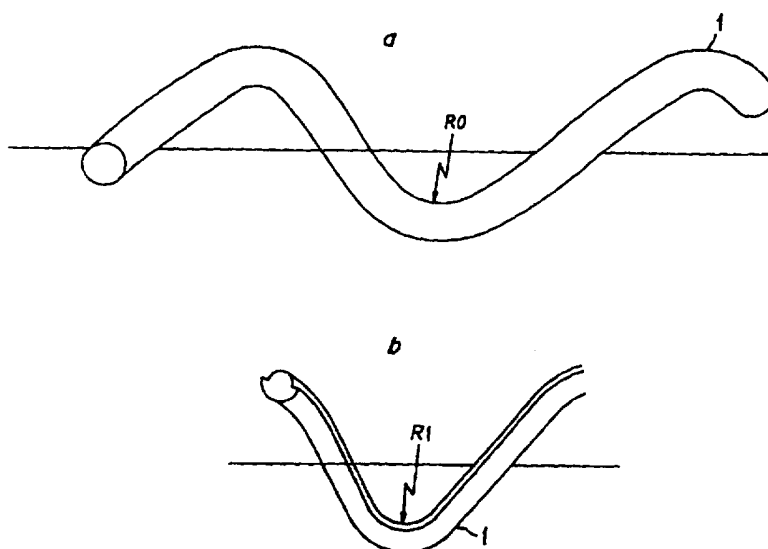


(51) 国際特許分類6 D07B 1/06, B60C 9/00	A1	(11) 国際公開番号 WO97/39176 (43) 国際公開日 1997年10月23日(23.10.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/01338 (22) 国際出願日 1997年4月18日(18.04.97) (30) 優先権データ 特願平8/96861 1996年4月18日(18.04.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 ブリヂストン (BRIDGESTONE CORPORATION)[JP/JP] 〒104 東京都中央区京橋1丁目10番1号 Tokyo, (JP) ブリヂストンメタルファ株式会社 (BRIDGESTONE METALPHA CORPORATION)[JP/JP] 〒104 東京都中央区京橋1丁目18番1号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 尾花直彦(OBANA, Naohiko)[JP/JP] 金子義和(KANEKO, Yoshikazu)[JP/JP] 〒329-31 栃木県黒磯市下中野800 ブリヂストンメタルファ株式会社 栃木工場内 Tochigi, (JP) 大沢隆蔵(OSAWA, Ryuzo)[JP/JP] 〒187 東京都小平市小川東町3-5-8-407 Tokyo, (JP)		(74) 代理人 弁理士 杉村暁秀, 外(SUGIMURA, Akihide et al.) 〒100 東京都千代田区霞が関3丁目2番4号 霞山ビルディング Tokyo, (JP) (81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: RUBBER ARTICLE REINFORCING STEEL CORD AND PNEUMATIC TIRE

(54) 発明の名称 ゴム物品補強用スチールコード及び空気入りタイヤ



(57) Abstract

A steel cord constituting a rubber article, especially a carcass and belt of a pneumatic tire, and more particularly a steel cord using a steel single wire having a tensile strength of as high as 4000-4800 N/mm² and not wound on an outer circumferential surface thereof with a wrapping wire, wherein the ratio R_1/R_0 of the radius of curvature R_0 of the spiral of each steel single wire spirally formed and obtained by untwisting a steel cord, the radius of curvature R_1 of the spiral, obtained after the surface layer on the inner side of the spiral of this steel single wire has been melted and removed, is less than 1, whereby degradation of the corrosion and fatigue resistances, which may be a problem of a steel single wire of a high tensile strength, can be advantageously prevented.

(57) 要約

この発明は、ゴム物品中でも空気入りタイヤのカーカスやベルトを構成するスチールコード、とりわけ引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ と高い鋼素線を用いかつ外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1/R_0 を1未満とすることによって、引張り強さの高い鋼素線で問題となる、耐腐食疲労性の低下を有利に回避することができる。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャード
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ			TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TR	トルコ
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	UG	ウガンダ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	US	米国
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	VN	ヴェトナム
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NZ	ニュー・ジーランド	ZW	ジンバブエ
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド		
CU	キューバ	KP	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LK	スリランカ	SE	スウェーデン		

明 細 書

ゴム物品補強用スチールコード及び空気入りタイヤ

技術分野

この発明は、空気入りタイヤや工業用ベルト等のゴム物品の補強材として使用されるスチールコードおよびこのスチールコードをカーカスおよびベルトの少なくともいずれか一方に適用した空気入りタイヤに関し、特に軽量化および耐久性の向上をはかろうとするものである。

背景技術

ゴム物品の典型例である空気入りタイヤの分野においても、近年の地球環境保護を念頭に置いた、車両の低燃費化に寄与させるため、その軽量化が進められている。これは、タイヤの補強材であるスチールコードにおいても例外ではなく、コードの強度を大きくしてタイヤ強度を保ちながら、カーカスまたはベルトの総重量を軽減するために、コード使用量を減少する試みがなされている。

しかし、スチールコードを構成する鋼素線の単位断面積当たりの引張強さを高めると耐腐食疲労性が悪化することから、タイヤの軽量化は実現される反面、コードの耐久性、ひいてはタイヤなどのゴム物品の耐久性が低下することが問題となる。

すなわち、タイヤはときとして路面の突起物或いは側壁の突起物などによってスチールコード近傍にまで達する傷を受けることがあり、この傷から進入した水分によって鋼素線が腐食環境に晒される結果、タイヤの耐久性を低下させることがあり、この現象は引張り強さの高いコードほど顕著である。

この対策として、単撚りスチールコードでは鋼素線の型付けを大きくして各素線間に隙間を設けたり、層撚りスチールコードでは、シースを構成する鋼素線の本数を減らすことにより、いずれも素線間にゴムがコード内部にまで入り込むことができる隙間を設けた、いわゆるゴムペネトレーション構造とすることによ

て、水分がコード内部に浸入するのを防止し、鋼索線の腐食を抑制する方法が知られている。

ところが、例えゴムの浸入が十分であっても、ゴム中に含まれる水分により鋼索線の腐食が進行することがあり、上記ゴムペネトレーション構造によっても耐腐食疲労性は必ずしも改善されなかったのである。

