

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7062932号

(P7062932)

(45)発行日 令和4年5月9日(2022.5.9)

(24)登録日 令和4年4月25日(2022.4.25)

(51)国際特許分類

F I

B 6 0 C 15/06 (2006.01)

B 6 0 C

15/06

C

B 6 0 C 13/00 (2006.01)

B 6 0 C

13/00

G

B 6 0 C 1/00 (2006.01)

B 6 0 C

1/00

Z

請求項の数 15 (全35頁)

(21)出願番号 特願2017-232843(P2017-232843)
(22)出願日 平成29年12月4日(2017.12.4)
(65)公開番号 特開2019-98976(P2019-98976A)
(43)公開日 令和1年6月24日(2019.6.24)
審査請求日 令和2年12月1日(2020.12.1)

(73)特許権者 000006714
横浜ゴム株式会社
東京都港区新橋5丁目3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 丹野 篤
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
(72)発明者 甲田 啓
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
(72)発明者 松田 淳
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
審査官 松岡 美和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 空気入りタイヤ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

1本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、

前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、

前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、

前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、15[%]以下の範囲にあり、

前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、

前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.40$ の関係を有し、

前記ビードコアが、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記ビードワイヤのワイヤ断面を配列して成る所定のワイヤ配列構造を有し、

ワイヤ配列構造におけるワイヤ断面の配列数が最大である層を最大配列層として定義し、

前記最大配列層よりもタイヤ径方向外側にある前記ワイヤ断面の層数が、前記最大配列層よりもタイヤ径方向内側にある前記ワイヤ断面の層数よりも多く、且つ、

前記最大配列層よりもタイヤ径方向外側の各層における前記ワイヤ断面の配列数が、前記最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって単調減少することを特徴とする空気入りタイヤ。

【請求項 2】

前記補強層の最大厚さ G_a が、 0.5 [mm] G_a 3.5 [mm] の範囲にある請求項 1 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 3】

前記補強層が、前記カーカス層の前記巻き返し部と前記リムクッションゴムとの間に挟み込まれて配置される請求項 1 または 2 に記載の空気入りタイヤ。

10

【請求項 4】

前記補強層が、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部をタイヤ幅方向外側から覆って配置される請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 5】

前記補強層のタイヤ径方向内側の端部が、前記リム嵌合面よりもタイヤ径方向外側にある請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 6】

前記補強層のタイヤ径方向内側の端部が、前記ビードコアに対してタイヤ径方向にオーバーラップして配置される請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

20

【請求項 7】

前記カーカス層の前記巻き返し部の端部から前記補強層の端部までの径方向高さ H_4 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.20 \leq H_4 / T_1$ の関係を有する請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 8】

前記補強層が、前記カーカス層の前記巻き返し部に対してタイヤ径方向に並列に配置される請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 9】

前記補強層が、前記カーカス層の前記本体部と前記巻き返し部との間に挟み込まれて配置される請求項 1 ~ 3 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

30

【請求項 10】

前記補強層が、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在して、前記カーカス層の前記本体部と前記巻き返し部の端部との間に介在する請求項 9 に記載の空気入りタイヤ。

【請求項 11】

タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ K_1 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.00 \leq T_1 / K_1 \leq 2.50$ の関係を有する請求項 1 ~ 10 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 12】

40

前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 と、前記カーカス層の前記本体部および前記巻き返し部の自己接触部のタイヤ径方向内側の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_2 とが、 $1.00 \leq T_2 / T_1 \leq 3.50$ の関係を有する請求項 1 ~ 11 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 13】

熱可塑性樹脂または熱可塑性樹脂中にエラストマーを分散して成る熱可塑性エラストマー組成物で構成された熱可塑性シートを備え、且つ、前記熱可塑性シートと前記補強層とが、積層されて配置される請求項 1 ~ 12 のいずれか一つに記載の空気入りタイヤ。

【請求項 14】

50

1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、

前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、

前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、

前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、 $15 [\%]$ 以下の範囲にあり、

前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、

前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.40$ の関係を有し、且つ、

前記カーカス層の前記巻き返し部の端部から前記補強層の端部までの径方向高さ H_4 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.20 \leq H_4 / T_1$ の関係を有することを特徴とする空気入りタイヤ。

【請求項 15】

1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、

前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、

前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、

前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、 $15 [\%]$ 以下の範囲にあり、

前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、

前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.40$ の関係を有し、

タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ K_1 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.00 \leq T_1 / K_1 \leq 2.50$ の関係を有することを特徴とする空気入りタイヤ。

【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、タイヤを軽量化しつつタイヤの耐久性を向上できる空気入りタイヤに関する。

【背景技術】

【0002】

近年では、タイヤの軽量化を目的として、ビード部の軽量化が進められている。かかる課題に関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。特許文献 1 の空気入りタイヤは、ビードフィラーの省略により、タイヤを軽量化している。

【0003】

しかしながら、上記した従来の空気入りタイヤでは、ビードフィラーの省略により、ビード部の剛性が低下するという課題がある。かかる課題に関する従来の空気入りタイヤとし

10

20

30

40

50

て、特許文献 2 に記載される技術が知られている。特許文献 2 の空気入りタイヤは、ビード部を軽量化しつつ、有機繊維または金属などのコード材料から成る補強層を用いてビード部の剛性を高めている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2008 - 149778 号公報

特開平 4 - 66309 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

この発明は、タイヤを軽量化しつつタイヤの耐久性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、1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、 $15 [\%]$ 以下の範囲にあり、前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.40$ の関係を有し、前記ビードコアが、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記ビードワイヤのワイヤ断面を配列して成る所定のワイヤ配列構造を有し、ワイヤ配列構造におけるワイヤ断面の配列数が最大である層を最大配列層として定義し、前記最大配列層よりもタイヤ径方向外側にある前記ワイヤ断面の層数が、前記最大配列層よりもタイヤ径方向内側にある前記ワイヤ断面の層数よりも多く、且つ、前記最大配列層よりもタイヤ径方向外側の各層における前記ワイヤ断面の配列数が、前記最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって単調減少することを特徴とする。

20

30

また、この発明にかかる空気入りタイヤは、1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、 $15 [\%]$ 以下の範囲にあり、前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.40$ の関係を有し、且つ、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部から前記補強層の端部までの径方向高さ H_4 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.20 \leq H_4 / T_1$ の関係を有することを特徴とする。

40

また、この発明にかかる空気入りタイヤは、1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状

50

かつ多重に巻き廻して成るビードコアと、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共に前記ビードコアを包み込むように巻き返されて前記ビードコアに架け渡されるカーカス層と、前記カーカス層の巻き返し部に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴムとを備える空気入りタイヤであって、前記リムクッションゴムよりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共に前記カーカス層に沿って延在する補強層を備え、前記カーカス層の前記巻き返し部が、タイヤ子午線方向の断面視にて、前記カーカス層の本体部に対して直接的に、あるいは前記補強層を介して間接的に接触して前記ビードコアを囲む閉鎖領域を形成し、前記閉鎖領域におけるゴム占有率が、 $15[\%]$ 以下の範囲にあり、前記ゴム占有率が、前記閉鎖領域の全体の断面積に対する前記閉鎖領域内における前記ビードコアの周囲のゴム材料の断面積の比率として算出され、前記補強層の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ SH とが、 $0.08 \leq L_r / SH \leq 0.40$ の関係を有し、タイヤ最大幅位置Aにおけるタイヤサイド部の総厚さ K_1 と、前記カーカス層の前記巻き返し部の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 とが、 $1.00 \leq T_1 / K_1 \leq 2.50$ の関係を有することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0007】

この発明にかかる空気入りタイヤでは、(1)カーカス層13の本体部131および巻き返し部132に囲まれた閉鎖領域Xにおけるゴム占有率、すなわちビードコア11の周囲のゴムボリュームが、非常に低く設定される。これにより、ビードフィラーを省略できるので、タイヤを軽量化できる利点がある。また、(2)補強層19がリムクッションゴム17よりも高いゴム硬さを有するので、ビード部の剛性が補強層19により補強されて、ビード部の耐久性が向上する利点がある。

20

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】図1は、この発明の実施の形態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。

【図2】図2は、図1に記載した空気入りタイヤのビード部を示す断面図である。

【図3】図3は、図2に記載したビード部のリム嵌合部を示す拡大図である。

【図4】図4は、図3に記載したビードコアのワイヤ配列構造を示す説明図である。

【図5】図5は、タイヤのリム組み状態におけるビード部のリム嵌合部を示す説明図である。

30

【図6】図6は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図7】図7は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図8】図8は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図9】図9は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図10】図10は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図11】図11は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図12】図12は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。

【図13】図13は、図3に記載したリム嵌合部を示す説明図である。

【図14】図14は、図3に記載したリム嵌合部を示す説明図である。

40

【図15】図15は、図4に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。

【図16】図16は、図4に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。

【図17】図17は、図4に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。

【図18】図18は、図4に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。

【図19】図19は、図4に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。

【図20】図20は、図1に記載した空気入りタイヤのタイヤサイド部を示す拡大図である。

【図21】図21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22】図22は、従来例の試験タイヤのビードコアを示す説明図である。

50

【発明を実施するための形態】

【0009】

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。

【0010】

[空気入りタイヤ]

図1は、この発明の実施の形態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。

10

【0011】

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。

【0012】

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、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、インナーライナ18とを備える（図1参照）。

20

【0013】

一对のビードコア11、11は、スチールから成る1本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成り、ビード部に埋設されて左右のビード部のコアを構成する。

【0014】

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枚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90[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長手方向の傾斜角として定義される）を有する。なお、図1の構成では、カーカス層13が単一のカーカスプライから成る単層構造を有するが、これに限らず、カーカス層13が複数のカーカスプライを積層して成る多層構造を有しても良い。

30

【0015】

ベルト層14は、一对の交差ベルト141、142と、ベルトカバー143および一对のベルトエッジカバー144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。なお、交差ベルト141、142のベルト角度は、上記範囲に限定されず、任意に設定され得る。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長手方向の傾斜角として定義される）を有し、ベルトコードの長手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および一对のベルトエッジカバー144は、スチールあるいは有機繊維材から成るベルトカバーコードをコートゴムで被覆して構成され、絶対値で0[deg]以上10[deg]以下のベルト角度を有する。また、ベルトカバー143および一对のベルトエッジカバー144は、例えば、1本あるいは複数

40

50

本のベルトカバーコードをコートゴムで被覆して成るストリップ材であり、このストリップ材を交差ベルト 141、142 の外周面に対してタイヤ周方向に複数回かつ螺旋状に巻き付けて構成される。なお、ベルトカバー 143 および一对のベルトエッジカバー 144 が省略されても良い(図示省略)。

【0016】

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、ビード部のリム嵌合面を構成する。

10

【0017】

インナーライナ 18 は、タイヤ内腔面に配置されてカーカス層 13 を覆う空気透過防止層であり、カーカス層 13 の露出による酸化を抑制し、また、タイヤに充填された空気の洩れを防止する。また、インナーライナ 18 は、例えば、ブチルゴムを主成分とするゴム組成物、熱可塑性樹脂、熱可塑性樹脂中にエラストマー成分をブレンドした熱可塑性エラストマー組成物などから構成される。また、インナーライナ 18 は、タイゴム(図示省略)を介してカーカス層 13 に接着される。

【0018】

[ビードフィラーレス構造]

20

図 2 は、図 1 に記載した空気入りタイヤのビード部を示す断面図である。同図は、タイヤのリム組み前の状態におけるビード部のタイヤ子午線方向の断面図を示している。

【0019】

図 2 に示すように、カーカス層 13 は、ビードコア 11 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。このとき、カーカス層 13 の巻き返し部 132 が本体部 131 に対して、(a) 直接接触する、あるいは(b) 後述するシート状の補強層 19 を介して間接接触(図 12 参照)することにより、ビードコア 11 を囲む閉鎖領域 X が形成される。また、閉鎖領域 X がタイヤ全周に渡って連続することにより、ビードコア 11 を囲む環状の閉鎖空間が形成される。

【0020】

30

閉鎖領域 X は、タイヤ子午線方向の断面視にて、カーカス層の直接的あるいは間接的な自己接触により囲まれた領域として定義される。具体的には、(a) カーカス層の巻き返し部が本体部に対して直接的に自己接触する場合には、カーカスプライのコートゴムの表面により囲まれた領域が、閉鎖領域 X として定義される。また、(b) カーカス層の巻き返し部が本体部に対してシート状の補強層を介して間接的に自己接触する場合には、カーカスプライのコートゴムおよび補強層の表面に囲まれた領域が、閉鎖領域 X として定義される。したがって、補強層は、閉鎖領域 X の境界線を定義するが、閉鎖領域には含まれない。

【0021】

また、図 2 の構成では、カーカス層 13 が単層のカーカスプライから成り、このカーカスプライの自己接触により、閉鎖領域 X が形成されている。一方、カーカス層 13 が積層された複数のカーカスプライから成る構成(図示省略)では、異なるカーカスプライの相互接触により、閉鎖領域 X が形成され得る。例えば、カーカス層 13 が第一および第二のカーカスプライを積層して成る二層構造を有し、第一のカーカスプライの巻き返し部が本体部に接触することなくビードコア 11 の径方向高さ H1 (図 2 参照)の途中で終端し、第二のカーカスプライの巻き返し部がビードコア 11 の径方向外側まで延在して第一のカーカスプライの本体部に接触する構成(図示省略)が想定される。

