

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-197122

(P2017-197122A)

(43) 公開日 平成29年11月2日(2017.11.2)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
B60C	11/00	(2006.01)	B60C	11/00	H	
B60C	11/03	(2006.01)	B60C	11/03	Z	
B60C	11/117	(2006.01)	B60C	11/117	100Z	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 33 頁)

(21) 出願番号 特願2016-91370 (P2016-91370)
 (22) 出願日 平成28年4月28日 (2016. 4. 28)

(71) 出願人 000006714
 横浜ゴム株式会社
 東京都港区新橋5丁目36番11号
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 古澤 浩史
 神奈川県平塚市追分2番1号 横浜ゴム株式会社 平塚製造所内

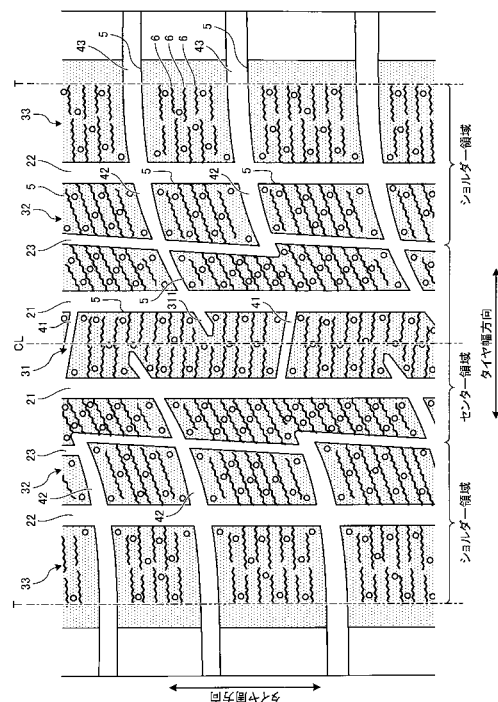
(54) 【発明の名称】 空気入りタイヤ

(57) 【要約】

【課題】 タイヤの氷上加速性能、または氷上制動性能を向上できる空気入りタイヤを提供すること。

【解決手段】 この空気入りタイヤ1は、リブあるいは複数のブロックを有する陸部31~33をトレッド面に備える。また、陸部31~33が、50[μm]以下の算術平均粗さRaをもつ表面加工部7と、複数の凹部8とをブロック5の接地面に備える。また、ブロック5の接地面の全域における表面加工部7の面積比率が、50[%]以上である。また、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率Sceと、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率Sshとが、Ssh < Sceの関係性を有する。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リップあるいは複数のブロックを有する陸部をトレッド面に備える空気入りタイヤにおいて、

前記陸部が、 $50 [\mu\text{m}]$ 以下の算術平均粗さをもつフラットな領域と、複数の凹部とを接地面に備え、且つ、

前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、 $50 [\%]$ 以上であり、

所定領域における前記凹部の開口面積の総和と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の開口面積率として定義し、且つ、

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係を有することを特徴とする空気入りタイヤ。

10

【請求項 2】

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $1.10 < S_{ce} / S_{sh}$ の関係を有する請求項 1 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 3】

トレッド部センター領域における前記凹部の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の容積率 V_{sh} とが、 $1.2 < V_{ce} / V_{sh} < 3.0$ の関係を有する請求項 1 または 2 に記載の空気入りタイヤ。

20

【請求項 4】

所定の領域における前記凹部の配置数と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の配置密度として定義し、且つ、

トレッド部センター領域における前記凹部の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{sh} < D_{ce}$ の関係を有する請求項 1 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 5】

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $A_{sh} < A_{ce}$ の関係を有する請求項 1 または 2 に記載の空気入りタイヤ。

30

【請求項 6】

トレッド部センター領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の前記凹部を備え、且つ、前記トレッド部センター領域に配置された $70 [\%]$ 以上の前記凹部が、トレッド部全体の平均よりも大きな開口面積を有する請求項 5 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 7】

リップあるいは複数のブロックを有する陸部をトレッド面に備える空気入りタイヤにおいて、

前記陸部が、 $50 [\mu\text{m}]$ 以下の算術平均粗さをもつフラットな領域と、複数の凹部とを接地面に備え、且つ、

前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、 $50 [\%]$ 以上であり、

所定領域における前記凹部の開口面積の総和と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の開口面積率として定義し、且つ、

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有することを特徴とする空気入りタイヤ。

40

【請求項 8】

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $1.10 < S_{sh} / S_{ce}$ の関係を有

50

する請求項 7 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 9】

トレッド部センター領域における前記凹部の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の容積率 V_{sh} とが、 $1.2 < V_{sh} / V_{ce} < 3.0$ の関係を有する請求項 7 または 8 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 10】

所定の領域における前記凹部の配置数と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の配置密度として定義し、且つ、

トレッド部センター領域における前記凹部の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{ce} < D_{sh}$ の関係を有する請求項 7 に記載の空気入りタイヤ。

10

【請求項 11】

トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $A_{ce} < A_{sh}$ の関係を有する請求項 7 または 8 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 12】

トレッド部センター領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の前記凹部を備え、且つ、前記トレッド部センター領域に配置された 70 [%] 以上の前記凹部が、トレッド部全体の平均よりも小さな開口面積を有する請求項 11 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 13】

前記凹部の開口面積が、 $2.5 [mm^2]$ 以上 $10 [mm^2]$ 以下の範囲にある請求項 1 ~ 12 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

20

【請求項 14】

前記凹部の壁角度 θ が、 $-85 [deg]$ から $95 [deg]$ の範囲にある請求項 1 ~ 13 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、空気入りタイヤに関し、さらに詳しくは、タイヤの氷上性能を向上できる空気入りタイヤに関する。

30

【背景技術】

【0002】

一般的なスタッドレスタイヤでは、氷路面および雪路面でのタイヤ性能を向上させるために、トレッドコンパウンドに微細な突起物を配合した構成や、微細な空隙を含むトレッドゴムを用いた構成などが採用されている。これらの構成では、微細な突起物により氷路面でのエッジ作用が向上し、あるいは、微細な空隙により氷路面での吸水作用およびエッジ作用が向上する。これにより、タイヤの氷上性能および雪上性能が向上する。

【0003】

さらに、近年のスタッドレスタイヤでは、タイヤ使用初期における氷路面および雪路面でのタイヤ性能を向上させるために、トレッド踏面に微細かつ多数の突起部を形成した構成が採用されている。かかる構成では、タイヤ接地面の表面粗さが増加して、突起部間の空隙が氷路面とトレッド面との間に介在する水膜を除去し、また、突起部により路面とトレッド面との摩擦力が増加する。これにより、タイヤ新品時における氷上性能および雪上性能が向上する。かかる構成を採用する従来の空気入りタイヤとして、特許文献 1 に記載される技術が知られている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2013 - 136346 号公報

【発明の概要】

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この発明は、タイヤの氷上加速性能、または氷上制動性能を向上できる空気入りタイヤを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、この発明にかかる空気入りタイヤは、リブあるいは複数のブロックを有する陸部をトレッド面に備える空気入りタイヤにおいて、前記陸部が、50 [μm]以下の算術平均粗さをもつフラットな領域と、複数の凹部とを接地面に備え、且つ、前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、50 [%]以上であり、所定領域における前記凹部の開口面積の総和と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の開口面積率として定義し、且つ、トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係を有することを特徴とする。

10

【0007】

また、この発明にかかる空気入りタイヤは、リブあるいは複数のブロックを有する陸部をトレッド面に備える空気入りタイヤにおいて、前記陸部が、50 [μm]以下の算術平均粗さをもつフラットな領域と、複数の凹部とを接地面に備え、且つ、前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、50 [%]以上であり、所定領域における前記凹部の開口面積の総和と前記陸部の接地面積との比を前記凹部の開口面積率として定義し、且つ、トレッド部センター領域における前記凹部の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における前記凹部の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0008】

本発明にかかる空気入りタイヤは、氷上加速性能、または氷上制動性能を向上できる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、実施の形態1にかかる空気入りタイヤを示すタイヤ子午線方向の断面図である。

30

【図2】図2は、図1に記載した空気入りタイヤのトレッド面を示す平面図である。

【図3】図3は、図2に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図4】図4は、図3に記載したブロックの要部を示す拡大図である。

【図5】図5は、図4に記載したブロックの接地面のA-A視断面図である。

【図6】図6は、ブロックの表面加工を示す説明図である。

【図7】図7は、ブロックの表面加工を示す説明図である。

【図8】図8は、図2に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図9】図9は、図2に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図10】図10は、実施の形態1にかかる空気入りタイヤの変形例であり、トレッド面を示す平面図である。

40

【図11】図11は、図10に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図12】図12は、実施の形態2にかかる空気入りタイヤのトレッド面を示す平面図である。

【図13】図13は、図12に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図14】図14は、図12に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図15】図15は、図12に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

【図16】図16は、実施の形態2にかかる空気入りタイヤの変形例であり、トレッド面を示す平面図である。

【図17】図17は、図16に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。

50

【図18】図18は、この発明の実施の形態にかかる空気入りタイヤの性能試験の結果を示す図表である。

【図19】図19は、この発明の実施の形態にかかる空気入りタイヤの性能試験の結果を示す図表である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、この発明につき図面を参照しつつ詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、この実施の形態の構成要素には、発明の同一性を維持しつつ置換可能かつ置換自明なものが含まれる。また、この実施の形態に記載された複数の変形例は、当業者自明の範囲内にて任意に組み合わせが可能である。

10

【0011】

[実施の形態1]

図1は、この発明の実施の形態1にかかる空気入りタイヤを示すタイヤ子午線方向の断面図である。同図は、タイヤ径方向の片側領域の断面図を示している。また、同図は、空気入りタイヤの一例として、乗用車用ラジアルタイヤを示している。

【0012】

同図において、タイヤ子午線方向の断面とは、タイヤ回転軸（図示省略）を含む平面でタイヤを切断したときの断面をいう。また、符号CLは、タイヤ赤道面であり、タイヤ回転軸方向にかかるタイヤの中心点を通りタイヤ回転軸に垂直な平面をいう。また、タイヤ幅方向とは、タイヤ回転軸に平行な方向をいい、タイヤ径方向とは、タイヤ回転軸に垂直な方向をいう。

20

【0013】

この空気入りタイヤ1は、タイヤ回転軸を中心とする環状構造を有し、一对のビードコア11、11と、一对のビードフィラー12、12と、カーカス層13と、ベルト層14と、トレッドゴム15と、一对のサイドウォールゴム16、16と、一对のリムクッションゴム17、17とを備える（図1参照）。

【0014】

一对のビードコア11、11は、複数のビードワイヤを束ねて成る環状部材であり、左右のビード部のコアを構成する。一对のビードフィラー12、12は、一对のビードコア11、11のタイヤ径方向外周にそれぞれ配置されてビード部を構成する。

30

【0015】

カーカス層13は、1枚のカーカスプライから成る単層構造あるいは複数のカーカスプライを積層して成る多層構造を有し、左右のビードコア11、11間にトロイダル状に架け渡されてタイヤの骨格を構成する。また、カーカス層13の両端部は、ビードコア11およびビードフィラー12を包み込むようにタイヤ幅方向外側に巻き返されて係止される。また、カーカス層13のカーカスプライは、スチールあるいは有機繊維材（例えば、アラミド、ナイロン、ポリエステル、レーヨンなど）から成る複数のカーカスコードをコートゴムで被覆して圧延加工して構成され、絶対値で80[deg]以上95[deg]以下のカーカス角度（タイヤ周方向に対するカーカスコードの繊維方向の傾斜角として定義される）を有する。

40

【0016】

ベルト層14は、一对の交差ベルト141、142と、ベルトカバー143とを積層して成り、カーカス層13の外周に掛け廻されて配置される。一对の交差ベルト141、142は、スチールあるいは有機繊維材から成る複数のベルトコードをコートゴムで被覆して圧延加工して構成され、絶対値で20[deg]以上55[deg]以下のベルト角度を有する。また、一对の交差ベルト141、142は、相互に異符号のベルト角度（タイヤ周方向に対するベルトコードの繊維方向の傾斜角として定義される）を有し、ベルトコードの繊維方向を相互に交差させて積層される（いわゆるクロスプライ構造）。ベルトカバー143は、コートゴムで被覆されたスチールあるいは有機繊維材から成る複数のコードを圧延加工して構成され、絶対値で0[deg]以上10[deg]以下のベルト角度を有する。ま

50

た、ベルトカバー 143 は、交差ベルト 141、142 のタイヤ径方向外側に積層されて配置される。

【0017】

トレッドゴム 15 は、カーカス層 13 およびベルト層 14 のタイヤ径方向外周に配置されてタイヤのトレッド部を構成する。一对のサイドウォールゴム 16、16 は、カーカス層 13 のタイヤ幅方向外側にそれぞれ配置されて左右のサイドウォール部を構成する。一对のリムクッションゴム 17、17 は、左右のビードコア 11、11 およびカーカス層 13 の巻き返し部のタイヤ径方向内側にそれぞれ配置されて、リムフランジに対する左右のビード部の接触面を構成する。

【0018】

[トレッドパターン]

図 2 は、図 1 に記載した空気入りタイヤのトレッド面を示す平面図である。同図は、スタッドレスタイヤのトレッドパターンを示している。同図において、タイヤ周方向とは、タイヤ回転軸周りの方向をいう。また、符号 T は、タイヤ接地端である。

【0019】

図 2 に示すように、空気入りタイヤ 1 は、タイヤ周方向に延在する複数の周方向主溝 21、22 と、これらの周方向主溝 21、22 に区画された複数の陸部 31 ~ 33 と、これらの陸部 31 ~ 33 に配置された複数のラグ溝 41 ~ 43 とをトレッド部に備える。

【0020】

周方向主溝とは、摩耗末期を示すウェアインジケータを有する周方向溝であり、一般に、5.0 [mm] 以上の溝幅および 7.5 [mm] 以上の溝深さを有する。また、ラグ溝とは、2.0 [mm] 以上の溝幅および 3.0 [mm] 以上の溝深さを有する横溝をいう。

