eff} =지면접촉압력; G =층(120)의 전단계수; h =층(120)의 두께; R =회전축에 대한 제 2 막의 반경방향 위치이다.
- <68> P_{eff} 와 R 은 타이어의 의도한 용도에 따라 선택되는 설계 변수이다. 수학식 3은 전단층의 탄성 전단계수와 전단층의 반경방향 두께의 곱이 지면접촉압력과 제 2 막의 최외측 부분으로부터 회전축까지의 반경방향 거리의 곱과 거의 같음을 암시한다. 도 13은 넓은 범위의 접촉 압력에 걸친 이러한 관계를 그래프로 예시하고, 많은 상이한 응용예에 대해 전단층 특성값을 추정하는데 사용될 수 있다.
- <69> 도 6을 참조하면, 웹 스포크(150)는 실질적으로 시트-형상인 부재이고, 이 부재는 반경방향 길이(N)와, 환형 밴드(110)의 축방향 폭에 일반적으로 상응하는 축방향 폭(W)과, 다른 치수들과 수직인 두께를 갖는다. 두께는 길이(N) 또는 폭(W) 중의 어느 것보다도 훨씬 작으며, 타이어의 반경(R)의 약 1 내지 5%이며, 이는 도 1에 도시된

바와 같이 압축을 받을 때 웹 스포크가 좌굴하게 한다. 보다 얇은 웹 스포크는 압축에 대해 거의 아무런 저항 없이, 즉 하중 지지를 위해 거의 압축력을 공급하지 않고 접촉 영역에서 구부러진다. 그러나, 전체적으로 웹 스포크의 주요 하중 전달 작용은 인장이다. 차량의 특정한 요구조건을 만족시키기 위해 특정한 웹 스포크 두께가 선택될 수 있다.

<70> 현재 바람직한 실시예에 따르면, 웹 스포크(150)는 약 10 내지 100 MPa의 높은 인장 계수를 갖는 재료로 형성된다. 웹 스포크는 원한다면 보강될 수 있다. 웹 스포크 재료는 30%로 변형된 후 원래의 길이로 돌아오고 웹 스포크 재료가 4%로 변형되었을 때 일정한 응력을 보이도록 탄성 거동을 보여야 한다. 또한, 적절한 작동 조건에서 0.1 이하의 $\tan\Delta$ 를 갖는 재료를 가지는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 상업적으로 입수가 가능한 고무 또는 폴리우레탄 재료가 이러한 요구조건을 만족시키는 것으로 확인될 수 있다. 본 발명자들은 미국 커네티컷 미들베리 소재의 크롬틴 코포레이션의 유니로열 케미컬 부서로부터 비브라탄(Vibrathane) B836이라는 상표의 우레탄이 웹 스포크에 적절함을 발견하였다.

<71> 도 2를 참조하면, 일 실시예에서, 웹 스포크(150)는 방사상 내부 장착용 밴드(160)에 의해 상호연결되고, 이 밴드는 타이어를 장착하는 휠 또는 허브(10)를 둘러싼다. 인터페이스 밴드(170)는 웹 스포크(150)와 그 방사상 외측 단부에서 상호연결된다. 인터페이스 밴드(170)는 웹 스포크(150)를 환형 밴드(110)에 연결한다. 편의를 위해, 웹 스포크, 장착 밴드(160), 인터페이스 밴드(170)는 하나의 유닛으로서 단일 재료로 성형될 수 있다.

<72> 다르게는, 환형 밴드(110)와 허브 또는 휠(10)에 대한 구성 재료 및 공정에 따라, 개별적인 장착 밴드(160) 또는 인터페이스 밴드(170)가 제거될 수 있고, 웹 스포크는 환형 밴드와 휠에 직접 접촉되도록 성형 또는 형성될 수 있다. 예를 들어, 환형 밴드 또는 휠 또는 허브 중의 하나가 동일하거나 또는 호환되는 재료로 형성되면, 타이어는 환형 밴드 또는 휠과 일체로 웹 스포크를 일 단계 형성 또는 성형으로 제조될 수 있고, 이 경우, 장착 밴드(160) 및/또는 인터페이스 밴드(170)는 휠 또는 환형 밴드의 일부로서 일체로 형성된다. 또한, 웹 스포크(150)는 예를 들어 휠의 슬롯과 결합하는 각각의 웹 스포크의 내측 단부 상에 확대부를 제공하여 휠에 기계적으로 부착될 수 있다.

