(19) Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2013 111 197 A1** 2015.04.16

(12) # Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 111 197.1**
(22) Anmeldetag: **10.10.2013**
(43) Offenlegungstag: **16.04.2015**

(51) Int Cl.: ***B60C 11/12*** (2006.01)
B60C 11/03 (2006.01)

(71) Anmelder:
Continental Reifen Deutschland GmbH, 30165 Hannover, DE

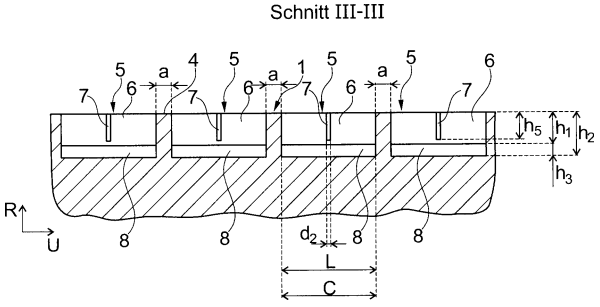
(74) Vertreter:
Finger, Karsten, Dipl.-Phys., 30165 Hannover, DE

(72) Erfinder:
Behr, Ulrich, 30169 Hannover, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Fahrzeugluftreifen**

(57) Zusammenfassung: Fahrzeugluftreifen mit einem profilierten Laufstreifen mit durch Rillen von einander beabstandeten Profilbändern – wie Profilblockreihen oder Profilrippen –, welche sich über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstrecken und in radialer Richtung R nach außen von einer die Bodenkontaktoberfläche bildenden radial äußeren Oberfläche (4) begrenzt ist, dadurch gekennzeichnet, dass in wenigstens einem Profilband (1) beabstandet voneinander und über das Profilband (1) verteilt eine Vielzahl von vom Gummimaterial des Profilbandes (1) umschlossenen Hohlkörpern (8) ausgebildet sind, von denen jeder jeweils genau durch einen kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt (5) mit der radial äußeren Oberfläche (4) des Profilbandes (1) verbunden sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Fahrzeugluftreifen mit einem profilierten Laufstreifen mit durch Rillen von einander beabstandeten Profilbändern, welche sich über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstrecken und in radialer Richtung R nach außen von einer die Bodenkontaktoberfläche bildenden radial äußeren Oberfläche begrenzt ist.

[0002] Derartige Fahrzeugluftreifen sind bekannt.

[0003] Beim Fahren mit derartigen Fahrzeugluftreifen entstehen mehr oder weniger störende Geräusche. Zur Reduktion derartiger störender Geräusche wurde gelegentlich vorgeschlagen, im Laufstreifenprofil Helmholtz-Resonatoren auszubilden, mit denen bestimmte, hochfrequente Schallwellen absorbiert werden können. Derartige Ausbildungen sind beispielsweise aus der EP 0989000 A2 bekannt. Die Ausbildung derartiger Helmholtz-Resonatoren, für die möglichst geschlossene Räume mit definierter kleiner Öffnung erforderlich sind, in einem Reifen ist sehr aufwendig in der Herstellung, sowohl in der Einformung als auch in der Ausformung und in der definierten Größenausbildung.

[0004] Aus der DE 1605657 A1 ist es bekannt, zur Entlüftung und für eine gute Entwässerung in Profilbändern Feineinschnitte auszubilden, die sich jeweils über die gesamte Breite des Profilbandes erstrecken und längs ihrer gesamten Erstreckungslänge an ihrem radial inneren Erstreckungsabschnitt zu einem Durchgangskanal erweitert ausgebildet sind. Längs der Erstreckung eines solchen Feineinschnittes wird dieser zusätzlich von mehreren längs der Erstreckung des Feineinschnittes und des Durchgangskanals hintereinander angeordneten und quer zur Erstreckungsrichtung des Feineinschnitts und quer zur Entwässerung dienenden Durchgangskanals ausgebildeten Entlüftungseinschnitten geschnitten. Damit eine gute Entwässerung bei ausreichender Entlüftung sichergestellt werden kann, erstreckt sich der Feineinschnitt mit den an seinem radial inneren Erstreckungsende ausgebildeten Durchgangskanal dabei von der einen das Profilband begrenzenden Rille bis zu der anderen das Profilband begrenzenden Rille, wobei zur Erzielung einer guten Entlüftung möglichst viele Entlüftungseinschnitte den Feineinschnitt schneiden.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Ausbildung von Fahrzeugluftreifen mit verbesserter Schallabsorption zu ermöglichen.

[0006] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Ausbildung eines Fahrzeugluftreifens mit einem profilierten Laufstreifen mit durch Rillen von einander beabstandeten Profilbändern, welche sich über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstrecken und in radialer Richtung R nach außen von einer die Bodenkontaktoberfläche bildenden radial äußeren Oberfläche begrenzt ist, gemäß den Merkmalen von Anspruch 1 gelöst, bei dem in wenigstens einem Profilband beabstandet voneinander und über das Profilband verteilt eine Vielzahl von vom Gummimaterial des Profilbandes umschlossenen Hohlkörpern ausgebildet sind, von denen jeder jeweils genau durch einen kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt mit der radial äußeren Oberfläche des Profilbandes verbunden sind.