40

【0022】

このとき、閉鎖領域 X におけるゴム占有率が、15 [%] 以下の範囲にあることが好ましく、10 [%] 以下の範囲にあることがより好ましく、5 [%] 以下の範囲にあることがさらに好ましい。したがって、カーカス層 13 の本体部 131 および巻き返し部 132 に

50

囲まれた閉鎖領域 X におけるゴム占有率、すなわちビードコア 1 1 の周囲のゴムボリュームが、非常に低く設定される。これにより、ビードフィラーを省略したことによるタイヤの軽量化の目的が達成される。なお、ゴム占有率の下限は、特に限定がないが、0.1 [%] 以上であることが好ましい。

【0023】

ゴム占有率は、タイヤ子午線方向の断面視にて、閉鎖領域 X の全体の断面積に対する閉鎖領域 X 内のゴム材料の断面積の比率 [%] として算出される。また、ゴム占有率は、後述するシート状の補強層 1 9 を除外して算出される。

【0024】

例えば、図 2 の構成では、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 が、閉鎖領域 X にビードフィラーを含まずに巻き返されて本体部 1 3 1 に自己接触している。また、カーカス層 1 3 のカーカスプライが、ビードコア 1 1 の外周面に沿って巻き上げられている。このため、ビードコア 1 1 の構成部材のみが、閉鎖領域 X に存在している。ビードコア 1 1 の構成部材は、ビードワイヤ 1 1 1 (図 3 参照)、インシュレーションゴム、ビードカバーおよびラッピング系を含む。

【0025】

なお、ビードフィラーは、ビードコアとカーカス層の本体部および巻き返し部との間の三角形の隙間を埋めて配置される補強ゴムであり、ビード部の剛性を高めるために配置される。また、ビードフィラーは、一般に、三角形断面を有し、65 以上 99 以下のゴム硬さを有する。

【0026】

ゴム硬さは、JIS K 6253 に準拠して測定される。

【0027】

また、上記したビードフィラーを省略した構成では、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 が、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 に対して直接的 (図 2 参照) あるいは後述するシート状の補強層 1 9 を介して間接的に面接触して係止されることが好ましい。また、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 と巻き返し部 1 3 2 との接触部の径方向高さ H_2 が、ビードコア 1 1 の径方向高さ H_1 に対して、 $0.80 \leq H_2 / H_1 \leq 3.00$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq H_2 / H_1 \leq 2.50$ の関係を有することがより好ましい。これにより、カーカス層 1 3 の自己接触部の径方向高さ H_2 が適正化される。すなわち、上記下限により、巻き返し部 1 3 2 が本体部 1 3 1 により安定的に接触して、ビード部の耐久性が向上する。また、上記上限により、巻き返し部 1 3 2 が過大となることに起因するタイヤ重量の増加が抑制される。

【0028】

ビードコアの径方向高さ H_1 は、ビードコアのワイヤ配列構造におけるタイヤ径方向の最内層かつタイヤ幅方向の最外側のワイヤ断面のタイヤ径方向の内側端から、タイヤ径方向の最外層かつタイヤ幅方向の最外側のワイヤ断面のタイヤ径方向の外側端までのタイヤ径方向の最大高さとして測定される。

【0029】

カーカス層の自己接触部の径方向高さ H_2 は、カーカス層の本体部と巻き返し部との接触部のタイヤ径方向の最大長さとして測定される。

【0030】

また、上記の構成では、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部が、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 に対して直接的 (図 2 参照) あるいは後述するシート状の補強層 1 9 を介して間接的に自己接触することが好ましい。かかる構成では、巻き返し部 1 3 2 の端部が本体部 1 3 1 から離間する構成 (図示省略) と比較して、巻き返し部 1 3 2 の端部における応力集中が緩和される。これにより、巻き返し部 1 3 2 の端部を起点とする周辺ゴムのセパレーションが抑制される。

【0031】

また、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 と巻き返し部 1 3 2 との接触部の実長さ L_{a2} (図

10

20

30

40

50

中の寸法記号省略)が、閉鎖領域Xの周長 L_{a1} (図中の寸法記号省略)に対して、 $0.30 \leq L_{a2} / L_{a1} \leq 2.00$ の関係を有することが好ましく、 $0.37 \leq L_{a2} / L_{a1} \leq 1.80$ の関係を有することがより好ましい。これにより、カーカス層13の自己接触部の実長さ L_{a2} が適正化される。すなわち、上記下限により、カーカス層13のバネ特性が適正に確保されて、ドライ路面での操縦安定性が確保され、また、ビード部の耐久性が確保される。また、上記上限により、巻き返し部132が過大となることに起因するタイヤ重量の増加が抑制される。

【0032】

閉鎖領域Xの周長 L_{a1} は、タイヤ子午線方向の断面視にて、閉鎖領域Xの境界線を構成するカーカスプライの表面のペリフェリ長さとして測定される。

10

【0033】

接触部の実長さ L_{a2} は、タイヤ子午線方向の断面視にて、カーカス層の本体部と巻き返し部との自己接触部におけるペリフェリ長さとして測定される。

【0034】

[補強層]

図2に示すように、空気入りタイヤ1は、上記したサイドウォールゴム16およびリムクッションゴム17に加えて、補強層19を備える。なお、図2では、補強層19にハッチングが付されている。

【0035】

サイドウォールゴム16は、上記のように、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タイヤのサイドウォール部を構成する。また、サイドウォールゴム16のゴム硬さが、40以上70以下の範囲にある。また、サイドウォールゴム16の破断伸びが、400[%]以上650[%]以下の範囲にある。

20

【0036】

破断伸びは、JIS K 6251規定に準拠して測定される。

【0037】

リムクッションゴム17は、上記のように、ビードコア11およびカーカス層13の巻き返し部132のタイヤ径方向内側に配置されてビード部のリム嵌合面を構成する。また、リムクッションゴム17のゴム硬さが、50以上80以下の範囲にある。また、リムクッションゴム17の破断伸びが、150[%]以上450[%]以下の範囲にある。

30

【0038】

補強層19は、均一な薄肉構造を有するシート状のゴム部材であり、カーカス層13に沿って延在するように配置される。かかる構成では、上記したビードフィラーを省略した構成にて、ビード部のバネ特性が補強層19により補強されて、ドライ路面での操縦安定性が確保され、また、ビード部の剛性が補強層19により補強されて、ビード部の耐久性が向上する。特に、補強層19がシート状の薄肉構造を有するので、一般的な三角形断面を有するビードフィラーなどの補強層と比較して、補強層19の径方向長さ L_r (図2参照)を大きくできる。これにより、タイヤ質量の増加を抑制しつつビード部の剛性あるいはバネ特性を効果的に補強できる。

【0039】

また、補強層19のゴム硬さが、60以上98以下の範囲にあることが好ましく、65以上97以下の範囲にあることがより好ましい。これにより、補強層19の上記作用が適正に確保される。

40

【0040】

また、補強層19のゴム硬さが、サイドウォールゴム16およびリムクッションゴム17のゴム硬さよりも高い。具体的には、サイドウォールゴム16のゴム硬さと補強層19のゴム硬さとの差 $\Delta H_s - SW$ が7以上であることが好ましく、12以上であることがより好ましい。また、リムクッションゴム17のゴム硬さと補強層19のゴム硬さとの差 $\Delta H_s - RC$ が3以上であることが好ましく、7以上であることがより好ましい。これにより、補強層19によるビード部のバネ特性の補強作用が適正に発揮される。なお、上記ゴム硬さ

50

の差 ΔH_{s_SW} の下限は、上記した補強層 19 のゴム硬さの下限により制約を受ける。

【0041】

また、補強層 19 の破断伸びが、50 [%] 以上 400 [%] 以下の範囲にあることが好ましく、70 [%] 以上 350 [%] 以下の範囲にあることがより好ましい。

【0042】

また、補強層 19 の最大厚さ G_a (図 2 参照) が、0.5 [mm] G_a 3.5 [mm] の範囲にあることが好ましく、0.6 [mm] G_a 3.0 [mm] の範囲にあることがより好ましい。かかる構成では、補強層 19 の最大厚さ G_a が均一化されるので、補強層 19 に起因するタイヤサイド部のゲージ T1、T2 (図 2 参照) の変動が抑制される。これにより、一般的な三角形断面を有するビードフィラーなどの補強層と比較して、補強層 19 の径方向長さ L_r (図 2 参照) を大きくしつつタイヤサイド部のゲージ T1、T2 を均一化できる。

10

【0043】

補強層の厚さは、タイヤ子午線方向の断面視にて、補強層の長手方向の両端部から 10 [%] の領域を除外した、中央部の領域にて測定される。また、補強層が局所的な段差部あるいは屈曲部をもって配置された構成では、これらの部分が厚さ G_a の測定点から除外される。

【0044】

また、補強層 19 の全域の厚さが、平均厚さ G_{a_av} に対して ± 20 [%] の範囲内にあることが好ましく、 ± 15 [%] の範囲内にあることがより好ましい。これにより、補強層 19 の厚さが均一化される。

20

【0045】

また、補強層 19 の径方向長さ L_r (図 2 参照) とタイヤ断面高さ SH (図 1 参照) とが、 $0.08 \leq L_r / SH \leq 0.50$ の関係を有することが好ましく、 $0.10 \leq L_r / SH \leq 0.45$ の関係を有することがより好ましい。これにより、補強層 19 の高さ L_r が適正化される。すなわち、上記下限により、補強層 19 のタイヤ径方向の延在距離が確保されて、補強層 19 によるビード部の補強作用が確保される。また、上記上限により、補強層 19 が過大となることに起因するタイヤ質量の増加が抑制される。

【0046】

補強層の径方向長さ L_r 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無負荷状態として測定される。

30

【0047】

タイヤ断面高さ SH は、タイヤ外径とリム径との差の $1/2$ 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。

【0048】

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。

40

【0049】

また、タイヤ内径 RD の測定点から補強層 19 のタイヤ径方向外側の端部までの径方向高さ H_3 (図 2 参照) と、タイヤ断面高さ SH (図 1 参照) とが、 $0.10 \leq H_3 / SH \leq 0.60$ の関係を有することが好ましく、 $0.15 \leq H_3 / SH \leq 0.50$ の関係を有することがより好ましい。これにより、補強層 19 の径方向高さ H_3 が適正化される。すなわち、上記下限により、ビード部のバネ特性が補強層 19 により適正に補強されて、ドラ

50

イ路面での操縦安定性が向上し、また、ビード部の耐久性が向上する。また、上記上限により、補強層 19 が過大となることに起因するタイヤ重量の増加が抑制される。

【0050】

タイヤ内径 RD は、規定リムのリム径に等しい。

【0051】

径方向高さ H3 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無負荷状態として測定される。具体的には、補強層 19 のタイヤ径方向外側の端部の直径と、タイヤ内径 RD との差として算出される。

【0052】

また、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部から補強層 19 の端部までの径方向高さ H4 (図 2 参照) と、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T1 とが、 $1.20 \leq H4 / T1$ の関係を有することが好ましく、 $1.40 \leq H4 / T1$ の関係を有することが好ましい。また、径方向高さ H4 が、 $5.0 \text{ [mm]} \leq H4 \leq 10 \text{ [mm]}$ の範囲にあることが好ましく、 $10 \text{ [mm]} \leq H4$ の範囲にあることがより好ましい。これにより、補強層 19 の端部がカーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部から離れて配置されて、カーカス端部を起点とする故障が抑制される。なお、比 $H4 / T1$ の上限は、特に限定がないが、上記した比 $H3 / SH$ などにより制約を受ける。

【0053】

径方向高さ H4 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無負荷状態として測定され、また、カーカス層の巻き返し部の端部から補強層の両端部までの径方向高さのうち、短い方の高さとして測定される。

【0054】

例えば、図 2 の構成では、リムクッションゴム 17 が、ビード・トゥ Bt からビード・ベース Bb の全域に渡って延在してリム 10 のビードシート 101 に対するリム嵌合面を形成している。また、リムクッションゴム 17 が、ビード・ベース Bb からカーカス層 13 の巻き返し部 132 に沿ってタイヤ径方向外側に延在して、リム 10 のフランジ 102 に対する嵌合面を形成している。また、リムクッションゴム 17 のタイヤ径方向外側の端部が、カーカス層 13 とサイドウォールゴム 16 との間に挿入され、また、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部およびリム 10 のフランジ 102 よりもタイヤ径方向外側まで延在している。また、ビード部が、チェーファア (図示省略) を備えても良い。

【0055】

なお、リムクッションゴム 17 は、少なくとも、ビード・ヒール Bh からビードコア 11 のタイヤ径方向の最内層の中央部 (後述する中点 Cm) までの領域に延在することが好ましい。これにより、ビード部のリム嵌合部の耐久性が適正に確保される。

【0056】

また、図 2 の構成では、シート状の補強層 19 が、カーカス層 13 に沿ってタイヤ径方向に延在している。また、補強層 19 が、タイヤ径方向内側の領域にて、カーカス層 13 の巻き返し部 132 とリムクッションゴム 17 との間に挟み込まれ、タイヤ径方向外側の領域にて、カーカス層 13 の本体部 131 とサイドウォールゴム 16 との間に挟み込まれている。また、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部をタイヤ幅方向外側から覆っている。また、補強層 19 の両端部が、カーカス層 13 の本体部 131 あるいは巻き返し部 132 にそれぞれ接触している。また、補強層 19 が、カーカス層 13 の自己接触部の全域に渡って、カーカス層 13 の巻き返し部 132 に隣接している。