<73> 본 발명의 타이어가 가해진 하중을 지지하는 방식은 도 1 내지 도 6을 참조하여 이해될 수 있다. 환형 밴드(110)의 영역(A), 즉 지면과 접촉하지 않는 부분은 아치와 같이 작용하고, 웹 스포크(150)는 장력(T)을 받는다. 차량(도시않음)으로부터 허브 또는 휠(10)로 전달되는 타이어 상의 하중(L)은 아치 형태의 영역(A)의 부분에 실질적으로 걸려있다. 천이 영역(B)과 접촉 영역(C)의 웹 스포크는 장력을 받지 않는다. 양호한 실시예에 따르면, 웹 스포크는 비교적 얇고, 거의 수직 하중 지지력을 제공하지 않는다. 타이어가 회전함에 따라, 물론 아치로서 작용하는 환형 밴드(110)의 특정 부분이 연속적으로 변한다. 그러나, 아치의 개념은 메커니즘을 이해하는데 유용하다.

<74> 높은 인장 강성도를 갖지만 매우 낮은 압축 강성도를 갖는 웹 스포크를 가져 실질적으로 순수한 인장 하중 지지력이 얻어진다. 지면 접촉 영역에서 좌굴하기 쉽도록, 웹 스포크는 만곡되어 있을 수 있다. 다르게는, 웹 스포크는 곡률을 갖게 성형될 수 있고, 좌굴하려는 경향(predisposition)을 제공하기 위해 냉각 중에 열적 수축(thermal shrinkage)에 의해 곧게 될 수 있다.

<75> 웹 스포크(150)는 예를 들어 휠에 토크가 가해질 때 휠(10)과 환형 밴드(110) 간의 비틀림에 저항해야 한다. 부가적으로, 웹 스포크(150)는 예를 들어, 회전 또는 커브 주행시 측방향 휨(deflection)에 저항해야 한다. 알 수 있듯이, 방사상-측방향 평면에 있는 즉, 방사상 및 측방향 모두에 대해 정렬된 웹 스포크(150)는 측방향으로 향해진 힘에 대해 높은 저항력을 갖지만, 특히 방사상으로 기다란(elongate) 경우, 원주방향에서 토크에 저항하는데 어려울 수 있다. 예를 들어, 비교적 낮은 가속력을 내는 특정한 차량 및 응용예에서, 방사상으로 정렬된 비교적 짧은 스포크를 갖는 웹 스포크 패키지(package)가 적합할 수 있다.

<76> 높은 토크를 겪는 응용예에 대해, 도 7 내지 도 9에 예시된 배치 중의 하나가 보다 적합할 수 있다. 도 7에서, 웹 스포크(150)는 측방향에서 보이는 바와 같이 반복적인 X 패턴으로 배향되며, 스포크 쌍들은 그 중심에서 결합하는 X자를 형성한다. 도 8에서, 웹 스포크들은 방사상에 대해 지그재그 패턴으로 배향된다. 도 9의 웹 스포크는 인접한 웹 스포크들이 측방향에 대해 지그재그 패턴으로 반대로 배향되어 있다. 이러한 변형예에서, 이 배향(orientation)들은 방사상 및 원주방향 모두에서의 힘에 저항하는 성분을 제공하므로, 토크에 대한 저항력을 더해주며, 방사상 및 측방향 힘에 저항하는 성분을 보유한다. 배향 각도는 인접한 웹 스포크들 간의 간격 및 사용되는 웹 스포크들의 개수에 따라 선택될 수 있다.

<77> 다른 대안적인 배치들이 사용될 수 있다. 도 10에 도시된 바와 같이, 웹 스포크들은 방사상에서 보았을 때 같

매기 형상 또는 V자 패턴으로 배치될 수 있다. 다른 대안으로는 도 11에 도시한 바와 같이 축방향으로 정렬되는 것과 원주방향으로 정렬되는 것 간에 인접한 웹 스포크들의 배향을 번갈아 배향하는 것이 있다. 그러나, 이러한 대안들은 접촉 영역에서 웹 스포크들의 구부러짐을 수용하는데 어려움이 있기 때문에 덜 선호될 수 있다.