また、特開昭57-149578号公報には、折曲-非折曲処理を交互に行うことによって、ワイヤの全周面に残留圧縮応力を均一に分散させて、疲労抵抗性を向上する手法が提案されている。しかしながら、引張強さの高いコードでは、弾性限界が高いために、折曲-非折曲処理による効果が十分に発揮されない不利がある。

発明の開示

そこで、この発明は、ゴム物品とくに空気入りタイヤのカーカスやベルトを構成するスチールコードであって、その鋼索線の引張り強さを高めた場合に問題となる、耐腐食疲労性の低下を回避し得るスチールコードについて提案することを目的とする。

すなわち、この発明は、引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼索線を3～6本撚り合わせた単撚り構造でかつ隣接鋼索線間に隙間を設けたオープンタイプのスチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼索線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼索線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1 / R_0 が1未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコードである。

ここで、隣接鋼索線間の隙間が平均値で 0.02 mm 以上かつ鋼索線直径の1.5倍以下であることが、ゴムをコードの内部にまで浸入させるのに有利であり、そして鋼索線は炭素含有量：0.70重量%以上および直径： $0.15 \sim 0.28 \text{ mm}$ であることが、コード強力の向上にとって有利である。

また、この発明は、引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼索線の1～4本のいずれか n 本からなるコアのまわりに、引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼索線

の $n + (2 \sim 6)$ 本からなるシースを配置した 2 層撚り構造でかつシース隣接鋼素線間に隙間を設けたゴムペネトレーションタイプのスチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1 / R_0 が 1 未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコードおよび、

引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼素線の 1 本からなるコアのまわりに、引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼素線の 3 ～ 6 本のいずれか m 本からなる第 1 シースを配置し、さらに第 1 シースのまわりに、引張り強さが $4000 \sim 4800 \text{ N/mm}^2$ の鋼素線の $m + (2 \sim 6)$ 本からなる第 2 シースを配置した 3 層撚り構造でかつシース隣接鋼素線間に隙間を設けたゴムペネトレーションタイプのスチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1 / R_0 が 1 未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコードである。

上記ゴムペネトレーションタイプとは、2 層撚り構造または 3 層撚り構造において、シースを構成する鋼素線間に隙間を有し、その隙間を介してゴムがコアにまで進入し得る構造をいう。

ここで、シース隣接鋼素線間の隙間が平均値で 0.02 mm 以上かつ鋼素線直径の 1.5 倍以下であることが、ゴムをコードの内部にまで浸入させるのに有利であり、そして鋼素線は炭素含有量：0.70 重量％以上および直径：0.15 ～ 0.23 mm であることが、コード強力の向上にとって有利である。

さらに、鋼素線の螺旋内側の溶解除去する表層は、鋼素線の直径の 5 %、さらには 10 % に相当する深さであることが、とりわけ耐腐食疲労性の向上に有利である。

また、この発明は、1対のビード部間でトロイド状に延びるカーカスを骨格とし、さらにカーカスのクラウン部を少なくとも2層のベルトで補強した空気入りラジアルタイヤであって、該カーカスおよびベルトの少なくともいずれか一方を構成するコードに、上記のスチールコードを適用してなる空気入りタイヤである。

ここで、タイヤのカーカスの素材となるトリート材における隣接コード間隔が0.6～0.9 mmとなる、スチールコードを適用することが、有利である。

さて、この発明のスチールコードは、鋼素線を3～6本撚り合わせた単撚り構造、鋼素線の1～4本のいずれかn本からなるコアのまわりに、 $n + (2 \sim 6)$ 本の鋼素線からなるシースを配置した2層撚り構造、または1本の鋼素線からなるコアのまわりに、鋼素線の3～6本のいずれかm本からなる第1シースを配置し、さらに第1シースのまわりに、 $m + (2 \sim 6)$ 本の鋼素線からなる第2シースを配置した3層撚り構造の各スチールコードが対象となるが、これらの構造において、スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比を所定の範囲とすることが、肝要である。

図1(a)にコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された鋼素線1を示すように、この鋼素線1の螺旋の曲率半径を R_0 とし、次に同図(b)に示すように、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径を R_1 としたとき、両者の比 R_1 / R_0 が1未満であることが肝要である。

ここで、鋼素線の螺旋の曲率半径 R_0 と、鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径を R_1 との比を限定するのは、鋼素線の表層域における応力分布を適正化して、鋼素線の螺旋内側の表層域における残留応力を圧縮化するためである。すなわち、スチールコードの撚りを解して得た鋼素線には、螺旋状の型付けが付与されている。これは、伸線工程で当初真直であった鋼素線を、撚り線工程にてコードに撚り合わす際に、鋼素線が塑性変形する結果、螺旋状の型付けが付与されるのである。従って、伸線工程の鋼素線の段階にて、耐腐食疲労性に悪影響を及ぼす、表面引張残留応力を低減しても、上記した鋼素線を撚り

合わす際の塑性変形により、とくに螺旋の内側に引張残留応力が不可避に発生するから、コードの耐腐食疲労性を改善することは難しいのである。

なお、表面引張残留応力が耐腐食疲労性を阻害するのは、まずこの応力が生じることにより局部電池化が誘発され、電気化学的腐食が発生し易い環境が与えられること、そして、この環境の下でフレットングおよび水分に起因して腐食孔が生じた際、上記残留応力があると、この腐食孔に応力が集中して亀裂が容易に生じること、による。

そこで、この発明のコードでは、鋼索線のとくに螺旋の内側における残留応力を引張から圧縮側に移行することによって、耐腐食疲労性を改善するものである。そして、鋼索線の螺旋の内側における残留応力が圧縮側にあることは、表層を溶解除去した後の曲率半径 R_1 が溶解前の曲率半径 R_0 より小さくなること、つまり比 R_1 / R_0 が 1 未満であることで定義できることを見出し、この発明を完成するに到ったのである。