[0007] Durch diese Ausbildung kann in einfacher Weise die Ausbildung von Helmholtz-Resonatoren im Profilband und somit im Reifen umgesetzt werden. Die geschlossenen Hohlräume im Gummimaterial können dabei einfach ein- und ausgeformt werden, wobei der zur Ein- oder Ausformung erforderliche Formkörper durch den kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt einfach zur Entformung aus dem Laufstreifenprofil herausgezogen werden kann. Der kreuzschlitzförmige Feineinschnitt ermöglicht trotz Sicherstellung des für die Ausbildung eines Helmholtz-Resonators nur möglichst schmalen Verbindungsspalts eine gute Öffnung zum Herausziehen des Ausformkörpers. Somit kann der Helmholtz-Resonator trotz der Ausbildung eines umschlossen ausgebildeten Hohlkörpers im Profilband einfach ein- und ausgeformt werden. Hierzu ist, wie zur Ausformung von Feineinschnitten üblich, ein dem Feineinschnitt entsprechend ausgebildetes, hier gekreuztes Lamellenblech mit einer zur Ausformung des Hohlkörpers entsprechend verdickt ausgebildetem Lamellenblechabschnitt an dessen in das Profil hineinreichenden radial inneren Erstreckungsende ausreichend. Das Kautschukmaterial umschließt beim Einformen in der Vulkanisationsform diesen als Ausformkern zur Ausbildung des Hohlkörpers verdickt ausgebildeten Lamellenblechabschnitt sowie das kreuzförmige Lamellenblech. Nach Ausvulkanisation wird in üblicher Weise durch Öffnen der Vulkanisationsform das zur Ausformung dienende Formsegment mit dem Lamellenblech in radialer Richtung R des Reifens nach außen vom Reifen entfernt, wobei der als Kern zur Ausformung des Hohlkörpers dienende am Lamellenblech ausgebildete verdickte Lamellenblechabschnitt in einfacher Weise mit dem Lamellenblech unter Öffnen der kreuzförmigen Feineinschnitte entfernt werden kann.

[0008] In dieser Weise können über das Profilband hinweg gezielt Helmholtz-Resonatoren im Reifen ausgebildet werden. Durch Wahl der Dimensionierung des Hohlkörpers und entsprechend angepasster Dimensionierung des kreuzförmigen Feineinschnittes können sehr gezielt, störende Frequenzen absorbiert werden.

[0009] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von An-

spruch 2, wobei der Hohlkörper zylinderförmig oder rohrabschnittsförmig mit vom Gummimaterial vollständig geschlossenen Stirnflächen ausgebildet ist, wobei die Achse der Zylinder- oder Rohrabschnittsform parallel verlaufend zur Erstreckungsrichtung eines ersten der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts ausgebildet ist und wobei der kreuzschlitzförmige Feineinschnitt sich ausgehend von der Mantelfläche des zylinderförmig oder rohrabschnittsförmig ausgebildeten Hohlkörpers – insbesondere in radialer Richtung R – nach außen bis zur radial äußeren Oberfläche des Profilbandes erstreckt ausgebildet ist. Durch diese Ausbildung kann eine besonders einfache Entformung sichergestellt werden.

[0010] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 3, wobei der zylinderförmige bzw. der rohrabschnittsförmig ausgebildete Hohlkörper mit einer in seiner Achsrichtung ausgebildeten maximalen Erstreckungslänge L und der erste Schlitzabschnitt der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts mit einer maximalen Erstreckungslänge C ausgebildet ist mit $L \leq C$. Hierdurch kann besonders wirksam das Entstehen von Ausbrüchen an den Rändern der Hohlkörper während des Ausformens verhindert werden.

[0011] Besonders vorteilhaft zur Absorption bestimmter, besonders störender Frequenzen mit technisch einfacher Umsetzbarkeit ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 4, wobei der erste der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts mit einer senkrecht zu seiner Erstreckungsrichtung gemessenen Spaltbreite d_1 ausgebildet ist, wobei der zweite der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts mit einer senkrecht zu seiner Erstreckungsrichtung gemessenen Spaltbreite d_2 und mit einer maximalen Erstreckungslänge B ausgebildet ist, und wobei der Hohlkörper in den zu seiner Achse senkrecht ausgebildeten Schnittebenen mit einer in Richtung senkrecht zur radialen Erstreckungsrichtung des Reifens gemessenen Breite D mit $(2d_1) \leq D \leq (5B)$ ausgebildet ist.

[0012] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 5, wobei die Zylinderform bzw. die Rohrform des Hohlkörpers in den Schnittebenen senkrecht zu seiner Achse mit einem kreisförmigen Querschnitt des Durchmessers D oder einem elliptischen oder ovalen Querschnitt mit in der größeren Hauptachse der Ellipse bzw. des Ovals gemessenem Durchmesser D ausgebildet ist. Diese Ausbildung des Hohlkörpers ist optimiert zum einfachen Ein- und Ausformen.

[0013] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 6, wobei der kreuzschlitzförmig ausgebildete Feineinschnitt mit einer ausgehend von der radial äußeren Oberfläche in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin gemessenen bis zum Hohlkörper gemessenen Tiefe h_1 mit $h_1 \leq 3$ mm ausgebildet ist. Hierdurch kann in einfacher Weise zur Erzielung eines wirksamen Helmholtz-Effektes ein ausreichend langer Verbindungskanal sicher gestellt werden.

[0014] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 7, wobei der Hohlkörper mit einer in radialer Richtung R des Reifens gemessenen Erstreckungshöhe h_3 ausgebildet ist, wobei der kreuzschlitzförmig ausgebildete Feineinschnitt mit einer ausgehend von der radial äußeren Oberfläche in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin gemessenen bis zum Hohlkörper gemessenen Tiefe h_1 ausgebildet ist, und wobei der Hohlkörper in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin bis in eine Position im maximalen Abstand h_2 von der radial äußeren Oberfläche erstreckt ausgebildet ist mit $h_1 = (h_2 - h_3)$. Hierdurch kann die Verbindungskanallänge in einfacher Weise mit maximiert umgesetzt werden.

[0015] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 8, wobei $D \geq h_3$ ausgebildet ist. Hierdurch kann in einfacher Weise der Hohlkörper deutlich ausgeprägt und besonders wirksam ausgebildet werden.

[0016] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 9, wobei Abstand h_2 mit $h_2 \leq P_T$ ausgebildet ist, wobei P_T die maximale in den das Profilband begrenzenden Umfangsrillen ausgebildete Profiltiefe ist, und wobei P_T insbesondere mit 5 mm $\leq P_T \leq$ 8,5 mm ausgebildet ist.