- <78> 웹 스포크를 다양하게 배치하면 타이어의 수직, 측방향, 비틀림 강성도가 접촉 압력과 다른 타이어에 무관하게 조정(tuning)될 수 있게 한다.
- <79> 수직 강성도는 하중을 받을 때 타이어가 편향에 저항하는 성능과 관계가 있다. 타이어의 수직 강성도는 지면과 접촉하지 않는 타이어 부분의 하중에 대한 반력, 즉 타이어의 "역편향"에 의해 강하게 영향을 받는다. 도 12는 과장된 축적으로 이러한 현상을 예시한다. 타이어가 하중(L)을 받을 때, 이는 량(f)만큼 편향하고, 지면과 접촉하는 부분은 지표면의 형상에 따라 지표면 접촉 영역(C)을 형성한다. 이의 설명을 위해 도 12의 기준 프레임은 타이어 축(X)을 일정한 위치에 유지하고 축을 향해 지면 위로 이동한다. 타이어는 탄성체이고, 따라서, 수직 편향(f)은 하중(L)에 비례하고, 이로부터 타이어의 수직 강성도(K)가 유도될 수 있다. 막(도시되지 않음)들에 의해 구속된 환형 밴드(110; 개략적으로 도시됨)는 막의 길이를 보존하기 위해 일정 길이를 유지하려 하며, 지면과 접촉하지 않는 타이어 부분은 도면에 곡선들로 표시된 바와 같이 접촉 영역(C)으로부터 멀어지게 이동 또는 역편향한다. 역편향 량(λ) 또한 하중(L)에 비례하고, 따라서 역편향 강성도(K_λ)가 얻어질 수 있다. 역편향 강성도(K_λ)는 주로 원주방향 압축 강성도에 관련하고, 지면과 접촉하지 않는 웹 스포크가 하중을 지지하는 방식에 관련한다. 어느 정도까지는 환형 밴드의 횡방향 및 종방향의 굽힘이 관련되어 있다.
- <80> 역편향은 하중(F)을 받는 타이어의 축을 고정하여 배치하고 접촉 영역에서의 타이어의 편향(f)과 접촉 영역 반대쪽의 트레드 표면의 편향 모두를 측정하여 직접적으로 측정될 수 있다. 역편향 강성도는 하중(F)을 역편향 량(λ)으로 나누어 정해진다.
- <81> 실제로는, 역편향 강성도(K_λ)는 타이어의 수직 강성도를 실질적으로 제어하고, 타이어의 휠 축의 하중 하에서의 편향을 제어한다. 역편향 강성도(K_λ)는 도 12에서 볼 수 있듯이 접촉 영역의 길이를 정한다. 낮은 역편향 강성도는 환형 밴드(110)가 하중 하에서 수직으로 이동하게 하여, 이 편향시 하중 성능을 감소시킨다. 따라서, 높은 역편향 강성도를 갖는 타이어는 비교적 적은 역편향 및 더 긴 접촉 영역을 갖는다.
- <82> 도 14는 타이어의 역편향 강성도(K_λ)와 수직 강성도 간의 개략적인 관계를 그래프로 도시한다. 도 14는 본 발명에서 사용될 수 있는 접촉 압력과 수직 강성도의 독립성을 예시하며, 이는 공압 타이어에서는 불가능한 설계상의 융통성을 허용한다. 공기가 빠진 공압 타이어는 전형적으로 0.1 DaN/mm^2 미만의 단위 접촉영역폭 당 역편향 강성도를 갖는다. 대조적으로 본 발명에 따른 타이어는 0.1 DaN/mm^2 이상의 범위의 단위 접촉영역폭 당 역편향 강성도를 갖도록 설계될 수 있다.
- <83> 유익하게는, 임의의 제안된 응용예에 대한 초기 설계 변수들이 도 13과 조합하여 도 14를 사용하여 선택될 수 있다. 일단 접촉 압력, 수직 하중, 접촉 영역이 도 13을 사용하여 선택되면, 타이어의 수직 강성도 특성이 도 14를 사용하여 정해질 수 있다. 역편향 강성도(K_λ)에 대한 개략적인 원하는 값이 도 13으로부터 얻어지면, 설계자는 예를 들어 이러한 강성도를 달성하는 구조를 특정하기 위해 사용가능한 분석도구(analytical tools), 유한요소 해석을 사용할 수 있다. 타이어의 제조 및 시험을 포함하는 그 이상의 작업은 설계 변수들을 확인하도록 하였다.
- <84> 예를 들어, 승용차 용도의 타이어를 설계하기 위해, 설계자는 1.5 내지 2.5 DaN/cm^2 의 설계 접촉 압력(P_{eff})과, 반경(R)이 약 335mm 인 타이어 사이즈를 선택할 수 있다. 이러한 값들을 곱하여, 50.25 내지 83.75 DaN/cm 의 "전단층 인수(factor)"가 정해질 수 있으며, 이는 전단층 재료 두께와 전단계수를 특정하는데 사용될 수 있다. 이 경우, 약 3 내지 10 MPa 범위의 전단계수일 때, 전단층의 두께(h)는 5mm 이상, 바람직하게는 약 10 내지 20 mm 사이이다.
- <85> 또한, 본 발명에 따르면, 지면 접촉 압력과 타이어의 강성도는, 둘다 팽창 압력에 관련이 있는 공압 타이어와는 대조적으로, 서로 독립적이다. 그러므로, 타이어는 높은 접촉 압력(P)을 갖지만 비교적 낮은 강성도를 갖도록 설계될 수 있다. 이는 낮은 질량 및 구름 저항을 가지면서 하중-지지 성능을 유지하는 타이어를 만드는데 유익할 수 있다.