【0021】

溝幅は、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を充填した無負荷状態にて、溝開口部における左右の溝壁の距離の最大値として測定される。陸部が切欠部や面取部をエッジ部に有する構成では、溝長さ方向を法線方向とする断面視にて、トレッド踏面と溝壁の延長線との交点を基準として、溝幅が測定される。また、溝がタイヤ周方向にジグザグ状あるいは波状に延在する構成では、溝壁の振幅の中心線を基準として、溝幅が測定される。

【0022】

溝深さは、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を充填した無負荷状態にて、トレッド踏面から溝底までの距離の最大値として測定される。また、溝が部分的な凹凸部やサイブを溝底に有する構成では、これらを除外して溝深さが測定される。

【0023】

規定リムとは、JATMA に規定される「適用リム」、TRA に規定される「Design Rim」、あるいは ETRTO に規定される「Measuring Rim」をいう。また、規定内圧とは、JATMA に規定される「最高空気圧」、TRA に規定される「TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES」の最大値、あるいは ETRTO に規定される「INFLATION PRESSURES」をいう。また、規定荷重とは、JATMA に規定される「最大負荷能力」、TRA に規定される「TIRE LOAD LIMITS AT VARIOUS COLD INFLATION PRESSURES」の最大値、あるいは ETRTO に規定される「LOAD CAPACITY」をいう。ただし、JATMA において、乗用車用タイヤの場合には、規定内圧が空気圧 180 [kPa] であり、規定荷重が最大負荷能力の 88 [%] である。

【0024】

例えば、図 2 の構成では、ストレート形状を有する 4 本の周方向主溝 21、22 がタイヤ赤道面 CL を中心として左右対称に配置されている。また、4 本の周方向主溝 21、22 により、5 列の陸部 31 ~ 33 が区画されている。また、陸部 31 が、タイヤ赤道面 CL 上に配置されている。また、各陸部 31 ~ 33 が、タイヤ周方向に所定間隔で配置されて陸部 31 ~ 33 をタイヤ幅方向に貫通する複数のラグ溝 41 ~ 43 を備えている。また、セカンド陸部 32 が、タイヤ周方向に屈曲しつつ延在する周方向細溝 23 を備えている

10

20

30

40

50

。そして、各陸部 3 1 ~ 3 3 が、周方向主溝 2 1、2 2、周方向細溝 2 3 およびラグ溝 4 1 ~ 4 3 に区画されてブロック列となっている。

【0025】

なお、図 2 の構成では、上記のように、周方向主溝 2 1、2 2 が、ストレート形状を有している。しかし、これに限らず、周方向主溝 2 1、2 2 が、タイヤ周方向に屈曲あるいは湾曲しつつ延在するジグザグ形状あるいは波状形状を有しても良い（図示省略）。

【0026】

また、図 2 の構成では、上記のように、各陸部 3 1 ~ 3 3 が、ラグ溝 4 1 ~ 4 3 によりタイヤ周方向に分断されてブロック列となっている。しかし、これに限らず、例えば、一部のラグ溝 4 1 ~ 4 3 が陸部 3 1 ~ 3 3 の内部で終端するセミクロズド構造を有することにより、一部の陸部 3 1 ~ 3 3 がタイヤ周方向に連続するリブであっても良い（図示省略）。

10

【0027】

また、図 2 の構成では、空気入りタイヤ 1 が、左右点対称なトレッドパターンを有している。しかし、これに限らず、空気入りタイヤ 1 が、例えば、左右線対称なトレッドパターン、左右非対称なトレッドパターン、タイヤ回転方向に方向性を有するトレッドパターンを有しても良い（図示省略）。

【0028】

また、図 2 の構成では、空気入りタイヤ 1 が、タイヤ周方向に延在する周方向主溝 2 1、2 2 を備えている。しかし、これに限らず、空気入りタイヤ 1 が、周方向主溝 2 1、2 2 に代えて、タイヤ周方向に対して所定角度で傾斜しつつ延在する複数の傾斜主溝を備えても良い。例えば、空気入りタイヤ 1 が、タイヤ周方向に凸となる V 字形状を有すると共にタイヤ幅方向に延在して左右のトレッド端に開口する複数の V 字傾斜主溝と、隣り合う V 字傾斜主溝を接続する複数のラグ溝と、これらの V 字傾斜主溝およびラグ溝に区画された複数の陸部とを備えても良い（図示省略）。

20

【0029】

[ブロックのサイブ]

図 3 は、図 2 に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。同図は、ショルダール陸部 3 3 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。なお、ショルダール陸部 3 3 は、最外周方向主溝に区画されたタイヤ幅方向外側の陸部として定義される。

30

【0030】

図 2 および図 3 に示すように、この空気入りタイヤ 1 では、すべての陸部 3 1 ~ 3 3 のブロック 5 が複数のサイブ 6 をそれぞれ有する。これらのサイブ 6 により、陸部 3 1 ~ 3 3 のエッジ成分が増加して、タイヤの冰雪上性能が向上する。

【0031】

サイブは、陸部に形成された切り込みであり、一般に 1 . 0 [mm] 未満のサイブ幅および 2 . 0 [mm] 以上のサイブ深さを有することにより、タイヤ接地時に閉塞する。なお、サイブ深さの上限は、特に限定がないが、一般に主溝の溝深さよりも浅い。

【0032】

サイブ幅は、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を充填した無負荷状態にて、陸部の接地面におけるサイブの開口幅の最大値として測定される。

40

【0033】

なお、サイブ 6 は、両端部にて陸部 3 1 ~ 3 3 の内部で終端するクロズド構造、一方の端部にてブロック 5 のエッジ部に開口して他方の端部にてブロック 5 の内部で終端するセミクロズド構造、および、両端部にてブロック 5 のエッジ部に開口するオープン構造のいずれを有しても良い。また、陸部 3 1 ~ 3 3 におけるサイブ 6 の長さ、枚数および配置構造は、当業者自明の範囲内にて適宜選択できる。また、サイブ 6 は、タイヤ幅方向、タイヤ周方向、およびこれらに傾斜する方向の任意の方向に延在できる。

【0034】

例えば、図 3 の構成では、ショルダール陸部 3 3 が、最外周方向主溝 2 2 および複数のラ

50

グ溝 4 3 (図 2 参照) に区画されて成る複数のブロック 5 を備えている。また、1 つのブロック 5 が複数のサイブ 6 を備えている。また、これらのサイブ 6 が、タイヤ幅方向に延在するジグザグ形状を有し、また、タイヤ周方向に所定間隔をあけて並列に配置されている。また、タイヤ周方向の最も外側にあるサイブ 6 が、両端部にてブロック 5 の内部で終端するクローズド構造を有している。これにより、タイヤ転動時におけるブロック 5 の踏み込み側および蹴り出し側のエッジ部の剛性が確保されている。また、タイヤ周方向の中央部にあるサイブ 6 が、一方の端部にて周方向主溝 2 2 に開口し、他方の端部にてブロック 5 の内部で終端するセミクローズド構造を有している。これにより、ブロック 5 の中央部の剛性が低減されて、ブロック 5 のタイヤ周方向の剛性分布が均一化されている。

【 0 0 3 5 】

[ブロック踏面の表面粗さ]

図 4 は、図 3 に記載したブロックの踏面を示す拡大図である。図 5 は、図 4 に記載した凹部の深さ方向の断面図である。これらの図において、図 4 は、ブロック 5 の踏面におけるサイブ 6 および凹部 8 の位置関係を示し、図 5 は、凹部 8 の中心点を通りブロック 5 の踏面に垂直な断面を示している。

【 0 0 3 6 】

また、図 6 および図 7 は、ブロックの表面加工を示す説明図である。これらの図において、図 6 は、ブロックの踏面に施された表面加工部 7 の平面図を模式的に示し、図 7 は、表面加工部 7 の高さ方向の断面図を模式的に示している。

【 0 0 3 7 】

この空気入りタイヤ 1 では、陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面の少なくとも一部の領域が、1 [μm] 以上 5 0 [μm] 以下の算術平均粗さ R_a を有する。また、算術平均粗さ R_a が、1 0 [μm] 以上 4 0 [μm] 以下の範囲にあることが好ましい。かかる構成では、突起部間の空隙が氷路面とトレッド面との間に介在する水膜を除去し、また、突起部により路面とトレッド面との摩擦力が増加する。これにより、タイヤ新品時における氷上性能および雪上性能が向上する。

【 0 0 3 8 】

算術平均粗さ R_a は、J I S B 0 6 0 1 (2 0 0 1 年) に準拠して測定される。また、算術平均粗さ R_a は、陸部に形成されたサイブ 6、後述する凹部 8、切り欠き、細溝などを除外して測定される。

【 0 0 3 9 】

例えば、図 2 の構成では、各陸部 3 1 ~ 3 3 のすべてのブロック 5 の接地面に、図 6 および図 7 に示す表面加工部 7 が施されている。また、表面加工部 7 が、微細かつ多数の半球状の突起部を接地面の全域に点在させた構造を有する。また、突起部の最大高さ H_p (図 7 参照) が、1 [μm] 以上 5 0 [μm] 以下の範囲にあり、また、突起部の最大外径 D_p (図 6 参照) が、1 [μm] 以上 5 0 [μm] 以下の範囲にある。また、隣り合う突起部の頂部の平均間隔が、5 [μm] 以上 1 0 0 [μm] 以下の範囲にあることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

突起部の最大高さ H_p および最大外径 D_p は、図 6 および図 7 に示すように、突起部の外輪郭線 (突起部の外表面とブロックの平面部との交点により定義される。) を測定点として、例えばマイクロスコブを用いて測定される。

【 0 0 4 1 】

なお、図 2 の構成では、上記のように、表面加工部 7 の突起部が、半球状を有している (図 6 および図 7 参照) 。しかし、これに限らず、表面加工部 7 の突起部が、裁頭半球状、裁頭円錐状、裁頭角錐状などの断面台形状を有しても良いし、円柱状、角柱状などの断面矩形形状を有しても良い (図示省略) 。

【 0 0 4 2 】

また、図 2 の構成では、上記のように、各陸部 3 1 ~ 3 3 のすべてのブロック 5 が、上記した表面加工部 7 を踏面の全域に有している。しかし、これに限らず、陸部 3 1 ~ 3 3

10

20

30

40

50

のブロック5の一部あるいは全部が、あるいは、ブロック5の踏面の一部あるいは全部が、表面加工部7を有なさいプレーンな領域を有しても良い。プレーンな領域は、1 [μm] 未満の算術平均粗さ R_a を有する領域として定義される。

【0043】

ここで、50 [μm] 以下の算術平均粗さ R_a をもつ領域をフラットな領域として定義する。このフラットな領域は、上記表面加工部7をもつ領域および上記プレーンな領域の双方を含む概念である。

【0044】

この空気入りタイヤ1では、陸部31～33のブロック5が、上記したフラットな領域と、後述する複数の凹部8とを接地面に備える。また、連続した接地面の全域におけるフラットな領域（好ましくは、上記表面加工部7をもつ領域）の面積比率が、50 [%] 以上、すなわち半分以上であることが好ましい。

10

【0045】

接地面は、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に静止状態にて平板に対して垂直に置いて規定荷重に対応する負荷を加えたときのタイヤと平板との接触面（具体的には、当該接触面の輪郭線に囲まれた領域）として定義される。

【0046】

連続した接地面は、2.0 [mm] 以上の溝幅および3.0 [mm] 以上の溝深さを有する溝により区画された接地面として定義される。具体的には、上記の溝幅および溝深さを有する周方向溝およびラグ溝により区画された1つのリブあるいは1つのブロックの接地面が、上記連続した接地面に該当する。また、例えば、陸部内で終端するクローズド構造のラグ溝、陸部に形成された部分的な切り欠き（例えば、後述する図9の切欠部311）、タイヤ接地時に閉塞するサイプやカーフなどは、陸部の接地面を分断しないため、上記の溝に該当しない。

20

【0047】

[ブロックの凹部]

図2および図3に示すように、この空気入りタイヤ1では、すべてのブロック5が、複数の凹部8を接地面に備える。かかる構成では、タイヤ接地時に、凹部8が氷路面とトレッド面との間に生ずる水膜を吸い取ることにより、氷路面に対するブロック踏面の密着性が向上する。これにより、タイヤの氷上制動性能が向上する。

30

【0048】

凹部8は、陸部31～33の接地面に形成されたクローズドな窪み（接地面の境界に開口していない窪み。いわゆるディンプル）であり、陸部31～33の接地面に任意の幾何学的形状を有する。例えば、凹部8の開口部が、円形あるいは楕円形を有しても良いし、四角形、六角形などの多角形を有しても良い。円形あるいは楕円形の凹部8は、陸部31～33の接地面の偏摩耗が小さい点で好ましく、多角形の凹部8は、エッジ成分が大きく氷上制動性能を向上できる点で好ましい。

【0049】

また、凹部8の開口面積が、2.5 [mm^2] 以上10 [mm^2] 以下の範囲にあることが好ましい。例えば、円形の凹部8であれば、その直径が約1.8 [mm] ～3.6 [mm] の範囲にある。これにより、凹部8の開口面積が適正化される。すなわち、凹部8の開口面積が2.5 [mm^2] 以上であることにより、凹部8のエッジ作用および吸水性が確保される。また、凹部8の開口面積が10 [mm^2] 以下であることにより、ブロック5の接地面積が確保される。

40

【0050】

凹部8の開口面積は、陸部31～33の接地面における凹部8の開口面積であり、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に無負荷状態として測定される。

【0051】

また、凹部8の深さ H_d （図5参照）が、0.10 [mm] 以上2.0 [mm] 未満の範囲にあることが好ましく、0.2 [mm] 以上1.5 [mm] 以下の範囲にあることが

50

より好ましい。すなわち、凹部 8 の深さが、タイヤ接地面に施される表面粗さレベルの加工よりも明らかに深く、また、一般的なサイプ（例えば、線状サイプ 6 や円形サイプ（図示省略）など）の深さよりも明らかに浅い範囲に設定される。上記数値範囲の下限により、凹部 8 の機能が適正に確保され、また、上記数値範囲の上限により、陸部 3 1 ~ 3 3 の剛性が適正に確保される。

【 0 0 5 2 】

また、凹部 8 の壁角度（図 5 参照）が、 $- 8.5$ [deg] ~ 9.5 [deg] の範囲にあることが好ましい。すなわち、凹部 8 の内壁が陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面に対して略垂直であることが好ましい。これにより、凹部 8 のエッジ成分が増加する。