【0057】

また、補強層 19 のタイヤ径方向内側の端部が、カーカス層 13 の自己接触部の開始位置 (径方向高さ H2 の測定点) よりもタイヤ径方向内側に延在して、ビードコア 11 に対してタイヤ径方向にオーバーラップしている。また、補強層 19 のタイヤ径方向外側の端部が、リム 10 のフランジ 102 およびリムクッションゴム 17 のタイヤ径方向外側の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在している。また、補強層 19 のタイヤ径方向外側の端部が、タイヤ最大幅位置 A (図 2 参照) よりもタイヤ径方向内側で終端している。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 8 】

また、上記のようなビードフィラーに代えて外側補強ゴム 1 9 を備える構成では、下記の数式 (1) により定義される数値 K が、 $0.17 < K \leq 0.20$ であることが好ましく、 $0.20 < K \leq 0.25$ であることがより好ましい。これにより、外側補強ゴム 1 9 の機能が適正に確保される。数式 (1) において、W はタイヤ呼び幅 [mm] であり、I はタイヤ呼び内径 [inch] であり、B はビードコアにおけるビードワイヤの総断面積 [mm²] である。

【 0 0 5 9 】

【 数 1 】

$$K = \frac{W^{\frac{4}{3}} \times I^{\frac{2}{3}}}{100 \times B^2}$$

10

【 0 0 6 0 】

なお、図 2 構成では、上記のように、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 とリムクッションゴム 1 7 との間に挟み込まれて両者に隣接している。しかし、これに限らず、さらに第二の補強層が追加されても良い (図示省略)。例えば、補強層 1 9 とリムクッションゴム 1 7 の間に、追加のフィラー層が配置されても良い。

【 0 0 6 1 】

[リム嵌合部の変化率]

20

上記したような、ビードフィラーを省略した構成では、ビード部の剛性が低下して、ビード部のリム嵌合圧が低下する傾向にある。そこで、図 2 の構成では、タイヤのリム嵌合性を確保するために、ビードコア 1 1 が以下の構成を有している。

【 0 0 6 2 】

図 3 は、図 2 に記載したビード部のリム嵌合部を示す拡大図である。図 4 は、図 3 に記載したビードコアのワイヤ配列構造を示す説明図である。図 5 は、タイヤのリム組み状態におけるビード部のリム嵌合部を示す説明図である。これらの図において、図 3 は、リム組み前の状態におけるリム嵌合部を示し、図 5 は、リム組み後の状態におけるリム嵌合部を示している。また、図 4 は、部品単体時における未加硫のビードコア 1 1 の径方向の断面図を示している。

30

【 0 0 6 3 】

図 2 において、ビード部のリム嵌合面は、ビード・ベース B b と、ビード・トゥ B t と、ビード・ヒール B h とを含み、タイヤ周方向に一樣な輪郭形状を有する。ビード・ベース B b は、ビード部のタイヤ径方向内側に形成されたフラットな領域であり、リム 1 0 のビードシート 1 0 1 に対する接触面を構成する。ビード・トゥ B t は、タイヤ子午線方向の断面視にて L 字形状ないしは V 字形状を有するビード部の先端であり、リム嵌合面のタイヤ幅方向の最も内側に位置する。ビード・ヒール B h は、タイヤサイド部の壁面とビード・ベース B b とを接続する屈曲部である。

【 0 0 6 4 】

タイヤのリム組み前の状態 (図 2 および図 3 参照) は、タイヤ回転軸を水平にしてタイヤ単体を直立させた状態で、左右のビード部の位置が規定リムのリム幅およびリム径の測定点に一致するように固定したときの状態として定義される。かかるタイヤ形状は、タイヤ加硫成形金型内におけるタイヤ形状、すなわちインフレート前の自然なタイヤ形状に最も近い。

40

【 0 0 6 5 】

タイヤのリム組み後の状態 (図 5 参照) 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無負荷状態としたときの状態として定義される。タイヤのリム組み状態では、ビード部のリム嵌合面がホイールのリム 1 0 に嵌合して、タイヤが保持される。このとき、リム嵌合面のビード・ベース B b がリム 1 0 のビードシート 1 0 1 に押圧されて面接触することにより、ビード部とリム 1 0 との嵌合部が封止されて、タイヤ内部の気密性が確

50

保される。また、ビード・ヒール B h がビードシート 1 0 1 とフランジ 1 0 2 との接続部に位置し、リム嵌合面のビード・ヒール B h から外側の領域がリム 1 0 のフランジ 1 0 2 に当接して、ビード部がタイヤ幅方向外側から保持される。

【 0 0 6 6 】

図 4 に示すように、ビードコア 1 1 は、タイヤ子午線方向の断面視にて、ビードワイヤ 1 1 1 のワイヤ断面を配列して成る所定のワイヤ配列構造を有する。このワイヤ配列構造については、後述する。

【 0 0 6 7 】

ここで、タイヤのリム組み前の状態（図 3 参照）におけるタイヤ子午線方向の断面視にて、ビードコア 1 1 のワイヤ配列構造におけるタイヤ径方向の最内層かつタイヤ幅方向の最内側および最外側のワイヤ断面に対してリム嵌合面側から接する接線 L 1 を定義する。また、各ワイヤ断面に対する接線 L 1 の接点 C 1 および C 2 と、これらの接点 C 1、C 2 の中点 C m とをそれぞれ定義する。また、接点 C 1、C 2 および中点 C m からリム嵌合面までのタイヤ径方向のゲージ G 1、G 2 および G m を定義する。具体的には、タイヤ子午線方向の断面視にて、接点 C 1、C 2 および中点 C m を通りタイヤ軸方向に垂直な直線とビード・ベース B b との交点 P 1、P 2 および P m をそれぞれ作図し、接点 C 1、C 2 および中点 C m と交点 P 1、P 2 および P m との距離が、ゲージ G 1、G 2 および G m として測定される。

【 0 0 6 8 】

同様に、タイヤのリム組み後の状態（図 5 参照）におけるリム嵌合部のゲージ G 1'、G 2' および G m' を定義する。

【 0 0 6 9 】

このとき、リム組み前後の状態におけるリム嵌合部のゲージ G 1、G 2、G m の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が、それぞれ 10 [%] 以上 60 [%] 以下の範囲にあることが好ましく、15 [%] 以上 50 [%] 以下の範囲にあることがより好ましく、20 [%] 以上 45 [%] 以下の範囲にあることがさらに好ましく、25 [%] 以上 40 [%] 以下の範囲にあることが最も好ましい。したがって、ゲージ G 1、G 2、G m の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が、ビードフィラーを有する一般的なタイヤ構造と比較して、大きく設定される。これにより、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が適正化される。すなわち、上記下限により、リム嵌合圧が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、リム嵌合圧が過大となることに起因するタイヤのリム組み作業性の悪化が抑制される。

【 0 0 7 0 】

変化率 $\Delta G i$ は、所定の測定点におけるリム組み前後のゲージ G i、ゲージ G i' を用いて、 $\Delta G i = (G i - G i') / G i \times 100$ として定義される。例えば、変化率 $\Delta G 1$ が、リム組み前のゲージ G 1（図 3 参照）およびリム組み後のゲージ G 1'（図 5 参照）を用いて、 $\Delta G 1 = (G 1 - G 1') / G 1 \times 100$ として算出される。

【 0 0 7 1 】

上記したリム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ は、例えば、後述するクッションゴム層 2 0 の構成（図 1 3 参照）やビード・ベース B b のテーパ角の構成（図 1 4 参照）により実現される。

【 0 0 7 2 】

また、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が、 $|\Delta G m - \Delta G 2| < |\Delta G 1 - \Delta G m|$ の条件を満たすことが好ましい。したがって、ビード・トゥ B t 側の変化率差 $|\Delta G 1 - \Delta G m|$ が、ビード・ヒール B h 側の変化率差 $|\Delta G m - \Delta G 2|$ よりも大きく設定される。具体的には、変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が、20 [%] $|\Delta G 1 - \Delta G m| / |\Delta G m - \Delta G 2| > 450$ [%] の条件を満たすことが好ましく、30 [%] $|\Delta G 1 - \Delta G m| / |\Delta G m - \Delta G 2| > 300$ [%] の条件を満たすことがより好ましい。これにより、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ の関係が適正化される。すなわち、上記下限により、タイヤのリム嵌合性が向上する。また、上記上限

10

20

30

40

50

により、タイヤのリム組み作業性が向上する。

【 0 0 7 3 】

また、リム嵌合部のゲージ G_1 、 G_2 および G_m の変化率 ΔG_1 、 ΔG_2 、 ΔG_m が、 $\Delta G_2 < \Delta G_m < \Delta G_1$ の関係を有することが好ましい。すなわち、変化率 ΔG_1 、 ΔG_2 、 ΔG_m がビード・トゥ B_t 側に向かって増加する。これにより、タイヤのリム嵌合性が向上する。

【 0 0 7 4 】

また、図 3 の構成では、タイヤのリム組み前の状態におけるリム嵌合部のゲージ G_1 、 G_2 および G_m が、 $G_2 < G_m < G_1$ の関係を有している。すなわち、リム嵌合部のゲージ G_1 、 G_2 および G_m がビード・トゥ B_t 側に向かって増加している。これにより、変化率 ΔG_1 、 ΔG_2 、 ΔG_m の相互関係が適正化されている。また、乗用車用タイヤでは、ゲージ G_1 が、 $G_1 = 8.0$ [mm] の範囲にあることが好ましく、 $G_1 = 6.0$ [mm] の範囲にあることがより好ましい。また、ゲージ G_2 が、 1.0 [mm] G_2 の範囲にあることが好ましく、 2.0 [mm] G_2 の範囲にあることがより好ましい。これにより、ビードコア 11 の径方向内側におけるリム嵌合部のゴムボリュームが適正化される。

【 0 0 7 5 】

また、ビードコア 11 のワイヤ配列構造の最内層の幅 W_{c2} [mm] (図 4 参照) と、中点 C_m における変化率 ΔG_m [%] と、タイヤ内径 R_D [inch] (図 2 参照) とが、 1.0 [%・mm/inch] $W_{c2} \times \Delta G_m / R_D = 5.0$ [%・mm/inch] の関係を有することが好ましく、 2.0 [%・mm/inch] $W_{c2} \times \Delta G_m / R_D = 4.0$ [%・mm/inch] の関係を有することがより好ましく、 5.0 [%・mm/inch] $W_{c2} \times \Delta G_m / R_D = 3.0$ [%・mm/inch] の関係を有することがより好ましい。これにより、ビードコア 11 の最内層の幅 W_{c2} と変化率 ΔG_m との関係が適正化される。すなわち、上記下限により、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、タイヤのリム組み作業性が向上する。

【 0 0 7 6 】

ワイヤ配列構造の最内層の幅 W_{c2} は、図 4 に示すように、タイヤ幅方向の最内側および最外側のワイヤ断面を含む最大幅として測定される。

【 0 0 7 7 】

また、ワイヤ配列構造の最内層の幅 W_{c2} が、 3.0 [mm] $W_{c2} = 10.0$ [mm] の範囲にあることが好ましく、 4.5 [mm] $W_{c2} = 9.6$ [mm] の範囲にあることがより好ましい。

【 0 0 7 8 】

[ビードコアのワイヤ配列構造]

図 4 に示すように、ビードコア 11 は、ビードワイヤ 111 を環状かつ多重に巻き廻して成り、タイヤ子午線方向の断面視にて、所定のワイヤ配列構造を有する。ワイヤ配列構造は、ビードワイヤ 111 のワイヤ断面の配列により定義される。また、ワイヤ配列構造がタイヤ径方向に積層された複数の層から成り、これらの層がタイヤ幅方向に一列に配置された複数のワイヤ断面から成る。また、ワイヤ配列構造の最内層が、ビード部のリム嵌合面に対して略平行となり、また、タイヤのリム嵌合時にてリム 10 のビードシート 101 に対向する (図 3 参照)。

【 0 0 7 9 】

ビードコア 11 の製造工程では、コア成形治具 (図示省略) が用いられ、1 本あるいは複数本のビードワイヤ 111 が所定のワイヤ配列構造でコア成形治具に巻き付けられて、未加硫のビードコア 11 が成形される。そして、成形されたビードコア 11 がグリーンタイヤの加硫成形工程の前にプレ加硫される。なお、これに限らず、ビードコア 11 のプレ加硫が省略され、未加硫のビードコア 11 がグリーンタイヤに組み込まれて、グリーンタイヤの加硫成形工程が行われても良い。

【 0 0 8 0 】

また、ビードワイヤ 111 は、素線と、素線を覆うインシュレーションゴムとから成る (

図示省略)。また、素線が、スチールから成る。また、インシュレーションゴムが、70 [M]以上のムーニー粘度を有するゴム組成物から成ることが好ましい。ムーニー粘度は、JIS K 6300-1:2013に準拠して算出される。

【0081】

ここで、図2の構成では、上記のように、カーカス層13の巻き返し部132が、カーカス層13の本体部131に接触して、ビードコア11を囲む閉鎖領域Xを形成する。また、閉鎖領域Xにおけるゴム占有率が小さく設定されて、ビード部の軽量化が図られている。このとき、ビード部の耐久性を高めるために、閉鎖領域Xにおける空洞部の発生を抑制することが好ましい。