一般に、鋼索線の引張強さが上昇するほど鋼索線の弾性限界が上がるため、塑性変形処理によって残留応力を引張から圧縮側に移行することは困難になる。特に、引張強さが 4000N/mm^2 以上になると、塑性変形処理は極めて難しくなる。これに対して、発明者らは、鋼索線における比 R_1 / R_0 が 1 未満となるコードを得るには、例えば、鋼索線を撚り合わせてコードとしたのち、矯正ローラーに張力を与えながら通す際に、ローラーにおける鋼索線への曲げ応力 B と鋼索線への引張応力 T の和 σ が、鋼索線の引張強さの 80% 以上 100 % 未満で、かつその和 σ 中に占める T の割合が 80% 以上 95% 未満となる処理を行って、鋼索線の螺旋の内側における引張残留応力を低減する手法を新たに確立した。この手法によって、従来の塑性変形処理では対応できない引張強さが 4000N/mm^2 以上の鋼索線に対しても、この発明の適用が可能になったのである。

また、タイヤ補強用スチールコードでは、タイヤが車両に装着されて走行する際に繰り返し曲げを受けてスチールコードを構成する鋼索線同士がフレットングによって磨耗するため、さらに腐食疲労し易くなる。従って、タイヤの補強に

供するスチールコードは、素線直径の5%に相当する表層を溶解除去した後のらせんの曲率半径が上記した関係を満足することが好ましく、同10%に相当する表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径が上記した関係を満足することがより好ましい。つまり、鋼素線の表面から素線直径の5%、より好ましくは10%に相当する深さまでの引張残留応力を、極力小さくするのである。

ところが、フレットニングによる磨耗の進行が速い場合には、機械的磨滅が腐食に先行するため、上記の螺旋内側表層の引張残留応力の低減域が早期に磨滅して消失する結果、引張残留応力の低減効果が発揮されない、おそれがある。従って、曲率半径の比 R_1/R_0 を1未満とする技術を適用するコードは、フレットニングが発生しないか、発生しても非常に緩やかである、構造のものに適用することが、肝要になる。

そこで、この発明では、上記した単撚り構造、2層または3層撚り構造のコードにおいて、単撚り構造では隣接鋼素線間の隙間が、そして層撚り構造ではシースにおける隣接鋼素線間の隙間が、それぞれ平均値で0.02mm以上かつ鋼素線直径の1.5倍以下であること、さらにコード外周面にラッピングワイヤを巻き付けないこと、によって、フレットニングを回避して、曲率半径の比 R_1/R_0 を1未満として引張残留応力を低減する効果を、十分に発揮させることとした。

すなわち、この発明のスチールコードは、ゴム物品の補強材として使用する際のゴムの浸入性や耐疲労性の観点から、適切な撚り構造を採用する必要がある、上述した、鋼素線を3～6本撚り合わせた単撚り構造、鋼素線の1～4本のいずれか n 本からなるコアのまわりに、 $n + (2 \sim 6)$ 本の鋼素線からなるシースを配置した2層撚り構造、または1本の鋼素線からなるコアのまわりに、鋼素線の3～6本のいずれか m 本からなる第1シースを配置し、さらに第1シースのまわりに、 $m + (2 \sim 6)$ 本の鋼素線からなる第2シースを配置した3層撚り構造の各スチールコードが対象となる。

例えば、図2に示す1×5構造に代表される単撚り構造、あるいは図3(a)～(d)に示す各種の層撚り構造が推奨される。いずれのコードにおいても、ラッピ

ングワイヤを巻き付けないことが、特徴である。なお、図3において、符号2はコア、そして3および4はシースである。

これらのコード構造は、ゴムの浸入性を満たしつつ耐疲労性を改善すること、コード断面内の鋼素線充填率を上昇して、所望のコード強力を最小限のコード径で得ること、において有効である。従って、2層撚りスチールコードにおける、コアを構成する鋼素線の本数は、内部に空間をもたない1本又は2本、或いは内部空間の小さい3本とすることが好ましい。

さらに、ゴムの浸入を確実にしはかってフレットングを回避するために、図2に示す、単撚り構造においては各隣接鋼素線間の隙間 t 、同様に図3に示す、層撚り構造においてはシースを構成する各隣接鋼素線間の隙間 t 、を平均値で0.02mm以上かつ鋼素線直径の1.5倍以下とすることが、好ましい。

なぜなら、隙間 t が0.02mm未満では、タイヤ加硫時にコードの内部にまでゴムを浸入させることが難しく、一方、素線径の1.5倍をこえると、鋼素線の配置に乱れが生じて耐疲労性が低下する上、コード外接円断面内の素線の充填率が低くなってコード強力が不足するか、あるいはコード径が大きくなる結果、タイヤのカーカスやベルトの構成材となるトリート材（複数の並列したスチールコードのゴム引き布）が厚くなってタイヤの軽量化に不利となる。

ここに、スチールコードを構成する鋼素線は、引張強さを $4000\sim 4800\text{N/mm}^2$ とする。すなわち、 4000N/mm^2 未満になると、コード強力が不足してタイヤ強度を維持した上で軽量化することができない。また、コード強力を維持するためにコードを構成する鋼素線径を太くすると、いわゆるランフラット走行に代表されるような低内圧走行などにおいて、コードに大曲げ入力があった場合に、コードを構成する鋼素線の初期破断が発生し易くなる。そして、このような状態のタイヤに再度空気を充填して使用すると、タイヤバーストを誘発する可能性が高くなる。この点、鋼素線の引張強さを 4000N/mm^2 以上にするによって、鋼素線の径を小さくすることができ、ひいてはタイヤの低内圧時の性能を向上して安全性を高めることができる。

一方、鋼素線の引張強さが $4800\text{N}/\text{mm}^2$ をこえると伸線生産性が著しく低下し、また得られた鋼素線が延性に乏しいものとなる。

鋼素線は、引張強さを $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ とするには、炭素含有量を0.7重量%以上、好ましくは0.75重量%以上とすることが有利であり、一方炭素含有量が0.95重量%をこえると、パテンティング時に初析セメントライトが生成して鋼素線の延性が確保できない。ちなみに、コードの価格上昇を抑えるために、素材にはC:0.80~0.85重量%を含む鋼材を用いるとよい。