【 0 0 5 3 】

凹部 8 の壁角度は、凹部 8 の深さ方向の断面視にて、陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面と凹部 8 の内壁とのなす角として測定される。

【 0 0 5 4 】

また、図 4 に示すように、凹部 8 は、サイプ 6 から離間して配置される。すなわち、凹部 8 とサイプ 6 とは、陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面にて相互に異なる位置に配置されて、交差しない。また、凹部 8 とサイプ 6 との距離 g は、 0.2 [mm] ~ g の範囲にあることが好ましく、 0.3 [mm] ~ g の範囲にあることがより好ましい。これにより、陸部 3 1 ~ 3 3 の剛性が適正に確保される。

【 0 0 5 5 】

また、凹部 8 は、ブロック 5 の踏面で疎らに配置される。具体的には、1つのブロック 5 の接地面の全域における凹部 8 の配置密度 D_a が、 0.8 [個 / cm^2] ~ $D_a = 4.0$ [個 / cm^2] の範囲にあることが好ましく、 1.0 [個 / cm^2] ~ $D_a = 3.0$ [個 / cm^2] の範囲にあることがより好ましい。これにより、凹部 8 の配置密度 D_a が適正化される。すなわち、 0.8 [個 / cm^2] ~ D_a であることにより、凹部 8 の配置数が確保されて、凹部 8 の機能が適正に確保される。また、 $D_a = 4.0$ [個 / cm^2] であることにより、ブロック 5 の接地面積が適正に確保される。

【 0 0 5 6 】

凹部 8 の配置密度 D_a は、1つのリブあるいはブロックの接地面の面積に対する凹部 8 の総数として定義される。例えば、陸部がタイヤ周方向に連続するリブである場合（図示省略）には、1つのリブ全体の接地面積に対する凹部 8 の総数が、上記の配置密度 D_a となる。また、陸部がブロックである場合（図 2 および図 3 参照）には、1つのブロック 5 の接地面積に対する凹部 8 の総数が、上記の配置密度 D_a となる。

【 0 0 5 7 】

陸部の接地面積は、タイヤが規定リムに装着されて規定内圧を付与されると共に静止状態にて平板に対して垂直に置かれて規定荷重に対応する負荷を加えられたときのタイヤと平板との接触面にて、測定される。

【 0 0 5 8 】

また、図 3 の構成では、ショルダー陸部 3 3 のブロック 5 が、矩形状の接地面を有している。また、複数のサイプ 6 が、タイヤ周方向に並列に配置されてブロック 5 をタイヤ周方向に複数の区間に区画している。また、すべての区間が、少なくとも1つの凹部 8 を有している。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の中央部では、ブロック 5 の周方向主溝 2 2 側の端部に凹部 8 を有する区間と、前記端部に凹部 8 を有さない区間とが、タイヤ周方向に交互に配置されている。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の両端部の区間では、凹部 8 が、ブロック 5 の周方向主溝 2 2 側の角部にそれぞれ配置されている。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の両端部の区間では、凹部 8 が、タイヤ幅方向の中央部領域に配置されていない（角部のみに配置されている）。

【 0 0 5 9 】

陸部 3 1 ~ 3 3 の中央部領域は、陸部 3 1 ~ 3 3 の連続した接地面のタイヤ幅方向の中央部 5 0 [%] の領域として定義される。また、陸部 3 1 ~ 3 3 の端部領域は、陸部 3 1 ~ 3 3 の連続した接地面のタイヤ幅方向の左右の端部 2 5 [%] の各領域として定義され

10

20

30

40

50

る。また、陸部 3 1 ~ 3 3 に形成された部分的な切欠部 3 1 1 (後述する図 9 参照) を除外して、中央部領域および端部領域が定義される。また、例えば、陸部がタイヤ周方向に連続するリブである場合 (図示省略) には、1 つのリブ全体の接地面について中央部領域および端部領域が定義される。また、陸部がブロックである場合 (図 2 および図 3 参照) には、1 つのブロック 5 の接地面について中央部領域および端部領域が定義される。また、凹部 8 の中心が上記の中央部領域あるいは端部領域にあれば、凹部 8 が上記の中央部領域あるいは端部領域に配置されているといえる。

【 0 0 6 0 】

陸部の接地面は、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に静止状態にて平板に対して垂直に置いて規定荷重に対応する負荷を加えたときのタイヤと平板との接触面にて定義される。

10

【 0 0 6 1 】

連続した接地面は、2 . 0 [mm] 以上の溝幅および 3 . 0 [mm] 以上の溝深さを有する溝により区画された接地面として定義される。具体的には、上記の溝幅および溝深さを有する周方向溝およびラグ溝により区画された 1 つのリブあるいは 1 つのブロックの接地面が、上記連続した接地面に該当する。また、例えば、陸部内で終端するクローズド構造のラグ溝、陸部に形成された部分的な切り欠き (例えば、後述する図 9 の切欠部 3 1 1)、タイヤ接地時に閉塞するサイプやカーフなどは、陸部の接地面を分断しないため、上記の溝に該当しない。

【 0 0 6 2 】

20

陸部 3 1 ~ 3 3 の角部は、陸部の接地面の角部を含む 5 [mm] 四方の領域として定義される。陸部の角部は、主溝およびラグ溝により区画された陸部の部分のみならず、陸部に形成された切欠部により区画された陸部の部分を含む。また、凹部 8 の中心が上記の角部にあれば、凹部 8 が上記の角部に配置されているといえる。

【 0 0 6 3 】

また、図 3 の構成では、タイヤ周方向に隣り合う任意の 3 つの区間が、タイヤ幅方向の端部領域に凹部 8 を有する区間と、タイヤ幅方向の中央部領域に凹部 8 を有する区間とをそれぞれ含んでいる。これにより、凹部 8 が陸部 3 1 ~ 3 3 の端部領域および中央部領域に分散して配置されている。

【 0 0 6 4 】

30

ブロック 5 のタイヤ周方向の両端部の区間とは、複数のサイプ 6 によりタイヤ周方向に区画されたブロック 5 の複数の区間のうち、タイヤ周方向の両端部に位置する一対の区間をいう。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の中央部の区間とは、前記タイヤ周方向の両端部の区間を除いた区間をいう。

【 0 0 6 5 】

ブロック 5 のタイヤ幅方向の端部領域、特に、周方向主溝 2 2 側の端部領域では、タイヤ接地時にブロック 5 の中央部よりも大きな接地圧が作用する。このため、氷路面の走行時に接地圧により路面の氷が溶け易く、水膜が発生し易い。したがって、凹部 8 がブロック 5 の端部領域および角部に配置されることにより、氷路面の水膜が効率的に吸収されて、タイヤの氷上制動性能が向上する。

40

【 0 0 6 6 】

また、図 3 の構成では、サイプ 6 が、ラグ溝 4 3 に平行ないしは若干傾斜して配置され、また、タイヤ接地端 T からタイヤ幅方向内側の領域にのみ配置されている。また、凹部 8 が、タイヤ接地端 T からタイヤ幅方向内側の領域にのみ配置されている。

【 0 0 6 7 】

タイヤ接地端 T とは、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に静止状態にて平板に対して垂直に置いて規定荷重に対応する負荷を加えたときのタイヤと平板との接触面におけるタイヤ軸方向の最大幅位置をいう。

【 0 0 6 8 】

図 8 および図 9 は、図 2 に記載した空気入りタイヤの陸部を示す説明図である。これら

50

の図において、図 8 は、セカンド陸部 3 2 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。また、図 9 は、センター陸部 3 1 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。

【 0 0 6 9 】

図 2 の構成では、セカンド陸部 3 2 が、1 本の周方向細溝 2 3 によりタイヤ幅方向に分断され、さらに複数のラグ溝 4 2 によりタイヤ周方向に分断されて、複数のブロック 5 が区画されている。また、セカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向内側の領域には、タイヤ周方向に長尺なブロック 5 が形成され、タイヤ幅方向外側の領域には、短尺なブロック 5 が形成されている。

【 0 0 7 0 】

また、図 8 に示すように、セカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向外側のブロック 5 が、矩形状の接地面を有している。また、複数のサイプ 6 が、タイヤ周方向に並列に配置されてブロック 5 を複数の区間に区画している。また、すべての区間が、複数の凹部 8 を有している。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の中央部では、ブロック 5 のタイヤ幅方向の左右の端部領域に凹部 8 を有する区間と、タイヤ幅方向の中央部領域のみに凹部 8 を有する区間とが、タイヤ周方向に交互に配置されている。また、凹部 8 が、ブロック 5 の 4 つの角部にそれぞれ配置されている。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の両端部の区間では、凹部 8 が、タイヤ幅方向の中央部領域に配置されておらず、角部にのみ配置されている。

【 0 0 7 1 】

一般に、短尺なブロック 5 を有する陸部 3 2 では、ブロック 5 の剛性が低いため、車両制動時にて、ブロック 5 の倒れ込み量が多い。特に、ブロック 5 が複数のサイプ 6 を有する構成では、その傾向が顕著となり、タイヤの氷上制動性能が低下し易い。そこで、かかる構成では、ブロック 5 が、サイプ 6 で区画されたブロック 5 のすべての区間に凹部 8 を有することにより、氷路面の水膜が効率的に吸収されて、タイヤの氷上制動性能が確保される。

【 0 0 7 2 】

また、図 2 の構成では、センター陸部 3 1 が、複数のラグ溝 4 1 によりタイヤ周方向に分断されて、複数のブロック 5 が区画されている。また、ブロック 5 が、セカンド陸部 3 2 のラグ溝 4 2 の延長線上に、切欠部 3 1 1 を有している。また、ブロック 5 が、矩形状の接地面を有している。

【 0 0 7 3 】

また、図 9 に示すように、複数のサイプ 6 が、タイヤ周方向に並列に配置されてブロック 5 を複数の区間に区画している。また、ブロック 5 が、すべての区間に凹部 8 を有している。また、凹部 8 が、ブロック 5 の 4 つの角部にそれぞれ配置されている。また、ブロック 5 のタイヤ周方向の両端部の区間では、凹部 8 が、タイヤ幅方向の中央部領域に配置されておらず、角部にのみ配置されている。また、切欠部 3 1 1 に隣接する区間が、凹部 8 を有している。

【 0 0 7 4 】

一般に、センター陸部 3 1 に作用する接地圧は、セカンド陸部 3 2 およびショルダー陸部 3 3 に作用する接地圧と比較して小さい。そこで、図 9 のように、センター陸部 3 1 のブロック 5 が凹部 8 をサイプ 6 で区画されたすべての区間に有することにより、センター陸部 3 1 の接地面積が減少し、接地圧が上昇して、凹部 8 による雪柱剪断力（掘り起こし力）が増加する。これにより、タイヤの雪上性能が向上する。

【 0 0 7 5 】

なお、上記の構成では、少なくとも一部の凹部 8 が、タイヤ成形金型（図示省略）のベント孔に対応する位置に配置されることが好ましい。すなわち、タイヤ加硫成形工程では、グリーンタイヤをタイヤ成形金型に押圧するために、タイヤ成形金型内の空気を外部に排出する必要がある。このため、タイヤ成形金型が、陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面を成形する金型面に、複数のベント装置（図示省略）を有している。また、ある種のベント装置は、加硫成形後の陸部 3 1 ~ 3 3 の接地面に、ベント跡（ベント装置によって形成された小さ

10

20

30

40

50

な窪み)を形成する。そこで、このベント跡を上記の凹部8として用いることにより、ベント跡を有効に利用し、また、陸部31～33の接地面における無用な窪みを低減して陸部31～33の接地面積を適正に確保できる。

【0076】

[凹部の開口面積率]

この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係を有する。すなわち、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} が、トレッド部ショルダー領域よりも大きい。また、凹部8の開口面積率の比 S_{ce} / S_{sh} が、 $1.10 < S_{ce} / S_{sh}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 < S_{ce} / S_{sh}$ の関係を有することがより好ましい。比 S_{ce} / S_{sh} の上限は、特に限定がないが、凹部8の配置密度や開口面積との関係により制約を受ける。また、すべての凹部8がトレッド部センター領域に配置された場合、すなわち凹部8がトレッド部センター領域のみに配置されてトレッド部ショルダー領域に配置されていない場合には、 $S_{sh} = 0$ となり、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係が満たされる。

10

【0077】

トレッド部センター領域およびショルダー領域は、原則として、トレッド部の接地領域をタイヤ幅方向に3等分する基準線を境界として定義される。ただし、タイヤ周方向に連続する周方向溝(例えば、周方向主溝、周方向細溝など)がタイヤ接地端Tからタイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の領域に配置された構成(図2参照)では、この周方向溝(図2では、周方向細溝23)を境界線として、トレッド部センター領域およびショルダー領域が定義される。

20

【0078】

凹部8の開口面積率は、所定領域に配置された凹部の開口面積の総和と当該領域の接地面積との比として定義される。凹部と領域の境界線とが交差する場合には、凹部の中心点が領域内にあれば凹部が当該領域内に配置されているといえる。

【0079】

凹部8の開口面積および領域の接地面積は、タイヤが規定リムに装着されて規定内圧を付与されると共に静止状態にて平板に対して垂直に置かれて規定荷重に対応する負荷を加えられたときのタイヤと平板との接触面にて、測定される。

30

【0080】

トレッド部センター領域およびトレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} 、 S_{sh} は、各領域における凹部8の配置密度により調整できる。すなわち、凹部8が、トレッド部センター領域で密に配置され、トレッド部ショルダー領域で疎に配置されることにより、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} が大きく設定される。

【0081】

また、図2に示すように、凹部8が、トレッド部の接地領域の全域に分散して配置されることが好ましい。これにより、単体の凹部8の基本的な作用効果がトレッド全体で得られる。しかし、これに限らず、凹部8がトレッド部センター領域のみに配置されても良い(図示省略)。

40

【0082】

具体的には、図2に示すように、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{sh} < D_{ce}$ の関係を有することにより、凹部8の開口面積率の条件 $S_{sh} < S_{ce}$ が満たされる。すなわち、凹部8が、トレッド部センター領域で密に配置され、トレッド部ショルダー領域で疎に配置される。また、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} が、トレッド部全域における凹部8の配置密度 D_{tr} よりも高い($D_{tr} < D_{ce}$)。

