(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 116635249 A
(43)申请公布日 2023.08.22

(21)申请号 202180087179.7
(22)申请日 2021.10.19
(30)优先权数据
2020-218139 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/JP2021/038521 2021.10.19
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/145112 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 3/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书21页

(54)发明名称

充气轮胎

(57)摘要

本发明提供一种高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎。该充气轮胎包括胎侧部和带束层，带束层中使用单丝帘线作为补强帘线，带束层的轮胎径向截面中轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)和将轮胎安装在标准轮辋上并将内压设定为250kPa时的轮胎截面宽度Wt(mm)满足以下(式1)和(式2)：e/(139.5-0.3Wt)>1・・・・・(式1)；e/(191.5-0.3Wt)<1・・・・・(式2)。

CN 116635249 A

1.一种充气轮胎,具有胎侧部和带束层,其特征在于,

带束层使用单丝帘线作为补强帘线,

带束层的轮胎径向截面中,轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e即帘线根数/5cm和轮胎安装在标准轮辋上、内压为250kPa时的以mm计的轮胎截面宽度Wt满足以下(式1)和(式2):

e/(139.5-0.3Wt)>1・・・・・ (式1)

e/(191.5-0.3Wt)<1・・・・・(式2)。

2.根据权利要求1所述的充气轮胎,其特征在于,轮胎截面宽度Wt为125mm以上、300mm以下。

3.根据权利要求1或2所述的充气轮胎,其特征在于,轮胎截面宽度Wt为215mm以上,且满足以下(式3):

e/(110.84-0.1667Wt)>1・・・・・(式3)。

4.根据权利要求1～3中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,单丝帘线的帘线外径为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,其特征在于,轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e即帘线根数/5cm大于80根帘线/5cm。

6.根据权利要求1～5中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,胎侧部中的胎侧壁橡胶组合物在温度: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以MPa计的复弹性模量E*和以mm计的胎侧部高度T满足以下(式4):

(E*/T)×100≦3.0・・・・・(式4)。

7.根据权利要求1～6中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,带束层的补强帘线与平行于轮胎周向的直线形成的角度为10°以上、35°以下。

8.根据权利要求1～7中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,所述充气轮胎设置有至少2层带束层,以及在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组以0.5mm以下的间距配置。

9.根据权利要求1～8中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,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%深度处的沟槽宽度L_{80}相对于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0.3以上、0.7以下。

10.根据权利要求1～9中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的多个周向沟槽,所述多个周向沟槽的合计截面积是胎面部截面积的10%以上、30%以下。

11.根据权利要求1～10中任一项所述的充气轮胎,其特征在于,胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多个横向沟槽,所述多个横向沟槽的合计容积是胎面部体积的2.0%以上、5.0%以下。

充气轮胎

技术领域

[0001] 本发明涉及一种充气轮胎,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,对机动车燃料效率的要求及对安装在机动车中的充气轮胎(以下,简称为“轮胎”)的燃料效率的改进的要求日益增加。

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

[0004] 为此,以往已提出有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的方案(例如,专利文献1～4)。

[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,高速下行驶长距离的机会急剧增加。在这种状况下,通过上述已有技术制造的轮胎难以在在高速行驶时具有的充分耐久性,需要进一步改进。

[0007] 因此,本发明的目的是提供一种高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎。

[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深入研究后发现,通过以下记载的发明可以解决上述问题,从而完成了本发明。

[0009] 本发明是:

一种充气轮胎,其具有胎侧部和带束层,其中,

带束层使用单丝帘线作为补强帘线,以及

带束层的轮胎径向截面中的轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)和在将轮胎安装在标准轮辋上且将内压设定为250kPa时的轮胎截面宽度Wt(mm)满足以下(式1)和(式2)。

$e/(139.5 - 0.3Wt) > 1$ ····· (式1)

$e/(191.5 - 0.3Wt) < 1$ ····· (式2)

发明的效果

[0010] 根据本发明,可以提供一种高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎。

具体实施方式

[0011] [1]本发明的轮胎的特征

首先,对本发明的轮胎的特征进行说明。

[0012] 1.概述

本发明的轮胎是一种充气轮胎,其具有胎侧部和带束层,带束层使用单丝帘线作为补强帘线。然后,带束层的轮胎径向截面中的轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数(以下,也称为“密度(ends)”)e(帘线根数/5cm)和将轮胎安装在标准轮辋上且将内压设定为250kPa时的轮胎截面宽度Wt(mm)满足:e/(139.5-0.3Wt)>1(式1),以及e/(191.5-0.3Wt)<1(式2)。

[0013] 通过具有这样的特征,如后所述,可以提供一种高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎。

[0014] 在以上记载中,轮胎截面宽度Wt是指,将轮胎安装在标准轮辋上,将内压设定为250kPa,且没有施加负荷时,从包括轮胎侧面上的所有图案、字符等的胎侧壁之间的直线距离(轮胎的总宽度)中减去轮胎侧面上的所有图案、字符等而得到的宽度。

[0015] 此处,上述“标准轮辋”是指,包括轮胎所基于的标准在内的标准体系中,就各轮胎所规定的轮辋。例如,就上述JATMA而言,是指“JATMA年鉴(JATMA YEAR BOOK)”中记载的适用尺寸中的标准轮辋,就ETRTO(欧洲轮胎轮辋技术组织(The European Tire and Rim Technical Organization))而言,则是指“标准手册(STANDARDS MANUAL)”中记载的“Measuring Rim(测试轮辋)”,就TRA(轮胎与轮辋协会(The Tire and Rim Association, Inc.))而言,则是指“年鉴(YEAR BOOK)”中记载的“Design Rim(设计轮辋)”。就规格中未有规定的轮胎而言,其是指能够进行轮辋组装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、然后轮辋宽度最窄的轮辋。

[0016] 此外,轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数(密度(ends))e(帘线根数/5cm)可以通过测定轮胎截面中的赤道面的±2.5～5.0cm范围内的单丝帘线根数并换算为每5cm的帘线根数来表示。具体的排列根数e(帘线根数/5cm)优选为55根/5cm以上,更优选为65根/5cm以上,进一步优选为68根/5cm以上,特别优选为75根/5cm以上,尤其优选大于80根帘线/5cm。另一方面,其优选小于150根/5cm,更优选为110根/5cm以下,进一步优选95根/5cm以下,特别优选85根/5cm以下。

[0017] 单丝帘线的帘线外径d(mm)没有特别限定,但优选为0.1mm以上,更优选为0.2mm以上。另一方面,其优选为0.5mm以下,更优选为0.4mm以下,特别优选为0.3mm。

[0018] 此外,上述记载中的“帘线外径”是指轮胎截面中与带束层的单丝帘线的轮胎宽度方向平行的方向上的帘线外径,可以使用计算密度e(根/5cm)时测得的帘线的与轮胎宽度方向平行的方向上的帘线外径的平均值。