鋼素線の直径は、単撚り構造のコードにおいて、0.15mm未満になると鋼素線の引張り強さが上昇するものの伸線工程での生産性が低下して経済的でなく、一方0.28mmをこえると繰返し曲げ疲労性が悪化するとともにスチールコードの曲げ剛性が大きくなり過ぎて、タイヤ成型時の加工、特にビード部の加工が困難となる。また、層撚り構造のコードでは、コードを構成する鋼素線の本数が単撚り構造のコードに比較して多いため、鋼素線を細くしてもタイヤ強度の維持が可能であるから、鋼素線の直径を0.23mm以下とすることによって、上述した鋼素線の直径が太い場合の不利を回避できる。ちなみに、鋼素線の直径は同一とする必要は無いが、同一とすることによって生産性を高めることができる。

さらに、この発明では、単撚りスチールコードは勿論のこと層撚りスチールコードにおいてもスチールコードの外周面に巻き付けるラッピングワイヤを使用しないため、最外層の鋼素線とラッピングワイヤとの間のフレッチングを防止することができるから、タイヤを長期間使用してもコード強力の低下を極めて少なくすることができ、また、コードの直径が小さくなるためにタイヤの軽量化に有利に働く。

上記のスチールコードは、1対のビード部間でトロイド状に延びるカーカスを骨格とし、さらにカーカスのクラウン部を少なくとも2層のベルトで補強した空気入りラジアルタイヤにおいて、該カーカスおよびベルトの少なくともいずれか一方の補強材として用いることによって、タイヤの特性を向上することができる。

とりわけ、タイヤのカーカスに用いる場合は、カーカスの素材となるトリート

材における隣接コード間隔が0.6 ～0.9 mmとなる、スチールコードを適用することが好ましい。具体的には、主にタイヤの仕様によって決定される、50mm幅当たりの設定強力Tに対して、スチールコードの直径d (mm) およびコード強力が

$$0.6 \leq (50 \times \text{コード強力} / T) - d \leq 0.9$$

の関係を満足する、スチールコードを、適用することが好ましい。すなわち、スチールコードの直径およびコード強力が上式を満足するように、鋼素線の直径および引張り強さとコード構造とを適宜決定すればよい。

これは、タイヤの製造において、グリーンタイヤが加硫時に拡張した後の製品タイヤのカーカスにおける、隣接スチールコードの間隔を適正範囲にすることによって、カーカスの耐久性を向上するためである。すなわち、 $(50 \times \text{コード強力} / T) - d$ で表せる、トリート材のコード間隔が0.6 mm未満では、タイヤ走行時のビード部付近のカーカス端部のゴムの剪断応力が大きくなり過ぎてコード間のゴムに亀裂が発生し易くなる上、コードとゴムとの間の接着破壊も起こり易くなる。一方、0.9 mmをこえると、タイヤに空気を充填した際にコード間のゴムがタイヤ外側に脹れる結果、タイヤ走行時にコード間ゴムでの発熱が大きくなって、高速耐久性が低下する。

図面の簡単な説明

図1は、スチールコードの撚りを解して得た鋼素線について、螺旋内側表層部溶解前後の形状を示す模式図、

図2は、単撚り構造のスチールコードの断面図、

図3は、層撚り構造のスチールコードの断面図、

図4は、タイヤの断面図、

図5は、タイヤに成型される前のトリート材におけるコード間隔を説明する図、

図6は、従来および比較のコード構造を示す断面図である。

発明を実施するための最良の形態

C : 0.70～0.85重量%、Si : 0.23重量%、Mn : 0.49重量% : P : 0.006 重量% および S : 0.008 重量%を含む組成に成る鋼線材（直径：5.5 mm）に、乾式伸線

を行った後、パテンティング処理およびブラスめっきを施してから、湿式伸線による伸線加工を行い、表1～4に示す、種々の直径および引張強さの鋼素線を製造した。

次いで、チューブラー撚線機またはバンチャー撚線機を用いた通常の方法によって、表1～4に示す、種々の構造のスチールコードを作製した。そして、チューブラー撚線機にて作製したスチールコードは、スチールコードを構成する鋼素線の螺旋内側の引張残留応力を低減するために、大径の矯正ローラーを2個以上千鳥足状に配置し、これら矯正ローラーにスチールコードを通常よりも高い引張応力の下に通す処理を施した。また、バンチャー撚線機を用いてスチールコードを作製する場合は、その鋼素線に捩じりを加えながら撚り合わせる過程において、通常よりも高い引張応力を与える処理を行った。そして、これらの処理の条件を適宜変更することによって、鋼素線における R_1/R_0 を種々に変化させた。

すなわち、チューブラー撚線機にて作製したスチールコードに施す上記処理について、表1に発明例1として示した $3+8 \times 0.19\text{mm}$ のスチールコードの場合を例に具体的に示すと、このコードは、直径が60mmの矯正ローラーを少なくとも2個、好ましくは3個以上千鳥足状に配置し、これら矯正ローラーに引張応力： 2900N/mm^2 の下に通して、 R_1/R_0 を1未満とした。一方、同じスチールコードを用いた比較例4では、直径が10mmの矯正ローラーを2個あるいは3個以上千鳥足状に配置し、これら矯正ローラーに引張応力： 660N/mm^2 の下にコードを通したところ、 R_1/R_0 は1未満にならず、鋼素線の螺旋内側の引張残留応力は十分に低減されなかった。

また、発明例1に対してバンチャー撚線機を用いる場合は、鋼素線を束ねて撚り合わせる際に、シースとなる鋼素線に 830N/mm^2 の引張応力を付与することによって、鋼素線の R_1/R_0 は1未満となった。一方、シースの撚り合わせを従来の 290N/mm^2 程度の引張応力の下で行うと、 R_1/R_0 を1未満にすることはできなかったが、その後に上記した矯正ローラーによる処理を行うことによって、 R_1/R_0 は1未満となった。

ここで、発明例 1 で使用した 0.19mm の細径でかつ引張強さが $4120\text{N}/\text{mm}^2$ と高強力鋼素線は、例えばプラスめっきを施した引張強さが $1275\text{N}/\text{mm}^2$ の線材を伸線加工するに当たり、各パスで設定する、下記式(1)で表される真の歪 ε が 0.75 未満の伸線加工で使用するダイスは、下記式(2)で表される減面率を

