



(10) **DE 11 2020 002 051 T5** 2022.01.27

(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/217858**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2020 002 051.7**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2020/014279**

(86) PCT-Anmeldetag: **27.03.2020**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **29.10.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **27.01.2022**

(51) Int Cl.: **D07B 1/06 (2006.01)**
B60C 9/18 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2019-083169 24.04.2019 JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336 München, DE

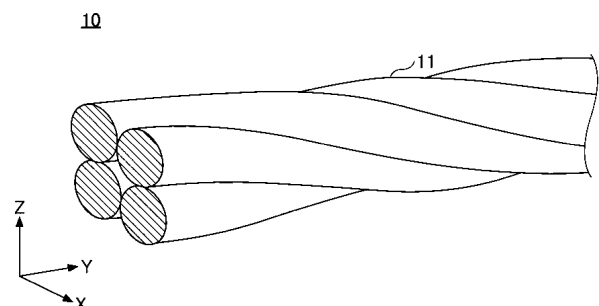
(71) Anmelder:
**SUMITOMO ELECTRIC TOCHIGI CO., LTD.,
Utsunomiya-shi, Tochigi, JP**

(72) Erfinder:
Matsuoka, Akifumi, Utsunomiya-shi, Tochigi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Stahlkabel, Bandstapel und Reifen**

(57) Zusammenfassung: Stahlkabel (10) mit einer $1 \times n$ Struktur, bei der n Drähte (11, 11,11...) miteinander verdreht sind, wobei die Anzahl n der Drähte größer gleich 4 und kleiner gleich 6 beträgt, und wobei Drahtdurchmesser (D) der Drähte größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm ist.



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf ein Stahlkabel, einen Bandstapel und einen Reifen.

[0002] Diese Anmeldung beansprucht die Priorität basierend auf der japanischen Patentanmeldung Nr. 2019-083169, eingereicht am 24. April 2019, und enthält alle in der japanischen Anmeldung beschriebenen Inhalte.

[Stand der Technik]

[0003] Beispielsweise ist aus JP H07-238480A ein Verfahren zum Herstellen eines Stahlkabels zur Verstärkung von Gummi bekannt, wobei das Stahlkabel durch Verdrillen von 3 bis 5 Stahlfilamenten erzeugt wird, wobei die Oberflächen der Stahlfilamente metallisiert sind, wobei die Zugfestigkeit der Stahlfilamente größer gleich 300 kgf/mm² beträgt und wobei der Durchmesser der Stahlfilamente 0,20 bis 0,30 mm ist.

[List der Literatur zum Stand der Technik]

[Patentschriften]

[0004] JP H07-238480 A

[0005] Das Stahlkabel gemäß der vorliegenden Erfindung umfasst eine $1 \times n$ Struktur, bei der n Drähte miteinander verdrillt sind, wobei die Anzahl n der Drähte größer gleich 4 und kleiner gleich 6 beträgt, und wobei Drahtdurchmesser der Drähte größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm ist.

Fig. 1 zeigt eine erläuternde Darstellung eines Stahlkabels mit einer 1×4 Struktur, gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung.

Fig. 2 zeigt eine Querschnittsansicht des Stahlkabels aus **Fig. 1** in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht eines Stahlkabels mit einer 1×5 Struktur gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

Fig. 4 zeigt eine Querschnittsansicht eines Stahlkabels mit einer 1×6 Struktur gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung eines gewellten oder korrigierten Drahtes, an dem in Längsrichtung gebogene Abschnitte und nicht gebogene Abschnitte wiederholend ausgebildet sind.

Fig. 6 zeigt eine schematische Darstellung eines Verfahrens zur Herstellung eines gewellten Drahtes, an dem in Längsrichtung gebogene Abschnitte und nicht gebogene Abschnitte wiederholend ausgebildet sind.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht eines Bandstapels gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

Fig. 8 ist eine Querschnittsansicht eines Reifens gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung.

Fig. 9 ist eine erläuternde Darstellung eines Verfahrens zur Messung der Biegesteifigkeit.

Fig. 10 ist eine erläuternde Darstellung eines Verfahrens zur Messung der Haftfestigkeitseigenschaft.

[Durch die vorliegende Erfindung zu lösender Aufgabe]

[0006] Wie in JP H07-238480 offenbart, sind zur Gewichtsreduktion eines Reifens herkömmliche Maßnahmen bekannt, gemäß denen die Festigkeit von Stahlfilamenten, die das für den Reifen verwendete Stahlkabel bilden, verbessert und deren Filamentdurchmesser reduziert wird.

[0007] In den letzten Jahren bestanden jedoch Anforderungen für eine verbesserte Reifenleistung, eine weitere Gewichtsreduzierung der Reifen sowie eine Verbesserung deren Haltbarkeit.

[0008] Daher ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Stahlkabel bereitzustellen, das in der Lage ist, das Gewicht des Reifens zu reduzieren und dessen Haltbarkeit zu erhöhen, wenn es für Reifen verwendet wird.

[Effekt der vorliegenden Erfindung]

[0009] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein Stahlkabel bereitgestellt, welches es ermöglicht, das Gewicht des Reifens zu reduzieren und dessen Haltbarkeit zu erhöhen, wenn es für Reifen verwendet wird.

[Beschreibung von Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung]

[0010] (1) Zuerst werden die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung aufgelistet und beschrieben. In der folgenden Beschreibung werden gleiche oder entsprechende Bauteile mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet und ihre entsprechende Beschreibung nicht wiederholt.

[0011] (1) Das Stahlkabel gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst eine $1 \times n$ Struktur, bei der n Drähte miteinander verdreht sind, wobei die Anzahl n der Drähte größer gleich 4 und kleiner gleich 6 beträgt, und wobei Drahtdurchmesser der Drähte größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm ist.

[0012] Gemäß einer Studie des Erfinders der vorliegenden Erfindung kann die erforderliche Anzahl der Drähte, die nötig ist, um ein Stahlkabel auf eine vorbestimmte Bruchlast zu bringen, verringert werden, indem ein Drahtdurchmesser von größer gleich 0,40 mm verwendet wird. Dieser Drahtdurchmesser ist größer als der Durchmesser für Drähte herkömmlicher Stahlkabel, die für die Gewichtreduzierung von Reifen verwendet werden. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Stahlkabel, das auf die Reduzierung des Reifengewichts abgerichtet ist, kann daher der Kabeldurchmesser eines Stahlkabels mit gleicher Bruchlast verringert werden.

[0013] Das Stahlkabel kann beispielsweise in die Bandschicht des Reifens angeordnet werden. Die Bandschicht weist Stahlkabel und Gummi auf, und die Dicke der Bandschicht kann so gewählt werden, dass die Stahlkabel im Gummi der Bandschicht eingebettet werden können. Insbesondere kann beispielsweise die Dicke der Bandschicht die Summe des Kabeldurchmessers des Stahlkabels und eines vorbestimmten Werts sein, der so vorbestimmt ist, dass das Stahlkabel eingebettet werden kann. Daher wird die Dicke der Bandschicht hauptsächlich gemäß dem Kabeldurchmesser des für die Bandschicht verwendeten Stahlkabels ausgewählt. Durch Einstellen des Drahtdurchmessers größer gleich 0,40 mm kann der Kabeldurchmesser des Stahlkabels wie oben beschrieben verringert werden, so dass die Dicke der Bandschicht verringert werden kann. Resultierend daraus, kann die in der Bandschicht verwendete Gummimenge und das Gewicht der Bandschicht reduziert werden. Daher kann das Gewicht des Reifens, der das Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet, reduziert werden und dadurch wird der Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeugs verbessert.

[0014] An einem Kraftfahrzeug montierte Reifen werden verformt, indem eine äußere Kraft, z.B. das Gewicht des Kraftfahrzeugs, ausgeübt wird. Dabei wird die Reifengröße des an dem Kraftfahrzeug montierten Reifens unter der Krafteinwirkung des Kraftfahrzeuggewichts im Vergleich zur Reifengröße des Reifens vor der Montage insofern verändert, dass die Reifengröße in der Richtung senkrecht zum Boden, kleiner und in der horizontalen Richtung zum Boden größer wird. Da sich der Reifen bei der Fahrt des Kraftfahrzeugs dreht, wird der Reifen wiederholt verformt, wodurch sich der zu verformenden Teils des Reifens ändert.

[0015] Wenn der Reifen verformt wird, wird auch der im Reifen verwendete Gummi verformt, so dass eine Belastung auf den im Reifen verwendeten Gummi ausgeübt und der Gummi beschädigt wird. D.h., je stärker die Verformung des Reifens ist, wenn er auf ein Auto montiert und gefahren wird, desto größer ist die Beschädigung des im Reifen verwendeten Gummis und desto geringer ist die Haltbarkeit des Reifens.

[0016] Normalerweise kann das Ausmaß der Verformung eines an einem Auto montierten Reifens durch den Reifendruck und den im Reifen enthaltenen Gummi, Stahlkabel usw. gesteuert werden. Beispielsweise ist es möglich durch die Verwendung eines schwer zu verformenden Stahlkabels das Ausmaß der Verformung des Reifens zu reduzieren, wenn eine äußere Kraft z.B. beim Fahren des Autos auf den Reifen ausgeübt wird. Aus diesem Grund kann durch die Verwendung des schwer zu verformenden Stahlkabels das Ausmaß der Verformung des im Reifen verwendeten Gummis reduziert werden. Damit kann eine Beschädigung des Gummis, welche einen großen Einfluss auf die Haltbarkeit des Reifens hat, verringert und die Haltbarkeit des Reifens verbessert werden.

[0017] Gemäß der Studie des Erfinders der vorliegenden Erfindung wird die Biegesteifigkeit des Stahlkabels erhöht, indem der Drahtdurchmesser auf 0,40 mm oder mehr eingestellt wird. Die Biegesteifigkeit ist ein Indi-

kator, der die Widerstandsfähigkeit eines Bauteils gegen Biegeverformung anzeigt. Eine hohe Biegesteifigkeit bedeutet, dass das Bauteil widerstandsfähig gegen Biegeverformung ist. Wie oben beschrieben, ist das Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weniger anfällig für Biegeverformungen, da sein Drahtdurchmesser auf 0,40 mm oder mehr eingestellt wird. Dadurch kann das Ausmaß der Verformung des Reifens unter Verwendung des Stahlkabels ebenfalls verringert werden, wodurch sich die Haltbarkeit des Reifens erhöht.

[0018] Da große Fahrzeuge wie Lastkraftwagen und Busse usw. ein großes Eigengewicht und eine große Ladefähigkeit aufweisen, wird auf deren Reifen immer eine hohe Belastung ausgeübt. Daher ist die Haltbarkeit bei Reifen für große Fahrzeuge besonders wichtig, und es ist erforderlich, deren Haltbarkeit zu verbessern. Insbesondere Lastkraftwagen, die auf unwegsamen Straßen gefahren werden oder eine sehr große Ladefähigkeit aufweisen, benötigen besonders haltbare Reifen, um einen stabilen Lauf zu gewährleisten. Die Reifen, in denen Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung mit einem Drahtdurchmesser von 0,40 mm oder mehr verwendet werden, weisen daher eine besonders ausgezeichnete Haltbarkeit auf, und eignen sich daher als Reifen für große Fahrzeuge, die wie oben beschrieben, eine besonders hohe Haltbarkeit erfordern.

[0019] Durch Einstellen des Drahtdurchmessers kleiner gleich 0,55 mm kann der Kabeldurchmesser verringert werden und das Gewicht des Stahlkabels kann ebenfalls verringert werden. Daher kann die Dicke der oben beschriebenen Bandschicht verringert werden, das Gewicht des Reifens reduziert und der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs unter Verwendung der Reifen verbessert werden, wenn das Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung für den Reifen verwendet wird.

[0020] Ferner kann bei dem Reifen, der das Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung verwendet, die Dicke der Bandschicht und die Menge des verwendeten Gummis wie oben beschrieben verringert werden, so dass die Gesamtkosten des Reifens reduziert werden können.

[0021] (2) Mindestens ein Draht der n Drähte kann ein gewellter oder korrigierter Draht sein, dessen gebogene Abschnitte und nicht gebogene Abschnitte sich in Längsrichtung wiederholen.

[0022] (3) Der Draht kann auf der Oberfläche einen Messingbeschichtungsfilm aufweisen, der Cu und Zn umfasst.

[0023] Cu bezeichnet Kupfer und Zn bezeichnet Zink.

[0024] (4) Der Messingbeschichtungsfilm kann ferner ein oder mehrere Elemente enthalten, die aus Co und Ni ausgewählt sind.

