



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116635246 A

(43) 申请公布日 2023.08.22

(21) 申请号 202180087149.6

(22) 申请日 2021.10.26

(30) 优先权数据

2020-218124 2020.12.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.06.21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/039501 2021.10.26

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/145121 JA 2022.07.07

(71) 申请人 住友橡胶工业株式会社

地址 日本国兵库县神户市中央区胁浜町3  
丁目6番9号

(72) 发明人 御崎桃加 缪冬 河合郭葵

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

专利代理师 陈剑华

(51) Int.Cl.

B60C 1/00 (2006.01)

权利要求书2页 说明书24页

(54) 发明名称

充气轮胎

(57) 摘要

提供一种高速行驶时的低滚动阻力性得以改善以及高速行驶时的操纵稳定性的劣化得以进一步抑制的充气轮胎。其具有胎面部和带束层,带束层中的补强帘线由单丝帘线构成,单丝帘线在带束层的轮胎径向截面中在轮胎宽度方向上以50根/5cm以上排列。安装在标准轮辋上、内压为250kPa时的轮胎截面宽度wt(mm)、外径Dt(mm)满足以下(式1): $1500 \leq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt$  (式1)。

1. 一种充气轮胎,所述充气轮胎具有胎面部和带束层,其中,  
所述带束层中的补强帘线由单丝帘线构成,所述单丝帘线在带束层的轮胎径向截面中、在轮胎宽度方向上以50根/5cm以上排列,

安装在标准轮辋上、内压为250kPa时的轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)和外径 $D_t$ (mm)满足以下(式1):

$$1500 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式1)}。$$

2. 根据权利要求1所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式2):

$$1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式2)}。$$

3. 根据权利要求2所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式3):

$$1700 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式3)}。$$

4. 根据权利要求1~3中任一项所述的充气轮胎,其中,由单丝制成的帘线的外径为0.1mm以上、0.5mm以下。

5. 根据权利要求1~4中任一项所述的充气轮胎,其中,在轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数 $e$ 即根/5cm为75根/5cm以上。

6. 根据权利要求1~5中任一项所述的充气轮胎,其中,

在所述带束层中,所述补强帘线涂覆有橡胶组合物,

在温度:70°C、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:伸长的条件下测定的所述橡胶组合物的复弹性模量 $E^*$ (MPa)、

在温度:70°C、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:拉伸的条件下测定的所述橡胶组合物的损耗角正切( $\tan\delta$ )以及

所述胎面部中在轮胎宽度方向上每5cm的补强帘线的排列根数 $e$ (根)满足以下(式4):

$$[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.2 \text{ (式4)}。$$

7. 根据权利要求6所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式5):

$$[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.12 \text{ (式5)}。$$

8. 根据权利要求6或7所述的充气轮胎,其中,  $(\tan\delta/E^*)$ 为0.002以上、0.017以下。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的充气轮胎,其中,

设置有至少2层带束层,

在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组带束层中,胎面部中各带束层内的帘线之间的平均距离 $D$ (mm)为0.6mm以下。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的充气轮胎,其中,

设置有至少2层带束层;

在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中,胎面部中各带束层内的帘线在轮胎周向上所形成的角度为65°以下。

11. 根据权利要求1~10中任一项所述的充气轮胎,其中,

设置有至少2层带束层;

在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中,

在温度:70°C、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:伸长的条件下测定的包覆补强帘线的橡胶组合物的复弹性模量 $E^*$ (MPa)、

在温度:70°C、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:拉伸的条件

下测定的包覆补强帘线的橡胶组合物的损耗角正切( $\tan\delta$ )以及

所述胎面部中各带束层内的帘线之间的平均距离 $D$ (mm)满足以下(式6):

$$(\tan\delta/E^*) \times D \times 1000 \leq 8.0 \text{ (式6)}。$$

12. 根据权利要求1~11中任一项所述的充气轮胎,其中,在带束层中,相对于100质量份的橡胶成分,所述包覆补强帘线的橡胶组合物含有60质量份以下的炭黑。

13. 根据权利要求1~12中任一项所述的充气轮胎,其中,

所述胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的周向沟槽,

周向沟槽在最大深度的80%的深度处的沟槽宽度 $L_{80}$ 与周向沟槽在胎面部接地面上的沟槽宽度 $L_0$ 的比率 $L_{80}/L_0$ 为0.2以上且0.7以下。

14. 根据权利要求1~13中任一项所述的充气轮胎,其中,

所述胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的多条周向沟槽,

所述多条周向沟槽的合计截面积为所述胎面部的截面积的10%以上且30%以下。

15. 根据权利要求1~14中任一项所述的充气轮胎,其中,

所述胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多条横向沟槽,

所述多条横向沟槽的合计容积为所述胎面部的体积的2.0%以上且5.0%以下。

16. 根据权利要求1~15中任一项所述的充气轮胎,其中,

所述胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多条横向沟槽,

所述多条横向沟槽包括沟槽宽度 $G_w$ 与沟槽深度 $G_d$ 的比率 $G_w/G_d$ 为0.50以上且0.80以下的横向沟槽。

17. 根据权利要求1~16中任一项所述的充气轮胎,其中,轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)小于200mm。

18. 根据权利要求1~17中任一项所述的充气轮胎,其中,在轮胎的外径为 $D_t$ (mm)、截面高度为 $H_t$ (mm)时,  $(D_t - 2 \times H_t)$ 为450(mm)以上、小于560(mm)。

19. 根据权利要求1~18中任一项所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎为乘用车用轮胎。

## 充气轮胎

### 技术领域

[0001] 本公开涉及一种充气轮胎,更具体地涉及一种具备带束层的充气轮胎。

### 背景技术

[0002] 近年来,从对环境问题的日益关注和经济效率的角度考虑,强烈需要机动车中的燃料消耗的降低以及安装在机动车中的充气轮胎(以下,简称为“轮胎”)的燃料效率的提高。

[0003] 轮胎的燃料效率可以通过滚动阻力来评价,已知滚动阻力越小,轮胎的燃料效率越好。

[0004] 因此,以往已提出了通过设计构成轮胎的胎面部的橡胶组合物的配方来降低滚动阻力(例如,专利文献1至4)。

[现有技术文献]

[专利文献]

[0005] 专利文献1:JP 2018-178034 A

专利文献2:JP 2019-089911 A

专利文献3:WO 2018/186367 A

专利文献4:JP 2019-206643 A

### 发明内容

[本发明所要解决的问题]

[0006] 然而,随着近年来高速公路的发展,在高速下进行长距离行驶的机会已经急剧增加。在这种情况下,无法说上述传统技术足以改善高速行驶时的低滚动阻力性。此外,还存在操纵稳定性劣化的问题。

[0007] 因此,本公开的目的是提供一种进一步改善高速行驶时的低滚动阻力性以及进一步抑制高速行驶时的操纵稳定性劣化的充气轮胎。

[用于解决问题的手段]

[0008] 本发明人对如何解决上述问题进行了深入的研究,发现可以通过如下描述的公开解决上述问题,并完成了本公开。

[0009] 本公开为:

一种充气轮胎,所述充气轮胎具有胎面部和带束层,其中,

所述带束层中的补强帘线由单丝帘线(monofilament cord)构成,所述单丝帘线在带束层的轮胎径向截面中、在轮胎宽度方向上以50根/5cm以上排列;以及

在将轮胎安装在标准轮辋上且内压为250kPa时的轮胎的截面宽度Wt(mm)和外径Dt(mm)满足以下(式1):

$$1500 \leq (Dt^2 \times \pi / 4) / Wt \text{ (式1)}。$$

[发明效果]

[0010] 根据本公开,可以提供一种进一步改善高速行驶时的低滚动阻力性以及进一步抑制高速行驶时的操纵稳定性劣化的充气轮胎。

## 具体实施方式

[0011] [1]本公开的轮胎的特征

首先,对本公开的轮胎的特征进行描述。

[0012] 1.概述

本公开的轮胎是具有带束层的轮胎,所述带束层中的补强帘线由单丝帘线构成,所述单丝帘线在带束层的轮胎径向截面中在轮胎宽度方向上以50根/5cm以上排列。

[0013] 进一步地,在将本发明的轮胎安装在标准轮辋上并且内压为250kPa时,轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)和轮胎的外径 $D_t$ (mm)满足以下(式1):

$$1500 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式1)}。$$

[0014] 通过具有这些特征(如以下将描述的),可以提供一种进一步改善高速行驶时的低滚动阻力性以及进一步抑制高速行驶时的操纵稳定性劣化的充气轮胎。

[0015] 在本文中,上述“标准轮辋”是在包括轮胎所基于的标准的标准体系中针对每种轮胎所规定的轮辋。例如,在上述JATMA(日本机动车轮胎协会:Japan Automobile Tire Manufacturers Association)的情况下,“JATMA年鉴(JATMA YEAR BOOK)”中记载的适用尺寸中的标准轮辋,在ETRTO(欧洲轮胎轮辋技术组织:The European Tire and Rim Technical Organization)的情况下,“标准手册(STANDARDS MANUAL)”中记载的“测试轮辋(Measuring Rim)”,以及在TRA(轮胎与轮辋协会:The Tire and Rim Association,Inc.)的情况下,“年鉴(YEAR BOOK)”中记载的“设计轮辋(Design Rim)”(指“正规轮辋(regular rim)”)。在标准中未规定的轮胎的情况下,则指在能够被组装并且能够保持内压的轮辋(即,不会在轮辋和轮胎之间产生漏气的轮辋)中轮辋直径最小、从而轮辋宽度最窄的轮辋。

[0016] 在以上描述中,轮胎的外径 $D_t$ 是在将轮胎安装在标准轮辋上、将内压设定为250kPa并且没有施加负荷时的轮胎的外径,轮胎截面宽度 $W_t$ 是,在将轮胎安装在标准轮辋上、将内压设定为250kPa并且没有施加负荷时,从包括轮胎侧面上的所有图案、字符等的胎侧之间的直线距离(轮胎的总宽度)中减去轮胎侧面上的所有图案、字符等所得的胎侧之间的直线距离。