【0082】

そこで、図4に示すように、ビードコア11のワイヤ配列構造が、タイヤ径方向外側に向かって凸となる楔形状を有する。具体的には、ワイヤ配列構造におけるワイヤ断面の配列数が最大である層(図4では、最内層から2番目の層)を最大配列層として定義する。このとき、最大配列層よりもタイヤ径方向外側にあるワイヤ断面の層数(図4では、3層)が、最大配列層よりもタイヤ径方向内側にあるワイヤ断面の層数(図4では、1層)よりも多い。また、最大配列層よりもタイヤ径方向外側の各層におけるワイヤ断面の配列数が、最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって単調減少する。また、ワイヤ断面の層数が4以上6以下の範囲にあることが好ましい。また、ワイヤ配列構造の最大配列層におけるワイヤ断面の配列数が4または5であり、タイヤ径方向の最外層のワイヤ断面の配列数が1または2であることが好ましい。

【0083】

また、ワイヤ断面が、最大配列層からタイヤ径方向外側の領域にて、最密充填構造で配列されることが好ましい。最密充填構造とは、タイヤ子午線方向の断面視にて、隣り合う3つのワイヤ断面の中心が略正三角形となるように配列された状態をいう。かかる最密充填構造では、ワイヤ断面の列が縦横に直交する格子配列構造と比較して、ビードコア11のワイヤ断面の配置密度が高まり、ビードコア11の耐コア崩れ性が向上する。なお、上記最密状態において、隣り合うワイヤ断面のすべての組が相互に接触する必要はなく、一部の組が微少な隙間を空けて配置されても良い(図示省略)。

【0084】

かかる構成では、図3に示すように、カーカス層13の本体部131および巻き返し部132が、ビードコア11のタイヤ幅方向の左右の側面に当接しつつワイヤ配列構造の楔形状に沿ってタイヤ径方向外側に延在し、Y字状に合流して相互に接触する。これにより、カーカス層13の本体部131および巻き返し部132の合流部とビードコア11のタイヤ径方向外側の頂部(いわゆるビードトップ)との間の隙間が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。特に、上記したビードフィラーを省略した構成にて、閉鎖領域Xのゴム占有率を低減できる点で好ましい。また、巻き返し部132が本体部131との合流位置にて鈍角で屈曲できるので、巻き返し部132の屈曲量が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。

【0085】

また、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向の最内層におけるワイヤ断面の配列数が、3または4であり、また、最大配列層のワイヤ断面の配列数に対して同一あるいは少ないことが好ましい。

【0086】

また、図4に示すように、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向内側かつタイヤ幅方向内側および外側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 θ_1 、 θ_2 をそれぞれ定義する。このとき、配列角度 θ_1 、 θ_2 が、80 [deg] θ_1 および80 [deg] θ_2 の範囲にある。すなわち、ワイヤ断面の配列角度 θ_1 、 θ_2 が略直角あるいは鈍角となる。また、図4に示すように、ワイヤ断面の配列角度 θ_1 、 θ_2 が100 [deg] θ_1 150 [deg]および100 [deg] θ_2 150 [deg]の範囲にあることが好ましい。これにより、タイヤ加硫時におけるワイヤ配列構造の乱れが抑制されて、タイヤのリム嵌合性が向上し

10

20

30

40

50

、また、ビード部の耐久性が向上する。また、ワイヤ断面の配列角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が鈍角である場合には、カーカスプライをビードコア 11 のタイヤ径方向内側の角部に沿って巻き返し得るので、閉鎖領域 X におけるゴム占有率を低減して、ビード部をより軽量化できる。

【0087】

配列角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ は、ワイヤ配列構造の角部を構成する 3 つのワイヤ断面の中心を結ぶ線のなす角として測定される。

【0088】

また、図 4 において、ビードコア 11 の最大幅 $Wc1$ および最大高さ $Hc1$ と、ビードコア 11 におけるビードワイヤ 111 の総断面積 S とが、 $1.20 \leq Wc1 \times Hc1 / S \leq 5.00$ の関係を有することが好ましく、 $1.50 \leq Wc1 \times Hc1 / S \leq 4.50$ の関係を有することがより好ましく、 $1.80 \leq Wc1 \times Hc1 / S \leq 4.00$ の関係を有することがより好ましい。これにより、ビードコア 11 のワイヤ配列構造が適正化される。すなわち、上記下限により、ワイヤ断面の配列数が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、ビードコア 11 が軽量化される。

【0089】

なお、ビードワイヤの総断面積 S は、インシュレーションゴムの断面積を含まない。

【0090】

また、ビードワイヤ 111 の総断面積 S が、 $5 [mm^2] \leq S \leq 35 [mm^2]$ の範囲にあることが好ましく、 $6 [mm^2] \leq S \leq 32 [mm^2]$ の範囲にあることがより好ましく、 $7 [mm^2] \leq S \leq 28 [mm^2]$ の範囲にあることがさらに好ましい。これにより、ビードワイヤ 111 の総断面積 S が適正化される。すなわち、上記下限により、ビードワイヤ 111 の総断面積 S が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、ビードコア 11 が軽量化される。

【0091】

また、ビードワイヤ 111 の外径 ϕ (図 4 参照) が、 $0.8 [mm] \leq \phi \leq 1.5 [mm]$ の範囲にあることが好ましく、 $0.9 [mm] \leq \phi \leq 1.4 [mm]$ の範囲にあることがより好ましく、 $1.0 [mm] \leq \phi \leq 1.3 [mm]$ の範囲にあることがさらに好ましい。これにより、ビードワイヤ 111 の外径 ϕ が適正化される。すなわち、上記下限により、ビードワイヤ 111 の外径 ϕ が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、ビードコア 11 が軽量化される。

【0092】

また、図 4 において、ワイヤ配列構造の最内層の接線 $L1$ からビードコア 11 の最大幅位置までの高さ $Hc2$ と、ビードコア 11 の最大高さ $Hc1$ とが、 $1.10 \leq (Hc1 - Hc2) / Hc2 \leq 2.80$ の関係を有することが好ましく、 $1.30 \leq (Hc1 - Hc2) / Hc2 \leq 2.50$ の関係を有することが好ましく、 $1.50 \leq (Hc1 - Hc2) / Hc2 \leq 2.30$ の関係を有することがより好ましい。これにより、ビードコア 11 のワイヤ配列構造が適正化される。

【0093】

ビードコアの最大高さ $Hc1$ は、接線 $L1$ を基準としたビードコアの最大高さとして測定される。

【0094】

ビードコアの最大幅位置の高さ $Hc2$ は、接線 $L1$ と、最大配列層を構成するワイヤ断面の中心を結ぶ仮想線との距離として測定される。また、ワイヤ配列構造が複数の最大配列層を備える構成では、最もタイヤ径方向外側にある最大配列層が用いられて、最大幅位置の高さ $Hc2$ が測定される。

【0095】

例えば、図 4 の構成では、ワイヤ断面の層数が 5 であり、ワイヤ断面の配列数がタイヤ径方向の最内層から順に 3 - 4 - 3 - 2 - 1 に設定されている。したがって、最大配列層におけるワイヤ断面の配列数が 4 である。また、最大配列層よりもタイヤ径方向外側にあるワイヤ断面の層数が 3 であり、最大配列層よりもタイヤ径方向内側にあるワイヤ断面の層

10

20

30

40

50

数が1である。したがって、最大配列層が、タイヤ径方向に非対称であり、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向の中心位置よりもタイヤ径方向内側に偏って配置されている。また、ワイヤ配列構造が、最大配列層からタイヤ径方向外側で長尺構造を有している。また、各層におけるワイヤ断面の配列数が、最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって1つずつ減少する。また、すべてのワイヤ断面が、最密充填構造で配列されている。このため、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向の左右の角部におけるワイヤ断面の配列角度 θ_1 、 θ_2 が、いずれも約135 [deg] (具体的には130 [deg] ~ 140 [deg] の範囲) である。また、ワイヤ断面の最大配列層が、タイヤ径方向の最内層ではない。また、各層におけるワイヤ断面の配列数が最内層から最大配列層に向かって1つずつ増加している。これにより、ワイヤ配列構造が最適化されている。

10

【0096】

また、図3において、ビードコア11のタイヤ径方向外側の端部からカーカス層13の本体部131と巻き返し部132との接触部までのタイヤ径方向の距離 H_g が、ビードワイヤ111の外径 ϕ に対して、 $H_g / \phi = 7.0$ の関係を有することが好ましく、 $H_g / \phi = 3.0$ の関係を有することがより好ましい。これにより、ビードコア11の周辺の剛性が向上する。なお、比 H_g / ϕ の下限は、 $H_g = 0$ の場合で、 $0 < H_g / \phi$ である。

【0097】

[補強層の変形例]

図6～図12は、図2に記載した補強層の変形例を示す説明図である。これらの図において、図2に記載した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

20

【0098】

図2の構成では、上記のように、補強層19のタイヤ径方向内側の端部が、ビードコア11に対してタイヤ径方向にオーバーラップしている。かかる構成は、補強層19のタイヤ径方向内側の端部における周辺ゴムのセパレーションが抑制される点で好ましい。

【0099】

しかし、これに限らず、図6および図7に示すように、補強層19のタイヤ径方向内側の端部が、ビードコア11よりもタイヤ径方向外側に位置しても良い。また、補強層19のタイヤ径方向内側の端部が、ビード部のリム嵌合面 (具体的には、リム10のフランジ102に対するビード部の接触面) よりもタイヤ径方向外側に位置することが好ましい。さらに、補強層19のタイヤ径方向内側の端部が、リム10のフランジ102よりもタイヤ径方向外側にあることが好ましい。これにより、タイヤ質量が低減される。また、リム嵌合面までの領域では、ビード部がリム10に保持されるため、ビード部の剛性が適正に確保される。

30

【0100】

また、図6および図7の構成では、カーカス層13の巻き返し部132の端部から補強層19の端部までの径方向高さ H_4 が、図2の構成と比較して、小さく設定されている。かかる構成においても、補強層19の端部を測定点とする比 L_r / SH 、 H_3 / SH および H_4 / T_1 が、上記範囲内にあることが好ましい。これにより、補強層19の機能が適正に確保される。

40

【0101】

また、図2の構成では、カーカス層13の巻き返し部132が短尺 (いわゆるローターンナップ構造) であり、補強層19のタイヤ径方向外側の端部がカーカス層13の巻き返し部132の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在している。このため、補強層19が、カーカス層13の巻き返し部132の端部をタイヤ幅方向外側から覆っており、また、カーカス層13の本体部131および巻き返し部132の双方に跨って面接触している。

【0102】

しかし、これに限らず、図8に示すように、カーカス層13の巻き返し部132が比較的長尺 (いわゆるハイターンナップ構造) であることにより、補強層19のタイヤ径方向外側の端部がカーカス層13の巻き返し部132の端部よりもタイヤ径方向内側に位置して

50

も良い。また、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 のみに面接触しても良い。

【0103】

また、図 9 に示すように、補強層 19 が、ビードコア 11 のタイヤ径方向内側まで延在しても良い。さらに、補強層 19 が、ビードコア 11 を包み込むようにタイヤ幅方向内側に折り返されて、カーカス層 13 の本体部 131 のタイヤ幅方向内側まで延在しても良い。さらに、補強層 19 の端部が、ビードコア 11 の径方向外側の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在しても良い。また、図 9 に示すように、補強層 19 が、インナーライナ 18 とカーカス層 13 の本体部 131 との間に挟み込まれて配置されることが好ましい。これにより、タイヤ内腔部への補強層 19 の露出が防止される。

10

【0104】

また、図 2 の構成では、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 のタイヤ幅方向外側に配置され、また、カーカス層 13 の巻き返し部 132 とリムクッションゴム 17 との間に挟み込まれている。これにより、ビード部のバネ特性が補強層 19 により効率的に補強される。また、かかる構成では、補強層 19 のゴム硬さがリムクッションゴム 17 のゴム硬さよりも高いので、ゴム硬さの分布が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 からタイヤサイド部の表面に向かって減少する。これにより、カーカス層 13 の巻き返し部 132 付近に発生する応力が緩和されて、ビード部の耐久性が向上する。

【0105】

しかし、これに限らず、図 10 および図 11 に示すように、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 131 の端部からタイヤ径方向外側に配置されても良い。例えば、図 10 の構成では、補強層 19 のタイヤ径方向内側の端部が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部に対してタイヤ径方向の同位置に配置されている（いわゆるバットスプライス構造）。また、図 11 の構成では、補強層 19 のタイヤ径方向内側の端部が、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 の端部との間に挟み込まれて配置される。このように、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 に対してタイヤ径方向に並列に配置されても良い。これにより、カーカス層 13 および補強層 19 の積層体の厚さを小さくできるので、タイヤ質量を効果的に低減できる。

20

【0106】

さらに、図 12 に示すように、補強層 19 が、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 との間に挟み込まれて配置されても良い。このとき、補強層 19 のタイヤ径方向内側の端部が、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 との間の全域に渡って介在しても良い。かかる構成としても、補強層 19 がシート状の薄肉構造を有するため、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 との自己接触作用が適正に確保される。さらに、図 12 に示すように、補強層 19 が、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在して、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 の端部との間に介在しても良い。

30

【0107】

なお、図 12 のように、カーカス層 13 の本体部 131 と巻き返し部 132 とがシート状の補強層 19 を介して間接的に自己接触する構成では、ビードコア 11 を囲む閉鎖領域 X が、カーカス層 13 および補強層 19 の表面に囲まれた領域として定義され、また、閉鎖領域 X のゴム占有率が、補強層 19 を除外して算出される。