[0017] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 10, wobei die Spaltbreiten d_1 und d_2 mit 0,4 mm $\leq d_1 \leq$ 1,2 mm und 0,4 mm $\leq d_1 \leq$ 1,4 mm ausgebildet sind, wobei insbesondere $d_1 \leq d_2$ ausgebildet ist. Hierdurch kann in einfacher Weise der Feineinschnitt durch Lamellenbleche sicher hergestellt und dennoch mit ausreichender Kanalgröße zur Erzielung des Helmholtzeffektes umgesetzt werden.

[0018] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 11, wobei die Hohlkörper mit der Achse ihrer Zylinderform bzw. Rohrabschnittsform in Umfangsrichtung U des Reifens ausgerichtet sind.

[0019] Besonders vorteilhaft zur wirksamen Umsetzung der Geräuschreduktion im Reifen ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 12, wobei im Profilband jeder Hohlkörper und sein kreuzschlitzförmiger Feineinschnitt je-

weils in einem Mindestabstand a mit a ≥ 20 mm von dem ihm nächstliegend im Profilband angeordneten Hohlkörper und dessen kreuzschlitzförmigem Feineinschnitt angeordnet sind. Hierdurch kann sichergestellt werden, dass eine ausreichend hohe Anzahl an Hohlkörpern im Profilband wirksam ausgebildet sind.

[0020] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 13, wobei die beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts in der radial äußeren Oberfläche einen Schnittwinkels α mit 45° ≤ α ≤ 90° – insbesondere α = 90° – einschließen. Hierdurch kann die Steifigkeit des Profilbandes in Längs- und Querrichtung des Bandes in einfacher Weise optimiert eingestellt werden.

[0021] Besonders vorteilhaft ist die Ausbildung eines Fahrzeugreifens gemäß den Merkmalen von Anspruch 14, wobei in der radial äußeren Oberfläche in der Position des Schnittes der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts eine halbkugelförmige oder konische Vertiefung der ausgehend von der radial äußeren Oberfläche in radialer Richtung R gemessenen Tiefe h_4 mit $h_4 < (h_1/2)$ – insbesondere mit h_4 = 1,5 mm – ausgebildet ist. Hierdurch kann zusätzlich ein Einrollen der zwischen Feineinschnitt und radial äußerer Oberfläche ausgebildeten Gummitmaterialkanten bzw. spitzen beim Bremsen auf trockener Straße geschickt verhindert werden. Hierdurch können die Bremseigenschaften auf trockener Straße verbessert werden.

[0022] Die Erfindung wird im Folgenden an Hand der in den **Fig.** 1 bis **Fig.** 5 dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Hierin zeigen

[0023] **Fig.** 1 eine Draufsicht auf einen Umfangsabschnitt einer erfindungsgemäß ausgebildeten Umfangsrippe eines Laufstreifenprofils eines Fahrzeugluftreifens für Personenkraftwagen,

[0024] **Fig.** 2 die Umfangsrippe von **Fig.** 1 in Querschnittdarstellung gemäß Schnitt II-II von **Fig.** 1,

[0025] **Fig.** 3 die Umfangsrippe von **Fig.** 1 in Schnittdarstellung gemäß Schnitt III-III von **Fig.** 1,

[0026] **Fig.** 4 eine Draufsicht auf einen Umfangsabschnitt eines Laufstreifenprofils für Fahrzeugluftreifens für Personenkraftwagen mit mehreren in axialer Richtung A voneinander beabstandeten Profilbändern zur Erläuterung alternativen Ausführungsformen von Profilbändern und

[0027] **Fig.** 5 eine Querschnittdarstellung einer Umfangsrippe von **Fig.** 4 gemäß Schnittdarstellung V-V von **Fig.** 4 zur Erläuterung einer weiteren Ausführung.

[0028] Die **Fig.** 1 bis **Fig.** 3 zeigen einen Abschnitt eines Laufstreifenprofils für Personenkraftwagen (PKW) mit einer über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens in Umfangsrichtung U ausgerichteten Umfangsrippe **1**, welche in axialer Richtung A des Fahrzeugluftreifens zur einen Seite hin durch eine über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstreckte Umfangsrille **2** und zur anderen Seite hin durch eine Umfangsrille **3** bekannter Art begrenzt ist. Die Umfangsrippe **1** ist in radialer Richtung (R des Fahrzeugluftreifens nach außen hin durch eine radial äußere Oberfläche **4**, welche die Straßenkontaktoberfläche der Umfangsrippe **1** bildet, begrenzt. Die Umfangsrillen **2** und **3** sind in bekannter Weise über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstreckt und in radialer Richtung R nach innen hin durch einen Rillengrund und zur Umfangsrippe **1** hin jeweils durch eine Rillenwand begrenzt, welche die zur jeweiligen Umfangsrille **2** bzw. **3** hin gerichtete Flanke der Umfangsrippe **1** bildet. Die Umfangsrillen **2** und **3** sind mit einer in radialer Richtung R ausgehend von der radial äußeren Oberfläche **4** bis zum Rillengrund der jeweiligen Umfangsrille **2** bzw. **3** gemessenen maximalen Profiltiefe P_T ausgebildet.

[0029] In der Umfangsrippe **1** sind über den Umfang des Fahrzeugluftreifens hinweg verteilt, hintereinander angeordnet und jeweils voneinander beabstandet kreuzschlitzförmige Feineinschnitte **5** ausgebildet. Die kreuzschlitzförmigen Feineinschnitte **5** sind jeweils aus einem ersten in der radial äußeren Oberfläche **4** geradlinig erstreckten Schlitzabschnitt **6** und aus einem zweiten in der radial äußeren Oberfläche **4** geradlinig erstreckten Schlitzabschnitt **7** ausgebildet, welche sich zur Bildung des kreuzschlitzförmigen Feineinschnitts **5** unter Einschluss eines Schnittwinkels α mit 45° ≤ α ≤ 90° in der radial äußeren Oberfläche **4** schneiden.