[0017] 2.本公开的轮胎的效果的表现机制

本公开的轮胎表现其效果的机制(即,进一步改善高速行驶时的低滚动阻力性以及进一步抑制高速行驶时的操纵稳定性的劣化的机制)推测如下。

[0018] 如上所述,在本公开中,轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)和外径 $D_t$ (mm)满足 $1500 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t$ (式1)。

[0019] 认为,通过增大从横向观察时的轮胎的面积 $[(D_t/2)^2 \times \pi] = (D_t^2 \times \pi / 4)$ 与轮胎的截面宽度 $W_t$ 的比率(具体地,通过将该比率增大到1500以上)可以增大轮胎的转动惯量,可以降低稳态时的滚动阻力。上述 $(D_t^2 \times \pi / 4) / W_t$ 更优选为1541以上,进一步优选为1544以上,进一步优选为1546以上,进一步优选为1549以上,进一步优选为1554以上,进一步优选为1600以上,进一步优选为1660以上,进一步优选为1662以上,进一步优选为1666以上,进一步优选为1671以上,进一步优选为1700以上,进一步优选为1748以上,进一步优选为1800

以上,进一步优选为1963.4以上,进一步优选为2075以上。

[0020] 然而,此类轮胎的离心力通常倾向于增加,在高速行驶时胎面部可以变形为圆形,导致滚动阻力的恶化。此外,在高速行驶时,随着离心力的增加,外径倾向于增大,这可以导致操纵稳定性的降低。

[0021] 因此,在本公开中,在约束胎面部的带束层中,用由单丝(单线)制成的帘线(单丝帘线)代替由捻线制成的帘线(捻线帘线)作为补强帘线。由于单丝帘线没有被加捻,因此单丝帘线更不易于被伸长和变形,具有优异的约束功能。认为:通过采用其中有此类单丝帘线以50根/5cm以上(即,每1根间隔为1mm以下)密集排列的带束层,在高速行驶时胎面部被充分约束,因此可以充分地抑制由离心力引起的胎面部的变形,改善低滚动阻力性。

[0022] 此外,当使用此类带束层时,胎面部的轮廓形状的变形降低,对带束层的剪切变形的响应性提高,因此认为,可以提高高速行驶时的操纵稳定性,可以抑制高速行驶时的操纵稳定性的劣化。

[0023] 单丝帘线的帘线外径优选为0.1mm以上、0.5mm以下。更优选地,其为0.25mm以上、0.40mm以下。如果帘线外径过小,则即使帘线密集地排列,也存在帘线不能充分约束的可能性。另一方面,如果帘线过粗,则将难以在没有任何间隙的情况下用橡胶覆盖单丝帘线,并且不容易发生剪切变形,使得在高速行驶时难以获得充分的操纵稳定性。

[0024] [2]本公开的轮胎的更优选方面

本公开的轮胎通过采用以下方面可以获得甚至更大的效果。

[0025] 1.涂覆的橡胶组合物的物理性能和补强帘线的排列根数之间的关系

在本公开的轮胎中,关于带束层中覆盖补强帘线的橡胶组合物,在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变:±1%、频率:10Hz和变形模式:伸长的条件下测定的复弹性模量 $E^*$ (MPa),在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变:±1%、频率:10Hz和变形模式:拉伸的条件下测定的损耗角正切( $\tan\delta$ ),以及胎面部中在轮胎宽度方向上每5cm的补强帘线的排列根数 $e$ (根)优选满足 $[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.2$ (式4)。

[0026] 当轮胎的胎面部在滚动时发生变形时,在带束层中产生热量。此时,如果每5cm的补强帘线的排列根数(在下文中也称为“密度(ends)”)不合适,则覆盖橡胶层可能软化,操纵稳定性可能降低。

[0027] 因此,研究了与带束层的发热相关的指标( $\tan\delta/E^*$ )和密度( $e$ )之间的关系。结果,如果满足 $[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.2$ (式4),则由滚动时胎面部的变形引起的带束层的发热被抑制,软化也被抑制。此外,结果表明,可以令人满意地保持带束层的刚性,可以抑制带束层的变形和发热的增加,可以实现低滚动阻力性和操纵稳定性。此外,结果表明, $[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000$ 更优选为0.18以下,进一步优选为0.15以下,进一步优选为0.13以下,进一步优选为0.12以下。

[0028] 单丝的排列根数(密度)指,安装在正规轮辋上、内压为250kPa并且处于无负荷的状态下在轮胎宽度方向上排列的帘线的每5cm的平均帘线排列根数。其可以通过下述方法求得:在以2~4cm的厚度在轮胎径向上切出的部段上,测定以轮胎赤道面为中心在5~10cm的宽度上的帘线的排列根数,并计算每5cm的帘线的平均根数。密度 $e$ (根/5cm)更优选为55根/5cm以上,进一步优选为75根/5cm以上,进一步优选为90根/5cm以上。

[0029] 在本文中,复弹性模量 $E^*$ (MPa)和损耗角正切( $\tan\delta$ )可以例如使用粘弹性测定装

置(例如GABO制造的“Eplexor(注册商标)”)来测定。特定的复弹性模量 $E^*$ (MPa)优选为8.7MPa以上,更优选为9.4MPa以上,进一步优选为10.5MPa以上。另外,特定的损耗角正切( $\tan\delta$ )优选为0.08以上,更优选为0.10以上,进一步优选为0.13以上。

[0030] 特别地, ( $\tan\delta/E^*$ ) 优选为0.002以上、0.017以下(更优选为0.015以下,进一步优选为0.014以下,进一步优选为0.01以下,进一步优选为0.009以下)。

### [0031] 2. 多层的带束层

在本公开中,通过设置至少2层来使带束层多层化。在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组带束层中,胎面部中各带束层内的帘线之间的平均距离 $D$ (mm)优选为0.6mm以下,更优选为0.5mm以下,进一步优选为0.45mm以下,进一步优选为0.22mm以下。

[0032] 结果,1组带束层彼此协作以适当地约束胎面部、抑制滚动时胎面部的变形量,在高速行驶时可以维持低滚动阻力性和操纵稳定性。

[0033] 在带束层被多层化时,至少1层的带束层应当满足上述关于“ $[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000$ ”的关系。

[0034] 在多层的带束层的情况下,在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中,胎面部中带束层内的帘线在轮胎周向上所形成的角度优选为 $65^\circ$ 以下,更优选为 $60^\circ$ 以下,进一步优选为 $58^\circ$ 以下,进一步优选为 $46^\circ$ 以下。

[0035] 通过布置以适当的角度彼此倾斜的带束层,可以获得环箍效应(hoop effect),并且几乎可以紧密地约束整个宽度的胎面部,从而抑制滚动时胎面部的变形量,并且在高速行驶时可以维持低滚动阻力性和操纵稳定性。

[0036] 上述 $(\tan\delta/E^*)$ 和帘线之间的平均距离 $D$ (mm)优选满足 $(\tan\delta/E^*) \times D \times 1000 \leq 8.0$ (式6)。 $(\tan\delta/E^*) \times D \times 1000$ 更优选为6.2以下,进一步优选为4.3以下,进一步优选为4.1以下,进一步优选为3.0以下。结果,带束层的发热抑制和通过带束层对胎面部的约束适当地起作用,并且在高速行驶时可以维持低滚动阻力性和操纵稳定性。

### [0037] 3. 胎面中的沟槽

本公开的轮胎在胎面部中具有在轮胎周向上连续延伸的周向沟槽。优选地,周向沟槽在最大深度的80%的深度处的沟槽宽度 $L_{80}$ 与周向沟槽在胎面部接地面上的沟槽宽度 $L_0$ 的比率( $L_{80}/L_0$ )优选为0.2以上、0.7以下。结果,可以在胎面部的陆部的底面处抑制整个陆部的移动,由此在高速行驶时能够充分抑制胎面部的不均匀磨损,并且能够充分提高耐久性。 $L_{80}/L_0$ 优选为0.35以上,更优选为0.40以上,进一步优选为0.45以上。另外, $L_{80}/L_0$ 优选为0.65以下,更优选为0.60以下,进一步优选为0.55以下。

[0038] 所述 $L_0$ 和 $L_{80}$ 分别指安装在标准轮辋上、内压为250kPa并且处于无负荷的状态下的轮胎中的胎面周向沟槽的、在胎面表面部处的沟槽端部之间的直线距离( $L_0$ )以及在沟槽深度的80%的位置处的沟槽壁部之间的最小距离( $L_{80}$ )。简单地,其可以在如下状态下求出:将以2~4cm的宽度在轮胎径向上切出的部段的胎圈部下压对齐相应的轮辋宽度。

[0039] 优选地,胎面部具有多条周向沟槽,多条周向沟槽的合计截面积为胎面部的截面积的10%以上、30%以下。结果,可以抑制胎面部的移动,可以充分抑制在高速行驶时胎面部的不均匀磨损,可以充分提高耐久性。其更优选为15%以上、27%以下,进一步优选为18%以上、25%以下,特别优选为21%以上、23%以下。

[0040] 所述周向沟槽的截面积指,在安装在标准轮辋上、内压为250kPa并且处于无负荷

的状态下的轮胎中,由连接胎面周向沟槽的端部的直线和沟槽壁构成的面积的合计值。简单地,其可以在如下状态下求出:将以2~4cm的宽度在轮胎径向上切出的部段的胎圈部下压对齐相应的轮辋宽度。

[0041] 胎面部的截面积指,在安装在标准轮辋上、内压为250kPa并且处于无负荷的状态下的轮胎的径向截面中,由连接胎面部的周向沟槽端部的直线和平行于赤道面的2条直线(该直线通过由胎面表面形成的胎面表面轮廓以及带束层中宽度最宽的两端部)分隔的区域中,从带束层起轮胎径向外侧的面积。在使用有机纤维和/或钢帘线的带束补强层被配置在从带束层起轮胎径向外侧时,其指从带束补强层起径向外侧的面积。

[0042] 此外,优选地,胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多条横向沟槽,多条横向沟槽的合计容积是胎面部的体积的2.0%以上、5.0%以下。结果,可以抑制胎面部的移动,由此可以充分抑制胎面部的不均匀磨损,并且可以充分提高耐久性。其更优选为2.2%以上、4.0%以下,进一步优选为2.5%以上、3.5%以下,特别优选为2.7%以上、3.0%以下。