[0019] 2.本发明轮胎的效果显现机制

本发明轮胎的效果显现机制,即,可以提供高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎的机制推测如下。

[0020] 为了降低滚动阻力,会想到降低轮胎重量,作为其具体手段,会想到使用单丝帘线

作为带束层的补强帘线。

[0021] 然而,由于单丝帘线不会扭转(捻回)且不能弯曲。因此,如果单丝帘线密集排列在胎面宽度宽的轮胎中的话,则胎面环的刚性可能变得过高。这样的轮胎在高速下越过突起时,胎侧部会严重变形且轮胎损坏,这可能导致高速行驶时的耐久性的劣化。同时,这样的轮胎容易传递路面凹凸状况,这可能导致乘坐舒适性能的劣化。

[0022] 因此,作为对策方法,可以考虑根据胎面宽度使单丝帘线的排列变得稀疏。通过稀疏地排列单丝帘线,胎面环的刚性不会变得过高,冲击容易在胎面部被吸收,因此认为得以减少胎侧部发生的变形,抑制高速行驶时胎侧部的冲击破坏的发生,并且可以提高轮胎的耐久性。

[0023] 然而,另一方面,如果单丝帘线的排列变得太过稀疏的话,则胎面部更少受到带束层约束,导致高速行驶时胎面部变形更大,存在胎面部发生损伤的风险。因此,随着胎面部宽度增加,增加单丝帘线的排列根数,以防止带束层变得太过稀疏,由此维持带束层的约束力,抑制胎面部损伤发生,由此认为可以提高高速行驶时的耐久性。

[0024] 如上所述,本发明人认为,胎面宽度,即,轮胎截面宽度Wt(mm)和单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)是与高速行驶时的轮胎耐久性相关的参数,并对单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)和胎面宽度(即,轮胎截面宽度Wt(mm))之间的良好关系进行了实验和研究。结果,本发明人发现,在满足上述e/(139.5-0.3Wt)>1(式1)和e/(191.5-0.3Wt)<1(式2)时,可以提高高速行驶时的耐久性,进而完成了本发明。

[0025] 在这种情况下,随着轮胎截面宽度Wt(胎面宽度)增加,排列在胎面表面的单丝帘线的总排列根数增加,因此认为可逐渐减少密度。

[0026] 在以上记载中,具体的[e/(139.5-0.3Wt)]优选为1.01以上,更优选为1.02以上,进一步优选为1.12以上,特别优选为1.14以上,尤其优选为1.20以上,更进一步地优选为1.22以上,尤其特别优选为1.64以上,最优选为1.76以上。

[0027] 另外,具体的[e/(191.5-0.3Wt)]优选为0.92以下,更优选为0.90以下,进一步优选为0.67以下,特别优选为0.63以下,尤其优选为0.62以下,更进一步地优选为0.61以下,尤其进一步地优选为0.59以下,尤其特别优选为0.57以下,最优选为0.52以下。

[0028] 作为进一步的实验和研究的结果,发现轮胎截面宽度Wt优选为125mm以上300mm以下,在轮胎截面宽度Wt为215mm以上时,优选地,除了满足(式1)和(式2)以外,还满足e/(110.84-0.1667Wt)>1(式3)。

[0029] 在以上记载中,具体的轮胎截面宽度Wt优选为216mm以上,更优选为217mm以上,进一步优选为218mm以上,特别优选为240mm以上,尤其优选为241mm以上,更进一步地优选为242mm以上,尤其特别优选为285mm以上,尤其进一步优选为286mm以上,最优选为287mm以上。

[0030] 具体的[e/(110.84-0.1667Wt)]优选为1.01以上,更优选为1.03以上,进一步优选为1.06以上,特别优选为1.14以上,尤其优选为1.50以上,更进一步地优选为1.56以上。

[0031] [2]本发明的轮胎的更优选方式

本发明的轮胎通过采用以下方式可以获得进一步更大的效果。

[0032] 1.胎侧壁橡胶组合物的复弹性模量和胎侧部的高度之间的关系

本发明人进一步实验和研究后发现,除了上述带束层的改进以外,高速行驶时的

耐久性的改进还与胎侧壁橡胶组合物的刚性有关。

[0033] 也就是说，如果胎侧壁橡胶组合物的刚性高且胎侧部的高度低的话，则当胎侧部由于来自胎面部的冲击而受力时，应力会集中在胎侧部上，容易发生冲击破裂。此外，如果胎侧壁橡胶组合物具有高刚性的话，则无法像缓冲垫那样吸收胎面部受到的冲击，这可能导致胎面部损伤。

[0034] 如果根据胎侧部的高度控制胎侧壁橡胶组合物的刚性，使胎侧部具有柔软性的话，则即使胎侧部受力时，也不会发生应力集中，且由于还可吸收冲击，因此认为，还可以抑制胎面部损伤。因此，本发明人对胎侧壁橡胶组合物的复弹性模量和胎侧部的高度之间的关系进行了实验和研究。

[0035] 结果发现，当在温度：70℃、初始应变：5％、动态应变：±1％、频率：10Hz、变形方式：拉伸的条件下测定的复弹性模量E*(MPa)和胎侧部的高度T(mm)满足(E*/T)×100≦3.0(式4)时，高速行驶时的耐久性进一步提高。

[0036] 胎侧壁橡胶组合物的复弹性模量E*可以例如使用GABO公司制造的“Eplexor(注册商标)”等粘弹性测定装置来测定。复弹性模量E*例如优选为1.5MPa以上，更优选为2.0MPa以上，进一步优选为2.5MPa以上，尤其优选为3.2MPa以上。另一方面，其优选为6.0MPa以下，更优选为5.0MPa以下，进一步优选为4.1MPa以下，尤其优选为4.0MPa以下。

[0037] 胎侧部的高度T可以通过从dt(mm)中减去轮辋直径R(mm)来获得，其中，dt(mm)是安装在标准轮辋上的轮胎的外径，内压设定为250kPa。

[0038] 具体的胎侧部的高度T优选为100.0mm以上，更优选为128.9mm以上，进一步优选为150.8mm以上。

[0039] 本发明中，具体的(E*/T)×100优选为2.72以下，更优选为2.50以下，进一步优选为2.48以下。

[0040] 2.补强帘线(单丝帘线)的角度

带束层的补强帘线(单丝帘线)与平行于轮胎周向的直线之间的角度优选为10°以上，更优选为15°以上，进一步优选为20°以上，尤其优选为23°以上。另一方面，其优选为35°以下，更优选为33°以下，进一步优选为30°以下。

[0041] 以这样的角度配置带束层的单丝帘线，可以获得环箍效应(hoop effect)，牢固约束胎面部的几乎整个宽度，抑制滚动时的胎面部变形量。因此，能够提高高速行驶时的耐久性。