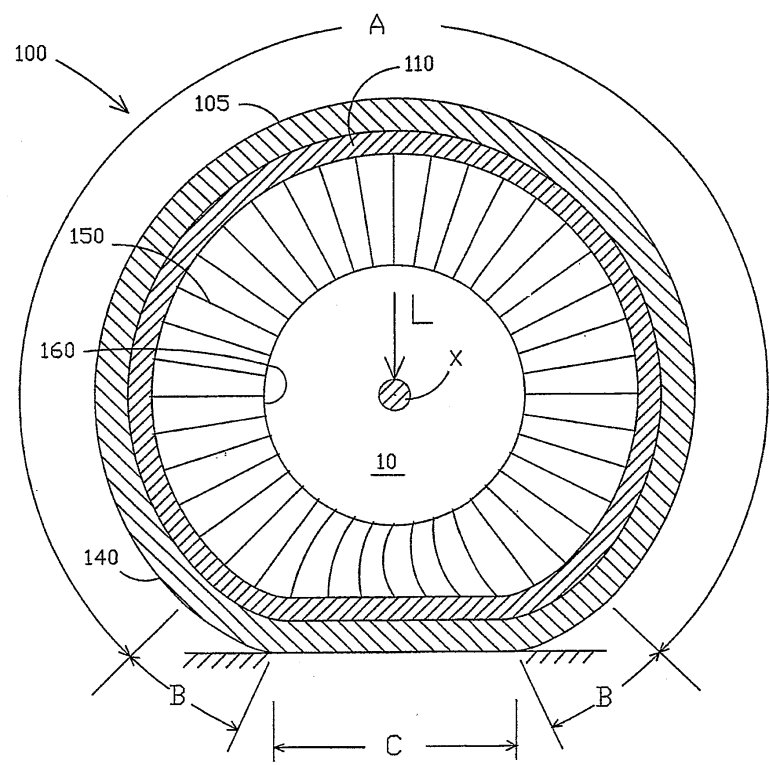
- <86> 역편향 강성도(K_{λ})는 여러 방식으로 수정될 수 있다. 이 강성도를 수정하는데 사용되는 설계 변수들 중의 몇몇에는 웹 스포크 계수, 웹 스포크 길이, 웹 스포크 곡률, 웹 두께, 환형 밴드 막들의 압축 계수, 전단층의 두께, 타이어 직경과 환형 밴드의 폭이 포함된다.
- <87> 수직 강성도는 주어진 타이어의 하중-지지 성능을 최적화하기 위해 조정될 수 있다. 다르게는, 타이어 질량 또는 감소된 접촉 압력에 대한 감소된 두께의 환형 밴드를 제공하면서 원하는 레벨의 수직 강성도를 유지하기 위해 수직 강성도가 조정될 수 있다.
- <88> 본 발명의 타이어의 수직 강성도는 환형 밴드와 측벽 부분에서의 구심력(centripetal force) 효과에 의해서도 영향을 받는다. 구르는 타이어의 속도가 증가함에 따라, 구심력이 형성된다. 종래의 레이디얼 타이어에서, 구심력은 타이어 작동 온도를 증가시킬 수 있다. 대조적으로, 본 발명의 타이어는 이들 동일한 힘들로부터 기대하지 않은 유익한 결과를 얻는다. 본 발명의 타이어가 가해진 하중 하에서 회전할 때, 구심력은 환형 밴드가 원주방향으로 팽창하게 하고 웹 스포크에 부가적인 장력을 유도하는 경향이 있다. 접촉하지 않은 타이어 부분(도 1의 영역 "A")에 대해 방사상으로 강성인 웹 스포크는 이러한 구심력에 저항한다. 이는 타이어의 유효 수직 강성도를 증가시키고 정적인 비회전 조건에 대한 타이어의 방사상 편향을 감소시키는 작용을 하는 순 상방향 합력(net upward resultant force)을 만든다. 이 결과, 장력 하의 웹 스포크 부분의 유효 강성도에 대한 타이어 적도 평면($2 \cdot E'_{\text{membrane}}$)에서의 밴드의 종방향 강성도(2)가 100:1일 때 상당한 크기로 얻어진다.
- <89> 출원인들은 상술한 명세서를 읽으면 당업자에게 많은 다른 변형예가 명백할 것으로 이해한다. 이러한 변형예 및 다른 변형예는 하기에 첨부된 청구범위에 정의된 바와 같은 본 발명의 진의 및 범위 내에 있다.

