(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117794751 A
(43)申请公布日 2024.03.29

(21)申请号 202280055048.5
(22)申请日 2022.04.20
(30)优先权数据
2021-152350 2021.09.17 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2024.02.06
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2022/018297 2022.04.20
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2023/042474 JA 2023.03.23
(71)申请人 横滨橡胶株式会社
地址 日本
(72)发明人 甲田启 藤城雅之 舘野晴香
(74)专利代理机构 北京市中咨律师事务所 11247
专利代理师 刘钢 段承恩
(51)Int.Cl.
B60C 11/03(2006.01)
B60C 3/04(2006.01)
B60C 9/00(2006.01)
B60C 11/13(2006.01)
B60C 15/04(2006.01)

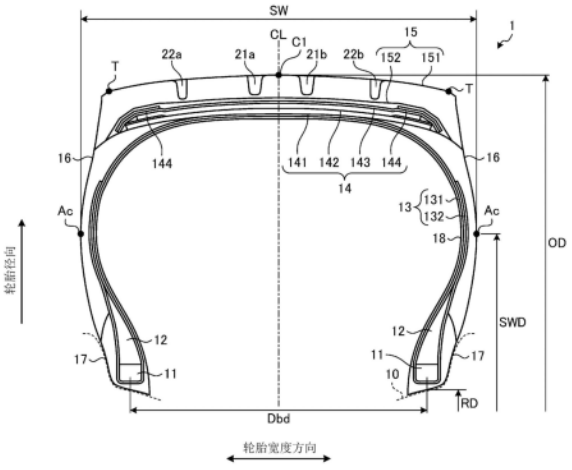
权利要求书1页 说明书23页 附图11页

(54)发明名称

轮胎

(57)摘要

本发明提供一种能兼顾湿地性能和耐磨耗性能的小直径轮胎。该轮胎具备:一对胎圈芯;架设于胎圈芯的胎体层;配置于胎体层的径向外侧的带束层;和胎面部。此外,轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内。此外,胎面部的槽面积比Aa在0.008≤Aa/OD≤0.150的范围内,胎面部的中心区域的槽面积比Ace与胎面部的胎肩区域的槽面积比Ash为Ace/Ash>1的关系。



CN 117794751 A

1.一种轮胎,所述轮胎具备:一对胎圈芯;架设于所述胎圈芯的胎体层;配置于所述胎体层的径向外侧的带束层;和胎面部,所述轮胎的特征在于,

轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,

轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内,

所述胎面部的槽面积比Aa在0.008≤Aa/OD≤0.150的范围内,所述胎面部的中心区域的槽面积比Ace与所述胎面部的胎肩区域的槽面积比Ash为Ace/Ash>1的关系。

2.根据权利要求1所述的轮胎,其中,

所述胎面部的中心区域的槽面积比Ace与所述胎面部的胎肩区域的槽面积比Ash为1<Ace/Ash≤2.0+(100/OD)的关系。

3.根据权利要求1或权利要求2所述的轮胎,其中,

所述胎面部的最大槽深Gmax满足0.006≤Gmax/OD≤0.083的关系。

4.根据权利要求1至3中任一项所述的轮胎,其中,

所述胎面部的中心区域的最大槽深Gce与所述胎面部的胎肩区域的最大槽深Gsh[mm]的关系为1≤Gce/Gsh≤2.5。

5.根据权利要求1至4中任一项所述的轮胎,其中,

所述胎面部的中心区域的间距数Pce与所述胎面部的胎肩区域的间距数Psh的关系为0.4≤Pce/Psh≤1.2。

6.根据权利要求1至5中任一项所述的轮胎,其中,

所述胎面部的中心区域中的轮胎接地长内的平均横槽宽度WLce与轮胎接地长内的平均间距数PCce的关系为1500≤(WLce×PCce×OD)≤33000。

7.根据权利要求1至6中任一项所述的轮胎,其中,

所述胎面部的中心区域中的轮胎整周上的轮胎接地长内的平均间距数PCce满足0.005≤PCce/OD≤0.020的关系。

8.根据权利要求1至7中任一项所述的轮胎,其中,

构成所述胎体层的帘布层的每50[mm]宽度的强度Tcs[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在17≤Tcs/OD≤120的范围内。

9.根据权利要求1至8中任一项所述的轮胎,其中,

所述带束层具备一对交叉带束,该一对交叉带束通过涂层橡胶覆盖由钢制成的带束帘线而成,并且,

所述一对交叉带束各自的每50[mm]宽度的强度Tbt[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在25≤Tbt/OD≤250的范围内。

10.根据权利要求1至9中任一项所述的轮胎,其中,

一个所述胎圈芯的强度Tbd[N]相对于轮胎外径OD[mm]在45≤Tbd/OD≤120的范围内。

11.根据权利要求10所述的轮胎,其中,

所述胎圈芯由胎圈钢丝构成,该胎圈钢丝由钢制成,并且,

所述胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]相对于轮胎外径OD[mm]在0.025≤σbd/OD≤0.075的范围内。

轮胎

技术领域

[0001] 本发明涉及一种轮胎,更详细而言,涉及一种能兼顾湿地性能和耐磨耗性能的小直径轮胎。

背景技术

[0002] 近年来,已经开发出安装在降低地板以扩大车内空间的车辆上的小直径轮胎。该小直径轮胎的旋转惯量较小,轮胎重量也较小,因此有望降低运输成本。另一方面,对于小直径轮胎要求高负荷能力。作为与这种技术问题相关的以往的轮胎,已知专利文献1所记载的技术。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:国际公开第2020/122169号

发明内容

[0006] 发明所要解决的问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种能兼顾湿地性能和耐磨耗性能的小直径轮胎。

[0008] 解决问题的技术手段

[0009] 为了实现上述目的,本发明的轮胎具备一对胎圈芯、架设于所述胎圈芯的胎体层、配置于所述胎体层的径向外侧的带束层以及胎面部,所述轮胎的特征在于,轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内,所述胎面部的槽面积比Aa在0.008≤Aa/OD≤0.150的范围内,所述胎面部的中心区域的槽面积比Ace与所述胎面部的胎肩区域的槽面积比Ash为Ace/Ash>1的关系。

[0010] 发明效果

[0011] 在本发明的轮胎中,小直径轮胎能适当地确保胎体层的负荷能力,因此具有兼顾轮胎的湿地性能和耐磨耗性能的优点。具体而言,胎面部的中心区域的槽面积比Ace与胎肩区域的槽面积比Ash为上述的关系,由此确保了轮胎的湿地性能。此外,胎面部的槽面积比Aa在0.008≤Aa/OD≤0.150的范围内,槽面积比Ace与槽面积比Ash为Ace/Ash>1的关系,由此能维持耐磨耗性能。

附图说明

[0012] 图1是表示本发明的实施方式的轮胎的轮胎子午线方向的剖面图。

[0013] 图2是表示图1中所记载的轮胎的放大图。

[0014] 图3是表示图1中所记载的轮胎的带束层的层叠构造的说明图。

[0015] 图4是表示图1中所记载的轮胎的胎面部的放大图。

[0016] 图5是表示图4中所记载的胎面部的单侧区域的放大图。

[0017] 图6是表示图1中所记载的轮胎的侧壁部和胎圈部的放大图。

[0018] 图7是表示图6中所记载的侧壁部的放大图。

[0019] 图8是表示胎面部的胎面表面的例子的图。

[0020] 图9是表示本发明的实施方式的轮胎的性能试验的结果的图表。

[0021] 图10是表示本发明的实施方式的轮胎的性能试验的结果的图表。

[0022] 图11是表示本发明的实施方式的轮胎的性能试验的结果的图表。

具体实施方式

[0023] 以下,参照附图,对本发明进行详细说明。需要说明的是,本发明并不受本实施方式的限定。此外,本实施方式的构成要素中包括在维持发明同一性的同时可替换,且替换是显而易见的要素。此外,本实施方式所记载的多个变形例可以在对于本领域技术人员而言显而易见的范围内任意地进行组合。

[0024] [轮胎]

[0025] 图1是表示本发明的实施方式的轮胎1的轮胎子午线方向的剖面图。该图示出了安装于轮辋10的轮胎1的轮胎径向的单侧区域的剖视图。在本实施方式中,作为轮胎的一个示例,对轿车用充气子午线轮胎进行说明。

[0026] 在该图中,轮胎子午线方向的剖面被定义为在包括轮胎旋转轴(省略图示)的平面上切断轮胎时的剖面。此外,轮胎赤道面CL被定义为从JATMA所规定的轮胎剖面宽度的中点穿过且垂直于轮胎旋转轴的平面。此外,轮胎宽度方向被定义为平行于轮胎旋转轴的方向,轮胎径向被定义为垂直于轮胎旋转轴的方向。此外,点T为轮胎接地端,点Ac为轮胎最大宽度位置。

[0027] 轮胎1具有以轮胎旋转轴为中心的环状结构,具备一对胎圈芯11、11、一对胎边芯12、12、胎体层13、带束层14、胎面橡胶15、一对侧壁橡胶16、16、一对轮辋缓冲橡胶17、17以及内衬18(参照图1)。

[0028] 一对胎圈芯11、11是将由钢制成的一条或多条胎圈钢丝呈环状且多重地卷绕而成,埋设于胎圈部而构成左右的胎圈部的芯一对胎边芯12、12分别配置于一对胎圈芯11、11的轮胎径向外周以增强胎圈部。

[0029] 胎体层13具有由一层帘布层形成的单层构造或将多层帘布层层叠而成的多层构造,并且呈环状架设于左右的胎圈芯11、11之间以构成轮胎的骨架。此外,胎体层13的两端部以包住胎圈芯11和胎边芯12的方式卷回并被卡定于轮胎宽度方向外侧。此外,胎体层13的帘布层是用涂层橡胶包覆由钢或有机纤维材料(例如,芳纶、尼龙、聚酯、人造丝等)制成的多个胎体帘线并进行轧制加工而构成,具有80[deg]以上且100[deg]以下的帘线角度(被定义为胎体帘线的长度方向相对于轮胎周向的倾斜角)。

[0030] 带束层14是将多个带束帘布层141～144层叠而成,围绕着配置在胎体层13的外周。在图1的构成中,带束帘布层141～144由一对交叉带束141、142、带束覆盖层143以及一对带束边缘覆盖层144、144构成。

[0031] 一对交叉带束141、142是用涂层橡胶包覆由钢或有机纤维材料制成的多条带束帘线并进行轧制加工而构成,具有按绝对值计为15[deg]以上且55[deg]以下的帘线角度(被定义为带束帘线的长度方向相对于轮胎周向的倾斜角)。此外,一对交叉带束141、142具有互为异号的帘线角度,使带束帘线的长度方向相互交叉而层叠(所谓的交叉帘布层结构)。

此外,一对交叉带束141、142层叠配置于胎体层13的轮胎径向外侧。

[0032] 带束覆盖层143以及一对带束边缘覆盖层144、144是用涂层橡胶包覆由钢或有机纤维材料制成的带束覆盖帘线而构成,具有按绝对值计为0[deg]以上且10[deg]以下的帘线角度。此外,带束覆盖层143和带束边缘覆盖层144例如是用涂层橡胶包覆一条或多条带束覆盖帘线而成的带材,是将该带材沿轮胎周向多次且呈螺旋状地卷绕于交叉带束141、142的外周面而构成。此外,带束覆盖层143配置为包覆整个交叉带束141、142区域,一对带束边缘覆盖层144、144配置为从轮胎径向外侧开始包覆交叉带束141、142的左右边缘部。

[0033] 胎面橡胶15配置于胎体层13和带束层14的轮胎径向外周而构成轮胎1的胎面部。此外,胎面橡胶15具备冠部胎面151和基部胎面152。

[0034] 冠部胎面151由接地特性和耐候性优异的橡胶材料制成,遍及轮胎接地面的整个区域并露出胎面,构成胎面部的外表面。此外,冠部胎面151具有50以上且80以下的橡胶硬度Hs_cap、1.0以上且4.0以下的100[%]伸长时的模量M_cap[MPa]以及0.03以上且0.36以下的损耗角正切tanδ_cap,优选为具有58以上且76以下的橡胶硬度Hs_cap、1.5以上且3.2以下的100[%]伸长时的模量M_cap[MPa]以及0.06以上且0.29以下的损耗角正切tanδ_cap。

[0035] 橡胶硬度Hs在依据JIS K6253的20[℃]的温度条件下进行测定。

[0036] 模量(强度)依据JIS K6251(使用3号哑铃),通过在使用了哑铃状试验片的20[℃]的温度下的拉伸试验来进行测定。

[0037] 损耗角正切tanδ使用(株)东洋精机制作所制的粘弹谱仪,在温度60[℃]、剪切应变10[%]、振幅±0.5[%]以及频率20[Hz]的条件下进行测定。

[0038] 基部胎面152由耐热性优异的橡胶材料制成,被夹持配置在冠部胎面151和带束层14之间,构成胎面橡胶15的基础部分。此外,基部胎面152具有47以上且80以下的橡胶硬度Hs_ut、1.4以上且5.5以下的100[%]伸长时的模量M_ut[MPa]以及0.02以上且0.23以下的损耗角正切tanδ_ut,优选为具有50以上且65以下的橡胶硬度Hs_cap、1.7以上且3.5以下的100[%]伸长时的模量M_ut[MPa]以及0.03以上且0.10以下的损耗角正切tanδ_ut。

[0039] 此外,橡胶硬度的差值Hs_cap-Hs_ut在3以上且20以下的范围内,优选为在5以上且15以下的范围内。此外,模量的差值M_cap-M_ut[MPa]在0以上且1.4以下的范围内,优选为在0.1以上且1.0以下的范围内。此外,损耗角正切的差值tanδ_cap-tanδ_ut在0以上且0.22以下的范围内,优选为在0.02以上且0.16以下的范围内。

[0040] 一对侧壁橡胶16、16分别配置于胎体层13的轮胎宽度方向外侧而构成左右的侧壁部。在图1的构成中,侧壁橡胶16的轮胎径向外侧的端部配置于胎面橡胶15的下层而被夹持于带束层14的端部与胎体层13之间。但并不限于此,侧壁橡胶16的轮胎径向外侧的端部也可配置于胎面橡胶15的外层并从轮胎的胎侧加强部露出(省略图示)。在该情况下,带垫(省略图示)被夹持在带束层14的端部与胎体层13之间。

[0041] 此外,侧壁橡胶16具有48以上且65以下的橡胶硬度Hs_sw、1.0以上且2.4以下的100[%]伸长时的模量M_sw[MPa]以及0.02以上且0.22以下的损耗角正切tanδ_sw,优选为具有50以上且59以下的橡胶硬度Hs_sw、1.2以上且2.2以下的100[%]伸长时的模量M_sw[MPa]以及0.04以上且0.20以下的损耗角正切tanδ_sw。

[0042] 一对轮辋缓冲橡胶17、17从左右的胎圈芯11、11和胎体层13的卷回部的轮胎径向

内侧开始向轮胎宽度方向外侧延伸,构成胎圈部的轮辋嵌合面。在图1的构成中,轮辋缓冲橡胶17的轮胎径向外侧的端部被插入侧壁橡胶16的下层中,被夹持配置在侧壁橡胶16与胎体层13之间。

[0043] 内衬18是配置于轮胎内腔面并覆盖胎体层13的防透气层,抑制了胎体层13因露出而发生的氧化,此外,还防止了填充于轮胎的空气的泄漏。此外,内衬18例如可以由以丁基橡胶为主要成分的橡胶组合物构成,也可以由热塑性树脂或在热塑性树脂中共混有弹性体成分的热塑性弹性体组合物等构成。