[0025] Co bezeichnet Kobalt und Ni bezeichnet Nickel.

[0026] (5) Der Bandstapel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung kann eine erste Bandschicht, eine zweite Bandschicht, eine dritte Bandschicht und eine vierte Bandschicht umfassen, die in dieser Folge aufeinandergestapelt sind, wobei der erste Bandschicht eine Vielzahl von ersten Stahlkabeln und eine erste Beschichtungsgummierung zum Einbetten der ersten Stahlkabel aufweist, wobei der zweite Bandschicht eine Vielzahl von zweiten Stahlkabeln und eine zweite Beschichtungsgummierung zum Einbetten der zweiten Stahlkabel aufweist, wobei der dritte Bandschicht eine Vielzahl von dritten Stahlkabeln und eine dritte Beschichtungsgummierung zum Einbetten der dritten Stahlkabel aufweist, wobei der vierte Bandschicht eine Vielzahl von vierten Stahlkabeln und eine vierte Beschichtungsgummierung zum Einbetten der vierten Stahlkabel aufweist, wobei die zweiten Stahlkabel und die dritten Stahlkabel, Stahlkabel gemäß einem der Beispiele (1) bis (4) sind, wobei die Biegesteifigkeit der ersten Stahlkabel und der vierten Stahlkabel größer gleich 20% und kleiner gleich 90% der Biegesteifigkeit der zweiten Stahlkabel beträgt.

[0027] (6) Reifen gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung können einen Bandstapel gemäß den Beispielen aufweisen, wobei der Bandstapel außerhalb der Karkasse in radialer Richtung des Reifens und innerhalb des Laufflächenabschnitts des Reifens in radialer Richtung des Reifens angeordnet werden kann.

[Details der Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung]

[0028] Spezifische Beispiele des Stahlkabels, des Bandstapels und des Reifens gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung (im Folgenden als „die vorliegende Ausführungsform“ bezeichnet) werden unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Es ist zu beachten, dass die vorliegende Erfindung nicht auf diese Beispiele beschränkt und durch die Ansprüche angegeben wird sowie alle Modifikationen innerhalb der Bedeutung und des Umfangs äquivalent zu den Ansprüchen umfassen soll.

[Stahlkabel]

[0029] Im Folgenden wird das Stahlkabel gemäß dieser Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 1** bis **Fig. 6** beschrieben.

[0030] Das Stahlkabel gemäß dieser Ausführungsform weist eine $1 \times n$ Struktur auf, bei der n Drähte, auch Filamente genannt, spiralförmig verdreht sind.

[0031] **Fig. 1** zeigt ein Konfigurationsbeispiel des Stahlkabels 10 der vorliegenden Ausführungsform. Das in **Fig. 1** gezeigte Stahlkabel 10 hat eine Struktur, bei der vier Drähte 11 miteinander verdreht sind.

[0032] Die $1 \times n$ Struktur bedeutet eine Struktur, bei der n Stränge verdreht sind, um eine einzelne Schicht oder Lage (1 Schicht) zu bilden. Eine einzelne Schicht beschreibt eine Struktur, in der die Drähte einschichtig (1 Schicht) entlang der Umfangsrichtung eines Kreises in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Stahlkabels, wie in **Fig. 2**, **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt angeordnet sind.

[0033] Das in **Fig. 1** gezeigte Stahlkabel 10 hat eine 1×4 Struktur, bei der vier Drähte 11 verdreht sind, um eine einzelne Schicht zu bilden. **Fig. 2** zeigt eine Querschnittsansicht des in **Fig. 1** gezeigten Stahlkabels 10 in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung. Die Längsrichtung des Stahlkabels 10 ist die Y-Achsen-Richtung in **Fig. 1**. Ferner ist die Ebene senkrecht zur Längsrichtung eine Ebene parallel zur XZ-Ebene in **Fig. 1**.

[0034] Wie in **Fig. 2** gezeigt ist, wird das Stahlkabel 10 entlang des umschriebenen Kreises C1 verdreht, so dass vier Drähte 11 eine einzelne Schicht bilden und in der Mitte ein zentraler Hohlraum 12 gebildet wird, der von den vier Drähten 11 umfasst ist. Der umschriebene Kreis C1 entspricht der äußeren Form des Stahlkabels 10 und der Durchmesser des umschriebenen Kreises C1 kann als Kabeldurchmesser des Stahlkabels 10 bezeichnet werden.

[0035] **Fig. 2** zeigt ein Beispiel, bei dem benachbarte Drähte 11 in einem Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung miteinander in Kontakt stehen. Es ist jedoch auch möglich, dass sich einige oder alle der benachbarten Drähte 11 nicht berühren und dass zwischen benachbarten Drähten 11 Abstände gebildet werden.

[0036] **Fig. 3** zeigt ein Konfigurationsbeispiel einer Querschnittsansicht des Stahlkabels 30 mit einer 1×5 Struktur in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung. Ferner zeigt **Fig. 4** ein Konfigurationsbeispiel einer Querschnittsansicht des Stahlkabels 40 mit einer 1×6 Struktur in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

[0037] Bei dem in **Fig. 3** gezeigten Stahlkabel 30 mit 1×5 Struktur sind fünf Drähte entlang des umschriebenen Kreises C2 verdreht, so dass fünf Drähte 11 eine einzelne Schicht bilden und in der Mitte ein zentraler Hohlraum 12 gebildet wird, der von den fünf Drähten 11 umfasst ist. Der umschriebene Kreis C2 entspricht der äußeren Form des Stahlkabels 30 und der Durchmesser des umschriebenen Kreises C2 kann als Kabeldurchmesser des Stahlkabels 30 bezeichnet werden.

[0038] Bei dem in **Fig. 4** gezeigten Stahlkabel 40 mit 1×6 Struktur sind sechs Drähte entlang des umschriebenen Kreises C3 verdreht, so dass sechs Drähte 11 eine einzelne Schicht bilden und in der Mitte ein zentraler Hohlraum 12 gebildet wird, der von den sechs Drähten 11 umfasst ist. Der umschriebene Kreis C3 entspricht der äußeren Form des Stahlkabels 40 und der Durchmesser des umschriebenen Kreises C3 kann als Kabeldurchmesser des Stahlkabels 30 bezeichnet werden.

[0039] Für das Stahlkabel der vorliegenden Ausführungsform ist es bevorzugt, Drähte mit einem Drahtdurchmesser größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm zu verwenden, und es ist besonders bevorzugt, Drähte mit einem Drahtdurchmesser größer gleich 0,42 mm und kleiner gleich 0,55 mm zu verwenden. Wie in **Fig. 2** bis **Fig. 4** gezeigt, bezeichnet der Drahtdurchmesser D den Durchmesser im Querschnitt senkrecht zur Längsrichtung des Drahts 11.

[0040] Herkömmlicherweise wurde es als bevorzugt angesehen, den Drahtdurchmesser des für das Stahlkabel verwendeten Drahts zu verringern, um das Gewicht des Reifens zu reduzieren.

[0041] Gemäß einer Studie des Erfinders der vorliegenden Erfindung kann die erforderliche Anzahl der Drähte, die nötig ist, um ein Stahlkabel auf eine vorbestimmte Bruchlast zu bringen, verringert werden, indem ein Drahtdurchmesser von größer gleich 0,40 mm verwendet wird. Dieser Drahtdurchmesser ist größer als der Durchmesser für Drähte herkömmlicher Stahlkabel, die für die Gewichtreduzierung von Reifen verwendet werden. Im Vergleich zu einem herkömmlichen Stahlkabel, das auf die Reduzierung des Reifengewichts abgerichtet ist, kann daher der Kabeldurchmesser eines Stahlkabels mit gleicher Bruchlast verringert werden.

[0042] Das Stahlkabel kann beispielsweise in die Bandschicht des Reifens angeordnet werden. Die Bandschicht weist Stahlkabel und Gummi auf, und die Dicke der Bandschicht kann so gewählt werden, dass die Stahlkabel im Gummi der Bandschicht eingebettet werden können. Insbesondere kann beispielsweise die Dicke der Bandschicht die Summe des Kabeldurchmessers des Stahlkabels und eines vorbestimmten Werts sein, der so vorbestimmt ist, dass das Stahlkabel eingebettet werden kann. Daher wird die Dicke der Bandschicht hauptsächlich gemäß dem Kabeldurchmesser des für die Bandschicht verwendeten Stahlkabels ausgewählt. Durch Einstellen des Drahtdurchmessers größer gleich 0,40 mm kann der Kabeldurchmesser des Stahlkabels wie oben beschrieben verringert werden, so dass die Dicke der Bandschicht verringert werden kann. Resultierend daraus, kann die in der Bandschicht verwendete Gummimenge und das Gewicht der Bandschicht reduziert werden. Daher kann das Gewicht des Reifens, der das Stahlkabel gemäß einem Ausführungsbeispiel verwendet, reduziert werden und dadurch wird der Kraftstoffverbrauch des Kraftfahrzeugs verbessert.

[0043] An einem Kraftfahrzeug montierte Reifen werden verformt, indem eine äußere Kraft, z.B. das Gewicht des Kraftfahrzeugs, ausgeübt wird. Dabei wird die Reifengröße des an dem Kraftfahrzeug montierten Reifens unter der Krafteinwirkung des Kraftfahrzeuggewichts im Vergleich zur Reifengröße des Reifens vor der Montage insofern verändert, dass die Reifengröße in der Richtung senkrecht zum Boden, kleiner und in der horizontalen Richtung zum Boden größer wird. Da sich der Reifen bei der Fahrt des Kraftfahrzeugs dreht, wird der Reifen wiederholt verformt, wodurch sich der zu verformenden Teils des Reifens ändert.

[0044] Wenn der Reifen verformt wird, wird auch der im Reifen verwendete Gummi verformt, so dass eine Belastung auf den im Reifen verwendeten Gummi ausgeübt wird und der Gummi beschädigt wird. D.h., je stärker die Verformung des Reifens ist, wenn er auf ein Auto montiert und gefahren wird, desto größer ist die Beschädigung des im Reifen verwendeten Gummis und desto geringer ist die Haltbarkeit des Reifens.

[0045] Normalerweise kann das Ausmaß der Verformung eines an einem Auto montierten Reifens durch den Reifendruck und den im Reifen enthaltenen Gummi, Stahlkabel usw. gesteuert werden. Beispielsweise ist es möglich durch die Verwendung eines schwer zu verformenden Stahlkabels das Ausmaß der Verformung des Reifens zu reduzieren, wenn eine äußere Kraft z.B. beim Fahren des Autos auf den Reifen ausgeübt wird. Aus diesem Grund kann durch die Verwendung des schwer zu verformenden Stahlkabels das Ausmaß der Verformung des im Reifen verwendeten Gummis reduziert werden. Damit kann eine Beschädigung des Gummis, welche einen großen Einfluss auf die Haltbarkeit des Reifens hat, verringert und die Haltbarkeit des Reifens verbessert werden.

[0046] Gemäß der Studie des Erfinders der vorliegenden Erfindung wird die Biegesteifigkeit des Stahlkabels erhöht, indem der Drahtdurchmesser auf 0,40 mm oder mehr eingestellt wird. Die Biegesteifigkeit ist ein Indikator, der die Widerstandsfähigkeit eines Bauteils gegen Biegeverformung anzeigt. Eine hohe Biegesteifigkeit bedeutet, dass das Bauteil widerstandsfähig gegen Biegeverformung ist. Wie oben beschrieben, ist das Stahlkabel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung weniger anfällig für Biegeverformungen, da sein Drahtdurchmesser auf 0,40 mm oder mehr eingestellt wird. Dadurch kann das Ausmaß der Verformung des Reifens unter Verwendung des Stahlkabels ebenfalls verringert werden, wodurch sich die Haltbarkeit des Reifens erhöht.

[0047] Da große Fahrzeuge wie Lastkraftwagen und Busse usw. ein großes Eigengewicht und eine große Ladefähigkeit aufweisen, wird auf deren Reifen immer eine hohe Belastung ausgeübt. Daher ist die Haltbarkeit bei Reifen für große Fahrzeuge besonders wichtig, und es ist erforderlich, deren Haltbarkeit zu verbessern. Insbesondere Lastkraftwagen, die auf unwegsamen Straßen gefahren werden oder eine sehr große Ladefähigkeit aufweisen, benötigen besonders haltbare Reifen, um einen stabilen Lauf zu gewährleisten. Die Reifen, in denen Stahlkabel gemäß der vorliegenden Ausführungsform mit einem Drahtdurchmesser von

0,40 mm oder mehr verwendet werden, weisen daher eine besonders ausgezeichnete Haltbarkeit auf, und eignen sich daher als Reifen für große Fahrzeuge, die wie oben beschrieben, eine besonders hohe Haltbarkeit erfordern.

