

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. März 2018 (01.03.2018)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2018/036680 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B60C 11/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/064340

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. Juni 2017 (13.06.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 216 072.9
26. August 2016 (26.08.2016) DE

(71) Anmelder: **CONTINENTAL REIFEN DEUTSCH-
LAND GMBH** [DE/DE]; Vahrenwalder Str. 9, 30165 Han-
nover (DE).

(72) Erfinder: **HALLMANN, Steffen**; Kortumstr. 6, 30171
Hannover (DE). **MÜLLER, Matthias-Stephan**; Gra-
ham-Bell-Weg 59a, 30827 Garbsen (DE). **MINX, Carsten**;
Moorbachweg 19, 31535 Neustadt (DE). **SCHMIDT, Pe-
ter**; Manskestr. 20A, 31275 Lehrte (DE). **GOOTJES, Len-
nert**; Friesenstr. 18, 30161 Hannover (DE).

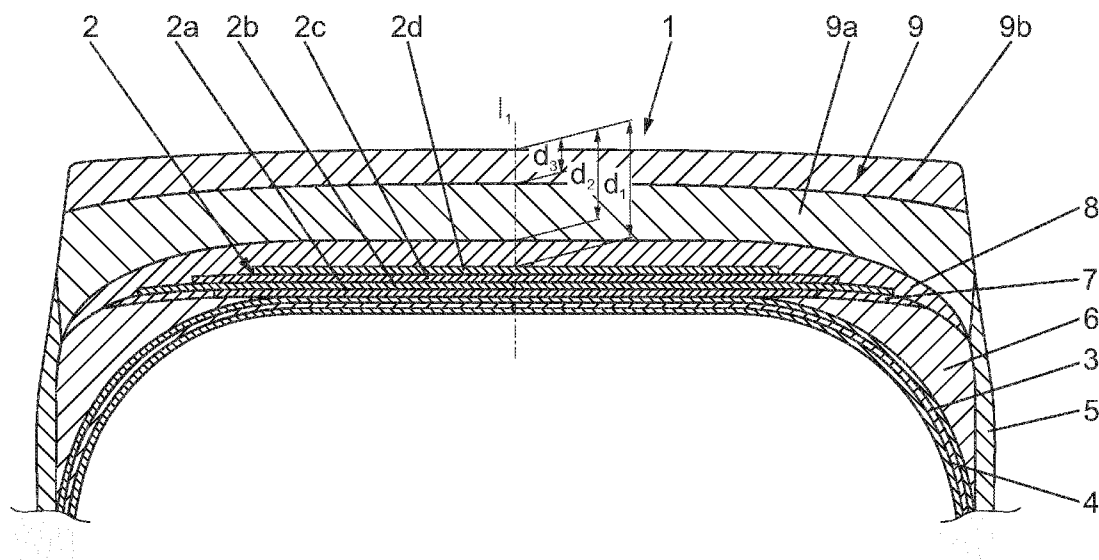
(74) Anwalt: **FINGER, Karsten**; Continental Aktiengesell-
schaft, Intellectual Property, Postfach 169, 30001 Hannover
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,
HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: UTILITY VEHICLE TIRES

(54) Bezeichnung: NUTZFAHRZEUGREIFEN

Fig. 1



(57) Abstract: The invention relates to utility vehicle tires, in particular OTR tires, with a radial or diagonal design, comprising a tread (1) which consists of a rubber material and has multiple layers in the radial direction and which comprises a tread base (8) and a tread cap (9) that contains the profiling, wherein the tread (1) has a thickness (d_1) of 12.0 mm to 70.0 mm in the tire zenith on the equatorial plane. The tread cap (9) has at least two cap layers (9a, 9b) in the radial direction. The radially outermost cap layer (9b) has a thickness (d_3) of 10% to 70% of the thickness (d_1) of the tread (1) in the tire zenith on the equatorial plane, and the rubber material of the radially outermost cap layer (9b) has an elongation at break of 600% to 900% according to DIN 53504.

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

(57) Zusammenfassung: Nutzfahrzeugreifen, insbesondere OTR-Reifen, radialer oder diagonal Bauart mit einem in radialer Richtung mehrschichtigen aus Gummimaterial bestehenden Laufstreifen (1) mit einer Laufstreifenbase (8) und einer die Profilierung enthaltenden Laufstreifencap (9), wobei der Laufstreifen (1) im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke (d_1) von 12,0 mm bis 70,0 mm aufweist. Die Laufstreifencap (9) weist in radialer Richtung mindestens zwei Capschichten (9a, 9b) auf, wobei die radial äußerste Capschicht (9b) im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke (d_3) von 10% bis 70% der Dicke (d_1) des Laufstreifens (1) aufweist und wobei das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) eine Reißdehnung gemäß DIN 53504 von 600% bis 900% aufweist.

5 Beschreibung

Nutzfahrzeugreifen

Die Erfindung betrifft einen Nutzfahrzeugreifen, insbesondere OTR-Reifen, radialer oder
10 diagonalen Bauart mit einem in radialer Richtung mehrschichtigen aus Gummimaterial
bestehenden Laufstreifen mit einer Laufstreifenbase und einer die Profilierung enthaltenden
Laufstreifencap, wobei der Laufstreifen im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke
von 12,0 mm bis 70,0 mm aufweist.