[0044] 此外,在图1中,轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,优选为在250[mm]≤OD≤580[mm]的范围内。通过将该小直径轮胎作为应用对象,能显著地获得后述的提高负荷性能的效果。此外,轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内,优选为在105[mm]≤SW≤340[mm]的范围内。利用该小直径轮胎1,例如,能降低小型车辆的地板以扩大车内的空间。此外,由于旋转惯量小,轮胎重量也小,因此耗油量提高,降低了运输成本。特别是在将该小直径轮胎安装于车辆的轮毂马达的情况下,能有效地减轻对马达的负荷。

[0045] 轮胎外径OD是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压,并且在无负荷状态下进行测定的。

[0046] 轮胎总宽度SW作为将轮胎安装于规定轮辋上并赋予规定内压,并且处于无负荷状态时侧壁间的(包括轮胎侧面的花纹、文字等所有部分的)直线距离来进行测定。

[0047] 规定轮辋是指JATMA所规定的“应用轮辋”、TRA所规定的“设计轮辋(Design Rim)”、或者ETRTO所规定的“测量轮辋(Measuring Rim)”。此外,规定内压是指JATMA所规定的“最高气压”、TRA所规定的“各种冷充气压力下的轮胎载荷极限(TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES)”的最大值、或者ETRTO所规定的“充气压力(INFLATION PRESSURES)”。此外,规定载荷是指JATMA所规定的“最大负荷能力”、TRA所规定的“各种冷充气压力下的轮胎载荷极限(TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES)”的最大值、或者ETRTO所规定的“负载能力(LOAD CAPACITY)”。不过,在JATMA中,在轿车用轮胎的情况下,规定内压为气压180[kPa],规定载荷为最大负荷能力的88[%]。

[0048] 此外,轮胎总宽度SW[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.23≤SW/OD≤0.84的范围内,优选为在0.25≤SW/OD≤0.81的范围内。

[0049] 此外,优选轮胎外径OD和轮胎总宽度SW满足以下公式(1)。其中,A1min=-0.0017、A2min=0.9、A3min=130、A1max=-0.0019、A2max=1.4、A3max=400,优选为A1min=-0.0018、A2min=0.9、A3min=160、A1max=-0.0024、A2max=1.6、A3max=362。

[0050] [公式1]

[0051]
$$A1min * SW \wedge 2 + A2min * SW + A3min \leq OD \leq A1max * SW \wedge 2 + A2max * SW + A3max \quad \cdots(1)$$

[0052] 在上述轮胎1中,假定使用具有5[inch]以上且16[inch]以下(即,125[mm]以上且407[mm]以下)的轮辋直径的轮辋10。此外,轮辋直径RD[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.50≤RD/OD≤0.74的范围内,优选为在0.52≤RD/OD≤0.71的范围内。通过上述下限,确保了轮辋直径RD,特别是确保了轮毂马达的设置空间。通过上述上限,确保了后述的轮胎的内容积V,确保了轮胎的负荷能力。

[0053] 需要说明的是,轮胎内径等于轮辋10的轮辋直径RD。

[0054] 此外,假定在高于规定的内压、具体而言350[kPa]以上且1200[kPa]以下、优选为500[kPa]以上且1000[kPa]以下的内压下使用上述轮胎1。通过上述下限,有效地降低了轮胎的滚动阻力,通过上述上限,确保了内压填充作业的安全性。

[0055] 此外,假定上述轮胎1安装于例如小型区间公共汽车那样以低速行驶的车辆。此外,车辆的最高速度为100[km/h]以下,优选为80[km/h]以下,更优选为60[km/h]以下。此外,假定上述轮胎1安装于6~12轮的车辆。由此,适当地发挥了轮胎的负荷能力。

[0056] 此外,轮胎的扁平比、即轮胎剖面高度SH[mm](参照后述的图2)与轮胎剖面宽度[mm](省略图中的尺寸标记:在图1中与轮胎总宽度SW相同)之比在0.16以上且0.85以下的范围内,优选为在0.19以上且0.82以下的范围内。

[0057] 轮胎剖面高度SH为轮胎外径与轮辋直径之差的1/2的距离,是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压,并且在无负荷状态下进行测定的。

[0058] 轮胎剖面宽度作为将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压,并且处于无负荷状态时侧壁间的(除了轮胎侧面的花纹、文字等的)直线距离来进行测定。

[0059] 此外,轮胎接地宽度TW相对于轮胎总宽度SW在0.75≤TW/SW≤0.95的范围内,优选为在0.80≤TW/SW≤0.92的范围内。

[0060] 轮胎接地宽度TW作为将轮胎安装于规定轮辋上并赋予规定内压并且在静止状态下垂直于平板放置,并赋予与规定载荷对应的负荷时轮胎与平板的接触面上的轮胎轴向的最大直线距离来进行测定。

[0061] 此外,轮胎内容积V[m^3]相对于轮胎外径OD[mm]在4.0≤(V/OD)×10^6≤60的范围内,优选为在6.0≤(V/OD)×10^6≤50的范围内。由此,优化了轮胎内容积V。具体而言,通过上述下限,确保了轮胎内容积,从而确保了轮胎的负荷能力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此优选充分确保轮胎的内容积V。通过上述上限,抑制了由轮胎内容积V过大引起的轮胎大型化。

[0062] 此外,轮胎内容积V[m^3]相对于轮辋直径RD[mm]在0.5≤V×RD≤17的范围内,优选为在1.0≤V×RD≤15的范围内。

[0063] [胎圈芯]

[0064] 在图1中,如上所述,一对胎圈芯11、11是将由钢制成的一条或多条胎圈钢丝(省略图示)以环状且多重的方式卷绕而成。此外,一对胎边芯12、12分别配置于一对胎圈芯11、11的轮胎径向外周。

[0065] 此外,一个胎圈芯11的强度Tbd[N]相对于轮胎外径OD[mm]在45≤Tbd/OD≤120的范围内,优选为在50≤Tbd/OD≤110的范围内,更优选为在60≤Tbd/OD≤105的范围内。此外,胎圈芯的强度Tbd[N]相对于轮胎总宽度SW[mm]在90≤Tbd/SW≤400的范围内,优选为在110≤Tbd/SW≤350的范围内。由此,适当地确保了胎圈芯11的负荷能力。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了由胎圈芯的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0066] 胎圈芯11的强度Tbd[N]作为每条胎圈钢丝的强度[N/条]与径向剖视图中胎圈钢

丝的总条数[条]的乘积而被计算得出。胎圈钢丝的强度通过在依据JIS K1017的20[℃]的温度下的拉伸试验来进行测定。

[0067] 此外,优选胎圈芯11的强度Tbd[N]相对于轮胎外径OD[mm]、距离SWD[mm]以及轮辋直径RD[mm]满足以下公式(2)。其中,B1min＝0.26、B2min＝10.0、B1max＝2.5、B2max＝99.0,优选为B1min＝0.35、B2min＝14.0、B1max＝2.5、B2max＝99.0,更优选为B1min＝0.44、B2min＝17.6、B1max＝2.5、B2max＝99.0,进一步优选为B1min＝0.49、B2min＝17.9、B1max＝2.5、B2max＝99.0。而且,优选为使用轮胎的规定内压P[kPa],B1min＝0.0016×P、B2min＝0.07×P。

[0068] [公式2]

[0069] $$\mathrm{B1min}*\{(OD/2)\wedge 2-(SWD/2)\wedge 2\}+\mathrm{B2min}*RD\le Tbd$$
$$\le \mathrm{B1max}*\{(OD/2)\wedge 2-(SWD/2)\wedge 2\}+\mathrm{B2max}*RD \quad \cdots(2)$$

[0070] 距离SWD是从轮胎旋转轴(省略图示)到轮胎最大宽度位置Ac处的径向距离的2倍的距离,即轮胎最大宽度位置Ac的直径,是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0071] 轮胎最大宽度位置Ac被定义为JATMA所规定的轮胎剖面宽度的最大宽度位置。

[0072] 此外,在一个胎圈芯11的径向剖面视角下,上述由钢制成的胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]相对于轮胎外径OD[mm]在0.025≤σbd/OD≤0.075的范围内,优选为在0.030≤σbd/OD≤0.065的范围内。此外,胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]在11≤σbd≤36的范围内,优选为在13≤σbd≤33的范围内。由此,实现了上述胎圈芯11的强度Tbd[N]。

[0073] 胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]作为一个胎圈芯11的径向剖面视角下的胎圈钢丝的截面积的总和而被计算得出。

[0074] 例如,在图1的构成中,胎圈芯11具有以网格状排列具有圆形剖面的胎圈钢丝(省略图示)而形成的四边形。但并不限于此,胎圈芯11也可以具有以最密填充构造排列具有圆形剖面的胎圈钢丝而形成的六边形(省略图示)。此外,在对于本领域技术人员而言显而易见的范围内能采用任意的胎圈钢丝的排列结构。

[0075] 此外,优选胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]相对于轮胎外径OD[mm]、距离SWD[mm]以及轮辋直径RD[mm]满足以下公式(3)。其中,Cmin＝30、Cmax＝8,优选为Cmin＝25、Cmax＝10。

[0076] [公式3]

[0077] (OD*RD)/(Cmin*SWD)≤σbd≤(OD/RD)/(Cmax*SWD)…(3)

[0078] 此外,胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]相对于径向剖面视角下的一个胎圈芯11的胎圈钢丝的总断面数(即总匝数)Nbd[条]在0.50≤σbd/Nbd≤1.40的范围内,优选为在0.60≤σbd/Nbd≤1.20的范围内。即,单根胎圈钢丝的截面积σbd'[mm^2]在0.50[mm^2/条]以上且1.40[mm^2/条]以下的范围内,优选为在0.60[mm^2/条]以上且1.20[mm^2/条]以下的范围内。

[0079] 此外,径向剖面视角下的一个胎圈芯11的最大宽度Wbd[mm](参照后述的图2)相对于胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]在0.16≤Wbd/σbd≤0.50的范围内,优选为在0.20≤Wbd/

σbd≤0.40的范围内。

[0080] 此外,在图1中,一对胎圈芯11、11的重心间的距离Dbd[mm]相对于轮胎总宽度SW[mm]在0.63≤Dbd/SW≤0.97的范围内,优选为在0.65≤Dbd/SW≤0.95的范围内。通过上述下限,减小了轮胎的挠曲量,降低了轮胎的滚动阻力。通过上述上限,减小了作用在胎侧部的应力,抑制了轮胎故障。

[0081] [胎体层]

[0082] 图2是表示图1中所记载的轮胎1的放大图。该图示出了以轮胎赤道面CL为边界的单侧区域。

[0083] 在图1的构成中,如上所述,胎体层13由单层的帘布层构成,呈圆环状架设配置于左右的胎圈芯11、11之间。此外,胎体层13的两端部以包住胎圈芯11和胎边芯12的方式卷回并被卡定于轮胎宽度方向外侧。

[0084] 此外,构成胎体层13的帘布层的每50[mm]宽度的强度Tcs[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在17≤Tcs/OD≤120的范围内,优选为在20≤Tcs/OD≤120的范围内。此外,胎体层13的强度Tcs[N/50mm]相对于轮胎总宽度SW[mm]在30≤Tcs/SW≤260的范围内,优选为在35≤Tcs/SW≤220的范围内。由此,适当地确保了胎体层13的负荷能力。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了由胎体层的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0085] 帘布层的强度Tcs[N/50mm]以如下方式计算出。即,将架设在左右胎圈芯11、11上并遍及轮胎的整个内周区域延伸的帘布层定义为有效帘布层。而且,计算出构成有效帘布层的每条胎体帘线的强度[N/条]与轮胎整个圆周且轮胎赤道面CL上每50[mm]宽度的胎体帘线的嵌入条数[条/50mm]的乘积,将其作为帘布层的强度Tcs[N/50mm]。胎体帘线的强度通过依据JIS K1017的20[℃]的温度下的拉伸试验来进行测定。例如,在一条胎体帘线例如是将多条单丝捻合而形成的构成中,测定捻合而成的一条胎体帘线的强度,从而计算出胎体层13的强度Tcs。此外,在胎体层13是具有层叠多层有效帘布层而形成的多层结构(省略图示)的构成中,针对多层有效帘布层中的每一层定义上述强度Tcs。

[0086] 例如,在图1的构成中,胎体层13具有由单层帘布层(省略图中的附图标记)构成的单层结构,并且帘布层是将用涂层橡胶包覆的由钢制成的胎体帘线以相对于轮胎周向为80[deg]以上且100[deg]以下的帘线角度排列而构成(省略图示)。此外,通过使上述由钢制成的胎体帘线具有在$0.3\leq\varphi cs\leq1.1$范围内的帘线直径$\varphi cs[mm]$和在25≤Ecs≤80的范围内的嵌入条数Ecs[条/50mm],实现了上述胎体层13的强度Tcs[N/50mm]。此外,胎体帘线是将多条单丝捻合而形成,并且,其单丝直径$\varphi css[mm]$在$0.12\leq\varphi css\leq0.24$的范围内,优选为在$0.14\leq\varphi css\leq0.22$的范围内。

[0087] 此外,帘布层并不限于上述构成,也可由用涂层橡胶包覆的有机纤维材料(例如,芳纶、尼龙、聚酯、人造丝等)所制成的胎体帘线构成。此时,通过使由上述有机纤维材料制成的胎体帘线具有在$0.6\leq\varphi cs\leq0.9$范围内的帘线直径$\varphi cs[mm]$和在40≤Ecs≤70范围内的嵌入条数Ecs[条/50mm],实现了上述胎体层13的强度Tcs[N/50mm]。此外,在对于本领域技

术人员而言显而易见的范围内能采用由高强度的尼龙、芳纶、混合材料等有机纤维材料制成的胎体帘线。

[0088] 此外,胎体层13也可以具有将多层、例如双层帘布层层叠而成的多层构造(省略图示)。由此,能有效地提高轮胎的负荷能力。

[0089] 此外,胎体层13的总断裂强度TTcs[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在300≤TTcs/OD≤3500的范围内,优选为在400≤TTcs/OD≤3000的范围内。由此,确保了胎体层13整体的负荷能力。

[0090] 胎体层13的总断裂强度TTcs[N/50mm]是以上述有效胎体帘布层的断裂强度Tcs[N/50mm]的总和的方式进行计算。因此,胎体层13的总断裂强度TTcs[N/50mm]随着各胎体帘布层的断裂强度Tcs[N/50mm]、胎体帘布层的层叠层数、胎体帘布层的周长等的增加而增加。

[0091] 此外,胎体层13的总断裂强度TTcs[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]以及距离SWD[mm]优选为满足以下公式(4)。其中,Dmin=2.2、Dmax=40,优选为Dmin=4.3、Dmax=40,更优选为Dmin=6.5、Dmax=40,进一步优选为Dmin=8.7、Dmax=40。而且,优选为使用轮胎的规定内压P[kPa],Dmin=0.02×P。

[0092] [公式4]

[0093] $$\mathrm{Dmin} * \{(OD / 2) \wedge 2 - (SWD / 2) \wedge 2\} \leq TTcs \leq \mathrm{Dmax} * \{(OD / 2) \wedge 2 - (SWD / 2) \wedge 2\} \quad \cdots (4)$$