[0042] 3.带束层的多层化

本发明中，优选地，带束层通过设置至少2层来多层化，在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组中，胎面部带束层之间的平均距离D(mm)为0.5mm以下。该距离D更优选为0.45mm以下，进一步优选为0.4mm以下，尤其优选为0.22mm以下。

[0044] 此处所指的“带束层之间的平均距离D”是带束层的单丝帘线之间的平均距离，等于2片相互重叠的带束层在赤道面上的、内侧带束层的单丝帘线的外表面与表面侧的带束层的单丝帘线00的内表面之间的距离。

[0045] 4.带束补强层

本发明中，从带束层起在轮胎的径向外侧设置带束补强层时，可以进一步抑制胎面部的变形，提高高速行驶时的耐久性，因此是优选的。这种情况下，优选地，带束层内的单

丝帘线和带束补强层内的帘线之间的平均距离优选为0.1mm以上、0.5mm以下。

[0046] 5.胎面部中的沟槽

本发明的轮胎在胎面部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％深度处的沟槽宽度L_{80}相对于周向沟槽在胎面部接地面的沟槽宽度L_0的比率L_{80}/L_0优选为0.3以上、0.7以下。由此，可以在胎面部的陆部底面抑制整个陆部的移动，提高高速行驶时的耐久性。L_{80}/L_0更优选为0.35以上，进一步优选为0.40以上。另一方面，其更优选为0.65以下，进一步优选为0.60以下。

[0047] 所述L_0和L_{80}分别是指安装在标准轮辋上、内压为250kPa且处于无负荷的状态下的轮胎胎面周向沟槽的胎面表面部中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，其可在将从轮胎上以2～4cm的宽度在径向上切出的部段的胎圈部对应轮辋宽度进行按压的状态下求出。

[0048] 优选地，胎面部具有多个周向沟槽，且多个周向沟槽的合计截面积为胎面部截面积的10％以上、30％以下。由此，可以抑制胎面部移动，提高高速行驶时的耐久性。其更优选15％以上，进一步优选为18％以上。另一方面，其更优选为27％以下，进一步优选为25％以下。

[0049] 所述周向沟槽的截面积是指，在安装在标准轮辋上、内压为250kPa且处于无负荷的状态下的轮胎中，由连接胎面周向沟槽端部的直线和沟槽壁构成的面积的合计值。简单地，其可在将从轮胎中以2～4cm的宽度在径向上切出的部段的胎圈部对应轮辋宽度进行按压的状态下求出。

[0050] 胎面部的截面积是指，在安装在标准轮辋上、内压为250kPa且处于无负荷的状态下的轮胎径向截面中，被连接胎面部周向沟槽端部的直线和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、与赤道面平行的2直线分隔的区域中，在带束层的轮胎径向外侧的面积。使用有机纤维和/或钢帘线的带束补强层配置在带束层的轮胎径向外侧时，其是指带束补强层的径向外侧的面积。

[0051] 此外，优选地，胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多个横向沟槽，所述多个横向沟槽的合计容积是胎面部体积的2.0％以上、5.0％以下。这可以抑制胎面部移动，并且可以提高高速行驶时的耐久性。其更优选为2.2％以上，进一步优选为2.5％以上，特别优选为2.7％以上。另一方面，其更优选为4.0％以下，进一步优选为3.5％以下，特别优选为3.0％以下。

[0052] 所述横向沟槽的容积是指，在安装在标准轮辋上、内压为250kPa且处于无负荷的状态下的轮胎中，由连接横向沟槽端部的表面和沟槽壁构成的容积的合计值。其可以通过算出各横向沟槽的容积并算出合计值来计算。此外，胎面部体积可通过计算胎面部面积并将其乘以外径，求出乘积值与横向沟槽容积之差来计算。

[0053] [3]实施方式

在下文中，将基于实施方式来具体说明本发明。

[0054] A.带束层

本实施方式的轮胎中，带束层通过将构成带束层的橡胶组合物(带束层橡胶组合物)涂覆在以规定密度排列的单丝帘线的两面上来制造，并使用该带束层来制造带束部件。

[0055] B.胎侧部

本实施方式的轮胎中，胎侧部通过将下述胎侧壁橡胶组合物成形为预定形状来制

造。

[0056] 1.胎侧壁橡胶组合物

(1)配混材料

胎侧壁橡胶组合物可以由下述橡胶成分和其它配混材料获得。

[0057] (a)橡胶成分

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),比如异戊二烯系橡胶、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,从形成相分离结构且变形时不易发生裂纹的角度考虑,优选包含异戊二烯系橡胶和丁二烯系橡胶。需要说明的是,SBR和其它橡胶成分可根据需要一起使用。

[0058] (a-1)异戊二烯系橡胶

从显示良好的拉伸强度和不易发生由变形引起的裂纹等损伤的角度考虑,橡胶成分100质量份中,异戊二烯系橡胶的含量(合计含量)优选为40质量份以上,更优选为50质量份以上,进一步优选为55质量份以上。另一方面,从与其它橡胶成分形成相分离结构和防止橡胶内部裂纹和破裂发展的角度考虑,其优选为90质量份以下,更优选为80质量份以下,进一步优选为65质量份以下。

[0059] 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,但从强度优异的角度考虑,优选NR。

[0060] 作为NR,例如,可以使用轮胎工业中常用的那些NR,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,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。这些可单独使用或组合使用2种以上。

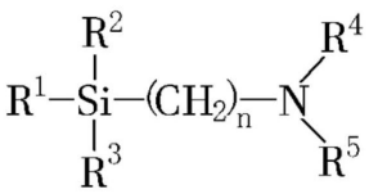
[0061] (a-2)BR

本实施方式中,优选将BR与NR一起用作橡胶成分。从抑制裂纹和断裂发展的角度考虑,BR含量优选为10质量份以上,更优选为20质量份以上,进一步优选为35质量份以上。另一方面,其优选为60质量份以下,更优选为50质量份以下,进一步优选为45质量份以下。

[0062] BR的重均分子量例如大于100,000且小于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%且小于30质量%。BR的顺式含量例如大于1质量%且在98质量%以下。BR的反式含量例如大于1质量%且小于60质量%。顺式含量可以通过红外吸收光谱法测定。

[0063] BR没有特别限定,可以使用高顺式含量(顺式含量为90%以上)的BR、低顺式含量的BR、含有间同立构聚丁二烯晶体的BR等。BR可为未改性BR或改性BR,改性BR可为例如用由下式表示的化合物(改性剂)改性的S改性BR。

[0064] [化1]



[0065] 式中，R^1、R^2和R^3相同或不同，表示烷基、烷氧基、甲硅烷基氧基、缩醛基、羧基(-COOH)、巯基(-SH)或它们的衍生物。R^4和R^5相同或不同，表示氢原子或烷基。R^4和R^5可结合，与氮原子一起形成环结构。n表示整数。