[0048] Andererseits kann der Kabeldurchmesser durch Einstellen des Drahtdurchmessers kleiner gleich 0,55 mm kann der Kabeldurchmesser verringert werden und das Gewicht des Stahlkabels kann ebenfalls verringert werden. Daher kann die Dicke der oben beschriebenen Bandschicht verringert, das Gewicht des Reifens reduziert und der Kraftstoffverbrauch des Fahrzeugs unter Verwendung der Reifen verbessert werden, wenn das Stahlkabel gemäß der Ausföhlungsform für den Reifen verwendet wird.

[0049] Ferner kann bei dem Reifen, der das Stahlkabel gemäß der Ausföhlungsform verwendet, die Dicke der Bandschicht und die Menge des verwendeten Gummis wie oben beschrieben verringert werden, so dass die Gesamtkosten des Reifens reduziert werden können.

[0050] Wie die in den **Fig. 1** bis **Fig. 4** gezeigten Stahlkabel weist das Stahlkabel gemäß der vorliegenden Ausführungsform vorzugsweise eine Anzahl n der Drähte auf, die größer gleich 4 und kleiner gleich 6 ist. D.h. ist es bevorzugt, dass das Stahlkabel der vorliegenden Ausführungsform eine Struktur aufweist, bei der größer gleich 4 und kleiner gleich 6 Drähte miteinander verdrillt sind.

[0051] Wie oben beschrieben, kann durch Einstellen des Drahtdurchmessers größer gleich 0,40 mm die Bruchlast des Stahlkabels ausreichend erhöht werden, selbst wenn die Anzahl der Drähte im Stahlkabel gemäß der vorliegenden Ausführungsform verringert wird. Daher kann, selbst wenn die Anzahl der Drähte kleiner gleich 6 beträgt, eine ausreichende Bruchlast erhalten und die Haltbarkeit des Reifens, der das Stahlkabel verwendet, ausreichend verbessert werden. Durch Verringern der Anzahl der Drähte kleiner gleich 6 können ferner der Kabeldurchmesser und das Gewicht des Stahlkabels verringert und das Gewicht des Reifens, der das Stahlkabel verwendet, reduziert werden.

[0052] Ferner kann durch Einstellen der Anzahl der Drähte der vorliegenden Ausführungsform auf größer gleich 4, die Bruchlast des Stahlkabels ausreichend erhöht und die Haltbarkeit des Reifens verbessert werden, wenn die Drähte im Reifen verwendet werden.

[0053] Mindestens ein Draht der n Drähte kann ein gewellter Draht sein, dessen gebogene Abschnitte und nicht gebogene Abschnitte sich in Längsrichtung wiederholen.

[0054] Durch Verwenden eines gewellten Drahts für mindestens einen der Drähte des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform wird ein ausreichender Abstand zwischen den Drähten gebildet. Dadurch kann für einen Reifen unter Verwendung des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform der Grad der Gummidurchdringung in das Stahlkabel erhöht werden. Durch Erhöhen des Gummidurchdringungsgrades bei der Herstellung des Reifens wird auf diese Weise im Stahlkabel die Fläche der im Stahlkabel enthaltenen Drähte, die mit dem Gummi in Kontakt steht, vergrößert und die Haftung zwischen Drähten und Gummi verbessert.

[0055] Wenn ein Reifen an einem Auto usw. montiert und benutzt wird, kann Feuchtigkeit usw. den Gummi durchdringen und in den Reifen gelangen. Wie oben beschrieben, kann jedoch durch eine Vergrößerung der Kontaktfläche mit dem Gummi verhindert werden, dass die Oberflächen der Drähte mit Feuchtigkeit in Kontakt kommen und mit dieser reagieren. Daher ist es möglich, eine hohe Haftung zwischen dem Gummi und den Drähten im Reifen aufrechtzuerhalten, und die Haltbarkeit des Reifens weiter zu erhöhen.

[0056] Die Anzahl der gewellten Drähte unter den Drähten des Stahlkabels dieser Ausführungsform ist nicht begrenzt. Da das Stahlkabel der vorliegenden Ausführungsform auch keine wellenförmigen Drähte aufweisen kann, beträgt in diesem Fall die Anzahl der wellenförmigen Drähte unter den Drähte n des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform 0. D.h., der Draht des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform kann auch ausschließlich aus Drähten ohne gebogene Abschnitte bestehen. Wie oben beschrieben, kann jedoch im Hinblick auf eine besondere Erhöhung der Haltbarkeit des Reifens, der das Stahlkabel der vorliegenden Ausführungsform verwendet, mindestens einer der Drähte des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform vorzugsweise als ein gewellter Draht ausgebildet sein. Es ist besonders bevorzugt, dass das Verhältnis der Anzahl gewellter Drähte unter den Drähten des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform größer gleich 25 % und kleiner gleich 50 % oder weniger ist. Ein Verhältnis von 25 % oder mehr gewellter Drähte unter den Drähten des Stahlkabels bedeutet folgendes: wenn die Anzahl n der Drähte des Stahlkabels 4 beträgt, ist mindestens einer der Drähte ein gewellter Draht, und wenn n 5 oder 6 beträgt, haben zwei oder mehr der Drähte eine gewellte Form.

[0057] Die Obergrenze der Anzahl von gewellten Drähten, die in dem Stahlkabel der vorliegenden Ausführungsform enthalten sind, ist nicht besonders beschränkt. Zum Beispiel können alle in dem Stahlkabel enthaltenen Drähte gewellte Drähte sein. Wenn jedoch die Anzahl der gewellten Drähte zu hoch ist, neigen die verdrehten Drähte dazu, sich am Endabschnitt in Längsrichtung des Stahlkabels zu entflechten, und es kann schwierig sein, die äußere Form beizubehalten. Daher ist es, wie oben beschrieben, bevorzugt, dass 50% oder weniger der Drähte des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform gewellte Drähte sind. Ein Verhältnis von größer gleich 50 % gewellter Drähte unter den Drähten des Stahlkabels bedeutet folgendes: wenn die Anzahl n der Drähte des Stahlkabels 4 oder 5 beträgt, sind 2 oder weniger der Drähte gewellte Drähte, und wenn n 6 beträgt, haben 3 oder weniger der Drähte eine gewellte Form.

[0058] **Fig. 5** zeigt schematisch einen gewellten Draht 50, dessen gebogene Abschnitte und nicht gebogenen Abschnitte entlang seiner Längsrichtung wiederholen. Der in **Fig. 5** gezeigte gewellte Draht 50 weist sich alternierend wiederholende gebogene Abschnitte 51 und nicht gebogene Abschnitte 52 in Längsrichtung auf.

[0059] **Fig. 5** zeigt ein Beispiel, bei dem der gewellte Draht 50 an dem gebogenen Abschnitt 51 in einem Winkel nahe 90° gebogen ist. Die vorliegende Erfindung ist aber nicht darauf beschränkt, und die gebogenen Abschnitte 51 können in einem Winkel beispielsweise kleiner oder größer als 90° gebogen werden.

[0060] Die spezielle Wellenform des gewellten Drahtes ist nicht besonders eingeschränkt. Die Biegehöhe h des gewellten Drahtes beträgt jedoch vorzugsweise größer gleich 230% und kleiner gleich 250%, so wie besonders bevorzugt größer gleich 240% und kleiner gleich 250% des Drahtdurchmessers des gewellten Drahtes.

[0061] Wie in **Fig. 5** gezeigt, wird die Höhe von der Ebene S zu dem gebogenen Abschnitt 51B auf der von der Ebene S abgewandte Seite, wenn der gewellte Draht 50 auf der Ebene S platziert wird, als die Biegehöhe h definiert. Bei der Bewertung der Biegehöhe h wird der gewellte Draht 50 so angeordnet, dass eine Ebene, die durch den gebogenen Abschnitt 51 und den nicht gebogenen Abschnitt 52 des gewellten Drahts 50 erstreckt, senkrecht zu der Ebene S ist, wie in **Fig. 5** gezeigt.

[0062] Durch Einstellen der Biegehöhe h auf größer gleich 230% des Drahtdurchmessers des gewellten Drahts hat der gewellte Draht eine ausreichende Biegehöhe in Bezug auf den Drahtdurchmesser. Daher kann zwischen dem gewellten Draht und einem anderen Draht, der nicht der gewellte Draht ist, ein besonders ausreichender Abstand gebildet und die Gummidurchdringung erhöht werden.

[0063] Durch Einstellen der Biegehöhe h auf kleiner gleich 250% des Drahtdurchmessers des gewellten Drahts kann es vorzugsweise zuverlässig vermeiden werden, dass die verdrehten Drähte am Endabschnitt in Längsrichtung des Stahlkabels entflechten, und sich die äußere Form des Stahlkabels verformt. Durch Einstellen der Biegehöhe h auf kleiner gleich 250% des Drahtdurchmessers des gewellten Drahtes kann der Bruchwiderstand (toughness) des gewellten Drahtes erhöht werden.

[0064] Bei dem gewellten Draht ist der Wiederholungsabstand P zwischen den gebogenen Abschnitten und den nicht gebogenen Abschnitten nicht besonders beschränkt, beträgt jedoch vorzugsweise größer gleich 5,0 mm und kleiner gleich 30,0 mm, so wie besonders vorzugsweise größer gleich 5,0 mm und kleiner gleich 20,0 mm.

[0065] Der Wiederholungsabstand zwischen den gebogenen Abschnitten und den nicht gebogenen Abschnitten beschreibt einen Abstand zwischen den gebogenen Abschnitten gleicher Form, und bedeutet die Länge in der Längsrichtung des Stahlkabels von einem gebogenen Referenzabschnitt zu einem zweiten, darauffolgenden gebogenen Abschnitt. Gemäß dem in **Fig. 5** gezeigten Beispiel ist der Wiederholungsabstand P zwischen dem gebogenen Abschnitt und dem nicht gebogenen Abschnitt beispielsweise der Abstand von dem gebogenen Abschnitt 51A zu dem darauffolgenden gebogenen Abschnitt 51C.

[0066] Vorzugsweise durch Einstellen des Wiederholungsabstands zwischen den gebogenen Abschnitten und den nicht gebogenen Abschnitten auf größer gleich 5,0 mm wird es erleichtert, die gebogenen Abschnitte und die nicht gebogenen Abschnitte auf dem Draht auszubilden und genau zu kontrollieren. Vorzugsweise durch Einstellen des Wiederholungsabstands zwischen den gebogenen Abschnitten und den nicht gebogenen Abschnitten auf kleiner gleich 30,0 mm können die gebogenen Abschnitte und die nicht gebogenen Abschnitte durch eine relativ einfache Vorrichtung hergestellt werden, was sich kostengünstig auf die Herstellung auswirkt.

[0067] Der gewellte Draht kann beispielsweise, wie in **Fig. 6** gezeigt, durch Anordnen einer Vielzahl von Vorformlingen 61 und ein Durchführen des zu formenden Drahtes 62 durch die Vielzahl von Vorformlingen 61 entlang der Richtung des Blockpfeils in **Fig. 6** gebildet werden. Durch Ändern der Anordnung, Größe und Form des Vorformlinge 61 können die Form des gebogenen Abschnitts, die Länge des nicht gebogenen Abschnitts und dergleichen ausgewählt werden. Die Vorformlinge 61 können beispielsweise in Form eines Stiftes (zylindrisch) oder eines Zahnrads ausgebildet sein.

[0068] Das Material des Drahts des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform ist nicht besonders beschränkt und kann beispielsweise ein Stahldraht sein. Ferner kann der Draht des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform beispielsweise einen Stahldraht und einen auf der Oberfläche des Stahldrahts aufgetragenen Beschichtungsfilm aufweisen.

[0069] Als Stahldraht kann vorzugsweise ein Stahldraht mit hohem Kohlenstoffgehalt verwendet werden.

[0070] Als Beschichtungsfilm ist es beispielsweise bevorzugt, einen Messingbeschichtungsfilm mit Cu (Kupfer) und Zn (Zink) als Metallkomponenten zu verwenden. Der Messingbeschichtungsfilm kann nur aus Cu und Zn bestehen, kann jedoch ferner eine andere zusätzliche Metallkomponente als Cu und Zn enthalten. Der Messingbeschichtungsfilm kann ferner beispielsweise ein oder mehrere Elemente ausgewählt aus Co (Kobalt) und Ni (Nickel) als Metallkomponenten enthalten.