[0094] 此外,在图1的构成中,胎体层13具有沿轮胎内表面延伸的主体部131和以包住胎圈芯11的方式上卷至轮胎宽度方向外侧并沿轮胎径向延伸的上卷部132。此外,在图2中,轮辋直径RD的测定点到胎体层13的上卷部132的端部的径向高度Hcs[mm]相对于轮胎剖面高度SH[mm]在0.49≤Hcs/SH≤0.80的范围内,优选为在0.55≤Hcs/SH≤0.75的范围内。由此,优化了胎体层13的上卷部132的径向高度Hcs。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的负荷能力,通过上述上限,抑制了由胎体层的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0095] 胎体层13的上卷部132的径向高度Hcs[mm]是将轮胎安装于规定轮辋上并赋予规定内压,并且在无负荷状态下进行测定的。

[0096] 例如,在图2的构成中,胎体层13的上卷部132的径向外侧的端部(省略图中的附图标记)位于轮胎最大宽度位置Ac与带束层14的端部(后述的点Au)之间的区域内,更具体而言,位于从轮胎最大宽度位置Ac到后述的距离Hu的70[%]的径向位置Au'处的区域内。此时,胎体层13的主体部131与上卷部132的接触高度Hcs'[mm]相对于轮胎剖面高度SH[mm]在0.07≤Hcs'/SH的范围内,优选为在0.15≤Hcs'/SH的范围内。由此,有效地提高了胎侧部的负荷能力。比Hcs'/SH的上限并不特别限定,但受到接触高度Hcs'相对于胎体层13的上卷部132的径向高度Hcs具有Hcs'<Hcs的关系这一点限制。

[0097] 胎体层13的接触高度Hcs'是主体部131与上卷部132相互接触的区域的轮胎径向上的延伸长度,是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0098] 需要说明的是,胎体层13的上卷部132的端部并不限于上述构成,通过使胎体层13具有所谓的低翻折结构,胎体层13的上卷部132的端部也可配置于轮胎最大宽度位置Ac与

胎圈芯之间的区域内(省略图示)。

[0099] [带束层]

[0100] 图3是表示图1中所记载的轮胎1的带束层的层叠构造的说明图。在该图中,附于各带束帘布层141～144上的细线示意性地示出了带束帘线的配置构成。

[0101] 在图1的构成中,如上所述,带束层14是将多层带束帘布层141～144层叠而成。此外,如图3所述,这些带束帘布层141～144由一对交叉带束141、142、带束覆盖层143以及一对带束边缘覆盖层144、144构成。

[0102] 此时,一对交叉带束141、142各自的每50[mm]宽度的强度Tbt[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在25≤Tbt/OD≤250的范围内,优选为在30≤Tbt/OD≤230的范围内。此外,交叉带束141、142的强度Tbt[N/50mm]相对于轮胎总宽度SW[mm]在45≤Tbt/SW≤500的范围内,优选为在50≤Tbt/SW≤450的范围内。由此,适当地确保了一对交叉带束141、142各自的负荷能力。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了由交叉带束的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0103] 带束帘布层的强度Tbt[N/50mm]以如下方式计算出。即,将遍及整个以轮胎赤道面CL为中心的轮胎接地宽度TW的80[%]的区域(即轮胎接地区域的中央部)延伸的带束帘布层定义为有效带束帘布层。此外,计算出构成有效带束帘布层的每条带束帘线的强度[N/条]与上述轮胎接地宽度TW的80[%]的区域中每50[mm]宽度的带束帘线的嵌入条数[条]的乘积,将其作为带束帘布层的强度Tbt[N/50mm]。带束帘线的强度通过依据JIS K1017的20[℃]的温度下的拉伸试验来进行测定。例如,在一条带束帘线例如是将多条单丝捻合而形成的构成中,测定捻合而成的一条带束帘线的强度,从而计算出带束帘布层的强度Tbt。此外,在带束层14是层叠多层有效帘布层而形成的构成中(参照图1),针对多层有效帘布层中的每一层定义上述强度Tbt。例如,在图1的构成中,一对交叉带束141、142和带束覆盖层143相当于有效带束帘布层。

[0104] 例如,在图3的构成中,一对交叉带束141、142是将用涂层橡胶包覆的钢制成的带束帘线以相对于轮胎周向为15[deg]以上且55[deg]以下的帘线角度(省略图中的附图标记)排列而构成。此外,通过使上述钢制成的带束帘线具有在$0.50\leq\varphi bt\leq1.80$范围内的帘线直径$\varphi bt[mm]$和在15≤Ebt≤60范围内的嵌入条数Ebt[条/50mm],实现了上述交叉带束141、142的强度Tbt[N/50mm]。此外,帘线直径$\varphi bt[mm]$和嵌入条数Ebt[条/50mm]优选为在$0.55\leq\varphi bt\leq1.60$和17≤Ebt≤50的范围内,更优选为在$0.60\leq\varphi bt\leq1.30$和20≤Ebt≤40的范围内。此外,带束帘线是将多条单丝捻合而形成,并且,其单丝直径$\varphi bts[mm]$在$0.16\leq\varphi bts\leq0.43$的范围内,优选为在$0.21\leq\varphi bts\leq0.39$的范围内。

[0105] 此外,交叉带束141、142并不限于上述构成,也可由用涂层橡胶包覆的有机纤维材料(例如,芳纶、尼龙、聚酯、人造丝等)所制成的带束帘线构成。此时,通过使由上述有机纤维材料制成的带束帘线具有在$0.50\leq\varphi bt\leq0.90$的范围内的帘线直径$\varphi bt[mm]$和在30≤Ebt≤65范围内的嵌入条数Ebt[条/50mm],实现了上述交叉带束141、142的强度Tbt[N/50mm]。

此外,在对于本领域技术人员而言显而易见的范围内能采用由高强度的尼龙、芳纶、混合材料等有机纤维材料制成的带束帘线。

[0106] 此外,带束层14也可具有附加带束(省略图示)。该附加带束例如是(1)第三交叉带束,是用涂层橡胶包覆由钢或有机纤维材料制成的多条带束帘线并轧制加工而构成,具有按绝对值计为15[deg]以上且55[deg]以下的帘线角度,或是(2)所谓的高角度带束,是用涂层橡胶包覆由钢或有机纤维材料制成的多条带束帘线并轧制加工而构成,可具有按绝对值计为45[deg]以上且70[deg]以下、优选为54[deg]以上且68[deg]的帘线角度。此外,附加带束可配置于(a)一对交叉带束141、142与胎体层13之间,(b)一对交叉带束141、142之间,或(c)一对交叉带束141、142的径向外侧(省略图示)。由此,提高了带束层14的负荷能力。

[0107] 另外,带束层14的总断裂强度TTbt[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在70≤TTbt/OD≤750的范围内,优选为在90≤TTbt/OD≤690的范围内,更优选为在110≤TTbt/OD≤690的范围内,进一步优选为在120≤TTbt/OD≤690的范围内。由此,确保了带束层14整体的负荷能力。而且,优选为使用轮胎的规定内压P[kPa],0.16×P≤TTbt/OD。

[0108] 带束层14的总断裂强度TTbtN/50mm]是以上述有效带束帘布层(在图1中,为一对交叉带束141、142以及带束覆盖层143)的断裂强度Tbt[N/50mm]的总和的方式进行计算。因此,带束层14的总断裂强度TTbt[N/50mm]随着各带束帘布层的断裂强度Tbt[N/50mm]、带束帘布层的层叠层数等的增加而增加。

[0109] 此外,一对交叉带束141、142(在具备上述附加带束的构成中,包括附加带束。省略图示)中最宽的交叉带束(在图3中,为内径侧的交叉带束141)的宽度Wb1[mm]相对于最窄的交叉带束(在图3中,为外径侧的交叉带束142)的宽度Wb2[mm]在1.00≤Wb1/Wb2≤1.40的范围内,优选为在1.10≤Wb1/Wb2≤1.35的范围内。此外,最窄交叉带束的宽度Wb2[mm]相对于轮胎总宽度SW[mm]在0.61≤Wb2/SW≤0.96的范围内,优选为在0.70≤Wb2/SW≤0.94的范围内。通过上述下限,确保了带束帘布层的宽度,优化了轮胎接地区域中的接地压力的分布,从而确保轮胎的抗不均匀磨耗性。通过上述上限,降低了轮胎滚动时的带束帘布层端部的变形,抑制了带束帘布层端部的周边橡胶的分离。

[0110] 带束帘布层的宽度为各带束帘布层的左右端部的轮胎旋转轴方向上的距离,是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0111] 此外,一对交叉带束141、142(在具备上述附加带束的构成中,包括附加带束。省略图示)中最宽的交叉带束(在图3中,为内径侧的交叉带束141)的宽度Wb1[mm]相对于轮胎接地宽度TW[mm]在0.85≤Wb1/TW≤1.23的范围内,优选为在0.90≤Wb1/TW≤1.20的范围内。

[0112] 例如,在图1～图3的构成中,宽幅交叉带束141配置于轮胎径向的最内层,窄幅交叉带束142配置于宽幅交叉带束141的径向外侧。此外,带束覆盖层143配置于窄幅交叉带束142的径向外侧,覆盖一对交叉带束141、142两者整体。此外,一对带束边缘覆盖层144、144相互隔开并且配置于带束覆盖层143的径向外侧,分别覆盖一对交叉带束141、142的左右边缘部。

[0113] [胎面轮廓和胎面厚度]

[0114] 图4是表示图1所记载的轮胎1的胎面部的放大图。

[0115] 在图4中,轮胎接地端T处的胎面轮廓的落差量DA[mm]、轮胎接地宽度TW[mm]以及轮胎外径OD[mm]具有0.025≤TW/(DA×OD)≤0.400的关系,优选为具有0.030≤TW/(DA×

OD)≤0.300的关系。此外,轮胎接地端T处的胎面轮廓的落差量DA[mm]相对于轮胎接地宽度TW[mm]具有0.008≤DA/TW≤0.060的关系,优选为具有0.013≤DA/TW≤0.050的关系。由此,优化了胎面部胎肩区域的落差角(由比DA/(TW/2)定义),适当地确保了胎面部的负荷能力。具体而言,通过上述下限,确保了胎面部胎肩区域的落差角,从而抑制了由胎面部胎肩区域的接地压力过大导致的磨耗寿命的降低。通过上述上限,轮胎接地区域变平,使接地压力变得均匀,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此能通过上述构成有效优化轮胎接地区域的接地压力分布。

[0116] 落差量DA是轮胎子午线方向的剖视图中轮胎赤道面CL与胎面轮廓的交点C1到轮胎接地端T的轮胎径向上的距离,是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0117] 轮胎的轮廓是轮胎子午线方向的剖视图中的轮胎的轮廓线,使用激光轮廓仪进行计测。作为激光轮廓仪,例如,可使用轮胎轮廓测定装置(株式会社松尾制)。

[0118] 此外,优选轮胎接地端T处的胎面轮廓的落差量DA[mm]相对于轮胎外径OD[mm]和轮胎总宽度SW[mm]满足以下公式(5)。其中,Emin=3.5、Emax=17,优选为Emin=3.8、Emax=13,进一步优选为Emin=4.0、Emax=9。

[0119] [公式5]

[0120]
$$\mathrm{Emin} * (SW / OD) \wedge (1/4) \leq DA \leq \mathrm{Emax} * (SW / OD) \wedge (1/4) \quad \cdots (5)$$

[0121] 此外,图4中定义了轮胎赤道面CL中的胎面轮廓上的点C1和距轮胎赤道面CL为轮胎接地宽度TW的1/4的距离处的胎面轮廓上的一对点C2、C2。

[0122] 此时,穿过点C1和一对点C2的圆弧的曲率半径TRc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.15≤TRc/OD≤15的范围内,优选为在0.18≤TRc/OD≤12的范围内。此外,所述圆弧的曲率半径TRc[mm]在30≤TRc≤3000的范围内,优选为在50≤TRc≤2800的范围内,进一步优选为在80≤TRc≤2500的范围内。由此,适当地确保了胎面部的负荷能力。具体而言,通过上述下限,胎面部中央区域变平,使轮胎接地区域的接地压力变得均匀,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了由胎面部胎肩区域的接地压力过大导致的磨耗寿命的降低。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此有效获得了该使用条件下的接地压力的均化作用。

[0123] 圆弧的曲率半径是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0124] 此外,在图4中,穿过上述轮胎赤道面CL的点C1和左右的轮胎接地端T、T的圆弧的曲率半径TRw[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.30≤TRw/OD≤16的范围内,优选为在0.35≤TRw/OD≤11的范围内。此外,所述圆弧的曲率半径TRw[mm]在150≤TRw≤2800的范围内,优选为在200≤TRw≤2500的范围内。由此,适当地确保了胎面部的负荷能力。具体而言,通过上述下限,整个轮胎接地区域变平,使接地压力变得均匀,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了由胎面部胎肩区域的接地压力过大导致的磨耗寿命的降低。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此能通过上述构成有效优化轮胎接地区域的接地压力分布。

[0125] 此外,穿过上述点C1、C2的第一圆弧的曲率半径TRw[mm]相对于穿过点C1和轮胎接地端T的第二圆弧的曲率半径TRw[mm]在0.50≤TRw/TRc≤1.00的范围内,优选为在0.60≤TRw/TRc≤0.95的范围内,更优选为在0.70≤TRw/TRc≤0.90的范围内。由此,优化了轮胎的接地形状。具体而言,通过上述下限,分散了胎面部中央区域的接地压力,从而提升了轮胎的磨耗寿命。通过上述上限,抑制了由胎面部胎肩区域的接地压力过大导致的磨耗寿命的降低。

[0126] 此外,图4中定义了轮胎赤道面CL上的胎体层13上的点B1和从左右的轮胎接地端T、T下达至胎体层13的垂线的垂足B2、B2。

[0127] 此时,穿过点B1和一对点B2、B2的圆弧的曲率半径CRw相对于穿过上述点C1和轮胎接地端T、T的圆弧的曲率半径TRw在0.35≤CRw/TRw≤1.10的范围内,优选为在0.40≤CRw/TRw≤1.00的范围内,更优选为在0.45≤CRw/TRw≤0.92的范围内。此外,曲率半径CRw[mm]在100≤CRw≤2500的范围内,优选为在120≤CRw≤2200的范围内。由此,更加优化了轮胎接地形状。具体而言,通过上述下限,抑制了由胎面部胎肩区域的橡胶厚度的增加而导致的磨耗寿命的降低。通过上述上限,确保了胎面部中央区域的磨耗寿命。

[0128] 图5是表示图4中所记载的胎面部的单侧区域的放大图。

[0129] 在图1的构成中,如上所述,带束层14具有一对交叉带束141、142,并且胎面橡胶15具有冠部胎面151和基部胎面152。

[0130] 此外,在图5中,轮胎赤道面CL上的胎面轮廓到宽幅交叉带束141的外周面的距离Tce[mm]相对于轮胎外径OD[mm]具有0.008≤Tce/OD≤0.13的关系,优选为具有0.012≤Tce/OD≤0.10的关系,更优选为具有0.015≤Tce/OD≤0.07的关系。此外,距离Tce[mm]在5≤Tce≤25的范围内,优选为在7≤Tce≤20的范围内。由此,适当地确保了胎面部的负荷能力。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了由胎面橡胶的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0131] 距离Tce是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0132] 带束帘布层的外周面被定义为由带束帘线和涂层橡胶构成的带束帘布层的整个径向外侧的周面。

[0133] 此外,优选轮胎赤道面CL上的胎面轮廓到宽幅交叉带束141的外周面的距离Tce[mm]相对于轮胎外径OD[mm]满足以下公式(6)。其中,Fmin=35、Fmax=207,优选为Fmin=42、Fmax=202。

[0134] [公式6]