[0043] 上述胎面部的体积指通过在轮胎周向上延长胎面部的面积而求取的体积。简单地,其可以通过将胎面部的面积乘以轮胎外周的长度( $Dt \times \pi$ )而求取。体积包括主沟槽和横向沟槽的容积,并且处于在宽度方向端部中最宽的缓冲层(breaker)端部处。

[0044] 此外,横向沟槽的容积指,在安装在标准轮辋上、内压为250kPa并且处于无负荷状态下的轮胎中,由连接横向沟槽的端部的表面和沟槽壁构成的容积的合计值。简单地,其可以通过下述方法求取:将以2~4cm的宽度在轮胎径向上从轮胎中切出的部段的胎圈部之间下压对齐相应的轮辋宽度的状态下,算出各横向沟槽的容积,然后乘以沟槽的数量。此外,胎面部的体积可以通过下述方法计算:根据所述部段计算胎面部的不包括横向沟槽的部分的面积,将该结果乘以外径,并且求出横向沟槽的容积与该结果之间的差。

[0045] 此外,从通过在胎面部的宽度方向上的沟槽的端部处与路面产生摩擦、抑制胎面部的过度变形以及增加在胎面部中产生的反作用力来提高高速行驶时的操纵稳定性的角度考虑,横向沟槽优选包括沟槽宽度 $G_w$ 与沟槽深度 $G_d$ 的比率( $G_w/G_d$ )为0.50以上、0.80以下的横向沟槽。其更优选为0.53以上、0.77以下,进一步优选为0.55以上、0.75以下,特别优选为0.60以上、0.70以下。

[0046] 上述横向沟槽的沟槽宽度和沟槽深度是,在内压为250kPa并且处于无负荷的状态下的轮胎中,连接横向沟槽的胎面表面端部的直线中,垂直于沟槽方向且最长的直线,以及横向沟槽的最大深度。简单地,其可以根据如下状态来计算:将以2~4cm的宽度在轮胎径向上从轮胎中切出的部段的胎圈部下压对齐相应的轮辋宽度。

#### [0047] 4. 轮胎形状

本公开的轮胎中,在将轮胎安装在标准轮辋上并且内压为250kPa时,特定的外径 $Dt$ (mm)例如优选为515mm以上,更优选为558mm以上,进一步优选为585mm以上,进一步优选为622mm以上,进一步优选为623mm以上,进一步优选为624mm以上,进一步优选为627mm以上,进一步优选为628mm以上,进一步优选为629mm以上,进一步优选为640mm以上,进一步优选为658mm以上,进一步优选为673mm以上。另一方面,虽然上限没有特别限定,但优选小于843mm,更优选小于725mm,进一步优选小于707mm,进一步优选小于685mm。通过将外径 $Dt$ 设定在上述范围内,认为可以在滚动时获得有利的转动惯量,并且在设定转向角时可以容易地产生反作用力。

[0048] 特定的截面宽度 $W_t$  (mm) 例如优选为115mm以上,更优选为130mm以上,进一步优选为150mm以上,进一步优选为155mm以上,进一步优选为170mm以上,进一步优选为175mm以上,进一步优选为183mm以上,进一步优选为184mm以上,进一步优选为185mm以上,进一步优选为193mm以上。另一方面,虽然上限没有特别限定,但优选小于305mm,更优选小于245mm,进一步优选小于210mm,进一步优选小于205mm,进一步优选为201mm以下,进一步优选为200mm以下,进一步优选小于200mm。通过将截面宽度 $W_t$ 设定在上述范围内,可以增加宽度方向上的刚性,并且认为更容易获得良好的高速行驶时的操纵稳定性。

[0049] 特定的截面高度 $H_t$  (mm) 例如优选为37mm以上,更优选为87mm以上,进一步优选为95mm以上。另一方面,其优选小于180mm,更优选小于112mm,进一步优选小于101mm。

[0050] 此外,在本公开中,考虑到行驶时乘坐舒适性的稳定性,  $(D_t - 2 \times H_t)$  优选为450 (mm) 以上,更优选为470 (mm) 以上,进一步优选为480 (mm) 以上。另一方面,考虑到胎面部的变形,其优选小于560 (mm),更优选小于530 (mm),进一步优选小于510 (mm)。

[0051] [3]实施方式

在下文中,将基于实施方式来具体描述本公开。

[0052] 1.带束层用橡胶组合物

(1)配合材料

构成本公开的轮胎的带束层的橡胶组合物可以由如下所述的橡胶成分和其它配合材料获得。

[0053] (a)橡胶成分

在本实施方式中,橡胶成分没有特别限定,可以使用轮胎制造中常用的橡胶(聚合物),例如异戊二烯系橡胶、丁二烯橡胶(BR)、苯乙烯-丁二烯橡胶(SBR)、丁腈橡胶(NBR)等二烯系橡胶、丁基橡胶等丁基系橡胶等。其中,优选异戊二烯系橡胶,并且由于聚异戊二烯的顺式结构接近100%以及拉伸强度优于其它橡胶成分,优选使用NR。需要注意的是,可以根据需要一起使用BR和SBR。

[0054] (a-1)异戊二烯系橡胶

在100质量份的橡胶成分中,异戊二烯系橡胶的含量(合计含量)优选为60质量份以上,更优选为80质量份以上,进一步优选为90质量份以上。

[0055] 异戊二烯系橡胶的示例包括天然橡胶(NR)、异戊二烯橡胶(IR)、改质NR、改性NR和改性IR,但是从强度优异的角度考虑,优选NR。

[0056] 作为NR,例如,可以使用轮胎工业中常用的那些NR,例如SIR20、RSS#3和TSR20。IR没有特别限定,例如,可以使用轮胎工业中常用的那些IR,例如IR2200。改质NR的示例包括脱蛋白天然橡胶(DPNR)和高纯度天然橡胶(UPNR)。改性NR的示例包括环氧化天然橡胶(ENR)、氢化天然橡胶(HNR)和接枝化天然橡胶。改性IR的示例包括环氧化异戊二烯橡胶、氢化异戊二烯橡胶和接枝化异戊二烯橡胶。这些可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0057] (a-2)BR

在本实施方式中,根据需要,在橡胶成分中,可将5质量份以上、25质量份以下的BR与NR一起使用。

[0058] BR的重均分子量例如大于100,000、小于2,000,000。BR的乙烯基键合量(1,2-键合丁二烯单元量)例如大于1质量%、小于30质量%。BR的顺式含量例如大于1质量%、98质



含有环氧基的硅烷化合物,例如1,3-双-(缩水甘油基氧基丙基)-四甲基二硅氧烷、(3-缩水甘油基氧基丙基)-五甲基二硅氧烷等;

含有硫醚基(sulfide group)的硅烷化合物,例如(三甲基甲硅烷基)[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(三乙氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(三丙氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(三丁氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(甲基二甲氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(甲基二乙氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(甲基二丙氧基甲硅烷基)丙基]硫化物、(三甲基甲硅烷基)[3-(甲基二丁氧基甲硅烷基)丙基]硫化物;

N-取代氮丙啶化合物,例如乙烯亚胺、丙烯亚胺;

烷氧基硅烷,例如甲基三乙氧基硅烷、N,N-双(三甲基甲硅烷基)-3-氨基丙基三甲氧基硅烷、N,N-双(三甲基甲硅烷基)-3-氨基丙基三乙氧基硅烷、N,N-双(三甲基甲硅烷基)氨基乙基三甲氧基硅烷、N,N-双(三甲基甲硅烷基)氨基乙基三乙氧基硅烷;

具有氨基和/或取代氨基的(硫代)二苯甲酮化合物,例如4-N,N-二甲基氨基二苯甲酮、4-N,N-二叔丁基氨基二苯甲酮、4-N,N-二苯基氨基二苯甲酮、4,4'-双(二甲基氨基)二苯甲酮、4,4'-双(二乙基氨基)二苯甲酮、4,4'-双(二苯基氨基)二苯甲酮、N,N,N',N'-双-(四乙基氨基)二苯甲酮;

具有氨基和/或取代氨基的苯甲醛化合物,例如4-N,N-二甲基氨基苯甲醛、4-N,N-二苯基氨基苯甲醛、4-N,N-二乙基氨基苯甲醛;

N-取代吡咯烷酮,例如N-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙基-2-吡咯烷酮、N-苯基-2-吡咯烷酮、N-叔丁基-2-吡咯烷酮、N-甲基-5-甲基-2-吡咯烷酮;

N-取代哌啶酮,例如N-甲基-2-哌啶酮、N-乙基-2-哌啶酮、N-苯基-2-哌啶酮;以及

N-取代内酰胺类,例如N-甲基- $\epsilon$ -己内酰胺、N-苯基- $\epsilon$ -己内酰胺、N-甲基- $\omega$ -月桂内酰胺、N-乙基- $\omega$ -月桂内酰胺、N-甲基- $\beta$ -丙内酰胺、N-苯基- $\beta$ -丙内酰胺。除此以外,还可以列举N,N-双-(2,3-环氧丙氧基)-苯胺、4,4-亚甲基-双-(N,N-缩水甘油基苯胺)、三-(2,3-环氧丙基)-1,3,5-三嗪-2,4,6-三酮类、N,N-二乙基乙酰胺、N-甲基马来酰亚胺、N,N-二乙基脲、1,3-二甲基亚乙基脲、1,3-二乙基亚乙基脲、1,3-二乙基-2-咪唑啉酮、1-甲基-3-乙基-2-咪唑啉酮、4-N,N-二甲基氨基苯乙酮、4-N,N-二乙基氨基苯乙酮、1,3-双(二苯基氨基)-2-丙酮、1,7-双(甲基乙基氨基)-4-庚酮等。利用上述化合物(改性剂)的改性可以通过已知的方法实施。

[0066] 作为改性BR,例如,也可以使用锡改性BR。锡改性BR通过用锂引发剂将1,3-丁二烯聚合,然后添加锡化合物来获得。优选末端进一步通过锡-碳键键合的锡改性BR。

[0067] 锂引发剂的示例包括:锂系化合物(例如烷基锂、芳基锂、乙基锂、有机锡锂和有机氮锂化合物)以及锂金属。通过使用锂引发剂作为锡改性BR的引发剂,可以制造具有高乙烯基含量和低顺式含量的锡改性BR。