[0071] Daher kann, wie der in **Fig. 2** gezeigte Draht 11A, der Draht des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform auf seiner Oberfläche einen Messingbeschichtungsfilm 111 aufweisen, der beispielsweise Cu und Zn enthält. Ferner kann ein solcher Messingbeschichtungsfilm 111 ferner ein oder mehrere Elemente enthalten, die aus Co und Ni ausgewählt sind. Der Messingbeschichtungsfilm 111 kann beispielsweise auf der Oberfläche des Stahldrahts 112 wie oben beschrieben angeordnet sein. In **Fig. 2** ist die Grenzlinie zwischen dem Stahldraht 112 und dem Messingbeschichtungsfilm 111 gezeigt, aber die Zusammensetzung kann sich kontinuierlich von der Oberfläche des Stahldrahts 112 in Richtung des Messingbeschichtungsfilms 111 ändern. Daher kann die Grenze zwischen den beiden auch nicht klar sein. Zur Vereinfachung ist in **Fig. 2** der Messingbeschichtungsfilm nur auf einem Draht 11A gezeigt, aber alle Drähte 11 des Stahlkabels 10 können einen Messingbeschichtungsfilm 111 auf der Oberfläche des Stahldrahts 112 aufweisen. Das gleiche gilt für die Stahlkabel 30 und 40 der anderen Konfigurationsbeispiele, die in **Fig. 3** und **Fig. 4** gezeigt sind.

[0072] Durch Aufbringen des Messingbeschichtungsfilms, der Cu und Zn enthält, auf den Draht des Stahlkabels der vorliegenden Ausführungsform, wenn das Stahlkabel zur Herstellung des Reifens mit Gummi bedeckt wird, ist es möglich die Haftkraft zwischen den Drähten und dem Gummi im Stahlkabel zu erhöhen und einen Reifen mit besonders hervorragender Haltbarkeit herzustellen. Wenn der Messingbeschichtungsfilm ferner ein oder mehrere Elemente enthält, die aus Co und Ni ausgewählt sind, wird die Haftkraft zwischen den Drähten und dem Gummi im Stahlkabel weiter erhöht und die Haltbarkeit des Reifens wird weiter verbessert.

[Bandstapel]

[0073] Als nächstes wird der Bandstapel in der vorliegenden Ausführungsform unter Bezugnahme auf **Fig. 7** beschrieben.

[0074] **Fig. 7** ist eine schematische Darstellung, die einen Bandstapel der vorliegenden Ausführungsform zeigt. **Fig. 7** zeigt eine Querschnittsansicht des Bandstapels 70 in einer Ebene senkrecht zur Längsrichtung.

[0075] Wie in **Fig. 7** gezeigt, kann der Bandstapel 70 der vorliegenden Ausführungsform eine erste Bandschicht 71A, eine zweite Bandschicht 71B, eine dritte Bandschicht 71C und eine vierte Bandschicht 71D aufweisen, die in der Reihenfolge wie oben erwähnt aufeinandergestapelt sind.

[0076] Der erste Bandschicht 71A kann eine Vielzahl von ersten Stahlkabeln 72A und eine erste Beschichtungsgummierung 73A zum Einbetten der ersten Stahlkabel 72A aufweisen. Der zweite Bandschicht 71B kann eine Vielzahl von zweiten Stahlkabeln 72B und eine zweite Beschichtungsgummierung 73B zum Einbetten der zweiten Stahlkabel 72B aufweisen. Der dritte Bandschicht 71C kann eine Vielzahl von dritten Stahlkabeln 72C und eine dritte Beschichtungsgummierung 73C zum Einbetten der dritten Stahlkabel 72C aufweisen. Der vierte Bandschicht 71D kann eine Vielzahl von vierten Stahlkabeln 72D und eine vierte Beschichtungsgummierung 73D zum Einbetten der vierten Stahlkabel 72D aufweisen.

Wie in **Fig. 7** gezeigt, sind das Stahlkabel in jeder Bandschicht in einer Reihe angeordnet, und der gesamte Umfang jedes Stahlkabels ist in den ersten Beschichtungsgummi 73A bzw. den vierten Beschichtungsgummi 73D eingebettet.

[0077] Dann können die oben beschriebenen Stahlkabel als das zweite Stahlkabel 72B und das dritte Stahlkabel 72C verwendet werden, die in der zweiten Bandschicht 71B und der dritten Bandschicht 71C angeordnet sind. Durch Verwendung der oben beschriebenen Stahlkabel für die zweite Bandschicht 71B und die dritte Bandschicht 71C kann die Haltbarkeit des Reifens einschließlich des Bandstapels erhöht und das Gewicht des Reifens reduziert werden.

[0078] Wenn jedoch ein Bandstapel verwendet wird, der nur das oben beschriebene Stahlkabel als Stahlkabel im Reifen verwendet, kann sich der Bandstapel, den Unebenheiten der Straßenoberfläche folgend, nicht verformen, und die Fahrkomfort des Fahrzeugs, das mit dem Bandstapel umfassenden Reifen ausgestattet ist, wird vermindert.

[0079] Ferner kann, wie unten in der Erläuterung bezüglich des Reifens beschrieben wird, der Bandstapel zwischen dem Innenliner oder der Karkasse des Reifens und dem Laufflächenabschnitt des Reifens angeordnet sein. Daher ist es bevorzugt, dass der Bandstapel entsprechend einer Änderung des Luftdrucks im Reifen verformt wird. Mit einem Bandstapel, der nur das oben beschriebene Stahlkabel verwendet, kann sich aber der Bandstapel nicht gemäß der Änderung des Luftdrucks im Reifen usw. verformen.

[0080] Daher ist die Biegesteifigkeit des ersten Stahlkabels 72A, das für die erste Bandschicht 71A verwendet wird, die die äußersten Schichten des Bandstapels 70 bildet, und die Biegesteifigkeit des vierten Stahlkabels 72D, das für die vierte Bandschicht 71D verwendet wird, vorzugsweise kleiner als die Biegesteifigkeit des zweiten Stahlkabels 72B. Insbesondere ist die Biegesteifigkeit des ersten Stahlkabels 72A und die Biegesteifigkeit des vierten Stahlkabels 72D bevorzugt größer gleich 20% und kleiner gleich 90% der Biegesteifigkeit des zweiten Stahlkabels 72B, besonders bevorzugt größer gleich 30% und kleiner gleich 80% der Biegesteifigkeit des zweiten Stahlkabels 72B.

[0081] Durch die Verwendung eines Stahlkabels mit einer Biegesteifigkeit kleiner gleich 90% des zweiten Stahlkabels 72B für das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D kann der Bandstapel gemäß dem Luftdruck im Reifen und der Unebenheiten der Straßenoberfläche folgend verformt werden. Daher ist es möglich, den Fahrkomfort eines Fahrzeugs zu verbessern, das mit Reifen ausgestattet ist, die diesen Bandstapel enthalten.

[0082] Durch die Verwendung eines Stahlkabels mit einer Biegesteifigkeit größer gleich 20 % des zweiten Stahlkabels 72B für das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D kann die Haltbarkeit des Bandstapels und des Reifens besonders erhöht werden.

[0083] Das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D können aus einem Stahlkabel gleicher Konfiguration ausgebildet sein. Sie können jedoch auch aus Stahlkabeln mit unterschiedlichen Konfigurationen ausgebildet sein. Daher müssen das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D nicht die gleiche Biegesteifigkeit aufweisen und können unterschiedlich sein. Im Hinblick auf die Produktivität können vorzugsweise das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D aus einem Stahlkabel der gleichen Konfiguration gebildet sein.

[0084] Das spezielle Mittel zum Einstellen der Biegesteifigkeit des ersten Stahlkabels 72A und des vierten Stahlkabels 72D ist nicht besonders beschränkt. Zum Beispiel können das erste Stahlkabel 72A und das vierte Stahlkabel 72D aus einem Stahlkabel gebildet sein, dessen Draht einen kleineren Durchmesser aufweist als der Draht im zweiten Stahlkabel 72B.

[0085] Für die zweiten Stahlkabel 72B bzw. dritten Stahlkabel 72C kann das oben beschriebene Stahlkabel verwendet werden. Das zweite Stahlkabel 72B und das dritte Stahlkabel 72C können aus einem Stahlkabel gleicher Konfiguration gebildet sein. Sie können jedoch auch aus Stahlkabeln unterschiedlicher Konfigurationen ausgebildet sein. Im Hinblick auf die Produktivität können vorzugsweise das zweite Stahlkabel 72B und das dritte Stahlkabel 72C aus Stahlkabeln gleicher Konfiguration gebildet sein.

[0086] Die ersten bis vierten Beschichtungsgummierungen 73A-73D für jede Bandschicht, die in dem Bandstapel 70 der vorliegenden Ausführungsform enthalten sind, sind nicht besonders eingeschränkt, und können aus verschiedenen Gummizusammensetzungen ausgebildet sein, die für die Bandschichten des Reifens ver-

wendet werden. Als erste bis vierte Beschichtungsgummierung 73A-73D können beispielsweise verschiedene Reifengummiarten verwendet werden, die einen oder mehrere Sorten ausgewählt aus Naturgummi und synthetischem Gummi enthalten. Die Zusammensetzungen der ersten bis vierten Beschichtungsgummierung 73A-73D jeder Bandschicht, die in dem Bandstapel 70 enthalten ist, können gleich oder unterschiedlich sein. Im Hinblick auf die Produktivität ist es jedoch bevorzugt, dass die Zusammensetzungen der ersten bis vierten Beschichtungsgummierungen 73A-73D jeder Bandschicht gleich sind.

[0087] Durch Verwendung des Reifens, der den Bandstapel der vorliegenden Ausführungsform enthält, kann das Gewicht des Reifens verringert, die Haltbarkeit erhöht, und der Fahrkomfort des mit dem Reifen ausgestatteten Fahrzeugs verbessert werden. Daher kann der Bandstapel der vorliegenden Ausführungsform in geeigneter Weise als Bandstapel für Reifen verwendet werden.

[Reifen]

[0088] Der Reifen in dieser Ausführungsform wird unter Bezugnahme auf **Fig. 1** beschrieben.

[0089] Der Reifen dieser Ausführungsform kann das oben beschriebenen Stahlkabel umfassen. Ferner enthält der Reifen der vorliegenden Ausführungsform vorzugsweise den oben beschriebene Bandstapel.

[0090] **Fig. 8** zeigt eine Querschnittsansicht des Reifens 80 gemäß der vorliegenden Ausführungsform in einer Ebene senkrecht zur Umfangsrichtung. Obwohl in **Fig. 8** nur der Abschnitt auf der linken Seite der CL (Mittellinie) gezeigt ist, ist dieselbe Struktur durchgehend auf der rechten Seite der CL mit CL als Symmetrieachse vorgesehen.

[0091] Wie in **Fig. 8** gezeigt, beinhaltet der Reifen 80 einen Laufflächenabschnitt 81, einen Seitenwandabschnitt 82 und einen Wulstabschnitt 83.

[0092] Mit dem Laufflächenabschnitt 81 ist ein Abschnitt in Kontakt mit der Straßenoberfläche bezeichnet. Der Wulstabschnitt 83 ist an der Innendurchmesserseite des Reifens 80 in Bezug auf den Laufflächenabschnitt 81 bereitgestellt. Als Wulstabschnitt 83 ist ein Abschnitt in Kontakt mit der Felge des Fahrzeugrads bezeichnet. Der Seitenwandabschnitt 82 verbindet den Laufflächenabschnitt 81 und den Wulstabschnitt 83. Wenn der Laufflächenabschnitt 81 einen Aufprall von der Straßenoberfläche erhält, verformt sich der Seitenwandabschnitt 82 elastisch und absorbiert den Aufprall.

[0093] Der Reifen 80 weist einen Innerliner 84, eine Karkasse 85, einen Bandstapel 70 und einen Wulstdraht 86 auf.

[0094] Der Innerliner 84 besteht aus Gummi und dichtet den Raum zwischen dem Reifen 80 und dem Rad ab.

[0095] Die Karkasse 85 bildet das Skelett des Reifens 80. Die Karkasse 85 besteht aus Gummi und organischen Fasern wie Polyester, Nylon und Rayon, oder Stahlkabeln.

[0096] Der Wulstdraht 86 ist im Wulstabschnitt 83 bereitgestellt. Der Wulstdraht 86 nimmt die auf die Karkasse wirkende Zugkraft auf.