도면의 간단한 설명

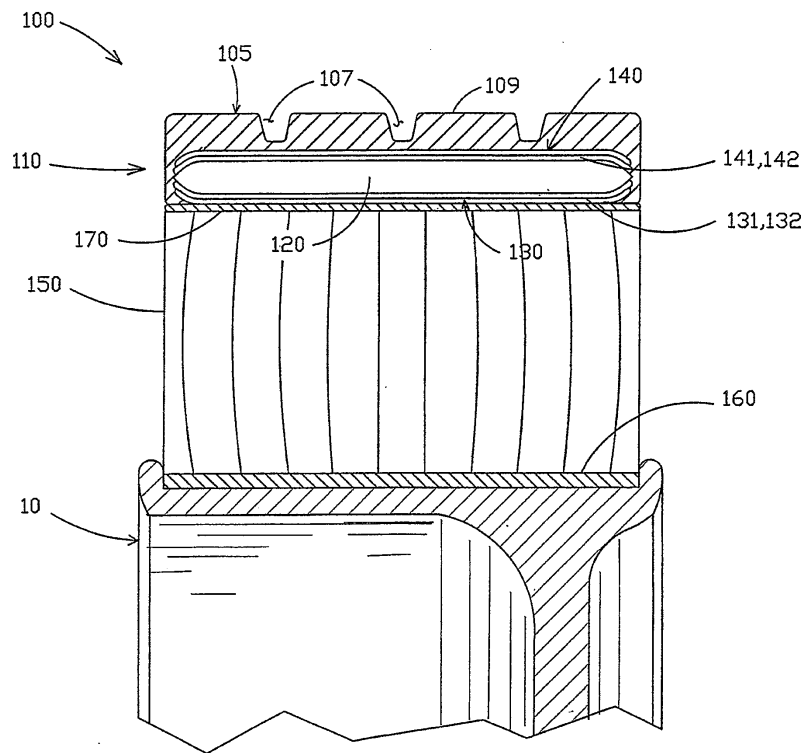
- <16> 본 발명은 첨부된 도면 및 하기의 설명을 참조하여 보다 잘 이해할 수 있다.
- <17> 도 1은 하중 하에서 본 발명에 따른 타이어의 적도 평면의 개략도.
- <18> 도 2는 자오(meridian) 평면에서 취한 본 발명에 따른 타이어의 단면도.
- <19> 도 3은 전단 변형을 나타내지 않는 기준 균질 밴드에 대한 지면 반력을 예시하는 개략도.
- <20> 도 4는 본 발명에 따른 환형 밴드에 대한 지면 반력을 예시하는 개략도.
- <21> 도 5는 자오 평면에서 취해진 본 발명에 따른 타이어의 다른 실시예의 단면도.
- <22> 도 6은 하중 운반 메커니즘을 설명하기 위해 특정 기준 치수를 도시하는 본 발명의 하중 타이어의 자오 평면의 개략도.
- <23> 도 7은 적도 평면에서 본 타이어에 대해 X 패턴으로 웹 스포크를 배치한 것을 도시하는 단면도.
- <24> 도 8은 적도 평면에서 본 지그재그 패턴으로 웹 스포크의 다른 배치도.
- <25> 도 9는 회전축을 향하는 방사상에서 본 경사축 패턴의 웹 스포크의 배치도.
- <26> 도 10은 회전축을 향하는 방사상에서 본 웹 스포크의 대안적인 갈매기(chevron) 형상 배치도.
- <27> 도 11은 회전축을 향하는 방사상에서 본 원주방향 및 축방향으로 번갈아 배치된 웹 스포크의 다른 배치도.
- <28> 도 12는 타이어 적도 평면에서 보았을 때의 개략적인 역편향 강성도(counterdeflection stiffness)의 예시도.
- <29> 도 13은 본 발명에 따른 타이어에 대한 접촉 면적, 접촉 압력 및 수직 하중 간의 관계를 예시한 그래프.
- <30> 도 14는 본 발명에 따른 타이어에 대한 접촉 압력, 수직 강성도, 역편향 간의 관계를 예시한 그래프.