[0068] 锡化合物的示例包括四氯化锡、丁基三氯化锡、二丁基二氯化锡、二辛基二氯化锡、三丁基氯化锡、三苯基氯化锡、二苯基二丁基锡、三苯基乙氧基锡、二苯基二甲基锡、二甲苯基氯化锡、二苯基二辛酸锡、二乙基二乙基锡、四苄基锡、二丁基二硬脂酸锡、四烯丙基锡和苯乙烯对三丁基锡。

[0069] 锡改性BR中锡原子的含量优选为50ppm以上,更优选为60ppm以上。另一方面,其优选为3000ppm以下,更优选为2500ppm以下,进一步优选为250ppm以下。

[0070] 另外,锡改性BR的分子量分布(Mw/Mn)优选为2以下,更优选为1.5以下。

[0071] 此外,锡改性BR中的乙烯基键合量优选为5质量%以上,更优选为7质量%以上。另一方面,锡改性BR的乙烯基键合量优选为50质量%以下,更优选为20质量%以下。

[0072] 上述S改性BR和锡改性BR可单独使用,或者可组合使用它们中的2种以上。

[0073] 作为BR,例如,可以使用宇部兴产株式会社、JSR株式会社、旭化成株式会社和日本瑞翁株式会社等的产品。

[0074] (a-3) SBR

在本实施方式中,橡胶成分可以任选地包含5~25质量份的SBR连同包含NR,或者可与上述BR组合使用。

[0075] SBR的重均分子量例如大于100,000、小于2,000,000。SBR的苯乙烯含量例如优选大于5质量%,更优选大于10质量%,进一步更优选大于20质量%。另一方面,其优选小于50质量%,更优选小于40质量%,进一步更优选小于35质量%。SBR的乙烯基键合量例如大于5质量%、小于70质量%。SBR的结构鉴定(苯乙烯含量和乙烯基键合量的测定)可以使用例如由日本电子株式会社(JEOL)制造的JNM-ECA系列的装置来进行。

[0076] SBR没有特别限定,例如可以使用乳液聚合的苯乙烯-丁二烯橡胶(E-SBR)、溶液聚合的苯乙烯-丁二烯橡胶(S-SBR)等。SBR可为非改性SBR或改性SBR。这些可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0077] 改性SBR可为具有与填料(例如二氧化硅)相互作用的官能团的任意SBR。其示例包括:SBR的至少一个末端被具有上述官能团的化合物(改性剂)改性的末端改性SBR(在末端具有上述官能团的末端改性SBR)、在主链中具有上述官能团的主链改性SBR以及在主链和末端中具有上述官能团的主链末端改性SBR(例如,在主链中具有上述官能团并且至少一个末端被上述改性剂改性的主链末端改性SBR)、以及被分子中具有2个以上环氧基的多官能化合物改性(偶联)并且向其中引入有羟基或环氧基的末端改性SBR。

[0078] 作为SBR,例如,可以使用由住友化学株式会社、JSR株式会社、旭化成株式会社、日本瑞翁株式会社等制造和销售的SBR。SBR可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0079] (a-4) 其它橡胶成分

此外,作为其它橡胶成分,根据需要,可包括通常用于制造轮胎的橡胶(聚合物),例如丁腈橡胶(NBR)。

[0080] (b) 除橡胶成分以外的配合材料

(b-1) 填料

在本实施方式中,橡胶组合物优选含有填料。填料的特定示例包括炭黑、二氧化硅、石墨、碳酸钙、滑石、氧化铝、粘土、氢氧化铝和云母。其中,可以优选使用炭黑作为补强剂。此外,还优选根据需要使用二氧化硅作为补强剂,在这种情况下,优选将其与硅烷偶联剂一起使用。

[0081] (i) 炭黑

橡胶组合物优选含有炭黑。相对于100质量份的橡胶成分,炭黑的含量例如优选为10质量份以上、100质量份以下,更优选为40质量份以上、70质量份以下,进一步优选为50质

量份以上、60质量份以下。

[0082] 炭黑没有特别限定,其示例包括:炉黑(炉法炭黑),例如SAF、ISAF、HAF、MAF、FEF、SRF、GPF、APF、FF、CF、SCF和ECF;乙炔黑(乙炔炭黑);热裂黑(热裂法炭黑),例如FT和MT;以及槽黑(槽法炭黑),例如EPC、MPC和CC。这些可单独使用1种,并且可并用2种以上。

[0083] 炭黑的氮吸附比表面积( $N_2SA$ )例如大于 $30m^2/g$ 、小于 $250m^2/g$ 。炭黑的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收量例如大于 $50ml/100g$ 、小于 $250ml/100g$ 。炭黑的氮吸附比表面积根据ASTM D4820-93测定,DBP吸收量根据ASTM D2414-93测定。

[0084] 具体的炭黑没有特别限定,其示例包括N134、N110、N220、N234、N219、N339、N330、N326、N351、N550和N762。市售品包括例如旭碳株式会社(Asahi Carbon Co.,Ltd.)、卡博特日本株式会社(Cabot Japan Co.,Ltd.)、东海碳素株式会社(Tokai CarbonCo.,Ltd.)、三菱化学株式会社、狮王株式会社、新日化碳株式会社(Shin Nikka CarbonCo.,Ltd.)、哥伦比亚碳公司(Columbia Carbon Co.,Ltd.)等的产品。这些可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0085] (ii) 二氧化硅

橡胶组合物中,优选地根据需要进一步含有二氧化硅。从获得良好的耐久性能的角度考虑,二氧化硅的BET比表面积优选大于 $140m^2/g$ ,更优选大于 $160m^2/g$ 。另一方面,从获得良好的高速行驶时的低滚动阻力性的角度考虑,其优选小于 $250m^2/g$ ,更优选小于 $220m^2/g$ 。

[0086] 此外,在不与硅烷偶联剂组合使用时,相对于100质量份的橡胶成分,二氧化硅的含量优选为3质量份以上,更优选为5质量份以上。另一方面,其优选为25质量份以下,更优选为15质量份以下。在进行与硅烷偶联剂的组合使用时,其优选为25质量份以上。另一方面,其优选为50质量份以下,更优选为40质量份以下,进一步优选为30质量份以下。上述BET比表面积是根据ASTM D3037-93通过BET法测定的 $N_2SA$ 的值。

[0087] 二氧化硅的示例包括干法二氧化硅(无水二氧化硅)和湿法二氧化硅(含水二氧化硅)。其中,优选湿法二氧化硅,这是因为其具有大量的硅烷醇基。

[0088] 作为二氧化硅,例如,可以使用德固赛(Degussa)公司、罗地亚(Rhodia)公司、东曹硅化工株式会社(Tosoh Silica Co.,Ltd.)、索尔维日本株式会社、株式会社德山等的产品。

[0089] (iii) 硅烷偶联剂

如上所述,在使用二氧化硅时,可以并用硅烷偶联剂。硅烷偶联剂没有特别限定,其示例包括:硫化物系硅烷偶联剂,例如双(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)四硫化物、双(2-三乙氧基甲硅烷基乙基)四硫化物、双(4-三乙氧基甲硅烷基丁基)四硫化物、双(3-三甲氧基甲硅烷基丙基)四硫化物、双(2-三甲氧基甲硅烷基乙基)四硫化物、双(2-三乙氧基甲硅烷基乙基)三硫化物、双(4-三甲氧基甲硅烷基丁基)三硫化物、双(3-三乙氧基甲硅烷基丙基)二硫化物、双(2-三乙氧基甲硅烷基乙基)二硫化物、双(4-三乙氧基甲硅烷基丁基)二硫化物、双(3-三甲氧基甲硅烷基丙基)二硫化物、双(2-三甲氧基甲硅烷基乙基)二硫化物、双(4-三甲氧基甲硅烷基丁基)二硫化物、3-三甲氧基甲硅烷基丙基-N,N-二甲基硫代氨基甲酰基四硫化物、2-三乙氧基甲硅烷基乙基-N,N-二甲基硫代氨基甲酰基四硫化物、3-三乙氧基甲硅烷基丙基甲基丙烯酸酯单硫化物;巯基系硅烷偶联剂,例如3-巯基丙基三甲氧基硅

烷、2-巯基乙基三乙氧基硅烷、Momentive公司制造的NXT、NXT-Z；乙烯基系硅烷偶联剂，例如乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三甲氧基硅烷；氨基系硅烷偶联剂，例如3-氨基丙基三乙氧基硅烷、3-氨基丙基三甲氧基硅烷；环氧丙氧基系硅烷偶联剂，例如 $\gamma$ -环氧丙氧基丙基三乙氧基硅烷、 $\gamma$ -环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷；硝基系硅烷偶联剂，例如3-硝基丙基三甲氧基硅烷、3-硝基丙基三乙氧基硅烷；氯系硅烷偶联剂，例如3-氯丙基三甲氧基硅烷、3-氯丙基三乙氧基硅烷。这些可单独使用，或者可组合使用2种以上。

[0090] 作为硅烷偶联剂，例如，可以使用德固赛 (Degussa) 公司、Momentive公司、信越有机硅 (Shin-etsu Silicone) 株式会社、东京化成工业株式会社、Azumax株式会社、东丽道康宁株式会社等的产品。

[0091] 相对于100质量份的二氧化硅，硅烷偶联剂的含量例如大于3质量份、小于15质量份。

[0092] (iv) 其它填料

除了上述炭黑和二氧化硅以外，橡胶组合物可进一步含有轮胎工业中常用的填料，例如石墨、碳酸钙、滑石、氧化铝、粘土、氢氧化铝和云母。相对于100质量份的橡胶成分，这些的含量例如大于0.1质量份、小于200质量份。

[0093] (b-2) 固化性树脂成分

橡胶组合物优选含有固化性树脂成分，例如改性间苯二酚树脂、改性酚树脂。结果，可以在不显著恶化发热性和断裂伸长率的情况下提高与钢帘线的粘接性，并且可以容易地在橡胶和钢帘线中产生大的反作用力。

[0094] 特定的改性间苯二酚树脂的示例包括由田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol 620 (改性间苯二酚树脂)，改性酚树脂的示例包括由住友电木株式会社制造的PR12686 (腰果油改性酚树脂)。