[0030] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist α = 90° gewählt, der erste Schlitzabschnitt **6** ist in Umfangsrichtung U des Fahrzeugluftreifens und der zweite Schlitzabschnitt **7** in axialer Richtung A ausgerichtet.

[0031] Der erste Schlitzabschnitt **6** ist mit einer in seiner Haupterstreckungsrichtung in der radial äußerer Oberfläche **4** gemessenen Erstreckungslänge C ausgebildet. Der zweite Schlitzabschnitt **7** ist mit einer in seiner Haupterstreckungsrichtung in der radial äußeren Oberfläche **4** gemessenen Erstreckungslänge B ausgebildet. Der erste Schlitzabschnitt **6** schneidet den zweiten Schlitzabschnitt **7** mittig. Der zweite Schlitzabschnitt **7** schneidet ebenso den ersten Schlitzabschnitt **6** mittig in der radial äußeren Oberfläche.

[0032] Der erste Schlitzabschnitt **6** ist längs seiner gesamten Erstreckungslänge C in radialer Richtung R des Fahrzeugluftreifens nach innen hin mit einer

ausgehend von der radial äußeren Oberfläche **4** gemessenen Tiefe h_1 ausgebildet. Der ersten Schlitzabschnitt **6** ist dabei längs seiner Erstreckungslänge C und in radialer Richtung R längs seiner Erstreckungstiefe h_1 mit einer konstanten Einschnittsbreite d_1 ausgebildet mit 0,4 mm ≤ d_1 ≤ 1,2 mm.

[0033] Am radial inneren Erstreckungsende im Abstand h_1 von der radial äußeren Oberfläche **4** ist im Anschluss an den des ersten Schlitzabschnitts **6** in dessen Verlängerung ein zylinderförmig ausgebildeter Hohlraum **8** ausgebildet. Die Zylinderachse erstreckt sich längs der Erstreckung des Schlitzabschnitts **6** parallel zum Schlitzabschnitt **6**. Der kreuzschlitzförmige Feineinschnitt **5** verbindet somit den Hohlraum **8** mit der radial äußeren Oberfläche **4**. Der zylinderförmig ausgebildeter Hohlraum **8** erstreckt sich dabei längs seiner Zylinderachse über eine Erstreckungslänge L, welche die Höhe des Zylinders angibt. Der Hohlraum **8** ist mit einer längs seiner Zylinderachse ausgebildeten Erstreckungslänge L mit L ≤ C ausgebildet.

[0034] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist L = C gewählt. Der Hohlraum **8** erstreckt sich im dargestellten Ausführungsbeispiel mit seiner gesamten Erstreckungslänge längs der Erstreckung des ersten Schlitzabschnitts. Im dargestellten Ausführungsbeispiel erstreckt sich der Hohlraum **8** mit seiner Erstreckungslänge über die gesamte Erstreckungslänge C des ersten Schlitzabschnitts **6**.

[0035] Der erste Schlitzabschnitt **6** erstreckt sich dabei in radialer Richtung R von der radial äußeren Oberfläche **4** ausgehend über die Erstreckungshöhe h_1 nach innen und mündet in die Mantelfläche der Zylinderform des Hohlraums **8**. Die Schnittlinie des ersten Schlitzabschnitts **6** in der Mantelfläche des Zylinders ist parallel zur Achse des Zylinders erstreckt ausgerichtet.

[0036] Der Hohlraum **8** ist – wie in **Fig.** 2 dargestellt – ausgehend vom ersten Schlitzabschnitt **6** in radialer Richtung R nach innen hin über eine Erstreckungshöhe h_3 erstreckt ausgebildet. In den Schnittebenen senkrecht zur Achse der Zylinderform des Hohlraums **8** mit einer senkrecht zur radialen Erstreckungsrichtung R gemessenen maximalen Breite D ausgebildet.

[0037] Im dargestellten Ausführungsbeispiel, ist die Zylinderform mit einer kreisförmigen Grundfläche des Zylinders und somit einer kreisförmigen Querschnittfläche mit dem Zylinderdurchmesser D und h_3 mit h_3 = D ausgebildet.

[0038] In anderen nicht dargestellten Ausführungsbeispielen ist der Zylinder mit einer Grundfläche ausgebildet, die oval oder elliptisch ausgebildet ist, wobei die größere Haupterstreckungsachse der Ellipse bzw. des Ovals jeweils in den senkrecht zur Zylinderachse ausgebildeten Querschnittebenen senkrecht zur radialen Erstreckungsrichtung R des Reifens ausgebildet ist. Die Länge der Haupterstreckungsachse ist D und bildet die maximale Breite D des Zylinders und somit des Hohlraums.

[0039] Wie in den **Fig.** 1 bis **Fig.** 3 dargestellt ist, ist der zweite Schlitzabschnitt **7** längs seiner in der radial äußeren Oberfläche **4** gemessenen Erstreckung mit der Erstreckungslänge B mit einer in radialer Richtung R ausgehend von der radial äußeren Oberfläche **4** gemessenen Tiefe h_5 ausgebildet mit (0,75h_1) ≤ h_5 ≤ h_1 ausgebildet.

[0040] Der zweite Schlitzabschnitt **7** ist längs seiner Erstreckungslänge B und in radialer Richtung R längs seiner Erstreckungstiefe h_5 mit einer konstanten Einschnittsbreite d_2 ausgebildet, wobei 0,4 mm ≤ d_2 ≤ 1,4 mm ausgebildet ist. Für die Breiten d_1 des ersten Schlitzabschnitts **6** und d_2 des zweiten Schlitzabschnitts **7** gilt d_1 < d_2.

[0041] Für die Breite D des Hohlraums **8** gilt D ≥ h_3. Im dargestellten Ausführungsbeispiel der kreiszylindrischen Form des Hohlraums **8** ist D = h_3 ausgebildet. Bei Ausbildung mit elliptischer oder ovaler Grundform des Zylinders ist h_3 < D ausgebildet.