40

【0108】

また、図 2 の構成では、補強層 19 が単層のゴム部材から成る。しかし、これに限らず、補強層 19 が複数種類のゴム層を積層して成る多層構造を有しても良い（図示省略）。

【0109】

さらに、熱可塑性樹脂または熱可塑性樹脂中にエラストマーを分散して成る熱可塑性エラストマー組成物で構成された熱可塑性シートと、補強層 19 とが、積層されても良い（図示省略）。また、熱可塑性シートの厚みが、100 [μm] 以上 500 [μm] 未満であることが好ましい。また、補強層 19 が、熱可塑性シートと周辺ゴムとを接着する接着ゴ

50

ムとして用いられることが好ましい。上記の構成では、補強層 19 が熱可塑性シートとの積層構造を有するので、ビード部の剛性およびバネ特性の向上効果を確保しつつ補強層 19 の厚みを小さくできる。

【0110】

熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリアミド系樹脂〔例えばナイロン 6 (N6)、ナイロン 66 (N66)、ナイロン 46 (N46)、ナイロン 11 (N11)、ナイロン 12 (N12)、ナイロン 610 (N610)、ナイロン 612 (N612)、ナイロン 6/6 共重合体 (N6/66)、ナイロン 6/66/610 共重合体 (N6/66/610)、ナイロン MXD6、ナイロン 6T、ナイロン 9T、ナイロン 6/6T 共重合体、ナイロン 66/PP 共重合体、ナイロン 66/PPS 共重合体〕、ポリエステル系樹脂〔例えばポリブチレンテレフタレート (PBT)、ポリエチレンテレフタレート (PET)、ポリエチレンイソフタレート (PEI)、ポリブチレンテレフタレート/テトラメチレングリコール共重合体、PET/PEI 共重合体、ポリアリレート (PAR)、ポリブチレンナフタレート (PBN)、液晶ポリエステル、ポリオキシアルキレンジイミドジ酸/ポリブチレンテレフタレート共重合体などの芳香族ポリエステル〕、ポリニトリル系樹脂〔例えばポリアクリロニトリル (PAN)、ポリメタクリロニトリル、アクリロニトリル/スチレン共重合体 (AS)、メタクリロニトリル/スチレン共重合体、メタクリロニトリル/スチレン/ブタジエン共重合体〕、ポリ(メタ)アクリレート系樹脂〔例えばポリメタクリル酸メチル (PMMA)、ポリメタクリル酸エチル、エチレンエチルアクリレート共重合体 (EEA)、エチレンアクリル酸共重合体 (EAA)、エチレンメチルアクリレート樹脂 (EMA)〕、ポリビニル系樹脂〔例えば酢酸ビニル (EVA)、ポリビニルアルコール (PVA)、ビニルアルコール/エチレン共重合体 (EVOH)、ポリ塩化ビニリデン (PVC)、ポリ塩化ビニル (PVC)、塩化ビニル/塩化ビニリデン共重合体、塩化ビニリデン/メチルアクリレート共重合体〕、セルロース系樹脂〔例えば酢酸セルロース、酢酸酪酸セルロース〕、フッ素系樹脂〔例えばポリフッ化ビニリデン (PVDF)、ポリフッ化ビニル (PVF)、ポリクロロフルオロエチレン (PCFTE)、テトラフルオロエチレン/エチレン共重合体 (ETFE)〕、イミド系樹脂〔例えば芳香族ポリイミド (PI)〕などが採用され得る。

【0111】

エラストマーとしては、例えば、ジエン系ゴムおよびその水素添加物〔例えば NR、IR、エポキシ化天然ゴム、SBR、BR (高シス BR および低シス BR)、NBR、水素化 NBR、水素化 SBR〕、オレフィン系ゴム〔例えばエチレンプロピレンゴム (EPDM)、EPM)、マレイン酸変性エチレンプロピレンゴム (M-EPM)〕、ブチルゴム (IIR)、イソブチレンと芳香族ビニルまたはジエン系モノマー共重合体、アクリルゴム (ACM)、アイオノマー、含ハロゲンゴム〔例えば Br-IIR、Cl-IIR、イソブチレンパラメチルスチレン共重合体の臭素化物 (Br-IPMS)、クロロプレンゴム (CR)、ヒドリンゴム (CHC、CHR)、クロロスルホン化ポリエチレン (CSM)、塩素化ポリエチレン (CM)、マレイン酸変性塩素化ポリエチレン (M-CM)〕、シリコーンゴム〔例えばメチルビニルシリコーンゴム、ジメチルシリコーンゴム、メチルフェニルビニルシリコーンゴム〕、含イオウゴム〔例えばポリスルフィドゴム〕、フッ素ゴム〔例えばビニリデンフルオライド系ゴム、含フッ素ビニルエーテル系ゴム、テトラフルオロエチレン-プロピレン系ゴム、含フッ素シリコン系ゴム、含フッ素ホスファゼン系ゴム〕、熱可塑性エラストマー〔例えばスチレン系エラストマー、オレフィン系エラストマー、ポリエステル系エラストマー、ウレタン系エラストマー、ポリアミド系エラストマー〕などが採用され得る。

【0112】

[リム嵌合部のゲージ]

図 13 は、図 3 に記載したリム嵌合部を示す説明図である。同図は、リム組み前の状態におけるリム嵌合部を示している。同図において、図 3 に記載した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 3 】

図 1 3 において、上記のように、ワイヤ配列構造の最内層の接線 L 1 とタイヤ幅方向の最外側のワイヤ断面との接点 C 2 からリム嵌合面までのタイヤ径方向のゲージ G 2 を定義する。このとき、ゲージ G 2 とビードワイヤ 1 1 1 の外径 ϕ (図 4 参照) とが、 $1.3 \leq G 2 / \phi \leq 9.5$ の関係を有することが好ましく、 $1.8 \leq G 2 / \phi \leq 5.5$ の関係を有することがより好ましい。これにより、リム嵌合部のゲージ G 2 が適正化される。すなわち、上記下限により、リム嵌合部のゲージ G 2 が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、リム嵌合部のゲージ G 2 が過大となることに起因するタイヤのリム組み作業性の悪化が抑制される。

【 0 1 1 4 】

また、図 1 3 において、ビードコア 1 1 の接点 C 2 を通りタイヤ幅方向に平行な直線とリム嵌合部のタイヤ幅方向外側の壁面との交点 Q を定義する。また、ビードコア 1 1 の接点 C 2 からリム嵌合面の点 Q までのタイヤ幅方向のゲージ W h を定義する。このとき、ゲージ W h とビードワイヤ 1 1 1 の外径 ϕ (図 4 参照) とが、 $2.0 \leq W h / \phi \leq 15.0$ の関係を有することが好ましく、 $2.5 \leq W h / \phi \leq 10.0$ の関係を有することがより好ましい。これにより、リム嵌合部のゲージ W h が適正化される。すなわち、上記下限により、リム嵌合部のゲージ W h が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保され、また、リム嵌合部の耐久性が確保される。また、上記上限により、リム嵌合部のゲージ W h が過大となることに起因するタイヤのリム組み作業性の悪化が抑制される。

【 0 1 1 5 】

また、図 1 3 に示すように、クッションゴム層 2 0 が、ビードコア 1 1 の最内層とリムクッションゴム 1 7 との間に挿入される。クッションゴム層 2 0 は、リムクッションゴム 1 7 よりも低いゴム硬さを有する部材であり、例えば、インナーライナ 1 8、インナーライナ 1 8 とカーカス層 1 3 とを接着するタイゴム (図示省略) などを含み、カーカスプライを含まない。また、クッションゴム層 2 0 は、インナーライナ 1 8 およびタイゴムに対して一体構造を有しても良いし、分離した構造を有しても良い (図示省略)。また、クッションゴム層 2 0 は、上記したインナーライナ 1 8 およびタイゴムと同一のゴム材料から構成されても良いし、異なるゴム材料から構成されても良い (図示省略)。また、クッションゴム層 2 0 が、ビードコア 1 1 の接点 C 1 から中点 C m までの範囲、好ましくは接点 C 1 から接点 C 2 までの範囲をタイヤ幅方向に横断することが好ましい。かかる構成では、クッションゴム層 2 0 がビードコア 1 1 の最内層とビード部のリム嵌合面との間に介在することにより、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が高まり、タイヤのリム嵌合性が向上する。また、リム 1 0 に対するリム嵌合面の接触圧が均一化される。

【 0 1 1 6 】

また、クッションゴム層 2 0 のゴム硬さが、リムクッションゴム 1 7 のゴム硬さよりも 5 以上低いことが好ましく、8 以上低いことがより好ましい。これにより、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ を高める作用が適正に得られる。

【 0 1 1 7 】

例えば、図 1 3 の構成では、タイヤ子午線方向の断面視にて、クッションゴム層 2 0 が、タイヤ内腔面からカーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 に沿ってタイヤ幅方向外側に延在して、ビードコア 1 1 とリムクッションゴム 1 7 との間に介在している。また、クッションゴム層 2 0 が、ビードコア 1 1 の最内層の midpoint C m を越えて最外側の接点 C 2 まで延在している。また、クッションゴム層 2 0 のタイヤ幅方向外側の端部が、ビードコア 1 1 の接線 L 1 よりもタイヤ径方向内側で終端している。したがって、クッションゴム層 2 0 の端部が、ビードコア 1 1 のタイヤ幅方向外側の側面まで延在していない。これにより、ビードコア 1 1 とリム嵌合面 (特にビード・ベース B b) との間の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ が効果的に高められ、一方で、ビードコア 1 1 とリム 1 0 のフランジ 1 0 2 (図 2 参照) との間の剛性が適正に確保されている。しかし、これに限らず、クッションゴム層 2 0 のタイヤ幅方向外側の端部が、ビードコア 1 1 の接線 L 1 よりもタイヤ径方向外側まで延在しても良い。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 8 】

また、図 1 3 において、リム嵌合部のゲージ G 1、G 2 の測定点 C 1、P 1 ; C 2、P 2 間におけるクッションゴム層 2 0 の厚さ T_{c1} 、 T_{c2} が、 $T_{c2} < T_{c1}$ の関係を有することが好ましい。すなわち、ビード・トゥ B t 側におけるクッションゴム層 2 0 の厚さ T_{c1} が、ビード・ヒール B h 側におけるクッションゴム層 2 0 の厚さ T_{c2} よりも厚いことが好ましい。これにより、ビード・トゥ B t 側におけるリム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ が、ビード・ヒール B h 側におけるリム嵌合部の変化率 $\Delta G 2$ よりも大きく ($\Delta G 2 < \Delta G 1$) なり、タイヤのリム嵌合性が向上する。

【 0 1 1 9 】

また、上記のように、リム嵌合部のゲージ G 1、G 2、G m の測定点 C 1、P 1 ; C 2、P 2 ; C m、P m 間におけるクッションゴム層 2 0 の厚さの関係を調整することにより、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ の関係を調整できる。

10

【 0 1 2 0 】

また、接点 C 1 から接点 C 2 までのタイヤ幅方向の領域におけるクッションゴム層 2 0 の厚さの平均値が、 0.3 [mm] 以上 3.0 [mm] 以下の範囲にあることが好ましい。これにより、クッションゴム層 2 0 の平均厚さが適正化される。すなわち、上記下限により、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ 、 $\Delta G 2$ 、 $\Delta G m$ を高めるクッションゴム層 2 0 の作用が適正に得られる。また、上記上限により、クッションゴム層 2 0 が過大となることに起因するリム嵌合部の剛性の低下が抑制される。

【 0 1 2 1 】

また、図 1 3 において、ビード・トゥ B t 側におけるリム嵌合部のゲージ G 1 とクッションゴム層 2 0 の厚さ T_{c1} とが、 $0.03 \leq T_{c1} / G 1 \leq 0.95$ の関係を有することが好ましく、 $0.05 \leq T_{c1} / G 1 \leq 0.85$ の関係を有することがより好ましい。これにより、クッションゴム層 2 0 の平均厚さが適正化される。すなわち、上記下限により、クッションゴム層 2 0 の作用が適正に確保されて、リム嵌合部の変化率 $\Delta G 1$ が増加する。また、上記上限により、リムクッションゴム 1 7 のゲージ G 1 が確保されて、タイヤのリム嵌合性が適正に確保される。

20

【 0 1 2 2 】

また、タイヤ内腔部側にて、クッションゴム層 2 0 が、ビードコア 1 1 の高さ H 1 (図 2 参照) のタイヤ径方向外側の測定点からタイヤ径方向外側に向かって、好ましくは 5 [mm] 以上延在することが好ましい。

30

【 0 1 2 3 】

[リム嵌合面の形状]

図 1 4 は、図 3 に記載したリム嵌合部を示す説明図である。同図は、リム組み前の状態におけるリム嵌合部を示している。同図において、図 3 に記載した構成要素と同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明を省略する。

【 0 1 2 4 】

図 1 4 に示すように、リム組み前の状態におけるタイヤ子午線方向の断面視にて、交点 P 2 におけるリム嵌合面の接線を、ビード・ベース B b の延長線 L 2 として定義する。

【 0 1 2 5 】

このとき、ビードコア 1 1 の接線 L 1 に対するビード・ベース B b の延長線 L 2 の傾斜角 α が、 $3 \text{ [deg]} \leq \alpha \leq 15 \text{ [deg]}$ の範囲にあることが好ましく、 $6 \text{ [deg]} \leq \alpha \leq 12 \text{ [deg]}$ の範囲にあることがより好ましい。