[0095] 例如，从充分提高复弹性模量并且在变形时获得大的反作用力的角度考虑，相对于100质量份的橡胶成分，固化性树脂成分的含量优选为1质量份以上，更优选为2质量份以上。另一方面，从维持断裂强度的角度考虑，其优选为10质量份以下，更优选为8质量份以下。

[0096] 在使用改性间苯二酚树脂时，优选还含有亚甲基供体作为固化剂。亚甲基供体的示例包括六亚甲基四胺 (HMT)、六甲氧基羟甲基三聚氰胺 (HMMM) 和六羟甲基三聚氰胺五甲醚 (HMMPME)。相对于100质量份的固化性树脂成分，其优选含有例如5质量份以上、约15质量份的量。如果该量过少，则可能无法获得充分的复弹性模量。另一方面，如果该量过多，则橡胶的粘度可能增加，加工性可能恶化。

[0097] 作为特定的亚甲基供体，例如，可以使用由田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol507等。

[0098] (b-3) 树脂成分

从加工性(赋予粘性)的角度考虑，根据需要，橡胶组合物优选含有树脂成分。树脂成分在室温下可为固体或液体。树脂成分的特定示例包括松香系树脂、苯乙烯系树脂、苯并呋喃系树脂、萘烯系树脂、C5树脂、C9树脂、C5C9树脂、丙烯酸系树脂，可以组合使用它们中的2种以上。相对于100质量份的橡胶成分，树脂成分的含量优选大于2质量份、小于45质量份，更优选小于30质量份。

[0099] 松香系树脂是包含通过加工松脂而得到的松香酸作为主要成分的树脂。该松香系树脂(松香类)可以根据改性的有无来进行分类,可以被分类为无改性松香(未改性松香)、松香改性物(松香衍生物)。无改性松香包括妥尔松香(也称为妥尔油松香)、脂松香、木松香、歧化松香、聚合松香、氢化松香以及其它化学方式修饰的松香等。松香改性物是无改性松香的改性物,其示例包括松香酯类、不饱和羧酸改性松香类、不饱和羧酸改性松香酯类、松香的酰胺化合物、松香的胺盐等。

[0100] 苯乙烯系树脂是使用苯乙烯系单体作为构成单体的聚合物,其示例包括通过将苯乙烯系单体作为主要成分(50质量%以上)进行聚合而得到的聚合物。具体地,可以举出通过单独聚合苯乙烯系单体(例如,苯乙烯、邻甲基苯乙烯、间甲基苯乙烯、对甲基苯乙烯、 $\alpha$ -甲基苯乙烯、对甲氧基苯乙烯、对叔丁基苯乙烯、对苯基苯乙烯、邻氯苯乙烯、间氯苯乙烯和对氯苯乙烯)而得到的均聚物、通过共聚2种以上的苯乙烯系单体而得到的共聚物、以及通过共聚苯乙烯系单体以及可以与苯乙烯系单体共聚的其它单体而得到的共聚物。

[0101] 上述其它单体的示例包括:丙烯腈类,例如丙烯腈和甲基丙烯腈;不饱和羧酸类,例如丙烯酸和甲基丙烯酸;不饱和羧酸酯类,例如丙烯酸甲酯和甲基丙烯酸甲酯;二烯类,例如氯丁二烯、丁二烯和异戊二烯;烯炔类,例如1-丁烯和1-戊烯;以及, $\alpha$ 、 $\beta$ -不饱和羧酸及其酸酐,例如马来酸酐。

[0102] 苯并呋喃系树脂中,优选苯并呋喃-茛树脂。苯并呋喃-茛树脂是包含苯并呋喃和茛作为构成树脂的骨架(主链)的单体成分的树脂。除苯并呋喃和茛以外的包含在骨架中的单体成分的示例包括苯乙烯、 $\alpha$ -甲基苯乙烯、甲基茛和乙烯基甲苯。

[0103] 相对于100质量份的橡胶成分,苯并呋喃-茛树脂的含量例如大于1.0质量份、小于50.0质量份。

[0104] 苯并呋喃-茛树脂的羟值(OH值)例如大于15mgKOH/g、小于150mgKOH/g。OH值是,在将1g树脂乙酰化时,中和与羟基结合的乙酸所需的氢氧化钾的量,并且以毫克数表示。OH值是通过电位滴定法(JIS K 0070:1992)测定的值。

[0105] 苯并呋喃-茛树脂的软化点例如大于30℃、小于160℃。软化点是在通过环球式软化点测定装置对JIS K 6220-1:2001中规定的软化点进行测定时球落下时的温度。

[0106] 萜烯系树脂的示例包括:多萜、萜酚、芳香族改性萜烯树脂。多萜是通过将萜烯化合物聚合而得到的树脂以及它们的氢化物。萜烯化合物是由 $(C_5H_8)_n$ 的组成表示的烃以及它们的含氧衍生物,是具有被分类为单萜烯( $C_{10}H_{16}$ )、倍半萜烯( $C_{15}H_{24}$ )、二萜烯( $C_{20}H_{32}$ )等萜烯作为基本骨架的化合物。其示例包括 $\alpha$ -蒎烯、 $\beta$ -蒎烯、双戊烯、柠檬烯、月桂烯、别罗勒烯、罗勒烯、 $\alpha$ -水芹烯、 $\alpha$ -萜品烯、 $\gamma$ -萜品烯、萜品油烯、1,8-桉树脑、1,4-桉树脑、 $\alpha$ -萜品醇、 $\beta$ -萜品醇、 $\gamma$ -萜品醇。

[0107] 多萜的示例包括萜烯树脂,例如由上述萜烯化合物制成的 $\alpha$ -蒎烯树脂、 $\beta$ -蒎烯树脂、柠檬烯树脂、双戊烯树脂和 $\beta$ -蒎烯/柠檬烯树脂,并且还可以举出通过对该萜烯树脂进行氢化处理而得到的氢化萜烯树脂作为示例。萜酚的示例包括:通过将上述萜烯化合物与酚系化合物共聚而得到的树脂、以及对该树脂进行氢化处理而得到的树脂。具体地,可以举出通过将上述萜烯化合物、酚系化合物以及福尔马林缩合而得到的树脂。酚系化合物的示例包括苯酚、双酚A、甲酚、二甲苯酚等。芳香族改性萜烯树脂的示例包括通过用芳香族化合物将萜烯树脂进行改性而得到的树脂、以及通过对该树脂进行氢化处理而得到的树脂。关

于芳香族化合物,只要其是具有芳香环的化合物就没有特别限定,例如,可以举出苯酚化合物,例如苯酚、烷基苯酚、烷氧基苯酚、含有不饱和烃基的苯酚;萘酚化合物,例如萘酚、烷基萘酚、烷氧基萘酚、含有不饱和烃基的萘酚;苯乙烯衍生物,例如苯乙烯、烷基苯乙烯、烷氧基苯乙烯、含有不饱和烃基的苯乙烯;苯并呋喃;茛;等。

[0108] “C5树脂”指通过聚合C5馏分而得到的树脂。C5馏分的示例包括具有4至5个碳原子的石油馏分,相当于环戊二烯、戊烯、戊二烯、异戊二烯等。作为C5系石油树脂,优选使用双环戊二烯树脂(DCPD树脂)。

[0109] “C9树脂”是指通过聚合C9馏分而得到的树脂,并且可被氢化或改性。C9馏分的示例包括具有8至10个碳原子的石油馏分,相当于乙烯基甲苯、烷基苯乙烯、茛、甲基茛等。作为特定示例,优选使用苯并呋喃-茛树脂、苯并呋喃树脂、茛树脂以及芳香族乙烯基系树脂。作为芳香族乙烯基系树脂, $\alpha$ -甲基苯乙烯或苯乙烯的均聚物、或者 $\alpha$ -甲基苯乙烯和苯乙烯的共聚物因为其是经济的、容易加工并且具有优异的发热性而是优选的。 $\alpha$ -甲基苯乙烯和苯乙烯的共聚物是更优选的。作为芳香族乙烯基系树脂,例如可以使用科腾(Kraton)公司、伊士曼化工(Eastman Chemical)公司等市的售品。

[0110] “C5C9树脂”指通过将上述C5馏分和上述C9馏分共聚而得到的树脂(可被氢化或改性)。C5馏分和C9馏分的示例包括上述石油馏分。作为C5C9树脂,例如,可以使用东曹株式会社、LUHUA公司等市的售品。

[0111] 丙烯酸系树脂没有特别限定。例如,可以使用无溶剂型丙烯酸系树脂。

[0112] 作为无溶剂型丙烯酸系树脂,可以举出在尽可能不使用作为辅助原料的聚合引发剂、链转移剂、有机溶剂等的情况下,通过高温连续聚合法(高温连续本体聚合法)(USP4,414,370、JP-A-S59-6207、JP-B-H5-58005、JP-A-H1-313522、USP5,010,166、东亚合成研究年报TREND2000第3号第42-45页等中记载的方法)合成的(甲基)丙烯酸系树脂(聚合物)。需要注意的是,在本公开中,“(甲基)丙烯酸”指甲基丙烯酸以及丙烯酸。

[0113] 构成所述丙烯酸系树脂的单体成分的示例包括(甲基)丙烯酸衍生物,例如(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸酯(烷基酯、芳基酯、芳烷基酯等)、(甲基)丙烯酰胺以及(甲基)丙烯酰胺衍生物。

[0114] 作为构成所述丙烯酸系树脂的单体成分,可以使用芳香族乙烯基单体(例如苯乙烯、 $\alpha$ -甲基苯乙烯、乙烯基甲苯、乙烯基萘、二乙烯基苯、三乙烯基苯、二乙烯基萘等)连同(甲基)丙烯酸和/或(甲基)丙烯酸衍生物。

[0115] 所述丙烯酸系树脂可为仅由(甲基)丙烯酸系成分构成的树脂,或者可为还具有除(甲基)丙烯酸系成分以外的成分作为构成成分的树脂。所述丙烯酸系树脂可具有羟基、羧基、硅烷醇基等。