[0042] Für die Erstreckungshöhe h_1 gilt h_1 = (h_2 – h_3), sowie 3 mm ≤ h_1 Dabei bildet h_2 die in radialer Richtung R ausgehend von der radial äußeren Oberfläche **4** nach innen hin gemessene maximale Erstreckungstiefe des Gebildes aus kreuzförmigem Feineinschnitt **5** und Hohlraum **8**. h_2 ist mit h_2 < P_T ausgebildet, wobei die Profiltiefe P_T mit 5 mm ≤ P_T ≤ 8 mm ausgebildet ist.

[0043] Die Breite D des Hohlraums **8** ist mit (2d_1) ≤ D ≤ (5B) ausgebildet.

[0044] Die im Profilband **1** benachbart zueinander ausgebildeten Gebilde aus jeweils einem Hohlraum **8** und diesen Hohlraum **8** mit der radial äußeren Oberfläche **4** verbindendem kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt **5** sind jeweils mit einem Abstand a zueinander angeordnet ausgebildet, welcher mindestens 20 mm groß ist.

[0045] Das Gebilde aus Hohlraum **8** und zugehörigem kreuzschlitzförmigem Feineinschnitt **5** bildet im Profilband **1** einen Helmholtz-Resonator.

[0046] Über den Umfang des Reifens verteilt sind wenigstens dreißig derartige aus jeweils einem Hohlraum **8** und einem diesen Hohlraum **8** mit der radial äußeren Oberfläche **4** verbindenden kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt **5** ausgebildeten Helmholtz-Resonatoren ausgebildet.

[0047] **Fig.** 4 zeigt ein Laufstreifenprofil eines Fahrzeugluftreifens mit fünf in axialer Richtung nebeneinander angeordneten Umfangsrippen **14**, **12**, **10**, **1** und **9**, welche jeweils in bekannter Weise in axialer Richtung A durch Umfangsrillen **13**, **11**, **2** bzw. **3** voneinander beabstandet sind. Die beiden axial äußeren Umfangsrippen **14** und **9** sind jeweils in bekannter Weise als Schulterumfangsrippen ausgebildet. Die Umfangsrippe **1** ist – wie in den **Fig.** 1 bis **Fig.** 3 dargestellt – mit Helmholtz-Resonatoren bildenden Hohlräumen **8** und mit diese jeweils mit der radial äußeren Oberfläche **4** verbindenden kreuzschlitzförmigen Feineinschnitten **5** ausgebildet.

[0048] **Fig.** 4 zeigt dabei ein Ausführungsbeispiel der Umfangsrippe **1**, bei dem – anders als in **Fig.** 1 dargestellt – auch in axialer Richtung A in der Umfangsrippe **1** nebeneinander angeordnet mehrere Reihen von über den Umfang des Reifens in Umfangsrichtung U hintereinander angeordneten, derartigen Helmholtz-Resonatoren ausgebildet sind. Auch in diesem Ausführungsbeispiel sind die in der Umfangsrippe **1** jeweils benachbart angeordneten Helmholtz-Resonatoren – bestehend aus jeweils einem Hohlraum **8** und einem kreuzförmigen Feineinschnitt **5** – jeweils mit einem Abstand a zueinander ausgebildet, welcher mindestens 20 mm groß ausgebildet ist.

[0049] **Fig.** 4 zeigt an der Umfangsrippe **1** darüber hinaus ein Ausführungsbeispiel der kreuzschlitzförmigen Feineinschnitte **5**, bei welchem der erste Schlitzabschnitt **6** und der zweite Schlitzabschnitt **7** in der radial äußeren Oberfläche **4** einen Schnittwinkel α mit $\alpha < 90°$ einschließen. Im dargestellten Beispiel ist α beispielsweise mit $\alpha = 80°$ ausgebildet.

[0050] In **Fig.** 4 sind darüber hinaus am Beispiel der Umfangsrippe **10** derartige Helmholtz-Resonatoren – bestehend jeweils aus einem Hohlräumen **8'** und einem kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt **5'** – dargestellt, bei denen der erste Schlitzabschnitt **6'** und der zylinderförmige Hohlraum **8'** in ihrer Längserstreckungsrichtung unter Einschluss eines Neigungswinkels, welcher größer als 0° und maximal 80° zur Umfangsrichtung U ausgerichtet ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist dieser Neigungswinkel mit 60° ausgebildet.

[0051] **Fig.** 4 zeigt am Beispiel der Umfangsrippe **9** auch eine Ausbildung von derartigen Helmholtz-Resonatoren – bestehend aus zylinderförmigen Hohlräumen **8''** und kreuzschlitzförmigen Feineinschnitten **5''** –, bei welchem die Erstreckungslänge L in den axial nebeneinander angeordneten und über den Umfang des Reifens erstreckten Reihen von in Umfangsrichtung U hintereinander angeordneten Helmholtz-Resonatoren von Reihe zu Reihe unterschiedlich groß ausgebildet ist.

[0052] Die **Fig.** 4 und **Fig.** 5 zeigen am Beispiel eines kreuzschlitzförmigen Feineinschnitts **5''** eine weitere Ausführungsform, bei welcher in der radial äußeren Oberfläche **4** um die zentrisch zur Schnittstelle des ersten Schlitzabschnitts **6''** mit dem zweiten Schlitzabschnitt **7''** eine halbkugelförmige Vertiefung **15** ausgebildet ist. Die Vertiefung **14** ist mit einer ausgehend von der radial äußeren Oberfläche **4** in radialer Richtung R gemessenen Tiefe h_4 ausgebildet. Für die Tiefen h_5, h_4 und h_1 gilt dabei $h_4 < (0{,}5h_5)$ und $h_4 < h_5$ ausgebildet ist. h_4 ist beispielsweise mit $h_4 = 1$, 5 mm ausgebildet.