15 Sogenannte OTR-Reifen sind für spezielle Einsatzzwecke, insbesondere als Reifen für
Spezialfahrzeuge im Unter- oder Übertagebau, vorgesehen. In Bergwerken werden OTR-
Reifen extremen Belastungen durch Geröll, Schlamm, Wasser, Hitze und dergleichen
ausgesetzt. Diese Belastungen können bei den bekannten OTR-Reifen im Laufstreifen zum
vermehrten Auftreten von „Chip & Chunk“ – Effekten führen, unter welchen auffallende
20 Schäden am Laufstreifen, insbesondere tiefe Einschnitte, aber auch Abblätterungen,
Ausbrüche und dergleichen verstanden werden. Treten solche Laufstreifenbeschädigungen
auf, müssen die Reifen ersetzt werden. Insbesondere in Bergwerken können bekannte OTR-
Reifen lediglich auf zirka 50% ihrer Profiltiefe abgefahren werden, da bereits dann die im
Laufstreifen vorhandenen Einschnitte eine weitere Verwendung des Reifens nicht mehr
25 gestatten.

Ist es daher von Bedeutung, dass Laufstreifen von Nutzfahrzeugreifen, welche für die
obigen Einsatzzwecke vorgesehen sind, eine hohe Resistenz gegenüber „Chipping &
Chunking“ aufweisen. Die üblichen hinsichtlich „Chipping & Chunking“ optimierten
30 Gummimaterialien für Laufstreifen sind für diesen speziellen Einsatzzweck wegen ihrer zu
geringen Steifigkeit nicht geeignet. Für eine hohe Rissbeständigkeit der Gummimaterialien
ist es üblich, die diesen Gummimaterialien zugrundeliegenden Kautschukmischungen mit

großen Mengen an Füllstoffen zu versehen. Die niedrige Steifigkeit sowie die großen Füllstoffmengen führen zu einem erhöhten spezifischen Wärmearaufbau unter dynamischer Belastung. Dieser tritt bei Radialreifen insbesondere im Bereich der Gürtelkanten und bei Diagonalreifen insbesondere im Bereich des Breakers auf, wobei sich der erhöhte

5 Wärmearaufbau besonders nachteilig auf die Reifenhaltbarkeit auswirkt. Insbesondere weisen derartige Nutzfahrzeugreifen einen geringen „TKPH-Wert“ (tons per kilometer per hour, „Tonnenkilometer pro Stunde) auf. Dieser gibt Auskunft über die Transportkapazität eines Nutzfahrzeugreifens und dient zur Ermittlung der optimalen Einsatzleistung eines Reifens. Er spezifiziert die Einsatzstunden, welche eingehalten werden sollten, um eine

10 Beschädigung der Gummibauteile durch Überhitzung zu vermeiden und ist direkt proportional zur Nennbelastung des Reifens und der Durchschnittsgeschwindigkeit. Insbesondere für in Bergwerken auf Spezialfahrzeugen eingesetzte Reifen, ist ein ausreichend hoher TKPH-Wert von großer Bedeutung. Aufgrund des geringen TKPH-Werts der bekannten Reifen ist es jedoch erforderlich, die Einsatzzeit in Abhängigkeit der

15 jeweiligen Reifenbelastung zu begrenzen.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, bei einem Nutzfahrzeugreifen der eingangs genannten Art die Resistenz seines Laufstreifens gegenüber „Chipping & Chunking“ zu erhöhen, ohne den TKPH-Wert des Reifens zu verringern.

20

Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Laufstreifencap in radialer Richtung mindestens zwei Capschichten aufweist, wobei die radial äußerste Capschicht im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke von 10% bis 70% der Dicke des Laufstreifens aufweist und wobei das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht

25 eine Reißdehnung gemäß DIN 53504 von 600% bis 900% aufweist.

Ein erfindungsgemäß ausgeführter Nutzfahrzeugreifen weist somit einen in radialer Richtung zumindest dreischichtigen Laufstreifen auf. Das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht des Laufstreifens ist durch seine hohe Reißdehnung besonders

30 rissbeständig, sodass Laufstreifen erfindungsgemäßer Nutzfahrzeugreifen den beim Fahren in Bergwerken und dergleichen auftretenden Extrembelastungen wesentlich besser als die bekannten Laufstreifen standhalten. Dadurch, dass die radial äußerste Capschicht dem

Laufstreifen eine sehr hohe Resistenz gegenüber „Chipping & Chunking“ verleiht, ist es bei einem erfindungsgemäßen Nutzfahrzeugreifen möglich, radial weiter innenliegende Schichten des Laufstreifens hinsichtlich eines geringen Wärmefaufbaus auszulegen. Erfindungsgemäße Nutzfahrzeugreifen können daher auch einen hohen TKPH-Wert aufweisen und sind somit besonders für im Unter- oder Übertagebau eingesetzte Spezialfahrzeuge geeignet.

Einen besonders hohen TKPH-Wert unter Beibehaltung einer hohen „Chip & Chunk“ – Beständigkeit wird dem Laufstreifen dann verliehen, wenn das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht eine Reißdehnung von 650% bis 750%, vorzugsweise von mindestens 700%, aufweist.