[0097] Der Bandstapel 70 strafft die Karkasse 85, um die Steifigkeit des Laufflächenabschnitts 81 zu erhöhen. Der Bandstapel 70 kann zwischen der Karkasse 85 des Reifens 80 und dem Laufflächenabschnitt 81 angeordnet sein. Das heißt, der Bandstapel 70 kann in Radialrichtung des Reifens außerhalb der Karkasse 85 und in Radialrichtung des Reifens innerhalb des Laufflächenabschnitts 81 angeordnet sein. Die radiale Richtung des Reifens bedeutet die Richtung entlang einer geraden Linie, die in **Fig. 8** als CL gezeigt ist, d.h. die vertikale Richtung in **Fig. 8**. Der Bandstapel 70 kann so angeordnet sein, dass die Stapelrichtung jeder Bandschicht gleich der radialen Richtung des Reifens 80 ist. Wenn der Bandstapel 70 die erste bis vierten Bandschicht wie oben beschrieben aufweist, kann der Bandstapel 70 im Reifen 80 so angeordnet sein, dass die erste Bandschicht 71A, die zweite Bandschicht 71B, die dritte Bandschicht 71C und die vierte Bandschicht 71D von der Seite der Karkasse 85 entlang der radialen Richtung in dieser Folge positioniert sind.

[0098] In dem in **Fig. 8** gezeigten Beispiel weist der Reifen 80 den oben beschriebenen Bandstapel 70 auf, ist jedoch nicht auf die oben beschriebene Form beschränkt. Ein Bandstapel mit unterschiedlicher Konfigura-

tion vom oben beschriebenen Bandstapel 70 mit dem oben beschriebenen Stahlkabel kann verwendet werden.

[0099] Gemäß dem Reifen der vorliegenden Ausführungsform ist das oben beschriebene Stahlkabel als Stahlkabel enthalten. Daher kann der Reifen der vorliegenden Ausführungsform ein Reifen mit erhöhter Haltbarkeit und geringem Gewicht sein. Ferner kann der Reifen der vorliegenden Ausführungsform den oben beschriebenen Bandstapel umfassen.

[0100] Wenn der Reifen der vorliegenden Ausführungsform das oben beschriebene Bandstapel umfasst, ist es wahrscheinlicher, dass der Bandstapel gemäß der Änderung des Luftdrucks im Reifen und der Unebenheit der Straßenoberfläche folgend leichter verformbar ist. Es ist ferner möglich, den Fahrkomfort eines Fahrzeugs zu verbessern, das mit Reifen ausgestattet ist, die diesen Bandstapel enthalten.

[0101] Obwohl die Ausführungsbeispiele oben ausführlich beschrieben wurden, sind die Ausführungsbeispiele nicht auf die spezifischen Ausführungsbeispiele beschränkt, und verschiedene Modifikationen und Änderungen können innerhalb des Schutzzumfangs der Ansprüche vorgenommen werden.

[Beispiel]

[0102] Spezifische Beispiele werden wie nachstehend beschrieben. Die vorliegende Erfindung ist nicht auf diese Beispiele beschränkt.

(Bewertungsmethode)

(1) Bewertungsmethode für Stahlkabel

[0103] Die Bewertungsmethode des im folgenden experimentellen Beispiel hergestellten Stahlkabels wird beschrieben.

(1-1) Drahtdurchmesser

[0104] Der Drahtdurchmesser wurde mit einem Mikrometer gemessen.

(1-2) Kabeldurchmesser

[0105] Das zu bewertende Stahlkabel wurde in ein transparentes Harz eingebettet, und die Probe wurde so ausgeschnitten, dass die Oberfläche (Querschnitt) senkrecht zur Längsrichtung des Stahlkabels freigelegt wurde.

[0106] Dann wurden unter Verwendung eines Projektors die Durchmesser der äußersten Kreise der Vielzahl von Drähten, die im Querschnitt enthalten waren, gemessen und als Kabeldurchmesser verwendet.

(1-3) Biegesteifigkeit

[0107] Die Bewertung der Biegesteifigkeit wurde unter Verwendung eines V-5-Steifigkeitstesters (Typ 150-B), hergestellt von TABER, durchgeführt.

[0108] Insbesondere wurde zuerst, wie in **Fig. 9** gezeigt, ein erstes Ende 901 des Prüfkörpers 90, der den in jedem experimentellen Beispiel hergestellten Stahlkabeln entspricht, an der Greifvorrichtung 91 der Testmaschine befestigt. Bei der Befestigung des Prüfkörpers 90 an die Greifvorrichtung 91, wurde der Prüfkörper so befestigt, dass das andere, zweite Ende 902 des Prüfkörpers 90 in einem Abstand L von 5 cm vom befestigten ersten Ende entfernt ist.

[0109] Dann wurde eine Kraft auf das zweite Ende 902 des Prüfkörpers 90 ausgeübt. Wenn der Öffnungswinkel θ der Spitze 15° erreichte, wurde der Wert des Biegemoments (N.cm) gemessen und die Biegesteifigkeit berechnet. Die Ergebnisse jedes Versuchsbeispiels sind als relative Werte dargestellt, wobei das Ergebnis des Versuchsbeispiels 5 als 100 angegeben ist.

(2) Bewertungsmethode des Bandstapels

(2-1) Biegesteifigkeit

[0110] Die Biegesteifigkeit wurde auf gleiche Weise wie im Fall des obigen Stahlkabels bewertet, mit dem Unterschied, dass der in jedem der folgenden experimentellen Beispiele hergestellte Bandstapel als Prüfkörper verwendet wurde. Die Ergebnisse jedes Versuchsbeispiels sind als relative Werte dargestellt, wobei das Ergebnis des Versuchsbeispiels 5 als 100 angegeben ist.

(2-2) Haftfestigkeitseigenschaften

[0111] Aus den in jedem der folgenden experimentellen Beispiele hergestellten Bandstapel wurde ein strangförmiger Prüfkörper mit einem Querschnitt von 5 mm und einer Breite von 10 mm, der das Stahlkabel enthielt, mit einem Cuttermesser aus der zweiten Bandschicht herausgenommen.

[0112] Dann wurde, wie in **Fig. 10** gezeigt, der erhaltene Prüfkörper 100 auf eine erste Walze 1011, eine zweite Walze 1012 und eine dritte Walze 1013 mit einem Walzendurchmesser von 25 mm aufgebracht. Wie in **Fig. 10** gezeigt, wurden dabei die drei Walzen so positioniert und eingestellt, dass beim Aufbringen des Prüfkörpers auf die obigen drei Walzen, der Prüfkörper 100 zwischen der ersten Walze 1011 und der zweiten Walze 1012 und der Prüfkörper 100 zwischen der zweiten Walze 1012 und der dritten Walze miteinander parallel liefen.

[0113] Ferner wird eine Kraft von 29,4 N entlang der Längsrichtung auf den Prüfkörper 100, der zwischen dem ersten Walze 1011 und dem dritten Walze 1013 liegt ausgeübt. Dann wurde die erste, zweite und dritte Walze 1011, 1012, 1013 gedreht um der Prüfkörper 100 in die Richtung des Pfeils A in **Fig. 10** zu bewegen. Anschließend wurden die erste, zweite und dritte Walze 1011, 1012, 1013 in umgekehrte Drehrichtung gedreht um den Prüfkörper 100 entgegen der Richtung des Pfeils A zu bewegen. Dieser Vorgang wurde als ein Satz festgelegt und wiederholt durchgeführt. Die Rotationsgeschwindigkeit jeder Walze wurde so eingestellt, dass eine Hin- und Herbewegung von 100 Sätze pro Minute eingestellt werden konnte. Dann wurde die Anzahl der Hin- und Herbewegungen des Prüfkörpers bis zum Bruch des Prüfkörpers gezählt.

[0114] Die Ergebnisse jedes Versuchsbeispiels sind als relative Werte dargestellt, wobei das Ergebnis des experimentellen Beispiels 5 als 100 angegeben ist.

[0115] Die Herstellungsbedingungen für das Stahlkabel und den Bandstapel in jedem experimentellen Beispiel werden unten beschrieben.

Die experimentelle Beispiele 1 bis 4 sind Versuchsbeispiele, und das experimentelle Beispiel 5 ist ein Vergleichsbeispiel.

[Experimentelles Beispiel 1]

(Stahlkabel)

[0116] Das Stahlkabel wurde durch das folgende Verfahren hergestellt.

[0117] Eine Kupferschicht und eine Zinkschicht wurden durch Plattieren auf der Oberfläche des Stahldrahts gebildet. Die Kupferschicht wurde mit einer Stromdichte von 22 A/dm² und einer Behandlungszeit von 14 Sekunden unter Verwendung des Kupferpyrophosphat als Plattierungslösung geformt. Die Zinkschicht wurde mit einer Stromdichte von 20 A/dm² und einer Behandlungszeit von 7 Sekunden unter Verwendung von Zinksulfat als Plattierungslösung geformt.

[0118] Nach der Plattierungsbehandlung wurde eine Wärmebehandlung durch Erhitzen auf 600°C für 9 Sekunden in einer atmosphärischen Atmosphäre durchgeführt, um die Metallkomponenten zu diffundieren und einen Beschichtungsfilm zu bilden.

[0119] Durch Ziehen des Drahtes, auf dem der erhaltene Beschichtungsfilm gebildet wurde, wurde ein Draht mit einem Beschichtungsfilm mit einem Drahtdurchmesser von 0,55 mm erhalten.

[0120] Dann wurde der erhaltene Draht mit einem Beschichtungsfilm mit einer Verdrillungsmaschine verdrillt, um ein Stahlkabel des experimentellen Beispiels 1 mit 1×4 Struktur, wie in **Fig. 1**, **Fig. 2** gezeigt, herzustellen. Da die 1×4 Struktur bereits beschrieben wurde, wird deren Beschreibung hier weggelassen.

[0121] Bei der Herstellung des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 1 wurde für einen der vier Drähte ein gewellter Draht verwendet, bei dem gebogene Abschnitte und nicht gebogene Abschnitte wiederholt entlang der Längsrichtung gebildet wurden. Bei dem gewellten Draht wird die Biegehöhe h des Drahtdurchmessers 245% und der Wiederholungsabstand P zwischen dem gebogenen Abschnitt und dem nicht gebogenen Abschnitt 10 mm. Für die verbleibenden drei Drähte wurden die Drähte verwendet, die keinen gebogenen Abschnitt bildeten.

[0122] Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 1 wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 gezeigt.

(Bandstapel)

[0123] Das in **Fig. 7** gezeigte Bandstapel 70 wurde durch das folgende Verfahren hergestellt.

(1) zweite Bandschicht, dritte Bandschicht

[0124] Es wurde eine Gummizusammensetzung hergestellt, die eine Gummikomponente und ein Additiv enthielt. Die Gummizusammensetzung enthält 100 Massenteile Naturgummi als Gummikomponente. Als Additiv enthält die Gummizusammensetzung 60 Massenteile Ruß, 6 Massenteile Schwefel, 1 Masseteil Vulkanisationsbeschleuniger, 10 Massenteile Zinkoxid und 1 Masseteil Kobaltstearat mit Bezug auf 100 Massenteile der Gummikomponente.

[0125] Die zweite Bandschicht 71B und die dritte Bandschicht 71C wurden unter Verwendung des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 1 und der Gummizusammensetzung hergestellt. Durch Vulkanisieren und Formen der Gummizusammensetzung wurden der zweite Beschichtungsgummierung 73B und der dritte Beschichtungsgummierung 73C, die um das Stahlkabel herum angeordnet sind, erhalten.

[0126] Bei der Herstellung der zweiten Bandschicht 71B und der dritten Bandschicht 71C wurde die Vulkanisation mit einer Temperatur von 160°C unter einem Druck von 25 kgf/cm^2 und einer $\text{ECU} \times \text{Zeit}$ von 58 durchgeführt.

[0127] Die obige ECU (Equivalent Cure Unit: äquivalente Vulkanisationsmenge) kann durch die folgende Formel (1) berechnet werden.

$$\text{ECU} = \exp\left(\frac{-E}{R} \times \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)\right) \quad (1)$$

[0128] In Formel (1) ist E die Aktivierungsenergie, R ist die allgemeine Gaskonstante, T_0 ist die Referenztemperatur und T ist die Vulkanisationstemperatur, und jeweils $E = 20 \text{ kcal/mol}$, $R = 1,987 \times 0,001 \text{ kcal / mol-deg}$, $T_0 = 141,7^{\circ}\text{C}$.

[0129] Die Zeit in $\text{ECU} \times \text{Zeit}$ bedeutet die Vulkanisationszeit und die Einheit ist Minuten.