[0135] $Fmin*(OD)\wedge(1/3)\leq Tcc\leq Fmax/(OD)\wedge(1/3)\cdots(6)$

[0136] 此外,从轮胎接地端T处的胎面轮廓到宽幅交叉带束141的外周面的距离Tsh[mm]相对于轮胎赤道面CL上的距离Tce[mm]在0.60≤Tsh/Tce≤1.70的范围内,优选为在1.01≤Tsh/Tce≤1.55的范围内,更优选为在1.10≤Tsh/Tce≤1.50的范围内。通过上述下限,确保了胎肩区域的胎面厚度,因此抑制了轮胎滚动时轮胎的反复变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,通过上述上限,确保了中央区域的胎面厚度,因此抑制了小直径轮胎在特有的高负荷下使用时的轮胎变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。

[0137] 距离Tsh是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。此外,当在轮胎接地端T的正下方不存在宽幅交叉带束时,距离Tsh是作为从胎面轮廓到延伸带束帘布外周面所成的假想线的距离来进行测定的。

[0138] 此外,优选从轮胎接地端T处的胎面轮廓到宽幅交叉带束141的外周面的距离Tsh[mm]相对于轮胎赤道面CL上的距离Tce[mm]满足以下公式(7)。其中,Gmin=0.36、Gmax=0.72,优选为Gmin=0.37、Gmax=0.71,更优选为Gmin=0.38、Gmax=0.70。

[0139] [公式7]

[0140] $Gmin*(OD)\wedge(1/7)\leqslant Tsh\leqslant Tsh/Tce\leqslant Gmax*(OD)\wedge(1/7)\cdots(7)$

[0141] 此外,图5中定义了具有轮胎接地宽度TW的10[%]的宽度ΔTW的区间。此时,轮胎接地区域任意区间中的胎面橡胶15的橡胶厚度的最大值Ta与最小值Tb之比在0[%]以上且40[%]以下的范围内,优选为在0[%]以上且20[%]以下的范围内。在该构成中,轮胎接地区域任意区间(特别是包括带束帘布层141～144的端部的区间)中的胎面橡胶15的橡胶厚度的变化量被设定得较小,因此轮胎宽度方向上的接地压力的分布变得平滑,提高了轮胎的耐磨耗性能。

[0142] 胎面橡胶15的橡胶厚度被定义为从胎面轮廓到胎面橡胶15的内周面的距离(在图5中,为冠部胎面151的外周面到基部胎面152的内周面的距离)。因此,排除形成在胎面踏面上的槽,测定胎面橡胶15的橡胶厚度。

[0143] 此外,在图5中,轮胎赤道面CL上的基部胎面152的橡胶厚度UTce相对于上述轮胎赤道面CL上的距离Tce在$0.04\leqslant UTce/Tce\leqslant 0.60$的范围内,优选为在$0.06\leqslant UTce/Tce\leqslant 0.50$的范围内。由此,优化了基部胎面152的橡胶厚度UTce。

[0144] 此外,上述轮胎接地端T处的距离Tsh相对于从宽幅交叉带束141的端部到胎体层13的外周面的橡胶厚度Tu[mm]在$1.50\leqslant Tsh/Tu\leqslant 6.90$的范围内,优选为在$2.00\leqslant Tsh/Tu\leqslant 6.50$的范围内。由此,优化了胎体层13的轮廓,从而优化了胎体层13的张力。具体而言,通过上述下限,确保了胎体层的张力和胎肩区域的胎面厚度,因此抑制了轮胎滚动时轮胎的反复变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,确保了带束帘布层的端部附近的橡胶厚度,因此抑制了带束帘布层的周边橡胶的分离。

[0145] 橡胶厚度Tu实质上是作为插入宽幅交叉带束层141的端部与胎体层13之间的橡胶构件(在图5中,为侧壁橡胶16)的厚度来进行测定。

[0146] 胎体层13的外周面被定义为由胎体帘线和涂层橡胶构成的帘布层的整个径向外侧的周面。此外,当胎体层13具有由多个帘布层构成的多层结构(省略图示)时,最外层的帘布层的外周面构成胎体层13的外周面。此外,当胎体层13的上卷部132(参照图1)存在于宽幅交叉带束141的端部与胎体层13之间时(省略图示),该上卷部132的外周面构成胎体层13的外周面。

[0147] 例如,在图5的构成中,侧壁橡胶16被插入宽幅交叉带束141的端部与胎体层13之间,从而形成处于宽幅交叉带束141的端部与胎体层13之间的橡胶厚度Tu。然而,侧壁橡胶16的构成并不限于此,例如,也可将带垫代替侧壁橡胶16插入宽幅交叉带束141的端部与胎体层13之间(省略图示)。此外,插入的橡胶构件具有46以上且67以下的橡胶硬度Hs_sp、1.0以上且3.5以下的100[%]伸长时的模量M_sp[MPa]以及0.02以上且0.22以下的损耗角正切tanδ_sp,优选为具有48以上且63以下的橡胶硬度Hs_sp、1.2以上且3.2以下的100[%]伸长

时的模量M_sp[MPa]以及0.04以上且0.20以下的损耗角正切tanδ_sp。

[0148] 此外,在图1的构成中,轮胎1在胎面表面具备沿轮胎周向延伸的多个周向主槽21a、21b、22a以及22b和由这些周向主槽21a、21b、22a以及22b划分出的环岸部(省略图中的附图标记)。主槽被定义为具有JATMA中规定的磨耗指示器的显示义务的槽。

[0149] 此时,多个周向主槽21a、21b、22a以及22b中最靠近轮胎赤道面CL的周向主槽21a的槽深Gd1a[mm]相对于胎面橡胶15的橡胶厚度Gce[mm]在0.50≤Gd1a/Gce≤1.00的范围内,优选为在0.55≤Gd1a/Gce≤0.98的范围内。由此,确保了轮胎的耐磨耗性能。具体而言,通过上述下限,分散了胎面部中央区域的接地压力,从而提升了轮胎的磨耗寿命。通过上述上限,确保了环岸部的刚性,还确保了从周向主槽21a、21b、22a以及22b的槽底到带束层的橡胶厚度。

[0150] 最靠近轮胎赤道面CL的周向主槽被定义为处于轮胎赤道面CL上的周向主槽(省略图示),在轮胎赤道面CL上不存在周向主槽的情况下(参照图4),被定义为距离轮胎赤道面CL最近的周向主槽21a。

[0151] 此外,优选上述的比Gd1a/Gce相对于轮胎外径OD[mm]满足以下的公式(8)。其中,Hmin=0.10、Hmax=0.60,优选为Hmin=0.12、Hmax=0.50,更优选为Hmin=0.14、Hmax=0.40。

[0152] [公式8]

[0153] Hmin*250/OD≤Gd1a/Gce≤Hmax+250/OD…(8)

[0154] 此外,多个周向主槽21a、21b、22a以及22b中最靠近轮胎赤道面CL的周向主槽21a的槽深Gd1a[mm]为其他周向主槽21b、22a以及22b的槽深Gd1b[mm]、Gd2a[mm]、Gd2b[mm]以上的深度(Gd1b≤Gd1a、Gd2a≤Gd1a、Gd2b≤Gd1a)。具体而言,在将从轮胎赤道面CL到轮胎接地端T的区域沿轮胎宽度方向二等分时,最靠近轮胎赤道面CL的周向主槽21a的槽深Gd1a相对于其他周向主槽21b、处于轮胎接地端T侧的区域的其他周向主槽22a、22b的槽深Gd1b、Gd2a、Gd2b的最大值在1.00倍以上且2.50倍以下的范围内,优选为在1.00倍以上且2.00倍以下的范围内,更优选为在1.00倍以上且1.80倍以下的范围内。通过上述下限,分散了胎面部中央区域的接地压力,提高了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了由胎面部中央区域与胎肩区域的接地压力差过大而导致的不均匀磨耗。

[0155] [侧面轮廓和侧面厚度]

[0156] 图6是表示图1中所记载的轮胎1的侧壁部和胎圈部的放大图。图7是表示图6中所记载的侧壁部的放大图。

[0157] 图6中定义了相对于带束层14的最内层(在图6中,为内径侧交叉带束141)的端部处于轮胎径向上的相同位置的侧面轮廓上的点Au和相对于胎圈芯11的径向外侧的端部处于轮胎径向上的相同位置的侧面轮廓上的点Al。此外,定义了从轮胎最大宽度位置Ac到点Au的轮胎径向上的距离Hu和从轮胎最大宽度位置Ac到点Al的轮胎径向上的距离Hl。此外,定义了位于距轮胎最大宽度位置Ac为距离Hu的70[%]的径向位置处的侧面轮廓上的点Au'和位于距轮胎最大宽度位置Ac为距离Hl的70[%]的径向位置处的侧面轮廓上的点Al'。

[0158] 此时,距离Hu[mm]与距离Hl[mm]之和相对于轮胎剖面高度SH[mm](参照图2)在0.45≤(Hu+Hl)/SH≤0.90的范围内,优选为在0.50≤(Hu+Hl)/SH≤0.85的范围内。由此,优化了从带束层14到胎圈芯11的径向距离。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的可变形

区域,从而抑制了胎侧部的故障(例如,胎边芯12的径向外侧端部的橡胶构件的分离)。通过上述上限,降低了轮胎滚动时胎侧部的挠曲量,从而降低了轮胎的滚动阻力。

[0159] 距离Hu和距离Hl是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0160] 此外,优选距离Hu[mm]与距离Hl[mm]之和相对于轮胎外径OD(图1)、轮胎剖面高度SH[mm](参照图2)以及穿过轮胎最大宽度位置Ac、点Au'以及点Al'的圆弧的曲率半径RSc[mm]满足以下公式(9)。其中,I1min=0.06、I1max=0.20、I2=0.70,优选为I1min=0.09、I1max=0.20、I2=0.65。

[0161] [公式9]

[0162]
$$\begin{aligned} &\mathrm{I1min} * (OD/RSc) \wedge (1/2) \leq (Hu + Hl)/SH \\ &\leq I2 + \mathrm{I1max} * (RSc/OD) \wedge (1/2) \end{aligned} \quad \cdots (9)$$

[0163] 圆弧的曲率半径RSc是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0164] 此外,距离Hu[mm]和距离Hl[mm]具有0.30≤Hu/(Hu+Hl)≤0.70的关系,优选为具有0.35≤Hu/(Hu+Hl)≤0.65的关系。由此,优化了胎侧部的可变形区域中的轮胎最大宽度位置Ac的位置。具体而言,通过上述下限,缓和了由于轮胎最大宽度位置Ac过于靠近带束层14的端部而导致的带束帘布层的端部附近的应力集中,从而抑制了周边橡胶的分离。通过上述上限,缓和了由于轮胎最大宽度位置Ac过于靠近胎圈芯11的端部而导致的胎圈部附近的应力集中,从而抑制了胎圈部的增强构件(在图6中,为胎边芯12)的故障。

[0165] 此外,穿过轮胎最大宽度位置Ac、点Au'以及点Al'的圆弧的曲率半径RSc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.05≤RSc/OD≤1.70的范围内,优选为在0.10≤RSc/OD≤1.60的范围内。此外,所述圆弧的曲率半径RSc[mm]在25≤RSc≤330的范围内,优选为在30≤RSc≤300的范围内。由此,优化了侧面轮廓的曲率半径,从而适当地确保胎侧部的负荷能力。具体而言,通过上述下限,降低了轮胎滚动时胎侧部的挠曲量,从而降低了轮胎的滚动阻力。通过上述上限,抑制了由于胎侧部变平引起的应力集中的发生,从而提高了轮胎的耐久性能。特别是在小直径轮胎中,存在通过在上述高内压和高负荷下使用而对胎侧部产生较大的应力作用的倾向,因此还存在应确保轮胎的抗侧面切削性能的问题。在这一点上,通过上述下限,确保了侧面轮廓的曲率半径,优化了胎体张力,由此抑制了轮胎塌陷,从而抑制了轮胎的侧面切削。此外,通过上述上限,抑制了由于胎体层13的张力过大引起的轮胎的侧面切削。

[0166] 此外,圆弧的曲率半径RSc[mm]相对于轮胎剖面高度SH[mm]在0.50≤RSc/SH≤0.95的范围内,优选为在0.55≤RSc/SH≤0.90的范围内。

[0167] 此外,优选圆弧的曲率半径RSc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]和轮辋直径RD[mm]满足以下公式(10)。其中,Jmin=15、Jmax=360,优选为Jmin=20、Jmax=330,更优选为Jmin=25、Jmax=300。

[0168] [公式10]

[0169] Jmin*(OD/RD)∧(1/2)≤RSc≤Jmax+(OD/D)∧(1/2)…(10)

[0170] 此外,图6中定义了相对于轮胎最大宽度位置Ac处于轮胎径向上的相同位置的胎

体层13的主体部131上的点Bc。此外,定义了位于距轮胎最大宽度位置Ac为上述距离Hu的70[%]的径向位置处的胎体层13的主体部131上的点Bu'。此外,定义了位于距轮胎最大宽度位置Ac为上述距离Hl的70[%]的径向位置处的胎体层13的主体部131上的点Bl'。

[0171] 此时,穿过上述轮胎最大宽度位置Ac、点Au'以及点Al'的圆弧的曲率半径RSc[mm]相对于穿过点Bc、点Bu'以及点Bl'的圆弧的曲率半径RCc[mm]在1.10≤RSc/RCc≤4.00的范围内,优选为在1.50≤RSc/RCc≤3.50的范围内。此外,穿过点Bc、点Bu'以及点Bl'的圆弧的曲率半径RCc[mm]在5≤RCc≤300的范围内,优选为在10≤RCc≤270的范围内。由此,优化了轮胎的侧面轮廓的曲率半径RSc与胎体层13的侧面轮廓的曲率半径RCc的关系。具体而言,通过上述下限,确保了胎体轮廓的曲率半径RCc,并且确保了后述的轮胎的内容积V,从而确保了轮胎的负荷能力。通过上述上限,确保了后述的胎侧部的总厚度Gu和Gl,从而确保了胎侧部的负荷能力。

[0172] 此外,优选上述侧面轮廓的曲率半径RSc[mm]相对于上述胎体轮廓的曲率半径RCc[mm]和轮胎外径OD[mm]满足以下公式(11)。其中,Kmin=1、Kmax=130,优选为Kmin=2、Kmax=100,更优选为Kmin=3、Kmax=70。

[0173] [公式11]

[0174] Kmin*(OD/RSc)∧(1/2)≤RCc≤Kmax*(OD/RSc)∧(1/2)…(11)

[0175] 此外,在图6中,上述点Au处的胎侧部的总厚度Gu[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.010≤Gu/OD≤0.080的范围内,优选为在0.017≤Gu/OD≤0.070的范围内。由此,优化了胎侧部的径向外侧区域的总厚度Gu。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的径向外侧区域的总厚度Gu,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述的轮胎滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了因总厚度Gu过大引起的轮胎滚动阻力的降低。

[0176] 胎侧部的总厚度是作为在从侧面轮廓上的预定点引出到胎体层13的主体部131的垂直线上的侧面轮廓到轮胎内表面的距离来进行测定的。

[0177] 此外,在图6中,上述点Au处的总厚度Gu[mm]相对于轮胎最大宽度位置Ac处的胎侧部的总厚度Gc[mm]在1.30≤Gu/Gc≤5.00的范围内,优选为比Gu/Gc在1.90≤Gu/Gc≤3.00的范围内。由此,优化了从轮胎最大宽度位置Ac到带束层14的最内层的胎侧部的厚度分布。具体而言,通过上述下限,确保了径向外侧区域的总厚度Gu,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了因总厚度Gu过大引起的轮胎滚动阻力的降低。

[0178] 此外,优选上述点Au处的总厚度Gu[mm]相对于轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]以及轮胎外径OD[mm]满足以下公式(12)。其中,Lmin=0.10、Lmax=0.70,优选为Lmin=0.14、Lmax=0.70,更优选为Lmin=0.19、Lmax=0.70。