40

【 0 1 2 6 】

また、ビード・ベース B b の延長線 L 2 の傾斜角 $\alpha \text{ [deg]}$ と、リム嵌合部の変化率 $\Delta G m \text{ [%]}$ と、タイヤ呼び幅 W A [無次元] とが、 $0 \text{ [%} \cdot \text{deg]} \leq \Delta G m \times \alpha / W A \leq 7 \text{ [%} \cdot \text{deg]}$ の関係を有することが好ましく、 $0.5 \text{ [%} \cdot \text{deg]} \leq \Delta G m \times \alpha / W A \leq 5.0 \text{ [%} \cdot \text{deg]}$ の関係を有することがより好ましい。これにより、タイヤのリム嵌合性を示す比 $\Delta G m \times \alpha / W A$ が適正化される。すなわち、一般に、タイヤ呼び幅 W A が大きいほど、タイヤのリム嵌合性が低下する傾向にある。また、ビード・ベース B b の傾斜

50

角 α およびリム嵌合部の変化率 $\Delta G m$ が大きいほど、リムに対する嵌合圧が増加して、タイヤのリム嵌合性が向上する。したがって、上記下限により、比 $\Delta G m \times \alpha / W A$ が大きくなり、タイヤのリム嵌合性が向上する。また、上記上限により、リムに対する嵌合圧が過大となることに起因するタイヤのリム組み作業性の悪化が抑制される。なお、傾斜角 $\alpha = 0$ [deg] のときに、 $\Delta G m \times \alpha / W A = 0$ となる。

【 0 1 2 7 】

また、図 1 4 に示すように、タイヤ子午線方向の断面視にて、ビード・ベース B b が相互に異なる傾斜角をもつ 2 種類の直線部を接続して成る形状（いわゆる二段テーパ形状）を有する場合に、リム嵌合面のビード・ベース B b のビード・ヒール B h 側の直線部の延長線 L 2 とビード・トゥ B t 側の直線部の延長線 L 3 とを定義する。

10

【 0 1 2 8 】

このとき、ビードコア 1 1 の接線 L 1 に対するビード・ベース B b の延長線 L 2 および L 3 の傾斜角 α 、 β が、 $0 < \beta / \alpha < 5.0$ の関係を有することが好ましく、 $1.8 < \beta / \alpha < 4.0$ の関係を有することがより好ましい。これにより、ビード・ベース B b の二段テーパ形状が適正化される。すなわち、上記下限により、二段テーパ形状によるタイヤのリム嵌合性の向上作用が適正に得られる。また、上記上限により、ビード・ベース B b における加硫故障の発生が抑制される。

【 0 1 2 9 】

また、図 1 4 において、ビード・ベース B b の上記 2 種類の直線部の交点 R を定義する。

【 0 1 3 0 】

20

このとき、ビード・トゥ B t から交点 R までのタイヤ幅方向の距離 L r と、ビード・トゥ B t から中点 C m までのタイヤ幅方向の距離 L m とが、 $0.50 < L r / L m < 4.0$ の関係を有することが好ましく、 $0.70 < L r / L m < 3.3$ の関係を有することがより好ましい。これにより、交点 R の位置が適正化されて、二段テーパ形状によるタイヤのリム嵌合性の向上作用が適正に得られる。

【 0 1 3 1 】

例えば、図 1 4 の構成では、また、ビードコア 1 1 のワイヤ配列構造のタイヤ径方向内側かつタイヤ幅方向内側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 1$ （図 4 参照）が、 130 [deg] 以上 140 [deg] 以下の範囲にある。また、ビード・ベース B b の上記 2 種類の直線部が、タイヤ径方向外側に凸となる滑らかな円弧で接続されている。また、交点 R が、ビードコア 1 1 の接点 C 1 と中点 C m との間に位置している。

30

【 0 1 3 2 】

また、図 1 4 において、ビードコア 1 1 の接点 C 1 からビード・トゥ B t までのタイヤ径方向の距離 D t およびタイヤ幅方向の距離 W t をそれぞれ定義する。このとき、距離 D t、W t と、接点 C 1 からリム嵌合面までのタイヤ径方向のゲージ G 1 とが、 7 [deg] $< \arctan \{ (D t - G 1) / W t \} < 30$ [deg] の関係を有することが好ましく、 9 [deg] $< \arctan \{ (D t - G 1) / W t \} < 25$ [deg] の関係を有することがより好ましい。これにより、ビードコア 1 1 からビード・トゥ B t までのタイヤ軸方向に対するリム嵌合面の勾配が適正化される。すなわち、上記下限により、リム嵌合面の勾配が確保されて、タイヤのリム嵌合性が確保される。また、上記上限により、リム嵌合面の勾配が過大となることに起因するタイヤのリム組み作業性の低下が抑制される。

40

【 0 1 3 3 】

接点 C 1 からビード・トゥ B t まで距離 D t、W t は、タイヤのリム組み前の状態にて測定される。

【 0 1 3 4 】

[ビードコアの変形例]

図 1 5 ~ 図 1 9 は、図 4 に記載したビードコアの変形例を示す説明図である。これらの図は、部品単体時における未加硫のビードコア 1 1 の径方向の断面図を示している。

【 0 1 3 5 】

図 4 の構成では、ビードコア 1 1 の最内層に対する接線 L 1 が、タイヤ幅方向に対して平

50

行である。このため、タイヤ幅方向に対する接線 L 1 の傾斜角 X が $X = 0 [deg]$ である。

【 0 1 3 6 】

しかし、これに限らず、図 1 5 に示すように、ビードコア 1 1 がタイヤ幅方向に対して傾斜しても良い。具体的には、ビードコア 1 1 がビード・トゥ B t (図 3 参照) 側でタイヤ径方向内側に傾斜しても良い。かかる構成では、ビードコア 1 1 の最内層の接線 L 1 がリム嵌合面のビード・ベース B b に対して平行に近づく。このとき、タイヤ幅方向に対する接線 L 1 の傾斜角 X が、 $-10 [deg]$ X $30 [deg]$ の範囲にあることが好ましい。なお、ビードコア 1 1 の接線 L 1 に対するビード・ベース B b の延長線 L 2 の相対的な傾斜角 α の範囲は、上記の通りである。

【 0 1 3 7 】

また、図 4 の構成では、上記のように、ワイヤ断面の配列数が、タイヤ径方向の最内層から順に 3 - 4 - 3 - 2 - 1 に設定されている。したがって、ワイヤ断面の層数が 5 であり、タイヤ径方向の最外層のワイヤ断面の配列数が 1 である。

【 0 1 3 8 】

これに対して、図 1 6 の構成では、ワイヤ断面の層数が 4 であり、ワイヤ断面の配列数がタイヤ径方向の最内層から順に 3 - 4 - 3 - 2 に設定されている。また、図 1 7 の構成では、ワイヤ断面の層数が 6 であり、ワイヤ断面の配列数がタイヤ径方向の最内層から順に 3 - 4 - 5 - 4 - 3 - 2 に設定されている。このように、ワイヤ断面の層数が 4 または 6 であっても良い。また、タイヤ径方向の最外層のワイヤ断面の配列数が 2 であっても良い。かかる場合においても、最大配列層よりもタイヤ径方向外側にあるワイヤ断面の層数 (図 1 6 では 2 層、図 1 7 では 3 層) が、最大配列層よりもタイヤ径方向内側にあるワイヤ断面の層数 (図 1 6 では 1 層、図 1 7 では 2 層) よりも多い。また、各層におけるワイヤ断面の配列数が、最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって 1 つずつ減少する。

【 0 1 3 9 】

また、図 4 の構成では、タイヤ径方向の最内層におけるワイヤ断面の配列数が、最大配列層 (最内層から 2 番目の層) におけるワイヤ断面の配列数よりも少ない。また、ワイヤ配列構造を構成するすべてのワイヤ断面が、最密充填構造により配列されている。このため、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向内側かつタイヤ幅方向内側および外側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が、いずれも $130 [deg]$ 以上 $140 [deg]$ 以下の範囲にある。

【 0 1 4 0 】

これに対して、図 1 8 および図 1 9 の構成では、ワイヤ断面の層数が 5 であり、ワイヤ断面の配列数がタイヤ径方向の最内層から順に 4 - 4 - 3 - 2 - 1 に設定されている。このため、最内層におけるワイヤ断面の配列数が最大配列層におけるワイヤ断面の配列数と同じである。また、図 1 8 の構成では、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向内側かつタイヤ幅方向内側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 1$ が、鋭角であり、 $55 [deg]$ 以上 $65 [deg]$ 以下の範囲にある。一方で、タイヤ幅方向外側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 2$ が、鈍角であり、 $130 [deg]$ 以上 $140 [deg]$ 以下の範囲にある。また、図 1 9 の構成では、ワイヤ配列構造のタイヤ径方向内側の左右の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 1$ 、 $\theta 2$ が、いずれも略直角であり、 $85 [deg]$ 以上 $95 [deg]$ 以下の範囲にある。このように、少なくとも、タイヤ幅方向外側の角部におけるワイヤ断面の配列角度 $\theta 2$ が約直角あるいは鈍角であることが好ましい。また、図 1 9 の構成では、最大配列層からタイヤ径方向内側にて、ワイヤ断面が格子状に配列されている。このように、ワイヤ断面が、少なくとも最大配列層からタイヤ径方向外側の各層にて最密充填構造により配列されていれば良い。

【 0 1 4 1 】

[タイヤサイド部のゲージ]

図 2 0 は、図 1 に記載した空気入りタイヤのタイヤサイド部を示す拡大図である。同図は、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤ子午線方向の拡大断面図を示している。

【 0 1 4 2 】

図 20 において、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ K_1 が、 $2.5 [mm]$ $K_1 \leq 6.5 [mm]$ の範囲にあることが好ましく、 $3.0 [mm]$ $K_1 \leq 6.0 [mm]$ の範囲にあることがより好ましい。これにより、タイヤサイド部の総厚さ K_1 が適正化される。すなわち、上記下限により、タイヤサイド部の総厚さ K_1 が確保されて、タイヤの転がり抵抗が確保される。また、上記上限により、タイヤの軽量化が確保される。

【0143】

タイヤサイド部の総厚さ K_1 は、タイヤ子午線方向の断面視にて、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤ内表面とタイヤ外表面とのタイヤ幅方向の距離として測定される。

【0144】

また、タイヤ最大幅位置 A におけるサイドウォールゴム 16 の厚さ K_2 が、 $0.3 [mm]$ $K_2 \leq 3.0 [mm]$ の範囲にあることが好ましく、 $0.5 [mm]$ $K_2 \leq 2.5 [mm]$ の範囲にあることがより好ましい。これにより、サイドウォールゴム 16 の厚さ K_2 が適正化される。すなわち、上記下限により、サイドウォールゴム 16 の厚さ K_2 が確保されて、タイヤサイド部の耐カット性が確保される。また、上記上限により、タイヤの軽量化が確保される。

【0145】

また、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ K_1 と、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 (図 2 参照) とが、 $1.00 \leq T_1 / K_1 \leq 2.50$ の関係を有することが好ましく、 $1.10 \leq T_1 / K_1 \leq 2.40$ の関係を有することがより好ましい。これにより、タイヤ最大幅位置 A とビード部とのゲージ比が適正化される。すなわち、一般的なタイヤ構造では、タイヤサイド部の総厚さが、ビード部からタイヤ最大幅位置 A に向かって漸減する。したがって、上記下限により、ビード部からタイヤ最大幅位置 A に至るタイヤサイド部の形状が適正に確保される。また、上記上限により、タイヤ最大幅位置 A とビード部とのタイヤサイド部のゲージ差が低く設定されるので、曲げ剛性の差が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。

【0146】

また、図 2 において、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 と、カーカス層 13 の本体部 131 および巻き返し部 132 の自己接触部のタイヤ径方向内側の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_2 とが、 $1.00 \leq T_2 / T_1 \leq 3.50$ の関係を有することが好ましく、 $1.20 \leq T_2 / T_1 \leq 3.00$ の関係を有することがより好ましい。これにより、カーカス層 13 の自己接触部におけるビード部の総厚さ比が適正化される。すなわち、一般的なタイヤ構造では、ビード部のゲージがビードコア 11 から径方向外側に向かって漸減する。したがって、上記下限により、ビード部の形状が適正に確保される。また、上記上限により、カーカス層 13 の自己接触部におけるビード部のゲージ差が低く設定されるので、曲げ剛性の差が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。

【0147】

また、カーカス層 13 の巻き返し部 132 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_1 が、 $2.5 [mm]$ $T_1 \leq 16.5 [mm]$ の範囲にあることが好ましく、 $5.5 [mm]$ $T_1 \leq 12.0 [mm]$ の範囲にあることがより好ましい。また、カーカス層 13 の自己接触部のタイヤ径方向内側の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ T_2 が、 $2.5 [mm]$ $T_2 \leq 19.5 [mm]$ の範囲にあることが好ましく、 $6.0 [mm]$ $T_2 \leq 15.0 [mm]$ の範囲にあることがより好ましい。これにより、カーカス層 13 の自己接触部におけるビード部の総厚さ T_1 、 T_2 が適正化される。

【0148】

タイヤサイド部の総厚さ T_1 、 T_2 は、タイヤ子午線方向の断面視にて、タイヤ内表面とタイヤ外表面とのタイヤ幅方向の距離として測定される。

【0149】

[効果]