[0066] 用由上式表示的化合物(改性剂)改性的改性BR的示例包括用由上式表示的化合物对其聚合物末端(活性末端)进行了改性的BR。

[0067] R^1、R^2和R^3优选为烷氧基(优选碳原子数为1～8的烷氧基，更优选碳原子数为1～4的烷氧基)。作为R^4和R^5，烷基(优选碳原子数为1～3的烷基)是适宜的。n优选为1～5，更优选为2～4，进一步优选为3。此外，在R^4和R^5结合、与氮原子一起形成环结构时，其优选为4～8元环。烷氧基还包括环烷氧基(环己氧基等)和芳氧基(苯氧基、苄氧基等)。

[0068] 改性剂的具体示例包括2-二甲基氨基乙基三甲氧基硅烷、3-二甲基氨基丙基三甲氧基硅烷、2-二甲基氨基乙基三乙氧基硅烷、3-二甲基氨基丙基三乙氧基硅烷、2-二乙基氨基乙基三甲氧基硅烷、3-二乙基氨基丙基三甲氧基硅烷、2-二乙基氨基乙基三乙氧基硅烷和3-二乙基氨基丙基三乙氧基硅烷。这些可单独使用，也可组合使用2种以上。

[0069] 作为改性BR，还可以使用用以下化合物(改性剂)改性的改性BR。改性剂的示例包括：

多元醇的多缩水甘油基醚，如乙二醇二缩水甘油基醚、甘油三缩水甘油基醚、三羟甲基乙烷三缩水甘油基醚和三羟甲基丙烷三缩水甘油基醚；

具有2个以上酚基的芳香族化合物的多缩水甘油基醚，如双酚A二缩水甘油基醚；

多环氧化合物，如1,4-二缩水甘油基苯、1,3,5-三缩水甘油基苯和多环氧化液体聚丁二烯；

含有环氧基的叔胺，如4,4’-二缩水甘油基二苯基甲胺和4,4’-二缩水甘油基二苄基甲胺；

二缩水甘油基氨基化合物，如二缩水甘油基苯胺、N,N’-二缩水甘油基-4-缩水甘油基氧基苯胺、二缩水甘油基邻甲苯胺、四缩水甘油基间二甲苯二胺、四缩水甘油基氨基二苯甲烷、四缩水甘油基对苯二胺，二缩水甘油基氨基甲基环己烷和四缩水甘油基-1,3-双氨基甲基环己烷；

含有氨基的酰氯，如双-(1-甲基丙基)氨基甲酰氯、4-吗啉碳酰氯、1-吡咯烷碳酰氯、N,N-二甲基氨基甲酰氯、N,N-二乙基氨基甲酰氯；

含有环氧基的硅烷化合物，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，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-取代氮杂环丙烷化合物，如乙烯亚胺、丙烯亚胺；

烷氧基硅烷，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，比如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，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-二乙烯基氨基苯甲醛；

N-取代吡咯烷酮，如N-甲基-2-吡咯烷酮、N-乙烯基-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，如N-甲基-2-哌啶酮、N-乙烯基-2-哌啶酮、N-苯基-2-哌啶酮；以及

N-取代内酰胺类，如N-甲基-ε-己内酰胺、N-苯基-ε-己内酰胺、N-甲基-ω-月桂内酰胺、N-乙烯基-ω-月桂内酰胺、N-甲基-β-丙内酰胺、N-苯基-β-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、1,3-二乙烯基亚乙基脲、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。

[0070] 作为改性BR，例如，也可以使用锡改性BR。锡改性BR通过将1,3-丁二烯与锂引发剂聚合，然后添加锡化合物来获得。优选进一步通过锡-碳键键合末端的锡改性BR。

[0071] 锂引发剂的示例包括：锂系化合物，如烷基锂、芳基锂、乙烯基锂、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。

[0072] 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、二乙烯基二乙基锡、四苄基锡、二丁基二硬脂酸锡、四烯丙基锡和对(三丁基锡)苯乙烯。

[0073] 锡改性BR中的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。

[0074] 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。

[0075] 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。

[0076] 上述S改性BR和锡改性BR可单独使用，或者可组合使用其2种以上。

[0077] 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。

[0078] (a-3)SBR

本实施方式中，橡胶成分可任选地包含5～25质量份的SBR并包含NR，也可与上述BR组合使用。

[0079] SBR的重均分子量例如大于100,000且小于200万。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%且小于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。

[0080] 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。

[0081] 改性SBR可为具有与填料(比如二氧化硅)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)改性了的末端改性SBR(末端具有上述官能团的末端改性SBR)、主链具有上述官能团的主链改性SBR、以及主链和末端具有上述官能团的主链末端改性SBR(例如,主链具有上述官能团且至少一个末端被上述改性剂改性了的主链末端改性SBR)、被分子中具有2个以上环氧基的多官能化合物改性(偶联)且引入有羟基或环氧基的末端改性SBR。

[0082] 作为SBR,例如,可以使用住友化学株式会社、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。

[0083] (a-4)其它橡胶成分

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

[0084] (b)除橡胶成分以外的配混材料

(b-1)填料

本实施方式中,胎侧壁橡胶组合物优选含有填料。填料的具体示例包括二氧化硅、炭黑、石墨、碳酸钙、滑石、氧化铝、粘土、氢氧化铝和云母。其中,可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。

[0085] (i)炭黑

胎侧壁橡胶组合物优选含有炭黑。相对于橡胶成分100质量份,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15质量份以上、60质量份以下,进一步优选为25质量份以上、55质量份以下。

[0086] 炭黑没有特别限定,其示例包括:炉黑(炉法炭黑),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),如FT和MT;以及槽黑(槽法炭黑),如EPC、MPC和CC。这些可单独使用1种,并且可并用2种以上。

[0087] 炭黑的氮吸附比表面积(N_2SA)例如大于30m^2/g且小于250m^2/g。炭黑的邻苯二甲酸二丁酯(DBP)吸收量例如大于50ml/100g且小于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。

[0088] 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 Carbon Co.,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 Carbon Co.,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。

[0089] (ii)二氧化硅

胎侧壁橡胶组合物中,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滚动阻力的角度考虑,其优选小于250m^2/g,更优选小于220m^2/g。

[0090] 此外,不与硅烷偶联剂组合使用时,相对于橡胶成分100质量份,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。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。

[0091] 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。

[0092] 作为二氧化硅,例如,可以使用德固赛(Degussa)公司、罗迪亚(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。

[0093] (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,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,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,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,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,如γ-环氧丙氧基丙基三乙氧基硅烷、γ-环氧丙氧基丙基三甲氧基硅烷;硝基系硅烷偶联剂,如3-硝基丙基三甲氧基硅烷、3-硝基丙基三乙氧基硅烷;氯(代)系硅烷偶联剂,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,或者可并用2种以上。