도면

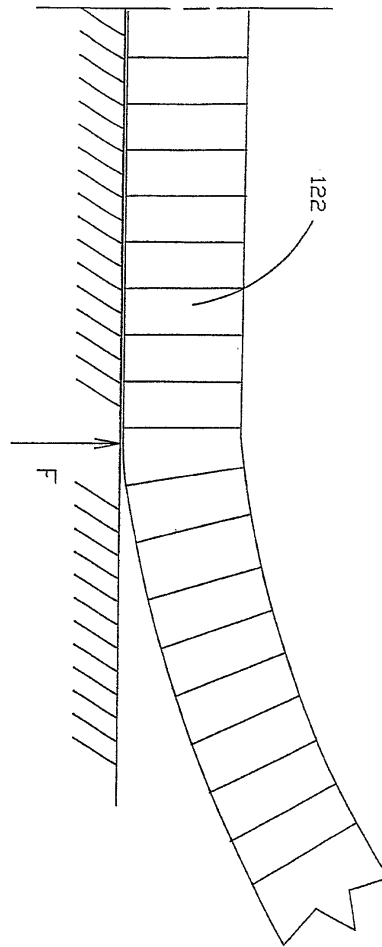
도면1



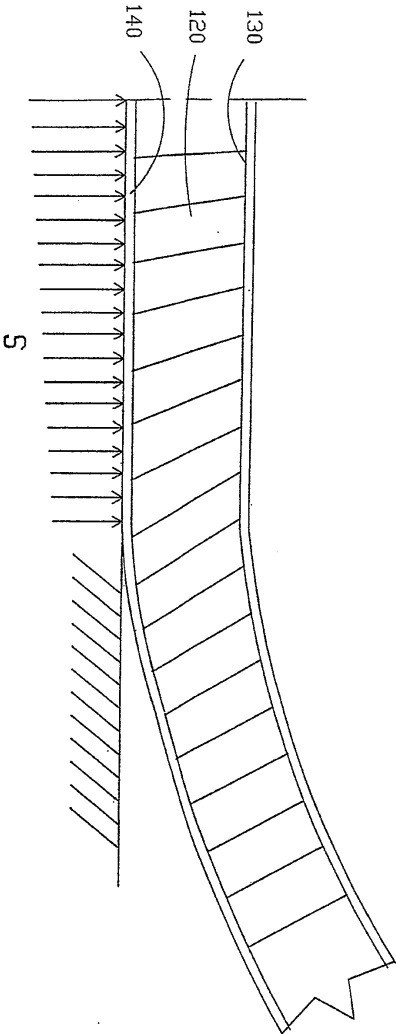
도면2



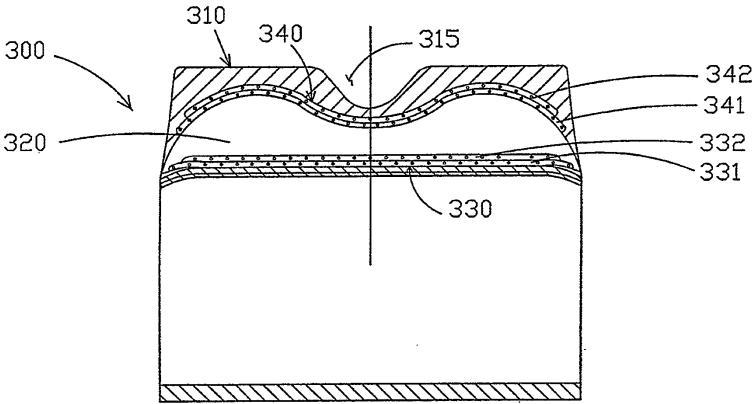
도면3



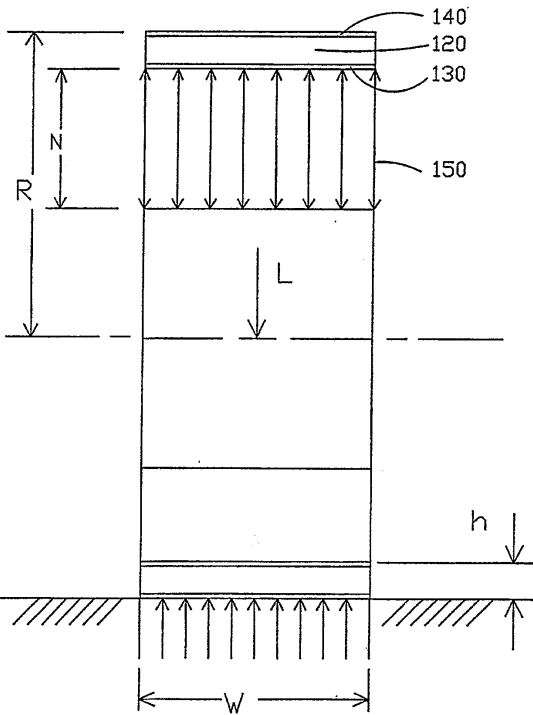