(2) erste Bandschicht, vierte Bandschicht

[0130] Ein Draht mit einem Beschichtungsfilm wurde auf gleiche Weise wie im Fall des Stahlkabels des obigen experimentellen Beispiels 1 hergestellt, mit dem Unterschied, dass der Draht so gezogen wurde, dass der Drahtdurchmesser $0,38 \text{ mm}$ betrug. Dann wurde der Draht mit dem Beschichtungsfilm mit einer Verdrillungsmaschine verdrillt, um ein Stahlkabel mit 1×5 Struktur, wie in **Fig. 3** gezeigt, herzustellen und den ersten und vierten Stahlkabel 72A, 72D zu erhalten. Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des erhaltenen ersten und des vierten Stahlkabels 72A, 72D wurden bewertet. Die Biegesteifigkeit wird als relativer Wert mit dem Stahlkabel des experimentellen Beispiels 5 als 100 angegeben. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt.

[0131] Tabelle 3 zeigt das Verhältnis der Biegesteifigkeit des ersten und vierten Stahlkabels 72A, 72D zur Biegesteifigkeit des zweiten Stahlkabels 72B vom experimentellen Beispiel 1.

[0132] Die erste Bandschicht 71A und die vierte Bandschicht 71D wurden unter Verwendung des ersten Stahlkabels 72A oder des vierten Stahlkabels 72D und derselben Gummizusammensetzung wie im Fall der zweiten Bandschicht und der dritten Bandschicht hergestellt. Die Vulkanisationsbedingungen waren die gleichen wie für die zweite Bandschicht 71B und die dritte Bandschicht 71C.

[0133] Dann wurden die erste Bandschicht 71A, die zweite Bandschicht 71B, die dritte Bandschicht 71C und die vierte Bandschicht 71D in der aufgelisteten Reihenfolge gestapelt, um den Bandstapel 70 herzustellen.

[0134] Bei der Herstellung der ersten bis vierten Bandschicht 71A-71D wurde die Dicke jeder Bandschicht so gewählt, dass der in jeder Bandschicht enthaltene Stahlkabel in den Gummi eingebettet werden konnte. Insbesondere wurde die Dicke jeder Bandschicht der ersten bis vierten Bandschicht 71A-71D durch Addizieren von 0,5 mm zu dem Kabeldurchmesser des für jede Bandschicht verwendeten Stahlkabels eingestellt. Daher weist der gesamte Bandstapel 70, der ein Stapel aus vier Bandschichten ist, eine Dicke auf, die durch Hinzufügen von 2 mm zum Gesamtkabeldurchmesser der für jede Bandschicht verwendeten Stahlkabel erhalten wird.

[0135] Außerdem wurden in jeder Bandschicht Stahlkabel so angeordnet, dass die Anzahl „der Enden“ 24/5 cm betrug. „Das Ende“ bedeutet die Anzahl von Stahlkabeln, die pro 5 cm Breite jeder Bandschicht im Querschnitt senkrecht zur Erstreckungsrichtung des Kabels, d.h. der in 7 gezeigte Querschnitt, vorhanden sind.

[0136] Die oben beschriebene Bewertung der Biegesteifigkeit wurde für das erhaltene Bandstapel durchgeführt. Außerdem wurde der oben erwähnte Test der Hafffestigkeitseigenschaften an der zweiten Bandschicht durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

[0137] Ferner wurden für die erhaltenen Bandstapel das Gewicht des Stahlkabels pro Flächeneinheit, Gewicht des Gummis pro Flächeneinheit und Gewicht der Summe von Stahlkabel und Gummi pro Flächeneinheit berechnet. Außerdem wurde das Kostenverhältnis aus dem Gewicht des im Bandstapel enthaltenen Stahlkabels und des Gummis berechnet. Die relative Werte jedes Parameters sind in Tabelle 3 mit dem Ergebnis vom experimentellen Beispiel 5 als 100 gezeigt.

[0138] Das Gewicht des Stahlkabels pro Flächeneinheit bedeutet das Gewicht des Stahlkabels im Bandstapel pro Flächeneinheit in der Ebene senkrecht zur Stapelrichtung jeder Bandschicht des Bandstapels, beispielsweise, wie in **Fig. 7** gezeigt, Flächeneinheit auf der oberen Oberfläche der vierten Bandschicht 71D. Das Gewicht des Gummis pro Flächeneinheit bedeutet gleicherweise das Gewicht des Gummis im Bandstapel so wie das Gewicht der Summe von Stahlkabel und Gummi pro Flächeneinheit bedeutet das Gewicht der Summe von Stahlkabel und Gummi pro Flächeneinheit, wobei die Flächeneinheit in der Ebene senkrecht zur Stapelrichtung jeder Bandschicht des Bandstapels liegt.

[Experimentelles Beispiel 2]

(Stahlkabel)

[0139] Der Stahldraht im experimentellen Beispiel 2 wurde auf gleiche Weise wie im experimentellen Beispiels 1 hergestellt, mit dem Unterschied, dass nach dem Bilden des Beschichtungsfilms auf der Oberfläche des Stahldrahts der Draht so gezogen wurde, dass Drahtdurchmesser 0,49 mm betrug, und mit dem Unterschied, dass die beschichteten Drähte mit der Verdrillungsmaschine so verdrillt wurden, dass diese ein Stahlkabel mit einer 1 × 5 Struktur ausbilden, wie in **Fig. 3**. Bei der Herstellung des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 2 wurden sind zwei der fünf Drähte als gewellte Drähte ausgebildet, bei denen die gebogenen Abschnitte und nicht gebogenen Abschnitte entlang ihrer Längsrichtung wiederholend ausgebildet wurden. Bei den gewellten Drähten wurde eine Biegehöhe h 245% des Drahtdurchmessers und ein Wiederholungsabstand P zwischen einem gebogenen Abschnitt und einem nicht gebogenen Abschnitt von 10 mm gewählt. Für die verbleibenden drei Drähte wurden Drähte verwendet, die keine gebogenen Abschnitte aufwiesen.

[0140] Der Drahtdurchmesser und die Anzahl der Drähte, die für das Stahlkabel des experimentellen Beispiels 2 verwendet wurden, wurden so gewählt, dass die Bruchlast des erhaltenen Stahlkabels der des Stahlkabels aus dem experimentellen Beispiel 1 entsprach. Das gleiche gilt für die Stahlkabel der nachstehenden experimentellen Beispiele 3 bis 5.

[0141] Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 2 wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

(Bandstapel)

[0142] Die Bandstapel wurde in gleicher Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt und bewertet, mit dem Unterschied, dass die Stahlkabel des experimentellen Beispiels 2 als zweite und dritte Stahlkabel 72B, 72C für die zweite und dritte Bandschicht 71B, 71C verwendet wurden. Die Bruchlast der zweiten und dritten Bandschicht 71B, 71C, die in diesem experimentellen Beispiel hergestellt wurden, entsprach der Bruchlast der zweiten und dritten Bandschichten 71B, 71C, die für den Bandstapel des experimentellen Beispiels 1 verwendet wurden. Das Gleiche gilt für die folgenden experimentellen Beispiele 3 bis 5.

[0143] Die Bewertungsergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

[Experimentelles Beispiel 3]

(Stahlkabel)

[0144] Der Stahldraht im experimentellen Beispiel 3 wurde auf gleiche Weise wie im experimentellen Beispiels 1 hergestellt, mit dem Unterschied, dass nach dem Bilden eines Beschichtungsfilms auf der Oberfläche des Stahldrahts der Draht so gezogen wurde, dass der Drahtdurchmesser 0,44 mm betrug, und mit dem Unterschied, dass die beschichteten Drähte mit der Verdrillungsmaschine so verdrillt wurden, dass ein Stahlkabel mit einer 1 × 6 Struktur ausgebildet wurde, wie in **Fig. 4**. Bei der Herstellung des Stahlkabels im experimentellen Beispiel 3 wurden zwei der sechs Drähte als gewellte Drähte ausgebildet, bei denen die gebogenen Abschnitte und nicht gebogenen Abschnitte entlang der Längsrichtung wiederholend ausgebildet wurden. Bei den gewellten Drähten wurden eine Biegehöhe h des Drahtdurchmessers 245% und ein Wiederholungsabstand P zwischen einem gebogenen Abschnitt und einem nicht gebogenen Abschnitt von 10mm gewählt. Für die verbleibenden vier Drähte wurden die Drähte verwendet, die keine gebogenen Abschnitte aufwiesen.

[0145] Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des Stahlkabels im experimentellen Beispiel 3 wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

(Bandstapel)

[0146] Der Bandstapel wurde in gleicher Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt und bewertet, mit dem Unterschied, dass das Stahlkabel im experimentellen Beispiels 3 für die zweiten und dritten Stahlkabel 72B, 72C in den zweiten und dritten Bandschichten 71B, 71C verwendet wird.

[0147] Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

[Experimentelles Beispiel 3]

(Stahlkabel)

[0148] Der Stahldraht im experimentellen Beispiel 4 wurde auf dieselbe Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt, mit dem Unterschied, dass beim Bilden des Beschichtungsfilms auf der Oberfläche des Stahldrahts der Draht ferner eine Kobaltschicht auf der Zinkschicht gebildet wurde, und mit dem Unterschied, dass nach der Temperaturbehandlung der Draht so gezogen wurde, dass der Drahtdurchmesser 0,55 mm betrug.

[0149] Beim Verdrillen der Drähte wurde wie im Fall des experimentellen Beispiels 1 ein in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigtes Stahlkabel mit einer 1 × 4 Struktur verwendet.

[0150] Wie im experimentellen Beispiel 1 wurde einer der vier Drähte als gewellte Draht ausgebildet, dessen gebogene Abschnitte und die nicht gebogene Abschnitte entlang der Längsrichtung wiederholend ausgebildet wurden. Bei dem gewellten Draht wurde eine Biegehöhe h des Drahtdurchmessers 245% und ein Wiederholungsabstand P zwischen einem gebogenen Abschnitt und einem nicht gebogenen Abschnitt von 10 mm gewählt. Für die verbleibenden drei Drähte wurden die Drähte verwendet, die keine gebogenen Abschnitte aufwiesen.

[0151] Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des Stahlkabels des experimentellen Beispiels 4 wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

(Bandstapel)

[0152] Die Bandstapel wurde in gleicher Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt und bewertet, mit dem Unterschied, dass das Stahlkabel im experimentellen Beispiel 4 für die zweiten und dritten Stahlkabel 72B, 72C in den zweiten und dritten Bandschichten 71B, 71C verwendet wird.

[0153] Die Bewertungsergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

[Experimentelles Beispiel 5]

(Stahlkabel)

[0154] Der Stahldraht im experimentellen Beispiel 5 wurde auf gleiche Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt, mit dem Unterschied, dass nach dem Bilden des Beschichtungsfilms auf der Oberfläche des Stahldrahts der Draht so gezogen wurde, dass Drahtdurchmesser 0,37 mm betrug, und mit dem Unterschied, dass die beschichteten Drähte mit der Verdrillungsmaschine so verdrillt wurden, dass ein Stahlkabel mit einer 1x9 Struktur ausgebildet wurde. Bei der Herstellung des Stahlkabels im experimentellen Beispiel 5 wurden zwei der sechs Drähte als gewellte Drähte ausgebildet, bei denen die gebogenen Abschnitte und die nicht gebogenen Abschnitte entlang der Längsrichtung wiederholend gebildet wurden. Bei den gewellten Drähten wurden eine Biegehöhe h 245% des Drahtdurchmessers und ein Wiederholungsabstand P zwischen einem gebogenen Abschnitt und einem nicht gebogenen Abschnitt von 10mm gewählt. Für die verbleibenden sechs Drähte wurden Drähte verwendet, die keine gebogenen Abschnitte aufwiesen.

[0155] Der Kabeldurchmesser und die Biegesteifigkeit des erhaltenden Stahlkabels wurden bewertet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

[0156] Die 1 × 9 Struktur weist eine Struktur auf, bei der neun Drähte entlang der Längsrichtung spiralförmig verdrillt sind, um eine einzelne Schicht zu bilden.

(Bandstapel)

[0157] Die Bandstapel wurde in gleicher Weise wie im experimentellen Beispiel 1 hergestellt und bewertet, mit dem Unterschied, dass das Stahlkabel im experimentellen Beispiel 5 für die zweiten und dritten Stahlkabel 72B, 72C in den zweiten und dritten Bandschichten 71B, 71C verwendet wird.

[0158] Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 gezeigt.