【0083】

また、比 D_{ce} / D_{sh} が、 $1.10 < D_{ce} / D_{sh}$ の範囲にあることが好ましく、

50

1.20 D_{ce}/D_{sh} の範囲にあることがより好ましい。比 D_{ce}/D_{sh} の上限は、特に限定がないが、上記した陸部31~33の連続した接地面における凹部8の配置密度 D_a の範囲により制約を受ける。また、すべての凹部8がトレッド部センター領域に配置された場合(図示省略)には、 $D_{sh}=0$ となり、 $S_{sh}<S_{ce}$ かつ $D_{sh}<D_{ce}$ の条件が満たされる。また、左右のトレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} は、相互に同一であっても良いし、相互に異なっても良い。

【0084】

凹部8の配置密度 D_{ce} 、 D_{sh} は、トレッド部の各領域(センター領域および左右のショルダー領域)の接地面に配置された凹部8の総数と、各領域の接地面積との比としてそれぞれ定義される。

10

【0085】

また、凹部8の配置数は、所定領域にある凹部8の中心点の数としてカウントされる。また、凹部8と領域の境界線とが交差する場合には、凹部8の中心点が領域内にあれば凹部8が当該領域内に配置されているといえる。

【0086】

また、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} とは、 $1.2 < V_{ce}/V_{sh} < 3.0$ の関係を有するのが好ましい。すなわち、凹部8は、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} が、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} よりも大きくなるのが好ましい。

20

【0087】

凹部8の容積は、陸部の踏面と凹部の内壁面とに囲まれた空間の容積として定義され、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に無負荷状態として測定される。凹部8の容積率は、所定領域に配置された各凹部8の容積の総和と当該領域の接地面積との比として定義される。凹部8と領域の境界線とが交差する場合には、凹部8の中心点が領域内にあれば当該凹部8が当該領域内に配置されているといえる。

【0088】

トレッド部の接地領域は、左右のタイヤ接地端T、Tの間の領域として定義される。タイヤ接地端Tは、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に静止状態にて平板に対して垂直に置いて規定荷重に対応する負荷を加えたときのタイヤと平板との接触面におけるタイヤ軸方向の最大幅位置として定義される。

30

【0089】

一般に、トレッド部センター領域では、トレッド部ショルダー領域よりも接地圧が小さい。上記の構成では、凹部8がトレッド部センター領域で密に配置されるので、トレッド部センター領域の接地面積が減少し、接地圧が上昇して、凹部8による雪柱剪断力(掘り起こし力)が増加する。また、凹部8がトレッド部ショルダー領域で疎に配置されるので、トレッド部ショルダー領域の接地面積が確保される。これにより、トレッド部ショルダー領域の凝着作用が確保されて、タイヤの氷上性能が確保される。

【0090】

また、凹部8がトレッド部センター領域で密に配置され、トレッド部ショルダー領域で疎に配置されるので、トレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れを発生させることができる。これにより、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができ、タイヤの氷上加速性能が確保される。

40

【0091】

また、図2の構成では、上記のように、空気入りタイヤ1が、4本の周方向主溝21、22と、5列の陸部31~33とを備えている。また、これらの周方向主溝21、22が、タイヤ赤道面CLを中心として左右対称に配置されている。また、左右の最外周方向主溝(タイヤ幅方向の最も外側にある左右の周方向主溝)22、22と、タイヤ赤道面CLとの距離(図中の寸法記号省略)が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。

50

【 0 0 9 2 】

タイヤ赤道面 C L と最外周方向主溝 2 2 との距離は、タイヤ赤道面 C L から最外周方向主溝 2 2 の溝中心線までの距離であり、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に無負荷状態として測定される。

【 0 0 9 3 】

タイヤ接地幅は、タイヤを規定リムに装着して規定内圧を付与すると共に静止状態にて平板に対して垂直に置いて規定荷重に対応する負荷を付与したときのタイヤと平板との接触面におけるタイヤ軸方向の最大直線距離として測定される。

【 0 0 9 4 】

また、図 2 のように 4 本以上の周方向主溝 2 1、2 2 を有する構成では、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 と、セカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積率 S_2 と、ショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $S_3 < S_1 < S_2$ の関係を有することが好ましい。すなわち、セカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積率 S_2 が、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 およびショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 と比較して、最も高い ($S_1 < S_2$ かつ $S_3 < S_2$)。また、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 が、ショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 よりも高い ($S_3 < S_1$)。また、上記のように、トレッド部センター領域の開口面積率 S_{ce} が、トレッド部ショルダー領域の開口面積率 S_{sh} よりも相対的に大きく設定される ($S_{sh} < S_{ce}$)。これにより、トレッド全体の接地領域における凹部 8 の開口面積率が適正化される。

【 0 0 9 5 】

例えば、図 2 の構成では、センター陸部 3 1 における凹部 8 の配置密度 D_1 と、セカンド陸部 3 2 における凹部 8 の配置密度 D_2 と、ショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の配置密度 D_3 とが、 $D_3 < D_1 < D_2$ の関係を有している。これにより、トレッド全体の接地領域における凹部 8 の配置密度が適正化されている。

【 0 0 9 6 】

なお、タイヤ赤道面 C L 上に周方向主溝を有する構成 (図示省略) では、タイヤ赤道面 C L 上の周方向主溝に区画された左右の陸部が、センター陸部となり、上記した凹部 8 の開口面積率 S_1 の条件を満たす。

【 0 0 9 7 】

また、上記の構成では、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 とショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $1.10 \leq S_1 / S_3$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_1 / S_3$ の関係を有することがより好ましい。比 S_1 / S_3 の上限は、特に限定がないが、上記した陸部 3 1 ~ 3 3 の連続した接地面における凹部 8 の配置密度 D_a の範囲により制約を受ける。

【 0 0 9 8 】

また、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 とセカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積率 S_2 が、 $1.10 \leq S_2 / S_1$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_2 / S_1$ の関係を有することがより好ましい。

【 0 0 9 9 】

また、図 2 の構成では、上記のように、セカンド陸部 3 2 が、タイヤ周方向に延在する周方向細溝 2 3 を備えている。また、周方向細溝 2 3 が、セカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向の中央部 (具体的には、最外周方向主溝 2 2 を基準としてセカンド陸部 3 2 の幅の 30 [%] ~ 70 [%] の領域) に配置されている。このとき、周方向細溝 2 3 に区画されたセカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向内側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{21} と、タイヤ幅方向外側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{22} とが、 $S_{22} < S_{21}$ の関係を有することが好ましい。したがって、凹部 8 がセカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向内側の領域で相対的に高く設定される。具体的には、凹部 8 の開口面積率 S_{21} 、 S_{22} が、 $1.10 \leq S_{21} / S_{22}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_{21} / S_{22}$ の関係を有することがより好ましい。

10

20

30

40

50

【0100】

[実施の形態1の変形例]

図10および図11は、実施の形態1に係る空気入りタイヤの変形例を示す説明図である。これらの図において、図10は、トレッド部全体の平面図を示し、図11は、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー陸部との境界に位置するセカンド陸部32の平面図を示している。

【0101】

実施の形態1では、上記のように、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{sh} < D_{ce}$ の関係を有することにより、凹部8の開口面積率の条件 $S_{sh} < S_{ce}$ が満たされている。具体的には、図2に示すように、凹部8がセンター陸部31およびセカンド陸部32のタイヤ赤道面CL側のブロック列に密に配置されることにより、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} が高く設定されている。また、各陸部31~33の凹部8が、同一の開口形状および同一の開口面積を有している。

10

【0102】

これに対して、実施の形態1の変形例では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $A_{sh} < A_{ce}$ の関係を有することにより、凹部8の開口面積率の条件 $S_{sh} < S_{ce}$ が満たされている。すなわち、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の凹部8が用いられ、大きな開口面積をもつ凹部8がトレッド部センター領域に配置され、逆に、小さな開口面積をもつ凹部8がトレッド部ショルダー領域に配置される。また、凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} 、 A_{sh} の比 A_{ce}/A_{sh} が、 $1.10 \leq A_{ce}/A_{sh}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq A_{ce}/A_{sh}$ の関係を有することがより好ましい。比 A_{ce}/A_{sh} の上限は特に限定がないが、凹部8の配置密度や開口面積との関係により制約を受ける。また、すべての凹部8がトレッド部センター領域に配置された場合には、 $A_{sh} = 0$ となり、 $A_{sh} < A_{ce}$ かつ $S_{sh} < S_{ce}$ の条件が満たされる。また、左右のトレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh} は、相互に同一であっても良いし、相互に異なっても良い。

20

【0103】

開口面積の平均値 A_{ce} 、 A_{sh} は、各領域（センター領域および左右のショルダー領域）における凹部の開口面積の総和と凹部の総数との比としてそれぞれ定義される。

30

【0104】

上記の構成では、比較的大きな開口面積を有する凹部8が、比較的低い接地圧を有するトレッド部センター領域に配置される。すると、トレッド部センター領域の接地面積が減少し、接地圧が上昇して、凹部8による雪柱剪断力（いわゆる掘り起こし力）が増加する。これにより、タイヤのトラクション性能が向上して、タイヤの雪上性能が向上する。また、比較的小さな開口面積を有する凹部8がトレッド部ショルダー領域に配置されるので、トレッド部ショルダー領域の接地面積が確保される。これにより、トレッド部ショルダー領域の凝着作用が確保されて、タイヤの氷上性能が確保される。

40

【0105】

また、トレッド部センター領域には比較的大きな開口面積を有する凹部8が配置され、トレッド部ショルダー領域には比較的小さな開口面積を有する凹部8が配置されるので、トレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れを発生させることができる。これにより、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができ、タイヤの氷上加速性能が確保される。

【0106】

また、実施の形態1の変形例では、図11に示すように、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との境界が、セカンド陸部32の周方向細溝23により定義される。そして、大きな凹部8がトレッド部センター領域にあるブロック列に配置され、小さな凹部8がトレッド部ショルダー領域にあるブロック列に配置されている。このため、セ

50

カンド陸部 3 2 の周方向細溝 2 3 を境界とする左右の領域が、相互に異なる接地特性を有している。これにより、タイヤの雪上性能および氷上性能が高められている。

【 0 1 0 7 】

また、実施の形態 1 の変形例では、相互に異なる開口面積をもつ大小 2 種類の凹部 8 が用いられ、トレッド部センター領域に配置されたすべての凹部 8 が大きい開口面積を有し、トレッド部ショルダー領域に配置されたすべての凹部 8 が小さい開口面積を有している。このため、各領域における凹部 8 の開口面積が大小いずれかで一定となっている。

【 0 1 0 8 】

しかし、これに限らず、1 つの領域に配置された複数の凹部 8 が、相互に異なる開口面積を有しても良い（図示省略）。この場合には、トレッド部センター領域に配置された 70 [%] 以上の凹部 8 が、トレッド部全体の平均よりも大きな開口面積を有し、トレッド部ショルダー領域に配置された 70 [%] 以上の凹部 8 が、トレッド部全体の平均よりも小さな開口面積を有することが好ましい。これにより、各領域の凹部 8 の開口面積率が異なることによる機能が適正に確保される。

【 0 1 0 9 】

また、実施の形態 1 の変形例では、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_1 と、セカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_2 と、ショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_3 とが、 $A_3 < A_2 < A_1$ の関係を有している。したがって、凹部 8 の開口面積の平均値 $A_1 \sim A_3$ が、タイヤ赤道面 CL 側にある陸部ほど大きく、逆に、タイヤ接地端 T 側にある陸部ほど小さい。これにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部 8 の開口面積率の関係 $S_{sh} < S_{ce}$ が効率的に実現される。

【 0 1 1 0 】

また、実施の形態 1 の変形例では、タイヤ赤道面 CL を境界とする左右の領域にて、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 と、セカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積率 S_2 と、ショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $S_3 < S_1 < S_2$ の関係をそれぞれ有している。タイヤの駆動性能および制動性能に対する寄与が最も大きいセカンド陸部 3 2 で、凹部 8 の開口面積率 S_2 が大きく設定されることにより、凹部 8 の機能が効果的に発揮される。また、センター陸部 3 1 およびショルダー陸部 3 3 における凹部 8 の開口面積率が上記の関係 $S_3 < S_1$ を有することにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部 8 の開口面積率の関係 $S_{sh} < S_{ce}$ が効率的に実現される。

【 0 1 1 1 】

また、実施の形態 1 の変形例では、タイヤ赤道面 CL を境界とする左右の領域にて、周方向細溝 2 3 に区画されたセカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向内側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{21} と、タイヤ幅方向外側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{22} とが、 $S_{22} < S_{21}$ の関係をそれぞれ有している（図 1 1 参照）。これにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部 8 の開口面積率の関係 $S_{sh} < S_{ce}$ が効率的に実現される。

【 0 1 1 2 】

[実施の形態 2]

図 1 2 ~ 図 1 5 は、実施の形態 2 に係る空気入りタイヤの説明図である。これらの図において、図 1 2 は、トレッド部全体の平面図を示し、図 1 3 は、ショルダー陸部 3 3 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。また、図 1 4 は、セカンド陸部 3 2 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。また、図 1 5 は、センター陸部 3 1 を構成する 1 つのブロック 5 の平面図を示している。実施の形態 1 と同じ構成の部分については、その説明を省略すると共に、同一の符号を付して、以下に実施の形態 2 について説明する。

【 0 1 1 3 】

実施の形態 1 では、上記のように、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面

10

20

30

40

50

積率 S_{sh} と、トレッド部センター領域における開口面積率 S_{ce} とが、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係を有している。これに対し、実施の形態 2 では、トレッド部センター領域における開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有している。

【0114】

詳しくは、実施の形態 1 では、ショルダー陸部 33 のブロック 5 における凹部 8 は、複数のサイプ 6 によってタイヤ周方向に複数形成される区間のうち、一部の区間では 1 つのみが設けられる（図 3 参照）。これに対し、実施の形態 2 では、図 13 に示すように、ショルダー陸部 33 のブロック 5 では、複数のサイプ 6 によってタイヤ周方向に複数形成されるすべての区間で、凹部 8 が 2 つ以上設けられる。