[0094] 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。

[0095] 相对于二氧化硅100质量份,硅烷偶联剂的含量例如大于3质量份且小于15质量份。

[0096] (iv)其它填料

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

[0097] (b-2)固化性树脂成分

根据需要，胎侧壁橡胶组合物可含有固化性树脂成分，如改性间苯二酚树脂和改性酚树脂。

[0098] 具体的改性间苯二酚树脂的示例包括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住友电木株式会社制造的PR12686(腰果油改性酚树脂)。

[0099] 例如，从充分提高复弹性模量、变形时获得大的反作用力的角度考虑，相对于橡胶成分100质量份，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。

[0100] 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)。相对于固化性树脂成分100质量份，其优选含有例如5质量份以上、约15质量份左右。如果该量过少的话，则可能无法获得充分的复弹性模量。另一方面，如果该量过多的话，则橡胶的粘度可能增加，加工性可能恶化。

[0101] 作为具体的亚甲基供体，例如，可以使用田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol507等。

[0102] (b-3)增塑剂成分

橡胶组合物可含有作为增塑剂成分的油(包括充填油)、液态橡胶和树脂作为使橡胶软化的成分。增塑剂成分是可用丙酮从硫化橡胶中提取的成分。相对于橡胶成分100质量份，增塑剂成分的合计含量优选大于5质量份，更优选大于10质量份。另一方面，其优选小于70质量份，更优选小于50质量份，进一步优选小于30质量份。油的含量还包括橡胶(充油橡胶)中所含有的油的量。

[0103] (i)油

油的示例包括矿物油(通常称为加工油)、植物油脂或其混合物。作为矿物油(加工油)，例如可以使用链烷烃系加工油、芳香族系加工油、环烷烃系加工油等。植物油脂包括蓖麻油、棉籽油、亚麻籽油、菜籽油、大豆油、棕榈油、椰子油、花生油、松香、松油、松焦油、妥尔油、玉米油、米糠油、红花油、芝麻油、橄榄油、向日葵油、棕榈仁油山茶油、荷荷巴油、澳洲坚果油、桐油等。这些可单独使用，或者可组合使用2种以上。

[0104] 作为具体的加工油(矿物油)，例如，可以使用出光兴产株式会社、三共油化工业株式会社、日本能源株式会社、Olisoy公司、H&R公司、丰国制油株式会社、昭和壳牌石油株式会社、富士兴产株式会社等的产品。

[0105] (ii)液态橡胶

作为增塑剂而列举的液态橡胶为室温(25℃)下呈液体状态的聚合物，是可以通过丙酮提取从硫化轮胎中提取的橡胶成分。液态橡胶的示例包括法呢烯系聚合物、液态二烯系聚合物及其氢化物。

[0106] 法呢烯系聚合物是通过聚合法呢烯而得到的聚合物，具有基于法呢烯的构成单

元。法呢烯包括异构体，如α-法呢烯((3E,7E)-3,7,11-三甲基-1,3,6,10-十二碳四烯)和β-法呢烯(7,11-二甲基-3-亚甲基-1,6,10-十二碳三烯)。

[0107] 法呢烯系聚合物可为法呢烯的均聚物(法呢烯均聚物)，或者可为法呢烯与乙烯基单体的共聚物(法呢烯-乙烯基单体共聚物)。

[0108] 液态二烯系聚合物的示例包括液态苯乙烯丁二烯共聚物(液态SBR)、液态丁二烯聚合物(液态BR)、液态异戊二烯聚合物(液态IR)和液态苯乙烯异戊二烯共聚物(液态SIR)。

[0109] 液态二烯系聚合物通过凝胶渗透色谱法测定的聚苯乙烯换算的重均分子量(Mw)例如大于1.0×10^3、小于2.0×10^5。本说明书中，液态二烯系聚合物的Mw是通过凝胶渗透色谱法(GPC)测定的聚苯乙烯换算值。

[0110] 相对于橡胶成分100质量份，液态橡胶的含量(液态法呢烯系聚合物、液态二烯系聚合物等的合计含量)例如大于1质量份、小于100质量份。

[0111] 作为液态橡胶，例如，可以使用Kuraray株式会社、Clay Valley公司等的产品。

[0112] (iii)树脂成分

树脂成分还作为增粘成分发挥作用，室温下可为固体或液体。具体的树脂成分的示例包括松香系树脂、苯乙烯系树脂、苯并呋喃系树脂、萜烯系树脂、C5树脂、C9树脂、C5C9树脂、丙烯酸系树脂，可组合使用它们中的2种以上。相对于橡胶成分100质量份，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。

[0113] 松香系树脂是包含对松脂加工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)可以根据有无改性进行分类，可分类为无改性松香(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。

[0114] 苯乙烯系树脂是以苯乙烯系单体为构成单体的聚合物，其示例包括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(如苯乙烯、邻甲基苯乙烯、间甲基苯乙烯、对甲基苯乙烯、α-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及可与苯乙烯系单体共聚的其它单体而得到的共聚物。

[0115] 上述其它单体的示例包括：丙烯腈类，如丙烯腈和甲基丙烯腈；不饱和羧酸类，如丙烯酸和甲基丙烯酸；不饱和羧酸酯类，如丙烯酸甲酯和甲基丙烯酸甲酯；二烯类，如氯丁二烯、丁二烯和异戊二烯；烯烃类，如1-丁烯和1-戊烯；以及，α,β-不饱和羧酸及其酸酐，如马来酸酐。

[0116] 苯并呋喃系树脂中，优选苯并呋喃-茚树脂。苯并呋喃-茚树脂是包含苯并呋喃和茚作为构成树脂的骨架(主链)的单体成分的树脂。除苯并呋喃和茚以外的包含在骨架中的单体成分的示例包括苯乙烯、α-甲基苯乙烯、甲基茚和乙烯基甲苯。

[0117] 相对于橡胶成分100质量份，苯并呋喃-茚树脂的含量例如大于1.0质量份、小于50.0质量份。

[0118] 苯并呋喃-茚树脂的羟值(OH值)例如大于15mgKOH/g、小于150mgKOH/g。OH值是，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，以毫克数表示。OH值是通过电位滴定法(JIS K 0070:1992)测定的值。

[0119] 苯并呋喃-茚树脂的软化点例如大于30℃、小于160℃。软化点是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。

[0120] 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，是以被分类为单萜烯($C_{10}H_{16}$)、倍半萜烯($C_{15}H_{24}$)、二萜烯($C_{20}H_{32}$)等的萜烯作为基本骨架的化合物。其示例包括α-蒎烯、β-蒎烯、双戊烯、柠檬烯、月桂烯、别罗勒烯、罗勒烯、α-水芹烯、α-萜品烯、γ-萜品烯、萜品油烯、1,8-桉树脑、1,4-桉树脑、α-萜品醇、β-萜品醇、γ-萜品醇。