[0053] In einer anderen, nicht dargestellter Ausführungsform ist die Vertiefung **15** nicht halbkugelförmig, sondern konisch mit einer in radialer Richtung R des Fahrzeugluftreifens nach innen hin konischen Verjüngung ausgebildet, wobei die Konusachse die Schnittachse des ersten Schlitzabschnitts **6''** mit dem zweiten Schlitzabschnitts **7''** bildet.

[0054] **Fig.** 4 zeigt auch ein weiteres Ausführungsbeispiel, bei dem auch bei den Feineinschnitten **5** der Umfangsrippe **1** in analoger Weise derartige Vertiefungen **15** ausgebildet sind.

Bezugszeichenliste

1	Umfangsrippe
2	Umfangsrille
3	Umfangsrille
4	Radial äußere Oberfläche
5	kreuzschlitzförmiger Feineinschnitt
6	erster Schlitzabschnitt
7	zweiter Schlitzabschnitt
8	Hohlraum
9	Umfangsrippe
10	Umfangsrippe
11	Umfangsrille
12	Umfangsrippe
13	Umfangsrille
14	Umfangsrippe
15	Vertiefung

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

- EP 0989000 A2 [0003]
- DE 1605657 A1 [0004]

Patentansprüche

1. Fahrzeugluftreifen mit einem profilierten Laufstreifen mit durch Rillen von einander beabstandeten Profilbändern – wie Profilblockreihen oder Profilrippen –, welche sich über den gesamten Umfang des Fahrzeugluftreifens erstrecken und in radialer Richtung R nach außen von einer die Bodenkontaktoberfläche bildenden radial äußeren Oberfläche (**4**) begrenzt ist, **dadurch gekennzeichnet,** dass in wenigstens einem Profilband (**1**) beabstandet voneinander und über das Profilband (**1**) verteilt eine Vielzahl von vom Gummimaterial des Profilbandes (**1**) umschlossenen Hohlkörpern (**8**) ausgebildet sind, von denen jeder jeweils genau durch einen kreuzschlitzförmigen Feineinschnitt (**5**) mit der radial äußeren Oberfläche (**4**) des Profilbandes (**1**) verbunden sind.

2. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 1,
wobei der Hohlkörper (**8**) zylinderförmig oder rohrabschnittsförmig mit vom Gummimaterial vollständig geschlossenen Stirnflächen ausgebildet ist,
wobei die Achse der Zylinder- oder Rohrabschnittsform parallel verlaufend zur Erstreckungsrichtung eines ersten (**6**) der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte (**6**, **7**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**) ausgebildet ist und
wobei der kreuzschlitzförmige Feineinschnitt (**5**) ausgehend von der Mantelfläche des zylinderförmig oder rohrabschnittsförmig ausgebildeten Hohlkörpers (**8**) – insbesondere in radialer Richtung R – nach außen bis zur radial äußeren Oberfläche (**4**) des Profilbandes (**1**) erstreckt ausgebildet ist.

3. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 2, wobei der zylinderförmige bzw. der rohrabschnittsförmig ausgebildete Hohlkörper (**8**) mit einer in seiner Achsrichtung ausgebildeten maximalen Erstreckungslänge L und der erste Schlitzabschnitt (**6**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**) mit einer maximalen Erstreckungslänge C ausgebildet ist mit $L \leq C$.

4. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 1, 2 oder 3,
wobei der erste (**6**) der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte (**6**, **7**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**) mit einer senkrecht zu seiner Erstreckungsrichtung gemessenen Spaltbreite d_1 ausgebildet ist,
wobei der zweite (**7**) der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte (**6**, **7**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**) mit einer senkrecht zu seiner Erstreckungsrichtung gemessenen Spaltbreite d_2 und mit einer maximalen Erstreckungslänge B ausgebildet ist,
wobei der Hohlkörper (**8**) in den zu seiner Achse senkrecht ausgebildeten Schnittebenen mit einer in Richtung senkrecht zur radialen Erstreckungsrichtung des Reifens gemessenen Breite D mit $(2d_1) \leq D \leq (5B)$ ausgebildet ist.

5. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei die Zylinderform bzw. die Rohrform des Hohlkörpers (**8**) in den Schnittebenen senkrecht zu seiner Achse mit einem kreisförmigen Querschnitt des Durchmessers D oder einem elliptischen oder ovalen Querschnitt mit in der größeren Hauptachse der Ellipse bzw. des Ovals gemessenem Durchmesser D ausgebildet ist.

6. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche, wobei der kreuzschlitzförmig ausgebildete Feineinschnitt (**5**) mit einer ausgehend von der radial äußeren Oberfläche (**4**) in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin gemessenen bis zum Hohlkörper (**8**) gemessenen Tiefe h_1 mit $h_1 \leq 3$ mm ausgebildet ist.

7. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem oder mehreren der vorangegangenen Ansprüche,
wobei der Hohlkörper (**8**) mit einer in radialer Richtung R des Reifens gemessenen Erstreckungshöhe h_3 ausgebildet ist,
wobei der kreuzschlitzförmig ausgebildete Feineinschnitt (**5**) mit einer ausgehend von der radial äußeren Oberfläche (**4**) in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin gemessenen bis zum Hohlkörper (**8**) gemessenen Tiefe h_1 ausgebildet ist,
wobei der Hohlkörper (**8**) in radialer Richtung R des Reifens nach innen hin bis in eine Position im maximalen Abstand h_2 von der radial äußeren Oberfläche (**4**) erstreckt ausgebildet ist mit $h_1 = (h_2 - h_3)$.

8. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 7, wobei $D \geq h_3$ ausgebildet ist.

9. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 7,
wobei Abstand h_2 mit $h_2 \leq P_T$ ausgebildet ist, wobei P_T die maximale in den das Profilband (**1**) begrenzenden Umfangsrillen (**2**, **3**) ausgebildete Profiltiefe ist,
wobei P_T insbesondere mit $5 \text{ mm} \leq P_T \leq 8{,}5 \text{ mm}$ ausgebildet ist.

10. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von Anspruch 4,
wobei die Spaltbreiten d_1 und d_2 mit $0{,}4 \text{ mm} \leq d_1 \leq 1{,}2 \text{ mm}$ und $0{,}4 \text{ mm} \leq d_1 \leq 1{,}4 \text{ mm}$ ausgebildet sind,
wobei insbesondere $d_1 \leq d_2$ ausgebildet ist.

11. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem Ansprüche 2 bis 10, wobei die Hohlkörper (**8**) mit der Achse ihrer Zylinderform bzw. Rohrabschnittsform in Umfangsrichtung U des Reifens ausgerichtet sind.

12. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei im Profilband (**1**) jeder Hohlkörper (**8**) und sein kreuzschlitzförmiger Feineinschnitt (**5**) jeweils in einem Mindestabstand a mit a ≥ 20 mm von dem ihm nächstliegend im Profilband (**1**) angeordneten Hohlkörper (**8**) und dessen kreuzschlitzförmigem Feineinschnitt (**5**) angeordnet sind.

13. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei die beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte (**6**, **7**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**) in der radial äußeren Oberfläche (**4**) einen Schnittwinkels α mit 45° ≤ α ≤ 90° – insbesondere α = 90° – einschließen.

14. Fahrzeugluftreifen gemäß den Merkmalen von einem der vorangegangenen Ansprüche, wobei in der radial äußeren Oberfläche (**4**) in der Position des Schnittes der beiden sich kreuzenden Schlitzabschnitte (**6**, **7**, **6''**, **7''**) der Kreuzschlitzform des Feineinschnitts (**5**, **5''**) eine halbkugelförmige oder konische Vertiefung (**15**) der ausgehend von der radial äußeren Oberfläche (**4**) in radialer Richtung R gemessenen Tiefe h_4 mit $h_4 < (h_1/2)$ – insbesondere mit $h_4 = 1{,}5$ mm – ausgebildet ist.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