10

【0115】

また、実施の形態 1 では、セカンド陸部 32 のタイヤ幅方向外側のブロック 5 では、タイヤ周方向の中央部で、ブロック 5 のタイヤ幅方向の左右の端部領域に凹部 8 を有する区間と、タイヤ幅方向の中央部領域のみに凹部 8 を有する区間とが、タイヤ周方向に交互に配置されている（図 8 参照）。これに対し、実施の形態 2 では、図 14 に示すように、セカンド陸部 32 のタイヤ幅方向外側のブロック 5 では、タイヤ周方向の中央部で、ブロック 5 のタイヤ幅方向の一方の端部領域と中央部領域とに凹部 8 を有する区間と、タイヤ幅方向の他方の端部領域と中央部領域とに凹部 8 を有する区間とが、タイヤ周方向に交互に配置されている。

20

【0116】

また、実施の形態 1 では、センター陸部 31 のブロック 5 における凹部 8 は、複数のサイプ 6 によってタイヤ周方向に複数形成されるすべての区間に設けられている（図 9 参照）。これに対し、実施の形態 2 では、図 15 に示すように、凹部 8 を有さない区間を有しており、また、任意の隣り合う 3 つの区間が、凹部 8 を有さない区間を含んでいる。

【0117】

実施の形態 2 に係る空気入りタイヤ 1 では、トレッド部センター領域における凹部 8 の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有する。すなわち、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} が、トレッド部センター領域よりも大きい。また、凹部 8 の開口面積率の比 S_{sh} / S_{ce} が、 $1.10 < S_{sh} / S_{ce}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 < S_{sh} / S_{ce}$ の関係を有することがより好ましい。比 S_{sh} / S_{ce} の上限は、特に限定がないが、凹部 8 の配置密度や開口面積との関係により制約を受ける。また、すべての凹部 8 がトレッド部ショルダー領域に配置された場合、すなわち凹部 8 がトレッド部ショルダー領域のみに配置されてトレッド部センター領域に配置されていない場合には、 $S_{ce} = 0$ となり、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係が満たされる。

30

【0118】

トレッド部センター領域およびトレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{ce} 、 S_{sh} は、各領域における凹部 8 の配置密度により調整できる。すなわち、凹部 8 が、トレッド部ショルダー領域で密に配置され、トレッド部センター領域で疎に配置されることにより、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} が大きく設定される。

40

【0119】

また、図 12 に示すように、凹部 8 が、トレッド部の接地領域の全域に分散して配置されることが好ましい。これにより、単体の凹部 8 の基本的な作用効果がトレッド全体で得られる。しかし、これに限らず、凹部 8 がトレッド部ショルダー領域のみに配置されても良い（図示省略）。

【0120】

具体的には、図 12 に示すように、トレッド部センター領域における凹部 8 の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{ce} < D_{sh}$ の関係を有することにより、凹部 8 の開口面積率の条件 $S_{ce} < S_{sh}$ が満たされる

50

。すなわち、凹部 8 が、トレッド部ショルダ領域で密に配置され、トレッド部センター領域で疎に配置される。また、トレッド部ショルダ領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} が、トレッド部全域における凹部 8 の配置密度 D_{tr} よりも高い ($D_{tr} < D_{sh}$)。

【0121】

また、比 D_{sh}/D_{ce} が、 $1.10 \sim D_{sh}/D_{ce}$ の範囲にあることが好ましく、 $1.20 \sim D_{sh}/D_{ce}$ の範囲にあることがより好ましい。比 D_{sh}/D_{ce} の上限は、特に限定がないが、陸部 31 ~ 33 の連続した接地面における凹部 8 の配置密度 D_a の範囲により制約を受ける。また、すべての凹部 8 がトレッド部ショルダ領域に配置された場合 (図示省略) には、 $D_{ce} = 0$ となり、 $S_{ce} < S_{sh}$ かつ $D_{ce} < D_{sh}$ の条件が満たされる。また、左右のトレッド部ショルダ領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} は、相互に同一であっても良いし、相互に異なっても良い。

10

【0122】

また、左右のトレッド部ショルダ領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} が、上記の条件 $D_{ce} < D_{sh}$ をそれぞれ満たすことが好ましい。しかし、これに限らず、例えば、一方のトレッド部ショルダ領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} が、上記の条件 $D_{ce} < D_{sh}$ を満たし、他方のショルダ領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} が、センター領域における凹部 8 の配置密度 D_{ce} と同一 ($D_{ce} = D_{sh}$) であっても良い (図示省略)。かかる構成としても、ある程度の効果が得られる。

【0123】

一般に、トレッド部ショルダ領域では、トレッド部センター領域よりも接地圧が高く、氷路面の走行時に水膜が発生し易い状況にある。上記の構成では、凹部 8 がトレッド部ショルダ領域で密に配置されるので、凹部 8 が吸水作用を発揮することにより、トレッド部ショルダ領域の除水性 (吸水性) が向上し、また、凹部 8 により陸部のエッジ成分が増加する。これにより、タイヤの氷上制動性能および氷上旋回性能が向上する。また、凹部 8 がトレッド部センター領域で疎に配置されるので、トレッド部センター領域の接地面積が確保されて、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保される。

20

【0124】

実施の形態 2 に係る空気入りタイヤ 1 では、トレッド部センター領域における凹部 8 の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダ領域における凹部 8 の容積率 V_{sh} とが、 $1.2 \sim V_{sh}/V_{ce} \sim 3.0$ の関係を有するのが好ましい。すなわち、凹部 8 は、トレッド部ショルダ領域における凹部 8 の容積率 V_{sh} が、トレッド部センター領域における凹部 8 の容積率 V_{ce} よりも大きくなるのが好ましい。

30

【0125】

また、実施の形態 2 において、図 12 のように 4 本以上の周方向主溝 21、22 を有する構成では、センター陸部 31 における凹部 8 の開口面積率 S_1 と、セカンド陸部 32 における凹部 8 の開口面積率 S_2 と、ショルダ陸部 33 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $S_1 < S_3 < S_2$ の関係を有することが好ましい。すなわち、セカンド陸部 32 における凹部 8 の開口面積率 S_2 が、センター陸部 31 における凹部 8 の開口面積率 S_1 およびショルダ陸部 33 における凹部 8 の開口面積率 S_3 と比較して、最も高い ($S_1 < S_2$ かつ $S_3 < S_2$)。また、ショルダ陸部 33 における凹部 8 の開口面積率 S_3 が、センター陸部 31 における凹部 8 の開口面積率 S_1 よりも高い ($S_1 < S_3$)。また、上記のようにトレッド部ショルダ領域の開口面積率 S_{sh} が、トレッド部センター領域の開口面積率 S_{ce} よりも相対的に大きく設定される ($S_{ce} < S_{sh}$)。これにより、トレッド全体の接地領域における凹部 8 の開口面積率が適正化される。

40

【0126】

例えば、図 12 の構成では、センター陸部 31 における凹部 8 の配置密度 D_1 と、セカンド陸部 32 における凹部 8 の配置密度 D_2 と、ショルダ陸部 33 における凹部 8 の配置密度 D_3 とが、 $D_1 < D_3 < D_2$ の関係を有している。これにより、トレッド全体の接地領域における凹部 8 の配置密度が適正化されている。

【0127】

50

なお、タイヤ赤道面 C L 上に周方向主溝を有する構成（図示省略）では、タイヤ赤道面 C L 上の周方向主溝に区画された左右の陸部が、センター陸部となり、上記した凹部 8 の開口面積率 S_1 の条件を満たす。

【0128】

また、実施の形態 2 では、センター陸部 3 1 における凹部 8 の開口面積率 S_1 とショルダール部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $1.10 \leq S_3 / S_1$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_3 / S_1$ の関係を有することがより好ましい。比 S_3 / S_1 の上限は、特に限定がないが、上記した陸部 3 1 ~ 3 3 の連続した接地面における凹部 8 の配置密度 D_a の範囲により制約を受ける。

【0129】

また、ショルダール部 3 3 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とセカンド陸部 3 2 における凹部 8 の開口面積率 S_2 が、 $1.10 \leq S_2 / S_3$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_2 / S_3$ の関係を有することがより好ましい。

【0130】

また、実施の形態 2 においても、セカンド陸部 3 2 が、タイヤ周方向に延在する周方向細溝 2 3 を備えている。また、周方向細溝 2 3 が、セカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向の中央部（最外周方向主溝 2 2 を基準としてセカンド陸部 3 2 の幅の 30 [%] ~ 70 [%] の領域）に配置されている。このとき、周方向細溝 2 3 に区画されたセカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向内側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{21} と、タイヤ幅方向外側の領域における凹部 8 の開口面積率 S_{22} とが、 $S_{21} < S_{22}$ の関係を有することが好ましい。したがって、凹部 8 がセカンド陸部 3 2 のタイヤ幅方向外側の領域で相対的に高く設定される。具体的には、凹部 8 の開口面積率 S_{21} 、 S_{22} が、 $1.10 \leq S_{22} / S_{21}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq S_{22} / S_{21}$ の関係を有することがより好ましい。

【0131】

[実施の形態 2 の変形例]

図 16 および図 17 は、実施の形態 2 に係る空気入りタイヤの変形例を示す説明図である。これらの図において、図 16 は、トレッド部全体の平面図を示し、図 17 は、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダール領域との境界に位置するセカンド陸部 3 2 の平面図を示している。

【0132】

実施の形態 2 では、上記のように、トレッド部センター領域における凹部 8 の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダール領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{ce} < D_{sh}$ の関係を有することにより、凹部 8 の開口面積率の条件 $S_{ce} < S_{sh}$ が満たされている。具体的には、図 12 に示すように、凹部 8 がショルダール部 3 3 およびセカンド陸部 3 2 のタイヤ接地端 T 側のブロック列に密に配置されることにより、トレッド部ショルダール領域における凹部 8 の配置密度 D_{sh} が高く設定されている。また、各陸部 3 1 ~ 3 3 の凹部 8 が、同一の開口形状および同一の開口面積を有している。

【0133】

これに対して、実施の形態 2 の変形例では、トレッド部センター領域における凹部 8 の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダール領域における凹部 8 の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $A_{ce} < A_{sh}$ の関係を有することにより、凹部 8 の開口面積率の条件 $S_{ce} < S_{sh}$ が満たされている。すなわち、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の凹部 8 が用いられ、大きな開口面積をもつ凹部 8 がトレッド部ショルダール領域に配置され、逆に、小さな開口面積をもつ凹部 8 がトレッド部センター領域に配置される。また、凹部 8 の開口面積の平均値 A_{ce} 、 A_{sh} の比 A_{sh} / A_{ce} が、 $1.10 \leq A_{sh} / A_{ce}$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq A_{sh} / A_{ce}$ の関係を有することがより好ましい。比 A_{sh} / A_{ce} の上限は特に限定がないが、凹部 8 の配置密度や開口面積との関係により制約を受ける。また、すべての凹部 8 がトレッド部ショルダール領域に配置された場合には、 $A_{ce} = 0$ となり、 $A_{ce} < A_{sh}$ かつ $S_{ce} < S_{sh}$ の条件が満たされる。

10

20

30

40

50

また、左右のトレッド部ショルダー領域における凹部 8 の開口面積の平均値 A_{sh} は、相互に同一であっても良いし、相互に異なっても良い。

【0134】

開口面積の平均値 A_{ce} 、 A_{sh} は、各領域（センター領域および左右のショルダー領域）における凹部の開口面積の総和と凹部の総数との比としてそれぞれ定義される。

【0135】

一般に、トレッド部ショルダー領域では、トレッド部センター領域よりも接地圧が高く、氷路面の走行時に水膜が発生し易い状況にある。上記の構成では、比較的大きな開口面積を有する凹部 8 が、比較的高い接地圧を有するトレッド部ショルダー領域に配置されるので、凹部 8 が吸水作用を発揮することにより、トレッド部ショルダー領域の除水性（吸水性）が向上し、また、凹部 8 により陸部のエッジ成分が増加する。これにより、タイヤの氷上制動性能および氷上旋回性能が向上する。また、比較的小さな開口面積を有する凹部 8 がトレッド部センター領域に配置されるので、トレッド部センター領域の接地面積が確保されて、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保される。

【0136】

また、実施の形態 2 の変形例では、図 17 に示すように、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との境界が、セカンド陸部 32 の周方向細溝 23 により定義される。そして、大きな凹部 8 がトレッド部ショルダー領域にあるブロック列に配置され、小さな凹部 8 がトレッド部センター領域にあるブロック列に配置されている。このため、セカンド陸部 32 の周方向細溝 23 を境界とする左右の領域が、相互に異なる接地特性を有している。これにより、氷上性能が高められている。

【0137】

また、実施の形態 2 の変形例では、相互に異なる開口面積をもつ大小 2 種類の凹部 8 が用いられ、トレッド部ショルダー領域に配置されたすべての凹部 8 が大きい開口面積を有し、トレッド部センター領域に配置されたすべての凹部 8 が小さい開口面積を有している。このため、各領域における凹部 8 の開口面積が大小いずれかで一定となっている。

【0138】

しかし、これに限らず、1 つの領域に配置された複数の凹部 8 が、相互に異なる開口面積を有しても良い（図示省略）。この場合には、トレッド部ショルダー領域に配置された 70 [%] 以上の凹部 8 が、トレッド部全体の平均よりも大きな開口面積を有し、トレッド部センター領域に配置された 70 [%] 以上の凹部 8 が、トレッド部全体の平均よりも小さな開口面積を有することが好ましい。これにより、各領域の凹部 8 の開口面積率が異なることによる機能が適正に確保される。

【0139】

また、実施の形態 2 の変形例では、センター陸部 31 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_1 と、セカンド陸部 32 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_2 と、ショルダー陸部 33 における凹部 8 の開口面積の平均値 A_3 とが、 $A_1 < A_2 < A_3$ の関係を有している。したがって、凹部 8 の開口面積の平均値 $A_1 \sim A_3$ が、タイヤ赤道面 CL 側にある陸部ほど小さく、逆に、タイヤ接地端 T 側にある陸部ほど大きい。これにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部 8 の開口面積率の関係 $S_{ce} < S_{sh}$ が効率的に実現されている。