$(22.67 \varepsilon + 3) \sim 29\%$ に調整し、同様に真の歪 ε が 0.75 ～ 2.25 の伸線加工で使用するダイスは減面率を 20 ～ 29% に、および真の歪 ε が 2.25 をこえる伸線加工で使用するダイスは減面率を $(-5.56 \varepsilon + 32.5) \sim (-6.22 \varepsilon + 43)\%$ に、それぞれ調整するパススケジュールにて、より具体的には表 5 に示すダイスのパススケジュールに従う、全減面率が 98.3% となる湿式伸線により得ることができる。

記

$$\varepsilon = 2 \cdot \ln(d_0 / d_1) \text{ ----(1)}$$

但し、 d_0 : 伸線前の鋼素線直径 (mm)

d_1 : 伸線後の鋼素線直径 (mm)

$$(\text{ダイスの減面率}) = \{1 - (A_1 / A_0)\} \times 100 \text{ ----(2)}$$

但し、 A_0 : ダイス通過前の鋼素線の断面積

A_1 : ダイス通過後の鋼素線の断面積

かくして得られたスチールコードを、図 4 に示すタイヤのカーカス 5 にタイヤの赤道に対する傾斜角度 90° で適用し、サイズ 11/70 R 22.5 (14PR) のトラック・バス用ラジアルタイヤを種々試作した。なお、図 4 において、6 は 4 層からなるベルトおよび 7 はビードコアである。各タイヤは、1996 年度 JATMA YEAR BOOK における、当該サイズの標準リムに組み込み後、同 JATMA YEAR BOOK における、適用サイズおよびプライレーティングでの最大負荷能力に対する空気圧を充填し、ゴム浸入性、コード強力保持率、耐腐食疲労性および大曲げ入力時の鋼素線破断率に関する各種の試験に供した。

すなわち、ゴム浸入性は、加硫後のタイヤからスチールコードを抜き出し、単撚りスチールコードの場合は各鋼素線の表面について、層撚りスチールコードの場合はコアの表面について、ゴムが被覆された部分のスチールコードの全長に対

する比率を求めて、この比率が90～100 %であれば◎、80～89%であれば○、79 %以下は×として表示した。なお、80%以上であれば実用上問題はない。

コード強力保持率は、供試タイヤに設計常用荷重を負荷してドラム上で10万km 走行させた後、そのタイヤから取り出したスチールコードの強力を測定し、同一仕様の新品タイヤから取り出したスチールコードの強力との比を百分率として算出し、評価した。この数値が大きいほど良好な結果を示す。

耐腐食疲労性は、供試タイヤをリムに組み付けるに先立って、タイヤ内部に30 0 ccの水を注入し、その後は上記と同様にドラム走行を行って、各供試タイヤのカーカスにおいてスチールコード切れ（C B U）による故障が発生するまでの走行距離を測定し、コントロールタイヤ（表1の従来例）での走行距離を100 としたときの指数を求めて評価した。この場合も、数値が大きいほど良好な結果を示す。

大曲げ入力時の鋼索線破断率は、タイヤをドラム上で走行させて、その空気圧を1 kgf / cm²（ホット状態）に調整してから、最大負荷能力に相当する荷重を負荷する大曲げ入力条件下にて、5000kmのドラム走行を行ったのち、タイヤを解剖してカーカスから10本のスチールコードを採取し、そのうちの破断した鋼索線の本数を調査し、コントロールタイヤ（表1では従来例、表2では比較例5、表3では比較例6、表4では比較例7）での破断本数を100 としたときの指数を求めて評価した。この場合は、数値が小さいほど良好な結果を示す。

鋼索線の曲率半径比 R_1 / R_0 は、コードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された鋼索線のうちコード最外層を構成する鋼索線について、100 mm長さに切断し、素線周面の半円周部分にエナメルを塗布し、次いで50%硝酸水溶液に浸漬してエナメルを塗布していない残りの半円周部分を素線直径の3 %および10 %に相当する深さまで溶解する各処理を行い、この溶解の前後における曲率半径を測定して算出した。

コード間隔は、タイヤに成形される前のトリート材において、図5に示すように測定した。さらに、コード使用重量は、タイヤのカーカス中に埋設されたコー

ド重量について、コントロールタイヤ（表 1 の従来例）を 100 としたときの指数で表示したものであり、数値が小さいほど軽量化の点で優れていることを示す。

以上の各調査結果について、表 1 ～ 4 に併記する。なお、表 1 にはコアが 3 本からなる 2 層撚り構造のスチールコードの従来例、比較例および発明例を、表 2 にはコアが 2 本からなる 2 層撚り構造のスチールコードの比較例および発明例を、表 3 には単撚り構造のスチールコードの比較例および発明例を、そして表 4 にはコアが 1 本からなる 3 層撚り構造のスチールコードの比較例および発明例を、それぞれ示した。

表 1

	従来例	比較例 1	比較例 2	比較例 3	比較例 4	発明例 1	発明例 2
コード構造	3+9×0.23+0.15 (mm) 図6(a)	3+9×0.21 (mm) 図6(b)	3+9×0.18 (mm) 図6(b)	3+8×0.21 (mm) 図3(a)	3+8×0.19 (mm) 図3(a)	3+8×0.19 (mm) 図3(a)	3×0.21+9×0.18 (mm) 図3(d)
撚り方向	S/S/Z	S/S	S/S	S/S	S/S	S/S	S/S
ピッチ (mm)	6.0/12.0/3.5	5.5/11.0	5.0/10.0	5.5/11.0	5.0/10.0	5.0/10.0	5.0/10.0
素線引張強さ (N/mm ²)	2940	2940	4090	3695	4120	4120	4250
コード強力 (N/mm ²)	1421	1185	1215	1365	1246	1246	1368
素線間隙間 t (mm)	0.019	0.017	0.015	0.044	0.040	0.040	0.037
3%深さにおける 曲率半径比 R ₁ /R ₀	1.05	1.01	1.03	0.91	1.05	0.90	0.92
10%深さにおける 曲率半径比 R ₁ /R ₀	1.12	1.03	1.07	0.92	1.04	0.89	0.92
コード間隔 (mm)	0.70	0.50	0.66	0.71	0.66	0.66	0.78
コード使用重量 (%)	100	96.6	69.4	76.8	69.0	69.0	66.8
ゴム浸入性	×	×	×	○	○	○	○
強力保持率 (%)	90	94	97	97	96	97	97
耐腐食疲労性	100	105	101	129	100	130	128
鋼素線破断指数	100	200	150	100	100	50	60