도면4



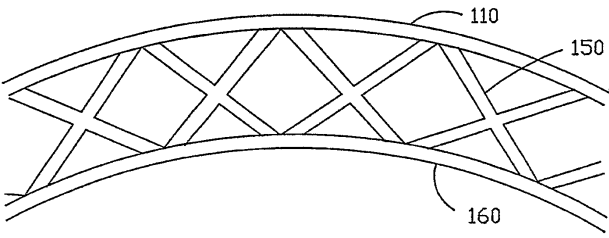
도면5



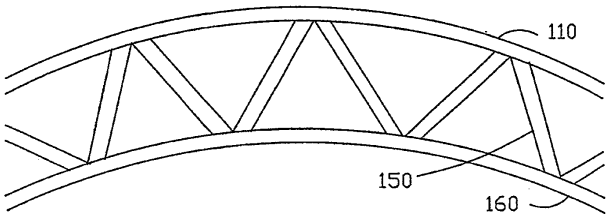
도면6



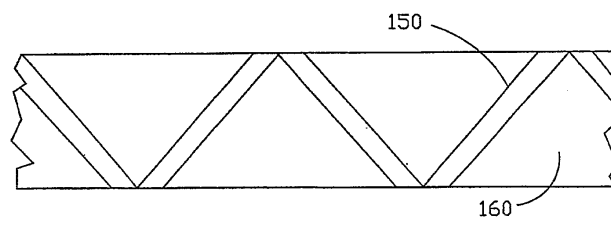
도면7



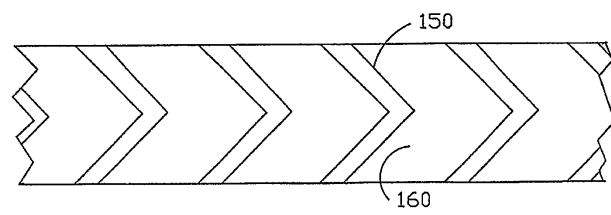