[Tabelle 1]

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Beispiel 5
Verdrillungsstruktur	1×4	1 × 5	1×6	1×4	1×9
Drahtdurchmesser (mm)	0,55	0,49	0,44	0,55	0,37
Beschichtungsfilm	Cu-Zn	Cu-Zn	Cu-Zn	Cu-Zn-Co	Cu-Zn
Kabeldurchmesser (mm)	1,32	1,33	1,32	1,32	1,43
Biegesteifigkeit	229	171	133	229	100

[Tabelle 2]

Verdrillungsstruktur	1 × 5
Drahtdurchmesser (mm)	0,38
Kabeldurchmesser (mm)	1,13
Biegesteifigkeit	100

[Tabelle 3]

	Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3	Beispiel 4	Beispiel 5
Verhältnis der Biegesteifigkeit des 1. und 4. Stahlkabels zur Biegesteifigkeit des 2. Stahlkabels (%)	43,7	58,5	75,0	43,7	100,0
Biegesteifigkeit des Bandstapels	180	144	121	180	100
Haftfestigkeitseigenschaften	100	100	100	120	100
Gewicht des Stahlkabels pro Flächeneinheit	107	106	103	107	100
Gewicht des Gummis pro Flächeneinheit	93	92	91	93	100
Gewicht der Summe von Stahlkabel und Gummi pro Flächeneinheit	99	98	97	99	100
Kostenverhältnis	97	98	99	97	100

[0159] Es konnte bestätigt werden, dass die Stahlkabel gemäß den experimentellen Beispielen 1 bis 4, die eine 1 × n Struktur mit 4 bis 6 verdrehten Drähten mit einem Drahtdurchmesser größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm aufwiesen, einen kleineren Kabeldurchmesser als das Stahlkabel gemäß dem experimentellen Beispiel 5 hatten, wobei das Stahlkabel gemäß dem experimentellen Beispiel 5 den kleinsten Drahtdurchmesser aufwies.

[0160] Wie oben beschrieben, kann die Dicke der Bandschicht des Reifens so gewählt werden, dass das Stahlkabel in den Gummi der Bandschicht eingebettet werden kann. Insbesondere wird, wie oben beschrieben, bei der Herstellung des Bandstapels in den experimentellen Beispielen 1 bis 5, Bandschichtdicke jeder Bandschicht aus den ersten bis vierten Bandschichten, die den Bandstapel bilden, durch aufaddieren von 0,5 mm zum Kabeldurchmesser des verwendeten Stahlkabels bestimmt. Da die Stahlkabel gemäß der experimentellen Beispiele 1 bis 4 einen kleineren Kabeldurchmesser als der im experimentellen Beispiel 5 aufweisen, kann die Bandschichtdicke, die die Stahlkabel gemäß der experimentellen Beispiele 1 bis 4 enthält, verringert werden, und damit das Bandschichtengewicht der im Bandstapel enthaltenden Bandschichten und das Reifengewicht reduziert werden. Aus dem in Tabelle 3 gezeigten Ergebnis des Gewichts der Summe aus Stahlkabel und Gummi pro Flächeneinheit kann bestätigt werden, dass das Gewicht des Bandstapels und des den Bandstapel enthaltenden Reifens im Vergleich zum experimentellen Beispiel 5 verringert werden kann. Ferner kann beim Bilden der Bandschichten, die die Stahlkabel gemäß den experimentellen Beispielen 1 bis 4 enthalten, die Dicke der Bandschicht wie oben beschrieben verringert werden, wodurch die Menge des verwendeten Kautschuks verringert werden kann. Daher wurde, wie in Tabelle 3 gezeigt, auch bestätigt, dass die Bandstapel gemäß den experimentellen Beispielen 1 bis 4 das Kostenverhältnis im Vergleich zum Bandstapel gemäß dem experimentellen Beispiel 5 reduzieren können.

[0161] Ferner wurde aus Tabelle 1 bestätigt, dass die Stahlkabel gemäß den experimentellen Beispielen 1 bis 4 eine höhere Biegesteifigkeit aufwiesen als die Stahlkabel gemäß dem experimentellen Beispiel 5. Als Ergebnis wurde, wie in Tabelle 3 gezeigt, dass die Biegesteifigkeit des Bandstapels ebenfalls höher als die des Bandstapels im experimentellen Beispiel 5. Daher wurde bestätigt, dass die Haltbarkeit des Reifens, der diese Bandstapel enthält, erhöht ist.

[0162] Außerdem wurde bestätigt, dass im experimentellen Beispiel 4, in dem Kobalt zusätzlich zu Kupfer und Zink als Beschichtungsfilm des Drahtes zugegeben wurde, das Ergebnis des Haftfestigkeitstests noch höher war als in den anderen experimentellen Beispielen. Daher wurde bestätigt, dass durch Hinzufügen von Kobalt zum Beschichtungsfilm die Haftung zwischen dem Stahlkabel und dem Gummi verbessert werden kann und die Haltbarkeit der Bandschichten sowie des die Bandschichten enthaltenden Bandstapels und des Reifens verbessert werden kann.

Bezugszeichenliste

10,30,40	Stahlkabel
11, 11A, 62	Draht
111	Messingbeschichtungsfilm
112	Stahldraht
12	zentraler Hohlraum
C1, C2, C3	umschriebener Kreis
D	Drahtdurchmesser
50	gewellter Draht
51, 51A, 51B, 51C	gebogene Abschnitte
52	nicht gebogene Abschnitte
P	Wiederholungsabstand
S	Ebene
H	Biegehöhe
61	Vorform
70	Bandstapel
71A	erste Bandschicht
71B	zweite Bandschicht
71C	dritte Bandschicht
71D	vierte Bandschicht
72A	erste Stahlkabel
72B	zweite Stahlkabel
72C	dritte Stahlkabel
72D	vierte Stahlkabel
73A	erste Beschichtungsgummierung
73B	zweite Beschichtungsgummierung
73C	dritte Beschichtungsgummierung
73D	vierte Beschichtungsgummierung
80	Reifen
81	Laufflächenabschnitt
82	Seitenwandabschnitt
83	Wulstabschnitt
84	Innerliner
85	Karkasse
86	Wulstdraht
90, 100	Prüfkörper
91	Greifvorrichtung
901	erstes Ende
902	zweites Ende
θ	Öffnungswinkel

L	Abstand
1011	erste Walze
1012	zweite Walze
1013	dritte Walze

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2019083169 [0002]
- JP H07238480 A [0003, 0004]
- JP H07238480 [0006]

Patentansprüche

1. Stahlkabel (10) mit einer $1 \times n$ Struktur, bei der n Drähte (11, 11, 11...) miteinander verdreht sind, wobei die Anzahl n der Drähte größer gleich 4 und kleiner gleich 6 beträgt, und wobei Drahtdurchmesser (D) der Drähte größer gleich 0,40 mm und kleiner gleich 0,55 mm ist.
2. Stahlkabel (10) nach Anspruch 1, wobei mindestens ein Draht (11) der n Drähte ein gewellter [korrigierter] Draht (50) ist, dessen gebogene Abschnitte (51,51,51...) und nicht gebogene Abschnitte (52, 52, 52...) sich in Längsrichtung wiederholen.
3. Stahlkabel nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Draht (11) auf der Oberfläche einen Messingbeschichtungsfilm (111) aufweist, der Cu und Zn enthält.
4. Stahlkabel nach Anspruch 3, wobei der Messingbeschichtungsfilm (111) ferner ein oder mehrere Elemente enthält, die aus Co und Ni ausgewählt sind.
5. Bandstapel umfassend eine erste Bandschicht (71A), eine zweite Bandschicht (71B), eine dritte Bandschicht (71C) und eine vierte Bandschicht (71D), die in dieser Folge aufeinandergestapelt sind, wobei der erste Bandschicht (71A) eine Vielzahl von ersten Stahlkabeln (72A) und eine erste Beschichtungsgummierung (73A) zum Einbetten der ersten Stahlkabel (72A) aufweist, wobei der zweite Bandschicht (71B) eine Vielzahl von zweiten Stahlkabeln (72B) und eine zweite Beschichtungsgummierung (73B) zum Einbetten der zweiten Stahlkabel (72B) aufweist, wobei der dritte Bandschicht (71C) eine Vielzahl von dritten Stahlkabeln (72C) und eine dritte Beschichtungsgummierung (73C) zum Einbetten der dritten Stahlkabel (72C) aufweist, wobei der vierte Bandschicht (71D) eine Vielzahl von vierten Stahlkabeln (72D) und eine vierte Beschichtungsgummierung (73D) zum Einbetten der vierten Stahlkabel (72D) aufweist, wobei die zweiten Stahlkabel (72B) und die dritten Stahlkabel (72C) nach einem der Ansprüche 1 bis 4 sind, wobei die Biegesteifigkeit der ersten Stahlkabel (72A) und der vierten Stahlkabel (72D) größer gleich 20% und kleiner gleich 90% der Biegesteifigkeit der zweiten Stahlkabel (72B) beträgt.
6. Reifen (80) mit einem Bandstapel nach Anspruch 5, wobei der Bandstapel außerhalb der Karkasse in radialer Richtung des Reifens (80) und innerhalb des Laufflächenabschnitts (81) des Reifens in radialer Richtung des Reifens angeordnet ist.