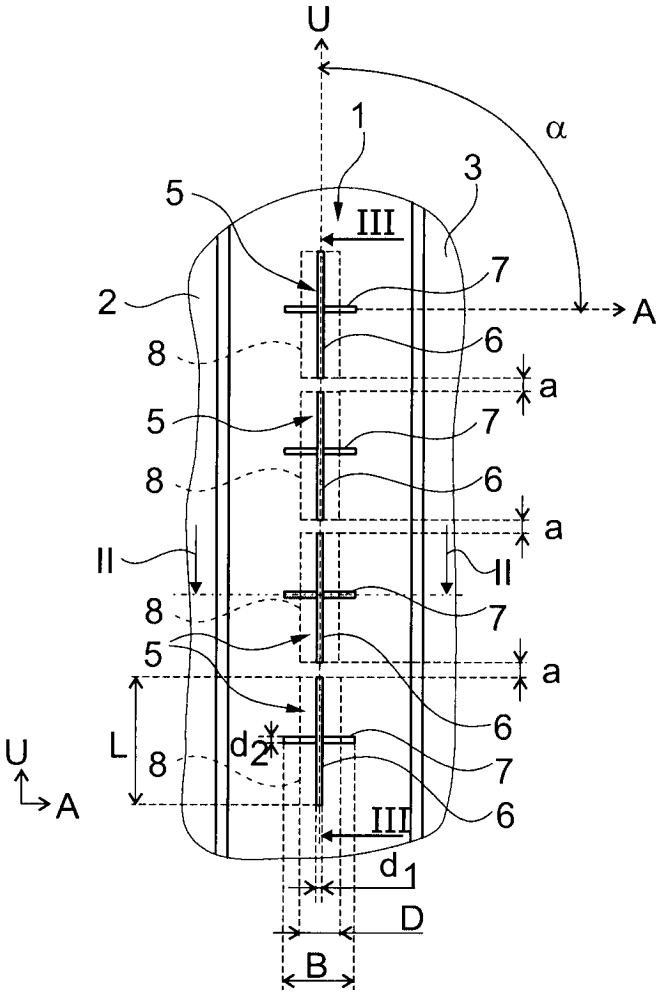


Fig. 1

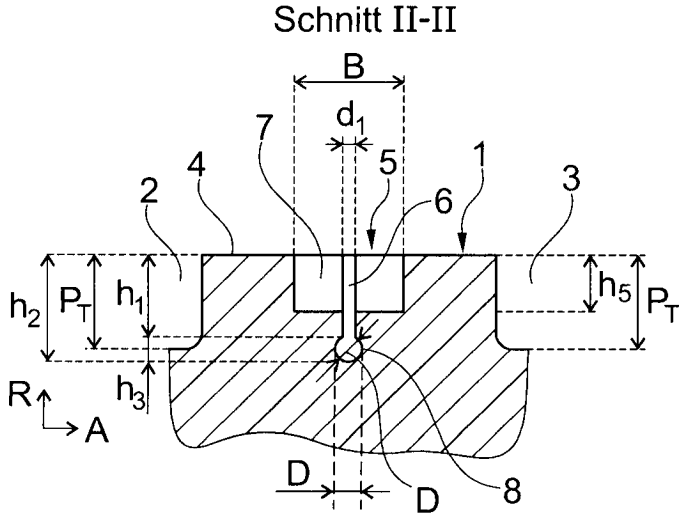


Fig. 2

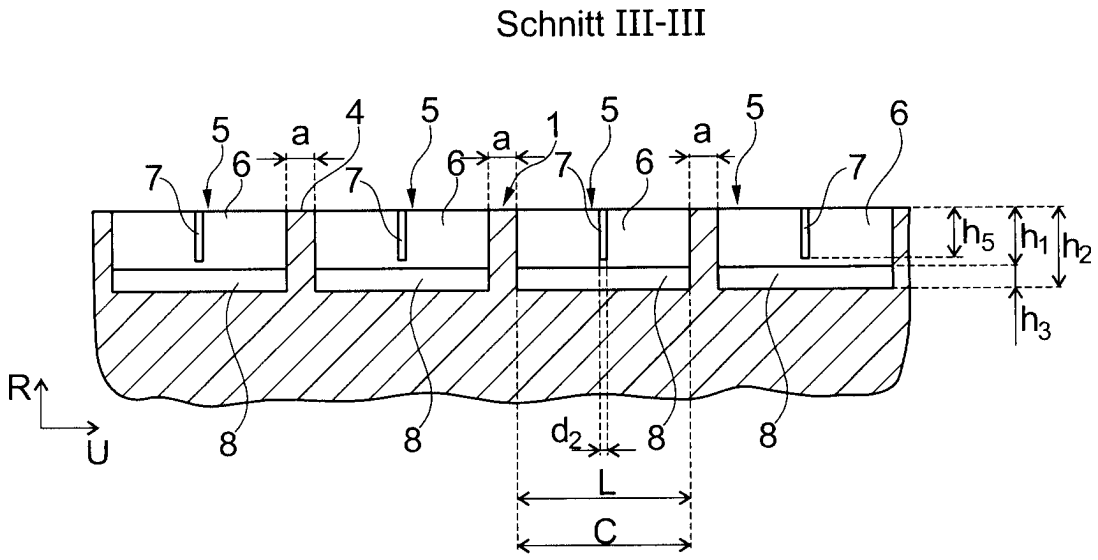

Schnitt III-III
5
a
4
5
a
1
5
a
5
6
5
6
6
6
6
7
7
7
7
7
h_5
h_1
h_2
h_3
R
U
8
8
8
8
d_2
L
C

Fig. 3

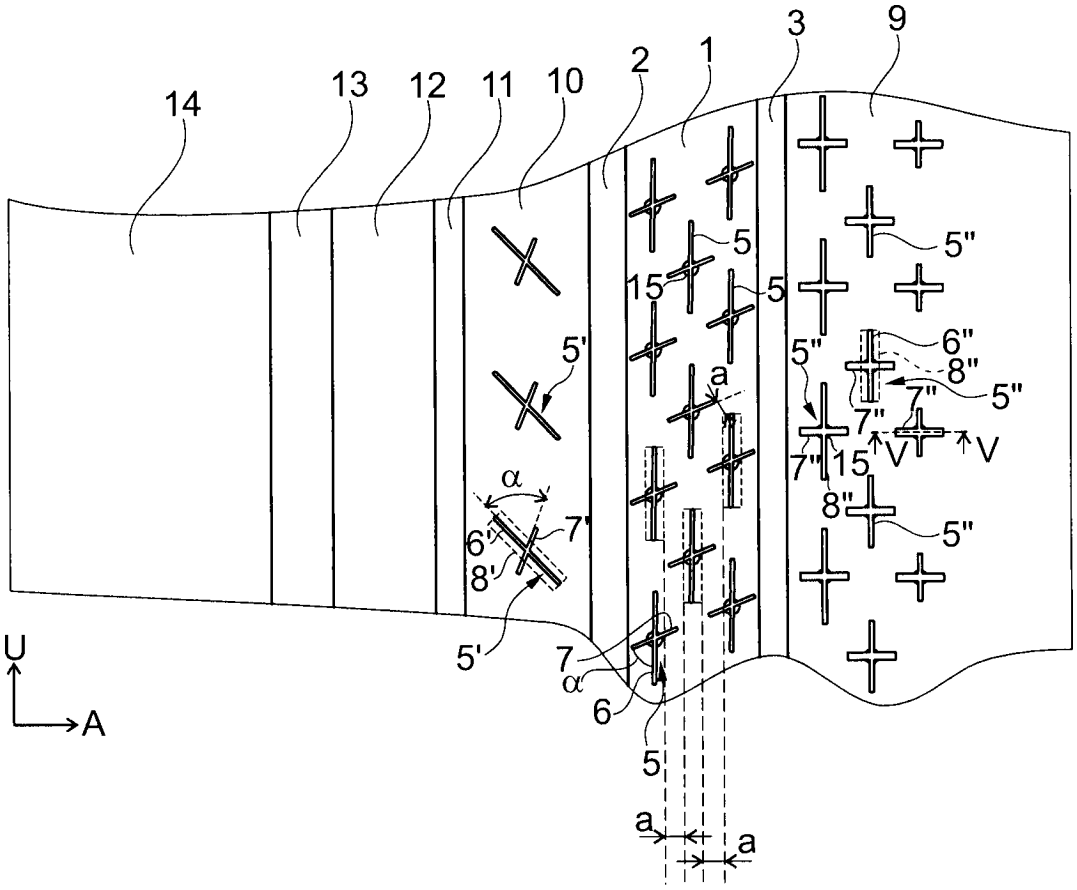

14
13
12
11
10
2
1
3
9
5
5"
15
5
5'
5"
6"
8"
7"
5"
a
7"
V
V
7"
15
α
8"
5"
6'
7'
8'
5'
7
α
6
5
a
a
U
A

Fig. 4

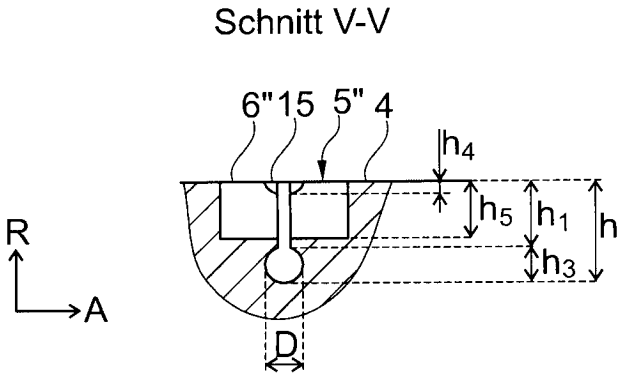

Schnitt V-V
6"
15
5"
4
h4
h5
h1
h
h3
D
R
A

Fig. 5