[0116] 作为树脂成分,例如,可以使用丸善石油化学株式会社、住友电木株式会社、安原化学株式会社、东曹株式会社、Rutgers Chemicals公司、BASF公司、Arizona Chemical公司、日涂化学株式会社、日本触媒株式会社、JX Energy株式会社、荒川化学工业株式会社或田冈化学工业株式会社的产品。

[0117] (b-4)有机酸钴

橡胶组合物优选含有有机酸钴。由于有机酸钴起到将帘线和橡胶交联的作用,因此通过含有该成分可以改善帘线和橡胶之间的粘接性。

[0118] 有机酸钴的示例包括硬脂酸钴、环烷酸钴、新癸酸钴和硼-3新癸酸钴(cobalt boron-3neodecanoate)。

[0119] 作为橡胶组合物中的钴浓度,有机酸钴的含量优选为500ppm以上,更优选为700ppm以上,进一步优选为900ppm以上。另一方面,其优选为1500ppm以下,更优选为1300ppm以下。如果该量过少,则存在不能确保钢帘线的镀层和橡胶之间的充分粘接性的风险。另一方面,如果该量过多,则橡胶的氧化劣化变得显著,存在断裂性能劣化的可能性。

[0120] (b-5)抗硫化返原剂(anti-reversion agent)

根据需要,橡胶组合物优选含有硫化返原抑制剂。这可以抑制硫化返原并且提高耐久性。相对于100质量份的橡胶成分,抗硫化返原剂的含量优选为0.1质量份以上、3质量份以下,更优选为0.2质量份以上、2.5质量份以下,进一步优选为0.3质量份以上、2质量份以下。作为特定的抗硫化返原剂,例如,可以使用由Flexsys公司制造的Perkalink 900(1,3-双(柠康酰亚胺甲基)苯)等。

[0121] (b-6)防老剂

橡胶组合物优选含有防老剂。相对于100质量份的橡胶成分,防老剂的含量例如大于1质量份、小于10质量份。

[0122] 防老剂的示例包括:萘胺系防老剂,例如苯基- $\alpha$ -萘胺;二苯胺系防老剂,例如辛基化二苯胺、4,4'-双( $\alpha$ , $\alpha'$ -二甲基苄基)二苯胺;对苯二胺系防老剂,例如N-异丙基-N'-苯基-对苯二胺、N-(1,3-二甲基丁基)-N'-苯基-对苯二胺、N,N'-二-2-萘基-对苯二胺;喹啉系防老剂,例如2,2,4-三甲基-1,2-二氢喹啉的聚合物;单酚系防老剂,例如2,6-二叔丁基-4-甲基苯酚、苯乙烯化苯酚;双酚、三酚、多酚系防老剂,例如四-[亚甲基-3-(3',5'-二叔丁基-4'-羟基苯基)丙酸酯]甲烷。这些可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0123] 作为防老剂,例如,可以使用精工化学株式会社、住友化学株式会社、大内新兴化学工业株式会社、Flexsys公司等的产品。

[0124] (b-7)硬脂酸

橡胶组合物可含有硬脂酸。相对于100质量份的橡胶成分,硬脂酸的含量例如大于0.5质量份、小于10.0质量份。作为硬脂酸,可以使用以往已知的硬脂酸,例如,可以使用日油株式会社、NOF公司、花王株式会社、富士胶片和光纯药株式会社、千叶脂肪酸株式会社等的产品。

[0125] (b-8)氧化锌

橡胶组合物可含有氧化锌。相对于100质量份的橡胶成分,氧化锌的含量例如大于0.5质量份、小于15质量份。可以使用以往已知的氧化锌。例如,可以使用三井金属矿业株式会社、东邦锌业株式会社(Toho Zinc Co.,Ltd.)、白水科技(Hakusui Tech)株式会社、正同化学工业株式会社、堺化学工业株式会社等的产品。

[0126] (b-9)交联剂和硫化促进剂

橡胶组合物优选含有交联剂(例如硫)。相对于100质量份的橡胶成分,交联剂的含量例如大于0.1质量份、小于10.0质量份。

[0127] 硫的示例包括:橡胶工业中常用的粉末硫、沉淀硫、胶体硫、不溶性硫、高分散性硫和可溶性硫。这些可单独使用,或者可组合使用2种以上。

[0128] 作为硫,例如,可以使用鹤见化学工业株式会社、轻井泽硫黄株式会社、四国化成

工业株式会社、Flexsys公司、日本乾溜工业株式会社、细井化学工业株式会社等的产品。

[0129] 除硫以外的交联剂的示例包括：含有硫原子的硫化剂，例如田冈化学工业株式会社制造的Tackirol V200、Flexsys公司制造的Duralink HTS (1,6-六亚甲基-二硫代硫酸钠·二水合物)、Lanxess公司制造的KA9188 (1,6-双(N,N'-二苄基硫代氨基甲酰基二硫代)己烷)；以及，有机过氧化物，例如过氧化二异丙苯。

[0130] 橡胶组合物优选含有硫化促进剂。相对于100质量份的橡胶成分，硫化促进剂的含量例如大于0.3质量份、小于10.0质量份。

[0131] 硫化促进剂的示例包括：噻唑系硫化促进剂，例如2-巯基苯并噻唑、二-2-苯并噻唑基二硫化物、N-环己基-2-苯并噻唑次磺酰胺；秋兰姆系硫化促进剂，例如四甲基秋兰姆二硫化物(TMTD)、四苄基秋兰姆二硫化物(TBzTD)、四(2-乙基己基)秋兰姆二硫化物(TOT-N)；次磺酰胺系硫化促进剂，例如N-环己基-2-苯并噻唑次磺酰胺、N-叔丁基-2-苯并噻唑基次磺酰胺、N-氧联亚乙基-2-苯并噻唑次磺酰胺、N-氧联亚乙基-2-苯并噻唑次磺酰胺、N,N'-二异丙基-2-苯并噻唑次磺酰胺；以及，胍系硫化促进剂，例如二苄基胍、二邻甲苯基胍、邻甲苯基双胍。这些可单独使用，或者可组合使用2种以上。

[0132] (b-10) 其它

除上述成分以外，橡胶组合物可进一步含有轮胎工业中常用的添加剂，例如脂肪酸金属盐、羧酸金属盐、有机过氧化物等。相对于100质量份的橡胶成分，这些添加剂的含量例如大于0.1质量份、小于200质量份。

[0133] (2) 橡胶组合物的制作

橡胶组合物通过常规方法制作，例如，通过包括以下步骤的制造方法制作：将橡胶成分与填料(例如炭黑)进行混炼的基础混炼步骤，以及将上述基础混炼步骤中得到的混炼物与交联剂进行混炼的最终混炼步骤。

[0134] 混炼可以使用已知的(密闭式)混炼机(例如班伯里密炼机、捏合机、开炼机(open roll))进行。

[0135] 基础混炼步骤的混炼温度例如高于50℃、低于200℃，混炼时间例如大于30秒、小于30分钟。在基础混炼步骤中，除上述成分以外，还可根据需要适当添加橡胶工业中常用的配合剂(例如软化剂(包括油)、硬脂酸、氧化锌、防老剂、蜡、硫化促进剂等)进行混炼。

[0136] 在最终混炼步骤中，将基础混炼步骤中得到的混炼物与交联剂进行混炼。最终混炼步骤中的混炼温度例如高于室温、低于80℃，混炼时间例如大于1分钟、小于15分钟。在最终混炼步骤中，除上述成分以外，还可根据需要适当添加硫化促进剂、氧化锌等进行混炼。

[0137] 2. 带束部件的制造

带束部件可以通过下述方法制造：在以预定间隔(50根/5cm以上)平行排列的补强帘线(单丝帘线，例如钢帘线)的两面上贴胶所获得的橡胶组合物。

[0138] 3. 轮胎的制造

本公开的轮胎可以通过下述方法制造：在轮胎成型机上，通过常规方法将上述获得的带束部件与其它轮胎部件一起进行成形，制成未硫化轮胎。

[0139] 具体地，在成形转鼓上，将作为用于确保轮胎的气密性的部件的内衬层、作为用于承受轮胎所受到的负荷、冲击、填充空气压的部件的胎体、作为用于强力紧固胎体以提高胎面刚性的部件的带束部件等卷绕，然后，将胎体的两端固定于两侧边缘部，并且配置作为用

于将轮胎固定于轮辋的部件的胎圈部,成形为环状,随后,将胎面贴合于外周的中央部、将胎侧壁贴合于径向外侧,形成胎侧部;进而制作未硫化轮胎。

[0140] 在本实施方式中,如上所述,从提高对于行驶时的胎面的约束力、促进抑制外径生长的角度考虑,带束层优选地设置有至少2层。此时,胎面部中的带束层之间的平均距离D (mm) 优选为0.6mm以下。此外,优选地,由胎面部中的带束层在轮胎周向上形成的角度为65°以下。

[0141] 钢帘线的角度是在轮胎未填充有空气时相对于轮胎周向的钢帘线的角度,其可以通过从轮胎的径向外侧剥离胎面部来确认。

[0142] 然后,在硫化机中对制得的未硫化轮胎进行加热加压以获得轮胎。硫化步骤可以通过采用已知的硫化手段来实施。硫化温度例如高于120°C、低于200°C,硫化时间例如大于5分钟、小于15分钟。

[0143] 此时,在将轮胎安装在标准轮辋上并且具有250kPa的内压时,将所述轮胎成形为满足上述(式1)的形状。

[0144] 可以满足以上(式1)的特定轮胎的示例包括具有例如以下尺寸标记的轮胎:145/60R18、145/60R19、155/55R18、155/55R19、155/70R17、155/70R19、165/55R20、

165/55R21、165/60R19、165/65R19、165/70R18、175/55R19、175/55R20、175/55R22、175/60R18、185/55R19、185/60R20、195/50R20、195/55R20。

[0145] 本实施方式的轮胎可以用作被分类为乘用车用轮胎、货车和客车用轮胎、两轮车用轮胎等的各种类型的轮胎。然而,在满足(式1)的轮胎中,优选将其应用于乘用车用轮胎,即,安装于四轮行驶的车辆上且最大负荷能力为1000kg以下的轮胎。通过满足(式1),轮胎可以对解决本公开的问题(即,提供足以实现低滚动阻力和操纵稳定性的充气轮胎)做出更有利的贡献。