[0121] 多萜的示例包括萜烯树脂，如由上述萜烯化合物制成的α-蒎烯树脂、β-蒎烯树脂、柠檬烯树脂、双戊烯树脂和β-蒎烯/柠檬烯树脂，还可以列举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:将上述萜烯化合物与酚系化合物共聚而得到的树脂、对该树脂进行氢化处理而得到的树脂。具体地，可以举出将上述萜烯化合物、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用芳香族化合物将萜烯树脂进行改性而得到的树脂、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，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，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，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;茚;等。

[0122] “C5树脂”是指聚合C5馏分而得到的树脂。C5馏分的示例包括环戊二烯、戊烯、戊二烯、异戊二烯等具有4～5个碳原子的石油馏分。作为C5系石油树脂，优选使用双环戊二烯树脂(DCPD树脂)。

[0123] “C9树脂”是指聚合C9馏分而得到的树脂，可被氢化或改性。C9馏分的示例包括乙烯基甲苯、烷基苯乙烯、茚、甲基茚等具有8～10个碳原子的石油馏分。作为具体示例，例如优选使用苯并呋喃-茚树脂、苯并呋喃树脂、茚树脂以及芳香族乙烯基系树脂。作为芳香族乙烯基系树脂，α-甲基苯乙烯或苯乙烯的均聚物、或者α-甲基苯乙烯和苯乙烯的共聚物因其经济、容易加工、具有优异的发热性而优选。α-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)公司等的市售品。

[0124] “C5C9树脂”是指将上述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公司等的市售品。

[0125] 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。

[0126] 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,在本发明中,“(甲基)丙烯酸系”是指甲基丙烯酸系以及丙烯酸系。

[0127] 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,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。

[0128] 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(如苯乙烯、α-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)和(甲基)丙烯酸和/或(甲基)丙烯酸衍生物。

[0129] 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。

[0130] 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、株式会社日本触媒、JX Energy株式会社、荒川化学工业株式会社、田冈化学工业株式会社等的产品。

[0131] (b-4)有机酸钴

根据需要,胎侧壁橡胶组合物可含有有机酸钴。

[0132] 有机酸钴的示例包括硬脂酸钴、环烷酸钴、新癸酸钴和三新癸酸钴硼配合物(cobalt boron-3neodecanoate)。

[0133] 作为胎侧壁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。

[0134] (b-5)抗硫化返原剂(anti-reversion agent)

根据需要,胎侧壁橡胶组合物优选含有抗硫化返原剂。这可以抑制硫化返原、提高耐久性。相对于橡胶成分100质量份,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。作为具体的抗硫化返原剂,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。

[0135] (b-6)防老剂

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

[0136] 防老剂的示例包括:萘胺系防老剂,如苯基-α-萘胺;二苯胺系防老剂,如辛基化二苯胺、4,4'-双(α,α'-二甲基苄基)二苯胺;对苯二胺系防老剂,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,如2,2,4-三甲基-1,2-二氢喹啉的聚合物;单酚系防老剂,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,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。

[0137] 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。

[0138] (b-7)硬脂酸

胎侧壁橡胶组合物可含有硬脂酸。相对于橡胶成分100质量份，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、千葉脂肪酸株式会社等的产品。

[0139] (b-8)氧化锌

胎侧壁橡胶组合物可含有氧化锌。相对于橡胶成分100质量份，氧化锌的含量例如大于0.5质量份、小于15质量份。作为氧化锌，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.)、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。

[0140] (b-9)交联剂和硫化促进剂

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

[0141] 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。

[0142] 作为硫，例如，可以使用鹤见化学工业株式会社、轻井沢硫黄株式会社、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。

[0143] 除硫以外的交联剂的示例包括:含有硫原子的硫化剂，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，如过氧化二异丙苯。

[0144] 胎侧壁橡胶组合物优选含有硫化促进剂。相对于橡胶成分100质量份，硫化促进剂的含量例如大于0.3质量份、小于10.0质量份。

[0145] 硫化促进剂的示例包括:噻唑系硫化促进剂，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，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，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，如二苯基胍、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。

[0146] (b-10)其它

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

[0147] (2)胎侧壁橡胶组合物的制作

胎侧壁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(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。

[0148] 混炼可以使用已知的(密闭式)混炼机，如班伯里密炼机、捏合机、开炼机(open

roll)等进行。

[0149] 基础混炼步骤的混炼温度例如大于50℃、小于200℃，混炼时间例如大于30秒、小于30分钟。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(如增塑剂成分(包括油)、硬脂酸、氧化锌、防老剂、蜡、硫化促进剂等)进行混炼。

[0150] 最终混炼步骤中，将上述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大于室温、小于80℃，混炼时间例如大于1分钟、小于15分钟。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。

[0151] (3)胎侧部的制作

胎侧部可以通过将所获得的胎侧壁橡胶组合物成形为预定形状来制作。

[0152] C.轮胎的制造

本实施方式的轮胎可以通过下述方法制作成未硫化轮胎：在轮胎成形机上，通过常规方法将上述获得的带束部件和胎侧部与其它轮胎部件一起进行成形。

[0153] 具体地，在成形转鼓上，将作为用于确保轮胎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、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，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。

[0154] 本实施方式中，如上所述，从提高对行驶中的胎面的约束力、易抑制外径生长的角度考虑，带束层可设置成多层。此时，硫化后的轮胎的胎面部中的带束层的帘线之间的平均距离D(mm)优选为0.5mm以下。优选地，胎面部中的单丝帘线和平行于轮胎周向的直线之间的角度为10°以上、35°以下，相邻带束层的帘线配置为彼此交叉。

[0155] 所述单丝帘线的角度是在轮胎未充填有空气时的相对于轮胎周向的单丝帘线的角度，可以通过从轮胎的径向外侧剥离胎面部来确认。

[0156] 然后，在硫化机中对制得的未硫化轮胎进行加热加压，获得轮胎。硫化步骤可以采用已知的硫化手段来实施。硫化温度例如大于120℃、小于200℃，硫化时间例如大于5分钟、小于15分钟。

[0157] 此时，轮胎在安装在标准轮辋上、具有250kPa的内压时，成形为满足上述(式1)和(式2)。

[0158] 本发明优选应用的具体轮胎包括例如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等尺寸标记的轮胎。

[0159] 本实施方式的轮胎可以用作分类为乘用车用轮胎、货车和客车用轮胎、双轮车用轮胎等各种类型的轮胎。然而，在满足(式1)和(式2)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、最大负荷能力为1000kg以下的轮胎。通过满足(式1)和(式2)，轮胎可以对解决本发明的问题(也就是说，提供高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎)做出更有利的贡献。

[0160] 上述最大负荷能力是指，比以在包括轮胎所基于的标准在内的标准体系中，该标准就各轮胎所规定的最大负荷能力，例如，JATMA标准(日本机动车轮胎协会标准)规定的负