表 2

	比較例 5	発明例 3
コード構造 コード構造対応図	2+ 0.25 (mm) 図3(b)	2+ 0.215 (mm) 図3(b)
撚り方向	S/S	S/S
ピッチ (mm)	6.0/12.0	6.0/12.0
素線引張強さ (N/mm ²)	3500	4370
コード強力 (N/mm ²)	1496	1393
素線間隙間 t (mm)	0.076	0.065
3%深さにおける 曲率半径比 R_1/R_0	0.92	0.93
10%深さにおける 曲率半径比 R_1/R_0	0.96	0.90
コード間隔 (mm)	0.74	0.75
コード使用重量 (%)	81.1	65.0
ゴム浸入性	◎	◎
強力保持率 (%)	96	97
耐腐食疲労性	124	125
鋼素線破断指数	100	20

表 3

	比較例 6	発明例 4
コード構造 コード構造対応図	0.31 (mm) 図 2	0.275 (mm) 図 2
撚り方向	S	S
ピ ッ チ (mm)	12.0	9.5
素線引張強さ (N/mm ²)	3800	4290
コード強力 (N/mm ²)	1398	1234
素線間隙間 t (mm)	0.075	0.066
3 % 深さにおける 曲率半径比 R_1/R_0	0.95	0.94
10 % 深さにおける 曲率半径比 R_1/R_0	0.98	0.94
コード間隔 (mm)	0.69	0.62
コード使用重量 (%)	74.7	66.2
ゴム浸入性	◎	◎
強力保持率 (%)	97	98
耐腐食疲労性	120	122
鋼素線破断指数	100	60

表 4

	比較例 7	発明例 5
コード構造 コード構造対応図	0.225+(6+11) .17 (mm) (mm) 図3(c)	0.20+(6+11) 0.155 (mm) (mm) 図3(c)
撚り方向	-/S/Z	-/S/Z
ピ ッ チ (mm)	- / 6.0/12.0	- / 6.0/12.0
素線引張強さ (N/mm ²)	3730	4020
コード強力 (N/mm ²)	1534	1376
素線間隙間 t (mm)	1s -λ:0.028 2n -λ:0.038	1s -λ:0.023 2n -λ:0.033
3 %深さにおける 曲率半径比 R ₁ /R ₀	0.90	0.91
10%深さにおける 曲率半径比 R ₁ /R ₀	0.88	0.86
コード間隔 (mm)	0.88	0.78
コード使用重量 (%)	76.1	70.6
ゴム浸入性	○	○
強力保持率 (%)	95	96
耐腐食疲労性	128	128
鋼素線破断指数	100	80

表 5

パスNo.	線径 (mm)	減面率 (%)
1	1.42	5.40
2	1.34	10.95
3	1.23	15.74
4	1.10	20.02
5	0.97	22.24
6	0.85	23.21
7	0.75	23.18
8	0.65	23.17
9	0.57	23.27
1 0	0.50	22.98
1 1	0.45	21.42
1 2	0.40	20.41
1 3	0.36	18.68
1 4	0.32	18.09
1 5	0.29	17.66
1 6	0.27	16.28
1 7	0.25	15.69
1 8	0.23	14.04
1 9	0.21	12.67
2 0	0.20	11.78
2 1	0.19	10.65

表 1 ～ 4 に示すように、この発明に従うコードを使用したタイヤは、耐腐食疲労性に優れる上、特にフレット疲労に対する抵抗力が大幅に向上しているためカーカス強度の保持という点にも優れることが明らかである。これに対して

、比較例 2 および 4 は単に矯正ローラーを通過させる、従来方式で表面残留応力の圧縮化を図ったものであるが、螺旋内側表層残留応力は実質的に引張りであるため、発明例 1 ～ 5 に比べて耐腐食疲労性の改善は乏しい。また、発明例および比較例 2 は、鋼索線の引張り強さを高くすることによって、直接的にスチールコード使用重量を 30% も減少させる効果が得られた。

一方、比較例 3 と発明例 1、比較例 5 と発明例 3、比較例 6 と発明例 4、そして比較例 7 と発明例 5 は、コード構造が同じであるが、鋼索線の引張強さが、発明例は $4000\text{N}/\text{mm}^2$ 以上であるのに対して比較例は $4000\text{N}/\text{mm}^2$ 未満と、異なる関係にあるため、例えば R_1/R_0 が 1 未満であっても、比較例は軽量化の点で問題がある。しかも、比較例は発明例と対比して線径が大きいいため、大曲げ入力時に鋼索線の破断が発生しやすい点も不利である。

産業上の利用可能性

この発明によれば、コードの耐腐食疲労性を損なうことなく高強力化を達成できるため、このコードを特にタイヤに適用することによって、タイヤの軽量化を、優れた耐久性の維持の下に、はかることが可能である。

請 求 の 範 囲

1. 引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線を3～6本撚り合わせた単撚り構造でかつ隣接鋼素線間に隙間を設けたオープンタイプのスチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1/R_0 が1未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコード。
2. 請求項1において、隣接鋼素線間の隙間が平均値で 0.02mm 以上かつ鋼素線直径の1.5倍以下であるゴム物品補強用スチールコード。
3. 請求項1または2において、鋼素線は、炭素含有量：0.70重量%以上および直径： $0.15\sim 0.28\text{mm}$ であるゴム物品補強用スチールコード。
4. 引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線の1～4本のいずれか n 本からなるコアのまわりに、引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線の $n+(2\sim 6)$ 本からなるシースを配置した2層撚り構造でかつシース隣接鋼素線間に隙間を設けたゴムペネトレーションタイプのスチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1/R_0 が1未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコード。
5. 引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線の1本からなるコアのまわりに、引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線の3～6本のいずれか m 本からなる第1シースを配置し、さらに第1シースのまわりに、引張り強さが $4000\sim 4800\text{N}/\text{mm}^2$ の鋼素線の $m+(2\sim 6)$ 本からなる第2シースを配置した3層撚り構造でかつシース隣接鋼素線間に隙間を設けたゴムペネトレーションタイプの