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante weist das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht einen Spannungswert bei 300% Dehnung gemäß DIN 53504 von 4,0 MPa bis 10,0 MPa, vorzugsweise von höchstens 6,0 MPa, auf. Die durch die Prüfung nach DIN 53504 erhaltene Spannungs-/Dehnungskurve zeigt daher einen „flachen“ Verlauf. Dadurch werden Spannungen im Gummimaterial der radial äußersten Capschicht über einen großen Volumenbereich dieser Capschicht gleichmäßig verteilt, wodurch kaum rissinitiierende Spannungsspitzen auftreten und somit die Beständigkeit gegenüber „Chipping & Chunking“ zusätzlich erhöht wird.

Ferner ist es für eine hohe „Chip & Chunk“ – Beständigkeit von Vorteil, wenn das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht eine Hochgeschwindigkeitsbruchdehnung gemäß DIN EN 10 045 von 18 MJ/m³ bis 25 MJ/m³, insbesondere von 19 MJ/m³ bis 21 MJ/m³, aufweist.

Insbesondere durch eine Anpassung der Dicken der Capschichten können die Eigenschaften des Laufstreifens auf den jeweiligen Einsatzzweck optimal abgestimmt werden. In diesem Zusammenhang ist es von Vorteil, wenn die radial äußerste Capschicht im Reifenzenit entlang der Äquatorialebene eine Dicke von 20% bis 40% der Dicke des Laufstreifens aufweist.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante weist das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht eine Shore A-Härte gemäß DIN-ISO 7619-1 von 50 Shore A bis 80 Shore A, insbesondere von 65 Shore A bis 75 Shore A, auf.

- 5 Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante weisen die Gummimaterialien der Capschichten übereinstimmende Shore-A-Härten gemäß DIN-ISO 7619-1 oder um höchstens 4,0 Shore A, insbesondere um höchstens 2,0 Shore A, voneinander abweichende Shore-A-Härten auf.
- 10 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante weist das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht eine Temperatur gemäß DIN 53533 bei einem statischen Stress von 0,9 MPa und einem dynamischen Stress von $\pm 0,8$ MPa von 60°C bis 85°C auf. Dies ist im Hinblick auf den zwischen der „Chip & Chunk“- Beständigkeit des Gummimateriales und dem Ausmaß des
- 15 Wärmefaufbaus unter dynamischer Belastung bestehenden Zielkonflikt besonders vorteilhaft, da sich die innerste Capschicht unter dynamischer Beanspruchung nur geringfügig erwärmt.

- Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante weist das Gummimaterial der an die
- 20 Laufstreifenbase unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht höhere Rückprallelastizitäten bei Raumtemperatur und bei 70°C gemäß DIN 53512 auf als das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht, wobei das Gummimaterial der radial innersten Capschicht eine Rückprallelastizität bei Raumtemperatur von 30% bis 60%, insbesondere von 40% bis 50%, und eine Rückprallelastizität bei 70°C von 45% bis 75%,
- 25 insbesondere von 55% bis 65%, aufweist. Die radial innerste Capschicht gibt daher die beim Abrollen aufgenommene mechanische Energie besonders einfach wieder ab, ohne diese in Wärme umzuwandeln, was zu einer besonders vorteilhaften Lösung des bereits erwähnten Zielkonfliktes beiträgt.

- 30 Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante weist das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht einen Spannungswert bei 300% Dehnung von 8,0 MPa bis 12,0 MPa auf, sodass die durch die

Prüfung nach DIN 53504 erhaltene Spannungs-/Dehnungskurve einen „steilen“ Verlauf zeigt, was den Wärmeaufbau im Gummimaterial unter dynamischer Beanspruchung ebenfalls gering hält und somit auch die gummiinhärente Verformbarkeit bzw. den daraus resultierenden Wärmeaufbau gering hält.

5

Für die „Chip & Chunk“- Beständigkeit des Laufstreifens ist es ferner vorteilhaft, wenn das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht eine Reißdehnung gemäß DIN 53512 von 450% bis 700%, insbesondere von 530% bis 600%, aufweist. Bei dieser Ausführungsvariante ist daher neben der äußersten

10 Capschicht auch die innerste Capschicht hinsichtlich ihrer „Chip & Chunk“- Beständigkeit optimiert.

Bevorzugter Weise ist das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht aus einer Kautschukmischung gefertigt, welche zumindest einen Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR),

15 insbesondere zumindest einen durch Emulsionspolymerisation hergestellter Styrol-Butadien-Kautschuk (E-SBR), enthält.

Ferner ist es von Vorteil, wenn das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht aus einer Kautschukmischung gefertigt ist, welche zumindest ein Resin enthält.

20

Bei einer bevorzugten Ausführungsvariante ist das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht aus einer Kautschukmischung gefertigt, welche als Füllstoff ausschließlich Ruß, insbesondere zumindest einen Ruß mit einer Jod-Adsorptions-Zahl von höchstens 125 g/kg sowie einer DBP-Zahl von höchstens $115 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ und ferner zumindest ein

25 Resin (ein Harz) enthält.

Bei einer weiteren bevorzugten Ausführungsvariante ist das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht aus einer Kautschukmischung gefertigt, welche 80 phr bis 100 phr Naturkautschuk, bis zu 20 phr

30 Kieselsäure und bis zu 15 phr Weichmacher enthält.

Weitere Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung werden nun anhand der einzigen Figur, Fig. 1, die schematisch einen Querschnitt durch einen Nutzfahrzeugreifen im Bereich des Laufstreifens und des Gürtelverbandes mit einer Ausführungsvariante der Erfindung zeigt, näher erläutert.