도면8



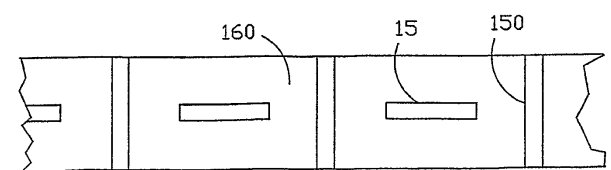
도면9



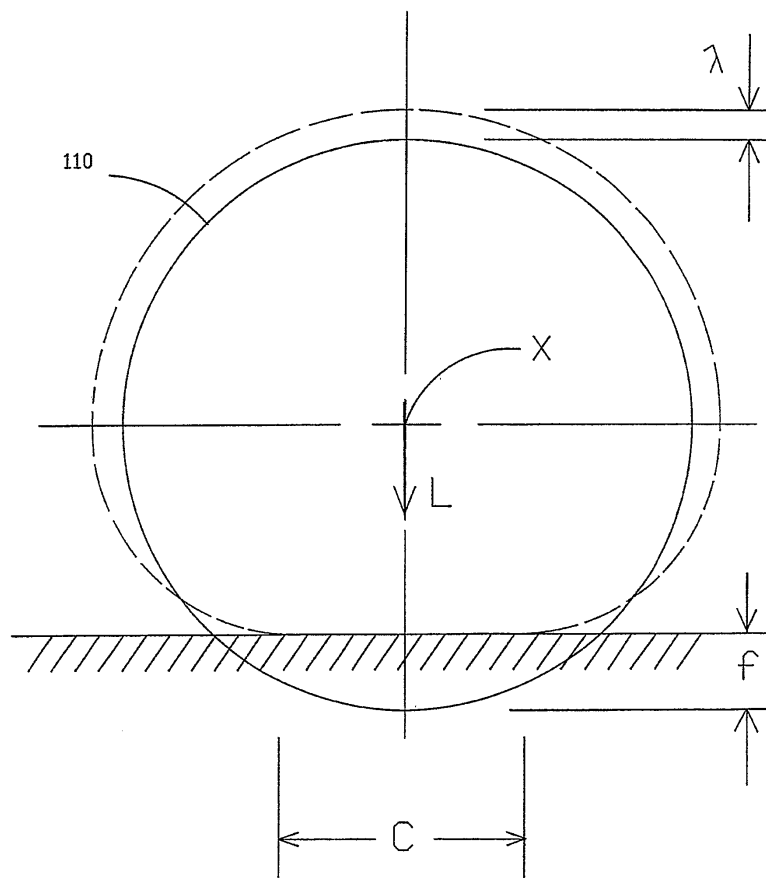
도면10



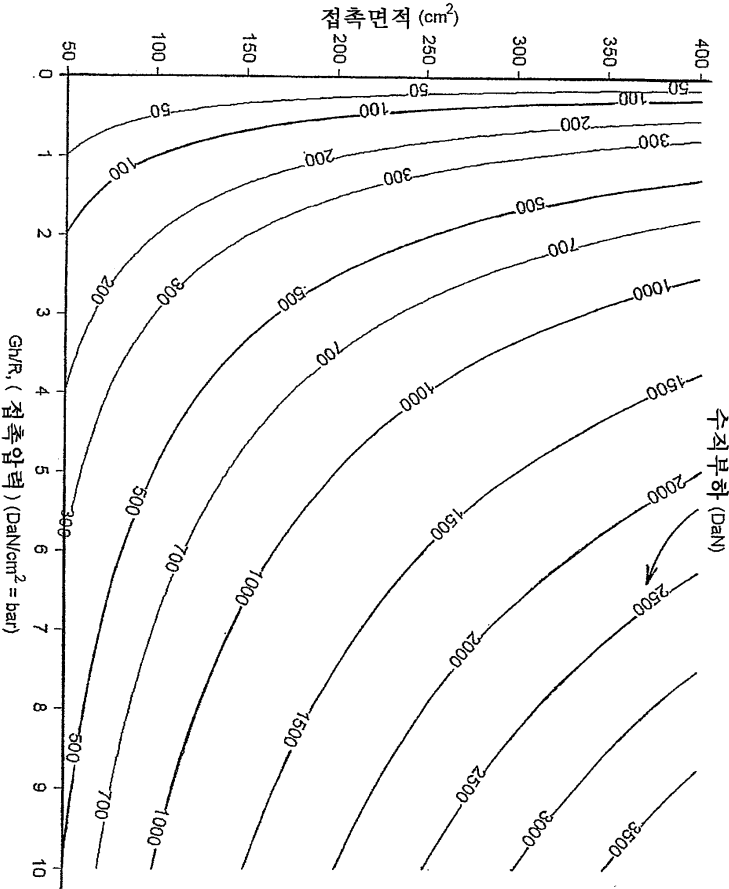
도면11



도면12



도면13



도면14