[0146] 上述最大负荷能力是,比在包括轮胎所基于的标准在内的标准体系中针对各轮胎所规定的最大负荷能力(例如,基于由JATMA标准(日本机动车轮胎协会标准)规定的负荷指数(LI:Load Index)的最大负荷能力)小约50~100kg的值。具体地,基于在将轮胎安装在标准轮辋上、将内压设定为250kPa且未施加负荷时的轮胎截面宽度Wt (mm)、轮胎截面高度Ht (mm) 和轮胎外径Dt (mm),使用下述2个式子算出。

$$V(\text{mm}^3) = \{(Dt/2)^2 - (Dt/2 - Ht)^2\} \times \pi \times Wt$$

$$WL(\text{kg}) = 0.000011 \times V + 175$$

需要注意的是,V为轮胎所占的空间的体积(虚拟体积),(Dt/2-Ht)为轮辋直径(mm)。

[0147] 上述最大负荷能力只要为1000kg以下就没有特别限定,但是通常随着最大负荷能力增加,轮胎重量易于增加,相应地,轮胎的发热性易于增加,因此,其优选为900kg以下,更优选为800kg以下,进一步优选为700kg以下。

[0148] 此外,从降低轮胎的发热性的角度考虑,轮胎重量优选为20kg以下,更优选为15kg以下,进一步优选为12kg以下、10kg以下、或者8kg以下。本文中使用的术语“轮胎重量”指整个轮胎的重量,在轮胎内腔面配置有密封材料(sealant)、海绵、立体网状结构体、电子元件等的情况下,则是包括这些在内的重量。另外,所述轮胎重量可以通过构成轮胎的各部件的厚度和宽度、橡胶组合物的比重、带束补强层中排列的钢帘线根数、胎圈线材(bead wire)

的结构等进行适当调节。

[实施例]

[0149] 以下,将通过实施例对本公开进行更具体地描述。

[0150] 1. 带束用橡胶组合物的制造

首先,制备带束用橡胶组合物。

[0151] (1) 配合材料

首先,准备如下所示的各配合材料。

[0152] (a) 橡胶成分

NR:RSS3

[0153] (b) 除橡胶成分以外的配合材料

(b-1) 炭黑-1:卡博特日本株式会社制造的Show Black N326 ( $N_2SA:78m^2/g$ )

(b-2) 炭黑-2:卡博特日本株式会社制造的Show Black N550 ( $N_2SA:42m^2/g$ )

(b-3) 固化性树脂成分-1:住友电木株式会社制造的PR12686(腰果油改性酚树脂)

(b-4) 固化性树脂成分-2:田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol 620(改性间苯二酚树脂)

(b-5) 固化剂:田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol 507(亚甲基供体)

(b-6) 有机酸钴:DIC株式会社制造的DICNATE NBC-2

(新癸酸硼钴(Boron cobalt neodecanoate),钴含量:22.5质量%)

(b-7) 氧化锌:三井金属矿业株式会社制造的氧化锌1号

(b-8) 防老剂-1:大内新兴化学工业株式会社制造的Nocrac 6C

(N-苯基-N'-(1,3-二甲基丁基)-对苯二胺)

(b-9) 防老剂-2:川口化学工业株式会社制造的Antage RD

(2,2,4-三甲基-1,2-二氢喹啉)

(b-10) 硬脂酸:NOF公司制造的硬脂酸“椿(Tsubaki)”

(b-11) 交联剂、硫化促进剂、交联助剂

硫:鹤见化学工业株式会社制造的粉末硫

硫化促进剂:大内新兴化学工业株式会社制造的NOCCELER DZ

(N,N-二环己基-2-苯并噻唑基次磺酰胺)

交联助剂:Flexsys公司制造的Duralink HTS

[0154] (2) 橡胶组合物的制造

根据表1至表4所示的各配方内容,使用班伯里密炼机,在150℃下将除固化剂、硫和硫化促进剂以外的材料混炼5分钟,获得混炼物。各配合量为质量份。

[0155] 接着,将固化剂、硫和硫化促进剂添加到所获得的混炼物中,使用开炼机在80℃下将混合物混炼5分钟,获得带束用橡胶组合物。

[0156] 2. 轮胎的制造

首先,将具有表1至表4中所示的构造和外径的钢帘线按照表1至表4中所示的密度(根/5cm)排列,然后,在两侧涂覆先前获得的带束用橡胶组合物以制备带束部件。此时,在顶部和底部贴胶相同量的橡胶,以使得钢帘线排列在带束部件的厚度方向的中央;适当调整厚度,以使得在硫化后的轮胎中1对带束层内的钢帘线之间具有表1至表4中所示的平均

距离D(mm)。

[0157] 然后,与其它轮胎部件一起,将2层贴合在一起,以使得带束部件中的钢帘线以表1至表4中所示的角度彼此交叉,形成未硫化轮胎。在170℃下进行加压硫化10分钟以产生具有表1至表4中所示的尺寸和重量的各试验轮胎(实施例1至实施例12和比较例1至比较例10)。

[0158] 在各试验轮胎中,上述( $L_{80}/L_0$ )为0.5,周向沟槽的合计截面积为胎面部的截面积的22%,横向沟槽的合计容积(包括沟槽宽度/沟槽深度为0.65的横向沟槽)为胎面体积的3.5%。

### [0159] 3. 参数的计算

然后,求取各试验轮胎的外径Dt(mm)和截面宽度Wt(mm)。同时,从各试验轮胎的带束层之间切出橡胶组合物,以制备长度为40mm、宽度为4mm的粘弹性测定用橡胶试验片。使用GABO公司制造的Eplexor系列,在70℃、频率10Hz、初始应变5%、动态应变1%的条件下,测定 $\tan\delta$ 和E\*。结果如表1至表4所示。对于使用相同橡胶组合物的那些,从各规格中测定橡胶组合物的粘弹性,求取平均值,显示结果。

[0160] 然后,计算 $(Dt^2 \times \pi/4)/Wt$ 、 $[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000$ 和 $[(\tan\delta/E^*) \times D] \times 1000$ 。结果如表1至表4所示。

### [0161] 4. 性能评价试验

#### (1) 低滚动阻力性的评价

将各试验轮胎安装在车辆(日本国产FF车辆,排量2000cc)的所有车轮上,填充空气以使得内压变为250kPa,然后,在干燥路面的测试路线上以80km/h的速度行驶。绕圈10km后,松开加速器,测量从加速器关闭时起直到车辆停止为止的距离。

[0162] 然后,将比较例10中的结果设定为100,基于下式将结果进行指数化,相对地评价低滚动阻力性。数值越大,则稳态下从加速器关闭时起直到车辆停止为止的距离越长,滚动阻力越小,显示出优异的低滚动阻力性和优异的燃料效率。

低滚动阻力性 =

$$[(\text{试验轮胎的结果}) / (\text{比较例10的结果})] \times 100$$

#### [0163] (2) 操纵稳定性的评价

将各试验轮胎安装在车辆(日本国产FF车辆,排量2000cc)的所有车轮上,填充空气以使得内压变为250kPa,然后,在干燥路面的测试路线上以40km/h和120km/h行驶。由行驶速度变化引起的操纵性的变化由驾驶员按照从1(感觉到巨大的变化)至5(几乎没有感觉到变化)的5分制进行感官评价。然后,计算20名驾驶员的评价的总分。

[0164] 然后,将比较例10中的结果作为100,基于下式进行指数化以评价操纵稳定性。数值越大,表示操纵稳定性越好。

操纵稳定性 =

$$[(\text{试验轮胎的结果}) / (\text{比较例10的结果})] \times 100$$

#### [0165] (3) 综合评价

对上述(1)和(2)的评价结果进行合计,得到综合评价。

#### [0166] (4) 评价结果

各评价结果如表1至表4所示。

[0167] [表1]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
尺寸	195/50R17	195/50R17	195/50R17	195/50R17	195/50R17	185/45R18
重量 (kg)	6.7	6.7	6.6	6.7	6.6	6.2
配方						
NR	100	100	100	100	100	100
炭黑-1	55	55	55	55	55	55
交联助剂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
固化性树脂成分-1	3	3	3	3	3	3
有机酸钴	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
氧化锌	10	10	10	10	10	10
防老剂-1	1	1	1	1	1	1
防老剂-2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
硬脂酸	1	1	1	1	1	1
硫	7	7	7	7	7	7
固化剂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硫化促进剂	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
帘线						
构造	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
外径 (mm)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
密度 e (根/5cm)	55	55	55	55	55	55
带束层						
平均距离 D (mm)	0.7	0.7	0.7	0.45	0.22	0.45
角度 (°)	100	60	46	46	46	46
参数						
tanδ	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
E* (MPa)	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
tanδ/E*	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Dt (mm)	628	629	627	629	628	623
Wt (mm)	201	201	200	200	200	183
$(Dt^2 \times \pi / 4) / Wt$	1541	1546	1544	1554	1549	1666
$[(\tan\delta / E^*) / e] \times 1000$	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
$(\tan\delta / E^*) \times D \times 1000$	9.7	9.7	9.7	6.2	3.0	6.2
评价结果						
低滚动阻力性	105	112	118	120	123	125
操纵稳定性	108	105	103	108	113	113
综合评价	213	217	221	228	236	238

[0168] [表2]