5

In der nachfolgenden Beschreibung sowie in Tabelle 1 erfolgen die Mengenangaben der Bestandteile von Kautschukmischungen in der in der Kautschuktechnologie üblichen Einheit phr (parts per hundred parts rubber). Die Mengenangaben beziehen sich dabei jeweils auf 100 Massenteile des Grundpolymers bzw. bei Polymerblends auf jene der Grundpolymere.

10

Erfindungsgemäß ausgeführte Nutzfahrzeugreifen sind Reifen radialer oder diagonalen Bauart für den Off-Road-Einsatz (OTR (Off-The-Road) - Reifen), insbesondere Nutzfahrzeugreifen für im Unter- oder Übertagebau eingesetzte Spezialfahrzeuge. Die Erfindung wird im Nachfolgenden anhand eines Radialreifens erläutert.

15

In Fig. 1 sind von den wesentlichen Bauteilen eines Nutzfahrzeugreifens in Radialbauart ein Laufstreifen 1, ein mehrlagiger Gürtelverband 2, Abschnitte einer mehrlagigen Karkasseinlage 3 und einer luftdichten Innenschicht 4 sowie die radial äußeren Endbereiche von Seitenwänden 5 dargestellt. Die Karkasseinlage 3, die Innenschicht 4 und die Seitenwände 5 können in an sich bekannter Weise ausgeführt sein.

20

Der Gürtelverband 2 weist beim gezeigten Ausführungsbeispiel vier Gürtellagen 2a, 2b, 2c, 2d auf, welche jeweils aus zueinander im Wesentlichen parallel verlaufenden Stahlkorden, die in eine Gummimischung eingebettet sind, bestehen. Die Stahlkorde verlaufen unter den üblichen spitzen Winkeln zur Reifenumfangsrichtung, wobei die Stahlkorde benachbarter Gürtellagen einander vorzugsweise in bekannter Weise kreuzen.

25

In jedem Schulterbereich des Nutzfahrzeugreifens ist radial außerhalb der Karkasseinlage 3 ein Schulterpolster 6 angeordnet, welcher sich in Kontakt mit der Karkasseinlage 3 von der jeweiligen Seitenwand 5 unter die radial innerste Gürtellage 2a ein Stück hineinerstreckt und dort im Querschnitt ausläuft. Radial außerhalb der Schulterpolsters 6 verläuft jeweils

30

ein schmaler Gürtelkantenpolster 7, welcher sich unter die jeweilige Randkante der zweiten Gürtellage 2b hineinerstreckt und an der Randkante der radial innersten Gürtellage 2a endet.

- 5 Der Laufstreifen 1 kann in an sich bekannter Weise durch Rillen blockartig strukturiert sein und weist an seinen von Profilnegativen, wie Rillen, Einschnitten und dergleichen, freien Bereichen, den Profilpositiven, in radialer Richtung eine im Wesentlichen konstante Dicke auf, wobei der Laufstreifen 1 in den Schulterbereichen etwas dicker ist als im breiteren mittleren Bereich. Im Reifenzenit weist der Laufstreifen 1 an der Äquatorialebene, welche
- 10 in Fig. 1 durch die Linie l_1 angedeutet ist, eine Dicke d_1 von 12,0 mm bis 70,0 mm auf, welche in radialer Richtung zwischen der radial äußersten Gürtellage, beim gezeigten Ausführungsbeispiel der vierten Gürtellage 2d, und einer den Laufstreifen 1 Einhüllenden, welche die Laufstreifenaußenfläche beinhaltet, ermittelt wird.
- 15 Der Laufstreifen 1 ist in radialer Richtung dreischichtig aufgebaut und setzt sich aus einer Laufstreifenbase 8 und einer die Profilierung enthaltenden Laufstreifencap 9 zusammen, wobei die Laufstreifencap 9 in radialer Richtung an der Äquatorialebene eine Dicke d_2 von 60% bis 95% der Dicke d_1 des Laufstreifens 1 aufweist. Die Laufstreifencap 9 ist in radialer Richtung zweischichtig aufgebaut und weist eine radial innere Capschicht 9a und eine beim
- 20 Abrollen des Reifens mit dem Untergrund in Kontakt tretende radial äußere Capschicht 9b auf. Die radial äußere Capschicht 9b weist an der Äquatorialebene in radialer Richtung eine Dicke d_3 auf, welche 10% bis 70%, insbesondere 20% bis 40%, der Dicke d_1 des Laufstreifens 1 beträgt.
- 25 Sämtliche Schichten 8, 9a, 9b des Laufstreifens 1 bestehen aus Gummimaterial und sind dementsprechend jeweils aus einer Kautschukmischung gefertigt. Das Gummimaterial der Laufstreifenbase 8 ist in an sich bekannter Weise derart ausgelegt, dass es sich beim Abrollen des Reifens nur wenig erwärmt, was für den Rollwiderstand des Reifens sowie für die Haltbarkeit des Gürtelverbandes 2 von Vorteil ist. In Tabelle 1 sind exemplarisch
- 30 Zusammensetzungen der Kautschukmischung der radial inneren Capschicht 9a (M_{9a}) und der radial äußeren Capschicht 9b (M_{9b}) angegeben. Tabelle 1 enthält ferner von den aus diesen Kautschukmischungen hergestellten Gummimaterialien Ergebnisse von