[0179] [公式12]

[0180] Lmin*(OD)∧(1/3)*Gc≤Gu≤Lmax*(OD)∧(1/3)*Gc…(12)

[0181] 此外,在图6中,轮胎最大宽度位置Ac处的胎侧部的总厚度Gc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]具有0.003≤Gc/OD≤0.060的关系,优选为具有0.004≤Gc/OD≤0.050的关系。通过上述下限,确保了轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc,从而确保了轮胎的负荷能力。通过上述上限,确保了通过使轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc变薄所致的轮胎的滚动阻力降低

作用。

[0182] 此外,优选轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]满足以下公式(13)。其中,Mmin=70、Mmax=450,优选为Mmin=80、Mmax=400。

[0183] [公式13]

[0184] $Mmin*(OD)^{(1/2)} \leq Gc \leq Mmax/(OD)^{(1/2)} \cdots (13)$

[0185] 此外,优选轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]相对于轮胎外径OD[mm]和轮胎总宽度SW[mm]满足以下公式(14)。其中,Nmin=0.20、Nmax=15,优选为Nmin=0.40、Nmax=15,更优选为Nmin=0.60、Nmax=12。

[0186] [公式14]

[0187] $Nmin*(OD/SW) \leq Gc \leq Nmax*(OD/SW) \cdots (14)$

[0188] 此外,优选轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]相对于穿过上述轮胎最大宽度位置Ac、点Au'和Al'的圆弧的曲率半径RSc[mm]满足以下公式(15)。其中,Omin=13、Omax=260,优选为Omin=20、Omax=200。

[0189] [公式15]

[0190] $Omin/(RSc)^{(1/2)} \leq Gc \leq Omax/(RSc)^{(1/2)} \cdots (15)$

[0191] 此外,在图6中,上述点Al处的胎侧部的总厚度Gl[mm]相对于轮胎外径OD[mm]在0.010≤Gl/OD≤0.150的范围内,优选为在0.015≤Gl/OD≤0.100的范围内。由此,优化了胎侧部的径向内侧区域的总厚度Gl。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的径向内侧区域的总厚度Gl,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述的轮胎滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了因总厚度Gl过大引起的轮胎滚动阻力的降低。

[0192] 此外,在图6中,上述点Al处的胎侧部的总厚度Gl[mm]与轮胎最大宽度位置Ac处的胎侧部的总厚度Gc[mm]之比Gl/Gc在1.00≤Gl/Gc≤7.00的范围内,优选为比Gu/Gc在2.00≤Gl/Gc≤5.00的范围内。由此,优化了从轮胎最大宽度位置Ac到胎圈芯11的胎侧部的厚度分布。具体而言,通过上述下限,确保了径向内侧区域的总厚度Gl,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。通过上述上限,抑制了因总厚度Gl过大引起的轮胎滚动阻力的降低。

[0193] 此外,优选上述点Al处的胎侧部的总厚度Gl[mm]相对于轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]以及轮胎外径OD[mm]满足以下公式(16)。其中,Pmin=0.12、Pmax=1.00,优选为Pmin=0.15、Pmax=1.00,更优选为Pmin=0.18、Pmax=1.00。

[0194] [公式16]

[0195] $Pmin*(OD)^{(1/3)}*Gc \leq Gl \leq Pmax*(OD)^{(1/3)}*Gc \cdots (16)$

[0196] 此外,在图6中,上述点Al处的总厚度Gl[mm]相对于上述点Au处的总厚度Gu[mm]在0.80≤Gl/Gu≤5.00的范围内,优选为在1.00≤Gl/Gu≤4.00的范围内。由此,优化了胎侧部的径向外侧区域中的总厚度Gl与径向内侧区域中的总厚度Gu之比。

[0197] 此外,优选上述点Al处的总厚度Gl[mm]相对于上述点Au处的总厚度Gu[mm]以及轮胎外径OD[mm]满足以下公式(17)。其中,Qmin=0.09、Qmax=0.80,优选为Qmin=0.10、Qmax=0.70,更优选为Qmin=0.11、Qmax=0.50。

[0198] [公式17]

[0199] Qmin*(OD)∧(1/3)*Gu≤Gl≤Qmax*(OD)∧(1/3)*Gu…(17)

[0200] 此外,在图6中,总厚度Gc的测定位置处的平均橡胶硬度Hsc、总厚度Gu的测定位置处的平均橡胶硬度Hsu和总厚度Gl的测定点位置处的平均橡胶硬度HsI具有Hsc≤Hsu<HsI的关系,优选为具有1≤Hsu-Hsc≤18且2≤HsI-Hsu≤27的关系,更优选为具有2≤Hsu-Hsc≤15且5≤HsI-Hsu≤23的关系。由此,优化了胎侧部的橡胶硬度之间的关系。

[0201] 平均橡胶硬度Hsc、Hsu、HsI作为轮胎最大宽度位置Ac处的总厚度Gc[mm]、点Au处的总厚度Gu以及点Al处的总厚度Gl的各测定点处的各橡胶构件的截面长度与橡胶硬度的乘积除以总厚度后的数值的总和而计算得出。

[0202] 此外,在图7中,从轮胎最大宽度位置Ac到点Au'的轮胎宽度方向上的距离ΔAu'[mm]相对于距上述轮胎最大宽度位置Ac的距离Hu[mm]的70%在0.03≤ΔAu'/(Hu×0.70)≤0.23的范围内,优选为在0.07≤ΔAu'/(Hu×0.70)≤0.17的范围内。由此,优化了径向外侧区域中的侧面轮廓的弯曲度。具体而言,通过上述下限,抑制了由胎侧部变平引起的应力集中的发生,从而提高了轮胎的耐久性能。通过上述上限,降低了轮胎滚动时胎侧部的挠曲量,从而降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,存在通过在上述高内压和高负荷下使用而对胎侧部产生较大的应力作用的倾向,因此还存在应确保轮胎的抗侧面切削性能的问题。在这一点上,通过上述下限,确保了侧面轮廓的曲率半径,优化了胎体张力,由此抑制了轮胎塌陷,从而抑制了轮胎的侧面切削。此外,通过上述上限,抑制了由胎体层13的张力过大引起的轮胎的侧面切削。

[0203] 此外,从轮胎最大宽度位置Ac到点Al'的轮胎宽度方向上的距离ΔAl'[mm]相对于距轮胎最大宽度位置Ac的距离Hl[mm]的70%在0.03≤ΔAl'/(Hl×0.70)≤0.28的范围内,优选为在0.07≤ΔAl'/(Hl×0.70)≤0.20的范围内。由此,优化了径向内侧区域中的侧面轮廓的弯曲度。具体而言,通过上述下限,抑制了由胎侧部变平引起的应力集中的发生,从而提高了轮胎的耐久性能。特别是在小直径轮胎中,以上所述的方式加强了胎圈芯11,因此有效抑制了胎圈芯11附近的应力集中。通过上述上限,降低了轮胎滚动时胎侧部的挠曲量,从而降低了轮胎的滚动阻力。

[0204] 距离ΔAu'、ΔAl'是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压,并且在无负荷状态下进行测定的。

[0205] 此外,优选从轮胎最大宽度位置Ac到点Au'的轮胎宽度方向上的距离ΔAu'[mm]相对于穿过上述轮胎最大宽度位置Ac、点Au'和点Al'的圆弧的曲率半径RSc[mm]满足以下公式(18)。其中,Rmin=0.05、Rmax=5.00,优选为Rmin=0.10、Rmax=4.50。

[0206] [公式18]

[0207] Rmin*(RSc)∧(1/2)≤ΔAu′≤Rmax*(RSc)∧(1/2)…(18)

[0208] 此外,在图7中,从点Bc到点Bu'的轮胎宽度方向上的距离ΔBu'[mm]相对于从轮胎最大宽度位置到点Au'的轮胎宽度方向上的距离ΔAu'[mm]在1.10≤ΔBu'/ΔAu'≤8.00的范围内,优选为在1.60≤ΔBu'/ΔAu'≤7.50的范围内。由此,优化了径向外侧区域中的侧面轮廓的弯曲度与胎体轮廓的弯曲度的关系。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的耐切削性能。通过上述上限,确保了胎体层13的张力,确保了胎侧部的刚性,从而确保了轮胎的负荷能力和耐久性能。

[0209] 此外,在图7中,从点Bc到点Bl'的轮胎宽度方向上的距离ΔBl'[mm]相对于从轮胎

最大宽度位置Ac到点Al'的轮胎宽度方向上的距离ΔAl'[mm]在1.80≤ΔBl'/ΔAl'≤11.0的范围内,优选为在2.30≤ΔBl'/ΔAl'≤9.50的范围内。由此,优化了径向内侧区域中的侧面轮廓的弯曲度与胎体轮廓的弯曲度的关系。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的总厚度Gl,从而确保了胎侧部的负荷能力。通过上述上限,确保了胎体层13的张力,确保了胎侧部的刚性,从而确保了轮胎的负荷能力和耐久性能。

[0210] 距离ΔBu'、ΔBl'是将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压并且在无负荷状态下进行测定的。

[0211] 此外,优选从点Bc到点Bu'的轮胎宽度方向上的距离ΔBu'[mm]相对于穿过上述点Bc、点Bu'以及点Bl'的圆弧的曲率半径RCc[mm]满足以下公式(19)。其中,Smin=0.40、Smax=7.0,优选为Smin=0.50、Smax=6.0。

[0212] [公式19]

[0213] $Smin*(RSc)\wedge(1/2)\leq\Delta Bu'\leq Smax*(RSc)\wedge(1/2)\cdots(19)$

[0214] 此外,在图7中,轮胎最大宽度位置Ac处的侧壁橡胶16的橡胶厚度Gcr[mm]相对于上述轮胎最大宽度位置Ac的总厚度Gc[mm]在0.40≤Gcr/Gc≤0.90的范围内。此外,侧壁橡胶16的橡胶厚度Gcr[mm]在1.5≤Gcr的范围内,优选为在2.5≤Gcr的范围内。通过上述下限,确保了胎侧橡胶16的橡胶厚度Gcr[mm],从而确保了侧壁部的负荷能力。

[0215] 此外,优选轮胎最大宽度位置Ac处的侧壁橡胶16的橡胶厚度Gcr[mm]相对于上述轮胎最大宽度位置Ac的总厚度Gc[mm]以及轮胎外径OD[mm]满足以下公式(20)。其中,Tmin=80、Tmax=0.90,优选为Tmin=120、Tmax=0.90。

[0216] [公式20]

[0217] $Gc*(Tmin/OD)\leq Gcr\leq Gc*Tmax\cdots(20)$ 此外,在图7中,轮胎最大宽度位置Ac处的内衬18的橡胶厚度Gin[mm](省略图示)相对于轮胎最大宽度位置Ac的总厚度Gc[mm]在0.03≤Gin/Gc≤0.50的范围内,优选为在0.05≤Gin/Gc≤0.40的范围内。由此,适当地保护了胎体层13的内表面。

[0218] 如以上说明的那样,该轮胎1具备一对胎圈芯11、11、架设于胎圈芯11、11上的胎体层13以及配置于胎体层13的径向外侧的带束层14(参照图1)。此外,轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内。此外,构成胎体层13的帘布层的每50[mm]宽度的强度Tcs[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在17≤Tcs/OD≤120的范围内。

[0219] 利用该构成,在小直径轮胎中适当地确保了胎体层13的负荷能力,因此具有兼顾轮胎的耐磨耗性能和低滚动阻力性能的优点。具体而言,通过比Tcs/OD的上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过比Tcs/OD的上述上限,抑制了由胎体层的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0220] 此外,在该轮胎1中,胎体层13的帘布层是用涂层橡胶包覆由钢制成的胎体帘线而构成。此外,胎体帘线的帘线直径$\varphi cs[mm]$在$0.3\leq\varphi cs\leq1.1$的范围内,并且胎体帘线的嵌入条数Ecs[条/50mm]在25≤Ecs≤80的范围内。由此,具有实现了上述胎体层13的强度Tcs的优点。

[0221] 此外,在该轮胎1中,胎体层13的帘布层是用涂层橡胶包覆由有机纤维制成的胎体帘线而构成。此外,胎体帘线的帘线直径φcs[mm]在$0.6 \leq \varphi cs \leq 0.9$的范围内,并且胎体帘线的嵌入条数Ecs[条/50mm]在40≤Ecs≤70的范围内。由此,具有实现了上述胎体层13的强度Tcs的优点。

[0222] 此外,在该轮胎1中,胎体层13具有沿轮胎内表面延伸的主体部131和以包住胎圈芯11的方式上卷至轮胎宽度方向外侧并沿轮胎径向延伸的上卷部132(参照图1)。此外,从轮辋直径RD的测定点到胎体层13的上卷部132的端部的径向高度Hcs[mm]相对于轮胎剖面高度SH[mm]在0.49≤Hcs/SH≤0.80的范围内(参照图2)。由此,具有优化了胎体层13的上卷部132的径向高度Hcs的优点。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的负荷能力,通过上述上限,抑制了由胎体层的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0223] 此外,在该轮胎1中,胎体层13的主体部131与上卷部132的接触高度Hcs'[mm]相对于轮胎剖面高度SH[mm]在0.07≤Hcs'/SH的范围内(参照图2)。由此,具有有效提高胎侧部的负荷能力的优点。

[0224] 此外,在该轮胎1中,轮胎接地端T处的距离Tsh相对于从宽幅交叉带束141的端部到胎体层13的外周面的橡胶厚度Tu[mm]在1.50≤Tsh/Tu≤6.90的范围内(参照图5)。由此,具有优化胎体层13的轮廓从而优化胎体层13的张力的优点。

[0225] 此外,在该轮胎1中,从点Bc到点Bu'的轮胎宽度方向上的距离ΔBu'[mm]相对于从轮胎最大宽度位置Ac到点Au'的轮胎宽度方向上的距离ΔAu'[mm]在1.10≤ΔBu'/ΔAu'≤8.00的范围内(参照图7)。由此,具有优化径向外侧区域中的侧面轮廓的弯曲度与胎体轮廓的弯曲度的关系的优点。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的耐切削性能。通过上述上限,确保了胎体层13的张力,确保了胎侧部的刚性,从而确保了轮胎的负荷能力和耐久性能。

[0226] 此外,在该轮胎1中,从点Bc到点Bl'的轮胎宽度方向上的距离ΔBl'[mm]相对于从轮胎最大宽度位置Ac到点Al'的轮胎宽度方向上的距离ΔAl'[mm]在1.80≤ΔBl'/ΔAl'≤11.0的范围内(参照图7)。由此,具有优化径向内侧区域中的侧面轮廓的弯曲度与胎体轮廓的弯曲度的关系的优点。具体而言,通过上述下限,确保了胎侧部的总厚度Gl,从而确保了胎侧部的负荷能力。通过上述上限,确保了胎体轮廓的曲率半径RCc,确保了轮胎的内容积V,从而确保了轮胎的负荷能力。

[0227] 此外,在该轮胎1中,轮胎接地端T处的胎面轮廓的落差量DA[mm]相对于轮胎接地宽度TW[mm]具有0.008≤DA/TW≤0.060的关系(参照图4)。由此,具有优化胎面部胎肩区域的落差角(由比DA/(TW/2)定义),从而适当地确保胎面部的负荷能力的优点。具体而言,通过上述下限,确保了胎面部胎肩区域的落差角,从而抑制了由胎面部胎肩区域的接地压力过大导致的磨耗寿命的降低。通过上述上限,轮胎接地区域变平,使接地压力变得均匀,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此通过上述构成有效优化了轮胎接地区域的接地压力分布。