【0140】

また、実施の形態 2 の変形例では、タイヤ赤道面 CL を境界とする左右の領域にて、センター陸部 31 における凹部 8 の開口面積率 S_1 と、セカンド陸部 32 における凹部 8 の開口面積率 S_2 と、ショルダー陸部 33 における凹部 8 の開口面積率 S_3 とが、 $S_1 < S_3 < S_2$ の関係をそれぞれ有している。タイヤの駆動性能および制動性能に対する寄与が最も大きいセカンド陸部 32 で、凹部 8 の開口面積率 S_2 が大きく設定されることにより、凹部 8 の機能が効果的に発揮される。また、センター陸部 31 およびショルダー陸部 33 における凹部 8 の開口面積率が上記の関係 $S_1 < S_3$ を有することにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部 8 の開口面積率の関係 S_c

10

20

30

40

50

$e < S s h$ が効率的に実現される。

【0141】

また、実施の形態2の変形例では、タイヤ赤道面CLを境界とする左右の領域にて、周方向細溝23に区画されたセカンド陸部32のタイヤ幅方向内側の領域における凹部8の開口面積率 $S 2 1$ と、タイヤ幅方向外側の領域における凹部8の開口面積率 $S 2 2$ とが、 $S 2 1 < S 2 2$ の関係をそれぞれ有している(図17参照)。これにより、トレッド部センター領域とトレッド部ショルダー領域との間における凹部8の開口面積率の関係 $S c e < S s h$ が効率的に実現される。

【0142】

[効果]

10

以上説明したように、この空気入りタイヤ1は、リブあるいは複数のブロックを有する陸部31~33をトレッド面に備える(図2、図10、図12、図16参照)。また、陸部31~33が、50[μm]以下の算術平均粗さ $R a$ をもつフラットな領域(図6および図7に示す表面加工部7が施された領域)と、複数の凹部8とを連続した接地面(ブロック5の接地面)に備える(図3および図4参照)。また、前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、50[%]以上である。また、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 $S c e$ と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 $S s h$ とが、 $S s h < S c e$ の関係を有する。

【0143】

かかる構成では、(1)陸部31~33が凹部8を接地面に備えるので、陸部31~33のエッジ成分が増加して、タイヤの氷上制動性能が向上する利点がある。また、(2)トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 $S c e$ が大きいので、トレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れを発生させることができる。これにより、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができる。(3)また、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 $S s h$ が小さいので、トレッド部ショルダー領域の接地面積が確保される。(4)これらの作用と、凹部8のエッジ効果とにより、タイヤの氷上加速性能が確保される利点がある。

20

【0144】

また、(5)陸部31~33が、50[μm]以下の算術平均粗さ $R a$ をもつフラットな領域と複数の凹部8との双方を連続した接地面に備えることにより、凹部8の吸水作用が向上して、タイヤの氷上制動性能が向上する利点がある。すなわち、接地面における接地圧分布は、フラットな領域で高く、凹部8の開口部で低い。このため、接地面で発生した水膜が、フラットな領域から凹部8に移動して効率的に吸収および排出される。これにより、陸部31~33の接地特性が向上して、タイヤの氷上制動性能が向上する。特に、発明者の知見によれば、接地面に微細かつ多数の突起部を形成した構成(例えば、図6および図7に示す表面加工部7のみを備える構成)では、氷路面に発生した水膜が突起部間の空隙に吸収されるが、この水膜を効率的に排水できないという課題がある。そこで、陸部31~33が上記した凹部8を接地面に備えることにより、突起部間に吸収された水膜を効率的に回収して排出できる。

30

【0145】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 $S c e$ と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 $S s h$ とが、 $1.10 < S c e / S s h$ の関係を有する。これにより、各領域における凹部8の開口面積率の比 $S c e / S s h$ が確保されて、凹部8の開口面積の偏りによる作用が適正に得られる利点がある。

40

【0146】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 $D c e$ と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 $D s h$ とが、 $D s h < D c e$ の関係を有する。かかる構成では、凹部8がトレッド部センター領域で密に配置されるので、より確実にトレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れ

50

を発生させることができ、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができる。これにより、より確実にタイヤの氷上加速性能が確保される利点がある。

【0147】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} とが、 $1.10 D_{ce} / D_{sh}$ の関係を有する。これにより、凹部8の配置密度の比 D_{ce} / D_{sh} が適正化される利点がある。

【0148】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $A_{sh} < A_{ce}$ の関係を有する（図10および図11参照）。かかる構成では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積が大きいので、より確実にトレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れを発生させることができ、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができる。これにより、より確実にタイヤの氷上加速性能が確保される利点がある。

10

【0149】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $1.10 A_{ce} / A_{sh}$ の関係を有する。これにより、各領域における凹部8の開口面積の比 A_{ce} / A_{sh} が確保されて、凹部8によるタイヤの氷上加速性能の向上作用が適正に得られる利点がある。

20

【0150】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} とが、 $1.2 V_{ce} / V_{sh} \geq 3.0$ の関係を有する。かかる構成では、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} とを異ならせることにより、ブロック5の表面で除水をするための水の流れを作り出すことができる。その際に、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} を、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} よりも大きくすることにより、トレッド部ショルダー領域側からトレッド部センター領域側に流れる水の流れを作り出すことができる。これにより、より確実にタイヤの氷上加速性能が確保される利点がある。

30

【0151】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の凹部8を備え（図示省略）、且つ、トレッド部センター領域に配置された70 [%]以上の凹部8が、トレッド部全体の平均よりも大きな開口面積を有する。これにより、より確実にトレッド部ショルダー領域からトレッド部センター領域への水の流れを発生させることができ、氷上でのトレッド部ショルダー領域の有効接地面を確保することができる。これにより、より確実にタイヤの氷上加速性能が確保される利点がある。

【0152】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部ショルダー領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の前記凹部を備え（図示省略）、且つ、トレッド部ショルダー領域に配置された70 [%]以上の前記凹部が、トレッド部全体の平均よりも小さな開口面積を有する。これにより、トレッド部ショルダー領域の接地面積が確保されて、氷上性能が向上する利点がある。

40

【0153】

また、この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31～33とを備える（図2参照）。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28 [%]以上38 [%]以下の範囲にある。また、タイヤ赤道面CL上にあるセンター陸部31（図2参照）あるいはタイヤ赤道面CL上にある周方向主溝に区画された陸部（図示省略

50

)における凹部8の開口面積率 S_1 と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向内側のセカンド陸部32における凹部8の開口面積率 S_2 と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向外側のショルダー陸部33における凹部8の開口面積率 S_3 とが、 $S_1 < S_2$ かつ $S_3 < S_2$ の関係を有する。一般に、セカンド陸部32は、タイヤの駆動性能および制動性能に対する寄与が大きい。したがって、セカンド陸部32における凹部8の開口面積率 S_2 が高く設定されることにより、凹部8の吸水作用が効果的に発揮されて、タイヤの氷上加速性能が効果的に向上する利点がある。

【0154】

また、この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31~33とを備える(図2参照)。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。また、タイヤ赤道面CL上にあるセンター陸部31(図2参照)あるいはタイヤ赤道面CL上にある周方向主溝に区画された陸部(図示省略)における凹部8の開口面積率 S_1 と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向外側のショルダー陸部33における凹部8の開口面積率 S_3 とが、 $S_3 < S_1$ の関係を有する。センター陸部31は、タイヤの駆動性能に対する寄与が大きい。したがって、センター陸部31における凹部8の開口面積率 S_1 が高く設定されることにより、凹部8のエッジ効果を有効的に活用することができ、タイヤの氷上加速性能が効果的に向上する利点がある。

10

【0155】

この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31~33とを備える(図2参照)。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。また、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向内側の陸部(セカンド陸部)32が、タイヤ周方向に延在する周方向細溝23を備える。また、周方向細溝23に区画されたセカンド陸部32のタイヤ幅方向内側の領域における凹部8の開口面積率 S_{21} と、タイヤ幅方向外側の領域における凹部8の開口面積率 S_{22} とが、 $S_{22} < S_{21}$ の関係を有する。かかる構成では、凹部8の開口面積率 S_{21} 、 S_{22} がセカンド陸部32のタイヤ幅方向内側の領域で相対的に高く設定され、タイヤ幅方向外側の領域で相対的に低く設定されることにより、セカンド陸部32におけるトラクション性の向上と接地面積の確保とが両立する利点がある。

20

30

【0156】

また、この空気入りタイヤ1では、陸部31~33の連続した接地面における凹部8の配置密度 D_a が、 0.8 [個/cm²] D_a 4.0 [個/cm²]の範囲にある。これにより、1つのブロックあるいは1つのリップにおける凹部8の配置密度 D_a が適正化される利点がある。すなわち、 0.8 [個/cm²] D_a であることにより、凹部8の配置数が確保されて、凹部8による水膜の除去作用が適正に確保される。また、 D_a 4.0 [個/cm²]であることにより、陸部31~33の接地面積が適正に確保される。

40

【0157】

また、この空気入りタイヤ1では、凹部8の開口面積が、 2.5 [mm²]以上 10 [mm²]以下の範囲にある。これにより、凹部8の開口面積が適正化される利点がある。すなわち、凹部8の開口面積が 2.5 [mm²]以上であることにより、凹部8のエッジ作用および吸水性が確保される。また、凹部8の開口面積が 10 [mm²]以下であることにより、陸部31~33の接地面積および剛性が確保される。

【0158】

また、この空気入りタイヤ1では、凹部8の壁角度 θ が、 -85 [deg] θ 95 [deg]の範囲にある(図5参照)。これにより、凹部8のエッジ作用が向上する利点がある。

【0159】

50

また、この空気入りタイヤ1では、陸部31～33が、複数のサイプ6を接地面に備え、且つ、凹部8が、サイプ6から離間して配置される（例えば、図4参照）。かかる構成では、凹部8とサイプ6とが相互に分離して配置されるので、陸部31～33の剛性が確保されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

【0160】

また、この空気入りタイヤ1では、複数のサイプ6が、並列に配置されてセカンド陸部32をタイヤ周方向に複数の区間に区画する（図示省略）。また、タイヤ幅方向の中央部領域にのみ凹部8を有する前記区間と、タイヤ幅方向の端部領域にのみ凹部8を有する前記区間とが、タイヤ周方向に交互に配置される。かかる構成では、凹部8が分散して配置されるので、凹部8による水膜の吸収作用を高めつつ陸部の剛性を確保できる利点がある。また、連続する区間が凹部8をそれぞれ有するので、氷路面の水膜が効率的に吸収されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

10

【0161】

また、この空気入りタイヤ1では、複数のサイプ6が、タイヤ周方向に並列に配置されて陸部31～33を複数の区間に区画する。また、隣り合う任意の一对の前記区間の少なくとも一方が、タイヤ幅方向の端部領域に凹部8を有する（図3および図9参照）。これにより、凹部8がタイヤ幅方向の端部領域で凹部8が密に配置される。これにより、氷路面の水膜が効率的に吸収されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

20

【0162】

また、この空気入りタイヤ1では、複数のサイプ6が、タイヤ周方向に並列に配置されて陸部31～33を複数の区間に区画する。また、隣り合う3つの前記区間が、タイヤ幅方向の端部領域に凹部8を有する前記区間と、タイヤ幅方向の中央部領域に凹部8を有する前記区間とをそれぞれ含む（例えば、図3および図8参照）。これにより、凹部8が陸部31～33の端部領域および中央部領域に分散して配置される利点がある。

30

【0163】

また、この空気入りタイヤ1では、複数のサイプ6が、タイヤ周方向に並列に配置されて陸部31～33を複数の区間に区画する。また、タイヤ周方向に隣り合う任意の3つの前記区間が、凹部8を有する区間と、凹部8を有さない前記区間とをそれぞれ含む（図9参照）。かかる構成では、凹部8を有さない区間が配置されることにより、凹部8が分散して配置される。これにより、陸部31～33の接地面積が確保されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

40

【0164】

また、この空気入りタイヤ1では、陸部31～33が、複数のブロック5を有するブロック列であり、ブロック5の角部に凹部8を有する（図3、図8および図9参照）。かかる構成では、接地圧が高く水膜が発生し易いブロック5の角部に、凹部8が配置される。これにより、氷路面の水膜が効率的に吸収されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

【0165】

また、この空気入りタイヤ1では、陸部31～33が、複数のブロック5を有するブロック列であり、ブロック5のタイヤ周方向の端部かつタイヤ幅方向の中央部領域には凹部8を有さない（図3、図8および図9参照）。これにより、ブロックの踏み込み側および蹴り出し側の端部の接地面積および剛性が確保されて、タイヤの氷上加速性能や氷上制動性能が向上する利点がある。

50

【0166】

また、この空気入りタイヤ1では、凹部8が、陸部31～33の接地面に円形状（図4参照）あるいは楕円形状（図示省略）を有する。これにより、凹部8が多角形を有する構成（図示省略）と比較して、陸部31～33の接地面の偏摩耗を抑制できる利点がある。

【0167】

50

また、この空気入りタイヤ1では、少なくとも一部の凹部8が、タイヤ成形金型のペント跡（図示省略）に対応する位置に配置される。ペント跡を有効に利用し、また、陸部31～33の接地面における無用な窪みを低減して陸部31～33の接地面積を適正に確保できる利点がある。

【0168】

また、この空気入りタイヤ1は、リブあるいは複数のブロックを有する陸部31～33をトレッド面に備える（図2、図10、図12、図16参照）。また、陸部31～33が、50[μm]以下の算術平均粗さ R_a をもつフラットな領域（図6および図7に示す表面加工部7が施された領域）と、複数の凹部8とを連続した接地面（ブロック5の接地面）に備える（図3および図4参照）。また、前記連続した接地面の全域における前記フラットな領域の面積比率が、50[%]以上である。また、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有する（図12～図17参照）。

10

【0169】

かかる構成では、（1）陸部31～33が凹部8を接地面に備えるので、陸部31～33のエッジ成分が増加して、タイヤの氷上制動性能が向上する利点がある。また、（2）一般に、トレッド部ショルダー領域では、トレッド部センター領域よりも接地圧が高く、氷路面の走行時に水膜が発生し易い状況にある。このとき、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 S_{sh} が大きいので、凹部8がエッジ効果や吸水作用を発揮する。これにより、トレッド部ショルダー領域のエッジ効果や除水性（吸水性）が向上して、タイヤの氷上制動性能が向上する利点がある。また、（3）トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} が小さいので、トレッド部センター領域の接地面積が確保される。これにより、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保されて、タイヤの氷上性能が確保される利点がある。また、（4）凹部8が、サイプ（例えば、線状サイプ6や円形サイプ（図示省略））と比較して浅いので、陸部31～33の剛性が適正に確保される。これにより、タイヤの氷上制動性能が確保される利点がある。