Zugversuchen gemäß DIN 53504, die Shore-A-Härten gemäß DIN ISO 7619-1, die Rückprallelastizitäten bei Raumtemperatur (RT, 25°C) und bei 70°C gemäß DIN 53512, die Hochgeschwindigkeitsbruchdehnung, ermittelt als Reißenergie pro verformten Volumen bei Raumtemperatur gemäß High Speed Tear Energy Test (HSTE) nach DIN EN 10 045, sowie die Ergebnisse der Prüfung der Wärmebildung im Dauerschwingversuch (Flexometerprüfung) gemäß DIN 53533. Die Prüfung der Wärmebildung erfolgte an zylindrischen Goodrich-Prüfkörpern mit einem Durchmesser von 0,7 Zoll (17,8 mm) und einer Höhe von 1,0 Zoll (25,4 mm) bei einem statischen Stress von 0,9 MPa und einem dynamischen Stress von $\pm 0,8$ MPa.

10

Tabelle 1: Mischungszusammensetzungen und Prüfergebnisse

Bestandteil	Einheit	M _{9a}	M _{9b}
		(radial innere Capschicht 9a)	(radial äußere Capschicht 9b)
Naturkautschuk	phr	80-100	0
SBR	phr	0-20	100
BR	phr	0-20	0
Ruß	phr	30-60	60-100
Silica (& Silane)	phr	0-20	0-5
Weichmacher (Öl & Resin)	phr	0-15	10-30
Beschleuniger	phr	0,9-2	0,9-2
Schwefel	phr	0,9-2	0,9-3
Alterungsschutzmittel	phr	1-10	1-10
Zinkoxid	phr	1-4	2-5
Prüfergebnisse			
Shore A - Härte (RT)	ShA	60,1	60,2
Rückprallelastizität (RT)	%	44,0	24,2
Rückprallelastizität (70°C)	%	54,0	35,3
M50	MPa	1,1	1,0
M100	MPa	1,9	1,3
M200	MPa	5,0	2,7
M300	MPa	10,0	5,0
Reißfestigkeit	MPa	21,0	16,4
Reißdehnung	%	565	715
HSTE	MJ/m ³	13	20
Temperatur nach DIN 53533	°C	76,0	98,3

Wie nachfolgend erläutert wird, ist das Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b besonders widerstandsfähig gegenüber „Chipping & Chunking“. Die „Chip & Chunk“-

Eigenschaften eines Gummimateriales, welche die Tendenz zum Auftreten von Schäden am Laufstreifen, wie Einrissen, Abblätterungen oder Ausbrüchen, wiedergeben, stehen in engem Zusammenhang mit den Reiß Eigenschaften, insbesondere mit der Reißdehnung, des Gummimateriales. Die „Chip & Chunk“- Beständigkeit eines Gummimateriales steht in

5 Zielkonflikt zum Ausmaß des Wärmefaufbaus unter dynamischer Belastung, d.h. dem Wärmefaufbau beim Abrollen des Reifens. Um dem Entgegenzuwirken ist das Gummimaterial der radial inneren Capschicht 9a insbesondere hinsichtlich seines Wärmefaufbaues optimiert, sodass es sich unter Beanspruchung nur geringfügig erwärmt.

- 10 Das Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b weist eine Reißdehnung gemäß DIN 53504 von 600 % bis 900%, insbesondere von 650% bis 750%, vorzugsweise von mindestens 700%, auf. Diese hohe Reißdehnung verleiht dem Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b seine besonders hohe Beständigkeit gegenüber „Chipping & Chunking“. Der Spannungswert bei 300% Dehnung (M300) des Gummimateriales beträgt
- 15 4,0 MPa bis 10,0 MPa, vorzugsweise höchstens 6,0 MPa, sodass die durch die Prüfung nach DIN 53504 erhaltene Spannungs/Dehnungskurve einen „flachen“ Verlauf zeigt. Dadurch werden Spannungen im Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b über einen großen Volumenbereich dieser Capschicht 9b gleichmäßig verteilt, wodurch kaum rissinitiierende Spannungsspitzen auftreten und somit die Beständigkeit gegenüber
- 20 „Chipping & Chunking“ weiter erhöht wird. Für die „Chip & Chunk“-Beständigkeit ist es ferner von Vorteil, wenn das Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b eine Hochgeschwindigkeitsbruchdehnung (HSTE) nach DIN EN 10 045 von 18 MJ/m³ bis 25 MJ/m³, insbesondere von 19 MJ/m³ bis 21 MJ/m³, aufweist. Die Shore A-Härte gemäß DIN-ISO 7619-1 des Gummimateriales der Capschicht 9b beträgt 50 Shore A bis
- 25 80 Shore A, insbesondere 65 Shore A bis 75 Shore A.

- Das für die radial äußere Capschicht 9b vorgesehene Gummimaterial wird insbesondere aus einer Kautschukmischung gefertigt, welche zumindest einen Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), insbesondere zumindest einen E-SBR (durch Emulsionspolymerisation hergestellter
- 30 Styrol-Butadien-Kautschuk), zumindest einen Ruß mit einer Jod-Adsorptions-Zahl von höchstens 125 g/kg sowie einer DBP-Zahl von höchstens 115 x 10⁻⁵ m³/kg und ferner zumindest ein Resin (ein Harz) enthält.