[0228] 此外,在该轮胎1中,带束层14具备用涂层橡胶包覆由钢制成的胎体帘线而构成的一对交叉带束141、142(参照图1)。此外,一对交叉带束141、142各自的每50[mm]宽度的强度Tbt[N/50mm]相对于轮胎外径OD[mm]在25≤Tbt/OD≤250的范围内。由此,具有适当地确保交叉带束141、142的负荷能力的优点。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使

用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了由交叉带束的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0229] 此外,在该轮胎1中,一个胎圈芯11的强度Tbd[N]相对于轮胎外径OD[mm]在45≤Tbd/OD≤120的范围内。由此,具有适当地确保胎圈芯11的负荷能力的优点。具体而言,通过上述下限,抑制了轮胎在高负荷下使用时的变形,从而确保了轮胎的耐磨耗性能。此外,还能在高内压下使用,降低了轮胎的滚动阻力。特别是在小直径轮胎中,假定其在高内压和高负荷下的使用,因此显著获得了上述轮胎的耐磨耗性能和滚动阻力的降低作用。通过上述上限,抑制了由胎圈芯的质量增加引起的滚动阻力的降低。

[0230] 此外,在该轮胎1中,胎圈芯11是由钢制成的胎圈钢丝构成。此外,胎圈钢丝的总截面积σbd[mm^2]相对于轮胎外径OD[mm]在0.025≤σbd/OD≤0.075的范围内。由此,具有实现上述胎圈芯11的强度Tbd[N]的优点。

[0231] [胎面表面]

[0232] 图8是表示胎面部的胎面表面的例子的图。如图8所示,胎面部具有沿轮胎周向延伸的周向主槽21a、21b、22a以及22b。通过这四个周向主槽21a、21b、22a以及22b,划分形成多个环岸部30、31a、31b、32a、32b。此外,胎面部具有横槽24a、24b、25a、25b。横槽24a沿轮胎周向和轮胎宽度方向延伸,连接周向主槽21a和22a。横槽24b沿轮胎周向和轮胎宽度方向延伸,连接周向主槽21b和22b。横槽25a从周向主槽22a沿轮胎宽度方向外侧延伸,到达接地端T的外侧。横槽25b从周向主槽22b沿轮胎宽度方向外侧延伸,到达接地端T的外侧。在图8中,附图标记Tss表示轮胎的接地区域。在接地区域Tss中,轮胎接地宽度由附图标记TW表示,轮胎接地长度由附图标记TL表示。

[0233] 在图8中,胎面部中心区域Rce是以轮胎赤道面CL为中心的区域,接地宽度为TW×40×(OD/SW)^(1/4)。胎面部胎肩区域Rsh是接地宽度TW中包括的区域中的胎面部中心区域Rce以外的区域。

[0234] [槽面积比]

[0235] 在具有图8中示出的胎面表面的轮胎1中,优选轮胎外径OD[mm]在200≤OD≤660的范围内,轮胎总宽度SW[mm]在100≤SW≤400的范围内,并且胎面部的槽面积比Aa在0.008≤Aa/OD≤0.15的范围内,而且胎面部的中心区域Rce的槽面积比Ace与胎面部的胎肩区域Rsh的槽面积比Ash为Ace>Ash的关系、即Ace/Ash>1的关系。在以填补排水性能为目的的情况下,轮胎外径OD越小,需要使槽面积比的值越大。中心区域Rce比胎肩区域Rsh更有助于排水。因此,当使中心区域Rce的槽面积比胎肩区域Rsh的槽面积大时,能有效地填补湿地性能。当总宽度SW小时,接地宽度也变窄,因此需要增大中心区域Rce来提高湿地性能。同样地,当外径OD大时,轮胎接地长TL变长,接地宽度TW变窄,因此需要增大中心区域Rce。

[0236] 槽面积比为配置于胎面部的规定区域的槽面积的总和与该区域的面积之比。槽面积比由槽面积/(槽面积+接地面积)来定义。槽面积是指接地面上的槽的开口面积。此外,槽是指胎面部的周向槽、细槽以及横槽(横纹槽),不包括刀槽花纹、切口。此外,接地面积是指轮胎与接地面的接触面积。此外,槽面积和接地面积以在将轮胎安装于规定轮辋并赋予规定内压(230kPa)的同时在静止状态下相对于平板垂直放置并且施加与规定载荷(最大负荷

能力的80％载荷)对应的负荷时的轮胎与平板的接触面来进行测定。

[0237] 本轮胎能安装吸音件来作为还考虑到移动的会议室用途等的噪声措施,或者能安装传感器、密封剂、热塑性树脂内衬以用于假定了运输专用车辆用途的免维护。在搭载有监视系统的车辆中安装本轮胎的效果也很好。在高内压下使用的情况下,胎面磨耗在轮胎胎侧部、带束部的耐久界限之前达到界限,因此轮胎也适合在翻新中使用。

[0238] 此外,优选槽面积比Ace与槽面积比Ash为1<Ace/Ash≤2.0+(100/OD)的关系。通过使其为这种关系,能改善湿地性能和耐磨耗性能。在外径OD小的情况下,存在轮胎接地长TL短,湿地性能不充分的可能性,因此增大槽面积比Ace为好。

[0239] 优选槽面积比Ace与槽面积比Ash的关系为1.05≤Ace/Ash≤1.7+(100/OD)。进一步优选槽面积比Ace与槽面积比Ash的关系为1.10≤Ace/Ash≤1.5+(100/OD)。

[0240] [槽深]

[0241] 优选胎面部的最大槽深Gmax[mm]满足0.006≤Gmax/OD≤0.083的关系。通过满足这种关系,能进一步改善湿地性能和耐磨耗性能。当外径OD大时,轮胎接地长TL变长,有耐磨耗性能恶化的担忧,因此加深槽深为好。优选最大槽深Gmax[mm]满足0.007≤Gmax/OD≤0.060的关系。进一步优选最大槽深Gmax[mm]满足0.008≤Gmax/OD≤0.050的关系。

[0242] 优选胎面部中心区域Rce的最大槽深Gce[mm]和胎面部胎肩区域Rsh的最大槽深Gsh[mm]的关系为1≤Gce/Gsh≤2.5。例如,最靠近轮胎赤道面CL的周向主槽的槽深为最大槽深Gce[mm]。例如,最靠近接地端T的周向主槽的槽深为最大槽深Gsh[mm]。通过满足这种关系,能进一步改善湿地性能和耐磨耗性能。槽深对湿地性能的贡献大。因此,在满足槽面积比Ace与槽面积比Ash为上述的关系的基础上,通过使最大槽深Gce比最大槽深Gsh大,能更加改善湿地性能和耐磨耗性能。

[0243] 更优选最大槽深Gce与最大槽深Gsh的关系为1≤Gce/Gsh≤2.0。进一步优选最大槽深Gce与最大槽深Gsh的关系为1≤Gce/Gsh≤1.8。当外径OD变大时,较为优选Gce/Gsh的值变小(即接近下限)。在外径OD大的情况下,磨耗性能有利,因此通过使槽面积比小的胎肩部的槽也加深,能兼顾湿地性能。

[0244] 优选胎面部中心区域Rce的间距数Pce[个]与胎肩区域Rsh的间距数Psh[个]的关系为0.4≤Pce/Psh≤1.2。通过使间距数Pce与间距数Psh为这种关系,能改善湿地性能和耐磨耗性能。更优选间距数Pce与间距数Psh的关系为0.5≤Pce/Psh≤1.0。需要说明的是,间距数是指在轮胎一周上按规定的间距长度形成的横槽24a或横槽24b的条数。在外径OD小的情况下,优选减小间距数Pce。

[0245] 优选胎面部中心区域Rce中的轮胎接地长TL内的平均横槽宽度WLce[mm]与轮胎接地长TL内的平均间距数PCce[个]的关系为1500≤(WLce×PCce×OD)≤33000。外径OD越大,接地面积越大,因此优选减少接地面内的横槽面积。通过使平均横槽宽度WLce与平均间距数PCce为上述的关系,能更加改善湿地性能和耐磨耗性能。更优选平均横槽宽度WLce与平均间距数PCce的关系为3000≤(WLce×PCce×OD)≤26000。在存在平均横槽宽度、平均间距数不同的条状花纹的情况下,通过按每个条状花纹来平均而得到的值来进行判断。

[0246] 优选胎面部中心区域Rce中的轮胎整周上的的轮胎接地长TL内的平均间距数PCce[个]满足0.005≤PCce/OD≤0.020的关系。在满足该关系的范围内,外径OD越大,轮胎周长越长,因此,能增大间距数Pce而配置多个横槽。通过满足上述的关系,能在任意的接地面得

到同样的效果,能更加改善湿地性能和耐磨耗性能。更优选轮胎周长内的平均间距数PCce[个]满足0.007≤PCce/OD≤0.017的关系。需要说明的是,平均间距数PCce为自然数。

[0247] 实施例

[0248] 图9～图11是表示本发明的实施方式的轮胎的性能试验的结果的图表。

[0249] 在该性能试验中,对多种试验轮胎进行了与(1)湿地性能(湿地驾驶稳定性能)、(2)耐磨耗性能相关的评价。此外,作为小直径轮胎的一个示例,使用两种轮胎尺寸的试验轮胎。具体而言,将[A]轮胎尺寸为235/45R10的试验轮胎组装于轮辋尺寸10×8的轮辋,并且将[B]轮胎尺寸为145/80R12的试验轮胎组装于轮辋尺寸12×4.00B的轮辋。

[0250] 在(1)与湿地性能相关的评价中,对上述[A]的试验轮胎施加230[kPa]的内压和4.2[kN]的载荷,并且对上述[B]的试验轮胎施加JATMA的规定内压的80[%]的内压和JATMA的规定载荷的80[%]的载荷。此外,使将试验轮胎安装于全轮的四轮低底板车辆在雨天时的试验跑道上,由试验驾驶员进行与驾驶稳定性能相关的感官试验。通过将比较例设为基准(100)的指数评价来进行,数值越大,湿地性能越优异。

[0251] 在(2)耐磨耗性能的评价中,对上述[A]的试验轮胎施加230[kPa]的内压和4.2[kN]的载荷,并且对上述[B]的试验轮胎施加JATMA的规定内压的80[%]的内压和JATMA的规定载荷的80[%]的载荷。此外,使全轮上安装有试验轮胎的四轮低地板车辆在干燥路面的测试跑道上行驶1万[km]。之后,测定各轮胎的磨耗量和不均匀磨耗的程度来进行评价。该评价是通过以比较例为基准(100)的指数评价来进行,其数值越大越优选。

[0252] 实施例的试验轮胎具备图1所记载的构造,并且具备一对胎圈芯11、11、由单层的帘布层构成的胎体层13、由一对交叉带束141、142、带束覆盖层143以及一对带束边缘覆盖层144、144构成的带束层14、胎面橡胶15、侧壁橡胶16以及轮辋缓冲橡胶17。

[0253] 对于比较例的试验轮胎而言,在实施例1的试验轮胎中,轮胎外径OD＝531[mm],轮胎总宽度SW＝143[mm]以及轮胎接地宽度TW＝123[mm],被组装于轮辋尺寸12的轮辋。

[0254] 如试验结果所示,可知:在实施例的试验轮胎中,兼顾了轮胎的湿地性能和耐磨耗性能。

[0255] 附图标记说明

[0256] 1:轮胎;10:轮辋;11:胎圈芯;12:胎边芯;13:胎体层;131:主体部;132:上卷部;14:带束层;141、142:交叉带束;143:带束覆盖层;144:带束边缘覆盖层;15:胎面橡胶;151:冠部胎面;152:基部胎面;16:侧壁橡胶;17:轮辋缓冲橡胶;18:内衬;21a、21b、22a、22b:周向主槽;24a、24b、25a、25b:横槽。

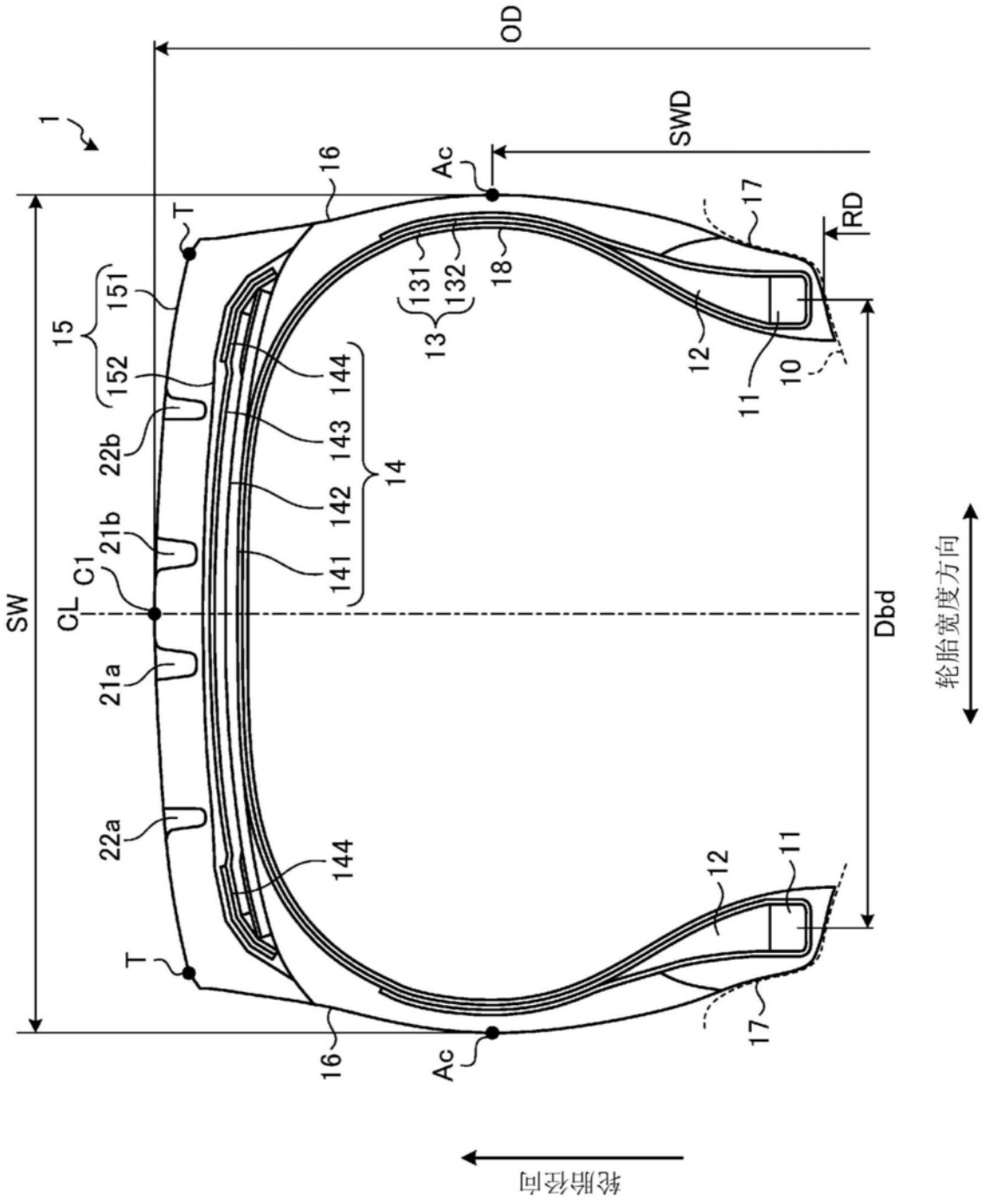

OD
SWD
RD
Dbd
SW
CL
C1
Ac
T
1
10
11
12
13
131
132
14
141
142
143
144
15
151
152
16
17
18
21a
21b
22a
22b
轮胎宽度方向
轮胎径向