10

20

30

40

50

以上説明したように、この空気入りタイヤ 1 は、1 本あるいは複数本のビードワイヤを環状かつ多重に巻き廻して成るビードコア 1 1 と、単層あるいは複数層のカーカスプライから成ると共にビードコア 1 1 を包み込むように巻き返されてビードコア 1 1 に架け渡されるカーカス層 1 3 と、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 に沿って配置されてビード部のリム嵌合面を構成するリムクッションゴム 1 7 とを備える（図 1 参照）。また、リムクッションゴム 1 7 よりも高いゴム硬さを有するシート状のゴム部材から成ると共にカーカス層 1 3 に沿って延在する補強層 1 9 を備える（図 2 参照）。また、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 が、タイヤ子午線方向の断面視にて、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 に対して直接的に、あるいは補強層 1 9 を介して間接的に接触してビードコア 1 1 を囲む閉鎖領域 X を形成する。また、閉鎖領域 X におけるゴム占有率が、15 [%] 以下の範囲にある。

10

【0150】

かかる構成では、（1）カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 および巻き返し部 1 3 2 に囲まれた閉鎖領域 X におけるゴム占有率、すなわちビードコア 1 1 の周囲のゴムボリュームが、非常に低く設定される。これにより、ビードフィラーを省略できるので、タイヤを軽量化できる利点がある。また、（2）補強層 1 9 がリムクッションゴム 1 7 よりも高いゴム硬さを有するので、ビード部の剛性が補強層 1 9 により補強されて、ビード部の耐久性が向上する利点がある。また、ビード部のバネ特性が補強層 1 9 により補強されて、ドライ路面での操縦安定性が確保される利点がある。また、（3）補強層 1 9 がシート状の薄肉構造を有するので、一般的な三角形断面を有するビードフィラーなどの補強層と比較して、補強層 1 9 の径方向長さ L_r （図 2 参照）を大きくできる。これにより、タイヤ質量の増加を抑制しつつビード部の剛性およびバネ特性を効果的に補強できる利点がある。さらに、（4）補強層 1 9 がゴム部材から成るので、例えば有機繊維コードあるいはスチールコードから成る補強層（図示省略）と比較して、補強層の端部での剛性が急激に変化することに起因する亀裂の発生が抑制されるので、耐久性が向上する利点がある。

20

【0151】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 の最大厚さ G_a が、0.5 [mm] G_a 3.5 [mm] の範囲にある。これにより、補強層 1 9 の最大厚さ G_a が適正化される利点がある。すなわち、上記下限により、補強層 1 9 によるビード部の剛性およびバネ特性の向上作用が確保される。また、上記上限により、補強層 1 9 に起因するタイヤ質量の増加が抑制される利点がある。

30

【0152】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 の径方向長さ L_r とタイヤ断面高さ S_H とが、 $0.08 \leq L_r / S_H \leq 0.50$ の関係を有する（図 2 参照）。これにより、補強層 1 9 の高さ L_r が適正化される利点がある。すなわち、上記下限により、補強層 1 9 のタイヤ径方向の延在距離が確保されて、補強層 1 9 によるビード部の補強作用が確保される。また、上記上限により、補強層 1 9 が過大となることに起因するタイヤ質量の増加が抑制される。

【0153】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 とリムクッションゴム 1 7 との間に挟み込まれて配置される（図 2 参照）。これにより、ビード部の剛性およびバネ特性が補強層 1 9 により効率的に補強される利点がある。

40

【0154】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部をタイヤ幅方向外側から覆って配置される（図 2 参照）。これにより、巻き返し部 1 3 2 の端部への応力集中が緩和されて、ビード部の耐久性が向上する利点がある。

【0155】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 のタイヤ径方向内側の端部が、リム嵌合面よりもタイヤ径方向外側にある（図 7 参照）。これにより、補強層 1 9 に起因するタイヤ質量の増加が効果的に抑制される利点がある。なお、リム嵌合面までの領域では、ビード部がリム 10 に保持されるため、ビード部の剛性が適正に確保される。

50

【 0 1 5 6 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 のタイヤ径方向内側の端部が、ビードコア 1 1 に対してタイヤ径方向にオーバーラップして配置される（図 2 参照）。これにより、補強層 1 9 のタイヤ径方向内側の端部における周辺ゴムのセパレーションが抑制される利点がある。

【 0 1 5 7 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部から補強層 1 9 の端部までの径方向高さ $H4$ と、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ $T1$ とが、 $1.20 \leq H4 / T1$ の関係を有する（図 2 参照）。これにより、補強層 1 9 のタイヤ径方向外側の端部がカーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部から離れて配置されて、カーカス層 1 3 の端部を起点とする故障が抑制される利点がある。

10

【 0 1 5 8 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 に対してタイヤ径方向に並列に配置される（図 1 0 参照）。これにより、カーカス層 1 3 および補強層 1 9 の積層体の厚さを小さくできるので、カーカス層 1 3 の端部を起点とする故障を抑制しつつ、タイヤ質量を効果的に低減できる利点がある。

【 0 1 5 9 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 と巻き返し部 1 3 2 との間に挟み込まれて配置される（図 1 2 参照）。かかる構成では、ビードコア 1 1 と補強層 1 9 を予め一体に成形できるため、図 2 の構成と同等の耐久性および質量を維持しつつ、タイヤの製造コストを低減できる利点がある。また、かかる構成においても、補強層 1 9 がシート状の薄肉構造を有するため、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 と巻き返し部 1 3 2 との自己接触作用が適正に確保される。

20

【 0 1 6 0 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、補強層 1 9 が、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部よりもタイヤ径方向外側まで延在して、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 と巻き返し部 1 3 2 の端部との間に介在する（図 1 2 参照）。かかる構成では、補強層 1 9 の巻き返し部 1 3 2 が段差を持たないため、耐久性が向上する利点がある。

【 0 1 6 1 】

また、この空気入りタイヤでは、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ $K1$ （図 2 0 参照）と、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ $T1$ （図 2 参照）とが、 $1.00 \leq T1 / K1 \leq 2.50$ の関係を有する（図 2 参照）。これにより、タイヤ最大幅位置 A とビード部との総厚さ比 $T1 / K1$ が適正化される利点がある。すなわち、一般的なタイヤ構造では、タイヤサイド部の総厚さが、ビード部からタイヤ最大幅位置 A に向かって漸減する。したがって、上記下限により、ビード部からタイヤ最大幅位置 A に至るタイヤサイド部の形状が適正に確保される。また、上記上限により、タイヤ最大幅位置 A とビード部とのタイヤサイド部のゲージ差が低く設定されるので、曲げ剛性の差が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。

30

【 0 1 6 2 】

また、この空気入りタイヤ 1 では、カーカス層 1 3 の巻き返し部 1 3 2 の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ $T1$ と、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 および巻き返し部 1 3 2 の自己接触部のタイヤ径方向内側の端部位置におけるタイヤサイド部の総厚さ $T2$ とが、 $1.00 \leq T2 / T1 \leq 3.50$ の関係を有する（図 2 参照）。これにより、カーカス層 1 3 の自己接触部におけるビード部の総厚さ比 $T2 / T1$ が適正化される利点がある。すなわち、一般的なタイヤ構造では、ビード部のゲージがビードコア 1 1 から径方向外側に向かって漸減する。したがって、上記下限により、ビード部の形状が適正に確保される。また、上記上限により、カーカス層 1 3 の自己接触部におけるビード部のゲージ差が低く設定されるので、曲げ剛性の差が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する。

40

【 0 1 6 3 】

50

また、この空気入りタイヤ 1 では、ビードコア 1 1 が、タイヤ子午線方向の断面視にて、ビードワイヤ 1 1 1 のワイヤ断面を配列して成る所定のワイヤ配列構造を有する（図 4 参照）。また、ワイヤ配列構造におけるワイヤ断面の配列数が最大である層（図 4 では、最内層から 2 番目の層）を最大配列層として定義する。このとき、最大配列層よりもタイヤ径方向外側にあるワイヤ断面の層数（図 4 では、3 層）が、最大配列層よりもタイヤ径方向内側にあるワイヤ断面の層数（図 4 では、1 層）よりも多い。また、最大配列層よりもタイヤ径方向外側の各層におけるワイヤ断面の配列数が、最大配列層からタイヤ径方向外側に向かって単調減少する（図 4 参照）。これにより、カーカス層 1 3 の本体部 1 3 1 および巻き返し部 1 3 2 の合流部とビードコア 1 1 のタイヤ径方向外側の頂部（いわゆるビードトップ）との間の隙間が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する利点がある。特に、上記したビードフィラーを省略した構造にて、閉鎖領域 X のゴム占有率を低減できる点で好ましい。また、巻き返し部 1 3 2 が本体部 1 3 1 との合流位置にて鈍角で屈曲できるので、巻き返し部 1 3 2 の屈曲量が小さくなり、ビード部の耐久性が向上する利点がある。

10

【0164】

また、この空気入りタイヤ 1 は、熱可塑性樹脂または熱可塑性樹脂中にエラストマーを分散して成る熱可塑性エラストマー組成物で構成された熱可塑性シート（図示省略）を備える。また、熱可塑性シートと補強層 1 9 とが、積層されて配置される。かかる構成では、補強層 1 9 が熱可塑性シートとの積層構造を有するので、ビード部の剛性およびバネ特性の向上効果を確保しつつ補強層 1 9 の厚みを小さくできる利点がある。

20

【実施例】

【0165】

図 2 1 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 2 2 は、従来例の試験タイヤのビードコアを示す説明図である。

【0166】

この性能試験では、タイヤサイズ 205 / 55 R 16 である複数種類の試験タイヤについて、（1）タイヤ質量、（2）バネ定数および（3）耐久性に関する評価が行われた。

【0167】

（1）タイヤ質量は、同一構造を有する 5 つの試験タイヤの質量の平均値として算出される。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。この評価の数値が小さいほど試験タイヤが軽量であり、好ましい。また、指数が 99 以下であれば、ビードフィラーを備える既存のタイヤ構造と比較して、タイヤの軽量化が図られているといえる。

30

【0168】

（2）バネ定数に関する評価は、試験タイヤがリムサイズ 16 × 6.5 J のリムに組み付けられ、この試験タイヤに 230 [kPa] の空気圧が付与される。そして、試験タイヤを撓ませて、縦バネ定数が測定される。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。

【0169】

（3）耐久性に関する評価では、試験タイヤがリムサイズ 16 × 6.5 J のリムに組み付けられ、この試験タイヤに 230 [kPa] の空気圧が付与される。また、直径 1707「mm」のドラム試験機が用いられ、周辺温度 38 ± 3 [°C]、走行速度 81 [km/h] の試験条件下にて、負荷荷重を J A T M A 規定の最大負荷の 88 [%] から 2 時間毎に 13 [%] 増加させて、試験タイヤが破壊するまでの総走行距離が測定される。そして、この測定結果に基づいて、従来例を基準（100）とする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

【0170】

実施例 1 ~ 11 の試験タイヤは、ビードフィラーを省略した構造（図 1 および図 2 参照）を備えることにより、タイヤの軽量化が図られている。また、リムクッションゴム 1 7 のゴム硬さが 70 である。また、補強層 1 9 が、ビード部に配置されている。また、補強層 1 9 が、均一な厚さ G a を有するシート状のゴム部材であり、78 のゴム硬さを有する。

50

また、タイヤ断面高さ $S H$ (図 1 参照) が 112 [mm] であり、タイヤ最大幅位置 A におけるタイヤサイド部の総厚さ $K 1$ (図 20 参照) が 4.0 [mm] である。

【0171】

従来例の試験タイヤでは、実施例 1 の試験タイヤの構成において、ビードコア 11 が図 22 に記載したワイヤ配列構造を有している。

【0172】

試験結果が示すように、実施例 1 ~ 11 の試験タイヤでは、タイヤを軽量化しつつタイヤの耐久性を向上できることが分かる。

【符号の説明】

【0173】

1 : 空気入りタイヤ、11 : ビードコア、111 : ビードワイヤ、13 : カーカス層、131 : 本体部、132 : 巻き返し部、14 : ベルト層、141、142 : 交差ベルト、143 : ベルトカバー、144 : ベルトエッジカバー、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、18 : インナーライナ、19 : 補強層、10 : リム、101 : ビードシート、102 : フランジ