スチールコードであって、その外周面にラッピングワイヤーを巻き付けないスチールコードにおいて、該スチールコードの撚りを解して得た螺旋状の型付けが付与された各鋼素線における螺旋の曲率半径 R_0 と、この鋼素線の螺旋内側の表層を溶解除去した後の螺旋の曲率半径 R_1 との比 R_1/R_0 が1未満であることを特徴とするゴム物品補強用スチールコード。

6. 請求項4または5において、シースにおける隣接鋼素線間の隙間が平均値で0.02mm以上かつ鋼素線直径の1.5倍以下であるゴム物品補強用スチールコード。
7. 請求項4、5または6において、鋼素線は、炭素含有量：0.70重量%以上および直径：0.15～0.23mmであるゴム物品補強用スチールコード。
8. 請求項1ないし7のいずれか1項において、鋼素線の螺旋内側の溶解除去する表層は、鋼素線の直径の5%に相当する深さであるゴム物品補強用スチールコード。
9. 請求項1ないし7のいずれか1項において、鋼素線の螺旋内側の溶解除去する表層は、鋼素線の直径の10%に相当する深さであるゴム物品補強用スチールコード。
10. 1対のビード部間でトロイド状に延びるカーカスを骨格とし、さらにカーカスのクラウン部を少なくとも2層のベルトで補強した空気入りタイヤであって、該カーкасおよびベルトの少なくともいずれか一方を構成するコードに、請求項1ないし9のいずれか1項に記載のスチールコードを適用してなる空気入りタイヤ。
11. 請求項10において、タイヤのカーカスの素材となるトリート材における隣接コード間隔が0.6～0.9mmとなる、スチールコードを適用した空気入りタイヤ。