荷指数(LI)为依据的最大负荷能力小约50～100kg的值。具体地，由轮胎安装在标准轮辋上、内压为250kPa、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。

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

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

这里，V为轮胎所占空间的体积(虚拟体积)，(Dt/2-Ht)为轮辋直径(mm)。

[0161] 上述最大负荷能力只要其为1000kg以下就没有特别限定，通常随着最大负荷能力增加，轮胎重量易于增加，传递至轮胎的冲击也易于增大，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。

[0162] 此处，从缓和传递至轮胎的冲击的角度考虑，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、8kg以下。此处使用的术语“轮胎重量”是指整个轮胎的重量，在轮胎内腔面配置有密封材料、海绵、立体网状结构体、电子元件等的情况下，是包括这些在内的重量。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、带束补强层中的钢帘线的排列根数、胎圈线材的结构等适当调节。

[实施例]

[0163] 以下，将通过实施例对本发明进行更具体地说明。

[0164] 1.带束部件的制作

首先，准备100质量份的NR(RSS3)、55质量份的炭黑(卡博特日本株式会社制造的Show Black N326)、0.5质量份的交联助剂(Flexsys公司制造的Duralink HTS)、3质量份的固化性树脂成分(住友电木株式会社制造的PR12686)、1.5质量份的有机酸钴(DIC公司制造的DICNATE NBC-2)、1.5质量份的固化剂(田冈化学工业株式会社制造的Sumikanol 507)、10质量份的氧化锌(三井金属矿业株式会社制造的锌白1号)、1质量份的防老剂(大内新兴化学工业株式会社制造的Nocrac 6C)、0.5质量份的防老剂(川口化学工业株式会社制造的Antage RD)、1质量份的硬脂酸(NOF公司制造的“Tsubaki(椿)”)、7质量份的硫(鹤见化学工业株式会社制造的粉末硫)和1.2质量份的硫化促进剂(大内新兴化学工业株式会社制造的NOCCELER DZ)作为用于带束用橡胶组合物的配混材料。

[0165] 接下来，使用班伯里密炼机，将除固化剂、硫和硫化促进剂以外的材料在150℃下混炼5分钟，获得混炼物。然后，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。

[0166] 接着，按照表1和表2中所示的密度(根/5cm)排列具有表1和表2中所示的构成和帘线外径(mm)的钢帘线之后，将上述获得的带束用橡胶组合物涂覆在钢帘线的两面，制作带束部件。此时，将钢帘线排列在带束部件厚度方向的中央，在其顶部和底部涂覆相同量的橡胶，将轮胎硫化后，适当调节带束部件厚度，使1组带束层之间的钢帘线具有表1和表2中所示的平均距离D(mm)。

[0167] 2.胎侧部的制作

另行使用胎侧壁橡胶组合物，制作胎侧部。

[0168] (1)胎侧壁橡胶组合物的配混材料

首先，准备如下所示的各配混材料。

[0169] (a)橡胶成分

(a-1)NR:TSR20

(a-2)BR:宇部兴产株式会社制造的UBEPOL-BR150B(顺式含量:97%质量)

[0170] (b)除橡胶成分以外的配混材料

(b-1)炭黑:卡博特日本株式会社制造的Show Black N550(N_2SA:42m^2/g,DOP吸油量:115ml/100g)

(b-2)油:日本能源株式会社制造的Process X-140

(b-3)蜡:大内新兴化学株式会社制造的Sunnoc Wax

(b-4)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-5)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-6)氧化锌:三井金属矿业株式会社制造的氧化锌1号

(b-7)硬脂酸:NOF公司制造的硬脂酸"Tsubaki(椿)"

(b-8)硫:鹤见化学工业株式会社制造的粉末硫

(b-9)硫化促进剂:大内新兴化学工业株式会社制造的NOCCELERNS(N-叔丁基-2-苯并噻唑基次磺酰胺)

[0171] (2)胎侧壁橡胶组合物的制造

根据表1和表2中所示的各配方内容,使用班伯里密炼机,在150℃下将除硫和硫化促进剂以外的材料混炼5分钟,获得混炼物。各配混量为质量份。

[0172] 接着,将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,获得胎侧壁橡胶组合物。

[0173] 接着,使用所获得的胎侧壁橡胶组合物,制作具有预定形状的胎侧部。

[0174] 3.轮胎的制造

将上述获得的胎侧部和通过将前述带束部件2层贴合、使部件中的钢帘线相对于与轮胎周向平行的直线以表1～表4中所示的角度彼此交叉而制得的带束部件与其它轮胎部件贴合在一起,形成未硫化轮胎。然后,在170℃下将未硫化轮胎加压硫化10分钟,制造具有表1和表2中所示的各种尺寸的各试验轮胎(实施例1～实施例13和比较例1～比较例7)。

[0175] 在各试验轮胎中,前述(L_{80}/L_0)为0.5,周向沟槽的合计截面积为胎面部截面积的22%,横向沟槽的合计容积为胎面部体积的3.5%。

[0176] 4.参数的计算

然后,求出各试验轮胎的截面宽度Wt(mm)和胎侧部高度T(mm)。从各试验轮胎的胎侧面部切出橡胶组合物,制作长度为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,在温度:70℃、初始应变:5%、动态应变:±1%、频率:10Hz、变形模式:伸长的条件下,测定E*(MPa)。结果如表1和表2所示。对于使用相同橡胶组合物的轮胎,测定各规格的橡胶组合物的粘弹性,以平均值示出其结果。

[0177] 然后,使用所获得的结果,计算"e/(139.5-0.3Wt)"、"e/(191.5-0.3Wt)"、"e/(110.84-0.1667Wt)"和"(E*/T)×100"。

[0178] 5.性能评价试验(耐久性能评价)

将各试验轮胎安装在车辆(日本产FF车辆,排量2000cc)的所有车轮上,充填空气

使内压为250kPa后，超载状态下以50km/h的速度将车辆在干燥路面的测试路线上行驶10圈，然后以80km/h的速度在不平坦路面上反复行驶。再以50km/h的速度跑圈，然后逐渐增加速度，测量驾驶员感觉到异常时的速度。

[0179] 接着，将比较例2中的结果设定为100，基于下式将结果进行指数化，相对地评价耐久性能。数值越高，表示耐久性能越好。

耐久性能：＝[(试验轮胎的结果)/(比较例2的结果)]×100

[0180] 评价结果如表1和表2所示。

[0181] [表1]