	实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12
尺寸	185/45R18	185/45R18	185/45R18	185/45R18	175/40R19	155/50R19
重量 (kg)	6.4	6.6	6.4	6.3	6.2	5.9
配方						
NR	100	100	100	100	100	100
炭黑-1	55	55	55			
炭黑-2				55	55	55
交联助剂	0.5	0.5	1.2	1.2	1.2	1.2
固化性树脂成分-1	3	3				
固化性树脂成分-2			5	5	5	5
有机酸钴	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
氧化锌	10	10	10	11	11	11
防老剂-1	1	1	1	1	1	1
防老剂-2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
硬脂酸	1	1	1	1	1	1
硫	7	7	7	7	7	7
固化剂	1.5	1.5	3.0	3.0	3.0	3.0
硫化促进剂	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
帘线						
构造	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
外径 (mm)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
密度 e (根/5cm)	75	90	75	75	75	75
带束层						
平均距离 D (mm)	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
角度 (°)	46	46	46	46	46	46
参数						
tanδ	0.13	0.13	0.10	0.08	0.08	0.08
E* (MPa)	9.4	9.4	10.5	8.7	8.7	8.7
tanδ/E*	0.014	0.014	0.010	0.009	0.009	0.009
Dt (mm)	624	624	623	622	624	640
Wt (mm)	184	183	183	183	175	155
(Dt <sup>2</sup> ×π/4) /Wt	1662	1671	1666	1660	1748	2075
[ (tanδ/E*) /e]×1000	0.18	0.15	0.13	0.12	0.12	0.12
(tanδ/E*) ×D×1000	6.2	6.2	4.3	4.1	4.1	4.1
评价结果						
低滚动阻力性	130	133	135	138	140	145
操纵稳定性	117	122	125	130	135	140
综合评价	247	255	260	268	275	285

[0169] [表3]

	比较例					
	1	2	3	4	5	6
尺寸	205/55R16	195/50R17	205/55R16	205/55R16	195/50R17	205/55R16
重量 (kg)	7.2	6.8	7.1	7.2	6.8	7.2
配方						
NR	100	100	100	100	100	100
炭黑-1	55	55	55	55	55	55
交联助剂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
固化性树脂成分-1	3	3	3	3	3	3
有机酸钴	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
氧化锌	10	10	10	10	10	10
防老剂-1	1	1	1	1	1	1
防老剂-2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
硬脂酸	1	1	1	1	1	1
硫	7	7	7	7	7	7
固化剂	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
硫化促进剂	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
帘线						
构造	1×2	1×2	1×2	1×1	1×1	1×1
外径 (mm)	0.59	0.59	0.59	0.59	0.3	0.3
密度 e (根/5cm)	42	42	55	42	42	55
带束层						
平均距离 D (mm)	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
角度 (°)	100	100	100	100	100	100
参数						
$\tan\delta$	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
$E^*$ (MPa)	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
$\tan\delta/E^*$	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Dt (mm)	631	627	630	631	628	630
Wt (mm)	212	201	213	213	202	213
$(Dt^2 \times \pi/4) / Wt$	1475	1536	1463	1468	1533	1463
$[(\tan\delta/E^*) / e] \times 1000$	0.33	0.33	0.25	0.33	0.33	0.25
$(\tan\delta/E^*) \times D \times 1000$	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7	9.7
评价结果						
低滚动阻力性	80	83	85	86	88	92
操纵稳定性	80	83	82	85	86	85
综合评价	160	166	167	171	174	177

[0170] [表4]

	比较例			
	7	8	9	10
尺寸	205/55R16	205/55R16	205/55R16	205/55R16
重量 (kg)	7.3	7.1	7.2	7.3
配方				
NR	100	100	100	100
炭黑-1	55	55		
炭黑-2			55	55
交联助剂	0.5	0.5	1.2	1.2
固化性树脂成分-1	3	3		
固化性树脂成分-2			5	5
有机酸钴	1.5	1.5	1.5	1.5
氧化锌	10	10	11	11
防老剂-1	1	1	1	1
防老剂-2	0.5	0.5	0.5	0.5
硬脂酸	1	1	1	1
硫	7	7	7	7
固化剂	1.5	1.5	3.0	3.0
硫化促进剂	1.2	1.2	1.2	1.2
帘线				
构造	1×1	1×1	1×1	1×1
外径 (mm)	0.3	0.3	0.3	0.3
密度 e (根/5cm)	55	55	55	75
带束层				
平均距离 D (mm)	0.45	0.45	0.45	0.45
角度 (°)	100.0	60.0	60.0	60.0
参数				
tanδ	0.13	0.13	0.08	0.08
E* (MPa)	6.5	6.5	8.7	8.7
tanδ/E*	0.020	0.020	0.009	0.009
Dt (mm)	631	630	630	631
Wt (mm)	214	213	214	214
$(Dt^2 \times \pi / 4) / Wt$	1461	1463	1457	1461
$[(\tan\delta / E^*) / e] \times 1000$	0.36	0.36	0.17	0.12
$(\tan\delta / E^*) \times D \times 1000$	9.0	9.0	4.1	4.1
评价结果				
低滚动阻力性	92	95	98	100
操纵稳定性	87	85	90	100
综合评价	179	180	188	200

[0171] 根据表1至表4中所示的结果可知,在轮胎具有带束层(其中,橡胶组合物涂覆在以50根/5cm以上排列的单丝帘线上)并且满足(式1)时,可以提供令人满意地实现低滚动阻力性和操纵稳定性的充气轮胎。

[0172] 此外还可知,通过(式2)至(式6)的控制和通过适当控制帘线的外径,可以提供进一步实现低滚动阻力和操纵稳定性的充气轮胎。

[0173] 虽然以上基于实施方式对本公开进行了描述,但是本公开不限于上述实施方式。可以在与本公开相同和等同的范围内对上述实施方式进行各种变型。

[0174] 本公开(1)是:

一种充气轮胎,所述充气轮胎具有胎面部和带束层,其中,

所述带束层中的补强帘线由单丝帘线构成,所述单丝帘线在带束层的轮胎径向截面中、在轮胎宽度方向上以50根/5cm以上排列;以及

安装在标准轮辋上且内压为250kPa时的轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)和外径 $D_t$ (mm)满足以下(式1)。

$$1500 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式1)}$$

[0175] 本公开(2)是根据本公开(1)所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式2)。

$$1600 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式2)}$$

[0176] 本公开(3)是根据本公开(2)所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式3)。

$$1700 \leq (D_t^2 \times \pi / 4) / W_t \text{ (式3)}$$

[0177] 本公开(4)是根据本公开(1)~(3)中任意组合的充气轮胎,其中,由单丝制成的帘线的外径为0.1mm以上、0.5mm以下。

[0178] 本公开(5)是根据本公开(1)~(4)中任意组合的充气轮胎,其中,轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数 $e$ (根/5cm)为75根/5cm以上。

[0179] 本公开(6)是根据本公开(1)~(5)中任意组合的充气轮胎,其中,

在所述带束层中,

所述补强帘线涂覆有橡胶组合物,

在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变:±1%、频率:10Hz以及变形模式:伸长的条件下测定的所述橡胶组合物的复弹性模量 $E^*$ (MPa)、

在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变:±1%、频率:10Hz以及变形模式:拉伸的条件下测定的所述橡胶组合物的损耗角正切( $\tan\delta$ )、以及

所述胎面部中在轮胎宽度方向上每5cm的补强帘线的排列根数 $e$ (根)满足以下(式4)。

$$[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.2 \text{ (式4)}$$

[0180] 本公开(7)是根据本公开(6)所述的充气轮胎,其中,所述充气轮胎满足以下(式5)。

$$[(\tan\delta/E^*)/e] \times 1000 \leq 0.12 \text{ (式5)}$$

[0181] 本公开(8)是根据本公开(6)或(7)所述的充气轮胎,其中,  $(\tan\delta/E^*)$  为0.002以上、0.017以下。

[0182] 本公开(9)是根据本公开(1)~(8)中任意组合的充气轮胎,其中,设置有至少2层带束层,在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组带束层中,胎面部中的各带束层内的帘线之间的平均距离 $D$ (mm)为0.6mm以下。

[0183] 本公开(10)是根据本公开(1)~(9)中任意组合的充气轮胎,其中,设置有至少2层带束层;在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中,胎面部中各带束层内的帘线在轮胎周向上所形成的角度为 $65^{\circ}$ 以下。

[0184] 本公开(11)是根据本公开(1)~(10)中任意组合的充气轮胎,其中,设置有至少2层带束层;

在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中,

在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:伸长的条件下测定的包覆补强帘线的橡胶组合物的复弹性模量 $E^*$ (MPa)、

在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变: $\pm 1\%$ 、频率:10Hz以及变形模式:拉伸的条件下测定的包覆补强帘线的橡胶组合物的损耗角正切( $\tan\delta$ )、以及

所述胎面部中各带束层内的帘线之间的平均距离 $D$ (mm)满足以下(式6)。

$$(\tan\delta/E^*) \times D \times 1000 \leq 8.0 \text{ (式6)}$$

[0185] 本公开(12)是根据本公开(1)~(11)中任意组合的充气轮胎,其中,在带束层中,相对于100质量份的橡胶成分,所述包覆补强帘线的橡胶组合物含有60质量份以下的炭黑。

[0186] 本公开(13)是根据本公开(1)~(12)中任意组合的充气轮胎,其中,所述胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的周向沟槽,周向沟槽在最大深度的80%的深度处的沟槽宽度 $L_{80}$ 与周向沟槽在胎面部的接地面上的沟槽宽度 $L_0$ 的比率( $L_{80}/L_0$ )为0.2以上、0.7以下。

[0187] 本公开(14)是根据本公开(1)~(13)中任意组合的充气轮胎,其中,所述胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的多条周向沟槽,所述多条周向沟槽的合计截面积为所述胎面部的截面积的10%以上、30%以下。

[0188] 本公开(15)是根据本公开(1)~(14)中任意组合的充气轮胎,其中,所述胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多条横向沟槽,所述多条横向沟槽的合计容积为所述胎面部的体积的2.0%以上、5.0%以下。

[0189] 本公开(16)是根据本公开(1)~(15)中任意组合的充气轮胎,其中,所述胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多条横向沟槽,所述多条横向沟槽包括沟槽宽度 $G_w$ 与沟槽深度 $G_d$ 的比率( $G_w/G_d$ )为0.50以上、0.80以下的横向沟槽。

[0190] 本公开(17)是根据本公开(1)~(16)中任意组合的充气轮胎,其中,轮胎的截面宽度 $W_t$ (mm)小于200mm。

[0191] 本公开(18)是根据本公开(1)~(17)中任意组合的充气轮胎,其中,在轮胎的外径为 $D_t$ (mm)、截面高度为 $H_t$ (mm)时,  $(D_t - 2 \times H_t)$ 为450(mm)以上、小于560(mm)。

[0192] 本公开(19)是根据本公开(1)~(18)中任意组合的充气轮胎,其中,所述充气轮胎为乘用车用轮胎。