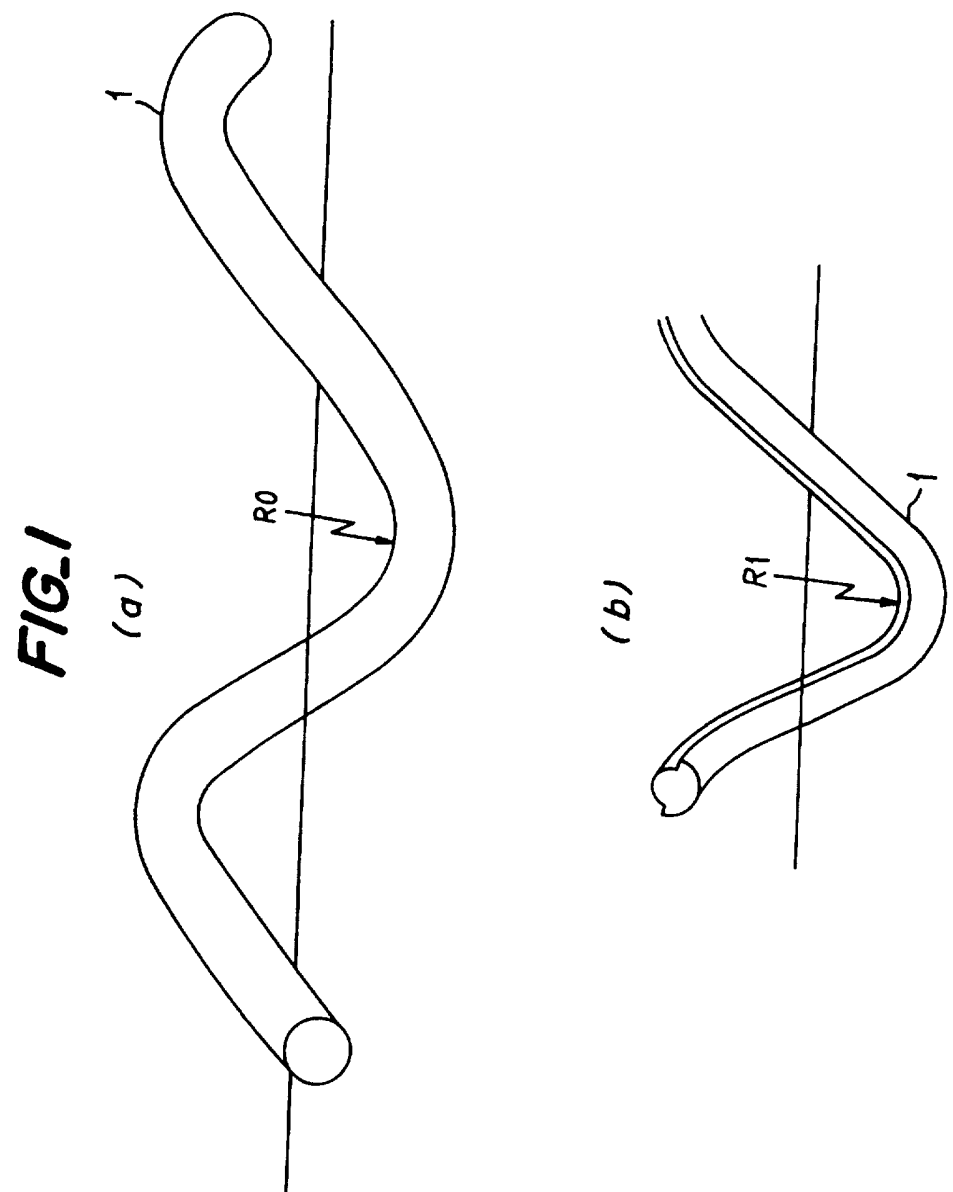


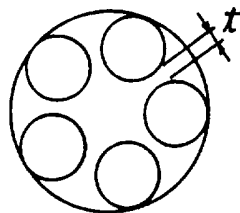
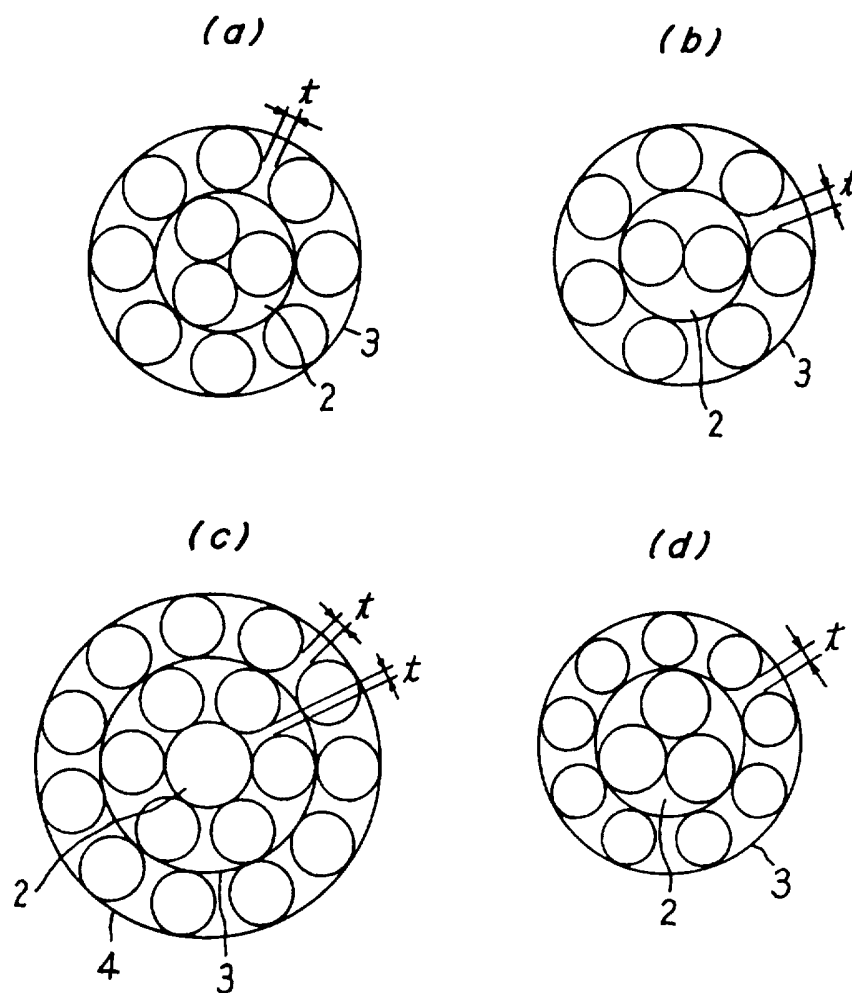
FIG. 2**FIG. 3**

FIG. 4

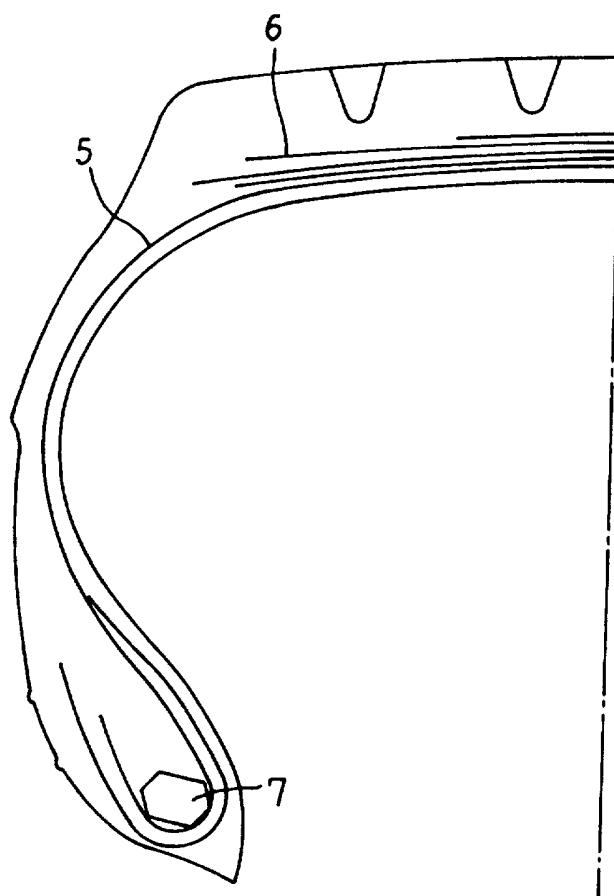


FIG. 5

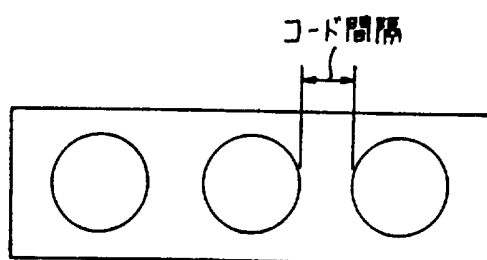
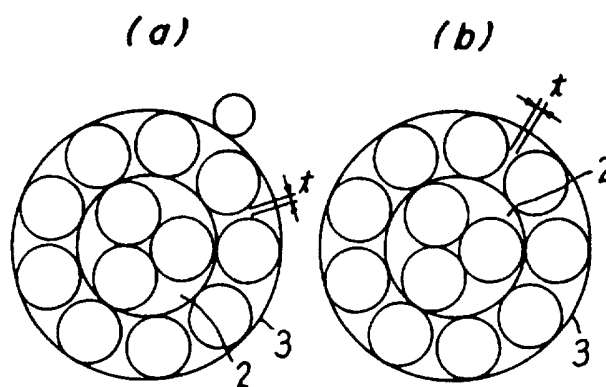


FIG. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/01338

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ D07B1/06, B60C9/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl⁶ D07B1/06, B60C9/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1996
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1995 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP, 06-033147, A (Tokyo Seiko K.K.), February 8, 1994 (08. 02. 94) (Family: none)	1 - 11
A	JP, 05-046997, U (Hiroyuki Kanai), June 22, 1993 (22. 06. 93) (Family: none)	1 - 11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

July 16, 1997 (16. 07. 97)

Date of mailing of the international search report

July 29, 1997 (29. 07. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. CL 6 D 07 B 1/06 B 60 C 9/00			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int. CL 6 D 07 B 1/06 B 60 C 9/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1926-1997年 日本国公開実用新案公報 1971-1996年 日本国登録実用新案公報 1995-1997年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	J P, 06-033147, A (東京製鋼株式会社) 08. 2月. 1994 (08. 02. 94) (ファミリーなし)	1-11	
A	J P, 05-046997, U (金井宏之) 22. 6月. 1993 (22. 06. 93) (ファミリーなし)	1-11	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 16. 07. 97		国際調査報告の発送日 29. 07. 97	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 出口 昌 哉 印 電話番号 03-3581-1101 内線 3321	