		实施例									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
尺寸		215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	235/55 R18	235/55 R18	235/55 R18	235/55 R18	285/35 R20
配方	NR	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	BR	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	炭黑	57	57	57	57	57	57	57	57	50	57
	油	5	5	5	5	5	5	5	5	10	5
	蜡	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	防老剂-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	防老剂-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	氧化锌	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	硬脂酸	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	硫	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	硫化促进剂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
帘线	构造	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1	1×1
	帘线外径（mm）	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	密度 e（根/5cm）	75	75	75	75	85	68	75	110	75	55
带束层	平均距离 D（mm）	0.7	0.7	0.7	0.45	0.22	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
	角度（°）	40	30	23	23	23	23	23	23	23	23
参数	E^*（MPa）	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	3.2	4.1
	Wt（mm）	218	217	218	217	216	240	242	241	242	286
	139.5-0.3Wt	74.1	74.4	74.1	74.4	74.7	67.5	66.9	67.2	66.9	53.7
	191.5-0.3Wt	126.1	126.4	126.1	126.4	126.7	119.5	118.9	119.2	118.9	105.7
	110.84-0.1667Wt	74.5	74.7	74.5	74.7	74.8	70.8	70.5	70.7	70.5	63.2
	T（mm）	150.8	150.8	150.8	150.8	150.8	128.9	128.9	128.9	128.9	100.0
	（E^*/T）×100	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	3.18	3.18	3.18	2.48	4.10
	e/（139.5-0.3Wt）	1.01	1.01	1.01	1.01	1.14	1.01	1.12	1.64	1.12	1.02
	e/（191.5-0.3Wt）	0.59	0.59	0.59	0.59	0.67	0.57	0.63	0.92	0.63	0.52
	e/（110.84-0.1667Wt）	1.01	1.00	1.01	1.00	1.14	0.96	1.06	1.56	1.06	0.87
评价结果	高速行驶时的耐久性	105	110	113	119	126	117	126	124	134	120

[0182] [表2]

		实施例			比较例						
		11	12	13	1	2	3	4	5	6	7
尺寸		285/35 R20	285/35 R20	285/35 R20	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16	215/70 R16
配方	NR	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	BR	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	炭黑	50	50	30	57	57	57	57	57	57	57
	油	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5
	蜡	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
	防老剂-1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	防老剂-2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	氧化锌	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	硬脂酸	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	硫	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	硫化促进剂	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
帘线	构造	1×1	1×1	1×1	1×2	1×2	1×2	1×1	1×1	1×1	1×1
	帘线外径（mm）	0.3	0.3	0.3	0.59	0.59	0.59	0.59	0.3	0.3	0.3
	密度 e（根/5cm）	65	95	65	42	75	130	42	130	42	42
带束层	平均距离 D（mm）	0.45	0.45	0.45	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.45
	角度（°）	23	23	23	40	40	40	40	40	30	30
参数	E^*（MPa）	3.2	3.2	2.5	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1
	Wt（mm）	287	285	285	216	217	215	216	217	216	217
	139.5-0.3Wt	53.4	54.0	54.0	74.7	74.4	75.0	74.7	74.4	74.7	74.4
	191.5-0.3Wt	105.4	106.0	106.0	126.7	126.4	127.0	126.7	126.4	126.7	126.4
	110.84-0.1667Wt	63.0	63.3	63.3	74.8	74.7	75.0	74.8	74.7	74.8	74.7
	T（mm）	100.0	100.0	100.0	150.8	150.8	150.8	150.8	150.8	150.8	150.8
	（E^*/T）×100	3.20	3.20	2.50	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72	2.72
	e/（139.5-0.3Wt）	1.22	1.76	1.20	0.56	1.01	1.73	0.56	1.75	0.56	0.56
	e/（191.5-0.3Wt）	0.62	0.90	0.61	0.33	0.59	1.02	0.33	1.03	0.33	0.33
	e/（110.84-0.1667Wt）	1.03	1.50	1.03	0.56	1.00	1.73	0.56	1.74	0.56	0.56
评价结果	高速行驶时的耐久性	129	132	135	91	100	95	83	85	85	88

[0183] 根据表1和表2中所示的结果可知，使用单丝帘线作为补强帘线的带束层满足上述(式1)和(式2)时，可以提供高速行驶时的耐久性优异的充气轮胎。

[0184] 另外，还可知道，当密度大于80根帘线/5cm时，或者胎侧部满足(E*/T)×100≦3.0(式4)时，可以提供高速行驶时的耐久性进一步提高的充气轮胎。

[0185] 虽然以上基于实施方式对本发明进行了说明，但本发明不限于上述实施方式。可以在与本发明相同和等同的范围内对上述实施方式进行各种变更。

[0186] 本发明(1)是：

一种充气轮胎，其具有胎侧部和带束层，其中，

带束层使用单丝帘线作为补强帘线，

带束层的轮胎径向截面中的轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)和轮胎安装在标准轮辋上、内压为250kPa时的轮胎截面宽度Wt(mm)满足以下(式1)和(式2)。

e/(139.5-0.3Wt)>1・・・・・ (式1)

e/(191.5-0.3Wt)<1・・・・・ (式2)

[0187] 本发明(2)是根据本发明(1)所述的充气轮胎,其中,轮胎截面宽度Wt为125mm以上、300mm以下。

[0188] 本发明(3)是根据本发明(1)或(2)所述的充气轮胎,其中,轮胎截面宽度Wt(mm)为215mm以上,并且满足以下(式3)。

e/(110.84-0.1667Wt)>1・・・・・ (式3)

[0189] 本发明(4)是根据本发明(1)～(3)中任一项所述的充气轮胎,其中,单丝帘线的帘线外径为0.1mm以上、0.5mm以下。

[0190] 本发明(5)是根据本发明(1)～(4)中任一项所述的充气轮胎,其中,轮胎宽度方向上每5cm的单丝帘线的排列根数e(帘线根数/5cm)大于80根帘线/5cm。

[0191] 本发明(6)是根据本发明(1)～(5)中任一项所述的充气轮胎,其中,胎侧部中的胎侧壁橡胶组合物在温度: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)和胎侧部的高度T(mm)满足以下(式4)。

(E*/T)×100≦3.0・・・・・(式4)

[0192] 本发明(7)是根据本发明(1)～(6)中任一项所述的充气轮胎,其中,由带束层的补强帘线和与轮胎周向平行的直线形成的角度为10°以上、35°以下。

[0193] 本发明(8)是根据本发明(1)～(7)中任一项所述的充气轮胎,其中,设置有至少2层带束层,以及在轮胎径向上相邻的带束层中的至少1组以0.5mm以下的间距配置。

[0194] 本发明(9)是根据本发明(1)～(8)中任一项所述的充气轮胎,其中,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%深度处的沟槽宽度L_{80}相对于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0.3以上、0.7以下。

[0195] 本发明(10)是根据本发明(1)～(9)中任一项所述的充气轮胎,其中,胎面部具有在轮胎周向上连续延伸的多个周向沟槽,多个周向沟槽的合计截面积是胎面部截面积的10%以上、30%以下。

[0196] 本发明(11)是根据本发明(1)～(10)中任一项所述的充气轮胎,其中,胎面部具有在轮胎轴向上延伸的多个横向沟槽,多个横向沟槽的合计容积是胎面部体积的2.0%以上、5.0%以下。