图1

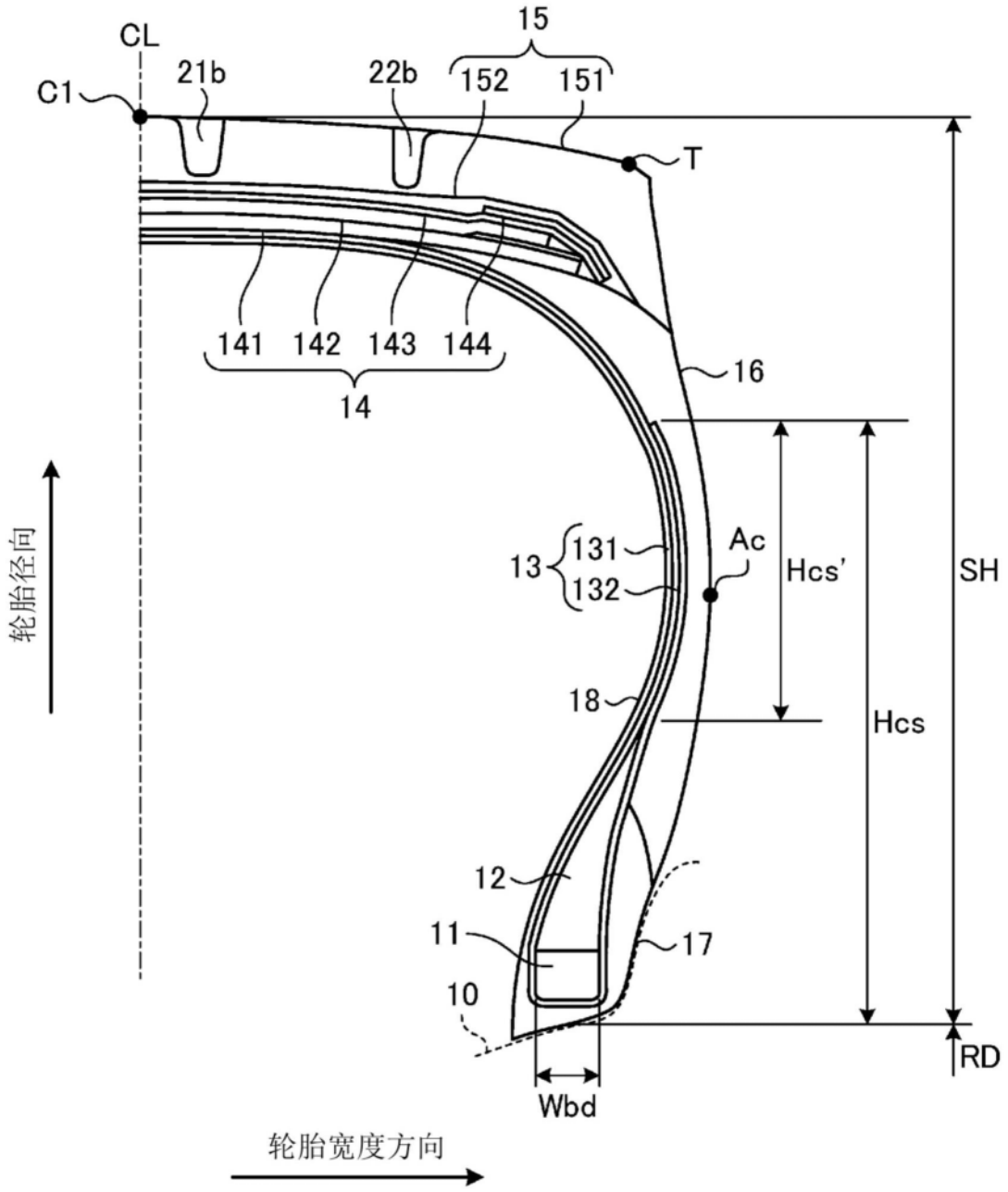

CL
15
C1
21b
22b
152
151
T
141
142
143
144
14
16
轮胎径向
13
131
132
Ac
Hcs'
SH
18
Hcs
12
11
17
10
RD
Wbd
轮胎宽度方向

图2

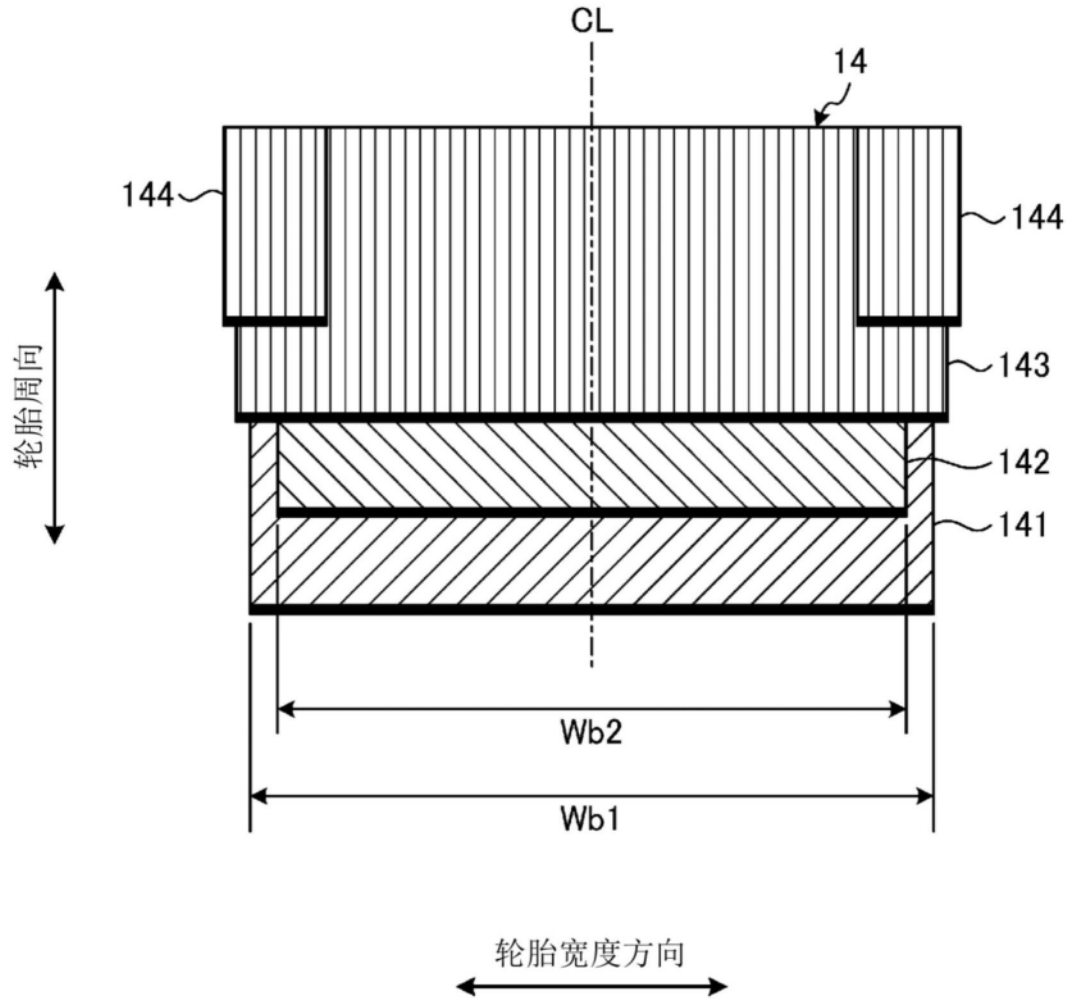


图3

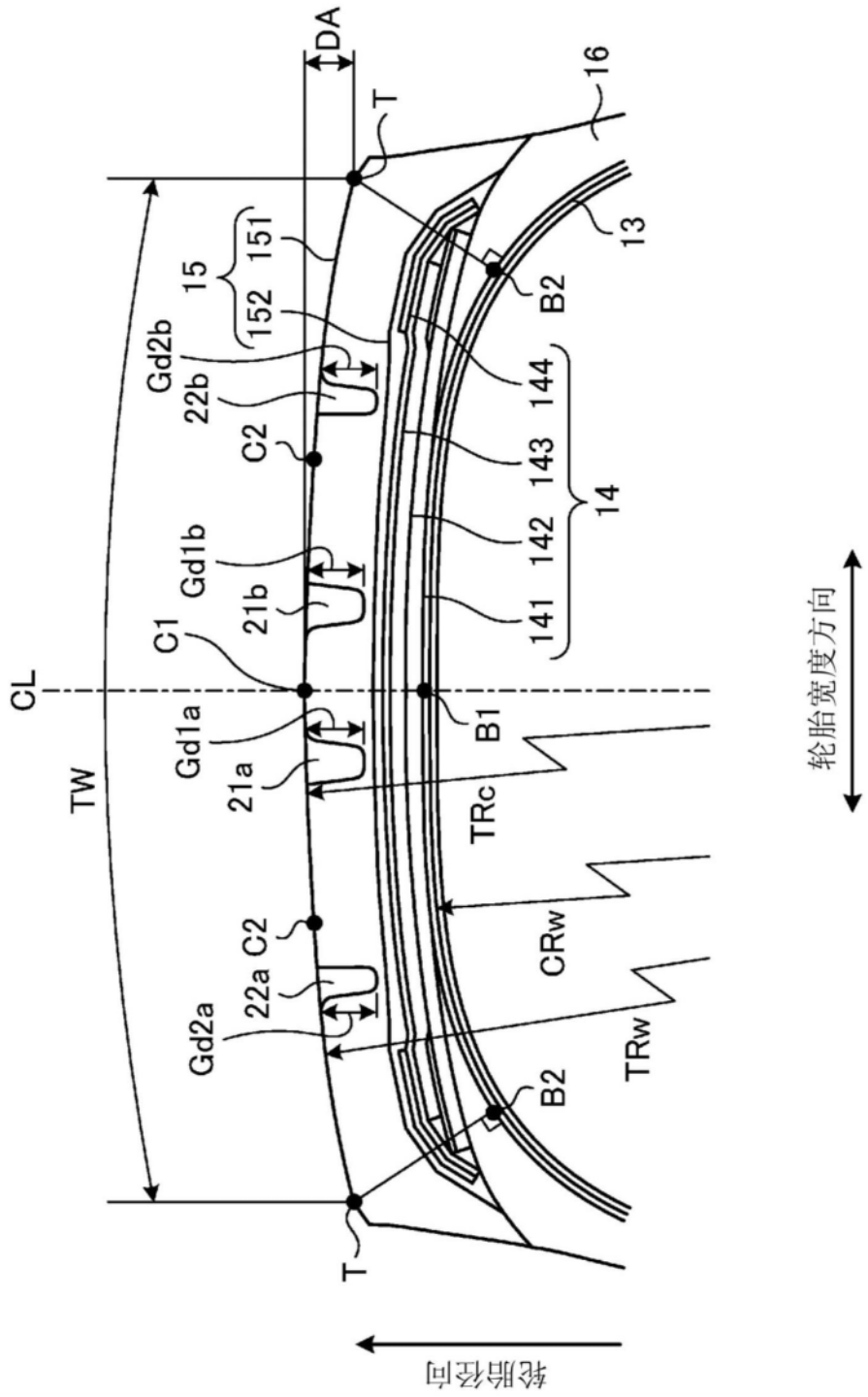

DA
T
16
13
B2
15
151
152
144
143
142
141
14
Gd2b
22b
C2
Gd1b
21b
C1
CL
Gd1a
21a
TW
B1
TRc
CRw
TRw
22a C2
Gd2a
B2
T
轮胎径向
轮胎宽度方向

图4

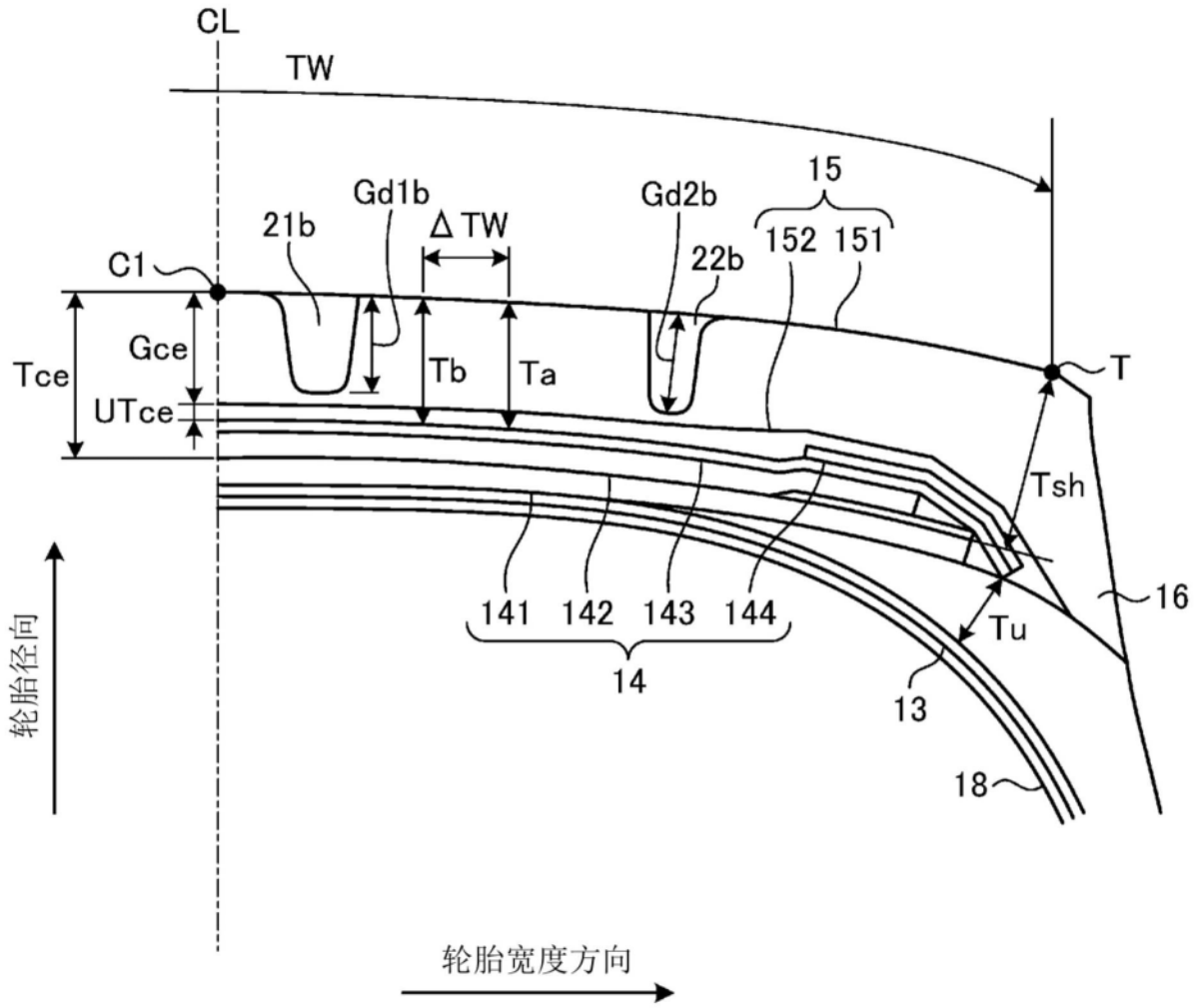

CL
TW
15
Gd1b
ΔTW
Gd2b
21b
152 151
C1
22b
Gce
Tce
Tb
Ta
T
UTce
Tsh
16
141 142 143 144
Tu
14
13
18
轮胎径向
轮胎宽度方向