20

【0170】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積率 S_{sh} とが、 $1.10 < S_{sh} / S_{ce}$ の関係を有する。これにより、各領域における凹部8の開口面積率の比 S_{sh} / S_{ce} が確保されて、凹部8の開口面積の偏りによる作用が適正に得られる利点がある。

30

【0171】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} とが、 $D_{ce} < D_{sh}$ の関係を有する。かかる構成では、凹部8がトレッド部ショルダー領域で密に配置されるので、凹部8が吸水作用を発揮することにより、トレッド部ショルダー領域の除水性（吸水性）が向上し、また、凹部8により陸部のエッジ成分が増加する。これにより、タイヤの氷上制動性能および氷上旋回性能が向上する利点がある。また、凹部8がトレッド部センター領域で疎に配置されるので、トレッド部センター領域の接地面積が確保される。これにより、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保されて、タイヤの氷上性能が確保される利点がある。

40

【0172】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の配置密度 D_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の配置密度 D_{sh} とが、 $1.10 < D_{sh} / D_{ce}$ の関係を有する。これにより、凹部8の配置密度の比 D_{sh} / D_{ce} が適正化される利点がある。

【0173】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh}

50

とが、 $A_{ce} < A_{sh}$ の関係を有する（図16および図17参照）。かかる構成では、比較的大きな開口面積を有する凹部8が、比較的高い接地圧を有するトレッド部ショルダー領域に配置される。すると、凹部8が吸水作用を発揮することにより、トレッド部ショルダー領域の除水性（吸水性）が向上し、また、凹部8により陸部のエッジ成分が増加する。これにより、タイヤの氷上制動性能および氷上旋回性能が向上する。また、比較的小さな開口面積を有する凹部8がトレッド部センター領域に配置されるので、トレッド部センター領域の接地面積が確保される。これにより、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保されて、タイヤの氷上性能が確保される利点がある。

【0174】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の開口面積の平均値 A_{sh} とが、 $1.10 \leq A_{sh} / A_{ce}$ の関係を有する。これにより、各領域における凹部8の開口面積の比 A_{sh} / A_{ce} が確保されて、凹部8によるタイヤの氷上性能の向上作用が適正に得られる利点がある。

10

【0175】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} とが、 $1.2 \leq V_{sh} / V_{ce} \leq 3.0$ の関係を有する。かかる構成では、トレッド部センター領域とける凹部8の容積率 V_{ce} と、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} とを異ならせることにより、ブロック5の表面で除水をするための水の流れを作り出すことができる。その際に、トレッド部ショルダー領域における凹部8の容積率 V_{sh} を、トレッド部センター領域における凹部8の容積率 V_{ce} よりも大きくすることにより、トレッド部センター領域側からトレッド部ショルダー領域側に流れる水の流れを作り出すことができる。これにより、トレッド部センター領域を接地させ易くすることができ、氷上制動性能を向上させることができるという利点がある。

20

【0176】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部センター領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の凹部8を備え（図示省略）、且つ、トレッド部センター領域に配置された70[%]以上の凹部8が、トレッド部全体の平均よりも小さな開口面積を有する。これにより、タイヤの接地面積が適正に確保されて、氷路面に対するタイヤ接地面の凝着作用が確保される利点がある。

30

【0177】

また、この空気入りタイヤ1では、トレッド部ショルダー領域が、相互に異なる開口面積をもつ複数種類の凹部8を備え（図示省略）、且つ、トレッド部ショルダー領域に配置された70[%]以上の凹部8が、トレッド部全体の平均よりも大きな開口面積を有する。これにより、凹部8による吸水作用が適正に確保されて、タイヤの氷上制動性能が向上する利点がある。

【0178】

また、この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31～33とを備える（図12参照）。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。また、タイヤ赤道面CL上にあるセンター陸部31（図12参照）あるいはタイヤ赤道面CL上にある周方向主溝に区画された陸部（図示省略）における凹部8の開口面積率 S_1 と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向内側のセカンド陸部32における凹部8の開口面積率 S_2 と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向外側のショルダー陸部33における凹部8の開口面積率 S_3 とが、 $S_1 < S_2$ かつ $S_3 < S_2$ の関係を有する。一般に、セカンド陸部32は、タイヤの制動性能および駆動性能に対する寄与が大きい。したがって、セカンド陸部32における凹部8の開口面積率 S_2 が高く設定されることにより、凹部8の吸水作用が効果的に発揮されて、タイヤの氷上制動性能が効果的に向上する利点がある。

40

50

【0179】

また、この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31～33とを備える(図12参照)。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。また、タイヤ赤道面CL上にあるセンター陸部31(図12参照)あるいはタイヤ赤道面CL上にある周方向主溝に区画された陸部(図示省略)における凹部8の開口面積率S1と、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向外側のショルダー陸部33における凹部8の開口面積率S3とが、 $S1 < S3$ の関係を有する。かかる構成では、凹部8の吸水作用により、接地圧が高く氷路面にて水膜が発生し易いショルダー陸部33の除水性(吸水性)が向上する。これにより、タイヤの氷上制動性能が効果的に向上する利点がある。

10

【0180】

この空気入りタイヤ1では、4本以上の周方向主溝21、22と、周方向主溝21、22に区画されて成る5列以上の陸部31～33とを備える(図12参照)。また、左右の最外周方向主溝22、22とタイヤ赤道面CLとの距離が、タイヤ接地幅の28[%]以上38[%]以下の範囲にある。また、最外周方向主溝22に区画されたタイヤ幅方向内側の陸部(セカンド陸部)32が、タイヤ周方向に延在する周方向細溝23を備える。また、周方向細溝23に区画されたセカンド陸部32のタイヤ幅方向内側の領域における凹部8の開口面積率S21とタイヤ幅方向外側の領域における凹部8の開口面積率S22とが、 $S21 < S22$ の関係を有する。かかる構成では、凹部8がセカンド陸部32のタイヤ幅方向外側の領域で相対的に高く設定され、タイヤ幅方向内側の領域で相対的に低く設定されることにより、セカンド陸部32における除水性の向上と接地面積の確保とが両立して、タイヤの氷上制動性能および氷上旋回性能が両立する利点がある。

20

【実施例】

【0181】

図18は、この発明の実施の形態1にかかる空気入りタイヤの性能試験の結果1を示す図表である。図19は、この発明の実施の形態2にかかる空気入りタイヤの性能試験の結果2を示す図表である。

【0182】

これらの性能試験では、複数種類の試験タイヤについて、氷上加速性能および氷上制動性能に関する評価が行われた。また、タイヤサイズ195/65R15の試験タイヤがJATMA規定の適用リムに組み付けられ、この試験タイヤに230[kPa]の空気圧およびJATMA規定の最大負荷が付与される。また、試験タイヤが、試験車両である排気量1600[cc]かつFF(Front engine Front drive)方式のセダンに装着される。

30

【0183】

氷上加速性能に関する評価では、試験車両が所定の氷路面で停止している状態から加速し、速度が20[km/h]に達するまでの時間が測定される。そして、この測定結果に基づいて従来例を基準(100)とした指数評価が行われる。この評価は、数値が大きいほど好ましい。また、氷上制動性能に関する評価では、試験車両が所定の氷路面を走行し、走行速度40[km/h]から完全停止するまでの制動距離が測定される。そして、この測定結果に基づいて従来例を基準(100)とした指数評価が行われる。この評価は、数値が大きいほど好ましい。

40

【0184】

図18において、実施例1～6の試験タイヤは、図1および図2の構成を備え、陸部31～33のブロック5がサイプ6、表面加工部7および凹部8をそれぞれ有する(図4～図7参照)。また、表面加工部7がブロック5のフラットな領域に施されて、フラットな領域の算術平均粗さRaが一定に設定される。また、トレッド面にあるすべての凹部8が、同一形状および同一開口面積を有し、また、同一深さ $Hd = 0.3$ [mm]を有する。また、トレッド部センター領域における凹部8の開口面積率Sceと、トレッド部ショル

50

ダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{sh} < S_{ce}$ の関係を有する。

【0185】

図 19 において、実施例 7 ~ 12 の試験タイヤは、図 1 および図 12 の構成を備え、陸部 31 ~ 33 のブロック 5 がサイプ 6、表面加工部 7 および凹部 8 をそれぞれ有する (図 4 ~ 図 7 参照)。また、表面加工部 7 がブロック 5 のフラットな領域に施されて、フラットな領域の算術平均粗さ R_a が一定に設定される。また、トレッド面にあるすべての凹部 8 が、同一形状および同一開口面積を有し、また、同一深さ $H_d = 0.3$ [mm] を有する。また、トレッド部センター領域における凹部 8 の開口面積率 S_{ce} と、トレッド部シオルダー領域における凹部 8 の開口面積率 S_{sh} とが、 $S_{ce} < S_{sh}$ の関係を有する。

【0186】

従来例の試験タイヤでは、ブロック 5 がサイプ 6 および表面加工部 7 のみを有し、凹部 8 を有していない。

【0187】

試験結果に示すように、実施例 1 ~ 6 の試験タイヤでは、タイヤの氷上加速性能が向上することが分かる。また、実施例 7 ~ 12 の試験タイヤでは、タイヤの氷上制動性能が向上することが分かる。

【符号の説明】

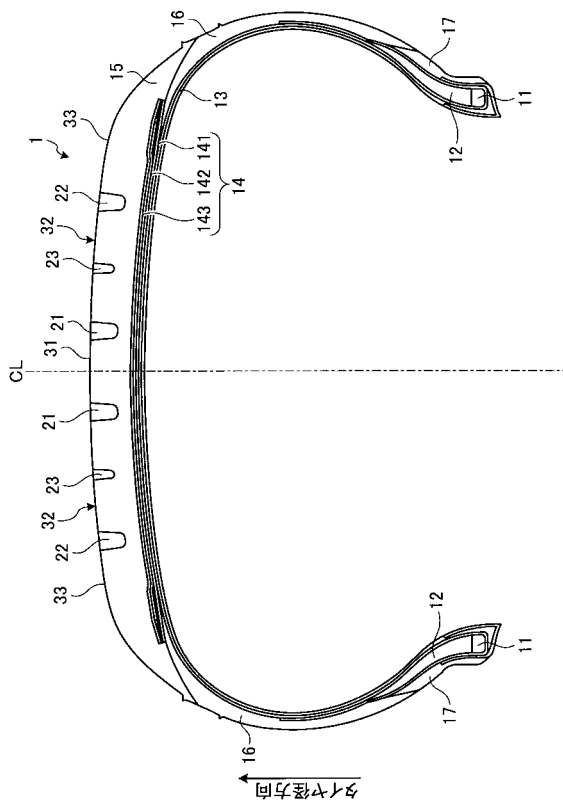
【0188】

1 : 空気入りタイヤ、21、22 : 周方向主溝、23 : 周方向細溝、31 ~ 33 : 陸部、311 : 切欠部、41 ~ 43 : ラグ溝、5 : ブロック、6 : サイプ、7 : 表面加工部、8 : 凹部、11 : ビードコア、12 : ビードフィラー、13 : カーカス層、14 : ベルト層、141、142 : 交差ベルト、143 : ベルトカバー、15 : トレッドゴム、16 : サイドウォールゴム、17 : リムクッションゴム