Das Gummimaterial der radial inneren Capschicht 9a weist eine geringere Wärmebildung gemäß DIN 53533 als das Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b auf, wobei diese Wärmebildung ein Maß für den Wärmearaufbau eines Gummimaterialies unter dynamischer Beanspruchung ist und ein niedriger Temperatur-Wert einen geringen Wärmearaufbau bedeutet. Die Temperatur des Gummimaterialies der radial inneren Capschicht 9a gemäß DIN 53533 (statischer Stress von 0,9 MPa, dynamischer Stress $\pm 0,8$ MPa) beträgt 60°C bis 85°C. Ferner weist das Gummimaterial der radial inneren Capschicht 9a eine höhere Rückprallelastizität, sowohl bei Raumtemperatur als auch bei 70°C, auf als das Gummimaterial der radial äußeren Capschicht 9b, sodass die radial innere Capschicht 9a die beim Abrollen aufgenommene mechanische Energie besonders einfach wieder abgibt, ohne diese in Wärme umzuwandeln. Die Rückprallelastizität bei Raumtemperatur des Gummimaterialies der radial inneren Capschicht 9a beträgt 30% bis 60%, insbesondere 40% bis 50%, seine Rückprallelastizität bei einer Temperatur von 70°C beträgt 45% bis 75%, insbesondere 55% bis 65%.

Ferner weist das Gummimaterial der radial inneren Capschicht 9a einen Spannungswert bei 300% Dehnung von 8,0 MPa bis 12,0 MPa auf, sodass die durch die Prüfung nach DIN 53504 erhaltene Spannungs-/Dehnungskurve einen „steilen“ Verlauf zeigt, was den Wärmearaufbau im Gummimaterial unter dynamischer Beanspruchung und somit die gummiinhärente Verformbarkeit bzw. den daraus resultierenden Wärmearaufbau ebenfalls gering hält. Die Reißdehnung des Gummimaterialies der radial inneren Capschicht 9a beträgt 450% bis 700%, vorzugsweise 530% bis 600%, und ist daher etwas kleiner als jene des Gummimaterialies der radial äußeren Capschicht 9b, weist jedoch infolge dieser Reißdehnung ebenfalls eine sehr hohe Beständigkeit gegenüber „Chipping & Chunking“ auf. Die Shore A-Härte gemäß DIN-ISO 7619-1 des Gummimaterialies der Capschicht 9a beträgt 50 Shore A bis 80 Shore A, insbesondere 65 Shore A bis 75 Shore A, und stimmt vorzugsweise mit der Shore A-Härte des Gummimaterialies der Capschicht 9b überein oder im Wesentlichen überein. Unter im Wesentlichen übereinstimmenden Shore A-Härten werden solche verstanden, welche höchstens um 4,0 Shore A, insbesondere um höchstens 2,0 Shore A, voneinander abweichen.

Das für die radial innere Capschicht 9a vorgesehene Gummimaterial kann insbesondere aus einer Kautschukmischung mit 80 phr bis 100 phr Naturkautschuk, Kieselsäure (Silica) in einer Menge von bis zu 20 phr, wobei Ruß anteilmäßig durch Kieselsäure ersetzt wird, sowie durch eine Weichmachermenge von maximal 15 phr, hergestellt werden.

5

Insbesondere durch die Kombination der beiden Capschichten 9a und 9b gelingt es, dem Reifen einerseits eine besonders hohe Beständigkeit gegenüber „Chipping & Chunking“ zu verleihen und andererseits den Wärmearaufbau zu begrenzen. Insbesondere durch Anpassung der Dicken der beiden Capschichten 9a und 9b können die gewünschten

10 Reifeneigenschaften auf den jeweiligen Einsatzzweck optimal abgestimmt werden.

Abweichend von der in Fig. 1 gezeigten Variante kann der Laufstreifen 1 in radialer Richtung auch mehr als drei Schichten aufweisen. Insbesondere kann die Laufstreifencap 9 in radialer Richtung mehr als zwei Schichten aufweisen.

5 Bezugsziffernliste

- 10 1 Laufstreifen
2 Gürtelverband
2a, 2b, 2c, 2d ... Gürtellage
3 Karkasseinlage
4 Innenschicht
15 5 Seitenwand
6 Schulterpolster
7 Gürtelkantenpolster
8 Laufstreifenbase
9 Laufstreifencap
20 9a, 9b..... Capschicht
d₁, d₂, d₃..... Dicke

5 Patentansprüche

- 10 1. Nutzfahrzeugreifen, insbesondere OTR-Reifen, radialer oder diagonal Bauart mit einem in radialer Richtung mehrschichtigen aus Gummimaterial bestehenden Laufstreifen (1) mit einer Laufstreifenbase (8) und einer die Profilierung enthaltenden Laufstreifencap (9), wobei der Laufstreifen (1) im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke (d_1) von 12,0 mm bis 70,0 mm aufweist,
- 15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t,
- dass die Laufstreifencap (9) in radialer Richtung mindestens zwei Capschichten (9a, 9b) aufweist, wobei die radial äußerste Capschicht (9b) im Reifenzenit an der Äquatorialebene eine Dicke (d_3) von 10% bis 70% der Dicke (d_1) des Laufstreifens (1) aufweist und wobei das Gummimaterial der radial äußersten
- 20 Capschicht (9b) eine Reißdehnung gemäß DIN 53504 von 600% bis 900% aufweist.
2. Nutzfahrzeugreifen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) eine Reißdehnung von 650% bis 750%, vorzugsweise von mindestens 700%, aufweist.
- 25 3. Nutzfahrzeugreifen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) einen Spannungswert bei 300% Dehnung gemäß DIN 53504 von 4,0 MPa bis 10,0 MPa, vorzugsweise von höchstens 6,0 MPa, aufweist.
- 30 4. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) eine

Hochgeschwindigkeitsbruchdehnung gemäß DIN EN 10 045 von 18 MJ/m³ bis 25 MJ/m³, insbesondere von 19 MJ/m³ bis 21 MJ/m³, aufweist.

5. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
5 dass die radial äußerste Capschicht (9b) im Reifenzenit entlang der Äquatorialebene eine Dicke (d_3) von 20% bis 40% der Dicke (d_1) des Laufstreifens (1) aufweist.
6. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,
10 dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) eine Shore A-Härte gemäß DIN-ISO 7619-1 von 50 Shore A bis 80 Shore A, insbesondere von 65 Shore A bis 75 Shore A, aufweist.
7. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
15 dass die Gummimaterialien der Capschichten (9a, 9b) übereinstimmende Shore-A-Härten gemäß DIN-ISO 7619-1 oder um höchstens 4,0 Shore A, insbesondere um höchstens 2,0 Shore A, voneinander abweichende Shore-A-Härten aufweisen.
8. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet,
20 dass das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase (8) unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht (9a) eine Temperatur gemäß DIN 53533 bei einem statischen Stress von 0,9 MPa und einem dynamischen Stress von $\pm 0,8$ MPa von 60°C bis 85°C aufweist.
9. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet,
25 dass das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase (8) unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht (9a) höhere Rückprallelastizitäten bei Raumtemperatur und bei 70°C gemäß DIN 53512 aufweist als das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b), wobei das Gummimaterial der radial innersten Capschicht (9a) eine Rückprallelastizität bei Raumtemperatur von 30% bis 60%,
30 insbesondere von 40% bis 50%, und eine Rückprallelastizität bei 70°C von 45% bis 75%, insbesondere von 55% bis 65%, aufweist.

10. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase (8) unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht (9a) einen Spannungswert bei 300% Dehnung von 8,0 MPa bis 12,0 MPa aufweist.

5

11. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase (8) unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht (9a) eine Reißdehnung gemäß DIN 53512 von 450% bis 700%, insbesondere von 530% bis 600%, aufweist.

10

12. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) aus einer Kautschukmischung gefertigt ist, welche zumindest einen Styrol-Butadien-Kautschuk (SBR), insbesondere zumindest einen durch Emulsionspolymerisation hergestellter Styrol-Butadien-Kautschuk (E-SBR), enthält.

15

13. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) aus einer Kautschukmischung gefertigt ist, welche zumindest ein Resin enthält.

20

14. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der radial äußersten Capschicht (9b) aus einer Kautschukmischung gefertigt ist, welche als Füllstoff ausschließlich Ruß, insbesondere zumindest einen Ruß mit einer Jod-Adsorptions-Zahl von höchstens 125 g/kg sowie einer DBP-Zahl von höchstens $115 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{kg}$ und ferner zumindest ein Resin (ein Harz) enthält.

25

15. Nutzfahrzeugreifen nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Gummimaterial der an die Laufstreifenbase (8) unmittelbar anschließenden radial innersten Capschicht (9a) aus einer Kautschukmischung gefertigt ist, welche 80 phr bis 100 phr Naturkautschuk, bis zu 20 phr Kieselsäure und bis zu 15 phr Weichmacher enthält.