10

20

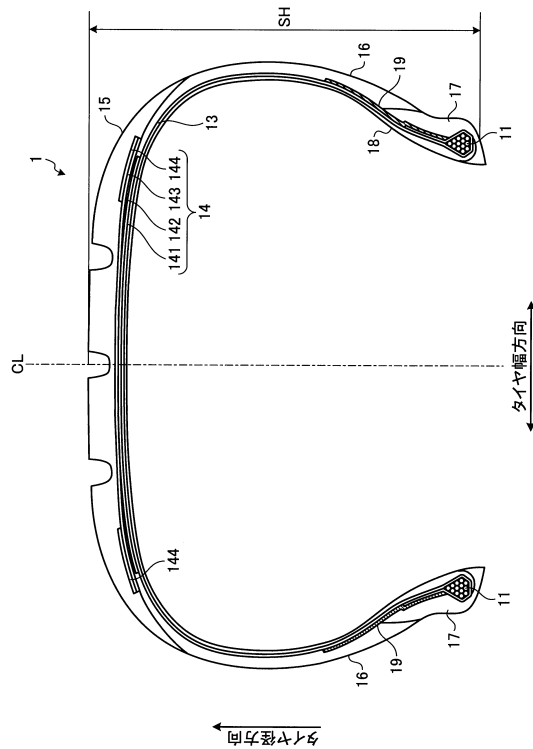
30

40

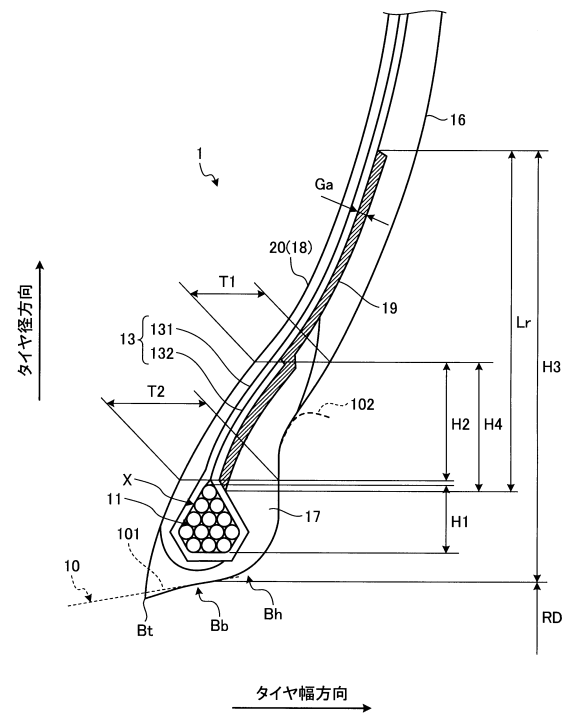
50

【図面】

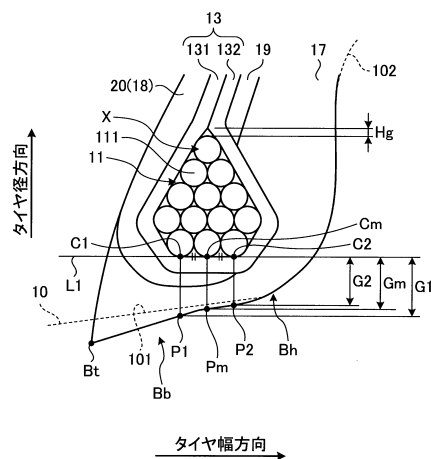
【 図 1 】



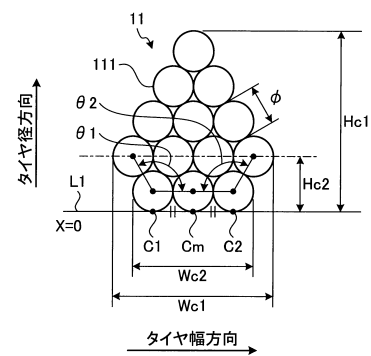
【 図 2 】



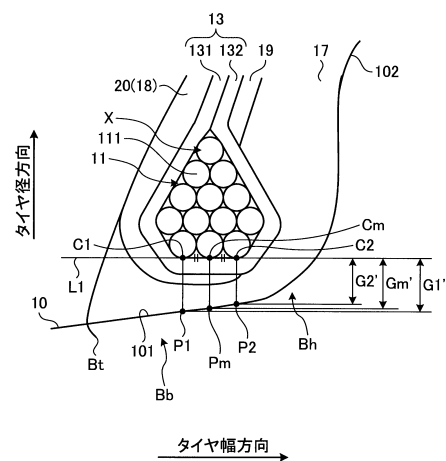
【 図 3 】



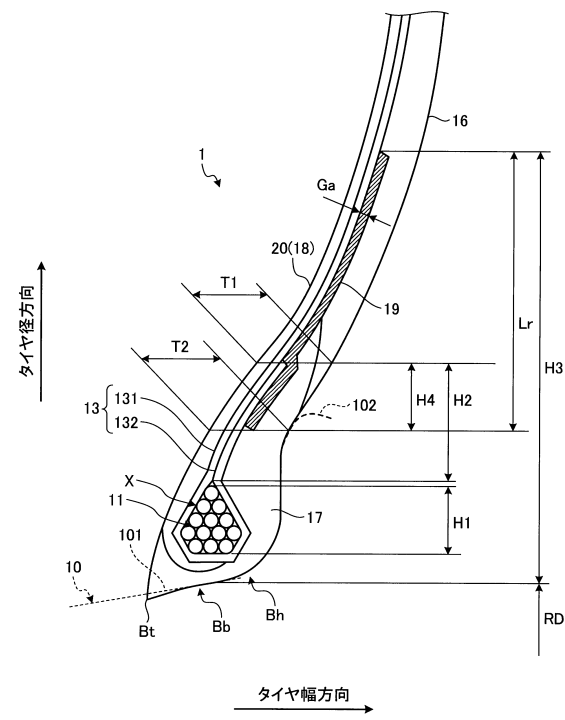
【 図 4 】



【図 5】



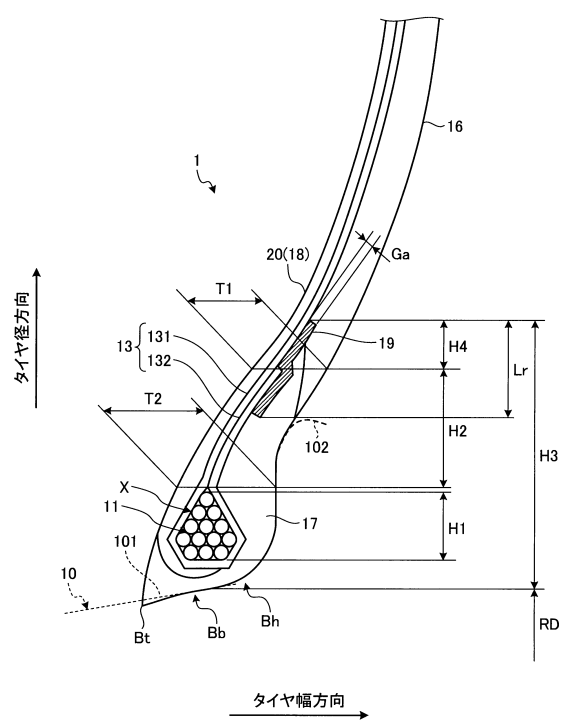
【図 6】



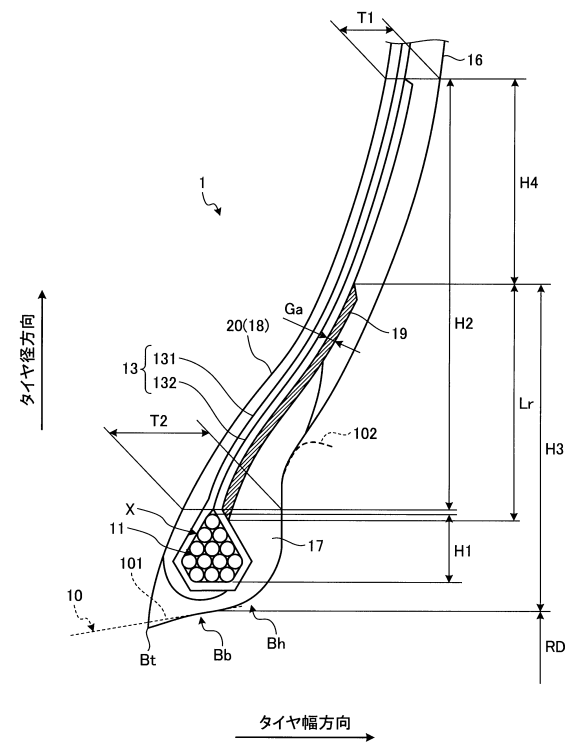
10

20

【図 7】



【図 8】

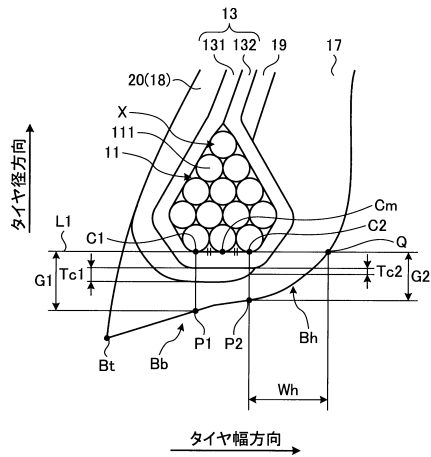


30

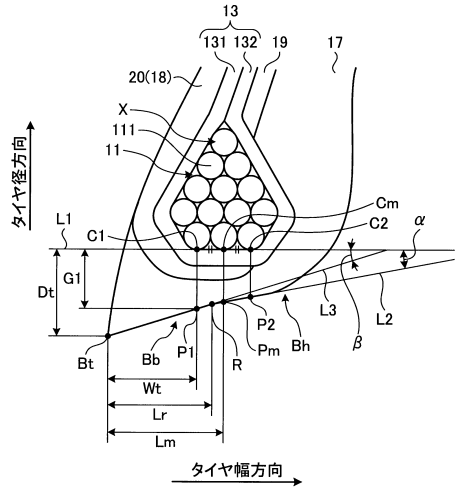
40

50

【図 1 3】



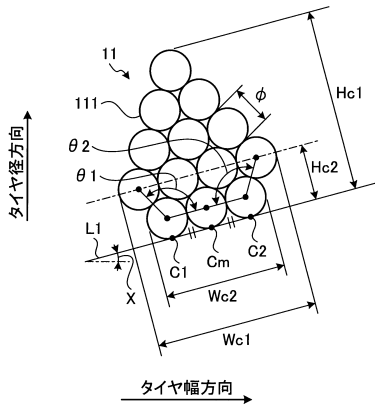
【図 1 4】



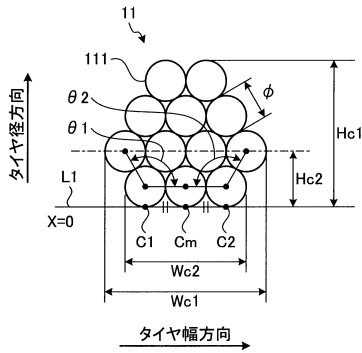
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

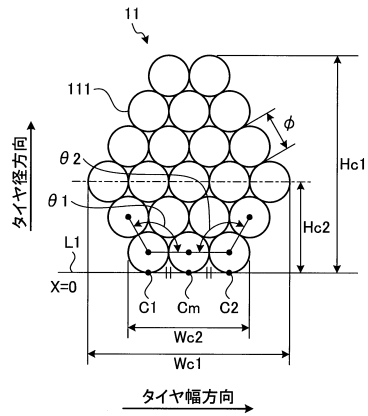


30

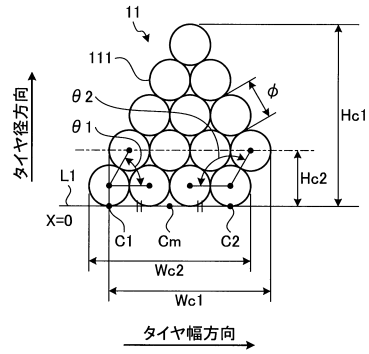
40

50

【図 17】

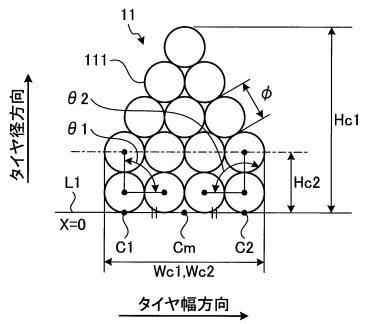


【図 18】

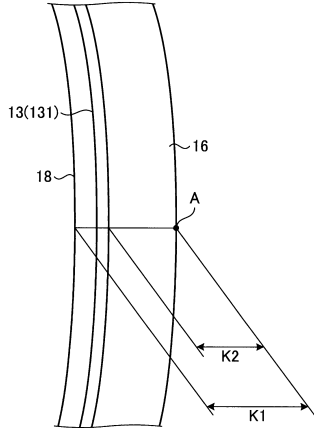


10

【図 19】



【図 20】



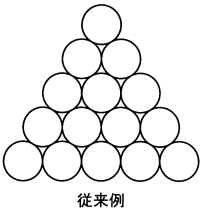
20

30

40

50

	従来例	比較例	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8	実施例9	実施例10	実施例11
ワイヤ配列構造	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図16	図4
厚膜層の 組成率(%)	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
補注欄	無し	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
Ga _{av} [mm]	-	4.0	1.5	0.7	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Lr/SH	-	0.50	0.50	0.50	0.50	0.40	0.30	0.30	0.30	0.20	0.20	0.10	0.08
H4/T1	-	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.40	1.40	1.40	1.20	1.20	1.20	1.20
T1/K1	1.70	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.30	1.20	1.20	1.20	1.10	1.10
T2/T1	2.00	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.20	1.20	1.10
ワイヤ質量	100	103	98	94	100	99	98	97	96	95	94	93	93
パネ定数	100	103	98	95	100	98	96	94	94	94	93	93	93
耐久性能	100	97	102	102	100	102	102	102	102	102	102	102	102



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 5 5 7 2 8 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 1 2 0 7 3 9 (J P , A)
 特開平 1 0 - 0 7 6 8 1 7 (J P , A)
 特開昭 5 2 - 1 3 1 3 0 5 (J P , A)
 特開平 1 0 - 0 3 5 2 3 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 7 - 3 2 0 4 4 9 (J P , A)
 特開平 0 4 - 0 6 6 3 0 9 (J P , A)
 米国特許第 0 5 7 7 9 8 2 9 (U S , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
 B 6 0 C 1 / 0 0 - 1 9 / 1 2