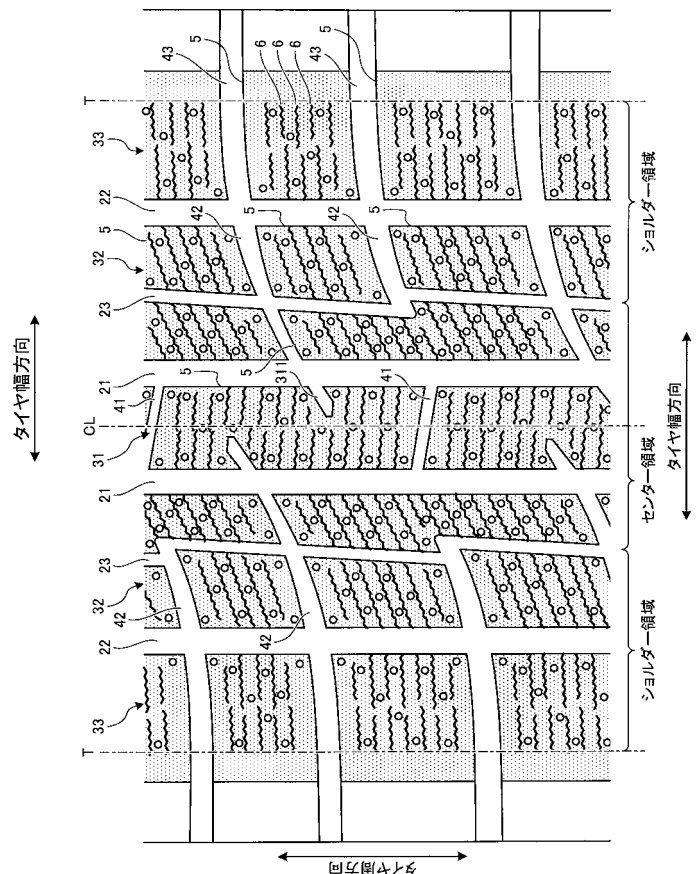
10

20

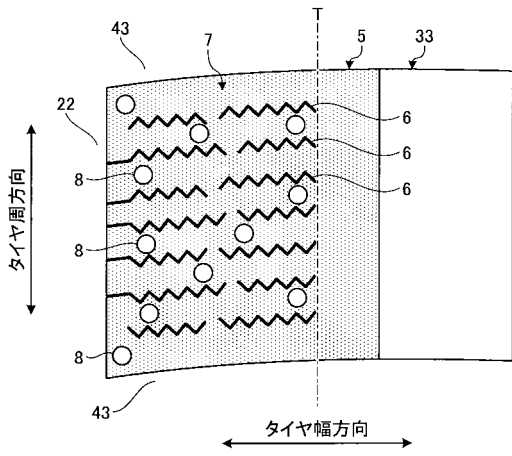
【図 1】



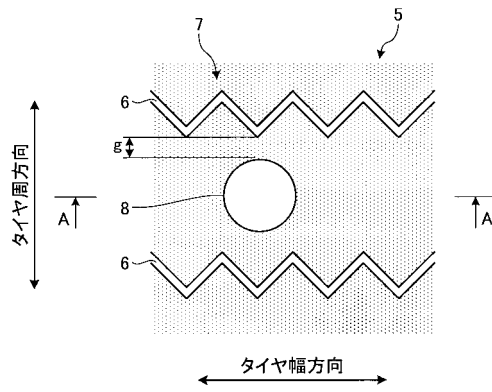
【図 2】



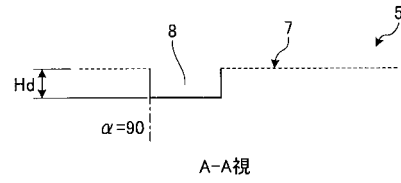
【 図 3 】



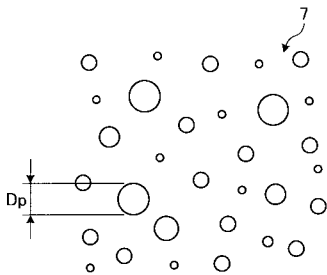
【 図 4 】



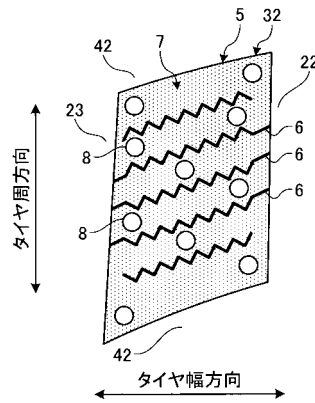
【 図 5 】



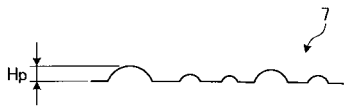
【 図 6 】



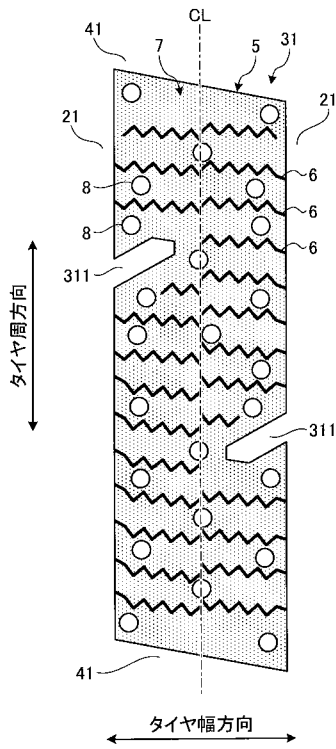
【 図 8 】



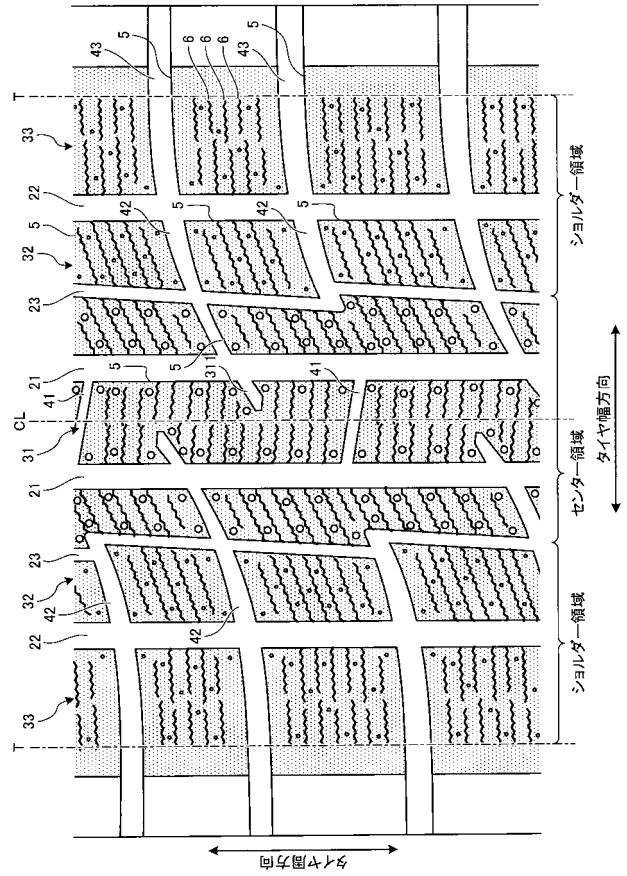
【 図 7 】



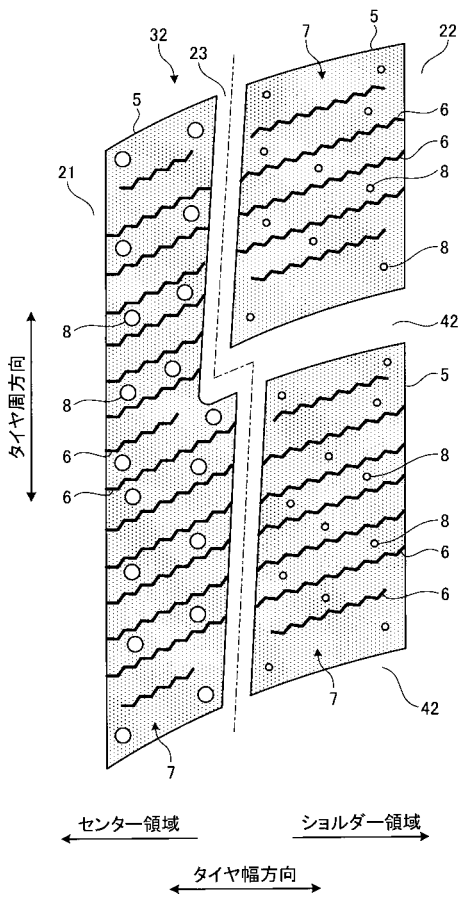
【 図 9 】



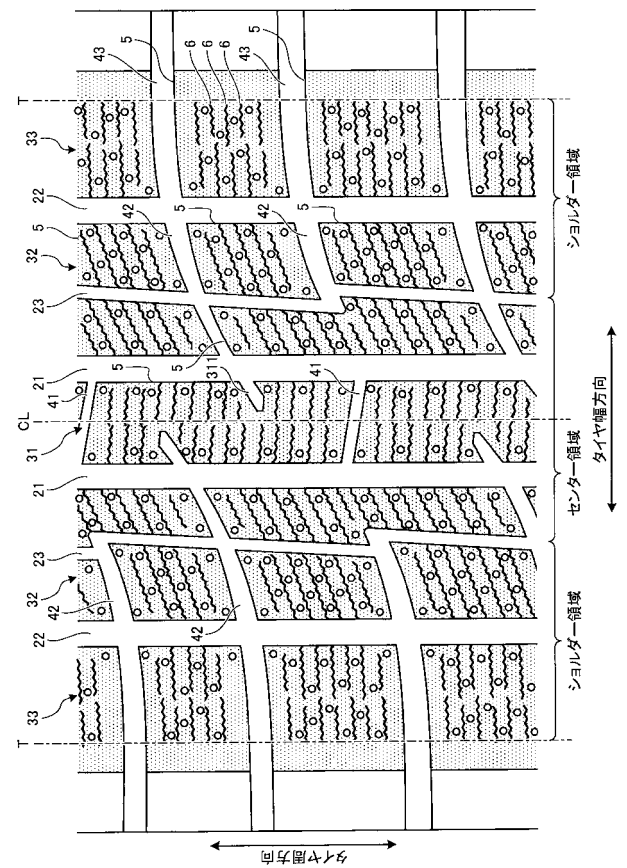
【 図 10 】



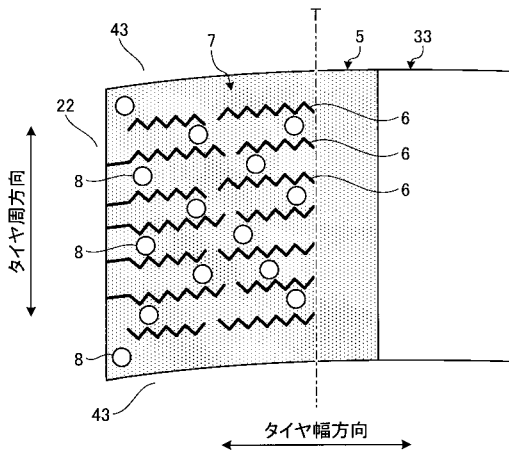
【 図 11 】



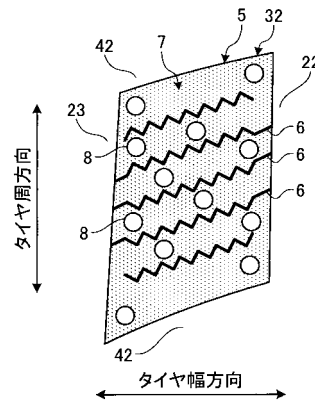
【 図 12 】



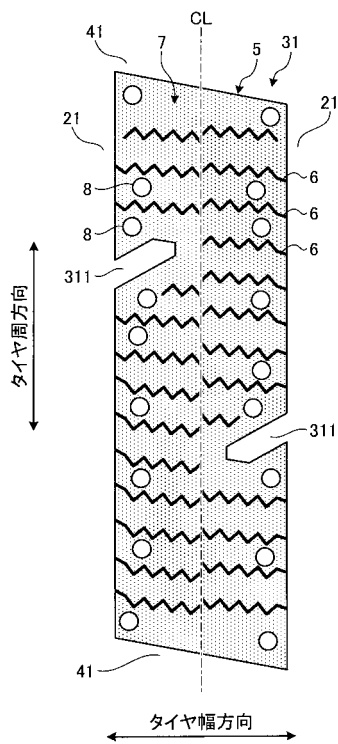
【 図 1 3 】



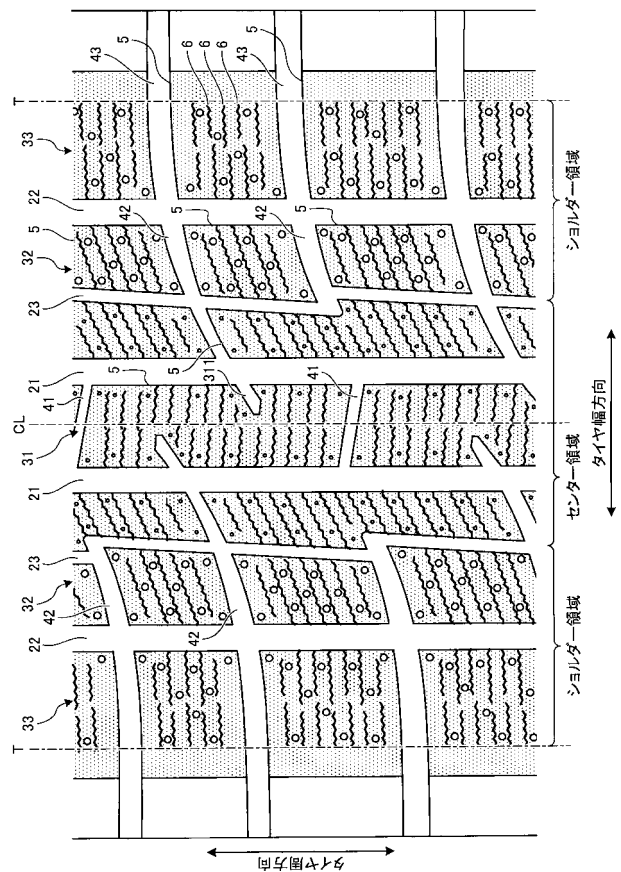
【 図 1 4 】



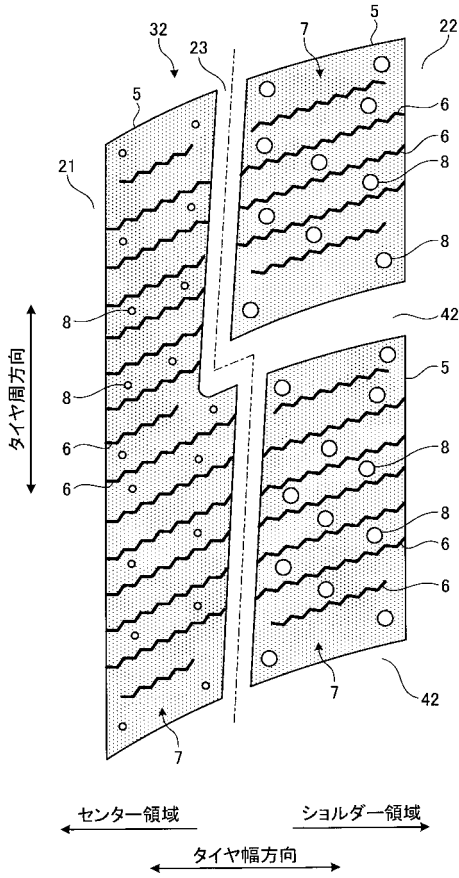
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【図 17】



【図 18】

	従来例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
サイブ	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
算術平均粗さRa[μm]	30	30	30	30	30	30	30
凹部の形状	-	円形	円形	円形	円形	円形	円形
凹部の開口面積[mm ²]	-	5	2	12	5	5	5
凹部の開口面積率 センター領域/ ショルダー領域	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
凹部の容積率 センター領域/ ショルダー領域	-	1.5	1.5	1.5	1.0	3.5	2
氷上加速性能	100	113	103	105	106	105	107

【図 19】

	従来例	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11	実施例12
サイブ	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
算術平均粗さRa[μm]	30	30	30	30	30	30	30
凹部の形状	-	円形	円形	円形	円形	円形	円形
凹部の開口面積[mm ²]	-	5	2	12	5	5	5
凹部の開口面積率 ショルダー領域/ センター領域	-	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
凹部の容積率 ショルダー領域/ センター領域	-	1.5	1.5	1.5	1.0	3.5	2
氷上制動性能	100	118	104	107	108	106	110