30

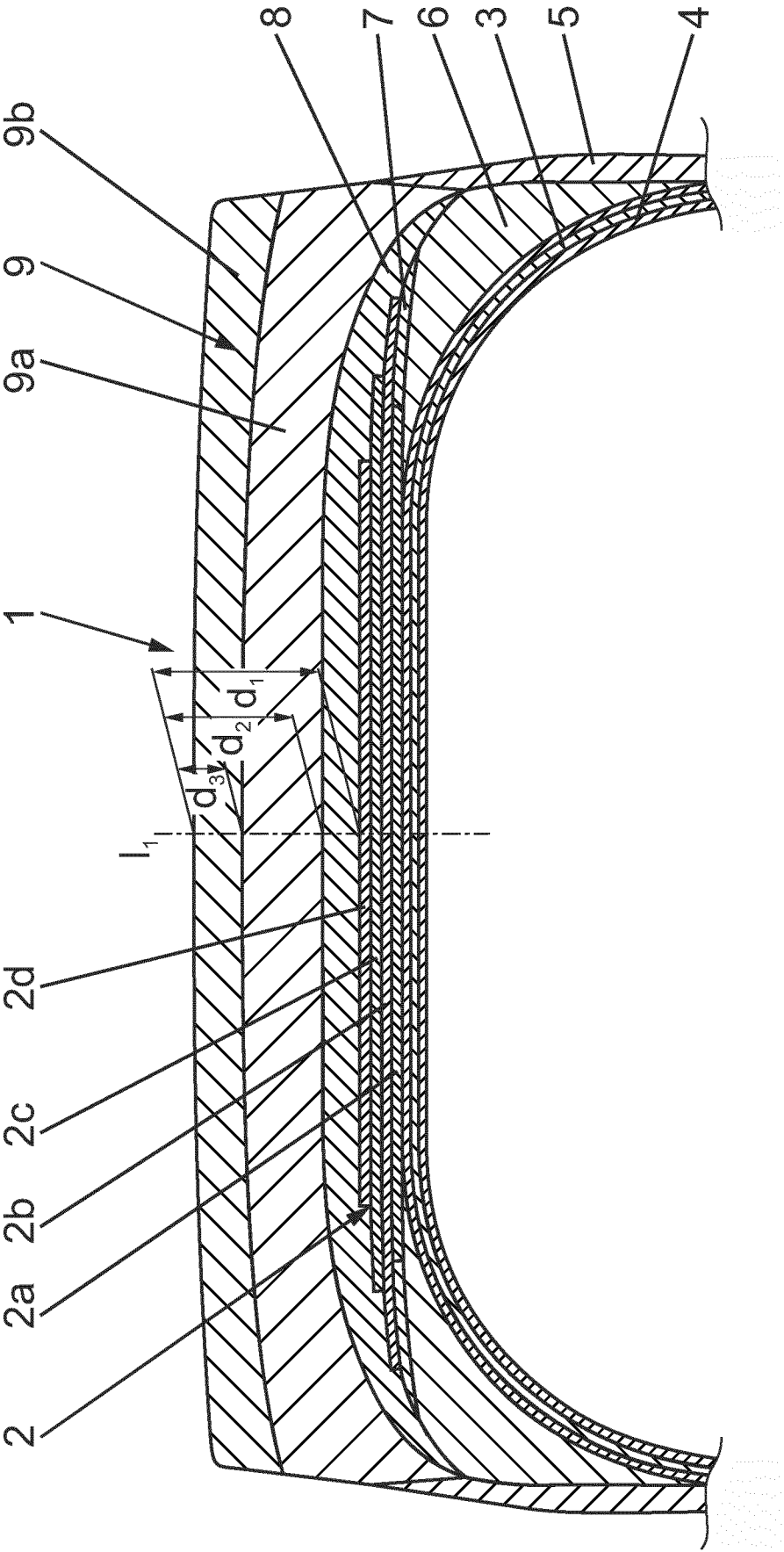


Fig. 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/064340

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B60C11/00

ADD.

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)

B60C

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 977 227 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 27 January 2016 (2016-01-27) abstract; claims 1,5,6,7; table 1 paragraphs [0008] - [0010], [0090], [0091], [0099] - [0101] -----	1-3
A	DE 10 2009 043991 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 17 March 2011 (2011-03-17) abstract; claims 1,3-8; figure 1; table 1 paragraphs [0025] - [0030], [0033] -----	1
A	WO 2014/005925 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 9 January 2014 (2014-01-09) abstract; figures 1-3 paragraphs [0047], [0048], [0087], [0088], [0092], [0103] - [0107], [0126] -----	1



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 application or patent 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

12 July 2017

Date of mailing of the international search report

24/07/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Balázs, Matthias

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/064340

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2977227 A1	27-01-2016	DE 102014214144 A1 EP 2977227 A1	21-01-2016 27-01-2016
DE 102009043991 A1	17-03-2011	CN 102497999 A DE 102009043991 A1 EP 2477824 A1 WO 2011029715 A1	13-06-2012 17-03-2011 25-07-2012 17-03-2011
WO 2014005925 A1	09-01-2014	AU 2013286059 A1 CL 2014003582 A1 CN 104395106 A EP 2870001 A1 FR 2992893 A1 JP 2015522471 A US 2015158338 A1 WO 2014005925 A1	29-01-2015 12-06-2015 04-03-2015 13-05-2015 10-01-2014 06-08-2015 11-06-2015 09-01-2014

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B60C11/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B60C

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 977 227 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 27. Januar 2016 (2016-01-27) Zusammenfassung; Ansprüche 1,5,6,7; Tabelle 1 Absätze [0008] - [0010], [0090], [0091], [0099] - [0101] -----	1-3
A	DE 10 2009 043991 A1 (CONTINENTAL REIFEN DEUTSCHLAND [DE]) 17. März 2011 (2011-03-17) Zusammenfassung; Ansprüche 1,3-8; Abbildung 1; Tabelle 1 Absätze [0025] - [0030], [0033] ----- -/-	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. Juli 2017

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

24/07/2017

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Balázs, Matthias

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2014/005925 A1 (MICHELIN & CIE [FR]; MICHELIN RECH TECH [CH]) 9. Januar 2014 (2014-01-09) Zusammenfassung; Abbildungen 1-3 Absätze [0047], [0048], [0087], [0088], [0092], [0103] - [0107], [0126] -----	1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/064340

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2977227 A1	27-01-2016	DE 102014214144 A1	21-01-2016
		EP 2977227 A1	27-01-2016

DE 102009043991 A1	17-03-2011	CN 102497999 A	13-06-2012
		DE 102009043991 A1	17-03-2011
		EP 2477824 A1	25-07-2012
		WO 2011029715 A1	17-03-2011

WO 2014005925 A1	09-01-2014	AU 2013286059 A1	29-01-2015
		CL 2014003582 A1	12-06-2015
		CN 104395106 A	04-03-2015
		EP 2870001 A1	13-05-2015
		FR 2992893 A1	10-01-2014
		JP 2015522471 A	06-08-2015
		US 2015158338 A1	11-06-2015
		WO 2014005925 A1	09-01-2014