Es folgen 7 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG.1

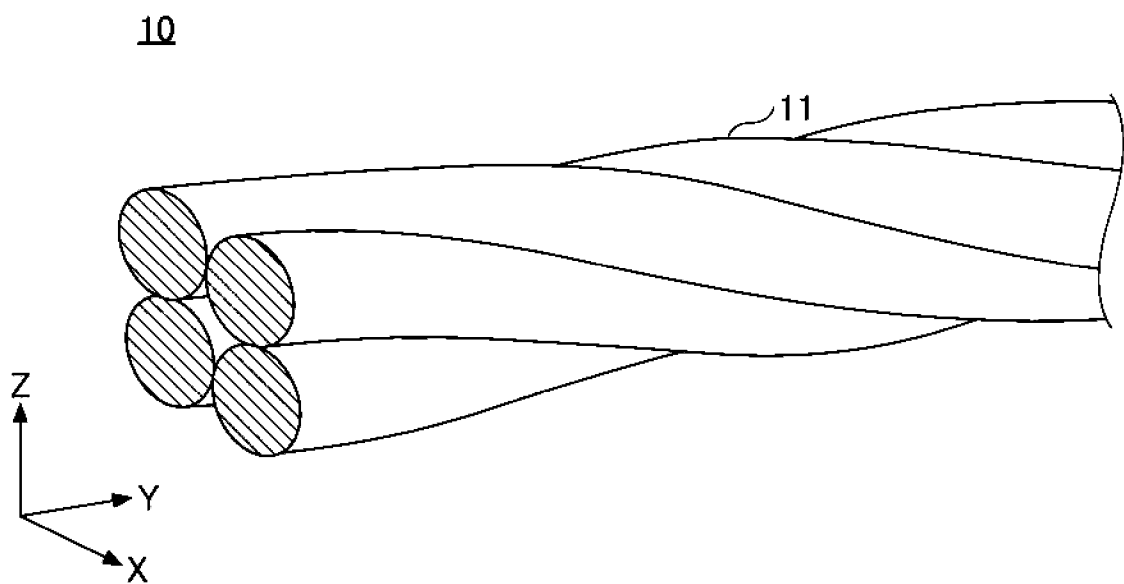


FIG.2

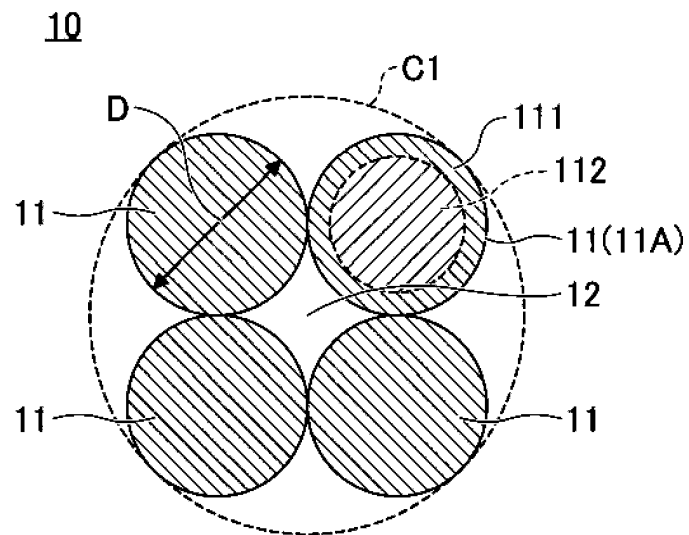


FIG.3

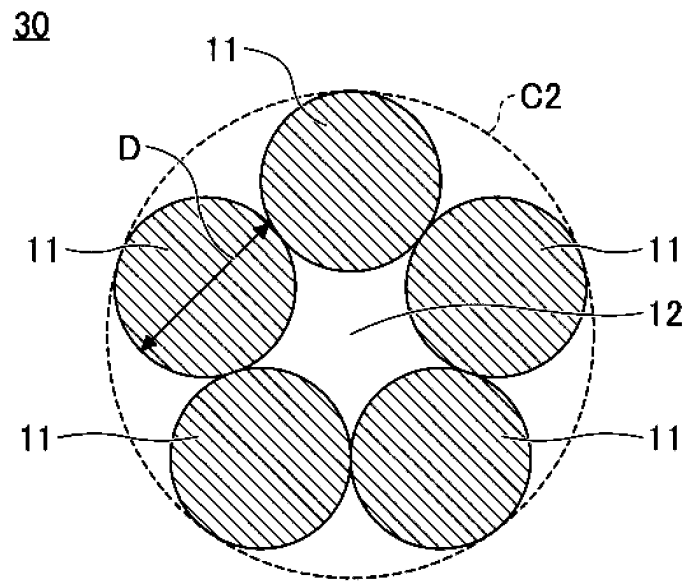


FIG.4

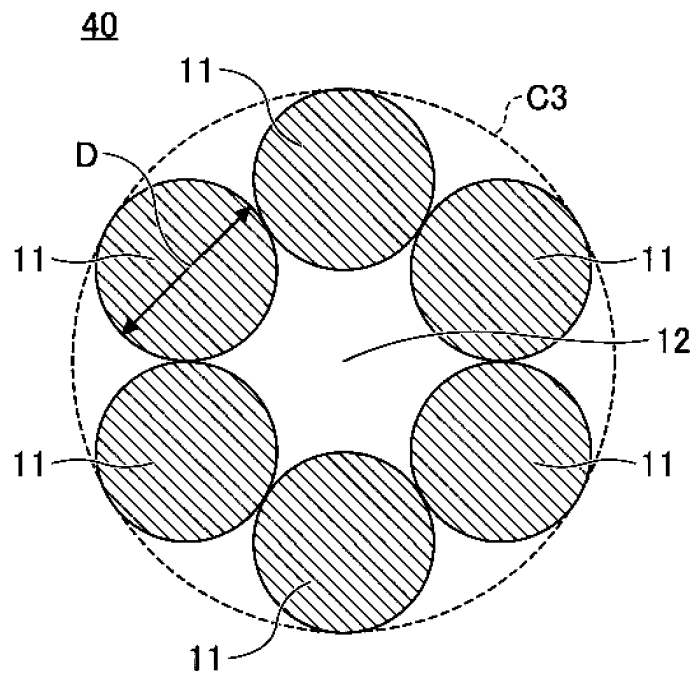


FIG.5

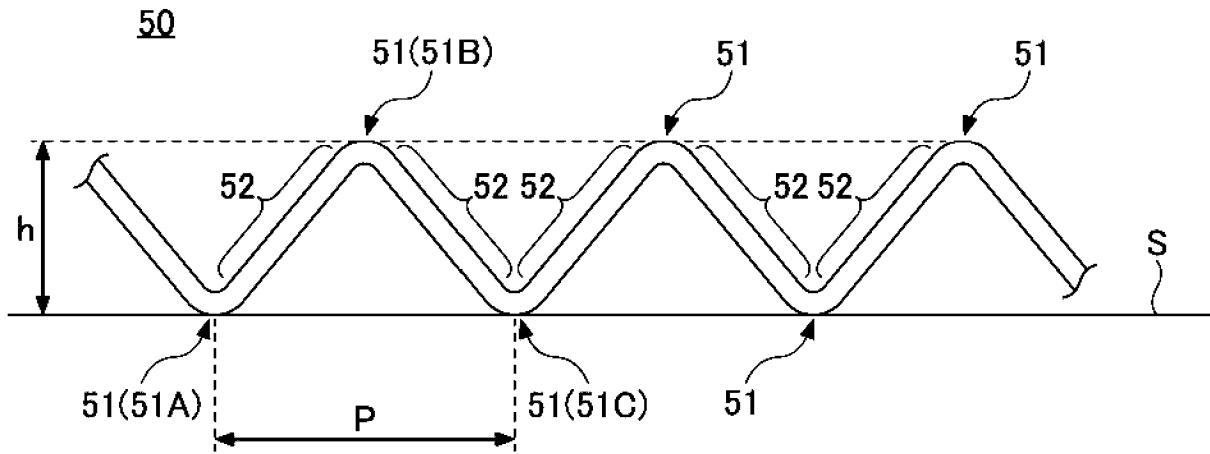


FIG.6

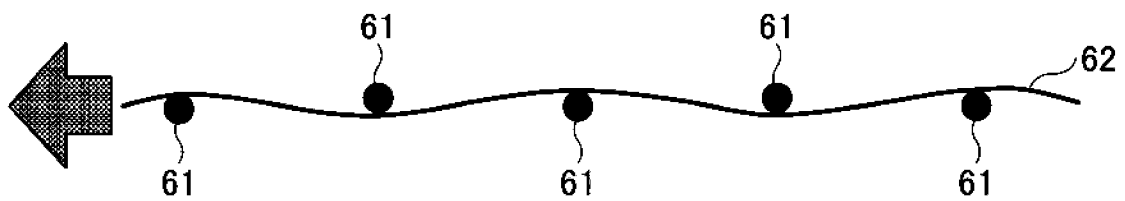


FIG.7

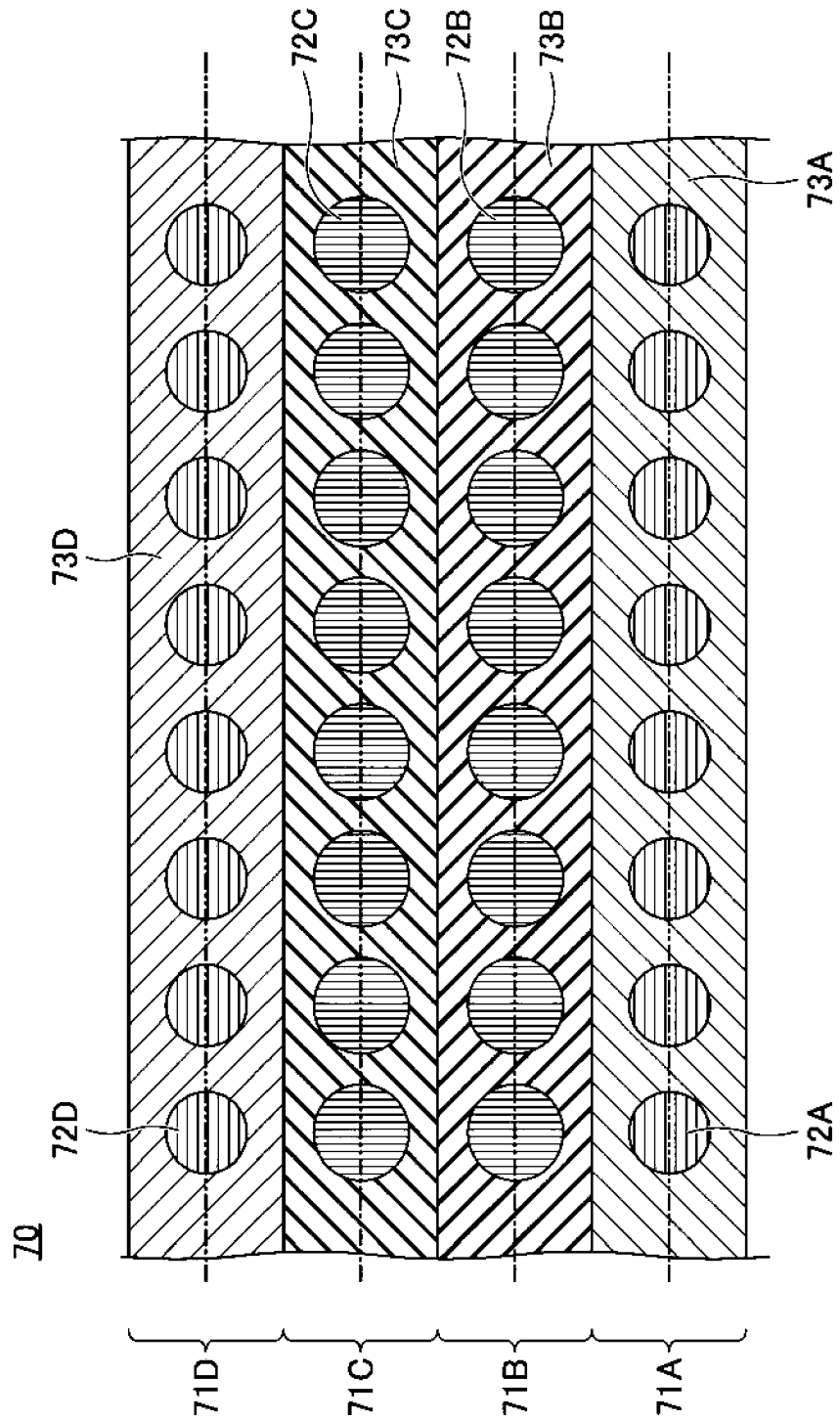


FIG.8

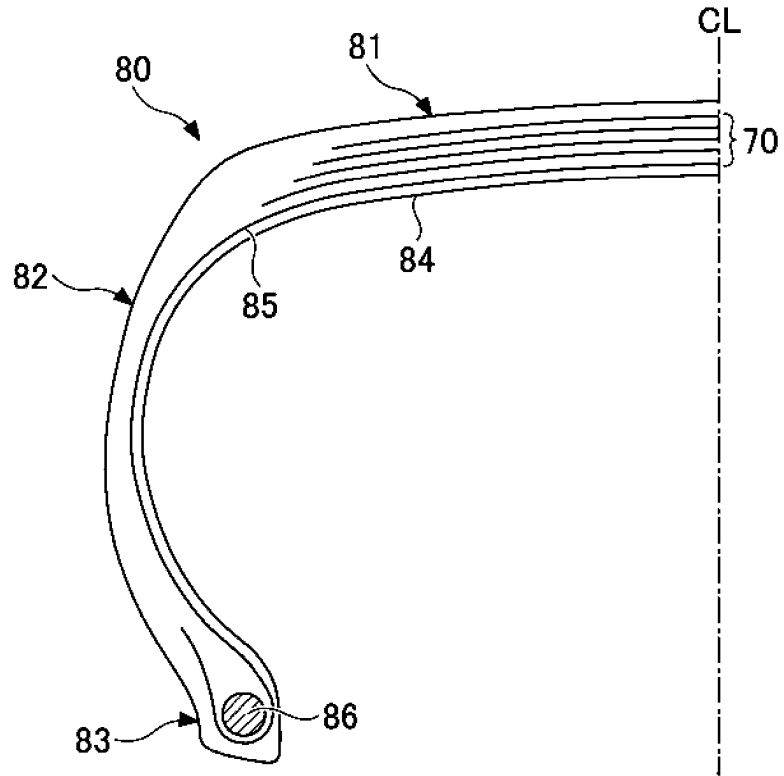


FIG.9

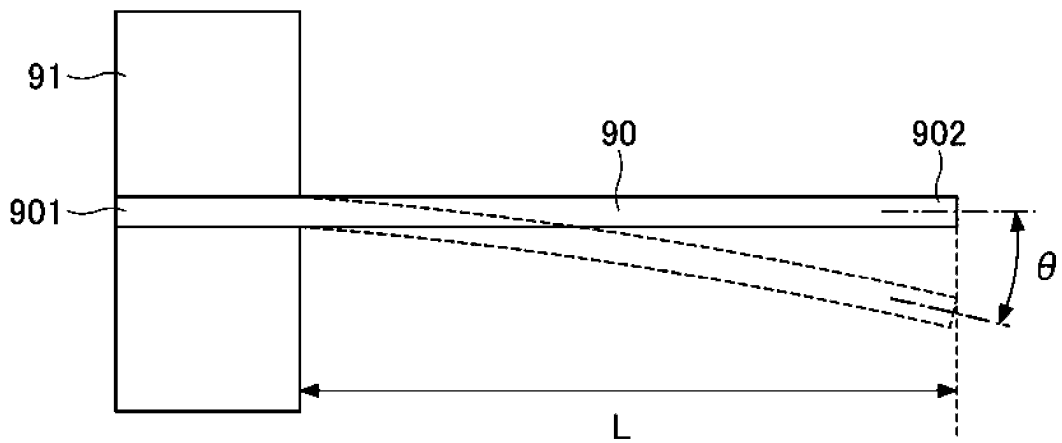


FIG.10