图5

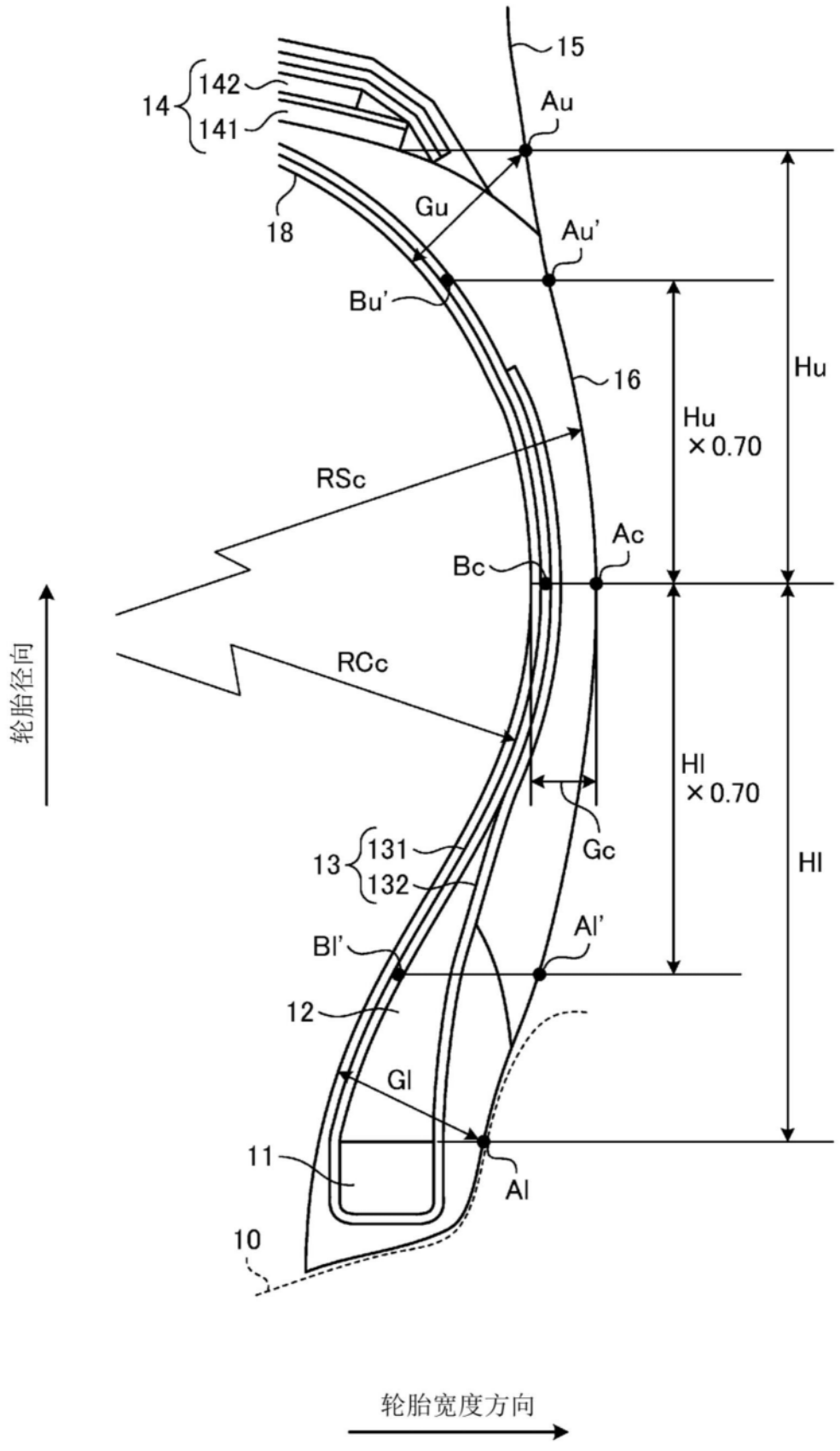

15
14
142
141
Au
18
Gu
Au'
Bu'
16
Hu
Hu
×0.70
RSc
Ac
Bc
RCc
轮胎径向
Hl
×0.70
Hl
13
131
132
Gc
Al'
Bl'
12
Gl
11
Al
10
轮胎宽度方向

图6

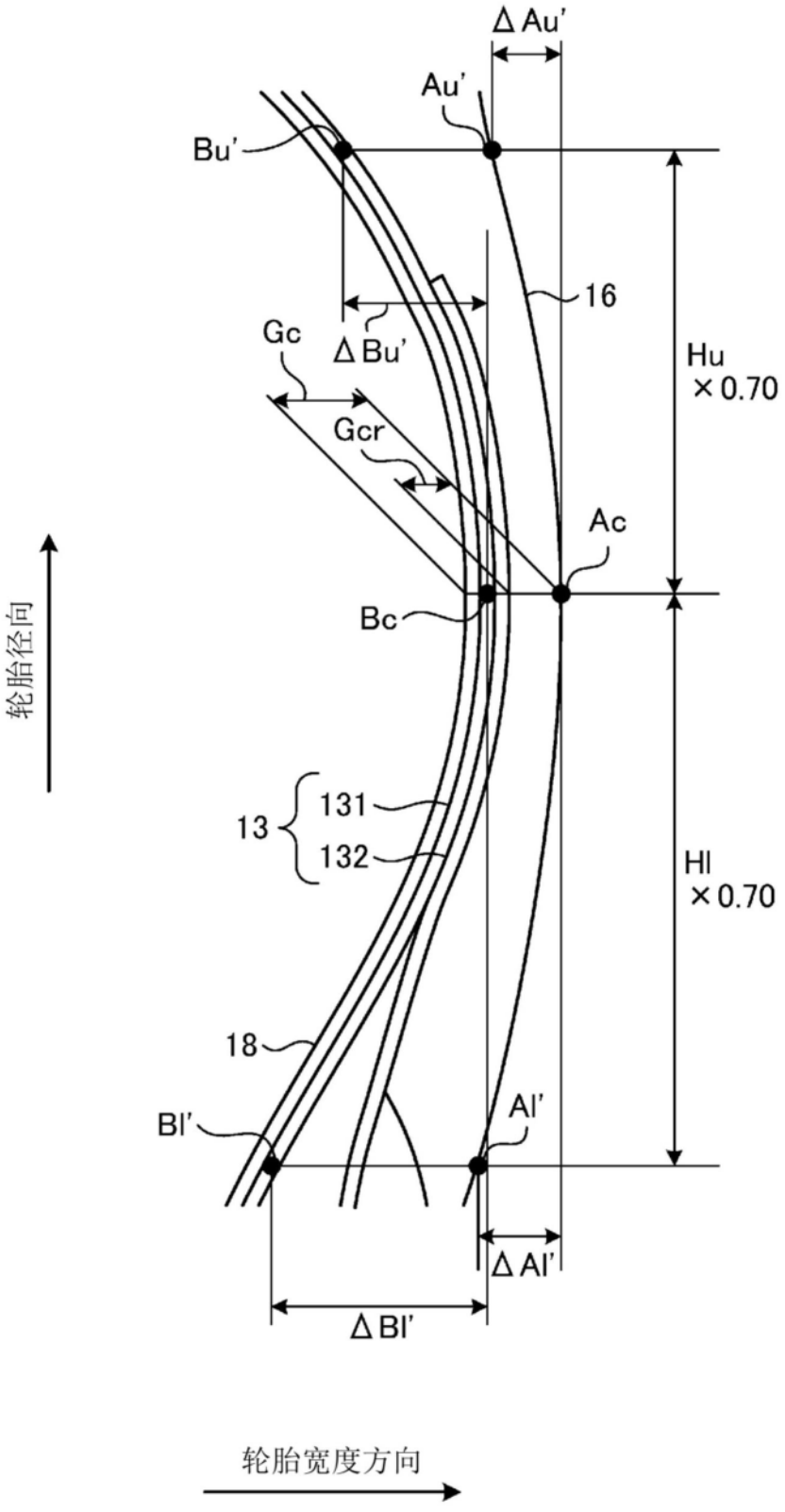

ΔAu'
Au'
Bu'
16
Gc
ΔBu'
Hu
×0.70
Gcr
Ac
Bc
轮胎径向
13
131
132
Hl
×0.70
18
Al'
Bl'
ΔAl'
ΔBl'
轮胎宽度方向

图7

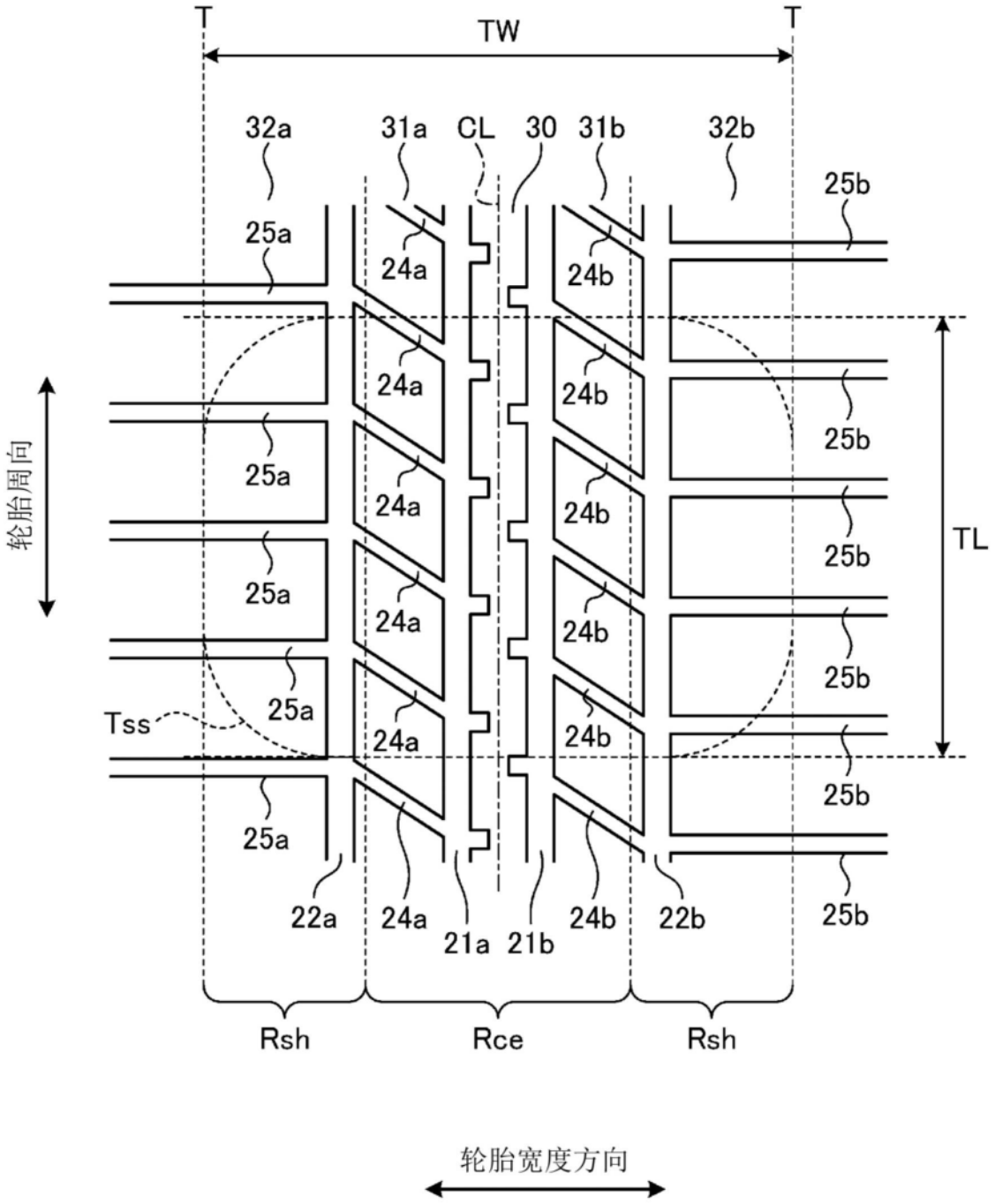

T
TW
T
32a
31a
CL
30
31b
32b
25b
25a
24a
24b
轮胎周向
TL
Tss
22a
21a
21b
22b
Rsh
Rce
Rsh
轮胎宽度方向

图8

	比较例	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6	实施例7	实施例8	实施例9
OD[mm]	531	531	531	531	480	480	480	464	464	547
SW[mm]	143	143	143	143	235	235	235	235	235	143
TW[mm]	123	123	123	123	211	211	211	211	211	123
RD[mm]	305	305	305	305	254	254	254	254	254	305
SW/OD	0.27	0.27	0.27	0.27	0.49	0.49	0.49	0.51	0.51	0.26
TW/SW	0.86	0.86	0.86	0.86	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.86
Aa/OD	0.006	0.049	0.009	0.122	0.054	0.010	0.135	0.056	0.140	0.048
Ace/Ash	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Gmax/OD	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Gce/Gsh	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Pce/Psh	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
WLcePCceOD	34515	34515	34515	34515	31200	31200	31200	30160	30160	35555
Pcce/OD	0.024	0.024	0.024	0.024	0.027	0.027	0.027	0.028	0.028	0.024
湿地性能	100	105	102	106	104	100	104	103	103	106
耐磨耗性能	100	102	104	100	101	103	100	101	100	103

图9

	实施例10	实施例11	实施例12	实施例13	实施例14	实施例15	实施例16	实施例17	实施例18	实施例19
OD[mm]	547	531	531	531	531	531	531	205	531	531
SW[mm]	143	143	143	143	143	143	143	165	143	143
TW[mm]	123	123	123	123	123	123	123	141	123	123
RD[mm]	305	305	305	305	305	305	305	127	305	305
SW/OD	0.26	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.8	0.27	0.27
TW/SW	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.86	0.86
Aa/OD	0.119	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.049	0.146	0.049	1.049
Ace/Ash	2.4	1.10	1.60	2.1	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Gmax/OD	0.005	0.005	0.005	0.005	0.006	0.019	0.050	0.083	0.019	0.019
Gce/Gsh	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	1	1.2
Pce/Psh	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1	1.4	1.4
WLcePCceOD	35555	34515	34515	34515	34515	34515	34515	13325	34515	34515
Pcce/OD	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024
湿地性能	107	103	105	106	107	110	110	100	112	112
耐磨耗性能	101	106	105	103	104	109	108	120	111	112

图10

	实施例20	实施例21	实施例22	实施例23	实施例24	实施例25	实施例26	实施例27	实施例28	实施例29
OD[mm]	531	531	531	531	531	531	531	531	531	531
SW[mm]	143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
TW[mm]	123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
RD[mm]	305	305	305	305	305	305	305	305	305	305
SW/OD	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
TW/SW	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86	0.86
Aa/OD	4.049	5.049	7.049	9.049	10.049	11.049	12.049	13.049	15.049	17.049
Ace/Ash	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
Gmax/OD	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019	0.019
Gce/Gsh	2.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Pce/Psh	1.4	0.4	0.8	1.2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
WLcePCceOD	34515	34515	34515	34515	1500	13806	33000	13806	13806	13806
Pcce/OD	0.024	0.024	0.024	0.024	0.004	0.024	0.024	0.005	0.011	0.020
湿地性能	112	108	113	115	114	116	114	112	116	118
耐磨耗性能	109	118	115	112	116	118	116	124	122	118

图11